PTO/AIA/15 (03-13)
Approved for use through 01/31/2014. OMB 0651-0032
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
Under the Paperwork Reduction Act of 1995 no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number

UTILITY PATENT APPLICATION TRANSMITTAL

(Only for new nonprovisional applications under 37 CFR 1.53(b))

Attorney Docket No.	15042-101133
First Named Inventor	Hsin-Hsuan HUANG
Title	PHOTOGRAPHING OPTICAL LENS ASSEMBLY, IMAGE CAPTURING UNIT AND ELECTRONIC DEVICE
Express Mail Label No.	

APPLICATION ELEMENTS

See MPEP chapter 600 concerning utility patent application contents.

1. [✔] **Fee Transmittal Form** (PTO/SB/17 or equivalent)
2. [ ] **Applicant asserts small entity status.** See 37 CFR 1.27
3. [ ] **Applicant certifies micro entity status.** See 37 CFR 1.29. Applicant must attach form PTO/SB/15A or B or equivalent.
4. [✔] **Specification** [*Total Pages* 104] Both the claims and abstract must start on a new page. *(See MPEP § 608.01(a) for information on the preferred arrangement)*
5. [✔] **Drawing(s)** (35 U.S.C. 113) [*Total Sheets* 29]
6. **Inventor's Oath or Declaration** [*Total Pages* 1] *(including substitute statements under 37 CFR 1.64 and assignments serving as an oath or declaration under 37 CFR 1.63(e))*
   a. [✔] Newly executed (original or copy)
   b. [ ] A copy from a prior application (37 CFR 1.63(d))
7. [✔] **Application Data Sheet** ** See note below.* See 37 CFR 1.76 (PTO/AIA/14 or equivalent)
8. **CD-ROM or CD-R** in duplicate, large table, or Computer Program (*Appendix*)
   [ ] Landscape Table on CD
9. **Nucleotide and/or Amino Acid Sequence Submission** (*if applicable, items a. – c. are required*)
   a. [ ] Computer Readable Form (CRF)
   b. [ ] Specification Sequence Listing on:
      i. [ ] CD-ROM or CD-R (2 copies); or
      ii. [ ] Paper
   c. [ ] Statements verifying identity of above copies

ADDRESS TO:

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

ACCOMPANYING APPLICATION PAPERS

10. [ ] **Assignment Papers** (cover sheet & document(s))
    Name of Assignee _____
11. [✔] **37 CFR 3.73(c) Statement** (*when there is an assignee*) [✔] **Power of Attorney**
12. [ ] **English Translation Document** (*if applicable*)
13. [ ] **Information Disclosure Statement** (PTO/SB/08 or PTO-1449)
    [ ] Copies of citations attached
14. [ ] **Preliminary Amendment**
15. [ ] **Return Receipt Postcard** (*MPEP § 503*) (*Should be specifically itemized*)
16. [ ] **Certified Copy of Priority Document(s)** (*if foreign priority is claimed*)
17. [ ] **Nonpublication Request** Under 35 U.S.C. 122(b)(2)(B)(i). Applicant must attach form PTO/SB/35 or equivalent.
18. [ ] **Other:** _____

***Note**: (1) Benefit claims under 37 CFR 1.78 and foreign priority claims under 1.55 **must** be included in an Application Data Sheet (ADS).
(2) For applications filed under 35 U.S.C. 111, the application must contain an ADS specifying the applicant if the applicant is an assignee, person to whom the inventor is under an obligation to assign, or person who otherwise shows sufficient proprietary interest in the matter. See 37 CFR 1.46(b).

19. CORRESPONDENCE ADDRESS

[✔] The address associated with Customer Number: 24728 **OR** [ ] Correspondence address below

Name					
Address					
City		State		Zip Code	
Country		Telephone		Email	

Signature	/Tim Tingkang Xia/	Date	September 16, 2014
Name (Print/Type)	Tim Tingkang Xia	Registration No. (Attorney/Agent)	45,242

This collection of information is required by 37 CFR 1.53(b). The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.11 and 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.

MOTOROLA MOBILITY
EXHIBIT 1002

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76	Attorney Docket Number	15042-101133
	Application Number	
Title of Invention	PHOTOGRAPHING OPTICAL LENS ASSEMBLY, IMAGE CAPTURING UNIT AND ELECTRONIC DEVICE	

The application data sheet is part of the provisional or nonprovisional application for which it is being submitted. The following form contains the bibliographic data arranged in a format specified by the United States Patent and Trademark Office as outlined in 37 CFR 1.76.
This document may be completed electronically and submitted to the Office in electronic format using the Electronic Filing System (EFS) or the document may be printed and included in a paper filed application.

Secrecy Order 37 CFR 5.2

☐ Portions or all of the application associated with this Application Data Sheet may fall under a Secrecy Order pursuant to 37 CFR 5.2 (Paper filers only. Applications that fall under Secrecy Order may not be filed electronically.)

Inventor Information:

Inventor 1 Remove

Legal Name

Prefix	Given Name	Middle Name	Family Name	Suffix
	Hsin-Hsuan		HUANG	

Residence Information (Select One) ◯ US Residency ◉ Non US Residency ◯ Active US Military Service

City	Taichung	Country of Residence i	TW

Mailing Address of Inventor:

Address 1	No.11, Jingke Rd., Nantun Dist.		
Address 2			
City	Taichung	State/Province	
Postal Code		Country i	TW

All Inventors Must Be Listed - Additional Inventor Information blocks may be generated within this form by selecting the **Add** button. Add

Correspondence Information:

Enter either Customer Number or complete the Correspondence Information section below.
For further information see 37 CFR 1.33(a).

☐ **An Address is being provided for the correspondence Information of this application.**

Customer Number	24728		
Email Address	mmmipdocket@system.foundationip.com	Add Email	Remove Email

Application Information:

Title of the Invention	PHOTOGRAPHING OPTICAL LENS ASSEMBLY, IMAGE CAPTURING UNIT AND ELECTRONIC DEVICE		
Attorney Docket Number	15042-101133	Small Entity Status Claimed	☐
Application Type	Nonprovisional		
Subject Matter	Utility		
Total Number of Drawing Sheets (if any)	29	Suggested Figure for Publication (if any)	1

PTO/AIA/14 (03-13)
Approved for use through 01/31/2014. OMB 0651-0032
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76	Attorney Docket Number	15042-101133
	Application Number	
Title of Invention	PHOTOGRAPHING OPTICAL LENS ASSEMBLY, IMAGE CAPTURING UNIT AND ELECTRONIC DEVICE	

The application data sheet is part of the provisional or nonprovisional application for which it is being submitted. The following form contains the bibliographic data arranged in a format specified by the United States Patent and Trademark Office as outlined in 37 CFR 1.76.
This document may be completed electronically and submitted to the Office in electronic format using the Electronic Filing System (EFS) or the document may be printed and included in a paper filed application.

Secrecy Order 37 CFR 5.2

☐ Portions or all of the application associated with this Application Data Sheet may fall under a Secrecy Order pursuant to 37 CFR 5.2 (Paper filers only. Applications that fall under Secrecy Order may not be filed electronically.)

Inventor Information:

Inventor 1 Remove

Legal Name

Prefix	Given Name	Middle Name	Family Name	Suffix
	Hsin-Hsuan		HUANG	

Residence Information (Select One) ◯ US Residency ◉ Non US Residency ◯ Active US Military Service

City	Taichung	Country of Residence i	TW

Mailing Address of Inventor:

Address 1	No.11, Jingke Rd., Nantun Dist.		
Address 2			
City	Taichung	State/Province	
Postal Code		Country i	TW

All Inventors Must Be Listed - Additional Inventor Information blocks may be generated within this form by selecting the **Add** button. Add

Correspondence Information:

Enter either Customer Number or complete the Correspondence Information section below.
For further information see 37 CFR 1.33(a).

☐ **An Address is being provided for the correspondence Information of this application.**

Customer Number	24728		
Email Address	mmmipdocket@system.foundationip.com	Add Email	Remove Email

Application Information:

Title of the Invention	PHOTOGRAPHING OPTICAL LENS ASSEMBLY, IMAGE CAPTURING UNIT AND ELECTRONIC DEVICE		
Attorney Docket Number	15042-101133	Small Entity Status Claimed	☐
Application Type	Nonprovisional		
Subject Matter	Utility		
Total Number of Drawing Sheets (if any)	29	Suggested Figure for Publication (if any)	1

Application Data Sheet 37 CFR 1.76	Attorney Docket Number	15042-101133
	Application Number	
Title of Invention	PHOTOGRAPHING OPTICAL LENS ASSEMBLY, IMAGE CAPTURING UNIT AND ELECTRONIC DEVICE	

Publication Information:

☐ Request Early Publication (Fee required at time of Request 37 CFR 1.219)

☐ **Request Not to Publish.** I hereby request that the attached application not be published under 35 U.S.C. 122(b) and certify that the invention disclosed in the attached application **has not and will not** be the subject of an application filed in another country, or under a multilateral international agreement, that requires publication at eighteen months after filing.

Representative Information:

Representative information should be provided for all practitioners having a power of attorney in the application. Providing this information in the Application Data Sheet does not constitute a power of attorney in the application (see 37 CFR 1.32).
Either enter Customer Number or complete the Representative Name section below. If both sections are completed the customer Number will be used for the Representative Information during processing.

Please Select One:	◉ Customer Number	○ US Patent Practitioner	○ Limited Recognition (37 CFR 11.9)
Customer Number	24728		

Domestic Benefit/National Stage Information:

This section allows for the applicant to either claim benefit under 35 U.S.C. 119(e), 120, 121, or 365(c) or indicate National Stage entry from a PCT application. Providing this information in the application data sheet constitutes the specific reference required by 35 U.S.C. 119(e) or 120, and 37 CFR 1.78.

Prior Application Status			Remove
Application Number	Continuity Type	Prior Application Number	Filing Date (YYYY-MM-DD)

Additional Domestic Benefit/National Stage Data may be generated within this form by selecting the **Add** button. Add

Foreign Priority Information:

This section allows for the applicant to claim priority to a foreign application. Providing this information in the application data sheet constitutes the claim for priority as required by 35 U.S.C. 119(b) and 37 CFR 1.55(d). When priority is claimed to a foreign application that is eligible for retrieval under the priority document exchange program (PDX) [i] the information will be used by the Office to automatically attempt retrieval pursuant to 37 CFR 1.55(h)(1) and (2). Under the PDX program, applicant bears the ultimate responsibility for ensuring that a copy of the foreign application is received by the Office from the participating foreign intellectual property office, or a certified copy of the foreign priority application is filed, within the time period specified in 37 CFR 1.55(g)(1).

Remove

Application Number	Country [i]	Filing Date (YYYY-MM-DD)	Access Code [i] (if applicable)
103126480	TW	2014-08-01	

Additional Foreign Priority Data may be generated within this form by selecting the **Add** button. Add

Application Data Sheet 37 CFR 1.76	Attorney Docket Number	15042-101133
	Application Number	
Title of Invention	PHOTOGRAPHING OPTICAL LENS ASSEMBLY, IMAGE CAPTURING UNIT AND ELECTRONIC DEVICE	

Publication Information:

☐ Request Early Publication (Fee required at time of Request 37 CFR 1.219)

☐ **Request Not to Publish.** I hereby request that the attached application not be published under 35 U.S.C. 122(b) and certify that the invention disclosed in the attached application **has not and will not** be the subject of an application filed in another country, or under a multilateral international agreement, that requires publication at eighteen months after filing.

Representative Information:

Representative information should be provided for all practitioners having a power of attorney in the application. Providing this information in the Application Data Sheet does not constitute a power of attorney in the application (see 37 CFR 1.32).
Either enter Customer Number or complete the Representative Name section below. If both sections are completed the customer Number will be used for the Representative Information during processing.

Please Select One:	◉ Customer Number	○ US Patent Practitioner	○ Limited Recognition (37 CFR 11.9)
Customer Number	24728		

Domestic Benefit/National Stage Information:

This section allows for the applicant to either claim benefit under 35 U.S.C. 119(e), 120, 121, or 365(c) or indicate National Stage entry from a PCT application. Providing this information in the application data sheet constitutes the specific reference required by 35 U.S.C. 119(e) or 120, and 37 CFR 1.78.

Prior Application Status			Remove
Application Number	Continuity Type	Prior Application Number	Filing Date (YYYY-MM-DD)

Additional Domestic Benefit/National Stage Data may be generated within this form by selecting the **Add** button. Add

Foreign Priority Information:

This section allows for the applicant to claim priority to a foreign application. Providing this information in the application data sheet constitutes the claim for priority as required by 35 U.S.C. 119(b) and 37 CFR 1.55(d). When priority is claimed to a foreign application that is eligible for retrieval under the priority document exchange program (PDX) [i] the information will be used by the Office to automatically attempt retrieval pursuant to 37 CFR 1.55(h)(1) and (2). Under the PDX program, applicant bears the ultimate responsibility for ensuring that a copy of the foreign application is received by the Office from the participating foreign intellectual property office, or a certified copy of the foreign priority application is filed, within the time period specified in 37 CFR 1.55(g)(1).

Remove

Application Number	Country [i]	Filing Date (YYYY-MM-DD)	Access Code [i] (if applicable)
103126480	TW	2014-08-01	

Additional Foreign Priority Data may be generated within this form by selecting the **Add** button. Add

Application Data Sheet 37 CFR 1.76	Attorney Docket Number	15042-101133
	Application Number	
Title of Invention	PHOTOGRAPHING OPTICAL LENS ASSEMBLY, IMAGE CAPTURING UNIT AND ELECTRONIC DEVICE	

Statement under 37 CFR 1.55 or 1.78 for AIA (First Inventor to File) Transition Applications

☐ This application (1) claims priority to or the benefit of an application filed before March 16, 2013 and (2) also contains, or contained at any time, a claim to a claimed invention that has an effective filing date on or after March 16, 2013.
NOTE: By providing this statement under 37 CFR 1.55 or 1.78, this application, with a filing date on or after March 16, 2013, will be examined under the first inventor to file provisions of the AIA.

Authorization to Permit Access:

☒ Authorization to Permit Access to the Instant Application by the Participating Offices

If checked, the undersigned hereby grants the USPTO authority to provide the European Patent Office (EPO), the Japan Patent Office (JPO), the Korean Intellectual Property Office (KIPO), the World Intellectual Property Office (WIPO), and any other intellectual property offices in which a foreign application claiming priority to the instant patent application is filed access to the instant patent application. See 37 CFR 1.14(c) and (h). This box should not be checked if the applicant does not wish the EPO, JPO, KIPO, WIPO, or other intellectual property office in which a foreign application claiming priority to the instant patent application is filed to have access to the instant patent application.

In accordance with 37 CFR 1.14(h)(3), access will be provided to a copy of the instant patent application with respect to: 1) the instant patent application-as-filed; 2) any foreign application to which the instant patent application claims priority under 35 U.S.C. 119(a)-(d) if a copy of the foreign application that satisfies the certified copy requirement of 37 CFR 1.55 has been filed in the instant patent application; and 3) any U.S. application-as-filed from which benefit is sought in the instant patent application.

In accordance with 37 CFR 1.14(c), access may be provided to information concerning the date of filing this Authorization.

Applicant Information:

Providing assignment information in this section does not substitute for compliance with any requirement of part 3 of Title 37 of CFR to have an assignment recorded by the Office.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76	Attorney Docket Number	15042-101133
	Application Number	
Title of Invention	PHOTOGRAPHING OPTICAL LENS ASSEMBLY, IMAGE CAPTURING UNIT AND ELECTRONIC DEVICE	

Statement under 37 CFR 1.55 or 1.78 for AIA (First Inventor to File) Transition Applications

☐ This application (1) claims priority to or the benefit of an application filed before March 16, 2013 and (2) also contains, or contained at any time, a claim to a claimed invention that has an effective filing date on or after March 16, 2013.
NOTE: By providing this statement under 37 CFR 1.55 or 1.78, this application, with a filing date on or after March 16, 2013, will be examined under the first inventor to file provisions of the AIA.

Authorization to Permit Access:

☒ Authorization to Permit Access to the Instant Application by the Participating Offices

If checked, the undersigned hereby grants the USPTO authority to provide the European Patent Office (EPO), the Japan Patent Office (JPO), the Korean Intellectual Property Office (KIPO), the World Intellectual Property Office (WIPO), and any other intellectual property offices in which a foreign application claiming priority to the instant patent application is filed access to the instant patent application. See 37 CFR 1.14(c) and (h). This box should not be checked if the applicant does not wish the EPO, JPO, KIPO, WIPO, or other intellectual property office in which a foreign application claiming priority to the instant patent application is filed to have access to the instant patent application.

In accordance with 37 CFR 1.14(h)(3), access will be provided to a copy of the instant patent application with respect to: 1) the instant patent application-as-filed; 2) any foreign application to which the instant patent application claims priority under 35 U.S.C. 119(a)-(d) if a copy of the foreign application that satisfies the certified copy requirement of 37 CFR 1.55 has been filed in the instant patent application; and 3) any U.S. application-as-filed from which benefit is sought in the instant patent application.

In accordance with 37 CFR 1.14(c), access may be provided to information concerning the date of filing this Authorization.

Applicant Information:

Providing assignment information in this section does not substitute for compliance with any requirement of part 3 of Title 37 of CFR to have an assignment recorded by the Office.

PHOTOGRAPHING OPTICAL LENS ASSEMBLY, IMAGE CAPTURING UNIT AND ELECTRONIC DEVICE

RELATED APPLICATIONS

This application claims priority to Taiwan Application Serial Number 103126480, filed August 1, 2014, which is incorporated by reference herein in its entirety.

BACKGROUND

Technical Field

The present disclosure relates to a photographing optical lens assembly, an image capturing unit and an electronic device, more particularly to a photographing optical lens assembly and an image capturing unit applicable to an electronic device.

Description of Related Art

In recent years, with the popularity of electronic devices having camera functionalities, the demand of miniaturized optical systems has been increasing. The sensor of a conventional optical system is typically a CCD (Charge-Coupled Device) or a CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor) sensor. As the advanced semiconductor manufacturing technologies have allowed the pixel size of sensors to be reduced and compact optical systems have gradually evolved

PHOTOGRAPHING OPTICAL LENS ASSEMBLY, IMAGE CAPTURING UNIT AND ELECTRONIC DEVICE

RELATED APPLICATIONS

This application claims priority to Taiwan Application Serial Number 103126480, filed August 1, 2014, which is incorporated by reference herein in its entirety.

BACKGROUND

Technical Field

The present disclosure relates to a photographing optical lens assembly, an image capturing unit and an electronic device, more particularly to a photographing optical lens assembly and an image capturing unit applicable to an electronic device.

Description of Related Art

In recent years, with the popularity of electronic devices having camera functionalities, the demand of miniaturized optical systems has been increasing. The sensor of a conventional optical system is typically a CCD (Charge-Coupled Device) or a CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor) sensor. As the advanced semiconductor manufacturing technologies have allowed the pixel size of sensors to be reduced and compact optical systems have gradually evolved

toward the field of higher megapixels, there is an increasing demand for compact optical systems featuring better image quality.

A conventional optical system employed in a portable electronic product mainly adopts a lens structure with fewer lens elements, such as four or five lens elements. Due to the popularity of electronic devices with high-end specifications, such as smart phones and wearable apparatus, the requirements for high resolution and image quality of present compact optical systems increase significantly. However, the conventional optical systems cannot satisfy these requirements of the compact optical systems.

Other conventional compact optical systems with six-element lens structure are developed. However, the curvatures and the refractive powers of the lens elements are improperly arranged. Thus, it is difficult to reduce the back focal length of the optical systems whereby it is hard to keep the optical systems compact. Furthermore, the refractive power of the lens elements adjacent to the object side is unbalanced so that the aberration is severe and the illumination is insufficient in the peripheral region of the image.

SUMMARY

According to one aspect of the present disclosure, a photographing optical lens assembly includes, in order from an object side to an image side, a first lens element, a second lens element, a third lens element, a fourth lens element, a fifth lens element, a sixth lens element and a seventh lens element. The first lens element has positive refractive power. The second lens element has refractive

toward the field of higher megapixels, there is an increasing demand for compact optical systems featuring better image quality.

A conventional optical system employed in a portable electronic product mainly adopts a lens structure with fewer lens elements, such as four or five lens elements. Due to the popularity of electronic devices with high-end specifications, such as smart phones and wearable apparatus, the requirements for high resolution and image quality of present compact optical systems increase significantly. However, the conventional optical systems cannot satisfy these requirements of the compact optical systems.

Other conventional compact optical systems with six-element lens structure are developed. However, the curvatures and the refractive powers of the lens elements are improperly arranged. Thus, it is difficult to reduce the back focal length of the optical systems whereby it is hard to keep the optical systems compact. Furthermore, the refractive power of the lens elements adjacent to the object side is unbalanced so that the aberration is severe and the illumination is insufficient in the peripheral region of the image.

SUMMARY

According to one aspect of the present disclosure, a photographing optical lens assembly includes, in order from an object side to an image side, a first lens element, a second lens element, a third lens element, a fourth lens element, a fifth lens element, a sixth lens element and a seventh lens element. The first lens element has positive refractive power. The second lens element has refractive

power. The third lens element has refractive power. The fourth lens element has refractive power. The fifth lens element has refractive power. The sixth lens element with refractive power has an image-side surface being concave in a paraxial region thereof, wherein an object-side surface and the image-side surface of the sixth lens element are both aspheric, and the image-side surface of the sixth lens element has at least one inflection point,. The seventh lens element with refractive power has an image-side surface being concave in a paraxial region thereof, wherein an object-side surface and the image-side surface of the seventh lens element are both aspheric, and the image-side surface of the seventh lens element has at least one inflection point. When a focal length of the photographing optical lens assembly is f, a vertical distance between a non-axial critical point on the image-side surface of the seventh lens element and an optical axis is Yc72, a focal length of the first lens element is f1, a focal length of the seventh lens element is f7, and the following conditions are satisfied:

$0.1 < Yc72/f < 0.9$; and

$|f1/f7| < 3.0$.

According to another aspect of the present disclosure, a photographing optical lens assembly includes, in order from an object side to an image side, a first lens element, a second lens element, a third lens element, a fourth lens element, a fifth lens element, a sixth lens element and a seventh lens element. The first lens element has positive refractive power. The second lens element has refractive power. The third lens element has refractive power. The fourth lens element has refractive power. The fifth lens element has refractive power. The sixth lens

power. The third lens element has refractive power. The fourth lens element has refractive power. The fifth lens element has refractive power. The sixth lens element with refractive power has an image-side surface being concave in a paraxial region thereof, wherein an object-side surface and the image-side surface of the sixth lens element are both aspheric, and the image-side surface of the sixth lens element has at least one inflection point,. The seventh lens element with refractive power has an image-side surface being concave in a paraxial region thereof, wherein an object-side surface and the image-side surface of the seventh lens element are both aspheric, and the image-side surface of the seventh lens element has at least one inflection point. When a focal length of the photographing optical lens assembly is f, a vertical distance between a non-axial critical point on the image-side surface of the seventh lens element and an optical axis is Yc72, a focal length of the first lens element is f1, a focal length of the seventh lens element is f7, and the following conditions are satisfied:

$0.1 < Yc72/f < 0.9$; and

$|f1/f7| < 3.0$.

According to another aspect of the present disclosure, a photographing optical lens assembly includes, in order from an object side to an image side, a first lens element, a second lens element, a third lens element, a fourth lens element, a fifth lens element, a sixth lens element and a seventh lens element. The first lens element has positive refractive power. The second lens element has refractive power. The third lens element has refractive power. The fourth lens element has refractive power. The fifth lens element has refractive power. The sixth lens

element with refractive power has an image-side surface being concave in a paraxial region thereof, wherein both of an object-side surface and the image-side surface of the sixth lens element are aspheric, and the image-side surface of the sixth lens element has at least one inflection point. The seventh lens element with refractive power has an image-side surface being concave in a paraxial region thereof, wherein both of an object-side surface and the image-side surface of the seventh lens element are aspheric, and the image-side surface of the seventh lens element has at least one inflection point. When a focal length of the photographing optical lens assembly is f, a vertical distance between a non-axial critical point on the image-side surface of the seventh lens element and an optical axis is Yc72, a focal length of the first lens element is f1, a focal length of the second lens element is f2, an axial distance between an object-side surface of the first lens element and an image surface is TL, a maximum image height of the photographing optical lens assembly is ImgH, and the following conditions are satisfied:

$0.1 < Yc72/f < 0.9$;

$|f1/f2| < 2.0$; and

$TL/ImgH < 2.20$.

According to still another aspect of the present disclosure, an image capturing unit includes the photographing optical lens assembly according to the aforementioned aspect and an image sensor, wherein the image sensor is disposed on the image side of the optical imaging lens assembly.

According to yet another aspect of the present disclosure, an electronic device includes the image capturing unit according to the aforementioned aspect.

element with refractive power has an image-side surface being concave in a paraxial region thereof, wherein both of an object-side surface and the image-side surface of the sixth lens element are aspheric, and the image-side surface of the sixth lens element has at least one inflection point. The seventh lens element with refractive power has an image-side surface being concave in a paraxial region thereof, wherein both of an object-side surface and the image-side surface of the seventh lens element are aspheric, and the image-side surface of the seventh lens element has at least one inflection point. When a focal length of the photographing optical lens assembly is f, a vertical distance between a non-axial critical point on the image-side surface of the seventh lens element and an optical axis is Yc72, a focal length of the first lens element is f1, a focal length of the second lens element is f2, an axial distance between an object-side surface of the first lens element and an image surface is TL, a maximum image height of the photographing optical lens assembly is ImgH, and the following conditions are satisfied:

$0.1 < Yc72/f < 0.9$;

$|f1/f2| < 2.0$; and

$TL/ImgH < 2.20$.

According to still another aspect of the present disclosure, an image capturing unit includes the photographing optical lens assembly according to the aforementioned aspect and an image sensor, wherein the image sensor is disposed on the image side of the optical imaging lens assembly.

According to yet another aspect of the present disclosure, an electronic device includes the image capturing unit according to the aforementioned aspect.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

The disclosure can be more fully understood by reading the following detailed description of the embodiments, with reference made to the accompanying drawings as follows:

Fig. 1 is a schematic view of an image capturing unit according to the 1st embodiment of the present disclosure;

Fig. 2 shows spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 1st embodiment;

Fig. 3 is a schematic view of an image capturing unit according to the 2nd embodiment of the present disclosure;

Fig. 4 shows spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 2nd embodiment;

Fig. 5 is a schematic view of an image capturing unit according to the 3rd embodiment of the present disclosure;

Fig. 6 shows spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 3rd embodiment;

Fig. 7 is a schematic view of an image capturing unit according to the 4th embodiment of the present disclosure;

Fig. 8 shows spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 4th embodiment;

Fig. 9 is a schematic view of an image capturing unit according to the 5th embodiment of the present disclosure;

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

The disclosure can be more fully understood by reading the following detailed description of the embodiments, with reference made to the accompanying drawings as follows:

Fig. 1 is a schematic view of an image capturing unit according to the 1st embodiment of the present disclosure;

Fig. 2 shows spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 1st embodiment;

Fig. 3 is a schematic view of an image capturing unit according to the 2nd embodiment of the present disclosure;

Fig. 4 shows spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 2nd embodiment;

Fig. 5 is a schematic view of an image capturing unit according to the 3rd embodiment of the present disclosure;

Fig. 6 shows spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 3rd embodiment;

Fig. 7 is a schematic view of an image capturing unit according to the 4th embodiment of the present disclosure;

Fig. 8 shows spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 4th embodiment;

Fig. 9 is a schematic view of an image capturing unit according to the 5th embodiment of the present disclosure;

Fig. 10 shows spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 5th embodiment;

Fig. 11 is a schematic view of an image capturing unit according to the 6th embodiment of the present disclosure;

Fig. 12 shows spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 6th embodiment;

Fig. 13 is a schematic view of an image capturing unit according to the 7th embodiment of the present disclosure;

Fig. 14 shows spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 7th embodiment;

Fig. 15 a schematic view of an image capturing unit according to the 8th embodiment of the present disclosure;

Fig. 16 shows spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 8th embodiment;

Fig. 17 a schematic view of an image capturing unit according to the 9th embodiment of the present disclosure;

Fig. 18 shows spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 9th embodiment;

Fig. 19 a schematic view of an image capturing unit according to the 10th embodiment of the present disclosure;

Fig. 20 shows spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 10th embodiment;

Fig. 10 shows spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 5th embodiment;

Fig. 11 is a schematic view of an image capturing unit according to the 6th embodiment of the present disclosure;

Fig. 12 shows spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 6th embodiment;

Fig. 13 is a schematic view of an image capturing unit according to the 7th embodiment of the present disclosure;

Fig. 14 shows spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 7th embodiment;

Fig. 15 a schematic view of an image capturing unit according to the 8th embodiment of the present disclosure;

Fig. 16 shows spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 8th embodiment;

Fig. 17 a schematic view of an image capturing unit according to the 9th embodiment of the present disclosure;

Fig. 18 shows spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 9th embodiment;

Fig. 19 a schematic view of an image capturing unit according to the 10th embodiment of the present disclosure;

Fig. 20 shows spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 10th embodiment;

Fig. 21 a schematic view of an image capturing unit according to the 11th embodiment of the present disclosure;

Fig. 22 shows spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 11th embodiment;

Fig. 23 a schematic view of an image capturing unit according to the 12th embodiment of the present disclosure;

Fig. 24 shows spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 12th embodiment;

Fig. 25 a schematic view of an image capturing unit according to the 13th embodiment of the present disclosure;

Fig. 26 shows spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 13th embodiment;

FIG. 27 is a schematic view of Yc61 and Yc62 of a sixth lens element and Yc72 of a seventh lens element in FIG. 1;

Fig. 28 shows an electronic device according to an embodiment;

Fig. 29 shows an electronic device according to another embodiment; and

Fig. 30 shows an electronic device according to still another embodiment.

DETAILED DESCRIPTION

A photographing optical lens assembly includes, in order from an object side to an image side, a first lens element, a second lens element, a third lens element, a fourth lens element, a fifth lens element, a sixth lens element and a seventh lens

Fig. 21 a schematic view of an image capturing unit according to the 11th embodiment of the present disclosure;

Fig. 22 shows spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 11th embodiment;

Fig. 23 a schematic view of an image capturing unit according to the 12th embodiment of the present disclosure;

Fig. 24 shows spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 12th embodiment;

Fig. 25 a schematic view of an image capturing unit according to the 13th embodiment of the present disclosure;

Fig. 26 shows spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 13th embodiment;

FIG. 27 is a schematic view of Yc61 and Yc62 of a sixth lens element and Yc72 of a seventh lens element in FIG. 1;

Fig. 28 shows an electronic device according to an embodiment;

Fig. 29 shows an electronic device according to another embodiment; and

Fig. 30 shows an electronic device according to still another embodiment.

DETAILED DESCRIPTION

A photographing optical lens assembly includes, in order from an object side to an image side, a first lens element, a second lens element, a third lens element, a fourth lens element, a fifth lens element, a sixth lens element and a seventh lens

element. The photographing optical lens assembly has a total of seven single non-cemented lens elements with refractive power.

The first lens element with positive refractive power can have an object-side surface being convex in a paraxial region thereof. Therefore, it is favorable for providing proper positive refractive power so as to effectively reduce a total track length of the photographing optical lens assembly.

The second lens element can have negative refractive power. The second lens element can have an image-side surface being concave in a paraxial region thereof. Therefore, it is favorable for correcting the aberration from the first lens element and improving the image quality.

The third lens element can have positive refractive power. The third lens element can have an object-side surface being convex in a paraxial region thereof. Therefore, it is favorable for effectively reducing the sensitivity of the photographing optical lens assembly so as to increase the yield rate.

The fourth lens element can have positive refractive power. Therefore, it is favorable for reducing the sensitivity with the first lens element having positive refractive power so as to further increase the yield rate.

The fifth lens element can have negative refractive power. The fifth lens element can have an object-side surface being concave in a paraxial region thereof and an image-side surface being convex in a paraxial region thereof. Therefore, it is favorable for correcting the astigmatism of the photographing optical lens assembly so as to improve the image quality.

element. The photographing optical lens assembly has a total of seven single non-cemented lens elements with refractive power.

The first lens element with positive refractive power can have an object-side surface being convex in a paraxial region thereof. Therefore, it is favorable for providing proper positive refractive power so as to effectively reduce a total track length of the photographing optical lens assembly.

The second lens element can have negative refractive power. The second lens element can have an image-side surface being concave in a paraxial region thereof. Therefore, it is favorable for correcting the aberration from the first lens element and improving the image quality.

The third lens element can have positive refractive power. The third lens element can have an object-side surface being convex in a paraxial region thereof. Therefore, it is favorable for effectively reducing the sensitivity of the photographing optical lens assembly so as to increase the yield rate.

The fourth lens element can have positive refractive power. Therefore, it is favorable for reducing the sensitivity with the first lens element having positive refractive power so as to further increase the yield rate.

The fifth lens element can have negative refractive power. The fifth lens element can have an object-side surface being concave in a paraxial region thereof and an image-side surface being convex in a paraxial region thereof. Therefore, it is favorable for correcting the astigmatism of the photographing optical lens assembly so as to improve the image quality.

The sixth lens element can have positive refractive power. The sixth lens element can have an object-side surface being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface being concave in a paraxial region thereof. The image-side surface of the sixth lens element has at least one inflection point. Therefore, it is favorable for further correcting the astigmatism of the photographing optical lens assembly. Furthermore, it is favorable for balancing the arrangement of the refractive powers so as to avoid excessive aberration and improve the image quality.

The seventh lens element can have negative refractive power. The seventh lens element can have an object-side surface being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface being concave in a paraxial region thereof. The image-side surface of the seventh lens element has at least one inflection point. Both of the object-side surface and the image-side surface of the seventh lens element are aspheric. Therefore, it is favorable for reducing a back focal length of the photographing optical lens assembly so as to keep a compact size. Furthermore, it is favorable for correcting the aberration of the off-axis so as to improve the image quality.

When a focal length of the photographing optical lens assembly is f, a vertical distance between a non-axial critical point on the image-side surface of the seventh lens element and an optical axis is Yc72, the following condition is satisfied: $0.1 < Yc72/f < 0.9$. Therefore, it is favorable for controlling the incident angle of the light projecting onto the image sensor so as to keep sufficient illumination in the peripheral region of the image. Furthermore, it is favorable for

The sixth lens element can have positive refractive power. The sixth lens element can have an object-side surface being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface being concave in a paraxial region thereof. The image-side surface of the sixth lens element has at least one inflection point. Therefore, it is favorable for further correcting the astigmatism of the photographing optical lens assembly. Furthermore, it is favorable for balancing the arrangement of the refractive powers so as to avoid excessive aberration and improve the image quality.

The seventh lens element can have negative refractive power. The seventh lens element can have an object-side surface being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface being concave in a paraxial region thereof. The image-side surface of the seventh lens element has at least one inflection point. Both of the object-side surface and the image-side surface of the seventh lens element are aspheric. Therefore, it is favorable for reducing a back focal length of the photographing optical lens assembly so as to keep a compact size. Furthermore, it is favorable for correcting the aberration of the off-axis so as to improve the image quality.

When a focal length of the photographing optical lens assembly is f, a vertical distance between a non-axial critical point on the image-side surface of the seventh lens element and an optical axis is Yc72, the following condition is satisfied: $0.1 < Yc72/f < 0.9$. Therefore, it is favorable for controlling the incident angle of the light projecting onto the image sensor so as to keep sufficient illumination in the peripheral region of the image. Furthermore, it is favorable for

correcting the aberration of the off-axis so as to enhance the resolution of the photographing optical lens assembly.

When a focal length of the first lens element is f1, a focal length of the seventh lens element is f7, the following condition is satisfied: $|f1/f7| < 3.0$. Therefore, it is favorable for properly distributing the refractive power of the photographing optical lens assembly adjacent to the object side so as to avoid excessive aberration.

When the focal length of the first lens element is f1, a focal length of the second lens element is f2, the following condition is satisfied: $|f1/f2| < 2.0$. Therefore, it is favorable for reducing the total track length of the photographing optical lens assembly and correcting the aberration of the photographing optical lens assembly.

When an axial distance between the object-side surface of the first lens element and an image surface is TL, a maximum image height of the photographing optical lens assembly (half of a diagonal length of an effective photosensitive area of an image sensor) is ImgH, the following condition is satisfied: $TL/ImgH < 2.20$. Therefore, it is favorable for miniaturizing the photographing optical lens assembly so as to be equipped in an electronic device.

The photographing optical lens assembly includes at least three lens elements having positive refractive power among the first lens element, the second lens element, the third lens element, the fourth lens element, the fifth lens element, the sixth lens element and the seventh lens element. Therefore, it is favorable for balancing the arrangement of the refractive powers of the photographing optical

correcting the aberration of the off-axis so as to enhance the resolution of the photographing optical lens assembly.

When a focal length of the first lens element is f1, a focal length of the seventh lens element is f7, the following condition is satisfied: $|f1/f7| < 3.0$. Therefore, it is favorable for properly distributing the refractive power of the photographing optical lens assembly adjacent to the object side so as to avoid excessive aberration.

When the focal length of the first lens element is f1, a focal length of the second lens element is f2, the following condition is satisfied: $|f1/f2| < 2.0$. Therefore, it is favorable for reducing the total track length of the photographing optical lens assembly and correcting the aberration of the photographing optical lens assembly.

When an axial distance between the object-side surface of the first lens element and an image surface is TL, a maximum image height of the photographing optical lens assembly (half of a diagonal length of an effective photosensitive area of an image sensor) is ImgH, the following condition is satisfied: $TL/ImgH < 2.20$. Therefore, it is favorable for miniaturizing the photographing optical lens assembly so as to be equipped in an electronic device.

The photographing optical lens assembly includes at least three lens elements having positive refractive power among the first lens element, the second lens element, the third lens element, the fourth lens element, the fifth lens element, the sixth lens element and the seventh lens element. Therefore, it is favorable for balancing the arrangement of the refractive powers of the photographing optical

lens assembly so as to reduce the sensitivity of the photographing optical lens assembly.

When the focal length of the photographing optical lens assembly is f, a curvature radius of the image-side surface of the seventh lens element is R14, the following condition is satisfied: $0 < R14/f < 0.7$. Therefore, it is favorable for reducing the back focal length of the photographing optical lens assembly so as to keep a compact size.

When the focal length of the photographing optical lens assembly is f, a curvature radius of the image-side surface of the sixth lens element is R12, the following condition is satisfied: $0 < f/R12 < 5.0$. Therefore, it is favorable for balancing the arrangement of the refractive powers of the photographing optical lens assembly so as to correct the aberration and improve the image quality. Preferably, the following condition is satisfied: $0 < f/R12 < 3.0$.

When a curvature radius of the object-side surface of the seventh lens element is R13, the curvature radius of the image-side surface of the seventh lens element is R14, the following condition is satisfied: $0 < (R13-R14)/(R13+R14) < 1.5$. Therefore, it is favorable for correcting the astigmatism of the photographing optical lens assembly and keeping a compact size.

When a sum of axial distances between any two lens elements adjacent to each other is ΣAT (a sum of an axial distance between the first lens element and the second lens element T12, an axial distance between the second lens element and the third lens element T23, an axial distance between the third lens element and the fourth lens element T34, an axial distance between the fourth lens element

lens assembly so as to reduce the sensitivity of the photographing optical lens assembly.

When the focal length of the photographing optical lens assembly is f, a curvature radius of the image-side surface of the seventh lens element is R14, the following condition is satisfied: $0 < R14/f < 0.7$. Therefore, it is favorable for reducing the back focal length of the photographing optical lens assembly so as to keep a compact size.

When the focal length of the photographing optical lens assembly is f, a curvature radius of the image-side surface of the sixth lens element is R12, the following condition is satisfied: $0 < f/R12 < 5.0$. Therefore, it is favorable for balancing the arrangement of the refractive powers of the photographing optical lens assembly so as to correct the aberration and improve the image quality. Preferably, the following condition is satisfied: $0 < f/R12 < 3.0$.

When a curvature radius of the object-side surface of the seventh lens element is R13, the curvature radius of the image-side surface of the seventh lens element is R14, the following condition is satisfied: $0 < (R13-R14)/(R13+R14) < 1.5$. Therefore, it is favorable for correcting the astigmatism of the photographing optical lens assembly and keeping a compact size.

When a sum of axial distances between any two lens elements adjacent to each other is ΣAT (a sum of an axial distance between the first lens element and the second lens element T12, an axial distance between the second lens element and the third lens element T23, an axial distance between the third lens element and the fourth lens element T34, an axial distance between the fourth lens element

and the fifth lens element T45, an axial distance between the fifth lens element and the sixth lens element T56, and an axial distance between the sixth lens element and the seventh lens element T67. That is, ΣAT = T12+T23+T34+T45+T56+T67), the maximum image height of the photographing optical lens assembly is ImgH, the following condition is satisfied: $0.20 < \Sigma AT/ImgH < 0.60$. Therefore, it is favorable for properly arranging the lens elements so as to keep a compact size.

When an axial distance between the object-side surface of the first lens element and an image surface is TL, the focal length of the photographing optical lens assembly is f, the following condition is satisfied: $0.80 < TL/f < 1.80$. Therefore, it is favorable for adjusting the total track length of the photographing optical lens assembly so as to be equipped in the compact electronic device.

When a maximum refractive index among the first lens element, the second lens element, the third lens element, the fourth lens element, the fifth lens element, the sixth lens element and the seventh lens element is Nmax, the following condition is satisfied: $1.640 \leq Nmax < 1.750$. Therefore, it is favorable for adjusting the refractive index of each lens element so that the material of each lens element can be properly chosen.

When an Abbe number of the second lens element is V2, the following condition is satisfied: $V2 < 26.0$. Therefore, it is favorable for correcting the chromatic aberration of the photographing optical lens assembly.

When a vertical distance between a non-axial critical point on the image-side surface of the sixth lens element and an optical axis is Yc62, the vertical distance between the non-axial critical point on the image-side surface of

and the fifth lens element T45, an axial distance between the fifth lens element and the sixth lens element T56, and an axial distance between the sixth lens element and the seventh lens element T67. That is, ΣAT = T12+T23+T34+T45+T56+T67), the maximum image height of the photographing optical lens assembly is ImgH, the following condition is satisfied: $0.20 < \Sigma AT/ImgH < 0.60$. Therefore, it is favorable for properly arranging the lens elements so as to keep a compact size.

When an axial distance between the object-side surface of the first lens element and an image surface is TL, the focal length of the photographing optical lens assembly is f, the following condition is satisfied: $0.80 < TL/f < 1.80$. Therefore, it is favorable for adjusting the total track length of the photographing optical lens assembly so as to be equipped in the compact electronic device.

When a maximum refractive index among the first lens element, the second lens element, the third lens element, the fourth lens element, the fifth lens element, the sixth lens element and the seventh lens element is Nmax, the following condition is satisfied: $1.640 \leq Nmax < 1.750$. Therefore, it is favorable for adjusting the refractive index of each lens element so that the material of each lens element can be properly chosen.

When an Abbe number of the second lens element is V2, the following condition is satisfied: $V2 < 26.0$. Therefore, it is favorable for correcting the chromatic aberration of the photographing optical lens assembly.

When a vertical distance between a non-axial critical point on the image-side surface of the sixth lens element and an optical axis is Yc62, the vertical distance between the non-axial critical point on the image-side surface of

the seventh lens element and the optical axis is Yc72, the following condition is satisfied: 0.5 < Yc62/Yc72 < 1.5. Therefore, it is favorable for correcting the aberration of the off-axis so as to improve the image quality.

When the focal length of the photographing optical lens assembly is f, the following condition is satisfied: 3.0[mm] < f < 6.5[mm]. Therefore, it is favorable for adjusting the focal length of the photographing optical lens assembly so as to keep a compact size.

The photographing optical lens assembly further includes a stop. When an axial distance between the stop and the image-side surface of the seventh lens element is SD, an axial distance between the object-side surface of the first lens element and the image-side surface of the seventh lens element is TD, the following condition is satisfied: 0.75 < SD/TD < 1.1. Therefore, it is favorable for obtaining a balance between the telecentric and wide-angle characteristics.

When a curvature radius of the object-side surface of the first lens element is R1, a curvature radius of an image-side surface of the first lens element is R2, the following condition is satisfied: -0.2 < R1/R2 < 0.2. Therefore, it is favorable for correcting the spherical aberration of the photographing optical lens assembly.

When the focal length of the photographing optical lens assembly is f, an entrance pupil diameter of the photographing optical lens assembly is EPD, the following condition is satisfied: 1.2 < f/EPD < 2.6. Therefore, it is favorable for providing sufficient amount of incident light with large aperture stop so as to emphasize an imaged object with shallow depth of view.

the seventh lens element and the optical axis is Yc72, the following condition is satisfied: 0.5 < Yc62/Yc72 < 1.5. Therefore, it is favorable for correcting the aberration of the off-axis so as to improve the image quality.

When the focal length of the photographing optical lens assembly is f, the following condition is satisfied: 3.0[mm] < f < 6.5[mm]. Therefore, it is favorable for adjusting the focal length of the photographing optical lens assembly so as to keep a compact size.

The photographing optical lens assembly further includes a stop. When an axial distance between the stop and the image-side surface of the seventh lens element is SD, an axial distance between the object-side surface of the first lens element and the image-side surface of the seventh lens element is TD, the following condition is satisfied: 0.75 < SD/TD < 1.1. Therefore, it is favorable for obtaining a balance between the telecentric and wide-angle characteristics.

When a curvature radius of the object-side surface of the first lens element is R1, a curvature radius of an image-side surface of the first lens element is R2, the following condition is satisfied: -0.2 < R1/R2 < 0.2. Therefore, it is favorable for correcting the spherical aberration of the photographing optical lens assembly.

When the focal length of the photographing optical lens assembly is f, an entrance pupil diameter of the photographing optical lens assembly is EPD, the following condition is satisfied: 1.2 < f/EPD < 2.6. Therefore, it is favorable for providing sufficient amount of incident light with large aperture stop so as to emphasize an imaged object with shallow depth of view.

When half of a maximal field of view of the photographing optical lens assembly is HFOV, the following condition is satisfied: 15[deg.] < HFOV < 45[deg.]. Therefore, it is favorable for providing a sufficient field of view so as to obtain more of the image scene and avoiding the image distortion simultaneously.

When a central thickness of the first lens element is CT1, a central thickness of the second lens element is CT2, the following condition is satisfied: 1.0 < CT1/CT2 < 5.5. Therefore, it is favorable for preventing the lens elements from unfavorable molding problem so that the thicknesses of the lens elements are more homogeneous.

When the axial distance between the second lens element and the third lens element is T23, the axial distance between the third lens element and the fourth lens element is T34, the following condition is satisfied: 0.5 < T23/T34 < 4.5. Therefore, the lens elements can be tightly arranged so that it is favorable for reducing the total track length of the photographing optical lens assembly.

When the focal length of the first lens element is f1, the focal length of the second lens element is f2, a focal length of the third lens element is f3, a focal length of the fourth lens element is f4, a focal length of the fifth lens element is f5, a focal length of the sixth lens element is f6, the focal length of the seventh lens element is f7, the following condition is satisfied: |f1| < |fi|, wherein i=2, 3, 4, 5, 6, 7. Therefore, it is favorable for balancing the arrangement of the refractive power of the photographing optical lens assembly so as to correct the aberration of the photographing optical lens assembly.

When half of a maximal field of view of the photographing optical lens assembly is HFOV, the following condition is satisfied: 15[deg.] < HFOV < 45[deg.]. Therefore, it is favorable for providing a sufficient field of view so as to obtain more of the image scene and avoiding the image distortion simultaneously.

When a central thickness of the first lens element is CT1, a central thickness of the second lens element is CT2, the following condition is satisfied: 1.0 < CT1/CT2 < 5.5. Therefore, it is favorable for preventing the lens elements from unfavorable molding problem so that the thicknesses of the lens elements are more homogeneous.

When the axial distance between the second lens element and the third lens element is T23, the axial distance between the third lens element and the fourth lens element is T34, the following condition is satisfied: 0.5 < T23/T34 < 4.5. Therefore, the lens elements can be tightly arranged so that it is favorable for reducing the total track length of the photographing optical lens assembly.

When the focal length of the first lens element is f1, the focal length of the second lens element is f2, a focal length of the third lens element is f3, a focal length of the fourth lens element is f4, a focal length of the fifth lens element is f5, a focal length of the sixth lens element is f6, the focal length of the seventh lens element is f7, the following condition is satisfied: |f1| < |fi|, wherein i=2, 3, 4, 5, 6, 7. Therefore, it is favorable for balancing the arrangement of the refractive power of the photographing optical lens assembly so as to correct the aberration of the photographing optical lens assembly.

When a curvature radius of the object-side surface of the sixth lens element is R11, the curvature radius of the image-side surface of the sixth lens element is R12, the following condition is satisfied: $-2.0 < (R11-R12)/(R11+R12) < 0.2$. Therefore, it is favorable for effectively correcting the astigmatism and reducing the back focal length of the photographing optical lens assembly.

When the focal length of the photographing optical lens assembly is f, the focal length of the first lens element is f1, the focal length of the second lens element is f2, the focal length of the third lens element is f3, the focal length of the fourth lens element is f4, the focal length of the fifth lens element is f5, the focal length of the sixth lens element is f6, the focal length of the seventh lens element is f7, the following condition is satisfied: $|f/fj|\ max < 1.8$, wherein j=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 (That is, the refractive power of each lens element is the ratio of the focal length of the photographing optical lens assembly to the focal length of each lens element, and a maximum absolute value among the refractive powers is $|f/fj|\ max$). Therefore, it is favorable for evenly distributing the refractive powers of the photographing optical lens assembly so as to reduce the refractive angle of the incident light. It is also favorable for correcting the aberration of the photographing optical lens assembly so as to improve the image quality.

When an Abbe number of the first lens element is V1, the Abbe number of the second lens element is V2, an Abbe number of the third lens element is V3, an Abbe number of the fourth lens element is V4, an Abbe number of the fifth lens element is V5, an Abbe number of the sixth lens element is V6, an Abbe number of the seventh lens element is V7, and at least three lens elements among the first

When a curvature radius of the object-side surface of the sixth lens element is R11, the curvature radius of the image-side surface of the sixth lens element is R12, the following condition is satisfied: $-2.0 < (R11-R12)/(R11+R12) < 0.2$. Therefore, it is favorable for effectively correcting the astigmatism and reducing the back focal length of the photographing optical lens assembly.

When the focal length of the photographing optical lens assembly is f, the focal length of the first lens element is f1, the focal length of the second lens element is f2, the focal length of the third lens element is f3, the focal length of the fourth lens element is f4, the focal length of the fifth lens element is f5, the focal length of the sixth lens element is f6, the focal length of the seventh lens element is f7, the following condition is satisfied: $|f/fj|\ max < 1.8$, wherein j=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 (That is, the refractive power of each lens element is the ratio of the focal length of the photographing optical lens assembly to the focal length of each lens element, and a maximum absolute value among the refractive powers is $|f/fj|\ max$). Therefore, it is favorable for evenly distributing the refractive powers of the photographing optical lens assembly so as to reduce the refractive angle of the incident light. It is also favorable for correcting the aberration of the photographing optical lens assembly so as to improve the image quality.

When an Abbe number of the first lens element is V1, the Abbe number of the second lens element is V2, an Abbe number of the third lens element is V3, an Abbe number of the fourth lens element is V4, an Abbe number of the fifth lens element is V5, an Abbe number of the sixth lens element is V6, an Abbe number of the seventh lens element is V7, and at least three lens elements among the first

lens element to the seventh lens element satisfy the following condition: Vi < 26.0, wherein i=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 (For example, in the second embodiment described below,). Therefore, it is favorable for correcting the chromatic aberration of the photographing optical lens assembly so as to improve the image quality.

When the vertical distance between the non-axial critical point on the image-side surface of the sixth lens element and the optical axis is Yc62, a vertical distance between a non-axial critical point on the object-side surface of the sixth lens element and an optical axis is Yc61, the following condition is satisfied: 0.30 < Yc62/Yc61 < 1.80. Therefore, it is favorable for effectively reducing the incident angle of the light projecting onto the image sensor so as to improve the image-sensing efficiency of the image sensor.

When the focal length of the photographing optical lens assembly is f, the focal length of the third lens element is f3, the following condition is satisfied: -0.5 < f/f3 < 0.6. Therefore, it is favorable for effectively reducing the sensitivity of the photographing optical lens assembly so as to increase the yield rate.

When the axial distance between the first lens element and the second lens element is T12, the axial distance between the second lens element and the third lens element is T23, the axial distance between the third lens element and the fourth lens element is T34, the axial distance between the fourth lens element and the fifth lens element is T45, the axial distance between the fifth lens element and the sixth lens element is T56, the axial distance between the sixth lens element and the seventh lens element is T67, the following condition is satisfied: 0 < (T12/T23)+(T34/T45)+(T56/T67) < 3.8. Therefore, it is favorable for adjusting the

lens element to the seventh lens element satisfy the following condition: Vi < 26.0, wherein i=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 (For example, in the second embodiment described below,). Therefore, it is favorable for correcting the chromatic aberration of the photographing optical lens assembly so as to improve the image quality.

When the vertical distance between the non-axial critical point on the image-side surface of the sixth lens element and the optical axis is Yc62, a vertical distance between a non-axial critical point on the object-side surface of the sixth lens element and an optical axis is Yc61, the following condition is satisfied: 0.30 < Yc62/Yc61 < 1.80. Therefore, it is favorable for effectively reducing the incident angle of the light projecting onto the image sensor so as to improve the image-sensing efficiency of the image sensor.

When the focal length of the photographing optical lens assembly is f, the focal length of the third lens element is f3, the following condition is satisfied: -0.5 < f/f3 < 0.6. Therefore, it is favorable for effectively reducing the sensitivity of the photographing optical lens assembly so as to increase the yield rate.

When the axial distance between the first lens element and the second lens element is T12, the axial distance between the second lens element and the third lens element is T23, the axial distance between the third lens element and the fourth lens element is T34, the axial distance between the fourth lens element and the fifth lens element is T45, the axial distance between the fifth lens element and the sixth lens element is T56, the axial distance between the sixth lens element and the seventh lens element is T67, the following condition is satisfied: 0 < (T12/T23)+(T34/T45)+(T56/T67) < 3.8. Therefore, it is favorable for adjusting the

axial distance between any two adjacent lens elements so as to reduce the total track length of the photographing optical lens assembly, thereby keeping a compact size.

When the axial distance between the second lens element and the third lens element is T23, the central thickness of the second lens element is CT2, the following condition is satisfied: $0.3 < T23/CT2 < 3.0$. Therefore, it is favorable for manufacturing and assembling the photographing optical lens assembly so as to increase the yield rate.

When the focal length of the photographing optical lens assembly is f, a curvature radius of an image-side surface of the third lens element is R6, the following condition is satisfied: $-1.0 < f/R6 < 2.5$. Therefore, it is favorable for effectively correcting the Petzval's sum of the photographing optical lens assembly so as to improve the flatness of the image surface.

According to the optical imaging lens assembly of the present disclosure, an air gap in a paraxial region is arranged between any two of the first lens element, the second lens element, the third lens element, the fourth lens element, the fifth lens element, the sixth lens element, and the seventh lens element that are adjacent to each other, that is, each of the first through seventh lens elements of the photographing optical lens assembly is a single and non-cemented lens element. Moreover, the manufacturing process of the cemented lenses is more complex than the non-cemented lenses. In particular, an image-side surface of one lens element and an object-side surface of the following lens element need to have accurate curvature to ensure these two lens elements will be highly cemented.

axial distance between any two adjacent lens elements so as to reduce the total track length of the photographing optical lens assembly, thereby keeping a compact size.

When the axial distance between the second lens element and the third lens element is T23, the central thickness of the second lens element is CT2, the following condition is satisfied: $0.3 < T23/CT2 < 3.0$. Therefore, it is favorable for manufacturing and assembling the photographing optical lens assembly so as to increase the yield rate.

When the focal length of the photographing optical lens assembly is f, a curvature radius of an image-side surface of the third lens element is R6, the following condition is satisfied: $-1.0 < f/R6 < 2.5$. Therefore, it is favorable for effectively correcting the Petzval's sum of the photographing optical lens assembly so as to improve the flatness of the image surface.

According to the optical imaging lens assembly of the present disclosure, an air gap in a paraxial region is arranged between any two of the first lens element, the second lens element, the third lens element, the fourth lens element, the fifth lens element, the sixth lens element, and the seventh lens element that are adjacent to each other, that is, each of the first through seventh lens elements of the photographing optical lens assembly is a single and non-cemented lens element. Moreover, the manufacturing process of the cemented lenses is more complex than the non-cemented lenses. In particular, an image-side surface of one lens element and an object-side surface of the following lens element need to have accurate curvature to ensure these two lens elements will be highly cemented.

However, during the cementing process, those two lens elements might not be highly cemented due to displacement and it is thereby not favorable for the image quality of the photographing optical lens assembly. Therefore, there is an air gap in a paraxial region between any two of the first lens element, the second lens element, the third lens element, the fourth lens element, the fifth lens element, the sixth lens element, and the seventh lens element that are adjacent to each other in the present disclosure for solving the problem generated by the cemented lens elements.

According to the photographing optical lens assembly of the present disclosure, an aperture stop can be configured as a front stop or a middle stop. A front stop disposed between an imaged object and the first lens element can provide a longer distance between an exit pupil of the photographing optical lens assembly and the image surface and thereby improves the image-sensing efficiency of an image sensor. A middle stop disposed between the first lens element and the image surface is favorable for enlarging the field of view of the photographing optical lens assembly and thereby provides a wider field of view for the same.

According to the photographing optical lens assembly of the present disclosure, the lens elements thereof can be made of glass or plastic material. When the lens elements are made of glass material, the distribution of the refractive power of the photographing optical lens assembly may be more flexible to design. When the lens elements are made of plastic material, the manufacturing cost can be effectively reduced. Furthermore, surfaces of each lens element can

However, during the cementing process, those two lens elements might not be highly cemented due to displacement and it is thereby not favorable for the image quality of the photographing optical lens assembly. Therefore, there is an air gap in a paraxial region between any two of the first lens element, the second lens element, the third lens element, the fourth lens element, the fifth lens element, the sixth lens element, and the seventh lens element that are adjacent to each other in the present disclosure for solving the problem generated by the cemented lens elements.

According to the photographing optical lens assembly of the present disclosure, an aperture stop can be configured as a front stop or a middle stop. A front stop disposed between an imaged object and the first lens element can provide a longer distance between an exit pupil of the photographing optical lens assembly and the image surface and thereby improves the image-sensing efficiency of an image sensor. A middle stop disposed between the first lens element and the image surface is favorable for enlarging the field of view of the photographing optical lens assembly and thereby provides a wider field of view for the same.

According to the photographing optical lens assembly of the present disclosure, the lens elements thereof can be made of glass or plastic material. When the lens elements are made of glass material, the distribution of the refractive power of the photographing optical lens assembly may be more flexible to design. When the lens elements are made of plastic material, the manufacturing cost can be effectively reduced. Furthermore, surfaces of each lens element can

be arranged to be aspheric, since the aspheric surface of the lens element is easy to form a shape other than spherical surface so as to have more controllable variables for eliminating the aberration thereof, and to further decrease the required number of the lens elements. Therefore, the total track length of the photographing optical lens assembly can also be reduced.

According to the photographing optical lens assembly of the present disclosure, each of an object-side surface and an image-side surface has a paraxial region and an off-axis region. The paraxial region refers to the region of the surface where light rays travel close to the optical axis, and the off-axis region refers to the region of the surface away from the paraxial region. Particularly, when the lens element has a convex surface, it indicates that the surface is convex in the paraxial region thereof; when the lens element has a concave surface, it indicates that the surface is concave in the paraxial region thereof. Moreover, when a lens element has a refractive power or a focus, it indicates the lens element has the refractive power in the paraxial region thereof or has the focus in the paraxial region thereof. Moreover, when the region of refractive power or focus of a lens element is not defined, it indicates that the region of refractive power or focus of the lens element is in the paraxial region thereof.

According to the photographing optical lens assembly of the present disclosure, an image surface of the photographing optical lens assembly, based on the corresponding image sensor, can be flat or curved, especially a curved surface being concave facing towards the object side of the photographing optical lens assembly.

be arranged to be aspheric, since the aspheric surface of the lens element is easy to form a shape other than spherical surface so as to have more controllable variables for eliminating the aberration thereof, and to further decrease the required number of the lens elements. Therefore, the total track length of the photographing optical lens assembly can also be reduced.

According to the photographing optical lens assembly of the present disclosure, each of an object-side surface and an image-side surface has a paraxial region and an off-axis region. The paraxial region refers to the region of the surface where light rays travel close to the optical axis, and the off-axis region refers to the region of the surface away from the paraxial region. Particularly, when the lens element has a convex surface, it indicates that the surface is convex in the paraxial region thereof; when the lens element has a concave surface, it indicates that the surface is concave in the paraxial region thereof. Moreover, when a lens element has a refractive power or a focus, it indicates the lens element has the refractive power in the paraxial region thereof or has the focus in the paraxial region thereof. Moreover, when the region of refractive power or focus of a lens element is not defined, it indicates that the region of refractive power or focus of the lens element is in the paraxial region thereof.

According to the photographing optical lens assembly of the present disclosure, an image surface of the photographing optical lens assembly, based on the corresponding image sensor, can be flat or curved, especially a curved surface being concave facing towards the object side of the photographing optical lens assembly.

According to the photographing optical lens assembly of the present disclosure, a critical point on a lens surface of a lens element is a non-axial point of the lens surface where its tangent is perpendicular to an optical axis. As seen in Fig. 27, FIG. 27 is a schematic view of Yc61 and Yc62 of a sixth lens element and Yc72 of a seventh lens element in FIG. 1. The critical point on the object-side surface of the sixth lens element is a non-axial point on the object-side surface of the sixth lens element where its tangent is perpendicular to the optical axis. The critical point on the image-side surface of the sixth lens element is a non-axial point on the image-side surface of the sixth lens element where its tangent is perpendicular to the optical axis. The critical point on the image-side surface of the seventh lens element is a non-axial point on the image-side surface of the seventh lens element where its tangent is perpendicular to the optical axis. Specifically, the critical points mentioned above are not located on the optical axis.

According to the photographing optical lens assembly of the present disclosure, the photographing optical lens assembly can include at least one stop, such as an aperture stop, a glare stop or a field stop. Said glare stop or said field stop is set for eliminating the stray light and thereby improving the image quality thereof.

According to the present disclosure, an image capturing unit is provided. The image capturing unit includes the photographing optical lens assembly according to the aforementioned photographing optical lens assembly of the present disclosure, and an image sensor, wherein the image sensor is disposed on the image side of the aforementioned photographing optical lens assembly, that is,

According to the photographing optical lens assembly of the present disclosure, a critical point on a lens surface of a lens element is a non-axial point of the lens surface where its tangent is perpendicular to an optical axis. As seen in Fig. 27, FIG. 27 is a schematic view of Yc61 and Yc62 of a sixth lens element and Yc72 of a seventh lens element in FIG. 1. The critical point on the object-side surface of the sixth lens element is a non-axial point on the object-side surface of the sixth lens element where its tangent is perpendicular to the optical axis. The critical point on the image-side surface of the sixth lens element is a non-axial point on the image-side surface of the sixth lens element where its tangent is perpendicular to the optical axis. The critical point on the image-side surface of the seventh lens element is a non-axial point on the image-side surface of the seventh lens element where its tangent is perpendicular to the optical axis. Specifically, the critical points mentioned above are not located on the optical axis.

According to the photographing optical lens assembly of the present disclosure, the photographing optical lens assembly can include at least one stop, such as an aperture stop, a glare stop or a field stop. Said glare stop or said field stop is set for eliminating the stray light and thereby improving the image quality thereof.

According to the present disclosure, an image capturing unit is provided. The image capturing unit includes the photographing optical lens assembly according to the aforementioned photographing optical lens assembly of the present disclosure, and an image sensor, wherein the image sensor is disposed on the image side of the aforementioned photographing optical lens assembly, that is,

the image sensor can be disposed on or near an image surface of the aforementioned photographing optical lens assembly. In some embodiments, the image capturing unit can further include a barrel member, a holding member or a combination thereof.

In Fig. 28, Fig. 29 and Fig. 30, an image capturing device 10 may be installed in, but not limited to, an electronic device, including a smart phone (Fig. 28), a tablet personal computer (Fig. 29) or a wearable device (Fig. 30). The three exemplary figures of different kinds of electronic device are only exemplary for showing the image capturing device of present disclosure installing in an electronic device and is not limited thereto. In some embodiments, the electronic device can further include, but not limited to, a display unit, a control unit, a storage unit, a random access memory unit (RAM), a read only memory unit (ROM) or a combination thereof.

According to the photographing optical lens assembly of the present disclosure, the photographing optical lens assembly can be optionally applied to moving focus optical systems. Furthermore, the photographing optical lens assembly is featured with good capability in the correction of aberration and high image quality, and can be applied to 3D (three-dimensional) image capturing applications, in products such as digital cameras, mobile devices, digital tablets, wearable devices, smart televisions, wireless monitoring devices, motion sensing input devices, driving recorders, rear view cameras and other electronic imaging devices. According to the above description of the present disclosure, the following specific embodiments are provided for further explanation.

the image sensor can be disposed on or near an image surface of the aforementioned photographing optical lens assembly. In some embodiments, the image capturing unit can further include a barrel member, a holding member or a combination thereof.

In Fig. 28, Fig. 29 and Fig. 30, an image capturing device 10 may be installed in, but not limited to, an electronic device, including a smart phone (Fig. 28), a tablet personal computer (Fig. 29) or a wearable device (Fig. 30). The three exemplary figures of different kinds of electronic device are only exemplary for showing the image capturing device of present disclosure installing in an electronic device and is not limited thereto. In some embodiments, the electronic device can further include, but not limited to, a display unit, a control unit, a storage unit, a random access memory unit (RAM), a read only memory unit (ROM) or a combination thereof.

According to the photographing optical lens assembly of the present disclosure, the photographing optical lens assembly can be optionally applied to moving focus optical systems. Furthermore, the photographing optical lens assembly is featured with good capability in the correction of aberration and high image quality, and can be applied to 3D (three-dimensional) image capturing applications, in products such as digital cameras, mobile devices, digital tablets, wearable devices, smart televisions, wireless monitoring devices, motion sensing input devices, driving recorders, rear view cameras and other electronic imaging devices. According to the above description of the present disclosure, the following specific embodiments are provided for further explanation.

1st Embodiment

Fig. 1 is a schematic view of an image capturing unit according to the 1st embodiment of the present disclosure. Fig. 2 shows, in order from left to right, spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 1st embodiment. In Fig. 1, the image capturing unit includes the photographing optical lens assembly (its reference numeral is omitted) of the present disclosure and an image sensor 195. The photographing optical lens assembly includes, in order from an object side to an image side, an aperture stop 100, a first lens element 110, a second lens element 120, a third lens element 130, a fourth lens element 140, a fifth lens element 150, a sixth lens element 160, a seventh lens element 170, an IR-cut filter 180 and an image surface 190, wherein the photographing optical lens assembly has a total of seven non-cemented lens elements (110-170) with refractive power.

The first lens element 110 with positive refractive power has an object-side surface 111 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 112 being convex in a paraxial region thereof. The first lens element 110 is made of plastic material and has the object-side surface 111 and the image-side surface 112 being both aspheric.

The second lens element 120 with negative refractive power has an object-side surface 121 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 122 being concave in a paraxial region thereof. The second lens element 120 is made of plastic material and has the object-side surface 121 and the image-side surface 122 being both aspheric.

1st Embodiment

Fig. 1 is a schematic view of an image capturing unit according to the 1st embodiment of the present disclosure. Fig. 2 shows, in order from left to right, spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 1st embodiment. In Fig. 1, the image capturing unit includes the photographing optical lens assembly (its reference numeral is omitted) of the present disclosure and an image sensor 195. The photographing optical lens assembly includes, in order from an object side to an image side, an aperture stop 100, a first lens element 110, a second lens element 120, a third lens element 130, a fourth lens element 140, a fifth lens element 150, a sixth lens element 160, a seventh lens element 170, an IR-cut filter 180 and an image surface 190, wherein the photographing optical lens assembly has a total of seven non-cemented lens elements (110-170) with refractive power.

The first lens element 110 with positive refractive power has an object-side surface 111 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 112 being convex in a paraxial region thereof. The first lens element 110 is made of plastic material and has the object-side surface 111 and the image-side surface 112 being both aspheric.

The second lens element 120 with negative refractive power has an object-side surface 121 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 122 being concave in a paraxial region thereof. The second lens element 120 is made of plastic material and has the object-side surface 121 and the image-side surface 122 being both aspheric.

The third lens element 130 with positive refractive power has an object-side surface 131 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 132 being concave in a paraxial region thereof. The third lens element 130 is made of plastic material and has the object-side surface 131 and the image-side surface 132 being both aspheric.

The fourth lens element 140 with positive refractive power has an object-side surface 141 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 142 being convex in a paraxial region thereof. The fourth lens element 140 is made of plastic material and has the object-side surface 141 and the image-side surface 142 being both aspheric.

The fifth lens element 150 with negative refractive power has an object-side surface 151 being concave in a paraxial region thereof and an image-side surface 152 being convex in a paraxial region thereof. The fifth lens element 150 is made of plastic material and has the object-side surface 151 and the image-side surface 152 being both aspheric.

The sixth lens element 160 with positive refractive power has an object-side surface 161 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 162 being concave in a paraxial region thereof. The sixth lens element 160 is made of plastic material and has the object-side surface 161 and the image-side surface 162 being both aspheric. The image-side surface 162 of the sixth lens element 160 has at least one inflection point.

The seventh lens element 170 with negative refractive power has an object-side surface 171 being convex in a paraxial region thereof and an

The third lens element 130 with positive refractive power has an object-side surface 131 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 132 being concave in a paraxial region thereof. The third lens element 130 is made of plastic material and has the object-side surface 131 and the image-side surface 132 being both aspheric.

The fourth lens element 140 with positive refractive power has an object-side surface 141 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 142 being convex in a paraxial region thereof. The fourth lens element 140 is made of plastic material and has the object-side surface 141 and the image-side surface 142 being both aspheric.

The fifth lens element 150 with negative refractive power has an object-side surface 151 being concave in a paraxial region thereof and an image-side surface 152 being convex in a paraxial region thereof. The fifth lens element 150 is made of plastic material and has the object-side surface 151 and the image-side surface 152 being both aspheric.

The sixth lens element 160 with positive refractive power has an object-side surface 161 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 162 being concave in a paraxial region thereof. The sixth lens element 160 is made of plastic material and has the object-side surface 161 and the image-side surface 162 being both aspheric. The image-side surface 162 of the sixth lens element 160 has at least one inflection point.

The seventh lens element 170 with negative refractive power has an object-side surface 171 being convex in a paraxial region thereof and an

image-side surface 172 being concave in a paraxial region thereof. The sixth lens element 170 is made of plastic material and has the object-side surface 171 and the image-side surface 172 being both aspheric. The image-side surface 172 of the seventh lens element 170 has at least one inflection point.

The IR-cut filter 180 is made of glass and located between the seventh lens element 170 and the image surface 190, and will not affect the focal length of the photographing optical lens assembly. The image sensor 195 is disposed on or near the image surface 180 of the photographing optical lens assembly.

The equation of the aspheric surface profiles of the aforementioned lens elements of the 1st embodiment is expressed as follows:

$$X(Y) = (Y^2/R)/\left(1 + sqrt\left(1 - (1+k)\times(Y/R)^2\right)\right) + \sum_i (Ai)\times(Y^i)$$

, where,

X is the relative distance between a point on the aspheric surface spaced at a distance Y from an optical axis and the tangential plane at the aspheric surface vertex on the optical axis;

Y is the vertical distance from the point on the aspheric surface to the optical axis;

R is the curvature radius;

k is the conic coefficient; and

Ai is the i-th aspheric coefficient, and in the embodiments, ” i " may be, but is not limited to, 4, 6, 8, 10, 12, 14 and 16.

image-side surface 172 being concave in a paraxial region thereof. The sixth lens element 170 is made of plastic material and has the object-side surface 171 and the image-side surface 172 being both aspheric. The image-side surface 172 of the seventh lens element 170 has at least one inflection point.

The IR-cut filter 180 is made of glass and located between the seventh lens element 170 and the image surface 190, and will not affect the focal length of the photographing optical lens assembly. The image sensor 195 is disposed on or near the image surface 180 of the photographing optical lens assembly.

The equation of the aspheric surface profiles of the aforementioned lens elements of the 1st embodiment is expressed as follows:

$$X(Y)=(Y^2/R)/\left(1+sqrt\left(1-(1+k)\times(Y/R)^2\right)\right)+\sum_i(Ai)\times(Y^i)$$

, where,

X is the relative distance between a point on the aspheric surface spaced at a distance Y from an optical axis and the tangential plane at the aspheric surface vertex on the optical axis;

Y is the vertical distance from the point on the aspheric surface to the optical axis;

R is the curvature radius;

k is the conic coefficient; and

Ai is the i-th aspheric coefficient, and in the embodiments, ” i " may be, but is not limited to, 4, 6, 8, 10, 12, 14 and 16.

In the photographing optical lens assembly of the image capturing unit according to the 1st embodiment, when a focal length of the photographing optical lens assembly is f, a f-number of the photographing optical lens assembly is Fno, and half of a maximal field of view of the photographing optical lens assembly is HFOV, these parameters have the following values: f = 3.89 mm; Fno = 1.60; and HFOV = 35.8 degrees.

When a maximum refractive index among the first lens element 110, the second lens element 120, the third lens element 130, the fourth lens element 140, the fifth lens element 150, the sixth lens element 160 and the seventh lens element 170 is Nmax, the following condition is satisfied: Nmax = 1.639.

When an Abbe number of the second lens element 120 is V2, the following condition is satisfied: V2 = 23.5.

When a central thickness of the first lens element 110 is CT1, a central thickness of the second lens element 120 is CT2, the following condition is satisfied: CT1/CT2 = 3.24.

When an axial distance between the second lens element 120 and the third lens element 130 is T23, the central thickness of the second lens element 120 is CT2, the following condition is satisfied: T23/CT2 = 1.51.

When the axial distance between the second lens element 120 and the third lens element 130 is T23, an axial distance between the third lens element 130 and the fourth lens element 140 is T34, the following condition is satisfied: T23/T34 = 3.30.

In the photographing optical lens assembly of the image capturing unit according to the 1st embodiment, when a focal length of the photographing optical lens assembly is f, a f-number of the photographing optical lens assembly is Fno, and half of a maximal field of view of the photographing optical lens assembly is HFOV, these parameters have the following values: f = 3.89 mm; Fno = 1.60; and HFOV = 35.8 degrees.

When a maximum refractive index among the first lens element 110, the second lens element 120, the third lens element 130, the fourth lens element 140, the fifth lens element 150, the sixth lens element 160 and the seventh lens element 170 is Nmax, the following condition is satisfied: Nmax = 1.639.

When an Abbe number of the second lens element 120 is V2, the following condition is satisfied: V2 = 23.5.

When a central thickness of the first lens element 110 is CT1, a central thickness of the second lens element 120 is CT2, the following condition is satisfied: CT1/CT2 = 3.24.

When an axial distance between the second lens element 120 and the third lens element 130 is T23, the central thickness of the second lens element 120 is CT2, the following condition is satisfied: T23/CT2 = 1.51.

When the axial distance between the second lens element 120 and the third lens element 130 is T23, an axial distance between the third lens element 130 and the fourth lens element 140 is T34, the following condition is satisfied: T23/T34 = 3.30.

When an axial distance between the first lens element 110 and the second lens element 120 is T12, the axial distance between the second lens element 120 and the third lens element 130 is T23, the axial distance between the third lens element 130 and the fourth lens element 140 is T34, an axial distance between the fourth lens element 140 and the fifth lens element 150 is T45, an axial distance between the fifth lens element 150 and the sixth lens element 160 is T56, an axial distance between the sixth lens element 160 and the seventh lens element 170 is T67, the following condition is satisfied: (T12/T23)+(T34/T45)+(T56/T67) = 0.76.

When a curvature radius of the object-side surface 111 of the first lens element 110 is R1, a curvature radius of the image-side surface 112 of the first lens element 110 is R2, the following condition is satisfied: R1/R2 = -0.04.

When the focal length of the photographing optical lens assembly is f, a curvature radius of the image-side surface 132 of the third lens element 130 is R6, the following condition is satisfied: f/R6 = 0.18.

When the focal length of the photographing optical lens assembly is f, a curvature radius of the image-side surface 162 of the sixth lens element 160 is R12, the following condition is satisfied: f/R12 = 1.06.

When the focal length of the photographing optical lens assembly is f, a curvature radius of the image-side surface 172 of the seventh lens element 170 is R14, the following condition is satisfied: R14/f = 0.36.

When a curvature radius of the object-side surface 161 of the sixth lens element 160 is R11, the curvature radius of the image-side surface 162 of the sixth

When an axial distance between the first lens element 110 and the second lens element 120 is T12, the axial distance between the second lens element 120 and the third lens element 130 is T23, the axial distance between the third lens element 130 and the fourth lens element 140 is T34, an axial distance between the fourth lens element 140 and the fifth lens element 150 is T45, an axial distance between the fifth lens element 150 and the sixth lens element 160 is T56, an axial distance between the sixth lens element 160 and the seventh lens element 170 is T67, the following condition is satisfied: (T12/T23)+(T34/T45)+(T56/T67) = 0.76.

When a curvature radius of the object-side surface 111 of the first lens element 110 is R1, a curvature radius of the image-side surface 112 of the first lens element 110 is R2, the following condition is satisfied: R1/R2 = -0.04.

When the focal length of the photographing optical lens assembly is f, a curvature radius of the image-side surface 132 of the third lens element 130 is R6, the following condition is satisfied: f/R6 = 0.18.

When the focal length of the photographing optical lens assembly is f, a curvature radius of the image-side surface 162 of the sixth lens element 160 is R12, the following condition is satisfied: f/R12 = 1.06.

When the focal length of the photographing optical lens assembly is f, a curvature radius of the image-side surface 172 of the seventh lens element 170 is R14, the following condition is satisfied: R14/f = 0.36.

When a curvature radius of the object-side surface 161 of the sixth lens element 160 is R11, the curvature radius of the image-side surface 162 of the sixth

lens element 160 is R12, the following condition is satisfied: (R11-R12)/(R11+R12) = -0.21.

When a curvature radius of the object-side surface 171 of the seventh lens element 170 is R13, the curvature radius of the image-side surface 172 of the seventh lens element 170 is R14, the following condition is satisfied: (R13-R14)/(R13+R14) = 0.22.

When a focal length of the first lens element 110 is f1, a focal length of the second lens element 120 is f2, the following condition is satisfied: |f1/f2| = 0.61.

When the focal length of the photographing optical lens assembly is f, a focal length of the third lens element 130 is f3, the following condition is satisfied: f/f3 = 0.30.

When the focal length of the first lens element 110 is f1, a focal length of the seventh lens element 170 is f7, the following condition is satisfied: |f1/f7| = 0.35.

When the focal length of the photographing optical lens assembly is f, the focal length of the first lens element 110 is f1, the focal length of the second lens element 120 is f2, the focal length of the third lens element 130 is f3, a focal length of the fourth lens element 140 is f4, a focal length of the fifth lens element is f5, a focal length of the sixth lens element is f6, the focal length of the seventh lens element 170 is f7, the following condition is satisfied: |f/fj| max = 1.17, wherein j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

When the focal length of the photographing optical lens assembly is f, an entrance pupil diameter of the photographing optical lens assembly is EPD, the following condition is satisfied: f/EPD = 1.60.

lens element 160 is R12, the following condition is satisfied: (R11-R12)/(R11+R12) = -0.21.

When a curvature radius of the object-side surface 171 of the seventh lens element 170 is R13, the curvature radius of the image-side surface 172 of the seventh lens element 170 is R14, the following condition is satisfied: (R13-R14)/(R13+R14) = 0.22.

When a focal length of the first lens element 110 is f1, a focal length of the second lens element 120 is f2, the following condition is satisfied: |f1/f2| = 0.61.

When the focal length of the photographing optical lens assembly is f, a focal length of the third lens element 130 is f3, the following condition is satisfied: f/f3 = 0.30.

When the focal length of the first lens element 110 is f1, a focal length of the seventh lens element 170 is f7, the following condition is satisfied: |f1/f7| = 0.35.

When the focal length of the photographing optical lens assembly is f, the focal length of the first lens element 110 is f1, the focal length of the second lens element 120 is f2, the focal length of the third lens element 130 is f3, a focal length of the fourth lens element 140 is f4, a focal length of the fifth lens element is f5, a focal length of the sixth lens element is f6, the focal length of the seventh lens element 170 is f7, the following condition is satisfied: |f/fj| max = 1.17, wherein j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

When the focal length of the photographing optical lens assembly is f, an entrance pupil diameter of the photographing optical lens assembly is EPD, the following condition is satisfied: f/EPD = 1.60.

When a vertical distance between a non-axial critical point on the object-side surface 161 of the sixth lens element 160 and an optical axis is Yc61, a vertical distance between a non-axial critical point on the image-side surface 162 of the sixth lens element 160 and the optical axis is Yc62, the following condition is satisfied: Yc62/Yc61 = 1.13.

When the vertical distance between the non-axial critical point on the image-side surface 162 of the sixth lens element 160 and the optical axis is Yc62, a vertical distance between a non-axial critical point on the image-side surface 172 of the seventh lens element 170 and the optical axis is Yc72, the following condition is satisfied: Yc62/Yc72 = 0.97.

When the focal length of the photographing optical lens assembly is f, the vertical distance between the non-axial critical point on the image-side surface 172 of the seventh lens element 170 and the optical axis is Yc72, the following condition is satisfied: Yc72/f = 0.29.

When a sum of axial distances between any two lens elements adjacent to each other is ΣAT, a maximum image height of the photographing optical lens assembly is ImgH, the following condition is satisfied: ΣAT/ImgH = 0.36.

When an axial distance between the stop 100 and the image-side surface 172 of the seventh lens element 170 is SD, an axial distance between the object-side surface 111 of the first lens element 110 and the image-side surface 172 of the seventh lens element 170 is TD, the following condition is satisfied: SD/TD = 0.89.

When a vertical distance between a non-axial critical point on the object-side surface 161 of the sixth lens element 160 and an optical axis is Yc61, a vertical distance between a non-axial critical point on the image-side surface 162 of the sixth lens element 160 and the optical axis is Yc62, the following condition is satisfied: Yc62/Yc61 = 1.13.

When the vertical distance between the non-axial critical point on the image-side surface 162 of the sixth lens element 160 and the optical axis is Yc62, a vertical distance between a non-axial critical point on the image-side surface 172 of the seventh lens element 170 and the optical axis is Yc72, the following condition is satisfied: Yc62/Yc72 = 0.97.

When the focal length of the photographing optical lens assembly is f, the vertical distance between the non-axial critical point on the image-side surface 172 of the seventh lens element 170 and the optical axis is Yc72, the following condition is satisfied: Yc72/f = 0.29.

When a sum of axial distances between any two lens elements adjacent to each other is ΣAT, a maximum image height of the photographing optical lens assembly is ImgH, the following condition is satisfied: ΣAT/ImgH = 0.36.

When an axial distance between the stop 100 and the image-side surface 172 of the seventh lens element 170 is SD, an axial distance between the object-side surface 111 of the first lens element 110 and the image-side surface 172 of the seventh lens element 170 is TD, the following condition is satisfied: SD/TD = 0.89.

When the focal length of the photographing optical lens assembly is f, an axial distance between the object-side surface 111 of the first lens element 110 and the image surface 190 is TL, the following condition is satisfied: TL/f = 1.29.

When the axial distance between the object-side surface 111 of the first lens element 110 and the image surface 190 is TL, the maximum image height of the photographing optical lens assembly is ImgH, the following condition is satisfied: TL/ImgH = 1.73.

The detailed optical data of the 1st embodiment are shown in Table 1 and the aspheric surface data are shown in Table 2 below.

TABLE 1								
1st Embodiment								
f = 3.89 mm, Fno = 1.60, HFOV = 35.8 deg.								
Surface#		Curvature Radius		Thickness	Material	Index	Abbe #	Focal Length
0	Object	Plano		Infinity				
1	Ape. Stop	Plano		-0.445				
2	Lens 1	1.861	(ASP)	0.713	Plastic	1.544	55.9	3.31
3		-50.000	(ASP)	0.070				
4	Lens 2	2.427	(ASP)	0.220	Plastic	1.639	23.5	-5.42
5		1.376	(ASP)	0.333				
6	Lens 3	5.287	(ASP)	0.458	Plastic	1.544	55.9	12.81
7		21.225	(ASP)	0.101				
8	Lens 4	40.356	(ASP)	0.369	Plastic	1.544	55.9	17.68
9		-12.590	(ASP)	0.241				
10	Lens 5	-1.936	(ASP)	0.220	Plastic	1.639	23.5	-10.96
11		-2.793	(ASP)	0.035				
12	Lens 6	2.402	(ASP)	0.470	Plastic	1.544	55.9	11.37
13		3.656	(ASP)	0.270				
14	Lens 7	2.231	(ASP)	0.603	Plastic	1.544	55.9	-9.57
15		1.413	(ASP)	0.500				
16	IR-cut filter	Plano		0.300	Glass	1.517	64.2	-

When the focal length of the photographing optical lens assembly is f, an axial distance between the object-side surface 111 of the first lens element 110 and the image surface 190 is TL, the following condition is satisfied: TL/f = 1.29.

When the axial distance between the object-side surface 111 of the first lens element 110 and the image surface 190 is TL, the maximum image height of the photographing optical lens assembly is ImgH, the following condition is satisfied: TL/ImgH = 1.73.

The detailed optical data of the 1st embodiment are shown in Table 1 and the aspheric surface data are shown in Table 2 below.

TABLE 1

1st Embodiment

f = 3.89 mm, Fno = 1.60, HFOV = 35.8 deg.

Surface#		Curvature Radius		Thickness	Material	Index	Abbe #	Focal Length
0	Object	Plano		Infinity				
1	Ape. Stop	Plano		-0.445				
2	Lens 1	1.861	(ASP)	0.713	Plastic	1.544	55.9	3.31
3		-50.000	(ASP)	0.070				
4	Lens 2	2.427	(ASP)	0.220	Plastic	1.639	23.5	-5.42
5		1.376	(ASP)	0.333				
6	Lens 3	5.287	(ASP)	0.458	Plastic	1.544	55.9	12.81
7		21.225	(ASP)	0.101				
8	Lens 4	40.356	(ASP)	0.369	Plastic	1.544	55.9	17.68
9		-12.590	(ASP)	0.241				
10	Lens 5	-1.936	(ASP)	0.220	Plastic	1.639	23.5	-10.96
11		-2.793	(ASP)	0.035				
12	Lens 6	2.402	(ASP)	0.470	Plastic	1.544	55.9	11.37
13		3.656	(ASP)	0.270				
14	Lens 7	2.231	(ASP)	0.603	Plastic	1.544	55.9	-9.57
15		1.413	(ASP)	0.500				
16	IR-cut filter	Plano		0.300	Glass	1.517	64.2	-

17		Plano	0.116				
18	Image	Plano	-				
Note: Reference wavelength is 587.6 nm (d-line).							

TABLE 2					
Aspheric Coefficients					
Surface #	2	3	4	5	6
k =	1.7990E-01	-5.0000E+01	-3.7850E+01	-1.1503E+01	-2.2211E+01
A4 =	1.8688E-03	-1.1834E-01	-1.6577E-01	1.0439E-01	-8.0820E-03
A6 =	-1.9898E-02	3.6425E-01	4.0582E-01	-2.3155E-01	-5.1877E-03
A8 =	5.0054E-02	-5.0161E-01	-5.1830E-01	4.9683E-01	2.7782E-02
A10 =	-6.7256E-02	3.8340E-01	3.8206E-01	-5.6790E-01	-5.3704E-02
A12 =	4.4540E-02	-1.5437E-01	-1.5562E-01	3.2180E-01	2.6543E-02
A14 =	-1.1697E-02	2.4066E-02	2.6059E-02	-6.9334E-02	-2.2918E-03
Surface #	7	8	9	10	11
k =	6.8462E+01	9.0000E+01	4.6815E+01	6.5623E-01	-3.7929E+00
A4 =	3.9608E-03	-2.3105E-02	-1.1729E-01	-4.5949E-02	-1.7335E-01
A6 =	-1.8838E-02	-2.4258E-02	1.2332E-01	2.5817E-01	2.6799E-01
A8 =	-1.2663E-02	-8.3396E-03	-1.0768E-01	-4.2031E-01	-2.9972E-01
A10 =	-5.5376E-03	2.1290E-03	-1.1621E-01	4.0009E-01	2.1850E-01
A12 =	1.5245E-04	9.0359E-07	3.0776E-01	-1.7201E-01	-8.0671E-02
A14 =	-	-	-2.0573E-01	2.4454E-02	1.1419E-02
A16 =	-	-	4.5153E-02	-	-
Surface #	12	13	14	15	
k =	-1.0154E+01	-2.8867E+01	-1.2740E+00	-1.5032E+00	
A4 =	-4.7196E-02	-4.4053E-03	-3.7988E-01	-2.8152E-01	
A6 =	4.0538E-02	7.2044E-03	1.9026E-01	1.6649E-01	
A8 =	-8.2830E-02	-2.6623E-02	-5.8409E-02	-7.5287E-02	
A10 =	4.9781E-02	1.1357E-02	1.3532E-02	2.2737E-02	
A12 =	-1.8431E-02	-1.7148E-03	-2.2718E-03	-4.1787E-03	
A14 =	3.1056E-03	7.8603E-05	2.3106E-04	4.1514E-04	
A16 =	-	-	-1.0297E-05	-1.6939E-05	

17		Plano	0.116				
18	Image	Plano	-				
Note: Reference wavelength is 587.6 nm (d-line).							

TABLE 2					
Aspheric Coefficients					
Surface #	2	3	4	5	6
k =	1.7990E-01	-5.0000E+01	-3.7850E+01	-1.1503E+01	-2.2211E+01
A4 =	1.8688E-03	-1.1834E-01	-1.6577E-01	1.0439E-01	-8.0820E-03
A6 =	-1.9898E-02	3.6425E-01	4.0582E-01	-2.3155E-01	-5.1877E-03
A8 =	5.0054E-02	-5.0161E-01	-5.1830E-01	4.9683E-01	2.7782E-02
A10 =	-6.7256E-02	3.8340E-01	3.8206E-01	-5.6790E-01	-5.3704E-02
A12 =	4.4540E-02	-1.5437E-01	-1.5562E-01	3.2180E-01	2.6543E-02
A14 =	-1.1697E-02	2.4066E-02	2.6059E-02	-6.9334E-02	-2.2918E-03
Surface #	7	8	9	10	11
k =	6.8462E+01	9.0000E+01	4.6815E+01	6.5623E-01	-3.7929E+00
A4 =	3.9608E-03	-2.3105E-02	-1.1729E-01	-4.5949E-02	-1.7335E-01
A6 =	-1.8838E-02	-2.4258E-02	1.2332E-01	2.5817E-01	2.6799E-01
A8 =	-1.2663E-02	-8.3396E-03	-1.0768E-01	-4.2031E-01	-2.9972E-01
A10 =	-5.5376E-03	2.1290E-03	-1.1621E-01	4.0009E-01	2.1850E-01
A12 =	1.5245E-04	9.0359E-07	3.0776E-01	-1.7201E-01	-8.0671E-02
A14 =	-	-	-2.0573E-01	2.4454E-02	1.1419E-02
A16 =	-	-	4.5153E-02	-	-
Surface #	12	13	14	15	
k =	-1.0154E+01	-2.8867E+01	-1.2740E+00	-1.5032E+00	
A4 =	-4.7196E-02	-4.4053E-03	-3.7988E-01	-2.8152E-01	
A6 =	4.0538E-02	7.2044E-03	1.9026E-01	1.6649E-01	
A8 =	-8.2830E-02	-2.6623E-02	-5.8409E-02	-7.5287E-02	
A10 =	4.9781E-02	1.1357E-02	1.3532E-02	2.2737E-02	
A12 =	-1.8431E-02	-1.7148E-03	-2.2718E-03	-4.1787E-03	
A14 =	3.1056E-03	7.8603E-05	2.3106E-04	4.1514E-04	
A16 =	-	-	-1.0297E-05	-1.6939E-05	

In Table 1, the curvature radius, the thickness and the focal length are shown in millimeters (mm). Surface numbers 0-18 represent the surfaces sequentially arranged from the object-side to the image-side along the optical axis. In Table 2, k represents the conic coefficient of the equation of the aspheric surface profiles. A4-A16 represent the aspheric coefficients ranging from the 4th order to the 16th order. The tables presented below for each embodiment are the corresponding schematic parameter and aberration curves, and the definitions of the tables are the same as Table 1 and Table 2 of the 1st embodiment. Therefore, an explanation in this regard will not be provided again.

2nd Embodiment

Fig. 3 is a schematic view of an image capturing unit according to the 2nd embodiment of the present disclosure. Fig. 4 shows, in order from left to right, spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 2nd embodiment. In Fig. 3, the image capturing unit includes the photographing optical lens assembly (its reference numeral is omitted) of the present disclosure and an image sensor 295. The photographing optical lens assembly includes, in order from an object side to an image side an aperture stop 200, a first lens element 210, a second lens element 220, a third lens element 230, a fourth lens element 240, a fifth lens element 250, a sixth lens element 260, a seventh lens element 270, an IR-cut filter 280 and an image surface 290, wherein the photographing optical lens assembly has a total of seven non-cemented lens elements (210-270) with refractive power.

In Table 1, the curvature radius, the thickness and the focal length are shown in millimeters (mm). Surface numbers 0-18 represent the surfaces sequentially arranged from the object-side to the image-side along the optical axis. In Table 2, k represents the conic coefficient of the equation of the aspheric surface profiles. A4-A16 represent the aspheric coefficients ranging from the 4th order to the 16th order. The tables presented below for each embodiment are the corresponding schematic parameter and aberration curves, and the definitions of the tables are the same as Table 1 and Table 2 of the 1st embodiment. Therefore, an explanation in this regard will not be provided again.

2nd Embodiment

Fig. 3 is a schematic view of an image capturing unit according to the 2nd embodiment of the present disclosure. Fig. 4 shows, in order from left to right, spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 2nd embodiment. In Fig. 3, the image capturing unit includes the photographing optical lens assembly (its reference numeral is omitted) of the present disclosure and an image sensor 295. The photographing optical lens assembly includes, in order from an object side to an image side an aperture stop 200, a first lens element 210, a second lens element 220, a third lens element 230, a fourth lens element 240, a fifth lens element 250, a sixth lens element 260, a seventh lens element 270, an IR-cut filter 280 and an image surface 290, wherein the photographing optical lens assembly has a total of seven non-cemented lens elements (210-270) with refractive power.

The first lens element 210 with positive refractive power has an object-side surface 211 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 212 being concave in a paraxial region thereof. The first lens element 210 is made of plastic material and has the object-side surface 211 and the image-side surface 212 being both aspheric.

The second lens element 220 with negative refractive power has an object-side surface 221 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 222 being concave in a paraxial region thereof. The second lens element 220 is made of plastic material and has the object-side surface 221 and the image-side surface 222 being both aspheric.

The third lens element 230 with positive refractive power has an object-side surface 231 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 232 being convex in a paraxial region thereof. The third lens element 230 is made of plastic material and has the object-side surface 231 and the image-side surface 232 being both aspheric.

The fourth lens element 240 with negative refractive power has an object-side surface 241 being concave in a paraxial region thereof and an image-side surface 242 being concave in a paraxial region thereof. The fourth lens element 240 is made of plastic material and has the object-side surface 241 and the image-side surface 242 being both aspheric.

The fifth lens element 250 with negative refractive power has an object-side surface 251 being concave in a paraxial region thereof and an image-side surface 252 being convex in a paraxial region thereof. The fifth lens element 250 is made

The first lens element 210 with positive refractive power has an object-side surface 211 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 212 being concave in a paraxial region thereof. The first lens element 210 is made of plastic material and has the object-side surface 211 and the image-side surface 212 being both aspheric.

The second lens element 220 with negative refractive power has an object-side surface 221 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 222 being concave in a paraxial region thereof. The second lens element 220 is made of plastic material and has the object-side surface 221 and the image-side surface 222 being both aspheric.

The third lens element 230 with positive refractive power has an object-side surface 231 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 232 being convex in a paraxial region thereof. The third lens element 230 is made of plastic material and has the object-side surface 231 and the image-side surface 232 being both aspheric.

The fourth lens element 240 with negative refractive power has an object-side surface 241 being concave in a paraxial region thereof and an image-side surface 242 being concave in a paraxial region thereof. The fourth lens element 240 is made of plastic material and has the object-side surface 241 and the image-side surface 242 being both aspheric.

The fifth lens element 250 with negative refractive power has an object-side surface 251 being concave in a paraxial region thereof and an image-side surface 252 being convex in a paraxial region thereof. The fifth lens element 250 is made

of plastic material and has the object-side surface 251 and the image-side surface 252 being both aspheric.

The sixth lens element 260 with positive refractive power has an object-side surface 261 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 262 being concave in a paraxial region thereof. The sixth lens element 260 is made of plastic material and has the object-side surface 261 and the image-side surface 262 being both aspheric. The image-side surface 262 of the sixth lens element 260 has at least one inflection point.

The seventh lens element 270 with negative refractive power has an object-side surface 271 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 272 being concave in a paraxial region thereof. The sixth lens element 270 is made of plastic material and has the object-side surface 271 and the image-side surface 272 being both aspheric. The image-side surface 272 of the seventh lens element 270 has at least one inflection point.

The IR-cut filter 280 is made of glass and located between the seventh lens element 270 and the image surface 290, and will not affect the focal length of the photographing optical lens assembly. The image sensor 295 is disposed on or near the image surface 290 of the photographing optical lens assembly.

The detailed optical data of the 2nd embodiment are shown in Table 3 and the aspheric surface data are shown in Table 4 below.

of plastic material and has the object-side surface 251 and the image-side surface 252 being both aspheric.

The sixth lens element 260 with positive refractive power has an object-side surface 261 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 262 being concave in a paraxial region thereof. The sixth lens element 260 is made of plastic material and has the object-side surface 261 and the image-side surface 262 being both aspheric. The image-side surface 262 of the sixth lens element 260 has at least one inflection point.

The seventh lens element 270 with negative refractive power has an object-side surface 271 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 272 being concave in a paraxial region thereof. The sixth lens element 270 is made of plastic material and has the object-side surface 271 and the image-side surface 272 being both aspheric. The image-side surface 272 of the seventh lens element 270 has at least one inflection point.

The IR-cut filter 280 is made of glass and located between the seventh lens element 270 and the image surface 290, and will not affect the focal length of the photographing optical lens assembly. The image sensor 295 is disposed on or near the image surface 290 of the photographing optical lens assembly.

The detailed optical data of the 2nd embodiment are shown in Table 3 and the aspheric surface data are shown in Table 4 below.

TABLE 3								
2nd Embodiment								
f = 3.98 mm, Fno = 1.80, HFOV = 35.4 deg.								
Surface#		Curvature Radius		Thickness	Material	Index	Abbe #	Focal Length
0	Object	Plano		Infinity				
1	Ape. Stop	Plano		-0.415				
2	Lens 1	1.673	(ASP)	0.732	Plastic	1.544	55.9	3.32
3		18.815	(ASP)	0.078				
4	Lens 2	2.979	(ASP)	0.220	Plastic	1.650	21.4	-6.65
5		1.712	(ASP)	0.316				
6	Lens 3	7.614	(ASP)	0.406	Plastic	1.544	55.9	8.84
7		-12.829	(ASP)	0.131				
8	Lens 4	-13.333	(ASP)	0.233	Plastic	1.650	21.4	-18.53
9		125.000	(ASP)	0.141				
10	Lens 5	-3.550	(ASP)	0.280	Plastic	1.639	23.5	-11.85
11		-6.890	(ASP)	0.082				
12	Lens 6	2.189	(ASP)	0.524	Plastic	1.544	55.9	7.25
13		4.500	(ASP)	0.331				
14	Lens 7	2.852	(ASP)	0.539	Plastic	1.544	55.9	-6.43
15		1.466	(ASP)	0.400				
16	IR-cut filter	Plano		0.300	Glass	1.517	64.2	-
17		Plano		0.138				
18	Image	Plano		-				
Note: Reference wavelength is 587.6 nm (d-line).								

TABLE 4					
Aspheric Coefficients					
Surface #	2	3	4	5	6
k =	1.8100E-01	-2.5097E+01	-4.2213E+01	-1.7319E+01	-7.0734E+01
A4 =	1.2161E-03	-1.2617E-01	-1.5511E-01	1.1895E-01	-3.1231E-02
A6 =	-2.1059E-02	3.5794E-01	4.0395E-01	-2.3236E-01	-1.8346E-02
A8 =	4.9825E-02	-4.9464E-01	-5.1797E-01	4.9764E-01	2.9435E-02
A10 =	-6.6592E-02	3.8623E-01	3.8718E-01	-5.6017E-01	-5.0615E-02
A12 =	4.4266E-02	-1.5896E-01	-1.5285E-01	3.2592E-01	2.7953E-02
A14 =	-1.1917E-02	2.5457E-02	2.3777E-02	-6.5309E-02	-9.7137E-04

TABLE 3								
2nd Embodiment								
f = 3.98 mm, Fno = 1.80, HFOV = 35.4 deg.								
Surface#		Curvature Radius		Thickness	Material	Index	Abbe #	Focal Length
0	Object	Plano		Infinity				
1	Ape. Stop	Plano		-0.415				
2	Lens 1	1.673	(ASP)	0.732	Plastic	1.544	55.9	3.32
3		18.815	(ASP)	0.078				
4	Lens 2	2.979	(ASP)	0.220	Plastic	1.650	21.4	-6.65
5		1.712	(ASP)	0.316				
6	Lens 3	7.614	(ASP)	0.406	Plastic	1.544	55.9	8.84
7		-12.829	(ASP)	0.131				
8	Lens 4	-13.333	(ASP)	0.233	Plastic	1.650	21.4	-18.53
9		125.000	(ASP)	0.141				
10	Lens 5	-3.550	(ASP)	0.280	Plastic	1.639	23.5	-11.85
11		-6.890	(ASP)	0.082				
12	Lens 6	2.189	(ASP)	0.524	Plastic	1.544	55.9	7.25
13		4.500	(ASP)	0.331				
14	Lens 7	2.852	(ASP)	0.539	Plastic	1.544	55.9	-6.43
15		1.466	(ASP)	0.400				
16	IR-cut filter	Plano		0.300	Glass	1.517	64.2	-
17		Plano		0.138				
18	Image	Plano		-				
Note: Reference wavelength is 587.6 nm (d-line).								

TABLE 4					
Aspheric Coefficients					
Surface #	2	3	4	5	6
k =	1.8100E-01	-2.5097E+01	-4.2213E+01	-1.7319E+01	-7.0734E+01
A4 =	1.2161E-03	-1.2617E-01	-1.5511E-01	1.1895E-01	-3.1231E-02
A6 =	-2.1059E-02	3.5794E-01	4.0395E-01	-2.3236E-01	-1.8346E-02
A8 =	4.9825E-02	-4.9464E-01	-5.1797E-01	4.9764E-01	2.9435E-02
A10 =	-6.6592E-02	3.8623E-01	3.8718E-01	-5.6017E-01	-5.0615E-02
A12 =	4.4266E-02	-1.5896E-01	-1.5285E-01	3.2592E-01	2.7953E-02
A14 =	-1.1917E-02	2.5457E-02	2.3777E-02	-6.5309E-02	-9.7137E-04

Surface #	7	8	9	10	11
k =	-6.9565E+01	9.0000E+01	-9.0000E+01	1.8511E+00	-5.1790E+00
A4 =	-6.2345E-03	-2.7054E-02	-1.1638E-01	-5.4728E-02	-1.6881E-01
A6 =	-2.5900E-02	-1.9293E-02	1.2364E-01	2.3223E-01	2.6813E-01
A8 =	-1.2351E-02	-1.1986E-02	-1.1263E-01	-4.2344E-01	-3.0123E-01
A10 =	-6.3732E-03	2.5025E-03	-1.1900E-01	4.0113E-01	2.1806E-01
A12 =	2.7261E-04	-5.4314E-04	3.0858E-01	-1.7134E-01	-8.0785E-02
A14 =	-	-	-2.0355E-01	2.4330E-02	1.1392E-02
A16 =	-	-	4.5152E-02	-	-
Surface #	12	13	14	15	
k =	-1.6684E+01	-8.6382E+01	-8.1998E-01	-1.5219E+00	
A4 =	-3.9615E-02	-2.1431E-03	-3.7628E-01	-2.8325E-01	
A6 =	3.8600E-02	8.5664E-03	1.9019E-01	1.6639E-01	
A8 =	-8.2939E-02	-2.6536E-02	-5.8449E-02	-7.5248E-02	
A10 =	5.0185E-02	1.1174E-02	1.3528E-02	2.2744E-02	
A12 =	-1.8395E-02	-1.7084E-03	-2.2724E-03	-4.1790E-03	
A14 =	3.1339E-03	8.4600E-05	2.3107E-04	4.1489E-04	
A16 =	-	-	-1.0270E-05	-1.6956E-05	

In the 2nd embodiment, the equation of the aspheric surface profiles of the aforementioned lens elements is the same as the equation of the 1st embodiment. Also, the definitions of these parameters shown in the following table are the same as those stated in the 1st embodiment with corresponding values for the 2nd embodiment, so an explanation in this regard will not be provided again.

Moreover, these parameters can be calculated from Table 3 and Table 4 as the following values and satisfy the following conditions:

2nd Embodiment			
f [mm]	3.98	(R13-R14)/(R13+R14)	0.32
Fno	1.80	|f1/f2|	0.50
HFOV [deg.]	35.4	f/f3	0.45
Nmax	1.650	|f1/f7|	0.52

Surface #	7	8	9	10	11
k =	-6.9565E+01	9.0000E+01	-9.0000E+01	1.8511E+00	-5.1790E+00
A4 =	-6.2345E-03	-2.7054E-02	-1.1638E-01	-5.4728E-02	-1.6881E-01
A6 =	-2.5900E-02	-1.9293E-02	1.2364E-01	2.3223E-01	2.6813E-01
A8 =	-1.2351E-02	-1.1986E-02	-1.1263E-01	-4.2344E-01	-3.0123E-01
A10 =	-6.3732E-03	2.5025E-03	-1.1900E-01	4.0113E-01	2.1806E-01
A12 =	2.7261E-04	-5.4314E-04	3.0858E-01	-1.7134E-01	-8.0785E-02
A14 =	-	-	-2.0355E-01	2.4330E-02	1.1392E-02
A16 =	-	-	4.5152E-02	-	-
Surface #	12	13	14	15	
k =	-1.6684E+01	-8.6382E+01	-8.1998E-01	-1.5219E+00	
A4 =	-3.9615E-02	-2.1431E-03	-3.7628E-01	-2.8325E-01	
A6 =	3.8600E-02	8.5664E-03	1.9019E-01	1.6639E-01	
A8 =	-8.2939E-02	-2.6536E-02	-5.8449E-02	-7.5248E-02	
A10 =	5.0185E-02	1.1174E-02	1.3528E-02	2.2744E-02	
A12 =	-1.8395E-02	-1.7084E-03	-2.2724E-03	-4.1790E-03	
A14 =	3.1339E-03	8.4600E-05	2.3107E-04	4.1489E-04	
A16 =	-	-	-1.0270E-05	-1.6956E-05	

In the 2nd embodiment, the equation of the aspheric surface profiles of the aforementioned lens elements is the same as the equation of the 1st embodiment. Also, the definitions of these parameters shown in the following table are the same as those stated in the 1st embodiment with corresponding values for the 2nd embodiment, so an explanation in this regard will not be provided again.

Moreover, these parameters can be calculated from Table 3 and Table 4 as the following values and satisfy the following conditions:

2nd Embodiment			
f [mm]	3.98	(R13-R14)/(R13+R14)	0.32
Fno	1.80	|f1/f2|	0.50
HFOV [deg.]	35.4	f/f3	0.45
Nmax	1.650	|f1/f7|	0.52

V2	21.4	|f/fj| max	1.20
CT1/CT2	3.33	f/EPD	1.80
T23/CT2	1.44	Yc62/Yc61	1.08
T23/T34	2.41	Yc62/Yc72	0.95
(T12/T23)+(T34/T45)+(T56/T67)	1.42	Yc72/f	0.28
R1/R2	0.09	ΣAT/ImgH	0.37
f/R6	-0.31	SD/TD	0.90
f/R12	0.88	TL/f	1.22
R14/f	0.37	TL/ImgH	1.67
(R11-R12)/(R11+R12)	-0.35		

3rd Embodiment

Fig. 5 is a schematic view of an image capturing unit according to the 3rd embodiment of the present disclosure. Fig. 6 shows, in order from left to right, spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 3rd embodiment. In Fig. 5, the image capturing unit includes the photographing optical lens assembly (its reference numeral is omitted) of the present disclosure and an image sensor 395. The photographing optical lens assembly includes, in order from an object side to an image side, an aperture stop 300, a first lens element 310, a second lens element 320, a third lens element 330, a fourth lens element 340, a fifth lens element 350, a sixth lens element 360, a seventh lens element 370, an IR-cut filter 380 and an image surface 390, wherein the photographing optical lens assembly has a total of seven non-cemented lens elements (310-370) with refractive power.

The first lens element 310 with positive refractive power has an object-side surface 311 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface

V2	21.4	|f/fj| max	1.20
CT1/CT2	3.33	f/EPD	1.80
T23/CT2	1.44	Yc62/Yc61	1.08
T23/T34	2.41	Yc62/Yc72	0.95
(T12/T23)+(T34/T45)+(T56/T67)	1.42	Yc72/f	0.28
R1/R2	0.09	ΣAT/ImgH	0.37
f/R6	-0.31	SD/TD	0.90
f/R12	0.88	TL/f	1.22
R14/f	0.37	TL/ImgH	1.67
(R11-R12)/(R11+R12)	-0.35		

3rd Embodiment

Fig. 5 is a schematic view of an image capturing unit according to the 3rd embodiment of the present disclosure. Fig. 6 shows, in order from left to right, spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 3rd embodiment. In Fig. 5, the image capturing unit includes the photographing optical lens assembly (its reference numeral is omitted) of the present disclosure and an image sensor 395. The photographing optical lens assembly includes, in order from an object side to an image side, an aperture stop 300, a first lens element 310, a second lens element 320, a third lens element 330, a fourth lens element 340, a fifth lens element 350, a sixth lens element 360, a seventh lens element 370, an IR-cut filter 380 and an image surface 390, wherein the photographing optical lens assembly has a total of seven non-cemented lens elements (310-370) with refractive power.

The first lens element 310 with positive refractive power has an object-side surface 311 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface

312 being concave in a paraxial region thereof. The first lens element 310 is made of plastic material and has the object-side surface 311 and the image-side surface 312 being both aspheric.

The second lens element 320 with negative refractive power has an object-side surface 321 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 322 being concave in a paraxial region thereof. The second lens element 320 is made of plastic material and has the object-side surface 321 and the image-side surface 322 being both aspheric.

The third lens element 330 with positive refractive power has an object-side surface 331 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 332 being concave in a paraxial region thereof. The third lens element 330 is made of plastic material and has the object-side surface 331 and the image-side surface 332 being both aspheric.

The fourth lens element 340 with negative refractive power has an object-side surface 341 being concave in a paraxial region thereof and an image-side surface 342 being concave in a paraxial region thereof. The fourth lens element 340 is made of plastic material and has the object-side surface 341 and the image-side surface 342 being both aspheric.

The fifth lens element 350 with positive refractive power has an object-side surface 351 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 352 being convex in a paraxial region thereof. The fifth lens element 350 is made of plastic material and has the object-side surface 351 and the image-side surface 352 being both aspheric.

312 being concave in a paraxial region thereof. The first lens element 310 is made of plastic material and has the object-side surface 311 and the image-side surface 312 being both aspheric.

The second lens element 320 with negative refractive power has an object-side surface 321 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 322 being concave in a paraxial region thereof. The second lens element 320 is made of plastic material and has the object-side surface 321 and the image-side surface 322 being both aspheric.

The third lens element 330 with positive refractive power has an object-side surface 331 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 332 being concave in a paraxial region thereof. The third lens element 330 is made of plastic material and has the object-side surface 331 and the image-side surface 332 being both aspheric.

The fourth lens element 340 with negative refractive power has an object-side surface 341 being concave in a paraxial region thereof and an image-side surface 342 being concave in a paraxial region thereof. The fourth lens element 340 is made of plastic material and has the object-side surface 341 and the image-side surface 342 being both aspheric.

The fifth lens element 350 with positive refractive power has an object-side surface 351 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 352 being convex in a paraxial region thereof. The fifth lens element 350 is made of plastic material and has the object-side surface 351 and the image-side surface 352 being both aspheric.

The sixth lens element 360 with positive refractive power has an object-side surface 361 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 362 being concave in a paraxial region thereof. The sixth lens element 360 is made of plastic material and has the object-side surface 361 and the image-side surface 362 being both aspheric. The image-side surface 362 of the sixth lens element 360 has at least one inflection point.

The seventh lens element 370 with negative refractive power has an object-side surface 371 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 372 being concave in a paraxial region thereof. The sixth lens element 370 is made of plastic material and has the object-side surface 371 and the image-side surface 372 being both aspheric. The image-side surface 372 of the seventh lens element 370 has at least one inflection point.

The IR-cut filter 380 is made of glass and located between the seventh lens element 370 and the image surface 390, and will not affect the focal length of the photographing optical lens assembly. The image sensor 395 is disposed on or near the image surface 390 of the photographing optical lens assembly.

The detailed optical data of the 3rd embodiment are shown in Table 5 and the aspheric surface data are shown in Table 6 below.

TABLE 5							
3rd Embodiment							
f = 3.65 mm, Fno = 1.90, HFOV = 37.9 deg.							
Surface#		Curvature Radius	Thickness	Material	Index	Abbe #	Focal Length
0	Object	Plano	Infinity				
1	Ape. Stop	Plano	-0.315				

The sixth lens element 360 with positive refractive power has an object-side surface 361 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 362 being concave in a paraxial region thereof. The sixth lens element 360 is made of plastic material and has the object-side surface 361 and the image-side surface 362 being both aspheric. The image-side surface 362 of the sixth lens element 360 has at least one inflection point.

The seventh lens element 370 with negative refractive power has an object-side surface 371 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 372 being concave in a paraxial region thereof. The sixth lens element 370 is made of plastic material and has the object-side surface 371 and the image-side surface 372 being both aspheric. The image-side surface 372 of the seventh lens element 370 has at least one inflection point.

The IR-cut filter 380 is made of glass and located between the seventh lens element 370 and the image surface 390, and will not affect the focal length of the photographing optical lens assembly. The image sensor 395 is disposed on or near the image surface 390 of the photographing optical lens assembly.

The detailed optical data of the 3rd embodiment are shown in Table 5 and the aspheric surface data are shown in Table 6 below.

TABLE 5							
3rd Embodiment							
f = 3.65 mm, Fno = 1.90, HFOV = 37.9 deg.							
Surface#		Curvature Radius	Thickness	Material	Index	Abbe #	Focal Length
0	Object	Plano	Infinity				
1	Ape. Stop	Plano	-0.315				

2	Lens 1	1.629	(ASP)	0.500	Plastic	1.544	55.9	3.36
3		13.484	(ASP)	0.077				
4	Lens 2	3.326	(ASP)	0.271	Plastic	1.650	21.4	-7.51
5		1.914	(ASP)	0.270				
6	Lens 3	6.139	(ASP)	0.393	Plastic	1.544	55.9	14.00
7		30.926	(ASP)	0.157				
8	Lens 4	-9.731	(ASP)	0.230	Plastic	1.650	21.4	-9.17
9		15.504	(ASP)	0.060				
10	Lens 5	8.375	(ASP)	0.420	Plastic	1.544	55.9	10.15
11		-15.944	(ASP)	0.149				
12	Lens 6	2.897	(ASP)	0.499	Plastic	1.544	55.9	15.39
13		4.161	(ASP)	0.211				
14	Lens 7	2.529	(ASP)	0.552	Plastic	1.544	55.9	-6.49
15		1.360	(ASP)	0.400				
16	IR-cut filter	Plano		0.300	Glass	1.517	64.2	-
17		Plano		0.139				
18	Image	Plano		-				
Note: Reference wavelength is 587.6 nm (d-line).								

TABLE 6

Aspheric Coefficients

Surface #	2	3	4	5	6
k =	2.0179E-01	4.0042E+01	-3.6055E+01	-1.9011E+01	-5.0000E+01
A4 =	-1.6154E-03	-1.2601E-01	-1.3594E-01	1.2763E-01	-7.1145E-02
A6 =	-1.2454E-02	3.5287E-01	4.1483E-01	-2.0795E-01	-5.6667E-03
A8 =	4.1966E-02	-4.7518E-01	-5.2444E-01	4.9453E-01	2.2018E-02
A10 =	-6.3923E-02	3.9330E-01	3.8071E-01	-5.7480E-01	-2.9138E-02
A12 =	5.5731E-02	-1.7583E-01	-1.5383E-01	3.2571E-01	5.7097E-02
A14 =	-1.4862E-02	3.0628E-02	1.2377E-02	-7.7776E-02	-4.6188E-02
Surface #	7	8	9	10	11
k =	-2.8582E+01	7.8411E+01	-3.3333E+01	-9.0000E+01	7.3877E+01
A4 =	-4.0830E-02	-1.3039E-02	-1.3719E-01	-1.3756E-01	-1.8656E-01
A6 =	-6.9467E-02	-1.2086E-02	1.3287E-01	2.4907E-01	2.6422E-01
A8 =	9.0966E-03	-4.7147E-02	-1.0724E-01	-4.2735E-01	-2.9683E-01
A10 =	-2.4870E-02	6.0740E-03	-1.2058E-01	3.9917E-01	2.1950E-01

2	Lens 1	1.629	(ASP)	0.500	Plastic	1.544	55.9	3.36
3		13.484	(ASP)	0.077				
4	Lens 2	3.326	(ASP)	0.271	Plastic	1.650	21.4	-7.51
5		1.914	(ASP)	0.270				
6	Lens 3	6.139	(ASP)	0.393	Plastic	1.544	55.9	14.00
7		30.926	(ASP)	0.157				
8	Lens 4	-9.731	(ASP)	0.230	Plastic	1.650	21.4	-9.17
9		15.504	(ASP)	0.060				
10	Lens 5	8.375	(ASP)	0.420	Plastic	1.544	55.9	10.15
11		-15.944	(ASP)	0.149				
12	Lens 6	2.897	(ASP)	0.499	Plastic	1.544	55.9	15.39
13		4.161	(ASP)	0.211				
14	Lens 7	2.529	(ASP)	0.552	Plastic	1.544	55.9	-6.49
15		1.360	(ASP)	0.400				
16	IR-cut filter	Plano		0.300	Glass	1.517	64.2	-
17		Plano		0.139				
18	Image	Plano		-				
Note: Reference wavelength is 587.6 nm (d-line).								

TABLE 6

Aspheric Coefficients

Surface #	2	3	4	5	6
k =	2.0179E-01	4.0042E+01	-3.6055E+01	-1.9011E+01	-5.0000E+01
A4 =	-1.6154E-03	-1.2601E-01	-1.3594E-01	1.2763E-01	-7.1145E-02
A6 =	-1.2454E-02	3.5287E-01	4.1483E-01	-2.0795E-01	-5.6667E-03
A8 =	4.1966E-02	-4.7518E-01	-5.2444E-01	4.9453E-01	2.2018E-02
A10 =	-6.3923E-02	3.9330E-01	3.8071E-01	-5.7480E-01	-2.9138E-02
A12 =	5.5731E-02	-1.7583E-01	-1.5383E-01	3.2571E-01	5.7097E-02
A14 =	-1.4862E-02	3.0628E-02	1.2377E-02	-7.7776E-02	-4.6188E-02
Surface #	7	8	9	10	11
k =	-2.8582E+01	7.8411E+01	-3.3333E+01	-9.0000E+01	7.3877E+01
A4 =	-4.0830E-02	-1.3039E-02	-1.3719E-01	-1.3756E-01	-1.8656E-01
A6 =	-6.9467E-02	-1.2086E-02	1.3287E-01	2.4907E-01	2.6422E-01
A8 =	9.0966E-03	-4.7147E-02	-1.0724E-01	-4.2735E-01	-2.9683E-01
A10 =	-2.4870E-02	6.0740E-03	-1.2058E-01	3.9917E-01	2.1950E-01

A12 =	2.4340E-03	7.6223E-03	3.0729E-01	-1.7010E-01	-8.0920E-02
A14 =	-5.8876E-12	1.1523E-11	-2.0217E-01	2.4518E-02	1.0993E-02
A16 =	-	-	4.5152E-02	-	-
Surface #	12	13	14	15	
k =	-2.7405E+01	-6.8048E+01	-8.7458E-01	-1.4766E+00	
A4 =	-6.7523E-02	-2.5490E-02	-3.8149E-01	-2.7976E-01	
A6 =	3.6482E-02	1.2104E-02	1.9095E-01	1.6707E-01	
A8 =	-8.0399E-02	-2.5924E-02	-5.8415E-02	-7.5493E-02	
A10 =	5.0870E-02	1.1109E-02	1.3524E-02	2.2766E-02	
A12 =	-1.8186E-02	-1.7220E-03	-2.2742E-03	-4.1806E-03	
A14 =	3.0474E-03	8.6956E-05	2.3093E-04	4.1462E-04	
A16 =	-	-	-1.0240E-05	-1.6890E-05	

In the 3rd embodiment, the equation of the aspheric surface profiles of the aforementioned lens elements is the same as the equation of the 1st embodiment. Also, the definitions of these parameters shown in the following table are the same as those stated in the 1st embodiment with corresponding values for the 3rd embodiment, so an explanation in this regard will not be provided again.

Moreover, these parameters can be calculated from Table 5 and Table 6 as the following values and satisfy the following conditions:

3rd Embodiment			
f [mm]	3.65	(R13-R14)/(R13+R14)	0.30
Fno	1.90	|f1/f2|	0.45
HFOV [deg.]	37.9	f/f3	0.26
Nmax	1.650	|f1/f7|	0.52
V2	21.4	|f/fj| max	1.09
CT1/CT2	1.85	f/EPD	1.90
T23/CT2	1.00	Yc62/Yc61	1.13
T23/T34	1.72	Yc62/Yc72	0.76
(T12/T23)+(T34/T45)+(T56/T67)	3.61	Yc72/f	0.33

A12 =	2.4340E-03	7.6223E-03	3.0729E-01	-1.7010E-01	-8.0920E-02
A14 =	-5.8876E-12	1.1523E-11	-2.0217E-01	2.4518E-02	1.0993E-02
A16 =	-	-	4.5152E-02	-	-
Surface #	12	13	14	15	
k =	-2.7405E+01	-6.8048E+01	-8.7458E-01	-1.4766E+00	
A4 =	-6.7523E-02	-2.5490E-02	-3.8149E-01	-2.7976E-01	
A6 =	3.6482E-02	1.2104E-02	1.9095E-01	1.6707E-01	
A8 =	-8.0399E-02	-2.5924E-02	-5.8415E-02	-7.5493E-02	
A10 =	5.0870E-02	1.1109E-02	1.3524E-02	2.2766E-02	
A12 =	-1.8186E-02	-1.7220E-03	-2.2742E-03	-4.1806E-03	
A14 =	3.0474E-03	8.6956E-05	2.3093E-04	4.1462E-04	
A16 =	-	-	-1.0240E-05	-1.6890E-05	

In the 3rd embodiment, the equation of the aspheric surface profiles of the aforementioned lens elements is the same as the equation of the 1st embodiment. Also, the definitions of these parameters shown in the following table are the same as those stated in the 1st embodiment with corresponding values for the 3rd embodiment, so an explanation in this regard will not be provided again.

Moreover, these parameters can be calculated from Table 5 and Table 6 as the following values and satisfy the following conditions:

3rd Embodiment			
f [mm]	3.65	(R13-R14)/(R13+R14)	0.30
Fno	1.90	|f1/f2|	0.45
HFOV [deg.]	37.9	f/f3	0.26
Nmax	1.650	|f1/f7|	0.52
V2	21.4	|f/fj| max	1.09
CT1/CT2	1.85	f/EPD	1.90
T23/CT2	1.00	Yc62/Yc61	1.13
T23/T34	1.72	Yc62/Yc72	0.76
(T12/T23)+(T34/T45)+(T56/T67)	3.61	Yc72/f	0.33

R1/R2	0.12	ΣAT/ImgH	0.32
f/R6	0.12	SD/TD	0.92
f/R12	0.88	TL/f	1.27
R14/f	0.37	TL/ImgH	1.60
(R11-R12)/(R11+R12)	-0.18		

4th Embodiment

Fig. 7 is a schematic view of an image capturing unit according to the 4th embodiment of the present disclosure. Fig. 8 shows, in order from left to right, spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 4th embodiment. In Fig. 7, the image capturing unit includes the photographing optical lens assembly (its reference numeral is omitted) of the present disclosure and an image sensor 495. The photographing optical lens assembly includes, in order from an object side to an image side, an aperture stop 400, a first lens element 410, a second lens element 420, a third lens element 430, a fourth lens element 440, a fifth lens element 450, a sixth lens element 460, a seventh lens element 470, an IR-cut filter 480 and an image surface 490, wherein the photographing optical lens assembly has a total of seven non-cemented lens elements (410-470) with refractive power.

The first lens element 410 with positive refractive power has an object-side surface 411 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 412 being concave in a paraxial region thereof. The first lens element 410 is made of plastic material and has the object-side surface 411 and the image-side surface 412 being both aspheric.

R1/R2	0.12	ΣAT/ImgH	0.32
f/R6	0.12	SD/TD	0.92
f/R12	0.88	TL/f	1.27
R14/f	0.37	TL/ImgH	1.60
(R11-R12)/(R11+R12)	-0.18		

4th Embodiment

Fig. 7 is a schematic view of an image capturing unit according to the 4th embodiment of the present disclosure. Fig. 8 shows, in order from left to right, spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 4th embodiment. In Fig. 7, the image capturing unit includes the photographing optical lens assembly (its reference numeral is omitted) of the present disclosure and an image sensor 495. The photographing optical lens assembly includes, in order from an object side to an image side, an aperture stop 400, a first lens element 410, a second lens element 420, a third lens element 430, a fourth lens element 440, a fifth lens element 450, a sixth lens element 460, a seventh lens element 470, an IR-cut filter 480 and an image surface 490, wherein the photographing optical lens assembly has a total of seven non-cemented lens elements (410-470) with refractive power.

The first lens element 410 with positive refractive power has an object-side surface 411 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 412 being concave in a paraxial region thereof. The first lens element 410 is made of plastic material and has the object-side surface 411 and the image-side surface 412 being both aspheric.

The second lens element 420 with negative refractive power has an object-side surface 421 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 422 being concave in a paraxial region thereof. The second lens element 420 is made of plastic material and has the object-side surface 421 and the image-side surface 422 being both aspheric.

The third lens element 430 with positive refractive power has an object-side surface 431 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 432 being concave in a paraxial region thereof. The third lens element 430 is made of plastic material and has the object-side surface 431 and the image-side surface 432 being both aspheric.

The fourth lens element 440 with negative refractive power has an object-side surface 441 being concave in a paraxial region thereof and an image-side surface 442 being convex in a paraxial region thereof. The fourth lens element 440 is made of plastic material and has the object-side surface 441 and the image-side surface 442 being both aspheric.

The fifth lens element 450 with negative refractive power has an object-side surface 451 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 452 being concave in a paraxial region thereof. The fifth lens element 450 is made of plastic material and has the object-side surface 451 and the image-side surface 452 being both aspheric.

The sixth lens element 460 with positive refractive power has an object-side surface 461 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 462 being concave in a paraxial region thereof. The sixth lens element 460 is made

The second lens element 420 with negative refractive power has an object-side surface 421 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 422 being concave in a paraxial region thereof. The second lens element 420 is made of plastic material and has the object-side surface 421 and the image-side surface 422 being both aspheric.

The third lens element 430 with positive refractive power has an object-side surface 431 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 432 being concave in a paraxial region thereof. The third lens element 430 is made of plastic material and has the object-side surface 431 and the image-side surface 432 being both aspheric.

The fourth lens element 440 with negative refractive power has an object-side surface 441 being concave in a paraxial region thereof and an image-side surface 442 being convex in a paraxial region thereof. The fourth lens element 440 is made of plastic material and has the object-side surface 441 and the image-side surface 442 being both aspheric.

The fifth lens element 450 with negative refractive power has an object-side surface 451 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 452 being concave in a paraxial region thereof. The fifth lens element 450 is made of plastic material and has the object-side surface 451 and the image-side surface 452 being both aspheric.

The sixth lens element 460 with positive refractive power has an object-side surface 461 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 462 being concave in a paraxial region thereof. The sixth lens element 460 is made

of plastic material and has the object-side surface 461 and the image-side surface 462 being both aspheric. The image-side surface 462 of the sixth lens element 460 has at least one inflection point.

The seventh lens element 470 with negative refractive power has an object-side surface 471 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 472 being concave in a paraxial region thereof. The sixth lens element 470 is made of plastic material and has the object-side surface 471 and the image-side surface 472 being both aspheric. The image-side surface 472 of the seventh lens element 470 has at least one inflection point.

The IR-cut filter 480 is made of glass and located between the seventh lens element 470 and the image surface 490, and will not affect the focal length of the photographing optical lens assembly. The image sensor 495 is disposed on or near the image surface 490 of the photographing optical lens assembly.

The detailed optical data of the 4th embodiment are shown in Table 7 and the aspheric surface data are shown in Table 8 below.

TABLE 7

4th Embodiment

f = 3.66 mm, Fno = 2.00, HFOV = 37.6 deg.

Surface#		Curvature Radius		Thickness	Material	Index	Abbe #	Focal Length
0	Object	Plano		Infinity				
1	Ape. Stop	Plano		-0.321				
2	Lens 1	1.454	(ASP)	0.500	Plastic	1.544	55.9	3.15
3		8.355	(ASP)	0.079				
4	Lens 2	2.920	(ASP)	0.166	Plastic	1.650	21.4	-7.83
5		1.814	(ASP)	0.254				
6	Lens 3	8.485	(ASP)	0.320	Plastic	1.544	55.9	19.57

of plastic material and has the object-side surface 461 and the image-side surface 462 being both aspheric. The image-side surface 462 of the sixth lens element 460 has at least one inflection point.

The seventh lens element 470 with negative refractive power has an object-side surface 471 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 472 being concave in a paraxial region thereof. The sixth lens element 470 is made of plastic material and has the object-side surface 471 and the image-side surface 472 being both aspheric. The image-side surface 472 of the seventh lens element 470 has at least one inflection point.

The IR-cut filter 480 is made of glass and located between the seventh lens element 470 and the image surface 490, and will not affect the focal length of the photographing optical lens assembly. The image sensor 495 is disposed on or near the image surface 490 of the photographing optical lens assembly.

The detailed optical data of the 4th embodiment are shown in Table 7 and the aspheric surface data are shown in Table 8 below.

TABLE 7

4th Embodiment

f = 3.66 mm, Fno = 2.00, HFOV = 37.6 deg.

Surface#		Curvature Radius		Thickness	Material	Index	Abbe #	Focal Length
0	Object	Plano		Infinity				
1	Ape. Stop	Plano		-0.321				
2	Lens 1	1.454	(ASP)	0.500	Plastic	1.544	55.9	3.15
3		8.355	(ASP)	0.079				
4	Lens 2	2.920	(ASP)	0.166	Plastic	1.650	21.4	-7.83
5		1.814	(ASP)	0.254				
6	Lens 3	8.485	(ASP)	0.320	Plastic	1.544	55.9	19.57

7		41.177	(ASP)	0.152				
8	Lens 4	-8.900	(ASP)	0.230	Plastic	1.650	21.4	-17.96
9		-37.880	(ASP)	0.069				
10	Lens 5	3.720	(ASP)	0.280	Plastic	1.650	21.4	-24.38
11		2.923	(ASP)	0.246				
12	Lens 6	2.284	(ASP)	0.490	Plastic	1.544	55.9	8.12
13		4.372	(ASP)	0.291				
14	Lens 7	2.176	(ASP)	0.530	Plastic	1.535	55.7	-8.08
15		1.324	(ASP)	0.400				
16	IR-cut filter	Plano		0.300	Glass	1.517	64.2	-
17		Plano		0.138				
18	Image	Plano		-				
Note: Reference wavelength is 587.6 nm (d-line).								

TABLE 8

Aspheric Coefficients

Surface #	2	3	4	5	6
k =	1.9505E-01	2.0741E+01	-4.6124E+01	-2.1269E+01	5.2858E+00
A4 =	-2.2156E-03	-1.2598E-01	-1.3019E-01	1.3082E-01	-6.8701E-02
A6 =	-1.2443E-02	3.4058E-01	4.2228E-01	-1.8193E-01	-1.5778E-02
A8 =	3.6453E-02	-4.8528E-01	-5.2414E-01	5.0362E-01	1.4729E-02
A10 =	-6.6713E-02	3.9206E-01	3.7918E-01	-5.8488E-01	-2.1419E-02
A12 =	5.3092E-02	-1.7039E-01	-1.4705E-01	3.2088E-01	6.4515E-02
A14 =	-1.6996E-02	3.4459E-02	3.3003E-02	-3.0998E-02	-5.9778E-02
Surface #	7	8	9	10	11
k =	8.5464E+01	7.8986E+01	9.0000E+01	-7.4189E+01	-3.4802E+01
A4 =	-4.4126E-02	-3.3229E-02	-1.2754E-01	-1.5997E-01	-1.8448E-01
A6 =	-4.8248E-02	1.1723E-02	1.2914E-01	2.5331E-01	2.4939E-01
A8 =	9.5743E-03	-6.1279E-02	-1.0206E-01	-4.3556E-01	-3.0052E-01
A10 =	-5.0046E-02	5.0433E-03	-1.1796E-01	3.9694E-01	2.1924E-01
A12 =	1.0606E-02	1.0062E-02	3.0849E-01	-1.6929E-01	-8.0748E-02
A14 =	1.0691E-11	6.6539E-12	-2.0052E-01	2.4321E-02	1.1196E-02
A16 =	-	-	4.5152E-02	-2.9257E-10	6.2381E-05
Surface #	12	13	14	15	
k =	-1.3809E+01	-9.0000E+01	-1.7163E+00	-2.0663E+00	

7		41.177	(ASP)	0.152				
8	Lens 4	-8.900	(ASP)	0.230	Plastic	1.650	21.4	-17.96
9		-37.880	(ASP)	0.069				
10	Lens 5	3.720	(ASP)	0.280	Plastic	1.650	21.4	-24.38
11		2.923	(ASP)	0.246				
12	Lens 6	2.284	(ASP)	0.490	Plastic	1.544	55.9	8.12
13		4.372	(ASP)	0.291				
14	Lens 7	2.176	(ASP)	0.530	Plastic	1.535	55.7	-8.08
15		1.324	(ASP)	0.400				
16	IR-cut filter	Plano		0.300	Glass	1.517	64.2	-
17		Plano		0.138				
18	Image	Plano		-				
Note: Reference wavelength is 587.6 nm (d-line).								

TABLE 8

Aspheric Coefficients

Surface #	2	3	4	5	6
k =	1.9505E-01	2.0741E+01	-4.6124E+01	-2.1269E+01	5.2858E+00
A4 =	-2.2156E-03	-1.2598E-01	-1.3019E-01	1.3082E-01	-6.8701E-02
A6 =	-1.2443E-02	3.4058E-01	4.2228E-01	-1.8193E-01	-1.5778E-02
A8 =	3.6453E-02	-4.8528E-01	-5.2414E-01	5.0362E-01	1.4729E-02
A10 =	-6.6713E-02	3.9206E-01	3.7918E-01	-5.8488E-01	-2.1419E-02
A12 =	5.3092E-02	-1.7039E-01	-1.4705E-01	3.2088E-01	6.4515E-02
A14 =	-1.6996E-02	3.4459E-02	3.3003E-02	-3.0998E-02	-5.9778E-02
Surface #	7	8	9	10	11
k =	8.5464E+01	7.8986E+01	9.0000E+01	-7.4189E+01	-3.4802E+01
A4 =	-4.4126E-02	-3.3229E-02	-1.2754E-01	-1.5997E-01	-1.8448E-01
A6 =	-4.8248E-02	1.1723E-02	1.2914E-01	2.5331E-01	2.4939E-01
A8 =	9.5743E-03	-6.1279E-02	-1.0206E-01	-4.3556E-01	-3.0052E-01
A10 =	-5.0046E-02	5.0433E-03	-1.1796E-01	3.9694E-01	2.1924E-01
A12 =	1.0606E-02	1.0062E-02	3.0849E-01	-1.6929E-01	-8.0748E-02
A14 =	1.0691E-11	6.6539E-12	-2.0052E-01	2.4321E-02	1.1196E-02
A16 =	-	-	4.5152E-02	-2.9257E-10	6.2381E-05
Surface #	12	13	14	15	
k =	-1.3809E+01	-9.0000E+01	-1.7163E+00	-2.0663E+00	

A4 =	-6.0019E-02	-2.2468E-02	-3.8527E-01	-2.6819E-01	
A6 =	3.6832E-02	9.7575E-03	1.9159E-01	1.6462E-01	
A8 =	-8.2611E-02	-2.5500E-02	-5.8391E-02	-7.5541E-02	
A10 =	5.0950E-02	1.1145E-02	1.3522E-02	2.2794E-02	
A12 =	-1.8032E-02	-1.7265E-03	-2.2749E-03	-4.1793E-03	
A14 =	3.0605E-03	8.3296E-05	2.3095E-04	4.1443E-04	
A16 =	-	-	-1.0190E-05	-1.6902E-05	

In the 4th embodiment, the equation of the aspheric surface profiles of the aforementioned lens elements is the same as the equation of the 1st embodiment. Also, the definitions of these parameters shown in the following table are the same as those stated in the 1st embodiment with corresponding values for the 4th embodiment, so an explanation in this regard will not be provided again.

Moreover, these parameters can be calculated from Table 7 and Table 8 as the following values and satisfy the following conditions:

4th Embodiment			
f [mm]	3.66	(R13-R14)/(R13+R14)	0.24
Fno	2.00	|f1/f2|	0.40
HFOV [deg.]	37.6	f/f3	0.19
Nmax	1.650	|f1/f7|	0.39
V2	21.4	|f/fj| max	1.16
CT1/CT2	3.01	f/EPD	2.00
T23/CT2	1.53	Yc62/Yc61	1.00
T23/T34	1.67	Yc62/Yc72	0.79
(T12/T23)+(T34/T45)+(T56/T67)	3.36	Yc72/f	0.31
R1/R2	0.17	ΣAT/ImgH	0.38
f/R6	0.09	SD/TD	0.91
f/R12	0.84	TL/f	1.22
R14/f	0.36	TL/ImgH	1.53
(R11-R12)/(R11+R12)	-0.31		

A4 =	-6.0019E-02	-2.2468E-02	-3.8527E-01	-2.6819E-01	
A6 =	3.6832E-02	9.7575E-03	1.9159E-01	1.6462E-01	
A8 =	-8.2611E-02	-2.5500E-02	-5.8391E-02	-7.5541E-02	
A10 =	5.0950E-02	1.1145E-02	1.3522E-02	2.2794E-02	
A12 =	-1.8032E-02	-1.7265E-03	-2.2749E-03	-4.1793E-03	
A14 =	3.0605E-03	8.3296E-05	2.3095E-04	4.1443E-04	
A16 =	-	-	-1.0190E-05	-1.6902E-05	

In the 4th embodiment, the equation of the aspheric surface profiles of the aforementioned lens elements is the same as the equation of the 1st embodiment. Also, the definitions of these parameters shown in the following table are the same as those stated in the 1st embodiment with corresponding values for the 4th embodiment, so an explanation in this regard will not be provided again.

Moreover, these parameters can be calculated from Table 7 and Table 8 as the following values and satisfy the following conditions:

4th Embodiment			
f [mm]	3.66	(R13-R14)/(R13+R14)	0.24
Fno	2.00	|f1/f2|	0.40
HFOV [deg.]	37.6	f/f3	0.19
Nmax	1.650	|f1/f7|	0.39
V2	21.4	|f/fj| max	1.16
CT1/CT2	3.01	f/EPD	2.00
T23/CT2	1.53	Yc62/Yc61	1.00
T23/T34	1.67	Yc62/Yc72	0.79
(T12/T23)+(T34/T45)+(T56/T67)	3.36	Yc72/f	0.31
R1/R2	0.17	ΣAT/ImgH	0.38
f/R6	0.09	SD/TD	0.91
f/R12	0.84	TL/f	1.22
R14/f	0.36	TL/ImgH	1.53
(R11-R12)/(R11+R12)	-0.31		

5th Embodiment

Fig. 9 is a schematic view of an image capturing unit according to the 5th embodiment of the present disclosure. Fig. 10 shows, in order from left to right, spherical aberration curves, astigmatic field curves and a distortion curve of the image capturing unit according to the 5th embodiment. In Fig. 9, the image capturing unit includes the photographing optical lens assembly (its reference numeral is omitted) of the present disclosure and an image sensor 595. The photographing optical lens assembly includes, in order from an object side to an image side, an aperture stop 500, a first lens element 510, a second lens element 520, a third lens element 530, a fourth lens element 540, a fifth lens element 550, a sixth lens element 560, a seventh lens element 570, an IR-cut filter 580 and an image surface 590, wherein the photographing optical lens assembly has a total of seven non-cemented lens elements (510-570) with refractive power.

The first lens element 510 with positive refractive power has an object-side surface 511 being convex in a paraxial region thereof and an image-side surface 512 being concave in a paraxial region thereof. The first lens element 510 is made of plastic material and has the object-side surface 511 and the image-side surface 512 being both aspheric.

The second lens element 520 with negative refractive power has an object-side surface 521 being concave in a paraxial region thereof and an image-side surface 522 being concave in a paraxial region thereof. The second lens element 520 is made of plastic material and has the object-side surface 521 and the image-side surface 522 being both aspheric.

CLAIMS

What is claimed is:

1. A photographing optical lens assembly comprising, in order from an object side to an image side:

a first lens element having positive refractive power;

a second lens element having refractive power;

a third lens element having refractive power;

a fourth lens element having refractive power;

a fifth lens element having refractive power;

a sixth lens element with refractive power having an image-side surface being concave in a paraxial region thereof, wherein both of an object-side surface and the image-side surface of the sixth lens element are aspheric, and the image-side surface of the sixth lens element has at least one inflection point; and

a seventh lens element with refractive power having an image-side surface being concave in a paraxial region thereof, wherein both of an object-side surface and the image-side surface of the seventh lens element are aspheric, and the image-side surface of the seventh lens element has at least one inflection point;

wherein a vertical distance between a non-axial critical point on the image-side surface of the seventh lens element and an optical axis is Yc72, a focal length of the photographing optical lens assembly is f, a focal length of the first lens element is f1, a focal length of the seventh lens element is f7, and the following conditions are satisfied:

$0.1 < Yc72/f < 0.9$; and

CLAIMS

What is claimed is:

1. A photographing optical lens assembly comprising, in order from an object side to an image side:

a first lens element having positive refractive power;

a second lens element having refractive power;

a third lens element having refractive power;

a fourth lens element having refractive power;

a fifth lens element having refractive power;

a sixth lens element with refractive power having an image-side surface being concave in a paraxial region thereof, wherein both of an object-side surface and the image-side surface of the sixth lens element are aspheric, and the image-side surface of the sixth lens element has at least one inflection point; and

a seventh lens element with refractive power having an image-side surface being concave in a paraxial region thereof, wherein both of an object-side surface and the image-side surface of the seventh lens element are aspheric, and the image-side surface of the seventh lens element has at least one inflection point;

wherein a vertical distance between a non-axial critical point on the image-side surface of the seventh lens element and an optical axis is Yc72, a focal length of the photographing optical lens assembly is f, a focal length of the first lens element is f1, a focal length of the seventh lens element is f7, and the following conditions are satisfied:

$0.1 < Yc72/f < 0.9$; and

$|f1/f7| < 3.0$.

2. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein the object-side surface of the sixth lens element is convex in a paraxial region thereof.

3. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein the second lens element has negative refractive power.

4. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein the fifth lens element has an object-side surface being concave in a paraxial region thereof.

5. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein the object-side surface of the seventh lens element is convex in a paraxial region thereof.

6. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein the third lens element has positive refractive power.

7. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein the fourth lens element has positive refractive power.

8. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein at least three lens elements have positive refractive power among the first lens element,

$|f1/f7| < 3.0$.

2. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein the object-side surface of the sixth lens element is convex in a paraxial region thereof.

3. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein the second lens element has negative refractive power.

4. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein the fifth lens element has an object-side surface being concave in a paraxial region thereof.

5. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein the object-side surface of the seventh lens element is convex in a paraxial region thereof.

6. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein the third lens element has positive refractive power.

7. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein the fourth lens element has positive refractive power.

8. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein at least three lens elements have positive refractive power among the first lens element,

the second lens element, the third lens element, the fourth lens element, the fifth lens element, the sixth lens element and the seventh lens element, the focal length of the photographing optical lens assembly is f, a curvature radius of the image-side surface of the seventh lens element is R14, and the following condition is satisfied:

$0 < R14/f < 0.7$.

9. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein the focal length of the photographing optical lens assembly is f, a curvature radius of the image-side surface of the sixth lens element is R12, and the following condition is satisfied:

$0 < f/R12 < 5.0$.

10. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein the seventh lens element has negative refractive power.

11. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein a curvature radius of the object-side surface of the seventh lens element is R13, a curvature radius of the image-side surface of the seventh lens element is R14, and the following condition is satisfied:

$0 < (R13-R14)/(R13+R14) < 1.5$.

the second lens element, the third lens element, the fourth lens element, the fifth lens element, the sixth lens element and the seventh lens element, the focal length of the photographing optical lens assembly is f, a curvature radius of the image-side surface of the seventh lens element is R14, and the following condition is satisfied:

$0 < R14/f < 0.7$.

9. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein the focal length of the photographing optical lens assembly is f, a curvature radius of the image-side surface of the sixth lens element is R12, and the following condition is satisfied:

$0 < f/R12 < 5.0$.

10. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein the seventh lens element has negative refractive power.

11. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein a curvature radius of the object-side surface of the seventh lens element is R13, a curvature radius of the image-side surface of the seventh lens element is R14, and the following condition is satisfied:

$0 < (R13-R14)/(R13+R14) < 1.5$.

12. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein a sum of axial distances between any two lens elements adjacent to each other is ΣAT, a maximum image height of the photographing optical lens assembly is ImgH, and the following condition is satisfied:

$0.20 < \Sigma AT/ImgH < 0.60$.

13. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein both of an object-side surface and an image-side surface of the first lens element are aspheric, both of an object-side surface and an image-side surface of the second lens element are aspheric, both of an object-side surface and an image-side surface of the third lens element are aspheric, both of an object-side surface and an image-side surface of the fourth lens element are aspheric, both of an object-side surface and an image-side surface of the fifth lens element are aspheric, an axial distance between the object-side surface of the first lens element and an image surface is TL, the focal length of the photographing optical lens assembly is f, and the following condition is satisfied:

$0.80 < TL/f < 1.80$.

14. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein a maximum refractive index of one single lens element among the first lens element, the second lens element, the third lens element, the fourth lens element, the fifth lens element, the sixth lens element and the seventh lens element is Nmax, and the following condition is satisfied:

12. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein a sum of axial distances between any two lens elements adjacent to each other is ΣAT, a maximum image height of the photographing optical lens assembly is ImgH, and the following condition is satisfied:

$0.20 < \Sigma AT/ImgH < 0.60$.

13. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein both of an object-side surface and an image-side surface of the first lens element are aspheric, both of an object-side surface and an image-side surface of the second lens element are aspheric, both of an object-side surface and an image-side surface of the third lens element are aspheric, both of an object-side surface and an image-side surface of the fourth lens element are aspheric, both of an object-side surface and an image-side surface of the fifth lens element are aspheric, an axial distance between the object-side surface of the first lens element and an image surface is TL, the focal length of the photographing optical lens assembly is f, and the following condition is satisfied:

$0.80 < TL/f < 1.80$.

14. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein a maximum refractive index of one single lens element among the first lens element, the second lens element, the third lens element, the fourth lens element, the fifth lens element, the sixth lens element and the seventh lens element is Nmax, and the following condition is satisfied:

$1.640 \leq Nmax < 1.750$.

15. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein an Abbe number of the second lens element is V2, and the following condition is satisfied:

$V2 < 26.0$.

16. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein a vertical distance between a non-axial critical point on the image-side surface of the sixth lens element and an optical axis is Yc62, the vertical distance between a non-axial critical point on the image-side surface of the seventh lens element and the optical axis is Yc72, and the following condition is satisfied:

$0.5 < Yc62/Yc72 < 1.5$.

17. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein the focal length of the photographing optical lens assembly is f, and the following condition is satisfied:

$3.0[mm] < f < 6.5[mm]$.

18. The photographing optical lens assembly of claim 1, further comprising a stop, wherein an axial distance between the stop and the image-side surface of the seventh lens element is SD, an axial distance between an object-side surface of the first lens element and the image-side surface of the seventh lens element is TD, and the following condition is satisfied:

$1.640 \leq Nmax < 1.750$.

15. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein an Abbe number of the second lens element is V2, and the following condition is satisfied:

$V2 < 26.0$.

16. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein a vertical distance between a non-axial critical point on the image-side surface of the sixth lens element and an optical axis is Yc62, the vertical distance between a non-axial critical point on the image-side surface of the seventh lens element and the optical axis is Yc72, and the following condition is satisfied:

$0.5 < Yc62/Yc72 < 1.5$.

17. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein the focal length of the photographing optical lens assembly is f, and the following condition is satisfied:

$3.0[mm] < f < 6.5[mm]$.

18. The photographing optical lens assembly of claim 1, further comprising a stop, wherein an axial distance between the stop and the image-side surface of the seventh lens element is SD, an axial distance between an object-side surface of the first lens element and the image-side surface of the seventh lens element is TD, and the following condition is satisfied:

0.75 < SD/TD < 1.1.

19. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein a curvature radius of an object-side surface of the first lens element is R1, a curvature radius of an image-side surface of the first lens element is R2, and the following condition is satisfied:

-0.2 < R1/R2 < 0.2.

20. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein the focal length of the photographing optical lens assembly is f, an entrance pupil diameter of the photographing optical lens assembly is EPD, half of a maximal field of view of the photographing optical lens assembly is HFOV, and the following conditions are satisfied:

1.2 < f/EPD < 2.6; and

15[deg.] < HFOV < 45[deg.].

21. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein a central thickness of the first lens element is CT1, a central thickness of the second lens element is CT2, an axial distance between the second lens element and the third lens element is T23, an axial distance between the third lens element and the fourth lens element is T34, and the following conditions are satisfied:

1.0 < CT1/CT2 < 5.5; and

0.5 < T23/T34 < 4.5.

0.75 < SD/TD < 1.1.

19. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein a curvature radius of an object-side surface of the first lens element is R1, a curvature radius of an image-side surface of the first lens element is R2, and the following condition is satisfied:

-0.2 < R1/R2 < 0.2.

20. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein the focal length of the photographing optical lens assembly is f, an entrance pupil diameter of the photographing optical lens assembly is EPD, half of a maximal field of view of the photographing optical lens assembly is HFOV, and the following conditions are satisfied:

1.2 < f/EPD < 2.6; and

15[deg.] < HFOV < 45[deg.].

21. The photographing optical lens assembly of claim 1, wherein a central thickness of the first lens element is CT1, a central thickness of the second lens element is CT2, an axial distance between the second lens element and the third lens element is T23, an axial distance between the third lens element and the fourth lens element is T34, and the following conditions are satisfied:

1.0 < CT1/CT2 < 5.5; and

0.5 < T23/T34 < 4.5.

ABSTRACT

A photographing optical lens assembly includes, in order from object side to image side, a first lens element, a second lens element, a third lens element, a fourth lens element, a fifth lens element, a sixth lens element and a seventh lens element. The first lens element has positive refractive power. The second, third, fourth and fifth lens elements have refractive power. The sixth lens element with refractive power has an image-side surface being concave in a paraxial region, wherein an object-side surface and the image-side surface of the sixth lens element are both aspheric, and the image-side surface has at least one inflection point. The seventh lens element with refractive power has an image-side surface being concave in a paraxial region, wherein an object-side surface and the image-side surface of the seventh lens element are both aspheric, and the image-side surface has at least one inflection point.

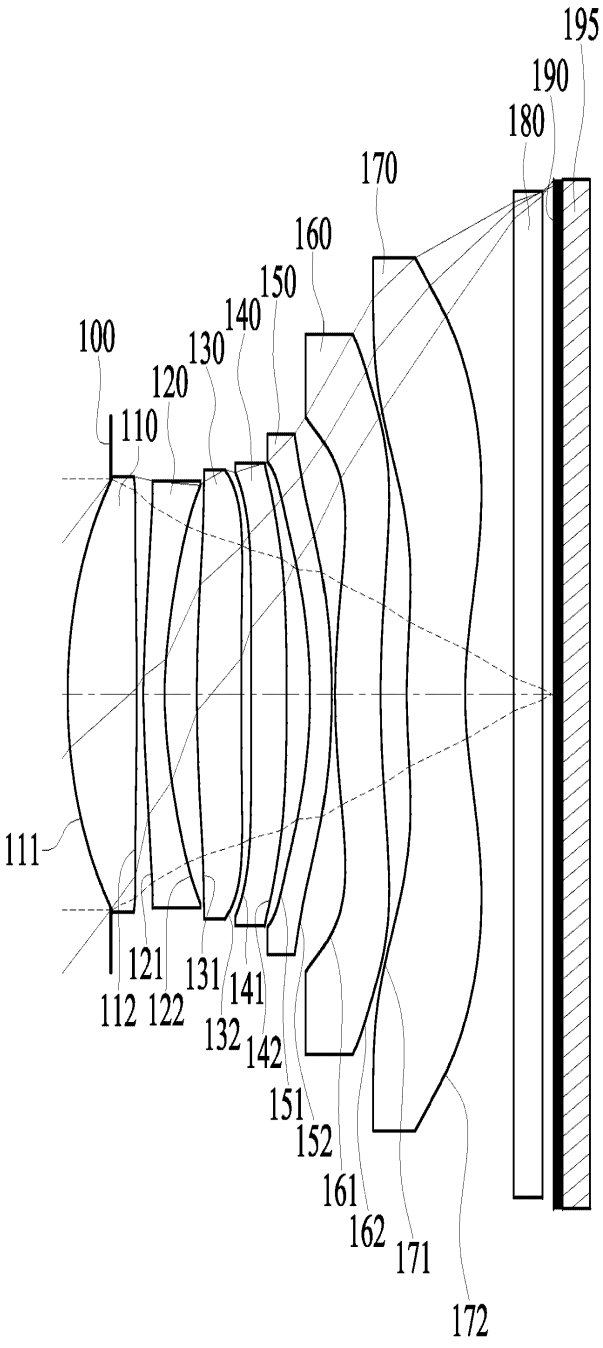

195
190
180
170
160
150
140
130
120
110
100
111
121
131
141
112
122
132
142
151
152
161
162
171
172

FIG.1

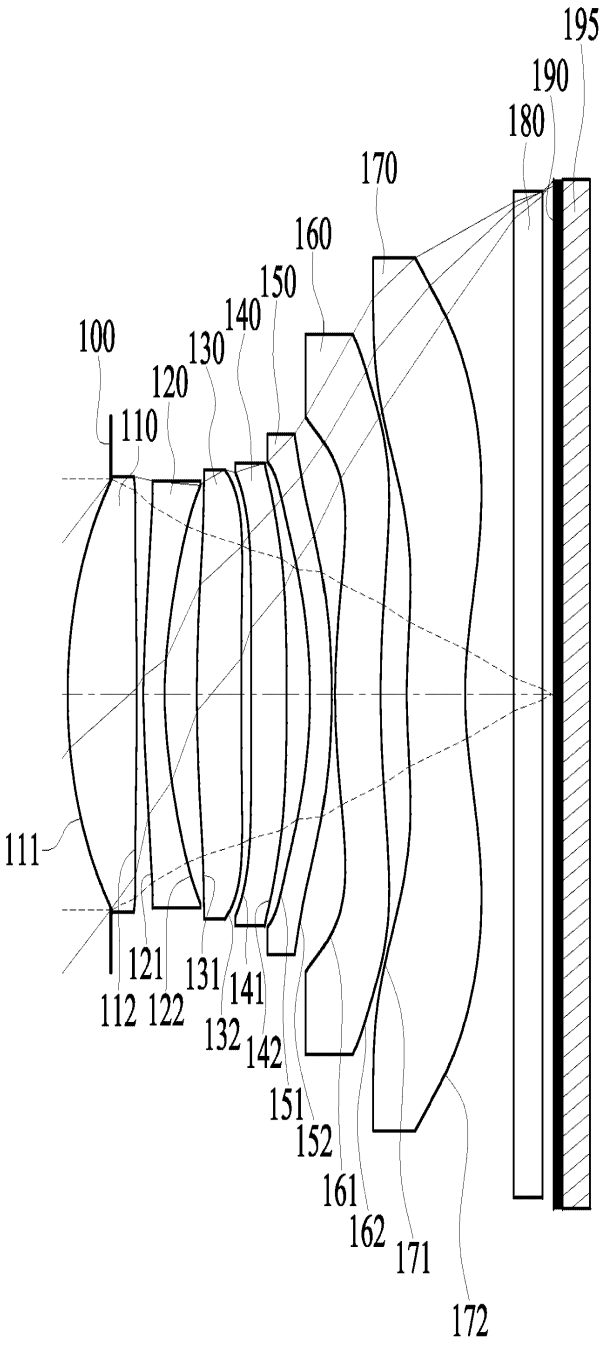

195
190
180
170
160
150
140
130
120
110
100
111
121
131
141
112
122
132
142
151
152
161
162
171
172

FIG.1

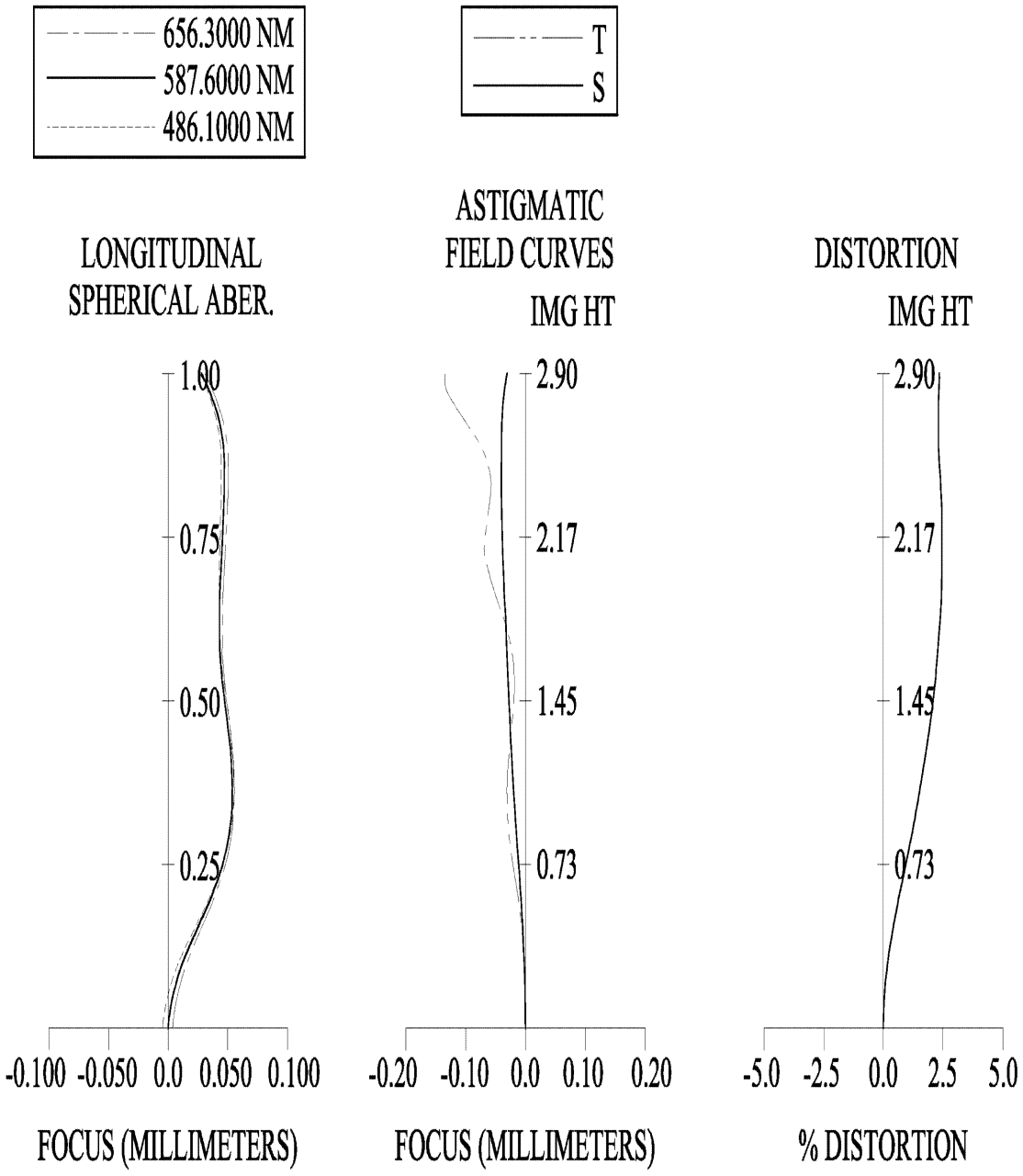

656.3000 NM
587.6000 NM
486.1000 NM
T
S
LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.
ASTIGMATIC
FIELD CURVES
IMG HT
DISTORTION
IMG HT
1.00
0.75
0.50
0.25
2.90
2.17
1.45
0.73
2.90
2.17
1.45
0.73
-0.100 -0.050 0.0 0.050 0.100
-0.20 -0.10 0.0 0.10 0.20
-5.0 -2.5 0.0 2.5 5.0
FOCUS (MILLIMETERS)
FOCUS (MILLIMETERS)
% DISTORTION

FIG.2

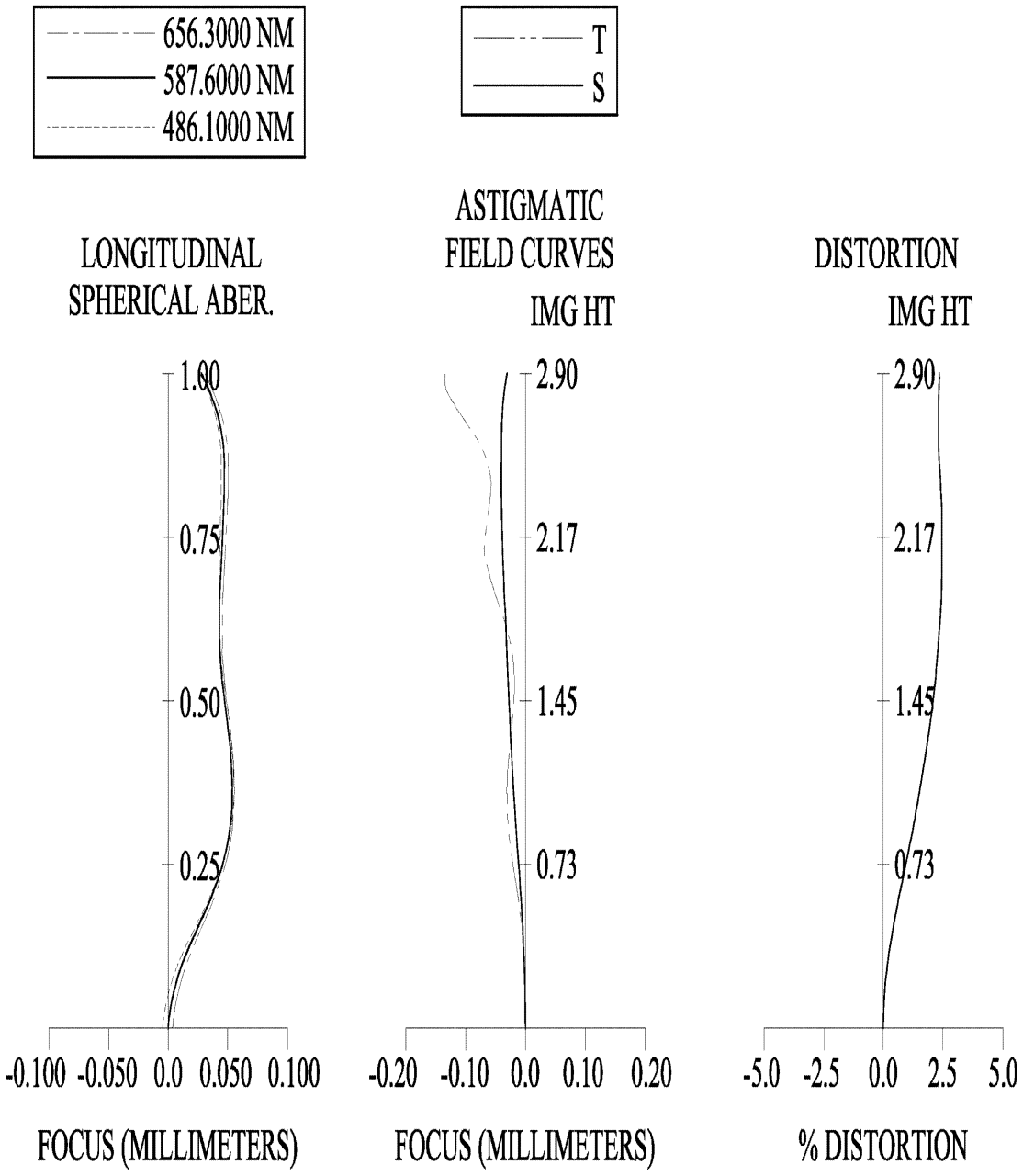

656.3000 NM
587.6000 NM
486.1000 NM
T
S
LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.
ASTIGMATIC
FIELD CURVES
IMG HT
DISTORTION
IMG HT
1.00
0.75
0.50
0.25
2.90
2.17
1.45
0.73
2.90
2.17
1.45
0.73
-0.100 -0.050 0.0 0.050 0.100
-0.20 -0.10 0.0 0.10 0.20
-5.0 -2.5 0.0 2.5 5.0
FOCUS (MILLIMETERS)
FOCUS (MILLIMETERS)
% DISTORTION

FIG.2

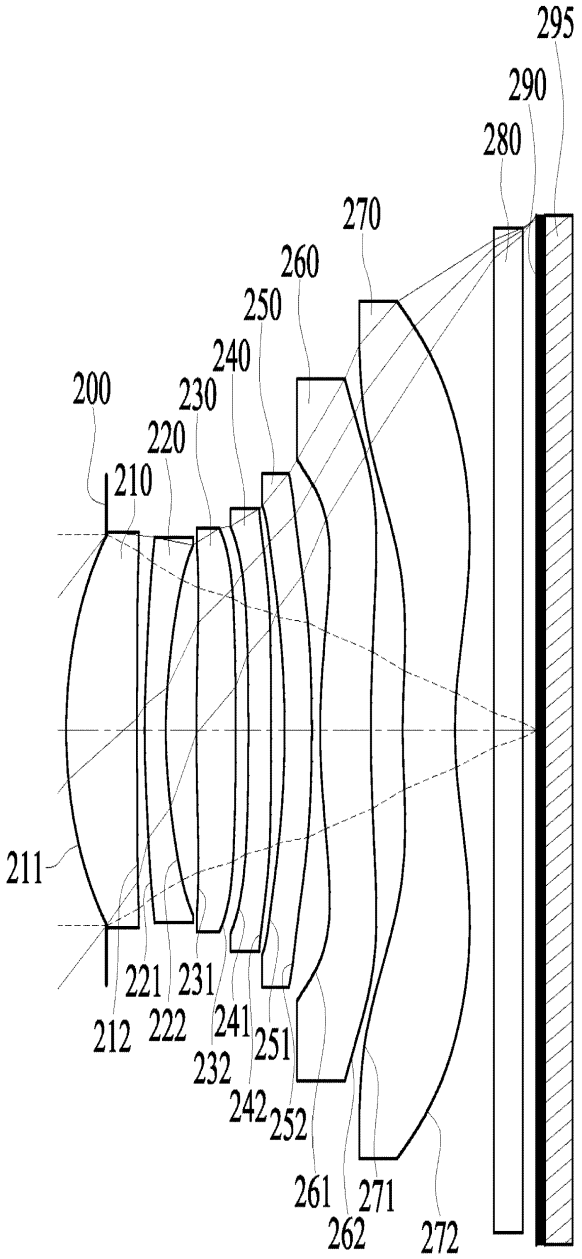

295
290
280
270
260
250
240
230
220
200
210
211
221
231
212
222
241
251
232
242
252
261
271
262
272

FIG.3

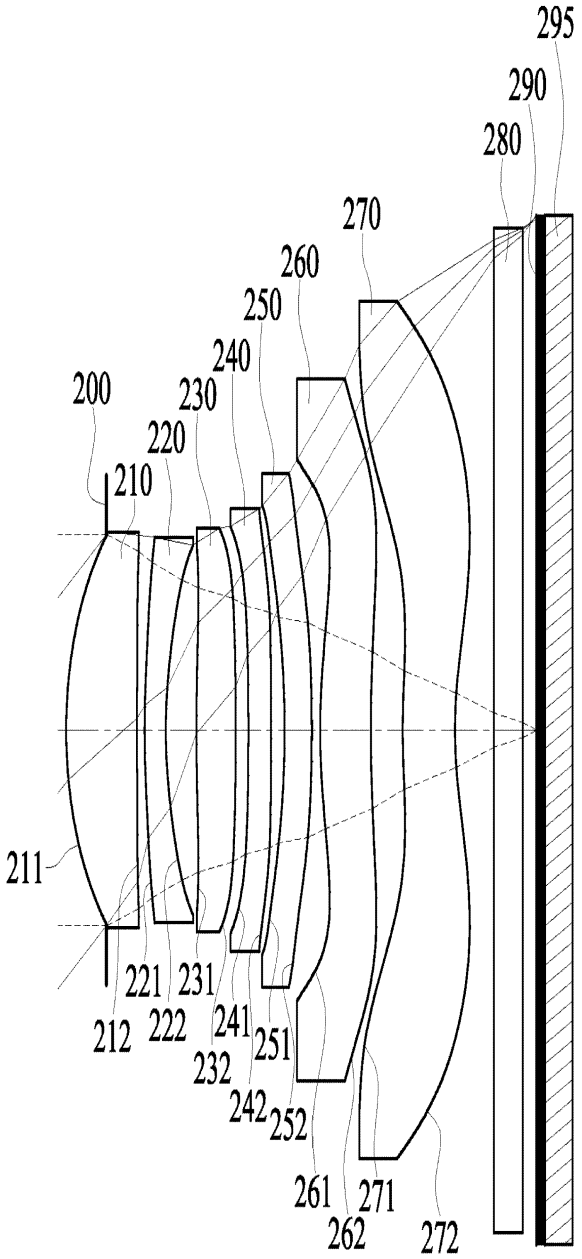

295
290
280
270
260
250
240
230
220
200
210
211
221
231
212
222
241
251
232
242
252
261
271
262
272

FIG.3

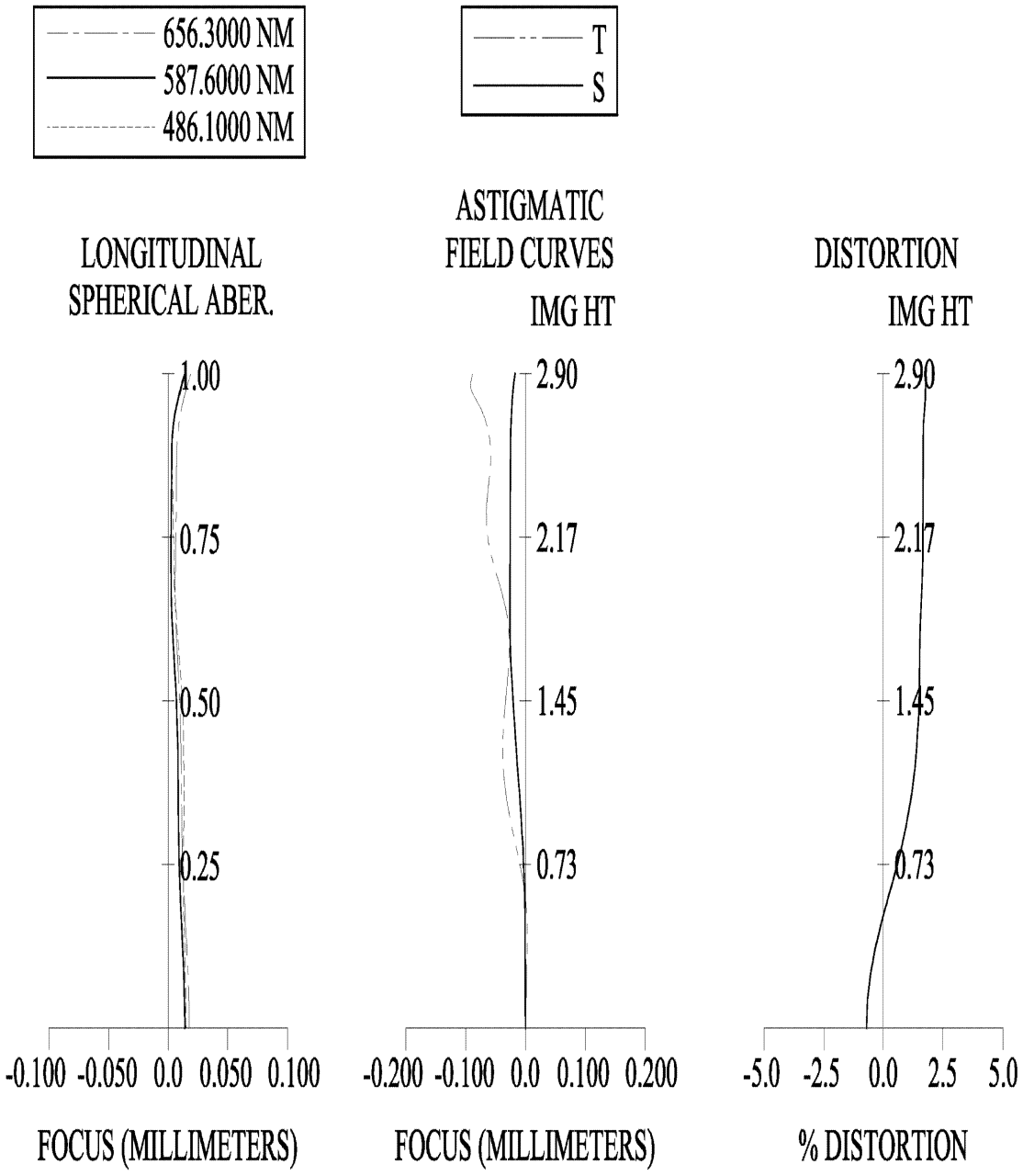

656.3000 NM
587.6000 NM
486.1000 NM
T
S
LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.
ASTIGMATIC
FIELD CURVES
IMG HT
DISTORTION
IMG HT
1.00
0.75
0.50
0.25
2.90
2.17
1.45
0.73
2.90
2.17
1.45
0.73
-0.100 -0.050 0.0 0.050 0.100
-0.200 -0.100 0.0 0.100 0.200
-5.0 -2.5 0.0 2.5 5.0
FOCUS (MILLIMETERS)
FOCUS (MILLIMETERS)
% DISTORTION

FIG.4

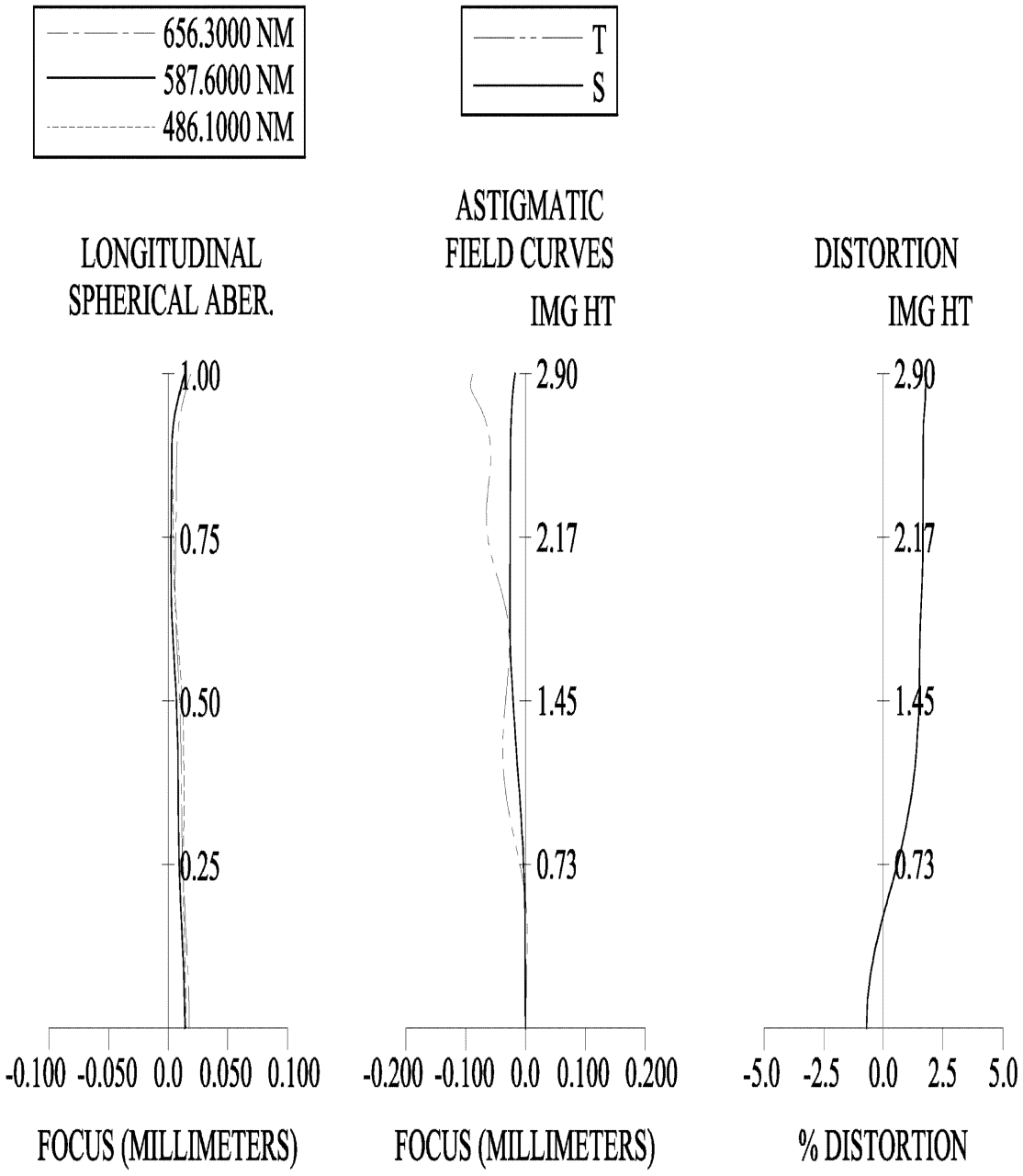

656.3000 NM
587.6000 NM
486.1000 NM
T
S
LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.
ASTIGMATIC
FIELD CURVES
IMG HT
DISTORTION
IMG HT
1.00
0.75
0.50
0.25
2.90
2.17
1.45
0.73
2.90
2.17
1.45
0.73
-0.100 -0.050 0.0 0.050 0.100
-0.200 -0.100 0.0 0.100 0.200
-5.0 -2.5 0.0 2.5 5.0
FOCUS (MILLIMETERS)
FOCUS (MILLIMETERS)
% DISTORTION

FIG.4

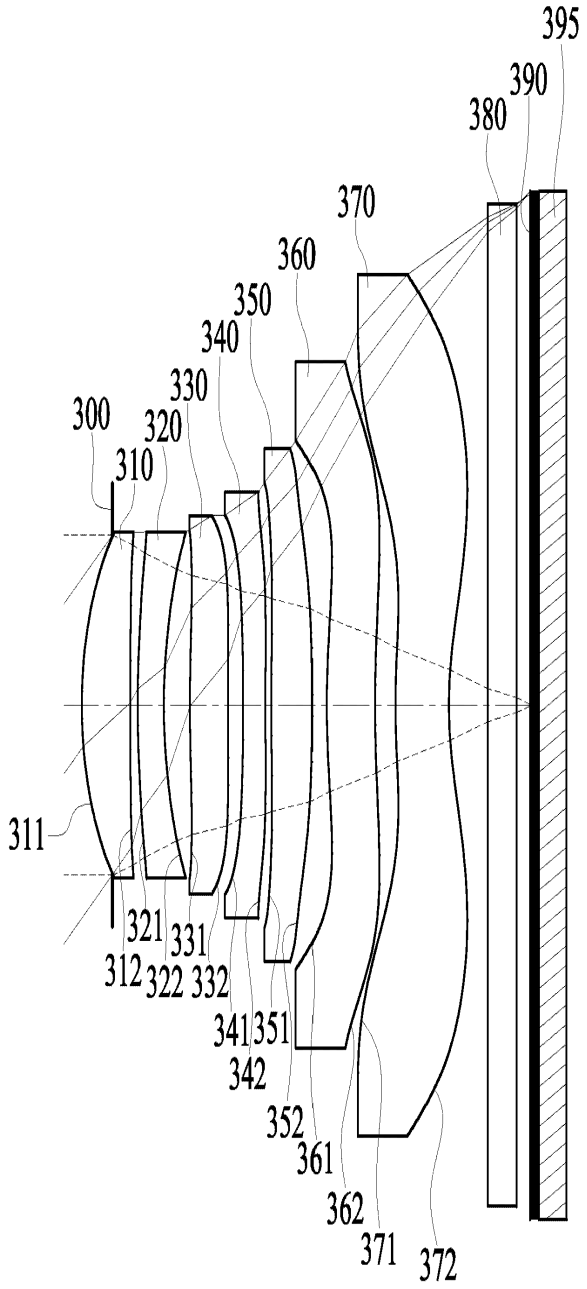

395
390
380
370
360
350
340
330
320
300
310
311
321
312
322
331
332
341
342
351
352
361
362
371
372

FIG.5

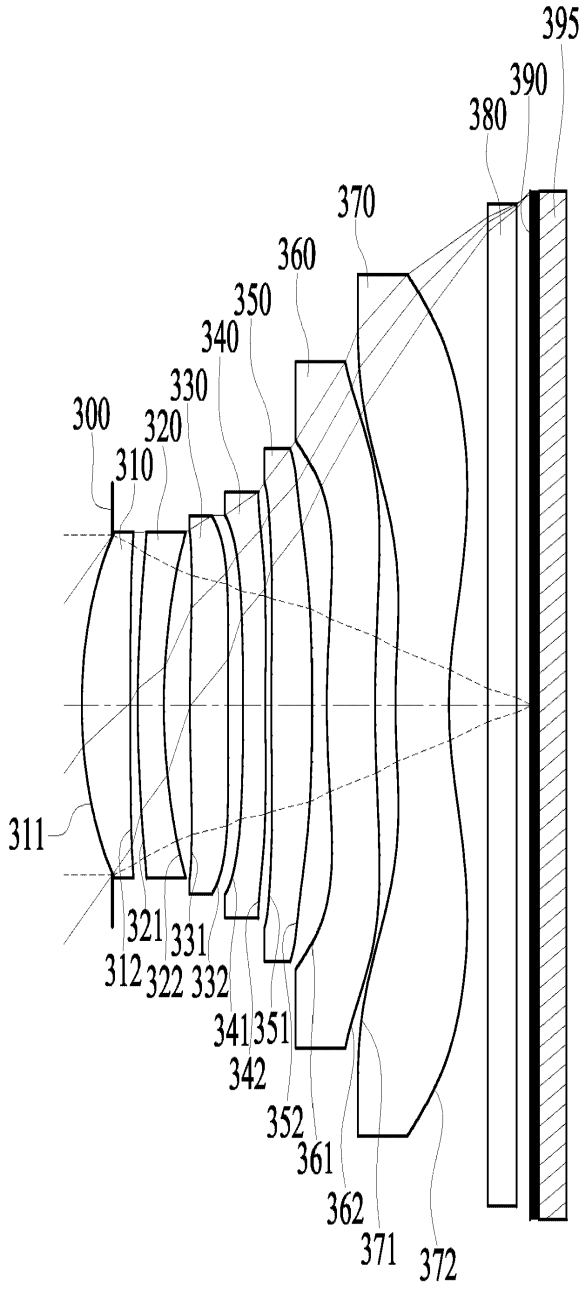

395
390
380
370
360
350
340
330
320
300
310
311
321
331
312
322
332
341
351
342
352
361
362
371
372

FIG.5

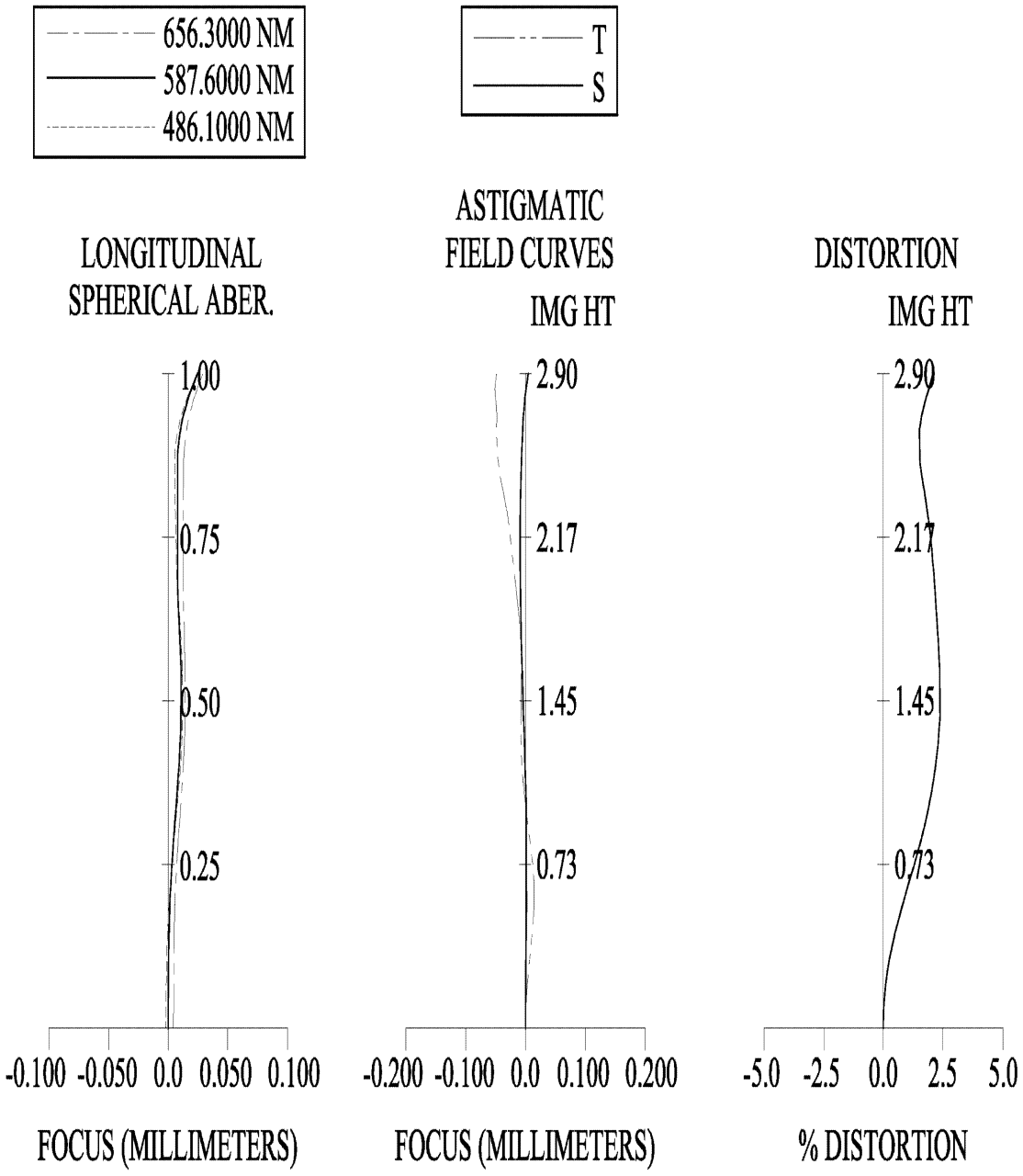

656.3000 NM
587.6000 NM
486.1000 NM
T
S
LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.
ASTIGMATIC
FIELD CURVES
IMG HT
DISTORTION
IMG HT
1.00
0.75
0.50
0.25
2.90
2.17
1.45
0.73
2.90
2.17
1.45
0.73
-0.100 -0.050 0.0 0.050 0.100
-0.200 -0.100 0.0 0.100 0.200
-5.0 -2.5 0.0 2.5 5.0
FOCUS (MILLIMETERS)
FOCUS (MILLIMETERS)
% DISTORTION

FIG.6

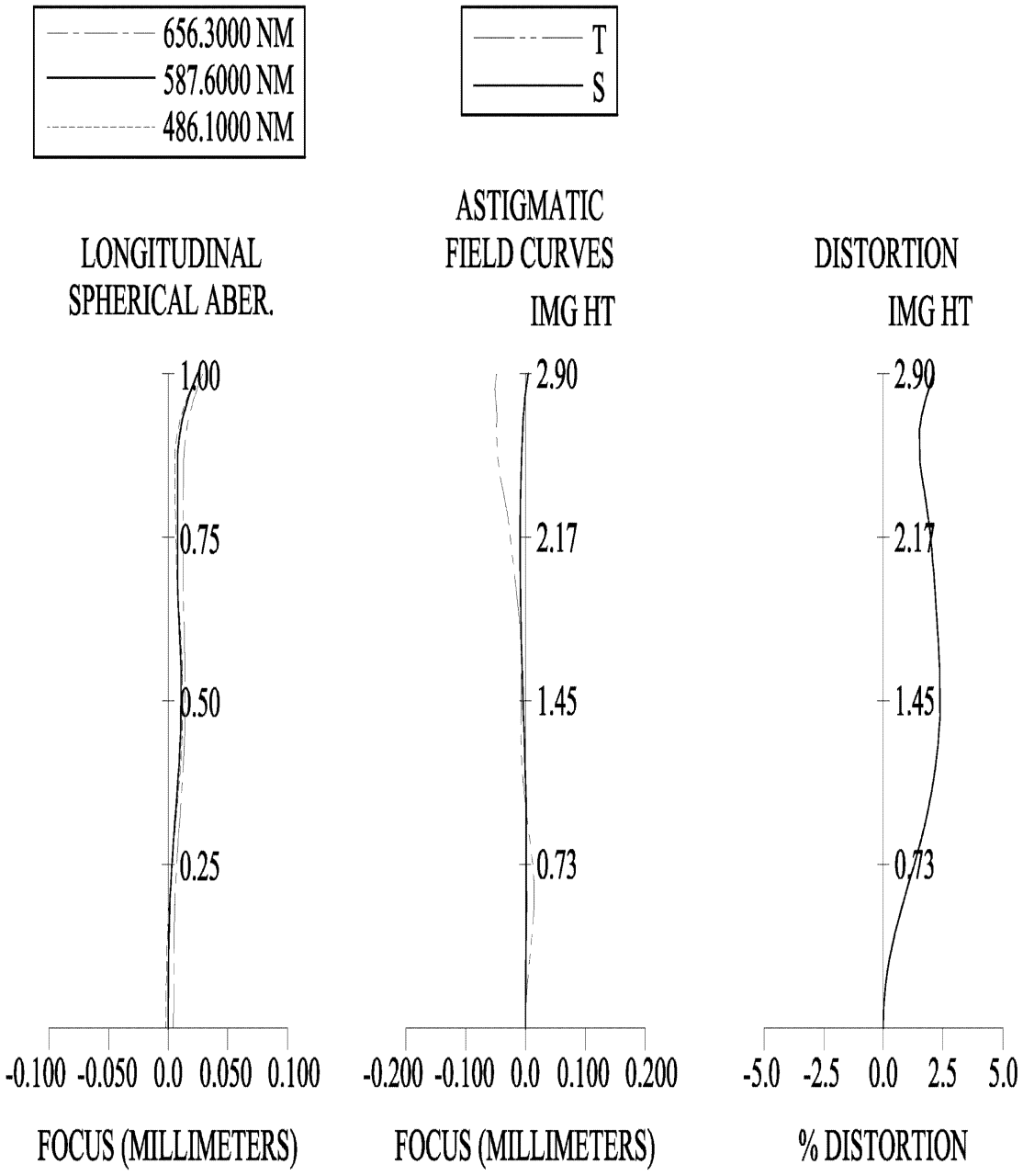

656.3000 NM
587.6000 NM
486.1000 NM
T
S
LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.
ASTIGMATIC
FIELD CURVES
IMG HT
DISTORTION
IMG HT
1.00
0.75
0.50
0.25
2.90
2.17
1.45
0.73
2.90
2.17
1.45
0.73
-0.100 -0.050 0.0 0.050 0.100
-0.200 -0.100 0.0 0.100 0.200
-5.0 -2.5 0.0 2.5 5.0
FOCUS (MILLIMETERS)
FOCUS (MILLIMETERS)
% DISTORTION

FIG.6

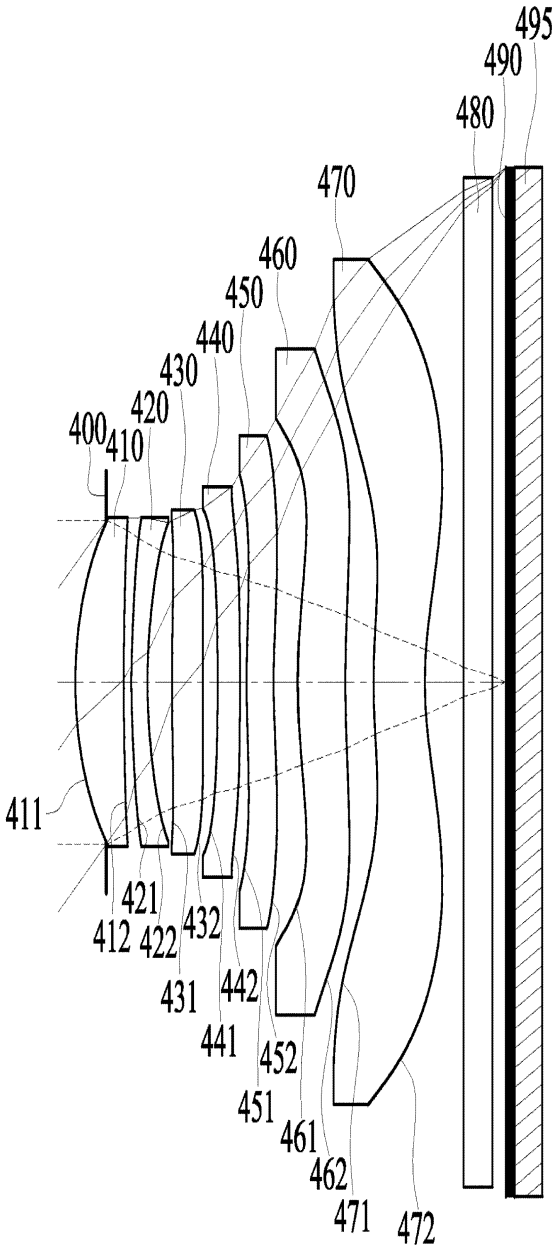

495
490
480
470
460
450
440
430
420
400
410
411
421
412
422
432
431
442
441
452
451
461
462
471
472

FIG.7

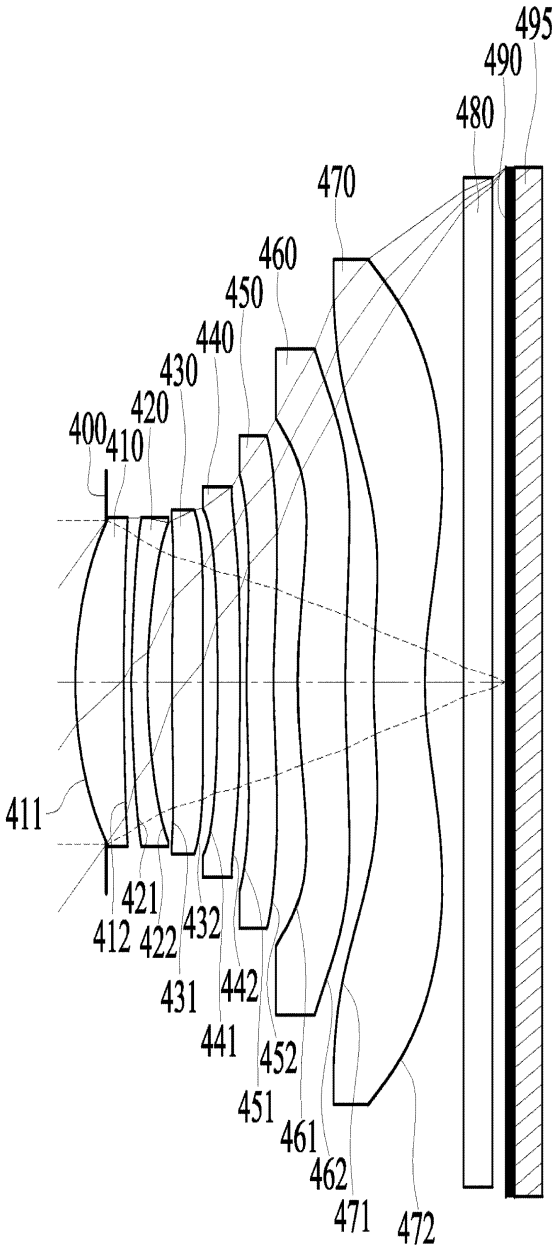

495
490
480
470
460
450
440
430
420
400
410
411
421
412
422
432
431
442
441
452
451
461
462
471
472

FIG.7

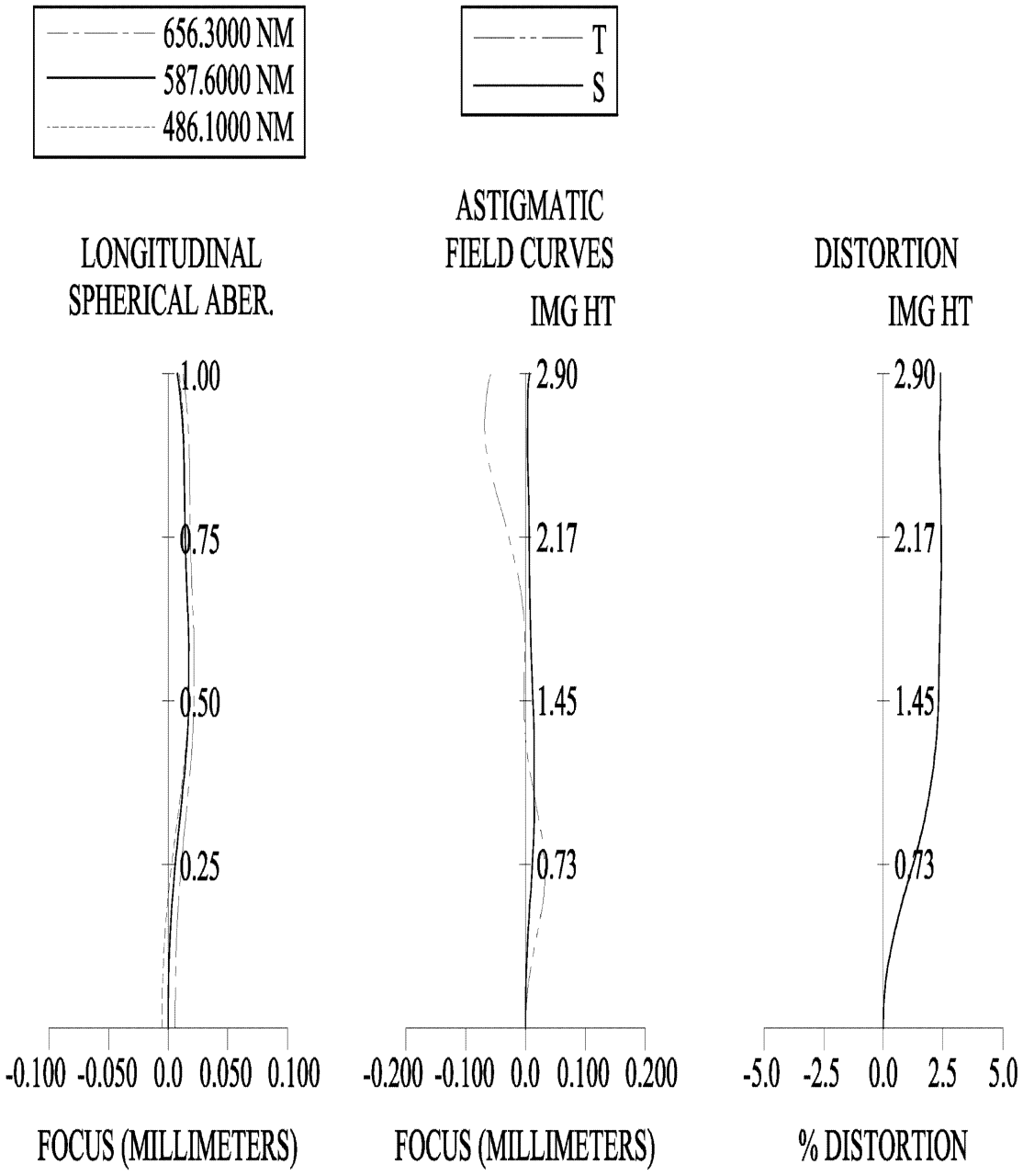

656.3000 NM
587.6000 NM
486.1000 NM
T
S
LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.
ASTIGMATIC
FIELD CURVES
IMG HT
DISTORTION
IMG HT
1.00
0.75
0.50
0.25
2.90
2.17
1.45
0.73
2.90
2.17
1.45
0.73
-0.100 -0.050 0.0 0.050 0.100
-0.200 -0.100 0.0 0.100 0.200
-5.0 -2.5 0.0 2.5 5.0
FOCUS (MILLIMETERS)
FOCUS (MILLIMETERS)
% DISTORTION

FIG.8

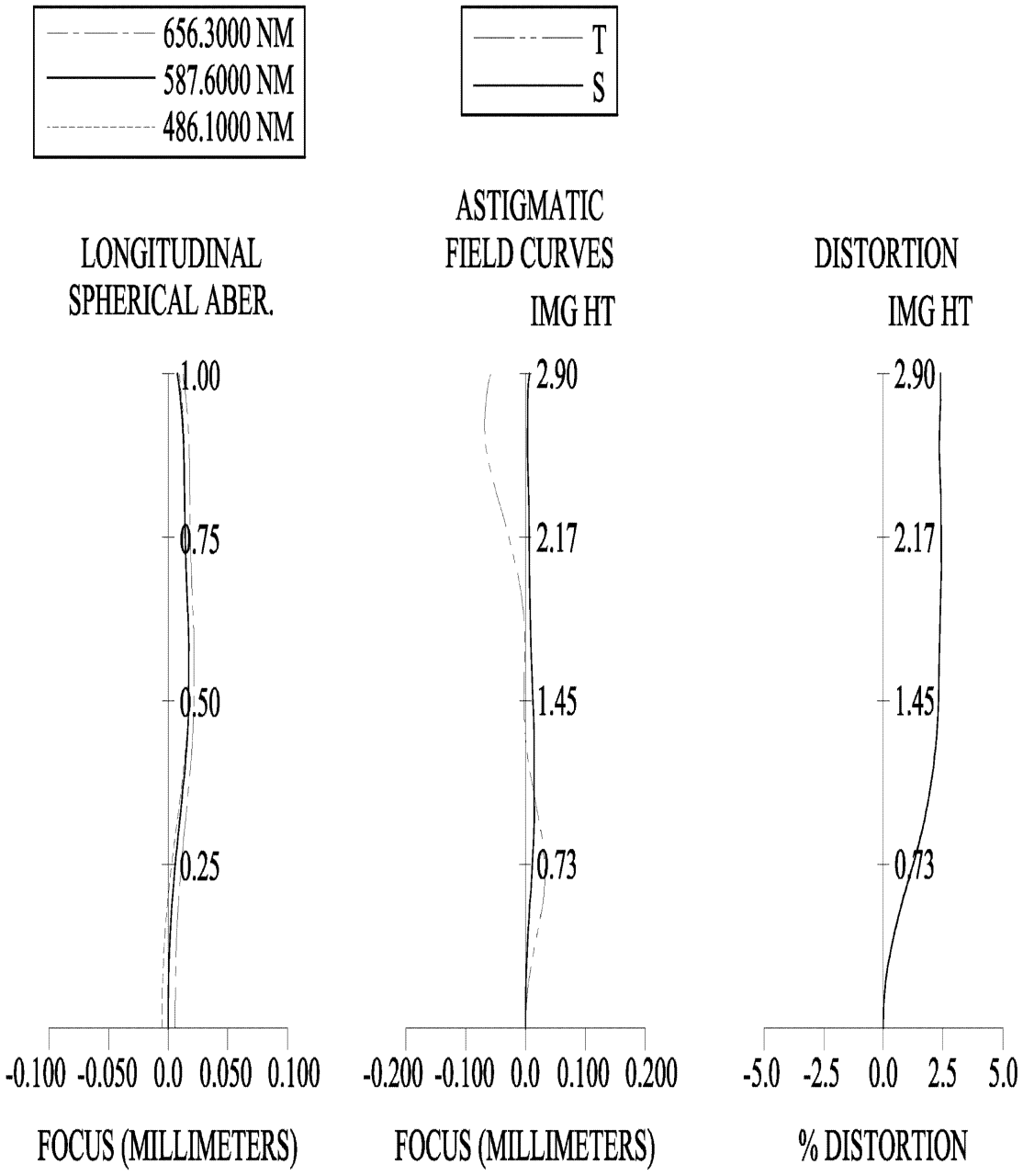

656.3000 NM
587.6000 NM
486.1000 NM
T
S
LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.
ASTIGMATIC
FIELD CURVES
IMG HT
DISTORTION
IMG HT
1.00
0.75
0.50
0.25
2.90
2.17
1.45
0.73
2.90
2.17
1.45
0.73
-0.100 -0.050 0.0 0.050 0.100
-0.200 -0.100 0.0 0.100 0.200
-5.0 -2.5 0.0 2.5 5.0
FOCUS (MILLIMETERS)
FOCUS (MILLIMETERS)
% DISTORTION

FIG.8

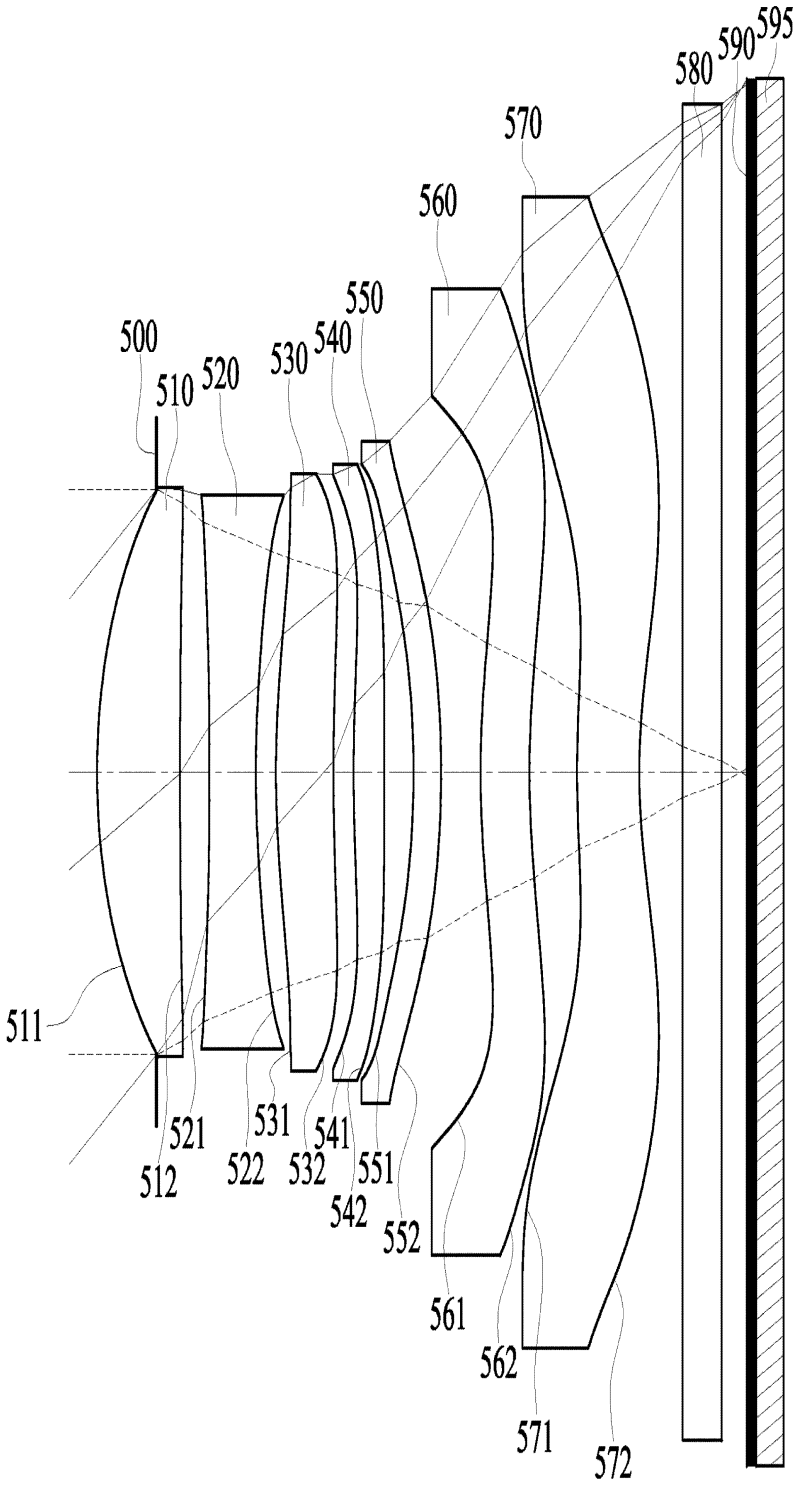

595
590
580
570
560
550
540
530
520
510
500
511
521
531
541
551
561
571
572
512
522
532
542
552
562

FIG.9

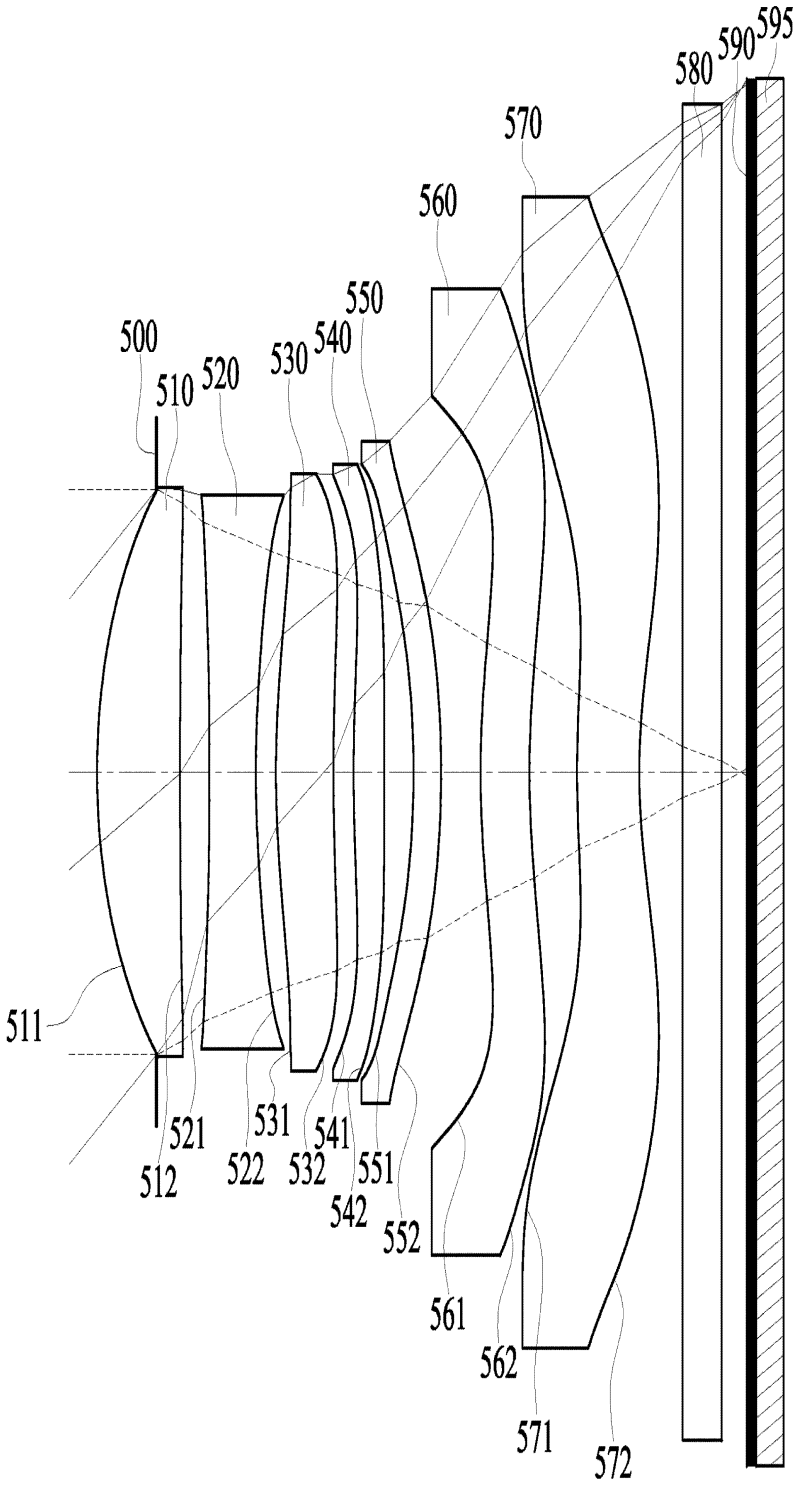

595
590
580
570
560
550
540
530
520
510
500
511
521
531
541
551
561
571
572
512
522
532
542
552
562

FIG.9

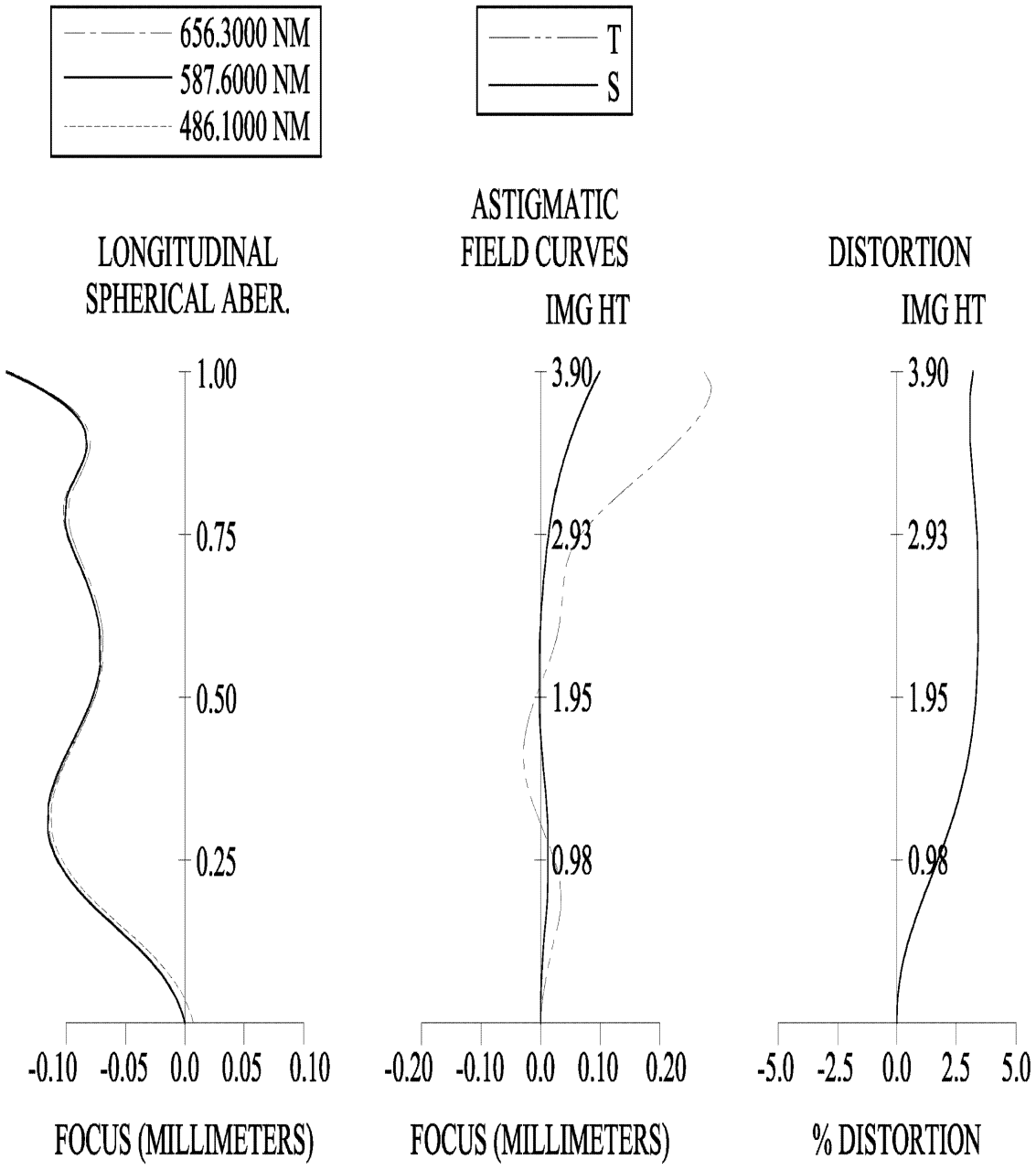

656.3000 NM
587.6000 NM
486.1000 NM
T
S
LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.
ASTIGMATIC
FIELD CURVES
IMG HT
DISTORTION
IMG HT
1.00
0.75
0.50
0.25
3.90
2.93
1.95
0.98
3.90
2.93
1.95
0.98
-0.10 -0.05 0.0 0.05 0.10
-0.20 -0.10 0.0 0.10 0.20
-5.0 -2.5 0.0 2.5 5.0
FOCUS (MILLIMETERS)
FOCUS (MILLIMETERS)
% DISTORTION

FIG.10

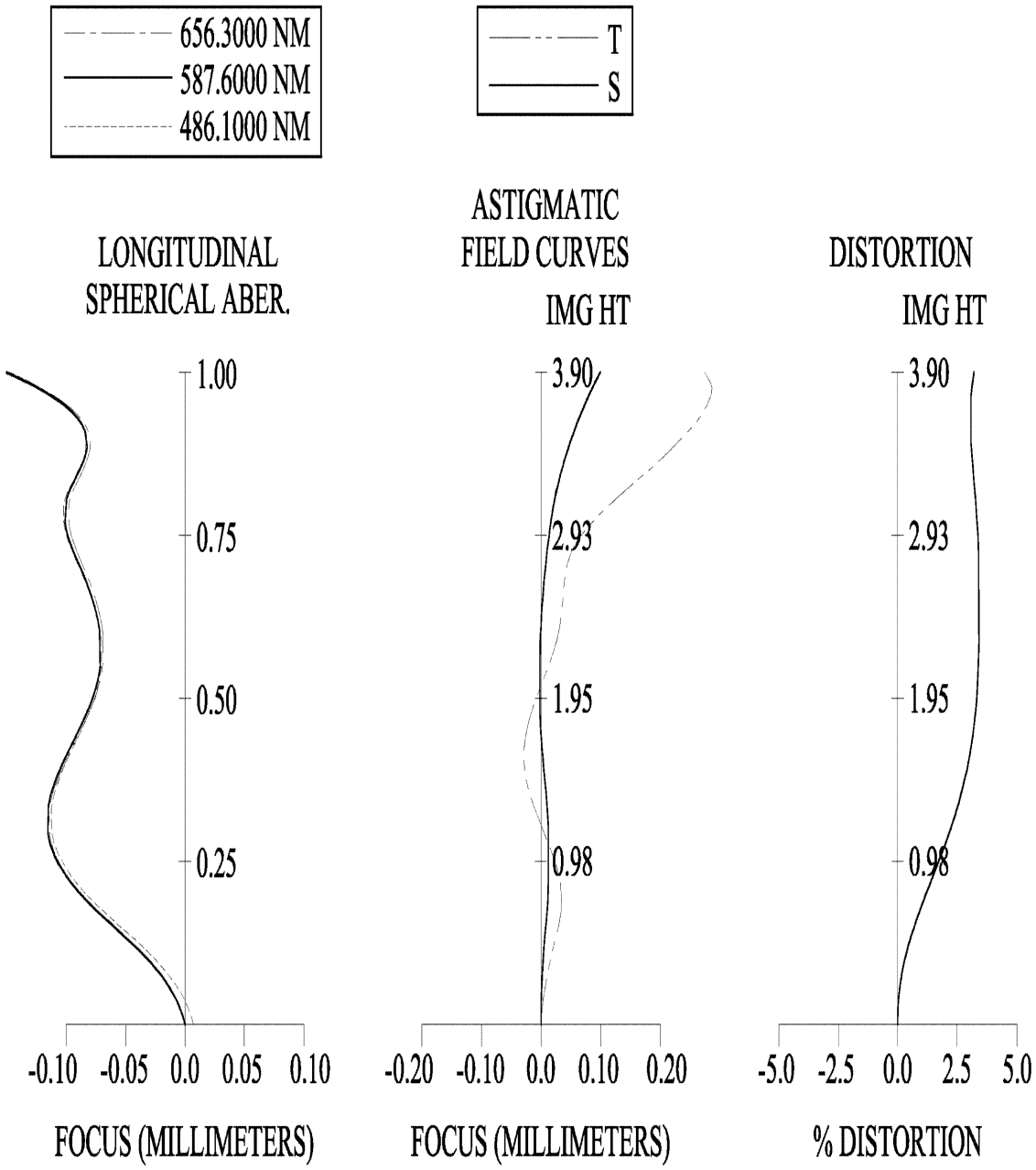

656.3000 NM
587.6000 NM
486.1000 NM
T
S
LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.
ASTIGMATIC
FIELD CURVES
IMG HT
DISTORTION
IMG HT
1.00
0.75
0.50
0.25
3.90
2.93
1.95
0.98
3.90
2.93
1.95
0.98
-0.10 -0.05 0.0 0.05 0.10
-0.20 -0.10 0.0 0.10 0.20
-5.0 -2.5 0.0 2.5 5.0
FOCUS (MILLIMETERS)
FOCUS (MILLIMETERS)
% DISTORTION

FIG.10

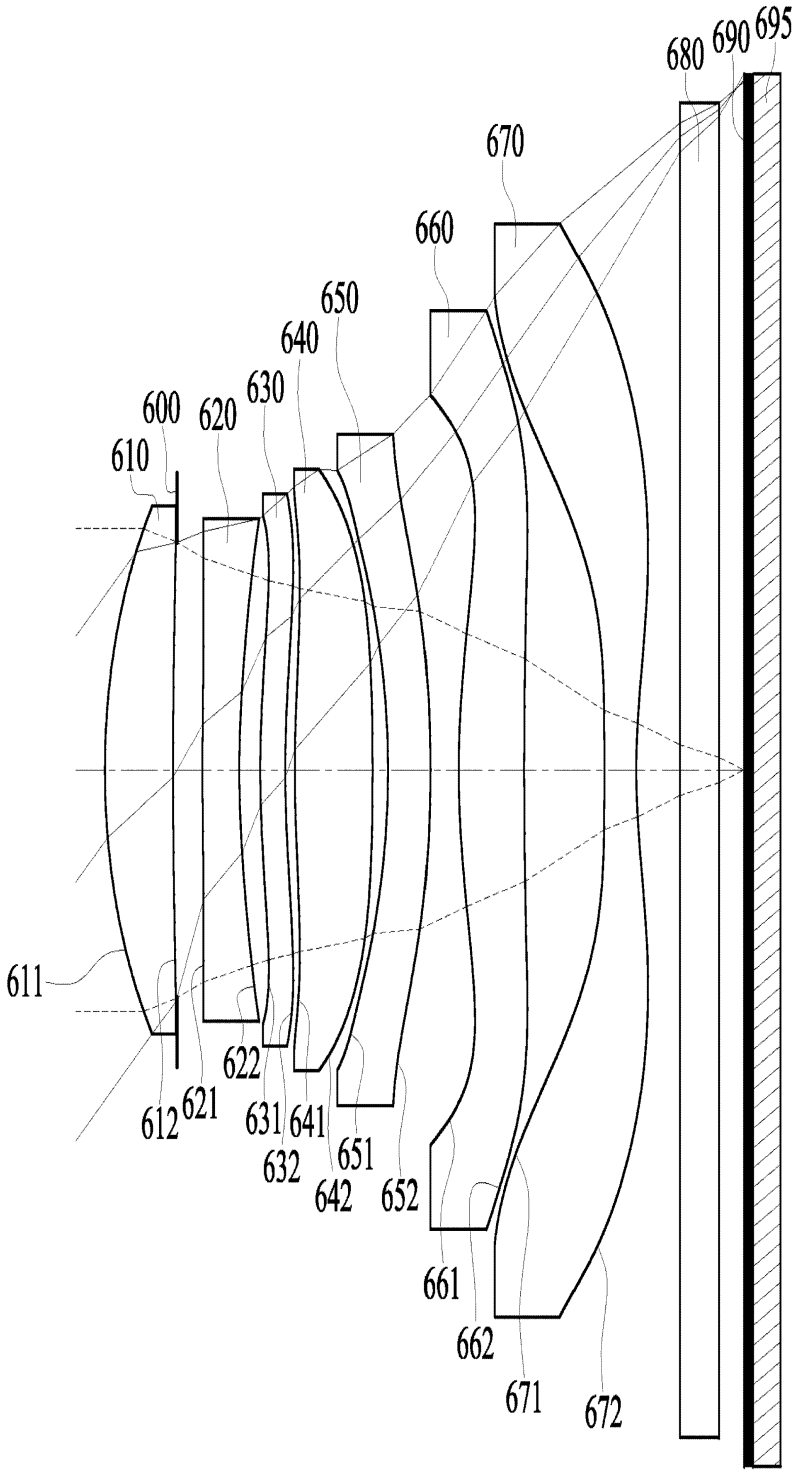

680
690
695
670
660
650
640
630
600
620
610
611
622
612
621
631
641
651
632
642
652
661
662
671
672

FIG.11

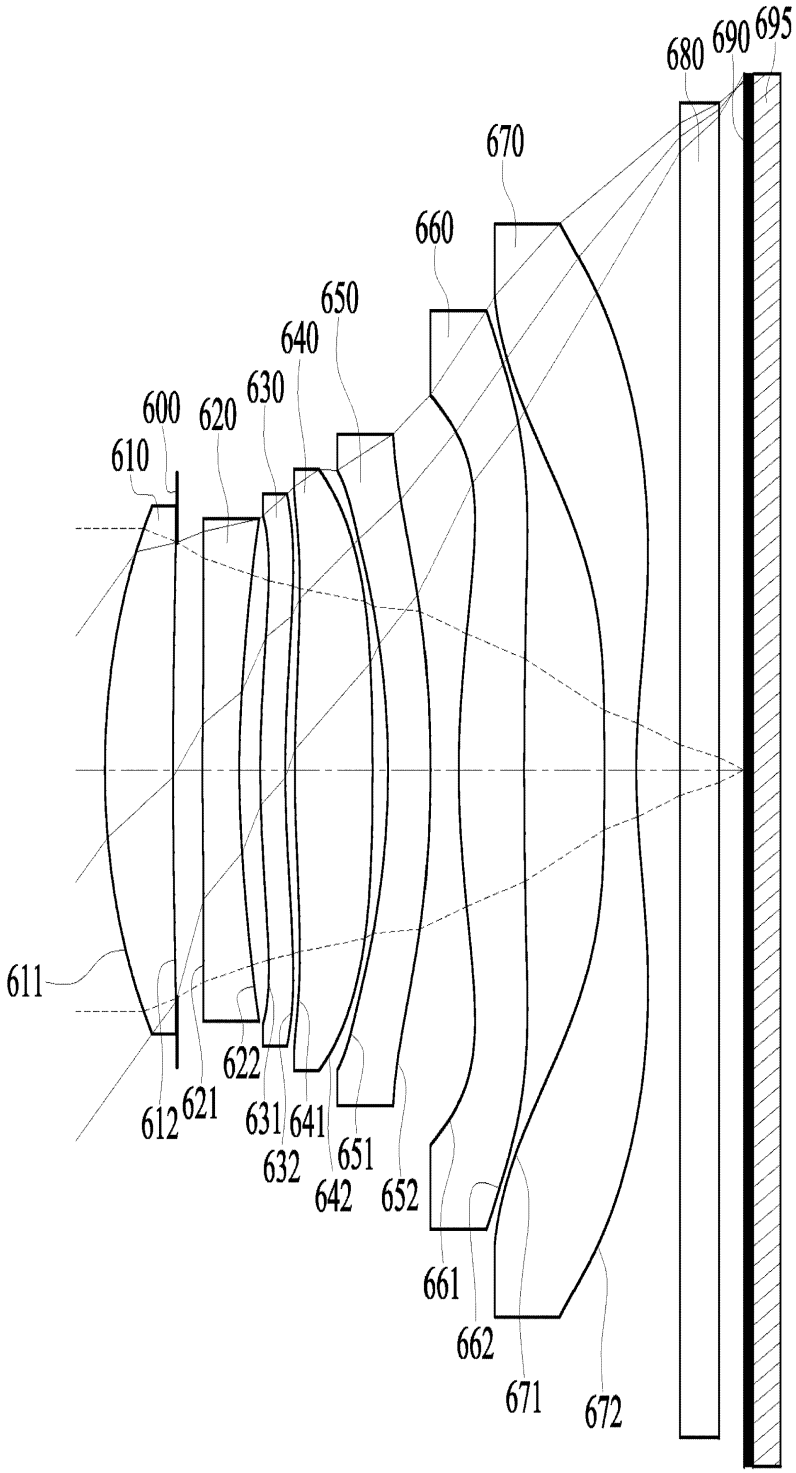

680
690
695
670
660
650
640
630
600
620
610
611
612
621
622
631
632
641
642
651
652
661
662
671
672

FIG.11

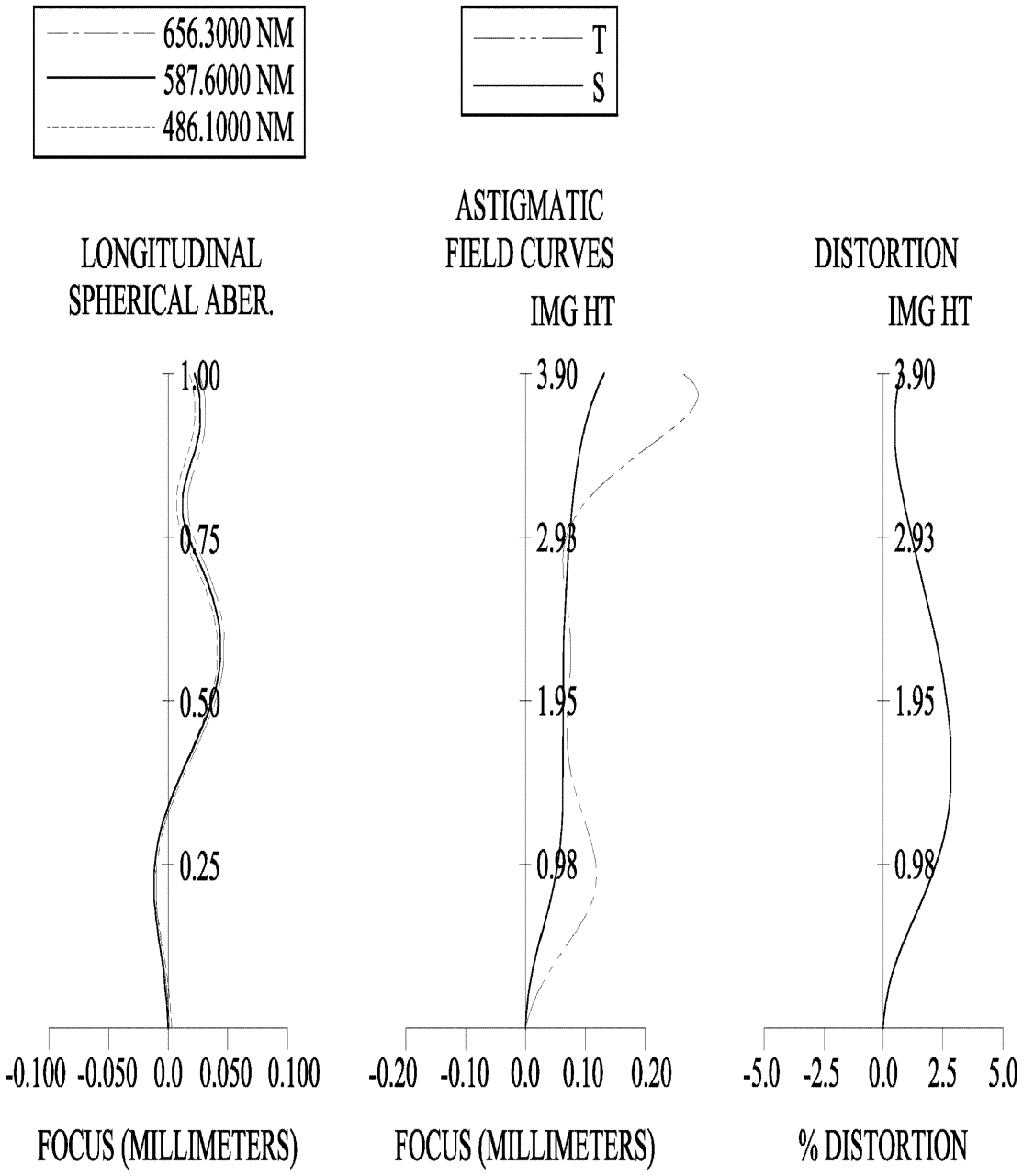

656.3000 NM
587.6000 NM
486.1000 NM
T
S
LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.
ASTIGMATIC
FIELD CURVES
IMG HT
DISTORTION
IMG HT
1.00
0.75
0.50
0.25
3.90
2.93
1.95
0.98
3.90
2.93
1.95
0.98
-0.100 -0.050 0.0 0.050 0.100
-0.20 -0.10 0.0 0.10 0.20
-5.0 -2.5 0.0 2.5 5.0
FOCUS (MILLIMETERS)
FOCUS (MILLIMETERS)
% DISTORTION

FIG.12

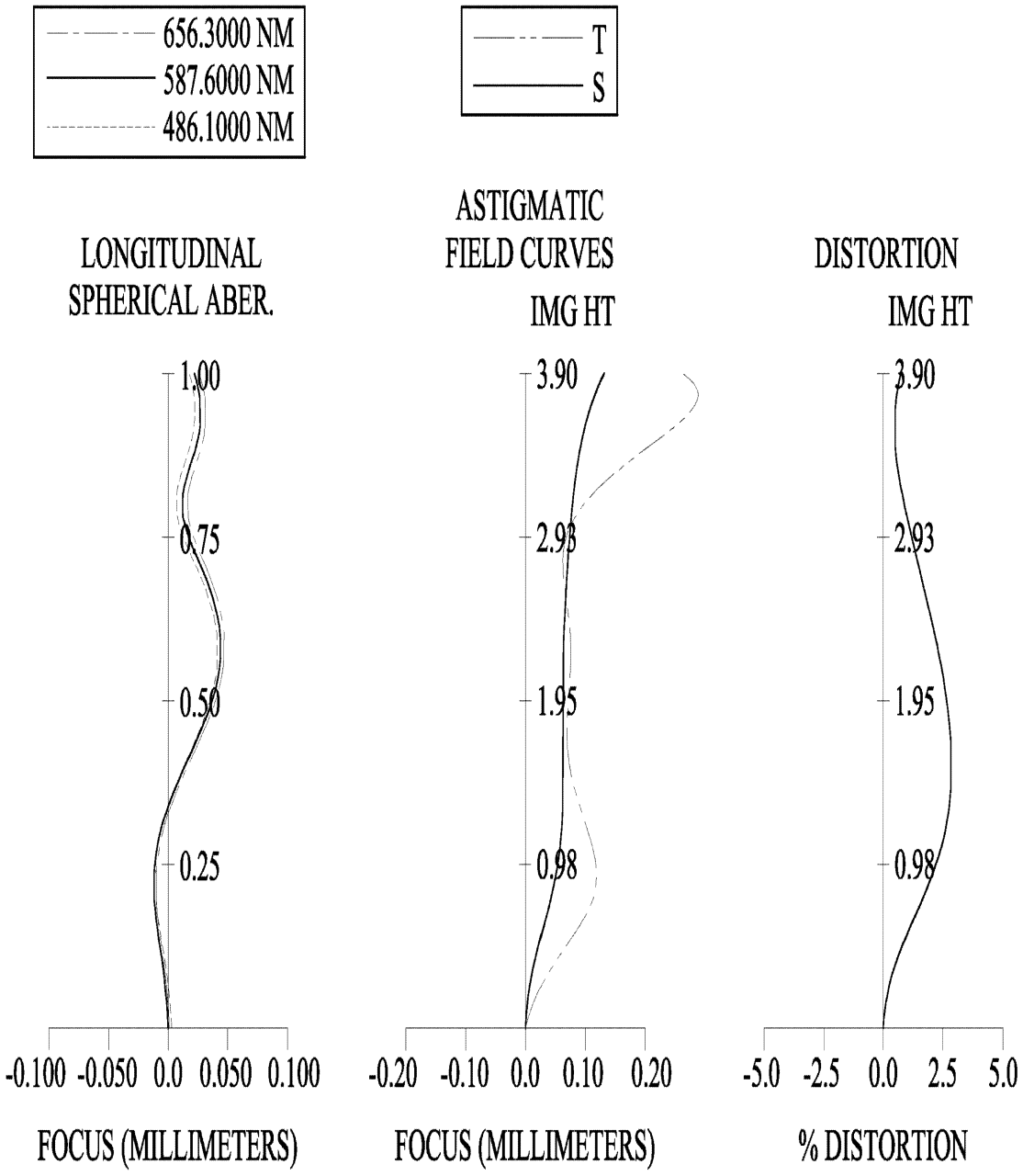

656.3000 NM
587.6000 NM
486.1000 NM
T
S
LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.
ASTIGMATIC
FIELD CURVES
IMG HT
DISTORTION
IMG HT
1.00
0.75
0.50
0.25
3.90
2.93
1.95
0.98
3.90
2.93
1.95
0.98
-0.100 -0.050 0.0 0.050 0.100
-0.20 -0.10 0.0 0.10 0.20
-5.0 -2.5 0.0 2.5 5.0
FOCUS (MILLIMETERS)
FOCUS (MILLIMETERS)
% DISTORTION

FIG.12

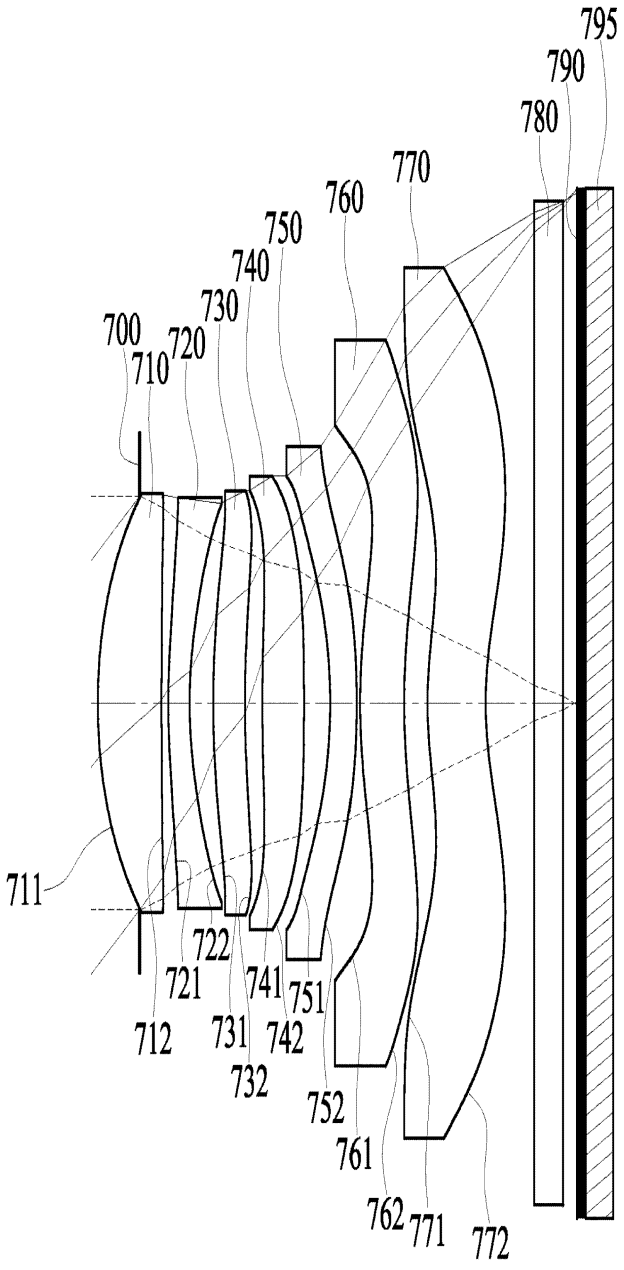

795
790
780
770
760
750
740
730
700
710
720
711
722
721
741
751
712
731
742
732
752
761
762
771
772

FIG.13

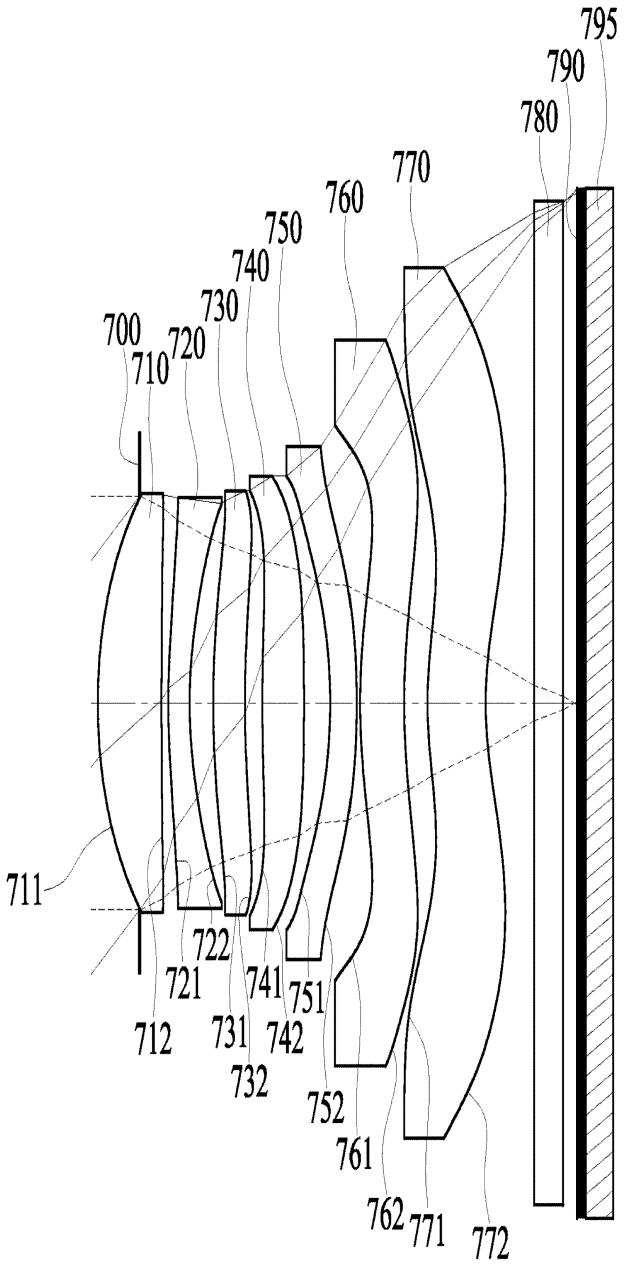

795
790
780
770
760
750
740
730
700
710
720
711
722
721
741
751
712
731
742
732
752
761
762
771
772

FIG.13

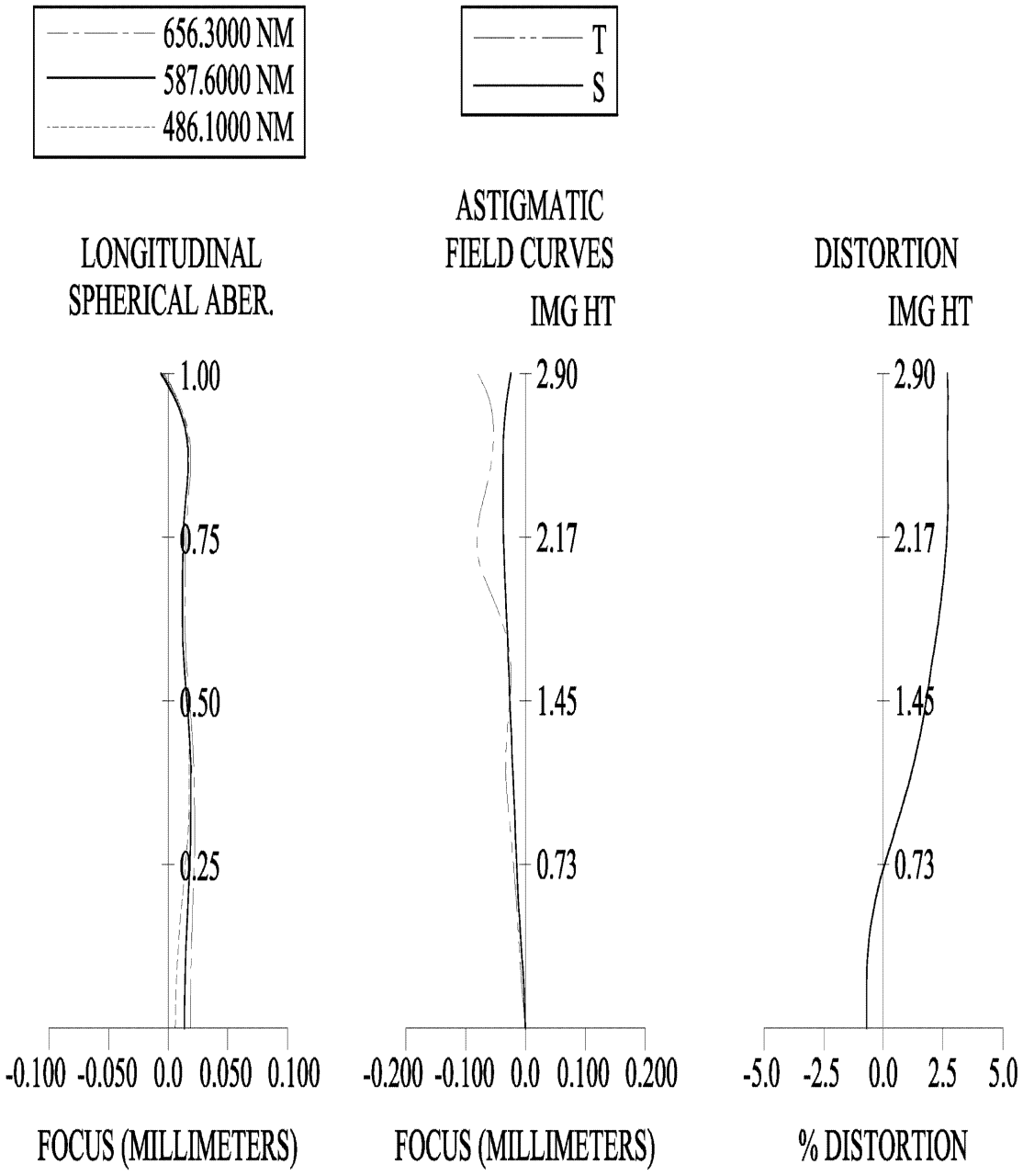

656.3000 NM
587.6000 NM
486.1000 NM
T
S
LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.
ASTIGMATIC
FIELD CURVES
IMG HT
DISTORTION
IMG HT
1.00
0.75
0.50
0.25
2.90
2.17
1.45
0.73
2.90
2.17
1.45
0.73
-0.100 -0.050 0.0 0.050 0.100
-0.200 -0.100 0.0 0.100 0.200
-5.0 -2.5 0.0 2.5 5.0
FOCUS (MILLIMETERS)
FOCUS (MILLIMETERS)
% DISTORTION

FIG.14

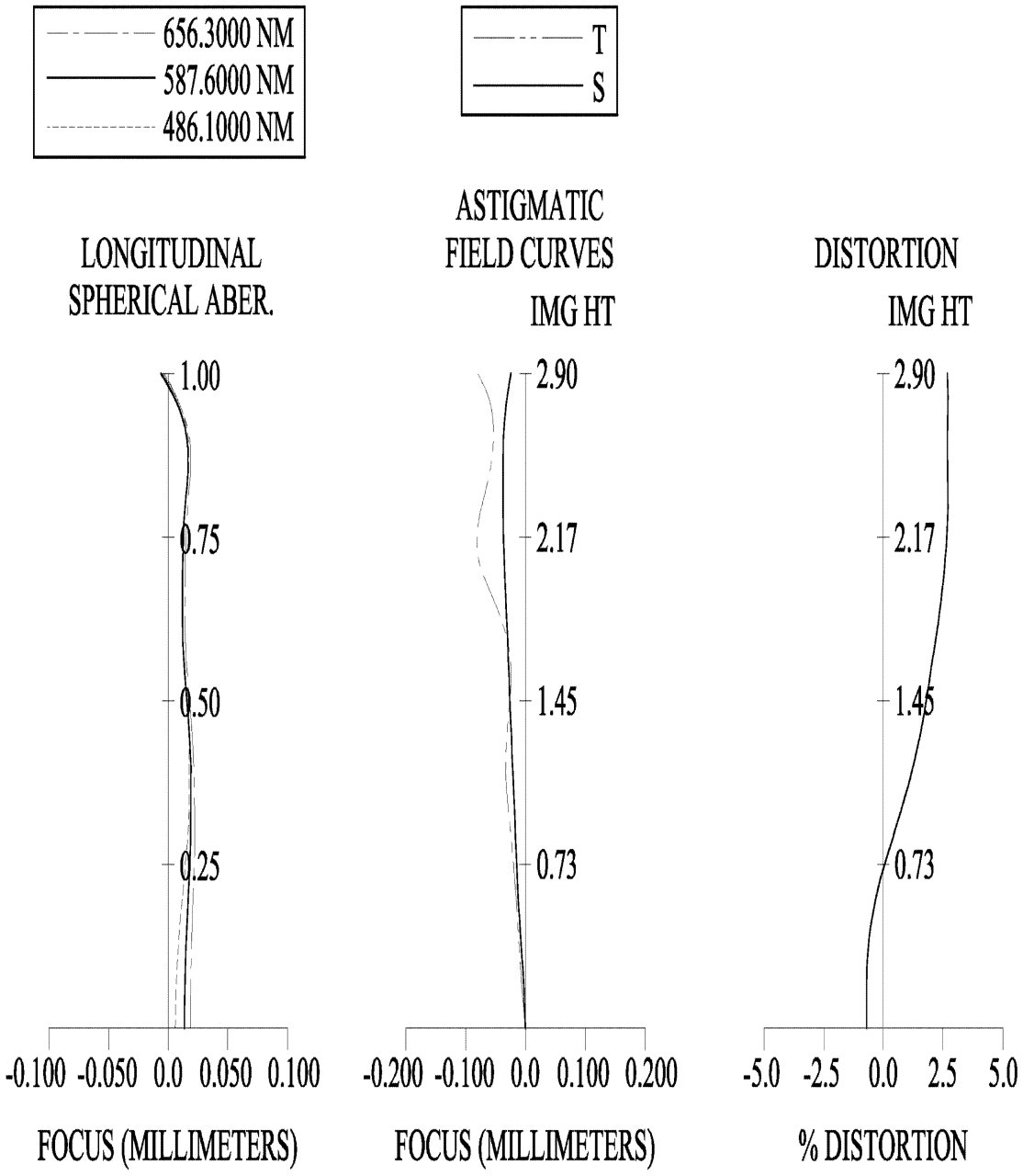

656.3000 NM
587.6000 NM
486.1000 NM
T
S
LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.
ASTIGMATIC
FIELD CURVES
IMG HT
DISTORTION
IMG HT
1.00
0.75
0.50
0.25
2.90
2.17
1.45
0.73
2.90
2.17
1.45
0.73
-0.100 -0.050 0.0 0.050 0.100
-0.200 -0.100 0.0 0.100 0.200
-5.0 -2.5 0.0 2.5 5.0
FOCUS (MILLIMETERS)
FOCUS (MILLIMETERS)
% DISTORTION

FIG.14

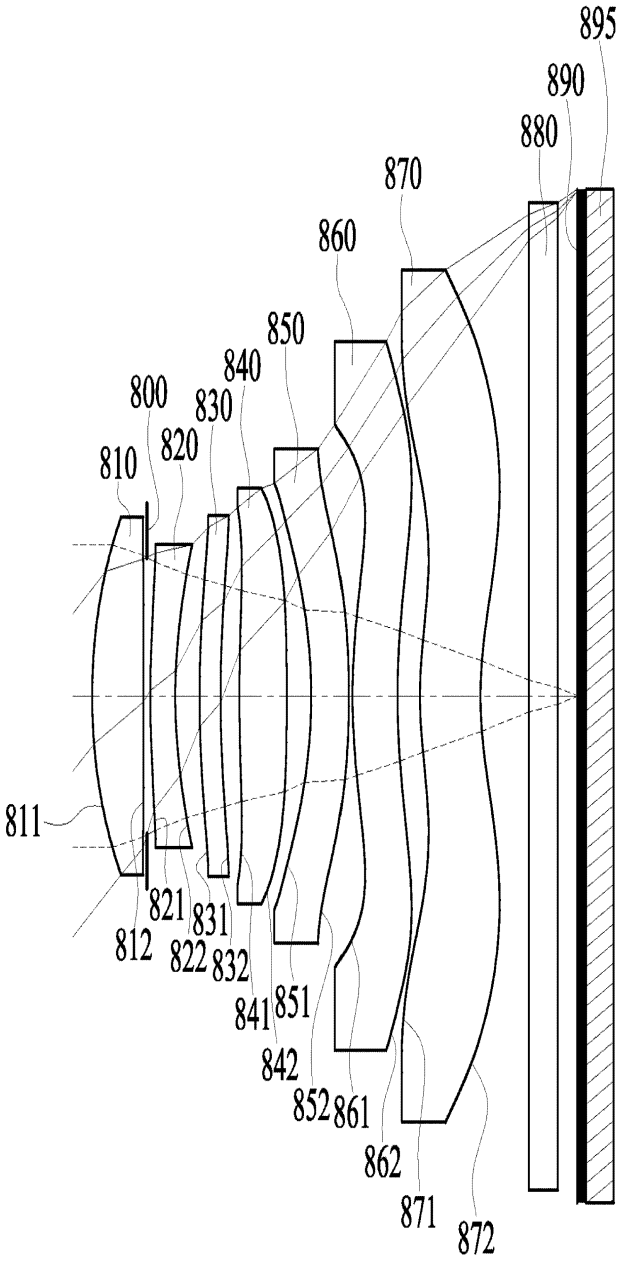

895
890
880
870
860
850
840
830
820
800
810
811
812
821
822
831
832
841
842
851
852
861
862
871
872

FIG.15

PTO/AIA/01 (06-12)
Approved for use through 01/31/2014. OMB 0651-0032
U.S. Patent and Trademark Office: U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

DECLARATION (37 CFR 1.63) FOR UTILITY OR DESIGN APPLICATION USING AN APPLICATION DATA SHEET (37 CFR 1.76)

Title of Invention	PHOTOGRAPHING OPTICAL LENS ASSEMBLY, IMAGE CAPTURING UNIT AND ELECTRONIC DEVICE

As the below named inventor, I hereby declare that:

This declaration is directed to:

- [x] The attached application, or
- [ ] United States application or PCT international application number _____ filed on _____.

The above-identified application was made or authorized to be made by me.

I believe that I am the original inventor or an original joint inventor of a claimed invention in the application.

I hereby acknowledge that any willful false statement made in this declaration is punishable under 18 U.S.C. 1001 by fine or imprisonment of not more than five (5) years, or both.

WARNING:

Petitioner/applicant is cautioned to avoid submitting personal information in documents filed in a patent application that may contribute to identity theft. Personal information such as social security numbers, bank account numbers, or credit card numbers (other than a check or credit card authorization form PTO-2038 submitted for payment purposes) is never required by the USPTO to support a petition or an application. If this type of personal information is included in documents submitted to the USPTO, petitioners/applicants should consider redacting such personal information from the documents before submitting them to the USPTO. Petitioner/applicant is advised that the record of a patent application is available to the public after publication of the application (unless a non-publication request in compliance with 37 CFR 1.213(a) is made in the application) or issuance of a patent. Furthermore, the record from an abandoned application may also be available to the public if the application is referenced in a published application or an issued patent (see 37 CFR 1.14). Checks and credit card authorization forms PTO-2038 submitted for payment purposes are not retained in the application file and therefore are not publicly available.

LEGAL NAME OF INVENTOR

Inventor: Hsin-Hsuan HUANG Date (Optional): 09/02/14

Signature: Hsin-Hsuan, Huang

Note: An application data sheet (PTO/SB/14 or equivalent), including naming the entire inventive entity, must accompany this form. Use an additional PTO/AIA/01 form for each additional inventor.

This collection of information is required by 35 U.S.C. 115 and 37 CFR 1.63. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.11 and 1.14. This collection is estimated to take 1 minute to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.

PTO/SB/08a (01-10)
Approved for use through 07/31/2012. OMB 0651-0031
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT

(Not for submission under 37 CFR 1.99)

Application Number	
Filing Date	2014-09-16
First Named Inventor	Hsin-Hsuan HUANG
Art Unit	
Examiner Name	
Attorney Docket Number	15042-101133

U.S.PATENTS Remove

Examiner Initial*	Cite No	Patent Number	Kind Code[1]	Issue Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	1	8736979	B2	2014-05-27	TSAI et al.	
	2	8599495	B1	2013-12-03	TSAI et al.	

If you wish to add additional U.S. Patent citation information please click the Add button. Add

U.S.PATENT APPLICATION PUBLICATIONS Remove

Examiner Initial*	Cite No	Publication Number	Kind Code[1]	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	1	20140139719	A1	2014-05-22	FUKAYA	

If you wish to add additional U.S. Published Application citation information please click the Add button. Add

FOREIGN PATENT DOCUMENTS Remove

Examiner Initial*	Cite No	Foreign Document Number[3]	Country Code[2] i	Kind Code[4]	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	T[5]
	1	203595858	CN	U	2014-05-14	FUJIFILM CORPORATION		☒
	2	203673137	CN	U	2014-06-25	KANTATSU CO., LTD.		☒

PTO/SB/08a (01-10)
Approved for use through 07/31/2012. OMB 0651-0031
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT

(Not for submission under 37 CFR 1.99)

Application Number	
Filing Date	2014-09-16
First Named Inventor	Hsin-Hsuan HUANG
Art Unit	
Examiner Name	
Attorney Docket Number	15042-101133

U.S.PATENTS Remove

Examiner Initial*	Cite No	Patent Number	Kind Code[1]	Issue Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	1	8736979	B2	2014-05-27	TSAI et al.	
	2	8599495	B1	2013-12-03	TSAI et al.	

If you wish to add additional U.S. Patent citation information please click the Add button. Add

U.S.PATENT APPLICATION PUBLICATIONS Remove

Examiner Initial*	Cite No	Publication Number	Kind Code[1]	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	1	20140139719	A1	2014-05-22	FUKAYA	

If you wish to add additional U.S. Published Application citation information please click the Add button. Add

FOREIGN PATENT DOCUMENTS Remove

Examiner Initial*	Cite No	Foreign Document Number[3]	Country Code[2] i	Kind Code[4]	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	T[5]
	1	203595858	CN	U	2014-05-14	FUJIFILM CORPORATION		☒
	2	203673137	CN	U	2014-06-25	KANTATSU CO., LTD.		☒

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)		
	Application Number	
	Filing Date	2014-09-16
	First Named Inventor	Hsin-Hsuan HUANG
	Art Unit	
	Examiner Name	
	Attorney Docket Number	15042-101133

	3	2012-155223	JP		2012-08-16	TAMRON CO LTD		☒
	4	2012173299	JP	A	2012-09-10	SONY CORP		☒
	5	2013-182090	JP		2013-09-12	KONICA MINOLTA INC		☒
	6	2013-195587	JP		2013-09-30	RICOH CO LTD		☒
	7	2013195588	JP	A	2013-09-30	RICOH CO LTD		☒
	8	2013-195637	JP		2013-09-30	RICOH CO LTD		☒

If you wish to add additional Foreign Patent Document citation information please click the Add button Add

NON-PATENT LITERATURE DOCUMENTS Remove

Examiner Initials*	Cite No	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc), date, pages(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T5
	1		☐

If you wish to add additional non-patent literature document citation information please click the Add button Add

EXAMINER SIGNATURE

Examiner Signature		Date Considered	

*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through a citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)		
	Application Number	
	Filing Date	2014-09-16
	First Named Inventor	Hsin-Hsuan HUANG
	Art Unit	
	Examiner Name	
	Attorney Docket Number	15042-101133

	3	2012-155223	JP		2012-08-16	TAMRON CO LTD		☒
	4	2012173299	JP	A	2012-09-10	SONY CORP		☒
	5	2013-182090	JP		2013-09-12	KONICA MINOLTA INC		☒
	6	2013-195587	JP		2013-09-30	RICOH CO LTD		☒
	7	2013195588	JP	A	2013-09-30	RICOH CO LTD		☒
	8	2013-195637	JP		2013-09-30	RICOH CO LTD		☒

If you wish to add additional Foreign Patent Document citation information please click the Add button Add

NON-PATENT LITERATURE DOCUMENTS Remove

Examiner Initials*	Cite No	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc), date, pages(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T5
	1		☐

If you wish to add additional non-patent literature document citation information please click the Add button Add

EXAMINER SIGNATURE

Examiner Signature		Date Considered	

*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through a citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)		
	Application Number	
	Filing Date	2014-09-16
	First Named Inventor	Hsin-Hsuan HUANG
	Art Unit	
	Examiner Name	
	Attorney Docket Number	15042-101133

[1] See Kind Codes of USPTO Patent Documents at www.USPTO.GOV or MPEP 901.04. [2] Enter office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). [3] For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. [4] Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. [5] Applicant is to place a check mark here if English language translation is attached.

Espacenet

Bibliographic data: CN203595858 (U) — 2014-05-14

IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS INCLUDING THE IMAGING LENS

Inventor(s):

Applicant(s):

Classification:	**- international:**	*G02B13/18*
	- cooperative:	G02B13/0045; G02B13/02
Application number:	CN20132811817U 20131210	
Priority number(s):	JP20120269267 20121210	
Also published as:	US2014160580 (A1) JP2014115456 (A)	

Abstract not available for CN203595858 (U)
Abstract of corresponding document: US2014160580 (A1)

An imaging lens consists of seven lenses of a first lens that has positive refractive power in the vicinity of an optical axis and a convex surface facing an object side in the vicinity of the optical axis, a second lens, a third lens, a fourth lens, a fifth lens, a sixth lens, and a seventh lens having a concave surface facing an image side in the vicinity of the optical axis, and at least one of the surfaces of which includes an inflection point, and both of the surfaces of which are aspherical, which are in this order from the object side. Further, each of the first lens through the seventh lens is a single lens.

Espacenet

Bibliographic data: CN203595858 (U) — 2014-05-14

IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS INCLUDING THE IMAGING LENS

Inventor(s):

Applicant(s):

Classification:	**- international:**	***G02B13/18***
	- cooperative:	G02B13/0045; G02B13/02
Application number:	CN20132811817U 20131210	
Priority number(s):	JP20120269267 20121210	
Also published as:	US2014160580 (A1) JP2014115456 (A)	

Abstract not available for CN203595858 (U)
Abstract of corresponding document: US2014160580 (A1)

An imaging lens consists of seven lenses of a first lens that has positive refractive power in the vicinity of an optical axis and a convex surface facing an object side in the vicinity of the optical axis, a second lens, a third lens, a fourth lens, a fifth lens, a sixth lens, and a seventh lens having a concave surface facing an image side in the vicinity of the optical axis, and at least one of the surfaces of which includes an inflection point, and both of the surfaces of which are aspherical, which are in this order from the object side. Further, each of the first lens through the seventh lens is a single lens.

(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 203595858 U
(45)授权公告日 2014.05.14

(21)申请号 201320811817.8

(22)申请日 2013.12.10

(30)优先权数据
2012-269267 2012.12.10 JP

(73)专利权人 富士胶片株式会社
地址 日本东京

(72)发明人 西畑纯弘 石井良明

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司 11219
代理人 夏东栋 陆锦华

(51)Int.Cl.
G02B 13/18(2006.01)

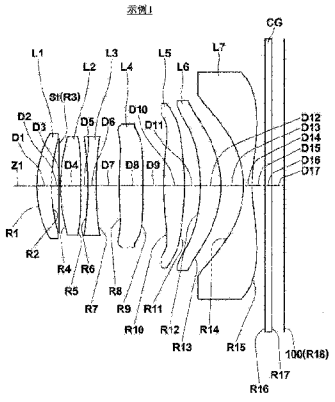
权利要求书2页 说明书30页 附图16页

(54)实用新型名称

成像透镜和包含该成像透镜的成像装置

(57)摘要

本实用新型提供一种成像透镜和包含该成像透镜的成像装置，为了实现一种达到对各种像差的极好的校正和高分辨率的成像透镜和一种包括该成像透镜的成像装置。一种成像透镜，大致由从物体侧以此顺序布置的如下由七个透镜构成：第一透镜L1，该第一透镜L1在光轴附近具有正屈光力并且在光轴附近具有面朝物体侧的凸面；第二透镜L2；第三透镜L3；第四透镜L4；第五透镜L5；第六透镜L6；和第七透镜L7，该第七透镜L7在光轴附近具有面朝像侧的凹面，并且其至少一个面包括拐点，并且其两个面都是非球面的。此外，第一透镜L1至第七透镜L7中的各个透镜是单透镜。



CN 203595858 U

(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 203595858 U
(45)授权公告日 2014.05.14

(21)申请号 201320811817.8

(22)申请日 2013.12.10

(30)优先权数据
2012-269267 2012.12.10 JP

(73)专利权人 富士胶片株式会社
地址 日本东京

(72)发明人 西畑纯弘 石井良明

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司 11219
代理人 夏东栋 陆锦华

(51)Int.Cl.
G02B 13/18(2006.01)

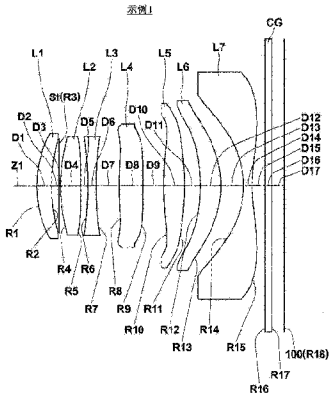
权利要求书2页 说明书30页 附图16页

(54)实用新型名称

成像透镜和包含该成像透镜的成像装置

(57)摘要

本实用新型提供一种成像透镜和包含该成像透镜的成像装置，为了实现一种达到对各种像差的极好的校正和高分辨率的成像透镜和一种包括该成像透镜的成像装置。一种成像透镜，大致由从物体侧以此顺序布置的如下由七个透镜构成：第一透镜L1，该第一透镜L1在光轴附近具有正屈光力并且在光轴附近具有面朝物体侧的凸面；第二透镜L2；第三透镜L3；第四透镜L4；第五透镜L5；第六透镜L6；和第七透镜L7，该第七透镜L7在光轴附近具有面朝像侧的凹面，并且其至少一个面包括拐点，并且其两个面都是非球面的。此外，第一透镜L1至第七透镜L7中的各个透镜是单透镜。



CN 203595858 U

1. 一种成像透镜，大致由从物体侧以此顺序的如下七个透镜构成：

第一透镜，所述第一透镜在光轴附近具有正屈光力并且在所述光轴附近具有面朝物体侧的凸面；

第二透镜；

第三透镜；

第四透镜；

第五透镜；

第六透镜；和

第七透镜，所述第七透镜在所述光轴附近具有面朝像侧的凹面，并且其至少一个面包括拐点，并且其两个面都是非球面的，

其中，所述第一透镜至第七透镜中的各个透镜是单透镜。

2. 如权利要求 1 所限定的成像透镜，其中，进一步满足下列条件公式：

$f/f67<0$ (1)，其中

f：整个系统的焦距，以及

f67：所述第六透镜和所述第七透镜的合成焦距。

3. 如权利要求 1 或 2 所限定的成像透镜，其中，进一步满足下列条件公式：

$0<f/f123<1$ (2)，其中

f：整个系统的焦距，以及

f123：所述第一透镜、所述第二透镜和所述第三透镜的合成焦距。

4. 如权利要求 1 或 2 所限定的成像透镜，进一步包括：

布置在所述第三透镜的物体侧的面的物体侧上的孔径光阑。

5. 如权利要求 1 或 2 所限定的成像透镜，其中，进一步满足下列条件公式：

$\min \nu d<35$ (3)，其中，

$\min \nu d$：包括相对于在所述成像透镜中的具有负屈光力的透镜的 d 线的阿贝数中最小的一个。

6. 如权利要求 1 或 2 所限定的成像透镜，其中，进一步满足下列条件公式：

$0.2<\Sigma Dt/\Sigma D<0.67$ (4)，其中，

ΣDt：所述第一透镜至所述第七透镜的中心厚度的总和，以及

ΣD：从所述第一透镜的物体侧的面到所述第七透镜的像侧的面在光轴上的长度。

7. 如权利要求 1 或 2 所限定的成像透镜，其中，进一步满足下列条件公式：

$0.2<\Sigma Dt/TCL<0.6$ (5)，其中，

ΣDt：所述第一透镜至所述第七透镜的中心厚度的总和，以及

TCL：从所述第一透镜的物体侧的面到像形成面在光轴上的长度。

8. 如权利要求 1 或 2 所限定的成像透镜，其中，进一步满足下列条件公式：

$0<f/f1<1.1$ (6)，其中

f：整个系统的焦距，以及

f1：所述第一透镜的焦距。

9. 如权利要求 1 或 2 所限定的成像透镜，其中，进一步满足下列条件公式：

$0.2<\Sigma Dt/\Sigma Da<2.6$ (7)，其中，

1. 一种成像透镜，大致由从物体侧以此顺序的如下七个透镜构成：

第一透镜，所述第一透镜在光轴附近具有正屈光力并且在所述光轴附近具有面朝物体侧的凸面；

第二透镜；

第三透镜；

第四透镜；

第五透镜；

第六透镜；和

第七透镜，所述第七透镜在所述光轴附近具有面朝像侧的凹面，并且其至少一个面包括拐点，并且其两个面都是非球面的，

其中，所述第一透镜至第七透镜中的各个透镜是单透镜。

2. 如权利要求 1 所限定的成像透镜，其中，进一步满足下列条件公式：

$f/f67<0$ (1)，其中

f：整个系统的焦距，以及

f67：所述第六透镜和所述第七透镜的合成焦距。

3. 如权利要求 1 或 2 所限定的成像透镜，其中，进一步满足下列条件公式：

$0<f/f123<1$ (2)，其中

f：整个系统的焦距，以及

f123：所述第一透镜、所述第二透镜和所述第三透镜的合成焦距。

4. 如权利要求 1 或 2 所限定的成像透镜，进一步包括：

布置在所述第三透镜的物体侧的面的物体侧上的孔径光阑。

5. 如权利要求 1 或 2 所限定的成像透镜，其中，进一步满足下列条件公式：

$\min \nu d<35$ (3)，其中，

$\min \nu d$：包括相对于在所述成像透镜中的具有负屈光力的透镜的 d 线的阿贝数中最小的一个。

6. 如权利要求 1 或 2 所限定的成像透镜，其中，进一步满足下列条件公式：

$0.2<\Sigma Dt/\Sigma D<0.67$ (4)，其中，

ΣDt：所述第一透镜至所述第七透镜的中心厚度的总和，以及

ΣD：从所述第一透镜的物体侧的面到所述第七透镜的像侧的面在光轴上的长度。

7. 如权利要求 1 或 2 所限定的成像透镜，其中，进一步满足下列条件公式：

$0.2<\Sigma Dt/TCL<0.6$ (5)，其中，

ΣDt：所述第一透镜至所述第七透镜的中心厚度的总和，以及

TCL：从所述第一透镜的物体侧的面到像形成面在光轴上的长度。

8. 如权利要求 1 或 2 所限定的成像透镜，其中，进一步满足下列条件公式：

$0<f/f1<1.1$ (6)，其中

f：整个系统的焦距，以及

f1：所述第一透镜的焦距。

9. 如权利要求 1 或 2 所限定的成像透镜，其中，进一步满足下列条件公式：

$0.2<\Sigma Dt/\Sigma Da<2.6$ (7)，其中，

ΣDt :所述第一透镜至所述第七透镜的中心厚度的总和,以及

ΣDa :从所述第一透镜的像侧的面到所述第七透镜的物体侧的面在光轴上的空气间隔的长度的总和。

10. 如权利要求 1 或 2 所限定的成像透镜,其中,所述第五透镜在光轴附近具有正屈光力。

11. 如权利要求 1 或 2 所限定的成像透镜,其中,所述第一透镜在光轴附近具有弯月形。

12. 如权利要求 1 或 2 所限定的成像透镜,其中,所述第二透镜在光轴附近具有面朝所述物体侧的凸面。

13. 如权利要求 1 或 2 所限定的成像透镜,其中,所述第三透镜在光轴附近具有面朝所述物体侧的凹面。

14. 如权利要求 1 或 2 所限定的成像透镜,其中,所述第四透镜在光轴附近具有面朝所述物体侧的凸面。

15. 如权利要求 1 或 2 所限定的成像透镜,其中,所述第六透镜在光轴附近具有面朝所述像侧的凸面。

16. 如权利要求 1 或 2 所限定的成像透镜,其中,进一步满足下列条件公式 :

$0<f/f6<1.52$ (8), 其中,

f :整个系统的焦距,以及

f6 :所述第六透镜的焦距。

17. 如权利要求 1 或 2 所限定的成像透镜,其中,进一步满足下列条件公式 :

$0.2<f/f123<0.72$ (2-1), 其中,

f :整个系统的焦距,以及

f123 :所述第一透镜、所述第二透镜和所述第三透镜的合成焦距。

18. 如权利要求 1 或 2 所限定的成像透镜,其中,进一步满足下列条件公式 :

$-2<f/f67<-0.1$ (1-1), 其中,

f :整个系统的焦距,以及

f67 :所述第六透镜和所述第七透镜的合成焦距。

19. 一种成像装置,包括 :

如权利要求 1 至 18 中的任何一项所限定的成像透镜。

ΣDt :所述第一透镜至所述第七透镜的中心厚度的总和,以及

ΣDa :从所述第一透镜的像侧的面到所述第七透镜的物体侧的面在光轴上的空气间隔的长度的总和。

10. 如权利要求 1 或 2 所限定的成像透镜,其中,所述第五透镜在光轴附近具有正屈光力。

11. 如权利要求 1 或 2 所限定的成像透镜,其中,所述第一透镜在光轴附近具有弯月形。

12. 如权利要求 1 或 2 所限定的成像透镜,其中,所述第二透镜在光轴附近具有面朝所述物体侧的凸面。

13. 如权利要求 1 或 2 所限定的成像透镜,其中,所述第三透镜在光轴附近具有面朝所述物体侧的凹面。

14. 如权利要求 1 或 2 所限定的成像透镜,其中,所述第四透镜在光轴附近具有面朝所述物体侧的凸面。

15. 如权利要求 1 或 2 所限定的成像透镜,其中,所述第六透镜在光轴附近具有面朝所述像侧的凸面。

16. 如权利要求 1 或 2 所限定的成像透镜,其中,进一步满足下列条件公式 :

$0<f/f6<1.52$ (8), 其中,

f :整个系统的焦距,以及

f6 :所述第六透镜的焦距。

17. 如权利要求 1 或 2 所限定的成像透镜,其中,进一步满足下列条件公式 :

$0.2<f/f123<0.72$ (2-1), 其中,

f :整个系统的焦距,以及

f123 :所述第一透镜、所述第二透镜和所述第三透镜的合成焦距。

18. 如权利要求 1 或 2 所限定的成像透镜,其中,进一步满足下列条件公式 :

$-2<f/f67<-0.1$ (1-1), 其中,

f :整个系统的焦距,以及

f67 :所述第六透镜和所述第七透镜的合成焦距。

19. 一种成像装置,包括 :

如权利要求 1 至 18 中的任何一项所限定的成像透镜。

成像透镜和包含该成像透镜的成像装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种在诸如 CCD（电荷耦合器件）、CMOS（互补金属氧化物半导体）等的成像器件上形成被摄体的光学图像的固定焦点成像透镜，并且涉及一种其上安装有该成像透镜以执行摄影的成像装置，诸如数字静态相机、带有相机的蜂窝电话、信息移动终端（PDA：个人数字助理）、智能电话、移动游戏机、和平板终端。

背景技术

[0002] 随着个人计算机在最近几年中变得由许多家庭等拥有，数字静态相机已经迅速普及，其能够将通过摄影所获得的景观、人像等的图像数据输入到个人计算机中。此外，用于输入图像的相机模块变得常常安装在蜂窝电话、智能电话和平板终端上。具有成像功能的这样的设备使用诸如 CCD 和 CMOS 的成像器件。随着成像器件的尺寸在最近几年中变得很小，成像设备的总尺寸和将被安装在成像设备上的成像透镜的尺寸也需要减小。此外，由于成像器件的分辨率同时已经变得更高，所以成像透镜需要具有高分辨率和高性能。例如，成像透镜需要具有对应于 5 兆像素或更高的高分辨率的性能并且期望地对应于 8 兆像素或更高的性能。

[0003] 为了满足这样的需要，为了减小透镜系统的全长以及为了增加分辨率，专利文献 1 公开了一种由七个透镜构成的透镜系统，所述七个透镜是相对大数量的透镜。

[0004] [相关技术文献]

[0005] [专利文献]

[0006] [专利文献 1]

[0007] 日本未审查专利公布 No. 2012-155223

实用新型内容

[0008] 然而，在专利文献 1 中公开的由七个透镜构成的透镜进一步需要以极好的方式校正各种像差以满足上述对于更高性能的需要。

[0009] 鉴于前述情况，本实用新型的一个目的是提供一种能够以极好的方式校正像差并且从视角的中心至视角的周边部分能够实现高像形成性能的成像透镜和一种其上安装有该成像透镜并且能够获得高分辨率成像图像的成像装置。

[0010] 本实用新型的成像透镜是大致由从物体侧以此顺序的如下七个透镜构成的成像透镜：

[0011] 第一透镜，该第一透镜在光轴附近具有正屈光力并且在光轴附近具有面朝物体侧的凸面；

[0012] 第二透镜；

[0013] 第三透镜；

[0014] 第四透镜；

[0015] 第五透镜；

成像透镜和包含该成像透镜的成像装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种在诸如 CCD（电荷耦合器件）、CMOS（互补金属氧化物半导体）等的成像器件上形成被摄体的光学图像的固定焦点成像透镜，并且涉及一种其上安装有该成像透镜以执行摄影的成像装置，诸如数字静态相机、带有相机的蜂窝电话、信息移动终端（PDA：个人数字助理）、智能电话、移动游戏机、和平板终端。

背景技术

[0002] 随着个人计算机在最近几年中变得由许多家庭等拥有，数字静态相机已经迅速普及，其能够将通过摄影所获得的景观、人像等的图像数据输入到个人计算机中。此外，用于输入图像的相机模块变得常常安装在蜂窝电话、智能电话和平板终端上。具有成像功能的这样的设备使用诸如 CCD 和 CMOS 的成像器件。随着成像器件的尺寸在最近几年中变得很小，成像设备的总尺寸和将被安装在成像设备上的成像透镜的尺寸也需要减小。此外，由于成像器件的分辨率同时已经变得更高，所以成像透镜需要具有高分辨率和高性能。例如，成像透镜需要具有对应于 5 兆像素或更高的高分辨率的性能并且期望地对应于 8 兆像素或更高的性能。

[0003] 为了满足这样的需要，为了减小透镜系统的全长以及为了增加分辨率，专利文献 1 公开了一种由七个透镜构成的透镜系统，所述七个透镜是相对大数量的透镜。

[0004] [相关技术文献]

[0005] [专利文献]

[0006] [专利文献 1]

[0007] 日本未审查专利公布 No. 2012-155223

实用新型内容

[0008] 然而，在专利文献 1 中公开的由七个透镜构成的透镜进一步需要以极好的方式校正各种像差以满足上述对于更高性能的需要。

[0009] 鉴于前述情况，本实用新型的一个目的是提供一种能够以极好的方式校正像差并且从视角的中心至视角的周边部分能够实现高像形成性能的成像透镜和一种其上安装有该成像透镜并且能够获得高分辨率成像图像的成像装置。

[0010] 本实用新型的成像透镜是大致由从物体侧以此顺序的如下七个透镜构成的成像透镜：

[0011] 第一透镜，该第一透镜在光轴附近具有正屈光力并且在光轴附近具有面朝物体侧的凸面；

[0012] 第二透镜；

[0013] 第三透镜；

[0014] 第四透镜；

[0015] 第五透镜；

[0016] 第六透镜；和

[0017] 第七透镜，该第七透镜在光轴附近具有面朝像侧的凹面，并且其至少一个面包括拐点，并且其两个面都是非球面的，

[0018] 其中，第一透镜至第七透镜中的各个透镜是单透镜。

[0019] 在本实用新型的成像透镜中，表述“大致由七个透镜构成”意味着本实用新型的成像透镜除所述七个透镜之外还可以包括大致无屈光力的透镜、不是透镜的诸如光圈和盖玻片的光学元件、诸如透镜凸缘、透镜镜筒、成像器件和手抖动模糊校正机构的机构部分等等。当透镜包括非球面的面时，在近轴区域中考虑透镜的面形状和屈光力的符号。

[0020] 此外，术语“单透镜”是指由一个透镜构成并且不是接合透镜的透镜。

[0021] 通过进一步采用和满足下面期望的一个或多个结构来提高本实用新型的成像透镜的光学性能是可能的。

[0022] 期望的是，本实用新型的成像透镜进一步包括在第三透镜的物体侧的面的物体侧上布置的孔径光阑。

[0023] 在本实用新型的成像透镜中，期望的是，第五透镜在光轴附近具有正屈光力。

[0024] 在本实用新型的成像透镜中，期望的是，第一透镜在光轴附近具有弯月形。

[0025] 在本实用新型的成像透镜中，期望的是，第二透镜在光轴附近具有面朝物体侧的凸面。

[0026] 在本实用新型的成像透镜中，期望的是，第三透镜在光轴附近具有面朝物体侧的凹面。

[0027] 在本实用新型的成像透镜中，期望的是，第四透镜在光轴附近具有面朝物体侧的凸面。

[0028] 在本实用新型的成像透镜中，期望的是，第六透镜在光轴附近具有面朝像侧的凸面。

[0029] 期望的是，本实用新型的成像透镜满足下列条件公式(1)至(8)中的至少一个。作为期望的模式，成像透镜可以满足下列条件公式(1)至(8)中的一个。或者，成像透镜可以满足条件公式(1)至(8)的任意组合：

[0030] $f/f67<0$ (1)；

[0031] $-2<f/f67<-0.1$ (1-1)；

[0032] $0<f/f123<1$ (2)；

[0033] $0.2<f/f123<0.72$ (2-1)；

[0034] $\min \nu d<35$ (3)；

[0035] $0.2<\Sigma Dt/\Sigma D<0.67$ (4)；

[0036] $0.2<\Sigma Dt/TCL<0.6$ (5)；

[0037] $0<f/f1<1.1$ (6)；

[0038] $0.2<\Sigma Dt/\Sigma Da<2.6$ (7)；以及

[0039] $0<f/f6<1.52$ (8)，其中，

[0040] f67：第六透镜和第七透镜的合成焦距，

[0041] f：整个系统的焦距，

[0042] f123：第一透镜、第二透镜和第三透镜的合成焦距，

[0016] 第六透镜；和

[0017] 第七透镜，该第七透镜在光轴附近具有面朝像侧的凹面，并且其至少一个面包括拐点，并且其两个面都是非球面的，

[0018] 其中，第一透镜至第七透镜中的各个透镜是单透镜。

[0019] 在本实用新型的成像透镜中，表述“大致由七个透镜构成”意味着本实用新型的成像透镜除所述七个透镜之外还可以包括大致无屈光力的透镜、不是透镜的诸如光圈和盖玻片的光学元件、诸如透镜凸缘、透镜镜筒、成像器件和手抖动模糊校正机构的机构部分等等。当透镜包括非球面的面时，在近轴区域中考虑透镜的面形状和屈光力的符号。

[0020] 此外，术语“单透镜”是指由一个透镜构成并且不是接合透镜的透镜。

[0021] 通过进一步采用和满足下面期望的一个或多个结构来提高本实用新型的成像透镜的光学性能是可能的。

[0022] 期望的是，本实用新型的成像透镜进一步包括在第三透镜的物体侧的面的物体侧上布置的孔径光阑。

[0023] 在本实用新型的成像透镜中，期望的是，第五透镜在光轴附近具有正屈光力。

[0024] 在本实用新型的成像透镜中，期望的是，第一透镜在光轴附近具有弯月形。

[0025] 在本实用新型的成像透镜中，期望的是，第二透镜在光轴附近具有面朝物体侧的凸面。

[0026] 在本实用新型的成像透镜中，期望的是，第三透镜在光轴附近具有面朝物体侧的凹面。

[0027] 在本实用新型的成像透镜中，期望的是，第四透镜在光轴附近具有面朝物体侧的凸面。

[0028] 在本实用新型的成像透镜中，期望的是，第六透镜在光轴附近具有面朝像侧的凸面。

[0029] 期望的是，本实用新型的成像透镜满足下列条件公式(1)至(8)中的至少一个。作为期望的模式，成像透镜可以满足下列条件公式(1)至(8)中的一个。或者，成像透镜可以满足条件公式(1)至(8)的任意组合：

[0030] $f/f67<0$ (1)；

[0031] $-2<f/f67<-0.1$ (1-1)；

[0032] $0<f/f123<1$ (2)；

[0033] $0.2<f/f123<0.72$ (2-1)；

[0034] $\min \nu d<35$ (3)；

[0035] $0.2<\Sigma Dt/\Sigma D<0.67$ (4)；

[0036] $0.2<\Sigma Dt/TCL<0.6$ (5)；

[0037] $0<f/f1<1.1$ (6)；

[0038] $0.2<\Sigma Dt/\Sigma Da<2.6$ (7)；以及

[0039] $0<f/f6<1.52$ (8)，其中，

[0040] f67：第六透镜和第七透镜的合成焦距，

[0041] f：整个系统的焦距，

[0042] f123：第一透镜、第二透镜和第三透镜的合成焦距，

[0043] min v d :相对于包括在成像透镜中的具有负屈光力的透镜的 d 线的阿贝数中最小的一个，

[0044] ΣDt :第一透镜至第七透镜的中心厚度的总和，

[0045] ΣD :从第一透镜的物体侧的面到第七透镜的像侧的面在光轴上的长度，

[0046] TCL :从第一透镜的物体侧的面到像形成面在光轴上的长度，

[0047] f1 :第一透镜的焦距，

[0048] ΣDa :从第一透镜的像侧的面到第七透镜的物体侧的面在光轴上的空气间隔的长度的总和，以及

[0049] f6 :第六透镜的焦距。

[0050] 关于从第一透镜的物体侧的面到像形成面在光轴上的长度（总透镜长度），空气中的距离用于后聚焦部。例如，当将没有任何屈光力的诸如滤光件和盖玻片的构件插入在最像侧透镜和像形成面之间时，空气中的距离用于该构件的厚度。

[0051] 本实用新型的成像装置包括本实用新型的成像透镜。

[0052] 基于由本实用新型的成像透镜获得的高分辨率光学图像，本实用新型的成像装置能够获得高分辨率成像信号。

[0053] 实用新型效果

[0054] 根据本实用新型的成像透镜，各透镜元件的结构在由总共七个透镜构成的透镜结构上被优化。特别地，所有的透镜，即，第一透镜至第七透镜，是单透镜。因此，极好地校正各种像差以及实现从视角的中心至视角的周边部分具有高像成形性能的透镜系统是可能的。

[0055] 此外，根据本实用新型的成像装置，基于由本实用新型的具有高像成形性能的成像透镜形成的光学图像的成像信号被输出。因此，获得高分辨率摄影图像是可能的。

附图说明

[0056] 图 1 是图示根据本实用新型的实施例的成像透镜的第一结构性示例的图，并且其是对应于示例 1 的透镜截面；

[0057] 图 2 是图示根据本实用新型的实施例的成像透镜的第二结构性示例的图，并且其是对应于示例 2 的透镜截面；

[0058] 图 3 是图示根据本实用新型的实施例的成像透镜的第三结构性示例的图，并且其是对应于示例 3 的透镜截面；

[0059] 图 4 是图示根据本实用新型的实施例的成像透镜的第四结构性示例的图，并且其是对应于示例 4 的透镜截面；

[0060] 图 5 是图示根据本实用新型的实施例的成像透镜的第五结构性示例的图，并且其是对应于示例 5 的透镜截面；

[0061] 图 6 是图示根据本实用新型的实施例的成像透镜的第六结构性示例的图，并且其是对应于示例 6 的透镜截面；

[0062] 图 7 是图示根据本实用新型的实施例的成像透镜的第七结构性示例的图，并且其是对应于示例 7 的透镜截面；

[0063] 图 8 是图示图 3 中所图示的成像透镜的光程的截面；

[0064] 图 9 是图示本实用新型的示例 1 中的成像透镜的各种像差的像差图，并且（A）示

[0043] min v d :相对于包括在成像透镜中的具有负屈光力的透镜的 d 线的阿贝数中最小的一个，

[0044] ΣDt :第一透镜至第七透镜的中心厚度的总和，

[0045] ΣD :从第一透镜的物体侧的面到第七透镜的像侧的面在光轴上的长度，

[0046] TCL :从第一透镜的物体侧的面到像形成面在光轴上的长度，

[0047] f1 :第一透镜的焦距，

[0048] ΣDa :从第一透镜的像侧的面到第七透镜的物体侧的面在光轴上的空气间隔的长度的总和，以及

[0049] f6 :第六透镜的焦距。

[0050] 关于从第一透镜的物体侧的面到像形成面在光轴上的长度(总透镜长度)，空气中的距离用于后聚焦部。例如，当将没有任何屈光力的诸如滤光件和盖玻片的构件插入在最像侧透镜和像形成面之间时，空气中的距离用于该构件的厚度。

[0051] 本实用新型的成像装置包括本实用新型的成像透镜。

[0052] 基于由本实用新型的成像透镜获得的高分辨率光学图像，本实用新型的成像装置能够获得高分辨率成像信号。

[0053] 实用新型效果

[0054] 根据本实用新型的成像透镜，各透镜元件的结构在由总共七个透镜构成的透镜结构上被优化。特别地，所有的透镜，即，第一透镜至第七透镜，是单透镜。因此，极好地校正各种像差以及实现从视角的中心至视角的周边部分具有高像成形性能的透镜系统是可能的。

[0055] 此外，根据本实用新型的成像装置，基于由本实用新型的具有高像成形性能的成像透镜形成的光学图像的成像信号被输出。因此，获得高分辨率摄影图像是可能的。

附图说明

[0056] 图 1 是图示根据本实用新型的实施例的成像透镜的第一结构性示例的图，并且其是对应于示例 1 的透镜截面；

[0057] 图 2 是图示根据本实用新型的实施例的成像透镜的第二结构性示例的图，并且其是对应于示例 2 的透镜截面；

[0058] 图 3 是图示根据本实用新型的实施例的成像透镜的第三结构性示例的图，并且其是对应于示例 3 的透镜截面；

[0059] 图 4 是图示根据本实用新型的实施例的成像透镜的第四结构性示例的图，并且其是对应于示例 4 的透镜截面；

[0060] 图 5 是图示根据本实用新型的实施例的成像透镜的第五结构性示例的图，并且其是对应于示例 5 的透镜截面；

[0061] 图 6 是图示根据本实用新型的实施例的成像透镜的第六结构性示例的图，并且其是对应于示例 6 的透镜截面；

[0062] 图 7 是图示根据本实用新型的实施例的成像透镜的第七结构性示例的图，并且其是对应于示例 7 的透镜截面；

[0063] 图 8 是图示图 3 中所图示的成像透镜的光程的截面；

[0064] 图 9 是图示本实用新型的示例 1 中的成像透镜的各种像差的像差图，并且(A)示

出球面像差，并且(B)示出像散(场曲)，并且(C)示出畸变，并且(D)示出横向色像差；

[0065] 图 10 是图示本实用新型的示例 2 中的成像透镜的各种像差的像差图，并且(A)示出球面像差，并且(B)示出像散(场曲)，并且(C)示出畸变，并且(D)示出横向色像差；

[0066] 图 11 是图示本实用新型的示例 3 中的成像透镜的各种像差的像差图，并且(A)示出球面像差，并且(B)示出像散(场曲)，并且(C)示出畸变，并且(D)示出横向色像差；

[0067] 图 12 是图示本实用新型的示例 4 中的成像透镜的各种像差的像差图，并且(A)示出球面像差，并且(B)示出像散(场曲)，并且(C)示出畸变，并且(D)示出横向色像差；

[0068] 图 13 是图示本实用新型的示例 5 中的成像透镜的各种像差的像差图，并且(A)示出球面像差，并且(B)示出像散(场曲)，并且(C)示出畸变，并且(D)示出横向色像差；

[0069] 图 14 是图示本实用新型的示例 6 中的成像透镜的各种像差的像差图，并且(A)示出球面像差，并且(B)示出像散(场曲)，并且(C)示出畸变，并且(D)示出横向色像差；

[0070] 图 15 是图示本实用新型的示例 7 中的成像透镜的各种像差的像差图，并且(A)示出球面像差，并且(B)示出像散(场曲)，并且(C)示出畸变，并且(D)示出横向色像差；

[0071] 图 16 是图示作为包括本实用新型的成像透镜的蜂窝电话终端的成像装置的图；以及

[0072] 图 17 是图示作为包括本实用新型的成像透镜的智能电话的成像装置的图。

具体实施方式

[0073] 将参照附图详细地描述本实用新型的实施例。

[0074] 图 1 是图示在根据本实用新型的实施例的成像透镜的第一实施例中的结构性示例的图。该结构性示例对应于将在稍后描述的第一数值示例(表 1 和表 2)的透镜结构。类似地，图 2 至图 7 图示在第二至第七实施例中的结构性示例的截面，其对应于第二至第七数值示例(表 3 至表 14)的透镜结构。在图 1 至图 7 中，当透镜元件的最物体侧的面是第一面时，符号 Ri 表示第 i 个面的曲率半径，并且以这样的方式分配符号使得 i 的值朝像侧(像形成侧)顺次地增加。符号 Di 表示第 i 个面和第(i+1)个面之间在光轴 Z1 上的距离。在此处，各结构性示例的基本结构是相同的。因此，主要将描述图 1 中所图示的成像透镜的结构性示例，并且如果必要，还将描述图 2 至图 7 中所图示的结构性示例。此外，图 8 是图示图 3 中所图示的成像透镜 L 的光程的图。图 8 图示来自在无穷远处的物体点的轴向光线 2 的光程和在最大视角处的光线 3 的光程。

[0075] 根据本实用新型的实施例的成像透镜 L 适于用在使用诸如 CCD 和 CMOS 的成像器件的各种成像设备中。特别地，成像透镜 L 适合于相对小型的移动终端设备，例如，诸如数据静态相机、带有相机的蜂窝电话、智能电话、平板终端和 PDA。该成像透镜 L 沿着光轴 Z1 从物体侧以此顺序包括第一透镜 L1、第二透镜 L2、第三透镜 L3、第四透镜 L4、第五透镜 L5、第六透镜 L6 和第七透镜 L7。

[0076] 图 16 是图示蜂窝电话终端的示意图，其是根据本实用新型的实施例的成像装置 1。根据本实用新型的实施例的成像装置 1 包括根据本实用新型的实施例的成像透镜 L 和诸如 CCD 的成像器件 100，该成像器件 100 基于由成像透镜 L 形成的光学图像输出成像信号(请参照图 1)。成像器件 100 布置在成像透镜 L 的像形成面(成像面)处。

[0077] 图 17 是图示智能电话的示意图，其是根据本实用新型的实施例的成像装置 501。

出球面像差，并且(B)示出像散(场曲)，并且(C)示出畸变，并且(D)示出横向色像差；

[0065] 图 10 是图示本实用新型的示例 2 中的成像透镜的各种像差的像差图，并且(A)示出球面像差，并且(B)示出像散(场曲)，并且(C)示出畸变，并且(D)示出横向色像差；

[0066] 图 11 是图示本实用新型的示例 3 中的成像透镜的各种像差的像差图，并且(A)示出球面像差，并且(B)示出像散(场曲)，并且(C)示出畸变，并且(D)示出横向色像差；

[0067] 图 12 是图示本实用新型的示例 4 中的成像透镜的各种像差的像差图，并且(A)示出球面像差，并且(B)示出像散(场曲)，并且(C)示出畸变，并且(D)示出横向色像差；

[0068] 图 13 是图示本实用新型的示例 5 中的成像透镜的各种像差的像差图，并且(A)示出球面像差，并且(B)示出像散(场曲)，并且(C)示出畸变，并且(D)示出横向色像差；

[0069] 图 14 是图示本实用新型的示例 6 中的成像透镜的各种像差的像差图，并且(A)示出球面像差，并且(B)示出像散(场曲)，并且(C)示出畸变，并且(D)示出横向色像差；

[0070] 图 15 是图示本实用新型的示例 7 中的成像透镜的各种像差的像差图，并且(A)示出球面像差，并且(B)示出像散(场曲)，并且(C)示出畸变，并且(D)示出横向色像差；

[0071] 图 16 是图示作为包括本实用新型的成像透镜的蜂窝电话终端的成像装置的图；以及

[0072] 图 17 是图示作为包括本实用新型的成像透镜的智能电话的成像装置的图。

具体实施方式

[0073] 将参照附图详细地描述本实用新型的实施例。

[0074] 图 1 是图示在根据本实用新型的实施例的成像透镜的第一实施例中的结构性示例的图。该结构性示例对应于将在稍后描述的第一数值示例(表 1 和表 2)的透镜结构。类似地，图 2 至图 7 图示在第二至第七实施例中的结构性示例的截面，其对应于第二至第七数值示例(表 3 至表 14)的透镜结构。在图 1 至图 7 中，当透镜元件的最物体侧的面是第一面时，符号 Ri 表示第 i 个面的曲率半径，并且以这样的方式分配符号使得 i 的值朝像侧(像形成侧)顺次地增加。符号 Di 表示第 i 个面和第(i+1)个面之间在光轴 Z1 上的距离。在此处，各结构性示例的基本结构是相同的。因此，主要将描述图 1 中所图示的成像透镜的结构性示例，并且如果必要，还将描述图 2 至图 7 中所图示的结构性示例。此外，图 8 是图示图 3 中所图示的成像透镜 L 的光程的图。图 8 图示来自在无穷远处的物体点的轴向光线 2 的光程和在最大视角处的光线 3 的光程。

[0075] 根据本实用新型的实施例的成像透镜 L 适于用在使用诸如 CCD 和 CMOS 的成像器件的各种成像设备中。特别地，成像透镜 L 适合于相对小型的移动终端设备，例如，诸如数据静态相机、带有相机的蜂窝电话、智能电话、平板终端和 PDA。该成像透镜 L 沿着光轴 Z1 从物体侧以此顺序包括第一透镜 L1、第二透镜 L2、第三透镜 L3、第四透镜 L4、第五透镜 L5、第六透镜 L6 和第七透镜 L7。

[0076] 图 16 是图示蜂窝电话终端的示意图，其是根据本实用新型的实施例的成像装置 1。根据本实用新型的实施例的成像装置 1 包括根据本实用新型的实施例的成像透镜 L 和诸如 CCD 的成像器件 100，该成像器件 100 基于由成像透镜 L 形成的光学图像输出成像信号(请参照图 1)。成像器件 100 布置在成像透镜 L 的像形成面(成像面)处。

[0077] 图 17 是图示智能电话的示意图，其是根据本实用新型的实施例的成像装置 501。

根据本实用新型的实施例的成像装置 501 包括包含根据本实用新型的实施例的成像透镜 L 的相机单元 541 和诸如 CCD 的成像器件 100，该成像器件 100 基于由成像透镜 L 形成的光学图像输出成像信号（请参照图 1）。成像器件 100 布置在成像透镜 L 的像形成面（成像面）处。

[0078] 基于其上安装有透镜的相机的结构，可以在第七透镜 L7 和成像器件 100 之间布置各种光学构件 CG。例如，可以布置平板形光学构件，诸如用于保护成像面盖玻片和红外线截止滤光件。在这种情况下，例如，可以将已经施加具有诸如红外线截止滤光件和 ND 滤光件的滤光件的效果的涂层的平板形盖玻片用作光学构件 CG。

[0079] 或者，通过对第七透镜 L7 等施加涂层而不使用光学构件 CG，可以对第七透镜 L7 等提供类似于光学构件 CG 的效果。则可以减少部件的数量并减小全长。

[0080] 此外，成像透镜 L 包括在第三透镜 L3 的物体侧的面的物体侧上布置的孔径光阑 St。由于孔径光阑以这种方式布置在第三透镜 L3 的物体侧的面的物体侧上，所以当光线经过光学系统时，尤其是在像形成区域的周边部分中，防止进入像形成面（成像器件）的光线的入射角变大是可能的。更加期望的是，孔径光阑 St 布置在光轴方向上在第二透镜 L2 的物体侧的面的物体侧上以进一步增强该效果。更加期望的是，孔径光阑 St 布置在光轴方向上在第一透镜 L1 的物体侧的面的物体侧上。在此处，表述“布置在第三透镜 L3 的物体侧的面的物体侧上”意味着孔径光阑在光轴方向上的位置与轴向边缘光线和第三透镜 L3 的物体侧的面的交点相同或位于交点的物体侧上。类似地，表述“布置在第二透镜 L2（或第一透镜 L1）的物体侧的面的物体侧上”意味着孔径光阑在光轴方向上的位置与轴向边缘光线和第二透镜 L2（或第一透镜 L1）的物体侧的面的交点相同或位于交点的物体侧上。

[0081] 当孔径光阑 St 布置在第一透镜的物体侧的面的物体侧上时，期望的是，孔径光阑 St 布置在第一透镜 L1 的面的顶点的像侧上。当孔径光阑 St 以这样的方式布置在第一透镜 L1 的面的顶点的像侧上时，减小包括孔径光阑 St 的成像透镜的全长是可能的。然而，孔径光阑 St 的位置并不限于该位置，并且孔径光阑 St 可以被布置在第一透镜 L1 的面的顶点的物体侧上。与孔径光阑 St 定位在第一透镜 L1 的面的顶点的像侧上的情况相比，孔径光阑 St 定位在第一透镜 L1 的面的顶点的物体侧上的布置对于确保周边光量是略不利的。然而，当光线经过光学系统时，该布置能够以更加期望的方式防止进入像形成面（成像器件）的光线的入射角在像形成区域的周边部分中变大。根据第二至第七实施例的透镜（请参照图 2 至图 7）是孔径光阑 St 布置在光轴方向上在第一透镜 L1 的物体侧的面的物体侧上并且进一步地孔径光阑 St 布置在第一透镜 L1 的面的顶点的像侧上的结构性示例。

[0082] 如在第一实施例中所图示的（请参照图 1），孔径光阑 St 可以被布置在光轴方向上在第一透镜 L1 和第二透镜 L2 之间。在这种情况下，极好地校正场曲是可能的。与孔径光阑 St 布置在光轴方向上在第一透镜 L1 的物体侧的面的物体侧上的情况相比，孔径光阑 St 定位在光轴方向上在第一透镜 L1 和第二透镜 L2 之间的布置对于确保远心是不利的，确保远心换句话说，使得主光线尽可能平行于光轴（使得进入成像面的光线的入射角接近于零）。然而，通过采用与常规成像器件相比减少将由入射角的增加导致的光接收效率上的下降和色混合的产生的成像器件，可以实现极好的光学性能。这样的成像器件通过在最近几年中成像器件技术的发展来实现。

[0083] 在成像透镜 L 中，第一透镜 L1 在光轴附近具有正屈光力。第一透镜 L1 在光轴附

根据本实用新型的实施例的成像装置 501 包括包含根据本实用新型的实施例的成像透镜 L 的相机单元 541 和诸如 CCD 的成像器件 100，该成像器件 100 基于由成像透镜 L 形成的光学图像输出成像信号（请参照图 1）。成像器件 100 布置在成像透镜 L 的像形成面（成像面）处。

[0078] 基于其上安装有透镜的相机的结构，可以在第七透镜 L7 和成像器件 100 之间布置各种光学构件 CG。例如，可以布置平板形光学构件，诸如用于保护成像面盖玻片和红外线截止滤光件。在这种情况下，例如，可以将已经施加具有诸如红外线截止滤光件和 ND 滤光件的滤光件的效果的涂层的平板形盖玻片用作光学构件 CG。

[0079] 或者，通过对第七透镜 L7 等施加涂层而不使用光学构件 CG，可以对第七透镜 L7 等提供类似于光学构件 CG 的效果。则可以减少部件的数量并减小全长。

[0080] 此外，成像透镜 L 包括在第三透镜 L3 的物体侧的面的物体侧上布置的孔径光阑 St。由于孔径光阑以这种方式布置在第三透镜 L3 的物体侧的面的物体侧上，所以当光线经过光学系统时，尤其是在像形成区域的周边部分中，防止进入像形成面（成像器件）的光线的入射角变大是可能的。更加期望的是，孔径光阑 St 布置在光轴方向上在第二透镜 L2 的物体侧的面的物体侧上以进一步增强该效果。更加期望的是，孔径光阑 St 布置在光轴方向上在第一透镜 L1 的物体侧的面的物体侧上。在此处，表述“布置在第三透镜 L3 的物体侧的面的物体侧上”意味着孔径光阑在光轴方向上的位置与轴向边缘光线和第三透镜 L3 的物体侧的面的交点相同或位于交点的物体侧上。类似地，表述“布置在第二透镜 L2（或第一透镜 L1）的物体侧的面的物体侧上”意味着孔径光阑在光轴方向上的位置与轴向边缘光线和第二透镜 L2（或第一透镜 L1）的物体侧的面的交点相同或位于交点的物体侧上。

[0081] 当孔径光阑 St 布置在第一透镜的物体侧的面的物体侧上时，期望的是，孔径光阑 St 布置在第一透镜 L1 的面的顶点的像侧上。当孔径光阑 St 以这样的方式布置在第一透镜 L1 的面的顶点的像侧上时，减小包括孔径光阑 St 的成像透镜的全长是可能的。然而，孔径光阑 St 的位置并不限于该位置，并且孔径光阑 St 可以被布置在第一透镜 L1 的面的顶点的物体侧上。与孔径光阑 St 定位在第一透镜 L1 的面的顶点的像侧上的情况相比，孔径光阑 St 定位在第一透镜 L1 的面的顶点的物体侧上的布置对于确保周边光量是略不利的。然而，当光线经过光学系统时，该布置能够以更加期望的方式防止进入像形成面（成像器件）的光线的入射角在像形成区域的周边部分中变大。根据第二至第七实施例的透镜（请参照图 2 至图 7）是孔径光阑 St 布置在光轴方向上在第一透镜 L1 的物体侧的面的物体侧上并且进一步地孔径光阑 St 布置在第一透镜 L1 的面的顶点的像侧上的结构性示例。

[0082] 如在第一实施例中所图示的（请参照图 1），孔径光阑 St 可以被布置在光轴方向上在第一透镜 L1 和第二透镜 L2 之间。在这种情况下，极好地校正场曲是可能的。与孔径光阑 St 布置在光轴方向上在第一透镜 L1 的物体侧的面的物体侧上的情况相比，孔径光阑 St 定位在光轴方向上在第一透镜 L1 和第二透镜 L2 之间的布置对于确保远心是不利的，确保远心换句话说，使得主光线尽可能平行于光轴（使得进入成像面的光线的入射角接近于零）。然而，通过采用与常规成像器件相比减少将由入射角的增加导致的光接收效率上的下降和色混合的产生的成像器件，可以实现极好的光学性能。这样的成像器件通过在最近几年中成像器件技术的发展来实现。

[0083] 在成像透镜 L 中，第一透镜 L1 在光轴附近具有正屈光力。第一透镜 L1 在光轴附

近具有面朝物体侧的凸面。当具有成像透镜 L 的主像形成功能的第一透镜 L1 以这样的方式在光轴附近具有面朝物体侧的凸面时，对第一透镜 L1 提供充分的正屈光力是可能的。因此，以期望的方式减小成像透镜 L 的全长是可能的。更加期望的是，第一透镜 L1 在光轴附近具有使得凸面面朝物体侧的弯月形以进一步增强该效果，如第一至第七实施例中所图示的。

[0084] 第二透镜 L2 在光轴附近可以具有正屈光力或在光轴附近可以具有负屈光力，只要第一透镜 L1 至第三透镜 L3 三个透镜总体上在光轴附近具有正屈光力即可。如在第一至第七实施例中，当第一透镜 L1 和第二透镜 L2 在光轴附近具有正屈光力时，以期望的方式实现小 F 数是可能的。

[0085] 此外，期望的是，第二透镜 L2 在光轴附近具有面朝物体侧的凸面。当第二透镜 L2 在光轴附近具有面朝物体侧的凸面时，将整个成像透镜的后侧主点进一步定位到物体侧是可能的。因此，以期望的方式减小全长是可能的。期望的是，第二透镜 L2 在光轴附近具有使得凸面面朝物体侧的弯月形以进一步增强该效果，如第三和第四实施例中所图示的(请参照图 3 和图 4)。此外，如在第一、第二和第五至第七实施例中所图示的(请参照图 1、图 2 和图 5 至图 7)，第二透镜 L2 在光轴附近可以具有双凸形。为了实现在光轴附近具有大约相同水平的正屈光力的第二透镜，可以通过使得第二透镜 L2 的形状在光轴附近为双凸的，以使得与第二透镜 L2 的形状在光轴附近是弯月形的情况相比，第二透镜 L2 在光轴附近的曲率半径的绝对值相对大。因此，当第二透镜 L2 在光轴附近具有双凸形时，可以更加极好地校正球面像差。

[0086] 第三透镜 L3 在光轴附近可以具有正屈光力或负屈光力，只要第一透镜 L1 至第三透镜 L3 三个透镜总体上在光轴附近具有正屈光力即可。期望的是，第一透镜 L1 至第三透镜 L3 三个透镜总体上在光轴附近具有正屈光力，并且至少第二透镜 L2 或第三透镜 L3 在光轴附近具有负屈光力。在这种情况下，色像差的校正是容易的。在第一至第七实施例中，第三透镜 L3 在光轴附近具有负屈光力。因此，上述效果是可达到的。

[0087] 当第三透镜 L3 在光轴附近具有负屈光力时，期望的是，第三透镜 L3 在光轴附近具有面朝像侧的凹面。则与第三透镜 L3 在光轴附近具有面朝像侧的凸面的情况相比，以更加期望的方式校正球面像差和色像差是可能的。此外，如在第一至第七实施例中所图示的，期望的是，第三透镜 L3 在光轴附近具有双凹形。为了实现在光轴附近具有大约相同水平的负屈光力的第三透镜，可以通过使得第三透镜 L3 的形状在光轴附近为双凹的，以使得与第三透镜 L3 的形状在光轴附近是弯月形的情况相比，第三透镜 L3 在光轴附近的曲率半径的绝对值相对大。因此，当第三透镜 L3 在光轴附近具有双凹形时，以更加期望的方式抑制高阶球面像差的产生是可能的。

[0088] 第四透镜 L4 在光轴附近可以具有负屈光力或正屈光力，只要以良好平衡的方式校正在光线经过第一透镜 L1 至第三透镜 L3 时产生的各种像差即可。如在第一至第七实施例中所图示的，当第四透镜 L4 具有正屈光力时，极好地校正球面像差是可能的。当第四透镜 L4 具有负屈光力时，极好地校正轴向色像差是可能的。此外，期望的是，第四透镜 L4 在光轴附近具有面朝物体侧的凸面。当第四透镜 L4 在光轴附近具有面朝物体侧的凸面时，将整个成像透镜的后侧主点进一步定位到物体侧是可能的。因此，以期望的方式减小全长是可能的。期望的是，第四透镜 L4 在光轴附近具有使得凸面面朝物体侧的弯月形以进一步增

近具有面朝物体侧的凸面。当具有成像透镜 L 的主像形成功能的第一透镜 L1 以这样的方式在光轴附近具有面朝物体侧的凸面时，对第一透镜 L1 提供充分的正屈光力是可能的。因此，以期望的方式减小成像透镜 L 的全长是可能的。更加期望的是，第一透镜 L1 在光轴附近具有使得凸面面朝物体侧的弯月形以进一步增强该效果，如第一至第七实施例中所图示的。

[0084] 第二透镜 L2 在光轴附近可以具有正屈光力或在光轴附近可以具有负屈光力，只要第一透镜 L1 至第三透镜 L3 三个透镜总体上在光轴附近具有正屈光力即可。如在第一至第七实施例中，当第一透镜 L1 和第二透镜 L2 在光轴附近具有正屈光力时，以期望的方式实现小 F 数是可能的。

[0085] 此外，期望的是，第二透镜 L2 在光轴附近具有面朝物体侧的凸面。当第二透镜 L2 在光轴附近具有面朝物体侧的凸面时，将整个成像透镜的后侧主点进一步定位到物体侧是可能的。因此，以期望的方式减小全长是可能的。期望的是，第二透镜 L2 在光轴附近具有使得凸面面朝物体侧的弯月形以进一步增强该效果，如第三和第四实施例中所图示的(请参照图 3 和图 4)。此外，如在第一、第二和第五至第七实施例中所图示的(请参照图 1、图 2 和图 5 至图 7)，第二透镜 L2 在光轴附近可以具有双凸形。为了实现在光轴附近具有大约相同水平的正屈光力的第二透镜，可以通过使得第二透镜 L2 的形状在光轴附近为双凸的，以使得与第二透镜 L2 的形状在光轴附近是弯月形的情况相比，第二透镜 L2 在光轴附近的曲率半径的绝对值相对大。因此，当第二透镜 L2 在光轴附近具有双凸形时，可以更加极好地校正球面像差。

[0086] 第三透镜 L3 在光轴附近可以具有正屈光力或负屈光力，只要第一透镜 L1 至第三透镜 L3 三个透镜总体上在光轴附近具有正屈光力即可。期望的是，第一透镜 L1 至第三透镜 L3 三个透镜总体上在光轴附近具有正屈光力，并且至少第二透镜 L2 或第三透镜 L3 在光轴附近具有负屈光力。在这种情况下，色像差的校正是容易的。在第一至第七实施例中，第三透镜 L3 在光轴附近具有负屈光力。因此，上述效果是可达到的。

[0087] 当第三透镜 L3 在光轴附近具有负屈光力时，期望的是，第三透镜 L3 在光轴附近具有面朝像侧的凹面。则与第三透镜 L3 在光轴附近具有面朝像侧的凸面的情况相比，以更加期望的方式校正球面像差和色像差是可能的。此外，如在第一至第七实施例中所图示的，期望的是，第三透镜 L3 在光轴附近具有双凹形。为了实现在光轴附近具有大约相同水平的负屈光力的第三透镜，可以通过使得第三透镜 L3 的形状在光轴附近为双凹的，以使得与第三透镜 L3 的形状在光轴附近是弯月形的情况相比，第三透镜 L3 在光轴附近的曲率半径的绝对值相对大。因此，当第三透镜 L3 在光轴附近具有双凹形时，以更加期望的方式抑制高阶球面像差的产生是可能的。

[0088] 第四透镜 L4 在光轴附近可以具有负屈光力或正屈光力，只要以良好平衡的方式校正在光线经过第一透镜 L1 至第三透镜 L3 时产生的各种像差即可。如在第一至第七实施例中所图示的，当第四透镜 L4 具有正屈光力时，极好地校正球面像差是可能的。当第四透镜 L4 具有负屈光力时，极好地校正轴向色像差是可能的。此外，期望的是，第四透镜 L4 在光轴附近具有面朝物体侧的凸面。当第四透镜 L4 在光轴附近具有面朝物体侧的凸面时，将整个成像透镜的后侧主点进一步定位到物体侧是可能的。因此，以期望的方式减小全长是可能的。期望的是，第四透镜 L4 在光轴附近具有使得凸面面朝物体侧的弯月形以进一步增

强该效果，如第一至第七实施例中所图示的。

[0089] 期望的是，第五透镜 L5 在光轴附近具有正屈光力。当具有正屈光力的第五透镜 L5 在成像透镜的光轴方向上布置成接近像形成面时，当光线经过光学系统时，尤其是在中间视角中，防止进入像形成面（成像器件）的光线的入射角变大是可能的。在本实用新型的说明书中，术语“中间视角”是指为半视角的约 40% 以上 70% 以下的视角。

[0090] 期望的是，第五透镜 L5 在光轴附近具有面朝物体侧的凸面。当第五透镜 L5 具有面朝物体侧的凸面时，将整个成像透镜的后侧主点进一步定位到物体侧是可能的。因此，以期望的方式减小全长是可能的。期望的是，第五透镜 L5 在光轴附近具有双凸形，如第一至第七实施例所图示的。为了实现在光轴附近具有大约相同水平的正屈光力的第五透镜 L5，可以通过使得第五透镜 L5 的形状在光轴附近为双凸的，以使得与第五透镜 L5 的形状在光轴附近是弯月形的情况相比，第五透镜 L5 在光轴附近的曲率半径的绝对值相对大，如已经描述的。因此，当第五透镜 L5 在光轴附近具有双凸形时，更加极好地校正球面像差是可能的。

[0091] 第六透镜 L6 在光轴附近可以具有正屈光力或负屈光力，只要第六透镜 L6 和第七透镜 L7 两个透镜总体上在光轴附近具有负屈光力即可。当第六透镜 L6 在光轴附近具有正屈光力时，如在第一至第七实施例中所图示的，通过将具有正屈光力的第六透镜 L6 布置成在成像透镜的光轴方向上接近像形成面，当光线经过光学系统时，尤其是在中间视角中，防止进入像形成面（成像器件）的光线的入射线变大是可能的。

[0092] 此外，期望的是，第六透镜 L6 在光轴附近具有面朝像侧的凸面。在这种情况下，将整个成像透镜的后侧主点进一步定位到物体侧是可能的。因此，以期望的方式减小全长是可能的。期望的是，第六透镜 L6 具有弯月形使得凸面面朝像侧，以进一步增强该效果，如第一至第七实施例中所图示的。

[0093] 如在第一至第七实施例中所图示的，期望的是，第七透镜 L7 在光轴附近具有负屈光力。当第七透镜具有负屈光力时，如果第一透镜至第六透镜被视为一个正光学系统，则整个成像透镜可结构化为远摄型系统。因此，以期望的方式减小全长是可能的。

[0094] 第七透镜 L7 在光轴附近具有面朝像侧的凹面。因此，在减小全长的同时抑制由减小全长所产生的场曲的增加是可能的。如在第一至第七实施例中所图示的，期望的是，第七透镜 L7 在光轴附近具有双凹形。为了实现在光轴附近具有大约相同水平的负屈光力的第七透镜 L7，可以通过使得第七透镜 L7 的形状在光轴附近为双凹的，以使得与第七透镜 L7 的形状在光轴附近是弯月形的情况相比，第七透镜 L7 在光轴附近的曲率半径的绝对值相对大，如已经描述的。因此，当第七透镜 L7 在光轴附近具有双凹形时，以更加期望的方式抑制高阶球面像差的产生是可能的。

[0095] 此外，第七透镜 L7 的中的至少一个面包括一个或多个拐点，并且第七透镜 L7 的两个面都是非球面的。由于第七透镜 L7 的至少一个面包括一个或多个拐点，所以当光线经过光学系统时，尤其是在像形成区域的周边部分中，防止进入像形成面（成像器件）的光线的入射角变大是可能的。在此处，术语“拐点”是指透镜的面形状从面朝像侧的凸形转换至面朝像侧的凹形的点，或透镜的面形状从面朝像侧的凹形转换至面朝像侧的凸形的点。此外，术语“周边部分”是指在半径的方向上在最大有效半径的约 50% 至 70% 的外部的部分。更加期望的是，第七透镜 L7 的像侧的面具有包括至少一个拐点的非球面形以进一步增强该

强该效果，如第一至第七实施例中所图示的。

[0089] 期望的是，第五透镜 L5 在光轴附近具有正屈光力。当具有正屈光力的第五透镜 L5 在成像透镜的光轴方向上布置成接近像形成面时，当光线经过光学系统时，尤其是在中间视角中，防止进入像形成面（成像器件）的光线的入射角变大是可能的。在本实用新型的说明书中，术语“中间视角”是指为半视角的约 40% 以上 70% 以下的视角。

[0090] 期望的是，第五透镜 L5 在光轴附近具有面朝物体侧的凸面。当第五透镜 L5 具有面朝物体侧的凸面时，将整个成像透镜的后侧主点进一步定位到物体侧是可能的。因此，以期望的方式减小全长是可能的。期望的是，第五透镜 L5 在光轴附近具有双凸形，如第一至第七实施例所图示的。为了实现在光轴附近具有大约相同水平的正屈光力的第五透镜 L5，可以通过使得第五透镜 L5 的形状在光轴附近为双凸的，以使得与第五透镜 L5 的形状在光轴附近是弯月形的情况相比，第五透镜 L5 在光轴附近的曲率半径的绝对值相对大，如已经描述的。因此，当第五透镜 L5 在光轴附近具有双凸形时，更加极好地校正球面像差是可能的。

[0091] 第六透镜 L6 在光轴附近可以具有正屈光力或负屈光力，只要第六透镜 L6 和第七透镜 L7 两个透镜总体上在光轴附近具有负屈光力即可。当第六透镜 L6 在光轴附近具有正屈光力时，如在第一至第七实施例中所图示的，通过将具有正屈光力的第六透镜 L6 布置成在成像透镜的光轴方向上接近像形成面，当光线经过光学系统时，尤其是在中间视角中，防止进入像形成面（成像器件）的光线的入射线变大是可能的。

[0092] 此外，期望的是，第六透镜 L6 在光轴附近具有面朝像侧的凸面。在这种情况下，将整个成像透镜的后侧主点进一步定位到物体侧是可能的。因此，以期望的方式减小全长是可能的。期望的是，第六透镜 L6 具有弯月形使得凸面面朝像侧，以进一步增强该效果，如第一至第七实施例中所图示的。

[0093] 如在第一至第七实施例中所图示的，期望的是，第七透镜 L7 在光轴附近具有负屈光力。当第七透镜具有负屈光力时，如果第一透镜至第六透镜被视为一个正光学系统，则整个成像透镜可结构化为远摄型系统。因此，以期望的方式减小全长是可能的。

[0094] 第七透镜 L7 在光轴附近具有面朝像侧的凹面。因此，在减小全长的同时抑制由减小全长所产生的场曲的增加是可能的。如在第一至第七实施例中所图示的，期望的是，第七透镜 L7 在光轴附近具有双凹形。为了实现在光轴附近具有大约相同水平的负屈光力的第七透镜 L7，可以通过使得第七透镜 L7 的形状在光轴附近为双凹的，以使得与第七透镜 L7 的形状在光轴附近是弯月形的情况相比，第七透镜 L7 在光轴附近的曲率半径的绝对值相对大，如已经描述的。因此，当第七透镜 L7 在光轴附近具有双凹形时，以更加期望的方式抑制高阶球面像差的产生是可能的。

[0095] 此外，第七透镜 L7 的中的至少一个面包括一个或多个拐点，并且第七透镜 L7 的两个面都是非球面的。由于第七透镜 L7 的至少一个面包括一个或多个拐点，所以当光线经过光学系统时，尤其是在像形成区域的周边部分中，防止进入像形成面（成像器件）的光线的入射角变大是可能的。在此处，术语“拐点”是指透镜的面形状从面朝像侧的凸形转换至面朝像侧的凹形的点，或透镜的面形状从面朝像侧的凹形转换至面朝像侧的凸形的点。此外，术语“周边部分”是指在半径的方向上在最大有效半径的约 50% 至 70% 的外部的部分。更加期望的是，第七透镜 L7 的像侧的面具有包括至少一个拐点的非球面形以进一步增强该

效果。此外，更加期望的，第七透镜 L7 的像侧的面具有在光轴附近具有面朝像侧的凹面并且包括至少一个拐点的非球面形。或者，第七透镜 L7 的仅物体侧的面可以具有包括至少一个拐点的非球面形。更加期望的是，第七透镜 L7 的两个面都具有非球面形，各自包括至少一个拐点。

[0096] 在第一至第七实施例中，第七透镜 L7 在光轴附近具有双凹形，并且第七透镜 L7 的两个面都具有非球面形，各自包括一个或多个拐点。当第七透镜 L7 以这样的方式在光轴附近具有双凹形时，期望的是，像侧的面包括在半径的方向上朝外部在最大有效直径的约 40% 至 60% 处的一个或多个拐点。期望的是，物体侧的面包括在半径的方向上朝外部在最大有效直径的约 30% 至 50% 处的一个或多个拐点。

[0097] 期望的是，成像透镜 L 的第一透镜 L1 至第七透镜 L7 中的各个透镜的至少一个面是非球面以实现高性能。

[0098] 如本实用新型的各实施例图示，构成成像透镜 L 的各透镜 L1 至 L7 不是接合透镜而是单透镜。与透镜 L1 至 L7 中的至少一个是接合透镜的情况相比，如在专利文献 1 中，在成像透镜 L 中的透镜面的数量和空气间隔的数量是大的。因此，在设计各透镜和各空气间隔上的灵活性是更高的。与由使用接合透镜的七个透镜构成的成像透镜(如专利文献 1 中公开的)和由六个或更少的透镜构成的常规成像透镜相比，成像透镜 L 以这样的方式被结构化以便以更加期望的方式校正高阶像差。

[0099] 接着将描述关于按如上文所描述那样结构化的成像透镜 L 的条件公式的作用和效果。

[0100] 首先，期望的是，整个系统的焦距 f 以及第六透镜 L6 和第七透镜 L7 的合成焦距 f67 满足下列条件公式(1)：

[0101] $f/f67<0$ (1)。

[0102] 条件公式(1)限定整个系统的焦距 f 与第六透镜 L6 和第七透镜 L7 的合成焦距 f67 的比率的期望的数值范围。如果该值超过条件公式(1)的上限，则与整个系统的屈光力相比，第六透镜 L6 和第七透镜 L7 两个透镜的负屈光力变得太弱。因此，将后侧主点充分地定位到物体侧变得困难，并且这对全长的减小是不利的。因此，当满足条件公式(1)的上限时，将后侧主点充分地定位到物体侧以及以期望的方式减小全长是可能的。就该观点而言，更加期望的是，满足下列条件公式(1-1)的上限。甚至更加期望的是，满足下列条件公式(1-2)的上限。此外，期望对条件公式(1)设置下限并且满足条件公式(1-1)的下限。如果该值低于条件公式(1-1)的下限，则与整个系统的屈光力相比，第六透镜 L6 和第七透镜 L7 的负屈光力变得太强。因此，当光线经过光学系统时，尤其是在中间视角中，充分地防止进入像形成面(成像器件)的光线的入射角变大变得困难。因此，当满足条件公式(1-1)的下限时，当光线经过光学系统时，尤其是在中间视角中，防止进入像形成面(成像器件)的光线的入射角变大是可能的。就该观点而言，更加期望的是，满足条件公式(1-2)的下限：

[0103] $-2<f/f67<-0.1$ (1-1)；以及

[0104] $-1.5<f/f67<-0.2$ (1-2)。

[0105] 此外，期望的是，第一透镜、第二透镜和第三透镜的合成焦距 f123 以及整个系统的焦距 f 满足下列条件公式(2)：

[0106] $0<f/f123<1$ (2)。

效果。此外，更加期望的，第七透镜 L7 的像侧的面具有在光轴附近具有面朝像侧的凹面并且包括至少一个拐点的非球面形。或者，第七透镜 L7 的仅物体侧的面可以具有包括至少一个拐点的非球面形。更加期望的是，第七透镜 L7 的两个面都具有非球面形，各自包括至少一个拐点。

[0096] 在第一至第七实施例中，第七透镜 L7 在光轴附近具有双凹形，并且第七透镜 L7 的两个面都具有非球面形，各自包括一个或多个拐点。当第七透镜 L7 以这样的方式在光轴附近具有双凹形时，期望的是，像侧的面包括在半径的方向上朝外部在最大有效直径的约 40% 至 60% 处的一个或多个拐点。期望的是，物体侧的面包括在半径的方向上朝外部在最大有效直径的约 30% 至 50% 处的一个或多个拐点。

[0097] 期望的是，成像透镜 L 的第一透镜 L1 至第七透镜 L7 中的各个透镜的至少一个面是非球面以实现高性能。

[0098] 如本实用新型的各实施例图示，构成成像透镜 L 的各透镜 L1 至 L7 不是接合透镜而是单透镜。与透镜 L1 至 L7 中的至少一个是接合透镜的情况相比，如在专利文献 1 中，在成像透镜 L 中的透镜面的数量和空气间隔的数量是大的。因此，在设计各透镜和各空气间隔上的灵活性是更高的。与由使用接合透镜的七个透镜构成的成像透镜(如专利文献 1 中公开的)和由六个或更少的透镜构成的常规成像透镜相比，成像透镜 L 以这样的方式被结构化以便以更加期望的方式校正高阶像差。

[0099] 接着将描述关于按如上文所描述那样结构化的成像透镜 L 的条件公式的作用和效果。

[0100] 首先，期望的是，整个系统的焦距 f 以及第六透镜 L6 和第七透镜 L7 的合成焦距 f67 满足下列条件公式(1)：

[0101] $f/f67<0$ (1)。

[0102] 条件公式(1)限定整个系统的焦距 f 与第六透镜 L6 和第七透镜 L7 的合成焦距 f67 的比率的期望的数值范围。如果该值超过条件公式(1)的上限，则与整个系统的屈光力相比，第六透镜 L6 和第七透镜 L7 两个透镜的负屈光力变得太弱。因此，将后侧主点充分地定位到物体侧变得困难，并且这对全长的减小是不利的。因此，当满足条件公式(1)的上限时，将后侧主点充分地定位到物体侧以及以期望的方式减小全长是可能的。就该观点而言，更加期望的是，满足下列条件公式(1-1)的上限。甚至更加期望的是，满足下列条件公式(1-2)的上限。此外，期望对条件公式(1)设置下限并且满足条件公式(1-1)的下限。如果该值低于条件公式(1-1)的下限，则与整个系统的屈光力相比，第六透镜 L6 和第七透镜 L7 的负屈光力变得太强。因此，当光线经过光学系统时，尤其是在中间视角中，充分地防止进入像形成面(成像器件)的光线的入射角变大变得困难。因此，当满足条件公式(1-1)的下限时，当光线经过光学系统时，尤其是在中间视角中，防止进入像形成面(成像器件)的光线的入射角变大是可能的。就该观点而言，更加期望的是，满足条件公式(1-2)的下限：

[0103] $-2<f/f67<-0.1$ (1-1)；以及

[0104] $-1.5<f/f67<-0.2$ (1-2)。

[0105] 此外，期望的是，第一透镜、第二透镜和第三透镜的合成焦距 f123 以及整个系统的焦距 f 满足下列条件公式(2)：

[0106] $0<f/f123<1$ (2)。

[0107] 条件公式(2)限定整个系统的焦距 f 与第一透镜 L1 到第三透镜 L3 的合成焦距 f123 的比率的期望的数值范围。如果该值超过条件公式(2)的上限,则与整个系统的屈光力相比,第一透镜 L1 至第三透镜 L3 的正屈光力变得太强。因此,由第四透镜 L4 至第七透镜 L7 充分地校正尤其是在光线经过第一透镜 L1 至第三透镜 L3 时产生的高阶像差变得困难。如果该值低于条件公式(2)的下限,则与整个系统的屈光力相比,第一透镜 L1 至第三透镜 L3 的屈光力变得太弱。因此,减小全长变得困难。当满足条件公式(2)的范围时,在减小全长的同时极好地校正是高阶像差的诸如场曲的各种像差是可能的。就该观点而言,更加期望的是,满足下列条件公式(2-1)。甚至更加期望的是,满足下列条件公式(2-2):

[0108] $0.2<f/f123<0.72$ (2-1);以及

[0109] $0.3<f/f123<0.7$ (2-2)。

[0110] 此外,期望的是,作为相对于包括在成像透镜中的具有负屈光力的透镜的 d 线的阿贝数中最小的一个的阿贝数,min νd 满足下列条件公式(3):

[0111] $\min \nu d<35$ (3)。

[0112] 条件公式(3)限定阿贝数 min νd 的期望的数值范围,所述阿贝数 min νd 是相对于包括在成像透镜中的具有负屈光力的透镜的 d 线的阿贝数中最小的阿贝数。如果该值超过条件公式(3)的上限,则充分地校正轴向色像差变得困难。当满足条件公式(3)时,被包括在成像透镜中的具有负屈光力的至少一个透镜由高色散材料制成,并且这对于轴向色像差的校正是有利的。就该观点而言,更加期望的是,满足下列条件公式(3-1)。甚至更加期望的是,满足下列条件公式(3-2):

[0113] $\min \nu d<30$ (3-1);以及

[0114] $\min \nu d<25$ (3-2)。

[0115] 此外,期望的是,第一透镜 L1 至第七透镜 L7 的中心厚度的总和 ΣDt 和在光轴上从第一透镜 L1 的物体侧的面至第七透镜 L7 的像侧的面的长度 ΣD 满足下列条件公式(4):

[0116] $0.2<\Sigma Dt/\Sigma D<0.67$ (4)。

[0117] 条件公式(4)限定第一透镜 L1 至第七透镜 L7 的中心厚度的总和 ΣDt 与在光轴上从第一透镜 L1 的物体侧的面至第七透镜 L7 的像侧的面的长度 ΣD 的比率的期望的数值范围。如果该值超过条件公式(4)的上限,则与在光轴上从第一透镜 L1 的物体侧的面到第七透镜 L7 的像侧的面的长度 ΣD 相比,第一透镜 L1 至第七透镜 L7 的中心厚度的总和 ΣDt 变得太大。因此,充分地校正像散变得困难。如果该值低于条件公式(4)的下限,则与在光轴上从第一透镜 L1 的物体侧的面到第七透镜的像侧的面的长度 ΣD 相比,第一透镜 L1 至第七透镜 L7 的中心厚度的总和 ΣDt 变得太小。因此,充分地减小被包括在成像透镜 L 中的一个或多个凸形透镜在光轴附近的曲率半径的绝对值变得困难。因此,以这样的方式结构化被包括在成像透镜 L 中的一个或多个凸形透镜使得所述一个或多个凸形透镜的曲率半径能够确保实现期望的透镜性能所必需的屈光力变得困难。此外,减小全长变得困难。当满足条件公式(4)时,在减小全长的同时极好地校正像散是可能的。就该观点而言,更加期望的是,满足下列条件公式(4-1):

[0118] $0.3<\Sigma Dt/\Sigma D<0.65$ (4-1)。

[0119] 此外,期望的是,第一透镜 L1 至第七透镜 L7 的中心厚度的总和 ΣDt 和在光轴上从第一透镜 L1 的物体侧的面至像形成面的长度 TCL 满足下列条件公式:

[0107] 条件公式(2)限定整个系统的焦距 f 与第一透镜 L1 到第三透镜 L3 的合成焦距 f123 的比率的期望的数值范围。如果该值超过条件公式(2)的上限,则与整个系统的屈光力相比,第一透镜 L1 至第三透镜 L3 的正屈光力变得太强。因此,由第四透镜 L4 至第七透镜 L7 充分地校正尤其是在光线经过第一透镜 L1 至第三透镜 L3 时产生的高阶像差变得困难。如果该值低于条件公式(2)的下限,则与整个系统的屈光力相比,第一透镜 L1 至第三透镜 L3 的屈光力变得太弱。因此,减小全长变得困难。当满足条件公式(2)的范围时,在减小全长的同时极好地校正是高阶像差的诸如场曲的各种像差是可能的。就该观点而言,更加期望的是,满足下列条件公式(2-1)。甚至更加期望的是,满足下列条件公式(2-2):

[0108] $0.2<f/f123<0.72$ (2-1);以及

[0109] $0.3<f/f123<0.7$ (2-2)。

[0110] 此外,期望的是,作为相对于包括在成像透镜中的具有负屈光力的透镜的 d 线的阿贝数中最小的一个的阿贝数,min νd 满足下列条件公式(3):

[0111] $\min \nu d<35$ (3)。

[0112] 条件公式(3)限定阿贝数 min νd 的期望的数值范围,所述阿贝数 min νd 是相对于包括在成像透镜中的具有负屈光力的透镜的 d 线的阿贝数中最小的阿贝数。如果该值超过条件公式(3)的上限,则充分地校正轴向色像差变得困难。当满足条件公式(3)时,被包括在成像透镜中的具有负屈光力的至少一个透镜由高色散材料制成,并且这对于轴向色像差的校正是有利的。就该观点而言,更加期望的是,满足下列条件公式(3-1)。甚至更加期望的是,满足下列条件公式(3-2):

[0113] $\min \nu d<30$ (3-1);以及

[0114] $\min \nu d<25$ (3-2)。

[0115] 此外,期望的是,第一透镜 L1 至第七透镜 L7 的中心厚度的总和 ΣDt 和在光轴上从第一透镜 L1 的物体侧的面至第七透镜 L7 的像侧的面的长度 ΣD 满足下列条件公式(4):

[0116] $0.2<\Sigma Dt/\Sigma D<0.67$ (4)。

[0117] 条件公式(4)限定第一透镜 L1 至第七透镜 L7 的中心厚度的总和 ΣDt 与在光轴上从第一透镜 L1 的物体侧的面至第七透镜 L7 的像侧的面的长度 ΣD 的比率的期望的数值范围。如果该值超过条件公式(4)的上限,则与在光轴上从第一透镜 L1 的物体侧的面到第七透镜 L7 的像侧的面的长度 ΣD 相比,第一透镜 L1 至第七透镜 L7 的中心厚度的总和 ΣDt 变得太大。因此,充分地校正像散变得困难。如果该值低于条件公式(4)的下限,则与在光轴上从第一透镜 L1 的物体侧的面到第七透镜的像侧的面的长度 ΣD 相比,第一透镜 L1 至第七透镜 L7 的中心厚度的总和 ΣDt 变得太小。因此,充分地减小被包括在成像透镜 L 中的一个或多个凸形透镜在光轴附近的曲率半径的绝对值变得困难。因此,以这样的方式结构化被包括在成像透镜 L 中的一个或多个凸形透镜使得所述一个或多个凸形透镜的曲率半径能够确保实现期望的透镜性能所必需的屈光力变得困难。此外,减小全长变得困难。当满足条件公式(4)时,在减小全长的同时极好地校正像散是可能的。就该观点而言,更加期望的是,满足下列条件公式(4-1):

[0118] $0.3<\Sigma Dt/\Sigma D<0.65$ (4-1)。

[0119] 此外,期望的是,第一透镜 L1 至第七透镜 L7 的中心厚度的总和 ΣDt 和在光轴上从第一透镜 L1 的物体侧的面至像形成面的长度 TCL 满足下列条件公式:

[0120] 0.2<ΣDt/TCL<0.6 (5)。

[0121] 条件公式(5)限定第一透镜L1至第七透镜L7的中心厚度的总和ΣDt与在光轴上从第一透镜L1的物体侧的面至像形成面的长度(总透镜长度)TCL的比率的期望的数值范围。在此处,在空气中的距离用于总透镜长度TCL的后聚焦部。例如,当将诸如滤光件和盖玻片的无屈光力的构件插入在最像侧透镜与像形成面之间时,后聚焦部通过使用相对于构件的厚度而言的空气中的等效距离来计算。如果该值超过条件公式(5)的上限,则与总透镜长度TCL相比,第一透镜L1至第七透镜L7的中心厚度的总和ΣDt变得太大。因此,充分地校正像散变得困难。如果该值低于条件公式(5)的下限,则与总透镜长度TCL相比,第一透镜L1至第七透镜L7的中心厚度的总和ΣDt变得太小。因此,充分地减小被包括在成像透镜L中的一个或多个凸形透镜在光轴附近的曲率半径的绝对值变得困难。因此,以这样的方式结构化被包括在成像透镜L中的一个或多个凸形透镜使得所述一个或多个凸形透镜的曲率半径能够确保实现期望的透镜性能所必需的屈光力变得困难。此外,减小全长变得困难。当满足条件公式(5)时,在减小全长的同时极好地校正像散是可能的。就该观点而言,更加期望的是,满足下列条件公式(5-1):

[0122] 0.3<ΣDt/TCL<0.58 (5-1)。

[0123] 期望的是,整个透镜系统的焦距f以及第一透镜L1的焦距f1满足下列条件公式(6):

[0124] 0<f/f1<1.1 (6)。

[0125] 条件公式(6)限定整个透镜系统的焦距f与第一透镜L1的焦距f1的比率的期望的数值范围。如果该值超过条件公式(6)的上限,则与整个系统的屈光力相比,第一透镜L1的屈光力变得太强。因此,充分地校正球面像差和像散变得困难。如果该值低于条件公式(6)的下限,则与整个系统的屈光力相比,第一透镜L1的屈光力变得太弱。因此,在实现小F数和全长上的减小的同时校正各种像差变得困难。当满足条件公式(6)的范围时,在实现全长上的下降和小F数的同时,极好地校正诸如球面像差和像散的各种像差是可能的。就该观点而言,更加期望的是,满足下列条件公式(6-1)。甚至更加期望的是,满足下列条件公式(6-2):

[0126] 0.3<f/f1<1 (6-1);以及

[0127] 0.5<f/f1<1 (6-2)。

[0128] 期望的是,第一透镜L1至第七透镜L7的中心厚度的总和ΣDt与在光轴上从第一透镜L1的像侧的面至第七透镜L7的物体侧的面的空气间隔的长度的总和ΣDa满足下列条件公式(7):

[0129] 0.2<ΣDt/ΣDa<2.6 (7)。

[0130] 条件公式(7)限定第一透镜L1至第七透镜L7的中心厚度的总和ΣDt与在光轴上从第一透镜L1的像侧的面至第七透镜L7的物体侧的面的空气间隔的长度的总和ΣDa的比率的期望的数值范围。如果该值超过条件公式(7)的上限,则与在光轴上从第一透镜L1的像侧的面至第七透镜的物体侧的面的空气间隔的长度的总和ΣDa相比,第一透镜L1至第七透镜L7的中心厚度的总和ΣDt变得太大。因此,充分地校正像散变得困难。如果该值低于条件公式(7)的下限,则与在光轴上从第一透镜L1的像侧的面至第七透镜L7的物体侧的面的空气间隔的长度的总和ΣDa相比,第一透镜L1至第七透镜L7的中心厚度的总

[0120] 0.2<ΣDt/TCL<0.6 (5)。

[0121] 条件公式(5)限定第一透镜L1至第七透镜L7的中心厚度的总和ΣDt与在光轴上从第一透镜L1的物体侧的面至像形成面的长度(总透镜长度)TCL的比率的期望的数值范围。在此处,在空气中的距离用于总透镜长度TCL的后聚焦部。例如,当将诸如滤光件和盖玻片的无屈光力的构件插入在最像侧透镜与像形成面之间时,后聚焦部通过使用相对于构件的厚度而言的空气中的等效距离来计算。如果该值超过条件公式(5)的上限,则与总透镜长度TCL相比,第一透镜L1至第七透镜L7的中心厚度的总和ΣDt变得太大。因此,充分地校正像散变得困难。如果该值低于条件公式(5)的下限,则与总透镜长度TCL相比,第一透镜L1至第七透镜L7的中心厚度的总和ΣDt变得太小。因此,充分地减小被包括在成像透镜L中的一个或多个凸形透镜在光轴附近的曲率半径的绝对值变得困难。因此,以这样的方式结构化被包括在成像透镜L中的一个或多个凸形透镜使得所述一个或多个凸形透镜的曲率半径能够确保实现期望的透镜性能所必需的屈光力变得困难。此外,减小全长变得困难。当满足条件公式(5)时,在减小全长的同时极好地校正像散是可能的。就该观点而言,更加期望的是,满足下列条件公式(5-1):

[0122] 0.3<ΣDt/TCL<0.58 (5-1)。

[0123] 期望的是,整个透镜系统的焦距f以及第一透镜L1的焦距f1满足下列条件公式(6):

[0124] 0<f/f1<1.1 (6)。

[0125] 条件公式(6)限定整个透镜系统的焦距f与第一透镜L1的焦距f1的比率的期望的数值范围。如果该值超过条件公式(6)的上限,则与整个系统的屈光力相比,第一透镜L1的屈光力变得太强。因此,充分地校正球面像差和像散变得困难。如果该值低于条件公式(6)的下限,则与整个系统的屈光力相比,第一透镜L1的屈光力变得太弱。因此,在实现小F数和全长上的减小的同时校正各种像差变得困难。当满足条件公式(6)的范围时,在实现全长上的下降和小F数的同时,极好地校正诸如球面像差和像散的各种像差是可能的。就该观点而言,更加期望的是,满足下列条件公式(6-1)。甚至更加期望的是,满足下列条件公式(6-2):

[0126] 0.3<f/f1<1 (6-1);以及

[0127] 0.5<f/f1<1 (6-2)。

[0128] 期望的是,第一透镜L1至第七透镜L7的中心厚度的总和ΣDt与在光轴上从第一透镜L1的像侧的面至第七透镜L7的物体侧的面的空气间隔的长度的总和ΣDa满足下列条件公式(7):

[0129] 0.2<ΣDt/ΣDa<2.6 (7)。

[0130] 条件公式(7)限定第一透镜L1至第七透镜L7的中心厚度的总和ΣDt与在光轴上从第一透镜L1的像侧的面至第七透镜L7的物体侧的面的空气间隔的长度的总和ΣDa的比率的期望的数值范围。如果该值超过条件公式(7)的上限,则与在光轴上从第一透镜L1的像侧的面至第七透镜的物体侧的面的空气间隔的长度的总和ΣDa相比,第一透镜L1至第七透镜L7的中心厚度的总和ΣDt变得太大。因此,充分地校正像散变得困难。如果该值低于条件公式(7)的下限,则与在光轴上从第一透镜L1的像侧的面至第七透镜L7的物体侧的面的空气间隔的长度的总和ΣDa相比,第一透镜L1至第七透镜L7的中心厚度的总

和 ΣDt 变得太小。因此，充分地减小被包括在成像透镜 L 中的一个或多个凸形透镜在光轴附近的曲率半径的绝对值变得困难。因此，以这样的方式结构化被包括在成像透镜 L 中的所述一个或多个凸形透镜使得所述一个或多个凸形透镜的曲率半径能够确保实现期望的透镜性能所必需的屈光力变得困难。此外，减小全长变得困难。当满足条件公式(7)时，在减小全长的同时极好地校正像散是可能的。就该观点而言，更加期望的是，满足下列条件公式(7-1)。甚至更加期望的是，满足下列条件公式(7-2)：

[0131] $0.4<\Sigma Dt/\Sigma Da<2$ (7-1)；以及

[0132] $0.5<\Sigma Dt/\Sigma Da<1.8$ (7-2)。

[0133] 此外，期望的是，整个透镜系统的焦距 f 以及第六透镜 L6 的焦距 f6 满足下列条件公式(8)：

[0134] $0<f/f6<1.52$ (8)。

[0135] 条件公式(8)限定整个透镜系统的焦距 f 与第六透镜 L6 的焦距 f6 的比率的期望的数值范围。如果该值超过条件公式(8)的上限，则与整个透镜系统相比，第六透镜 L6 的正屈光力变得太强。因此，在减小全长的同时充分地校正像散变得困难。当满足条件公式(8)的下限时，当光线经过光学系统时，尤其是在中间视角中，防止进入像形成面(成像器件)的光线的入射角变大是可能的。当满足条件公式(8)的范围时，在以期望的方式减小全长的同时极好地校正像散是可能的。此外，当光线经过光学系统时，尤其是在中间视角中，防止进入像形成面(成像器件)的光线的入射角变大是可能的。就该观点而言，更加期望的是，满足条件公式(8-1)。甚至更加期望的是，满足条件公式(8-2)：

[0136] $0.3<f/f6<1.5$ (8-1)；以及

[0137] $0.5<f/f6<1.4$ (8-2)。

[0138] 此外，期望的是，整个透镜系统的焦距 f 以及第一透镜 L1 和第二透镜 L2 的合成焦距 f12 满足下列条件公式(9)：

[0139] $0.85<f/f12<2$ (9)。

[0140] 条件公式(9)限定整个透镜系统的焦距 f 与第一透镜 L1 和第二透镜 L2 的合成焦距 f12 的比率的期望的数值范围。如果该值超过条件公式(9)的上限，则与整个透镜系统的屈光力相比，第一透镜 L1 与第二透镜 L2 的正屈光力变得太强。因此，尤其是在小视角中校正像散变得困难。如果该值低于条件公式(9)的下限，则与整个透镜系统的屈光力相比，第一透镜 L1 与第二透镜 L2 的正屈光力变得太弱。因此，减小全长变得困难。当满足条件公式(9)时，在以期望的方式减小全长的同时极好地校正像散是可能的。就该观点而言，更加期望的是，满足下列条件公式(9-1)。甚至更加期望的是，满足下列条件公式(9-2)。在此处，术语“小视角”是指小于半视角的约 40% 的视角。

[0141] $0.9<f/f12<1.8$ (9-1)

[0142] $1<f/f12<1.5$ (9-2)

[0143] 如上所述，在根据本实用新型的实施例的成像透镜 L 中，各透镜元件的结构在总共七个透镜的透镜结构中被优化。特别地，所有即第一透镜至第七透镜是单透镜。因此，极好地校正各种像差以及实现具有高分辨率性能的透镜系统是可能的。

[0144] 尤其是当在蜂窝电话、智能电话、平板等中使用透镜系统时，透镜系统需要具有小 F 数来应对能够实现充分高分辨率的具有高密度布置的成像器件。在根据实施例 1 至 7 的

和 ΣDt 变得太小。因此，充分地减小被包括在成像透镜 L 中的一个或多个凸形透镜在光轴附近的曲率半径的绝对值变得困难。因此，以这样的方式结构化被包括在成像透镜 L 中的所述一个或多个凸形透镜使得所述一个或多个凸形透镜的曲率半径能够确保实现期望的透镜性能所必需的屈光力变得困难。此外，减小全长变得困难。当满足条件公式(7)时，在减小全长的同时极好地校正像散是可能的。就该观点而言，更加期望的是，满足下列条件公式(7-1)。甚至更加期望的是，满足下列条件公式(7-2)：

[0131] $0.4<\Sigma Dt/\Sigma Da<2$ (7-1)；以及

[0132] $0.5<\Sigma Dt/\Sigma Da<1.8$ (7-2)。

[0133] 此外，期望的是，整个透镜系统的焦距 f 以及第六透镜 L6 的焦距 f6 满足下列条件公式(8)：

[0134] $0<f/f6<1.52$ (8)。

[0135] 条件公式(8)限定整个透镜系统的焦距 f 与第六透镜 L6 的焦距 f6 的比率的期望的数值范围。如果该值超过条件公式(8)的上限，则与整个透镜系统相比，第六透镜 L6 的正屈光力变得太强。因此，在减小全长的同时充分地校正像散变得困难。当满足条件公式(8)的下限时，当光线经过光学系统时，尤其是在中间视角中，防止进入像形成面(成像器件)的光线的入射角变大是可能的。当满足条件公式(8)的范围时，在以期望的方式减小全长的同时极好地校正像散是可能的。此外，当光线经过光学系统时，尤其是在中间视角中，防止进入像形成面(成像器件)的光线的入射角变大是可能的。就该观点而言，更加期望的是，满足条件公式(8-1)。甚至更加期望的是，满足条件公式(8-2)：

[0136] $0.3<f/f6<1.5$ (8-1)；以及

[0137] $0.5<f/f6<1.4$ (8-2)。

[0138] 此外，期望的是，整个透镜系统的焦距 f 以及第一透镜 L1 和第二透镜 L2 的合成焦距 f12 满足下列条件公式(9)：

[0139] $0.85<f/f12<2$ (9)。

[0140] 条件公式(9)限定整个透镜系统的焦距 f 与第一透镜 L1 和第二透镜 L2 的合成焦距 f12 的比率的期望的数值范围。如果该值超过条件公式(9)的上限，则与整个透镜系统的屈光力相比，第一透镜 L1 与第二透镜 L2 的正屈光力变得太强。因此，尤其是在小视角中校正像散变得困难。如果该值低于条件公式(9)的下限，则与整个透镜系统的屈光力相比，第一透镜 L1 与第二透镜 L2 的正屈光力变得太弱。因此，减小全长变得困难。当满足条件公式(9)时，在以期望的方式减小全长的同时极好地校正像散是可能的。就该观点而言，更加期望的是，满足下列条件公式(9-1)。甚至更加期望的是，满足下列条件公式(9-2)。在此处，术语“小视角”是指小于半视角的约 40% 的视角。

[0141] $0.9<f/f12<1.8$ (9-1)

[0142] $1<f/f12<1.5$ (9-2)

[0143] 如上所述，在根据本实用新型的实施例的成像透镜 L 中，各透镜元件的结构在总共七个透镜的透镜结构中被优化。特别地，所有即第一透镜至第七透镜是单透镜。因此，极好地校正各种像差以及实现具有高分辨率性能的透镜系统是可能的。

[0144] 尤其是当在蜂窝电话、智能电话、平板等中使用透镜系统时，透镜系统需要具有小 F 数来应对能够实现充分高分辨率的具有高密度布置的成像器件。在根据实施例 1 至 7 的

成像透镜中(请参照图 1 至图 7),各透镜结构被优化。此外,各透镜被构造为单透镜。因此,实现极小 F 数(约 1.4 至 2)是可能的。以期望的方式将成像透镜应用于具有高密度例如具有 0.9μm 的间距宽度的成像器件是可能的。

[0145] 此外,当适当地满足期望的一个或多个条件时,更加优良的像形成性能是可达到的。此外,根据本实用新型的实施例的成像装置基于由根据本实用新型的实施例的高性能成像透镜 L 形成的光学图像输出成像信号。因此,从视角的中心到视角的周边部分获得高分辨率摄影图像是可能的。

[0146] 接着,将描述根据本实用新型的实施例的成像透镜的特定数值示例。将共同地描述多个数值示例。

[0147] 将在该说明书中稍后给出的表 1 和表 2 示出对应于图 1 中所图示的成像透镜的结构的特定透镜数据。具体地,表 1 示出基本透镜数据,并且表 2 示出关于非球面的数据。在表 1 的透镜数据中,面序号 Si 的列示出示例 1 的成像透镜的第 i 个面的面序号。透镜元件的最物体侧的面是第一个面(孔径光阑 St 是第一个面),并且面序号朝像侧顺次地增加。曲率半径 Ri 的列示出从物体侧起的第 i 个面的曲率半径的值(mm),其对应于图 1 中所分配的符号 Ri。类似地,面距离 Di 的列示出在光轴上的从物体侧起的第 i 个面 Si 与第(i+1)个面 Si+1 之间的距离(mm)。Ndj 的列示出从物体侧起的第 j 个光学元件相对于 d 线(587.56nm)的折射率的值。νdj 的列指示从物体侧起的第 j 个光学元件相对于 d 线的阿贝数的值。表 1 还示出整个系统的焦距 f (mm)和后焦点 Bf (mm),作为各种数据。在此处,后焦点 Bf 是空气中的距离。

[0148] 在示例 1 的成像透镜中,所有第一透镜 L1 至第七透镜 L7 的两个面都是非球面的。作为各个非球面的曲率半径,表 1 中的基本透镜数据示出在光轴附近的曲率半径的数值(近轴曲率半径)。

[0149] 表 2 示出在示例 1 的成像透镜中的非球面数据。在被指示为非球面数据的数值中,符号“E”表示在符号“E”之后的数字是使用 10 为基数的“指数”,并且在符号“E”前面的数值乘以由以 10 为基数的指数函数表示的数值。例如,“1.0E-02”是“1.0×10^{-2}”。

[0150] 作为非球面数据,示出由下列方程式(A)表示的非球面方程式中的系数 Ai 和 K 的值。具体地,Z 表示从距光轴高度 h 处的非球面上的点到与所述非球面的顶点接触的平面(该平面垂直于光轴)的垂线的长度(mm)。

[0151] $Z=C\cdot h^2/\{1+(1-K\cdot C^2\cdot h^2)^{1/2}\}+\Sigma Ai\cdot h^i$ (A),其中

[0152] Z:非球面的深度(mm),

[0153] h:从光轴到透镜面的距离(高度)(mm),

[0154] C:近轴曲率 =1/R

[0155] (R:近轴曲率半径),

[0156] Ai:第 i 阶非球面系数(i 是大于或等于 3 的整数),以及

[0157] K:非球面系数。

[0158] 以与示例 1 的成像透镜类似的方式,如上文所描述的,作为示例 2,表 3 和表 4 示出对应于图 2 中所图示的成像透镜的结构的特定透镜数据。类似地,作为示例 3 至示例 7,表 5 至表 14 示出对应于图 3 至图 7 中所图示的成像透镜的结构的特定透镜数据。在示例 1 至示例 7 的成像透镜中,所有第一透镜 L1 至第七透镜 L7 的两个面都是非球面的。

成像透镜中(请参照图 1 至图 7),各透镜结构被优化。此外,各透镜被构造为单透镜。因此,实现极小 F 数(约 1.4 至 2)是可能的。以期望的方式将成像透镜应用于具有高密度例如具有 0.9μm 的间距宽度的成像器件是可能的。

[0145] 此外,当适当地满足期望的一个或多个条件时,更加优良的像形成性能是可达到的。此外,根据本实用新型的实施例的成像装置基于由根据本实用新型的实施例的高性能成像透镜 L 形成的光学图像输出成像信号。因此,从视角的中心到视角的周边部分获得高分辨率摄影图像是可能的。

[0146] 接着,将描述根据本实用新型的实施例的成像透镜的特定数值示例。将共同地描述多个数值示例。

[0147] 将在该说明书中稍后给出的表 1 和表 2 示出对应于图 1 中所图示的成像透镜的结构的特定透镜数据。具体地,表 1 示出基本透镜数据,并且表 2 示出关于非球面的数据。在表 1 的透镜数据中,面序号 Si 的列示出示例 1 的成像透镜的第 i 个面的面序号。透镜元件的最物体侧的面是第一个面(孔径光阑 St 是第一个面),并且面序号朝像侧顺次地增加。曲率半径 Ri 的列示出从物体侧起的第 i 个面的曲率半径的值(mm),其对应于图 1 中所分配的符号 Ri。类似地,面距离 Di 的列示出在光轴上的从物体侧起的第 i 个面 Si 与第(i+1)个面 Si+1 之间的距离(mm)。Ndj 的列示出从物体侧起的第 j 个光学元件相对于 d 线(587.56nm)的折射率的值。νdj 的列指示从物体侧起的第 j 个光学元件相对于 d 线的阿贝数的值。表 1 还示出整个系统的焦距 f (mm)和后焦点 Bf (mm),作为各种数据。在此处,后焦点 Bf 是空气中的距离。

[0148] 在示例 1 的成像透镜中,所有第一透镜 L1 至第七透镜 L7 的两个面都是非球面的。作为各个非球面的曲率半径,表 1 中的基本透镜数据示出在光轴附近的曲率半径的数值(近轴曲率半径)。

[0149] 表 2 示出在示例 1 的成像透镜中的非球面数据。在被指示为非球面数据的数值中,符号“E”表示在符号“E”之后的数字是使用 10 为基数的“指数”,并且在符号“E”前面的数值乘以由以 10 为基数的指数函数表示的数值。例如,“1.0E-02”是“1.0×10^{-2}”。

[0150] 作为非球面数据,示出由下列方程式(A)表示的非球面方程式中的系数 Ai 和 K 的值。具体地,Z 表示从距光轴高度 h 处的非球面上的点到与所述非球面的顶点接触的平面(该平面垂直于光轴)的垂线的长度(mm)。

[0151] $Z=C\cdot h^2/\{1+(1-K\cdot C^2\cdot h^2)^{1/2}\}+\Sigma Ai\cdot h^i$ (A),其中

[0152] Z:非球面的深度(mm),

[0153] h:从光轴到透镜面的距离(高度)(mm),

[0154] C:近轴曲率 =1/R

[0155] (R:近轴曲率半径),

[0156] Ai:第 i 阶非球面系数(i 是大于或等于 3 的整数),以及

[0157] K:非球面系数。

[0158] 以与示例 1 的成像透镜类似的方式,如上文所描述的,作为示例 2,表 3 和表 4 示出对应于图 2 中所图示的成像透镜的结构的特定透镜数据。类似地,作为示例 3 至示例 7,表 5 至表 14 示出对应于图 3 至图 7 中所图示的成像透镜的结构的特定透镜数据。在示例 1 至示例 7 的成像透镜中,所有第一透镜 L1 至第七透镜 L7 的两个面都是非球面的。

[0159] 图 9（A）至（D）分别图示在示例 1 的成像透镜中的球面像差、像散、畸变（畸变像差）和横向色像差（倍率的色像差）。各像差图图示球面像差，像散（场曲和畸变（畸变像差））图示当 d 线（波长 587.56nm）是基准波长时的像差。球面像差的图和横向色像差的图还图示相对于 F 线（波长 486.1nm）和 C 线（波长 656.27nm）的像差。在球面像差的像差图中，还图示相对于 g 线（波长是 435.83nm）的像差。在像散的图中，矢状方向（S）上的像差由实线指示，并且切线方向（T）上的像差由虚线指示。此外，Fno 表示 F 数，并且 ω 表示半视角。

[0160] 类似地，图 10（A）至（D）至图 15（A）至（D）图示示例 2 至示例 7 的成像透镜中的各种像差。

[0161] 此外，表 15 总体地示出关于示例 1 至 7 的根据本实用新型的条件公式（1）至（9）的值。

[0162] 如数值数据和像差图示出的，各示例在减少全长的同时实现小 F 数和高像形成性能。

[0163] 本实用新型的成像透镜并不限于上述实施例也不限于示例，并且各种修改是可能的。例如，各透镜元件的曲率半径的值、面之间的距离、折射率、阿贝数和非球面系数不限于上述数值示例中的值，而是可以是其它值。

[0164] 在所有示例中的各个示例的描述中，假设使用具有固定焦点的成像透镜。或者，成像透镜可以以这样的方式被结构化使得焦点是可调节的。例如，成像透镜可以以这样的方式被结构化使得延伸整个透镜系统或通过在光轴上移动一部分透镜进行自动聚焦是可能的。

[0165] [表 1]

[0166] 示例 1

[0167] f=4.192, Bf=0.673

[0168]

Si	Ri	Di	Ndj	vdj
*1	2.4097	0.332	1.544884	54.87
*2	3.6659	0.160		
3（孔径光阑）	∞	0.037		
*4	3.2523	0.453	1.544884	54.87
*5	-11.3504	0.158		
*6	-4.3822	0.185	1.633506	23.63
*7	15.4577	0.513		
*8	6.9257	0.534	1.544884	54.87
*9	35.2826	0.471		
*10	8.3687	0.465	1.544884	54.87
*11	-4.8922	0.348		
*12	-3.7463	0.460	1.544884	54.87
*13	-1.7354	0.508		
*14	-1.7787	0.192	1.544884	54.87
*15	3.1154	0.291		
16	∞	0.145	1.516330	64.14
17	∞	0.286		
18	∞			

[0169] ＊：非球面

[0159] 图 9（A）至（D）分别图示在示例 1 的成像透镜中的球面像差、像散、畸变（畸变像差）和横向色像差（倍率的色像差）。各像差图图示球面像差，像散（场曲和畸变（畸变像差））图示当 d 线（波长 587.56nm）是基准波长时的像差。球面像差的图和横向色像差的图还图示相对于 F 线（波长 486.1nm）和 C 线（波长 656.27nm）的像差。在球面像差的像差图中，还图示相对于 g 线（波长是 435.83nm）的像差。在像散的图中，矢状方向（S）上的像差由实线指示，并且切线方向（T）上的像差由虚线指示。此外，Fno 表示 F 数，并且 ω 表示半视角。

[0160] 类似地，图 10（A）至（D）至图 15（A）至（D）图示示例 2 至示例 7 的成像透镜中的各种像差。

[0161] 此外，表 15 总体地示出关于示例 1 至 7 的根据本实用新型的条件公式（1）至（9）的值。

[0162] 如数值数据和像差图示出的，各示例在减少全长的同时实现小 F 数和高像形成性能。

[0163] 本实用新型的成像透镜并不限于上述实施例也不限于示例，并且各种修改是可能的。例如，各透镜元件的曲率半径的值、面之间的距离、折射率、阿贝数和非球面系数不限于上述数值示例中的值，而是可以是其它值。

[0164] 在所有示例中的各个示例的描述中，假设使用具有固定焦点的成像透镜。或者，成像透镜可以以这样的方式被结构化使得焦点是可调节的。例如，成像透镜可以以这样的方式被结构化使得延伸整个透镜系统或通过在光轴上移动一部分透镜进行自动聚焦是可能的。

[0165] [表 1]

[0166] 示例 1

[0167] f=4.192, Bf=0.673

[0168]

Si	Ri	Di	Ndj	vdj
*1	2.4097	0.332	1.544884	54.87
*2	3.6659	0.160		
3（孔径光阑）	∞	0.037		
*4	3.2523	0.453	1.544884	54.87
*5	-11.3504	0.158		
*6	-4.3822	0.185	1.633506	23.63
*7	15.4577	0.513		
*8	6.9257	0.534	1.544884	54.87
*9	35.2826	0.471		
*10	8.3687	0.465	1.544884	54.87
*11	-4.8922	0.348		
*12	-3.7463	0.460	1.544884	54.87
*13	-1.7354	0.508		
*14	-1.7787	0.192	1.544884	54.87
*15	3.1154	0.291		
16	∞	0.145	1.516330	64.14
17	∞	0.286		
18	∞			

[0169] ＊：非球面

[0170] [表 2]

[0171]

示例 1 · 非球面数据					
面序号	KA	A4	A6	A8	A10
1	-3.15500336E-01	-3.90490748E-02	3.21740409E-01	-1.02592962E+00	1.86531671E+00
2	4.79319898E-01	-7.28640369E-03	1.22022400E-03	1.28744597E-03	1.84380512E-04
4	1.06897140E+00	-1.80773539E-02	-5.44788963E-03	-3.00272042E-03	-1.97945657E-04
5	-6.39291121E+02	-1.17177598E-01	5.96726877E-01	-1.82701967E+00	3.24348127E+00
6	1.20393163E+01	1.62630880E-01	-4.08930615E-01	1.15150218E+00	-2.31472994E+00
7	1.72925310E+02	2.36070619E-01	-1.51701946E+00	6.32724858E+00	-1.63976616E+01
8	2.57869114E+01	4.24350114E-02	-6.92441980E-01	2.27404043E+00	-4.53394073E+00
9	2.58133088E+02	-7.74529589E-02	1.48833837E-01	-5.56541852E-01	1.03200504E+00
10	9.88971551E-01	1.93846067E-02	-5.20767382E-02	8.81312041E-02	-1.05322932E-01
11	1.62706797E+00	1.56660263E-02	1.94028945E-02	-3.24841639E-02	2.60649064E-02
12	4.52025275E-01	4.33586570E-03	-4.89745140E-02	5.24569387E-02	-4.15870119E-02
13	-3.72782483E-02	1.57663757E-01	-2.75699042E-01	3.03200379E-01	-2.13261398E-01
	A12	A14	A16	A18	A20
1	-2.04007525E+00	1.36555968E+00	-5.46404595E-01	1.20030217E-01	-1.12293647E-02
2	-1.68636461E-04	-1.68916074E-04	-8.12337899E-05	2.25165169E-05	7.70234255E-05
4	4.31800553E-04	3.30119106E-04	1.18430048E-04	-3.40733567E-05	-1.06659936E-04
5	-3.57993597E+00	2.48470414E+00	-1.05645063E+00	2.51181048E-01	-2.52663592E-02
6	3.06116828E+00	-2.59062323E+00	1.34815542E+00	-3.90999000E-01	4.90099049E-02
7	2.66612767E+01	-2.72670431E+01	1.70235836E+01	-5.92469943E+00	8.81518332E-01
8	5.63819204E+00	-4.42500884E+00	2.12973975E+00	-5.73116242E-01	6.62270757E-02
9	-1.15419401E+00	8.00371028E-01	-3.37775491E-01	7.96232723E-02	-7.97299719E-03
10	7.06371445E-02	-2.85593488E-02	6.79999654E-03	-8.91420463E-04	5.29623645E-05
11	-1.57218013E-02	6.04165825E-03	-1.38957345E-03	1.82155824E-04	-1.06954112E-05
12	2.24578832E-02	-7.49905773E-03	1.52526085E-03	-1.75509797E-04	8.70552473E-06
13	9.61572253E-02	-2.74866120E-02	4.81243967E-03	-4.69506080E-04	1.94503794E-05

[0172]

面序号	KA	A3	A4	A5	A6
14	4.75730027E-01	2.12156144E-02	9.18004513E-02	-3.34245479E-01	6.39236396E-01
15	-9.95061310E+00	7.00400812E-02	-3.26086026E-01	4.05108614E-01	-3.69208213E-01
面序号	A7	A8	A9	A10	A11

[0170] [表 2]

[0171]

示例 1 · 非球面数据					
面序号	KA	A4	A6	A8	A10
1	-3.15500336E-01	-3.90490748E-02	3.21740409E-01	-1.02592962E+00	1.86531671E+00
2	4.79319898E-01	-7.28640369E-03	1.22022400E-03	1.28744597E-03	1.84380512E-04
4	1.06897140E+00	-1.80773539E-02	-5.44788963E-03	-3.00272042E-03	-1.97945657E-04
5	-6.39291121E+02	-1.17177598E-01	5.96726877E-01	-1.82701967E+00	3.24348127E+00
6	1.20393163E+01	1.62630880E-01	-4.08930615E-01	1.15150218E+00	-2.31472994E+00
7	1.72925310E+02	2.36070619E-01	-1.51701946E+00	6.32724858E+00	-1.63976616E+01
8	2.57869114E+01	4.24350114E-02	-6.92441980E-01	2.27404043E+00	-4.53394073E+00
9	2.58133088E+02	-7.74529589E-02	1.48833837E-01	-5.56541852E-01	1.03200504E+00
10	9.88971551E-01	1.93846067E-02	-5.20767382E-02	8.81312041E-02	-1.05322932E-01
11	1.62706797E+00	1.56660263E-02	1.94028945E-02	-3.24841639E-02	2.60649064E-02
12	4.52025275E-01	4.33586570E-03	-4.89745140E-02	5.24569387E-02	-4.15870119E-02
13	-3.72782483E-02	1.57663757E-01	-2.75699042E-01	3.03200379E-01	-2.13261398E-01
	A12	A14	A16	A18	A20
1	-2.04007525E+00	1.36555968E+00	-5.46404595E-01	1.20030217E-01	-1.12293647E-02
2	-1.68636461E-04	-1.68916074E-04	-8.12337899E-05	2.25165169E-05	7.70234255E-05
4	4.31800553E-04	3.30119106E-04	1.18430048E-04	-3.40733567E-05	-1.06659936E-04
5	-3.57993597E+00	2.48470414E+00	-1.05645063E+00	2.51181048E-01	-2.52663592E-02
6	3.06116828E+00	-2.59062323E+00	1.34815542E+00	-3.90999000E-01	4.90099049E-02
7	2.66612767E+01	-2.72670431E+01	1.70235836E+01	-5.92469943E+00	8.81518332E-01
8	5.63819204E+00	-4.42500884E+00	2.12973975E+00	-5.73116242E-01	6.62270757E-02
9	-1.15419401E+00	8.00371028E-01	-3.37775491E-01	7.96232723E-02	-7.97299719E-03
10	7.06371445E-02	-2.85593488E-02	6.79999654E-03	-8.91420463E-04	5.29623645E-05
11	-1.57218013E-02	6.04165825E-03	-1.38957345E-03	1.82155824E-04	-1.06954112E-05
12	2.24578832E-02	-7.49905773E-03	1.52526085E-03	-1.75509797E-04	8.70552473E-06
13	9.61572253E-02	-2.74866120E-02	4.81243967E-03	-4.69506080E-04	1.94503794E-05

[0172]

面序号	KA	A3	A4	A5	A6
14	4.75730027E-01	2.12156144E-02	9.18004513E-02	-3.34245479E-01	6.39236396E-01
15	-9.95061310E+00	7.00400812E-02	-3.26086026E-01	4.05108614E-01	-3.69208213E-01
面序号	A7	A8	A9	A10	A11

[0173]

14	-9.69485777E-01	1.19793895E+00	-1.12828667E+00	7.78370948E-01	-3.85650973E-01
15	3.84570792E-01	-4.15302455E-01	3.55146724E-01	-2.21475792E-01	9.92520263E-02
面序号	A12	A13	A14	A15	A16
14	1.35484668E-01	-3.29787498E-02	5.27372555E-03	-4.92056991E-04	1.95189710E-05
15	-3.15881218E-02	6.98658445E-03	-1.02915427E-03	9.10103601E-05	-3.55135103E-06
面序号	A17	A18	A19	A20	
14	-1.98508577E-08	5.48921372E-09	6.42427337E-09	5.18587471E-09	
15	2.05216064E-09	1.33146895E-09	2.07404490E-10	1.78383609E-11	

[0174] [表 3]

[0175] 示例 2

[0176] f=4.234Bf=0.696

[0177]

Si	Ri	Di	Ndj	vdj
1（孔径光阑）	∞	-0.249		
*2	2.4405	0.356	1.544884	54.87
*3	3.7608	0.075		
*4	3.3343	0.514	1.544884	54.87
*5	-18.6607	0.103		
*6	-4.7980	0.118	1.633506	23.63
*7	16.4808	0.491		
*8	6.9094	0.557	1.544884	54.87
*9	49.3307	0.508		
*10	9.1896	0.463	1.544884	54.87
*11	-4.9908	0.394		
*12	-3.8333	0.482	1.544884	54.87
*13	-1.7050	0.518		
*14	-1.7764	0.224	1.544884	54.87
*15	3.0318	0.298		
16	∞	0.145	1.516330	64.14
17	∞	0.302		
18	∞			

[0178] ＊:非球面

[0179] [表 4]

[0173]

14	-9.69485777E-01	1.19793895E+00	-1.12828667E+00	7.78370948E-01	-3.85650973E-01
15	3.84570792E-01	-4.15302455E-01	3.55146724E-01	-2.21475792E-01	9.92520263E-02
面序号	A12	A13	A14	A15	A16
14	1.35484668E-01	-3.29787498E-02	5.27372555E-03	-4.92056991E-04	1.95189710E-05
15	-3.15881218E-02	6.98658445E-03	-1.02915427E-03	9.10103601E-05	-3.55135103E-06
面序号	A17	A18	A19	A20	
14	-1.98508577E-08	5.48921372E-09	6.42427337E-09	5.18587471E-09	
15	2.05216064E-09	1.33146895E-09	2.07404490E-10	1.78383609E-11	

[0174] [表 3]

[0175] 示例 2

[0176] f=4.234Bf=0.696

[0177]

Si	Ri	Di	Ndj	vdj
1（孔径光阑）	∞	-0.249		
*2	2.4405	0.356	1.544884	54.87
*3	3.7608	0.075		
*4	3.3343	0.514	1.544884	54.87
*5	-18.6607	0.103		
*6	-4.7980	0.118	1.633506	23.63
*7	16.4808	0.491		
*8	6.9094	0.557	1.544884	54.87
*9	49.3307	0.508		
*10	9.1896	0.463	1.544884	54.87
*11	-4.9908	0.394		
*12	-3.8333	0.482	1.544884	54.87
*13	-1.7050	0.518		
*14	-1.7764	0.224	1.544884	54.87
*15	3.0318	0.298		
16	∞	0.145	1.516330	64.14
17	∞	0.302		
18	∞			

[0178] * :非球面

[0179] [表 4]

[0180]

示例 2 · 非球面数据					
面序号	KA	A4	A6	A8	A10
3	4.80324149E-01	-6.37702589E-03	2.11362063E-03	2.13035366E-04	-2.62426002E-04
4	1.06386551E+00	-2.25330385E-02	-6.72548681E-03	-1.56039509E-03	3.51543351E-04
	A12	A14	A16	A18	A20
3	-1.55143054E-04	-7.26747508E-05	-4.64361348E-05	-8.73540901E-06	-7.91612984E-07
4	3.56457896E-04	1.57651398E-04	5.47436555E-05	1.40390904E-05	1.09577961E-06

[0181]

面序号	KA	A3	A4	A5	A6
2	-3.11307362E-01	-4.57334786E-02	3.02359412E-01	-1.36353373E+00	6.52239885E+00
5	-6.37708888E+02	-5.75179955E-02	1.91398066E-01	-2.45970401E-01	-2.66473935E-01
6	1.20412974E+01	-4.64953437E-03	2.63410593E-01	-5.62953310E-01	7.49782158E-01
7	1.72920588E+02	4.86737159E-02	1.33440630E-02	4.30248059E-02	-1.69182532E+00
8	2.57872954E+01	2.78906496E-03	1.53205239E-01	-8.75395649E-01	1.31298251E+00
9	2.61458916E+02	-2.73597304E-03	-1.21959465E-01	8.74851100E-01	-4.41850678E+00
10	9.89550536E-01	1.07835283E-03	5.85224503E-03	1.96417121E-01	-1.21121450E+00
11	1.62756730E+00	-1.06139195E-03	1.75718211E-02	6.19116926E-03	-3.37614791E-05
12	4.51265061E-01	4.02470705E-03	-7.01062588E-03	-1.00045275E-02	-4.98447356E-03
13	-4.55837887E-02	3.61702764E-02	1.15643426E-01	-3.10760491E-01	8.67862154E-01
14	4.85681712E-01	2.03442322E-02	9.14446126E-02	-3.34411206E-01	6.39195179E-01
15	-9.95274444E+00	6.54035572E-02	-3.25806588E-01	4.05545521E-01	-3.69067285E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
2	-2.69322004E+01	8.23149757E+01	-1.81240956E+02	2.90745311E+02	-3.42827233E+02
5	1.10161062E+00	-9.15715653E-01	-2.79600989E-01	5.83887576E-01	-6.19651131E-02
6	-2.33053209E-01	-7.91483685E-01	9.73155961E-01	-2.25313831E-01	3.98009582E-03
7	1.07606564E+01	-3.69337524E+01	8.28292754E+01	-1.31681853E+02	1.53448898E+02
8	-3.91767019E-01	-1.24123231E+00	1.48126344E+00	-3.62749358E-01	-1.79256982E-01
9	1.42466782E+01	-3.28913965E+01	5.56606171E+01	-6.94644285E+01	6.36940053E+01
10	3.79048672E+00	-7.79235628E+00	1.14819393E+01	-1.25021468E+01	1.00437589E+01
11	-3.01490603E-03	-1.81273476E-03	-8.30917239E-04	-2.77688266E-04	-1.67534596E-05
12	-8.04493229E-04	6.93844458E-04	7.88719480E-04	4.18057255E-04	1.49309453E-04
13	-2.21858069E+00	4.00607428E+00	-5.12177312E+00	4.78514277E+00	-3.30161872E+00

[0180]

示例 2 · 非球面数据					
面序号	KA	A4	A6	A8	A10
3	4.80324149E-01	-6.37702589E-03	2.11362063E-03	2.13035366E-04	-2.62426002E-04
4	1.06386551E+00	-2.25330385E-02	-6.72548681E-03	-1.56039509E-03	3.51543351E-04
	A12	A14	A16	A18	A20
3	-1.55143054E-04	-7.26747508E-05	-4.64361348E-05	-8.73540901E-06	-7.91612984E-07
4	3.56457896E-04	1.57651398E-04	5.47436555E-05	1.40390904E-05	1.09577961E-06

[0181]

面序号	KA	A3	A4	A5	A6
2	-3.11307362E-01	-4.57334786E-02	3.02359412E-01	-1.36353373E+00	6.52239885E+00
5	-6.37708888E+02	-5.75179955E-02	1.91398066E-01	-2.45970401E-01	-2.66473935E-01
6	1.20412974E+01	-4.64953437E-03	2.63410593E-01	-5.62953310E-01	7.49782158E-01
7	1.72920588E+02	4.86737159E-02	1.33440630E-02	4.30248059E-02	-1.69182532E+00
8	2.57872954E+01	2.78906496E-03	1.53205239E-01	-8.75395649E-01	1.31298251E+00
9	2.61458916E+02	-2.73597304E-03	-1.21959465E-01	8.74851100E-01	-4.41850678E+00
10	9.89550536E-01	1.07835283E-03	5.85224503E-03	1.96417121E-01	-1.21121450E+00
11	1.62756730E+00	-1.06139195E-03	1.75718211E-02	6.19116926E-03	-3.37614791E-05
12	4.51265061E-01	4.02470705E-03	-7.01062588E-03	-1.00045275E-02	-4.98447356E-03
13	-4.55837887E-02	3.61702764E-02	1.15643426E-01	-3.10760491E-01	8.67862154E-01
14	4.85681712E-01	2.03442322E-02	9.14446126E-02	-3.34411206E-01	6.39195179E-01
15	-9.95274444E+00	6.54035572E-02	-3.25806588E-01	4.05545521E-01	-3.69067285E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
2	-2.69322004E+01	8.23149757E+01	-1.81240956E+02	2.90745311E+02	-3.42827233E+02
5	1.10161062E+00	-9.15715653E-01	-2.79600989E-01	5.83887576E-01	-6.19651131E-02
6	-2.33053209E-01	-7.91483685E-01	9.73155961E-01	-2.25313831E-01	3.98009582E-03
7	1.07606564E+01	-3.69337524E+01	8.28292754E+01	-1.31681853E+02	1.53448898E+02
8	-3.91767019E-01	-1.24123231E+00	1.48126344E+00	-3.62749358E-01	-1.79256982E-01
9	1.42466782E+01	-3.28913965E+01	5.56606171E+01	-6.94644285E+01	6.36940053E+01
10	3.79048672E+00	-7.79235628E+00	1.14819393E+01	-1.25021468E+01	1.00437589E+01
11	-3.01490603E-03	-1.81273476E-03	-8.30917239E-04	-2.77688266E-04	-1.67534596E-05
12	-8.04493229E-04	6.93844458E-04	7.88719480E-04	4.18057255E-04	1.49309453E-04
13	-2.21858069E+00	4.00607428E+00	-5.12177312E+00	4.78514277E+00	-3.30161872E+00

[0182]

14	-9.69492977E-01	1.19793801E+00	-1.12828658E+00	7.78371115E-01	-3.85650835E-01
15	3.84610139E-01	-4.15292575E-01	3.55149389E-01	-2.21475205E-01	9.92521499E-02
	A12	A13	A14	A15	A16
2	2.95570604E+02	-1.81603190E+02	7.51960538E+01	-1.87348377E+01	2.11141212E+00
5	2.79603157E-01	-7.83955506E-01	6.09829143E-01	-1.93875157E-01	2.17174061E-02
6	-3.23124887E-01	2.28380534E-01	6.29053211E-02	-9.65023707E-02	2.40312314E-02
7	-1.31088183E+02	7.98789255E+01	-3.27582203E+01	8.06391116E+00	-8.94091468E-01
8	-2.22116267E-01	4.48689281E-01	-2.26658903E-01	3.35517837E-02	2.90630582E-03
9	-4.22846101E+01	1.97316866E+01	-6.13263578E+00	1.14140965E+00	-9.64126058E-02
10	-5.88184805E+00	2.45487695E+00	-6.96507667E-01	1.20750321E-01	-9.66815895E-03
11	3.10122838E-05	3.48153352E-05	1.80537242E-05	1.18380026E-05	4.45597657E-06
12	2.59526331E-05	-2.50688201E-06	-7.09091538E-06	-4.73267020E-06	-5.79695311E-06
13	1.66128461E+00	-5.89168455E-01	1.38841331E-01	-1.95786843E-02	1.28588885E-03
14	1.35484760E-01	-3.29786953E-02	5.27375637E-03	-4.92040851E-04	1.95272013E-05
15	-3.15881170E-02	6.98657701E-03	-1.02915921E-03	9.10069522E-05	-3.55286524E-06
	A17	A18	A19	A20	
2	-9.21611123E-06	5.22448960E-07	6.16338003E-06	-6.59302075E-06	
5	-2.31281563E-05	-1.92498745E-05	6.84424928E-06	2.96932137E-05	
6	4.00192794E-05	2.56091798E-05	2.08688337E-06	1.48960772E-05	
7	1.08040060E-04	1.27299022E-04	1.17513318E-04	1.36799533E-04	
8	2.29131430E-05	2.26977325E-05	5.56665569E-06	-4.76994732E-05	
9	1.37918125E-05	1.54463696E-06	-7.96373418E-06	2.03445108E-05	
10	-1.24985129E-05	2.20575971E-05	-2.04784424E-06	-1.62145852E-06	
11	1.79984726E-06	3.68287935E-07	-3.49991951E-07	-2.59055259E-07	
12	-7.52675910E-07	-8.35386564E-08	6.75932418E-08	8.37861767E-08	
13	-4.73800602E-08	-3.57592914E-07	-3.43093425E-07	-2.48343316E-07	
14	-1.59289464E-08	8.13379660E-09	7.23390798E-09	5.53891961E-09	
15	1.56611515E-09	1.09919033E-09	1.27284588E-10	-1.43118707E-11	

[0183] [表 5]

[0184] 示例 3

[0185] f=4.207, Bf=0.661

[0182]

14	-9.69492977E-01	1.19793801E+00	-1.12828658E+00	7.78371115E-01	-3.85650835E-01
15	3.84610139E-01	-4.15292575E-01	3.55149389E-01	-2.21475205E-01	9.92521499E-02
	A12	A13	A14	A15	A16
2	2.95570604E+02	-1.81603190E+02	7.51960538E+01	-1.87348377E+01	2.11141212E+00
5	2.79603157E-01	-7.83955506E-01	6.09829143E-01	-1.93875157E-01	2.17174061E-02
6	-3.23124887E-01	2.28380534E-01	6.29053211E-02	-9.65023707E-02	2.40312314E-02
7	-1.31088183E+02	7.98789255E+01	-3.27582203E+01	8.06391116E+00	-8.94091468E-01
8	-2.22116267E-01	4.48689281E-01	-2.26658903E-01	3.35517837E-02	2.90630582E-03
9	-4.22846101E+01	1.97316866E+01	-6.13263578E+00	1.14140965E+00	-9.64126058E-02
10	-5.88184805E+00	2.45487695E+00	-6.96507667E-01	1.20750321E-01	-9.66815895E-03
11	3.10122838E-05	3.48153352E-05	1.80537242E-05	1.18380026E-05	4.45597657E-06
12	2.59526331E-05	-2.50688201E-06	-7.09091538E-06	-4.73267020E-06	-5.79695311E-06
13	1.66128461E+00	-5.89168455E-01	1.38841331E-01	-1.95786843E-02	1.28588885E-03
14	1.35484760E-01	-3.29786953E-02	5.27375637E-03	-4.92040851E-04	1.95272013E-05
15	-3.15881170E-02	6.98657701E-03	-1.02915921E-03	9.10069522E-05	-3.55286524E-06
	A17	A18	A19	A20	
2	-9.21611123E-06	5.22448960E-07	6.16338003E-06	-6.59302075E-06	
5	-2.31281563E-05	-1.92498745E-05	6.84424928E-06	2.96932137E-05	
6	4.00192794E-05	2.56091798E-05	2.08688337E-06	1.48960772E-05	
7	1.08040060E-04	1.27299022E-04	1.17513318E-04	1.36799533E-04	
8	2.29131430E-05	2.26977325E-05	5.56665569E-06	-4.76994732E-05	
9	1.37918125E-05	1.54463696E-06	-7.96373418E-06	2.03445108E-05	
10	-1.24985129E-05	2.20575971E-05	-2.04784424E-06	-1.62145852E-06	
11	1.79984726E-06	3.68287935E-07	-3.49991951E-07	-2.59055259E-07	
12	-7.52675910E-07	-8.35386564E-08	6.75932418E-08	8.37861767E-08	
13	-4.73800602E-08	-3.57592914E-07	-3.43093425E-07	-2.48343316E-07	
14	-1.59289464E-08	8.13379660E-09	7.23390798E-09	5.53891961E-09	
15	1.56611515E-09	1.09919033E-09	1.27284588E-10	-1.43118707E-11	

[0183] [表 5]

[0184] 示例 3

[0185] f=4.207, Bf=0.661

[0186]

Si	Ri	Di	Ndj	vdj
1（孔径光阑）	∞	-0.249		
*2	1.9180	0.349	1.544884	54.87
*3	3.7084	0.046		
*4	3.1940	0.413	1.544884	54.87
*5	22.1514	0.158		
*6	-5.0950	0.100	1.633506	23.63
*7	15.3065	0.419		
*8	6.7920	0.411	1.544884	54.87
*9	20.6463	0.743		
*10	11.0304	0.555	1.544884	54.87
*11	-4.3987	0.074		
*12	-5.6398	0.709	1.544884	54.87
*13	-1.7848	0.301		
*14	-1.8027	0.390	1.544884	54.87
*15	3.2719	0.301		
16	∞	0.145	1.516330	64.14
17	∞	0.264		
18	∞			

[0187] ＊:非球面

[0188] [表 6]

[0189]

示例 3・非球面数据					
面序号	KA	A4	A6	A8	A10
3	2.28182500E-01	-2.99784670E-03	4.40442540E-04	-4.17582320E-05	-1.08572070E-04
4	1.09891416E+00	5.61697820E-04	-1.17936220E-03	-2.96165350E-04	-4.09169170E-05
	A12	A14	A16	A18	A20
3	-7.35906490E-05	-3.38858440E-05	-1.55495760E-05	-5.09608960E-06	-1.14891470E-06
4	3.75970050E-06	1.29876150E-05	8.24960690E-06	6.27158790E-06	4.89374540E-06

[0186]

Si	Ri	Di	Ndj	vdj
1（孔径光阑）	∞	-0.249		
*2	1.9180	0.349	1.544884	54.87
*3	3.7084	0.046		
*4	3.1940	0.413	1.544884	54.87
*5	22.1514	0.158		
*6	-5.0950	0.100	1.633506	23.63
*7	15.3065	0.419		
*8	6.7920	0.411	1.544884	54.87
*9	20.6463	0.743		
*10	11.0304	0.555	1.544884	54.87
*11	-4.3987	0.074		
*12	-5.6398	0.709	1.544884	54.87
*13	-1.7848	0.301		
*14	-1.8027	0.390	1.544884	54.87
*15	3.2719	0.301		
16	∞	0.145	1.516330	64.14
17	∞	0.264		
18	∞			

[0187] ＊:非球面

[0188] [表 6]

[0189]

示例 3・非球面数据					
面序号	KA	A4	A6	A8	A10
3	2.28182500E-01	-2.99784670E-03	4.40442540E-04	-4.17582320E-05	-1.08572070E-04
4	1.09891416E+00	5.61697820E-04	-1.17936220E-03	-2.96165350E-04	-4.09169170E-05
	A12	A14	A16	A18	A20
3	-7.35906490E-05	-3.38858440E-05	-1.55495760E-05	-5.09608960E-06	-1.14891470E-06
4	3.75970050E-06	1.29876150E-05	8.24960690E-06	6.27158790E-06	4.89374540E-06

[0190]

面序号	KA	A3	A4	A5	A6
2	-3.33033000E-01	-3.68303670E-02	3.03072470E-01	-1.36241330E+00	6.52432340E+00
5	-2.17063000E+02	-4.84113200E-02	1.97565630E-01	-2.42593790E-01	-2.65595960E-01
6	1.20474400E+01	6.20942880E-04	2.65538150E-01	-5.62306930E-01	7.52803550E-01
7	1.49730700E+02	6.22771760E-02	1.69573700E-02	5.68584910E-02	-1.68066450E+00
8	2.56443100E+01	-6.91304080E-03	1.51483750E-01	-8.75361200E-01	1.32029780E+00
9	2.53719400E+02	-1.56511380E-02	-1.13222530E-01	8.86169920E-01	-4.41399140E+00
10	1.00000000E+00	9.51395730E-03	-1.20041970E-02	1.88470060E-01	-1.20575420E+00
11	1.41155950E+00	1.70226510E-02	5.91299110E-04	1.92501450E-03	1.26257600E-03
12	6.47425400E-01	-8.18458250E-03	7.35878910E-04	-1.95705540E-03	-3.95729130E-04
13	1.06011500E-01	5.62841460E-02	1.00089670E-01	-3.06462000E-01	8.70781450E-01
14	4.68411900E-01	4.42920900E-02	8.96060150E-02	-3.36499780E-01	6.37873330E-01
15	-2.95342000E+00	7.53913700E-02	-3.24023710E-01	4.04372620E-01	-3.69927830E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
2	-2.69314800E+01	8.23147640E+01	-1.81241340E+02	2.90744850E+02	-3.42827510E+02
5	1.10158670E+00	-9.15716200E-01	-2.79520550E-01	5.83970450E-01	-6.19012180E-02
6	-2.30376420E-01	-7.89845930E-01	9.73890090E-01	-2.25010680E-01	4.10049190E-03
7	1.07588310E+01	-3.69340320E+01	8.28305610E+01	-1.31679370E+02	1.53449140E+02
8	-3.89578940E-01	-1.24081590E+00	1.48099690E+00	-3.62398100E-01	-1.78475480E-01
9	1.42499530E+01	-3.28895900E+01	5.56613590E+01	-6.94637020E+01	6.36942910E+01
10	3.79669180E+00	-7.78900170E+00	1.14821130E+01	-1.25024720E+01	1.00431990E+01
11	3.86472980E-04	1.41788010E-05	-5.20678730E-05	-1.66100430E-05	4.70101300E-06
12	3.30511450E-04	4.50872540E-04	3.09773600E-04	1.48895910E-04	4.88329850E-05
13	-2.21933690E+00	4.00566130E+00	-5.12197660E+00	4.78505270E+00	-3.30165330E+00
14	-9.69836460E-01	1.19787910E+00	-1.12827390E+00	7.78387360E-01	-3.85642100E-01
15	3.84367950E-01	-4.15286960E-01	3.55164770E-01	-2.21461400E-01	9.92572580E-02
	A12	A13	A14	A15	A16
2	2.95570560E+02	-1.81603160E+02	7.51960920E+01	-1.87347980E+01	2.11142860E+00
5	2.79603280E-01	-7.83980060E-01	6.09799260E-01	-1.93906540E-01	2.16807990E-02
6	-3.23103460E-01	2.28380650E-01	6.29015710E-02	-9.65188080E-02	2.40117830E-02
7	-1.31088470E+02	7.98789320E+01	-3.27583800E+01	8.06402930E+00	-8.94183560E-01
8	-2.21789520E-01	4.48843670E-01	-2.26681190E-01	3.35800030E-02	2.92979160E-03
9	-4.22843600E+01	1.97316830E+01	-6.13269760E+00	1.14135180E+00	-9.64552080E-02
10	-5.88222340E+00	2.45505560E+00	-6.96325260E-01	1.20754290E-01	-9.65622820E-03

[0191]

[0190]

面序号	KA	A3	A4	A5	A6
2	-3.33033000E-01	-3.68303670E-02	3.03072470E-01	-1.36241330E+00	6.52432340E+00
5	-2.17063000E+02	-4.84113200E-02	1.97565630E-01	-2.42593790E-01	-2.65595960E-01
6	1.20474400E+01	6.20942880E-04	2.65538150E-01	-5.62306930E-01	7.52803550E-01
7	1.49730700E+02	6.22771760E-02	1.69573700E-02	5.68584910E-02	-1.68066450E+00
8	2.56443100E+01	-6.91304080E-03	1.51483750E-01	-8.75361200E-01	1.32029780E+00
9	2.53719400E+02	-1.56511380E-02	-1.13222530E-01	8.86169920E-01	-4.41399140E+00
10	1.00000000E+00	9.51395730E-03	-1.20041970E-02	1.88470060E-01	-1.20575420E+00
11	1.41155950E+00	1.70226510E-02	5.91299110E-04	1.92501450E-03	1.26257600E-03
12	6.47425400E-01	-8.18458250E-03	7.35878910E-04	-1.95705540E-03	-3.95729130E-04
13	1.06011500E-01	5.62841460E-02	1.00089670E-01	-3.06462000E-01	8.70781450E-01
14	4.68411900E-01	4.42920900E-02	8.96060150E-02	-3.36499780E-01	6.37873330E-01
15	-2.95342000E+00	7.53913700E-02	-3.24023710E-01	4.04372620E-01	-3.69927830E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
2	-2.69314800E+01	8.23147640E+01	-1.81241340E+02	2.90744850E+02	-3.42827510E+02
5	1.10158670E+00	-9.15716200E-01	-2.79520550E-01	5.83970450E-01	-6.19012180E-02
6	-2.30376420E-01	-7.89845930E-01	9.73890090E-01	-2.25010680E-01	4.10049190E-03
7	1.07588310E+01	-3.69340320E+01	8.28305610E+01	-1.31679370E+02	1.53449140E+02
8	-3.89578940E-01	-1.24081590E+00	1.48099690E+00	-3.62398100E-01	-1.78475480E-01
9	1.42499530E+01	-3.28895900E+01	5.56613590E+01	-6.94637020E+01	6.36942910E+01
10	3.79669180E+00	-7.78900170E+00	1.14821130E+01	-1.25024720E+01	1.00431990E+01
11	3.86472980E-04	1.41788010E-05	-5.20678730E-05	-1.66100430E-05	4.70101300E-06
12	3.30511450E-04	4.50872540E-04	3.09773600E-04	1.48895910E-04	4.88329850E-05
13	-2.21933690E+00	4.00566130E+00	-5.12197660E+00	4.78505270E+00	-3.30165330E+00
14	-9.69836460E-01	1.19787910E+00	-1.12827390E+00	7.78387360E-01	-3.85642100E-01
15	3.84367950E-01	-4.15286960E-01	3.55164770E-01	-2.21461400E-01	9.92572580E-02
	A12	A13	A14	A15	A16
2	2.95570560E+02	-1.81603160E+02	7.51960920E+01	-1.87347980E+01	2.11142860E+00
5	2.79603280E-01	-7.83980060E-01	6.09799260E-01	-1.93906540E-01	2.16807990E-02
6	-3.23103460E-01	2.28380650E-01	6.29015710E-02	-9.65188080E-02	2.40117830E-02
7	-1.31088470E+02	7.98789320E+01	-3.27583800E+01	8.06402930E+00	-8.94183560E-01
8	-2.21789520E-01	4.48843670E-01	-2.26681190E-01	3.35800030E-02	2.92979160E-03
9	-4.22843600E+01	1.97316830E+01	-6.13269760E+00	1.14135180E+00	-9.64552080E-02
10	-5.88222340E+00	2.45505560E+00	-6.96325260E-01	1.20754290E-01	-9.65622820E-03

[0191]

11	9.70303290E-06	7.27327490E-06	3.49426030E-06	1.46139210E-06	2.48484800E-07
12	2.74128170E-06	-2.71874560E-06	-3.68516660E-06	-2.40127500E-06	-1.24844750E-06
13	1.66127270E+00	-5.89171210E-01	1.38842330E-01	-1.95784210E-02	1.28616370E-03
14	1.35489540E-01	-3.29767300E-02	5.27452500E-03	-4.91677590E-04	1.95871220E-05
15	-3.15868970E-02	6.98678310E-03	-1.02919410E-03	9.09719780E-05	-3.57059970E-06
	A17	A18	A19	A20	
2	2.70563510E-06	1.29282980E-06	2.59412160E-06	-1.04155460E-05	
5	-4.49863420E-05	-2.41788920E-05	1.05635920E-06	2.45206290E-05	
6	1.61620030E-05	2.05838670E-06	-2.40569650E-05	-3.71824400E-06	
7	7.35953500E-05	1.39806450E-04	1.93702330E-04	2.18908010E-04	
8	1.33439550E-05	-1.27254560E-05	-3.36537390E-05	-4.82474600E-05	
9	-1.44559330E-05	-1.22678990E-05	1.00219970E-06	7.63225730E-06	
10	-6.65290300E-07	-4.79218730E-08	1.80518140E-07	2.90932100E-07	
11	-2.28214370E-08	-1.99576590E-07	-2.35779250E-07	-1.78179610E-07	
12	-5.82558640E-07	-1.72045600E-07	-3.07638950E-08	8.30584240E-09	
13	1.64225840E-07	-2.23382360E-07	-2.70060280E-07	-2.14848160E-07	
14	-3.12498400E-08	-1.31970460E-08	-5.61330950E-09	-2.34778860E-09	
15	-3.08865860E-09	-4.72017530E-10	7.33886540E-11	1.25723340E-10	

[0192] [表 7]

[0193] 示例 4

[0194] f=4.180, Bf=0.628

11	9.70303290E-06	7.27327490E-06	3.49426030E-06	1.46139210E-06	2.48484800E-07
12	2.74128170E-06	-2.71874560E-06	-3.68516660E-06	-2.40127500E-06	-1.24844750E-06
13	1.66127270E+00	-5.89171210E-01	1.38842330E-01	-1.95784210E-02	1.28616370E-03
14	1.35489540E-01	-3.29767300E-02	5.27452500E-03	-4.91677590E-04	1.95871220E-05
15	-3.15868970E-02	6.98678310E-03	-1.02919410E-03	9.09719780E-05	-3.57059970E-06
	A17	A18	A19	A20	
2	2.70563510E-06	1.29282980E-06	2.59412160E-06	-1.04155460E-05	
5	-4.49863420E-05	-2.41788920E-05	1.05635920E-06	2.45206290E-05	
6	1.61620030E-05	2.05838670E-06	-2.40569650E-05	-3.71824400E-06	
7	7.35953500E-05	1.39806450E-04	1.93702330E-04	2.18908010E-04	
8	1.33439550E-05	-1.27254560E-05	-3.36537390E-05	-4.82474600E-05	
9	-1.44559330E-05	-1.22678990E-05	1.00219970E-06	7.63225730E-06	
10	-6.65290300E-07	-4.79218730E-08	1.80518140E-07	2.90932100E-07	
11	-2.28214370E-08	-1.99576590E-07	-2.35779250E-07	-1.78179610E-07	
12	-5.82558640E-07	-1.72045600E-07	-3.07638950E-08	8.30584240E-09	
13	1.64225840E-07	-2.23382360E-07	-2.70060280E-07	-2.14848160E-07	
14	-3.12498400E-08	-1.31970460E-08	-5.61330950E-09	-2.34778860E-09	
15	-3.08865860E-09	-4.72017530E-10	7.33886540E-11	1.25723340E-10	

[0192] [表 7]

[0193] 示例 4

[0194] f=4.180, Bf=0.628

[0195]

Si	Ri	Di	Ndj	vdj
1（孔径光阑）	∞	-0.249		
*2	1.9173	0.349	1.544884	54.87
*3	3.7120	0.046		
*4	3.1931	0.414	1.544884	54.87
*5	23.0504	0.158		
*6	-5.0948	0.100	1.633506	23.63
*7	15.3048	0.418		
*8	6.7924	0.412	1.544884	54.87
*9	20.6466	0.743		
*10	11.0218	0.555	1.544884	54.87
*11	-4.3985	0.075		
*12	-5.6409	0.710	1.544884	54.87
*13	-1.7842	0.303		
*14	-1.8031	0.404	1.544884	54.87
*15	3.1609	0.298		
16	∞	0.145	1.516330	64.14
17	∞	0.234		
18	∞			

[0196] ＊:非球面

[0197] [表 8]

[0198]

示例 4・非球面数据					
面序号	KA	A4	A6	A8	A10
3	2.28558129E-01	-2.99569308E-03	4.43836712E-04	-3.97347584E-05	-1.07573798E-04
4	1.09806597E+00	5.50084626E-04	-1.18594005E-03	-2.99197015E-04	-4.22295585E-05
	A12	A14	A16	A18	A20
3	-7.33876173E-05	-3.36845357E-05	-1.55132339E-05	-5.05898074E-06	-1.13314610E-06
4	3.20384178E-06	1.27545713E-05	8.15171592E-06	6.23048371E-06	4.87636148E-06

[0195]

Si	Ri	Di	Ndj	vdj
1（孔径光阑）	∞	-0.249		
*2	1.9173	0.349	1.544884	54.87
*3	3.7120	0.046		
*4	3.1931	0.414	1.544884	54.87
*5	23.0504	0.158		
*6	-5.0948	0.100	1.633506	23.63
*7	15.3048	0.418		
*8	6.7924	0.412	1.544884	54.87
*9	20.6466	0.743		
*10	11.0218	0.555	1.544884	54.87
*11	-4.3985	0.075		
*12	-5.6409	0.710	1.544884	54.87
*13	-1.7842	0.303		
*14	-1.8031	0.404	1.544884	54.87
*15	3.1609	0.298		
16	∞	0.145	1.516330	64.14
17	∞	0.234		
18	∞			

[0196] ＊：非球面

[0197] [表 8]

[0198]

示例 4・非球面数据					
面序号	KA	A4	A6	A8	A10
3	2.28558129E-01	-2.99569308E-03	4.43836712E-04	-3.97347584E-05	-1.07573798E-04
4	1.09806597E+00	5.50084626E-04	-1.18594005E-03	-2.99197015E-04	-4.22295585E-05
	A12	A14	A16	A18	A20
3	-7.33876173E-05	-3.36845357E-05	-1.55132339E-05	-5.05898074E-06	-1.13314610E-06
4	3.20384178E-06	1.27545713E-05	8.15171592E-06	6.23048371E-06	4.87636148E-06

Espacenet

Bibliographic data: CN203673137 (U) — 2014-06-25

IMAGING LENS

Inventor(s):

Applicant(s):

Classification:	**- international:**	*G02B13/18*
	- cooperative:	G02B3/04
Application number:	CN20132877024U 20131226	
Priority number(s):	JP20130015291 20130130	
Also published as:	US2014211324 (A1)	

Abstract not available for CN203673137 (U)
Abstract of corresponding document: US2014211324 (A1)

A low-cost imaging lens which corrects aberrations properly with a small F-value, ensures high performance with a larger number of constituent lenses and has a more low-profile design than before. The constituent lenses are arranged in the following order from an object side to an image side: a positive (refractive power) first lens having a convex object-side surface near an optical axis; a positive second lens having convex object-side and image-side surfaces near the optical axis; a negative third lens having a concave image-side surface near the optical axis; a fourth lens having at least one aspheric surface; a meniscus fifth lens having a concave object-side surface near the optical axis; a sixth lens as a double-sided aspheric lens; and a negative seventh lens as a double-sided aspheric lens having a concave image-side surface near the optical axis. These constituent lenses are not joined to each other.

Espacenet

Bibliographic data: CN203673137 (U) — 2014-06-25

IMAGING LENS

Inventor(s):

Applicant(s):

Classification:	**- international:**	*G02B13/18*
	- cooperative:	G02B3/04
Application number:	CN20132877024U 20131226	
Priority number(s):	JP20130015291 20130130	
Also published as:	US2014211324 (A1)	

Abstract not available for CN203673137 (U)
Abstract of corresponding document: US2014211324 (A1)

A low-cost imaging lens which corrects aberrations properly with a small F-value, ensures high performance with a larger number of constituent lenses and has a more low-profile design than before. The constituent lenses are arranged in the following order from an object side to an image side: a positive (refractive power) first lens having a convex object-side surface near an optical axis; a positive second lens having convex object-side and image-side surfaces near the optical axis; a negative third lens having a concave image-side surface near the optical axis; a fourth lens having at least one aspheric surface; a meniscus fifth lens having a concave object-side surface near the optical axis; a sixth lens as a double-sided aspheric lens; and a negative seventh lens as a double-sided aspheric lens having a concave image-side surface near the optical axis. These constituent lenses are not joined to each other.

(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 203673137 U
(45)授权公告日 2014.06.25

(21)申请号 201320877024.6

(22)申请日 2013.12.26

(30)优先权数据
2013-015291 2013.01.30 JP

(73)专利权人 康达智株式会社
地址 日本栃木县

(72)发明人 石坂亮

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司 11219
代理人 谢丽娜 关兆辉

(51)Int.Cl.
G02B 13/18(2006.01)

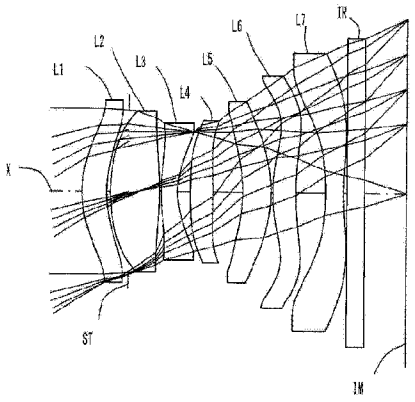
权利要求书2页 说明书18页 附图10页

(54)实用新型名称

摄像镜头

(57)摘要

以低成本提供低F值、能够良好地校正各像差、并且即使增加构成枚数来实现高性能化也能够比现有技术薄型化的摄像镜头。从物体侧朝向像面侧依次分别不接合地配置如下透镜而构成：第1透镜，在光轴附近凸面朝向物体侧，具有正的光焦度；第2透镜，在光轴附近凸面朝向物体侧和像面侧，具有正的光焦度；第3透镜，在光轴附近凹面朝向像面侧，具有负的光焦度；第4透镜，至少1面为非球面；弯月形形状的第5透镜，在光轴附近凹面朝向物体侧；第6透镜，双面为非球面；和第7透镜，在光轴附近凹面朝向像面侧，具有负的光焦度，双面为非球面。



CN 203673137 U

(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 203673137 U
(45)授权公告日 2014.06.25

(21)申请号 201320877024.6

(22)申请日 2013.12.26

(30)优先权数据
2013-015291 2013.01.30 JP

(73)专利权人 康达智株式会社
地址 日本栃木县

(72)发明人 石坂亮

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司 11219
代理人 谢丽娜 关兆辉

(51)Int.Cl.
G02B 13/18(2006.01)

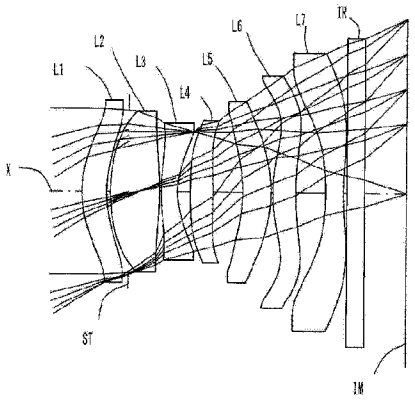
权利要求书2页 说明书18页 附图10页

(54)实用新型名称

摄像镜头

(57)摘要

以低成本提供低F值、能够良好地校正各像差、并且即使增加构成枚数来实现高性能化也能够比现有技术薄型化的摄像镜头。从物体侧朝向像面侧依次分别不接合地配置如下透镜而构成：第1透镜，在光轴附近凸面朝向物体侧，具有正的光焦度；第2透镜，在光轴附近凸面朝向物体侧和像面侧，具有正的光焦度；第3透镜，在光轴附近凹面朝向像面侧，具有负的光焦度；第4透镜，至少1面为非球面；弯月形形状的第5透镜，在光轴附近凹面朝向物体侧；第6透镜，双面为非球面；和第7透镜，在光轴附近凹面朝向像面侧，具有负的光焦度，双面为非球面。



CN 203673137 U

1. 一种使被摄体的像成像于固体摄像元件上的由 7 枚构成的固定焦点的摄像镜头，其特征在于，

从物体侧朝向像面侧依次分别不接合地配置如下透镜而构成：第 1 透镜，在光轴附近凸面朝向物体侧，具有正的光焦度；第 2 透镜，在光轴附近凸面朝向物体侧和像面侧，具有正的光焦度；第 3 透镜，在光轴附近凹面朝向像面侧，具有负的光焦度；第 4 透镜，至少 1 面为非球面；弯月形形状的第 5 透镜，在光轴附近凹面朝向物体侧；第 6 透镜，双面为非球面；和第 7 透镜，在光轴附近凹面朝向像面侧，具有负的光焦度，双面为非球面。

2. 根据权利要求 1 所述的摄像镜头，其特征在于，

上述第 1 透镜在光轴附近为弯月形形状，在透镜周边部形成双面均向物体侧弯曲的非球面形状。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的摄像镜头，其特征在于，

满足以下的条件式：

$50 < \nu d1 < 60$

$50 < \nu d2 < 60$

$20 < \nu d3 < 30$

其中，

$\nu d1$：第 1 透镜的对 d 线的阿贝数

$\nu d2$：第 2 透镜的对 d 线的阿贝数

$\nu d3$：第 3 透镜的对 d 线的阿贝数。

4. 根据权利要求 3 所述的摄像镜头，其特征在于，

满足以下的条件式：

$50 < \nu d4 < 60$

$20 < \nu d5 < 30$

其中，

$\nu d4$：第 4 透镜的对 d 线的阿贝数

$\nu d5$：第 5 透镜的对 d 线的阿贝数。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的摄像镜头，其特征在于，

上述第 4 透镜在光轴附近为双凸形状，像面侧的面为在周边部变化成凹面的非球面形状。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的摄像镜头，其特征在于，

上述第 6 透镜为在光轴附近凸面朝向物体侧的弯月形形状，物体侧的面及像面侧的非球面具有反曲线点。

7. 根据权利要求 1 或 2 所述的摄像镜头，其特征在于，

上述第 7 透镜的像面侧的面为具有反曲线点的非球面形状。

8. 根据权利要求 1 或 2 所述的摄像镜头，其特征在于，

满足以下的条件式：

$0.55 < f12/f < 0.88$

$-1.2 < f3/f < -0.7$

其中，

1. 一种使被摄体的像成像于固体摄像元件上的由 7 枚构成的固定焦点的摄像镜头，其特征在于，

从物体侧朝向像面侧依次分别不接合地配置如下透镜而构成：第 1 透镜，在光轴附近凸面朝向物体侧，具有正的光焦度；第 2 透镜，在光轴附近凸面朝向物体侧和像面侧，具有正的光焦度；第 3 透镜，在光轴附近凹面朝向像面侧，具有负的光焦度；第 4 透镜，至少 1 面为非球面；弯月形形状的第 5 透镜，在光轴附近凹面朝向物体侧；第 6 透镜，双面为非球面；和第 7 透镜，在光轴附近凹面朝向像面侧，具有负的光焦度，双面为非球面。

2. 根据权利要求 1 所述的摄像镜头，其特征在于，

上述第 1 透镜在光轴附近为弯月形形状，在透镜周边部形成双面均向物体侧弯曲的非球面形状。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的摄像镜头，其特征在于，

满足以下的条件式：

$50 < \nu d1 < 60$

$50 < \nu d2 < 60$

$20 < \nu d3 < 30$

其中，

$\nu d1$：第 1 透镜的对 d 线的阿贝数

$\nu d2$：第 2 透镜的对 d 线的阿贝数

$\nu d3$：第 3 透镜的对 d 线的阿贝数。

4. 根据权利要求 3 所述的摄像镜头，其特征在于，

满足以下的条件式：

$50 < \nu d4 < 60$

$20 < \nu d5 < 30$

其中，

$\nu d4$：第 4 透镜的对 d 线的阿贝数

$\nu d5$：第 5 透镜的对 d 线的阿贝数。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的摄像镜头，其特征在于，

上述第 4 透镜在光轴附近为双凸形状，像面侧的面为在周边部变化成凹面的非球面形状。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的摄像镜头，其特征在于，

上述第 6 透镜为在光轴附近凸面朝向物体侧的弯月形形状，物体侧的面及像面侧的非球面具有反曲线点。

7. 根据权利要求 1 或 2 所述的摄像镜头，其特征在于，

上述第 7 透镜的像面侧的面为具有反曲线点的非球面形状。

8. 根据权利要求 1 或 2 所述的摄像镜头，其特征在于，

满足以下的条件式：

$0.55 < f12/f < 0.88$

$-1.2 < f3/f < -0.7$

其中，

f :整个摄像镜头系统的焦距

f12 :第 1 透镜和第 2 透镜的合成焦距

f3 :第 3 透镜的焦距。

f :整个摄像镜头系统的焦距

f12 :第 1 透镜和第 2 透镜的合成焦距

f3 :第 3 透镜的焦距。

摄像镜头

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种在小型的摄像装置中使用的CCD传感器或C-MOS传感器的固体摄像元件上形成被摄体的像的摄像镜头，尤其是涉及在高功能化日益发展的智能手机或便携电话机及PDA(Personal Digital Assistant，个人数字助理)等便携终端设备等、游戏机或PC等信息终端设备等所搭载的摄像装置中内置的摄像镜头。

背景技术

[0002] 近年来，以智能手机为代表的平板型多功能终端等的市场日益扩大，所搭载的相机普遍为与例如超过8百万像素的高像素对应的高性能、高品质的相机。预测这种高像素化的潮流今后还会加速，摄像装置中内置的摄像镜头也是与更高像素化对应的高性能，同时还要求为与薄型化的产品设计对应的小型尺寸。进而，伴随摄像元件的小型化和高像素化，像素尺寸日益变小，因此强烈希望是明亮的镜头系统。

[0003] 作为这种与高性能化、小型化的潮流对应的摄像镜头，除了以往提出很多的4枚构成之外，还提出了5枚构成、6枚构成。

[0004] 例如，在专利文献1中公开了如下的摄像镜头：从物体侧依次具备物体侧的面为凸形状的正的第1透镜、凹面朝向像面侧的负的弯月形形状的第2透镜、凸面朝向像面侧的正的弯月形形状的第3透镜、双面为非球面形状且在光轴附近像面侧的面为凹形状的负的第4透镜、以及双面为非球面形状的正或负的第5透镜。

[0005] 此外，在专利文献2中公开了如下的摄像镜头系统，即，该摄像镜头系统从物体侧起具备：第1透镜组，包括物体侧为凸状的第1透镜；第2透镜组，包括成像面侧为凹状的第2透镜；第3透镜组，包括物体侧为凹状的弯月形形状的第3透镜；第4透镜组，包括物体侧为凹状的弯月形形状的第4透镜；以及第5透镜组，包括在物体侧配置具有拐点(inflection point)的非球面的弯月形形状的第5透镜。并且，该专利文献2公开了由6枚构成的摄像镜头，其在上述摄像镜头系统的物体侧配置有正光焦度的透镜，该透镜在物体侧具有稍呈凸状的透镜面、在像侧具有稍呈凹状的透镜面。

[0006] 在先技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1：JP特开2007-264180号公报

[0009] 专利文献2：JP特开2011-085733号公报

实用新型内容

[0010] 上述专利文献1所述的摄像镜头，在5枚构成中使透镜材料及透镜的面形状最佳化，从而获得轴上色像差及倍率色像差的校正效果，实现了与高像素化对应的高性能的摄像镜头系统。但是，光学全长为8mm左右而较长，对于薄型化日益推进的装置的适用存在问题。此外，F值为2.8左右，无法与近年来要求的明亮的镜头系统充分对应。

[0011] 此外，在上述专利文献2中公开了具有高分辨率的5枚及6枚构成的摄像镜头，

摄像镜头

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种在小型的摄像装置中使用的CCD传感器或C-MOS传感器的固体摄像元件上形成被摄体的像的摄像镜头，尤其是涉及在高功能化日益发展的智能手机或便携电话机及PDA(Personal Digital Assistant，个人数字助理)等便携终端设备等、游戏机或PC等信息终端设备等所搭载的摄像装置中内置的摄像镜头。

背景技术

[0002] 近年来，以智能手机为代表的平板型多功能终端等的市场日益扩大，所搭载的相机普遍为与例如超过8百万像素的高像素对应的高性能、高品质的相机。预测这种高像素化的潮流今后还会加速，摄像装置中内置的摄像镜头也是与更高像素化对应的高性能，同时还要求为与薄型化的产品设计对应的小型尺寸。进而，伴随摄像元件的小型化和高像素化，像素尺寸日益变小，因此强烈希望是明亮的镜头系统。

[0003] 作为这种与高性能化、小型化的潮流对应的摄像镜头，除了以往提出很多的4枚构成之外，还提出了5枚构成、6枚构成。

[0004] 例如，在专利文献1中公开了如下的摄像镜头：从物体侧依次具备物体侧的面为凸形状的正的第1透镜、凹面朝向像面侧的负的弯月形形状的第2透镜、凸面朝向像面侧的正的弯月形形状的第3透镜、双面为非球面形状且在光轴附近像面侧的面为凹形状的负的第4透镜、以及双面为非球面形状的正或负的第5透镜。

[0005] 此外，在专利文献2中公开了如下的摄像镜头系统，即，该摄像镜头系统从物体侧起具备：第1透镜组，包括物体侧为凸状的第1透镜；第2透镜组，包括成像面侧为凹状的第2透镜；第3透镜组，包括物体侧为凹状的弯月形形状的第3透镜；第4透镜组，包括物体侧为凹状的弯月形形状的第4透镜；以及第5透镜组，包括在物体侧配置具有拐点(inflection point)的非球面的弯月形形状的第5透镜。并且，该专利文献2公开了由6枚构成的摄像镜头，其在上述摄像镜头系统的物体侧配置有正光焦度的透镜，该透镜在物体侧具有稍呈凸状的透镜面、在像侧具有稍呈凹状的透镜面。

[0006] 在先技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1：JP特开2007-264180号公报

[0009] 专利文献2：JP特开2011-085733号公报

实用新型内容

[0010] 上述专利文献1所述的摄像镜头，在5枚构成中使透镜材料及透镜的面形状最佳化，从而获得轴上色像差及倍率色像差的校正效果，实现了与高像素化对应的高性能的摄像镜头系统。但是，光学全长为8mm左右而较长，对于薄型化日益推进的装置的适用存在问题。此外，F值为2.8左右，无法与近年来要求的明亮的镜头系统充分对应。

[0011] 此外，在上述专利文献2中公开了具有高分辨率的5枚及6枚构成的摄像镜头，

光学全长在5枚构成的摄像镜头的情况下为6mm左右，在6枚构成的摄像镜头的情况下为6.6mm左右，实现了与比较薄型化的对应。但是，F值为2.8左右，从而在该文献中也难以同时满足近年来要求的高分辨率和明亮的镜头系统。

[0012] 本实用新型鉴于上述课题而完成，其目的在于以低成本提供一种摄像镜头，其F值较低、各像差被良好地校正而实现了高性能的镜头系统，并且即使构成枚数增加也能够比现有技术薄型化。

[0013] 本实用新型的摄像镜头是一种使被摄体的像成像于固体摄像元件上的由7枚构成的固定焦点的摄像镜头，其从物体侧朝向像面侧依次分别不接合地配置如下透镜而构成：第1透镜，在光轴附近凸面朝向物体侧，具有正的光焦度；第2透镜，在光轴附近凸面朝向物体侧和像面侧，具有正的光焦度；第3透镜，在光轴附近凹面朝向像面侧，具有负的光焦度；第4透镜，至少1面为非球面；弯月形形状的第5透镜，在光轴附近凹面朝向物体侧；第6透镜，双面为非球面；和第7透镜，在光轴附近凹面朝向像面侧，具有负的光焦度，双面为非球面。

[0014] 上述构成的摄像镜头相比以往提出较多的摄像镜头，构成的透镜的枚数更多。若增加构成枚数，当然会有利于高性能化，但从薄型化、低成本化的观点来说是不利的构成。但是，本实用新型正是为了应对如下的课题：将能够充分应用于高像素化日益发展的摄像元件的、低F值并且高性能的摄像镜头，作为比现有技术薄型的摄像镜头来实现。

[0015] 上述构成的摄像镜头中，通过相比第1透镜的正的光焦度而将第2透镜的正的光焦度设定得较强，来校正球面像差、像散、轴上色像差，并且，通过尤其是使第2透镜具有较强的正光焦度，来缩短光学全长。此外，若在第1透镜及2透镜的双面形成适当的非球面，则能够进一步良好地校正各像差。

[0016] 第3透镜通过具有较强的负光焦度，而良好地校正第1透镜及第2透镜所残存的轴上色像差。

[0017] 第4透镜主要起到像差校正功能的作用，通过在至少1面形成的非球面，来校正球面像差、像散及彗差，并且大为有助于像散差的缩小。另外，由于是像差校正用的透镜，因此优选将光焦度设定得较弱。更具体地说，优选相对于整个摄像镜头系统的焦距为1.5倍～2倍左右的焦距的范围。此外，若将双面形成为非球面，则能够更加良好地校正像差。

[0018] 第5透镜为具有镜头系统中最弱的正或负的光焦度的、凹面朝向物体侧的弯月形形状的透镜，用于进一步校正轴上色像差以及良好地校正倍率色像差，并且校正低像高至像高8成附近的像面处的畸变。

[0019] 第6透镜及第7透镜通过分别在双面形成适当的非球面形状，将从第5透镜射出的光线在低像高至最大像高控制成适当的角度而成像到像面，同时用于透镜周边部中的球面像差、像散、像散差、畸变的最终校正。

[0020] 一般来说，F值越小，入瞳直径及透镜的有效直径越大，射入镜头系统的光束直径越大。这会导致透镜周边部所产生的球面像差及轴外光线的各像差的产生量增大。因此，F值越小时，越要增加用于抑制各像差的校正手段。在本实用新型中，对以7枚构成的透镜分别设定最适当的光焦度，且在适当的透镜面形成适当的非球面来提高像差校正效果，从而实现了在现有技术的5枚或6枚构成中难以实现的、例如与F1.6左右的小F值对应且良好地校正了像差的镜头系统。

光学全长在 5 枚构成的摄像镜头的情况下为 6mm 左右，在 6 枚构成的摄像镜头的情况下为 6.6mm 左右，实现了与比较薄型化的对应。但是，F 值为 2.8 左右，从而在该文献中也难以同时满足近年来要求的高分辨率和明亮的镜头系统。

[0012] 本实用新型鉴于上述课题而完成，其目的在于以低成本提供一种摄像镜头，其 F 值较低、各像差被良好地校正而实现了高性能的镜头系统，并且即使构成枚数增加也能够比现有技术薄型化。

[0013] 本实用新型的摄像镜头是一种使被摄体的像成像于固体摄像元件上的由 7 枚构成的固定焦点的摄像镜头，其从物体侧朝向像面侧依次分别不接合地配置如下透镜而构成：第 1 透镜，在光轴附近凸面朝向物体侧，具有正的光焦度；第 2 透镜，在光轴附近凸面朝向物体侧和像面侧，具有正的光焦度；第 3 透镜，在光轴附近凹面朝向像面侧，具有负的光焦度；第 4 透镜，至少 1 面为非球面；弯月形形状的第 5 透镜，在光轴附近凹面朝向物体侧；第 6 透镜，双面为非球面；和第 7 透镜，在光轴附近凹面朝向像面侧，具有负的光焦度，双面为非球面。

[0014] 上述构成的摄像镜头相比以往提出较多的摄像镜头，构成的透镜的枚数更多。若增加构成枚数，当然会有利于高性能化，但从薄型化、低成本化的观点来说是不利的构成。但是，本实用新型正是为了应对如下的课题：将能够充分应用于高像素化日益发展的摄像元件的、低 F 值并且高性能的摄像镜头，作为比现有技术薄型的摄像镜头来实现。

[0015] 上述构成的摄像镜头中，通过相比第 1 透镜的正的光焦度而将第 2 透镜的正的光焦度设定得较强，来校正球面像差、像散、轴上色像差，并且，通过尤其是使第 2 透镜具有较强的正光焦度，来缩短光学全长。此外，若在第 1 透镜及 2 透镜的双面形成适当的非球面，则能够进一步良好地校正各像差。

[0016] 第 3 透镜通过具有较强的负光焦度，而良好地校正第 1 透镜及第 2 透镜所残存的轴上色像差。

[0017] 第 4 透镜主要起到像差校正功能的作用，通过在至少 1 面形成的非球面，来校正球面像差、像散及彗差，并且大为有助于像散差的缩小。另外，由于是像差校正用的透镜，因此优选将光焦度设定得较弱。更具体地说，优选相对于整个摄像镜头系统的焦距为 1.5 倍～2 倍左右的焦距的范围。此外，若将双面形成为非球面，则能够更加良好地校正像差。

[0018] 第 5 透镜为具有镜头系统中最弱的正或负的光焦度的、凹面朝向物体侧的弯月形形状的透镜，用于进一步校正轴上色像差以及良好地校正倍率色像差，并且校正低像高至像高 8 成附近的像面处的畸变。

[0019] 第 6 透镜及第 7 透镜通过分别在双面形成适当的非球面形状，将从第 5 透镜射出的光线在低像高至最大像高控制成适当的角度而成像到像面，同时用于透镜周边部中的球面像差、像散、像散差、畸变的最终校正。

[0020] 一般来说，F 值越小，入瞳直径及透镜的有效直径越大，射入镜头系统的光束直径越大。这会导致透镜周边部所产生的球面像差及轴外光线的各像差的产生量增大。因此，F 值越小时，越要增加用于抑制各像差的校正手段。在本实用新型中，对以 7 枚构成的透镜分别设定最适当的光焦度，且在适当的透镜面形成适当的非球面来提高像差校正效果，从而实现了在现有技术的 5 枚或 6 枚构成中难以实现的、例如与 F1.6 左右的小 F 值对应且良好地校正了像差的镜头系统。

[0021] 此外，在本实用新型中，不使用接合透镜而使所有的透镜设有间隔地进行配置，可以增加非球面数，实现高性能化。此外，通过多使用塑料材料，而实现低成本化。

[0022] 此外，本实用新型的第 1 透镜优选，在光轴附近为凸面朝向物体侧的弯月形形状，在透镜周边部形成为双面均向物体侧弯曲的非球面形状。通过使位于最靠物体侧的第 1 透镜形成为这种非球面形状，能够使具有强光焦度的双凸形状的第 2 透镜所产生的周边部的球面像差的量通过第 1 透镜的非球面形状而得以缓和，且易于校正中间附近的像高至最大像高的范围的场曲。

[0023] 此外，本实用新型的摄像镜头优选满足以下的条件式 (1)、(2)、(3)。

[0024] (1) $50 < \nu d1 < 60$

[0025] (2) $50 < \nu d2 < 60$

[0026] (3) $20 < \nu d3 < 30$

[0027] 其中，

[0028] $\nu d1$ ：第 1 透镜的对 d 线的阿贝数

[0029] $\nu d2$ ：第 2 透镜的对 d 线的阿贝数

[0030] $\nu d3$ ：第 3 透镜的对 d 线的阿贝数

[0031] 条件式 (1) 将第 1 透镜的阿贝数的值规定为适当的范围，条件式 (2) 将第 2 透镜的阿贝数的值规定为适当的范围，条件式 (3) 将第 3 透镜的阿贝数的值规定为适当的范围。通过将正的光焦度的第 1 透镜及第 2 透镜规定在条件式 (1) 及条件式 (2) 的范围内而使其为低色散的材料，能够抑制色像差的产生，通过将第 3 透镜规定在条件式 (3) 的范围内，不必将第 3 透镜的负光焦度加强到必要以上就能够校正第 1 透镜及第 2 透镜所残存的轴上像差。当低于条件式 (1)、条件式 (2) 的下限值时，轴上色像差的校正容易变得不充分，当超过上限值时难以选择低成本的材料。此外，当低于条件式 (3) 的下限值时，难以选择低成本的材料，当超过上限值时，轴上色像差的校正变得不充分。

[0032] 此外，本实用新型的摄像镜头优选满足以下的条件式 (4)、(5)。

[0033] (4) $50 < \nu d4 < 60$

[0034] (5) $20 < \nu d5 < 30$

[0035] 其中，

[0036] $\nu d4$ ：第 4 透镜的对 d 线的阿贝数

[0037] $\nu d5$ ：第 5 透镜的对 d 线的阿贝数

[0038] 条件式 (4) 将第 4 透镜的阿贝数的值规定为适当的范围，条件式 (5) 将第 5 透镜的阿贝数的值规定为适当的范围。通过将第 4 透镜规定在条件式 (4) 的范围内而使其为低色散的材料，能够抑制倍率色像差的产生，通过将第 5 透镜规定在条件式 (5) 的范围内，能够有效地校正倍率色像差。当低于条件式 (4) 的下限值时及超过条件式 (5) 的上限值时，倍率色像差的校正变得不充分，当超过条件式 (4) 的上限值时及低于条件式 (5) 的下限值时，难以选择低成本的材料。

[0039] 此外，本实用新型的第 4 透镜优选，在光轴附近为双凸形状，像面侧的面为在周边部变化成凹面的非球面形状。这种非球面形状能够使第 4 透镜的周边部的正光焦度适度地减弱，能够适当地控制从轴外射入的光线的角度。此外，这种非球面形状能够有效地校正各像差，并且能够有效地防止像面的中心部与周边部的明亮度的比、即周边光量比的下降。

[0021] 此外，在本实用新型中，不使用接合透镜而使所有的透镜设有间隔地进行配置，可以增加非球面数，实现高性能化。此外，通过多使用塑料材料，而实现低成本化。

[0022] 此外，本实用新型的第 1 透镜优选，在光轴附近为凸面朝向物体侧的弯月形形状，在透镜周边部形成为双面均向物体侧弯曲的非球面形状。通过使位于最靠物体侧的第 1 透镜形成为这种非球面形状，能够使具有强光焦度的双凸形状的第 2 透镜所产生的周边部的球面像差的量通过第 1 透镜的非球面形状而得以缓和，且易于校正中间附近的像高至最大像高的范围的场曲。

[0023] 此外，本实用新型的摄像镜头优选满足以下的条件式 (1)、(2)、(3)。

[0024] (1) $50 < \nu d1 < 60$

[0025] (2) $50 < \nu d2 < 60$

[0026] (3) $20 < \nu d3 < 30$

[0027] 其中，

[0028] $\nu d1$ ：第 1 透镜的对 d 线的阿贝数

[0029] $\nu d2$ ：第 2 透镜的对 d 线的阿贝数

[0030] $\nu d3$ ：第 3 透镜的对 d 线的阿贝数

[0031] 条件式 (1) 将第 1 透镜的阿贝数的值规定为适当的范围，条件式 (2) 将第 2 透镜的阿贝数的值规定为适当的范围，条件式 (3) 将第 3 透镜的阿贝数的值规定为适当的范围。通过将正的光焦度的第 1 透镜及第 2 透镜规定在条件式 (1) 及条件式 (2) 的范围内而使其为低色散的材料，能够抑制色像差的产生，通过将第 3 透镜规定在条件式 (3) 的范围内，不必将第 3 透镜的负光焦度加强到必要以上就能够校正第 1 透镜及第 2 透镜所残存的轴上像差。当低于条件式 (1)、条件式 (2) 的下限值时，轴上色像差的校正容易变得不充分，当超过上限值时难以选择低成本的材料。此外，当低于条件式 (3) 的下限值时，难以选择低成本的材料，当超过上限值时，轴上色像差的校正变得不充分。

[0032] 此外，本实用新型的摄像镜头优选满足以下的条件式 (4)、(5)。

[0033] (4) $50 < \nu d4 < 60$

[0034] (5) $20 < \nu d5 < 30$

[0035] 其中，

[0036] $\nu d4$ ：第 4 透镜的对 d 线的阿贝数

[0037] $\nu d5$ ：第 5 透镜的对 d 线的阿贝数

[0038] 条件式 (4) 将第 4 透镜的阿贝数的值规定为适当的范围，条件式 (5) 将第 5 透镜的阿贝数的值规定为适当的范围。通过将第 4 透镜规定在条件式 (4) 的范围内而使其为低色散的材料，能够抑制倍率色像差的产生，通过将第 5 透镜规定在条件式 (5) 的范围内，能够有效地校正倍率色像差。当低于条件式 (4) 的下限值时及超过条件式 (5) 的上限值时，倍率色像差的校正变得不充分，当超过条件式 (4) 的上限值时及低于条件式 (5) 的下限值时，难以选择低成本的材料。

[0039] 此外，本实用新型的第 4 透镜优选，在光轴附近为双凸形状，像面侧的面为在周边部变化成凹面的非球面形状。这种非球面形状能够使第 4 透镜的周边部的正光焦度适度地减弱，能够适当地控制从轴外射入的光线的角度。此外，这种非球面形状能够有效地校正各像差，并且能够有效地防止像面的中心部与周边部的明亮度的比、即周边光量比的下降。

[0040] 此外，本实用新型的第 6 透镜优选为在光轴附近凸面朝向物体侧的弯月形形状，在物体侧及像面侧的非球面上、在光轴上以外的位置具有反曲线点。在光轴上以外的位置、即透镜的周边部具有反曲线点，意味着周边部的透镜形状为双面均向物体侧弯曲的形状。通过形成为这种非球面形状，从透镜中心部至周边部使光焦度连续地变化，而获得了尤其是透镜周边部的球面像差的校正效果以及场曲的校正效果。

[0041] 此外，本实用新型的第 7 透镜的像面侧的非球面优选在光轴上以外的位置具有反曲线点。通过设置反曲线点，像面侧的周边部的形状成为凸面，因此能够使第 7 透镜的负的光焦度在周边变弱、或使负的光焦度在周边变化为正的光焦度。通过形成这种非球面，易于控制各像高处的向摄像元件射入的主光线的入射角度。另外，第 7 透镜的物体侧的面也为在周边部具有正的光焦度的非球面形状时，能够获得同样的效果。

[0042] 另外，本实用新型的反曲线点是指切平面与光轴垂直相交的非球面上的点。

[0043] 此外，本实用新型的摄像镜头优选满足以下的条件式 (6)、(7)。

[0044] $0.55 < f12/f < 0.88$ (6)

[0045] $-1.2 < f3/f < -0.7$ (7)

[0046] 其中，

[0047] f：整个摄像镜头系统的焦距

[0048] f12：第 1 透镜和第 2 透镜的合成焦距

[0049] f3：第 3 透镜的焦距

[0050] 条件式 (6) 将第 1 透镜和第 2 透镜的合成焦距相对于整个摄像镜头系统的焦距的比例规定为适当的范围。当低于条件式 (6) 的下限值时，第 1 透镜和第 2 透镜的正的合成光焦度变得过强，难以校正球面像差、彗差、像散，当超过上限值时，第 1 透镜和第 2 透镜的正的合成光焦度变得过弱，难以缩短光学全长。

[0051] 条件式 (7) 将第 3 透镜的焦距相对于整个摄像镜头系统的焦距的比例规定为适当的范围。当低于条件式 (7) 的下限值时，第 3 透镜的负的光焦度变得过弱，难以校正轴上色像差，当超过上限值时，第 3 透镜的负的光焦度变得过强，难以缩短光学全长。

[0052] 关于条件式 (6)，以下所示的条件式 (6a) 为更优选的范围。

[0053] $0.60 < f12/f < 0.80$ (6a)

[0054] 关于条件式 (7)，以下所示的条件式 (7a) 为更优选的范围。

[0055] $-1.05 < f3/f < -0.70$ (7a)

[0056] 根据本实用新型，能够获得在与小 F 值对应的同时各像差被良好地校正的、小型的摄像镜头。此外，通过使透镜的材料多使用塑料材料，能够获得可大量生产且低成本化的摄像镜头。

附图说明

[0057] 图 1 是表示实施例 1 的摄像镜头的概略构成的图。

[0058] 图 2 是表示实施例 1 的摄像镜头的球面像差的图。

[0059] 图 3 是表示实施例 1 的摄像镜头的像散的图。

[0060] 图 4 是表示实施例 1 的摄像镜头的畸变的图。

[0061] 图 5 是表示实施例 2 的摄像镜头的概略构成的图。

[0040] 此外，本实用新型的第 6 透镜优选为在光轴附近凸面朝向物体侧的弯月形形状，在物体侧及像面侧的非球面上、在光轴上以外的位置具有反曲线点。在光轴上以外的位置、即透镜的周边部具有反曲线点，意味着周边部的透镜形状为双面均向物体侧弯曲的形状。通过形成为这种非球面形状，从透镜中心部至周边部使光焦度连续地变化，而获得了尤其是透镜周边部的球面像差的校正效果以及场曲的校正效果。

[0041] 此外，本实用新型的第 7 透镜的像面侧的非球面优选在光轴上以外的位置具有反曲线点。通过设置反曲线点，像面侧的周边部的形状成为凸面，因此能够使第 7 透镜的负的光焦度在周边变弱、或使负的光焦度在周边变化为正的光焦度。通过形成这种非球面，易于控制各像高处的向摄像元件射入的主光线的入射角度。另外，第 7 透镜的物体侧的面也为在周边部具有正的光焦度的非球面形状时，能够获得同样的效果。

[0042] 另外，本实用新型的反曲线点是指切平面与光轴垂直相交的非球面上的点。

[0043] 此外，本实用新型的摄像镜头优选满足以下的条件式 (6)、(7)。

[0044] $0.55 < f12/f < 0.88$ (6)

[0045] $-1.2 < f3/f < -0.7$ (7)

[0046] 其中，

[0047] f：整个摄像镜头系统的焦距

[0048] f12：第 1 透镜和第 2 透镜的合成焦距

[0049] f3：第 3 透镜的焦距

[0050] 条件式 (6) 将第 1 透镜和第 2 透镜的合成焦距相对于整个摄像镜头系统的焦距的比例规定为适当的范围。当低于条件式 (6) 的下限值时，第 1 透镜和第 2 透镜的正的合成光焦度变得过强，难以校正球面像差、彗差、像散，当超过上限值时，第 1 透镜和第 2 透镜的正的合成光焦度变得过弱，难以缩短光学全长。

[0051] 条件式 (7) 将第 3 透镜的焦距相对于整个摄像镜头系统的焦距的比例规定为适当的范围。当低于条件式 (7) 的下限值时，第 3 透镜的负的光焦度变得过弱，难以校正轴上色像差，当超过上限值时，第 3 透镜的负的光焦度变得过强，难以缩短光学全长。

[0052] 关于条件式 (6)，以下所示的条件式 (6a) 为更优选的范围。

[0053] $0.60 < f12/f < 0.80$ (6a)

[0054] 关于条件式 (7)，以下所示的条件式 (7a) 为更优选的范围。

[0055] $-1.05 < f3/f < -0.70$ (7a)

[0056] 根据本实用新型，能够获得在与小 F 值对应的同时各像差被良好地校正的、小型的摄像镜头。此外，通过使透镜的材料多使用塑料材料，能够获得可大量生产且低成本化的摄像镜头。

附图说明

[0057] 图 1 是表示实施例 1 的摄像镜头的概略构成的图。

[0058] 图 2 是表示实施例 1 的摄像镜头的球面像差的图。

[0059] 图 3 是表示实施例 1 的摄像镜头的像散的图。

[0060] 图 4 是表示实施例 1 的摄像镜头的畸变的图。

[0061] 图 5 是表示实施例 2 的摄像镜头的概略构成的图。

[0062] 图 6 是表示实施例 2 的摄像镜头的球面像差的图。

[0063] 图 7 是表示实施例 2 的摄像镜头的像散的图。

[0064] 图 8 是表示实施例 2 的摄像镜头的畸变的图。

[0065] 图 9 是表示实施例 3 的摄像镜头的概略构成的图。

[0066] 图 10 是表示实施例 3 的摄像镜头的球面像差的图。

[0067] 图 11 是表示实施例 3 的摄像镜头的像散的图。

[0068] 图 12 是表示实施例 3 的摄像镜头的畸变的图。

[0069] 图 13 是表示实施例 4 的摄像镜头的概略构成的图。

[0070] 图 14 是表示实施例 4 的摄像镜头的球面像差的图。

[0071] 图 15 是表示实施例 4 的摄像镜头的像散的图。

[0072] 图 16 是表示实施例 4 的摄像镜头的畸变的图。

[0073] 图 17 是表示实施例 5 的摄像镜头的概略构成的图。

[0074] 图 18 是表示实施例 5 的摄像镜头的球面像差的图。

[0075] 图 19 是表示实施例 5 的摄像镜头的像散的图。

[0076] 图 20 是表示实施例 5 的摄像镜头的畸变的图。

[0077] 符号说明

[0078] ST 孔径光阑

[0079] L1 第 1 透镜

[0080] L2 第 2 透镜

[0081] L3 第 3 透镜

[0082] L4 第 4 透镜

[0083] L5 第 5 透镜

[0084] L6 第 6 透镜

[0085] L7 第 7 透镜

[0086] IR 滤光片

[0087] IM 像面

具体实施方式

[0088] 以下，参照附图对本实用新型的实施方式进行详细说明。图 1、图 5、图 9、图 13、图 17 分别表示本实用新型的实施方式的实施例 1 ～ 5 的摄像镜头的概略构成图。所有的实施例的概略构成相同，因此参照实施例 1 的概略构成图对本实施方式的摄像镜头进行详细说明。

[0089] 如图 1 所示，实施例 1 的摄像镜头从物体侧朝向像面侧依次由以下部分构成：在光轴 X 的附近凸面朝向物体侧且具有正的光焦度的第 1 透镜 L1、在光轴 X 的附近凸面朝向物体侧和像面侧且具有正的光焦度的第 2 透镜 L2、在光轴 X 的附近凹面朝向像面侧且具有负的光焦度的第 3 透镜 L3、至少 1 面为非球面的第 4 透镜 L4、在光轴 X 的附近凹面朝向物体侧的弯月形形状的第 5 透镜 L5、双面为非球面的第 6 透镜 L6、在光轴 X 的附近凹面朝向像面侧且具有负光焦度的双面为非球面的第 7 透镜 L7。孔径光阑 ST 配置在第 2 透镜 L2 的物体侧的面顶位置至该面的周缘部之间。此外，在第 7 透镜 L7 和像面 IM 之间配置有红外

[0062] 图 6 是表示实施例 2 的摄像镜头的球面像差的图。

[0063] 图 7 是表示实施例 2 的摄像镜头的像散的图。

[0064] 图 8 是表示实施例 2 的摄像镜头的畸变的图。

[0065] 图 9 是表示实施例 3 的摄像镜头的概略构成的图。

[0066] 图 10 是表示实施例 3 的摄像镜头的球面像差的图。

[0067] 图 11 是表示实施例 3 的摄像镜头的像散的图。

[0068] 图 12 是表示实施例 3 的摄像镜头的畸变的图。

[0069] 图 13 是表示实施例 4 的摄像镜头的概略构成的图。

[0070] 图 14 是表示实施例 4 的摄像镜头的球面像差的图。

[0071] 图 15 是表示实施例 4 的摄像镜头的像散的图。

[0072] 图 16 是表示实施例 4 的摄像镜头的畸变的图。

[0073] 图 17 是表示实施例 5 的摄像镜头的概略构成的图。

[0074] 图 18 是表示实施例 5 的摄像镜头的球面像差的图。

[0075] 图 19 是表示实施例 5 的摄像镜头的像散的图。

[0076] 图 20 是表示实施例 5 的摄像镜头的畸变的图。

[0077] 符号说明

[0078] ST 孔径光阑

[0079] L1 第 1 透镜

[0080] L2 第 2 透镜

[0081] L3 第 3 透镜

[0082] L4 第 4 透镜

[0083] L5 第 5 透镜

[0084] L6 第 6 透镜

[0085] L7 第 7 透镜

[0086] IR 滤光片

[0087] IM 像面

具体实施方式

[0088] 以下，参照附图对本实用新型的实施方式进行详细说明。图 1、图 5、图 9、图 13、图 17 分别表示本实用新型的实施方式的实施例 1 ～ 5 的摄像镜头的概略构成图。所有的实施例的概略构成相同，因此参照实施例 1 的概略构成图对本实施方式的摄像镜头进行详细说明。

[0089] 如图 1 所示，实施例 1 的摄像镜头从物体侧朝向像面侧依次由以下部分构成：在光轴 X 的附近凸面朝向物体侧且具有正的光焦度的第 1 透镜 L1、在光轴 X 的附近凸面朝向物体侧和像面侧且具有正的光焦度的第 2 透镜 L2、在光轴 X 的附近凹面朝向像面侧且具有负的光焦度的第 3 透镜 L3、至少 1 面为非球面的第 4 透镜 L4、在光轴 X 的附近凹面朝向物体侧的弯月形形状的第 5 透镜 L5、双面为非球面的第 6 透镜 L6、在光轴 X 的附近凹面朝向像面侧且具有负光焦度的双面为非球面的第 7 透镜 L7。孔径光阑 ST 配置在第 2 透镜 L2 的物体侧的面顶位置至该面的周缘部之间。此外，在第 7 透镜 L7 和像面 IM 之间配置有红外

线截止滤光片等滤光片 IR。此外，在本实施方式中，所有的透镜由塑料材料构成，第 1 透镜 L1、第 2 透镜 L2、第 4 透镜 L4、第 6 透镜 L6、第 7 透镜 L7 分别采用环烯烃类的低色散的材料，第 3 透镜 L3 及第 5 透镜 L5 采用聚碳酸酯类的高色散的材料。

[0090] 上述构成的摄像镜头中，通过相对于第 1 透镜 L1 的正的光焦度将第 2 透镜 L2 的正的光焦度设定得较强，而校正球面像差、像散、轴上色像差，并且，通过使第 2 透镜 L2 具有摄像镜头中最强的正光焦度，而缩短光学全长。在第 1 透镜 L1 及第 2 透镜 L2 的双面形成有用于良好地校正各像差的非球面。此外，第 1 透镜 L1 为在光轴 X 的附近凸面朝向物体侧的弯月形形状，透镜周边部为双面均向物体侧弯曲的非球面形状。具有强光焦度的双凸形状的第 2 透镜 L2 所产生的周边部的球面像差的量通过第 1 透镜 L1 的非球面形状而得到缓和。此外，获得了中间附近的像高至最大像高的范围中的场曲的校正效果。

[0091] 第 3 透镜 L3 良好地校正第 1 透镜 L1 及第 2 透镜 L2 所残存的轴上色像差。此外，第 3 透镜 L3 为凹面朝向像面侧的弯月形形状，在双面形成非球面。在此，物体侧的面的非球面形状形成为在透镜周边部变化成凹面，抑制了到达像面 IM 的周边部的光量的下降。

[0092] 第 4 透镜 L4 通过在至少 1 面形成的非球面，校正球面像差、像散及彗差，并且为缩小像散差起到重要的作用。另外，在本实施方式中，为了良好地校正各像差，在双面形成非球面。此外，第 4 透镜 L4 在光轴 X 的附近为双凸形状，像面侧的面成为在周边部变化成凹面的非球面形状。即，通过像面侧的非球面形状调整成使周边部的正光焦度变弱，从而适当地控制从轴外射入的光线的角度。此外，这种非球面形状在校正各像差的同时，防止了像面 IM 的中心部和周边部的明亮度的比、即周边光量比的下降。

[0093] 第 5 透镜 L5 为具有摄像镜头中最弱的正或负的光焦度的、凹面朝向物体侧的弯月形形状的透镜，用于进一步校正轴上色像差以及良好地校正倍率色像差，并且校正了低像高至像高 8 成附近的像面 IM 中的畸变。

[0094] 第 6 透镜 L6 在双面形成有非球面，主要用于校正透镜周边部的球面像差、以及校正像散中尤其是弧矢像面的弯曲。此外，将从第 5 透镜 L5 射出的光线在低像高至最大像高控制成适当的角度。此外，第 6 透镜 L6 为在光轴 X 的附近凸面朝向物体侧的弯月形形状，在物体侧及像面侧的非球面中，分别在光轴上以外的位置具有一个反曲线点。即，周边部的透镜形状为双面均向物体侧弯曲的形状。因此，通过从透镜中心部至周边部使光焦度连续变化，能够进行尤其是透镜周边部的球面像差的校正以及场曲的校正。

[0095] 第 7 透镜 L7 为在光轴 X 的附近凹面朝向像面侧的、双面为非球面的负光焦度的透镜，易于确保后焦距、进行像散的校正以及控制向摄像元件的主光线入射角度。第 7 透镜 L7 在光轴 X 的附近为双凹形状，在像面侧的面的非球面、在光轴上以外的位置具有一个反曲线点。即，第 7 透镜 L7 的像面侧的面形成为在光轴 X 的附近为凹面、随着朝向周边而向凸面变化的非球面。因此，第 7 透镜 L7 的光焦度越朝向周边，其负的光焦度越弱，或在周边部向正的光焦度变化。通过形成这种非球面，来控制各像高处的向摄像元件的主光线入射角度。另外，在本实施方式中，在第 7 透镜 L7 的物体侧的面的非球面也形成在周边部向正的光焦度变化的非球面。即，在第 7 透镜 L7 的周边部将所需的正光焦度分配到双面，从而防止成为伴有急剧的形状变化的非球面形状。在成为伴有急剧的形状变化的非球面形状时，难以以均匀的厚度涂敷防反射膜。尤其是在使配置于最接近像面 IM 的位置的第 7 透镜 L7 的像面侧的面的周边部为急剧向物体侧弯曲的形状时，该弯曲部处的防反射膜的厚度变

线截止滤光片等滤光片 IR。此外，在本实施方式中，所有的透镜由塑料材料构成，第 1 透镜 L1、第 2 透镜 L2、第 4 透镜 L4、第 6 透镜 L6、第 7 透镜 L7 分别采用环烯烃类的低色散的材料，第 3 透镜 L3 及第 5 透镜 L5 采用聚碳酸酯类的高色散的材料。

[0090] 上述构成的摄像镜头中，通过相对于第 1 透镜 L1 的正的光焦度将第 2 透镜 L2 的正的光焦度设定得较强，而校正球面像差、像散、轴上色像差，并且，通过使第 2 透镜 L2 具有摄像镜头中最强的正光焦度，而缩短光学全长。在第 1 透镜 L1 及第 2 透镜 L2 的双面形成有用于良好地校正各像差的非球面。此外，第 1 透镜 L1 为在光轴 X 的附近凸面朝向物体侧的弯月形形状，透镜周边部为双面均向物体侧弯曲的非球面形状。具有强光焦度的双凸形状的第 2 透镜 L2 所产生的周边部的球面像差的量通过第 1 透镜 L1 的非球面形状而得到缓和。此外，获得了中间附近的像高至最大像高的范围中的场曲的校正效果。

[0091] 第 3 透镜 L3 良好地校正第 1 透镜 L1 及第 2 透镜 L2 所残存的轴上色像差。此外，第 3 透镜 L3 为凹面朝向像面侧的弯月形形状，在双面形成非球面。在此，物体侧的面的非球面形状形成为在透镜周边部变化成凹面，抑制了到达像面 IM 的周边部的光量的下降。

[0092] 第 4 透镜 L4 通过在至少 1 面形成的非球面，校正球面像差、像散及彗差，并且为缩小像散差起到重要的作用。另外，在本实施方式中，为了良好地校正各像差，在双面形成非球面。此外，第 4 透镜 L4 在光轴 X 的附近为双凸形状，像面侧的面成为在周边部变化成凹面的非球面形状。即，通过像面侧的非球面形状调整成使周边部的正光焦度变弱，从而适当地控制从轴外射入的光线的角度。此外，这种非球面形状在校正各像差的同时，防止了像面 IM 的中心部和周边部的明亮度的比、即周边光量比的下降。

[0093] 第 5 透镜 L5 为具有摄像镜头中最弱的正或负的光焦度的、凹面朝向物体侧的弯月形形状的透镜，用于进一步校正轴上色像差以及良好地校正倍率色像差，并且校正了低像高至像高 8 成附近的像面 IM 中的畸变。

[0094] 第 6 透镜 L6 在双面形成有非球面，主要用于校正透镜周边部的球面像差、以及校正像散中尤其是弧矢像面的弯曲。此外，将从第 5 透镜 L5 射出的光线在低像高至最大像高控制成适当的角度。此外，第 6 透镜 L6 为在光轴 X 的附近凸面朝向物体侧的弯月形形状，在物体侧及像面侧的非球面中，分别在光轴上以外的位置具有一个反曲线点。即，周边部的透镜形状为双面均向物体侧弯曲的形状。因此，通过从透镜中心部至周边部使光焦度连续变化，能够进行尤其是透镜周边部的球面像差的校正以及场曲的校正。

[0095] 第 7 透镜 L7 为在光轴 X 的附近凹面朝向像面侧的、双面为非球面的负光焦度的透镜，易于确保后焦距、进行像散的校正以及控制向摄像元件的主光线入射角度。第 7 透镜 L7 在光轴 X 的附近为双凹形状，在像面侧的面的非球面、在光轴上以外的位置具有一个反曲线点。即，第 7 透镜 L7 的像面侧的面形成为在光轴 X 的附近为凹面、随着朝向周边而向凸面变化的非球面。因此，第 7 透镜 L7 的光焦度越朝向周边，其负的光焦度越弱，或在周边部向正的光焦度变化。通过形成这种非球面，来控制各像高处的向摄像元件的主光线入射角度。另外，在本实施方式中，在第 7 透镜 L7 的物体侧的面的非球面也形成在周边部向正的光焦度变化的非球面。即，在第 7 透镜 L7 的周边部将所需的正光焦度分配到双面，从而防止成为伴有急剧的形状变化的非球面形状。在成为伴有急剧的形状变化的非球面形状时，难以以均匀的厚度涂敷防反射膜。尤其是在使配置于最接近像面 IM 的位置的第 7 透镜 L7 的像面侧的面的周边部为急剧向物体侧弯曲的形状时，该弯曲部处的防反射膜的厚度变

薄，容易产生在弯曲部的内面反射的不需要的光线。该不需要的光线在第 7 透镜 L7 的物体侧的内面再度反射后，会进入像面 IM，而成为产生重影现象的要因。

[0096] 本实用新型的摄像镜头满足以下的条件式 (1) ～ (7)。

[0097] (1)50 < νd1 < 60

[0098] (2)50 < νd2 < 60

[0099] (3)20 < νd3 < 30

[0100] (4)50 < νd4 < 60

[0101] (5)20 < νd5 < 30

[0102] (6)0.55 < f12/f < 0.88

[0103] (7)-1.2 < f3/f < -0.7

[0104] 其中，

[0105] νd1 ：第 1 透镜 L1 的对 d 线的阿贝数

[0106] νd2 ：第 2 透镜 L2 的对 d 线的阿贝数

[0107] νd3 ：第 3 透镜 L3 的对 d 线的阿贝数

[0108] νd4 ：第 4 透镜 L4 的对 d 线的阿贝数

[0109] νd5 ：第 5 透镜 L5 的对 d 线的阿贝数

[0110] f ：整个摄像镜头系统的焦距

[0111] f12 ：第 1 透镜 L1 和第 2 透镜 L2 的合成焦距

[0112] f3 ：第 3 透镜 L3 的焦距

[0113] 条件式 (1) ～ (5) 分别将第 1 透镜 L1 ～第 5 透镜 L5 的阿贝数规定在适当的范围内，从而能够良好地校正轴上色像差及倍率色像差。此外，通过规定在条件式的范围内，能够选择容易入手的塑料材料，实现了低成本化。

[0114] 此外，通过将第 1 透镜 L1 和第 2 透镜 L2 的合成焦距、以及第 3 透镜 L3 的焦距占整个摄像镜头系统的焦距的比例规定为条件式 (6) 及 (7) 的范围，能够在缩短光学全长的同时实现各像差的校正。

[0115] 在本实施方式中，所有的透镜面由非球面形成。这些透镜面所采用的非球面形状，在设光轴方向的轴为 Z 、与光轴正交的方向的高度为 H、圆锥系数为 k、非球面系数为 A4、A6、A8、A10、A12、A14、A16 时，通过下式来表示。

[0116] [数学式 1]

[0117] $$Z=\frac{\frac{H^2}{R}}{1+\sqrt{1-(k+1)\frac{H^2}{R^2}}}+A_4H^4+A_6H^6+A_8H^8+A_{10}H^{10}+A_{12}H^{12}+A_{14}H^{14}+A_{16}H^{16}$$

[0118] 接下来示出本实施方式所涉及的摄像镜头的实施例。在各实施例中，f 表示整个摄像镜头系统的焦距、Fno 表示 F 值、ω 表示半视场角、ih 表示最大像高、TTL 表示拆下滤光片 IR 类时的光学全长。此外，i 表示从物体侧数的面序号、r 表示曲率半径、d 表示光轴 X 上的透镜面间的距离 (面间隔)、Nd 表示 d 线 (基准波长) 的折射率、νd 表示对 d 线的阿贝数。另外，对非球面在面序号 i 之后附加“*(星号)”的符号来表示。

[0119] [实施例 1]

[0120] 在以下的表 1 中示出基本的镜头数据。

薄，容易产生在弯曲部的内面反射的不需要的光线。该不需要的光线在第 7 透镜 L7 的物体侧的内面再度反射后，会进入像面 IM，而成为产生重影现象的要因。

[0096] 本实用新型的摄像镜头满足以下的条件式 (1) ～ (7)。

[0097] (1)50 < νd1 < 60

[0098] (2)50 < νd2 < 60

[0099] (3)20 < νd3 < 30

[0100] (4)50 < νd4 < 60

[0101] (5)20 < νd5 < 30

[0102] (6)0.55 < f12/f < 0.88

[0103] (7)-1.2 < f3/f < -0.7

[0104] 其中，

[0105] νd1 ：第 1 透镜 L1 的对 d 线的阿贝数

[0106] νd2 ：第 2 透镜 L2 的对 d 线的阿贝数

[0107] νd3 ：第 3 透镜 L3 的对 d 线的阿贝数

[0108] νd4 ：第 4 透镜 L4 的对 d 线的阿贝数

[0109] νd5 ：第 5 透镜 L5 的对 d 线的阿贝数

[0110] f ：整个摄像镜头系统的焦距

[0111] f12 ：第 1 透镜 L1 和第 2 透镜 L2 的合成焦距

[0112] f3 ：第 3 透镜 L3 的焦距

[0113] 条件式 (1) ～ (5) 分别将第 1 透镜 L1 ～第 5 透镜 L5 的阿贝数规定在适当的范围内，从而能够良好地校正轴上色像差及倍率色像差。此外，通过规定在条件式的范围内，能够选择容易入手的塑料材料，实现了低成本化。

[0114] 此外，通过将第 1 透镜 L1 和第 2 透镜 L2 的合成焦距、以及第 3 透镜 L3 的焦距占整个摄像镜头系统的焦距的比例规定为条件式 (6) 及 (7) 的范围，能够在缩短光学全长的同时实现各像差的校正。

[0115] 在本实施方式中，所有的透镜面由非球面形成。这些透镜面所采用的非球面形状，在设光轴方向的轴为 Z 、与光轴正交的方向的高度为 H、圆锥系数为 k、非球面系数为 A4、A6、A8、A10、A12、A14、A16 时，通过下式来表示。

[0116] [数学式 1]

[0117] $$Z=\frac{\frac{H^2}{R}}{1+\sqrt{1-(k+1)\frac{H^2}{R^2}}}+A_4H^4+A_6H^6+A_8H^8+A_{10}H^{10}+A_{12}H^{12}+A_{14}H^{14}+A_{16}H^{16}$$

[0118] 接下来示出本实施方式所涉及的摄像镜头的实施例。在各实施例中，f 表示整个摄像镜头系统的焦距、Fno 表示 F 值、ω 表示半视场角、ih 表示最大像高、TTL 表示拆下滤光片 IR 类时的光学全长。此外，i 表示从物体侧数的面序号、r 表示曲率半径、d 表示光轴 X 上的透镜面间的距离 (面间隔)、Nd 表示 d 线 (基准波长) 的折射率、νd 表示对 d 线的阿贝数。另外，对非球面在面序号 i 之后附加“*(星号)”的符号来表示。

[0119] [实施例 1]

[0120] 在以下的表 1 中示出基本的镜头数据。

[0121] [表 1]

[0122]

数值实施例1

单位mm

f= 4.54
Fno= 1.64
ω(deg)= 32.3
ih= 2.93
TTL= 5.39

面数据

面序号i	曲率半径r	面间隔d	折射率Nd	阿贝数 v d
(物面)	无限远	无限远		
1*	1.902	0.415	1.5346	56.160
2*	2.154	0.372		
3 (光阑)	无限远	-0.310		
4*	2.804	0.835	1.5346	56.160
5*	-4.629	0.025		
6*	2.635	0.281	1.6355	23.911
7*	1.229	0.215		
8*	10.737	0.390	1.5346	56.160
9*	-6.667	0.504		
10*	-2.053	0.475	1.6355	23.911
11*	-2.334	0.033		
12*	2.335	0.392	1.5438	55.570
13*	5.444	0.504		
14*	-4.682	0.300	1.5438	55.570
15*	4.277	0.060		
16	无限远	0.300	1.5168	64.198
17	无限远	0.711		
像面	无限远			

单透镜数据

透镜	起始面	焦距
1	1	19.339
2	4	3.399
3	6	-3.930
4	8	7.754
5	10	-78.686
6	12	7.201
7	14	-4.062

合成焦距

	f12	3.132

[0123]

[0121] [表 1]

[0122]

数值实施例1

单位mm

f= 4.54
Fno= 1.64
ω(deg)= 32.3
ih= 2.93
TTL= 5.39

面数据

面序号i	曲率半径r	面间隔d	折射率Nd	阿贝数 v d
(物面)	无限远	无限远		
1*	1.902	0.415	1.5346	56.160
2*	2.154	0.372		
3 (光阑)	无限远	-0.310		
4*	2.804	0.835	1.5346	56.160
5*	-4.629	0.025		
6*	2.635	0.281	1.6355	23.911
7*	1.229	0.215		
8*	10.737	0.390	1.5346	56.160
9*	-6.667	0.504		
10*	-2.053	0.475	1.6355	23.911
11*	-2.334	0.033		
12*	2.335	0.392	1.5438	55.570
13*	5.444	0.504		
14*	-4.682	0.300	1.5438	55.570
15*	4.277	0.060		
16	无限远	0.300	1.5168	64.198
17	无限远	0.711		
像面	无限远			

单透镜数据

透镜	起始面	焦距
1	1	19.339
2	4	3.399
3	6	-3.930
4	8	7.754
5	10	-78.686
6	12	7.201
7	14	-4.062

合成焦距

	f12	3.132

[0123]

非球面数据

	第1面	第2面	第4面	第5面	第6面
k	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-2.244E+01
A4	-2.585E-02	-3.053E-02	1.738E-02	8.350E-02	-7.495E-02
A6	-1.346E-02	-1.724E-02	-2.979E-03	-3.576E-02	4.811E-03
A8	3.021E-03	-1.056E-03	6.816E-03	3.944E-03	7.677E-03
A10	-7.914E-03	3.264E-04	-2.504E-04	5.485E-03	-4.413E-04
A12	3.743E-03	2.720E-04	-3.703E-04	-2.325E-03	-5.191E-04
A14	-5.404E-04	7.458E-05	4.421E-05	1.804E-04	-5.450E-09
A16	-8.605E-06	-5.306E-05	2.125E-05	7.832E-10	-2.786E-10

	第7面	第8面	第9面	第10面	第11面
k	-5.106E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-1.360E+00
A4	2.786E-03	1.333E-01	1.166E-01	1.826E-01	2.895E-02
A6	-2.679E-02	-2.718E-02	8.934E-03	-1.172E-01	-1.823E-02
A8	2.158E-02	-2.275E-02	-2.356E-02	4.533E-02	1.721E-04
A10	2.014E-03	4.214E-03	6.432E-03	-5.340E-03	3.419E-03
A12	-8.549E-03	7.364E-03	8.451E-05	-1.253E-03	-3.690E-04
A14	4.813E-03	-3.030E-03	-3.635E-04	2.332E-10	1.495E-05
A16	-3.777E-12	0.000E+00	0.000E+00	9.965E-12	-7.930E-05

	第12面	第13面	第14面	第15面
k	-1.057E+01	0.000E+00	2.518E+00	-3.354E+01
A4	-6.430E-03	1.460E-02	-4.876E-02	-4.782E-02
A6	-3.412E-02	-4.644E-02	1.146E-02	8.143E-03
A8	6.072E-03	1.435E-02	7.163E-04	-6.599E-04
A10	2.003E-04	-2.257E-03	-7.095E-05	2.774E-05
A12	-3.274E-05	1.691E-04	-2.653E-05	-1.581E-06
A14	-5.291E-06	1.634E-06	2.233E-07	-9.307E-07
A16	1.691E-06	5.860E-07	4.051E-07	1.710E-07

[0124] 实施例 1 的摄像镜头如表 6 所示满足全部的条件式 (1) ～ (7)。

[0125] 图 2-4 对实施例 1 的摄像镜头分别示出了球面像差 (mm)、像散 (mm)、畸变 (%)。在图 2 的球面像差图中表示对 g 线 (436nm)、F 线 (486nm)、e 线 (546nm)、d 线 (588nm)、C 线 (656nm) 的各波长的像差量。此外，在图 3 的像散图中分别示出弧矢像面 S、子午像面 T 中的像差量 (在与实施例 2 ～实施例 5 对应的图 6-7、图 10-11、图 14-15、图 18-19 中也相同)。如图 2-4 所示，可知各像差被良好地校正。

[0126] [实施例 2]

[0127] 在以下的表 2 中示出基本的镜头数据。

[0128] [表 2]

[0129]

非球面数据

	第1面	第2面	第4面	第5面	第6面
k	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-2.244E+01
A4	-2.585E-02	-3.053E-02	1.738E-02	8.350E-02	-7.495E-02
A6	-1.346E-02	-1.724E-02	-2.979E-03	-3.576E-02	4.811E-03
A8	3.021E-03	-1.056E-03	6.816E-03	3.944E-03	7.677E-03
A10	-7.914E-03	3.264E-04	-2.504E-04	5.485E-03	-4.413E-04
A12	3.743E-03	2.720E-04	-3.703E-04	-2.325E-03	-5.191E-04
A14	-5.404E-04	7.458E-05	4.421E-05	1.804E-04	-5.450E-09
A16	-8.605E-06	-5.306E-05	2.125E-05	7.832E-10	-2.786E-10

	第7面	第8面	第9面	第10面	第11面
k	-5.106E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-1.360E+00
A4	2.786E-03	1.333E-01	1.166E-01	1.826E-01	2.895E-02
A6	-2.679E-02	-2.718E-02	8.934E-03	-1.172E-01	-1.823E-02
A8	2.158E-02	-2.275E-02	-2.356E-02	4.533E-02	1.721E-04
A10	2.014E-03	4.214E-03	6.432E-03	-5.340E-03	3.419E-03
A12	-8.549E-03	7.364E-03	8.451E-05	-1.253E-03	-3.690E-04
A14	4.813E-03	-3.030E-03	-3.635E-04	2.332E-10	1.495E-05
A16	-3.777E-12	0.000E+00	0.000E+00	9.965E-12	-7.930E-05

	第12面	第13面	第14面	第15面
k	-1.057E+01	0.000E+00	2.518E+00	-3.354E+01
A4	-6.430E-03	1.460E-02	-4.876E-02	-4.782E-02
A6	-3.412E-02	-4.644E-02	1.146E-02	8.143E-03
A8	6.072E-03	1.435E-02	7.163E-04	-6.599E-04
A10	2.003E-04	-2.257E-03	-7.095E-05	2.774E-05
A12	-3.274E-05	1.691E-04	-2.653E-05	-1.581E-06
A14	-5.291E-06	1.634E-06	2.233E-07	-9.307E-07
A16	1.691E-06	5.860E-07	4.051E-07	1.710E-07

[0124] 实施例 1 的摄像镜头如表 6 所示满足全部的条件式 (1) ～ (7)。

[0125] 图 2-4 对实施例 1 的摄像镜头分别示出了球面像差 (mm)、像散 (mm)、畸变 (%)。在图 2 的球面像差图中表示对 g 线 (436nm)、F 线 (486nm)、e 线 (546nm)、d 线 (588nm)、C 线 (656nm) 的各波长的像差量。此外，在图 3 的像散图中分别示出弧矢像面 S、子午像面 T 中的像差量 (在与实施例 2 ～实施例 5 对应的图 6-7、图 10-11、图 14-15、图 18-19 中也相同)。如图 2-4 所示，可知各像差被良好地校正。

[0126] [实施例 2]

[0127] 在以下的表 2 中示出基本的镜头数据。

[0128] [表 2]

[0129]

数值实施例2

单位mm

f= 4.57
Fno= 1.61
ω(deg)= 32.3
ih= 2.93
TTL= 5.38

面数据

面序号i	曲率半径r	面间隔d	折射率Nd	阿贝数νd
(物面)	无限远	无限远		
1*	1.953	0.411	1.5346	56.160
2*	2.225	0.346		
3(光阑)	无限远	-0.310		
4*	2.745	0.864	1.5346	56.160
5*	-4.089	0.025		
6*	2.662	0.290	1.6355	23.911
7*	1.191	0.257		
8*	10.737	0.404	1.5346	56.160
9*	-6.667	0.541		
10*	-2.006	0.472	1.6355	23.911
11*	-2.227	0.025		
12*	2.562	0.393	1.5438	55.570
13*	5.661	0.500		
14*	-4.423	0.301	1.5438	55.570
15*	4.284	0.060		
16	无限远	0.300	1.5168	64.198
17	无限远	0.610		
像面	无限远			

单透镜数据

透镜	起始面	焦距
1	1	19.597
2	4	3.214
3	6	-3.676
4	8	7.756
5	10	-184.069
6	12	8.241
7	14	-3.953

合成焦距

	f12	2.984

[0130]

数值实施例2

单位mm

f= 4.57
Fno= 1.61
ω(deg)= 32.3
ih= 2.93
TTL= 5.38

面数据

面序号i	曲率半径r	面间隔d	折射率Nd	阿贝数νd
(物面)	无限远	无限远		
1*	1.953	0.411	1.5346	56.160
2*	2.225	0.346		
3(光阑)	无限远	-0.310		
4*	2.745	0.864	1.5346	56.160
5*	-4.089	0.025		
6*	2.662	0.290	1.6355	23.911
7*	1.191	0.257		
8*	10.737	0.404	1.5346	56.160
9*	-6.667	0.541		
10*	-2.006	0.472	1.6355	23.911
11*	-2.227	0.025		
12*	2.562	0.393	1.5438	55.570
13*	5.661	0.500		
14*	-4.423	0.301	1.5438	55.570
15*	4.284	0.060		
16	无限远	0.300	1.5168	64.198
17	无限远	0.610		
像面	无限远			

单透镜数据

透镜	起始面	焦距
1	1	19.597
2	4	3.214
3	6	-3.676
4	8	7.756
5	10	-184.069
6	12	8.241
7	14	-3.953

合成焦距

	f12	2.984

[0130]

非球面数据

	第1面	第2面	第4面	第5面	第6面
k	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-2.399E+01
A4	-2.588E-02	-3.045E-02	1.627E-02	8.497E-02	-7.432E-02
A6	-1.344E-02	-1.724E-02	-3.376E-03	-3.529E-02	5.948E-03
A8	3.083E-03	-1.075E-03	6.697E-03	4.166E-03	8.369E-03
A10	-7.891E-03	3.276E-04	-3.162E-04	5.606E-03	-2.317E-04
A12	3.747E-03	2.744E-04	-3.939E-04	-2.260E-03	-5.540E-04
A14	-5.404E-04	7.486E-05	4.678E-05	2.208E-04	-7.923E-06
A16	-7.675E-06	-5.309E-05	3.204E-05	-5.373E-06	-9.315E-09

	第7面	第8面	第9面	第10面	第11面
k	-4.941E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-1.532E+00
A4	4.462E-03	1.333E-01	1.166E-01	1.762E-01	2.971E-02
A6	-2.683E-02	-2.718E-02	8.934E-03	-1.184E-01	-2.115E-02
A8	2.167E-02	-2.275E-02	-2.356E-02	4.596E-02	-2.925E-04
A10	3.019E-03	4.214E-03	6.432E-03	-5.690E-03	3.660E-03
A12	-8.594E-03	7.364E-03	8.451E-05	-1.236E-03	-2.149E-04
A14	4.813E-03	-3.030E-03	-3.635E-04	1.522E-04	2.478E-05
A16	-7.587E-09	0.000E+00	0.000E+00	5.674E-09	-1.107E-04

	第12面	第13面	第14面	第15面
k	-1.419E+01	0.000E+00	2.050E+00	-2.517E+01
A4	-1.160E-02	6.647E-03	-4.529E-02	-5.781E-02
A6	-3.634E-02	-4.470E-02	1.102E-02	1.019E-02
A8	7.211E-03	1.442E-02	7.039E-04	-6.975E-04
A10	3.787E-04	-2.277E-03	-8.623E-05	1.016E-05
A12	-5.306E-05	1.607E-04	-2.641E-05	-3.909E-06
A14	-2.594E-05	1.246E-06	2.578E-07	-1.033E-06
A16	-5.533E-06	6.751E-07	4.090E-07	1.969E-07

[0131] 实施例 2 的摄像镜头如表 6 所示满足全部的条件式 (1) ～ (7)。

[0132] 图 6-8 示出了实施例 2 的摄像镜头的像差图。如图 6-8 所示，可知各像差被良好地校正。

[0133] [实施例 3]

[0134] 在以下的表 3 中示出基本的镜头数据。

[0135] [表 3]

[0136]

非球面数据

	第1面	第2面	第4面	第5面	第6面
k	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-2.399E+01
A4	-2.588E-02	-3.045E-02	1.627E-02	8.497E-02	-7.432E-02
A6	-1.344E-02	-1.724E-02	-3.376E-03	-3.529E-02	5.948E-03
A8	3.083E-03	-1.075E-03	6.697E-03	4.166E-03	8.369E-03
A10	-7.891E-03	3.276E-04	-3.162E-04	5.606E-03	-2.317E-04
A12	3.747E-03	2.744E-04	-3.939E-04	-2.260E-03	-5.540E-04
A14	-5.404E-04	7.486E-05	4.678E-05	2.208E-04	-7.923E-06
A16	-7.675E-06	-5.309E-05	3.204E-05	-5.373E-06	-9.315E-09

	第7面	第8面	第9面	第10面	第11面
k	-4.941E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-1.532E+00
A4	4.462E-03	1.333E-01	1.166E-01	1.762E-01	2.971E-02
A6	-2.683E-02	-2.718E-02	8.934E-03	-1.184E-01	-2.115E-02
A8	2.167E-02	-2.275E-02	-2.356E-02	4.596E-02	-2.925E-04
A10	3.019E-03	4.214E-03	6.432E-03	-5.690E-03	3.660E-03
A12	-8.594E-03	7.364E-03	8.451E-05	-1.236E-03	-2.149E-04
A14	4.813E-03	-3.030E-03	-3.635E-04	1.522E-04	2.478E-05
A16	-7.587E-09	0.000E+00	0.000E+00	5.674E-09	-1.107E-04

	第12面	第13面	第14面	第15面
k	-1.419E+01	0.000E+00	2.050E+00	-2.517E+01
A4	-1.160E-02	6.647E-03	-4.529E-02	-5.781E-02
A6	-3.634E-02	-4.470E-02	1.102E-02	1.019E-02
A8	7.211E-03	1.442E-02	7.039E-04	-6.975E-04
A10	3.787E-04	-2.277E-03	-8.623E-05	1.016E-05
A12	-5.306E-05	1.607E-04	-2.641E-05	-3.909E-06
A14	-2.594E-05	1.246E-06	2.578E-07	-1.033E-06
A16	-5.533E-06	6.751E-07	4.090E-07	1.969E-07

[0131] 实施例 2 的摄像镜头如表 6 所示满足全部的条件式 (1) ～ (7)。

[0132] 图 6-8 示出了实施例 2 的摄像镜头的像差图。如图 6-8 所示，可知各像差被良好地校正。

[0133] [实施例 3]

[0134] 在以下的表 3 中示出基本的镜头数据。

[0135] [表 3]

[0136]

数值实施例3

单位mm

f= 4.35
Fno= 1.61
ω(deg)= 33.5
ih= 2.93
TTL= 5.29

面数据

面序号i	曲率半径r	面间隔d	折射率Nd	阿贝数 v d
（物面）	无限远	无限远		
1*	1.811	0.435	1.5346	56.160
2*	2.061	0.379		
3（光阑）	无限远	-0.310		
4*	2.972	0.757	1.5346	56.160
5*	-4.842	0.026		
6*	2.739	0.280	1.6355	23.911
7*	1.327	0.210		
8*	10.737	0.392	1.5346	56.160
9*	-6.667	0.443		
10*	-2.288	0.483	1.6355	23.911
11*	-2.741	0.025		
12*	2.522	0.509	1.5438	55.570
13*	6.671	0.495		
14*	-4.708	0.300	1.5438	55.570
15*	4.458	0.060		
16	无限远	0.300	1.5168	64.198
17	无限远	0.611		
像面	无限远			

单透镜数据

透镜	起始面	焦距
1	1	17.392
2	4	3.565
3	6	-4.391
4	8	7.755
5	10	-37.202
6	12	7.147
7	14	-4.163

合成焦距

	f12	3.223

[0137]

数值实施例3

单位mm

f= 4.35
Fno= 1.61
ω(deg)= 33.5
ih= 2.93
TTL= 5.29

面数据

面序号i	曲率半径r	面间隔d	折射率Nd	阿贝数 v d
（物面）	无限远	无限远		
1*	1.811	0.435	1.5346	56.160
2*	2.061	0.379		
3（光阑）	无限远	-0.310		
4*	2.972	0.757	1.5346	56.160
5*	-4.842	0.026		
6*	2.739	0.280	1.6355	23.911
7*	1.327	0.210		
8*	10.737	0.392	1.5346	56.160
9*	-6.667	0.443		
10*	-2.288	0.483	1.6355	23.911
11*	-2.741	0.025		
12*	2.522	0.509	1.5438	55.570
13*	6.671	0.495		
14*	-4.708	0.300	1.5438	55.570
15*	4.458	0.060		
16	无限远	0.300	1.5168	64.198
17	无限远	0.611		
像面	无限远			

单透镜数据

透镜	起始面	焦距
1	1	17.392
2	4	3.565
3	6	-4.391
4	8	7.755
5	10	-37.202
6	12	7.147
7	14	-4.163

合成焦距

	f12	3.223

[0137]

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2012-155223

(43)Date of publication of application : 16.08.2012

(51)Int.Cl. *G02B 13/00 (2006.01)*
G02B 13/18 (2006.01)

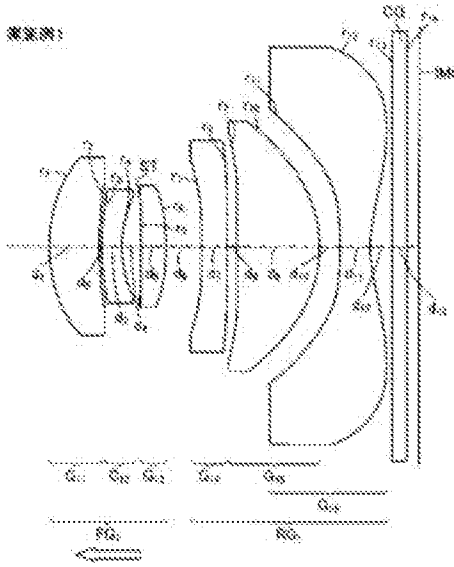
(21)Application number : 2011-015745

(22)Date of filing : 27.01.2011

(71)Applicant : TAMRON CO LTD

(72)Inventor : SATO SETSU

(54) WIDE-ANGLE SINGLE-FOCUS LENS



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a wide-angle single-focus lens which is compact although having a large diameter and high resolution.

SOLUTION: The wide-angle single-focus lens is constituted by arranging a first lens group G11 having positive refracting power, a second lens group G12 having negative refracting power, a third lens group G13 having positive refracting power, a fourth lens group G14 having negative refracting power, a fifth lens group G15 having positive refracting power, and a sixth lens group G16 having negative refracting power in order from an object side. The second lens group G12 is composed of a negative meniscus lens which is convex to the object side. An aperture diaphragm ST which defines a predetermined aperture is provided on an object-side surface of the third lens group G13. The fourth lens group G14 is composed of a negative meniscus lens which is convex to an image plane IMG side. Further, the sixth lens group G16 is composed of a lens which has negative refracting power near the axis and increases in positive refracting power toward the periphery.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

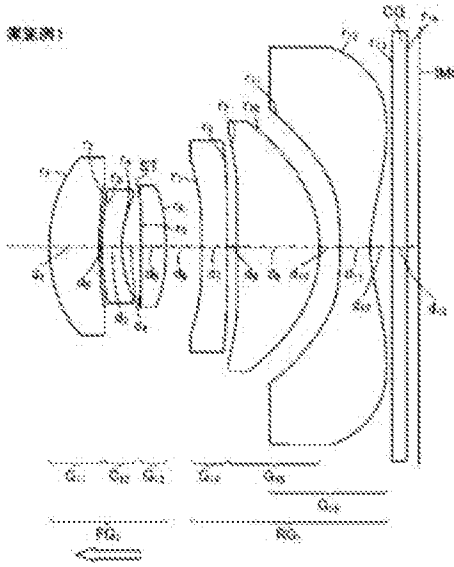
(11)Publication number : 2012-155223
(43)Date of publication of application : 16.08.2012

(51)Int.Cl. *G02B 13/00 (2006.01)*
G02B 13/18 (2006.01)

(21)Application number : 2011-015745
(22)Date of filing : 27.01.2011

(71)Applicant : TAMRON CO LTD
(72)Inventor : SATO SETSU

(54) WIDE-ANGLE SINGLE-FOCUS LENS



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a wide-angle single-focus lens which is compact although having a large diameter and high resolution.

SOLUTION: The wide-angle single-focus lens is constituted by arranging a first lens group G11 having positive refracting power, a second lens group G12 having negative refracting power, a third lens group G13 having positive refracting power, a fourth lens group G14 having negative refracting power, a fifth lens group G15 having positive refracting power, and a sixth lens group G16 having negative refracting power in order from an object side. The second lens group G12 is composed of a negative meniscus lens which is convex to the object side. An aperture diaphragm ST which defines a predetermined aperture is provided on an object-side surface of the third lens group G13. The fourth lens group G14 is composed of a negative meniscus lens which is convex to an image plane IMG side. Further, the sixth lens group G16 is composed of a lens which has negative refracting power near the axis and increases in positive refracting power toward the periphery.

(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2012-155223
(P2012-155223A)
(43)公開日　平成24年8月16日(2012.8.16)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
G02B 13/00	(2006.01)	G02B	13/00	2H087
G02B 13/18	(2006.01)	G02B	13/18	

審査請求 未請求　請求項の数 4　ＯＬ　（全 31 頁）

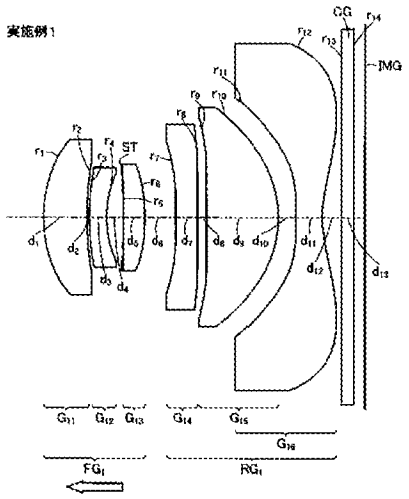
(21)出願番号　特願2011-15745(P2011-15745)
(22)出願日　平成23年1月27日(2011.1.27)

(71)出願人　000133227
株式会社タムロン
埼玉県さいたま市見沼区蓮沼１３８５番地
(74)代理人　100104190
弁理士　酒井　昭徳
(72)発明者　佐藤　拙
埼玉県さいたま市見沼区蓮沼１３８５番地
株式会社タムロン内

Ｆターム(参考)　2H087 KA01 LA01 MA06 MA07 PA06
PA17 PA18 PB06 PB07 QA02
QA06 QA12 QA14 QA22 QA25
QA26 QA39 QA41 QA46 RA05
RA12 RA13 RA36 RA42

(54)【発明の名称】広角単焦点レンズ

(57)【要約】
【課題】大口径、高解像でありながらも、小型の広角単焦点レンズを提供する。
【解決手段】この広角単焦点レンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第１レンズ群G_{11}と、負の屈折力を有する第２レンズ群G_{12}と、正の屈折力を有する第３レンズ群G_{13}と、負の屈折力を有する第４レンズ群G_{14}と、正の屈折力を有する第５レンズ群G_{15}と、負の屈折力を有する第６レンズ群G_{16}とが配置されて構成される。第２レンズ群G_{12}は、前記物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズで構成されている。第３レンズ群G_{13}の前記物体側面には、所定の口径を規定する開口絞りＳＴが設けられている。第４レンズ群G_{14}は、像面ＩＭＧ側に凸面を向けた負のメニスカスレンズで構成されている。さらに、第６レンズ群G_{16}は、近軸では負の屈折力を有し周辺にいくにしたがって正の屈折力が強くなるレンズで構成されている。
【選択図】図１



(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2012-155223
(P2012-155223A)
(43)公開日　平成24年8月16日(2012.8.16)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
G02B 13/00	(2006.01)	G02B	13/00	2H087
G02B 13/18	(2006.01)	G02B	13/18	

審査請求 未請求　請求項の数 4　ＯＬ　（全 31 頁）

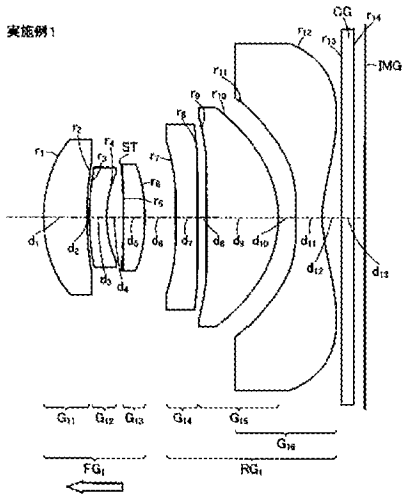
(21)出願番号　特願2011-15745(P2011-15745)
(22)出願日　平成23年1月27日(2011.1.27)

(71)出願人　000133227
株式会社タムロン
埼玉県さいたま市見沼区蓮沼１３８５番地
(74)代理人　100104190
弁理士　酒井　昭徳
(72)発明者　佐藤　拙
埼玉県さいたま市見沼区蓮沼１３８５番地
株式会社タムロン内

Ｆターム(参考)　2H087 KA01 LA01 MA06 MA07 PA06
PA17 PA18 PB06 PB07 QA02
QA06 QA12 QA14 QA22 QA25
QA26 QA39 QA41 QA46 RA05
RA12 RA13 RA36 RA42

(54)【発明の名称】広角単焦点レンズ

(57)【要約】
【課題】大口径、高解像でありながらも、小型の広角単焦点レンズを提供する。
【解決手段】この広角単焦点レンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第１レンズ群G_{11}と、負の屈折力を有する第２レンズ群G_{12}と、正の屈折力を有する第３レンズ群G_{13}と、負の屈折力を有する第４レンズ群G_{14}と、正の屈折力を有する第５レンズ群G_{15}と、負の屈折力を有する第６レンズ群G_{16}とが配置されて構成される。第２レンズ群G_{12}は、前記物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズで構成されている。第３レンズ群G_{13}の前記物体側面には、所定の口径を規定する開口絞りＳＴが設けられている。第４レンズ群G_{14}は、像面ＩＭＧ側に凸面を向けた負のメニスカスレンズで構成されている。さらに、第６レンズ群G_{16}は、近軸では負の屈折力を有し周辺にいくにしたがって正の屈折力が強くなるレンズで構成されている。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
物体側から順に配置された、正の屈折力を有する第１レンズ群と、負の屈折力を有する第２レンズ群と、正の屈折力を有する第３レンズ群と、負の屈折力を有する第４レンズ群と、正の屈折力を有する第５レンズ群と、負の屈折力を有する第６レンズ群と、を備え、
前記第２レンズ群は物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズにより構成され、
前記第３レンズ群の近傍には開口絞りが配置されており、
前記第４レンズ群は像側に凸面を向けた負のメニスカスレンズにより構成され、
前記第６レンズ群は近軸では負の屈折力を有し周辺にいくにしたがって正の屈折力が強くなるレンズにより構成されていることを特徴とする広角単焦点レンズ。
【請求項２】
前記第１レンズ群は、物体側から順に配置された、正レンズと、負レンズとにより構成されており、前記正レンズと前記負レンズとは接合されていることを特徴とする請求項１に記載の広角単焦点レンズ。
【請求項３】
前記第５レンズ群は、物体側から順に配置された、負レンズと、正レンズとにより構成されており、前記負レンズと前記正レンズとは接合されていることを特徴とする請求項１に記載の広角単焦点レンズ。
【請求項４】
前記第１レンズ群ないし前記第３レンズ群で前群を、前記第４レンズ群ないし前記第６レンズ群で後群を構成し、
前記前群の焦点距離をF_{FG}、前記後群の焦点距離をF_{RG}とするとき、以下の条件式を満足することを特徴とする請求項１～３のいずれか一つに記載の広角単焦点レンズ。
$$-0.8 < F_{FG} / F_{RG} < -0.1$$
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明は、携帯電話機や小型モバイル機器に搭載されたカメラなどをはじめとする小型撮像装置に好適な小型の広角単焦点レンズに関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、携帯電話機やデジタルカメラなどをはじめとする携帯型の撮像装置が広く普及している。そして、近年の撮像装置の小型化にともない、撮像装置に搭載される撮影レンズもより一層の小型化が要求されている。加えて、撮像装置に搭載される撮像素子の高画素化も進んでいるため、これに対応できるように撮像装置に搭載される撮影レンズに対してもさらなる高解像が求められている。そこで、このような要求を満足する小型の撮像レンズが提案されている（たとえば、特許文献１を参照。）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特許第３４２４０３０号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
特許文献１に記載の撮影レンズは、レンズ枚数が少ないコンパクトな構成で高解像を達成している。しかしながら、特許文献１に記載の撮影レンズの構成で大口径化を図ろうとすると（特に、Ｆナンバが２．８以下）、球面収差とコマ収差がともに増大し解像度が著しく低下するという問題がある。
【０００５】
一般に、高解像を実現するためには、レンズ枚数を増やすなどの方法が考えられが、レ

【特許請求の範囲】
【請求項１】
物体側から順に配置された、正の屈折力を有する第１レンズ群と、負の屈折力を有する第２レンズ群と、正の屈折力を有する第３レンズ群と、負の屈折力を有する第４レンズ群と、正の屈折力を有する第５レンズ群と、負の屈折力を有する第６レンズ群と、を備え、
前記第２レンズ群は物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズにより構成され、
前記第３レンズ群の近傍には開口絞りが配置されており、
前記第４レンズ群は像側に凸面を向けた負のメニスカスレンズにより構成され、
前記第６レンズ群は近軸では負の屈折力を有し周辺にいくにしたがって正の屈折力が強くなるレンズにより構成されていることを特徴とする広角単焦点レンズ。
【請求項２】
前記第１レンズ群は、物体側から順に配置された、正レンズと、負レンズとにより構成されており、前記正レンズと前記負レンズとは接合されていることを特徴とする請求項１に記載の広角単焦点レンズ。
【請求項３】
前記第５レンズ群は、物体側から順に配置された、負レンズと、正レンズとにより構成されており、前記負レンズと前記正レンズとは接合されていることを特徴とする請求項１に記載の広角単焦点レンズ。
【請求項４】
前記第１レンズ群ないし前記第３レンズ群で前群を、前記第４レンズ群ないし前記第６レンズ群で後群を構成し、
前記前群の焦点距離をF_{FG}、前記後群の焦点距離をF_{RG}とするとき、以下の条件式を満足することを特徴とする請求項１～３のいずれか一つに記載の広角単焦点レンズ。
$$-0.8 < F_{FG} / F_{RG} < -0.1$$
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明は、携帯電話機や小型モバイル機器に搭載されたカメラなどをはじめとする小型撮像装置に好適な小型の広角単焦点レンズに関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、携帯電話機やデジタルカメラなどをはじめとする携帯型の撮像装置が広く普及している。そして、近年の撮像装置の小型化にともない、撮像装置に搭載される撮影レンズもより一層の小型化が要求されている。加えて、撮像装置に搭載される撮像素子の高画素化も進んでいるため、これに対応できるように撮像装置に搭載される撮影レンズに対してもさらなる高解像が求められている。そこで、このような要求を満足する小型の撮像レンズが提案されている（たとえば、特許文献１を参照。）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特許第３４２４０３０号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
特許文献１に記載の撮影レンズは、レンズ枚数が少ないコンパクトな構成で高解像を達成している。しかしながら、特許文献１に記載の撮影レンズの構成で大口径化を図ろうとすると（特に、Ｆナンバが２．８以下）、球面収差とコマ収差がともに増大し解像度が著しく低下するという問題がある。
【０００５】
一般に、高解像を実現するためには、レンズ枚数を増やすなどの方法が考えられが、レ

ンズ枚数を増やすと光学系全長も長くなる傾向にある。小型化が要求されている装置への搭載を目的とする以上、光学系全長は厳しく制限されるので、レンズ枚数を増やす場合、レンズのコバや肉厚等を薄くする必要がある。しかしながら、レンズのコバや肉厚等を薄くするのにも限界があり、レンズ枚数を増やし、かつ光学系全長を短縮することは困難である。以上の理由により、特許文献１に記載の撮影レンズでは、小型化を阻害せずに、大口径化と高解像化をともに達成することはできない。

【０００６】

この発明は、上述した従来技術による問題点を解消するため、大口径、高解像でありながらも、小型の広角単焦点レンズを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

上述した課題を解決し、目的を達成するため、この発明にかかる広角単焦点レンズは、物体側から順に配置された、正の屈折力を有する第１レンズ群と、負の屈折力を有する第２レンズ群と、正の屈折力を有する第３レンズ群と、負の屈折力を有する第４レンズ群と、正の屈折力を有する第５レンズ群と、負の屈折力を有する第６レンズ群と、を備え、前記第２レンズ群は物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズにより構成され，前記第３レンズ群の近傍には開口絞りが配置されており、前記第４レンズ群は像側に凸面を向けた負のメニスカスレンズにより構成され、前記第６レンズ群は近軸では負の屈折力を有し周辺にいくにしたがって正の屈折力が強くなるレンズにより構成されていることを特徴とする。

【０００８】

この発明によれば、大口径、高解像でありながらも、小型の広角単焦点レンズを提供することができる。

【０００９】

また、この発明にかかる広角単焦点レンズは、前記発明において、前記第１レンズ群が、物体側から順に配置された、正レンズと、負レンズとにより構成されており、前記正レンズと前記負レンズとは接合されていることを特徴とする。

【００１０】

この発明によれば、公差を緩めることができる。

【００１１】

また、この発明にかかる広角単焦点レンズは、前記発明において、前記第５レンズ群が、物体側から順に配置された、負レンズと、正レンズとにより構成されており、前記負レンズと前記正レンズとは接合されていることを特徴とする。

【００１２】

この発明によれば、公差を緩めることができる。

【００１３】

また、この発明にかかる広角単焦点レンズは、前記発明において、前記第１レンズ群ないし前記第３レンズ群で前群を、前記第４レンズ群ないし前記第６レンズ群で後群を構成し、前記前群の焦点距離をF_{FG}、前記後群の焦点距離をF_{RG}とするとき、以下の条件式を満足することを特徴とする。

$$-0.8 < F_{FG} / F_{RG} < -0.1$$

【００１４】

この発明によれば、結像性能を劣化させることなく、光学系のより小型化を図ることができる。

【発明の効果】

【００１５】

この発明によれば、大口径、高解像でありながらも、小型の広角単焦点レンズを提供することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【００１６】

ンズ枚数を増やすと光学系全長も長くなる傾向にある。小型化が要求されている装置への搭載を目的とする以上、光学系全長は厳しく制限されるので、レンズ枚数を増やす場合、レンズのコバや肉厚等を薄くする必要がある。しかしながら、レンズのコバや肉厚等を薄くするのにも限界があり、レンズ枚数を増やし、かつ光学系全長を短縮することは困難である。以上の理由により、特許文献１に記載の撮影レンズでは、小型化を阻害せずに、大口径化と高解像化をともに達成することはできない。

【０００６】

この発明は、上述した従来技術による問題点を解消するため、大口径、高解像でありながらも、小型の広角単焦点レンズを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

上述した課題を解決し、目的を達成するため、この発明にかかる広角単焦点レンズは、物体側から順に配置された、正の屈折力を有する第１レンズ群と、負の屈折力を有する第２レンズ群と、正の屈折力を有する第３レンズ群と、負の屈折力を有する第４レンズ群と、正の屈折力を有する第５レンズ群と、負の屈折力を有する第６レンズ群と、を備え、前記第２レンズ群は物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズにより構成され，前記第３レンズ群の近傍には開口絞りが配置されており、前記第４レンズ群は像側に凸面を向けた負のメニスカスレンズにより構成され、前記第６レンズ群は近軸では負の屈折力を有し周辺にいくにしたがって正の屈折力が強くなるレンズにより構成されていることを特徴とする。

【０００８】

この発明によれば、大口径、高解像でありながらも、小型の広角単焦点レンズを提供することができる。

【０００９】

また、この発明にかかる広角単焦点レンズは、前記発明において、前記第１レンズ群が、物体側から順に配置された、正レンズと、負レンズとにより構成されており、前記正レンズと前記負レンズとは接合されていることを特徴とする。

【００１０】

この発明によれば、公差を緩めることができる。

【００１１】

また、この発明にかかる広角単焦点レンズは、前記発明において、前記第５レンズ群が、物体側から順に配置された、負レンズと、正レンズとにより構成されており、前記負レンズと前記正レンズとは接合されていることを特徴とする。

【００１２】

この発明によれば、公差を緩めることができる。

【００１３】

また、この発明にかかる広角単焦点レンズは、前記発明において、前記第１レンズ群ないし前記第３レンズ群で前群を、前記第４レンズ群ないし前記第６レンズ群で後群を構成し、前記前群の焦点距離をF_{FG}、前記後群の焦点距離をF_{RG}とするとき、以下の条件式を満足することを特徴とする。

$$-0.8 < F_{FG} / F_{RG} < -0.1$$

【００１４】

この発明によれば、結像性能を劣化させることなく、光学系のより小型化を図ることができる。

【発明の効果】

【００１５】

この発明によれば、大口径、高解像でありながらも、小型の広角単焦点レンズを提供することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【００１６】

【図１】実施例１にかかる広角単焦点レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。
【図２】実施例１にかかる広角単焦点レンズの無限遠合焦状態における諸収差図である。
【図３】実施例１にかかる広角単焦点レンズの最至近距離合焦状態における諸収差図である。
【図４】実施例２にかかる広角単焦点レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。
【図５】実施例２にかかる広角単焦点レンズの無限遠合焦状態における諸収差図である。
【図６】実施例２にかかる広角単焦点レンズの最至近距離合焦状態における諸収差図である。
【図７】実施例３にかかる広角単焦点レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。
【図８】実施例３にかかる広角単焦点レンズの無限遠合焦状態における諸収差図である。
【図９】実施例３にかかる広角単焦点レンズの最至近距離合焦状態における諸収差図である。
【図１０】実施例４にかかる広角単焦点レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。
【図１１】実施例４にかかる広角単焦点レンズの無限遠合焦状態における諸収差図である。
【図１２】実施例４にかかる広角単焦点レンズの最至近距離合焦状態における諸収差図である。
【図１３】実施例５にかかる広角単焦点レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。
【図１４】実施例５にかかる広角単焦点レンズの無限遠合焦状態における諸収差図である。
【図１５】実施例５にかかる広角単焦点レンズの最至近距離合焦状態における諸収差図である。
【図１６】実施例６にかかる広角単焦点レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。
【図１７】実施例６にかかる広角単焦点レンズの無限遠合焦状態における諸収差図である。
【図１８】実施例６にかかる広角単焦点レンズの最至近距離合焦状態における諸収差図である。
【図１９】実施例７にかかる広角単焦点レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。
【図２０】実施例７にかかる広角単焦点レンズの無限遠合焦状態における諸収差図である。
【図２１】実施例７にかかる広角単焦点レンズの最至近距離合焦状態における諸収差図である。

【発明を実施するための形態】

【００１７】

以下、この発明にかかる広角単焦点レンズの好適な実施の形態を詳細に説明する。

【００１８】

この発明にかかる広角単焦点レンズは、物体側から順に配置された、正の屈折力を有する第１レンズ群と、負の屈折力を有する第２レンズ群と、正の屈折力を有する第３レンズ群と、負の屈折力を有する第４レンズ群と、正の屈折力を有する第５レンズ群と、負の屈折力を有する第６レンズ群と、備えて構成される。このように、正の屈折力を有する第１レンズ群、負の屈折力を有する第２レンズ群、および正の屈折力を有する第３レンズ群を備えて構成したことにより、球面収差の補正が良好になる。

【００１９】

さらに、この広角単焦点レンズでは、前記第３レンズ群の近傍、好ましくは前記第２レンズ群と前記第３レンズ群との間で前記第３レンズ群に近い位置に所定の口径を規定する開口絞りを配置する。そして、前記第２レンズ群を物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズで、前記第４レンズ群を像側に凸面を向けた負のメニスカスレンズで構成している。これにより、光学系のレンズ構成を前記開口絞りに対してコンセントリックにすることができ、非点収差とコマ収差を抑制して広角化を図ることが可能になる。

【００２０】

【図１】実施例１にかかる広角単焦点レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。
【図２】実施例１にかかる広角単焦点レンズの無限遠合焦状態における諸収差図である。
【図３】実施例１にかかる広角単焦点レンズの最至近距離合焦状態における諸収差図である。
【図４】実施例２にかかる広角単焦点レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。
【図５】実施例２にかかる広角単焦点レンズの無限遠合焦状態における諸収差図である。
【図６】実施例２にかかる広角単焦点レンズの最至近距離合焦状態における諸収差図である。
【図７】実施例３にかかる広角単焦点レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。
【図８】実施例３にかかる広角単焦点レンズの無限遠合焦状態における諸収差図である。
【図９】実施例３にかかる広角単焦点レンズの最至近距離合焦状態における諸収差図である。
【図１０】実施例４にかかる広角単焦点レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。
【図１１】実施例４にかかる広角単焦点レンズの無限遠合焦状態における諸収差図である。
【図１２】実施例４にかかる広角単焦点レンズの最至近距離合焦状態における諸収差図である。
【図１３】実施例５にかかる広角単焦点レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。
【図１４】実施例５にかかる広角単焦点レンズの無限遠合焦状態における諸収差図である。
【図１５】実施例５にかかる広角単焦点レンズの最至近距離合焦状態における諸収差図である。
【図１６】実施例６にかかる広角単焦点レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。
【図１７】実施例６にかかる広角単焦点レンズの無限遠合焦状態における諸収差図である。
【図１８】実施例６にかかる広角単焦点レンズの最至近距離合焦状態における諸収差図である。
【図１９】実施例７にかかる広角単焦点レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。
【図２０】実施例７にかかる広角単焦点レンズの無限遠合焦状態における諸収差図である。
【図２１】実施例７にかかる広角単焦点レンズの最至近距離合焦状態における諸収差図である。

【発明を実施するための形態】

【００１７】

以下、この発明にかかる広角単焦点レンズの好適な実施の形態を詳細に説明する。

【００１８】

この発明にかかる広角単焦点レンズは、物体側から順に配置された、正の屈折力を有する第１レンズ群と、負の屈折力を有する第２レンズ群と、正の屈折力を有する第３レンズ群と、負の屈折力を有する第４レンズ群と、正の屈折力を有する第５レンズ群と、負の屈折力を有する第６レンズ群と、備えて構成される。このように、正の屈折力を有する第１レンズ群、負の屈折力を有する第２レンズ群、および正の屈折力を有する第３レンズ群を備えて構成したことにより、球面収差の補正が良好になる。

【００１９】

さらに、この広角単焦点レンズでは、前記第３レンズ群の近傍、好ましくは前記第２レンズ群と前記第３レンズ群との間で前記第３レンズ群に近い位置に所定の口径を規定する開口絞りを配置する。そして、前記第２レンズ群を物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズで、前記第４レンズ群を像側に凸面を向けた負のメニスカスレンズで構成している。これにより、光学系のレンズ構成を前記開口絞りに対してコンセントリックにすることができ、非点収差とコマ収差を抑制して広角化を図ることが可能になる。

【００２０】

さらに、この広角単焦点レンズでは、前記第６レンズ群を近軸では負の屈折力を有し周辺にいくにしたがって正の屈折力が強くなるレンズにより構成している。これにより、像面に入射する主光線をテレセントリックに近づけることが可能になり、像面に配置される撮像素子における光線の受光効率の低下を抑制することができる。

【００２１】

この発明にかかる広角単焦点レンズでは、前記第１レンズ群ないし前記第３レンズ群で前群を構成し、前記第４レンズ群ないし前記第６レンズ群で後群を構成する。そして、前記前群を光軸に沿って像面側から物体側へ移動させることにより、無限遠合焦状態から最至近距離合焦状態までのフォーカシングを行う。このようにすることにより、レンズ群内の芯ズレによる光軸ズレを抑制することができる。また、この広角単焦点レンズとともに用いるレンズ駆動機構の簡略化を図ることができ、レンズ駆動機構の製造コストの低減化を図ることができる。なお、至近距離撮影時には、前記第３レンズ群を光軸に沿って像側から物体側へ移動させることにより、フォーカシングを行うことが可能である。また、至近距離撮影時には、前記第４レンズ群を光軸に沿って物体側から像側へ移動させることによっても、フォーカシングを行うことができる。前記第３レンズ群および前記第４レンズ群はそれぞれ１枚のレンズで構成することができるため、光学系の小型軽量化とレンズ駆動機構の簡略化を図ることが可能になる。

【００２２】

この発明にかかる広角単焦点レンズは、以上のような特徴を備えているので、大口径化を図っても高い光学性能を維持することができる。また、６群であっても各群はそれぞれ１枚のレンズで構成することができるため、光学系の小型化を図ることができる。したがって、大口径、高解像でありながらも、小型の広角単焦点レンズを提供することができる。

【００２３】

また、この発明にかかる広角単焦点レンズでは、前記第１レンズ群を、物体側から順に配置された、正レンズと、負レンズとにより構成し、前記正レンズと前記負レンズとを接合してもよい。このようにすることで、公差を緩めることができる。

【００２４】

また、この発明にかかる広角単焦点レンズでは、前記第５レンズ群を、物体側から順に配置された、負レンズと、正レンズとにより構成し、前記負レンズと前記正レンズとを接合してもよい。このように構成しても、公差を緩めることができる。

【００２５】

また、この発明にかかる広角単焦点レンズでは、前記前群の焦点距離をF_{FG}、前記後群の焦点距離をF_{RG}とするとき、次の条件式を満足することが好ましい。

（１）　$-0.8 < F_{FG} / F_{RG} < -0.1$

【００２６】

条件式（１）は光学系全系のバックフォーカスの長さを規定するための式である。この条件式（１）で規定された範囲を満足することで、結像性能を低下させることなく、光学系全長の短縮化を図ることが可能になる。条件式（１）においてその下限を下回ると適切なバックフォーカスをとることができなくなり、結像性能の低下を招く。一方、条件式（１）においてその上限を超えるとバックフォーカスが長くなりすぎ、光学系全長が延び、光学系の小型化が阻害される。

【００２７】

なお、上記条件式（１）は、次に示す範囲を満足すると、より好ましい効果が期待できる。

（１）’　$-0.6 < F_{FG} / F_{RG} < -0.2$

この条件式（１）’で規定する範囲を満足することにより、より光学系の小型化を達成しつつ、結像性能の向上を図ることができる。

【００２８】

以上説明したように、この発明にかかる広角単焦点レンズは、上記のような特徴を備え

さらに、この広角単焦点レンズでは、前記第６レンズ群を近軸では負の屈折力を有し周辺にいくにしたがって正の屈折力が強くなるレンズにより構成している。これにより、像面に入射する主光線をテレセントリックに近づけることが可能になり、像面に配置される撮像素子における光線の受光効率の低下を抑制することができる。

【００２１】

この発明にかかる広角単焦点レンズでは、前記第１レンズ群ないし前記第３レンズ群で前群を構成し、前記第４レンズ群ないし前記第６レンズ群で後群を構成する。そして、前記前群を光軸に沿って像面側から物体側へ移動させることにより、無限遠合焦状態から最至近距離合焦状態までのフォーカシングを行う。このようにすることにより、レンズ群内の芯ズレによる光軸ズレを抑制することができる。また、この広角単焦点レンズとともに用いるレンズ駆動機構の簡略化を図ることができ、レンズ駆動機構の製造コストの低減化を図ることができる。なお、至近距離撮影時には、前記第３レンズ群を光軸に沿って像側から物体側へ移動させることにより、フォーカシングを行うことが可能である。また、至近距離撮影時には、前記第４レンズ群を光軸に沿って物体側から像側へ移動させることによっても、フォーカシングを行うことができる。前記第３レンズ群および前記第４レンズ群はそれぞれ１枚のレンズで構成することができるため、光学系の小型軽量化とレンズ駆動機構の簡略化を図ることが可能になる。

【００２２】

この発明にかかる広角単焦点レンズは、以上のような特徴を備えているので、大口径化を図っても高い光学性能を維持することができる。また、６群であっても各群はそれぞれ１枚のレンズで構成することができるため、光学系の小型化を図ることができる。したがって、大口径、高解像でありながらも、小型の広角単焦点レンズを提供することができる。

【００２３】

また、この発明にかかる広角単焦点レンズでは、前記第１レンズ群を、物体側から順に配置された、正レンズと、負レンズとにより構成し、前記正レンズと前記負レンズとを接合してもよい。このようにすることで、公差を緩めることができる。

【００２４】

また、この発明にかかる広角単焦点レンズでは、前記第５レンズ群を、物体側から順に配置された、負レンズと、正レンズとにより構成し、前記負レンズと前記正レンズとを接合してもよい。このように構成しても、公差を緩めることができる。

【００２５】

また、この発明にかかる広角単焦点レンズでは、前記前群の焦点距離をF_{FG}、前記後群の焦点距離をF_{RG}とするとき、次の条件式を満足することが好ましい。

（１）　$-0.8 < F_{FG} / F_{RG} < -0.1$

【００２６】

条件式（１）は光学系全系のバックフォーカスの長さを規定するための式である。この条件式（１）で規定された範囲を満足することで、結像性能を低下させることなく、光学系全長の短縮化を図ることが可能になる。条件式（１）においてその下限を下回ると適切なバックフォーカスをとることができなくなり、結像性能の低下を招く。一方、条件式（１）においてその上限を超えるとバックフォーカスが長くなりすぎ、光学系全長が延び、光学系の小型化が阻害される。

【００２７】

なお、上記条件式（１）は、次に示す範囲を満足すると、より好ましい効果が期待できる。

（１）’　$-0.6 < F_{FG} / F_{RG} < -0.2$

この条件式（１）’で規定する範囲を満足することにより、より光学系の小型化を達成しつつ、結像性能の向上を図ることができる。

【００２８】

以上説明したように、この発明にかかる広角単焦点レンズは、上記のような特徴を備え

ているので、大口径、高解像でありながらも、小型の広角単焦点レンズになる。そして、上記条件式を満足することにより、結像性能を劣化させることなく、光学系のより小型化を図ることができる。

【００２９】

以下、この発明にかかる広角単焦点レンズの実施例を図面に基づき詳細に説明する。なお、以下の実施例によりこの発明が限定されるものではない。

【実施例１】

【００３０】

図１は、実施例１にかかる広角単焦点レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。この広角単焦点レンズは、図示しない物体側から順に、正の屈折力を有する前群ＦＧ$_1$と、負の屈折力を有する後群ＲＧ$_1$とが配置されて構成される。また、後群ＲＧ$_1$と像面ＩＭＧとの間にはカバーガラスＣＧが配置されている。このカバーガラスＣＧは必要に応じて配置されるものであり、不要な場合は省略可能である。なお、像面ＩＭＧには、ＣＣＤやＣＭＯＳなどの撮像素子の受光面が配置される。

【００３１】

前群ＦＧ$_1$は、前記物体側から順に、正の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ$_{11}$と、負の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ$_{12}$と、正の屈折力を有する第３レンズ群Ｇ$_{13}$とが配置されて構成される。また、後群ＲＧ$_1$は、前記物体側から順に、負の屈折力を有する第４レンズ群Ｇ$_{14}$と、正の屈折力を有する第５レンズ群Ｇ$_{15}$と、負の屈折力を有する第６レンズ群Ｇ$_{16}$とが配置されて構成される。特に、第２レンズ群Ｇ$_{12}$は、前記物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズで構成されている。また、第３レンズ群Ｇ$_{13}$の前記物体側面には、所定の口径を規定する開口絞りＳＴが設けられている。第４レンズ群Ｇ$_{14}$は、像面ＩＭＧ側に凸面を向けた負のメニスカスレンズで構成されている。さらに、第６レンズ群Ｇ$_{16}$は、近軸では負の屈折力を有し周辺にいくにしたがって正の屈折力が強くなるレンズで構成されている。加えて、第１レンズ群Ｇ$_{11}$～第６レンズ群Ｇ$_{16}$を構成するレンズの両面には、それぞれ非球面が形成されている。

【００３２】

この広角単焦点レンズは、前群ＦＧ$_1$を光軸に沿って像面ＩＭＧ側から前記物体側へ移動させることにより無限遠合焦状態から最至近距離合焦状態までのフォーカシングを行う。

【００３３】

以下、実施例１にかかる広角単焦点レンズに関する各種数値データを示す。

【００３４】

有効焦点距離＝5.8

有効Ｆナンバ＝2.43

画角（２ω）＝71°

【００３５】

（条件式（１）に関する数値）

前群ＦＧ$_1$の焦点距離＝5.825

後群ＲＧ$_1$の焦点距離＝-11.889

F_{FG}/F_{RG}＝-0.49

【００３６】

$r_0=\infty$（物体面）

$d_0=D$（０）

$r_1=2.61$（非球面）

$d_1=1.055$　　$nd_1=1.61$　　$\nu d_1=57.74$

$r_2=9.90$（非球面）

$d_2=0.053$

$r_3=5.47$（非球面）

$d_3=0.422$　　$nd_2=1.61$　　$\nu d_2=25.58$

ているので、大口径、高解像でありながらも、小型の広角単焦点レンズになる。そして、上記条件式を満足することにより、結像性能を劣化させることなく、光学系のより小型化を図ることができる。

【００２９】

以下、この発明にかかる広角単焦点レンズの実施例を図面に基づき詳細に説明する。なお、以下の実施例によりこの発明が限定されるものではない。

【実施例１】

【００３０】

図１は、実施例１にかかる広角単焦点レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。この広角単焦点レンズは、図示しない物体側から順に、正の屈折力を有する前群ＦＧ$_1$と、負の屈折力を有する後群ＲＧ$_1$とが配置されて構成される。また、後群ＲＧ$_1$と像面ＩＭＧとの間にはカバーガラスＣＧが配置されている。このカバーガラスＣＧは必要に応じて配置されるものであり、不要な場合は省略可能である。なお、像面ＩＭＧには、ＣＣＤやＣＭＯＳなどの撮像素子の受光面が配置される。

【００３１】

前群ＦＧ$_1$は、前記物体側から順に、正の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ$_{11}$と、負の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ$_{12}$と、正の屈折力を有する第３レンズ群Ｇ$_{13}$とが配置されて構成される。また、後群ＲＧ$_1$は、前記物体側から順に、負の屈折力を有する第４レンズ群Ｇ$_{14}$と、正の屈折力を有する第５レンズ群Ｇ$_{15}$と、負の屈折力を有する第６レンズ群Ｇ$_{16}$とが配置されて構成される。特に、第２レンズ群Ｇ$_{12}$は、前記物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズで構成されている。また、第３レンズ群Ｇ$_{13}$の前記物体側面には、所定の口径を規定する開口絞りＳＴが設けられている。第４レンズ群Ｇ$_{14}$は、像面ＩＭＧ側に凸面を向けた負のメニスカスレンズで構成されている。さらに、第６レンズ群Ｇ$_{16}$は、近軸では負の屈折力を有し周辺にいくにしたがって正の屈折力が強くなるレンズで構成されている。加えて、第１レンズ群Ｇ$_{11}$～第６レンズ群Ｇ$_{16}$を構成するレンズの両面には、それぞれ非球面が形成されている。

【００３２】

この広角単焦点レンズは、前群ＦＧ$_1$を光軸に沿って像面ＩＭＧ側から前記物体側へ移動させることにより無限遠合焦状態から最至近距離合焦状態までのフォーカシングを行う。

【００３３】

以下、実施例１にかかる広角単焦点レンズに関する各種数値データを示す。

【００３４】

有効焦点距離＝5.8

有効Ｆナンバ＝2.43

画角（２ω）＝71°

【００３５】

（条件式（１）に関する数値）

前群ＦＧ$_1$の焦点距離＝5.825

後群ＲＧ$_1$の焦点距離＝-11.889

F_{FG}/F_{RG}＝-0.49

【００３６】

$r_0=\infty$（物体面）

$d_0=D$（０）

$r_1=2.61$（非球面）

$d_1=1.055$　　$nd_1=1.61$　　$\nu d_1=57.74$

$r_2=9.90$（非球面）

$d_2=0.053$

$r_3=5.47$（非球面）

$d_3=0.422$　　$nd_2=1.61$　　$\nu d_2=25.58$

$r_4 = 2.23$（非球面）
$d_4 = 0.401$
$r_5 = \infty$（非球面）
$d_5 = 0.528$　　$nd_3 = 1.61$　　$\nu d_3 = 57.74$
$r_6 = -4.43$（非球面）
$d_6 = D$（6）
$r_7 = -8.96$（非球面）
$d_7 = 0.528$　　$nd_4 = 1.61$　　$\nu d_4 = 25.58$
$r_8 = -53.59$（非球面）
$d_8 = 0.215$
$r_9 = \infty$（非球面）
$d_9 = 1.720$　　$nd_5 = 1.53$　　$\nu d_5 = 56.04$
$r_{10} = -1.85$（非球面）
$d_{10} = 0.441$
$r_{11} = -5.10$（非球面）
$d_{11} = 0.635$　　$nd_6 = 1.53$　　$\nu d_6 = 56.04$
$r_{12} = 2.03$（非球面）
$d_{12} = 0.470$
$r_{13} = \infty$
$d_{13} = 0.300$　　$nd_7 = 1.52$　　$\nu d_7 = 64.05$
$r_{14} = \infty$

【００３７】

円錐係数（ε）および非球面係数（A，B，C，D，E，F，G，H）

（第１面）
$\varepsilon = 0.095$,
$A = 0$,　　$B = 0.0008319$,
$C = 0.0010786$,　　$D = -0.0001356$,
$E = 0.0000972$,　　$F = 0.0000385$,
$G = -0.0000010$,　　$H = -0.0000056$

（第２面）
$\varepsilon = 36.057$,
$A = 0$,　　$B = 0.117686$,
$C = 0.0055048$,　　$D = -0.0005919$,
$E = -0.0020851$,　　$F = -0.0009435$,
$G = -0.0000838$,　　$H = 0.0002375$

（第３面）
$\varepsilon = 12.636$,
$A = 0$,　　$B = 0.0049768$,
$C = 0.0043563$,　　$D = -0.0015547$,
$E = -0.0017446$,　　$F = -0.0025177$,
$G = -0.0014687$,　　$H = 0.0012329$

（第４面）
$\varepsilon = 2.985$,
$A = 0$,　　$B = -0.0056283$,
$C = -0.0141167$,　　$D = 0.0215029$,
$E = 0.0066139$,　　$F = -0.0214274$,
$G = -0.0299731$,　　$H = 0.0366279$

（第５面）
$\varepsilon = 0$,
$A = 0$,　　$B = -0.0154489$,

$r_4 = 2.23$（非球面）
$d_4 = 0.401$
$r_5 = \infty$（非球面）
$d_5 = 0.528$　　$nd_3 = 1.61$　　$\nu d_3 = 57.74$
$r_6 = -4.43$（非球面）
$d_6 = D$（6）
$r_7 = -8.96$（非球面）
$d_7 = 0.528$　　$nd_4 = 1.61$　　$\nu d_4 = 25.58$
$r_8 = -53.59$（非球面）
$d_8 = 0.215$
$r_9 = \infty$（非球面）
$d_9 = 1.720$　　$nd_5 = 1.53$　　$\nu d_5 = 56.04$
$r_{10} = -1.85$（非球面）
$d_{10} = 0.441$
$r_{11} = -5.10$（非球面）
$d_{11} = 0.635$　　$nd_6 = 1.53$　　$\nu d_6 = 56.04$
$r_{12} = 2.03$（非球面）
$d_{12} = 0.470$
$r_{13} = \infty$
$d_{13} = 0.300$　　$nd_7 = 1.52$　　$\nu d_7 = 64.05$
$r_{14} = \infty$

【００３７】

円錐係数（ε）および非球面係数（A，B，C，D，E，F，G，H）

（第１面）
$\varepsilon = 0.095$,
$A = 0$,　　$B = 0.0008319$,
$C = 0.0010786$,　　$D = -0.0001356$,
$E = 0.0000972$,　　$F = 0.0000385$,
$G = -0.0000010$,　　$H = -0.0000056$

（第２面）
$\varepsilon = 36.057$,
$A = 0$,　　$B = 0.117686$,
$C = 0.0055048$,　　$D = -0.0005919$,
$E = -0.0020851$,　　$F = -0.0009435$,
$G = -0.0000838$,　　$H = 0.0002375$

（第３面）
$\varepsilon = 12.636$,
$A = 0$,　　$B = 0.0049768$,
$C = 0.0043563$,　　$D = -0.0015547$,
$E = -0.0017446$,　　$F = -0.0025177$,
$G = -0.0014687$,　　$H = 0.0012329$

（第４面）
$\varepsilon = 2.985$,
$A = 0$,　　$B = -0.0056283$,
$C = -0.0141167$,　　$D = 0.0215029$,
$E = 0.0066139$,　　$F = -0.0214274$,
$G = -0.0299731$,　　$H = 0.0366279$

（第５面）
$\varepsilon = 0$,
$A = 0$,　　$B = -0.0154489$,

C = -0.0084974, D = 0.0116203,
E = 0.0038158, F = -0.0146327,
G = -0.0058728, H = 0.0189413
（第６面）
ε = 10.404,
A = 0, B = -0.0139355,
C = -0.0105672, D = 0.0056215,
E = -0.0000930, F = -0.0006546,
G = -0.0047464, H = 0.0037252
（第７面）
ε = 4.517,
A = 0, B = -0.0160241,
C = 0.0091181, D = -0.0054570,
E = 0.0014884, F = -0.0001627,
G = 0, H = 0
（第８面）
ε = 0,
A = 0, B = -0.0064163,
C = 0.0022230, D = -0.0003371,
E = 0, F = 0,
G = 0, H = 0
（第９面）
ε = 0,
A = 0, B = 0.0022992,
C = -0.0063648, D = 0.0008757,
E = 0, F = 0,
G = 0, H = 0
（第１０面）
ε = -2.971,
A = 0, B = 0.0100417,
C = -0.0156082, D = 0.0044366,
E = -0.0008352, F = 0.0000703,
G = 0, H = 0
（第１１面）
ε = 0,
A = 0, B = -0.0264176,
C = 0.0019785, D = -0.0015495,
E = 0.0004538, F = -0.0000355,
G = 0, H = 0
（第１２面）
ε = -7.995,
A = 0, B = -0.0184929,
C = 0.0034207, D = -0.0004708,
E = 0.0000311, F = -0.0000008,
G = 0, H = 0

【００３８】

（各合焦状態の数値データ）

	無限遠	最至近距離
D（０）	∞	100
D（６）	0.756	1.1

C = -0.0084974, D = 0.0116203,
E = 0.0038158, F = -0.0146327,
G = -0.0058728, H = 0.0189413
（第６面）
ε = 10.404,
A = 0, B = -0.0139355,
C = -0.0105672, D = 0.0056215,
E = -0.0000930, F = -0.0006546,
G = -0.0047464, H = 0.0037252
（第７面）
ε = 4.517,
A = 0, B = -0.0160241,
C = 0.0091181, D = -0.0054570,
E = 0.0014884, F = -0.0001627,
G = 0, H = 0
（第８面）
ε = 0,
A = 0, B = -0.0064163,
C = 0.0022230, D = -0.0003371,
E = 0, F = 0,
G = 0, H = 0
（第９面）
ε = 0,
A = 0, B = 0.0022992,
C = -0.0063648, D = 0.0008757,
E = 0, F = 0,
G = 0, H = 0
（第１０面）
ε = -2.971,
A = 0, B = 0.0100417,
C = -0.0156082, D = 0.0044366,
E = -0.0008352, F = 0.0000703,
G = 0, H = 0
（第１１面）
ε = 0,
A = 0, B = -0.0264176,
C = 0.0019785, D = -0.0015495,
E = 0.0004538, F = -0.0000355,
G = 0, H = 0
（第１２面）
ε = -7.995,
A = 0, B = -0.0184929,
C = 0.0034207, D = -0.0004708,
E = 0.0000311, F = -0.0000008,
G = 0, H = 0

【００３８】

（各合焦状態の数値データ）

	無限遠	最至近距離
D（０）	∞	100
D（６）	0.756	1.1

【００３９】
また、図２は、実施例１にかかる広角単焦点レンズの無限遠合焦状態における諸収差図である。図３は、実施例１にかかる広角単焦点レンズの最至近距離合焦状態における諸収差図である。図中、ｄはｄ線（λ＝５８８ｎｍ）、ｇはｇ線（λ＝４３６ｎｍ）、ＦはＦ線（λ＝４８６ｎｍ）、ＣはＣ線（λ＝６５６ｎｍ）、ｅはｅ線（λ＝５４６ｎｍ）に相当する波長の収差を表す。そして、像面湾曲図における符号Ｓ，Ｍは、それぞれサジタル像面、メリディオナル像面に対する収差を表す。
【実施例２】
【００４０】
図４は、実施例２にかかる広角単焦点レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。この広角単焦点レンズは、図示しない物体側から順に、正の屈折力を有する前群FG_2と、負の屈折力を有する後群RG_2とが配置されて構成される。また、後群RG_2と像面ＩＭＧとの間にはカバーガラスＣＧが配置されている。このカバーガラスＣＧは必要に応じて配置されるものであり、不要な場合は省略可能である。なお、像面ＩＭＧには、ＣＣＤやＣＭＯＳなどの撮像素子の受光面が配置される。
【００４１】
前群FG_2は、前記物体側から順に、正の屈折力を有する第１レンズ群G_{21}と、負の屈折力を有する第２レンズ群G_{22}と、正の屈折力を有する第３レンズ群G_{23}とが配置されて構成される。また、後群RG_2は、前記物体側から順に、負の屈折力を有する第４レンズ群G_{24}と、正の屈折力を有する第５レンズ群G_{25}と、負の屈折力を有する第６レンズ群G_{26}とが配置されて構成される。特に、第２レンズ群G_{22}は、前記物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズで構成されている。また、第３レンズ群G_{23}の前記物体側面には、所定の口径を規定する開口絞りＳＴが設けられている。第４レンズ群G_{24}は、像面ＩＭＧ側に凸面を向けた負のメニスカスレンズで構成されている。さらに、第６レンズ群G_{26}は、近軸では負の屈折力を有し周辺にいくにしたがって正の屈折力が強くなるレンズで構成されている。加えて、第１レンズ群G_{21}～第６レンズ群G_{26}を構成するレンズの両面には、それぞれ非球面が形成されている。
【００４２】
この広角単焦点レンズは、前群FG_2を光軸に沿って像面ＩＭＧ側から前記物体側へ移動させることにより無限遠合焦状態から最至近距離合焦状態までのフォーカシングを行う。
【００４３】
以下、実施例２にかかる広角単焦点レンズに関する各種数値データを示す。
【００４４】
有効焦点距離＝6.15
有効Ｆナンバ＝2.33
画角（２ω）＝66°
【００４５】
（条件式（１）に関する数値）
前群FG_2の焦点距離＝6.855
後群RG_2の焦点距離＝-29.93
F_{FG}/F_{RG}＝-0.23
【００４６】
r_0＝∞（物体面）
d_0＝Ｄ（０）
r_1＝2.71（非球面）
d_1＝1.055　nd_1＝1.61　νd_1＝57.74
r_2＝8.93（非球面）
d_2＝0.053
r_3＝7.06（非球面）

【００３９】
また、図２は、実施例１にかかる広角単焦点レンズの無限遠合焦状態における諸収差図である。図３は、実施例１にかかる広角単焦点レンズの最至近距離合焦状態における諸収差図である。図中、ｄはｄ線（λ＝５８８ｎｍ）、ｇはｇ線（λ＝４３６ｎｍ）、ＦはＦ線（λ＝４８６ｎｍ）、ＣはＣ線（λ＝６５６ｎｍ）、ｅはｅ線（λ＝５４６ｎｍ）に相当する波長の収差を表す。そして、像面湾曲図における符号Ｓ，Ｍは、それぞれサジタル像面、メリディオナル像面に対する収差を表す。

【実施例２】

【００４０】
図４は、実施例２にかかる広角単焦点レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。この広角単焦点レンズは、図示しない物体側から順に、正の屈折力を有する前群FG_2と、負の屈折力を有する後群RG_2とが配置されて構成される。また、後群RG_2と像面ＩＭＧとの間にはカバーガラスＣＧが配置されている。このカバーガラスＣＧは必要に応じて配置されるものであり、不要な場合は省略可能である。なお、像面ＩＭＧには、ＣＣＤやＣＭＯＳなどの撮像素子の受光面が配置される。

【００４１】
前群FG_2は、前記物体側から順に、正の屈折力を有する第１レンズ群G_{21}と、負の屈折力を有する第２レンズ群G_{22}と、正の屈折力を有する第３レンズ群G_{23}とが配置されて構成される。また、後群RG_2は、前記物体側から順に、負の屈折力を有する第４レンズ群G_{24}と、正の屈折力を有する第５レンズ群G_{25}と、負の屈折力を有する第６レンズ群G_{26}とが配置されて構成される。特に、第２レンズ群G_{22}は、前記物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズで構成されている。また、第３レンズ群G_{23}の前記物体側面には、所定の口径を規定する開口絞りＳＴが設けられている。第４レンズ群G_{24}は、像面ＩＭＧ側に凸面を向けた負のメニスカスレンズで構成されている。さらに、第６レンズ群G_{26}は、近軸では負の屈折力を有し周辺にいくにしたがって正の屈折力が強くなるレンズで構成されている。加えて、第１レンズ群G_{21}～第６レンズ群G_{26}を構成するレンズの両面には、それぞれ非球面が形成されている。

【００４２】
この広角単焦点レンズは、前群FG_2を光軸に沿って像面ＩＭＧ側から前記物体側へ移動させることにより無限遠合焦状態から最至近距離合焦状態までのフォーカシングを行う。

【００４３】
以下、実施例２にかかる広角単焦点レンズに関する各種数値データを示す。

【００４４】
有効焦点距離＝6.15
有効Ｆナンバ＝2.33
画角（２ω）＝66°

【００４５】
（条件式（１）に関する数値）
前群FG_2の焦点距離＝6.855
後群RG_2の焦点距離＝-29.93
F_{FG}/F_{RG}＝-0.23

【００４６】
r_0＝∞（物体面）
d_0＝Ｄ（０）
r_1＝2.71（非球面）
d_1＝1.055　nd_1＝1.61　νd_1＝57.74
r_2＝8.93（非球面）
d_2＝0.053
r_3＝7.06（非球面）

$d_3 = 0.422$　　$nd_2 = 1.61$　　$\nu d_2 = 25.58$
$r_4 = 2.79$（非球面）
$d_4 = 0.292$
$r_5 = -27.21$（非球面）
$d_5 = 0.528$　　$nd_3 = 1.61$　　$\nu d_3 = 57.74$
$r_6 = -4.80$（非球面）
$d_6 = D$（６）
$r_7 = -255.90$（非球面）
$d_7 = 0.400$　　$nd_4 = 1.61$　　$\nu d_4 = 25.58$
$r_8 = 7.87$（非球面）
$d_8 = 0.100$
$r_9 = 11.66$（非球面）
$d_9 = 2.100$　　$nd_5 = 1.53$　　$\nu d_5 = 56.04$
$r_{10} = -1.57$（非球面）
$d_{10} = 0.441$
$r_{11} = -2.91$（非球面）
$d_{11} = 0.650$　　$nd_6 = 1.53$　　$\nu d_6 = 56.04$
$r_{12} = 2.42$（非球面）
$d_{12} = 0.370$
$r_{13} = \infty$
$d_{13} = 0.3$　　$nd_7 = 1.52$　　$\nu d_7 = 64.05$
$r_{14} = \infty$

【００４７】

円錐係数（ε）および非球面係数（Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｄ，Ｅ，Ｆ，Ｇ，Ｈ）

（第１面）

$\varepsilon = 0.279$,
$A = 0$,　　$B = 0.004166400$,
$C = 0.001364582$,　　$D = 0.000061329$,
$E = 0.000051890$,　　$F = 0.000027735$,
$G = 0.000004113$,　　$H = -0.000003776$

（第２面）

$\varepsilon = 31.944$,
$A = 0$,　　$B = 0.013282787$,
$C = 0.003061144$,　　$D = -0.000823095$,
$E = -0.001376502$,　　$F = -0.000198171$,
$G = 0.000074725$,　　$H = -0.000192385$

（第３面）

$\varepsilon = 7.521$,
$A = 0$,　　$B = -0.005900162$,
$C = 0.003191056$,　　$D = 0.001994033$,
$E = 0.001111895$,　　$F = -0.001675879$,
$G = -0.001909236$,　　$H = 0.001045631$

（第４面）

$\varepsilon = 2.486$,
$A = 0$,　　$B = -0.021005445$,
$C = -0.005260323$,　　$D = 0.018756371$,
$E = 0.010355476$,　　$F = -0.010715995$,
$G = -0.026389354$,　　$H = 0.028464605$

（第５面）

$\varepsilon = 0$,

$d_3 = 0.422$　　$nd_2 = 1.61$　　$\nu d_2 = 25.58$
$r_4 = 2.79$（非球面）
$d_4 = 0.292$
$r_5 = -27.21$（非球面）
$d_5 = 0.528$　　$nd_3 = 1.61$　　$\nu d_3 = 57.74$
$r_6 = -4.80$（非球面）
$d_6 = D$（６）
$r_7 = -255.90$（非球面）
$d_7 = 0.400$　　$nd_4 = 1.61$　　$\nu d_4 = 25.58$
$r_8 = 7.87$（非球面）
$d_8 = 0.100$
$r_9 = 11.66$（非球面）
$d_9 = 2.100$　　$nd_5 = 1.53$　　$\nu d_5 = 56.04$
$r_{10} = -1.57$（非球面）
$d_{10} = 0.441$
$r_{11} = -2.91$（非球面）
$d_{11} = 0.650$　　$nd_6 = 1.53$　　$\nu d_6 = 56.04$
$r_{12} = 2.42$（非球面）
$d_{12} = 0.370$
$r_{13} = \infty$
$d_{13} = 0.3$　　$nd_7 = 1.52$　　$\nu d_7 = 64.05$
$r_{14} = \infty$

【００４７】

円錐係数（ε）および非球面係数（Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｄ，Ｅ，Ｆ，Ｇ，Ｈ）

（第１面）

$\varepsilon = 0.279$,
$A = 0$,　　$B = 0.004166400$,
$C = 0.001364582$,　　$D = 0.000061329$,
$E = 0.000051890$,　　$F = 0.000027735$,
$G = 0.000004113$,　　$H = -0.000003776$

（第２面）

$\varepsilon = 31.944$,
$A = 0$,　　$B = 0.013282787$,
$C = 0.003061144$,　　$D = -0.000823095$,
$E = -0.001376502$,　　$F = -0.000198171$,
$G = 0.000074725$,　　$H = -0.000192385$

（第３面）

$\varepsilon = 7.521$,
$A = 0$,　　$B = -0.005900162$,
$C = 0.003191056$,　　$D = 0.001994033$,
$E = 0.001111895$,　　$F = -0.001675879$,
$G = -0.001909236$,　　$H = 0.001045631$

（第４面）

$\varepsilon = 2.486$,
$A = 0$,　　$B = -0.021005445$,
$C = -0.005260323$,　　$D = 0.018756371$,
$E = 0.010355476$,　　$F = -0.010715995$,
$G = -0.026389354$,　　$H = 0.028464605$

（第５面）

$\varepsilon = 0$,

A＝0,　B＝-0.031703947,
C＝-0.004010177,　D＝-0.001954269,
E＝0.000153913,　F＝-0.007258552,
G＝-0.003511472,　H＝0.010099053
（第６面）
ε＝10.247,
A＝0,　B＝-0.019583504,
C＝-0.003740966,　D＝-0.002432898,
E＝-0.003180246,　F＝0.003782407,
G＝-0.002820486,　H＝0.000191789
（第７面）
ε＝0,
A＝0,　B＝-0.020362145,
C＝0.008979454,　D＝-0.006207219,
E＝0.001697490,　F＝-0.000192213,
G＝0,　H＝0
（第８面）
ε＝0,
A＝0,　B＝-0.016056764,
C＝0.000341911,　D＝-0.000043772,
E＝0,　F＝0,
G＝0,　H＝0
（第９面）
ε＝0,
A＝0,　B＝-0.007155939,
C＝-0.005176019,　D＝0.000926618,
E＝0,　F＝0,
G＝0,　H＝0
（第１０面）
ε＝-1.943,
A＝0,　B＝0.014272602,
C＝-0.015765073,　D＝0.004508486,
E＝-0.000807279,　F＝0.000064488,
G＝0,　H＝0
（第１１面）
ε＝0,
A＝0,　B＝-0.023500283,
C＝0.005383233,　D＝-0.001839436,
E＝0.000387975,　F＝-0.000026404,
G＝0,　H＝0
（第１２面）
ε＝-13.300,
A＝0,　B＝-0.019721644,
C＝0.003025290,　D＝-0.000417355,
E＝0.000028229,　F＝-0.000000744,
G＝0,　H＝0

【００４８】

（各合焦状態の数値データ）

	無限遠	最至近距離
D（０）	∞	100

A＝0,　B＝-0.031703947,
C＝-0.004010177,　D＝-0.001954269,
E＝0.000153913,　F＝-0.007258552,
G＝-0.003511472,　H＝0.010099053
（第６面）
ε＝10.247,
A＝0,　B＝-0.019583504,
C＝-0.003740966,　D＝-0.002432898,
E＝-0.003180246,　F＝0.003782407,
G＝-0.002820486,　H＝0.000191789
（第７面）
ε＝0,
A＝0,　B＝-0.020362145,
C＝0.008979454,　D＝-0.006207219,
E＝0.001697490,　F＝-0.000192213,
G＝0,　H＝0
（第８面）
ε＝0,
A＝0,　B＝-0.016056764,
C＝0.000341911,　D＝-0.000043772,
E＝0,　F＝0,
G＝0,　H＝0
（第９面）
ε＝0,
A＝0,　B＝-0.007155939,
C＝-0.005176019,　D＝0.000926618,
E＝0,　F＝0,
G＝0,　H＝0
（第１０面）
ε＝-1.943,
A＝0,　B＝0.014272602,
C＝-0.015765073,　D＝0.004508486,
E＝-0.000807279,　F＝0.000064488,
G＝0,　H＝0
（第１１面）
ε＝0,
A＝0,　B＝-0.023500283,
C＝0.005383233,　D＝-0.001839436,
E＝0.000387975,　F＝-0.000026404,
G＝0,　H＝0
（第１２面）
ε＝-13.300,
A＝0,　B＝-0.019721644,
C＝0.003025290,　D＝-0.000417355,
E＝0.000028229,　F＝-0.000000744,
G＝0,　H＝0

【００４８】

（各合焦状態の数値データ）

	無限遠	最至近距離
D（０）	∞	100

D（6） 0.973 1.13

【００４９】

また、図５は、実施例２にかかる広角単焦点レンズの無限遠合焦状態における諸収差図である。図６は、実施例２にかかる広角単焦点レンズの最至近距離合焦状態における諸収差図である。図中、ｄはｄ線（λ＝５８８ｎｍ）、ｇはｇ線（λ＝４３６ｎｍ）、ＦはＦ線（λ＝４８６ｎｍ）、ＣはＣ線（λ＝６５６ｎｍ）、ｅはｅ線（λ＝５４６ｎｍ）に相当する波長の収差を表す。そして、像面湾曲図における符号Ｓ，Ｍは、それぞれサジタル像面、メリディオナル像面に対する収差を表す。

【実施例３】

【００５０】

図７は、実施例３にかかる広角単焦点レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。この広角単焦点レンズは、図示しない物体側から順に、正の屈折力を有する前群FG_3と、負の屈折力を有する後群RG_3とが配置されて構成される。また、後群RG_3と像面ＩＭＧとの間にはカバーガラスＣＧが配置されている。このカバーガラスＣＧは必要に応じて配置されるものであり、不要な場合は省略可能である。なお、像面ＩＭＧには、ＣＣＤやＣＭＯＳなどの撮像素子の受光面が配置される。

【００５１】

前群FG_3は、前記物体側から順に、正の屈折力を有する第１レンズ群G_{31}と、負の屈折力を有する第２レンズ群G_{32}と、正の屈折力を有する第３レンズ群G_{33}とが配置されて構成される。また、後群RG_3は、前記物体側から順に、負の屈折力を有する第４レンズ群G_{34}と、正の屈折力を有する第５レンズ群G_{35}と、負の屈折力を有する第６レンズ群G_{36}とが配置されて構成される。特に、第２レンズ群G_{32}は、前記物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズで構成されている。また、第３レンズ群G_{33}の前記物体側面には、所定の口径を規定する開口絞りＳＴが設けられている。第４レンズ群G_{34}は、像面ＩＭＧ側に凸面を向けた負のメニスカスレンズで構成されている。さらに、第６レンズ群G_{36}は、近軸では負の屈折力を有し周辺にいくにしたがって正の屈折力が強くなるレンズで構成されている。加えて、第１レンズ群G_{31}～第６レンズ群G_{36}を構成するレンズの両面には、それぞれ非球面が形成されている。

【００５２】

この広角単焦点レンズは、前群FG_3を光軸に沿って像面ＩＭＧ側から前記物体側へ移動させることにより無限遠合焦状態から最至近距離合焦状態までのフォーカシングを行う。

【００５３】

以下、実施例３にかかる広角単焦点レンズに関する各種数値データを示す。

【００５４】

有効焦点距離＝6.11

有効Ｆナンバ＝2.43

画角（２ω）＝68.69°

【００５５】

（条件式（１）に関する数値）

前群FG_3の焦点距離＝6.522

後群RG_3の焦点距離＝-15.281

F_{FG}/F_{RG}＝-0.43

【００５６】

$r_0=\infty$（物体面）

$d_0=D$（０）

$r_1=2.738$（非球面）

$d_1=1.107$ $nd_1=1.61$ $\nu d_1=57.74$

$r_2=10.533$（非球面）

$d_2=0.056$

D（6） 0.973 1.13

【００４９】

また、図５は、実施例２にかかる広角単焦点レンズの無限遠合焦状態における諸収差図である。図６は、実施例２にかかる広角単焦点レンズの最至近距離合焦状態における諸収差図である。図中、ｄはｄ線（λ＝５８８ｎｍ）、ｇはｇ線（λ＝４３６ｎｍ）、ＦはＦ線（λ＝４８６ｎｍ）、ＣはＣ線（λ＝６５６ｎｍ）、ｅはｅ線（λ＝５４６ｎｍ）に相当する波長の収差を表す。そして、像面湾曲図における符号Ｓ，Ｍは、それぞれサジタル像面、メリディオナル像面に対する収差を表す。

【実施例３】

【００５０】

図７は、実施例３にかかる広角単焦点レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。この広角単焦点レンズは、図示しない物体側から順に、正の屈折力を有する前群FG_3と、負の屈折力を有する後群RG_3とが配置されて構成される。また、後群RG_3と像面ＩＭＧとの間にはカバーガラスＣＧが配置されている。このカバーガラスＣＧは必要に応じて配置されるものであり、不要な場合は省略可能である。なお、像面ＩＭＧには、ＣＣＤやＣＭＯＳなどの撮像素子の受光面が配置される。

【００５１】

前群FG_3は、前記物体側から順に、正の屈折力を有する第１レンズ群G_{31}と、負の屈折力を有する第２レンズ群G_{32}と、正の屈折力を有する第３レンズ群G_{33}とが配置されて構成される。また、後群RG_3は、前記物体側から順に、負の屈折力を有する第４レンズ群G_{34}と、正の屈折力を有する第５レンズ群G_{35}と、負の屈折力を有する第６レンズ群G_{36}とが配置されて構成される。特に、第２レンズ群G_{32}は、前記物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズで構成されている。また、第３レンズ群G_{33}の前記物体側面には、所定の口径を規定する開口絞りＳＴが設けられている。第４レンズ群G_{34}は、像面ＩＭＧ側に凸面を向けた負のメニスカスレンズで構成されている。さらに、第６レンズ群G_{36}は、近軸では負の屈折力を有し周辺にいくにしたがって正の屈折力が強くなるレンズで構成されている。加えて、第１レンズ群G_{31}～第６レンズ群G_{36}を構成するレンズの両面には、それぞれ非球面が形成されている。

【００５２】

この広角単焦点レンズは、前群FG_3を光軸に沿って像面ＩＭＧ側から前記物体側へ移動させることにより無限遠合焦状態から最至近距離合焦状態までのフォーカシングを行う。

【００５３】

以下、実施例３にかかる広角単焦点レンズに関する各種数値データを示す。

【００５４】

有効焦点距離＝6.11

有効Ｆナンバ＝2.43

画角（２ω）＝68.69°

【００５５】

（条件式（１）に関する数値）

前群FG_3の焦点距離＝6.522

後群RG_3の焦点距離＝-15.281

F_{FG}/F_{RG}＝-0.43

【００５６】

$r_0=\infty$（物体面）

$d_0=D$（０）

r_1＝2.738（非球面）

d_1＝1.107 nd_1＝1.61 νd_1＝57.74

r_2＝10.533（非球面）

d_2＝0.056

$r_3 = 5.712$（非球面）
$d_3 = 0.421$　　$nd_2 = 1.61$　　$\nu d_2 = 25.58$
$r_4 = 2.455$（非球面）
$d_4 = 0.422$
$r_5 = \infty$（非球面）
$d_5 = 0.541$　　$nd_3 = 1.53$　　$\nu d_3 = 56.04$
$r_6 = -4.634$（非球面）
$d_6 = D$（6）
$r_7 = -13.344$（非球面）
$d_7 = 0.527$　　$nd_4 = 1.61$　　$\nu d_4 = 25.58$
$r_8 = 79.538$（非球面）
$d_8 = 0.193$
$r_9 = 53.524$（非球面）
$d_9 = 1.812$　　$nd_5 = 1.53$　　$\nu d_5 = 56.04$
$r_{10} = -1.932$（非球面）
$d_{10} = 0.505$
$r_{11} = -5.719$（非球面）
$d_{11} = 0.715$　　$nd_6 = 1.53$　　$\nu d_6 = 56.04$
$r_{12} = 2.023$（非球面）
$d_{12} = 0.390$
$r_{13} = \infty$
$d_{13} = 0.3$　　$nd_7 = 1.52$　　$\nu d_7 = 64.05$
$r_{14} = \infty$

【００５７】

円錐係数（ε）および非球面係数（A，B，C，D，E，F，G，H）

（第１面）
$\varepsilon = 0.121$,
$A = 0$,　　$B = 0.0010275$,
$C = 0.0008985$,　　$D = -8.2537459$,
$E = 6.4491000$,　　$F = 2.2820440$,
$G = -2.5301124$,　　$H = -2.5459249$

（第２面）
$\varepsilon = 35.995$,
$A = 0$,　　$B = 0.0099516$,
$C = 0.0042394$,　　$D = -0.0003814$,
$E = -0.0012842$,　　$F = -0.0005198$,
$G = -3.5438828$,　　$H = 0.0001130$

（第３面）
$\varepsilon = 12.642$,
$A = 0$,　　$B = 0.0043239$,
$C = 0.0033679$,　　$D = -0.0011472$,
$E = -0.0011501$,　　$F = -0.0014470$,
$G = -0.0007429$,　　$H = 0.0005928$

（第４面）
$\varepsilon = 3.042$,
$A = 0$,　　$B = -0.0034599$,
$C = -0.0098911$,　　$D = 0.0149039$,
$E = 0.0033314$,　　$F = -0.0130440$,
$G = -0.0155655$,　　$H = 0.0177541$

（第５面）

$r_3 = 5.712$（非球面）
$d_3 = 0.421$　　$nd_2 = 1.61$　　$\nu d_2 = 25.58$
$r_4 = 2.455$（非球面）
$d_4 = 0.422$
$r_5 = \infty$（非球面）
$d_5 = 0.541$　　$nd_3 = 1.53$　　$\nu d_3 = 56.04$
$r_6 = -4.634$（非球面）
$d_6 = D$（6）
$r_7 = -13.344$（非球面）
$d_7 = 0.527$　　$nd_4 = 1.61$　　$\nu d_4 = 25.58$
$r_8 = 79.538$（非球面）
$d_8 = 0.193$
$r_9 = 53.524$（非球面）
$d_9 = 1.812$　　$nd_5 = 1.53$　　$\nu d_5 = 56.04$
$r_{10} = -1.932$（非球面）
$d_{10} = 0.505$
$r_{11} = -5.719$（非球面）
$d_{11} = 0.715$　　$nd_6 = 1.53$　　$\nu d_6 = 56.04$
$r_{12} = 2.023$（非球面）
$d_{12} = 0.390$
$r_{13} = \infty$
$d_{13} = 0.3$　　$nd_7 = 1.52$　　$\nu d_7 = 64.05$
$r_{14} = \infty$

【００５７】

円錐係数（ε）および非球面係数（A，B，C，D，E，F，G，H）

（第１面）
$\varepsilon = 0.121$,
$A = 0$,　　$B = 0.0010275$,
$C = 0.0008985$,　　$D = -8.2537459$,
$E = 6.4491000$,　　$F = 2.2820440$,
$G = -2.5301124$,　　$H = -2.5459249$

（第２面）
$\varepsilon = 35.995$,
$A = 0$,　　$B = 0.0099516$,
$C = 0.0042394$,　　$D = -0.0003814$,
$E = -0.0012842$,　　$F = -0.0005198$,
$G = -3.5438828$,　　$H = 0.0001130$

（第３面）
$\varepsilon = 12.642$,
$A = 0$,　　$B = 0.0043239$,
$C = 0.0033679$,　　$D = -0.0011472$,
$E = -0.0011501$,　　$F = -0.0014470$,
$G = -0.0007429$,　　$H = 0.0005928$

（第４面）
$\varepsilon = 3.042$,
$A = 0$,　　$B = -0.0034599$,
$C = -0.0098911$,　　$D = 0.0149039$,
$E = 0.0033314$,　　$F = -0.0130440$,
$G = -0.0155655$,　　$H = 0.0177541$

（第５面）

ε＝0,
A＝0,　B＝-0.0139354,
C＝-0.0065543,　D＝0.0081614,
E＝0.0020669,　F＝-0.0086246,
G＝-0.0032424,　H＝0.0088306
（第６面）
ε＝10.656,
A＝0,　B＝-0.0126008,
C＝-0.0091307,　D＝0.0038975,
E＝-0.0002498,　F＝-0.0005058,
G＝-0.0025426,　H＝0.0016185
（第７面）
ε＝-5.559,
A＝0,　B＝-0.0127012,
C＝0.0072545,　D＝-0.0038008,
E＝0.0009218,　F＝-9.3800285,
G＝0,　H＝0
（第８面）
ε＝0,
A＝0,　B＝-0.0058734,
C＝0.0016693,　D＝-0.0002328,
E＝0,　F＝0,
G＝0,　H＝0
（第９面）
ε＝0,
A＝0,　B＝0.0021185,
C＝-0.0048681,　D＝0.0006093,
E＝0,　F＝0,
G＝0,　H＝0
（第１０面）
ε＝-2.899,
A＝0,　B＝0.0092267,
C＝-0.0119326,　D＝0.0031048,
E＝-0.0005238,　F＝3.9853439,
G＝0,　H＝0
（第１１面）
ε＝0,
A＝0,　B＝-0.0224193,
C＝0.0015359,　D＝-0.0010697,
E＝0.0002859,　F＝-2.0303169,
G＝0,　H＝0
（第１２面）
ε＝-7.518,
A＝0,　B＝-0.0155691,
C＝0.0027003,　D＝-0.0003269,
E＝1.9454919,　F＝-4.7913295,
G＝0,　H＝0
【００５８】
（各合焦状態の数値データ）

無限遠	最至近距離

ε＝0,
A＝0,　B＝-0.0139354,
C＝-0.0065543,　D＝0.0081614,
E＝0.0020669,　F＝-0.0086246,
G＝-0.0032424,　H＝0.0088306
（第６面）
ε＝10.656,
A＝0,　B＝-0.0126008,
C＝-0.0091307,　D＝0.0038975,
E＝-0.0002498,　F＝-0.0005058,
G＝-0.0025426,　H＝0.0016185
（第７面）
ε＝-5.559,
A＝0,　B＝-0.0127012,
C＝0.0072545,　D＝-0.0038008,
E＝0.0009218,　F＝-9.3800285,
G＝0,　H＝0
（第８面）
ε＝0,
A＝0,　B＝-0.0058734,
C＝0.0016693,　D＝-0.0002328,
E＝0,　F＝0,
G＝0,　H＝0
（第９面）
ε＝0,
A＝0,　B＝0.0021185,
C＝-0.0048681,　D＝0.0006093,
E＝0,　F＝0,
G＝0,　H＝0
（第１０面）
ε＝-2.899,
A＝0,　B＝0.0092267,
C＝-0.0119326,　D＝0.0031048,
E＝-0.0005238,　F＝3.9853439,
G＝0,　H＝0
（第１１面）
ε＝0,
A＝0,　B＝-0.0224193,
C＝0.0015359,　D＝-0.0010697,
E＝0.0002859,　F＝-2.0303169,
G＝0,　H＝0
（第１２面）
ε＝-7.518,
A＝0,　B＝-0.0155691,
C＝0.0027003,　D＝-0.0003269,
E＝1.9454919,　F＝-4.7913295,
G＝0,　H＝0
【００５８】
（各合焦状態の数値データ）

無限遠	最至近距離

D（0） ∞ 105
D（6） 0.820 1.242

【００５９】

また、図８は、実施例３にかかる広角単焦点レンズの無限遠合焦状態における諸収差図である。図９は、実施例３にかかる広角単焦点レンズの最至近距離合焦状態における諸収差図である。図中、ｄはｄ線（λ＝５８８ｎｍ）、ｇはｇ線（λ＝４３６ｎｍ）、ＦはＦ線（λ＝４８６ｎｍ）、ＣはＣ線（λ＝６５６ｎｍ）、ｅはｅ線（λ＝５４６ｎｍ）に相当する波長の収差を表す。そして、像面湾曲図における符号Ｓ，Ｍは、それぞれサジタル像面、メリディオナル像面に対する収差を表す。

【実施例４】

【００６０】

図１０は、実施例４にかかる広角単焦点レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。この広角単焦点レンズは、図示しない物体側から順に、正の屈折力を有する前群ＦＧ$_4$と、負の屈折力を有する後群ＲＧ$_4$とが配置されて構成される。また、後群ＲＧ$_4$と像面ＩＭＧとの間にはカバーガラスＣＧが配置されている。このカバーガラスＣＧは必要に応じて配置されるものであり、不要な場合は省略可能である。なお、像面ＩＭＧには，ＣＣＤやＣＭＯＳなどの撮像素子の受光面が配置される。

【００６１】

前群ＦＧ$_4$は、前記物体側から順に、正の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ$_{41}$と、負の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ$_{42}$と、正の屈折力を有する第３レンズ群Ｇ$_{43}$とが配置されて構成される。また、後群ＲＧ$_4$は、前記物体側から順に、負の屈折力を有する第４レンズ群Ｇ$_{44}$と、正の屈折力を有する第５レンズ群Ｇ$_{45}$と、負の屈折力を有する第６レンズ群Ｇ$_{46}$とが配置されて構成される。特に、第２レンズ群Ｇ$_{42}$は、前記物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズで構成されている。また、第２レンズ群Ｇ$_{42}$と第３レンズ群Ｇ$_{43}$との間には、所定の口径を規定する開口絞りＳＴが配置されている。第４レンズ群Ｇ$_{44}$は、像面ＩＭＧ側に凹面を向けた負のメニスカスレンズで構成されている。さらに、第６レンズ群Ｇ$_{46}$は、近軸では負の屈折力を有し周辺にいくにしたがって正の屈折力が強くなるレンズで構成されている。加えて、第１レンズ群Ｇ$_{41}$、第４レンズ群Ｇ$_{44}$、および第６レンズ群Ｇ$_{46}$を構成するレンズの両面には、それぞれ非球面が形成されている。

【００６２】

この広角単焦点レンズは、至近距離撮影時に、第４レンズ群Ｇ$_{44}$を光軸に沿って前記物体側から像面ＩＭＧ側へ移動させることによって、フォーカシングを行う。

【００６３】

以下、実施例４にかかる広角単焦点レンズに関する各種数値データを示す。

【００６４】

有効焦点距離＝6.15
有効Ｆナンバ＝2.35
画角（２ω）＝66.0°

【００６５】

（条件式（１）に関する数値）
前群ＦＧ$_4$の焦点距離＝6.357
後群ＲＧ$_4$の焦点距離＝-16.478
F_{FG}/F_{RG}＝-0.39

【００６６】

r_0＝∞（物体面）
d_0＝D（0）
r_1＝3.155872（非球面）
d_1＝1.055 nd_1＝1.61 νd_1＝57.74
r_2＝-189.0417（非球面）
d_2＝0.053

D（0） ∞ 105
D（6） 0.820 1.242

【0059】
また、図８は、実施例３にかかる広角単焦点レンズの無限遠合焦状態における諸収差図である。図９は、実施例３にかかる広角単焦点レンズの最至近距離合焦状態における諸収差図である。図中、ｄはｄ線（λ＝５８８ｎｍ）、ｇはｇ線（λ＝４３６ｎｍ）、ＦはＦ線（λ＝４８６ｎｍ）、ＣはＣ線（λ＝６５６ｎｍ）、ｅはｅ線（λ＝５４６ｎｍ）に相当する波長の収差を表す。そして、像面湾曲図における符号Ｓ，Ｍは、それぞれサジタル像面、メリディオナル像面に対する収差を表す。

【実施例４】

【0060】
図１０は、実施例４にかかる広角単焦点レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。この広角単焦点レンズは、図示しない物体側から順に、正の屈折力を有する前群FG_4と、負の屈折力を有する後群RG_4とが配置されて構成される。また、後群RG_4と像面ＩＭＧとの間にはカバーガラスＣＧが配置されている。このカバーガラスＣＧは必要に応じて配置されるものであり、不要な場合は省略可能である。なお、像面ＩＭＧには，ＣＣＤやＣＭＯＳなどの撮像素子の受光面が配置される。

【0061】
前群FG_4は、前記物体側から順に、正の屈折力を有する第１レンズ群G_{41}と、負の屈折力を有する第２レンズ群G_{42}と、正の屈折力を有する第３レンズ群G_{43}とが配置されて構成される。また、後群RG_4は、前記物体側から順に、負の屈折力を有する第４レンズ群G_{44}と、正の屈折力を有する第５レンズ群G_{45}と、負の屈折力を有する第６レンズ群G_{46}とが配置されて構成される。特に、第２レンズ群G_{42}は、前記物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズで構成されている。また、第２レンズ群G_{42}と第３レンズ群G_{43}との間には、所定の口径を規定する開口絞りＳＴが配置されている。第４レンズ群G_{44}は、像面ＩＭＧ側に凹面を向けた負のメニスカスレンズで構成されている。さらに、第６レンズ群G_{46}は、近軸では負の屈折力を有し周辺にいくにしたがって正の屈折力が強くなるレンズで構成されている。加えて、第１レンズ群G_{41}、第４レンズ群G_{44}、および第６レンズ群G_{46}を構成するレンズの両面には、それぞれ非球面が形成されている。

【0062】
この広角単焦点レンズは、至近距離撮影時に、第４レンズ群G_{44}を光軸に沿って前記物体側から像面ＩＭＧ側へ移動させることによって、フォーカシングを行う。

【0063】
以下、実施例４にかかる広角単焦点レンズに関する各種数値データを示す。

【0064】
有効焦点距離＝6.15
有効Ｆナンバ＝2.35
画角（２ω）＝66.0°

【0065】
（条件式（１）に関する数値）
前群FG_4の焦点距離＝6.357
後群RG_4の焦点距離＝-16.478
F_{FG}/F_{RG}＝-0.39

【0066】
$r_0=\infty$（物体面）
$d_0=D(0)$
r_1＝3.155872（非球面）
d_1＝1.055　nd_1＝1.61　νd_1＝57.74
r_2＝-189.0417（非球面）
d_2＝0.053

Espacenet

Bibliographic data: JP2012173299 (A) — 2012-09-10

IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS

Inventor(s):

Applicant(s): SONY CORP ± (SONY CORP)

Classification:
- **international:** ***G02B13/00; G02B13/18***
- **cooperative:** **G02B13/16**; **G02B7/08**; **H04N5/2254**; G02B9/34; G02B9/60; G02B9/62; G03B13/34; G03B17/14

Application number: JP20110031662 20110217

Priority number(s): JP20110031662 20110217

Also published as: US2012212842 (A1) CN102645721 (A)

Abstract of JP2012173299 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an imaging lens which is compact while performing focusing at high speed. ; SOLUTION: An imaging lens comprises, in order from an object side, a first lens group, a diaphragm, a second lens group having positive refractive power, and a third lens group having negative refractive power. The first lens group comprises at least one positive lens and one negative lens. The second lens group comprises, in order from an object side, a negative lens, a positive lens, and a positive lens. The second lens group moves in an optical axis direction at the time of focusing. ; COPYRIGHT: (C)2012,JPO&INPIT

Espacenet

Bibliographic data: JP2012173299 (A) — 2012-09-10

IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS

Inventor(s):

Applicant(s): SONY CORP ± (SONY CORP)

Classification:
- **international:** ***G02B13/00; G02B13/18***
- **cooperative:** **G02B13/16**; **G02B7/08**; **H04N5/2254**; G02B9/34; G02B9/60; G02B9/62; G03B13/34; G03B17/14

Application number: JP20110031662 20110217

Priority number(s): JP20110031662 20110217

Also published as: US2012212842 (A1) CN102645721 (A)

Abstract of JP2012173299 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an imaging lens which is compact while performing focusing at high speed. ; SOLUTION: An imaging lens comprises, in order from an object side, a first lens group, a diaphragm, a second lens group having positive refractive power, and a third lens group having negative refractive power. The first lens group comprises at least one positive lens and one negative lens. The second lens group comprises, in order from an object side, a negative lens, a positive lens, and a positive lens. The second lens group moves in an optical axis direction at the time of focusing. ; COPYRIGHT: (C)2012,JPO&INPIT

(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2012-173299
(P2012-173299A)
(43)公開日　平成24年9月10日(2012.9.10)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
G02B 13/00	(2006.01)	G02B	13/00	2H087
G02B 13/18	(2006.01)	G02B	13/18	

審査請求 未請求　請求項の数 8　OL　（全 26 頁）

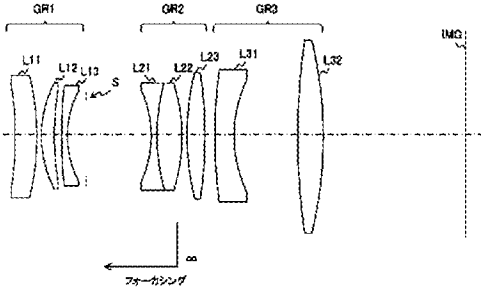
(21)出願番号　特願2011-31662(P2011-31662)
(22)出願日　平成23年2月17日(2011.2.17)

(71)出願人　000002185
ソニー株式会社
東京都港区港南１丁目７番１号
(74)代理人　100112955
弁理士　丸島　敏一
(72)発明者　細井　正晴
東京都港区港南１丁目７番１号　ソニー株式会社内
(72)発明者　大竹　基之
東京都港区港南１丁目７番１号　ソニー株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】撮像レンズおよび撮像装置

(57)【要約】
【課題】コンパクトでありながら高速にフォーカシングを行う撮像レンズを提供する。
【解決手段】撮像レンズは、物体側より順に、第１レンズ群と、絞りと、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群とから構成される。第１レンズ群は、少なくとも１枚の正レンズと、１枚の負レンズとから構成される。第２レンズ群は、物体側より順に、負レンズと、正レンズと、正レンズとから構成される。フォーカシングに際しては第２レンズ群が光軸方向に移動する。
【選択図】図１



(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2012-173299
(P2012-173299A)
(43)公開日　平成24年9月10日(2012.9.10)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
G02B 13/00	(2006.01)	G02B	13/00	2H087
G02B 13/18	(2006.01)	G02B	13/18	

審査請求 未請求　請求項の数 8　OL　（全 26 頁）

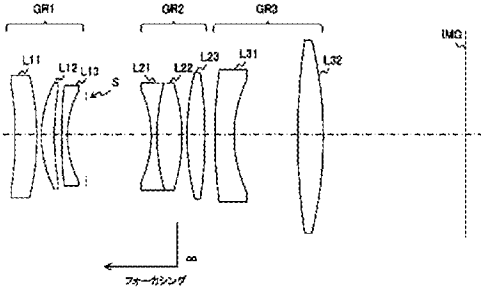
(21)出願番号　特願2011-31662 (P2011-31662)
(22)出願日　平成23年2月17日 (2011.2.17)

(71)出願人　000002185
ソニー株式会社
東京都港区港南１丁目７番１号
(74)代理人　100112955
弁理士　丸島　敏一
(72)発明者　細井　正晴
東京都港区港南１丁目７番１号　ソニー株式会社内
(72)発明者　大竹　基之
東京都港区港南１丁目７番１号　ソニー株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】撮像レンズおよび撮像装置

(57)【要約】
【課題】コンパクトでありながら高速にフォーカシングを行う撮像レンズを提供する。
【解決手段】撮像レンズは、物体側より順に、第１レンズ群と、絞りと、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群とから構成される。第１レンズ群は、少なくとも１枚の正レンズと、１枚の負レンズとから構成される。第２レンズ群は、物体側より順に、負レンズと、正レンズと、正レンズとから構成される。フォーカシングに際しては第２レンズ群が光軸方向に移動する。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
物体側より順に、第１レンズ群と、絞りと、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群とから構成され、
前記第１レンズ群は、少なくとも１枚の正レンズと、１枚の負レンズとから構成され、
前記第２レンズ群は、物体側より順に、負レンズと、正レンズと、正レンズとから構成され、
フォーカシングに際しては前記第２レンズ群が光軸方向に移動する撮像レンズ。
【請求項２】
以下の条件式（１）および（２）を満足する請求項１に記載の撮像レンズ。
条件式（１）：　０．１ ＜ β２ ＜ ０．８
条件式（２）：　１．１ ＜ β３ ＜ ３．０
但し、
β２：前記第２レンズ群の横倍率、
β３：前記第３レンズ群の横倍率
である。
【請求項３】
以下の条件式（３）、（４）および（５）を満足する請求項１記載の撮像レンズ。
条件式（３）：　Ｎｄ２１ ＜ １．７
条件式（４）：　Ｎｄ２２ ＜ １．７５
条件式（５）：　Ｎｄ２３ ＜ １．７５
但し、
Ｎｄ２１：　前記第２レンズ群の最も物体側のレンズの媒質のｄ線（波長５８７．６ｎｍ）に対する屈折率、
Ｎｄ２２：　前記第２レンズ群の物体側から２番目のレンズの媒質のｄ線（波長５８７．６ｎｍ）に対する屈折率、
Ｎｄ２３：　前記第２レンズ群の物体側から３番目のレンズの媒質のｄ線（波長５８７．６ｎｍ）に対する屈折率
である。
【請求項４】
以下の条件式（６）を満足する請求項１記載の撮像レンズ。
条件式（６）：　－１．５ ＜ ｆ２１／ｆ２ ＜ －０．３
但し、
ｆ２１：前記第２レンズ群の最も物体側のレンズの焦点距離、
ｆ２：前記第２レンズ群の焦点距離
である。
【請求項５】
前記第１レンズ群は、物体側より順に正レンズと負レンズとが貼り合わせされた接合レンズを含む
請求項１記載の撮像レンズ。
【請求項６】
前記第１レンズ群は、物体側より順に、正レンズと、正レンズと、負レンズとから構成される
請求項１記載の撮像レンズ。
【請求項７】
前記第３レンズ群は、物体側より順に、負レンズと、正レンズとから構成される
請求項１記載の撮像レンズ。
【請求項８】
物体側より順に、第１レンズ群と、絞りと、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群とから構成される撮像レンズと、

【特許請求の範囲】
【請求項１】
物体側より順に、第１レンズ群と、絞りと、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群とから構成され、
前記第１レンズ群は、少なくとも１枚の正レンズと、１枚の負レンズとから構成され、
前記第２レンズ群は、物体側より順に、負レンズと、正レンズと、正レンズとから構成され、
フォーカシングに際しては前記第２レンズ群が光軸方向に移動する撮像レンズ。
【請求項２】
以下の条件式（１）および（２）を満足する請求項１に記載の撮像レンズ。
条件式（１）：　０．１ ＜ β２ ＜ ０．８
条件式（２）：　１．１ ＜ β３ ＜ ３．０
但し、
β２：前記第２レンズ群の横倍率、
β３：前記第３レンズ群の横倍率
である。
【請求項３】
以下の条件式（３）、（４）および（５）を満足する請求項１記載の撮像レンズ。
条件式（３）：　Ｎｄ２１ ＜ １．７
条件式（４）：　Ｎｄ２２ ＜ １．７５
条件式（５）：　Ｎｄ２３ ＜ １．７５
但し、
Ｎｄ２１：　前記第２レンズ群の最も物体側のレンズの媒質のｄ線（波長５８７．６ｎｍ）に対する屈折率、
Ｎｄ２２：　前記第２レンズ群の物体側から２番目のレンズの媒質のｄ線（波長５８７．６ｎｍ）に対する屈折率、
Ｎｄ２３：　前記第２レンズ群の物体側から３番目のレンズの媒質のｄ線（波長５８７．６ｎｍ）に対する屈折率
である。
【請求項４】
以下の条件式（６）を満足する請求項１記載の撮像レンズ。
条件式（６）：　－１．５ ＜ ｆ２１／ｆ２ ＜ －０．３
但し、
ｆ２１：前記第２レンズ群の最も物体側のレンズの焦点距離、
ｆ２：前記第２レンズ群の焦点距離
である。
【請求項５】
前記第１レンズ群は、物体側より順に正レンズと負レンズとが貼り合わせされた接合レンズを含む
請求項１記載の撮像レンズ。
【請求項６】
前記第１レンズ群は、物体側より順に、正レンズと、正レンズと、負レンズとから構成される
請求項１記載の撮像レンズ。
【請求項７】
前記第３レンズ群は、物体側より順に、負レンズと、正レンズとから構成される
請求項１記載の撮像レンズ。
【請求項８】
物体側より順に、第１レンズ群と、絞りと、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群とから構成される撮像レンズと、

前記撮像レンズによって形成された光学像を電気的信号に変換する撮像素子と
を備え、
前記第１レンズ群は、少なくとも１枚の正レンズと、１枚の負レンズとから構成され、
前記第２レンズ群は、物体側より順に、負レンズと、正レンズと、正レンズとから構成され、
フォーカシングに際しては前記第２レンズ群が光軸方向に移動する撮像装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本技術は、撮像レンズおよび撮像装置に関する。詳しくは、いわゆるレンズ交換式デジタルカメラの交換レンズ装置に用いられる撮像レンズ系およびそれを用いた撮像装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、レンズ交換式デジタルカメラが急速に普及している。特にレンズ交換式カメラシステムにおいて、動画撮影が可能になったため、静止画だけでなく動画撮影にも適したレンズが求められている。動画撮影する際には被写体の急速な動きに追従するために、フォーカシングを行うレンズ群を高速に移動させる必要がある。
【０００３】
レンズ交換式カメラシステムのための、撮影画角が２５乃至４５度程度、Ｆ値が３．５以下の明るいレンズタイプとしてはいくつかの種類があるが、ガウス型レンズが広く知られている（例えば、特許文献１および２参照。）。ガウス型レンズは、フォーカシングに際して、レンズ全系またはその一部のレンズ群が光軸方向に移動する。また、ガウス型レンズ以外としては、正の屈折力を有する第１レンズ群と負の屈折力を有する第２レンズ群とを備え、フォーカシングの際には第１レンズ群を光軸方向に移動させるレンズ系が提案されている（例えば、特許文献３参照。）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開平６－３３７３４８号公報
【特許文献２】特開２００９－５８６５１号公報
【特許文献３】特開２００９－２１０９１０号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
上述のガウス型レンズでは、フォーカシングに際して、レンズ全系または絞りを挟んだ前群および後群が独立して光軸方向に移動する。この場合、動画撮影のためにレンズ全系を高速に移動させてフォーカシングしようとすると、フォーカシングレンズ群の重量が重いため、レンズを移動させるためのアクチュエータが大型化してしまい、鏡筒が大型化してしまうという問題がある。また、前群と後群を独立して移動させて高速フォーカシングしようとすると、複数のアクチュエータを鏡筒に搭載させるため、鏡筒サイズが大型化してしまうという問題がある。一方、ガウス型レンズ以外のレンズにおいては、物体側より正の屈折力を有する第１レンズ群と負の屈折力を有する第２レンズ群とを備え、フォーカシングに際して、第１レンズ群が光軸方向に移動する。この場合、動画撮影のために高速フォーカシングを行おうとすると、第１レンズ群の重量が重いため、駆動用のアクチュエータが大型化してしまい鏡筒サイズが大型化してしまうという問題がある。
【０００６】
本技術はこのような状況に鑑みて生み出されたものであり、コンパクトでありながら高速にフォーカシングを行う撮像レンズを提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】

前記撮像レンズによって形成された光学像を電気的信号に変換する撮像素子と
を備え、
前記第１レンズ群は、少なくとも１枚の正レンズと、１枚の負レンズとから構成され、
前記第２レンズ群は、物体側より順に、負レンズと、正レンズと、正レンズとから構成され、
フォーカシングに際しては前記第２レンズ群が光軸方向に移動する撮像装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本技術は、撮像レンズおよび撮像装置に関する。詳しくは、いわゆるレンズ交換式デジタルカメラの交換レンズ装置に用いられる撮像レンズ系およびそれを用いた撮像装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、レンズ交換式デジタルカメラが急速に普及している。特にレンズ交換式カメラシステムにおいて、動画撮影が可能になったため、静止画だけでなく動画撮影にも適したレンズが求められている。動画撮影する際には被写体の急速な動きに追従するために、フォーカシングを行うレンズ群を高速に移動させる必要がある。
【０００３】
レンズ交換式カメラシステムのための、撮影画角が２５乃至４５度程度、Ｆ値が３．５以下の明るいレンズタイプとしてはいくつかの種類があるが、ガウス型レンズが広く知られている（例えば、特許文献１および２参照。）。ガウス型レンズは、フォーカシングに際して、レンズ全系またはその一部のレンズ群が光軸方向に移動する。また、ガウス型レンズ以外としては、正の屈折力を有する第１レンズ群と負の屈折力を有する第２レンズ群とを備え、フォーカシングの際には第１レンズ群を光軸方向に移動させるレンズ系が提案されている（例えば、特許文献３参照。）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開平６－３３７３４８号公報
【特許文献２】特開２００９－５８６５１号公報
【特許文献３】特開２００９－２１０９１０号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
上述のガウス型レンズでは、フォーカシングに際して、レンズ全系または絞りを挟んだ前群および後群が独立して光軸方向に移動する。この場合、動画撮影のためにレンズ全系を高速に移動させてフォーカシングしようとすると、フォーカシングレンズ群の重量が重いため、レンズを移動させるためのアクチュエータが大型化してしまい、鏡筒が大型化してしまうという問題がある。また、前群と後群を独立して移動させて高速フォーカシングしようとすると、複数のアクチュエータを鏡筒に搭載させるため、鏡筒サイズが大型化してしまうという問題がある。一方、ガウス型レンズ以外のレンズにおいては、物体側より正の屈折力を有する第１レンズ群と負の屈折力を有する第２レンズ群とを備え、フォーカシングに際して、第１レンズ群が光軸方向に移動する。この場合、動画撮影のために高速フォーカシングを行おうとすると、第１レンズ群の重量が重いため、駆動用のアクチュエータが大型化してしまい鏡筒サイズが大型化してしまうという問題がある。
【０００６】
本技術はこのような状況に鑑みて生み出されたものであり、コンパクトでありながら高速にフォーカシングを行う撮像レンズを提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】

【０００７】
本技術は、上述の問題点を解消するためになされたものであり、その第１の側面は、物体側より順に、第１レンズ群と、絞りと、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群とから構成され、上記第１レンズ群は、少なくとも１枚の正レンズと、１枚の負レンズとから構成され、上記第２レンズ群は、物体側より順に、負レンズと、正レンズと、正レンズとから構成され、フォーカシングに際しては上記第２レンズ群が光軸方向に移動する撮像レンズである。これにより、第２レンズ群を軽重量化することにより、フォーカシングレンズ群としての第２レンズ群を小型のアクチュエータによって高速に移動させるという作用をもたらす。
【０００８】
また、この第１の側面において、以下の条件式（１）および（２）を満足するようにしてもよい。
条件式（１）：　０．１ ＜ β２ ＜ ０．８、
条件式（２）：　１．１ ＜ β３ ＜ ３．０
但し、β２は上記第２レンズ群の横倍率、β３は上記第３レンズ群の横倍率である。
【０００９】
また、この第１の側面において、以下の条件式（３）、（４）および（５）を満足するようにしてもよい。
条件式（３）：　Ｎｄ２１ ＜ １．７、
条件式（４）：　Ｎｄ２２ ＜ １．７５、
条件式（５）：　Ｎｄ２３ ＜ １．７５
但し、Ｎｄ２１は上記第２レンズ群の最も物体側のレンズの媒質のｄ線（波長５８７．６ｎｍ）に対する屈折率、Ｎｄ２２は上記第２レンズ群の物体側から２番目のレンズの媒質のｄ線（波長５８７．６ｎｍ）に対する屈折率、Ｎｄ２３は上記第２レンズ群の物体側から３番目のレンズの媒質のｄ線（波長５８７．６ｎｍ）に対する屈折率である。
【００１０】
また、この第１の側面において、以下の条件式（６）を満足するようにしてもよい。
条件式（６）：　－１．５ ＜ ｆ２１／ｆ２ ＜ －０．３
但し、ｆ２１は上記第２レンズ群の最も物体側のレンズの焦点距離、ｆ２は上記第２レンズ群の焦点距離である。
【００１１】
また、この第１の側面において、上記第１レンズ群は、物体側より順に正レンズと負レンズとが貼り合わせされた接合レンズを含んでもよい。また、この第１の側面において、上記第１レンズ群は、物体側より順に、正レンズと、正レンズと、負レンズとから構成されてもよい。
【００１２】
また、この第１の側面において、上記第３レンズ群は、物体側より順に、負レンズと、正レンズとから構成されてもよい。
【００１３】
また、本技術の第２の側面は、物体側より順に、第１レンズ群と、絞りと、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群とから構成される撮像レンズと、上記撮像レンズによって形成された光学像を電気的信号に変換する撮像素子とを備え、上記第１レンズ群は、少なくとも１枚の正レンズと、１枚の負レンズとから構成され、上記第２レンズ群は、物体側より順に、負レンズと、正レンズと、正レンズとから構成され、フォーカシングに際しては上記第２レンズ群が光軸方向に移動する撮像装置である。これにより、第２レンズ群を軽重量化することにより、フォーカシングレンズ群としての第２レンズ群を小型のアクチュエータによって高速に移動させるという作用をもたらす。
【発明の効果】
【００１４】
本技術によれば、コンパクトでありながら高速にフォーカシングを行う撮像レンズを提

【０００７】
本技術は、上述の問題点を解消するためになされたものであり、その第１の側面は、物体側より順に、第１レンズ群と、絞りと、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群とから構成され、上記第１レンズ群は、少なくとも１枚の正レンズと、１枚の負レンズとから構成され、上記第２レンズ群は、物体側より順に、負レンズと、正レンズと、正レンズとから構成され、フォーカシングに際しては上記第２レンズ群が光軸方向に移動する撮像レンズである。これにより、第２レンズ群を軽重量化することにより、フォーカシングレンズ群としての第２レンズ群を小型のアクチュエータによって高速に移動させるという作用をもたらす。
【０００８】
また、この第１の側面において、以下の条件式（１）および（２）を満足するようにしてもよい。
条件式（１）：　０．１ ＜ β２ ＜ ０．８、
条件式（２）：　１．１ ＜ β３ ＜ ３．０
但し、β２は上記第２レンズ群の横倍率、β３は上記第３レンズ群の横倍率である。
【０００９】
また、この第１の側面において、以下の条件式（３）、（４）および（５）を満足するようにしてもよい。
条件式（３）：　Ｎｄ２１ ＜ １．７、
条件式（４）：　Ｎｄ２２ ＜ １．７５、
条件式（５）：　Ｎｄ２３ ＜ １．７５
但し、Ｎｄ２１は上記第２レンズ群の最も物体側のレンズの媒質のｄ線（波長５８７．６ｎｍ）に対する屈折率、Ｎｄ２２は上記第２レンズ群の物体側から２番目のレンズの媒質のｄ線（波長５８７．６ｎｍ）に対する屈折率、Ｎｄ２３は上記第２レンズ群の物体側から３番目のレンズの媒質のｄ線（波長５８７．６ｎｍ）に対する屈折率である。
【００１０】
また、この第１の側面において、以下の条件式（６）を満足するようにしてもよい。
条件式（６）：　－１．５ ＜ ｆ２１／ｆ２ ＜ －０．３
但し、ｆ２１は上記第２レンズ群の最も物体側のレンズの焦点距離、ｆ２は上記第２レンズ群の焦点距離である。
【００１１】
また、この第１の側面において、上記第１レンズ群は、物体側より順に正レンズと負レンズとが貼り合わせされた接合レンズを含んでもよい。また、この第１の側面において、上記第１レンズ群は、物体側より順に、正レンズと、正レンズと、負レンズとから構成されてもよい。
【００１２】
また、この第１の側面において、上記第３レンズ群は、物体側より順に、負レンズと、正レンズとから構成されてもよい。
【００１３】
また、本技術の第２の側面は、物体側より順に、第１レンズ群と、絞りと、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群とから構成される撮像レンズと、上記撮像レンズによって形成された光学像を電気的信号に変換する撮像素子とを備え、上記第１レンズ群は、少なくとも１枚の正レンズと、１枚の負レンズとから構成され、上記第２レンズ群は、物体側より順に、負レンズと、正レンズと、正レンズとから構成され、フォーカシングに際しては上記第２レンズ群が光軸方向に移動する撮像装置である。これにより、第２レンズ群を軽重量化することにより、フォーカシングレンズ群としての第２レンズ群を小型のアクチュエータによって高速に移動させるという作用をもたらす。
【発明の効果】
【００１４】
本技術によれば、コンパクトでありながら高速にフォーカシングを行う撮像レンズを提

供することができるという優れた効果を奏し得る。

【図面の簡単な説明】

【００１５】

【図１】第１の実施の形態における撮像レンズのレンズ構成を示す図である。
【図２】第１の実施の形態による撮像レンズの無限遠合焦時における各収差図である。
【図３】第１の実施の形態による撮像レンズの近距離合焦時における各収差図である。
【図４】第２の実施の形態における撮像レンズのレンズ構成を示す図である。
【図５】第２の実施の形態による撮像レンズの無限遠合焦時における各収差図である。
【図６】第２の実施の形態による撮像レンズの近距離合焦時における各収差図である。
【図７】第３の実施の形態における撮像レンズのレンズ構成を示す図である。
【図８】第３の実施の形態による撮像レンズの無限遠合焦時における各収差図である。
【図９】第３の実施の形態による撮像レンズの近距離合焦時における各収差図である。
【図１０】第４の実施の形態における撮像レンズのレンズ構成を示す図である。
【図１１】第４の実施の形態による撮像レンズの無限遠合焦時における各収差図である。
【図１２】第４の実施の形態による撮像レンズの近距離合焦時における各収差図である。
【図１３】第５の実施の形態における撮像レンズのレンズ構成を示す図である。
【図１４】第５の実施の形態による撮像レンズの無限遠合焦時における各収差図である。
【図１５】第５の実施の形態による撮像レンズの近距離合焦時における各収差図である。
【図１６】第１乃至第５の実施の形態による撮像レンズを撮像装置１００に適用した例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１６】

本開示における撮像レンズは、物体側より順に、第１レンズ群ＧＲ１と、絞りＳと、正の屈折力を有する第２レンズ群ＧＲ２と、負の屈折力を有する第３レンズ群ＧＲ３とから構成される。第１レンズ群ＧＲ１は少なくとも１枚の正レンズＬ１２と、１枚の負レンズＬ１３とから構成される。第２レンズ群ＧＲ２は物体側より順に、負レンズＬ２１と、正レンズＬ２２と、正レンズＬ２３とから構成される。フォーカシングに際して、第２レンズ群ＧＲ２が光軸方向に移動する。

【００１７】

第２レンズ群ＧＲ２は絞りＳの直後に配置されており、レンズの外形が小さいため、重量が軽く、小型アクチュエータで高速に移動させることが可能である。したがって、第２レンズ群ＧＲ２をフォーカシングレンズ群に使用することにより、鏡筒サイズをコンパクトに保ちながら、フォーカシングレンズ群を高速に移動することができる。

【００１８】

また、第２レンズ群ＧＲ２が正の屈折力を有し、第３レンズ群ＧＲ３が負の屈折力を有するパワー配置により、第２レンズ群ＧＲ２が光軸方向に移動した際に、第２レンズ群ＧＲ２の移動量に対する像面位置の変動量の比（ピント敏感度）を大きくすることができる。そして、ピント敏感度を大きくすることにより、フォーカスストロークを短くすることができるため、レンズ全長を短くすることができる。

【００１９】

本開示における撮像レンズは以下の条件式（１）を満足することが望ましい。

$$0.1 < \beta 2 < 0.8 \quad \cdots (1)$$

但し、

$\beta 2$：第２レンズ群ＧＲ２の横倍率

である。横倍率は像面上の倍率を示す。

【００２０】

条件式（１）は、第２レンズ群ＧＲ２の横倍率を規定している。条件式（１）を下回ると、第２レンズ群ＧＲ２のパワーが強くなり過ぎるため、偏芯敏感度が大きくなり、製造難易度が上がってしまう。条件式（１）を上回ると、ピント敏感度が小さくなるため、フォーカスストロークが長くなり、レンズ全長が長くなってしまう。

供することができるという優れた効果を奏し得る。

【図面の簡単な説明】

【００１５】

【図１】第１の実施の形態における撮像レンズのレンズ構成を示す図である。

【図２】第１の実施の形態による撮像レンズの無限遠合焦時における各収差図である。

【図３】第１の実施の形態による撮像レンズの近距離合焦時における各収差図である。

【図４】第２の実施の形態における撮像レンズのレンズ構成を示す図である。

【図５】第２の実施の形態による撮像レンズの無限遠合焦時における各収差図である。

【図６】第２の実施の形態による撮像レンズの近距離合焦時における各収差図である。

【図７】第３の実施の形態における撮像レンズのレンズ構成を示す図である。

【図８】第３の実施の形態による撮像レンズの無限遠合焦時における各収差図である。

【図９】第３の実施の形態による撮像レンズの近距離合焦時における各収差図である。

【図１０】第４の実施の形態における撮像レンズのレンズ構成を示す図である。

【図１１】第４の実施の形態による撮像レンズの無限遠合焦時における各収差図である。

【図１２】第４の実施の形態による撮像レンズの近距離合焦時における各収差図である。

【図１３】第５の実施の形態における撮像レンズのレンズ構成を示す図である。

【図１４】第５の実施の形態による撮像レンズの無限遠合焦時における各収差図である。

【図１５】第５の実施の形態による撮像レンズの近距離合焦時における各収差図である。

【図１６】第１乃至第５の実施の形態による撮像レンズを撮像装置１００に適用した例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１６】

本開示における撮像レンズは、物体側より順に、第１レンズ群ＧＲ１と、絞りＳと、正の屈折力を有する第２レンズ群ＧＲ２と、負の屈折力を有する第３レンズ群ＧＲ３とから構成される。第１レンズ群ＧＲ１は少なくとも１枚の正レンズＬ１２と、１枚の負レンズＬ１３とから構成される。第２レンズ群ＧＲ２は物体側より順に、負レンズＬ２１と、正レンズＬ２２と、正レンズＬ２３とから構成される。フォーカシングに際して、第２レンズ群ＧＲ２が光軸方向に移動する。

【００１７】

第２レンズ群ＧＲ２は絞りＳの直後に配置されており、レンズの外形が小さいため、重量が軽く、小型アクチュエータで高速に移動させることが可能である。したがって、第２レンズ群ＧＲ２をフォーカシングレンズ群に使用することにより、鏡筒サイズをコンパクトに保ちながら、フォーカシングレンズ群を高速に移動することができる。

【００１８】

また、第２レンズ群ＧＲ２が正の屈折力を有し、第３レンズ群ＧＲ３が負の屈折力を有するパワー配置により、第２レンズ群ＧＲ２が光軸方向に移動した際に、第２レンズ群ＧＲ２の移動量に対する像面位置の変動量の比（ピント敏感度）を大きくすることができる。そして、ピント敏感度を大きくすることにより、フォーカスストロークを短くすることができるため、レンズ全長を短くすることができる。

【００１９】

本開示における撮像レンズは以下の条件式（１）を満足することが望ましい。

$$0.1 < \beta 2 < 0.8 \quad \cdots (1)$$

但し、

$\beta 2$：第２レンズ群ＧＲ２の横倍率

である。横倍率は像面上の倍率を示す。

【００２０】

条件式（１）は、第２レンズ群ＧＲ２の横倍率を規定している。条件式（１）を下回ると、第２レンズ群ＧＲ２のパワーが強くなり過ぎるため、偏芯敏感度が大きくなり、製造難易度が上がってしまう。条件式（１）を上回ると、ピント敏感度が小さくなるため、フォーカスストロークが長くなり、レンズ全長が長くなってしまう。

【００２１】
なお、本開示における撮像レンズは条件式（１）の数値範囲を以下の条件式（１′）に設定することが好ましい。
０．１５ ＜ β２ ＜ ０．７ ・・・（１′）
【００２２】
また、本開示における撮像レンズは条件式（１）の数値範囲を以下の条件式（１′′）の通りに設定することがより好ましい。条件式（１′′）の数値範囲に設定することにより、偏芯敏感度を抑えながら、レンズ全長をさらに小型化することができる。
０．１５ ＜ β２ ＜ ０．６ ・・・（１′′）
【００２３】
また、本開示における撮像レンズは以下の条件式（２）を満足することが望ましい。
１．１ ＜ β３ ＜ ３．０ ・・・（２）
但し、
β３：第３レンズ群ＧＲ３の横倍率
である。
【００２４】
条件式（２）は、第３レンズ群ＧＲ３の横倍率を規定している。条件式（２）を下回ると、ピント敏感度が小さくなるため、フォーカスストロークが長くなり、レンズ全長が長くなってしまう。条件式（２）を上回ると、第３レンズ群ＧＲ３のパワーが強くなり過ぎるため、偏芯敏感度が大きくなり、製造難易度が上がってしまう。
【００２５】
なお、本開示における撮像レンズは条件式（２）の数値範囲を以下の条件式（２′）に設定することがより望ましい。
１．１ ＜ β３ ＜ ２．０ ・・・（２′）
【００２６】
また、本開示における撮像レンズは条件式（２）の数値範囲を以下の条件式（２′′）の通りに設定することがより好ましい。条件式（２′′）の数値範囲に設定することにより、偏芯敏感度を抑えながら、レンズ全長をさらに小型化することができる。
１．２＜ β３ ＜ １．８ ・・・（２′′）
【００２７】
また、本開示における撮像レンズは、以下の条件式（３）、（４）および（５）を満足することが望ましい。
Ｎｄ２１ ＜ １．７ ・・・（３）、
Ｎｄ２２ ＜ １．７５ ・・・（４）、
Ｎｄ２３ ＜ １．７５ ・・・（５）
但し、
Ｎｄ２１：前記Ｌ２１レンズの媒質のｄ線（波長５８７．６ｎｍ）に対する屈折率、
Ｎｄ２２：前記Ｌ２２レンズの媒質のｄ線（波長５８７．６ｎｍ）に対する屈折率、
Ｎｄ２３：前記Ｌ２３レンズの媒質のｄ線（波長５８７．６ｎｍ）に対する屈折率
である。
【００２８】
条件式（３）は第２レンズ群ＧＲ２の負レンズＬ２１の媒質のｄ線に対する屈折率を規定している。条件式（４）および（５）はそれぞれ第２レンズ群ＧＲ２の正レンズＬ２２およびＬ２３の媒質のｄ線に対する屈折率を規定している。条件式（３）、（４）および（５）を上回ると、媒質の比重が大きくなり、レンズ重量が重くなるため、フォーカシング群を移動させるためのアクチュエータが大型化し、鏡筒サイズが大きくなってしまう。
【００２９】
なお、本開示における撮像レンズは条件式（３）の数値範囲を以下の条件式（３′）の範囲に設定することが好ましい。以下の数値範囲に設定することにより、第２レンズ群ＧＲ２の重量をより軽量化することができる。

【００２１】
なお、本開示における撮像レンズは条件式（１）の数値範囲を以下の条件式（１′）に設定することが好ましい。
０．１５ ＜ β２ ＜ ０．７ ・・・（１′）
【００２２】
また、本開示における撮像レンズは条件式（１）の数値範囲を以下の条件式（１′′）の通りに設定することがより好ましい。条件式（１′′）の数値範囲に設定することにより、偏芯敏感度を抑えながら、レンズ全長をさらに小型化することができる。
０．１５ ＜ β２ ＜ ０．６ ・・・（１′′）
【００２３】
また、本開示における撮像レンズは以下の条件式（２）を満足することが望ましい。
１．１ ＜ β３ ＜ ３．０ ・・・（２）
但し、
β３：第３レンズ群ＧＲ３の横倍率
である。
【００２４】
条件式（２）は、第３レンズ群ＧＲ３の横倍率を規定している。条件式（２）を下回ると、ピント敏感度が小さくなるため、フォーカスストロークが長くなり、レンズ全長が長くなってしまう。条件式（２）を上回ると、第３レンズ群ＧＲ３のパワーが強くなり過ぎるため、偏芯敏感度が大きくなり、製造難易度が上がってしまう。
【００２５】
なお、本開示における撮像レンズは条件式（２）の数値範囲を以下の条件式（２′）に設定することがより望ましい。
１．１ ＜ β３ ＜ ２．０ ・・・（２′）
【００２６】
また、本開示における撮像レンズは条件式（２）の数値範囲を以下の条件式（２′′）の通りに設定することがより好ましい。条件式（２′′）の数値範囲に設定することにより、偏芯敏感度を抑えながら、レンズ全長をさらに小型化することができる。
１．２＜ β３ ＜ １．８ ・・・（２′′）
【００２７】
また、本開示における撮像レンズは、以下の条件式（３）、（４）および（５）を満足することが望ましい。
Ｎｄ２１ ＜ １．７ ・・・（３）、
Ｎｄ２２ ＜ １．７５ ・・・（４）、
Ｎｄ２３ ＜ １．７５ ・・・（５）
但し、
Ｎｄ２１：前記Ｌ２１レンズの媒質のｄ線（波長５８７．６ｎｍ）に対する屈折率、
Ｎｄ２２：前記Ｌ２２レンズの媒質のｄ線（波長５８７．６ｎｍ）に対する屈折率、
Ｎｄ２３：前記Ｌ２３レンズの媒質のｄ線（波長５８７．６ｎｍ）に対する屈折率
である。
【００２８】
条件式（３）は第２レンズ群ＧＲ２の負レンズＬ２１の媒質のｄ線に対する屈折率を規定している。条件式（４）および（５）はそれぞれ第２レンズ群ＧＲ２の正レンズＬ２２およびＬ２３の媒質のｄ線に対する屈折率を規定している。条件式（３）、（４）および（５）を上回ると、媒質の比重が大きくなり、レンズ重量が重くなるため、フォーカシング群を移動させるためのアクチュエータが大型化し、鏡筒サイズが大きくなってしまう。
【００２９】
なお、本開示における撮像レンズは条件式（３）の数値範囲を以下の条件式（３′）の範囲に設定することが好ましい。以下の数値範囲に設定することにより、第２レンズ群ＧＲ２の重量をより軽量化することができる。

Ｎｄ２１ ＜ １．６ ・・・（３′）

【００３０】

本開示における撮像レンズは以下の条件式（６）を満足することが望ましい。

－１．５ ＜ ｆ２１／ｆ２ ＜ －０．３ ・・・（６）

但し、

ｆ２１：Ｌ２１レンズの焦点距離、

ｆ２：第２レンズ群の焦点距離

である。

【００３１】

条件式（６）は第２レンズ群ＧＲ２の焦点距離に対する第２レンズ群ＧＲ２の最も物体側に配置されたＬ２１レンズの焦点距離を規定している。条件式（６）を下回ると、Ｌ２１レンズのパワーが小さくなり過ぎるため、収差補正の効果が小さくなり、軸上色収差と倍率色収差が悪化する。条件式（６）を上回るとＬ２１レンズのパワーが強くなり過ぎるため、第２レンズ群ＧＲ２内の相対偏芯に対する敏感度が大きくなり、製造難易度が高くなってしまう。

【００３２】

なお、本開示における撮像レンズは条件式（６）の数値範囲を以下の条件式（６′）の範囲に設定することが好ましい。

－１．２ ＜ ｆ２１／ｆ２ ＜ －０．４ ・・・（６′）

【００３３】

また、本開示における撮像レンズは条件式（６）の数値範囲を以下の条件式（６′′）の通りに設定することがより好ましい。条件式（６′′）の数値範囲に設定することにより、偏芯敏感度を抑えながら、色収差をさらに補正することができる。

－１．０ ＜ ｆ２１／ｆ２ ＜ －０．５ ・・・（６′′）

【００３４】

本開示における撮像レンズは、第１レンズ群ＧＲ１が物体側より、正レンズＬ１２および負レンズＬ１３が貼りあわされた接合レンズにより構成されることが望ましい。この構成にすることで、軸上色収差、倍率色収差を良好に補正しながら、第１レンズ群ＧＲ１の厚さを薄くすることができるため、鏡筒サイズをコンパクトに保ったまま、良好な性能を得ることができる。

【００３５】

また、第１レンズ群ＧＲ１は、物体側より順に、正レンズＬ１１、正レンズＬ１２、負レンズＬ１３により構成されることが望ましい。この構成にすることで、軸外収差、特にコマ収差、倍率色収差を良好に補正することができる。

【００３６】

本開示における撮像レンズは、負の屈折力を有する第３レンズ群ＧＲ３が、物体側より順に負レンズＬ３１および正レンズＬ３２により構成されることが望ましい。この構成にすることで、軸外収差、特に歪曲収差、非点収差、像面湾曲を良好に補正することができる。

【００３７】

以下、本技術を実施するための形態（以下、実施の形態と称する）について説明する。説明は以下の順序により行う。

１．第１の実施の形態（数値実施例１）
２．第２の実施の形態（数値実施例２）
３．第３の実施の形態（数値実施例３）
４．第４の実施の形態（数値実施例４）
５．第５の実施の形態（数値実施例５）
６．適用例（撮像装置）

【００３８】

なお、以下の各表や説明において示した記号の意味等については、下記に示す通りであ

Ｎｄ２１ ＜ １．６ ・・・（３′）

【００３０】

本開示における撮像レンズは以下の条件式（６）を満足することが望ましい。

－１．５ ＜ ｆ２１／ｆ２ ＜ －０．３ ・・・（６）

但し、

ｆ２１：Ｌ２１レンズの焦点距離、

ｆ２：第２レンズ群の焦点距離

である。

【００３１】

条件式（６）は第２レンズ群ＧＲ２の焦点距離に対する第２レンズ群ＧＲ２の最も物体側に配置されたＬ２１レンズの焦点距離を規定している。条件式（６）を下回ると、Ｌ２１レンズのパワーが小さくなり過ぎるため、収差補正の効果が小さくなり、軸上色収差と倍率色収差が悪化する。条件式（６）を上回るとＬ２１レンズのパワーが強くなり過ぎるため、第２レンズ群ＧＲ２内の相対偏芯に対する敏感度が大きくなり、製造難易度が高くなってしまう。

【００３２】

なお、本開示における撮像レンズは条件式（６）の数値範囲を以下の条件式（６′）の範囲に設定することが好ましい。

－１．２ ＜ ｆ２１／ｆ２ ＜ －０．４ ・・・（６′）

【００３３】

また、本開示における撮像レンズは条件式（６）の数値範囲を以下の条件式（６′′）の通りに設定することがより好ましい。条件式（６′′）の数値範囲に設定することにより、偏芯敏感度を抑えながら、色収差をさらに補正することができる。

－１．０ ＜ ｆ２１／ｆ２ ＜ －０．５ ・・・（６′′）

【００３４】

本開示における撮像レンズは、第１レンズ群ＧＲ１が物体側より、正レンズＬ１２および負レンズＬ１３が貼りあわされた接合レンズにより構成されることが望ましい。この構成にすることで、軸上色収差、倍率色収差を良好に補正しながら、第１レンズ群ＧＲ１の厚さを薄くすることができるため、鏡筒サイズをコンパクトに保ったまま、良好な性能を得ることができる。

【００３５】

また、第１レンズ群ＧＲ１は、物体側より順に、正レンズＬ１１、正レンズＬ１２、負レンズＬ１３により構成されることが望ましい。この構成にすることで、軸外収差、特にコマ収差、倍率色収差を良好に補正することができる。

【００３６】

本開示における撮像レンズは、負の屈折力を有する第３レンズ群ＧＲ３が、物体側より順に負レンズＬ３１および正レンズＬ３２により構成されることが望ましい。この構成にすることで、軸外収差、特に歪曲収差、非点収差、像面湾曲を良好に補正することができる。

【００３７】

以下、本技術を実施するための形態（以下、実施の形態と称する）について説明する。説明は以下の順序により行う。

１．第１の実施の形態（数値実施例１）
２．第２の実施の形態（数値実施例２）
３．第３の実施の形態（数値実施例３）
４．第４の実施の形態（数値実施例４）
５．第５の実施の形態（数値実施例５）
６．適用例（撮像装置）

【００３８】

なお、以下の各表や説明において示した記号の意味等については、下記に示す通りであ

る。すなわち、「面番号」は物体側から数えてｉ番目の面、「Ｒｉ」は前記ｉ番目の面の曲率半径、「Ｄｉ」は物体側から数えてｉ番目の面とｉ＋１番目の面との間の軸上面間隔（レンズ中心厚あるいは空気間隔）である。「Ｎｉ」は第ｉレンズを構成する材質のｄ線（波長５８７．６ｎｍ）における屈折率、「νｉ」は第ｉレンズを構成する材質のｄ線（波長５８７．６ｎｍ）におけるアッベ数、「ｆ」はレンズ全系の焦点距離、「Ｆｎｏ」は開放Ｆ値、「ω」は半画角を示すものとする。また「∞」は当該面が平面であることを、「ＡＳＰ」は当該面が非球面（aspherical）であることをそれぞれ示す。また、軸上面間隔「Ｄｉ」のうち可変間隔に関しては「可変」と表示する。

【００３９】

また、各実施の形態において用いられる撮像レンズには、レンズ面が非球面によって構成されるものがある。レンズ面の頂点から光軸方向の距離を「ｘ」、光軸と垂直な方向の高さを「ｙ」、レンズ頂点での近軸曲率を「ｃ」、円錐（コーニック）定数を「κ」とすると、

$$x = cy^2 / (1 + (1 - (1 + \kappa) c^2 y^2)^{1/2}) + A2y^2 + A4y^4 + A6y^6 + A8y^8 + A10y^{10}$$

によって定義されるものとする。なお、Ａ２、Ａ４、Ａ６、Ａ８およびＡ１０は、それぞれ第２次、第４次、第６次、第８次および第１０次の非球面係数である。

【００４０】

＜１．第１の実施の形態＞

［レンズ構成］

図１は、本技術の第１の実施の形態における撮像レンズのレンズ構成を示す図である。第１レンズ群ＧＲ１は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズＬ１１と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ１２と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズＬ１３とから構成される。

【００４１】

第２レンズ群ＧＲ２は、物体側より順に、両凹レンズＬ２１および両凸レンズＬ２２が貼り合わされた接合レンズと、両面に非球面が形成された両凸レンズＬ２３とから構成される。

【００４２】

第３レンズ群ＧＲ３は、物体側より順に、像側の面に非球面を有して物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ３１と、両凸レンズＬ３２とから構成される。第３レンズ群ＧＲ３全体、または、第３レンズ群ＧＲ３の負レンズＬ３１を光軸に対して垂直方向へ移動させることにより、像シフトさせることが可能である。

【００４３】

なお、第１レンズ群ＧＲ１と第２レンズ群ＧＲ２との間には絞りＳが配置され、第３レンズ群ＧＲ３と像面ＩＭＧとの間には（図示しない）フィルタが配置される。

【００４４】

［撮像レンズの緒元］

表１に、第１の実施の形態における撮像レンズに具体的数値を適用した数値実施例１のレンズデータを示す。

る。すなわち、「面番号」は物体側から数えてｉ番目の面、「Ｒｉ」は前記ｉ番目の面の曲率半径、「Ｄｉ」は物体側から数えてｉ番目の面とｉ＋１番目の面との間の軸上面間隔（レンズ中心厚あるいは空気間隔）である。「Ｎｉ」は第ｉレンズを構成する材質のｄ線（波長５８７．６ｎｍ）における屈折率、「νｉ」は第ｉレンズを構成する材質のｄ線（波長５８７．６ｎｍ）におけるアッベ数、「ｆ」はレンズ全系の焦点距離、「Ｆｎｏ」は開放Ｆ値、「ω」は半画角を示すものとする。また「∞」は当該面が平面であることを、「ＡＳＰ」は当該面が非球面（aspherical）であることをそれぞれ示す。また、軸上面間隔「Ｄｉ」のうち可変間隔に関しては「可変」と表示する。

【００３９】

また、各実施の形態において用いられる撮像レンズには、レンズ面が非球面によって構成されるものがある。レンズ面の頂点から光軸方向の距離を「ｘ」、光軸と垂直な方向の高さを「ｙ」、レンズ頂点での近軸曲率を「ｃ」、円錐（コーニック）定数を「κ」とすると、

$$x = cy^2 / (1 + (1 - (1 + \kappa) c^2 y^2)^{1/2}) + A2y^2 + A4y^4 + A6y^6 + A8y^8 + A10y^{10}$$

によって定義されるものとする。なお、Ａ２、Ａ４、Ａ６、Ａ８およびＡ１０は、それぞれ第２次、第４次、第６次、第８次および第１０次の非球面係数である。

【００４０】

＜１．第１の実施の形態＞

［レンズ構成］

図１は、本技術の第１の実施の形態における撮像レンズのレンズ構成を示す図である。第１レンズ群ＧＲ１は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズＬ１１と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ１２と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズＬ１３とから構成される。

【００４１】

第２レンズ群ＧＲ２は、物体側より順に、両凹レンズＬ２１および両凸レンズＬ２２が貼り合わされた接合レンズと、両面に非球面が形成された両凸レンズＬ２３とから構成される。

【００４２】

第３レンズ群ＧＲ３は、物体側より順に、像側の面に非球面を有して物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ３１と、両凸レンズＬ３２とから構成される。第３レンズ群ＧＲ３全体、または、第３レンズ群ＧＲ３の負レンズＬ３１を光軸に対して垂直方向へ移動させることにより、像シフトさせることが可能である。

【００４３】

なお、第１レンズ群ＧＲ１と第２レンズ群ＧＲ２との間には絞りＳが配置され、第３レンズ群ＧＲ３と像面ＩＭＧとの間には（図示しない）フィルタが配置される。

【００４４】

［撮像レンズの緒元］

表１に、第１の実施の形態における撮像レンズに具体的数値を適用した数値実施例１のレンズデータを示す。

【表１】

面No.	R	D	Nd	νd
1	-60.813	3.000	1.83481	42.72
2	-37.737	0.600		
3	15.859	1.964	1.883	40.8048
4	48.769	1.000		
5	170.562	0.700	1.62004	36.3
6	12.114	2.580		
7	無限	D7		
8	-15.000	0.800	1.58144	40.89
9	26.413	3.500	1.6968	55.4589
10	-21.926	0.600		
11(ASP)	31.168	2.500	1.6935	53.2
12(ASP)	-58.500	D12		
13	120.188	2.500	1.69895	30.05
14(ASP)	18.151	8.911		
15	84.783	3.500	1.883	40.8048
16	-53.590	20.231		

【００４５】

この第１の実施の形態における撮像レンズでは、第１１面、第１２面、第１４面は、上述の通り非球面形状によって構成されている。これら各面の円錐定数κ、第４次、第６次、第８次および第１０次の非球面係数Ａ１１、Ａ１２およびＡ１４を、表２に示す。

【表２】

面No.	K	A4	A6	A8	A10
11	0.00000	-4.96424E-07	-2.17785E-07	7.60814E-09	-7.48032E-11
12	0.00000	3.33386E-06	-2.66074E-07	8.71827E-09	-7.92793E-11
14	0.00000	8.46006E-06	-1.29807E-07	9.95149E-10	-6.60302E-12

【００４６】

この第１の実施の形態において、広角端から望遠端へとレンズ位置が変化する際に、以下の各レンズ群の間隔が変化する。すなわち、第１レンズ群ＧＲ１と絞りとの間の間隔Ｄ７、第２レンズ群ＧＲ２と第３レンズ群ＧＲ３との間の間隔Ｄ１２である。無限遠合焦時および近距離合焦時における間隔Ｄ７およびＤ１２の各数値、焦点距離ｆ、開放Ｆ値Ｆｎｏ、半画角ω、ならびに、横倍率βを、表３に示す。

【表１】

面No.	R	D	Nd	νd
1	-60.813	3.000	1.83481	42.72
2	-37.737	0.600		
3	15.859	1.964	1.883	40.8048
4	48.769	1.000		
5	170.562	0.700	1.62004	36.3
6	12.114	2.580		
7	無限	D7		
8	-15.000	0.800	1.58144	40.89
9	26.413	3.500	1.6968	55.4589
10	-21.926	0.600		
11(ASP)	31.168	2.500	1.6935	53.2
12(ASP)	-58.500	D12		
13	120.188	2.500	1.69895	30.05
14(ASP)	18.151	8.911		
15	84.783	3.500	1.883	40.8048
16	-53.590	20.231		

【００４５】

この第１の実施の形態における撮像レンズでは、第１１面、第１２面、第１４面は、上述の通り非球面形状によって構成されている。これら各面の円錐定数κ、第４次、第６次、第８次および第１０次の非球面係数Ａ１１、Ａ１２およびＡ１４を、表２に示す。

【表２】

面No.	K	A4	A6	A8	A10
11	0.00000	-4.96424E-07	-2.17785E-07	7.60814E-09	-7.48032E-11
12	0.00000	3.33386E-06	-2.66074E-07	8.71827E-09	-7.92793E-11
14	0.00000	8.46006E-06	-1.29807E-07	9.95149E-10	-6.60302E-12

【００４６】

この第１の実施の形態において、広角端から望遠端へとレンズ位置が変化する際に、以下の各レンズ群の間隔が変化する。すなわち、第１レンズ群ＧＲ１と絞りとの間の間隔Ｄ７、第２レンズ群ＧＲ２と第３レンズ群ＧＲ３との間の間隔Ｄ１２である。無限遠合焦時および近距離合焦時における間隔Ｄ７およびＤ１２の各数値、焦点距離ｆ、開放Ｆ値Ｆｎｏ、半画角ω、ならびに、横倍率βを、表３に示す。

【表３】

	無限遠合焦時	近距離合焦時
Fno	2.86	-
f	36.05	-
ω	20.96	-
β	0.000	-0.025
D7	9.030	8.442
D12	1.496	2.084

【００４７】
［撮像レンズの収差］
図２および３に第１の実施の形態による撮像レンズの各収差図を示す。図２は、第１の実施の形態による撮像レンズの無限遠合焦時における各収差図である。図３は、第１の実施の形態による撮像レンズの近距離合焦時における各収差図である。それぞれにおいて、（ａ）球面収差図、（ｂ）非点収差図および（ｃ）歪曲収差図をそれぞれ示している。
【００４８】
なお、球面収差図において、実線はｄ線（５８７．６ｎｍ）、破線はｃ線（波長６５６．３ｎｍ）、一点鎖線はｇ線（波長４３５．８ｎｍ）における値を示す。また、非点収差図において、実線Ｓはサジタル像面、破線Ｍはメリディオナル像面における値を示す。
【００４９】
＜２．第２の実施の形態＞
［レンズ構成］
図４は、本技術の第２の実施の形態における撮像レンズのレンズ構成を示す図である。第１レンズ群ＧＲ１は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ１１と、両凸レンズＬ１２および両凹レンズＬ１３が貼り合わされた接合レンズとにより構成される。
【００５０】
第２レンズ群ＧＲ２は、物体側より順に、両凹レンズＬ２１および両凸レンズＬ２２が貼り合わされた接合レンズと、両面に非球面が形成された両凸レンズＬ２３とから構成される。
【００５１】
第３レンズ群ＧＲ３は、像側の面に非球面が形成された両凹レンズＬ３１から構成される。第３レンズ群ＧＲ３を光軸に対して垂直方向へ移動させることにより、像シフトさせることが可能である。
【００５２】
なお、第１レンズ群ＧＲ１と第２レンズ群ＧＲ２との間には絞りＳが配置され、第３レンズ群ＧＲ３と像面ＩＭＧとの間には（図示しない）フィルタが配置される。
【００５３】
［撮像レンズの緒元］
表４に、第２の実施の形態における撮像レンズに具体的数値を適用した数値実施例２のレンズデータを示す。

【表３】

	無限遠合焦時	近距離合焦時
Fno	2.86	-
f	36.05	-
ω	20.96	-
β	0.000	-0.025
D7	9.030	8.442
D12	1.496	2.084

【００４７】
［撮像レンズの収差］
図２および３に第１の実施の形態による撮像レンズの各収差図を示す。図２は、第１の実施の形態による撮像レンズの無限遠合焦時における各収差図である。図３は、第１の実施の形態による撮像レンズの近距離合焦時における各収差図である。それぞれにおいて、（ａ）球面収差図、（ｂ）非点収差図および（ｃ）歪曲収差図をそれぞれ示している。
【００４８】
なお、球面収差図において、実線はｄ線（５８７．６ｎｍ）、破線はｃ線（波長６５６．３ｎｍ）、一点鎖線はｇ線（波長４３５．８ｎｍ）における値を示す。また、非点収差図において、実線Ｓはサジタル像面、破線Ｍはメリディオナル像面における値を示す。
【００４９】
＜２．第２の実施の形態＞
［レンズ構成］
図４は、本技術の第２の実施の形態における撮像レンズのレンズ構成を示す図である。第１レンズ群ＧＲ１は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ１１と、両凸レンズＬ１２および両凹レンズＬ１３が貼り合わされた接合レンズとにより構成される。
【００５０】
第２レンズ群ＧＲ２は、物体側より順に、両凹レンズＬ２１および両凸レンズＬ２２が貼り合わされた接合レンズと、両面に非球面が形成された両凸レンズＬ２３とから構成される。
【００５１】
第３レンズ群ＧＲ３は、像側の面に非球面が形成された両凹レンズＬ３１から構成される。第３レンズ群ＧＲ３を光軸に対して垂直方向へ移動させることにより、像シフトさせることが可能である。
【００５２】
なお、第１レンズ群ＧＲ１と第２レンズ群ＧＲ２との間には絞りＳが配置され、第３レンズ群ＧＲ３と像面ＩＭＧとの間には（図示しない）フィルタが配置される。
【００５３】
［撮像レンズの緒元］
表４に、第２の実施の形態における撮像レンズに具体的数値を適用した数値実施例２のレンズデータを示す。

【表４】

面No.	R	D	Nd	νd
1	24.353	1.000	1.835	42.9836
2	18.311	0.100		
3	14.042	3.967	1.618	63.3949
4	-30.020	0.700	1.56732	42.8164
5	35.226	1.932		
6	無限	D6		
7	-11.800	0.800	1.54072	47.2264
8	12.919	3.000	1.6968	55.4589
9	-36.540	3.497		
10(ASP)	32.388	3.100	1.58913	61.2517
11(ASP)	-17.277	D11		
12	-23.739	1.000	1.51742	52.4301
13(ASP)	30.184	15.000		

【００５４】

この第２の実施の形態における撮像レンズでは、第１０面、第１１面、第１３面は、上述の通り非球面形状によって構成されている。これら各面の円錐定数κ、第４次、第６次、第８次および第１０次の非球面係数Ａ１１、Ａ１２およびＡ１４を、表５に示す。

【表５】

面No.	K	A4	A6	A8	A10
10	0.00000	-1.70253E-05	-6.72182E-07	2.70525E-08	-4.17159E-10
11	0.00000	1.10666E-04	-1.51704E-06	4.70307E-08	-5.60590E-10
13	0.00000	-2.68580E-05	-2.17266E-08	2.37596E-09	-1.44058E-11

【００５５】

この第２の実施の形態において、広角端から望遠端へとレンズ位置が変化する際に、以下の各レンズ群の間隔が変化する。すなわち、第１レンズ群ＧＲ１と絞りとの間の間隔Ｄ６、第２レンズ群ＧＲ２と第３レンズ群ＧＲ３との間の間隔Ｄ１１である。無限遠合焦時および近距離合焦時における間隔Ｄ６およびＤ１１の各数値、焦点距離ｆ、開放Ｆ値Ｆｎｏ、半画角ω、ならびに、横倍率βを、表６に示す。

【表４】

面No.	R	D	Nd	νd
1	24.353	1.000	1.835	42.9836
2	18.311	0.100		
3	14.042	3.967	1.618	63.3949
4	-30.020	0.700	1.56732	42.8164
5	35.226	1.932		
6	無限	D6		
7	-11.800	0.800	1.54072	47.2264
8	12.919	3.000	1.6968	55.4589
9	-36.540	3.497		
10(ASP)	32.388	3.100	1.58913	61.2517
11(ASP)	-17.277	D11		
12	-23.739	1.000	1.51742	52.4301
13(ASP)	30.184	15.000		

【００５４】

この第２の実施の形態における撮像レンズでは、第１０面、第１１面、第１３面は、上述の通り非球面形状によって構成されている。これら各面の円錐定数κ、第４次、第６次、第８次および第１０次の非球面係数Ａ１１、Ａ１２およびＡ１４を、表５に示す。

【表５】

面No.	K	A4	A6	A8	A10
10	0.00000	-1.70253E-05	-6.72182E-07	2.70525E-08	-4.17159E-10
11	0.00000	1.10666E-04	-1.51704E-06	4.70307E-08	-5.60590E-10
13	0.00000	-2.68580E-05	-2.17266E-08	2.37596E-09	-1.44058E-11

【００５５】

この第２の実施の形態において、広角端から望遠端へとレンズ位置が変化する際に、以下の各レンズ群の間隔が変化する。すなわち、第１レンズ群ＧＲ１と絞りとの間の間隔Ｄ６、第２レンズ群ＧＲ２と第３レンズ群ＧＲ３との間の間隔Ｄ１１である。無限遠合焦時および近距離合焦時における間隔Ｄ６およびＤ１１の各数値、焦点距離ｆ、開放Ｆ値Ｆｎｏ、半画角ω、ならびに、横倍率βを、表６に示す。

【表６】

	無限遠合焦時	近距離合焦時
Fno	2.88	-
f	35.44	-
ω	20.88	-
β	0.000	-0.025
D6	6.065	5.630
D11	4.796	5.231

【００５６】
［撮像レンズの収差］
図５および６に第２の実施の形態による撮像レンズの各収差図を示す。図５は、第２の実施の形態による撮像レンズの無限遠合焦時における各収差図である。図６は、第２の実施の形態による撮像レンズの近距離合焦時における各収差図である。それぞれにおいて、（ａ）球面収差図、（ｂ）非点収差図および（ｃ）歪曲収差図をそれぞれ示している。なお、各収差図における線種は第１の実施の形態において説明したものと同様である。
【００５７】
＜３．第３の実施の形態＞
［レンズ構成］
図７は、本技術の第３の実施の形態における撮像レンズのレンズ構成を示す図である。第１レンズ群ＧＲ１は、物体側より順に、両凸レンズＬ１２および両凹レンズＬ１３が貼り合わされた接合レンズにより構成される。
【００５８】
第２レンズ群ＧＲ２は、物体側より順に、両凹レンズＬ２１および両凸レンズＬ２２が貼り合わされた接合レンズと、両面に非球面が形成された両凸レンズＬ２３とから構成される。
【００５９】
第３レンズ群ＧＲ３は、像側の面に非球面が形成された両凹レンズＬ３１から構成される。第３レンズ群ＧＲ３を光軸に対して垂直方向へ移動させることにより、像シフトさせることが可能である。
【００６０】
なお、第１レンズ群ＧＲ１と第２レンズ群ＧＲ２との間には絞りＳが配置され、第３レンズ群ＧＲ３と像面ＩＭＧとの間には（図示しない）フィルタが配置される。
【００６１】
［撮像レンズの緒元］
表７に、第３の実施の形態における撮像レンズに具体的数値を適用した数値実施例３のレンズデータを示す。

【表６】

	無限遠合焦時	近距離合焦時
Fno	2.88	-
f	35.44	-
ω	20.88	-
β	0.000	-0.025
D6	6.065	5.630
D11	4.796	5.231

【００５６】
［撮像レンズの収差］
図５および６に第２の実施の形態による撮像レンズの各収差図を示す。図５は、第２の実施の形態による撮像レンズの無限遠合焦時における各収差図である。図６は、第２の実施の形態による撮像レンズの近距離合焦時における各収差図である。それぞれにおいて、（ａ）球面収差図、（ｂ）非点収差図および（ｃ）歪曲収差図をそれぞれ示している。なお、各収差図における線種は第１の実施の形態において説明したものと同様である。
【００５７】
＜３．第３の実施の形態＞
［レンズ構成］
図７は、本技術の第３の実施の形態における撮像レンズのレンズ構成を示す図である。第１レンズ群ＧＲ１は、物体側より順に、両凸レンズＬ１２および両凹レンズＬ１３が貼り合わされた接合レンズにより構成される。
【００５８】
第２レンズ群ＧＲ２は、物体側より順に、両凹レンズＬ２１および両凸レンズＬ２２が貼り合わされた接合レンズと、両面に非球面が形成された両凸レンズＬ２３とから構成される。
【００５９】
第３レンズ群ＧＲ３は、像側の面に非球面が形成された両凹レンズＬ３１から構成される。第３レンズ群ＧＲ３を光軸に対して垂直方向へ移動させることにより、像シフトさせることが可能である。
【００６０】
なお、第１レンズ群ＧＲ１と第２レンズ群ＧＲ２との間には絞りＳが配置され、第３レンズ群ＧＲ３と像面ＩＭＧとの間には（図示しない）フィルタが配置される。
【００６１】
［撮像レンズの緒元］
表７に、第３の実施の形態における撮像レンズに具体的数値を適用した数値実施例３のレンズデータを示す。

【表７】

面No.	R	D	Nd	νd
1	14.782	3.321	1.618	63.3949
2	-21.244	0.700	1.56732	42.8164
3	23.345	2.157		
4	無限	D4		
5	-11.800	0.800	1.54072	47.2264
6	15.768	3.000	1.6968	55.4589
7	-34.427	3.066		
8(ASP)	34.374	3.100	1.58913	61.2517
9(ASP)	-16.084	D9		
10	-21.742	1.000	1.51742	52.4301
11(ASP)	31.954	15.000		

【００６２】

この第３の実施の形態における撮像レンズでは、第８面、第９面、第１１面は、上述の通り非球面形状によって構成されている。これら各面の円錐定数κ、第４次、第６次、第８次および第１０次の非球面係数Ａ１１、Ａ１２およびＡ１４を、表８に示す。

【表８】

面No.	K	A4	A6	A8	A10
8	0.00000	-2.61965E-05	-3.92289E-07	2.55508E-08	-4.27043E-10
9	0.00000	1.04178E-04	-1.42254E-06	5.10545E-08	-6.26924E-10
11	0.00000	-3.05215E-05	6.76709E-08	5.81535E-10	-1.30870E-12

【００６３】

この第３の実施の形態において、広角端から望遠端へとレンズ位置が変化する際に、以下の各レンズ群の間隔が変化する。すなわち、第１レンズ群ＧＲ１と絞りとの間の間隔Ｄ４、第２レンズ群ＧＲ２と第３レンズ群ＧＲ３との間の間隔Ｄ９である。無限遠合焦時および近距離合焦時における間隔Ｄ４およびＤ９の各数値、焦点距離ｆ、開放Ｆ値Ｆｎｏ、半画角ω、ならびに、横倍率βを、表９に示す。

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

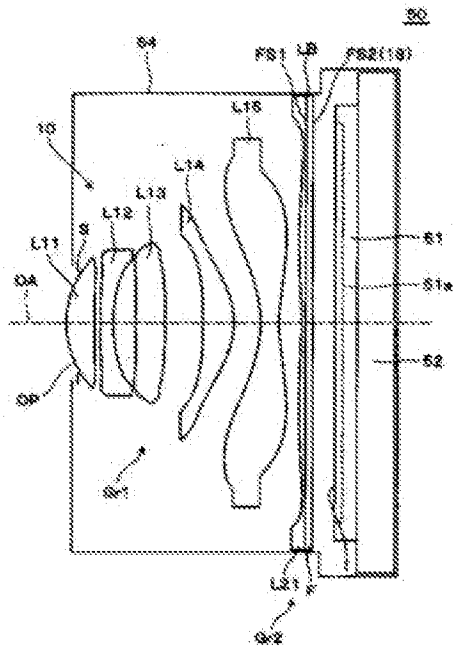
(11)Publication number : 2013-182090
(43)Date of publication of application : 12.09.2013

(51)Int.Cl. *G02B 13/02 (2006.01)*
G02B 13/18 (2006.01)

(21)Application number : 2012-044878
(22)Date of filing : 29.02.2012

(71)Applicant : KONICA MINOLTA INC
(72)Inventor : SANO EIGO
SATO MASAE
ISHIKAWA RYOTA

(54) IMAGING LENS, IMAGING APPARATUS, AND PORTABLE TERMINAL



(57)Abstract:
PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a small imaging lens that has a bright F value and is satisfactorily corrected in various aberrations.
SOLUTION: An imaging lens 10 satisfies a conditional expression (1) -0.70<fg1r/|fg2|<-0.01, where fg1r is the focal distance of the lens closest to an image in a first lens group Gr1 (i.e., a fifth lens L15), and fg2 is the focal distance of a second lens group Gr2. The imaging lens can maintain a tele-photo type and restrict an increase in the entire length of the imaging lens 10, by being set within the upper limit of the conditional expression (1). The imaging lens prevents the negative focal distance of the fifth lens L15 closest to the image in the first lens group Gr1 from becoming too short by being set beyond the lower limit. Accordingly, occurrence of distortion aberration can be restricted.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

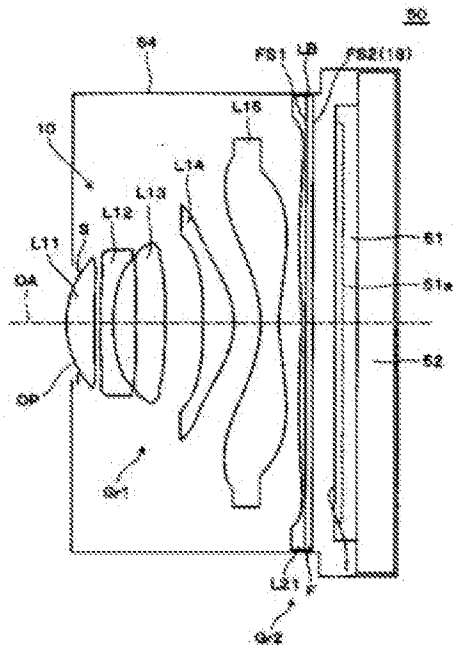
(11)Publication number : 2013-182090
(43)Date of publication of application : 12.09.2013

(51)Int.Cl. *G02B 13/02 (2006.01)*
G02B 13/18 (2006.01)

(21)Application number : 2012-044878
(22)Date of filing : 29.02.2012

(71)Applicant : KONICA MINOLTA INC
(72)Inventor : SANO EIGO
SATO MASAE
ISHIKAWA RYOTA

(54) IMAGING LENS, IMAGING APPARATUS, AND PORTABLE TERMINAL



(57)Abstract:
PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a small imaging lens that has a bright F value and is satisfactorily corrected in various aberrations.
SOLUTION: An imaging lens 10 satisfies a conditional expression (1) -0.70<fg1r/|fg2|<-0.01, where fg1r is the focal distance of the lens closest to an image in a first lens group Gr1 (i.e., a fifth lens L15), and fg2 is the focal distance of a second lens group Gr2. The imaging lens can maintain a tele-photo type and restrict an increase in the entire length of the imaging lens 10, by being set within the upper limit of the conditional expression (1). The imaging lens prevents the negative focal distance of the fifth lens L15 closest to the image in the first lens group Gr1 from becoming too short by being set beyond the lower limit. Accordingly, occurrence of distortion aberration can be restricted.

(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2013-182090
(P2013-182090A)
(43)公開日　平成25年9月12日(2013.9.12)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
G02B 13/02	(2006.01)	G02B	13/02	2H087
G02B 13/18	(2006.01)	G02B	13/18	

審査請求 未請求　請求項の数 16　ＯＬ　（全 27 頁）

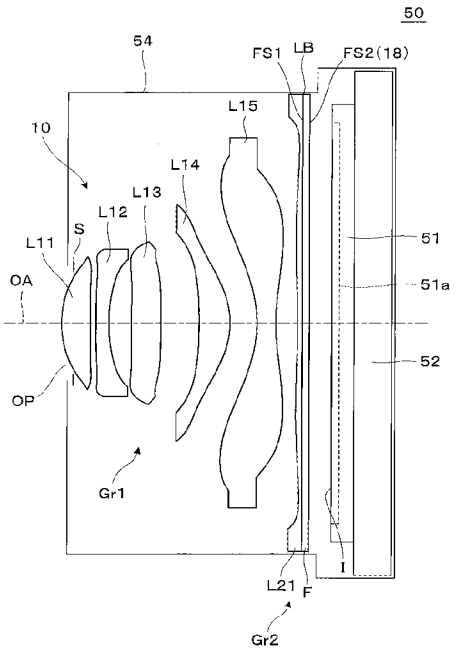
(21)出願番号　特願2012-44878(P2012-44878)
(22)出願日　平成24年2月29日(2012.2.29)

(71)出願人　000001270
コニカミノルタ株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目７番２号
(74)代理人　100109221
弁理士　福田　充広
(72)発明者　佐野　永悟
東京都八王子市石川町２９７０番地　コニカミノルタオプト株式会社内
(72)発明者　佐藤　正江
東京都八王子市石川町２９７０番地　コニカミノルタオプト株式会社内
(72)発明者　石川　亮太
東京都八王子市石川町２９７０番地　コニカミノルタオプト株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】撮像レンズ、撮像装置、及び携帯端末

(57)【要約】
【課題】Ｆ値が明く、諸収差が良好に補正された、小型の撮像レンズを提供すること。
【解決手段】撮像レンズ１０は、条件式（１）
　-0.70＜ｆｇ１ｒ／｜ｆｇ２｜＜-0.01　…　（１）
を満足する。ただし、ｆｇ１ｒは、第１レンズ群Ｇｒ１中の最像側レンズ（具体的には第５レンズＬ１５）の焦点距離であり、ｆｇ２は、第２レンズ群Ｇｒ２の焦点距離である。
　条件式（１）の上限を下回るようにすることで、テレフォトタイプを維持でき、撮像レンズ１０全長の大型化を抑えられる。一方、下限を上回ることで、第１レンズ群Ｇｒ１の最も像側の第５レンズＬ１５の負の焦点距離が小さくなり過ぎないので、歪曲収差の発生を抑えられる。
【選択図】図１



(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2013-182090
(P2013-182090A)
(43)公開日　平成25年9月12日(2013.9.12)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
G02B 13/02	(2006.01)	G02B	13/02	2H087
G02B 13/18	(2006.01)	G02B	13/18	

審査請求 未請求　請求項の数 16　ＯＬ　（全 27 頁）

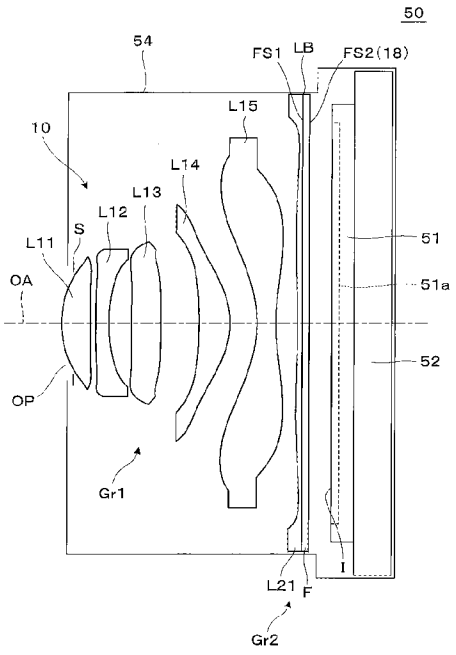
(21)出願番号　特願2012-44878(P2012-44878)
(22)出願日　平成24年2月29日(2012.2.29)

(71)出願人　000001270
コニカミノルタ株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目７番２号
(74)代理人　100109221
弁理士　福田　充広
(72)発明者　佐野　永悟
東京都八王子市石川町２９７０番地　コニカミノルタオプト株式会社内
(72)発明者　佐藤　正江
東京都八王子市石川町２９７０番地　コニカミノルタオプト株式会社内
(72)発明者　石川　亮太
東京都八王子市石川町２９７０番地　コニカミノルタオプト株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】撮像レンズ、撮像装置、及び携帯端末

(57)【要約】
【課題】Ｆ値が明く、諸収差が良好に補正された、小型の撮像レンズを提供すること。
【解決手段】撮像レンズ１０は、条件式（１）
　-0.70＜ｆｇ１ｒ／｜ｆｇ２｜＜-0.01　…　（１）
を満足する。ただし、ｆｇ１ｒは、第１レンズ群Ｇｒ１中の最像側レンズ（具体的には第５レンズＬ１５）の焦点距離であり、ｆｇ２は、第２レンズ群Ｇｒ２の焦点距離である。
　条件式（１）の上限を下回るようにすることで、テレフォトタイプを維持でき、撮像レンズ１０全長の大型化を抑えられる。一方、下限を上回ることで、第１レンズ群Ｇｒ１の最も像側の第５レンズＬ１５の負の焦点距離が小さくなり過ぎないので、歪曲収差の発生を抑えられる。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
撮像素子の撮像面に被写体像を結像させるための撮像レンズであって、
物体側より順に、第１レンズ群と、第２レンズ群とからなり、
前記第１レンズ群は、全体で正の屈折力を有し、少なくとも４枚以上のレンズで構成され、
前記第１レンズ群中の最像側レンズは、負レンズであり、
前記第２レンズ群は、平行平板である基板の物体側面及び像側面のうち少なくとも一方の面上にレンズ部が形成された１つのレンズブロックで構成され、
以下の条件式を満足する撮像レンズ。
－０．７０＜ｆｇ１ｒ／｜ｆｇ２｜＜－０．０１　…　（１）
ただし、
ｆｇ１ｒ：前記第１レンズ群中の前記最像側レンズの焦点距離
ｆｇ２：前記第２レンズ群の焦点距離
【請求項２】
以下の条件式を満足する請求項１に記載の撮像レンズ。
０．０１＜ｆ／｜ｆｇ２｜＜０．７０　…　（２）
ただし、
ｆ：撮像レンズ全系の焦点距離
ｆｇ２：前記第２レンズ群の焦点距離
【請求項３】
以下の条件式を満足する請求項１及び２のいずれか１項に記載の撮像レンズ。
０．０９＜ｄｇ２ｌ／ｆ＜０．３０　…　（３）
ただし、
ｄｇ２ｌ：前記第２レンズ群の最も物体側に形成された前記レンズ部の物体側面頂点又は前記基板の物体側面から撮像レンズの撮像面までの光軸上の距離
ｆ：撮像レンズ全系の焦点距離
【請求項４】
以下の条件式を満足する請求項１から３までのいずれか１項に記載の撮像レンズ。
０．５＜Σｄｇ２／ｄＭｉｎｇ１≦１．０　…　（４）
ただし、
Σｄｇ２：前記第２レンズ群の光軸上の総合厚み
ｄＭｉｎｇ１：前記第１レンズ群を構成するレンズの光軸上の厚みの最小値
【請求項５】
以下の条件式を満足する請求項１から４までのいずれか１項に記載の撮像レンズ。
０．１０＜ＴＨｇ２ｌ／ＴＨｇ２ｂ＜０．８０　…　（５）
ただし、
ＴＨｇ２ｌ：前記第２レンズ群の前記レンズ部の光軸上の厚みの合計値
ＴＨｇ２ｂ：前記第２レンズ群の前記基板の光軸上の厚み
【請求項６】
前記第２レンズ群の前記レンズ部は、非球面形状を有する請求項１から５までのいずれか１項に記載の撮像レンズ。
【請求項７】
前記第１レンズ群は、正レンズ２枚と負レンズ２枚とを含む請求項１から６までのいずれか１項に記載の撮像レンズ。
【請求項８】
前記第２レンズ群は、負の屈折力を有する請求項１から７までのいずれか１項に記載の撮像レンズ。
【請求項９】
前記第２レンズ群の前記レンズ部は、以下の条件式を満足する材料を含む請求項１から

【特許請求の範囲】
【請求項１】
撮像素子の撮像面に被写体像を結像させるための撮像レンズであって、
物体側より順に、第１レンズ群と、第２レンズ群とからなり、
前記第１レンズ群は、全体で正の屈折力を有し、少なくとも４枚以上のレンズで構成され、
前記第１レンズ群中の最像側レンズは、負レンズであり、
前記第２レンズ群は、平行平板である基板の物体側面及び像側面のうち少なくとも一方の面上にレンズ部が形成された１つのレンズブロックで構成され、
以下の条件式を満足する撮像レンズ。
－０．７０＜ｆｇ１ｒ／｜ｆｇ２｜＜－０．０１　…　（１）
ただし、
ｆｇ１ｒ：前記第１レンズ群中の前記最像側レンズの焦点距離
ｆｇ２：前記第２レンズ群の焦点距離
【請求項２】
以下の条件式を満足する請求項１に記載の撮像レンズ。
０．０１＜ｆ／｜ｆｇ２｜＜０．７０　…　（２）
ただし、
ｆ：撮像レンズ全系の焦点距離
ｆｇ２：前記第２レンズ群の焦点距離
【請求項３】
以下の条件式を満足する請求項１及び２のいずれか１項に記載の撮像レンズ。
０．０９＜ｄｇ２ｌ／ｆ＜０．３０　…　（３）
ただし、
ｄｇ２ｌ：前記第２レンズ群の最も物体側に形成された前記レンズ部の物体側面頂点又は前記基板の物体側面から撮像レンズの撮像面までの光軸上の距離
ｆ：撮像レンズ全系の焦点距離
【請求項４】
以下の条件式を満足する請求項１から３までのいずれか１項に記載の撮像レンズ。
０．５＜Σｄｇ２／ｄＭｉｎｇ１≦１．０　…　（４）
ただし、
Σｄｇ２：前記第２レンズ群の光軸上の総合厚み
ｄＭｉｎｇ１：前記第１レンズ群を構成するレンズの光軸上の厚みの最小値
【請求項５】
以下の条件式を満足する請求項１から４までのいずれか１項に記載の撮像レンズ。
０．１０＜ＴＨｇ２ｌ／ＴＨｇ２ｂ＜０．８０　…　（５）
ただし、
ＴＨｇ２ｌ：前記第２レンズ群の前記レンズ部の光軸上の厚みの合計値
ＴＨｇ２ｂ：前記第２レンズ群の前記基板の光軸上の厚み
【請求項６】
前記第２レンズ群の前記レンズ部は、非球面形状を有する請求項１から５までのいずれか１項に記載の撮像レンズ。
【請求項７】
前記第１レンズ群は、正レンズ２枚と負レンズ２枚とを含む請求項１から６までのいずれか１項に記載の撮像レンズ。
【請求項８】
前記第２レンズ群は、負の屈折力を有する請求項１から７までのいずれか１項に記載の撮像レンズ。
【請求項９】
前記第２レンズ群の前記レンズ部は、以下の条件式を満足する材料を含む請求項１から

８までのいずれか１項に記載の撮像レンズ。
　２８＜ｖｇ２１＜６０　…　（６）
ただし、
　ｖｇ２１：前記第２レンズ群の前記レンズ部の材料のアッベ数
【請求項１０】
　前記第２レンズ群を構成する前記レンズブロックにおいて、物体側面にのみ前記レンズ部が形成されている請求項１から９までのいずれか１項に記載の撮像レンズ。
【請求項１１】
　前記第２レンズ群を構成する前記レンズブロックにおいて、像側面にのみ前記レンズ部が形成されている請求項１から９までのいずれか１項に記載の撮像レンズ。
【請求項１２】
　前記第２レンズ群を構成する前記レンズブロックにおいて、物体側と像側の両方に前記レンズ部が形成されている請求項１から９までのいずれか１項に記載の撮像レンズ。
【請求項１３】
　前記第２レンズ群の前記基板の物体側面及び像側面のうち少なくとも一方の面に、赤外光をカットする機能を持たせた請求項１から１２までのいずれか１項に記載の撮像レンズ。
【請求項１４】
　実質的にパワーを持たないレンズをさらに有する請求項１から１３までのいずれか１項に記載の撮像レンズ。
【請求項１５】
　請求項１から１４までのいずれか１項に記載の撮像レンズと、
　前記撮像レンズにより撮像面に形成された画像を光電変換する前記撮像素子と
を備える撮像装置。
【請求項１６】
　請求項１５に記載の撮像装置を備える携帯端末。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
　本発明は、ＣＣＤ型イメージセンサ、ＣＭＯＳ型イメージセンサ等の撮像素子に用いられる、小型で明るい撮像レンズ、かかる撮像レンズを備えた撮像装置、及びかかる撮像装置を備えた携帯端末に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
　近年、ＣＣＤ型イメージセンサ、ＣＭＯＳ型イメージセンサ等の固体撮像素子を用いた撮像装置が搭載された携帯端末の普及の増大に伴い、より高画質の画像が得られるよう、高画素数をもつ撮像素子を使用した撮像装置が搭載されたものが市場に供給されるようになってきた。従来の高画素数をもつ撮像素子は、大型化をともなっていたが、近年、画素の高細化が進み、撮像素子が小型化されるようになってきた。高細化された撮像素子に使用される撮像レンズには、高細化された画素に対応するために高い解像力が要求される。これに対し、レンズの解像力はＦ値により限界があり、Ｆ値の小さい明るいレンズの方が高解像力を得られるため、明るい撮像レンズが要求されている。
【０００３】
　一方、撮像装置の更なる小型化のためにも、撮像レンズの全長もさらに小さくすることが要求されている。このような撮像レンズとして、撮像素子の物体側面にレンズ部を形成したレンズブロックを有する撮像レンズや、撮像素子の近傍に配置された平行平板面にレンズ部を形成したレンズブロックを有する撮像レンズが提案されている。このような構成にすることにより、レンズ枚数の増加による大型化を抑えつつ、高性能化が図られている。
【０００４】

８までのいずれか１項に記載の撮像レンズ。
　２８＜ｖｇ２１＜６０　…　（６）
ただし、
　ｖｇ２１：前記第２レンズ群の前記レンズ部の材料のアッベ数
【請求項１０】
　前記第２レンズ群を構成する前記レンズブロックにおいて、物体側面にのみ前記レンズ部が形成されている請求項１から９までのいずれか１項に記載の撮像レンズ。
【請求項１１】
　前記第２レンズ群を構成する前記レンズブロックにおいて、像側面にのみ前記レンズ部が形成されている請求項１から９までのいずれか１項に記載の撮像レンズ。
【請求項１２】
　前記第２レンズ群を構成する前記レンズブロックにおいて、物体側と像側の両方に前記レンズ部が形成されている請求項１から９までのいずれか１項に記載の撮像レンズ。
【請求項１３】
　前記第２レンズ群の前記基板の物体側面及び像側面のうち少なくとも一方の面に、赤外光をカットする機能を持たせた請求項１から１２までのいずれか１項に記載の撮像レンズ。
【請求項１４】
　実質的にパワーを持たないレンズをさらに有する請求項１から１３までのいずれか１項に記載の撮像レンズ。
【請求項１５】
　請求項１から１４までのいずれか１項に記載の撮像レンズと、
　前記撮像レンズにより撮像面に形成された画像を光電変換する前記撮像素子と
を備える撮像装置。
【請求項１６】
　請求項１５に記載の撮像装置を備える携帯端末。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
　本発明は、ＣＣＤ型イメージセンサ、ＣＭＯＳ型イメージセンサ等の撮像素子に用いられる、小型で明るい撮像レンズ、かかる撮像レンズを備えた撮像装置、及びかかる撮像装置を備えた携帯端末に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
　近年、ＣＣＤ型イメージセンサ、ＣＭＯＳ型イメージセンサ等の固体撮像素子を用いた撮像装置が搭載された携帯端末の普及の増大に伴い、より高画質の画像が得られるよう、高画素数をもつ撮像素子を使用した撮像装置が搭載されたものが市場に供給されるようになってきた。従来の高画素数をもつ撮像素子は、大型化をともなっていたが、近年、画素の高細化が進み、撮像素子が小型化されるようになってきた。高細化された撮像素子に使用される撮像レンズには、高細化された画素に対応するために高い解像力が要求される。これに対し、レンズの解像力はＦ値により限界があり、Ｆ値の小さい明るいレンズの方が高解像力を得られるため、明るい撮像レンズが要求されている。
【０００３】
　一方、撮像装置の更なる小型化のためにも、撮像レンズの全長もさらに小さくすることが要求されている。このような撮像レンズとして、撮像素子の物体側面にレンズ部を形成したレンズブロックを有する撮像レンズや、撮像素子の近傍に配置された平行平板面にレンズ部を形成したレンズブロックを有する撮像レンズが提案されている。このような構成にすることにより、レンズ枚数の増加による大型化を抑えつつ、高性能化が図られている。
【０００４】

この種の撮像レンズとして、物体側より順にレンズ２枚で構成された第１レンズ群と撮像素子の物体側面にレンズ部が形成された第２レンズ群とを有する撮像レンズが開示されている（例えば特許文献１及び２）。

【０００５】

また、物体側より順にレンズ３枚で構成された第１レンズ群と、撮像素子の物体側面にレンズ部が形成された第２レンズ群とを有する撮像レンズが開示されている（例えば特許文献３～６）。

【０００６】

しかしながら、上記特許文献１及び２に記載の撮像レンズは、第１レンズ群が正レンズ２枚構成であるため、色収差をはじめとする諸収差の補正が十分になされていない。また、Ｆ２．８程度であるため、画素の高細化が進む携帯端末において、高解像力を得られるＦ値に対応できていない。

【０００７】

また、上記特許文献３～６に記載の撮像レンズは、第１レンズ群がレンズ３枚構成であるため、収差補正が不十分であり、高画素化に対応した撮像レンズに適しているとは言いがたい。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００８】

【特許文献１】特開２００８－２１６８０７号公報
【特許文献２】特開２００８－２１７０３９号公報
【特許文献３】特開２００９－８９５６号公報
【特許文献４】特開２００９－７５４６６号公報
【特許文献５】特開２００９－１４５５９７号公報
【特許文献６】特開２００９－２１０９２３７号公報

【発明の概要】

【０００９】

本発明は、このような問題点に鑑みてなされたものであり、Ｆ値が明く、諸収差が良好に補正された、小型の撮像レンズを提供することを目的とする。

【００１０】

また、本発明は、上記のような撮像レンズを備えることで高画質の良好な撮影画像の得られる撮像装置と、かかる撮像装置を備えた携帯端末とを得ることを目的とする。

【００１１】

ここで、小型の撮像レンズの尺度であるが、本発明では下式を満たすレベルの小型化を目指している。この範囲を満たすことで、撮像装置全体の小型軽量化が可能となる。

【００１２】

Ｌ／２Ｙ＜１．１　　…　　（７）

ただし、

Ｌ：撮像レンズ全系の最も物体側のレンズ面から像側焦点までの光軸上の距離
２Ｙ：撮像素子の撮像面対角線長（撮像素子の矩形実効画素領域の対角線長）

ここで、像側焦点とは撮像レンズに光軸と平行な平行光線が入射した場合の像点をいう。なお、撮像レンズの最も像側の面と像側焦点位置との間に撮像素子パッケージのシールガラス等の平行平板が配置される場合には、平行平板部分は空気換算距離としたうえで上記Ｌの値を計算するものとする。なお、本発明は被写体像を撮像素子の撮像面（例えば固体撮像素子の光電変換面）に結像させる撮像レンズに好適であるが、それに限られるものではない。

【００１３】

上記目的を達成するため、本発明に係る撮像レンズは、撮像素子の撮像面に被写体像を結像させるための撮像レンズであって、物体側より順に、第１レンズ群と、第２レンズ群とからなり、第１レンズ群は、全体で正の屈折力を有し、少なくとも４枚以上のレンズで

この種の撮像レンズとして、物体側より順にレンズ２枚で構成された第１レンズ群と撮像素子の物体側面にレンズ部が形成された第２レンズ群とを有する撮像レンズが開示されている（例えば特許文献１及び２）。

【０００５】

また、物体側より順にレンズ３枚で構成された第１レンズ群と、撮像素子の物体側面にレンズ部が形成された第２レンズ群とを有する撮像レンズが開示されている（例えば特許文献３～６）。

【０００６】

しかしながら、上記特許文献１及び２に記載の撮像レンズは、第１レンズ群が正レンズ２枚構成であるため、色収差をはじめとする諸収差の補正が十分になされていない。また、Ｆ２．８程度であるため、画素の高細化が進む携帯端末において、高解像力を得られるＦ値に対応できていない。

【０００７】

また、上記特許文献３～６に記載の撮像レンズは、第１レンズ群がレンズ３枚構成であるため、収差補正が不十分であり、高画素化に対応した撮像レンズに適しているとは言いがたい。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００８】

【特許文献１】特開２００８－２１６８０７号公報
【特許文献２】特開２００８－２１７０３９号公報
【特許文献３】特開２００９－８９５６号公報
【特許文献４】特開２００９－７５４６６号公報
【特許文献５】特開２００９－１４５５９７号公報
【特許文献６】特開２００９－２１０９２３７号公報

【発明の概要】

【０００９】

本発明は、このような問題点に鑑みてなされたものであり、Ｆ値が明く、諸収差が良好に補正された、小型の撮像レンズを提供することを目的とする。

【００１０】

また、本発明は、上記のような撮像レンズを備えることで高画質の良好な撮影画像の得られる撮像装置と、かかる撮像装置を備えた携帯端末とを得ることを目的とする。

【００１１】

ここで、小型の撮像レンズの尺度であるが、本発明では下式を満たすレベルの小型化を目指している。この範囲を満たすことで、撮像装置全体の小型軽量化が可能となる。

【００１２】

Ｌ／２Ｙ＜１．１　　…　　（７）

ただし、
Ｌ：撮像レンズ全系の最も物体側のレンズ面から像側焦点までの光軸上の距離
２Ｙ：撮像素子の撮像面対角線長（撮像素子の矩形実効画素領域の対角線長）
ここで、像側焦点とは撮像レンズに光軸と平行な平行光線が入射した場合の像点をいう。なお、撮像レンズの最も像側の面と像側焦点位置との間に撮像素子パッケージのシールガラス等の平行平板が配置される場合には、平行平板部分は空気換算距離としたうえで上記Ｌの値を計算するものとする。なお、本発明は被写体像を撮像素子の撮像面（例えば固体撮像素子の光電変換面）に結像させる撮像レンズに好適であるが、それに限られるものではない。

【００１３】

上記目的を達成するため、本発明に係る撮像レンズは、撮像素子の撮像面に被写体像を結像させるための撮像レンズであって、物体側より順に、第１レンズ群と、第２レンズ群とからなり、第１レンズ群は、全体で正の屈折力を有し、少なくとも４枚以上のレンズで

構成され、第１レンズ群中の最像側レンズは、負レンズであり、第２レンズ群は、平行平板である基板の物体側面及び像側面のうち少なくとも一方の面上にレンズ部が形成された１つのレンズブロックで構成され、以下の条件式を満足する。

－０．７０＜ｆｇ１ｒ／｜ｆｇ２｜＜－０．０１　…　（１）

ただし、

ｆｇ１ｒ：第１レンズ群中の最像側レンズの焦点距離

ｆｇ２：第２レンズ群の焦点距離

【００１４】

上記撮像レンズでは、第１レンズ群が、全体で正の屈折力を有し、少なくとも４枚以上のレンズで構成されることから、レンズ面数が比較的多くなる。これにより、各面での収差発生を小さく抑えることができ、レンズの大口径化が容易になり、高細化された画素数の多い撮像素子に対応した良好な性能を有する撮像レンズの提供が可能になる。さらに、第１レンズ群の最も像側レンズを負レンズとすることで、いわゆるテレフォトタイプのレンズ構成になり、撮像レンズ全長の小型化に有利な構成とすることができる。

【００１５】

また、第２レンズ群については、平行平板である基板の少なくとも一方の面上にレンズ部が形成された１つのレンズブロックで構成される。これにより、平板状のレンズ基板の表面に、例えばレプリカ法で複数のレンズ部を形成し、レンズ基板の裏面をそのまま残し、或いはレンズ基板の裏面に同様の手法で複数のレンズ部を形成した状態で、レンズ部毎に切り出せば、本発明の撮像レンズに組み込み可能なレンズブロックを一括して多数得ることが可能になる。特にレンズ基板の裏面又は表面をそのまま残す場合、レンズ基板の高い平面性を利用できるため、平面を成形するよりも誤差を減少させることができる。また、レンズ基板の厚みはレンズ成形とは異なり、自由に変えることができないが、レンズ基板の平面上にさらに樹脂などで平面を成形し、基板の厚みを変えてもよい。

【００１６】

近年の大口径化、高画素化の中で、十分な性能を得ようとするとした場合、上記のように第１レンズ群の後方にさらに第２レンズ群を配置することで、周辺性能に関しより良好な収差補正を行えるので、さらなる高性能化を実現することが可能となる。

【００１７】

条件式（１）の上限を下回ることで、第１レンズ群の最も像側レンズの負の焦点距離が大きくなり過ぎないので、テレフォトタイプを維持でき、撮像レンズ全長の大型化を抑えられる。一方、下限を上回ることで、第１レンズ群の最も像側レンズの負の焦点距離が小さくなり過ぎないので、歪曲収差の発生を抑えられる。また、第１レンズ群のバックファーカスを適度に維持できるので、第２レンズ群の配置が容易になる。

【００１８】

また、条件式（１）は、より望ましくは下式の範囲がよい。

－０．７０＜ｆｇ１ｒ／｜ｆｇ２｜＜－０．０２　…　（１）’

【００１９】

本発明の具体的な側面又は観点では、上記撮像レンズにおいて、以下の条件式を満足する。

０．０１＜ｆ／｜ｆｇ２｜＜０．７０　…　（２）

ただし、

ｆ：撮像レンズ全系の焦点距離

ｆｇ２：第２レンズ群の焦点距離

【００２０】

上記条件式（２）の上限を下回ることで、第２レンズ群の焦点距離が小さくなり過ぎないので、第２レンズ群での収差発生を抑えられる。一方、下限を上回ることで、第２レンズ群の焦点距離が大きくなり過ぎず、収差補正を十分に行うことができる。

【００２１】

また、条件式（２）は、より望ましくは下式の範囲がよい。

構成され、第１レンズ群中の最像側レンズは、負レンズであり、第２レンズ群は、平行平板である基板の物体側面及び像側面のうち少なくとも一方の面上にレンズ部が形成された１つのレンズブロックで構成され、以下の条件式を満足する。

－０．７０＜ｆｇ１ｒ／｜ｆｇ２｜＜－０．０１　…　（１）

ただし、

ｆｇ１ｒ：第１レンズ群中の最像側レンズの焦点距離

ｆｇ２：第２レンズ群の焦点距離

【００１４】

上記撮像レンズでは、第１レンズ群が、全体で正の屈折力を有し、少なくとも４枚以上のレンズで構成されることから、レンズ面数が比較的多くなる。これにより、各面での収差発生を小さく抑えることができ、レンズの大口径化が容易になり、高細化された画素数の多い撮像素子に対応した良好な性能を有する撮像レンズの提供が可能になる。さらに、第１レンズ群の最も像側レンズを負レンズとすることで、いわゆるテレフォトタイプのレンズ構成になり、撮像レンズ全長の小型化に有利な構成とすることができる。

【００１５】

また、第２レンズ群については、平行平板である基板の少なくとも一方の面上にレンズ部が形成された１つのレンズブロックで構成される。これにより、平板状のレンズ基板の表面に、例えばレプリカ法で複数のレンズ部を形成し、レンズ基板の裏面をそのまま残し、或いはレンズ基板の裏面に同様の手法で複数のレンズ部を形成した状態で、レンズ部毎に切り出せば、本発明の撮像レンズに組み込み可能なレンズブロックを一括して多数得ることが可能になる。特にレンズ基板の裏面又は表面をそのまま残す場合、レンズ基板の高い平面性を利用できるため、平面を成形するよりも誤差を減少させることができる。また、レンズ基板の厚みはレンズ成形とは異なり、自由に変えることができないが、レンズ基板の平面上にさらに樹脂などで平面を成形し、基板の厚みを変えてもよい。

【００１６】

近年の大口径化、高画素化の中で、十分な性能を得ようとするとした場合、上記のように第１レンズ群の後方にさらに第２レンズ群を配置することで、周辺性能に関しより良好な収差補正を行えるので、さらなる高性能化を実現することが可能となる。

【００１７】

条件式（１）の上限を下回ることで、第１レンズ群の最も像側レンズの負の焦点距離が大きくなり過ぎないので、テレフォトタイプを維持でき、撮像レンズ全長の大型化を抑えられる。一方、下限を上回ることで、第１レンズ群の最も像側レンズの負の焦点距離が小さくなり過ぎないので、歪曲収差の発生を抑えられる。また、第１レンズ群のバックファーカスを適度に維持できるので、第２レンズ群の配置が容易になる。

【００１８】

また、条件式（１）は、より望ましくは下式の範囲がよい。

－０．７０＜ｆｇ１ｒ／｜ｆｇ２｜＜－０．０２　…　（１）’

【００１９】

本発明の具体的な側面又は観点では、上記撮像レンズにおいて、以下の条件式を満足する。

０．０１＜ｆ／｜ｆｇ２｜＜０．７０　…　（２）

ただし、

ｆ：撮像レンズ全系の焦点距離

ｆｇ２：第２レンズ群の焦点距離

【００２０】

上記条件式（２）の上限を下回ることで、第２レンズ群の焦点距離が小さくなり過ぎないので、第２レンズ群での収差発生を抑えられる。一方、下限を上回ることで、第２レンズ群の焦点距離が大きくなり過ぎず、収差補正を十分に行うことができる。

【００２１】

また、条件式（２）は、より望ましくは下式の範囲がよい。

０．０４＜ｆ／｜ｆｇ２｜＜０．６０　…　（２）’

【００２２】

本発明の別の側面では、以下の条件式を満足する。

０．０９＜ｄｇ２１／ｆ＜０．３０　…　（３）

ただし、

ｄｇ２１：第２レンズ群の最も物体側に形成されたレンズ部の物体側面頂点又は基板の物体側面（物体側にレンズ部がない場合）から撮像レンズの撮像面までの光軸上の距離

ｆ：撮像レンズ全系の焦点距離

【００２３】

条件式（３）の上限を下回ることで、第２レンズ群と撮像面との距離が離れ過ぎないので、撮像レンズ全長の大型化を抑えられる。一方、下限を上回ることで、第２レンズ群が撮像面に近づき過ぎないので、第２レンズ群での収差補正効果が大きくなる。

【００２４】

また、条件式（３）は、より望ましくは下式の範囲がよい。

０．１１＜ｄｇ２１／ｆ＜０．２７　…　（３）’

【００２５】

本発明のさらに別の側面では、以下の条件式を満足する。

０．５＜Σｄｇ２／ｄＭｉｎｇ１≦１．０　…　（４）

ただし、

Σｄｇ２：第２レンズ群の光軸上の総合厚み

ｄＭｉｎｇ１：第１レンズ群を構成するレンズの光軸上の厚みの最小値

【００２６】

条件式（４）は、第２レンズ群の総合厚みを第１レンズ群を構成するレンズより薄くすることで、撮像レンズの小型化を実現するための条件式である。条件式（４）の上限を下回ることで、第２レンズ群の厚みを撮像レンズ中で最も薄くできるので、撮像レンズ全長の大型化を抑えられる。一方、下限を上回ることで、第２レンズ群が薄くなり過ぎないので、レンズブロックの反りなどの形状変化を抑えることができる。

【００２７】

また、条件式（４）は、より望ましくは下式の範囲がよい。

０．６＜Σｄｇ２／ｄＭｉｎｇ１≦１．０　…　（４）’

【００２８】

本発明のさらに別の側面では、以下の条件式を満足する。

０．１０＜ＴＨｇ２１／ＴＨｇ２ｂ＜０．８０　…　（５）

ただし、

ＴＨｇ２１：第２レンズ群のレンズ部の光軸上の厚みの合計値

ＴＨｇ２ｂ：第２レンズ群の基板の光軸上の厚み

ここで、レンズ部の光軸上の厚みの合計値とは、基板の物体側面及び像側面の双方にレンズ部が形成されている場合、これら双方のレンズ部の合計厚みを意味し、基板の物体側面及び像側面の一方にレンズ部が形成されている場合、この一方のレンズ部の合計厚みを意味する。

【００２９】

条件式（５）の上限を下回ることで、基板の厚みと比較し、レンズ部の厚みが厚くなりすぎず、成形後の基板の反りを抑制することができる。一方、下限を上回ることで、適度にレンズ部の厚みを確保することができ、第２レンズ群の屈折力を強く設定することができるようになるため、収差補正や光学全長の短縮に有利となる。

【００３０】

また、条件式（５）は、より望ましくは下式の範囲がよい。

０．２０＜ＴＨｇ２１／ＴＨｇ２ｂ＜０．７０　…　（５）’

【００３１】

本発明のさらに別の側面では、第２レンズ群のレンズ部は、非球面形状を有する。第２

０．０４＜ｆ／｜ｆｇ２｜＜０．６０　…　（２）’

【００２２】

本発明の別の側面では、以下の条件式を満足する。

０．０９＜ｄｇ２１／ｆ＜０．３０　…　（３）

ただし、

ｄｇ２１：第２レンズ群の最も物体側に形成されたレンズ部の物体側面頂点又は基板の物体側面（物体側にレンズ部がない場合）から撮像レンズの撮像面までの光軸上の距離

ｆ：撮像レンズ全系の焦点距離

【００２３】

条件式（３）の上限を下回ることで、第２レンズ群と撮像面との距離が離れ過ぎないので、撮像レンズ全長の大型化を抑えられる。一方、下限を上回ることで、第２レンズ群が撮像面に近づき過ぎないので、第２レンズ群での収差補正効果が大きくなる。

【００２４】

また、条件式（３）は、より望ましくは下式の範囲がよい。

０．１１＜ｄｇ２１／ｆ＜０．２７　…　（３）’

【００２５】

本発明のさらに別の側面では、以下の条件式を満足する。

０．５＜Σｄｇ２／ｄＭｉｎｇ１≦１．０　…　（４）

ただし、

Σｄｇ２：第２レンズ群の光軸上の総合厚み

ｄＭｉｎｇ１：第１レンズ群を構成するレンズの光軸上の厚みの最小値

【００２６】

条件式（４）は、第２レンズ群の総合厚みを第１レンズ群を構成するレンズより薄くすることで、撮像レンズの小型化を実現するための条件式である。条件式（４）の上限を下回ることで、第２レンズ群の厚みを撮像レンズ中で最も薄くできるので、撮像レンズ全長の大型化を抑えられる。一方、下限を上回ることで、第２レンズ群が薄くなり過ぎないので、レンズブロックの反りなどの形状変化を抑えることができる。

【００２７】

また、条件式（４）は、より望ましくは下式の範囲がよい。

０．６＜Σｄｇ２／ｄＭｉｎｇ１≦１．０　…　（４）’

【００２８】

本発明のさらに別の側面では、以下の条件式を満足する。

０．１０＜ＴＨｇ２１／ＴＨｇ２ｂ＜０．８０　…　（５）

ただし、

ＴＨｇ２１：第２レンズ群のレンズ部の光軸上の厚みの合計値

ＴＨｇ２ｂ：第２レンズ群の基板の光軸上の厚み

ここで、レンズ部の光軸上の厚みの合計値とは、基板の物体側面及び像側面の双方にレンズ部が形成されている場合、これら双方のレンズ部の合計厚みを意味し、基板の物体側面及び像側面の一方にレンズ部が形成されている場合、この一方のレンズ部の合計厚みを意味する。

【００２９】

条件式（５）の上限を下回ることで、基板の厚みと比較し、レンズ部の厚みが厚くなりすぎず、成形後の基板の反りを抑制することができる。一方、下限を上回ることで、適度にレンズ部の厚みを確保することができ、第２レンズ群の屈折力を強く設定することができるようになるため、収差補正や光学全長の短縮に有利となる。

【００３０】

また、条件式（５）は、より望ましくは下式の範囲がよい。

０．２０＜ＴＨｇ２１／ＴＨｇ２ｂ＜０．７０　…　（５）’

【００３１】

本発明のさらに別の側面では、第２レンズ群のレンズ部は、非球面形状を有する。第２

レンズ群のレンズ部は非球面形状を有することで、画面周辺部まで諸収差を良好に補正することができる。

【００３２】

本発明のさらに別の側面では、第１レンズ群は、正レンズ２枚と負レンズ２枚とを含む。この場合、色収差の補正や、ペッツバール和の低減が容易になり、画面周辺部まで良好な結像性能を確保した撮像レンズを得ることが可能となる。

【００３３】

本発明のさらに別の側面では、第２レンズ群は、負の屈折力を有する。第２レンズ群は、第１レンズ群の最像側の負レンズとともに撮像レンズの像側レンズ群とみることができ、かかる像側レンズ群の負の屈折力を強く配置できることから、撮像レンズ全長の短縮化が図れる。

【００３４】

本発明のさらに別の側面では、第２レンズ群のレンズ部は、以下の条件式を満足する材料を含む。

$$28 < \nu g21 < 60 \quad \cdots \quad (6)$$

ただし、

$\nu g21$：第２レンズ群のレンズ部の材料のアッベ数

【００３５】

条件式（６）は、第２レンズ群のレンズ部のアッベ数を適切に設定することにより、色収差を良好に補正するための条件式である。条件式（６）の下限を上回ることで、補正過剰になることを抑えることができる。一方、上限を下回ることで、補正不足になることを抑えることができ、入手しやすい材料でレンズ部を構成することができるので、撮像レンズのコスト低減につながる。

【００３６】

本発明のさらに別の側面では、第２レンズ群を構成するレンズブロックにおいて、物体側面にのみレンズ部が形成されている。このようにレンズブロックの物体側面にのみレンズ部を形成することで、像側面を平面とでき、センサ面とのクリアランスを取りやすくなるため、組立工程の難易度を下げることができる。この場合、第２レンズ群をセンサ面上に形成することができるようにもなる。

【００３７】

本発明のさらに別の側面では、第２レンズ群を構成するレンズブロックにおいて、像側面にのみレンズ部が形成されている。このようにレンズブロックの像側面にのみレンズ部を形成することで、第２レンズ群の物体側面を平面とすることができ、第１レンズ群とのクリアランスを確保しやすくなるため、より第２レンズ群を物体側へ寄せることが可能となる。結果的に、第２レンズ群のレンズ部の収差補正効果を高めることができる。

【００３８】

本発明のさらに別の側面では、第２レンズ群を構成するレンズブロックにおいて、物体側と像側の両方にレンズ部が形成されている。このようにレンズブロックの物体側と像側との双方にレンズ部を形成することで、２面で収差補正を行えるので、より高性能化が図れる。

【００３９】

本発明のさらに別の側面では、第２レンズ群の基板の物体側面及び像側面のうち少なくとも一方の面に、赤外光をカットする機能を持たせている。基板の少なくとも一方の面に赤外光をカットする機能を持たせることで、赤外光カットフィルターを配置する必要がなくなるので、撮像レンズのバックフォーカスを短くでき、撮像レンズの小型化が図れる。

【００４０】

本発明のさらに別の側面では、実質的にパワーを持たないレンズをさらに有する。

【００４１】

本発明に係る撮像装置は、上述の撮像レンズと、当該撮像レンズにより撮像面に形成された画像を光電変換する撮像素子とを備える。本発明の撮像レンズを用いることで、小型

レンズ群のレンズ部は非球面形状を有することで、画面周辺部まで諸収差を良好に補正することができる。

【００３２】

本発明のさらに別の側面では、第１レンズ群は、正レンズ２枚と負レンズ２枚とを含む。この場合、色収差の補正や、ペッツバール和の低減が容易になり、画面周辺部まで良好な結像性能を確保した撮像レンズを得ることが可能となる。

【００３３】

本発明のさらに別の側面では、第２レンズ群は、負の屈折力を有する。第２レンズ群は、第１レンズ群の最像側の負レンズとともに撮像レンズの像側レンズ群とみることができ、かかる像側レンズ群の負の屈折力を強く配置できることから、撮像レンズ全長の短縮化が図れる。

【００３４】

本発明のさらに別の側面では、第２レンズ群のレンズ部は、以下の条件式を満足する材料を含む。

２８＜ｖｇ２１＜６０　…　（６）

ただし、

ｖｇ２１：第２レンズ群のレンズ部の材料のアッベ数

【００３５】

条件式（６）は、第２レンズ群のレンズ部のアッベ数を適切に設定することにより、色収差を良好に補正するための条件式である。条件式（６）の下限を上回ることで、補正過剰になることを抑えることができる。一方、上限を下回ることで、補正不足になることを抑えることができ、入手しやすい材料でレンズ部を構成することができるので、撮像レンズのコスト低減につながる。

【００３６】

本発明のさらに別の側面では、第２レンズ群を構成するレンズブロックにおいて、物体側面にのみレンズ部が形成されている。このようにレンズブロックの物体側面にのみレンズ部を形成することで、像側面を平面とでき、センサ面とのクリアランスを取りやすくなるため、組立工程の難易度を下げることができる。この場合、第２レンズ群をセンサ面上に形成することができるようにもなる。

【００３７】

本発明のさらに別の側面では、第２レンズ群を構成するレンズブロックにおいて、像側面にのみレンズ部が形成されている。このようにレンズブロックの像側面にのみレンズ部を形成することで、第２レンズ群の物体側面を平面とすることができ、第１レンズ群とのクリアランスを確保しやすくなるため、より第２レンズ群を物体側へ寄せることが可能となる。結果的に、第２レンズ群のレンズ部の収差補正効果を高めることができる。

【００３８】

本発明のさらに別の側面では、第２レンズ群を構成するレンズブロックにおいて、物体側と像側の両方にレンズ部が形成されている。このようにレンズブロックの物体側と像側との双方にレンズ部を形成することで、２面で収差補正を行えるので、より高性能化が図れる。

【００３９】

本発明のさらに別の側面では、第２レンズ群の基板の物体側面及び像側面のうち少なくとも一方の面に、赤外光をカットする機能を持たせている。基板の少なくとも一方の面に赤外光をカットする機能を持たせることで、赤外光カットフィルターを配置する必要がなくなるので、撮像レンズのバックフォーカスを短くでき、撮像レンズの小型化が図れる。

【００４０】

本発明のさらに別の側面では、実質的にパワーを持たないレンズをさらに有する。

【００４１】

本発明に係る撮像装置は、上述の撮像レンズと、当該撮像レンズにより撮像面に形成された画像を光電変換する撮像素子とを備える。本発明の撮像レンズを用いることで、小型

で明く、諸収差が良好に補正され、高画質の撮影画像が得られる撮像装置を得ることができる。

【００４２】

本発明に係る携帯端末は、上述の撮像装置を備える。つまり、本発明に係る携帯端末は、上述のように高画質の撮影画像が得られる撮像装置を備える。

【図面の簡単な説明】

【００４３】

【図１】本発明の一実施形態の撮像レンズを備える撮像装置を説明する図である。

【図２】図１の撮像装置を備える携帯通信端末を説明するブロック図である。

【図３】（Ａ）及び（Ｂ）は、それぞれ携帯通信端末の表面側及び裏面側の斜視図である。

【図４】実施例１の撮像レンズの断面図である。

【図５】（Ａ）～（Ｅ）は、実施例１の撮像レンズの収差図である。

【図６】実施例２の撮像レンズの断面図である。

【図７】（Ａ）～（Ｅ）は、実施例２の撮像レンズの収差図である。

【図８】実施例３の撮像レンズの断面図である。

【図９】（Ａ）～（Ｅ）は、実施例３の撮像レンズの収差図である。

【図１０】実施例４の撮像レンズの断面図である。

【図１１】（Ａ）～（Ｅ）は、実施例４の撮像レンズの収差図である。

【発明を実施するための形態】

【００４４】

以下、図１等を参照して、本発明に係る撮像レンズ、撮像装置等の一実施形態について説明する。なお、図１で例示した撮像レンズ１０は、後述する実施例１の撮像レンズ１０と同一の構成となっている。

【００４５】

図１は、本発明の一実施形態である撮像レンズを備えるカメラモジュールを説明する断面図である。

【００４６】

カメラモジュール５０は、被写体像を形成する撮像レンズ１０と、撮像レンズ１０によって形成された被写体像を検出する撮像素子５１と、この撮像素子５１を背後から保持するとともに配線等を有する配線基板５２と、撮像レンズ１０等を保持するとともに物体側からの光束を入射させる開口部ＯＰを有する鏡筒部５４とを備える。撮像レンズ１０は、被写体像を撮像素子５１の像面又は撮像面（被投影面）Ｉに結像させる機能を有する。このカメラモジュール５０は、後述する撮像装置に組み込まれて使用されるが、単独でも撮像装置と呼ぶものとする。

【００４７】

撮像レンズ１０は、詳細は後述するが、物体側から順に、第１レンズ群Ｇｒ１と、第１レンズ群Ｇｒ２とを備え、第１レンズ群Ｇｒ１は、開口絞りＳと、第１レンズＬ１１と、第２レンズＬ１２と、第３レンズＬ１３と、第４レンズＬ１４と、第５レンズＬ１５とを備える。第２レンズ群Ｇｒ２は、基板Ｆの物体側面及び像側面のうち少なくとも一方の面上にレンズ部Ｌ２１が形成されているレンズブロックＬＢで構成される。

【００４８】

撮像レンズ１０は、小型であり、その尺度して、以下の式（７）を満たすレベルの小型化を目指している。

Ｌ／２Ｙ＜１．１　　…　　（７）

ここで、Ｌは、撮像レンズ１０全系の最も物体側の面から像側焦点までの光軸ＯＡ上の距離である。２Ｙは、撮像素子５１の撮像面対角線長（撮像素子５１の矩形実効画素領域の対角線長）である。像側焦点とは、撮像レンズ１０に光軸ＯＡと平行な平行光線が入射した場合の像点をいう。この範囲を満たすことで、カメラモジュール５０全体の小型軽量化が可能となる。

で明く、諸収差が良好に補正され、高画質の撮影画像が得られる撮像装置を得ることができる。

【００４２】

本発明に係る携帯端末は、上述の撮像装置を備える。つまり、本発明に係る携帯端末は、上述のように高画質の撮影画像が得られる撮像装置を備える。

【図面の簡単な説明】

【００４３】

【図１】本発明の一実施形態の撮像レンズを備える撮像装置を説明する図である。

【図２】図１の撮像装置を備える携帯通信端末を説明するブロック図である。

【図３】（Ａ）及び（Ｂ）は、それぞれ携帯通信端末の表面側及び裏面側の斜視図である。

【図４】実施例１の撮像レンズの断面図である。

【図５】（Ａ）～（Ｅ）は、実施例１の撮像レンズの収差図である。

【図６】実施例２の撮像レンズの断面図である。

【図７】（Ａ）～（Ｅ）は、実施例２の撮像レンズの収差図である。

【図８】実施例３の撮像レンズの断面図である。

【図９】（Ａ）～（Ｅ）は、実施例３の撮像レンズの収差図である。

【図１０】実施例４の撮像レンズの断面図である。

【図１１】（Ａ）～（Ｅ）は、実施例４の撮像レンズの収差図である。

【発明を実施するための形態】

【００４４】

以下、図１等を参照して、本発明に係る撮像レンズ、撮像装置等の一実施形態について説明する。なお、図１で例示した撮像レンズ１０は、後述する実施例１の撮像レンズ１０と同一の構成となっている。

【００４５】

図１は、本発明の一実施形態である撮像レンズを備えるカメラモジュールを説明する断面図である。

【００４６】

カメラモジュール５０は、被写体像を形成する撮像レンズ１０と、撮像レンズ１０によって形成された被写体像を検出する撮像素子５１と、この撮像素子５１を背後から保持するとともに配線等を有する配線基板５２と、撮像レンズ１０等を保持するとともに物体側からの光束を入射させる開口部ＯＰを有する鏡筒部５４とを備える。撮像レンズ１０は、被写体像を撮像素子５１の像面又は撮像面（被投影面）Ｉに結像させる機能を有する。このカメラモジュール５０は、後述する撮像装置に組み込まれて使用されるが、単独でも撮像装置と呼ぶものとする。

【００４７】

撮像レンズ１０は、詳細は後述するが、物体側から順に、第１レンズ群Ｇｒ１と、第１レンズ群Ｇｒ２とを備え、第１レンズ群Ｇｒ１は、開口絞りＳと、第１レンズＬ１１と、第２レンズＬ１２と、第３レンズＬ１３と、第４レンズＬ１４と、第５レンズＬ１５とを備える。第２レンズ群Ｇｒ２は、基板Ｆの物体側面及び像側面のうち少なくとも一方の面上にレンズ部Ｌ２１が形成されているレンズブロックＬＢで構成される。

【００４８】

撮像レンズ１０は、小型であり、その尺度して、以下の式（７）を満たすレベルの小型化を目指している。

Ｌ／２Ｙ＜１．１　　…　　（７）

ここで、Ｌは、撮像レンズ１０全系の最も物体側の面から像側焦点までの光軸ＯＡ上の距離である。２Ｙは、撮像素子５１の撮像面対角線長（撮像素子５１の矩形実効画素領域の対角線長）である。像側焦点とは、撮像レンズ１０に光軸ＯＡと平行な平行光線が入射した場合の像点をいう。この範囲を満たすことで、カメラモジュール５０全体の小型軽量化が可能となる。

【００４９】
なお、撮像レンズ１０の最も像側の面と像側焦点位置との間に、撮像素子パッケージのシールガラス等の平行平板が配置される場合には、平行平板部分は空気換算距離としたうえで上記Ｌの値を計算するものとする。
【００５０】
撮像素子５１は、固体撮像素子からなるセンサーチップである。撮像素子５１の光電変換部５１ａは、ＣＣＤ（Charge Coupled Devices）やＣＭＯＳ（Complementary Metal Oxide Semiconductor）からなり、入射光をＲＧＢ毎に光電変換し、そのアナログ信号を出力する。受光部としての光電変換部５１ａの表面は、撮像面（被投影面）Ｉとなっている。
【００５１】
配線基板５２は、撮像素子５１を他の部材（例えば鏡筒部５４）に対してアライメントして固定する役割を有する。配線基板５２は、外部回路から撮像素子５１を駆動するための電圧や信号の供給を受けたり、また、検出信号を上記外部回路へ出力したりすることを可能としている。
【００５２】
撮像素子５１の撮像レンズ１０側には、不図示のホルダー部材によって、基板Ｆが撮像素子５１等を覆うように配置・固定されている。
【００５３】
鏡筒部５４は、撮像レンズ１０を収納し保持している。鏡筒部５４は、撮像レンズ１０の第１レンズ群Ｇｒ１を構成する第１レンズＬ１から第５レンズＬ１５までのレンズのうちいずれか１つ以上のレンズを光軸ＯＡに沿って移動させることにより、撮像レンズ１０の合焦の動作を可能にするための駆動機構５５ａ（図２参照）を有している。駆動機構５５ａは、第１レンズＬ１１から第５レンズＬ１５までのレンズのうちいずれかのレンズを光軸ＯＡに沿って往復移動可能である。駆動機構５５ａは、例えばボイスコイルモーターと、ガイドとを備える。なお、駆動機構５５ａは、ステッピングモーターと、タンジェントスクリュー型の動力伝達部材と、スライドガイドとで構成することができる。
【００５４】
次に、図２、３（Ａ）、及び３（Ｂ）を参照して、図１に例示されるカメラモジュール５０を搭載した携帯電話機その他の携帯通信端末３００の一例について説明する。
【００５５】
携帯通信端末３００は、スマートフォン型の携帯通信端末であり、カメラモジュール５０を有する撮像装置１００と、各部を統括的に制御するとともに各処理に応じたプログラムを実行する制御部（ＣＰＵ：Central Processing Unit）３１０と、通信に関連するデータ、撮像した映像等を表示するとともにユーザーの操作を受け付けるタッチパネルである表示操作部３２０と、電源スイッチ等を含む操作部３３０と、アンテナ３４１を介して外部サーバー等との間の各種情報通信を実現するための無線通信部３４０と、携帯通信端末３００のシステムプログラムや各種処理プログラム及び端末ＩＤ（identification）等の必要な諸データを記憶している記憶部（ＲＯＭ：Read Only Memory）３６０と、制御部３１０によって実行される各種処理プログラムやデータ、処理データ、若しくは撮像装置１００による撮像データ等を一時的に格納する作業領域として用いられる一時記憶部（ＲＡＭ：Random Access Memory）３７０とを備えている。
【００５６】
撮像装置１００は、既に説明したカメラモジュール５０のほかに、制御部１０３、光学系駆動部１０５、撮像素子駆動部１０７、画像メモリー１０８等を備える。
【００５７】
制御部１０３は、撮像装置１００の各部を制御する。制御部１０３は、ＣＰＵ、ＲＡＭ、ＲＯＭ等を含み、ＲＯＭから読み出されてＲＡＭに展開された各種プログラムとＣＰＵとの協働で各種処理を実行する。なお、制御部３１０は、撮像装置１００の制御部１０４と通信可能に接続されており、制御信号や画像データの授受が可能になっている。

【００４９】
なお、撮像レンズ１０の最も像側の面と像側焦点位置との間に、撮像素子パッケージのシールガラス等の平行平板が配置される場合には、平行平板部分は空気換算距離としたうえで上記Ｌの値を計算するものとする。
【００５０】
撮像素子５１は、固体撮像素子からなるセンサーチップである。撮像素子５１の光電変換部５１ａは、ＣＣＤ（Charge Coupled Devices）やＣＭＯＳ（Complementary Metal Oxide Semiconductor）からなり、入射光をＲＧＢ毎に光電変換し、そのアナログ信号を出力する。受光部としての光電変換部５１ａの表面は、撮像面（被投影面）Ｉとなっている。
【００５１】
配線基板５２は、撮像素子５１を他の部材（例えば鏡筒部５４）に対してアライメントして固定する役割を有する。配線基板５２は、外部回路から撮像素子５１を駆動するための電圧や信号の供給を受けたり、また、検出信号を上記外部回路へ出力したりすることを可能としている。
【００５２】
撮像素子５１の撮像レンズ１０側には、不図示のホルダー部材によって、基板Ｆが撮像素子５１等を覆うように配置・固定されている。
【００５３】
鏡筒部５４は、撮像レンズ１０を収納し保持している。鏡筒部５４は、撮像レンズ１０の第１レンズ群Ｇｒ１を構成する第１レンズＬ１から第５レンズＬ１５までのレンズのうちいずれか１つ以上のレンズを光軸ＯＡに沿って移動させることにより、撮像レンズ１０の合焦の動作を可能にするための駆動機構５５ａ（図２参照）を有している。駆動機構５５ａは、第１レンズＬ１１から第５レンズＬ１５までのレンズのうちいずれかのレンズを光軸ＯＡに沿って往復移動可能である。駆動機構５５ａは、例えばボイスコイルモーターと、ガイドとを備える。なお、駆動機構５５ａは、ステッピングモーターと、タンジェントスクリュー型の動力伝達部材と、スライドガイドとで構成することができる。
【００５４】
次に、図２、３（Ａ）、及び３（Ｂ）を参照して、図１に例示されるカメラモジュール５０を搭載した携帯電話機その他の携帯通信端末３００の一例について説明する。
【００５５】
携帯通信端末３００は、スマートフォン型の携帯通信端末であり、カメラモジュール５０を有する撮像装置１００と、各部を統括的に制御するとともに各処理に応じたプログラムを実行する制御部（ＣＰＵ：Central Processing Unit）３１０と、通信に関連するデータ、撮像した映像等を表示するとともにユーザーの操作を受け付けるタッチパネルである表示操作部３２０と、電源スイッチ等を含む操作部３３０と、アンテナ３４１を介して外部サーバー等との間の各種情報通信を実現するための無線通信部３４０と、携帯通信端末３００のシステムプログラムや各種処理プログラム及び端末ＩＤ（identification）等の必要な諸データを記憶している記憶部（ＲＯＭ：Read Only Memory）３６０と、制御部３１０によって実行される各種処理プログラムやデータ、処理データ、若しくは撮像装置１００による撮像データ等を一時的に格納する作業領域として用いられる一時記憶部（ＲＡＭ：Random Access Memory）３７０とを備えている。
【００５６】
撮像装置１００は、既に説明したカメラモジュール５０のほかに、制御部１０３、光学系駆動部１０５、撮像素子駆動部１０７、画像メモリー１０８等を備える。
【００５７】
制御部１０３は、撮像装置１００の各部を制御する。制御部１０３は、ＣＰＵ、ＲＡＭ、ＲＯＭ等を含み、ＲＯＭから読み出されてＲＡＭに展開された各種プログラムとＣＰＵとの協働で各種処理を実行する。なお、制御部３１０は、撮像装置１００の制御部１０４と通信可能に接続されており、制御信号や画像データの授受が可能になっている。

【００５８】
光学系駆動部１０５は、制御部１０３の制御により合焦、露出等を行う際に、撮像レンズ１０の駆動機構５５ａを動作させて撮像レンズ１０の状態を制御する。光学系駆動部１０５は、駆動機構５５ａを動作させて撮像レンズ１０中の特定のレンズを光軸ＯＡに沿って適宜移動させることにより、撮像レンズ１０に合焦動作を行わせる。
【００５９】
撮像素子駆動部１０７は、制御部１０３の制御により露出等を行う際に、撮像素子５１の動作を制御する。具体的には、撮像素子駆動部１０７は、タイミング信号に基づいて撮像素子５１を走査駆動させて制御する。また、撮像素子駆動部１０７は、撮像素子５１から出力された検出信号又は光電変換信号としてのアナログ信号をデジタルの画像データに変換する。さらに、撮像素子駆動部１０７は、撮像素子５１によって検出された画像信号に対して、歪み補正、色補正、圧縮等の各種画像処理を施すことができる。
【００６０】
画像メモリー１０８は、デジタル化された画像信号を撮像素子駆動部１０７から受け取って、読み出し及び書き込み可能な画像データとして記憶する。
【００６１】
ここで、上記撮像装置１００を含む携帯通信端末３００の撮影動作を説明する。携帯通信端末３００をカメラとして動作させるカメラモードに設定されると、被写体のモニタリング（スルー画像表示）と、画像撮影実行とが行われる。モニタリングにおいては、撮像レンズ１０を介して得られた被写体の像が、撮像素子５１の撮像面Ｉ（図１参照）に結像される。撮像素子５１は、撮像素子駆動部１０７によって走査駆動され、一定周期毎に結像した光像に対応する光電変換出力としてのアナログ信号を１画面分出力する。
【００６２】
このアナログ信号は、撮像素子５１に付属する回路においてＲＧＢの各原色成分毎に適宜ゲイン調整された後に、デジタルデータに変換される。そのデジタルデータは、画素補間処理及びＹ補正処理を含むカラープロセス処理が行われて、デジタル値の輝度信号Ｙ及び色差信号Ｃｂ，Ｃｒ（画像データ）が生成されて画像メモリー１０８に格納される。格納されたデジタルデータは、画像メモリー１０８から定期的に読み出されてそのビデオ信号が生成されて、制御部１０３及び制御部３１０を介して、表示操作部３２０に出力される。
【００６３】
この表示操作部３２０は、モニタリングにおいては電子ファインダーとして機能し、撮像画像をリアルタイムに表示することとなる。この状態で、随時、ユーザーが表示操作部３２０を介して行う操作入力に基づいて、光学系駆動部１０５の駆動により撮像レンズ１０の合焦、露出等が設定される。
【００６４】
このようなモニタリング状態において、ユーザーが表示操作部３２０を適宜操作することにより、静止画像データが撮影される。表示操作部３２０の操作内容に応じて、画像メモリー１０８に格納された１コマの画像データが読み出されて、撮像素子駆動部１０７により圧縮される。その圧縮された画像データは、制御部１０３及び制御部３１０を介して、例えばＲＡＭ３７０等に記録される。
【００６５】
なお、上述の撮像装置１００は、本発明に好適な撮像装置の一例であり、本発明は、これに限定されるものではない。
【００６６】
すなわち、カメラモジュール５０又は撮像レンズ１０を搭載した撮像装置は、スマートフォン型の携帯通信端末３００に内蔵されるものに限らず、携帯電話、ＰＨＳ（Personal Handyphone System）等に内蔵されるものであってもよく、ＰＤＡ（Personal Digital Assistant）、タブレットパソコン、モバイルパソコン、デジタルスチルカメラ、ビデオカメラ等に内蔵されるであってもよい。

【００５８】
光学系駆動部１０５は、制御部１０３の制御により合焦、露出等を行う際に、撮像レンズ１０の駆動機構５５ａを動作させて撮像レンズ１０の状態を制御する。光学系駆動部１０５は、駆動機構５５ａを動作させて撮像レンズ１０中の特定のレンズを光軸ＯＡに沿って適宜移動させることにより、撮像レンズ１０に合焦動作を行わせる。
【００５９】
撮像素子駆動部１０７は、制御部１０３の制御により露出等を行う際に、撮像素子５１の動作を制御する。具体的には、撮像素子駆動部１０７は、タイミング信号に基づいて撮像素子５１を走査駆動させて制御する。また、撮像素子駆動部１０７は、撮像素子５１から出力された検出信号又は光電変換信号としてのアナログ信号をデジタルの画像データに変換する。さらに、撮像素子駆動部１０７は、撮像素子５１によって検出された画像信号に対して、歪み補正、色補正、圧縮等の各種画像処理を施すことができる。
【００６０】
画像メモリー１０８は、デジタル化された画像信号を撮像素子駆動部１０７から受け取って、読み出し及び書き込み可能な画像データとして記憶する。
【００６１】
ここで、上記撮像装置１００を含む携帯通信端末３００の撮影動作を説明する。携帯通信端末３００をカメラとして動作させるカメラモードに設定されると、被写体のモニタリング（スルー画像表示）と、画像撮影実行とが行われる。モニタリングにおいては、撮像レンズ１０を介して得られた被写体の像が、撮像素子５１の撮像面Ｉ（図１参照）に結像される。撮像素子５１は、撮像素子駆動部１０７によって走査駆動され、一定周期毎に結像した光像に対応する光電変換出力としてのアナログ信号を１画面分出力する。
【００６２】
このアナログ信号は、撮像素子５１に付属する回路においてＲＧＢの各原色成分毎に適宜ゲイン調整された後に、デジタルデータに変換される。そのデジタルデータは、画素補間処理及びＹ補正処理を含むカラープロセス処理が行われて、デジタル値の輝度信号Ｙ及び色差信号Ｃｂ，Ｃｒ（画像データ）が生成されて画像メモリー１０８に格納される。格納されたデジタルデータは、画像メモリー１０８から定期的に読み出されてそのビデオ信号が生成されて、制御部１０３及び制御部３１０を介して、表示操作部３２０に出力される。
【００６３】
この表示操作部３２０は、モニタリングにおいては電子ファインダーとして機能し、撮像画像をリアルタイムに表示することとなる。この状態で、随時、ユーザーが表示操作部３２０を介して行う操作入力に基づいて、光学系駆動部１０５の駆動により撮像レンズ１０の合焦、露出等が設定される。
【００６４】
このようなモニタリング状態において、ユーザーが表示操作部３２０を適宜操作することにより、静止画像データが撮影される。表示操作部３２０の操作内容に応じて、画像メモリー１０８に格納された１コマの画像データが読み出されて、撮像素子駆動部１０７により圧縮される。その圧縮された画像データは、制御部１０３及び制御部３１０を介して、例えばＲＡＭ３７０等に記録される。
【００６５】
なお、上述の撮像装置１００は、本発明に好適な撮像装置の一例であり、本発明は、これに限定されるものではない。
【００６６】
すなわち、カメラモジュール５０又は撮像レンズ１０を搭載した撮像装置は、スマートフォン型の携帯通信端末３００に内蔵されるものに限らず、携帯電話、ＰＨＳ（Personal Handyphone System）等に内蔵されるものであってもよく、ＰＤＡ（Personal Digital Assistant）、タブレットパソコン、モバイルパソコン、デジタルスチルカメラ、ビデオカメラ等に内蔵されるであってもよい。

【００６７】
以下、図１に戻って、本発明の一実施形態である撮像レンズ１０について詳細に説明する。図１に示す撮像レンズ１０は、撮像素子５１の撮像面（被投影面）Ｉに被写体像を結像させるものである。撮像レンズ１０は、物体側より順に、第１レンズ群Ｇｒ１と第１レンズ群Ｇｒ２とを備える。前者の第１レンズ群Ｇｒ１は、全体で正の屈折力を有し、少なくとも４枚以上のレンズで構成される。具体的には、第１レンズ群Ｇｒ１は、物体側より順に、開口絞りＳと、第１レンズＬ１１と、第２レンズＬ１２と、第３レンズＬ１３と、第４レンズＬ１４と、第５レンズＬ１５とからなる。一方、第２レンズ群Ｇｒ２は、全体で負の屈折力を有し、単一のレンズブロックＬＢからなる。このレンズブロックＬＢは、基板Ｆとレンズ部Ｌ２１とを有し、レンズ部Ｌ２１は、平行平板である基板Ｆの物体側面ＦＳ１上に張り付けられて一体化した状態となっている。第１レンズ群Ｇｒ１の後方にさらに第２レンズ群Ｇｒ２を配置する構成とすることにより、周辺性能に関しより良好な収差補正を行えるようになるので、近年高まっている大口径化及び高画素化の要求に対応しつつ、十分な性能を確保することができる。

【００６８】
具体的な第１レンズ群Ｇｒ１において、第１レンズＬ１１は、正の屈折力を有し、第２レンズＬ１２は、負の屈折力を有し、第３レンズＬ１３は、正、負、又はゼロの屈折力を有し、第４レンズＬ１４は、正の屈折力を有し、第５レンズＬ１５は、負の屈折力を有する。すなわち、第１レンズ群Ｇｒ１のうち最像側レンズである第５レンズＬ１５は、負レンズである。また、第１レンズ群Ｇｒ１は、正レンズ２枚と負レンズ２枚とを含む。以上のように、第１レンズ群Ｇｒ１の最も像側の第５レンズＬ１５を負レンズとすることで、いわゆるテレフォトタイプのレンズ構成になり、撮像レンズ１０の全長の小型化にとって有利になっている。また、第１レンズ群Ｇｒ１が正の２枚の第１及び第４レンズＬ１１，Ｌ１４と負の２枚の第２及び第５レンズＬ１２，Ｌ１５とを含むことにより、色収差の補正や、ペッツバール和の低減が容易になり、画面周辺部まで良好な結像性能を確保しやすくなる。

【００６９】
開口絞りＳは、第１レンズＬ１１の物体側に配置されているが、第１レンズＬ１１と第２レンズＬ１２との間に配置されてもよい。

【００７０】
第２レンズ群Ｇｒ２は、負の屈折力を有することから、第１レンズ群Ｇｒ１の最像側の負の第５レンズＬ１５とともに撮像レンズ１０の像側の負レンズ群とみることができる。つまり、撮像レンズ１０において、第１レンズ群Ｇｒ１の第５レンズＬ１５と第２レンズ群Ｇｒ２とを含めた像側レンズ群の負の屈折力を強く配置できることから、撮像レンズ１０の全長の短縮化を図ることができる。また、第２レンズ群Ｇｒ２のレンズ部Ｌ２１が非球面形状を有することから、画面周辺部まで諸収差を良好に補正することが可能になる。

【００７１】
第２レンズ群Ｇｒ２のレンズブロックＬＢは、例えばウェハーレンズから切り出したものである。ウェハーレンズは、平板状のレンズ基板の表面に、例えばレプリカ法で複数の樹脂製のレンズ部Ｌ２１を形成し、レンズ基板の裏面をそのまま残した状態で、レンズ部Ｌ２１毎に切り出すことで得られる。図示のように、基板Ｆの物体側面ＦＳ１にのみレンズ部Ｌ２１を形成することで、像側面ＦＳ２を平面とでき、撮像面（センサ面）Ｉとのクリアランスを取りやすくなるため、組立工程の難易度を下げることができる。なお、基板Ｆの像側面ＦＳ２にのみレンズ部を形成することもでき、この場合、第２レンズ群Ｇｒ２の物体側面すなわち物体側面ＦＳ１が平面となり、第１レンズ群Ｇｒ１とのクリアランスを確保しやすくなるため、第２レンズ群Ｇｒ２をより物体側へ寄せることが可能となり、レンズ部Ｌ２１による収差補正効果を高めることができる。

【００７２】
得られたレンズブロックＬＢにおいて、例えば基板Ｆの像側面ＦＳ２上には、赤外光をカットする機能を持たせたフィルター層１８が形成されている。基板Ｆにフィルター層１

【００６７】
以下、図１に戻って、本発明の一実施形態である撮像レンズ１０について詳細に説明する。図１に示す撮像レンズ１０は、撮像素子５１の撮像面（被投影面）Ｉに被写体像を結像させるものである。撮像レンズ１０は、物体側より順に、第１レンズ群Ｇｒ１と第１レンズ群Ｇｒ２とを備える。前者の第１レンズ群Ｇｒ１は、全体で正の屈折力を有し、少なくとも４枚以上のレンズで構成される。具体的には、第１レンズ群Ｇｒ１は、物体側より順に、開口絞りＳと、第１レンズＬ１１と、第２レンズＬ１２と、第３レンズＬ１３と、第４レンズＬ１４と、第５レンズＬ１５とからなる。一方、第２レンズ群Ｇｒ２は、全体で負の屈折力を有し、単一のレンズブロックＬＢからなる。このレンズブロックＬＢは、基板Ｆとレンズ部Ｌ２１とを有し、レンズ部Ｌ２１は、平行平板である基板Ｆの物体側面ＦＳ１上に張り付けられて一体化した状態となっている。第１レンズ群Ｇｒ１の後方にさらに第２レンズ群Ｇｒ２を配置する構成とすることにより、周辺性能に関しより良好な収差補正を行えるようになるので、近年高まっている大口径化及び高画素化の要求に対応しつつ、十分な性能を確保することができる。

【００６８】
具体的な第１レンズ群Ｇｒ１において、第１レンズＬ１１は、正の屈折力を有し、第２レンズＬ１２は、負の屈折力を有し、第３レンズＬ１３は、正、負、又はゼロの屈折力を有し、第４レンズＬ１４は、正の屈折力を有し、第５レンズＬ１５は、負の屈折力を有する。すなわち、第１レンズ群Ｇｒ１のうち最像側レンズである第５レンズＬ１５は、負レンズである。また、第１レンズ群Ｇｒ１は、正レンズ２枚と負レンズ２枚とを含む。以上のように、第１レンズ群Ｇｒ１の最も像側の第５レンズＬ１５を負レンズとすることで、いわゆるテレフォトタイプのレンズ構成になり、撮像レンズ１０の全長の小型化にとって有利になっている。また、第１レンズ群Ｇｒ１が正の２枚の第１及び第４レンズＬ１１，Ｌ１４と負の２枚の第２及び第５レンズＬ１２，Ｌ１５とを含むことにより、色収差の補正や、ペッツバール和の低減が容易になり、画面周辺部まで良好な結像性能を確保しやすくなる。

【００６９】
開口絞りＳは、第１レンズＬ１１の物体側に配置されているが、第１レンズＬ１１と第２レンズＬ１２との間に配置されてもよい。

【００７０】
第２レンズ群Ｇｒ２は、負の屈折力を有することから、第１レンズ群Ｇｒ１の最像側の負の第５レンズＬ１５とともに撮像レンズ１０の像側の負レンズ群とみることができる。つまり、撮像レンズ１０において、第１レンズ群Ｇｒ１の第５レンズＬ１５と第２レンズ群Ｇｒ２とを含めた像側レンズ群の負の屈折力を強く配置できることから、撮像レンズ１０の全長の短縮化を図ることができる。また、第２レンズ群Ｇｒ２のレンズ部Ｌ２１が非球面形状を有することから、画面周辺部まで諸収差を良好に補正することが可能になる。

【００７１】
第２レンズ群Ｇｒ２のレンズブロックＬＢは、例えばウェハーレンズから切り出したものである。ウェハーレンズは、平板状のレンズ基板の表面に、例えばレプリカ法で複数の樹脂製のレンズ部Ｌ２１を形成し、レンズ基板の裏面をそのまま残した状態で、レンズ部Ｌ２１毎に切り出すことで得られる。図示のように、基板Ｆの物体側面ＦＳ１にのみレンズ部Ｌ２１を形成することで、像側面ＦＳ２を平面とでき、撮像面（センサ面）Ｉとのクリアランスを取りやすくなるため、組立工程の難易度を下げることができる。なお、基板Ｆの像側面ＦＳ２にのみレンズ部を形成することもでき、この場合、第２レンズ群Ｇｒ２の物体側面すなわち物体側面ＦＳ１が平面となり、第１レンズ群Ｇｒ１とのクリアランスを確保しやすくなるため、第２レンズ群Ｇｒ２をより物体側へ寄せることが可能となり、レンズ部Ｌ２１による収差補正効果を高めることができる。

【００７２】
得られたレンズブロックＬＢにおいて、例えば基板Ｆの像側面ＦＳ２上には、赤外光をカットする機能を持たせたフィルター層１８が形成されている。基板Ｆにフィルター層１

８を設けることで、赤外光カットフィルターを別途配置する必要がなくなるので、撮像レンズ１０のバックフォーカスを短くでき、撮像レンズ１０の小型化が図れる。なお、レンズブロックＬＢがウェハーレンズから切り出したものである場合、レンズ基板に複数のレンズ部を形成する前に、レンズ基板の片面に予めフィルター層を一様に形成しておくことで、フィルター層１８を設けたレンズブロックＬＢを得ることができる。

【００７３】

以上の撮像レンズ１０は、条件式（１）

－０．７０＜ｆｇ１ｒ／｜ｆｇ２｜＜－０．０１　…　（１）

を満足する。ただし、ｆｇ１ｒは、第１レンズ群Ｇｒ１中の最像側レンズ（具体的には第５レンズＬ１５）の焦点距離であり、ｆｇ２は、第２レンズ群Ｇｒ２の焦点距離である。

【００７４】

条件式（１）の上限を下回るようにすることで、第１レンズ群Ｇｒ１の最も像側の第５レンズＬ１５の負の焦点距離が大きくなり過ぎないので、テレフォトタイプを維持でき、撮像レンズ１０全長の大型化を抑えられる。一方、下限を上回ることで、第１レンズ群Ｇｒ１の最も像側の第５レンズＬ１５の負の焦点距離が小さくなり過ぎないので、歪曲収差の発生を抑えられる。また、第１レンズ群Ｇｒ１のバックファーカスを適度に維持できるので、第２レンズ群Ｇｒ２の配置が容易になる。

【００７５】

撮像レンズ１０は、より好ましくは、以下の条件式（１）’

－０．７０＜ｆｇ１ｒ／｜ｆｇ２｜＜－０．０２　…　（１）’

を満たす。

【００７６】

以上の撮像レンズ１０は、条件式（２）

０．０１＜ｆ／｜ｆｇ２｜＜０．７０　…　（２）

を満足する。ただし、ｆは、撮像レンズ１０全系の焦点距離であり、ｆｇ２は、第２レンズ群Ｇｒ２の焦点距離である。

【００７７】

撮像レンズ１０は、より好ましくは、以下の条件式（２）’

０．０４＜ｆ／｜ｆｇ２｜＜０．６０　…　（２）’

を満たす。

【００７８】

以上の撮像レンズ１０は、条件式（３）

０．０９＜ｄｇ２１／ｆ＜０．３０　…　（３）

を満足する。ただし、ｄｇ２１は、第２レンズ群Ｇｒ２の最も物体側に形成されたレンズ部２１の物体側面頂点又は基板Ｆの物体側面から撮像面Ｉまでの光軸ＯＡ上の距離である。なお、図示のようにレンズ部２１が基板Ｆの物体側にある場合は、レンズ部２１の物体側面頂点から撮像面Ｉまでを考えるが、レンズ部２１が基板Ｆの物体側にない場合は、基板Ｆの物体側面から撮像面Ｉまでを考える。

【００７９】

撮像レンズ１０は、より好ましくは、以下の条件式（３）’

０．１１＜ｄｇ２１／ｆ＜０．２７　…　（３）’

を満たす。

【００８０】

以上の撮像レンズ１０は、条件式（４）

０．５＜Σｄｇ２／ｄＭｉｎｇ１≦１．０　…　（４）

を満足する。ただし、Σｄｇ２は、第２レンズ群Ｇｒ２の光軸ＯＡ上の総合厚みであり、ｄＭｉｎｇ１は、第１レンズ群Ｇｒ１を構成するレンズの光軸ＯＡ上の厚みの最小値である。

【００８１】

撮像レンズ１０は、より好ましくは、以下の条件式（４）’

８を設けることで、赤外光カットフィルターを別途配置する必要がなくなるので、撮像レンズ１０のバックフォーカスを短くでき、撮像レンズ１０の小型化が図れる。なお、レンズブロックＬＢがウェハーレンズから切り出したものである場合、レンズ基板に複数のレンズ部を形成する前に、レンズ基板の片面に予めフィルター層を一様に形成しておくことで、フィルター層１８を設けたレンズブロックＬＢを得ることができる。

【００７３】

以上の撮像レンズ１０は、条件式（１）

－０．７０＜ｆｇ１ｒ／｜ｆｇ２｜＜－０．０１　…　（１）

を満足する。ただし、ｆｇ１ｒは、第１レンズ群Ｇｒ１中の最像側レンズ（具体的には第５レンズＬ１５）の焦点距離であり、ｆｇ２は、第２レンズ群Ｇｒ２の焦点距離である。

【００７４】

条件式（１）の上限を下回るようにすることで、第１レンズ群Ｇｒ１の最も像側の第５レンズＬ１５の負の焦点距離が大きくなり過ぎないので、テレフォトタイプを維持でき、撮像レンズ１０全長の大型化を抑えられる。一方、下限を上回ることで、第１レンズ群Ｇｒ１の最も像側の第５レンズＬ１５の負の焦点距離が小さくなり過ぎないので、歪曲収差の発生を抑えられる。また、第１レンズ群Ｇｒ１のバックファーカスを適度に維持できるので、第２レンズ群Ｇｒ２の配置が容易になる。

【００７５】

撮像レンズ１０は、より好ましくは、以下の条件式（１）’

－０．７０＜ｆｇ１ｒ／｜ｆｇ２｜＜－０．０２　…　（１）’

を満たす。

【００７６】

以上の撮像レンズ１０は、条件式（２）

０．０１＜ｆ／｜ｆｇ２｜＜０．７０　…　（２）

を満足する。ただし、ｆは、撮像レンズ１０全系の焦点距離であり、ｆｇ２は、第２レンズ群Ｇｒ２の焦点距離である。

【００７７】

撮像レンズ１０は、より好ましくは、以下の条件式（２）’

０．０４＜ｆ／｜ｆｇ２｜＜０．６０　…　（２）’

を満たす。

【００７８】

以上の撮像レンズ１０は、条件式（３）

０．０９＜ｄｇ２１／ｆ＜０．３０　…　（３）

を満足する。ただし、ｄｇ２１は、第２レンズ群Ｇｒ２の最も物体側に形成されたレンズ部２１の物体側面頂点又は基板Ｆの物体側面から撮像面Ｉまでの光軸ＯＡ上の距離である。なお、図示のようにレンズ部２１が基板Ｆの物体側にある場合は、レンズ部２１の物体側面頂点から撮像面Ｉまでを考えるが、レンズ部２１が基板Ｆの物体側にない場合は、基板Ｆの物体側面から撮像面Ｉまでを考える。

【００７９】

撮像レンズ１０は、より好ましくは、以下の条件式（３）’

０．１１＜ｄｇ２１／ｆ＜０．２７　…　（３）’

を満たす。

【００８０】

以上の撮像レンズ１０は、条件式（４）

０．５＜Σｄｇ２／ｄＭｉｎｇ１≦１．０　…　（４）

を満足する。ただし、Σｄｇ２は、第２レンズ群Ｇｒ２の光軸ＯＡ上の総合厚みであり、ｄＭｉｎｇ１は、第１レンズ群Ｇｒ１を構成するレンズの光軸ＯＡ上の厚みの最小値である。

【００８１】

撮像レンズ１０は、より好ましくは、以下の条件式（４）’

０．６＜Σｄｇ２／ｄＭｉｎｇ１≦１．０　…　（４）’

を満たす。

【００８２】

以上の撮像レンズ１０は、条件式（５）

０．１０＜ＴＨｇ２１／ＴＨｇ２ｂ＜０．８０　…　（５）

を満足する。ただし、ＴＨｇ２１は、第２レンズ群Ｇｒ２のレンズ部Ｌ２１の光軸ＯＡ上の厚みの合計値であり、ＴＨｇ２ｂは、第２レンズ群Ｇｒ２の基板Ｆの光軸ＯＡ上の厚みである。

【００８３】

撮像レンズ１０は、より好ましくは、以下の条件式（５）’

０．２０＜ＴＨｇ２１／ＴＨｇ２ｂ＜０．７０　…　（５）’

を満たす。

【００８４】

以上の撮像レンズ１０は、条件式（６）

２８＜ｖｇ２１＜６０　…　（６）

を満足する。ただし、ｖｇ２１は、第２レンズ群Ｇｒ２のレンズ部Ｌ２１の材料のアッベ数である。

【００８５】

〔実施例〕

以下、本発明の撮像レンズの実施例を示す。各実施例に使用する記号は下記の通りである。

ｆ　：撮像レンズ全系の焦点距離
ｆＢ　：バックフォーカス
Ｆ　：Ｆナンバー
２Ｙ　：撮像素子の撮像面対角線長
ＥＮＴＰ　：入射瞳位置（第１面から入射瞳位置までの距離）
ＥＸＴＰ　：射出瞳位置（撮像面から射出瞳位置までの距離）
Ｈ１　：前側主点位置（第１面から前側主点位置までの距離）
Ｈ２　：後側主点位置（最終面から後側主点位置までの距離）
Ｒ　：曲率半径
Ｄ　：軸上面間隔
Ｎｄ　：レンズ材料のｄ線に対する屈折率
ｖｄ　：レンズ材料のアッベ数

【００８６】

各実施例において、各面番号の後に「＊」が記載されている面が非球面形状を有する面である。非球面の形状は、面の頂点を原点とし、光軸ＡＸ方向にＸ軸をとり、光軸ＡＸと垂直方向の高さをｈとして以下の「数１」で表す。

〔数１〕

$$X=\frac{h^2/R}{1+\sqrt{1-(1+K)h^2/R^2}}+\sum A_i h^i$$

ただし、
Ａｉ：ｉ次の非球面係数
Ｒ　：曲率半径
Ｋ　：円錐定数

【００８７】

以下、本発明の撮像レンズの具体的な実施例を説明する。

【００８８】

〔実施例１〕

０．６＜Σｄｇ２／ｄＭｉｎｇ１≦１．０　…　（４）’

を満たす。

【００８２】

以上の撮像レンズ１０は、条件式（５）

０．１０＜ＴＨｇ２１／ＴＨｇ２ｂ＜０．８０　…　（５）

を満足する。ただし、ＴＨｇ２１は、第２レンズ群Ｇｒ２のレンズ部Ｌ２１の光軸ＯＡ上の厚みの合計値であり、ＴＨｇ２ｂは、第２レンズ群Ｇｒ２の基板Ｆの光軸ＯＡ上の厚みである。

【００８３】

撮像レンズ１０は、より好ましくは、以下の条件式（５）’

０．２０＜ＴＨｇ２１／ＴＨｇ２ｂ＜０．７０　…　（５）’

を満たす。

【００８４】

以上の撮像レンズ１０は、条件式（６）

２８＜νｇ２１＜６０　…　（６）

を満足する。ただし、νｇ２１は、第２レンズ群Ｇｒ２のレンズ部Ｌ２１の材料のアッベ数である。

【００８５】

〔実施例〕

以下、本発明の撮像レンズの実施例を示す。各実施例に使用する記号は下記の通りである。

ｆ　：撮像レンズ全系の焦点距離
ｆＢ　：バックフォーカス
Ｆ　：Ｆナンバー
２Ｙ　：撮像素子の撮像面対角線長
ＥＮＴＰ　：入射瞳位置（第１面から入射瞳位置までの距離）
ＥＸＴＰ　：射出瞳位置（撮像面から射出瞳位置までの距離）
Ｈ１　：前側主点位置（第１面から前側主点位置までの距離）
Ｈ２　：後側主点位置（最終面から後側主点位置までの距離）
Ｒ　：曲率半径
Ｄ　：軸上面間隔
Ｎｄ　：レンズ材料のｄ線に対する屈折率
νｄ　：レンズ材料のアッベ数

【００８６】

各実施例において、各面番号の後に「＊」が記載されている面が非球面形状を有する面である。非球面の形状は、面の頂点を原点とし、光軸ＡＸ方向にＸ軸をとり、光軸ＡＸと垂直方向の高さをｈとして以下の「数１」で表す。

〔数１〕

$$X=\frac{h^2/R}{1+\sqrt{1-(1+K)h^2/R^2}}+\sum A_i h^i$$

ただし、
Ａｉ：ｉ次の非球面係数
Ｒ　：曲率半径
Ｋ　：円錐定数

【００８７】

以下、本発明の撮像レンズの具体的な実施例を説明する。

【００８８】

〔実施例１〕

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

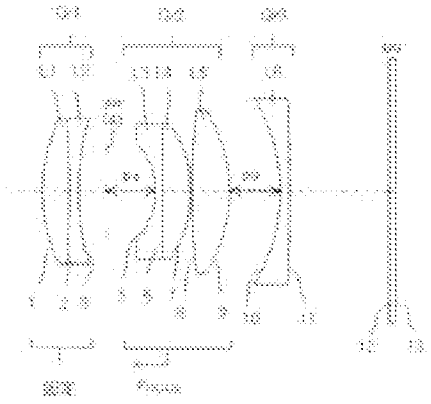
(11)Publication number : 2013-195587
(43)Date of publication of application : 30.09.2013

(51)Int.Cl. *G02B 13/00 (2006.01)*
G02B 13/18 (2006.01)

(21)Application number : 2012-061271
(22)Date of filing : 16.03.2012

(71)Applicant : RICOH CO LTD
(72)Inventor : KUBOTA TAKASHI

(54) IMAGING LENS SYSTEM, IMAGE CAPTURING DEVICE, AND INFORMATION DEVICE



(57)Abstract:
PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an imaging lens system which is capable of focusing without changing a total length of an optical system and offers a wide view angle, a low F value, short total optical system length relative to an image height, compactness, a small distortion aberration, and high performance.
SOLUTION: An imaging lens system comprises: a positive first lens group Gr1 having a positive lens with a convex surface on the object side and a negative lens with a concave surface on the imaging plane side; an aperture stop AP; a positive second lens group Gr2, whose most imaging plane side surface is convex, having a negative lens with a concave surface on the object side and two positive lenses with convex surfaces on the imaging plane side; and a negative third lens group Gr3 having a negative lens with a concave surface on the object side, arranged in order from the object side. Focusing is done by moving only the second lens group Gr2 along an optical axis without changing the total length of the optical system. A focal distance f1 of the Gr1, a focal distance f2 of the Gr2, a focal distance f3 of the Gr3, a focal distance f of the entire optical system, a distance L from a most object side surface of the Gr1 to the imaging plane, and a maximum image height Y' satisfy specific conditional expressions.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

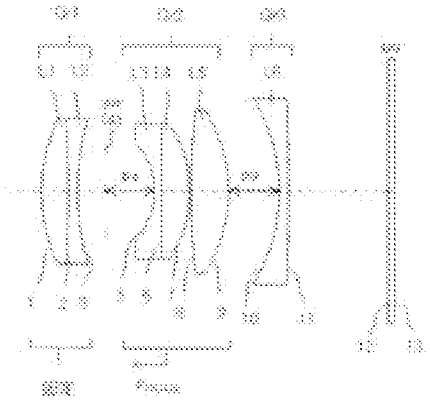
(11)Publication number : 2013-195587
(43)Date of publication of application : 30.09.2013

(51)Int.Cl. *G02B 13/00 (2006.01)*
G02B 13/18 (2006.01)

(21)Application number : 2012-061271
(22)Date of filing : 16.03.2012

(71)Applicant : RICOH CO LTD
(72)Inventor : KUBOTA TAKASHI

(54) IMAGING LENS SYSTEM, IMAGE CAPTURING DEVICE, AND INFORMATION DEVICE



(57)Abstract:
PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an imaging lens system which is capable of focusing without changing a total length of an optical system and offers a wide view angle, a low F value, short total optical system length relative to an image height, compactness, a small distortion aberration, and high performance.
SOLUTION: An imaging lens system comprises: a positive first lens group Gr1 having a positive lens with a convex surface on the object side and a negative lens with a concave surface on the imaging plane side; an aperture stop AP; a positive second lens group Gr2, whose most imaging plane side surface is convex, having a negative lens with a concave surface on the object side and two positive lenses with convex surfaces on the imaging plane side; and a negative third lens group Gr3 having a negative lens with a concave surface on the object side, arranged in order from the object side. Focusing is done by moving only the second lens group Gr2 along an optical axis without changing the total length of the optical system. A focal distance f1 of the Gr1, a focal distance f2 of the Gr2, a focal distance f3 of the Gr3, a focal distance f of the entire optical system, a distance L from a most object side surface of the Gr1 to the imaging plane, and a maximum image height Y' satisfy specific conditional expressions.

(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2013-195587
(P2013-195587A)
(43)公開日　平成25年9月30日(2013.9.30)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
G02B 13/00	(2006.01)	G02B	13/00	2H087
G02B 13/18	(2006.01)	G02B	13/18	

審査請求 未請求　請求項の数 16　ＯＬ　（全 52 頁）

(21)出願番号　特願2012-61271(P2012-61271)
(22)出願日　平成24年3月16日(2012.3.16)

(71)出願人　000006747
株式会社リコー
東京都大田区中馬込１丁目３番６号
(74)代理人　100082636
弁理士　真田　修治
(72)発明者　窪田　高士
東京都大田区中馬込１丁目３番６号　株式会社リコー内

Ｆターム(参考)　2H087 KA01 LA01 MA07 PA04 PA05 PA06 PA17 PA18 PA19 PB06 PB07 QA02 QA07 QA12 QA13 QA14 QA17 QA21 QA22 QA26 QA37 QA39 QA41 QA42 QA45 RA05 RA12 RA13 RA32 RA42

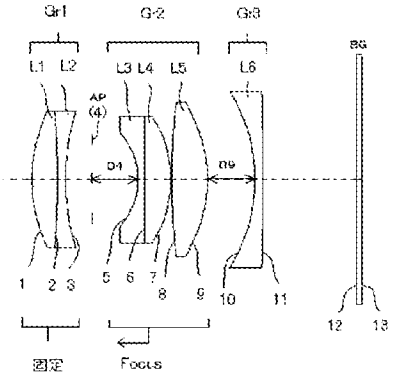
(54)【発明の名称】結像レンズ、撮像装置および情報装置

(57)【要約】

【課題】　光学系全長を変えずにフォーカシングでき、広角で、Ｆ値が明るく、像高に対して光学系全長が小さく、小型で、しかも歪曲収差が小さく、高性能を得る。

【解決手段】　物体側から、順次、物体側が凸面の正のレンズと像面側が凹面の負のレンズとを１枚ずつ有する正の第１レンズ群Ｇｒ１と、開口絞りＡＰと、最も像面側を凸面とし、物体側が凹面の負のレンズ１枚と、像面側が凸面の正のレンズ２枚とを有する正の第２レンズ群Ｇｒ２と、物体側が凹面の負のレンズを１枚有する負の第３レンズ群Ｇｒ３とを配置する。フォーカシングでは、光学系全長を変化させずに、第２レンズ群Ｇｒ２のみを光軸方向に沿って移動する。Ｇｒ１の焦点距離をｆ１、Ｇｒ２の焦点距離をｆ２、Ｇｒ３の焦点距離をｆ３、全系の焦点距離をｆ、Ｇｒ１の最物体側面から像面までの距離をＬ、最大像高をＹ′として、所定の条件式を満足すること。

【選択図】　図１



(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2013-195587
(P2013-195587A)
(43)公開日　平成25年9月30日(2013.9.30)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
G02B 13/00	(2006.01)	G02B	13/00	2H087
G02B 13/18	(2006.01)	G02B	13/18	

審査請求 未請求　請求項の数 16　ＯＬ　（全 52 頁）

(21)出願番号　特願2012-61271(P2012-61271)
(22)出願日　平成24年3月16日(2012.3.16)

(71)出願人　000006747
株式会社リコー
東京都大田区中馬込１丁目３番６号
(74)代理人　100082636
弁理士　真田　修治
(72)発明者　窪田　高士
東京都大田区中馬込１丁目３番６号　株式会社リコー内

Ｆターム(参考)　2H087 KA01 LA01 MA07 PA04 PA05 PA06 PA17 PA18 PA19 PB06 PB07 QA02 QA07 QA12 QA13 QA14 QA17 QA21 QA22 QA26 QA37 QA39 QA41 QA42 QA45 RA05 RA12 RA13 RA32 RA42

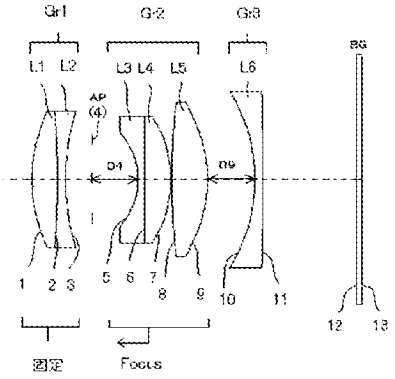
(54)【発明の名称】結像レンズ、撮像装置および情報装置

(57)【要約】

【課題】　光学系全長を変えずにフォーカシングでき、広角で、Ｆ値が明るく、像高に対して光学系全長が小さく、小型で、しかも歪曲収差が小さく、高性能を得る。

【解決手段】　物体側から、順次、物体側が凸面の正のレンズと像面側が凹面の負のレンズとを１枚ずつ有する正の第１レンズ群Ｇｒ１と、開口絞りＡＰと、最も像面側を凸面とし、物体側が凹面の負のレンズ１枚と、像面側が凸面の正のレンズ２枚とを有する正の第２レンズ群Ｇｒ２と、物体側が凹面の負のレンズを１枚有する負の第３レンズ群Ｇｒ３とを配置する。フォーカシングでは、光学系全長を変化させずに、第２レンズ群Ｇｒ２のみを光軸方向に沿って移動する。Ｇｒ１の焦点距離をｆ１、Ｇｒ２の焦点距離をｆ２、Ｇｒ３の焦点距離をｆ３、全系の焦点距離をｆ、Ｇｒ１の最物体側面から像面までの距離をＬ、最大像高をＹ′として、所定の条件式を満足すること。

【選択図】　図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
物体側から像面側へ向かって、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群とを配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成してなる結像レンズにおいて、
前記第１レンズ群は、最も物体側が凸面形状をなすとともに、物体側に凸面を向けた正のレンズと、像面側に凹面を向けた負のレンズとをそれぞれ１枚ずつ有し、
前記第２レンズ群は、最も像面側が凸面形状をなすとともに、物体側に凹面を向けた負のレンズを１枚と、像面側に凸面を向けた正のレンズを２枚とを有し、
前記第３レンズ群は、物体側に凹面を向けた負のレンズを少なくとも１枚有し、
前記第１レンズ群と前記第２レンズ群との間に開口絞りを配置してなり、
フォーカシングに伴って、光学系全長を変化させることなく、前記第２レンズ群のみが光軸方向に沿って移動するとともに、
前記第１レンズ群の焦点距離をｆ１、前記第２レンズ群の焦点距離をｆ２、前記第３レンズ群の焦点距離をｆ３、無限遠時の光学系全系の焦点距離をｆ、前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離をＬ、そして最大像高をＹ′として、
条件式：
〔１〕　－２．１＜ｆ１／ｆ３＜－１．０
〔２〕　０．５＜ｆ２／ｆ＜０．９
〔３〕　２．５＜Ｌ／Ｙ′＜２．８
を満足することを特徴とする結像レンズ。
【請求項２】
物体側から像面側へ向かって、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群と配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成してなる結像レンズにおいて、
前記第１レンズ群は、最も物体側が凸面形状で且つ最も像面側が凹面形状をなすとともに、物体側に凸面を向けた正のレンズと、像面側に凹面を向けた負のレンズとをそれぞれ１枚ずつ有し、
前記第２レンズ群は、最も像面側が凸面形状をなすとともに、物体側に凹面を向けた負のレンズを１枚と、像面側に凸面を向けた正のレンズを２枚とを有し、
前記第３レンズ群は、物体側に凹面を向けた負のレンズを少なくとも１枚有し、
前記第１レンズ群と前記第２レンズ群との間に開口絞りを配置してなり、
フォーカシングに伴って、光学系全長を変化させることなく、前記第２レンズ群のみが光軸方向に沿って移動するとともに、
前記第１レンズ群の焦点距離をｆ１、前記第２レンズ群の焦点距離をｆ２、前記第３レンズ群の焦点距離をｆ３、無限遠時の光学系全系の焦点距離をｆ、前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離をＬ、そして最大像高をＹ′として、
条件式：
〔１〕　－２．１＜ｆ１／ｆ３＜－１．０
〔２〕　０．５＜ｆ２／ｆ＜０．９
〔３〕　２．５＜Ｌ／Ｙ′＜２．８
〔４〕　４．０＜（Ｌ＊ｆ）／（Ｙ′）^{2}＜４．８
を満足することを特徴とする結像レンズ。
【請求項３】
物体側から像面側へ向かって、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群と配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成してなる結像レンズにおいて、
前記第１レンズ群は、最も物体側が凸面形状で且つ最も像面側が凹面形状をなすとともに、物体側に凸面を向けた正のレンズと、像面側に凹面を向けた負のレンズとをそれぞれ１枚ずつ有し、

【特許請求の範囲】
【請求項１】
物体側から像面側へ向かって、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群とを配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成してなる結像レンズにおいて、
前記第１レンズ群は、最も物体側が凸面形状をなすとともに、物体側に凸面を向けた正のレンズと、像面側に凹面を向けた負のレンズとをそれぞれ１枚ずつ有し、
前記第２レンズ群は、最も像面側が凸面形状をなすとともに、物体側に凹面を向けた負のレンズを１枚と、像面側に凸面を向けた正のレンズを２枚とを有し、
前記第３レンズ群は、物体側に凹面を向けた負のレンズを少なくとも１枚有し、
前記第１レンズ群と前記第２レンズ群との間に開口絞りを配置してなり、
フォーカシングに伴って、光学系全長を変化させることなく、前記第２レンズ群のみが光軸方向に沿って移動するとともに、
前記第１レンズ群の焦点距離をｆ１、前記第２レンズ群の焦点距離をｆ２、前記第３レンズ群の焦点距離をｆ３、無限遠時の光学系全系の焦点距離をｆ、前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離をＬ、そして最大像高をＹ′として、
条件式：
〔１〕　－２．１＜ｆ１／ｆ３＜－１．０
〔２〕　０．５＜ｆ２／ｆ＜０．９
〔３〕　２．５＜Ｌ／Ｙ′＜２．８
を満足することを特徴とする結像レンズ。
【請求項２】
物体側から像面側へ向かって、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群と配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成してなる結像レンズにおいて、
前記第１レンズ群は、最も物体側が凸面形状で且つ最も像面側が凹面形状をなすとともに、物体側に凸面を向けた正のレンズと、像面側に凹面を向けた負のレンズとをそれぞれ１枚ずつ有し、
前記第２レンズ群は、最も像面側が凸面形状をなすとともに、物体側に凹面を向けた負のレンズを１枚と、像面側に凸面を向けた正のレンズを２枚とを有し、
前記第３レンズ群は、物体側に凹面を向けた負のレンズを少なくとも１枚有し、
前記第１レンズ群と前記第２レンズ群との間に開口絞りを配置してなり、
フォーカシングに伴って、光学系全長を変化させることなく、前記第２レンズ群のみが光軸方向に沿って移動するとともに、
前記第１レンズ群の焦点距離をｆ１、前記第２レンズ群の焦点距離をｆ２、前記第３レンズ群の焦点距離をｆ３、無限遠時の光学系全系の焦点距離をｆ、前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離をＬ、そして最大像高をＹ′として、
条件式：
〔１〕　－２．１＜ｆ１／ｆ３＜－１．０
〔２〕　０．５＜ｆ２／ｆ＜０．９
〔３〕　２．５＜Ｌ／Ｙ′＜２．８
〔４〕　４．０＜（Ｌ＊ｆ）／（Ｙ′）^{2}＜４．８
を満足することを特徴とする結像レンズ。
【請求項３】
物体側から像面側へ向かって、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群と配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成してなる結像レンズにおいて、
前記第１レンズ群は、最も物体側が凸面形状で且つ最も像面側が凹面形状をなすとともに、物体側に凸面を向けた正のレンズと、像面側に凹面を向けた負のレンズとをそれぞれ１枚ずつ有し、

前記第２レンズ群は、最も物体側が凹面形状で且つ最も像面側が凸面形状をなすとともに、物体側に凹面を向けた負のレンズを１枚と、像面側に凸面を向けた正のレンズを２枚とを有し、

前記第３レンズ群は、物体側に凹面を向けた負のレンズを少なくとも１枚有し、

フォーカシングに伴って、光学系全長を変化させることなく、前記第２レンズ群のみが光軸方向に沿って移動するとともに、

前記第１レンズ群の焦点距離をｆ１、前記第２レンズ群の焦点距離をｆ２、前記第３レンズ群の焦点距離をｆ３、無限遠時の光学系全系の焦点距離をｆ、前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離をＬ、最大像高をＹ′、そして入射瞳位置（前記第１レンズ群の最も物体側の面から入射瞳までの距離）をＥｎＰとして、

条件式：

〔１〕　－２．１＜ｆ１／ｆ３＜－１．０

〔２〕　０．５＜ｆ２／ｆ＜０．９

〔３〕　２．５＜Ｌ／Ｙ′＜２．８

〔４〕　４．０＜（Ｌ＊ｆ）／（Ｙ′）^{2}＜４．８

〔５〕　Ｌ／ＥｎＰ＜１０．５

を満足することを特徴とする結像レンズ。

【請求項４】

無限遠から有限距離物体へのフォーカシングに伴って、前記第２レンズ群が物体側へ向かって移動することにより合焦する構成であることを特徴とする請求項１～請求項３のいずれか１項に記載の結像レンズ。

【請求項５】

前記第１レンズ群の最も物体側のレンズの最も物体側の面の曲率半径ＲをＲ$_{1f}$、そして第１レンズ群の最も像面側のレンズの最も像面側の面の曲率半径ＲをＲ$_{1r}$として、

条件式：

〔６〕　０．３＜Ｒ$_{1f}$／Ｒ$_{1r}$＜１．５

を満足することを特徴とする請求項１～請求項４のいずれか１項に記載の結像レンズ。

【請求項６】

前記第１レンズ群のいずれか１つの負レンズのｄ線の屈折率をＮｄ１、前記第１レンズ群のいずれか１つの正レンズのｄ線の屈折率をＮｄ２、前記第１レンズ群のいずれか１つの負レンズのｄ線のアッベ数をνｄ、そして前記第１レンズ群のいずれか１つの正レンズのｄ線のアッベ数をνｄ２として、

条件式：

〔７〕　－２．８５＜ｌｏｇ｜（Ｎｄ１－Ｎｄ２）／（νｄ１－νｄ２）｜＜－１．６

を満足することを特徴とする請求項１～請求項５のいずれか１項に記載の結像レンズ。

【請求項７】

前記第１レンズ群は、接合レンズのみで構成されていることを特徴とする請求項１～請求項６のいずれか１項に記載の結像レンズ。

【請求項８】

無限遠物体に合焦した状態での前記第１レンズ群の最も像面側の面から前記第２レンズ群の最も物体側の面までの距離をＤ$_{\infty 1-2}$、そして前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離をＬとして、

条件式：

〔８〕　０．１＜Ｄ$_{\infty 1-2}$／Ｌ＜０．３

を満足することを特徴とする請求項１～請求項７のいずれか１項に記載の結像レンズ。

【請求項９】

無限遠から近距離物体へのフォーカシングに伴い前記第２レンズ群が光軸方向に沿って移動する距離をΔＤ$_{1-2}$、そして当該近距離物体に合焦した際の撮影倍率をβとして、

条件式：

〔９〕　１０．０＜｜ΔＤ$_{1-2}$／β｜＜１９．５

前記第２レンズ群は、最も物体側が凹面形状で且つ最も像面側が凸面形状をなすとともに、物体側に凹面を向けた負のレンズを１枚と、像面側に凸面を向けた正のレンズを２枚とを有し、

前記第３レンズ群は、物体側に凹面を向けた負のレンズを少なくとも１枚有し、

フォーカシングに伴って、光学系全長を変化させることなく、前記第２レンズ群のみが光軸方向に沿って移動するとともに、

前記第１レンズ群の焦点距離をｆ１、前記第２レンズ群の焦点距離をｆ２、前記第３レンズ群の焦点距離をｆ３、無限遠時の光学系全系の焦点距離をｆ、前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離をＬ、最大像高をＹ′、そして入射瞳位置（前記第１レンズ群の最も物体側の面から入射瞳までの距離）をＥｎＰとして、

条件式：

〔１〕　－２．１＜ｆ１／ｆ３＜－１．０

〔２〕　０．５＜ｆ２／ｆ＜０．９

〔３〕　２．５＜Ｌ／Ｙ′＜２．８

〔４〕　４．０＜（Ｌ＊ｆ）／（Ｙ′）^{2}＜４．８

〔５〕　Ｌ／ＥｎＰ＜１０．５

を満足することを特徴とする結像レンズ。

【請求項４】

無限遠から有限距離物体へのフォーカシングに伴って、前記第２レンズ群が物体側へ向かって移動することにより合焦する構成であることを特徴とする請求項１～請求項３のいずれか１項に記載の結像レンズ。

【請求項５】

前記第１レンズ群の最も物体側のレンズの最も物体側の面の曲率半径ＲをＲ$_{1f}$、そして第１レンズ群の最も像面側のレンズの最も像面側の面の曲率半径ＲをＲ$_{1r}$として、

条件式：

〔６〕　０．３＜Ｒ$_{1f}$／Ｒ$_{1r}$＜１．５

を満足することを特徴とする請求項１～請求項４のいずれか１項に記載の結像レンズ。

【請求項６】

前記第１レンズ群のいずれか１つの負レンズのｄ線の屈折率をＮｄ１、前記第１レンズ群のいずれか１つの正レンズのｄ線の屈折率をＮｄ２、前記第１レンズ群のいずれか１つの負レンズのｄ線のアッベ数をνｄ、そして前記第１レンズ群のいずれか１つの正レンズのｄ線のアッベ数をνｄ２として、

条件式：

〔７〕　－２．８５＜ｌｏｇ｜（Ｎｄ１－Ｎｄ２）／（νｄ１－νｄ２）｜＜－１．６

を満足することを特徴とする請求項１～請求項５のいずれか１項に記載の結像レンズ。

【請求項７】

前記第１レンズ群は、接合レンズのみで構成されていることを特徴とする請求項１～請求項６のいずれか１項に記載の結像レンズ。

【請求項８】

無限遠物体に合焦した状態での前記第１レンズ群の最も像面側の面から前記第２レンズ群の最も物体側の面までの距離をＤ$_{\infty 1-2}$、そして前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離をＬとして、

条件式：

〔８〕　０．１＜Ｄ$_{\infty 1-2}$／Ｌ＜０．３

を満足することを特徴とする請求項１～請求項７のいずれか１項に記載の結像レンズ。

【請求項９】

無限遠から近距離物体へのフォーカシングに伴い前記第２レンズ群が光軸方向に沿って移動する距離をΔＤ$_{1-2}$、そして当該近距離物体に合焦した際の撮影倍率をβとして、

条件式：

〔９〕　１０．０＜｜ΔＤ$_{1-2}$／β｜＜１９．５

を満足することを特徴とする請求項１～請求項８のいずれか１項に記載の結像レンズ。
【請求項１０】
前記第２レンズ群は、負レンズと正レンズが接合されてなる接合レンズを１枚有する構成であることを特徴とする請求項１～請求項９のいずれか１項に記載の結像レンズ。
【請求項１１】
前記第２レンズ群の最も物体側の最大像高での上光線の屈折角を$\tan(\theta_{2Cru})$として、
条件式：
〔１０〕　$0.24<\tan(\theta_{2Cru})<0.63$
を満足することを特徴とする請求項１０に記載の結像レンズ。
【請求項１２】
前記第１レンズ群の最も像面側に位置するレンズの像面側の曲率半径ＲをR_{1r}、前記第２レンズ群の最も物体側に位置するレンズの物体側の曲率半径ＲをR_{2f}として、
条件式：
〔１１〕　$0.0<|R_{1r}/R_{2f}|<1.3$
を満足することを特徴とする請求項１～請求項１１のいずれか１項に記載の結像レンズ。
【請求項１３】
前記第１レンズ群の最も径の大きいレンズの最大有効径をＬＤ１、前記第３レンズ群の最も径の大きいレンズの最大有効径をＬＤ３として、
条件式：
〔１２〕　$0.5<LD1/LD3<0.9$
を満足することを特徴とする請求項１～請求項１２のいずれか１項に記載の結像レンズ。
【請求項１４】
前記第２レンズ群は、物体側から像面側に向かって、順次、負－正－正のレンズを配置した構成であることを特徴とする請求項１～請求項１３のいずれか１項に記載の結像レンズ。
【請求項１５】
撮像用光学系として、請求項１～請求項１４のうちのいずれか１項の結像レンズを含むことを特徴とする撮像装置。
【請求項１６】
撮像機能を有し、撮像用光学系として、請求項１～請求項１４のいずれか１項の結像レンズを用いることを特徴とする情報装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、いわゆる銀塩カメラを含む各種のカメラ、特に、デジタルカメラ、ビデオカメラおよび監視カメラ等における撮像光学系として用いられ、被写体像を結像させるための単焦点の結像レンズの改良に係り、特にデジタルカメラおよびデジタルビデオカメラ等のように電子的撮像手段を用いた撮像装置に好適な結像レンズ、そのような結像レンズを用いるカメラ等の撮像装置および撮像機能を有する携帯情報端末装置等の情報装置に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
近年、ＣＣＤ（電荷結合素子）撮像素子やＣＭＯＳ（相補型金属酸化物半導体）撮像素子等の固体撮像素子を使用する撮像装置として、デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラが普及しており、特に主としてスティル画像、すなわち静止画を撮像するために使用されるデジタルカメラは、在来の、いわゆる銀塩フィルムを用いる銀塩カメラに代わる撮像装置として広く普及している。
この種の撮像装置に用いられる固体撮像素子は高画素数化が進み、それに伴って撮像レンズについても、より高い光学性能が求められている。また、撮像装置の携帯性が考慮さ

を満足することを特徴とする請求項１～請求項８のいずれか１項に記載の結像レンズ。
【請求項１０】
前記第２レンズ群は、負レンズと正レンズが接合されてなる接合レンズを１枚有する構成であることを特徴とする請求項１～請求項９のいずれか１項に記載の結像レンズ。
【請求項１１】
前記第２レンズ群の最も物体側の最大像高での上光線の屈折角を$\tan(\theta_{2Cru})$として、
条件式：
〔１０〕　$0.24<\tan(\theta_{2Cru})<0.63$
を満足することを特徴とする請求項１０に記載の結像レンズ。
【請求項１２】
前記第１レンズ群の最も像面側に位置するレンズの像面側の曲率半径ＲをR_{1r}、前記第２レンズ群の最も物体側に位置するレンズの物体側の曲率半径ＲをR_{2f}として、
条件式：
〔１１〕　$0.0<|R_{1r}/R_{2f}|<1.3$
を満足することを特徴とする請求項１～請求項１１のいずれか１項に記載の結像レンズ。
【請求項１３】
前記第１レンズ群の最も径の大きいレンズの最大有効径をＬＤ１、前記第３レンズ群の最も径の大きいレンズの最大有効径をＬＤ３として、
条件式：
〔１２〕　$0.5<LD1/LD3<0.9$
を満足することを特徴とする請求項１～請求項１２のいずれか１項に記載の結像レンズ。
【請求項１４】
前記第２レンズ群は、物体側から像面側に向かって、順次、負－正－正のレンズを配置した構成であることを特徴とする請求項１～請求項１３のいずれか１項に記載の結像レンズ。
【請求項１５】
撮像用光学系として、請求項１～請求項１４のうちのいずれか１項の結像レンズを含むことを特徴とする撮像装置。
【請求項１６】
撮像機能を有し、撮像用光学系として、請求項１～請求項１４のいずれか１項の結像レンズを用いることを特徴とする情報装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、いわゆる銀塩カメラを含む各種のカメラ、特に、デジタルカメラ、ビデオカメラおよび監視カメラ等における撮像光学系として用いられ、被写体像を結像させるための単焦点の結像レンズの改良に係り、特にデジタルカメラおよびデジタルビデオカメラ等のように電子的撮像手段を用いた撮像装置に好適な結像レンズ、そのような結像レンズを用いるカメラ等の撮像装置および撮像機能を有する携帯情報端末装置等の情報装置に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
近年、ＣＣＤ（電荷結合素子）撮像素子やＣＭＯＳ（相補型金属酸化物半導体）撮像素子等の固体撮像素子を使用する撮像装置として、デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラが普及しており、特に主としてスティル画像、すなわち静止画を撮像するために使用されるデジタルカメラは、在来の、いわゆる銀塩フィルムを用いる銀塩カメラに代わる撮像装置として広く普及している。
この種の撮像装置に用いられる固体撮像素子は高画素数化が進み、それに伴って撮像レンズについても、より高い光学性能が求められている。また、撮像装置の携帯性が考慮さ

れてコンパクト化も進み、市場では、高性能化とコンパクト化を両立させた撮像装置が求められるようになり、撮像レンズにも高性能化およびコンパクト化が求められている。さらに、撮影に要する撮影速度も高速化が進められており、そして撮像レンズには、より明るいレンズであることも求められている。

デジタルカメラ用の撮像レンズの画角については、スナップ写真等で手軽に撮影できるようなある程度の広角が好まれており、３５ｍｍ判（いわゆるライカ判）フィルム写真の場合に換算して３５ｍｍ相当の焦点距離に相当する半画角：３２度が求められる画角の目安の一つとなっている。

【０００３】

近年では、大口径レンズにおいて広角単焦点レンズが望まれる傾向にある。そこで、３５ｍｍ判フィルムに換算した焦点距離を５０ｍｍよりも短くして広角側にすると、コマ収差や像面湾曲が大きくなり、抑制させることがより困難となる。このような大口径の３５ｍｍ判換算で５０ｍｍよりも広角の焦点距離のレンズとしては、例えば、特許文献１（特許第３５４１９８３号、特開平８－３１３８０３号）、特許文献２（特開２００９－２５８１５７号）および特許文献３（特開２０１０－３９０８８号）等が知られている。

上述した、特許文献１、特許文献２および特許文献３に開示された光学系は，フォーカスの際に光学全長が変化しないインナーフォーカスタイプ、またはリアフォーカスタイプの光学系である。

すなわち、特許文献１に示されたものは、インナーフォーカスタイプの光学系であり、Ｆ値（いわゆるＦナンバ）がＦ２．８相当で、３５ｍｍ判換算の焦点距離が２８ｍｍ相当の広角系であり、レンズ全長が最大像高比で約３倍強となっている。また、フォーカシングの際に駆動されるフォーカス群を構成するレンズの枚数が多いため、フォーカシング時のフォーカスピードが遅くなりがちになる傾向がある。

【０００４】

特許文献２に示されたものは、リアフォーカスタイプの光学系であり、Ｆ値がＦ２．８相当で、３５ｍｍ判換算の焦点距離が３５ｍｍ相当の広角系であり、レンズ全長が最大像高比で約３．６倍となっており、また周辺光量比が３０％前後と暗めになっている。そして、特許文献３に示されたものは、インナーフォーカスタイプの光学系で、３５ｍｍ判換算の焦点距離が２８ｍｍ相当の広角系であり、Ｆ値はＦ１．９と大口径の面では注目に値するが、レンズ全長が最大像高比で９倍以上となっている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

上述したように、特許文献１に示されたものは、インナーフォーカスタイプの光学系であり、Ｆ値（いわゆるＦナンバ）がＦ２．８相当で、３５ｍｍ判換算の焦点距離が２８ｍｍ相当の広角系であり、レンズ全長が最大像高比で約３倍強となっている。また、フォーカシングの際に駆動されるフォーカス群を構成するレンズの枚数が多いため、フォーカシング時のフォーカスピードが遅くなりがちになる傾向がある。特許文献２に示されたものは、リアフォーカスタイプの光学系であり、Ｆ値がＦ２．８相当で、３５ｍｍ判換算の焦点距離が３５ｍｍ相当の広角系であり、レンズ全長が最大像高比で約３．６倍となっており、また周辺光量比が３０％前後と暗めになっている。そして、特許文献３に示されたものは、インナーフォーカスタイプの光学系で、３５ｍｍ判換算の焦点距離が２８ｍｍ相当の広角系であり、Ｆ値はＦ１．９と大口径の面では注目に値するが、レンズ全長が最大像高比で９倍以上となっている。このように、特許文献１、特許文献２および特許文献３のいずれに示された光学系も主として小型化の面で充分であるとはいえない。

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたもので、３群タイプで、光学系全長を変化させずにフォーカシングすることができ、半画角が約２８～３２度の広角で、Ｆ値が２．１～２．６相当と明るく、光学系全長が像高に対して２．５倍程度と小型で、しかも歪曲収差が小さく、高性能を得ることが可能な結像レンズ、そのような結像レンズを用いた小型で且つ高性能な撮像装置および情報装置を提供することを目的としている。

れてコンパクト化も進み、市場では、高性能化とコンパクト化を両立させた撮像装置が求められるようになり、撮像レンズにも高性能化およびコンパクト化が求められている。さらに、撮影に要する撮影速度も高速化が進められており、そして撮像レンズには、より明るいレンズであることも求められている。

デジタルカメラ用の撮像レンズの画角については、スナップ写真等で手軽に撮影できるようなある程度の広角が好まれており、３５ｍｍ判（いわゆるライカ判）フィルム写真の場合に換算して３５ｍｍ相当の焦点距離に相当する半画角：３２度が求められる画角の目安の一つとなっている。

【０００３】

近年では、大口径レンズにおいて広角単焦点レンズが望まれる傾向にある。そこで、３５ｍｍ判フィルムに換算した焦点距離を５０ｍｍよりも短くして広角側にすると、コマ収差や像面湾曲が大きくなり、抑制させることがより困難となる。このような大口径の３５ｍｍ判換算で５０ｍｍよりも広角の焦点距離のレンズとしては、例えば、特許文献１（特許第３５４１９８３号、特開平８－３１３８０３号）、特許文献２（特開２００９－２５８１５７号）および特許文献３（特開２０１０－３９０８８号）等が知られている。

上述した、特許文献１、特許文献２および特許文献３に開示された光学系は，フォーカスの際に光学全長が変化しないインナーフォーカスタイプ、またはリアフォーカスタイプの光学系である。

すなわち、特許文献１に示されたものは、インナーフォーカスタイプの光学系であり、Ｆ値（いわゆるＦナンバ）がＦ２．８相当で、３５ｍｍ判換算の焦点距離が２８ｍｍ相当の広角系であり、レンズ全長が最大像高比で約３倍強となっている。また、フォーカシングの際に駆動されるフォーカス群を構成するレンズの枚数が多いため、フォーカシング時のフォーカスピードが遅くなりがちになる傾向がある。

【０００４】

特許文献２に示されたものは、リアフォーカスタイプの光学系であり、Ｆ値がＦ２．８相当で、３５ｍｍ判換算の焦点距離が３５ｍｍ相当の広角系であり、レンズ全長が最大像高比で約３．６倍となっており、また周辺光量比が３０％前後と暗めになっている。そして、特許文献３に示されたものは、インナーフォーカスタイプの光学系で、３５ｍｍ判換算の焦点距離が２８ｍｍ相当の広角系であり、Ｆ値はＦ１．９と大口径の面では注目に値するが、レンズ全長が最大像高比で９倍以上となっている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

上述したように、特許文献１に示されたものは、インナーフォーカスタイプの光学系であり、Ｆ値（いわゆるＦナンバ）がＦ２．８相当で、３５ｍｍ判換算の焦点距離が２８ｍｍ相当の広角系であり、レンズ全長が最大像高比で約３倍強となっている。また、フォーカシングの際に駆動されるフォーカス群を構成するレンズの枚数が多いため、フォーカシング時のフォーカスピードが遅くなりがちになる傾向がある。特許文献２に示されたものは、リアフォーカスタイプの光学系であり、Ｆ値がＦ２．８相当で、３５ｍｍ判換算の焦点距離が３５ｍｍ相当の広角系であり、レンズ全長が最大像高比で約３．６倍となっており、また周辺光量比が３０％前後と暗めになっている。そして、特許文献３に示されたものは、インナーフォーカスタイプの光学系で、３５ｍｍ判換算の焦点距離が２８ｍｍ相当の広角系であり、Ｆ値はＦ１．９と大口径の面では注目に値するが、レンズ全長が最大像高比で９倍以上となっている。このように、特許文献１、特許文献２および特許文献３のいずれに示された光学系も主として小型化の面で充分であるとはいえない。

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたもので、３群タイプで、光学系全長を変化させずにフォーカシングすることができ、半画角が約２８～３２度の広角で、Ｆ値が２．１～２．６相当と明るく、光学系全長が像高に対して２．５倍程度と小型で、しかも歪曲収差が小さく、高性能を得ることが可能な結像レンズ、そのような結像レンズを用いた小型で且つ高性能な撮像装置および情報装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】
【０００６】
本発明に係る結像レンズは、上述した目的を達成するために、
物体側から像面側へ向かって、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群とを配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成してなる結像レンズにおいて、
前記第１レンズ群は、最も物体側が凸面形状をなすとともに、物体側に凸面を向けた正のレンズと、像面側に凹面を向けた負のレンズとをそれぞれ１枚ずつ有し、
前記第２レンズ群は、最も像面側が凸面形状をなすとともに、物体側に凹面を向けた負のレンズを１枚と、像面側に凸面を向けた正のレンズを２枚とを有し、
前記第３レンズ群は、物体側に凹面を向けた負のレンズを少なくとも１枚有し、
前記第１レンズ群と前記第２レンズ群との間に開口絞りを配置してなり、
フォーカシングに伴って、光学系全長を変化させることなく、前記第２レンズ群のみが光軸方向に沿って移動するとともに、
前記第１レンズ群の焦点距離をｆ１、前記第２レンズ群の焦点距離をｆ２、前記第３レンズ群の焦点距離をｆ３、無限遠時の光学系全系の焦点距離をｆ、前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離をＬ、そして最大像高をＹ′として、
条件式：
〔１〕　－２．１＜ｆ１／ｆ３＜－１．０
〔２〕　０．５＜ｆ２／ｆ＜０．９
〔３〕　２．５＜Ｌ／Ｙ′＜２．８
を満足することを特徴としている。
【発明の効果】
【０００７】
本発明によれば、３群タイプで、光学系全長を変化させずにフォーカシングすることができ、半画角が約２８～３２度の広角で、Ｆ値が２．１～２．６相当と明るく、光学系全長が像高に対して２．５倍程度と小型で、しかも歪曲収差が小さく、高性能を得ることが可能な結像レンズ、そのような結像レンズを用いた小型で且つ高性能な撮像装置および情報装置を提供することができる。
すなわち本発明に係る結像レンズによれば、
物体側から像面側へ向かって、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群とを配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成してなる結像レンズにおいて、
前記第１レンズ群は、最も物体側が凸面形状をなすとともに、物体側に凸面を向けた正のレンズと、像面側に凹面を向けた負のレンズとをそれぞれ１枚ずつ有し、
前記第２レンズ群は、最も像面側が凸面形状をなすとともに、物体側に凹面を向けた負のレンズを１枚と、像面側に凸面を向けた正のレンズを２枚とを有し、
前記第３レンズ群は、物体側に凹面を向けた負のレンズを少なくとも１枚有し、
前記第１レンズ群と前記第２レンズ群との間に開口絞りを配置してなり、
フォーカシングに伴って、光学系全長を変化させることなく、前記第２レンズ群のみが光軸方向に沿って移動するとともに、
前記第１レンズ群の焦点距離をｆ１、前記第２レンズ群の焦点距離をｆ２、前記第３レンズ群の焦点距離をｆ３、無限遠時の光学系全系の焦点距離をｆ、前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離をＬ、そして最大像高をＹ′として、
条件式：
〔１〕　－２．１＜ｆ１／ｆ３＜－１．０
〔２〕　０．５＜ｆ２／ｆ＜０．９
〔３〕　２．５＜Ｌ／Ｙ′＜２．８
を満足することにより、
３群タイプで、光学系全長を変化させずにフォーカシングすることができ、半画角が約

【課題を解決するための手段】
【０００６】
本発明に係る結像レンズは、上述した目的を達成するために、
物体側から像面側へ向かって、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群とを配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成してなる結像レンズにおいて、
前記第１レンズ群は、最も物体側が凸面形状をなすとともに、物体側に凸面を向けた正のレンズと、像面側に凹面を向けた負のレンズとをそれぞれ１枚ずつ有し、
前記第２レンズ群は、最も像面側が凸面形状をなすとともに、物体側に凹面を向けた負のレンズを１枚と、像面側に凸面を向けた正のレンズを２枚とを有し、
前記第３レンズ群は、物体側に凹面を向けた負のレンズを少なくとも１枚有し、
前記第１レンズ群と前記第２レンズ群との間に開口絞りを配置してなり、
フォーカシングに伴って、光学系全長を変化させることなく、前記第２レンズ群のみが光軸方向に沿って移動するとともに、
前記第１レンズ群の焦点距離をｆ１、前記第２レンズ群の焦点距離をｆ２、前記第３レンズ群の焦点距離をｆ３、無限遠時の光学系全系の焦点距離をｆ、前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離をＬ、そして最大像高をＹ′として、
条件式：
〔１〕　－２．１＜ｆ１／ｆ３＜－１．０
〔２〕　０．５＜ｆ２／ｆ＜０．９
〔３〕　２．５＜Ｌ／Ｙ′＜２．８
を満足することを特徴としている。
【発明の効果】
【０００７】
本発明によれば、３群タイプで、光学系全長を変化させずにフォーカシングすることができ、半画角が約２８～３２度の広角で、Ｆ値が２．１～２．６相当と明るく、光学系全長が像高に対して２．５倍程度と小型で、しかも歪曲収差が小さく、高性能を得ることが可能な結像レンズ、そのような結像レンズを用いた小型で且つ高性能な撮像装置および情報装置を提供することができる。
すなわち本発明に係る結像レンズによれば、
物体側から像面側へ向かって、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群とを配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成してなる結像レンズにおいて、
前記第１レンズ群は、最も物体側が凸面形状をなすとともに、物体側に凸面を向けた正のレンズと、像面側に凹面を向けた負のレンズとをそれぞれ１枚ずつ有し、
前記第２レンズ群は、最も像面側が凸面形状をなすとともに、物体側に凹面を向けた負のレンズを１枚と、像面側に凸面を向けた正のレンズを２枚とを有し、
前記第３レンズ群は、物体側に凹面を向けた負のレンズを少なくとも１枚有し、
前記第１レンズ群と前記第２レンズ群との間に開口絞りを配置してなり、
フォーカシングに伴って、光学系全長を変化させることなく、前記第２レンズ群のみが光軸方向に沿って移動するとともに、
前記第１レンズ群の焦点距離をｆ１、前記第２レンズ群の焦点距離をｆ２、前記第３レンズ群の焦点距離をｆ３、無限遠時の光学系全系の焦点距離をｆ、前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離をＬ、そして最大像高をＹ′として、
条件式：
〔１〕　－２．１＜ｆ１／ｆ３＜－１．０
〔２〕　０．５＜ｆ２／ｆ＜０．９
〔３〕　２．５＜Ｌ／Ｙ′＜２．８
を満足することにより、
３群タイプで、光学系全長を変化させずにフォーカシングすることができ、半画角が約

２８～３２度の広角で、Ｆ値が２．１～２．６相当と明るく、光学系全長が像高に対して２．５倍程度と小型で、しかも歪曲収差が小さく、高性能を得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【０００８】

【図１】本発明の第１の実施の形態に係る実施例１における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。

【図２】図１に示す本発明の実施例１に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図３】図１に示す本発明の実施例１に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図４】本発明の第２の実施の形態に係る実施例２における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。

【図５】図４に示す本発明の実施例２に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図６】図４に示す本発明の実施例２に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図７】本発明の第３の実施の形態に係る実施例３における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。

【図８】図７に示す本発明の実施例３に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図９】図７に示す本発明の実施例３に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図１０】本発明の第４の実施の形態に係る実施例４における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。

【図１１】図１０に示す本発明の実施例４に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図１２】図１０に示す本発明の実施例４に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図１３】本発明の第５の実施の形態に係る実施例５における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。

【図１４】図１３に示す本発明の実施例５に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図１５】図１３に示す本発明の実施例５に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／１９倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図１６】本発明の第６の実施の形態に係る実施例６における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。

【図１７】図１６に示す本発明の実施例６に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図１８】図１６に示す本発明の実施例６に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／２１倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図１９】本発明の第７の実施の形態に係る実施例７における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。

【図２０】図１９に示す本発明の実施例７に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

２８～３２度の広角で、Ｆ値が２．１～２．６相当と明るく、光学系全長が像高に対して２．５倍程度と小型で、しかも歪曲収差が小さく、高性能を得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【０００８】

【図１】本発明の第１の実施の形態に係る実施例１における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。

【図２】図１に示す本発明の実施例１に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図３】図１に示す本発明の実施例１に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図４】本発明の第２の実施の形態に係る実施例２における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。

【図５】図４に示す本発明の実施例２に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図６】図４に示す本発明の実施例２に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図７】本発明の第３の実施の形態に係る実施例３における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。

【図８】図７に示す本発明の実施例３に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図９】図７に示す本発明の実施例３に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図１０】本発明の第４の実施の形態に係る実施例４における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。

【図１１】図１０に示す本発明の実施例４に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図１２】図１０に示す本発明の実施例４に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図１３】本発明の第５の実施の形態に係る実施例５における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。

【図１４】図１３に示す本発明の実施例５に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図１５】図１３に示す本発明の実施例５に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／１９倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図１６】本発明の第６の実施の形態に係る実施例６における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。

【図１７】図１６に示す本発明の実施例６に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図１８】図１６に示す本発明の実施例６に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／２１倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図１９】本発明の第７の実施の形態に係る実施例７における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。

【図２０】図１９に示す本発明の実施例７に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図２１】図１９に示す本発明の実施例７に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図２２】本発明の第８の実施の形態に係る実施例８における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。
【図２３】図２２に示す本発明の実施例８に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図２４】図２２に示す本発明の実施例８に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／１８倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図２５】本発明の第９の実施の形態に係る実施例９における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。
【図２６】図２５に示す本発明の実施例９に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図２７】図２５に示す本発明の実施例９に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差，非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図２８】本発明の第１０の実施の形態に係る実施例１０における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。
【図２９】図２８に示す本発明の実施例１０に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図３０】図２８に示す本発明の実施例１０に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／１８倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図３１】本発明の第１１の実施の形態に係る撮像装置としてのデジタルカメラの外観構成を模式的に示す前面側、すなわち被写体である物体側、から見た斜視図であり、（ａ）は本発明の第１～第１０の実施の形態のいずれかに係る結像レンズを用いて構成した撮像レンズがデジタルカメラのボディー内に沈胴埋没している状態、（ｂ）は当該撮像レンズがデジタルカメラのボディーから突出している状態をそれぞれ示す斜視図である。
【図３２】図３１のデジタルカメラの外観構成を模式的に示す背面側、すなわち撮影者側、から見た斜視図である。
【図３３】図３１および図３２のデジタルカメラの機能構成を模式的に示すブロック図である。
【発明を実施するための形態】
【０００９】
以下、本発明の実施の形態に基づき、図面を参照して本発明に係る結像レンズ、撮像装置および情報装置を詳細に説明する。具体的な数値による実施例について説明する前に、まず、本発明の原理的な実施の形態を説明する。
本発明の第１の実施の形態は、物体の光学像を結像させる光学系を構成する結像レンズとしての実施の形態である。
本発明に係る結像レンズは、３群タイプの光学系で、フォーカシングに伴って光学全長が変化しないインナーフォーカスタイプとして構成しており、半画角が約２８度～約３２度の広角で、Ｆ値がＦ２．１～Ｆ２．６相当と明るく、光学系全長が像高に対して２．５倍前後と小型で、歪曲収差が小さく、高性能な結像レンズである。
すなわち、本発明の第１の実施の形態に係る結像レンズは、
物体側から像面側へ向かって、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群とを配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成してなる結像レンズであって、
前記第１レンズ群は、最も物体側が凸面形状をなすとともに、物体側に凸面を向けた正のレンズと、像面側に凹面を向けた負のレンズとをそれぞれ１枚ずつ有し、

【図２１】図１９に示す本発明の実施例７に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図２２】本発明の第８の実施の形態に係る実施例８における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。
【図２３】図２２に示す本発明の実施例８に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図２４】図２２に示す本発明の実施例８に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／１８倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図２５】本発明の第９の実施の形態に係る実施例９における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。
【図２６】図２５に示す本発明の実施例９に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図２７】図２５に示す本発明の実施例９に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差，非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図２８】本発明の第１０の実施の形態に係る実施例１０における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。
【図２９】図２８に示す本発明の実施例１０に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図３０】図２８に示す本発明の実施例１０に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／１８倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図３１】本発明の第１１の実施の形態に係る撮像装置としてのデジタルカメラの外観構成を模式的に示す前面側、すなわち被写体である物体側、から見た斜視図であり、（ａ）は本発明の第１～第１０の実施の形態のいずれかに係る結像レンズを用いて構成した撮像レンズがデジタルカメラのボディー内に沈胴埋没している状態、（ｂ）は当該撮像レンズがデジタルカメラのボディーから突出している状態をそれぞれ示す斜視図である。
【図３２】図３１のデジタルカメラの外観構成を模式的に示す背面側、すなわち撮影者側、から見た斜視図である。
【図３３】図３１および図３２のデジタルカメラの機能構成を模式的に示すブロック図である。
【発明を実施するための形態】
【０００９】
以下、本発明の実施の形態に基づき、図面を参照して本発明に係る結像レンズ、撮像装置および情報装置を詳細に説明する。具体的な数値による実施例について説明する前に、まず、本発明の原理的な実施の形態を説明する。
本発明の第１の実施の形態は、物体の光学像を結像させる光学系を構成する結像レンズとしての実施の形態である。
本発明に係る結像レンズは、３群タイプの光学系で、フォーカシングに伴って光学全長が変化しないインナーフォーカスタイプとして構成しており、半画角が約２８度～約３２度の広角で、Ｆ値がＦ２．１～Ｆ２．６相当と明るく、光学系全長が像高に対して２．５倍前後と小型で、歪曲収差が小さく、高性能な結像レンズである。
すなわち、本発明の第１の実施の形態に係る結像レンズは、
物体側から像面側へ向かって、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群とを配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成してなる結像レンズであって、
前記第１レンズ群は、最も物体側が凸面形状をなすとともに、物体側に凸面を向けた正のレンズと、像面側に凹面を向けた負のレンズとをそれぞれ１枚ずつ有し、

前記第２レンズ群は、最も像面側が凸面形状をなすとともに、物体側に凹面を向けた負のレンズを１枚と、像面側に凸面を向けた正のレンズを２枚とを有し、
前記第３レンズ群は、物体側に凹面を向けた負のレンズを少なくとも１枚有し、
前記第１レンズ群と前記第２レンズ群との間に開口絞りを配置してなり、
フォーカシングに伴って、光学系全長を変化させることなく、前記第２レンズ群のみが光軸方向に沿って移動するとともに、
次の条件式〔１〕～〔３〕を満足するように構成することによって、小型で且つ高性能な結像レンズとするようにした（請求項１に対応する）。

【００１０】

〔１〕　－２．１＜ｆ１／ｆ３＜－１．０
〔２〕　０．５＜ｆ２／ｆ＜０．９
〔３〕　２．５＜Ｌ／Ｙ′＜２．８

ここで、ｆ１は前記第１レンズ群の焦点距離、ｆ２は前記第２レンズ群の焦点距離、ｆ３は前記第３レンズ群の焦点距離、ｆは無限遠時の当該光学系全系の焦点距離、Ｌは前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離、そしてＹ′は最大像高をそれぞれあらわしている。
条件式〔１〕は、前記第１レンズ群の焦点距離ｆ１と前記第３レンズ群の焦点距離ｆ３についての最適条件を与えるものである。条件式〔１〕のｆ１／ｆ３が、下限を下回る場合には、前記第３レンズ群の屈折力が強くなるか、または前記第１レンズ群の屈折力が弱くなるため、軸上色収差が、ｇ線対ｄ線で大きく発生する傾向となるため望ましくない。一方、条件式〔１〕のｆ１／ｆ３が、上限を超える場合には、マイナス側に大きく歪曲収差が発生してしまうため望ましくない。また、条件式〔２〕は、前記第２レンズ群の焦点距離ｆ２と無限遠時の光学系全体の焦点距離ｆについての最適条件を与えるものである。条件式〔２〕のｆ２／ｆが、下限を下回る場合には、非点隔差が大きくなり、軸上色収差がｇ線対ｄ線で大きく発生する傾向となるため望ましくない。

【００１１】

一方、条件式〔２〕のｆ２／ｆが、上限を超える場合には、軸上色収差がＣ線対ｄ線で大きく発生し、非点隔差が大きくなり、歪曲収差も大きく発生するため望ましくない。そして、条件式〔３〕は、光学系全長Ｌと最大像高Ｙ′に関する条件式であり、本発明による効果が最良に発揮される結像レンズの全長を規定するものである。条件式〔３〕のＬ／Ｙ′が、上限を超える場合には、光学系全長Ｌが大きくなるため、光学性能の面では有利に働くが、コンパクト化の面では望ましくない。また、条件式〔３〕のＬ／Ｙ′が、下限を下回る場合には、本発明による構成の場合、諸収差が大きく発生し、光学性能が成り立たなくなるため望ましくない。
したがって、上述のような構成とすることによって、半画角が約２８～３２度の広角で、且つＦ値がＦ２．１～Ｆ２．６相当で、小型で、しかも高性能とすることができる。
また、本発明に係る結像レンズは、
物体側から像面側へ向かって、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群と配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成してなる結像レンズであって、
前記第１レンズ群は、最も物体側が凸面形状で且つ最も像面側が凹面形状をなすとともに、物体側に凸面を向けた正のレンズと、像面側に凹面を向けた負のレンズとをそれぞれ１枚ずつ有し、
前記第２レンズ群は、最も像面側が凸面形状をなすとともに、物体側に凹面を向けた負のレンズを１枚と、像面側に凸面を向けた正のレンズを２枚とを有し、
前記第３レンズ群は、物体側に凹面を向けた負のレンズを少なくとも１枚有し、
前記第１レンズ群と前記第２レンズ群との間に開口絞りを配置してなり、
フォーカシングに伴って、光学系全長を変化させることなく、前記第２レンズ群のみが光軸方向に沿って移動するとともに、
次の条件式〔１〕～〔４〕を満足するように構成することによって、小型で且つ高性能

前記第２レンズ群は、最も像面側が凸面形状をなすとともに、物体側に凹面を向けた負のレンズを１枚と、像面側に凸面を向けた正のレンズを２枚とを有し、
前記第３レンズ群は、物体側に凹面を向けた負のレンズを少なくとも１枚有し、
前記第１レンズ群と前記第２レンズ群との間に開口絞りを配置してなり、
フォーカシングに伴って、光学系全長を変化させることなく、前記第２レンズ群のみが光軸方向に沿って移動するとともに、
次の条件式〔１〕～〔３〕を満足するように構成することによって、小型で且つ高性能な結像レンズとするようにした（請求項１に対応する）。

【００１０】

〔１〕　－２．１＜ｆ１／ｆ３＜－１．０
〔２〕　０．５＜ｆ２／ｆ＜０．９
〔３〕　２．５＜Ｌ／Ｙ′＜２．８

ここで、ｆ１は前記第１レンズ群の焦点距離、ｆ２は前記第２レンズ群の焦点距離、ｆ３は前記第３レンズ群の焦点距離、ｆは無限遠時の当該光学系全系の焦点距離、Ｌは前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離、そしてＹ′は最大像高をそれぞれあらわしている。
条件式〔１〕は、前記第１レンズ群の焦点距離ｆ１と前記第３レンズ群の焦点距離ｆ３についての最適条件を与えるものである。条件式〔１〕のｆ１／ｆ３が、下限を下回る場合には、前記第３レンズ群の屈折力が強くなるか、または前記第１レンズ群の屈折力が弱くなるため、軸上色収差が、ｇ線対ｄ線で大きく発生する傾向となるため望ましくない。一方、条件式〔１〕のｆ１／ｆ３が、上限を超える場合には、マイナス側に大きく歪曲収差が発生してしまうため望ましくない。また、条件式〔２〕は、前記第２レンズ群の焦点距離ｆ２と無限遠時の光学系全体の焦点距離ｆについての最適条件を与えるものである。条件式〔２〕のｆ２／ｆが、下限を下回る場合には、非点隔差が大きくなり、軸上色収差がｇ線対ｄ線で大きく発生する傾向となるため望ましくない。

【００１１】

一方、条件式〔２〕のｆ２／ｆが、上限を超える場合には、軸上色収差がＣ線対ｄ線で大きく発生し、非点隔差が大きくなり、歪曲収差も大きく発生するため望ましくない。そして、条件式〔３〕は、光学系全長Ｌと最大像高Ｙ′に関する条件式であり、本発明による効果が最良に発揮される結像レンズの全長を規定するものである。条件式〔３〕のＬ／Ｙ′が、上限を超える場合には、光学系全長Ｌが大きくなるため、光学性能の面では有利に働くが、コンパクト化の面では望ましくない。また、条件式〔３〕のＬ／Ｙ′が、下限を下回る場合には、本発明による構成の場合、諸収差が大きく発生し、光学性能が成り立たなくなるため望ましくない。
したがって、上述のような構成とすることによって、半画角が約２８～３２度の広角で、且つＦ値がＦ２．１～Ｆ２．６相当で、小型で、しかも高性能とすることができる。
また、本発明に係る結像レンズは、
物体側から像面側へ向かって、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群と配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成してなる結像レンズであって、
前記第１レンズ群は、最も物体側が凸面形状で且つ最も像面側が凹面形状をなすとともに、物体側に凸面を向けた正のレンズと、像面側に凹面を向けた負のレンズとをそれぞれ１枚ずつ有し、
前記第２レンズ群は、最も像面側が凸面形状をなすとともに、物体側に凹面を向けた負のレンズを１枚と、像面側に凸面を向けた正のレンズを２枚とを有し、
前記第３レンズ群は、物体側に凹面を向けた負のレンズを少なくとも１枚有し、
前記第１レンズ群と前記第２レンズ群との間に開口絞りを配置してなり、
フォーカシングに伴って、光学系全長を変化させることなく、前記第２レンズ群のみが光軸方向に沿って移動するとともに、
次の条件式〔１〕～〔４〕を満足するように構成することによって、小型で且つ高性能

な結像レンズとしてもよい（請求項２に対応する）。

【００１２】

〔１〕　－２．１＜ｆ１／ｆ３＜－１．０

〔２〕　０．５＜ｆ２／ｆ＜０．９

〔３〕　２．５＜Ｌ／Ｙ′＜２．８

〔４〕　４．０＜（Ｌ＊ｆ）／（Ｙ′）^{2}＜４．８

ここで、上述と同様に、ｆ１は前記第１レンズ群の焦点距離、ｆ２は前記第２レンズ群の焦点距離、ｆ３は前記第３レンズ群の焦点距離、ｆは無限遠時の当該光学系全系の焦点距離、Ｌは前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離、そしてＹ′は最大像高をそれぞれあらわしている。

上述したように、条件式〔１〕は、前記第１レンズ群の焦点距離ｆ１と前記第３レンズ群の焦点距離ｆ３についての最適条件を与えるものである。条件式〔１〕のｆ１／ｆ３が、下限を下回る場合には、前記第３レンズ群の屈折力が強くなるか、または前記第１レンズ群の屈折力が弱くなるため、軸上色収差が、ｇ線対ｄ線で大きく発生する傾向となるため望ましくない。一方、条件式〔１〕のｆ１／ｆ３が、上限を超える場合には、マイナス側に大きく歪曲収差が発生してしまうため望ましくない。また、条件式〔２〕は、前記第２レンズ群の焦点距離ｆ２と無限遠時の光学系全体の焦点距離ｆについての最適条件を与えるものである。条件式〔２〕のｆ２／ｆが、下限を下回る場合には、非点隔差が大きくなり、軸上色収差がｇ線対ｄ線で大きく発生する傾向となるため望ましくない。

【００１３】

一方、条件式〔２〕のｆ２／ｆが、上限を超える場合には、軸上色収差がＣ線対ｄ線で大きく発生し、非点隔差が大きくなり、歪曲収差も大きく発生するため望ましくない。条件式〔３〕は、光学系全長Ｌと最大像高Ｙ′に関する条件式であり、本発明による効果が最良に発揮される結像レンズの全長を規定するものである。条件式〔３〕のＬ／Ｙ′が、上限を超える場合には、光学系全長Ｌが大きくなるため、光学性能の面では有利に働くが、コンパクト化の面では望ましくない。また、条件式〔３〕のＬ／Ｙ′が、下限を下回る場合には、本発明による構成の場合、諸収差が大きく発生し、光学性能が成り立たなくなるため望ましくない。

そして、条件式〔４〕は、光学系全長Ｌと焦点距離ｆと最大像高Ｙ′に関する条件式であり、本発明による効果が最良に発揮される結像レンズの焦点距離および全長を規定するものである。条件式〔４〕の（Ｌ＊ｆ）／（Ｙ′）^{2}が下限を下回る場合には、特に色収差およびコマ収差が大きく発生する傾向となり、条件式〔４〕の（Ｌ＊ｆ）／（Ｙ′）^{2}が上限を超える場合には、コンパクト化が阻害される傾向となるため望ましくない。

上述のような構成とすることによっても、半画角が約２８～３２度の広角で、且つＦ値がＦ２．１～Ｆ２．６相当で、小型で、しかも高性能とすることができる。

【００１４】

そして、本発明に係る結像レンズは、

物体側から像面側へ向かって、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群と配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成してなる結像レンズであって、

前記第１レンズ群は、最も物体側が凸面形状で且つ最も像面側が凹面形状をなすとともに、物体側に凸面を向けた正のレンズと、像面側に凹面を向けた負のレンズとをそれぞれ１枚ずつ有し、

前記第２レンズ群は、最も物体側が凹面形状で且つ最も像面側が凸面形状をなすとともに、物体側に凹面を向けた負のレンズを１枚と、像面側に凸面を向けた正のレンズを２枚とを有し、

前記第３レンズ群は、物体側に凹面を向けた負のレンズを少なくとも１枚有し、

フォーカシングに伴って、光学系全長を変化させることなく、前記第２レンズ群のみが光軸方向に沿って移動するとともに、

次の条件式〔１〕～〔５〕を満足するように構成することによって、小型で且つ高性能

な結像レンズとしてもよい（請求項２に対応する）。

【００１２】

〔１〕　－２．１＜ｆ１／ｆ３＜－１．０

〔２〕　０．５＜ｆ２／ｆ＜０．９

〔３〕　２．５＜Ｌ／Ｙ′＜２．８

〔４〕　４．０＜（Ｌ＊ｆ）／（Ｙ′）^{2}＜４．８

ここで、上述と同様に、ｆ１は前記第１レンズ群の焦点距離、ｆ２は前記第２レンズ群の焦点距離、ｆ３は前記第３レンズ群の焦点距離、ｆは無限遠時の当該光学系全系の焦点距離、Ｌは前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離、そしてＹ′は最大像高をそれぞれあらわしている。

上述したように、条件式〔１〕は、前記第１レンズ群の焦点距離ｆ１と前記第３レンズ群の焦点距離ｆ３についての最適条件を与えるものである。条件式〔１〕のｆ１／ｆ３が、下限を下回る場合には、前記第３レンズ群の屈折力が強くなるか、または前記第１レンズ群の屈折力が弱くなるため、軸上色収差が、ｇ線対ｄ線で大きく発生する傾向となるため望ましくない。一方、条件式〔１〕のｆ１／ｆ３が、上限を超える場合には、マイナス側に大きく歪曲収差が発生してしまうため望ましくない。また、条件式〔２〕は、前記第２レンズ群の焦点距離ｆ２と無限遠時の光学系全体の焦点距離ｆについての最適条件を与えるものである。条件式〔２〕のｆ２／ｆが、下限を下回る場合には、非点隔差が大きくなり、軸上色収差がｇ線対ｄ線で大きく発生する傾向となるため望ましくない。

【００１３】

一方、条件式〔２〕のｆ２／ｆが、上限を超える場合には、軸上色収差がＣ線対ｄ線で大きく発生し、非点隔差が大きくなり、歪曲収差も大きく発生するため望ましくない。条件式〔３〕は、光学系全長Ｌと最大像高Ｙ′に関する条件式であり、本発明による効果が最良に発揮される結像レンズの全長を規定するものである。条件式〔３〕のＬ／Ｙ′が、上限を超える場合には、光学系全長Ｌが大きくなるため、光学性能の面では有利に働くが、コンパクト化の面では望ましくない。また、条件式〔３〕のＬ／Ｙ′が、下限を下回る場合には、本発明による構成の場合、諸収差が大きく発生し、光学性能が成り立たなくなるため望ましくない。

そして、条件式〔４〕は、光学系全長Ｌと焦点距離ｆと最大像高Ｙ′に関する条件式であり、本発明による効果が最良に発揮される結像レンズの焦点距離および全長を規定するものである。条件式〔４〕の（Ｌ＊ｆ）／（Ｙ′）^{2}が下限を下回る場合には、特に色収差およびコマ収差が大きく発生する傾向となり、条件式〔４〕の（Ｌ＊ｆ）／（Ｙ′）^{2}が上限を超える場合には、コンパクト化が阻害される傾向となるため望ましくない。

上述のような構成とすることによっても、半画角が約２８～３２度の広角で、且つＦ値がＦ２．１～Ｆ２．６相当で、小型で、しかも高性能とすることができる。

【００１４】

そして、本発明に係る結像レンズは、

物体側から像面側へ向かって、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群と配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成してなる結像レンズであって、

前記第１レンズ群は、最も物体側が凸面形状で且つ最も像面側が凹面形状をなすとともに、物体側に凸面を向けた正のレンズと、像面側に凹面を向けた負のレンズとをそれぞれ１枚ずつ有し、

前記第２レンズ群は、最も物体側が凹面形状で且つ最も像面側が凸面形状をなすとともに、物体側に凹面を向けた負のレンズを１枚と、像面側に凸面を向けた正のレンズを２枚とを有し、

前記第３レンズ群は、物体側に凹面を向けた負のレンズを少なくとも１枚有し、

フォーカシングに伴って、光学系全長を変化させることなく、前記第２レンズ群のみが光軸方向に沿って移動するとともに、

次の条件式〔１〕～〔５〕を満足するように構成することによって、小型で且つ高性能

な結像レンズとしてもよい（請求項３に対応する）。

【００１５】

〔１〕　－２．１＜ｆ１／ｆ３＜－１．０

〔２〕　０．５＜ｆ２／ｆ＜０．９

〔３〕　２．５＜Ｌ／Ｙ′＜２．８

〔４〕　４．０＜（Ｌ＊ｆ）／（Ｙ′）^{2}＜４．８

〔５〕　Ｌ／ＥｎＰ＜１０．５

ここで、上述と同様に、ｆ１は前記第１レンズ群の焦点距離、ｆ２は前記第２レンズ群の焦点距離、ｆ３は前記第３レンズ群の焦点距離、ｆは無限遠時の当該光学系全系の焦点距離、Ｌは前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離、Ｙ′は最大像高、そしてＥｎＰは入射瞳位置（前記第１レンズ群の最も物体側の面から入射瞳までの距離）をそれぞれあらわしている。

上述したように、条件式〔１〕は、前記第１レンズ群の焦点距離ｆ１と前記第３レンズ群の焦点距離ｆ３についての最適条件を与えるものである。条件式〔１〕のｆ１／ｆ３が、下限を下回る場合には、前記第３レンズ群の屈折力が強くなるか、または前記第１レンズ群の屈折力が弱くなるため、軸上色収差が、ｇ線対ｄ線で大きく発生する傾向となるため望ましくない。

【００１６】

一方、条件式〔１〕のｆ１／ｆ３が、上限を超える場合には、マイナス側に大きく歪曲収差が発生してしまうため望ましくない。また、条件式〔２〕は、前記第２レンズ群の焦点距離ｆ２と無限遠時の光学系全体の焦点距離ｆについての最適条件を与えるものである。条件式〔２〕のｆ２／ｆが、下限を下回る場合には、非点隔差が大きくなり、軸上色収差がｇ線対ｄ線で大きく発生する傾向となるため望ましくない。一方、条件式〔２〕のｆ２／ｆが、上限を超える場合には、軸上色収差がＣ線対ｄ線で大きく発生し、非点隔差が大きくなり、歪曲収差も大きく発生するため望ましくない。条件式〔３〕は、光学系全長Ｌと最大像高Ｙ′に関する条件式であり、本発明による効果が最良に発揮される結像レンズの全長を規定するものである。条件式〔３〕のＬ／Ｙ′が、上限を超える場合には、光学系全長Ｌが大きくなるため、光学性能の面では有利に働くが、コンパクト化の面では望ましくない。また、条件式〔３〕のＬ／Ｙ′が、下限を下回る場合には、本発明による構成の場合、諸収差が大きく発生し、光学性能が成り立たなくなるため望ましくない。条件式〔４〕は、光学系全長Ｌと焦点距離ｆと最大像高Ｙ′に関する条件式であり、本発明による効果が最良に発揮される結像レンズの焦点距離および全長を規定するものである。条件式〔４〕の（Ｌ＊ｆ）／（Ｙ′）^{2}が下限を下回る場合には、特に色収差およびコマ収差が大きく発生する傾向となり、条件式〔４〕の（Ｌ＊ｆ）／（Ｙ′）^{2}が上限を超える場合には、コンパクト化が阻害される傾向となるため望ましくない。

【００１７】

そして、条件式〔５〕は、光学系全長Ｌと入射瞳位置ＥｎＰについての条件式であり、本発明に係る最適な瞳位置を与えるものである。条件式〔５〕のＬ／ＥｎＰが、上限を超える場合には、前記第１レンズ群のレンズ径が大きくなるため、コンパクト化の面で望ましくない。この場合、前絞りタイプにすると、光学系の像面側のレンズが極大化し、コンパクトさの面で望ましくなく、また、後絞りタイプにすると、逆に物体側のレンズが極大化し、やはりコンパクト化の面で望ましくない。

上述のような構成とすることによっても、半画角が約２８～３２度の広角で、且つＦ値がＦ２．１～Ｆ２．６相当で、小型で、しかも高性能とすることができる。

さらに、上述した結像レンズにおいては、無限遠から有限距離物体へのフォーカシングに伴って、前記第２レンズ群が物体側へ向かって移動することにより合焦する構成とすることが望ましい（請求項４に対応する）。

このように、フォーカシングの際に第２レンズ群のみを光軸方向に移動させるようにすることによって、フォーカシングに関連する機械的構造の簡素化およびレンズ系重量の軽減、ひいてはフォーカシングスピードの高速化が可能となる。なお、具体的には例示して

な結像レンズとしてもよい（請求項３に対応する）。

【００１５】

〔１〕　－２．１＜ｆ１／ｆ３＜－１．０

〔２〕　０．５＜ｆ２／ｆ＜０．９

〔３〕　２．５＜Ｌ／Ｙ′＜２．８

〔４〕　４．０＜（Ｌ＊ｆ）／（Ｙ′）^{2}＜４．８

〔５〕　Ｌ／ＥｎＰ＜１０．５

ここで、上述と同様に、ｆ１は前記第１レンズ群の焦点距離、ｆ２は前記第２レンズ群の焦点距離、ｆ３は前記第３レンズ群の焦点距離、ｆは無限遠時の当該光学系全系の焦点距離、Ｌは前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離、Ｙ′は最大像高、そしてＥｎＰは入射瞳位置（前記第１レンズ群の最も物体側の面から入射瞳までの距離）をそれぞれあらわしている。

上述したように、条件式〔１〕は、前記第１レンズ群の焦点距離ｆ１と前記第３レンズ群の焦点距離ｆ３についての最適条件を与えるものである。条件式〔１〕のｆ１／ｆ３が、下限を下回る場合には、前記第３レンズ群の屈折力が強くなるか、または前記第１レンズ群の屈折力が弱くなるため、軸上色収差が、ｇ線対ｄ線で大きく発生する傾向となるため望ましくない。

【００１６】

一方、条件式〔１〕のｆ１／ｆ３が、上限を超える場合には、マイナス側に大きく歪曲収差が発生してしまうため望ましくない。また、条件式〔２〕は、前記第２レンズ群の焦点距離ｆ２と無限遠時の光学系全体の焦点距離ｆについての最適条件を与えるものである。条件式〔２〕のｆ２／ｆが、下限を下回る場合には、非点隔差が大きくなり、軸上色収差がｇ線対ｄ線で大きく発生する傾向となるため望ましくない。一方、条件式〔２〕のｆ２／ｆが、上限を超える場合には、軸上色収差がＣ線対ｄ線で大きく発生し、非点隔差が大きくなり、歪曲収差も大きく発生するため望ましくない。条件式〔３〕は、光学系全長Ｌと最大像高Ｙ′に関する条件式であり、本発明による効果が最良に発揮される結像レンズの全長を規定するものである。条件式〔３〕のＬ／Ｙ′が、上限を超える場合には、光学系全長Ｌが大きくなるため、光学性能の面では有利に働くが、コンパクト化の面では望ましくない。また、条件式〔３〕のＬ／Ｙ′が、下限を下回る場合には、本発明による構成の場合、諸収差が大きく発生し、光学性能が成り立たなくなるため望ましくない。条件式〔４〕は、光学系全長Ｌと焦点距離ｆと最大像高Ｙ′に関する条件式であり、本発明による効果が最良に発揮される結像レンズの焦点距離および全長を規定するものである。条件式〔４〕の（Ｌ＊ｆ）／（Ｙ′）^{2}が下限を下回る場合には、特に色収差およびコマ収差が大きく発生する傾向となり、条件式〔４〕の（Ｌ＊ｆ）／（Ｙ′）^{2}が上限を超える場合には、コンパクト化が阻害される傾向となるため望ましくない。

【００１７】

そして、条件式〔５〕は、光学系全長Ｌと入射瞳位置ＥｎＰについての条件式であり、本発明に係る最適な瞳位置を与えるものである。条件式〔５〕のＬ／ＥｎＰが、上限を超える場合には、前記第１レンズ群のレンズ径が大きくなるため、コンパクト化の面で望ましくない。この場合、前絞りタイプにすると、光学系の像面側のレンズが極大化し、コンパクトさの面で望ましくなく、また、後絞りタイプにすると、逆に物体側のレンズが極大化し、やはりコンパクト化の面で望ましくない。

上述のような構成とすることによっても、半画角が約２８～３２度の広角で、且つＦ値がＦ２．１～Ｆ２．６相当で、小型で、しかも高性能とすることができる。

さらに、上述した結像レンズにおいては、無限遠から有限距離物体へのフォーカシングに伴って、前記第２レンズ群が物体側へ向かって移動することにより合焦する構成とすることが望ましい（請求項４に対応する）。

このように、フォーカシングの際に第２レンズ群のみを光軸方向に移動させるようにすることによって、フォーカシングに関連する機械的構造の簡素化およびレンズ系重量の軽減、ひいてはフォーカシングスピードの高速化が可能となる。なお、具体的には例示して

いないが、無限遠から有限距離物体へのフォーカシングの際に、前記第２レンズ群に加えて同時に前記第３レンズ群を光軸上で像面方向に移動させるようにすれば、フォーカシングによる非点収差の変動を補正することが可能となる。

【００１８】

上述のような構成とすることによって、フォーカシングについて最適化した、小型で高性能な結像レンズとすることが可能となる。

上述した結像レンズにおいて、さらに、次の条件式〔６〕を満足するように構成してもよい（請求項５に対応する）。

〔６〕　０．３＜R_{1f}／R_{1r}＜１．５

ここで、R_{1f}は、前記第１レンズ群の最も物体側のレンズの最も物体側の面の曲率半径Ｒ、そしてR_{1r}は、第１レンズ群の最も像面側のレンズの最も像面側の面の曲率半径Ｒをそれぞれあらわしている。

条件式〔６〕のR_{1f}／R_{1r}が上限を超える場合または下限を下回る場合には、色収差が大きく発生するため、いずれも望ましくない。

条件式〔６〕を満足する構成とすることによって、収差の発生が少なく、小型で高性能な結像レンズとすることが可能となる。

上述した結像レンズにおいて、さらに、次の条件式〔７〕を満足するように構成してもよい（請求項６に対応する）。

〔７〕　－２．８５＜ｌｏｇ｜（Ｎｄ１－Ｎｄ２）／（νｄ１－νｄ２）｜＜－１．６

ここで、Ｎｄ１は前記第１レンズ群のいずれか１つの負レンズのｄ線の屈折率、Ｎｄ２は前記第１レンズ群のいずれか１つの正レンズのｄ線の屈折率、νｄは前記第１レンズ群のいずれか１つの負レンズのｄ線のアッベ数、そしてνｄ２は前記第１レンズ群のいずれか１つの正レンズのｄ線のアッベ数をそれぞれあらわしている。

【００１９】

条件式〔７〕のｌｏｇ｜（Ｎｄ１－Ｎｄ２）／（νｄ１－νｄ２）｜が上限を超える場合には、歪曲収差がマイナス側に大きく発生し、条件式〔７〕のｌｏｇ｜（Ｎｄ１－Ｎｄ２）／（νｄ１－νｄ２）｜が下限を下回る場合には、サジタルコマ収差が大きくなるため、いずれも望ましくない。

条件式〔７〕を満足する構成とすることによって、収差の発生が少なく、小型で高性能な結像レンズとすることが可能となる。

上述した結像レンズにおいては、さらに、前記第１レンズ群が、接合レンズのみで構成されていることが望ましい（請求項７に対応する）。

前記第１レンズ群を、接合レンズのみで構成することにより、（１）レンズ部品点数の低減、（２）レンズ組立時のレンズ単品のシフトまたはティルトずれによる光学性能の劣化の抑制、そして（３）組立上の負担軽減を図ることができる。

なお、後述する実施例１～実施例３には、物体側から像面側に向かって、順次、正レンズと負レンズを配置して２枚接合レンズとした場合、そして実施例４～実施例６には、物体側から像面側に向かって、順次、負レンズと正レンズを配置して２枚接合レンズとした場合の例をそれぞれ示している。

【００２０】

これら実施例１～実施例６のように、前記第１レンズ群が、接合レンズのみで構成されることにより、小型で高性能な結像レンズを得ることができる。

実施例１～実施例６のように、前記第１レンズ群が接合レンズのみで構成されることが望ましいが、前記第１レンズ群を構成するレンズが接合されていない構成も実施例７～実施例１０に示している。実施例７～実施例１０には、物体側から像面側に向かって、順次、正レンズと負レンズを配置する構成を例示しており、このような構成の場合には、負レンズを屈折力の弱いレンズとすることによって、シフト誤差を低減した光学系とすることが可能である。

また、本発明の構成の場合には、前記第１レンズ群に正レンズと負レンズを１枚ずつ配置することにより、諸収差を最適にすることが可能となる。

いないが、無限遠から有限距離物体へのフォーカシングの際に、前記第２レンズ群に加えて同時に前記第３レンズ群を光軸上で像面方向に移動させるようにすれば、フォーカシングによる非点収差の変動を補正することが可能となる。

【００１８】

上述のような構成とすることによって、フォーカシングについて最適化した、小型で高性能な結像レンズとすることが可能となる。

上述した結像レンズにおいて、さらに、次の条件式〔６〕を満足するように構成してもよい（請求項５に対応する）。

〔６〕　０．３＜R_{1f}／R_{1r}＜１．５

ここで、R_{1f}は、前記第１レンズ群の最も物体側のレンズの最も物体側の面の曲率半径Ｒ、そしてR_{1r}は、第１レンズ群の最も像面側のレンズの最も像面側の面の曲率半径Ｒをそれぞれあらわしている。

条件式〔６〕のR_{1f}／R_{1r}が上限を超える場合または下限を下回る場合には、色収差が大きく発生するため、いずれも望ましくない。

条件式〔６〕を満足する構成とすることによって、収差の発生が少なく、小型で高性能な結像レンズとすることが可能となる。

上述した結像レンズにおいて、さらに、次の条件式〔７〕を満足するように構成してもよい（請求項６に対応する）。

〔７〕　－２．８５＜ｌｏｇ｜（Ｎｄ１－Ｎｄ２）／（νｄ１－νｄ２）｜＜－１．６

ここで、Ｎｄ１は前記第１レンズ群のいずれか１つの負レンズのｄ線の屈折率、Ｎｄ２は前記第１レンズ群のいずれか１つの正レンズのｄ線の屈折率、νｄは前記第１レンズ群のいずれか１つの負レンズのｄ線のアッベ数、そしてνｄ２は前記第１レンズ群のいずれか１つの正レンズのｄ線のアッベ数をそれぞれあらわしている。

【００１９】

条件式〔７〕のｌｏｇ｜（Ｎｄ１－Ｎｄ２）／（νｄ１－νｄ２）｜が上限を超える場合には、歪曲収差がマイナス側に大きく発生し、条件式〔７〕のｌｏｇ｜（Ｎｄ１－Ｎｄ２）／（νｄ１－νｄ２）｜が下限を下回る場合には、サジタルコマ収差が大きくなるため、いずれも望ましくない。

条件式〔７〕を満足する構成とすることによって、収差の発生が少なく、小型で高性能な結像レンズとすることが可能となる。

上述した結像レンズにおいては、さらに、前記第１レンズ群が、接合レンズのみで構成されていることが望ましい（請求項７に対応する）。

前記第１レンズ群を、接合レンズのみで構成することにより、（１）レンズ部品点数の低減、（２）レンズ組立時のレンズ単品のシフトまたはティルトずれによる光学性能の劣化の抑制、そして（３）組立上の負担軽減を図ることができる。

なお、後述する実施例１～実施例３には、物体側から像面側に向かって、順次、正レンズと負レンズを配置して２枚接合レンズとした場合、そして実施例４～実施例６には、物体側から像面側に向かって、順次、負レンズと正レンズを配置して２枚接合レンズとした場合の例をそれぞれ示している。

【００２０】

これら実施例１～実施例６のように、前記第１レンズ群が、接合レンズのみで構成されることにより、小型で高性能な結像レンズを得ることができる。

実施例１～実施例６のように、前記第１レンズ群が接合レンズのみで構成されることが望ましいが、前記第１レンズ群を構成するレンズが接合されていない構成も実施例７～実施例１０に示している。実施例７～実施例１０には、物体側から像面側に向かって、順次、正レンズと負レンズを配置する構成を例示しており、このような構成の場合には、負レンズを屈折力の弱いレンズとすることによって、シフト誤差を低減した光学系とすることが可能である。

また、本発明の構成の場合には、前記第１レンズ群に正レンズと負レンズを１枚ずつ配置することにより、諸収差を最適にすることが可能となる。

上述した結像レンズにおいて、さらに、次の条件式〔８〕を満足するように構成してもよい（請求項８に対応する）。

〔８〕　０．１＜$D_{\infty 1-2}$／Ｌ＜０．３

ここで、$D_{\infty 1-2}$は無限遠物体に合焦した状態での前記第１レンズ群の最も像面側の面から前記第２レンズ群の最も物体側の面までの距離を、そしてＬは前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離をそれぞれあらわしている。

【００２１】

条件式〔８〕は、本発明の構成による効果が最良に発揮される結像レンズの全長とシャッタースペースを規定している。条件式〔８〕の$D_{\infty 1-2}$／Ｌが下限を下回る場合には、シャッタースペースを確保することが困難となり、条件式〔８〕の$D_{\infty 1-2}$／Ｌが上限を超える場合には、レンズ全長Ｌが長くなり、光学系が大型化するため、いずれも望ましくない。

条件式〔８〕を満足する構成とすることによって、シャッタースペースを確保してしかも光学系が大型化することなく、小型で高性能な結像レンズとすることが可能となる。

上述した結像レンズにおいて、さらに、次の条件式〔９〕を満足するように構成してもよい（請求項９に対応する）。

〔９〕　１０．０＜｜ΔD_{1-2}／β｜＜１９．５

ここで、ΔD_{1-2}は無限遠から近距離物体へのフォーカシングに伴い前記第２レンズ群が光軸方向に沿って移動する距離を、そしてβは当該近距離物体に合焦した際の撮影倍率をそれぞれあらわしている。

【００２２】

条件式〔９〕は、本発明の構成による効果が最良に発揮される結像レンズの撮影倍率βとレンズの繰り出し量を規定している。条件式〔９〕の｜ΔD_{1-2}／β｜が下限を下回る場合には、フォーカシングによる倍率の変動量が大きくなるため、無限遠から近距離物体へのフォーカシングに伴うフォーカス移動量が少なくなり、フォーカシングスピードが向上して有利に働くことがあるが、そのぶんだけ分解能を細かく制御する必要が生じるため、望ましくない。また、条件式〔９〕の｜ΔD_{1-2}／β｜が上限を超える場合には、フォーカシングによる倍率の変動量が小さくなるため、無限遠から近距離物体へのフォーカシングに伴う移動量が大きくなり、そのぶんだけフォーカシングスピードが遅くなるため、やはり望ましくない。

条件式〔９〕を満足する構成とすることによって、結像レンズの撮影倍率βとレンズの繰り出し量を適正化し、いたずらに制御分解能を細かくしてフォーカシング制御を複雑化したり、フォーカシングスピードを遅くしたりすることなく、高性能な結像レンズを構成することが可能となる。

上述した結像レンズにおいては、さらに、前記第２レンズ群は、負レンズと正レンズが接合されてなる接合レンズを１枚有する構成であることが望ましい（請求項１０に対応する）。

【００２３】

前記第２レンズ群は負レンズと正レンズが接合された接合レンズを１枚有する構成とすることによって、色収差を低減することが可能となることはいうまでもないが、上述した光学系の場合には、前記第２レンズ群を駆動してフォーカシングするため、特に、部品点数の低減により、レンズシフトとティルトズレの発生を抑制することを可能としている。

このような結像レンズにおいて、さらに、次の条件式〔１０〕を満足するように構成してもよい（請求項１１に対応する）。

〔１０〕　０．２４＜tan（θ_{2Gru}）＜０．６３

ここで、tan（θ_{2Gru}）は、前記第２レンズ群の最も物体側の最大像高での上光線の屈折角をあらわしている。

条件式〔１０〕は、本発明の構成による効果が最良に発揮される前記第２レンズ群の最も像面側の光線の屈折角を制限するものである。条件式〔１０〕の前記第２レンズ群の最も像面側の光線の屈折角tan（θ_{2Gru}）が上限を超える場合には、屈折角が大きく

上述した結像レンズにおいて、さらに、次の条件式〔８〕を満足するように構成してもよい（請求項８に対応する）。

〔８〕　０．１＜$D_{\infty 1-2}$／Ｌ＜０．３

ここで、$D_{\infty 1-2}$は無限遠物体に合焦した状態での前記第１レンズ群の最も像面側の面から前記第２レンズ群の最も物体側の面までの距離を、そしてＬは前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離をそれぞれあらわしている。

【００２１】

条件式〔８〕は、本発明の構成による効果が最良に発揮される結像レンズの全長とシャッタースペースを規定している。条件式〔８〕の$D_{\infty 1-2}$／Ｌが下限を下回る場合には、シャッタースペースを確保することが困難となり、条件式〔８〕の$D_{\infty 1-2}$／Ｌが上限を超える場合には、レンズ全長Ｌが長くなり、光学系が大型化するため、いずれも望ましくない。

条件式〔８〕を満足する構成とすることによって、シャッタースペースを確保してしかも光学系が大型化することなく、小型で高性能な結像レンズとすることが可能となる。

上述した結像レンズにおいて、さらに、次の条件式〔９〕を満足するように構成してもよい（請求項９に対応する）。

〔９〕　１０．０＜｜$\Delta D_{1-2}/\beta$｜＜１９．５

ここで、ΔD_{1-2}は無限遠から近距離物体へのフォーカシングに伴い前記第２レンズ群が光軸方向に沿って移動する距離を、そしてβは当該近距離物体に合焦した際の撮影倍率をそれぞれあらわしている。

【００２２】

条件式〔９〕は、本発明の構成による効果が最良に発揮される結像レンズの撮影倍率βとレンズの繰り出し量を規定している。条件式〔９〕の｜$\Delta D_{1-2}/\beta$｜が下限を下回る場合には、フォーカシングによる倍率の変動量が大きくなるため、無限遠から近距離物体へのフォーカシングに伴うフォーカス移動量が少なくなり、フォーカシングスピードが向上して有利に働くことがあるが、そのぶんだけ分解能を細かく制御する必要が生じるため、望ましくない。また、条件式〔９〕の｜$\Delta D_{1-2}/\beta$｜が上限を超える場合には、フォーカシングによる倍率の変動量が小さくなるため、無限遠から近距離物体へのフォーカシングに伴う移動量が大きくなり、そのぶんだけフォーカシングスピードが遅くなるため、やはり望ましくない。

条件式〔９〕を満足する構成とすることによって、結像レンズの撮影倍率βとレンズの繰り出し量を適正化し、いたずらに制御分解能を細かくしてフォーカシング制御を複雑化したり、フォーカシングスピードを遅くしたりすることなく、高性能な結像レンズを構成することが可能となる。

上述した結像レンズにおいては、さらに、前記第２レンズ群は、負レンズと正レンズが接合されてなる接合レンズを１枚有する構成であることが望ましい（請求項１０に対応する）。

【００２３】

前記第２レンズ群は負レンズと正レンズが接合された接合レンズを１枚有する構成とすることによって、色収差を低減することが可能となることはいうまでもないが、上述した光学系の場合には、前記第２レンズ群を駆動してフォーカシングするため、特に、部品点数の低減により、レンズシフトとティルトズレの発生を抑制することを可能としている。

このような結像レンズにおいて、さらに、次の条件式〔１０〕を満足するように構成してもよい（請求項１１に対応する）。

〔１０〕　０．２４＜tan（θ_{2Gru}）＜０．６３

ここで、tan（θ_{2Gru}）は、前記第２レンズ群の最も物体側の最大像高での上光線の屈折角をあらわしている。

条件式〔１０〕は、本発明の構成による効果が最良に発揮される前記第２レンズ群の最も像面側の光線の屈折角を制限するものである。条件式〔１０〕の前記第２レンズ群の最も像面側の光線の屈折角tan（θ_{2Gru}）が上限を超える場合には、屈折角が大きく

なり、色収差がより大きく発生するため、望ましくない。また、条件式〔１０〕の前記第２レンズ群の最も像面側の光線の屈折角ｔａｎ（θ_{2Gru}）が下限を下回る場合にも、同一画角を保つためには、当該レンズ以外のレンズの屈折角を跳ね上げなければならず、その際に色収差を始めとする諸収差が大きく発生して像への影響が出るため、やはり望ましくない。

【００２４】

条件式〔１０〕を満足する構成とすることによって、一層高性能な結像レンズを構成することが可能となる。

上述した結像レンズにおいて、さらに、次の条件式〔１１〕を満足するように構成してもよい（請求項１２に対応する）。

〔１１〕　０．０＜｜R_{1r}／R_{2f}｜＜１．３

ここで、R_{1r}は前記第１レンズ群の最も像面側に位置するレンズの像面側の曲率半径Ｒを、そしてR_{2f}は前記第２レンズ群の最も物体側に位置するレンズの物体側の曲率半径Ｒを、それぞれあらわしている。

条件式〔１１〕の｜R_{1r}／R_{2f}｜が下限を下回る場合には、倍率色収差が大きく発生し、またコマ収差が大きくなる傾向となるため、望ましくない。また、条件式〔１１〕の｜R_{1r}／R_{2f}｜が上限を超える場合にも、球面収差が大きくアンダーになり、軸上色収差も大きく発生するため、やはり望ましくない。

条件式〔１１〕を満足する構成とすることによって、一層明るく且つ高性能な結像レンズを構成することが可能となる。

【００２５】

上述した結像レンズにおいて、さらに、次の条件式〔１２〕を満足するように構成してもよい（請求項１３に対応する）。

〔１２〕　０．５＜ＬＤ１／ＬＤ３＜０．９

ここで、ＬＤ１は前記第１レンズ群の最も径の大きいレンズの最大有効径、ＬＤ３は前記第３レンズ群の最も径の大きいレンズの最大有効径をそれぞれあらわしている。

条件式〔１２〕は、本発明の構成による効果が最良に発揮される結像レンズのレンズ径を規定している。

条件式〔１２〕のＬＤ１／ＬＤ３が、上限を超える場合、あるいは下限を下回る場合には、前記第１レンズ群または前記第３レンズ群のレンズ径が大きくなる。そのため、前記第１レンズ群および前記第３レンズ群を含む光学系を組み込んだ結像レンズ鏡胴の鏡胴径が大きくなり、当該結像レンズの光学系を構成するレンズのレンズ径が大きくなり、そしてコンパクト化が困難となるため、望ましくない。

条件式〔１２〕を満足する構成とすることによって、小型で且つ高性能な結像レンズを構成することが可能となる。

【００２６】

上述した結像レンズにおいては、さらに、前記第２レンズ群は、物体側から像面側に向かって、順次、負－正－正のレンズを配置した構成とすることが望ましい（請求項１４に対応する）。

このように、前記第２レンズ群を、物体側から像面側に向かって、順次、負－正－正のレンズを配置して構成することによって、高性能な結像レンズを得ることができる。

すなわち、前記第２レンズ群を、物体側から像面側に向かって、順次、負－正－正とネガティブリード型のレンズ配置とすることによって、（１）光学系全長を小さくすることができ、（２）球面収差、非点収差、軸上色収差および倍率色収差を良好に補正することが可能となる。

そして、本発明の第１１の実施の形態は、いわゆるデジタルカメラ等の撮像装置または撮像機能を有する情報装置としての実施の形態である。

すなわち、本発明の第１１の実施の形態に係る撮像装置は、上述した結像レンズを、撮像用光学系として用いて構成する（請求項１５に対応する）。

このような構成により、小型で且つ高性能の撮像装置を実現することができる。

なり、色収差がより大きく発生するため、望ましくない。また、条件式〔１０〕の前記第２レンズ群の最も像面側の光線の屈折角ｔａｎ（θ_{2Gru}）が下限を下回る場合にも、同一画角を保つためには、当該レンズ以外のレンズの屈折角を跳ね上げなければならず、その際に色収差を始めとする諸収差が大きく発生して像への影響が出るため、やはり望ましくない。

【００２４】

条件式〔１０〕を満足する構成とすることによって、一層高性能な結像レンズを構成することが可能となる。

上述した結像レンズにおいて、さらに、次の条件式〔１１〕を満足するように構成してもよい（請求項１２に対応する）。

〔１１〕　０．０＜｜R_{1r}／R_{2f}｜＜１．３

ここで、R_{1r}は前記第１レンズ群の最も像面側に位置するレンズの像面側の曲率半径Ｒを、そしてR_{2f}は前記第２レンズ群の最も物体側に位置するレンズの物体側の曲率半径Ｒを、それぞれあらわしている。

条件式〔１１〕の｜R_{1r}／R_{2f}｜が下限を下回る場合には、倍率色収差が大きく発生し、またコマ収差が大きくなる傾向となるため、望ましくない。また、条件式〔１１〕の｜R_{1r}／R_{2f}｜が上限を超える場合にも、球面収差が大きくアンダーになり、軸上色収差も大きく発生するため、やはり望ましくない。

条件式〔１１〕を満足する構成とすることによって、一層明るく且つ高性能な結像レンズを構成することが可能となる。

【００２５】

上述した結像レンズにおいて、さらに、次の条件式〔１２〕を満足するように構成してもよい（請求項１３に対応する）。

〔１２〕　０．５＜ＬＤ１／ＬＤ３＜０．９

ここで、ＬＤ１は前記第１レンズ群の最も径の大きいレンズの最大有効径、ＬＤ３は前記第３レンズ群の最も径の大きいレンズの最大有効径をそれぞれあらわしている。

条件式〔１２〕は、本発明の構成による効果が最良に発揮される結像レンズのレンズ径を規定している。

条件式〔１２〕のＬＤ１／ＬＤ３が、上限を超える場合、あるいは下限を下回る場合には、前記第１レンズ群または前記第３レンズ群のレンズ径が大きくなる。そのため、前記第１レンズ群および前記第３レンズ群を含む光学系を組み込んだ結像レンズ鏡胴の鏡胴径が大きくなり、当該結像レンズの光学系を構成するレンズのレンズ径が大きくなり、そしてコンパクト化が困難となるため、望ましくない。

条件式〔１２〕を満足する構成とすることによって、小型で且つ高性能な結像レンズを構成することが可能となる。

【００２６】

上述した結像レンズにおいては、さらに、前記第２レンズ群は、物体側から像面側に向かって、順次、負－正－正のレンズを配置した構成とすることが望ましい（請求項１４に対応する）。

このように、前記第２レンズ群を、物体側から像面側に向かって、順次、負－正－正のレンズを配置して構成することによって、高性能な結像レンズを得ることができる。

すなわち、前記第２レンズ群を、物体側から像面側に向かって、順次、負－正－正とネガティブリード型のレンズ配置とすることによって、（１）光学系全長を小さくすることができ、（２）球面収差、非点収差、軸上色収差および倍率色収差を良好に補正することが可能となる。

そして、本発明の第１１の実施の形態は、いわゆるデジタルカメラ等の撮像装置または撮像機能を有する情報装置としての実施の形態である。

すなわち、本発明の第１１の実施の形態に係る撮像装置は、上述した結像レンズを、撮像用光学系として用いて構成する（請求項１５に対応する）。

このような構成により、小型で且つ高性能の撮像装置を実現することができる。

また、本発明の第１１の実施の形態に係る情報装置は、撮像機能を有し、上述した結像レンズを、撮像用光学系として用いて構成する（請求項１６に対応する）。

このような構成により、小型で且つ高性能の撮像機能を有する情報装置を実現することができる。

【実施例１】

【００２７】

次に、上述した本発明の実施の形態に基づく、具体的な実施例を詳細に説明する。以下に述べる実施例１、実施例２、実施例３、実施例４、実施例５、実施例６、実施例７、実施例８、実施例９および実施例１０は、本発明の第１の実施の形態～第１０の実施の形態に係る結像レンズの具体的数値例による具体的構成の実施例であり、第１１の実施の形態は、実施例１～実施例１０に示されるような結像レンズを有して構成したレンズユニットを撮像用光学系として用いた撮像装置または情報装置の実施の形態である。

図１～図３は、本発明の第１の実施の形態に係る実施例１における結像レンズを説明するためのものであり、図４～図６は、本発明の第２の実施の形態に係る実施例２における結像レンズを説明するためのものであり、図７～図９は、本発明の第３の実施の形態に係る実施例３における結像レンズを説明するためのものであり、図１０～図１２は、本発明の第４の実施の形態に係る実施例４における結像レンズを説明するためのものであり、図１３～図１５は、本発明の第５の実施の形態に係る実施例５における結像レンズを説明するためのものであり、図１６～図１８は、本発明の第６の実施の形態に係る実施例６における結像レンズを説明するためのものであり、図１９～図２１は、本発明の第７の実施の形態に係る実施例７における結像レンズを説明するためのものであり、図２２～図２４は、本発明の第８の実施の形態に係る実施例８における結像レンズを説明するためのものであり、図２５～図２７は、本発明の第９の実施の形態に係る実施例９における結像レンズを説明するためのものであり、そして図２８～図３０は、本発明の第１０の実施の形態に係る実施例１０における結像レンズを説明するためのものである。

【００２８】

実施例１～実施例１０の各結像レンズにおける収差は、高いレベルで補正されており、球面収差、非点収差、像面湾曲および倍率色収差も充分に補正されている。これら実施例１～実施例１０のように結像レンズを構成することにより、半画角が２８～３２度で、且つＦ値（Ｆナンバー）が２．１～２．６相当と大口径でありながら、非常に良好な結像性能を確保し得ることは、各実施例より明らかである。

実施例１～実施例１０に共通の記号の意味は、次の通りである。

ｆ：光学系全体の焦点距離

Ｆ：Ｆ値（Ｆナンバー）

Ｒ：曲率半径（非球面については近軸曲率半径）

Ｄ：面間隔

Ｎｄ：屈折率

νｄ：アッベ数

ω：半画角〔度〕

また、実施例１～実施例１０において、いくつかのレンズ面を非球面としている。非球面を形成するには、いわゆるモールド非球面レンズのように、各レンズ面を直接非球面とする構成と、いわゆるハイブリッド非球面レンズのように、球面レンズのレンズ面に非球面を形成する樹脂薄膜を敷設して非球面を得る構成とがあるが、それらのいずれを用いても良い。このような非球面形状は、近軸曲率半径Ｒの逆数（近軸曲率）をｃ、面の頂点を基準としたときの光軸からの高さＨの位置での光軸方向の変位Ｘが、円錐定数をｋ、４次、６次、８次、１０次、１２次、１４次、１６次、…の非球面定数をそれぞれＣ４、Ｃ６、Ｃ８、Ｃ１０、Ｃ１２、Ｃ１４、Ｃ１６、…として、近軸曲率半径をＲとして、次の式〔１３〕で定義される。

【００２９】

また、本発明の第１１の実施の形態に係る情報装置は、撮像機能を有し、上述した結像レンズを、撮像用光学系として用いて構成する（請求項１６に対応する）。

このような構成により、小型で且つ高性能の撮像機能を有する情報装置を実現することができる。

【実施例１】

【００２７】

次に、上述した本発明の実施の形態に基づく、具体的な実施例を詳細に説明する。以下に述べる実施例１、実施例２、実施例３、実施例４、実施例５、実施例６、実施例７、実施例８、実施例９および実施例１０は、本発明の第１の実施の形態～第１０の実施の形態に係る結像レンズの具体的数値例による具体的構成の実施例であり、第１１の実施の形態は、実施例１～実施例１０に示されるような結像レンズを有して構成したレンズユニットを撮像用光学系として用いた撮像装置または情報装置の実施の形態である。

図１～図３は、本発明の第１の実施の形態に係る実施例１における結像レンズを説明するためのものであり、図４～図６は、本発明の第２の実施の形態に係る実施例２における結像レンズを説明するためのものであり、図７～図９は、本発明の第３の実施の形態に係る実施例３における結像レンズを説明するためのものであり、図１０～図１２は、本発明の第４の実施の形態に係る実施例４における結像レンズを説明するためのものであり、図１３～図１５は、本発明の第５の実施の形態に係る実施例５における結像レンズを説明するためのものであり、図１６～図１８は、本発明の第６の実施の形態に係る実施例６における結像レンズを説明するためのものであり、図１９～図２１は、本発明の第７の実施の形態に係る実施例７における結像レンズを説明するためのものであり、図２２～図２４は、本発明の第８の実施の形態に係る実施例８における結像レンズを説明するためのものであり、図２５～図２７は、本発明の第９の実施の形態に係る実施例９における結像レンズを説明するためのものであり、そして図２８～図３０は、本発明の第１０の実施の形態に係る実施例１０における結像レンズを説明するためのものである。

【００２８】

実施例１～実施例１０の各結像レンズにおける収差は、高いレベルで補正されており、球面収差、非点収差、像面湾曲および倍率色収差も充分に補正されている。これら実施例１～実施例１０のように結像レンズを構成することにより、半画角が２８～３２度で、且つＦ値（Ｆナンバー）が２．１～２．６相当と大口径でありながら、非常に良好な結像性能を確保し得ることは、各実施例より明らかである。

実施例１～実施例１０に共通の記号の意味は、次の通りである。

ｆ：光学系全体の焦点距離

Ｆ：Ｆ値（Ｆナンバー）

Ｒ：曲率半径（非球面については近軸曲率半径）

Ｄ：面間隔

Ｎｄ：屈折率

νｄ：アッベ数

ω：半画角〔度〕

また、実施例１～実施例１０において、いくつかのレンズ面を非球面としている。非球面を形成するには、いわゆるモールド非球面レンズのように、各レンズ面を直接非球面とする構成と、いわゆるハイブリッド非球面レンズのように、球面レンズのレンズ面に非球面を形成する樹脂薄膜を敷設して非球面を得る構成とがあるが、それらのいずれを用いても良い。このような非球面形状は、近軸曲率半径Ｒの逆数（近軸曲率）をｃ、面の頂点を基準としたときの光軸からの高さＨの位置での光軸方向の変位Ｘが、円錐定数をｋ、４次、６次、８次、１０次、１２次、１４次、１６次、…の非球面定数をそれぞれＣ４、Ｃ６、Ｃ８、Ｃ１０、Ｃ１２、Ｃ１４、Ｃ１６、…として、近軸曲率半径をＲとして、次の式〔１３〕で定義される。

【００２９】

【数１】

$$〔3〕\quad X=\frac{cH^2}{1+\sqrt{\{1-(1+K)c^2H^2\}}}+C4\cdot H^4+C6\cdot H^6+C8\cdot H^8$$
$$+C10\cdot H^{10}+C12\cdot H^{12}$$

【００３０】

図１は、本発明の実施例１に係る結像レンズの光学系の無限遠合焦時における縦断面のレンズ構成を示している。

すなわち、本発明の実施例１に係わる結像レンズの光学系は、図１に示すように、物体側から像面側に向かって、順次、第１レンズＬ１、第２レンズＬ２、開口絞りＡＰ、第３レンズＬ３、第４レンズＬ４、第５レンズＬ５、そして第６レンズＬ６を配置しており、第１レンズＬ１と第２レンズＬ２は、Ｌ１－Ｌ２接合レンズを構成し、第３レンズＬ３と第４レンズＬ４は、Ｌ３－Ｌ４接合レンズを構成して、レンズ構成上は、いわゆる４群６枚構成としている。

一方、図１に示す本発明の実施例１に係わる結像レンズの光学系は、一体的に駆動されるレンズ群に着目すると、正の屈折率を有する第１レンズ群Ｇｒ１、正の屈折率を有する第２レンズ群Ｇｒ２、そして負の屈折率を有する第３レンズ群Ｇｒ３を、物体側から像面側に向かって、順次、配置しており、第１レンズ群Ｇｒ１、第２レンズ群Ｇｒ２および第３レンズ群Ｇｒ３の各レンズ群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持され、フォーカシング等に際しては、第２レンズ群毎が光軸方向に沿って移動する構成としている。

【００３１】

そして、第１レンズ群Ｇｒ１は、物体側に強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第１レンズＬ１と像面側に強い凹面を向けた両凹形状の負レンズからなる第２レンズＬ２が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ１－Ｌ２接合レンズから構成される。

第１レンズ群Ｇｒ１と、第２レンズ群Ｇｒ２との間には、開口絞りＡＰを配置している。

第２レンズ群Ｇｒ２は、物体側に強い凹面を向けた両凹形状の負レンズからなる第３レンズＬ３と像面側に強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第４レンズＬ４が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ３－Ｌ４接合レンズと、像面側に非球面を形成してなる強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第５レンズＬ５とで構成される。

第３レンズ群Ｇｒ３は、物体側により強い凹面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第６レンズＬ６で構成される。

これら第１レンズ群Ｇｒ１、第２レンズ群Ｇｒ２および第３レンズ群Ｇｒ３の後方、すなわち像面側、にはバック挿入ガラスＢＧが配置される。

【００３２】

デジタルスティルカメラのように、ＣＣＤ（電荷結合素子）撮像素子またはＣＭＯＳ（相補型金属酸化物半導体）撮像素子等の固体撮像素子を用いるタイプの撮像光学系では、バック挿入ガラス、ローパスフィルタ、赤外カットガラスおよび固体撮像素子の受光面を保護するためのカバーガラス等の少なくとも何れかを介挿するが、本実施例ではこれらを代表して上述したバック挿入ガラスＢＧとして示しており、等価的に１枚の平行平面板として扱う。なお、実施例２～実施例１０においても等価的に１枚の平行平面板としてバック挿入ガラスＢＧを示しているが、本実施例におけるバック挿入ガラスＢＧと同様に、バック挿入ガラス、ローパスフィルタ、赤外カットガラスおよびカバーガラス等の少なくとも何れかを代表している。

この結像レンズにおける合焦操作、すなわちフォーカシングは、無限遠から有限距離物体へのフォーカシングに際し、第１レンズ群Ｇｒ１（および第３レンズ群Ｇｒ３）を固定しておき、第２レンズ群Ｇｒ２を光軸に沿って物体側に繰り出して移動させることによっ

【数１】

$$〔3〕\quad X=\frac{cH^2}{1+\sqrt{\{1-(1+K)c^2H^2\}}}+C4\cdot H^4+C6\cdot H^6+C8\cdot H^8$$
$$+C10\cdot H^{10}+C12\cdot H^{12}$$

【００３０】

図１は、本発明の実施例１に係る結像レンズの光学系の無限遠合焦時における縦断面のレンズ構成を示している。

すなわち、本発明の実施例１に係わる結像レンズの光学系は、図１に示すように、物体側から像面側に向かって、順次、第１レンズＬ１、第２レンズＬ２、開口絞りＡＰ、第３レンズＬ３、第４レンズＬ４、第５レンズＬ５、そして第６レンズＬ６を配置しており、第１レンズＬ１と第２レンズＬ２は、Ｌ１－Ｌ２接合レンズを構成し、第３レンズＬ３と第４レンズＬ４は、Ｌ３－Ｌ４接合レンズを構成して、レンズ構成上は、いわゆる４群６枚構成としている。

一方、図１に示す本発明の実施例１に係わる結像レンズの光学系は、一体的に駆動されるレンズ群に着目すると、正の屈折率を有する第１レンズ群Ｇｒ１、正の屈折率を有する第２レンズ群Ｇｒ２、そして負の屈折率を有する第３レンズ群Ｇｒ３を、物体側から像面側に向かって、順次、配置しており、第１レンズ群Ｇｒ１、第２レンズ群Ｇｒ２および第３レンズ群Ｇｒ３の各レンズ群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持され、フォーカシング等に際しては、第２レンズ群毎が光軸方向に沿って移動する構成としている。

【００３１】

そして、第１レンズ群Ｇｒ１は、物体側に強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第１レンズＬ１と像面側に強い凹面を向けた両凹形状の負レンズからなる第２レンズＬ２が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ１－Ｌ２接合レンズから構成される。

第１レンズ群Ｇｒ１と、第２レンズ群Ｇｒ２との間には、開口絞りＡＰを配置している。

第２レンズ群Ｇｒ２は、物体側に強い凹面を向けた両凹形状の負レンズからなる第３レンズＬ３と像面側に強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第４レンズＬ４が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ３－Ｌ４接合レンズと、像面側に非球面を形成してなる強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第５レンズＬ５とで構成される。

第３レンズ群Ｇｒ３は、物体側により強い凹面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第６レンズＬ６で構成される。

これら第１レンズ群Ｇｒ１、第２レンズ群Ｇｒ２および第３レンズ群Ｇｒ３の後方、すなわち像面側、にはバック挿入ガラスＢＧが配置される。

【００３２】

デジタルスティルカメラのように、ＣＣＤ（電荷結合素子）撮像素子またはＣＭＯＳ（相補型金属酸化物半導体）撮像素子等の固体撮像素子を用いるタイプの撮像光学系では、バック挿入ガラス、ローパスフィルタ、赤外カットガラスおよび固体撮像素子の受光面を保護するためのカバーガラス等の少なくとも何れかを介挿するが、本実施例ではこれらを代表して上述したバック挿入ガラスＢＧとして示しており、等価的に１枚の平行平面板として扱う。なお、実施例２～実施例１０においても等価的に１枚の平行平面板としてバック挿入ガラスＢＧを示しているが、本実施例におけるバック挿入ガラスＢＧと同様に、バック挿入ガラス、ローパスフィルタ、赤外カットガラスおよびカバーガラス等の少なくとも何れかを代表している。

この結像レンズにおける合焦操作、すなわちフォーカシングは、無限遠から有限距離物体へのフォーカシングに際し、第１レンズ群Ｇｒ１（および第３レンズ群Ｇｒ３）を固定しておき、第２レンズ群Ｇｒ２を光軸に沿って物体側に繰り出して移動させることによっ

て行う。

【００３３】

図１には、各光学面の面番号も示している。なお、図１に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、各実施例毎に独立に用いており、そのため、図４、図７、図１０、図１３、図１６、図１９、図２２、図２５および図２８と共通の参照符号を付していてもそれらに対応する実施例とはかならずしも共通の構成ではない。

この実施例１においては、全系の焦点距離ｆ、半画角ω〔度〕および開放Ｆ値Ｆが、それぞれｆ＝２３．４ｍｍ、ω＝３１．２度およびＦ＝２．５７（すなわちＦｎｏ．２．５７）であり、この実施例１における各光学要素における光学面の曲率半径（非球面については近軸曲率半径）Ｒ、隣接する光学面の面間隔Ｄ、屈折率Ｎｄおよびアッベ数νｄ等の光学特性は、次表１の通りである。

【００３４】

【表１】

光学特性

面番号	Ｒ	Ｄ	Ｎｄ	νｄ	備考	
1	19.764	2.80	1.8830	40.8	Ｌ１	Ｇｒ１
2	-93.949	0.90	1.7283	28.32	Ｌ２	
3	29.072	2.95				
4	ＩＮＦ	Ｄ４			ＡＰ	
5	-8.337	0.80	1.7847	25.72	Ｌ３	Ｇｒ２
6	877.326	2.91	1.8830	40.8	Ｌ４	
7	-14.070	0.10				
8	82.105	3.99	1.8514	40.1	Ｌ５	
9*	-15.463	Ｄ９				
10	-20.064	0.90	1.6727	32.17	Ｌ６	Ｇｒ３
11	-298.632	9.77				
12	ＩＮＦ	1.30	1.5168	64.2	ＢＧ	
13	ＩＮＦ	…				

【００３５】

表１において、面番号に「＊（アスタリスク）」を付して示した面番号のレンズ面が非球面である。また、「ＩＮＦ」は、無限大（∞）をあらわしている。これらは、他の実施例２～実施例１０についても同様である。

すなわち、表１においては、「＊」が付された第５レンズＬ５の像面側の光学面である第９面が非球面であり、式〔１３〕における非球面パラメータ（非球面係数）は、次表２の通りである。なお、非球面パラメータにおいて、「Ｅｎ」は、「１０のべき乗」すなわち「×１０^{n}」をあらわし、例えば「Ｅ－０５」は、「×１０$^{-5}$」をあらわしている。他の実施例についても同様である。

【００３６】

て行う。

【００３３】

図１には、各光学面の面番号も示している。なお、図１に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、各実施例毎に独立に用いており、そのため、図４、図７、図１０、図１３、図１６、図１９、図２２、図２５および図２８と共通の参照符号を付していてもそれらに対応する実施例とはかならずしも共通の構成ではない。

この実施例１においては、全系の焦点距離ｆ、半画角ω〔度〕および開放Ｆ値Ｆが、それぞれｆ＝２３．４ｍｍ、ω＝３１．２度およびＦ＝２．５７（すなわちＦｎｏ．２．５７）であり、この実施例１における各光学要素における光学面の曲率半径（非球面については近軸曲率半径）Ｒ、隣接する光学面の面間隔Ｄ、屈折率Ｎｄおよびアッベ数νｄ等の光学特性は、次表１の通りである。

【００３４】

【表１】

光学特性

面番号	Ｒ	Ｄ	Ｎｄ	νｄ	備考	
1	19.764	2.80	1.8830	40.8	Ｌ１	Ｇｒ１
2	-93.949	0.90	1.7283	28.32	Ｌ２	
3	29.072	2.95				
4	ＩＮＦ	Ｄ４			ＡＰ	
5	-8.337	0.80	1.7847	25.72	Ｌ３	Ｇｒ２
6	877.326	2.91	1.8830	40.8	Ｌ４	
7	-14.070	0.10				
8	82.105	3.99	1.8514	40.1	Ｌ５	
9*	-15.463	Ｄ９				
10	-20.064	0.90	1.6727	32.17	Ｌ６	Ｇｒ３
11	-298.632	9.77				
12	ＩＮＦ	1.30	1.5168	64.2	ＢＧ	
13	ＩＮＦ	----				

【００３５】

表１において、面番号に「＊（アスタリスク）」を付して示した面番号のレンズ面が非球面である。また、「ＩＮＦ」は、無限大（∞）をあらわしている。これらは、他の実施例２～実施例１０についても同様である。

すなわち、表１においては、「＊」が付された第５レンズＬ５の像面側の光学面である第９面が非球面であり、式〔１３〕における非球面パラメータ（非球面係数）は、次表２の通りである。なお、非球面パラメータにおいて、「Ｅｎ」は、「１０のべき乗」すなわち「$\times 10^{n}$」をあらわし、例えば「Ｅ－０５」は、「$\times 10^{-5}$」をあらわしている。他の実施例についても同様である。

【００３６】

【表２】

第９面の非球面パラメータ

パラメータ	第９面
Ｋ	-0.6521
Ｃ４	3.72068E-05
Ｃ６	-2.13376E-07
Ｃ８	4.85977E-09
Ｃ１０	-4.81363E-11
Ｃ１２	1.78601E-13

【００３７】

この実施例１においては、表１に示した開口絞りＡＰと第２レンズ群Ｇｒ２の第３レンズＬ３との間の可変間隔Ｄ４、そして第２レンズ群Ｇｒ２の第５レンズＬ５と第３レンズ群Ｇｒ３の第６レンズＬ６との間の可変間隔Ｄ９は、撮像倍率が変化して物体距離が無限遠と撮影倍率－１／２０（物体距離≒５００ｍｍ）とに変化した際に、次表３の通りに変化する。

【００３８】

【表３】

可変間隔

	Ｄ４	Ｄ９
ＩＮＦ	5.058	5.232
-1/20	4.320	5.970

【００３９】

また、この実施例１における先に述べた条件式〔１〕～条件式〔１２〕に対応する値は、それぞれ次表４の通りとなる。

【００４０】

【表４】

条件式の値

〔１〕	ｆ１／ｆ３	-1.33
〔２〕	ｆ２／ｆ	0.72
〔３〕	Ｌ／Ｙ′	2.57
〔４〕	（Ｌ＊ｆ）／（Ｙ′）^{2}	4.20
〔５〕	Ｌ／ＥｎＰ	6.05
〔６〕	R_{1f}/R_{1r}	0.68
〔７〕	log((Nd1-Nd2)/(νd1-νd2))	-1.91
〔８〕	$D_{\infty 1-2}/L$	0.22
〔９〕	$\lvert \Delta D_{1-2}/\beta \rvert$	14.79
〔１０〕	$\tan(\theta_{2Gru})$	0.42
〔１１〕	R_{1r}/R_{2f}	0.29
〔１２〕	ＬＤ１／ＬＤ３	0.77

【００４１】

したがって、この実施例１における先に述べた条件式〔１〕～条件式〔１２〕に係る数値は、それぞれ各条件式の範囲内であり、条件式〔１〕～条件式〔１２〕を満足している。

また、図２に、実施例１に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態でのｄ線とｇ線における諸収差、すなわち球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差、の各収差曲線

【表２】

第９面の非球面パラメータ

パラメータ	第９面
Ｋ	-0.6521
Ｃ４	3.72068E-05
Ｃ６	-2.13376E-07
Ｃ８	4.85977E-09
Ｃ１０	-4.81363E-11
Ｃ１２	1.78601E-13

【００３７】

この実施例１においては、表１に示した開口絞りＡＰと第２レンズ群Ｇｒ２の第３レンズＬ３との間の可変間隔Ｄ４、そして第２レンズ群Ｇｒ２の第５レンズＬ５と第３レンズ群Ｇｒ３の第６レンズＬ６との間の可変間隔Ｄ９は、撮像倍率が変化して物体距離が無限遠と撮影倍率－１／２０（物体距離≒５００ｍｍ）とに変化した際に、次表３の通りに変化する。

【００３８】

【表３】

可変間隔

	Ｄ４	Ｄ９
ＩＮＦ	5.058	5.232
-1/20	4.320	5.970

【００３９】

また、この実施例１における先に述べた条件式〔１〕～条件式〔１２〕に対応する値は、それぞれ次表４の通りとなる。

【００４０】

【表４】

条件式の値

〔１〕	ｆ１／ｆ３	-1.33
〔２〕	ｆ２／ｆ	0.72
〔３〕	Ｌ／Ｙ′	2.57
〔４〕	（Ｌ＊ｆ）／（Ｙ′）^{2}	4.20
〔５〕	Ｌ／ＥｎＰ	6.05
〔６〕	R_{1f}/R_{1r}	0.68
〔７〕	log((Nd1-Nd2)/(νd1-νd2))	-1.91
〔８〕	$D_{\infty 1-2}/L$	0.22
〔９〕	$\lvert \Delta D_{1-2}/\beta \rvert$	14.79
〔１０〕	$\tan(\theta_{2Gru})$	0.42
〔１１〕	R_{1r}/R_{2f}	0.29
〔１２〕	ＬＤ１／ＬＤ３	0.77

【００４１】

したがって、この実施例１における先に述べた条件式〔１〕～条件式〔１２〕に係る数値は、それぞれ各条件式の範囲内であり、条件式〔１〕～条件式〔１２〕を満足している。

また、図２に、実施例１に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態でのｄ線とｇ線における諸収差、すなわち球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差、の各収差曲線

図を、そして図３に、結像レンズが撮影倍率が約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）で物体に合焦した状態でのｄ線とｇ線における諸収差、すなわち球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差、の各収差曲線図を、それぞれ示している。

なお、これらの収差曲線図において、球面収差における破線は正弦条件をあらわし、非点収差における実線はサジタル、そして破線はメリディオナルをそれぞれあらわしている。また、球面収差、非点収差、並びにコマ収差の各収差図におけるｇおよびｄはそれぞれ、ｇ線およびｄ線をあらわしている。これらは、他の実施例に係る収差曲線図についても同様である。

【実施例２】

【００４２】

図４は、本発明の実施例２に係る結像レンズの光学系の無限遠合焦時における縦断面のレンズ構成を示している。

すなわち、本発明の実施例２に係わる結像レンズの光学系は、図４に示すように、物体側から像面側に向かって、順次、第１レンズＬ１、第２レンズＬ２、開口絞りＡＰ、第３レンズＬ３、第４レンズＬ４、第５レンズＬ５、そして第６レンズＬ６を配置しており、第１レンズＬ１と第２レンズＬ２は、Ｌ１－Ｌ２接合レンズを構成し、第３レンズＬ３と第４レンズＬ４は、Ｌ３－Ｌ４接合レンズを構成して、レンズ構成上は、いわゆる４群６枚構成としている。

図４に示す本発明の実施例２に係わる結像レンズの光学系は、正の屈折率を有する第１レンズ群Ｇｒ１、正の屈折率を有する第２レンズ群Ｇｒ２、そして負の屈折率を有する第３レンズ群Ｇｒ３を、物体側から像面側に向かって、順次、配置しており、第１レンズ群Ｇｒ１、第２レンズ群Ｇｒ２および第３レンズ群Ｇｒ３の各レンズ群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持され、フォーカシング等に際しては、第２レンズ群毎が光軸方向に沿って移動する構成としている。

そして、第１レンズ群Ｇｒ１は、物体側に凸面を向けた平凸形状の正レンズからなる第１レンズＬ１と像面側に凹面を向けた平凹形状の負レンズからなる第２レンズＬ２が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ１－Ｌ２接合レンズから構成される。

【００４３】

第１レンズ群Ｇｒ１と、第２レンズ群Ｇｒ２との間には、開口絞りＡＰを配置している。

第２レンズ群Ｇｒ２は、物体側に凹面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第３レンズＬ３と像面側により強い凸面を向けた正メニスカス形状の正レンズからなる第４レンズＬ４が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ３－Ｌ４接合レンズと、両面に非球面を形成してなり像面側に強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第５レンズＬ５とで構成される。

第３レンズ群Ｇｒ３は、物体側により強い凹面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第６レンズＬ６で構成される。

これら第１レンズ群Ｇｒ１、第２レンズ群Ｇｒ２および第３レンズ群Ｇｒ３の後方、すなわち像面側、には、実施例１（図１）とほぼ同様のバック挿入ガラスＢＧが配置される。

この結像レンズにおける合焦操作、すなわちフォーカシングは、無限遠から有限距離物体へのフォーカシングに際し、第１レンズ群Ｇｒ１（および第３レンズ群Ｇｒ３）を固定しておき、第２レンズ群Ｇｒ２を光軸に沿って物体側に繰り出して移動させることによって行う。

【００４４】

図４には、各光学面の面番号も示している。なお、図４に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、各実施例毎に独立に用いており、そのため、図１、図７、図１０、図１３、図１６、図１９、図２２、図２５および図２８と共通の参照符号を付していてもそれらに対応する実施例とはかならずしも共通の構成ではない。

図を、そして図３に、結像レンズが撮影倍率が約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）で物体に合焦した状態でのｄ線とｇ線における諸収差、すなわち球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差、の各収差曲線図を、それぞれ示している。

なお、これらの収差曲線図において、球面収差における破線は正弦条件をあらわし、非点収差における実線はサジタル、そして破線はメリディオナルをそれぞれあらわしている。また、球面収差、非点収差、並びにコマ収差の各収差図におけるｇおよびｄはそれぞれ、ｇ線およびｄ線をあらわしている。これらは、他の実施例に係る収差曲線図についても同様である。

【実施例２】

【００４２】

図４は、本発明の実施例２に係る結像レンズの光学系の無限遠合焦時における縦断面のレンズ構成を示している。

すなわち、本発明の実施例２に係わる結像レンズの光学系は、図４に示すように、物体側から像面側に向かって、順次、第１レンズＬ１、第２レンズＬ２、開口絞りＡＰ、第３レンズＬ３、第４レンズＬ４、第５レンズＬ５、そして第６レンズＬ６を配置しており、第１レンズＬ１と第２レンズＬ２は、Ｌ１－Ｌ２接合レンズを構成し、第３レンズＬ３と第４レンズＬ４は、Ｌ３－Ｌ４接合レンズを構成して、レンズ構成上は、いわゆる４群６枚構成としている。

図４に示す本発明の実施例２に係わる結像レンズの光学系は、正の屈折率を有する第１レンズ群Ｇｒ１、正の屈折率を有する第２レンズ群Ｇｒ２、そして負の屈折率を有する第３レンズ群Ｇｒ３を、物体側から像面側に向かって、順次、配置しており、第１レンズ群Ｇｒ１、第２レンズ群Ｇｒ２および第３レンズ群Ｇｒ３の各レンズ群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持され、フォーカシング等に際しては、第２レンズ群毎が光軸方向に沿って移動する構成としている。

そして、第１レンズ群Ｇｒ１は、物体側に凸面を向けた平凸形状の正レンズからなる第１レンズＬ１と像面側に凹面を向けた平凹形状の負レンズからなる第２レンズＬ２が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ１－Ｌ２接合レンズから構成される。

【００４３】

第１レンズ群Ｇｒ１と、第２レンズ群Ｇｒ２との間には、開口絞りＡＰを配置している。

第２レンズ群Ｇｒ２は、物体側に凹面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第３レンズＬ３と像面側により強い凸面を向けた正メニスカス形状の正レンズからなる第４レンズＬ４が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ３－Ｌ４接合レンズと、両面に非球面を形成してなり像面側に強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第５レンズＬ５とで構成される。

第３レンズ群Ｇｒ３は、物体側により強い凹面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第６レンズＬ６で構成される。

これら第１レンズ群Ｇｒ１、第２レンズ群Ｇｒ２および第３レンズ群Ｇｒ３の後方、すなわち像面側、には、実施例１（図１）とほぼ同様のバック挿入ガラスＢＧが配置される。

この結像レンズにおける合焦操作、すなわちフォーカシングは、無限遠から有限距離物体へのフォーカシングに際し、第１レンズ群Ｇｒ１（および第３レンズ群Ｇｒ３）を固定しておき、第２レンズ群Ｇｒ２を光軸に沿って物体側に繰り出して移動させることによって行う。

【００４４】

図４には、各光学面の面番号も示している。なお、図４に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、各実施例毎に独立に用いており、そのため、図１、図７、図１０、図１３、図１６、図１９、図２２、図２５および図２８と共通の参照符号を付していてもそれらに対応する実施例とはかならずしも共通の構成ではない。

この実施例２においては、全系の焦点距離ｆ、半画角ω〔度〕および開放Ｆ値Ｆが、それぞれｆ＝２２．９ｍｍ、ω＝３１．７度およびＦ＝２．３３（すなわちＦｎｏ．２．３３）であり、この実施例２における各光学要素における光学面の曲率半径（非球面については近軸曲率半径）Ｒ、隣接する光学面の面間隔Ｄ、屈折率Ｎｄおよびアッベ数νｄ等の光学特性は、次表５の通りである。

【００４５】

【表５】

光学特性

面番号	Ｒ	Ｄ	Ｎｄ	νｄ	備考	
1	25.937	2.13	1.8830	40.8	Ｌ１	Ｇｒ１
2	ＩＮＦ	0.80	1.7521	25.05	Ｌ２	
3	64.860	2.88				
4	ＩＮＦ	Ｄ４			ＡＰ	
5	-8.238	0.80	1.8212	24.06	Ｌ３	Ｇｒ２
6	-66.396	3.17	1.8830	40.8	Ｌ４	
7	-12.239	0.10				
8*	102.096	3.73	1.8014	45.45	Ｌ５	
9*	-17.327	Ｄ９				
10	-16.229	0.80	1.5407	47.2	Ｌ６	Ｇｒ３
11	-91.810	8.18				
12	ＩＮＦ	1.30	1.5168	64.2	ＢＧ	
13	ＩＮＦ	—				

【００４６】

表５において、面番号に「＊」を付して示した面番号のレンズ面が非球面である。また、「ＩＮＦ」は、無限大（∞）をあらわしている。これらは、他の実施例についても同様である。

すなわち、表５においては、「＊」が付された第５レンズＬ５の両面の光学面、すなわち第８面および第９面、が非球面であり、式〔１３〕における非球面パラメータ（非球面係数）は、次表６の通りである。

【００４７】

【表６】

第８面および第９面の非球面パラメータ

パラメータ	第８面	第９面
Ｋ	-33.1849	0.3753
Ｃ４	-5.18986E-06	3.75582E-05
Ｃ６	-7.12435E-08	-1.05465E-07
Ｃ８	7.35513E-10	1.78997E-09
Ｃ１０	0.00000E+00	-4.23169E-12
Ｃ１２	0.00000E+00	3.92948E-14
Ｃ１４	0.00000E+00	-1.41320E-16

【００４８】

この実施例２においては、表５に示した開口絞りＡＰと第２レンズ群Ｇｒ２の第３レンズＬ３との間の可変間隔Ｄ４、そして第２レンズ群Ｇｒ２の第５レンズＬ５と第３レンズ群Ｇｒ３の第６レンズＬ６との間の可変間隔Ｄ９は、撮像倍率が変化して物体距離が無限遠と撮影倍率－１／２０（物体距離≒５００ｍｍ）とに変化した際に、次表７の通りに変化する。

この実施例２においては、全系の焦点距離ｆ、半画角ω〔度〕および開放Ｆ値Ｆが、それぞれｆ＝２２．９ｍｍ、ω＝３１．７度およびＦ＝２．３３（すなわちＦｎｏ．２．３３）であり、この実施例２における各光学要素における光学面の曲率半径（非球面については近軸曲率半径）Ｒ、隣接する光学面の面間隔Ｄ、屈折率Ｎｄおよびアッベ数νｄ等の光学特性は、次表５の通りである。

【００４５】

【表５】

光学特性

面番号	Ｒ	Ｄ	Ｎｄ	νｄ	備考	
1	25.937	2.13	1.8830	40.8	Ｌ１	Ｇｒ１
2	ＩＮＦ	0.80	1.7521	25.05	Ｌ２	
3	64.860	2.88				
4	ＩＮＦ	Ｄ４			ＡＰ	
5	-8.238	0.80	1.8212	24.06	Ｌ３	Ｇｒ２
6	-66.396	3.17	1.8830	40.8	Ｌ４	
7	-12.239	0.10				
8*	102.096	3.73	1.8014	45.45	Ｌ５	
9*	-17.327	Ｄ９				
10	-16.229	0.80	1.5407	47.2	Ｌ６	Ｇｒ３
11	-91.810	8.18				
12	ＩＮＦ	1.30	1.5168	64.2	ＢＧ	
13	ＩＮＦ	—				

【００４６】

表５において、面番号に「＊」を付して示した面番号のレンズ面が非球面である。また、「ＩＮＦ」は、無限大（∞）をあらわしている。これらは、他の実施例についても同様である。

すなわち、表５においては、「＊」が付された第５レンズＬ５の両面の光学面、すなわち第８面および第９面、が非球面であり、式〔１３〕における非球面パラメータ（非球面係数）は、次表６の通りである。

【００４７】

【表６】

第８面および第９面の非球面パラメータ

パラメータ	第８面	第９面
Ｋ	-33.1849	0.3753
Ｃ４	-5.18986E-06	3.75582E-05
Ｃ６	-7.12435E-08	-1.05465E-07
Ｃ８	7.35513E-10	1.78997E-09
Ｃ１０	0.00000E+00	-4.23169E-12
Ｃ１２	0.00000E+00	3.92948E-14
Ｃ１４	0.00000E+00	-1.41320E-16

【００４８】

この実施例２においては、表５に示した開口絞りＡＰと第２レンズ群Ｇｒ２の第３レンズＬ３との間の可変間隔Ｄ４、そして第２レンズ群Ｇｒ２の第５レンズＬ５と第３レンズ群Ｇｒ３の第６レンズＬ６との間の可変間隔Ｄ９は、撮像倍率が変化して物体距離が無限遠と撮影倍率－１／２０（物体距離≒５００ｍｍ）とに変化した際に、次表７の通りに変化する。

【００４９】
【表７】
可変間隔

	Ｄ４	Ｄ９
ＩＮＦ	5.187	7.650
-1/20	4.369	8.468

【００５０】
また、この実施例２における先に述べた条件式〔１〕～条件式〔１２〕に対応する値は、それぞれ次表８の通りとなる。
【００５１】
【表８】
条件式の値

〔１〕	ｆ１／ｆ３	-1.18
〔２〕	ｆ２／ｆ	0.82
〔３〕	Ｌ／Ｙ′	2.57
〔４〕	（Ｌ＊ｆ）／（Ｙ′）^{2}	4.11
〔５〕	Ｌ／ＥｎＰ	7.14
〔６〕	R_{1f}/R_{1r}	0.40
〔７〕	log((Nd1-Nd2)/(νd1-νd2))	-2.08
〔８〕	$D_{\infty 1-2}/L$	0.22
〔９〕	$\lvert \Delta D_{1-2}/\beta \rvert$	15.71
〔１０〕	$\tan(\theta_{2Cru})$	0.40
〔１１〕	R_{1r}/R_{2f}	0.13
〔１２〕	ＬＤ１／ＬＤ３	0.75

【００５２】
したがって、この実施例２における先に述べた条件式〔１〕～条件式〔１２〕に係る数値は、それぞれ各条件式の範囲内であり、条件式〔１〕～条件式〔１２〕を満足している。
また、図５に、実施例２に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態でのｄ線とｇ線における諸収差、すなわち球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差、の各収差曲線図を、そして図６に結像レンズが撮影倍率が約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）で物体に合焦した状態でのｄ線とｇ線における諸収差、すなわち球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差、の各収差曲線図を、それぞれ示している。
他の実施例に係る収差曲線図と同様に、これらの収差曲線図において、球面収差における破線は正弦条件をあらわし、非点収差における実線はサジタル、そして破線はメリディオナルをそれぞれあらわしている。また、球面収差、非点収差、並びにコマ収差の各収差図におけるｇおよびｄはそれぞれ、ｇ線およびｄ線をあらわしている。
【実施例３】
【００５３】
図７は、本発明の実施例３に係る結像レンズの光学系の無限遠合焦時における縦断面のレンズ構成を示している。
すなわち、本発明の実施例３に係わる結像レンズの光学系は、図７に示すように、物体側から像面側に向かって、順次、第１レンズＬ１、第２レンズＬ２、開口絞りＡＰ、第３レンズＬ３、第４レンズＬ４、第５レンズＬ５、第６レンズＬ６、そして第７レンズＬ７を配置しており、第１レンズＬ１と第２レンズＬ２は、Ｌ１－Ｌ２接合レンズを構成し、第３レンズＬ３と第４レンズＬ４は、Ｌ３－Ｌ４接合レンズを構成して、レンズ構成上は

【００４９】
【表７】
可変間隔

	Ｄ４	Ｄ９
ＩＮＦ	5.187	7.650
-1/20	4.369	8.468

【００５０】
また、この実施例２における先に述べた条件式〔１〕～条件式〔１２〕に対応する値は、それぞれ次表８の通りとなる。
【００５１】
【表８】
条件式の値

〔１〕	ｆ１／ｆ３	-1.18
〔２〕	ｆ２／ｆ	0.82
〔３〕	Ｌ／Ｙ′	2.57
〔４〕	（Ｌ＊ｆ）／（Ｙ′）^{2}	4.11
〔５〕	Ｌ／ＥｎＰ	7.14
〔６〕	R_{1f}/R_{1r}	0.40
〔７〕	log((Nd1-Nd2)/(νd1-νd2))	-2.08
〔８〕	$D_{\infty 1-2}/L$	0.22
〔９〕	$\lvert \Delta D_{1-2}/\beta \rvert$	15.71
〔１０〕	$\tan(\theta_{2Cru})$	0.40
〔１１〕	R_{1r}/R_{2f}	0.13
〔１２〕	ＬＤ１／ＬＤ３	0.75

【００５２】
したがって、この実施例２における先に述べた条件式〔１〕～条件式〔１２〕に係る数値は、それぞれ各条件式の範囲内であり、条件式〔１〕～条件式〔１２〕を満足している。
また、図５に、実施例２に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態でのｄ線とｇ線における諸収差、すなわち球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差、の各収差曲線図を、そして図６に結像レンズが撮影倍率が約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）で物体に合焦した状態でのｄ線とｇ線における諸収差、すなわち球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差、の各収差曲線図を、それぞれ示している。
他の実施例に係る収差曲線図と同様に、これらの収差曲線図において、球面収差における破線は正弦条件をあらわし、非点収差における実線はサジタル、そして破線はメリディオナルをそれぞれあらわしている。また、球面収差、非点収差、並びにコマ収差の各収差図におけるｇおよびｄはそれぞれ、ｇ線およびｄ線をあらわしている。
【実施例３】
【００５３】
図７は、本発明の実施例３に係る結像レンズの光学系の無限遠合焦時における縦断面のレンズ構成を示している。
すなわち、本発明の実施例３に係わる結像レンズの光学系は、図７に示すように、物体側から像面側に向かって、順次、第１レンズＬ１、第２レンズＬ２、開口絞りＡＰ、第３レンズＬ３、第４レンズＬ４、第５レンズＬ５、第６レンズＬ６、そして第７レンズＬ７を配置しており、第１レンズＬ１と第２レンズＬ２は、Ｌ１－Ｌ２接合レンズを構成し、第３レンズＬ３と第４レンズＬ４は、Ｌ３－Ｌ４接合レンズを構成して、レンズ構成上は

、いわゆる５群７枚構成としている。
図７に示す本発明の実施例３に係わる結像レンズの光学系は、正の屈折率を有する第１レンズ群Ｇｒ１、正の屈折率を有する第２レンズ群Ｇｒ２、そして負の屈折率を有する第３レンズ群Ｇｒ３を、物体側から像面側に向かって、順次、配置しており、第１レンズ群Ｇｒ１、第２レンズ群Ｇｒ２および第３レンズ群Ｇｒ３の各レンズ群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持され、フォーカシング等に際しては、第２レンズ群が一体的に光軸方向に移動する３群構成としている。
【００５４】
そして、第１レンズ群Ｇｒ１は、物体側に強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第１レンズＬ１と像面側に強い凹面を向けた両凹形状の負レンズからなる第２レンズＬ２が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ１－Ｌ２接合レンズから構成される。
第１レンズ群Ｇｒ１と、第２レンズ群Ｇｒ２との間には、開口絞りＡＰを配置している。
第２レンズ群Ｇｒ２は、物体側により強い凹面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第３レンズＬ３と像面側に凸面を向けた正メニスカス形状の正レンズからなる第４レンズＬ４が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ３－Ｌ４接合レンズと、像面側に非球面を形成してなる強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第５レンズＬ５とで構成され、最も像面側に凸面を配している。
第３レンズ群Ｃｒ３は、像面側により強い凹面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第６レンズＬ６と、物体側により強い凹面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第７レンズＬ７で構成される。
これら第１レンズ群Ｇｒ１、第２レンズ群Ｇｒ２および第３レンズ群Ｇｒ３の後方、すなわち像面側、には、実施例１（図１）とほぼ同様のバック挿入ガラスＢＧが配置される。
【００５５】
この結像レンズにおける合焦操作、すなわちフォーカシングは、無限遠から有限距離物体へのフォーカシングに際し、第１レンズ群Ｇｒ１（および第３レンズ群Ｇｒ３）を固定しておき、第２レンズ群Ｇｒ２を光軸に沿って物体側に繰り出して移動させることによって行う。
図７には、各光学面の面番号も示している。なお、図７に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、各実施例毎に独立に用いており、そのため、図１、図４、図１０、図１３、図１６、図１９、図２２、図２５および図２８と共通の参照符号を付していてもそれらに対応する実施例とはかならずしも共通の構成ではない。
この実施例３においては、全系の焦点距離ｆ、半画角ω〔度〕および開放Ｆ値Ｆが、それぞれｆ＝２３．６ｍｍ、ω＝３０．９度およびＦ＝２．５７（すなわちＦｎｏ．２．５７）であり、この実施例３における各光学要素における光学面の曲率半径（非球面については近軸曲率半径）Ｒ、隣接する光学面の面間隔Ｄ、屈折率Ｎｄおよびアッベ数νｄ等の光学特性は、次表９の通りである。
【００５６】

、いわゆる５群７枚構成としている。
図７に示す本発明の実施例３に係わる結像レンズの光学系は、正の屈折率を有する第１レンズ群Ｇｒ１、正の屈折率を有する第２レンズ群Ｇｒ２、そして負の屈折率を有する第３レンズ群Ｇｒ３を、物体側から像面側に向かって、順次、配置しており、第１レンズ群Ｇｒ１、第２レンズ群Ｇｒ２および第３レンズ群Ｇｒ３の各レンズ群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持され、フォーカシング等に際しては、第２レンズ群が一体的に光軸方向に移動する３群構成としている。
【００５４】
そして、第１レンズ群Ｇｒ１は、物体側に強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第１レンズＬ１と像面側に強い凹面を向けた両凹形状の負レンズからなる第２レンズＬ２が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ１－Ｌ２接合レンズから構成される。
第１レンズ群Ｇｒ１と、第２レンズ群Ｇｒ２との間には、開口絞りＡＰを配置している。
第２レンズ群Ｇｒ２は、物体側により強い凹面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第３レンズＬ３と像面側に凸面を向けた正メニスカス形状の正レンズからなる第４レンズＬ４が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ３－Ｌ４接合レンズと、像面側に非球面を形成してなる強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第５レンズＬ５とで構成され、最も像面側に凸面を配している。
第３レンズ群Ｃｒ３は、像面側により強い凹面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第６レンズＬ６と、物体側により強い凹面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第７レンズＬ７で構成される。
これら第１レンズ群Ｇｒ１、第２レンズ群Ｇｒ２および第３レンズ群Ｇｒ３の後方、すなわち像面側、には、実施例１（図１）とほぼ同様のバック挿入ガラスＢＧが配置される。
【００５５】
この結像レンズにおける合焦操作、すなわちフォーカシングは、無限遠から有限距離物体へのフォーカシングに際し、第１レンズ群Ｇｒ１（および第３レンズ群Ｇｒ３）を固定しておき、第２レンズ群Ｇｒ２を光軸に沿って物体側に繰り出して移動させることによって行う。
図７には、各光学面の面番号も示している。なお、図７に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、各実施例毎に独立に用いており、そのため、図１、図４、図１０、図１３、図１６、図１９、図２２、図２５および図２８と共通の参照符号を付していてもそれらに対応する実施例とはかならずしも共通の構成ではない。
この実施例３においては、全系の焦点距離ｆ、半画角ω〔度〕および開放Ｆ値Ｆが、それぞれｆ＝２３．６ｍｍ、ω＝３０．９度およびＦ＝２．５７（すなわちＦｎｏ．２．５７）であり、この実施例３における各光学要素における光学面の曲率半径（非球面については近軸曲率半径）Ｒ、隣接する光学面の面間隔Ｄ、屈折率Ｎｄおよびアッベ数νｄ等の光学特性は、次表９の通りである。
【００５６】

【表９】

光学特性

面番号	R	D	Ｎｄ	νｄ	備考	
1	19.242	2.58	1.8830	40.8	Ｌ１	Ｇｒ１
2	-97.280	0.90	1.6990	30.05	Ｌ２	
3	27.122	2.39				
4	ＩＮＦ	Ｄ４			ＡＰ	
5	-8.440	0.80	1.7847	25.72	Ｌ３	Ｇｒ２
6	-170.153	3.11	1.8830	40.8	Ｌ４	
7	-12.475	0.10				
8	47.888	3.82	1.8514	40.1	Ｌ５	
9*	-19.388	Ｄ９				
10	4345.275	1.00	1.8081	22.76	Ｌ６	Ｇｒ３
11	49.789	6.94				
12	-15.9171	1.20	1.4875	70.45	Ｌ７	
13	-48.6932	7.00				
14	ＩＮＦ	1.30	1.5168	64.2	ＢＧ	
15	ＩＮＦ	—				

【００５７】

表９において、他の実施例と同様に、面番号に「＊」を付して示した面番号のレンズ面が非球面であり、「ＩＮＦ」は、無限大（∞）をあらわしている。

すなわち、表９においては、「＊」が付された第５レンズＬ５の像面側の光学面である第９面が非球面であり、式〔１３〕における非球面パラメータ（非球面係数）は、次表１０の通りである。

【００５８】

【表１０】

第９面の非球面パラメータ

パラメータ	第９面
Ｋ	2.003
Ｃ４	8.74368E-05
Ｃ６	-5.91876E-08
Ｃ８	7.58894E-09
Ｃ１０	-7.88059E-11
Ｃ１２	4.88265E-13

【００５９】

この実施例３においては、表９に示した開口絞りＡＰと第２レンズ群Ｇｒ２の第３レンズＬ３との間の可変間隔Ｄ４、そして第２レンズ群Ｇｒ２の第５レンズＬ５と第３レンズ群Ｇｒ３の第６レンズＬ６との間の可変間隔Ｄ９は、撮像倍率が変化して物体距離が無限遠と撮影倍率－１／２０（物体距離≒５００ｍｍ）とに変化した際に、次表１１の通りに変化する。

【００６０】

【表９】

光学特性

面番号	R	D	Ｎｄ	νｄ	備考	
1	19.242	2.58	1.8830	40.8	Ｌ１	Ｇｒ１
2	-97.280	0.90	1.6990	30.05	Ｌ２	
3	27.122	2.39				
4	ＩＮＦ	Ｄ４			ＡＰ	
5	-8.440	0.80	1.7847	25.72	Ｌ３	Ｇｒ２
6	-170.153	3.11	1.8830	40.8	Ｌ４	
7	-12.475	0.10				
8	47.888	3.82	1.8514	40.1	Ｌ５	
9*	-19.388	Ｄ９				
10	4345.275	1.00	1.8081	22.76	Ｌ６	Ｇｒ３
11	49.789	6.94				
12	-15.9171	1.20	1.4875	70.45	Ｌ７	
13	-48.6932	7.00				
14	ＩＮＦ	1.30	1.5168	64.2	ＢＧ	
15	ＩＮＦ	—				

【００５７】

表９において、他の実施例と同様に、面番号に「＊」を付して示した面番号のレンズ面が非球面であり、「ＩＮＦ」は、無限大（∞）をあらわしている。

すなわち、表９においては、「＊」が付された第５レンズＬ５の像面側の光学面である第９面が非球面であり、式〔１３〕における非球面パラメータ（非球面係数）は、次表１０の通りである。

【００５８】

【表１０】

第９面の非球面パラメータ

パラメータ	第９面
Ｋ	2.003
Ｃ４	8.74368E-05
Ｃ６	-5.91876E-08
Ｃ８	7.58894E-09
Ｃ１０	-7.88059E-11
Ｃ１２	4.88265E-13

【００５９】

この実施例３においては、表９に示した開口絞りＡＰと第２レンズ群Ｇｒ２の第３レンズＬ３との間の可変間隔Ｄ４、そして第２レンズ群Ｇｒ２の第５レンズＬ５と第３レンズ群Ｇｒ３の第６レンズＬ６との間の可変間隔Ｄ９は、撮像倍率が変化して物体距離が無限遠と撮影倍率－１／２０（物体距離≒５００ｍｍ）とに変化した際に、次表１１の通りに変化する。

【００６０】

【表１１】

可変間隔

	Ｄ４	Ｄ９
ＩＮＦ	5.453	0.100
−1/20	4.815	0.738

【００６１】

また、この実施例３における先に述べた条件式〔１〕～条件式〔１２〕に対応する値は、それぞれ次表１２の通りとなる。

【００６２】

【表１２】

条件式の値

〔1〕	ｆ１／ｆ３	-1.60
〔2〕	ｆ２／ｆ	0.66
〔3〕	Ｌ／Ｙ′	2.57
〔4〕	（Ｌ＊ｆ）／（Ｙ′）^{2}	4.23
〔5〕	Ｌ／ＥｎＰ	7.12
〔6〕	R_{1f}/R_{1r}	0.71
〔7〕	log((Nd1-Nd2)/(νd1-νd2))	-1.77
〔8〕	$D_{\infty 1-2}/L$	0.21
〔9〕	$\lvert \Delta D_{1-2}/\beta \rvert$	12.70
〔10〕	ｔａｎ（θ_{2Gru}）	0.35
〔11〕	R_{1r}/R_{2f}	0.31
〔12〕	ＬＤ１／ＬＤ３	0.69

【００６３】

したがって、この実施例３における先に述べた条件式〔１〕～条件式〔１２〕に係る数値は、それぞれ各条件式の範囲内であり、条件式〔１〕～条件式〔１２〕を満足している。

また、図８に、実施例３に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態でのｄ線とｇ線における諸収差、すなわち球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差、の各収差曲線図を、そして図９に結像レンズが撮影倍率が約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）で物体に合焦した状態でのｄ線とｇ線における諸収差、すなわち球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差、の各収差曲線図を、それぞれ示している。

他の実施例に係る収差曲線図と同様に、これらの収差曲線図において、球面収差における破線は正弦条件をあらわし、非点収差における実線はサジタル、そして破線はメリディオナルをそれぞれあらわしている。また、球面収差、非点収差、並びにコマ収差の各収差図におけるｇおよびｄはそれぞれ、ｇ線およびｄ線をあらわしている。

【実施例４】

【００６４】

図１０は、本発明の実施例４に係る結像レンズの光学系の無限遠合焦時における縦断面のレンズ構成を示している。

すなわち、本発明の実施例４に係わる結像レンズの光学系は、図１０に示すように、物体側から像面側に向かって、順次、第１レンズＬ１、第２レンズＬ２、開口絞りＡＰ、第３レンズＬ３、第４レンズＬ４、第５レンズＬ５、そして第６レンズＬ６を配置しており、第１レンズＬ１と第２レンズＬ２は、Ｌ１－Ｌ２接合レンズを構成し、第３レンズＬ３と第４レンズＬ４は、Ｌ３－Ｌ４接合レンズを構成して、レンズ構成上は、いわゆる４群６枚構成としている。

【表１１】

可変間隔

	Ｄ４	Ｄ９
ＩＮＦ	5.453	0.100
−1/20	4.815	0.738

【００６１】

また、この実施例３における先に述べた条件式〔１〕～条件式〔１２〕に対応する値は、それぞれ次表１２の通りとなる。

【００６２】

【表１２】

条件式の値

〔1〕	ｆ１／ｆ３	-1.60
〔2〕	ｆ２／ｆ	0.66
〔3〕	Ｌ／Ｙ′	2.57
〔4〕	（Ｌ＊ｆ）／（Ｙ′）^{2}	4.23
〔5〕	Ｌ／ＥｎＰ	7.12
〔6〕	R_{1f}/R_{1r}	0.71
〔7〕	log((Nd1-Nd2)/(νd1-νd2))	-1.77
〔8〕	$D_{\infty 1-2}/L$	0.21
〔9〕	$\lvert \Delta D_{1-2}/\beta \rvert$	12.70
〔10〕	ｔａｎ（θ_{2Gru}）	0.35
〔11〕	R_{1r}/R_{2f}	0.31
〔12〕	ＬＤ１／ＬＤ３	0.69

【００６３】

したがって、この実施例３における先に述べた条件式〔１〕～条件式〔１２〕に係る数値は、それぞれ各条件式の範囲内であり、条件式〔１〕～条件式〔１２〕を満足している。

また、図８に、実施例３に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態でのｄ線とｇ線における諸収差、すなわち球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差、の各収差曲線図を、そして図９に結像レンズが撮影倍率が約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）で物体に合焦した状態でのｄ線とｇ線における諸収差、すなわち球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差、の各収差曲線図を、それぞれ示している。

他の実施例に係る収差曲線図と同様に、これらの収差曲線図において、球面収差における破線は正弦条件をあらわし、非点収差における実線はサジタル、そして破線はメリディオナルをそれぞれあらわしている。また、球面収差、非点収差、並びにコマ収差の各収差図におけるｇおよびｄはそれぞれ、ｇ線およびｄ線をあらわしている。

【実施例４】

【００６４】

図１０は、本発明の実施例４に係る結像レンズの光学系の無限遠合焦時における縦断面のレンズ構成を示している。

すなわち、本発明の実施例４に係わる結像レンズの光学系は、図１０に示すように、物体側から像面側に向かって、順次、第１レンズＬ１、第２レンズＬ２、開口絞りＡＰ、第３レンズＬ３、第４レンズＬ４、第５レンズＬ５、そして第６レンズＬ６を配置しており、第１レンズＬ１と第２レンズＬ２は、Ｌ１－Ｌ２接合レンズを構成し、第３レンズＬ３と第４レンズＬ４は、Ｌ３－Ｌ４接合レンズを構成して、レンズ構成上は、いわゆる４群６枚構成としている。

図１０に示す本発明の実施例４に係わる結像レンズの光学系は、正の屈折率を有する第１レンズ群Ｇｒ１、正の屈折率を有する第２レンズ群Ｇｒ２、そして負の屈折率を有する第３レンズ群Ｇｒ３を、物体側から像面側に向かって、順次、配置しており、第１レンズ群Ｇｒ１、第２レンズ群Ｇｒ２および第３レンズ群Ｇｒ３の各レンズ群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持され、フォーカシング等に際しては、第２レンズ群が一体的に光軸方向に移動する３群構成としている。また、この場合、開口絞りＡＰは、第１レンズ群Ｇｒ１と一体的に動作する。

【００６５】

そして、第１レンズ群Ｇｒ１は、像面側に凹面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第１レンズＬ１と物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の正レンズからなる第２レンズＬ２が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ１－Ｌ２接合レンズから構成され、最も物体側に凸面を配している。

第１レンズ群Ｇｒ１と、第２レンズ群Ｇｒ２との間には、開口絞りＡＰを配置している。

第２レンズ群Ｇｒ２は、物体側に凹面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第３レンズＬ３と像面側に凸面を向けた正メニスカス形状の正レンズからなる第４レンズＬ４が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ３－Ｌ４接合レンズと、両面に非球面を形成してなり像面側に強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第５レンズＬ５とで構成され、最も像面側に凸面を配している。

第３レンズ群Ｃｒ３は、物体側に強い凹面を向けた両凹形状の負レンズからなる第６レンズＬ６で構成される。

これら第１レンズ群Ｇｒ１、第２レンズ群Ｇｒ２および第３レンズ群Ｇｒ３の後方、すなわち像面側、には、実施例１（図１）とほぼ同様のバック挿入ガラスＢＧが配置される。

【００６６】

この結像レンズにおける合焦操作、すなわちフォーカシングは、無限遠から有限距離物体へのフォーカシングに際し、第１レンズ群Ｇｒ１（および第３レンズ群Ｇｒ３）を固定しておき、第２レンズ群Ｇｒ２を光軸に沿って物体側に繰り出して移動させることによって行う。

図１０には、各光学面の面番号も示している。なお、図１０に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、各実施例毎に独立に用いており、そのため、図１、図４、図７、図１３、図１６、図１９、図２２、図２５および図２８と共通の参照符号を付していてもそれらに対応する実施例とはかならずしも共通の構成ではない。

この実施例４においては、全系の焦点距離ｆ、半画角ω〔度〕および開放Ｆ値Ｆが、それぞれｆ＝２２．９ｍｍ、ω＝３１．７度およびＦ＝２．５８（すなわちＦｎｏ．２．５８）であり、この実施例４における各光学要素における光学面の曲率半径（非球面については近軸曲率半径）Ｒ、隣接する光学面の面間隔Ｄ、屈折率Ｎｄおよびアッベ数νｄ等の光学特性は、次表１３の通りである。

【００６７】

図１０に示す本発明の実施例４に係わる結像レンズの光学系は、正の屈折率を有する第１レンズ群Ｇｒ１、正の屈折率を有する第２レンズ群Ｇｒ２、そして負の屈折率を有する第３レンズ群Ｇｒ３を、物体側から像面側に向かって、順次、配置しており、第１レンズ群Ｇｒ１、第２レンズ群Ｇｒ２および第３レンズ群Ｇｒ３の各レンズ群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持され、フォーカシング等に際しては、第２レンズ群が一体的に光軸方向に移動する３群構成としている。また、この場合、開口絞りＡＰは、第１レンズ群Ｇｒ１と一体的に動作する。

【００６５】

そして、第１レンズ群Ｇｒ１は、像面側に凹面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第１レンズＬ１と物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の正レンズからなる第２レンズＬ２が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ１－Ｌ２接合レンズから構成され、最も物体側に凸面を配している。

第１レンズ群Ｇｒ１と、第２レンズ群Ｇｒ２との間には、開口絞りＡＰを配置している。

第２レンズ群Ｇｒ２は、物体側に凹面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第３レンズＬ３と像面側に凸面を向けた正メニスカス形状の正レンズからなる第４レンズＬ４が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ３－Ｌ４接合レンズと、両面に非球面を形成してなり像面側に強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第５レンズＬ５とで構成され、最も像面側に凸面を配している。

第３レンズ群Ｃｒ３は、物体側に強い凹面を向けた両凹形状の負レンズからなる第６レンズＬ６で構成される。

これら第１レンズ群Ｇｒ１、第２レンズ群Ｇｒ２および第３レンズ群Ｇｒ３の後方、すなわち像面側、には、実施例１（図１）とほぼ同様のバック挿入ガラスＢＧが配置される。

【００６６】

この結像レンズにおける合焦操作、すなわちフォーカシングは、無限遠から有限距離物体へのフォーカシングに際し、第１レンズ群Ｇｒ１（および第３レンズ群Ｇｒ３）を固定しておき、第２レンズ群Ｇｒ２を光軸に沿って物体側に繰り出して移動させることによって行う。

図１０には、各光学面の面番号も示している。なお、図１０に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、各実施例毎に独立に用いており、そのため、図１、図４、図７、図１３、図１６、図１９、図２２、図２５および図２８と共通の参照符号を付していてもそれらに対応する実施例とはかならずしも共通の構成ではない。

この実施例４においては、全系の焦点距離ｆ、半画角ω〔度〕および開放Ｆ値Ｆが、それぞれｆ＝２２．９ｍｍ、ω＝３１．７度およびＦ＝２．５８（すなわちＦｎｏ．２．５８）であり、この実施例４における各光学要素における光学面の曲率半径（非球面については近軸曲率半径）Ｒ、隣接する光学面の面間隔Ｄ、屈折率Ｎｄおよびアッベ数νｄ等の光学特性は、次表１３の通りである。

【００６７】

【表１３】

光学特性

面番号	R	D	Nd	νd	備考	
1	31.555	0.80	1.6889	31.07	L１	Ｇｒ１
2	10.713	2.61	1.8830	40.76	L２	
3	51.384	2.22				
4	ＩＮＦ	Ｄ４			ＡＰ	
5	-7.860	0.80	1.8081	22.76	L３	Ｇｒ２
6	-35.270	2.56	1.8830	40.76	L４	
7	-12.808	0.10				
8*	86.676	4.35	1.8540	40.39	L５	
9*	-14.373	Ｄ９				
10	-22.211	1.20	1.6889	31.07	L６	Ｇｒ３
11	212.111	9.72				
12	ＩＮＦ	1.30	1.5168	64.2	ＢＧ	
13	ＩＮＦ	—				

【００６８】

表１３において、他の実施例と同様に、面番号に「＊」を付して示した面番号のレンズ面が非球面であり、「ＩＮＦ」は、無限大（∞）をあらわしている。

すなわち、表１３においては、「＊」が付された第５レンズＬ５の両面の光学面、すなわち第８面および第９面、が非球面であり、式〔１３〕における非球面パラメータ（非球面係数）は、次表１４の通りである。

【００６９】

【表１４】

第８面および第９面の非球面パラメータ

パラメータ	第８面	第９面
K	0.0000E+00	0.7604
Ｃ４	-1.95284E-05	8.83762E-05
Ｃ６	1.76609E-07	6.77606E-08
Ｃ８	-1.32807E-09	7.67798E-09
Ｃ１０	1.44268E-12	-4.20768E-11
Ｃ１２	0.00000E+00	8.73719E-14
Ｃ１４	0.00000E+00	7.45160E-16
Ｃ１６	0.00000E+00	1.56490E-17

【００７０】

この実施例４においては、表１３に示した開口絞りＡＰと第２レンズ群Ｇｒ２の第３レンズＬ３との間の可変間隔Ｄ４、そして第２レンズ群Ｇｒ２の第５レンズＬ５と第３レンズ群Ｇｒ３の第６レンズＬ６との間の可変間隔Ｄ９は、撮像倍率が変化して物体距離が無限遠と撮影倍率－１／２０（物体距離≒５００ｍｍ）とに変化した際に、次表１５の通りに変化する。

【００７１】

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

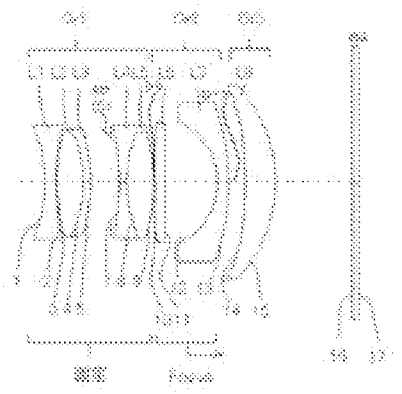
(11)Publication number : 2013-195637
(43)Date of publication of application : 30.09.2013

(51)Int.Cl. *G02B 13/00 (2006.01)*
G02B 13/18 (2006.01)

(21)Application number : 2012-061845
(22)Date of filing : 19.03.2012

(71)Applicant : RICOH CO LTD
(72)Inventor : KUBOTA TAKASHI

(54) IMAGING LENS SYSTEM, IMAGE CAPTURING DEVICE, AND INFORMATION DEVICE



(57)Abstract:
PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an imaging lens system which is capable of focusing without changing a total length of an optical system and offers a wide half view angle of approximately 32 to 33 degrees, a low F value of approximately F2.5, a compact optical system with a total length of approximately 2.2 times an image height, a small variation of distortion aberration while focusing, and high performance.
SOLUTION: An imaging lens system includes a first lens group Gr1 having positive refractive power, a second lens group Gr2 having negative refractive power, and a third lens group Gr3 having positive refractive power, arranged in order from the object side. The first lens group Gr1 comprises an aperture stop AD and five lenses. The second lens group Gr2 comprises a lens L6 having low refractive power and a negative lens L7 having a concave surface on the object side. The third lend group Gr3 comprises a positive lens L8 having a convex surface facing an imaging plane. The entire optical system comprises eight lens elements or less.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

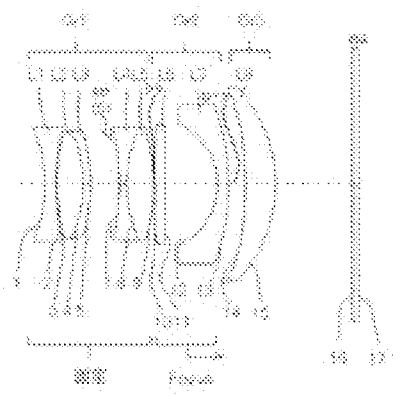
(11)Publication number : 2013-195637
(43)Date of publication of application : 30.09.2013

(51)Int.Cl. *G02B 13/00 (2006.01)*
G02B 13/18 (2006.01)

(21)Application number : 2012-061845
(22)Date of filing : 19.03.2012

(71)Applicant : RICOH CO LTD
(72)Inventor : KUBOTA TAKASHI

(54) IMAGING LENS SYSTEM, IMAGE CAPTURING DEVICE, AND INFORMATION DEVICE



(57)Abstract:
PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an imaging lens system which is capable of focusing without changing a total length of an optical system and offers a wide half view angle of approximately 32 to 33 degrees, a low F value of approximately F2.5, a compact optical system with a total length of approximately 2.2 times an image height, a small variation of distortion aberration while focusing, and high performance.
SOLUTION: An imaging lens system includes a first lens group Gr1 having positive refractive power, a second lens group Gr2 having negative refractive power, and a third lens group Gr3 having positive refractive power, arranged in order from the object side. The first lens group Gr1 comprises an aperture stop AD and five lenses. The second lens group Gr2 comprises a lens L6 having low refractive power and a negative lens L7 having a concave surface on the object side. The third lend group Gr3 comprises a positive lens L8 having a convex surface facing an imaging plane. The entire optical system comprises eight lens elements or less.

(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2013-195637
(P2013-195637A)
(43)公開日　平成25年9月30日(2013.9.30)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
G02B 13/00	(2006.01)	G02B	13/00	2H087
G02B 13/18	(2006.01)	G02B	13/18	

審査請求 未請求　請求項の数 17　ＯＬ　（全 46 頁）

(21)出願番号　特願2012-61845 (P2012-61845)
(22)出願日　平成24年3月19日 (2012.3.19)

(71)出願人　000006747
株式会社リコー
東京都大田区中馬込１丁目３番６号
(74)代理人　100082636
弁理士　真田　修治
(72)発明者　窪田　高士
東京都大田区中馬込１丁目３番６号　株式会社リコー内

Ｆターム(参考)　2H087 KA01 LA01 MA07 PA06 PA07 PA17 PA18 PA19 PB07 PB08 QA02 QA03 QA07 QA12 QA17 QA19 QA21 QA22 QA25 QA26 QA32 QA42 QA45 QA46 RA05 RA12 RA13 RA32 RA42

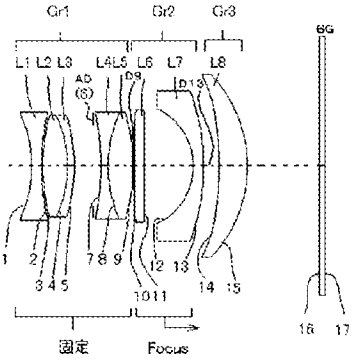
(54)【発明の名称】結像レンズ、撮像装置および情報装置

(57)【要約】

【課題】　光学系全長を変化させずにフォーカシングすることができ、半画角が約３２～３３度の広角で、Ｆ値がＦ２．５相当程度と明るく、光学系全長が像高に対して２．２倍程度と小型で、しかもフォーカシングにおける歪曲収差の変動が小さく、高性能を得ることを可能とする。

【解決手段】　物体側から、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、負の屈折力を有する第２レンズ群と、正の屈折力を有する第３レンズ群とを配置する。第１レンズ群Ｇｒ１内に開口絞りＡＤを配し、第１レンズ群Ｇｒ１は、５枚のレンズを有し、第２レンズ群Ｇｒ２は、屈折力の弱いレンズＬ６と、物体側に凹面を向けた負のレンズＬ７とを有し、第３レンズ群Ｇｒ３は、像面側に凸面を向けた正のレンズＬ８を有する。光学系全系を８枚以下のレンズエレメントで構成する。

【選択図】　図１



(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2013-195637
(P2013-195637A)
(43)公開日　平成25年9月30日(2013.9.30)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
G02B 13/00	(2006.01)	G02B	13/00	2H087
G02B 13/18	(2006.01)	G02B	13/18	

審査請求 未請求　請求項の数 17　ＯＬ　（全 46 頁）

(21)出願番号　特願2012-61845 (P2012-61845)
(22)出願日　平成24年3月19日 (2012.3.19)

(71)出願人　000006747
株式会社リコー
東京都大田区中馬込１丁目３番６号
(74)代理人　100082636
弁理士　真田　修治
(72)発明者　窪田　高士
東京都大田区中馬込１丁目３番６号　株式会社リコー内

Ｆターム(参考)　2H087 KA01 LA01 MA07 PA06 PA07 PA17 PA18 PA19 PB07 PB08 QA02 QA03 QA07 QA12 QA17 QA19 QA21 QA22 QA25 QA26 QA32 QA42 QA45 QA46 RA05 RA12 RA13 RA32 RA42

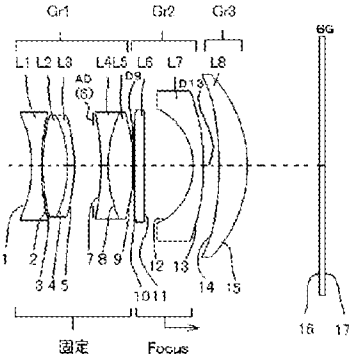
(54)【発明の名称】結像レンズ、撮像装置および情報装置

(57)【要約】

【課題】　光学系全長を変化させずにフォーカシングすることができ、半画角が約３２～３３度の広角で、Ｆ値がＦ２．５相当程度と明るく、光学系全長が像高に対して２．２倍程度と小型で、しかもフォーカシングにおける歪曲収差の変動が小さく、高性能を得ることを可能とする。

【解決手段】　物体側から、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、負の屈折力を有する第２レンズ群と、正の屈折力を有する第３レンズ群とを配置する。第１レンズ群Ｇｒ１内に開口絞りＡＤを配し、第１レンズ群Ｇｒ１は、５枚のレンズを有し、第２レンズ群Ｇｒ２は、屈折力の弱いレンズＬ６と、物体側に凹面を向けた負のレンズＬ７とを有し、第３レンズ群Ｇｒ３は、像面側に凸面を向けた正のレンズＬ８を有する。光学系全系を８枚以下のレンズエレメントで構成する。

【選択図】　図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
物体側から像面側へ向かって、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、負の屈折力を有する第２レンズ群と、正の屈折力を有する第３レンズ群とを配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成してなる結像レンズにおいて、
前記第１レンズ群内に開口絞りを配し、
前記第１レンズ群は、レンズを少なくとも４枚有し、
前記第２レンズ群は、屈折力の弱いレンズ１枚と、物体側に凹面を向けた負のレンズ１枚とを有し、
前記第３レンズ群は、像面側に凸面を向けた正のレンズ１枚を有して、
光学系全系を合計８枚以下のレンズエレメントで構成してなり、
フォーカシングにあたっては、無限遠から有限距離物体へのフォーカシングに伴って、前記第２レンズ群を物体側から像面側方向へ移動するとともに、
前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離をＬ、そして最大像高をＹ′として、
条件式：
〔１〕　２．２＜Ｌ／Ｙ′＜２．５
を満足することを特徴とする結像レンズ。
【請求項２】
物体側から像面側へ向かって、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、負の屈折力を有する第２レンズ群と、正の屈折力を有する第３レンズ群とを配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成してなる結像レンズにおいて、
前記第１レンズ群内に開口絞りを配し、
前記第１レンズ群は、レンズを少なくとも４枚有し、
前記第２レンズ群は、屈折力の弱いレンズと、物体側に凹面を向けた負のレンズとで構成し、
前記第３レンズ群は、像面側に凸面を向けた正のレンズ１枚で構成して、
光学系全系を合計８枚以下のレンズエレメントで構成してなり、
フォーカシングにあたっては、前記第２レンズ群のみが光軸方向に沿って移動するとともに、
前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離をＬ、最大像高をＹ′、前記第１レンズ群の焦点距離をｆ１、前記第２レンズ群の焦点距離をｆ２、前記第３レンズ群の焦点距離をｆ３、そして無限遠時の光学系全系の焦点距離をｆとして、
条件式：
〔１〕　２．２＜Ｌ／Ｙ′＜２．５
〔２〕　０．３＜ｆ１／ｆ３＜０．８
〔３〕　－０．５＞ｆ２／ｆ＞－０．８
を満足することを特徴とする結像レンズ。
【請求項３】
物体側から像面側へ向かって、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、負の屈折力を有する第２レンズ群と、正の屈折力を有する第３レンズ群とを配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成してなる結像レンズにおいて、
前記第１レンズ群内に開口絞りを配し、
前記第１レンズ群は、４枚および５枚のいずれか一方のレンズを有し、
前記第２レンズ群は、屈折力の弱いレンズ１枚と、物体側に凹面を向けた負のレンズ１枚とを有し、
前記第３レンズ群は、像面側に凸面を向けた正のレンズ１枚を有して、
光学系全系を合計８枚以下のレンズエレメントで構成してなることを特徴とする結像レンズ。
【請求項４】

【特許請求の範囲】
【請求項１】
物体側から像面側へ向かって、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、負の屈折力を有する第２レンズ群と、正の屈折力を有する第３レンズ群とを配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成してなる結像レンズにおいて、
前記第１レンズ群内に開口絞りを配し、
前記第１レンズ群は、レンズを少なくとも４枚有し、
前記第２レンズ群は、屈折力の弱いレンズ１枚と、物体側に凹面を向けた負のレンズ１枚とを有し、
前記第３レンズ群は、像面側に凸面を向けた正のレンズ１枚を有して、
光学系全系を合計８枚以下のレンズエレメントで構成してなり、
フォーカシングにあたっては、無限遠から有限距離物体へのフォーカシングに伴って、前記第２レンズ群を物体側から像面側方向へ移動するとともに、
前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離をＬ、そして最大像高をＹ′として、
条件式：
〔１〕　２．２＜Ｌ／Ｙ′＜２．５
を満足することを特徴とする結像レンズ。
【請求項２】
物体側から像面側へ向かって、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、負の屈折力を有する第２レンズ群と、正の屈折力を有する第３レンズ群とを配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成してなる結像レンズにおいて、
前記第１レンズ群内に開口絞りを配し、
前記第１レンズ群は、レンズを少なくとも４枚有し、
前記第２レンズ群は、屈折力の弱いレンズと、物体側に凹面を向けた負のレンズとで構成し、
前記第３レンズ群は、像面側に凸面を向けた正のレンズ１枚で構成して、
光学系全系を合計８枚以下のレンズエレメントで構成してなり、
フォーカシングにあたっては、前記第２レンズ群のみが光軸方向に沿って移動するとともに、
前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離をＬ、最大像高をＹ′、前記第１レンズ群の焦点距離をｆ１、前記第２レンズ群の焦点距離をｆ２、前記第３レンズ群の焦点距離をｆ３、そして無限遠時の光学系全系の焦点距離をｆとして、
条件式：
〔１〕　２．２＜Ｌ／Ｙ′＜２．５
〔２〕　０．３＜ｆ１／ｆ３＜０．８
〔３〕　－０．５＞ｆ２／ｆ＞－０．８
を満足することを特徴とする結像レンズ。
【請求項３】
物体側から像面側へ向かって、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、負の屈折力を有する第２レンズ群と、正の屈折力を有する第３レンズ群とを配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成してなる結像レンズにおいて、
前記第１レンズ群内に開口絞りを配し、
前記第１レンズ群は、４枚および５枚のいずれか一方のレンズを有し、
前記第２レンズ群は、屈折力の弱いレンズ１枚と、物体側に凹面を向けた負のレンズ１枚とを有し、
前記第３レンズ群は、像面側に凸面を向けた正のレンズ１枚を有して、
光学系全系を合計８枚以下のレンズエレメントで構成してなることを特徴とする結像レンズ。
【請求項４】

前記第２レンズ群のみを光軸方向に沿って移動させることによりフォーカシングを行う構成であることを特徴とする請求項３に記載の結像レンズ。

【請求項５】

無限遠から有限距離物体へのフォーカシングに伴って、前記第１レンズ群を移動させずに、前記第２レンズ群を物体側から像面側方向へ移動させる構成であることを特徴とする請求項３または請求項４に記載の結像レンズ。

【請求項６】

８枚以下のレンズエレメントで光学系全系を構成する光学系であって、

前記光学系のレンズ間に開口絞りを配し、

前記開口絞りよりも物体側には、少なくとも２枚のレンズを有し、

前記開口絞りよりも像面側には、屈折力の弱い単レンズ１枚と、物体側に凹面形状を有する負の単レンズ１枚と、像面側に凸面形状を有する正のレンズ２枚とを有して、

前記屈折力の弱い単レンズと前記物体側に凹面形状を有する負の単レンズとを光軸上で移動させることによりフォーカシングを行う構成であることを特徴とする結像レンズ。

【請求項７】

８枚以下のレンズエレメントで光学系全系を構成する光学系であって，

前記光学系のレンズ間に開口絞りを配し、

前記開口絞りよりも物体側には、少なくとも２枚のレンズを有し、

前記開口絞りよりも像面側は、屈折力の弱いレンズと、物体側に凹面形状を有する負のレンズと、像面側に凸面形状を有する正のレンズとを有して、合計５枚以下のレンズで構成し、

フォーカシングにあたっては、前記屈折力の弱いレンズよりも物体側のレンズを移動させずに、前記屈折力の弱いレンズと前記物体側に凹面形状を有する負のレンズとを光軸上で移動させることによりフォーカシングを行う構成であることを特徴とする結像レンズ。

【請求項８】

８枚以下のレンズエレメントで光学系全系を構成する光学系であって、

前記光学系のレンズ間に開口絞りを配し、

前記開口絞りよりも物体側には、少なくとも２枚のレンズを有し、

前記開口絞りよりも像面側は、物体側から像面側へ向かって、順次、接合レンズおよび単レンズのいずれか一方からなり正の屈折力を有するレンズと、屈折力の弱いレンズと、物体側に凹面形状を有する負のレンズと、像面側に凸面形状を有する正のレンズとを配置して構成し、

フォーカシングにあたっては、前記屈折力の弱いレンズよりも物体側のレンズを移動させずに、前記屈折力の弱いレンズと前記物体側に凹面形状を有する負のレンズとを一体的に光軸上で移動させることによりフォーカシングを行う構成であることを特徴とする結像レンズ。

【請求項９】

前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離をＬ、そして最大像高をＹ′として、

条件式：

〔１〕　２．２＜Ｌ／Ｙ′＜２．５

を満足することを特徴とする請求項６～請求項８のいずれか１項に記載の結像レンズ。

【請求項１０】

フォーカシングに際し光軸上で移動させられる前記屈折力の弱いレンズの焦点距離をf_{2weak}として、

条件式：

〔４〕　$|f_{2weak}|>100$

を満足することを特徴とする請求項１～請求項９のいずれか１項に記載の結像レンズ。

【請求項１１】

フォーカシングに際し光軸上で移動させられるレンズ群の合成焦点距離をｆｆ、そして

前記第２レンズ群のみを光軸方向に沿って移動させることによりフォーカシングを行う構成であることを特徴とする請求項３に記載の結像レンズ。

【請求項５】

無限遠から有限距離物体へのフォーカシングに伴って、前記第１レンズ群を移動させずに、前記第２レンズ群を物体側から像面側方向へ移動させる構成であることを特徴とする請求項３または請求項４に記載の結像レンズ。

【請求項６】

８枚以下のレンズエレメントで光学系全系を構成する光学系であって、

前記光学系のレンズ間に開口絞りを配し、

前記開口絞りよりも物体側には、少なくとも２枚のレンズを有し、

前記開口絞りよりも像面側には、屈折力の弱い単レンズ１枚と、物体側に凹面形状を有する負の単レンズ１枚と、像面側に凸面形状を有する正のレンズ２枚とを有して、

前記屈折力の弱い単レンズと前記物体側に凹面形状を有する負の単レンズとを光軸上で移動させることによりフォーカシングを行う構成であることを特徴とする結像レンズ。

【請求項７】

８枚以下のレンズエレメントで光学系全系を構成する光学系であって，

前記光学系のレンズ間に開口絞りを配し、

前記開口絞りよりも物体側には、少なくとも２枚のレンズを有し、

前記開口絞りよりも像面側は、屈折力の弱いレンズと、物体側に凹面形状を有する負のレンズと、像面側に凸面形状を有する正のレンズとを有して、合計５枚以下のレンズで構成し、

フォーカシングにあたっては、前記屈折力の弱いレンズよりも物体側のレンズを移動させずに、前記屈折力の弱いレンズと前記物体側に凹面形状を有する負のレンズとを光軸上で移動させることによりフォーカシングを行う構成であることを特徴とする結像レンズ。

【請求項８】

８枚以下のレンズエレメントで光学系全系を構成する光学系であって、

前記光学系のレンズ間に開口絞りを配し、

前記開口絞りよりも物体側には、少なくとも２枚のレンズを有し、

前記開口絞りよりも像面側は、物体側から像面側へ向かって、順次、接合レンズおよび単レンズのいずれか一方からなり正の屈折力を有するレンズと、屈折力の弱いレンズと、物体側に凹面形状を有する負のレンズと、像面側に凸面形状を有する正のレンズとを配置して構成し、

フォーカシングにあたっては、前記屈折力の弱いレンズよりも物体側のレンズを移動させずに、前記屈折力の弱いレンズと前記物体側に凹面形状を有する負のレンズとを一体的に光軸上で移動させることによりフォーカシングを行う構成であることを特徴とする結像レンズ。

【請求項９】

前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離をＬ、そして最大像高をＹ′として、

条件式：

〔１〕　２．２＜Ｌ／Ｙ′＜２．５

を満足することを特徴とする請求項６～請求項８のいずれか１項に記載の結像レンズ。

【請求項１０】

フォーカシングに際し光軸上で移動させられる前記屈折力の弱いレンズの焦点距離をf_{2weak}として、

条件式：

〔４〕　$|f_{2weak}|>100$

を満足することを特徴とする請求項１～請求項９のいずれか１項に記載の結像レンズ。

【請求項１１】

フォーカシングに際し光軸上で移動させられるレンズ群の合成焦点距離をｆｆ、そして

前記フォーカシングに際し光軸上で移動させられるレンズ群における前記屈折力の弱いレンズと前記物体側に凹面形状を有するレンズとの間の空気間隔をｆＡｉｒとして、
条件式：
〔５〕　２．１＜｜ｆｆ／ｆＡｉｒ｜＜３．７
を満足することを特徴とする請求項１、請求項２および請求項４～請求項１０のいずれか１項に記載の結像レンズ。
【請求項１２】
無限遠から有限近距離物体へ合焦させるフォーカシングの際にレンズ群が移動させられる距離をΔD_{1-2}、そして有限近距離物体に合焦した際の撮影倍率をβとして、
条件式：
〔６〕　１１．７＜｜$\Delta D_{1-2}/\beta$｜＜１５．７
を満足することを特徴とする請求項１～請求項１１のいずれか１項に記載の結像レンズ。
【請求項１３】
最も像面側に位置する負の屈折力を有するレンズの焦点距離をｆｅｎ、そして最も像面側に位置する正の屈折力を有するレンズの焦点距離をｆｅｐとして、
条件式：
〔７〕　－０．８＜ｆｅｎ／ｆｅｐ＜－０．４
を満足することを特徴とする請求項１～請求項１２のいずれか１項に記載の結像レンズ。
【請求項１４】
前記開口絞りよりも物体側のレンズにおいて最も径の大きいレンズの最大有効径をＬＤ１、そして前記開口絞りよりも像面側のレンズにおいて最も径の大きいレンズの最大有効径をＬＤ３として、
条件式：
〔８〕　０．４＜ＬＤ１／ＬＤ３＜０．８
を満足することを特徴とする請求項１～請求項１３のいずれか１項に記載の結像レンズ。
【請求項１５】
レンズ間に機械式シャッタを設けるためのシャッタスペースを形成し、前記シャッタスペースの光軸方向寸法をＳＤとして、
〔９〕　ＳＤ＞３．１［ｍｍ］
を満足することを特徴とする請求項１～請求項１４のいずれか１項に記載の結像レンズ。
【請求項１６】
撮像用光学系として、請求項１～請求項１５のうちのいずれか１項の結像レンズを含むことを特徴とする撮像装置。
【請求項１７】
撮像機能を有し、撮像用光学系として、請求項１～請求項１５のうちのいずれか１項の結像レンズを用いることを特徴とする情報装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、いわゆる銀塩カメラを含む各種のカメラ、特に、デジタルカメラ、ビデオカメラおよび監視カメラ等における撮像光学系として用いられ、被写体像を結像させるための単焦点の結像レンズの改良に係り、特にデジタルカメラおよびデジタルビデオカメラ等のように電子的撮像手段を用いた撮像装置に好適な結像レンズ、そのような結像レンズを用いるカメラ等の撮像装置および撮像機能を有する携帯情報端末装置等の情報装置に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
近年、ＣＣＤ（電荷結合素子）撮像素子やＣＭＯＳ（相補型金属酸化物半導体）撮像素子等の固体撮像素子を使用する撮像装置として、デジタルスティルカメラやデジタルビデオカメラが普及しており、特に主としてスティル画像、すなわち静止画を撮像するために

前記フォーカシングに際し光軸上で移動させられるレンズ群における前記屈折力の弱いレンズと前記物体側に凹面形状を有するレンズとの間の空気間隔をｆＡｉｒとして、
条件式：
〔５〕　２．１＜｜ｆｆ／ｆＡｉｒ｜＜３．７
を満足することを特徴とする請求項１、請求項２および請求項４～請求項１０のいずれか１項に記載の結像レンズ。
【請求項１２】
無限遠から有限近距離物体へ合焦させるフォーカシングの際にレンズ群が移動させられる距離をΔD_{1-2}、そして有限近距離物体に合焦した際の撮影倍率をβとして、
条件式：
〔６〕　１１．７＜｜$\Delta D_{1-2}/\beta$｜＜１５．７
を満足することを特徴とする請求項１～請求項１１のいずれか１項に記載の結像レンズ。
【請求項１３】
最も像面側に位置する負の屈折力を有するレンズの焦点距離をｆｅｎ、そして最も像面側に位置する正の屈折力を有するレンズの焦点距離をｆｅｐとして、
条件式：
〔７〕　－０．８＜ｆｅｎ／ｆｅｐ＜－０．４
を満足することを特徴とする請求項１～請求項１２のいずれか１項に記載の結像レンズ。
【請求項１４】
前記開口絞りよりも物体側のレンズにおいて最も径の大きいレンズの最大有効径をＬＤ１、そして前記開口絞りよりも像面側のレンズにおいて最も径の大きいレンズの最大有効径をＬＤ３として、
条件式：
〔８〕　０．４＜ＬＤ１／ＬＤ３＜０．８
を満足することを特徴とする請求項１～請求項１３のいずれか１項に記載の結像レンズ。
【請求項１５】
レンズ間に機械式シャッタを設けるためのシャッタスペースを形成し、前記シャッタスペースの光軸方向寸法をＳＤとして、
〔９〕　ＳＤ＞３．１［ｍｍ］
を満足することを特徴とする請求項１～請求項１４のいずれか１項に記載の結像レンズ。
【請求項１６】
撮像用光学系として、請求項１～請求項１５のうちのいずれか１項の結像レンズを含むことを特徴とする撮像装置。
【請求項１７】
撮像機能を有し、撮像用光学系として、請求項１～請求項１５のうちのいずれか１項の結像レンズを用いることを特徴とする情報装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、いわゆる銀塩カメラを含む各種のカメラ、特に、デジタルカメラ、ビデオカメラおよび監視カメラ等における撮像光学系として用いられ、被写体像を結像させるための単焦点の結像レンズの改良に係り、特にデジタルカメラおよびデジタルビデオカメラ等のように電子的撮像手段を用いた撮像装置に好適な結像レンズ、そのような結像レンズを用いるカメラ等の撮像装置および撮像機能を有する携帯情報端末装置等の情報装置に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
近年、ＣＣＤ（電荷結合素子）撮像素子やＣＭＯＳ（相補型金属酸化物半導体）撮像素子等の固体撮像素子を使用する撮像装置として、デジタルスティルカメラやデジタルビデオカメラが普及しており、特に主としてスティル画像、すなわち静止画を撮像するために

使用されるデジタルカメラは、在来の、いわゆる銀塩フィルムを用いる銀塩カメラに代わる撮像装置として広く普及している。

この種の撮像装置に用いられる固体撮像素子は、高画素数化が進み、それに伴って撮像レンズについても、より高い光学性能が求められている。また、撮像装置の携帯性が考慮されてコンパクト化も進み、市場では、高性能化とコンパクト化を両立させた撮像装置が求められるようになり、撮像レンズにも高性能化およびコンパクト化が求められている。さらに、撮影に要する撮影速度も高速化が進められており、そして撮像レンズには、より明るいレンズであることも求められている。

デジタルカメラ用の撮像レンズの画角については、スナップ写真等で手軽に撮影できるようなある程度の広角が好まれており、３５ｍｍ判（いわゆるライカ判）フィルム写真の場合に換算して３５ｍｍ相当の焦点距離に相当する半画角：３２度が求められる画角の目安の一つとなっている。

【０００３】

近年では、大口径レンズにおいて広角単焦点レンズが望まれる傾向にある。そこで、３５ｍｍ判フィルムに換算した焦点距離を５０ｍｍよりも短くして広角側にすると、コマ収差や像面湾曲が大きくなり、これらを抑制することがより困難となる。このような大口径の３５ｍｍ判換算で５０ｍｍよりも広角の焦点距離のレンズとしては、例えば、特許文献１（特開平０８－３１３８０３号公報）、特許文献２（特開２００９－２５８１５７号）および特許文献３（特開２０１０－３９０８８号）等が知られている。

上述した、特許文献１、特許文献２および特許文献３に開示された光学系は、フォーカスの際に光学全長が変化しないインナーフォーカスタイプ、またはリアフォーカスタイプの光学系である。

すなわち、特許文献１に示されたものは、インナーフォーカスタイプの光学系であり、Ｆ値（いわゆるＦナンバ）がＦ２．８相当で、３５ｍｍ判換算の焦点距離が２８ｍｍ相当の広角系であり、レンズ全長が最大像高比で約３倍強となっている。また、フォーカシングの際に駆動されるフォーカス群を構成するレンズの枚数が多いため、フォーカシング時のフォーカスピードが遅くなりがちになる傾向がある。特許文献２に示されたものは、リアフォーカスタイプの光学系であり、Ｆ値がＦ２．８相当で、３５ｍｍ判換算の焦点距離が３５ｍｍ相当の広角系であり、レンズ全長が最大像高比で約３．６倍となっており、また周辺光量比が３０％前後と暗めになっている。

そして、特許文献３に示されたものは、インナーフォーカスタイプの光学系で、３５ｍｍ判換算の焦点距離が２８ｍｍ相当の広角系であり、Ｆ値はＦ１．９と大口径の面では注目に値するが、レンズ全長が最大像高比で９倍以上となっている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

上述したように、特許文献１に示されたものは、インナーフォーカスタイプの光学系であり、Ｆ値（いわゆるＦナンバ）がＦ２．８相当で、３５ｍｍ判換算の焦点距離が２８ｍｍ相当の広角系であり、レンズ全長が最大像高比で約３倍強となっている。また、フォーカシングの際に駆動されるフォーカス群を構成するレンズの枚数が多いため、フォーカシング時のフォーカスピードが遅くなりがちになる傾向がある。特許文献２に開示されたものは、リアフォーカスタイプの光学系であり、Ｆ値がＦ２．８相当で、３５ｍｍ判換算の焦点距離が３５ｍｍ相当の広角系であり、レンズ全長が最大像高比で約３．６倍となっており、また周辺光量比が３０％前後と暗めになっている。そして、特許文献３に開示されたものは、インナーフォーカスタイプの光学系で、３５ｍｍ判換算の焦点距離が２８ｍｍ相当の広角系であり、Ｆ値はＦ１．９と大口径の面では注目に値するが、レンズ全長が最大像高比で９倍以上となっている。このように、特許文献１、特許文献２および特許文献３のいずれに示された光学系も主として小型化の面で充分であるとはいえない。

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたもので、光学系全長を変化させずにフォーカシングすることができる、いわゆるリアフォーカスタイプの光学系であり、半画角が約３

使用されるデジタルカメラは、在来の、いわゆる銀塩フィルムを用いる銀塩カメラに代わる撮像装置として広く普及している。

この種の撮像装置に用いられる固体撮像素子は、高画素数化が進み、それに伴って撮像レンズについても、より高い光学性能が求められている。また、撮像装置の携帯性が考慮されてコンパクト化も進み、市場では、高性能化とコンパクト化を両立させた撮像装置が求められるようになり、撮像レンズにも高性能化およびコンパクト化が求められている。さらに、撮影に要する撮影速度も高速化が進められており、そして撮像レンズには、より明るいレンズであることも求められている。

デジタルカメラ用の撮像レンズの画角については、スナップ写真等で手軽に撮影できるようなある程度の広角が好まれており、３５ｍｍ判（いわゆるライカ判）フィルム写真の場合に換算して３５ｍｍ相当の焦点距離に相当する半画角：３２度が求められる画角の目安の一つとなっている。

【０００３】

近年では、大口径レンズにおいて広角単焦点レンズが望まれる傾向にある。そこで、３５ｍｍ判フィルムに換算した焦点距離を５０ｍｍよりも短くして広角側にすると、コマ収差や像面湾曲が大きくなり、これらを抑制することがより困難となる。このような大口径の３５ｍｍ判換算で５０ｍｍよりも広角の焦点距離のレンズとしては、例えば、特許文献１（特開平０８－３１３８０３号公報）、特許文献２（特開２００９－２５８１５７号）および特許文献３（特開２０１０－３９０８８号）等が知られている。

上述した、特許文献１、特許文献２および特許文献３に開示された光学系は、フォーカスの際に光学全長が変化しないインナーフォーカスタイプ、またはリアフォーカスタイプの光学系である。

すなわち、特許文献１に示されたものは、インナーフォーカスタイプの光学系であり、Ｆ値（いわゆるＦナンバ）がＦ２．８相当で、３５ｍｍ判換算の焦点距離が２８ｍｍ相当の広角系であり、レンズ全長が最大像高比で約３倍強となっている。また、フォーカシングの際に駆動されるフォーカス群を構成するレンズの枚数が多いため、フォーカシング時のフォーカスピードが遅くなりがちになる傾向がある。特許文献２に示されたものは、リアフォーカスタイプの光学系であり、Ｆ値がＦ２．８相当で、３５ｍｍ判換算の焦点距離が３５ｍｍ相当の広角系であり、レンズ全長が最大像高比で約３．６倍となっており、また周辺光量比が３０％前後と暗めになっている。

そして、特許文献３に示されたものは、インナーフォーカスタイプの光学系で、３５ｍｍ判換算の焦点距離が２８ｍｍ相当の広角系であり、Ｆ値はＦ１．９と大口径の面では注目に値するが、レンズ全長が最大像高比で９倍以上となっている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

上述したように、特許文献１に示されたものは、インナーフォーカスタイプの光学系であり、Ｆ値（いわゆるＦナンバ）がＦ２．８相当で、３５ｍｍ判換算の焦点距離が２８ｍｍ相当の広角系であり、レンズ全長が最大像高比で約３倍強となっている。また、フォーカシングの際に駆動されるフォーカス群を構成するレンズの枚数が多いため、フォーカシング時のフォーカスピードが遅くなりがちになる傾向がある。特許文献２に開示されたものは、リアフォーカスタイプの光学系であり、Ｆ値がＦ２．８相当で、３５ｍｍ判換算の焦点距離が３５ｍｍ相当の広角系であり、レンズ全長が最大像高比で約３．６倍となっており、また周辺光量比が３０％前後と暗めになっている。そして、特許文献３に開示されたものは、インナーフォーカスタイプの光学系で、３５ｍｍ判換算の焦点距離が２８ｍｍ相当の広角系であり、Ｆ値はＦ１．９と大口径の面では注目に値するが、レンズ全長が最大像高比で９倍以上となっている。このように、特許文献１、特許文献２および特許文献３のいずれに示された光学系も主として小型化の面で充分であるとはいえない。

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたもので、光学系全長を変化させずにフォーカシングすることができる、いわゆるリアフォーカスタイプの光学系であり、半画角が約３

２～３３度の広角で、Ｆ値がＦ２．５相当程度と明るく、光学系全長が像高に対して２．２倍程度と小型で、しかもフォーカシングにおける歪曲収差の変動が小さく、高性能を得ることが可能な結像レンズ、そのような結像レンズを用いた小型で且つ高性能な撮像装置および情報装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【０００５】

本発明に係る結像レンズは、上述した目的を達成するために、

物体側から像面側へ向かって、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、負の屈折力を有する第２レンズ群と、正の屈折力を有する第３レンズ群とを配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成してなる結像レンズにおいて、

前記第１レンズ群内に開口絞りを配し、

前記第１レンズ群は、レンズを少なくとも４枚有し、

前記第２レンズ群は、屈折力の弱いレンズ１枚と、物体側に凹面を向けた負のレンズ１枚とを有し、

前記第３レンズ群は、像面側に凸面を向けた正のレンズ１枚を有して、

光学系全系を合計８枚以下のレンズエレメントで構成してなり，

フォーカシングにあたっては、無限遠から有限距離物体へのフォーカシングに伴って、前記第２レンズ群を物体側から像面側方向へ移動するとともに、

前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離をＬ、そして最大像高をＹ′として、

条件式：

〔１〕　２．２＜Ｌ／Ｙ′＜２．５

を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【０００６】

本発明によれば、光学系全長を変化させずにフォーカシングすることができる、いわゆるリアフォーカスタイプの光学系であり、半画角が約３２～３３度の広角で、Ｆ値がＦ２．５相当程度と明るく、光学系全長が像高に対して２．２倍程度と小型で、しかもフォーカシングにおける歪曲収差の変動が小さく，高性能を得ることが可能な結像レンズを提供することができる。

すなわち請求項１に記載の発明によれば，

物体側から像面側へ向かって、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、負の屈折力を有する第２レンズ群と、正の屈折力を有する第３レンズ群とを配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成してなる結像レンズにおいて、

前記第１レンズ群内に開口絞りを配し、

前記第１レンズ群は、レンズを少なくとも４枚有し、

前記第２レンズ群は、屈折力の弱いレンズ１枚と、物体側に凹面を向けた負のレンズ１枚とを有し、

前記第３レンズ群は、像面側に凸面を向けた正のレンズ１枚を有して、

光学系全系を合計８枚以下のレンズエレメントで構成してなり、

フォーカシングにあたっては、無限遠から有限距離物体へのフォーカシングに伴って、前記第２レンズ群を物体側から像面側方向へ移動するとともに、

前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離をＬ、そして最大像高をＹ′として、

条件式：

〔１〕　２．２＜Ｌ／Ｙ′＜２．５

を満足することにより、光学系全長を変化させずにフォーカシングすることができ、半画角が約３２度～約３３度の広角で、Ｆ値がＦ２．５相当で、小型で、高性能を得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

２～３３度の広角で、Ｆ値がＦ２．５相当程度と明るく、光学系全長が像高に対して２．２倍程度と小型で、しかもフォーカシングにおける歪曲収差の変動が小さく、高性能を得ることが可能な結像レンズ、そのような結像レンズを用いた小型で且つ高性能な撮像装置および情報装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【０００５】

本発明に係る結像レンズは、上述した目的を達成するために、

物体側から像面側へ向かって、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、負の屈折力を有する第２レンズ群と、正の屈折力を有する第３レンズ群とを配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成してなる結像レンズにおいて、

前記第１レンズ群内に開口絞りを配し、

前記第１レンズ群は、レンズを少なくとも４枚有し、

前記第２レンズ群は、屈折力の弱いレンズ１枚と、物体側に凹面を向けた負のレンズ１枚とを有し、

前記第３レンズ群は、像面側に凸面を向けた正のレンズ１枚を有して、

光学系全系を合計８枚以下のレンズエレメントで構成してなり，

フォーカシングにあたっては、無限遠から有限距離物体へのフォーカシングに伴って、前記第２レンズ群を物体側から像面側方向へ移動するとともに、

前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離をＬ、そして最大像高をＹ′として、

条件式：

〔１〕　２．２＜Ｌ／Ｙ′＜２．５

を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【０００６】

本発明によれば、光学系全長を変化させずにフォーカシングすることができる、いわゆるリアフォーカスタイプの光学系であり、半画角が約３２～３３度の広角で、Ｆ値がＦ２．５相当程度と明るく、光学系全長が像高に対して２．２倍程度と小型で、しかもフォーカシングにおける歪曲収差の変動が小さく，高性能を得ることが可能な結像レンズを提供することができる。

すなわち請求項１に記載の発明によれば，

物体側から像面側へ向かって、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、負の屈折力を有する第２レンズ群と、正の屈折力を有する第３レンズ群とを配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成してなる結像レンズにおいて、

前記第１レンズ群内に開口絞りを配し、

前記第１レンズ群は、レンズを少なくとも４枚有し、

前記第２レンズ群は、屈折力の弱いレンズ１枚と、物体側に凹面を向けた負のレンズ１枚とを有し、

前記第３レンズ群は、像面側に凸面を向けた正のレンズ１枚を有して、

光学系全系を合計８枚以下のレンズエレメントで構成してなり、

フォーカシングにあたっては、無限遠から有限距離物体へのフォーカシングに伴って、前記第２レンズ群を物体側から像面側方向へ移動するとともに、

前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離をＬ、そして最大像高をＹ′として、

条件式：

〔１〕　２．２＜Ｌ／Ｙ′＜２．５

を満足することにより、光学系全長を変化させずにフォーカシングすることができ、半画角が約３２度～約３３度の広角で、Ｆ値がＦ２．５相当で、小型で、高性能を得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【０００７】
【図１】本発明の第１の実施の形態に係る実施例１における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。
【図２】図１に示す本発明の実施例１に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図３】図１に示す本発明の実施例１に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図４】本発明の第２の実施の形態に係る実施例２における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。
【図５】図４に示す本発明の実施例２に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図６】図４に示す本発明の実施例２に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図７】本発明の第３の実施の形態に係る実施例３における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った模式的断面図である。
【図８】図７に示す本発明の実施例３に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図９】図７に示す本発明の実施例３に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１０】本発明の第４の実施の形態に係る実施例４における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。
【図１１】図１０に示す本発明の実施例４に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１２】図１０に示す本発明の実施例４に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１３】本発明の第５の実施の形態に係る実施例５における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。
【図１４】図１３に示す本発明の実施例５に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１５】図１３に示す本発明の実施例５に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１６】本発明の第６の実施の形態に係る実施例６における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。
【図１７】図１６に示す本発明の実施例６に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１８】図１６に示す本発明の実施例６に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１９】本発明の第７の実施の形態に係る実施例７における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。
【図２０】図１９に示す本発明の実施例７に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図２１】図１９に示す本発明の実施例７に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【０００７】
【図１】本発明の第１の実施の形態に係る実施例１における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。
【図２】図１に示す本発明の実施例１に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図３】図１に示す本発明の実施例１に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図４】本発明の第２の実施の形態に係る実施例２における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。
【図５】図４に示す本発明の実施例２に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図６】図４に示す本発明の実施例２に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図７】本発明の第３の実施の形態に係る実施例３における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った模式的断面図である。
【図８】図７に示す本発明の実施例３に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図９】図７に示す本発明の実施例３に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１０】本発明の第４の実施の形態に係る実施例４における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。
【図１１】図１０に示す本発明の実施例４に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１２】図１０に示す本発明の実施例４に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１３】本発明の第５の実施の形態に係る実施例５における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。
【図１４】図１３に示す本発明の実施例５に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１５】図１３に示す本発明の実施例５に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１６】本発明の第６の実施の形態に係る実施例６における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。
【図１７】図１６に示す本発明の実施例６に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１８】図１６に示す本発明の実施例６に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１９】本発明の第７の実施の形態に係る実施例７における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。
【図２０】図１９に示す本発明の実施例７に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図２１】図１９に示す本発明の実施例７に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図２２】本発明の第８の実施の形態に係る実施例８における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。
【図２３】図２２に示す本発明の実施例８に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図２４】図２２に示す本発明の実施例８に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図２５】本発明の第９の実施の形態に係る撮像装置としてのデジタルカメラの外観構成を模式的に示す前面側、すなわち被写体である物体側、から見た斜視図であり、（ａ）は本発明の第１～第８の実施の形態のいずれかに係る結像レンズを用いて構成した撮像レンズがデジタルカメラのボディー内に沈胴埋没している状態、（ｂ）は当該撮像レンズがデジタルカメラのボディーから突出している状態をそれぞれ示している。
【図２６】図２５のデジタルカメラの外観構成を模式的に示す背面側、すなわち撮影者側、から見た斜視図である。
【図２７】図２５および図２６のデジタルカメラの機能構成を示すブロック図である。
【発明を実施するための形態】
【０００８】
以下、本発明の実施の形態に基づき、図面を参照して本発明に係る結像レンズ、撮像装置および情報装置を詳細に説明する。具体的な数値による実施例について説明する前に、まず、本発明の原理的な実施の形態を説明する。
本発明の第１の実施の形態は、物体の光学像を結像させる光学系を構成する結像レンズとしての実施の形態である。
本発明の第１の実施の形態に係る結像レンズは、フォーカシングに伴って光学全長が変化することのない、いわゆるリアフォーカスタイプとして構成した光学系であり、半画角が約３２度～約３３度の広角で、Ｆ値がＦ２．５程度相当と明るく、光学系全長が像高に対して２．２倍程度と小型で、フォーカシングに伴う歪曲収差の変化が小さく、高性能な結像レンズ系である。
【０００９】
すなわち、本発明の第１の実施の形態に係る結像レンズは、
物体側から像面側へ向かって、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、負の屈折力を有する第２レンズ群と、正の屈折力を有する第３レンズ群とを配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成してなる結像レンズであって、
前記第１レンズ群内に開口絞りを配し、
前記第１レンズ群は、レンズを少なくとも４枚有し、
前記第２レンズ群は、屈折力の弱いレンズ１枚と、物体側に凹面を向けた負のレンズ１枚とを有し、
前記第３レンズ群は、像面側に凸面を向けた正のレンズ１枚を有して、
光学系全系を合計８枚以下のレンズエレメントで構成してなり、
フォーカシングにあたっては、無限遠から有限距離物体へのフォーカシングに伴って、前記第２レンズ群を物体側から像面側方向へ移動させるとともに、
次の条件式〔１〕を満足する構成とすることによって、小型で、高性能な結像レンズとするようにした（請求項１に対応する）。
〔１〕　２．２＜Ｌ／Ｙ′＜２．５
ここで、Ｌは前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離、そしてＹ′は最大像高をそれぞれあらわしている。
【００１０】
この条件式〔１〕は、本発明の効果が最良に発揮される結像レンズの全長を規定している。条件式〔１〕のＬ／Ｙ′が、上限を超えると、光学系全長が大きくなるため、光学性能の面では有利に働くが、コンパクト化の面では、そのような構成は望ましくない。また、条件式〔１〕のＬ／Ｙ′が、下限を下回ると、本発明に係る構成の場合、特に色収差と

【図２２】本発明の第８の実施の形態に係る実施例８における結像レンズの光学系の構成を示す光軸に沿った断面図である。
【図２３】図２２に示す本発明の実施例８に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図２４】図２２に示す本発明の実施例８に係る結像レンズが撮影倍率を約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）として合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図２５】本発明の第９の実施の形態に係る撮像装置としてのデジタルカメラの外観構成を模式的に示す前面側、すなわち被写体である物体側、から見た斜視図であり、（ａ）は本発明の第１～第８の実施の形態のいずれかに係る結像レンズを用いて構成した撮像レンズがデジタルカメラのボディー内に沈胴埋没している状態、（ｂ）は当該撮像レンズがデジタルカメラのボディーから突出している状態をそれぞれ示している。
【図２６】図２５のデジタルカメラの外観構成を模式的に示す背面側、すなわち撮影者側、から見た斜視図である。
【図２７】図２５および図２６のデジタルカメラの機能構成を示すブロック図である。
【発明を実施するための形態】
【０００８】
以下、本発明の実施の形態に基づき、図面を参照して本発明に係る結像レンズ、撮像装置および情報装置を詳細に説明する。具体的な数値による実施例について説明する前に、まず、本発明の原理的な実施の形態を説明する。
本発明の第１の実施の形態は、物体の光学像を結像させる光学系を構成する結像レンズとしての実施の形態である。
本発明の第１の実施の形態に係る結像レンズは、フォーカシングに伴って光学全長が変化することのない、いわゆるリアフォーカスタイプとして構成した光学系であり、半画角が約３２度～約３３度の広角で、Ｆ値がＦ２．５程度相当と明るく、光学系全長が像高に対して２．２倍程度と小型で、フォーカシングに伴う歪曲収差の変化が小さく、高性能な結像レンズ系である。
【０００９】
すなわち、本発明の第１の実施の形態に係る結像レンズは、
物体側から像面側へ向かって、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、負の屈折力を有する第２レンズ群と、正の屈折力を有する第３レンズ群とを配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成してなる結像レンズであって、
前記第１レンズ群内に開口絞りを配し、
前記第１レンズ群は、レンズを少なくとも４枚有し、
前記第２レンズ群は、屈折力の弱いレンズ１枚と、物体側に凹面を向けた負のレンズ１枚とを有し、
前記第３レンズ群は、像面側に凸面を向けた正のレンズ１枚を有して、
光学系全系を合計８枚以下のレンズエレメントで構成してなり、
フォーカシングにあたっては、無限遠から有限距離物体へのフォーカシングに伴って、前記第２レンズ群を物体側から像面側方向へ移動させるとともに、
次の条件式〔１〕を満足する構成とすることによって、小型で、高性能な結像レンズとするようにした（請求項１に対応する）。
〔１〕　２．２＜Ｌ／Ｙ′＜２．５
ここで、Ｌは前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離、そしてＹ′は最大像高をそれぞれあらわしている。
【００１０】
この条件式〔１〕は、本発明の効果が最良に発揮される結像レンズの全長を規定している。条件式〔１〕のＬ／Ｙ′が、上限を超えると、光学系全長が大きくなるため、光学性能の面では有利に働くが、コンパクト化の面では、そのような構成は望ましくない。また、条件式〔１〕のＬ／Ｙ′が、下限を下回ると、本発明に係る構成の場合、特に色収差と

コマ収差が大きく発生し、光学性能が低下するため、そのような構成は望ましくない。
また、本発明に係る結像レンズは、
物体側から像面側へ向かって、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、負の屈折力を有する第２レンズ群と、正の屈折力を有する第３レンズ群とを配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成してなる結像レンズであって、
前記第１レンズ群内に開口絞りを配し、
前記第１レンズ群は、レンズを少なくとも４枚有し、
前記第２レンズ群は、屈折力の弱いレンズと、物体側に凹面を向けた負のレンズとで構成し、
前記第３レンズ群は、像面側に凸面を向けた正のレンズ１枚で構成して、
光学系全系を合計８枚以下のレンズエレメントで構成してなり、
フォーカシングにあたっては、前記第２レンズ群のみを光軸方向に沿って移動させるとともに、
次の条件式〔１〕～〔３〕を満足するように構成することによって、小型で、高性能な結像レンズとしてもよい（請求項２に対応する）。
【００１１】
〔１〕　２．２＜Ｌ／Ｙ′＜２．５
〔２〕　０．３＜ｆ１／ｆ３＜０．８
〔３〕　－０．５＞ｆ２／ｆ＞－０．８
ここで、上述と同様に、Ｌは前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離、Ｙ′は最大像高、ｆ１は前記第１レンズ群の焦点距離、ｆ２は前記第２レンズ群の焦点距離、ｆ３は前記第３レンズ群の焦点距離、そして、ｆは無限遠時の光学系全系の焦点距離をそれぞれあらわしている。
上述したように、条件式〔１〕は、本発明の効果が最良に発揮される結像レンズの全長を規定している。条件式〔１〕のＬ／Ｙ′が、上限を超えると、光学系全長が大きくなるため、光学性能の面では有利に働くが、コンパクト化の面では、そのような構成は望ましくない。条件式〔１〕のＬ／Ｙ′が、下限を下回ると、本発明に係る構成の場合、特に色収差とコマ収差が大きく発生し、光学性能が低下するため、そのような構成は望ましくない。
【００１２】
また、条件式〔２〕は、前記第１レンズ群と前記第３レンズ群との焦点距離に関しての最適条件を与える。条件式〔２〕のｆ１／ｆ３が、下限を下回ると、前記第３レンズ群の屈折力が強くなるか、または、前記第１レンズ群の屈折力が弱くなるかして、非点収差が大きく発生するため、そのような構成は望ましくない。条件式〔２〕のｆ１／ｆ３が、上限を超えると、倍率色収差が大きく発生するため、そのような構成は望ましくない。
そして、条件式〔３〕は、前記第２レンズ群と無限遠時の光学系全体との焦点距離についての最適条件を与える。条件式〔３〕のｆ２／ｆが、下限を下回ると、非点隔差が大きくなり、また、軸上色収差がｇ線対ｄ線で大きく発生する傾向となるため、そのような構成は望ましくない。条件式〔３〕のｆ２／ｆが、上限を超えると、焦点距離が大きくなり、光学全長が大きくなるため、コンパクトさを確保することができなくなり、そのような構成は携帯性の面で不利となる。
【００１３】
そして、本発明に係る結像レンズは、
物体側から像面側へ向かって、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、負の屈折力を有する第２レンズ群と、正の屈折力を有する第３レンズ群とを配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成してなる結像レンズであって、
前記第１レンズ群内に開口絞りを配し、
前記第１レンズ群は、４枚および５枚のいずれか一方のレンズを有し、
前記第２レンズ群は、屈折力の弱いレンズ１枚と、物体側に凹面を向けた負のレンズ１枚とを有し、

コマ収差が大きく発生し、光学性能が低下するため、そのような構成は望ましくない。
また、本発明に係る結像レンズは、
物体側から像面側へ向かって、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、負の屈折力を有する第２レンズ群と、正の屈折力を有する第３レンズ群とを配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成してなる結像レンズであって、
前記第１レンズ群内に開口絞りを配し、
前記第１レンズ群は、レンズを少なくとも４枚有し、
前記第２レンズ群は、屈折力の弱いレンズと、物体側に凹面を向けた負のレンズとで構成し、
前記第３レンズ群は、像面側に凸面を向けた正のレンズ１枚で構成して、
光学系全系を合計８枚以下のレンズエレメントで構成してなり、
フォーカシングにあたっては、前記第２レンズ群のみを光軸方向に沿って移動させるとともに、
次の条件式〔１〕～〔３〕を満足するように構成することによって、小型で、高性能な結像レンズとしてもよい（請求項２に対応する）。

【００１１】

〔１〕　２．２＜Ｌ／Ｙ′＜２．５
〔２〕　０．３＜ｆ１／ｆ３＜０．８
〔３〕　－０．５＞ｆ２／ｆ＞－０．８

ここで、上述と同様に、Ｌは前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離、Ｙ′は最大像高、ｆ１は前記第１レンズ群の焦点距離、ｆ２は前記第２レンズ群の焦点距離、ｆ３は前記第３レンズ群の焦点距離、そして、ｆは無限遠時の光学系全系の焦点距離をそれぞれあらわしている。
上述したように、条件式〔１〕は、本発明の効果が最良に発揮される結像レンズの全長を規定している。条件式〔１〕のＬ／Ｙ′が、上限を超えると、光学系全長が大きくなるため、光学性能の面では有利に働くが、コンパクト化の面では、そのような構成は望ましくない。条件式〔１〕のＬ／Ｙ′が、下限を下回ると、本発明に係る構成の場合、特に色収差とコマ収差が大きく発生し、光学性能が低下するため、そのような構成は望ましくない。

【００１２】

また、条件式〔２〕は、前記第１レンズ群と前記第３レンズ群との焦点距離に関しての最適条件を与える。条件式〔２〕のｆ１／ｆ３が、下限を下回ると、前記第３レンズ群の屈折力が強くなるか、または、前記第１レンズ群の屈折力が弱くなるかして、非点収差が大きく発生するため、そのような構成は望ましくない。条件式〔２〕のｆ１／ｆ３が、上限を超えると、倍率色収差が大きく発生するため、そのような構成は望ましくない。
そして、条件式〔３〕は、前記第２レンズ群と無限遠時の光学系全体との焦点距離についての最適条件を与える。条件式〔３〕のｆ２／ｆが、下限を下回ると、非点隔差が大きくなり、また、軸上色収差がｇ線対ｄ線で大きく発生する傾向となるため、そのような構成は望ましくない。条件式〔３〕のｆ２／ｆが、上限を超えると、焦点距離が大きくなり、光学全長が大きくなるため、コンパクトさを確保することができなくなり、そのような構成は携帯性の面で不利となる。

【００１３】

そして、本発明に係る結像レンズは、
物体側から像面側へ向かって、順次、正の屈折力を有する第１レンズ群と、負の屈折力を有する第２レンズ群と、正の屈折力を有する第３レンズ群とを配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成してなる結像レンズであって、
前記第１レンズ群内に開口絞りを配し、
前記第１レンズ群は、４枚および５枚のいずれか一方のレンズを有し、
前記第２レンズ群は、屈折力の弱いレンズ１枚と、物体側に凹面を向けた負のレンズ１枚とを有し、

前記第３レンズ群は、像面側に凸面を向けた正のレンズ１枚を有して、
光学系全系を合計８枚以下のレンズエレメントで構成することによって、小型で、高性能な結像レンズとしてもよい（請求項３に対応する）。

【００１４】

上述したように、前記第１レンズ群内に開口絞りを配し、当該開口絞りの前後にレンズを配することで、特に、球面収差補正、タンジェンシャルコマ収差および軸上色収差の補正を行い、前記第２レンズ群内の屈折力の弱いレンズは、特に、倍率色収差の補正および非点収差の補正に寄与し、そして物体側に凹面を向けた負のレンズがフィールドレンズの役目を果たしている。一見したところでは、前記屈折力の弱いレンズがなくとも、収差補正的には成立するように判断されがちであるが、本発明に係る構成における収差補正上、前記屈折力の弱いレンズは必要不可欠である。また、前記第３レンズ群に、像面側に凸面を向けた収斂性のある正レンズを少なくとも１枚配置することにより、それより前方のレンズ、つまり物体側のレンズで発生していた収差、特に軸上色収差と倍率色収差との補正の役目を果たしている。

また、上述した結像レンズにおいて、前記第２レンズ群のみを光軸方向に沿って移動させることによりフォーカシングを行う構成とすることによって、より高性能な結像レンズとしてもよい（請求項４に対応する）。

【００１５】

フォーカシングの際に、前記屈折力の弱いレンズと前記物体側に凹面形状を有する負のレンズとからなる前記第２レンズ群のみを移動させる構成とすることにより、フォーカシングによる収差変動を効果的に抑制することが可能となる。また、フォーカシングの際に、移動するレンズ群のレンズ枚数が少なくて済むので、フォーカシングスピードの向上、並びにレンズ群を移動させる際の駆動機構の負担の軽減に寄与できる。

また、上述した結像レンズにおいては、無限遠から有限距離物体へのフォーカシングに伴って、前記第１レンズ群を移動させることなく、前記第２レンズ群を物体側から像面側方向へ移動させる構成とすることによって、さらに高性能な結像レンズとすることが望ましい（請求項５に対応する）。

すなわち、フォーカシング群が負の屈折力を有するため、フォーカシングの際に、フォーカシング群を物体側から像面側方向に移動させることが、この場合の結像レンズの特徴である。フォーカシングの際に、前記第１レンズ群を移動させることなく固定状態としておくことにより、レンズ全長が一定となるため、レンズ鏡胴を保持して撮像操作を行う際に、レンズ鏡胴が伸縮する煩雑さを生じることがない。

【００１６】

本発明の第１の実施の形態に係る結像レンズは、
８枚以下のレンズエレメントで光学系全系を構成する光学系であって、
前記光学系のレンズ間に開口絞りを配し、
前記開口絞りよりも物体側には、少なくとも２枚のレンズを有し、
前記開口絞りよりも像面側には、屈折力の弱い単レンズ１枚と、物体側に凹面形状を有する負の単レンズ１枚と、像面側に凸面形状を有する正のレンズ２枚とを有して、
前記屈折力の弱い単レンズと前記物体側に凹面形状を有する負の単レンズとを光軸上で移動させることによりフォーカシングを行う構成とすることによって、高性能な結像レンズとしてもよい（請求項６に対応する）。

このように、開口絞りの前方、すなわち物体側に、少なくとも２枚のレンズを配し、且つ開口絞りの後方、すなわち像面側に正の屈折力のレンズを配することは、特に球面収差の補正に有効である。本発明に係る結像レンズは、広角系の結像レンズであり、負レンズ先行型とすることがコンパクト化と高性能を両立させるためには望ましいが、正レンズ先行型でも充分にコンパクトで、収差補正も可能である（後述する実施例４を参照されたい）。また、開口絞りよりも後方、つまり物体側のレンズの一部をフォーカシングの際に移動させるようにことにより、フォーカシングによる収差変動を極力小さくすることが可能となる。

前記第３レンズ群は、像面側に凸面を向けた正のレンズ１枚を有して、
光学系全系を合計８枚以下のレンズエレメントで構成することによって、小型で、高性能な結像レンズとしてもよい（請求項３に対応する）。

【００１４】

上述したように、前記第１レンズ群内に開口絞りを配し、当該開口絞りの前後にレンズを配することで、特に、球面収差補正、タンジェンシャルコマ収差および軸上色収差の補正を行い、前記第２レンズ群内の屈折力の弱いレンズは、特に、倍率色収差の補正および非点収差の補正に寄与し、そして物体側に凹面を向けた負のレンズがフィールドレンズの役目を果たしている。一見したところでは、前記屈折力の弱いレンズがなくとも、収差補正的には成立するように判断されがちであるが、本発明に係る構成における収差補正上、前記屈折力の弱いレンズは必要不可欠である。また、前記第３レンズ群に、像面側に凸面を向けた収斂性のある正レンズを少なくとも１枚配置することにより、それより前方のレンズ、つまり物体側のレンズで発生していた収差、特に軸上色収差と倍率色収差との補正の役目を果たしている。

また、上述した結像レンズにおいて、前記第２レンズ群のみを光軸方向に沿って移動させることによりフォーカシングを行う構成とすることによって、より高性能な結像レンズとしてもよい（請求項４に対応する）。

【００１５】

フォーカシングの際に、前記屈折力の弱いレンズと前記物体側に凹面形状を有する負のレンズとからなる前記第２レンズ群のみを移動させる構成とすることにより、フォーカシングによる収差変動を効果的に抑制することが可能となる。また、フォーカシングの際に、移動するレンズ群のレンズ枚数が少なくて済むので、フォーカシングスピードの向上、並びにレンズ群を移動させる際の駆動機構の負担の軽減に寄与できる。

また、上述した結像レンズにおいては、無限遠から有限距離物体へのフォーカシングに伴って、前記第１レンズ群を移動させることなく、前記第２レンズ群を物体側から像面側方向へ移動させる構成とすることによって、さらに高性能な結像レンズとすることが望ましい（請求項５に対応する）。

すなわち、フォーカシング群が負の屈折力を有するため、フォーカシングの際に、フォーカシング群を物体側から像面側方向に移動させることが、この場合の結像レンズの特徴である。フォーカシングの際に、前記第１レンズ群を移動させることなく固定状態としておくことにより、レンズ全長が一定となるため、レンズ鏡胴を保持して撮像操作を行う際に、レンズ鏡胴が伸縮する煩雑さを生じることがない。

【００１６】

本発明の第１の実施の形態に係る結像レンズは、
８枚以下のレンズエレメントで光学系全系を構成する光学系であって、
前記光学系のレンズ間に開口絞りを配し、
前記開口絞りよりも物体側には、少なくとも２枚のレンズを有し、
前記開口絞りよりも像面側には、屈折力の弱い単レンズ１枚と、物体側に凹面形状を有する負の単レンズ１枚と、像面側に凸面形状を有する正のレンズ２枚とを有して、
前記屈折力の弱い単レンズと前記物体側に凹面形状を有する負の単レンズとを光軸上で移動させることによりフォーカシングを行う構成とすることによって、高性能な結像レンズとしてもよい（請求項６に対応する）。

このように、開口絞りの前方、すなわち物体側に、少なくとも２枚のレンズを配し、且つ開口絞りの後方、すなわち像面側に正の屈折力のレンズを配することは、特に球面収差の補正に有効である。本発明に係る結像レンズは、広角系の結像レンズであり、負レンズ先行型とすることがコンパクト化と高性能を両立させるためには望ましいが、正レンズ先行型でも充分にコンパクトで、収差補正も可能である（後述する実施例４を参照されたい）。また、開口絞りよりも後方、つまり物体側のレンズの一部をフォーカシングの際に移動させるようにことにより、フォーカシングによる収差変動を極力小さくすることが可能となる。

【００１７】
本発明に係る結像レンズでは、フォーカシング群を、屈折力の弱いレンズと物体側に凹面形状を向けた負のレンズとで構成しており、これらの２枚のレンズの移動により発生する収差変動について検討する。そこで、近距離時での非点収差の変化に注目すると（図２、図３、図５、図６、図８、図９、図１１、図１２、図１４、図１５、図１７、図１８、図２０、図２１、図２３および図２４を参照されたい）、像高の約０．８Ｙ′までは非点隔差の発生も小さく抑えられていて、本発明に係る構成が近距離においても高性能である。また、明るく、コンパクトで、高性能な結像レンズとするためには、光学系全体を７枚～８枚のレンズで構成することが望ましい。
また、本発明の第１の実施の形態に係る結像レンズは、
８枚以下のレンズエレメントで光学系全系を構成する光学系であって、
前記光学系のレンズ間に開口絞りを配し、
前記開口絞りよりも物体側には、少なくとも２枚のレンズを有し、
前記開口絞りよりも像面側は、屈折力の弱いレンズと、物体側に凹面形状を有する負のレンズと、像面側に凸面形状を有する正のレンズとを有して、合計５枚以下のレンズで構成し、
フォーカシングにあたっては、前記屈折力の弱いレンズよりも物体側のレンズを移動させずに、前記屈折力の弱いレンズと前記物体側に凹面形状を有する負のレンズとを光軸上で移動させることによりフォーカシングを行う構成とすることによって、高性能な結像レンズとしてもよい（請求項７に対応する）。
【００１８】
このように、開口絞りの前方、すなわち物体側に少なくとも２枚のレンズを配することによって、３次収差の面ではプラスの球面収差を発生するが、開口絞りの後方、すなわち像面側のレンズでマイナスの球面収差を発生させて補正するようにしている。開口絞りの後方、像面側のレンズは５枚以下で、諸収差を効率よく補正するようにしている。開口絞りの後方、像面側における屈折力の弱いレンズと物体側に凹面形状を有する負のレンズとを移動させてフォーカシングを行う構成とすることにより、フォーカシングによる収差変動を極力小さくするようにしている。フォーカシングの際に、屈折力の弱いレンズよりも物体側のレンズを固定して移動させないようにすることによって、撮影者における操作時の煩わしさが低減される。また、フォーカシングレンズ群を２枚のレンズで構成することによって、フォーカシングスピードの向上を図ることが可能となる。
【００１９】
さらに、本発明の第１の実施の形態に係る結像レンズは、
８枚以下のレンズエレメントで光学系全系を構成する光学系であって、
前記光学系のレンズ間に開口絞りを配し、
前記開口絞りよりも物体側には、少なくとも２枚のレンズを有し、
前記開口絞りよりも像面側は、物体側から像面側へ向かって、順次、接合レンズおよび単レンズのいずれか一方からなり正の屈折力を有するレンズと、屈折力の弱いレンズと、物体側に凹面形状を有する負のレンズと、像面側に凸面形状を有する正のレンズとを配置して構成し、
フォーカシングにあたっては、前記屈折力の弱いレンズよりも物体側のレンズを移動させずに、前記屈折力の弱いレンズと前記物体側に凹面形状を有する負のレンズとを一体的に光軸上で移動させることによりフォーカシングを行う構成とすることによって、高性能な結像レンズとしてもよい（請求項８に対応する）。
【００２０】
このように、開口絞りよりも像面側のレンズ配置を、物体側から像面側へ向かって、順次、『正の屈折力を有する接合レンズまたは単レンズと、屈折力の弱いレンズと、物体側に凹面形状を有する負のレンズと、像面側に凸面形状を有する正のレンズと』を配置して、「正－弱屈折力－負－正」配置とし、いわゆるトリプレットタイプの第１レンズと第２レンズの間に収差補正レンズが配置された変形トリプレットタイプとしており、本発明に

【００１７】
本発明に係る結像レンズでは、フォーカシング群を、屈折力の弱いレンズと物体側に凹面形状を向けた負のレンズとで構成しており、これらの２枚のレンズの移動により発生する収差変動について検討する。そこで、近距離時での非点収差の変化に注目すると（図２、図３、図５、図６、図８、図９、図１１、図１２、図１４、図１５、図１７、図１８、図２０、図２１、図２３および図２４を参照されたい）、像高の約０．８Ｙ′までは非点隔差の発生も小さく抑えられていて、本発明に係る構成が近距離においても高性能である。また、明るく、コンパクトで、高性能な結像レンズとするためには、光学系全体を７枚～８枚のレンズで構成することが望ましい。
また、本発明の第１の実施の形態に係る結像レンズは、
８枚以下のレンズエレメントで光学系全系を構成する光学系であって、
前記光学系のレンズ間に開口絞りを配し、
前記開口絞りよりも物体側には、少なくとも２枚のレンズを有し、
前記開口絞りよりも像面側は、屈折力の弱いレンズと、物体側に凹面形状を有する負のレンズと、像面側に凸面形状を有する正のレンズとを有して、合計５枚以下のレンズで構成し、
フォーカシングにあたっては、前記屈折力の弱いレンズよりも物体側のレンズを移動させずに、前記屈折力の弱いレンズと前記物体側に凹面形状を有する負のレンズとを光軸上で移動させることによりフォーカシングを行う構成とすることによって、高性能な結像レンズとしてもよい（請求項７に対応する）。
【００１８】
このように、開口絞りの前方、すなわち物体側に少なくとも２枚のレンズを配することによって、３次収差の面ではプラスの球面収差を発生するが、開口絞りの後方、すなわち像面側のレンズでマイナスの球面収差を発生させて補正するようにしている。開口絞りの後方、像面側のレンズは５枚以下で、諸収差を効率よく補正するようにしている。開口絞りの後方、像面側における屈折力の弱いレンズと物体側に凹面形状を有する負のレンズとを移動させてフォーカシングを行う構成とすることにより、フォーカシングによる収差変動を極力小さくするようにしている。フォーカシングの際に、屈折力の弱いレンズよりも物体側のレンズを固定して移動させないようにすることによって、撮影者における操作時の煩わしさが低減される。また、フォーカシングレンズ群を２枚のレンズで構成することによって、フォーカシングスピードの向上を図ることが可能となる。
【００１９】
さらに、本発明の第１の実施の形態に係る結像レンズは、
８枚以下のレンズエレメントで光学系全系を構成する光学系であって、
前記光学系のレンズ間に開口絞りを配し、
前記開口絞りよりも物体側には、少なくとも２枚のレンズを有し、
前記開口絞りよりも像面側は、物体側から像面側へ向かって、順次、接合レンズおよび単レンズのいずれか一方からなり正の屈折力を有するレンズと、屈折力の弱いレンズと、物体側に凹面形状を有する負のレンズと、像面側に凸面形状を有する正のレンズとを配置して構成し、
フォーカシングにあたっては、前記屈折力の弱いレンズよりも物体側のレンズを移動させずに、前記屈折力の弱いレンズと前記物体側に凹面形状を有する負のレンズとを一体的に光軸上で移動させることによりフォーカシングを行う構成とすることによって、高性能な結像レンズとしてもよい（請求項８に対応する）。
【００２０】
このように、開口絞りよりも像面側のレンズ配置を、物体側から像面側へ向かって、順次、『正の屈折力を有する接合レンズまたは単レンズと、屈折力の弱いレンズと、物体側に凹面形状を有する負のレンズと、像面側に凸面形状を有する正のレンズと』を配置して、「正－弱屈折力－負－正」配置とし、いわゆるトリプレットタイプの第１レンズと第２レンズの間に収差補正レンズが配置された変形トリプレットタイプとしており、本発明に

係る結像レンズの構成におけるフォーカシングによるレンズの移動に伴う収差変化を効果的に補正するようにしている。また、開口絞りよりも物体側のレンズで発生した収差、この場合、特に球面収差を開口絞りよりも像面側の正のレンズで補正するようにしている。

そして、本発明の第１の実施の形態に係る結像レンズは、

上述した８枚以下のレンズエレメントで光学系全系を構成する光学系において、

次の条件式〔１〕を満足する構成とすることによって、高性能な結像レンズとするようにしてもよい（請求項９に対応する）。

〔１〕　２．２＜Ｌ／Ｙ′＜２．５

ここで、Ｌは前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離、そしてＹ′は最大像高をそれぞれあらわしている。

【００２１】

上述したように、条件式〔１〕は、本発明の効果が最良に発揮される結像レンズの全長を規定している。条件式〔１〕のＬ／Ｙ′が、上限を超えると、光学系全長が大きくなるため、光学性能の面では有利に働くが、コンパクト化の面では、そのような構成は望ましくない。また、条件式〔１〕のＬ／Ｙ′が、下限を下回ると、本発明に係る構成の場合、特に色収差とコマ収差が大きく発生し、光学性能が低下するため，そのような構成は望ましくない。

さらに、上述した８枚以下のレンズエレメントで光学系全系を構成する光学系において、

次の条件式〔４〕を満足する構成とすることによって、高性能な結像レンズとするようにしてもよい（請求項１０に対応する）。

〔４〕　$|f_{2weak}|>100$

ここで、f_{2weak}は、フォーカシングの際に光軸上を移動するレンズのうちの前記屈折力の弱いレンズの焦点距離をあらわしている。この条件式〔４〕を満たさないと、レンズの屈折力が強くなり、（１）フォーカシングに伴って生じる収差の変動が大きくなり、（２）非点隔差が大きく発生するため、そのような構成は望ましくない。

【００２２】

また、前記屈折力の弱いレンズと前記物体側に凹面形状を有するレンズとを光軸上で移動させてフォーカシングを行う結像レンズにおいて、

次の条件式〔５〕を満足する構成とすることによって、高性能な結像レンズとするようにしてもよい（請求項１１に対応する）。

〔５〕　２．１＜｜ｆｆ／ｆＡｉｒ｜＜３．７

ここで、ｆｆはフォーカシングの際に移動するレンズ群の合成焦点距離、そしてｆＡｉｒはフォーカシングの際に移動するレンズ群における前記屈折力の弱いレンズと前記物体側に凹面形状を有するレンズとの間の空気間隔をあらわしている。

条件式〔５〕の｜ｆｆ／ｆＡｉｒ｜が下限を下回ると、屈折力が強くなり、且つレンズ間の空気間隔も大きくなるため、諸収差が大きくなり、しかも構成的に成立しなくなる。条件式〔５〕の｜ｆｆ／ｆＡｉｒ｜が上限を超えると、軸上色倍率色収差が大きく発生し、フォーカシング時の球面収差の変動が大きくなるため、そのような構成は望ましくない。

【００２３】

さらに、上述した結像レンズにおいて、

次の条件式〔６〕を満足する構成とすることによって、高性能な結像レンズとするようにしてもよい（請求項１２に対応する）。

〔６〕　１１．７＜$|\Delta D_{1-2}/\beta|$＜１５．７

ここで、ΔD_{1-2}は無限遠状態から有限近距離物体に合焦させるべくフォーカシングする際にフォーカシングレンズ群が移動される距離、βは近距離物体に合焦した際の撮影倍率をあらわしている。

条件式〔６〕の$|\Delta D_{1-2}/\beta|$が、下限を下回ると、フォーカシングによる倍率の変動量が大きくなるため、無限遠から有限近距離物体へのフォーカシングの際の移動量が

係る結像レンズの構成におけるフォーカシングによるレンズの移動に伴う収差変化を効果的に補正するようにしている。また、開口絞りよりも物体側のレンズで発生した収差、この場合、特に球面収差を開口絞りよりも像面側の正のレンズで補正するようにしている。

そして、本発明の第１の実施の形態に係る結像レンズは、

上述した８枚以下のレンズエレメントで光学系全系を構成する光学系において、

次の条件式〔１〕を満足する構成とすることによって、高性能な結像レンズとするようにしてもよい（請求項９に対応する）。

〔１〕　２．２＜Ｌ／Ｙ′＜２．５

ここで、Ｌは前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離、そしてＹ′は最大像高をそれぞれあらわしている。

【００２１】

上述したように、条件式〔１〕は、本発明の効果が最良に発揮される結像レンズの全長を規定している。条件式〔１〕のＬ／Ｙ′が、上限を超えると、光学系全長が大きくなるため、光学性能の面では有利に働くが、コンパクト化の面では、そのような構成は望ましくない。また、条件式〔１〕のＬ／Ｙ′が、下限を下回ると、本発明に係る構成の場合、特に色収差とコマ収差が大きく発生し、光学性能が低下するため，そのような構成は望ましくない。

さらに、上述した８枚以下のレンズエレメントで光学系全系を構成する光学系において、

次の条件式〔４〕を満足する構成とすることによって、高性能な結像レンズとするようにしてもよい（請求項１０に対応する）。

〔４〕　$|f_{2weak}|>100$

ここで、f_{2weak}は、フォーカシングの際に光軸上を移動するレンズのうちの前記屈折力の弱いレンズの焦点距離をあらわしている。この条件式〔４〕を満たさないと、レンズの屈折力が強くなり、（１）フォーカシングに伴って生じる収差の変動が大きくなり、（２）非点隔差が大きく発生するため、そのような構成は望ましくない。

【００２２】

また、前記屈折力の弱いレンズと前記物体側に凹面形状を有するレンズとを光軸上で移動させてフォーカシングを行う結像レンズにおいて、

次の条件式〔５〕を満足する構成とすることによって、高性能な結像レンズとするようにしてもよい（請求項１１に対応する）。

〔５〕　$2.1<|ff/fAir|<3.7$

ここで、ｆｆはフォーカシングの際に移動するレンズ群の合成焦点距離、そしてｆＡｉｒはフォーカシングの際に移動するレンズ群における前記屈折力の弱いレンズと前記物体側に凹面形状を有するレンズとの間の空気間隔をあらわしている。

条件式〔５〕の$|ff/fAir|$が下限を下回ると、屈折力が強くなり、且つレンズ間の空気間隔も大きくなるため、諸収差が大きくなり、しかも構成的に成立しなくなる。条件式〔５〕の$|ff/fAir|$が上限を超えると、軸上色倍率色収差が大きく発生し、フォーカシング時の球面収差の変動が大きくなるため、そのような構成は望ましくない。

【００２３】

さらに、上述した結像レンズにおいて、

次の条件式〔６〕を満足する構成とすることによって、高性能な結像レンズとするようにしてもよい（請求項１２に対応する）。

〔６〕　$11.7<|\Delta D_{1-2}/\beta|<15.7$

ここで、ΔD_{1-2}は無限遠状態から有限近距離物体に合焦させるべくフォーカシングする際にフォーカシングレンズ群が移動される距離、βは近距離物体に合焦した際の撮影倍率をあらわしている。

条件式〔６〕の$|\Delta D_{1-2}/\beta|$が、下限を下回ると、フォーカシングによる倍率の変動量が大きくなるため、無限遠から有限近距離物体へのフォーカシングの際の移動量が

少なくなり、フォーカシングスピードが向上して有利に働くが、（１）分解能を細かく制御する必要が生じるため、そのような構成は望ましくない。また、条件式〔６〕の｜ΔＤ$_{1-2}$／β｜が、上限を超えると、フォーカシングによる倍率の変動量が小さくなるため、無限遠から有限近距離物体へのフォーカシングの際に、（１）移動量が大きくなり、そして（２）フォーカシングスピードが遅くなるため、そのような構成は望ましくない。

【００２４】

また、上述した結像レンズにおいて、

次の条件式〔７〕を満足する構成とすることによって、高性能な結像レンズとするようにしてもよい（請求項１３に対応する）。

〔７〕　－０．８＜ｆｅｎ／ｆｅｐ＜－０．４

ここで、ｆｅｎは、最も像面側に位置する負の屈折力を有するレンズの焦点距離、そしてｆｅｐは、最も像面側に位置する正の屈折力を有するレンズの焦点距離をあらわしている。条件式〔７〕のｆｅｎ／ｆｅｐが下限を下回ると、負レンズの焦点距離が大きく、且つ正レンズの焦点距離が大きくなり、倍率色収差とコマ収差が大きく発生するため、そのような構成は望ましくない。そして、条件式〔７〕のｆｅｎ／ｆｅｐが上限を超えると、サジタルコマ収差が大きく発生するため、そのような構成は望ましくない。また、条件式〔７〕のｆｅｎ／ｆｅｐが上限と下限の間の範囲外となると、フォーカシングした際の球面収差の変動が大きくなるため、そのような構成は望ましくない。

【００２５】

また、上述した結像レンズにおいて、

次の条件式〔８〕を満足する構成とすることによって、高性能な結像レンズとするようにしてもよい（請求項１４に対応する）。

〔８〕　０．４＜ＬＤ１／ＬＤ３＜０．８

ここで、ＬＤ１は開口絞りよりも前方、すなわち物体側のレンズにおいて最も径の大きいレンズの最大有効径、そしてＬＤ３は開口絞りよりも後方、すなわち像面側のレンズにおいて最も径の大きいレンズの最大有効径をあらわしている。

条件式〔８〕は、本発明の構成による効果が最良に発揮される結像レンズのレンズ径を規定している。条件式〔８〕のＬＤ１／ＬＤ３が、上限を超え、または下限を下回ると、前記第１レンズ群または前記第３レンズ群のレンズ径が大きくなり、そのため、（１）結像レンズの鏡胴径が大きくなり、（２）当該結像レンズを構成するレンズのレンズ径が大きくなり、そして（３）コンパクト化が困難となるため、そのような構成は望ましくない。

【００２６】

そして、上述した結像レンズにおいて、

次の条件式〔９〕を満足する構成とすることによって、高性能な結像レンズとするようにしてもよい（請求項１５に対応する）。

〔９〕　ＳＤ＞３．１［ｍｍ］

ここで、ＳＤは、レンズ間における光軸上でのシャッタスペースの寸法をあらわしており、この実施の形態に係る結像レンズの構成においては、開口絞りの前後のレンズ間にシャッタスペースを形成している。光学系全系において光線束が最も大きくなる箇所、すなわち開口絞りの前後にシャッタを配置することが最も効率的であり、最低でも３．１ｍｍというシャッタスペースを確保した結像レンズとする（各実施例参照）。

そして、本発明の第９の実施の形態は、いわゆるデジタルカメラ等の撮像装置または撮像機能を有する情報装置としての実施の形態である。

すなわち、本発明の第９の実施の形態に係る撮像装置は、上述した結像レンズを、撮像用光学系として用いて構成する（請求項１６に対応する）。

このような構成により、小型で且つ高性能の撮像装置を実現することができる。

また、本発明の第９の実施の形態に係る情報装置は、撮像機能を有し、上述した結像レンズを、撮像用光学系として用いて構成する（請求項１７に対応する）。

このような構成により、小型で且つ高性能の撮像機能を有する情報装置を実現すること

少なくなり、フォーカシングスピードが向上して有利に働くが、（１）分解能を細かく制御する必要が生じるため、そのような構成は望ましくない。また、条件式〔６〕の｜ΔＤ$_{1-2}$／β｜が、上限を超えると、フォーカシングによる倍率の変動量が小さくなるため、無限遠から有限近距離物体へのフォーカシングの際に、（１）移動量が大きくなり、そして（２）フォーカシングスピードが遅くなるため、そのような構成は望ましくない。

【００２４】

また、上述した結像レンズにおいて、

次の条件式〔７〕を満足する構成とすることによって、高性能な結像レンズとするようにしてもよい（請求項１３に対応する）。

〔７〕　－０．８＜ｆｅｎ／ｆｅｐ＜－０．４

ここで、ｆｅｎは、最も像面側に位置する負の屈折力を有するレンズの焦点距離、そしてｆｅｐは、最も像面側に位置する正の屈折力を有するレンズの焦点距離をあらわしている。条件式〔７〕のｆｅｎ／ｆｅｐが下限を下回ると、負レンズの焦点距離が大きく、且つ正レンズの焦点距離が大きくなり、倍率色収差とコマ収差が大きく発生するため、そのような構成は望ましくない。そして、条件式〔７〕のｆｅｎ／ｆｅｐが上限を超えると、サジタルコマ収差が大きく発生するため、そのような構成は望ましくない。また、条件式〔７〕のｆｅｎ／ｆｅｐが上限と下限の間の範囲外となると、フォーカシングした際の球面収差の変動が大きくなるため、そのような構成は望ましくない。

【００２５】

また、上述した結像レンズにおいて、

次の条件式〔８〕を満足する構成とすることによって、高性能な結像レンズとするようにしてもよい（請求項１４に対応する）。

〔８〕　０．４＜ＬＤ１／ＬＤ３＜０．８

ここで、ＬＤ１は開口絞りよりも前方、すなわち物体側のレンズにおいて最も径の大きいレンズの最大有効径、そしてＬＤ３は開口絞りよりも後方、すなわち像面側のレンズにおいて最も径の大きいレンズの最大有効径をあらわしている。

条件式〔８〕は、本発明の構成による効果が最良に発揮される結像レンズのレンズ径を規定している。条件式〔８〕のＬＤ１／ＬＤ３が、上限を超え、または下限を下回ると、前記第１レンズ群または前記第３レンズ群のレンズ径が大きくなり、そのため、（１）結像レンズの鏡胴径が大きくなり、（２）当該結像レンズを構成するレンズのレンズ径が大きくなり、そして（３）コンパクト化が困難となるため、そのような構成は望ましくない。

【００２６】

そして、上述した結像レンズにおいて、

次の条件式〔９〕を満足する構成とすることによって、高性能な結像レンズとするようにしてもよい（請求項１５に対応する）。

〔９〕　ＳＤ＞３．１［ｍｍ］

ここで、ＳＤは、レンズ間における光軸上でのシャッタスペースの寸法をあらわしており、この実施の形態に係る結像レンズの構成においては、開口絞りの前後のレンズ間にシャッタスペースを形成している。光学系全系において光線束が最も大きくなる箇所、すなわち開口絞りの前後にシャッタを配置することが最も効率的であり、最低でも３．１ｍｍというシャッタスペースを確保した結像レンズとする（各実施例参照）。

そして、本発明の第９の実施の形態は、いわゆるデジタルカメラ等の撮像装置または撮像機能を有する情報装置としての実施の形態である。

すなわち、本発明の第９の実施の形態に係る撮像装置は、上述した結像レンズを、撮像用光学系として用いて構成する（請求項１６に対応する）。

このような構成により、小型で且つ高性能の撮像装置を実現することができる。

また、本発明の第９の実施の形態に係る情報装置は、撮像機能を有し、上述した結像レンズを、撮像用光学系として用いて構成する（請求項１７に対応する）。

このような構成により、小型で且つ高性能の撮像機能を有する情報装置を実現すること

ができる。

【実施例１】

【００２７】

次に、上述した本発明の実施の形態に基づく、具体的な実施例を詳細に説明する。以下に述べる実施例１、実施例２、実施例３、実施例４、実施例５、実施例６、実施例７および実施例８は、本発明の第１、第２、第３、第４、第５、第６、第７および第８の実施の形態に係る結像レンズの具体的数値例による具体的構成の実施例であり、第９の実施の形態は、実施例１～実施例８に示されるような結像レンズを有して構成したレンズユニットを撮像用光学系として用いた本発明の第９の実施の形態に係る撮像装置または情報装置の具体的実施例である。

図１～図３は、本発明の第１の実施の形態に係る実施例１における結像レンズを説明するためのものであり、図４～図６は、本発明の第２の実施の形態に係る実施例２における結像レンズを説明するためのものであり、図７～図９は、本発明の第３の実施の形態に係る実施例３における結像レンズを説明するためのものであり、図１０～図１２は、本発明の第４の実施の形態に係る実施例４における結像レンズを説明するためのものであり、図１３～図１５は、本発明の第５の実施の形態に係る実施例５における結像レンズを説明するためのものであり、図１６～図１８は、本発明の第６の実施の形態に係る実施例６における結像レンズを説明するためのものであり、図１９～図２１は、本発明の第７の実施の形態に係る実施例７における結像レンズを説明するためのものであり、そして図２２～図２４は、本発明の第８の実施の形態に係る実施例８における結像レンズを説明するためのものである。

【００２８】

実施例１～実施例８の各結像レンズにおける収差は、高いレベルで補正されており、球面収差、非点収差、像面湾曲および倍率色収差も充分に補正されている。これら実施例１～実施例８のように結像レンズを構成することにより、半画角が３２～３３度で、且つＦ値（Ｆナンバー）がＦ２．５程度と大口径でありながら、非常に良好な結像性能を確保し得ることは、各実施例より明らかである。

実施例１～実施例８に共通の記号の意味は、次の通りである。

ｆ：光学系全体の焦点距離

Ｆ：Ｆ値（Ｆナンバー）

Ｒ：曲率半径（非球面については近軸曲率半径）

Ｄ：面間隔

Ｎｄ：屈折率

νｄ：アッベ数

ＳＤ：シャッタスペース〔ｍｍ〕

ω：半画角〔度〕

また、実施例１～実施例８において、いくつかのレンズ面を非球面としている。非球面を形成するには、いわゆるモールド非球面レンズのように、各レンズ面を直接非球面とする構成と、いわゆるハイブリッド非球面レンズのように、球面レンズのレンズ面に非球面を形成する樹脂薄膜を敷設して非球面を得る構成とがあるが、それらのいずれを用いても良い。このような非球面形状は、面の頂点を基準としたときの光軸からの高さＨの位置での光軸方向の変位Ｘが、円錐係数をｋ、４次、６次、８次、１０次、１２次、１４次、１６次、１８次、…の非球面係数をそれぞれＣ４、Ｃ６、Ｃ８、Ｃ１０、Ｃ１２、Ｃ１４、Ｃ１６、Ｃ１８、…とし、近軸曲率半径Ｒの逆数をＣとして、次の式〔１０〕で定義される。

【００２９】

ができる。

【実施例１】

【００２７】

次に、上述した本発明の実施の形態に基づく、具体的な実施例を詳細に説明する。以下に述べる実施例１、実施例２、実施例３、実施例４、実施例５、実施例６、実施例７および実施例８は、本発明の第１、第２、第３、第４、第５、第６、第７および第８の実施の形態に係る結像レンズの具体的数値例による具体的構成の実施例であり、第９の実施の形態は、実施例１～実施例８に示されるような結像レンズを有して構成したレンズユニットを撮像用光学系として用いた本発明の第９の実施の形態に係る撮像装置または情報装置の具体的実施例である。

図１～図３は、本発明の第１の実施の形態に係る実施例１における結像レンズを説明するためのものであり、図４～図６は、本発明の第２の実施の形態に係る実施例２における結像レンズを説明するためのものであり、図７～図９は、本発明の第３の実施の形態に係る実施例３における結像レンズを説明するためのものであり、図１０～図１２は、本発明の第４の実施の形態に係る実施例４における結像レンズを説明するためのものであり、図１３～図１５は、本発明の第５の実施の形態に係る実施例５における結像レンズを説明するためのものであり、図１６～図１８は、本発明の第６の実施の形態に係る実施例６における結像レンズを説明するためのものであり、図１９～図２１は、本発明の第７の実施の形態に係る実施例７における結像レンズを説明するためのものであり、そして図２２～図２４は、本発明の第８の実施の形態に係る実施例８における結像レンズを説明するためのものである。

【００２８】

実施例１～実施例８の各結像レンズにおける収差は、高いレベルで補正されており、球面収差、非点収差、像面湾曲および倍率色収差も充分に補正されている。これら実施例１～実施例８のように結像レンズを構成することにより、半画角が３２～３３度で、且つＦ値（Ｆナンバー）がＦ２．５程度と大口径でありながら、非常に良好な結像性能を確保し得ることは、各実施例より明らかである。

実施例１～実施例８に共通の記号の意味は、次の通りである。

ｆ：光学系全体の焦点距離

Ｆ：Ｆ値（Ｆナンバー）

Ｒ：曲率半径（非球面については近軸曲率半径）

Ｄ：面間隔

Ｎｄ：屈折率

νｄ：アッベ数

ＳＤ：シャッタスペース〔ｍｍ〕

ω：半画角〔度〕

また、実施例１～実施例８において、いくつかのレンズ面を非球面としている。非球面を形成するには、いわゆるモールド非球面レンズのように、各レンズ面を直接非球面とする構成と、いわゆるハイブリッド非球面レンズのように、球面レンズのレンズ面に非球面を形成する樹脂薄膜を敷設して非球面を得る構成とがあるが、それらのいずれを用いても良い。このような非球面形状は、面の頂点を基準としたときの光軸からの高さＨの位置での光軸方向の変位Ｘが、円錐係数をｋ、４次、６次、８次、１０次、１２次、１４次、１６次、１８次、…の非球面係数をそれぞれＣ４、Ｃ６、Ｃ８、Ｃ１０、Ｃ１２、Ｃ１４、Ｃ１６、Ｃ１８、…とし、近軸曲率半径Ｒの逆数をＣとして、次の式〔１０〕で定義される。

【００２９】

【数１】

$$[10]\quad X=\frac{cH^2}{1+\sqrt{\{1-(1+K)c^2H^2\}}}+C4\cdot H^4+C6\cdot H^6$$

$$+C8\cdot H^8+C10\cdot H^{10}+C12\cdot H^{12}+C14\cdot H^{14}\cdots$$

【００３０】

図１は、本発明の第１の実施の形態であり、また実施例１に係る結像レンズの光学系の無限遠合焦時における縦断面のレンズ構成を示している。

すなわち、本発明の実施例１に係る結像レンズの光学系は、図１に示すように、物体側から像面側に向かって、順次、第１レンズＬ１、第２レンズＬ２、第３レンズＬ３、開口絞りＡＤ、第４レンズＬ４、第５レンズＬ５、第６レンズＬ６、第７レンズＬ７、そして第８レンズＬ８を配置しており、第２レンズＬ２と第３レンズＬ３は、Ｌ２－Ｌ３接合レンズを構成し、第４レンズＬ４と第５レンズＬ５は、Ｌ４－Ｌ５接合レンズを構成して、レンズ構成上は、いわゆる６群８枚構成としている。

一方、図１に示す本発明の実施例１に係る結像レンズの光学系は、一体的に駆動されるレンズ群に着目すると、正の屈折率を有する第１レンズ群Ｇｒ１、負の屈折率を有する第２レンズ群Ｇｒ２、そして正の屈折率を有する第３レンズ群Ｇｒ３を、物体側から像面側に向かって、順次、配置しており、第１レンズ群Ｇｒ１、第２レンズ群Ｇｒ２および第３レンズ群Ｇｒ３の各レンズ群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持され、フォーカシング等に際しては、第２レンズ群Ｇｒ２が一体的に動作する構成としている。また、この場合、開口絞りＡＤは、第１レンズ群Ｇｒ１内に配置されており、第１レンズ群Ｇｒ１と一体的に動作する。

【００３１】

そして、第１レンズ群Ｇｒ１は、物体側に強い凹面を向け像面側に非球面を形成してなる両凹形状の負レンズからなる第１レンズＬ１と、像面側にやや強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第２レンズＬ２と像面側に凸面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第３レンズＬ３が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ２－Ｌ３接合レンズと、像面側に強い凹面を向けた両凹形状の負レンズからなる第４レンズＬ４と物体側に強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第５レンズＬ５が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ４－Ｌ５接合レンズと、から構成され、この第１レンズ群Ｇｒ１内の第３レンズＬ３と第４レンズＬ４との間に開口絞りＡＤを第１レンズ群Ｇｒ１と一体的に配置している。

第２レンズ群Ｇｒ２は、物体側に非球面を形成してなる凸面を向けた正メニスカス形状の屈折力の弱い正レンズからなる第６レンズＬ６と、物体側に凹面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第７レンズＬ７とで構成される。

第３レンズ群Ｇｒ３は、物体側に非球面を形成してなる凹面を向けた正メニスカス形状の正レンズからなる第８レンズＬ８で構成される。

これら第１レンズ群Ｇｒ１、第２レンズ群Ｇｒ２および第３レンズ群Ｇｒ３の後方、すなわち像面側、にはバック挿入ガラスＢＧが配置される。

【００３２】

デジタルスティルカメラのように、ＣＣＤ（電荷結合素子）撮像素子またはＣＭＯＳ（相補型金属酸化物半導体）撮像素子等の固体撮像素子を用いるタイプの撮像光学系では、バック挿入ガラス、ローパスフィルタ、赤外カットガラスおよび固体撮像素子の受光面を保護するためのカバーガラス等の少なくとも何れかを介挿するが、本実施例ではこれらを代表して上述したバック挿入ガラスＢＧとして示しており、等価的に１枚の平行平面板として扱う。なお、実施例２～実施例８においても等価的に１枚の平行平面板としてバック挿入ガラスＢＧを示しているが、本実施例におけるバック挿入ガラスＢＧと同様に、バック挿入ガラス、ローパスフィルタ、赤外カットガラスおよびカバーガラス等の少なくとも

【数１】

$$[10]\quad X=\frac{cH^2}{1+\sqrt{\{1-(1+K)c^2H^2\}}}+C4\cdot H^4+C6\cdot H^6$$

$$+C8\cdot H^8+C10\cdot H^{10}+C12\cdot H^{12}+C14\cdot H^{14}\cdots$$

【００３０】

図１は、本発明の第１の実施の形態であり、また実施例１に係る結像レンズの光学系の無限遠合焦時における縦断面のレンズ構成を示している。

すなわち、本発明の実施例１に係る結像レンズの光学系は、図１に示すように、物体側から像面側に向かって、順次、第１レンズＬ１、第２レンズＬ２、第３レンズＬ３、開口絞りＡＤ、第４レンズＬ４、第５レンズＬ５、第６レンズＬ６、第７レンズＬ７、そして第８レンズＬ８を配置しており、第２レンズＬ２と第３レンズＬ３は、Ｌ２－Ｌ３接合レンズを構成し、第４レンズＬ４と第５レンズＬ５は、Ｌ４－Ｌ５接合レンズを構成して、レンズ構成上は、いわゆる６群８枚構成としている。

一方、図１に示す本発明の実施例１に係る結像レンズの光学系は、一体的に駆動されるレンズ群に着目すると、正の屈折率を有する第１レンズ群Ｇｒ１、負の屈折率を有する第２レンズ群Ｇｒ２、そして正の屈折率を有する第３レンズ群Ｇｒ３を、物体側から像面側に向かって、順次、配置しており、第１レンズ群Ｇｒ１、第２レンズ群Ｇｒ２および第３レンズ群Ｇｒ３の各レンズ群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持され、フォーカシング等に際しては、第２レンズ群Ｇｒ２が一体的に動作する構成としている。また、この場合、開口絞りＡＤは、第１レンズ群Ｇｒ１内に配置されており、第１レンズ群Ｇｒ１と一体的に動作する。

【００３１】

そして、第１レンズ群Ｇｒ１は、物体側に強い凹面を向け像面側に非球面を形成してなる両凹形状の負レンズからなる第１レンズＬ１と、像面側にやや強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第２レンズＬ２と像面側に凸面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第３レンズＬ３が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ２－Ｌ３接合レンズと、像面側に強い凹面を向けた両凹形状の負レンズからなる第４レンズＬ４と物体側に強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第５レンズＬ５が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ４－Ｌ５接合レンズと、から構成され、この第１レンズ群Ｇｒ１内の第３レンズＬ３と第４レンズＬ４との間に開口絞りＡＤを第１レンズ群Ｇｒ１と一体的に配置している。

第２レンズ群Ｇｒ２は、物体側に非球面を形成してなる凸面を向けた正メニスカス形状の屈折力の弱い正レンズからなる第６レンズＬ６と、物体側に凹面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第７レンズＬ７とで構成される。

第３レンズ群Ｇｒ３は、物体側に非球面を形成してなる凹面を向けた正メニスカス形状の正レンズからなる第８レンズＬ８で構成される。

これら第１レンズ群Ｇｒ１、第２レンズ群Ｇｒ２および第３レンズ群Ｇｒ３の後方、すなわち像面側、にはバック挿入ガラスＢＧが配置される。

【００３２】

デジタルスティルカメラのように、ＣＣＤ（電荷結合素子）撮像素子またはＣＭＯＳ（相補型金属酸化物半導体）撮像素子等の固体撮像素子を用いるタイプの撮像光学系では、バック挿入ガラス、ローパスフィルタ、赤外カットガラスおよび固体撮像素子の受光面を保護するためのカバーガラス等の少なくとも何れかを介挿するが、本実施例ではこれらを代表して上述したバック挿入ガラスＢＧとして示しており、等価的に１枚の平行平面板として扱う。なお、実施例２～実施例８においても等価的に１枚の平行平面板としてバック挿入ガラスＢＧを示しているが、本実施例におけるバック挿入ガラスＢＧと同様に、バック挿入ガラス、ローパスフィルタ、赤外カットガラスおよびカバーガラス等の少なくとも

何れかを代表している。

この結像レンズにおける合焦操作、すなわちフォーカシングは、無限遠から有限距離物体へのフォーカシングに際し、第１レンズ群Ｇｒ１を固定しておき、第２レンズ群Ｇｒ２を光軸に沿って像面側に繰り込んで移動させることによって行う。

【００３３】

図１には、各光学面の面番号も示している。なお、図１に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、各実施例毎に独立に用いており、そのため、図４、図７、図１０、図１３、図１６、図１９および図２２と共通の参照符号を付していてもそれらに対応する実施例とはかならずしも共通の構成ではない。

この実施例１においては、全系の焦点距離ｆ、半画角ω〔度〕および開放Ｆ値Ｆが、それぞれｆ＝２２．９ｍｍ、ω＝３２．７度およびＦ＝２．５７（すなわちＦｎｏ．２．５７）であり、この実施例１における各光学要素における光学面の曲率半径（非球面については近軸曲率半径）Ｒ、隣接する光学面の面間隔Ｄ、屈折率Ｎｄおよびアッベ数νｄ等の光学特性は、次表１の通りである。

【００３４】

【表１】

光学特性

面番号	Ｒ	Ｄ	Ｎｄ	νｄ	備考	
1	-13.821	1.20	1.6889	31.16	Ｌ１	Ｇｒ１
2*	44.778	0.10				
3	19.950	2.85	1.8830	40.8	Ｌ２	
4	-12.564	0.80	1.4875	70.45	Ｌ３	
5	-17.845	2.19				ＳＤ
6	ＩＮＦ	0.91			ＡＤ	
7	-27.142	0.80	1.6990	30.05	Ｌ４	
8	13.788	2.94	1.8042	46.5	Ｌ５	
9	-19.756	Ｄ９				
10*	-381.680	1.20	1.6226	58.16	Ｌ６	Ｇｒ２
11	-1092.136	5.62				
12	-6.913	1.20	1.6200	36.3	Ｌ７	
13	-22.929	Ｄ１３				
14*	-40.612	3.28	1.8208	42.71	Ｌ８	Ｇｒ３
15	-14.229	7.28				
16	ＩＮＦ	1.3	1.5168	64.2	ＢＧ	
17	ＩＮＦ	—				

【００３５】

表１において、面番号に「＊（アスタリスク）」を付して示した面番号のレンズ面が非球面である。また、「ＩＮＦ」は、無限大（∞）をあらわしている。これらは、他の実施例２～実施例８についても同様である。

すなわち、表１においては、「＊」が付された第１レンズＬ１の像面側の光学面である第２面、第６レンズＬ６の物体側の光学面である第１０面、そして第８レンズＬ８の物体側の光学面である第１４面が非球面であり、式〔１０〕における非球面パラメータ（非球面係数）は、次表２の通りである。なお、非球面パラメータにおいて、「Ｅｎ」は、「１０のべき乗」すなわち「$\times 10^{n}$」をあらわし、例えば「Ｅ－０５」は、「$\times 10^{-5}$」をあらわしている。他の実施例についても同様である。

【００３６】

何れかを代表している。

この結像レンズにおける合焦操作、すなわちフォーカシングは、無限遠から有限距離物体へのフォーカシングに際し、第１レンズ群Ｇｒ１を固定しておき、第２レンズ群Ｇｒ２を光軸に沿って像面側に繰り込んで移動させることによって行う。

【００３３】

図１には、各光学面の面番号も示している。なお、図１に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、各実施例毎に独立に用いており、そのため、図４、図７、図１０、図１３、図１６、図１９および図２２と共通の参照符号を付していてもそれらに対応する実施例とはかならずしも共通の構成ではない。

この実施例１においては、全系の焦点距離ｆ、半画角ω〔度〕および開放Ｆ値Ｆが、それぞれｆ＝２２．９ｍｍ、ω＝３２．７度およびＦ＝２．５７（すなわちＦｎｏ．２．５７）であり、この実施例１における各光学要素における光学面の曲率半径（非球面については近軸曲率半径）Ｒ、隣接する光学面の面間隔Ｄ、屈折率Ｎｄおよびアッベ数νｄ等の光学特性は、次表１の通りである。

【００３４】

【表１】

光学特性

面番号	Ｒ	Ｄ	Ｎｄ	νｄ	備考	
1	-13.821	1.20	1.6889	31.16	Ｌ１	Ｇｒ１
2*	44.778	0.10				
3	19.950	2.85	1.8830	40.8	Ｌ２	
4	-12.564	0.80	1.4875	70.45	Ｌ３	
5	-17.845	2.19				ＳＤ
6	ＩＮＦ	0.91			ＡＤ	
7	-27.142	0.80	1.6990	30.05	Ｌ４	
8	13.788	2.94	1.8042	46.5	Ｌ５	
9	-19.756	Ｄ９				
10*	-381.680	1.20	1.6226	58.16	Ｌ６	Ｇｒ２
11	-1092.136	5.62				
12	-6.913	1.20	1.6200	36.3	Ｌ７	
13	-22.929	Ｄ１３				
14*	-40.612	3.28	1.8208	42.71	Ｌ８	Ｇｒ３
15	-14.229	7.28				
16	ＩＮＦ	1.3	1.5168	64.2	ＢＧ	
17	ＩＮＦ	—				

【００３５】

表１において、面番号に「＊（アスタリスク）」を付して示した面番号のレンズ面が非球面である。また、「ＩＮＦ」は、無限大（∞）をあらわしている。これらは、他の実施例２～実施例８についても同様である。

すなわち、表１においては、「＊」が付された第１レンズＬ１の像面側の光学面である第２面、第６レンズＬ６の物体側の光学面である第１０面、そして第８レンズＬ８の物体側の光学面である第１４面が非球面であり、式〔１０〕における非球面パラメータ（非球面係数）は、次表２の通りである。なお、非球面パラメータにおいて、「Ｅｎ」は、「１０のべき乗」すなわち「$\times 10^{n}$」をあらわし、例えば「Ｅ－０５」は、「$\times 10^{-5}$」をあらわしている。他の実施例についても同様である。

【００３６】

【表２】

第２面、第１０面および第１４面の非球面パラメータ

パラメータ	第２面	第１０面	第１４面
Ｋ	0	0	0
Ｃ４	1.9937E-04	1.0563E-04	-7.4616E-05
Ｃ６	1.6689E-06	2.2952E-06	3.8118E-07
Ｃ８	-3.0434E-08	-4.7279E-08	-5.6743E-09
Ｃ１０	1.3602E-10	1.2148E-09	2.6262E-11

【００３７】

この実施例１においては、表１に示した第１レンズ群Ｇｒ１の第５レンズＬ５と第２レンズ群Ｇｒ２の第６レンズＬ６との間の可変間隔Ｄ９、そして第２レンズ群Ｇｒ２の第７レンズＬ７と第３レンズ群Ｇｒ３の第８レンズＬ８との間の可変間隔Ｄ１３は、撮像倍率が変化して物体距離が無限遠と撮影倍率－１／２０（物体距離≒５００ｍｍ）とに変化した際に、次表３の通りに変化する。

【００３８】

【表３】

可変間隔

	Ｄ９	Ｄ１３
ＩＮＦ	0.10	1.81
-1/20	0.84	1.10

【００３９】

また、この実施例１における先に述べた条件式〔１〕～条件式〔９〕に対応する値は、それぞれ次表４の通りとなる。

【００４０】

【表４】

条件式の値

〔1〕	Ｌ／Ｙ′	2.4
〔2〕	ｆ１／ｆ３	0.6
〔3〕	ｆ２／ｆ	-0.70
〔4〕	$\lvert f_{2weak} \rvert$	943.0
〔5〕	｜ｆｆ／ｆＡｉｒ｜	2.9
〔6〕	$\lvert \Delta D_{1-2} / \beta \rvert$	15.1
〔7〕	ｆｅｎ／ｆｅｐ	-0.7
〔8〕	ＬＤ１／ＬＤ３	0.6
〔9〕	ＳＤ	3.1㎜

【００４１】

したがって、この実施例１における先に述べた条件式〔１〕～条件式〔９〕に係る数値は、それぞれ各条件式の範囲内であり、条件式〔１〕～条件式〔９〕を満足している。

また、図２に、実施例１に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態でのｄ線とｇ線における諸収差、すなわち球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差、の各収差曲線図を、そして図３に、実施例１に係る結像レンズが撮影倍率が約－１／２０倍（物体距離≒５００ｍｍ）で物体に合焦した状態でのｄ線とｇ線における諸収差、すなわち球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差、の各収差曲線図を、それぞれ示している。

なお、これらの収差曲線図において、球面収差における破線は正弦条件をあらわし、非

【表２】

第２面、第１０面および第１４面の非球面パラメータ

パラメータ	第２面	第１０面	第１４面
Ｋ	0	0	0
Ｃ４	1.9937E-04	1.0563E-04	-7.4616E-05
Ｃ６	1.6689E-06	2.2952E-06	3.8118E-07
Ｃ８	-3.0434E-08	-4.7279E-08	-5.6743E-09
Ｃ１０	1.3602E-10	1.2148E-09	2.6262E-11

【００３７】

この実施例１においては、表１に示した第１レンズ群Ｇｒ１の第５レンズＬ５と第２レンズ群Ｇｒ２の第６レンズＬ６との間の可変間隔Ｄ９、そして第２レンズ群Ｇｒ２の第７レンズＬ７と第３レンズ群Ｇｒ３の第８レンズＬ８との間の可変間隔Ｄ１３は、撮像倍率が変化して物体距離が無限遠と撮影倍率－１／２０（物体距離≒５００ｍｍ）とに変化した際に、次表３の通りに変化する。

【００３８】

【表３】

可変間隔

	Ｄ９	Ｄ１３
ＩＮＦ	0.10	1.81
-1/20	0.84	1.10

【００３９】

また、この実施例１における先に述べた条件式〔１〕～条件式〔９〕に対応する値は、それぞれ次表４の通りとなる。

【００４０】

【表４】

条件式の値

〔1〕	Ｌ／Ｙ′	2.4
〔2〕	ｆ１／ｆ３	0.6
〔3〕	ｆ２／ｆ	-0.70
〔4〕	$\lvert f_{2weak} \rvert$	943.0
〔5〕	｜ｆｆ／ｆＡｉｒ｜	2.9
〔6〕	$\lvert \Delta D_{1-2}/\beta \rvert$	15.1
〔7〕	ｆｅｎ／ｆｅｐ	-0.7
〔8〕	ＬＤ１／ＬＤ３	0.6
〔9〕	ＳＤ	3.1㎜

【００４１】

したがって、この実施例１における先に述べた条件式〔１〕～条件式〔９〕に係る数値は、それぞれ各条件式の範囲内であり、条件式〔１〕～条件式〔９〕を満足している。

また、図２に、実施例１に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態でのｄ線とｇ線における諸収差、すなわち球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差、の各収差曲線図を、そして図３に、実施例１に係る結像レンズが撮影倍率が約－１／２０倍（物体距離≒５００ｍｍ）で物体に合焦した状態でのｄ線とｇ線における諸収差、すなわち球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差、の各収差曲線図を、それぞれ示している。

なお、これらの収差曲線図において、球面収差における破線は正弦条件をあらわし、非

点収差における実線はサジタル、そして破線はメリディオナルをそれぞれあらわしている。また、球面収差、非点収差、並びにコマ収差の各収差図におけるｇおよびｄはそれぞれ、ｇ線およびｄ線をあらわしている。これらは、他の実施例に係る収差曲線図についても同様である。

【実施例２】

【００４２】

図４は、本発明の第２の実施の形態であり、また、実施例２に係る結像レンズの光学系の無限遠合焦時における縦断面のレンズ構成を示している。

すなわち、本発明の実施例２に係る結像レンズの光学系は、図４に示すように、物体側から像面側に向かって、順次、第１レンズＬ１、第２レンズＬ２、第３レンズＬ３、開口絞りＡＤ、第４レンズＬ４、第５レンズＬ５、第６レンズＬ６、第７レンズＬ７、そして第８レンズＬ８を配置しており、第２レンズＬ２と第３レンズＬ３は、Ｌ２－Ｌ３接合レンズを構成し、第４レンズＬ４と第５レンズＬ５は、Ｌ４－Ｌ５接合レンズを構成して、レンズ構成上は、いわゆる６群８枚構成としている。

一方、図４に示す本発明の実施例２に係る結像レンズの光学系は、一体的に駆動されるレンズ群に着目すると、正の屈折率を有する第１レンズ群Ｇｒ１，負の屈折率を有する第２レンズ群Ｇｒ２、そして正の屈折率を有する第３レンズ群Ｇｒ３を、物体側から像面側に向かって、順次、配置しており、第１レンズ群Ｇｒ１、第２レンズ群Ｇｒ２および第３レンズ群Ｇｒ３の各レンズ群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持されている。また、この場合も、開口絞りＡＤは、第１レンズ群Ｇｒ１内に配置されており、第１レンズ群Ｇｒ１と一体的に動作する。

【００４３】

そして、第１レンズ群Ｇｒ１は、物体側に非球面を形成してなる凸面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第１レンズＬ１と、物体側にやや強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第２レンズＬ２と物体側にやや強い凹面を向けた両凹形状の負レンズからなる第３レンズＬ３が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ２－Ｌ３接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第４レンズＬ４と物体側にやや強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第５レンズＬ５が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ４－Ｌ５接合レンズと、から構成され、この第１レンズ群Ｇｒ１内の第３レンズＬ３と第４レンズＬ４との間に開口絞りＡＤを第１レンズ群Ｇｒ１と一体的に配置している。

第２レンズ群Ｇｒ２は、物体側に非球面を形成してなるやや強い凹面を向けた負メニスカス形状の屈折力の弱い負レンズからなる第６レンズＬ６と、物体側に凹面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第７レンズＬ７とで構成される。

第３レンズ群Ｇｒ３は、像面側に非球面を形成してなる凸面を向けた正メニスカス形状の正レンズからなる第８レンズＬ８で構成される。

これら第１レンズ群Ｇｒ１、第２レンズ群Ｇｒ２および第３レンズ群Ｇｒ３の後方、すなわち像面側、には、実施例１（図１）とほぼ同様のバック挿入ガラスＢＧが配置される。

【００４４】

この結像レンズにおける合焦操作、すなわちフォーカシングは、無限遠から有限距離物体へのフォーカシングに際し、第１レンズ群Ｇｒ１を固定しておき、第２レンズ群Ｇｒ２を光軸に沿って像面側に繰り込んで移動させることによって行う。

図４には、各光学面の面番号も示している。なお、図４に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、各実施例毎に独立に用いており、そのため、図１、図７、図１０、図１３、図１６、図１９および図２２と共通の参照符号を付していてもそれらに対応する実施例とはかならずしも共通の構成ではない。

この実施例２においては、全系の焦点距離ｆ、半画角ω〔度〕および開放Ｆ値Ｆが、それぞれｆ＝２２．９ｍｍ、ω＝３２．９度およびＦ＝２．５６（すなわちＦｎｏ．２．５６）であり、この実施例２における各光学要素における光学面の曲率半径（非球面につい

点収差における実線はサジタル、そして破線はメリディオナルをそれぞれあらわしている。また、球面収差、非点収差、並びにコマ収差の各収差図におけるｇおよびｄはそれぞれ、ｇ線およびｄ線をあらわしている。これらは、他の実施例に係る収差曲線図についても同様である。

【実施例２】

【００４２】

図４は、本発明の第２の実施の形態であり、また、実施例２に係る結像レンズの光学系の無限遠合焦時における縦断面のレンズ構成を示している。

すなわち、本発明の実施例２に係る結像レンズの光学系は、図４に示すように、物体側から像面側に向かって、順次、第１レンズＬ１、第２レンズＬ２、第３レンズＬ３、開口絞りＡＤ、第４レンズＬ４、第５レンズＬ５、第６レンズＬ６、第７レンズＬ７、そして第８レンズＬ８を配置しており、第２レンズＬ２と第３レンズＬ３は、Ｌ２－Ｌ３接合レンズを構成し、第４レンズＬ４と第５レンズＬ５は、Ｌ４－Ｌ５接合レンズを構成して、レンズ構成上は、いわゆる６群８枚構成としている。

一方、図４に示す本発明の実施例２に係る結像レンズの光学系は、一体的に駆動されるレンズ群に着目すると、正の屈折率を有する第１レンズ群Ｇｒ１，負の屈折率を有する第２レンズ群Ｇｒ２、そして正の屈折率を有する第３レンズ群Ｇｒ３を、物体側から像面側に向かって、順次、配置しており、第１レンズ群Ｇｒ１、第２レンズ群Ｇｒ２および第３レンズ群Ｇｒ３の各レンズ群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持されている。また、この場合も、開口絞りＡＤは、第１レンズ群Ｇｒ１内に配置されており、第１レンズ群Ｇｒ１と一体的に動作する。

【００４３】

そして、第１レンズ群Ｇｒ１は、物体側に非球面を形成してなる凸面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第１レンズＬ１と、物体側にやや強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第２レンズＬ２と物体側にやや強い凹面を向けた両凹形状の負レンズからなる第３レンズＬ３が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ２－Ｌ３接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第４レンズＬ４と物体側にやや強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第５レンズＬ５が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ４－Ｌ５接合レンズと、から構成され、この第１レンズ群Ｇｒ１内の第３レンズＬ３と第４レンズＬ４との間に開口絞りＡＤを第１レンズ群Ｇｒ１と一体的に配置している。

第２レンズ群Ｇｒ２は、物体側に非球面を形成してなるやや強い凹面を向けた負メニスカス形状の屈折力の弱い負レンズからなる第６レンズＬ６と、物体側に凹面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第７レンズＬ７とで構成される。

第３レンズ群Ｇｒ３は、像面側に非球面を形成してなる凸面を向けた正メニスカス形状の正レンズからなる第８レンズＬ８で構成される。

これら第１レンズ群Ｇｒ１、第２レンズ群Ｇｒ２および第３レンズ群Ｇｒ３の後方、すなわち像面側、には、実施例１（図１）とほぼ同様のバック挿入ガラスＢＧが配置される。

【００４４】

この結像レンズにおける合焦操作、すなわちフォーカシングは、無限遠から有限距離物体へのフォーカシングに際し、第１レンズ群Ｇｒ１を固定しておき、第２レンズ群Ｇｒ２を光軸に沿って像面側に繰り込んで移動させることによって行う。

図４には、各光学面の面番号も示している。なお、図４に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、各実施例毎に独立に用いており、そのため、図１、図７、図１０、図１３、図１６、図１９および図２２と共通の参照符号を付していてもそれらに対応する実施例とはかならずしも共通の構成ではない。

この実施例２においては、全系の焦点距離ｆ、半画角ω〔度〕および開放Ｆ値Ｆが、それぞれｆ＝２２．９ｍｍ、ω＝３２．９度およびＦ＝２．５６（すなわちＦｎｏ．２．５６）であり、この実施例２における各光学要素における光学面の曲率半径（非球面につい

ては近軸曲率半径）Ｒ、隣接する光学面の面間隔Ｄ、屈折率Ｎｄおよびアッベ数νｄ等の光学特性は、次表５の通りである。

【００４５】

【表５】

光学特性

面番号	Ｒ	Ｄ	Ｎｄ	νｄ	備考	
1*	18.620	1.20	1.5163	64.14	Ｌ１	Ｇｒ１
2	9.108	0.74				
3	12.169	3.10	1.8042	46.5	Ｌ２	
4	-13.241	0.80	1.6398	34.57	Ｌ３	
5	14.306	0.72				ＳＤ
6	ＩＮＦ	3.28			ＡＤ	
7	230.049	0.80	1.6727	32.17	Ｌ４	
8	13.111	2.91	1.8042	46.5	Ｌ５	
9	-15.088	Ｄ９				
10*	-47.391	1.20	1.7308	40.5	Ｌ６	Ｇｒ２
11	-49.137	4.78				
12	-6.871	1.00	1.6727	32.17	Ｌ７	
13	-17.748	Ｄ１３				
14	-22.170	2.45	1.8014	45.45	Ｌ８	Ｇｒ３
15*	-12.954	7.21				
16	ＩＮＦ	1.3	1.5168	64.2	ＢＧ	
17	ＩＮＦ	----				

【００４６】

表５において、面番号に「＊」を付して示した面番号のレンズ面が非球面である。また、「ＩＮＦ」は、無限大（∞）をあらわしている。これらは、他の実施例についても同様である。

すなわち、表５においては、「＊」が付された第１レンズＬ１の物体側の光学面である第１面、第６レンズＬ６の物体側の光学面である第１０面、そして第８レンズＬ８の像面側の光学面である第１５面が非球面であり、式〔１０〕における非球面パラメータ（非球面係数）は、次表６の通りである。

【００４７】

【表６】

第１面、第１０面および第１５面の非球面パラメータ

パラメータ	第１面	第１０面	第１５面
Ｋ	0	0	-9.6400E-03
Ｃ４	-1.4206E-04	1.3175E-04	7.9858E-05
Ｃ６	-1.2412E-06	1.2115E-06	-1.5635E-06
Ｃ８	0	3.3850E-09	5.4401E-08
Ｃ１０	0	6.1223E-10	-7.6865E-10
Ｃ１２	0	0	2.5712E-12
Ｃ１４	0	0	4.6067E-14
Ｃ１６	0	0	-3.8925E-16
Ｃ１８	0	0	4.4324E-19

【００４８】

この実施例２においては、表５に示した第１レンズ群Ｇｒ１の第５レンズＬ５と第２レ

ては近軸曲率半径）Ｒ、隣接する光学面の面間隔Ｄ、屈折率Ｎｄおよびアッベ数νｄ等の光学特性は、次表５の通りである。

【００４５】

【表５】

光学特性

面番号	Ｒ	Ｄ	Ｎｄ	νｄ	備考	
1*	18.620	1.20	1.5163	64.14	Ｌ１	Ｇｒ１
2	9.108	0.74				
3	12.169	3.10	1.8042	46.5	Ｌ２	
4	-13.241	0.80	1.6398	34.57	Ｌ３	
5	14.306	0.72				ＳＤ
6	ＩＮＦ	3.28			ＡＤ	
7	230.049	0.80	1.6727	32.17	Ｌ４	
8	13.111	2.91	1.8042	46.5	Ｌ５	
9	-15.088	Ｄ９				
10*	-47.391	1.20	1.7308	40.5	Ｌ６	Ｇｒ２
11	-49.137	4.78				
12	-6.871	1.00	1.6727	32.17	Ｌ７	
13	-17.748	Ｄ１３				
14	-22.170	2.45	1.8014	45.45	Ｌ８	Ｇｒ３
15*	-12.954	7.21				
16	ＩＮＦ	1.3	1.5168	64.2	ＢＧ	
17	ＩＮＦ	----				

【００４６】

表５において、面番号に「＊」を付して示した面番号のレンズ面が非球面である。また、「ＩＮＦ」は、無限大（∞）をあらわしている。これらは、他の実施例についても同様である。

すなわち、表５においては、「＊」が付された第１レンズＬ１の物体側の光学面である第１面、第６レンズＬ６の物体側の光学面である第１０面、そして第８レンズＬ８の像面側の光学面である第１５面が非球面であり、式〔１０〕における非球面パラメータ（非球面係数）は、次表６の通りである。

【００４７】

【表６】

第１面、第１０面および第１５面の非球面パラメータ

パラメータ	第１面	第１０面	第１５面
Ｋ	0	0	-9.6400E-03
Ｃ４	-1.4206E-04	1.3175E-04	7.9858E-05
Ｃ６	-1.2412E-06	1.2115E-06	-1.5635E-06
Ｃ８	0	3.3850E-09	5.4401E-08
Ｃ１０	0	6.1223E-10	-7.6865E-10
Ｃ１２	0	0	2.5712E-12
Ｃ１４	0	0	4.6067E-14
Ｃ１６	0	0	-3.8925E-16
Ｃ１８	0	0	4.4324E-19

【００４８】

この実施例２においては、表５に示した第１レンズ群Ｇｒ１の第５レンズＬ５と第２レ

ンズ群Ｇｒ２の第６レンズＬ６との間の可変間隔Ｄ９、そして第２レンズ群Ｇｒ２の第７レンズＬ７と第３レンズ群Ｇｒ３の第８レンズＬ８との間の可変間隔Ｄ１３は、撮像倍率が変化して物体距離が無限遠と撮影倍率－１／２０（物体距離≒５００ｍｍ）とに変化した際に、次表７の通りに変化する。

【００４９】

【表７】

可変間隔

	Ｄ９	Ｄ１３
ＩＮＦ	0.27	1.74
-1/20	0.99	1.07

【００５０】

また、この実施例２における先に述べた条件式〔１〕～条件式〔９〕に対応する値は、それぞれ次表８の通りとなる。

【００５１】

【表８】

条件式の値

〔１〕	Ｌ／Ｙ′	2.4
〔２〕	ｆ１／ｆ３	0.4
〔３〕	ｆ２／ｆ	-0.74
〔４〕	$\lvert f_{2week} \rvert$	2572.0
〔５〕	｜ｆｆ／ｆＡｉｒ｜	3.6
〔６〕	$\lvert \Delta D_{1-2} / \beta \rvert$	14.7
〔７〕	ｆｅｎ／ｆｅｐ	-0.5
〔８〕	ＬＤ１／ＬＤ３	0.7
〔９〕	ＳＤ	4.0㎜

【００５２】

したがって、この実施例２における先に述べた条件式〔１〕～条件式〔９〕に係る数値は、それぞれ各条件式の範囲内であり、条件式〔１〕～条件式〔９〕を満足している。

また、図５に、実施例２に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態でのｄ線とｇ線における諸収差、すなわち球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差、の各収差曲線図を、そして図６に、実施例２に係る結像レンズが撮影倍率が約－１／２０倍（物体距離≒５００ｍｍ）で物体に合焦した状態でのｄ線とｇ線における諸収差、すなわち球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差、の各収差曲線図を、それぞれ示している。

他の実施例に係る収差曲線図と同様に、これらの収差曲線図において、球面収差における破線は正弦条件をあらわし、非点収差における実線はサジタル、そして破線はメリディオナルをそれぞれあらわしている。また、球面収差、非点収差、並びにコマ収差の各収差図におけるｇおよびｄはそれぞれ、ｇ線およびｄ線をあらわしている。

【実施例３】

【００５３】

図７は、本発明の第３の実施の形態であり、また、実施例３に係る結像レンズの光学系の無限遠合焦時における縦断面のレンズ構成を模式的に示している。

すなわち、本発明の実施例３に係る結像レンズの光学系は、図７に示すように、物体側から像面側に向かって、順次、第１レンズＬ１、第２レンズＬ２、第３レンズＬ３、開口絞りＡＤ、第４レンズＬ４、第５レンズＬ５、第６レンズＬ６、第７レンズＬ７、そして第８レンズＬ８を配置しており、第２レンズＬ２と第３レンズＬ３は、Ｌ２－Ｌ３接合レンズを構成し、第４レンズＬ４と第５レンズＬ５は、Ｌ４－Ｌ５接合レンズを構成して、

ンズ群Ｇｒ２の第６レンズＬ６との間の可変間隔Ｄ９、そして第２レンズ群Ｇｒ２の第７レンズＬ７と第３レンズ群Ｇｒ３の第８レンズＬ８との間の可変間隔Ｄ１３は、撮像倍率が変化して物体距離が無限遠と撮影倍率－１／２０（物体距離≒５００ｍｍ）とに変化した際に、次表７の通りに変化する。

【００４９】

【表７】

可変間隔

	Ｄ９	Ｄ１３
ＩＮＦ	0.27	1.74
-1/20	0.99	1.07

【００５０】

また、この実施例２における先に述べた条件式〔１〕～条件式〔９〕に対応する値は、それぞれ次表８の通りとなる。

【００５１】

【表８】

条件式の値

〔１〕	Ｌ／Ｙ′	2.4
〔２〕	ｆ１／ｆ３	0.4
〔３〕	ｆ２／ｆ	-0.74
〔４〕	$\lvert f_{2week} \rvert$	2572.0
〔５〕	｜ｆｆ／ｆＡｉｒ｜	3.6
〔６〕	$\lvert \Delta D_{1-2} / \beta \rvert$	14.7
〔７〕	ｆｅｎ／ｆｅｐ	-0.5
〔８〕	ＬＤ１／ＬＤ３	0.7
〔９〕	ＳＤ	4.0㎜

【００５２】

したがって、この実施例２における先に述べた条件式〔１〕～条件式〔９〕に係る数値は、それぞれ各条件式の範囲内であり、条件式〔１〕～条件式〔９〕を満足している。

また、図５に、実施例２に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態でのｄ線とｇ線における諸収差、すなわち球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差、の各収差曲線図を、そして図６に、実施例２に係る結像レンズが撮影倍率が約－１／２０倍（物体距離≒５００ｍｍ）で物体に合焦した状態でのｄ線とｇ線における諸収差、すなわち球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差、の各収差曲線図を、それぞれ示している。

他の実施例に係る収差曲線図と同様に、これらの収差曲線図において、球面収差における破線は正弦条件をあらわし、非点収差における実線はサジタル、そして破線はメリディオナルをそれぞれあらわしている。また、球面収差、非点収差、並びにコマ収差の各収差図におけるｇおよびｄはそれぞれ、ｇ線およびｄ線をあらわしている。

【実施例３】

【００５３】

図７は、本発明の第３の実施の形態であり、また、実施例３に係る結像レンズの光学系の無限遠合焦時における縦断面のレンズ構成を模式的に示している。

すなわち、本発明の実施例３に係る結像レンズの光学系は、図７に示すように、物体側から像面側に向かって、順次、第１レンズＬ１、第２レンズＬ２、第３レンズＬ３、開口絞りＡＤ、第４レンズＬ４、第５レンズＬ５、第６レンズＬ６、第７レンズＬ７、そして第８レンズＬ８を配置しており、第２レンズＬ２と第３レンズＬ３は、Ｌ２－Ｌ３接合レンズを構成し、第４レンズＬ４と第５レンズＬ５は、Ｌ４－Ｌ５接合レンズを構成して、

レンズ構成上は、いわゆる６群８枚構成としている。

一方、図７に示す本発明の実施例３に係る結像レンズの光学系は、一体的に駆動されるレンズ群に着目すると、正の屈折率を有する第１レンズ群Ｇｒ１、負の屈折率を有する第２レンズ群Ｇｒ２、そして正の屈折率を有する第３レンズ群Ｇｒ３を、物体側から像面側に向かって、順次、配置しており、第１レンズ群Ｇｒ１、第２レンズ群Ｇｒ２および第３レンズ群Ｇｒ３の各レンズ群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持されている。また、この場合も、開口絞りＡＤは、第１レンズ群Ｇｒ１内に配置されており、第１レンズ群Ｇｒ１と一体的に動作する。

【００５４】

そして、第１レンズ群Ｇｒ１は、物体側に凸面を向け像面側に非球面を形成してなる負メニスカス形状の負レンズからなる第１レンズＬ１と、像面側に強い凹面を向けた両凹形状の負レンズからなる第２レンズＬ２と物体側に強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第３レンズＬ３が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ２－Ｌ３接合レンズと、像面側に凸面を向けた正メニスカス形状の正レンズからなる第４レンズＬ４と像面側に凸面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第５レンズＬ５が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ４－Ｌ５接合レンズと、から構成され、この第１レンズ群Ｇｒ１内の第３レンズＬ３と第４レンズＬ４との間に開口絞りＡＤを第１レンズ群Ｇｒ１と一体的に配置している。

第２レンズ群Ｇｒ２は、物体側に非球面を形成してなる凸面を向けた正メニスカス形状の屈折力の弱い正レンズからなる第６レンズＬ６と、物体側に凹面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第７レンズＬ７とで構成される。

第３レンズ群Ｇｒ３は、像面側に非球面を形成してなる凸面を向けた正メニスカス形状の正レンズからなる第８レンズＬ８で構成される。

これら第１レンズ群Ｇｒ１、第２レンズ群Ｇｒ２および第３レンズ群Ｇｒ３の後方、すなわち像面側、には、実施例１（図１）等とほぼ同様のバック挿入ガラスＢＧが配置される。

【００５５】

この結像レンズにおける合焦操作、すなわちフォーカシングは、無限遠から有限距離物体へのフォーカシングに際し、第１レンズ群Ｇｒ１を固定しておき、第２レンズ群Ｇｒ２を光軸に沿って像面側に繰り込んで移動させることによって行う。

図７には、各光学面の面番号も示している。なお、図７に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、各実施例毎に独立に用いており、そのため、図１、図４、図１０、図１３、図１６、図１９および図２２と共通の参照符号を付していてもそれらに対応する実施例とはかならずしも共通の構成ではない。

この実施例３においては、全系の焦点距離ｆ、半画角ω〔度〕および開放Ｆ値Ｆが、それぞれｆ＝２２．９ｍｍ、ω＝３２．８度およびＦ＝２．５６（すなわちＦｎｏ．２．５６）であり、この実施例３における各光学要素における光学面の曲率半径（非球面については近軸曲率半径）Ｒ、隣接する光学面の面間隔Ｄ、屈折率Ｎｄおよびアッベ数νｄ等の光学特性は、次表９の通りである。

【００５６】

レンズ構成上は、いわゆる６群８枚構成としている。

一方、図７に示す本発明の実施例３に係る結像レンズの光学系は、一体的に駆動されるレンズ群に着目すると、正の屈折率を有する第１レンズ群Ｇｒ１、負の屈折率を有する第２レンズ群Ｇｒ２、そして正の屈折率を有する第３レンズ群Ｇｒ３を、物体側から像面側に向かって、順次、配置しており、第１レンズ群Ｇｒ１、第２レンズ群Ｇｒ２および第３レンズ群Ｇｒ３の各レンズ群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持されている。また、この場合も、開口絞りＡＤは、第１レンズ群Ｇｒ１内に配置されており、第１レンズ群Ｇｒ１と一体的に動作する。

【００５４】

そして、第１レンズ群Ｇｒ１は、物体側に凸面を向け像面側に非球面を形成してなる負メニスカス形状の負レンズからなる第１レンズＬ１と、像面側に強い凹面を向けた両凹形状の負レンズからなる第２レンズＬ２と物体側に強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第３レンズＬ３が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ２－Ｌ３接合レンズと、像面側に凸面を向けた正メニスカス形状の正レンズからなる第４レンズＬ４と像面側に凸面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第５レンズＬ５が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ４－Ｌ５接合レンズと、から構成され、この第１レンズ群Ｇｒ１内の第３レンズＬ３と第４レンズＬ４との間に開口絞りＡＤを第１レンズ群Ｇｒ１と一体的に配置している。

第２レンズ群Ｇｒ２は、物体側に非球面を形成してなる凸面を向けた正メニスカス形状の屈折力の弱い正レンズからなる第６レンズＬ６と、物体側に凹面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第７レンズＬ７とで構成される。

第３レンズ群Ｇｒ３は、像面側に非球面を形成してなる凸面を向けた正メニスカス形状の正レンズからなる第８レンズＬ８で構成される。

これら第１レンズ群Ｇｒ１、第２レンズ群Ｇｒ２および第３レンズ群Ｇｒ３の後方、すなわち像面側、には、実施例１（図１）等とほぼ同様のバック挿入ガラスＢＧが配置される。

【００５５】

この結像レンズにおける合焦操作、すなわちフォーカシングは、無限遠から有限距離物体へのフォーカシングに際し、第１レンズ群Ｇｒ１を固定しておき、第２レンズ群Ｇｒ２を光軸に沿って像面側に繰り込んで移動させることによって行う。

図７には、各光学面の面番号も示している。なお、図７に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、各実施例毎に独立に用いており、そのため、図１、図４、図１０、図１３、図１６、図１９および図２２と共通の参照符号を付していてもそれらに対応する実施例とはかならずしも共通の構成ではない。

この実施例３においては、全系の焦点距離ｆ、半画角ω〔度〕および開放Ｆ値Ｆが、それぞれｆ＝２２．９ｍｍ、ω＝３２．８度およびＦ＝２．５６（すなわちＦｎｏ．２．５６）であり、この実施例３における各光学要素における光学面の曲率半径（非球面については近軸曲率半径）Ｒ、隣接する光学面の面間隔Ｄ、屈折率Ｎｄおよびアッベ数νｄ等の光学特性は、次表９の通りである。

【００５６】

【表９】

光学特性

面番号	R	D	Nd	νd	備考	
1	24.974	1.20	1.8212	24.06	L１	Ｇｒ１
2*	18.147	1.45				
3	-51.030	0.80	1.5814	40.89	L２	
4	11.282	2.27	1.8042	46.5	L３	
5	-35.807	0.10				SD
6	ＩＮＦ	3.08			AD	
7	-155.626	2.54	1.8042	46.5	L４	
8	-8.653	0.80	1.6477	33.84	L５	
9	-17.214	D９				
10*	38.762	1.20	1.6226	58.16	L６	Ｇｒ２
11	40.250	5.51				
12	-6.829	1.10	1.6889	31.16	L７	
13	-36.445	D１３				
14	-56.420	3.39	1.8014	45.45	L８	Ｇｒ３
15*	-14.302	7.16				
16	ＩＮＦ	1.3	1.5168	64.2	BG	
17	ＩＮＦ	—				

【００５７】

表９において、他の実施例と同様に、面番号に「＊」を付して示した面番号のレンズ面が非球面である。また、「ＩＮＦ」は、無限大（∞）をあらわしている。

すなわち、表９においては、「＊」が付された第１レンズＬ１の像面側の光学面である第２面、第６レンズＬ６の物体側の光学面である第１０面、そして第８レンズＬ８の像面側の光学面である第１５面が非球面であり、式〔１０〕における非球面パラメータ（非球面係数）は次表の通りである。

【００５８】

【表１０】

第２面、第１０面および第１５面の非球面パラメータ

パラメータ	第２面	第１０面	第１５面
K	0	0	1.1971E-01
C４	1.6997E-04	1.1109E-04	6.5024E-05
C６	3.5345E-06	1.6834E-06	-1.7498E-06
C８	-6.6796E-08	-9.8127E-09	6.1645E-08
C１０	2.3037E-09	1.0344E-09	-9.4181E-10
C１２	0	0	4.9464E-12
C１４	0	0	4.3757E-14
C１６	0	0	-6.5067E-16
C１８	0	0	2.2262E-18

【００５９】

この実施例３においては、表９に示した第１レンズ群Ｇｒ１の第５レンズＬ５と第２レンズ群Ｇｒ２の第６レンズＬ６との間の可変間隔Ｄ９、そして第２レンズ群Ｇｒ２の第７レンズＬ７と第３レンズ群Ｇｒ３の第８レンズＬ８との間の可変間隔Ｄ１３は、撮像倍率が変化して物体距離が無限遠と撮影倍率－１／２０（物体距離≒５００ｍｍ）とに変化した際に、次表１１の通りに変化する。

【表９】

光学特性

面番号	R	D	Nd	νd	備考	
1	24.974	1.20	1.8212	24.06	L１	Ｇｒ１
2*	18.147	1.45				
3	-51.030	0.80	1.5814	40.89	L２	
4	11.282	2.27	1.8042	46.5	L３	
5	-35.807	0.10				SD
6	ＩＮＦ	3.08			AD	
7	-155.626	2.54	1.8042	46.5	L４	
8	-8.653	0.80	1.6477	33.84	L５	
9	-17.214	D９				
10*	38.762	1.20	1.6226	58.16	L６	Ｇｒ２
11	40.250	5.51				
12	-6.829	1.10	1.6889	31.16	L７	
13	-36.445	D１３				
14	-56.420	3.39	1.8014	45.45	L８	Ｇｒ３
15*	-14.302	7.16				
16	ＩＮＦ	1.3	1.5168	64.2	BG	
17	ＩＮＦ	—				

【００５７】

表９において、他の実施例と同様に、面番号に「＊」を付して示した面番号のレンズ面が非球面である。また、「ＩＮＦ」は、無限大（∞）をあらわしている。

すなわち、表９においては、「＊」が付された第１レンズＬ１の像面側の光学面である第２面、第６レンズＬ６の物体側の光学面である第１０面、そして第８レンズＬ８の像面側の光学面である第１５面が非球面であり、式〔１０〕における非球面パラメータ（非球面係数）は次表の通りである。

【００５８】

【表１０】

第２面、第１０面および第１５面の非球面パラメータ

パラメータ	第２面	第１０面	第１５面
K	0	0	1.1971E-01
C４	1.6997E-04	1.1109E-04	6.5024E-05
C６	3.5345E-06	1.6834E-06	-1.7498E-06
C８	-6.6796E-08	-9.8127E-09	6.1645E-08
C１０	2.3037E-09	1.0344E-09	-9.4181E-10
C１２	0	0	4.9464E-12
C１４	0	0	4.3757E-14
C１６	0	0	-6.5067E-16
C１８	0	0	2.2262E-18

【００５９】

この実施例３においては、表９に示した第１レンズ群Ｇｒ１の第５レンズＬ５と第２レンズ群Ｇｒ２の第６レンズＬ６との間の可変間隔Ｄ９、そして第２レンズ群Ｇｒ２の第７レンズＬ７と第３レンズ群Ｇｒ３の第８レンズＬ８との間の可変間隔Ｄ１３は、撮像倍率が変化して物体距離が無限遠と撮影倍率－１／２０（物体距離≒５００ｍｍ）とに変化した際に、次表１１の通りに変化する。

【００６０】
【表１１】
可変間隔

	Ｄ９	Ｄ１３
ＩＮＦ	0.15	1.41
-1/20	0.75	0.88

【００６１】

また、この実施例３における先に述べた条件式〔１〕～条件式〔９〕に対応する値は、それぞれ次表１２の通りとなる。
【００６２】
【表１２】
条件式の値

〔１〕	Ｌ／Ｙ′	2.4
〔２〕	ｆ１／ｆ３	0.7
〔３〕	ｆ２／ｆ	-0.56
〔４〕	$\lvert f_{2weak} \rvert$	1285.8
〔５〕	｜ｆｆ／ｆＡｉｒ｜	-2.3
〔６〕	$\lvert \Delta D_{1-2} / \beta \rvert$	12.3
〔７〕	ｆｅｎ／ｆｅｐ	-0.5
〔８〕	ＬＤ１／ＬＤ３	0.7
〔９〕	ＳＤ	3.2㎜

【００６３】
したがって、この実施例３における先に述べた条件式〔１〕～条件式〔９〕に係る数値は、それぞれ各条件式の範囲内であり、条件式〔１〕～条件式〔９〕を満足している。
また、図８に、実施例３に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態でのｄ線とｇ線における諸収差、すなわち球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差、の各収差曲線図を、そして図９に、実施例３に係る結像レンズが撮影倍率が約－１／２０倍（物体距離≒５００ｍｍ）で物体に合焦した状態でのｄ線とｇ線における諸収差、すなわち球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差、の各収差曲線図を、それぞれ示している。
他の実施例に係る収差曲線図と同様に、これらの収差曲線図において、球面収差における破線は正弦条件をあらわし、非点収差における実線はサジタル、そして破線はメリディオナルをそれぞれあらわしている。また、球面収差、非点収差、並びにコマ収差の各収差図におけるｇおよびｄはそれぞれ、ｇ線およびｄ線をあらわしている。
【実施例４】
【００６４】
図１０は、本発明の第４の実施の形態であり、また、実施例４に係る結像レンズの光学系の無限遠合焦時における縦断面のレンズ構成を模式的に示している。
すなわち、本発明の実施例４に係る結像レンズの光学系は、図１０に示すように、物体側から像面側に向かって、順次、第１レンズＬ１、第２レンズＬ２、第３レンズＬ３、開口絞りＡＤ、第４レンズＬ４、第５レンズＬ５、第６レンズＬ６、第７レンズＬ７、そして第８レンズＬ８を配置しており、第４レンズＬ４と第５レンズＬ５は、Ｌ４－Ｌ５接合レンズを構成して、レンズ構成上は、いわゆる７群８枚構成としている。
一方、図１０に示す本発明の実施例４に係る結像レンズの光学系は、一体的に駆動されるレンズ群に着目すると、正の屈折率を有する第１レンズ群Ｇｒ１、負の屈折率を有する第２レンズ群Ｇｒ２、そして正の屈折率を有する第３レンズ群Ｇｒ３を、物体側から像面

Espacenet

Bibliographic data: JP2013195588 (A) — 2013-09-30

IMAGING LENS, CAMERA AND PORTABLE INFORMATION TERMINAL DEVICE

Inventor(s):

Applicant(s): RICOH CO LTD ± (RICOH CO LTD)

Classification: - international: *G02B13/00; G02B13/18*
- cooperative: G02B13/02; G02B15/14

Application number: JP20120061273 20120316

Priority number(s): JP20120061273 20120316

Also published as: US2013265649 (A1)

Abstract not available for JP2013195588 (A)
Abstract of corresponding document: US2013265649 (A1)

An imaging lens includes a first lens group having a positive refractive power on an object side and including at least three positive lenses and at least two negative lenses, and a second lens group having a negative refractive power on an image side and having a negative lens, the first and second lens groups arranged in this order from the object side with a widest air space in-between, wherein in focusing an object from infinity to a close range, only the first lens group is moved to the object side and the second lens group is fixed relative to an image plane.

Espacenet

Bibliographic data: JP2013195588 (A) — 2013-09-30

IMAGING LENS, CAMERA AND PORTABLE INFORMATION TERMINAL DEVICE

Inventor(s):

Applicant(s): RICOH CO LTD ± (RICOH CO LTD)

Classification: - international: *G02B13/00; G02B13/18*
- cooperative: G02B13/02; G02B15/14

Application number: JP20120061273 20120316

Priority number(s): JP20120061273 20120316

Also published as: US2013265649 (A1)

Abstract not available for JP2013195588 (A)
Abstract of corresponding document: US2013265649 (A1)

An imaging lens includes a first lens group having a positive refractive power on an object side and including at least three positive lenses and at least two negative lenses, and a second lens group having a negative refractive power on an image side and having a negative lens, the first and second lens groups arranged in this order from the object side with a widest air space in-between, wherein in focusing an object from infinity to a close range, only the first lens group is moved to the object side and the second lens group is fixed relative to an image plane.

(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2013-195588
(P2013-195588A)
(43)公開日　平成25年9月30日(2013.9.30)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
G02B 13/00	(2006.01)	G02B	13/00	2H087
G02B 13/18	(2006.01)	G02B	13/18	

審査請求 未請求　請求項の数 12　ＯＬ　（全 34 頁）

(21)出願番号　特願2012-61273(P2012-61273)
(22)出願日　平成24年3月16日(2012.3.16)

(71)出願人　000006747
株式会社リコー
東京都大田区中馬込１丁目３番６号
(74)代理人　100082636
弁理士　真田　修治
(72)発明者　大橋　和泰
東京都大田区中馬込１丁目３番６号　株式会社リコー内

Ｆターム(参考)　2H087 KA02 KA03 LA01 MA06 PA05 PA18 PA19 PB06 PB07 QA02 QA03 QA07 QA14 QA17 QA19 QA21 QA22 QA25 QA26 QA37 QA41 QA45 RA05 RA13 RA32 RA36 RA42 RA43

(54)【発明の名称】結像レンズ、カメラおよび携帯情報端末装置

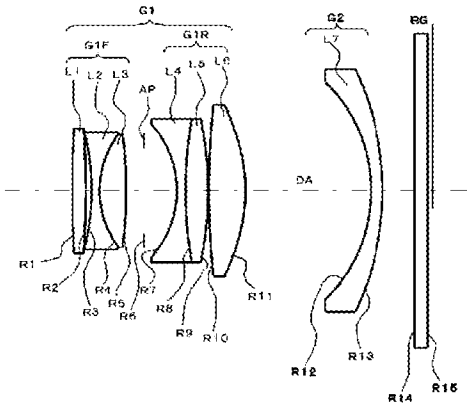
(57)【要約】

【課題】　広角で大口径でありながら、十分に小型化、低コスト化が実現可能で、諸収差を十分に低減し、フォーカシングに伴う結像性能の変化を十分に抑制しつつ、フォーカシング機構を小型化、簡略化する。

【解決手段】　最も広い空気間隔ＤＡを境として、物体側に正の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１を、像面側に負の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２を、物体側から順に配設する。無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、第２レンズ群Ｇ２は像面に対して固定され、前記第１レンズ群Ｇ１のみが物体側へ移動する。第１レンズ群Ｇ１は、少なくとも３枚の正レンズと、少なくとも２枚の負レンズを有して構成され、第２レンズ群Ｇ２は１枚の負レンズで構成される。

開口絞りＡＰは、第１レンズ群Ｇ１の内部に設けられ、開口絞りＡＰより物体側には、第１Ｆレンズ群Ｇ１Ｆが配設され、像面側には、第１Ｒレンズ群Ｇ１Ｒが配設される。

【選択図】　図１



(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2013-195588
(P2013-195588A)
(43)公開日　平成25年9月30日(2013.9.30)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
G02B 13/00	(2006.01)	G02B	13/00	2H087
G02B 13/18	(2006.01)	G02B	13/18	

審査請求 未請求　請求項の数 12　ＯＬ　（全 34 頁）

(21)出願番号　特願2012-61273(P2012-61273)
(22)出願日　平成24年3月16日(2012.3.16)

(71)出願人　000006747
株式会社リコー
東京都大田区中馬込１丁目３番６号
(74)代理人　100082636
弁理士　真田　修治
(72)発明者　大橋　和泰
東京都大田区中馬込１丁目３番６号　株式会社リコー内

Ｆターム(参考)　2H087 KA02 KA03 LA01 MA06 PA05 PA18 PA19 PB06 PB07 QA02 QA03 QA07 QA14 QA17 QA19 QA21 QA22 QA25 QA26 QA37 QA41 QA45 RA05 RA13 RA32 RA36 RA42 RA43

(54)【発明の名称】結像レンズ、カメラおよび携帯情報端末装置

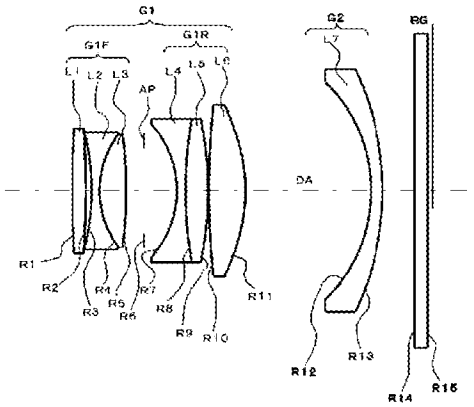
(57)【要約】

【課題】　広角で大口径でありながら、十分に小型化、低コスト化が実現可能で、諸収差を十分に低減し、フォーカシングに伴う結像性能の変化を十分に抑制しつつ、フォーカシング機構を小型化、簡略化する。

【解決手段】　最も広い空気間隔ＤＡを境として、物体側に正の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１を、像面側に負の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２を、物体側から順に配設する。無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、第２レンズ群Ｇ２は像面に対して固定され、前記第１レンズ群Ｇ１のみが物体側へ移動する。第１レンズ群Ｇ１は、少なくとも３枚の正レンズと、少なくとも２枚の負レンズを有して構成され、第２レンズ群Ｇ２は１枚の負レンズで構成される。

開口絞りＡＰは、第１レンズ群Ｇ１の内部に設けられ、開口絞りＡＰより物体側には、第１Ｆレンズ群Ｇ１Ｆが配設され、像面側には、第１Ｒレンズ群Ｇ１Ｒが配設される。

【選択図】　図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
最も広い空気間隔を境として、物体側に正の屈折力を有する第１レンズ群を、像面側に負の屈折力を有する第２レンズ群を、物体側から順に配設してなる結像レンズにおいて、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、前記第２レンズ群は像面に対して固定され、前記第１レンズ群のみが物体側へ移動し、前記第１レンズ群は少なくとも３枚の正レンズと、少なくとも２枚の負レンズを有して構成され、前記第２レンズ群は１枚の負レンズで構成されることを特徴とする結像レンズ。
【請求項２】
最も広い空気間隔を境として、物体側に正の屈折力を有する第１レンズ群を、像面側に負の屈折力を有する第２レンズ群を、物体側から順に配設してなる結像レンズにおいて、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、前記第２レンズ群は像面に対して固定され、前記第１レンズ群のみが物体側へ移動し、前記第１レンズ群は少なくとも３枚の正レンズと、少なくとも２枚の負レンズを有して構成され、前記第２レンズ群は１枚の負レンズで構成されると共に、
無限遠物体に合焦した状態における前記第１レンズ群の最も像側の面から前記第２レンズ群の最も物体側の面までの距離をD_{1G-2G}、無限遠物体に合焦した状態における前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離をＬとして、下記の条件式：
［１］　　$0.20<D_{1G-2G}/L<0.50$
を満足することを特徴とする結像レンズ。
【請求項３】
最も広い空気間隔を境として、物体側に正の屈折力を有する第１レンズ群を、像面側に負の屈折力を有する第２レンズ群を、物体側から順に配設してなる結像レンズにおいて、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、前記第２レンズ群は像面に対して固定され、前記第１レンズ群のみが物体側へ移動し、前記第１レンズ群は少なくとも３枚の正レンズと、少なくとも２枚の負レンズを有して構成され、前記第２レンズ群は１枚の負レンズで構成されると共に
無限遠物体に合焦した状態における前記第１レンズ群の最も像側の面から前記第２レンズ群の最も物体側の面までの距離をD_{1G-2G}、無限遠物体に合焦した状態における第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離をＬ、前記第１レンズ群の焦点距離をf_{1G}、無限遠物体に合焦した状態における全系の焦点距離をｆとして、下記の条件式：
［１］　　$0.20<D_{1G-2G}/L<0.50$
［２］　　$0.75<f_{1G}/f<0.95$
を満足することを特徴とする結像レンズ。
【請求項４】
前記第２レンズ群を構成する負レンズの物体側面の曲率半径をR_{2GF}、前記第２レンズ群を構成する負レンズの像側面の曲率半径をR_{2GR}として、下記の条件式：
［３］　　$-6.5<(R_{2GF}+R_{2GR})/(R_{2GF}-R_{2GR})<-1.0$
を満足することを特徴とする請求項１～請求項３のいずれか１項に記載の結像レンズ。
【請求項５】
前記第１レンズ群の内部に開口絞りを有し、前記第１レンズ群は、前記開口絞りよりも物体側に配置される第１Ｆレンズ群と、像側に配置される第１Ｒレンズ群で構成されると共に、
前記第１Ｆレンズ群の焦点距離をf_{G1F}、無限遠物体に合焦した状態における全系の焦点距離をｆとして、下記の条件式：
［４］　　$1.0<f_{G1F}/f<2.0$
を満足することを特徴とする請求項１～請求項４のいずれか１項に記載の結像レンズ。
【請求項６】
前記第１Ｒレンズ群の最も物体側には物体側に凹面を向けた負レンズが配置され、

【特許請求の範囲】
【請求項１】
最も広い空気間隔を境として、物体側に正の屈折力を有する第１レンズ群を、像面側に負の屈折力を有する第２レンズ群を、物体側から順に配設してなる結像レンズにおいて、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、前記第２レンズ群は像面に対して固定され、前記第１レンズ群のみが物体側へ移動し、前記第１レンズ群は少なくとも３枚の正レンズと、少なくとも２枚の負レンズを有して構成され、前記第２レンズ群は１枚の負レンズで構成されることを特徴とする結像レンズ。
【請求項２】
最も広い空気間隔を境として、物体側に正の屈折力を有する第１レンズ群を、像面側に負の屈折力を有する第２レンズ群を、物体側から順に配設してなる結像レンズにおいて、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、前記第２レンズ群は像面に対して固定され、前記第１レンズ群のみが物体側へ移動し、前記第１レンズ群は少なくとも３枚の正レンズと、少なくとも２枚の負レンズを有して構成され、前記第２レンズ群は１枚の負レンズで構成されると共に、
無限遠物体に合焦した状態における前記第１レンズ群の最も像側の面から前記第２レンズ群の最も物体側の面までの距離をD_{1G-2G}、無限遠物体に合焦した状態における前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離をＬとして、下記の条件式：
［１］　　$0.20<D_{1G-2G}/L<0.50$
を満足することを特徴とする結像レンズ。
【請求項３】
最も広い空気間隔を境として、物体側に正の屈折力を有する第１レンズ群を、像面側に負の屈折力を有する第２レンズ群を、物体側から順に配設してなる結像レンズにおいて、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、前記第２レンズ群は像面に対して固定され、前記第１レンズ群のみが物体側へ移動し、前記第１レンズ群は少なくとも３枚の正レンズと、少なくとも２枚の負レンズを有して構成され、前記第２レンズ群は１枚の負レンズで構成されると共に
無限遠物体に合焦した状態における前記第１レンズ群の最も像側の面から前記第２レンズ群の最も物体側の面までの距離をD_{1G-2G}、無限遠物体に合焦した状態における第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離をＬ、前記第１レンズ群の焦点距離をf_{1G}、無限遠物体に合焦した状態における全系の焦点距離をｆとして、下記の条件式：
［１］　　$0.20<D_{1G-2G}/L<0.50$
［２］　　$0.75<f_{1G}/f<0.95$
を満足することを特徴とする結像レンズ。
【請求項４】
前記第２レンズ群を構成する負レンズの物体側面の曲率半径をR_{2GF}、前記第２レンズ群を構成する負レンズの像側面の曲率半径をR_{2GR}として、下記の条件式：
［３］　　$-6.5<(R_{2GF}+R_{2GR})/(R_{2GF}-R_{2GR})<-1.0$
を満足することを特徴とする請求項１～請求項３のいずれか１項に記載の結像レンズ。
【請求項５】
前記第１レンズ群の内部に開口絞りを有し、前記第１レンズ群は、前記開口絞りよりも物体側に配置される第１Ｆレンズ群と、像側に配置される第１Ｒレンズ群で構成されると共に、
前記第１Ｆレンズ群の焦点距離をf_{G1F}、無限遠物体に合焦した状態における全系の焦点距離をｆとして、下記の条件式：
［４］　　$1.0<f_{G1F}/f<2.0$
を満足することを特徴とする請求項１～請求項４のいずれか１項に記載の結像レンズ。
【請求項６】
前記第１Ｒレンズ群の最も物体側には物体側に凹面を向けた負レンズが配置され、

前記第１Ｒレンズ群の最も物体側に配置された負レンズの物体側面の曲率半径をR_{1RGF}、前記第１Ｆレンズ群の最も像側の面から前記第１Ｒレンズ群の最も物体側の面までの距離を$D_{1FG-1RG}$として、下記条件式：

［５］　　$-2.5<R_{1RGF}/D_{1FG-1RG}<-1.0$

を満足することを特徴とする請求項５に記載の結像レンズ。

【請求項７】

前記第１Ｒレンズ群に周辺部ほど正の屈折力が弱まるような形状の非球面を有し、

前記開口絞りから前記第１Ｒレンズ群が有する非球面までの距離をL_{S-A}、前記開口絞りから像面までの距離をL_{S-I}として、下記条件式：

［６］　　$0.25<L_{S-A}/L_{S-I}<0.55$

を満足することを特徴とする請求項５または請求項６に記載の結像レンズ。

【請求項８】

第１Ｒレンズ群は物体側から順に、物体側に凹面を向けた負レンズ、像側に凸面を向けた正レンズ、像側に凸面を向けた正レンズで構成されること特徴とする結像レンズ。

【請求項９】

無限遠物体に合焦した状態における前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離をＬ、無限遠物体に合焦した状態における全系の焦点距離をＦとして、下記の条件式：

［７］　　$1.2<L/f<2.0$

を満足することを特徴とする請求項１～請求項５のいずれか１項に記載の結像レンズ。

【請求項１０】

最大像高をＹ´、最大像高に達する主光線の像面への入射角をθP_{max}、無限遠物体に合焦した状態における全系の焦点距離をｆとして、下記の条件式：

［８］　　$0.50<Y'/f<0.75$

［９］　　$0.50<\tan(\theta P_{max})<0.70$

を満足することを特徴とする請求項１ないし請求項９のいずれか１項に記載の結像レンズ結像レンズ。

【請求項１１】

撮影用光学系として、請求項１～請求項１０に記載の結像レンズを有することを特徴とするカメラ。

【請求項１２】

カメラ機能部の撮影用光学系として、請求項１～請求項１０のいずれか１項に記載の結像レンズを有することを特徴とする携帯情報端末装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、いわゆる銀塩カメラを含む各種のカメラ、特に、デジタルカメラ、ビデオカメラおよび監視カメラ等における撮像光学系として用いられ、被写体像を結像させるための単焦点の結像レンズの改良に係り、特にデジタルカメラおよびデジタルビデオカメラ等のように電子的撮像手段を用いた撮像装置に好適な結像レンズ、そのような結像レンズを用いるカメラおよび撮像機能を有する携帯情報端末装置に関するものである。

【背景技術】

【０００２】

近年、ＣＣＤ（電荷結合素子）撮像素子やＣＭＯＳ（相補型金属酸化物半導体）撮像素子等の固体撮像素子を使用する撮像装置として、デジタルスティルカメラやデジタルビデオカメラが普及しており、特に主としてスティル画像、すなわち静止画を撮像するために使用されるデジタルカメラは、在来の、いわゆる銀塩フィルムを用いる銀塩カメラに代わる撮像装置として広く普及している。

このようなデジタルカメラの市場は、非常に大きなものとなっており、ユーザのデジタルカメラに対する要望も多岐にわたっている。その中で、対角長が２０ｍｍ～４５ｍｍ程

前記第１Ｒレンズ群の最も物体側に配置された負レンズの物体側面の曲率半径をR_{1RGF}、前記第１Ｆレンズ群の最も像側の面から前記第１Ｒレンズ群の最も物体側の面までの距離を$D_{1FG-1RG}$として、下記条件式：

［５］　　$-2.5<R_{1RGF}/D_{1FG-1RG}<-1.0$

を満足することを特徴とする請求項５に記載の結像レンズ。

【請求項７】

前記第１Ｒレンズ群に周辺部ほど正の屈折力が弱まるような形状の非球面を有し、

前記開口絞りから前記第１Ｒレンズ群が有する非球面までの距離をL_{S-A}、前記開口絞りから像面までの距離をL_{S-I}として、下記条件式：

［６］　　$0.25<L_{S-A}/L_{S-I}<0.55$

を満足することを特徴とする請求項５または請求項６に記載の結像レンズ。

【請求項８】

第１Ｒレンズ群は物体側から順に、物体側に凹面を向けた負レンズ、像側に凸面を向けた正レンズ、像側に凸面を向けた正レンズで構成されること特徴とする結像レンズ。

【請求項９】

無限遠物体に合焦した状態における前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離をＬ、無限遠物体に合焦した状態における全系の焦点距離をＦとして、下記の条件式：

［７］　　$1.2<L/f<2.0$

を満足することを特徴とする請求項１～請求項５のいずれか１項に記載の結像レンズ。

【請求項１０】

最大像高をＹ´、最大像高に達する主光線の像面への入射角をθP_{max}、無限遠物体に合焦した状態における全系の焦点距離をｆとして、下記の条件式：

［８］　　$0.50<Y'/f<0.75$

［９］　　$0.50<\tan(\theta P_{max})<0.70$

を満足することを特徴とする請求項１ないし請求項９のいずれか１項に記載の結像レンズ結像レンズ。

【請求項１１】

撮影用光学系として、請求項１～請求項１０に記載の結像レンズを有することを特徴とするカメラ。

【請求項１２】

カメラ機能部の撮影用光学系として、請求項１～請求項１０のいずれか１項に記載の結像レンズを有することを特徴とする携帯情報端末装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、いわゆる銀塩カメラを含む各種のカメラ、特に、デジタルカメラ、ビデオカメラおよび監視カメラ等における撮像光学系として用いられ、被写体像を結像させるための単焦点の結像レンズの改良に係り、特にデジタルカメラおよびデジタルビデオカメラ等のように電子的撮像手段を用いた撮像装置に好適な結像レンズ、そのような結像レンズを用いるカメラおよび撮像機能を有する携帯情報端末装置に関するものである。

【背景技術】

【０００２】

近年、ＣＣＤ（電荷結合素子）撮像素子やＣＭＯＳ（相補型金属酸化物半導体）撮像素子等の固体撮像素子を使用する撮像装置として、デジタルスティルカメラやデジタルビデオカメラが普及しており、特に主としてスティル画像、すなわち静止画を撮像するために使用されるデジタルカメラは、在来の、いわゆる銀塩フィルムを用いる銀塩カメラに代わる撮像装置として広く普及している。

このようなデジタルカメラの市場は、非常に大きなものとなっており、ユーザのデジタルカメラに対する要望も多岐にわたっている。その中で、対角長が２０ｍｍ～４５ｍｍ程

度の比較的大きな撮像素子を使用し、高性能な単焦点レンズを搭載した高画質のコンパクトカメラというカテゴリが、ユーザから大きな期待を集めている。ユーザからの要望としては、高性能であることに加え、携帯性に優れる、つまり、小型であることに対するウエイトが高い。

ここで、高性能化という面では、少なくとも、１，０００万～２，０００万画素の撮像素子に対応した解像力を有することに加え、絞り開放からコマフレアが少なく高コントラストで画角の周辺部まで点像の崩れが少ないこと、色収差が少なく輝度差の大きな部分にも不要な色付きを生じないこと、歪曲収差が極端に大きくないこと等が必要である。

さらに、大口径化という面では、ズームレンズを搭載した一般のコンパクトカメラと差別化する必要性から、少なくともＦ２．８未満が必要である。

【０００３】

小型化の面では、撮像素子が比較的大きいことよって実焦点距離が長くなるため、小さな撮像素子を用いる場合よりも、焦点距離、または、最大像高で正規化した場合に、より全長が短くなっている必要がある。

また、撮影レンズの画角については、ある程度の広角を望むユーザが多く、結像レンズの半画角は、２８度以上であることが望ましい。半画角２８度は，３５ｍｍ銀塩カメラ（いわゆるライカ版）換算の焦点距離で約４１ｍｍに相当する。

デジタルカメラ用の結像レンズには多くの種類が考えられるが、広角単焦点レンズの代表的な構成としては、物体側に負の屈折力のレンズ群、像側に正の屈折力のレンズ群を配設した、いわゆるレトロフォーカスタイプが挙げられる。各画素ごとに色フィルタやマイクロレンズを有するエリアセンサの特性から、射出瞳位置を像面から遠ざけ、周辺光束がセンサに対し垂直に近い角度で入射するようにしたいという要求の存在が、レトロフォーカスタイプが採用される主な理由である。しかしながら、レトロフォーカスタイプは、そもそも、広角レンズを一眼レフカメラの交換レンズとして用いるためのバックフォーカス確保を目的としていたことからも分かるように、レンズ全長（最も物体側の面から像面までの距離）が大きくなりやすいという不利な点がある。

【０００４】

一方で、近年、対角長が２０～４５ｍｍ程度の比較的大きな撮像素子においては、オンチップマイクロレンズの改良や最適化、画像処理の進歩等によって、周辺光束がセンサに対しある程度斜めに入射しても、大きな問題にならない状況が生じている。具体的には、最大像高において主光線と光軸とのなす角が３０度程度までは、十分に許容できるようなシステムが構築可能である。よって、以前ほど周辺光束の垂直入射にこだわることなく、より小型化に適したレンズタイプが選択できるようになった。

レトロフォーカスタイプよりも小型化に適したレンズタイプとして、略対称型や、像側に負の屈折力のレンズ群を配設したテレフォトタイプが挙げられる。

このようなタイプの結像レンズの従来例として、特許文献１（特開昭６３－０２４２１３号公報）ほか、特許文献２（特開平０９－２３６７４６号公報）、特許文献３（特開２０００－３２１４９０号公報）、特許文献４（特開２００５－３５２０６０号公報）、特許文献５（特開２００９－２１６８５８号公報）等に記載されたものがある。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

しかしながら、上記特許文献１に記載された結像レンズは、銀塩コンパクトカメラに多く用いられた４群４枚構成テレフォトタイプであり、小型ではあるものの、像面湾曲や非点収差が大きく、性能的に不十分である。また、上記特許文献２、特許文献４に記載された結像レンズは、小型で高い結像性能を有するものの、最大像高において主光線と光軸とのなす角が３５度を超えており、この点でデジタルカメラ用として用いるには問題があるといわざるを得ない。また、上記特許文献３に記載された結像レンズは、大口径ではあるものの構成枚数が多く、コスト高である。また、上記特許文献５に記載された結像レンズは、焦点距離に比べて全長が大きく、小型化の面で課題がある。

度の比較的大きな撮像素子を使用し、高性能な単焦点レンズを搭載した高画質のコンパクトカメラというカテゴリが、ユーザから大きな期待を集めている。ユーザからの要望としては、高性能であることに加え、携帯性に優れる、つまり、小型であることに対するウエイトが高い。

ここで、高性能化という面では、少なくとも、１，０００万～２，０００万画素の撮像素子に対応した解像力を有することに加え、絞り開放からコマフレアが少なく高コントラストで画角の周辺部まで点像の崩れが少ないこと、色収差が少なく輝度差の大きな部分にも不要な色付きを生じないこと、歪曲収差が極端に大きくないこと等が必要である。

さらに、大口径化という面では、ズームレンズを搭載した一般のコンパクトカメラと差別化する必要性から、少なくともＦ２．８未満が必要である。

【０００３】

小型化の面では、撮像素子が比較的大きいことよって実焦点距離が長くなるため、小さな撮像素子を用いる場合よりも、焦点距離、または、最大像高で正規化した場合に、より全長が短くなっている必要がある。

また、撮影レンズの画角については、ある程度の広角を望むユーザが多く、結像レンズの半画角は、２８度以上であることが望ましい。半画角２８度は，３５ｍｍ銀塩カメラ（いわゆるライカ版）換算の焦点距離で約４１ｍｍに相当する。

デジタルカメラ用の結像レンズには多くの種類が考えられるが、広角単焦点レンズの代表的な構成としては、物体側に負の屈折力のレンズ群、像側に正の屈折力のレンズ群を配設した、いわゆるレトロフォーカスタイプが挙げられる。各画素ごとに色フィルタやマイクロレンズを有するエリアセンサの特性から、射出瞳位置を像面から遠ざけ、周辺光束がセンサに対し垂直に近い角度で入射するようにしたいという要求の存在が、レトロフォーカスタイプが採用される主な理由である。しかしながら、レトロフォーカスタイプは、そもそも、広角レンズを一眼レフカメラの交換レンズとして用いるためのバックフォーカス確保を目的としていたことからも分かるように、レンズ全長（最も物体側の面から像面までの距離）が大きくなりやすいという不利な点がある。

【０００４】

一方で、近年、対角長が２０～４５ｍｍ程度の比較的大きな撮像素子においては、オンチップマイクロレンズの改良や最適化、画像処理の進歩等によって、周辺光束がセンサに対しある程度斜めに入射しても、大きな問題にならない状況が生じている。具体的には、最大像高において主光線と光軸とのなす角が３０度程度までは、十分に許容できるようなシステムが構築可能である。よって、以前ほど周辺光束の垂直入射にこだわることなく、より小型化に適したレンズタイプが選択できるようになった。

レトロフォーカスタイプよりも小型化に適したレンズタイプとして、略対称型や、像側に負の屈折力のレンズ群を配設したテレフォトタイプが挙げられる。

このようなタイプの結像レンズの従来例として、特許文献１（特開昭６３－０２４２１３号公報）ほか、特許文献２（特開平０９－２３６７４６号公報）、特許文献３（特開２０００－３２１４９０号公報）、特許文献４（特開２００５－３５２０６０号公報）、特許文献５（特開２００９－２１６８５８号公報）等に記載されたものがある。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

しかしながら、上記特許文献１に記載された結像レンズは、銀塩コンパクトカメラに多く用いられた４群４枚構成テレフォトタイプであり、小型ではあるものの、像面湾曲や非点収差が大きく、性能的に不十分である。また、上記特許文献２、特許文献４に記載された結像レンズは、小型で高い結像性能を有するものの、最大像高において主光線と光軸とのなす角が３５度を超えており、この点でデジタルカメラ用として用いるには問題があるといわざるを得ない。また、上記特許文献３に記載された結像レンズは、大口径ではあるものの構成枚数が多く、コスト高である。また、上記特許文献５に記載された結像レンズは、焦点距離に比べて全長が大きく、小型化の面で課題がある。

さらに、上記特許文献３、特許文献４、特許文献５に記載された結像レンズは、レンズ系の内部に比較的広い空気間隔がなく、かつ、バックフォーカスもそれほど確保されていないため、沈胴機構を用いても薄型に収納することができず、カメラ携帯時の小型化にも難がある。

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであり、半画角が２８～３６度程度と広角で、Ｆナンバが２．８未満と大口径でありながら、十分に小型化、低コスト化が実現可能で、各種収差を十分に低減して、１，０００万～２，０００万画素の撮像素子に対応した解像力を有する上、有限距離物体へのフォーカシングに伴う結像性能の変化を十分に抑制しながら、フォーカシング機構を小型化・簡略化できる、デジタルカメラや携帯情報装置に適した高性能の結像レンズを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

本発明に係る結像レンズは、上述した目的を達成するために、最も広い空気間隔を境として、物体側に正の屈折力を有する第１レンズ群を、像面側に負の屈折力を有する第２レンズ群を、物体側から順に配設してなる結像レンズにおいて、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、前記第２レンズ群は像面に対して固定され、前記第１レンズ群のみが物体側へ移動し、前記第１レンズ群は少なくとも３枚の正レンズと、少なくとも２枚の負レンズを有して構成され、前記第２レンズ群は１枚の負レンズで構成されることを特徴としている。

【発明の効果】

【０００７】

請求項１に記載の発明によれば、最も広い空気間隔を境として、物体側に正の屈折力を有する第１レンズ群を、像面側に負の屈折力を有する第２レンズ群を、物体側から順に配設してなる結像レンズにおいて、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、前記第２レンズ群は像面に対して固定され、前記第１レンズ群のみが物体側へ移動し、前記第１レンズ群は少なくとも３枚の正レンズと、少なくとも２枚の負レンズを有して構成され、前記第２レンズ群は１枚の負レンズで構成されていることにより、レンズ系全系を移動させてフォーカシングする場合に比較して、移動部分の小型・軽量化および移動量の短縮化を実施することができ、また、不使用時には第１レンズ群と第２レンズ群の間隔を薄型に収納することができ、小型化に適したものとなり、また、収差補正の難度が低下し、構成枚数の低減、非球面の削減、製造誤差感度の低減が実現され、また、結像群としての役割を果たす第１レンズ群の構成として少なくとも３枚の正レンズと、少なくとも２枚の負レンズを有することで、半画角が２８～３６度程度で、Ｆナンバが２．８未満というスペックにおいて、十分な収差補正が実現でき、高い解像力を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【０００８】

【図１】本発明の第１の実施の形態に係る実施例１における結像レンズの光学系の構成を示す断面図である。

【図２】本発明の第２の実施の形態に係る実施例２における結像レンズの光学系の構成を示す断面図である。

【図３】本発明の第３の実施の形態に係る実施例３における結像レンズの光学系の構成を示す断面図である。

【図４】本発明の第４の実施の形態に係る実施例４における結像レンズの光学系の構成を示す断面図である。

【図５】本発明の第５の実施の形態に係る実施例５における結像レンズの光学系の構成を示す断面図である。

【図６】本発明の第６の実施の形態に係る実施例６における結像レンズの光学系の構成を示す断面図である。

【図７】図１に示す本発明の実施例１による結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

さらに、上記特許文献３、特許文献４、特許文献５に記載された結像レンズは、レンズ系の内部に比較的広い空気間隔がなく、かつ、バックフォーカスもそれほど確保されていないため、沈胴機構を用いても薄型に収納することができず、カメラ携帯時の小型化にも難がある。

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであり、半画角が２８～３６度程度と広角で、Ｆナンバが２．８未満と大口径でありながら、十分に小型化、低コスト化が実現可能で、各種収差を十分に低減して、１，０００万～２，０００万画素の撮像素子に対応した解像力を有する上、有限距離物体へのフォーカシングに伴う結像性能の変化を十分に抑制しながら、フォーカシング機構を小型化・簡略化できる、デジタルカメラや携帯情報装置に適した高性能の結像レンズを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

本発明に係る結像レンズは、上述した目的を達成するために、最も広い空気間隔を境として、物体側に正の屈折力を有する第１レンズ群を、像面側に負の屈折力を有する第２レンズ群を、物体側から順に配設してなる結像レンズにおいて、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、前記第２レンズ群は像面に対して固定され、前記第１レンズ群のみが物体側へ移動し、前記第１レンズ群は少なくとも３枚の正レンズと、少なくとも２枚の負レンズを有して構成され、前記第２レンズ群は１枚の負レンズで構成されることを特徴としている。

【発明の効果】

【０００７】

請求項１に記載の発明によれば、最も広い空気間隔を境として、物体側に正の屈折力を有する第１レンズ群を、像面側に負の屈折力を有する第２レンズ群を、物体側から順に配設してなる結像レンズにおいて、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、前記第２レンズ群は像面に対して固定され、前記第１レンズ群のみが物体側へ移動し、前記第１レンズ群は少なくとも３枚の正レンズと、少なくとも２枚の負レンズを有して構成され、前記第２レンズ群は１枚の負レンズで構成されていることにより、レンズ系全系を移動させてフォーカシングする場合に比較して、移動部分の小型・軽量化および移動量の短縮化を実施することができ、また、不使用時には第１レンズ群と第２レンズ群の間隔を薄型に収納することができ、小型化に適したものとなり、また、収差補正の難度が低下し、構成枚数の低減、非球面の削減、製造誤差感度の低減が実現され、また、結像群としての役割を果たす第１レンズ群の構成として少なくとも３枚の正レンズと、少なくとも２枚の負レンズを有することで、半画角が２８～３６度程度で、Ｆナンバが２．８未満というスペックにおいて、十分な収差補正が実現でき、高い解像力を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【０００８】

【図１】本発明の第１の実施の形態に係る実施例１における結像レンズの光学系の構成を示す断面図である。

【図２】本発明の第２の実施の形態に係る実施例２における結像レンズの光学系の構成を示す断面図である。

【図３】本発明の第３の実施の形態に係る実施例３における結像レンズの光学系の構成を示す断面図である。

【図４】本発明の第４の実施の形態に係る実施例４における結像レンズの光学系の構成を示す断面図である。

【図５】本発明の第５の実施の形態に係る実施例５における結像レンズの光学系の構成を示す断面図である。

【図６】本発明の第６の実施の形態に係る実施例６における結像レンズの光学系の構成を示す断面図である。

【図７】図１に示す本発明の実施例１による結像レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。

【図８】図１に示す本発明の実施例１による結像レンズが、－１／２０倍で近距離物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図９】図２に示す本発明の実施例２による結像レンズが、無限遠物体で近距離物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１０】図２に示す本発明の実施例２による結像レンズが、－１／２０倍で近距離物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１１】図３に示す本発明の実施例３による結像レンズが、無限遠物体で近距離物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１２】図３に示す本発明の実施例３による結像レンズが、－１／２０倍で近距離物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１３】図４に示す本発明の実施例４による結像レンズが、無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１４】図４に示す本発明の実施例４による結像レンズが、－１／２０倍で近距離物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１５】図５に示す本発明の実施例５による結像レンズが、無限遠物体で近距離物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１６】図５に示す本発明の実施例５による結像レンズが、－１／２０倍で近距離物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１７】図６に示す本発明の実施例６による結像レンズが、無限遠物体で近距離物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１８】図６に示す本発明の実施例６による結像レンズが、－１／２０倍で近距離物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１９】本発明の第７の実施の形態に係る撮像装置としてのデジタルカメラの物体側から見た外観構成を示す図で、（ａ）は、本発明に係る第１の実施の形態～第６の実施の形態としての実施例１～実施例６のいずれかの結像レンズを用いて構成したデジタルカメラのボディー内に、撮像レンズが沈胴している状態を示す斜視図、（ｂ）は、撮像レンズがデジタルカメラのボディーから突出した状態を部分的に示す斜視図である。
【図２０】図１９（ａ）のデジタルカメラの撮影者側から見た外観構成を示す斜視図である。
【図２１】図１９および図２０のデジタルカメラの機能構成を模式的に示すブロック図である。
【発明を実施するための形態】
【０００９】
以下、本発明の実施の形態に基づき、図面を参照して本発明に係る結像レンズ、カメラ、携帯情報端末装置を詳細に説明する。
具体的な数値による実施例について説明する前に、先ず、本発明の原理的な実施の形態を説明する。
本発明の第１の実施の形態は、物体の光学像を結像させる光学系を構成する結像レンズとしての実施の形態である。
本発明の各実施の形態に係る結像レンズは、最も像側に負のパワーを配置し、全体の構

【図８】図１に示す本発明の実施例１による結像レンズが、－１／２０倍で近距離物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図９】図２に示す本発明の実施例２による結像レンズが、無限遠物体で近距離物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１０】図２に示す本発明の実施例２による結像レンズが、－１／２０倍で近距離物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１１】図３に示す本発明の実施例３による結像レンズが、無限遠物体で近距離物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１２】図３に示す本発明の実施例３による結像レンズが、－１／２０倍で近距離物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１３】図４に示す本発明の実施例４による結像レンズが、無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１４】図４に示す本発明の実施例４による結像レンズが、－１／２０倍で近距離物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１５】図５に示す本発明の実施例５による結像レンズが、無限遠物体で近距離物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１６】図５に示す本発明の実施例５による結像レンズが、－１／２０倍で近距離物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１７】図６に示す本発明の実施例６による結像レンズが、無限遠物体で近距離物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１８】図６に示す本発明の実施例６による結像レンズが、－１／２０倍で近距離物体に合焦した状態における球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差曲線図である。
【図１９】本発明の第７の実施の形態に係る撮像装置としてのデジタルカメラの物体側から見た外観構成を示す図で、（ａ）は、本発明に係る第１の実施の形態～第６の実施の形態としての実施例１～実施例６のいずれかの結像レンズを用いて構成したデジタルカメラのボディー内に、撮像レンズが沈胴している状態を示す斜視図、（ｂ）は、撮像レンズがデジタルカメラのボディーから突出した状態を部分的に示す斜視図である。
【図２０】図１９（ａ）のデジタルカメラの撮影者側から見た外観構成を示す斜視図である。
【図２１】図１９および図２０のデジタルカメラの機能構成を模式的に示すブロック図である。
【発明を実施するための形態】
【０００９】
以下、本発明の実施の形態に基づき、図面を参照して本発明に係る結像レンズ、カメラ、携帯情報端末装置を詳細に説明する。
具体的な数値による実施例について説明する前に、先ず、本発明の原理的な実施の形態を説明する。
本発明の第１の実施の形態は、物体の光学像を結像させる光学系を構成する結像レンズとしての実施の形態である。
本発明の各実施の形態に係る結像レンズは、最も像側に負のパワーを配置し、全体の構

成を、いわゆるテレフォトタイプに近付けることにより、レンズ全長を短縮し小型化を図ろうとするものである。しかしながら、銀塩コンパクトカメラに用いられていたテレフォトタイプの結像レンズは、一般に、周辺光束の像面への入射角度が３５～４５度と大きく、デジタルカメラ用として不適当である。また、小型で高い結像性能を有するものは、構成枚数が多かったり、多くの非球面を使用していたりしてコスト高であるという欠点を有している。一方、周辺光束の像面への入射角度が３０度程度以下で、デジタルカメラに適用可能なものは、十分な小型化と高性能化が両立できていない。さらに、銀塩コンパクトカメラに用いられていたテレフォトタイプの結像レンズは、フォーカシング方法として全体繰出が採用されることが多く、フォーカシングのために移動する部分が大きく重かったり、移動量が大きくなったりする不具合もある。

【００１０】

本発明は、以下の構成を採ることによって、これらの課題が解決できることを見出したものである。

すなわち、最も広い空気間隔を境として、物体側に正の屈折力を有する第１レンズ群を、像面側に、負の屈折力を有する第２レンズ群をそれぞれ物体側から順に配設してなる結像レンズにおいて、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、前記第２レンズ群を像面に対して固定し、前記第１レンズ群のみを物体側へ移動させ、前記第１レンズ群を少なくとも３枚の正レンズと、少なくとも２枚の負レンズを有する構成とし、前記第２レンズ群を１枚の負レンズで構成するようにしたことを特徴としている（請求項１に相当する）。

まず、本発明の実施の形態に係る結像レンズにおいては、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、像側に配置された負の屈折力を有する前記第２レンズ群を像面に対して固定し、前記第１レンズ群のみを物体側へ移動させることで、レンズ系全体を移動させてフォーカシングする場合に比較して、移動部分の小型・軽量化を実現している。また、前記第２レンズ群は１を超える結像倍率を有した一種のリアコンバータであると考えることもできるため、前記第１レンズ群の焦点距離は全系の焦点距離よりも短くすることができ、フォーカシングの際の移動量は全体繰出に比べて短縮される。

【００１１】

さらに、前記第１レンズ群と前記第２レンズ群とが、比較的広い空気間隔を介して配置されるように構成することで、結像群としての第１レンズ群の役割と、リアコンバータとフィールドフラットナーの機能を併せ持つような第２レンズ群の役割を、ある程度明確に分離し、それぞれが適切に果たされるようにした。これにより、前記第１レンズ群と前記第２レンズ群との間で必要以上に大きな収差のやり取りが行われないようにもなっている。この結果、不使用時には、前記第１レンズ群と前記第２レンズ群の間隔を短縮して薄型に収納することが可能となり、カメラとしての小型化に適したものにすることができた。このような本発明の実施の形態に係る構成は、小型化のために、レンズ系の最も物体側の面から像面までの距離を小さく設計したり、レンズ系の最も物体側の面から最も像側の面までの距離を小さく設計したりするのに比較し、収差補正の難度が下がり、構成枚数の低減や非球面の削減、製造誤差感度の低減につながっている。

結像群としての役割を果たす前記第１レンズ群の構成としては、少なくとも３枚の正レンズと、少なくとも２枚の負レンズを有することが望ましく、このような構成を採ることによって、半画角が２８～３６度程度、かつ、Ｆナンバが２．８未満というスペックにおいても、十分な収差補正が実現でき、高い結像性能を得ることが可能となる。

【００１２】

前記第１レンズ群で十分な収差補正を行うことにより、像面に近く大型化しがちな前記第２レンズ群は、負レンズ１枚で構成することができ、十分な薄型化を実現することができる。

以上、説明したように、本発明の実施の形態に係る撮像レンズは、各部の構成が目的に対して最適化されており、総合的に従来にはない効果を生じて、広角・大口径・小型・低コスト・高性能を併せて実現することができる。

成を、いわゆるテレフォトタイプに近付けることにより、レンズ全長を短縮し小型化を図ろうとするものである。しかしながら、銀塩コンパクトカメラに用いられていたテレフォトタイプの結像レンズは、一般に、周辺光束の像面への入射角度が３５～４５度と大きく、デジタルカメラ用として不適当である。また、小型で高い結像性能を有するものは、構成枚数が多かったり、多くの非球面を使用していたりしてコスト高であるという欠点を有している。一方、周辺光束の像面への入射角度が３０度程度以下で、デジタルカメラに適用可能なものは、十分な小型化と高性能化が両立できていない。さらに、銀塩コンパクトカメラに用いられていたテレフォトタイプの結像レンズは、フォーカシング方法として全体繰出が採用されることが多く、フォーカシングのために移動する部分が大きく重かったり、移動量が大きくなったりする不具合もある。

【００１０】

本発明は、以下の構成を採ることによって、これらの課題が解決できることを見出したものである。

すなわち、最も広い空気間隔を境として、物体側に正の屈折力を有する第１レンズ群を、像面側に、負の屈折力を有する第２レンズ群をそれぞれ物体側から順に配設してなる結像レンズにおいて、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、前記第２レンズ群を像面に対して固定し、前記第１レンズ群のみを物体側へ移動させ、前記第１レンズ群を少なくとも３枚の正レンズと、少なくとも２枚の負レンズを有する構成とし、前記第２レンズ群を１枚の負レンズで構成するようにしたことを特徴としている（請求項１に相当する）。

まず、本発明の実施の形態に係る結像レンズにおいては、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、像側に配置された負の屈折力を有する前記第２レンズ群を像面に対して固定し、前記第１レンズ群のみを物体側へ移動させることで、レンズ系全体を移動させてフォーカシングする場合に比較して、移動部分の小型・軽量化を実現している。また、前記第２レンズ群は１を超える結像倍率を有した一種のリアコンバータであると考えることもできるため、前記第１レンズ群の焦点距離は全系の焦点距離よりも短くすることができ、フォーカシングの際の移動量は全体繰出に比べて短縮される。

【００１１】

さらに、前記第１レンズ群と前記第２レンズ群とが、比較的広い空気間隔を介して配置されるように構成することで、結像群としての第１レンズ群の役割と、リアコンバータとフィールドフラットナーの機能を併せ持つような第２レンズ群の役割を、ある程度明確に分離し、それぞれが適切に果たされるようにした。これにより、前記第１レンズ群と前記第２レンズ群との間で必要以上に大きな収差のやり取りが行われないようにもなっている。この結果、不使用時には、前記第１レンズ群と前記第２レンズ群の間隔を短縮して薄型に収納することが可能となり、カメラとしての小型化に適したものにすることができた。このような本発明の実施の形態に係る構成は、小型化のために、レンズ系の最も物体側の面から像面までの距離を小さく設計したり、レンズ系の最も物体側の面から最も像側の面までの距離を小さく設計したりするのに比較し、収差補正の難度が下がり、構成枚数の低減や非球面の削減、製造誤差感度の低減につながっている。

結像群としての役割を果たす前記第１レンズ群の構成としては、少なくとも３枚の正レンズと、少なくとも２枚の負レンズを有することが望ましく、このような構成を採ることによって、半画角が２８～３６度程度、かつ、Ｆナンバが２．８未満というスペックにおいても、十分な収差補正が実現でき、高い結像性能を得ることが可能となる。

【００１２】

前記第１レンズ群で十分な収差補正を行うことにより、像面に近く大型化しがちな前記第２レンズ群は、負レンズ１枚で構成することができ、十分な薄型化を実現することができる。

以上、説明したように、本発明の実施の形態に係る撮像レンズは、各部の構成が目的に対して最適化されており、総合的に従来にはない効果を生じて、広角・大口径・小型・低コスト・高性能を併せて実現することができる。

また、本発明に係る結像レンズは、以下の条件式〔１〕を満足することが望ましい（請求項２に相当する）。

〔１〕　０．２０＜D_{1G-2G}／Ｌ＜０．５０

ただし、D_{1G-2G}は無限遠物体に合焦した状態における前記第１レンズ群の最も像側の面から前記第２レンズ群の最も物体側の面までの距離、Ｌは無限遠物体に合焦した状態における前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離を表す。

条件式〔１〕の下限値０．２０を下回る場合には、前記第２レンズ群が前記第１レンズ群に近付きすぎ、フィールドフラットナーとしての働きが弱くなって、像面湾曲を十分に抑制することが難しくなると共に、フォーカシングに伴う球面収差の変動が大きくなって、近距離でコントラストが低下しやすくなる。さらに、不使用時に前記第１レンズ群と前記第２レンズ群の間隔を短縮して薄型に収納することを考えた場合、その効果が十分に得られなくなってしまう。

【００１３】

一方、条件式〔１〕の上限値０．５０を超える場合には、結像群としての前記第１レンズ群が十分な厚みを有することができなくなり、各種収差を良好に補正することが難しくなる。

なお、さらに良好な収差補正のためには、以下の条件式〔１´〕を満足することが望ましい。

〔１´〕　０．２５＜D_{1G-2G}／Ｌ＜０．４５

加えて、本発明に係る結像レンズは、以下の条件式〔２〕を満足することが望ましい（請求項３に対応する）。

〔２〕　０．７５＜f_{1G}／ｆ＜０．９５

ただし、D_{1G-2G}は無限遠物体に合焦した状態における前記第１レンズ群の最も像側の面から前記第２レンズ群の最も物体側の面までの距離、Ｌは無限遠物体に合焦した状態における前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離、f_{1G}は第１レンズ群の焦点距離、ｆは無限遠物体に合焦した状態における全系の焦点距離を表す。

ここで、条件式〔２〕の下限値０．７５を下回る場合には、前記第２レンズ群の結像倍率が大きくなりすぎ、負レンズ１枚の構成では像面湾曲が補正過剰となったり、コマ収差が発生したりして好ましくない。

【００１４】

一方、条件式〔２〕の上限値０．９５を超える場合には、前記第２レンズ群の結像倍率が１に近付きすぎ、テレフォトタイプとしての特性が弱くなって、レンズ全長が短縮しにくくなる。また、フィールドフラットナーとしての働きが弱まって、像面湾曲が補正不足となりやすい。

本発明に係る結像レンズにおいて、前記第２レンズを構成する負レンズは、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の場合に、フィールドフラットナーとして最も適切に働くようになる。

上述したような構成とすることで、半画角が２８～３６度程度と広角で、かつ、Ｆナンバが２．８未満と大口径でありながら、十分に小型で、構成枚数を抑えて低コストでもあり、各種収差を十分に低減して、１，０００万～２，０００万画素の撮像素子に対応した解像力を有する上、有限距離物体へのフォーカシングに伴う結像性能の変化を十分に抑制しながら、フォーカシング機構を小型化・簡略化することができる。

像面の平坦性をより改善するためには、以下の条件式〔３〕を満足することが望ましい（請求項４に対応する）。

〔３〕　－６．５＜（R_{2GF}＋R_{2GR}）／（R_{2GF}－R_{2GR}）＜－１．０

ただし、R_{2GF}は前記第２レンズ群を構成する負レンズの物体側面の曲率半径、R_{2GR}は前記第２レンズ群を構成する負レンズの像側面の曲率半径を表す。

条件式〔３〕の下限値－６．５を下回る場合には、前記第２レンズを構成する負レンズのベンディングが強くなりすぎて、像面湾曲が過剰補正となりやすい。一方、条件式〔３〕の上限値－１．０を超える場合には、前記第２レンズを構成する負レンズのベンディン

また、本発明に係る結像レンズは、以下の条件式〔１〕を満足することが望ましい（請求項２に相当する）。

〔１〕　０．２０＜D_{1G-2G}／Ｌ＜０．５０

ただし、D_{1G-2G}は無限遠物体に合焦した状態における前記第１レンズ群の最も像側の面から前記第２レンズ群の最も物体側の面までの距離、Ｌは無限遠物体に合焦した状態における前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離を表す。

条件式〔１〕の下限値０．２０を下回る場合には、前記第２レンズ群が前記第１レンズ群に近付きすぎ、フィールドフラットナーとしての働きが弱くなって、像面湾曲を十分に抑制することが難しくなると共に、フォーカシングに伴う球面収差の変動が大きくなって、近距離でコントラストが低下しやすくなる。さらに、不使用時に前記第１レンズ群と前記第２レンズ群の間隔を短縮して薄型に収納することを考えた場合、その効果が十分に得られなくなってしまう。

【００１３】

一方、条件式〔１〕の上限値０．５０を超える場合には、結像群としての前記第１レンズ群が十分な厚みを有することができなくなり、各種収差を良好に補正することが難しくなる。

なお、さらに良好な収差補正のためには、以下の条件式〔１´〕を満足することが望ましい。

〔１´〕　０．２５＜D_{1G-2G}／Ｌ＜０．４５

加えて、本発明に係る結像レンズは、以下の条件式〔２〕を満足することが望ましい（請求項３に対応する）。

〔２〕　０．７５＜f_{1G}／ｆ＜０．９５

ただし、D_{1G-2G}は無限遠物体に合焦した状態における前記第１レンズ群の最も像側の面から前記第２レンズ群の最も物体側の面までの距離、Ｌは無限遠物体に合焦した状態における前記第１レンズ群の最も物体側の面から像面までの距離、f_{1G}は第１レンズ群の焦点距離、ｆは無限遠物体に合焦した状態における全系の焦点距離を表す。

ここで、条件式〔２〕の下限値０．７５を下回る場合には、前記第２レンズ群の結像倍率が大きくなりすぎ、負レンズ１枚の構成では像面湾曲が補正過剰となったり、コマ収差が発生したりして好ましくない。

【００１４】

一方、条件式〔２〕の上限値０．９５を超える場合には、前記第２レンズ群の結像倍率が１に近付きすぎ、テレフォトタイプとしての特性が弱くなって、レンズ全長が短縮しにくくなる。また、フィールドフラットナーとしての働きが弱まって、像面湾曲が補正不足となりやすい。

本発明に係る結像レンズにおいて、前記第２レンズを構成する負レンズは、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の場合に、フィールドフラットナーとして最も適切に働くようになる。

上述したような構成とすることで、半画角が２８～３６度程度と広角で、かつ、Ｆナンバが２．８未満と大口径でありながら、十分に小型で、構成枚数を抑えて低コストでもあり、各種収差を十分に低減して、１，０００万～２，０００万画素の撮像素子に対応した解像力を有する上、有限距離物体へのフォーカシングに伴う結像性能の変化を十分に抑制しながら、フォーカシング機構を小型化・簡略化することができる。

像面の平坦性をより改善するためには、以下の条件式〔３〕を満足することが望ましい（請求項４に対応する）。

〔３〕　－６．５＜（R_{2GF}＋R_{2GR}）／（R_{2GF}－R_{2GR}）＜－１．０

ただし、R_{2GF}は前記第２レンズ群を構成する負レンズの物体側面の曲率半径、R_{2GR}は前記第２レンズ群を構成する負レンズの像側面の曲率半径を表す。

条件式〔３〕の下限値－６．５を下回る場合には、前記第２レンズを構成する負レンズのベンディングが強くなりすぎて、像面湾曲が過剰補正となりやすい。一方、条件式〔３〕の上限値－１．０を超える場合には、前記第２レンズを構成する負レンズのベンディン

グが弱くなりすぎて、像面湾曲が補正不足となりやすい。

【００１５】

また、本発明に係る結像レンズは、前記第１レンズ群の内部に開口絞りを有することが推奨される。その場合、前記第１レンズ群は、前記開口絞りよりも物体側に配置される第１Ｆレンズ群と、像側に配置される第１Ｒレンズ群で構成されることになる。

このとき、前記第１Ｆレンズ群は、以下の条件式〔４〕を満足することが望ましい（請求項５に対応する）。

〔４〕　$1.0 < f_{G1F} / f < 2.0$

ただし、f_{G1F}は、第１Ｆレンズの焦点距離、ｆは、無限遠物体に合焦した状態における全系の焦点距離を表す。

条件式〔４〕の下限値１．０を下回る場合には、前記第１レンズ群の中で、開口絞りより物体側の屈折力が強まり、開口絞りより像側の屈折力が弱くなりすぎて、十分な射出瞳距離を確保できなくなる場合がある。一方、条件式〔４〕の上限値２．０を超える場合には、前記第１レンズ群の中で、前記開口絞りより像側の屈折力が強まり、前記開口絞りより物体側の屈折力が弱くなりすぎて、マイナスの歪曲収差が発生しやすくなる。また、他の収差についても、条件式の範囲外では全体のバランスが崩れやすくなる。

【００１６】

さらに、前記第１Ｒレンズ群の最も物体側には物体側に凹面を向けた負レンズが配置され、以下の条件式〔５〕を満足することが望ましい（請求項６に対応する）。

〔５〕　$-2.5 < R_{1RGF} / D_{1FG-1RG} < -1.0$

ただし、R_{1RGF}は前記第１Ｒレンズ群の最も物体側に配置された負レンズの物体側面の曲率半径、$D_{1FG-1RG}$は前記第１Ｆレンズ群の最も像側の面から前記第１Ｒレンズ群の最も物体側の面までの距離を表す。

条件式〔５〕の下限値－２．５を下回る場合には、内向性のコマ収差が発生しやすくなり、条件式〔５〕の上限値－１．０を超える場合には、外向性のコマ収差が発生しやすくなって好ましくない。また、前記第１Ｆレンズ群と前記第１Ｒレンズ群の間に、前記開口絞りだけでなくシャッタも設ける場合、条件式〔５〕の上限値－１．０を超える場合には、シャッタユニットの配置スペースが確保できないという問題も発生する。

コマ収差および非点収差をより良好に補正するため、第１Ｒレンズ群には、周辺部ほど正の屈折力が弱まるような形状の非球面を有することが望ましい。

このとき、さらに望ましくは、以下の条件式〔６〕を満足するのが良い（請求項７に対応する）。

〔６〕　$0.25 < L_{S-A} / L_{S-I} < 0.55$

ただし、L_{S-A}は前記開口絞りから第１Ｒレンズ群が有する非球面までの距離、L_{S-I}は前記開口絞りから像面までの距離を表す。

【００１７】

条件式〔６〕の下限値０．２５を下回る場合には、当該非球面が開口絞りに近付きすぎ、中心部と周辺部の光束があまり分離していない状態となるため、非点収差の補正効果が得られ難くなる。一方、条件式〔６〕の上限値０．５５を超える場合には、当該非球面が開口絞りから遠くなりすぎ、光束が十分な径を有さない状態となるため、コマ収差の補正効果が得られ難くなる。

前記第１Ｒレンズ群は、物体側から順に、物体側に凹面を向けた負レンズ、像側に凸面を向けた正レンズ、像側に凸面を向けた正レンズで構成されることが望ましい（請求項８に対応する）。

前記負レンズの物体側面・正レンズの像側面を開口絞りに対して略コンセントリックな形状とし、コマ収差の発生を抑えると共に、２つの前記正レンズの屈折力によって、射出瞳位置を像面から適切な位置まで遠ざけることができる。

ここで、第１Ｒレンズ群の最も物体側に配置される負レンズと、その像側に隣接して配置される正レンズは、互いに接合されていることが望ましい。この２つのレンズの各面では、最終的な収差量を低減するために、収差が大きくやり取りされており、製造誤差感度

グが弱くなりすぎて、像面湾曲が補正不足となりやすい。

【００１５】

また、本発明に係る結像レンズは、前記第１レンズ群の内部に開口絞りを有することが推奨される。その場合、前記第１レンズ群は、前記開口絞りよりも物体側に配置される第１Ｆレンズ群と、像側に配置される第１Ｒレンズ群で構成されることになる。

このとき、前記第１Ｆレンズ群は、以下の条件式〔４〕を満足することが望ましい（請求項５に対応する）。

〔４〕　$1.0 < f_{G1F} / f < 2.0$

ただし、f_{G1F}は、第１Ｆレンズの焦点距離、ｆは、無限遠物体に合焦した状態における全系の焦点距離を表す。

条件式〔４〕の下限値１．０を下回る場合には、前記第１レンズ群の中で、開口絞りより物体側の屈折力が強まり、開口絞りより像側の屈折力が弱くなりすぎて、十分な射出瞳距離を確保できなくなる場合がある。一方、条件式〔４〕の上限値２．０を超える場合には、前記第１レンズ群の中で、前記開口絞りより像側の屈折力が強まり、前記開口絞りより物体側の屈折力が弱くなりすぎて、マイナスの歪曲収差が発生しやすくなる。また、他の収差についても、条件式の範囲外では全体のバランスが崩れやすくなる。

【００１６】

さらに、前記第１Ｒレンズ群の最も物体側には物体側に凹面を向けた負レンズが配置され、以下の条件式〔５〕を満足することが望ましい（請求項６に対応する）。

〔５〕　$-2.5 < R_{1RGF} / D_{1FG-1RG} < -1.0$

ただし、R_{1RGF}は前記第１Ｒレンズ群の最も物体側に配置された負レンズの物体側面の曲率半径、$D_{1FG-1RG}$は前記第１Ｆレンズ群の最も像側の面から前記第１Ｒレンズ群の最も物体側の面までの距離を表す。

条件式〔５〕の下限値－２．５を下回る場合には、内向性のコマ収差が発生しやすくなり、条件式〔５〕の上限値－１．０を超える場合には、外向性のコマ収差が発生しやすくなって好ましくない。また、前記第１Ｆレンズ群と前記第１Ｒレンズ群の間に、前記開口絞りだけでなくシャッタも設ける場合、条件式〔５〕の上限値－１．０を超える場合には、シャッタユニットの配置スペースが確保できないという問題も発生する。

コマ収差および非点収差をより良好に補正するため、第１Ｒレンズ群には、周辺部ほど正の屈折力が弱まるような形状の非球面を有することが望ましい。

このとき、さらに望ましくは、以下の条件式〔６〕を満足するのが良い（請求項７に対応する）。

〔６〕　$0.25 < L_{S-A} / L_{S-I} < 0.55$

ただし、L_{S-A}は前記開口絞りから第１Ｒレンズ群が有する非球面までの距離、L_{S-I}は前記開口絞りから像面までの距離を表す。

【００１７】

条件式〔６〕の下限値０．２５を下回る場合には、当該非球面が開口絞りに近付きすぎ、中心部と周辺部の光束があまり分離していない状態となるため、非点収差の補正効果が得られ難くなる。一方、条件式〔６〕の上限値０．５５を超える場合には、当該非球面が開口絞りから遠くなりすぎ、光束が十分な径を有さない状態となるため、コマ収差の補正効果が得られ難くなる。

前記第１Ｒレンズ群は、物体側から順に、物体側に凹面を向けた負レンズ、像側に凸面を向けた正レンズ、像側に凸面を向けた正レンズで構成されることが望ましい（請求項８に対応する）。

前記負レンズの物体側面・正レンズの像側面を開口絞りに対して略コンセントリックな形状とし、コマ収差の発生を抑えると共に、２つの前記正レンズの屈折力によって、射出瞳位置を像面から適切な位置まで遠ざけることができる。

ここで、第１Ｒレンズ群の最も物体側に配置される負レンズと、その像側に隣接して配置される正レンズは、互いに接合されていることが望ましい。この２つのレンズの各面では、最終的な収差量を低減するために、収差が大きくやり取りされており、製造誤差感度

が高くなりがちである。これらを互いに接合することによって、実質的な製造誤差感度が低減され、安定した性能が得やすくなる。また、実際にレンズを保持する鏡筒の部品削減にも寄与する。

【００１８】

また、本発明に係る結像レンズは、以下の条件式〔７〕を満足することが望ましい（請求項９に対応する）。

〔７〕　１．２＜Ｌ／ｆ＜２．０

条件式〔７〕は、本発明の効果が最も良く発揮される結像レンズのレンズ全長を規制するものであり、条件式〔７〕の下限値１．２を下回る場合には、収差補正が全般に困難となりやすい。一方、条件式〔７〕の上限値２．０を超える場合には、本発明の適用によらずとも、良好な設計ができる可能性がある。

別の観点として、本発明に係る結像レンズは、以下の条件式〔８〕、〔９〕を満足することが望ましい（請求項１０に対応する）。

〔８〕　０．５０＜Ｙ´／ｆ＜０．７５

〔９〕　０．５０＜ｔａｎ（θP_{max}）＜０．７０

但し、最大像高をＹ´、最大像高に達する主光線の像面への入射角をθP_{max}、無限遠物体に合焦した状態における全系の焦点距離をｆとする。

条件式〔８〕は、本発明の効果が最も良く発揮される結像レンズの画角を規制するものである。

条件式〔９〕は、本発明の効果が最も良く発揮される結像レンズの軸外光線の像面への入射角を規制するものである。

【００１９】

本発明に係る結像レンズの具体的な構成として、第１レンズ群が有する少なくとも３枚の正レンズは、以下の条件式〔１０〕、〔１１〕を満足することが望ましい。

〔１０〕　１．７５＜n_{dpa}＜１．９５

〔１１〕　３５．０＜ν_{dpa}＜５０．０

ただし、n_{dpa}は３枚の正レンズの屈折率の平均値、ν_{dpa}は３枚の正レンズのアッベ数の平均値を表す。

結像作用を担う３枚の正レンズを、条件式〔１０〕・条件式〔１１〕の双方を満足するような高屈折率・低分散の材料で構成することにより、像面湾曲の低減と色収差の低減を高いレベルで両立させることができるようになる。

より良好な収差補正のためには、第１レンズ群に非球面を設けることが望ましい。特に大口径化に伴って増大する球面収差やコマ収差の補正に効果がある。

【実施例１】

【００２０】

次に、上述した本発明の実施の形態に基づく、具体的な実施例（数値実施例）を詳細に説明する。以下に述べる実施例１、実施例２、実施例３、実施例４、実施例５、実施例６は、本発明の第１の実施の形態～第６の実施の形態に係る結像レンズの具体的数値例による具体的構成の実施例であり、第７の実施の形態は、実施例１～実施例６に示されるような結像レンズを有して構成したレンズユニットを撮像用光学系として用いたデジタルカメラまたは携帯情報端末装置の実施の形態である。

図１、図７、図８は、本発明の第１の実施の形態に係る実施例１における結像レンズを説明するためのものであり、図２、図９、図１０は、本発明の第２の実施の形態に係る実施例２における結像レンズを説明するためのものであり、図３、図１１、図１２は、本発明の第３の実施の形態に係る実施例３における結像レンズを説明するためのものであり、図４、図１３、図１４は、本発明の第４の実施の形態に係る実施例４における結像レンズを説明するためのものであり、図５、図１５、図１６は、本発明の第５の実施の形態に係る実施例５における結像レンズを説明するためのものであり、図６、図１７、図１８は、本発明の第６の実施の形態に係る実施例６における結像レンズを説明するためのものであり、図１９、図２０および図２１は、本発明の第７の実施の形態に係るデジタルカメラを

が高くなりがちである。これらを互いに接合することによって、実質的な製造誤差感度が低減され、安定した性能が得やすくなる。また、実際にレンズを保持する鏡筒の部品削減にも寄与する。

【００１８】

また、本発明に係る結像レンズは、以下の条件式〔７〕を満足することが望ましい（請求項９に対応する）。

〔７〕　１．２＜Ｌ／ｆ＜２．０

条件式〔７〕は、本発明の効果が最も良く発揮される結像レンズのレンズ全長を規制するものであり、条件式〔７〕の下限値１．２を下回る場合には、収差補正が全般に困難となりやすい。一方、条件式〔７〕の上限値２．０を超える場合には、本発明の適用によらずとも、良好な設計ができる可能性がある。

別の観点として、本発明に係る結像レンズは、以下の条件式〔８〕、〔９〕を満足することが望ましい（請求項１０に対応する）。

〔８〕　０．５０＜Ｙ´／ｆ＜０．７５

〔９〕　０．５０＜ｔａｎ（θP_{max}）＜０．７０

但し、最大像高をＹ´、最大像高に達する主光線の像面への入射角をθP_{max}、無限遠物体に合焦した状態における全系の焦点距離をｆとする。

条件式〔８〕は、本発明の効果が最も良く発揮される結像レンズの画角を規制するものである。

条件式〔９〕は、本発明の効果が最も良く発揮される結像レンズの軸外光線の像面への入射角を規制するものである。

【００１９】

本発明に係る結像レンズの具体的な構成として、第１レンズ群が有する少なくとも３枚の正レンズは、以下の条件式〔１０〕、〔１１〕を満足することが望ましい。

〔１０〕　１．７５＜n_{dpa}＜１．９５

〔１１〕　３５．０＜ν_{dpa}＜５０．０

ただし、n_{dpa}は３枚の正レンズの屈折率の平均値、ν_{dpa}は３枚の正レンズのアッベ数の平均値を表す。

結像作用を担う３枚の正レンズを、条件式〔１０〕・条件式〔１１〕の双方を満足するような高屈折率・低分散の材料で構成することにより、像面湾曲の低減と色収差の低減を高いレベルで両立させることができるようになる。

より良好な収差補正のためには、第１レンズ群に非球面を設けることが望ましい。特に大口径化に伴って増大する球面収差やコマ収差の補正に効果がある。

【実施例１】

【００２０】

次に、上述した本発明の実施の形態に基づく、具体的な実施例（数値実施例）を詳細に説明する。以下に述べる実施例１、実施例２、実施例３、実施例４、実施例５、実施例６は、本発明の第１の実施の形態～第６の実施の形態に係る結像レンズの具体的数値例による具体的構成の実施例であり、第７の実施の形態は、実施例１～実施例６に示されるような結像レンズを有して構成したレンズユニットを撮像用光学系として用いたデジタルカメラまたは携帯情報端末装置の実施の形態である。

図１、図７、図８は、本発明の第１の実施の形態に係る実施例１における結像レンズを説明するためのものであり、図２、図９、図１０は、本発明の第２の実施の形態に係る実施例２における結像レンズを説明するためのものであり、図３、図１１、図１２は、本発明の第３の実施の形態に係る実施例３における結像レンズを説明するためのものであり、図４、図１３、図１４は、本発明の第４の実施の形態に係る実施例４における結像レンズを説明するためのものであり、図５、図１５、図１６は、本発明の第５の実施の形態に係る実施例５における結像レンズを説明するためのものであり、図６、図１７、図１８は、本発明の第６の実施の形態に係る実施例６における結像レンズを説明するためのものであり、図１９、図２０および図２１は、本発明の第７の実施の形態に係るデジタルカメラを

説明するためのものである。

【００２１】

実施例１～実施例６の各結像レンズにおける収差は、高いレベルで補正されており、球面収差、非点収差、像面湾曲および倍率色収差も充分に補正されている。これら実施例１～実施例６のように結像レンズを構成することにより、半画角が２８～３６度で、且つＦ値（Ｆナンバー）が２．８未満と大口径でありながら、非常に良好な結像性能を確保し得ることは、各実施例より明らかである。

実施例１～実施例６に共通の記号の意味は、次の通りである。

ｆ：光学系全体の焦点距離

Ｆ：Ｆ値（Ｆナンバー）

Ｒ：曲率半径（非球面については近軸曲率半径）

Ｄ：面間隔

N_d：屈折率

ν_d：アッベ数

ω：半画角〔度〕

また、実施例１～実施例６において、いくつかのレンズ面を非球面としている。非球面を形成するには、いわゆるモールド非球面レンズのように、各レンズ面を直接非球面とする構成と、いわゆるハイブリッド非球面レンズのように、球面レンズのレンズ面に非球面を形成する樹脂薄膜を敷設して非球面を得る構成とがあるが、それらのいずれを用いても良い。このような非球面形状は、近軸曲率半径Ｒの逆数（近軸曲率）をｃ、面の頂点を基準としたときの光軸からの高さＨの位置での光軸方向の変位Ｘが、円錐定数をｋ、４次、６次、８次、１０次、１２次、１４次、１６次、…の非球面定数をそれぞれA_4、A_6、A_8、A_{10}、…として、近軸曲率半径をＲとして、次の式〔１２〕で定義される。

【００２２】

【数１】

$$〔12〕\quad X=\frac{cH^2}{1+\sqrt{\{1-(1+K)c^2H^2\}}}+A_4\cdot H^4+A_6\cdot H^6$$

$$+A_8\cdot H^8+A_{10}\cdot H^{10}$$

【００２３】

図１は、本発明の第１の実施の形態であると共に実施例１に係る結像レンズの光学系の無限遠合焦時における縦断面のレンズ構成を示している。

すなわち、本発明の実施例１に係わる結像レンズの光学系は、図１に示すように、物体側から像面側に向かって、順次、第１レンズＬ１、第２レンズＬ２、第３レンズＬ３、開口絞りＡＰ、第４レンズＬ４、第５レンズＬ５、第６レンズＬ６、そして第７レンズＬ７を配置しており、第２レンズＬ２と第３レンズＬ３は、Ｌ２－Ｌ３接合レンズを構成し、第４レンズＬ４と第５レンズＬ５は、Ｌ４－Ｌ５接合レンズを構成して、レンズ構成上は、いわゆる５群７枚構成としている。

一方、図１に示す本発明の実施例１に係わる結像レンズの光学系は、一体的に駆動されるレンズ群に着目すると、正の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１、そして負の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２を、物体側から像面側に向かって、順次、配置しており、第１レンズ群Ｇ１および第２レンズ群Ｇ２の各レンズ群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持され、フォーカシング等に際しては、第１レンズ群が光軸方向に沿って移動する構成としている。第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との間は、最も広い空気間隔ＤＡを設けている。

【００２４】

そして、第１レンズ群Ｇ１は、像面側に強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第１レンズＬ１と、像面側に強い凹面を向けた両凹形状の負レンズからなる第２レンズＬ

説明するためのものである。

【００２１】

実施例１～実施例６の各結像レンズにおける収差は、高いレベルで補正されており、球面収差、非点収差、像面湾曲および倍率色収差も充分に補正されている。これら実施例１～実施例６のように結像レンズを構成することにより、半画角が２８～３６度で、且つＦ値（Ｆナンバー）が２．８未満と大口径でありながら、非常に良好な結像性能を確保し得ることは、各実施例より明らかである。

実施例１～実施例６に共通の記号の意味は、次の通りである。

ｆ：光学系全体の焦点距離

Ｆ：Ｆ値（Ｆナンバー）

Ｒ：曲率半径（非球面については近軸曲率半径）

Ｄ：面間隔

N_d：屈折率

ν_d：アッベ数

ω：半画角〔度〕

また、実施例１～実施例６において、いくつかのレンズ面を非球面としている。非球面を形成するには、いわゆるモールド非球面レンズのように、各レンズ面を直接非球面とする構成と、いわゆるハイブリッド非球面レンズのように、球面レンズのレンズ面に非球面を形成する樹脂薄膜を敷設して非球面を得る構成とがあるが、それらのいずれを用いても良い。このような非球面形状は、近軸曲率半径Ｒの逆数（近軸曲率）をｃ、面の頂点を基準としたときの光軸からの高さＨの位置での光軸方向の変位Ｘが、円錐定数をｋ、４次、６次、８次、１０次、１２次、１４次、１６次、…の非球面定数をそれぞれA_4、A_6、A_8、A_{10}、…として、近軸曲率半径をＲとして、次の式〔１２〕で定義される。

【００２２】

【数１】

$$〔12〕\quad X=\frac{cH^2}{1+\sqrt{\{1-(1+K)c^2H^2\}}}+A_4\cdot H^4+A_6\cdot H^6$$

$$+A_8\cdot H^8+A_{10}\cdot H^{10}$$

【００２３】

図１は、本発明の第１の実施の形態であると共に実施例１に係る結像レンズの光学系の無限遠合焦時における縦断面のレンズ構成を示している。

すなわち、本発明の実施例１に係わる結像レンズの光学系は、図１に示すように、物体側から像面側に向かって、順次、第１レンズＬ１、第２レンズＬ２、第３レンズＬ３、開口絞りＡＰ、第４レンズＬ４、第５レンズＬ５、第６レンズＬ６、そして第７レンズＬ７を配置しており、第２レンズＬ２と第３レンズＬ３は、Ｌ２－Ｌ３接合レンズを構成し、第４レンズＬ４と第５レンズＬ５は、Ｌ４－Ｌ５接合レンズを構成して、レンズ構成上は、いわゆる５群７枚構成としている。

一方、図１に示す本発明の実施例１に係わる結像レンズの光学系は、一体的に駆動されるレンズ群に着目すると、正の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１、そして負の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２を、物体側から像面側に向かって、順次、配置しており、第１レンズ群Ｇ１および第２レンズ群Ｇ２の各レンズ群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持され、フォーカシング等に際しては、第１レンズ群が光軸方向に沿って移動する構成としている。第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との間は、最も広い空気間隔ＤＡを設けている。

【００２４】

そして、第１レンズ群Ｇ１は、像面側に強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第１レンズＬ１と、像面側に強い凹面を向けた両凹形状の負レンズからなる第２レンズＬ

２と物体側に強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第３レンズＬ３が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ２－Ｌ３接合レンズと、物体側に強い凹面を向けた両凹形状の負レンズからなる第４レンズＬ４と像面側に強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第５レンズＬ５が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ４－Ｌ５接合レンズと、像面側に非球面を形成してなる強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第６レンズＬ６とで構成される。

第１レンズ群Ｇ１の内部には、開口絞りＡＰを有し、第１レンズ群Ｇ１は、開口絞りＡＰよりも物体側に第１Ｆレンズ群Ｇ１Ｆを配置し、開口絞りＡＰよりも像面側に第１Ｒレンズ群Ｇ１Ｒを配置している。この第１Ｆレンズ群Ｇ１Ｆは、第１レンズＬ１～第３レンズＬ３よりなり、第１Ｒレンズ群Ｇ１Ｒは、第４レンズ群Ｌ４～第６レンズ群Ｌ６よりなる。

第２レンズ群Ｇ２は、物体側により強い凹面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第７レンズＬ７で構成される。

【００２５】

これら第１レンズ群Ｇ１および第２レンズ群Ｇ２の後方、すなわち像面側、にはバック挿入ガラスＢＧが配置される。

デジタルスティルカメラのように、ＣＣＤ（電荷結合素子）撮像素子またはＣＭＯＳ（相補型金属酸化物半導体）撮像素子等の固体撮像素子を用いるタイプの撮像光学系では、バック挿入ガラス、ローパスフィルタ、赤外カットガラスおよび固体撮像素子の受光面を保護するためのカバーガラス等の少なくとも何れかを介挿するが、本実施例ではこれらを代表して上述したバック挿入ガラスＢＧとして示しており、等価的に１枚の平行平面板として扱う。なお、実施例２～実施例６においても等価的に１枚の平行平面板としてバック挿入ガラスＢＧを示しているが、本実施例におけるバック挿入ガラスＢＧと同様に、バック挿入ガラス、ローパスフィルタ、赤外カットガラスおよびカバーガラス等の少なくとも何れかを代表している。

尚、平行平板は、実施例１においては、像側面が結像面から物体側に約０．５ｍｍの位置となるように配設してあるが、もちろんこの数値に限定されるものではないし、複数枚に分割されてもよい。

【００２６】

この結像レンズにおける合焦操作、すなわちフォーカシングは、無限遠物体から有限距離物体（近距離物体）へのフォーカシングに際し、第２レンズ群Ｇ２を固定しておき、第１レンズ群Ｇ１のみを光軸に沿って物体側に繰り出して移動させることによって行う。

図１には、各光学面の面番号も示している。なお、図１に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、各実施例毎に独立に用いており、そのため、図２、図３、図４、図５、図６と共通の参照符号を付していてもそれらに対応する実施例とはかならずしも共通の構成ではない。

この実施例１においては、全系の焦点距離ｆ、半画角ω〔度〕および開放Ｆ値Ｆが、それぞれｆ＝２２．９０ｍｍ、ω＝３２．２度およびＦ＝２．５５（すなわちＦｎｏ．２．５５）であり、この実施例１における各光学要素における光学面の曲率半径（非球面については近軸曲率半径）Ｒ、隣接する光学面の面間隔Ｄ、屈折率N_dおよびアッベ数ν_d等の光学特性は、次表１の通りである。

【００２７】

２と物体側に強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第３レンズＬ３が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ２－Ｌ３接合レンズと、物体側に強い凹面を向けた両凹形状の負レンズからなる第４レンズＬ４と像面側に強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第５レンズＬ５が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ４－Ｌ５接合レンズと、像面側に非球面を形成してなる強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第６レンズＬ６とで構成される。

第１レンズ群Ｇ１の内部には、開口絞りＡＰを有し、第１レンズ群Ｇ１は、開口絞りＡＰよりも物体側に第１Ｆレンズ群Ｇ１Ｆを配置し、開口絞りＡＰよりも像面側に第１Ｒレンズ群Ｇ１Ｒを配置している。この第１Ｆレンズ群Ｇ１Ｆは、第１レンズＬ１～第３レンズＬ３よりなり、第１Ｒレンズ群Ｇ１Ｒは、第４レンズ群Ｌ４～第６レンズ群Ｌ６よりなる。

第２レンズ群Ｇ２は、物体側により強い凹面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第７レンズＬ７で構成される。

【００２５】

これら第１レンズ群Ｇ１および第２レンズ群Ｇ２の後方、すなわち像面側、にはバック挿入ガラスＢＧが配置される。

デジタルスティルカメラのように、ＣＣＤ（電荷結合素子）撮像素子またはＣＭＯＳ（相補型金属酸化物半導体）撮像素子等の固体撮像素子を用いるタイプの撮像光学系では、バック挿入ガラス、ローパスフィルタ、赤外カットガラスおよび固体撮像素子の受光面を保護するためのカバーガラス等の少なくとも何れかを介挿するが、本実施例ではこれらを代表して上述したバック挿入ガラスＢＧとして示しており、等価的に１枚の平行平面板として扱う。なお、実施例２～実施例６においても等価的に１枚の平行平面板としてバック挿入ガラスＢＧを示しているが、本実施例におけるバック挿入ガラスＢＧと同様に、バック挿入ガラス、ローパスフィルタ、赤外カットガラスおよびカバーガラス等の少なくとも何れかを代表している。

尚、平行平板は、実施例１においては、像側面が結像面から物体側に約０．５ｍｍの位置となるように配設してあるが、もちろんこの数値に限定されるものではないし、複数枚に分割されてもよい。

【００２６】

この結像レンズにおける合焦操作、すなわちフォーカシングは、無限遠物体から有限距離物体（近距離物体）へのフォーカシングに際し、第２レンズ群Ｇ２を固定しておき、第１レンズ群Ｇ１のみを光軸に沿って物体側に繰り出して移動させることによって行う。

図１には、各光学面の面番号も示している。なお、図１に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、各実施例毎に独立に用いており、そのため、図２、図３、図４、図５、図６と共通の参照符号を付していてもそれらに対応する実施例とはかならずしも共通の構成ではない。

この実施例１においては、全系の焦点距離ｆ、半画角ω〔度〕および開放Ｆ値Ｆが、それぞれｆ＝２２．９０ｍｍ、ω＝３２．２度およびＦ＝２．５５（すなわちＦｎｏ．２．５５）であり、この実施例１における各光学要素における光学面の曲率半径（非球面については近軸曲率半径）Ｒ、隣接する光学面の面間隔Ｄ、屈折率N_dおよびアッベ数ν_d等の光学特性は、次表１の通りである。

【００２７】

【表１】

数値実施例１

構成データ

面番号	R	D	N_d	ν_d	$P_{g,F}$	硝種名	備考	
01	109.515	1.29	1.90366	31.32	0.5947	HOYA TAFD25	L1	
02	-101.736	0.63						
03	-21.298	0.80	1.60342	38.03	0.5835	OHARA S-TIM5	L2	
04	8.710	2.66	1.83481	42.73	0.5648	OHARA S-LAH55V	L3	
05	-41.531	1.80						
06	絞り	3.30						G1
07	-9.145	0.87	1.76182	26.52	0.6136	OHARA S-TIH14	L4	
08	36.988	2.26	1.83481	42.73	0.5648	OHARA S-LAH55V	L5	
09	-32.285	0.10						
10	74.823	3.67	1.80610	40.73	0.5465	HOYA M-NBFD130	L6	
11*	-14.560	可変(DA)						
12	-14.000	1.20	1.48749	70.23	0.5300	OHARA S-FSL5	L7	G2
13	-25.496	12.61						
14	∞	1.30	1.51680	64.20		各種フィルタ	BG	
15	∞							

【００２８】

表１において、硝種名の前に、硝材の製造メーカー名として、ＨＯＹＡ株式会社製のものをＨＯＹＡと略記し、株式会社オハラ製のものをＯＨＡＲＡと略記した。

また、表１において、面番号に「＊（アスタリスク）」を付して示した面番号のレンズ面が非球面である。これらは、他の実施例２～実施例６についても同様である。

すなわち、表１においては、「＊」が付された第６レンズＬ６の像面側の光学面である第１１面が非球面であり、式〔１２〕における非球面パラメータ（非球面係数）は、下記の通りである。

第１１面の非球面パラメータ

Ｋ＝０．０，

A_4＝７．４５９７２×１０$^{-5}$，

A_6＝２．７４７６８×１０$^{-7}$，

A_8＝－２．２９９５５×１０$^{-10}$，

A_{10}＝０．０

この実施例１においては、表１に示した第１レンズ群Ｇ１の第６レンズＬ６と第２レンズ群Ｇ２の第７レンズＬ７との間の可変間隔ＤＡは、撮像倍率が変化して物体距離が無限遠と撮影倍率－１／２０（物体距離≒５００ｍｍ）とに変化した際に、次表２の通りに変化する。

【００２９】

【表２】

可変間隔

	無限遠	－１／２０倍
ＤＡ	１２．６１０	１３．５６０

【００３０】

【表１】

数値実施例１

構成データ

面番号	R	D	N_d	ν_d	$P_{g,F}$	硝種名	備考	
01	109.515	1.29	1.90366	31.32	0.5947	HOYA TAFD25	L1	
02	-101.736	0.63						
03	-21.298	0.80	1.60342	38.03	0.5835	OHARA S-TIM5	L2	
04	8.710	2.66	1.83481	42.73	0.5648	OHARA S-LAH55V	L3	
05	-41.531	1.80						
06	絞り	3.30						G1
07	-9.145	0.87	1.76182	26.52	0.6136	OHARA S-TIH14	L4	
08	36.988	2.26	1.83481	42.73	0.5648	OHARA S-LAH55V	L5	
09	-32.285	0.10						
10	74.823	3.67	1.80610	40.73	0.5465	HOYA M-NBFD130	L6	
11*	-14.560	可変(DA)						
12	-14.000	1.20	1.48749	70.23	0.5300	OHARA S-FSL5	L7	G2
13	-25.496	12.61						
14	∞	1.30	1.51680	64.20		各種フィルタ	BG	
15	∞							

【００２８】

表１において、硝種名の前に、硝材の製造メーカー名として、ＨＯＹＡ株式会社製のものをＨＯＹＡと略記し、株式会社オハラ製のものをＯＨＡＲＡと略記した。

また、表１において、面番号に「＊（アスタリスク）」を付して示した面番号のレンズ面が非球面である。これらは、他の実施例２～実施例６についても同様である。

すなわち、表１においては、「＊」が付された第６レンズＬ６の像面側の光学面である第１１面が非球面であり、式〔１２〕における非球面パラメータ（非球面係数）は、下記の通りである。

第１１面の非球面パラメータ

$K = 0.0$,

$A_4 = 7.45972 \times 10^{-5}$,

$A_6 = 2.74768 \times 10^{-7}$,

$A_8 = -2.29955 \times 10^{-10}$,

$A_{10} = 0.0$

この実施例１においては、表１に示した第１レンズ群Ｇ１の第６レンズＬ６と第２レンズ群Ｇ２の第７レンズＬ７との間の可変間隔ＤＡは、撮像倍率が変化して物体距離が無限遠と撮影倍率－１／２０（物体距離≒５００ｍｍ）とに変化した際に、次表２の通りに変化する。

【００２９】

【表２】

可変間隔

	無限遠	－１／２０倍
ＤＡ	１２．６１０	１３．５６０

【００３０】

また、この実施例１における先に述べた条件式〔１〕～条件式〔１１〕に対応する値は、それぞれ下記の通りとなる。

条件式数値

〔１〕 $D_{1G-2G}/L=0.348$

〔２〕 $f_{1G}/f=0.911$

〔３〕 $(R_{2GF}+R_{2GR})/(R_{2GF}-R_{2GR})=-3.44$

〔４〕 $f_{1FG}/f=1.25$

〔５〕 $R_{1RGF}/D_{1FG-1RG}=-1.79$

〔６〕 $L_{S-A}/L_{S-I}=0.351$

〔７〕 $L/f=1.58$

〔８〕 $Y'/f=0.620$

〔９〕 $\tan(\theta P_{max})=0.536$

〔１０〕 $n_{dpa}=1.825$

〔１１〕 $\nu_{dpa}=42.1$

したがって、この実施例１における先に述べた条件式〔１〕～条件式〔１１〕に係る数値は、それぞれ各条件式の範囲内であり、条件式〔１〕～条件式〔１１〕を満足している。

【００３１】

また、図７に、実施例１に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態でのｄ線とｇ線における諸収差、すなわち球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差、の各収差曲線図を、そして図８に、結像レンズが撮影倍率が約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）で物体に合焦した状態でのｄ線とｇ線における諸収差、すなわち球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差、の各収差曲線図を、それぞれ示している。

なお、これらの収差曲線図において、球面収差における破線は正弦条件をあらわし、非点収差における実線はサジタル、そして破線はメリディオナルをそれぞれあらわしている。また、球面収差、非点収差、並びにコマ収差の各収差図におけるｇおよびｄはそれぞれ、ｇ線およびｄ線をあらわしている。これらは、他の実施例に係る収差曲線図についても同様である。

【実施例２】

【００３２】

図２は、本発明の第２の実施の形態であると共に実施例２に係る結像レンズの光学系の無限遠合焦時における縦断面のレンズ構成を示している。

すなわち、本発明の実施例２に係わる結像レンズの光学系は、図２に示すように、物体側から像面側に向かって、順次、第１レンズＬ１、第２レンズＬ２、開口絞りＡＰ、第３レンズＬ３、第４レンズＬ４、第５レンズＬ５、そして第６レンズＬ６を配置しており、第３レンズＬ３と第４レンズＬ４は、Ｌ３－Ｌ４接合レンズを構成して、レンズ構成上は、いわゆる５群６枚構成としている。

一方、図２に示す本発明の実施例２に係わる結像レンズの光学系は、一体的に駆動されるレンズ群に着目すると、正の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１、そして負の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２を、物体側から像面側に向かって、順次、配置しており、第１レンズ群Ｇ１および第２レンズ群Ｇ２の各レンズ群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持され、フォーカシング等に際しては、第１レンズ群Ｇ１が光軸方向に沿って移動する構成としている。第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との間は、最も広い空気間隔ＤＡ（可変）を設けている。

【００３３】

そして、第１レンズ群Ｇ１は、物体側に非球面を形成してなる強い凹面を向けた両凹形状の負レンズからなる第１レンズＬ１と、物体側に強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第２レンズＬ２と、物体側に強い凹面を向けた両凹形状の負レンズからなる第３レンズＬ３と像面側に強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第４レンズＬ４が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ３－Ｌ４接合レンズと、像面側に非球面を

また、この実施例１における先に述べた条件式〔１〕～条件式〔１１〕に対応する値は、それぞれ下記の通りとなる。

条件式数値

〔１〕 $D_{1G-2G}/L=0.348$

〔２〕 $f_{1G}/f=0.911$

〔３〕 $(R_{2GF}+R_{2GR})/(R_{2GF}-R_{2GR})=-3.44$

〔４〕 $f_{1FG}/f=1.25$

〔５〕 $R_{1RGF}/D_{1FG-1RG}=-1.79$

〔６〕 $L_{S-A}/L_{S-I}=0.351$

〔７〕 $L/f=1.58$

〔８〕 $Y'/f=0.620$

〔９〕 $\tan(\theta P_{max})=0.536$

〔１０〕 $n_{dpa}=1.825$

〔１１〕 $\nu_{dpa}=42.1$

したがって、この実施例１における先に述べた条件式〔１〕～条件式〔１１〕に係る数値は、それぞれ各条件式の範囲内であり、条件式〔１〕～条件式〔１１〕を満足している。

【００３１】

また、図７に、実施例１に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態でのｄ線とｇ線における諸収差、すなわち球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差、の各収差曲線図を、そして図８に、結像レンズが撮影倍率が約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）で物体に合焦した状態でのｄ線とｇ線における諸収差、すなわち球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差、の各収差曲線図を、それぞれ示している。

なお、これらの収差曲線図において、球面収差における破線は正弦条件をあらわし、非点収差における実線はサジタル、そして破線はメリディオナルをそれぞれあらわしている。また、球面収差、非点収差、並びにコマ収差の各収差図におけるｇおよびｄはそれぞれ、ｇ線およびｄ線をあらわしている。これらは、他の実施例に係る収差曲線図についても同様である。

【実施例２】

【００３２】

図２は、本発明の第２の実施の形態であると共に実施例２に係る結像レンズの光学系の無限遠合焦時における縦断面のレンズ構成を示している。

すなわち、本発明の実施例２に係わる結像レンズの光学系は、図２に示すように、物体側から像面側に向かって、順次、第１レンズＬ１、第２レンズＬ２、開口絞りＡＰ、第３レンズＬ３、第４レンズＬ４、第５レンズＬ５、そして第６レンズＬ６を配置しており、第３レンズＬ３と第４レンズＬ４は、Ｌ３－Ｌ４接合レンズを構成して、レンズ構成上は、いわゆる５群６枚構成としている。

一方、図２に示す本発明の実施例２に係わる結像レンズの光学系は、一体的に駆動されるレンズ群に着目すると、正の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１、そして負の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２を、物体側から像面側に向かって、順次、配置しており、第１レンズ群Ｇ１および第２レンズ群Ｇ２の各レンズ群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持され、フォーカシング等に際しては、第１レンズ群Ｇ１が光軸方向に沿って移動する構成としている。第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との間は、最も広い空気間隔ＤＡ（可変）を設けている。

【００３３】

そして、第１レンズ群Ｇ１は、物体側に非球面を形成してなる強い凹面を向けた両凹形状の負レンズからなる第１レンズＬ１と、物体側に強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第２レンズＬ２と、物体側に強い凹面を向けた両凹形状の負レンズからなる第３レンズＬ３と像面側に強い凸面を向けた両凸形状の正レンズからなる第４レンズＬ４が密着して接合されてなる２枚接合レンズであるＬ３－Ｌ４接合レンズと、像面側に非球面を

形成してなる強い凸面を向けた正メニスカス形状の正レンズからなる第５レンズＬ５とで構成される。

第１レンズ群Ｇ１の内部には、開口絞りＡＰを有し、第１レンズ群Ｇ１は、開口絞りＡＰよりも物体側に第１Ｆレンズ群Ｇ１Ｆを配置し、開口絞りＡＰよりも像面側に第１Ｒレンズ群Ｇ１Ｒを配置している。この第１Ｆレンズ群Ｇ１Ｆは、第１レンズＬ１～第２レンズＬ２よりなり、第１Ｒレンズ群Ｇ１Ｒは、第３レンズ群Ｌ３～第５レンズ群Ｌ５よりなる。

第２レンズ群Ｇ２は、物体側により強い凹面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第６レンズＬ６で構成される。

これら第１レンズ群Ｇ１および第２レンズ群Ｇ２の後方、すなわち像面側、にはバック挿入ガラスＢＧが配置される。

【００３４】

デジタルスティルカメラのように、ＣＣＤ（電荷結合素子）撮像素子またはＣＭＯＳ（相補型金属酸化物半導体）撮像素子等の固体撮像素子を用いるタイプの撮像光学系では、バック挿入ガラス、ローパスフィルタ、赤外カットガラスおよび固体撮像素子の受光面を保護するためのカバーガラス等の少なくとも何れかを介挿するが，本実施例２ではこれらを代表して上述したバック挿入ガラスＢＧとして示しており、等価的に１枚の平行平面板として扱う。なお、実施例３～実施例６においても等価的に１枚の平行平面板としてバック挿入ガラスＢＧを示しているが、本実施例２におけるバック挿入ガラスＢＧと同様に、バック挿入ガラス、ローパスフィルタ、赤外カットガラスおよびカバーガラス等の少なくとも何れかを代表している。

この結像レンズにおける合焦操作、すなわちフォーカシングは、無限遠物体から有限距離物体（近距離物体）へのフォーカシングに際し、第２レンズ群Ｇ２を固定しておき、第１レンズ群Ｇ１のみを光軸に沿って物体側に繰り出して移動させることによって行う。

【００３５】

図２には、各光学面の面番号も示している。なお、図２に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、各実施例毎に独立に用いており、そのため、図１、図３、図４、図５、図６と共通の参照符号を付していてもそれらに対応する実施例とはかならずしも共通の構成ではない。

この実施例２においては、全系の焦点距離ｆ、半画角ω〔度〕および開放Ｆ値Ｆが、それぞれｆ＝２２．９９ｍｍ、ω＝３２．５度およびＦ＝２．５６（すなわちＦｎｏ．２．５６）であり、この実施例２における各光学要素における光学面の曲率半径（非球面については近軸曲率半径）Ｒ、隣接する光学面の面間隔Ｄ、屈折率N_dおよびアッベ数ν_d等の光学特性は、次表３の通りである。

【００３６】

形成してなる強い凸面を向けた正メニスカス形状の正レンズからなる第５レンズＬ５とで構成される。

第１レンズ群Ｇ１の内部には、開口絞りＡＰを有し、第１レンズ群Ｇ１は、開口絞りＡＰよりも物体側に第１Ｆレンズ群Ｇ１Ｆを配置し、開口絞りＡＰよりも像面側に第１Ｒレンズ群Ｇ１Ｒを配置している。この第１Ｆレンズ群Ｇ１Ｆは、第１レンズＬ１～第２レンズＬ２よりなり、第１Ｒレンズ群Ｇ１Ｒは、第３レンズ群Ｌ３～第５レンズ群Ｌ５よりなる。

第２レンズ群Ｇ２は、物体側により強い凹面を向けた負メニスカス形状の負レンズからなる第６レンズＬ６で構成される。

これら第１レンズ群Ｇ１および第２レンズ群Ｇ２の後方、すなわち像面側、にはバック挿入ガラスＢＧが配置される。

【００３４】

デジタルスティルカメラのように、ＣＣＤ（電荷結合素子）撮像素子またはＣＭＯＳ（相補型金属酸化物半導体）撮像素子等の固体撮像素子を用いるタイプの撮像光学系では、バック挿入ガラス、ローパスフィルタ、赤外カットガラスおよび固体撮像素子の受光面を保護するためのカバーガラス等の少なくとも何れかを介挿するが，本実施例２ではこれらを代表して上述したバック挿入ガラスＢＧとして示しており、等価的に１枚の平行平面板として扱う。なお、実施例３～実施例６においても等価的に１枚の平行平面板としてバック挿入ガラスＢＧを示しているが、本実施例２におけるバック挿入ガラスＢＧと同様に、バック挿入ガラス、ローパスフィルタ、赤外カットガラスおよびカバーガラス等の少なくとも何れかを代表している。

この結像レンズにおける合焦操作、すなわちフォーカシングは、無限遠物体から有限距離物体（近距離物体）へのフォーカシングに際し、第２レンズ群Ｇ２を固定しておき、第１レンズ群Ｇ１のみを光軸に沿って物体側に繰り出して移動させることによって行う。

【００３５】

図２には、各光学面の面番号も示している。なお、図２に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、各実施例毎に独立に用いており、そのため、図１、図３、図４、図５、図６と共通の参照符号を付していてもそれらに対応する実施例とはかならずしも共通の構成ではない。

この実施例２においては、全系の焦点距離ｆ、半画角ω〔度〕および開放Ｆ値Ｆが、それぞれｆ＝２２．９９ｍｍ、ω＝３２．５度およびＦ＝２．５６（すなわちＦｎｏ．２．５６）であり、この実施例２における各光学要素における光学面の曲率半径（非球面については近軸曲率半径）Ｒ、隣接する光学面の面間隔Ｄ、屈折率N_dおよびアッベ数ν_d等の光学特性は、次表３の通りである。

【００３６】

【表３】

数値実施例２

構成データ

面番号	R	D	N_d	ν_d	$P_{g,F}$	硝種名	備考	
01*	-19.042	1.00	1.68893	31.16	0.6037	HOYA M-FD80	L1	G1
02	32.587	0.10						
03	17.848	2.33	1.88300	40.80	0.5654	HOYA TAFD30	L2	
04	-21.421	0.80						
05	絞り	4.39						
06	-8.787	0.80	1.68893	31.16	0.5989	HOYA E-FD8	L3	
07	24.308	3.01	1.83481	42.72	0.5653	HOYA TAFD5F	L4	
08	-19.079	0.10						
09	-59.475	2.36	1.77387	47.25	0.5557	HIKARI Q-LASFH11	L5	
10*	-14.339	可変(DA)						
11	-13.524	1.20	1.67270	32.17	0.5962	HOYA E-FD5	L6	G2
12	-22.904	5.619						
13	∞	1.30	1.51680	64.20		各種フィルタ	BG	
14	∞							

【００３７】

表３において、面番号に「＊（アスタリスク）」を付して示した面番号のレンズ面が非球面である。これらは、他の実施例についても同様である。

すなわち、表３においては、「＊」が付された第１レンズＬ１の物体側の光学面である第１面および第５レンズＬ５の像面側の光学面である第１０面がそれぞれ非球面であり、式〔１２〕における非球面パラメータ（非球面係数）は、下記の通りである。

第１面および第１０面の非球面パラメータ

第１面

$K = 0.0$,

$A_4 = -6.48729 \times 10^{-5}$,

$A_6 = -3.64206 \times 10^{-7}$,

$A_8 = 9.41909 \times 10^{-9}$,

$A_{10} = -2.27481 \times 10^{-10}$

第１０面

$K = 0.0$,

$A_4 = 5.05271 \times 10^{-5}$,

$A_6 = 3.24752 \times 10^{-7}$,

$A_8 = -1.48743 \times 10^{-09}$,

$A_{10} = 3.86782 \times 10^{-11}$

この実施例２においては、表３に示した第１レンズ群Ｇ１の第５レンズＬ５と第２レンズ群Ｇ２の第６レンズＬ６との間の可変間隔ＤＡは、撮像倍率が変化して物体距離が無限遠と撮影倍率－１／２０（物体距離≒５００ｍｍ）とに変化した際に、次表４の通りに変化する。

【００３８】

【表３】

数値実施例２

構成データ

面番号	R	D	N_d	ν_d	$P_{g,F}$	硝種名	備考	
01*	-19.042	1.00	1.68893	31.16	0.6037	HOYA M-FD80	L1	G1
02	32.587	0.10						
03	17.848	2.33	1.88300	40.80	0.5654	HOYA TAFD30	L2	
04	-21.421	0.80						
05	絞り	4.39						
06	-8.787	0.80	1.68893	31.16	0.5989	HOYA E-FD8	L3	
07	24.308	3.01	1.83481	42.72	0.5653	HOYA TAFD5F	L4	
08	-19.079	0.10						
09	-59.475	2.36	1.77387	47.25	0.5557	HIKARI Q-LASFH11	L5	
10*	-14.339	可変(DA)						
11	-13.524	1.20	1.67270	32.17	0.5962	HOYA E-FD5	L6	G2
12	-22.904	5.619						
13	∞	1.30	1.51680	64.20		各種フィルタ	BG	
14	∞							

【００３７】

表３において、面番号に「＊（アスタリスク）」を付して示した面番号のレンズ面が非球面である。これらは、他の実施例についても同様である。

すなわち、表３においては、「＊」が付された第１レンズＬ１の物体側の光学面である第１面および第５レンズＬ５の像面側の光学面である第１０面がそれぞれ非球面であり、式〔１２〕における非球面パラメータ（非球面係数）は、下記の通りである。

第１面および第１０面の非球面パラメータ

第１面

Ｋ＝０．０，

A_4＝－６．４８７２９×１０$^{-5}$，

A_6＝－３．６４２０６×１０$^{-7}$，

A_8＝９．４１９０９×１０$^{-9}$，

A_{10}＝－２．２７４８１×１０$^{-10}$

第１０面

Ｋ＝０．０，

A_4＝５．０５２７１×１０$^{-5}$，

A_6＝３．２４７５２×１０$^{-7}$，

A_8＝－１．４８７４３×１０$^{-09}$，

A_{10}＝３．８６７８２×１０$^{-11}$

この実施例２においては、表３に示した第１レンズ群Ｇ１の第５レンズＬ５と第２レンズ群Ｇ２の第６レンズＬ６との間の可変間隔ＤＡは、撮像倍率が変化して物体距離が無限遠と撮影倍率－１／２０（物体距離≒５００ｍｍ）とに変化した際に、次表４の通りに変化する。

【００３８】

【表４】

可変間隔

	無限遠	－１／２０倍
ＤＡ	１１．２９０	１２．１２９

【００３９】

また、この実施例２における先に述べた条件式〔１〕～条件式〔１１〕に対応する値は、それぞれ下記の通りとなる。

条件式数値

〔１〕 $D_{1G-2G}/L=0.324$

〔２〕 $f_{1G}/f=0.854$

〔３〕 $(R_{2GF}+R_{2GR})/(R_{2GF}-R_{2GR})=-3.89$

〔４〕 $f_{1FG}/f=1.22$

〔５〕 $R_{1RGF}/D_{1FG-1RG}=-1.69$

〔６〕 $L_{S-A}/L_{S-I}=0.349$

〔７〕 $L/f=1.51$

〔８〕 $Y'/f=0.617$

〔９〕 $\tan(\theta P_{max})=0.554$

〔１０〕 $n_{dpa}=1.831$

〔１１〕 $\nu_{dpa}=43.4$

したがって、この実施例２における先に述べた条件式〔１〕～条件式〔１１〕に係る数値は、それぞれ各条件式の範囲内であり、条件式〔１〕～条件式〔１１〕を満足している。

【００４０】

また、図９に、実施例２に係る結像レンズが無限遠物体に合焦した状態でのｄ線とｇ線における諸収差、すなわち球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差、の各収差曲線図を、そして図１０に、結像レンズが撮影倍率が約－１／２０倍（撮影距離≒５００ｍｍ）で物体に合焦した状態でのｄ線とｇ線における諸収差、すなわち球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差、の各収差曲線図を、それぞれ示している。

なお、これらの収差曲線図において、球面収差における破線は正弦条件をあらわし、非点収差における実線はサジタル、そして破線はメリディオナルをそれぞれあらわしている。また、球面収差、非点収差、並びにコマ収差の各収差図におけるｇおよびｄはそれぞれ、ｇ線およびｄ線をあらわしている。これらは、他の実施例に係る収差曲線図についても同様である。

【実施例３】

【００４１】

図３は、本発明の第３の実施の形態であると共に実施例３に係る結像レンズの光学系の無限遠合焦時における縦断面のレンズ構成を示している。

すなわち、本発明の実施例３に係わる結像レンズの光学系は、図３に示すように、物体側から像面側に向かって、順次、第１レンズＬ１、第２レンズＬ２、開口絞りＡＰ、第３レンズＬ３、第４レンズＬ４、第５レンズＬ５、そして第６レンズＬ６を配置しており、第３レンズＬ３と第４レンズＬ４は、Ｌ３－Ｌ４接合レンズを構成して、レンズ構成上は、いわゆる５群６枚構成としている。

一方、図３に示す本発明の実施例３に係わる結像レンズの光学系は、一体的に駆動されるレンズ群に着目すると、正の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１、そして負の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２を、物体側から像面側に向かって、順次、配置しており、第１レンズ群Ｇ１および第２レンズ群Ｇ２の各レンズ群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持され、フォーカシング等に際しては、第１レンズ群Ｇ１が光軸方向に沿って移動する構成としている。第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との間は、最も広い空気間隔ＤＡ（可変）を設けている。

PTO/AIA/80 (07-12)
Approved for use through xx/xx/xxxx. OMB 0651-0035
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

POWER OF ATTORNEY TO PROSECUTE APPLICATIONS BEFORE THE USPTO

I hereby revoke all previous powers of attorney given in the application identified in the attached statement under 37 CFR 3.73(c).

I hereby appoint:

☑ Practitioners associated with the Customer Number: 24728

OR

☐ Practitioner(s) named below (if more than ten patent practitioners are to be named, then a customer number must be used):

Name Registration	Number		Name Registration	Number

as attorney(s) or agent(s) to represent the undersigned before the United States Patent and Trademark Office (USPTO) in connection with any and all patent applications assigned only to the undersigned according to the USPTO assignment records or assignment documents attached to this form in accordance with 37 CFR 3.73(c).

Please change the correspondence address for the application identified in the attached statement under 37 CFR 3.73(c) to:

☐ The address associated with Customer Number:

OR

☐ Firm or Individual Name			
Address			
City		State	Zip
Country			
Telephone		Email	

Assignee Name and Address:

LARGAN Precision Co., Ltd.

No.11, Jingke Rd., Nantun Dist., Taichung City, Taiwan, R.O.C.

A copy of this form, together with a statement under 37 CFR 3.73(c) (Form PTO/SB/96 or equivalent) is required to be filed in each application in which this form is used. The statement under 37 CFR 3.73(c) may be completed by one of the practitioners appointed in this form, and must identify the application in which this Power of Attorney is to be filed.

SIGNATURE of Assignee of Record
The individual whose signature and title is supplied below is authorized to act on behalf of the assignee

Signature	CHEN, CHUN-SHAN	Date	September 12, 2014
Name	CHEN,CHUN-SHAN	Telephone	886-04-3600-2345
Title	MANAGER		

This collection of information is required by 37 CFR 1.31, 1.32 and 1.33. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.11 and 1.14. This collection is estimated to take 3 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.

PTO/AIA/96 (08-12)
Approved for use through 01/31/2013. OMB 0651-0031
U.S. Patent and Trademark Office: U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

STATEMENT UNDER 37 CFR 3.73(c)

Applicant/Patent Owner: LARGAN Precision Co., Ltd.

Application No./Patent No.: _____ Filed/Issue Date: September 16, 2014

Titled: PHOTOGRAPHING OPTICAL LENS ASSEMBLY, IMAGE CAPTURING UNIT AND ELECTRONIC DEVICE

LARGAN Precision Co., Ltd., a Corporation

(Name of Assignee) (Type of Assignee, e.g., corporation, partnership, university, government agency, etc.)

states that, for the patent application/patent identified above, it is (choose **one** of options 1, 2, 3 or 4 below):

1. ☑ The assignee of the entire right, title, and interest.

2. ☐ An assignee of less than the entire right, title, and interest (check applicable box):

   ☐ The extent (by percentage) of its ownership interest is _____%. Additional Statement(s) by the owners holding the balance of the interest must be submitted to account for 100% of the ownership interest.

   ☐ There are unspecified percentages of ownership. The other parties, including inventors, who together own the entire right, title and interest are:

   Additional Statement(s) by the owner(s) holding the balance of the interest must be submitted to account for the entire right, title, and interest.

3. ☐ The assignee of an undivided interest in the entirety (a complete assignment from one of the joint inventors was made). The other parties, including inventors, who together own the entire right, title, and interest are:

   Additional Statement(s) by the owner(s) holding the balance of the interest must be submitted to account for the entire right, title, and interest.

4. ☐ The recipient, via a court proceeding or the like (*e.g.*, bankruptcy, probate), of an undivided interest in the entirety (a complete transfer of ownership interest was made). The certified document(s) showing the transfer is attached.

The interest identified in option 1, 2 or 3 above (not option 4) is evidenced by either (choose **one** of options A or B below):

A. ☑ An assignment from the inventor(s) of the patent application/patent identified above. The assignment was recorded in the United States Patent and Trademark Office at Reel _____, Frame _____, or for which a copy thereof is attached.

B. ☐ A chain of title from the inventor(s), of the patent application/patent identified above, to the current assignee as follows:

1. From: _____ To: _____

   The document was recorded in the United States Patent and Trademark Office at

   Reel _____, Frame _____, or for which a copy thereof is attached.

2. From: _____ To: _____

   The document was recorded in the United States Patent and Trademark Office at

   Reel _____, Frame _____, or for which a copy thereof is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 3.73(b). The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.11 and 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.

PTO/AIA/96 (08-12)
Approved for use through 01/31/2013. OMB 0651-0031
U.S. Patent and Trademark Office: U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

STATEMENT UNDER 37 CFR 3.73(c)

Applicant/Patent Owner: LARGAN Precision Co., Ltd.

Application No./Patent No.: _____ Filed/Issue Date: September 16, 2014

Titled: PHOTOGRAPHING OPTICAL LENS ASSEMBLY, IMAGE CAPTURING UNIT AND ELECTRONIC DEVICE

LARGAN Precision Co., Ltd., a Corporation

(Name of Assignee) (Type of Assignee, e.g., corporation, partnership, university, government agency, etc.)

states that, for the patent application/patent identified above, it is (choose **one** of options 1, 2, 3 or 4 below):

1. ☑ The assignee of the entire right, title, and interest.

2. ☐ An assignee of less than the entire right, title, and interest (check applicable box):

   ☐ The extent (by percentage) of its ownership interest is _____%. Additional Statement(s) by the owners holding the balance of the interest must be submitted to account for 100% of the ownership interest.

   ☐ There are unspecified percentages of ownership. The other parties, including inventors, who together own the entire right, title and interest are:

   Additional Statement(s) by the owner(s) holding the balance of the interest must be submitted to account for the entire right, title, and interest.

3. ☐ The assignee of an undivided interest in the entirety (a complete assignment from one of the joint inventors was made). The other parties, including inventors, who together own the entire right, title, and interest are:

   Additional Statement(s) by the owner(s) holding the balance of the interest must be submitted to account for the entire right, title, and interest.

4. ☐ The recipient, via a court proceeding or the like (*e.g.*, bankruptcy, probate), of an undivided interest in the entirety (a complete transfer of ownership interest was made). The certified document(s) showing the transfer is attached.

The interest identified in option 1, 2 or 3 above (not option 4) is evidenced by either (choose **one** of options A or B below):

A. ☑ An assignment from the inventor(s) of the patent application/patent identified above. The assignment was recorded in the United States Patent and Trademark Office at Reel _____, Frame _____, or for which a copy thereof is attached.

B. ☐ A chain of title from the inventor(s), of the patent application/patent identified above, to the current assignee as follows:

1. From: _____ To: _____

   The document was recorded in the United States Patent and Trademark Office at

   Reel _____, Frame _____, or for which a copy thereof is attached.

2. From: _____ To: _____

   The document was recorded in the United States Patent and Trademark Office at

   Reel _____, Frame _____, or for which a copy thereof is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 3.73(b). The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.11 and 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.

ASSIGNMENT

WHEREAS, WE/I, **Hsin-Hsuan HUANG**

residing at : **No.11, Jingke Rd., Nantun Dist., Taichung City, Taiwan, R.O.C.**

have made certain new and useful inventions and improvements for which we filed an application for Letters Patent of the United States on ....., application Serial No. .....

which is entitled **PHOTOGRAPHING OPTICAL LENS ASSEMBLY, IMAGE CAPTURING UNIT AND ELECTRONIC DEVICE**

AND WHEREAS, **LARGAN Precision Co., Ltd.**

, a corporation having an office and place of business at

No.11, Jingke Rd., Nantun Dist., Taichung City, Taiwan, R.O.C.

(hereinafter "Assignee") is desirous of acquiring the entire right, title and interest in and to said inventions, improvements and application and in and to the Letters Patent to be obtained therefor;

NOW THEREFORE, to all whom it may concern, be it known that for and in consideration of the sum of One Dollar and other good and valuable considerations, the receipt and sufficiency whereof is hereby acknowledged, we have sold, assigned, and transferred, and by these presents do sell, assign and transfer unto said Assignee, its successors or assigns, the entire right, title and interest for all countries in and to all inventions and improvements disclosed in the aforesaid application, and in and to the application, all divisions, continuations, or renewals thereof, all Letters Patent which may be granted therefrom, and all reissues or extensions of such patents, and in and to any and all applications which have been or shall be filed in any foreign countries for Letters Patent on the inventions and improvements, including an assignment of all rights under the provisions of the International Convention, and all Letters Patent of foreign countries which may be granted therefrom; and we do hereby authorize and request the Commissioner of Patents and Trademarks to issue any and all United States Letters Patent for the aforesaid inventions and improvements to the Assignee as the assignee of the entire right, title and interest in and to the same, for the use of the Assignee, its successors and assigns;

AND, for the consideration aforesaid, we do hereby agree that we and our executors and legal representatives will make, execute and deliver any and all other instruments in writing including any and all further application papers, affidavits, assignments and other documents, and will communicate to said Assignee, its successors and representatives all facts known to us relating to said improvements and the history thereof and will testify in all legal proceedings and generally do all things which may be necessary

or desirable more effectually to secure to and vest in said Assignee, its successors or assigns the entire right, title and interest in and to the improvements, inventions, applications, Letters Patent, rights, titles, benefits, privileges and advantages hereby sold, assigned and conveyed, or intended so to be;

ASSIGNMENT

WHEREAS, WE/I, **Hsin-Hsuan HUANG**

residing at : **No.11, Jingke Rd., Nantun Dist., Taichung City, Taiwan, R.O.C.**

have made certain new and useful inventions and improvements for which we filed an application for Letters Patent of the United States on ....., application Serial No. .....

which is entitled **PHOTOGRAPHING OPTICAL LENS ASSEMBLY, IMAGE CAPTURING UNIT AND ELECTRONIC DEVICE**

AND WHEREAS, **LARGAN Precision Co., Ltd.**

, a corporation having an office and place of business at

No.11, Jingke Rd., Nantun Dist., Taichung City, Taiwan, R.O.C.

(hereinafter "Assignee") is desirous of acquiring the entire right, title and interest in and to said inventions, improvements and application and in and to the Letters Patent to be obtained therefor;

NOW THEREFORE, to all whom it may concern, be it known that for and in consideration of the sum of One Dollar and other good and valuable considerations, the receipt and sufficiency whereof is hereby acknowledged, we have sold, assigned, and transferred, and by these presents do sell, assign and transfer unto said Assignee, its successors or assigns, the entire right, title and interest for all countries in and to all inventions and improvements disclosed in the aforesaid application, and in and to the application, all divisions, continuations, or renewals thereof, all Letters Patent which may be granted therefrom, and all reissues or extensions of such patents, and in and to any and all applications which have been or shall be filed in any foreign countries for Letters Patent on the inventions and improvements, including an assignment of all rights under the provisions of the International Convention, and all Letters Patent of foreign countries which may be granted therefrom; and we do hereby authorize and request the Commissioner of Patents and Trademarks to issue any and all United States Letters Patent for the aforesaid inventions and improvements to the Assignee as the assignee of the entire right, title and interest in and to the same, for the use of the Assignee, its successors and assigns;

AND, for the consideration aforesaid, we do hereby agree that we and our executors and legal representatives will make, execute and deliver any and all other instruments in writing including any and all further application papers, affidavits, assignments and other documents, and will communicate to said Assignee, its successors and representatives all facts known to us relating to said improvements and the history thereof and will testify in all legal proceedings and generally do all things which may be necessary

or desirable more effectually to secure to and vest in said Assignee, its successors or assigns the entire right, title and interest in and to the improvements, inventions, applications, Letters Patent, rights, titles, benefits, privileges and advantages hereby sold, assigned and conveyed, or intended so to be;

PTO/SB/17 (03-13)
Approved for use through 01/31/2014. OMB 0651-0032
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
Under the Paperwork Reduction Act of 1995 no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number

FEE TRANSMITTAL

Complete if known	
Application Number	
Filing Date	September 16, 2014
First Named Inventor	Hsin-Hsuan HUANG
Examiner Name	
Art Unit	
Practitioner Docket No.	15042-101133

☐ Applicant asserts small entity status. See 37 CFR 1.27.

☐ Applicant certifies micro entity status. See 37 CFR 1.29. Form PTO/SB/15A or B or equivalent must either be enclosed or have been submitted previously.

TOTAL AMOUNT OF PAYMENT ($) 3120

METHOD OF PAYMENT (check all that apply)

☐ Check ☐ Credit Card ☐ Money Order ☐ None ☐ Other (please identify): _____

☑ Deposit Account Deposit Account Number: 50-3537 Deposit Account Name: Morris, Manning & Martin, LLP

For the above-identified deposit account, the Director is hereby authorized to (check all that apply):

☑ Charge fee(s) indicated below ☐ Charge fee(s) indicated below, **except for the filing fee**

☑ Charge any additional fee(s) or underpayment of fee(s) under 37 CFR 1.16 and 1.17 ☑ Credit any overpayment of fee(s)

WARNING: Information on this form may become public. Credit card information should not be included on this form. Provide credit card information and authorization on PTO-2038.

FEE CALCULATION

1. BASIC FILING, SEARCH, AND EXAMINATION FEES (U = undiscounted fee; S = small entity fee; M = micro entity fee)

	FILING FEES			SEARCH FEES			EXAMINATION FEES			
Application Type	**U ($)**	**S ($)**	**M ($)**	**U ($)**	**S ($)**	**M ($)**	**U ($)**	**S ($)**	**M ($)**	**Fees Paid ($)**
Utility	280	140*	70	600	300	150	720	360	180	1600
Design	180	90	45	120	60	30	460	230	115	
Plant	180	90	45	380	190	95	580	290	145	
Reissue	280	140	70	600	300	150	2,160	1,080	540	
Provisional	260	130	65	0	0	0	0	0	0	

* The $140 small entity status filing fee for a utility application is further reduced to $70 for a small entity status applicant who files the application via EFS-Web.

2. EXCESS CLAIM FEES

Fee Description	**Undiscounted Fee ($)**	**Small Entity Fee ($)**	**Micro Entity Fee ($)**
Each claim over 20 (including Reissues)	80	40	20
Each independent claim over 3 (including Reissues)	420	210	105
Multiple dependent claims	780	390	195

Total Claims		**Extra Claims**	**Fee ($)**		**Fee Paid ($)**
39	-20 or HP =	19 x	80	=	1520

HP = highest number of total claims paid for, if greater than 20.

Indep. Claims		**Extra Claims**	**Fee ($)**		**Fee Paid ($)**
2	-3 or HP =	_____ x	_____	=	_____

HP = highest number of independent claims paid for, if greater than 3.

Multiple Dependent Claims	
Fee ($)	**Fee Paid ($)**
_____	_____

3. APPLICATION SIZE FEE

If the specification and drawings exceed 100 sheets of paper (excluding electronically filed sequence or computer listings under 37 CFR 1.52(e)), the application size fee due is $400 ($200 for small entity) ($100 for micro entity) for each additional 50 sheets or fraction thereof. See 35 U.S.C. 41(a)(1)(G) and 37 CFR 1.16(s).

Total Sheets		**Extra Sheets**		**Number of each additional 50 or fraction thereof**	**Fee ($)**		**Fee Paid ($)**
_____	- 100 =	_____	/ 50 =	_____ (round **up** to a whole number)	x _____	=	_____

4. OTHER FEE(S) **Fees Paid ($)**

Non-English specification, $130 fee (no small or micro entity discount) _____

Non-electronic filing fee under 37 CFR 1.16(t) for a utility application, $400 fee ($200 small or micro entity) _____

Other (e.g., late filing surcharge): _____ _____

SUBMITTED BY

Signature	/Tim Tingkang Xia/	Registration No. (Attorney/Agent) 45,242	Telephone (404) 495-3678
Name (Print/Type)	Tim Tingkang Xia		Date September 16, 2014

This collection of information is required by 37 CFR 1.136. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 30 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.

Electronic Patent Application Fee Transmittal

Application Number:	
Filing Date:	
Title of Invention:	PHOTOGRAPHING OPTICAL LENS ASSEMBLY, IMAGE CAPTURING UNIT AND ELECTRONIC DEVICE
First Named Inventor/Applicant Name:	Hsin-Hsuan HUANG
Filer:	Tim Tingkang Xia/Debby Yew
Attorney Docket Number:	15042-101133

Filed as Large Entity

Utility under 35 USC 111(a) Filing Fees

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Basic Filing:				
Utility application filing	1011	1	280	280
Utility Search Fee	1111	1	600	600
Utility Examination Fee	1311	1	720	720
Pages:				
Claims:				
Claims in Excess of 20	1202	19	80	1520
Miscellaneous-Filing:				
Petition:				

Electronic Patent Application Fee Transmittal

Application Number:	
Filing Date:	
Title of Invention:	PHOTOGRAPHING OPTICAL LENS ASSEMBLY, IMAGE CAPTURING UNIT AND ELECTRONIC DEVICE
First Named Inventor/Applicant Name:	Hsin-Hsuan HUANG
Filer:	Tim Tingkang Xia/Debby Yew
Attorney Docket Number:	15042-101133

Filed as Large Entity

Utility under 35 USC 111(a) Filing Fees

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Basic Filing:				
Utility application filing	1011	1	280	280
Utility Search Fee	1111	1	600	600
Utility Examination Fee	1311	1	720	720
Pages:				
Claims:				
Claims in Excess of 20	1202	19	80	1520
Miscellaneous-Filing:				
Petition:				

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	20157600
Application Number:	14488106
International Application Number:	
Confirmation Number:	2225
Title of Invention:	PHOTOGRAPHING OPTICAL LENS ASSEMBLY, IMAGE CAPTURING UNIT AND ELECTRONIC DEVICE
First Named Inventor/Applicant Name:	Hsin-Hsuan HUANG
Customer Number:	24728
Filer:	Tim Tingkang Xia/Debby Yew
Filer Authorized By:	Tim Tingkang Xia
Attorney Docket Number:	15042-101133
Receipt Date:	16-SEP-2014
Filing Date:	
Time Stamp:	19:02:31
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	Deposit Account
Payment was successfully received in RAM	$3120
RAM confirmation Number	5187
Deposit Account	503537
Authorized User	

The Director of the USPTO is hereby authorized to charge indicated fees and credit any overpayment as follows:

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.16 (National application filing, search, and examination fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.17 (Patent application and reexamination processing fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.19 (Document supply fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.21 (Miscellaneous fees and charges)

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Transmittal of New Application	15042101133Trans.pdf	191504 74108f29fa0a2a5552a49ed80034c1e96774ab7f	no	1
Warnings:					
Information:					
2	Application Data Sheet	15042101133ADS.pdf	1505577 5ccfe8487a51c740817c1a902e764b7ace5b0ee8	no	6
Warnings:					
Information:					
3		15042101133Spec.pdf	363937 3db044a1fd5fa0f5f5fd72c327cc2c5d6cc2dcb6	yes	104

Multipart Description/PDF files in .zip description

Document Description	Start	End
Specification	1	91
Claims	92	103
Abstract	104	104

Warnings:					
Information:					
4	Drawings-only black and white line drawings	15042101133Drawings.pdf	1527538 5f0ac1f186353e3d6ec369a50f2e5f65ec3e27b0	no	29
Warnings:					
Information:					
5	Oath or Declaration filed	15042101133Dec.pdf	447768 ffc1d57daf7b4bb6d04e6095343cc1a98c27ff31	no	1
Warnings:					
Information:					
6	Information Disclosure Statement (IDS) Form (SB08)	15042101133IDS.pdf	612821 1d8fddb4b123beda2366fb1bdaca4283384ad1c9	no	5
Warnings:					
Information:					

7	Foreign Reference	CN203595858U.pdf	6908222 cc7777ae536c37a74cb6005cd6963b84376cdd2d	no	50
Warnings:					
Information:					
8	Foreign Reference	CN203673137U.pdf	3849520 8bc28bb03fbab8f870fbea65e19ff864a7277ff5	no	32
Warnings:					
Information:					
9	Foreign Reference	JP2012-155223A.pdf	8513401 095f3143cbab23439cb6c5f706d9f2792683d867	no	32
Warnings:					
Information:					
10	Foreign Reference	JP2012-173299A.pdf	7095081 82a6be350da987caf0116c87c50b689c8a6be087	no	27
Warnings:					
Information:					
11	Foreign Reference	JP2013-182090.pdf	16553154 c2bcc868145beb8c1d7a458f5641cec61a5feeb2	no	28
Warnings:					
Information:					
12	Foreign Reference	JP2013-195587.pdf	18619379 c6d754cf272c49201e71be888a522ef8e89b1707	no	53
Warnings:					
Information:					
13	Foreign Reference	JP2013-195637.pdf	16396574 8cbed1be41c6b5f09fe154474f7392f1654a9fc7	no	47
Warnings:					
Information:					
14	Foreign Reference	JP2013195588A.pdf	13128339 84abef71e997c2545bfcf696b29c44512b7b5816	no	35
Warnings:					
Information:					
15		15042101133POA1.pdf	2598620 de69608ab99cf9492078c0606a1583ae8b59c692	yes	5

	Multipart Description/PDF files in .zip description		
	Document Description	**Start**	**End**
	Power of Attorney	1	1
	Assignee showing of ownership per 37 CFR 3.73.	2	3
	Miscellaneous Incoming Letter	4	5

Warnings:					
Information:					
16	Fee Worksheet (SB06)	15042101133FeeTrans.pdf	181075 51a28da8aa01a2b0cb25e0f001c23ddf5057f47d	no	1
Warnings:					
Information:					
17	Fee Worksheet (SB06)	fee-info.pdf	37080 010421c4c3b43f4fec7d4bbba24b0e06c3ebe096	no	2
Warnings:					
Information:					
		Total Files Size (in bytes):	98529590		

This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.

New Applications Under 35 U.S.C. 111
If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.

National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371
If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.

New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office
If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	20157600
Application Number:	14488106
International Application Number:	
Confirmation Number:	2225
Title of Invention:	PHOTOGRAPHING OPTICAL LENS ASSEMBLY, IMAGE CAPTURING UNIT AND ELECTRONIC DEVICE
First Named Inventor/Applicant Name:	Hsin-Hsuan HUANG
Customer Number:	24728
Filer:	Tim Tingkang Xia/Debby Yew
Filer Authorized By:	Tim Tingkang Xia
Attorney Docket Number:	15042-101133
Receipt Date:	16-SEP-2014
Filing Date:	
Time Stamp:	19:02:31
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	Deposit Account
Payment was successfully received in RAM	$3120
RAM confirmation Number	5187
Deposit Account	503537
Authorized User	

The Director of the USPTO is hereby authorized to charge indicated fees and credit any overpayment as follows:

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.16 (National application filing, search, and examination fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.17 (Patent application and reexamination processing fees)

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	20157600
Application Number:	14488106
International Application Number:	
Confirmation Number:	2225
Title of Invention:	PHOTOGRAPHING OPTICAL LENS ASSEMBLY, IMAGE CAPTURING UNIT AND ELECTRONIC DEVICE
First Named Inventor/Applicant Name:	Hsin-Hsuan HUANG
Customer Number:	24728
Filer:	Tim Tingkang Xia/Debby Yew
Filer Authorized By:	Tim Tingkang Xia
Attorney Docket Number:	15042-101133
Receipt Date:	16-SEP-2014
Filing Date:	
Time Stamp:	19:02:31
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	Deposit Account
Payment was successfully received in RAM	$3120
RAM confirmation Number	5187
Deposit Account	503537
Authorized User	

The Director of the USPTO is hereby authorized to charge indicated fees and credit any overpayment as follows:

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.16 (National application filing, search, and examination fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.17 (Patent application and reexamination processing fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.19 (Document supply fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.21 (Miscellaneous fees and charges)

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Transmittal of New Application	15042101133Trans.pdf	191504 74108f29fa0a2a5552a49ed80034c1e96774ab7f	no	1
Warnings:					
Information:					
2	Application Data Sheet	15042101133ADS.pdf	1505577 5ccfe8487a51c740817c1a902e764b7ace5b0ee8	no	6
Warnings:					
Information:					
3		15042101133Spec.pdf	363937 3db044a1fd5fa0f5f5fd72c327cc2c5d6cc2dcb6	yes	104

Multipart Description/PDF files in .zip description

Document Description	Start	End
Specification	1	91
Claims	92	103
Abstract	104	104

Warnings:					
Information:					
4	Drawings-only black and white line drawings	15042101133Drawings.pdf	1527538 5f0ac1f186353e3d6ec369a50f2e5f65ec3e27b0	no	29
Warnings:					
Information:					
5	Oath or Declaration filed	15042101133Dec.pdf	447768 ffc1d57daf7b4bb6d04e6095343cc1a98c27ff31	no	1
Warnings:					
Information:					
6	Information Disclosure Statement (IDS) Form (SB08)	15042101133IDS.pdf	612821 1d8fddb4b123beda2366fb1bdaca4283384ad1c9	no	5
Warnings:					
Information:					

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.19 (Document supply fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.21 (Miscellaneous fees and charges)

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Transmittal of New Application	15042101133Trans.pdf	191504 74108f29fa0a2a5552a49ed80034c1e96774ab7f	no	1
Warnings:					
Information:					
2	Application Data Sheet	15042101133ADS.pdf	1505577 5ccfe8487a51c740817c1a902e764b7ace5b0ee8	no	6
Warnings:					
Information:					
3		15042101133Spec.pdf	363937 3db044a1fd5fa0f5f5fd72c327cc2c5d6cc2dcb6	yes	104

Multipart Description/PDF files in .zip description

Document Description	Start	End
Specification	1	91
Claims	92	103
Abstract	104	104

Warnings:					
Information:					
4	Drawings-only black and white line drawings	15042101133Drawings.pdf	1527538 5f0ac1f186353e3d6ec369a50f2e5f65ec3e27b0	no	29
Warnings:					
Information:					
5	Oath or Declaration filed	15042101133Dec.pdf	447768 ffc1d57daf7b4bb6d04e6095343cc1a98c27ff31	no	1
Warnings:					
Information:					
6	Information Disclosure Statement (IDS) Form (SB08)	15042101133IDS.pdf	612821 1d8fddb4b123beda2366fb1bdaca4283384ad1c9	no	5
Warnings:					
Information:					

PATENT APPLICATION FEE DETERMINATION RECORD Substitute for Form PTO-875	Application or Docket Number 14/488,106

APPLICATION AS FILED - PART I

	(Column 1)		(Column 2)	SMALL ENTITY		OR	OTHER THAN SMALL ENTITY	
FOR	NUMBER FILED		NUMBER EXTRA	RATE($)	FEE($)		RATE($)	FEE($)
BASIC FEE (37 CFR 1.16(a), (b), or (c))	N/A		N/A	N/A			N/A	280
SEARCH FEE (37 CFR 1.16(k), (i), or (m))	N/A		N/A	N/A			N/A	600
EXAMINATION FEE (37 CFR 1.16(o), (p), or (q))	N/A		N/A	N/A			N/A	720
TOTAL CLAIMS (37 CFR 1.16(i))	39	minus 20 =	* 19			OR	x 80 =	1520
INDEPENDENT CLAIMS (37 CFR 1.16(h))	2	minus 3 =	*				x 420 =	0.00
APPLICATION SIZE FEE (37 CFR 1.16(s))	If the specification and drawings exceed 100 sheets of paper, the application size fee due is $310 ($155 for small entity) for each additional 50 sheets or fraction thereof. See 35 U.S.C. 41(a)(1)(G) and 37 CFR 1.16(s).							0.00
MULTIPLE DEPENDENT CLAIM PRESENT (37 CFR 1.16(j))								0.00
* If the difference in column 1 is less than zero, enter "0" in column 2.				TOTAL			TOTAL	3120

APPLICATION AS AMENDED - PART II

		(Column 1)		(Column 2)	(Column 3)	SMALL ENTITY		OR	OTHER THAN SMALL ENTITY	
		CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT		HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	PRESENT EXTRA	RATE($)	ADDITIONAL FEE($)		RATE($)	ADDITIONAL FEE($)
AMENDMENT A	Total (37 CFR 1.16(i))	*	Minus	**	=	x =		OR	x =	
	Independent (37 CFR 1.16(h))	*	Minus	***	=	x =		OR	x =	
	Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))									
	FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))							OR		
						TOTAL ADD'L FEE		OR	TOTAL ADD'L FEE	

		(Column 1)		(Column 2)	(Column 3)					
		CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT		HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	PRESENT EXTRA	RATE($)	ADDITIONAL FEE($)		RATE($)	ADDITIONAL FEE($)
AMENDMENT B	Total (37 CFR 1.16(i))	*	Minus	**	=	x =		OR	x =	
	Independent (37 CFR 1.16(h))	*	Minus	***	=	x =		OR	x =	
	Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))									
	FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))							OR		
						TOTAL ADD'L FEE		OR	TOTAL ADD'L FEE	

* If the entry in column 1 is less than the entry in column 2, write "0" in column 3.
** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 20, enter "20".
*** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 3, enter "3".
The "Highest Number Previously Paid For" (Total or Independent) is the highest found in the appropriate box in column 1.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NUMBER	FILING or 371(c) DATE	GRP ART UNIT	FIL FEE REC'D	ATTY.DOCKET.NO	TOT CLAIMS	IND CLAIMS
14/488,106	09/16/2014	2872	3120	15042-101133	39	2

CONFIRMATION NO. 2225

24728
MORRIS MANNING MARTIN LLP
3343 PEACHTREE ROAD, NE
1600 ATLANTA FINANCIAL CENTER
ATLANTA, GA 30326

FILING RECEIPT



Date Mailed: 09/23/2014

Receipt is acknowledged of this non-provisional patent application. The application will be taken up for examination in due course. Applicant will be notified as to the results of the examination. Any correspondence concerning the application must include the following identification information: the U.S. APPLICATION NUMBER, FILING DATE, NAME OF APPLICANT, and TITLE OF INVENTION. Fees transmitted by check or draft are subject to collection. Please verify the accuracy of the data presented on this receipt. **If an error is noted on this Filing Receipt, please submit a written request for a Filing Receipt Correction. Please provide a copy of this Filing Receipt with the changes noted thereon. If you received a "Notice to File Missing Parts" for this application, please submit any corrections to this Filing Receipt with your reply to the Notice. When the USPTO processes the reply to the Notice, the USPTO will generate another Filing Receipt incorporating the requested corrections**

Inventor(s)

Hsin-Hsuan HUANG, Taichung, TAIWAN;

Applicant(s)

LARGAN Precision Co., Ltd., Taichung, TAIWAN

Power of Attorney: The patent practitioners associated with Customer Number 24728

Domestic Applications for which benefit is claimed - None.
A proper domestic benefit claim must be provided in an Application Data Sheet in order to constitute a claim for domestic benefit. See 37 CFR 1.76 and 1.78.

Foreign Applications (You may be eligible to benefit from the **Patent Prosecution Highway** program at the USPTO. Please see http://www.uspto.gov for more information.)
TAIWAN 103126480 08/01/2014

Permission to Access - A proper **Authorization to Permit Access to Application by Participating Offices** (PTO/SB/39 or its equivalent) has been received by the USPTO.

If Required, Foreign Filing License Granted: 09/22/2014

The country code and number of your priority application, to be used for filing abroad under the Paris Convention, is **US 14/488,106**

Projected Publication Date: 02/04/2016

Non-Publication Request: No

Early Publication Request: No

Title

PHOTOGRAPHING OPTICAL LENS ASSEMBLY, IMAGE CAPTURING UNIT AND ELECTRONIC DEVICE

Preliminary Class

359

Statement under 37 CFR 1.55 or 1.78 for AIA (First Inventor to File) Transition Applications: No

PROTECTING YOUR INVENTION OUTSIDE THE UNITED STATES

Since the rights granted by a U.S. patent extend only throughout the territory of the United States and have no effect in a foreign country, an inventor who wishes patent protection in another country must apply for a patent in a specific country or in regional patent offices. Applicants may wish to consider the filing of an international application under the Patent Cooperation Treaty (PCT). An international (PCT) application generally has the same effect as a regular national patent application in each PCT-member country. The PCT process **simplifies** the filing of patent applications on the same invention in member countries, but **does not result** in a grant of "an international patent" and does not eliminate the need of applicants to file additional documents and fees in countries where patent protection is desired.

Almost every country has its own patent law, and a person desiring a patent in a particular country must make an application for patent in that country in accordance with its particular laws. Since the laws of many countries differ in various respects from the patent law of the United States, applicants are advised to seek guidance from specific foreign countries to ensure that patent rights are not lost prematurely.

Applicants also are advised that in the case of inventions made in the United States, the Director of the USPTO must issue a license before applicants can apply for a patent in a foreign country. The filing of a U.S. patent application serves as a request for a foreign filing license. The application's filing receipt contains further information and guidance as to the status of applicant's license for foreign filing.

Applicants may wish to consult the USPTO booklet, "General Information Concerning Patents" (specifically, the section entitled "Treaties and Foreign Patents") for more information on timeframes and deadlines for filing foreign patent applications. The guide is available either by contacting the USPTO Contact Center at 800-786-9199, or it can be viewed on the USPTO website at http://www.uspto.gov/web/offices/pac/doc/general/index.html.

For information on preventing theft of your intellectual property (patents, trademarks and copyrights), you may wish to consult the U.S. Government website, http://www.stopfakes.gov. Part of a Department of Commerce initiative, this website includes self-help "toolkits" giving innovators guidance on how to protect intellectual property in specific countries such as China, Korea and Mexico. For questions regarding patent enforcement issues, applicants may call the U.S. Government hotline at 1-866-999-HALT (1-866-999-4258).

LICENSE FOR FOREIGN FILING UNDER

Title 35, United States Code, Section 184

Title 37, Code of Federal Regulations, 5.11 & 5.15

GRANTED

The applicant has been granted a license under 35 U.S.C. 184, if the phrase "IF REQUIRED, FOREIGN FILING LICENSE GRANTED" followed by a date appears on this form. Such licenses are issued in all applications where the conditions for issuance of a license have been met, regardless of whether or not a license may be required as set forth in 37 CFR 5.15. The scope and limitations of this license are set forth in 37 CFR 5.15(a) unless an earlier license has been issued under 37 CFR 5.15(b). The license is subject to revocation upon written notification. The date indicated is the effective date of the license, unless an earlier license of similar scope has been granted under 37 CFR 5.13 or 5.14.

This license is to be retained by the licensee and may be used at any time on or after the effective date thereof unless it is revoked. This license is automatically transferred to any related applications(s) filed under 37 CFR 1.53(d). This license is not retroactive.

The grant of a license does not in any way lessen the responsibility of a licensee for the security of the subject matter as imposed by any Government contract or the provisions of existing laws relating to espionage and the national security or the export of technical data. Licensees should apprise themselves of current regulations especially with respect to certain countries, of other agencies, particularly the Office of Defense Trade Controls, Department of State (with respect to Arms, Munitions and Implements of War (22 CFR 121-128)); the Bureau of Industry and Security, Department of Commerce (15 CFR parts 730-774); the Office of Foreign AssetsControl, Department of Treasury (31 CFR Parts 500+) and the Department of Energy.

NOT GRANTED

No license under 35 U.S.C. 184 has been granted at this time, if the phrase "IF REQUIRED, FOREIGN FILING LICENSE GRANTED" DOES NOT appear on this form. Applicant may still petition for a license under 37 CFR 5.12, if a license is desired before the expiration of 6 months from the filing date of the application. If 6 months has lapsed from the filing date of this application and the licensee has not received any indication of a secrecy order under 35 U.S.C. 181, the licensee may foreign file the application pursuant to 37 CFR 5.15(b).

SelectUSA

The United States represents the largest, most dynamic marketplace in the world and is an unparalleled location for business investment, innovation, and commercialization of new technologies. The U.S. offers tremendous resources and advantages for those who invest and manufacture goods here. Through SelectUSA, our nation works to promote and facilitate business investment. SelectUSA provides information assistance to the international investor community; serves as an ombudsman for existing and potential investors; advocates on behalf of U.S. cities, states, and regions competing for global investment; and counsels U.S. economic development organizations on investment attraction best practices. To learn more about why the United States is the best country in the world to develop technology, manufacture products, deliver services, and grow your business, visit http://www.SelectUSA.gov or call +1-202-482-6800.

中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，
其申請資料如下 ：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this office of the application as originally filed which is identified hereunder：

申　　請　　日 ： 西元 2014 年 08 月 01 日
Application Date　　Aug. 1, 2014

申　請　案　號 ： 103126480
Application No.

申　　請　　人 ： 大立光電股份有限公司
Applicant(s)

發　　明　　人 ： 黃歆璇
Inventor(s)

局　　長
Director General

王美花

西元 2014 年 08 月 14 日
Aug. 14, 2014

發明摘要

※ 申請案號：

※ 申請日：　　※IPC 分類：

【發明名稱】取像用光學鏡組、取像裝置及電子裝置

PHOTOGRAPHING OPTICAL LENS ASSEMBLY, IMAGE CAPTURING UNIT AND ELECTRONIC DEVICE

【中文】

一種取像用光學鏡組，由物側至像側依序包含第一透鏡、第二透鏡、第三透鏡、第四透鏡、第五透鏡、第六透鏡與第七透鏡。第一透鏡具有正屈折力。第二透鏡、第三透鏡、第四透鏡、第五透鏡、第六透鏡和第七透鏡具有屈折力。第六透鏡像側表面於近光軸處爲凹面，其物側表面與像側表面皆爲非球面，其像側表面具有至少一反曲點。第七透鏡像側表面於近光軸處爲凹面，其物側表面與像側表面皆爲非球面，其像側表面具有至少一反曲點。藉此，可調控週邊光線入射成像面的入射角度，使影像週邊有足夠亮度，並強化週邊影像校正，以達超高解析度。

【英文】

A photographing optical lens assembly includes, in order from an object side to an image side, a first lens element, a second lens element, a third lens element, a fourth lens element, a fifth lens element, a sixth lens element and a seventh lens element. The first lens element has positive refractive power. The second lens element has refractive power. The third lens element has refractive power. The fourth lens element has refractive power. The fifth lens element has refractive power. The sixth lens element with refractive power has an image-side surface being concave in a paraxial region thereof. The image-side surface of the sixth lens element has at least

one inflection point. Both of an object-side surface and the image-side surface of the sixth lens element are aspheric. The seventh lens element with refractive power has an image-side surface being concave in a paraxial region thereof. The image-side surface of the seventh lens element has at least one inflection point. Both of an object-side surface and the image-side surface of the seventh lens element are aspheric. When specific conditions are satisfied, it is favorable for controlling the incident angle of the light projecting onto an image surface to keep enough brightness in an off-axis region thereof. Meanwhile, it is favorable for further correcting the aberration in an off-axis region thereof so as to enhance the resolution of the photographing optical lens assembly.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

光圈：100

第一透鏡：110

物側表面：111

像側表面：112

第二透鏡：120

物側表面：121

像側表面：122

第三透鏡：130

物側表面：131

像側表面：132

第四透鏡：140

物側表面：141

像側表面：142

第五透鏡：150

物側表面：151

像側表面：152

第六透鏡：160

物側表面：161

像側表面：162

第七透鏡：170

物側表面：171

像側表面：172

紅外線濾除濾光元件：180　　電子感光元件：195

成像面：190

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

發明專利說明書

【發明名稱】取像用光學鏡組、取像裝置及電子裝置

PHOTOGRAPHING OPTICAL LENS ASSEMBLY, IMAGE CAPTURING UNIT AND ELECTRONIC DEVICE

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種取像用光學鏡組、取像裝置及電子裝置，特別是一種適用於電子裝置的取像用光學鏡組及取像裝置。

【先前技術】

【0002】 近年來，隨著小型化攝影鏡頭的蓬勃發展，微型取像模組的需求日漸提高，而一般攝影鏡頭的感光元件不外乎是感光耦合元件(Charge Coupled Device，CCD)或互補性氧化金屬半導體元件(Complementary Metal-Oxide Semiconductor Sensor，CMOS Sensor)兩種，且隨著半導體製程技術的精進，使得感光元件的畫素尺寸縮小，再加上現今電子產品以功能佳且輕薄短小的外型爲發展趨勢，因此，具備良好成像品質的小型化攝影鏡頭儼然成爲目前市場上的主流。

【0003】 傳統搭載於電子產品上的光學系統，多採用少片數的四片或五片式透鏡結構爲主，但由於智慧型手機(Smart Phone)與穿戴型裝置(Wearable Device)等高規格行動裝置的盛行，帶動光學系統在畫素與成像品質上的迅速攀升，習知的光學系統將無法滿足更高階的攝影系統。目前雖有進一步發展六片式光學系統，但由於透鏡面形與屈折力的配置失當，而使該光學系統的後焦距無法有效縮短而增加維持小型化的困難度，並由於像側端的屈折力失衡而產生較嚴重的像差問題與影像周邊亮度不足的缺憾。

【發明內容】

【0004】 本發明提供一種新穎七片式透鏡的取像用光學鏡組、取像裝置以及電子裝置，藉由第六透鏡像側面設計爲凹面，可控制系統屈折力配佈，以避免近像端的屈折力過大而產生嚴重像差。第七透鏡像側面爲凹面，可有效縮短系統後焦，避免鏡頭體積過大。此外當滿足特定條件時，可有效調控週邊光線入射成像面的入射角度，使影像週邊保有足夠亮度，同時能強化週邊影像校正功能，以達超高解析度的市場需求。

【0005】 本發明提供一種取像用光學鏡組，由物側至像側依序包含第一透鏡、第二透鏡、第三透鏡、第四透鏡、第五透鏡、第六透鏡與第七透鏡。第一透鏡具有正屈折力。第二透鏡具有屈折力。第三透鏡具有屈折力。第四透鏡具有屈折力。第五透鏡具有屈折力。第六透鏡具有屈折力，其像側表面於近光軸處爲凹面，其物側表面與像側表面皆爲非球面，其像側表面具有至少一反曲點。第七透鏡具有屈折力，其像側表面於近光軸處爲凹面，其物側表面與像側表面皆爲非球面，其像側表面具有至少一反曲點。當取像用光學鏡組的焦距爲 f，第七透鏡像側表面的臨界點與光軸的垂直距離爲 Yc72，第一透鏡的焦距爲 f1，第七透鏡的焦距爲 f7，其滿足下列條件：

【0006】 $0.1 < Yc72/f < 0.9$；以及

【0007】 $|f1/f7| < 3.0$。

【0008】 本發明另提供一種取像裝置，其包含前述的取像用光學鏡組以及電子感光元件，其中，該電子感光元件設置於該取像用光學鏡組的一成像面上。

【0009】 本發明另提供一種電子裝置，其包含前述的取像裝置。

【0010】 本發明另提供一種取像用光學鏡組，由物側至像側依序包含第一透鏡、第二透鏡、第三透鏡、第四透鏡、第五透鏡、第六透鏡與第七透鏡。第

一透鏡具有正屈折力。第二透鏡具有屈折力。第三透鏡具有屈折力。第四透鏡具有屈折力。第五透鏡具有屈折力。第六透鏡具有屈折力，其像側表面於近光軸處爲凹面，其物側表面與像側表面皆爲非球面，其像側表面具有至少一反曲點。第七透鏡具有屈折力，其像側表面於近光軸處爲凹面，其物側表面與像側表面皆爲非球面，其像側表面具有至少一反曲點。當取像用光學鏡組的焦距爲 f，第七透鏡像側表面的臨界點與光軸的垂直距離爲 Yc72，第一透鏡物側表面至成像面於光軸上的距離爲 TL，取像用光學鏡組的最大成像高度爲 ImgH，其滿足下列條件：

【0011】 $0.1 < Yc72/f < 0.9$；

【0012】 $|f1/f2| < 2.0$；以及

【0013】 $TL/ImgH < 2.20$。

【0014】 當 Yc72/f 滿足上述條件時，可有效調控週邊光線入射成像面的入射角度，使影像週邊保有足夠亮度，同時能強化週邊影像校正功能，有助於提高取像用光學鏡組的解像力。

【0015】 當|f1/f7|滿足上述條件時，可控制系統屈折力配佈，以避免近像端的屈折力過大而產生嚴重像差。

【0016】 當|f1/f2|滿足上述條件時，有助於縮短總長與修正取像用光學鏡組的像差。

【0017】 當 TL/ImgH 滿足上述條件時，可有利於小型化，避免鏡頭體積過大，使取像用光學鏡組更適合應用於電子裝置。

【圖式簡單說明】

【0018】

第 1 圖繪示依照本發明第一實施例的取像裝置示意圖。

第 2 圖由左至右依序爲第一實施例的球差、像散以及畸變曲線圖。

第 3 圖繪示依照本發明第二實施例的取像裝置示意圖。

第 4 圖由左至右依序爲第二實施例的球差、像散以及畸變曲線圖。

第 5 圖繪示依照本發明第三實施例的取像裝置示意圖。

第 6 圖由左至右依序爲第三實施例的球差、像散以及畸變曲線圖。

第 7 圖繪示依照本發明第四實施例的取像裝置示意圖。

第 8 圖由左至右依序爲第四實施例的球差、像散以及畸變曲線圖。

第 9 圖繪示依照本發明第五實施例的取像裝置示意圖。

第 10 圖由左至右依序爲第五實施例的球差、像散以及畸變曲線圖。

第 11 圖繪示依照本發明第六實施例的取像裝置示意圖。

第 12 圖由左至右依序爲第六實施例的球差、像散以及畸變曲線圖。

第 13 圖繪示依照本發明第七實施例的取像裝置示意圖。

第 14 圖由左至右依序爲第七實施例的球差、像散以及畸變曲線圖。

第 15 圖繪示依照本發明第八實施例的取像裝置示意圖。

第 16 圖由左至右依序爲第八實施例的球差、像散以及畸變曲線圖。

第 17 圖繪示依照本發明第九實施例的取像裝置示意圖。

第 18 圖由左至右依序爲第九實施例的球差、像散以及畸變曲線圖。

第 19 圖繪示依照本發明第十實施例的取像裝置示意圖。

第 20 圖由左至右依序爲第十實施例的球差、像散以及畸變曲線圖。

第 21 圖繪示依照本發明第十一實施例的取像裝置示意圖。

第 22 圖由左至右依序爲第十一實施例的球差、像散以及畸變曲線圖。

第 23 圖繪示依照本發明第十二實施例的取像裝置示意圖。

第 24 圖由左至右依序爲第十二實施例的球差、像散以及畸變曲線圖。

第 25 圖繪示依照本發明第十三實施例的取像裝置示意圖。

第 26 圖由左至右依序爲第十三實施例的球差、像散以及畸變曲線圖。

第 27 圖繪示第 1 圖取像用光學鏡組中第六透鏡和第七透鏡的臨界點示意圖。

第 28 圖繪示依照本發明的一種電子裝置的示意圖。

第 29 圖繪示依照本發明的另一種電子裝置的示意圖。

第 30 圖繪示依照本發明的再另一種電子裝置的示意圖。

【實施方式】

【0019】 取像用光學鏡組具屈折力的單一非黏合透鏡爲七片，其由物側至像側依序包含第一透鏡、第二透鏡、第三透鏡、第四透鏡、第五透鏡、第六透鏡和第七透鏡。

【0020】 第一透鏡具有正屈折力，其物側表面於近光軸處可爲凸面。藉此，可提供系統所需的正屈折力，有效縮短取像用光學鏡組的總長。

【0021】 第二透鏡可具有負屈折力，其像側表面於近光軸處可爲凹面。藉此，可有效修正第一透鏡產生的像差與提升取像用光學鏡組的成像品質。

【0022】 第三透鏡可具有正屈折力，其物側表面於近光軸處可爲凸面。藉此，可有效降低取像用光學鏡組敏感度以提升製造良率。

【0023】 第四透鏡可具有正屈折力。藉此，可配合第一透鏡之正屈折力，以利於降低取像用光學鏡組的敏感度而進一步提升製造良率。

【0024】 第五透鏡可具有負屈折力，其物側表面於近光軸可爲凹面，其像

側表面於近光軸可爲凸面。藉此，有助於修正取像用光學鏡組的像散以提升成像品質。

【0025】 第六透鏡可具有正屈折力，其物側表面於近光軸可爲凸面，其像側表面於近光軸處爲凹面，其像側表面具有至少一反曲點。藉此，有助於加強修正取像用光學鏡組的像散，並可平衡分配取像用光學鏡組的屈折力，以避免像差過度與提升成像品質。

【0026】 第七透鏡可具有負屈折力，其物側表面於近光軸可爲凸面，其像側表面於近光軸處爲凹面，其像側表面具有至少一反曲點。藉此，可使有效縮短後焦，避免取像用光學鏡組的體積過大，並同時具有修正離軸像差的效用以提升整體成像品質。

【0027】 取像用光學鏡組的焦距爲 f，第七透鏡像側表面的臨界點與光軸的垂直距離爲 Yc72，其滿足下列條件：$0.1 < Yc72/f < 0.9$。藉此，可有效調控週邊光線入射成像面的入射角度，使影像週邊保有足夠亮度，同時能強化週邊影像校正功能，有助於提高取像用光學鏡組的解像力。

【0028】 第一透鏡的焦距爲 f1，第七透鏡的焦距爲 f7，其滿足下列條件：$|f1/f7| < 3.0$。藉此，可控制系統屈折力配佈，以避免近像端的屈折力過大而產生嚴重像差。

【0029】 第一透鏡的焦距爲 f1，第二透鏡的焦距爲 f2，其滿足下列條件：$|f1/f2| < 2.0$。藉此，有助於縮短總長與修正取像用光學鏡組的像差。

【0030】 第一透鏡物側表面至一成像面於光軸上的距離爲 TL，取像用光學鏡組的最大成像高度爲 ImgH(可爲電子感光元件之有效感測區域對角線總長的一半)，其滿足下列條件：$TL/ImgH < 2.20$。藉此，可有利於小型化，避免鏡

頭體積過大，使取像用光學鏡組更適合應用於電子裝置。

【0031】 第一透鏡、第二透鏡、第三透鏡、第四透鏡、第五透鏡、第六透鏡和第七透鏡之中至少有三片透鏡具有正屈折力。藉此，可有效平衡取像用光學鏡組的屈折力配置，並減少取像用光學鏡組敏感度。

【0032】 取像用光學鏡組的焦距爲 f，第七透鏡像側表面的曲率半徑爲 R14，其滿足下列條件：$0 < R14/f < 0.7$。藉此，有助於縮短後焦以維持其小型化。

【0033】 取像用光學鏡組的焦距爲 f，第六透鏡像側表面的曲率半徑爲 R12，其滿足下列條件：$0 < f/R12 < 5.0$。藉此，可平衡分配取像用光學鏡組的屈折力，以避免像差過度與提升成像品質。較佳地，其滿足下列條件：$0 < f/R12 < 3.0$。

【0034】 第七透鏡物側表面的曲率半徑爲 R13，第七透鏡像側表面的曲率半徑爲 R14，其滿足下列條件：$0 < (R13-R14)/(R13+R14) < 1.5$。藉此，有利於加強像散的修正，並有助於維持小型化。

【0035】 取像用光學鏡組中所有兩相鄰具屈折力透鏡之間於光軸上的間隔距離總和爲 ΣAT(即爲第一透鏡與第二透鏡於光軸上的間隔距離 T12，第二透鏡與第三透鏡於光軸上的間隔距離 T23，第三透鏡與第四透鏡於光軸上的間隔距離 T34，第四透鏡與第五透鏡於光軸上的間隔距離 T45，第五透鏡與第六透鏡於光軸上的間隔距離 T56 和第六透鏡與第七透鏡於光軸上的間隔距離 T67 的總和；也就是 $\Sigma AT = T12+T23+T34+T45+T56+T67$)，取像用光學鏡組的最大成像高度爲 ImgH，其滿足下列條件：$0.20 < \Sigma AT/ImgH < 0.60$。藉此，有利於取像用光學鏡組的空間配置以維持小型化特色。

【0036】 取像用光學鏡組的焦距爲 f，第一透鏡物側表面至成像面於光軸

上的距離爲 TL，其滿足下列條件：0.80 < TL/f < 1.80。藉此，可適當調配取像用光學鏡組的光學總長度以利應用於微型化電子裝置。

【0037】 第一透鏡、第二透鏡、第三透鏡、第四透鏡、第五透鏡、第六透鏡與第七透鏡的折射率中的最大值爲 Nmax，其滿足下列條件：1.640 ≦ Nmax < 1.750。藉此，可調配折射率，使透鏡材料的配置適當。

【0038】 第二透鏡的色散係數爲 V2，其滿足下列條件：V2 < 26.0。藉此，可有效修正色差。

【0039】 第六透鏡像側表面的臨界點與光軸的垂直距離爲 Yc62，第七透鏡像側表面的臨界點與光軸的垂直距離爲 Yc72，其滿足下列條件：0.5 < Yc62/Yc72 < 1.5。藉此，可有效修正離軸視場的像差以提升成像品質。

【0040】 取像用光學鏡組的焦距爲 f，其滿足下列條件：3.0[公厘] < f < 6.5[公厘]。藉此，可適當調配整體焦距，有助於取像用光學鏡組的微型化。

【0041】 取像用光學鏡組更包含一光圈，光圈至第七透鏡像側表面於光軸上的距離爲 SD，第一透鏡物側表面至第七透鏡像側表面於光軸上的距離爲 TD，其滿足下列條件：0.75 < SD/TD < 1.1。藉此，可在遠心與廣角特性中取得良好平衡。

【0042】 第一透鏡物側表面的曲率半徑爲 R1，第一透鏡像側表面的曲率半徑爲 R2，其滿足下列條件：-0.2 < R1/R2 < 0.2。藉此，可有利於減少球差的產生。

【0043】 取像用光學鏡組的焦距爲 f，取像用光學鏡組之入射瞳直徑爲 EPD，其滿足下列條件：1.2 < f/EPD < 2.6。藉此，取像用光學鏡組可具有較大光圈，於光線不足的環境下也可有良好的成像，且具有淺景深以突顯主題之效

果。

【0044】 取像用光學鏡組中最大視角的一半爲 HFOV，其滿足下列條件：15[度] < HFOV < 45[度]。藉此，取像用光學鏡組可具有適當之可視角以獲得所需的取像範圍，又可兼顧影像不變形的效果。

【0045】 第一透鏡於光軸上的厚度爲 CT1，第二透鏡於光軸上的厚度爲 CT2，其滿足下列條件：1.0 < CT1/CT2 < 5.5。藉此，可避免產生鏡片成型不良的問題，有助於增加透鏡的成型性與均質性。

【0046】 第二透鏡與第三透鏡於光軸上的間隔距離爲 T23，第三透鏡與第四透鏡於光軸上的間隔距離爲 T34，其滿足下列條件：0.5 < T23/T34 < 4.5。藉此，可使透鏡的間距更爲緊密，有助於縮短總長。

【0047】 第一透鏡的焦距爲 f1，第二透鏡的焦距爲 f2，第三透鏡的焦距爲 f3，第四透鏡的焦距爲 f4，第五透鏡的焦距爲 f5，第六透鏡的焦距爲 f6，第七透鏡的焦距爲 f7，其滿足下列條件：|f1| < |fi|，其中 i=2,3,4,5,6,7。藉此，有利於平衡系統的屈折力配置，減少像差的產生。

【0048】 第六透鏡物側表面的曲率半徑爲 R11，第六透鏡像側表面的曲率半徑爲 R12，其滿足下列條件：-2.0 < (R11-R12)/(R11+R12) < 0.2。藉此，可有效強化像散的修正與縮短後焦長。

【0049】 取像用光學鏡組的焦距爲 f，第一透鏡的焦距爲 f1，第二透鏡的焦距爲 f2，第三透鏡的焦距爲 f3，第四透鏡的焦距爲 f4，第五透鏡的焦距爲 f5，第六透鏡的焦距爲 f6，第七透鏡的焦距爲 f7，其滿足下列條件：| f/fj | max< 1.8，j=1,2,3,4,5,6,7(即取像用光學鏡組的焦距與各第一透鏡至第七透鏡的焦距的比值爲屈折力，其中最大的屈折力取絕對值爲| f/fj | max)。藉此，可將取像用光學鏡

組的屈折力平均分布到各透鏡上，有效減緩入射光線屈折變化，並降低像差的產生以提高成像品質。

【0050】 第一透鏡的色散係數爲 V1，第二透鏡的色散係數爲 V2，第三透鏡的色散係數爲 V3，第四透鏡的色散係數爲 V4，第五透鏡的色散係數爲 V5，第六透鏡的色散係數爲 V6，第七透鏡的色散係數爲 V7，第一透鏡至第七透鏡之中至少有三片透鏡的色散係數滿足下列條件：$Vi < 26.0$，$i=1,2,3,4,5,6,7$。藉此，可有效加強色差的修正以提升成像品質。

【0051】 第六透鏡物側表面的臨界點與光軸的垂直距離爲 Yc61，第六透鏡像側表面的臨界點與光軸的垂直距離爲 Yc62，其滿足下列條件：$0.30 < Yc62/Yc61 < 1.80$。藉此，可有效壓制離軸視場的光線入射於電子感光元件上的角度，以增加電子感光元件之接收效率。

【0052】 取像用光學鏡組的焦距爲 f，第三透鏡的焦距爲 f3，其滿足下列條件：$-0.5 < f/f3 < 0.6$。藉此，可有效降低取像用光學鏡組敏感度以提升製造良率。

【0053】 第一透鏡與第二透鏡於光軸上的間隔距離爲 T12，第二透鏡與第三透鏡於光軸上的間隔距離爲 T23，第三透鏡與第四透鏡於光軸上的間隔距離爲 T34，第四透鏡與第五透鏡於光軸上的間隔距離爲 T45，第五透鏡與第六透鏡於光軸上的間隔距離爲 T56，第六透鏡與第七透鏡於光軸上的間隔距離爲 T67，其滿足下列條件：$0 < (T12/T23)+(T34/T45)+(T56/T67) < 3.8$。藉此，可適當調整透鏡間的間距，有助於縮小取像用光學鏡組的總長度，維持其小型化。

【0054】 第二透鏡與第三透鏡於光軸上的間隔距離爲 T23，第二透鏡於光軸上的厚度爲 CT2，其滿足下列條件：$0.3 < T23/CT2 < 3.0$。藉此，有利於取像

用光學鏡組的製造與組裝，有效提升製作良率。

【0055】 取像用光學鏡組的焦距爲 f，第三透鏡像側表面的曲率半徑爲 R6，其滿足下列條件：$-1.0 < f/R6 < 2.5$。藉此，可有效修正取像用光學鏡組的佩茲伐和數（Petzval's sum），以使影像更爲平坦。

【0056】 第一透鏡、第二透鏡、第三透鏡、第四透鏡、第五透鏡、第六透鏡和第七透鏡中任兩相鄰透鏡間於光軸上均具有一空氣間隔，亦即第一透鏡、第二透鏡、第三透鏡、第四透鏡、第五透鏡、第六透鏡和第七透鏡可爲七枚單一非黏合的具屈折力透鏡。由於黏合透鏡的製程較非黏合透鏡複雜，特別在兩透鏡的黏合面需擁有高準度的曲面，以便達到兩透鏡黏合時的高密合度，且在黏合的過程中，更可能因偏位而造成移軸缺陷，影響整體光學成像品質。因此，取像用光學鏡組中的第一透鏡至第七透鏡可爲七枚單一非黏合的具屈折力透鏡，進而有效改善黏合透鏡所產生的問題。

【0057】 取像用光學鏡組中光圈之配置可爲前置光圈或中置光圈。其中前置光圈意即光圈設置於被攝物與第一透鏡間，中置光圈則表示光圈設置於第一透鏡與成像面間。若光圈爲前置光圈，可使取像用光學鏡組的出射瞳(Exit Pupil)與成像面產生較長的距離，使其具有遠心(Telecentric)效果，並可增加電子感光元件的 CCD 或 CMOS 接收影像的效率；若爲中置光圈，係有助於擴大系統的視場角，使取像用光學鏡組具有廣角鏡頭的優勢。

【0058】 本發明取像用光學鏡組中，透鏡的材質可爲塑膠或玻璃。當透鏡的材質爲玻璃，可以增加屈折力配置的自由度。另當透鏡材質爲塑膠，則可以有效降低生產成本。此外，可於透鏡表面上設置非球面(ASP)，非球面可以容易製作成球面以外的形狀，獲得較多的控制變數，用以消減像差，進而縮減所需

使用透鏡的數目，因此可以有效降低光學總長度。

【0059】 本發明取像用光學鏡組中，若透鏡表面係爲凸面且未界定該凸面位置時，則表示該透鏡表面於近光軸處爲凸面；若透鏡表面係爲凹面且未界定該凹面位置時，則表示該透鏡表面於近光軸處爲凹面。若透鏡之屈折力或焦距未界定其區域位置時，則表示該透鏡之屈折力或焦距爲透鏡於近光軸處之屈折力或焦距。

【0060】 本發明揭露的取像用光學鏡組中，取像用光學鏡組之成像面(Image Surface)依其對應的電子感光元件之不同，可爲一平面或有任一曲率之曲面，特別是指凹面朝往物側方向之曲面。

【0061】 臨界點(Critical Point)爲垂直於光軸的切面與透鏡表面相切之切線上的切點，且臨界點並非位於光軸上。請參照第 27 圖，係爲繪示依照第 1 圖取像用光學鏡組中第六透鏡和第七透鏡的臨界點示意圖。

【0062】 本發明取像用光學鏡組中，可設置有至少一光闌，其位置可設置於第一透鏡之前、各透鏡之間或最後一透鏡之後均可，該光闌的種類如耀光光闌(Glare Stop)或視場光闌(Field Stop)等，用以減少雜散光，有助於提昇影像品質。

【0063】 本發明更提供一種取像裝置，其包含前述取像用光學鏡組以及電子感光元件，其中電子感光元件設置於取像用光學鏡組的成像面上。較佳地，該取像裝置可進一步包含鏡筒(Barrel Member)、支持裝置(Holder Member)或其組合。

【0064】 本發明更提供一種電子裝置，其包含前述取像裝置。電子裝置可包含但不限於：智慧型手機(如第 28 圖所示)、平板電腦(如第 29 圖所示)與穿戴式裝置(如第 30 圖所示)等。請參照第 28、29 與 30 圖，取像裝置 10 可多方面應

用於智慧型手機(如第 28 圖所示)、平板電腦(如第 29 圖所示)與穿戴式裝置(如第 30 圖所示)等。較佳地，該電子裝置可進一步包含控制單元(Control Units)、顯示單元(Display Units)、儲存單元(Storage Units)、暫儲存單元(RAM)或其組合。

【0065】 本發明的取像用光學鏡組更可視需求應用於移動對焦的光學系統中，並兼具優良像差修正與良好成像品質的特色。本發明亦可多方面應用於三維(3D)影像擷取、數位相機、行動裝置、數位平板、智慧型電視、網路監控設備、體感遊戲機、行車記錄器、倒車顯影裝置與穿戴式裝置等電子裝置中。前揭電子裝置僅是示範性地說明本發明的實際運用例子，並非限制本發明之取像裝置的運用範圍。

【0066】 根據上述實施方式，以下提出具體實施例並配合圖式予以詳細說明。

【0067】 <第一實施例>

【0068】 請參照第 1 圖及第 2 圖，其中第 1 圖繪示依照本發明第一實施例的取像裝置示意圖，第 2 圖由左至右依序爲第一實施例的球差、像散以及畸變曲線圖。由第 1 圖可知，取像裝置包含取像用光學鏡組(未另標號)與電子感光元件 195。取像用光學鏡組由物側至像側依序包含光圈 100、第一透鏡 110、第二透鏡 120、第三透鏡 130、第四透鏡 140、第五透鏡 150、第六透鏡 160、第七透鏡 170、紅外線濾除濾光元件 (IR-cut Filter)180 與成像面 190。其中，電子感光元件 195 設置於成像面 190 上。取像用光學鏡組中具屈折力的單一非黏合透鏡爲七片(110-170)。

【0069】 第一透鏡 110 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 111 於近光軸處爲凸面，其像側表面 112 於近光軸處爲凸面，其兩表面皆爲非球面。

【0070】 第二透鏡 120 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 121 於近光軸處爲凸面，其像側表面 122 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面。

【0071】 第三透鏡 130 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 131 於近光軸處爲凸面，其像側表面 132 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面。

【0072】 第四透鏡 140 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 141 於近光軸處爲凸面，其像側表面 142 於近光軸處爲凸面，其兩表面皆爲非球面。

【0073】 第五透鏡 150 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 151 於近光軸處爲凹面，其像側表面 152 於近光軸處爲凸面，其兩表面皆爲非球面。

【0074】 第六透鏡 160 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 161 於近光軸處爲凸面，其像側表面 162 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面，其像側表面 162 具有至少一反曲點。

【0075】 第七透鏡 170 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 171 於近光軸處爲凸面，其像側表面 172 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面，其像側表面 172 具有至少一反曲點。

【0076】 紅外線濾除濾光元件 180 的材質爲玻璃，其設置於第七透鏡 170 及成像面 190 之間，並不影響取像用光學鏡組的焦距。

【0077】 上述各透鏡的非球面的曲線方程式表示如下：

【0078】

$$X(Y)=\left(Y^{2}/R\right)/\left(1+sqrt\left(1-(1+k)\times(Y/R)^{2}\right)\right)+\sum_{i}(Ai)\times\left(Y^{i}\right)$$

【0079】 ；其中：

【0080】 X：非球面上距離光軸爲 Y 的點，其與相切於非球面光軸上交點的切面的相對距離；

【0081】 Y：非球面曲線上的點與光軸的垂直距離；

【0082】 R：曲率半徑；

【0083】 k：錐面係數；以及

【0084】 Ai：第 i 階非球面係數。

【0085】 第一實施例的取像用光學鏡組中，取像用光學鏡組的焦距爲 f，取像用光學鏡組的光圈值(F-number)爲 Fno，取像用光學鏡組中最大視角的一半爲 HFOV，其數值如下：f = 3.89 公厘(mm)，Fno = 1.60，HFOV = 35.8 度(deg.)。

【0086】 第一透鏡 110、第二透鏡 120、第三透鏡 130、第四透鏡 140、第五透鏡 150、第六透鏡 160 與第七透鏡 170 的折射率中的最大值爲 Nmax，其滿足下列條件：Nmax = 1.639。

【0087】 第二透鏡 120 的色散係數爲 V2，其滿足下列條件：V2 = 23.5。

【0088】 第一透鏡 110 於光軸上的厚度爲 CT1，第二透鏡 120 於光軸上的厚度爲 CT2，其滿足下列條件：CT1/CT2 = 3.24。

【0089】 第二透鏡 120 與第三透鏡 130 於光軸上的間隔距離爲 T23，第二透鏡 120 於光軸上的厚度爲 CT2，其滿足下列條件：T23/CT2 = 1.51。

【0090】 第二透鏡 120 與第三透鏡 130 於光軸上的間隔距離爲 T23，第三透鏡 130 與第四透鏡 140 於光軸上的間隔距離爲 T34，其滿足下列條件：T23/T34 = 3.30。

【0091】 第一透鏡 110 與第二透鏡 120 於光軸上的間隔距離爲 T12，第二透鏡 120 與第三透鏡 130 於光軸上的間隔距離爲 T23，第三透鏡 130 與第四透鏡 140 於光軸上的間隔距離爲 T34，第四透鏡 140 與第五透鏡 150 於光軸上的間隔距離爲 T45，第五透鏡 150 與第六透鏡 160 於光軸上的間隔距離爲 T56，第六透

鏡 160 與第七透鏡 170 於光軸上的間隔距離爲 T67，其滿足下列條件：(T12/T23)+(T34/T45)+(T56/T67) = 0.76。

【0092】 第一透鏡物側表面 111 的曲率半徑爲 R1，第一透鏡像側表面 112 的曲率半徑爲 R2，其滿足下列條件：R1/R2 = -0.04。

【0093】 取像用光學鏡組的焦距爲 f，第三透鏡像側表面 132 的曲率半徑爲 R6，其滿足下列條件：f/R6 = 0.18。

【0094】 取像用光學鏡組的焦距爲 f，第六透鏡像側表面 162 的曲率半徑爲 R12，其滿足下列條件：f/R12 = 1.06。

【0095】 取像用光學鏡組的焦距爲 f，第七透鏡像側表面 172 的曲率半徑爲 R14，其滿足下列條件：R14/f = 0.36。

【0096】 第六透鏡物側表面 161 的曲率半徑爲 R11，第六透鏡像側表面 162 的曲率半徑爲 R12，其滿足下列條件：(R11-R12)/(R11+R12) = -0.21。

【0097】 第七透鏡物側表面 171 的曲率半徑爲 R13，第七透鏡像側表面 172 的曲率半徑爲 R14，其滿足下列條件： (R13-R14)/(R13+R14) = 0.22。

【0098】 第一透鏡 110 的焦距爲 f1，第二透鏡 120 的焦距爲 f2，其滿足下列條件：|f1/f2| = 0.61。

【0099】 取像用光學鏡組的焦距爲 f，第三透鏡 130 的焦距爲 f3，其滿足下列條件：f/f3 = 0.30。

【0100】 第一透鏡 110 的焦距爲 f1，第七透鏡 170 的焦距爲 f7，其滿足下列條件：|f1/f7| = 0.35。

【0101】 取像用光學鏡組的焦距爲 f，第一透鏡 110 的焦距爲 f1，第二透鏡 120 的焦距爲 f2，第三透鏡 130 的焦距爲 f3，第四透鏡 140 的焦距爲 f4，第

五透鏡 150 的焦距爲 f5，第六透鏡 160 的焦距爲 f6，第七透鏡 170 的焦距爲 f7，其中，第一透鏡 110、第二透鏡 120、第三透鏡 130、第四透鏡 140、第五透鏡 150、第六透鏡 160 與第七透鏡 170 的屈折力中的最大值取絕對值爲| f/fj | max，其滿足下列條件：| f/fj | max = 1.17，j=1,2,3,4,5,6,7。

【0102】 取像用光學鏡組的焦距爲 f，取像用光學鏡組之入射瞳直徑爲 EPD，其滿足下列條件：f/EPD = 1.60。

【0103】 第六透鏡物側表面 161 的臨界點與光軸的垂直距離爲 Yc61，第六透鏡像側表面 162 的臨界點與光軸的垂直距離爲 Yc62，其滿足下列條件：Yc62/Yc61 = 1.13。

【0104】 第六透鏡像側表面 162 的臨界點與光軸的垂直距離爲 Yc62，第七透鏡像側表面 172 的臨界點與光軸的垂直距離爲 Yc72，其滿足下列條件：Yc62/Yc72 = 0.97。

【0105】 取像用光學鏡組的焦距爲 f，第七透鏡像側表面 172 的臨界點與光軸的垂直距離爲 Yc72，其滿足下列條件： Yc72/f = 0.29。

【0106】 取像用光學鏡組中所有兩相鄰具屈折力透鏡之間於光軸上的間隔距離總和爲 ΣAT，取像用光學鏡組的最大成像高度爲 ImgH，其滿足下列條件：ΣAT/ImgH = 0.36。

【0107】 光圈 100 至第七透鏡像側表面 172 於光軸上的距離爲 SD，第一透鏡物側表面 111 至第七透鏡像側表面 172 於光軸上的距離爲 TD，其滿足下列條件：SD/TD = 0.89。

【0108】 取像用光學鏡組的焦距爲 f，第一透鏡物側表面 111 至成像面 190 於光軸上的距離爲 TL，其滿足下列條件：TL/f = 1.29。

【0109】 第一透鏡物側表面 111 至成像面 190 於光軸上的距離爲 TL，取像用光學鏡組的最大成像高度爲 ImgH，其滿足下列條件：TL/ImgH = 1.73。

【0110】 配合參照下列表一以及表二。

【0111】

表一、第一實施例								
f(焦距)=3.89 公厘(mm)，Fno(光圈值)=1.60，HFOV(半視角)=35.8 度								
表面		曲率半徑		厚度	材質	折射率	色散係數	焦距
0	被攝物	平面		無限				
1	光圈	平面		-0.445				
2	第一透鏡	1.861	(ASP)	0.713	塑膠	1.544	55.9	3.31
3		-50.000	(ASP)	0.070				
4	第二透鏡	2.427	(ASP)	0.220	塑膠	1.639	23.5	-5.42
5		1.376	(ASP)	0.333				
6	第三透鏡	5.287	(ASP)	0.458	塑膠	1.544	55.9	12.81
7		21.225	(ASP)	0.101				
8	第四透鏡	40.356	(ASP)	0.369	塑膠	1.544	55.9	17.68
9		-12.590	(ASP)	0.241				
10	第五透鏡	-1.936	(ASP)	0.220	塑膠	1.639	23.5	-10.96
11		-2.793	(ASP)	0.035				
12	第六透鏡	2.402	(ASP)	0.470	塑膠	1.544	55.9	11.37
13		3.656	(ASP)	0.270				
14	第七透鏡	2.231	(ASP)	0.603	塑膠	1.544	55.9	-9.57
15		1.413	(ASP)	0.500				
16	紅外線濾除濾光元件	平面		0.300	玻璃	1.517	64.2	-
17		平面		0.116				
18	成像面	平面		-				
參考波長(d-line)爲 587.6 nm								

【0112】

表二、非球面係數					
表面	2	3	4	5	6
k =	1.7990E-01	-5.0000E+01	-3.7850E+01	-1.1503E+01	-2.2211E+01
A4 =	1.8688E-03	-1.1834E-01	-1.6577E-01	1.0439E-01	-8.0820E-03
A6 =	-1.9898E-02	3.6425E-01	4.0582E-01	-2.3155E-01	-5.1877E-03
A8 =	5.0054E-02	-5.0161E-01	-5.1830E-01	4.9683E-01	2.7782E-02
A10 =	-6.7256E-02	3.8340E-01	3.8206E-01	-5.6790E-01	-5.3704E-02
A12 =	4.4540E-02	-1.5437E-01	-1.5562E-01	3.2180E-01	2.6543E-02
A14 =	-1.1697E-02	2.4066E-02	2.6059E-02	-6.9334E-02	-2.2918E-03

表面	7	8	9	10	11
k =	6.8462E+01	9.0000E+01	4.6815E+01	6.5623E-01	-3.7929E+00
A4 =	3.9608E-03	-2.3105E-02	-1.1729E-01	-4.5949E-02	-1.7335E-01
A6 =	-1.8838E-02	-2.4258E-02	1.2332E-01	2.5817E-01	2.6799E-01
A8 =	-1.2663E-02	-8.3396E-03	-1.0768E-01	-4.2031E-01	-2.9972E-01
A10 =	-5.5376E-03	2.1290E-03	-1.1621E-01	4.0009E-01	2.1850E-01
A12 =	1.5245E-04	9.0359E-07	3.0776E-01	-1.7201E-01	-8.0671E-02
A14 =	-	-	-2.0573E-01	2.4454E-02	1.1419E-02
A16 =	-	-	4.5153E-02	-	-
表面	12	13	14	15	
k =	-1.0154E+01	-2.8867E+01	-1.2740E+00	-1.5032E+00	
A4 =	-4.7196E-02	-4.4053E-03	-3.7988E-01	-2.8152E-01	
A6 =	4.0538E-02	7.2044E-03	1.9026E-01	1.6649E-01	
A8 =	-8.2830E-02	-2.6623E-02	-5.8409E-02	-7.5287E-02	
A10 =	4.9781E-02	1.1357E-02	1.3532E-02	2.2737E-02	
A12 =	-1.8431E-02	-1.7148E-03	-2.2718E-03	-4.1787E-03	
A14 =	3.1056E-03	7.8603E-05	2.3106E-04	4.1514E-04	
A16 =	-	-	-1.0297E-05	-1.6939E-05	

【0113】 表一爲第 1 圖第一實施例詳細的結構數據，其中曲率半徑、厚度及焦距的單位爲 mm，且表面 0 到 18 依序表示由物側至像側的表面。表二爲第一實施例中的非球面數據，其中，k 爲非球面曲線方程式中的錐面係數，A4 到 A16 則表示各表面第 4 到 16 階非球面係數。此外，以下各實施例表格乃對應各實施例的示意圖與像差曲線圖，表格中數據的定義皆與第一實施例的表一及表二的定義相同，在此不加以贅述。

【0114】 <第二實施例>

【0115】 請參照第 3 圖及第 4 圖，其中第 3 圖繪示依照本發明第二實施例的取像裝置示意圖，第 4 圖由左至右依序爲第二實施例的球差、像散以及畸變曲線圖。由第 3 圖可知，取像裝置包含取像用光學鏡組(未另標號)與電子感光元件 295。取像用光學鏡組由物側至像側依序包含光圈 200、第一透鏡 210、第二透鏡 220、第三透鏡 230、第四透鏡 240、第五透鏡 250、第六透鏡 260、第七透

鏡 270、紅外線濾除濾光元件 280 與成像面 290。其中，電子感光元件 295 設置於成像面 290 上。取像用光學鏡組中具屈折力的單一非黏合透鏡爲七片(210-270)。

【0116】 第一透鏡 210 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 211 於近光軸處爲凸面，其像側表面 212 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面。

【0117】 第二透鏡 220 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 221 於近光軸處爲凸面，其像側表面 222 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面。

【0118】 第三透鏡 230 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 231 於近光軸處爲凸面，其像側表面 232 於近光軸處爲凸面，其兩表面皆爲非球面。

【0119】 第四透鏡 240 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 241 於近光軸處爲凹面，其像側表面 242 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面。

【0120】 第五透鏡 250 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 251 於近光軸處爲凹面，其像側表面 252 於近光軸處爲凸面，其兩表面皆爲非球面。

【0121】 第六透鏡 260 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 261 於近光軸處爲凸面，其像側表面 262 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面，其像側表面 262 具有至少一反曲點。

【0122】 第七透鏡 270 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 271 於近光軸處爲凸面，其像側表面 272 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面，其像側表面 272 具有至少一反曲點。

【0123】 紅外線濾除濾光元件 280 的材質爲玻璃，其設置於第七透鏡 270 及成像面 290 之間，並不影響取像用光學鏡組的焦距。

【0124】 請配合參照下列表三以及表四。

【0125】

表三、第二實施例								
f(焦距)=3.98 公厘(mm)，Fno(光圈值)=1.80，HFOV(半視角)=35.4 度								
表面		曲率半徑		厚度	材質	折射率	色散係數	焦距
0	被攝物	平面		無限				
1	光圈	平面		-0.415				
2	第一透鏡	1.673	(ASP)	0.732	塑膠	1.544	55.9	3.32
3		18.815	(ASP)	0.078				
4	第二透鏡	2.979	(ASP)	0.220	塑膠	1.650	21.4	-6.65
5		1.712	(ASP)	0.316				
6	第三透鏡	7.614	(ASP)	0.406	塑膠	1.544	55.9	8.84
7		-12.829	(ASP)	0.131				
8	第四透鏡	-13.333	(ASP)	0.233	塑膠	1.650	21.4	-18.53
9		125.000	(ASP)	0.141				
10	第五透鏡	-3.550	(ASP)	0.280	塑膠	1.639	23.5	-11.85
11		-6.890	(ASP)	0.082				
12	第六透鏡	2.189	(ASP)	0.524	塑膠	1.544	55.9	7.25
13		4.500	(ASP)	0.331				
14	第七透鏡	2.852	(ASP)	0.539	塑膠	1.544	55.9	-6.43
15		1.466	(ASP)	0.400				
16	紅外線濾除濾光元件	平面		0.300	玻璃	1.517	64.2	
17		平面		0.138				
18	成像面	平面		-				
參考波長(d-line)爲 587.6 nm								

【0126】

表四、非球面係數					
表面	2	3	4	5	6
k =	1.8100E-01	-2.5097E+01	-4.2213E+01	-1.7319E+01	-7.0734E+01
A4 =	1.2161E-03	-1.2617E-01	-1.5511E-01	1.1895E-01	-3.1231E-02
A6 =	-2.1059E-02	3.5794E-01	4.0395E-01	-2.3236E-01	-1.8346E-02
A8 =	4.9825E-02	-4.9464E-01	-5.1797E-01	4.9764E-01	2.9435E-02
A10 =	-6.6592E-02	3.8623E-01	3.8718E-01	-5.6017E-01	-5.0615E-02
A12 =	4.4266E-02	-1.5896E-01	-1.5285E-01	3.2592E-01	2.7953E-02
A14 =	-1.1917E-02	2.5457E-02	2.3777E-02	-6.5309E-02	-9.7137E-04
表面	7	8	9	10	11
k =	-6.9565E+01	9.0000E+01	-9.0000E+01	1.8511E+00	-5.1790E+00
A4 =	-6.2345E-03	-2.7054E-02	-1.1638E-01	-5.4728E-02	-1.6881E-01
A6 =	-2.5900E-02	-1.9293E-02	1.2364E-01	2.3223E-01	2.6813E-01
A8 =	-1.2351E-02	-1.1986E-02	-1.1263E-01	-4.2344E-01	-3.0123E-01
A10 =	-6.3732E-03	2.5025E-03	-1.1900E-01	4.0113E-01	2.1806E-01

A12 =	2.7261E-04	-5.4314E-04	3.0858E-01	-1.7134E-01	-8.0785E-02
A14 =	-	-	-2.0355E-01	2.4330E-02	1.1392E-02
A16 =	-	-	4.5152E-02	-	-
表面	12	13	14	15	
k =	-1.6684E+01	-8.6382E+01	-8.1998E-01	-1.5219E+00	
A4 =	-3.9615E-02	-2.1431E-03	-3.7628E-01	-2.8325E-01	
A6 =	3.8600E-02	8.5664E-03	1.9019E-01	1.6639E-01	
A8 =	-8.2939E-02	-2.6536E-02	-5.8449E-02	-7.5248E-02	
A10 =	5.0185E-02	1.1174E-02	1.3528E-02	2.2744E-02	
A12 =	-1.8395E-02	-1.7084E-03	-2.2724E-03	-4.1790E-03	
A14 =	3.1339E-03	8.4600E-05	2.3107E-04	4.1489E-04	
A16 =	-	-	-1.0270E-05	-1.6956E-05	

【0127】 第二實施例中，非球面的曲線方程式表示如第一實施例的形式。此外，下表所述的定義皆與第一實施例相同，在此不加以贅述。

【0128】

第二實施例			
f [公厘]	3.98	(R13-R14)/(R13+R14)	0.32
Fno	1.80	|f1/f2|	0.50
HFOV [度]	35.4	f/f3	0.45
Nmax	1.650	|f1/f7|	0.52
V2	21.4	| f/fj | max	1.20
CT1/CT2	3.33	f/EPD	1.80
T23/CT2	1.44	Yc62/Yc61	1.08
T23/T34	2.41	Yc62/Yc72	0.95
(T12/T23)+(T34/T45)+(T56/T67)	1.42	Yc72/f	0.28
R1/R2	0.09	ΣAT/ImgH	0.37
f/R6	-0.31	SD/TD	0.90
f/R12	0.88	TL/f	1.22
R14/f	0.37	TL/ImgH	1.67
(R11-R12)/(R11+R12)	-0.35		

【0129】 <第三實施例>

【0130】 請參照第 5 圖及第 6 圖，其中第 5 圖繪示依照本發明第三實施例的取像裝置示意圖，第 6 圖由左至右依序爲第三實施例的球差、像散以及畸變曲線圖。由第 5 圖可知，取像裝置包含取像用光學鏡組(未另標號)與電子感光元

件 395。取像用光學鏡組由物側至像側依序包含光圈 300、第一透鏡 310、第二透鏡 320、第三透鏡 330、第四透鏡 340、第五透鏡 350、第六透鏡 360、第七透鏡 370、紅外線濾除濾光元件 380 與成像面 390。其中，電子感光元件 395 設置於成像面 390 上。取像用光學鏡組中具屈折力的單一非黏合透鏡爲七片(310-370)。

【0131】 第一透鏡 310 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 311 於近光軸處爲凸面，其像側表面 312 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面。

【0132】 第二透鏡 320 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 321 於近光軸處爲凸面，其像側表面 322 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面。

【0133】 第三透鏡 330 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 331 於近光軸處爲凸面，其像側表面 332 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面。

【0134】 第四透鏡 340 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 341 於近光軸處爲凹面，其像側表面 342 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面。

【0135】 第五透鏡 350 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 351 於近光軸處爲凸面，其像側表面 352 於近光軸處爲凸面，其兩表面皆爲非球面。

【0136】 第六透鏡 360 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 361 於近光軸處爲凸面，其像側表面 362 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面，其像側表面 362 具有至少一反曲點。

【0137】 第七透鏡 370 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 371 於近光軸處爲凸面，其像側表面 372 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面，其像側表面 372 具有至少一反曲點。

【0138】 紅外線濾除濾光元件 380 的材質爲玻璃，其設置於第七透鏡 370

及成像面 390 之間，並不影響取像用光學鏡組的焦距。

【0139】 請配合參照下列表五以及表六。

【0140】

表五、第三實施例								
f(焦距)＝3.65 公厘(mm)，Fno(光圈值)＝1.90，HFOV(半視角)＝37.9 度								
表面		曲率半徑		厚度	材質	折射率	色散係數	焦距
0	被攝物	平面		無限				
1	光圈	平面		-0.315				
2	第一透鏡	1.629	(ASP)	0.500	塑膠	1.544	55.9	3.36
3		13.484	(ASP)	0.077				
4	第二透鏡	3.326	(ASP)	0.271	塑膠	1.650	21.4	-7.51
5		1.914	(ASP)	0.270				
6	第三透鏡	6.139	(ASP)	0.393	塑膠	1.544	55.9	14.00
7		30.926	(ASP)	0.157				
8	第四透鏡	-9.731	(ASP)	0.230	塑膠	1.650	21.4	-9.17
9		15.504	(ASP)	0.060				
10	第五透鏡	8.375	(ASP)	0.420	塑膠	1.544	55.9	10.15
11		-15.944	(ASP)	0.149				
12	第六透鏡	2.897	(ASP)	0.499	塑膠	1.544	55.9	15.39
13		4.161	(ASP)	0.211				
14	第七透鏡	2.529	(ASP)	0.552	塑膠	1.544	55.9	-6.49
15		1.360	(ASP)	0.400				
16	紅外線濾除濾光元件	平面		0.300	玻璃	1.517	64.2	-
17		平面		0.139				
18	成像面	平面		-				
參考波長(d-line)爲 587.6 nm								

【0141】

表六、非球面係數					
表面	2	3	4	5	6
k =	2.0179E-01	4.0042E+01	-3.6055E+01	-1.9011E+01	-5.0000E+01
A4 =	-1.6154E-03	-1.2601E-01	-1.3594E-01	1.2763E-01	-7.1145E-02
A6 =	-1.2454E-02	3.5287E-01	4.1483E-01	-2.0795E-01	-5.6667E-03
A8 =	4.1966E-02	-4.7518E-01	-5.2444E-01	4.9453E-01	2.2018E-02
A10 =	-6.3923E-02	3.9330E-01	3.8071E-01	-5.7480E-01	-2.9138E-02
A12 =	5.5731E-02	-1.7583E-01	-1.5383E-01	3.2571E-01	5.7097E-02
A14 =	-1.4862E-02	3.0628E-02	1.2377E-02	-7.7776E-02	-4.6188E-02
表面	7	8	9	10	11
k =	-2.8582E+01	7.8411E+01	-3.3333E+01	-9.0000E+01	7.3877E+01

A4 =	-4.0830E-02	-1.3039E-02	-1.3719E-01	-1.3756E-01	-1.8656E-01
A6 =	-6.9467E-02	-1.2086E-02	1.3287E-01	2.4907E-01	2.6422E-01
A8 =	9.0966E-03	-4.7147E-02	-1.0724E-01	-4.2735E-01	-2.9683E-01
A10 =	-2.4870E-02	6.0740E-03	-1.2058E-01	3.9917E-01	2.1950E-01
A12 =	2.4340E-03	7.6223E-03	3.0729E-01	-1.7010E-01	-8.0920E-02
A14 =	-5.8876E-12	1.1523E-11	-2.0217E-01	2.4518E-02	1.0993E-02
A16 =	-	-	4.5152E-02	-	-
表面	12	13	14	15	
k =	-2.7405E+01	-6.8048E+01	-8.7458E-01	-1.4766E+00	
A4 =	-6.7523E-02	-2.5490E-02	-3.8149E-01	-2.7976E-01	
A6 =	3.6482E-02	1.2104E-02	1.9095E-01	1.6707E-01	
A8 =	-8.0399E-02	-2.5924E-02	-5.8415E-02	-7.5493E-02	
A10 =	5.0870E-02	1.1109E-02	1.3524E-02	2.2766E-02	
A12 =	-1.8186E-02	-1.7220E-03	-2.2742E-03	-4.1806E-03	
A14 =	3.0474E-03	8.6956E-05	2.3093E-04	4.1462E-04	
A16 =	-	-	-1.0240E-05	-1.6890E-05	

【0142】 第三實施例中，非球面的曲線方程式表示如第一實施例的形式。此外，下表所述的定義皆與第一實施例相同，在此不加以贅述。

【0143】

第三實施例			
f [公厘]	3.65	(R13-R14)/(R13+R14)	0.30
Fno	1.90	|f1/f2|	0.45
HFOV [度]	37.9	f/f3	0.26
Nmax	1.650	|f1/f7|	0.52
V2	21.4	| f/fj | max	1.09
CT1/CT2	1.85	f/EPD	1.90
T23/CT2	1.00	Yc62/Yc61	1.13
T23/T34	1.72	Yc62/Yc72	0.76
(T12/T23)+(T34/T45)+(T56/T67)	3.61	Yc72/f	0.33
R1/R2	0.12	ΣAT/ImgH	0.32
f/R6	0.12	SD/TD	0.92
f/R12	0.88	TL/f	1.27
R14/f	0.37	TL/ImgH	1.60
(R11-R12)/(R11+R12)	-0.18		

【0144】 <第四實施例>

【0145】 請參照第 7 圖及第 8 圖，其中第 7 圖繪示依照本發明第四實施例

的取像裝置示意圖，第 8 圖由左至右依序為第四實施例的球差、像散以及畸變曲線圖。由第 7 圖可知，取像裝置包含取像用光學鏡組(未另標號)與電子感光元件 495。取像用光學鏡組由物側至像側依序包含光圈 400、第一透鏡 410、第二透鏡 420、第三透鏡 430、第四透鏡 440、第五透鏡 450、第六透鏡 460、第七透鏡 470、紅外線濾除濾光元件 480 與成像面 490。其中，電子感光元件 495 設置於成像面 490 上。取像用光學鏡組中具屈折力的單一非黏合透鏡為七片(410-470)。

【0146】 第一透鏡 410 具有正屈折力，且為塑膠材質，其物側表面 411 於近光軸處為凸面，其像側表面 412 於近光軸處為凹面，其兩表面皆為非球面。

【0147】 第二透鏡 420 具有負屈折力，且為塑膠材質，其物側表面 421 於近光軸處為凸面，其像側表面 422 於近光軸處為凹面，其兩表面皆為非球面。

【0148】 第三透鏡 430 具有正屈折力，且為塑膠材質，其物側表面 431 於近光軸處為凸面，其像側表面 432 於近光軸處為凹面，其兩表面皆為非球面。

【0149】 第四透鏡 440 具有負屈折力，且為塑膠材質，其物側表面 441 於近光軸處為凹面，其像側表面 442 於近光軸處為凸面，其兩表面皆為非球面。

【0150】 第五透鏡 450 具有負屈折力，且為塑膠材質，其物側表面 451 於近光軸處為凸面，其像側表面 452 於近光軸處為凹面，其兩表面皆為非球面。

【0151】 第六透鏡 460 具有正屈折力，且為塑膠材質，其物側表面 461 於近光軸處為凸面，其像側表面 462 於近光軸處為凹面，其兩表面皆為非球面，其像側表面 462 具有至少一反曲點。

【0152】 第七透鏡 470 具有負屈折力，且為塑膠材質，其物側表面 471 於近光軸處為凸面，其像側表面 472 於近光軸處為凹面，其兩表面皆為非球面，

其像側表面 472 具有至少一反曲點。

【0153】 紅外線濾除濾光元件 480 的材質爲玻璃，其設置於第七透鏡 470 及成像面 490 之間，並不影響取像用光學鏡組的焦距。

【0154】 請配合參照下列表七以及表八。

【0155】

表七、第四實施例								
f(焦距)＝3.66 公厘(mm)，Fno(光圈值)＝2.00，HFOV(半視角)＝37.6 度								
表面		曲率半徑		厚度	材質	折射率	色散係數	焦距
0	被攝物	平面		無限				
1	光圈	平面		-0.321				
2	第一透鏡	1.454	(ASP)	0.500	塑膠	1.544	55.9	3.15
3		8.355	(ASP)	0.079				
4	第二透鏡	2.920	(ASP)	0.166	塑膠	1.650	21.4	-7.83
5		1.814	(ASP)	0.254				
6	第三透鏡	8.485	(ASP)	0.320	塑膠	1.544	55.9	19.57
7		41.177	(ASP)	0.152				
8	第四透鏡	-8.900	(ASP)	0.230	塑膠	1.650	21.4	-17.96
9		-37.880	(ASP)	0.069				
10	第五透鏡	3.720	(ASP)	0.280	塑膠	1.650	21.4	-24.38
11		2.923	(ASP)	0.246				
12	第六透鏡	2.284	(ASP)	0.490	塑膠	1.544	55.9	8.12
13		4.372	(ASP)	0.291				
14	第七透鏡	2.176	(ASP)	0.530	塑膠	1.535	55.7	-8.08
15		1.324	(ASP)	0.400				
16	紅外線濾除濾光元件	平面		0.300	玻璃	1.517	64.2	-
17		平面		0.138				
18	成像面	平面		-				
參考波長(d-line)爲 587.6 nm								

【0156】

表八、非球面係數					
表面	2	3	4	5	6
k =	1.9505E-01	2.0741E+01	-4.6124E+01	-2.1269E+01	5.2858E+00
A4 =	-2.2156E-03	-1.2598E-01	-1.3019E-01	1.3082E-01	-6.8701E-02
A6 =	-1.2443E-02	3.4058E-01	4.2228E-01	-1.8193E-01	-1.5778E-02
A8 =	3.6453E-02	-4.8528E-01	-5.2414E-01	5.0362E-01	1.4729E-02
A10 =	-6.6713E-02	3.9206E-01	3.7918E-01	-5.8488E-01	-2.1419E-02
A12 =	5.3092E-02	-1.7039E-01	-1.4705E-01	3.2088E-01	6.4515E-02

A14 =	-1.6996E-02	3.4459E-02	3.3003E-02	-3.0998E-02	-5.9778E-02
表面	7	8	9	10	11
k =	8.5464E+01	7.8986E+01	9.0000E+01	-7.4189E+01	-3.4802E+01
A4 =	-4.4126E-02	-3.3229E-02	-1.2754E-01	-1.5997E-01	-1.8448E-01
A6 =	-4.8248E-02	1.1723E-02	1.2914E-01	2.5331E-01	2.4939E-01
A8 =	9.5743E-03	-6.1279E-02	-1.0206E-01	-4.3556E-01	-3.0052E-01
A10 =	-5.0046E-02	5.0433E-03	-1.1796E-01	3.9694E-01	2.1924E-01
A12 =	1.0606E-02	1.0062E-02	3.0849E-01	-1.6929E-01	-8.0748E-02
A14 =	1.0691E-11	6.6539E-12	-2.0052E-01	2.4321E-02	1.1196E-02
A16 =	-	-	4.5152E-02	-2.9257E-10	6.2381E-05
表面	12	13	14	15	
k =	-1.3809E+01	-9.0000E+01	-1.7163E+00	-2.0663E+00	
A4 =	-6.0019E-02	-2.2468E-02	-3.8527E-01	-2.6819E-01	
A6 =	3.6832E-02	9.7575E-03	1.9159E-01	1.6462E-01	
A8 =	-8.2611E-02	-2.5500E-02	-5.8391E-02	-7.5541E-02	
A10 =	5.0950E-02	1.1145E-02	1.3522E-02	2.2794E-02	
A12 =	-1.8032E-02	-1.7265E-03	-2.2749E-03	-4.1793E-03	
A14 =	3.0605E-03	8.3296E-05	2.3095E-04	4.1443E-04	
A16 =	-	-	-1.0190E-05	-1.6902E-05	

【0157】 第四實施例中，非球面的曲線方程式表示如第一實施例的形式。此外，下表所述的定義皆與第一實施例相同，在此不加以贅述。

【0158】

第四實施例			
f [公厘]	3.66	(R13-R14)/(R13+R14)	0.24
Fno	2.00	|f1/f2|	0.40
HFOV [度]	37.6	f/f3	0.19
Nmax	1.650	|f1/f7|	0.39
V2	21.4	| f/fj | max	1.16
CT1/CT2	3.01	f/EPD	2.00
T23/CT2	1.53	Yc62/Yc61	1.00
T23/T34	1.67	Yc62/Yc72	0.79
(T12/T23)+(T34/T45)+(T56/T67)	3.36	Yc72/f	0.31
R1/R2	0.17	ΣAT/ImgH	0.38
f/R6	0.09	SD/TD	0.91
f/R12	0.84	TL/f	1.22
R14/f	0.36	TL/ImgH	1.53
(R11-R12)/(R11+R12)	-0.31		

【0159】 <第五實施例>

【0160】 請參照第 9 圖及第 10 圖，其中第 9 圖繪示依照本發明第五實施例的取像裝置示意圖，第 10 圖由左至右依序爲第五實施例的球差、像散以及畸變曲線圖。由第 9 圖可知，取像裝置包含取像用光學鏡組(未另標號)與電子感光元件 595。取像用光學鏡組由物側至像側依序包含光圈 500、第一透鏡 510、第二透鏡 520、第三透鏡 530、第四透鏡 540、第五透鏡 550、第六透鏡 560、第七透鏡 570、紅外線濾除濾光元件 580 與成像面 590。其中，電子感光元件 595 設置於成像面 590 上。取像用光學鏡組中具屈折力的單一非黏合透鏡爲七片(510-570)。

【0161】 第一透鏡 510 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 511 於近光軸處爲凸面，其像側表面 512 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面。

【0162】 第二透鏡 520 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 521 於近光軸處爲凹面，其像側表面 522 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面。

【0163】 第三透鏡 530 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 531 於近光軸處爲凸面，其像側表面 532 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面。

【0164】 第四透鏡 540 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 541 於近光軸處爲凸面，其像側表面 542 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面。

【0165】 第五透鏡 550 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 551 於近光軸處爲凹面，其像側表面 552 於近光軸處爲凸面，其兩表面皆爲非球面。

【0166】 第六透鏡 560 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 561 於近光軸處爲凸面，其像側表面 562 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面，其像側表面 562 具有至少一反曲點。

【0167】 第七透鏡 570 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 571

於近光軸處爲凸面，其像側表面 572 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面，其像側表面 572 具有至少一反曲點。

【0168】 紅外線濾除濾光元件 580 的材質爲玻璃，其設置於第七透鏡 570 及成像面 590 之間，並不影響取像用光學鏡組的焦距。

【0169】 請配合參照下列表九以及表十。

【0170】

表九、第五實施例								
f(焦距)＝5.59 公厘(mm)，Fno(光圈值)＝1.75，HFOV(半視角)＝34.5 度								
表面		曲率半徑		厚度	材質	折射率	色散係數	焦距
0	被攝物	平面		無限				
1	光圈	平面		-0.614				
2	第一透鏡	2.383	(ASP)	0.857	塑膠	1.544	55.9	4.89
3		19.860	(ASP)	0.303				
4	第二透鏡	-100.000	(ASP)	0.480	塑膠	1.640	23.3	-5.29
5		3.513	(ASP)	0.209				
6	第三透鏡	3.401	(ASP)	0.594	塑膠	1.544	55.9	10.83
7		7.549	(ASP)	0.209				
8	第四透鏡	5.743	(ASP)	0.315	塑膠	1.544	55.9	11.89
9		50.057	(ASP)	0.304				
10	第五透鏡	-3.201	(ASP)	0.280	塑膠	1.640	23.3	-60.85
11		-3.607	(ASP)	0.407				
12	第六透鏡	2.967	(ASP)	0.506	塑膠	1.544	55.9	89.92
13		2.969	(ASP)	0.492				
14	第七透鏡	3.615	(ASP)	0.642	塑膠	1.544	55.9	-9.78
15		2.018	(ASP)	0.450				
16	紅外線濾除濾光元件	平面		0.405	玻璃	1.517	64.2	-
17		平面		0.260				
18	成像面	平面		-				
參考波長(d-line)爲 587.6 nm								

【0171】

表十、非球面係數					
表面	2	3	4	5	6
k =	1.0811E-01	9.0000E+01	-9.0000E+01	-6.1500E+01	-2.5137E+01
A4 =	-2.6060E-03	-4.6221E-02	-7.1270E-02	3.4637E-02	1.9711E-03
A6 =	-2.0373E-03	7.0826E-02	8.9664E-02	-4.9408E-02	-5.2045E-03
A8 =	5.7872E-03	-5.8840E-02	-6.4034E-02	6.0255E-02	3.2705E-03

A10 =	-4.6207E-03	2.6393E-02	2.6293E-02	-3.8080E-02	-3.3926E-03
A12 =	1.6981E-03	-5.8208E-03	-5.5105E-03	1.2117E-02	8.8285E-04
A14 =	-2.3915E-04	4.5226E-04	4.0694E-04	-1.4506E-03	-1.6356E-06
表面	7	8	9	10	11
k =	-9.0000E+01	-7.7232E+01	-9.0000E+01	8.5901E-01	-9.6217E+00
A4 =	-6.2548E-03	-1.2959E-02	-4.9457E-02	-2.7576E-02	-7.2823E-02
A6 =	-3.7399E-03	-9.0488E-03	2.5771E-02	5.6050E-02	5.7698E-02
A8 =	-2.0208E-03	-2.8225E-03	-1.3183E-02	-5.1619E-02	-3.7112E-02
A10 =	-5.2849E-04	1.4955E-04	-7.8580E-03	2.6848E-02	1.4648E-02
A12 =	1.3417E-04	2.2501E-04	1.1335E-02	-6.3375E-03	-2.9591E-03
A14 =	-	-	-4.1569E-03	4.7641E-04	2.4060E-04
A16 =	-	-	4.9563E-04	-	-
表面	12	13	14	15	
k =	-2.2824E+01	-2.6785E+01	-7.6801E-01	-1.5490E+00	
A4 =	-9.6573E-03	-3.9287E-03	-1.5339E-01	-1.1290E-01	
A6 =	5.5718E-03	2.2761E-03	4.2266E-02	3.6935E-02	
A8 =	-9.7778E-03	-3.2864E-03	-7.1460E-03	-9.2042E-03	
A10 =	3.4291E-03	7.5579E-04	9.0915E-04	1.5279E-03	
A12 =	-6.7980E-04	-6.3018E-05	-8.3652E-05	-1.5392E-04	
A14 =	5.8337E-05	1.6418E-06	4.6720E-06	8.3904E-06	
A16 =	-	-	-1.1473E-07	-1.8806E-07	

【0172】 第五實施例中，非球面的曲線方程式表示如第一實施例的形式。

此外，下表所述的定義皆與第一實施例相同，在此不加以贅述。

【0173】

第五實施例			
f [公厘]	5.59	(R13-R14)/(R13+R14)	0.28
Fno	1.75	|f1/f2|	0.92
HFOV [度]	34.5	f/f3	0.52
Nmax	1.640	|f1/f7|	0.50
V2	23.3	| f/fj | max	1.14
CT1/CT2	1.79	f/EPD	1.75
T23/CT2	0.44	Yc62/Yc61	1.20
T23/T34	1.00	Yc62/Yc72	1.01
(T12/T23)+(T34/T45)+(T56/T67)	2.96	Yc72/f	0.27
R1/R2	0.12	ΣAT/ImgH	0.49
f/R6	0.74	SD/TD	0.89
f/R12	1.88	TL/f	1.20
R14/f	0.36	TL/ImgH	1.72
(R11-R12)/(R11+R12)	-0.0003		

【0174】 <第六實施例>

【0175】 請參照第 11 圖及第 12 圖，其中第 11 圖繪示依照本發明第六實施例的取像裝置示意圖，第 12 圖由左至右依序為第六實施例的球差、像散以及畸變曲線圖。由第 11 圖可知，取像裝置包含取像用光學鏡組(未另標號)與電子感光元件 695。取像用光學鏡組由物側至像側依序包含第一透鏡 610、光圈 600、第二透鏡 620、第三透鏡 630、第四透鏡 640、第五透鏡 650、第六透鏡 660、第七透鏡 670、紅外線濾除濾光元件 680 與成像面 690。其中，電子感光元件 695 設置於成像面 690 上。取像用光學鏡組中具屈折力的單一非黏合透鏡為七片(610-670)。

【0176】 第一透鏡 610 具有正屈折力，且為塑膠材質，其物側表面 611 於近光軸處為凸面，其像側表面 612 於近光軸處為凹面，其兩表面皆為非球面。

【0177】 第二透鏡 620 具有負屈折力，且為塑膠材質，其物側表面 621 於近光軸處為凸面，其像側表面 622 於近光軸處為凹面，其兩表面皆為非球面。

【0178】 第三透鏡 630 具有負屈折力，且為塑膠材質，其物側表面 631 於近光軸處為凸面，其像側表面 632 於近光軸處為凹面，其兩表面皆為非球面。

【0179】 第四透鏡 640 具有正屈折力，且為塑膠材質，其物側表面 641 於近光軸處為凸面，其像側表面 642 於近光軸處為凸面，其兩表面皆為非球面。

【0180】 第五透鏡 650 具有負屈折力，且為塑膠材質，其物側表面 651 於近光軸處為凹面，其像側表面 652 於近光軸處為凸面，其兩表面皆為非球面。

【0181】 第六透鏡 660 具有正屈折力，且為塑膠材質，其物側表面 661 於近光軸處為凸面，其像側表面 662 於近光軸處為凹面，其兩表面皆為非球面，其像側表面 662 具有至少一反曲點。

【0182】 第七透鏡 670 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 671 於近光軸處爲凹面，其像側表面 672 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面，其像側表面 672 具有至少一反曲點。

【0183】 紅外線濾除濾光元件 680 的材質爲玻璃，其設置於第七透鏡 670 及成像面 690 之間，並不影響取像用光學鏡組的焦距。

【0184】 請配合參照下列表十一以及表十二。

【0185】

表十一、第六實施例								
f(焦距)＝5.04 公厘(mm)，Fno(光圈值)＝1.85，HFOV(半視角)＝37.4 度								
表面		曲率半徑		厚度	材質	折射率	色散係數	焦距
0	被攝物	平面		無限				
1	第一透鏡	2.496	(ASP)	0.704	塑膠	1.544	55.9	5.35
2		15.830	(ASP)	0.040				
3	光圈	平面		0.265				
4	第二透鏡	12.102	(ASP)	0.380	塑膠	1.640	23.3	-7.09
5		3.258	(ASP)	0.217				
6	第三透鏡	3.681	(ASP)	0.257	塑膠	1.640	23.3	-144.69
7		3.444	(ASP)	0.100				
8	第四透鏡	4.115	(ASP)	0.803	塑膠	1.544	55.9	5.64
9		-11.231	(ASP)	0.159				
10	第五透鏡	-2.897	(ASP)	0.435	塑膠	1.640	23.3	-13.16
11		-4.675	(ASP)	0.291				
12	第六透鏡	2.869	(ASP)	0.678	塑膠	1.544	55.9	5.93
13		23.810	(ASP)	0.828				
14	第七透鏡	-81.301	(ASP)	0.330	塑膠	1.544	55.9	-4.33
15		2.432	(ASP)	0.450				
16	紅外線濾除濾光元件	平面		0.405	玻璃	1.517	64.2	-
17		平面		0.259				
18	成像面	平面		-				
參考波長(d-line)爲 587.6 nm								

【0186】

表十二、非球面係數					
表面	1	2	4	5	6
k =	6.8595E-02	4.0000E+01	-5.0000E+01	-4.4437E+01	-4.1338E+01
A4 =	-2.8321E-03	-4.0467E-02	-7.7538E-02	3.3929E-02	2.3159E-03

A6 =	-1.4731E-03	6.1460E-02	8.9954E-02	-4.8589E-02	-9.2979E-03
A8 =	5.1463E-03	-5.6709E-02	-6.3382E-02	5.8078E-02	1.3899E-03
A10 =	-4.5969E-03	2.7905E-02	2.6509E-02	-3.8458E-02	-3.6916E-03
A12 =	1.8550E-03	-6.1855E-03	-5.6856E-03	1.2547E-02	8.8820E-04
A14 =	-2.9802E-04	3.2919E-04	4.3958E-04	-1.5466E-03	-5.8326E-05
表面	7	8	9	10	11
k =	-5.1797E+01	-9.0000E+01	3.6727E+01	8.6207E-01	-4.5958E+00
A4 =	-3.2142E-03	-1.0487E-02	-5.6950E-02	-2.0581E-02	-6.5935E-02
A6 =	-4.5231E-03	-7.4209E-03	2.7187E-02	5.3934E-02	5.9828E-02
A8 =	-2.3837E-03	-1.1805E-03	-1.3948E-02	-5.1620E-02	-3.6983E-02
A10 =	-5.8788E-04	5.1669E-04	-8.1876E-03	2.6968E-02	1.4619E-02
A12 =	3.6482E-04	1.6909E-04	1.1294E-02	-6.3214E-03	-2.9677E-03
A14 =	-	-	-4.1351E-03	4.8172E-04	2.3684E-04
A16=	-	-	5.0449E-04	-	-
表面	12	13	14	15	
k =	-1.7235E+01	5.1086E+00	-9.0000E+01	-3.7825E+00	
A4 =	-4.6214E-03	1.7428E-03	-1.4438E-01	-1.0384E-01	
A6 =	6.7552E-03	1.8709E-03	4.2329E-02	3.6797E-02	
A8 =	-9.7961E-03	-3.3402E-03	-7.1465E-03	-9.2589E-03	
A10 =	3.4642E-03	7.5757E-04	9.1033E-04	1.5265E-03	
A12 =	-6.8309E-04	-6.2829E-05	-8.3643E-05	-1.5384E-04	
A14 =	5.6245E-05	1.6766E-06	4.6641E-06	8.3954E-06	
A16=	-	-	-1.1633E-07	-1.8664E-07	

【0187】 第六實施例中，非球面的曲線方程式表示如第一實施例的形式。此外，下表所述的定義皆與第一實施例相同，在此不加以贅述。

【0188】

第六實施例			
f [公厘]	5.04	(R13-R14)/(R13+R14)	1.06
Fno	1.85	|f1/f2|	0.75
HFOV [度]	37.4	f/f3	-0.03
Nmax	1.640	|f1/f7|	1.23
V2	23.3	| f/fj | max	1.16
CT1/CT2	1.85	f/EPD	1.85
T23/CT2	0.57	Yc62/Yc61	0.96
T23/T34	2.17	Yc62/Yc72	1.09
(T12/T23)+(T34/T45)+(T56/T67)	2.39	Yc72/f	0.25
R1/R2	0.16	ΣAT/ImgH	0.49
f/R6	1.46	SD/TD	0.86
f/R12	0.21	TL/f	1.31
R14/f	0.48	TL/ImgH	1.69

(R11-R12)/(R11+R12)	-0.78		

【0189】 <第七實施例>

【0190】 請參照第 13 圖及第 14 圖，其中第 13 圖繪示依照本發明第七實施例的取像裝置示意圖，第 14 圖由左至右依序爲第七實施例的球差、像散以及畸變曲線圖。由第 13 圖可知，取像裝置包含取像用光學鏡組(未另標號)與電子感光元件 795。取像用光學鏡組由物側至像側依序包含光圈 700、第一透鏡 710、第二透鏡 720、第三透鏡 730、第四透鏡 740、第五透鏡 750、第六透鏡 760、第七透鏡 770、紅外線濾除濾光元件 780 與成像面 790。其中，電子感光元件 795 設置於成像面 790 上。取像用光學鏡組中具屈折力的單一非黏合透鏡爲七片(710-770)。

【0191】 第一透鏡 710 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 711 於近光軸處爲凸面，其像側表面 712 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面。

【0192】 第二透鏡 720 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 721 於近光軸處爲凸面，其像側表面 722 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面。

【0193】 第三透鏡 730 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 731 於近光軸處爲凸面，其像側表面 732 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面。

【0194】 第四透鏡 740 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 741 於近光軸處爲凸面，其像側表面 742 於近光軸處爲凸面，其兩表面皆爲非球面。

【0195】 第五透鏡 750 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 751 於近光軸處爲凹面，其像側表面 752 於近光軸處爲凸面，其兩表面皆爲非球面。

【0196】 第六透鏡 760 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 761

於近光軸處爲凸面，其像側表面 762 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面，其像側表面 762 具有至少一反曲點。

【0197】 第七透鏡 770 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 771 於近光軸處爲凸面，其像側表面 772 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面，其像側表面 772 具有至少一反曲點。

【0198】 紅外線濾除濾光元件 780 的材質爲玻璃，其設置於第七透鏡 770 及成像面 790 之間，並不影響取像用光學鏡組的焦距。

【0199】 請配合參照下列表十三以及表十四。

【0200】

表十三、第七實施例

f(焦距)＝3.86 公厘(mm)，Fno(光圈值)＝1.65，HFOV(半視角)＝36.0 度

表面		曲率半徑		厚度	材質	折射率	色散係數	焦距
0	被攝物	平面		無限				
1	光圈	平面		-0.432				
2	第一透鏡	1.804	(ASP)	0.658	塑膠	1.544	55.9	3.82
3		11.903	(ASP)	0.070				
4	第二透鏡	2.403	(ASP)	0.220	塑膠	1.639	23.5	-7.07
5		1.512	(ASP)	0.245				
6	第三透鏡	3.430	(ASP)	0.328	塑膠	1.544	55.9	33.13
7		4.094	(ASP)	0.180				
8	第四透鏡	6.413	(ASP)	0.430	塑膠	1.544	55.9	7.93
9		-12.887	(ASP)	0.270				
10	第五透鏡	-1.813	(ASP)	0.270	塑膠	1.639	23.5	-7.93
11		-2.986	(ASP)	0.035				
12	第六透鏡	2.152	(ASP)	0.455	塑膠	1.544	55.9	31.31
13		2.280	(ASP)	0.241				
14	第七透鏡	1.425	(ASP)	0.601	塑膠	1.544	55.9	83.35
15		1.253	(ASP)	0.500				
16	紅外線濾除濾光元件	平面		0.300	玻璃	1.517	64.2	-
17		平面		0.142				
18	成像面	平面		-				

參考波長(d-line)爲 587.6 nm

【0201】

表十四、非球面係數					
表面	2	3	4	5	6
k =	1.7198E-01	-6.5821E+01	-2.2211E+01	-1.1642E+01	-6.8144E+00
A4 =	3.6228E-03	-1.4631E-01	-1.8333E-01	1.1828E-01	-6.1205E-03
A6 =	-2.0408E-02	3.7140E-01	4.0431E-01	-2.4427E-01	-8.0501E-03
A8 =	5.0675E-02	-4.9646E-01	-5.1347E-01	4.9181E-01	3.0308E-02
A10 =	-6.6396E-02	3.8237E-01	3.8365E-01	-5.5861E-01	-5.2573E-02
A12 =	4.4585E-02	-1.5624E-01	-1.5630E-01	3.2621E-01	2.3947E-02
A14 =	-1.2125E-02	2.4322E-02	2.5640E-02	-7.3615E-02	-3.4618E-03
表面	7	8	9	10	11
k =	-1.8913E+01	-9.0000E+01	6.6483E+01	7.1981E-01	-2.2342E+00
A4 =	-9.0401E-03	-2.9942E-02	-1.2128E-01	-4.4294E-02	-1.7692E-01
A6 =	-1.1409E-02	-3.3768E-02	1.1903E-01	2.6399E-01	2.6741E-01
A8 =	-6.0727E-03	-1.3263E-02	-1.1038E-01	-4.1728E-01	-2.9964E-01
A10 =	-8.0577E-03	2.6773E-03	-1.1959E-01	3.9961E-01	2.1867E-01
A12 =	-8.7548E-12	8.8115E-12	3.0655E-01	-1.7180E-01	-8.0591E-02
A14 =	-	-	-2.0549E-01	2.4453E-02	1.1514E-02
A16=	-	-	4.5153E-02	-	-
表面	12	13	14	15	
k =	-8.2784E+00	-1.9081E+01	-2.5314E+00	-1.6180E+00	
A4 =	-4.5219E-02	-5.1072E-03	-3.8116E-01	-2.8518E-01	
A6 =	3.9095E-02	9.3768E-03	1.9100E-01	1.6705E-01	
A8 =	-8.2337E-02	-2.7040E-02	-5.8397E-02	-7.5180E-02	
A10 =	5.0063E-02	1.1260E-02	1.3532E-02	2.2739E-02	
A12 =	-1.8359E-02	-1.7059E-03	-2.2712E-03	-4.1799E-03	
A14 =	3.0344E-03	8.2168E-05	2.3103E-04	4.1490E-04	
A16=	-	-	-1.0338E-05	-1.6938E-05	

【0202】 第七實施例中，非球面的曲線方程式表示如第一實施例的形式。此外，下表所述的定義皆與第一實施例相同，在此不加以贅述。

【0203】

第七實施例			
f [公厘]	3.86	(R13-R14)/(R13+R14)	0.06
Fno	1.65	|f1/f2|	0.54
HFOV [度]	36.0	f/f3	0.12
Nmax	1.639	|f1/f7|	0.05
V2	23.5	| f/fj | max	1.01
CT1/CT2	2.99	f/EPD	1.65
T23/CT2	1.11	Yc62/Yc61	1.18
T23/T34	1.36	Yc62/Yc72	1.00
(T12/T23)+(T34/T45)+(T56/T67)	1.10	Yc72/f	0.31

R1/R2	0.15	ΣAT/ImgH	0.36
f/R6	0.94	.SD/TD	0.89
f/R12	1.69	TL/f	1.28
R14/f	0.32	TL/ImgH	1.71
(R11-R12)/(R11+R12)	-0.03		

【0204】 <第八實施例>

【0205】 請參照第 15 圖及第 16 圖，其中第 15 圖繪示依照本發明第八實施例的取像裝置示意圖，第 16 圖由左至右依序爲第八實施例的球差、像散以及畸變曲線圖。由第 15 圖可知，取像裝置包含取像用光學鏡組(未另標號)與電子感光元件 895。取像用光學鏡組由物側至像側依序包含第一透鏡 810、光圈 800、第二透鏡 820、第三透鏡 830、第四透鏡 840、第五透鏡 850、第六透鏡 860、第七透鏡 870、紅外線濾除濾光元件 880 與成像面 890。其中，電子感光元件 895 設置於成像面 890 上。取像用光學鏡組中具屈折力的單一非黏合透鏡爲七片(810-870)。

【0206】 第一透鏡 810 具有正屈折力，且爲玻璃材質，其物側表面 811 於近光軸處爲凸面，其像側表面 812 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面。

【0207】 第二透鏡 820 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 821 於近光軸處爲凸面，其像側表面 822 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面。

【0208】 第三透鏡 830 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 831 於近光軸處爲凸面，其像側表面 832 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面。

【0209】 第四透鏡 840 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 841 於近光軸處爲凸面，其像側表面 842 於近光軸處爲凸面，其兩表面皆爲非球面。

【0210】 第五透鏡 850 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 851

於近光軸處爲凹面，其像側表面 852 於近光軸處爲凸面，其兩表面皆爲非球面。

【0211】 第六透鏡 860 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 861 於近光軸處爲凸面，其像側表面 862 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面，其像側表面 862 具有至少一反曲點。

【0212】 第七透鏡 870 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 871 於近光軸處爲凸面，其像側表面 872 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面，其像側表面 872 具有至少一反曲點。

【0213】 紅外線濾除濾光元件 880 的材質爲玻璃，其設置於第七透鏡 870 及成像面 890 之間，並不影響取像用光學鏡組的焦距。

【0214】 請配合參照下列表十五以及表十六。

【0215】

表十五、第八實施例

f(焦距)＝3.93 公厘(mm)，Fno(光圈值)＝2.30，HFOV(半視角)＝35.1 度

表面		曲率半徑		厚度	材質	折射率	色散係數	焦距
0	被攝物	平面		無限				
1	第一透鏡	1.857	(ASP)	0.531	玻璃	1.571	50.9	3.43
2		31.734	(ASP)	0.035				
3	光圈	平面		0.035				
4	第二透鏡	3.143	(ASP)	0.258	塑膠	1.639	23.5	-6.37
5		1.717	(ASP)	0.252				
6	第三透鏡	4.144	(ASP)	0.216	塑膠	1.544	55.9	409.26
7		4.145	(ASP)	0.195				
8	第四透鏡	5.722	(ASP)	0.489	塑膠	1.544	55.9	7.09
9		-11.474	(ASP)	0.252				
10	第五透鏡	-1.798	(ASP)	0.385	塑膠	1.639	23.5	-6.92
11		-3.284	(ASP)	0.039				
12	第六透鏡	2.126	(ASP)	0.463	塑膠	1.544	55.9	26.88
13		2.296	(ASP)	0.233				
14	第七透鏡	1.425	(ASP)	0.625	塑膠	1.544	55.9	61.25
15		1.259	(ASP)	0.500				
16	紅外線濾除濾光元件	平面		0.300	玻璃	1.517	64.2	-

17		平面	0.200				
18	成像面	平面	-				
參考波長(d-line)爲 587.6 nm							

【0216】

表十六、非球面係數					
表面	1	2	4	5	6
k =	1.7610E-01	9.0000E+01	-3.0017E+01	-1.3461E+01	-2.9109E+00
A4 =	4.0813E-03	-1.3110E-01	-1.7470E-01	1.1423E-01	-5.4677E-03
A6 =	-2.2041E-02	3.5326E-01	4.0095E-01	-2.3576E-01	-2.1816E-02
A8 =	4.9702E-02	-5.0652E-01	-5.1539E-01	4.9483E-01	2.8708E-02
A10 =	-6.5378E-02	3.9105E-01	3.8355E-01	-5.7329E-01	-4.5589E-02
A12 =	4.5669E-02	-1.4361E-01	-1.5354E-01	3.2351E-01	2.9753E-02
A14 =	-1.7001E-02	1.0912E-02	2.7689E-02	-5.4749E-02	-8.8348E-03
表面	7	8	9	10	11
k =	-1.1960E+01	-7.1358E+01	7.2694E+01	7.9135E-01	-1.8296E+00
A4 =	-5.3977E-03	-3.1019E-02	-1.2591E-01	-3.7160E-02	-1.7589E-01
A6 =	-7.6666E-03	-2.8856E-02	1.1963E-01	2.6580E-01	2.6897E-01
A8 =	-2.2734E-03	-1.0251E-02	-1.1064E-01	-4.1743E-01	-2.9924E-01
A10 =	-6.0752E-03	5.5126E-03	-1.2138E-01	3.9905E-01	2.1874E-01
A12 =	-6.6535E-07	5.7768E-07	3.0594E-01	-1.7180E-01	-8.0610E-02
A14 =	-	-	-2.0517E-01	2.4453E-02	1.1557E-02
A16 =	-	-	4.5153E-02	-	-
表面	12	13	14	15	
k =	-7.8325E+00	-1.6482E+01	-2.4885E+00	-1.6844E+00	
A4 =	-4.3177E-02	-7.1026E-03	-3.7824E-01	-2.8445E-01	
A6 =	3.7571E-02	1.0375E-02	1.9106E-01	1.6710E-01	
A8 =	-8.2490E-02	-2.6953E-02	-5.8441E-02	-7.5149E-02	
A10 =	5.0484E-02	1.1229E-02	1.3525E-02	2.2737E-02	
A12 =	-1.8279E-02	-1.7063E-03	-2.2716E-03	-4.1796E-03	
A14 =	3.0190E-03	8.1918E-05	2.3113E-04	4.1497E-04	
A16 =	-	-	-1.0303E-05	-1.6948E-05	

【0217】 第八實施例中，非球面的曲線方程式表示如第一實施例的形式。此外，下表所述的定義皆與第一實施例相同，在此不加以贅述。

【0218】

第八實施例			
f [公厘]	3.93	(R13-R14)/(R13+R14)	0.06
Fno	2.30	|f1/f2|	0.54
HFOV [度]	35.1	f/f3	0.01
Nmax	1.639	|f1/f7|	0.06

V2	23.5	| f/fj | max	1.15
CT1/CT2	2.06	f/EPD	2.30
T23/CT2	0.98	Yc62/Yc61	1.19
T23/T34	1.29	Yc62/Yc72	1.03
(T12/T23)+(T34/T45)+(T56/T67)	1.22	Yc72/f	0.30
R1/R2	0.06	ΣAT/ImgH	0.37
f/R6	0.95	SD/TD	0.86
f/R12	1.71	TL/f	1.28
R14/f	0.32	TL/ImgH	1.76
(R11-R12)/(R11+R12)	-0.04		

【0219】 <第九實施例>

【0220】 請參照第 17 圖及第 18 圖，其中第 17 圖繪示依照本發明第九實施例的取像裝置示意圖，第 18 圖由左至右依序爲第九實施例的球差、像散以及畸變曲線圖。由第 17 圖可知，取像裝置包含取像用光學鏡組(未另標號)與電子感光元件 995。取像用光學鏡組由物側至像側依序包含第一透鏡 910、光圈 900、第二透鏡 920、第三透鏡 930、第四透鏡 940、第五透鏡 950、第六透鏡 960、第七透鏡 970、紅外線濾除濾光元件 980 與成像面 990。其中，電子感光元件 995 設置於成像面 990 上。取像用光學鏡組中具屈折力的單一非黏合透鏡爲七片(910-970)。

【0221】 第一透鏡 910 具有正屈折力，且爲玻璃材質，其物側表面 911 於近光軸處爲凸面，其像側表面 912 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面。

【0222】 第二透鏡 920 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 921 於近光軸處爲凸面，其像側表面 922 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面。

【0223】 第三透鏡 930 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 931 於近光軸處爲凸面，其像側表面 932 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面。

【0224】 第四透鏡 940 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 941

於近光軸處爲凸面，其像側表面 942 於近光軸處爲凸面，其兩表面皆爲非球面。

【0225】 第五透鏡 950 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 951 於近光軸處爲凹面，其像側表面 952 於近光軸處爲凸面，其兩表面皆爲非球面。

【0226】 第六透鏡 960 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 961 於近光軸處爲凸面，其像側表面 962 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面，其像側表面 962 具有至少一反曲點。

【0227】 第七透鏡 970 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 971 於近光軸處爲凸面，其像側表面 972 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面，其像側表面 972 具有至少一反曲點。

【0228】 紅外線濾除濾光元件 980 的材質爲玻璃，其設置於第七透鏡 970 及成像面 990 之間，並不影響取像用光學鏡組的焦距。

【0229】 請配合參照下列表十七以及表十八。

【0230】

表十七、第九實施例								
f(焦距)＝3.94 公厘(mm)，Fno(光圈值)＝2.25，HFOV(半視角)＝35.6 度								
表面		曲率半徑		厚度	材質	折射率	色散係數	焦距
0	被攝物	平面		無限				
1	第一透鏡	1.833	(ASP)	0.524	玻璃	1.571	50.9	3.52
2		18.842	(ASP)	0.035				
3	光圈	平面		0.035				
4	第二透鏡	3.177	(ASP)	0.226	塑膠	1.634	23.8	-6.57
5		1.752	(ASP)	0.196				
6	第三透鏡	4.093	(ASP)	0.459	塑膠	1.544	55.9	-140.77
7		3.732	(ASP)	0.146				
8	第四透鏡	5.034	(ASP)	0.428	塑膠	1.544	55.9	6.27
9		-10.294	(ASP)	0.249				
10	第五透鏡	-1.831	(ASP)	0.359	塑膠	1.634	23.8	-7.39
11		-3.232	(ASP)	0.069				
12	第六透鏡	2.231	(ASP)	0.414	塑膠	1.634	23.8	-126.44
13		2.015	(ASP)	0.245				

14	第七透鏡	1.278	(ASP)	0.612	塑膠	1.544	55.9	17.83
15		1.223	(ASP)	0.500				
16	紅外線濾除濾光元件	平面		0.300	玻璃	1.517	64.2	-
17		平面		0.225				
18	成像面	平面		-				
參考波長(d-line)爲 587.6 nm								

【0231】

表十八、非球面係數					
表面	1	2	4	5	6
k =	9.3252E-02	-8.4787E+01	-3.1108E+01	-1.3832E+01	-1.9985E+00
A4 =	9.8768E-04	-1.3431E-01	-1.7399E-01	1.1721E-01	-4.5050E-03
A6 =	-2.0147E-02	3.4294E-01	4.0378E-01	-2.3068E-01	-2.3872E-02
A8 =	4.4855E-02	-5.1264E-01	-5.1653E-01	4.9650E-01	2.7032E-02
A10 =	-7.0722E-02	3.9681E-01	3.8741E-01	-5.7138E-01	-4.4869E-02
A12 =	4.8304E-02	-1.4209E-01	-1.5779E-01	3.2529E-01	3.2373E-02
A14 =	-1.9692E-02	6.1719E-03	3.6747E-02	-5.5559E-02	-5.6086E-03
表面	7	8	9	10	11
k =	-8.8924E+00	-4.9073E+01	-7.4884E+01	7.7111E-01	-1.1979E+00
A4 =	-1.8163E-03	-1.4460E-02	-1.0542E-01	-3.7164E-02	-1.7856E-01
A6 =	-7.1557E-03	-2.9994E-02	1.2028E-01	2.7725E-01	2.6623E-01
A8 =	-5.8409E-03	-1.4724E-02	-1.0432E-01	-4.1641E-01	-2.9951E-01
A10 =	-1.2658E-02	4.1849E-03	-1.1771E-01	3.9853E-01	2.1875E-01
A12 =	-6.6514E-07	5.7789E-07	3.0728E-01	-1.7180E-01	-8.0616E-02
A14 =	-	-	-2.0461E-01	2.4453E-02	1.1550E-02
A16 =	-	-	4.5153E-02	-	-
表面	12	13	14	15	
k =	-9.9793E+00	-1.6998E+01	-2.7718E+00	-1.8207E+00	
A4 =	-4.3061E-02	-1.3672E-02	-3.7780E-01	-2.8260E-01	
A6 =	3.6984E-02	1.0448E-02	1.9095E-01	1.6721E-01	
A8 =	-8.2847E-02	-2.6832E-02	-5.8437E-02	-7.5159E-02	
A10 =	5.0458E-02	1.1234E-02	1.3526E-02	2.2733E-02	
A12 =	-1.8292E-02	-1.7063E-03	-2.2714E-03	-4.1799E-03	
A14 =	3.0175E-03	8.1733E-05	2.3117E-04	4.1498E-04	
A16 =	-	-	-1.0297E-05	-1.6947E-05	

【0232】 第九實施例中，非球面的曲線方程式表示如第一實施例的形式。此外，下表所述的定義皆與第一實施例相同，在此不加以贅述。

【0233】

第九實施例

f [公厘]	3.94	(R13-R14)/(R13+R14)	0.02
Fno	2.25	|f1/f2|	0.54
HFOV [度]	35.6	f/f3	-0.03
Nmax	1.634	|f1/f7|	0.20
V2	23.8	| f/fj | max	1.12
CT1/CT2	2.32	f/EPD	2.25
T23/CT2	0.87	Yc62/Yc61	1.17
T23/T34	1.34	Yc62/Yc72	0.98
(T12/T23)+(T34/T45)+(T56/T67)	1.23	Yc72/f	0.30
R1/R2	0.10	ΣAT/ImgH	0.34
f/R6	1.05	SD/TD	0.86
f/R12	1.95	TL/f	1.28
R14/f	0.31	TL/ImgH	1.76
(R11-R12)/(R11+R12)	0.05		

【0234】 <第十實施例>

【0235】 請參照第 19 圖及第 20 圖，其中第 19 圖繪示依照本發明第十實施例的取像裝置示意圖，第 20 圖由左至右依序爲第十實施例的球差、像散以及畸變曲線圖。由第 19 圖可知，取像裝置包含取像用光學鏡組(未另標號)與電子感光元件 1095。取像用光學鏡組由物側至像側依序包含第一透鏡 1010、第二透鏡 1020、光圈 1000、第三透鏡 1030、第四透鏡 1040、第五透鏡 1050、第六透鏡 1060、第七透鏡 1070、紅外線濾除濾光元件 1080 與成像面 1090。其中，電子感光元件 1095 設置於成像面 1090 上。取像用光學鏡組中具屈折力的單一非黏合透鏡爲七片(1010-1070)。

【0236】 第一透鏡 1010 具有正屈折力，且爲玻璃材質，其物側表面 1011 於近光軸處爲凸面，其像側表面 1012 於近光軸處爲凸面，其兩表面皆爲非球面。

【0237】 第二透鏡 1020 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 1021 於近光軸處爲凸面，其像側表面 1022 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面。

【0238】 第三透鏡 1030 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 1031

於近光軸處爲凸面，其像側表面 1032 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面。

【0239】 第四透鏡 1040 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 1041 於近光軸處爲凸面，其像側表面 1042 於近光軸處爲凸面，其兩表面皆爲非球面。

【0240】 第五透鏡 1050 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 1051 於近光軸處爲凹面，其像側表面 1052 於近光軸處爲凸面，其兩表面皆爲非球面。

【0241】 第六透鏡 1060 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 1061 於近光軸處爲凸面，其像側表面 1062 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面，其像側表面 1062 具有至少一反曲點。

【0242】 第七透鏡 1070 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 1071 於近光軸處爲凸面，其像側表面 1072 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面，其像側表面 1072 具有至少一反曲點。

【0243】 紅外線濾除濾光元件 1080 的材質爲玻璃，其設置於第七透鏡 1070 及成像面 1090 之間，並不影響取像用光學鏡組的焦距。

【0244】 請配合參照下列表十九以及表二十。

【0245】

表十九、第十實施例								
f(焦距)＝4.31 公厘(mm)，Fno(光圈值)＝2.35，HFOV(半視角)＝38.7 度								
表面		曲率半徑		厚度	材質	折射率	色散係數	焦距
0	被攝物	平面		無限				
1	第一透鏡	4.017	(ASP)	0.524	玻璃	1.571	50.9	6.65
2		-65.317	(ASP)	0.100				
3	第二透鏡	5.011	(ASP)	0.243	塑膠	1.535	55.7	27.49
4		7.473	(ASP)	0.052				
5	光圈	平面		0.035				
6	第三透鏡	5.645	(ASP)	0.240	塑膠	1.544	55.9	-12.38
7		3.025	(ASP)	0.285				
8	第四透鏡	3.931	(ASP)	0.625	塑膠	1.535	55.7	4.84
9		-7.163	(ASP)	0.184				
10	第五透鏡	-1.886	(ASP)	0.685	塑膠	1.639	23.5	-6.50

11		-3.944	(ASP)	0.160				
12	第六透鏡	2.759	(ASP)	0.939	塑膠	1.535	55.7	9.03
13		5.668	(ASP)	0.408				
14	第七透鏡	3.098	(ASP)	0.702	塑膠	1.535	55.7	-8.02
15		1.657	(ASP)	0.550				
16	紅外線濾除濾光元件	平面		0.300	玻璃	1.517	64.2	-
17		平面		0.174				
18	成像面	平面		-				
參考波長(d-line)爲 587.6 nm								

【0246】

表二十、非球面係數					
表面	1	2	3	4	6
k =	-4.4121E-01	-9.0000E+01	-5.2647E+01	-9.0000E+01	6.7438E+00
A4 =	-2.7925E-03	-6.0729E-02	-8.3879E-02	2.3453E-02	1.2620E-02
A6 =	-1.4523E-03	1.0296E-01	1.1013E-01	-7.8608E-02	-3.4785E-02
A8 =	8.9957E-03	-8.7060E-02	-1.1750E-01	7.6809E-02	-4.5462E-02
A10 =	-7.1935E-03	4.2813E-02	5.1732E-02	-1.0782E-01	-1.1942E-02
A12 =	2.8100E-03	-1.1746E-02	7.2692E-03	6.5612E-02	4.4816E-02
A14 =	-5.6176E-04	1.3249E-03	-6.2848E-03	9.1499E-03	-2.5794E-02
表面	7	8	9	10	11
k =	-1.8282E+01	-3.4370E+01	3.1289E+01	8.7442E-01	-2.2726E+00
A4 =	-2.0792E-02	-3.0596E-03	-7.6244E-02	-1.4822E-02	-7.7815E-02
A6 =	-2.9096E-02	-1.7556E-02	2.5788E-02	6.8034E-02	8.1748E-02
A8 =	-2.9052E-02	-1.0621E-02	-2.5584E-02	-7.5044E-02	-5.3130E-02
A10 =	-5.7286E-03	-2.9892E-03	-1.6928E-02	4.4752E-02	2.3619E-02
A12 =	-3.3949E-07	-3.9023E-03	1.9201E-02	-1.0306E-02	-5.3502E-03
A14 =	-	-	-7.2368E-03	1.0731E-03	5.2246E-04
A16 =	-	-	1.1131E-03	-	-
表面	12	13	14	15	
k =	-1.6732E+01	-8.6779E+01	-2.4628E+00	-1.4309E+00	
A4 =	-2.0969E-02	-2.5725E-03	-1.7970E-01	-1.3653E-01	
A6 =	1.0714E-02	3.6469E-03	5.5732E-02	4.8495E-02	
A8 =	-1.4568E-02	-4.7807E-03	-1.0371E-02	-1.3336E-02	
A10 =	5.1337E-03	1.2153E-03	1.4666E-03	2.4665E-03	
A12 =	-1.2721E-03	-1.1342E-04	-1.5039E-04	-2.7666E-04	
A14 =	1.4426E-04	3.2593E-06	9.3177E-06	1.6751E-05	
A16 =	-	-	-2.5810E-07	-4.1855E-07	

【0247】 第十實施例中，非球面的曲線方程式表示如第一實施例的形式。此外，下表所述的定義皆與第一實施例相同，在此不加以贅述。

【0248】

第十實施例			
f [公厘]	4.31	(R13-R14)/(R13+R14)	0.30
Fno	2.35	|f1/f2|	0.24
HFOV [度]	38.7	f/f3	-0.35
Nmax	1.639	|f1/f7|	0.83
V2	55.7	| f/fj | max	0.89
CT1/CT2	2.16	f/EPD	2.35
T23/CT2	0.36	Yc62/Yc61	1.15
T23/T34	0.31	Yc62/Yc72	0.88
(T12/T23)+(T34/T45)+(T56/T67)	3.09	Yc72/f	0.36
R1/R2	-0.06	ΣAT/ImgH	0.34
f/R6	1.42	SD/TD	0.82
f/R12	0.76	TL/f	1.44
R14/f	0.38	TL/ImgH	1.72
(R11-R12)/(R11+R12)	-0.35		

【0249】 <第十一實施例>

【0250】 請參照第 21 圖及第 22 圖，其中第 21 圖繪示依照本發明第十一實施例的取像裝置示意圖，第 22 圖由左至右依序爲第十一實施例的球差、像散以及畸變曲線圖。由第 21 圖可知，取像裝置包含取像用光學鏡組(未另標號)與電子感光元件 1195。取像用光學鏡組由物側至像側依序包含第一透鏡 1110、第二透鏡 1120、光圈 1100、第三透鏡 1130、第四透鏡 1140、第五透鏡 1150、第六透鏡 1160、第七透鏡 1170、紅外線濾除濾光元件 1180 與成像面 1190。其中，電子感光元件 1195 設置於成像面 1190 上。取像用光學鏡組中具屈折力的單一非黏合透鏡爲七片(1110-1170)。

【0251】 第一透鏡 1110 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 1111 於近光軸處爲凸面，其像側表面 1112 於近光軸處爲凸面，其兩表面皆爲非球面。

【0252】 第二透鏡 1120 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 1121

於近光軸處爲凸面，其像側表面 1122 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面。

【0253】 第三透鏡 1130 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 1131 於近光軸處爲凸面，其像側表面 1132 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面。

【0254】 第四透鏡 1140 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 1141 於近光軸處爲凸面，其像側表面 1142 於近光軸處爲凸面，其兩表面皆爲非球面。

【0255】 第五透鏡 1150 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 1151 於近光軸處爲凹面，其像側表面 1152 於近光軸處爲凸面，其兩表面皆爲非球面。

【0256】 第六透鏡 1160 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 1161 於近光軸處爲凸面，其像側表面 1162 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面，其像側表面 1162 具有至少一反曲點。

【0257】 第七透鏡 1170 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 1171 於近光軸處爲凸面，其像側表面 1172 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面，其像側表面 1172 具有至少一反曲點。

【0258】 紅外線濾除濾光元件 1180 的材質爲玻璃，其設置於第七透鏡 1170 及成像面 1190 之間，並不影響取像用光學鏡組的焦距。

【0259】 請配合參照下列表二十一以及表二十二。

【0260】

表二十一、第十一實施例								
f(焦距)＝3.97 公厘(mm)，Fno(光圈值)＝2.30，HFOV(半視角)＝41.3 度								
表面		曲率半徑		厚度	材質	折射率	色散係數	焦距
0	被攝物	平面		無限				
1	第一透鏡	5.689	(ASP)	0.480	塑膠	1.572	56.0	6.67
2		-11.221	(ASP)	0.100				
3	第二透鏡	20.389	(ASP)	0.240	塑膠	1.614	25.6	-13.91
4		5.993	(ASP)	0.067				
5	光圈	平面		0.035				
6	第三透鏡	2.310	(ASP)	0.308	塑膠	1.535	55.7	25.32

7		2.656	(ASP)	0.341				
8	第四透鏡	4.637	(ASP)	0.543	塑膠	1.535	55.7	5.36
9		-7.207	(ASP)	0.251				
10	第五透鏡	-1.862	(ASP)	0.265	塑膠	1.634	23.8	-5.66
11		-4.085	(ASP)	0.249				
12	第六透鏡	2.265	(ASP)	0.889	塑膠	1.535	55.7	7.85
13		4.247	(ASP)	0.352				
14	第七透鏡	2.131	(ASP)	0.763	塑膠	1.535	55.7	-12.27
15		1.408	(ASP)	0.550				
16	紅外線濾除濾光元件	平面		0.300	玻璃	1.517	64.2	-
17		平面		0.131				
18	成像面	平面		-				
參考波長(d-line)爲 587.6 nm								

【0261】

表二十二、非球面係數					
表面	1	2	3	4	6
k =	-1.4769E+01	-4.5979E+01	6.2402E+01	-5.4000E+01	-7.3837E+00
A4 =	-9.8407E-03	-5.9328E-02	-7.3776E-02	-6.8889E-03	2.2836E-03
A6 =	1.5354E-03	1.0257E-01	1.0799E-01	-8.7287E-02	-4.0189E-02
A8 =	9.7206E-03	-8.6269E-02	-1.2667E-01	9.4593E-02	-4.3427E-02
A10 =	-7.4572E-03	4.2217E-02	5.0677E-02	-9.9074E-02	-2.0134E-04
A12 =	2.5872E-03	-1.2253E-02	7.1679E-03	7.0383E-02	5.9565E-02
A14 =	-5.0160E-04	1.5058E-03	-6.4004E-03	-1.7445E-02	-4.6875E-02
表面	7	8	9	10	11
k =	-9.2040E+00	-4.4510E+01	2.8925E+01	7.2093E-01	6.5032E-01
A4 =	-2.9656E-02	2.6417E-03	-5.5882E-02	-7.1097E-03	-8.2312E-02
A6 =	-3.8413E-02	-1.5849E-02	2.9817E-02	6.5856E-02	8.4288E-02
A8 =	-1.8369E-02	-6.8958E-03	-2.1791E-02	-7.5870E-02	-5.2882E-02
A10 =	-1.2093E-02	-1.3932E-03	-1.5702E-02	4.5555E-02	2.3573E-02
A12 =	-6.8416E-07	-5.5272E-03	1.9813E-02	-9.1657E-03	-5.2664E-03
A14 =	-	-	-6.6508E-03	2.1721E-03	6.6547E-04
A16 =	-	-	1.1131E-03	-	-
表面	12	13	14	15	
k =	-9.5414E+00	-5.9601E+01	-3.2824E+00	-1.9943E+00	
A4 =	-1.5280E-02	4.4740E-03	-1.8301E-01	-1.2462E-01	
A6 =	1.0160E-02	2.4525E-03	5.5965E-02	4.7412E-02	
A8 =	-1.3350E-02	-4.8344E-03	-1.0343E-02	-1.3383E-02	
A10 =	5.0657E-03	1.2126E-03	1.4678E-03	2.4720E-03	
A12 =	-1.3056E-03	-1.1296E-04	-1.5047E-04	-2.7621E-04	
A14 =	1.4568E-04	3.5073E-06	9.3125E-06	1.6753E-05	
A16 =	-	-	-2.5895E-07	-4.2022E-07	

【0262】 第十一實施例中，非球面的曲線方程式表示如第一實施例的形式。此外，下表所述的定義皆與第一實施例相同，在此不加以贅述。

【0263】

第十一實施例			
f [公厘]	3.97	(R13-R14)/(R13+R14)	0.20
Fno	2.30	|f1/f2|	0.48
HFOV [度]	41.3	f/f3	0.16
Nmax	1.634	|f1/f7|	0.54
V2	25.6	| f/fj | max	0.74
CT1/CT2	2.00	f/EPD	2.30
T23/CT2	0.43	Yc62/Yc61	1.11
T23/T34	0.30	Yc62/Yc72	0.90
(T12/T23)+(T34/T45)+(T56/T67)	3.05	Yc72/f	0.42
R1/R2	-0.51	ΣAT/ImgH	0.39
f/R6	1.49	SD/TD	0.82
f/R12	0.93	TL/f	1.48
R14/f	0.36	TL/ImgH	1.63
(R11-R12)/(R11+R12)	-0.30		

【0264】 <第十二實施例>

【0265】 請參照第 23 圖及第 24 圖，其中第 23 圖繪示依照本發明第十二實施例的取像裝置示意圖，第 24 圖由左至右依序爲第十二實施例的球差、像散以及畸變曲線圖。由第 23 圖可知，取像裝置包含取像用光學鏡組(未另標號)與電子感光元件 1295。取像用光學鏡組由物側至像側依序包含第一透鏡 1210、第二透鏡 1220、光圈 1200、第三透鏡 1230、第四透鏡 1240、第五透鏡 1250、第六透鏡 1260、第七透鏡 1270、紅外線濾除濾光元件 1280 與成像面 1290。其中，電子感光元件 1295 設置於成像面 1290 上。取像用光學鏡組中具屈折力的單一非黏合透鏡爲七片(1210-1270)。

【0266】 第一透鏡 1210 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 1211

於近光軸處爲凸面，其像側表面 1212 於近光軸處爲凸面，其兩表面皆爲非球面。

【0267】 第二透鏡 1220 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 1221 於近光軸處爲凹面，其像側表面 1222 於近光軸處爲凸面，其兩表面皆爲非球面。

【0268】 第三透鏡 1230 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 1231 於近光軸處爲凸面，其像側表面 1232 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面。

【0269】 第四透鏡 1240 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 1241 於近光軸處爲凸面，其像側表面 1242 於近光軸處爲凸面，其兩表面皆爲非球面。

【0270】 第五透鏡 1250 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 1251 於近光軸處爲凹面，其像側表面 1252 於近光軸處爲凸面，其兩表面皆爲非球面。

【0271】 第六透鏡 1260 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 1261 於近光軸處爲凸面，其像側表面 1262 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面，其像側表面 1262 具有至少一反曲點。

【0272】 第七透鏡 1270 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 1271 於近光軸處爲凸面，其像側表面 1272 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面，其像側表面 1272 具有至少一反曲點。

【0273】 紅外線濾除濾光元件 1280 的材質爲玻璃，其設置於第七透鏡 1270 及成像面 1290 之間，並不影響取像用光學鏡組的焦距。

【0274】 請配合參照下列表二十三以及表二十四。

【0275】

表二十三、第十二實施例								
f(焦距)＝4.11 公厘(mm)，Fno(光圈值)＝2.30，HFOV(半視角)＝40.9 度								
表面		曲率半徑		厚度	材質	折射率	色散係數	焦距
0	被攝物	平面		無限				
1	第一透鏡	11.225	(ASP)	0.449	塑膠	1.572	56.0	8.63
2		-8.686	(ASP)	0.120				

3	第二透鏡	-11.334	(ASP)	0.280	塑膠	1.614	25.6	-41.01
4		-20.802	(ASP)	0.021				
5	光圈	平面		0.082				
6	第三透鏡	2.316	(ASP)	0.303	塑膠	1.544	55.9	99.54
7		2.308	(ASP)	0.351				
8	第四透鏡	4.401	(ASP)	0.576	塑膠	1.535	55.7	5.00
9		-6.516	(ASP)	0.293				
10	第五透鏡	-1.870	(ASP)	0.285	塑膠	1.634	23.8	-5.53
11		-4.245	(ASP)	0.278				
12	第六透鏡	2.684	(ASP)	0.775	塑膠	1.535	55.7	5.05
13		354.425	(ASP)	0.796				
14	第七透鏡	1.960	(ASP)	0.391	塑膠	1.530	55.8	-4.99
15		1.048	(ASP)	0.550				
16	紅外線濾除濾光元件	平面		0.300	玻璃	1.517	64.2	-
17		平面		0.159				
18	成像面	平面		-				
參考波長(d-line)爲 587.6 nm								

【0276】

表二十四、非球面係數					
表面	1	2	3	4	6
k =	-5.2340E+01	-1.4070E+01	-6.5000E+01	-4.4176E+01	-5.8692E+00
A4 =	-9.3247E-03	-6.3047E-02	-6.8302E-02	2.1605E-02	1.2530E-02
A6 =	2.8083E-03	1.0233E-01	1.1349E-01	-5.5147E-02	-1.8222E-02
A8 =	8.8228E-03	-8.5855E-02	-1.2184E-01	7.9171E-02	-1.3389E-02
A10 =	-7.7192E-03	4.2245E-02	5.1446E-02	-1.0089E-01	-1.7729E-02
A12 =	2.6154E-03	-1.2341E-02	6.9862E-03	7.2785E-02	2.2049E-02
A14 =	-4.6711E-04	1.5302E-03	-7.8363E-03	-1.7160E-02	-1.1286E-02
表面	7	8	9	10	11
k =	-1.0396E+01	-4.4804E+01	1.3926E+01	6.3500E-01	-6.2043E-01
A4 =	-2.6355E-02	5.4948E-03	-5.1982E-02	-8.4509E-03	-7.9694E-02
A6 =	-2.5235E-02	-1.8601E-02	1.9219E-02	6.8293E-02	8.4533E-02
A8 =	-7.3120E-03	-7.1373E-03	-2.0654E-02	-7.6621E-02	-5.2667E-02
A10 =	-1.0174E-02	3.1339E-03	-1.4377E-02	4.4943E-02	2.3686E-02
A12 =	-6.7181E-07	6.0750E-04	2.0303E-02	-8.9572E-03	-5.1959E-03
A14 =	-4.4927E-08	-1.1776E-06	-6.2652E-03	2.2942E-03	7.3800E-04
A16=	-	-	1.1131E-03	-1.2373E-04	-
表面	12	13	14	15	
k =	-1.2794E+01	-9.0000E+01	-1.1696E+01	-4.1576E+00	
A4 =	-1.9305E-02	-2.5445E-03	-1.9325E-01	-1.0658E-01	
A6 =	1.1579E-02	5.5787E-03	5.6105E-02	4.4921E-02	
A8 =	-1.2507E-02	-4.9614E-03	-1.0266E-02	-1.3408E-02	

A10 =	5.0020E-03	1.1975E-03	1.4753E-03	2.4798E-03	
A12 =	-1.3328E-03	-1.1561E-04	-1.4985E-04	-2.7587E-04	
A14 =	1.5503E-04	3.2093E-06	9.2933E-06	1.6756E-05	
A16=	-	-	-2.9255E-07	-4.2257E-07	

【0277】 第十二實施例中，非球面的曲線方程式表示如第一實施例的形式。此外，下表所述的定義皆與第一實施例相同，在此不加以贅述。

【0278】

第十二實施例			
f [公厘]	4.11	(R13-R14)/(R13+R14)	0.30
Fno	2.30	|f1/f2|	0.21
HFOV [度]	40.9	f/f3	0.04
Nmax	1.634	|f1/f7|	1.73
V2	25.6	| f/fj | max	0.82
CT1/CT2	1.60	f/EPD	2.30
T23/CT2	0.37	Yc62/Yc61	0.68
T23/T34	0.29	Yc62/Yc72	0.60
(T12/T23)+(T34/T45)+(T56/T67)	2.71	Yc72/f	0.37
R1/R2	-1.29	ΣAT/ImgH	0.52
f/R6	1.78	SD/TD	0.83
f/R12	0.01	TL/f	1.46
R14/f	0.25	TL/ImgH	1.62
(R11-R12)/(R11+R12)	-0.98		

【0279】 <第十三實施例>

【0280】 請參照第 25 圖及第 26 圖，其中第 25 圖繪示依照本發明第十三實施例的取像裝置示意圖，第 26 圖由左至右依序爲第十三實施例的球差、像散以及畸變曲線圖。由第 25 圖可知，取像裝置包含取像用光學鏡組(未另標號)與電子感光元件 1395。取像用光學鏡組由物側至像側依序包含第一透鏡 1310、光圈 1300、第二透鏡 1320、第三透鏡 1330、第四透鏡 1340、第五透鏡 1350、第六透鏡 1360、第七透鏡 1370、紅外線濾除濾光元件 1380 與成像面 1390。其中，電子感光元件 1395 設置於成像面 1390 上。取像用光學鏡組中具屈折力的單一非黏合透鏡爲七片(1310-1370)。

【0281】 第一透鏡 1310 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 1311 於近光軸處爲凸面，其像側表面 1312 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面。

【0282】 第二透鏡 1320 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 1321 於近光軸處爲凸面，其像側表面 1322 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面。

【0283】 第三透鏡 1330 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 1331 於近光軸處爲凸面，其像側表面 1332 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面。

【0284】 第四透鏡 1340 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 1341 於近光軸處爲凸面，其像側表面 1342 於近光軸處爲凸面，其兩表面皆爲非球面。

【0285】 第五透鏡 1350 具有正屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 1351 於近光軸處爲凹面，其像側表面 1352 於近光軸處爲凸面，其兩表面皆爲非球面。

【0286】 第六透鏡 1360 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 1361 於近光軸處爲凸面，其像側表面 1362 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面，其像側表面 1362 具有至少一反曲點。

【0287】 第七透鏡 1370 具有負屈折力，且爲塑膠材質，其物側表面 1371 於近光軸處爲凸面，其像側表面 1372 於近光軸處爲凹面，其兩表面皆爲非球面，其像側表面 1372 具有至少一反曲點。

【0288】 紅外線濾除濾光元件 1380 的材質爲玻璃，其設置於第七透鏡 1370 及成像面 1390 之間，並不影響取像用光學鏡組的焦距。

【0289】 請配合參照下列表二十五以及表二十六。

【0290】

表二十五、第十三實施例							
f(焦距)＝5.18 公厘(mm)，Fno(光圈值)＝2.05，HFOV(半視角)＝36.2 度							
表面		曲率半徑	厚度	材質	折射率	色散係數	焦距
0	被攝物	平面	無限				

1	第一透鏡	2.385	(ASP)	1.008	塑膠	1.544	55.9	4.85
2		21.064	(ASP)	0.035				
3	光圈	平面		0.035				
4	第二透鏡	3.958	(ASP)	0.240	塑膠	1.640	23.3	-7.93
5		2.171	(ASP)	0.298				
6	第三透鏡	4.300	(ASP)	0.375	塑膠	1.535	56.3	52.19
7		4.929	(ASP)	0.240				
8	第四透鏡	6.704	(ASP)	0.513	塑膠	1.544	55.9	9.94
9		-27.268	(ASP)	0.384				
10	第五透鏡	-2.515	(ASP)	0.483	塑膠	1.535	56.3	29.17
11		-2.311	(ASP)	0.050				
12	第六透鏡	4.013	(ASP)	0.630	塑膠	1.535	56.3	-70.88
13		3.431	(ASP)	0.521				
14	第七透鏡	3.965	(ASP)	0.641	塑膠	1.544	55.9	-8.63
15		2.027	(ASP)	0.550				
16	紅外線濾除濾光元件	平面		0.350	玻璃	1.517	64.2	-
17		平面		0.176				
18	成像面	平面		-				
參考波長(d-line)爲 587.6 nm								

【0291】

表二十六、非球面係數					
表面	1	2	4	5	6
k =	1.2342E-01	-5.4024E+01	-3.0797E+01	-1.2300E+01	-3.4382E+00
A4 =	6.2894E-04	-5.1866E-02	-7.1581E-02	4.9076E-02	-2.9698E-03
A6 =	-3.9444E-03	7.0917E-02	8.1607E-02	-4.6676E-02	-4.3978E-03
A8 =	4.8939E-03	-5.6186E-02	-5.5232E-02	5.4443E-02	3.1752E-03
A10 =	-3.9053E-03	2.3824E-02	2.2933E-02	-3.2824E-02	-2.4545E-03
A12 =	1.5291E-03	-4.1985E-03	-4.5695E-03	1.0694E-02	1.0537E-03
A14 =	-2.5994E-04	-9.7570E-05	4.5844E-05	-1.4476E-03	-1.7663E-04
表面	7	8	9	10	11
k =	-1.8245E+01	-6.5557E+01	-9.0000E+01	8.1992E-01	-7.2410E+00
A4 =	-6.9906E-03	-1.3965E-02	-5.3443E-02	-1.4757E-02	-7.0388E-02
A6 =	-3.8719E-03	-8.5228E-03	2.3836E-02	5.5912E-02	5.5116E-02
A8 =	-8.7173E-04	-1.7376E-03	-1.1745E-02	-4.6287E-02	-3.3072E-02
A10 =	-4.3155E-04	3.7579E-04	-7.1121E-03	2.3409E-02	1.2857E-02
A12 =	2.5571E-05	5.6777E-05	9.5507E-03	-5.3994E-03	-2.5287E-03
A14 =	-	-	-3.4330E-03	4.0370E-04	1.9293E-04
A16=	-	-	4.0471E-04	-	-
表面	12	13	14	15	
k =	-1.7387E+01	-2.6104E+01	-1.3857E+00	-1.5538E+00	
A4 =	-1.2261E-02	-5.6535E-03	-1.4626E-01	-1.1057E-01	

A6 =	6.1487E-03	2.6134E-03	3.9603E-02	3.4560E-02	
A8 =	-9.1594E-03	-2.9614E-03	-6.4509E-03	-8.2963E-03	
A10 =	3.0021E-03	6.6053E-04	7.9560E-04	1.3376E-03	
A12 =	-5.6901E-04	-5.3525E-05	-7.1210E-05	-1.3096E-04	
A14 =	5.0007E-05	1.3385E-06	3.8565E-06	6.9293E-06	
A16=	-	-	-9.2763E-08	-1.5085E-07	

【0292】 第十三實施例中，非球面的曲線方程式表示如第一實施例的形式。此外，下表所述的定義皆與第一實施例相同，在此不加以贅述。

【0293】

第十三實施例			
f [公厘]	5.18	(R13-R14)/(R13+R14)	0.32
Fno	2.05	|f1/f2|	0.61
HFOV [度]	36.2	f/f3	0.10
Nmax	1.640	|f1/f7|	0.56
V2	23.3	| f/fj | max	1.07
CT1/CT2	4.20	f/EPD	2.05
T23/CT2	1.24	Yc62/Yc61	1.21
T23/T34	1.24	Yc62/Yc72	1.04
(T12/T23)+(T34/T45)+(T56/T67)	0.96	Yc72/f	0.29
R1/R2	0.11	ΣAT/ImgH	0.40
f/R6	1.05	SD/TD	0.81
f/R12	1.51	TL/f	1.26
R14/f	0.39	TL/ImgH	1.67
(R11-R12)/(R11+R12)	0.08		

【0294】 上述取像裝置可設置於電子裝置內。本發明提供的取像用光學鏡組使用七片具屈折力之非黏合透鏡，其中第六透鏡像側表面於近光軸處爲凹面，第七透鏡像側表面於近光軸處爲凹面，並設計第七透鏡像側表面的臨界點與光軸的垂直距離與取像用光學鏡組的焦距的比值適當。藉此，可有效縮短取像用光學鏡組的後焦，避免鏡頭體積過大，並可控制取像用光學鏡組的屈折力配佈，以避免近像端的屈折力過大而產生嚴重像差，更可有效調控週邊光線入射成像面的入射角度，使影像週邊保有足夠亮度，同時能強化週邊影像校正功

能，以達超高解析度的市場需求。

【0295】 雖然本發明以前述之較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習相像技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之專利保護範圍須視本說明書所附之申請專利範圍所界定者爲準。

【符號說明】

【0296】

取像裝置：10

光圈：100、200、300、400、500、600、700、800、900、1000、1100、1200、1300

第一透鏡：110、210、310、410、510、610、710、810、910、1010、1110、1210、1310

物側表面：111、211、311、411、511、611、711、811、911、1011、1111、1211、1311

像側表面：112、212、312、412、512、612、712、812、912、1012、1112、1212、1312

第二透鏡：120、220、320、420、520、620、720、820、920、1020、1120、1220、1320

物側表面：121、221、321、421、521、621、721、821、921、1021、1121、1221、1321

像側表面：122、222、322、422、522、622、722、822、922、1022、1122、1222、1322

第三透鏡：130、230、330、430、530、630、730、830、930、1030、1130、1230、1330

物側表面：131、231、331、431、531、631、731、831、931、1031、1131、1231、1331

像側表面：132、232、332、432、532、632、732、832、932、1032、1132、1232、1332

第四透鏡：140、240、340、440、540、640、740、840、940、1040、1140、1240、1340

物側表面：141、241、341、441、541、641、741、841、941、1041、1141、1241、1341

像側表面：142、242、342、442、542、642、742、842、942、1042、1142、1242、1342

第五透鏡：150、250、350、450、550、650、750、850、950、1050、1150、1250、1350

物側表面：151、251、351、451、551、651、751、851、951、1051、1151、1251、1351

像側表面：152、252、352、452、552、652、752、852、952、1052、1152、1252、1352

第六透鏡：160、260、360、460、560、660、760、860、960、1060、1160、1260、1360

物側表面：161、261、361、461、561、661、761、861、961、1061、1161、1261、1361

像側表面：162、262、362、462、562、662、762、862、962、1062、1162、1262、1362

第七透鏡：170、270、370、470、570、670、770、870、970、1070、1170、1270、1370

物側表面：171、271、371、471、571、671、771、871、971、1071、1171、1271、1371

像側表面：172、272、372、472、572、672、772、872、972、1072、1172、1272、1372

紅外線濾除濾光元件：180、280、380、480、580、680、780、880、980、1080、1180、1280、1380

成像面：190、290、390、490、590、690、790、890、990、1090、1190、1290、1390

電子感光元件：195、295、395、495、595、695、795、895、995、1095、1195、1295、1395

CT1：第一透鏡於光軸上的厚度

CT2：第二透鏡於光軸上的厚度

EPD：取像用光學鏡組的入射瞳直徑

f：取像用光學鏡組的焦距

f1：第一透鏡的焦距

f2：第二透鏡的焦距

f3：第三透鏡的焦距

f4：第四透鏡的焦距

f5：第五透鏡的焦距

f6：第六透鏡的焦距

f7：第七透鏡的焦距

FOV：取像用光學鏡組的最大視角

Fno：取像用光學鏡組的光圈值

HFOV：取像用光學鏡組中最大視角的一半

ImgH：取像用光學鏡組的最大成像高度

Nmax：第一透鏡、第二透鏡、第三透鏡、第四透鏡、第五透鏡、第六透鏡與第七透鏡的折射率中的最大值

| f/fj | max：第一透鏡、第二透鏡、第三透鏡、第四透鏡、第五透鏡、第六透鏡與第七透鏡的屈折力絕對值中的最大值取絕對值

R1：第一透鏡物側表面的曲率半徑

R2：第一透鏡像側表面的曲率半徑

R6：第三透鏡像側表面的曲率半徑

R12：第六透鏡像側表面的曲率半徑

R13：第七透鏡物側表面的曲率半徑

R14：第七透鏡像側表面的曲率半徑

SD：光圈至第七透鏡像側表面於光軸上的距離

T12：第一透鏡與第二透鏡間於光軸上的間隔距離

T23：第二透鏡與第三透鏡間於光軸上的間隔距離

T34：第三透鏡與第四透鏡間於光軸上的間隔距離

T45：第四透鏡與第五透鏡間於光軸上的間隔距離

T56：第五透鏡與第六透鏡間於光軸上的間隔距離

T67：第六透鏡與第七透鏡間於光軸上的間隔距離

TL：第一透鏡物側表面至成像面於光軸上的距離

TD：，第一透鏡物側表面至第七透鏡像側表面於光軸上的距離

V1：第一透鏡的色散係數

V2：第二透鏡的色散係數

V3：第三透鏡的色散係數

V4：第四透鏡的色散係數

V5：第五透鏡的色散係數

V6：第六透鏡的色散係數

V7：第七透鏡的色散係數

Yc61：第六透鏡物側表面的臨界點與光軸的垂直距離

Yc62：第六透鏡像側表面的臨界點與光軸的垂直距離

Yc72：第七透鏡像側表面的臨界點與光軸的垂直距離

ΣAT：取像用光學鏡組中所有兩相鄰具屈折力透鏡之間於光軸上的間隔距離總和

申請專利範圍

1. 一種取像用光學鏡組，由物側至像側依序包含：

一第一透鏡，具有正屈折力；

一第二透鏡，具有屈折力；

一第三透鏡，具有屈折力；

一第四透鏡，具有屈折力；

一第五透鏡，具有屈折力；

一第六透鏡，具有屈折力，其像側表面於近光軸處爲凹面，其物側表面與像側表面皆爲非球面，其像側表面具有至少一反曲點；以及

一第七透鏡，具有屈折力，其像側表面於近光軸處爲凹面，其物側表面與像側表面皆爲非球面，其像側表面具有至少一反曲點；

其中，該取像用光學鏡組的焦距爲 f，該第七透鏡像側表面的臨界點與光軸的垂直距離爲 Yc72，該第一透鏡的焦距爲 f1，該第七透鏡的焦距爲 f7，其滿足下列條件：

$0.1 < Yc72/f < 0.9$；以及

$|f1/f7| < 3.0$。

2. 如請求項 1 所述之取像用光學鏡組，其中該第六透鏡物側表面於近光軸處爲凸面。

3. 如請求項 1 所述之取像用光學鏡組，其中該第二透鏡具有負屈折力。

4. 如請求項 1 所述之取像用光學鏡組，其中該第五透鏡物側表面於近光軸處爲凹面。

5. 如請求項 1 所述之取像用光學鏡組，其中該第七透鏡物側表面於近光軸處爲

凸面。

6. 如請求項 1 所述之取像用光學鏡組，其中該第三透鏡具有正屈折力。

7. 如請求項 1 所述之取像用光學鏡組，其中該第四透鏡具有正屈折力。

8. 如請求項 1 所述之取像用光學鏡組，其中該第一透鏡、該第二透鏡、該第三透鏡、該第四透鏡、該第五透鏡、該第六透鏡和該第七透鏡之中至少有三片透鏡具有正屈折力，該取像用光學鏡組的焦距爲 f，該第七透鏡像側表面的曲率半徑爲 R14，其滿足下列條件：

$0 < R14/f < 0.7$。

9. 如請求項 1 所述之取像用光學鏡組，其中該取像用光學鏡組的焦距爲 f，該第六透鏡像側表面的曲率半徑爲 R12，其滿足下列條件：

$0 < f/R12 < 5.0$。

10. 如請求項 1 所述之取像用光學鏡組，其中該第七透鏡具有負屈折力。

11. 如請求項 1 所述之取像用光學鏡組，其中該第七透鏡物側表面的曲率半徑爲 R13，該第七透鏡像側表面的曲率半徑爲 R14，其滿足下列條件：

$0 < (R13-R14)/(R13+R14) < 1.5$。

12. 如請求項 1 所述之取像用光學鏡組，其中該取像用光學鏡組中所有兩相鄰具屈折力透鏡之間於光軸上的間隔距離總和爲 ΣAT，該取像用光學鏡組的最大成像高度爲 ImgH，其滿足下列條件：

$0.20 < \Sigma AT/ImgH < 0.60$。

13. 如請求項 1 所述之取像用光學鏡組，其中該第一透鏡物側表面與像側表面皆爲非球面，該第二透鏡物側表面與像側表面皆爲非球面，該第三透鏡物側表面與像側表面皆爲非球面，該第四透鏡物側表面與像側表面皆爲非球面，該

第五透鏡物側表面與像側表面皆爲非球面，該取像用光學鏡組的焦距爲 f，該第一透鏡物側表面至一成像面於光軸上的距離爲 TL，其滿足下列條件：

$0.80 < TL/f < 1.80$。

14.如請求項 1 所述之取像用光學鏡組，其中該第一透鏡、該第二透鏡、該第三透鏡、該第四透鏡、該第五透鏡、該第六透鏡與該第七透鏡的折射率中的最大值爲 Nmax，其滿足下列條件：

$1.640 \leqq Nmax < 1.750$。

15.如請求項 1 所述之取像用光學鏡組，其中該第二透鏡的色散係數爲 V2，其滿足下列條件：

$V2 < 26.0$。

16.如請求項 1 所述之取像用光學鏡組，其中該第六透鏡像側表面的臨界點與光軸的垂直距離爲 Yc62，該第七透鏡像側表面的臨界點與光軸的垂直距離爲 Yc72，其滿足下列條件：

$0.5 < Yc62/Yc72 < 1.5$。

17.如請求項 1 所述之取像用光學鏡組，其中該取像用光學鏡組的焦距爲 f，其滿足下列條件：

$3.0[公厘] < f < 6.5[公厘]$。

18.如請求項 1 所述之取像用光學鏡組，更包含一光圈，其中該光圈至該第七透鏡像側表面於光軸上的距離爲 SD，該第一透鏡物側表面至該第七透鏡像側表面於光軸上的距離爲 TD，其滿足下列條件：

$0.75 < SD/TD < 1.1$。

19.如請求項 1 所述之取像用光學鏡組，其中該第一透鏡物側表面的曲率半徑爲

R1，該第一透鏡像側表面的曲率半徑爲 R2，其滿足下列條件：

-0.2 < R1/R2 < 0.2。

20.如請求項 1 所述之取像用光學鏡組，其中該取像用光學鏡組的焦距爲 f，該取像用光學鏡組之入射瞳直徑爲 EPD，該取像用光學鏡組中最大視角的一半爲 HFOV，其滿足下列條件：

1.2 < f/EPD < 2.6；以及

15[度] < HFOV < 45[度]。

21.如請求項 1 所述之取像用光學鏡組，其中該第一透鏡於光軸上的厚度爲 CT1，該第二透鏡於光軸上的厚度爲 CT2，該第二透鏡與該第三透鏡於光軸上的間隔距離爲 T23，該第三透鏡與該第四透鏡於光軸上的間隔距離爲 T34，其滿足下列條件：

1.0 < CT1/CT2 < 5.5；以及

0.5 < T23/T34 < 4.5。

22.一種取像裝置，其包含：

如請求項 1 所述之取像用光學鏡組；以及

一電子感光元件，其中，該電子感光元件設置於該取像用光學鏡組的一成像面上。

23.一種電子裝置，其包含：

如請求項 22 所述之取像裝置。

24.一種取像用光學鏡組，由物側至像側依序包含：

一第一透鏡，具有正屈折力；

一第二透鏡，具有屈折力；

一第三透鏡，具有屈折力；

一第四透鏡，具有屈折力；

一第五透鏡，具有屈折力；

一第六透鏡，具有屈折力，其像側表面於近光軸處爲凹面，其物側表面與像側表面皆爲非球面，其像側表面具有至少一反曲點；以及

一第七透鏡，具有屈折力，其像側表面於近光軸處爲凹面，其像側表面具有至少一反曲點，其物側表面與像側表面皆爲非球面；

其中，該取像用光學鏡組的焦距爲 f，該第七透鏡像側表面的臨界點與光軸的垂直距離爲 Yc72，該第一透鏡的焦距爲 f1，該第二透鏡的焦距爲 f2，該第一透鏡物側表面至一成像面於光軸上的距離爲 TL，該取像用光學鏡組的最大成像高度爲 ImgH，其滿足下列條件：

$0.1 < Yc72/f < 0.9$；

$|f1/f2| < 2.0$；以及

$TL/ImgH < 2.20$。

25.如請求項 24 所述之取像用光學鏡組，其中該第一透鏡物側表面於近光軸處爲凸面，該第二透鏡像側表面於近光軸處爲凹面。

26.如請求項 24 所述之取像用光學鏡組，其中該第六透鏡具有正屈折力。

27.如請求項 24 所述之取像用光學鏡組，其中該第三透鏡物側表面於近光軸處爲凸面。

28.如請求項 24 所述之取像用光學鏡組，其中該第五透鏡具有負屈折力。

29.如請求項 24 所述之取像用光學鏡組，其中該第五透鏡像側表面於近光軸處爲凸面。

30.如請求項 24 所述之取像用光學鏡組，其中該取像用光學鏡組的焦距爲 f，該第六透鏡像側表面的曲率半徑爲 R12，其滿足下列條件：

$0 < f/R12 < 3.0$。

31.如請求項 24 所述之取像用光學鏡組，其中該第一透鏡的焦距爲 f1，該第二透鏡的焦距爲 f2，該第三透鏡的焦距爲 f3，該第四透鏡的焦距爲 f4，該第五透鏡的焦距爲 f5，該第六透鏡的焦距爲 f6，該第七透鏡的焦距爲 f7，其滿足下列條件：

$|f1| < |fi|$，其中 i=2,3,4,5,6,7。

32.如請求項 24 所述之取像用光學鏡組，其中該第六透鏡物側表面的曲率半徑爲 R11，該第六透鏡像側表面的曲率半徑爲 R12，其滿足下列條件：

$-2.0 < (R11-R12)/(R11+R12) < 0.2$。

33.如請求項 24 所述之取像用光學鏡組，其中該取像用光學鏡組的焦距爲 f，該第一透鏡的焦距爲 f1，該第二透鏡的焦距爲 f2，該第三透鏡的焦距爲 f3，該第四透鏡的焦距爲 f4，該第五透鏡的焦距爲 f5，該第六透鏡的焦距爲 f6，該第七透鏡的焦距爲 f7，其中該第一透鏡、該第二透鏡、該第三透鏡、該第四透鏡、該第五透鏡、該第六透鏡與該第七透鏡的屈折力中的最大值取絕對值爲$|f/fj|max$，其滿足下列條件：

$|f/fj|max < 1.8$，j=1,2,3,4,5,6,7。

34.如請求項 24 所述之取像用光學鏡組，其中該第一透鏡的色散係數爲 V1，該第二透鏡的色散係數爲 V2，該第三透鏡的色散係數爲 V3，該第四透鏡的色散係數爲 V4，該第五透鏡的色散係數爲 V5，該第六透鏡的色散係數爲 V6，該第七透鏡的色散係數爲 V7，該第一透鏡至該第七透鏡之中至少有三片透鏡

的色散係數滿足下列條件：

$Vi < 26.0$，$i=1,2,3,4,5,6,7$。

35.如請求項 24 所述之取像用光學鏡組，更包含一光圈，其中該第一透鏡、該第二透鏡、該第三透鏡、該第四透鏡、該第五透鏡、該第六透鏡和該第七透鏡皆爲單一非黏合透鏡，該光圈設置於一被攝物和該第二透鏡之間。

36.如請求項 24 所述之取像用光學鏡組，其中該第六透鏡物側表面的臨界點與光軸的垂直距離爲 Yc61，該第六透鏡像側表面的臨界點與光軸的垂直距離爲 Yc62，其滿足下列條件：

$0.30 < Yc62/Yc61 < 1.80$。

37.如請求項 24 所述之取像用光學鏡組，其中該取像用光學鏡組的焦距爲 f，該第三透鏡的焦距爲 f3，其滿足下列條件：

$-0.5 < f/f3 < 0.6$。

38.如請求項 24 所述之取像用光學鏡組，其中該第一透鏡與該第二透鏡於光軸上的間隔距離爲 T12，該第二透鏡與該第三透鏡於光軸上的間隔距離爲 T23，該第三透鏡與該第四透鏡於光軸上的間隔距離爲 T34，該第四透鏡與該第五透鏡於光軸上的間隔距離爲 T45，該第五透鏡與該第六透鏡於光軸上的間隔距離爲 T56，該第六透鏡與該第七透鏡於光軸上的間隔距離爲 T67，其滿足下列條件：

$0 < (T12/T23)+(T34/T45)+(T56/T67) < 3.8$。

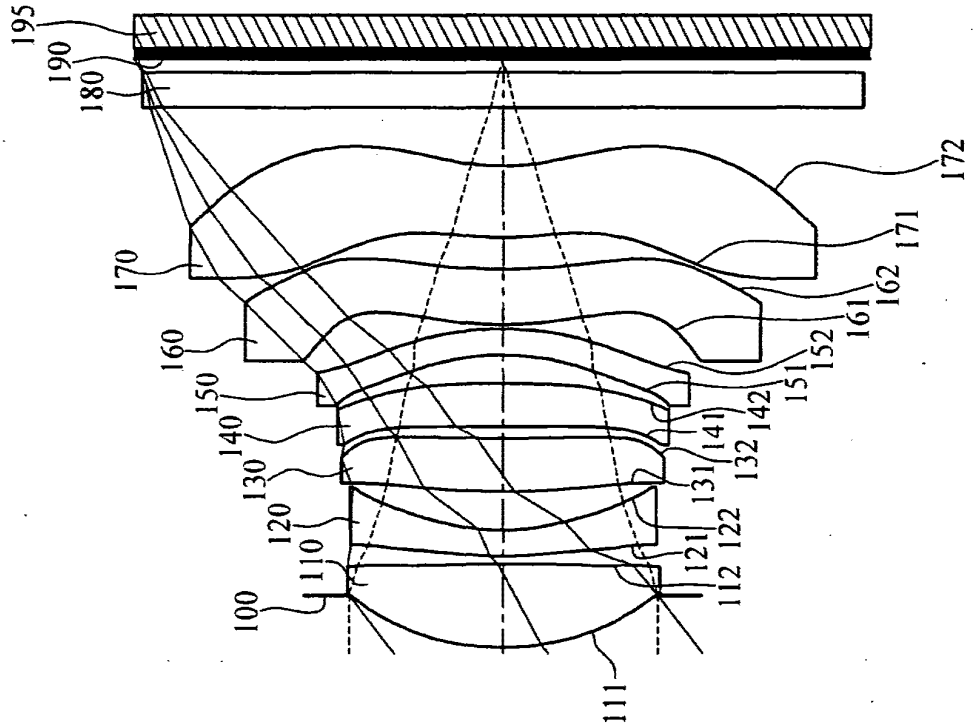
39.如請求項 24 所述之取像用光學鏡組，更包含一光圈，其中該光圈設置於一被攝物和該第一透鏡之間，該第二透鏡與該第三透鏡於光軸上的間隔距離爲 T23，該第二透鏡於光軸上的厚度爲 CT2，該取像用光學鏡組的焦距爲 f，該

第三透鏡像側表面的曲率半徑爲 R6，其滿足下列條件：

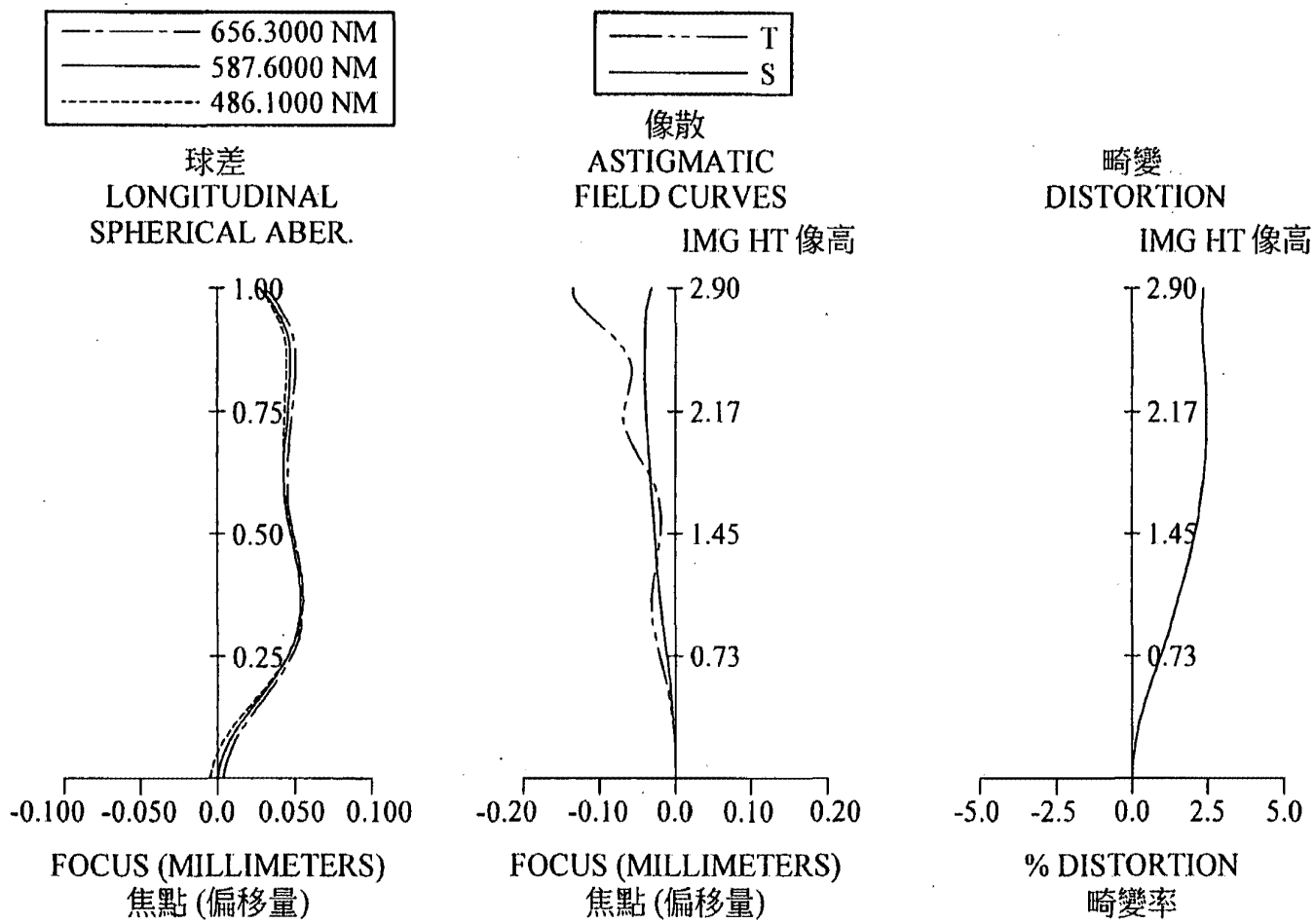
$0.3 < T23/CT2 < 3.0$；以及

$-1.0 < f/R6 < 2.5$。

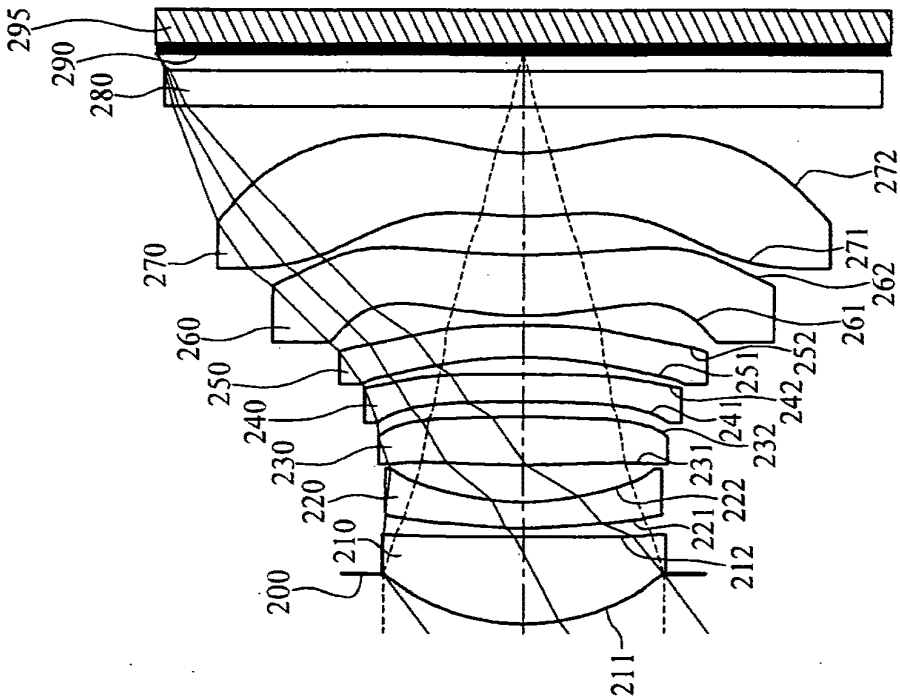
圖式


195
190
180
172
171
170
162
161
160
152
151
150
142
141
140
132
131
130
122
121
120
112
110
100
111

第1圖

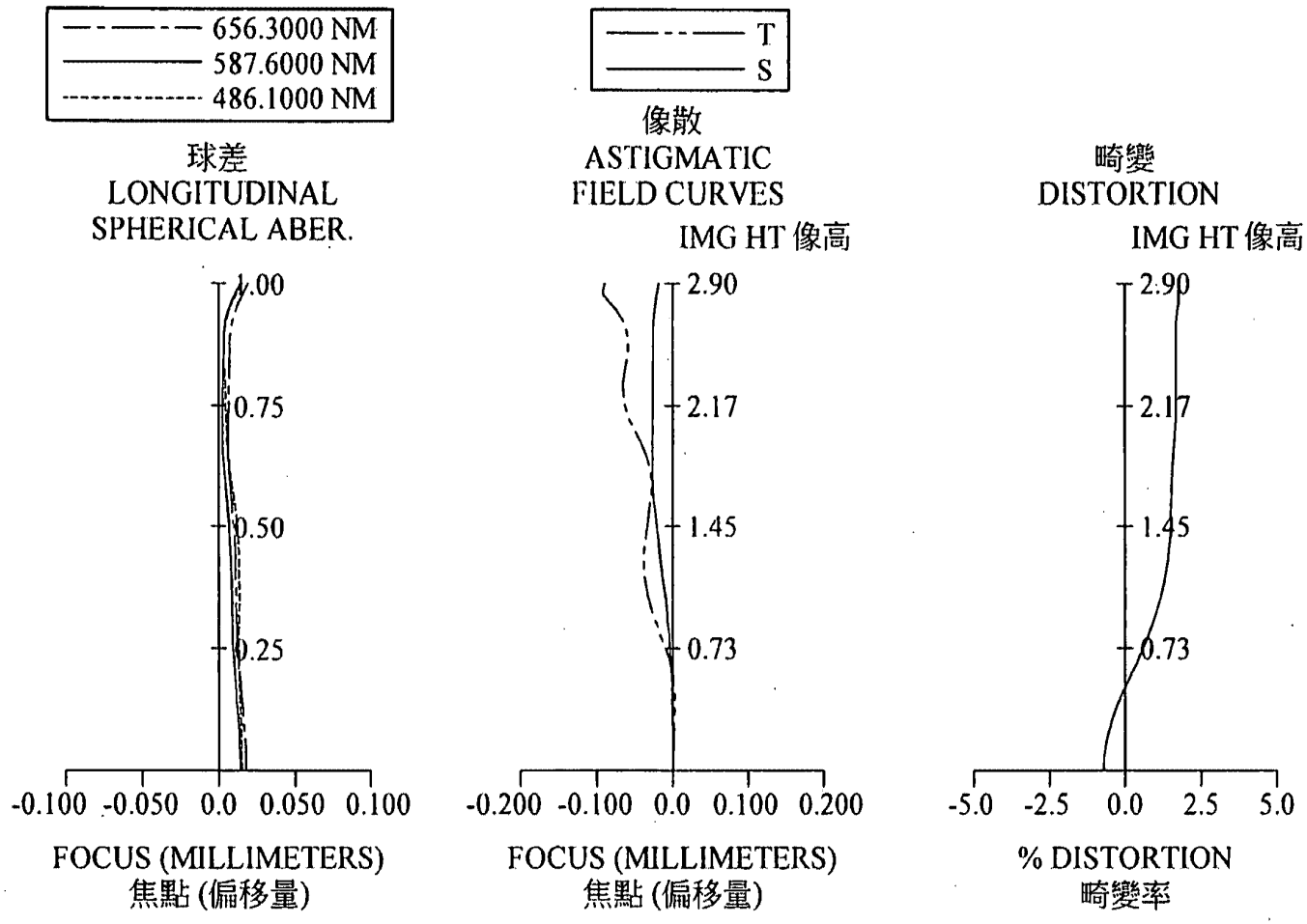

656.3000 NM
587.6000 NM
486.1000 NM
球差
LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.
1.00
0.75
0.50
0.25
-0.100 -0.050 0.0 0.050 0.100
FOCUS (MILLIMETERS)
焦點 (偏移量)
T
S
像散
ASTIGMATIC
FIELD CURVES
IMG HT 像高
2.90
2.17
1.45
0.73
-0.20 -0.10 0.0 0.10 0.20
FOCUS (MILLIMETERS)
焦點 (偏移量)
畸變
DISTORTION
IMG HT 像高
2.90
2.17
1.45
0.73
-5.0 -2.5 0.0 2.5 5.0
% DISTORTION
畸變率

第2圖

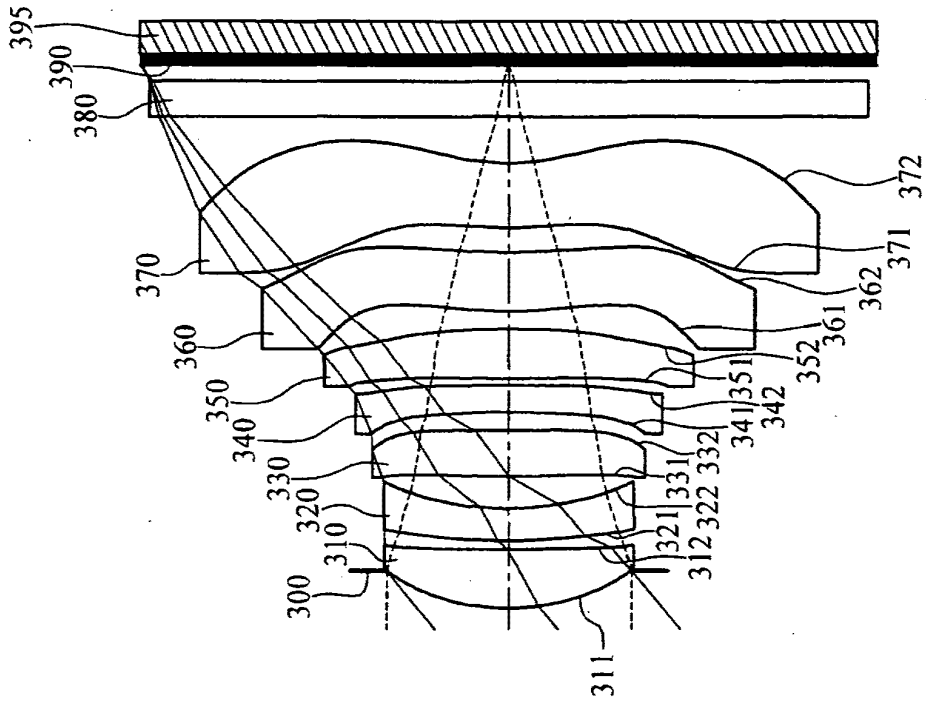


第3圖

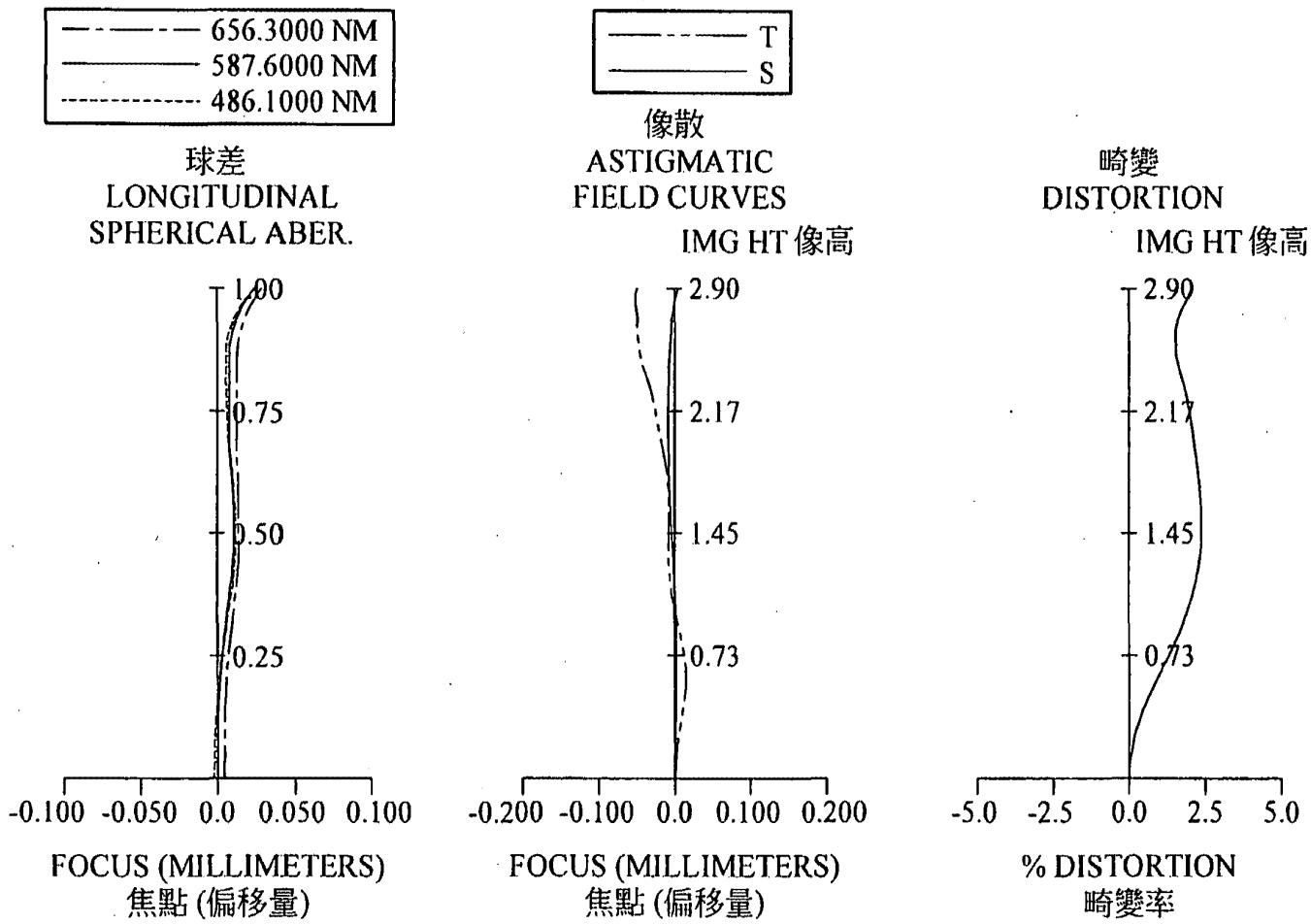
申請案號：103126480


656.3000 NM
587.6000 NM
486.1000 NM
球差
LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.
1.00
0.75
0.50
0.25
-0.100 -0.050 0.0 0.050 0.100
FOCUS (MILLIMETERS)
焦點 (偏移量)
T
S
像散
ASTIGMATIC
FIELD CURVES
IMG HT 像高
2.90
2.17
1.45
0.73
-0.200 -0.100 0.0 0.100 0.200
FOCUS (MILLIMETERS)
焦點 (偏移量)
畸變
DISTORTION
IMG HT 像高
2.90
2.17
1.45
0.73
-5.0 -2.5 0.0 2.5 5.0
% DISTORTION
畸變率

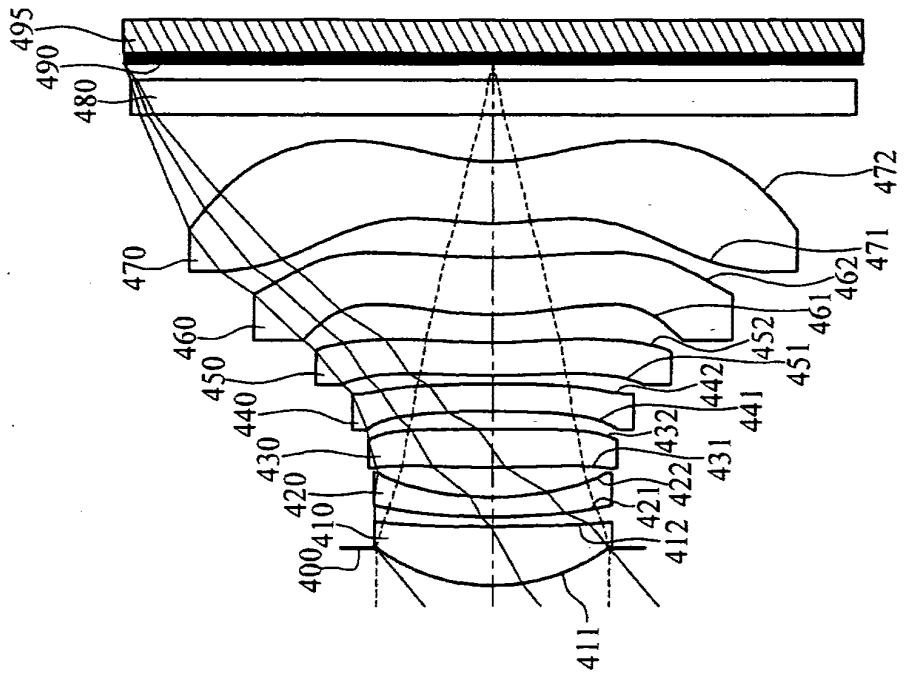
第4圖


395
390
380
372
371
370
362
361
360
352
351
350
342
341
340
332
331
330
322
321
320
312
310
300
311

第5圖

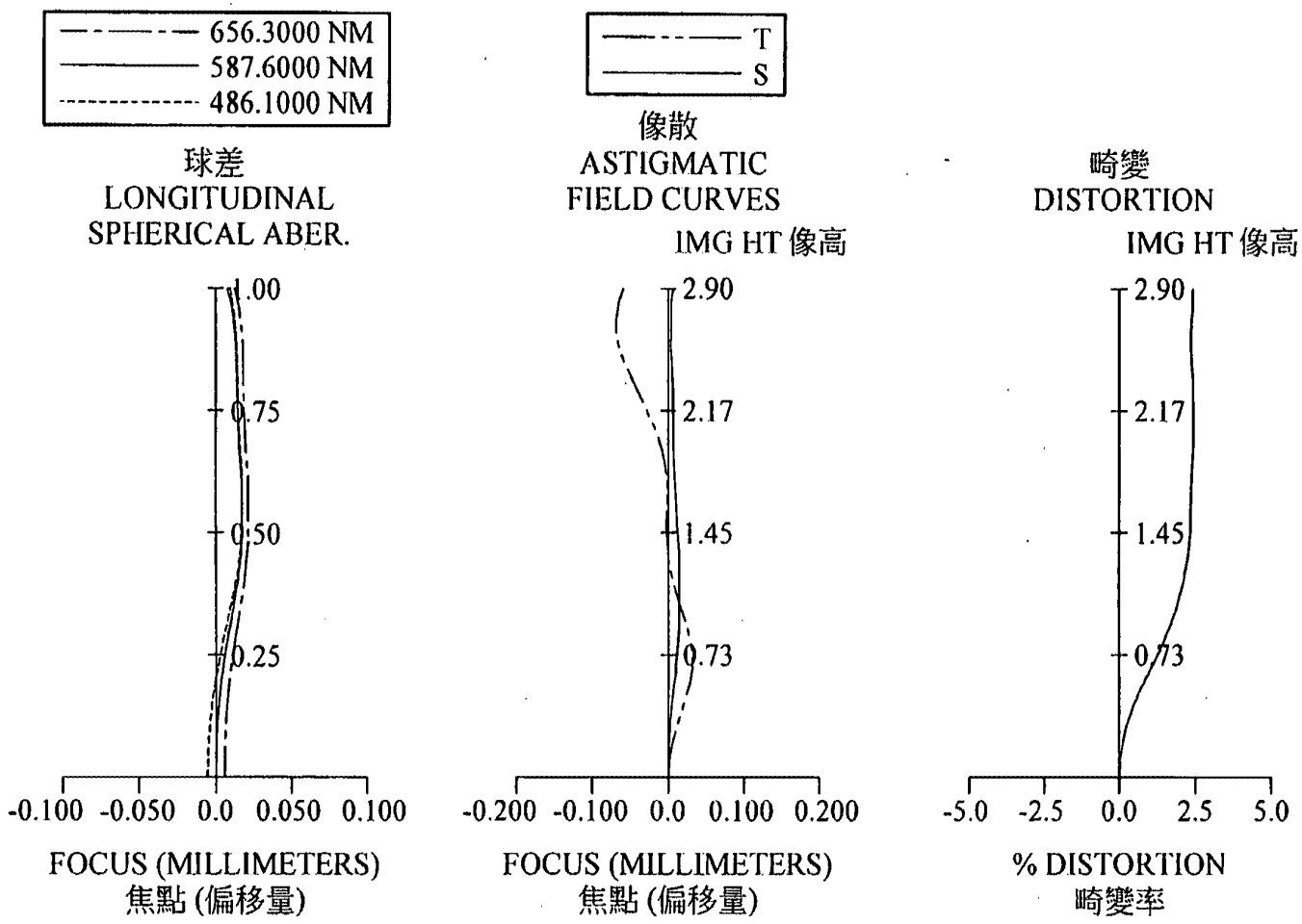

656.3000 NM
587.6000 NM
486.1000 NM
球差
LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.
1.00
0.75
0.50
0.25
-0.100 -0.050 0.0 0.050 0.100
FOCUS (MILLIMETERS)
焦點 (偏移量)
T
S
像散
ASTIGMATIC
FIELD CURVES
IMG HT 像高
2.90
2.17
1.45
0.73
-0.200 -0.100 0.0 0.100 0.200
FOCUS (MILLIMETERS)
焦點 (偏移量)
畸變
DISTORTION
IMG HT 像高
2.90
2.17
1.45
0.73
-5.0 -2.5 0.0 2.5 5.0
% DISTORTION
畸變率

第6圖

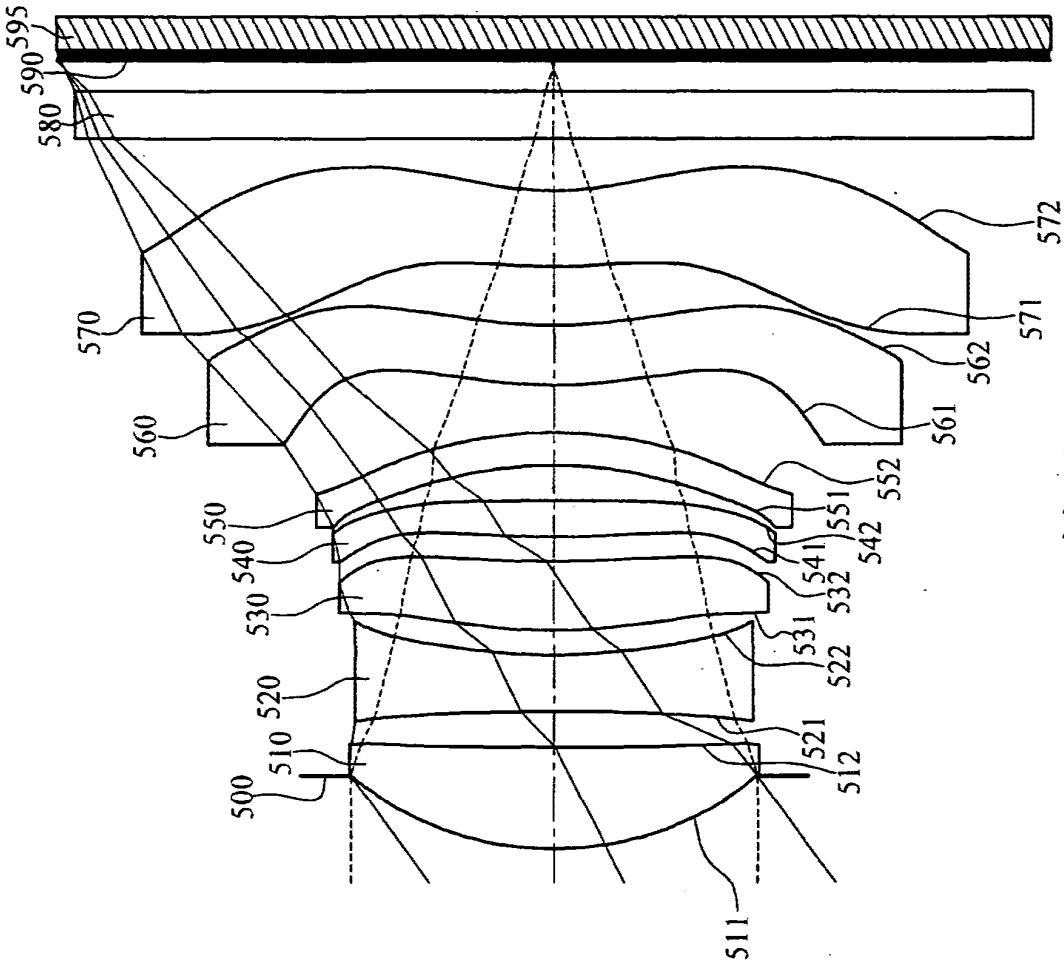


第7圖

申請案號：103126480

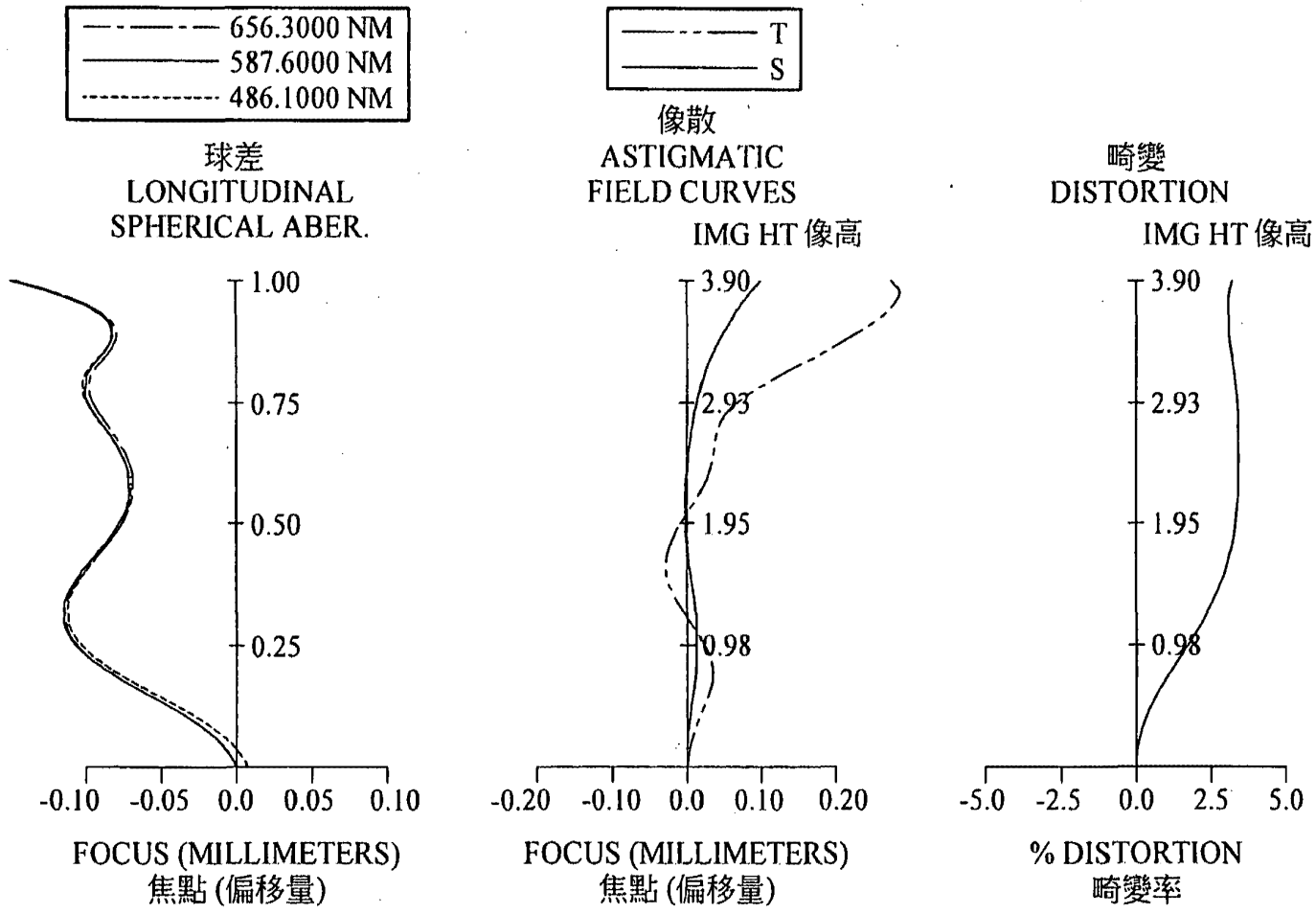

656.3000 NM
587.6000 NM
486.1000 NM
球差
LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.
1.00
0.75
0.50
0.25
-0.100 -0.050 0.0 0.050 0.100
FOCUS (MILLIMETERS)
焦點 (偏移量)
T
S
像散
ASTIGMATIC
FIELD CURVES
IMG HT 像高
2.90
2.17
1.45
0.73
-0.200 -0.100 0.0 0.100 0.200
FOCUS (MILLIMETERS)
焦點 (偏移量)
畸變
DISTORTION
IMG HT 像高
2.90
2.17
1.45
0.73
-5.0 -2.5 0.0 2.5 5.0
% DISTORTION
畸變率

第8圖

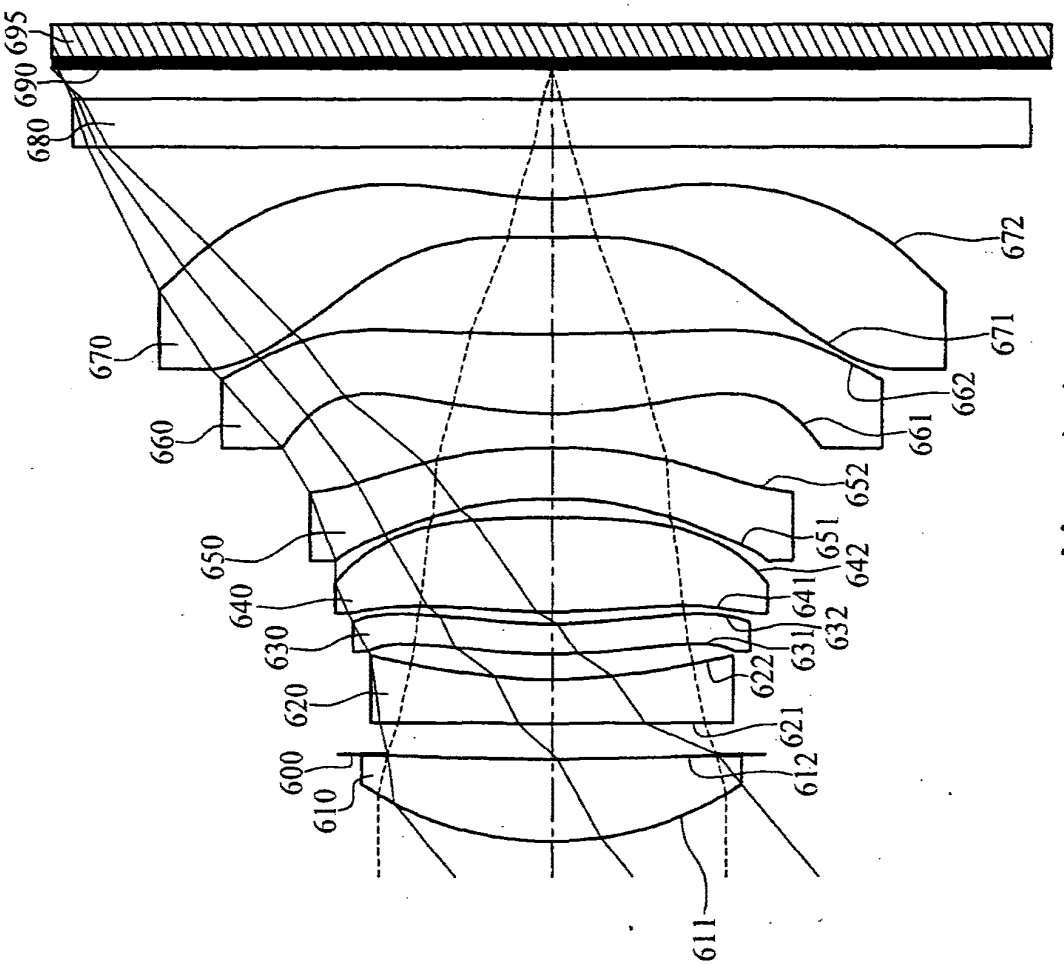


第9圖

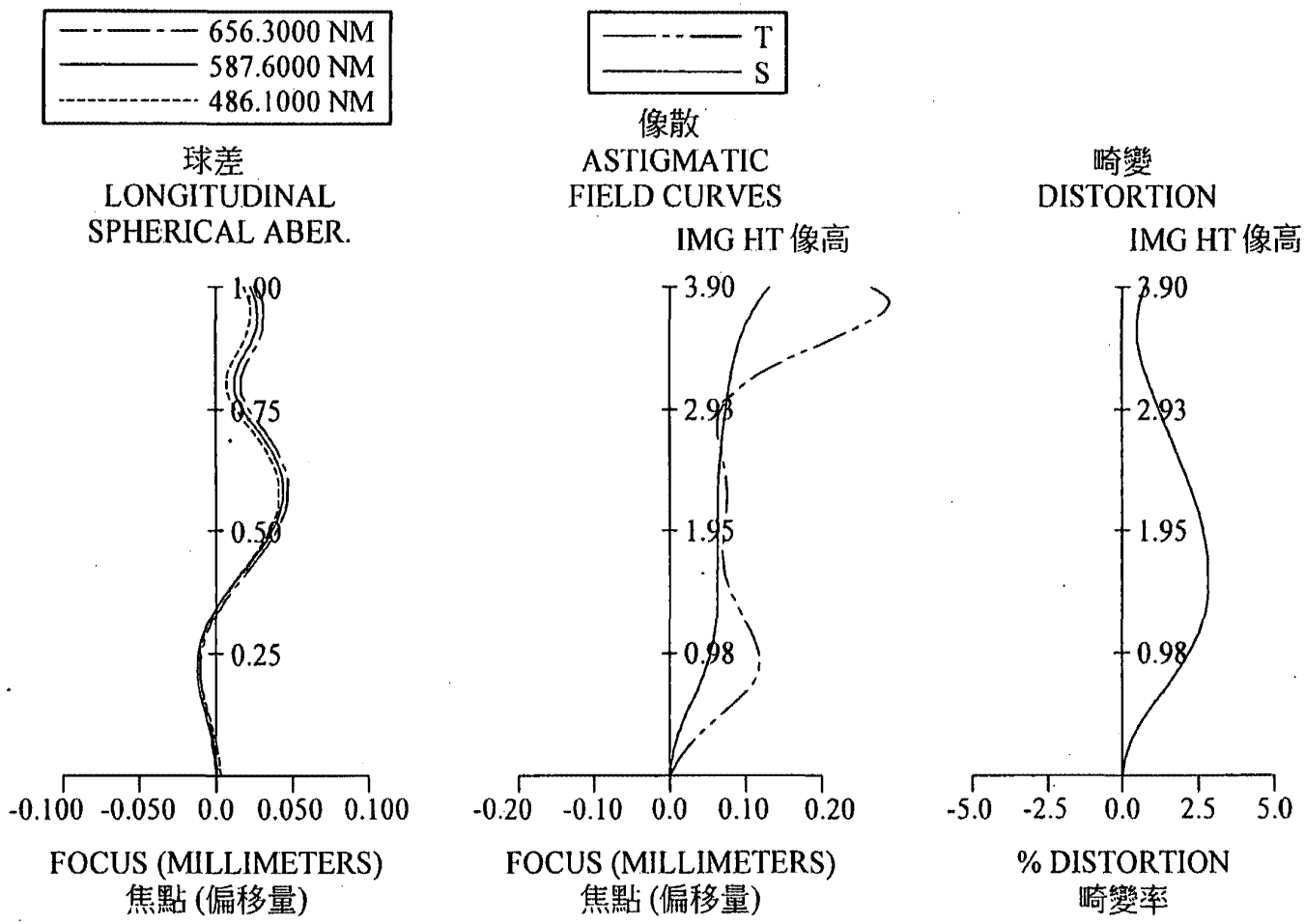
申請案號：103126480


656.3000 NM
587.6000 NM
486.1000 NM
球差
LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.
1.00
0.75
0.50
0.25
-0.10 -0.05 0.0 0.05 0.10
FOCUS (MILLIMETERS)
焦點 (偏移量)
T
S
像散
ASTIGMATIC
FIELD CURVES
IMG HT 像高
3.90
2.93
1.95
0.98
-0.20 -0.10 0.0 0.10 0.20
FOCUS (MILLIMETERS)
焦點 (偏移量)
畸變
DISTORTION
IMG HT 像高
3.90
2.93
1.95
0.98
-5.0 -2.5 0.0 2.5 5.0
% DISTORTION
畸變率

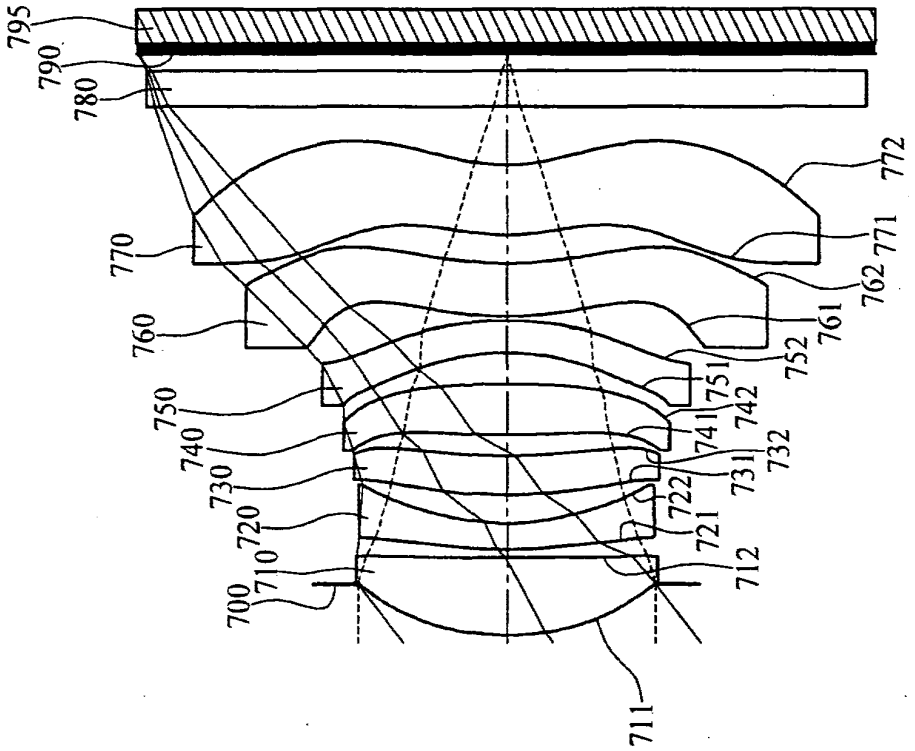
第10圖


695
690
680
672
671
670
662
661
660
652
651
650
642
641
640
632
631
630
622
621
620
612
600
610
611

第11圖

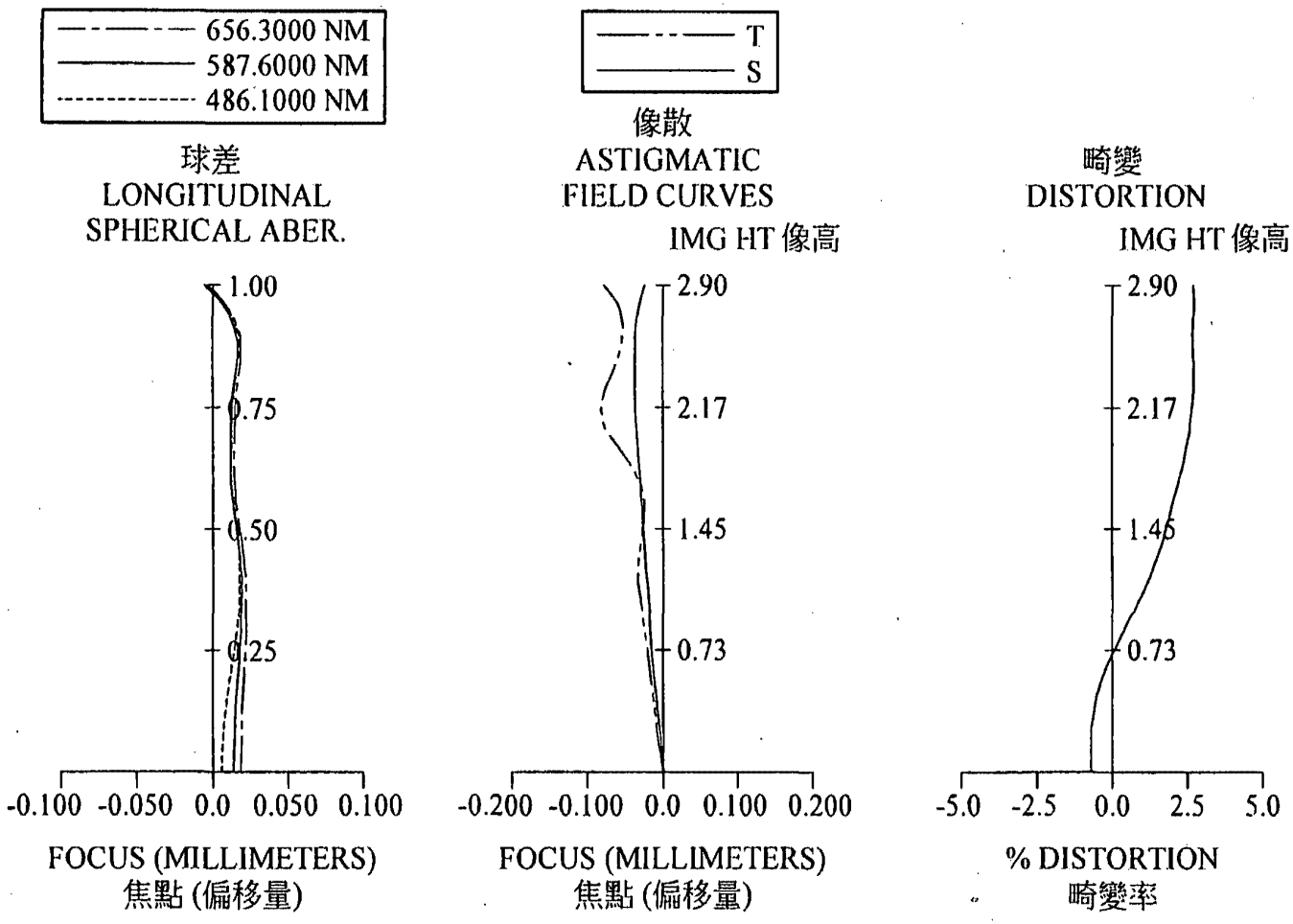

656.3000 NM
587.6000 NM
486.1000 NM
球差
LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.
1.00
0.75
0.50
0.25
-0.100 -0.050 0.0 0.050 0.100
FOCUS (MILLIMETERS)
焦點 (偏移量)
T
S
像散
ASTIGMATIC
FIELD CURVES
IMG HT 像高
3.90
2.93
1.95
0.98
-0.20 -0.10 0.0 0.10 0.20
FOCUS (MILLIMETERS)
焦點 (偏移量)
畸變
DISTORTION
IMG HT 像高
3.90
2.93
1.95
0.98
-5.0 -2.5 0.0 2.5 5.0
% DISTORTION
畸變率

第12圖

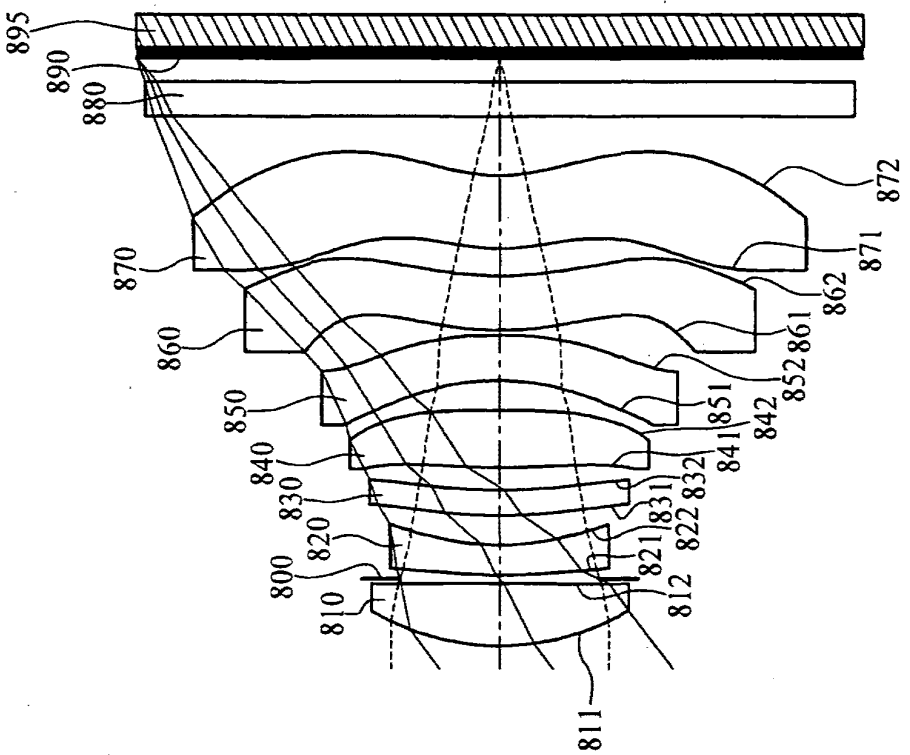


第13圖

申請案號：103126480

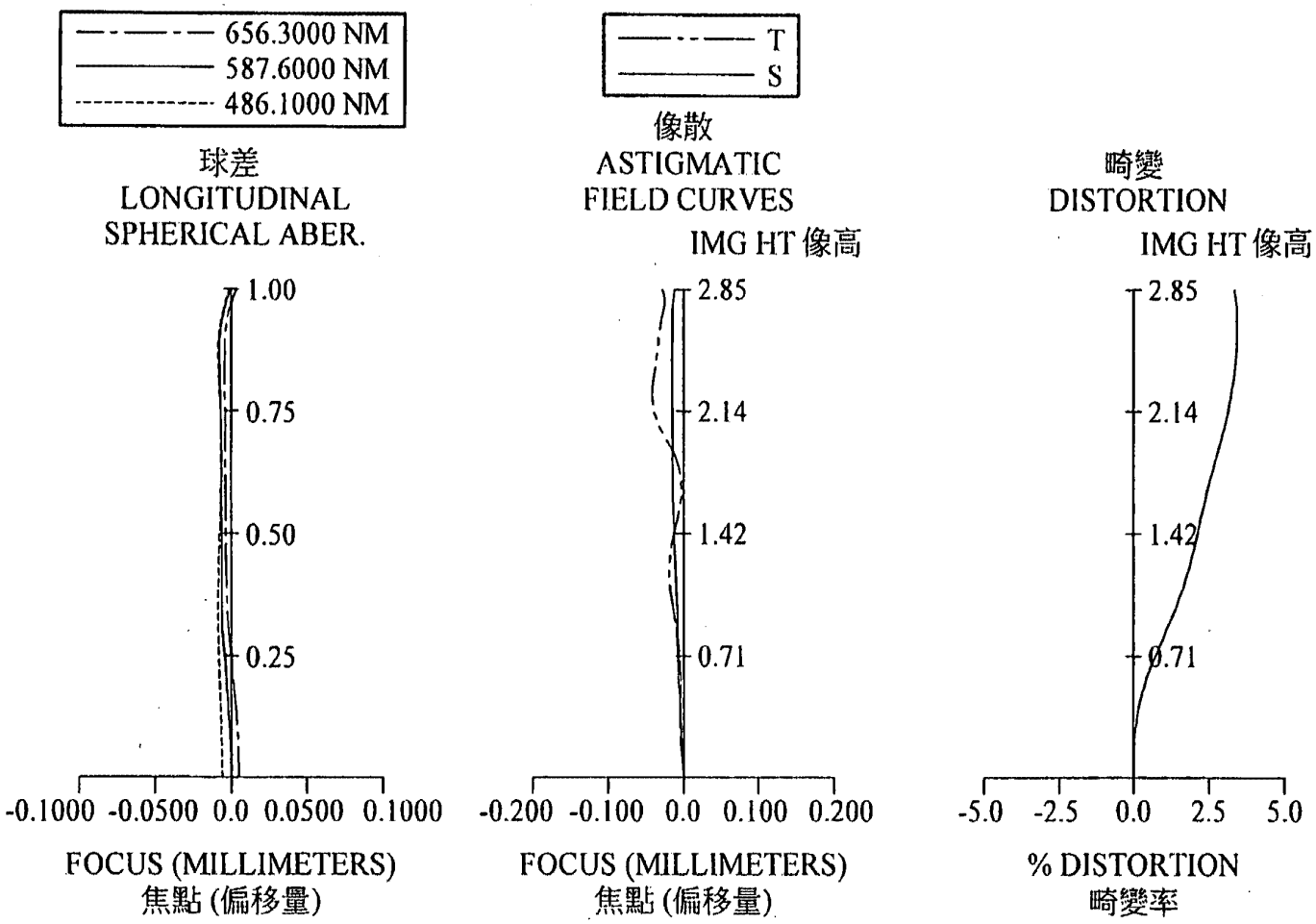

656.3000 NM
587.6000 NM
486.1000 NM
球差
LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.
1.00
0.75
0.50
0.25
-0.100 -0.050 0.0 0.050 0.100
FOCUS (MILLIMETERS)
焦點 (偏移量)
T
S
像散
ASTIGMATIC
FIELD CURVES
IMG HT 像高
2.90
2.17
1.45
0.73
-0.200 -0.100 0.0 0.100 0.200
FOCUS (MILLIMETERS)
焦點 (偏移量)
畸變
DISTORTION
IMG HT 像高
2.90
2.17
1.45
0.73
-5.0 -2.5 0.0 2.5 5.0
% DISTORTION
畸變率

第14圖

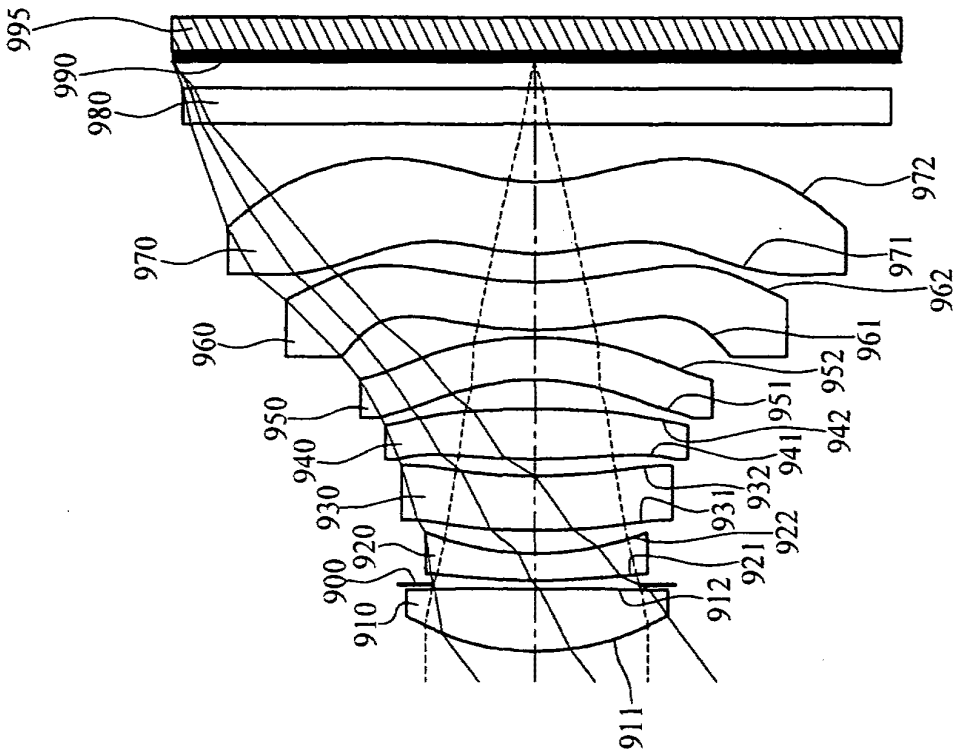


第15圖

申請案號：103126480

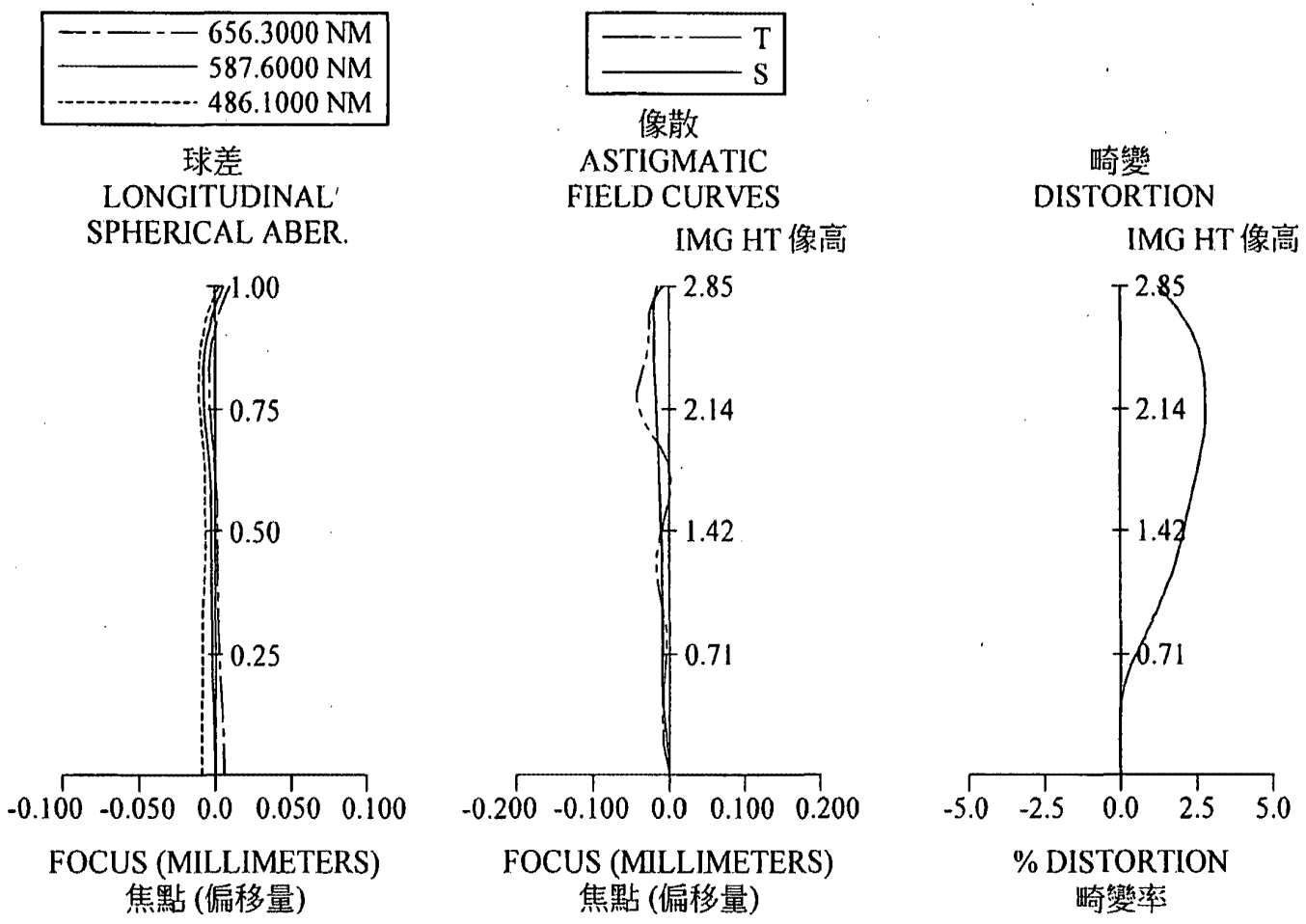

656.3000 NM
587.6000 NM
486.1000 NM
球差
LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.
1.00
0.75
0.50
0.25
-0.1000 -0.0500 0.0 0.0500 0.1000
FOCUS (MILLIMETERS)
焦點 (偏移量)
T
S
像散
ASTIGMATIC
FIELD CURVES
IMG HT 像高
2.85
2.14
1.42
0.71
-0.200 -0.100 0.0 0.100 0.200
FOCUS (MILLIMETERS)
焦點 (偏移量)
畸變
DISTORTION
IMG HT 像高
2.85
2.14
1.42
0.71
-5.0 -2.5 0.0 2.5 5.0
% DISTORTION
畸變率

第16圖

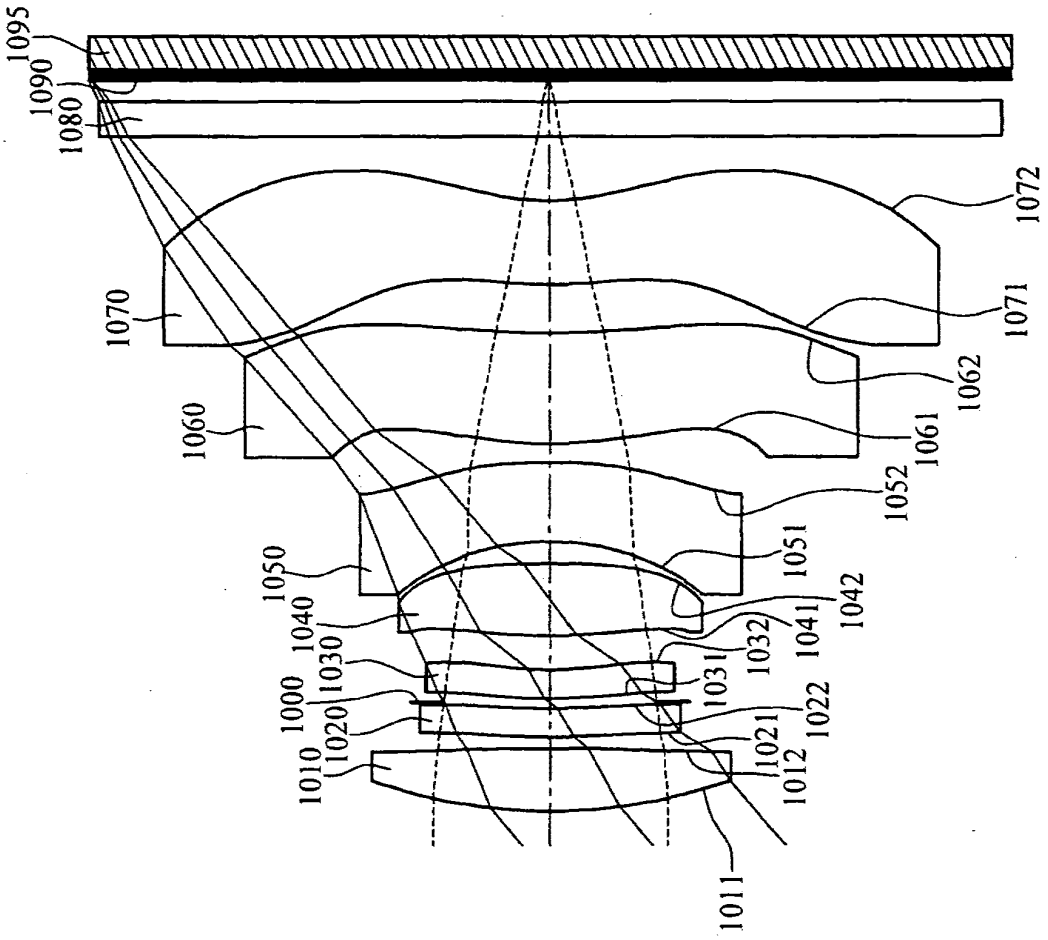


第17圖

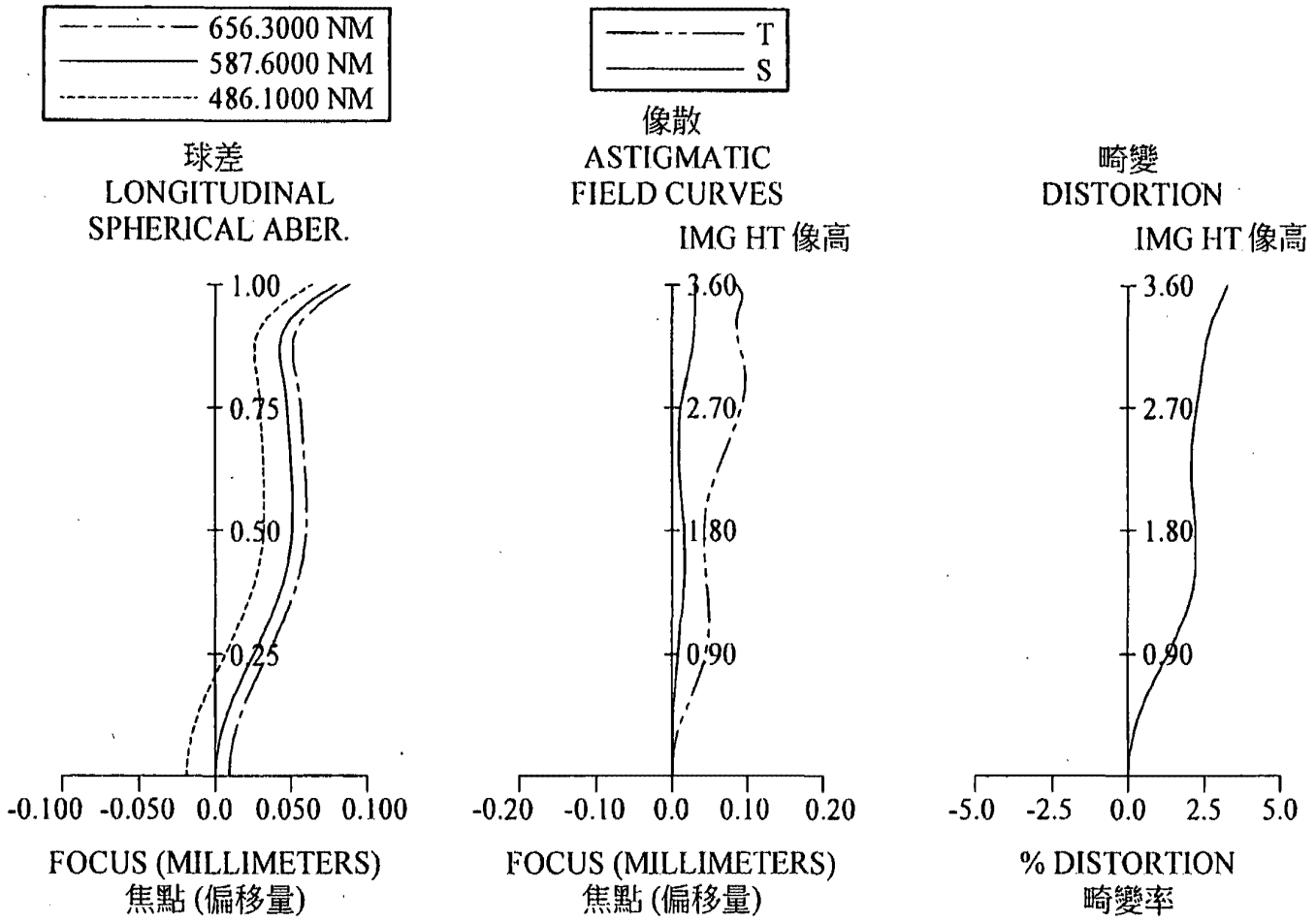
申請案號：103126480


656.3000 NM
587.6000 NM
486.1000 NM
球差
LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.
1.00
0.75
0.50
0.25
-0.100 -0.050 0.0 0.050 0.100
FOCUS (MILLIMETERS)
焦點 (偏移量)
T
S
像散
ASTIGMATIC
FIELD CURVES
IMG HT 像高
2.85
2.14
1.42
0.71
-0.200 -0.100 0.0 0.100 0.200
FOCUS (MILLIMETERS)
焦點 (偏移量)
畸變
DISTORTION
IMG HT 像高
2.85
2.14
1.42
0.71
-5.0 -2.5 0.0 2.5 5.0
% DISTORTION
畸變率

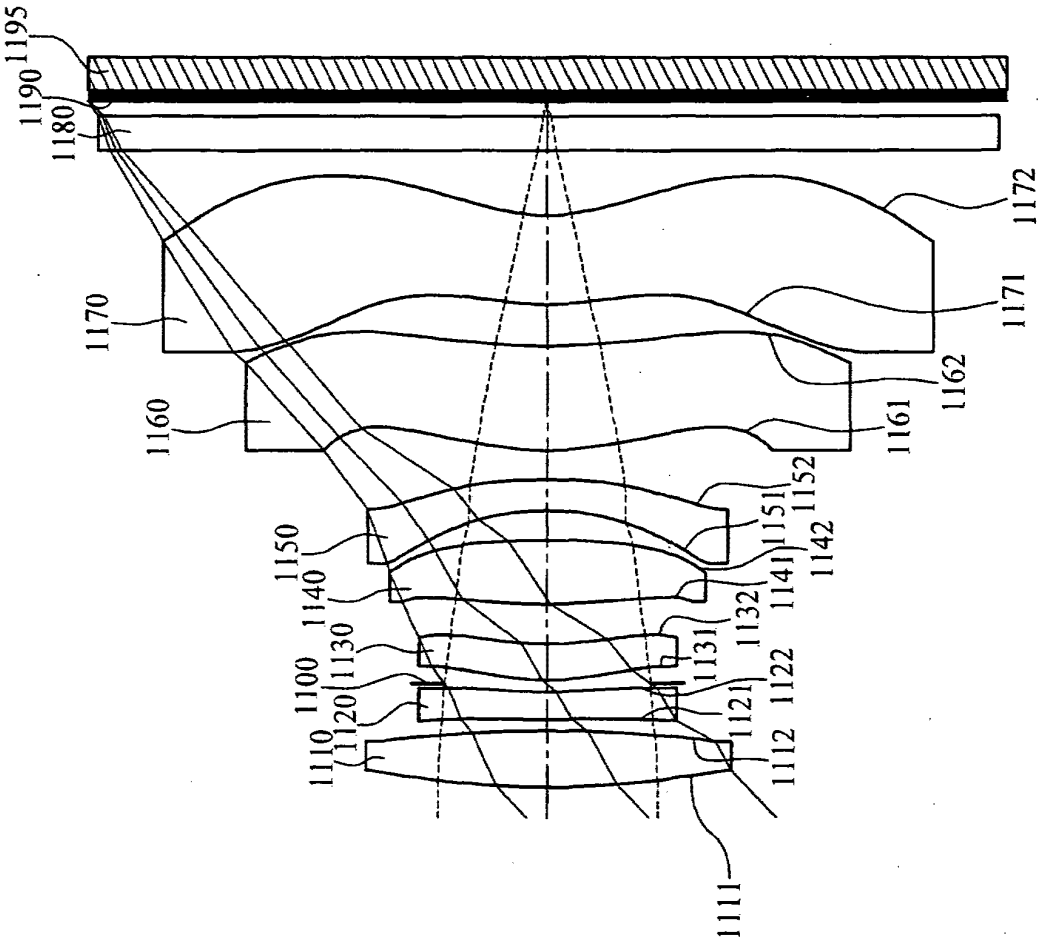
第18圖


1095
1090
1080
1072
1070
1071
1062
1060
1061
1052
1051
1050
1042
1040
1041
1032
1030
1031
1000
1022
1020
1021
1010
1012
1011

第19圖

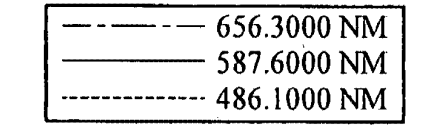

656.3000 NM
587.6000 NM
486.1000 NM
球差
LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.
1.00
0.75
0.50
0.25
-0.100 -0.050 0.0 0.050 0.100
FOCUS (MILLIMETERS)
焦點 (偏移量)
T
S
像散
ASTIGMATIC
FIELD CURVES
IMG HT 像高
3.60
2.70
1.80
0.90
-0.20 -0.10 0.0 0.10 0.20
FOCUS (MILLIMETERS)
焦點 (偏移量)
畸變
DISTORTION
IMG HT 像高
3.60
2.70
1.80
0.90
-5.0 -2.5 0.0 2.5 5.0
% DISTORTION
畸變率

第20圖

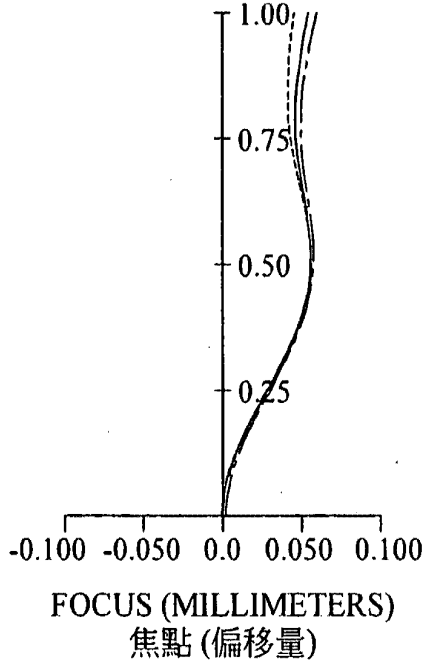


第21圖

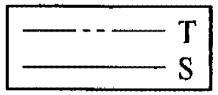
申請案號：103126480



球差
LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.

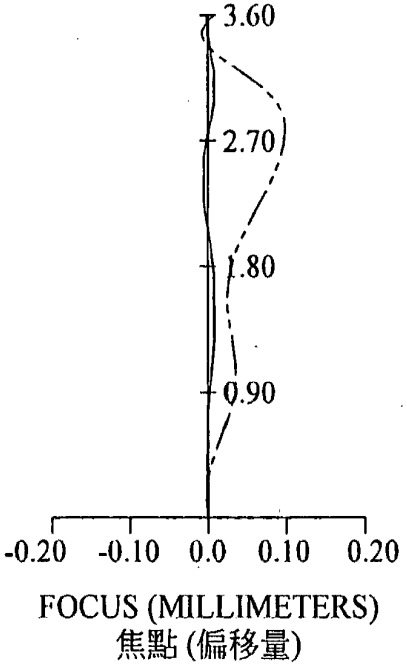


FOCUS (MILLIMETERS)
焦點 (偏移量)



像散
ASTIGMATIC
FIELD CURVES

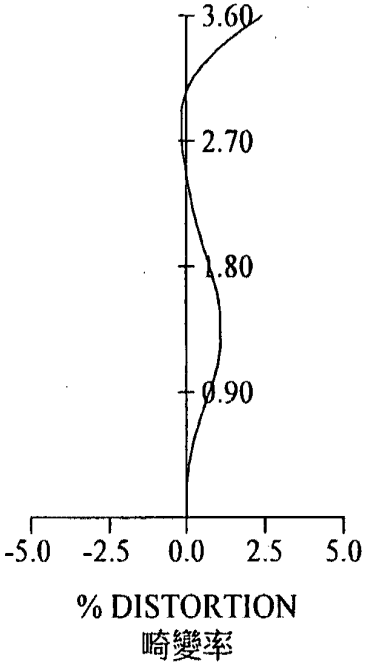
IMG HT 像高



FOCUS (MILLIMETERS)
焦點 (偏移量)

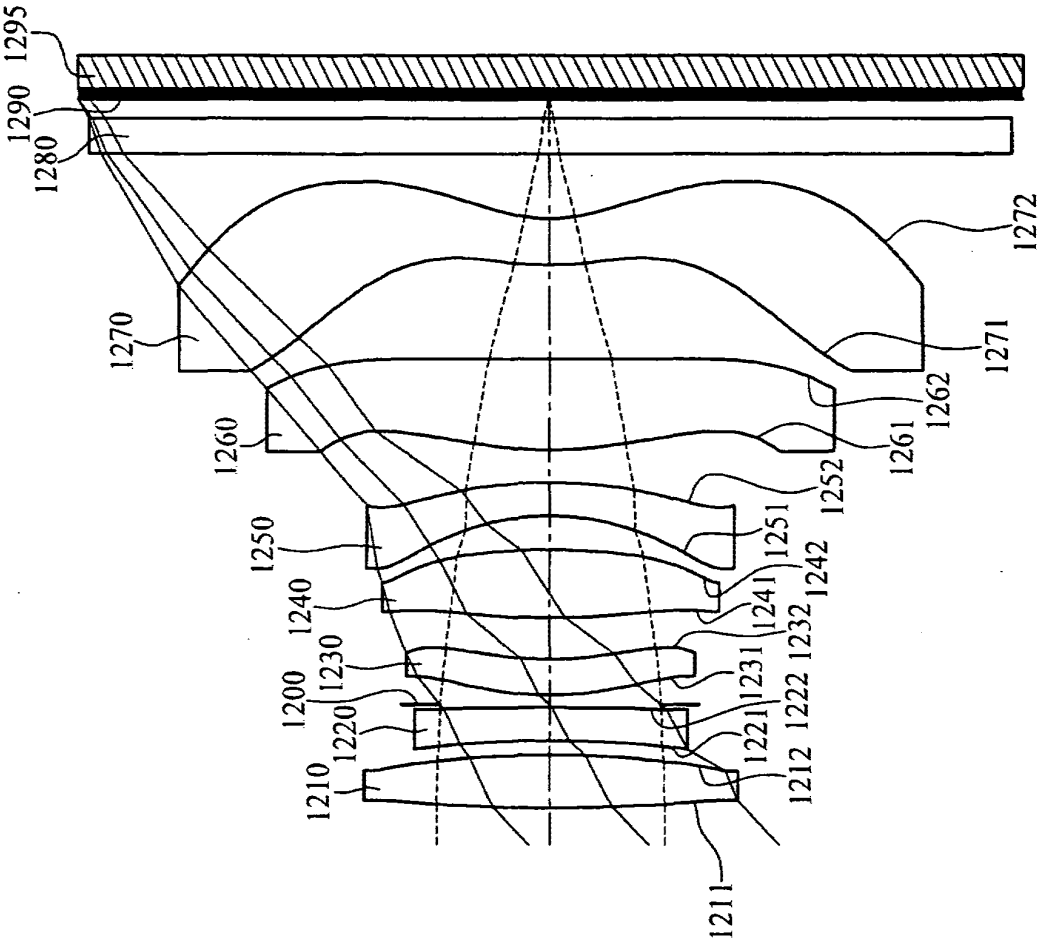
畸變
DISTORTION

IMG HT 像高

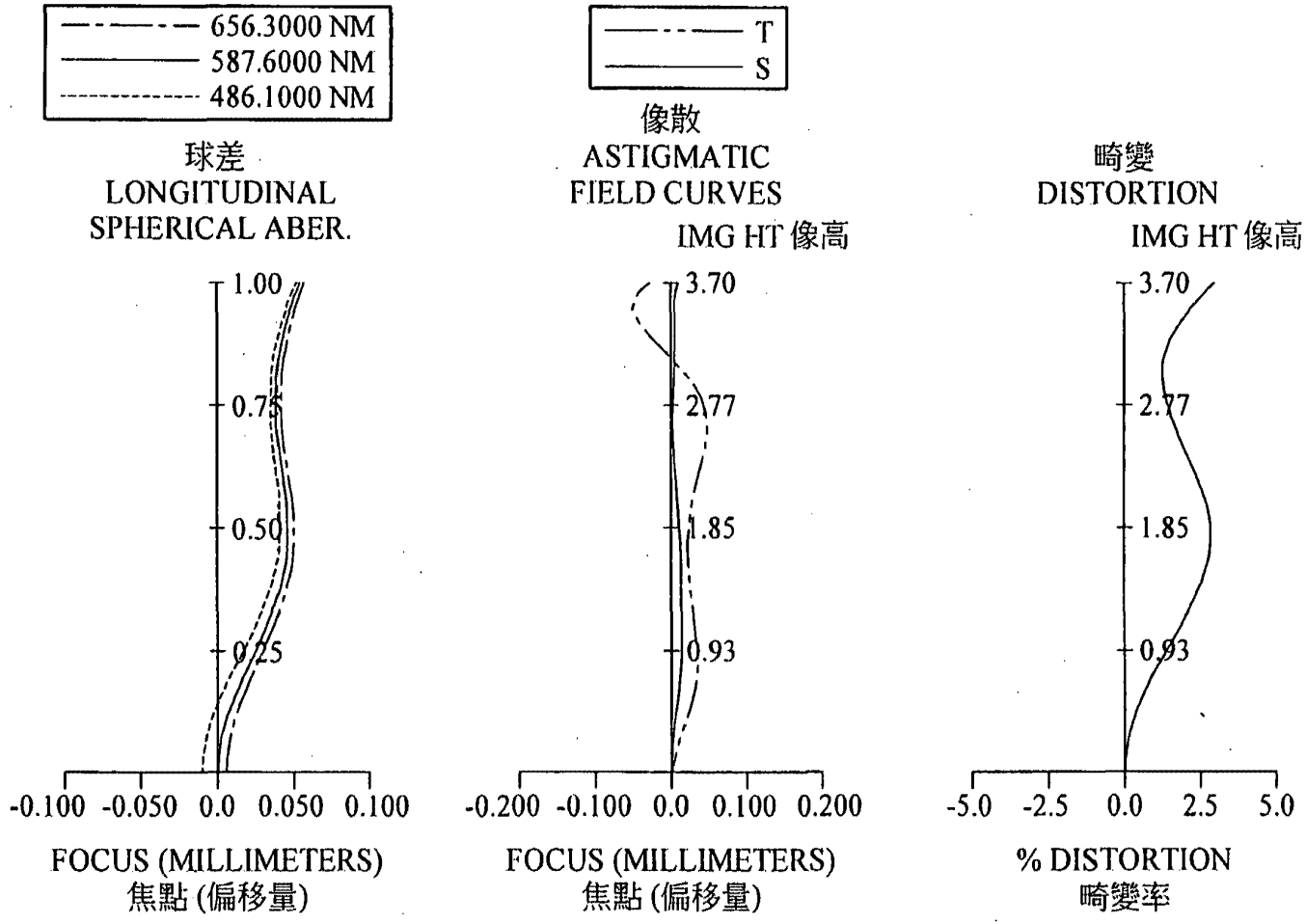


% DISTORTION
畸變率

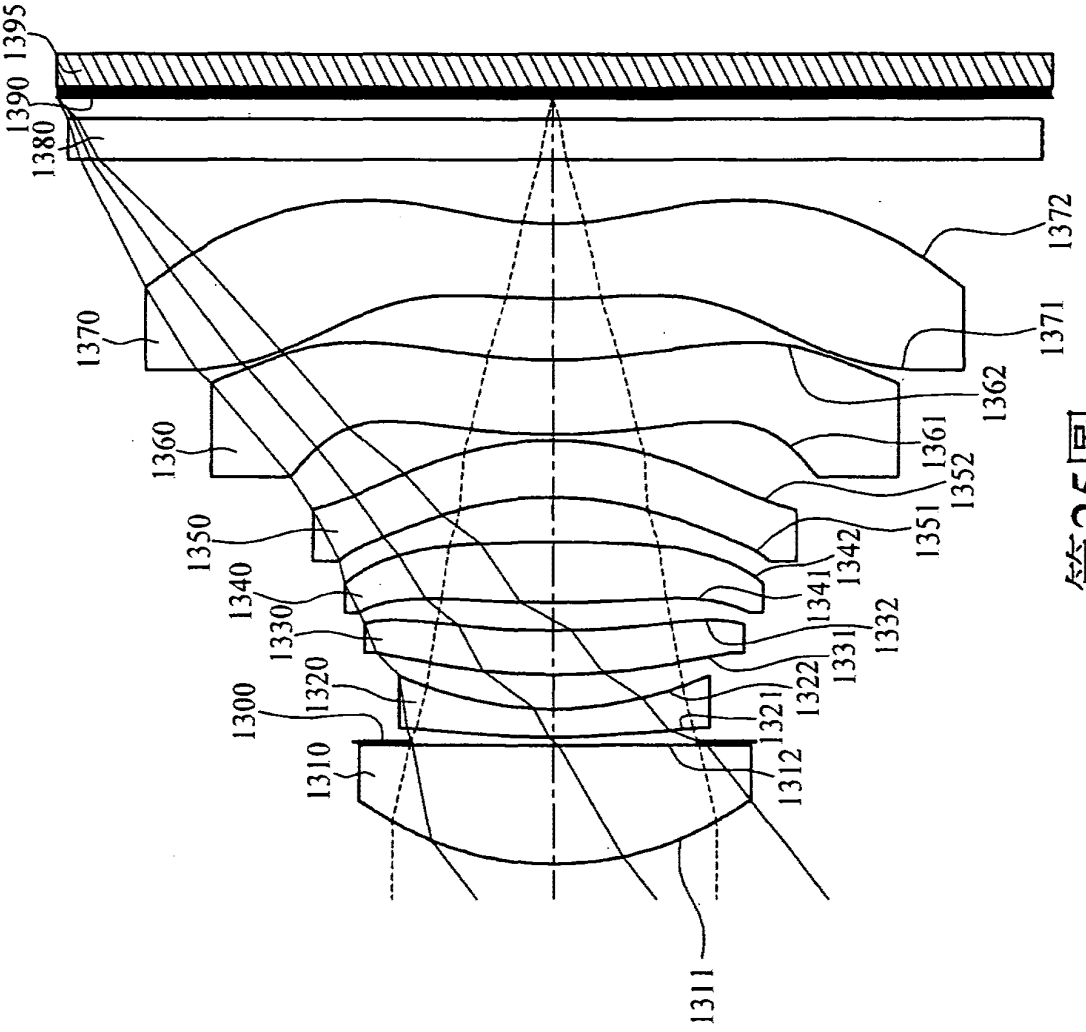
第22圖


1295
1290
1280
1272
1270
1271
1262
1260
1261
1252
1250
1251
1242
1240
1241
1232
1230
1231
1200
1222
1220
1221
1212
1210
1211

第23圖

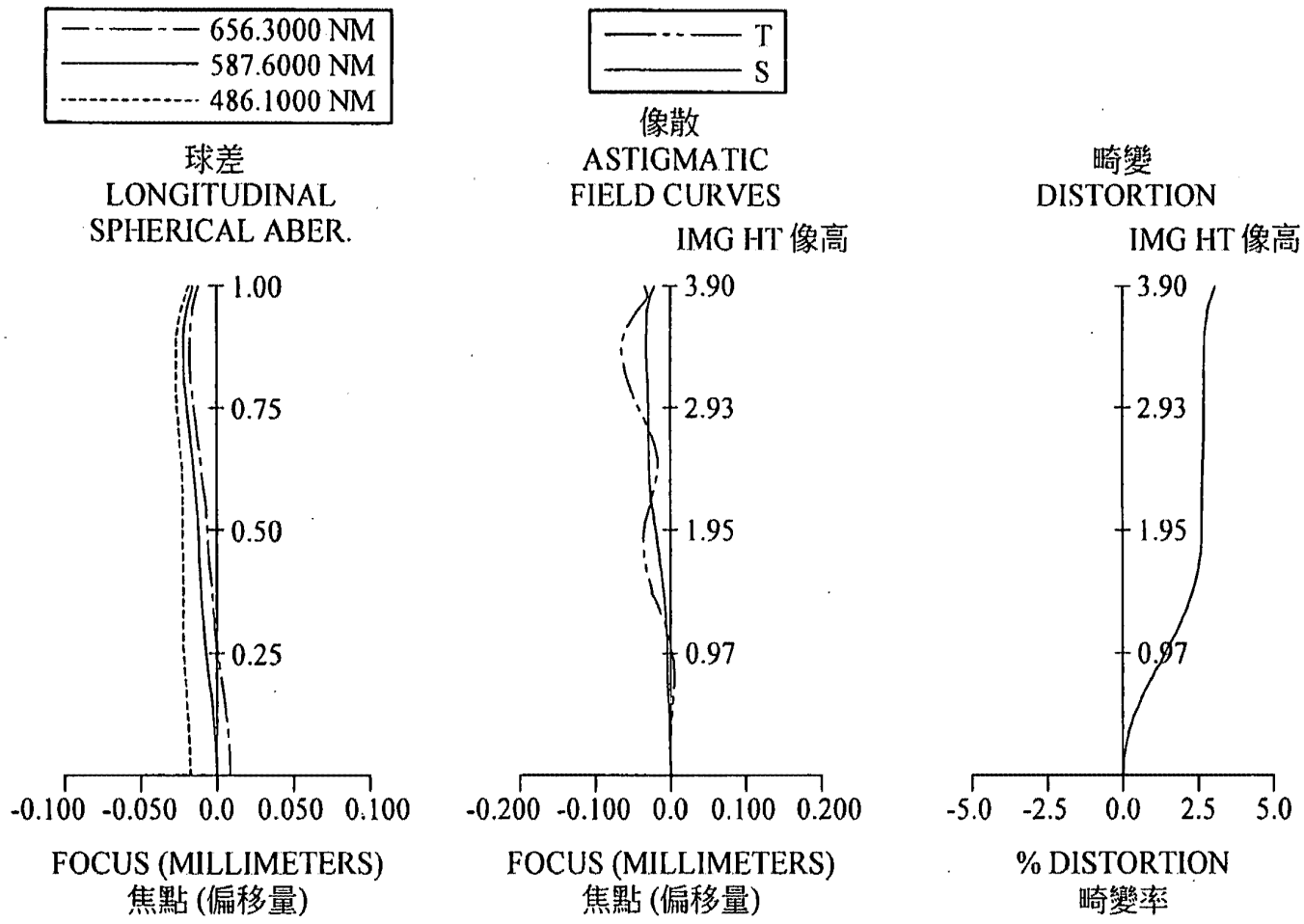

656.3000 NM
587.6000 NM
486.1000 NM
球差
LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.
1.00
0.75
0.50
0.25
-0.100 -0.050 0.0 0.050 0.100
FOCUS (MILLIMETERS)
焦點 (偏移量)
T
S
像散
ASTIGMATIC
FIELD CURVES
IMG HT 像高
3.70
2.77
1.85
0.93
-0.200 -0.100 0.0 0.100 0.200
FOCUS (MILLIMETERS)
焦點 (偏移量)
畸變
DISTORTION
IMG HT 像高
3.70
2.77
1.85
0.93
-5.0 -2.5 0.0 2.5 5.0
% DISTORTION
畸變率

第24圖

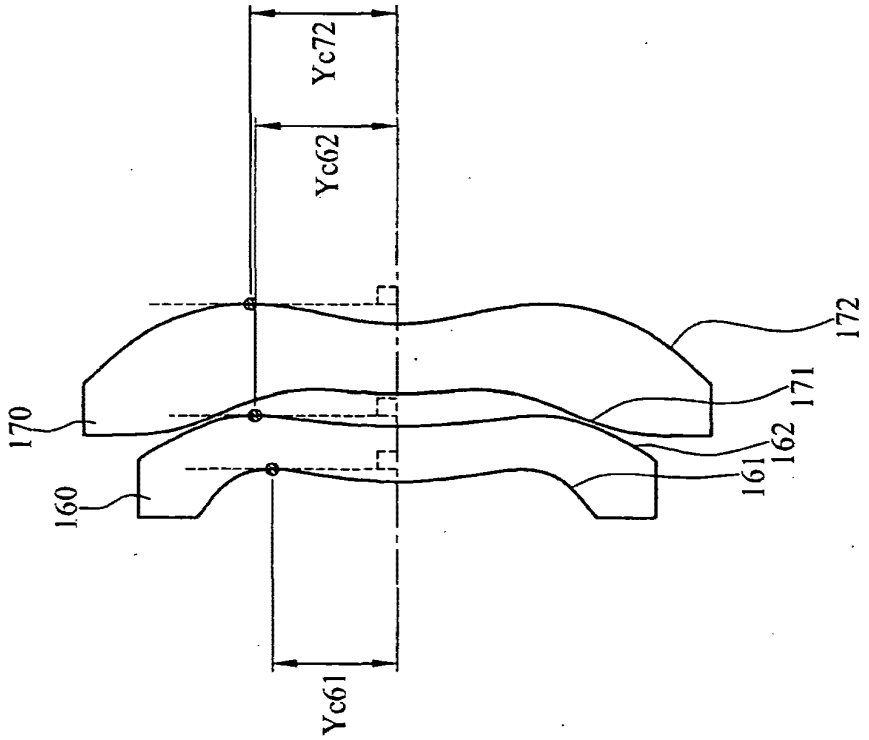


第25圖

申請案號：103126480

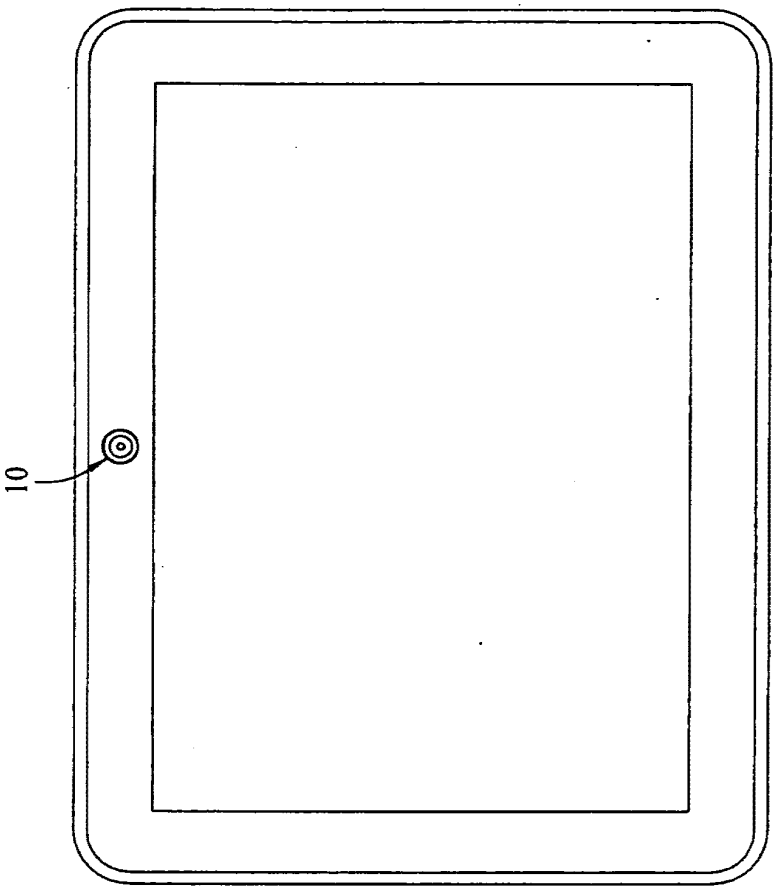

656.3000 NM
587.6000 NM
486.1000 NM
球差
LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.
1.00
0.75
0.50
0.25
-0.100 -0.050 0.0 0.050 0.100
FOCUS (MILLIMETERS)
焦點 (偏移量)
T
S
像散
ASTIGMATIC
FIELD CURVES
IMG HT 像高
3.90
2.93
1.95
0.97
-0.200 -0.100 0.0 0.100 0.200
FOCUS (MILLIMETERS)
焦點 (偏移量)
畸變
DISTORTION
IMG HT 像高
3.90
2.93
1.95
0.97
-5.0 -2.5 0.0 2.5 5.0
% DISTORTION
畸變率

第26圖

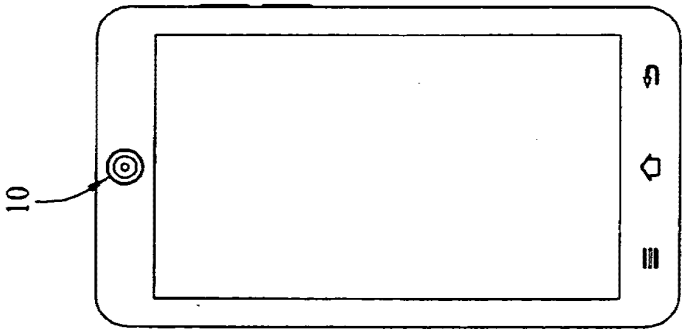


第27圖

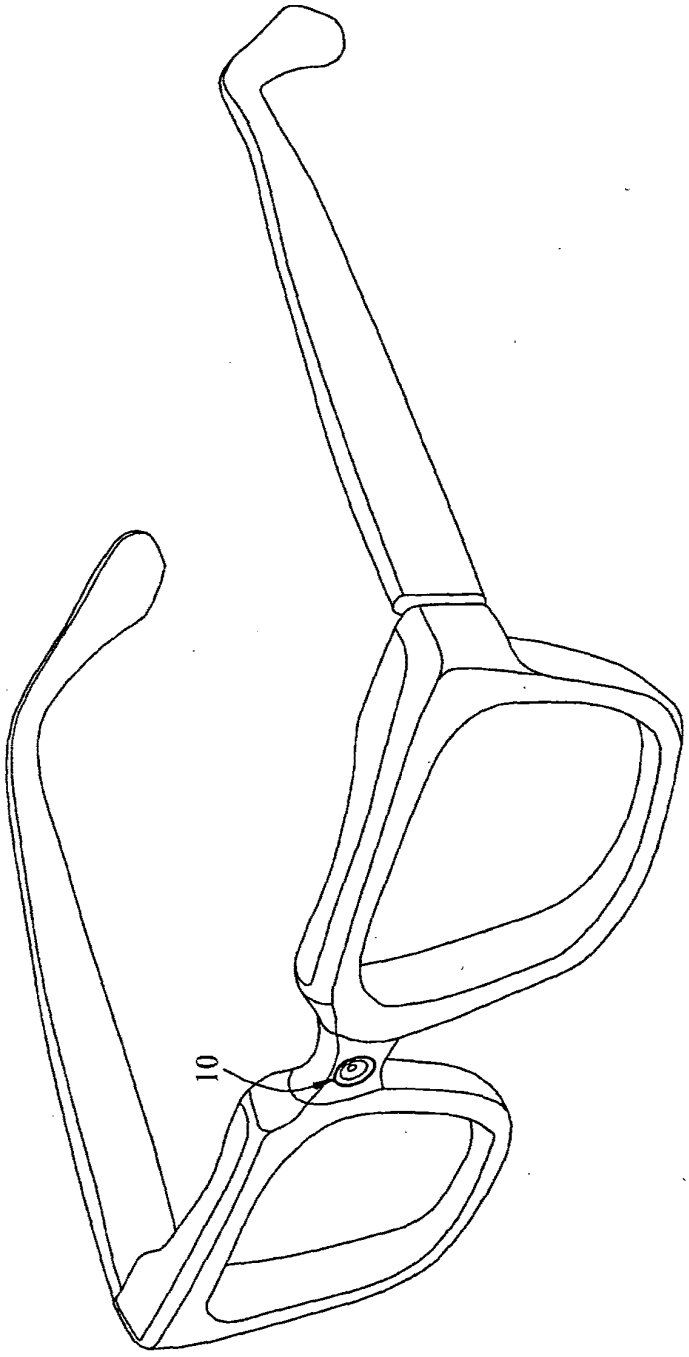
申請案號：103126480



第29圖



第28圖



第30圖

OPAP AKIMA-11
NOV 17 2014
PATENT & TRADEMARK OFFICE

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant:	Hsin-Hsuan HUANG	Examiner:	Unassigned
Serial No.:	14/488,106	Group Art Unit:	2872
Filed:	September 16, 2014	Docket No.:	15042-101133
Title:	PHOTOGRAPHING OPTICAL LENS ASSEMBLY, IMAGE CAPTURING UNIT AND ELECTRONIC DEVICE		

CERTIFICATE UNDER 37 CFR 1.8:
I hereby certify that this correspondence is being deposited on November 12, 2014 with the United States Postal Service as first class mail, with sufficient postage, in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

By: _____
Name: Tim Tingkang Xia

TRANSMITTAL

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

November 12, 2014

Customer No. 24728

Sir:

We are transmitting herewith the attached:

☒ Transmittal Sheet containing Certificate of Mailing (1 page)
☒ Submission of Priority Document (1 page)
☒ Certified Copy of Priority Document Taiwan Patent Application 103126480, filed August 1, 2014 (102 pages)
☒ Return Postcard

MORRIS, MANNING & MARTIN, LLP
1600 Atlanta Financial Center
3343 Peachtree Road NE
Atlanta, Georgia 30326
404.495.3678
Customer No. 24728

By: _____
Name: Tim Tingkang Xia
Reg. No.: 45,242
TTX

(PTO TRANSMITTAL - GENERAL)

OPAP AKIMA-11
NOV 17 2014
PATENT & TRADEMARK OFFICE

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant:	Hsin-Hsuan HUANG	Examiner:	Unassigned
Serial No.:	14/488,106	Group Art Unit:	2872
Filed:	September 16, 2014	Docket No.:	15042-101133
Title:	PHOTOGRAPHING OPTICAL LENS ASSEMBLY, IMAGE CAPTURING UNIT AND ELECTRONIC DEVICE		

CERTIFICATE UNDER 37 CFR 1.8:
I hereby certify that this correspondence is being deposited on November 12, 2014 with the United States Postal Service as first class mail, with sufficient postage, in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

By: _____
Name: Tim Tingkang Xia

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

November 12, 2014

CUSTOMER NO. 24728

Dear Sir:

The certified copy of Taiwan Patent Application No. 103126480, from which this application claims priority is hereby submitted as the priority document.

If there are any questions regarding this matter, please call the undersigned at 404-495-3678.

Respectfully submitted,

MORRIS, MANNING & MARTIN, LLP

November 12, 2014

Tim Tingkang Xia
Reg. No. 45,242
Attorney for the Assignee and Applicants on Record

MORRIS, MANNING & MARTIN, L.L.P.
1600 Atlanta Financial Center
3343 Peachtree Road, N.E.
Atlanta, Georgia 30326
404-495-3678 Direct
Customer No. 24728

PTO/SB/08a (01-10)
Approved for use through 07/31/2012. OMB 0651-0031
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT

(Not for submission under 37 CFR 1.99)

Application Number	14488106
Filing Date	2014-09-16
First Named Inventor	Hsin-Hsuan Huang
Art Unit	2872
Examiner Name	TBD
Attorney Docket Number	15042-101133

U.S.PATENTS Remove

Examiner Initial*	Cite No	Patent Number	Kind Code[1]	Issue Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	1					

If you wish to add additional U.S. Patent citation information please click the Add button. Add

U.S.PATENT APPLICATION PUBLICATIONS Remove

Examiner Initial*	Cite No	Publication Number	Kind Code[1]	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	1					

If you wish to add additional U.S. Published Application citation information please click the Add button. Add

FOREIGN PATENT DOCUMENTS Remove

Examiner Initial*	Cite No	Foreign Document Number[3]	Country Code[2] i	Kind Code[4]	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	T[5]
	1	203941337	CN	U	2014-11-12	FUJIFILM CORPORATION		☒
	2	203965708	CN	U	2014-11-26	KANTATSU CO. LTD.		☒
	3	M490015	TW	U	2014-11-11	FUJIFILM CORPORATION		☒

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)		
	Application Number	14488106
	Filing Date	2014-09-16
	First Named Inventor	Hsin-Hsuan Huang
	Art Unit	2872
	Examiner Name	TBD
	Attorney Docket Number	15042-101133

If you wish to add additional Foreign Patent Document citation information please click the Add button			Add
NON-PATENT LITERATURE DOCUMENTS			Remove
Examiner Initials*	Cite No	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc), date, pages(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T[5]
	1		☐
If you wish to add additional non-patent literature document citation information please click the Add button			Add

EXAMINER SIGNATURE			
Examiner Signature		Date Considered	

*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through a citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

[1] See Kind Codes of USPTO Patent Documents at www.USPTO.GOV or MPEP 901.04. [2] Enter office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). [3] For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. [4] Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. [5] Applicant is to place a check mark here if English language translation is attached.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)		
	Application Number	14488106
	Filing Date	2014-09-16
	First Named Inventor	Hsin-Hsuan Huang
	Art Unit	2872
	Examiner Name	TBD
	Attorney Docket Number	15042-101133

CERTIFICATION STATEMENT

Please see 37 CFR 1.97 and 1.98 to make the appropriate selection(s):

☐ That each item of information contained in the information disclosure statement was first cited in any communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application not more than three months prior to the filing of the information disclosure statement. See 37 CFR 1.97(e)(1).

OR

☐ That no item of information contained in the information disclosure statement was cited in a communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application, and, to the knowledge of the person signing the certification after making reasonable inquiry, no item of information contained in the information disclosure statement was known to any individual designated in 37 CFR 1.56(c) more than three months prior to the filing of the information disclosure statement. See 37 CFR 1.97(e)(2).

☐ See attached certification statement.

☐ The fee set forth in 37 CFR 1.17 (p) has been submitted herewith.

☒ A certification statement is not submitted herewith.

SIGNATURE

A signature of the applicant or representative is required in accordance with CFR 1.33, 10.18. Please see CFR 1.4(d) for the form of the signature.

Signature	/Tim Tingkang Xia/	Date (YYYY-MM-DD)	2014-12-31
Name/Print	Tim Tingkang Xia	Registration Number	45242

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 1 hour to complete, including gathering, preparing and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

Privacy Act Statement

The Privacy Act of 1974 (P.L. 93-579) requires that you be given certain information in connection with your submission of the attached form related to a patent application or patent. Accordingly, pursuant to the requirements of the Act, please be advised that: (1) the general authority for the collection of this information is 35 U.S.C. 2(b)(2); (2) furnishing of the information solicited is voluntary; and (3) the principal purpose for which the information is used by the U.S. Patent and Trademark Office is to process and/or examine your submission related to a patent application or patent. If you do not furnish the requested information, the U.S. Patent and Trademark Office may not be able to process and/or examine your submission, which may result in termination of proceedings or abandonment of the application or expiration of the patent.

The information provided by you in this form will be subject to the following routine uses:

1. The information on this form will be treated confidentially to the extent allowed under the Freedom of Information Act (5 U.S.C. 552) and the Privacy Act (5 U.S.C. 552a). Records from this system of records may be disclosed to the Department of Justice to determine whether the Freedom of Information Act requires disclosure of these record s.

2. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, in the course of presenting evidence to a court, magistrate, or administrative tribunal, including disclosures to opposing counsel in the course of settlement negotiations.

3. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Member of Congress submitting a request involving an individual, to whom the record pertains, when the individual has requested assistance from the Member with respect to the subject matter of the record.

4. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a contractor of the Agency having need for the information in order to perform a contract. Recipients of information shall be required to comply with the requirements of the Privacy Act of 1974, as amended, pursuant to 5 U.S.C. 552a(m).

5. A record related to an International Application filed under the Patent Cooperation Treaty in this system of records may be disclosed, as a routine use, to the International Bureau of the World Intellectual Property Organization, pursuant to the Patent Cooperation Treaty.

6. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to another federal agency for purposes of National Security review (35 U.S.C. 181) and for review pursuant to the Atomic Energy Act (42 U.S.C. 218(c)).

7. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the Administrator, General Services, or his/her designee, during an inspection of records conducted by GSA as part of that agency's responsibility to recommend improvements in records management practices and programs, under authority of 44 U.S.C. 2904 and 2906. Such disclosure shall be made in accordance with the GSA regulations governing inspection of records for this purpose, and any other relevant (i.e., GSA or Commerce) directive. Such disclosure shall not be used to make determinations about individuals.

8. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the public after either publication of the application pursuant to 35 U.S.C. 122(b) or issuance of a patent pursuant to 35 U.S.C. 151. Further, a record may be disclosed, subject to the limitations of 37 CFR 1.14, as a routine use, to the public if the record was filed in an application which became abandoned or in which the proceedings were terminated and which application is referenced by either a published application, an application open to public inspections or an issued patent.

9. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Federal, State, or local law enforcement agency, if the USPTO becomes aware of a violation or potential violation of law or regulation.

ABSTRACT

A photographing device includes, in order from an object side to and an image side, a first lens element, a second lens element, a third lens element, a fourth lens element, a fifth lens element, a sixth lens element and a seventh lens element. The first lens element with positive refractive power has an object-side surface being convex. The second lens element has negative refractive power. The third lens element has positive refractive power. The fifth lens element has positive refractive power. The seventh lens element with negative refractive power has an image-side surface being concave, wherein the image-side surface of the seventh lens element has at least one convex shape in an off-axis region. Each of the first lens element through the seventh lens element is non-cemented lens element. The photographing device has small f-number, and the photographing device is favorable for reducing a total track length of the photographing device and enhancing the resolution.

(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 203941337 U
(45)授权公告日 2014.11.12

(21)申请号 201420364132.8

(22)申请日 2014.07.02

(30)优先权数据
2013-138595 2013.07.02 JP
2014-011158 2014.01.24 JP

(73)专利权人 富士胶片株式会社
地址 日本东京

(72)发明人 筱原义和 石井良明

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司 11219
代理人 熊传芳 苏卉

(51)Int.Cl.
G02B 13/18(2006.01)
G02B 13/00(2006.01)

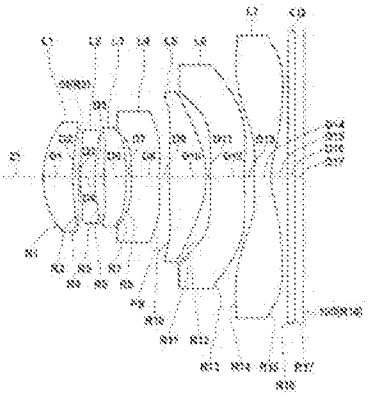
权利要求书3页 说明书22页 附图10页

(54)实用新型名称

摄像镜头及具备摄像镜头的摄像装置

(57)摘要

本实用新型提供摄像镜头及具备摄像镜头的摄像装置，具有较小的F值并实现了全长的缩短化及高分辨率化。摄像镜头的特征在于，实质上由7个透镜构成，该7个透镜从物体侧起依次是：第一透镜(L1)，具有正光焦度，将凸面朝向物体侧；第二透镜(L2)，具有负光焦度；第三透镜(L3)，具有正光焦度；第四透镜(L4)；第五透镜(L5)，具有正光焦度；第六透镜(L6)，及第七透镜(L7)，具有负光焦度，将凹面朝向像侧，且像侧的面具有至少一个拐点，第一透镜至第七透镜全部为单透镜。



CN 203941337 U

1. 一种摄像镜头，其特征在于，实质上由 7 个透镜构成，所述 7 个透镜从物体侧起依次是：

第一透镜，具有正光焦度，将凸面朝向物体侧；

第二透镜，具有负光焦度；

第三透镜，具有正光焦度；

第四透镜；

第五透镜，具有正光焦度；

第六透镜；及

第七透镜，具有负光焦度，将凹面朝向像侧，且像侧的面具有至少一个拐点，

所述第一透镜至所述第七透镜全部为单透镜。

2. 根据权利要求 1 所述的摄像镜头，其中，

还满足以下条件式：

$0<f/f12$ (1)

其中，

f 为整个系统的焦距，

f12 为所述第一透镜与所述第二透镜的合成焦距。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的摄像镜头，其中，

还满足以下条件式：

$f/f2<-0.1$ (2)

其中，

f 为整个系统的焦距，

f2 为所述第二透镜的焦距。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的摄像镜头，其中，

还满足以下条件式：

$0<f/f1<2.5$ (3)

其中，

f 为整个系统的焦距，

f1 为所述第一透镜的焦距。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的摄像镜头，其中，

还满足以下条件式：

$0<f/f3$ (4)

其中，

f 为整个系统的焦距，

f3 为所述第三透镜的焦距。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的摄像镜头，其中，

还满足以下条件式：

$f/f4<0$ (5)

其中，

f 为整个系统的焦距，

f4 为所述第四透镜的焦距。

7. 根据权利要求 1 或 2 所述的摄像镜头，其中，

还满足以下条件式：

0.08<Da/f (6)

其中，

f 为整个系统的焦距，

Da 为所述第一透镜的光轴上的厚度。

8. 根据权利要求 1 或 2 所述的摄像镜头，其中，

还满足以下条件式：

0.05<Db/f<0.3 (7)

其中，

f 为整个系统的焦距，

Db 为所述第二透镜的光轴上的厚度。

9. 根据权利要求 1 或 2 所述的摄像镜头，其中，

还满足以下条件式：

0.2<Dc/f<0.5 (8)

其中，

f 为整个系统的焦距，

Dc 为从所述第一透镜的物体侧的面到所述第二透镜的像侧的面的光轴上的距离。

10. 根据权利要求 1 或 2 所述的摄像镜头，其中，

还具备配置在所述第一透镜与所述第二透镜之间或所述第二透镜与所述第三透镜之间的开口光圈。

11. 根据权利要求 2 所述的摄像镜头，其中，

还满足以下条件式：

0<f/f12<5 (1－1)

其中，

f 为整个系统的焦距，

f12 为所述第一透镜与所述第二透镜的合成焦距。

12. 根据权利要求 3 所述的摄像镜头，其中，

还满足以下条件式：

－1<f/f2<－0.2 (2－1)

其中，

f 为整个系统的焦距，

f2 为所述第二透镜的焦距。

13. 根据权利要求 4 所述的摄像镜头，其中，

还满足以下条件式：

0.5<f/f1<2 (3－1)

其中，

f 为整个系统的焦距，

f1 为所述第一透镜的焦距。

14. 根据权利要求 5 所述的摄像镜头，其中，

还满足以下条件式：

0.32<f/f3<1 (4 — 1)

其中，

f 为整个系统的焦距，

f3 为所述第三透镜的焦距。

15. 根据权利要求 6 所述的摄像镜头，其中，

还满足以下条件式：

— 0.65<f/f4<0 (5 — 1)

其中，

f 为整个系统的焦距，

f4 为所述第四透镜的焦距。

16. 根据权利要求 7 所述的摄像镜头，其中，

还满足以下条件式：

0.1<Da/f<0.3 (6 — 1)

其中，

f 为整个系统的焦距，

Da 为所述第一透镜的光轴上的厚度。

17. 根据权利要求 8 所述的摄像镜头，其中，

还满足以下条件式：

0.06<Db/f<0.2 (7 — 1)

其中，

f 为整个系统的焦距，

Db 为所述第二透镜的光轴上的厚度。

18. 根据权利要求 9 所述的摄像镜头，其中，

还满足以下条件式：

0.21<Dc/f<0.4 (8 — 1)

其中，

f 为整个系统的焦距，

Dc 为从所述第一透镜的物体侧的面到所述第二透镜的像侧的面的光轴上的距离。

19. 根据权利要求 11 所述的摄像镜头，其中，

还满足以下条件式：

0.2<f/f12<1 (1 — 2)

其中，

f 为整个系统的焦距，

f12 为所述第一透镜与所述第二透镜的合成焦距。

20. 一种摄像装置，具备权利要求 1 ～ 19 中任一项所述的摄像镜头。

摄像镜头及具备摄像镜头的摄像装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及使被摄体的光学图像成像于 CCD(Charge Coupled Device :电荷耦合器件)、CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor :互补金属氧化物半导体)等摄像元件上的固定焦点的摄像镜头及搭载该摄像镜头而进行摄影的数码静物相机、带相机的移动电话及移动信息终端 (PDA :Personal Digital Assistance :个人数字助理)、智能手机、平板型终端及携带型游戏机等摄像装置。

背景技术

[0002] 伴随着个人计算机向普通家庭等的普及,能够将拍摄到的风景、人物图像等图像信息输入到个人计算机的数码静物相机正在快速普及。并且,在移动电话、智能手机或平板型终端上搭载图像输入用的相机模块的情况也正在变多。在这样的具有摄像功能的设备中,使用 CCD、CMOS 等摄像元件。近年来,这些摄像元件的紧凑化正在发展,摄像设备整体及搭载于摄像设备的摄像镜头也被要求紧凑性。并且,同时摄像元件的高像素化也正在发展,要求摄像镜头的高分辨率、高性能化、例如要求与五百万像素、更进一步适当地与八百万像素以上的高像素对应的性能。

[0003] 为了满足这样的要求,提出了透镜片数较多的 5 片结构的摄像镜头,为了进一步的高性能化,也提出了使透镜片数更多的具备 6 片以上的透镜的摄像镜头。例如,在专利文献 1 及专利文献 2 中提出了 7 片结构的摄像镜头。

[0004] 专利文献 1 :日本特开平 07-281089 号公报

[0005] 专利文献 2 :日本特开 2012-068448 号公报

实用新型内容

[0006] 另一方面,尤其是对于如用于移动终端、智能手机、或平板型终端等那样的镜头全长较短的摄像镜头,伴随如上所述的摄像元件的高像素化,摄像元件的像素尺寸的小型化正在发展。因此,要求实现高性能且小型的摄像元件也能够对应的 F 值较小的摄像镜头。

[0007] 为了响应上述要求,上述专利文献 1 记载的摄像镜头的 F 值较大,难以适用于能够实现被要求的高分辨率的小型的摄像元件。并且,专利文献 2 记载的摄像镜头被进一步要求镜头全长的缩短化。

[0008] 本实用新型鉴于上述的点而作出,其目的在于提供能够使镜头全长缩短化并具有较小的 F 值、从中心视角到周边视角实现较高的成像性能的摄像镜头及能够搭载该摄像镜头而获得高分辨率的拍摄图像的摄像装置。

[0009] 本实用新型的摄像镜头的特征在于,实质上由 7 个透镜构成,该 7 个透镜从物体侧起依次是 :第一透镜,具有正光焦度,将凸面朝向物体侧 ;第二透镜,具有负光焦度 ;第三透镜,具有正光焦度 ;第四透镜 ;第五透镜,具有正光焦度 ;第六透镜 ;及第七透镜,具有负光焦度,将凹面朝向像侧,且像侧的面具有至少一个拐点,第一透镜至第七透镜全部为单透镜。

[0010] 此外，在本实用新型的摄像镜头中，“实质上由 7 个透镜构成”是指，本实用新型的摄像镜头除了 7 个透镜以外，实质上也包括没有动力的透镜、光圈、玻片等透镜以外的光学要素、镜头凸缘、镜头镜筒、摄像元件、手抖校正机构等机构部分等。并且，对于含有非球面的透镜，在近轴区域考虑上述透镜的面形状、光焦度的符号。

[0011] 在实用新型的摄像镜头中，进一步采用以下优选的结构而满足，从而能够使光学性能更为良好。

[0012] 并且，优选为，在本实用新型的摄像镜头中，还具备配置于第一透镜与第二透镜之间或第二透镜与第三透镜之间的开口光圈。

[0013] 优选为，本实用新型的摄像镜头满足以下条件式 (1) 至 (8－1) 的任一条件式。此外，作为本实用新型的优选的方式，可以满足条件式 (1) 至 (8－1) 中的任一个，或者也可以满足任意的组合。

[0014] $0<f/f12$ (1)

[0015] $0<f/f12<5$ (1－1)

[0016] $0.2<f/f12<1$ (1－2)

[0017] $f/f2<-0.1$ (2)

[0018] $-1<f/f2<-0.2$ (2－1)

[0019] $0<f/f1<2.5$ (3)

[0020] $0.5<f/f1<2$ (3－1)

[0021] $0<f/f3$ (4)

[0022] $0.32<f/f3<1$ (4－1)

[0023] $f/f4<0$ (5)

[0024] $-0.65<f/f4<0$ (5－1)

[0025] $0.08<Da/f$ (6)

[0026] $0.1<Da/f<0.3$ (6－1)

[0027] $0.05<Db/f<0.3$ (7)

[0028] $0.06<Db/f<0.2$ (7－1)

[0029] $0.2<Dc/f<0.5$ (8)

[0030] $0.21<Dc/f<0.4$ (8－1)

[0031] 其中，

[0032] f 为整个系统的焦距，

[0033] f1 为第一透镜的焦距，

[0034] f2 为第二透镜的焦距，

[0035] f3 为第三透镜的焦距，

[0036] f4 为第四透镜的焦距，

[0037] f12 为第一透镜与第二透镜的合成焦距，

[0038] Da 为第一透镜的光轴上的厚度，

[0039] Db 为第二透镜的光轴上的厚度，

[0040] Dc 为从第一透镜的物体侧的面到第二透镜的像侧的面的光轴上的距离。

[0041] 本实用新型的摄像装置具备了本实用新型的摄像镜头。

[0042] 根据本实用新型的摄像镜头，在作为整体有 7 片透镜这样的镜头结构中，使各镜头要素的结构最优化，使所有的透镜为单透镜，因此能够实现使全长缩短化并具有较小的 F 值、从中心视角到周边视角具有较高的成像性能的镜头系统。

[0043] 并且，根据本实用新型的摄像装置，输出与通过本实用新型的具有较高的成像性能的摄像镜头的任一种而形成的光学图像对应的摄像信号，因此能够获得高分辨率的摄影图像。

附图说明

[0044] 图 1 表示本实用新型的一个实施方式所涉及的摄像镜头的第一结构例，是与实施例 1 对应的镜头剖视图。

[0045] 图 2 表示本实用新型的一个实施方式所涉及的摄像镜头的第二结构例，是与实施例 2 对应的镜头剖视图。

[0046] 图 3 表示本实用新型的一个实施方式所涉及的摄像镜头的第三结构例，是与实施例 3 对应的镜头剖视图。

[0047] 图 4 表示本实用新型的一个实施方式所涉及的摄像镜头的第四结构例，是与实施例 4 对应的镜头剖视图。

[0048] 图 5 表示本实用新型的一个实施方式所涉及的摄像镜头的第五结构例，是与实施例 5 对应的镜头剖视图。

[0049] 图 6 是图 1 所示的摄像镜头的光线图。

[0050] 图 7 是表示本实用新型的实施例 1 所涉及的摄像镜头的各像差的像差图，(A) 表示球面像差，(B) 表示像散（像面弯曲），(C) 表示畸变，(D) 表示倍率色差。

[0051] 图 8 是表示本实用新型的实施例 2 所涉及的摄像镜头的各像差的像差图，(A) 表示球面像差，(B) 表示像散（像面弯曲），(C) 表示畸变，(D) 表示倍率色差。

[0052] 图 9 是表示本实用新型的实施例 3 所涉及的摄像镜头的各像差的像差图，(A) 表示球面像差，(B) 表示像散（像面弯曲），(C) 表示畸变，(D) 表示倍率色差。

[0053] 图 10 是表示本实用新型的实施例 4 所涉及的摄像镜头的各像差的像差图，(A) 表示球面像差，(B) 表示像散（像面弯曲），(C) 表示畸变，(D) 表示倍率色差。

[0054] 图 11 是表示本实用新型的实施例 5 所涉及的摄像镜头的各像差的像差图，(A) 表示球面像差，(B) 表示像散（像面弯曲），(C) 表示畸变，(D) 表示倍率色差。

[0055] 图 12 是表示作为具备了本实用新型所涉及的摄像镜头的移动电话终端的摄像装置的图。

[0056] 图 13 是表示作为具备了本实用新型所涉及的摄像镜头的智能手机的摄像装置的图。

[0057] 图 14 表示本实用新型的一个实施方式所涉及的摄像镜头的第六结构例，是与实施例 6 对应的镜头剖视图。

[0058] 图 15 是表示本实用新型的实施例 6 所涉及的摄像镜头的各像差的像差图，(A) 表示球面像差，(B) 表示像散（像面弯曲），(C) 表示畸变，(D) 表示倍率色差。

具体实施方式

[0059] 以下，参照附图详细说明本实用新型的实施方式。

[0060] 图 1 表示本实用新型的第一实施方式所涉及的摄像镜头的第一结构例。该结构例与后述第一数值实施例（表 1、表 2）的镜头结构对应。同样地，图 2～图 5 及图 14 表示与后述第二至第六实施方式所涉及的数值实施例（表 3～表 12）的镜头结构对应的第二至第六结构例的截面结构。在图 1～图 5 及图 14 中，附图标记 Ri 表示，以最靠近物体侧的镜头要素的面为第一个，随着朝向像侧（成像侧）面依次增加地标注了附图标记的第 i 个面的曲率半径。附图标记 Di 表示，第 i 个面和第 i+1 个面在光轴 Z1 上的面间隔。此外，各结构例的基本的结构都相同，因此以下，以图 1 所示的摄像镜头的结构例为基础进行说明，根据需要也说明图 2～图 5 及图 14 的结构例。并且，图 6 是图 1 所示的摄像镜头 L 中的光路图，表示来自处于无限远距离的物点的轴上光束 2 及最大视角的光束 3 的各光路。

[0061] 本实用新型的实施方式所涉及的摄像镜头 L 优选适用于：使用了 CCD、CMOS 等摄像元件的各种摄像设备，尤其是较小型的移动终端设备，例如数码静物相机、带相机的移动电话、智能手机、平板型终端及 PDA 等。该摄像镜头 L 沿着光轴 Z1 从物体侧起依次具备：第一透镜 L1、第二透镜 L2、第三透镜 L3、第四透镜 L4、第五透镜 L5、第六透镜 L6、第七透镜 L7。

[0062] 图 12 表示作为本实用新型的实施方式的摄像装置 1 的移动电话终端的概观图。本实用新型的实施方式所涉及的摄像装置 1 构成为具备：本实施方式所涉及的摄像镜头 L；及 CCD 等摄像元件 100（参照图 1），输出与通过该摄像镜头 L 形成的光学图像对应的摄像信号。摄像元件 100 配置于该摄像镜头 L 的成像面（图 1～5 及图 14 中的像面 R18）。

[0063] 图 13 表示作为本实用新型的实施方式的摄像装置 501 的智能手机的概观图。本实用新型的实施方式所涉及的摄像装置 501 构成为具备相机部 541，该相机部 541 具有：本实施方式所涉及的摄像镜头 L；及 CCD 等摄像元件 100（参照图 1），输出与通过该摄像镜头 L 形成的光学图像对应的摄像信号。摄像元件 100 配置于该摄像镜头 L 的成像面（摄像面）。

[0064] 在第七透镜 L7 与摄像元件 100 之间，也可以根据安装镜头的相机侧的结构，配置有各种光学部件 CG。例如，也可以配置有摄像面保护用的玻片、红外截止滤光片等平板状的光学部件。在这种情况下，作为光学部件 CG，例如也可以使用在平板状的玻片上实施了具有红外截止滤光片、ND 滤光片等的滤波效果的涂层的结构，或者使用具有相同效果的材料。

[0065] 并且，也可以不使用光学部件 CG，而对第七透镜 L7 实施涂层等使之具有与光学部件 CG 等同的效果。由此，能够实现元件个数的减少和全长的缩短。

[0066] 该摄像镜头 L 优选还具备开口光圈 St，该开口光圈 St 配置在第一透镜 L1 与第二透镜 L2 之间或第二透镜 L2 与第三透镜 L3 之间。在将开口光圈 St 配置在第一透镜 L1 与第二透镜 L2 之间或第二透镜 L2 与第三透镜 L3 之间的情况下，能够使全长缩短化，并通过配置于比开口光圈 St 靠物体侧的透镜和配置于比开口光圈 St 靠像侧的透镜而平衡良好地校正像差。在本实施方式中，第一～第四结构例的透镜（图 1～4）为开口光圈 St 配置在第一透镜 L1 与第二透镜 L2 之间的结构例，第五～第六结构例的透镜（图 5、图 14）为开口光圈 St 配置在第二透镜 L2 与第三透镜 L3 之间的结构例。此外，在此所示的开口光圈 St 并不一定表示大小、形状，而表示在光轴 Z1 上的位置。

[0067] 在该摄像镜头 L 中，第一透镜 L1 在光轴附近具有正光焦度。因此，有利于实现镜头全长的缩短化。并且，第一透镜 L1 在光轴附近将凸面朝向物体侧。在这种情况下，容易使承担摄像镜头 L 的主要的成像功能的第一透镜 L1 的正光焦度足够强，因此能够更适当地实

现镜头全长的缩短化。并且，如各实施方式所示，优选，使第一透镜 L1 为在光轴附近将凸面朝向物体侧的弯月形状。在这种情况下，能够使第一透镜 L1 的后侧主点位置靠近物体侧，能够进一步适当地实现全长的缩短化。

[0068] 第二透镜 L2 在光轴附近具有负光焦度。因此，能够良好地校正轴上色差。并且，如各实施方式所示，在使第二透镜 L2 在光轴附近将凹面朝向像侧的情况下，能够抑制轴上色差和像面弯曲的产生。并且，如第一及第三至第六的实施方式所示，能够使第二透镜 L2 形成为在光轴附近将凹面朝向像侧的弯月形状，在这种情况下，有利于全长的缩短化。并且，如第二实施方式所示，能够使第二透镜 L2 形成为在光轴附近为双凹形状，在这种情况下，能够良好地校正球面像差。

[0069] 第三透镜 L3 在光轴附近具有正光焦度。在这种情况下，有利于实现全长的缩短化。并且，如各实施方式所示，优选，使第二透镜 L2 在光轴附近将凹面朝向像侧，使第三透镜 L3 在光轴附近将凸面朝向物体侧。在这种情况下，容易减小第二透镜 L2 的像侧的面与所相对的第三透镜 L3 的物体侧的面之间的光轴上的间隔，有利于全长的缩短化。并且，如第二实施方式所示，能够使第三透镜 L3 形成为在光轴附近为弯月形状，在这种情况下，能够适当地实现全长的缩短化，并良好地校正球面像差。并且，如第一及第三至第六实施方式所示，能够使第三透镜 L3 形成为在光轴附近为双凸形状，在这种情况下，能够良好地校正轴上色差。

[0070] 第四透镜 L4 优选在光轴附近具有负光焦度。由此，容易确保周边部分的光量。并且，如第二至第六实施方式所示，能够使第四透镜 L4 形成为在光轴附近为弯月形状，在这种情况下，能够适当地实现镜头全长的缩短化。并且，如第一实施方式所示，能够使第四透镜 L4 形成为在光轴附近为双凹形状，在这种情况下，能够良好地校正球面像差。

[0071] 第五透镜 L5 在光轴附近具有正光焦度。在这种情况下，有利于实现全长的缩短化。并且，如第二至第四实施方式所示，能够使第五透镜 L5 形成为在光轴附近将凸面朝向像侧的弯月形状，在这种情况下，在成像区域的周边部中，能够适当地抑制通过摄像镜头 L 的光线向成像面（摄像元件）的入射角变大。并且，如第一、第五及第六实施方式所示，能够使第五透镜 L5 形成为在光轴附近为双凸形状，在这种情况下，能够更适当地实现全长的缩短化。

[0072] 如各实施方式所示，优选，第六透镜 L6 形成为在光轴附近将凸面朝向物体侧的弯月形状。在这种情况下，能够容易实现镜头全长的缩短化，并良好地校正球面像差。并且，只要能够实现期望的性能，则第六透镜 L6 在光轴附近既可以具有负光焦度也可以具有正光焦度。如第二及第五实施方式所示，在使第六透镜 L6 形成为在光轴附近具有正光焦度的情况下，能够良好地校正像散。并且，如第一、第三、第四及第六实施方式所示，在使第六透镜 L6 形成为在光轴附近具有负光焦度的情况下，容易确保周边部分的光量。

[0073] 第七透镜 L7 在光轴附近具有负光焦度。由此，能够实现全长的缩短化，并良好地校正像面弯曲。并且，第七透镜 L7 在光轴附近将凹面朝向像侧。因此，能够更适当地实现全长的缩短化，并良好地校正像面弯曲。

[0074] 并且，第七透镜 L7 为在光轴附近将凹面朝向像侧且像侧的面在有效直径内具有至少一个拐点的非球面形状。例如，在使第七透镜 L7 为将凹面朝向像侧的球面透镜且减小了第七透镜 L7 的像侧的面的曲率半径的绝对值的情况下，可能会产生周边视角的光线向

像面的入射角变大的、周边视角的光线产生全反射而无法到达像面等不良情况。但是，使第七透镜 L7 构成为在光轴附近将凹面朝向像侧且像侧的面在有效直径内具有至少一个拐点的非球面形状，由此，尤其是在成像区域的周边部中，能够抑制通过光学系统的光线向成像面（摄像元件）的入射角变大，能够抑制上述那样的由周边视角的光线的全反射引起的不良情况的产生。此外，第七透镜 L7 的像侧的面上的“拐点”是指，第七透镜 L7 的像侧的面形状相对于像侧从凸形状转变为凹形状（或者从凹形状转变为凸形状）的点。拐点的位置只要是在第七透镜 L7 的像侧的面的有效直径内，则能够配置在从光轴向半径方向外侧的任意位置上。此外，在此所述的成像区域的周边部是指，半径方向外侧最大有效半径的大致 50％至 70％的部分。

[0075] 并且，如各实施方式所示，优选，使第七透镜 L7 形成为在光轴附近将凹面朝向像侧的弯月形状。在这种情况下，难以产生使第七透镜 L7 的负光焦度过强的需要，因此有利于实现全长的缩短化。

[0076] 并且，构成上述摄像镜头 L 的各透镜 L1 至 L7 不是接合透镜而是单透镜。例如，在具备了将线膨胀系数不同的材质的透镜彼此接合而成的接合透镜的镜头系统中，可能由于温度变化而在接合透镜的接合面上产生由线膨胀系数的不同引起的像差。但是，构成上述摄像镜头 L 的各透镜 L1 至 L7 不是接合透镜而是单透镜，因此能够抑制如上所述地由于线膨胀系数的不同而在接合面上产生像差。并且，在摄像镜头的制造工序中不需要接合工序、用于购买粘接剂的成本，因此与如专利文献 1 及 2 那样具备了接合透镜的摄像镜头相比能够将制造成本抑制得较低。并且，使所有的透镜为单透镜，从而与使任一透镜为接合透镜的情况相比，透镜面数较多，因此各透镜的设计自由度变高，能够适当地实现全长的缩短化。

[0077] 根据上述摄像镜头 L，在作为整体有 7 片透镜这样的镜头结构中，使第一至第七透镜的各镜头要素的结构最优化，因此能够实现使全长缩短化并具有较小的 F 值、从中心视角到周边视角具有较高的成像性能的镜头系统。

[0078] 为了高性能化，该摄像镜头 L 优选将第一透镜 L1 至第七透镜 L7 的各个透镜的至少一方的面设为非球面形状。

[0079] 接着，进一步详细说明如上所述地构成的摄像镜头 L 的与条件式相关的作用及效果。此外，摄像镜头 L 对于下述各条件式优选满足各条件式的任一个或任意的组合。所满足的条件式优选根据摄像镜头 L 所要求的事项来适当选择。

[0080] 首先，第一透镜 L1 与第二透镜 L2 的合成焦距 f12 及整个系统的焦距 f 更优选满足以下条件式 (1)。

[0081] $0<f/f12 \quad (1)$

[0082] 条件式 (1) 用于规定整个系统的焦距 f 相对于第一透镜 L1 与第二透镜 L2 的合成焦距 f12 的比的优选数值范围。以避免成为条件式 (1) 的下限以下的方式确保第一透镜 L1 与第二透镜 L2 的合成光焦度，从而相对于整个系统的光焦度，第一透镜 L1 与第二透镜 L2 的合成光焦度不会过弱，能够适当地使全长缩短化。为了进一步提高这一效果，更优选满足条件式 (1－1) 的下限，进一步优选满足条件式 (1－2) 的下限。并且，以避免成为条件式 (1－1) 的上限以上的方式维持第一透镜 L1 与第二透镜 L2 的合成光焦度，从而相对于整个系统的光焦度，第一透镜 L1 与第二透镜 L2 的合成光焦度不会过强，尤其是能够良好地校正球面像差及轴上色差。为了进一步提高这一效果，更优选满足条件式 (1－2) 的上限。

[0083] $0<f/f12<5$ (1－1)

[0084] $0.2<f/f12<1$ (1－2)

[0085] 并且，第二透镜 L2 的焦距 f2 及整个系统的焦距 f 优选满足以下条件式 (2)。

[0086] $f/f2<-0.1$ (2)

[0087] 条件式 (2) 用于规定整个系统的焦距 f 相对于第二透镜 L2 的焦距 f2 的比的优选数值范围。以避免成为条件式 (2) 的上限以上的方式确保第二透镜 L2 的光焦度，由此，相对于整个系统的光焦度，第二透镜 L2 的负光焦度不会过弱，尤其是能够良好地校正轴上色差。为了进一步提高这一效果，更优选满足条件式 (2－1) 的上限，进一步优选满足条件式 (2－2) 的上限。并且，优选，以避免成为条件式 (2－1) 的下限以下的方式维持第二透镜 L2 的光焦度。在这种情况下，相对于整个系统的光焦度，第二透镜 L2 的负光焦度不会过强，能够适当地使全长缩短化。并且，为了进一步提高这一效果，更优选满足条件式 (2－2) 的下限。

[0088] $-1<f/f2<-0.2$ (2－1)

[0089] $-0.8<f/f2<-0.2$ (2－2)

[0090] 并且，第一透镜 L1 的焦距 f1 及整个系统的焦距 f 优选满足以下条件式 (3)。

[0091] $0<f/f1<2.5$ (3)

[0092] 条件式 (3) 用于规定整个系统的焦距 f 相对于第一透镜 L1 的焦距 f1 的比的优选数值范围。以避免成为条件式 (3) 的下限以下的方式确保第一透镜 L1 的光焦度，从而相对于整个系统的光焦度，第一透镜 L1 的光焦度不会过弱，能够适当地使全长缩短化。并且，优选，以避免成为条件式 (3) 的上限以上的方式维持第一透镜 L1 的光焦度，在这种情况下，相对于整个系统的光焦度，第一透镜 L1 的光焦度不会过强，尤其是能够良好地校正球面像差。为了进一步提高这一效果，优选满足条件式 (3－1)，更优选满足条件式 (3－2)。

[0093] $0.5<f/f1<2$ (3－1)

[0094] $0.55<f/f1<1.5$ (3－2)

[0095] 并且，第三透镜 L3 的焦距 f3 及整个系统的焦距 f 优选满足以下条件式 (4)。

[0096] $0<f/f3$ (4)

[0097] 条件式 (4) 用于规定整个系统的焦距 f 相对于第三透镜 L3 的焦距 f3 的比的优选数值范围。以避免成为条件式 (4) 的下限以下的方式确保第三透镜 L3 的光焦度，从而相对于整个系统的光焦度，第三透镜 L3 的光焦度不会过弱，能够适当地使全长缩短化。为了进一步提高这一效果，更优选满足条件式 (4－1) 的下限，更进一步优选满足条件式 (4－2) 的下限。并且，优选，以避免成为条件式 (4－1) 的上限以上的方式维持第三透镜 L3 的光焦度，在这种情况下，相对于整个系统的光焦度，第三透镜 L3 的光焦度不会过强，能够良好地校正球面像差。为了进一步提高这一效果，更优选满足条件式 (4－2) 的上限。

[0098] $0.32<f/f3<1$ (4－1)

[0099] $0.35<f/f3<0.6$ (4－2)

[0100] 并且，第四透镜 L4 的焦距 f4 及整个系统的焦距 f 优选满足以下条件式 (5)。

[0101] $f/f4<0$ (5)

[0102] 条件式 (5) 用于规定整个系统的焦距 f 相对于第四透镜 L4 的焦距 f4 的比的优选数值范围。以避免成为条件式 (5) 的上限以上的方式确保第四透镜 L4 的光焦度，从而相对

于整个系统的光焦度，第四透镜 L4 的负光焦度不会过弱，尤其是能够良好地校正中间视角中的像面弯曲。为了进一步提高这一效果，优选满足条件式 (5－1) 的上限，更进一步优选满足条件式 (5－2) 的上限。并且，以避免成为条件式 (5－1) 的下限以下的方式维持第四透镜 L4 的光焦度，从而相对于整个系统的光焦度，第四透镜 L4 的负光焦度不会过强，能够抑制光轴附近的色差。为了进一步提高这一效果，更优选满足条件式 (5－2) 的下限。

[0103] $-0.65<f/f4<0$ (5－1)

[0104] $-0.6<f/f4<-0.1$ (5－2)

[0105] 并且，第一透镜 L1 的光轴上的厚度 Da 和整个系统的焦距 f 优选满足以下条件式 (6)。

[0106] $0.08<Da/f$ (6)

[0107] 条件式 (6) 用于规定第一透镜 L1 的光轴上的厚度 Da 相对于整个系统的焦距 f 的比的优选数值范围。以避免成为条件式 (6－1) 的下限以下的方式相对于整个系统的焦距 f 确保第一透镜 L1 的光轴上的厚度 Da，从而能够良好地校正像散，并且，容易抑制第一透镜 L1 的透镜周边部的厚度变得过薄，因此在制造方面是有利的。为了进一步提高这一效果，更优选满足条件式 (6－1) 的下限，更进一步优选满足条件式 (6－2) 的下限。并且，以避免成为条件式 (6－1) 的上限以上的方式相对于整个系统的焦距 f 维持第一透镜 L1 的光轴上的厚度 Da，从而能够将具有正光焦度的第一透镜 L1 的物体侧的面与入射光瞳之间的距离维持成不会变得过大，并抑制第一透镜 L1 的有效直径的大型化。为了进一步提高这一效果，优选满足条件式 (6－2) 的上限。此外，在各实施方式中，第一透镜 L1 的光轴上的厚度 Da 与下述的表 1、3、5、7、9、11 所示的 D1 对应。

[0108] $0.1<Da/f<0.3$ (6－1)

[0109] $0.12<Da/f<0.2$ (6－2)

[0110] 并且，第二透镜 L2 的光轴上的厚度 Db 和整个系统的焦距 f 优选满足以下条件式 (7)。

[0111] $0.05<Db/f<0.3$ (7)

[0112] 条件式 (7) 用于规定第二透镜 L2 的光轴上的厚度 Db 相对于整个系统的焦距 f 的比的优选数值范围。以避免成为条件式 (7－1) 的下限以下的方式相对于整个系统的焦距 f 确保第二透镜 L2 的光轴上的厚度 Db，从而能够维持透镜强度，并抑制制造时的变形、破损。并且，以避免成为条件式 (7) 的上限以上的方式相对于整个系统的焦距 f 维持第二透镜 L2 的光轴上的厚度 Db，从而能够将轴上色差的产生抑制成能够在摄像镜头 L 整体进行校正的程度。为了进一步提高这一效果，优选满足条件式 (7－1)，更进一步优选满足条件式 (7－2)。此外，在各实施方式中，第二透镜 L2 的光轴上的厚度 Db 与下述的表 1、3、5、7 所示的 D4 对应，与下述的表 9、11 所示的 D3 对应。

[0113] $0.06<Db/f<0.2$ (7－1)

[0114] $0.06<Db/f<0.12$ (7－2)

[0115] 并且，从第一透镜 L1 的物体侧的面到第二透镜 L2 的像侧的面的光轴上的距离 Dc 和整个系统的焦距 f 优选满足以下条件式 (8)。

[0116] $0.2<Dc/f<0.5$ (8)

[0117] 条件式 (8) 用于规定从第一透镜 L1 的物体侧的面到第二透镜 L2 的像侧的面的光

轴上的距离 Dc 相对于整个系统的焦距 f 的比的优选数值范围。以避免成为条件式 (8) 的下限以下的方式相对于整个系统的焦距 f 确保从第一透镜 L1 的物体侧的面到第二透镜 L2 的像侧的面的光轴上的距离 Dc，从而能够使制造误差对从第一透镜 L1 的物体侧的面到第二透镜 L2 的像侧的面的光轴上的距离 Dc 的影响相对较小。以避免成为条件式 (8) 的上限以上的方式相对于整个系统的焦距 f 维持从第一透镜 L1 的物体侧的面到第二透镜 L2 的像侧的面的光轴上的距离 Dc，从而不需要使第二透镜 L2 的负光焦度过强，能够抑制轴上色差的产生。为了进一步提高这一效果，优选满足条件式 (8－1)，更优选满足条件式 (8－2)。此外，在各实施方式中，从第一透镜 L1 的物体侧的面到第二透镜 L2 的像侧的面的光轴上的距离 Dc 与下述的表 1、3、5、7 所示的 D1、D2、D3、D4 的总和对应，与下述的表 9、11 所示的 D1、D2、D3 的总和对应。

[0118] $0.21<Dc/f<0.4$ (8－1)

[0119] $0.22<Dc/f<0.3$ (8－2)

[0120] 如以上说明的那样，根据本实用新型的实施方式所涉及的摄像镜头 L，在作为整体有 7 片透镜这样的镜头结构中，使各镜头要素的结构最优化，使所有的透镜为单透镜，因此能够实现使全长缩短化且 F 值较小、从中心视角到周边视角具有较高的成像性能的镜头系统。并且，本实用新型的实施方式所涉及的摄像镜头 L 具有 3 以下的较小的 F 值，能够适当地适用于移动电话、智能手机、平板终端等。相对于此，专利文献 1 记载的摄像镜头的 F 值为 4.66，较大，难以应对能够对应于高像素化的摄像元件。

[0121] 并且，例如在如第一～第六实施方式所涉及的摄像镜头那样以全视角为 70 度以上的方式设定了上述摄像镜头 L 的第一透镜 L1 至第七透镜 L7 的各镜头结构的情况下，在构成摄像镜头的情况下，能够将摄像镜头 L 适当地适用于移动电话终端等，能够响应以下的要求：想要取得以高分辨率拍摄大的视角而得到的图像并从拍摄到的图像对所期望的图像部分等进行放大而取得。

[0122] 并且，通过适当满足优选的条件，能够实现更高的成像性能。并且，根据本实施方式所涉及的摄像装置，输出与通过本实施方式所涉及的高性能的摄像镜头形成的光学图像对应的摄像信号，因此能够获得从中心视角到周边视角高分辨率的摄影图像。

[0123] 接着，说明本实用新型的实施方式所涉及的摄像镜头的具体的数值实施例。以下，汇总多个数值实施例来进行说明。

[0124] 下述的表 1 及表 2 表示与图 1 所示的摄像镜头的结构对应的具体的镜头数据。尤其是，表 1 表示其基本的镜头数据，表 2 表示与非球面相关的数据。表 1 所示的镜头数据中的面编号 Si 栏中，对于实施例 1 所涉及的摄像镜头，将最靠近物体侧的镜头要素的面作为第一个（将开口光圈 St 作为第一个），随着朝向像侧依次增加的方式示出标注了附图标记的第 i 个面的编号。曲率半径 Ri 栏中，与在图 1 中标注了附图标记的 Ri 对应地，表示从物体侧开始第 i 个面的曲率半径的值 (mm)。关于面间隔 Di 栏，也同样地表示从物体侧开始第 i 个面 Si 和第 i+1 个面 S(i+1) 在光轴上的间隔 (mm)。Ndj 栏表示从物体侧开始第 j 个光学要素相对于 d 线 (587.56nm) 的折射率的值。νdj 栏表示从物体侧开始第 j 个光学要素相对于 d 线的阿贝数的值。此外，在各镜头数据中，作为各数据分别表示整个系统的焦距 f(mm) 和后焦距 Bf(mm) 的值。此外，该后焦距 Bf 表示空气换算后的值。

[0125] 该实施例 1 所涉及的摄像镜头中，第一透镜 L1 至第七透镜 L7 的两面全部是非球

面形状。在表 1 的基本镜头数据中，作为这些非球面的曲率半径，表示了光轴附近的曲率半径（近轴曲率半径）的数值。

[0126] 表 2 表示实施例 1 的摄像镜头中的非球面数据。在作为非球面数据表示的数值中，符号“E”表示紧随其后的数值是以 10 为底数的“幂指数”，表示以该 10 为底数的指数函数所表示的数值与“E”之前的数值相乘。例如，若为“1.0E－02”，则表示“1.0×10^{-2}”。

[0127] 作为非球面数据，记载由下式 (A) 表示的非球面形状的式中的各系数 Ai、KA 的值。更具体而言，Z 表示，从处于距光轴高度 h 的位置上的非球面上的点开始下垂至非球面的顶点的切平面（与光轴垂直的平面）的垂线的长度 (mm)。

[0128] $Z = C \cdot h^2 / \{1+(1-KA \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2}\} + \Sigma Ai \cdot h^i \cdots\cdots (A)$

[0129] 其中，

[0130] Z 为非球面的深度 (mm)，

[0131] H 为从光轴到透镜面的距离（高度）(mm)，

[0132] C 为近轴曲率＝ 1/R(R：近轴曲率半径)，

[0133] Ai 为第 i 次（i 为 3 以上的整数）的非球面系数，

[0134] KA 为非球面系数。

[0135] 与上述实施例 1 的摄像镜头同样地，表 3 ～表 12 表示与图 2 ～图 5 及图 14 所示的摄像镜头的结构对应的具体的镜头数据作为实施例 2 至实施例 6。在这些实施例 1 ～ 6 所涉及的摄像镜头中，第一透镜 L1 至第七透镜 L7 的两面全部是非球面形状。

[0136] 图 7(A) ～ (D) 分别表示实施例 1 的摄像镜头中的球面像差、像散、失真（畸变）、倍率色差（倍率的色差）的图。在表示球面像差、像散（像面弯曲）、失真（畸变）的各像差图中，表示以 d 线（波长 587.56nm）为基准波长的像差。在球面像差图、倍率色差图中也表示关于 F 线（波长 486.1nm）、C 线（波长 656.27nm）的像差。并且，在球面像差图中也表示关于 g 线（波长 435.83nm）的像差。在像散图中，实线表示弧矢方向 (S) 的像差，虚线表示切线方向 (T) 的像差。并且，Fno. 表示 F 数，ω 表示半视角。

[0137] 同样地，图 8(A) ～ (D) 至图 11(A) ～ (D) 及图 15(A) ～ (D) 表示关于实施例 2 至实施例 6 的摄像镜头的各像差。

[0138] 并且，表 13 表示对于各实施例 1 ～ 6 分别汇总了与本实用新型所涉及的各条件式 (1) ～ (8) 相关的值而成的表格。

[0139] 如从以上各数值数据及各像差图可知的那样，对于各实施例，适当地校正畸变，实现广角化，并实现较高的成像性能。

[0140] 此外，在本实用新型的摄像镜头中，不限于实施方式及各实施例，能够进行各种变形实施。例如，各镜头成分的曲率半径、面间隔、折射率、阿贝数、非球面系数的值等不限于各数值实施例中所示的值，可以取其他值。

[0141] 并且，在各实施例中，均为以固定焦点进行使用的前提下的记载，但也可以是能够调焦的结构。例如，也可以是将镜头系统整体陆续送出，或使一部分透镜在光轴上移动而能够自动对焦的结构。

[0142] 【表 1】

[0143] 实施例 1

[0144] f ＝ 6.739，Bf ＝ 1.095

[0145]

Si	Ri	Di	Ndj	νdj
*1	3.47747	1.060	1.68930	53.08
*2	9.37705	0.202		
3(开口光圈)	∞	0.067		
*4	6.14655	0.500	1.63351	23.63
*5	3.88806	0.353		
*6	11.16913	0.765	1.54492	55.89
*7	-44.98745	0.219		
*8	-13.84008	0.997	1.63351	23.63
*9	18.01047	0.343		
*10	24.34916	1.325	1.54492	55.89
*11	-3.60968	0.162		
*12	15.71880	1.197	1.63351	23.63
*13	8.22700	0.354		
*14	5.21116	0.594	1.54492	55.89
*15	2.12666	0.612		
16	∞	0.250	1.51633	64.14
17	∞	0.319		
18（像面）	∞			

[0146] *：非球面

[0147] 【表 2】

[0148]

实施例1・非球面数据					
面编号	kA	A2	A4	A6	A8
1	-5.2374676E+00	-9.3429505E-04	2.7470406E-02	-2.3848542E-02	3.6072872E-02
2	4.9076031E+00	4.4662343E-03	-3.4089297E-02	5.8217277E-02	-8.0733107E-02
4	9.6080687E-01	1.8957528E-02	-4.6784545E-02	2.5437123E-02	-4.2500217E-02
5	-5.1023505E+00	1.7876903E-02	-1.0816532E-01	1.9853201E-01	-2.8864858E-01
6	-2.6082806E+00	4.1312208E-03	-3.3493674E-02	3.7024694E-02	-4.5561147E-02
7	-4.9710810E+01	-1.5013014E-02	7.1751700E-02	-2.8716132E-01	4.6588347E-01
8	-1.7835066E+01	-4.6725404E-03	-2.4428649E-02	-3.9017885E-02	4.8873271E-02
9	-3.2785904E+00	-1.2492831E-02	8.5787386E-03	-6.0589418E-02	7.6406391E-02
10	-1.8586232E+01	4.7047788E-03	-1.6321446E-02	2.1074736E-02	-1.0944237E-02
11	1.0000000E+00	-2.8021650E-02	7.5838927E-04	1.7108629E-02	-2.4047063E-02
12	1.0000000E+00	-3.7783813E-02	2.8087058E-04	3.9154638E-03	8.1903010E-04
13	1.2491852E+00	-4.1437989E-02	1.2733998E-02	-8.3993069E-03	-3.4053278E-04
14	8.3801038E-02	-3.2954049E-02	-9.8534337E-02	5.2067564E-02	-4.0083391E-03
15	-4.7806448E+00	-3.4090307E-02	-5.7749844E-02	3.5709106E-02	-8.6091079E-03
	A7	A8	A9	A10	
1	-3.5738103E-02	2.0286100E-02	-6.0959573E-03	7.8783383E-04	
2	8.2194708E-02	-5.1479112E-02	1.7488376E-02	-2.4815160E-03	
3	7.5360714E-02	-6.0148594E-02	2.2357830E-02	-3.2283827E-03	
4	2.7817148E-01	-1.5940288E-01	4.8823580E-02	-6.2186698E-03	
5	2.8705318E-02	-9.3160085E-03	1.8788118E-03	-3.6112783E-04	
6	-4.4980388E-01	2.5381873E-01	-7.8150673E-02	1.0142423E-02	
7	-2.7286658E-02	4.0779807E-03	2.1974741E-03	-5.2918797E-04	
8	-5.8085603E-02	2.6016182E-02	-6.2448934E-03	8.4972522E-04	
9	-5.8085603E-02	2.6016182E-02	-6.2448934E-03	8.4972522E-04	
10	2.3520229E-03	-7.9344231E-04	3.8913797E-04	-6.1026184E-05	
11	-1.9380698E-03	2.9934248E-04	-1.2589100E-04	-2.4412132E-05	
12	-2.2188853E-03	2.9408570E-04	-1.2853639E-04	-2.0860931E-05	
13	8.7746905E-04	-6.9833289E-05	-1.1425926E-05	1.5647002E-06	
14	-2.9913304E-03	8.7247048E-04	-9.1782551E-05	3.4273585E-06	
15	-8.3258321E-04	5.3839462E-04	-8.4368245E-05	4.6857102E-06	

[0149] 【表3】

[0150] 实施例2

[0151] f = 6.037 Bf = 1.444

[0152]

Si	Ri	Di	Ndj	νdj
*1	3.56930	0.790	1.68930	53.08
*2	36.11400	0.102		
3(开口光圈)	∞	0.150		
*4	-105.69860	0.500	1.63351	23.63
*5	6.81581	0.288		
*6	7.04456	0.674	1.54492	55.89
*7	75.06060	0.224		
*8	98.16887	0.500	1.63351	23.63
*9	7.37772	0.483		
*10	-59.77147	1.124	1.54492	55.89
*11	-3.24728	0.150		
*12	4.55972	0.650	1.63351	23.63
*13	7.07563	0.330		
*14	13.25910	0.555	1.54492	55.89
*15	2.07346	0.612		
16	∞	0.250	1.51633	64.14
17	∞	0.667		
18（像面）	∞			

[0153] *：非球面

[0154] 【表 4】

[0155]

实施例2・非球面数据					
面编号	KA	A3	A4	A5	A6
1	-5.62888818E+00	-1.03136886E-03	1.88504 72E-02	-1.88597 14E-02	2.7373124E-02
2	4.27775 78E+01	2.34783831E-03	-2.79389 43E-02	2.78692 06E-02	-4.88915 80E-02
4	-4.99991 93E+01	-2.46892 96E-04	-2.70665 40E-02	6.90158 70E-03	-4.85343 83E-03
5	9.25331 28E+00	8.68430 18E-03	-3.28038 74E-02	1.34196 66E-01	-2.22091 25E-01
6	-3.38851 03E+01	9.12751 13E-04	-2.93288 33E-02	2.01327 01E-02	-5.11607 46E-02
7	2.93889 88E+01	-1.32409 26E-02	4.30145 03E-02	-2.35232 00E-01	4.47188 67E-01
8	-4.99926 54E+01	-1.82044 71E-03	-3.01397 68E-02	-5.52858 11E-02	1.33608 24E-01
9	5.01996 83E+00	-1.98389 51E-03	-8.51655 76E-02	-4.04427 36E-02	1.08608 64E-01
10	4.44547 87E+01	-1.47552 84E-04	8.24781 39E-02	-8.85404 39E-03	-2.55900 55E-03
11	1.00000 00E+00	-7.80439 44E-02	5.25064 67E-02	-1.11255 46E-02	-9.17933 73E-03
12	1.00000 00E+00	-9.62591 80E-02	4.82789 67E-02	-2.21440 93E-02	-4.16197 18E-03
13	1.96209 76E+00	-7.13287 75E-02	5.76030 16E-02	-3.48956 91E-02	9.38547 54E-04
14	4.59091 77E+00	-4.83083 33E-02	-7.78933 03E-02	5.09084 32E-02	-5.38184 21E-03
15	-5.75387 16E+00	-9.42391 82E-03	-5.89377 23E-02	2.82823 87E-02	-7.95154 14E-03
	A7	A8	A9	A10	
1	-3.49728 74E-02	2.17155 73E-02	-6.46805 87E-03	4.13490 79E-04	
2	8.68205 72E-02	-5.48979 05E-02	2.31613 61E-02	-4.07674 14E-03	
4	5.34066 46E-02	-8.90209 97E-02	2.96724 49E-02	-5.15607 44E-03	
5	2.87019 92E-01	-1.82968 23E-01	6.47720 61E-02	-8.31789 08E-03	
6	4.28283 70E-02	-2.77982 93E-02	1.28140 73E-02	-2.12393 76E-03	
7	-4.66063 86E-01	2.84078 48E-01	-7.91287 62E-02	9.08550 15E-03	
8	-7.76398 55E-02	1.73901 63E-03	9.50154 43E-03	-1.84568 23E-03	
9	-7.05821 05E-02	2.07899 82E-02	-2.84624 48E-03	3.75886 36E-04	
10	4.93910 48E-03	-1.64782 33E-03	-2.04974 59E-04	1.28939 21E-04	
11	6.43727 66E-03	-8.36244 32E-04	-3.14696 23E-04	8.07654 42E-05	
12	3.31119 34E-03	-2.58534 90E-04	-8.74705 51E-05	1.19173 63E-05	
13	3.78586 84E-03	-4.88616 85E-04	-1.14550 10E-04	1.83156 06E-05	
14	-2.84440 97E-02	9.02457 19E-04	-9.16819 60E-05	2.66002 62E-06	
15	-1.90099 68E-03	5.87745 73E-04	-8.05380 07E-05	3.77156 08E-06	

[0156] 【表 5】

[0157] 实施例 3

[0158] f = 7.126, Bf = 2.068

[0159]

Si	Ri	Di	Ndi	νdi
*1	3.91232	0.794	1.68930	53.08
*2	9.89903	0.050		
3(开口光圈)	∞	0.150		
*4	21.23586	0.623	1.63351	23.63
*5	8.62192	0.238		
*6	53.07830	0.565	1.54492	55.89
*7	-12.76496	0.158		
*8	13.70121	0.623	1.63351	23.63
*9	12.87908	0.790		
*10	-2.90189	1.370	1.54492	55.89
*11	-1.72231	0.150		
*12	4.94212	0.810	1.63351	23.63
*13	2.47494	0.539		
*14	23.83331	0.691	1.54492	55.89
*15	5.36949	0.762		
16	∞	0.250	1.51633	64.14
17	∞	1.141		
18（像面）	∞			

[0160] *：非球面

[0161] 【表 6】

[0162]

实施例3 - 非球面数据					
面编号	k	A2	A4	A6	A8
1	-2.546524E+00	-6.925446 7E-04	8.624204 5E-02	-1.019378 9E-02	1.466123 7E-02
2	-3.593364 6E+00	8.850788 1E-04	-2.107322 7E-02	8.872103 3E-03	-1.493774 8E-02
4	-2.008018 0E+01	3.370268 8E-05	-3.194687 5E-02	9.342062 1E-03	-1.871164 7E-02
5	-1.865968 4E+01	2.110832 8E-03	-3.183768 1E-02	3.390927 5E-02	-6.160913 7E-02
6	1.184995 1E+00	1.089952 3E-03	-1.152201 9E-02	1.902773 0E-02	-3.242919 4E-02
7	2.639578 7E+01	-2.841162 8E-03	-3.042377 2E-02	-5.375639 4E-02	1.392412 6E-01
8	3.830137 8E+01	-2.234484 4E-03	-7.877180 0E-02	-1.619042 7E-02	4.991584 5E-02
9	1.600194 6E+01	-2.586213 5E-03	-2.785703 5E-02	-2.244000 8E-02	2.705559 4E-02
10	-7.834592 9E-01	-1.534983 3E-03	5.878658 1E-03	-7.858867 7E-03	-3.359732 2E-03
11	2.879331 8E-01	-1.097148 8E-03	4.211840 1E-02	-2.228415 7E-02	8.139228 8E-04
12	1.325263 0E+00	2.327383 4E-03	-3.064207 1E-02	-1.339834 7E-03	4.698590 8E-03
13	-6.746076 6E+00	-3.555945 8E-03	-1.852003 4E-02	3.987950 5E-03	9.859706 0E-04
14	1.216360 0E+01	4.303719 3E-03	-4.455065 1E-02	2.187588 7E-02	-2.029976 5E-03
15	-2.572301 7E+01	3.531510 6E-03	-2.539433 2E-02	1.286088 5E-02	-2.115517 8E-03

	A7	A8	A9	A10
1	-1.310361 5E-02	5.284544 8E-03	-6.828372 1E-04	-2.214070 1E-04
2	1.683778 4E-02	-1.143134 2E-02	4.405344 3E-03	-7.879 1592E-04
4	2.119489 0E-02	-9.703495 5E-03	2.392765 8E-03	-3.025506 9E-04
5	8.419295 7E-02	-2.859584 4E-02	1.516835 5E-02	-2.852853 3E-03
6	1.326759 1E-02	-3.449084 5E-03	9.280912 8E-04	-7.520255 2E-05
7	-1.323245 3E-01	5.977659 8E-02	-1.341338 0E-02	1.442046 8E-03
8	-2.835396 5E-02	8.437928 7E-04	2.591 1343E-03	-2.190862 2E-04
9	-1.254026 9E-02	4.578223 3E-03	-1.161781 4E-03	2.049359 1E-04
10	1.271252 6E-03	7.765540 6E-04	-6.020667 3E-05	-6.501812 9E-05
11	3.484634 5E-03	-8.307123 5E-04	-7.065849 7E-05	9.057158 1E-05
12	-6.688 0582E-04	-3.121823 8E-04	4.893097 7E-05	5.401333 0E-06
13	-5.423413 6E-04	3.110223 8E-05	1.875952 8E-05	-1.974919 4E-06
14	-8.476282 2E-04	2.150867 6E-04	-1.437534 4E-05	2.535867 7E-06
15	-1.774 0849E-04	1.072877 1E-04	-1.459 1377E-05	7.265843 E-07

[0163] 【表 7】

[0164] 实施例 4

[0165] f = 6.162, Bf = 1.758

[0166]

Si	Ri	Di	Ndi	γ di
*1	4.48032	0.750	1.68930	53.08
*2	10.60971	0.127		
3(开口光圈)	∞	0.150		
*4	35.17514	0.624	1.63351	23.63
*5	10.37528	0.150		
*6	20.04085	0.757	1.54492	55.89
*7	-9.63855	0.203		
*8	18.63615	0.623	1.63351	23.63
*9	11.89701	0.539		
*10	-3.73217	1.843	1.54492	55.89
*11	-2.07798	0.150		
*12	3.20325	0.810	1.63351	23.63
*13	1.85774	0.501		
*14	2.47691	0.685	1.54492	55.89
*15	2.08567	0.900		
16	∞	0.250	1.51633	64.14
17	∞	0.693		
18（像面）	∞			

[0167] *：非球面

[0168] 【表 8】

[0169]

实施例4・非球面数据					
面编号	KA	A3	A4	A5	A6
1	-7.9144537E+00	-7.8830916E-04	1.3200254E-02	-8.8534474E-03	1.0586838E-02
2	-2.3377879E+01	1.3410328E-04	-1.0437611E-02	4.5830375E-03	-1.1847704E-02
4	-4.9999830E+01	-4.7310627E-04	-1.9908188E-02	-7.4140894E-04	-4.1888731E-04
5	-9.0000000E+01	1.0284684E-03	-2.4184716E-02	1.7081580E-02	-4.1233607E-02
6	-5.0000000E+01	-4.2885214E-04	-1.2114085E-02	8.6418341E-03	-2.2434858E-02
7	-9.3256028E+00	-1.6687338E-03	-1.7417148E-02	-6.8592134E-02	1.2170772E-01
8	8.3471768E+00	-3.8225797E-03	-4.3205722E-02	-4.3357553E-02	4.7055847E-02
9	1.3550829E+01	-1.8592878E-04	-1.9651286E-02	-2.1562129E-02	2.1824287E-02
10	-1.0282879E+00	-6.3855450E-05	4.4288160E-03	-1.2419787E-02	1.8827009E-03
11	3.8493642E+01	-5.6388658E-02	7.7861326E-02	-2.7114852E-02	-2.7615093E-03
12	4.3918588E+01	-6.1694824E-02	5.2997444E-03	-1.0266072E-03	5.3072328E-04
13	-3.3106062E+00	-2.5334079E-02	9.6406897E-03	-3.0926594E-03	4.7552297E-04
14	-2.6861682E+01	-5.4823231E-03	-5.4734481E-02	2.1228037E-02	-1.3285021E-03
15	-2.3097168E+00	4.1612874E-03	-3.3011745E-02	1.4257900E-02	-1.9796139E-03
	A7	A8	A9	A10	
1	-1.0978503E-02	5.1924039E-03	-8.5030906E-04	-5.8726564E-05	
2	1.5576238E-02	-1.1785801E-02	4.4758202E-03	-7.0850206E-04	
4	9.8402134E-03	-1.0515898E-02	5.7121053E-03	-1.3732643E-03	
5	5.3004726E-02	-4.1930236E-02	1.0796389E-02	-3.5729839E-03	
6	1.6366376E-02	-7.8105174E-03	1.5052602E-03	8.0291071E-05	
7	-1.1651298E-01	5.3911831E-02	-1.6093325E-02	1.8164601E-03	
8	-2.1585069E-02	-1.2527834E-03	1.9620398E-03	1.0074531E-05	
9	-1.2696879E-02	5.4917569E-03	-1.2043201E-03	1.3042379E-04	
10	1.1964584E-03	-1.0317140E-04	5.3041432E-05	-2.2949549E-05	
11	5.1534452E-03	-8.4443458E-04	-1.6485034E-04	8.3981725E-05	
12	-7.1362858E-05	-8.9184061E-05	1.7181845E-05	-8.3868329E-07	
13	1.8058369E-05	-2.3675791E-05	2.6223194E-06	-1.2451413E-07	
14	-8.3446990E-04	1.9808613E-04	-1.4361407E-05	2.1282976E-07	
15	-2.2883343E-04	1.1160781E-04	-1.3970817E-05	6.2857532E-07	

[0170] 【表 9】

[0171] 实施例 5

[0172] f = 6.544, Bf = 1.211

[0173]

Si	Ri	Di	Ndi	νdi
*1	3.56154	1.042	1.68930	53.08
*2	10.63988	0.150		
*3	10.28711	0.550	1.99754	20.51
*4	7.09317	0.226		
S(开口光圈)	∞	0.261		
*6	61.89348	0.702	1.54492	55.89
*7	-28.00523	0.302		
*8	-26.55328	0.503	1.63351	23.63
*9	-684.12145	0.657		
*10	25.36826	1.351	1.54492	55.89
*11	-3.74501	0.150		
*12	11.10144	0.500	1.63351	23.63
*13	12.17088	0.481		
*14	18.31268	0.507	1.54492	55.89
*15	2.07673	0.612		
16	∞	0.250	1.51633	64.14
17	∞	0.434		
18（像面）	∞			

[0174] *：非球面

[0175] 【表 10】

[0176]

实施例5・非球面数据					
面编号	KA	A2	A4	A5	A6
1	-4.8923943E+00	-1.9779228E-03	2.7754044E-02	-2.8320872E-02	3.8041594E-02
2	1.4220233E+01	4.1989210E-03	-3.9079017E-02	5.7159607E-02	-7.8280277E-02
3	-8.0059411E+00	1.2475174E-03	-3.3581149E-02	2.4808471E-02	-4.9335441E-02
4	-3.0600018E-01	1.8453011E-02	-8.7790208E-02	1.9157315E-01	-2.8814870E-01
5	5.0000009E+01	2.2232869E-03	-3.6465237E-02	3.4022827E-02	-4.4631226E-02
6	-4.6758247E+01	-2.3583787E-02	7.4483480E-02	-2.9002359E-01	4.6038843E-01
7	4.4560282E+01	-7.3040338E-03	-3.8645051E-02	-3.7899498E-02	4.8514478E-02
8	-4.9867306E+01	-1.0377317E-02	-1.3085943E-02	-5.8252811E-02	7.8005469E-02
9	4.3012915E+01	5.7735437E-03	-2.0864749E-02	1.9020572E-02	-1.1028250E-02
10	1.0000000E+00	-4.1737169E-02	2.3111736E-02	1.0047078E-02	-3.7170458E-03
11	1.0000000E+00	-4.3477431E-02	2.3679775E-03	3.6120356E-03	-4.4853483E-04
12	-1.6480154E+01	-8.4032043E-03	3.9020650E-04	-5.6578583E-03	-1.2828868E-04
13	2.3384074E-01	-7.8385784E-04	-1.0452077E-01	5.1685450E-02	-3.9495533E-03
14	-5.1233601E+00	-3.5928411E-03	-5.0434532E-02	3.4058063E-02	-8.3580544E-03
	A7	A8	A9	A10	
1	-3.8178176E-02	2.0271700E-02	-6.3486739E-03	8.2358933E-04	
2	8.3873762E-02	-5.2935811E-02	1.6742647E-02	-2.1988118E-03	
3	7.6973338E-02	-5.8710465E-02	2.1810120E-02	-2.8923859E-03	
4	2.8063765E-01	-1.5978869E-01	4.7570948E-02	-6.4800088E-03	
5	2.8186064E-02	-9.2598342E-03	1.3459887E-03	-2.3088840E-04	
6	-4.5011694E-01	2.5336899E-01	-7.6352272E-02	9.9176061E-03	
7	-2.7943934E-02	4.2950871E-03	1.1846306E-03	1.2352229E-04	
8	-5.7820137E-02	2.5770135E-02	-6.2776560E-03	7.8272755E-04	
9	2.3061000E-03	-5.0750687E-04	4.1418004E-04	-7.8887092E-05	
10	-2.1822980E-03	4.3205320E-04	-1.5598265E-04	2.7075859E-05	
11	-2.2383952E-03	4.2997358E-04	-1.2201360E-04	2.3965180E-05	
12	5.6355671E-04	-8.4009368E-05	1.2694089E-05	-2.7952786E-06	
13	-2.8509401E-03	8.7795353E-04	-9.1739962E-05	3.1211286E-06	
14	-9.1588122E-04	5.3352732E-04	-2.5663671E-05	4.8363007E-06	

[0177] 【表 11】

[0178] 实施例 6

[0179] $f = 6.746, Bf = 1.192$

[0180]

Si	Ri	Di	Ndj	νdj
*1	3.45989	1.031	1.68930	53.08
*2	11.09136	0.150		
*3	11.47051	0.500	1.63351	23.63
*4	5.79049	0.219		
5(开口光圈)	∞	0.185		
*6	115.37069	0.890	1.54492	55.89
*7	-13.40788	0.323		
*8	-11.20166	0.702	1.63351	23.63
*9	-135.08261	0.383		
*10	51.32833	1.690	1.54492	55.89
*11	-3.70074	0.150		
*12	8.08484	0.564	1.63351	23.63
*13	7.24874	0.485		
*14	8.77574	0.703	1.54492	55.89
*15	2.12825	0.612		
16	∞	0.250	1.51633	64.14
17	∞	0.415		
18（像面）	∞			

[0181] *:非球面

[0182] 【表 12】

[0183]

实施例6・非球面数据					
面编号	KA	A2	A4	A6	A8
1	-4.8356840E+00	-2.1014077E-03	2.9342275E-02	-2.9803454E-02	3.6404014E-02
2	1.9060220E+01	4.6292000E-03	-3.6339211E-02	5.7046469E-02	-7.9403184E-02
3	1.0943141E+00	1.8987251E-03	-4.2782279E-02	2.9031607E-02	-4.3135174E-02
4	-4.0608903E+00	1.7506146E-02	-1.0459030E-01	1.9890502E-01	-2.8843756E-01
6	-4.9822312E+01	2.7718838E-03	-3.7801053E-02	3.9448620E-02	-4.3502842E-02
7	4.2691040E+01	-1.7023759E-02	7.4513500E-02	-2.8447256E-01	4.6394811E-01
8	-7.0747223E+00	-6.1105350E-03	-1.3782225E-02	-4.7390145E-02	4.9129902E-02
9	-3.4608384E+01	-7.8350502E-03	9.2043951E-03	-9.9439497E-02	7.6287012E-02
10	-4.9088254E+01	7.9401532E-03	-2.1815024E-02	2.2331461E-02	-1.0692988E-02
11	1.0000000E+00	-2.0903089E-02	-4.7034744E-03	1.7032423E-02	-1.8025973E-03
12	1.0000000E+00	-3.1130882E-02	-9.0163515E-03	6.4071690E-03	8.2929212E-04
13	1.8239830E+00	-2.1243312E-02	4.0209003E-03	-6.5226056E-03	-3.8415136E-05
14	7.1268323E-02	2.8048319E-03	-1.0561402E-01	5.1563721E-02	-9.8458470E-03
15	-4.4420982E+00	3.4889217E-02	-5.8913798E-02	3.4421053E-02	-9.2758856E-03

	A7	A8	A9	A10
1	-3.5332598E-02	2.0231103E-02	-6.2023212E-03	8.1468230E-04
2	8.3234129E-02	-5.1754612E-02	1.7058043E-02	-2.3140815E-03
3	7.5128106E-02	-6.0050054E-02	2.2349847E-02	-3.2068315E-03
4	2.7914425E-01	-1.5950470E-01	4.8231863E-02	-5.8321353E-03
6	2.3811240E-02	-8.7420720E-03	1.2893299E-03	-7.1518814E-05
7	-4.5088901E-01	2.5520756E-01	-7.7940815E-02	9.9252514E-03
8	-2.6536096E-02	4.2769923E-03	-1.1832253E-03	-8.4887877E-05
9	-5.8243309E-02	2.5862672E-02	-6.2628825E-03	7.0286433E-04
10	2.3226598E-03	-9.0673760E-04	3.8151208E-04	-6.0953588E-05
11	-1.8925385E-03	2.0011784E-04	1.2211470E-04	-2.4511306E-05
12	-2.1360503E-03	3.3196161E-04	-1.3030573E-04	-2.8320323E-05
13	8.9467044E-04	-7.8486154E-05	-1.3849288E-06	2.1973327E-06
14	-2.9467692E-03	8.7894252E-04	-8.1648283E-05	3.0626557E-06
15	-8.1413178E-04	5.3072853E-04	-6.5932598E-05	3.8306194E-06

[0184] 【表 13】

[0185]

与条件式相关的值							
式编号	条件式	实施例1	实施例2	实施例3	实施例4	实施例5	实施例6
1	f/f12	0.64	0.57	0.55	0.36	0.71	0.65
2	f/f2	-0.37	-0.60	-0.30	-0.26	-0.26	-0.55
3	f/f1	0.90	1.06	0.80	0.58	0.90	1.10
4	f/f3	0.41	0.43	0.38	0.51	0.18	0.40
5	f/f4	-0.55	-0.48	-0.01	-0.11	-0.15	-0.34
6	Da/f	0.16	0.13	0.11	0.12	0.16	0.15
7	Db/f	0.07	0.08	0.09	0.10	0.08	0.07
8	Dc/f	0.27	0.26	0.23	0.27	0.27	0.25

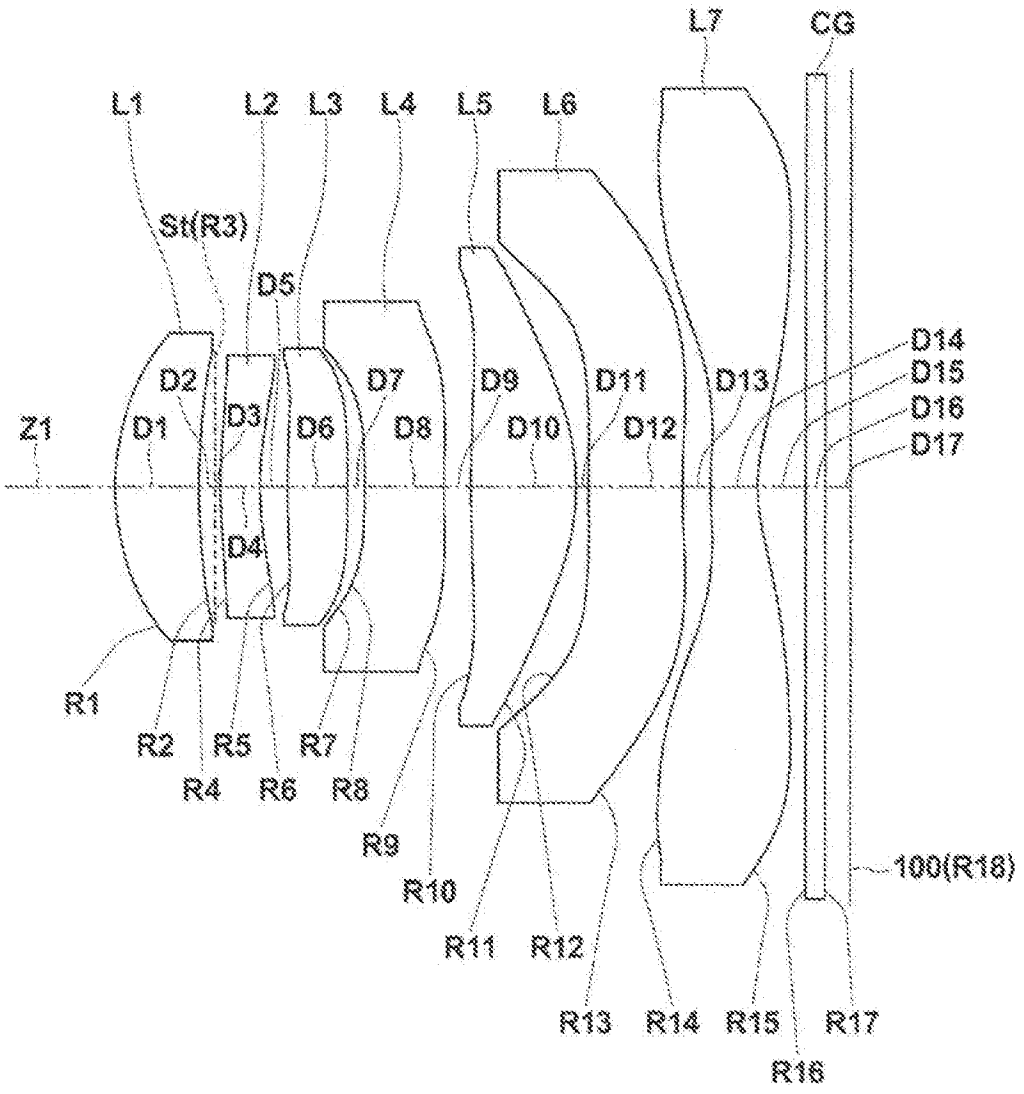

L1
L2
L3
L4
L5
L6
L7
CG
St(R3)
D5
D2
D7
D9
D11
D13
D14
D15
D16
D17
Z1
D1
D3
D6
D8
D10
D12
D4
R1
R2
R5
R7
R4
R6
R8
R9
R10
R11
R12
R13
R14
R15
R16
R17
100(R18)

图 1

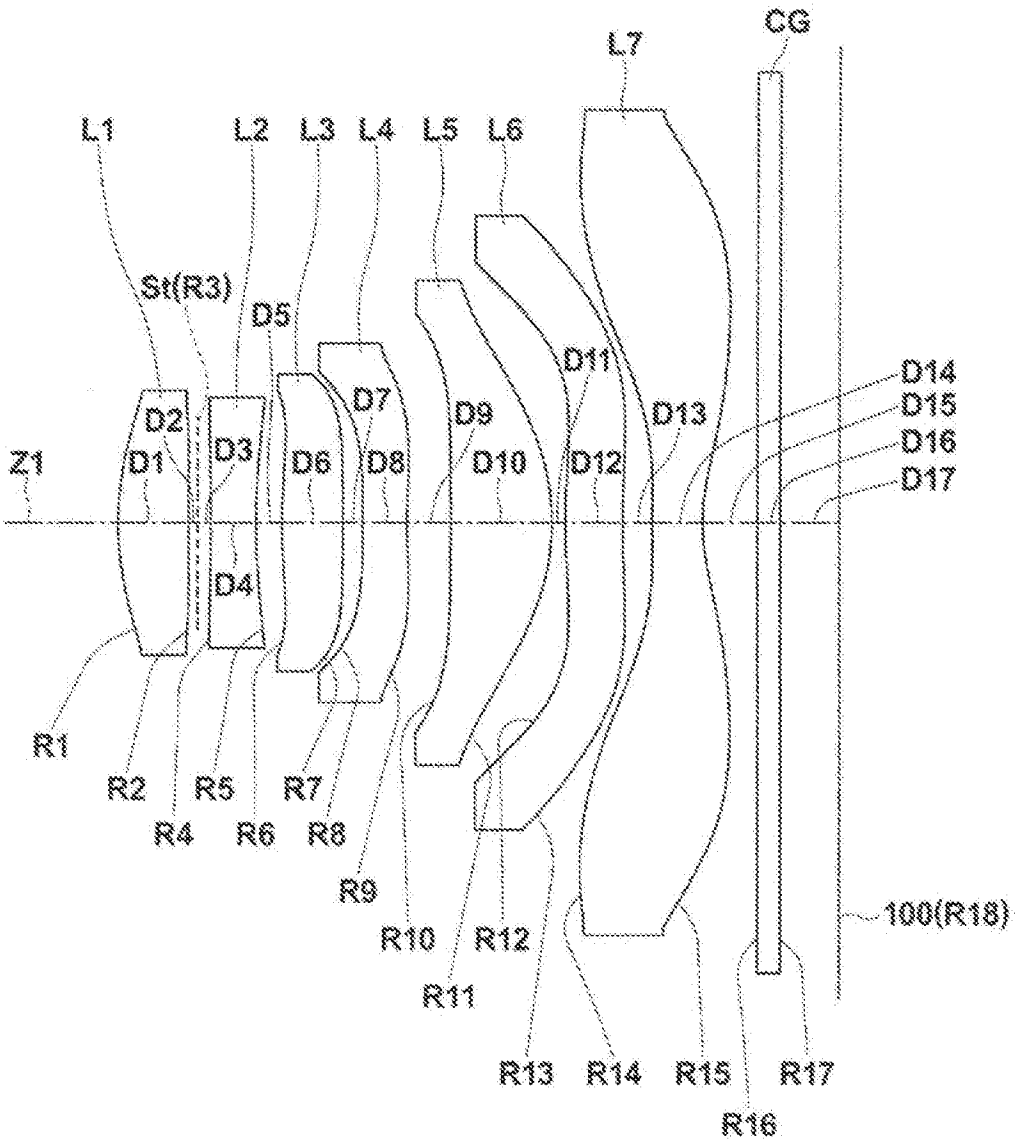

CG
L7
L1
L2
L3
L4
L5
L6
St(R3)
D5
D11
D14
D15
D16
D17
D2
D7
D9
D13
D1
D3
D6
D8
D10
D12
Z1
D4
R1
R2
R5
R7
R4
R6
R8
R9
R10
R12
R11
R13
R14
R15
R17
R16
100(R18)

图 2

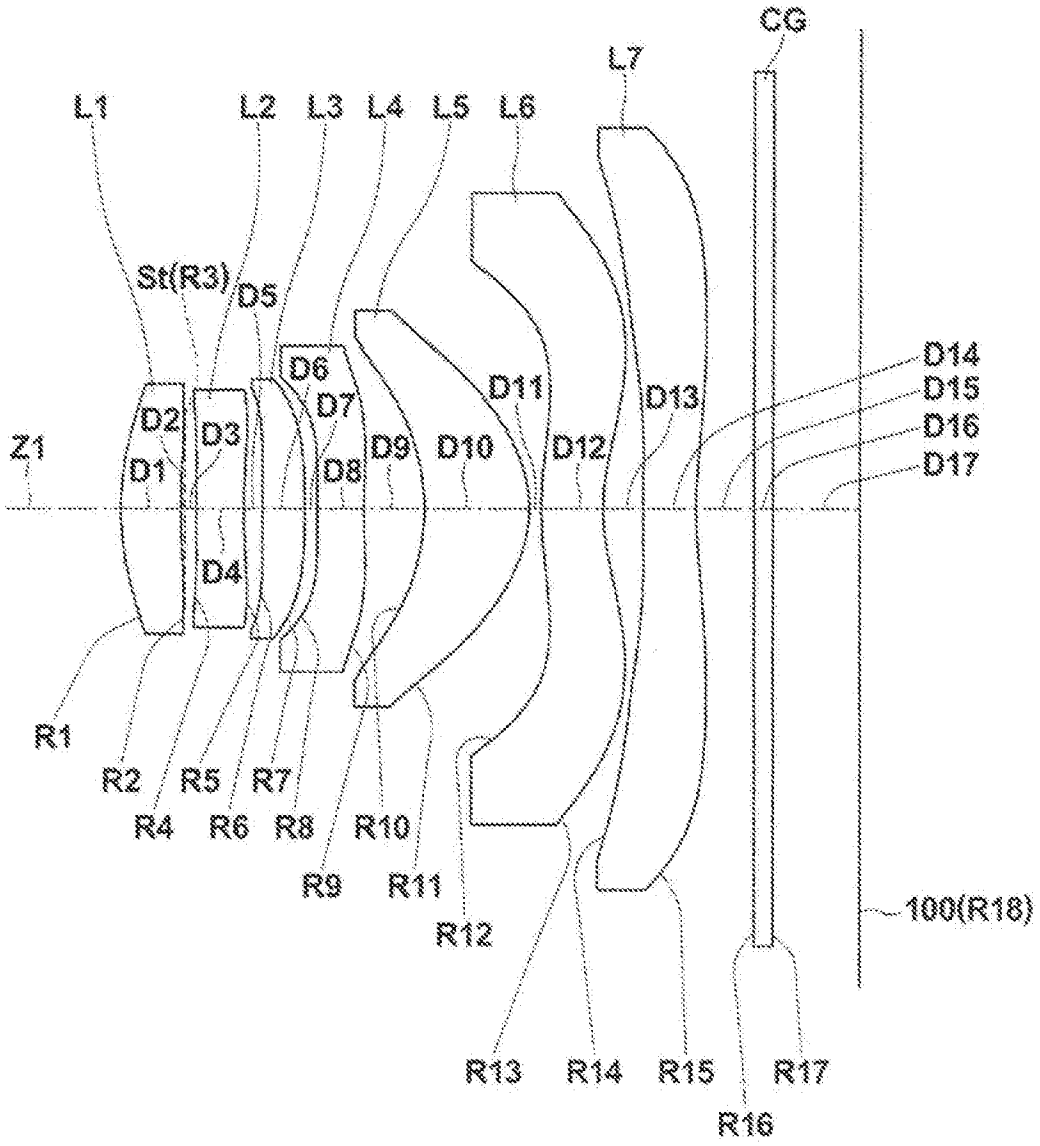

CG
L7
L1
L2
L3
L4
L5
L6
St(R3)
D5
D6
D7
D11
D13
D14
D15
D16
D17
D2
D3
D9
D10
D12
Z1
D1
D8
D4
R1
R2
R5
R7
R4
R6
R8
R10
R9
R11
R12
100(R18)
R13
R14
R15
R17
R16

图 3

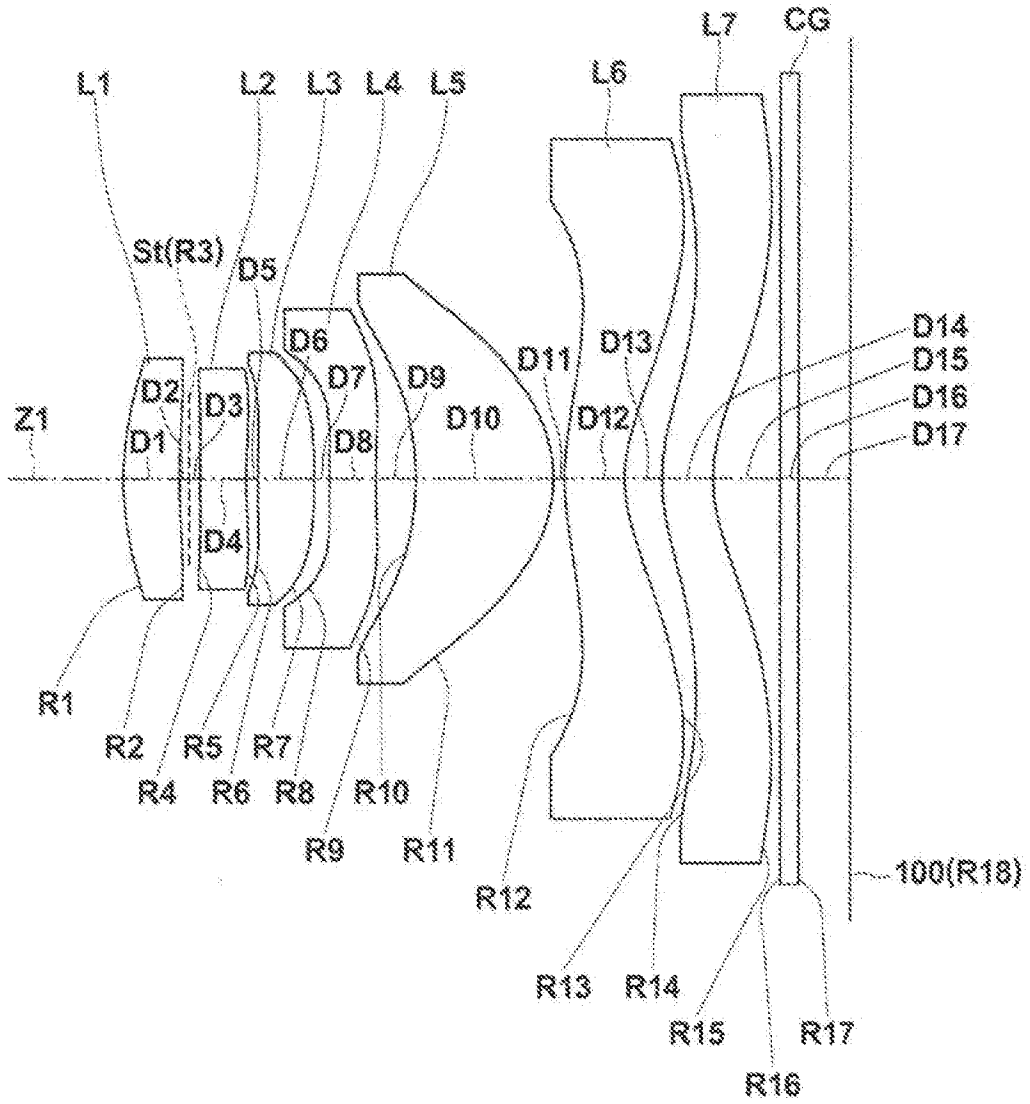

L1
L2
L3
L4
L5
L6
L7
CG
St(R3)
D5
D6
D7
D9
D11
D13
D14
D15
D16
D17
D2
D3
D1
D8
D10
D12
Z1
D4
R1
R2
R5
R7
R4
R6
R8
R10
R9
R11
R12
R13
R14
R15
R17
R16
100(R18)

图 4

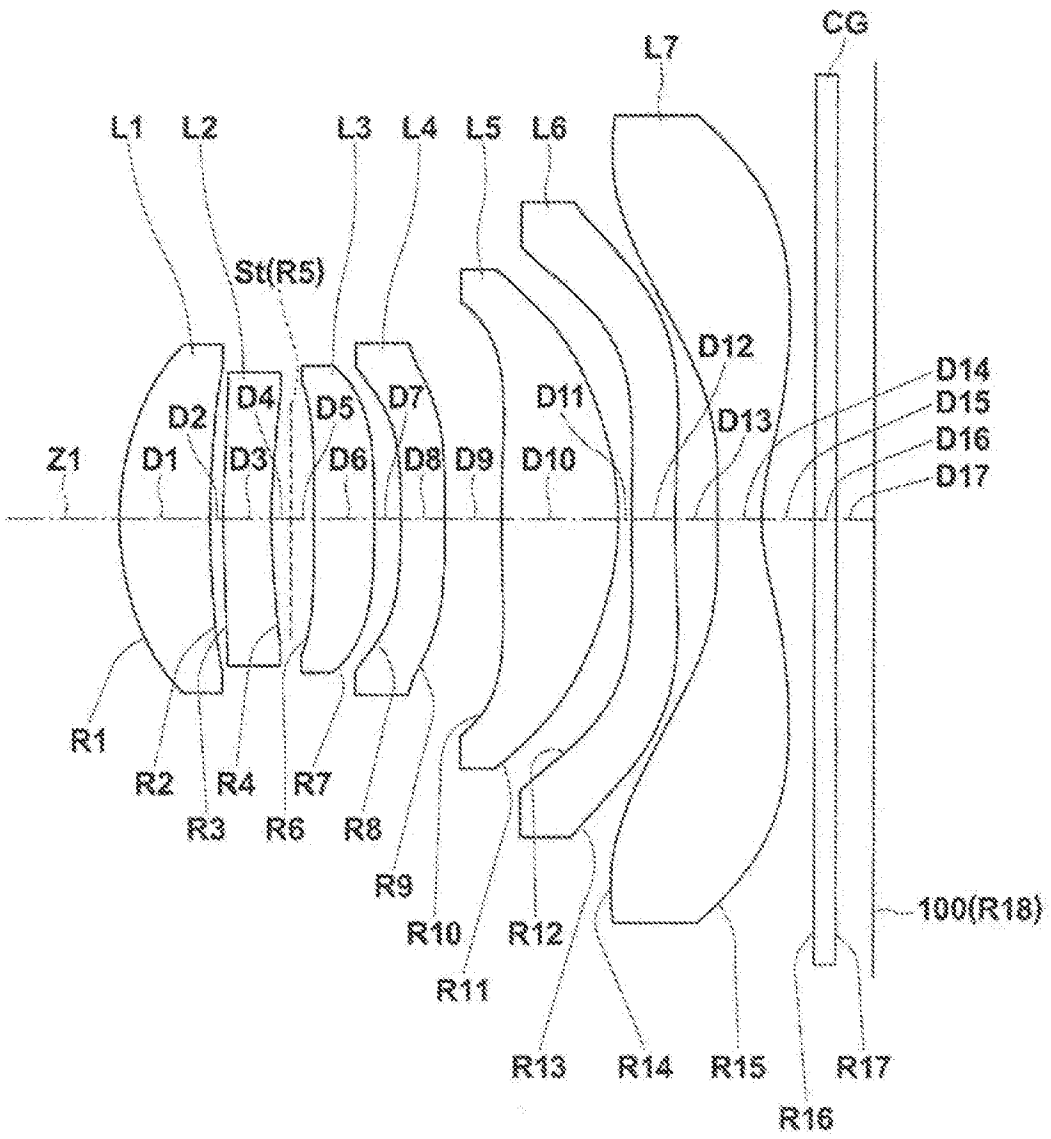

L1
L2
L3
L4
L5
L6
L7
CG
St(R5)
Z1
D1
D2
D3
D4
D5
D6
D7
D8
D9
D10
D11
D12
D13
D14
D15
D16
D17
R1
R2
R3
R4
R6
R7
R8
R9
R10
R11
R12
R13
R14
R15
R16
R17
100(R18)

图 5

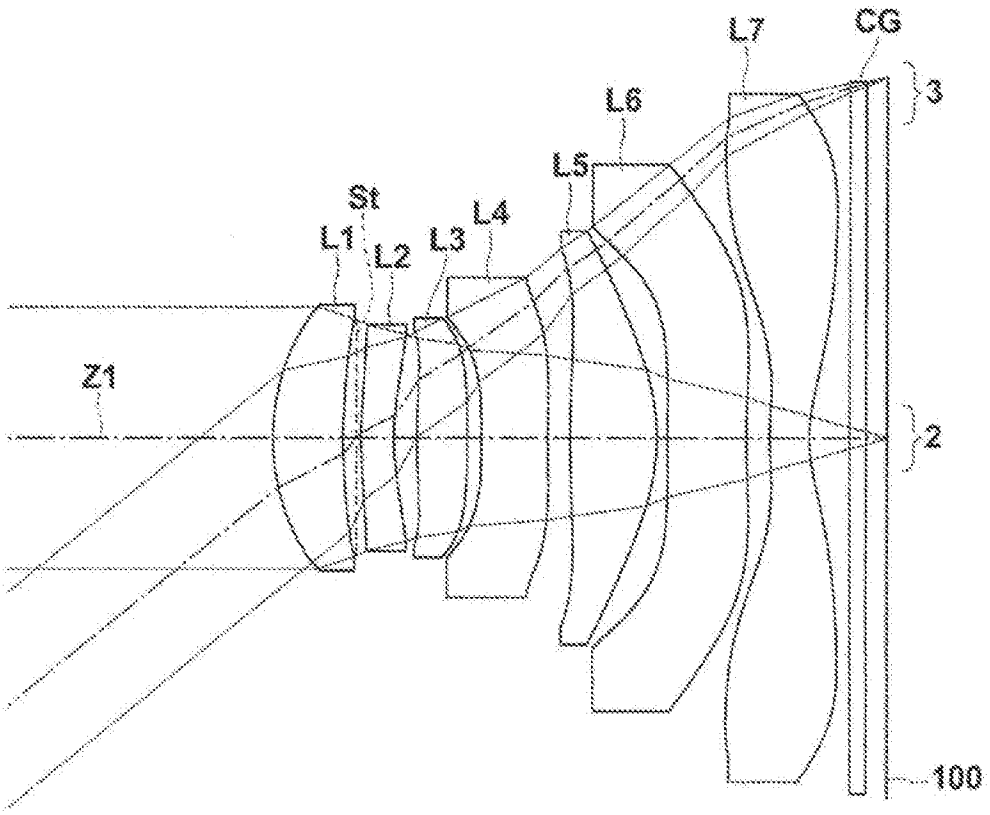

L7
CG
3
L6
L5
St
L1
L2
L3
L4
Z1
2
100

图 6

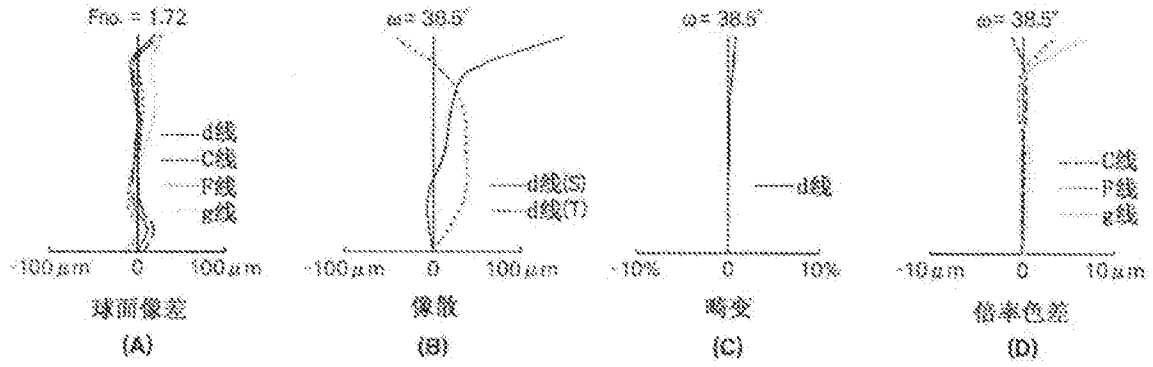

Fno. = 1.72
d线
C线
F线
g线
-100μm
0
100μm
球面像差
(A)
ω= 39.5°
d线(S)
d线(T)
-100μm
0
100μm
像散
(B)
ω= 38.5°
d线
-10%
0
10%
畸变
(C)
ω= 39.5°
C线
F线
g线
-10μm
0
10μm
倍率色差
(D)

图 7

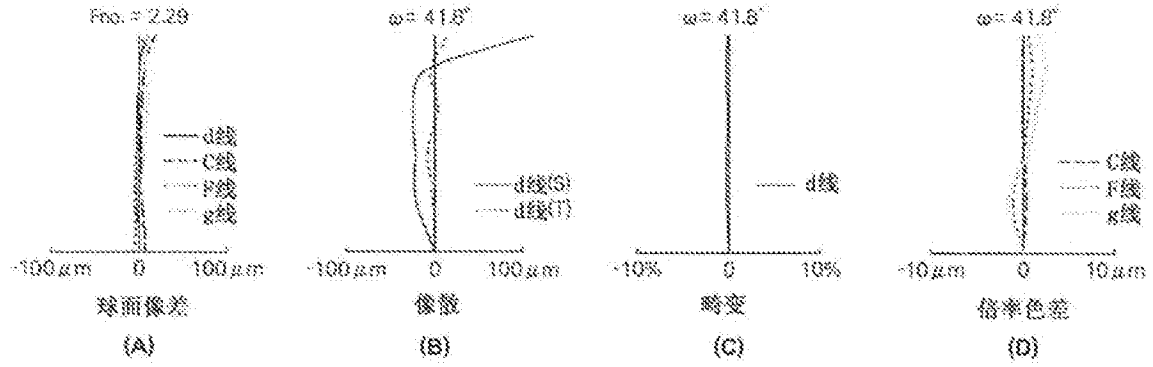

Fno. = 2.29
d线
C线
F线
g线
-100μm 0 100μm
球面像差
(A)
ω= 41.8°
d线(S)
d线(T)
-100μm 0 100μm
像散
(B)
ω= 41.8°
d线
-10% 0 10%
畸变
(C)
ω= 41.8°
C线
F线
g线
-10μm 0 10μm
倍率色差
(D)

图 8

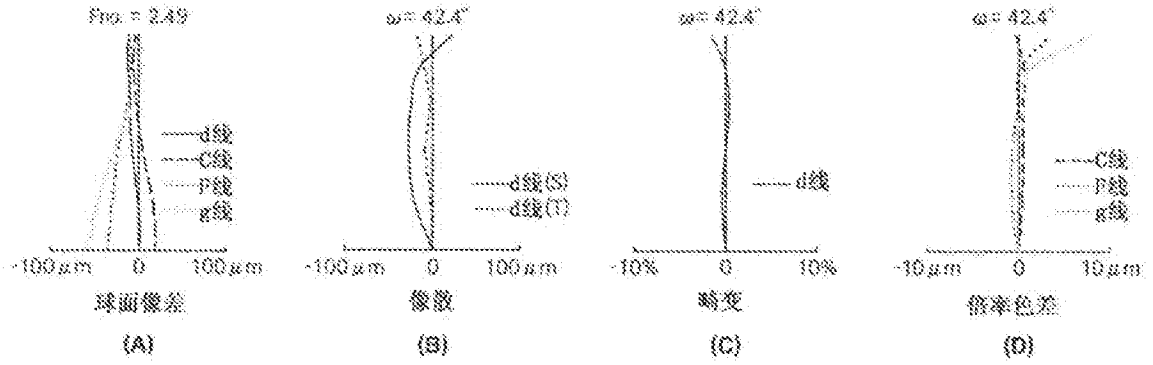

Fno. = 2.49
d线
C线
F线
g线
-100μm 0 100μm
球面像差
(A)
ω= 42.4°
d线(S)
d线(T)
-100μm 0 100μm
像散
(B)
ω= 42.4°
d线
-10% 0 10%
畸变
(C)
ω= 42.4°
C线
F线
g线
-10μm 0 10μm
倍率色差
(D)

图 9

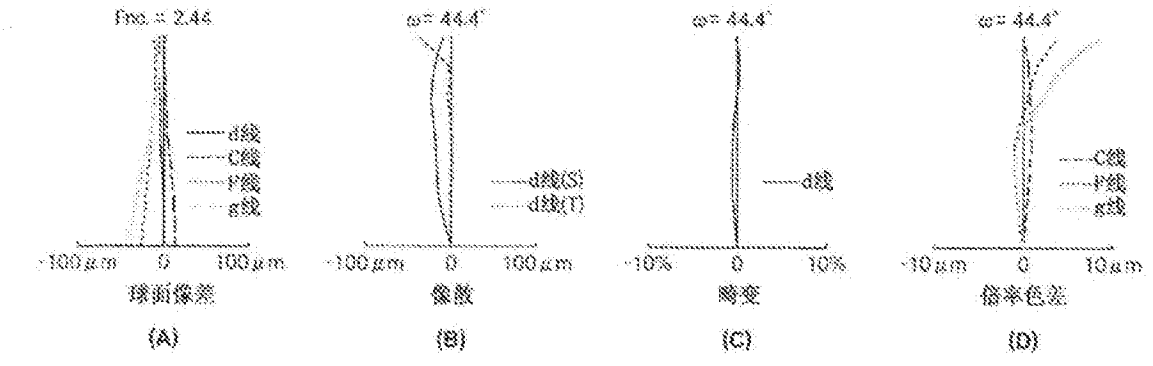

Fno. = 2.44
d线
C线
F线
g线
-100μm 0 100μm
球面像差
(A)
ω= 44.4°
d线(S)
d线(T)
-100μm 0 100μm
像散
(B)
ω= 44.4°
d线
-10% 0 10%
畸变
(C)
ω= 44.4°
C线
F线
g线
-10μm 0 10μm
倍率色差
(D)

图 10

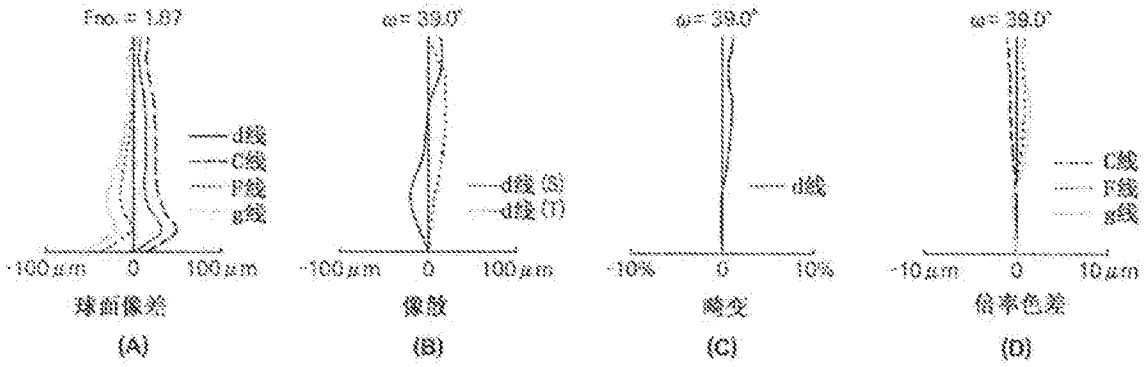

Fno. = 1.87
d线
C线
F线
g线
-100μm 0 100μm
球面像差
(A)
ω= 39.0°
d线 (S)
d线 (T)
-100μm 0 100μm
像散
(B)
ω= 39.0°
d线
-10% 0 10%
畸变
(C)
ω= 39.0°
C线
F线
g线
-10μm 0 10μm
倍率色差
(D)

图 11

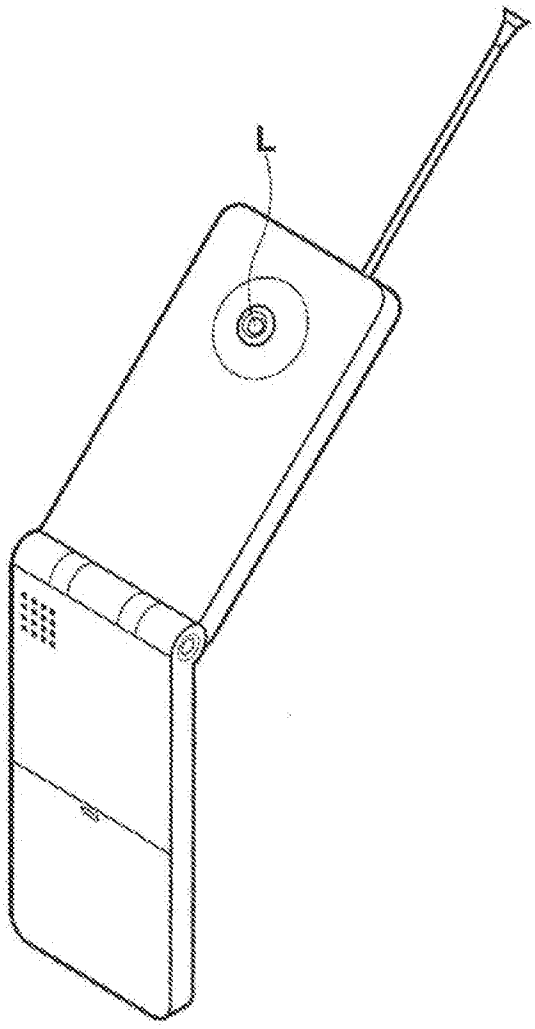

L

图 12

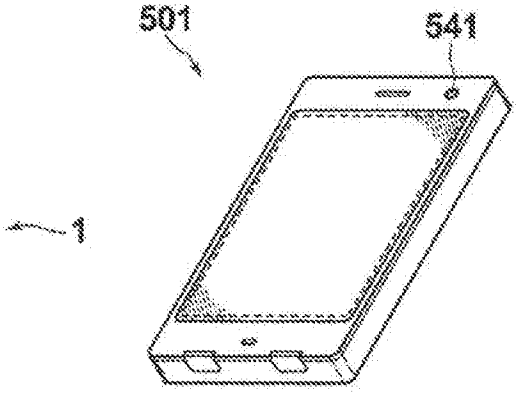

501
541
1

图 13

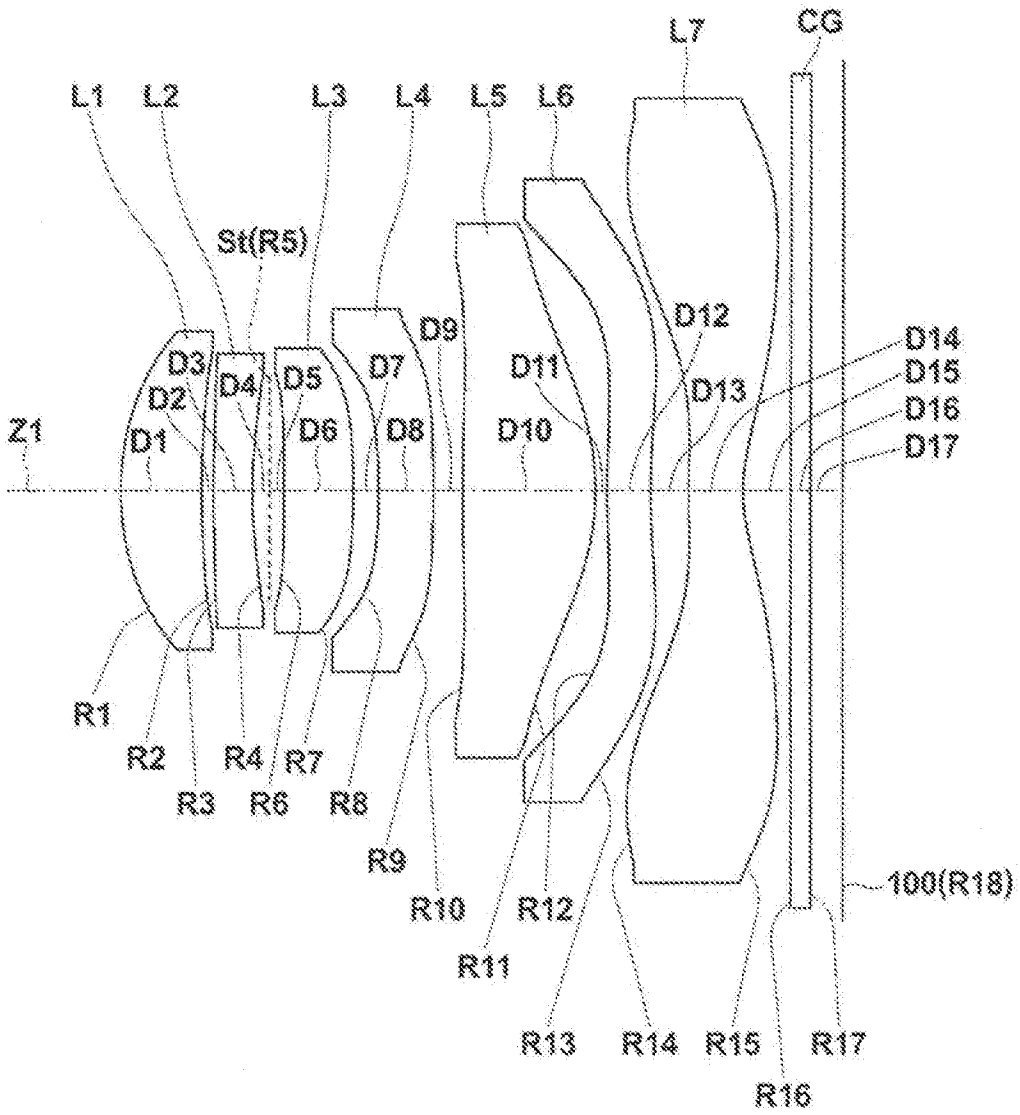

L1
L2
L3
L4
L5
L6
L7
CG
St(R5)
D1
D2
D3
D4
D5
D6
D7
D8
D9
D10
D11
D12
D13
D14
D15
D16
D17
Z1
R1
R2
R3
R4
R6
R7
R8
R9
R10
R11
R12
R13
R14
R15
R16
R17
100(R18)

图 14

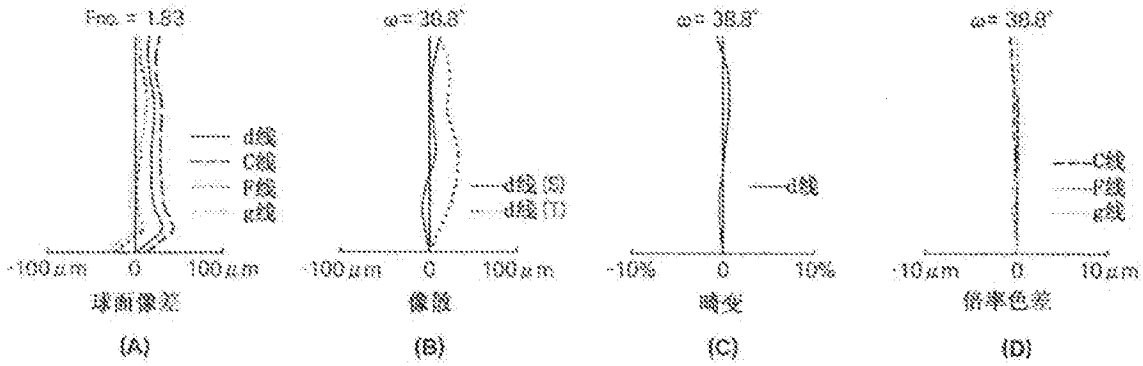

Fno. = 1.83
d线
C线
F线
e线
-100μm
0
100μm
球面像差
(A)
ω= 36.8°
d线 (S)
d线 (T)
-100μm
0
100μm
像散
(B)
ω= 36.8°
d线
-10%
0
10%
畸变
(C)
ω= 36.8°
C线
F线
e线
-10μm
0
10μm
倍率色差
(D)

图 15

ABSTRACT

An imaging capturing camera includes, in order from an object side to an image side, a first lens element, a second lens element, a third lens element, a fourth lens element, a fifth lens element, a sixth lens element and a seventh lens element. The first lens element has positive refractive power. The second lens element has refractive power. The third lens element has negative refractive power. The fourth lens element has refractive power, wherein an object-side surface and an image-side surface of the fourth lens element are both aspheric. The fifth lens element is a meniscus lens, and an image-side surface of the fifth lens element is convex. The sixth lens element has refractive power, wherein an object-side surface and an image-side surface of the sixth lens element are both aspheric. The seventh lens element has negative refractive power. An air gap in a paraxial region is between every two of the first lens element, the second lens element, the third lens element, the fourth lens element, the fifth lens element, the sixth lens element and the seventh lens element that are adjacent to each other.

(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 203965708 U
(45)授权公告日 2014.11.26

(21)申请号 201420027067.X

(22)申请日 2014.01.16

(30)优先权数据
2013-189413 2013.09.11 JP

(73)专利权人 康达智株式会社
地址 日本栃木县

(72)发明人 桥本雅也

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司 11219
代理人 高培培 车文

(51)Int.Cl.
G02B 13/18(2006.01)
G02B 13/06(2006.01)

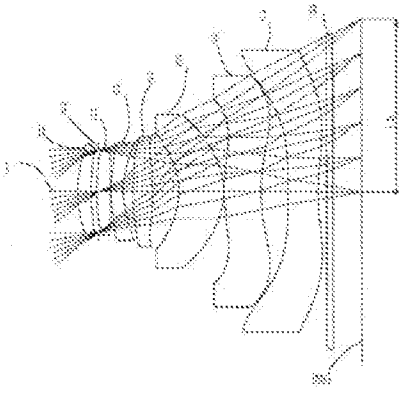
权利要求书2页 说明书26页 附图10页

(54)实用新型名称

摄像镜头

(57)摘要

本实用新型提供一种摄像镜头，增加构成片数而实现高性能化，且为小型并能够拍摄广角。用于将被摄体的像成像在固体摄像元件上且由7片透镜构成的摄像镜头通过从物体侧朝向像面侧依次将具有正光焦度的第一透镜、具有正光焦度或负光焦度的第二透镜、具有负光焦度的第三透镜、具有正光焦度或负光焦度的双面为非球面的第四透镜、凸面朝向像面侧的弯月形状的第五透镜、具有正光焦度或负光焦度的双面为非球面的第六透镜、具有负光焦度的第七透镜分别隔开空气间隔配置而构成。



CN 203965708 U

1. 一种摄像镜头，用于将被摄体的像成像在固体摄像元件上且由 7 片透镜构成，其特征在于，

从物体侧朝向像面侧依次将具有正光焦度的第一透镜、具有正光焦度或负光焦度的第二透镜、具有负光焦度的第三透镜、具有正光焦度或负光焦度的双面为非球面的第四透镜、凸面朝向像面侧的弯月形状的第五透镜、具有正光焦度或负光焦度的双面为非球面的第六透镜、具有负光焦度的第七透镜分别隔开空气间隔配置而构成。

2. 根据权利要求 1 所述的摄像镜头，其特征在于，

所述第一透镜是凸面朝向物体侧的具有正光焦度的透镜，所述第二透镜是凸面朝向像面侧的具有正光焦度或负光焦度的透镜，第一透镜与第二透镜的相对面中的至少一个面由凹面构成。

3. 根据权利要求 1 所述的摄像镜头，其特征在于，

满足以下的条件式：

$0<f12$

其中，

f12：第一透镜与第二透镜的合成焦距。

4. 根据权利要求 1 所述的摄像镜头，其特征在于，

所述第三透镜中，双面由非球面形成，像面侧的面在光轴附近形成为凹面。

5. 根据权利要求 1 所述的摄像镜头，其特征在于，

所述第四透镜为在光轴附近凸面朝向物体侧的双凸形状或凸面朝向物体侧的弯月形状。

6. 根据权利要求 1 所述的摄像镜头，其特征在于，

所述第六透镜的像面侧的面为在光轴附近凹面朝向像面侧且随着从光轴离开而变化为凸面的非球面形状。

7. 根据权利要求 1 所述的摄像镜头，其特征在于，

满足以下的条件式：

$0.6<f12/f<1.3$

其中，

f12：第一透镜与第二透镜的合成焦距

f：摄像镜头全系的焦距。

8. 根据权利要求 1 所述的摄像镜头，其特征在于，

满足以下的条件式：

$-2.2<f3/f<-1.0$

其中，

f3：第三透镜的焦距

f：摄像镜头全系的焦距。

9. 根据权利要求 1 所述的摄像镜头，其特征在于，

满足以下的条件式：

$0.6<f45/f<2.2$

其中，

f45：第四透镜与第五透镜的合成焦距

f：摄像镜头全系的焦距。

10. 根据权利要求 1 所述的摄像镜头，其特征在于，

满足以下的条件式：

$-2.0<f67/f<-0.6$

其中，

f67：第六透镜与第七透镜的合成焦距

f：摄像镜头全系的焦距。

11. 根据权利要求 1 所述的摄像镜头，其特征在于，

满足以下的条件式：

$50<v\,d1<70$

$50<v\,d2<70$

$20<v\,d3<30$

其中，

v d1：第一透镜的相对于 d 线的阿贝数

v d2：第二透镜的相对于 d 线的阿贝数

v d3：第三透镜的相对于 d 线的阿贝数。

摄像镜头

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种将被摄体的像成像在小型的摄像装置中使用的 CCD 传感器或 C-MOS 传感器的固体摄像元件上的摄像镜头。尤其是涉及一种在搭载于智能电视或 4K 电视等高性能产品等、游戏机或 PC 等信息终端设备等、以及智能手机或便携电话机及 PDA(Personal Digital Assistant,个人数字助理)的便携终端设备等上的摄像装置中内置的摄像镜头。

背景技术

[0002] 近年来,向电视附加了个人计算机的功能的智能电视、全高清的具备 4 倍的分辨率的 4K 电视等高性能产品受到瞩目。智能电视除了具备高性能之外,例如,搭载能够拍摄高精细的图像的摄像装置,并将拍摄到的图像进行通信等的多功能化不断进展。而且,若成为 4K 电视那样的分辨率,则拍摄到的图像能够再现出恰似在此存在实体那样的逼真的影像。上述的商品可认为是附加了高精度的人脸识别功能、与运动物体检测功能组合的安全功能、宠物的监控功能、以及对使用影像处理技术取入的图像进行各种编辑的功能等比以往更加广泛的功能的产品。而且,通过能够实现进一步提高了的高精细的图像的摄像或动画摄像功能,可预想到正向进一步提高一般消费者的满足度的商品进化。另一方面,最近,智能手机采用超过 4 千万像素的摄像元件,而搭载有真正的数码相机功能的商品也出现了。应用于这些商品的相机的性能越发要求高级的性能。

[0003] 然而,在现有技术中,难以得到充分地满足上述的设备的要求性能的摄像镜头。例如,设想对应用于附加有高精细的摄像功能的智能电视或智能手机等的摄像装置采用适合于高分辨率化的比较大型的摄 像元件的情况。这种情况下,伴随着摄像元件的大型化,光学系统也大型化,由此难以进行各像差的校正,会产生在以往的小型的摄像元件中能够实现的良好的光学性能无法原封不动地继续实现的课题。而且,在向监控相机等的应用中,无论如何都要求能应对广角的摄像镜头,但是要实现广角化时,不管摄像元件的尺寸如何,尤其是周边部的像差校正非常困难,容易产生无法确保良好的光学性能的问题。

[0004] 而且,近年来,在应用于普及化的具备自动对焦功能的摄像装置情况下,要求在无限远的被摄体的摄像和极近距离的被摄体的摄像这两者中都确保良好的光学性能,但尤其是应用于大型的摄像元件的情况下,同时实现这两者非常困难。而且,尤其是应用于以智能手机为代表的便携终端设备时,在产品的设计方面,始终要求小型的摄像镜头系统。

[0005] 作为向具备摄像装置的设备搭载的摄像镜头,已知有例如以下的专利文献 1 或专利文献 2。

[0006] 在专利文献 1 中公开了一种摄像镜头,从物体侧开始依次包括由在光轴附近物体侧的面为凸形状且具有正光焦度的第一透镜、具有负光焦度的第二透镜、在光轴附近像侧的面为凹形状且具有正光焦度的第三透镜、在光轴附近像侧的面为凸形状且具有正光焦度的第四透镜、在光轴附近具有负光焦度的第五透镜。在专利文献 1 记载的摄像镜头中,设为 5 片的镜头结构,通过实现各透镜的结构的最优化,而实现高性能化。

[0007] 在专利文献 2 中公开了一种摄像镜头，从物体侧开始依次配置具有正光焦度的第一透镜组、具有负光焦度的第二透镜组、具有正光焦度的第三透镜组、具有负光焦度的第四透镜组、具有正光焦度的第五透镜组、具有负光焦度的第六透镜组。在专利文献 2 记载的摄像镜头中，通过使光学系统的镜头结构相对于孔径光阑形成为同轴，而抑制 像散和慧差而实现广角化。

[0008] 【在先技术文献】

[0009] 【专利文献】

[0010] 【专利文献 1】日本特开 2010-262270 号公报

[0011] 【专利文献 2】日本特开 2012-155223 号公报

[0012] 上述专利文献 1 记载的摄像镜头为 5 片结构而实现高性能化，半视角为约 38° 而实现比较广角的透镜系统，但 5 片镜头结构中的像差校正能力存在极限，难以应对近年来要求的更高分辨率化。

[0013] 上述专利文献 2 记载的摄像镜头也通过设为 6 组结构而能够实现比较大的视角及良好的像差校正。然而，在无限远的被摄体距离和极近距离的被摄体距离的成像中，使特定的透镜组沿着光轴方向移动而进行聚焦，因此具有结构变得复杂这样的课题。而且，在专利文献 2 记载的镜头结构中要实现广角化时，尤其是周边部的像差校正困难，无法得到良好的光学性能。

[0014] 如此，在现有技术中，获得能够维持小型化并以广角拍摄近年来要求的高精细的图像，且在无限远的被摄体和极近距离的被摄体这双方的摄像中都具备高性能的摄像镜头，是非常困难的。

实用新型内容

[0015] 本实用新型鉴于上述的课题而作出，其目的在于提供一种小型的摄像镜头，其应用于以往的小型的摄像元件自不必说，即使在应用于大型的摄像元件的情况下，也能实现以往水平以上的光学性能，且为广角，并在无限远的被摄体和极近距离的被摄体这双方的摄像中都能够良好地校正各像差。

[0016] 需要说明的是，在此所说的摄像镜头的小型化是指光学全长 TTL 与摄像元件的有效摄像面的对角线的长度 2ih 之比、即 TTL/2ih 为 1.0 以下的水平。需要说明的是，光学全长是指在光学系统中位于最靠物体侧的光学元件的物体侧的面到摄像面为止的光轴上的距离。

[0017] 【解决方案】

[0018] 本实用新型的摄像镜头，用于将被摄体的像成像在固体摄像元件上且由 7 片透镜构成，从物体侧朝向像面侧依次将具有正光焦度的第一透镜、具有正光焦度或负光焦度的第二透镜、具有负光焦度的第三透镜、具有正光焦度或负光焦度的双面为非球面的第四透镜、凸面朝向像面侧的弯月形状的第五透镜、具有正光焦度或负光焦度的双面为非球面的第六透镜、具有负光焦度的第七透镜分别隔开空气间隔配置而构成。

[0019] 上述结构的摄像镜头通过使第一透镜和第二透镜分别具有适当的光焦度，而抑制球面像差的产生，并将光学全长抑制得较短。负光焦度的第三透镜进行球面像差及色像差的良好的校正。在双面形成有非球面的第四透镜进行轴上色像差及高次的球面像差的校

正，并抑制彗差的产生。凸面朝向像面侧的弯月形状的第五透镜起到将轴外的光线的折射角抑制得较小并向第六透镜引导的作用，主要进行像散和像面弯曲的良好的校正。具有正光焦度或负光焦度的双面为非球面的第六透镜进行画面周边部的像面弯曲和畸变的良好的校正，并适当地控制向摄像元件入射的主光线的角度。通过将位于最靠像面侧的第七透镜形成为负光焦度，而成为接近远摄型的结构。

[0020] 另外，本实用新型的摄像镜头在全部的透镜间设有空气间隔。这是由于，各透镜面根据需要由非球面构成，实现良好的像差校正的缘故。在使用接合透镜时，通常使用玻璃材料将接合面形成为球面，但制造困难，不适合大量生产。在本实用新型中，目标是将全部的透镜由塑料材料构成，根据需要面对适当的透镜面多使用非球面，由此形成高性能，低成本且适合大量生产的光学系统。

[0021] 另外，在本实用新型的摄像镜头中，优选的是，第一透镜是凸面朝向物体侧的具有正光焦度的透镜，第二透镜是凸面朝向像面侧的具有正光焦度或负光焦度的透镜，第一透镜与第二透镜的相对面中的至少一个面由凹面构成。通过形成为这样的面的排列，能抑制球面像差的产生，且在像面弯曲的校正方面具有效果。需要说明的是，在设第一透镜的物体侧的面的曲率半径为 r1，像面侧的面的曲率半径为 r2 时，更优选设定为 $r1<|r2|$ 的关系。

[0022] 另外，本实用新型的摄像镜头优选满足以下的条件式 (1)：

[0023] (1)0<f12

[0024] 其中，

[0025] f12：第一透镜与第二透镜的合成焦距。

[0026] 条件式 (1) 是指第一透镜与第二透镜的合成焦距表现出正值。通过使这 2 片透镜的合成光焦度为正值，而实现光学全长的缩短。

[0027] 另外，在本实用新型的摄像镜头中，第三透镜是在光轴附近使凹面朝向像面侧的具有负光焦度的透镜，像面侧的面在光轴附近形成为凹面，能良好地校正球面像差及轴上色像差。需要说明的是，为了使轴外的像差校正容易，优选将第三透镜的双面由非球面形成。而且，若形成为使物体侧的面在光轴附近为凸面的弯月形状，则能够更适当地校正球面像差及轴上色像差。此外，关于第三透镜的像面侧的非球面，若形成为随着从光轴离开而负光焦度减弱那样的非球面形状，则能抑制周边部的光线的跳起，能够良好地校正轴外的各像差。

[0028] 另外，在本实用新型的摄像镜头中，优选的是，第四透镜为在光轴附近凸面朝向物体侧的双凸形状或凸面朝向物体侧的弯月形状。

[0029] 第四透镜为了抑制在第一透镜及第二透镜产生的高次的球面像差 及彗差而发挥重要的作用。第四透镜的物体侧的凸面形成为设定比较大的曲率半径而下垂量的变化少的非球面形状，由此良好地校正上述的像差。更具体而言，优选将第四透镜的曲率半径的大小设定为全系的焦距的 70％以上的值。

[0030] 另外，在本实用新型的摄像镜头中，优选的是，第六透镜的像面侧的面为在光轴附近凹面朝向像面侧且随着从光轴离开而在周边部变化为凸面的非球面形状。

[0031] 通过将第六透镜的像面侧的面形成为在光轴附近为凹面且在周边部变化为凸面的非球面形状，能够良好地校正像面弯曲、畸变。而且，通过形成这种非球面，能够适当地控制主光线向摄像元件的入射角度。而且，第六透镜的物体侧的面在光轴附近为凸面而采用

弯月形状时，优选形成为物体侧的面的周边部为凹面的非球面形状。若采用这种形状，除了主光线的角度控制之外，在无限远的被摄体和极近距离的被摄体这双方的摄像中，容易确保同等的性能。

[0032] 另外，本实用新型的摄像镜头优选满足以下的条件式 (2)：

[0033] (2)0.6<f12/f<1.3

[0034] 其中，

[0035] f12：第一透镜与第二透镜的合成焦距

[0036] f：摄像镜头全系的焦距。

[0037] 条件式 (2) 规定了第一透镜与第二透镜的合成焦距和摄像镜头全系的焦距之比，将这 2 片的合成光焦度规定为适当的范围。

[0038] 在超过条件式 (2) 的上限值时，第一透镜与第二透镜的正的合成光焦度变得过弱，光学全长的缩短变得困难。另一方面，在低于条件式 (2) 的下限值时，第一透镜与第二透镜的正的合成光焦度变得过强，变为球面像差的产生量增大的倾向，因此不优选。

[0039] 另外，本实用新型的摄像镜头优选满足以下的条件式 (3)：

[0040] (3)-2.2<f3/f<-1.0

[0041] 其中，

[0042] f3：第三透镜的焦距

[0043] f：摄像镜头全系的焦距。

[0044] 条件式 (3) 是用于规定第三透镜的焦距与摄像镜头全系的焦距之比，而良好地校正色像差的条件。

[0045] 在超过条件式 (3) 的上限值时，第三透镜的负光焦度变得过强而光学全长的缩短变得困难。另一方面，在低于条件式 (3) 的下限值时，第三透镜的负光焦度变得过弱，色像差的充分的校正变得困难。通过规定为条件式 (3) 的范围，而能够得到良好的色像差校正和小型化的光学系统。

[0046] 另外，本实用新型的摄像镜头优选满足以下的条件式 (4)：

[0047] (4)0.6<f45/f<2.2

[0048] 其中，

[0049] f45：第四透镜与第五透镜的合成焦距

[0050] f：摄像镜头全系的焦距。

[0051] 条件式 (4) 是用于通过规定第四透镜与第五透镜的合成焦距和摄像镜头全系的焦距之比，而良好地进行各像差的校正的条件。

[0052] 在超过条件式 (4) 的上限值时，第四透镜与第五透镜的合成的光焦度变弱，轴上色像差的校正变得困难。另一方面，在低于条件式 (4) 的下限值时，第四透镜与第五透镜的合成的光焦度变得过强，由此彗差及像面弯曲的校正变得困难。

[0053] 关于条件式 (4)，以下的条件式 (4a) 是更优选的范围：

[0054] (4a)0.7<f45/f<2.0

[0055] 其中，

[0056] f45：第四透镜与第五透镜的合成焦距

[0057] f：摄像镜头全系的焦距。

[0058] 另外，本实用新型的摄像镜头优选满足以下的条件式 (5)：

[0059] (5)-2.0<f67/f<-0.6

[0060] 其中，

[0061] f67：第六透镜与第七透镜的合成焦距

[0062] f：摄像镜头全系的焦距。

[0063] 条件式 (5) 是用于规定第六透镜与第七透镜的合成焦距和摄像镜头全系的焦距之比，而良好地进行各像差的校正的条件。

[0064] 在超过条件式 (5) 的上限值时，第六透镜与第七透镜的合成光焦度变得过强，畸变或像面弯曲的校正变得困难。另一方面，在低于下限值时，第六透镜与第七透镜的合成光焦度变弱，轴上色像差的校正变得困难。

[0065] 另外，本实用新型的摄像镜头优选满足以下的条件式 (6) 至 (8)：

[0066] (6) 50< ν d1<70

[0067] (7) 50< ν d2<70

[0068] (8) 20< ν d3<30

[0069] 其中，

[0070] ν d1：第一透镜的相对于 d 线的阿贝数

[0071] ν d2：第二透镜的相对于 d 线的阿贝数

[0072] ν d3：第三透镜的相对于 d 线的阿贝数。

[0073] 条件式 (6) 至 (8) 将第一透镜至第三透镜的各自的阿贝数规定为适当的范围。通过对第一透镜及第二透镜使用低色散的材料，对第三透镜使用高色散的材料，而能够进行良好的色像差校正。

[0074] 另外，在本实用新型的摄像镜头中，第七透镜是在双面形成为非球面的具有负光焦度的透镜，通过将配置在最靠像面侧的透镜形成为负光焦度，而成为接近于所谓远摄型的结构，能抑制光学全长，且容易确保适当的后焦距。需要说明的是，第七透镜只要在光轴附近具有负光焦度即可。即，可以采用在光轴附近为双凹形状、在光轴附近凹面朝向像面侧的弯月形状、在光轴附近凸面朝向像面侧的弯月形状这 3 种类型。尤其是采用在光轴附近凹面朝向像面侧的双凹形状、或在光轴附近凹面朝向像面侧的弯月形状时，优选像面侧的非球面形状形成为在光轴附近为凹形状且在周边变化为凸形状的非球面。这样的面的形状主要能够提高对畸变及像面弯曲进行校正的效果和控制向摄像元件入射的光线的角度的效果。

[0075] 【实用新型效果】

[0076] 通过本实用新型，能够得到一种小型的摄像镜头，其应用于以往的小型的摄像元件自不必说，即使在应用于大型的摄像元件情况下，也能实现以往水平以上的光学性能，且为广角，并在无限远的被摄体和极近距离的被摄体这双方的摄像中都能够良好地校正各像差。

附图说明

[0077] 图 1 是表示实施例 1 的摄像镜头的概略结构的图。

[0078] 图 2 是表示实施例 1 的摄像镜头的被摄体距离为无限远的球面像差的图。

[0079] 图 3 是表示实施例 1 的摄像镜头的被摄体距离为无限远的像散的图。

[0080] 图 4 是表示实施例 1 的摄像镜头的被摄体距离为无限远的畸变的图。

[0081] 图 5 是表示实施例 1 的摄像镜头的被摄体距离为 150mm 的球面像 差的图。

[0082] 图 6 是表示实施例 1 的摄像镜头的被摄体距离为 150mm 的像散的图。

[0083] 图 7 是表示实施例 1 的摄像镜头的被摄体距离为 150mm 的畸变的图。

[0084] 图 8 是表示实施例 2 的摄像镜头的概略结构的图。

[0085] 图 9 是表示实施例 2 的摄像镜头的被摄体距离为无限远的球面像差的图。

[0086] 图 10 是表示实施例 2 的摄像镜头的被摄体距离为无限远的像散的图。

[0087] 图 11 是表示实施例 2 的摄像镜头的被摄体距离为无限远的畸变的图。

[0088] 图 12 是表示实施例 2 的摄像镜头的被摄体距离为 150mm 的球面像差的图。

[0089] 图 13 是表示实施例 2 的摄像镜头的被摄体距离为 150mm 的像散的图。

[0090] 图 14 是表示实施例 2 的摄像镜头的被摄体距离为 150mm 的畸变的图。

[0091] 图 15 是表示实施例 3 的摄像镜头的概略结构的图。

[0092] 图 16 是表示实施例 3 的摄像镜头的被摄体距离为无限远的球面像差的图。

[0093] 图 17 是表示实施例 3 的摄像镜头的被摄体距离为无限远的像散的图。

[0094] 图 18 是表示实施例 3 的摄像镜头的被摄体距离为无限远的畸变的图。

[0095] 图 19 是表示实施例 3 的摄像镜头的被摄体距离为 150mm 的球面像差的图。

[0096] 图 20 是表示实施例 3 的摄像镜头的被摄体距离为 150mm 的像散的图。

[0097] 图 21 是表示实施例 3 的摄像镜头的被摄体距离为 150mm 的畸变 的图。

[0098] 图 22 是表示实施例 4 的摄像镜头的概略结构的图。

[0099] 图 23 是表示实施例 4 的摄像镜头的被摄体距离为无限远的球面像差的图。

[0100] 图 24 是表示实施例 4 的摄像镜头的被摄体距离为无限远的像散的图。

[0101] 图 25 是表示实施例 4 的摄像镜头的被摄体距离为无限远的畸变的图。

[0102] 图 26 是表示实施例 4 的摄像镜头的被摄体距离为 150mm 的球面像差的图。

[0103] 图 27 是表示实施例 4 的摄像镜头的被摄体距离为 150mm 的像散的图。

[0104] 图 28 是表示实施例 4 的摄像镜头的被摄体距离为 150mm 的畸变的图。

[0105] 图 29 是表示实施例 5 的摄像镜头的概略结构的图。

[0106] 图 30 是表示实施例 5 的摄像镜头的被摄体距离为无限远的球面像差的图。

[0107] 图 31 是表示实施例 5 的摄像镜头的被摄体距离为无限远的像散的图。

[0108] 图 32 是表示实施例 5 的摄像镜头的被摄体距离为无限远的畸变的图。

[0109] 图 33 是表示实施例 5 的摄像镜头的被摄体距离为 150mm 的球面像差的图。

[0110] 图 34 是表示实施例 5 的摄像镜头的被摄体距离为 150mm 的像散的图。

[0111] 图 35 是表示实施例 5 的摄像镜头的被摄体距离为 150mm 的畸变的图。

[0112] 图 36 是表示实施例 6 的摄像镜头的概略结构的图。

[0113] 图 37 是表示实施例 6 的摄像镜头的被摄体距离为无限远的球面像差的图。

[0114] 图 38 是表示实施例 6 的摄像镜头的被摄体距离为无限远的像散的图。

[0115] 图 39 是表示实施例 6 的摄像镜头的被摄体距离为无限远的畸变的图。

[0116] 图 40 是表示实施例 6 的摄像镜头的被摄体距离为 150mm 的球面像差的图。

[0117] 图 41 是表示实施例 6 的摄像镜头的被摄体距离为 150mm 的像散的图。

[0118] 图 42 是表示实施例 6 的摄像镜头的被摄体距离为 150mm 的畸变的图。

[0119] 图 43 是表示实施例 7 的摄像镜头的概略结构的图。

[0120] 图 44 是表示实施例 7 的摄像镜头的被摄体距离为无限远的球面像差的图。

[0121] 图 45 是表示实施例 7 的摄像镜头的被摄体距离为无限远的像散的图。

[0122] 图 46 是表示实施例 7 的摄像镜头的被摄体距离为无限远的畸变的图。

[0123] 图 47 是表示实施例 7 的摄像镜头的被摄体距离为 150mm 的球面像差的图。

[0124] 图 48 是表示实施例 7 的摄像镜头的被摄体距离为 150mm 的像散的图。

[0125] 图 49 是表示实施例 7 的摄像镜头的被摄体距离为 150mm 的畸变的图。

[0126] 图 50 是表示实施例 8 的摄像镜头的概略结构的图。

[0127] 图 51 是表示实施例 8 的摄像镜头的被摄体距离为无限远的球面像差的图。

[0128] 图 52 是表示实施例 8 的摄像镜头的被摄体距离为无限远的像散的图。

[0129] 图 53 是表示实施例 8 的摄像镜头的被摄体距离为无限远的畸变的图。

[0130] 图 54 是表示实施例 8 的摄像镜头的被摄体距离为 150mm 的球面像差的图。

[0131] 图 55 是表示实施例 8 的摄像镜头的被摄体距离为 150mm 的像散的图。

[0132] 图 56 是表示实施例 8 的摄像镜头的被摄体距离为 150mm 的畸变的图。

[0133] 图 57 是表示实施例 9 的摄像镜头的概略结构的图。

[0134] 图 58 是表示实施例 9 的摄像镜头的被摄体距离为无限远的球面像差的图。

[0135] 图 59 是表示实施例 9 的摄像镜头的被摄体距离为无限远的像散的图。

[0136] 图 60 是表示实施例 9 的摄像镜头的被摄体距离为无限远的畸变的图。

[0137] 图 61 是表示实施例 9 的摄像镜头的被摄体距离为 150mm 的球面像差的图。

[0138] 图 62 是表示实施例 9 的摄像镜头的被摄体距离为 150mm 的像散的图。

[0139] 图 63 是表示实施例 9 的摄像镜头的被摄体距离为 150mm 的畸变的图。

[0140] 图 64 是表示实施例 10 的摄像镜头的概略结构的图。

[0141] 图 65 是表示实施例 10 的摄像镜头的被摄体距离为无限远的球面像差的图。

[0142] 图 66 是表示实施例 10 的摄像镜头的被摄体距离为无限远的像散的图。

[0143] 图 67 是表示实施例 10 的摄像镜头的被摄体距离为无限远的畸变的图。

[0144] 图 68 是表示实施例 10 的摄像镜头的被摄体距离为 150mm 的球面像差的图。

[0145] 图 69 是表示实施例 10 的摄像镜头的被摄体距离为 150mm 的像散的图。

[0146] 图 70 是表示实施例 10 的摄像镜头的被摄体距离为 150mm 的畸变的图。

[0147] 【标号说明】

[0148] ST 孔径光阑

[0149] L1 第一透镜

[0150] L2 第二透镜

[0151] L3 第三透镜

[0152] L4 第四透镜

[0153] L5 第五透镜

[0154] L6 第六透镜

[0155] L7 第七透镜

[0156] IR 滤光片

[0157] ih 最大像高

[0158] IMG 摄像面

具体实施方式

[0159] 以下，参照附图，详细说明本实用新型的实施方式。

[0160] 图 1、图 8、图 15、图 22、图 29、图 36、图 43、图 50、图 57 及图 64 分别表示本实施方式的实施例 1 至 10 的摄像镜头的概略结构图。基本的镜头结构均相同，因此这里主要参照实施例 1 的概略结构图，说明本实施方式的摄像镜头结构。

[0161] 如图 1 所示，本实用新型的摄像镜头从物体侧朝向像面侧依次将具有正光焦度的第一透镜 L1、具有正光焦度的第二透镜 L2、具有负光焦度的第三透镜 L3、具有正光焦度的双面为非球面的第四透镜 L4、使凸面朝向像面侧的弯月形状的第五透镜 L5、具有负光焦度的双面为非球面的第六透镜 L6、具有负光焦度的第七透镜 L7 分别隔开空气间隔而配置。而且，孔径光阑 ST 配置在第一透镜 L1 与第二透镜 L2 之间，在第七透镜 L7 与摄像面 IMG 之间配置滤光片 IR。需要说明的是，该滤光片 IR 也可以省略。

[0162] 第一透镜 L1 是凸面朝向物体侧的弯月形状，第二透镜 L2 是凸面朝向像面侧的双凸形状，2 片的合成光焦度设定为适当的正值，将光学全长抑制得较短。而且，第一透镜 L1 与第二透镜 L2 的面对的面的至少一个面由凹面构成，由此抑制球面像差的产生量。因此，第一透镜 L1 的形状并未限定为凸面朝向物体侧的弯月形状，例如可以如以后说明的实施例 5、7 及 10 那样为双凸形状。但是，这种情况下，需要使第二透镜 L2 的物体侧的面为凹面。

[0163] 第三透镜 L3 是在光轴 X 的附近使凹面朝向像面侧的弯月形状，在双面形成为非球面，进行在第一透镜 L1 及第二透镜 L2 产生的球面像差的校正和轴上色像差的校正。而且，在第三透镜 L3 的像面侧形成的非球面形成为随着从光轴 X 离开而负光焦度减弱的形状，因此防止从第三透镜 L3 出射的轴外光线的过度的跳起。因此，也起到良好地校正轴外的各像差的作用。

[0164] 第四透镜 L4 是在光轴 X 的附近具有双凸形状的正光焦度的双面为非球面的透镜。第四透镜 L4 的物体侧的面及像面侧的面的曲率半径的大小均成为摄像镜头全系的焦距的 70% 以上那样的平缓的值。而且，关于非球面形状，形成为下垂量的变化少的形状。通过采取这种形状，进行轴上色像差的校正，高次的球面像差的校正，并抑制彗差的产生。需要说明的是，第四透镜 L4 在光轴 X 的附近并未限定为双凸形状，例如也可以是实施例 7 那样在光轴 X 的附近使凸面朝向物体侧的负光焦度的弯月形状，还可以是如实施例 8 那样在光轴 X 的附近使凸面朝向物体侧的正光焦度的弯月形状。

[0165] 第五透镜 L5 是使凸面朝向像面侧的具有弱的正光焦度的弯月形状的透镜，起到将轴外的光线以小折射角向第六透镜 L6 引导的作用，主要进行像散和像面弯曲的良好的校正。需要说明的是，第五透镜 L5 的光焦度并未限定于正的，例如，实施例 9 是使凹面朝向像面侧的弯月形状且具有负光焦度的例子。

[0166] 第六透镜 L6 是在光轴 X 的附近使凹面朝向像面侧的弯月形状的透镜，像面侧的非球面成为在周边部变化为凸面的形状。通过这种非球面形状，进行画面周边部的像面弯曲和畸变的良好的校正，并适当地控制向摄像元件入射的主光线的角度。而且，第六透镜 L6 优选为在光轴 X 的附近成为弱的负光焦度，减弱对摄像镜头全系施加的光焦度的影响，而

主要为像差校正用的透镜，但也可以选择弱的正光焦度。例如，实施例 9 的第六透镜 L6 是具有弱的正光焦度的例子。

[0167] 第七透镜 L7 是在光轴 X 的附近具有负光焦度的在双面形成非球面的透镜。通过使配置在最靠像面侧的第七透镜 L7 为负光焦度而确保适当的后焦距。需要说明的是，第七透镜 L7 只要在光轴 X 的附近具有负光焦度即可，实施例 1、2、5、7、8 及 9 在光轴 X 的附近为双凹形状，但也可以如实施例 3、4 那样为在光轴 X 的附近使凹面朝向像面侧的弯月形状，如实施例 6、10 那样为在光轴 X 的附近使凸面朝向像面侧的弯月形状。尤其是在光轴 X 的附近将像面侧形成为凹面时，通过将像面侧的非球面形状以在周边部变化为凸形状的方式形成，而主要能够提高对畸变及像面弯曲进行校正的效果和对向摄像元件入射的光线的角度进行控制的效果。

[0168] 另外，本实用新型的摄像镜头满足以下的条件式 (1) 至 (8)：

[0169] (1) $0<f12$

[0170] (2) $0.6<f12/f<1.3$

[0171] (3) $-2.2<f3/f<-1.0$

[0172] (4) $0.6<f45/f<2.2$

[0173] (5) $-2.0<f67/f<-0.6$

[0174] (6) $50<\nu d1<70$

[0175] (7) $50<\nu d2<70$

[0176] (8) $20<\nu d3<30$

[0177] 其中，

[0178] f：摄像镜头全系的焦距

[0179] f3：第三透镜 L3 的焦距

[0180] f12：第一透镜 L1 与第二透镜 L2 的合成焦距

[0181] f45：第四透镜 L4 与第五透镜 L5 的合成焦距

[0182] f67：第六透镜 L6 与第七透镜 L7 的合成焦距

[0183] $\nu d1$：第一透镜 L1 的相对于 d 线的阿贝数

[0184] $\nu d2$：第二透镜 L2 的相对于 d 线的阿贝数

[0185] $\nu d3$：第三透镜 L3 的相对于 d 线的阿贝数。

[0186] 通过满足条件式 (1)，而第一透镜 L1 与第二透镜 L2 的合成光焦度成为正值且能实现光学全长的缩短。

[0187] 通过满足条件式 (2)，相对于摄像镜头全系的焦距的第一透镜 L1 与第二透镜 L2 的合成焦距成为适当的范围，对应于光学全长的缩短而良好地校正球面像差。

[0188] 通过满足条件式 (3)，相对于摄像镜头全系的焦距的第三透镜 L3 的负的焦距成为适当的范围，对应于光学全长的缩短而良好地校正色像差。

[0189] 通过满足条件式 (4)，相对于摄像镜头全系的焦距的第四透镜 L4 与第五透镜 L5 的正的合成焦距成为适当的范围，良好地校正轴上色像差、慧差、像面弯曲。

[0190] 通过满足条件式 (5)，相对于摄像镜头全系的焦距的第六透镜 L6 与第七透镜 L7 的负的合成焦距成为适当的范围，良好地校正畸变、像面弯曲、轴上色像差。

[0191] 通过满足条件式 (6) 至 (8)，而良好地校正色像差。

[0192] 在本实施方式中，全部的透镜面由非球面形成。在设光轴方向的轴为 Z，与光轴正交的方向的高度为 H，圆锥系数为 k，非球面系数为 A4、A6、A8、A10、A12、A14、A16 时，在上述的透镜面采用的非球面形状由下式表示。

[0193] 【数学式 1】

[0194]

$$Z=\frac{\frac{H^2}{R}}{1+\sqrt{1-(k+1)\frac{H^2}{R^2}}}+A_4H^4+A_6H^6+A_8H^8+A_{10}H^{10}+A_{12}H^{12}+A_{14}H^{14}+A_{16}H^{16}$$

[0195] 接下来，示出本实施的方式的摄像镜头的实施例。在各实施例中，f 表示摄像镜头系统整体的焦距，Fno 表示 F 号码，ω 表示半视角，ih 表示最大像高，TTL 表示光学全长。而且，i 表示从物体侧计数的面编号，r 表示曲率半径，d 表示光轴上的透镜面间的距离（面间隔），Nd 表示相对于 d 线（基准波长）的折射率，νd 表示相对于 d 线的阿贝数。需要说明的是，关于非球面，在面编号 i 之后附加 *（星号）的标号。而且，光学全长 TTL 表示作为将配置在第七透镜 L7 与摄像面 IMG 之间的滤光片 IR 拆去时的距离。

[0196] 【实施例 1】

[0197] 基本的镜头数据如以下的表 1 所示。

[0198] 【表 1】

[0199]

实施例1

单位 mm

f= 7.51

Fno= 2.6

ω°= 38.2

ih= 5.00

TTL= 9.88

面数据

面编号	曲率半径 r	面间隔 d	折射率 Nd	阿贝数 vd
(物面)	无限远	无限远		
1*	5.924	0.468	1.5438	55.57
2*	7.251	0.235		
3 (光阑)	无限远	-0.060		
4*	8.010	0.483	1.5438	55.57
5*	-48.231	0.018		
6*	4.641	0.422	1.6349	23.97
7*	2.652	0.353		
8*	11.633	0.680	1.5438	55.57
9*	-7.596	0.921		
10*	-2.358	1.584	1.5438	55.57
11*	-2.515	0.018		
12*	6.401	1.287	1.5438	55.57
13*	5.113	0.955		
14*	-65.8141	1.051	1.6142	25.58
15*	6.5862	0.500		
16	无限远	0.210	1.5168	64.20
17	无限远	0.983		
像面	无限远			

单透镜数据

透镜	始面	焦距
1	1	14.58
2	4	12.67
3	6	-10.62
4	8	8.58
5	10	25.17
6	12	-72.11
7	14	-10.47

透镜	合成焦距
第一透镜-第二透镜	7.69
第四透镜-第五透镜	7.36
第六透镜-第七透镜	-9.56

非球面数据

	第1面	第2面	第4面	第5面	第6面	第7面	第8面
k	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-2.298E+01	-6.498E+00	0.000E+00
A4	-3.621E-03	-3.084E-03	3.301E-03	3.772E-03	-6.425E-03	-2.244E-03	1.984E-03
A6	-1.123E-03	-3.401E-04	-3.268E-04	-2.023E-03	-3.691E-04	7.244E-04	8.028E-04
A8	-2.547E-04	0.000E+00	0.000E+00	-1.292E-03	-9.708E-05	1.491E-04	0.000E+00
A10	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	3.580E-04	1.654E-04	-4.066E-05	0.000E+00
A12	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.608E-05	0.000E+00
A14	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-3.972E-06	0.000E+00
A16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面	第14面	第15面
k	0.000E+00	0.000E+00	-9.155E-01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
A4	5.328E-03	1.459E-02	-3.441E-04	-1.147E-02	-8.992E-03	-7.734E-03	-1.090E-02
A6	2.180E-03	-2.367E-05	1.651E-04	1.335E-04	-2.031E-05	2.167E-04	4.282E-04
A8	0.000E+00	1.447E-04	-3.051E-05	-1.696E-05	6.071E-06	0.000E+00	-5.808E-06
A10	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-3.533E-07	0.000E+00	-2.129E-07
A12	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	5.330E-09
A14	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.491E-10
A16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-4.371E-12

[0200] 实施例1的摄像镜头如表11所示，满足条件式(1)至(8)的全部。

[0201] 图2～4是对于实施例1的摄像镜头，表示被摄体距离为无限远时的球面像差(mm)、像散(mm)、畸变(%)的图。球面像差图表示相对于g线(436nm)、F线(486nm)、e线(546nm)、d线(588nm)、C线(656nm)这各波长的像差量。而且，像散图表示d线的弧矢像面S、子午像面T的像差量(在图9～11、图16～18、图23～25、图30～32、图37～39、图44～46、图51～53、图58～60、图65～67中也相同)。如图2～4所示可知，各像差

被良好地校正。而且，图 5 ～ 7 是对于实施例 1 的摄像镜头，表示在使摄像镜头整体伸缩而进行自动对焦时，被摄体距离为 150mm 时的球面像差（mm）、像散（mm）、畸变（%）的图。球面像差图表示相对于 g 线（436nm）、F 线（486nm）、e 线（546nm）、d 线（588nm）、C 线（656nm）这各波长的像差量。而且，像散图表示 d 线的弧矢像面 S、子午像面 T 的像差量（在图 12 ～ 14、图 19 ～ 21、图 26 ～ 28、图 33 ～ 35、图 40 ～ 42、图 47 ～ 49、图 54 ～ 56、图 61 ～ 63、图 68 ～ 70 中也相同）。如图 5 ～ 7 所示可知，在拍摄极近距离的被摄体时，各像差也被良好地校正。

[0202] 而且，实现全视角接近 80° 的广角，并实现了 F 值为 2.6 而比较明亮的摄像镜头系统。而且，光学全长 TTL 与最大像高 1h 之比（TTL/2lh）为 0.82，为 7 片结构且实现小型化。

[0203] 【实施例 2】

[0204] 基本的镜头数据如以下的表 2 所示。

[0205] 【表 2】

[0206]

实施例2
参数 mm
f_1= 2.67
f_{tube}= 2.6
ω_1= 36.2
f_{23}= 3.59
TTL= 5.55
镜面号 | 曲率半径 | 厚度/间距 | 折射率 nd | 阿贝数 vd
物面(物) | 无限远 | | |
1* | 3.712 | 0.48 | 1.545612 | 55.1288
2* | 6.550 | 0.230 | |
3(光阑) | 无限远 | -0.030 | |
4* | 8.575 | 0.210 | 1.5438 | 33.57
5* | -28.537 | 0.029 | |
6* | 2.344 | 0.236 | 1.6548 | 33.97
7* | 3.043 | 0.148 | |
8* | 12.799 | 0.581 | 1.5438 | 33.57
9* | -7.504 | 0.338 | |
10* | -4.398 | 1.186 | 1.5438 | 33.57
11* | -2.385 | 0.021 | |
12* | 7.789 | 1.478 | 1.6438 | 33.57
13* | 3.147 | 0.844 | |
14* | -92.288 | 1.168 | 1.6548 | 33.38
15* | 7.497 | 0.286 | |
16 | 无限远 | 0.210 | 1.5168 | 64.20
17 | 无限远 | 0.759 | |
像面 | 无限远 | | |

非球面系数
面号 | 系数 | 值
1 | 14.84
2 | 12.39
3 | -15.83
4 | 8.15
5 | 24.78
6 | -34.58
7 | -10.85

参数名称
第一透镜-第二透镜
第四透镜-第五透镜
第六透镜-第七透镜
f/EPD

第1面	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面	第8面
k	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-2.947E-01	-6.485E+00	0.000E+00
A4	-5.830E-03	-7.243E-03	4.777E-03	2.916E-03	-7.007E-03	-1.314E-02	9.325E-04
A6	-5.602E-04	4.272E-04	-4.917E-04	-1.298E-03	-4.097E-05	1.491E-03	8.270E-04
A8	-1.539E-04	0.000E+00	0.000E+00	-1.301E-03	1.827E-04	1.157E-04	0.000E+00
A10	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	4.056E-04	1.394E-04	-4.043E-05	0.000E+00
A12	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.816E-05	0.000E+00
A14	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-3.481E-06	0.000E+00
A16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

第9面	第10面	第11面	第12面	第13面	第14面	第15面
k	0.000E+00	0.000E+00	-1.003E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
A4	3.047E-03	1.356E-02	-4.523E-02	-1.230E-02	-1.003E-02	-5.395E-03	-9.601E-03
A6	1.154E-02	-5.492E-04	1.161E-04	3.361E-04	1.802E-04	1.235E-04	3.702E-04
A8	0.000E+00	5.607E-05	-1.003E-04	-3.456E-05	-5.394E-06	0.000E+00	-5.393E-06
A10	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-1.381E-07	0.000E+00	-1.896E-07
A12	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	5.631E-09
A14	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.437E-10
A16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-4.729E-12

实施例 2 的摄像镜头如表 11 所示，满足条件式 (1) 至 (8) 的全部。

[0207] 实施例 2 的摄像镜头的最大像高为无限远时的像差图，图 12 ～ 14 是对于实施例 2 的摄像镜头，表示在使摄像镜头整体伸缩而进行自动对焦时，被摄体距离为 150mm 时的像差图的图。如图 9 ～ 11、图 12 ～ 14 所示可知，各像差被良好地校正。

[0208] 而且，实现全视角接近 80° 的广角，并实现了 F 值为 2.6 而比较明亮的摄像镜头系统。而且，光学全长 TTL 与最大像高 Ih 之比 (TTL/2Ih) 为 0.80，为了片轻掏且实现小型