I, Harumi Morota, hereby declare:

That I possess advanced knowledge of the Japanese and English languages. The attached Japanese into English translation has been translated by me and to the best of my knowledge and belief, it is a true and accurate translation of the document with Bates number JP2000184247A.

I declare that all statements made above of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true. I have been warned and understand that willful false statements and the like are punishable by fine or imprisonment, or both, under § 1001 of Title 18 of the United States Code.

I declare (or certify, verify, or state) under penalty of perjury that the foregoing is true and correct.

Executed on February 22, 2024 in Camas, Washington.

Harumi Morota

Harumi Morota

State of Washington } County of Clark }
I hereby certify that I know or have satisfactory evidence that Harumi Morota
Name of Signer
Is the person who appeared before me, and said person acknowledged that he/she signed this instrument and acknowledged it to be his/her free and voluntary act for the uses and purposes mentioned in the instrument. Dated: Febuary 22, 2024
Month/Day/Year
Signature of Notarizing Officer
Notary Public
Title (such as "Notary Public" My appointment expires
1-15-25
Month / Day / Year of Appointment Expiration

NOTARY PUBLIC
STATE OF WASHINGTON
CHRIS TARR
MY COMMISSION EXPIRES
JANUARY 15, 2025
COMMISSION # 21005469

Sony Exhibit 1064
Sony v. Optimum

(19) **Japanese Patent Office (JP)** (12) **Published Patent Gazette (A)** (11) Patent No.
JPA 2000-184247
(P2000-184247A)
(43) Publication date: **6.30.2000**

(51) Int. Cl.[7]	Identification code	FI		Theme code (reference)
H04N 5/225		H04N 5/225	D	2H101
G03B 17/14		G03B 17/14		2H103
17/24		17/24		5C022

Examination Request: Not yet made Number of Claims: 3 OL (Total 12 pages)

(21) Application No.: Patent Application H10(1998)-362183

(22) Application Date: 12.21.1998

(71) Applicant: 000000376
Olympus Optical Co., Ltd.
2-43-2 Hatagaya, Shibuya-ku, Tokyo

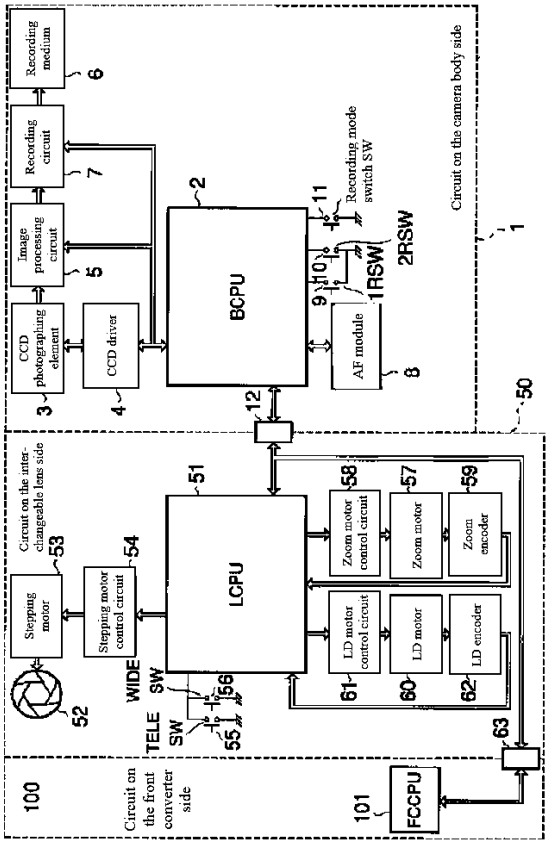
(72) Inventor Yuji Imai
2-43-2 Hatagaya, Shibuya-ku, Tokyo
Olympus Optical Co., Ltd.

(74) Agent 100058479
Patent Attorney Takehiko Suzue (and 4 other patent attorneys)

F term (reference) 2H101 EE08 EE13 EE24 EE25 EE88 EE98
2H103 ZA41 ZA51
5C022 AA13 AB21 AC42 AC54 AC69

(54) [Name of Invention] Interchangeable lens digital camera

(57) [Abstract]
[Problem to Be Solved] Realize distortion and shading correction with high precision by realizing miniaturization of the device and resolving the problem of the restriction of the amount of correction data and the restriction of time used for correction calculation.
[Means for Solving the Problem] This invention is an interchangeable lens digital camera on which an interchangeable lens 50 and front converter lens 100 can be mounted, that can record data on a recording medium, and that, under the control of the BCPU 2, receives ID data from at least one of the above-mentioned interchangeable lens 50 and front converter lens 100, and records the image data obtained by a CCD 3 and ID data on a recording medium 6.



[Scope of patent claims]

[Claim 1] An interchangeable lens digital camera that allows for the free mounting of an interchangeable lens and converter lens and is capable of recording data on a recording medium, and is equipped with

a communicating means for receiving ID data from at least one of the aforesaid interchangeable lens and converter lens, an image capturing means for capturing an object image and obtaining image data; and

a recording means for recording image data obtained by the aforesaid image capturing means and ID data received by the aforesaid communicating means from at least one of the interchangeable lens and converter lens on the aforesaid recording medium.

[Claim 2] An interchangeable lens digital camera that allows for the free mounting of an interchangeable lens and converter lens and is capable of recording data on a recording medium, and is equipped with

a communicating means for receiving ID data from at least one of the aforesaid interchangeable lens and converter lens, an image capturing means for capturing an object image and obtaining image data; and

a recording means for recording the image data obtained by the aforesaid image capturing means, ID data received by the aforesaid communicating means, and focal length data of the aforesaid interchangeable lens from at least one of the interchangeable lens and converter lens on the aforesaid recording medium.

[Claim 3] An interchangeable lens digital camera that allows for the free mounting of an interchangeable lens and converter lens and is capable of recording data on a recording medium, and is equipped with

a communicating means for receiving ID data from at least one of the aforesaid interchangeable lens and converter lens, an image capturing means for capturing an object image and obtaining the image data; and

a recording means for recording the image data obtained by the aforesaid image capturing means, ID data received by the aforesaid communicating means, and aperture value data of the aforesaid interchangeable lens from at least one of the interchangeable lens and the converter lens on the aforesaid recording medium.

[Detailed description of the invention]

[0001]

[Technical field to which the invention belongs] This invention relates to an interchangeable lens digital camera focused on improving the image quality of image data obtained by an imaging element or the like.

[0002]

[Conventional technology] In general, interchangeable lenses have characteristics such as distortion (distortion aberration) and shading (peripheral light reduction). The aforesaid "distortion" refers to that when a lens is used to photograph a grid-shaped object on a plane perpendicular to the optical axis as an object, its image is distorted. In addition, "shading" refers to that the amount of light decreases and becomes darker at the periphery of the image compared to the center of the image.

[0003] Both phenomena can be minimized by designing a high-performance interchangeable lens, but the size of the camera will increase. Therefore, considering the compactness and lightness of the camera, for the aforesaid phenomena a compromise must be made to some extent. The aforesaid phenomenon is particularly noticeable in wide interchangeable lenses.

[0004] Here, various conventional technologies have been disclosed to correct the aforesaid distortion and shading.

[0005] For example, JPA H2(1990)-123879 discloses a technology that has a means to store distortion and shading information in an interchangeable lens, sends the aforesaid information to the body, corrects the image information obtained from the imaging element in the body, and stores the corrected high quality image information in memory.

[0006] Furthermore, JPA H6(1994)-197266 discloses a technology that has a means to store shading correction coefficients in the interchangeable lens, sends the aforesaid information to the body, and corrects the shading using the aforesaid stored information in the process of A/D conversion of the analog video signal obtained from the imaging element in the body.

[0007] In addition, JPA H6(1994)-250276 and JPA H6(1994)-250277 disclose a technology for storing photographing information related to the shading and distortion of the respective lens on film, reading out image data and photographing information from the film after photographing, and correcting shading and distortion based on the image data and photographing information.

[0008]

[Problems to be solved by the invention] However, in the aforesaid publicly known examples, it is necessary to pre-maintain correction values for each interchangeable lens for correcting distortion and shading on the interchangeable lens side, or to pre-maintain correction values for all interchangeable lenses on the camera body side. Therefore, the size of the device increased, and furthermore there were restrictions on the correction data that could be stored, so highly accurate correction was not possible.

[0009] This invention was made in view of the aforesaid problem, and its purpose is to provide an interchangeable lens digital camera that realizes miniaturization of the device, resolves the problems of restriction of the amount of correction data and restriction of the time spent for correction calculation, realizes highly accurate distortion and shading correction, and can also support the mounting of a converter lens.

[0010]

[Means for solving the problem] In the 1st aspect of this invention to achieve the aforesaid purpose, it provides an interchangeable lens digital camera that allows for the free mounting of an interchangeable lens and converter lens and is capable of recording data on a recording medium, and is equipped with a communicating means for receiving ID data from at least one of the aforesaid interchangeable lens and

converter lens, an image capturing means for capturing an object image and obtaining image data, and a recording means for recording on the aforesaid recording medium the image data obtained by the aforesaid image capturing means and ID data received from at least one of the interchangeable lens and the converter lens.

[0011] In the 2nd aspect of this invention to achieve the aforesaid purpose, it provides an interchangeable lens digital camera that allows for the free mounting of an interchangeable lens and converter lens and is capable of recording data on a recording medium, is equipped with a communicating means for receiving ID data from at least one of the aforesaid interchangeable lens and converter lens, an image capturing means for capturing an object image and obtaining the image data; and a recording means for recording on the aforesaid recording medium the data obtained by the aforesaid image capturing means, ID data, and focal length data received from at least one of the interchangeable lens and the converter lens by the aforesaid communicating means.

[0012] In the 3rd aspect of this invention to achieve the aforesaid purpose, it provides an interchangeable lens digital camera that allows for the free mounting of an interchangeable lens and converter lens and is capable of recording data on a recording medium, and is equipped with a communicating means for receiving ID data from at least one of the aforesaid interchangeable lens and converter lens, an image capturing means for capturing an object image and obtaining the image data; and a recording means for recording on the aforesaid recording medium the image data obtained by the aforesaid image capturing means, ID data, and aperture value data received from at least one of the interchangeable lens and the converter lens by the aforesaid communicating means.

[0013] The following actions are achieved according to the aforesaid first to third aspects.

[0014] That is, in the first aspect of this invention, the image data obtained by the aforesaid image capturing means and the ID data received from at least one of the interchangeable lens and the converter lens by the communicating means are recorded on the recording medium by the recording means.

[0015] In the second aspect, the image data obtained by the image capturing means, the ID data received from at least one of the interchangeable lens and the converter lens by the communicating means, and the focal length data of the interchangeable lens are recorded on the recording medium.

[0016] In the third aspect, the image data obtained by the image capturing means, the ID data received from at least one of the interchangeable lens and the converter lens by the communicating means, and the aperture value data of the interchangeable lens are recorded on the recording medium.

[0017]

[Embodiments of the invention] The embodiments of this invention will be explained below with reference to the figures.

[0018] Fig. 1 is a block diagram showing the configuration of the electrical circuit of a camera system that applies to an interchangeable lens digital camera pertaining to an embodiment of this invention.

[0019] The camera system consists of a digital camera body 1 (hereinafter referred to as the "camera body") that can electrically capture an object image, an interchangeable lens 50 with zooming function, and a front converter lens 100.

[0020] First, the internal configuration of camera body 1 is described in detail.

[0021] As shown in Fig. 1, inside the camera body 1, a BCPU 2 such as a microcomputer that controls the entire camera body is provided. This BCPU 2 is electrically connected to the CCD driver 4, image processing circuit 5, recording circuit 7, AF module 8 that detects the focusing state of the photographing lens, 1RSW 9 that turns ON at the first stroke of the release, 2RSW 10 which is turned ON at the second stroke of the release, and a recording mode switch SW 11 which switches the recording mode during magnetic recording on film. The output of the aforesaid CCD driver 4 is connected to the input of a charge coupled device (CCD) 3, and the input of this CCD 3 is connected to the input of the recording circuit 7 via the image processing circuit 5. The aforesaid CCD 3 is driven and controlled by the CCD driver 4. The image signal output from CCD 3 is processed by the image processing circuit 5, including A/D conversion, color conversion, and data compression, before being recorded on the recording medium 6 by the recording circuit 7. In addition, the aforesaid BCPU 2 can freely communicate with the interchangeable lens 50 side via the mount contact 12.

[0022] Next, the internal configuration of the interchangeable lens 50 is described in detail.

[0023] As shown in Fig. 1, inside the interchangeable lens 50, an LCPU 51 such as a microcomputer is provided that controls the entire system, and the output of this LCPU 51 is connected to the input of the stepping motor 53 via the stepping motor control circuit 54. Then, the driving force of the stepping motor 53 is transmitted to the aperture mechanism 52 via a mechanical mechanism not shown in the figure. Furthermore, the output of the aforesaid LCPU 51 is connected to the input of the zoom motor 57 via a zoom motor control circuit 58. This zoom motor 57 is driven and controlled by the zoom motor control circuit 58, and the zooming amount is detected by the zoom encoder 59 and output to the LCPU 51. The LCPU 51 detects the focal distance of the photographing lens based on this zooming amount. In addition, the output of the aforesaid LCPU 51 is connected to the input of LD motor 60 via the LD motor control circuit 61. This LD motor 60 is driven and controlled by the LD motor control circuit 61. The amount of movement of the aforesaid LD motor 60 is detected by the LD encoder 62 and output to the LCPU 51. This LCPU51 calculates the object distance based on the output value of this LD encoder 62. In addition, the aforesaid LCPU 51 is electrically connected to the TELE SW 55 for operating the zoom lens

on the telephoto side (TELE side) and the WIDE SW 56 for operating the zoom lens on the wide-angle side (WIDE side). Furthermore, it is possible to communicate with the front converter lens 100 through the converter contact 63.

[0024] Next, the internal configuration of the front converter lens 100 will be explained. Inside the front converter lens 100, an FCCPU 101, which is a microcomputer or the like, is provided that controls the entire system. ID data to identify the type of front converter lens itself is stored in memory inside the FCCPU 101.

[0025] Next, Fig. 2 shows and explains the overall system configuration, including the camera body 200 on which an interchangeable lens is mounted, and an external image processing device 202.

[0026] As shown in Fig. 2, inside the image processing device 202, a GCPU 203 such as a microcomputer is provided that controls the sequence of image processing. This GCPU 203 is electrically connected to the image memory 206, a data reading device 205, and a floppy disk drive 208. The aforesaid data reading device 205 is connected to the recording medium loading unit 204 where the recording medium 201 taken out from the camera body 200 is loaded.

[0027] In such a configuration, when the aforesaid recording medium 201 already photographed is loaded into the recording medium loading unit 204, its image data and correction-related data are read by the data reading device 205 and temporarily stored in the image memory 206. Furthermore, a floppy disk 207 is loaded in the aforesaid FDD 208, and correction data for correcting distortion and shading for each interchangeable lens is read out. The GCPU 203 performs the prescribed correction to the image data based on the aforesaid correction data and the correction-related data.

[0028] Hereinafter, referring to the flow chart in Fig. 3, the photographing sequence of the camera system employing the interchangeable lens camera pertaining to this embodiment will be explained.

[0029] The BCPU 2 first detects the status of 1RSW 9, and when this 1RSW 9 is turned on (step S1), it then detects the status of the recording mode switch SW 11 (step S2). Then, it communicates with the interchangeable lens 50 and receives from the interchangeable lens 50 an ID code that identifies the type of interchangeable lens itself and the focal length data (step S3). Next, if the aforesaid interchangeable lens 50 is equipped with a front converter lens 100, communication with the front converter lens 100 is executed to receive an ID code to identify the type of front converter lens 100 (step S4). Moreover, if a front converter lens 100 is not mounted, communication is not possible and the process proceeds to the next step S5.

[0030] Next, the AF module 8 is used to measure the distance (step S5), and based on this distance measurement result and the focal length data received from the interchangeable lens 50, the driving amount of the photographing lens inside the interchangeable lens 50 is calculated (step S6). Then, the interchangeable lens 50 communicates with the interchangeable lens 50 again, and sends the driving (LD driving) amount of the photographing lens and the driving direction of the photographing lens to the interchangeable lens 50 (step S7). Moreover, the interchangeable lens 50 executes LD driving upon receipt of this communication.

[0031] Next, the BCPU 2 communicates with the interchangeable lens 50 and receives information on the stop position of the photographing lens (position of the LD encoder) from the interchangeable lens 50 (step S8). Then, based on the stop position of the photographing lens received through this communication, the distance of the object is calculated (step S9), light measurement is performed using a light measuring element (not shown in the figure) in the finder (step S10), and exposure calculation is performed based on this light measurement value (step S11).

[0032] Then, the state of 2RSW 10 is detected, and if this 2RSW 10 is OFF, the process goes to step S13, and if it is ON, the process goes to step S14 (step S12). In step S13, the state of 1RSW 9 is detected, and if this 1RSW 9 is ON, the process returns to step S12, and if it is OFF, the process returns to step S1. On the other hand, if 2RSW 10 is turned on (step S12), exposure is executed. Here, the focal plane shutter (not shown in the figure) in the camera body 1 and the aperture in the interchangeable lens are operated, to perform the exposure by the CCD 3 (Step S14).

[0033] Next, according to the result of monitoring the recording mode switching SW 11 (step S2), the BCPU 2 records image data when the recording mode is normal mode (step S16) and records image data and correction-related data when the recording mode is image quality improvement mode (step S17).

[0034] Here, Fig. 4 shows an example of the structure of various data to be recorded on the recording medium in steps S16 and S17 of Fig. 3.

[0035] In Fig. 4, the code 300 indicates data for one frame. Such data 300 is divided into an image data area 301, a comment data area 302, and a correction-related data storage area 304. Furthermore, the aforesaid comment data area 302 inherently contains an area 304 for storing the data for the year, month, day, hour, and minute (the year, month, and day the photograph was taken). In addition, the aforesaid correction-related data storage area 304 inherently contains an area 305 for storing the ID number of the interchangeable lens, an area 306 for storing the ID number of the mounted front converter lens 100, an area 307 for storing the focal length of the photographing lens data, an area 307 for storing the aperture value data of the photographing lens, an area 308 for storing the aperture value data of the photographing lens and an area 309 for storing the object distance data.

[0036] In the aforesaid area 305, all types of interchangeable lenses are indicated with 4-bit data. In the aforesaid area 306,

the ID numbers of all types of front converter lenses or the fact that no converter is mounted are indicated with 4-bit data. In the aforesaid area 307, 2 bytes of data are displayed.

That is, 0 to 9999 mm in 1 mm increments is indicated as below:

1st byte = 00 to 99 (upper)

2nd byte = 00 to 99 (lower)

The details of the 1-byte data in area 308 are as shown in Fig. 7, and the object distance data in area 309 is 5-bit data, the details of which are as shown in Fig. 8.

[0037] In the recording of image data in step S16 of Fig. 3, image data and the year, month, day, hour, and minute data are recorded on the image data area 301 and the comment data area 302 of the recording medium. Furthermore, in the recording of image data and correction-related data in step S17, each data is recorded in the image data area 301, comment data area 302, and correction-related data area 304.

[0038] Here, referring to Fig. 13 through Fig. 16, the principle of distortion and shading occurrence and the form of correction data are briefly explained.

[0039] First, the correction data for distortion will be explained.

[0040] Fig. 13 shows the distortion of light entering the optical system Os at angle θ. On the optical axis at a focal length f away from the optical system Os, an image with real image height z affected by distortion is formed relative to the ideal image height z′.

[0041] In this case, the magnitude a of the distortion is expressed by the following Equation (1).

[0042]

$$a=(z-z')/z'\times 100(\%) \qquad (1)$$

$$\text{However, } z'=f\times\tan(\theta) \qquad (2)$$

The aberration of an optical system is generally a function of image height. Fig. 14 shows the aberration curve of distortion when the actual image height z is on the horizontal axis and distortion a is on the vertical axis.

[0043] Fig. 15 shows the image of a square lattice which was distorted. Fig. 15(a), Fig. 15(b), and Fig. 15(c) are referred to as barrel, pincushion, and jingasa [ancient Japanese soldier's hat] shapes, respectively, where Fig. 14(a) corresponds to Fig. 15(a), Fig. 14(b) corresponds to Fig. 15(b), and Fig. 14(c) corresponds to Fig. 15(c).

[0044] Here, these aberration curves are expanded as follows.

[0045]

$$a(z) = A1\cdot z+A2\cdot z^2+A3\cdot z^3 +A4\cdot z^4+A5\cdot z^5+A6\cdot z^6+\ldots \qquad (3)$$

If the expansion coefficients A1, A2, A3... of Equation (3) are used as distortion correction data, the aberration characteristics shown in Fig. 14 can be corrected by performing a correction calculation.

The higher the order of these expansion coefficients, the more accurate the correction, but due to the amount of correction data and calculation time, this embodiment has expansion coefficients A1, A2, A3, A4, and A5 as the distortion correction data.

[0046] Next, the shading correction data will be explained.

[0047] If the effective luminance on the film surface is b and the ideal image luminance is b′, the magnitude of shading, D, is expressed by the following Equation (4).

[0048]

$$D=(b-b')/b'\times 100\ (\%) \qquad (4)$$

If shading is a function of image height, the shading curve is shown in Fig. 16(a) when the actual image height z is on the horizontal axis and shading D is on the vertical axis. In this Embodiment, due to the amount of correction data and calculation time, shading is limited to 5 points, as shown in Fig. 16(a), and is approximated by a shading line consisting of a polygonal line connecting the shading data at the 5 points, as shown in Fig. 16(b).

[0049] Fig. 6 shows and explains the structure of the correction data stored in FD 207.

[0050] Moreover, in this FD 207, both distortion correction data and shading correction data are stored differently for each interchangeable lens. Furthermore, even for the same interchangeable lens, since the correction data differs between cases where the front converter lens 100 is not mounted and cases where it is mounted, the data is inherently embedded.

[0051] In Fig. 6, the code 400 shows all the correction data inside the FD 207, and in this correction data 400, correction data 401, 410, 420... corresponding to each interchangeable lens A, B, C... are inherently embedded.

[0052] Explaining the correction data corresponding to the aforesaid interchangeable lens A in summary, such correction data 401 inherently contains correction data 402 in case of interchangeable lens A with no converter lens mounted, correction data 403 in case of interchangeable lens A with converter lens A mounted, correction data 404 in case if interchangeable lens B is mounted, and distortion correction data in case of interchangeable lens A with no converter lens mounted. Furthermore, correction data 402 for the case where the converter is not mounted contains distortion correction data 405 and shading correction data 406. Such a data structure is basically the same for correction data 410 corresponding to interchangeable lens B and correction data 420 corresponding to interchangeable lens C.

[0053] The aforesaid distortion correction data 405 consists of two interchangeable tables. In cases where the interchangeable lens is a zoom lens, the correction data

differs depending on the focal length f and object distance D of the lens. In other words, the table in Fig. 9 determines the correction data number n according to the lens focal length f and object distance D, and the table in Fig. 10 determines the correction data A1 to A5 according to the aforesaid determined n.

[0054] The aforesaid shading correction data 406 consists of two conversion tables. In cases where the interchangeable lens is a zoom lens, the correction data differs depending on the lens focal length f, object distance D, and aperture value (F No.). In other words, the table in Fig. 11 determines the correction data number n according to the lens focal length f and object distance D, and the table in Fig. 12 determines the correction data D1 ~ D5 according to the aforesaid determined n and aperture value (F No.).

[0055] Referring to the flow chart in Fig. 5 below, the sequence in which photographed/developed film is loaded into the image processing device and image processing for distortion and shading correction is performed will be explained in detail.

[0056] First, image data and correction-related data are read from the recording medium 201, which recorded the images already photographed which were loaded in the recording medium loading unit 204 of the image processing device 202 by the data reading device 205 (step S100). The read image data and correction-related data are temporarily stored in the image memory 206 (step S101).

[0057] Next, all the correction data in the FD 207 are read out in advance by the FDD 208, and according to the correction data and the correction-related data read in the previous step S100, the correction data A1 to A5 required for distortion correction and the correction data D1 to D required for shading correction are determined (step S102). Then, the image data read out in the aforesaid step S100 and stored in the image memory 206 and the distortion correction data determined in the aforesaid step S102 are used to correct the distortion (step S103).

[0058] Next, shading correction is performed on the distortion-corrected image data stored in the image memory 207 according to the shading correction data determined in step S102 (step S104), and the corrected image data is stored in the image memory 207 (step S105). Moreover, the aforesaid step S104 performs a coordinate transformation operation as a distortion correction operation, and for example, the operation method disclosed in JPA H6(1994)-250277 can be adopted.

[0059] Although the embodiments of this invention have been explained above, this invention is not limited thereto, and various improvements, etc., are possible without departing from the purpose thereof.

[0060] Moreover, the aforesaid embodiments of this invention encompass the following inventions.

[0061] (1) An interchangeable lens digital camera, which is equipped with a communicating means for receiving ID data from the interchangeable lens or the converter lens, an imaging element for obtaining the image data, and a recording means for recording on a recording medium the image data obtained from the aforesaid imaging element, the ID data received from the interchangeable lens or converter lens by the aforesaid communicating means, and the object distance data of an interchangeable lens.

[0062] (2) An interchangeable lens digital camera, which is equipped with a correction information generating means for generating correction-related information related to the correction of photograph quality, an imaging element for obtaining the image data, a recording means for recording the image data on a recording medium, and a recording mode switching means that can switch between a first recording mode… a first mode in which the aforesaid correction information is not recorded together with the image data, and a second mode in which the aforesaid correction information is recorded together with the image data.

[0063] (3) A camera system, which is equipped with an interchangeable lens digital camera having a correction information generating means for generating correction-related information related to shading correction and a recording means for recording on a recording medium the correction-related information generated by the aforesaid correction information generating means together with the image data; an image reading device for reading the image data and correction-related information from the recording medium which recorded the image already photographed; a shading correction data supply means for supplying the shading correction data for correcting image shading; a correction data selecting means for selecting certain data from the correction data supplied by the aforesaid correction data supply means according to the correction-related information read by the aforesaid data reading device; and an image correction device to generate the image data for which the shading was corrected according to the image data read by the aforesaid image reading device and the correction data selected by the aforesaid correction data selecting means.

[0064] (4) A camera system, which is equipped with an interchangeable lens digital camera having a correction information generating means for generating correction-related information related to distortion correction and a recording means for recording on a recording medium the correction-related information generated by the aforesaid correction information generating means together with the image data; an image reading device for reading the image data and correction-related information from the recording medium which recorded the image already photographed; a distortion correction data supply means for supplying the distortion correction data for correcting the image distortion; a correction data selecting means for selecting certain data from the correction data supplied by the aforesaid correction data supply means according to the correction-related information read by the aforesaid data reading device; and an image correction device to generate the image data for which the distortion was corrected according to the image data read by the aforesaid image reading device and the correction data selected by the aforesaid correction data selecting means.

[0065] Moreover, the correction-related information generated

by the above correction data generating means refers to the correction-related information to be generated and does not refer to the correction data itself. That is, specifically, it refers to ID data of the interchangeable lens, focal length data, aperture data, and object distance data, which are stored in the camera.

[0066]

[Effect of the invention] As described in detail above, according to this invention, it is possible to provide an interchangeable lens digital camera that realizes miniaturization of the device, resolves the problems of restriction of the amount of correction data and the restriction of time spent for correction calculation, realizes highly accurate distortion and shading correction, and can also support the mounting of a converter lens.

[Brief description of the figures]

[Fig. 1] It is a block diagram showing the configuration of the electrical circuit of a camera system using an interchangeable lens digital camera according to the embodiment of this invention.

[Fig. 2] It is a diagram showing the configuration of the entire system, including the camera body 200 on which an interchangeable lens is mounted, and an external image processing device 202.

[Fig. 3] It is a flow chart showing the sequence of image capture by the camera system employing the interchangeable lens camera pertaining to the embodiment.

[Fig. 4] It is a diagram showing an example of the structure of various data to be recorded in the recording medium in steps S16 and S17 of Fig. 3.

[Fig. 5] It is a flow chart showing the sequence of image processing for distortion and shading correction after loading the photographed and developed film into the image processing device.

[Fig. 6] It is a diagram showing the structure of the correction data stored in the FD 207.

[Fig. 7] It is a diagram showing the details of the aperture data of the photographing lens.

[Fig. 8] It is a diagram showing the details of the object distance data.

[Fig. 9] It is a diagram showing the distortion correction data 405 calculation table.

[Fig. 10] It is a diagram showing the distortion correction data 405 calculation table.

[Fig. 11] It is a diagram showing the shading correction data 406 calculation table.

[Fig. 12] It is a diagram showing the shading correction data 406 calculation table.

[Fig. 13] It is a diagram showing the distortion of light entering the optical system Os at angle θ.

[Fig. 14] It is a diagram showing the aberration curve of the distortion when the actual image height z is on the horizontal axis and the distortion a is on the vertical axis.

[Fig. 15] It is a diagram showing the image when the square lattice was distorted.

[Fig. 16] It is a diagram showing the characteristics of various shading curves.

[Description of the reference numerals]

1 camera body
2 BCPU
3 CCD
4 CCD driver
5 image processing circuit
6 storage medium
7 recording circuit
8 AF module
9 1RSW
10 2RSW
11 recording mode switch SW
12 mount contact
50 interchangeable lens
51 LCPU
52 aperture mechanism
53 stepping motor
54 stepping motor control circuit
55 TELE SW
56 WIDE SW
57 zoom motor
58 zoom motor control circuit
59 zoom encoder
60 LD motor
61 LD motor control circuit
62 LD encoder
63 converter contact
100 front converter lens
101 FCCPU

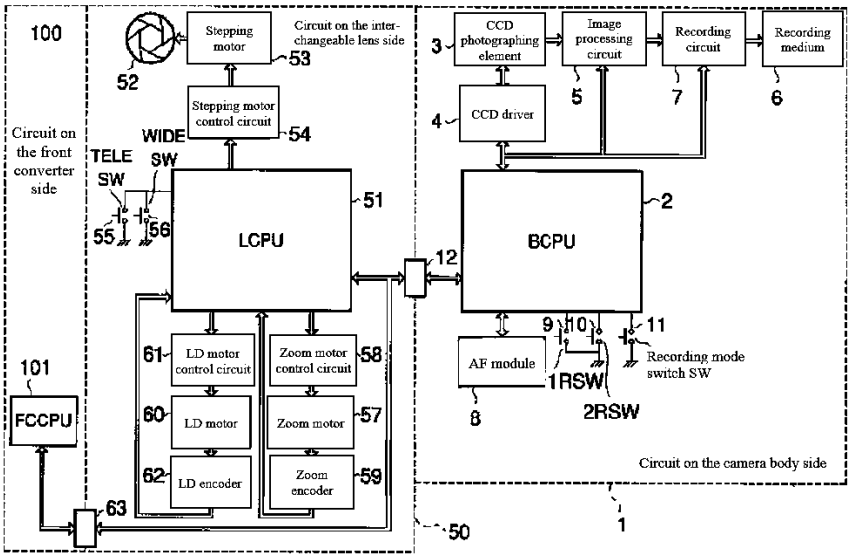
[Fig. 9]

D(mm) / f(m)	0.6 ~ 0.8	0.8 ~ 1.5	1.5 ~ 2.5	2.5 ~ 5	5 ~ infinite
28 ~ 31	1	2	3	4	5
31 ~ 35	6	7	8	9	10
35 ~ 42	11	12	13	14	15
42 ~ 50	16	17	18	19	20
50 ~ 60	21	22	23	24	25
60 ~ 70	26	27	28	29	30

[Fig. 10]

n	Correction data				
	A1	A2	A3	A4	A5
1	-1.30	-15.00	-2.90	-1.30	0.70
2	-0.80	-12.30	-1.80	-1.10	0.85
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
30	0.50	5.80	0.60	0.45	0.23

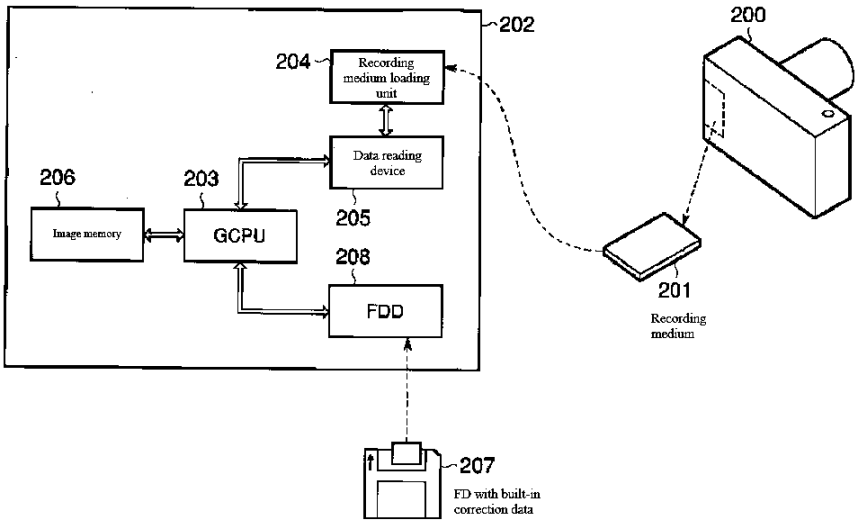
[Fig. 1]



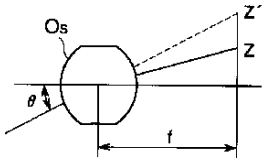
[Fig. 8]

Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Object distance
0	0	0	0	0	0 ~ 0.4
0	0	0	0	1	0.4 ~ 0.6
0	0	0	1	0	0.6 ~ 0.8
0	0	0	1	1	0.8 ~ 1.0
0	0	1	0	0	1.0 ~ 1.2
0	0	1	0	1	1.2 ~ 1.5
0	0	1	1	0	1.5 ~ 2.0
0	0	1	1	1	2.0 ~ 2.5
0	1	0	0	0	2.5 ~ 3.0
0	1	0	0	1	3.0 ~ 4.0
0	1	0	1	0	4.0 ~ 5.0
0	1	0	1	1	5.0 ~ 6.0
0	1	1	0	0	6.0 ~ 7.0
0	1	1	0	1	7.0 ~ 8.0
0	1	1	1	0	8.0 ~ 10.0
0	1	1	1	1	10.0 ~ 15.0
1	0	0	0	0	15.0 ~ 20.0
1	0	0	0	1	20.0 ~ 30.0
1	0	0	1	0	30.0 ~

[Fig. 2]



[Fig. 13]



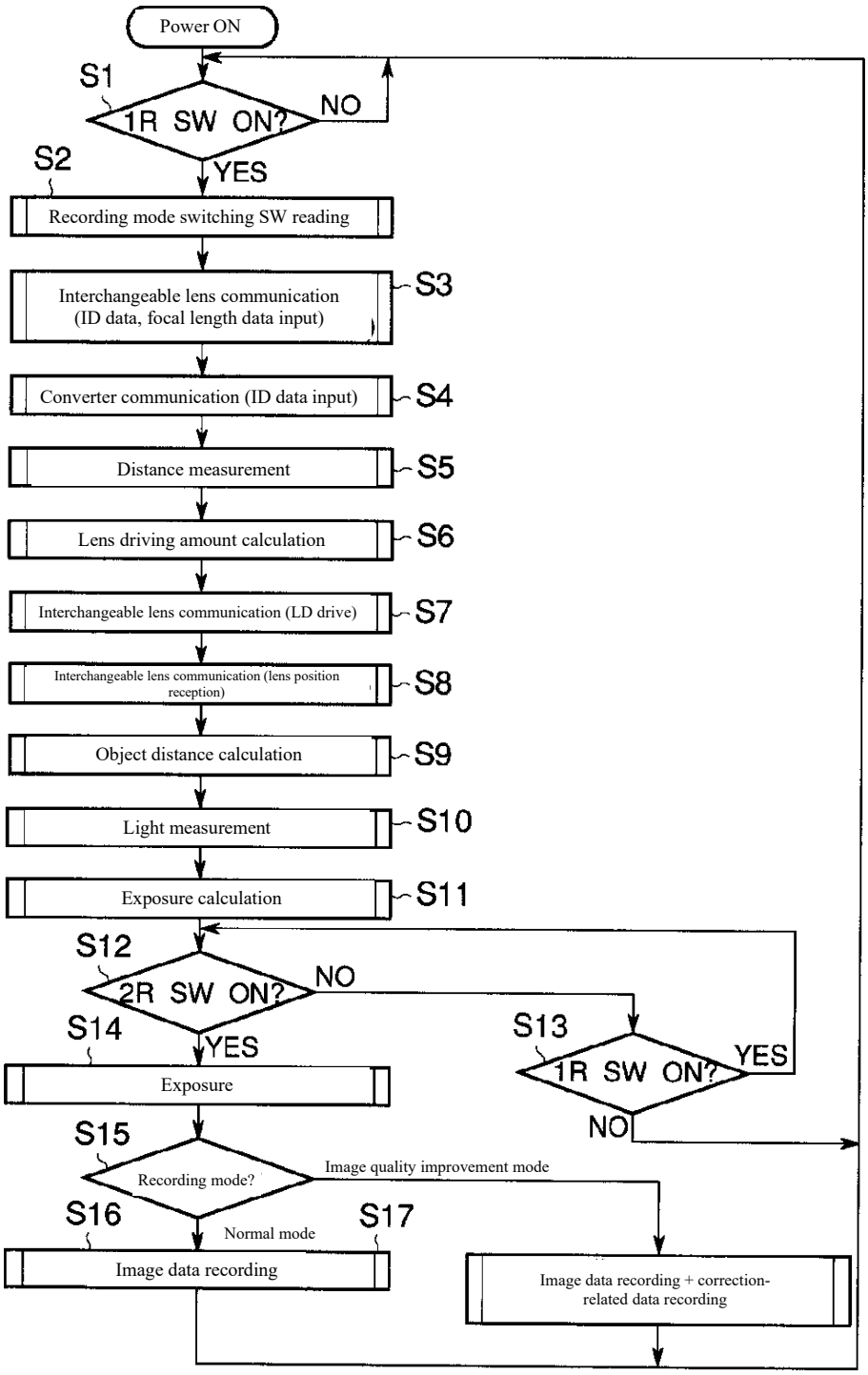
[Fig. 11]

D(mm) / f(m)	0.6 ~ 0.8	0.8 ~ 1.5	1.5 ~ 2.5	2.5 ~ 5	5 ~ Infinite
28 ~ 31	1	2	3	4	5
31 ~ 35	6	7	8	9	10
35 ~ 42	11	12	13	14	15
42 ~ 50	16	17	18	19	20
50 ~ 60	21	22	23	24	25
60 ~ 70	26	27	28	29	30

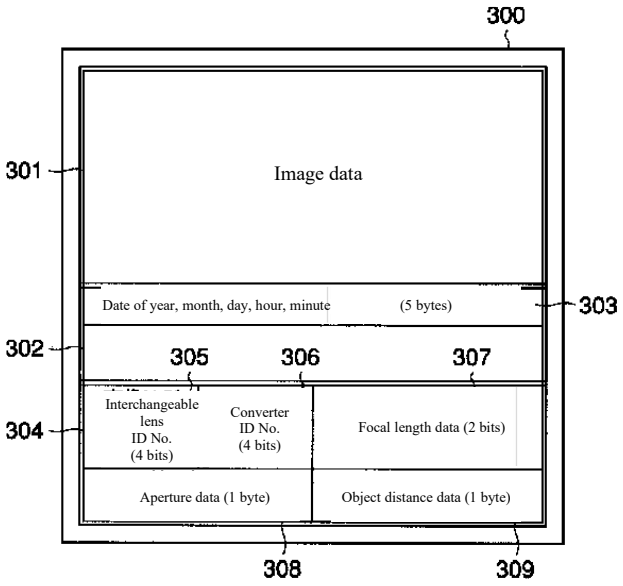
[Fig. 12]

n	F no.	Correction data				
		D1	D2	D3	114	D5
1	4 ~ 5.6	1.30	5.00	10.60	17.71	25.70
	5.6 ~ 8	1.24	4.75	10.07	16.82	24.42
	8 ~ 11	1.17	4.50	9.54	15.94	23.13
	11 ~	1.11	4.25	9.01	15.05	21.85
2	4 ~ 5.6	1.27	4.90	10.39	17.36	25.19
	5.6 ~ 8	1.22	4.66	9.87	16.48	23.93
	8 ~ 11	1.15	4.41	9.35	15.62	22.67
	11 ~	1.09	4.17	8.83	14.75	21.41
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
30	4 ~ 5.6	0.65	2.50	5.30	8.86	12.85
	5.6 ~ 8	0.62	2.38	5.04	8.41	12.21
	8 ~ 11	0.59	2.25	4.77	7.97	11.57
	11 ~	0.56	2.13	4.51	7.53	10.93

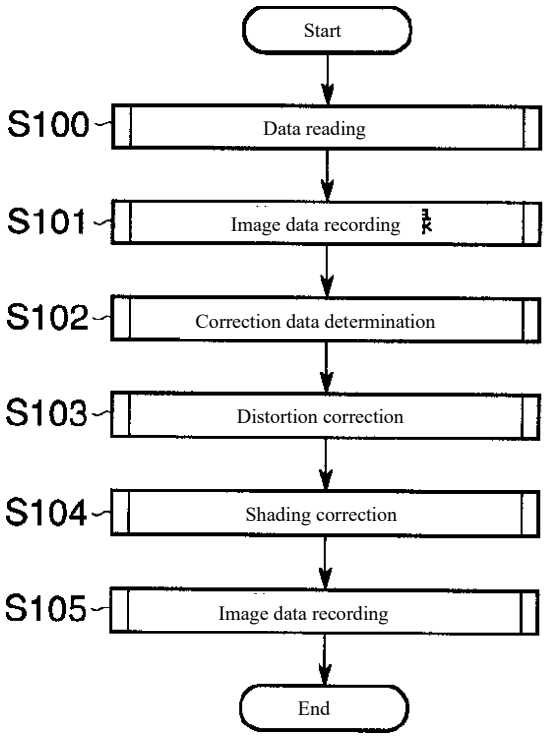
[Fig. 3]


Power ON
S1
1R SW ON?
NO
YES
S2
Recording mode switching SW reading
Interchangeable lens communication (ID data, focal length data input)
S3
Converter communication (ID data input)
S4
Distance measurement
S5
Lens driving amount calculation
S6
Interchangeable lens communication (LD drive)
S7
Interchangeable lens communication (lens position reception)
S8
Object distance calculation
S9
Light measurement
S10
Exposure calculation
S11
S12
2R SW ON?
NO
YES
S13
1R SW ON?
YES
NO
S14
Exposure
S15
Recording mode?
Image quality improvement mode
Normal mode
S16
Image data recording
S17
Image data recording + correction-related data recording

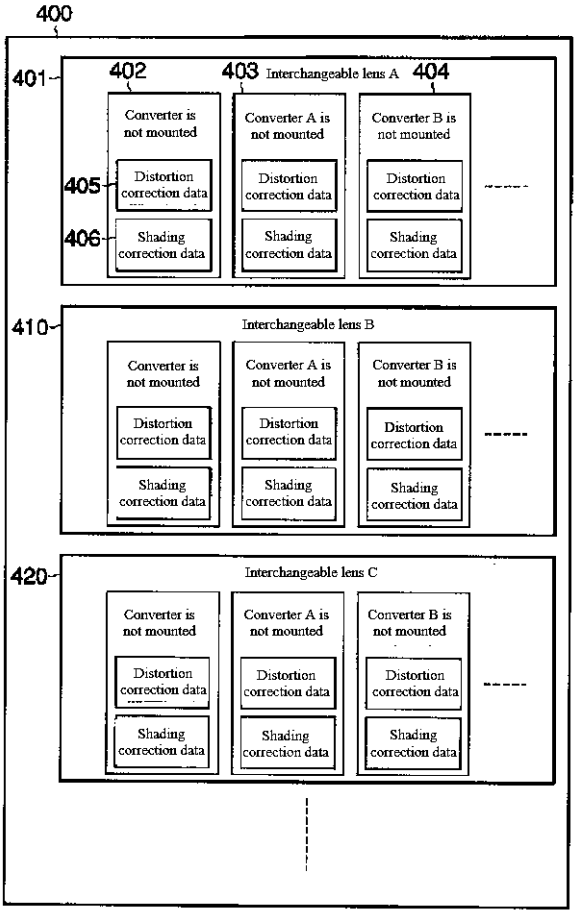
[Fig. 4]



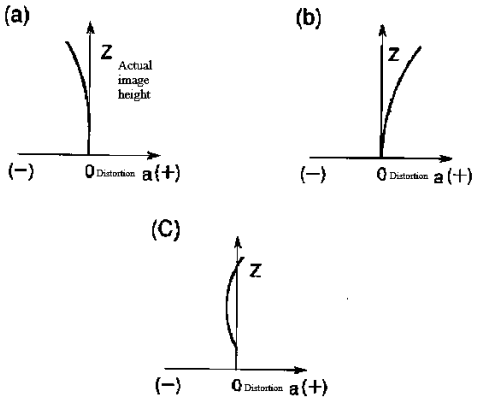
[Fig. 5]



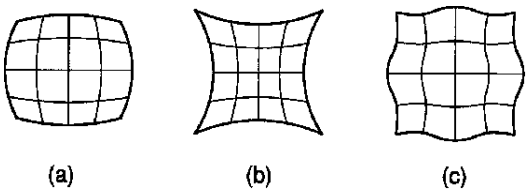
[Fig. 6]



[Fig. 14]



[Fig. 15]



[Fig. 7]

F-NUMBER	APEX VALUE	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1
0.5	−2.00	P	0	1	1	1	1	0	0
0.56	−1.75	P	0	1	1	1	1	0	1
0.6	−1.50	P	0	1	1	1	1	1	0
0.63	−1.25	P	0	1	1	1	1	1	1
0.7	−1.00	P	1	0	0	0	0	0	0
0.8	−0.75	P	1	0	0	0	0	0	1
0.84	−0.50	P	1	0	0	0	0	1	0
0.9	−0.25	P	1	0	0	0	0	1	1
1.0	0.00	P	1	0	0	0	1	0	0
1.1	0.25	P	1	0	0	0	1	0	1
1.2	0.50	P	1	0	0	0	1	1	0
1.3	0.75	P	1	0	0	0	1	1	1
1.4	1.00	P	1	0	0	1	0	0	0
1.6	1.25	P	1	0	0	1	0	0	1
1.7	1.50	P	1	0	0	1	0	1	0
1.8	1.75	P	1	0	0	1	0	1	1
2.0	2.00	P	1	0	0	1	1	0	0
2.2	2.25	P	1	0	0	1	1	0	1
2.4	2.50	P	1	0	0	1	1	1	0
2.5	2.75	P	1	0	0	1	1	1	1
2.8	3.00	P	1	0	1	0	0	0	0
3.2	3.25	P	1	0	1	0	0	0	1
3.3	3.50	P	1	0	1	0	0	1	0
3.5	3.75	P	1	0	1	0	0	1	1
4.0	4.00	P	1	0	1	0	1	0	0
4.5	4.25	P	1	0	1	0	1	0	1
4.8	4.50	P	1	0	1	0	1	1	0
5.0	4.75	P	1	0	1	0	1	1	1
5.6	5.00	P	1	0	1	1	0	0	0
6.3	5.25	P	1	0	1	1	0	0	1
6.7	5.50	P	1	0	1	1	0	1	0
7.1	5.75	P	1	0	1	1	0	1	1
8.0	6.00	P	1	0	1	1	1	0	0
9.0	6.25	P	1	0	1	1	1	0	1
9.5	6.50	P	1	0	1	1	1	1	0
10.0	6.75	P	1	0	1	1	1	1	1
11.0	7.00	P	1	1	0	0	0	0	0
13.0	7.25	P	1	1	0	0	0	0	1
13.5	7.50	P	1	1	0	0	0	1	0
14.0	7.75	P	1	1	0	0	0	1	1
16.0	8.00	P	1	1	0	0	1	0	0
18.0	8.25	P	1	1	0	0	1	0	1
19.0	8.50	P	1	1	0	0	1	1	0
20.0	8.75	P	1	1	0	0	1	1	1
22.0	9.00	P	1	1	0	1	0	0	0
25.0	9.25	P	1	1	0	1	0	0	1
27.0	9.50	P	1	1	0	1	0	1	0
29.0	9.75	P	1	1	0	1	0	1	1
32.0	10.00	P	1	1	0	1	1	0	0
36.0	10.25	P	1	1	0	1	1	0	1
38.0	10.50	P	1	1	0	1	1	1	0
40.0	10.75	P	1	1	0	1	1	1	1
45.0	11.00	P	1	1	1	0	0	0	0
51.0	11.25	P	1	1	1	0	0	0	1
54.0	11.50	P	1	1	1	0	0	1	0
57.0	11.75	P	1	1	1	0	0	1	1
64.0	12.00	P	1	1	1	0	1	0	0
72.0	12.25	P	1	1	1	0	1	0	1
76.0	12.50	P	1	1	1	0	1	1	0
81.0	12.75	P	1	1	1	0	1	1	1
90.0	13.00	P	1	1	1	1	0	0	0

[Fig. 16]

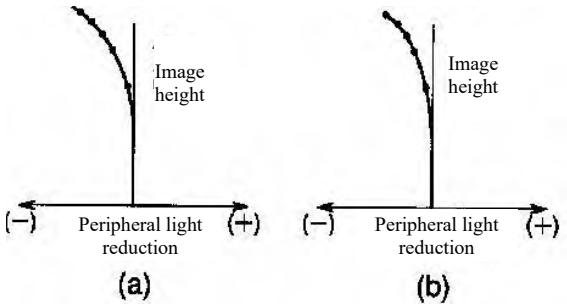


Image height
(−)
Peripheral light reduction
(+)
(a)
Image height
(−)
Peripheral light reduction
(+)
(b)

(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2000－184247
（P2000－184247A）
(43)公開日　平成12年6月30日(2000.6.30)

(51)Int.Cl.⁷	識別記号	ＦＩ	テーマコード（参考）
Ｈ０４Ｎ　5/225		Ｈ０４Ｎ　5/225	Ｄ　２Ｈ１０１
Ｇ０３Ｂ　17/14		Ｇ０３Ｂ　17/14	２Ｈ１０３
17/24		17/24	５Ｃ０２２

審査請求　未請求　請求項の数３　ＯＬ　（全 12 頁）

(21)出願番号　特願平10－362183

(22)出願日　平成10年12月21日(1998.12.21)

(71)出願人　000000376
オリンパス光学工業株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目43番２号

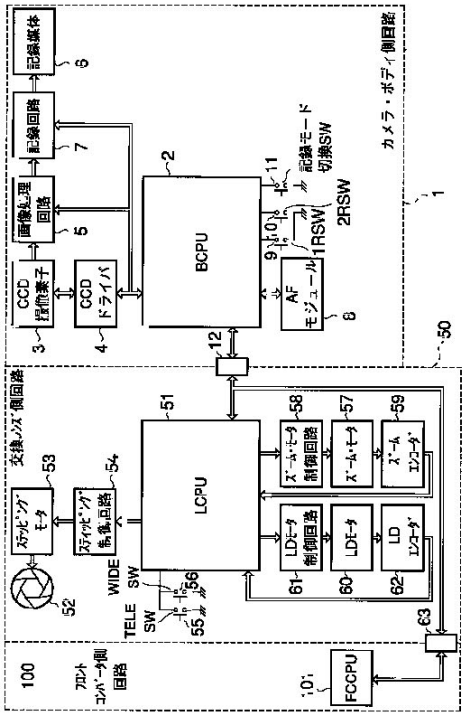
(72)発明者　今井　右二
東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目43番２号　オリンパス光学工業株式会社内

(74)代理人　100058479
弁理士　鈴江　武彦　（外４名）

Ｆターム(参考)　2H101 EE08 EE13 EE24 EE25 EE88 EE98
2H103 ZA41 ZA51
5C022 AA13 AB21 AC42 AC54 AC69

(54)【発明の名称】　レンズ交換式デジタルカメラ

(57)【要約】
【課題】装置の小型化を実現すると共に、補正データの量の制約や補正演算に費やされる時間の制約の問題を解消し、高精度のディストーション、シェーディング補正を実現する。
【解決手段】本発明は、交換レンズ５０及びフロントコンバータレンズ１００との装着が自在であり、記録媒体にデータを記録可能なレンズ交換式デジタルカメラにおいて、ＢＣＰＵ２の制御の下、上記交換レンズ５０及びフロントコンバータレンズ１００の少なくともいずれかからのＩＤデータを受信し、ＣＣＤ３で得られた画像データとＩＤデータとを記録媒体６上に記録するものである。



【特許請求の範囲】

【請求項１】　交換レンズ及びコンバータレンズとの装着が自在であり、記録媒体にデータを記録可能なレンズ交換式デジタルカメラにおいて、
上記交換レンズ及びコンバータレンズの少なくともいずれかからのＩＤデータを受信する通信手段と、
被写体像を撮像し画像データを得る撮像手段と、
上記撮像手段で得られた画像データと、上記通信手段で交換レンズ及びコンバータレンズの少なくともいずれかより受信したＩＤデータとを、上記記録媒体上に記録する記録手段と、を具備することを特徴とするレンズ交換式デジタルカメラ。

【請求項２】　交換レンズ及びコンバータレンズとの装着が自在であり、記録媒体にデータを記録可能なレンズ交換式デジタルカメラにおいて、
上記交換レンズ及びコンバータレンズの少なくともいずれかからのＩＤデータを受信する通信手段と、
被写体像を撮像し画像データを得る撮像手段と、
上記撮像手段で得られた画像データと、上記通信手段で交換レンズ及びコンバータレンズの少なくともいずれかより受信したＩＤデータと、上記交換レンズの焦点距離データとを、上記記録媒体上に記録する記録手段と、を具備することを特徴とするレンズ交換式デジタルカメラ。

【請求項３】　交換レンズ及びコンバータレンズとの装着が自在であり、記録媒体にデータを記録可能なレンズ交換式デジタルカメラにおいて、
上記交換レンズ及びコンバータレンズの少なくともいずれかからのＩＤデータを受信する通信手段と、
被写体像を撮像し画像データを得る撮像手段と、
上記撮像手段で得られた画像データと、上記通信手段で交換レンズ及びコンバータレンズの少なくともいずれかより受信したＩＤデータと、上記交換レンズの絞り値データとを、上記記録媒体上に記録する記録手段と、を具備することを特徴とするレンズ交換式デジタルカメラ。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、撮像素子等により得られた画像データに係る画像の画質を向上することに主眼を置いたレンズ交換式デジタルカメラに関する。

【０００２】

【従来の技術】一般に、交換レンズは、ディストーション（歪曲収差）、シェーディング（周辺減光）等の特性を有している。上記「ディストーション」とは、物体として光軸と直交した平面上にある格子状のものをレンズで撮影すると、その像が歪んで写ることをいう。また「シェーディング」とは、画面中心部に比べて、画面周辺部において光量が減少し暗くなることをいう。

【０００３】いずれの現象も高性能の交換レンズを設計すれば程度を小さく抑え込むことができるが、カメラの大型化をもたらす。従って、カメラの小型・軽量化を考慮に入れると、上記現象についてはある程度妥協せざるを得ない。特に、上記現象はワイド系の交換レンズにおいて顕著な特性を有している。

【０００４】ここで、従来より、上記ディストーション、シェーディングを補正するための種々の技術が開示されている。

【０００５】例えば、特開平２－１２３８７９号公報では、交換レンズ内にディストーション、シェーディング情報を記憶する手段を有し、ボディに対して上記情報を送り、ボディ内において撮像素子から得られた映像情報に対して補正を行い、補正された高画質の映像情報をメモリに記憶する技術が開示されている。

【０００６】さらに、特開平６－１９７２６６号公報では、交換レンズ内にシェーディング補正係数を記憶する手段を有し、ボディに対して上記情報を送り、ボディ内において撮像素子から得られたアナログ映像信号をＡ／Ｄ変換する過程で上記記憶情報によってシェーディングの補正を行う技術が開示されている。

【０００７】また、特開平６－２５０２７６号公報、特開平６－２５０２７７号公報では、それぞれレンズのシェーディング、ディストーションに関連する撮影情報をフィルム上に記憶し、撮影後のフィルムより画像データと撮影情報を読み出し、画像データと撮影情報より、シェーディング、ディストーションの補正を行う技術が開示されている。

【０００８】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記公知例では、ディストーションやシェーディングを補正するための補正値を交換レンズ毎に当該交換レンズ側に予め保持させておくか、或いはカメラボディ側に全ての交換レンズに対応した補正値を予め保持させておく必要があった。従って、装置の大型化をもたらし、さらには記憶できる補正データにも制約があるため精度の高い補正ができなかった。

【０００９】本発明は、上記問題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、装置の小型化を実現すると共に、補正データの量の制約や補正演算に費やされる時間の制約の問題を解消し、高精度のディストーション、シェーディング補正を実現し、且つコンバータレンズの装着にも対応可能なレンズ交換式デジタルカメラを提供することにある。

【００１０】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の第１の態様では、交換レンズ及びコンバータレンズとの装着が自在であり、記録媒体にデータを記録可能なレンズ交換式デジタルカメラにおいて、上記交換レンズ及びコンバータレンズの少なくともいずれかからのＩＤデータを受信する通信手段と、被写体像を撮像し画像データを得る撮像手段と、上記撮像手段で得られ

た画像データと、上記通信手段で交換レンズ及びコンバータレンズの少なくともいずれかより受信したＩＤデータとを、上記記録媒体上に記録する記録手段とを具備することを特徴とするレンズ交換式デジタルカメラが提供される。

【００１１】第２の態様では、交換レンズ及びコンバータレンズとの装着が自在であり、記録媒体にデータを記録可能なレンズ交換式デジタルカメラにおいて、上記交換レンズ及びコンバータレンズの少なくともいずれかからのＩＤデータを受信する通信手段と、被写体像を撮像し画像データを得る撮像手段と、上記撮像手段で得られた画像データと、上記通信手段で交換レンズ及びコンバータレンズの少なくともいずれかより受信したＩＤデータと、上記交換レンズの焦点距離データとを、上記記録媒体上に記録する記録手段とを具備することを特徴とするレンズ交換式デジタルカメラが提供される。

【００１２】第３の態様では、交換レンズ及びコンバータレンズとの装着が自在であり、記録媒体にデータを記録可能なレンズ交換式デジタルカメラにおいて、上記交換レンズ及びコンバータレンズの少なくともいずれかからのＩＤデータを受信する通信手段と、被写体像を撮像し画像データを得る撮像手段と、上記撮像手段で得られた画像データと、上記通信手段で交換レンズ及びコンバータレンズの少なくともいずれかより受信したＩＤデータと、上記交換レンズの絞り値データとを、上記記録媒体上に記録する記録手段とを具備することを特徴とするレンズ交換式デジタルカメラが提供される。

【００１３】上記第１乃至第３の態様によれば以下の作用が奏される。

【００１４】即ち、本発明の第１の態様では、記録手段により、上記撮像手段で得られた画像データと、通信手段で交換レンズ及びコンバータレンズの少なくともいずれかより受信したＩＤデータとが、記録媒体上に記録される。

【００１５】第２の態様では、記録手段により、撮像手段で得られた画像データと、通信手段で交換レンズ及びコンバータレンズの少なくともいずれかより受信したＩＤデータと、交換レンズの焦点距離データとが、記録媒体上に記録される。

【００１６】第３の態様では、記録手段により、撮像手段で得られた画像データと、通信手段で交換レンズ及びコンバータレンズの少なくともいずれかより受信したＩＤデータと、交換レンズの絞り値データとが、記録媒体上に記録される。

【００１７】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。

【００１８】図１は本発明の一実施の形態に係るレンズ交換式デジタルカメラを適用したカメラシステムの電気回路の構成を示すブロック図である。

【００１９】このカメラシステムは、被写体像を電気的に撮像可能なデジタルカメラボディ（以下、カメラボディと略記する）１と、ズーミング機能を有する交換レンズ５０と、フロントコンバータレンズ１００とからなる。

【００２０】先ず、カメラボディ１の内部構成を詳細に説明する。

【００２１】図１に示されるように、カメラボディ１内部には、全体の制御を司るマイクロコンピュータ等のＢＣＰＵ２が設けられている。このＢＣＰＵ２は、ＣＣＤドライバ４、画像処理回路５、記録回路７、撮影レンズのピント状態を検出するＡＦモジュール８、レリーズの第１段ストロークでＯＮ状態になる１ＲＳＷ９、レリーズの第２段ストロークでＯＮ状態になる２ＲＳＷ１０、フィルム上に磁気記録する際の記録モードを切り換える記録モード切換ＳＷ１１と電気的に接続されている。上記ＣＣＤドライバ４の出力は、ＣＣＤ（Charge Coupled Device）３の入力に接続されており、このＣＣＤ３の出力は、画像処理回路５を介して記録回路７の入力に接続されている。上記ＣＣＤ３は、ＣＣＤドライバ４により駆動制御される。このＣＣＤ３から出力された画像信号は、画像処理回路５にてＡ／Ｄ変換、色変換、データ圧縮等の各種処理が施された後、記録回路７により記録媒体６に記録される。この他、上記ＢＣＰＵ２はマウント接点１２を介して交換レンズ５０側と通信自在となっている。

【００２２】次に、交換レンズ５０の内部構成を詳細に説明する。

【００２３】図１に示されるように、交換レンズ５０の内部には、全体の制御を司るマイクロコンピュータ等のＬＣＰＵ５１が設けられており、このＬＣＰＵ５１の出力はステッピングモータ制御回路５４を介してステッピングモータ５３の入力に接続されている。そして、このステッピングモータ５３の駆動力は不図示の機械的機構を介して絞り機構５２に伝達される。さらに、上記ＬＣＰＵ５１の出力は、ズームモータ制御回路５８を介してズームモータ５７の入力に接続されている。このズームモータ５７は、ズームモータ制御回路５８により駆動制御され、ズーミング量はズームエンコーダ５９により検知され、ＬＣＰＵ５１に出力される。このＬＣＰＵ５１は、このズーミング量に基づいて撮影レンズの焦点距離を検出することになる。また、上記ＬＣＰＵ５１の出力は、ＬＤモータ制御回路６１を介してＬＤモータ６０の入力に接続されている。このＬＤモータ６０は、ＬＤモータ制御回路６１により駆動制御される。上記ＬＤモータ６０の移動量はＬＤエンコーダ６２により検出され、ＬＣＰＵ５１に出力される。このＬＣＰＵ５１では、このＬＤエンコーダ６２の出力値に基づいて被写体距離を演算する。また、上記ＬＣＰＵ５１は、ズームレンズを望遠側（ＴＥＬＥ側）に操作するためのＴＥＬＥ　ＳＷ

５５、ズームレンズを広角側（ＷＩＤＥ側）に操作するためのＷＩＤＥ　ＳＷ５６と電気的に接続されている。さらに、コンバータ接点６３を介してフロントコンバータレンズ１００との間で通信可能となっている。

【００２４】次に、フロントコンバータレンズ１００の内部構成を説明すると、このフロントコンバータレンズ１００内部には、全体の制御を司るマイクロコンピュータ等によるＦＣＣＰＵ１０１が設けられている。このＦＣＣＰＵ１０１の内部のメモリには、フロントコンバータレンズ自身の種類を識別するためのＩＤデータが予め記憶されている。

【００２５】次に、図２には、交換レンズが装着されたカメラボディ２００、及び外部の画像処理装置２０２を含めた全体システムの構成を示し説明する。

【００２６】図２に示されるように、画像処理装置２０２の内部には、画像処理のシーケンス制御を司るマイクロコンピュータ等のＧＣＰＵ２０３が設けられている。このＧＣＰＵ２０３は、画像メモリ２０６と電気的に接続されていると共に、データ読取り装置２０５、フロッピーディスクドライブ２０８と電気的に接続されている。上記データ読取り装置２０５は、カメラボディ２００から取り出された記録媒体２０１が装填される記録媒体装填部２０４と接続されている。

【００２７】このような構成において、上記撮影済みの記録媒体２０１が記録媒体装填部２０４に装填されると、データ読取り装置２０５によりその画像データ及び補正関連データが読み取られ、画像メモリ２０６に一時的に記憶される。さらに、上記ＦＤＤ２０８には、フロッピーディスク２０７が装填され、交換レンズ毎のディストーション、シェーディングを補正するための補正データが読み出される。ＧＣＰＵ２０３では、上記補正データと、補正関連データに基づいて画像データに対し所定の補正を施すことになる。

【００２８】以下、図3のフローチャートを参照して、本実施の形態に係るレンズ交換式カメラを採用したカメラシステムの撮影シーケンスを説明する。

【００２９】ＢＣＰＵ2は、先ず１ＲＳＷ９の状態を検出し、当該１ＲＳＷ９がＯＮされると（ステップＳ１）、続いて、記録モード切換ＳＷ１１の状態を検出する（ステップＳ２）。そして、交換レンズ５０と通信を行い、当該交換レンズ５０より、交換レンズ自身の種別を識別するコードたるＩＤコードと焦点距離データとを受信する（ステップＳ３）。次いで、上記交換レンズ５０にフロントコンバータレンズ１００が装着されている場合は、当該フロントコンバータレンズ１００との通信を実行し、当該フロントコンバータレンズ１００の種別を識別するためのＩＤコードを受信する（ステップＳ４）。尚、フロントコンバータレンズ１００が未装着の場合は通信不可能であり、次のステップＳ５に進む。

【００３０】続いて、ＡＦモジュール８を使用して、測距を実行し（ステップＳ５）、この測距結果と交換レンズ５０から受けた焦点距離データとを基にして、交換レンズ５０内部の撮影レンズの駆動量を計算する（ステップＳ６）。そして、再び交換レンズ５０と通信を行い、当該交換レンズ５０に対して、撮影レンズの駆動（ＬＤ駆動）量及び撮影レンズの駆動方向を送信する（ステップＳ７）。尚、交換レンズ５０側では、この通信を受けてＬＤ駆動が実行される。

【００３１】次いで、ＢＣＰＵ2は、交換レンズ５０と通信を行い、当該交換レンズ５０より撮影レンズの停止位置（ＬＤエンコーダの位置）情報を受信する（ステップＳ８）。そして、この通信にて受信した撮影レンズの停止位置を基にして、被写体の距離を演算し（ステップＳ９）、更にはファインダ内部にある不図示の測光素子を使用して測光を行い（ステップＳ１０）、この測光値等に基づいて、露出演算を行う（ステップＳ１１）。

【００３２】続いて、２ＲＳＷ１０の状態を検出し、当該２ＲＳＷ１０がＯＦＦならばステップＳ１３に進み、ＯＮならばステップＳ１４に進む（ステップＳ１２）。ステップＳ１３では、１ＲＳＷ９の状態を検出し、当該１ＲＳＷ９がＯＮならばステップＳ１２に戻り、ＯＦＦならばステップＳ１に戻る。一方、２ＲＳＷ１０がＯＮされると（ステップＳ１２）、露出を実行する。ここでは、カメラボディ１内の不図示のフォーカルプレーン・シャッタ及び交換レンズ内の絞りを動作させて、ＣＣＤ３により露出を行うことになる（ステップＳ１４）。

【００３３】次いで、ＢＣＰＵ2は、記録モード切換えＳＷ１１をモニタした結果（ステップＳ２）により、記録モードが通常モードの時は、画像データの記録を行い（ステップＳ１６）、記録モードが画質向上モードの時は画像データの記録及び補正関連データの記録を行う（ステップＳ１７）。

【００３４】ここで、図4には、先に示した図3のステップＳ１６、Ｓ１７にて記録媒体に記録する各種データの構造の一例を示して説明する。

【００３５】図4に於いて、符号３００は、１コマ分のデータを示している。かかるデータ３００は、画像データ領域３０１、コメント・データ領域３０２、補正関連データ記憶領域３０４に分けられる。さらに、上記コメント・データ領域３０２には、年月日時分（撮影年月日）のデータを記憶する領域３０４が内在している。また、上記補正関連データ記憶領域３０４には、交換レンズのＩＤ番号を記憶する領域３０５、装着されたフロントコンバータレンズ１００のＩＤ番号を記憶する領域３０６、撮影レンズの焦点距離データを記憶する領域３０７、撮影レンズの絞り値データを記憶する領域３０８、被写体距離データを記憶する領域３０９が内在している。

【００３６】上記領域３０５には、全種類の交換レンズを４ビットデータで表記される。上記領域３０６には、

全種類のフロントコンバータレンズのＩＤ番号乃至はコンバータ装着無しの旨が４ビットデータで表記される。上記領域３０７には、２バイトデータが表示される。即ち、０～９９９９mmを１mm単位で、

１ｓｔ　Ｂｉｔｅ＝００～９９（上位）

２ｎｄ　Ｂｉｔｅ＝００～９９（下記）

として表記される。領域３０８に表記される１バイトデータの詳細は図７に示される通りであり、領域３０９に表記される被写体距離データは５ビットデータであり、詳細は図８に示される通りである。

【００３７】図３のステップＳ１６における画像データの記録においては、記録媒体に対して画像データ領域３０１、及びコメント・データ領域３０２に画像データ、及び年月日時分データが記録される。さらに、ステップＳ１７の画像データ記録、補正関連データ記録においては、画像データ領域３０１、コメント・データ領域３０２、及び補正関連データ領域３０４に各データが記録される。

【００３８】ここで、図１３乃至図１６を参照して、ディストーション、シェーディングの発生原理、補正データの形態について簡単に説明する。

【００３９】先ず、ディストーションの補正データについて説明する。

【００４０】図１３は、角度θで光学系Ｏｓに入射した光のディストーションを示している。光学系Ｏｓから焦点距離ｆ離れた光軸上には、理想像高ｚ′に対してディストーションの影響を受けた実像高ｚの像が結像する。

【００４１】この場合、ディストーションの大きさａは次式（１）で表される。

【００４２】

$$a=(z-z')/z'\times 100(\%) \qquad (1)$$

$$\text{ただし}\ z'=f\times\tan(\theta) \qquad (2)$$

光学系の収差は一般的に像高の関数になる。図１４には、実像高ｚを横軸、ディストーションａを縦軸にとった場合のディストーションの収差曲線を示す。

【００４３】図１５には正方格子がディストーションを受けた時の画像イメージを示す。それぞれ図１５（ａ）は樽型、図１５（ｂ）は糸巻型、図１５（ｃ）は陣笠型と称されており、図１４（ａ）が図１５（ａ）に、図１４（ｂ）が図１５（ｂ）に、図１４（ｃ）が図１５（ｃ）に対応している。

【００４４】ここで、これら収差曲線を次式のように展開する。

【００４５】

$$a(z)=A1\cdot z+A2\cdot z^2+A3\cdot z^3+A4\cdot z^4+A5\cdot z^5+A6\cdot z^6+\cdots \qquad (3)$$

この式（３）の展開係数Ａ１，Ａ２，Ａ３…をディストーション補正データとして有すれば、補正演算を行うことにより図１４に示す収差特性を補正することができる。これら展開係数は次数が多ければ多い程補正の精度が高くなるが、補正データの量や演算時間の関係で、本実施例では、展開係数Ａ１，Ａ２，Ａ３，Ａ４，Ａ５までをディストーション補正データとして有する。

【００４６】次にシェーディングの補正データについて説明する。

【００４７】フィルム面上の実効輝度をｂ、理想像輝度をｂ′とすると、シェーディングの大きさは、シェーディングの大きさＤは次式（４）で表される。

【００４８】

$$D=(b-b')/b'\times 100(\%) \qquad (4)$$

シェーディングが像高の関数になるとすると、実像高ｚを横軸、シェーディングＤを縦軸にとった場合には、図１６（ａ）に示すシェーディング曲線になる。本実施例では、補正データの量や演算時間の関係で、図１６（ａ）に示すように５個の点に限定し、図１６（ｂ）に示すように５点のシェーディングデータを結んだ折れ線からなるシェーディング線により近似する。

【００４９】図６にはＦＤ２０７に記憶された補正データの構造を示し説明する。

【００５０】尚、このＦＤ２０７には、ディストーション補正データ、シェーディング補正データ共に、交換レンズ毎に異なるデータが記憶されている。さらに、同じ交換レンズにおいても、フロントコンバータレンズ１００を装着しない場合と装着した場合とで補正データが異なるので、それぞれ内在されている。

【００５１】図６に於いて、符号４００は、ＦＤ２０７内部の全補正データを示しており、この補正データ４００には、各交換レンズＡ，Ｂ，Ｃ・・・に対応した補正データ４０１，４１０，４２０・・・が内在している。

【００５２】上記交換レンズＡに対応した補正データを総括として説明すると、この補正データ４０１には、交換レンズＡについて、コンバータレンズ未装着の場合の補正データ４０２、コンバータレンズＡを装着した場合の補正データ４０３、コンバータレンズＢを装着した場合の補正データ４０４、コンバータレンズ未装着の場合のディストーション補正データが内在している。さらに、コンバータ未装着の場合の補正データ４０２には、ディストーション補正データ４０５とシェーディング補正データ４０６とが含まれている。かかるデータ構造は、交換レンズＢに対応した補正データ４１０、交換レンズＣに対応した補正データ４２０についても基本的には同じである。

【００５３】上記ディストーション補正データ４０５は、２つの交換テーブルによって成り立っている。交換

レンズがズームレンズの場合は、レンズの焦点距離ｆ及び被写体距離Ｄによって補正データが異なる。即ち、図９のテーブルによりレンズの焦点距離ｆ及び被写体距離Ｄによって補正データ番号ｎを決定し、図１０のテーブルにより上記決定されたｎに従い、補正データＡ１～Ａ５を決定する。

【００５４】上記シェーディング補正データ４０６は、２つの変換テーブルによって成り立っている。交換レンズがズームレンズの場合は、レンズの焦点距離ｆ及び被写体距離Ｄ、絞り値（ＦＮｏ）によって補正データが異なる。即ち、図１１のテーブルによりレンズの焦点距離ｆ及び被写体距離Ｄによって補正データ番号ｎを決定し、図１２のテーブルにより上記決定されたｎ及び絞り値（ＦＮｏ）に従って、補正データＤ１～Ｄ５を決定する。

【００５５】以下、図5のフローチャートを参照して、撮影・現像済のフィルムを画像処理装置に装填して、ディストーション、シェーディング補正の画像処理を行うシーケンスについて詳細に説明する。

【００５６】先ず、画像処理装置２０２の記録媒体装填部２０４に装填された撮影済の記録媒体２０１より、画像データ及び補正関連データをデータ読取り装置２０５により読取り（ステップＳ１００）、この読み出された画像データ及び補正関連データを画像メモリ２０６に一時的に記憶する（ステップＳ１０１）。

【００５７】続いて、ＦＤＤ２０８によって、ＦＤ２０７の全補正データが予め一括して読み出されているが、当該補正データと先にステップＳ１００で読取った補正関連データとに従って、ディストーションの補正に必要な補正データＡ１～Ａ５、シェーディングに必要な補正データＤ１～Ｄを確定する（ステップＳ１０２）。そして、上記ステップＳ１００で読み出されて、画像メモリ２０６に記憶されている画像データと、上記ステップＳ１０２で確定されたディストーション補正データに従って、ディストーションの補正を行う（ステップＳ１０３）。

【００５８】次いで、画像メモリ２０７に記憶された、ディストーション補正後の画像データに対して、ステップＳ１０２で確定されたシェーディング補正データに従って、シェーディングの補正を行い（ステップＳ１０４）、この補正後の画像データを画像メモリ２０７に記憶する（ステップＳ１０５）。尚、上記ステップＳ１０４では、ディストーションの補正演算として座標の変換演算を行うが、例えば特開平６－２５０２７７号公報に開示された演算方法を採用できる。

【００５９】以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこれに限定されることなく、その趣旨を逸脱しない範囲で種々の改良などが可能である。

【００６０】尚、本発明の上記実施の形態には、以下の発明が包含される。

【００６１】（１）交換レンズ又はコンバータレンズからのＩＤデータを受信するための通信手段と、画像データを得るための撮像素子と、上記撮像素子から得られた画像データと、上記通信手段で交換レンズ又はコンバータレンズより受信したＩＤデータ、及び交換レンズの被写体距離データとを記録媒体上に記録するための記録手段と、を具備することを特徴とするレンズ交換式デジタルカメラ。

【００６２】（２）写真画質の補正に関連した補正関連情報を発生する補正情報発生手段と、画像データを得るための撮像素子と、撮像に関するデータを記録媒体上に記録するための記録手段と、第１の記録モード…画像データと共に前記補正情報を記録しない第１のモードと、画像データと共に前記補正情報を記録する第２のモードのいずれかに切換え可能な記録モード切換え手段と、を具備することを特徴とするレンズ交換式デジタルカメラ。

【００６３】（３）シェーディングの補正に関連した補正関連情報を発生するための補正情報発生手段と、画像データと共に上記補正情報発生手段によって発生された補正関連情報を記録媒体上に記録するための記録手段と、を有するレンズ交換式デジタルカメラと、撮影済の記録媒体より画像データ及び補正関連情報を読取るための画像読取り装置と、画像のシェーディングを補正するためのシェーディング補正データを供給するためのシェーディング補正データ供給手段と、上記データ読取り装置により読取られた補正関連情報に従って、上記補正データ供給手段より供給された補正データの中から特定のデータを選択する補正データ選択手段と、上記画像読取り装置で読取った画像データと、上記補正データ選択手段によって選択された補正データより、シェーディングを補正した画像データを発生させるための画像補正装置と、を具備することを特徴とするカメラシステム。

【００６４】（４）ディストーションの補正に関連した補正関連情報を発生するための補正情報発生手段と、画像データと共に上記補正情報発生手段によって発生された補正関連情報を記録媒体上に記録するための記録手段と、を有するレンズ交換式デジタルカメラと、撮影済の記録媒体より画像データ及び補正関連情報を読取るための画像読取り装置と、画像のディストーションを補正するためのディストーション補正データを供給するためのディストーション補正データ供給手段と、画像読取り装置により読取られた補正関連情報に従って、上記補正データ供給手段より供給された補正データの中から特定のデータを選択する補正データ選択手段と、画像読み取り装置で読取った画像データと、上記補正データ選択手段によって選択された補正データより、ディストーションを補正した画像データを発生させるための画像補正装置と、を具備することを特徴とするカメラシステム。

【００６５】尚、上記補正データ発生手段が発生する補

正関連情報とは、補正に関する情報の事を意味し、補正データそのものを指しているわけではない。即ち、具体的には、交換レンズのＩＤデータ、焦点距離データ、絞り値データ、被写体距離データのことを意味しており、これらはカメラに記憶保持されている。

【００６６】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、装置の小型化を実現すると共に、補正データの量の制約や補正演算に費やされる時間の制約の問題を解消し、高精度のディストーション、シェーディング補正を実現し、且つコンバータレンズの装着にも対応可能なレンズ交換式デジタルカメラを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の一実施の形態に係るレンズ交換式デジタルカメラを適用したカメラシステムの電気回路の構成を示すブロック図である。

【図２】交換レンズが装着されたカメラボディ２００、及び外部の画像処理装置２０２を含めた全体システムの構成を示す図である。

【図３】実施の形態に係るレンズ交換式カメラを採用したカメラシステムの撮影シーケンスを示すフローチャートである。

【図４】図3のステップＳ１６、Ｓ１７にて記録媒体に記録する各種データの構造の一例を示す図である。

【図５】撮影・現像済のフィルムを画像処理装置に装填して、ディストーション、シェーディング補正の画像処理を行うシーケンスを示すフローチャートである。

【図６】ＦＤ２０７に記憶された補正データの構造を示す図である。

【図７】撮影レンズの絞り値データの詳細を示す図である。

【図８】被写体距離データの詳細を示す図である。

【図９】ディストーション補正データ４０５算出テーブルを示す図である。

【図１０】ディストーション補正データ４０５算出テーブルを示す図である。

【図１１】シェーディング補正データ４０６算出テーブルを示す図である。

【図１２】シェーディング補正データ４０６算出テーブルを示す図である。

【図１３】角度θで光学系Ｏｓに入射した光のディストーションを示す図である。

【図１４】実像高ｚを横軸、ディストーションａを縦軸にとった場合のディストーションの収差曲線を示す図である。

【図１５】正方格子がディストーションを受けた時の画像イメージを示す図である。

【図１６】各種シェーディング曲線の特性を示す図である。

【符号の説明】

１　カメラボディ
２　ＢＣＰＵ
３　ＣＣＤ
４　ＣＣＤドライバ
５　画像処理回路
６　記録媒体
７　記録回路
８　ＡＦモジュール
９　１ＲＳＷ
１０　２ＲＳＷ
１１　記録モード切換ＳＷ
１２　マウント接点
５０　交換レンズ
５１　ＬＣＰＵ
５２　絞り機構
５３　ステッピングモータ
５４　ステッピングモータ制御回路
５５　ＴＥＬＥ　ＳＷ
５６　ＷＩＤＥ　ＳＷ
５７　ズームモータ
５８　ズームモータ制御回路
５９　ズームエンコーダ
６０　ＬＤモータ
６１　ＬＤモータ制御回路
６２　ＬＤエンコーダ
６３　コンバータ接点
１００　フロントコンバータレンズ
１０１　ＦＣＣＰＵ

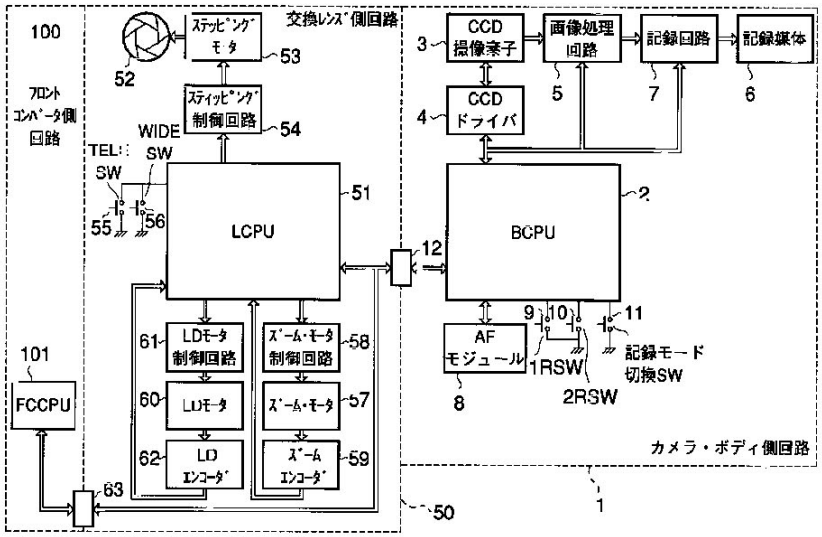
【図９】

D(mm) / f(m)	0.6～0.8	0.8～1.5	1.5～2.5	2.5～5	5～無限
28～31	1	2	3	4	5
31～35	6	7	8	9	10
35～42	11	12	13	14	15
42～50	16	17	18	19	20
50～60	21	22	23	24	25
60～70	26	27	28	29	30

【図１０】

n	補正データ				
	A1	A2	A3	A4	A5
1	−1.30	−15.00	−2.90	−1.30	0.70
2	−0.80	−12.30	−1.80	−1.10	0.85
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
30	0.50	5.80	0.60	0.45	0.23

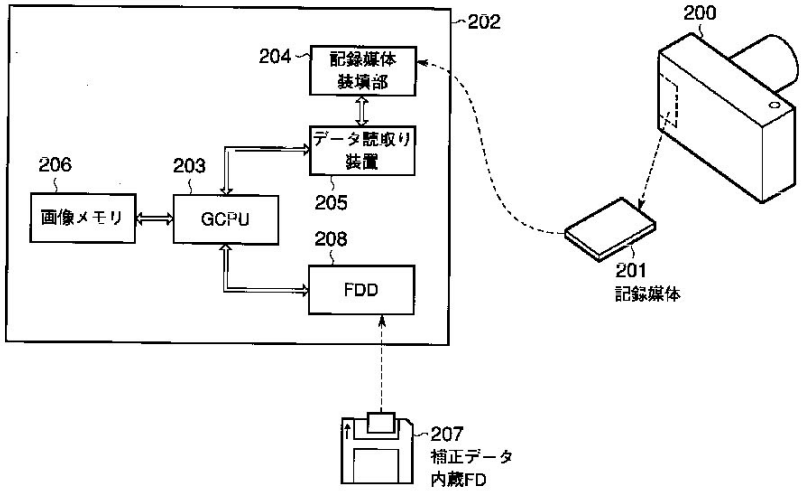
【図1】



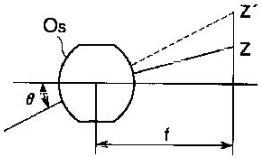
【図8】

Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	被写体距離
0	0	0	0	0	0~0.4
0	0	0	0	1	0.4~0.6
0	0	0	1	0	0.6~0.8
0	0	0	1	1	0.8~1.0
0	0	1	0	0	1.0~1.2
0	0	1	0	1	1.2~1.5
0	0	1	1	0	1.5~2.0
0	0	1	1	1	2.0~2.5
0	1	0	0	0	2.5~3.0
0	1	0	0	1	3.0~4.0
0	1	0	1	0	4.0~5.0
0	1	0	1	1	5.0~6.0
0	1	1	0	0	6.0~7.0
0	1	1	0	1	7.0~8.0
0	1	1	1	0	8.0~10.0
0	1	1	1	1	10.0~15.0
1	0	0	0	0	15.0~20.0
1	0	0	0	1	20.0~30.0
1	0	0	1	0	30.0~

【図2】



【図13】



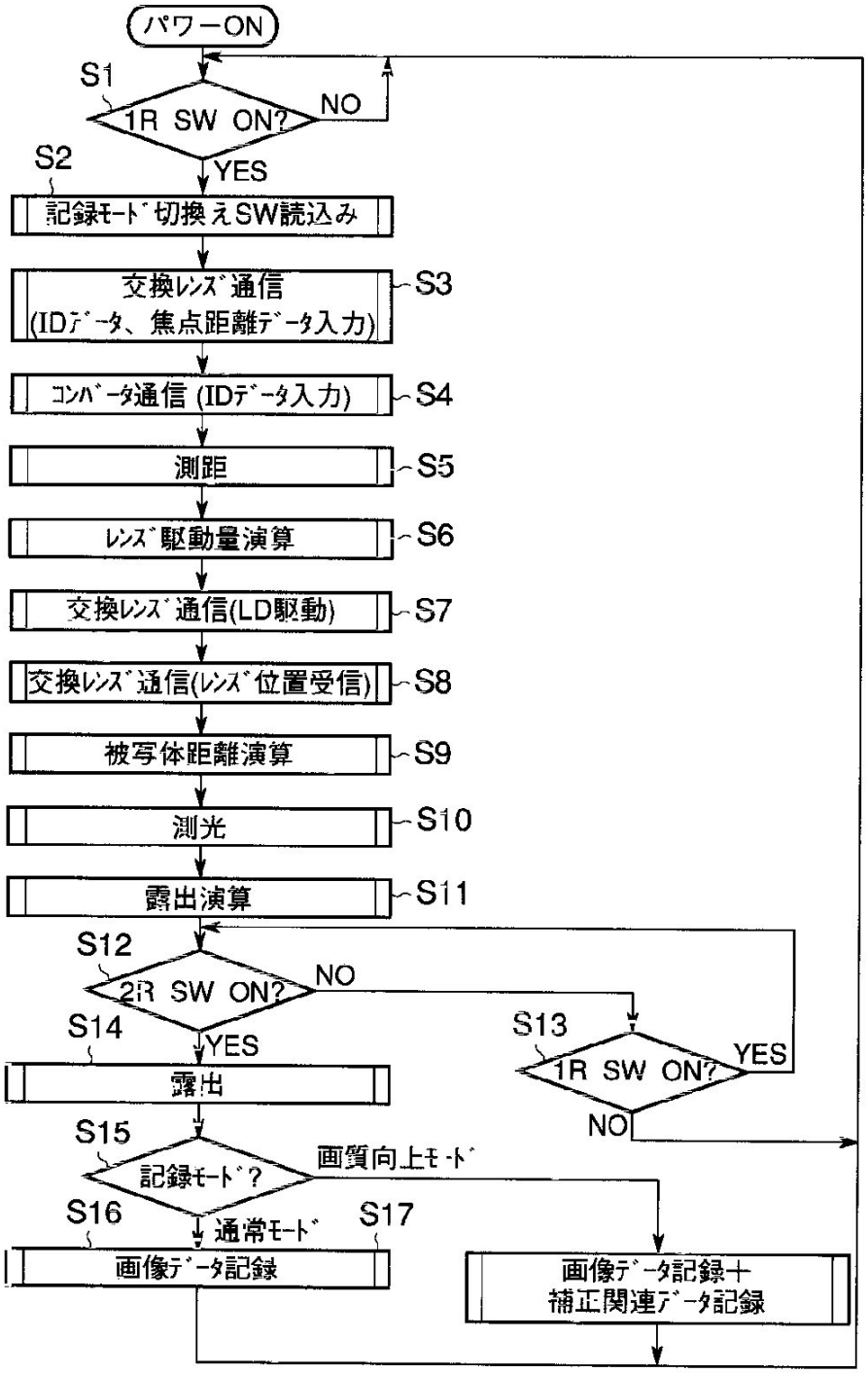
【図11】

D(mm) / f(m)	0.6~0.8	0.8~1.5	1.5~2.5	2.5~5	5~無限
28~31	1	2	3	4	5
31~35	6	7	8	9	10
35~42	11	12	13	14	15
42~50	16	17	18	19	20
50~60	21	22	23	24	25
60~70	26	27	28	29	30

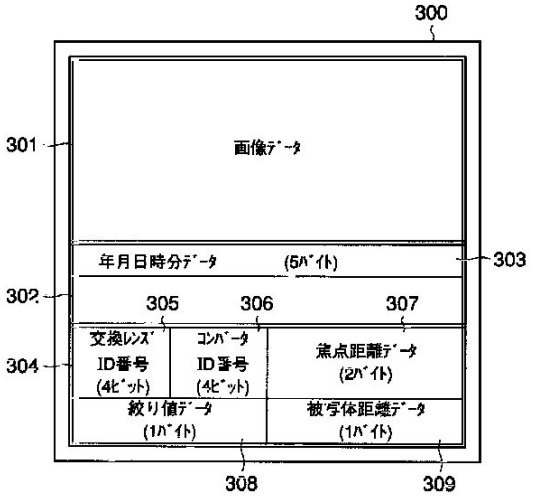
【図12】

n	Fno.	補正データ				
		D1	D2	D3	D4	D5
1	4~5.6	1.30	5.00	10.60	17.71	25.70
	5.6~8	1.24	4.75	10.07	16.82	24.42
	8~11	1.17	4.50	9.54	15.94	23.13
	11~	1.11	4.25	9.01	15.05	21.85
2	4~5.6	1.27	4.90	10.39	17.36	25.19
	5.6~8	1.22	4.66	9.87	16.48	23.93
	8~11	1.15	4.41	9.35	15.62	22.67
	11~	1.09	4.17	8.83	14.75	21.41
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
30	4~5.6	0.65	2.50	5.30	8.86	12.85
	5.6~8	0.62	2.38	5.04	8.41	12.21
	8~11	0.59	2.25	4.77	7.97	11.57
	11~	0.56	2.13	4.51	7.53	10.93

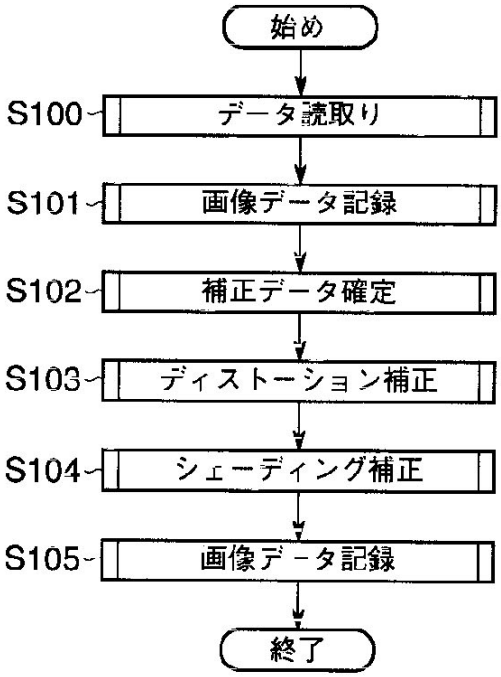
【図3】


パワーON
S1
1R SW ON?
NO
YES
S2
記録モード切換えSW読込み
交換レンズ通信
(IDデータ、焦点距離データ入力)
S3
コンバータ通信 (IDデータ入力)
S4
測距
S5
レンズ駆動量演算
S6
交換レンズ通信(LD駆動)
S7
交換レンズ通信(レンズ位置受信)
S8
被写体距離演算
S9
測光
S10
露出演算
S11
S12
2R SW ON?
NO
YES
S13
1R SW ON?
YES
NO
S14
露出
S15
記録モード?
画質向上モード
通常モード
S16
画像データ記録
S17
画像データ記録+
補正関連データ記録

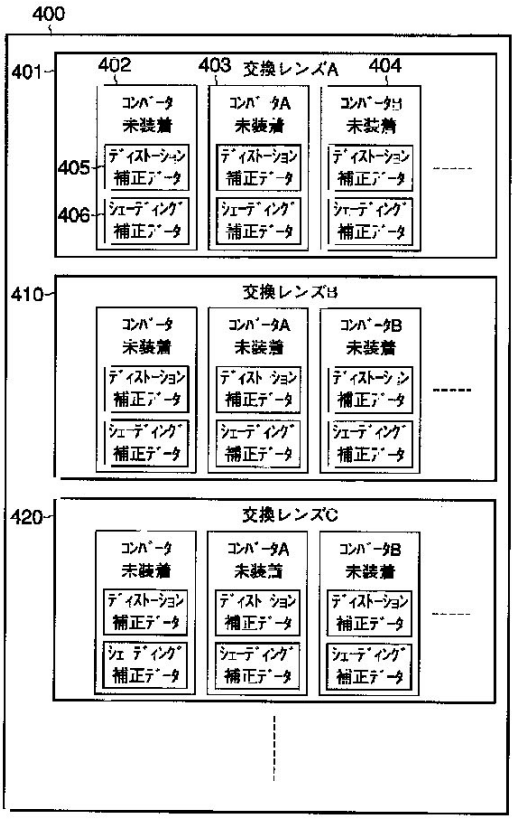
【図4】



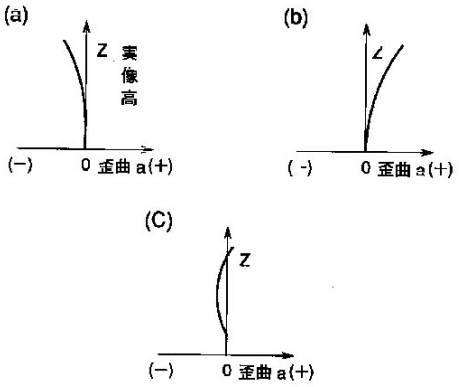
【図5】



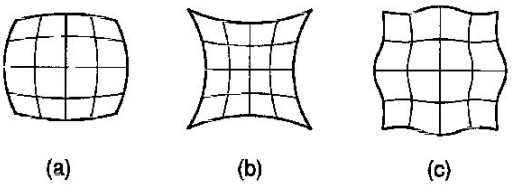
【図6】



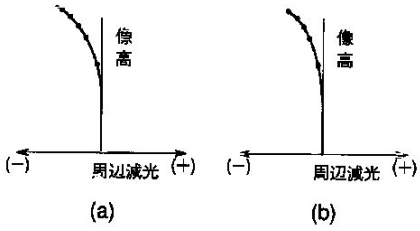
【図14】



【図15】



【図7】

F-NUMBER	APEX VALUE	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1
0.5	−2.00	P	0	1	1	1	1	0	0
0.56	−1.75	P	0	1	1	1	1	0	1
0.6	−1.50	P	0	1	1	1	1	1	0
0.63	−1.25	P	0	1	1	1	1	1	1
0.7	−1.00	P	1	0	0	0	0	0	0
0.8	−0.75	P	1	0	0	0	0	0	1
0.84	−0.50	P	1	0	0	0	0	1	0
0.9	−0.25	P	1	0	0	0	0	1	1
1.0	0.00	P	1	0	0	0	1	0	0
1.1	0.25	P	1	0	0	0	1	0	1
1.2	0.50	P	1	0	0	0	1	1	0
1.3	0.75	P	1	0	0	0	1	1	1
1.4	1.00	P	1	0	0	1	0	0	0
1.6	1.25	P	1	0	0	1	0	0	1
1.7	1.50	P	1	0	0	1	0	1	0
1.8	1.75	P	1	0	0	1	0	1	1
2.0	2.00	P	1	0	0	1	1	0	0
2.2	2.25	P	1	0	0	1	1	0	1
2.4	2.50	P	1	0	0	1	1	1	0
2.5	2.75	P	1	0	0	1	1	1	1
2.8	3.00	P	1	0	1	0	0	0	0
3.2	3.25	P	1	0	1	0	0	0	1
3.3	3.50	P	1	0	1	0	0	1	0
3.5	3.75	P	1	0	1	0	0	1	1
4.0	4.00	P	1	0	1	0	1	0	0
4.5	4.25	P	1	0	1	0	1	0	1
4.8	4.50	P	1	0	1	0	1	1	0
5.0	4.75	P	1	0	1	0	1	1	1
5.6	5.00	P	1	0	1	1	0	0	0
6.3	5.25	P	1	0	1	1	0	0	1
6.7	5.50	P	1	0	1	1	0	1	0
7.1	5.75	P	1	0	1	1	0	1	1
8.0	6.00	P	1	0	1	1	1	0	0
9.0	6.25	P	1	0	1	1	1	0	1
9.5	6.50	P	1	0	1	1	1	1	0
10.0	6.75	P	1	0	1	1	1	1	1
11.0	7.00	P	1	1	0	0	0	0	0
13.0	7.25	P	1	1	0	0	0	0	1
13.5	7.50	P	1	1	0	0	0	1	0
14.0	7.75	P	1	1	0	0	0	1	1
16.0	8.00	P	1	1	0	0	1	0	0
18.0	8.25	P	1	1	0	0	1	0	1
19.0	8.50	P	1	1	0	0	1	1	0
20.0	8.75	P	1	1	0	0	1	1	1
22.0	9.00	P	1	1	0	1	0	0	0
25.0	9.25	P	1	1	0	1	0	0	1
27.0	9.50	P	1	1	0	1	0	1	0
29.0	9.75	P	1	1	0	1	0	1	1
32.0	10.00	P	1	1	0	1	1	0	0
36.0	10.25	P	1	1	0	1	1	0	1
38.0	10.50	P	1	1	0	1	1	1	0
40.0	10.75	P	1	1	0	1	1	1	1
45.0	11.00	P	1	1	1	0	0	0	0
51.0	11.25	P	1	1	1	0	0	0	1
54.0	11.50	P	1	1	1	0	0	1	0
57.0	11.75	P	1	1	1	0	0	1	1
64.0	12.00	P	1	1	1	0	1	0	0
72.0	12.25	P	1	1	1	0	1	0	1
76.0	12.50	P	1	1	1	0	1	1	0
81.0	12.75	P	1	1	1	0	1	1	1
90.0	13.00	P	1	1	1	1	0	0	0

【図16】