

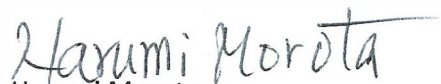
I, Harumi Morota, hereby declare:

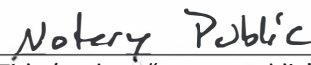
That I possess advanced knowledge of the Japanese and English languages. The attached Japanese into English translation has been translated by me and to the best of my knowledge and belief, it is a true and accurate translation of the document with Bates number JP2004343358A.

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

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:	February 22, 2024
Month/Day/Year	
	
Signature of Notarizing Officer	
	
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 1007 Sony v. Optimum

(19) Japanese Patent Office (JP)

(12) Published Patent Gazette (A)

(11) Patent No.

JPA 2004-343358

(P2004-343358A)

(43) Publication date: **12.2.2004**

(51) Int. Cl. ⁷	FI	Theme code (reference)
H04N 5/235	H04N 5/235	5C022
H04N 9/04	H04N 9/04	5C065
H04N 9/73	H04N 9/73	5C066

Examination Request: Not yet made Number of Claims: 10 OL (Total 27 pages)

(21) Application No.: Patent Application 2003-136509 (P2003-136509)	(71) Applicant: 000000376 Olympus Corporation 2-43-2 Hatagaya, Shibuya-ku, Tokyo, Japan
(22) Application Date: 5.14.2003	(74) Agent 100074099 Patent Attorney Yoshiyuki Osuga
	(72) Inventor Hironori Kishida 2-43-2 Hatagaya, Shibuya-ku, Tokyo, Japan Olympus Corporation
	F term (reference) 5C022 AB00 AB01 AC42 5C065 AA00 BB02 BB06 CC01 DD02 5C066 AA01 CA05 EA14 KA12 KE02 KE07

(54) [Name of Invention] Image processing system, image processing control method, and program

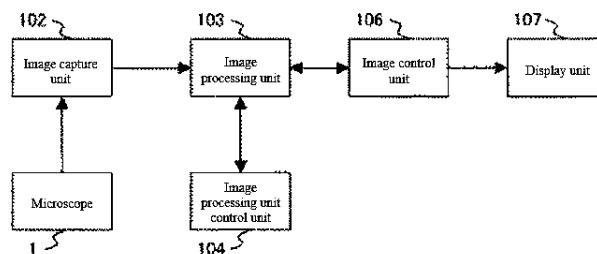
(57) [Abstract]

[Problem to Be Solved] Provide an appropriate image by achieving both shading correction and exposure correction or white balance correction.

[Means for Solving the Problem] An image processing unit 103 performs image processing of correcting the exposure or white balance of an observation image by a microscope 1 captured by an image capture unit 102. An image processing unit control unit 104 controls image processing by the image processing unit 103 on the basis of a prediction result about shading predicted to be generated in an object image when the image processing will be executed.

[Selected representative figure] Fig. 1

Diagram showing a schematic configuration of the microscope imaging system that implements this invention



[Scope of patent claims]

[Claim 1]

An image processing system, which has an image processing means that applies processing to an object image in which an object is represented and performs correction of the exposure of the object image or correction of the white balance of the object image, and an image processing control means that controls such processing based on the prediction result of shading that is predicted to occur in the aforesaid object image.

[Claim 2]

An image processing system as described in Claim 1, wherein the aforesaid object image is an image obtained by capturing the observation image of the observation specimen, which is the aforesaid object, using a microscope.

[Claim 3]

An image processing system as described in Claim 1, which further has a shading correction means to correct shading that has occurred in the aforesaid object image after the aforesaid processing is performed under the aforesaid control by the aforesaid image processing control means.

[Claim 4]

An image processing system as described in Claim 1, wherein the aforesaid image processing control means controls the aforesaid processing based on the aforesaid prediction result predicted from the background image, which is an image captured separately from the aforesaid object image and does not represent the aforesaid object.

[Claim 5]

An image processing system as described in Claim 4, wherein the aforesaid image processing control means controls the aforesaid processing to apply certain aforesaid processing to each of the pixels in the same partial area based on the prediction result from the data about each pixel in each of the multiple partial areas defined in the aforesaid background image.

[Claim 6]

An image processing system as described in Claim 5, wherein the aforesaid image processing control means controls the aforesaid processing based on the difference value between the average luminance value of each pixel in the partial area located in the center part of the aforesaid background image and the luminance value of each pixel in the peripheral part of the said background image or the average value of such luminance values.

[Claim 7]

An image processing system as described in Claim 5, wherein the aforesaid multiple partial areas are defined concentrically from the center of the aforesaid background image.

[Claim 8]

An image processing system as described in Claim 5, wherein the aforesaid multiple partial areas are defined as rectangular areas that are separated from the aforesaid background image in a certain direction.

[Claim 9]

An image processing control method, which will control image processing to correct the exposure or white balance of the object image in which the object is represented, based on the prediction result of shading that is predicted to occur in the said object image.

[Claim 10]

A program to make the computer perform image processing that processes the object image in which the object is represented and applies exposure correction or white balance correction to the said object image, and image processing control processing that controls said processing based on the prediction result of shading that is predicted to occur in the aforesaid object image.

[Detailed description of the invention]

[0001]

[Technical field to which the invention belongs]

This invention relates to image processing technology, and specifically relates to technology of correction processing for the exposure or white balance of an image.

[0002]

[Conventional technology]

Due to the characteristics of the imaging optical system itself, such as the lens in the imaging device, a phenomenon commonly referred to as "shading" may occur in which the amount of light in the captured image is unevenly distributed within the image. Conventionally, image degradation caused by shading is corrected by applying to the captured image image processing based on empirically obtained correction values or actual measurement results.

[0003]

This shading appears in various forms in the image depending on the characteristics of the image forming optical system or, in the case of an electronic camera, the characteristics of the imaging element such as a charge coupled device (CCD). Among these, the phenomenon in which an image is unnaturally colored due to differences in the luminance distribution characteristics of each of the three primary colors of light is called color shading.

[0004]

In imaging devices for microscopes, where specimen images obtained by a microscope are exclusively captured, shading has a particularly large impact on the observation of the specimen, and a wide variety of shadings are expected to occur depending on the type of objective lens, specimen inspection method, illumination, and other factors. As a technology that enables the correction of such shadings, for example, Patent Document 1 discloses a technique for correcting shading in a captured image by capturing an image of only the background without any specimen for each objective lens in advance, and using the correction data for each objective lens generated based on the background image obtained by capturing this image.

[0005]

[Patent Document 1]

JPA 2001-281554

[0006]

[Problems to be solved by the invention]

Many image capture devices have a function that automatically performs exposure and white balance correction on partial areas within the image specified by the operator to ensure that the brightness and colors of the captured image are appropriately expressed. However, even if such exposure or white balance correction is applied to image areas where the aforementioned shadings, such as a reduction of the amount of light and color change, are occurring, there are cases in which an appropriate image may not be obtained.

[0007]

Even if the shading correction described above is applied to an image after the above-mentioned correction has been applied, there are cases in which an appropriate image may not be obtained. For example, if exposure correction is applied to an area of the image where the amount of light is reduced due to shading, and when shading correction is simply applied after the brightness of the area has been made appropriate, the image will be further brightened, resulting in over-correction.

[0008]

Here, it is possible to perform shading correction on uncorrected captured images first, followed by correction of the exposure and white balance. However, image processing to correct shadings in an image is generally a huge amount of processing. On the other hand, for observation images that must be displayed in real time or at a frame rate close to real time for observation of specimen conditions, it is necessary to display images with exposure and white balance correction. Therefore, if shading correction is performed before exposure or white balance correction, the real-time nature of the observation image display may have been lost.

[0009]

This invention was made in view of the above-mentioned problems, and the problem to be solved is to make it possible to provide an appropriate image by achieving both shading correction and exposure correction or white balance correction.

[0010]

[Means for solving the problems]

The image processing system, which is one of the aspects of this invention, is configured in a manner

that it has an image processing means that applies processing to an object image in which an object is represented and performs correction of the exposure of the object image or correction of the white balance of the object image, and an image processing control means that controls such processing based on the prediction result of shading that is predicted to occur in the aforesaid object image. Using this system, the aforementioned problem can be solved.

[0011]

According to this configuration, the exposure correction process or white balance correction process is controlled based on the prediction result of shading that is predicted to occur in the object image. Therefore, by controlling these processes so that the object image after shading correction does not become inappropriate even if further shading correction is performed after these processes, it will be possible to provide an appropriate image for which both shading correction and exposure correction or white balance correction are achieved.

[0012]

In addition, the image processing control means controls the processing of exposure correction or white balance correction of the object image, which requires far less processing than image processing that performs shading correction on object images, so the real-time nature of the observation image display will not be lost.

[0013]

Moreover, in the above-mentioned image processing system according to this invention, the object image can be, for example, an image obtained by capturing an observation image of an observation specimen, which is an object, with a microscope.

As mentioned above, shading in the image of the microscope observation image has a particularly large impact on the observation of the specimen, so by doing so, the impact of shading on specimen observation can be eliminated.

[0014]

In addition, in the above-mentioned image processing system according to this invention, it may be configured in a manner that it further has a shading correction means for correcting the shading that has occurred in the object image after the aforementioned processing under the aforementioned control by the aforementioned image processing control means.

[0015]

According to this configuration, this image processing system can also be used to apply shading correction to object images. In addition, in the above-mentioned image processing system according to this invention, it is also fine for the image processing control means to control the aforementioned processing based on the aforementioned prediction result predicted from the background image, which is an image captured separately from the aforementioned object image and does not represent the aforementioned object.

[0016]

This configuration performs shading prediction based on the background image, as an example of a method for predicting shadings that occur when exposure correction or white balance correction processing is applied to an object image.

Moreover, at this time, it is also fine for the image processing control means to control this processing so that a certain amount of the aforementioned processing can be applied to each of the pixels in the same partial area based on the aforementioned prediction result predicted from the data regarding each pixel in each of the multiple partial areas defined in the aforementioned background image.

[0017]

By doing so, the processing burden for control based on the shading prediction results performed by the image processing control means can be reduced.

In addition, here, it is also fine for the image processing control means to control the above process based on the difference value between the average luminance value of each pixel in the partial area located in the center part of the background image and the luminance value of each pixel in the partial area located in the peripheral part of the said background image or the average value of these luminance values.

[0018]

As an example of the specific configuration of the image processing control means, this configuration controls the processing of exposure correction or white balance correction of the

object image based on the above-mentioned difference value.

Here, the aforementioned multiple partial areas may be defined, for example, as concentric circles from the center of the aforementioned background image, or they may also be defined as rectangular areas that are separated from the aforementioned background image in a certain direction.

[0019]

The image processing method, which is another aspect of this invention, will control the image processing to correct the exposure or white balance of the object image in which the object is represented, based on the prediction result of shading that is predicted to occur in the said object image. By using this method, the same actions and effects as those of the image processing system of this invention described above can be obtained, and the aforementioned problems can be solved.

[0020]

In addition, this invention also relates to a program to make a computer perform image processing that processes the object image in which the object is represented and applies exposure correction or white balance correction to the said object image, and the image processing control processing that controls the said processing based on the prediction result of shading that is predicted to occur in the aforesaid object image. By executing this program with a computer, the same actions and effects as those of the image processing system of this invention described above can be obtained, and as a result, the aforementioned problems can be solved.

[0021]

[Embodiments of the invention]

The embodiment of this invention will be explained below based on the figures. Moreover, here, we will explain the embodiment of this invention in an imaging system for a microscope that exclusively captures specimen images obtained by the microscope.

[0022]

Fig. 1 shows the schematic configuration of the imaging system for a microscope that implements this invention.

In Fig. 1, when the image data (data indicating the luminance of all pixels constituting the image) representing the observation image of microscope 1 captured by the image capture unit 102 is input to the image processing unit 103, the image processing unit 103 outputs the image data once to the image processing unit control unit 104.

[0023]

The image processing unit control unit 104 performs correction of image data from the image processing unit 103 and outputs the corrected image data to the image processing unit 103.

The image processing unit 103 performs the predetermined image processing instructed by the image control unit 106 on the corrected image data from the image processing unit control unit 104, and outputs the processed image data to the image control unit 106 after processing. The image control unit 106 sends the image data processed by the image processing unit 103 to the display unit 107, displays the observation image on the microscope 1 on the display unit 107, and records the observation image according to the photographing instructions.

[0024]

Next, the details of each configuration of the imaging system for a microscope that implements this invention are explained using Fig. 2.

Microscope 1 is equipped with an optical system for transmissive observation 3 and an optical system for vertical illumination observation 4.

In the optical system for transmissive observation 3, the light emitted from a light source for transmissive observation 5, such as a halogen lamp, is transmitted through a collector lens 6, a filter unit for light transmission 7, a transmissive visual field diaphragm 8, a bendable mirror 9, the condenser optical element units 10 and 11, and a top lens unit 12, and then irradiates the specimen (not shown in the figure) placed on the stage 18.

[0025]

On the other hand, in the optical system for vertical illumination observation 4, the light emitted from the light source for vertical illumination 13 is transmitted through a filter unit for vertical illumination 14, a vertical illumination shutter 15, a vertical illumination visual field diaphragm 16, a vertical illumination aperture diaphragm 17, a cube unit 21, and an objective lens 19, and then irradiates the above-mentioned specimen. Here, in the cube unit 21, the dichroic mirrors installed therein can be switched according to various microscopy methods, such as bright visual field observation and fluorescence observation.

[0026]

On the observation optical path S, where the optical axes of the optical system for vertical illumination 4 and the optical system for transmissive illumination 3 overlap, there is a revolver 20 for switching the objective lens 19, and a beam splitter 22 for splitting the observation optical path S between the eyepiece lens side and the imaging device side.

[0027]

Light passing through beam splitter 22 and observation optical path S will enter the image capture unit 102.

The image capture unit 102 is located on the observation optical path S and consists of an imaging element 31, an A/D converting unit 49, a front processing unit 32, and a CCD driving unit 48. The output of the imaging element 31 is connected to the A/D converting unit 49, the output of A/D converting unit 49 is connected to the front processing unit 32, and the output of the CCD driving unit 48 is connected to the imaging element 31.

[0028]

When the observation specimen image that is magnified to a predetermined magnification, with light incident from the microscope 1, is formed on imaging element 31, this observation specimen image is photoelectrically converted by the imaging element 31 and output as an analog electrical signal to the A/D converting unit 49. Moreover, in this embodiment, a charge coupled device (CCD) is used as the imaging element 31.

[0029]

The A/D converting unit 49 converts this analog electrical signal into the image data, which is digital data. After that, this image data is separated into the image data for each of the three primary colors of light, including R (red), G (green), and B (blue), in the front processing unit 32 and then output to the image processing unit 103. In addition, the address signals are also output from the front processing unit 32. This is a 2-dimensional address (x,y) indicating which pixel in a frame corresponds to each of the image data output from the front processing unit 32.

[0030]

The image processing unit 103 consists of a WB variable gain amplifier 33, a WB gain setting unit 34, a white balance detecting unit 35, an AE variable gain amplifier 37, an AE setting unit 38, an AE evaluating unit 39, frame memory 41, a memory controller 42, and an I/F unit 45.

[0031]

The variable gain amplifier 37 performs exposure correction for the image data of each RGB color input from the front processing unit 32 to the image processing unit 103, by multiplying the automatic exposure (AE) coefficient value for each color set by the AE setting unit 38, and then outputs the corrected image data to the WB variable gain amplifier 33.

[0032]

The white balance (WB) variable gain amplifier 33 performs white balance correction for the image data sent from the variable gain amplifier 37 by multiplying by the coefficient values for each RGB color set by WB gain setting unit 34, and then outputs the corrected image data to the frame memory 41.

[0033]

The frame memory 41 temporarily stores the image data for one frame of the observation specimen image captured by the image capture unit 102.

The image control unit 106 consists of a personal computer (hereinafter referred to as a "PC") 46 and an input device 47 such as a keyboard or a mouse, etc. Moreover, the PC 46 consists of a central processing unit (CPU) that controls each component by executing a control program, ROM, RAM, and magnetic memory devices. The configuration can be a very standard one, which is equipped with a storage unit that is used to store the control program that makes the CPU control each component as a work area when the CPU executes the control program, or as a storage area for various data; an input unit that is used to obtain various data associated with operations by the user of the system (hereinafter referred to as "the system") shown in Fig. 2; an output unit that notifies the user by presenting various data to an output device such as a display unit 107, etc.; and an I/F unit that provides interface functions to connect to other devices, such as an image control unit 106, etc., to exchange and receive various data.

[0034]

The PC 46 instructs the image processing unit 103 to execute image processing in response to the input associated with the operation by the user of this system on input device 47, and, on the other hand, the image data after image processing is incorporated from the image processing unit 103 and the observation image represented by the image data is displayed on the display unit 107, and at the same time, the rectangular specified area 305 shown in Fig. 3 is displayed in the observation image.

[0035]

In the example of displaying the observation image shown in Fig. 3, the specified area 305 displayed with the specimen image 306 is movable, and its shape and size can be arbitrarily changed within the observation image. The user of this system specifies this specified area 305 as an area for performing automatic exposure correction or white balance correction. When the user gives an instruction by operating the input device 47 such as a mouse, and clicking any position on the automatic exposure correcting button 303 with a pointer, which is not shown in Fig. 3, the photometry and exposure correction process for the specified area 305 will be executed. In the same way, if the user gives an instruction by clicking on one of the positions on the automatic white balance correction button 304, the white balance correction process will be executed.

[0036]

Moreover, the background photographing button 301 and main photographing button 302 are described below.

Go back to the explanation of Fig. 2.

The memory controller 42 reads from frame memory 41 the image data and address data in an arbitrary area on the observation image specified by the PC 46 via the I/F unit 45, and these data are output to the luminance distribution detecting unit 43 and the image data correcting unit 44, which constitute the image processing unit control unit 104.

[0037]

The luminance distribution detecting unit 43 generates the control data for exposure correction control and white balance correction control based on this data sent from the memory controller 42, and then outputs the generated control data to the image data correcting unit 44.

The image data correcting unit 44 corrects the image data sent from the memory controller 42 using the control data sent from the luminance distribution detecting unit 43, and outputs the corrected image data to the white balance detecting unit 35 and AE evaluating unit 39. Moreover, the operation of correction processing by the image data correcting unit 44 can be switched ON/OFF (correction/thru) according to instructions from the memory controller 42.

[0038]

The AE evaluating unit 39 calculates the luminance integration values for the pixels included in the specified area 305 based on the corrected image data sent from the image data correcting unit 44 and then outputs them to the AE setting unit 38.

The AE setting unit 38 calculates the average luminance value within the specified area 305 from the luminance integration values received from the AE evaluating unit 39, and the result of this calculation is used to set the AE variable gain amplifier 37 to the gain value calculated by the following equation:

Gain = Optimal luminance value (target value) / average luminance value within the specified area 305 (1)

[0039]

In addition, in order to ensure that the exposure during image recording is appropriate, the exposure time during image recording calculated by the following equation:

Exposure time during image recording = Gain × current exposure time (2)

will be output to the CCD driving unit 48. Upon receiving this value, the CCD driving unit 48 drives the imaging element 31 so that the image can be captured according to the exposure time during image recording.

[0040]

The white balance detecting unit 35 calculates the white balance in the specified area 305 based on the corrected image data sent from the image data correcting unit 44. If the white balance is determined to be out of balance, the gain value to be set to the WB variable gain amplifier 33 for correction to optimize white balance will be calculated from this calculation result and then output

to the WB gain setting unit 34. The WB gain setting unit 34 will set this gain value to the WB variable gain amplifier 33.

[0041]

In case the white balance is appropriate, it can be assumed that the ratio of luminance integration values (R:G:B ratio) of each color in the image expressed in the image data sent from the image data correcting unit 44 is 1:1:1. Thus, the white balance detecting unit 35 calculates a gain value to be set to the WB variable gain amplifier 33 to obtain this ratio and then outputs the value to the WB gain setting unit 34.

[0042]

After the above settings are made for the AE variable gain amplifier 37 and WB variable gain amplifier 33, the AE variable gain amplifier 37 and the WB variable gain amplifier 33 apply exposure correction and white balance correction, respectively, to the image data input from the front processing unit 32 to the image processing unit 103 based on their settings.

[0043]

The image data, which has been adjusted for exposure and corrected for white balance by the AE variable gain amplifier 37 and WB variable gain amplifier 33 is temporarily stored in the frame memory 41 and then output to the PC 46 via the I/F unit 48.

The PC 46 displays the observation image expressed in the image data received from the frame memory 41 via the I/F unit 48 on the display unit 107. In addition, when the user of the system gives an instruction to capture an image, after shading correction is applied to this image data based on the image data of the background image, which is the image that is stored in a memory unit (not shown in the figure) of the PC 46 itself, and that has been captured in advance and does not show the specimen in the field of view, the corrected image data is recorded and stored in the storage unit of the PC 46.

[0044]

The microscope imaging system shown in Fig. 2 is configured in a manner as described above.

Next, the operation of this microscope imaging system will be explained. Fig. 4 is a diagram showing a flow chart of the steps of photographing and recording the observation images to be executed by the microscope imaging system. Moreover, in the following explanation, the processing performed by the PC 46 is realized by the CPU of the PC 46 reading and executing the control program stored in the memory of the PC 46 in advance.

[0045]

First, exposure correction control based on shading prediction will be explained.

The user of this system first removes the observation specimen on the stage 18 from the field of view of the observation image. Here, an instruction is given to operate an input device 47, such as a mouse, to click one of the positions on the background photographing button 301 displayed on the imaging screen (Fig. 3) of the display unit 107 with a pointer, which is not shown in Fig. 3. When the PC 46 receives this instruction, it starts executing the steps shown in Fig. 4 (S501).

[0046]

After doing so, the PC 46 executes the process of sending the initial values of the white balance correction value and exposure correction value to the memory controller 42 via the I/F unit 45 and the process of sending the instruction to turn off the image data correcting unit 44.

[0047]

In addition, the PC 46 executes a process to disable clicking on the main photographing button 302, automatic exposure correcting button 303, and automatic white balance correction button 304 on the image capture screen displayed on the display unit 107.

Upon receiving the above values from the PC 46, the memory controller 42 sends these values to the AE setting unit 38 and the WB gain setting unit 34, and sets the AE variable gain amplifier 37 and the WB variable gain amplifier 33 to the initial gain value of "1." Under this setting, the image data stored in the frame memory 41 is raw data that has not undergone any image processing as received from the image capture unit 102.

[0048]

After this, the memory controller 42 causes the image processing unit 103 to capture a background image in which the observation specimen is not shown (S502). Moreover, it is desirable that the photographing environment (amount of irradiation light, focal point, etc.) during the capturing of this background image be the same as that during the capturing of the observation specimen image to be performed later.

[0049]

After that, the memory controller 42 sends the image data and address data for one frame, which is the background image stored in the frame memory 41 by this image capture operation, to the PC 46 via the I/F unit 45, and at the same time, this data is also output to the luminance distribution detecting unit 43 and the image data correcting unit 44 (S503).

[0050]

In the PC 46, the process of storing this sent data in the storage unit in the PC 46 will be executed. On the other hand, the luminance distribution detecting unit 43 will calculate the control value for exposure correction control based on the data received (S504).

[0051]

Hereafter, the calculation of control values for exposure correction control based on the shading prediction results will be explained using figures from Fig. 5 through Fig. 9.

Based on the received image data and address data, the luminance distribution detecting unit 43 calculates the average luminance values for each of the multiple rectangular areas along the line passing through the image center O of the background image as shown in Fig. 5, or the five rectangular areas (s1 to s5) in the example shown in Fig. 5. These calculated image luminance averages are stored in memory (not shown in the figure) in the image data correcting unit 44.

[0052]

Next, the image data correcting unit 44 calculates the difference value of the luminance average value between the rectangular area (s2 to s5) excluding the one closest to the center O among the rectangular areas described above and the rectangular area s1 closest to the center O, and then stores the calculated difference value in the memory of the image data correcting unit 44 in the same manner (S505). This difference value is used as the control value for exposure correction control based on the shading prediction result.

[0053]

By the above data processing, the data in the table shown in Fig. 6 will be stored in the memory of the image data correcting unit 44. Moreover, in the same figure, the "distance from the center" column shows the range where the rectangular area s_i exists as the range of distance from the center O. For example, it is shown that the rectangular area s_3 exists in a range of distance of r_2 to r_3 from the center O.

[0054]

After this, the memory controller 42 notifies the PC 46 via the I/F unit 45 that the capturing of the background image has been completed (S506).

Upon receiving this notification, the PC 46 executes a process to return the main photographing button 302, automatic exposure correcting button 303, and automatic white balance correction button 304, which were disabled from being clicked on the image capture screen displayed on display unit 107, to the operable state.

[0055]

Next, when the user of the system gives an instruction by operating an input device 47, such as a mouse, and clicking on one of the positions on the automatic exposure correcting button 303 with a pointer (not shown in the figure), to bring the observation specimen back into the field of view of the observation image and perform exposure correction, the PC 46 gives an instruction to the memory controller 42 via the I/F unit 45 to execute the process of sending the image data in the specified area 305 and the address indicating the image data from the frame memory 41 to the image data correcting unit 44.

[0056]

As shown in Fig. 7, the image data correcting unit 44 calculates the absolute value ($|X-X'|$, $|Y-Y'|$) of the difference value between the input address (X,Y) and the address (X', Y') indicating the position

of image center O, that is, the distance R between the position of each pixel in the input image and the image center O.

[0057]

Here, if this distance R is in the area of $s_i (i=1, 2, \dots)$, the luminance value (output luminance value) of the pixel located at address (X,Y) output to the AE evaluating unit 39 can be calculated by the following equation assuming that the luminance value of the pixel located at the said address in the input image is the input luminance value:

Output luminance value = Input luminance value + Δ difference (average value 1 - average value i) (3)

As explained in the specific example, the luminance value of a pixel located at address (X,Y) is calculated according to the following equation in the case if the distance R from the center O for that pixel is included in area s3:

Output luminance value = Input luminance value + Δ difference (average value 1 - average value 3) (4)

In other words, about any pixel whose distance R from the center O is included in the area s3, the calculation of this equation (4) will be executed for any pixel. In this way, the processing burden for correction based on this shading prediction result can be reduced by applying certain processing to each of the pixels in the same area.

[0058]

As described above, by computing equation (3) for all pixels in the specified area 305, the data for determining the amount of correction in the exposure correction will be corrected based on the shading prediction result.

The AE evaluating unit 39 calculates the luminance integration value in the specified area 305 based on the corrected image data received from the image data correcting unit 44 and then outputs it to the AE setting unit 38.

[0059]

The AE setting unit 38 calculates the luminance average value in the specified area 305 from the received luminance integration value, and sets the gain value for exposure correction calculated by the above-mentioned calculation of equation (1) based on the luminance average value to the AE variable gain amplifier 37. Furthermore, the AE setting unit 38 outputs the exposure time calculated by the calculation of equation (2) to the CCD driving unit 48.

The CCD driving unit 48 which received this exposure time drives the imaging element 31 so that the image can be captured according to the exposure time during image recording. After that, the image captured by the imaging element 31 will be stored in the frame memory 41 as image data with exposure correction controlled based on the shading prediction result as described above.

[0060]

In this way, the exposure correction process, which is controlled based on the shading prediction result, is performed, and then the exposure corrected observation image is input to the PC 46 via the frame memory 41. (S507).

Here, when the user of this system gives an instruction by operating the input device 47 such as a mouse, and clicking any position on the main photographing button 302 with a pointer (not shown in the figure) to capture and record the observation image, the PC 46 acquires the image data stored in the frame memory 41 at that time via the I/F unit 45, and then executes the process of calculating the following equation based on the background image data in the memory for each pixel of the acquired image data.

[0061]

$$\text{Output pixel luminance value} = \text{input pixel luminance value} + (\text{central part luminance average value of background image} - \text{luminance value at the corresponding pixel of the background image}) \cdots \cdots (5)$$

Moreover, in the above equation, the "luminance value at the corresponding pixel in the background image" is the luminance value of the pixel in the background image at a position in the same relation to the position of the pixel to be calculated in the observation image.

[0062]

By executing the calculation in equation (5), as shown in Fig. 8, as a result of adding the difference value ($\Delta 1 \blacktriangledown$ in Fig. 8(a)) between the central part luminance average value of the background image and the luminance distribution of the background image to the luminance distribution of the observation image ($\Delta 2 \blacktriangledown$ in Fig. 8(b)) for each pixel, the luminance levels of the pixels on the periphery of the observation image are raised relative to the central part of the observation image, and shading can be properly corrected ($\Delta 1 \blacktriangledown + \Delta 2 \blacktriangledown$ in Fig. 8(c)).

[0063]

The PC 46 performs the process of storing the image data after exposure correction and shading correction are

properly performed in this way in the storage unit in the PC 46 (S508), and then terminates the image capturing operation (S509).

Next, the effect of exposure correction control based on the shading prediction result according to this invention will be explained using Fig. 9 and Fig. 10.

[0064]

Fig. 9 shows the configuration of the imaging system for the microscope without performing exposure correction control based on the shading prediction result according to this invention.

As can be seen by comparing the system of Fig. 9 with that shown in Fig. 2, the system of Fig. 9 does not have an image processing unit control unit 104, and the image data of the specified area 305 in the observation image will be input directly from the memory controller 42 to the white balance detecting unit 35 and the AE evaluating unit 39.

[0065]

Fig. 10(b) is a diagram showing a schematic representation of the luminance change when typical shading correction, in which the luminance distribution changes in concentric circles, is performed on the observation image with exposure correction performed by the system shown in Fig. 9.

When automatic exposure correction is performed on the entire area of the observation image where shading occurs as shown in Fig. 10(a), the AE evaluating unit 39 performs exposure correction based on the luminance average value shown as (1), which is a value lower than the central part luminance average value of the of the input image shown as (2), so that this luminance average value can be set to the target value shown as (3) in Fig. 10(b). For this reason, at the time of this exposure correction, the luminance of the center part of the observation image has already exceeded the target value shown as (3) and reached the output level shown as (4), resulting in an unnatural brightening of the area around the center of the observation image.

[0066]

In addition, for example, when the user specifies the area near position (iii) shown in Fig. 10(b) and performs spot photometry, it is possible to adjust the luminance at this position to near the (3) target value by exposure correction. However, if shading correction is subsequently performed, the luminance value near this location will further increase, so the luminance is eventually raised to the output level of (4), and even the specified area has become overexposed.

[0067]

On the other hand, Fig. 10(c) is a diagram showing a schematic representation of the luminance change when typical shading, in which the luminance distribution changes in concentric circles, is performed on the observation image with exposure correction performed by the system shown in Fig. 2, in which exposure correction control is performed based on the shading prediction result according to this invention.

[0068]

In the system shown in Fig. 2, when the user first instructs to capture a background image, the image data of the captured background image is passed to the luminance distribution detecting unit 43. The difference value (Fig. 6) between the average luminance value of each rectangular area and the average luminance value of the center area is calculated according to the distance from the image center O as shown in Fig. 5, and then this difference value will be stored in the memory in the image data correcting unit 44.

[0069]

After that, when the user instructs exposure correction, the image data obtained when the image data correcting unit 44 adds the difference value shown in Fig. 6 to the observation image input from the memory controller 42 according to the above equation (3) is passed to the AE evaluating unit 39. This image data is the one shown in Fig. 7, in which a certain difference value is added in concentric circles according to the distance from the center.

[0070]

When the function of the image data correcting unit 44 is explained according to Fig. 10(c), the image data correcting unit 44 corrects the image data according to the shading prediction result shown as ▲ ▼ in the same figure by adding the difference value, and then outputs the luminance correction value shown in the same figure (6), which is an approximate correction of the amount of light of the observation image, to the AE evaluating unit 39. As a result, the AE evaluating unit 39 appropriately shifts the luminance distribution of the observation image to the vicinity of the target

value shown as (5) in the same figure without setting the gain or exposure time, i.e., incorrectly setting the exposure correction, which would cause the target value to be greatly exceeded due to the impact of the decrease in amount of light in the peripheral areas of the observation image, so even if the shading correction shown in ▲3▼ is applied to the exposure-corrected observation image, it is possible to prevent that the observation image after shading correction is far above the target value of (5) due to the increase in luminance of the light measurement area, resulting in overexposure.

[0071]

Next, white balance correction control based on the shading prediction will be explained according to Fig. 4.

In Fig. 4, the processing steps (S501 ~ S503) from the time when the user of this system instructs to operate the input device 47 to capture a background image to the time when the luminance distribution of the background image is sent to the PC 46 and stored in the storage unit inside the PC 46 are the same as those in the above-mentioned exposure correction control, but the image data is stored in the storage unit of the PC 46 for each color of RGB.

[0072]

Similar to the case of exposure correction control, the luminance distribution detecting unit 43 calculates the difference values, which are control values, for multiple areas along a straight line from the image center O to the periphery (see Fig. 5) (S504) and then stores them in the memory of the image data correcting unit 44 as table data for each color of RGB, as shown in Fig. 11 (S505).

[0073]

After this, when the memory controller 42 notifies via the I/F unit 45 that background photographing has been completed (S506), the PC 46 which received this notification executes a process to return the main photographing button 302, automatic exposure correcting button 303, and automatic white balance correction button 304, which were disabled from being clicked on the image capture screen displayed on the display unit 107, to the operable state.

[0074]

Next, when the user gives an instruction by operating an input device 47, such as a mouse, and clicking on one of the positions on the automatic white balance correcting button 304 with a pointer (not shown in the figure), to bring the observation specimen back into the field of view of the observation image and perform white balance correction, the PC 46 gives instructions to the memory controller 42 via the I/F unit 45 to execute the process of sending the image data in the specified area 305 and the address indicating the image data from the frame memory 41 to the image data correcting unit 44.

[0075]

The image data correcting unit 44 uses the above equation (3) as in the case of exposure correction control, to add the difference values in the table data (Fig. 11) stored in its own memory to the luminance value (input luminance value) of the pixel according to the address indicating the position on the image of the pixel that constitutes the observation image, and the result of the adding calculation (output luminance value) will be output to the white balance detecting unit 35.

[0076]

The white balance detecting unit 35 integrates the luminance values of the image data in the specified area 305 sent from the image data correcting unit 44 for each color of RGB to calculate the average luminance value for each color. Then, the ratio of R:G:B for this average luminance value will be calculated. Here, in case the relationship $R:G:B = 1:1:1$ is not established about the average luminance value, and it is determined that the white balance is out of balance, in order to set this ratio to $R:G:B = 1:1:1$, the white balance detecting unit 35 will output the gain value to the WB gain setting unit 34, which should be set to the WB variable gain amplifier 33.

[0077]

For example, if the luminance average value described above is $(R,G,B) = (200,180,180)$, then the white balance detecting unit 35 outputs $(R \text{ gain}, G \text{ gain}, B \text{ gain}) = (1,200/180,200/180) \approx (1.0,1.1,1.1)$ to the WB gain setting unit 34.

[0078]

The WB gain setting unit 34 sets the gain value received from the white balance detecting unit 35 to the WB variable gain amplifier 33.

In this way, the white balance correction process, which is controlled based on the shading

prediction result, is performed, and then the white balance corrected observation image will be input to the PC 46 via the frame memory 41 (S507).

[0079]

Here, when the user of this system gives an instruction by operating the input device 47 such as a mouse, and clicking any position on the main photographing button 302 with a pointer (not shown in the figure) to capture and record the observation image, the PC 46 acquires the image data stored in the frame memory 41 at that time via the I/F unit 45, and then executes the process of calculating the aforementioned equation (5) separately for each color based on the background image data in the memory for each pixel of the acquired image data, to perform shading correction.

[0080]

By executing the calculation in equation (5), as shown in Fig. 9, as a result of adding the difference value ($\blacktriangle 1 \blacktriangledown$ in Fig. 8(a)) between the central part luminance average value of the background image and the luminance distribution by each color of the background image to the luminance distribution by each color of the observation image ($\blacktriangle 2 \blacktriangledown$ in Fig. 8(b)) for each pixel, the luminance levels of the pixels on the periphery of the observation image are raised relative to the central part of the observation image, and shading can be properly corrected ($\blacktriangle 1 \blacktriangledown + \blacktriangle 2 \blacktriangledown$ in Fig. 8(c)).

[0081]

The PC 46 performs the process of storing in the storage unit in the PC 46 (S508) the image data after white balance correction and shading correction are properly performed in this way, and then terminates the image capturing operation (S509).

Next, the effect of exposure correction control based on the shading prediction result according to this invention will be explained using Fig. 12, Fig. 13, and Fig. 14.

[0082]

Fig. 12 shows an example of luminance distribution of a background image in which color shading has occurred.

As can be seen when referring to the same figure, the G and B colors have a similar luminance distribution, while the R color has a larger drop in luminance at the periphery of the background image than the GB colors.

[0083]

Fig. 13 is a diagram showing a schematic representation of the luminance change when the shading shown in Fig. 12 is corrected for the observation image for which the white balance was corrected by the system shown in the above-mentioned Fig. 9.

As mentioned above, the system in Fig. 9 does not have an image processing unit control unit 104, and the image data of the specified area 305 in the observation image will be input directly from the memory controller 42 to the white balance detecting unit 35 and the AE evaluating unit 39. Therefore, in the system shown in Fig. 9, white balance correction control based on the shading prediction result according to this invention will not be performed.

[0084]

First, let us consider a case in which the system user specifies the white balance correction for the area near the center of the observation image (position (b) in Fig. 12). Since the white balance is almost obtained at this position, the gain value set by the WB gain setting unit 34 to the WB variable gain amplifier 33 will be $(R \text{ gain}, G \text{ gain}, B \text{ gain}) \doteq (1, 1, 1)$.

[0085]

Next, consider the case in which the system user specifies the white balance correction for a peripheral area of the observation image (e.g., position (a) in Fig. 12). If the luminance average value at this position is $(R, G, B) \equiv (180, 200, 200)$, the gain value set by the WB gain setting unit 34 to the WB variable gain amplifier 33 will be $(R \text{ gain}, G \text{ gain}, B \text{ gain}) = (200/180, 1, 1) \doteq (1.1, 1.0, 1.0)$. With this setting, the area near the center of the observation image (position (b) in Fig. 12) will be colored to red (see $\blacktriangle 1 \blacktriangledown$ in Fig. 13).

[0086]

Furthermore, when shading correction is applied to this captured image, it has increased the luminance value of the R peripheral pixels, which causes the entire observation image to be colored to red, not just the area around the center (see $\blacktriangle 2 \blacktriangledown$ in Fig. 13).

In contrast, Fig. 14 is a diagram showing a schematic representation of the luminance change when the shading shown in Fig. 12 is corrected for the observation image for which the white balance was corrected by the system of Fig. 2, in which white balance correction control is performed based on the shading prediction result according to this invention.

[0087]

In the system shown in Fig. 2, when the user first instructs to capture a background image, the image data of the captured background image is passed to the luminance distribution detecting unit 43. The difference value (Fig. 6) between the average luminance value of each rectangular area and the average luminance value of the center area is calculated by each color of RGB according to the distance from the image center O, as shown in Fig. 11, in a manner similar to exposure correction control, and then this difference value will be stored in the memory in the image data correcting unit 44.

[0088]

After that, when the user instructs white balance correction, the image data obtained when the image data correcting unit 44 adds the difference value shown in Fig. 11 by each color of RGB to the observation image input from the memory controller 42 according to the above equation (3) is passed to the AE evaluating unit 39. This image data is the one shown in Fig. 7, in which a certain difference value is added by each color of RGB in concentric circles according to the distance from the center.

[0089]

In other words, by adding the difference values by each color of RGB, the image data correcting unit 44 outputs the image data showing luminance distribution as shown in Fig. 14 to the white balance detecting unit 35, which was approximately corrected for the decrease of amount of light in the peripheral areas due to color shading as shown in Fig. 12.

[0090]

Therefore, no matter what area the user of this system specifies for white balance correction, the color balance of the background image in the observation image data has been corrected to a constant value regardless of the area, so it is possible to prevent color shading from coloring the observed image with an undesired color.

[0091]

The above-explained embodiment can be summarized as follows. According to this embodiment, because exposure correction and white balance correction are controlled based on the prediction result of shading occurrence, by shading itself or by shading correction, it will be possible to prevent overexposure and coloring to colors not desired by the system user.

[0092]

Hereafter, another embodiment that implements this invention will be explained. Moreover, in order to distinguish it from the following embodiments, the embodiment of this invention described so far will be referred to as the "the first embodiment."

First, the second embodiment of this invention will be explained. The characteristic of this embodiment is the point that multiple patterns of shadings that are expected to occur are prepared in advance and can be selected by the system user.

[0093]

The configuration of the microscope imaging system according to the second embodiment of this invention is similar to that according to the first embodiment shown in Fig. 1 and Fig. 2, except the difference that the display screen shown on the display unit 107 has a predicted pattern switching button 1701 and a pattern display unit 1702. An example of this display screen is shown in Fig. 15.

[0094]

Whenever the user of the system gives an instruction by operating the input device 47 and clicking any position on the predicted pattern switching button 1701 displayed on the display screen of the display unit 107 with a pointer, which is not shown in Fig. 15, the PC 46 executes the process (S1801 to S1804) to switch the pattern displayed on the pattern display unit 1702, for example, in the sequence shown in Fig. 16.

[0095]

Next, the operation of this microscope imaging system in the second embodiment will be explained. Fig. 17 is a diagram showing a flow chart of the steps of photographing and recording the observation image performed by the microscope imaging system in the second embodiment.

Moreover, in the following explanation, the process performed by PC 46 can be realized by the CPU of the PC 46 reading and executing the control program stored in the memory of the PC 46 in advance.

[0096]

First, exposure correction control based on the shading prediction will be explained.

In a state in which the observation specimen is removed from the field of view of the observation image, when the user of the system gives an instruction by operating the input device 47 and clicking any position on the background photographing button 301 displayed on the display screen of display unit 107 (Fig. 15) with a pointer (not shown in the figure), the execution of the procedure shown in Fig. 17 is started, the AE variable gain amplifier 37 and the WB variable gain amplifier 33 are set to "1," which is the initial value of gain, and the image capture operation of the background image is performed, then the image data and address data of one frame of the background image are stored in the storage unit of the PC 46. On the other hand, the operation until this data is output to the luminance distribution detecting unit 43 and the image data correcting unit 44 (operation from S1501 to S1503) is similar to the operation in the first embodiment (operation from S501 to S503 in Fig. 4).

[0097]

Based on the received image data and address data, the luminance distribution detecting unit 43 calculates the luminance average value of the center rectangular area (s1) of the background image, as shown in Fig. 18, and each of the multiple rectangular areas along the horizontal line or vertical line passing through the area, 17 rectangular areas (s1 to s17) in the example shown in Fig. 18. These calculated image luminance average values are stored in the memory (not shown in the figure) of the image data correcting unit 44.

[0098]

Next, about the rectangular areas (s2 to s17) excluding rectangular area s1 among the rectangular areas described above, the image data correcting unit 44 calculates the difference value of the luminance average value between the rectangular areas (s2 to s17) and the rectangular area s1 (S1504), and then stores the calculated difference value in the same way in the memory of the image data correcting unit 44 (S1505). This difference value can be used as the control value for exposure correction control based on the shading prediction result.

[0099]

By the above data processing, similarly to the first embodiment, the data in the table shown in Fig. 6 will be stored in the memory of the image data correcting unit 44.

After this, the memory controller 42 notifies the PC 46 via the I/F unit 45 that photographing of the background image has been completed (S1506).

The PC 46 which received this notification executes a process to return the main photographing button 302, automatic exposure correcting button 303, and automatic white balance correction button 304, which were disabled from being clicked on the image capture screen displayed on the display unit 107, to the operable state.

[0100]

Next, when the user of this system gives an instruction by operating an input device 47, such as a mouse, and clicking on one of the positions on the automatic exposure correcting button 303 with a pointer (not shown in the figure), to bring the observation specimen back into the field of view of the observation image and perform exposure correction, the PC 46 gives instructions to the memory controller 42 via the I/F unit 45 to execute the process of sending the image data in the specified area 305 and the address indicating the image data from the frame memory 41 to the image data correcting unit 44. Moreover, at this time, the PC 46 also executes the process of sending the information indicating the current display content of the predicted pattern of the shading in the pattern display unit 1702 of the display unit 107 (the current display content switched by the switching procedure shown in Fig. 16) to the image data correcting unit 44.

[0101]

The image data correcting unit 44 reads the information on the shading prediction pattern sent from the PC 46 (S1507) and then sends the image data corrected according to this information to the AE evaluating unit 39.

For example, when the shading prediction pattern information indicates OFF (S1801 in Fig. 16), the image data correcting unit 44 outputs the image data to the AE evaluating unit 39 without any

modification to the input image data.

[0102]

In addition, when this predicted pattern information is pattern 1 (S1802 in Fig. 16), assuming that the same pattern (the shading prediction pattern shown in Fig. 7) as the first embodiment already explained above is selected, the image data correcting unit 44 performs a calculation using the equation (3) described above, i.e., a calculation that adds the aforementioned difference value to the input luminance value based on the distance between the center position and the position of each pixel in the image represented by the input image data, and then outputs the obtained output luminance value to the AE evaluating unit 39.

[0103]

In addition, when the predicted pattern information is pattern 2 (S1803 in Fig. 16), the image data correcting unit 44 determines which of the multiple areas (h1 to h9 in Fig. 19(a)) horizontally separating the entire screen belongs to the horizontal position of each pixel of the image represented by the input image data, based on the address indicating the position of each pixel.

[0104]

Here, if the address indicating the location of the pixel is contained in one of $h_i (i=1,2,3, \dots, 9)$, then the image data correcting unit 44 performs a calculation by adding the difference value stored in the memory of the image data correcting unit 44 shown in Fig. 6 at the position indicated by s_i to the input image luminance value for that pixel, and then outputs the obtained output luminance value to the AE evaluating unit 39.

[0105]

In addition, when the predicted pattern information is pattern 3 (S1804 in Fig. 16), the image data correcting unit 44 determines which of the multiple areas (v1 and v10 to v17 in Fig. 19(v)) vertically separating the entire screen belongs to the vertical position of each pixel of the image represented by the input image data, based on the address indicating the position of each pixel.

[0106]

Here, if the address indicating the location of the pixel is contained in one of $v_i (i=1,10,11, \dots, 17)$, then the image data correcting unit 44 performs a calculation by adding the difference value stored in the memory of the image data correcting unit 44 shown in Fig. 6 at the position indicated by s_i to the input image luminance value for that pixel, and then outputs the obtained output luminance value to the AE evaluating unit 39.

[0107]

In other words, when the operator switches and selects pattern 1 to 3, the image data correcting unit 44 corrects the image data using a different method, and when OFF is selected, the image data correcting unit 44 will not correct the image data.

After this, the following processing steps (S1508 to S1510) are the same as those in the first embodiment (S507~S509): after the AE setting unit 38 performed the settings for correction of the exposure time and gain value for the image data in the specified area 305 based on the image data sent from the image data correcting unit 44 to the AE evaluating unit 39, when the user of this system gives an instruction by operating the input device 47 and clicking on one of the positions on the main photographing button 302 with the pointer (not shown in the figure), the image data with proper exposure correction is incorporated from the frame memory 41 to the PC 46 to perform shading correction, and the image data after correction is stored in the storage unit in the PC 46 to complete image capture.

[0108]

The effect of exposure correction control based on the shading prediction result according to the second embodiment, which is realized in a manner as described above, will be explained using Fig. 20.

The occurrence of shading can be roughly classified into those caused by optical factors such as the imaging lens, etc., and those caused by the imaging device itself, such as uneven sensitivity of the imaging element with respect to the incident direction. A typical example of a shading pattern caused by the former factor is known to be a concentric circle of light falloff from the center part to the periphery of the image. Among the aforementioned patterns, it can be said that the shading

patterns shown in Fig. 7 and Fig. 8(a) are exactly this pattern.

[0109]

On the other hand, a typical example of a shading pattern caused by the latter factor is known to be one in which the luminance distribution changes along a certain direction, such as the horizontal direction or vertical direction of the image, and the amount of light at the edge of the screen falls off. The shading patterns shown in Fig. 19 and Fig. 20 are such patterns.

[0110]

In the first embodiment, if the falloff of the amount of light occurs in concentric circles, the image data correcting unit 44 will output the corrected luminance value of the peripheral area to the AE evaluating unit 39 according to the patterns in concentric circles. As a result, the AE setting unit 38 will calculate the setting value for exposure correction based on the luminance value that is approximately uniform across the entire screen, so it is possible to avoid the problem that the area around the center of the image is too bright, or the area specified by the system user for photometry is too bright due to subsequent shading correction.

[0111]

However, in the event that light falloff occurs in the horizontal direction, for example, when the image data input to the AE evaluating unit 39 is modified using the method of the first embodiment, the luminance average value will increase because the luminance value on the right side of the screen has also been increased. If this happens, the exposure correction setting is considered to lower the amount of light, and as a result, there is a risk that the observation image may have become darker.

[0112]

In the second embodiment, if the user selects pattern 1 when the falloff of the amount of light has occurred in the horizontal direction and then instructs exposure correction, similarly to the first embodiment, the set value for exposure compensation is calculated with a value obtained by modifying the luminance value of the peripheral areas according to the patterns in concentric circles, so the observed image has become dark.

[0113]

However, even in such a case, in the second embodiment, if the user instructs the system to perform exposure correction after switching to the selection of pattern 2, even if the luminance of the image has decreased in the horizontal direction (A in Fig. 20(a)), the AE setting unit 38 calculates the setting value for exposure correction based on the luminance distribution (B in the same figure), which is approximately corrected to the luminance near the center of the image, so it is possible to prevent the captured and recorded observation images becoming dark.

[0114]

In addition, if the user selects pattern 1 when falloff of the amount of light has occurred in the vertical direction and then instructs exposure correction, similarly to the first embodiment, the set value for exposure compensation is calculated with a value obtained by modifying the luminance value of the peripheral areas according to the patterns in concentric circles, so the observed image has become dark.

[0115]

However, even in such a case, in the second embodiment, if the user instructs the system to perform exposure correction after switching to the selection of pattern 3, even if the luminance of the image has decreased in the vertical direction (C in Fig. 20(b)), the AE setting unit 38 calculates the setting value for exposure correction based on the luminance distribution (D in the same figure), which is approximately corrected to the luminance near the center of the image, so it is possible to prevent the captured and recorded observation images becoming dark.

[0116]

Next, control of white balance correction based on the shading prediction according to the second embodiment will be explained.

The processing steps of the white balance correction control are the same as those of the abovementioned exposure correction control (Fig. 17), so a detailed explanation is omitted. The difference is that all the luminance values of each pixel in the image data are acquired for each RGB color and the value of the corrected luminance distribution for each of them is sent from the image data correcting unit 44 to the white balance detecting unit 35.

[0117]

The effect of white balance correction control based on the shading prediction result according to

the second embodiment will be explained using Fig. 21.

If the background image has a luminance distribution as shown in Fig. 21, i.e., the luminance distribution of the R color is lower than that of the GB colors, and further the luminance distribution of the R color is also lower on the right side of the horizontal direction, when the luminance distribution of each RGB color is corrected by the method according to the first embodiment, the luminance of the periphery is raised equally in concentric circles, so the luminance distribution A' of R has been modified to C'.

In this state, for example, if the S5 area near the left edge of the image is specified and white balance correction is specified, the luminance values of each color of RGB are almost equal within that area, so the RGB gain values have become almost the same. Therefore, even if the background color of cyan, which has a smaller R than GB, is set to be white, the white balance cannot be properly corrected.

[0118]

On the other hand, in the second embodiment, if the user selects pattern 1 and then instructs white balance correction, similarly to the first embodiment, white balance correction cannot be properly performed. However, if the user selects pattern 2 and then instructs white balance correction, the luminance distribution of the image data for detecting the white balance is corrected to be almost uniform in the horizontal direction (B' in Fig. 21), so the gain is set to increase the luminance of the R color, and the background color can be appropriately corrected to white.

[0119]

In addition, if the luminance distribution is changing vertically, then if the user selects pattern 3 and then instructs white balance correction, similarly, the background color will be appropriately corrected to white.

In this way, according to the second embodiment, since exposure correction and white balance correction are performed based on image data for which the insufficient light amount in the periphery was corrected using a shading prediction pattern selected by the user, observation images with appropriate brightness and color balance can be obtained even if the shading state differs depending on the observation state.

[0120]

Next, the third embodiment of this invention will be explained. The characteristic of this embodiment is that for all pixels obtained from the image data for the background image, the luminance correction value of each pixel, which is the control value, and the address indicating its location on the image are stored in memory in the system in advance, and exposure correction and white balance correction are performed on the corrected image data in pixel units.

[0121]

The configuration of the microscope imaging system according to the third embodiment of this invention is the same as that according to the first embodiment shown in Fig. 1 and Fig. 2, so a detailed explanation is omitted. In the microscope imaging system according to the third embodiment, the operation of the image processing unit control unit 104 is different from that according to the first embodiment.

[0122]

In a state in which the observation specimen is removed from the field of view of the observation image, when the user of the system gives an instruction by operating the input device 47 and clicking any position on the background photographing button 301 displayed on the display screen of display unit 107 with a pointer, the AE variable gain amplifier 37 and the WB variable gain amplifier 33 are set to "1," which is the initial value of gain and the image capture operation of the background image is performed, and then the image data and address data of one frame of the background image are stored in the storage unit of the PC 46. On the other hand, the operation until these data are output to the luminance distribution detecting unit 43 and the image data correcting unit 44 is similar to the operation in the first embodiment (the operation from S501 to S503 in Fig. 4).

[0123]

The luminance distribution detecting unit 43 calculates the luminance average value of the center rectangular area S of the background image as shown in Fig. 22 based on the received image data and address data, and further calculates the difference value between the luminance value of each pixel and the luminance value of the center area S by referring to the address data (corresponding to S504 in Fig. 4). The calculated difference data for all pixels is stored in the memory (not shown in the figure) of the image data correcting unit 44 (corresponding to S505 in Fig. 4). This difference value is used as the control value for exposure correction control and white balance correction control based on the shading prediction result.

[0124]

By the above data processing, the difference data corresponding to each pixel for all pixels in the image

data, as shown in Fig. 23, will be stored in the memory of the image data correcting unit 44.

After this, the memory controller 42 notifies the PC 46 via the I/F unit 45 that the photographing of the background image has been completed (corresponding to S506 in Fig. 4).

The PC 46 which received this notification executes a process to return the main photographing button 302, automatic exposure correcting button 303, and automatic white balance correction button 304, which were disabled from being clicked on the image capture screen displayed on the display unit 107, to the operable state.

[0125]

Next, when the user of this system gives an instruction by operating an input device 47, such as a mouse, and clicking on one of the positions on the automatic exposure correcting button 303 with a pointer, to bring the observation specimen back into the field of view of the observation image and perform exposure correction, the PC 46 gives instructions to the memory controller 42 via the I/F unit 45 to execute the process of sending the image data in the specified area 305 and the address indicating the image data from the frame memory 41 to the image data correcting unit 44.

[0126]

The image data correcting unit 44 compares the address (X,Y) sent from the memory controller 42 with the address stored in its own memory, adds the difference value stored in the matching address to the luminance value of the pixel corresponding to that address, and then outputs the added result to the AE evaluating unit 39.

[0127]

After this, the following steps are the same as the first embodiment. After the AE setting unit 38 received the luminance integration value of the specified area 305 from the AE evaluating unit 39, calculated the exposure gain and exposure time, and set them to the AE variable gain amplifier 37 and the CCD driving unit 48, the system user instructs to capture the image, and then the photographing and recording of image data are completed.

[0128]

In addition, the operation of each unit of the system when the system user instructs white balance correction is almost the same as the operation when the user instructs exposure correction as described above, so the details are omitted. The difference is that the luminance distribution detecting unit 43 acquires and processes the luminance distribution of the image data by each color of RGB, and inputs the image data with the corrected luminance distribution for each of them to the white balance detecting unit 35.

[0129]

The effect of exposure correction control and white balance correction control based on the shading prediction results according to the third embodiment, which can be realized in a manner as described above, will be explained using Fig. 24.

In case the background image has a random luminance distribution, as shown in Fig. 24, even if the luminance distribution of image data is modified in concentric circles as in the first embodiment, or if the luminance value is modified assuming a luminance distribution that varies in a constant direction as in the second embodiment, the modified luminance value will become different for each site.

[0130]

In contrast, in the system according to the third embodiment, exposure correction and white balance correction are performed based on the image data, which is obtained by adding the difference between the luminance average value near the center of the image and the luminance value of the background image in pixel units for all pixels that make up the image, and which was modified so that the luminance value of the background image is uniform across the entire image.

[0131]

Therefore, even if the luminance distribution of the background image shows no regularity and is completely random, exposure correction can be performed appropriately.

In addition, even if the background image has a random luminance distribution for each color of RGB, the white balance is corrected based on the image data corrected to a uniform luminance distribution for the entire image, so the white balance can be corrected uniformly without changing the color balance depending on the area specified by the system user for the observation image.

[0132]

Moreover, in the first, second, and third embodiments described above, a control program was created to make the CPU of a computer having the standard configuration as described above

perform various processes that were performed by each component of the image processing unit 103 and the image processing unit control unit 104 of the microscope imaging system shown in Fig. 1 and Fig. 2, and the created control program is recorded in advance in a storage medium that can be read by this computer; if the control program is read from the storage medium into this computer and executed by the CPU, exposure correction control or white balance correction control based on the shading prediction according to this invention can be performed by this computer.

[0133]

As a storage medium that enables the computer to read the recorded control program, for example, storage devices such as ROM and hard disk devices provided as built-in or external attached devices to computers, and portable storage media such as flexible disks, MO (magneto-optical disks), CD-ROM, DVD-ROM, etc., can be used.

[0134]

In addition, the storage medium may be a storage device provided by a computer acting as a program server, connected to the computer system via a communication line. In this case, a transmission signal obtained by modulating a carrier wave with a data signal expressing the control program is transmitted from the program server to the computer system via a communication line, which is the transmission medium, and the computer system demodulates the received transmission signals and regenerates the control program to make it possible to execute this control program on the CPU.

[0135]

Moreover, this invention is not limited to the embodiments described above, and various improvements and modifications are possible within the scope that does not depart from the main idea of this invention.

For example, in the first embodiment described above, the center position of the pattern in concentric circles may be movable when calculating the difference value of the luminance, which is the control value, and in order to do so, an appropriate offset value may be added to the address that indicates the position of each pixel in the image. In addition, in the first and second embodiments, the shape of the area used for calculating the difference value of luminance, which is the control value, is not limited to a rectangle, but can be transformed into any shape. In addition, its size can also be changed arbitrarily. By doing so, not only can the method of this invention be applied to a wide variety of shadings, but also it is possible to improve the accuracy of exposure correction and provide exposure correction processing and white balance correction processing that is more faithful to the intention of the system user.

[0136]

[Effects of the invention]

As explained in detail above, this invention controls image processing to correct the exposure or white balance of the object image in which the object is represented, based on the prediction result of shading that is predicted to occur in the object image when this image processing is applied.

[0137]

By doing so, this invention has the effect of making it possible to provide an appropriate image that achieved both shading correction and exposure correction or white balance correction.

[Brief description of the invention]

[Fig. 1] It is a diagram showing the schematic configuration of the microscope imaging system that implements this invention.

[Fig. 2] It is a diagram showing the detailed configuration of the microscope imaging system that implements this invention.

[Fig. 3] It is a diagram showing an example of the display of an observation image.

[Fig. 4] It is a diagram showing the processing steps of photographing and recording an observation image.

[Fig. 5] It is a diagram showing the partial area set to the background image.

[Fig. 6] It is a diagram showing the data stored in the memory of the image data correcting unit (Part 1).

[Fig. 7] It is a diagram showing an example of the occurrence pattern of shading.

[Fig. 8] It is a diagram showing the look of shading correction.

[Fig. 9] It is a diagram showing the configuration of the imaging system for a microscope without performing exposure correction control based on the shading prediction result.

[Fig. 10] It is a diagram showing the effect of exposure correction control based on the shading prediction result according to this invention.

[Fig. 11] It is a diagram showing the data stored in the memory of the image data correcting unit (Part 2).

[Fig. 12] It is a diagram showing an example of luminance distribution of a background image in which color shading occurs.

[Fig. 13] It is a diagram showing the luminance distribution of an uncontrolled white balance correction based on the shading prediction result.

[Fig. 14] It is a diagram showing the luminance distribution when white balance correction is performed with control based on the shading prediction result.

[Fig. 15] It is a diagram showing an example of the display of the observation image in the second embodiment.

[Fig. 16] It is a diagram showing the switching steps of the shading prediction pattern.

[Fig. 17] It is a diagram showing the processing steps for photographing and recording the observation image in the second embodiment.

[Fig. 18] It is a diagram showing the partial area set to the background image in the second embodiment.

[Fig. 19] It is a diagram showing an example of a shading occurrence prediction pattern

[Fig. 20] It is a diagram illustrating the effect of exposure correction control based on the shading prediction result according to the second embodiment.

[Fig. 21] It is a diagram illustrating the effect of white balance correction control based on the shading prediction result according to the second embodiment.

[Fig. 22] It is a diagram showing the partial area set to the background image in the third embodiment.

[Fig. 23] It is a diagram showing the data stored in the memory of the image data correcting unit (Part 3).

[Fig. 24] It is a diagram illustrating the effect of the control according to the third embodiment.

[Description of the reference numerals]

1: microscope

3: optical system for transmissive observation

4: optical system for vertical illumination observation

5: light source for transmissive illumination

6: collector lens

7: filter unit for light transmission

8: transmissive visual field diaphragm

9: bendable mirror

10, 11: condenser optical element unit

12: top lens unit

13: light source for vertical illumination

14: filter unit for vertical illumination

15: vertical illumination shutter

16: vertical illumination visual field diaphragm

17: vertical illumination aperture diaphragm

18: stage

19: objective lens

20: revolver

21: cube unit

22: beam splitter

31: imaging element

32: front processing unit

33: WB variable gain amplifier

34: WB gain setting unit

35: white balance detecting unit

37: AE variable gain amplifier

38: AE setting unit

39: AE evaluating unit

41: frame memory

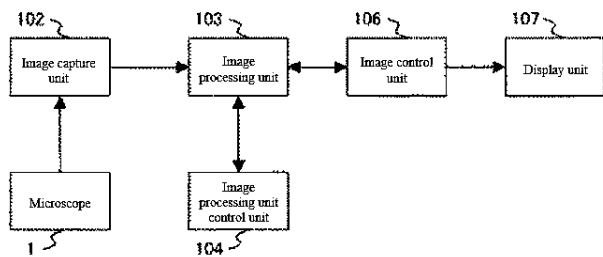
42: memory controller

43: luminance distribution detecting unit

- 44: image data correcting unit
- 45: I/F unit
- 46: PC
- 47: input device
- 48: CCD driving unit
- 49: A/D converting unit
- 102: image capture unit
- 103: image processing unit
- 104: image processing unit control unit
- 106: image control unit
- 107: display unit
- 301: background photographing button
- 302: main photographing button
- 303: automatic exposure correcting button
- 304: automatic white balance correction button
- 305: specified area
- 306: specimen image
- 1701: predicted pattern switching button
- 1702: pattern display unit

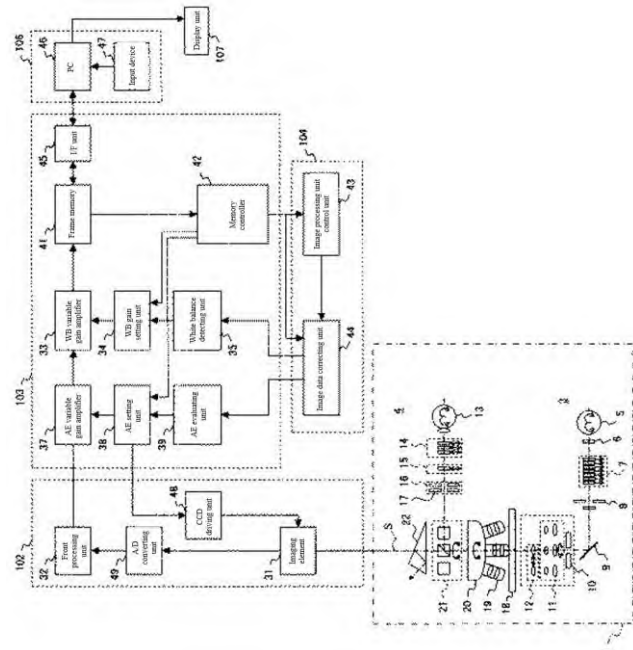
[Fig. 1]

Diagram showing a schematic configuration of the microscope imaging system that implements this invention.



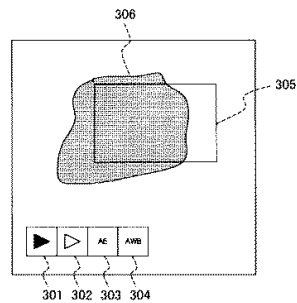
[Fig. 2]

Diagram showing the detailed configuration of the microscope imaging system that implements this invention.



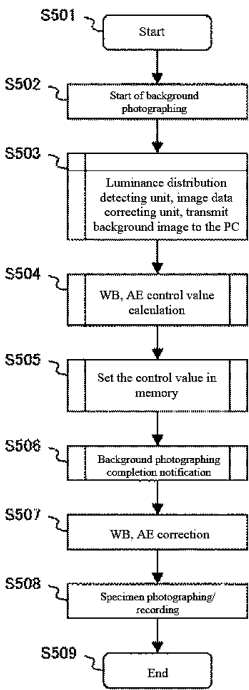
[Fig. 3]

Diagram showing an example of the display of an observation image.



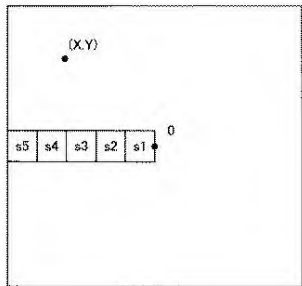
[Fig. 4]

Diagram showing the processing steps of photographing and recording an observation image.



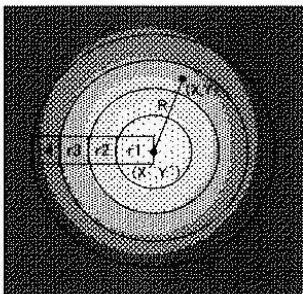
[Fig. 5]

Diagram showing the partial area set to the background image.



[Fig. 7]

Diagram showing an example of the occurrence pattern of shading.



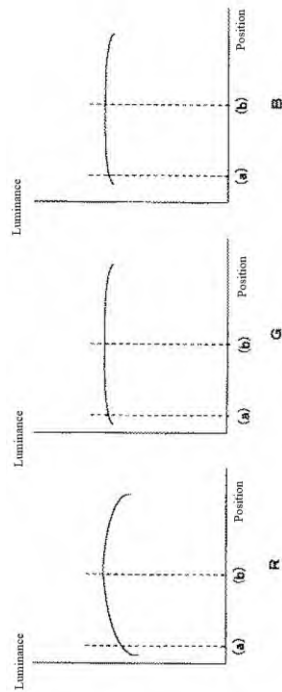
[Fig. 6]

Diagram showing the data stored in the memory of the image data correcting unit (Part 1).

Area	Distance from center	Average value	Difference (control value)
s1	0 ~ r3	Average value 1	0
s2	r1 ~ r2	Average value 2	Average value 1 - Average value 2
s3	r2 ~ r3	Average value 3	Average value 1 - Average value 3
s4	r3 ~ r4	Average value 4	Average value 1 - Average value 4
s5	r4 ~ r5	Average value 5	Average value 1 - Average value 5
...	...	...	...

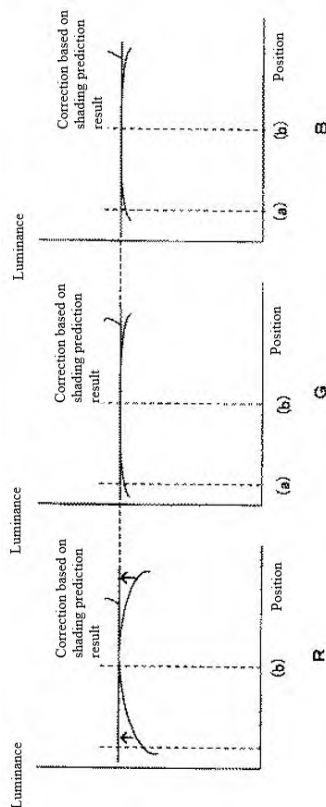
[Fig. 12]

Diagram showing an example of luminance distribution of a background image in which color shading occurs.



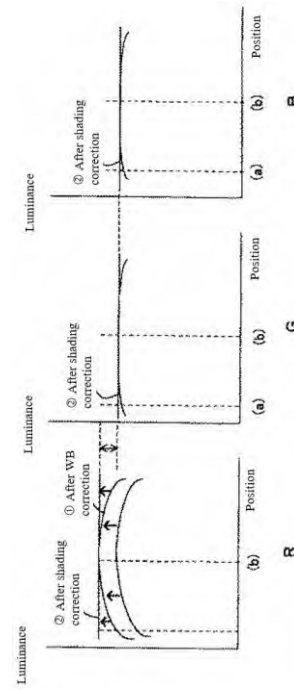
[Fig. 14]

Diagram showing the luminance distribution when white balance correction is performed with control based on the shading prediction result.



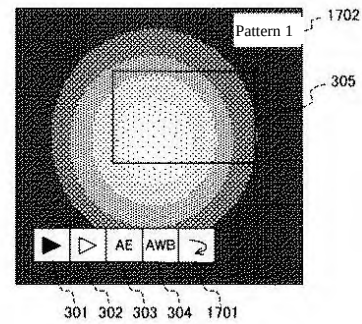
[Fig. 13]

Diagram showing the luminance distribution of an uncontrolled white balance correction based on the shading prediction result.



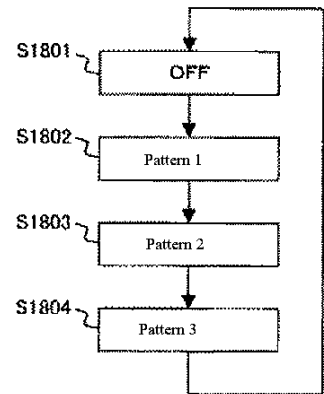
[Fig. 15]

Diagram showing an example of the display of the observation image in the second embodiment.



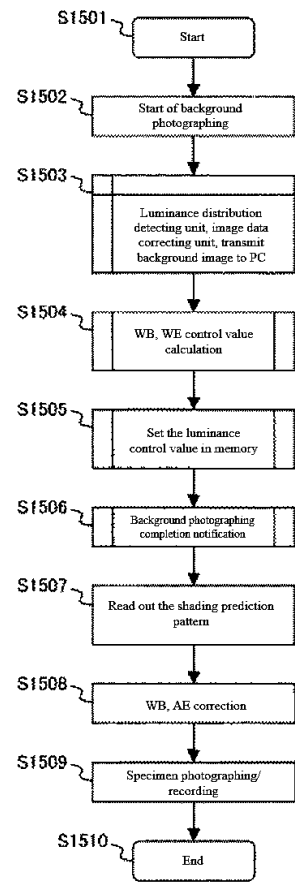
[Fig. 16]

Diagram showing the switching steps of the shading prediction pattern.



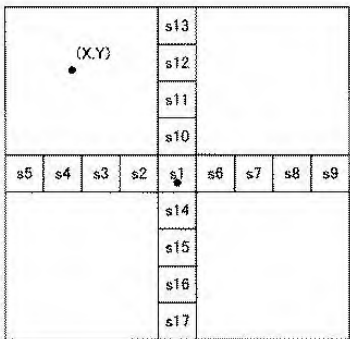
[Fig. 17]

Diagram showing the processing steps for photographing and recording the observation image in the second embodiment.



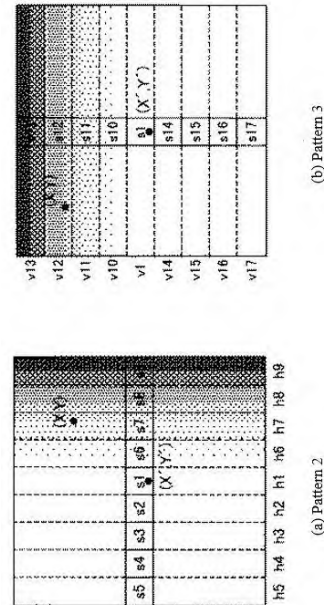
[Fig. 18]

Diagram showing the partial area set to the background image in the second embodiment.



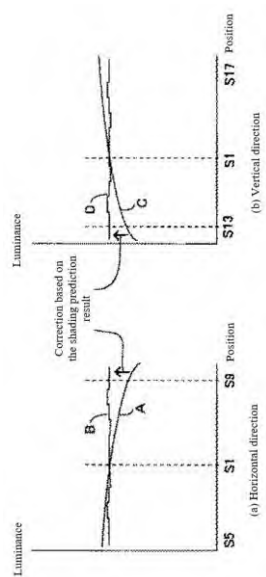
[Fig. 19]

Diagram showing an example of an occurrence predicted pattern of shading.



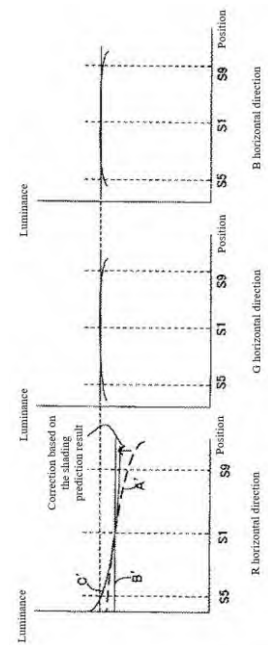
[Fig. 20]

Diagram illustrating the effect of exposure correction control based on the shading prediction result according to the second embodiment.



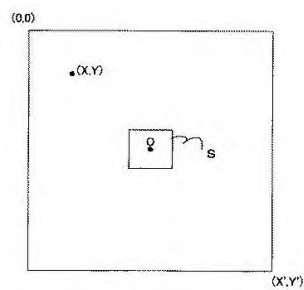
[Fig. 21]

Diagram illustrating the effect of white balance correction control based on the shading prediction result according to the second embodiment.



[Fig. 22]

Diagram showing the partial area set to the background image in the third embodiment.



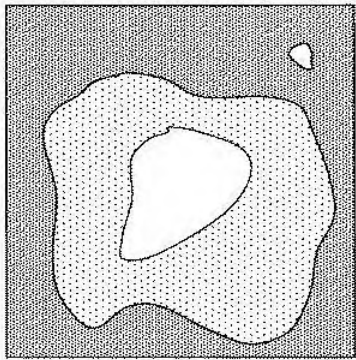
[Fig. 23]

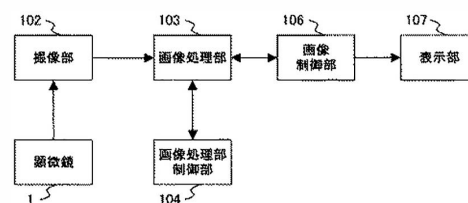
Diagram showing the data stored in the memory of the image data correcting unit (Part 3).

Position (X,Y)	Δ difference from area S average value
(0, 0)	0
(1, 0)	5
(2, 0)	3
(3, 0)	1
(4, 0)	0
...	...
...	...
(x', y')	Δ

[Fig. 24]

Diagram illustrating the effect of the control according to the third embodiment.





【特許請求の範囲】**【請求項1】**

被写体が表されている被写体画像に処理を施して当該被写体画像の露出の補正若しくはホワイトバランスの補正を行う画像処理手段と、
前記被写体画像に発生することが予測されるシェーディングについての予測結果に基づいて当該処理を制御する画像処理制御手段と、
を有することを特徴とする画像処理システム。

【請求項2】

前記被写体画像は、前記被写体である観察標本についての顕微鏡での観察像を撮像して得られた画像であることを特徴とする請求項1に記載の画像処理システム。

【請求項3】

前記画像処理制御手段による前記制御の下で前記処理が施された後の前記被写体画像に発生しているシェーディングを補正するシェーディング補正手段を更に有することを特徴とする請求項1に記載の画像処理システム。

【請求項4】

前記画像処理制御手段は、前記被写体画像とは別に撮像された画像であって前記被写体が表されていない画像である背景画像から予測される前記予測結果に基づいて前記処理を制御することを特徴とする請求項1に記載の画像処理システム。

【請求項5】

前記画像処理制御手段は、前記背景画像内に定義されている複数の部分領域の各々に含まれている各画素に関するデータから予測される前記予測結果に基づいて、同一の部分領域に含まれる画素の各々に対し一定の前記処理を施させるように当該処理を制御することを特徴とする請求項4に記載の画像処理システム。

【請求項6】

前記画像処理制御手段は、前記背景画像内の中央部分に位置する部分領域に含まれている各画素の輝度値の平均値と、当該背景画像内の周辺部分に位置する部分領域に含まれている各画素の輝度値若しくは当該輝度値の平均値と、の差分値に基づいて前記処理を制御することを特徴とする請求項5に記載の画像処理システム。

【請求項7】

前記複数の部分領域は、前記背景画像の中心部分から同心円状に定義されていることを特徴とする請求項5に記載の画像処理システム。

【請求項8】

前記複数の部分領域は、前記背景画像を特定の方向で区切られてなる矩形領域として定義されていることを特徴とする請求項5に記載の画像処理システム。

【請求項9】

被写体が表されている被写体画像の露出若しくはホワイトバランスを補正する画像処理を、当該被写体画像に発生することが予測されるシェーディングについての予測結果に基づいて制御することを特徴とする画像処理制御方法。

【請求項10】

被写体が表されている被写体画像を処理して露出の補正若しくはホワイトバランスの補正を当該被写体画像に対して施す画像処理と、
前記被写体画像に発生することが予測されるシェーディングについての予測結果に基づいて当該処理を制御する画像処理制御処理と、
をコンピュータに行わせるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、画像処理技術に関し、特に、画像の露出若しくはホワイトバランスの補正処理の技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

撮像装置におけるレンズ等の結像光学系自体の特性等の影響により、シェーディングと一般的に称されている、撮像された画像の光量とその画像内で不均一にばらついてしまう現象が発生することがある。従来は、撮像後の画像に対し、経験的に得られている補正值や実測結果に基づいた画像処理を施すことによってシェーディングによる画像劣化の補正を行っている。

【0003】

このシェーディングは結像光学系の特性や、電子カメラの場合にはCCD (Charge Coupled Device) 等の撮像素子の特性により撮像画像内で様々な形状となって現れる。このうち、光の三原色の色毎の輝度分布特性の違いに起因して撮像画像が不自然に着色してしまう現象は色シェーディングと称されている。

【0004】

顕微鏡によって得られる標本像を専ら撮像する顕微鏡用撮像装置においては、シェーディングが標本の観察にとりわけ大きな影響を及ぼすが、対物レンズの種類、検鏡法、照明等の違いによって多種多様なシェーディングの発生が想定される。このようなシェーディングの補正を行えるようにする技術として、例えば特許文献1には、標本の存在しない背景のみの画像を対物レンズ毎に予め撮影しておき、この撮影によって得られた背景画像に基づいて生成される対物レンズ毎の補正データを用いて撮像画像に生じているシェーディングを補正する手法が開示されている。

【0005】**【特許文献1】**

特開2001-281554号公報

【0006】**【発明が解決しようとする課題】**

多くの撮像装置では、撮像画像の明るさ・色彩の表現を適切なものとするために、操作者の指定する画像内の部分領域に対して露出やホワイトバランスの補正を自動的に行う機能が設けられている。しかしながら、光量低下や色変化といった前述したシェーディングが発生している画像部分に対してこのような露出やホワイトバランスの補正を施しても、適切な撮像画像が得られないことがある。

【0007】

このような補正が施された後の撮像画像に対して前述したシェーディング補正を行っても、適切な画像が得られないことがある。例えば、シェーディングによって光量の低下している画像部分に対して露出補正を施し、その部分の明るさを適切なものとした後にシェーディング補正を単純に施すと、その画像部分を更に明るくしてしまつて過補正の状態となってしまう。

【0008】

ここで、未補正の撮像画像に対してシェーディング補正を先に行い、その後に露出やホワイトバランスの補正を行うようにすることも考えられる。しかし、画像に生じているシェーディングを補正する画像処理というものは一般的には処理量が膨大である。その一方で、標本の状態の観察等のためにリアルタイム若しくはそれに近いフレームレートでの表示が要求される観察画像としては、露出やホワイトバランスの補正が施されたものを表示する必要があるため、シェーディング補正を露出やホワイトバランスの補正前に行うと、観察画像表示のリアルタイム性が失われてしまうことがある。

【0009】

本発明は上述した問題を鑑みてなされたものであり、その解決しようとする課題は、シェーディング補正と露出補正若しくはホワイトバランス補正とを両立させて適切な画像を提供できるようにすることである。

【0010】**【課題を解決するための手段】**

本発明の態様のひとつである画像処理システムは、被写体が表されている被写体画像に処

理を施して当該被写体画像の露出の補正若しくはホワイトバランスの補正を行う画像処理手段と、当該被写体画像に発生することが予測されるシェーディングについての予測結果に基づいて当該処理を制御する画像処理制御手段と、を有するように構成するというものであり、このシステムを使用することによって前述した課題が解決される。

【0011】

この構成によれば、被写体画像に発生することが予測されるシェーディングについての予測結果に基づいて露出補正処理若しくはホワイトバランス補正処理が制御されるので、これらの処理の後に更にシェーディング補正を行ってもシェーディング補正後の被写体画像が不適切なものとならないようにこれらの処理を制御することにより、シェーディング補正と露出補正若しくはホワイトバランス補正とを両立させた適切な画像が提供できるようになる。

【0012】

また、画像処理制御手段は、被写体画像に対してシェーディング補正を行う画像処理よりも処理量が遙かに少ない、被写体画像の露出の補正若しくはホワイトバランスの補正の処理の制御を行うので、観察画像表示のリアルタイム性が失われることがない。

【0013】

なお、上述した本発明に係る画像処理システムにおいて、被写体画像を、例えば被写体である観察標本についての顕微鏡での観察像を撮像して得られた画像とすることができる。前述したように、顕微鏡での観察像の撮像画像に生じているシェーディングは標本の観察にとりわけ大きな影響を及ぼすので、こうすることにより、シェーディングが標本の観察に及ぼしている影響を排除することができる。

【0014】

また、前述した本発明に係る画像処理システムにおいて、前述した画像処理制御手段による前述した制御の下で前述した処理が施された後の被写体画像に発生しているシェーディングを補正するシェーディング補正手段を更に有するように構成してもよい。

【0015】

この構成によれば、この画像処理システムで被写体画像に対するシェーディング補正を施すこともできるようになる。

また、前述した本発明に係る画像処理システムにおいて、画像処理制御手段が、前述した被写体画像とは別に撮像された画像であって前述した被写体が表されていない画像である背景画像から予測される前述した予測結果に基づいて前述した処理を制御するようにしてもよい。

【0016】

この構成は、被写体画像に露出の補正若しくはホワイトバランスの補正の処理が施されたときに発生するシェーディングの予測手法の一例として、背景画像に基づくシェーディング予測を行うというものである。

なお、このとき、画像処理制御手段が、前述した背景画像内に定義されている複数の部分領域の各々に含まれている各画素に関するデータから予測される前述した予測結果に基づいて、同一の部分領域に含まれる画素の各々に対し一定の前述した処理を施させるようにこの処理を制御するようにしてもよい。

【0017】

こうすることにより、画像処理制御手段によって行われるシェーディング予測結果に基づいた制御のための処理負担が軽減される。

また、ここで、画像処理制御手段が、前述した背景画像内の中央部分に位置する部分領域に含まれている各画素の輝度値の平均値と、その背景画像内の周辺部分に位置する部分領域に含まれている各画素の輝度値若しくはこの輝度値の平均値と、の差分値に基づいて前述した処理を制御するようにしてもよい。

【0018】

この構成は、画像処理制御手段の具体的な構成の一例として、上述した差分値に基づいて被写体画像の露出の補正若しくはホワイトバランスの補正の処理の制御を行うというもの

である。

ここで、上述した複数の部分領域は、例えば、前述した背景画像の中心部分から同心円状に定義されているものであってもよく、また、前述した背景画像を特定の方向で区切られてなる矩形領域として定義されているものであってもよい。

【0019】

本発明の別の態様のひとつである画像処理方法は、被写体が表されている被写体画像の露出若しくはホワイトバランスを補正する画像処理を、当該被写体画像に発生することが予測されるシェーディングについての予測結果に基づいて制御するというものであり、この方法を使用することによって、前述した本発明に係る画像処理システムと同様の作用・効果が得られ、前述した課題が解決される。

【0020】

また、被写体が表されている被写体画像を処理して露出の補正若しくはホワイトバランスの補正を当該被写体画像に対して施す画像処理と、この被写体画像に発生することが予測されるシェーディングについての予測結果に基づいてこの処理を制御する画像処理制御処理と、をコンピュータに行わせるためのプログラムについても本発明に係るものであり、このプログラムをコンピュータで実行させることにより、前述した本発明に係る画像処理システムと同様の作用・効果が得られる結果、前述した課題が解決される。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。なお、ここでは、顕微鏡によって得られる標本像を専ら撮像する顕微鏡用撮像システムにおいて本発明を実施する形態について説明する。

【0022】

図1は本発明を実施する顕微鏡用撮像システムの概略構成を示している。

図1において、撮像部102によって撮像された顕微鏡1の観察像を表現している画像データ（画像を構成する全ての画素の輝度を示すデータ）が画像処理部103に入力されると、画像処理部103はその画像データを一旦画像処理部制御部104へ出力する。

【0023】

画像処理部制御部104は、画像処理部103からの画像データの補正を行い、補正後の画像データを画像処理部103へ出力する。

画像処理部103は、画像処理部制御部104からの補正画像データに対して画像制御部106より指示された所定の画像処理を施し、その処理後の画像データを画像制御部106へ出力する。画像制御部106は画像処理部103によって処理された後の画像データを表示部107へ送付して顕微鏡1での観察画像の表示を表示部107に行わせると共に、撮影指示に応じて観察画像の記録を行う。

【0024】

次に、本発明を実施する顕微鏡用撮像システムの各構成の詳細について、図2を用いて説明する。

顕微鏡1は透過観察用光学系3と落射観察用光学系4とを備えている。

透過観察用光学系3では、ハロゲンランプ等の透過観察用光源5から放射された光がコレクタレンズ6、透過用フィルタユニット7、透過視野絞り8、折り曲げミラー9、コンデンサ光学素子ユニット10及び11、トップレンズユニット12を経て、ステージ18上に載置されている図示しない標本に照射される。

【0025】

一方、落射観察用光学系4では、落射照明用光源13から放射される光が落射用フィルタユニット14、落射シャット15、落射視野絞り16、落射開口絞り17、キューブユニット21、対物レンズ19を経て上述した標本に照射される。ここで、キューブユニット21では、明視野観察や蛍光観察などといった各種検鏡法に応じ、そこに設置されているダイクロイックミラーを切り換えることができる。

【0026】

落射照明光学系4の光軸と透過照明光学系3の光軸とが重なっている観察光路S上には、対物レンズ19を切り換えるためのレボルバ20と、観察光路Sを接眼レンズ側と撮像装置側とに分岐するビームスプリッタ22とが配置されている。

【0027】

ビームスプリッタ22及び観察光路Sを通過した光は撮像素子102に入射する。

撮像素子102は観察光路S上に配置されており、撮像素子31、A/D変換部49、前置処理部32、及びCCD駆動部48から構成されている。撮像素子31の出力はA/D変換部49に、A/D変換部49の出力は前置処理部32に、そしてCCD駆動部48の出力は撮像素子31に、各々導かれるように接続されている。

【0028】

顕微鏡1から入射する、所定の倍率まで拡大された観察標本像が撮像素子31上で結像すると、この観察標本像は撮像素子31によって光電変換されてアナログ電気信号としてA/D変換部49へ出力される。なお、本実施形態においては、撮像素子31としてCCD (Charge Coupled Device) を使用している。

【0029】

A/D変換部49はこのアナログ電気信号をデジタルデータである画像データへ変換する。その後、この画像データは前置処理部32において光の三原色であるR (赤)、G (緑)、B (青) 各色の画像データに分離されて画像処理部103へ出力される。この他に、前置処理部32からはアドレス信号も出力される。これは、前置処理部32から出力される画像データの各々が1フレームの画像内におけるどの位置の画素に対応するものであるかを2次元アドレス (x, y) で表したものである。

【0030】

画像処理部103は、WB可変利得増幅器33、WB利得設定部34、ホワイトバランス検出部35、AE可変利得増幅器37、AE設定部38、AE評価部39、フレームメモリ41、メモリコントローラ42、及びI/F部45から構成されている。

【0031】

前置処理部32から画像処理部103に入力されるRGB各色の画像データに対し、AE (Auto Exposure : 自動露出) 可変利得増幅器37はAE設定部38によって設定された各色一様の係数値を乗じて露出補正を施し、補正後の画像データをWB可変利得増幅器33へ出力する。

【0032】

WB (White Balance) 可変利得増幅器33は、可変利得増幅器37から送られてきた画像データに対してWB利得設定部34によって設定されるRGB各色別の係数値を乗じてホワイトバランスの補正を施し、補正後の画像データをフレームメモリ41へ出力する。

【0033】

フレームメモリ41は、撮像素子102において撮像された観察標本像の1フレーム分の画像データを一時的に記憶するものである。

画像制御部106は、パーソナルコンピュータ本体 (以下PCと略す) 46とキーボードやマウス等の入力装置47とから構成される。なお、PC46は、制御プログラムを実行することで各構成要素を制御するCPU (Central Processing Unit : 中央演算装置) と、ROMやRAM及び磁気記憶装置などからなり、CPUに各構成要素を制御させる制御プログラムの記憶やCPUが制御プログラムを実行する際のワークエリアあるいは各種データの記憶領域として使用される記憶部と、図2に示したシステム (以下、「本システム」ともいう) の使用者による操作に対応付けられている各種のデータが取得される入力部と、表示部107等の出力装置に各種のデータを提示して使用者に通知する出力部と、画像制御部106等の他の機器に接続して各種のデータの授受を可能とするためのインタフェース機能を提供するI/F部とを備える、ごく標準的な構成を有するものでよい。

【0034】

PC46は、入力装置47に対してなされた本システムの利用者による操作に対応付けられている入力に応じた画像処理の実行を画像処理部103に指示する一方で、画像処理がされた後の画像データを画像処理部103から取り込んでその画像データで表現されている観察画像を表示部107に表示させると共に、図3に示すような矩形の指定領域305をその観察画像内に表示させる。

【0035】

図3に示す観察画像の表示例において、標本像306と共に表示されている指定領域305は移動可能であり、またその形状や大きさを観察画像内で任意に変えることができる。本システムの利用者は、この指定領域305を自動露出補正若しくはホワイトバランス補正を施す領域として指定する。使用者がマウス等の入力装置47を操作して図3では不図示であるポイントで自動露出補正ボタン303上のいずれかの位置をクリックさせる指示を行うことにより、指定領域305に対する測光及び露出補正の処理が実行される。同様にして自動ホワイトバランス補正ボタン304上のいずれかの位置をクリックさせる指示を利用者が行えばホワイトバランス補正処理が実行される。

【0036】

なお、背景撮影ボタン301及び本撮影ボタン302については後述する。

図2の説明へ戻る。

メモリコントローラ42は、PC46によってI/F部45を介して指定された観察画像上の任意領域内の画像データとアドレスデータとをフレームメモリ41から読み出し、これらのデータを、画像処理部制御部104を構成している輝度分布検出部43及び画像データ修正部44へ出力する。

【0037】

輝度分布検出部43は、メモリコントローラ42から送られてきたこれらのデータに基づいて露出補正制御及びホワイトバランス補正制御のための制御データを生成し、生成された制御データを画像データ修正部44へ出力する。

画像データ修正部44は、メモリコントローラ42から送られてきた画像データに対し、輝度分布検出部43から送られてきた制御データを用いて修正処理を施し、修正された画像データをホワイトバランス検出部35とAE評価部39とへ出力する。なお、画像データ修正部44による修正処理の動作はメモリコントローラ42からの指示によってON/OFF（補正／スルー）の切り替えがなされる。

【0038】

AE評価部39は、画像データ修正部44から送られてきた修正後の画像データに基づき、指定領域305内に含まれている画素についての輝度積算値を算出してAE設定部38へ出力する。

AE設定部38は、AE評価部39から受け取った輝度積算値から指定領域305内の輝度平均値を算出し、指定領域305内の輝度値が適切なものとするために、この算出結果を用いて下記の式

利得＝最適輝度値（目標値）／指定領域305内の輝度平均値……（1）

によって算出される利得値をAE可変利得増幅器37に設定する。

【0039】

また、画像記録の際の撮像時の露出が適切となるように、下記の式

画像記録時露出時間＝利得×現在の露出時間……（2）

によって算出される画像記録時露出時間の値をCCD駆動部48へ出力する。この値を受け取ったCCD駆動部48は、画像記録の際の撮像時には、この画像記録時露出時間に従って撮像されるように撮像素子31を駆動させる。

【0040】

ホワイトバランス検出部35は、画像データ修正部44から送られてきた修正後の画像データに基づいて指定領域305内のホワイトバランスを算出する。この算出結果からホワイトバランスが崩れていると判定される場合には、ホワイトバランスを適正化させる補正のためにWB可変利得増幅器33に設定すべき利得値をこの算出結果から求めてWB利得

設定部34へ出力する。WB利得設定部34はこの利得値をWB可変利得増幅器33に設定する。

【0041】

ホワイトバランスが適正である場合には、画像データ修正部44から送られてきた画像データで表現されている画像の輝度積算値の各色の比(R : G : Bの比)は1 : 1 : 1であることができる。そこで、ホワイトバランス検出部35は、WB可変利得増幅器33に設定すべき利得値として、この比が得られるような値を求めてWB利得設定部34へ出力する。

【0042】

AE可変利得増幅器37とWB可変利得増幅器33とに対して上述した設定がなされた後は、AE可変利得増幅器37とWB可変利得増幅器33とは、前置処理部32から画像処理部103に入力される画像データに対し、その設定に基づく露出補正とホワイトバランス補正とをそれぞれ施す。

【0043】

AE可変利得増幅器37とWB可変利得増幅器33とによって露出調整及びホワイトバランスの補正がなされた画像データは、フレームメモリ41で一旦保持された後、I/F部48を介してPC46へ出力される。

PC46では、フレームメモリ41からI/F部48を介して受け取ったこの画像データで表現されている観察画像を表示部107で表示させる。また、本システムの利用者から撮影指示がなされたときには、この画像データに対し、PC46自身の有している不図示の記憶部に格納されている、予め撮像しておいた画像であって標本が視野内に表されていない画像である背景画像についての画像データに基づいてシェーディング補正を施した後、その補正後の画像データをPC46の有する記憶部に記録して保存する。

【0044】

図2に示す顕微鏡用撮像システムは以上のように構成されている。

次に、この顕微鏡撮像システムの動作について説明する。図4は、この顕微鏡撮像システムによって実行される観察画像の撮影・記録動作の手順をフローチャートで示したものである。なお、以下の説明において、PC46によって行われる処理は、PC46の記憶部に予め格納されている制御プログラムをPC46の有するCPUが読み込んで実行することによって実現される。

【0045】

まず、シェーディング予測に基づいた露出補正制御について説明する。

本システムの利用者は、まず、ステージ18上の観察標本を観察画像の視野から外しておく。ここでマウス等の入力装置47を操作し、表示部107の撮像画面(図3)に表示されている背景撮影ボタン301上のいずれかの位置を図3では不図示であるポイントでクリックさせる指示を行う。この指示をPC46が取得すると、図4に示されている手順の実行が開始される(S501)。

【0046】

すると、PC46は、ホワイトバランス補正值及び露出補正值の初期値をメモリコントローラ42へI/F部45を介して送付する処理、及び画像データ修正部44をOFFする指示を送付する処理を実行する。

【0047】

また、PC46は、表示部107に表示されている撮像画面における本撮影ボタン302、自動露出補正ボタン303、及び自動ホワイトバランス補正ボタン304に対するクリック操作を禁止状態とする処理を実行する。

PC46から上述した値を受け取ったメモリコントローラ42は、AE設定部38及びWB利得設定部34へこれらの値を送付し、AE可変利得増幅器37及びWB可変利得増幅器33に利得の初期値である「1」を設定させる。この設定の下でフレームメモリ41に格納される画像データは、撮像部102から受け取ったままで何らの画像処理もされていない生データとなる。

【0048】

この後、メモリコントローラ42は、観察標本が表されていない背景画像の撮像動作を画像処理部103に行わせる（S502）。なお、この背景画像の撮像時における撮影環境（照射光量や焦点位置など）は、後に行う観察標本画像の撮像時におけるものと同一にしておくことが望ましい。

【0049】

その後、メモリコントローラ42は、この撮像動作によってフレームメモリ41に格納された背景画像である1フレーム分の画像データとアドレスデータとをPC46へI/F部45を介して送付すると共に、これらのデータを輝度分布検出部43と画像データ修正部44とも出力する（S503）。

【0050】

PC46では、送られてきたこれらのデータをPC46内の記憶部に格納する処理が実行される。

一方、輝度分布検出部43では、送られてきたこれらのデータに基づいて露出補正制御のための制御値の算出が行われる（S504）。

【0051】

以下、シェーディング予測結果に基づいた露出補正制御のための制御値の算出について図5から図9までの各図を用いて説明する。

輝度分布検出部43は、受け取った画像データ及びアドレスデータに基づいて、図5に示すような背景画像の画像中心Oを通る直線に沿う複数の矩形領域、図5の例では5つの矩形領域（s1～s5）の各々の輝度平均値を算出する。算出されたこれらの画像輝度平均値は画像データ修正部44の有する不図示のメモリに格納される。

【0052】

続いて、画像データ修正部44は、上述した矩形領域のうちの中心Oに最も近いものを除いた矩形領域（s2～s5）について、中心Oに最も近い矩形領域s1との輝度平均値の差分値を算出し、算出された差分値を画像データ修正部44の有するメモリに同様に格納する（S505）。この差分値がシェーディング予測結果に基づいた露出補正制御のための制御値として使用される。

【0053】

以上のデータ処理によって、画像データ修正部44のメモリには図6に示すテーブル内のデータが格納されることとなる。なお、同図において、「中心からの距離」の列は、矩形領域s_iが存在する範囲を中心Oからの距離の範囲として示したものであり、例えば矩形領域s₃は中心●からの距離がr₂からr₃までの範囲に存在していることを示している。

【0054】

この後、メモリコントローラ42は、背景画像の撮影が終了したことをPC46へI/F部45を介して通知する（S506）。

この通知を受け取ったPC46は、表示部107に表示されている撮像画面におけるクリック操作を禁止状態としていた本撮影ボタン302、自動露出補正ボタン303、及び自動ホワイトバランス補正ボタン304を操作可能状態に戻す処理が実行される。

【0055】

次に、本システムの使用者が観察標本を観察画像の視野内へ戻し、露出補正を行わせるべく、マウス等の入力装置47を操作して自動露出補正ボタン303上のいずれかの位置を不図示のポインタでクリックさせる指示を行うと、PC46はI/F部45を介してメモリコントローラ42に指示を与え、指定領域305内の画像データとその画像データを示すアドレスとをフレームメモリ41から画像データ修正部44へ送付させる処理を実行する。

【0056】

画像データ修正部44は、図7に示すように、入力されるアドレス（X，Y）と画像中心Oの位置を示すアドレス（X'，Y'）の差分値の絶対値（ $|X-X'|$ ， $|Y-Y'|$ ）

）、すなわち入力画像の各画素の位置と画像中心Oとの間の距離Rを算出する。

【0057】

ここで、この距離Rが s_i ($i = 1, 2 \dots$) の領域に含まれていたとすると、AE評価部39に出力される、アドレス(X, Y)に位置する画素の輝度値(出力輝度値)は、入力画像においてそのアドレスに位置する画素の輝度値を入力輝度値とすると、

出力輝度値=入力輝度値+ Δ 差分(平均値1-平均値i)……(3)

と算出される。具体例で説明すると、アドレス(X, Y)に位置する画素の輝度値は、その画素についての中心Oからの距離Rが領域s3に含まれている場合には、下式に従い、

出力輝度値=入力輝度値+ Δ 差分(平均値1-平均値3)……(4)

と算出される。つまり、中心Oからの距離Rが領域s3に含まれる画素については、いずれの画素に対してもこの(4)の式の演算を実行する。このように、同一の領域に含まれる画素の各々に対しては一定の処理を施すようにすることにより、このシェーディング予測結果に基づいた修正のための処理負担が軽減される。

【0058】

以上のように、上記の(3)式を指定領域305内の全ての画素に対して演算することによって露出補正における補正量の決定のためのデータに対し、シェーディング予測結果に基づいた修正が行われる。

AE評価部39は、画像データ修正部44から受け取った上述した修正後の画像データに基づいて指定領域305内の輝度積算値を算出してAE設定部38へ出力する。

【0059】

AE設定部38は受け取った輝度積算値から指定領域305内の輝度平均値を算出し、その輝度平均値に基づいて行われる前述した(1)式の演算によって算出される露出補正のための利得値をAE可変利得増幅器37に設定する。更に、AE設定部38は、(2)式の演算によって算出される露出時間をCCD駆動部48へそれぞれ出力する。この露出時間を受け取ったCCD駆動部48は、この画像記録時露出時間に従って撮像されるように撮像素子31を駆動する。以降、この撮像素子31によって撮像される画像は前述したようにしてシェーディング予測結果に基づいて制御されている露出補正がされた画像データとしてフレームメモリ41に格納される。

【0060】

以上のようにして、シェーディング予測結果に基づいて制御されている露出補正処理が行われ、露出補正された観察画像がフレームメモリ41を経てPC46に入力されるようになる(S507)。

ここで本システムの利用者が観察画像の撮像・記録を行わせるべく、マウス等の入力装置47を操作して本撮影ボタン302上のいずれかの位置を不図示のポインタでクリックさせる指示を行うと、PC46は、I/F部45を介し、そのときにフレームメモリ41に格納されている画像データを取得し、取得した画像データの全画素の各々に対して記憶部内の背景画像データに基づいて次式を演算する処理を実行する。

【0061】

$$\text{出力画素輝度値} = \text{入力画素輝度値} + (\text{背景画像中央部輝度平均値} \\ - \text{背景画像の対応画素における輝度値}) \dots\dots (5)$$

なお、上式において、「背景画像の対応画素における輝度値」とは、演算対象である画素の観察画像上における位置と同様の関係の位置にある背景画像上の画素の輝度値である。

【0062】

この(5)式の演算を実行することにより、図8に示すように、観察画像の輝度分布(図8(b)の▲2▼)に背景画像の中央部輝度平均値と背景画像の輝度分布との差分値(図8(a)の▲1▼)が画素毎に加算される結果、観察画像の周辺部の画素の輝度レベルが観察画像の中央部に対してもちあげられ、シェーディングが適正に補正される(図8(c)の▲1▼+▲2▼)。

【0063】

PC46は、このようにして露出補正とシェーディング補正とが適正に行われた後の画像

データをPC 46内の記憶部に保存する処理を実行し(S508)、撮像動作を終了する(S509)。

次に本発明に係るシェーディング予測結果に基づく露出補正制御の効果について図9及び図10を用いて説明する。

【0064】

図9は、本発明に係るシェーディング予測結果に基づく露出補正制御を行わない顕微鏡用撮像システムの構成を示している。

図9のシステムを図2に示したものと比較すると分かるように、図9のシステムでは画像処理部制御部104を有しておらず、観察画像内の指定領域305の画像データが、メモリコントローラ42から直接ホワイトバランス検出部35とAE評価部39とに入力されている。

【0065】

このような図9のシステムによって露出補正がされた観察画像に対して、同心円状に輝度分布が変化している典型的なシェーディングの補正を行ったときの輝度変化の様子を模式的に表したのが図10(b)である。

観察画像について図10(a)に示すようなシェーディングが発生している画像の全領域に対して自動露出補正を行うと、AE評価部39は、(2)として示す入力画像の中央部の輝度平均値よりも低い値である、(1)として示す輝度平均値を基準にし、この輝度平均値を図10(b)に(3)として示す目標値とするように露出補正を行う。そのため、この露出補正の時点で既に観察画像の中央部の輝度は(3)の目標値を超えて(4)として示す出力レベルに達してしまっており、観察画像の中心付近が不自然に明るくなってしまう。

【0066】

また、例えば図10(b)に示す位置(i i i)付近の領域を使用者が指定してスポット測光を行うと、露出補正によってこの位置の輝度を(3)目標値付近に調節することができる。しかし、その後にシェーディング補正を行えば、この位置付近の輝度値が更に大きくされるので、結局(4)の出力レベル付近にまで引き上げられてしまい、指定領域さえもが露出オーバーとなってしまう。

【0067】

一方、本発明に係るシェーディング予測結果に基づく露出補正制御が行われる図2のシステムによって露出補正がされた観察画像に対して、同心円状に輝度分布が変化している典型的なシェーディングの補正を行ったときの輝度変化の様子を模式的に表したものが図10(c)である。

【0068】

図2のシステムでは、使用者がまず背景画像の撮影を指示すると、撮像された背景画像についての画像データが輝度分布検出部43へ渡され、図5に示す画像中心Oからの距離に応じた矩形領域毎の輝度平均値と中央領域の輝度平均値との差分値(図6)が算出されて、その差分値が画像データ修正部44内のメモリに格納される。

【0069】

その後、使用者が露出補正を指示すると、画像データ修正部44が、メモリコントローラ42から入力される観察画像に対し、前掲した(3)式に従って図6に示す差分値が加算されて得られる画像データがAE評価部39に渡される。この画像データは、図7に示したような、中心からの距離に応じて同心円状に一定の差分値が加算されたものとなっている。

【0070】

画像データ修正部44の機能を図10(c)に従って説明すると、画像データ修正部44は、差分値の加算によって同図に▲1▼として示すシェーディング予測結果による修正を行い、観察画像の光量を近似的に補正したものである同図に(6)として示す輝度補正値をAE評価部39へ出力するということになる。この結果、AE評価部39は、観察画像の周辺部分の光量の低下の影響で目標値を大きく越えてしまうような利得や露出時間の設

定、すなわち露出補正の誤設定を生じさせることなく、同図に(5)として示す目標値近辺に観察画像の輝度分布を適切にシフトさせるので、露出補正された観察画像に対して同図に▲3▼として示すシェーディング補正を施しても、測光領域の輝度の上昇によりシェーディング補正後の観察画像が(5)の目標値を大きく上回って露出オーバーとなってしまうことが防止される。

【0071】

次に、シェーディング予測に基づいたホワイトバランス補正制御について、図4に従って説明する。

図4において、本システムの利用者が入力装置47を操作して背景画像の撮影を指示してから、背景画像の輝度分布をPC46へ送付してPC46内部の記憶部に保存するまでの処理手順(S501～S503)は前述した露出補正制御のときと同様であるが、画像データはRGBの各色別にPC46の記憶部に格納される。

【0072】

輝度分布検出部43は、露出補正制御のときと同様に、画像中心Oから周辺部方向への直線に沿う複数の領域(図5参照)に対して制御値である差分値を算出し(S504)、図11に示すように、RGBの各色別のテーブルデータとして画像データ修正部44のメモリに格納する(S505)。

【0073】

この後、背景撮影が終了したことがメモリコントローラ42からI/F部45を介して通知される(S506)と、この通知を受け取ったPC46は、表示部107に表示されている撮像画面におけるクリック操作を禁止状態としていた本撮影ボタン302、自動露出補正ボタン303、及び自動ホワイトバランス補正ボタン304を操作可能状態に戻す処理が実行される。

【0074】

次に、利用者が観察標本を観察画像の視野内へ戻し、ホワイトバランス補正を行わせるべく、マウス等の入力装置47を操作して自動ホワイトバランス補正ボタン304上のいずれかの位置を不図示のポインタでクリックさせる指示を行うと、PC46はI/F部45を介してメモリコントローラ42に指示を与え、指定領域305内の画像データとその画像データを示すアドレスとをフレームメモリ41から画像データ修正部44へ送付させる処理を実行する。

【0075】

画像データ修正部44は、露出補正制御のときと同様に前掲した(3)式を用い、自身の有するメモリに格納されているテーブルデータ(図11)の差分値を、観察画像を構成する画素の画像上の位置を示すアドレスに応じてその画素の輝度値(入力輝度値)にRGB別に加算し、その加算結果(出力輝度値)をホワイトバランス検出部35に出力する。

【0076】

ホワイトバランス検出部35は、画像データ修正部44から送られてきた指定領域305内の画像データの輝度値をRGBの各色別に積算し、各色別の平均輝度値を求める。そして、この輝度平均値についてのR:G:Bの比を算出する。ここで、平均輝度値について $R:G:B=1:1:1$ の関係が成り立っておらず、ホワイトバランスが崩れていると判定された場合には、この比を $R:G:B=1:1:1$ とすべく、ホワイトバランス検出部35はWB可変利得増幅器33に設定すべき利得値をWB利得設定部34へ出力する。

【0077】

例えば、上述した輝度平均値が $(R, G, B) = (200, 180, 180)$ であったならば、ホワイトバランス検出部35は $(R利得, B利得, G利得) = (1, 200/180, 200/180) \approx (1.0, 1.1, 1.1)$ をWB利得設定部34へ出力する。

【0078】

WB利得設定部34は、ホワイトバランス検出部35から受け取った利得値をWB可変利得増幅器33に設定する。

以上のようにして、シェーディング予測結果に基づいて制御されているホワイトバランス

補正処理が行われ、ホワイトバランス補正された観察画像がフレームメモリ41を経てPC46に入力されるようになる(S507)。

【0079】

ここで本システムの利用者が観察画像の撮像・記録を行わせるべく、マウス等の入力装置47を操作して本撮影ボタン302上のいずれかの位置を不図示のポインタでクリックさせる指示を行うと、PC46は、I/F部45を介し、そのときにフレームメモリ41に格納されている画像データを取得し、取得した画像データの全画素の各々に対して記憶部内の背景画像データに基づいて前述の(5)式の演算を各色別に実行する処理を行ってシェーディングの補正を行う。

【0080】

この(5)式の演算を実行することにより、図9に示すように、観察画像の各色別の輝度分布(図8(b)の▲2▼)に背景画像の中央部輝度平均値と背景画像の各色別の輝度分布との差分値(図8(a)の▲1▼)が画素毎に加算される結果、観察画像の周辺部の画素の輝度レベルが観察画像の中央部に対してもちあげられ、シェーディングが適正に補正される(図8(c)の▲1▼+▲2▼)。

【0081】

PC46は、このようにしてホワイトバランス補正とシェーディング補正とが適正に行われた後の画像データをPC46内の記憶部に保存する処理を実行し(S508)、撮像動作を終了する(S509)。

次に、本発明に係るシェーディング予測結果に基づく露出補正制御の効果について図12、図13及び図14を用いて説明する。

【0082】

図12は、色シェーディングが発生している背景画像の輝度分布例を示している。同図を参照すると分かるように、G色及びB色は同様な輝度分布であるのに対し、R色は背景画像の周辺部分の光量の落ち方がGBに比べて大きくなっている。

【0083】

図13は、前掲した図9のシステムによってホワイトバランス補正がされた観察画像に対して、図12に示したシェーディングを補正する処理を行ったときの輝度変化の様子を模式的に表したものである。

前述したように、図9のシステムでは、図2に示すシステムには設けられている画像処理部制御部104を有しておらず、観察画像内の指定領域305の画像データが、メモリコントローラ42から直接ホワイトバランス検出部35とAE評価部39とに入力されている。従って、図9のシステムでは、本発明に係るシェーディング予測結果に基づくホワイトバランス補正制御が行われない。

【0084】

まず、システム利用者が、観察画像の中心付近(図12の(b)位置)の領域に対してホワイトバランス補正を指定した場合を考えてみる。この位置ではホワイトバランスがほぼ取れているので、WB利得設定部34がWB可変利得増幅器33へ設定する利得値は、(R利得, G利得, B利得) = (1, 1, 1)となる。

【0085】

次に、システム利用者が、観察画像の周辺領域(図12の例えば(a)位置)に対してホワイトバランス補正を指定した場合を考える。この位置の輝度平均値が(R, G, B) = (180, 200, 200)であったとすると、WB利得設定部34がWB可変利得増幅器33へ設定する利得値は、(R利得, G利得, B利得) = (200/180, 1, 1) = (1.1, 1.0, 1.0)となる。この設定では観察画像の中心付近(図12の(b)位置)の領域は赤色に着色されてしまうこととなる(図13の▲1▼参照)。

【0086】

さらに、この撮像画像に対してシェーディング補正を行うとRの周辺画素の輝度値を上昇させてしまうため、中心付近だけでなく観察画像全体が赤く着色されてしまう(図13の▲2▼参照)。

これに対し、本発明に係るシェーディング予測結果に基づくホワイトバランス補正制御が行われる図2のシステムによってホワイトバランス補正がされた観察画像に対して、図12に示したシェーディングを補正する処理を行ったときの輝度変化の様子を模式的に表したものが図14である。

【0087】

図2のシステムでは、使用者がまず背景画像の撮影を指示すると、撮像された背景画像についての画像データが輝度分布検出部43へ渡され、露出補正制御のときと同様に、図11に示す画像中心Oからの距離に応じた矩形領域毎の輝度平均値と中央領域の輝度平均値との差分値（図6）がRGB各色別に算出されて、その差分値が画像データ修正部44内のメモリに格納される。

【0088】

その後、使用者がホワイトバランス補正を指示すると、画像データ修正部44が、メモリコントローラ42から入力される観察画像に対し、前掲した（3）式に従って図11に示す差分値がRGB各色別に加算されて得られる画像データがAE評価部39に渡される。この画像データは、図7に示したような、中心からの距離に応じて同心円状に一定の差分値がRGB各色別に加算されたものとなっている。

【0089】

つまり、画像データ修正部44は、差分値をRGB各色別に加算することで、図12に示したような色シェーディングによる周辺部分の光量落ちを近似的に補正した、図14に示すような輝度分布を呈している画像データをホワイトバランス検出部35へ出力する。

【0090】

従って、本システムの使用がどのような領域を指定してホワイトバランス補正を指示しても、観察画像データの背景画像の色バランスが部位によらず一定に補正されているため、色シェーディングの影響で観察画像が所望していないような色彩に着色してしまうことが防止される。

【0091】

以上までで説明した実施例を纏めると、本実施例によれば、シェーディングの発生の予測結果に基づいて露出補正とホワイトバランス補正とが制御されるので、シェーディング自体によりあるいはシェーディング補正により、露出オーバーやシステム使用者の所望していない色彩の着色が観察画像に生じることが防止される。

【0092】

以下、本発明を実施する他の実施例について説明する。なお、以下の実施例と区別するために、ここまでで説明した本発明の実施例を「第一実施例」と称することとする。

まず、本発明の第二実施例について説明する。この実施例の特徴は、発生することが予想されるシェーディングのパターンを予め複数用意しておき、それらをシステム使用者が選択可能とした点にある。

【0093】

本発明の第二実施例に係る顕微鏡撮像システムの構成は図1及び図2に示した第一実施例に係るものと同様であるが、表示部107に表示される表示画面に、予想パターン切り換えボタン1701とパターン表示部1702とが設けられている点が異なっている。この表示画面例を図15に示す。

【0094】

本システムの使用者が入力装置47を操作して表示部107の表示画面に表示されている予想パターン切り換えボタン1701上のいずれかの位置を図15では不図示であるポインタでクリックさせる指示を行う度に、PC46は例えば図16に示す順序の繰り返しでパターン表示部1702に表示されるシェーディングの予想パターンを切り換える（S1801～S1804）処理を実行する。

【0095】

次に、第二実施例におけるこの顕微鏡撮像システムの動作について説明する。図17は、第二実施例におけるこの顕微鏡撮像システムによって実行される観察画像の撮影・記録動

作の手順をフローチャートで示したものである。なお、以下の説明において、PC 4 6によって行われる処理は、PC 4 6の記憶部に予め格納されている制御プログラムをPC 4 6の有するCPUが読み込んで実行することによって実現される。

【0096】

まず、シェーディング予測に基づいた露出補正制御について説明する。

観察標本を観察画像の視野から外しておいた状態で、本システムの利用者が入力装置47を操作して表示部107の表示画面(図15)に表示されている背景撮影ボタン301上のいずれかの位置を不図示のポインタでクリックさせる指示を行うと、図17に示されている手順の実行が開始され、AE可変利得増幅器37及びWB可変利得増幅器33に利得の初期値である「1」が設定されて背景画像の撮像動作が行われ、背景画像である1フレーム分の画像データとアドレスデータがPC 4 6の記憶部に格納される一方で、これらのデータが輝度分布検出部43と画像データ修正部44とへ出力されるまでの動作(S1501からS1503にかけての動作)は、第一実施例における動作(図4のS501からS503にかけての動作)と同様である。

【0097】

輝度分布検出部43は、受け取った画像データ及びアドレスデータに基づいて、図18に示すような背景画像の中央の矩形領域(s1)及びその領域を通る水平線若しくは垂直線に沿う複数の矩形領域、図18の例では17個の矩形領域(s1～s17)の各々の輝度平均値を算出する。算出されたこれらの画像輝度平均値は画像データ修正部44の有する不図示のメモリに格納される。

【0098】

続いて、画像データ修正部44は、上述した矩形領域のうちの矩形領域s1を除いた矩形領域(s2～s17)について、矩形領域s1との輝度平均値の差分値を算出し(S1504)、算出された差分値を画像データ修正部44の有するメモリに同様に格納する(S1505)。この差分値がシェーディング予測結果に基づいた露出補正制御のための制御値として使用される。

【0099】

以上のデータ処理によって、画像データ修正部44のメモリには、第一実施例と同様、図6に示すテーブル内のデータが格納されることとなる。

この後、メモリコントローラ42は、背景画像の撮影が終了したことをPC 4 6へI/F部45を介して通知する(S1506)。

この通知を受け取ったPC 4 6では、表示部107に表示されている撮像画面におけるクリック操作を禁止状態としていた本撮影ボタン302、自動露出補正ボタン303、及び自動ホワイトバランス補正ボタン304を操作可能状態に戻す処理が実行される。

【0100】

次に、本システムの利用者が観察標本を観察画像の視野内へ戻し、露出補正を行わせるべく、マウス等の入力装置47を操作して自動露出補正ボタン303上のいずれかの位置を不図示のポインタでクリックさせる指示を行うと、PC 4 6はI/F部45を介してメモリコントローラ42に指示を与え、指定領域305内の画像データとその画像データを示すアドレスとをフレームメモリ41から画像データ修正部44へ送付させる処理を実行する。なお、このとき、PC 4 6は、表示部107のパターン表示部1702におけるシェーディングの予想パターンの現在の表示内容(図16に示した切り替え手順によって切り換えられた現在の表示内容)を示している情報を画像データ修正部44へ送付する処理を併せて実行する。

【0101】

画像データ修正部44は、PC 4 6から送られてきたシェーディング予想パターンの情報を読み出し(S1507)、この情報に応じた修正を行った画像データをAE評価部39へ送付する。

例えば、シェーディング予想パターンの情報がOFF(図16のS1801)を示していたときには、画像データ修正部44は、入力された画像データに対して何らの修正を行う

ことなくそのままその画像データをAE評価部39へ出力する。

【0102】

また、この予想パターン情報がパターン1(図16のS1802)のときには、既に説明した第一実施例と同様のパターン(図7に示したシェーディング予想パターン)が選択されているものとし、画像データ修正部44は、前掲した(3)式の演算、すなわち、入力された画像データで表現されている画像の各画素の位置と中心位置との距離に基づいた前述した差分値を入力輝度値に加算する演算を行い、得られた出力輝度値をAE評価部39へ出力する。

【0103】

また、この予想パターン情報がパターン2(図16のS1803)のときには、画像データ修正部44は、入力された画像データで表現されている画像の各画素の水平方向の位置が、その画面全体を水平方向に区切った複数の領域(図19(a)のh1~h9の各領域)のうちのいずれに属するかを各画素の位置を示すアドレスに基づいて判別する。

【0104】

ここで、画素の位置を示すアドレスが h_i ($i=1, 2, 3, \dots, 9$)のいずれかに含まれていることを示していたならば、画像データ修正部44は、図6に示した画像データ修正部44のメモリに格納されている差分値のうち s_i で示される位置に格納されているものを、その画素についての入力画像輝度値に加算する演算を行い、得られた出力輝度値をAE評価部39へ出力する。

【0105】

また、この予想パターン情報がパターン3(図16のS1804)のときには、画像データ修正部44は、入力された画像データで表現されている画像の各画素の垂直方向の位置が、その画面全体を垂直方向に区切った複数の領域(図19(v)のv1及びv10~v17の各領域)のうちのいずれに属するかを各画素の位置を示すアドレスに基づいて判別する。

【0106】

ここで、画素の位置を示すアドレスが v_i ($i=1, 10, 11, \dots, 17$)のいずれかに含まれていることを示していたならば、画像データ修正部44は、図6に示した画像データ修正部44のメモリに格納されている差分値のうち s_i で示される位置に格納されているものを、その画素についての入力画像輝度値に加算する演算を行い、得られた出力輝度値をAE評価部39へ出力する。

【0107】

つまり、パターン1~3を操作者が切り換えて選択すると、画像データ修正部44は画像データを異なった方法で修正し、また、OFFの選択を行ったときには画像データ修正部44は画像データの修正を行わない。

この後、画像データ修正部44からAE評価部39へ送られてきた画像データに基づいてAE設定38が指定領域305の画像データに対する露出時間と利得値との補正のための設定を行った後、本システムの利用者が入力装置47を操作して本撮影ボタン302上のいずれかの位置を不図示のポインタでクリックさせる指示を行うことにより、露出補正が適正になされている画像データがフレームメモリ41からPC46に取り込まれてシェーディング補正がされ、補正後の画像データがPC46内の記憶部に保存され撮像が終了するまでの処理の手順(S1508~S1510)は、第一実施例におけるもの(S507~S509)と同様である。

【0108】

以上のようにして実現される、第二実施例に係るシェーディング予測結果に基づく露出補正制御の効果について図20を用いて説明する。

シェーディングの発生は、撮像レンズ等の光学的な要因によるものと、入射方向に対する撮像素子の感度ムラなど撮像デバイス自体に起因するものとに大別される。前者の要因によって生じるシェーディングのパターンの典型的な例としては、画像の中心部から周辺部にかけて同心円状に光量が落ちているものが知られている。前述したもののうち図7や図

8 (a) に示したシェーディングのパターンがまさにこのパターンであるといえる。

【 0 1 0 9 】

一方、後者の要因によって生じるシェーディングのパターンの典型的な例としては、画像の水平方向や垂直方向などある一定の方向に沿って輝度分布が変化し、画面端の光量が落ちているものが知られている。図1 9や図2 0に示したシェーディングのパターンがこのパターンである。

【 0 1 1 0 】

第一実施例においては、光量落ちが同心円状に発生していた場合、画像データ修正部4 4 は同心円状のパターンに応じて周辺部の輝度値を修正した値をA E評価部3 9へ出力する。この結果、A E設定部3 8は近似的に画面全体で様な輝度値を基にして露出補正のための設定値を求めるようになるので、撮像画像の中心付近が明る過ぎになってしまうことや、その後のシェーディング補正によってシステム使用者による測光指定部位が明る過ぎになってしまうことが回避される。

【 0 1 1 1 】

しかし、光量落ちが水平方向に発生していた場合、例えば観察画面の左方が暗くなっている場合、第一実施例の手法でA E評価部3 9にされる画像データの修正を行うと、画面右方の輝度値までも高めてしまうために輝度平均値が大きくなってしまう。こうなると、露出補正の設定は逆に光量を下げる方向とされる結果、観察画像が暗くなってしまふおそれがある。

【 0 1 1 2 】

第二実施例では、光量落ちが水平方向に発生している場合に使用者がパターン1を選択した状態で露出補正を指示すると、第一実施例と同様に、同心円状のパターンに応じて周辺部の輝度値を修正した値で露出補正のための設定値を求めることとなるため、観察画像が暗くなってしまふ。

【 0 1 1 3 】

しかし、このような場合であっても、第二実施例では、使用者がパターン2の選択に切り換えた後に本システムに対して露出補正を指示すれば、画像の輝度が水平方向に落ちていたとしても(図2 0 (a) のA)、画像の中心付近の輝度に近似的に補正した輝度分布(同図B)に基づいてA E設定部3 8が露出補正のための設定値を求めるので、撮影・記録された観察画像が暗くなることが防止される。

【 0 1 1 4 】

また、光量落ちが垂直方向に発生している場合に使用者がパターン1を選択した状態で露出補正を指示すると、第一実施例と同様に、同心円状のパターンに応じて周辺部の輝度値を修正した値で露出補正のための設定値を求めることとなるため、観察画像が暗くなってしまふ。

【 0 1 1 5 】

しかし、このような場合であっても、第二実施例では、使用者がパターン3の選択に切り換えた後に本システムに対して露出補正を指示すれば、画像の輝度が垂直方向に落ちていたとしても(図2 0 (b) のC)、画像の中心付近の輝度に近似的に補正した輝度分布(同図D)に基づいてA E設定部3 8が露出補正のための設定値を求めるので、撮影・記録された観察画像が暗くなることが防止される。

【 0 1 1 6 】

次に、第二実施例におけるシェーディング予測に基づいたホワイトバランス補正の制御について説明する。

ホワイトバランス補正の制御の処理手順は、上記の露出補正の制御(図1 7)と同様であるため詳細な説明は省略するが、画像データにおける各画素の輝度値をすべてR G B各色別に取得してその各々について輝度分布を修正した値が画像データ修正部4 4からホワイトバランス検出部3 5へ送付する点が異なっている。

【 0 1 1 7 】

第二実施例に係るシェーディング予測結果に基づくホワイトバランス補正制御の効果につ

いて図21を用いて説明する。

背景画像が図21に示すような輝度分布、すなわちR色の輝度分布がG B色よりも落ちており、更にR色の輝度分布においてもその水平方向の右方が落ちている輝度分布を有している場合、第一実施例に係る手法でR G B各色別の輝度分布の修正を行うと、同心円状に等しく周辺部の輝度を上昇させるため、Rの輝度分布A'はC'へと修正されてしまう。この状態において例えば画像の左端寄りのS5の領域を指定してホワイトバランス補正を指示した場合には、R G Bの各色の輝度値はその領域内ではほぼ等しいためR G Bの利得値はほぼ同一の値となってしまう。従って、G Bに比べてRが小さいシアン色の背景色を白とするように設定してもホワイトバランスの補正が適切になされない。

【0118】

一方、第二実施例においては、使用者がパターン1を選択した状態でホワイトバランス補正を指示すると、第一実施例と同様にホワイトバランスの補正が適切になされない。しかし、使用者がパターン2を選択した状態でホワイトバランス補正を指示すれば、ホワイトバランスを検出するための画像データの輝度分布が水平方向に対してほぼ一様に修正される(図21のB')ので、R色の輝度を上昇させるように利得の設定がなされることとなり、背景色が適切に白色に補正される。

【0119】

また、輝度分布が垂直方向に変化しているのであれば、使用者がパターン3を選択した状態でホワイトバランス補正を指示すれば、同様に背景色が白色に適切に補正される。

このように、第二実施例によれば、使用者によって選択されるシェーディング予想パターンで近似的に周辺光量不足を修正した画像データに基づいて露出補正やホワイトバランス補正を行うため、観察状態によってシェーディングの状態が異なっても適切な明るさ・色彩バランスの観察画像が得られるようになる。

【0120】

次に本発明の第三実施例について説明する。この実施例の特徴は、背景画像についての画像データから得られる全ての画素について、制御値である各画素の輝度修正値とその画像上の位置を示すアドレスとを予めシステム内のメモリに格納しておき、画素単位で修正した画像データに対して露出補正、ホワイトバランス補正を行うことにある。

【0121】

本発明の第三実施例に係る顕微鏡撮像システムの構成は図1及び図2に示した第一実施例に係るものと同様であるため詳細な説明は省略するが、第三実施例に係る顕微鏡撮像システムでは、画像処理部制御部104の動作が第一実施例に係るものと異なっている。

【0122】

観察標本を観察画像の視野から外しておいた状態で、本システムの利用者が入力装置47を操作して表示部107の表示画面に表示されている背景撮影ボタン301上のいずれかの位置をポインタでクリックさせる指示を行うと、AE可変利得増幅器37及びWB可変利得増幅器33に利得の初期値である「1」が設定されて背景画像の撮像動作が行われ、背景画像である1フレーム分の画像データとアドレスデータがPC46の記憶部に格納される一方で、これらのデータが輝度分布検出部43と画像データ修正部44とへ出力されるまでの動作は、第一実施例における動作(図4のS501からS503にかけての動作)と同様である。

【0123】

輝度分布検出部43は、受け取った画像データ及びアドレスデータに基づいて、図22に示すような背景画像の中央の矩形領域Sの輝度平均値を算出し、更に、アドレスデータを参照して各画素の輝度値と中心領域Sの輝度値との差分値を算出する(図4のS504に相当)。算出された全画素分の差分データは画像データ修正部44の有する不図示のメモリに格納される(図4のS505に相当)。この差分値がシェーディング予測結果に基づいた露出補正制御及びホワイトバランス補正制御のための制御値として使用される。

【0124】

以上のデータ処理によって、画像データ修正部44のメモリには、図23に示すような、

各画素に対応する差分データが画像データの全画素分格納されることとなる。

この後、メモリコントローラ42は、背景画像の撮影が終了したことをPC46へI/F部45を介して通知する(図4のS506に相当)。

この通知を受け取ったPC46では、表示部107に表示されている撮像画面におけるクリック操作を禁止状態としていた本撮影ボタン302、自動露出補正ボタン303、及び自動ホワイトバランス補正ボタン304を操作可能状態に戻す処理が実行される。

【0125】

次に、本システムの使用者が観察標本を観察画像の視野内へ戻し、露出補正を行わせるべく、マウス等の入力装置47を操作して自動露出補正ボタン303上のいずれかの位置をポインタでクリックさせる指示を行うと、PC46はI/F部45を介してメモリコントローラ42に指示を与え、指定領域305内の画像データとその画像データを示すアドレスとをフレームメモリ41から画像データ修正部44へ送付させる処理を実行する。

【0126】

画像データ修正部44は、メモリコントローラ42から送られてきたアドレス(x, y)と自身のメモリに格納されているアドレスとを比較し、一致したアドレスに保存されている差分値をそのアドレスに対応する画素の輝度値に加算し、加算結果をAE評価部39へ出力する。

【0127】

この後、AE評価部39から指定領域305の輝度積算値を受け取ったAE設定部38が露出利得と露出時間とを求め、AE可変利得増幅器37及びCCD駆動部48に設定した後、システム使用者が撮影を指示し、画像撮影及び画像データの記録が完了するまでの手順は第一実施例と同様である。

【0128】

また、本システムの使用者がホワイトバランス補正を指示したときの各部動作は、上述した露出補正の指示がなされたときの動作とほぼ同様であるため詳細は省略するが、輝度分布検出部43が画像データの輝度分布をすべてRGB各色別に取得して処理し、その各々について輝度分布を修正した画像データをホワイトバランス検出部35に入力する点が異なっている。

【0129】

以上のようにして実現される、第三実施例に係るシェーディング予測結果に基づく露出補正制御及びホワイトバランス補正制御の効果について図24を用いて説明する。

背景画像が図24に示すようなランダムな輝度分布を有する場合、第一実施例のように同心円状に画像データの輝度分布を修正したり、第二実施例のように一定方向に変化する輝度分布を仮定して輝度値を修正したりしても、修正後の輝度値は部位ごとにまちまちになってしまう。

【0130】

これに対し、第三実施例に係るシステムでは、画像を構成する全ての画素について、画像の中央近辺の輝度平均値との差分を画素単位で加算して得られる、背景画像の輝度値を全体で一様になるように修正した画像データに基づいて露出補正やホワイトバランス補正が行われる。

【0131】

従って、背景画像の輝度分布に規則性が見られない、全くのランダムな分布を呈しているものであっても、露出補正を適切に行うことができる。

また、背景画像がRGB各色別にランダムな輝度分布を有する場合も、画像全体で一様な輝度分布に修正した画像データに基づいたホワイトバランスの補正がなされるため、観察画像に対するシステム使用者の指定部位によって色バランスが変化してしまうことなく、一様にホワイトバランスを補正することができる。

【0132】

なお、以上までに説明した第一、第二、及び第三の各実施例において図1及び図2に示した顕微鏡撮像システムの画像処理部103及び画像処理部制御部104における各構成要

素に行わせていた各種の処理を前述したような標準的な構成を有するコンピュータのCPUに行わせるための制御プログラムを作成し、この作成された制御プログラムをこのコンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録させておき、その制御プログラムを記録媒体からこのコンピュータに読み込ませてCPUで実行させるようにすれば、本発明に係るシェーディング予測に基づいた露出補正制御若しくはホワイトバランス補正制御をこのコンピュータに行わせることもできる。

【0133】

記録させた制御プログラムをコンピュータで読み取ることの可能な記録媒体としては、例えば、コンピュータに内蔵若しくは外付けの付属装置として備えられるROMやハードディスク装置などの記憶装置、フレキシブルディスク、MO（光磁気ディスク）、CD-ROM、DVD-ROMなどといった携帯可能記録媒体等が利用できる。

【0134】

また、記録媒体は通信回線を介してコンピュータシステムと接続される、プログラムサーバとして機能するコンピュータが備えている記憶装置であってもよい。この場合には、制御プログラムを表現するデータ信号で搬送波を変調して得られる伝送信号を、プログラムサーバから伝送媒体である通信回線を通じてコンピュータシステムへ伝送するようにし、コンピュータシステムでは受信した伝送信号を復調して制御プログラムを再生することでこの制御プログラムをCPUで実行できるようになる。

【0135】

なお、本発明は、上述した実施形態に限定されることなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内で種々の改良・変更が可能である。

例えば、前述した第一実施例において、制御値である輝度の差分値を算出する際の同心円パターンの中心位置を移動可能としてもよく、そのためには画像を構成する各画素の位置を示すアドレスに適当なオフセット値を加算するようにすればよい。また、前述した第一及び第二実施例において、制御値である輝度の差分値を算出する際の領域の形状は矩形に限定されるものではなく、任意の形状に変形可能である。また、その大きさも任意に変更可能である。こうすることにより、多種多様なシェーディングに対して本発明に係る手法を適用可能とするだけでなく、露出補正の精度を高め、システム使用者の意図に対してより忠実な露出補正処理やホワイトバランス補正処理を提供することが可能となる。

【0136】

【発明の効果】

以上詳細に説明したように、本発明は、被写体が表されている被写体画像の露出若しくはホワイトバランスを補正する画像処理を、この画像処理が施されると被写体画像に発生することが予測されるシェーディングについての予測結果に基づいて制御するようにする。

【0137】

こうすることにより、シェーディング補正と露出補正若しくはホワイトバランス補正とを両立させた適切な画像が提供できるようになるという効果を本発明は奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を実施する顕微鏡撮像システムの概略構成を示す図である。

【図2】本発明を実施する顕微鏡撮像システムの詳細構成を示す図である。

【図3】観察画像の表示例を示す図である。

【図4】観察画像の撮影・記録動作の処理手順を示す図である。

【図5】背景画像に設定される部分領域を示す図である。

【図6】画像データ修正部内のメモリに格納されるデータを示す図（その1）である。

【図7】シェーディングの発生パターンの例を示す図である。

【図8】シェーディング補正の様子を示す図である。

【図9】シェーディング予測結果に基づく露出補正制御を行わない顕微鏡用撮像システムの構成を示す図である。

【図10】本発明に係るシェーディングの予測結果に基づいた露出補正制御の効果を示す図である。

【図11】画像データ修正部内のメモリに格納されるデータを示す図（その2）である。

【図12】色シェーディングが発生している背景画像の輝度分布例を示す図である。

【図13】シェーディング予測結果に基づく制御のされていないホワイトバランス補正を行ったときの輝度分布を示す図である。

【図14】シェーディング予測結果に基づく制御がされているホワイトバランス補正を行ったときの輝度分布を示す図である。

【図15】第二実施例における観察画像の表示例を示す図である。

【図16】シェーディング予想パターンの切換手順を示す図である。

【図17】第二実施例における観察画像の撮影・記録動作の処理手順を示す図である。

【図18】第二実施例において背景画像に設定される部分領域を示す図である。

【図19】シェーディングの発生予想パターンの例を示す図である。

【図20】第二実施例に係るシェーディング予想結果に基づいた露出補正制御の効果を説明する図である。

【図21】第二実施例に係るシェーディング予想結果に基づいたホワイトバランス補正制御の効果を説明する図である。

【図22】第三実施例において背景画像に設定される部分領域を示す図である。

【図23】画像データ修正部内のメモリに格納されるデータを示す図（その3）である。

【図24】第三実施例に係る制御の効果を説明する図である。

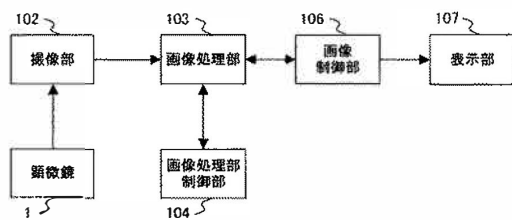
【符号の説明】

- 1 顕微鏡
- 3 透過観察用光学系
- 4 落射観察用光学系
- 5 透過照明用光源
- 6 コレクタレンズ
- 7 透過用フィルタユニット
- 8 透過視野絞り
- 9 折曲げミラー
- 10、11 コンデンサ光学素子ユニット
- 12 トップレンズユニット
- 13 落射照明用光源
- 14 落射用フィルタユニット
- 15 落射シャッタ
- 16 落射視野絞り
- 17 落射開口絞り
- 18 ステージ
- 19 対物レンズ
- 20 レボルバ
- 21 キューブユニット
- 22 ビームスプリッタ
- 31 撮像素子
- 32 前置処理部
- 33 WB可変利得増幅器
- 34 WB利得設定部
- 35 ホワイトバランス検出部
- 37 AE可変利得増幅器
- 38 AE設定部
- 39 AE評価部
- 41 フレームメモリ
- 42 メモリコントローラ
- 43 輝度分布検出部

- 44 画像データ修正部
- 45 I/F部
- 46 PC
- 47 入力装置
- 48 CCD駆動部
- 49 A/D変換部
- 102 撮像部
- 103 画像処理部
- 104 画像処理部制御部
- 106 画像制御部
- 107 表示部
- 301 背景撮影ボタン
- 302 本撮影ボタン
- 303 自動露出補正ボタン
- 304 自動ホワイトバランス補正ボタン
- 305 指定領域
- 306 標本像
- 1701 予想パターン切り換えボタン
- 1702 パターン表示部

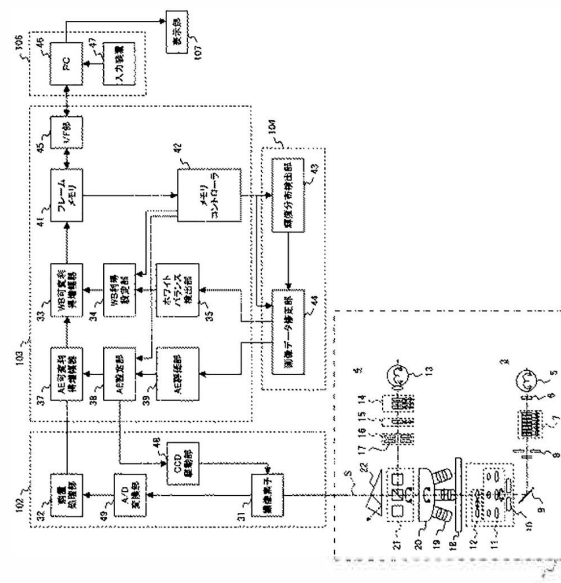
【図1】

本発明を実施する顕微鏡撮像システムの概略構成を示す図

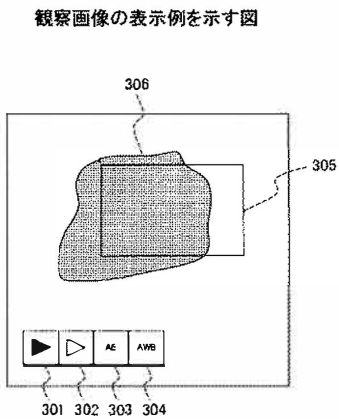


【図2】

本発明を実施する顕微鏡撮像システムの詳細構成を示す図

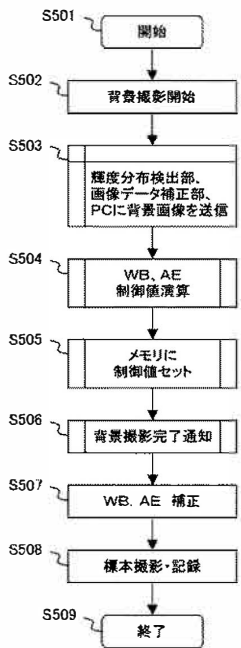


【図3】



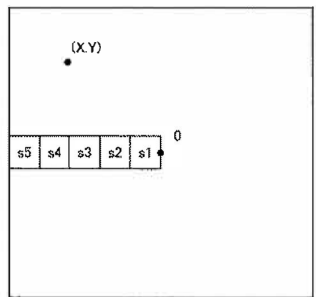
【図4】

観察画像の撮影・記録動作の処理手順を示す図



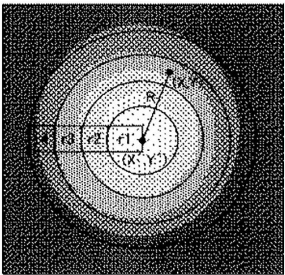
【図5】

背景画像に設定される部分領域を示す図



【図7】

シェーディングの発生パターンの例を示す図



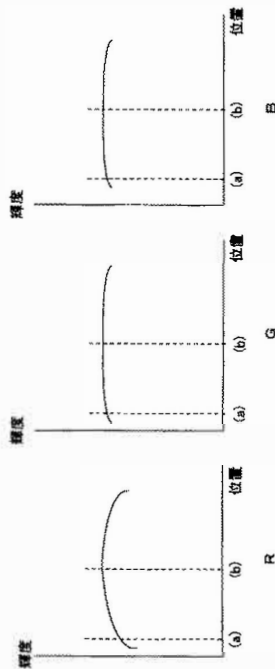
【図6】

画像データ修正部内のメモリに格納されるデータを示す図(その1)

領域	中心からの距離	平均値	△差分(制御値)
s1	0~r1	平均値1	0
s2	r1~r2	平均値2	平均値1-平均値2
s3	r2~r3	平均値3	平均値1-平均値3
s4	r3~r4	平均値4	平均値1-平均値4
s5	r4~r5	平均値5	平均値1-平均値5
...	...	...	...

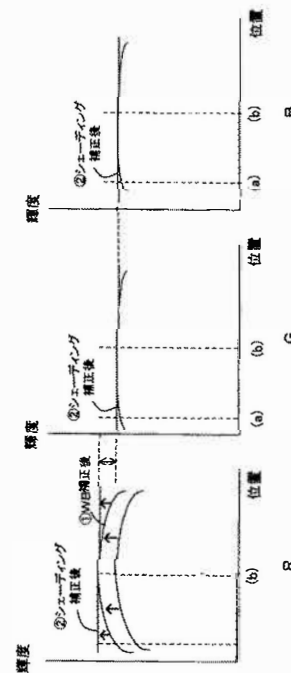
【図12】

色シェーディングが発生している背景画像の
輝度分布例を示す図



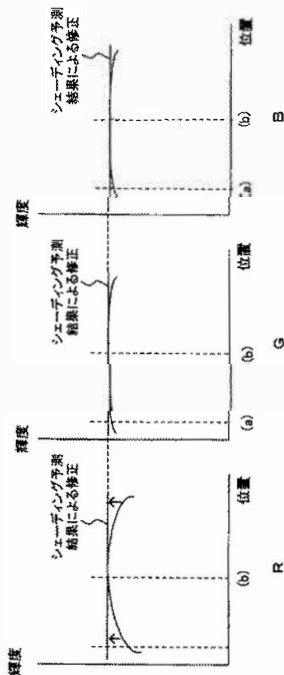
【図13】

シェーディング予測結果に基づく制御のされていない
ホワイトバランス補正を行ったときの輝度分布を示す図



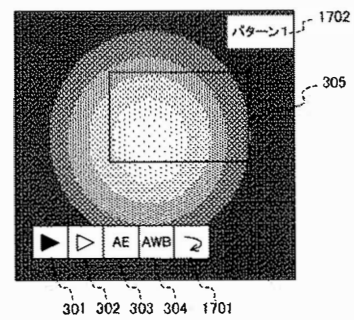
【図14】

シェーディング予測結果に基づく制御がされている
ホワイトバランス補正を行ったときの輝度分布を示す図



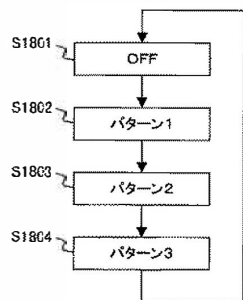
【図15】

第二実施例における観察画像の表示例を示す図



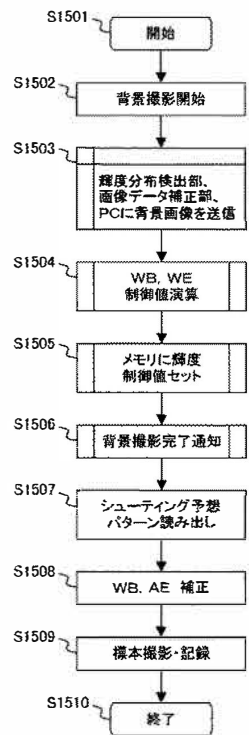
【図16】

シェーディング予想パターンの
切換手順を示す図



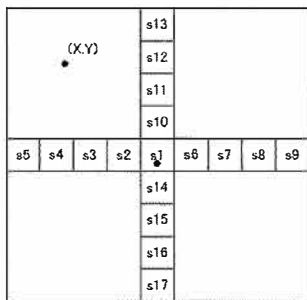
【図17】

第二実施例における観察画像の
撮影・記録動作の処理手順を示す図



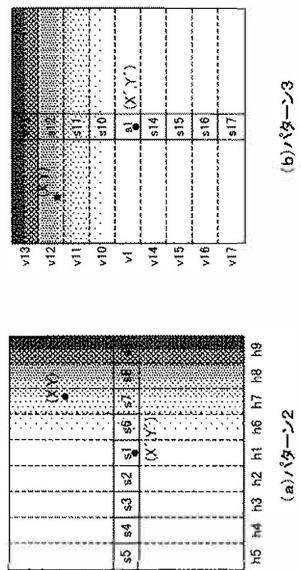
【図18】

第二実施例において、背景画像に設定される
部分領域を示す図



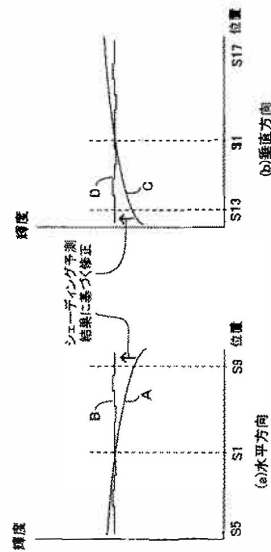
【図19】

シェーディングの発生予想パターンの例を示す図



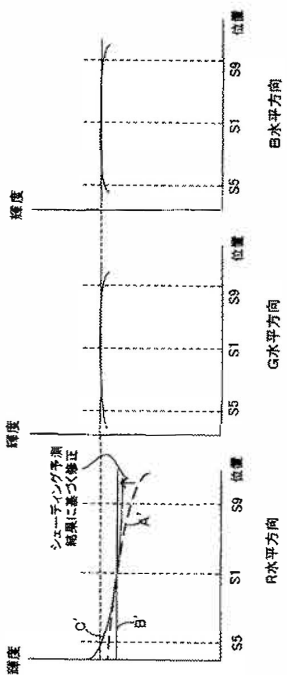
【図20】

第二実施例に係るシェーディング予測結果に基づいた露出補正制御の効果の説明する図



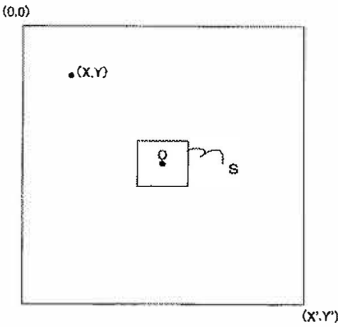
【図21】

第二実施例に係るシェーディング予測結果に基づいたホワイトバランス補正制御の効果の説明する図



【図22】

第三実施例において背景画像に設定される部分領域を示す図



【図23】

画像データ修正部内のメモリに格納されるデータを示す図(その3)

位置(x, y)	領域S平均値とのΔ差分
(0, 0)	0
(1, 0)	5
(2, 0)	3
(3, 0)	1
(4, 0)	0
...	...
...	...
(x', y')	Δ

【図24】

第三実施例に係る制御の効果の説明する図

