

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年10月25日(25.10.2018)



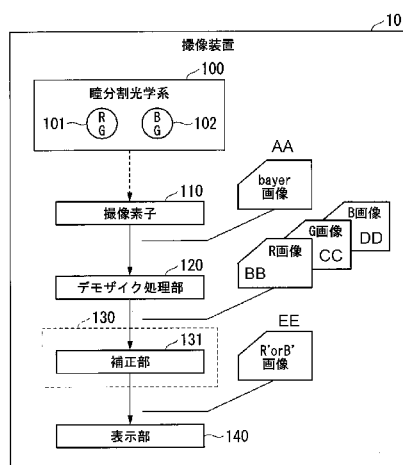
(10) 国際公開番号

WO 2018/193544 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 9/07 (2006.01) G02B 23/26 (2006.01)
G02B 23/24 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/015698
- (22) 国際出願日: 2017年4月19日(19.04.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: オリンパス株式会社 (OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 坂井 博(SAKAI Hiroshi); 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP). 今出 慎一(IMADE Shinichi); 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP). 高橋 秀彰(TAKAHASHI Hideaki); 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 棚井 澄雄, 外 (TANAI Sumio et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,

(54) Title: IMAGE CAPTURING DEVICE AND ENDOSCOPE DEVICE

(54) 発明の名称: 撮像装置および内視鏡装置



10 Image capturing device
100 Pupil split optical system
110 Image capturing element
120 Demosaic processing unit
131 Correction unit
140 Display unit
AA Bayer image
BB R-image
CC G-image
DD B-image
EE R' or B' image

(57) Abstract: A pupil split optical system in this image capturing device has: a first pupil that transmits light in a first wavelength band; and a second pupil that transmits light in a second wavelength band different from the first wavelength band. An image capturing element captures an image of light transmitted through the pupil split optical system and a first color filter having a first transmittance characteristic, and captures an image of light transmitted through the pupil split optical system and a second color filter having a second transmittance characteristic partially overlapping the first transmittance characteristic, and thereby outputs a captured image. A correction unit corrects, with respect to the captured image, a value based on a component in which the first transmittance characteristic and the second transmittance characteristic overlap, and generates a monochromatic corrected image and a corrected image. A display unit displays the monochromatic corrected image, or, displays the monochromatic corrected image that is generated by processing the corrected image.

DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：撮像装置において、瞳分割光学系は、第1波長帯域の光を透過させる第1瞳と、前記第1波長帯域とは異なる第2波長帯域の光を透過させる第2瞳とを有する。撮像素子は、前記瞳分割光学系と、第1透過率特性を有する第1色フィルタとを透過した光を撮像し、かつ、前記瞳分割光学系と、前記第1透過率特性と一部が重複する第2透過率特性を有する第2色フィルタとを透過した光を撮像して撮像画像を出力する。補正部は、前記撮像画像に対して、前記第1透過率特性と前記第2透過率特性との重複する成分に基づく値を補正し、モノクロ補正画像または補正画像を生成する。表示部は、前記モノクロ補正画像を表示し、または、前記補正画像を処理することにより生成された前記モノクロ補正画像を表示する。

明 細 書

発明の名称：撮像装置および内視鏡装置

技術分野

[0001] 本発明は、撮像装置および内視鏡装置に関する。

背景技術

[0002] 近年の撮像装置には、R（赤）、G（緑）、およびB（青）で構成される原色のカラーフィルタを有する撮像素子が広く用いられている。カラーフィルタの帯域が広がるほど透過光量が増え、かつ撮像感度が高まる。このため、一般的な撮像素子では、R、G、Bのカラーフィルタの透過率特性を意図的にオーバーラップさせる手法が用いられている。

[0003] 位相差AF等において、2つの瞳の視差を用いた位相差検出が行われている。例えば、特許文献1には、第1瞳領域がRおよびGの光を透過させ、かつ第2瞳領域がGおよびBの光を透過させる瞳分割光学系を有する撮像装置が開示されている。この撮像装置に搭載されたカラー撮像素子で得られたR画像およびB画像の位置ずれに基づいて位相差が検出される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特開2013-044806号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1に開示された撮像装置は、合焦位置から外れた位置にある被写体を撮像したとき、画像に色ずれが発生する。特許文献1に開示された瞳分割光学系を有した撮像装置は、R画像およびB画像のボケの形状および重心位置をG画像のボケの形状および重心位置に近似させることにより、色ずれによる2重像を軽減した画像を表示する。

[0006] 特許文献1に開示された撮像装置において、G画像のボケの形状を基準にR画像およびB画像の補正が行われるため、G画像の波形に歪みがない（2

重像がない)ことが前提である。しかし、G画像の波形が歪む場合もある。以下では、図24から図26を用いて、G画像の波形の歪みについて説明する。

[0007] 図24は、白および黒の被写体の撮像画像I10を示す。図25および図26は、撮像画像I10におけるラインL10のプロファイルを示す。図25および図26における横軸は撮像画像の水平方向のアドレスであり、かつ縦軸は撮像画像の画素値である。図25は、各色のカラーフィルタの透過率特性がオーバーラップしていない場合のプロファイルを示す。図26は、各色のカラーフィルタの透過率特性がオーバーラップしている場合のプロファイルを示す。プロファイルR20およびプロファイルR21は、R画像のプロファイルである。R画像は、Rのカラーフィルタが配置された画素の情報を含む。プロファイルG20およびプロファイルG21は、G画像のプロファイルである。G画像は、Gのカラーフィルタが配置された画素の情報を含む。プロファイルB20およびプロファイルB21は、B画像のプロファイルである。B画像は、Bのカラーフィルタが配置された画素の情報を含む。

[0008] 図25ではG画像のプロファイルG20の波形に歪みがないことがわかるが、図26では、G画像のプロファイルG21の波形に歪みがあることがわかる。Gのカラーフィルタを透過した光がRおよびBの成分を含むため、G画像のプロファイルG21の波形に歪みが発生する。特許文献1に開示された撮像装置では、図25に示すプロファイルG20を前提としており、図26に示すプロファイルG21に生じる波形の歪みを前提としていない。そのため、図26に示すプロファイルG21で示されるG画像を基準にR画像およびB画像のボケの形状および重心位置を補正した場合、撮像装置は色ずれがある2重像を含む画像を表示するという課題がある。

[0009] 本発明は、画像の色ずれによる2重像を低減し、かつ画像の視認性を改善することができる撮像装置および内視鏡装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の第1の態様によれば、撮像装置は、瞳分割光学系、撮像素子、補

正部、および表示部を有する。前記瞳分割光学系は、第1波長帯域の光を透過させる第1瞳と、前記第1波長帯域とは異なる第2波長帯域の光を透過させる第2瞳とを有する。前記撮像素子は、前記瞳分割光学系と、第1透過率特性を有する第1色フィルタとを透過した光を撮像し、かつ、前記瞳分割光学系と、前記第1透過率特性と一部が重複する第2透過率特性を有する第2色フィルタとを透過した光を撮像して撮像画像を出力する。前記補正部は、前記撮像画像に対して、前記第1透過率特性と前記第2透過率特性との重複する成分に基づく値を補正し、モノクロ補正画像または補正画像を生成する。前記表示部は、前記モノクロ補正画像を表示し、または、前記補正画像を処理することにより生成された前記モノクロ補正画像を表示する。

[0011] 本発明の第2の態様によれば、撮像装置は、瞳分割光学系、撮像素子、補正部、および出力部を有する。前記瞳分割光学系は、第1波長帯域の光を透過させる第1瞳と、前記第1波長帯域とは異なる第2波長帯域の光を透過させる第2瞳とを有する。前記撮像素子は、前記瞳分割光学系と、第1透過率特性を有する第1色フィルタとを透過した光を撮像し、かつ、前記瞳分割光学系と、前記第1透過率特性と一部が重複する第2透過率特性を有する第2色フィルタとを透過した光を撮像して撮像画像を出力する。前記補正部は、前記撮像画像に対して、前記第1透過率特性と前記第2透過率特性との重複する成分に基づく値を補正し、モノクロ補正画像または補正画像を生成する。前記出力部は、前記モノクロ補正画像を表示し、または、前記補正画像を処理することにより生成された前記モノクロ補正画像を表示部に出力する。

[0012] 本発明の第3の態様によれば、第1または第2の態様において、前記撮像装置は、第1モノクロ補正画像および第2モノクロ補正画像の少なくとも1つの生成を前記補正部に指示する制御部を有してもよい。前記第1モノクロ補正画像は、前記第1透過率特性に基づく成分を有する前記撮像画像に対して、前記第1透過率特性と前記第2透過率特性との重複する成分に基づく値を補正することにより生成された前記モノクロ補正画像である。前記第2モノクロ補正画像は、前記第2透過率特性に基づく成分を有する前記撮像画像

に対して、前記第 1 透過率特性と前記第 2 透過率特性との重複する成分に基づく値を補正することにより生成された前記モノクロ補正画像である。前記補正部は、前記制御部からの指示に応じて、前記第 1 モノクロ補正画像および前記第 2 モノクロ補正画像の少なくとも 1 つを生成してもよい。

[0013] 本発明の第 4 の態様によれば、第 3 の態様において、前記制御部は、ユーザーからの指示に応じて、前記第 1 モノクロ補正画像および前記第 2 モノクロ補正画像の少なくとも 1 つの生成を前記補正部に指示してもよい。

[0014] 本発明の第 5 の態様によれば、第 3 の態様において、前記制御部は、前記撮像画像の解析結果に応じて、前記第 1 モノクロ補正画像および前記第 2 モノクロ補正画像の少なくとも 1 つの生成を前記補正部に指示してもよい。

[0015] 本発明の第 6 の態様によれば、第 3 の態様において、前記制御部は、前記撮像画像のヒストグラムに応じて、前記第 1 モノクロ補正画像および前記第 2 モノクロ補正画像の少なくとも 1 つの生成を前記補正部に指示してもよい。

[0016] 本発明の第 7 の態様によれば、第 3 の態様において、前記制御部は、前記撮像画像のコントラストに応じて、前記第 1 モノクロ補正画像および前記第 2 モノクロ補正画像の少なくとも 1 つの生成を前記補正部に指示してもよい。

[0017] 本発明の第 8 の態様によれば、第 3 の態様において、前記制御部は、被写体の分光特性に応じて、前記第 1 モノクロ補正画像および前記第 2 モノクロ補正画像の少なくとも 1 つの生成を前記補正部に指示してもよい。

[0018] 本発明の第 9 の態様によれば、第 1 または第 2 の態様において、前記撮像装置は、画像選択部および制御部を有してもよい。前記画像選択部は、前記補正部によって生成された前記モノクロ補正画像のうち、第 1 モノクロ補正画像および第 2 モノクロ補正画像の少なくとも 1 つを選択し、選択された前記モノクロ補正画像を出力する。前記制御部は、前記撮像画像の解析結果に応じて、前記第 1 モノクロ補正画像および前記第 2 モノクロ補正画像の少なくとも 1 つの選択を前記画像選択部に指示する。前記第 1 モノクロ補正画像

は、前記第 1 透過率特性に基づく成分を有する前記撮像画像に対して、前記第 1 透過率特性と前記第 2 透過率特性との重複する成分に基づく値を補正することにより生成された前記モノクロ補正画像である。前記第 2 モノクロ補正画像は、前記第 2 透過率特性に基づく成分を有する前記撮像画像に対して、前記第 1 透過率特性と前記第 2 透過率特性との重複する成分に基づく値を補正することにより生成された前記モノクロ補正画像である。前記補正部は、前記制御部による前記撮像画像の解析と並行して、前記第 1 モノクロ補正画像および前記第 2 モノクロ補正画像を生成してもよい。

[0019] 本発明の第 10 の態様によれば、第 1 または第 2 の態様において、前記撮像装置は、前記補正部によって生成された前記補正画像を処理して前記モノクロ補正画像を生成する画像処理部を有してもよい。

[0020] 本発明の第 11 の態様によれば、内視鏡装置は、第 1 または第 2 の態様の前記撮像装置を有する。

発明の効果

[0021] 上記の各態様によれば、撮像装置および内視鏡装置は、画像の色ずれによる 2 重像を低減し、かつ画像の視認性を改善することができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の第 1 の実施形態の撮像装置の構成を示すブロック図である。

[図2]本発明の第 1 の実施形態の瞳分割光学系の構成を示すブロック図である。

[図3]本発明の第 1 の実施形態の帯域制限フィルタの構成を示す図である。

[図4]本発明の第 1 の実施形態における b a y e r 画像の画素配列を示す図である。

[図5]本発明の第 1 の実施形態における R 画像の画素配列を示す図である。

[図6]本発明の第 1 の実施形態における G 画像の画素配列を示す図である。

[図7]本発明の第 1 の実施形態における B 画像の画素配列を示す図である。

[図8]本発明の第 1 の実施形態における第 1 瞳の R G フィルタ、第 2 瞳の B G フィルタ、および撮像素子のカラーフィルタの分光特性の例を示す図である。

。

[図9]本発明の第1の実施形態における第1瞳のR Gフィルタ、第2瞳のB Gフィルタ、および撮像素子のカラーフィルタの分光特性の例を示す図である

。

[図10]本発明の第2の実施形態の撮像装置の構成を示すブロック図である。

[図11]本発明の第3の実施形態の撮像装置の構成を示すブロック図である。

[図12]本発明の第3の実施形態におけるb a y e r' 画像の画素配列を示す図である。

[図13]本発明の第4の実施形態の撮像装置の構成を示すブロック図である。

[図14]本発明の第4の実施形態における制御部の動作の手順を示すフローチャートである。

[図15]本発明の第4の実施形態におけるb a y e r 画像のヒストグラムの例を示す図である。

[図16]本発明の第4の実施形態における制御部の動作の手順を示すフローチャートである。

[図17]本発明の第5の実施形態の撮像装置の構成を示すブロック図である。

[図18]本発明の第5の実施形態における制御部の動作の手順を示すフローチャートである。

[図19]本発明の第5の実施形態における被写体の分光特性の例を示す図である。

[図20]本発明の第6の実施形態の撮像装置の構成を示すブロック図である。

[図21]本発明の第7の実施形態の撮像装置の構成を示すブロック図である。

[図22]本発明の第8の実施形態の内視鏡装置の構成を示すブロック図である

。

[図23]本発明の第8の実施形態において表示される画像の例を示す図である

。

[図24]白および黒の被写体の撮像画像を示す図である。

[図25]白および黒の被写体の撮像画像におけるラインのプロファイルを示す

図である。

[図26] 白および黒の被写体の撮像画像におけるラインのプロファイルを示す図である。

発明を実施するための形態

[0023] 図面を参照し、本発明の実施形態を説明する。

[0024] (第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態の撮像装置10の構成を示している。撮像装置10は、デジタルスチルカメラ、ビデオカメラ、カメラ付き携帯電話、カメラ付き携帯情報端末、カメラ付きパーソナルコンピュータ、監視カメラ、内視鏡、およびデジタル顕微鏡などである。図1に示すように、撮像装置10は、瞳分割光学系100、撮像素子110、デモザイク処理部120、表示画像生成部130、および表示部140を有する。表示画像生成部130は、補正部131を有する。

[0025] 撮像装置10の概略構成について説明する。瞳分割光学系100は、第1波長帯域の光を透過させる第1瞳101と、第1波長帯域とは異なる第2波長帯域の光を透過させる第2瞳102とを有する。撮像素子110は、瞳分割光学系100と、第1透過率特性を有する第1色フィルタとを透過した光を撮像し、かつ、瞳分割光学系100と、第1透過率特性と一部が重複する第2透過率特性を有する第2色フィルタとを透過した光を撮像して撮像画像を取得および出力する。補正部131は、撮像画像に対して、第1透過率特性と第2透過率特性との重複する成分に基づく値を補正し、モノクロ補正画像を生成する。表示部140は、モノクロ補正画像を表示する。

[0026] 撮像装置10の詳細な構成について説明する。瞳分割光学系100の第1瞳101は、R（赤）およびG（緑）の波長の光を透過させるRGフィルタを有する。瞳分割光学系100の第2瞳102は、B（青）およびG（緑）の波長の光を透過させるBGフィルタを有する。

[0027] 図2は、瞳分割光学系100の構成を示す。図2に示すように、瞳分割光学系100は、レンズ103、帯域制限フィルタ104、および絞り105

を有する。例えば、レンズ103は、一般的には複数のレンズで構成されることが多い。図2においては簡単のために1枚のレンズのみが示されている。帯域制限フィルタ104は、撮像素子110に入射する光の光路上に配置されている。例えば、帯域制限フィルタ104は、絞り105の位置またはその近傍に配置されている。図2に示す例では、帯域制限フィルタ104は、レンズ103と絞り105との間に配置されている。絞り105は、レンズ103を通過した光の通過範囲を制限することにより、撮像素子110に入射する光の明るさを調節する。

[0028] 図3は、帯域制限フィルタ104の構成を示す。図3に示す例では、撮像素子110側から帯域制限フィルタ104を見たときに、帯域制限フィルタ104の左半分が第1瞳101を構成し、かつ帯域制限フィルタ104の右半分が第2瞳102を構成する。第1瞳101は、RおよびGの波長の光を透過させ、かつBの波長の光を遮断する。第2瞳102は、BおよびGの波長の光を透過させ、かつRの波長の光を遮断する。

[0029] 撮像素子110は、CCD (Charge Coupled Device) センサーおよびXYアドレス走査型のCMOS (Complementary Metal oxide Semiconductor) センサー等の光電変換素子である。撮像素子110の構成としては、単板原色ベイヤー配列、またはセンサーを3つ使用した3板等の方式がある。以下では単板原色ベイヤー配列のCMOSセンサー(500×500画素、深度10bit)を使用した例で本発明の実施形態を説明する。

[0030] 撮像素子110は、複数の画素を有する。また、撮像素子110は、第1色フィルタ、第2色フィルタ、および第3色フィルタを含むカラーフィルタを有する。カラーフィルタは、撮像素子110の各画素に配置されている。例えば、第1色フィルタはRフィルタであり、第2色フィルタはBフィルタであり、かつ第3色フィルタはGフィルタである。瞳分割光学系100を透過し、かつカラーフィルタを透過した光が撮像素子110の各画素に入射する。瞳分割光学系100を透過した光は、第1瞳101を透過した光と、第

2 瞳 1 0 2 を透過した光とである。撮像素子 1 1 0 は、第 1 色フィルタを透過した光が入射した第 1 画素の画素値と、第 2 色フィルタを透過した光が入射した第 2 画素の画素値と、第 3 色フィルタを透過した光が入射した第 3 画素の画素値とを含む撮像画像を取得および出力する。

[0031] CMOS センサーにおける光電変換により生成されたアナログ撮像信号に対して、撮像素子 1 1 0 によって、CDS (C o r r e l a t e d D o u b l e S a m p l i n g)、AGC (A n a l o g G a i n C o n t r o l)、および ADC (A n a l o g - t o - D i g i t a l C o n v e r t e r) などの AFE 処理 (A n a l o g F r o n t E n d) が行われる。撮像素子 1 1 0 の外部の回路が AFE 処理を行ってもよい。撮像素子 1 1 0 によって取得された撮像画像 (b a y e r 画像) は、デモザイク処理部 1 2 0 に転送される。

[0032] デモザイク処理部 1 2 0 では、b a y e r 画像が RGB 画像に変換され、カラー画像が生成される。図 4 は、b a y e r 画像の画素配列を示す。奇数行において R (赤) および G r (緑) の画素が交互に配置され、かつ偶数行において G b (緑) および B (青) の画素が交互に配置される。奇数列において R (赤) および G b (緑) の画素が交互に配置され、かつ偶数列において G r (緑) および B (青) の画素が交互に配置される。

[0033] デモザイク処理部 1 2 0 は、b a y e r 画像の画素値に対して、黒のレベル補正 (O B (O p t i c a l B l a c k) 減算) を行う。さらに、デモザイク処理部 1 2 0 は、各画素の画素値をコピーすることにより、隣接画素の画素値を生成する。これにより、全ての画素において各色の画素値が揃った RGB 画像が生成される。例えば、デモザイク処理部 1 2 0 は、R の画素値 (R_00) に OB 減算を行った後、画素値 ($R\_00 - OB$) をコピーする。これにより、R の画素に隣接する G r、G b、および B の画素における R の画素値が補間される。図 5 は、R 画像の画素配列を示す。

[0034] 同様に、デモザイク処理部 1 2 0 は、G r の画素値 ($G r\_01$) に OB 減算を行った後、画素値 ($G r\_01 - OB$) をコピーする。また、デモザ

イク処理部120は、Gbの画素値 (G_b_10) にOB減算を行った後、画素値 ($G_b\_10 - OB$) をコピーする。これにより、Grの画素に隣接するRの画素およびGbの画素に隣接するBの画素におけるGの画素値が補間される。図6は、G画像の画素配列を示す。

[0035] 同様に、デモザイク処理部120は、Bの画素値 (B_11) にOB減算を行った後、画素値 ($B\_11 - OB$) をコピーする。これにより、Bの画素に隣接するR、Gr、およびGbの画素におけるBの画素値が補間される。図7は、B画像の画素配列を示す。

[0036] デモザイク処理部120は、上記の処理により、R画像、G画像、およびB画像で構成されるカラー画像 (RGB画像) を生成する。デモザイク処理の具体的な方法は、上記の方法に限らない。生成されたRGB画像に対してフィルタ処理が施されてもよい。デモザイク処理部120によって生成されたRGB画像は、表示画像生成部130に転送される。

[0037] 表示画像生成部130の補正部131が行う処理の詳細について説明する。図8は、第1瞳101のRGフィルタ、第2瞳102のBGフィルタ、および撮像素子110のカラーフィルタの分光特性 (透過率特性) の例を示す。図8における横軸は波長 λ [nm] であり、かつ縦軸はゲインである。線 f_{RG} は、RGフィルタの分光特性を示す。線 f_{BG} は、BGフィルタの分光特性を示す。波長 λ_c がRGフィルタの分光特性とBGフィルタの分光特性との境界である。RGフィルタは、波長 λ_c よりも長波長側の波長帯域の光を透過させる。BGフィルタは、波長 λ_c よりも短波長側の波長帯域の光を透過させる。線 f_R は、撮像素子110のRフィルタの分光特性 (第1透過率特性) を示す。線 f_G は、撮像素子110のGフィルタの分光特性を示す。GrフィルタおよびGbフィルタのフィルタ特性は同等であるため、GrフィルタおよびGbフィルタはGフィルタとして表されている。線 f_B は、撮像素子110のBフィルタの分光特性 (第2透過率特性) を示す。撮像素子110の各フィルタの分光特性は、オーバーラップしている。

[0038] 線 f_R が示す分光特性において波長 λ_c よりも長波長側の領域のうち線 f_R お

よび線 f_B の間の領域を領域 ϕ_R と定義する。線 f_B が示す分光特性において波長 λ_C よりも長波長側の領域を領域 ϕ_{RG} と定義する。線 f_B が示す分光特性において波長 λ_C よりも短波長側の領域のうち線 f_B および線 f_R の間の領域を領域 ϕ_B と定義する。線 f_R が示す分光特性において波長 λ_C よりも短波長側の領域を領域 ϕ_{GB} と定義する。

[0039] R 画像および B 画像に基づいて位相差を取得する方式では、例えば R（赤）情報および B（青）情報の位相の差が取得される。R フィルタが配置された撮像素子 110 の R 画素における光電変換により、R 情報が取得される。R 情報は、図 8 の領域 ϕ_R 、領域 ϕ_{RG} 、および領域 ϕ_{GB} の情報を含む。領域 ϕ_R および領域 ϕ_{RG} の情報は、第 1 瞳 101 の RG フィルタを透過した光に基づく。領域 ϕ_{GB} の情報は、第 2 瞳 102 の BG フィルタを透過した光に基づく。R 情報において領域 ϕ_{GB} の情報は、R フィルタの分光特性と B フィルタの分光特性との重複する成分に基づく。領域 ϕ_{GB} は波長 λ_C よりも短波長側であるため、領域 ϕ_{GB} の情報は、色ずれによる 2 重像の原因となる B 情報である。この情報は、R 画像の波形を歪ませ、かつ 2 重像を発生させるため、R 情報には好ましくない。

[0040] 一方、B フィルタが配置された撮像素子 110 の B 画素における光電変換により、B 情報が取得される。B 情報は、図 8 の領域 ϕ_B 、領域 ϕ_{RG} 、および領域 ϕ_{GB} の情報を含む。領域 ϕ_B および領域 ϕ_{GB} の情報は、第 2 瞳 102 の BG フィルタを透過した光に基づく。B 情報において領域 ϕ_{RG} の情報は、B フィルタの分光特性と R フィルタの分光特性との重複する成分に基づく。領域 ϕ_{RG} の情報は、第 1 瞳 101 の RG フィルタを透過した光に基づく。領域 ϕ_{RG} は波長 λ_C よりも長波長側であるため、領域 ϕ_{RG} の情報は、色ずれによる 2 重像の原因となる R 情報である。この情報は、B 画像の波形を歪ませ、かつ 2 重像を発生させるため、B 情報には好ましくない。

[0041] 赤情報において、青情報を含む領域 ϕ_{GB} の情報を低減させ、かつ青情報において、赤情報を含む領域 ϕ_{RG} の情報を低減させる補正がなされる。補正部 131 は、R 画像と B 画像に対して、補正処理を行う。つまり、補正部 13

1 は、赤情報において領域 ϕ_{GB} の情報を低減させ、かつ青情報において領域 ϕ_{RG} の情報を低減させる。

[0042] 図9は、図8と同様の図である。図9において、線 f_{BR} は、図8における領域 ϕ_{GB} および領域 ϕ_{RG} を示す。線 f_G で示されるGフィルタの分光特性と、線 f_{BR} で示される分光特性とは、一般的に相似である。補正部131は、この性質を利用して補正処理を行う。補正部131は、補正処理において、式（1）および式（2）により赤情報および青情報を算出する。

$$R' = R - \alpha \times G \quad \cdots (1)$$

$$B' = B - \beta \times G \quad \cdots (2)$$

[0043] 式（1）において、Rは補正処理が行われる前の赤情報であり、かつR'は補正処理が行われた後の赤情報である。式（2）において、Bは補正処理が行われる前の青情報であり、かつB'は補正処理が行われた後の青情報である。この例において、 α および β は、0よりも大きく、かつ1よりも小さい。 α および β は、撮像素子110の分光特性に応じて設定される。撮像装置10が照明用の光源を有する場合、 α および β は、撮像素子110の分光特性および光源の分光特性に応じて設定される。例えば、 α および β は、図示していないメモリに格納されている。

[0044] 式（1）および式（2）で示される演算により、Rフィルタの分光特性とBフィルタの分光特性との重複する成分に基づく値が補正される。補正部131は、上記のように補正された画像（モノクロ補正画像）を生成する。補正部131は、生成されたR'画像およびB'画像のいずれか1つを出力することにより、モノクロ補正画像を出力する。例えば、補正部131は、R'画像を出力する。第1の実施形態において、R'画像およびB'画像のいずれか1つが表示部140に出力される。補正部131は、R'画像およびB'画像を生成し、かつ生成されたR'画像およびB'画像のいずれか1つのみを出力してもよい。あるいは、補正部131は、R'画像およびB'画像のうち予め決められた1つのみを生成してもよい。

[0045] 補正部131から出力されたモノクロ補正画像（R'画像）に対して、例

例えば γ 補正、スケーリング処理、エッジの強調、およびローパスフィルタ処理等の高画質化処理が行われてもよい。スケーリング処理では、バイキュービックおよびNearest Neighbor等が利用される。ローパスフィルタ処理では、折返し歪み(aliasing)が補正される。

[0046] デモザイク処理部120および表示画像生成部130は、ASIC(Application Specific Integrated Circuit)、FPGA(Field-Programmable Gate Array)、およびマイクロプロセッサなどで構成することができる。例えば、デモザイク処理部120および表示画像生成部130は、ASICおよびエンベデッドプロセッサで構成される。デモザイク処理部120および表示画像生成部130は、それ以外のハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、またはこれらの組み合わせで構成されてもよい。

[0047] 表示部140は、バックライトが必要な透過型LCD(Liquid Crystal Display)および自発光タイプのEL(Electro Luminescence)素子(有機EL)などである。例えば、表示部140は透過型LCDで構成され、かつLCD駆動に必要な駆動部を有する。駆動部は、駆動信号を生成し、かつ駆動信号によりLCDを駆動する。

[0048] 第1の実施形態の撮像装置10は、補正部131を有することにより、画像の色ずれによる2重像を低減することができる。また、撮像装置10は、モノクロ補正画像を表示する表示部140を有することにより、画像の視認性を改善することができる。ユーザーは、R画像およびB画像に基づいて位相差を取得する方式において画像を観察する場合であっても、色ずれによる2重像が低減され、かつ視認性が向上した画像を観察することができる。表示部140はモノクロ補正画像を表示するため、表示部140に出力される情報量が低下する。そのため、表示部140の消費電力を削減することができる。

[0049] (第2の実施形態)

図10は、本発明の第2の実施形態の撮像装置10aの構成を示す。図10に示す構成について、図1に示す構成と異なる点を説明する。

[0050] 撮像装置10aは表示部140を有していない。表示部140は、撮像装置10aから独立して構成されている。撮像装置10aは、図1に示す撮像装置10の構成のうち表示部140を除く構成に加えて出力部150を有する。出力部150は、補正部131によって生成されたモノクロ補正画像を表示部140に出力する。例えば、出力部150は、表示部140と有線または無線により通信を行う通信機である。

[0051] 上記以外の点について、図10に示す構成は、図1に示す構成と同様である。

[0052] 第2の実施形態の撮像装置10aは、第1の実施形態の撮像装置10と同様に、画像の色ずれによる2重像を低減し、かつ画像の視認性を改善することができる。表示部140が撮像装置10aから独立しているため、撮像装置10aを小型化することができる。また、モノクロ補正画像を転送することにより、カラー画像に比べて、表示部140に対して画像を転送するときのフレームレートが向上し、かつビットレートが低減する。

[0053] (第3の実施形態)

図11は、本発明の第3の実施形態の撮像装置10bの構成を示す。図11に示す構成について、図1に示す構成と異なる点を説明する。

[0054] 撮像装置10bにおいて、デモザイク処理部120および表示画像生成部130の位置が、図1に示す撮像装置10における位置と異なる。撮像素子110から出力されたbayer画像が表示画像生成部130に入力される。表示画像生成部130において補正部131は、bayer画像に対して補正処理およびOB減算を行うことにより、補正画像であるbayer'画像を生成する。

[0055] 具体的には、補正部131は、bayer画像の画素値に対して、OB減算を行う。さらに、補正部131は、各画素の画素値をコピーすることにより、隣接画素の画素値を生成する。これにより、全ての画素において各色の

画素値が揃ったRGB画像が生成される。例えば、補正部131は、Rの画素値(R_{00})にOB減算を行った後、画素値($R_{00} - OB$)をコピーする。これにより、Rの画素に隣接するGr、Gb、およびBの画素におけるRの画素値が補間される。

[0056] 同様に、補正部131は、Grの画素値(Gr_{01})にOB減算を行った後、画素値($Gr_{01} - OB$)をコピーする。また、補正部131は、Gbの画素値(Gb_{10})にOB減算を行った後、画素値($Gb_{10} - OB$)をコピーする。これにより、Grの画素に隣接するRの画素およびGbの画素に隣接するBの画素におけるGの画素値が補間される。

[0057] 同様に、補正部131は、Bの画素値(B_{11})にOB減算を行った後、画素値($B_{11} - OB$)をコピーする。これにより、Bの画素に隣接するR、Gr、およびGbの画素におけるBの画素値が補間される。

[0058] 補正部131は、上記の処理により、R画像、G画像、およびB画像で構成されるカラー画像(RGB画像)を生成する。その後、補正部131は、式(1)に基づいてR画像を補正することにより、色ずれによる2重像が低減されたR'画像を生成する。また、補正部131は、式(2)に基づいてB画像を補正することにより、色ずれによる2重像が低減されたB'画像を生成する。補正部131は、bayer画像におけるRの画素の位置と同一の位置における画素値をR'画像から抽出することにより、bayer'画像におけるR'の画素値を生成する。また、補正部131は、bayer画像におけるGrおよびGbの画素の位置と同一の位置における画素値をG画像から抽出することにより、bayer'画像におけるGr'およびGb'の画素値を生成する。また、補正部131は、bayer画像におけるBの画素の位置と同一の位置における画素値をB'画像から抽出することにより、bayer'画像におけるB'の画素値を生成する。

[0059] 図12は、bayer'画像の画素配列を示す。bayer'画像におけるR'(赤)、Gr'(緑)、Gb'(緑)、およびB'(青)の画素の配置は、図4に示すbayer画像におけるR、Gr、Gb、およびBの画素

の配置と同様である。補正部131は、生成されたbayer'画像をデモザイク処理部120に出力する。もちろん、bayer'画像がデモザイク処理部120に入力される前に、bayer'画像に対して、既存のbayer画像に対して行っていた高画質処理等を行っても構わない。

[0060] デモザイク処理部120は、bayer'画像にデモザイク処理を行うことにより、R'画像およびB'画像の少なくとも1つを生成する。つまり、デモザイク処理部120は、R'の画素値をコピーすることにより、R'の画素に隣接するGr'、Gb'、およびB'の画素におけるR'の画素値を補間する。あるいは、デモザイク処理部120は、B'の画素値をコピーすることにより、B'の画素に隣接するR'、Gr'、およびGb'の画素におけるB'の画素値を補間する。デモザイク処理部120は、R'画像およびB'画像のいずれか1つを表示部140に出力することにより、モノクロ補正画像を出力する。例えば、デモザイク処理部120は、R'画像を出力する。第3の実施形態において、R'画像およびB'画像のいずれか1つが表示部140に出力される。デモザイク処理部120は、R'画像およびB'画像を生成し、かつ生成されたR'画像およびB'画像のいずれか1つのみを出力してもよい。あるいは、デモザイク処理部120は、R'画像およびB'画像のうち予め決められた1つのみを生成してもよい。デモザイク処理部120は、補正部131によって生成された補正画像を処理してモノクロ補正画像を生成する画像処理部を構成する。デモザイク処理部120によって生成されたモノクロ補正画像に対して γ 補正等の高画質化処理が行われてもよい。

[0061] 上記以外の点について、図11に示す構成は、図1に示す構成と同様である。

[0062] 表示部140は、撮像装置10bから独立して構成されてもよい。その場合、撮像装置10bは、出力部150を有する。出力部150は、モノクロ補正画像を処理した処理画像を表示部140に出力する。表示画像生成部130は、デモザイク処理部120の前段に配置されてもよい。

[0063] 第3の実施形態の撮像装置10bは、第1の実施形態の撮像装置10と同様に、画像の色ずれによる2重像を低減し、かつ画像の視認性を改善することができる。また、bayer'画像がデモザイク処理部120に入力される前に、bayer'画像に対して、既存のbayer画像に対して行っていた高画質処理等を行うこともできる。

[0064] (第4の実施形態)

図13は、本発明の第4の実施形態の撮像装置10cの構成を示す。図13に示す構成について、図1に示す構成と異なる点を説明する。

[0065] 撮像装置10cにおいて、図1に示す表示画像生成部130は表示画像生成部130cに変更される。表示画像生成部130cは、補正部131および制御部132を有する。制御部132は、第1モノクロ補正画像および第2モノクロ補正画像の少なくとも1つの生成を補正部131に指示する。第1モノクロ補正画像は、第1透過率特性に基づく成分を有する撮像画像に対して、第1透過率特性と第2透過率特性との重複する成分に基づく値を補正することにより生成されたモノクロ補正画像である。第2モノクロ補正画像は、第2透過率特性に基づく成分を有する撮像画像に対して、第1透過率特性と第2透過率特性との重複する成分に基づく値を補正することにより生成されたモノクロ補正画像である。補正部131は、制御部132からの指示に応じて、第1モノクロ補正画像および第2モノクロ補正画像の少なくとも1つを生成する。制御部132は、マイクロプロセッサなどで構成される。例えば、第1モノクロ補正画像は、R'画像である。例えば、第2モノクロ補正画像は、B'画像である。

[0066] 制御部132は、撮像画像の解析結果に応じて、第1モノクロ補正画像および第2モノクロ補正画像の少なくとも1つの生成を補正部131に指示する。第1の例では、制御部132は、撮像画像のヒストグラムに応じて、第1モノクロ補正画像および第2モノクロ補正画像の少なくとも1つの生成を補正部131に指示する。第2の例では、制御部132は、撮像画像のコントラストに応じて、第1モノクロ補正画像および第2モノクロ補正画像の少

なくとも1つの生成を補正部131に指示する。

[0067] 上記以外の点について、図13に示す構成は、図1に示す構成と同様である。

[0068] 図14は、第1の例における制御部132の動作の手順を示す。撮像素子110によって取得された撮像画像であるbayer画像が制御部132に入力される。制御部132は、bayer画像のヒストグラム解析を行う（ステップS100）。ステップS100の後、制御部132は、ヒストグラム解析によって決定されたモノクロ補正画像の生成を補正部131に指示する（ステップS110）。

[0069] ステップS100における処理の詳細について説明する。制御部132は、bayer画像における各画素の色毎に画素値のヒストグラムを生成する。図15は、bayer画像のヒストグラムの例を示す。図15における横軸は画素値の階調であり、かつ縦軸は度数である。図15において、bayer画像における複数のR画素の画素値のヒストグラムと、bayer画像における複数のB画素の画素値のヒストグラムとが示されている。撮像素子110の深度10bit（0から1023）は、領域A1から領域A6に区別されている。領域A1は、画素値が0から169の領域である。領域A2は、画素値が170から339の領域である。領域A3は、画素値が340から509の領域である。領域A4は、画素値が510から679の領域である。領域A5は、画素値が680から849の領域である。領域A6は、画素値が850から1023の領域である。より左側の領域の画素値を有する画素はより暗く、より右側の領域の画素値を有する画素はより明るい。図15に示す例では、R画素の度数は、B画素の度数と比べて、より明るい領域に分布している。そのため、R画像は、B画像に比べてSNR（signal-to-noise ratio）が高いと判断できる。制御部132は、補正部131が生成するモノクロ補正画像をR'画像に決定する。

[0070] 第1の例では、制御部132は、複数のR画素の画素値のヒストグラムと、複数のB画素の画素値のヒストグラムとを生成する。制御部132は、R

画素およびB画素のうち、より大きい画素値の度数がより多い画素に対応するモノクロ補正画像の生成を補正部131に指示する。

[0071] 図16は、第2の例における制御部132の動作の手順を示す。撮像素子110によって取得された撮像画像であるbayer画像が制御部132に入力される。制御部132は、bayer画像のコントラスト解析を行う（ステップS200）。ステップS200の後、制御部132は、コントラスト解析によって決定されたモノクロ補正画像の生成を補正部131に指示する（ステップS210）。

[0072] ステップS200における処理の詳細について説明する。制御部132は、第1の例で生成されるヒストグラムと同様のヒストグラムを生成する。例えば、図15に示すヒストグラムが生成される。制御部132は、ヒストグラムに基づいてbayer画像のコントラストを算出する。図15に示す例では、R画素は、領域A6から領域A1まで分布している。一方、B画素は、領域A5から領域A1まで分布している。最大輝度値（最大画素値）を最小輝度値（最小画素値）で割った値でコントラストが定義される場合、R画素のコントラストはB画素のコントラストよりも高い。そのため、制御部132は、補正部131が生成するモノクロ補正画像をR'画像に決定する。

[0073] 第2の例では、制御部132は、複数のR画素の画素値のコントラストと、複数のB画素の画素値のコントラストとを算出する。制御部132は、R画素およびB画素のうち、コントラストがより高い画素に対応するモノクロ補正画像の生成を補正部131に指示する。

[0074] 表示部140は、撮像装置10cから独立して構成されてもよい。その場合、撮像装置10cは、出力部150を有する。出力部150は、補正部131によって生成されたモノクロ補正画像を表示部140に出力する。表示画像生成部130は、デモザイク処理部120の前段に配置されてもよい。

[0075] 第4の実施形態の撮像装置10cは、第1の実施形態の撮像装置10と同様に、画像の色ずれによる2重像を低減し、かつ画像の視認性を改善することができる。

[0076] 第1の例では、制御部132は、撮像画像のヒストグラムに応じて決定されたモノクロ補正画像の生成を補正部131に指示する。これにより、撮像装置10cは、色ずれによる2重像が低減され、かつSNRが高い画像を生成することができる。

[0077] 第2の例では、制御部132は、撮像画像のコントラストに応じて決定されたモノクロ補正画像の生成を補正部131に指示する。これにより、撮像装置10cは、色ずれによる2重像が低減され、かつコントラストが高い画像を生成することができる。

[0078] (第5の実施形態)

図17は、本発明の第5の実施形態の撮像装置10dの構成を示す。図17に示す構成について、図13に示す構成と異なる点を説明する。

[0079] 撮像装置10dは、図13に示す撮像装置10cの構成に加えて記憶部160を有する。撮像装置10dは、予め決められた被写体の撮像画像を取得する目的で使用される。制御部132は、被写体の分光特性に応じて、第1モノクロ補正画像および第2モノクロ補正画像の少なくとも1つの生成を補正部131に指示する。記憶部160は、被写体の分光特性を示す分光特性データを記憶する。記憶部160は、被写体毎に異なる複数の分光特性データを記憶してもよい。記憶部160は、ROM (Read Only Memory) などの不揮発性メモリである。記憶部160は、撮像装置10dから独立して構成されてもよい。

[0080] 上記以外の点について、図17に示す構成は、図13に示す構成と同様である。

[0081] 図18は、制御部132の動作の手順を示す。ユーザーは、図示していないユーザーインターフェースにより、被写体を選択する。ユーザーによって選択された被写体の情報は、図示していないシステムコントローラを介して表示画像生成部130cに入力される。制御部132は、ユーザーによって選択された被写体の分光特性データを記憶部160から読み出し、かつ分光特性データの解析を行う(ステップS300)。ステップS300の後、制

御部 132 は、分光特性データの解析によって決定されたモノクロ補正画像の生成を補正部 131 に指示する（ステップ S310）。

[0082] ステップ S300 における処理の詳細について説明する。制御部 132 は、R 画素および B 画素のうち、被写体の分光特性におけるゲインがより高い波長の光が入射する画素に対応するモノクロ補正画像の生成を補正部 131 に指示する。図 19 は、被写体の分光特性の例を示す。図 19 における横軸は波長 [nm] であり、かつ縦軸はゲインである。図 19 に示す例では、600 [nm] 付近におけるゲインが高い。R フィルタの分光特性における 600 [nm] のゲインは、B フィルタの分光特性における 600 [nm] のゲインよりも高い。そのため、制御部 132 は、補正部 131 が生成するモノクロ補正画像を R' 画像に決定する。

[0083] 記憶部 160 は、被写体の識別情報と、補正画像情報とを記憶してもよい。補正画像情報は、モノクロ補正画像を R' 画像および B' 画像のどちらにするかを示す。被写体の識別情報と、補正画像情報とは、互いに関連付けられている。ユーザーは、図示していないユーザーインターフェースにより、被写体を選択する。制御部 132 は、ユーザーによって選択された被写体に対応するモノクロ補正画像の生成を補正部 131 に指示する。具体的には、制御部 132 は、ユーザーによって選択された被写体の識別情報に関連付けられた情報を記憶部 160 から読み出す。記憶部 160 から読み出された情報は、モノクロ補正画像を R' 画像および B' 画像のどちらにするかを示す。制御部 132 は、記憶部 160 から読み出された情報に対応するモノクロ補正画像の生成を補正部 131 に指示する。記憶部 160 が被写体の分光特性データを記憶する場合と比べて、データ量が削減される。

[0084] 表示部 140 は、撮像装置 10d から独立して構成されてもよい。その場合、撮像装置 10d は、出力部 150 を有する。出力部 150 は、補正部 131 によって生成されたモノクロ補正画像を表示部 140 に出力する。表示画像生成部 130 は、デモザイク処理部 120 の前段に配置されてもよい。

[0085] 第 5 の実施形態の撮像装置 10d は、第 1 の実施形態の撮像装置 10 と同

様に、画像の色ずれによる２重像を低減し、かつ画像の視認性を改善することができる。

[0086] 制御部１３２は、被写体の分光特性に応じて決定されたモノクロ補正画像の生成を補正部１３１に指示する。これにより、撮像装置１０dは、色ずれによる２重像が低減され、かつＳＮＲが高い画像を生成することができる。

[0087] (第６の実施形態)

図２０は、本発明の第６の実施形態の撮像装置１０eの構成を示す。図２０に示す構成について、図１３に示す構成と異なる点を説明する。

[0088] 撮像装置１０eは、図１３に示す撮像装置１０cの構成に加えて指示受付部１７０を有する。制御部１３２は、ユーザーからの指示に応じて、モノクロ補正画像をＲ'画像およびＢ'画像のどちらにするかを決定する。ユーザーが指示したモノクロ補正画像の情報が、補正部１３１に指示される。指示受付部１７０は、ユーザーからの指示を受け付ける。指示受付部１７０は、ボタン、スイッチ、およびキーなどのユーザーインターフェースを構成する。指示受付部１７０は、撮像装置１０eから独立して構成されてもよい。

[0089] 例えば、ユーザーは、Ｒ'画像およびＢ'画像のいずれか１つを選択する指示を、指示受付部１７０を介して入力する。制御部１３２は、指示受付部１７０によって受け付けられた指示が示すモノクロ補正画像の生成を補正部１３１に指示する。

[0090] 上記以外の点について、図２０に示す構成は、図１３に示す構成と同様である。

[0091] 表示部１４０は、撮像装置１０eから独立して構成されてもよい。その場合、撮像装置１０eは、出力部１５０を有する。出力部１５０は、補正部１３１によって生成されたモノクロ補正画像を表示部１４０に出力する。表示画像生成部１３０は、デモザイク処理部１２０の前段に配置されてもよい。

[0092] 第６の実施形態の撮像装置１０eは、第１の実施形態の撮像装置１０と同様に、画像の色ずれによる２重像を低減し、かつ画像の視認性を改善することができる。

[0093] 制御部 132 は、ユーザーからの指示に応じて決定されたモノクロ補正画像の生成を補正部 131 に指示する。これにより、撮像装置 10e は、ユーザーの好みに応じて、画像の色ずれによる 2 重像を低減し、かつ画像の視認性を改善することができる。

[0094] (第 7 の実施形態)

図 21 は、本発明の第 7 の実施形態の撮像装置 10f の構成を示す。図 21 に示す構成について、図 1 に示す構成と異なる点を説明する。

[0095] 撮像装置 10f において、図 1 に示す表示画像生成部 130 は表示画像生成部 130f に変更される。表示画像生成部 130f は、補正部 131、制御部 132、および画像選択部 133 を有する。

[0096] 補正部 131 は、制御部 132 による撮像画像の解析と並行して、第 1 モノクロ補正画像および第 2 モノクロ補正画像を生成する。第 1 モノクロ補正画像は、第 1 透過率特性に基づく成分を有する撮像画像に対して、第 1 透過率特性と第 2 透過率特性との重複する成分に基づく値を補正することにより生成されたモノクロ補正画像である。第 2 モノクロ補正画像は、第 2 透過率特性に基づく成分を有する撮像画像に対して、第 1 透過率特性と第 2 透過率特性との重複する成分に基づく値を補正することにより生成されたモノクロ補正画像である。制御部 132 は、撮像画像の解析結果に応じて、第 1 モノクロ補正画像および第 2 モノクロ補正画像の少なくとも 1 つの選択を画像選択部 133 に指示する。画像選択部 133 は、補正部 131 によって生成されたモノクロ補正画像のうち、第 1 モノクロ補正画像および第 2 モノクロ補正画像の少なくとも 1 つを選択し、選択されたモノクロ補正画像を出力する。

[0097] 例えば、補正部 131 は、R' 画像および B' 画像を生成し、生成された R' 画像および B' 画像を画像選択部 133 に出力する。補正部 131 によって生成された R' 画像および B' は、画像選択部 133 に入力される。制御部 132 は、撮像画像である bayer 画像の解析結果に応じて、R' 画像および B' 画像のいずれか 1 つの選択を画像選択部 133 に指示する。画

像選択部１３３は、補正部１３１によって生成されたＲ’画像およびＢ’画像のうち、制御部１３２によって指示された画像を選択し、選択された画像を表示部１４０に出力する。

[0098] 上記以外の点について、図２１に示す構成は、図１に示す構成と同様である。

[0099] 表示部１４０は、撮像装置１０ｆから独立して構成されてもよい。その場合、撮像装置１０ｆは、出力部１５０を有する。出力部１５０は、補正部１３１によって生成されたモノクロ補正画像を表示部１４０に出力する。

[0100] 第７の実施形態の撮像装置１０ｆは、第１の実施形態の撮像装置１０と同様に、画像の色ずれによる２重像を低減し、かつ画像の視認性を改善することができる。

[0101] 図１３に示す撮像装置１０ｃでは、補正部１３１は、制御部１３２による撮像画像の解析を待つ。制御部１３２からの指示を受けた後、補正部１３１は、制御部１３２からの指示が示すＲ’画像またはＢ’画像を生成する。一方、図２１に示す撮像装置１０ｆでは、補正部１３１は、制御部１３２による撮像画像の解析を待つことなく、Ｒ’画像およびＢ’画像を生成する。補正部１３１によるＲ’画像とＢ’画像との生成中に制御部１３２が撮像画像の解析を行う。そのため、制御部１３２からの指示を待つことなくモノクロ補正画像が生成され、画像選択部１３３では、制御部１３２からの指示に基づき、モノクロ補正画像が出力される。そのため、遅延時間が少なくなる。

[0102] （第８の実施形態）

図２２は、本発明の第８の実施形態の内視鏡装置１１の構成を示す。図２２に示すように、内視鏡装置１１は、瞳分割光学系１００、撮像素子１１０、デモザイク処理部１２０、表示画像生成部１３０、表示部１４０、指示受付部１７０、位相差演算部１８０、光源部１９０、およびシステムコントローラ２００を有する。

[0103] 瞳分割光学系１００、撮像素子１１０、およびデモザイク処理部１２０の各々は、図１に示す瞳分割光学系１００、撮像素子１１０、およびデモザイ

ク処理部１２０の各々と同様に構成されている。工業用内視鏡において、瞳分割光学系１００および撮像素子１１０は、観察および計測の対象物の内部に挿入される挿入部の先端に配置される。表示画像生成部１３０は、図１に示す表示画像生成部１３０と基本的には同様である。表示画像生成部１３０は、Ｒ'画像およびＢ'画像を生成し、かつ生成されたＲ'画像およびＢ'画像を表示部１４０に出力する。表示部１４０は、図１に示す表示部１４０と基本的には同様である。表示部１４０は、表示画像生成部１３０によって生成されたＲ'画像およびＢ'画像の各々をモノクロ表示する。

[0104] 指示受付部１７０は、被写体上の計測位置を示す計測点の指示をユーザーから受け付ける。位相差演算部１８０は、表示画像生成部１３０によって生成されたＲ'画像およびＢ'画像の位相差を演算する。位相差演算部１８０は、デモザイク処理部１２０によって生成されたＲ画像およびＢ画像の位相差を演算してもよい。位相差演算部１８０は、ＡＳＩＣ、ＦＰＧＡ、およびマイクロプロセッサなどで構成される。光源部１９０は、システムコントローラ２００からの指示に基づき、照明光を被写体に照射する。例えば、光源部１９０は、ＬＥＤ（Ｌｉｇｈｔ Ｅｍｉｔｔｉｎｇ Ｄｉｏｄｅ）で構成される。システムコントローラ２００は、内視鏡装置１１内の各部を制御する。

[0105] ユーザーによって指示された計測点の情報が指示受付部１７０からシステムコントローラ２００に入力される。システムコントローラ２００は計測点の情報を位相差演算部１８０に出力する。位相差演算部１８０は、システムコントローラ２００から入力された計測点における位相差を演算し、かつ演算結果をシステムコントローラ２００に出力する。システムコントローラ２００は、位相差演算部１８０から入力された位相差に基づいて、被写体までの距離および被写体の三次元形状を計測する。システムコントローラ２００は、計測点を表示するためのグラフィックデータと、計測結果を表示するための文字データとを表示部１４０に出力する。表示部１４０は、計測点および計測結果が重畳された画像を表示する。

[0106] 図23は、表示部140に表示された画像の例を示す。モノクロ画像であるR'画像R10およびB'画像B10が表示される。例えば、ユーザーは、R'画像R10に対して計測点を指定する。ユーザーによって指定された計測点P10および計測点P11がR'画像R10に重畳表示される。また、計測点P10および計測点P11に対応する被写体上の2点間の距離（10[m]）が計測結果としてR'画像R10に重畳表示される。計測点P10に対応する点P12と、計測点P11に対応する点P13とがB'画像B10に重畳表示される。

[0107] 表示部140は、内視鏡装置11から独立して構成されてもよい。その場合、内視鏡装置11は、出力部150を有する。出力部150は、表示画像生成部130によって生成されたモノクロ補正画像を表示部140に出力する。表示画像生成部130は、デモザイク処理部120の前段に配置されてもよい。撮像装置10、撮像装置10a、撮像装置10b、撮像装置10c、撮像装置10d、撮像装置10e、および撮像装置10fの少なくとも1つは、位相差演算部180を有してもよい。

[0108] 第8の実施形態の内視鏡装置11は、第1の実施形態の撮像装置10と同様に、画像の色ずれによる2重像を低減し、かつ画像の視認性を改善することができる。ユーザーは、色ずれによる2重像が低減され、かつ視認性が向上した画像を観察できるため、計測点を指定しやすい。そのため、内視鏡装置11は、ユーザーの作業効率を向上させることができる。

[0109] 以上、本発明の好ましい実施形態を説明したが、本発明はこれら実施形態およびその変形例に限定されることはない。本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、構成の付加、省略、置換、およびその他の変更が可能である。また、本発明は前述した説明によって限定されることはなく、添付のクレームの範囲によってのみ限定される。

産業上の利用可能性

[0110] 本発明の各実施形態によれば、撮像装置および内視鏡装置は、画像の色ずれによる2重像を低減し、かつ画像の視認性を改善することができる。

符号の説明

- [0111] 1 0, 1 0 a, 1 0 b, 1 0 c, 1 0 d, 1 0 e, 1 0 f 撮像装置
- 1 1 内視鏡装置
- 1 0 0 瞳分割光学系
- 1 0 1 第1瞳
- 1 0 2 第2瞳
- 1 0 3 レンズ
- 1 0 4 帯域制限フィルタ
- 1 0 5 絞り
- 1 1 0 撮像素子
- 1 2 0 デモザイク処理部
- 1 3 0, 1 3 0 c, 1 3 0 f 表示画像生成部
- 1 3 1 補正部
- 1 3 2 制御部
- 1 3 3 画像選択部
- 1 4 0 表示部
- 1 5 0 出力部
- 1 6 0 記憶部
- 1 7 0 指示受付部
- 1 8 0 位相差演算部
- 1 9 0 光源部
- 2 0 0 システムコントローラ

請求の範囲

[請求項1]

第1波長帯域の光を透過させる第1瞳と、前記第1波長帯域とは異なる第2波長帯域の光を透過させる第2瞳とを有する瞳分割光学系と、

前記瞳分割光学系と、第1透過率特性を有する第1色フィルタとを透過した光を撮像し、かつ、前記瞳分割光学系と、前記第1透過率特性と一部が重複する第2透過率特性を有する第2色フィルタとを透過した光を撮像して撮像画像を出力する撮像素子と、

前記撮像画像に対して、前記第1透過率特性と前記第2透過率特性との重複する成分に基づく値を補正し、モノクロ補正画像または補正画像を生成する補正部と、

前記モノクロ補正画像を表示し、または、前記補正画像を処理することにより生成された前記モノクロ補正画像を表示する表示部と、
を有する撮像装置。

[請求項2]

第1波長帯域の光を透過させる第1瞳と、前記第1波長帯域とは異なる第2波長帯域の光を透過させる第2瞳とを有する瞳分割光学系と、

前記瞳分割光学系と、第1透過率特性を有する第1色フィルタとを透過した光を撮像し、かつ、前記瞳分割光学系と、前記第1透過率特性と一部が重複する第2透過率特性を有する第2色フィルタとを透過した光を撮像して撮像画像を出力する撮像素子と、

前記撮像画像に対して、前記第1透過率特性と前記第2透過率特性との重複する成分に基づく値を補正し、モノクロ補正画像または補正画像を生成する補正部と、

前記モノクロ補正画像を表示し、または、前記補正画像を処理することにより生成された前記モノクロ補正画像を表示部に出力する出力部と、

を有する撮像装置。

- [請求項3] 第1モノクロ補正画像および第2モノクロ補正画像の少なくとも1つの生成を前記補正部に指示する制御部を有し、
- 前記第1モノクロ補正画像は、前記第1透過率特性に基づく成分を有する前記撮像画像に対して、前記第1透過率特性と前記第2透過率特性との重複する成分に基づく値を補正することにより生成された前記モノクロ補正画像であり、
- 前記第2モノクロ補正画像は、前記第2透過率特性に基づく成分を有する前記撮像画像に対して、前記第1透過率特性と前記第2透過率特性との重複する成分に基づく値を補正することにより生成された前記モノクロ補正画像であり、
- 前記補正部は、前記制御部からの指示に応じて、前記第1モノクロ補正画像および前記第2モノクロ補正画像の少なくとも1つを生成する
- 請求項1または請求項2に記載の撮像装置。
- [請求項4] 前記制御部は、ユーザーからの指示に応じて、前記第1モノクロ補正画像および前記第2モノクロ補正画像の少なくとも1つの生成を前記補正部に指示する
- 請求項3に記載の撮像装置。
- [請求項5] 前記制御部は、前記撮像画像の解析結果に応じて、前記第1モノクロ補正画像および前記第2モノクロ補正画像の少なくとも1つの生成を前記補正部に指示する
- 請求項3に記載の撮像装置。
- [請求項6] 前記制御部は、前記撮像画像のヒストグラムに応じて、前記第1モノクロ補正画像および前記第2モノクロ補正画像の少なくとも1つの生成を前記補正部に指示する
- 請求項3に記載の撮像装置。
- [請求項7] 前記制御部は、前記撮像画像のコントラストに応じて、前記第1モノクロ補正画像および前記第2モノクロ補正画像の少なくとも1つの

生成を前記補正部に指示する

請求項 3 に記載の撮像装置。

[請求項8] 前記制御部は、被写体の分光特性に応じて、前記第 1 モノクロ補正画像および前記第 2 モノクロ補正画像の少なくとも 1 つの生成を前記補正部に指示する

請求項 3 に記載の撮像装置。

[請求項9] 前記補正部によって生成された前記モノクロ補正画像のうち、第 1 モノクロ補正画像および第 2 モノクロ補正画像の少なくとも 1 つを選択し、選択された前記モノクロ補正画像を出力する画像選択部と、

前記撮像画像の解析結果に応じて、前記第 1 モノクロ補正画像および前記第 2 モノクロ補正画像の少なくとも 1 つの選択を前記画像選択部に指示する制御部と、

を有し、

前記第 1 モノクロ補正画像は、前記第 1 透過率特性に基づく成分を有する前記撮像画像に対して、前記第 1 透過率特性と前記第 2 透過率特性との重複する成分に基づく値を補正することにより生成された前記モノクロ補正画像であり、

前記第 2 モノクロ補正画像は、前記第 2 透過率特性に基づく成分を有する前記撮像画像に対して、前記第 1 透過率特性と前記第 2 透過率特性との重複する成分に基づく値を補正することにより生成された前記モノクロ補正画像であり、

前記補正部は、前記制御部による前記撮像画像の解析と並行して、前記第 1 モノクロ補正画像および前記第 2 モノクロ補正画像を生成する

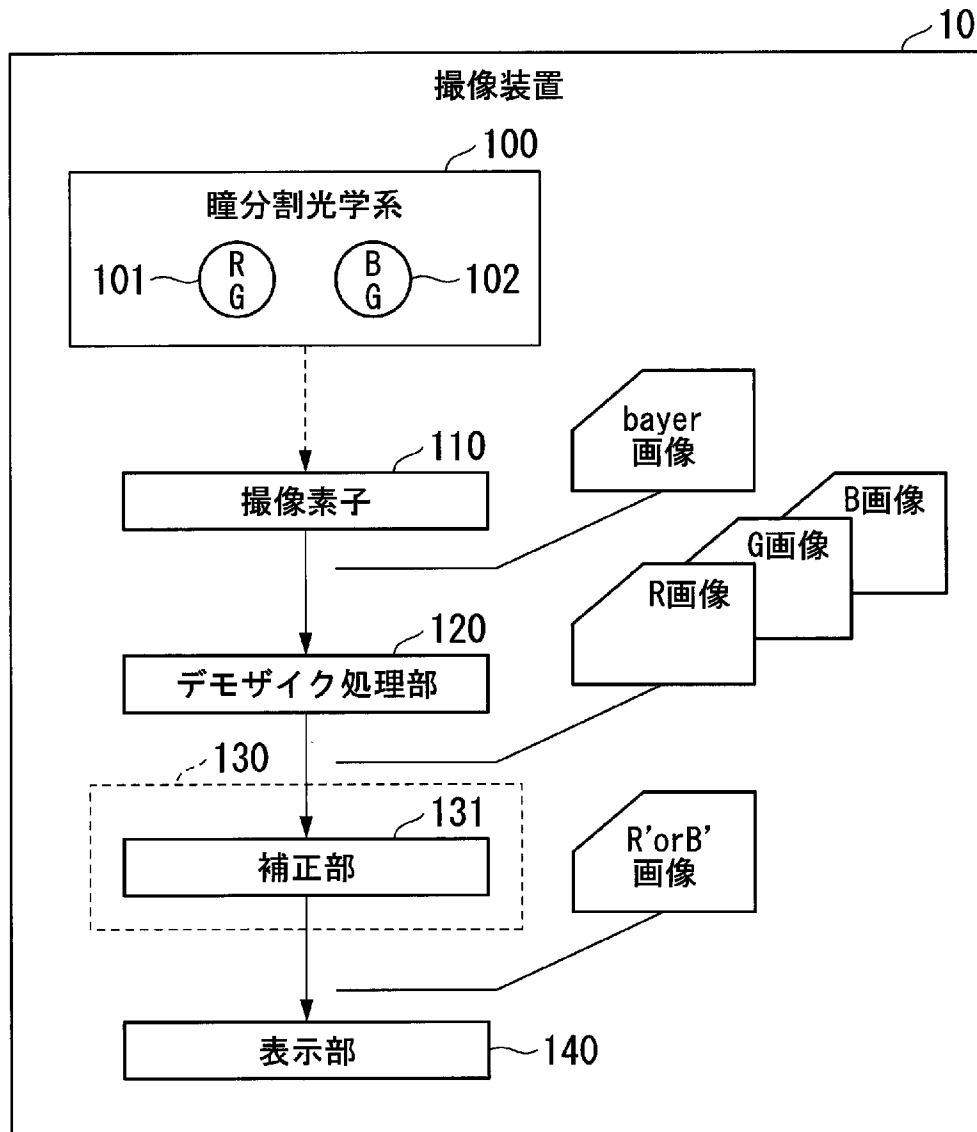
請求項 1 または請求項 2 に記載の撮像装置。

[請求項10] 前記補正部によって生成された前記補正画像を処理して前記モノクロ補正画像を生成する画像処理部を有する

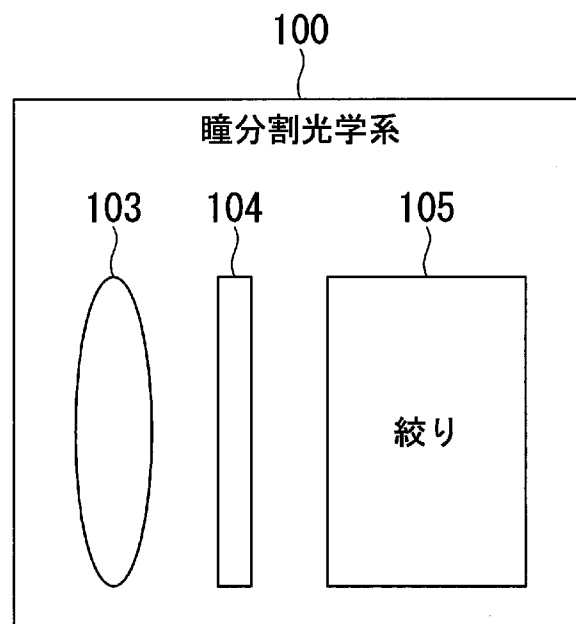
請求項 1 または請求項 2 に記載の撮像装置。

[請求項11] 請求項 1 または請求項 2 に記載の撮像装置を有する内視鏡装置。

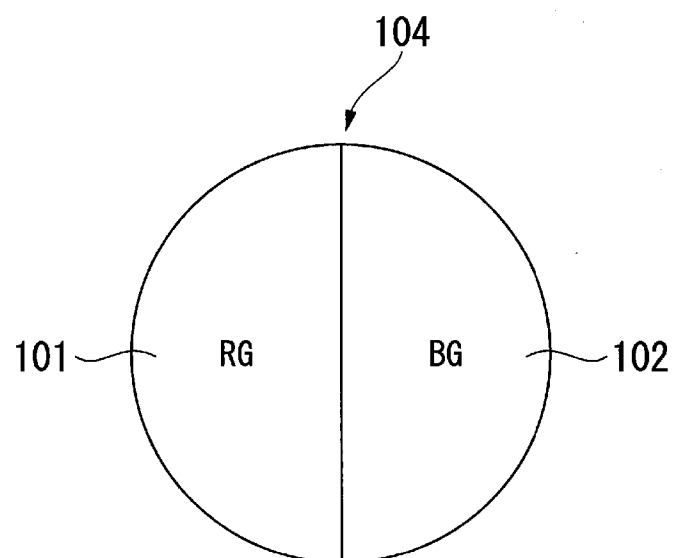
[図1]



[図2]



[図3]



[図4]

R_00	Gr_01	R_02	Gr_03
Gb_10	B_11	Gb_12	B_13
R_20	Gr_21	R_22	Gr_23
Gb_30	B_31	Gb_32	B_33

...

[図5]

R_00 -0B	R_00 -0B	R_02 -0B	R_02 -0B
R_00 -0B	R_00 -0B	R_02 -0B	R_02 -0B
R_20 -0B	R_20 -0B	R_22 -0B	R_22 -0B
R_20 -0B	R_20 -0B	R_22 -0B	R_22 -0B

...

[図6]

Gr_01 -0B	Gr_01 -0B	Gr_03 -0B	Gr_03 -0B
Gb_10 -0B	Gb_10 -0B	Gb_12 -0B	Gb_12 -0B
Gr_21 -0B	Gr_21 -0B	Gr_23 -0B	Gr_23 -0B
Gb_30 -0B	Gb_30 -0B	Gb_32 -0B	Gb_32 -0B

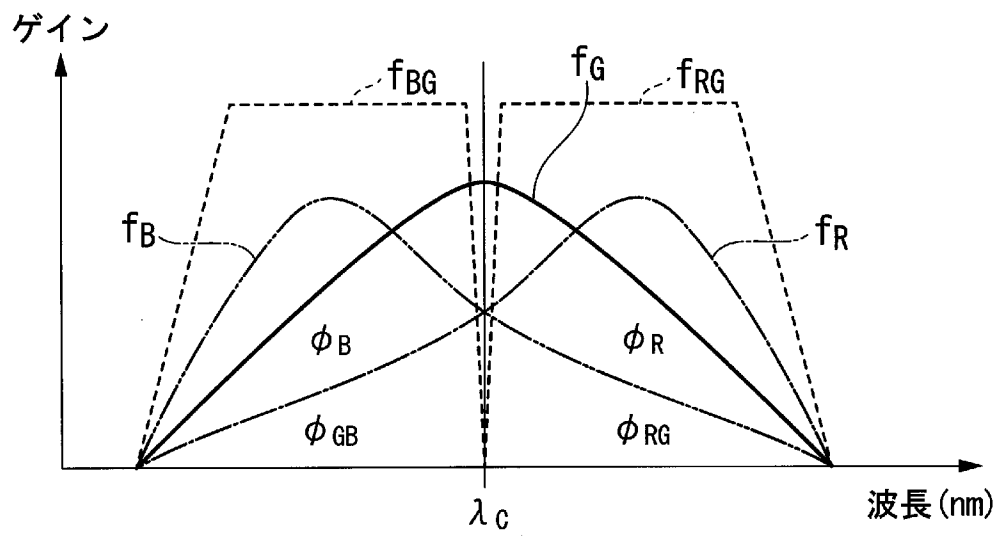
...

[図7]

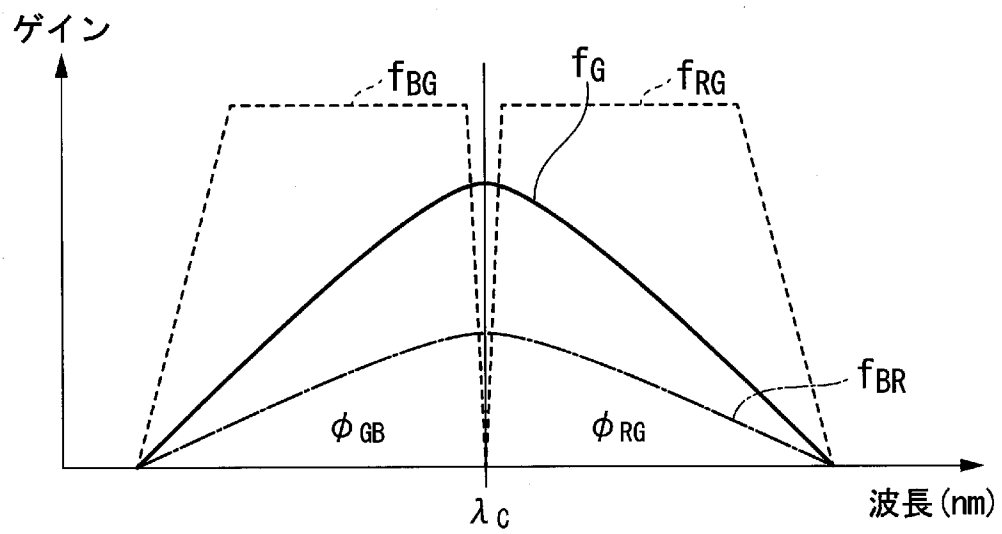
B_11 -0B	B_11 -0B	B_13 -0B	B_13 -0B
B_11 -0B	B_11 -0B	B_13 -0B	B_13 -0B
B_31 -0B	B_31 -0B	B_33 -0B	B_33 -0B
B_31 -0B	B_31 -0B	B_33 -0B	B_33 -0B

...

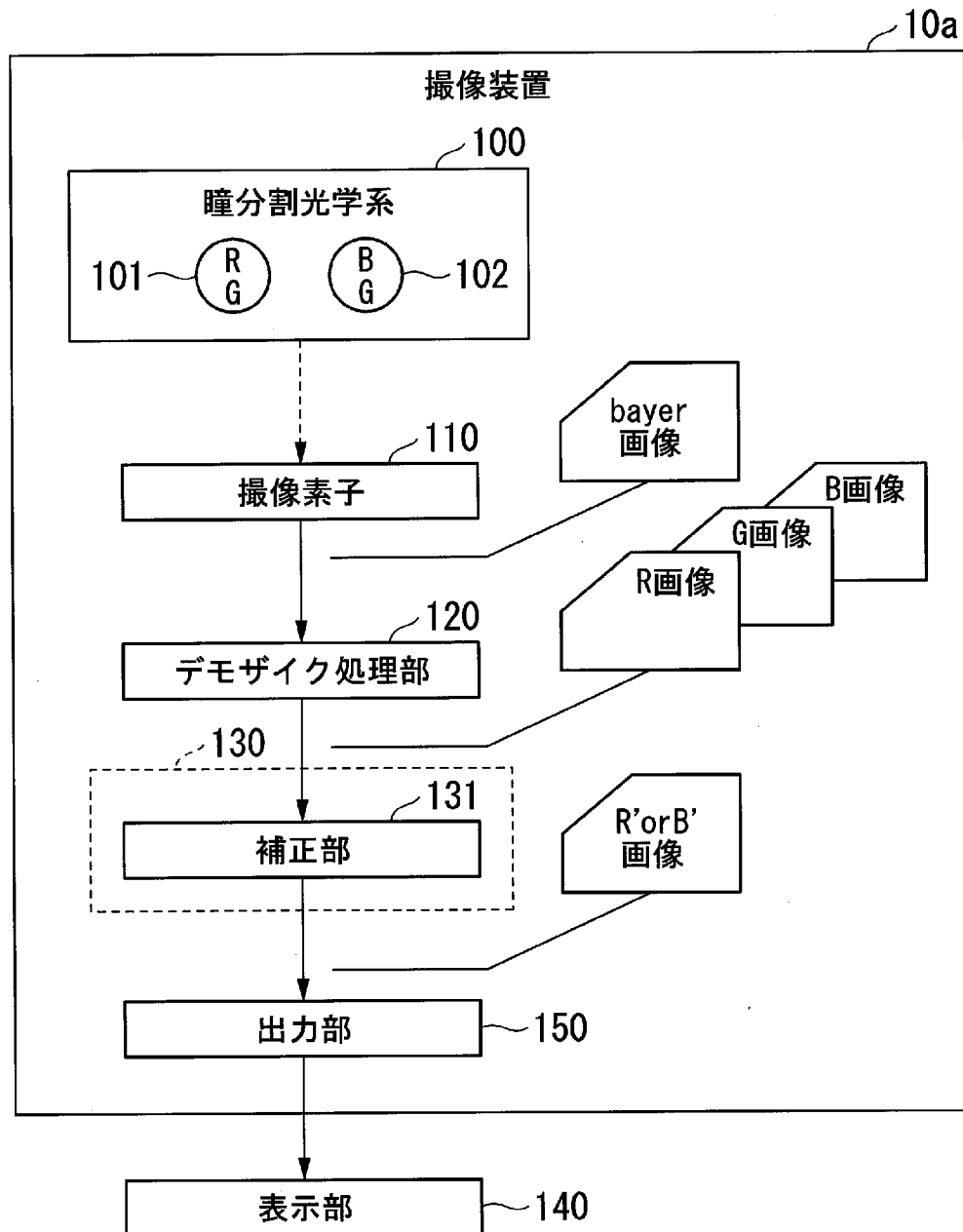
[図8]



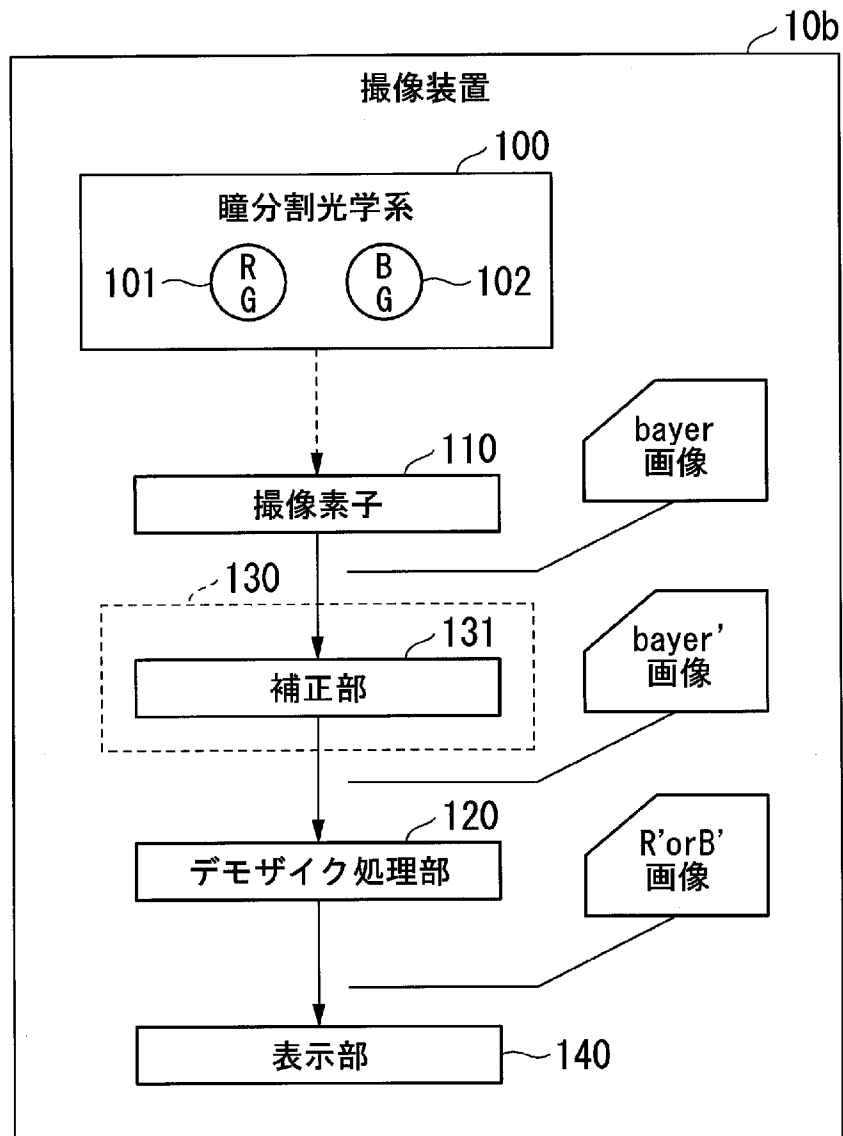
[図9]



[図10]



[図11]

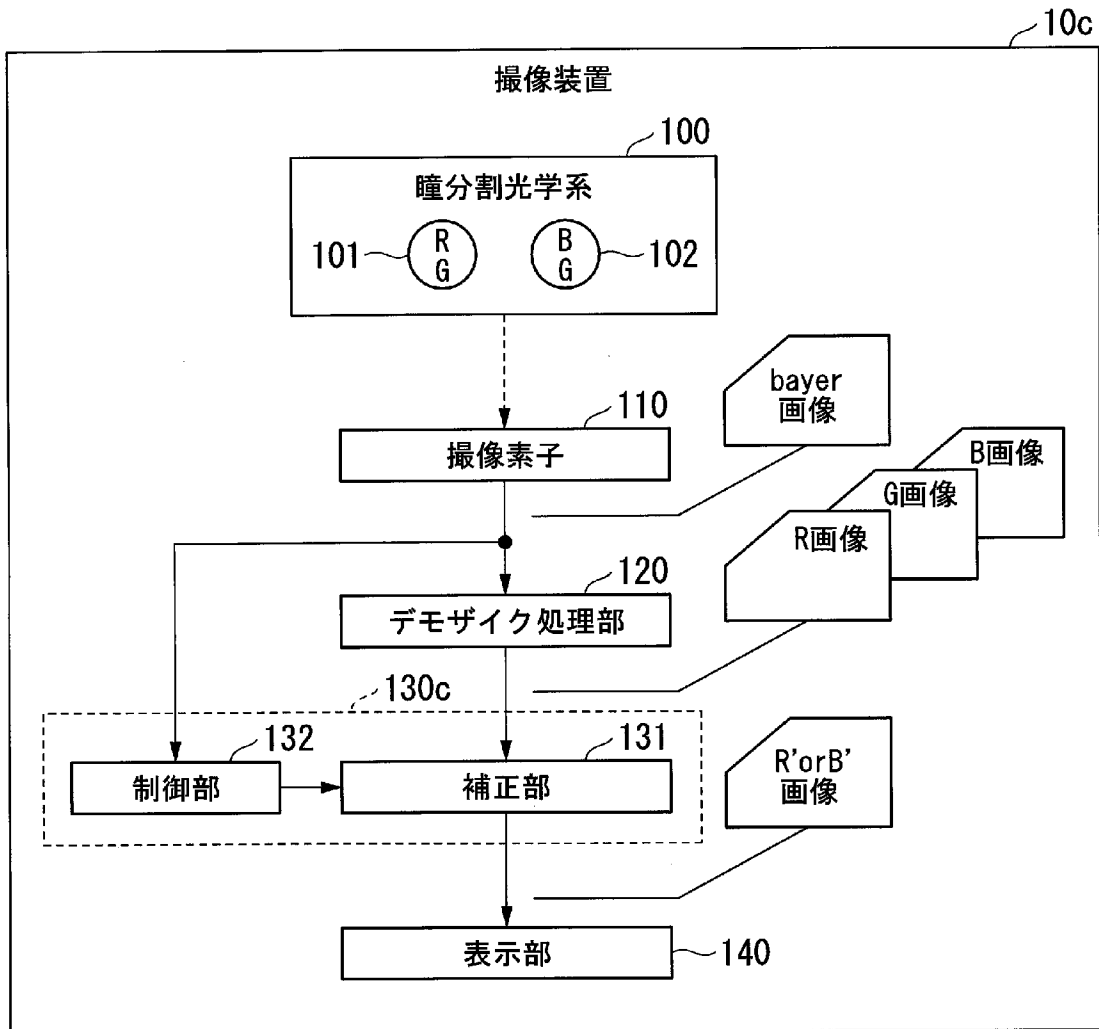


[図12]

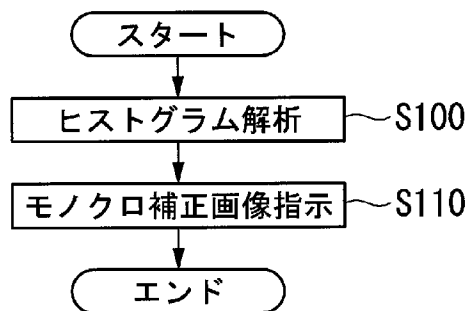
R'_00	Gr'_01	R'_02	Gr'_03
Gb'_10	B'_11	Gb'_12	B'_13
R'_20	Gr'_21	R'_22	Gr'_23
Gb'_30	B'_31	Gb'_32	B'_33

...

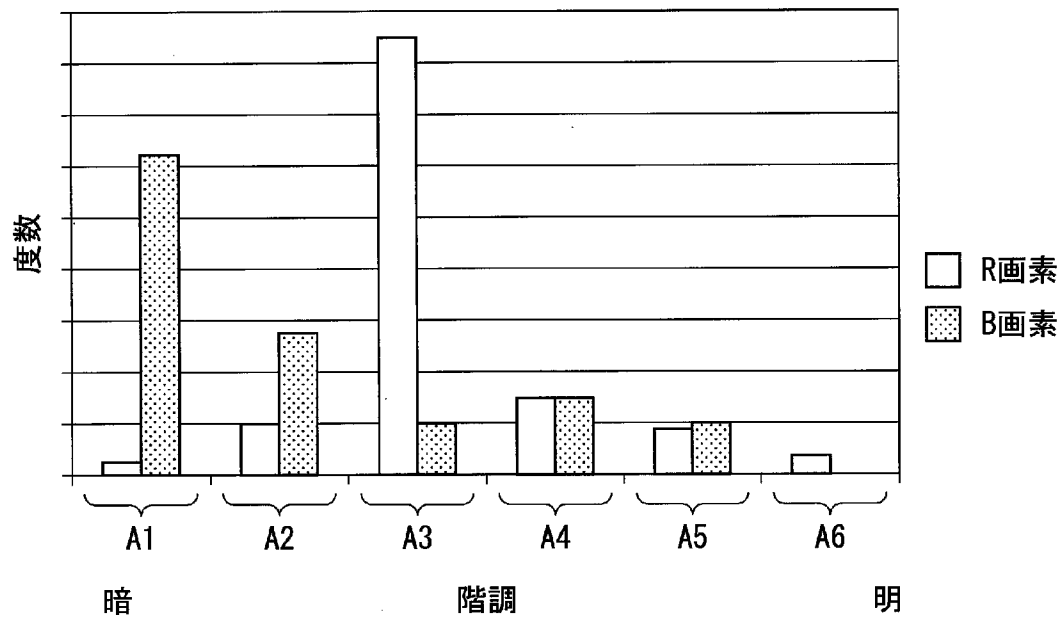
[図13]



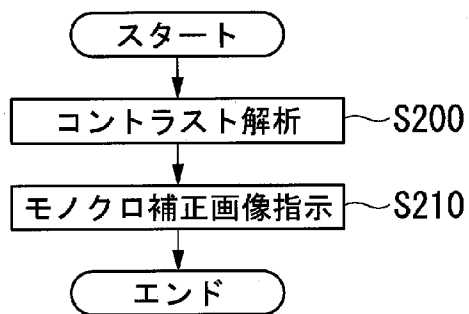
[図14]



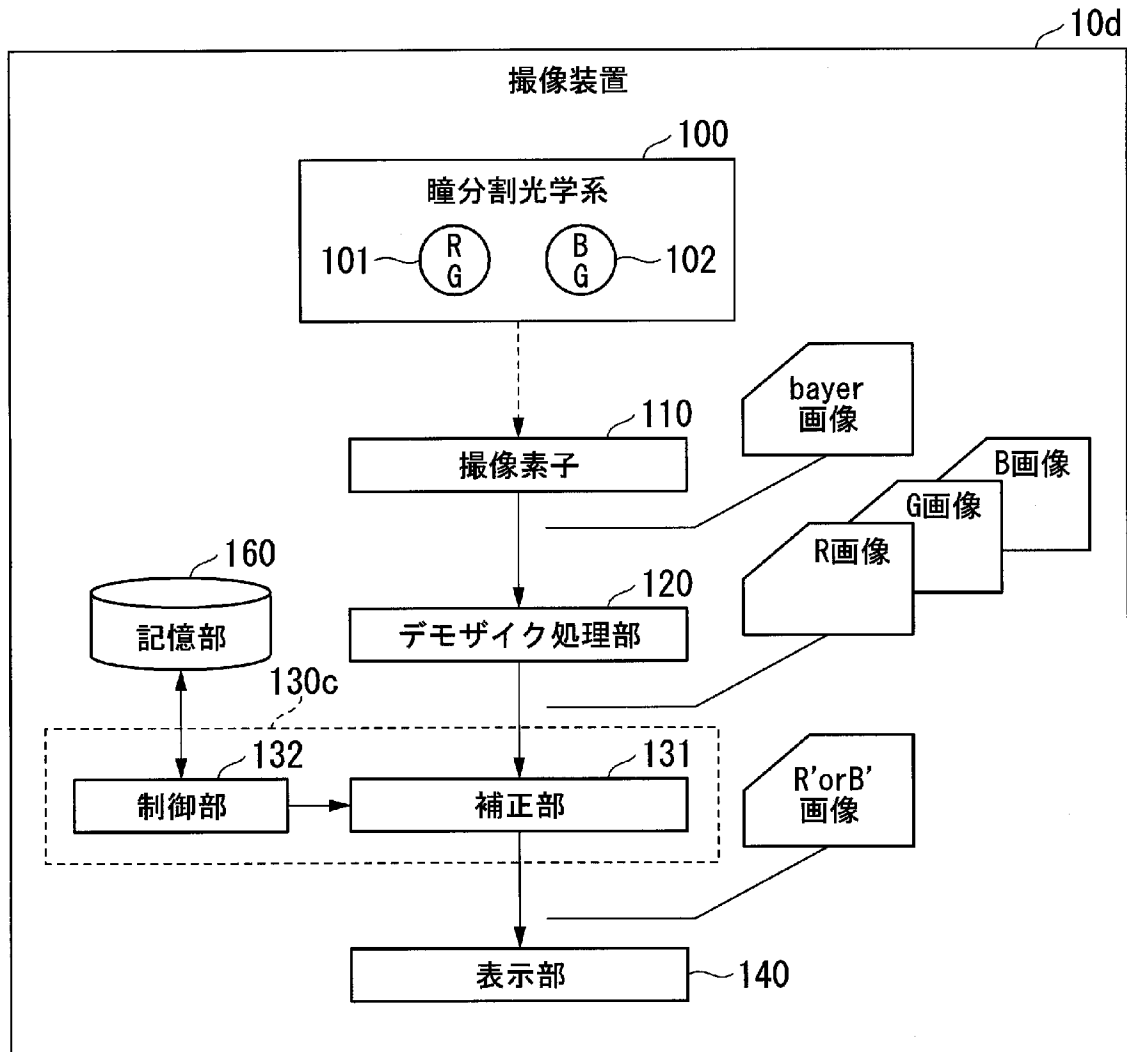
[図15]



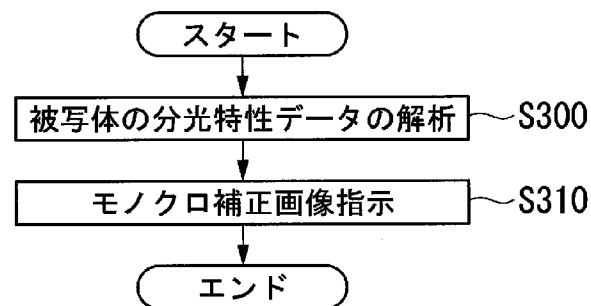
[図16]



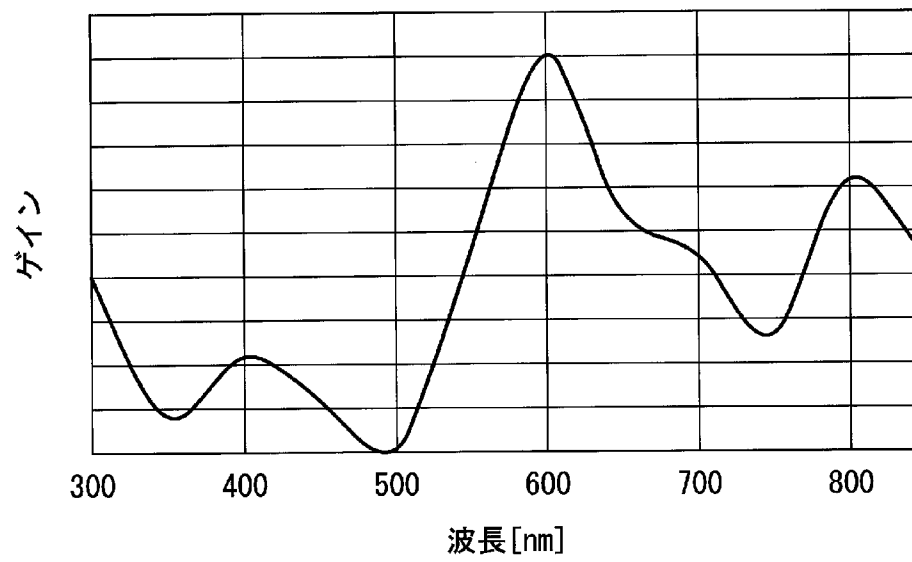
[図17]



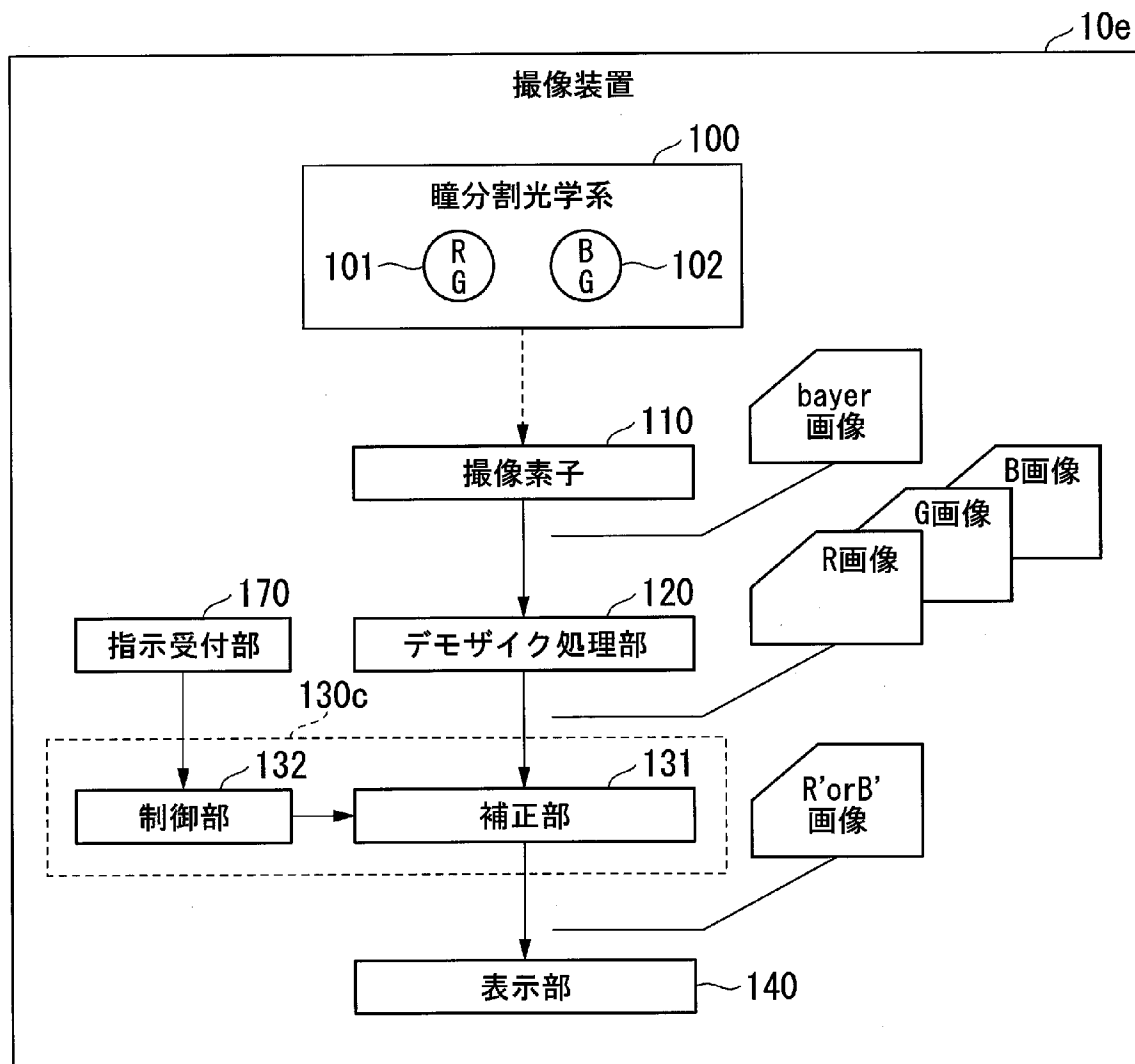
[図18]



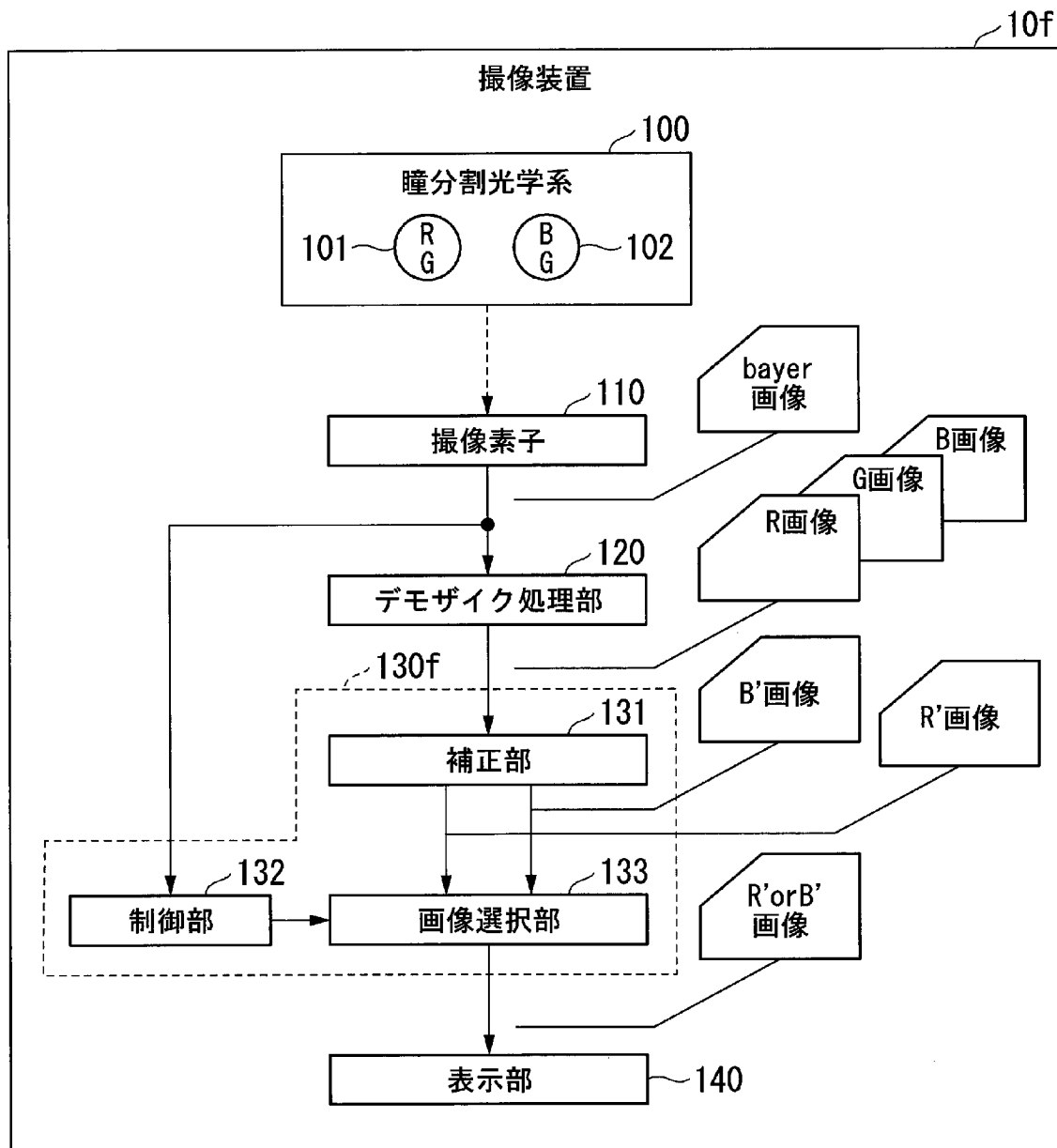
[図19]



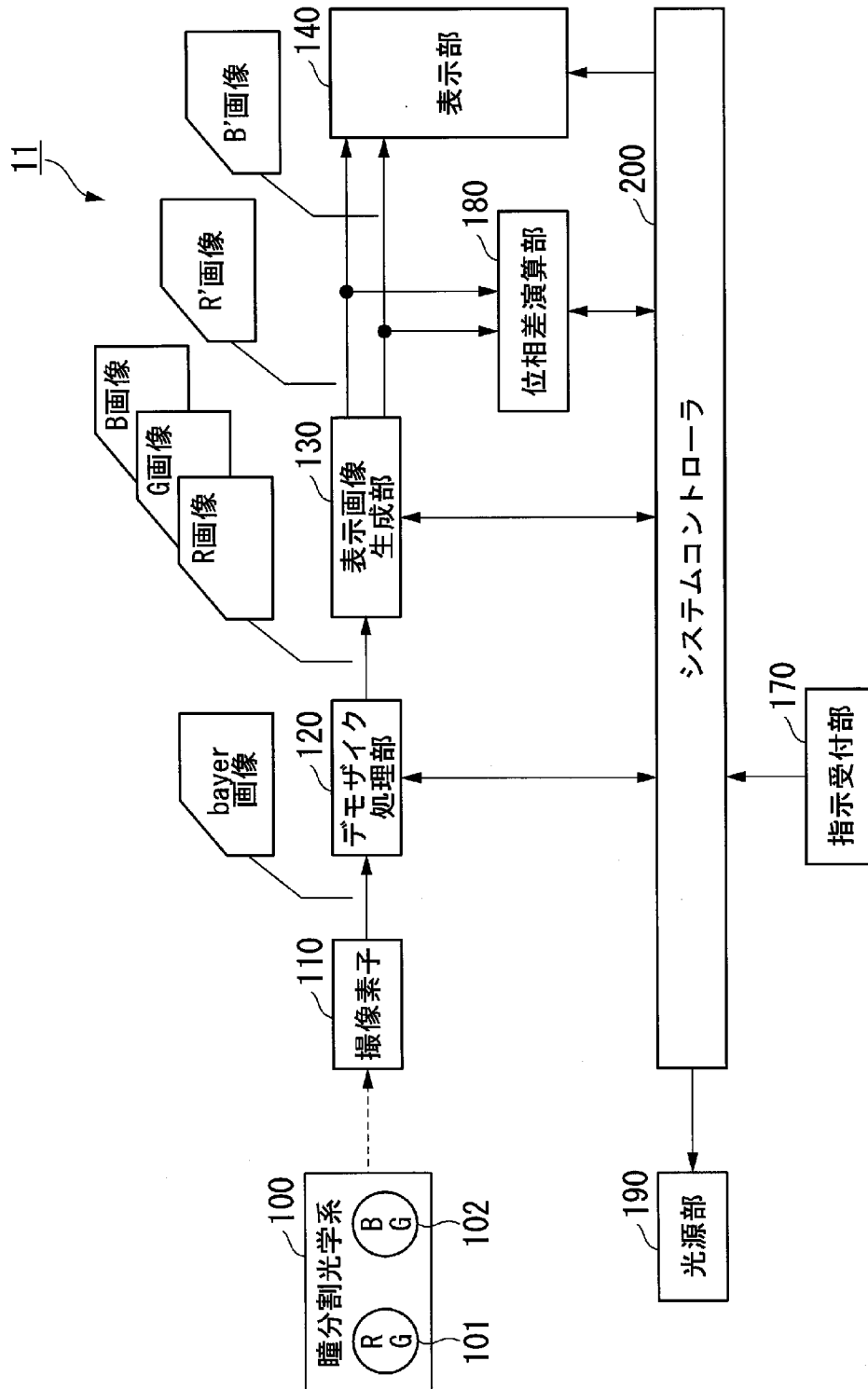
[図20]



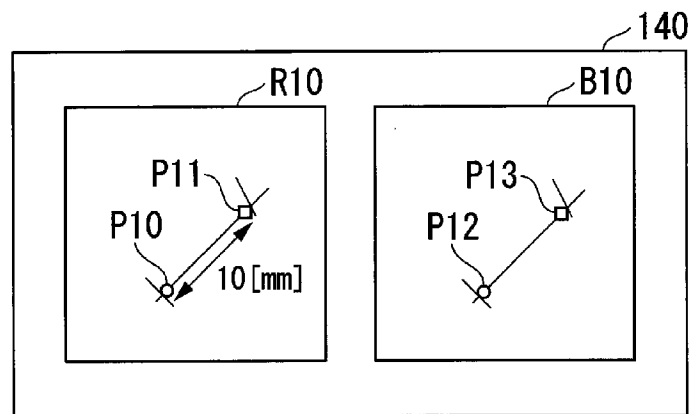
[図21]



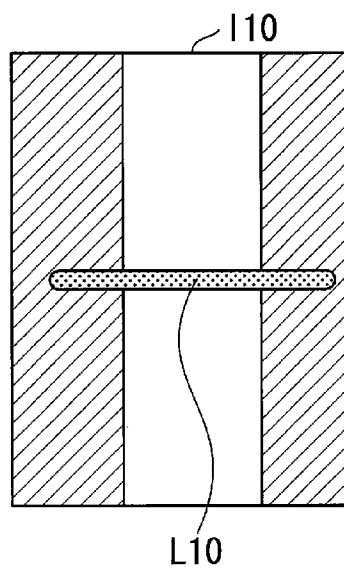
[図22]



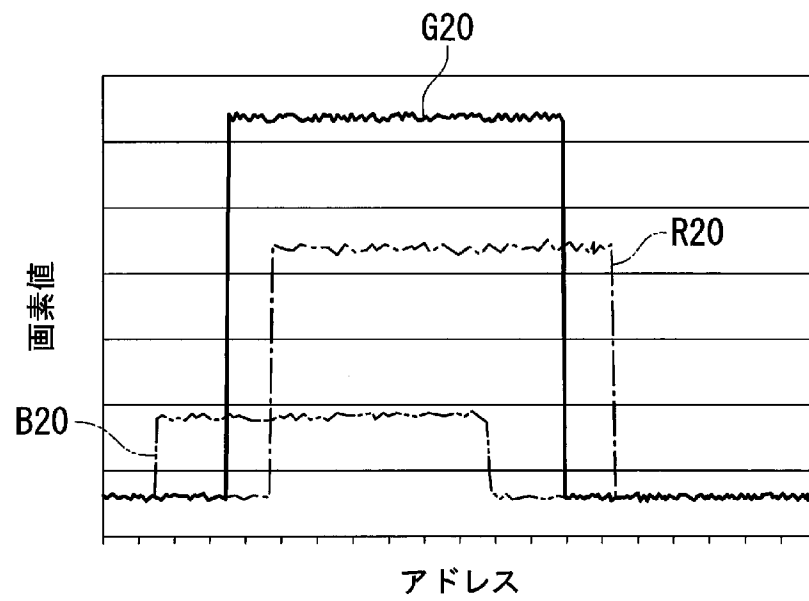
[図23]



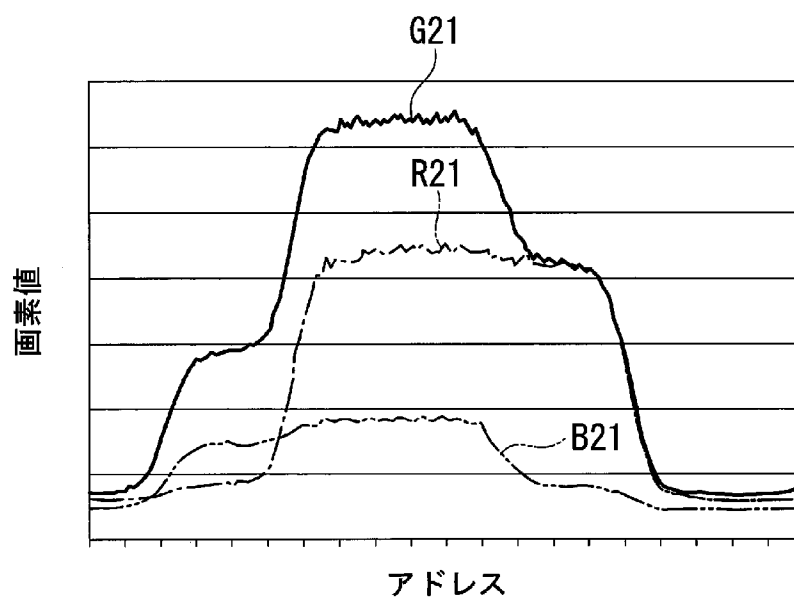
[図24]



[図25]



[図26]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/015698

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N9/07(2006.01)i, G02B23/24(2006.01)i, G02B23/26(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04N9/07, G02B23/24, G02B23/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2013-44806 A (Olympus Corp.), 04 March 2013 (04.03.2013), paragraphs [0017], [0024], [0293] to [0296]; fig. 3, 50 & WO 2013/027504 A1 paragraphs [0015], [0022], [0295] to [0298]; fig. 3, 50	1-3, 10, 11 4-9
A	JP 2015-11058 A (Olympus Corp.), 19 January 2015 (19.01.2015), entire text; all drawings & US 2016/0088277 A1 & WO 2014/208178 A1 & EP 3015892 A1	1-11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
20 June 2017 (20.06.17)

Date of mailing of the international search report
18 July 2017 (18.07.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/015698

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-246052 A (Olympus Corp.), 09 December 2013 (09.12.2013), entire text; all drawings & WO 2013/175816 A1	1-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04N9/07(2006.01)i, G02B23/24(2006.01)i, G02B23/26(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04N9/07, G02B23/24, G02B23/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2013-44806 A（オリンパス株式会社）2013.03.04, 段落 [0017], [0024], [0293] - [0296], 第3,50図 & WO 2013/027504 A1,	1-3, 10, 11
A	段落 [0015], [0022], [0295] - [0298], 第3,50図	4-9
A	JP 2015-11058 A（オリンパス株式会社）2015.01.19, 全文, 全図 & US 2016/0088277 A1 & WO 2014/208178 A1 & EP 3015892 A1	1-11
A	JP 2013-246052 A（オリンパス株式会社）2013.12.09, 全文, 全図 & WO 2013/175816 A1	1-11

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

20.06.2017

国際調査報告の発送日

18.07.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

鈴木 明

5 V

9185

電話番号 03-3581-1101 内線 3571