

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5582935号
(P5582935)

(45) 発行日 平成26年9月3日(2014.9.3)

(24) 登録日 平成26年7月25日(2014.7.25)

(51) Int. Cl. F 1
G06T 3/00 (2006.01) G06T 3/00 300
H04N 5/232 (2006.01) H04N 5/232 Z

請求項の数 10 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2010-212028 (P2010-212028)
 (22) 出願日 平成22年9月22日 (2010.9.22)
 (65) 公開番号 特開2012-68802 (P2012-68802A)
 (43) 公開日 平成24年4月5日 (2012.4.5)
 審査請求日 平成24年12月7日 (2012.12.7)

(73) 特許権者 306037311
 富士フイルム株式会社
 東京都港区西麻布2丁目26番30号
 (74) 代理人 110000877
 龍華国際特許業務法人
 (72) 発明者 小野 修司
 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
 富士フイルム株式会社内
 審査官 ▲広▼島 明芳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像モジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1波長域の光を結像する第1光学系と、
 第2波長域の光を結像し、前記第1光学系とは焦点位置が異なる第2光学系と、
 被写体からの光を前記第1光学系を通じて受光する複数の受光素子を有する第1受光部と、

前記被写体からの光を前記第2光学系を通じて受光する複数の受光素子を有する第2受光部と、

前記第1受光部により撮像された前記被写体の第1画像と、前記第2受光部により撮像された前記被写体の第2画像とを合成した合成画像を生成する画像処理部とを備え、

前記画像処理部は、前記第1画像および前記第2画像のうち前記被写体に対してより合焦した画像を合焦画像として選択して、選択した前記合焦画像から抽出したエッジ成分を、前記第1波長域および前記第2波長域にわたる輝度成分として有する前記合成画像を生成する撮像モジュール。

【請求項2】

前記画像処理部は、予め定められた値より高い空間周波数の空間周波数成分を前記第1画像および前記第2画像のそれぞれから抽出し、抽出した前記空間周波数成分のうち最も強い信号強度の空間周波数成分を選択して、選択した前記最も強い信号強度の空間周波数

成分を、前記第 1 画像および前記第 2 画像のうち前記最も強い信号強度の空間周波数成分が抽出された画像である前記合焦画像以外の画像の空間周波数成分として、空間周波数領域で合成することにより、前記合成画像を生成する

請求項 1 に記載の撮像モジュール。

【請求項 3】

前記画像処理部は、画像領域毎に前記合焦画像を選択し、選択した合焦画像から抽出したエッジ成分を、前記合焦画像以外の画像に画像領域毎に合成することにより、前記合成画像を生成する

請求項 1 または 2 に記載の撮像モジュール。

【請求項 4】

前記第 1 光学系は、前記被写体からの光を結像する第 1 レンズを有し、前記第 1 受光部は、前記被写体からの光のうち前記第 1 波長域の光を通過する第 1 波長フィルタを有し、

前記第 2 光学系は、前記被写体からの光を結像する第 2 レンズを有し、前記第 2 受光部は、前記被写体からの光のうち前記第 2 波長域の光を通過する第 2 波長フィルタを有する
請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の撮像モジュール。

【請求項 5】

前記第 1 レンズは軸上色収差を有し、

前記第 2 レンズは、前記第 1 レンズと略同一の結像特性を有する

請求項 4 に記載の撮像モジュール。

【請求項 6】

第 3 波長域の光を結像し、前記第 1 光学系および前記第 2 光学系のいずれとも焦点位置が異なる第 3 光学系と、

被写体からの光を前記第 3 光学系を通じて受光する複数の受光素子を有する第 3 受光部とをさらに備え、

前記画像処理部は、前記第 1 画像、前記第 2 画像および前記第 3 受光部が撮像した第 3 画像のうち前記被写体に対して最も合焦した画像を前記合焦画像として選択して、選択した前記合焦画像から抽出したエッジ成分を、前記第 1 波長域、前記第 2 波長域および前記第 3 波長域にわたる輝度成分として有する前記合成画像を生成する

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の撮像モジュール。

【請求項 7】

前記第 1 受光部、前記第 2 受光部および前記第 3 受光部がそれぞれ有する前記複数の受光素子は同一基板上に設けられる

請求項 6 に記載の撮像モジュール。

【請求項 8】

前記第 1 光学系は複数設けられ、複数の前記第 1 光学系は、互いに焦点位置が異なり、

前記第 1 受光部は、前記複数の第 1 光学系に対応して複数設けられ、

前記画像処理部は、複数の前記第 1 受光部により撮像された複数の前記第 1 画像、前記第 2 画像および前記第 3 画像のうち前記被写体に対して最も合焦した画像を前記合焦画像として選択して、選択した前記合焦画像から抽出したエッジ成分を、前記第 1 波長域、前記第 2 波長域および前記第 3 波長域にわたる輝度成分として有する前記合成画像を生成する

請求項 6 または 7 に記載の撮像モジュール。

【請求項 9】

前記第 1 波長域は、G の波長域である

請求項 8 に記載の撮像モジュール。

【請求項 10】

請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の撮像モジュールを備え、前記撮像モジュールにより被写体を撮像する撮像装置。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像モジュールおよび撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

色収差に関して例えば下記非特許文献1および特許文献1-4に記載の技術が知られている。

非特許文献1 F. Guichard, H. P. Nguyen, R. Tessieres, M. Pyanet, I. Tarchouna, and F. Cao., "Extended depth-of-field using sharpness transport across color channels", Proceedings of SPIE Novel Optical System Design and Optimization XI, vol. 7061, pp. 706 105-70 612, 2088.

特許文献1 特表2004-535033号公報

特許文献2 国際公開第2006/095110号

特許文献3 特表2008-532449号公報

特許文献4 特開平5-048833号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

軸上色収差を考慮しつつ深い焦点深度を得るには高度なレンズ設計を要するという課題があった。

【課題を解決するための手段】

【0004】

上記課題を解決するために、本発明の一態様においては、撮像モジュールであって、第1波長域の光を結像する第1光学系と、第2波長域の光を結像し、第1光学系とは焦点位置が異なる第2光学系と、被写体からの光を第1光学系を通じて受光する複数の受光素子を有する第1受光部と、被写体からの光を第2光学系を通じて受光する複数の受光素子を有する第2受光部と、第1受光部により撮像された被写体の第1画像と、第2受光部により撮像された被写体の第2画像とを合成した合成画像を生成する画像処理部とを備え、画像処理部は、第1画像および第2画像のうち被写体に対してより合焦した合焦画像から抽出したエッジ成分を、第1波長域および第2波長域にわたる輝度成分として有する合成画像を生成する。

【0005】

画像処理部は、予め定められた値より高い空間周波数の空間周波数成分を合焦画像から抽出し、抽出した空間周波数成分を、第1画像および第2画像のうちの他の画像に合成することにより、合成画像を生成してよい。

【0006】

画像処理部は、画像領域毎に合焦画像を選択し、選択した合焦画像から抽出したエッジ成分を、画像領域毎に他の画像に合成することにより、合成画像を生成してよい。画像処理部は、第1画像および第2画像からそれぞれ抽出された空間周波数成分に基づいて、合焦画像を選択してよい。

【0007】

第1光学系は、被写体からの光を結像する第1レンズを有し、第1受光部は、被写体からの光のうち第1波長域の光を通過する第1波長フィルタを有し、第2光学系は、被写体からの光を結像する第2レンズを有し、第2受光部は、被写体からの光のうち第2波長域の光を通過する第2波長フィルタを有してよい。

【0008】

第1レンズは軸上色収差を有し、第2レンズは、第1レンズと略同一の結像特性を有してよい。

【0009】

第3波長域の光を結像し、第1光学系および第2光学系のいずれとも焦点位置が異なる

10

20

30

40

50

第3光学系と、被写体からの光を第3光学系を通じて受光する複数の受光素子を有する第3受光部とをさらに備え、画像処理部は、第1画像、第2画像および第3受光部が撮像した第3画像のうち被写体に対して最も合焦した画像から抽出したエッジ成分を、第1波長域、第2波長域および第3波長域にわたる輝度成分として有する合成画像を生成してよい。

【0010】

第1受光部、第2受光部および第3受光部がそれぞれ有する複数の受光素子は同一基板上に設けられてよい。

【0011】

第1光学系は複数設けられ、複数の第1光学系は、互いに焦点位置が異なり、第1受光部は、複数の第1光学系に対応して複数設けられ、画像処理部は、複数の第1受光部により撮像された複数の第1画像、第2画像および第3画像のうち被写体に対して最も合焦した画像から抽出したエッジ成分を、第1波長域、第2波長域および第3波長域にわたる輝度成分として有する合成画像を生成してよい。第1波長域は、Gの波長域であってよい。

10

【0012】

なお、上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではない。また、これらの特徴群のサブコンビネーションもまた、発明となりうる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】撮像装置100のブロック構成の一例を模式的に示す図である。

20

【図2】撮像モジュールのブロック構成の一例を模式的に示す図である。

【図3】画像処理部340による画像処理の一例を模式的に示す図である。

【図4】高周波成分の加算処理の一例を模式的に示す図である。

【図5】画像領域毎の画像処理の一例を模式的に示す図である。

【図6】他の構成に係る撮像装置600の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は特許請求の範囲にかかる発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

30

【0015】

図1は、撮像装置100のブロック構成の一例を模式的に示す。本実施形態に係る撮像装置100は、実効的に深い被写界深度を持つ撮像装置を提供することを目的とする。撮像装置100は、第1撮像系101、第2撮像系102、第3撮像系103、画像信号生成部170および記録部180を備える。第1撮像系101、第2撮像系102、第3撮像系103、および、画像信号生成部170は、撮像装置100に組み込まれる撮像モジュールとして機能してよい。

【0016】

第1撮像系101は、緑に属する波長域の光であるG光で被写体を撮像する。第2撮像系102は、青に属する波長域の光であるB光で被写体を撮像する。第3撮像系103は、赤に属する波長域の光であるR光で被写体を撮像する。G光、B光およびR光は、それぞれ第1波長域の光、第2波長域の光および第3波長域の光の一例とする。このように、第1撮像系101、第2撮像系102および第3撮像系103は、互いに撮像光軸の位置が異なり、互いに異なる波長域で被写体を撮像する。

40

【0017】

第1撮像系101は、G光を結像する第1光学系115、および、被写体からの光を第1光学系115を通じて受光する第1受光部119を有する。第1光学系115は、被写体からの光を結像する第1レンズ110、および、第1光学系115を通過する光の量を調整する第1絞り部112を持つ。第1受光部119は、被写第1レンズ110により結像された被写体光のうちG光を受光して、被写体を撮像する。

50

【 0 0 1 8 】

第2撮像系102および第3撮像系103も、第1撮像系101が有する光学要素と類似の機能を持つ光学要素を有する。具体的には、第2撮像系102は、B光を結像する第2光学系125、および、被写体からの光を第2光学系125を通じて受光する第2受光部129を有する。第2光学系125は、第2レンズ120および第2絞り部122を持つ。第3撮像系103は、B光を結像する第3光学系135、および、被写体からの光を第3光学系135を通じて受光する第3受光部139を有する。第3光学系135は、第3レンズ130および第3絞り部132を持つ。

【 0 0 1 9 】

第2レンズ120および第3レンズ130は、第1レンズ110に対応する光学要素であり、第2絞り部122および第3絞り部132は、第1絞り部112に対応する光学要素である。第2光学系125及び第3光学系135は、それぞれ青に属する波長域および赤に属する波長域に対して光学設計されている。特に、第2光学系125は、第1光学系115とは焦点位置が異なる。また、第3光学系135は、第1光学系115および第2光学系125のいずれとも焦点位置が異なる。具体的には、特定の物点からのG光、B光およびR光について、第1光学系115によるG光の結像位置と、第2光学系125によるB光の結像位置と、第3光学系135によるR光の結像位置とが、互いに異なる。例えば、軸上色収差を有するレンズを第1レンズ110として用い、第1レンズ110と略同一の結像特性を有するレンズを第2レンズ120として用いるだけでも、波長域の違いによって結像位置が異なることとなる。

【 0 0 2 0 】

第2受光部129および第3受光部139は、第1受光部119に対応する光学要素である。第2受光部129および第3受光部139は、それぞれB光およびR光で被写体を撮像する点を除き、第1受光部119と略同様の機能を持つ。

【 0 0 2 1 】

第1撮像系101、第2撮像系102および第3撮像系103は、同一被写体をそれぞれ対応する波長域の光で撮像して、それぞれG成分画像、B成分画像およびR成分画像を生成する。画像信号生成部170は、第1撮像系101、第2撮像系102および第3撮像系103から、それぞれG成分画像、B成分画像およびR成分画像を示す撮像信号を取得する。

【 0 0 2 2 】

画像信号生成部170は、第1撮像系101、第2撮像系102および第3撮像系103から取得したG成分画像、B成分画像およびR成分画像の中から、被写体に最も合焦した画像である合焦画像を選択する。そして、画像信号生成部170は、合焦画像からエッジ成分を抽出する。画像信号生成部170は、抽出したエッジ成分を他の2つの画像のエッジ成分として重畳することによって、合焦していない他の2つの画像のエッジ成分を復元する。画像信号生成部170は、エッジ成分を重畳して得られた2つの画像の画像信号と、合焦画像を示す画像信号とを色合成して、出力画像を示す画像信号を生成する。

【 0 0 2 3 】

記録部180は、画像信号生成部170が生成した画像信号を記録する。記録部180は、画像信号生成部170から供給された画像信号が示す画像を、不揮発性メモリに記録してよい。当該不揮発性メモリは、記録部180が有してよい。また、当該不揮発性メモリは、撮像装置100に対して着脱可能に設けられた外部メモリであってよい。記録部180は、撮像装置100の外部に画像を出力してもよい。

【 0 0 2 4 】

撮像装置100によれば、特定の光学系で合焦した画像を得ることができた場合には、当該画像のエッジ成分を用いて、他の画像のエッジ成分を強調することができる。このため、広い範囲の波長域にわたってエッジの効いた出力画像を生成することができる。したがって、撮像装置100によると、第1光学系115、第2光学系125および第3光学系135のうちのいずれか一の光学系の被写体深度内に位置する被写体を、撮像装置10

10

20

30

40

50

0の被写界深度内の被写体とみなすことができる。このため、撮像装置100によれば、各光学系の個々の被写界深度よりも遙かに深い被写界深度を実効的に得ることができる。

【0025】

一の結像レンズを用いて深い被写界深度を確保しつつ広い波長域にわたり軸上色収差を良好に補正するためには、高度な光学設計を要する。また、一の結像レンズを用いて波長域間で焦点位置を異ならせる場合も、各波長域光を良好に結像させつつ軸上色収差を意図的に制御しなければならず、極めて高度な光学設計を要する。一方、撮像装置100によれば、対応する特定の波長域について各光学系を設計すればよい。このように、撮像装置100によれば、色収差に関する高度な光学設計をせずとも、良好な結像特性を持ち、かつ、意図された合焦距離を持つ光学系を設計することができる。このため、高度な光学設計をすることなく、被写界深度を実効的に深くすることができる。

10

【0026】

なお、撮像装置100は、カメラ機能付きの携帯電話、デジタルカメラなどの撮像機器であってよい。第1撮像系101、第2撮像系102、第3撮像系103および画像信号生成部170を有する撮像モジュールは、これらの撮像機器用のカメラモジュールとして提供することができる。

【0027】

図2は、撮像装置100が有する撮像モジュールのブロック構成の一例を模式的に示す。ここでは、第1撮像系101、第2撮像系102および第3撮像系103のブロック構成が、画像信号生成部170のブロック構成とともに模式的に示される。

20

【0028】

画像信号生成部170は、読み出し部310および画像処理部340を有する。第1レンズ110、第2レンズ120および第3レンズ130は、互いに平行な光軸を持つ。すなわち、第1撮像系101、第2撮像系102、および、第3撮像系103の撮像光軸は、互いに平行であり、各撮像系は、撮像光軸に垂直な面内で、互いに撮像光軸の位置を異ならせて設けられる。第1撮像系101が有する第1受光部119、第2撮像系102が有する第2受光部129、および、第3撮像系103が有する第3受光部139は、受光部309として一体に設けられる。

【0029】

第1受光部119は、第1カラーフィルタアレイ116および第1受光素子アレイ118を含む。第2受光部129は、第2カラーフィルタアレイ126および第2受光素子アレイ128を含む。第3受光部139は、第3カラーフィルタアレイ136および第3受光素子アレイ138を含む。

30

【0030】

第1撮像系101が持つ光学構成について説明する。第1レンズ110は結像レンズである。第1光学系115を通過する光は、第1絞り部112の開口部を通過するものに制限される。

【0031】

第1カラーフィルタアレイ116は、緑の波長域の光を選択的に透過する複数のカラーフィルタを含む。第1カラーフィルタアレイ116は、被写体からの光のうち第1波長域の光を透過する第1波長フィルタの一例とする。第1受光素子アレイ118は、被写体からの光を第1光学系115を通じて受光する複数の受光素子を含む。第1受光素子アレイ118aが含む複数の受光素子は、第1カラーフィルタアレイ116aが含む複数のカラーフィルタに対応して設けられる。各受光素子は、第1カラーフィルタアレイ116に入射した被写体光のうち、対応するカラーフィルタを透過した光を受光する。各受光素子は、受光した光の量に応じた強度の撮像信号を出力する。このように、第1受光素子アレイ118は、第1レンズ110により結像された被写体光により撮像する複数の受光素子を有する。

40

【0032】

第2撮像系102および第3撮像系103が持つ光学構成について説明する。第2レン

50

ズ120および第3レンズ130は、それぞれ結像レンズである。第2光学系125を通過する光は、第2絞り部122の開口部を通過するものに制限される。第3光学系135を通過する光は、第3絞り部132の開口部を通過するものに制限される。

【0033】

第2カラーフィルタレイ126は、青の波長域の光を選択的に透過する複数のカラーフィルタを含む。第2カラーフィルタレイ126は、被写体からの光のうち第2波長域の光を通過する第2波長フィルタの一例とする。第3カラーフィルタレイ136は、赤の波長域の光を選択的に透過する複数のカラーフィルタを含む。第3カラーフィルタレイ136は、被写体からの光のうち第3波長域の光を通過する第3波長フィルタの一例とする。

10

【0034】

第2受光部129は、被写体からの光を第2光学系125を通じて受光する複数の受光素子を有する。具体的には、第2受光素子レイ128は、第2カラーフィルタレイ126を通じて被写体光を受光する。その他の点では、第2受光素子レイ128は第1受光素子レイ118と略同一の光学構成を持つので、説明を省略する。第3受光部139は、被写体からの光を第3光学系135を通じて受光する複数の受光素子を有する。具体的には、第3受光素子レイ138は、第3カラーフィルタレイ136を通じて被写体光を受光する。その他の点では、第3受光素子レイ138は第1受光素子レイ118と略同一の光学構成を持つので、説明を省略する。

【0035】

20

受光部309の光学構成について説明する。第1受光部119、第2受光部129および第3受光部139がそれぞれ有する複数の受光素子は、同一平面上に設けられる。例えば、第1受光素子レイ118が有する複数の受光素子、第2受光素子レイ128が有する複数の受光素子、および、第3受光素子レイ138が有する複数の受光素子は、同一基板上に形成される。例えば、各受光素子は、同一プロセスで同一基板の一面に同時に形成される。また、第1カラーフィルタレイ116、第2カラーフィルタレイ126、および、第3カラーフィルタレイ136が有する複数のカラーフィルタも、対応する受光素子の上部に同一プロセスで同時に形成される。これにより、第1受光部119、第2受光部129および第3受光部139を一体に含む1つの受光部309が製造される。第1受光部119の撮像面、第2受光部129の撮像面、および第3受光部139の撮像面は、当該受光部309が持つ撮像面の部分領域となる。このように、第1受光部119、第2受光部129および第3受光部139がそれぞれ有する複数の受光素子は、同一基板上に設けられる。そして、第1撮像系101、第2撮像系102および第3撮像系103は、基板上の対応する領域に形成された複数の受光素子で被写体を撮像する。なお、第1受光部119、第2受光部129および第3受光部139は、互いに別個に製造して組み付けられてもよい。

30

【0036】

各撮像系が備える複数の受光素子は実質的に同時に露光される。各受光素子が露光されると、読み出し部310は、当該複数の受光素子から、撮像信号を読み出す。読み出し部310は、複数の受光素子と同一基板上に形成された読み出し回路を有してよい。当該読み出し回路は、各撮像系に対して1つ設けられ、1つの読み出し回路が、各撮像系が備える複数の受光素子から、撮像信号を順次を読み出してよい。なお、当該読み出し回路は、各撮像系に対してそれぞれ別個に設けられてもよい。

40

【0037】

各撮像系が備える複数の受光素子は、MOS型撮像素子を形成してよい。各受光素子が同一プロセスで同一基板の一面に形成されMOS型撮像素子として実装されている場合、読み出し部310は、各撮像系が備える光学系毎に、部分的に読み出しをすることができる。各撮像系が含む複数の受光素子は、MOS型撮像素子の他、CCD型撮像素子などの固体撮像素子として実装されてよい。

【0038】

50

読み出し部 310 が各撮像系が備える受光素子から読み出した撮像信号は、画像処理部 340 に供給される。画像処理部 340 は、第 1 受光部 119 により撮像された被写体の画像である G 成分画像と、第 2 受光部 129 により撮像された被写体の画像である B 成分画像と、第 3 受光部 139 により撮像された被写体の画像である R 成分画像に対して、上述したエッジ合成処理を施す。そして、画像処理部 340 は、G 成分画像と、B 成分画像と、R 成分画像とを合成した合成画像を生成して、記録部 180 に出力する。画像処理部 340 による各波長成分画像に対する具体的な画像処理については、後述する。

【0039】

図 3 は、画像処理部 340 による画像処理の一例を模式的に示す。ここでは、撮像装置 100 から特定の距離に位置する被写体を取り上げて説明する。本被写体からの G 光は、第 1 レンズ 110 によって第 1 受光部 119 の位置に結像されるとする。

【0040】

説明を分かり易くすることを目的として、第 1 レンズ 110、第 2 レンズ 120 および第 3 レンズ 130 は、同一波長域の光に対して略同一の結像特性を持つとする。第 1 レンズ 110 が有する第 1 受光素子アレイ 118 は、第 1 カラーフィルタアレイ 116 が透過した G 光を選択的に受光することができるが、R 光および B 光のいずれも実質的には受光しない。このため、第 1 受光部 119 の第 1 受光素子アレイ 118 が生成する G 成分画像は、鮮明な被写体像を示す。

【0041】

第 2 レンズ 120 は、被写体からの B 光を第 2 受光部 129 より手前の位置に結像する。第 2 受光部 129 が有する第 2 受光素子アレイ 128 は、第 2 カラーフィルタアレイ 126 が透過した B 光を選択的に受光することができるが、G 光および R 光のいずれも実質的には受光しない。このため、第 2 受光部 129 の第 2 受光素子アレイ 128 が生成する B 成分画像は、G 成分画像と比較すると不鮮明な被写体像を示す。

【0042】

第 3 レンズ 130 は、被写体からの G 光を第 3 受光部 139 より遠方に結像する。第 3 受光部 139 が有する第 3 受光素子アレイ 138 は、第 3 カラーフィルタアレイ 136 が透過した R 光を選択的に受光することができるが、G 光および B 光のいずれも実質的には受光しない。このため、第 3 受光部 139 の第 3 受光素子アレイ 138 が生成する R 成分画像は、G 成分画像と比較すると不鮮明な被写体像を示す。

【0043】

この場合、画像処理部 340 は、G 成分画像を合焦画像として選択する。G 成分画像は B 成分画像および R 成分画像よりも鮮明な被写体像を提供できるので、画像処理部 340 は、G 成分画像を、G 成分画像 G' として生成する。

【0044】

画像処理部 340 は、合焦画像のエッジ成分を用いて B 成分画像 B' および R 成分画像 R' を生成する。具体的には、画像処理部 340 は、合焦画像である G 画像成分からハイパスフィルタ H で高周波成分を抽出する。G 成分画像の画像信号、B 成分画像の画像信号および R 成分画像の画像信号につき、画像信号 C に対するハイパスフィルタ処理を $H(C)$ で表すとすれば、抽出された高周波成分は $H(G)$ で表される。画像処理部 340 は、 $B + H(G)$ の加算によって、B 成分画像 B' を生成する。また、画像処理部 340 は、 $R + H(G)$ の加算によって、R 成分画像 R' を生成する。このように、画像処理部 340 は、合焦画像から抽出したエッジ成分を、B 成分画像に合成することにより、B 成分の画像である B 成分画像 B' を生成する。また、画像処理部 340 は、合焦画像から抽出したエッジ成分を、R 成分画像に合成することにより、R 成分の画像である R 成分画像 R' を生成する。

【0045】

そして、画像処理部 340 は、G 成分画像 G' の画像信号、B 成分画像 B' の画像信号および R 成分画像 R' の画像信号を輝度信号 Y および色信号 C に変換する。画像処理部 340 は、輝度信号 Y および色信号 C を記録部 180 に出力する。輝度信号 Y には、合焦画像

10

20

30

40

50

から抽出したエッジ成分を輝度成分として含む。このように、画像処理部340は、G成分画像、B成分画像およびR成分画像のうち最も合焦した合焦画像から抽出したエッジ成分を、Bの波長域、Gの波長域およびRの波長域にわたる輝度成分として有する合成画像を生成する。

【0046】

ここでは画像処理部340がRGBの画像信号を輝度信号Yおよび色信号Cに変換して出力するとしたが、画像処理部340は、G成分画像G'の画像信号、B成分画像B'の画像信号およびR成分画像R'の画像信号を、RGB信号として出力してよい。RGB信号から輝度信号を定義することができるので、当該RGB信号も、Bの波長域、Gの波長域およびRの波長域にわたる輝度成分として有する合成画像の画像信号に相当する。すなわち、合成画像は、R成分画像R'、G成分画像G'およびB成分画像B'の集合を含む概念である。

10

【0047】

本図の例では、被写体からのG光が、第1レンズ110によって第1受光部119に焦点を結ぶとした。より撮像装置100に近い位置の被写体、特に、B光が第2受光部129の位置に焦点を結ぶ被写体については、最も強い高周波成分を持つ被写体像はB成分画像から得ることができる。したがって、画像処理部340は、B成分画像を合焦画像として選択して、B成分画像をB成分画像B'として生成する。そして、画像処理部340は、 $G + H(B)$ の加算によって、G成分画像G'を生成する。また、画像処理部340は、 $R + H(B)$ の加算によって、R成分画像R'を生成する。

20

【0048】

より撮像装置100から離れた位置の被写体、特に、R光が第3受光部139の位置に焦点を結ぶ被写体については、最も強い高周波成分を持つ被写体像はR成分画像から得ることができる。したがって、画像処理部340は、R成分画像を合焦画像として選択して、R成分画像をR成分画像R'として生成する。そして、画像処理部340は、 $G + H(R)$ の加算によって、G成分画像G'を生成する。また、画像処理部340は、 $B + H(R)$ の加算によって、B成分画像B'を生成する。

【0049】

撮像装置100によれば、B光が第2受光部129の位置に焦点を結ぶ被写体、G光が第1受光部119の位置に焦点を結ぶ被写体、および、R光が第3受光部139の位置に焦点を結ぶ被写体を、鮮明な被写体像として提供することができる。第1レンズ110の被写界深度の前端を、第2レンズ120の被写界深度の後端と一致させ、第1レンズ110の被写界深度の後端を、第3レンズ130の被写界深度の前端と一致させるように各レンズの被写界深度および合焦距離を設計すれば、第2レンズ120の前端から第3レンズ130の後端までを、撮像装置100の被写界深度とみなすことができる。また、第1レンズ110、第2レンズ120および第3レンズ130を、それぞれGの波長域、Bの波長域およびRの波長域を考慮して設計すればよい。このため、B~Rにわたる波長域を考慮して色収差設計をする場合と比較すれば、被写界深度および合焦距離を上述のように調整することは極めて容易である。したがって、撮像装置100によれば、高度な光学設計を要せずとも、各光学系の個々の被写界深度よりも遙かに深い被写界深度を得ることができる。

30

40

【0050】

図4は、画像処理部340による高周波成分の加算処理の一例を模式的に示す。ここでも図3に関連して説明したように、G光が第1受光部119に焦点を結ぶ被写体を取り上げる。画像処理部340は、G成分画像、B成分画像およびR成分画像から、それぞれ予め定められた値より高い空間周波数領域の周波数成分を抽出する。第1レンズ110によって被写体からのG光が第1受光部119に結像される場合、図示されるように、G成分画像から最も強い信号強度の高周波成分を得られる。B成分画像およびR成分画像からは、G成分画像から抽出される高周波成分の信号強度よりも弱い強度の高周波成分が抽出される。

50

【 0 0 5 1 】

画像処理部 3 4 0 は、G 成分画像、B 成分画像および R 成分画像のうち、予め定められた値より高い空間周波数領域で最も強い強度の周波数成分が抽出される G 成分画像を、合焦画像として選択する。そして、画像処理部 3 4 0 は、G 成分画像から抽出した高周波成分を、空間周波数領域で B 画像成分に合成することにより、G 成分画像 G' を生成する。また、画像処理部 3 4 0 は、G 成分画像から抽出した高周波成分を、空間周波数領域で R 画像成分に合成することにより、R 成分画像 R' を生成する。

【 0 0 5 2 】

このように、画像処理部 3 4 0 は、G 成分画像、B 成分画像および R 成分画像からそれぞれ抽出された空間周波数成分に基づいて、合焦画像を選択する。具体的には、画像処理部 3 4 0 は、G 成分画像、B 成分画像および R 成分画像のうち、予め定められた値より高い空間周波数においてより強い強度の空間周波数成分が抽出された画像を、合焦画像としてより優先して選択する。そして、画像処理部 3 4 0 は、予め定められた値より高い空間周波数の空間周波数成分を合焦画像から抽出し、抽出した空間周波数成分を、第 1 画像および第 2 画像のうちの他の画像に合成することにより、合成画像を生成する。

【 0 0 5 3 】

なお、G 成分画像、B 成分画像および R 成分画像の信号強度は、被写体が持つ色に応じて異なる場合がある。したがって、合焦画像を選択する場合に、画像処理部 3 4 0 は、空間周波数成分を規格化して、規格化した空間周波数成分に基づき、予め定められた値より高い空間周波数においてより強い強度の空間周波数成分が抽出された画像を、合焦画像としてより優先して選択する。例えば、画像処理部 3 4 0 は、空間周波数を抽出する画素ブロックの平均輝度値で波長域毎に空間周波数成分を規格化してよい。これにより、合焦画像をより正確に選択することができる。

【 0 0 5 4 】

図 5 は、画像処理部 3 4 0 による画像領域毎の画像処理の一例を模式的に示す。ここでは、撮像装置 1 0 0 に最も近い位置に存在する近距離被写体と、最も撮像装置 1 0 0 から遠い位置に存在する遠距離被写体と、近距離被写体および遠距離被写体の中間に位置する中距離被写体とを取り上げる。説明を分かり易くすべく、近距離被写体からの B 光は第 2 レンズ 1 2 0 によって第 2 受光部 1 2 9 の位置に焦点を結ぶとする。そして、中距離被写体からの G 光および遠距離被写体からの R 光は、それぞれ第 1 受光部 1 1 9 および第 3 受光部 1 3 9 の位置に焦点を結ぶとする。

【 0 0 5 5 】

近距離被写体の像は、B 成分画像 5 2 0、G 成分画像 5 1 0 および R 成分画像 5 3 0 に、それぞれ近距離被写体像 5 2 2、近距離被写体像 5 1 2 および近距離被写体像 5 3 2 として含まれる。このうち、B 成分画像 5 2 0 に含まれる近距離被写体像 5 2 2 が、最も鮮明な像となる。したがって、画像処理部 3 4 0 は、近距離被写体像が存在する画像領域の合焦画像として、B 成分画像 5 2 0 を選択する。そして、画像処理部 3 4 0 は、G 波長域の深度拡大画像 5 6 0 を生成する場合に、近距離被写体像 5 2 2 から抽出した高周波成分を近距離被写体像 5 1 2 に合成することにより、近距離被写体像が存在する画像領域の画像である近距離被写体像 5 6 2 を生成する。具体的には、画像処理部 3 4 0 は、G + H (B) の処理により、近距離被写体像 5 6 2 を生成する。また、画像処理部 3 4 0 は、R 波長域の深度拡大画像 5 8 0 を生成する場合に、当該高周波成分を近距離被写体像 5 3 2 に合成することにより、近距離被写体像 5 8 2 を生成する。具体的には、画像処理部 3 4 0 は、R + H (B) の処理により、近距離被写体像 5 8 2 を生成する。また、画像処理部 3 4 0 は、近距離被写体像 5 2 2 を、B 成分の深度拡大画像 5 7 0 の近距離被写体像 5 7 2 として生成する。

【 0 0 5 6 】

中距離被写体の像は、B 成分画像 5 2 0、G 成分画像 5 1 0 および R 成分画像 5 3 0 に、それぞれ中距離被写体像 5 2 4、中距離被写体像 5 1 4 および中距離被写体像 5 3 4 として含まれる。このうち、G 成分画像 5 1 0 に含まれる中距離被写体像 5 1 4 が、最も鮮

10

20

30

40

50

明な像となる。したがって、画像処理部340は、中距離被写体像が存在する画像領域の合焦画像として、G成分画像510を選択する。そして、画像処理部340は、B波長域の深度拡大画像570を生成する場合に、中距離被写体像514から抽出した高周波成分を中距離被写体像524に合成することにより、中距離被写体像が存在する画像領域の画像である中距離被写体像574を生成する。具体的には、画像処理部340は、 $B + H(G)$ の処理により、中距離被写体像574を生成する。また、画像処理部340は、R波長域の深度拡大画像580を生成する場合に、当該高周波成分を中距離被写体像534に合成することにより、中距離被写体像584を生成する。具体的には、画像処理部340は、 $R + H(G)$ の処理により、中距離被写体像584を生成する。また、画像処理部340は、中距離被写体像514を、深度拡大画像560の中距離被写体像564として生成する。

10

【0057】

遠距離被写体の像は、B成分画像520、G成分画像510およびR成分画像530に、それぞれ遠距離被写体像526、遠距離被写体像516および遠距離被写体像536として含まれる。このうち、R成分画像530に含まれる遠距離被写体像536が、最も鮮明な像となる。したがって、画像処理部340は、遠距離被写体像が存在する画像領域の合焦画像として、R成分画像530を選択する。そして、画像処理部340は、B波長域の深度拡大画像570を生成する場合に、遠距離被写体像536から抽出した高周波成分を遠距離被写体像526に合成することにより、遠距離被写体像が存在する画像領域の画像である遠距離被写体像576を生成する。具体的には、画像処理部340は、 $B + H(R)$ の処理により、遠距離被写体像576を生成する。また、画像処理部340は、G波長域の深度拡大画像560を生成する場合に、当該高周波成分を遠距離被写体像516に合成することにより、遠距離被写体像566を生成する。具体的には、画像処理部340は、 $G + H(R)$ の処理により、遠距離被写体像566を生成する。また、画像処理部340は、遠距離被写体像536を、深度拡大画像580の遠距離被写体像586として生成する。

20

【0058】

このように、画像処理部340は、画像領域毎に合焦画像を選択し、選択した合焦画像から抽出したエッジ成分を、画像領域毎に他の画像に合成することにより、合成画像を生成する。これにより、撮像装置100は、深度拡大画像560、深度拡大画像570および深度拡大画像580のいずれにおいても、鮮明な近距離被写体像、中距離被写体像および遠距離被写体像を得ることができる。以上に説明したように、画像処理部340は、G成分画像、B成分画像および画像のうち被写体に対して最も合焦した画像から抽出したエッジ成分を、G波長域、Bの波長域およびRの波長域にわたる輝度成分として有する合成画像を生成することができる。

30

【0059】

以上において、画像処理部340は、最も合焦した色成分画像から抽出した高周波成分を、他の画像に合成するとした。画像処理部340は、2以上の画像からそれぞれ抽出した高周波成分を、他の画像に合成してもよい。例えば、画像処理部340は、 B' 成分を、 $B' = B + a_{B,R} H_{B,R}(R) + a_{B,G} H_{B,G}(G) + a_{B,B} H_{B,B}(B)$ の処理によって生成してよい。ここで $a_{B,i}$ は、B成分の深度拡大画像を生成する場合の、 i で識別される色成分(ただし、 $i = R, G, B$)に対する重みづけ係数であり、 $H_{B,i}$ は、B成分の深度拡大画像を生成する場合の、 i で識別される色成分に適用すべきハイパスフィルタを示す。 B' 成分だけでなく、 G' 成分および R' 成分の生成処理を包括的に示せば、 $C'_i = C_i + a_{i,R} H_{i,R}(C_R) + a_{i,G} H_{i,G}(C_G) + a_{i,B} H_{i,B}(C_B)$ で表すことができる。 C_i は、 i で識別される色成分であり、 C_R 、 C_G および C_B は、上述したR信号、G信号およびB信号に該当する。このように、画像処理部340は、合成対象の波長域に応じた異なる重みづけで、各波長域の深度拡大画像を生成してよい。

40

【0060】

50

以上の説明では、可視光に属するR、GおよびBの3つの波長域を異なる3つのレンズで撮像する場合の撮像装置100の機能構成を説明した。他の態様において、2つの波長域を異なる2つのレンズを通じて撮像する構成を採用することができる。この構成でも画像処理部340は、以上に説明した処理と同様の処理により、合成画像を生成することができる。例えば、当該2つの波長域を第1波長域および第2波長域と呼べば、画像処理部340は、第1波長域の画像および第2波長域の画像のうち被写体に対してより合焦した合焦画像から抽出したエッジ成分を、第1波長域および第2波長域にわたる輝度成分として有する合成画像を生成すればよい。更なる他の態様において、4以上の波長域を異なるレンズを通じて撮像する構成を採用することができる。いずれの態様の撮像装置も、図1から図5にかけて説明した撮像装置100と同様の機能構成で実現することができるので、説明を省略する。

10

【0061】

図6は、他の構成に係る撮像装置600の一例を示す。撮像装置600は、第1撮像系101aおよび第1撮像系101b、第2撮像系102aおよび第2撮像系102b、第3撮像系103aおよび第3撮像系103b、画像信号生成部170および記録部180を備える。第1撮像系101a、第2撮像系102aおよび第3撮像系103aは、それぞれ図1から図5に関連して説明した第1撮像系101、第2撮像系102および第3撮像系103と同じ撮像系であるとする。このため、詳細な説明は省略する。

【0062】

第1撮像系101bは、第1撮像系101aと同様、G光により被写体を撮像する。第1撮像系101bは、第1光学系115bおよび第1受光部119bを有する。第1受光部119bは、第1受光部119aと略同一の光学要素を有するので、説明を省略する。第1光学系115bは、第1レンズ110bおよび第1絞り部112bを含む。ここで、第1光学系115bは、第1レンズ110aとは焦点位置が異なる。具体的には、第1レンズ110bによるG光の焦点位置が、第1レンズ110aによるG光の焦点位置とは異なる。

20

【0063】

第2撮像系102bは、第2撮像系102aと同様、B光により被写体を撮像する。第2撮像系102bは、第2光学系125bおよび第2受光部129bを有する。第2受光部129bは、第2受光部129aと略同一の光学要素を有するので、説明を省略する。第2光学系125bは、第2レンズ120bおよび第2絞り部122bを含む。ここで、第2光学系125bは、第2レンズ120aとは焦点位置が異なる。具体的には、第2レンズ120bによるB光の焦点位置が、第2レンズ120aによるB光の焦点位置とは異なる。

30

【0064】

第3撮像系103bは、第3撮像系103aと同様、R光により被写体を撮像する。第3撮像系103bは、第3光学系135bおよび第3受光部139bを有する。第3受光部139bは、第3受光部139aと略同一の光学要素を有するので、説明を省略する。第3光学系135bは、第3レンズ130bおよび第3絞り部132bを含む。ここで、第3光学系135bは、第3レンズ130aとは焦点位置が異なる。具体的には、第3レンズ130bによるR光の焦点位置が、第3レンズ130aによるR光の焦点位置とは異なる。

40

【0065】

そして、第1レンズ110bによるG光の焦点位置、第1レンズ110aによるG光の焦点位置、第2レンズ120bによるB光の焦点位置、第2レンズ120aによるB光の焦点位置、第3レンズ130bによるR光の焦点位置および第3レンズ130aによるR光の焦点位置は、互いに異なる。そして、画像処理部340は、第1受光部119aおよびbにより撮像された2の画像、第2受光部129aおよびbにより撮像された2の画像、第3受光部139aおよびbにより撮像された2の画像のうち、被写体に対して最も合焦した画像から抽出したエッジ成分を、第1波長域、第2波長域および第3波長域にわた

50

る輝度成分として有する合成画像を生成する。画像処理部340の具体的な合成処理については図1から図5に関連して説明した処理と同様であるので、説明を省略する。

【0066】

本光学構成の撮像装置600によれば、同一波長域につき2つの撮像系を備えるので、被写界深度をより拡大することができる。また、同一波長域の光につき2の画像を得ることができる。このため、画像処理部340は、合焦画像から抽出したエッジ成分を特定波長域の光で撮像された画像に合成する場合に、特定波長域の光で撮像された2の画像のうち、より合焦している画像に当該エッジ成分を合成してよい。このため、各色成分につき、より鮮明な被写体像を得ることができる場合がある。

【0067】

本図の例では、3の波長域のそれぞれについて2の撮像系を有するとした。他にも、1の波長域につき2の撮像系を有する構成を採用して、他の波長域については1の撮像系を有する構成を採用することができる。例えば、撮像装置600が、第1撮像系101a、第1撮像系101b、第2撮像系102aおよび第3撮像系103aの撮像系を備える構成を採用することができる。また、同一波長域について3以上の撮像系を備える構成を採用することもできる。

【0068】

以上に説明したように、互いに焦点位置が異なる第1光学系115を複数設け、複数の第1光学系115に対応して第1受光部119を複数設ける構成を採用することができる。この構成においても、画像処理部340は、複数の第1受光部119により撮像された複数の画像、ならびに他の受光部により撮像された1以上の画像のうち被写体に対して最も合焦した画像から抽出したエッジ成分を、第1波長域、第2波長域および第3波長域にわたる輝度成分として有する合成画像を生成すればよい。

【0069】

なお、以上に説明した撮像装置100および撮像装置600の各部の機能は、コンピュータおよびプログラムによって実現することができる。例えば、コンピュータが備えるプロセッサが、プログラムによって提供される命令に従って動作し周辺デバイスを制御することで、コンピュータは、画像信号生成部170の各部および記録部180として機能することができる。当該プログラムは、CD-ROM、半導体メモリ、ハードディスク等の記録媒体に記録されてよい。コンピュータに、当該記録媒体に記録されたプログラムを読み込ませることで、コンピュータにプログラムを提供することができる。

【0070】

以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。その様な変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

【0071】

特許請求の範囲、明細書、および図面中において示した装置、システム、プログラム、および方法における動作、手順、ステップ、および段階等の各処理の実行順序は、特段「より前に」、「先立って」等と明示しておらず、また、前の処理の出力を後の処理で用いるのでない限り、任意の順序で実現しうることに留意すべきである。特許請求の範囲、明細書、および図面中の動作フローに関して、便宜上「まず、」、「次に、」等を用いて説明したとしても、この順で実施することが必須であることを意味するものではない。

【符号の説明】

【0072】

- 100 撮像装置
- 101 第1撮像系
- 102 第2撮像系
- 103 第3撮像系
- 110 第1レンズ

10

20

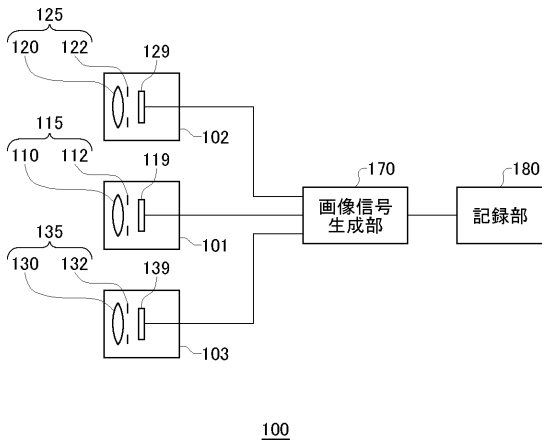
30

40

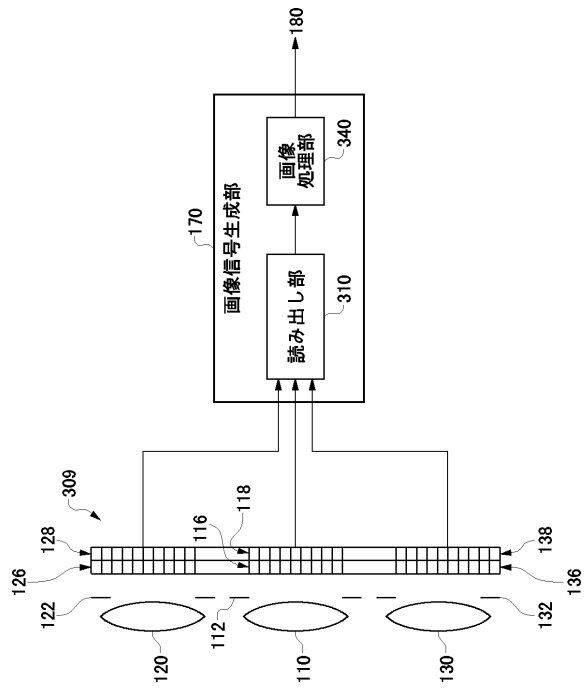
50

1 1 2	第 1 絞り部	
1 1 5	第 1 光学系	
1 1 6	第 1 カラーフィルタアレイ	
1 1 8	第 1 受光素子アレイ	
1 1 9	第 1 受光部	
1 2 0	第 2 レンズ	
1 2 2	第 2 絞り部	
1 2 5	第 2 光学系	
1 2 6	第 2 カラーフィルタアレイ	
1 2 8	第 2 受光素子アレイ	10
1 2 9	第 2 受光部	
1 3 0	第 3 レンズ	
1 3 2	第 3 絞り部	
1 3 5	第 3 光学系	
1 3 6	第 3 カラーフィルタアレイ	
1 3 8	第 3 受光素子アレイ	
1 3 9	第 3 受光部	
1 7 0	画像信号生成部	
1 8 0	記録部	
3 0 9	受光部	20
3 1 0	読み出し部	
3 4 0	画像処理部	
5 1 0	G 成分画像	
5 1 2、5 2 2、5 3 2、5 6 2、5 7 2、5 8 2	近距離被写体像	
5 1 4、5 2 4、5 3 4、5 6 4、5 7 4、5 8 4	中距離被写体像	
5 1 6、5 2 6、5 3 6、5 6 6、5 7 6、5 8 6	遠距離被写体像	
5 2 0	B 成分画像	
5 3 0	R 成分画像	
5 6 0、5 7 0、5 8 0	深度拡大画像	
6 0 0	撮像装置	30

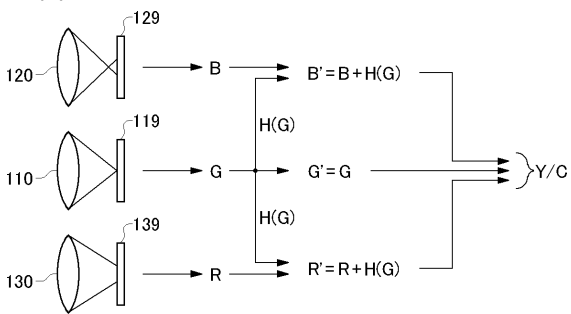
【図1】



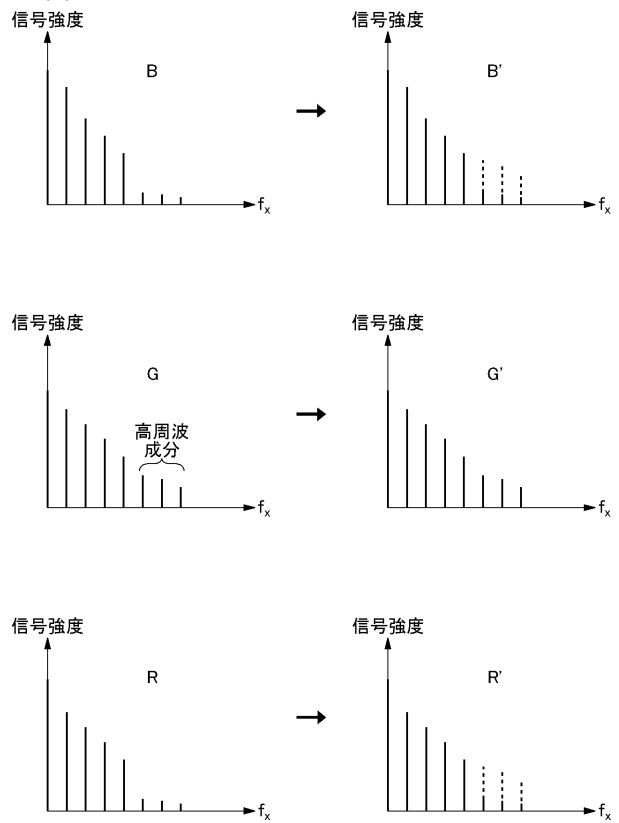
【図2】



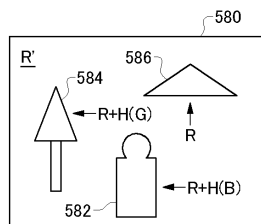
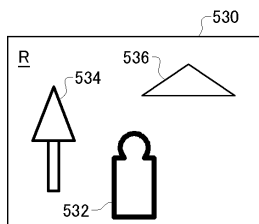
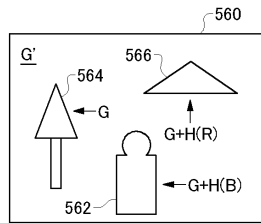
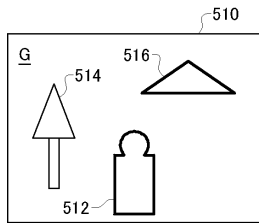
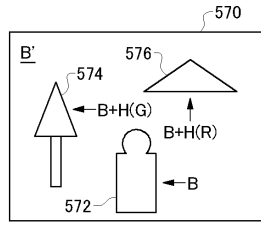
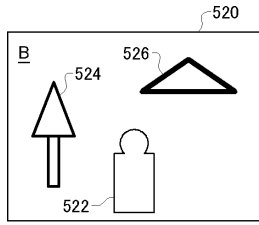
【図3】



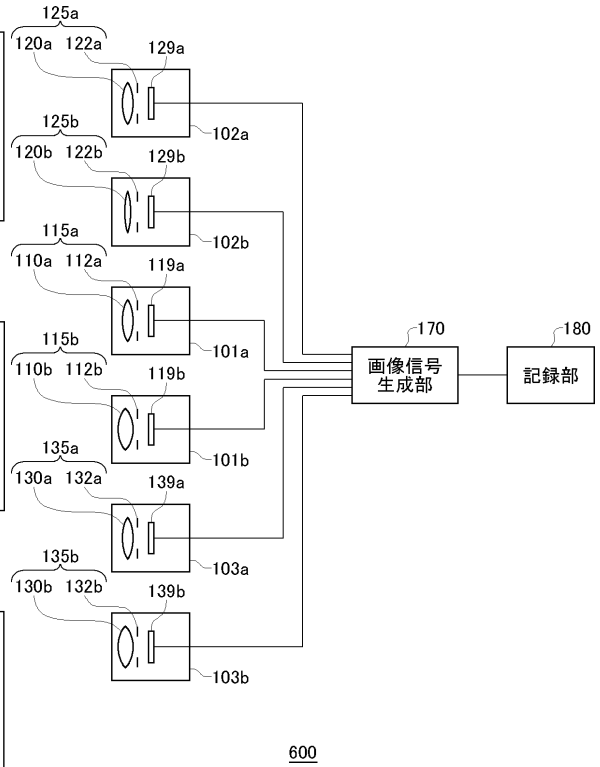
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-278577(JP,A)
特開2005-202276(JP,A)
特開2004-201007(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 3/00 - 3/40
H04N 5/232