

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-247645

(P2012-247645A)

(43) 公開日 平成24年12月13日(2012.12.13)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)
GO2B	5/20	(2006.01)	GO2B	5/20	101	2H048
HO4N	9/07	(2006.01)	HO4N	9/07	A	2H083
GO3B	11/00	(2006.01)	GO2B	5/20		5C065
GO2B	3/00	(2006.01)	GO3B	11/00		
			GO2B	3/00	A	

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願2011-119532 (P2011-119532)
 (22) 出願日 平成23年5月27日 (2011.5.27)

(71) 出願人 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 100083116
 弁理士 松浦 憲三
 (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
 Fターム(参考) 2H048 AA18 AA22 AA25 AA26 BA02
 BB02 BB07 BB10 BB46
 2H083 AA02 AA06 AA26 AA32
 5C065 AA03 BB30 CC01 DD02 DD15
 EE03 EE12

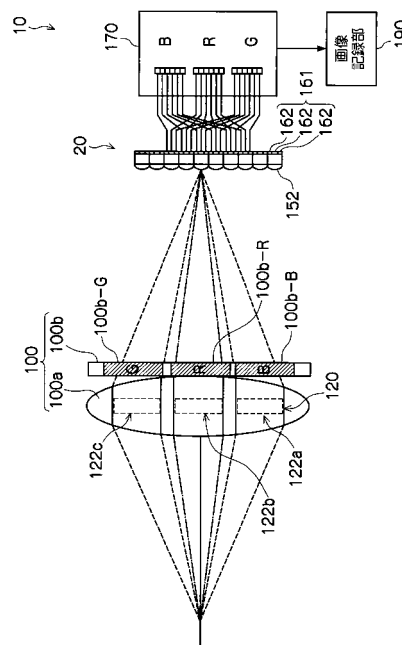
(54) 【発明の名称】 撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 カラーフィルタアレイを有さない撮像素子によってカラー画像を撮像する。

【解決手段】 撮像装置は、結像レンズと該結像レンズの領域毎に透過波長域を異ならせる光学フィルタとを有する撮像光学系と、受光素子を複数有するモノクロの受光部と、複数の前記受光素子にそれぞれ対応して設けられ、前記撮像光学系の射出瞳における予め定められた瞳領域を通過した被写体光を、対応する受光素子にそれぞれ受光させる複数の光学要素と、前記複数の受光素子の撮像信号から、被写体の画像を生成する画像生成部とを備え、前記複数の光学要素のうちの複数の第1光学要素は、前記撮像光学系の第1の透過波長域を持つ領域および前記射出瞳における第1瞳領域を通過する被写体光を、対応する受光素子へ入射させ、前記複数の光学要素のうちの複数の第2光学要素は、前記撮像光学系の第2の透過波長域を持つ領域および前記射出瞳における第2瞳領域を通過する被写体光を、対応する受光素子へ入射させる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

結像レンズと該結像レンズの領域毎に透過波長域を異ならせる光学フィルタとを有する撮像光学系と、

受光素子を複数有するモノクロの受光部と、

複数の前記受光素子にそれぞれ対応して設けられ、前記撮像光学系の射出瞳における予め定められた瞳領域を通過した被写体光を、対応する受光素子にそれぞれ受光させる複数の光学要素と、

前記複数の受光素子の撮像信号から、被写体の画像を生成する画像生成部とを備え、

前記複数の光学要素のうちの複数の第 1 光学要素は、前記撮像光学系の第 1 の透過波長域を持つ領域および前記射出瞳における第 1 瞳領域を通過する被写体光を、対応する受光素子へ入射させ、

前記複数の光学要素のうちの複数の第 2 光学要素は、前記撮像光学系の第 2 の透過波長域を持つ領域および前記射出瞳における第 2 瞳領域を通過する被写体光を、対応する受光素子へ入射させることを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記光学フィルタは、三原色のカラーフィルタを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 3】

前記光学フィルタは、前記結像レンズの中心からの距離により区分された円形及び円環形状のフィルタからなり、円形および円環形状のフィルタ毎に透過波長域が異なることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記光学フィルタは、前記受光部に対して特定の波長域の光量を多く与えることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記結像レンズは、該結像レンズの領域毎に異なる MTF 特性を有することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 6】

前記光学フィルタは、前記結像レンズに対して特定の波長域に高周波成分を多く与えることを特徴とする請求項 5 に記載の撮像装置。

【請求項 7】

フィルタ交換手段を備え、前記光学フィルタは、波長選択性の異なる複数種類のフィルタから任意に選択可能であることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 8】

前記複数の光学要素の各光学要素は、複数の受光素子単位毎に設けられたマイクロレンズであり、前記撮像光学系の第 1 の透過波長域を持つ領域および前記射出瞳における第 1 瞳領域を通過する被写体光を第 1 の受光素子へ入射させ、前記撮像光学系の第 2 の透過波長域を持つ領域および前記射出瞳における第 2 瞳領域を通過する被写体光を第 2 の受光素子へ入射させることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 9】

前記複数の光学要素は、それぞれ前記予め定められた瞳領域を通過した被写体光を、対応する前記受光素子に受光させるべく光軸を前記受光素子の受光開口に対して偏倚して設けられたマイクロレンズであることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 10】

前記複数の光学要素はそれぞれ、対応する受光素子に対し前記予め定められた瞳領域への指向性を持つ開口が形成された遮光要素であることを特徴とする請求項 1 から 7 のい

10

20

30

40

50

れか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 1 1】

前記複数の光学要素は、複数の前記瞳領域において互いに異なる偏光成分を透過する第 1 偏光フィルタと、前記複数の受光素子にそれぞれ対応して設けられ、前記異なる偏光成分をそれぞれ透過する第 2 偏光フィルタとを有することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 1 2】

前記複数の光学要素はそれぞれ、前記予め定められた瞳領域を通過した被写体光に対応する受光素子に受光させるプリズム要素であることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

10

【請求項 1 3】

前記複数の光学要素は、焦点距離をそれぞれ異ならせたマイクロレンズと円環形状の開口を形成する遮光要素であることを特徴とする請求項 3 に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像装置に関し、特にカラーフィルタアレイを有さない撮像素子によってカラー画像を撮像する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

デジタルカメラ等の撮像装置には、複数の光電変換素子を有する CCD や CMOS などの撮像素子が用いられる。一般に、カラー画像の撮影では、特許文献 1 のように、色分解プリズムによって波長毎 (R、G、B) に分離した光をそれぞれの撮像素子において受光するか、または特許文献 2 のように、光電変換素子毎に配置されたカラーフィルタによって透過波長を制限することが行われている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2005 - 175893 号公報

【特許文献 2】特開 2007 - 147738 号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、色分解プリズムの構成やカラーフィルタの製造方法は複雑であり、高コスト化を招いているという問題点があった。

【0005】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、撮像素子の構成の簡素化及び低コスト化を図りつつ、複数の色が異なる画像を、同時に、かつ独立に分離した画像データとして取得可能な撮像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】

40

【0006】

前記目的を達成するために本発明に係る撮像装置は、結像レンズと該結像レンズの領域毎に透過波長域を異ならせる光学フィルタとを有する撮像光学系と、受光素子を複数有するモノクロの受光部と、複数の前記受光素子にそれぞれ対応して設けられ、前記撮像光学系の射出瞳における予め定められた瞳領域を通過した被写体光を、対応する受光素子にそれぞれ受光させる複数の光学要素と、前記複数の受光素子の撮像信号から、被写体の画像を生成する画像生成部とを備え、前記複数の光学要素のうちの複数の第 1 光学要素は、前記撮像光学系の第 1 の透過波長域を持つ領域および前記射出瞳における第 1 瞳領域を通過する被写体光を、対応する受光素子へ入射させ、前記複数の光学要素のうちの複数の第 2 光学要素は、前記撮像光学系の第 2 の透過波長域を持つ領域および前記射出瞳における第

50

2 瞳領域を通過する被写体光を、対応する受光素子へ入射させることを特徴とする。

【0007】

本発明によれば、撮像素子の構成の簡素化及び低コスト化を図りつつ、複数の色が異なる画像を、同時に、かつ独立に分離した画像データとして取得することができる。

【0008】

前記光学フィルタは、三原色のカラーフィルタを含むことが好ましい。

【0009】

これにより、カラー画像の撮影が可能となる。

【0010】

前記光学フィルタは、前記結像レンズの中心からの距離により区分された円形及び円環形状のフィルタからなり、円形および円環形状のフィルタ毎に透過波長域が異なってもよい。

10

【0011】

これにより、適切に複数の色が異なる画像を取得することができる。

【0012】

前記光学フィルタは、前記受光部に対して特定の波長域の光量を多く与えてもよい。

【0013】

これにより、所望の画像を取得することができる。

【0014】

前記結像レンズは、該結像レンズの領域毎に異なる MTF 特性を有していてもよい。

20

【0015】

これにより、所望の画像を取得することができる。

【0016】

前記光学フィルタは、前記結像レンズに対して特定の波長域に高周波成分を多く与えてもよい。

【0017】

これにより、所望の画像を取得することができる。

【0018】

フィルタ交換手段を備え、前記光学フィルタは、波長選択性の異なる複数種類のフィルタから任意に選択可能であってもよい。

30

【0019】

これにより、所望の画像を取得することができる。

【0020】

前記複数の光学要素の各光学要素は、複数の受光素子単位毎に設けられたマイクロレンズであり、前記撮像光学系の第1の透過波長域を持つ領域および前記射出瞳における第1瞳領域を通過する被写体光を第1の受光素子へ入射させ、前記撮像光学系の第2の透過波長域を持つ領域および前記射出瞳における第2瞳領域を通過する被写体光を第2の受光素子へ入射させることが好ましい。

【0021】

これにより、適切に複数の色が異なる画像を取得することができる。

40

【0022】

前記複数の光学要素は、それぞれ前記予め定められた瞳領域を通過した被写体光を、対応する前記受光素子に受光させるべく光軸を前記受光素子の受光開口に対して偏倚して設けられたマイクロレンズであってもよい。

【0023】

これにより、適切に複数の色が異なる画像を取得することができる。

【0024】

前記複数の光学要素はそれぞれ、対応する受光素子に対し前記予め定められた瞳領域への指向性を持つ開口が形成された遮光要素であってもよい。

【0025】

50

これにより、適切に複数の色が異なる画像を取得することができる。

【0026】

前記複数の光学要素は、複数の前記瞳領域において互いに異なる偏光成分を透過する第1偏光フィルタと、前記複数の受光素子にそれぞれ対応して設けられ、前記異なる偏光成分をそれぞれ透過する第2偏光フィルタとを有していてもよい。

【0027】

これにより、適切に複数の色が異なる画像を取得することができる。

【0028】

前記複数の光学要素はそれぞれ、前記予め定められた瞳領域を通過した被写体光を対応する受光素子に受光させるプリズム要素であってもよい。

【0029】

これにより、適切に複数の色が異なる画像を取得することができる。

【0030】

前記複数の光学要素は、焦点距離をそれぞれ異ならせたマイクロレンズと円環形状の開口を形成する遮光要素であってもよい。

【0031】

これにより、適切に複数の色が異なる画像を取得することができる。

【発明の効果】

【0032】

本発明によれば、撮像素子の構成の簡素化及び低コスト化を図りつつ、複数の色が異なる画像を、同時に、かつ独立に分離した画像データとして取得することができる。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】撮像装置のブロック構成の一例を模式的に示す図

【図2】マイクロレンズと対応する受光素子群を光軸方向から見た模式図

【図3】図2(a)の破線A-Aにおける断面図

【図4】第2の実施形態に係る受光ユニットの一例を模式的に示す図

【図5】第3の実施形態に係る受光ユニットの一例を模式的に示す図

【図6】第4の実施形態に係る受光ユニットの一例を模式的に示す図

【図7】色分離フィルタ部を光軸方向から見た模式図

【図8】第5の実施形態に係る撮像装置のブロック構成の一例を模式的に示す図

【図9】遮光マスクの形状を示す斜視図

【図10】レンズ系、マイクロレンズ、遮光マスク、受光素子を模式的に示す俯瞰図

【図11】第5の実施形態に係る受光ユニットの一例を模式的に示す図

【図12】第6の実施形態に係る受光ユニットの一例を模式的に示す図

【図13】マイクロレンズに入射した光と受光素子が受光する光の関係を示す図

【図14】マイクロレンズに入射した光と受光素子が受光する光の関係を示す図

【図15】マイクロレンズに入射した光と受光素子が受光する光の関係を示す図

【図16】第5の実施形態に係るマイクロレンズと対応する受光素子群を光軸方向から見た模式図

【図17】円環状の受光を説明するための図

【図18】結像原理によるレンズの各領域のMTF特性を説明するための図

【図19】ターレット切り替え式フィルタ装置の一部断面を含む側面図

【図20】ターレット切り替え式フィルタ装置の正面図

【図21】第9の実施形態に係る撮像装置のブロック構成の一例を模式的に示す図

【図22】偏向部、マイクロレンズ部および受光部の構成の一例を模式的に示す図

【図23】光軸に垂直な面で偏向部を切断した模式断面を示す図

【図24】偏向部の構成の他の一例を模式的に示す図

【図25】仕切板の変形例を示す図

【図26】第10の実施形態に係る撮像装置のブロック構成の一例を示す図

10

20

30

40

50

【図 27】第 10 の実施形態に係る撮像装置の変形例を示す図

【発明を実施するための形態】

【0034】

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。

【0035】

〔第 1 の実施形態〕

図 1 は、撮像装置 10 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 10 は、それぞれ色が異なる複数の画像を撮像する機能を提供する。特に、撮像装置 10 に係る光学構成は、受光センサに色分離用カラーフィルタアレイが不要な撮像装置を提供する。撮像装置 10 は、レンズ系 100、受光ユニット 20、画像生成部 170 および画像記録部 190 を備える。

【0036】

レンズ系 100 は、単一の撮像用のレンズ系であり、入射した光が通過する領域毎に異なる透過波長特性を持つ。レンズ系 100 は、1 以上のレンズ 100 a と、結像レンズの入射領域毎に透過波長域を異ならせるための色分離フィルタ部 100 b を備える。

【0037】

色分離フィルタ部 100 b は、三原色のカラーフィルタを有している。すなわち、緑 (G) に属する波長域の光を透過する G フィルタ 100 b - G と、赤 (R) に属する波長域の光を透過する R フィルタ 100 b - R と、青 (B) に属する波長域の光を透過する B フィルタ 100 b - B を有している。これらの各フィルタを、色分離フィルタ部 100 b の G 領域、R 領域、B 領域と呼ぶ場合がある。

【0038】

ここで、レンズ 100 a の射出瞳 120 の瞳領域 122 a には B フィルタ 100 b - B が、瞳領域 122 b には R フィルタ 100 b - R が、瞳領域 122 c には G フィルタ 100 b - G が、それぞれ対応して配置されている。したがって、レンズ系 100 を通過した被写体光のうち、レンズ系 100 の射出瞳 120 の瞳領域 122 a を通過した光は B の波長域、瞳領域 122 b を通過した光は R の波長域、瞳領域 122 c を通過した光は G の波長域、をそれぞれ有する光となっている。

【0039】

なお、本実施形態の色分離フィルタ部 100 b は、レンズ 100 a の瞳面の近傍であって、被写体光の光路上においてレンズ 100 a の後段に配置されているが、これと光学的に等価な位置に配置されていればよい。またレンズ系 100 は、レンズ系全体で異なる透過波長特性を与える光路が存在すればよく、透過波長特性の違いが特定のフィルタの特定の光学面によって提供されなくてよい。また、色分離フィルタ部 100 b が、レンズ効果を併せ持っていてよい。

【0040】

レンズ系 100 を通過した被写体光は、受光ユニット 20 に入射する。受光ユニット 20 は、レンズ系 100 の射出瞳 120 の瞳領域 122 a を通過した光、瞳領域 122 b を通過した光および瞳領域 122 c を通過した光を、それぞれ分離して受光する。受光ユニット 20 は、それぞれ分離して受光した光による信号を画像信号として画像生成部 170 に供給する。画像生成部 170 は、当該画像信号から、それぞれ色の異なる画像を生成する。画像記録部 190 は、画像生成部 170 が生成した画像を記録する。画像記録部 190 は、不揮発性メモリに当該画像を記録してよい。当該不揮発性メモリは、画像記録部 190 が有してよい。また、当該不揮発性メモリは、撮像装置 10 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。画像記録部 190 は、撮像装置 10 の外部に画像を出力してもよい。

【0041】

受光ユニット 20 は、複数のマイクロレンズ 152 を有する。マイクロレンズ 152 は

10

20

30

40

50

、光軸に垂直な方向に所定の規則に従って配置されている。各マイクロレンズ152には、それぞれ対応する受光素子群161が偏向光学要素として配置されている。受光素子群161は、複数の受光素子162から構成されている。

【0042】

複数の受光素子162は、MOS型撮像素子を形成してよい。複数の受光素子162は、MOS型撮像素子の他、CCD型撮像素子などの固体撮像素子を形成してよい。

【0043】

図2(a)は、マイクロレンズ152と対応する受光素子群161を光軸方向から見た模式図である。同図に示すように、本実施形態では、1つのマイクロレンズ152に対して、9つの受光素子162-1a、162-1b、162-1c、162-2a、162-2b、162-2c、162-3a、162-3b、162-3cが3行3列に配置された受光素子群161が備えられている。

10

【0044】

なお、マイクロレンズと対応する受光素子群は、図2(b)に示すように、マイクロレンズ152に対して矩形状の受光素子1162-1、2、3が配置された受光素子群1161が対応していてもよいし、図2(c)に示すように、縦長のマイクロレンズ1152に対して受光素子2162-1、2、3が配置された受光素子群2161が対応していてもよい。

【0045】

図3は、図2(a)の破線A-Aにおける断面図である。同図に示すように、レンズ系100の射出瞳120の瞳領域122aを通過した光は、マイクロレンズ152により、受光素子162-1a(第1の受光素子に相当)に受光される。ここでは図示を省略しているが、瞳領域122aを通過した光は、マイクロレンズ152により、受光素子162-1b、162-1cにも同様に受光される。

20

【0046】

また、瞳領域122bを通過した光は、マイクロレンズ152により、受光素子162-2a(第2の受光素子に相当)、162-2b、162-2cに受光される。同様に、瞳領域122cを通過した光は、マイクロレンズ152により、受光素子162-3a、162-3b、162-3cに受光される。

【0047】

なお、同図に示す262は、隣接画素との間の干渉を防ぐために設けられた遮光部である。

30

【0048】

前述のように、瞳領域122aを通過した光はBの波長域の光、瞳領域122bを通過した光はRの波長域の光、瞳領域122cを通過した光はGの波長域の光である。したがって、受光素子162-1a、162-1b、162-1cはBの波長域の光を受光し、受光素子162-2a、162-2b、162-2cはRの波長域の光を受光し、受光素子162-3a、162-3b、162-3cはGの波長域の光を受光する。

【0049】

このように、マイクロレンズがレンズ系100の瞳と複数の受光素子162との結像関係を結ぶことで、各々の受光素子162が受光する光は、レンズ系100の射出瞳120における予め定められた瞳領域122を通過したものに制限される。

40

【0050】

受光素子群161の各受光素子162は、受光量に応じた強度の撮像信号を、画像生成部170に出力する。画像生成部170は、複数の受光素子162の撮像信号から、被写体の画像を生成する。具体的には、画像生成部170は、受光素子群161から供給された撮像信号から、異なる色の画像を示す画像信号を生成する。

【0051】

本例では、画像生成部170は、瞳領域122aを通過した光を受光する受光素子162-1a、162-1b、162-1cの撮像信号から、Bの波長域の画像(B画像)を

50

生成する。また瞳領域 1 2 2 b を通過した光を受光する受光素子 1 6 2 - 2 a、1 6 2 - 2 b、1 6 2 - 2 c の撮像信号から、R の波長域の画像 (R 画像) を生成する。同様に、瞳領域 1 2 2 a を通過した光を受光する受光素子 1 6 2 - 3 a、1 6 2 - 3 b、1 6 2 - 3 c の撮像信号から、G の波長域の画像 (G 画像) を生成する。

【 0 0 5 2 】

さらに画像生成部 1 7 0 は、B 画像、R 画像、G 画像から、カラー画像を生成してもよい。

【 0 0 5 3 】

本実施形態では、マイクロレンズが射出瞳の 3 つの領域を通過した光を、縦方向に 3 つの受光素子に入射させる例を示している。マイクロレンズが指向する射出瞳の 3 つの領域は、撮像光学系の透過波長がそれぞれ異なる各領域に対応する。このため、3 つの異なる色の画像を、同時に、独立に、並列に得ることができる。

10

【 0 0 5 4 】

ここでは、色分離フィルタ部 1 0 0 b として R G B の 3 色の透過波長領域を持つフィルタを例に説明したが、色の配置や種類、数は適宜変更することが可能である。例えば、色分離フィルタとして R G B の他に、W (白) の透過波長領域を有する 4 色のフィルタを適用してもよい。この場合、色分離フィルタの 4 色の配置に対応させて、4 つの波長域の光をそれぞれ受光する受光素子を配置すればよい。これにより、射出瞳の 4 つの領域を通過した光を、それぞれ 4 つの受光素子に入射させることができる。また、色分離フィルタは、連続的に透過波長が変化するように構成されていてもよい。

20

【 0 0 5 5 】

〔 第 2 の実施形態 〕

図 4 は、第 2 の実施形態に係る受光ユニットの一例を模式的に示す図である。本実施形態の受光ユニット 2 0 は、1 つのマイクロレンズに対応して 1 つの受光素子が備えられている。図 4 の例では、マイクロレンズ 9 5 2 a に対応して受光素子 1 6 2 a、マイクロレンズ 9 5 2 b に対応して受光素子 1 6 2 b、マイクロレンズ 9 5 2 c に対応して受光素子 1 6 2 c、マイクロレンズ 9 5 2 d に対応して受光素子 1 6 2 d がそれぞれ配置されている。

【 0 0 5 6 】

各マイクロレンズ 9 5 2 には、射出瞳 1 2 0 の略全面を通過した光が入射する。マイクロレンズ 9 5 2 は、射出瞳 1 2 0 の一部領域を通過した光を各受光素子 1 6 2 に受光させる大きさの屈折力を持つ。したがって、受光素子 1 6 2 が受光することができる光束の大きさは、射出瞳 1 2 0 の一部範囲を通過するものに制限される。

30

【 0 0 5 7 】

本実施形態における受光ユニット 2 0 は、マイクロレンズ 9 5 2 の光軸が、レンズ系 1 0 0 の光軸に垂直な面内において、受光素子 1 6 2 の中心位置に対し偏倚して設けられる。ここで、受光素子 1 6 2 の中心位置とは、受光素子 1 6 2 が受光し光電変換に利用できる光が通過する領域の中心位置とする。受光素子 1 6 2 の中心位置とは、受光素子 1 6 2 の近傍に位置する遮光部 2 6 2 に形成された受光開口の中心であってよい。

【 0 0 5 8 】

マイクロレンズ 9 5 2 は、予め定められた瞳領域 1 2 2 を通過した光に対応する受光素子 1 6 2 に受光させるべく、それぞれの偏倚量が設計されている。マイクロレンズ 9 5 2 の屈折力および偏倚により、受光素子 1 6 2 が受光することができる光束は、射出瞳 1 2 0 の一部領域を通過したものに制限される。

40

【 0 0 5 9 】

本実施形態では、マイクロレンズ 9 5 2 a は、受光素子 1 6 2 a が受光開口を通じて受光できる光を、瞳領域 1 2 2 a を通過したものに制限する。同様に、マイクロレンズ 9 5 2 b および c は、対応する受光素子 1 6 2 a および c が受光開口を通じて受光できる光を、それぞれ瞳領域 1 2 2 b および c を通過したものに制限する。マイクロレンズ 9 5 2 d は、マイクロレンズ 9 5 2 a と同様、受光素子 1 6 2 d が受光開口を通じて受光できる光

50

を、瞳領域 1 2 2 a を通過したものに制限する。

【 0 0 6 0 】

したがって、受光素子 1 6 2 a、1 6 2 d は B の波長域の光を、受光素子 1 6 2 b は R の波長域の光を、受光素子 1 6 2 c は G の波長域の光を受光する。

【 0 0 6 1 】

このように、複数のマイクロレンズ 9 5 2 は、それぞれ予め定められた瞳領域 1 2 2 を通過した被写体光を対応する受光素子 1 6 2 に受光させるべく、光軸を受光素子 1 6 2 の受光開口に対して偏倚して設けられる。その結果、各受光素子 1 6 2 は、それぞれ異なる透過波長域の光を受光する。画像生成部 1 7 0 は、各受光素子 1 6 2 の撮像信号から、B 画像、R 画像、G 画像を得ることができる。

【 0 0 6 2 】

〔 第 3 の実施形態 〕

図 5 は、第 3 の実施形態に係る受光ユニットの一例を模式的に示す図である。本実施形態の受光ユニット 2 0 は、第 2 の実施形態と同様に、1 つのマイクロレンズに対応して 1 つの受光素子が備えられている。図 5 の例では、マイクロレンズ 1 0 5 2 a に対応して受光素子 1 6 2 a、マイクロレンズ 1 0 5 2 b に対応して受光素子 1 6 2 b、マイクロレンズ 1 0 5 2 c に対応して受光素子 1 6 2 c、マイクロレンズ 1 0 5 2 d に対応して受光素子 1 6 2 d がそれぞれ配置されている。

【 0 0 6 3 】

さらに受光ユニット 2 0 は、遮光部 1 0 6 0 および遮光部 1 0 7 0 を備えている。遮光部 1 0 6 0 および遮光部 1 0 7 0 には、それぞれ開口 1 0 6 2 および開口 1 0 7 2 が形成されている。マイクロレンズ 1 0 5 2 により受光素子 1 6 2 に向けて集光される光のうち、開口 1 0 6 2 および開口 1 0 7 2 を通過した一部の光が、遮光部 2 6 2 に形成された受光開口を通じて受光素子 1 6 2 に入射する。

【 0 0 6 4 】

開口 1 0 6 2 および開口 1 0 7 2 は、レンズ系 1 0 0 の光軸に垂直な面内において互いに偏倚して設けられる。開口 1 0 6 2 および開口 1 0 7 2 は、予め定められた瞳領域 1 2 2 を通過した光を対応する受光素子 1 6 2 に受光させるべく、それぞれの位置が設計されている。開口 1 0 6 2 および開口 1 0 7 2 の偏倚により、受光素子 1 6 2 が受光することができる光束は、射出瞳 1 2 0 の一部領域を通過したものに制限される。

【 0 0 6 5 】

本実施形態では、開口 1 0 6 2 および開口 1 0 7 2 は、受光素子 1 6 2 a が受光開口を通じて受光できる光を、瞳領域 1 2 2 a を通過したものに制限する。その結果、受光素子 1 6 2 a は B の波長域の光を受光する。

【 0 0 6 6 】

受光素子 1 6 2 b ~ d に対応する開口も同様であるので、説明を省略する。このように、遮光部 1 0 6 0 および遮光部 1 0 7 0 は、対応する受光素子 1 6 2 に対し予め定められた瞳領域 1 2 2 への指向性を持つ開口を有する。これにより、画像生成部 1 7 0 は、各受光素子 1 6 2 の撮像信号から、B 画像、R 画像、G 画像を得ることができる。

【 0 0 6 7 】

〔 第 4 の実施形態 〕

遮光部 1 0 6 0 および遮光部 1 0 7 0 ではなく、遮光部 2 6 2 が、対応する受光素子 1 6 2 に対し予め定められた瞳領域 1 2 2 への指向性を持つ開口を有していてもよい。

【 0 0 6 8 】

図 6 は、第 4 の実施形態に係る受光ユニットの一例を模式的に示す図である。本実施形態の受光ユニット 2 0 は、遮光部 2 6 2 の開口 1 2 6 4 を偏向光学要素として有する。

【 0 0 6 9 】

遮光部 2 6 2 の開口 1 2 6 4 は、レンズ系 1 0 0 の光軸に垂直な面内において受光素子 1 6 2 の中心位置に対し偏倚して設けられている。ここでは、受光素子 1 6 2 の中心位置とは、受光素子 1 6 2 が受光し光電変換に利用できる光が通過する領域の中心位置とする

10

20

30

40

50

。

【0070】

開口1264は、予め定められた瞳領域122を通過した光を対応する受光素子162に受光させるべく、それぞれの偏倚量が設計されている。開口1264の偏倚により、受光素子162が受光することができる光束は、射出瞳120の一部領域を通過したものに制限される。

【0071】

ここでは、開口1264aは、受光素子162aが受光できる光を瞳領域122aを通過したものに制限する。その結果、受光素子162aはBの波長域の光を受光する。

【0072】

同様に、開口1264bおよびcは、対応する受光素子162bおよびcが受光できる光を、それぞれ瞳領域122bおよびcを通過したものに制限する。その結果、受光素子162bおよびcは、それぞれRの波長域、Gの波長域の光を受光する。さらに開口1264dは、開口1264aと同様、受光素子162dが受光できる光を、瞳領域122aを通過したものに制限する。

【0073】

このように、遮光部262の複数の開口1264は、それぞれ予め定められた瞳領域122を通過した被写体光を対応する受光素子162に受光させるべく、受光素子162の中心位置に対し偏倚して設けられる。これにより、画像生成部170は、各受光素子162の撮像信号から、B画像、R画像、G画像を得ることができる。

【0074】

〔第5の実施形態〕

図7(a)は、図1に示す色分離フィルタ部100bを光軸方向から見た模式図である。同図に示すように、色分離フィルタ部100bは、Gフィルタ100b-G、Rフィルタ100b-R、Bフィルタ100b-Bが縦方向に分割されて配置されている。

【0075】

図7(b)は、本実施形態に係る色分離フィルタ102bを光軸方向から見た模式図である。色分離フィルタ102bは、レンズ100aの中心に対応する点からの距離により区分された円形および円環形状のフィルタからなる。本実施形態では、中心に円形のBフィルタ102b-B、Bフィルタの外側に円環形状のRフィルタ102b-R、さらにRフィルタの外側に円環形状のGフィルタ102b-Gが配置されている。色分離フィルタ部102bが、レンズ効果を併せ持つ態様も可能である。

【0076】

このように各色フィルタを配置した場合であっても、複数の受光素子162によって色を分離して受光することができる。

【0077】

例えば図4に関連して説明したマイクロレンズを偏倚させる場合であれば、マイクロレンズの偏倚の方向と量を色分離フィルタ102bに対応させて調整すればよい。また図5、図6に関連して説明した開口を偏倚させる場合であれば、開口の偏倚の方向と量を色分離フィルタ102bに対応させて調整すればよい。

【0078】

本実施形態では、円形状及び円環形状の遮光部を用いて、色を分離して受光する。

【0079】

図8は、本実施形態に係る撮像装置10のブロック構成の一例を模式的に示す。同図に示すように、レンズ系100は、1以上のレンズ100aと、図7(b)に示した色分離フィルタ102bを備える。

【0080】

ここで、レンズ100aの射出瞳220の円環形状の瞳領域222aにはGフィルタ102b-Gが、瞳領域222aの内側の円環形状の瞳領域222bにはRフィルタ102b-Rが、瞳領域222bの中央の円形状の瞳領域222cにはBフィルタ102b-B

10

20

30

40

50

が、それぞれ対応して配置されている。したがって、レンズ系 100 を通過した被写体光のうち、レンズ系 100 の射出瞳 220 の瞳領域 222 a を通過した光は G の波長域、瞳領域 222 b を通過した光は R の波長域、瞳領域 122 c を通過した光は B の波長域、をそれぞれ有する光となっている。

【0081】

この各色の光を分離して受光するために、本実施形態では、遮光部 262 の各受光素子上に設けられた遮光マスクの形状が円形状又は円環形状となっており、これにより受光素子上の開口形状が円形状又は円環形状となっている。

【0082】

図 9 (a) ~ (c) は、それぞれ各受光素子上に形成される遮光マスク 2262 - 1、遮光マスク 2262 - 2、及び遮光マスク 2262 - 3 の形状を示す斜視図である。遮光マスク 2262 - 1 の開口部は、B フィルタ 102 b - B と相似形状となっており、受光素子 162 の中心部のみに受光させる形状となっている。また遮光マスク 2262 - 2 の開口部は、R フィルタ 102 b - R と相似形状となっており、遮光マスク 2262 - 1 の開口部の周辺部分に相当する円環形状部のみに受光させる形状となっている。さらに遮光マスク 2262 - 3 の開口部は、G フィルタ 102 b - G と相似形状となっており、遮光マスク 2262 - 2 の開口部の周辺部分に相当する円環形状部のみに受光させる形状となっている。

10

【0083】

図 10 は、レンズ系 100、各マイクロレンズ 1052 a ~ 1052 c、各遮光マスク 2262 - 1 ~ 2262 - 3、及び各受光素子 162 a ~ 162 c を模式的に示す俯瞰図である。また図 11 は、受光ユニットの一例を模式的に示す断面図である。

20

【0084】

本実施形態の受光ユニット 20 は、これまでと同様に 1 つのマイクロレンズに対応して 1 つの受光素子が備えられている。図 11 の例では、マイクロレンズ 1052 a に対応して受光素子 162 a、マイクロレンズ 1052 b に対応して受光素子 162 b、マイクロレンズ 1052 c に対応して受光素子 162 c、マイクロレンズ 1052 d に対応して受光素子 162 d がそれぞれ配置されている。なお、各マイクロレンズ 1052 の中心位置と各受光素子 162 の中心位置とは、一致するように配置されている。

30

【0085】

また、受光素子 162 a の受光面上には遮光部 2262 a が、受光素子 162 b の受光面上には遮光部 2262 b が、受光素子 162 c の受光面上には遮光部 2262 c が、対応して形成されている。ここで、遮光部 2262 a は遮光マスク 2262 - 1 の形状、遮光部 2262 b は遮光マスク 2262 - 2 の形状、遮光部 2262 c は遮光マスク 2262 - 3 の形状を有する遮光部となっている。

【0086】

さらに受光素子 162 d の受光面上には、遮光部 2262 d が形成されている。この遮光部 2262 d は、遮光部 2262 a と同様に遮光マスク 2262 - 1 の形状を有している。図では省略されているが、遮光マスク 2262 - 1 ~ 2262 - 3 は、各受光素子 162 の受光面上に所定の規則に従って繰り返して配置される。

40

【0087】

各マイクロレンズ 1052 には、射出瞳 220 の略全面を通過した光が入射する。ここで、マイクロレンズ 1052 a を通過した光は、遮光マスク 2262 - 1 の形状を有する遮光部 2262 a により瞳領域 222 c を通過した光のみに制限され、瞳領域 222 c を通過した光のみが受光素子 162 a に受光される。したがって、受光素子 162 a には、B フィルタ 102 b - B を通過した B の波長域を有する光のみが受光される。

【0088】

同様に、遮光マスク 2262 - 2 の形状の遮光部 2262 b により、マイクロレンズ 1052 b を通過した光のうち、瞳領域 222 b を通過した光のみが受光素子 162 b に受光される。また遮光マスク 2262 - 3 の形状の遮光部 2262 c により、マイクロレン

50

ズ1052cを通過した光のうち、瞳領域222aを通過した光のみが受光素子162cに受光される。したがって、受光素子162bには、Rフィルタ102b-Rを通過したRの波長域を有する光のみが受光され、受光素子162cには、Gフィルタ102b-Gを通過したGの波長域を有する光のみが受光される。

【0089】

このように、複数の遮光部2262は、それぞれ予め定められた瞳領域222を通過した被写体光を対応する受光素子162に受光させるべく、各色フィルタと相似形状に設けられる。これにより、画像生成部170は、各受光素子162の撮像信号から、B画像、R画像、G画像を得ることができる。

【0090】

〔第6の実施形態〕

本実施形態は、図7(b)に示す円環状の色分離フィルタ102bに対し、それぞれ焦点距離の異なるマイクロレンズを用いて、色を分離して受光する。本実施形態に係る撮像装置10のブロック構成は、図8と同様である。したがって、レンズ系100を通過した被写体光のうち、レンズ系100の射出瞳220の瞳領域222aを通過した光はGの波長域、瞳領域222bを通過した光はRの波長域、瞳領域122cを通過した光はBの波長域、をそれぞれ有する光となる。

【0091】

図12は、本実施形態に係る受光ユニットの一例を模式的に示す断面図である。

【0092】

本実施形態の受光ユニット20は、これまでと同様に1つのマイクロレンズに対応して1つの受光素子が備えられている。図12の例では、マイクロレンズ1252aに対応して受光素子162a、マイクロレンズ1252bに対応して受光素子162b、マイクロレンズ1252cに対応して受光素子162c、マイクロレンズ1252dに対応して受光素子162dがそれぞれ配置されている。なお、各マイクロレンズ1252の中心位置と各受光素子162の中心位置とは、一致するように配置されている。

【0093】

また、各受光素子162の受光面上には、遮光部2362が配置されている。遮光部2362は、図9(b)に示す遮光マスク2262-2と同様に、円形状の遮光マスク及び円環形状の遮光マスクからなり、円環形状の開口部を有している。この開口部の幅は、適切に色を分離できるように、適宜決定することができる。

【0094】

ここで、各マイクロレンズ1252は、それぞれ異なる焦点距離を有している。図12の例では、マイクロレンズ1252aの焦点距離は第1の焦点距離 f_1 であり、受光素子162aの受光面上に焦点位置を有している。また、マイクロレンズ1252bの焦点距離は、第1の焦点距離 f_1 よりも短い第2の焦点距離 f_2 であり、受光素子162bの受光面よりも手前(マイクロレンズ側)に焦点位置を有する。また、マイクロレンズ1252cの焦点距離は、第2の焦点距離 f_2 よりも短い第3の焦点距離 f_3 あり、マイクロレンズ1252bの焦点位置よりもさらに手前(マイクロレンズ側)に焦点位置を有する。

【0095】

またマイクロレンズ1252dは、マイクロレンズ1252aと同様に構成されており、マイクロレンズ1252dの焦点距離は第1の焦点距離 f_1 となっている。図では省略されているが、第1の焦点距離 f_1 、第2の焦点距離 f_2 、及び第3の焦点距離 f_3 を有する各マイクロレンズ1252は、所定の規則に従って繰り返して配置される。

【0096】

次に、各マイクロレンズ1252に入射した光と対応する受光素子162が受光する光の関係について説明する。図13は、第1の焦点距離 f_1 を有するマイクロレンズ1252aに入射した光と受光素子162aが受光する光の関係を示す図である。

【0097】

マイクロレンズ1252aには、射出瞳220の略全面を通過した光が入射する。ここ

10

20

30

40

50

で、射出瞳 2 2 0 のうち瞳領域 2 2 2 c を通過した B の波長域を有する光は、図 1 3 (a) に示すように、遮光部 2 3 6 2 の中央の円形状の遮光マスクにより制限され、受光素子 1 6 2 a には入射しない。同様に、射出瞳 2 2 0 のうち瞳領域 2 2 2 b を通過した R の波長域を有する光も、図 1 3 (b) に示すように、遮光部 2 3 6 2 の中央の円形状の遮光マスクにより制限され、受光素子 1 6 2 a には入射しない。

【 0 0 9 8 】

これに対し、射出瞳 2 2 0 のうち瞳領域 2 2 2 a を通過した G の波長域を有する光は、図 1 3 (c) に示すように、遮光部 2 3 6 2 の開口部から受光素子 1 6 2 a に入射する。

【 0 0 9 9 】

このように、マイクロレンズ 1 2 5 2 a を通過した光は、マイクロレンズ 1 2 5 2 a 及び遮光部 2 3 6 2 により瞳領域 2 2 2 a を通過した光のみに制限され、瞳領域 2 2 2 a を通過した光のみが受光素子 1 6 2 a に受光される。したがって、受光素子 1 6 2 a には、G フィルタ 1 0 2 b - G を通過した G の波長域を有する光のみが受光される。

【 0 1 0 0 】

図 1 4 は、第 2 の焦点距離 f_2 を有するマイクロレンズ 1 2 5 2 b に入射した光と受光素子 1 6 2 b が受光する光の関係を示す図である。

【 0 1 0 1 】

マイクロレンズ 1 2 5 2 b には、射出瞳 2 2 0 の略全面を通過した光が入射する。ここで、射出瞳 2 2 0 のうち瞳領域 2 2 2 c を通過した B の波長域を有する光は、図 1 4 (a) に示すように、遮光部 2 3 6 2 の中央の円形状の遮光マスクにより制限され、受光素子 1 6 2 b には入射しない。

【 0 1 0 2 】

これに対し、射出瞳 2 2 0 のうち瞳領域 2 2 2 b を通過した R の波長域を有する光は、図 1 4 (b) に示すように、遮光部 2 3 6 2 の開口部から受光素子 1 6 2 b に入射する。

【 0 1 0 3 】

また、射出瞳 2 2 0 のうち瞳領域 2 2 2 a を通過した G の波長域を有する光は、図 1 4 (c) に示すように、遮光部 2 3 6 2 の円環形状の遮光マスクにより制限され、受光素子 1 6 2 b には入射しない。

【 0 1 0 4 】

このように、マイクロレンズ 1 2 5 2 b を通過した光は、マイクロレンズ 1 2 5 2 b 及び遮光部 2 3 6 2 により瞳領域 2 2 2 b を通過した光のみに制限され、瞳領域 2 2 2 b を通過した光のみが受光素子 1 6 2 b に受光される。したがって、受光素子 1 6 2 b には、R フィルタ 1 0 2 b - R を通過した R の波長域を有する光のみが受光される。

【 0 1 0 5 】

図 1 5 は、第 3 の焦点距離 f_3 を有するマイクロレンズ 1 2 5 2 c に入射した光と受光素子 1 6 2 c が受光する光の関係を示す図である。

【 0 1 0 6 】

マイクロレンズ 1 2 5 2 c には、射出瞳 2 2 0 の略全面を通過した光が入射する。ここで、射出瞳 2 2 0 のうち瞳領域 2 2 2 c を通過した B の波長域を有する光は、図 1 5 (a) に示すように、遮光部 2 3 6 2 の開口部から受光素子 1 6 2 c に入射する。

【 0 1 0 7 】

これに対し、射出瞳 2 2 0 のうち瞳領域 2 2 2 b を通過した R の波長域を有する光は、図 1 5 (b) に示すように、遮光部 2 3 6 2 の円環形状の遮光マスクにより制限され、受光素子 1 6 2 c には入射しない。同様に、射出瞳 2 2 0 のうち瞳領域 2 2 2 a を通過した G の波長域を有する光も、図 1 5 (c) に示すように、遮光部 2 3 6 2 の円環形状の遮光マスクにより制限され、受光素子 1 6 2 c には入射しない。

【 0 1 0 8 】

このように、マイクロレンズ 1 2 5 2 c を通過した光は、マイクロレンズ 1 2 5 2 c 及び遮光部 2 3 6 2 により瞳領域 2 2 2 c を通過した光のみに制限され、瞳領域 2 2 2 c を通過した光のみが受光素子 1 6 2 c に受光される。したがって、受光素子 1 6 2 c には、

B フィルタ 1 0 2 b - B を通過した B の波長域を有する光のみが受光される。

【 0 1 0 9 】

以上のように、それぞれ予め定められた瞳領域 2 2 2 を通過した被写体光を対応する受光素子 1 6 2 に受光させるべく、各マイクロレンズ 1 2 5 2 の焦点距離が設定され、遮光部 2 3 6 2 が配置される。これにより、画像生成部 1 7 0 は、各受光素子 1 6 2 の撮像信号から、B 画像、R 画像、G 画像を得ることができる。

【 0 1 1 0 】

〔 第 7 の実施形態 〕

ここでは、1つのマイクロレンズに対応して複数の受光素子を備える場合について説明する。本実施形態は、図 7 (b) に示す円環状の色分離フィルタ 1 0 2 b を用いる。

10

【 0 1 1 1 】

図 1 6 (a) は、本実施形態に係るマイクロレンズ 1 5 2 と対応する受光素子群 1 1 6 1 を光軸方向から見た模式図である。同図に示すように、本実施形態では、1つのマイクロレンズ 1 5 2 に対応して、25個の受光素子 1 1 6 2 - 1 a ~ 1 1 6 2 - 1 e、1 1 6 2 - 2 a ~ 1 1 6 2 - 2 e、1 1 6 2 - 3 a ~ 1 1 6 2 - 3 e、1 1 6 2 - 4 a ~ 1 1 6 2 - 4 e、1 1 6 2 - 5 a ~ 1 1 6 2 - 5 e が 5 行 5 列に配置された受光素子群 1 1 6 1 が備えられている。また図 1 6 (b) は、図 1 6 (a) の破線 B - B における断面図である。

【 0 1 1 2 】

このような色分離フィルタ 1 0 2 b と受光素子群 1 1 6 1 とからなる撮像装置 1 0 の作用について説明する。

20

【 0 1 1 3 】

レンズ系 1 0 0 の射出瞳 1 2 0 のうち、色分離フィルタ 1 0 2 b の B 領域に対応する領域を通過した光は、色分離フィルタ 1 0 2 b の B 領域を通過し、マイクロレンズ 1 5 2 に入射する。この光は、マイクロレンズ 1 5 2 により、受光素子群 1 1 6 1 のうち中央に配置された受光素子 1 1 6 2 - 3 c に受光される (図 1 7 (a))。すなわち、この受光素子は、B の波長域の光を受光する。

【 0 1 1 4 】

また、レンズ系 1 0 0 の射出瞳 1 2 0 のうち、色分離フィルタ 1 0 2 b の R 領域に対応する領域を通過した光は、色分離フィルタ 1 0 2 b の R 領域を通過し、マイクロレンズ 1 5 2 に入射する。この光は、マイクロレンズ 1 5 2 により、受光素子群 1 1 6 1 のうち中央の受光素子 1 1 6 2 - 3 c の周辺に配置された受光素子 1 1 6 2 - 2 b、2 c、2 d、3 b、3 d、4 b、4 c、4 d に受光される (図 1 7 (b))。すなわち、これらの受光素子は、R の波長域の光を受光する。

30

【 0 1 1 5 】

さらに、レンズ系 1 0 0 の射出瞳 1 2 0 のうち、色分離フィルタ 1 0 2 b の G 領域に対応する領域を通過した光は、色分離フィルタ 1 0 2 b の G 領域を通過し、マイクロレンズ 1 5 2 に入射する。この光は、マイクロレンズ 1 5 2 により、受光素子群 1 1 6 1 のうち外周に配置された受光素子 1 1 6 2 - 1 a ~ 1 e、2 a、2 e、3 a、3 e、4 a、4 e、5 a ~ 5 e に受光される (図 1 7 (c))。すなわち、これらの受光素子は、G の波長域の光を受光する。

40

【 0 1 1 6 】

このように、色分離フィルタの各色を円環状に配置しても、各色の波長域の光を分離して受光することができる。画像生成部 1 7 0 は、これら複数の受光素子 1 1 6 2 の撮像信号から、被写体の画像を生成すればよい。

【 0 1 1 7 】

本実施形態では、複数の受光素子 1 1 6 2 の面積が均一であり、B の波長域の光を受光する受光素子が 1 画素、R の波長域の光を受光する受光素子が 8 画素、G の波長域の光を受光する受光素子が 16 画素となっている。したがって、各色の受光比率は B : R : G = 1 : 8 : 16 である。このように、特定の波長域 (ここでは G) に光量を多く与えるよう

50

に、色分離フィルタ 102b の面積が設定されている。この受光比率は、色分離フィルタ 102 の各色の領域の面積および各受光素子 1162 の面積を変更することで、調整することが可能である。

【0118】

ここで、結像原理によって、レンズの領域毎に MTF 特性が異なる点について説明する。

【0119】

図 18 (a) に示すように、レンズ系 100 の光軸付近の円形領域を 100a-1、領域 100a-1 の周辺の円環形状領域を 100a-2、および領域 100a-2 の周辺の円環形状領域 (レンズ 100a の外周領域) を 100a-3、とすると、結像原理による各領域の MTF 特性は図 18 (b) のように表される。

10

【0120】

図 18 (b) に示すように、領域 100a-1、100a-2、100a-3 の順にカットオフ周波数が高くなり、空間周波数に対する MTF が高くなる。このカットオフ周波数は、瞳直径により異なってくる。このように、結像原理によりレンズの各領域の MTF 特性 (高周波強調特性) がそれぞれ異なっている。

【0121】

したがって、本実施形態に係る色分離フィルタ 102b および受光素子群 1161 によれば、各受光素子 1162 が受光する光は、色が異なるとともに、MTF 特性が異なっている。すなわち、B の波長域の光、R の波長域の光、G の波長域の光の順に高周波特性が高い。ここでは、色分離フィルタ部 102b の最外周に G 領域を設けているので、G の波長域の光の高周波特性を最も高めることができる。

20

【0122】

なお、ここでは結像原理的に MTF 特性が異なる点について説明したが、レンズ設計によって、意図的にレンズの透過領域毎の MTF 特性を異ならせてもよい。例えば、意図的にレンズ周辺の MTF を落とした設計をすることが考えられる。

【0123】

この場合、レンズの領域毎の MTF 特性と、色分離フィルタ部の領域毎の透過特性によって、様々な組み合わせの画像を生成することができる。また、レンズの領域毎に色収差を最適化してもよい。

30

【0124】

〔第 8 の実施形態〕

図 1 に示す撮像装置 10 において、色分離フィルタ部 100b を、レンズ 100a の光路上から退避可能に構成してもよい。またこのとき、異なるフィルタをレンズ 100a の光路上に挿入可能に構成してもよい。

【0125】

図 19 は、本実施形態に係るターレット切り替え式フィルタ装置 3000 の一部断面を含む側面図である。ターレット切り替え式フィルタ装置 3000 は、主としてターレット 3002 と、モータ 3100 と、モータ 3100 を制御する制御部 (不図示) とから構成されている。

40

【0126】

また図 20 は、ターレット切り替え式フィルタ装置 3000 の正面図である。本図に示すように、ターレット 3002 は円板形状であり、ターレット 3002 の同一円周上には、それぞれ特性の異なる光学フィルタ部 3010、3012、3014、3016 が 90 度の等間隔で配設されている。

【0127】

ターレット 3002 の回転軸 3006 は、軸受け 3008 により回転自在に軸支されている。またターレット 3002 の外周面には、モータ 3100 の出力軸に固定されたギア 3102 と螺合するギア 3004 が設けられている。これにより、モータ 3100 を回転駆動させると、ターレット 3002 を回転させることができる。

50

【 0 1 2 8 】

このターレット切り替え式フィルタ装置 3 0 0 0 を図 1 に示す撮像装置 1 0 に適用することで、レンズ 1 0 0 a の光路上のフィルタ部を交換可能となる。

【 0 1 2 9 】

例えば、光学フィルタ部 3 0 1 0 に色分離フィルタ部 1 0 0 b を適用することができる。また光学フィルタ部 3 0 1 2 には赤外線カットフィルタ、光学フィルタ部 3 0 1 4 には色分離フィルタ部 1 0 0 b と赤外線カットフィルタの二層構造のフィルタ、光学フィルタ部 3 0 1 6 には素通しのダミーガラス、等のように適用し、モータ 3 1 0 0 の回転駆動によりこれらのフィルタ部を適宜交換することができる。

【 0 1 3 0 】

〔 第 9 の実施形態 〕

図 2 1 は、本実施形態に係る撮像装置 1 0 1 0 のブロック構成の一例を模式的に示す図である。レンズ系 1 0 0、受光ユニット 2 0、画像生成部 1 7 0、制御部 1 8 0 および画像記録部 1 9 0 を備える。レンズ系 1 0 0、画像生成部 1 7 0、画像記録部 1 9 0 については、第 1 の実施形態と同様の構成であるので、説明を省略する。

【 0 1 3 1 】

本実施形態の受光ユニット 2 0 は、偏向部 1 4 0、マイクロレンズ部 1 5 0、受光部 1 6 0 から構成される。

【 0 1 3 2 】

偏向部 1 4 0 は、偏向光学要素の一例としての複数のプリズム要素 1 4 2 a ~ c を含む。マイクロレンズ部 1 5 0 は、複数のマイクロレンズ 1 5 2 a ~ c を含む。受光部 1 6 0 は、複数の受光素子 1 6 2 a ~ c を有する。本図では、説明を分かり易くするために、3 個の受光素子 1 6 2 a ~ c、3 個のマイクロレンズ 1 5 2 a ~ c、3 個のプリズム要素 1 4 2 a ~ c を図示しているが、これらの光学要素をそれぞれ 3 個しか有さないことを示しているわけではない。被写体を撮像すべく任意の数を各光学要素が有することはいうまでもない。

【 0 1 3 3 】

本実施形態の受光ユニット 2 0 は、1 つのマイクロレンズに対応して 1 つの受光素子が備えられている。図 2 1 の例では、マイクロレンズ 1 5 2 a に対応して受光素子 1 6 2 a、マイクロレンズ 1 5 2 b に対応して受光素子 1 6 2 b、マイクロレンズ 1 5 2 c に対応して受光素子 1 6 2 c がそれぞれ配置されている。

【 0 1 3 4 】

マイクロレンズ 1 5 2 a は、レンズ 1 0 0 a により結像された被写体光を再結像して、受光素子 1 6 2 a に受光させる。同様に、マイクロレンズ 1 5 2 b、c は、レンズ 1 0 0 a により結像された被写体光をそれぞれ再結像して、それぞれ受光素子 1 6 2 b、c に受光させる。マイクロレンズ 1 5 2 は、受光素子 1 6 2 のそれぞれへの光束が通過する射出瞳 1 2 0 の大きさを制限する。例えば、マイクロレンズ 1 5 2 は、射出瞳 1 2 0 の一部領域を通過した光を各受光素子 1 6 2 に受光させる大きさの屈折力を持つ。例えばマイクロレンズ 1 5 2 は、射出瞳 1 2 0 の 1 / 4 以下の面積の領域を通過した光を各受光素子 1 6 2 に受光させる屈折力を有することができる。

【 0 1 3 5 】

また本実施形態の受光ユニット 2 0 は、1 つのマイクロレンズに対応して 1 つのプリズム要素が備えられている。図 2 1 の例では、プリズム要素 1 4 2 a に対応してマイクロレンズ 1 5 2 a、プリズム要素 1 4 2 b に対応してマイクロレンズ 1 5 2 b、プリズム要素 1 4 2 c に対応してマイクロレンズ 1 5 2 c がそれぞれ配置されている。

【 0 1 3 6 】

このように、プリズム要素 1 4 2、マイクロレンズ 1 5 2、および、受光素子 1 6 2 は、互いに対応して設けられる。例えば、プリズム要素 1 4 2 a は、マイクロレンズ 1 5 2 a および受光素子 1 6 2 a に対応して設けられる。プリズム要素 1 4 2、マイクロレンズ 1 5 2 および受光素子 1 6 2 のうちの互いに対応する光学要素の組は、符号の添

10

20

30

40

50

え字 a ~ c で区別される。

【0137】

プリズム要素 142 は、予め定められた瞳領域 122 を通過した被写体光を、対応する受光素子 162 にそれぞれ受光させる光学要素の一例である。具体的には、プリズム要素 142 a は、レンズ系 100 の射出瞳 120 における瞳領域 122 a を通過した被写体光 130 a を、マイクロレンズ 152 a を介して受光素子 162 a に受光させる。また、プリズム要素 142 b は、レンズ系 100 の射出瞳 120 における瞳領域 122 b を通過した被写体光 130 b を、マイクロレンズ 152 b を介して受光素子 162 b に受光させる。一方、プリズム要素 142 c は、レンズ系 100 の射出瞳 120 における瞳領域 122 c を通過した被写体光 130 c を、マイクロレンズ 152 c を介して受光素子 162 c に

10

【0138】

色分離フィルタ部 100 b により、瞳領域 122 a を通過した光は B の波長域、瞳領域 122 b を通過した光は R の波長域を、瞳領域 122 c を通過した光は G の波長域を有している。したがって、受光素子 162 a は B の波長域の光を受光し、受光素子 162 b は R の波長域の光を受光し、受光素子 162 c は G の波長域の光を受光する。

【0139】

このように、プリズム要素 142 は、レンズ 110 の射出瞳 120 における予め定められた瞳領域 122 を通過した被写体光を、複数の受光素子 162 のうちの対応する受光素子 162 にそれぞれ受光させる。

20

【0140】

なお、制御部 180 は、偏向部 140 が被写体光を偏向させる向きを制御する。例えば、制御部 180 は、プリズム要素 142 のプリズム角を制御する。偏向部 140 による偏向の向きを制御部 180 が制御することより、例えば、各受光素子にいずれの瞳領域を通過する光を受光させるかを制御することができる。制御部 180 による具体的な制御内容については後述する。

【0141】

図 22 は、偏向部 140、マイクロレンズ部 150 および受光部 160 の構成の一例を模式的に示す図である。本実施形態において、偏向部 140 が有する複数のプリズム要素 142 は、屈折率が互いに異なる液体の界面で形成される液体プリズム要素である。プリズム要素 142 のプリズム角は、液体界面の角度で定まる。

30

【0142】

偏向部 140 は、第 1 液体および第 2 液体を保持するハウジング 200、仕切板 242、駆動部 290 を有する。仕切板 242 は、ハウジング 200 の内部を、レンズ系 100 の光軸に沿って第 1 液体が充填される第 1 液体領域 210 と第 2 液体が充填される第 2 液体領域 220 とに分割する。第 1 液体と第 2 液体は、屈折率が互いに異なり、かつ、水と油のように接触状態において互いに混合しない性質を持つ。第 1 液体および第 2 液体の組み合わせとして、PDMS (Poly - Dimethyl - Siloxane) および純水を例示することができる。ここでは第 2 液体の屈折率よりも第 1 液体の屈折率の方が大きいとする。また、第 1 液体および第 2 液体のそれぞれの密度は実質的に等しいことが好ましい。

40

【0143】

仕切板 242 には、複数のプリズム要素 142 a ~ d が形成される位置に対応して複数の貫通孔 250 a ~ d が形成される。図 21 に例示したプリズム要素 142 a ~ c は、それぞれ貫通孔 250 a ~ c が形成された位置に形成される。ハウジング 200 の物体側の面または像側の面から見た貫通孔 250 の形状は、正方形、長方形、台形、円または楕円等であってよく、その他の種々の形状であってよい。

【0144】

ハウジング 200 の物体側の面および像側の面には、ガラスなどの透光性の材料で形成された透光部が形成される。透光部は、貫通孔 250、マイクロレンズ 152 および受光

50

素子 1 6 2 に対応する位置に形成され、被写体光は物体側の面に形成された透光部、貫通孔 2 5 0、像側の面に形成された透光部を通過して、対応するマイクロレンズ 1 5 2 に入射する。なお、ハウジング 2 0 0 の物体側の面および像側の全面が、ガラスなどの透明な材料から形成されてもよい。

【 0 1 4 5 】

仕切板 2 4 2 は、仕切部 2 4 0 - 1 ~ 5 を含む。貫通孔 2 5 0 は、対向する仕切部 2 4 0 の間の空間で形成される。仕切部 2 4 0 は第 1 液体と第 2 液体とを接触させない。第 1 液体および第 2 液体は、貫通孔 2 5 0 内で互いに接触して、プリズム要素 1 4 2 となる界面を形成する。

【 0 1 4 6 】

貫通孔 2 5 0 a は、側面部 2 5 2 a (第 1 側面部に相当) および側面部 2 5 4 a (第 2 側面部に相当) を持つ。側面部 2 5 2 a および側面部 2 5 4 a は、それぞれ仕切部 2 4 0 - 1 および仕切部 2 4 0 - 2 の対向する側面部である。側面部 2 5 2 a は、レンズ系 1 0 0 の光軸方向に沿って第 1 の厚さを持ち、側面部 2 5 4 a は、レンズ 1 0 0 a の光軸方向に沿って第 2 の厚さを持つ。つまり、貫通孔 2 5 0 a は、厚さの異なる仕切板 2 4 2 の側面部 2 5 2 a および側面部 2 5 4 a を含む側面に包囲されて形成される。例えば、貫通孔 2 5 0 a が四角形の開口を持つ場合、貫通孔 2 5 0 a は、側面部 2 5 2 a と、側面部 2 5 4 a と、側面部 2 5 2 a および側面部 2 5 4 a を結合する 2 の側面部とにより包囲されて形成される。ここでは第 2 の厚さが第 1 の厚さより大きいとする。

【 0 1 4 7 】

貫通孔 2 5 0 b は、側面部 2 5 2 b および側面部 2 5 4 b を持つ。側面部 2 5 2 b および側面部 2 5 4 b は、それぞれ仕切部 2 4 0 - 2 および仕切部 2 4 0 - 3 の対向する側面部である。側面部 2 5 2 b は、レンズ系 1 0 0 の光軸方向に沿って第 2 の厚さを持ち、側面部 2 5 4 b は、レンズ系 1 0 0 の光軸方向に沿って第 3 の厚さを持つ。第 3 の厚さは、第 1 の厚さより大きく第 2 の厚さより小さいとする。貫通孔 2 5 0 a とは異なり、貫通孔 2 5 0 b は、複数の貫通孔 2 5 0 が並ぶ方向に、第 1 の厚さの側面部 2 5 2 b、第 3 の厚さの側面部 2 5 4 b を順に有する。その他の点は、貫通孔 2 5 0 a と同様であるので説明を省略する。

【 0 1 4 8 】

貫通孔 2 5 0 c は、側面部 2 5 2 c および側面部 2 5 4 c を持つ。側面部 2 5 2 c および側面部 2 5 4 c は、それぞれ仕切部 2 4 0 - 3 および仕切部 2 4 0 - 4 の対向する側面部である。貫通孔 2 5 0 c は、第 3 の厚さを有する側面部 2 5 2 c と、第 4 の厚さを有する側面部 2 5 4 c とにより形成される。第 4 の厚さは、第 1 の厚さより小さいとする。ここで、第 2 の厚さと第 3 の厚さとの差は、第 3 の厚さと第 4 の厚さとの差とは異なるとする。

【 0 1 4 9 】

貫通孔 2 5 0 d は、貫通孔 2 5 0 a と同様の形状を持つ。貫通孔 2 5 0 d は、第 1 の厚さを有する側面部 2 5 2 d と、第 2 の厚さを有する側面部 2 5 4 d とにより形成される。側面部 2 5 2 d および側面部 2 5 4 d は、それぞれ仕切部 2 4 0 - 4 および仕切部 2 4 0 - 5 によって提供される。仕切部 2 4 0 - 4 は、一方の側に第 4 の厚さの側面部 2 5 4 c を持ち、他方の側に第 1 の厚さの側面部 2 5 2 d を持つ。本実施形態では貫通孔 2 5 0 d までしか例示していないが、仕切板 2 4 2 には、貫通孔 2 5 0 a、貫通孔 2 5 0 b、貫通孔 2 5 0 c がこの順で等間隔に繰り返して一列に形成される。

【 0 1 5 0 】

第 1 液体領域 2 1 0 に充填された第 1 液体の圧力を特定の圧力にすると、当該圧力に応じて、液体の圧力差と表面張力とが釣り合うように平面状の界面が形成される。各貫通孔 2 5 0 内において第 2 液体が充填された状態で釣り合った状態となるよう第 1 液体の圧力を第 1 圧力にすると、プリズム要素 2 8 2 のように本図の破線で示す液体界面が形成される。具体的には、各貫通孔 2 5 0 において、側面部 2 5 2 の第 1 液体領域 2 1 0 側の端部と側面部 2 5 4 の第 1 液体領域 2 1 0 側の端部で液体界面が担持される。仕切板 2 4 2 は

10

20

30

40

50

第1液体側において略平面状の端面を持つ。すなわち、仕切部240のそれぞれの第1液体側は略同一平面を形成する。当該端面はハウジング200の像側と平行であるので、破線で示す液体界面は、プリズム効果を実質的に有さない。

【0151】

一方、各貫通孔250内において第1液体が充填された状態で釣り合った状態となるよう、第1液体の圧力を第1圧力より高めて第2圧力にすると、液体界面の位置は第2液体側に移動して、プリズム要素281のように本図の実線で示す液体界面が形成される。例えば、各貫通孔250において、側面部252の第2液体領域220側の端部および側面部254の第2液体領域220側の端部に液体界面が担持される。この液体界面の傾きは、各貫通孔250を形成する側面部の厚さに応じた傾きになる。したがって、この状態では、異なる3種類の角度のプリズム角を持つプリズムが順に繰り返し形成されたプリズム列が形成される。

10

【0152】

マイクロレンズ部150および受光部160の構成について説明する。複数のマイクロレンズ152は、複数の貫通孔250に対応して透明基板上に設けられる。受光部160は、遮光部262および複数の受光素子162を有する。複数の受光素子162は、貫通孔250に対応して設けられる。すなわち、マイクロレンズ152および受光素子162は、複数の貫通孔250に対応してそれぞれ設けられる。

【0153】

遮光部262は、隣接画素との間の干渉を防ぐべく、複数の受光素子162のそれぞれの受光開口を画定する開口264が、複数の受光素子162のそれぞれに対応する位置に形成されている。被写体光は、貫通孔250、マイクロレンズ152を通じて受光素子162に向かう。複数の受光素子162は、対応する開口264を通過した光をそれぞれ受光して、光電変換により撮像信号を形成する電圧信号をそれぞれ生成する。

20

【0154】

本図の破線で示した液体界面が形成されている状態では、当該液体界面はプリズム効果を有しない。このため、この状態では、受光素子162は、射出瞳120のうちの光軸を中心とする領域を通過した光を受光する。したがって、複数の受光素子162によって形成される画像は、レンズ系100の光軸近傍領域に対応する色分離フィルタ部100bの領域の透過特性に基づく色の画像となる。この場合、1色での撮影となるが、高解像度の画像を得ることができる。

30

【0155】

また、ターレット切り替え式フィルタ装置3000を用いて、レンズ100aの光路上のフィルタを色分離フィルタ部100b以外の単色のフィルタ等に交換した場合に有効である。

【0156】

本図の実線で示した液体界面が形成されている状態では、貫通孔250a~cには、異なるプリズム角を持つ液体界面が形成される。したがって、この状態では、受光素子162a~cが受光する光束の向きは、射出瞳120の互いに異なる瞳領域122に向けられる。ここでは、貫通孔250aに形成される液体界面、貫通孔250bに形成される液体界面および貫通孔250cに形成される液体界面が、それぞれ図21で例示したプリズム要素142a、プリズム要素142bおよびプリズム要素142cを形成する。この状態では、色分離フィルタ部100bの領域毎の透過波長特性に基づく複数の色の画像を得ることができる。

40

【0157】

このように、プリズム要素142は、屈折率が互いに異なる第1液体と第2液体との間の液体界面でプリズム界面が形成される液体プリズム要素である。制御部180は、複数のプリズム要素142にそれぞれ対応する受光素子162の受光する光束の向きを制御すべく、レンズ系100の光軸に対するプリズム界面の傾きを制御する。具体的には、制御部180は、貫通孔250の側面部252における液体界面の位置および側面部252に

50

対向する側面部 254 における液体界面の位置を制御することにより、光軸に対するプリズム界面の傾きを制御する。

【0158】

例えば、制御部 180 は、第 1 液体領域 210 に連通する液体領域 230 内の圧力を制御することにより、第 1 液体の圧力を制御する。具体的には、ハウジング 200 は、液体領域 230 内の第 1 液体に接する弾性面 280 を持つ。また、偏向部 140 は、液体領域 230 の体積を制御すべく弾性面 280 を変位させる駆動部 290 を有する。駆動部 290 としては、圧電素子を有することができる。圧電素子はピエゾ素子であってよい。制御部 180 は、圧電素子に印加する電圧を制御して圧電素子の形状を変化させ、それにより弾性面 280 に当接する先端部を紙面左右方向に変位させる。

10

【0159】

制御部 180 は、第 1 液体と第 2 液体の界面を貫通孔 250 の側面部に沿って物体側の方向に移動させる場合には、液体領域 230 の体積が減少する方向に駆動部 290 の先端部を変位させる。これにより、第 1 液体の内圧が高まり、液体界面は物体側の方向に移動する。制御部 180 は、貫通孔 250 の側面部に沿って像側方向に液体界面を移動させる場合には、液体領域 230 の体積が増加する方向に駆動部 290 の先端部を変位させる。これにより、第 1 液体の内圧が低下して、液体界面は像側の方向に移動する。

【0160】

本実施形態の偏向部 140 のように、制御部 180 が液体領域 210 の内圧を制御することにより、貫通孔 250 の側面部 252 での液体界面の位置および当該側面部 252 に対向する側面部 254 での液体界面の位置が制御され、したがって光軸に対する液体界面の傾きが制御される。すなわち、制御部 180 は、液体領域 210 の内圧を制御することにより、プリズム要素 142 の傾きを制御することができる。特に本実施形態の仕切板 242 のように、制御部 180 が仕切部 240 の両側面部で囲まれる領域内に第 1 液体が充填された状態と、当該領域内に第 2 液体が充填された状態との間で切り替えることにより、光軸に対する液体界面が異なる傾きに切り替えられる。本実施形態の偏向部 140 によれば、制御部 180 は、射出瞳 120 における光軸を含む瞳領域を通過した被写体光 130 を受光素子 162 に受光させる場合に、光軸に対して液体界面を略直交させ、射出瞳 120 における光軸を含まない瞳領域 122 を通過した被写体光 130 を受光素子 162 に受光させる場合に、光軸に対して液体界面を傾斜させることができる。液体領域 210 の内圧を制御することにより受光素子 162 の受光する光束の向きを高速に制御することができるので、多色の撮影と単色の撮影とを高速に切り替えることができる。

20

30

【0161】

図 23 は、光軸に垂直な面で偏向部 140 を切断した模式断面を示す図である。本図は、図 22 の仕切板 242 を切断した模式断面を例示する。被写体光は紙面に向かって進行するとし、参照のために受光素子 162 の位置を破線で模式的に示した。図示されるように、仕切板 242 には貫通孔 250 がマトリクス状に形成される。受光素子 162 も貫通孔 250 に対応する位置に設けられる。すなわち、貫通孔 250 および複数の受光素子 162 はマトリクス状に配置される。貫通孔 250 および受光素子 162 は、行方向 350 および列方向 360 に略等間隔で設けられる。

40

【0162】

具体的には、仕切部 240 - 1、仕切部 240 - 2、仕切部 240 - 3 および仕切部 240 - 4 は、列方向 360 に延伸する部材である。これらの行の間は、行方向 350 に延伸する部材で仕切られる。これにより、貫通孔 250 a ~ d の他に、行方向 350 に並ぶ貫通孔の列が、複数形成される。例えば、貫通孔 250 a を先頭とする行、貫通孔 250 e を先頭とする行、貫通孔 250 f を先頭とする行に、行方向 350 に並ぶ貫通孔の列が形成される。

【0163】

図 22 に関連して説明したように、仕切部 240 - 1 は、レンズ系 100 の光軸方向に沿って第 1 の厚さの側面部を側部に持つ。また、仕切部 240 - 2 は、レンズ系 100 の

50

光軸方向に沿って第2の厚さの側面部を両側部に持つ。仕切部240-3は、レンズ系100の光軸方向に沿って第3の厚さの側面部を両側部に持つ。仕切部240-4は、レンズ系100の光軸方向に沿って第4の厚さの側面部と第1の厚さの側面部とを側部に持つ。つまり、仕切板242は、対向する側面部の間で厚さの差を呈する仕切部を持つ。また、隣り合う貫通孔250の間で当該厚さの差が異なるよう、2種類以上の仕切部が順次に形成される。これにより、行方向350に互いに異なるプリズム角を提供する貫通孔250が複数の行に順次に配置される。

【0164】

本図では3種類の傾きを持つプリズム角を同時に形成すべく3種類の仕切部を形成する仕切板242を例示した。2種類以上のプリズム角度を同時に形成する場合は、2種類の仕切部が交互に形成されるようにすればよい。つまり、レンズ系100の光軸方向に沿って第1の厚さの側面部を両側部に持つ第1仕切部と、光軸方向に沿って第2の厚さの側面部を両側部に持つ第2仕切部とによって、貫通孔250が形成されればよい。具体的には、貫通孔250は、第1仕切部の側面部と、第1仕切部に隣り合う第2仕切部の側面部とによりそれぞれ形成される。そして、制御部180が、仕切部240の側面部で囲まれる領域内に第1液体が充填された状態に制御することで、光軸に対する液体界面の傾きを列方向360に互いに異ならせることができる。

10

【0165】

また、貫通孔250a~dは、液体領域210を介して連通している。液体領域210は複数の領域に区画されていてもよいが、区画されていなくてもよい。液体領域210が区画されている場合、区画された複数の液体領域210に対応してそれぞれ駆動部が設けられ、各駆動部は対応する液体領域210内の第1液体の圧力を制御する。本図の例では、行毎に駆動部290、駆動部291、駆動部292が設けられる。これにより、1の駆動部で第1液体領域の内圧を制御する場合と比較して、速やかにプリズム要素を制御することができる。なお、液体領域210が複数の領域に区画されておらず全貫通孔が液体領域210で連通している場合でも、駆動部を複数設けてもよい。すなわち、第1液体領域210の内圧を、複数の駆動部で制御してもよい。

20

【0166】

図24は、偏向部140の構成の他の一例を模式的に示す図である。図22に例示した偏向部140は、第1状態で射出瞳120の異なる3つの瞳領域を通過する光束でそれぞれ撮像することができ、第2状態では射出瞳120の1つの瞳領域を通過する光束で撮像することができる。本例の偏向部140は、液体界面の状態として三の状態を有し、それぞれの状態で異なる3つの瞳領域を通過する光束でそれぞれ撮像することができる構成を有する。特に、第1液体側および第2液体側における仕切板242の面形状および貫通孔250を形成する側面部の構成が、図22に例示した仕切板242とは異なる。ここでは、その差異を中心に説明する。

30

【0167】

本例の貫通孔250aは、仕切部640-1が有する第1の厚さの側面部642aと、仕切部640-2が有する第4の厚さの側面部644aとによって形成される。第4の厚さは、第2の厚さよりも厚い。また、本実施形態の貫通孔250aにおいて、両側面部の第2液体側の端点を結ぶ界面は、図22に例示した貫通孔250aの第2液体側で形成される界面と同じプリズム角を持つ。したがって、当該界面で形成されるプリズム要素は、受光素子162aが受光する光を瞳領域122aを通過したものに制限する。そして、本図の破線で示されるように、本実施形態の貫通孔250aにおいて両側面部の第1液体側の端点を結ぶ界面は、光軸に垂直面から傾斜したプリズム角を持つ。当該プリズム角を持つプリズム要素142aは、受光素子162aが受光する光を、射出瞳120において光軸近傍領域と瞳領域122cと間の瞳領域を通過したものに制限する。

40

【0168】

本例の貫通孔250bは、仕切部640-2が有する第4の厚さの側面部642bと、仕切部640-3が有する第4の厚さの側面部644bとによって形成される。仕切部6

50

40 - 2 と仕切部 640 - 3 とは、光軸方向に同位置に位置する。このため、第 2 液体側の端点および第 1 液体側の端点の双方で、光軸に垂直な界面が形成される。したがって、貫通孔 250 b に形成される界面は、受光部 160 b が受光する光を、射出瞳 120 の光軸近傍領域を通過したものに制限する。

【0169】

本例の貫通孔 250 c は、仕切部 640 - 3 が有する第 4 の厚さの側面部 642 c と、仕切部 640 - 4 が有する第 1 の厚さの側面部 644 b とによって形成される。本例の貫通孔 250 c において、両側面部の第 2 液体側の端点を結ぶ界面は、図 22 に例示した貫通孔 250 c の第 2 液体側で形成される界面と同じプリズム角を持つとする。したがって、当該界面で形成されるプリズム要素は、受光素子 162 c が受光する光を瞳領域 122 c を通過したものに制限する。そして、本図の破線で示されるように、本例の貫通孔 250 c において両側面部の第 1 液体側の端点を結ぶ界面は、光軸に垂直面から傾斜したプリズム角を持つ。当該プリズム角を持つプリズム要素 142 c は、受光素子 162 c が受光する光を、射出瞳 120 において光軸近傍領域と瞳領域 122 a と間の瞳領域を通過したものに制限する。

10

【0170】

貫通孔 250 d は、仕切部 640 - 3 が有する第 1 の厚さの側面部 642 d と、仕切部 640 - 5 が有する第 4 の厚さの側面部 644 d とによって形成される。仕切部 640 - 5 は、仕切部 640 - 2 と同様の部材とする。このため、貫通孔 250 d に形成されるプリズム要素は、貫通孔 250 a に形成されるプリズム要素と同様となるので、説明を省略する。

20

【0171】

また、本例の仕切板 242 によれば、プリズム要素 680 - 2 のように本図の一点鎖線で示したプリズム要素が形成される。一点鎖線で示したプリズム要素は、プリズム要素 680 - 1 のような実線で示したプリズム角よりも傾斜が小さく、プリズム要素 680 - 3 のような破線で示したプリズム角よりも傾斜が大きいプリズム角を持つ。本図の一点鎖線で示したプリズム要素を安定して保持する構成については、図 25 に関連して説明する。

【0172】

制御部 180 は、液体領域 210 の内圧を制御することにより、本実施形態例の実線、破線、一点鎖線のいずれかの状態に液体界面の傾きを制御することができる。すなわち、制御部 180 は、射出瞳 120 における光軸を含まない瞳領域 122 を通過した被写体光 130 を受光素子 162 に受光させる場合に、光軸に対して液体界面を第 1 の傾きに傾斜させ、射出瞳 120 における光軸を含まない他の瞳領域 122 を通過した被写体光 130 を受光素子 162 に受光させる場合に、光軸に対して液体界面を第 2 の傾きに傾斜させる。

30

【0173】

本例の偏向部 140 によれば、本図の実線、一点鎖線および破線で示したように、液体界面は三の状態に制御することができる。このため、異なる組み合わせのプリズム角で撮像することができる。すなわち、各プリズム角に対応する瞳領域の透過波長特性に基づく色の画像を取得することができる。

40

【0174】

図 25 は、仕切板 242 の変形例を示す図である。図 24 に例示した仕切板 242 の、特に図 24 の B 部を取り上げて、仕切板 242 の変形例を説明する。

【0175】

側面部 642 a には、貫通孔 250 a の内側に向かう突起部 700 および突起部 701 が形成される。側面部 644 a には、貫通孔 250 a の内側に向かう突起部 702、突起部 703 および突起部 704 が形成される。いずれの突起部も、液体界面がトラップされる程度の厚みを有する。突起部 703 は、光軸方向において、突起部 700 よりも液体領域 220 側に位置する。

【0176】

50

第1状態では、液体領域220側の端部の突起部700の先端と、液体領域220側の端部の突起部702の先端との間に界面が形成されて、プリズム要素680-1となる。第2状態では、液体領域210側の端部の突起部701の先端と、液体領域210側の端部の突起部704の先端との間に界面が形成されて、プリズム要素680-3となる。第3状態では、液体領域220側の端部の突起部700の先端と、側面部644aの突起部703の先端との間に界面が形成されて、プリズム要素680-2となる。

【0177】

本例によると、側面部642aおよび側面部644aが突起部を有しているので、液体界面が当該突起部の先端にトラップされやすくなる。そのため、プリズム角の制御を安定して行うことができる。

10

【0178】

本例では、図24のB部を取り上げて、貫通孔250aに形成される突起部を説明した。仕切板242が有する全ての貫通孔250に意図した位置に界面をトラップさせるべく突起部を形成してよく、図22、図23において説明した仕切板242の貫通孔250にも、意図した位置に界面をトラップさせるべく突起部を形成してよいことはいうまでもない。

【0179】

このように、制御部180は、レンズ系100の色分離フィルタ部100bが有する透過波長特性に基づいて、被写体光が受光部160に結像するよう、受光部160に受光させる瞳領域122の組み合わせを選択する。具体的には、制御部180は、対応する受光素子162が受光する光束の向きを、受光部160の位置に結像する被写体光が通過する瞳領域122に指向させるべく、プリズム界面の傾きを制御する。また、制御部180は、レンズ系100の色分離フィルタ部100bが有する透過波長特性に基づいて、いずれの瞳領域122を通過した光で撮像するかを制御することができる。

20

【0180】

〔第10の実施形態〕

図26は、第10の実施形態に係る撮像装置1110のブロック構成の一例を示す図である。本実施形態の撮像装置1110は、レンズ系100、受光ユニット20、画像生成部170および画像記録部190を備える。本実施形態の受光ユニット20は、図21から図25にかけて説明した偏向部140に替えて、偏光フィルタ部1140を偏向光学要素として有する。

30

【0181】

本実施形態の撮像装置1110では、レンズ系100は、レンズ100a、色分離フィルタ部(図26では不図示)および偏光フィルタ部100cを有する。偏光フィルタ部100cは、射出瞳の近傍に設けられる。偏光フィルタ部100cは、レンズ系100の射出瞳における異なる瞳領域に対応して設けられた第1偏光フィルタ1132および第2偏光フィルタ1134を持つ。また色分離フィルタ部(図26では不図示)も同様に、レンズ系100の射出瞳における異なる瞳領域に対応して各色フィルタが設けられているものとする。

40

【0182】

第1偏光フィルタ1132および第2偏光フィルタ1134には、それぞれ対応する瞳領域を通過した光が入射する。第1偏光フィルタ1132および第2偏光フィルタ1134は、それぞれ互いに直交する偏光成分を選択的に通過する。直交する偏光成分の組み合わせとしては、偏光方位が互いに直交する直線偏光成分を例示することができる。直交する偏光成分の組み合わせとして、他にも右回り円偏光成分と左回り円偏光成分との組み合わせを例示することができる。

【0183】

マイクロレンズ部150は複数のマイクロレンズ152を有する。本例では、マイクロレンズ152は、射出瞳の略全面を通過した光を受光素子162に向けて集光する大きさの屈折力を持つ。マイクロレンズ152が有する屈折力は、これまで説明したマイクロレ

50

レンズが有する屈折力よりも小さくてよい。偏光フィルタ部 1140 は、複数の受光素子 162 に対応して設けられた複数の偏光フィルタ 1142 を持つ。偏光フィルタ 1142 のうち、偏光フィルタ 1142 a は、第 2 偏光フィルタ 1134 が透過する偏光成分を通過させ、第 1 偏光フィルタ 1132 が透過する偏光成分を通過させない。偏光フィルタ 1142 のうち、偏光フィルタ 1142 b は、第 1 偏光フィルタ 1132 が透過する偏光成分を通過させ、第 2 偏光フィルタ 1134 が透過する偏光成分を通過させない。偏光フィルタ部 1140 は、偏光フィルタ 1142 a および偏光フィルタ 1142 b の組を複数有する。

【0184】

受光素子 162 は、対応する偏光フィルタ 1142 が通過した光を受光する。具体的には、受光素子 162 a は、偏光フィルタ 1142 a が通過した光を受光する。受光素子 162 b は、偏光フィルタ 1142 b が通過した光を受光する。したがって、受光素子 162 a が受光する光は、第 2 偏光フィルタ 1134 を通過したものに制限される。受光素子 162 b が受光する光は、第 1 偏光フィルタ 1132 を通過したものに制限される。このため、受光素子 162 a と受光素子 162 b とは、色分離フィルタ部（図 26 では不図示）の互いに異なる透過波長特性を持つ光学面を通過した光を受光する。画像生成部 170 は、受光素子 162 a など第 2 偏光フィルタ 1134 を通過した光を受光した受光素子 162 から対応する色の画像を生成する。また、画像生成部 170 は、受光素子 162 b など第 1 偏光フィルタ 1132 を通過した光を受光した受光素子 162 から対応する色の画像を生成する。本実施形態の撮像装置 1110 によっても、複数の色の異なる画像を同時に撮像することができる。

【0185】

このように、本実施形態の撮像装置 1110 は、複数の瞳領域において互いに異なる偏光成分を透過する第 1 偏光フィルタ 1132 および第 2 偏光フィルタ 1134 と、複数の受光素子 162 に対応して設けられ、異なる偏光成分をそれぞれ透過する偏光フィルタ 1142 a および b をそれぞれ複数有する。

【0186】

図 27 は、撮像装置 1110 の変形例を示す図である。図 26 で例示した撮像装置 1110 では 2 種類の色で撮像することができるのに対して、本例の撮像装置 1110 は、4 種類の色で撮像することができる構成を有する。ここでは本例の撮像装置 1110 の構成を、主としてレンズ系 100 の構成の相違を中心に説明する。

【0187】

レンズ系 100 は、図 26 の偏光フィルタ部 100 c に替えて、レンズ系 100 の射出瞳 1122 の近傍に設けられた偏光フィルタ 100 d を有する。偏光フィルタ 100 d は、第 1 偏光フィルタ 1232 a、第 1 偏光フィルタ 1232 b、第 2 偏光フィルタ 1234 a および第 2 偏光フィルタ 1234 b を有する。

【0188】

第 1 偏光フィルタ 1232 a および第 2 偏光フィルタ 1234 a は、射出瞳 1122 の瞳領域 1222 a における異なる領域に対応して設けられる。第 1 偏光フィルタ 1232 a および第 2 偏光フィルタ 1234 a には、それぞれ対応する領域を通過した光が入射する。第 1 偏光フィルタ 1232 a および第 2 偏光フィルタ 1234 a は、それぞれ互いに直交する偏光成分を選択的に通過する。

【0189】

第 1 偏光フィルタ 1232 b および第 2 偏光フィルタ 1234 b は、射出瞳 1122 の瞳領域 1222 b における異なる領域に対応して設けられる。第 1 偏光フィルタ 1232 b および第 2 偏光フィルタ 1234 b には、それぞれ対応する領域を通過した光が入射する。第 1 偏光フィルタ 1232 b および第 2 偏光フィルタ 1234 b は、それぞれ互いに直交する偏光成分を選択的に通過する。

【0190】

本例の撮像装置 1110 が有する受光部 160 に向かう光束は、瞳領域 1122 a およ

10

20

30

40

50

び瞳領域 1 1 2 2 b のいずれか一方を通過したものに制限される。例えば、図 1 から図 3 に関連して説明したように、1つのマイクロレンズ 1 5 2 に対応して設けられた受光素子群 1 1 6 2 の複数の受光素子によって、受光部 1 6 0 に入射した光束を制限することができる。また、図 4 に関連して説明したように、マイクロレンズ 1 5 2 の偏倚によって、受光部 1 6 0 に向かう光束を制限することができる。また、図 5、図 6 に関連して説明したように、受光部 1 6 0 に向かう光束を遮光部によって制限することができる。

【0191】

瞳領域 1 1 2 2 a を通過した光を受光する受光素子 1 6 2 のうち、偏光フィルタ 1 1 4 2 a に対応して設けられた受光素子 1 6 2 は、第 1 偏光フィルタ 1 2 3 2 a を通過した光を受光することができる。したがって、当該受光素子 1 6 2 が受光する光は、第 1 偏光フィルタ 1 2 3 2 a を通過したものに制限される。一方、瞳領域 1 2 2 2 a を通過した光を受光する受光素子 1 6 2 のうち、偏光フィルタ 1 1 4 2 b に対応して設けられた受光素子 1 6 2 は、第 2 偏光フィルタ 1 2 3 4 a を通過した光を受光することができる。したがって、当該受光素子 1 6 2 が受光する光は、第 2 偏光フィルタ 1 2 3 4 a を通過したものに制限される。

10

【0192】

また、瞳領域 1 1 2 2 b を通過した光を受光する受光素子 1 6 2 のうち、偏光フィルタ 1 1 4 2 a に対応して設けられた受光素子 1 6 2 は、第 1 偏光フィルタ 1 2 3 2 b を通過した光を受光することができる。したがって、当該受光素子 1 6 2 が受光する光は、第 1 偏光フィルタ 1 2 3 2 b を通過したものに制限される。一方、瞳領域 1 2 2 2 b を通過した光を受光する受光素子 1 6 2 のうち、偏光フィルタ 1 1 4 2 b に対応して設けられた受光素子 1 6 2 は、第 2 偏光フィルタ 1 2 3 4 b を通過した光を受光することができる。したがって、当該受光素子 1 6 2 が受光する光は、第 2 偏光フィルタ 1 2 3 4 b を通過したものに制限される。

20

【0193】

本例では、偏向光学要素によって、瞳領域 1 1 2 2 a と瞳領域 1 1 2 2 b のように 2 以上の瞳領域に分割される。そして、分割された瞳領域は、少なくとも一方の瞳領域が偏光フィルタでさらに分割される。つまり、撮像装置 1 1 1 0 は、偏向光学要素および偏光フィルタの組み合わせにより、3 以上の異なる瞳領域を通じて別個に撮像することができる。このため、3 以上の異なる透過波長特性で撮像することができる。

30

【0194】

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。

【0195】

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。

40

【符号の説明】

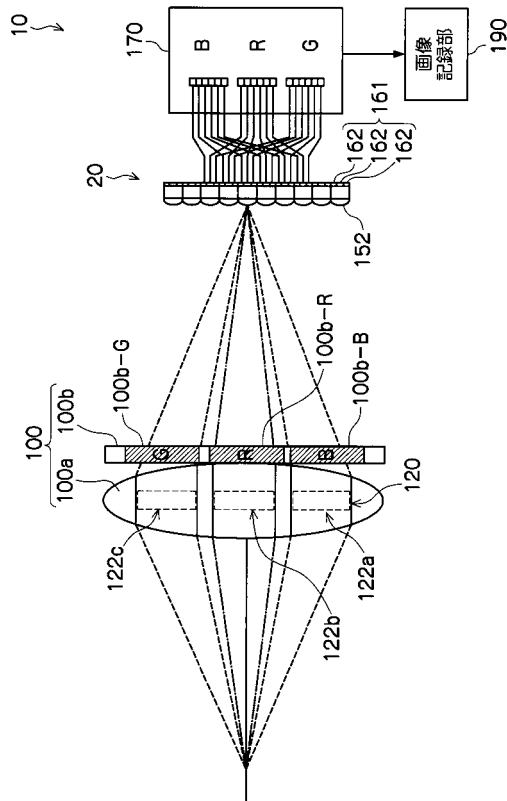
【0196】

1 0、1 0 1 0、1 1 1 0 ... 撮像装置、2 0 ... 受光ユニット、1 0 0 ... レンズ系、1 0 0 a ... レンズ、1 0 0 b ... 色分離フィルタ部、1 0 0 c、1 0 0 d ... 偏光フィルタ、1 2 0、2 2 0、1 1 2 0 ... 射出瞳、1 2 2、2 2 2、1 1 2 2 ... 瞳領域、1 4 0 ... 偏向部、1 4 2 ... プリズム要素、1 5 0 ... マイクロレンズ部、1 5 2、9 5 2、1 0 5 2、1 2 5 2 ... マイクロレンズ、1 6 0 ... 受光部、1 6 1、1 1 6 1、2 1 6 1 ... 受光素子群、1 6 2、1 1 6 2 ... 受光素子、1 7 0 ... 画像生成部、1 8 0 ... 制御部、1 9 0 ... 画像記録部、

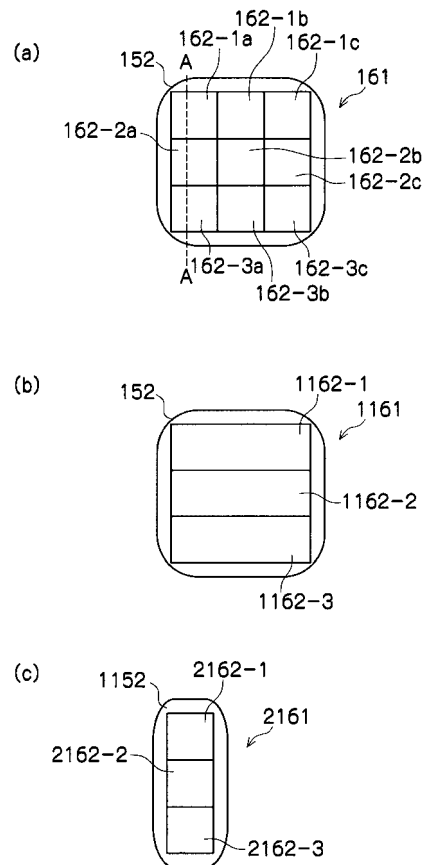
50

200 ...ハウジング、210、220、230 ...液体領域、240、640 ...仕切部、242 ...仕切板、250 ...貫通孔、252、254、642、644 ...側面部、262 ...遮光部、264、1264 ...開口、281、282、680 ...プリズム要素、290、291、292 ...駆動部、280 ...弾性面、350 ...行方向、360 ...列方向、400 ...像面、700、701、702、703、704 ...突起部、1060、1070 ...遮光部、1062、1072 ...開口、1130、1140 ...偏光フィルタ部、1132、1232 ...第1偏光フィルタ、1134、1234 ...第2偏光フィルタ、1142 ...偏光フィルタ、2262、2263 ...遮光マスク、3000 ...ターゲット切り替え式フィルタ装置、3002 ...ターゲット、3010、3012、3014、3016 ...光学フィルタ部

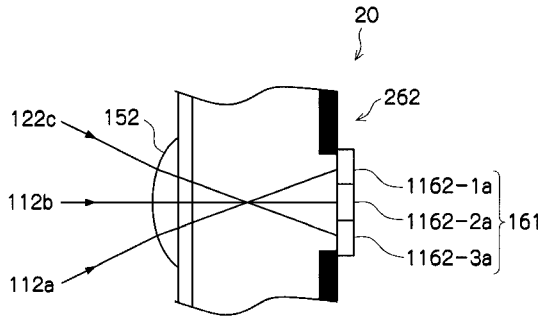
【 図 1 】



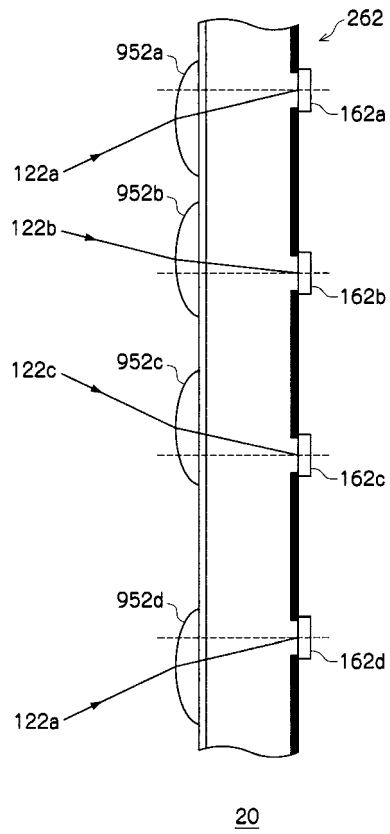
【 図 2 】



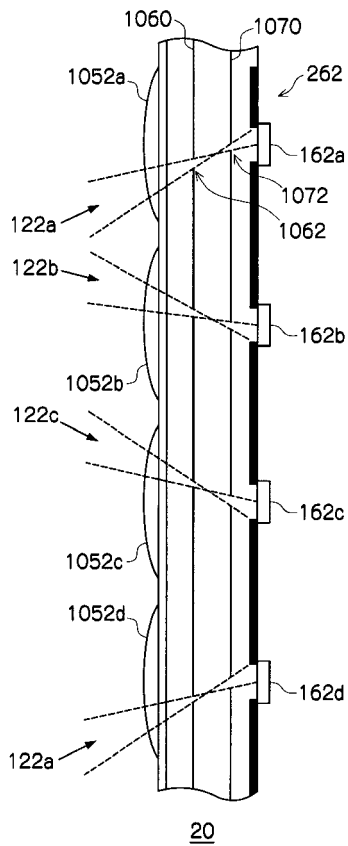
【 図 3 】



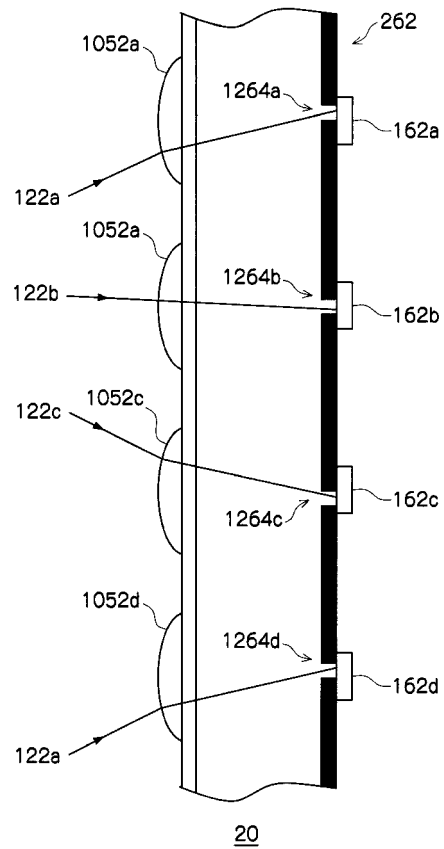
【 図 4 】



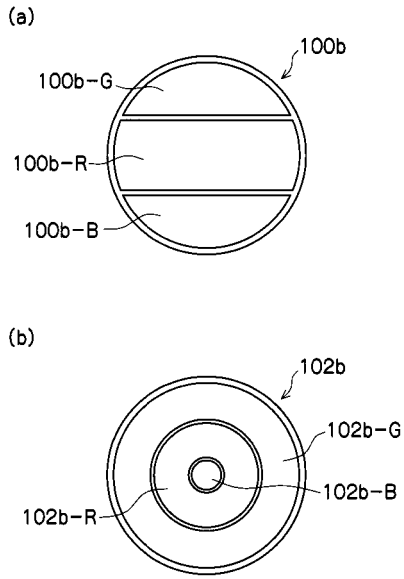
【 図 5 】



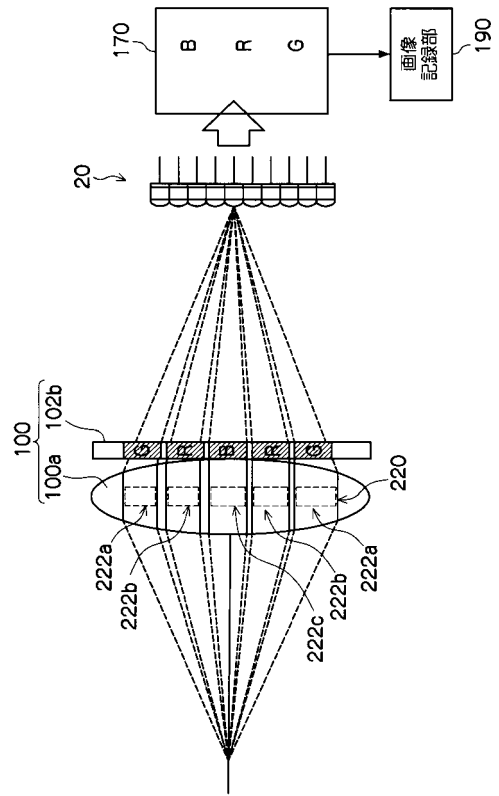
【 図 6 】



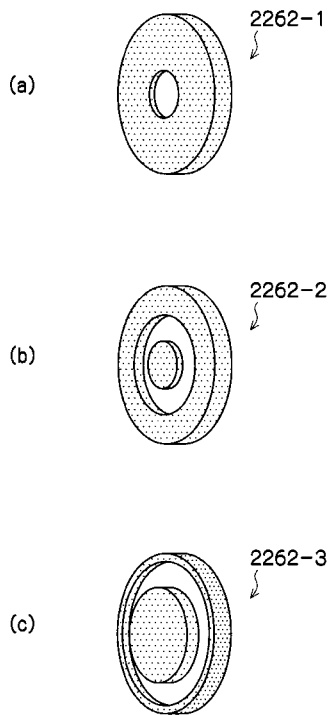
【 図 7 】



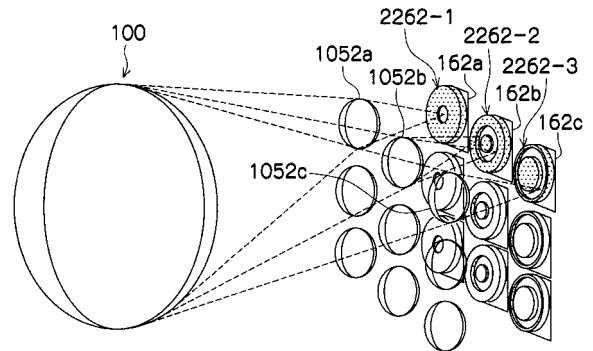
【 図 8 】



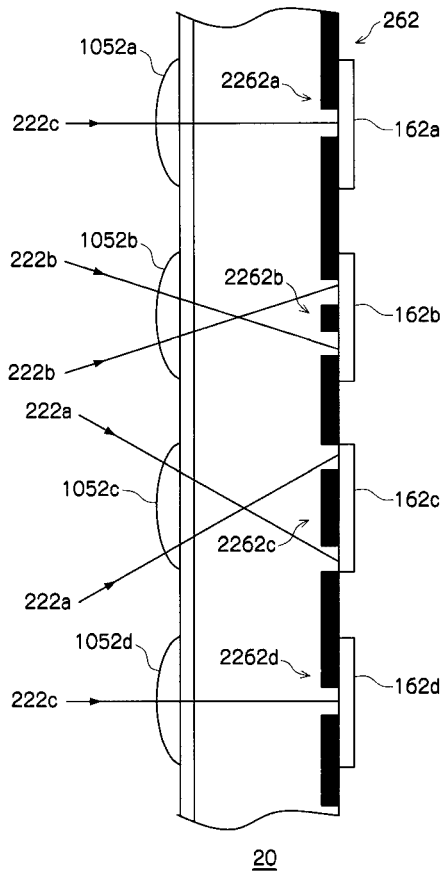
【 図 9 】



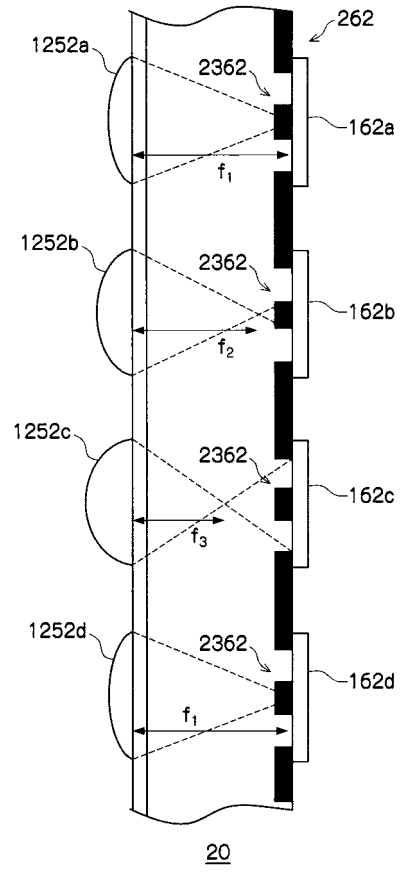
【 図 10 】



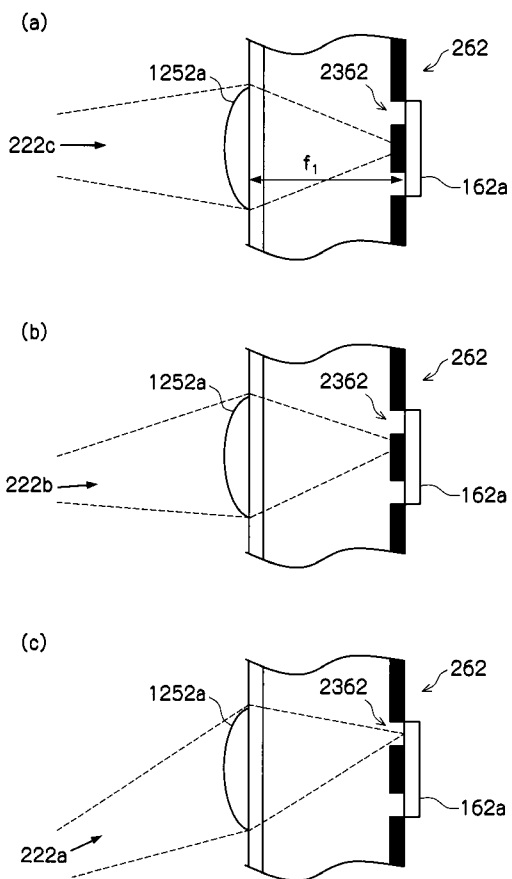
【 図 1 1 】



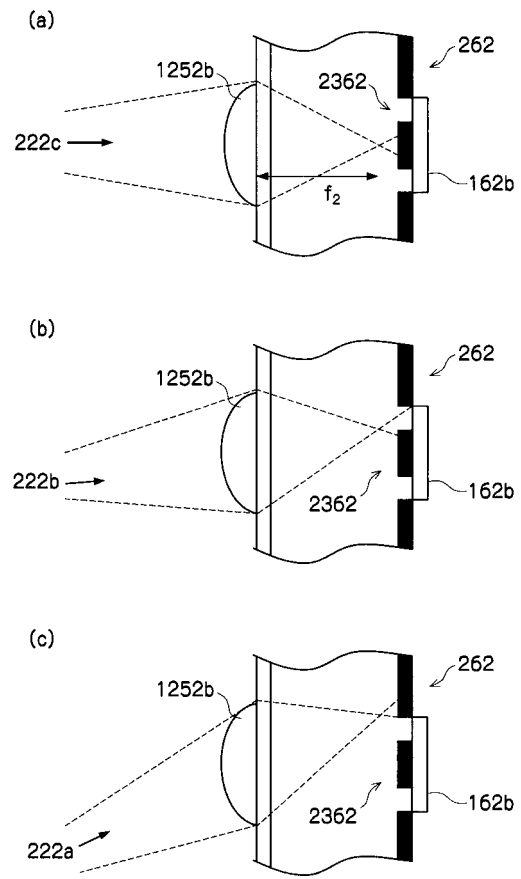
【 図 1 2 】



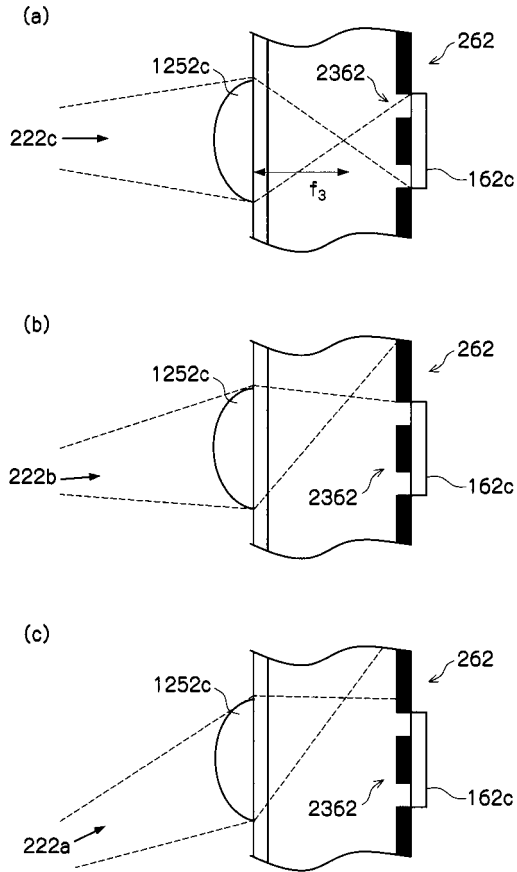
【 図 1 3 】



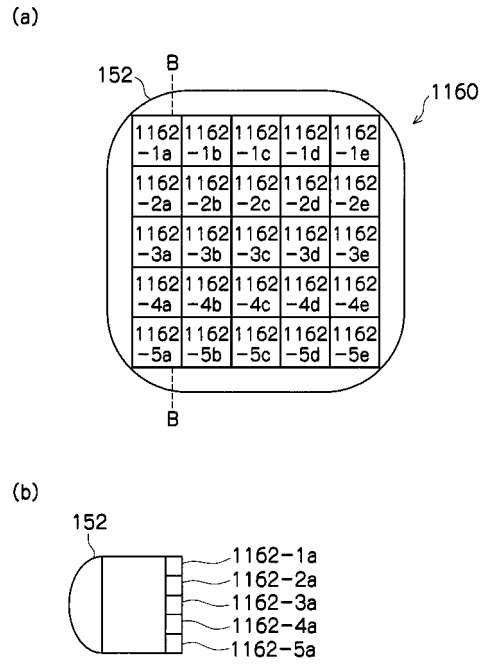
【 図 1 4 】



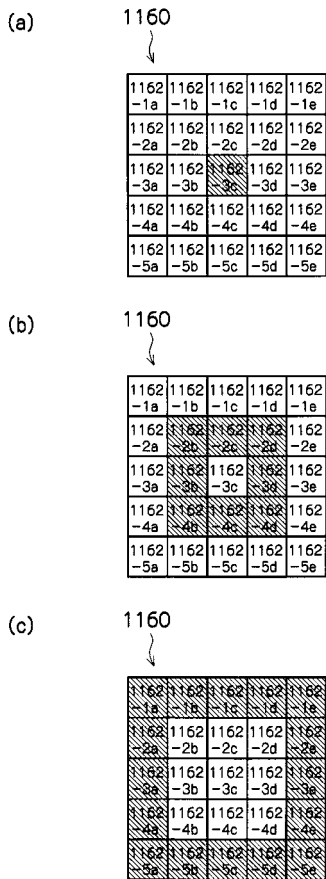
【 図 1 5 】



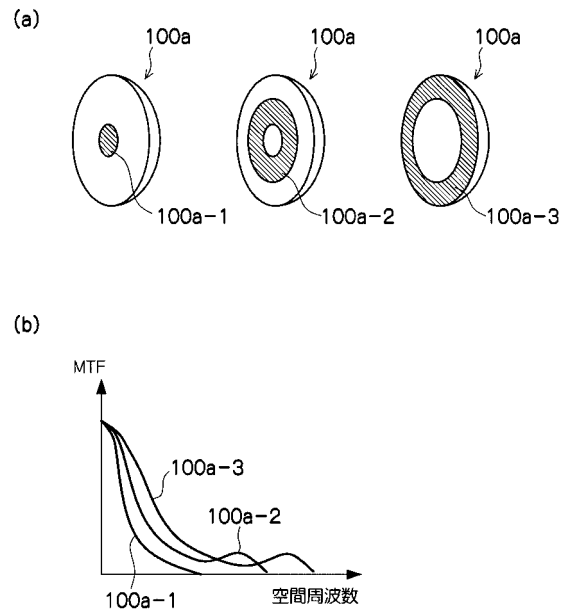
【 図 1 6 】



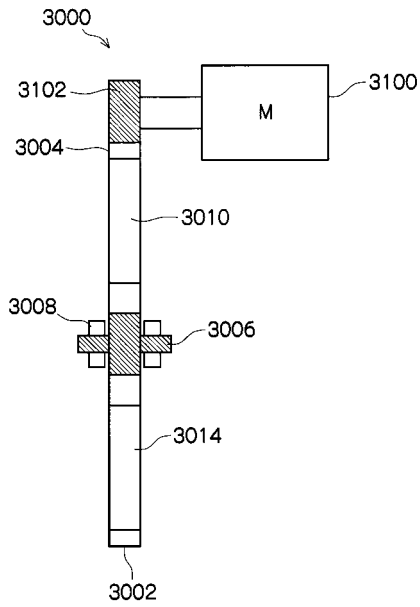
【 図 1 7 】



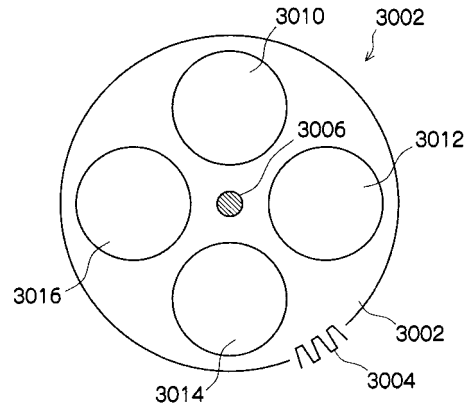
【 図 1 8 】



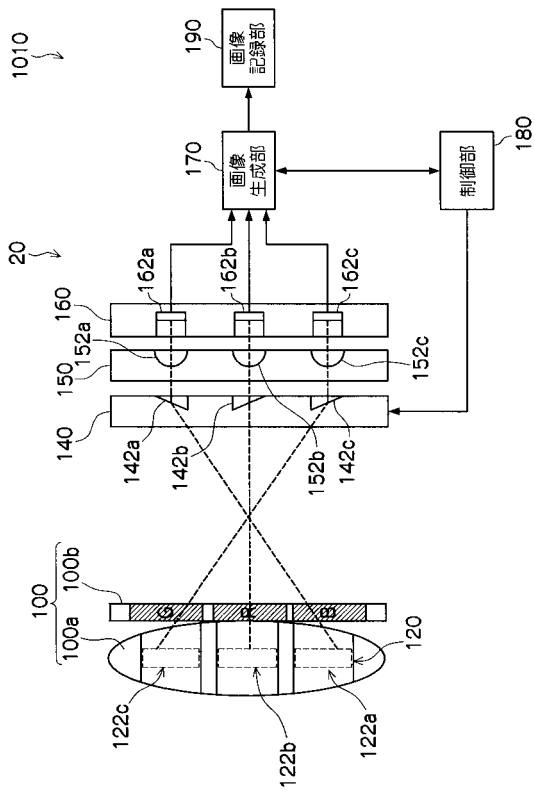
【 図 1 9 】



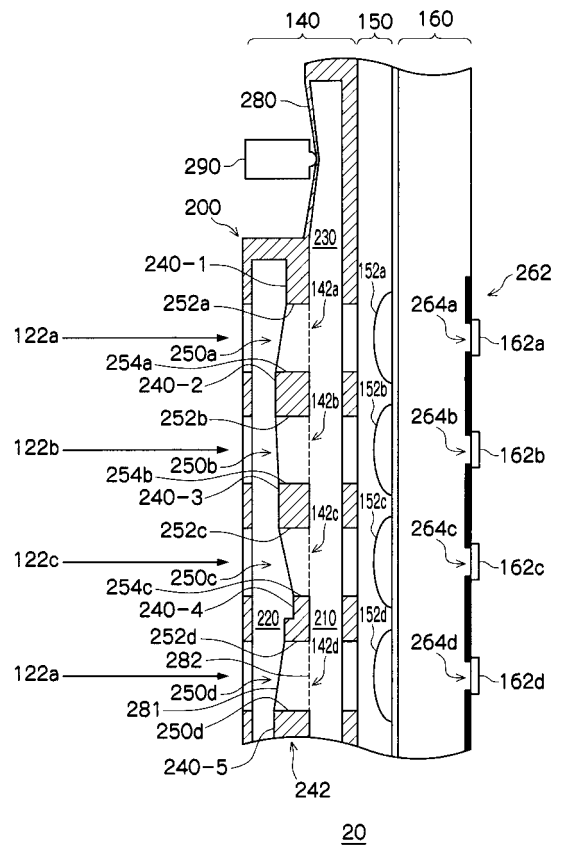
【 図 2 0 】



【 図 2 1 】



【 図 2 2 】



【 図 27 】

