

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5975229号
(P5975229)

(45) 発行日 平成28年8月23日(2016.8.23)

(24) 登録日 平成28年7月29日(2016.7.29)

(51) Int.Cl.			F I		
HO 1 L	27/14	(2006.01)	HO 1 L	27/14	D
HO 4 N	9/07	(2006.01)	HO 4 N	9/07	D
HO 4 N	5/369	(2011.01)	HO 4 N	5/335	6 9 0

請求項の数 7 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2013-540615 (P2013-540615)	(73) 特許権者	314012076
(86) (22) 出願日	平成24年6月4日(2012.6.4)		パナソニックIPマネジメント株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2012/003647		大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
(87) 国際公開番号	W02013/061489	(74) 代理人	100101683
(87) 国際公開日	平成25年5月2日(2013.5.2)		弁理士 奥田 誠司
審査請求日	平成26年1月9日(2014.1.9)	(74) 代理人	100155000
(31) 優先権主張番号	特願2011-233303 (P2011-233303)		弁理士 喜多 修市
(32) 優先日	平成23年10月24日(2011.10.24)	(74) 代理人	100180529
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 梶谷 美道
		(74) 代理人	100125922
			弁理士 三宅 章子
		(74) 代理人	100135703
			弁理士 岡部 英隆
		(74) 代理人	100188813
			弁理士 川喜田 徹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 カラー撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の受光部と、
前記複数の受光部の受光面側に設けられた透明層と、
前記透明層の光入射面と前記複数の受光部との間に設けられた複数の分光部と、
前記複数の分光部よりも前記複数の受光部側に設けられた複数の高屈折率透明体と、
を備え、
前記複数の高屈折率透明体は、前記透明層よりも屈折率が高く、
前記複数の分光部と前記複数の高屈折率透明体とは、前記受光面に対する正射影が互いに重ならないように配置され、
前記透明層および1つの前記分光部を光が通過することで分離された0次回折光と+1次回折光と-1次回折光とは、互いに異なる前記受光部に入射し、
前記高屈折率透明体は、前記+1次回折光および前記-1次回折光の回折角が、前記高屈折率透明体を配置しない場合と比較して広がるように配置され、
前記受光面と垂直な方向において、前記高屈折率透明体は、前記受光面よりも前記分光部に近い位置に配置される、撮像装置。

【請求項2】

前記分光部の形状は、前記受光面と平行な方向の長さよりも、垂直な方向の長さの方が長く、
前記高屈折率透明体の形状は、前記受光面と垂直な方向の長さよりも、平行な方向の長

さの方が長い、請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 3】

前記分光部は、前記複数の受光部の 1 つおきに配置されている、請求項 1 または 2 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記受光部同士の境界部分には、遮光部が設けられている、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記高屈折率透明体は、前記複数の受光部の受光面のうち、前記遮光部が設けられていない面の上部に配置されている、請求項 4 に記載の撮像装置。

10

【請求項 6】

前記透明層の前記光入射面側にはオンチップレンズが設けられている、請求項 1 から 5 のいずれかに記載の撮像装置。

【請求項 7】

前記高屈折率透明体のうちの前記受光面と平行な方向の面は、方形または円形である、請求項 1 から 6 のいずれかに記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は、撮像装置の高感度化技術に関する。

20

【背景技術】

【0002】

近年、デジタルカメラやデジタルムービーカメラの高画素数化に伴い、CCD 構造や CMOS 構造等におけるセルサイズの微細化が進められている。しかし、セルサイズの微細化に伴い、光の受光面積が物理的に縮小し、受光量が低下する。そのため、今後は光の利用効率を少しでも高めるための撮像構造が求められる。

【0003】

特許文献 1 では、光の利用効率を高めるためのカラーフィルタレス撮像装置が提案されている。撮像装置に入射した光が、周囲よりも屈折率の高い板状の透明な分光部を通過することにより、それぞれ波長が異なる 0 次光と ±1 次光が発生する。発生した 0 次光と ±1 次光をそれぞれ別々の光検出器に入射するように設計する。このような透明な分光部を用いることで、従来のカラーフィルタを用いた撮像装置よりも光の利用効率を高めることが提案されている。

30

【0004】

また、特許文献 2 は、撮像装置における集光デバイスとして層内レンズを開示しており、レンズ効果によって光の集光性を高めている。また、特許文献 3 は、撮像装置における集光デバイスとして光導波路を開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

40

【特許文献 1】国際公開第 2009/019818 号パンフレット

【特許文献 2】特開 2011-103349 号公報

【特許文献 3】特開 2006-222270 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述したような特許文献 1 に示す分光部を撮像装置に適用した構成においても、光の利用効率をさらに高めることが望まれる。

【課題を解決するための手段】

【0007】

50

本発明の一態様に係る撮像装置は、複数の受光部と、前記複数の受光部の受光面側に設けられた透明層と、前記透明層の光入射面と前記複数の受光部との間に設けられた複数の分光部と、前記複数の分光部よりも前記複数の受光部側に設けられた複数の高屈折率透明体とを備え、前記複数の高屈折率透明体は、前記透明層よりも屈折率が高い。

【発明の効果】

【0008】

本発明の一態様に係る撮像装置によれば、分光部よりも受光部側に高屈折率透明体を配置することで、該高屈折率透明体周辺の光が集光し、遮光部によって制限された開口領域に効率よく光を入射させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】撮像装置に分光部を適用した構成を示す図である。

【図2】撮像装置内に遮光部が有る場合と無い場合とにおける、フォトディテクタに入射する光の光学特性を示す図である。

【図3】例示的な実施形態に係る撮像装置を示す図である。

【図4】例示的な実施形態に係る高屈体がある場合と無い場合とにおける、フォトディテクタに入射する光の光学特性を示す図である。

【図5】例示的な実施形態に係る高屈体の立体形状を示す図である。

【図6】(a)から(d)は、例示的な実施形態に係る高屈体の製造方法を示す図である。

【図7】例示的な実施形態に係る撮像装置を示す図である。

【図8】例示的な実施形態に係る高屈体がある場合と無い場合とにおける、フォトディテクタに入射する光の光学特性を示す図である。

【図9】例示的な実施形態において、遮光部がある場合と無い場合とにおける、フォトディテクタに入射する光の光学特性を示す図である。

【図10】例示的な実施形態に係る撮像装置を示す図である。

【図11】例示的な実施形態において、オンチップレンズの曲率半径とフォトディテクタに入射する光の光学特性との関係を示す図である。

【図12】例示的な実施形態に係る高屈体がある場合と無い場合とにおける、フォトディテクタに入射する光の光学特性を示す図である。

【図13】例示的な実施形態に係る撮像装置を示す図である。

【図14】例示的な実施形態に係る撮像装置を示す図である。

【図15】例示的な実施形態に係る分光部に光が入射したときの光の断面強度分布を示す図である。

【図16】例示的な実施形態に係るフォトディテクタの受光面における光の強度分布を示す図である。

【図17】例示的な実施形態に係る撮像装置を示す図である。

【図18】例示的な実施形態に係る分光部に光が入射したときの光の断面強度分布を示す図である。

【図19】例示的な実施形態に係るフォトディテクタの受光面における光の強度分布を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

まず、特許文献1に示す分光部を一般的な撮像装置に適用した場合の、フォトディテクタへの入射光量について検討した結果を示す。

【0011】

図1は、特許文献1に示す分光部を一般的な撮像装置に適用した構成の断面図である。図1に示す撮像装置1は、透明層2に埋め込まれ、その透明層2よりも屈折率が高い材料からなる分光部3と、配線や電極などを想定した仮想的な遮光部4と、フォトディテクタ5aおよび5bとを備える。この例では、遮光部4によって制限される開口率を約40%

10

20

30

40

50

とした。

【0012】

撮像装置1に入射した白色光1aのうち、高屈折率材料である分光部3を通過した光と、その周囲の透明層2を通過する光とで、位相差が生じる。この位相差を利用し、赤色の光を±1次光として分離し、0次光には白色から赤色を除いたシアン色の光が生じるように分光部3の長さ(光軸方向の長さ)を調節する。また、分光部3は、複数のフォトディテクタの1つおき(2画素間隔)に配置する。そして、分光部3から生じる±1次光を隣接画素へ入射させることで、分光部3を含む画素のフォトディテクタには白色から赤色を除いたシアン色の光Cyが入射し、隣接画素のフォトディテクタには赤色の光Rおよび白色の光Wが入射する。

10

【0013】

図2は、撮像装置1内に遮光部4が有る場合と無い場合とにおける、フォトディテクタ5aと5bに入射する光学特性を示す。なお、図2の透過率とは、各フォトディテクタに入射する光量を、1画素に入射する光量で波長ごとに規格化した値を示している。遮光部4によって制限された開口によって、各フォトディテクタ上における光透過率が大きく低下している。このように、特許文献1の分光部を撮像装置に適用しただけでは、遮光部等による開口の制限によって、光量の損失が生じてしまっている。

【0014】

以上の検討結果を鑑み、本願発明者らは、遮光部によって制限された開口領域に効率良く光を入射させるための撮像装置を鋭意研究した。

20

【0015】

本願の限定的でない例示的なある実施形態は、光の利用効率を高めた撮像装置を提供する。

【0016】

本発明の一態様の概要は以下のとおりである。

【0017】

本発明の一態様である撮像装置は、複数の受光部と、前記複数の受光部の受光面側に設けられた透明層と、前記透明層の光入射面と前記複数の受光部との間に設けられた複数の分光部と、前記複数の分光部よりも前記複数の受光部側に設けられた複数の高屈折率透明体とを備え、前記複数の高屈折率透明体は、前記透明層よりも屈折率が高い。

30

【0018】

例えば、前記分光部の形状は、前記受光面と平行な方向の長さよりも、垂直な方向の長さの方が長く、前記高屈折率透明体の形状は、前記受光面と垂直な方向の長さよりも、平行な方向の長さの方が長い。

【0019】

例えば、前記分光部は、前記複数の受光部の1つおきに配置されており、前記高屈折率透明体は、前記複数の受光部のそれぞれに対して配置されている。

【0020】

例えば、前記分光部および前記高屈折率透明体は、前記複数の受光部のそれぞれに対して配置されている。

40

【0021】

例えば、前記受光部同士の境界部分には、遮光部が設けられている。

【0022】

例えば、前記高屈折率透明体は、前記複数の受光部の受光面のうち、前記遮光部が設けられていない面の上部に配置されている。

【0023】

例えば、前記透明層の前記光入射面側にはオンチップレンズが設けられている。

【0024】

例えば、前記高屈折率透明体のうちの前記受光面と平行な方向の面は、方形または円形である。

50

【 0 0 2 5 】

例えば、前記複数の分光部と前記複数の高屈折率透明体とは、前記受光面に対する正射影が互いに重ならない。

【 0 0 2 6 】

例えば、前記透明層および1つの前記分光部を光が通過することで分離された+1次回折光と-1次回折光とは、互いに異なる前記受光部に入射し、前記高屈折率透明体は、前記+1次回折光および前記-1次回折光の回折角が、前記高屈折率透明体を配置しない場合と比較して広がるように配置される。

【 0 0 2 7 】

例えば、前記受光面と垂直な方向において、前記高屈折率透明体は、前記受光面よりも前記分光部に近い位置に配置される。

10

【 0 0 2 8 】

以下、本発明の実施形態1から4に係る撮像装置を説明する。

【 0 0 2 9 】

(実施形態1)

図3は、本発明の実施形態1に係る撮像装置10を示す断面図である。本明細書中において同様の構成要素には同様の参照符号を付し、同じ説明の繰り返しは省略する。なお、この例では、画素セルのサイズを $1.4\ \mu\text{m}$ とした。

【 0 0 3 0 】

撮像装置10は、複数のフォトディテクタ5a、5bと、フォトディテクタ5a、5bの受光面15a、15b側に設けられた透明層2と、透明層2の光入射面2aとフォトディテクタ5a、5bとの間に設けられた複数の分光部3と、分光部3よりもフォトディテクタ5a、5b側に設けられた複数の高屈折率透明体6とを備える。フォトディテクタ同士の境界部分には遮光部4が設けられている。

20

【 0 0 3 1 】

フォトディテクタ5a、5bは、1次元または2次元的に配置され、光を受光して光量に応じた電気信号を出力する受光部として機能する。透明層2は、波長 $400\ \text{nm}$ から $700\ \text{nm}$ までの可視光領域において透明な層である。分光部3は、透明層2に覆われている。遮光部4は、フォトディテクタの開口率が40%となるように設定されている。

【 0 0 3 2 】

分光部3は、複数のフォトディテクタ5a、5bの1つおきに配置されている。すなわち、分光部3は2画素間隔で配置されている。高屈折率透明体6は、複数のフォトディテクタ5a、5bのそれぞれに対して配置されている。

30

【 0 0 3 3 】

分光部3の形状は、受光面15a、15bと平行な方向の長さよりも、垂直な方向(光軸方向)の長さの方が長い。高屈折率透明体6の形状は、受光面15a、15bと垂直な方向(光軸方向)の長さよりも、平行な方向の長さの方が長い。

【 0 0 3 4 】

板状の高屈折率透明体(以下、高屈体と呼ぶ)6は、透明層2に覆われており、可視光域において透明である。高屈体6は、透明層2よりも屈折率が高い。また、高屈体6は、複数のフォトディテクタ5a、5bの受光面のうち、遮光部4が設けられていない面の上部に配置されている。つまり、光軸方向から見たときに、高屈体6のそれぞれは、遮光部4が設けられていない面と大部分が重なるように配置されている。

40

【 0 0 3 5 】

透明層2の屈折率は 1.46 とし、分光部3の下端からフォトディテクタ5a、5bまでの厚さは $3.0\ \mu\text{m}$ とした。撮像装置10に入射する光の入射角が0度(光入射面2aに垂直)のとき、高屈体6の構造中心は開口の中心軸上に配置されることが好ましい。

【 0 0 3 6 】

図4は、高屈体6の屈折率を 2.00 とし、高さ T (図5)は $0.2\ \mu\text{m}$ とし、幅 w (図5)は $1.0\ \mu\text{m}$ とし、フォトディテクタの表面と高屈体6の下面の距離を $0.4\ \mu\text{m}$

50

としたときのフォトディテクタ 5 a、5 b の表面に入射する光の光学特性を示す。高屈体 6 を配置することで、各フォトディテクタ 5 a、5 b における光透過率が上昇していることが分かる。

【0037】

高屈体 6 を配置することで透過率が上昇する理由について以下に説明する。

【0038】

電界 E の中に置かれた非磁性物質内の電束密度 D は、

$$D = \epsilon_0 \times E + P$$

と表される。ここで、 ϵ_0 は真空中の誘電率を示す。また、分極 P と電界 E が線形関係で表せるとき、電束密度 D は、比誘電率 ϵ_r と真空誘電率 ϵ_0 を用いて

$$D = \epsilon_r \times \epsilon_0 \times E$$

と表すことができる。ここで、 ϵ_r は電気感受率を示す。

従って、

$$P = (\epsilon_r - 1) \times \epsilon_0 \times E$$

と記述できる。一方で、比誘電率と屈折率 n は

$$\epsilon_r = n^2$$

の関係がある。従って、屈折率が大きいことは分極 P が大きいことを意味する。分極は光を誘起するという物理的意味を有することから、屈折率 n が大きい領域に光が集中することになる。

【0039】

図 5 に本実施形態の高屈体 6 の立体形状を示す。平面形状と断面形状は、方形形状としている。このようにすることで、半導体プロセスにおいて複雑な工程を含めなくて済む。

【0040】

図 6 に高屈体 6 の製造方法を示す。図 6 (a) に示すように、透明層 2 上に高屈層 6 a を堆積し、その上にフォトレジスト 7 a を堆積する。次に、図 6 (b) に示すように、フォトリソグラフィによってレジストパターン 7 b を形成する。さらに図 6 (c) に示すように、下地の高屈層 6 a をレジストパターン 7 b と同時エッチングし、残存したレジストパターン 7 b をアッシング等により除去することで、透明層 2 上に高屈体 6 が形成される。最後に図 6 (d) に示すように、CVD 法等を用いて透明層 2 を堆積することにより、透明層 2 に埋め込まれた高屈体 6 を形成することができる。

【0041】

なお、従来の撮像装置における集光デバイスとして、特許文献 2 に示されるような層内レンズが挙げられる。これは断面形状が球面または非球面であり、レンズ効果によって光の集光性を高めることができる。したがって、特許文献 2 では、層内レンズの断面を球面または非球面となるように最適化することが重要である。このようなレンズ効果を利用したデバイスに対し、本実施形態は周囲との屈折率差のみを利用して集光させる点で異なる。また、本実施形態では断面形状をレンズ形状にする必要が無い。そのため、層内レンズの作製プロセスに含まれるフォトレジストのリフロー工程を削減する等、プロセスの簡易化を図ることができる。

【0042】

また、従来の撮像装置における集光デバイスとして、特許文献 3 に示される光導波路が挙げられる。これは、画素領域内における配線層の間を高屈折率材料で埋め込むことで、光導波路を形成している。光導波路は屈折率が高いコア部と、コア部に対して屈折率が低いクラッド部から構成され、入射した斜めの光が光導波路の壁面に衝突しても、全反射によってフォトディテクタの開口領域に効率よく入射させることができる。したがって、光導波路の光軸方向の長さは長いほど好ましい。一方で、本実施形態では、光軸方向の長さが幅よりも小さいことが光導波路と異なる。なぜなら、本実施形態は全反射を利用するわけではなく、周囲との屈折率差による光の集光性を利用する。したがって、光軸方向に長くする必要は無く、むしろフォトディテクタと平行な方向に長いほど好ましい。

10

20

30

40

50

【0043】

なお、高屈体6の材料として窒化ケイ素(SiN)や、酸化タンタルや酸化チタンなどの透明酸化物を用いてもよい。また、高屈体6の平面形状は方形形状に限らず、円形または楕円形状であってもよい。

【0044】

また、高屈体6の光軸位置は、フォトディテクタ5a、5bの表面に光が集光されるように配置されることが好ましい。

【0045】

なお、本実施形態の撮像装置10は、CCD撮像装置であってもよいし、CMOS撮像装置であってもよい。いずれの場合においても、分光部3からの光や、撮像装置10に入射して直接フォトディテクタに入射する光が、効率よく入射するような大開口の撮像装置が好ましい。

10

【0046】

本実施形態では、全ての画素に高屈体6を配置したが、必ずしも全画素に配置する必要はない。任意の画素に配置させても、その画素におけるフォトディテクタに入射する光量を増加させることができる。

【0047】

本実施形態では高屈体6の効果を示すために、隣接画素に同じ色の回折光を生じる板状の分光要素を用いたが、国際公開第2010/016195号パンフレットに示すような、段差を有する板状の高屈折率透明材料と組み合わせてもよい。

20

【0048】

(実施形態2)

図7は、本発明の実施形態2に係る撮像装置11を示す断面図である。実施形態1の撮像装置10と比較して、撮像装置11では、全画素のそれぞれに分光部3または7が含まれている。本実施形態2において、高屈体6の構造中心と画素の中心とは同一直線状にあることが好ましい。

【0049】

分光部3は、フォトディテクタ5aを含む画素に配置され、図のx方向へ2画素間隔で配置されている。分光特性は実施形態1における分光部3と同じである。また、別の分光部7はフォトディテクタ5bを含む画素に配置され、図のx方向へ2画素間隔で配置されている。つまり、全画素のそれぞれに分光部3または7が含まれるように、分光部3と分光部7は交互に配置されている。分光部7は、入射した白色光から青色の光Bを±1次光として分離し、0次光には白色から青色を除いた黄色の光Yが生じる。このような分光部の配列とすることで、分光部3を含む画素のフォトディテクタ5aにはシアンと青色の光が入射し、分光部7を含む画素のフォトディテクタ5bには黄色と赤色の光が入射する。

30

【0050】

図9に、高屈体を適用しない場合において、撮像装置11内に遮光部4が有る場合と無い場合とにおける、フォトディテクタ5aと5bに入射する光学特性を示す。遮光部が無い場合、フォトディテクタ5aにはシアン色の光と青色の光が入射するため、400nmから500nmにおける透過率が600nmから700nmにおける透過率よりも顕著に大きくなっている。また、フォトディテクタ5bには黄色の光と赤色の光が入射するため、600nmから700nmにおける透過率が400nmから500nmにおける透過率よりも顕著に大きくなっている。

40

【0051】

しかし、遮光部4によって開口率が40%となることで、各フォトディテクタ上における光透過率が大きく低下している。

【0052】

図8は、本実施形態2において高屈体6を配置した場合と無い場合とにおけるフォトディテクタ5a、5bに入射する光の光学特性を示す。高屈体6を配置することで、より多くの回折光をフォトディテクタ5a、5bに集光させ、入射光量が増加した。

50

【0053】

なお、本実施形態2において、高屈体6の立体形状は図5と同じとしたが、その平面形状は円形または楕円形であってもよい。

【0054】

(実施形態3)

図10は、本発明の実施形態3に係る撮像装置12を示す断面図である。なお、この例では、画素セルのサイズは $1.4\ \mu\text{m}$ としている。この撮像装置12には、光入射面2a側にオンチップレンズ8が設けられていることが、実施形態1の撮像装置10と異なる。

【0055】

図11は、オンチップレンズの曲率半径を変化させたときの、フォトディテクタ5bに入射する光の光学特性を示す。オンチップレンズを適用することで特に波長400nmから550nmまでの透過率が上昇するが、 $1.30\ \mu\text{m}$ よりも曲率半径が小さくなることで波長600nmから700nmにおける透過率よりも波長400nmから550nmまでの透過率が同等またはそれ以上まで上昇し、フォトディテクタ5bに入射する光の色が変化する。また、曲率半径が $0.80\ \mu\text{m}$ における透過率が曲率半径 $0.95\ \mu\text{m}$ における透過率よりも各波長において小さいことから、これ以上オンチップレンズの曲率半径を小さくしてもフォトディテクタ5bには効率良く光が入射しないことが伺える。ここでは、オンチップレンズを適用してもフォトディテクタ5bに入射する光の色が赤色となる曲率半径として、 $2.46\ \mu\text{m}$ を適用した。

【0056】

しかしながら、曲率半径 $2.46\ \mu\text{m}$ のオンチップレンズを適用しても、フォトディテクタ5bに入射する光の透過率は100%を超えない。これは、入射した白色光がフォトディテクタ5b上で効率よく集光していないことと、隣接画素から入射する赤色の回折光が制限された開口によりケラレていることが考えられる。尚、入射した白色光がフォトディテクタ5bに効率よく集光されない理由として、周期的に配列するオンチップレンズを光が通過することで光の回折現象が生じ、その回折光が配線等によってケラレていることが考えられる。以上の結果を鑑み、フォトディテクタ5bの上方に高屈層を適用することで、高屈層周囲の光を集光し、効率よくフォトディテクタ5bへ光を入射させることを考案した。

【0057】

図12は、実施形態1と同じ形状の高屈体6を設置したときのフォトディテクタ5a、5bに入射する光のスペクトルを示す。フォトディテクタ5bで検出される光の透過率が各波長において上昇していることが分かる。これは、高屈体6により高屈体6周辺の光が画素の中央部に集光され、より効率よくフォトディテクタ5bに入射していると考えられる。このように、高屈体6を配置して該高屈体6の周囲からより多くの光を集光することで、オンチップレンズのみでは限られた開口領域に入射することができない光についても集光し、光の利用効率を高めることが可能となる。

【0058】

本実施形態ではオンチップレンズとしてリフローレンズを適用したが、同じような集光効果をもたらすデジタルマイクロレンズを適用してもよい。

【0059】

(実施形態4)

図13は、本発明の実施形態4に係る撮像装置13を示す断面図である。この例では、分光部3から受光面に下ろした正射影と、高屈体6から受光面に下ろした正射影とは、互いに重ならない。また、光軸方向において、高屈体6は、受光面よりも分光部3に近い位置に配置される。図14に示す例では、高屈体6は分光部3の下端付近に配置されている。このような配置とすることで、高屈体6を配置しない場合や、高屈体6を受光面に近い位置に配置した場合と比較して、分光部3から生じる ± 1 次回折光の回折角を大きくすることができる。

【0060】

以下、本実施形態の撮像装置 13 をより詳細に説明する。入射した赤色の光 R を ± 1 次光に分離する分光部 3 と、高屈体 6 と、フォトディテクタ 5 a、5 b、5 c が図 14 のように配置されている。図 14 において、高屈体 6 の配置による ± 1 次回折光の回折角の広がりを作りやすくするため、高屈体 6 は、フォトディテクタ 5 c の上方のみに配置し、フォトディテクタ 5 a の上方には配置していない。なお、高屈体 6 の形状は実施形態 1 と同じである。

【0061】

図 15 は、図 14 に示す構造において、エアリーディスク径 $2.2 \mu\text{m}$ の赤色の光が分光部 3 に入射したときの、光の断面強度分布を示す。なお、表示が濃いほど光の強度が大きいことを示す。赤色の光が分光部 3 を通過することで回折光 R 1、R 2 となって分離する。高屈体 6 が配置された側へ分離される回折光 R 2 の回折角が、高屈体 6 が配置されない側へ分離される回折光 R 1 の回折角より大きくなっている様子がわかる。

10

【0062】

図 16 は、図 14 のフォトディテクタの受光面 15 a、15 b、15 c における光の強度分布を示す。なお、フォトディテクタの境界を実線で示している。回折光 R 1 と回折光 R 2 とは互いに異なるフォトディテクタに入射する。回折光 R 1 がフォトディテクタ 15 a および 15 b に跨って入射しているのに対し、回折光 R 2 はフォトディテクタ 15 c に集中的に入射していることが分かる。高屈体 6 を配置することによって、回折光 R 2 の回折角を大きくし、所望のフォトディテクタに入射させることが可能となる。一方、高屈体 6 を配置しない場合の回折光 R 1 を、フォトディテクタ 15 a、15 b、15 c の間隔を

20

図 16 のものと同じにしたまま、フォトディテクタ 15 a に集中的に入射させるには、分光部 3 とフォトディテクタの間隔をさらに厚くする必要がある。しかし、回折光 R 1 側にも高屈体 6 を配置することによって、回折光 R 1 の回折角を大きくし、所望のフォトディテクタに入射させることが可能となる。このように、高屈体 6 を配置しない場合と比較して、回折光 R 1 および R 2 の回折角が広がるように高屈体 6 を配置することによって、撮像素子の薄膜化が可能となる。

【0063】

図 17 は、図 14 の高屈体 6 を、第 1 の実施形態を示す図 3 と同じように、フォトディテクタ表面から上部へ $0.4 \mu\text{m}$ の位置に配置したときの断面図である。図 14 の場合と比較して、光軸方向において高屈体 6 を受光面に近い位置に配置している。分光部 3 および高屈体 6 の形状は図 14 と同じである。図 18 は、図 17 の構造において、エアリーディスク径 $2.2 \mu\text{m}$ の赤色の光が分光部 3 に入射したときの、光の断面強度分布を示す。赤色の光が分光部 3 を通過することで回折光 R 1 および R 2 となって分離しているが、どちらも回折角はよく似ていることがわかる。図 19 は、図 17 のフォトディテクタの受光面 15 a、15 b、15 c における光の強度分布を示す。回折光 R 2 がフォトディテクタ 15 b、15 c に跨って入射している様子が分かる。まとめると、図 14 に示すように、光軸方向において高屈体 6 を受光面よりも分光部 3 に近い位置（例えば、分光部 3 の下端付近）に配置することで、± 1 次回折光の回折角を広げる効果がある。これにより、所定間隔で配置されたフォトディテクタと、分光部との間隔を狭めることができ、撮像素子の厚さを小さくすることができる。

30

40

【0064】

また、図 14 において、高屈体 6 と分光部 3 との平面間の距離 9 は、大きいほど回折角を広げる効果は小さくなり、距離が小さいほど回折角を広げる効果は大きくなる。

【0065】

なお、上述の実施形態 1 から 4 の説明では、高屈体 6 の断面形状を長方形としたが、高屈体 6 の形成加工によって形状変化（断面形状が台形となったり、角が丸くなったりする等）しても、屈折率が周囲よりも高いのであれば本発明の効果は得られる。

【0066】

また、本発明の撮像装置は、CMOS 型の撮像素子や CCD 型の撮像素子のどちらに適用してもよい。また、本発明の撮像装置は、配線が Si 内部に埋め込まれた裏面照射型の

50

撮像素子や、有機光電変換膜を用いた撮像素子に適用してもよい。

【産業上の利用可能性】

【0067】

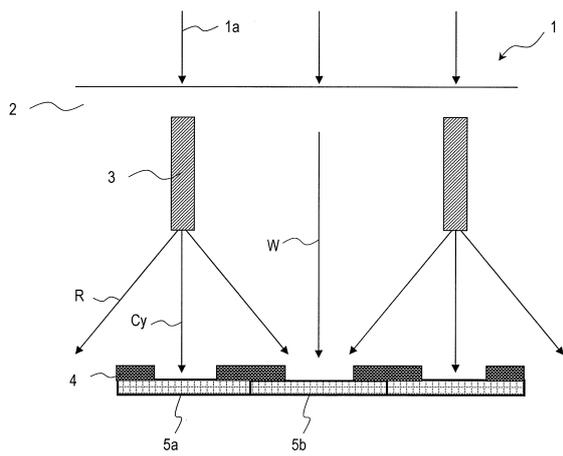
本発明の一態様に係る撮像装置は、デジタルカメラ、デジタルムービーカメラ、撮像センサー等の撮像素子を用いる技術分野において特に有用である。

【符号の説明】

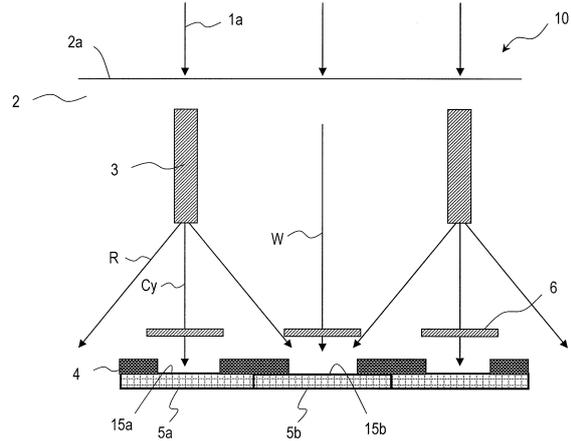
【0068】

- 1、10、11、12 撮像装置
- 2 透明層
- 2a 光入射面
- 3 分光部
- 4 遮光部
- 5a、5b フォトディテクタ
- 6 高屈折率透明体
- 6a 高屈折層
- 8 オンチップレンズ
- 15a、15b 受光面

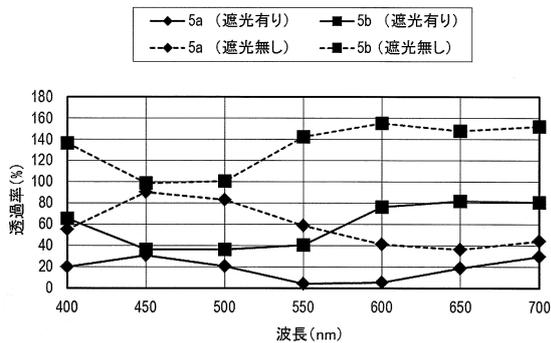
【図1】



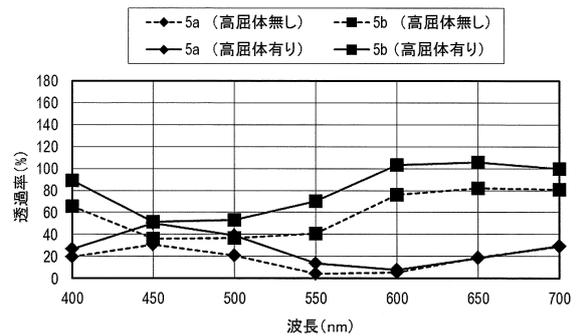
【図3】



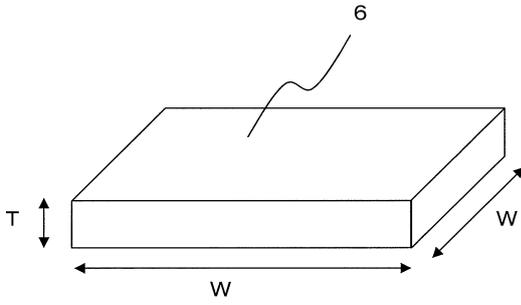
【図2】



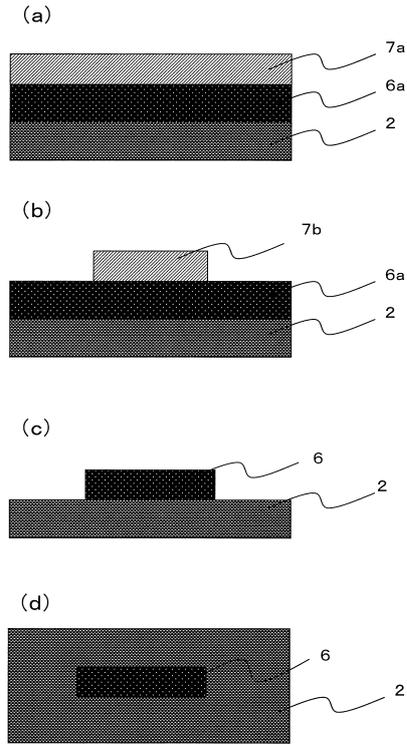
【図4】



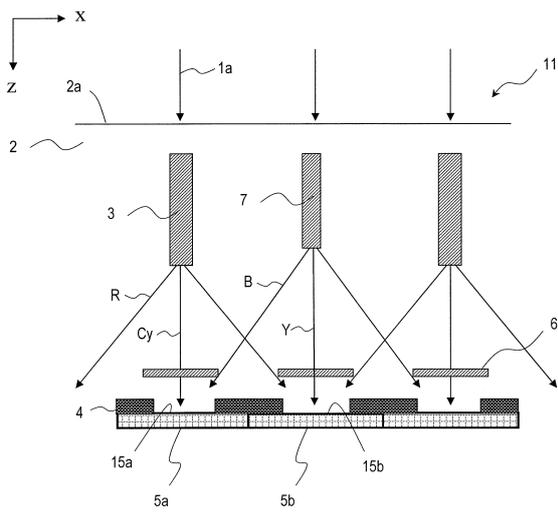
【図5】



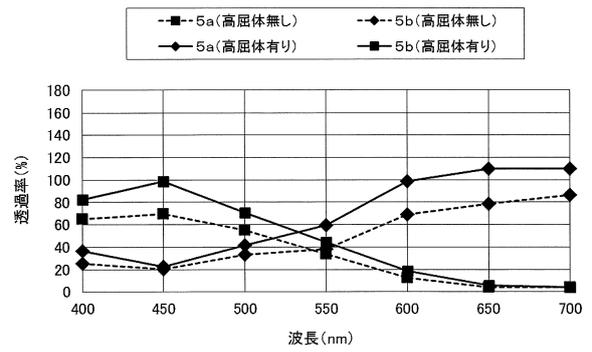
【図6】



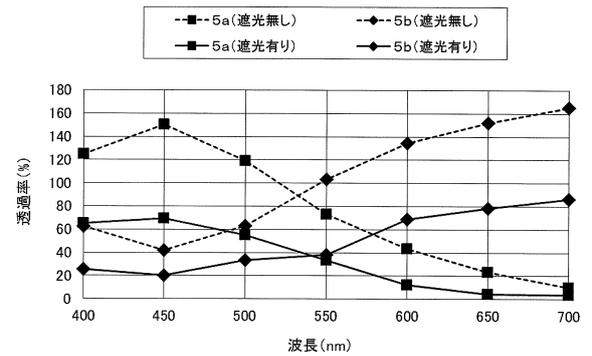
【図7】



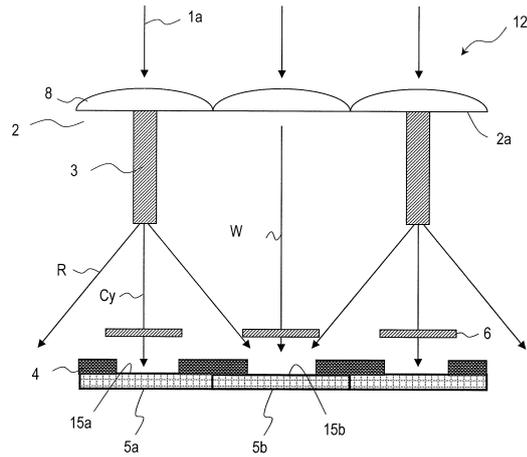
【図8】



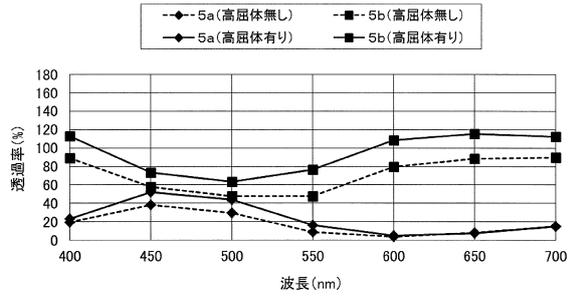
【図9】



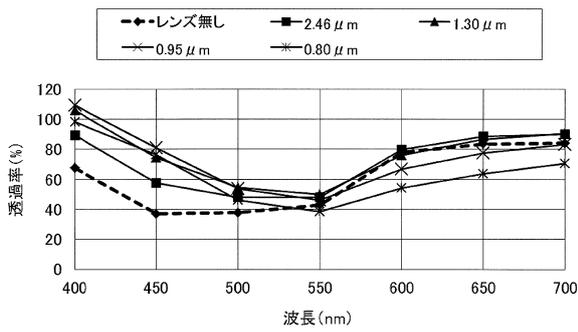
【図10】



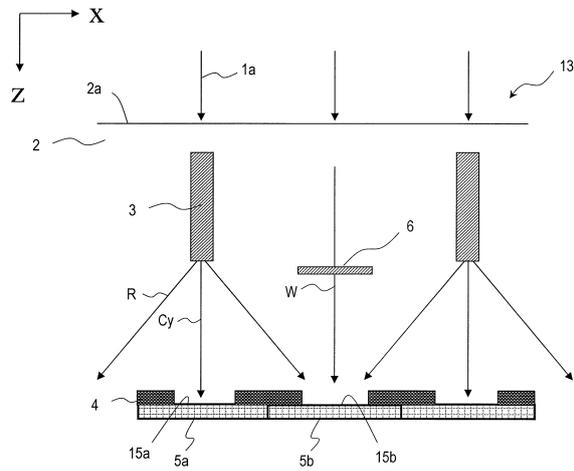
【図12】



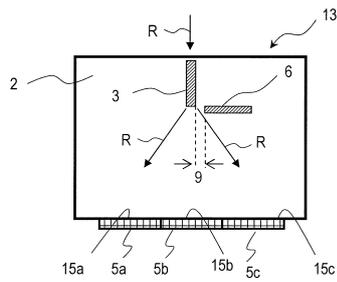
【図11】



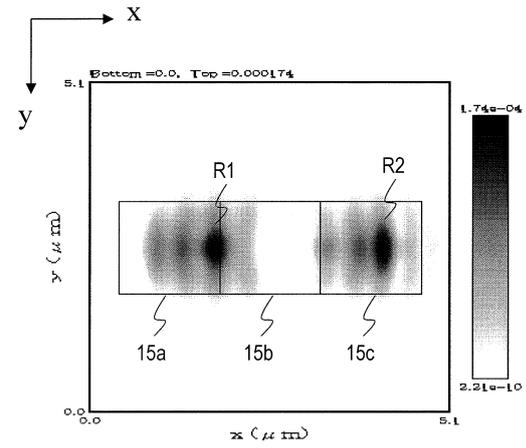
【図13】



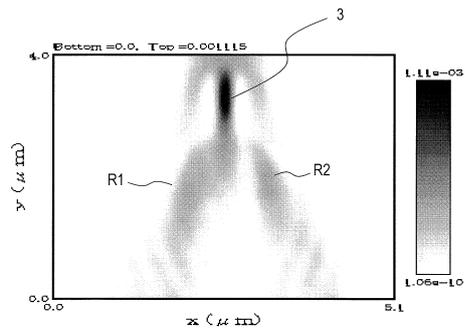
【図14】



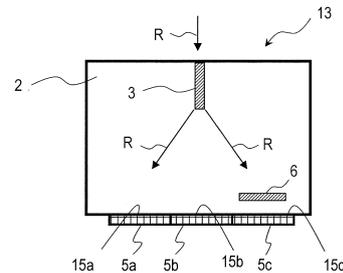
【図16】



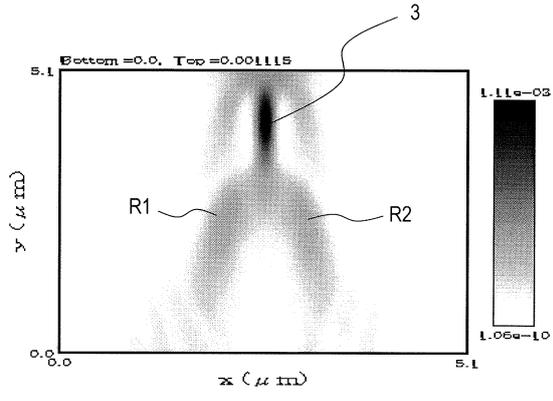
【図15】



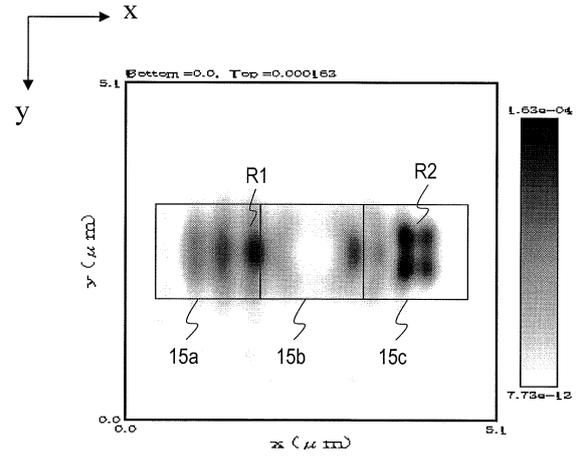
【図17】



【 18 】



【 19 】



フロントページの続き

- (72)発明者 中村 達也
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 西脇 青児
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 若林 信一
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

審査官 安田 雅彦

- (56)参考文献 国際公開第2009/019818(WO, A1)
特開2009-004533(JP, A)
国際公開第2009/153937(WO, A1)
特開2010-267828(JP, A)
特開2005-286034(JP, A)
国際公開第2011/010455(WO, A1)
特開2010-034735(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 27/14 - 148
H04N 5/335 - 378
H04N 9/07