

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6364667号
(P6364667)

(45) 発行日 平成30年8月1日(2018.8.1)

(24) 登録日 平成30年7月13日(2018.7.13)

(51) Int.Cl.	F I				
HO4N 9/07 (2006.01)	HO4N	9/07		A	
HO4N 5/369 (2011.01)	HO4N	5/369			
HO4N 5/33 (2006.01)	HO4N	5/33			
HO1L 27/146 (2006.01)	HO1L	27/146		D	
GO2B 5/20 (2006.01)	GO2B	5/20		IO1	
請求項の数 19 (全 64 頁) 最終頁に続く					

(21) 出願番号 特願2016-513687 (P2016-513687)
 (86) (22) 出願日 平成27年3月23日 (2015.3.23)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2015/058772
 (87) 国際公開番号 W02015/159651
 (87) 国際公開日 平成27年10月22日 (2015.10.22)
 審査請求日 平成28年9月27日 (2016.9.27)
 (31) 優先権主張番号 特願2014-83189 (P2014-83189)
 (32) 優先日 平成26年4月14日 (2014.4.14)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)
 (31) 優先権主張番号 特願2014-250343 (P2014-250343)
 (32) 優先日 平成26年12月10日 (2014.12.10)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000005049
 シャープ株式会社
 大阪府堺市堺区匠町1番地
 (73) 特許権者 301021533
 国立研究開発法人産業技術総合研究所
 東京都千代田区霞が関1-3-1
 (74) 代理人 110000338
 特許業務法人HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK
 (72) 発明者 後藤 利久
 大阪府堺市堺区匠町1番地 シャープ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光検出装置および固体撮像装置並びにそれらの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被写体からの光のうち第1波長範囲の波長を有する第1波長光を透過させる第1光学フィルタ、第2波長範囲の波長を有する第2波長光を透過させる第2光学フィルタ、・・・および第n波長範囲の波長を有する第n波長光(nは整数)を透過させる第n光学フィルタを含む複合光学フィルタと、

前記第1波長光の第1波長光強度を検出する第1光センサ、前記第2波長光の第2波長光強度を検出する第2光センサ、・・・および前記第n波長光の第n波長光強度を検出する第n光センサを含む光センサアレイと、

前記光センサアレイにより検出された前記第1波長光強度、前記第2波長光強度、・・・および前記第n波長光強度の少なくとも一つに基づいて、前記第1波長範囲、前記第2波長範囲、・・・および前記第n波長範囲の少なくとも一つの波長範囲の内部に存在する内部波長範囲の波長を有する光の光強度を推定する解析部と、

前記第1～第n光学フィルタの間に形成されるスペーサ部材とを備え、

前記少なくとも一つの波長範囲の波長を有する光の光強度と前記少なくとも一つ以外の波長範囲の波長を有する光の光強度との間には相関関係が有り、

前記解析部が、前記第1波長光強度、前記第2波長光強度、・・・および前記第n波長光強度の少なくとも前記一つから、前記第1波長光強度、前記第2波長光強度、・・・および前記第n波長光強度の少なくとも他の一つを減算することにより、前記少なくとも一つに対応する波長範囲の内部に存在する内部波長範囲の波長を有する光の光強度を推定し

10

20

前記第 1 波長光強度、前記第 2 波長光強度、・・・および前記第 n 波長光強度のそれぞれが、予め定められた対応する係数により重み付けされることを特徴とする光検出装置。

【請求項 2】

透過波長域が異なる複数の光学フィルタと、
 前記複数の光学フィルタのそれぞれを透過した光を受光する複数の光センサとを備え、
 前記複数の光学フィルタのそれぞれは、可視光線および赤外線領域において透過率が 50% 以上の複数の積層部材が積層されて成り、
 前記複数の積層部材のそれぞれは、同一または異なる屈折率を有し、
 前記複数の光学フィルタのそれぞれは、所定の波長範囲の光を反射することで他の波長範囲の光を透過し、
 前記複数の光学フィルタは、空間またはスペーサ部材を介して、平面に配置されることを特徴とする光検出装置。

10

【請求項 3】

各光学フィルタに積層された複数の積層部材のうちの少なくとも一つが、他の積層部材の屈折率よりも高い屈折率を有する高屈折層であり、
 前記複数の光学フィルタのうちの少なくとも一つの高屈折層が、他の光学フィルタの高屈折層と屈折率が異なる請求項 2 に記載の光検出装置。

【請求項 4】

前記複数の光学フィルタのうちの少なくとも前記一つは、前記可視光線および前記赤外線の波長領域において他の光学フィルタが透過する光の波長よりも短い波長の光を透過し、
 前記複数の光学フィルタのうちの少なくとも前記一つの高屈折層の屈折率が、他の光学フィルタの高屈折層の屈折率よりも小さい請求項 3 に記載の光検出装置。

20

【請求項 5】

前記複数の積層部材のうちの一つが前記光センサに最も近い最下層であり、前記複数の積層部材のうち他の一つが前記光センサに最も遠い最上層であり、
 前記最下層の屈折率と前記最下層に隣接する層の屈折率との比率が 85% 以上 115% 以下であり、前記最上層の屈折率と前記最上層に隣接する層の屈折率との比率が 85% 以上 115% 以下である請求項 2 に記載の光検出装置。

30

【請求項 6】

前記複数の光学フィルタに対して前記複数の光センサの反対側に配置された複数のレンズをさらに備える請求項 2 に記載の光検出装置。

【請求項 7】

被写体からの光のうち第 1 波長範囲の波長を有する第 1 波長光、第 2 波長範囲の波長を有する第 2 波長光、・・・および第 n 波長範囲の波長を有する第 n 波長光 (n は整数) を透過させる光学フィルタと、
 前記第 1 波長光の第 1 波長光強度、前記第 2 波長光の第 2 波長光強度、・・・および前記第 n 波長光の第 n 波長光強度の少なくとも一つを検出する光センサと、
 前記光センサにより検出された前記第 1 波長光強度、前記第 2 波長光強度、・・・および前記第 n 波長光強度の少なくとも一つに基づいて、前記第 1 波長範囲、前記第 2 波長範囲、・・・および前記第 n 波長範囲の少なくとも一つ以外の波長範囲の波長を有する光の光強度を推定する解析部とを備え、
 前記少なくとも一つの波長範囲の波長を有する光の光強度と前記少なくとも一つ以外の波長範囲の波長を有する光の光強度との間には相関関係が有り、
 前記被写体からの光は赤外線であり、
 前記解析部は、前記光センサにより検出された前記第 1 波長光強度、前記第 2 波長光強度、・・・および前記第 n 波長光強度の少なくとも一つに基づいて、前記赤外線を反射した被写体の可視光線下の色を推定することを特徴とする光検出装置。

40

【請求項 8】

50

複数の複合光学フィルタを有する複合光学フィルタアレイと、
 複数の光センサが配置された光センサアレイとを備え、
 前記複数の複合光学フィルタのそれぞれは、透過波長域の異なる複数の光学フィルタを有し、
 前記複数の光学フィルタのそれぞれは、所定の波長の可視光線及び所定の波長の赤外線
 を透過させ、
 前記複数の光学フィルタのそれぞれは、異なる屈折率を有する複数の積層部材が積層さ
 れて成り、
 前記複数の光センサは、前記可視光線及び前記赤外線に感度を有し、
 前記複数の光学フィルタのそれぞれは、周期性を有して平面状に配置され、
 前記複数の光センサは、周期性を有して平面状に配置されることを特徴とする固体撮像
 装置。

10

【請求項 9】

前記複合光学フィルタアレイに対して前記光センサアレイの反対側に配置されて複数の
 レンズを有するレンズアレイをさらに備え、
 前記複数のレンズは、周期性を有して平面状に配置される請求項 8 に記載の固体撮像装
 置。

【請求項 10】

前記複数の光学フィルタの間にスペーサ部材が形成されている請求項 8 に記載の固体撮
 像装置。

20

【請求項 11】

第 1 複合光学フィルタアレイと、光センサアレイと、前記第 1 複合光学フィルタアレイ
 と前記光センサアレイとの間、又は、前記第 1 複合光学フィルタアレイの前記光センサア
 レイと反対側に配置された第 2 複合光学フィルタアレイとを備えた固体撮像装置であって

、
 前記第 1 複合光学フィルタアレイは、複数の第 1 複合光学フィルタを有し、前記複数の
 第 1 複合光学フィルタのそれぞれは、透過波長域の異なる複数の光学フィルタを有し、

前記第 2 複合光学フィルタアレイは、複数の第 2 複合光学フィルタを有し、前記複数の
 第 2 複合光学フィルタのそれぞれは、透過波長域の異なる複数の光学フィルタを有し、

前記複数の第 1 複合光学フィルタを構成する複数の光学フィルタのそれぞれは、無機ま
 たは有機材料からなり、

30

前記複数の第 2 複合光学フィルタを構成する複数の光学フィルタのそれぞれは、有機ま
 たは無機材料からなり、

前記複数の第 1 複合光学フィルタを構成する複数の光学フィルタのそれぞれは、周期性
 を有して平面状に配置され、

前記複数の第 2 複合光学フィルタを構成する複数の光学フィルタのそれぞれは、前記複
 数の第 1 複合光学フィルタを構成する複数の光学フィルタのそれぞれと対応するように周
 期性を有して平面状に配置され、

前記複数の第 1 複合光学フィルタを構成する複数の光学フィルタのうちの一つと、前記
 複数の第 1 複合光学フィルタを構成する複数の光学フィルタのうちの前記一つに対応する
 前記複数の第 2 複合光学フィルタを構成する複数の光学フィルタのうちの一つとを組み合
 わせることにより、所定の波長の可視光線及び所定の波長の赤外線を透過させ、

40

前記光センサアレイは、前記可視光線及び前記赤外線に感度を有する複数の光センサを
 有し、

前記複数の光センサのそれぞれは、前記複数の第 1 複合光学フィルタを構成する複数の
 光学フィルタと対応するように周期性を有して平面状に配置されることを特徴とする固体
 撮像装置。

【請求項 12】

前記第 1 複合光学フィルタを構成する各光学フィルタに積層された複数の積層部材のう
 ちの少なくとも一つが、他の積層部材の屈折率よりも高い屈折率を有する高屈折層であり

50

前記複数の第1複合光学フィルタを構成する複数の光学フィルタのうちの少なくとも一つの高屈折層が、他の光学フィルタの高屈折層と屈折率が異なる請求項11に記載の固体撮像装置。

【請求項13】

前記第1複合光学フィルタを構成する前記複数の光学フィルタのうちの少なくとも一つは、前記可視光線および前記赤外線の波長領域において他の光学フィルタが透過する光の波長よりも短い波長の光を透過し、

前記複数の光学フィルタのうちの少なくとも一つの高屈折層の屈折率が、他の光学フィルタの高屈折層の屈折率よりも小さい請求項12に記載の固体撮像装置。

10

【請求項14】

前記第1複合光学フィルタを構成する前記複数の光学フィルタの複数の積層部材のうちの一つが前記光センサに最も近い最下層であり、前記複数の積層部材のうちの一つが前記光センサに最も遠い最上層であり、

前記最下層の屈折率と前記最下層に隣接する層の屈折率との比率が85%以上115%以下であり、前記最上層の屈折率と前記最上層に隣接する層の屈折率との比率が85%以上115%以下である請求項11に記載の固体撮像装置。

【請求項15】

前記第1複合光学フィルタアレイに対して前記光センサアレイの反対側に配置されて複数のレンズを有するレンズアレイをさらに備え、

20

前記複数のレンズは、周期性を有して平面状に配置される請求項11に記載の固体撮像装置。

【請求項16】

複数の複合光学フィルタを有する複合光学フィルタアレイと、

複合光センサが配置された光センサアレイとを備え、

前記複数の複合光学フィルタのそれぞれが、第1波長範囲グループの光を透過させる第1光学フィルタ、第2波長範囲グループの光を透過させる第2光学フィルタ、・・・および第n波長範囲グループの光を透過させる第n光学フィルタを有しており（nは整数）、

第k波長範囲グループ（kは1 ≤ k ≤ nを満足する整数）は、それぞれ、第（k, 1）波長範囲、第（k, 2）波長範囲、・・・および第（k, m）波長範囲を含み（mは整数）

30

前記第（k, 1）波長範囲、第（k, 2）波長範囲、・・・および第（k, m）波長範囲のそれぞれの光強度の間には相関関係が有り、

前記複合光センサは、第1光センサ、第2光センサ、・・・および第n光センサを有し、

第k光センサは、前記第（k, 1）波長範囲、第（k, 2）波長範囲、・・・および第（k, m）波長範囲のそれぞれの光強度のうちの少なくとも一つを検出し、

前記少なくとも一つの波長範囲の波長を有する光の光強度から、前記少なくとも一つの波長範囲の内部に存在する内部波長範囲の波長を有する光の光強度を推定する解析部と、

前記第1光学フィルタ、前記第2光学フィルタ、・・・および前記第n光学フィルタの間に形成されるスペーサ部材とをさらに備え、

40

前記少なくとも一つの波長範囲の波長を有する光の光強度と前記少なくとも一つ以外の波長範囲の波長を有する光の光強度との間には相関関係が有り、

前記解析部が、前記第（k, 1）波長範囲の光強度、前記第（k, 2）波長範囲の光強度、・・・および前記第（k, m）波長範囲の光強度の少なくとも一つから、前記（k, 1）波長範囲の光強度、前記第（k, 2）波長範囲の光強度、・・・および前記第（k, m）波長範囲の光強度の少なくとも他の一つを減算することにより、前記少なくとも一つに対応する波長範囲の内部に存在する内部波長範囲の波長を有する光の光強度を推定し、

前記第（k, 1）波長範囲の光強度、前記第（k, 2）波長範囲の光強度、・・・およ

50

び前記第 (k , m) 波長範囲の光強度のそれぞれが、予め定められた対応する係数により重み付けされることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 17】

前記第 1 ~ 第 n 光学フィルタのうちの一つは、赤色光波長領域を有する赤色光、及び、前記赤色光波長領域に最も近い波長領域を有する赤外線を透過する請求項 16 に記載の固体撮像装置。

【請求項 18】

複数の複合光学フィルタを有する複合光学フィルタアレイと、
複合光センサが配置された光センサアレイとを備え、

前記複数の複合光学フィルタのそれぞれが、第 1 波長範囲グループの光を透過させる第 1 光学フィルタ、第 2 波長範囲グループの光を透過させる第 2 光学フィルタ、・・・および第 n 波長範囲グループの光を透過させる第 n 光学フィルタを有しており (n は整数)、

第 k 波長範囲グループ (k は 1 ≤ k ≤ n を満足する整数) は、それぞれ、第 (k , 1) 波長範囲、第 (k , 2) 波長範囲、・・・および第 (k , m) 波長範囲を含み (m は整数)、

前記第 (k , 1) 波長範囲、第 (k , 2) 波長範囲、・・・および第 (k , m) 波長範囲のそれぞれの光強度の間には相関関係が有り、

前記複合光センサは、第 1 光センサ、第 2 光センサ、・・・および第 n 光センサを有し、

第 k 光センサは、前記第 (k , 1) 波長範囲、第 (k , 2) 波長範囲、・・・および第 (k , m) 波長範囲のそれぞれの光強度のうち少なくとも一つを検出し、

前記少なくとも一つの波長範囲の波長を有する光の光強度から、前記少なくとも一つ以外の波長範囲の波長を有する光の光強度を推定する解析部をさらに備え、

前記少なくとも一つの波長範囲の波長を有する光の光強度と前記少なくとも一つ以外の波長範囲の波長を有する光の光強度との間には相関関係が有り、

前記第 1 ~ 第 n 光学フィルタのうちの一つは、赤色光波長領域を有する赤色光、及び、前記赤色光波長領域に最も近い波長領域を有する赤外線を透過し、

前記 n = 3 であり、

前記第 (1 , 1) 波長範囲が赤色波長領域であり、前記第 (1 , 2) 波長範囲が第 1 赤外波長領域であり、前記第 (2 , 1) 波長範囲が青色波長領域であり、前記第 (2 , 2) 波長範囲が第 2 赤外波長領域であり、前記第 (3 , 1) 波長範囲が緑色波長領域であり、前記第 (3 , 2) 波長範囲が第 3 赤外波長領域であり、

前記第 2 赤外波長領域が前記第 1 赤外波長領域よりも長波長側に位置し、前記第 3 赤外波長領域が前記第 2 赤外波長領域よりも長波長側に位置することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 19】

半導体基板に第 1 光センサ及び第 2 光センサを形成し、

前記第 1 光センサ及び第 2 光センサを覆うように前記半導体基板の上に絶縁膜を形成し、

前記第 1 光センサに対応する第 1 光学フィルタを前記絶縁膜の上に形成し、

前記第 2 光センサに対応する第 2 光学フィルタを前記絶縁膜の上に形成し、

前記第 1 及び第 2 光学フィルタは、透過波長域が異なっており、所定の波長の可視光線及び所定の波長の赤外線を透過させ、

前記第 1 及び第 2 光学フィルタのそれぞれは、異なる屈折率を有する複数の積層部材が積層されて成り、

前記第 1 及び第 2 光センサは、前記可視光線及び前記赤外線に感度を有することを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、通常照度環境、低照度環境、極低照度環境およびゼロルクス環境における被写体を対象とする光検出装置および固体撮像装置並びにそれらの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、低照度環境における被写体の可視光によるカラー撮影が可能な高感度カメラの開発が進められている。

【0003】

しかしながら、そのような高感度カメラを用いても、夜間など、可視光がほとんどない極低照度環境や可視光が全くない完全な暗闇、すなわち、ゼロルクス環境における被写体の可視光によるカラー撮影は不可能である。

【0004】

一方、そのような極低照度環境やゼロルクス環境にある被写体の撮影には、通常、赤外線カメラが用いられるが、色情報が得られないため、モノクロでの撮影となってしまう。

【0005】

真夜中であっても、標識の色などを明瞭に読み取ることが出来る車載カメラや不審者の服装の色などを判別可能に読み取ることが出来る防犯カメラなど、極低照度環境やゼロルクス環境における被写体のカラー撮影が可能な撮像装置の実現が望まれている。

【0006】

これに対して、異なる色成分をそれぞれ透過する色フィルタが受光面にそれぞれ設けられ、入射光を受けて前記異なる色成分の強度に応じた色信号をそれぞれ選択的に出力する複数の色成分光電変換素子と、赤外光成分を透過する赤外光成分透過フィルタが受光面に設けられ、前記複数の色信号の少なくとも1つに含まれる赤外光成分を補正するための赤外光信号を選択的に出力する赤外光成分光電変換素子と、を備えたカラー撮像素子から出力された前記色信号及び赤外光信号を取得し、前記赤外光信号に基づいて前記色信号の内の少なくとも2つの信号のゲインを制御し、色信号のホワイトバランス調整を行うことを特徴とするカラー信号処理回路が提案されている（例えば、特許文献1参照。）。

【0007】

また、被写体からの可視光と赤外光とを受光して、可視光信号と赤外光信号とにそれぞれ変換する複数の画素を備えた固体撮像素子と、前記可視光信号に対する前記固体撮像素子の画素毎の補正值を含む補正データを記憶する記憶手段と、前記記憶手段に記憶された補正データに基づいて、前記固体撮像素子から出力された可視光信号を補正する補正手段と、前記補正された可視光信号から色度情報を求め、前記補正された可視光信号と前記赤外光信号とから輝度情報を求めて、カラー画像信号を形成する形成手段と、を有し、前記補正データは、所定のタイミングで更新される画像入力装置が提案されている（例えば、特許文献2参照。）。

【0008】

一方、照射部、撮像部及び表色設定部を備え、前記照射部は、異なる波長強度分布を有する赤外線を被写体に照射し、前記撮像部は、前記被写体により反射された異なる波長強度分布を有するそれぞれの赤外線による前記被写体の画像を撮像してそれぞれの画像を表わす画像情報を形成し、前記表色設定部は、前記形成された画像情報が表わす画像それぞれを異なる単色により表色するための表色情報を前記画像情報に設定する画像撮影装置が提案されている（例えば、特許文献3参照。）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】日本国公開特許公報「特許4286123号明細書（2005年7月7日公開）」

【特許文献2】日本国公開特許公報「特開2012-009983号公報（2012年1月12日公開）」

【特許文献3】日本国公開特許公報「特開2011-50049号公報（2011年3月

10

20

30

40

50

10日公開)」

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、特許文献1のカラー信号処理回路は、色成分光電変換素子の信号に含まれる赤外光成分を赤外光成分光電変換素子の信号を用いて補正するものであって、極低照度環境やゼロルクス環境にある被写体の撮影は不可能であり、以下に開示される本発明の一側面および本発明の一実施形態とは異なるものである。

【0011】

また、特許文献2の画像入力装置も十分な可視光信号の取得が不可欠で、極低照度環境やゼロルクス環境にある被写体の撮影は不可能であり、以下に開示される本発明の一側面および本発明の一実施形態とは異なるものである。

【0012】

そして、特許文献3の画像撮影装置には、本発明の一側面および本発明の一実施形態に係る構成要素並びにその作製方法に関する開示はない。

【0013】

本発明は、通常照度環境、低照度環境、極低照度環境およびゼロルクス環境における被写体の色の再現やカラー撮影が可能な光検出装置および固体撮像装置並びにそれらの製造方法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】

【0014】

上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る光検出装置は、被写体からの光のうち第1波長範囲の波長を有する第1波長光を透過させる第1光学フィルタ、第2波長範囲の波長を有する第2波長光を透過させる第2光学フィルタ、・・・および第n波長範囲の波長を有する第n波長光(nは整数)を透過させる第n光学フィルタを含む複合光学フィルタと、前記第1波長光の第1波長光強度を検出する第1光センサ、前記第2波長光の第2波長光強度を検出する第2光センサ、・・・および前記第n波長光の第n波長光強度を検出する第n光センサを含む光センサアレイと、前記光センサアレイにより検出された前記第1波長光強度、前記第2波長光強度、・・・および前記第n波長光強度の少なくとも一つに基づいて、前記第1波長範囲、前記第2波長範囲、・・・および前記第n波長範囲の少なくとも一つの波長範囲の内部に存在する内部波長範囲の波長を有する光の光強度を推定する解析部と、前記第1～第n光学フィルタの間に形成されるスペーサ部材とを備え、前記少なくとも一つの波長範囲の波長を有する光の光強度と前記少なくとも一つの波長範囲の内部に存在する内部波長範囲の波長を有する光の光強度との間には相関関係が有り、前記解析部が、前記第1波長光強度、前記第2波長光強度、・・・および前記第n波長光強度の少なくとも前記一つから、前記第1波長光強度、前記第2波長光強度、・・・および前記第n波長光強度の少なくとも他の一つを減算することにより、前記少なくとも一つに対応する波長範囲の内部に存在する内部波長範囲の波長を有する光の光強度を推定し、前記第1波長光強度、前記第2波長光強度、・・・および前記第n波長光強度のそれぞれが、予め定められた対応する係数により重み付けされることを特徴とする。

【0015】

上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る他の光検出装置は、透過波長域が異なる複数の光学フィルタと、前記複数の光学フィルタのそれぞれを透過した光を受光する複数の光センサとを備え、前記複数の光学フィルタのそれぞれは、可視光線および赤外線領域において透過率が50%以上の複数の積層部材が積層されて成り、前記複数の積層部材のそれぞれは、同一または異なる屈折率を有し、前記複数の光学フィルタのそれぞれは、所定の波長範囲の光を反射することで他の波長範囲の光を透過し、前記複数の光学フィルタは、空間またはスペーサ部材を介して、平面に配置されることを特徴とする。

【0016】

10

20

30

40

50

本発明の一態様に係る他の光検出装置は、前記複数の光学フィルタに対して前記複数の光センサの反対側に配置された複数のレンズをさらに備えてもよい。

【0017】

本発明の一態様に係る他の光検出装置は、前記複数の光学フィルタと前記複数の光センサとの間に配置された複数のレンズをさらに備えてもよい。

【0018】

本発明の一態様に係る他の光検出装置は、前記複数の光学フィルタに対して前記複数の光センサの反対側に配置された複数の第1レンズと、前記複数の光学フィルタと前記複数の光センサとの間に配置された複数の第2レンズとをさらに備えてもよい。

【0019】

上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る光検出装置は、被写体からの光のうち第1波長範囲の波長を有する第1波長光、第2波長範囲の波長を有する第2波長光、
・・・および第n波長範囲の波長を有する第n波長光（nは整数）を透過させる光学フィルタと、前記第1波長光の第1波長光強度、前記第2波長光の第2波長光強度、・・・および前記第n波長光の第n波長光強度の少なくとも一つを検出する光センサと、前記光センサにより検出された前記第1波長光強度、前記第2波長光強度、・・・および前記第n波長光強度の少なくとも一つに基づいて、前記第1波長範囲、前記第2波長範囲、・・・および前記第n波長範囲の少なくとも一つ以外の波長範囲の波長を有する光の光強度を推定する解析部とを備え、前記少なくとも一つの波長範囲の波長を有する光の光強度と前記少なくとも一つ以外の波長範囲の波長を有する光の光強度との間には相関関係が有り、前記被写体からの光は赤外線であり、前記解析部は、前記光センサにより検出された前記第1波長光強度、前記第2波長光強度、・・・および前記第n波長光強度の少なくとも一つに基づいて、前記赤外線を反射した被写体の可視光線下の色を推定することを特徴とする。

【0020】

本発明の一態様に係る他の光検出装置は、前記複数の光センサにより検出された第1波長光強度、第2波長光強度、・・・および第n波長光強度の少なくとも一つに基づいて、前記赤外線を反射した被写体の可視光線下の色を推定する解析部をさらに備えてもよい。

【0021】

上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る固体撮像装置は、複数の複合光学フィルタを有する複合光学フィルタアレイと、複数の光センサが配置された光センサアレイとを備え、前記複数の複合光学フィルタのそれぞれは、透過波長域の異なる複数の光学フィルタを有し、前記複数の光学フィルタのそれぞれは、所定の波長の可視光線及び所定の波長の赤外線を透過させ、前記複数の光学フィルタのそれぞれは、異なる屈折率を有する複数の積層部材が積層されて成り、前記複数の光センサは、前記可視光線及び前記赤外線に感度を有し、前記複数の光学フィルタのそれぞれは、周期性を有して平面状に配置され、前記複数の光センサは、周期性を有して平面状に配置されることを特徴とする。

【0022】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、前記複合光学フィルタアレイに対して前記光センサアレイの反対側に配置されて複数のレンズを有するレンズアレイをさらに備え、前記複数のレンズは、周期性を有して平面状に配置されてもよい。

【0023】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、前記複合光学フィルタアレイと前記光センサアレイとの間に配置されて複数のレンズを有するレンズアレイをさらに備え、前記複数のレンズは、前記複数の光学フィルタと対応するように周期性を有して平面状に配置されてもよい。

【0024】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、前記複合光学フィルタアレイに対して前記光センサアレイの反対側に配置されて複数の第1レンズを有する第1レンズアレイと、前記複合光学フィルタアレイと前記光センサアレイとの間に配置されて複数の第2レンズを有す

10

20

30

40

50

る第2レンズアレイとをさらに備え、前記複数の第1レンズ及び前記複数の第2レンズは、前記複数の光学フィルタと対応するように周期性を有して平面状に配置されてもよい。

【0025】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、前記光学フィルタは、前記所定の波長の可視光線以外の可視光線、及び、前記所定の波長の赤外線以外の赤外線を吸収することにより、前記所定の波長の可視光線及び前記所定の波長の赤外線を透過させてもよい。

【0026】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、前記光学フィルタは、前記所定の波長の可視光線以外の可視光線、及び、前記所定の波長の赤外線以外の赤外線を反射することにより、前記所定の波長の可視光線及び前記所定の波長の赤外線を透過させてもよい。

10

【0027】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、前記積層部材は、有機材料と無機材料との少なくとも一つを含んでもよい。

【0028】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、前記積層部材は、誘電体であってもよい。

【0029】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、前記光学フィルタの形状は、板状、凹状、器状、または、皿状であってもよい。

【0030】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、前記複数の積層部材の形状は、板状、凹状、器状、または、皿状であってもよい。

20

【0031】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、前記光学フィルタの形状は、立方体、直方体、角柱、角錐、角錐台、円柱、円錐、円錐台、楕円柱、楕円錐、楕円錐台、鼓型または樽型であってもよい。

【0032】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、幅を、前記光学フィルタが配置された前記平面に沿った前記光学フィルタのサイズとし、奥行を、前記平面に沿った前記サイズに垂直な前記平面に沿った前記光学フィルタのサイズとし、高さを、前記平面に垂直な前記光学フィルタのサイズとしたときに、前記光学フィルタは、前記幅、前記奥行および前記高さが等しいまたは近似したサイズであってもよい。

30

【0033】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、幅を、前記光学フィルタが配置された前記平面に沿った前記光学フィルタのサイズとし、奥行を、前記平面に沿った前記サイズに垂直な前記平面に沿った前記光学フィルタのサイズとし、高さを、前記平面に垂直な前記光学フィルタのサイズとしたときに、前記光学フィルタは、幅10マイクロメートル以下および奥行10マイクロメートル以下のサイズで、更に、高さ1マイクロメートル以下のサイズの、異なる屈折率を有する複数の積層部材が積層されて成ってもよい。

【0034】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、前記複数の光学フィルタの間に空間が形成されていてもよい。

40

【0035】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、前記複数の光学フィルタの間にスペーサ部材が形成されていてもよい。

【0036】

本発明の一態様に係る他の固体撮像装置は、第1複合光学フィルタアレイと、光センサアレイと、前記第1複合光学フィルタアレイと前記光センサアレイとの間、又は、前記第1複合光学フィルタアレイの前記光センサアレイと反対側に配置された第2複合光学フィルタアレイとを備えた固体撮像装置であって、前記第1複合光学フィルタアレイは、複数の第1複合光学フィルタを有し、前記複数の第1複合光学フィルタのそれぞれは、透過波

50

長域の異なる複数の第1光学フィルタを有し、前記第2複合光学フィルタアレイは、複数の第2複合光学フィルタを有し、前記複数の第2複合光学フィルタのそれぞれは、透過波長域の異なる複数の第2光学フィルタを有し、前記複数の第1複合光学フィルタを構成する複数の光学フィルタのそれぞれは、無機または有機材料からなり、前記複数の第2複合光学フィルタを構成する複数の光学フィルタのそれぞれは、有機または無機材料からなり、前記複数の第1複合光学フィルタを構成する複数の光学フィルタのそれぞれは、周期性を有して平面状に配置され、前記複数の第2複合光学フィルタを構成する複数の光学フィルタのそれぞれは、前記複数の第1複合光学フィルタを構成する複数の光学フィルタのそれぞれと対応するように周期性を有して平面状に配置され、前記複数の第1複合光学フィルタを構成する複数の光学フィルタのうちの一つと、前記複数の第1複合光学フィルタを構成する複数の光学フィルタのうちの前記一つに対応する前記複数の第2複合光学フィルタを構成する複数の光学フィルタのうちの一つとを組み合わせることにより、所定の波長の可視光線及び所定の波長の赤外線透過させ、前記光センサアレイは、前記可視光線及び前記赤外線に感度を有する複数の光センサを有し、前記複数の光センサのそれぞれは、前記複数の第1複合光学フィルタを構成する複数の光学フィルタと対応するように周期性を有して平面状に配置されることを特徴とする。なお、複合光学フィルタは同一の材料から成ってもよい。

10

【0037】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、前記無機材料は、酸化シリコン、窒化シリコンまたは酸化チタンを含んでもよい。

20

【0038】

本発明の一態様に係る他の固体撮像装置は、前記複数の第1及び第2光学フィルタのそれぞれは、異なる屈折率を有する複数の積層部材が積層されて成ってもよい。

【0039】

本発明の一態様に係る他の固体撮像装置は、前記複数の第1及び第2光学フィルタのそれぞれは、複数の高屈折層を含み、前記高屈折層は、前記複数の第1及び第2光学フィルタのそれぞれに形成される複数の積層部材のうち、前記可視光線および前記赤外線の波長領域において最も屈折率の高い積層部材から成る層であって、前記複数の高屈折層のそれぞれは、屈折率が異なってもよい。

【0040】

30

本発明の一態様に係る他の固体撮像装置は、前記複数の第1及び第2光学フィルタのそれぞれは、複数の低屈折層を含み、前記低屈折層は、前記複数の第1及び第2光学フィルタのそれぞれに形成される複数の積層部材のうち、前記可視光線および前記赤外線の波長領域において最も屈折率の低い積層部材から成る層であって、前記複数の低屈折層のそれぞれは、屈折率が異なってもよい。

【0041】

本発明の一態様に係る他の固体撮像装置は、前記複数の第1及び第2光学フィルタのそれぞれは、最下層、最上層、前記最下層に隣接する層および前記最上層に隣接する層を含み、前記最下層の屈折率と、前記最下層に隣接する層の屈折率との比率が85%以上115%以下であり、前記最上層の屈折率と、前記最上層に隣接する層の屈折率との比率が85%以上115%以下であってよい。

40

【0042】

上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る固体撮像装置は、複数の複合光学フィルタを有する複合光学フィルタアレイと、複合光センサが配置された光センサアレイとを備え、前記複数の複合光学フィルタのそれぞれが、第1波長範囲グループの光を透過させる第1光学フィルタ、第2波長範囲グループの光を透過させる第2光学フィルタ、
 ・
 ・
 ・および第n波長範囲グループの光を透過させる第n光学フィルタを有しており(nは整数)、第k波長範囲グループ(kは1 ≤ k ≤ nを満足する整数)は、それぞれ、第(k, 1)波長範囲、第(k, 2)波長範囲、
 ・
 ・
 ・および第(k, m)波長範囲を含み(mは整数)、前記第(k, 1)波長範囲、第(k, 2)波長範囲、
 ・
 ・
 ・および第(k, m

50

波長範囲のそれぞれの光強度の間には相関関係が有り、前記複合光センサは、第1光センサ、第2光センサ、・・・および第n光センサを有し、第k光センサは、前記第(k, 1)波長範囲、第(k, 2)波長範囲、・・・および第(k, m)波長範囲のそれぞれの光強度のうちの少なくとも一つを検出し、前記少なくとも一つの波長範囲の波長を有する光の光強度から、前記少なくとも一つの波長範囲の内部に存在する内部波長範囲の波長を有する光の光強度を推定する解析部と、前記第1光学フィルタ、前記第2光学フィルタ、・・・および前記第n光学フィルタの間に形成されるスペーサ部材とをさらに備え、前記少なくとも一つの波長範囲の波長を有する光の光強度と前記少なくとも一つ以外の波長範囲の波長を有する光の光強度との間には相関関係が有り、前記解析部が、前記第(k, 1)波長範囲の光強度、前記第(k, 2)波長範囲の光強度、・・・および前記第(k, m)波長範囲の光強度の少なくとも前記一つから、前記(k, 1)波長範囲の光強度、前記第(k, 2)波長範囲の光強度、・・・および前記第(k, m)波長範囲の光強度の少なくとも他の一つを減算することにより、前記少なくとも一つに対応する波長範囲の内部に存在する内部波長範囲の波長を有する光の光強度を推定し、前記第(k, 1)波長範囲の光強度、前記第(k, 2)波長範囲の光強度、・・・および前記第(k, m)波長範囲の光強度のそれぞれが、予め定められた対応する係数により重み付けされることを特徴とする。

10

【0043】

本発明の一態様に係るさらに他の固体撮像装置は、前記第1～第n光学フィルタのうちの一つは、赤色光波長領域を有する赤色光、及び、前記赤色光波長領域に最も近い波長領域を有する赤外線透過してもよい。

20

【0044】

上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る固体撮像装置は、複数の複合光学フィルタを有する複合光学フィルタアレイと、複合光センサが配置された光センサアレイとを備え、前記複数の複合光学フィルタのそれぞれが、第1波長範囲グループの光を透過させる第1光学フィルタ、第2波長範囲グループの光を透過させる第2光学フィルタ、・・・および第n波長範囲グループの光を透過させる第n光学フィルタを有しており(nは整数)、第k波長範囲グループ(kは1 ≤ k ≤ nを満足する整数)は、それぞれ、第(k, 1)波長範囲、第(k, 2)波長範囲、・・・および第(k, m)波長範囲を含み(mは整数)、前記第(k, 1)波長範囲、第(k, 2)波長範囲、・・・および第(k, m)波長範囲のそれぞれの光強度の間には相関関係が有り、前記複合光センサは、第1光センサ、第2光センサ、・・・および第n光センサを有し、第k光センサは、前記第(k, 1)波長範囲、第(k, 2)波長範囲、・・・および第(k, m)波長範囲のそれぞれの光強度のうちの少なくとも一つを検出し、前記少なくとも一つの波長範囲の波長を有する光の光強度から、前記少なくとも一つ以外の波長範囲の波長を有する光の光強度を推定する解析部をさらに備え、前記少なくとも一つの波長範囲の波長を有する光の光強度と前記少なくとも一つ以外の波長範囲の波長を有する光の光強度との間には相関関係が有り、前記第1～第n光学フィルタのうちの一つは、赤色光波長領域を有する赤色光、及び、前記赤色光波長領域に最も近い波長領域を有する赤外線透過し、前記n = 3であり、前記第(1, 1)波長範囲が赤色波長領域であり、前記第(1, 2)波長範囲が第1赤外波長領域であり、前記第(2, 1)波長範囲が青色波長領域であり、前記第(2, 2)波長範囲が第2赤外波長領域であり、前記第(3, 1)波長範囲が緑色波長領域であり、前記第(3, 2)波長範囲が第3赤外波長領域であり、前記第2赤外波長領域が前記第1赤外波長領域よりも長波長側に位置し、前記第3赤外波長領域が前記第2赤外波長領域よりも長波長側に位置することを特徴とする。

30

40

【0045】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、前記n = 3であり、前記第(1, 1)波長範囲が青色波長領域と赤色波長領域とを含み、前記第(1, 2)波長範囲が第1赤外波長領域と第2赤外波長領域とを含み、前記第(2, 1)波長範囲が緑色波長領域と青色波長領域とを含み、前記第(2, 2)波長範囲が第2赤外波長領域と第3赤外波長領域とを含み、

50

範囲が赤色波長領域と緑色波長領域とを含み、前記第(2, 2)波長範囲が前記第1赤外波長領域と前記第3赤外波長領域とを含み、前記第(3, 1)波長範囲が緑色波長領域と青色波長領域とを含み、前記第(3, 2)波長範囲が第3赤外波長領域と第2赤外波長領域とを含み、前記第2赤外波長領域が前記第1赤外波長領域よりも長波長側に位置し、前記第3赤外波長領域が前記第2赤外波長領域よりも長波長側に位置してもよい。

【0052】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、前記第1光学フィルタには、空間、若しくは、可視光線および赤外線波長領域において50%以上の透過率を有する積層部材が積層されている。

【0053】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、前記解析部は、前記第1光学フィルタを透過した光の強度と、前記第2光学フィルタを透過した光の強度と、前記第3光学フィルタを透過した光の強度とに基づいて、前記青色波長領域の波長及び前記第2赤外波長領域の波長を有する被写体からの光の強度を計算してもよい。

【0054】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、前記解析部は、前記第1光学フィルタを透過した光の強度と、前記第2光学フィルタを透過した光の強度と、前記第3光学フィルタを透過した光の強度とに基づいて、前記赤色波長領域の波長及び前記第1赤外波長領域の波長を有する被写体からの光の強度を計算してもよい。

【0055】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、前記解析部は、前記第1光学フィルタを透過した光の強度と、前記第2光学フィルタを透過した光の強度と、前記第3光学フィルタを透過した光の強度とに基づいて、前記緑色波長領域の波長及び前記第3赤外波長領域の波長を有する被写体からの光の強度を計算してもよい。

【0056】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、前記解析部は、前記第1光学フィルタを透過した光の強度と、前記第2光学フィルタを透過した光の強度と、前記第3光学フィルタを透過した光の強度とに基づいて、前記赤色波長領域の波長、前記緑色波長領域の波長、前記第1赤外波長領域の波長、及び、前記第3赤外波長領域の波長を有する被写体からの光の強度を計算してもよい。

【0057】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、前記解析部は、前記第1光学フィルタを透過した光の強度と、前記第2光学フィルタを透過した光の強度と、前記第3光学フィルタを透過した光の強度とに基づいて、前記青色波長領域の波長、前記緑色波長領域の波長、前記第3赤外波長領域の波長、及び、前記第2赤外波長領域の波長を有する被写体からの光の強度を計算してもよい。

【0058】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、前記解析部は、前記第1光学フィルタを透過した光の強度と、前記第2光学フィルタを透過した光の強度と、前記第3光学フィルタを透過した光の強度とに基づいて、前記青色波長領域の波長、前記赤色波長領域の波長、前記第2赤外波長領域の波長、及び、前記第1赤外波長領域の波長を有する被写体からの光の強度を計算してもよい。

【0059】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、マトリクス計算を用いた色変換を行う変換部をさらに備えてもよい。

【0060】

本発明の一態様に係る他の固体撮像装置は、青色波長領域の波長を有する光を透過させる前記高屈折層の屈折率は、緑色波長領域の波長を有する光を透過させる前記高屈折層の屈折率、及び、赤色波長領域の波長を有する光を透過させる前記高屈折層の屈折率よりも低くてもよい。

10

20

30

40

50

【0061】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、前記複数の複合光学フィルタのそれぞれは、異なる厚さの複数の積層部材が積層されて成ってもよい。

【0062】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、前記光学フィルタ、前記第1～第n光学フィルタのいずれかは、屈折率および厚さがそれぞれ (n_1, d_1) 、 (n_2, d_2) ・・・および (n_i, d_i) である複数の積層部材を備え、前記 (n_1, d_1) 、前記 (n_2, d_2) ・・・および前記 (n_i, d_i) のそれぞれの値を適宜設定することにより*i*は整数)、所定の波長領域の可視光線および所定の波長領域の赤外線をそれぞれ透過してもよい。

10

【0063】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、前記複数の光学フィルタ、または、前記第1～第n光学フィルタは、屈折率および厚さがそれぞれ (n^1_1, d^1_1) 、 (n^1_2, d^1_2) ・・・および (n^1_i, d^1_i) 、 (n^2_1, d^2_1) 、 (n^2_2, d^2_2) ・・・および (n^2_i, d^2_i) 、・・・、並びに、 (n^p_1, d^p_1) 、 (n^p_2, d^p_2) ・・・および (n^p_i, d^p_i) である複数の積層部材を備え、前記 (n^1_1, d^1_1) 、前記 (n^1_2, d^1_2) ・・・および前記 (n^1_i, d^1_i) 、前記 (n^2_1, d^2_1) 、前記 (n^2_2, d^2_2) ・・・および前記 (n^2_i, d^2_i) 、・・・、並びに、前記 (n^p_1, d^p_1) 、前記 (n^p_2, d^p_2) ・・・および前記 (n^p_i, d^p_i) のそれぞれの値を適宜設定することにより*p*は1～*n*を満足する整数)、所定の波長領域の可視光線および所定の波長領域の赤外線をそれぞれ透過してもよい。

20

【0064】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、被写体に電磁波を照射する電磁波照射部をさらに備えてもよい。

【0065】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、被写体に赤外線を照射する赤外線照射部をさらに備えてもよい。

【0066】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、被写体に可視光線を照射する可視光線照射部をさらに備えてもよい。

30

【0067】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、被写体に可視光線を照射する可視光線照射部と、前記被写体に赤外線を照射する赤外線照射部とをさらに備えてもよい。

【0068】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、前記赤外線が近赤外線であってもよい。

【0069】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、前記スペーサ部材が、有機材料または無機材料を含んでもよい。

【0070】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、前記スペーサ部材の寸法が、10マイクロメートル以下であってもよい。

40

【0071】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、前記光学フィルタに対する光の透過方向に垂直な平面に沿った前記スペーサ部材に対する前記光学フィルタの寸法比が、0.5以上であってもよい。

【0072】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、前記光学フィルタ、又は、前記第1～第n光学フィルタに対する光の透過方向に垂直な平面に沿った前記光学フィルタ、又は、前記第1～第n光学フィルタの寸法に対する、前記平面に垂直な方向に沿った前記光学フィルタ、又は、前記第1～第n光学フィルタの寸法の比率が0.5以上であってもよい。

50

【 0 0 7 3 】

本発明の一態様に係る固体撮像装置は、前記複数の光学フィルタのそれぞれが周期性を有して平面状に配置される周期と、前記複数の光センサが周期性を有して平面状に配置される周期と、前記複数のレンズが周期性を有して平面状に配置される周期とが異なってもよい。

【 0 0 7 4 】

上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係るさらに他の固体撮像装置は、複数の複合光学フィルタを有する複合光学フィルタアレイと、複数の光センサが配置された光センサアレイとを備え、前記複数の複合光学フィルタのそれぞれは、透過波長域の異なる複数の光学フィルタを有し、前記複数の光学フィルタのそれぞれは、所定の波長の紫外線、所定の波長の可視光線、及び所定の波長の赤外線透過させ、前記複数の光学フィルタのそれぞれは、異なる屈折率を有する複数の積層部材が積層されて成り、前記複数の光センサは、前記紫外線、前記可視光線、及び前記赤外線に感度を有し、前記複数の光学フィルタのそれぞれは、周期性を有して平面状に配置され、前記複数の光センサは、周期性を有して平面状に配置されることを特徴とする。

10

【 0 0 7 5 】

上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る固体撮像装置の製造方法は、半導体基板に第1光センサ及び第2光センサを形成し、前記第1光センサ及び第2光センサを覆うように前記半導体基板の上に絶縁膜を形成し、前記第1光センサに対応する第1光学フィルタを前記絶縁膜の上に形成し、前記第2光センサに対応する第2光学フィルタを前記絶縁膜の上に形成し、前記第1及び第2光学フィルタは、透過波長域が異なっており、所定の波長の可視光線及び所定の波長の赤外線を透過させ、前記第1及び第2光学フィルタのそれぞれには、異なる屈折率を有する複数の積層部材が積層されて成り、前記第1及び第2光センサは、前記可視光線及び前記赤外線に感度を有することを特徴とする。

20

【 発明の効果 】

【 0 0 7 6 】

本発明の一態様によれば、通常照度環境、低照度環境、極低照度環境およびゼロルクス環境における被写体の色の再現やカラー撮影が可能になるという効果を奏する。また、昼夜を問わず適切な色を再現でき、または、適切なカラー画像を形成できる光検出装置および固体撮像装置並びにそれらの製造方法を提供することができる。さらに、それらの装置は軽量・小型化可能であるため、あらゆる場所に持ち運びまたは設置可能であるので、様々な用途に使用可能である。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 7 】

【 図 1 】本発明の実施形態に係る光検出装置の構成および固体撮像装置を構成する光検出装置を示す図である。

【 図 2 】図 2 の (a) ~ (e) は本発明の実施形態 1 に係る光検出装置および固体撮像装置の光学フィルタを示す図であり、図 2 の (f) は光線の波形を示す図である。

【 図 3 】図 3 の (a) 及び (b) は本発明の実施形態 2 に係る光検出装置の構成および固体撮像装置を構成する光検出装置の構成を示す図である。

40

【 図 4 】図 4 の (a) ~ (e) は本発明の実施形態 2 に係る光検出装置および固体撮像装置を構成する光学フィルタ間の空間およびスペーサ部材の作用を説明する図である。

【 図 5 】図 5 の (a) ~ (e) は本発明の実施形態 2 に係る光検出装置および固体撮像装置を構成する光学フィルタ間の空間およびスペーサ部材の作用が無い場合を説明する図である。

【 図 6 】図 6 の (a) ~ (c) は本発明の実施形態 3 に係る光検出装置および固体撮像装置を構成する光学フィルタの設置例を説明する図である。

【 図 7 】図 7 の (a) ~ (c) は本発明の実施形態 4 に係る光検出装置および固体撮像装置を構成する光学フィルタの設置例を説明する図である。

【 図 8 】図 8 の (a) ~ (c) は本発明の実施形態 5 に係る光検出装置および固体撮像装

50

置を構成する光学フィルタの設置例を説明する図である。

【図 9】図 9 の (a) ~ (c) は本発明の実施形態 6 に係る光検出装置および固体撮像装置を構成する光学フィルタの設置例を説明する図である。

【図 10】図 10 の (a) ~ (f) は本発明の実施形態 7 に係る光検出装置および固体撮像装置を構成する光学フィルタの設置例を説明する図である。

【図 11】図 11 の (a) ~ (f) は本発明の実施形態 8 に係る光検出装置および固体撮像装置を構成する光学フィルタの設置例を説明する図である。

【図 12】図 12 の (a) ~ (f) は本発明の実施形態 9 に係る光検出装置および固体撮像装置を構成する光学フィルタの設置例を説明する図である。

【図 13】図 13 の (a) ~ (g) は本発明に係る光検出装置および固体撮像装置を構成する光学フィルタの透過率の波長依存性を示す図である。

10

【図 14】本発明の実施形態 10 に係る固体撮像装置の構成を示す図である。

【図 15】実施形態 10 に係る固体撮像装置の断面図である。

【図 16】図 16 の (a) は実施形態 10 に係る無機膜光学フィルタ部の断面図であり、(b) 及び (c) は光学フィルタを透過した各光線の強度の波長依存性を示すグラフである。

【図 17】図 17 の (a) ~ (g) は実施形態 10 における固体撮像装置の製造方法を示す図である。

【図 18】は、無機膜光学フィルタの構造を示す断面図である。

【図 19】図 19 の (a) は第 1 の光学フィルタと第 2 の光学フィルタの構造を示す図であり、(b) はそれぞれの高屈折層の屈折率を比較した式である。

20

【図 20】図 20 の (a) は無機膜光学フィルタの屈折率、図 20 の (b) は無機膜光学フィルタの吸収係数の波長依存性を示すグラフである。

【図 21】図 21 の (a) は第 1 ~ 3 の光学フィルタの屈折率及び膜厚の一例、図 21 の (b) は光学フィルタの透過率の波長依存性を示す。

【図 22】本発明の実施形態 11 に係る固体撮像装置の構成を示す図である。

【図 23】実施形態 11 に係る固体撮像装置の断面図である。

【図 24】図 24 の (a) 及び (b) は実施形態 11 における固体撮像装置の製造方法を示す図である。

【図 25】本発明の実施形態 12 に係る固体撮像装置の構成を示す図である。

30

【図 26】実施形態 12 に係る固体撮像装置の断面図である。

【図 27】図 27 の (a) ~ (d) は実施形態 12 における固体撮像装置の製造方法を示す図である。

【図 28】本発明の実施形態 13 に係る固体撮像装置の構成を示す図である。

【図 29】実施形態 13 に係る固体撮像装置の断面図である。

【図 30】図 30 の (a) 及び (b) は実施形態 13 における固体撮像装置の製造方法を示す図である。

【図 31】図 31 の (a) は本発明の実施形態 14 に係る固体撮像装置の構成を示す図である。図 31 の (b) は実施形態 14 に係る別の固体撮像装置の構成を示す図である。

【図 32】実施形態 14 に係る固体撮像装置の断面図である。

40

【図 33】図 33 の (a) は、第 2 の光学フィルタ特性を得るための有機膜光学フィルタの透過率の波長依存性を示すグラフであり、図 33 の (b) は、無機光学フィルタの透過率の波長依存性を示すグラフであり、図 33 の (c) はトータルの透過率の波長依存性を示すグラフである。

【図 34】図 34 の (a) ~ (c) は実施形態 14 における固体撮像装置の製造方法を示す図である。

【図 35】実施形態 14 に係る固体撮像装置の断面図である。

【図 36】図 36 の (a) は、第 3 の光学フィルタ特性を得るための有機膜光学フィルタの透過率の波長依存性を示すグラフであり、図 36 の (b) は、無機光学フィルタの透過率の波長依存性を示すグラフであり、図 36 の (c) はトータルの透過率の波長依存性を示すグ

50

ラフである。

【図37】実施形態14に係る固体撮像装置の断面図である。

【図38】図38の(a)は、第1の光学フィルタ特性を得るための有機膜光学フィルタの透過率の波長依存を示すグラフであり、図38の(b)は、無機光学フィルタの透過率の波長依存を示すグラフであり、図38の(c)はトータルの透過率の波長依存を示すグラフである。

【図39】実施形態15に係る固体撮像装置の断面図である。

【図40】図40の(a)~(f)は実施形態15における固体撮像装置の製造方法を示す図である。

【図41】図41の(a)及び(b)は本発明の固体撮像装置で撮像した可視光及び赤外線照射時のカラー写真である。

10

【発明を実施するための形態】

【0078】

以下、本発明の実施の形態について、詳細に説明する。

【0079】

〔実施形態1〕

(光検出装置1の構成)

図1は、実施形態1に係る光検出装置1の構成を示す図である。光検出装置1は光学フィルタ2を備えている。光学フィルタ2は、被写体から入射する光線L1のうち第1波長範囲の波長を有する第1波長光、第2波長範囲の波長を有する第2波長光、・・・および第n波長範囲の波長を有する第n波長光(nは整数)を透過させる。光線L2は、第1波長光、第2波長光、・・・および第n波長光を含む。光検出装置1には光センサ3が設けられている。光センサ3は、第1波長光の第1波長光強度、第2波長光の第2波長光強度、・・・および第n波長光の第n波長光強度の少なくとも一つを情報Tとして検出する。第1波長光強度、第2波長光強度、・・・および第n波長光強度のそれぞれの間には相関関係が有る。

20

【0080】

また、光検出装置1は解析部4を備えている。解析部4は、光センサ3により検出された第1波長光強度、第2波長光強度、・・・および第n波長光強度の少なくとも一つに基づいて、第1波長範囲、第2波長範囲、・・・および第n波長範囲の少なくとも一つ以外の波長範囲の波長を有する光の光強度を推定する。

30

【0081】

(解析部4の具体的処理)

図1において、光線L1は、被写体または対象物からの光を想定しており、被写体または対象物からの光としては、被写体または対象物の反射する光、被写体または対象物の発する光、被写体または対象物を透過する光、それらの組合せなどがある。

【0082】

なお、被写体または対象物を照明する場合、照明光には、太陽光の強い日中は、紫外線、可視光線および赤外線がそれぞれ特定の波長強度分布で含まれる場合がある。また、太陽光のない夜中は、人工の照明光の波長強度分布が含まれる。人工の照明光としては、一般に、白色照明の他、赤外線照明などがある。なお、白色照明としては、白熱電灯、蛍光灯、LED照明などがあるが、それらに赤外線が含まれる場合もある。

40

【0083】

以下、光線L1が被写体または対象物の反射する光の場合について述べる。

【0084】

例えば、被写体または対象物が、第m波長範囲の波長を有する第m波長光および第n波長範囲の波長を有する第n波長光をある特定の強度または波長強度分布でそれぞれ反射する場合、被写体または対象物の反射する第m波長光の第m波長光強度または波長強度分布と第n波長光の第n波長光強度または波長強度分布との間には相関関係があるということが出来る。なお、ここで、m、nはそれぞれ整数である。

50

【0085】

ここで、例えば、光学フィルタ2を第m波長光範囲の第m波長光および第n波長光範囲の第n波長光が透過するように設定し、光センサ3を第m波長光範囲の第m波長光および第n波長光範囲の第n波長光を検出するように設定する。

【0086】

更に、ここで、照明光に第n波長光のみ含まれる場合、被写体または対象物の反射光である光線L1には、第n波長光のみが含まれる。したがって、光線L2にも第n波長光のみが含まれるため、光センサ3は第n波長光強度のみを検出する。

【0087】

そして、光センサ3で得られた第n波長光強度などに関する情報Tにより、解析部4は、光線L1に第m波長光が含まれていなくても、被写体または対象物が反射する第m波長光強度を、相関関係に基づいて、推定することが出来る。

10

【0088】

なお、逆に、照明光に第m波長光のみが含まれる場合、被写体または対象物の反射光である光線L1には、第m波長光のみが含まれる。したがって、光線L2にも第m波長光のみが含まれるため、光センサ3は第m波長光強度のみを検出する。

【0089】

そして、光センサ3で得られた第m波長光強度などに関する情報Tにより、解析部4は、光線L1に第n波長光が含まれていなくても、被写体または対象物が反射する第n波長光強度を、相関関係に基づいて、推定することが出来る。

20

【0090】

なお、上記は、被写体または対象物が、第m波長光および第n波長光をある強度でそれぞれ反射し、光線L1が第n波長光または第m波長光で構成され、光学フィルタ2が第m波長光および第n波長光を透過する場合であるが、その他、被写体または対象物が、第1～第n波長光をある強度分布で反射する場合などがある。

【0091】

それらを含めて一般化すると、解析部4は、光センサ3により検出された第1波長光強度、第2波長光強度、・・・および第n波長光強度の少なくとも一つに基づいて、第1波長範囲、第2波長範囲、・・・および第n波長範囲の少なくとも一つ以外の波長範囲の波長を有する被写体または対象物の反射する光強度を推定することが出来ると言える。

30

【0092】

なお、被写体または対象物の反射する光は、被写体または対象物の発する光、被写体または対象物を透過する光、それらの組合せなどの被写体または対象物からの光と置き換えて表現することも出来る。

【0093】

なお、解析部4に、光線L1に含まれる光波長強度分布に関する情報を予め入力または設定しておくことが好ましい。

【0094】

なお、光学フィルタ2の光線L1側に、長波長カットフィルタ、短波長カットフィルタ、バンドパスフィルタ、ダミーフィルタまたはNDフィルタを備え、その情報を解析部4

40

【0095】

なお、本発明に係る固体撮像装置は、光検出装置1を備えることが好ましい。

【0096】

なお、光検出装置1をラスタスキャンなどのように平面上を走査させると、本発明に係る固体撮像装置として機能させることが出来る。また、その際、光源の波長を走査毎に変えてもよい。

【0097】

(光学フィルタ2の構成)

図2の(a)～(e)は実施形態1に係る光検出装置1の光学フィルタ2を示す図であ

50

り、図2の(f)は光線の波形を示す図である。

【0098】

光学フィルタ2は、複数の異なる積層部材S1～S6により形成することが出来る。なお、図2では、積層部材の部材の層数を6層の場合で説明したが、これに限定するものではなく、後述するように任意の層数を設定することができる。

【0099】

また、光学フィルタ2の光学解像度をより上げるためには、図2(a)から図2(e)に示すように、光学フィルタ2の幅を狭くして行く必要がある。そして、光学フィルタ2の幅が、図2の(f)に示す光線L1の波形Wの波長と同じオーダーあるいは数倍あるいは同程度になると、光学フィルタ2に入射した光線L1の一部が光学フィルタ2の側面から染み出る現象を無視することが出来なくなる(後述する図5参照のこと)。

10

【0100】

〔実施形態2〕

(光検出装置1a・1hの構成)

図3の(a)及び(b)は実施形態2に係る光検出装置1a・1hの構成を示す図である。

【0101】

図3の(a)に示す光検出装置1aは、複合光学フィルタ5aと光センサアレイ6とを備えている。複合光学フィルタ5aは、2行2列に配置されて光線L3が入射される光学フィルタ2a～2dを有している。光学フィルタ2a～2dのそれぞれには、可視光線及び赤外線の波長領域において透過率が50%以上の複数の積層部材が積層されている。

20

【0102】

光学フィルタ2aは、被写体からの光のうち第1波長範囲以外の波長の光を反射することにより第1波長範囲の波長を有する第1波長光を透過させる。光学フィルタ2bは、被写体からの光のうち第2波長範囲以外の波長の光を反射することにより第2波長範囲の波長を有する第2波長光を透過させる。光学フィルタ2cは、被写体からの光のうち第3波長範囲以外の波長の光を反射することにより第3波長範囲の波長を有する第3波長光を透過させる。光学フィルタ2dは、被写体からの光のうち第4波長範囲以外の波長の光を反射することにより第4波長範囲の波長を有する第4波長光を透過させる。

30

【0103】

光学フィルタ2a～2dのそれぞれは、所定の波長範囲の光を反射することにより他の波長範囲の光を透過し得る。ここで、他の波長範囲の光は、所定の波長範囲以外の波長の光と一致しないことがあり得る。また、他の波長範囲は、所定の波長範囲と重複し得る。

【0104】

光学フィルタ2a～2dの間には、光学フィルタ2a～2dのそれぞれの側面から染み出す光線の間の相互作用またはクロストークの発生を防止するために、空間SPが形成されている。

【0105】

光センサアレイ6は、光学フィルタ2a～2dのそれぞれに対応して配置された光センサ3a～3dを有している。光センサ3aは、光学フィルタ2aを透過した第1波長光の第1波長光強度を検出する。光センサ3bは、光学フィルタ2bを透過した第2波長光の第2波長光強度を検出する。光センサ3cは、光学フィルタ2cを透過した第3波長光の第3波長光強度を検出する。光センサ3dは、光学フィルタ2dを透過した第4波長光の第4波長光強度を検出する。

40

【0106】

図3の(b)に示す光検出装置1hでは、光学フィルタ2a～2dの間に、光学フィルタ2a～2dのそれぞれの側面から染み出す光線の間の相互作用またはクロストークの発生を防止するためのスペーサ部材7が形成されている。その他の構成は、図3の(a)の光検出装置1aの構成と同様である。

【0107】

50

図4の(a)~(e)、図5の(a)~(e)は実施形態2に係る光検出装置および固体撮像装置を構成する光学フィルタ間の空間およびスペーサ部材の作用を説明する図である。なお、図4は、後述する図6の(a)に示す断面AAに沿って示した複合光学フィルタ5bの断面図に対して光線L3の波長を概念的に示した図である。

【0108】

図4に示す波形W1~W5が示すように、スペーサ部材7により、隣接する光学フィルタ2b・2cに、光学フィルタ2a内の光線L3を染み出さないようにすることが出来る。このため、光学フィルタ2a~2dのそれぞれを反射または透過する光線の制御が容易となる。

【0109】

一方、図5に示すように、空間SPおよびスペーサ部材7を介さずに光学フィルタ2a~2dが設置された場合、図5に示す波形W1~W5が示すように、隣接する光学フィルタ2b・2cに、光学フィルタ2a内の光線が染み出し、それぞれの光線が相互作用またはクロストークを起こす。このため、光学フィルタ2a~2dのそれぞれを反射または透過する光線の制御が困難となる。

【0110】

なお、本発明に係る固体撮像装置は、光検出装置1aまたは1hを備えることが好ましい。

【0111】

なお、光検出装置1aまたは光検出装置1hをラスタスキャンなどのように平面上を走査させると、本発明に係る固体撮像装置として機能させることが出来る。

【0112】

〔実施形態3〕

(光学フィルタの配置例)

図6の(a)~(c)は本発明の実施形態3に係る光検出装置および固体撮像装置を構成する光学フィルタの設置例を説明する図である。

【0113】

図6の(a)を参照すると、複合光学フィルタ5bは、2行2列に配置された正方形の光学フィルタ2a~2dと、光学フィルタ2a~2dの間に形成されたスペーサ部材7aとを有する。

【0114】

図6の(b)を参照すると、複合光学フィルタ5cは、正方形の光学フィルタ2b・2dと長方形の光学フィルタ2eと、光学フィルタ2b・2d・2eの間に形成されたスペーサ部材7bとを有する。

【0115】

図6の(c)を参照すると、複合光学フィルタ5dは、菱形の光学フィルタ2f・2g・2hと、光学フィルタ2f・2g・2hの間に形成されたスペーサ部材7cとを有する。

【0116】

〔実施形態4〕

(光学フィルタの他の配置例)

図7の(a)~(c)は実施形態4に係る光検出装置および固体撮像装置を構成する光学フィルタの設置例を説明する図である。図7の(a)を参照すると、複合光学フィルタ5eは、円形状の4個の光学フィルタ2i~2lと、光学フィルタ2i~2lの間に形成されたスペーサ部材7dとを有する。

【0117】

図7の(b)を参照すると、複合光学フィルタ5fは、円形状の2個の光学フィルタ2n・2oと、レーストラック形状の光学フィルタ2mと、光学フィルタ2n・2o・2mの間に形成されたスペーサ部材7とを有する。

【0118】

10

20

30

40

50

図7の(c)を参照すると、複合光学フィルタ5gは、楕円形状の3個の光学フィルタ $2p \cdot 2q \cdot 2r$ と、光学フィルタ $2p \cdot 2q \cdot 2r$ の間に形成されたスペーサ部材7fとを有する。

【0119】

〔実施形態5〕

(光学フィルタのさらに他の配置例)

図8の(a)~(c)は実施形態5に係る光検出装置および固体撮像装置を構成する光学フィルタの設置例を説明する図である。複合光学フィルタ5bにおいて、正方形状の光学フィルタ $2a \sim 2d$ がスペーサ部材7aを介して2行2列に配置されている。

【0120】

図8の(a)を参照すると、光学フィルタ2aは「緑色波長領域(G)」および「第3赤外波長領域(IR3)」を透過させ、光学フィルタ $2b \cdot 2c$ は「赤色波長領域(R)」および「第1赤外波長領域(IR1)」を透過させ、光学フィルタ2dは「青色波長領域(B)」および「第2赤外波長領域(IR2)」を透過させる。

【0121】

ここで、赤外線波長領域において、短波長側から順に「第1赤外波長領域(IR1)」、「第2赤外波長領域(IR2)」、「第3赤外波長領域(IR3)」であり、以下、同様とする。

【0122】

図8の(b)を参照すると、光学フィルタ2aは「青色波長領域(B)」および「第2赤外波長領域(IR2)」を透過させ、光学フィルタ $2b \cdot 2c$ は「緑色波長領域(G)」および「第3赤外波長領域(IR3)」を透過させ、光学フィルタ2dは「赤色波長領域(R)」および「第1赤外波長領域(IR1)」を透過させる。

【0123】

図8の(c)を参照すると、光学フィルタ2aは「赤色波長領域(R)」および「第1赤外波長領域(IR1)」を透過させ、光学フィルタ $2b \cdot 2c$ は「青色波長領域(B)」および「第2赤外波長領域(IR2)」を透過させ、光学フィルタ2dは「緑色波長領域(G)」および「第3赤外波長領域(IR3)」を透過させる。

【0124】

なお、各光学フィルタ $2a \sim 2d$ を透過した「赤色波長領域(R)」の波長を有する可視光線の強度をRで表し、「緑色波長領域(G)」の波長を有する可視光線の強度をGで表し、「青色波長領域(B)」の波長を有する可視光線の強度をBで表し、「第1赤外波長領域(IR1)」の波長を有する赤外線の強度をIR1で表し、「第2赤外波長領域(IR2)」の波長を有する赤外線の強度をIR2で表し、「第3赤外波長領域(IR3)」の波長を有する赤外線の強度をIR3で表し、以下、同様とすると、各光センサ $3a \sim 3d$ で検出された $a_0(R + IR1)$ を三原色の「R」で表色し、 $b_0(G + IR3)$ を三原色の「G」で表色し、 $c_0(B + IR2)$ を三原色の「B」で表色することが可能である。

【0125】

ここで、上記 a_0 、 b_0 および c_0 は係数を表し、各光センサ $3a \sim 3d$ の検出率に応じて適宜調整することが出来る。

【0126】

〔実施形態6〕

(光学フィルタの構成例)

図9の(a)~(c)は実施形態6に係る光検出装置および固体撮像装置(光検出装置)を構成する光学フィルタの設置例を説明する図である。図9の(a)を参照すると、光学フィルタ2aは「M波長領域」、「第1赤外波長領域(IR1)」及び、「第2赤外波長領域(IR2)」を透過させ、光学フィルタ $2b \cdot 2c$ は「C波長領域」、「第2赤外波長領域(IR2)」及び、「第3赤外波長領域(IR3)」を透過させ、光学フィルタ2dは「Y波長領域」、「第3赤外波長領域(IR3)」、「第1赤外波長領域(I

10

20

30

40

50

R 1)」を透過させる。

【 0 1 2 7 】

ここで、「C波長領域」は、「緑色波長領域(G)」および「青色波長領域(B)」を表し、「M波長領域」は、「青色波長領域(B)」および「赤色波長領域(R)」を表し、また、「Y波長領域」は、「赤色波長領域(R)」および「緑色波長領域(G)」を表し、以下、同様とする。

【 0 1 2 8 】

図9の(b)を参照すると、光学フィルタ2aは「Y波長領域」、「第3赤外波長領域(IR3)」、及び、「第1赤外波長領域(IR1)」を透過させ、光学フィルタ2b・2cは「M波長領域」、「第1赤外波長領域(IR1)」、及び、「第2赤外波長領域(IR2)」を透過させ、光学フィルタ2dは「C波長領域」、「第2赤外波長領域(IR2)」、「第3赤外波長領域(IR3)」を透過させる。

10

【 0 1 2 9 】

図9の(c)を参照すると、光学フィルタ2aは「C波長領域」、「第2赤外波長領域(IR2)」、及び、「第3赤外波長領域(IR3)」を透過させ、光学フィルタ2b・2cは「Y波長領域」、「第3赤外波長領域(IR3)」、及び、「第1赤外波長領域(IR1)」を透過させ、光学フィルタ2dは「M波長領域」、「第1赤外波長領域(IR1)」、「第2赤外波長領域(IR2)」を透過させる。

【 0 1 3 0 】

なお、上記の組合せの他、「赤色波長領域(R)」、「緑色波長領域(G)」、「青色波長領域(B)」、「C波長領域」、「M波長領域」、「Y波長領域」、「第1赤外波長領域(IR1)」、「第2赤外波長領域(IR2)」または「第3赤外波長領域(IR3)」を用いた他の組合せも可能である。

20

【 0 1 3 1 】

なお、各光学フィルタ2a~2dを透過した「C波長領域」の波長を有する可視光線の強度をCで表し、「M波長領域」の波長を有する可視光線の強度をMで表し、「Y波長領域」の波長を有する可視光線の強度をYで表し、以下、同様とすると、各光センサ3a~3dで検出されたa02(C+IR2+IR3)を三原色の「C」で表色し、b02(M+IR1+IR2)を三原色の「M」で表色し、c02(Y+IR1+IR3)を三原色の「Y」で表色することが可能である。

30

【 0 1 3 2 】

ここで、a02、b02およびc02は係数を表し、各光学フィルタ2a~2dの透過率、各光センサ3a~3dの検出率などに応じて適宜調整することが出来る。

【 0 1 3 3 】

なお、被写体からの「赤色波長領域(R)」、「緑色波長領域(G)」および「青色波長領域(B)」の可視光線の強度をW0で表し、「第1赤外波長領域(IR1)」、「第2赤外波長領域(IR2)」および「第3赤外波長領域(IR3)」の波長を有する赤外線強度をIR0で表し、以下、同様とすると、

$$\begin{aligned} R + IR1 &= d0(W0 + IR0) - a02(C + IR2 + IR3) \\ &= \{ -a02(C + IR2 + IR3) + b02(M + IR1 + IR2) + c02(Y + IR1 + IR3) \} / 2 \end{aligned} \quad (1)$$

40

$$\begin{aligned} G + IR3 &= d0(W0 + IR0) - b02(M + IR1 + IR2) \\ &= \{ a02(C + IR2 + IR3) - b02(M + IR1 + IR2) + c02(Y + IR1 + IR3) \} / 2 \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} B + IR2 &= d0(W0 + IR0) - c02(Y + IR1 + IR3) \\ &= \{ a02(C + IR2 + IR3) + b02(M + IR1 + IR2) - c02(Y + IR1 + IR3) \} / 2 \end{aligned} \quad (3)$$

により変換し、a03(R+IR1)を三原色の「R」で表色し、b03(G+IR3)を三原色の「G」で表色し、c03(B+IR2)を三原色の「B」で表色することが可能である。

50

【 0 1 3 4 】

すなわち、上記 C M Y 表色系の情報を R G B 表色系の情報に変換することも可能である。ここで、a 0 3、b 0 3、c 0 3 および d 0 は係数を表し、適宜調整することが出来る。

【 0 1 3 5 】

〔実施形態 7〕

(光学フィルタの他の構成例)

図 1 0 の (a) ~ (f) は実施形態 7 に係る光検出装置および固体撮像装置を構成する光学フィルタの設置例を説明する図である。図 1 0 の (a) を参照すると、光学フィルタ 2 a は「W 波長領域」および「赤外波長領域 (I R) 」を透過させ、光学フィルタ 2 b ・ 2 c は「赤色波長領域 (R) 」および「第 1 赤外波長領域 (I R 1) 」を透過させ、光学フィルタ 2 d は「緑色波長領域 (G) 」および「第 3 赤外波長領域 (I R 3) 」を透過させる。

10

【 0 1 3 6 】

ここで、「W 波長領域」は、「赤色波長領域 (R) 」、「緑色波長領域 (G) 」および「青色波長領域 (B) 」を表し、「I R 波長領域」は、「第 1 赤外波長領域 (I R 1) 」、「第 2 赤外波長領域 (I R 2) 」および「第 3 赤外波長領域 (I R 3) 」を表し、以下、同様とする。

【 0 1 3 7 】

なお、各光学フィルタ 2 a ~ 2 d を透過した「赤色波長領域 (R) 」、「緑色波長領域 (G) 」および「青色波長領域 (B) 」の可視光線の強度を W で表し、「第 1 赤外波長領域 (I R 1) 」、「第 2 赤外波長領域 (I R 2) 」および「第 3 赤外波長領域 (I R 3) 」の赤外線強度を I R で表し、以下、同様とすると、被写体からの「青色波長領域 (B) 」および「第 2 赤外波長領域 (I R 2) 」の光強度は、例えば、

20

$$B + I R 2 = a 1 (W + I R) - 2 b 1 (R + I R 1) - c 1 (G + I R 3) \quad (4)$$

などから計算して求めることが出来る。

【 0 1 3 8 】

また、a 1、b 1 および c 1 は係数を表し、各光学フィルタ 2 a ~ 2 d の透過率、各光センサ 3 a ~ 3 d の検出率などに応じて適宜調整することが出来る。

30

【 0 1 3 9 】

図 1 0 の (b) を参照すると、光学フィルタ 2 a は「W 波長領域」および「赤外波長領域 (I R) 」を透過させ、光学フィルタ 2 b ・ 2 c は「緑色波長領域 (G) 」および「第 3 赤外波長領域 (I R 3) 」を透過させ、光学フィルタ 2 d は「青色波長領域 (B) 」および「第 2 赤外波長領域 (I R 2) 」を透過させる。

【 0 1 4 0 】

なお、被写体からの「赤色波長領域 (R) 」および「第 1 赤外波長領域 (I R 1) 」の光強度は、例えば、

$$R + I R 1 = a 2 (W + I R) - 2 b 2 (G + I R 3) - c 2 (B + I R 2) \quad (5)$$

40

などから計算して求めることが出来る。ここで、a 2、b 2 および c 2 は係数を表し、各光学フィルタ 2 a ~ 2 d の透過率、各光センサ 3 a ~ 3 d の検出率などに応じて適宜調整することが出来る。

【 0 1 4 1 】

図 1 0 の (c) を参照すると、光学フィルタ 2 a は「W 波長領域」および「赤外波長領域 (I R) 」を透過させ、光学フィルタ 2 b ・ 2 c は「青色波長領域 (B) 」および「第 2 赤外波長領域 (I R 2) 」を透過させ、光学フィルタ 2 d は「赤色波長領域 (R) 」および「第 1 赤外波長領域 (I R 1) 」を透過させる。

【 0 1 4 2 】

なお、被写体からの「緑色波長領域 (G) 」および「第 3 赤外波長領域 (I R 3) 」の

50

光強度は、例えば、

$$G + I R 3 = a 3 (W + I R) - 2 b 3 (B + I R 2) - c 3 (R + I R 1) \quad (6)$$

などから計算して求めることが出来る。ここで、 $a 3$ 、 $b 3$ および $c 3$ は係数を表し、各光学フィルタの透過率、各光センサの検出率などに応じて適宜調整することが出来る。

【 0 1 4 3 】

図 1 0 の (d) を参照すると、光学フィルタ 2 a は「W波長領域」および「赤外波長領域 (I R)」を透過させ、光学フィルタ 2 b ・ 2 c は「赤色波長領域 (R)」および「第 1 赤外波長領域 (I R 1)」を透過させ、光学フィルタ 2 d は「青色波長領域 (B)」および「第 2 赤外波長領域 (I R 2)」を透過させる。

10

【 0 1 4 4 】

なお、被写体からの「緑色波長領域 (G)」および「第 3 赤外波長領域 (I R 3)」の光強度は、例えば、

$$G + I R 3 = a 4 (W + I R) - 2 b 4 (R + I R 1) - c 4 (B + I R 2) \quad (7)$$

などから計算して求めることが出来る。ここで、 $a 4$ 、 $b 4$ および $c 4$ は係数を表し、各光学フィルタの透過率、各光センサの検出率などに応じて適宜調整することが出来る。

【 0 1 4 5 】

図 1 0 の (e) を参照すると、光学フィルタ 2 a は「W波長領域」および「赤外波長領域 (I R)」を透過させ、光学フィルタ 2 b ・ 2 c は「緑色波長領域 (G)」および「第 3 赤外波長領域 (I R 3)」を透過させ、光学フィルタ 2 d は「赤色波長領域 (R)」および「第 1 赤外波長領域 (I R 1)」を透過させる。

20

【 0 1 4 6 】

なお、被写体からの「青色波長領域 (B)」および「第 2 赤外波長領域 (I R 2)」の光強度は、例えば、

$$B + I R 2 = a 5 (W + I R) - 2 b 5 (G + I R 3) - c 5 (R + I R 1) \quad (8)$$

などから計算して求めることが出来る。ここで、 $a 5$ 、 $b 5$ および $c 5$ は係数を表し、各光学フィルタの透過率、各光センサの検出率などに応じて適宜調整することが出来る。

【 0 1 4 7 】

図 1 0 の (f) を参照すると、光学フィルタ 2 a は「W波長領域」および「赤外波長領域 (I R)」を透過させ、光学フィルタ 2 b ・ 2 c は「青色波長領域 (B)」および「第 2 赤外波長領域 (I R 2)」を透過させ、光学フィルタ 2 d は「緑色波長領域 (G)」および「第 3 赤外波長領域 (I R 3)」を透過させる。

30

【 0 1 4 8 】

なお、被写体からの「赤色波長領域 (R)」および「第 1 赤外波長領域 (I R 1)」の光強度は、例えば、

$$R + I R 1 = a 6 (W + I R) - 2 b 6 (B + I R 2) - c 6 (G + I R 3) \quad (9)$$

などから計算して求めることが出来る。ここで、 $a 6$ 、 $b 6$ および $c 6$ は係数を表し、各光学フィルタの透過率、各光センサの検出率などに応じて適宜調整することが出来る。

40

【 0 1 4 9 】

〔実施形態 8〕

(光学フィルタのさらに他の構成例)

図 1 1 の (a) ~ (f) は実施形態 8 に係る光検出装置および固体撮像装置を構成する光学フィルタの設置例を説明する図である。ここで、複合光学フィルタ 5 b において、光学フィルタ 2 a ~ 2 d はスペーサ部材 7 a を介して配置されている。

【 0 1 5 0 】

図 1 1 の (a) を参照すると、光学フィルタ 2 a は「W波長領域」および「赤外波長領域 (I R)」を透過させ、光学フィルタ 2 b ・ 2 c は「C波長領域」「第 2 赤外波長領域

50

(I R 2) 」および「第 3 赤外波長領域 (I R 3) 」を透過させ、光学フィルタ 2 d は「M 波長領域」「第 1 赤外波長領域 (I R 1) 」および「第 2 赤外波長領域 (I R 2) 」を透過させる。

【 0 1 5 1 】

なお、被写体からの「Y 波長領域」、「第 1 赤外波長領域 (I R 1) 」および「第 3 赤外波長領域 (I R 3) 」の光強度は、例えば、

$$Y + I R 1 + I R 3 = a 7 (W + I R) - 2 b 7 (C + I R 2 + I R 3) - c 7 (M + I R 1 + I R 2) \quad (1 0)$$

などから計算して求めることが出来る。なお、a 7、b 7 および c 7 は係数を表し、各光学フィルタの透過率、各光センサの検出率などに応じて適宜調整することが出来る。

10

【 0 1 5 2 】

なお、各光センサで検出された a 2 0 (C + I R 2 + I R 3) を三原色の「C」で表色し、b 2 0 (M + I R 1 + I R 2) を三原色の「M」で表色し、また、上記計算で求められた Y + I R 1 + I R 3 に関して c 2 0 (Y + I R 1 + I R 3) を三原色の「Y」で表色することが可能である。ここで、a 2 0、b 2 0 および c 2 0 は係数を表し、適宜調整することが出来る。

【 0 1 5 3 】

なお、同様に、上記 C M Y 表色系の情報を R G B 表色系の情報に変換することも可能である。

【 0 1 5 4 】

図 1 1 の (b) を参照すると、光学フィルタ 2 a は「W 波長領域」および「赤外波長領域 (I R) 」を透過させ、光学フィルタ 2 b ・ 2 c は「M 波長領域」「第 1 赤外波長領域 (I R 1) 」および「第 2 赤外波長領域 (I R 2) 」を透過させ、光学フィルタ 2 d は「Y 波長領域」「第 3 赤外波長領域 (I R 3) 」および「第 1 赤外波長領域 (I R 1) 」を透過させる。

20

【 0 1 5 5 】

なお、被写体からの「C 波長領域」、「第 2 赤外波長領域 (I R 2) 」および「第 3 赤外波長領域 (I R 3) 」の光強度は、例えば、

$$C + I R 2 + I R 3 = a 8 (W + I R) - 2 b 8 (M + I R 1 + I R 2) - c 8 (Y + I R 1 + I R 3) \quad (1 1)$$

などから計算して求めることが出来る。ここで、a 8、b 8 および c 8 は係数を表し、各光学フィルタの透過率、各光センサの検出率などに応じて適宜調整することが出来る。

30

【 0 1 5 6 】

なお、同様に、上記 C M Y 表色系の情報を R G B 表色系の情報に変換することも可能である。

【 0 1 5 7 】

なお、各光センサで検出された b 2 1 (M + I R 1 + I R 2) を三原色の「M」で表色し、c 2 1 (Y + I R 1 + I R 3) を三原色の「Y」で表色し、また、上記計算で求められた C + I R 2 + I R 3 に関して a 2 1 (C + I R 2 + I R 3) を三原色の「C」で表色することが可能である。ここで、a 2 1、b 2 1 および c 2 1 は係数を表し、適宜調整することが出来る。

40

【 0 1 5 8 】

なお、同様に、上記 C M Y 表色系の情報を R G B 表色系の情報に変換することも可能である。

【 0 1 5 9 】

図 1 1 の (c) を参照すると、光学フィルタ 2 a は「W 波長領域」および「赤外波長領域 (I R) 」を透過させ、光学フィルタ 2 b ・ 2 c は「Y 波長領域」「第 3 赤外波長領域 (I R 3) 」および「第 1 赤外波長領域 (I R 1) 」を透過させ、光学フィルタ 2 d は「C 波長領域」「第 2 赤外波長領域 (I R 2) 」および「第 3 赤外波長領域 (I R 3) 」を透過させる。

50

【 0 1 6 0 】

なお、被写体からの「M波長領域」、「IR1波長領域」および「IR2波長領域」の光強度は、例えば、

$$M + IR1 + IR2 = a9(W + IR) - 2b9(Y + IR1 + IR3) - c9(C + IR2 + IR3) \quad (12)$$

などから計算して求めることが出来る。ここで、a9、b9およびc9は係数を表し、各光学フィルタの透過率、各光センサの検出率などに応じて適宜調整することが出来る。

【 0 1 6 1 】

なお、同様に、上記CMY表色系の情報をRGB表色系の情報に変換することも可能である。

10

【 0 1 6 2 】

なお、各光センサで検出されたc22(Y + IR1 + IR3)を三原色の「Y」で表色し、a22(C + IR2 + IR3)を三原色の「C」で表色し、また、上記計算で求められたM + IR1 + IR2に関してb22(M + IR1 + IR2)を三原色の「M」で表色することが可能である。ここで、a22、b22およびc22は係数を表し、適宜調整することが出来る。

【 0 1 6 3 】

なお、同様に、上記CMY表色系の情報をRGB表色系の情報に変換することも可能である。

【 0 1 6 4 】

図11の(d)を参照すると、光学フィルタ2aは「W波長領域」および「赤外波長領域(IR)」を透過させ、光学フィルタ2b・2cは「C波長領域」「第2赤外波長領域(IR2)」および「第3赤外波長領域(IR3)」を透過させ、光学フィルタ2dは「Y波長領域」「第3赤外波長領域(IR3)」および「第1赤外波長領域(IR1)」を透過させる。

20

【 0 1 6 5 】

なお、被写体からの「M波長領域」、「第1赤外波長領域(IR1)」および「第2赤外波長領域(IR2)」の光強度は、例えば、

$$M + IR1 + IR2 = a10(W + IR) - 2b10(C + IR2 + IR3) - c10(Y + IR1 + IR3) \quad (13)$$

などから計算して求めることが出来る。ここで、a10、b10およびc10は係数を表し、各光学フィルタの透過率、各光センサの検出率などに応じて適宜調整することが出来る。

30

【 0 1 6 6 】

なお、各光センサで検出されたa23(C + IR2 + IR3)を三原色の「C」で表色し、c23(Y + IR1 + IR3)を三原色の「Y」で表色し、また、上記計算で求められたM + IR1 + IR2に関してb23(M + IR1 + IR2)を三原色の「M」で表色することが可能である。ここで、a23、b23およびc23は係数を表し、適宜調整することが出来る。

【 0 1 6 7 】

なお、同様に、上記CMY表色系の情報をRGB表色系の情報に変換することも可能である。

40

【 0 1 6 8 】

図11の(e)を参照すると、光学フィルタ2aは「W波長領域」および「赤外波長領域(IR)」を透過させ、光学フィルタ2b・2cは「M波長領域」「第1赤外波長領域(IR1)」および「第2赤外波長領域(IR2)」を透過させ、光学フィルタ2dは「C波長領域」「第2赤外波長領域(IR2)」および「第3赤外波長領域(IR3)」を透過させる。

【 0 1 6 9 】

なお、被写体からの「Y波長領域」、「第1赤外波長領域(IR1)」および「第3赤

50

外波長領域（IR3）」の光強度は、例えば、

$$Y + IR1 + IR3 = a11(W + IR) - 2b11(M + IR1 + IR2) - c11(C + IR2 + IR3) \quad (14)$$

などから計算して求めることが出来る。ここで、 $a11$ 、 $b11$ および $c11$ は係数を表し、各光学フィルタの透過率、各光センサの検出率などに応じて適宜調整することが出来る。

【0170】

なお、各光センサで検出された $b24(M + IR1 + IR2)$ を三原色の「M」で表色し、 $a24(C + IR2 + IR3)$ を三原色の「C」で表色し、また、上記計算で求められた $Y + IR1 + IR3$ に関して $c24(Y + IR1 + IR3)$ を三原色の「Y」で表色することが可能である。ここで、 $a24$ 、 $b24$ および $c24$ は係数を表し、適宜調整することが出来る。

10

【0171】

なお、同様に、上記CMY表色系の情報をRGB表色系の情報に変換することも可能である。

【0172】

図11の(f)を参照すると、光学フィルタ2aは「W波長領域」および「赤外波長領域（IR）」を透過させ、光学フィルタ2b・2cは「Y波長領域」「第3赤外波長領域（IR3）」および「第1赤外波長領域（IR1）」を透過させ、光学フィルタ2dは「M波長領域」「第1赤外波長領域（IR1）」および「第2赤外波長領域（IR2）」を透過させる。

20

【0173】

なお、被写体からの「C波長領域」、「第2赤外波長領域（IR2）」および「第3赤外波長領域（IR3）」の光強度は、例えば、

$$C + IR2 + IR3 = a12(W + IR) - 2b12(Y + IR1 + IR3) - c12(M + IR1 + IR2) \quad (15)$$

などから計算して求めることが出来る。ここで、 $a12$ 、 $b12$ および $c12$ は係数を表し、各光学フィルタの透過率、各光センサの検出率などに応じて適宜調整することが出来る。

【0174】

なお、各光センサで検出された $c25(Y + IR1 + IR3)$ を三原色の「Y」で表色し、 $b25(M + IR1 + IR2)$ を三原色の「M」で表色し、また、上記計算で求められた $Y + IR1 + IR3$ に関して $a25(C + IR2 + IR3)$ を三原色の「C」で表色することが可能である。ここで、 $a25$ 、 $b25$ および $c25$ は係数を表し、適宜調整することが出来る。

30

【0175】

なお、同様に、上記CMY表色系の情報をRGB表色系の情報に変換することも可能である。

【0176】

〔実施形態9〕

（光学フィルタのさらに他の構成例）

図12の(a)～(f)は実施形態9に係る光検出装置および固体撮像装置を構成する光学フィルタの設置例を説明する図である。ここで、複合光学フィルタ5bにおいて、光学フィルタ2a～2dはスペーサ部材7aを介して配置されている。

40

【0177】

図12の(a)を参照すると、光学フィルタ2a・2dは「W波長領域」および「赤外波長領域（IR）」を透過させ、光学フィルタ2bは「赤色波長領域（R）」および「第1赤外波長領域（IR1）」を透過させ、光学フィルタ2cは「緑色波長領域（G）」および「第3赤外波長領域（IR3）」を透過させる。

【0178】

50

なお、被写体からの「青色波長領域 (B) 」および「第 2 赤外波長領域 (I R 2) 」の光強度は、例えば、

$$B + I R 2 = 2 a 1 3 (W + I R) - b 1 3 (R + I R 1) - c 1 3 (G + I R 3) \quad (1 6)$$

などから計算して求めることが出来る。ここで、 $a 1 3$ 、 $b 1 3$ および $c 1 3$ は係数を表し、各光学フィルタの透過率、各光センサの検出率などに応じて適宜調整することが出来る。

【 0 1 7 9 】

図 1 2 の (b) を参照すると、光学フィルタ 2 a ・ 2 d は「 W 波長領域」および「赤外波長領域 (I R) 」を透過させ、光学フィルタ 2 b は「緑色波長領域 (G) 」および「第 3 赤外波長領域 (I R 3) 」を透過させ、光学フィルタ 2 c は「青色波長領域 (B) 」および「第 2 赤外波長領域 (I R 2) 」を透過させる。

【 0 1 8 0 】

なお、被写体からの「赤色波長領域 (R) 」および「第 1 赤外波長領域 (I R 1) 」の光強度は、例えば、

$$R + I R 1 = 2 a 1 4 (W + I R) - b 1 4 (G + I R 3) - c 1 4 (B + I R 2) \quad (1 7)$$

などから計算して求めることが出来る。ここで、 $a 1 4$ 、 $b 1 4$ および $c 1 4$ は係数を表し、各光学フィルタの透過率、各光センサの検出率などに応じて適宜調整することが出来る。

【 0 1 8 1 】

図 1 2 の (c) を参照すると、光学フィルタ 2 a ・ 2 d は「 W 波長領域」および「赤外波長領域 (I R) 」を透過させ、光学フィルタ 2 b は「青色波長領域 (B) 」および「第 2 赤外波長領域 (I R 2) 」を透過させ、光学フィルタ 2 c は「赤色波長領域 (R) 」および「第 1 赤外波長領域 (I R 1) 」を透過させる。

【 0 1 8 2 】

なお、被写体からの「緑色波長領域 (G) 」および「第 3 赤外波長領域 (I R 3) 」の光強度は、例えば、

$$G + I R 3 = 2 a 1 5 (W + I R) - b 1 5 (B + I R 2) - c 1 5 (R + I R 1) \quad (1 8)$$

などから計算して求めることが出来る。ここで、 $a 1 5$ 、 $b 1 5$ および $c 1 5$ は係数を表し、各光学フィルタの透過率、各光センサの検出率などに応じて適宜調整することが出来る。

【 0 1 8 3 】

図 1 2 の (d) を参照すると、光学フィルタ 2 a ・ 2 d は「 W 波長領域」および「赤外波長領域 (I R) 」を透過させ、光学フィルタ 2 b は「 C 波長領域」「第 2 赤外波長領域 (I R 2) 」および「第 3 赤外波長領域 (I R 3) 」を透過させ、光学フィルタ 2 c は「 M 波長領域」「第 1 赤外波長領域 (I R 1) 」および「第 2 赤外波長領域 (I R 2) 」を透過させる。

【 0 1 8 4 】

なお、被写体からの「 Y 波長領域」、「第 1 赤外波長領域 (I R 1) 」および「第 3 赤外波長領域 (I R 3) 」の光強度は、例えば、

$$Y + I R 1 + I R 3 = 2 a 1 6 (W + I R) - b 1 6 (C + I R 2 + I R 3) - c 1 6 (M + I R 1 + I R 2) \quad (1 9)$$

などから計算して求めることが出来る。ここで、 $a 1 6$ 、 $b 1 6$ および $c 1 6$ は係数を表し、各光学フィルタの透過率、各光センサの検出率などに応じて適宜調整することが出来る。

【 0 1 8 5 】

なお、同様に、上記 C M Y 表色系の情報を R G B 表色系の情報に変換することも可能である。

10

20

30

40

50

【 0 1 8 6 】

図 1 2 の (e) を参照すると、光学フィルタ 2 a ・ 2 d は「 W 波長領域」および「赤外波長領域 (I R) 」を透過させ、光学フィルタ 2 b は「 M 波長領域」「第 1 赤外波長領域 (I R 1) 」および「第 2 赤外波長領域 (I R 2) 」を透過させ、光学フィルタ 2 c は「 Y 波長領域」「第 1 赤外波長領域 (I R 1) 」および「第 3 赤外波長領域 (I R 3) 」を透過させる。

【 0 1 8 7 】

なお、被写体からの「 C 波長領域」「第 2 赤外波長領域 (I R 2) 」および「第 3 赤外波長領域 (I R 3) 」の光強度は、例えば、

$$C + I R 2 + I R 3 = 2 a 1 7 (W + I R) - b 1 7 (M + I R 1 + I R 2) - c 1 7 (Y + I R 1 + I R 3) \quad (2 0)$$

10

などから計算して求めることが出来る。ここで、 a 1 7、 b 1 7 および c 1 7 は係数を表し、各光学フィルタの透過率、各光センサの検出率などに応じて適宜調整することが出来る。

【 0 1 8 8 】

なお、同様に、上記 C M Y 表色系の情報を R G B 表色系の情報に変換することも可能である。

【 0 1 8 9 】

図 1 2 の (f) を参照すると、光学フィルタ 2 a ・ 2 d は「 W 波長領域」および「赤外波長領域 (I R) 」を透過させ、光学フィルタ 2 b は「 Y 波長領域」「第 1 赤外波長領域 (I R 1) 」および「第 3 赤外波長領域 (I R 3) 」を透過させ、光学フィルタ 2 c は「 C 波長領域」「第 2 赤外波長領域 (I R 2) 」および「第 3 赤外波長領域 (I R 3) 」を透過させる。

20

【 0 1 9 0 】

なお、被写体からの「 M 波長領域」「第 1 赤外波長領域 (I R 1) 」および「第 2 赤外波長領域 (I R 2) 」の光強度は、例えば、

$$M + I R 1 + I R 2 = 2 a 1 8 (W + I R) - b 1 8 (Y + I R 1 + I R 3) - c 1 8 (C + I R 2 + I R 3) \quad (2 1)$$

などから計算して求めることが出来る。ここで、 a 1 8、 b 1 8 および c 1 8 は係数を表し、各光学フィルタの透過率、各光センサの検出率などに応じて適宜調整することが出来る。

30

【 0 1 9 1 】

なお、同様に、上記 C M Y 表色系の情報を R G B 表色系の情報に変換することも可能である。

【 0 1 9 2 】

なお、上記の組合せの他、「赤色波長領域 (R) 」、「緑色波長領域 (G) 」、「青色波長領域 (B) 」、「 C 波長領域」、「 M 波長領域」、「 Y 波長領域」、「第 1 赤外波長領域 (I R 1) 」、「第 2 赤外波長領域 (I R 2) 」または「第 3 赤外波長領域 (I R 3) 」を用いた他の組合せも可能である。

【 0 1 9 3 】

なお、上記の組合せを含め、「赤色波長領域 (R) 」および「第 1 赤外波長領域 (I R 1) 」、「緑色波長領域 (G) 」および「第 3 赤外波長領域 (I R 3) 」、「青色波長領域 (B) 」および「第 2 赤外波長領域 (I R 2) 」、「 C 波長領域」、「第 2 赤外波長領域 (I R 2) 」および「第 3 赤外波長領域 (I R 3) 」、「 M 波長領域」、「第 1 赤外波長領域 (I R 1) 」および「第 2 赤外波長領域 (I R 2) 」、並びに、「 Y 波長領域」、「第 1 赤外波長領域 (I R 1) 」および「第 3 赤外波長領域 (I R 3) 」から、4 つまたは 3 つを選択して 4 区画に割り当てる組合せだけでも 1 4 0 通り程あり、4 区画内の位置の違いも考慮するとそれ以上の相当な場合がある。なお、それぞれ、 R G B 系表色、 C M Y 系表色などに変換可能である。

40

【 0 1 9 4 】

50

なお、上記の組み合わせの他、他の原色または色を用いた組合せも可能である。

【0195】

なお、同様に、CMY表色系の情報をRGB表色系の情報に変換することが可能である。

【0196】

なお、逆に、RGB表色系の情報をCMY表色系の情報に変換することが可能である。

【0197】

なお、前記W + IRは、基本計算では1などに、8ビットでのデジタル計算では255などに置き換えることが出来、10ビットでのデジタル計算では1023などに置き換えることが出来、14ビットでのデジタル計算では(2の14乗) - 1などに置き換えることが出来、16ビットでのデジタル計算では(2の16乗) - 1などに置き換えることが出来る。なお、他のビット数に関しても同様である。

10

【0198】

なお、上記表色は、色相(Hue)、明度(Brightness、LightnessまたはValue)、彩度(Contrast、ChromaまたはSaturation)自然な彩度(Vibrance)、カラーバランス、色要素、ガンマ補正などを調整することが出来る。

【0199】

図13の(a) ~ (h)は本発明に係る光検出装置および固体撮像装置を構成する光学フィルタの透過率の波長依存性を示す図である。図13には、代表的な光学フィルタの組合せにおいて、具体的な透過率の波長依存性の例が示されている。図13の(a)はRGB、(b)はCMY、(c)はRGW、(d)はGBW、(e)はRBW、(f)はCMW、(g)はMYW、(h)はYCWと対応している。

20

【0200】

〔実施形態10〕

(固体撮像装置1bの構成)

図14は、実施形態10に係る固体撮像装置1bの構成を示す図である。固体撮像装置1bは、複合光学フィルタアレイ8aと光センサアレイ6aとを備えている。複合光学フィルタアレイ8aは、周期性を有してマトリクス状に配置された複数の複合光学フィルタ5aを有している。各複合光学フィルタ5aには、2行2列に配置されて透過波長域の異なる光学フィルタ2a ~ 2dが形成されている。光学フィルタ2a ~ 2dには、スペーサ部材7が形成されている。光学フィルタ2a ~ 2dは、所定の波長の可視光線及び所定の波長の赤外線を透過させる。光学フィルタ2a ~ 2dのそれぞれには、異なる屈折率を有する複数の積層部材が積層されている。

30

【0201】

また、光センサアレイ6aは、光学フィルタ2a ~ 2dに対応するように周期性を有してマトリクス状に配置された複数の光センサ3a ~ 3dを有している。光センサ3aは、光学フィルタ2aを透過した所定の波長の可視光線及び所定の波長の赤外線を検出する。光センサ3bは、光学フィルタ2bを透過した所定の波長の可視光線及び所定の波長の赤外線を検出する。光センサ3cは、光学フィルタ2cを透過した所定の波長の可視光線及び所定の波長の赤外線を検出する。光センサ3dは、光学フィルタ2dを透過した所定の波長の可視光線及び所定の波長の赤外線を検出する。

40

【0202】

図15は、実施形態10に係る固体撮像装置1bの断面図である。図15に示すように、本実施形態10の固体撮像素子1bは、半導体基板11を備えている。半導体基板11には、光電変換部12及び電荷転送部13が形成されている。光電変換部12及び電荷転送部13は光センサアレイ6aに対応する。半導体基板11の上には、絶縁膜を介して転送電極14と遮光膜15とが形成されている。遮光膜15上には絶縁膜16が形成されている。絶縁膜16上には、無機膜光学フィルタ17が形成されている。無機膜光学フィルタ17上にはスペーサ膜21が形成される構成となっている。なお、ここでは、スペーサ

50

膜 21 がスペーサ部材と一体化している例を示しており、以下、同様な場合がある。

【0203】

図15の例では、無機膜光学フィルタ17は、第1光学フィルタ18、第2光学フィルタ19、及び第3光学フィルタ20を含み、複合光学フィルタアレイ8aに対応する。

【0204】

なお、図15の例を本発明に係る光検出装置に適用することも可能である。

【0205】

図16の(a)は実施形態10に係る無機膜光学フィルタ部の断面図であり、図16の(b)及び(c)はカラーフィルタを透過した各光線の強度の波長依存を示すグラフである。入射光が第1光学フィルタ18、第2光学フィルタ19、及び第3光学フィルタ20を透過することで、それぞれ第1光線、第2光線及び第3光線が第1光学フィルタ18、第2光学フィルタ19、及び第3光学フィルタ20から出射することを示している。第1光線、第2光線及び第3光線が図16の(b)で示すような波長スペクトルをそれぞれ有するように、第1光学フィルタ18、第2光学フィルタ19、及び第3光学フィルタ20が構成されている。第1光線に関しては、図16の(c)で示すように可視光線のRと第1赤外線がつながったスペクトルを有するように第1光学フィルタ18を構成しても構わない。

10

【0206】

図17の(a)~(g)は実施形態10における固体撮像装置1bの製造方法を示す断面図である。なお、図17の(a)~(g)の例を本発明に係る光検出装置の製造方法に適用することも可能である。

20

【0207】

まず、図17の(a)に示すように、シリコンからなる半導体基板11の表面に露出するようにイオン注入により光電変換部12、電荷転送部13を形成する。そして、半導体基板11の表面上に、厚さ100~3000nmの例えば酸化シリコン膜である絶縁膜(図示せず)をシリコン熱酸化あるいはCVD法により形成する。次に、例えばポリシリコン膜をCVD(Chemical Vapor Deposition)法により厚さ50~300nm程度堆積する。更に、熱拡散やイオン注入によりリンのようなn型不純物を導入する。

【0208】

その後、フォトリソグラフィ技術によって、所定のパターンにパターンニングされたフォトレジストをマスクとして、異方性エッチングにより、転送電極14を形成する。次に、ポリシリコン酸化或いはCVD法による酸化膜デポジションにより絶縁膜(図示せず)を形成する。反射防止膜として例えばシリコンナイトライド膜をデポジションし、所定のパターンにパターンニングされたフォトレジストをマスクとして、異方性エッチングにより、形成する(図示せず)。

30

【0209】

次に、遮光膜材料であるタングステン等を堆積し、フォトリソグラフィ技術によって遮光膜15を形成する。そして、酸化シリコン膜である絶縁膜16をCVD法により形成する。絶縁膜16はCMPやエッチバック技術を用い平坦化しても良い。

【0210】

次に、絶縁膜16上に第1光学フィルタ18を形成する。第1光学フィルタは無機の多層膜で形成されており低屈折材料と高屈折材料を交互に積層することで形成される。具体的には低屈折材料としては酸化シリコン膜 SiO_2 、高屈折率材料は窒化シリコン膜 Si_3N_4 或いは酸化チタン膜 TiO_2 を用いる。多層膜はCVD法で成膜しても良いし、蒸着法やスパッタにより成膜しても良い。

40

【0211】

次に、図17の(b)に示すように、フォトリソグラフィ技術によって、所定のパターンにパターンニングされたフォトレジスト(図示せず)をマスクとして第1光学フィルタ18をエッチングし所定のパターンを形成する。

【0212】

50

次に、図17の(c)に示すように、第2光学フィルタ19を、CVD法などを用いて形成する。

【0213】

次に図17の(d)に示すように、フォトリソグラフィ技術によって、所定のパターンにパターニングされたフォトレジスト(図示せず)をマスクとして第2光学フィルタ19をエッチングし所定のパターンを形成する。

【0214】

その後、図17の(e)に示すように、第3光学フィルタ20を、CVD法などを用いて形成する。

【0215】

次に、図17の(f)に示すように、フォトリソグラフィ技術によって、所定のパターンにパターニングされたフォトレジスト(図示せず)をマスクとして第3光学フィルタ20をエッチングし所定のパターンを形成する。

【0216】

なお、上記の例では、光学フィルタの形成を、第1光学フィルタ18、第2光学フィルタ19、第3光学フィルタ20の順に行ったが、これに限定するものではなく、これら3つの光学フィルタの形成順は、任意に設定することができる。

【0217】

次に、図17の(g)に示すように、スペーサ膜21を成膜する。スペーサ膜21は酸化シリコン膜 SiO_2 をSOG(Spin on Glass)法やアクリル材料を塗布して形成する。

【0218】

図18は、無機膜光学フィルタ17の構造を示す断面図である。複数の積層部材に対応する多層膜の低屈折材料と高屈折材料とは、上層から各 L_0 、 H_1 、 L_1 、 H_2 、 L_2 、 \dots 、 H_j-1 、 L_j-1 、 H_j 、 L_j の順番に交互に配置される。低屈折材料と高屈折材料との屈折率はそれぞれ n_{L0} 、 n_{H1} 、 n_{L1} 、 n_{H2} 、 n_{L2} 、 \dots 、 n_{Hj-1} 、 n_{Lj-1} 、 n_{Hj} 、 n_{Lj} で示され、低屈折材料と高屈折材料との膜厚はそれぞれ d_{L0} 、 d_{H1} 、 d_{L1} 、 d_{H2} 、 d_{L2} 、 \dots 、 d_{Hj-1} 、 d_{Lj-1} 、 d_{Hj} 、 d_{Lj} で示される。

【0219】

これらの低屈折材料と高屈折材料との屈折率と膜厚とは、無機膜光学フィルタ17(第1光学フィルタ18、第2光学フィルタ19、及び第3光学フィルタ20)が、図16の(b)或いは図16の(c)のように可視光及び赤外線波長領域に透過域を持つフィルタ特性を有するように設定される。

【0220】

図19の(a)は第1光学フィルタ18と第2光学フィルタ19の構造を示す図であり、図19の(b)はそれぞれの高屈折層の屈折率を比較した式である。第1光学フィルタ18の高屈折層の屈折率は第2光学フィルタ19の高屈折層の屈折率よりも高い。具体的な例として第1光学フィルタ18の高屈折層の屈折率は $2.3 \sim 2.8$ 、第2光学フィルタ19の高屈折層の屈折率は $1.8 \sim 2.3$ と設定する。

【0221】

図20の(a)は無機膜光学フィルタ17の屈折率、(b)は無機膜光学フィルタ17の吸収係数の波長依存を示すグラフである。曲線G1は第1光学フィルタ18の高屈折層 $n_{H:18}$ の屈折率を示しており、曲線G2は第2光学フィルタ19の高屈折層 $n_{H:19}$ の屈折率を示している。曲線G3は第1光学フィルタ18の高屈折層 $n_{H:18}$ の吸収係数を示しており、曲線G4は第2光学フィルタ19の高屈折層 $n_{H:19}$ の吸収係数を示している。

【0222】

図20の(a)、(b)に示すように屈折率が高くなると吸収係数が上昇し透過率が低下してしまう。特に波長の短い領域で顕著となる。これから例えば $400 \sim 500 \text{ nm}$ の紫～青色の波長領域を透過させたい場合は屈折率の低い材料を用いることで透過率の低下

10

20

30

40

50

を防ぐことができる。波長の短い領域を透過する必要のないフィルタに関しては、高屈折率材の屈折率が高い方が全体の膜厚を薄くすることができるので、屈折率の高い材料を用いた方がよい。すなわち、各画素で高屈折層の屈折率を異ならせることで最適な分光が得ることが可能となる。

【0223】

図21の(a)は第1~3光学フィルタ18~20の屈折率及び膜厚の一例を示す図であり、図21の(b)は光学フィルタの透過率の波長依存性を示す。図21に示すように、画素毎に適切な屈折率及び膜厚を設定することで、可視光領域及び赤外線領域において透過する光学フィルタを形成することができる。第2光学フィルタ19の高屈折材料H1~H8の屈折率(2.2)、及び、第3光学フィルタ20の高屈折材料H1~H4の屈折率(2.2)は、第1光学フィルタ18の高屈折材料H1~H4の屈折率(2.5)よりも小さくなっている。尚、膜厚と屈折率との組み合わせはこれに限らず、積層数を増減させる事、各層ごとに任意の膜厚、屈折率を選択する事なども可能である。

10

【0224】

〔実施形態11〕

(固体撮像装置1cの構成)

図22は、実施形態11に係る固体撮像装置1cの構成を示す図である。図14で前述した構成要素と同一の構成要素には同一の参照符号を付し、それらの詳細な説明は繰り返さない。図14に示す固体撮像装置1bと異なる点は、レンズアレイ9aが、複合光学フィルタアレイ8aに対して光センサアレイ6aの反対側に設けられている点である。レンズアレイ9aは、光学フィルタ2a~2dに対応するように周期性を有して平面状に配置された複数のレンズを有する。

20

【0225】

図23は、固体撮像装置1cの断面図である。図15で前述した構成要素と同一の構成要素には同一の参照符号を付し、それらの詳細な説明は繰り返さない。図15に示す固体撮像装置1bと異なる点は、集光レンズ22がスペーサ膜21の上に形成されている点である。集光レンズ22はレンズアレイ9aに対応する。

【0226】

図23の例では、無機膜光学フィルタ17は第1光学フィルタ18、第2光学フィルタ19、及び第3光学フィルタ20を含む。

30

【0227】

図23の例では、被写体からの光線L4は、集光レンズ22により集光されて第2光学フィルタ19を透過し、光電変換部12に入射する。このように、集光レンズ22による集光効果により光電変換部12の感度の向上を図ることができる。またフィルタ膜厚が安定した第2光学フィルタ19の中央部に集光レンズ22が集光することで、第2光学フィルタ19の透過特性のばらつきを抑制するだけでなく、隣接セルへの光漏れも削減できるため色分離を向上させることができる。第2光学フィルタ19の例を示したが、第1光学フィルタ18、第3光学フィルタ20も同様である。

【0228】

なお、図23の例を本発明に係る光検出装置に適用することも可能である。

40

【0229】

図24の(a)及び(b)は実施形態11における固体撮像装置1cの製造方法を示す図である。図24の(a)は無機膜光学フィルタ17、及びスペーサ膜21を形成した後の断面図であり、製造方法は実施形態10の図17の(a)~(g)までと同じである。その後、図24の(b)に示すように、アクリルを塗布し、所定の形状にパターンニングされたフォトリソグラフィ(図示せず)形状を転写するようにアクリルをエッチングし集光レンズ22を形成する。

【0230】

なお、図24の(a)及び(b)の例を本発明に係る光検出装置の製造方法に適用することも可能である。

50

【 0 2 3 1 】

〔実施形態 1 2〕

(固体撮像装置 1 d の構成)

図 2 5 は、実施形態 1 2 に係る固体撮像装置 1 d の構成を示す図である。図 2 2 で前述した構成要素と同一の構成要素には同一の参照符号を付し、それらの詳細な説明は繰り返さない。図 2 2 に示す固体撮像装置 1 c と異なる点は、レンズアレイ 9 a が、複合光学フィルタアレイ 8 a と光センサアレイ 6 a との間に設けられている点である。レンズアレイ 9 a は、光学フィルタ 2 a ~ 2 d に対応するように周期性を有して平面状に配置された複数のレンズを有する。

【 0 2 3 2 】

図 2 6 は、固体撮像装置 1 d の断面図である。図 1 5 で前述した構成要素と同一の構成要素には同一の参照符号を付し、それらの詳細な説明は繰り返さない。図 1 5 に示す固体撮像装置 1 b と異なる点は、集光レンズ 2 7 が絶縁膜 1 6 に形成されている点である。集光レンズ 2 7 はレンズアレイ 9 a に対応する。

【 0 2 3 3 】

図 2 6 の例では、無機膜光学フィルタ 1 7 は、第 1 光学フィルタ 1 8、第 2 光学フィルタ 1 9、及び第 3 光学フィルタ 2 0 を含む。

【 0 2 3 4 】

図 2 6 の例では、被写体からの光線 L 4 は、第 2 光学フィルタ 1 9 を透過し、集光レンズ 2 7 により集光されて光電変換部 1 2 に入射する。このように、集光レンズ 2 7 による集光効果により光電変換部 1 2 の感度の向上を図ることができる。第 2 光学フィルタ 1 9 の例を示したが、第 1 光学フィルタ 1 8、第 3 光学フィルタ 2 0 も同様である。

【 0 2 3 5 】

なお、図 2 6 の例を本発明に係る光検出装置に適用することも可能である。

【 0 2 3 6 】

図 2 7 の (a) ~ (d) は実施形態 1 2 における固体撮像装置 1 d の製造方法を示す図である。まず、図 2 7 の (a) に示すように、シリコンからなる半導体基板 1 1 の表面に露出するように、イオン注入により光電変換部 1 2、電荷転送部 1 3 を形成する。そして、半導体基板 1 1 の表面上に、厚さ 1 0 0 ~ 3 0 0 0 n m の例えば酸化シリコン膜である絶縁膜 (図示せず) をシリコン熱酸化あるいは C V D 法により形成する。

【 0 2 3 7 】

次に、例えばポリシリコン膜を C V D 法により厚さ 5 0 ~ 3 0 0 n m 程度堆積する。更に、熱拡散やイオン注入によりリンのような n 型不純物を導入する。その後、フォトリソグラフィ技術によって、所定のパターンにパターニングされたフォトレジストをマスクとして、異方性エッチングにより、転送電極 1 4 を形成する。

【 0 2 3 8 】

次にポリシリコン酸化或いは C V D 法による酸化膜デポジションにより絶縁膜 (図示せず) を形成する。反射防止膜として例えばシリコンナイトライド膜をデポデポジションし、所定のパターンにパターニングされたフォトレジストをマスクとして、異方性エッチングにより、形成する (図示せず) 。

【 0 2 3 9 】

次に、遮光膜材料であるタングステン等を堆積し、フォトリソグラフィ技術によって遮光膜 1 5 を形成する。次に、酸化シリコン膜である絶縁膜 1 6 を C V D 法により形成する。C V D 法により形成した絶縁膜 1 6 の埋め込み形状は、図 2 7 の (a) に示すように、転送電極 1 4 の間で下に凸の形状となる。

【 0 2 4 0 】

その後、図 2 7 の (b) に示すように例えば C V D 法で窒化シリコン膜 2 8 を成膜する。次に、図 2 7 の (c) に示すようにエッチバック法や C M P (Chemical Mechanical Planarization) 法により集光レンズ 2 7 を形成する。そして、図 2 7 (d) に示すように、図 1 7 の (a) ~ (g) と同じ方法で第 1 光学フィルタ 1 8、第 2 光学フィルタ 1 9、

10

20

30

40

50

及び第3光学フィルタ20を順に形成する。

【0241】

なお、光学フィルタの形成は、第1光学フィルタ18、第2光学フィルタ19、第3光学フィルタ20の順に行う方法に限定するものではなく、これら3つの光学フィルタの形成順は、任意に設定することができる。

【0242】

尚、図27の(c)でエッチバック法やCMP法により集光レンズ27を形成しているが図27の(b)の形状のままでも集光レンズ27と同様のレンズ効果が得られる。エッチバックすることで、半導体基板11と、第1光学フィルタ18、第2光学フィルタ19、及び第3光学フィルタ20との間の距離が縮小され感度が向上するメリットがある。

10

【0243】

なお、図27の(a)~(d)の例を本発明に係る光検出装置の製造方法に適用することも可能である。

【0244】

〔実施形態13〕

(固体撮像装置1eの構成)

図28は、実施形態13に係る固体撮像装置1eの構成を示す図である。図22で前述した構成要素と同一の構成要素には同一の参照符号を付し、それらの詳細な説明は繰り返さない。図22に示す固体撮像装置1cと異なる点は、レンズアレイ9aに加えて、複合光学フィルタアレイ8aと光センサアレイ6aとの間にレンズアレイ9bを設けた点にある。レンズアレイ9bは、レンズアレイ9aと同様の構成を有している。

20

【0245】

図29は、実施形態13に係る固体撮像装置1eの断面図である。図23で前述した構成要素と同一の構成要素には同一の参照符号を付し、それらの詳細な説明は繰り返さない。図23に示す固体撮像装置1cと異なる点は、図26で前述した集光レンズ27が追加して形成されている点である。

【0246】

図29の例では、無機膜光学フィルタ17は第1光学フィルタ18、第2光学フィルタ19及び第3光学フィルタ20を含む。図29で光線L4の様子を示しているが、集光レンズ22及び集光レンズ27の2つのレンズによる集光効果により光電変換部12の感度の向上を図ることができる。またフィルタ膜厚が安定した第2光学フィルタ19の中央部に集光することで第2光学フィルタ19の透過特性のばらつきを抑制するだけでなく、隣接セルへの光漏れも削減できるため色分離を向上させることができる。第2光学フィルタ19の例を示したが、第1光学フィルタ18、第3光学フィルタ20も同様である。

30

【0247】

なお、図29の例を本発明に係る光検出装置に適用することも可能である。

【0248】

図30の(a)及び(b)は実施形態13における固体撮像装置1eの製造方法を示す図である。図30の(a)は、無機膜光学フィルタ17及びスペーサ膜21を形成した後の断面図を示している。ここまでの製造方法は実施形態12の図27の(a)~(d)までと同じである。その後、図30(b)に示すようにアクリルを塗布し、所定の形状にパターンニングされたフォトリソ(図示せず)形状を転写するようにアクリルをエッチングし集光レンズ22を形成する。

40

【0249】

なお、図30の(a)及び(b)の例を本発明に係る光検出装置の製造方法に適用することも可能である。

【0250】

〔実施形態14〕

図31の(a)は本発明の実施形態14に係る固体撮像装置1fの構成を示す図である。図31の(b)は実施形態14に係る別の固体撮像装置1gの構成を示す図である。図

50

14で前述した構成要素と同一の構成要素には同一の参照符号を付し、それらの詳細な説明は繰り返さない。図31の(a)に示す固体撮像装置1fが図14に示す固体撮像装置1bと異なる点は、有機フィルタアレイ10a(または、第2複合光学フィルタアレイ)を複合光学フィルタアレイ8a(または、第1複合光学フィルタアレイ)に対して光センサアレイ6aの反対側に設けた点である。有機フィルタアレイ10aは、複数の複合有機フィルタ5hを備えている。複数の複合有機フィルタ5hのそれぞれは、2行2列に配置されて透過波長域の異なる光学フィルタ2s・2t・2u・2vを有している。光学フィルタ2s・2t・2u・2vは、有機材料からなる。光学フィルタ2s・2t・2u・2vは、複合光学フィルタアレイ8aの光学フィルタ2a・2b・2c・2dと対応するように周期性を有して平面状に配置されている。なお、複合光学フィルタ5aの光学フィルタ2a~2dは、異なった材料から成ってもよい。また、光学フィルタ2a~2dの少なくとも二つは同一の材料から成ってもよい。さらに、複合有機フィルタ5hの光学フィルタ2s~2vは、異なった材料から成ってもよい。そして、光学フィルタ2s~2vの少なくとも二つは、同一の材料から成ってもよい。

10

【0251】

図31の(b)に示す固体撮像装置1gが図31の(a)に示す固体撮像装置1fと異なる点は、有機フィルタアレイ10a(第2複合光学フィルタアレイ)を複合光学フィルタアレイ8a(第1複合光学フィルタアレイ)と光センサアレイ6aとの間に設けた点である。固体撮像装置1gは、上記の点を除くと、固体撮像装置1fと同様の構成を有する。なお、複合光学フィルタ5aの光学フィルタ2a~2dは、異なった材料から成ってもよい。また、光学フィルタ2a~2dの少なくとも二つは同一の材料から成ってもよい。さらに、複合有機フィルタ5hの光学フィルタ2s~2vは、異なった材料から成ってもよい。そして、光学フィルタ2s~2vの少なくとも二つは、同一の材料から成ってもよい。

20

【0252】

図32は、実施形態14に係る固体撮像装置1fの断面図である。図15で前述した構成要素と同一の構成要素には同一の参照符号を付し、それらの詳細な説明は繰り返さない。図15に示す固体撮像装置1bと異なる点は、スペーサ膜21上に有機膜光学フィルタ24及び第2平坦化膜26が形成されている点である。

【0253】

なお、図32の例を本発明に係る光検出装置に適用することも可能である。

30

【0254】

図33の(a)は、有機膜光学フィルタの透過率の波長依存性を示すグラフであり、図33の(b)は、無機膜光学フィルタの透過率の波長依存性を示すグラフであり、図33の(c)はトータルの透過率の波長依存性を示すグラフである。

【0255】

図33の(a)の曲線G5は、有機膜光学フィルタ24の透過率波長依存性を示している。図33の(b)の曲線G6は、第2光学フィルタ(無機膜光学フィルタ)19の透過率波長依存性を示している。図33の(c)の曲線G7は、有機膜光学フィルタ24と第2光学フィルタ(無機膜光学フィルタ)19とのトータルの透過率波長依存性を示している。図33の(c)は図21の(b)の第2光学フィルタ特性と同一のものである。図33の(a)及び(b)に示すようなスペクトル特性を持つフィルタを積層することで、図33の(c)に示すように可視光及び赤外線領域を透過するスペクトル特性が得られる。

40

【0256】

図33の(b)に示すように第2光学フィルタ(無機膜光学フィルタ)19のスペクトルは赤外線領域の一部をカットするだけで良く、無機多層膜の構造を比較的簡素に構成することができる。このように有機膜フィルタ(有機膜光学フィルタ24)と無機膜フィルタ(第2光学フィルタ19)とを積層することで複雑なスペクトル特性を実現することができる。

【0257】

50

図34の(a)~(c)は実施形態14における固体撮像装置1fの製造方法を示す図である。まず、図17の(a)~(g)で前述した方法に従って、図34(a)に示す構造を製造する。

【0258】

次に、図34の(b)に示すように、有機膜を塗布しパターン露光、現像、ベーキングを行い、有機膜光学フィルタ24を形成する。その後、図34の(c)に示すように第2平坦化膜26を成膜する。第2平坦化膜26はアクリル材料を塗布して形成する。

【0259】

なお、図34の(a)~(c)の例を本発明に係る光検出装置の製造方法に適用することも可能である。

【0260】

図35は、実施形態14に係る固体撮像装置の断面図である。図15で前述した構成要素と同一の構成要素には同一の参照符号を付し、それらの詳細な説明は繰り返さない。図15に示す固体撮像装置1bと異なる点は、スペーサ膜21上に有機膜光学フィルタ25及び第2平坦化膜26が形成されている点である。

【0261】

なお、図35の例を本発明に係る光検出装置に適用することも可能である。

【0262】

図36の(a)は、有機膜光学フィルタの透過率の波長依存性を示すグラフであり、図36の(b)は、無機光学フィルタの透過率の波長依存性を示すグラフで、図36の(c)はトータルの透過率の波長依存性を示すグラフである。

【0263】

図36の(a)の曲線G8は、有機膜光学フィルタ25の透過率波長依存性を示している。図36の(b)の曲線G9は、第3光学フィルタ(無機膜光学フィルタ)20の透過率波長依存性を示している。図36の(c)の曲線G10は、有機膜光学フィルタ25と第3光学フィルタ(無機膜光学フィルタ)20とのトータルの透過率波長依存性を示している。図36の(c)は図21の(b)の第3光学フィルタ特性と同一のものである。図36の(a)及び(b)に示すようなスペクトル特性を持つフィルタを積層することで、図36の(c)に示すように可視光及び赤外線領域を透過するスペクトル特性が得られる。

【0264】

図37は、実施形態14に係る固体撮像装置1fの断面図である。図15で前述した構成要素と同一の構成要素には同一の参照符号を付し、それらの詳細な説明は繰り返さない。図15に示す固体撮像装置1bと異なる点は、スペーサ膜21上に有機膜光学フィルタ23及び第2平坦化膜26が形成されている点である。

【0265】

なお、図37の例を本発明に係る光検出装置に適用することも可能である。

【0266】

図38の(a)は、有機膜光学フィルタの透過率の波長依存性を示すグラフであり、図38の(b)は、無機光学フィルタの透過率の波長依存性を示すグラフで、図38の(c)はトータルの透過率の波長依存性を示すグラフである。

【0267】

図38の(a)の曲線G13は、有機膜光学フィルタ23の透過率波長依存性を示している。図38の(b)の曲線G14は、第1光学フィルタ(無機膜光学フィルタ)18の透過率波長依存性を示している。図38の(c)の曲線G15は、有機膜光学フィルタ23と第1光学フィルタ(無機膜光学フィルタ)18とのトータルの透過率波長依存性を示している。図38の(c)は図21の(b)の第1光学フィルタ特性と同一のものである。図38の(a)及び(b)に示すようなスペクトル特性を持つフィルタを積層することで、図38の(c)に示すように可視光及び赤外線領域を透過するスペクトル特性が得られる。

10

20

30

40

50

【 0 2 6 8 】

〔 実施形態 1 5 〕

図 3 9 は、実施形態 1 5 に係る固体撮像装置の断面図である。図 1 5 で前述した構成要素と同一の構成要素には同一の参照符号を付し、それらの詳細な説明は繰り返さない。図 1 5 に示す固体撮像装置 1 b と異なる点は、第 1 光学フィルタ 1 8、第 2 光学フィルタ 1 9、及び第 3 光学フィルタ 2 0 の代わりに、第 1 光学フィルタ 1 8 a、第 2 光学フィルタ 1 9 a、及び第 3 光学フィルタ 2 0 a を形成した点である。第 1 光学フィルタ 1 8 a、第 2 光学フィルタ 1 9 a、及び第 3 光学フィルタ 2 0 a は、湾曲した積層部材を積層して形成されている。

【 0 2 6 9 】

図 3 9 で光線 L 4 の様子を示しているが、第 2 光学フィルタ 1 9 a による集光効果により光電変換部 1 2 の感度の向上を図ることができる。この構成の場合、レンズを別途形成する必要がないため製造コストが下げられるだけでなく、基板上の膜厚を薄くすることで斜め光に対する集光特性が改善するメリットがある。

【 0 2 7 0 】

図 3 9 の例では、無機膜光学フィルタ 1 7 は、第 1 光学フィルタ 1 8 a、第 2 光学フィルタ 1 9 a、及び第 3 光学フィルタ 2 0 a を含む。

【 0 2 7 1 】

なお、図 3 9 の例を本発明に係る光検出装置に適用することも可能である。

【 0 2 7 2 】

図 4 0 の (a) ~ (f) は実施形態 1 5 における固体撮像装置の製造方法を示す図である。まず、図 4 0 の (a) に示すように、シリコンからなる半導体基板 1 1 の表面に露出するようにイオン注入により光電変換部 1 2、電荷転送部 1 3 を形成する。そして、半導体基板 1 1 の表面上に、厚さ 1 0 0 ~ 3 0 0 0 n m の例えば酸化シリコン膜である絶縁膜 (図示せず) をシリコン熱酸化あるいは C V D 法により形成する。

【 0 2 7 3 】

次に、例えばポリシリコン膜を C V D 法により厚さ 5 0 ~ 3 0 0 n m 程度堆積する。更に、熱拡散やイオン注入によりリンのような n 型不純物を導入する。

【 0 2 7 4 】

その後、フォトリソグラフィ技術によって、所定のパターンにパターニングされたフォトレジストをマスクとして、異方性エッチングにより、転送電極 1 4 を形成する。次にポリシリコン酸化或いは C V D 法による酸化膜デポジションにより絶縁膜 (図示せず) を形成する。

【 0 2 7 5 】

反射防止膜として例えばシリコンナイトライド膜をデポジションし、所定のパターンにパターニングされたフォトレジストをマスクとして、異方性エッチングにより、形成する (図示せず) 。

【 0 2 7 6 】

次に、遮光膜材料であるタングステン等を堆積し、フォトリソグラフィ技術によって遮光膜 1 5 を形成する。次に、酸化シリコン膜である絶縁膜 1 6 を C V D 法により形成する。C V D 法により形成した絶縁膜 1 6 の埋め込み形状は転送電極 1 4 の間で下に凸の形状となる。

【 0 2 7 7 】

その後、図 4 0 の (b) に示すように絶縁膜 1 6 上に第 1 光学フィルタ 1 8 a を形成する。第 1 光学フィルタは無機の多層膜で形成されており低屈折材料と高屈折材料を交互に積層することで形成される。

【 0 2 7 8 】

次に、図 4 0 の (c) に示すように、フォトリソグラフィ技術によって、所定のパターンにパターニングされたフォトレジスト (図示せず) をマスクとして第 1 光学フィルタ 1 8 a をエッチングし所定のパターンを形成する。そして、図 4 0 の (d)、(e) のよ

10

20

30

40

50

うに図40の(b)~(c)と同様の方法で第2光学フィルタ19a、第3光学フィルタ20aを形成する。次に図40の(f)に示すように、スペーサ膜21を成膜する。なお、上記の例では、光学フィルタの形成を、第1光学フィルタ18a、第2光学フィルタ19a、第3光学フィルタ20aの順に行ったが、これに限定するものではなく、これら3つの光学フィルタの形成順は、任意に設定することができる。

【0279】

なお、図40の(a)~(f)の例を本発明に係る光検出装置の製造方法に適用することも可能である。

【0280】

なお、図18において無機膜光学フィルタ17の最下層の膜L_jと絶縁膜16との屈折率の比率を85%以上115%以下とし、また最上層の膜L₀とスペーサ膜21との屈折率の比率を85%以上115%以下にすることで界面での反射屈折を防止し所望のカラーフィルタの透過率特性を安定して得ることができる。

【0281】

本実施形態による光検出装置および固体撮像装置並びにそれらの製造方法によれば、1型以下のデバイスサイズで、光検出装置を実現することができる。

【0282】

また、1型以下のデバイスサイズで、SD(Standard Definition)(640×480画素)、HD(High Definition)720(1280×720画素)、HD960(1280×920画素)、フルHD(1920×1080画素)、4K(フルHDの4倍の画素)、8K(フルHDの8倍の画素)などの画素数に対応可能な単板式CCDイメージセンサ、CMOSイメージセンサなどの固体撮像装置を実現することができる。

【0283】

また、インターレース方式、プログレッシブ方式などの走査方式に対応することが可能である。

【0284】

また、従来品と同等以上の高性能な電気特性を実現することができる。

(実施例1)

本実施形態による光検出装置および固体撮像装置並びにそれらの製造方法により作製した、例えば、1/3型130万画素CCDイメージセンサを測定したところ、感度はF5.6で1秒蓄積時に1200mV/μm²以上、スミアは-120dB以下、飽和出力は800mV以上、などと高性能な電気特性であった。

(実施例2)

図41の(a)及び(b)は本発明の固体撮像装置で撮像した可視光及び赤外線照射時のカラー写真を示す図である。図41の(a)は可視光下での写真を示しており、図41の(b)は暗視で赤外線照射して撮像した写真を示している。図41の(a)の可視光下でのカラーを図41の(b)の暗視時赤外線照射で再現できることを示している。

【0285】

〔本発明の製造方法に係る側面〕

本発明の側面として、図17に示される前記光検出装置および前記固体撮像素子の製造方法において、シリコンからなる半導体基板の表面にイオン注入により光電変換部、電荷転送部を形成し、半導体基板の表面上に、厚さ100~3000nmの例えば酸化シリコン膜である絶縁膜をシリコン熱酸化あるいはCVD法により形成することが好ましい。

【0286】

次に、例えばポリシリコン膜をCVD法により厚さ50~300nm程度堆積し、更に、熱拡散やイオン注入によりリンのようなn型不純物を導入し、その後、フォトリソグラフィ技術によって、所定のパターンにパターンニングされたフォトレジストをマスクとして、異方性エッチングにより、転送電極を形成することが好ましい。

【0287】

10

20

30

40

50

次にポリシリコン酸化或いはCVD法による酸化膜デポジションにより絶縁膜を形成することが好ましい。

【0288】

また、反射防止膜として例えばシリコンナイトライド膜をデポジションし、所定のパターンにパターニングされたフォトレジストをマスクとして、異方性エッチングにより、形成することが好ましい。

【0289】

次に、遮光膜材料であるタングステン等を堆積し、フォトリソグラフィ技術によって遮光膜を形成することが好ましい。

【0290】

次に、酸化シリコン膜である絶縁膜をCVD法により形成することが好ましい。なお、絶縁膜はCMPやエッチバック技術を用い平坦化しても良い。

【0291】

また、前記絶縁膜上に前記第1の光学フィルタを形成することが好ましい。なお、前記第1の光学フィルタは無機が多層膜で形成されており低屈折材料と高屈折材料を交互に積層することで形成されることが好ましい。なお、低屈折材料として、酸化シリコン(SiO_2)膜、高屈折率材料は窒化シリコン(SiN)膜或いは酸化チタン(TiO_2)膜を用いることが好ましい。多層膜はCVD法で成膜しても良いし、蒸着法やスパッタにより成膜しても良い。

【0292】

なお、図17の(b)に示すように、フォトリソグラフィ技術によって、所定のパターンにパターニングされたフォトレジストをマスクとして前記第1の光学フィルタをエッチングし所定のパターンを形成することが好ましい。

【0293】

なお、図17の(c)に示すように、前記第2の光学フィルタを、CVD法などを用いて形成することが好ましい。

【0294】

なお、図17の(d)に示すように、フォトリソグラフィ技術によって、所定のパターンにパターニングされたフォトレジストをマスクとして前記第2の光学フィルタをエッチングし所定のパターンを形成することが好ましい。

【0295】

その後、図17の(e)に示すように、前記第3の光学フィルタを、CVD法などを用いて形成することが好ましい。

【0296】

次に、図17の(f)に示すように、フォトリソグラフィ技術によって、所定のパターンにパターニングされたフォトレジストをマスクとして前記第3の光学フィルタをエッチングし所定のパターンを形成することが好ましい。

【0297】

次に、図17の(g)に示すように、第1の平坦化膜を成膜する。前記第1の平坦化膜は SiO_2 をSOG(Spin on Glass)法やアクリル材料を塗布して形成することが好ましい。

【0298】

また、図24に示される前記光検出装置および前記固体撮像素子の製造方法として、アクリルを塗布し、所定の形状にパターニングされたフォトレジスト形状を転写するようにアクリルをエッチングし第1レンズを形成することが好ましい。

【0299】

また、図27に示される前記光検出装置および前記固体撮像素子の製造方法として、シリコンからなる半導体基板の表面にイオン注入により光電変換部、電荷転送部を形成し、半導体基板の表面上に、厚さ100~3000nmの例えば酸化シリコン膜である絶縁膜をシリコン熱酸化あるいはCVD法により形成することが好ましい。

10

20

30

40

50

【0300】

次に、例えば、ポリシリコン膜をCVD法により厚さ50～300nm程度堆積し、更に、熱拡散やイオン注入によりリンのようなn型不純物を導入し、その後、フォトリソグラフィ技術によって、所定のパターンにパターンニングされたフォトレジストをマスクとして、異方性エッチングにより、転送電極を形成することが好ましい。

【0301】

次に、ポリシリコン酸化或いはCVD法による酸化膜デポジションにより絶縁膜を形成し、反射防止膜として例えばシリコンナイトライド膜をデポジションし、所定のパターンにパターンニングされたフォトレジストをマスクとして、異方性エッチングにより、形成することが好ましい。

10

【0302】

次に、遮光膜材料であるタングステン等を堆積し、フォトリソグラフィ技術によって遮光膜を形成し、次に、酸化シリコン膜である絶縁膜をCVD法により形成し、CVD法により形成した絶縁膜の埋め込み形状は転送電極の間で下に凸の形状となることが好ましい。

【0303】

この後、例えば、CVD法で窒化シリコン膜を成膜し、次に、エッチバック法やCMP法により前記第2レンズを形成し、前記第1の光学フィルタ、前記第2の光学フィルタ及び前記第3の光学フィルタを形成することが好ましい。なお、第1の光学フィルタ、前記第2の光学フィルタ及び前記第3の光学フィルタの形成順は、任意に設定することができる。

20

【0304】

尚、エッチバック法やCMP法により前記第2レンズを形成しているが、エッチバック法やCMP法を用いなくても、同様のレンズ効果が得られる。なお、エッチバックすることで基板-フィルタ間距離が縮小され感度が向上するメリットがある。

【0305】

また、前記光検出装置および前記固体撮像素子の製造方法として、シリコンからなる半導体基板の表面にイオン注入により光電変換部、電荷転送部を形成し、半導体基板の表面上に、厚さ100～3000nmの例えば酸化シリコン膜である絶縁膜をシリコン熱酸化あるいはCVD法により形成することが好ましい。

30

【0306】

次に、例えば、ポリシリコン膜をCVD法により厚さ50～300nm程度堆積し、更に、熱拡散やイオン注入によりリンのようなn型不純物を導入することが好ましい。

【0307】

その後、フォトリソグラフィ技術によって、所定のパターンにパターンニングされたフォトレジストをマスクとして、異方性エッチングにより、転送電極を形成し、次に、ポリシリコン酸化或いはCVD法による酸化膜デポジションにより絶縁膜を形成することが好ましい。

【0308】

なお、反射防止膜として例えばシリコンナイトライド膜をデポジションし、所定のパターンにパターンニングされたフォトレジストをマスクとして、異方性エッチングにより、形成することが好ましい。

40

【0309】

次に、遮光膜材料であるタングステン等を堆積し、フォトリソグラフィ技術によって遮光膜を形成し、次に、酸化シリコン膜である絶縁膜をCVD法により形成し、CVD法により形成した前記絶縁膜の埋め込み形状は転送電極の間で下に凸の形状となることが好ましい。

【0310】

この後、前記絶縁膜上に前記第1の光学フィルタを形成する。前記第1の光学フィルタは無機の多層膜で形成されており低屈折材料と高屈折材料を交互に積層することで形成さ

50

れることが好ましい。

【0311】

次に、フォトリソグラフィ技術によって、所定のパターンにパターンニングされたフォトレジストをマスクとして前記第1の光学フィルタをエッチングし所定のパターンを形成することが好ましい。

【0312】

同様の方法で、前記第2の光学フィルタ、前記第3の光学フィルタを形成することが好ましい。

【0313】

次に、第1の平坦化膜を成膜することが好ましい。

10

【0314】

無機膜光学フィルタの最下層の前記膜 L_j と絶縁膜との屈折率の比率を85%以上115%以下とし、また最上層の前記膜 L_0 と第1の平坦化膜との屈折率の比率を85%以上115%以下とすることで界面での反射屈折を防止し所望のカラーフィルタの透過率特性を安定して得ることができる。

【0315】

〔まとめ〕

本発明の態様1に係る光検出装置1は、被写体からの光のうち第1波長範囲の波長を有する第1波長光、第2波長範囲の波長を有する第2波長光、・・・および第n波長範囲の波長を有する第n波長光(nは整数)を透過させる光学フィルタ2と、前記第1波長光の第1波長光強度、前記第2波長光の第2波長光強度、・・・および前記第n波長光の第n波長光強度の少なくとも一つを検出する光センサ3と、前記光センサ3により検出された前記第1波長光強度、前記第2波長光強度、・・・および前記第n波長光強度の少なくとも一つに基づいて、前記第1波長範囲、前記第2波長範囲、・・・および前記第n波長範囲の少なくとも一つ以外の波長範囲の波長を有する光の光強度を推定する解析部4とを備え、前記少なくとも一つの波長範囲の波長を有する光の光強度と前記少なくとも一つ以外の波長範囲の波長を有する光の光強度との間には相関関係が有る。

20

【0316】

上記の構成によれば、互いに相関関係を有する第1波長光強度、第2波長光強度、・・・および第n波長光強度の少なくとも一つに基づいて、前記第1波長範囲、前記第2波長範囲、・・・および前記第n波長範囲の少なくとも一つ以外の波長範囲の波長を有する光の光強度を推定するので、極低照度環境およびゼロルクス環境における被写体の色の再現やカラー撮影が可能になる。

30

【0317】

本発明の態様2に係る光検出装置1a・1hは、透過波長域が異なる複数の光学フィルタ2a~2dと、前記複数の光学フィルタ2a~2dのそれぞれを透過した光を受光する複数の光センサ3a~3dとを備え、前記複数の光学フィルタ2a~2dのそれぞれには、可視光線および赤外線波長領域において透過率が50%以上の複数の積層部材S1~S6が積層されており、前記複数の積層部材S1~S6のそれぞれは、同一または異なる屈折率を有し、前記複数の光学フィルタ2a~2dのそれぞれは、所定の波長範囲の光を反射することで他の波長範囲の光を透過し、前記複数の光学フィルタ2a~2dは、空間またはスペーサ部材7を介して、平面に配置される。

40

【0318】

上記の構成によれば、複数の光学フィルタのうちの一つが透過した第1波長光の第1波長光強度と、複数の光学フィルタのうち他の一つが透過した第2波長光の第2波長光強度とを検出することにより、第1波長範囲及び第2波長範囲以外の波長範囲の波長を有する光の光強度を推定できるので、極低照度環境およびゼロルクス環境における被写体の色の再現やカラー撮影が可能になる。

【0319】

本発明の態様3に係る光検出装置1a・1hは、上記態様2において、前記複数の光学

50

フィルタ 2 a ~ 2 d に対して前記複数の光センサ 3 a ~ 3 d の反対側に配置された複数のレンズをさらに備えてもよい。

【 0 3 2 0 】

上記の構成によれば、被写体からの光線が複数のレンズにより集光されて複数の光学フィルタを透過し、複数の光センサに入射する。従って、複数のレンズによる集光効果により第 1 及び第 2 光センサの感度の向上を図ることができる。

【 0 3 2 1 】

本発明の態様 4 に係る光検出装置 1 a · 1 h は、上記態様 2 において、前記複数の光学フィルタ 2 a ~ 2 d と前記複数の光センサ 3 a ~ 3 d との間に配置された複数のレンズをさらに備えてもよい。

10

【 0 3 2 2 】

上記の構成によれば、被写体からの光線が複数のレンズにより集光されて複数の光学フィルタを透過し、複数の光センサに入射する。従って、複数のレンズによる集光効果により複数の光センサの感度の向上を図ることができる。

【 0 3 2 3 】

本発明の態様 5 に係る光検出装置 1 a · 1 h は、上記態様 2 において、前記複数の光学フィルタ 2 a ~ 2 d に対して前記複数の光センサ 3 a ~ 3 d の反対側に配置された複数の第 1 レンズと、前記複数の光学フィルタ 2 a ~ 2 d と前記複数の光センサ 3 a ~ 3 d との間に配置された複数の第 2 レンズとをさらに備えてもよい。

【 0 3 2 4 】

20

上記の構成によれば、被写体からの光線が複数の第 1 レンズにより集光されて複数の光学フィルタを透過し、複数の第 2 レンズによりさらに集光されて複数の光センサに入射する。従って、複数の第 1 及び第 2 レンズによる集光効果により複数の光センサの感度の向上を図ることができる。

【 0 3 2 5 】

本発明の態様 6 に係る光検出装置 1 a · 1 h は、上記態様 1 において、前記被写体からの光は赤外線であり、前記解析部 4 は、前記光センサ 3 a ~ 3 d により検出された前記第 1 波長光強度、前記第 2 波長光強度、・・・および前記第 n 波長光強度の少なくとも一つに基づいて、前記赤外線を反射した被写体の可視光線下の色を推定してもよい。

【 0 3 2 6 】

30

上記の構成によれば、被写体からの赤外線により被写体の可視光線下の色を推定するので、極低照度環境およびゼロルクス環境における被写体の色の再現やカラー撮影が可能になる。

【 0 3 2 7 】

本発明の態様 7 に係る光検出装置 1 a · 1 h は、上記態様 2 において、前記複数の光センサ 3 a ~ 3 d により検出された第 1 波長光強度、第 2 波長光強度、・・・および第 n 波長光強度の少なくとも一つに基づいて、前記赤外線を反射した被写体の可視光線下の色を推定する解析部 4 をさらに備えてもよい。

【 0 3 2 8 】

上記の構成によれば、赤外線を反射した被写体の可視光線下の色を推定するので、極低照度環境およびゼロルクス環境における被写体の色の再現やカラー撮影が可能になる。

40

【 0 3 2 9 】

本発明の態様 8 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 e は、複数の複合光学フィルタ 5 a を有する複合光学フィルタアレイ 8 a と、複数の光センサ 3 a ~ 3 d が配置された光センサアレイ 6 a とを備え、前記複数の複合光学フィルタのそれぞれは、透過波長域の異なる複数の光学フィルタ 2 a ~ 2 d を有し、前記複数の光学フィルタ 2 a ~ 2 d のそれぞれは、所定の波長の可視光線及び所定の波長の赤外線を透過させ、前記複数の光学フィルタ 2 a ~ 2 d のそれぞれには、異なる屈折率を有する複数の積層部材 S 1 ~ S 6 が積層されており、前記複数の光センサ 3 a ~ 3 d は、前記可視光線及び前記赤外線に感度を有し、前記複数の光学フィルタ 2 a ~ 2 d のそれぞれは、周期性を有して平面状に配置され、前記複数の

50

光センサ 3 a ~ 3 d は、周期性を有して平面状に配置される。

【 0 3 3 0 】

上記の構成によれば、複数の光学フィルタが透過した所定の波長の可視光線及び所定の波長の赤外線が光センサが検出するので、極低照度環境およびゼロルクス環境における被写体の色の再現やカラー撮影が可能になる。

【 0 3 3 1 】

本発明の態様 9 に係る固体撮像装置 1 c ・ 1 e は、上記態様 8 において、前記複合光学フィルタアレイ 8 a に対して前記光センサアレイ 6 a の反対側に配置されて複数のレンズを有するレンズアレイ 9 a をさらに備え、前記複数のレンズは、周期性を有して平面状に配置されてもよい。

10

【 0 3 3 2 】

上記の構成によれば、被写体からの光線がレンズアレイにより集光されて光学フィルタを透過し、光センサに入射する。従って、レンズアレイによる集光効果により光センサの感度の向上を図ることができる。

【 0 3 3 3 】

本発明の態様 1 0 に係る固体撮像装置 1 d ・ 1 e は、上記態様 8 において、前記複合光学フィルタアレイ 8 a と前記光センサアレイ 6 a との間に配置されて複数のレンズを有するレンズアレイ 9 a ・ 9 b をさらに備え、前記複数のレンズは、前記複数の光学フィルタ 2 a ~ 2 d と対応するように周期性を有して平面状に配置されてもよい。

20

【 0 3 3 4 】

上記の構成によれば、被写体からの光線がレンズアレイにより集光されて光学フィルタを透過し、光センサに入射する。従って、レンズアレイによる集光効果により光センサの感度の向上を図ることができる。

【 0 3 3 5 】

本発明の態様 1 1 に係る固体撮像装置 1 e は、上記態様 8 において、前記複合光学フィルタアレイ 8 a に対して前記光センサアレイ 6 a の反対側に配置されて複数の第 1 レンズを有する第 1 レンズアレイ 9 a と、前記複合光学フィルタアレイ 8 a と前記光センサアレイ 6 a との間に配置されて複数の第 2 レンズを有する第 2 レンズアレイ 9 b とをさらに備え、前記複数の第 1 レンズ及び前記複数の第 2 レンズは、前記複数の光学フィルタ 2 a ~ 2 d と対応するように周期性を有して平面状に配置されてもよい。

30

【 0 3 3 6 】

上記の構成によれば、被写体からの光線が第 1 レンズにより集光されて光学フィルタを透過し、第 2 レンズによりさらに集光されて光センサに入射する。従って、第 1 ~ 第 2 レンズによる集光効果により光センサの感度の向上を図ることができる。

【 0 3 3 7 】

本発明の態様 1 2 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 e は、上記態様 8 において、前記光学フィルタ 2 a ~ 2 d は、前記所定の波長の可視光線以外の可視光線、及び、前記所定の波長の赤外線以外の赤外線を吸収することにより、前記所定の波長の可視光線及び前記所定の波長の赤外線を透過させてもよい。

【 0 3 3 8 】

上記の構成によれば、簡単な構成で前記所定の波長の可視光線及び前記所定の波長の赤外線を透過させることができる。

40

【 0 3 3 9 】

本発明の態様 1 3 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 e は、上記態様 8 において、前記光学フィルタ 2 a ~ 2 d は、前記所定の波長の可視光線以外の可視光線、及び、前記所定の波長の赤外線以外の赤外線を反射することにより、前記所定の波長の可視光線及び前記所定の波長の赤外線を透過させてもよい。

【 0 3 4 0 】

上記の構成によれば、簡単な構成で前記所定の波長の可視光線及び前記所定の波長の赤外線を透過させることができる。

50

【 0 3 4 1 】

本発明の態様 1 4 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 e は、上記態様 8 において、前記積層部材 S 1 ~ S 6 は、有機材料と無機材料との少なくとも一つを含んでもよい。

【 0 3 4 2 】

本発明の態様 1 5 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 e は、上記態様 8 において、前記積層部材 S 1 ~ S 6 は、誘電体であってもよい。

【 0 3 4 3 】

本発明の態様 1 6 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 e は、上記態様 8 において、前記光学フィルタ 2 a ~ 2 d の形状は、板状、凹状、器状、または、皿状であってもよい。

【 0 3 4 4 】

本発明の態様 1 7 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 e は、上記態様 8 において、前記複数の積層部材 S 1 ~ S 6 の形状は、板状、凹状、器状、または、皿状であってもよい。

【 0 3 4 5 】

本発明の態様 1 8 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 e は、上記態様 8 において、前記光学フィルタ 2 a ~ 2 d の形状は、立方体、直方体、角柱、角錐、角錐台、円柱、円錐、円錐台、楕円柱、楕円錐、楕円錐台、鼓型または樽型であってもよい。

【 0 3 4 6 】

本発明の態様 1 9 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 e は、上記態様 8 において、幅を、前記光学フィルタ 2 a ~ 2 d が配置された前記平面に沿った前記光学フィルタ 2 a ~ 2 d のサイズとし、奥行を、前記平面に沿った前記サイズに垂直な前記平面に沿った前記光学フィルタ 2 a ~ 2 d のサイズとし、高さを、前記平面に垂直な前記光学フィルタ 2 a ~ 2 d のサイズとしたときに、前記光学フィルタ 2 a ~ 2 d は、前記幅、前記奥行および前記高さが等しいまたは近似したサイズであってもよい。

【 0 3 4 7 】

本発明の態様 2 0 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 e は、上記態様 8 において、幅を、前記光学フィルタ 2 a ~ 2 d が配置された前記平面に沿った前記光学フィルタ 2 a ~ 2 d のサイズとし、奥行を、前記平面に沿った前記サイズに垂直な前記平面に沿った前記光学フィルタ 2 a ~ 2 d のサイズとし、高さを、前記平面に垂直な前記光学フィルタのサイズとしたときに、前記光学フィルタ 2 a ~ 2 d は、幅 1 0 マイクロメートル以下および奥行 1 0 マイクロメートル以下のサイズで、更に、高さ 1 マイクロメートル以下のサイズの、異なる屈折率を有する複数の積層部材 S 1 ~ S 6 が積層されて成ってもよい。

【 0 3 4 8 】

本発明の態様 2 1 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 e は、上記態様 8 において、前記複数の光学フィルタ 2 a ~ 2 d の間に空間 S P が形成されていてもよい。

【 0 3 4 9 】

本発明の態様 2 2 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 e は、上記態様 8 において、前記複数の光学フィルタ 2 a ~ 2 d の間にスペーサ部材 7 が形成されていてもよい。

【 0 3 5 0 】

本発明の態様 2 3 に係る固体撮像装置 1 f ・ 1 g は、第 1 複合光学フィルタアレイ（複合光学フィルタアレイ 8 a ）と、光センサアレイ 6 a と、前記第 1 複合光学フィルタアレイ（複合光学フィルタアレイ 8 a ）と前記光センサアレイ 6 a との間、又は、前記第 1 複合光学フィルタアレイ（複合光学フィルタアレイ 8 a ）の前記光センサアレイ 6 a と反対側に配置された第 2 複合光学フィルタアレイ（有機フィルタアレイ 1 0 a ）とを備えた固体撮像装置 1 f ・ 1 g であって、前記第 1 複合光学フィルタアレイ（複合光学フィルタアレイ 8 a ）は、複数の第 1 複合光学フィルタ（複合光学フィルタ 5 a ）を有し、前記複数の第 1 複合光学フィルタ（複合光学フィルタ 5 a ）のそれぞれは、透過波長域の異なる複数の光学フィルタ（光学フィルタ 2 a ~ 2 d ）を有し、前記第 2 複合光学フィルタアレイ（有機フィルタアレイ 1 0 a ）は、複数の第 2 複合光学フィルタ（複合有機フィルタ 5 h ）を有し、前記複数の第 2 複合光学フィルタ（複合有機フィルタ 5 h ）のそれぞれは、透過波長域の異なる複数の光学フィルタ（光学フィルタ 2 s ・ 2 t ・ 2 u ・ 2 v ）を有し、

10

20

30

40

50

前記複数の第1複合光学フィルタを構成する複数の光学フィルタ(光学フィルタ2a~2d)のそれぞれは、無機または有機材料からなり、前記複数の第2複合光学フィルタを構成する複数の光学フィルタ(光学フィルタ2s・2t・2u・2v)のそれぞれは、有機または無機材料からなり、前記複数の第1複合光学フィルタを構成する複数の光学フィルタ(光学フィルタ2a~2d)のそれぞれは、周期性を有して平面状に配置され、前記複数の第2複合光学フィルタを構成する複数の光学フィルタ(光学フィルタ2s・2t・2u・2v)のそれぞれは、前記複数の第1複合光学フィルタを構成する複数の光学フィルタ(光学フィルタ2a~2d)と対応するように周期性を有して平面状に配置され、前記複数の第1複合光学フィルタを構成する複数の光学フィルタ(光学フィルタ2a~2d)のうちの一つと、前記複数の第1複合光学フィルタを構成する複数の光学フィルタ(光学フィルタ2a~2d)のうちの前記一つに対応する前記複数の第2複合光学フィルタを構成する複数の光学フィルタ(光学フィルタ2s・2t・2u・2v)のうちの一つとを組み合わせることにより、所定の波長の可視光線及び所定の波長の赤外線透過させ、前記光センサレイ6aは、前記可視光線及び前記赤外線に感度を有する複数の光センサ3a~3dを有し、前記複数の光センサ3a~3dのそれぞれは、前記複数の第1光学フィルタ(光学フィルタ2a~2d)と対応するように周期性を有して平面状に配置される。

10

【0351】

上記構成により、前記複数の第1光学フィルタのうちの一つと、前記複数の第1光学フィルタのうちの前記一つに対応する前記複数の第2光学フィルタのうちの一つとを組み合わせることにより、所定の波長の可視光線及び所定の波長の赤外線透過させ、光センサが、前記可視光線及び前記赤外線を検出することができるので、極低照度環境およびゼロルクス環境における被写体の色の再現やカラー撮影が可能になる。

20

【0352】

本発明の態様24に係る固体撮像装置1b~1e、1f・1gは、上記態様14または23において、前記無機材料は、酸化シリコン、窒化シリコンまたは酸化チタンを含んでもよい。

【0353】

本発明の態様25に係る固体撮像装置1f・1gは、上記態様23において、前記複数の第1及び第2光学フィルタ(光学フィルタ2a~2d、光学フィルタ2s・2t・2u・2v)のそれぞれには、異なる屈折率を有する複数の積層部材S1~S6が積層されて

30

【0354】

本発明の態様26に係る固体撮像装置1f・1gは、上記態様23において、前記複数の第1及び第2光学フィルタ(光学フィルタ2a~2d、光学フィルタ2s・2t・2u・2v)のそれぞれは、複数の高屈折層(高屈折材料H₁~H_j)を含み、前記高屈折層(高屈折材料H₁~H_j)は、前記複数の第1及び第2光学フィルタ(光学フィルタ2a~2d、光学フィルタ2s・2t・2u・2v)のそれぞれに形成される複数の積層部材のうち、前記可視光線および前記赤外線の波長領域において最も屈折率の高い積層部材から成る層であって、前記複数の高屈折層(高屈折材料H₁~H_j)のそれぞれは、屈折率が異なってもよい。

40

【0355】

本発明の態様27に係る固体撮像装置1f・1gは、上記態様23において、前記複数の第1及び第2光学フィルタ(光学フィルタ2a~2d、光学フィルタ2s・2t・2u・2v)のそれぞれは、複数の低屈折層(L₀~L_j)を含み、前記低屈折層(低屈折材料L₀~L_j)は、前記複数の第1及び第2光学フィルタ(光学フィルタ2a~2d、光学フィルタ2s・2t・2u・2v)のそれぞれに形成される複数の積層部材のうち、前記可視光線および前記赤外線の波長領域において最も屈折率の低い積層部材から成る層であって、前記複数の低屈折層(低屈折材料L₀~L_j)のそれぞれは、屈折率が異なってもよい。

【0356】

50

本発明の態様 28 に係る固体撮像装置 1 f・1 g は、上記態様 23 において、前記複数の第 1 及び第 2 光学フィルタ（光学フィルタ 2 a ~ 2 d、光学フィルタ 2 s・2 t・2 u・2 v）のそれぞれは、最下層（低屈折材料 L_j ）、最上層（低屈折材料 L_0 ）、前記最下層に隣接する層（絶縁膜 16）および前記最上層に隣接する層（スペーサ膜 21）を含み、前記最下層（低屈折材料 L_j ）の屈折率と前記最下層に隣接する層（絶縁膜 16）の屈折率との比率が 85% 以上 115% 以下であり、前記最上層（低屈折材料 L_0 ）の屈折率と前記最上層に隣接する層（スペーサ膜 21）の屈折率との比率が 85% 以上 115% 以下であってもよい。

【0357】

本発明の態様 29 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 g は、複数の複合光学フィルタ 5 a を有する複合光学フィルタアレイ 8 a と、複合光センサが配置された光センサアレイ 6 a とを備え、前記複数の複合光学フィルタ 5 a のそれぞれが、第 1 波長範囲グループの光を透過させる第 1 光学フィルタ 18、第 2 波長範囲グループの光を透過させる第 2 光学フィルタ 19、・・・および第 n 波長範囲グループの光を透過させる第 n 光学フィルタを有しており（n は整数）、第 k 波長範囲グループ（k は $1 \leq k \leq n$ を満足する整数）は、それぞれ、第（k, 1）波長範囲、第（k, 2）波長範囲、・・・および第（k, m）波長範囲を含み（m は整数）、前記第（k, 1）波長範囲、第（k, 2）波長範囲、・・・および第（k, m）波長範囲のそれぞれの光強度の間には相関関係が有り、前記複合光センサは、第 1 光センサ 3 a、第 2 光センサ 3 b、・・・および第 n 光センサを有し、第 k 光センサは、前記第（k, 1）波長範囲、第（k, 2）波長範囲、・・・および第（k, m）波長範囲のそれぞれの光強度のうちの少なくとも一つを検出し、前記少なくとも一つの波長範囲の波長を有する光の光強度から、前記少なくとも一つ以外の波長範囲の波長を有する光の光強度を推定する解析部 4 をさらに備え、前記少なくとも一つの波長範囲の波長を有する光の光強度と前記少なくとも一つ以外の波長範囲の波長を有する光の光強度との間には相関関係が有る。

【0358】

上記構成により、前記複数の光センサのうちの一つにより検出された前記第（k, 1）波長範囲、第（k, 2）波長範囲、・・・および第（k, m）波長範囲のそれぞれの光強度のうちの少なくとも一つに基づいて、前記第（k, 1）波長範囲、第（k, 2）波長範囲、・・・および第（k, m）波長範囲のそれぞれの光強度のうちの少なくとも一つ以外の波長範囲の波長を有する光の光強度を推定するので、極低照度環境およびゼロルクス環境における被写体の色の再現やカラー撮影が可能になる。

【0359】

本発明の態様 30 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 g は、上記態様 29 において、前記第 1 ~ 第 n 光学フィルタのうちの一つは、赤色光波長領域を有する赤色光、及び、前記赤色光波長領域に最も近い波長領域を有する赤外線を透過してもよい。

【0360】

本発明の態様 31 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 g は、上記態様 8 ~ 30 のいずれか一態様において、前記 $n = 3$ であり、前記第（1, 1）波長範囲が赤色波長領域であり、前記第（1, 2）波長範囲が第 1 赤外波長領域であり、前記第（2, 1）波長範囲が青色波長領域であり、前記第（2, 2）波長範囲が第 2 赤外波長領域であり、前記第（3, 1）波長範囲が緑色波長領域であり、前記第（3, 2）波長範囲が第 3 赤外波長領域であり、前記第 2 赤外波長領域が前記第 1 赤外波長領域よりも長波長側に位置し、前記第 3 赤外波長領域が前記第 2 赤外波長領域よりも長波長側に位置してもよい。

【0361】

本発明の態様 32 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 g は、上記態様 8 ~ 30 のいずれか一態様において、前記 $n = 3$ であり、前記第（1, 1）波長範囲が青色波長領域と赤色波長領域とを含み、前記第（1, 2）波長範囲が第 1 赤外波長領域と第 2 赤外波長領域とを含み、前記第（2, 1）波長範囲が緑色波長領域と青色波長領域とを含み、前記第（2, 2）波長範囲が第 2 赤外波長領域と第 3 赤外波長領域とを含み、前記第（3, 1）波長範囲が

赤色波長領域と緑色波長領域とを含み、前記第(3, 2)波長範囲が第1赤外波長領域と第3赤外波長領域とを含み、前記第2赤外波長領域が前記第1赤外波長領域よりも長波長側に位置し、前記第3赤外波長領域が前記第2赤外波長領域よりも長波長側に位置してもよい。

【0362】

本発明の態様33に係る固体撮像装置1b~1gは、上記態様8~30のいずれか一態様において、前記n=3であり、前記第(1, 1)波長範囲が赤色波長領域と緑色波長領域と青色波長領域とを含み、前記第(1, 2)波長範囲が第1赤外波長領域と第2赤外波長領域と第3赤外波長領域とを含み、前記第(2, 1)波長範囲が赤色波長領域を含み、前記第(2, 2)波長範囲が前記第1赤外波長領域を含み、前記第(3, 1)波長範囲が緑色波長領域を含み、前記第(3, 2)波長範囲が第3赤外波長領域を含み、前記第2赤外波長領域が前記第1赤外波長領域よりも長波長側に位置し、前記第3赤外波長領域が前記第2赤外波長領域よりも長波長側に位置してもよい。

10

【0363】

本発明の態様34に係る固体撮像装置1b~1gは、上記態様8~30のいずれか一態様において、前記n=3であり、前記第(1, 1)波長範囲が赤色波長領域と緑色波長領域と青色波長領域とを含み、前記第(1, 2)波長範囲が第1赤外波長領域と第2赤外波長領域と第3赤外波長領域とを含み、前記第(2, 1)波長範囲が緑色波長領域を含み、前記第(2, 2)波長範囲が前記第3赤外波長領域を含み、前記第(3, 1)波長範囲が青色波長領域を含み、前記第(3, 2)波長範囲が第2赤外波長領域を含み、前記第2赤外波長領域が前記第1赤外波長領域よりも長波長側に位置し、前記第3赤外波長領域が前記第2赤外波長領域よりも長波長側に位置してもよい。

20

【0364】

本発明の態様35に係る固体撮像装置1b~1gは、上記態様8~30のいずれか一態様において、前記n=3であり、前記第(1, 1)波長範囲が赤色波長領域と緑色波長領域と青色波長領域とを含み、前記第(1, 2)波長範囲が第1赤外波長領域と第2赤外波長領域と第3赤外波長領域とを含み、前記第(2, 1)波長範囲が青色波長領域を含み、前記第(2, 2)波長範囲が前記第2赤外波長領域を含み、前記第(3, 1)波長範囲が赤色波長領域を含み、前記第(3, 2)波長範囲が第1赤外波長領域を含み、前記第2赤外波長領域が前記第1赤外波長領域よりも長波長側に位置し、前記第3赤外波長領域が前記第2赤外波長領域よりも長波長側に位置してもよい。

30

【0365】

本発明の態様36に係る固体撮像装置1b~1gは、上記態様8~30のいずれか一態様において、前記n=3であり、前記第(1, 1)波長範囲が赤色波長領域と緑色波長領域と青色波長領域とを含み、前記第(1, 2)波長範囲が第1赤外波長領域と第2赤外波長領域と第3赤外波長領域とを含み、前記第(2, 1)波長範囲が緑色波長領域と青色波長領域とを含み、前記第(2, 2)波長範囲が前記第3赤外波長領域と前記第2赤外波長領域とを含み、前記第(3, 1)波長範囲が青色波長領域と赤色波長領域とを含み、前記第(3, 2)波長範囲が第2赤外波長領域と第1赤外波長領域とを含み、前記第2赤外波長領域が前記第1赤外波長領域よりも長波長側に位置し、前記第3赤外波長領域が前記第2赤外波長領域よりも長波長側に位置してもよい。

40

【0366】

本発明の態様37に係る固体撮像装置1b~1gは、上記態様8~30のいずれか一態様において、前記n=3であり、前記第(1, 1)波長範囲が赤色波長領域と緑色波長領域と青色波長領域とを含み、前記第(1, 2)波長範囲が第1赤外波長領域と第2赤外波長領域と第3赤外波長領域とを含み、前記第(2, 1)波長範囲が青色波長領域と赤色波長領域とを含み、前記第(2, 2)波長範囲が前記第2赤外波長領域と前記第1赤外波長領域とを含み、前記第(3, 1)波長範囲が赤色波長領域と緑色波長領域とを含み、前記第(3, 2)波長範囲が第1赤外波長領域と第3赤外波長領域とを含み、前記第2赤外波長領域が前記第1赤外波長領域よりも長波長側に位置し、前記第3赤外波長領域が前記第

50

2 赤外波長領域よりも長波長側に位置してもよい。

【0367】

本発明の態様38に係る固体撮像装置1b~1gは、上記態様8~30のいずれか一態様において、前記n=3であり、前記第(1,1)波長範囲が赤色波長領域と緑色波長領域と青色波長領域とを含み、前記第(1,2)波長範囲が第1赤外波長領域と第2赤外波長領域と第3赤外波長領域とを含み、前記第(2,1)波長範囲が赤色波長領域と緑色波長領域とを含み、前記第(2,2)波長範囲が前記第1赤外波長領域と前記第3赤外波長領域とを含み、前記第(3,1)波長範囲が緑色波長領域と青色波長領域とを含み、前記第(3,2)波長範囲が第3赤外波長領域と第2赤外波長領域とを含み、前記第2赤外波長領域が前記第1赤外波長領域よりも長波長側に位置し、前記第3赤外波長領域が前記第2赤外波長領域よりも長波長側に位置してもよい。

10

【0368】

本発明の態様39に係る固体撮像装置1b~1gは、上記態様33から38のいずれか一態様において、前記第1光学フィルタ18には、空間、若しくは、可視光線および赤外線波長領域において50%以上の透過率を有する積層部材が積層されていてもよい。

【0369】

本発明の態様40に係る固体撮像装置1b~1gは、上記態様33において、前記解析部4は、前記第1光学フィルタ18を透過した光の強度と、前記第2光学フィルタ19を透過した光の強度と、前記第3光学フィルタ20を透過した光の強度とに基づいて、前記青色波長領域の波長及び前記第2赤外波長領域の波長を有する被写体からの光の強度を計算してもよい。

20

【0370】

本発明の態様41に係る固体撮像装置1b~1gは、上記態様34において、前記解析部4は、前記第1光学フィルタ18を透過した光の強度と、前記第2光学フィルタ19を透過した光の強度と、前記第3光学フィルタ20を透過した光の強度とに基づいて、前記赤色波長領域の波長及び前記第1赤外波長領域の波長を有する被写体からの光の強度を計算してもよい。

【0371】

本発明の態様42に係る固体撮像装置1b~1gは、上記態様35において、前記解析部4は、前記第1光学フィルタ18を透過した光の強度と、前記第2光学フィルタ19を透過した光の強度と、前記第3光学フィルタ20を透過した光の強度とに基づいて、前記緑色波長領域の波長及び前記第3赤外波長領域の波長を有する被写体からの光の強度を計算してもよい。

30

【0372】

本発明の態様43に係る固体撮像装置1b~1gは、上記態様36において、前記解析部4は、前記第1光学フィルタ18を透過した光の強度と、前記第2光学フィルタ19を透過した光の強度と、前記第3光学フィルタ20を透過した光の強度とに基づいて、前記赤色波長領域の波長、前記緑色波長領域の波長、前記第1赤外波長領域の波長、及び、前記第3赤外波長領域の波長を有する被写体からの光の強度を計算してもよい。

【0373】

本発明の態様44に係る固体撮像装置1b~1gは、上記態様37において、前記解析部4は、前記第1光学フィルタ18を透過した光の強度と、前記第2光学フィルタ19を透過した光の強度と、前記第3光学フィルタ20を透過した光の強度とに基づいて、前記青色波長領域の波長、前記緑色波長領域の波長、前記第3赤外波長領域の波長、及び、前記第2赤外波長領域の波長を有する被写体からの光の強度を計算してもよい。

40

【0374】

本発明の態様45に係る固体撮像装置1b~1gは、上記態様38において、前記解析部4は、前記第1光学フィルタ18を透過した光の強度と、前記第2光学フィルタ19を透過した光の強度と、前記第3光学フィルタ20を透過した光の強度とに基づいて、前記青色波長領域の波長、前記赤色波長領域の波長、前記第2赤外波長領域の波長、及び、前

50

記第 1 赤外波長領域の波長を有する被写体からの光の強度を計算してもよい。

【 0 3 7 5 】

本発明の態様 4 6 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 g は、上記態様 8、2 3、及び 2 9 のいずれか一態様において、マトリックス計算を用いた色変換を行う変換部をさらに備えてもよい。

【 0 3 7 6 】

本発明の態様 4 7 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 g は、上記態様 2 6 において、青色波長領域の波長を有する光を透過させる前記高屈折層の屈折率は、緑色波長領域の波長を有する光を透過させる前記高屈折層の屈折率、及び、赤色波長領域の波長を有する光を透過させる前記高屈折層の屈折率よりも低くてもよい。

10

【 0 3 7 7 】

本発明の態様 4 8 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 g は、上記態様 8、2 9 のいずれか一態様において、前記複数の複合光学フィルタのそれぞれは、異なる厚さの複数の積層部材が積層されて成ってもよい。

【 0 3 7 8 】

本発明の態様 4 9 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 g は、上記態様 8、2 3、2 9 のいずれか一態様において、前記光学フィルタ 2 a ~ 2 d、前記第 1 ~ 第 n 光学フィルタのいずれかは、屈折率および厚さがそれぞれ (n_1, d_1) 、 (n_2, d_2) 、 \dots および (n_i, d_i) である複数の積層部材を備え、前記 (n_1, d_1) 、前記 (n_2, d_2) 、 \dots および前記 (n_i, d_i) のそれぞれの値を適宜設定することにより (i は整数)、所定の波長領域の可視光線および所定の波長領域の赤外線をそれぞれ透過してもよい。

20

【 0 3 7 9 】

本発明の態様 5 0 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 g は、上記態様 8、2 3、2 9 のいずれか一態様において、前記複数の光学フィルタ 2 a ~ 2 d、または、前記第 1 ~ 第 n 光学フィルタは、屈折率および厚さがそれぞれ (n^1_1, d^1_1) 、 (n^1_2, d^1_2) 、 \dots および (n^1_i, d^1_i) 、 (n^2_1, d^2_1) 、 (n^2_2, d^2_2) 、 \dots および (n^2_i, d^2_i) 、 \dots 、並びに、 (n^p_1, d^p_1) 、 (n^p_2, d^p_2) 、 \dots および (n^p_i, d^p_i) である複数の積層部材を備え、前記 (n^1_1, d^1_1) 、前記 (n^1_2, d^1_2) 、 \dots および前記 (n^1_i, d^1_i) 、前記 (n^2_1, d^2_1) 、前記 (n^2_2, d^2_2) 、 \dots および前記 (n^2_i, d^2_i) 、 \dots 、並びに、前記 (n^p_1, d^p_1) 、前記 (n^p_2, d^p_2) 、 \dots および前記 (n^p_i, d^p_i) のそれぞれの値を適宜設定することにより (p は $1 \leq p \leq n$ を満足する整数)、所定の波長領域の可視光線および所定の波長領域の赤外線をそれぞれ透過してもよい。

30

【 0 3 8 0 】

本発明の態様 5 1 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 g は、上記態様 8、2 3、2 9 のいずれか一態様において、被写体に電磁波を照射する電磁波照射部をさらに備えてもよい。

【 0 3 8 1 】

本発明の態様 5 2 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 g は、上記態様 8、2 3、2 9 のいずれか一態様において、被写体に赤外線を照射する赤外線照射部をさらに備えてもよい。

【 0 3 8 2 】

本発明の態様 5 3 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 g は、上記態様 8、2 3、2 9 のいずれか一態様において、被写体に可視光線を照射する可視光線照射部をさらに備えてもよい。

40

【 0 3 8 3 】

本発明の態様 5 4 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 g は、上記態様 8、2 3、2 9 のいずれか一態様において、被写体に可視光線を照射する可視光線照射部と、前記被写体に赤外線を照射する赤外線照射部とをさらに備えてもよい。

【 0 3 8 4 】

本発明の態様 5 5 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 g は、上記態様 5 1 または 5 3 において、前記赤外線が近赤外線であってもよい。

【 0 3 8 5 】

50

本発明の態様 5 6 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 e は、上記態様 2 2 において、前記スペーサ部材 7 が、有機材料または無機材料を含んでもよい。

【 0 3 8 6 】

本発明の態様 5 7 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 e は、上記態様 2 2 において、前記スペーサ部材 7 の寸法が、10 マイクロメートル以下であってもよい。

【 0 3 8 7 】

本発明の態様 5 8 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 e は、上記態様 2 2 において、前記光学フィルタ 2 a ~ 2 d に対する光の透過方向に垂直な平面に沿った前記スペーサ部材 7 に対する前記光学フィルタ 2 a ~ 2 d の寸法比が、0.5 以上であってもよい。

【 0 3 8 8 】

本発明の態様 5 9 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 g は、上記態様 8、23、29 のいずれか一態様において、前記光学フィルタ 2 a ~ 2 d、又は、前記第 1 ~ 第 n 光学フィルタに対する光の透過方向に垂直な平面に沿った前記光学フィルタ 2 a ~ 2 d、又は、前記第 1 ~ 第 n 光学フィルタの寸法に対する、前記平面に垂直な方向に沿った前記光学フィルタ 2 a ~ 2 d、又は、前記第 1 ~ 第 n 光学フィルタの寸法の比率が 0.5 以上であってもよい。

【 0 3 8 9 】

本発明の態様 6 0 に係る固体撮像装置 1 c · 1 e は、上記態様 9 において、前記複数の光学フィルタ 2 a ~ 2 d のそれぞれが周期性を有して平面状に配置される周期と、前記複数の光センサ 3 a ~ 3 d が周期性を有して平面状に配置される周期と、前記複数のレンズが周期性を有して平面状に配置される周期とが異なってもよい。

【 0 3 9 0 】

本発明の態様 6 1 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 g は、複数の複合光学フィルタ 5 a を有する複合光学フィルタアレイ 8 a と、複数の光センサ 3 a ~ 3 d が配置された光センサアレイ 6 a とを備え、前記複数の複合光学フィルタ 5 a のそれぞれは、透過波長域の異なる複数の光学フィルタ 2 a ~ 2 d を有し、前記複数の光学フィルタ 2 a ~ 2 d のそれぞれは、所定の波長の紫外線、所定の波長の可視光線、及び所定の波長の赤外線を透過させ、前記複数の光学フィルタ 2 a ~ 2 d のそれぞれには、異なる屈折率を有する複数の積層部材 S 1 ~ S i が積層されており、前記複数の光センサ 3 a ~ 3 d は、前記紫外線、前記可視光線、及び前記赤外線に感度を有し、前記複数の光学フィルタ 2 a ~ 2 d のそれぞれは、周期性を有して平面状に配置され、前記複数の光センサ 3 a ~ 3 d は、周期性を有して平面状に配置される。

【 0 3 9 1 】

本発明の態様 6 2 に係る固体撮像装置の製造方法は、半導体基板 1 1 に第 1 光センサ及び第 2 光センサ（光電変換部 1 2）を形成し、前記第 1 光センサ及び第 2 光センサ（光電変換部 1 2）を覆うように前記半導体基板 1 1 の上に絶縁膜 1 6 を形成し、前記第 1 光センサに対応する第 1 光学フィルタ 1 8 を前記絶縁膜 1 6 の上に形成し、前記第 2 光センサに対応する第 2 光学フィルタ 1 9 を前記絶縁膜 1 6 の上に形成し、前記第 1 及び第 2 光学フィルタ 1 8 · 1 9 は、透過波長域が異なっており、所定の波長の可視光線及び所定の波長の赤外線を透過させ、前記第 1 及び第 2 光学フィルタ 1 8 · 1 9 のそれぞれには、異なる屈折率を有する複数の積層部材 S 1 ~ S i が積層されており、前記第 1 及び第 2 光センサ（光電変換部 1 2）は、前記可視光線及び前記赤外線に感度を有する。

【 0 3 9 2 】

本発明の態様 6 3 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 g は、上記態様のいずれか一態様において、被写体に紫外波長領域、マゼンダ波長領域、青色波長領域、シアン波長領域、緑色波長領域、黄色波長領域、橙色波長領域、赤色波長領域、第 1 赤外波長領域、第 2 赤外波長領域、第 3 赤外波長領域・・・、第 n 赤外波長領域のいずれか一つまたは複数の光などを照射する照射部をさらに備えてもよい。

【 0 3 9 3 】

本発明の態様 6 4 に係る固体撮像装置 1 b ~ 1 g は、天井、壁、電柱などに設置可能で

10

20

30

40

50

あり、車両、船舶、ウェアラブルなどに搭載することが出来る。

【0394】

本発明の態様65に係る光検出装置1a・1hは、上記態様2において、各光学フィルタ2a~2dに積層された複数の積層部材のうち少なくとも一つが、他の積層部材の屈折率よりも高い屈折率を有する高屈折層（高屈折材料 $H_1 \sim H_j$ ）であり、前記複数の光学フィルタのうち少なくとも一つの高屈折層が、他の光学フィルタの高屈折層と屈折率が異なってもよい。

【0395】

本発明の態様66に係る光検出装置1a・1hは、上記態様65において、前記複数の光学フィルタ2a~2dのうち少なくとも前記一つは、前記可視光線および前記赤外線10の波長領域において他の光学フィルタが透過する光の波長よりも短い波長の光を透過し、前記複数の光学フィルタ2a~2dのうち少なくとも前記一つの高屈折層の屈折率が、他の光学フィルタの高屈折層の屈折率よりも小さくてもよい。

【0396】

本発明の態様67に係る光検出装置1a・1hは、上記態様2において、前記複数の積層部材のうちの一つが前記光センサ3a~3dに最も近い最下層（低屈折材料 L_j ）であり、前記複数の積層部材のうちの一つが前記光センサ3a~3dに最も遠い最上層（低屈折材料 L_0 ）であり、前記最下層（低屈折材料 L_j ）の屈折率と前記最下層に隣接する層（絶縁膜16）の屈折率との比率が85%以上115%以下であり、前記最上層（低屈折材料 L_0 ）の屈折率と前記最上層に隣接する層（スペーサ膜21）の屈折率との比率20が85%以上115%以下であってもよい。

【0397】

本発明の態様68に係る固体撮像装置1cは、上記態様8において、前記複合光学フィルタアレイ8aに対して前記光センサアレイ6aの反対側に配置されて複数のレンズを有するレンズアレイ9aをさらに備え、前記複数のレンズは、周期性を有して平面状に配置されてもよい。

【0398】

本発明の態様69に係る固体撮像装置1f・1gは、上記態様23において、前記第1複合光学フィルタを構成する各光学フィルタ2a~2dに積層された複数の積層部材のうち少なくとも一つが、他の積層部材の屈折率よりも高い屈折率を有する高屈折層（高屈折材料 $H_1 \sim H_j$ ）であり、前記複数の第1複合光学フィルタを構成する複数の光学フィルタのうち少なくとも一つの高屈折層が、他の光学フィルタの高屈折層と屈折率が異なってもよい。

【0399】

本発明の態様70に係る固体撮像装置1f・1gは、上記態様69において、前記第1複合光学フィルタを構成する前記複数の光学フィルタ2a~2dのうち少なくとも前記一つは、前記可視光線および前記赤外線の波長領域において他の光学フィルタが透過する光の波長よりも短い波長の光を透過し、前記複数の光学フィルタ2a~2dのうち少なくとも前記一つの高屈折層の屈折率が、他の光学フィルタの高屈折層の屈折率よりも小さくてもよい。

【0400】

本発明の態様71に係る固体撮像装置1f・1gは、上記態様23において、前記第1複合光学フィルタを構成する前記複数の光学フィルタ2a~2dの複数の積層部材のうちの一つが前記光センサ3a~3dに最も近い最下層（低屈折材料 L_j ）であり、前記複数の積層部材のうちの一つが前記光センサ3a~3dに最も遠い最上層（低屈折材料 L_0 ）であり、前記最下層（低屈折材料 L_j ）の屈折率と前記最下層に隣接する層（絶縁膜16）の屈折率との比率が85%以上115%以下であり、前記最上層（低屈折材料 L_0 ）の屈折率と前記最上層に隣接する層（スペーサ膜21）の屈折率との比率が85%以上115%以下であってもよい。

【0401】

10

20

30

40

50

本発明の態様72に係る固体撮像装置1f・1gは、上記態様23において、前記第1複合光学フィルタアレイ(複合光学フィルタアレイ8a)に対して前記光センサアレイ6aの反対側に配置されて複数のレンズを有するレンズアレイをさらに備え、前記複数のレンズは、周期性を有して平面状に配置されてもよい。

【0402】

本発明の態様73に係る固体撮像装置1b~1gは、上記態様30において、前記n=3であり、前記第(1,1)波長範囲が赤色波長領域であり、前記第(1,2)波長範囲が第1赤外波長領域であり、前記第(2,1)波長範囲が青色波長領域であり、前記第(2,2)波長範囲が第2赤外波長領域であり、前記第(3,1)波長範囲が緑色波長領域であり、前記第(3,2)波長範囲が第3赤外波長領域であり、前記第2赤外波長領域が前記第1赤外波長領域よりも長波長側に位置し、前記第3赤外波長領域が前記第2赤外波長領域よりも長波長側に位置してもよい。

10

【0403】

本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせ得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。さらに、各実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を組み合わせることにより、新しい技術的特徴を形成することができる。

【産業上の利用可能性】

【0404】

20

本発明は、通常照度環境、低照度環境、極低照度環境およびゼロルクス環境における被写体を対象とする光検出装置および固体撮像装置並びにそれらの製造方法に利用することができる。

【符号の説明】

【0405】

- 1 光検出装置
- 1a、1h 光検出装置
- 1b~1g 固体撮像装置
- 2 光学フィルタ
- 2a~2v 光学フィルタ(第1光学フィルタ、第2光学フィルタ)
- 3 光センサ
- 3a~3d 光センサ
- 4 解析部
- 5a~5g 複合光学フィルタ
- 6、6a 光センサアレイ
- 7 スペース部材
- 7a~7f スペース部材
- 8a 複合光学フィルタアレイ(第1複合光学フィルタアレイ)
- 9a、9b レンズアレイ
- 10a 有機フィルタアレイ(第2複合光学フィルタアレイ)
- 11 半導体基板
- 12 光電変換部(第1光センサ、第2光センサ)
- 13 電荷転送部
- 14 転送電極
- 15 遮光膜
- 16 絶縁膜(最下層に隣接する層)
- 17 無機膜光学フィルタ
- 18、18a 第1光学フィルタ
- 19、19a 第2光学フィルタ
- 20、20a 第3光学フィルタ

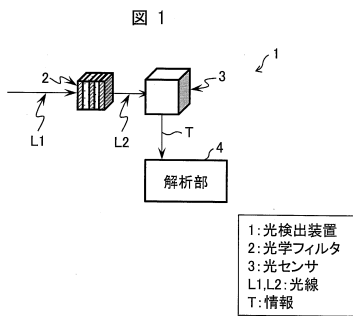
30

40

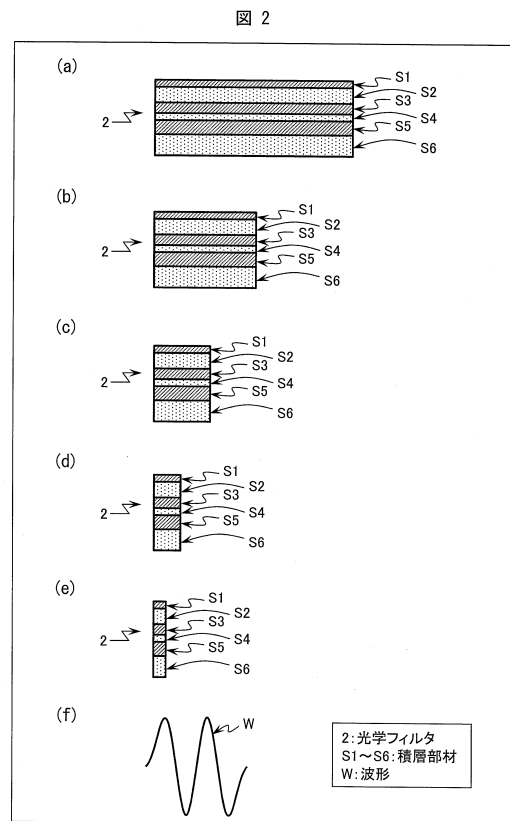
50

- 2 1 スペース膜 (最上層に隣接する層)
- 2 2 集光レンズ
- 2 3 有機膜光学フィルタ
- 2 4 有機膜光学フィルタ
- 2 5 有機膜光学フィルタ
- 2 6 第2平坦化膜
- 2 7 集光レンズ
- S 1 ~ S 6 積層部材
- S P 空間
- L 1 ~ L 4 光線
- T 情報
- W 波形
- W 1 ~ W 5 波形
- H₁ ~ H_j 高屈折材料 (高屈折層)
- L₀ ~ L_j 低屈折材料 (低屈折層、最下層、最上層)

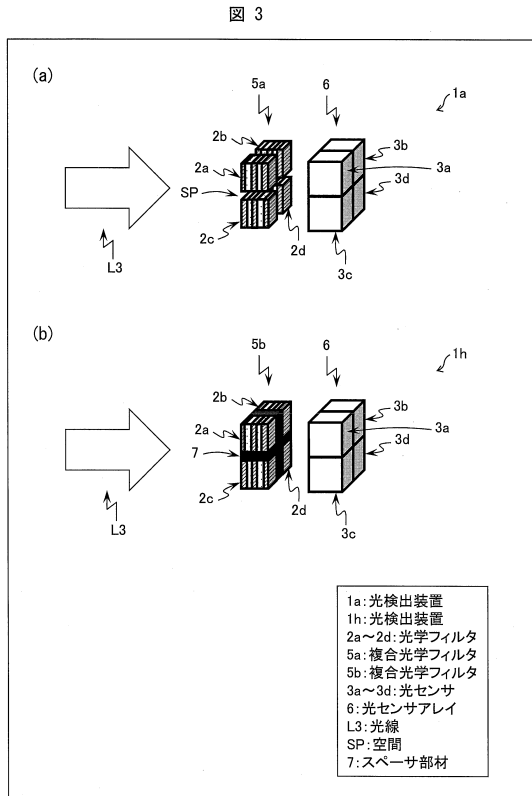
【 図 1 】



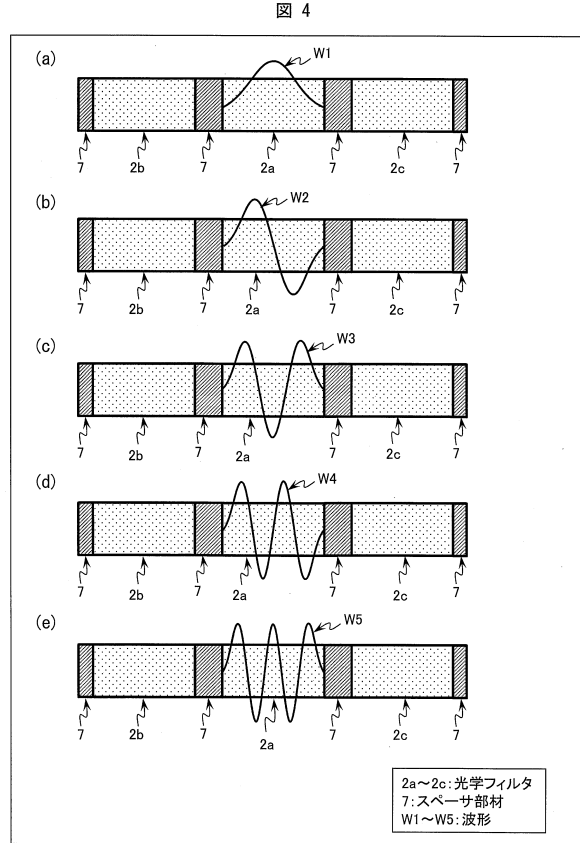
【 図 2 】



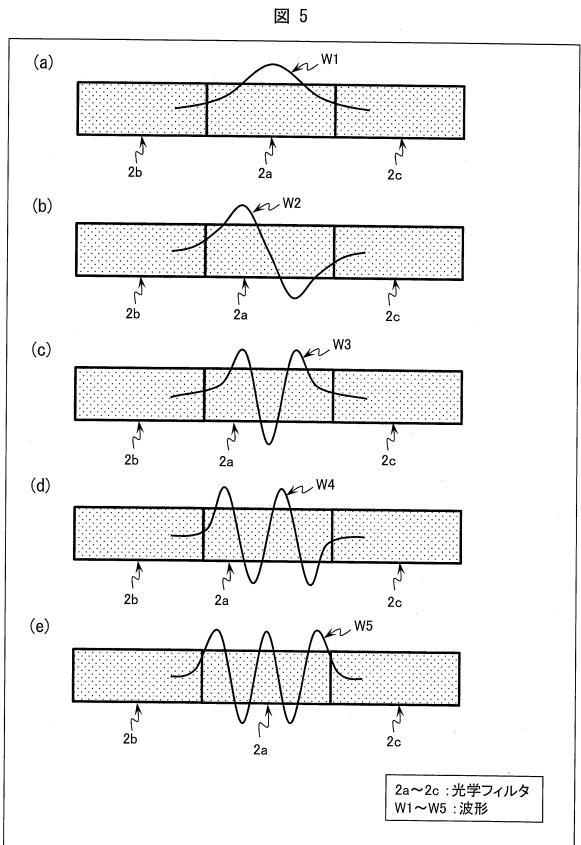
【 図 3 】



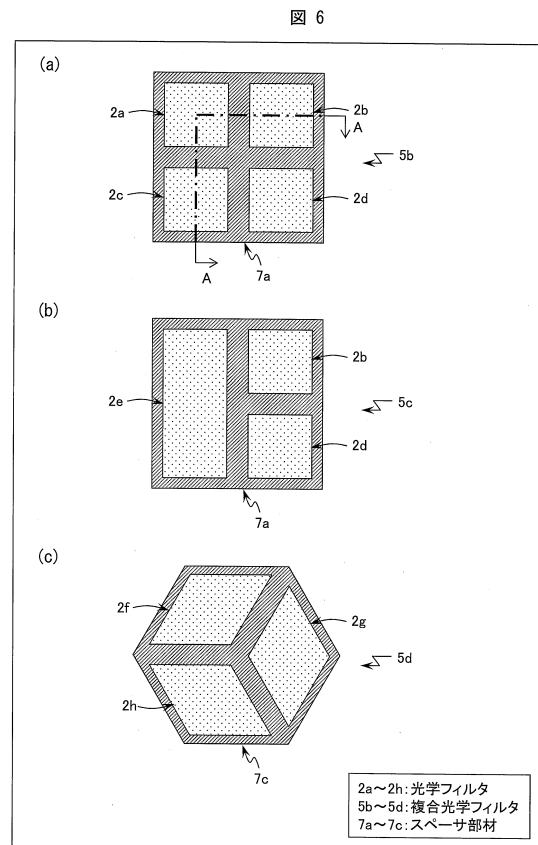
【 図 4 】



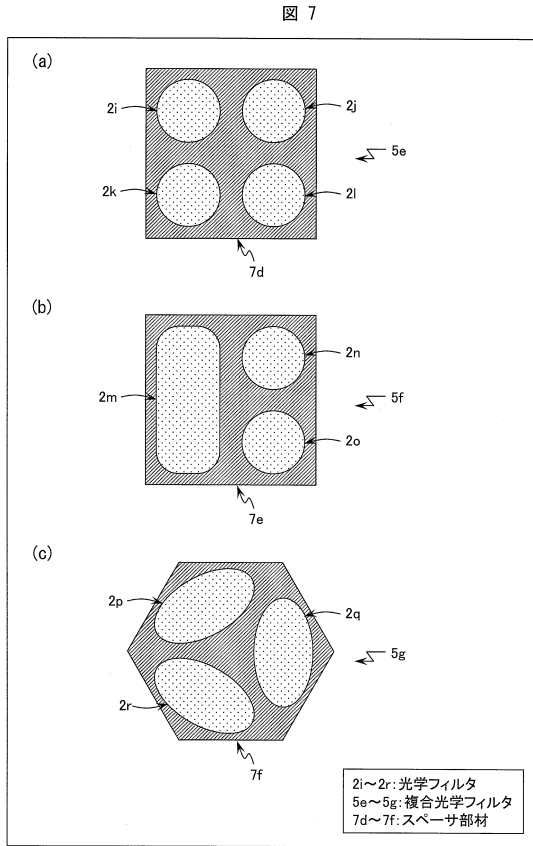
【 図 5 】



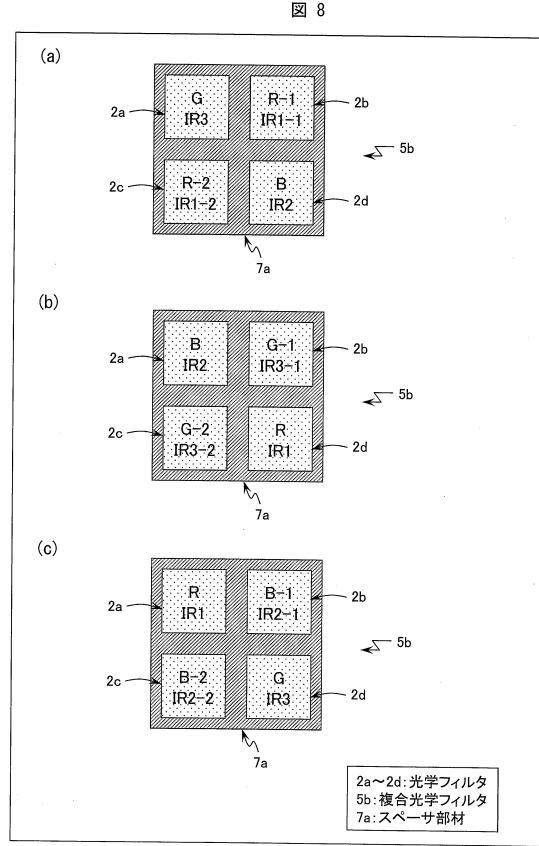
【 図 6 】



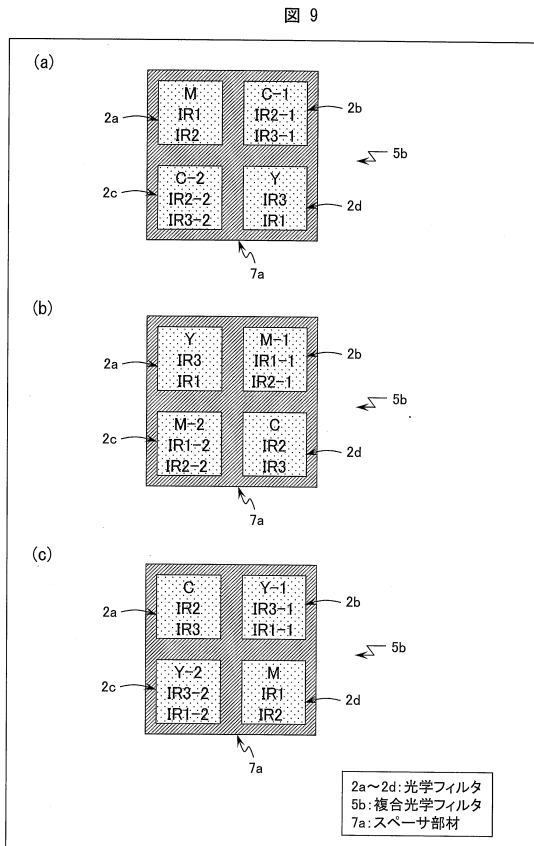
【 図 7 】



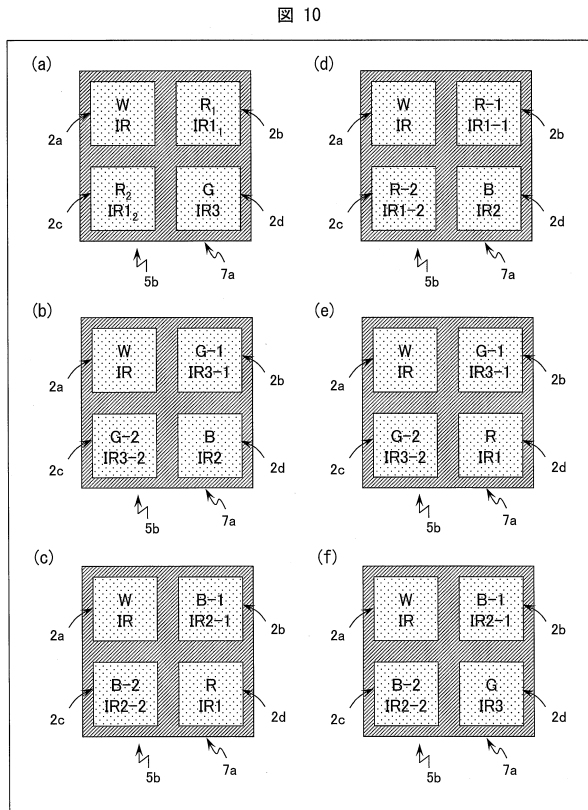
【 図 8 】



【 図 9 】

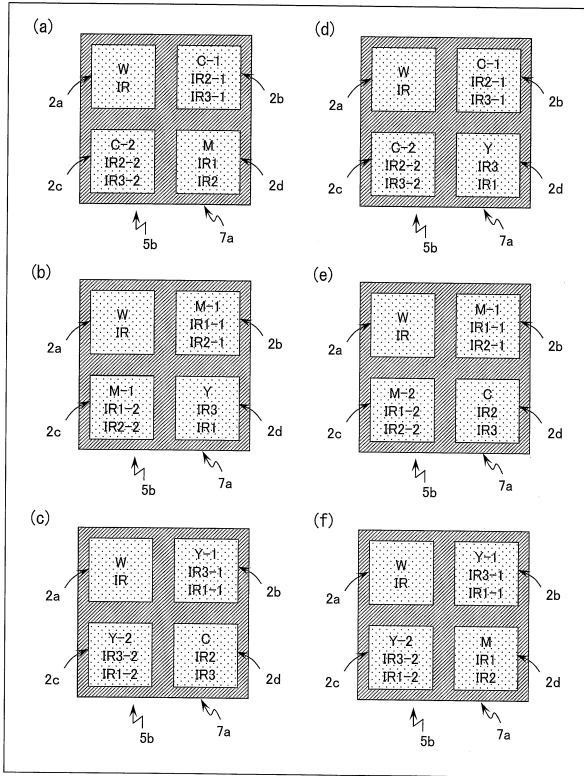


【 図 10 】



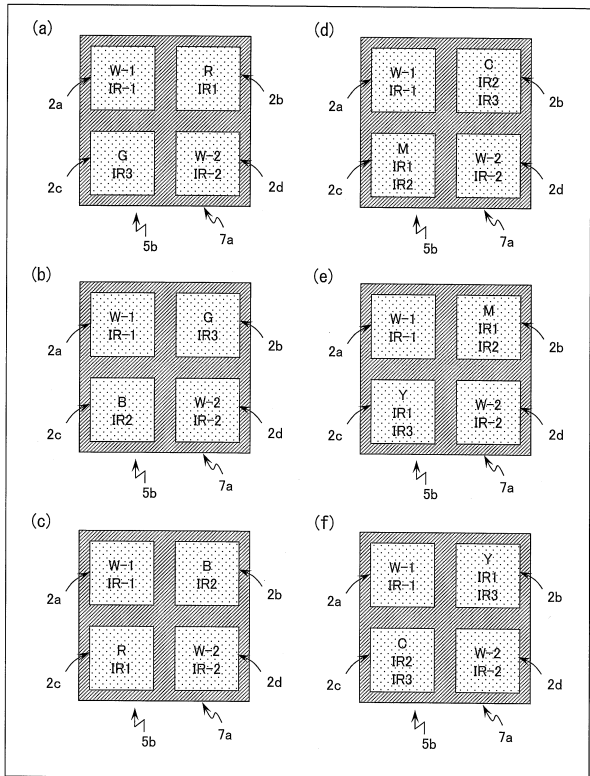
【図 1 1】

図 11



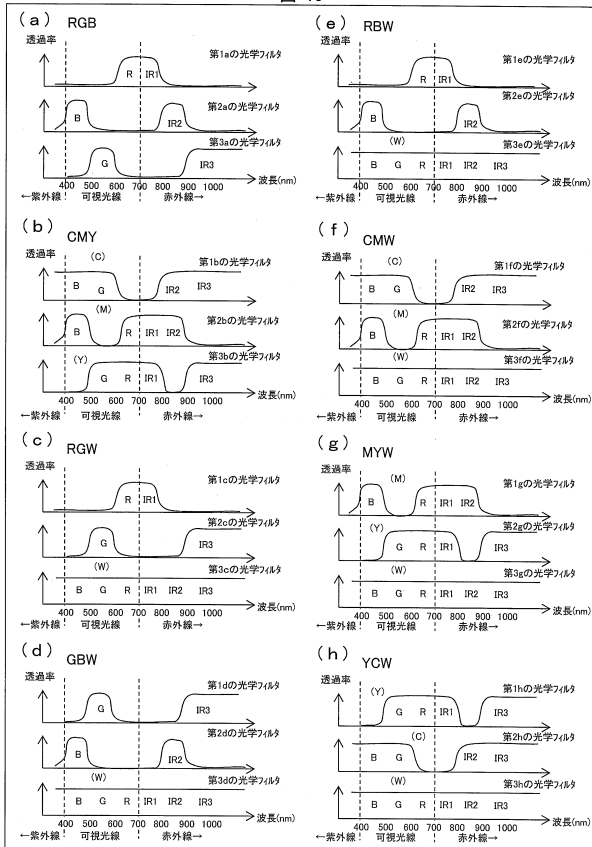
【図 1 2】

図 12



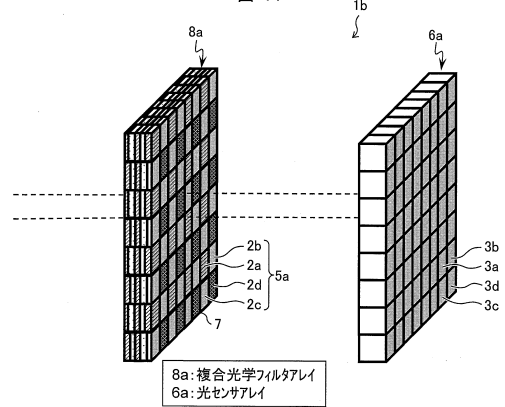
【図 1 3】

図 13

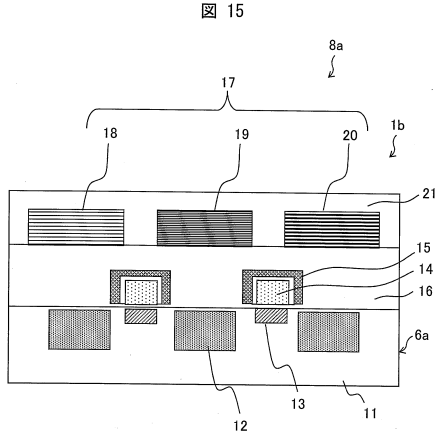


【図 1 4】

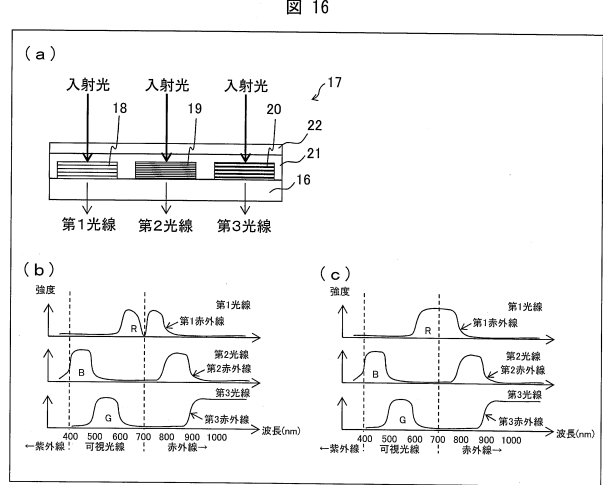
図 14



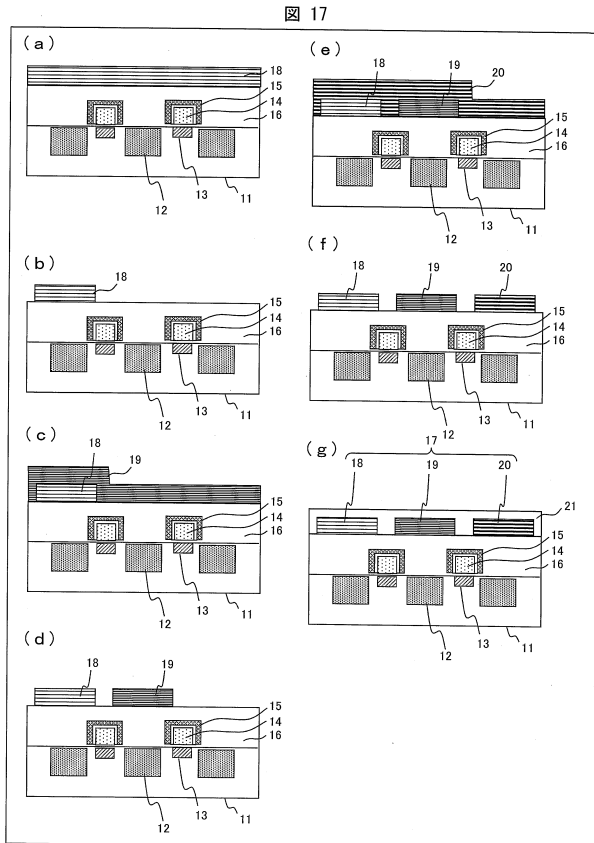
【図15】



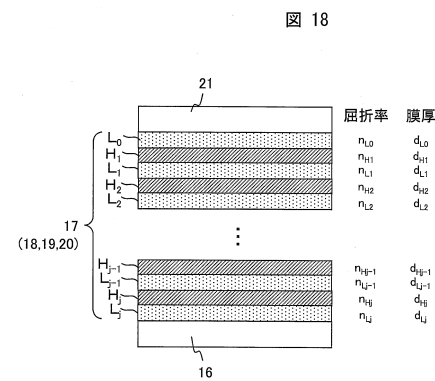
【図16】



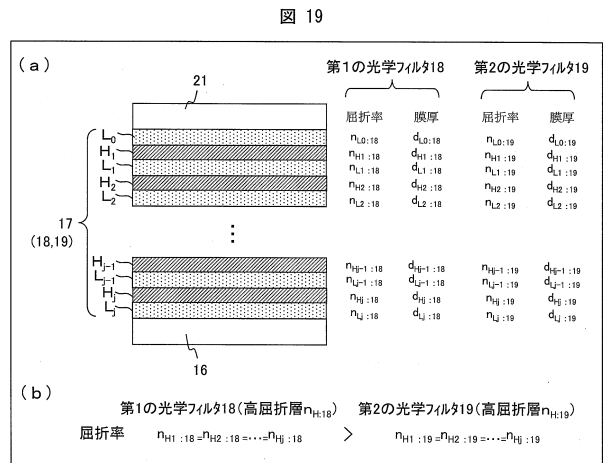
【図17】



【図18】

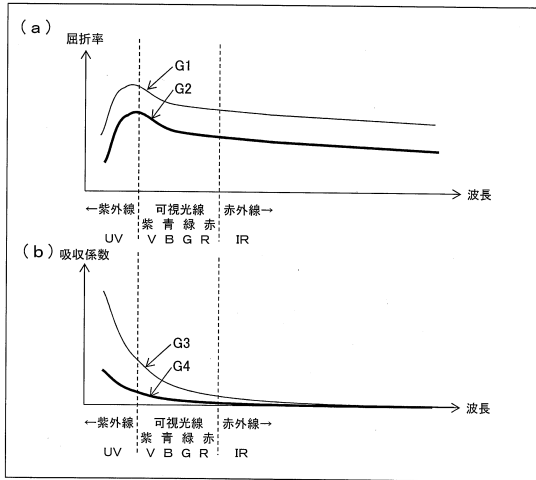


【図19】



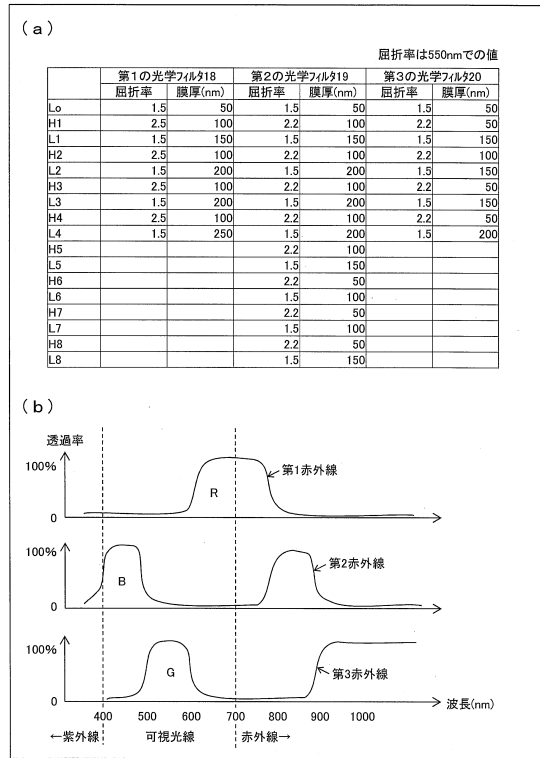
【図20】

図20



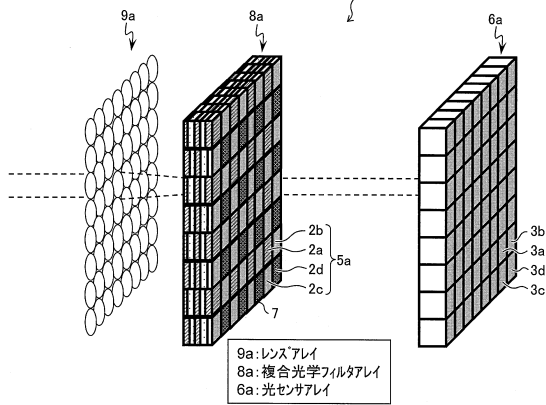
【図21】

図21



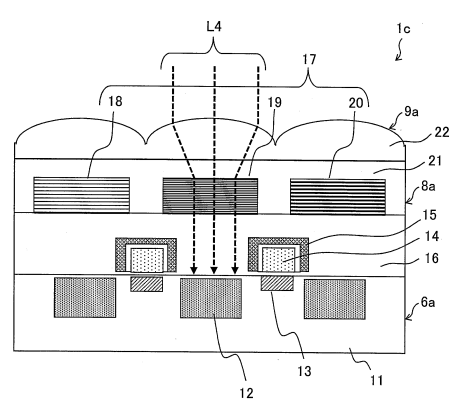
【図22】

図22



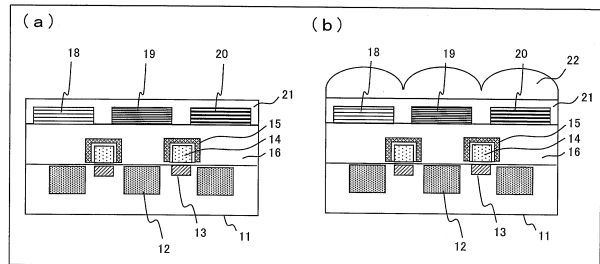
【図23】

図23

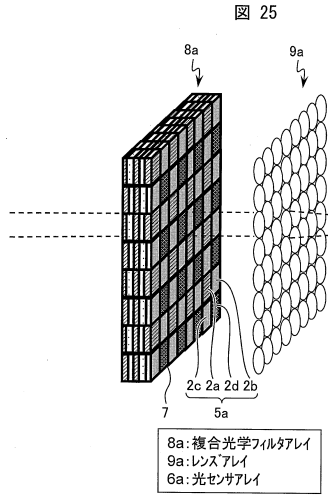


【図24】

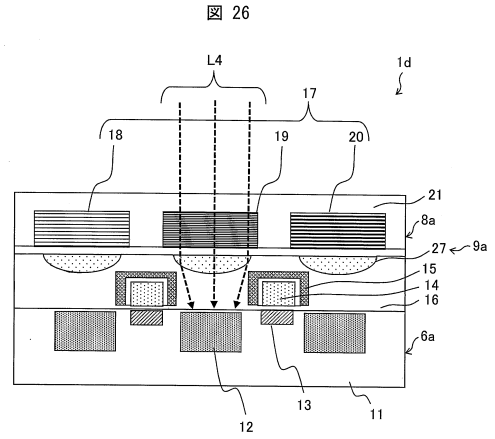
図24



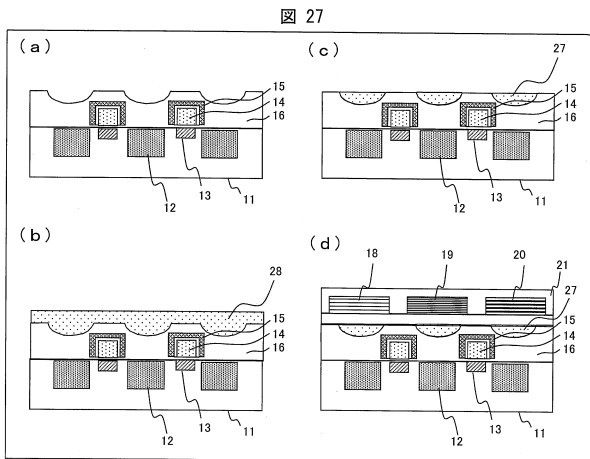
【図 25】



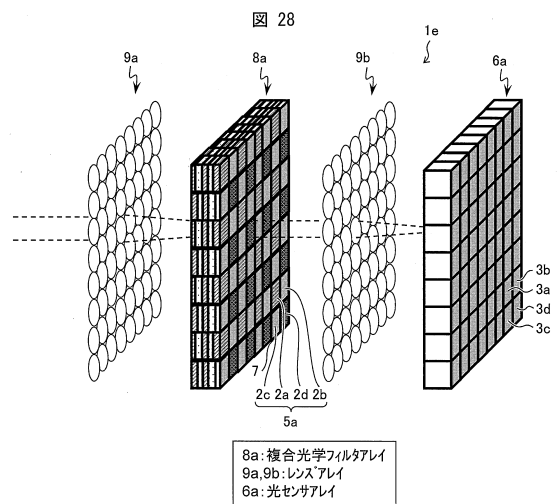
【図 26】



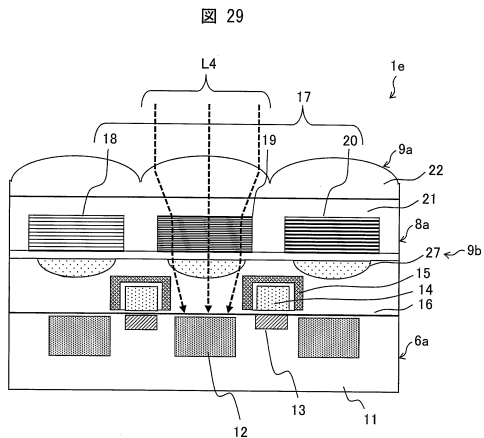
【図 27】



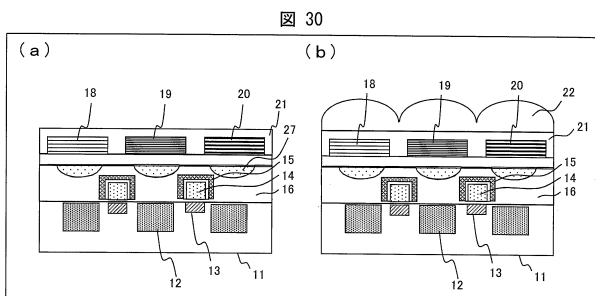
【図 28】



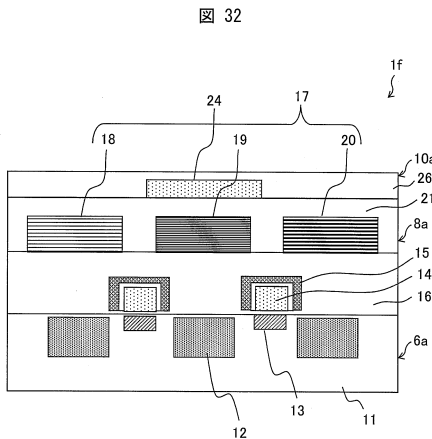
【図29】



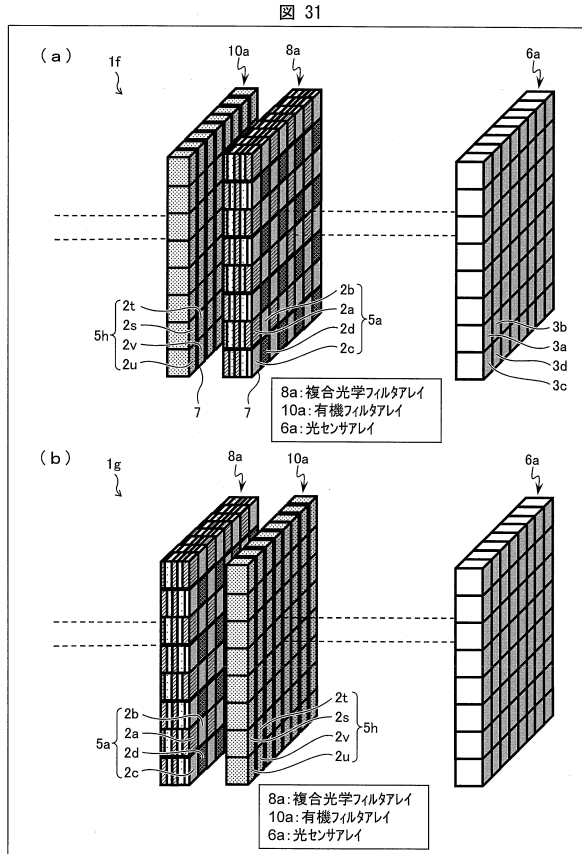
【図30】



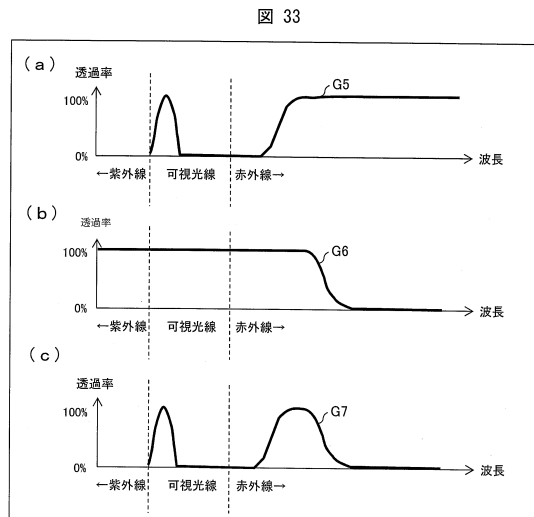
【図32】



【図31】

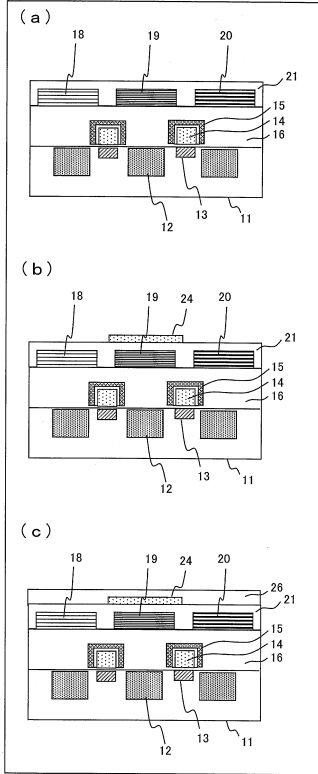


【図33】



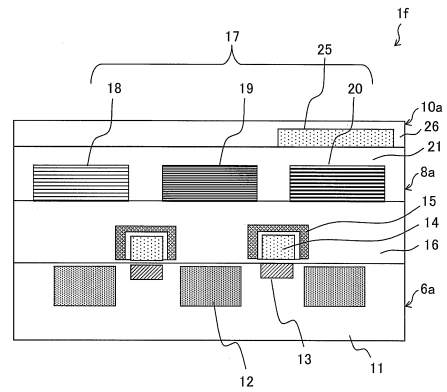
【図34】

図34



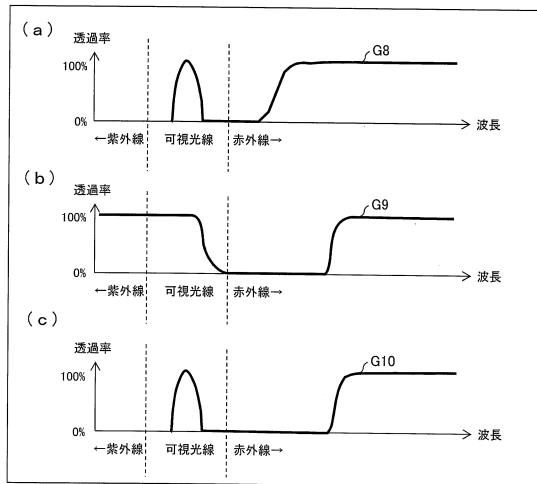
【図35】

図35



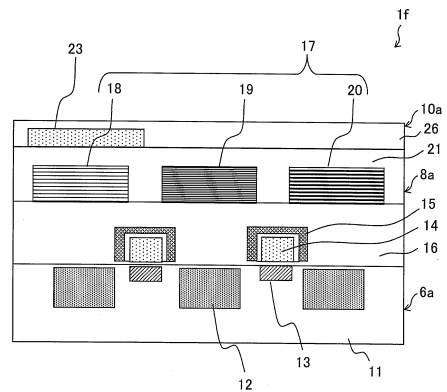
【図36】

図36



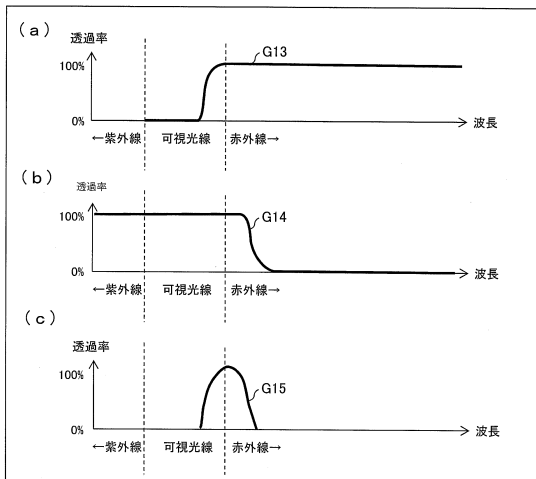
【図37】

図37



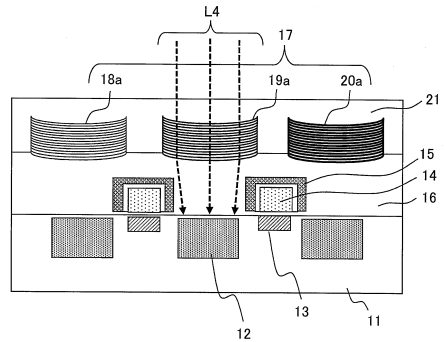
【図38】

図38



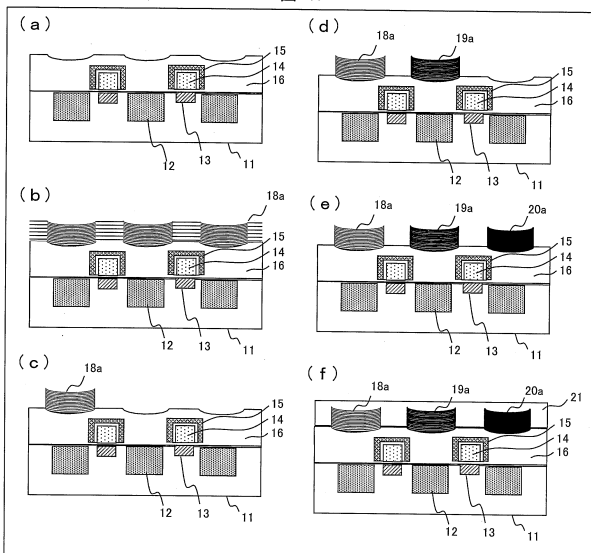
【図39】

図39



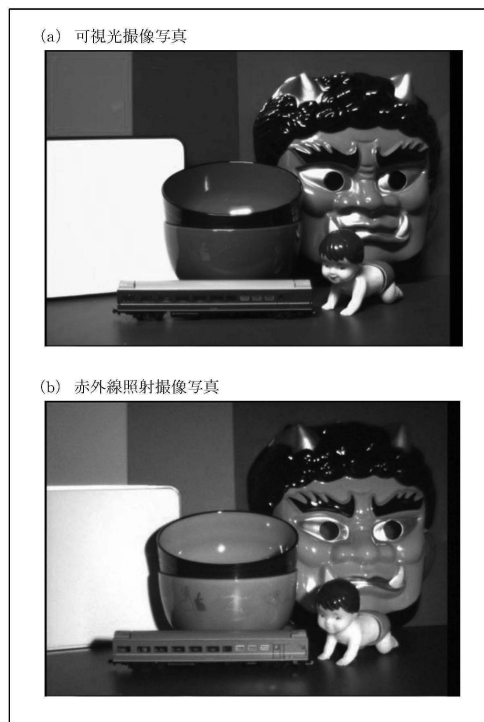
【図40】

図40



【図41】

図41



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
 G 0 2 B 5/28 (2006.01) G 0 2 B 5/28

- (72)発明者 吉田 敏雄
 大阪府堺市堺区匠町1番地 シャープ株式会社内
- (72)発明者 金澤 好修
 大阪府堺市堺区匠町1番地 シャープ株式会社内
- (72)発明者 中嶋 義満
 大阪府堺市堺区匠町1番地 シャープ株式会社内
- (72)発明者 小林 弘治
 大阪府堺市堺区匠町1番地 シャープ株式会社内
- (72)発明者 深井 利夫
 大阪府堺市堺区匠町1番地 シャープ株式会社内
- (72)発明者 青木 仁志
 大阪府堺市堺区匠町1番地 シャープ株式会社内
- (72)発明者 永宗 靖
 茨城県つくば市東1-1-1 国立研究開発法人産業技術総合研究所つくばセンター内
- (72)発明者 時崎 高志
 茨城県つくば市東1-1-1 国立研究開発法人産業技術総合研究所つくばセンター内
- (72)発明者 太田 敏隆
 茨城県つくば市東1-1-1 国立研究開発法人産業技術総合研究所つくばセンター内

審査官 鈴木 明

- (56)参考文献 特開2006-140768(JP,A)
 国際公開第2013/172205(WO,A1)
 特開2012-185498(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 4 N 9 / 0 4 - 9 / 1 1
 H 0 4 N 5 / 3 0 - 5 / 3 7 8
 H 0 1 L 2 7 / 1 4 - 2 7 / 1 4 8
 G 0 2 B 5 / 2 0
 G 0 2 B 5 / 2 8