

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2016年10月6日(06.10.2016)



(10) 国際公開番号  
WO 2016/158128 A1

- (51) 国際特許分類:  
G02B 5/20 (2006.01) H01L 27/14 (2006.01)  
G02B 5/26 (2006.01) H04N 9/07 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/055831
- (22) 国際出願日: 2016年2月26日(26.02.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2015-073342 2015年3月31日(31.03.2015) JP
- (71) 出願人: シャープ株式会社 (SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5908522 大阪府堺市堺区匠町1番地 Osaka (JP). 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒1008921 東京都千代田区霞が関1丁目3番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 中野 貴司 (NAKANO, Takashi). 栗屋 信義 (AWAYA, Nobuyoshi). 石原 数也 (ISHIHARA, Kazuya). 名倉 満 (NAKURA, Mitsuru). 永宗 靖 (NAGAMUNE, Yasushi); 〒3058568 茨城県つくば市梅園1-1-1 中央第2 国立研究開発法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP). 時崎 高志 (TOKIZAKI, Takashi); 〒3058568 茨城県つくば市

梅園1-1-1 中央第2 国立研究開発法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP). 太田 敏隆 (OTA, Toshitaka); 〒3058565 茨城県つくば市東1-1-1 中央第5 国立研究開発法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP).

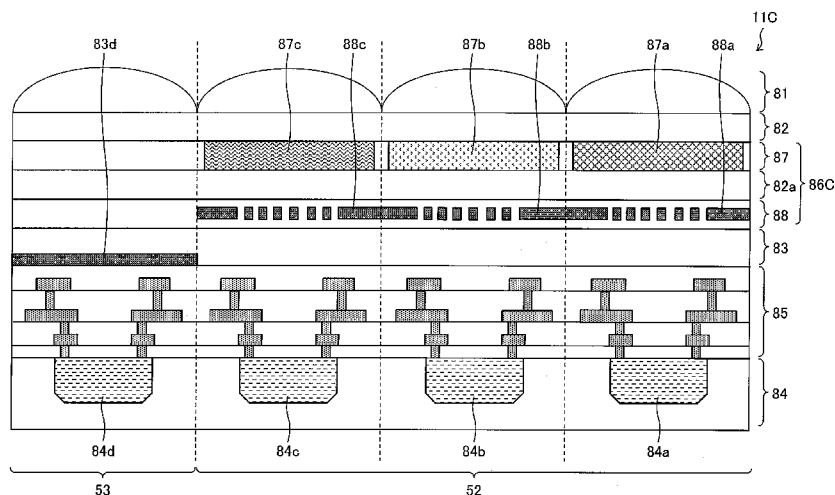
- (74) 代理人: 特許業務法人 H A R A K E N Z O W O R L D P A T E N T & T R A D E M A R K (HARAKENZO WORLD PATENT & TRADE-MARK); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋2丁目北2番6号 大和南森町ビル Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー

[続葉有]

(54) Title: LIGHT DETECTING DEVICE AND IMAGING DEVICE

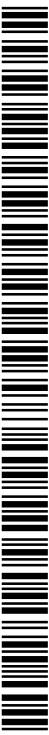
(54) 発明の名称: 光検出装置および撮像装置

図 16



(57) Abstract: Provided are a light detecting device and an imaging device enabling color imaging of objects in environments of low illuminance, environments of extremely low illuminance and environments of zero lux. In this invention, an imaging unit (1) comprises optical filters (2) and an optical sensor (3) for receiving light that has transmitted through the optical filters (2). At least one of the optical filters (2) has a periodic structure that selectively transmits light in a predetermined wavelength region.

(57) 要約: 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カラー撮影が可能な光検出装置および撮像装置を提供する。撮像部(1)は、光学フィルタ(2)と、光学フィルタ(2)を透過した光を受光する光センサ(3)とを備えている。光学フィルタ(2)の少なくとも1つは、所定の波長域の光を選択的に透過させる周期構造を有している。



WO 2016/158128 A1

ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:  
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

発明の名称：光検出装置および撮像装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、被写体を撮像するための光検出装置および撮像装置に関する。

### 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、通常、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、赤外線カメラが用いられるが、色情報が得られないため、モノクロでの撮影になってしまう。

[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を参照）。

[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ことを特徴とする画像入力装置が提案されている（例えば、特許文献2を参照）。

[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ことを特徴とする画像撮影装置が提案されている（例えば、特許文献3を参照）。

## 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号公報（2009年6月24日発行）」

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2011-050049号公報（2011年3月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困難である。

[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困難である。

[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、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カラー撮影が可能な撮像システムを実現するための光検出装置および撮像装置を提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[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、少なくとも1つの光学フィルタと、上記光学フィルタを透過した光を受光する光センサとを備える光検出装置であって、上記光学フィルタの少なくとも1つは、所定の波長域の光を選択的に透過させる周期構造を有している。

### 発明の効果

[0015] 本発明の一態様によれば、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カラー撮影を可能にする撮像システムに適用可能な光検出装置を実現することができる。

### 図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の実施形態1に係るカメラの構成を示す図である。

[図2]本発明の実施形態1に係る固体撮像システムを示す図である。

[図3] (a) ~ (c) はいずれも本発明の実施形態1に係るカメラが備える光学フィルタを示す図である。

[図4] (a) および (b) はいずれも本発明の実施形態1に係る撮像部の構成を示す図である。

[図5]本発明の実施形態1に係る撮像素子の構成を示す図である。

[図6] (a) ~ (d) はいずれも本発明の実施形態1に係る撮像素子が備える

光学フィルタの分光特性を示す図である。

[図7]本発明の実施形態2に係る撮像装置の構成を示す図である。

[図8]本発明の実施形態2に係る撮像装置の別の構成を示す図である。

[図9] (a) ~ (d) はいずれも本発明の実施形態4に係る光検出装置および撮像素子における光学フィルタの分光特性を示す図である。

[図10] (a) および (b) はいずれも本発明の実施形態4に係る光検出装置および撮像素子における光学フィルタの分光特性を示す図である。

[図11]本発明の実施形態5に係る撮像素子の構成を示す図である。

[図12] (a) および (b) はいずれも本発明の実施形態6に係る撮像素子における導電体部材を用いた光学フィルタの配置例を示す図である。

[図13] (a) および (b) はいずれも本発明の実施形態6に係る撮像素子における導電体部材を用いた光学フィルタの別の配置例を示す図である。

[図14]本発明の実施形態7に係る撮像素子が備える光学フィルタを概略的に示す図であって、(a)は側面図、(b)は正面図である。

[図15]図14の(b)に示した光学フィルタのSEM写真である。

[図16]本発明の実施形態8に係る撮像素子の構成を示す図である。

[図17]本発明の実施形態9に係る撮像素子における光学フィルタの分光特性の例を示す図である。

[図18]従来型の固体撮像素子の感度曲線を示す図である。

## 発明を実施するための形態

[0017] [実施形態1]

本発明の実施形態について、図1~図6に基づいて説明すれば、以下の通りである。本実施形態では、ゼロルクス環境下でカラー画像を撮像できる固体撮像システムについて説明する。

[0018] (固体撮像システム100の構成)

図2は、本発明の実施形態1に係る固体撮像システム100を示す図である。図2に示すように、固体撮像システム100は、照射部101およびカメラ102を備える。

[0019] 照射部101は、赤外線105を被写体104に照射する。例えば、照射部101から後述する第1赤外領域～第3赤外線領域の赤外線が同時に照射される。カメラ102は、被写体104により反射された赤外線106を受光し、被写体104の画像を撮像する。

[0020] (カメラ102の構成)

図1は、カメラ102が有する構成の一例を示す図である。カメラ102は、撮像部1(光検出装置、撮像装置)および解析部4を備えている。撮像部1は、被写体の光学像を検出する装置であり、光学フィルタ2および光センサ3を備えている。

[0021] 撮像部1として光検出装置を用いる場合、被写体104(図2参照)の投影像を、当該光検出装置をスキャンして撮像することで被写体104の画像を撮像することができる。また、撮像部1として複数種類の光検出装置を用いる場合、被写体104の投影像を、当該複数種類の光検出装置をそれぞれスキャンして撮像することで被写体104の画像を撮像してカラー画像を得ることができる。または、撮像部1として撮像装置を用いてもよい。

[0022] また、解析部4は、撮像部1が検出した光学像から画像を生成する画像処理装置であり、表色設定部4aおよびカラー画像生成部4bを備えている。なお、後述するように解析部4は、カメラ102に備えられている必要はなく、カメラ102と通信可能に接続された画像処理装置に備えられていてもよい。

[0023] 図1に示すように、被写体に反射した光線L1が光学フィルタ2に入射し、光学フィルタ2を透過した光線L2を光センサ3が受光する。その後、撮像部1において、光センサ3が受光した光学像を示すオリジナル画像が生成され、画像情報107として解析部4に出力される。解析部4では、撮像部1から出力されたオリジナル画像に対して、表色設定部4aによって表色設定がなされた後、カラー画像生成部4bによって、表色設定された画像からカラー画像が生成される。

[0024] (光学フィルタ2の構成)

光学フィルタ 2 は、光線 L 1 の入射方向に垂直な方向に周期構造を有し、当該周期構造により波長選択性を有する。

- [0025] 光学フィルタ 2 の基本構造は、ホールアレイ構造であることが好ましい。ホールアレイ構造とは、透過させることが望まれる光の最大波長以下の径を有するホール（貫通穴または非貫通穴）が 2 次元配列状に配置された構造である。ホールには誘電体素材が充填されていることが好ましい。
- [0026] また、ホールは、ハニカム状または直交行列状に配置されることが好ましい。但し、周期性があるホールの配列であれば、その他の配列が適用されてもよい。
- [0027] また、光学フィルタ 2 は、少なくとも一部に導電体部材を含んで構成されることが好ましい。ここで、導電体部材とは、単体で導体であり、任意の波長帯域において 70% 以上の反射率を有し、常温では固体である金属元素からなるもの、またはそれらの合金からなるものであることが好ましい。また、導電体部材を構成する材料のプラズマ周波数は、所定の波長域（光学フィルタ 2 によって選択的に透過される光の波長域）における光の周波数より高いことが好ましい。また、上記導電体部材は、上記所定の波長域において光の吸収が少ないことが好ましい。
- [0028] また、光学フィルタ 2 は、サブ波長構造を有することが好ましい。サブ波長構造とは、光学フィルタ 2 を透過することが望まれる光の最大波長と同じかそれより短く設定された周期を有する周期構造である。サブ波長構造は、紫外線波長帯にプラズマ周波数を有する導電材料からなる薄膜に微細加工を施すことによって得られる。
- [0029] 図 3 の (a) ~ (c) はそれぞれ、光学フィルタ 2 として利用可能な光学フィルタ 2 1 A ~ 2 1 C の構成を示す図である。
- [0030] 図 3 の (a) に示す光学フィルタ 2 1 A は、導体薄膜 2 2 A に貫通穴 2 3 A がハニカム状に配置されて構成されている。また、図 3 の (b) に示す光学フィルタ 2 1 B は、導体薄膜 2 2 B に貫通穴 2 3 B が直交行列状に配置されて構成されている。すなわち、光学フィルタ 2 1 A および光学フィルタ 2

1 Bには、貫通穴23 Aまたは貫通穴23 Bによって周期構造が形成されている。

[0031] 貫通穴23 Aおよび23 Bの開口径は、透過させることが望まれる光の最大波長以下であればよい。貫通穴23 Aおよび23 Bの開口径は、例えば100 nm以上かつ500 nm以下の範囲であることが好ましい。また、導体薄膜22 Aおよび22 Bの厚さは、例えば100 nm以上かつ200 nm以下程度であることが好ましい。

[0032] 光学フィルタ21 Aにおいて、隣接する貫通穴23 Aの中心間の間隔D1が、光の最大透過波長となる。したがって、間隔D1を調整することにより、光学フィルタ21 Aを透過する光の波長範囲を設定することができる。同様に、光学フィルタ21 Bにおいて、隣接する貫通穴23 Bの中心間の間隔D2を調整することにより、光学フィルタ21 Bを透過する光の波長範囲を設定することができる。

[0033] 光学フィルタ2の表面に入射光が入射すると、(i)当該入射光と、(ii)光学フィルタ2内の導電体部材の電子疎密波とが結合し、電磁波モードの共鳴が生じる。光学フィルタ2は、当該電磁波モードの共鳴によって、所定の波長域の光のみを透過させる。

[0034] なお、光学フィルタの周期構造は、貫通穴のほか、凹形状、凸形状またはエアギャップにより形成されてもよい。例えば、図3の(c)の光学フィルタ21 Cは、導体薄膜22 Cに貫通穴23 Cおよび凹形状の非貫通穴23 C Cがハニカム状に配置されて構成されている。

[0035] 光学フィルタ21 Cの周期構造について、貫通穴23 Cに加えて、凹形状の非貫通穴23 C Cを設けることにより、光の透過波長範囲または透過波長分布を、より正確にまたはきめ細かく制御（または設定）することができる。

[0036] 図3の(c)には、光学フィルタ21 Cの平面図および断面図（平面図における切断線A1-A2での断面図）が示されている。図3の(c)に示されるように、光学フィルタ21 Cでは、貫通穴23 Cと非貫通穴23 C Cと

が周期的に配置されている。

[0037] 本実施形態における光学フィルタ2の金属薄膜は、アルミニウム、銅、銀、金、窒化チタン、窒化ジルコニウム、ニッケル、コバルト、またはこれらの合金からなる群から選択される材料により構成されることが望ましい。但し、利用する光の周波数より高いプラズマ周波数を有する導電材料であれば、これらの限りではない。

[0038] また、金属薄膜を覆う媒質は、無分散な誘電体材料であることが望ましい。当該誘電体材料は、例えば、 $TiO_2$ 、 $SiN$ 、 $AlN$ 、 $Al_2O_3$ 、 $HfO_2$ 、 $MgO$ 、 $ZrO_2$ 、または $SiO_2$ であることが望ましい。

[0039] (光学フィルタ2の製造方法)

光学フィルタ2の製造方法は、例えば、次の通りである。まず、基板上に導体薄膜を形成する。続いて、光リソグラフィおよびエッチングによって開口部（例えば、貫通穴23A）を形成する。このとき、開口部の内壁におけるサイドエッチング等の問題を防ぐため、異方性が高いドライエッチング条件により加工することが好ましい。

[0040] 続いて、開口部に誘電体材料を充填するとともに、導体薄膜に誘電体材料を積層する。これにより、導電体部材を用いた光学フィルタ2が得られる。

[0041] (撮像部1の他の構成)

また、撮像部1は、図4の(a)に示すように、複数の光学フィルタ2a~2dによって構成される複合光学フィルタ5aと、複数の光センサ3a~3dによって構成される光センサアレイ6とを備える撮像部1aであってもよい。

[0042] 光学フィルタ2a~2dの少なくとも1つは、図1の光学フィルタ2の特性を有している。また、光学フィルタ2a~2dは、光センサ3a~3dにそれぞれ対応するように配置されている。

[0043] 当該構成では、被写体に反射した光線L3が複合光学フィルタ5aに入射し、光学フィルタ2a~2dをそれぞれ透過した光線を、光センサアレイ6を構成する光センサ3a~3dが受光する。

- [0044] 光学フィルタ 2 a ~ 2 dの間には、空間 S P が設けられている。空間 S P は、光学フィルタ 2 a ~ 2 d のそれぞれの側面から染み出す光線間の相互作用またはクロストークの発生を防止する。
- [0045] なお、光学フィルタ 2 a ~ 2 d は、少なくとも有機カラーフィルタと導電材料とからなり、有機カラーフィルタは、染料または顔料色素を含有した着色剤含有組成物層からなることが好ましい。換言すれば、有機カラーフィルタは、少なくとも一部に有機部材を含み、当該有機部材は、着色剤を含むことが好ましい。
- [0046] 上記有機カラーフィルタは、所定の波長範囲の光エネルギーを有機材料が吸収するため、その他の波長範囲の光を透過する。一方、上記光学フィルタは、所定の波長範囲の光を、加工された形状によって共鳴的に透過させる。
- [0047] なお、上記光学フィルタは、透過波長範囲をきめ細かく制御することが可能である。しかし、上記光学フィルタの製造に当たっては、超微細加工が必要となる。一方、上記の有機カラーフィルタは、透過波長範囲の制御は比較的困難であるものの、材料を適切に選択することにより、所望の波長範囲を選択できる。また、有機カラーフィルタは、製造が比較的容易である。
- [0048] 上記の有機カラーフィルタおよび上記の光学フィルタを組み合わせることで、最適なカラー画像を撮影することが可能となる。
- [0049] また、撮像部 1 は、図 4 の ( b ) に示すように、光学フィルタ 2 a ~ 2 d およびスペーサ部材 7 によって構成される複合光学フィルタ 5 b と、光センサ 3 a ~ 3 d によって構成される光センサアレイ 6 を備える撮像部 1 h であってもよい。
- [0050] 当該構成では、被写体に反射した光線 L 3 が複合光学フィルタ 5 b に入射し、光学フィルタ 2 a ~ 2 d をそれぞれ透過した光線を、光センサアレイ 6 を構成する光センサ 3 a ~ 3 d が受光する。
- [0051] スペーサ部材 7 は、撮像部 1 a における空間 S P と同様に、光学フィルタ 2 a ~ 2 d のそれぞれの側面から染み出す光線間の相互作用またはクロストークの発生を防止する。

[0052] 入射光として想定される任意の近赤外線波長領域（または赤外線波長領域）を少なくとも3分割し、波長が短い側から第1近赤外、第2近赤外、第3近赤外とした場合、複合光学フィルタ5 aまたは5 bは、入射光の第1近赤外の光を透過させる第1の光学フィルタと、入射光の第2近赤外の光を透過させる第2の光学フィルタと、入射光の第3近赤外の光を透過させる第3の光学フィルタとを含むことが好ましい。

[0053] 換言すれば、複合光学フィルタ5 aまたは5 bは、所定の赤外線波長領域を3分割することによって規定される3つの異なる波長領域の赤外線をそれぞれ選択的に透過させる少なくとも3つの光学フィルタを含むことが好ましい。

[0054] 例えば、想定される近赤外線波長領域を第1近赤外～第4近赤外に4分割し、光学フィルタ2 a～2 dを、第1近赤外～第4近赤外をそれぞれ透過する第1光学フィルタ～第4の光学フィルタとしてもよい。なお、光学フィルタ2 a～2 dがそれぞれ選択的に透過する光の波長域は、照射部101から照射される複数の赤外線の波長域と対応している。

[0055] （撮像部1の具体例）

図5は、撮像部1の一例としての撮像素子11A（撮像部）の構成を示す図である。撮像部1として、撮像素子11Aを用いてもよい。この撮像素子11Aは、光学フィルタ2として、互いに透過波長域が異なる3種類の光学フィルタ（第1フィルタ86 a～第3フィルタ86 c）を備えている。

[0056] 図5に示すように、撮像素子11Aには、撮像領域52と光学的無効領域53とが設けられている。撮像領域52には、画素21 a、21 bおよび21 cが配置されている。また、光学的無効領域53には、画素21 dが配置されている。画素21 a～21 dは、互いに隣接している。

[0057] 本実施形態では、撮像素子11Aとして、表面照射型のCCD（Charge Coupled Device：電荷結合素子）型固体撮像素子を採用した場合が例示されている。しかしながら、光電変換素子部分（後述する信号配線層85および光電変換素子層84）が表面照射型のCMOS（Complementary Metal Oxide S

emiconductor：相補型金属酸化膜半導体）型固体撮像素子が採用されてもよい。また、裏面照射型のCCD型またはCMOS型固体撮像素子が採用されてもよい。

[0058] 画素21a～21dのそれぞれは、図5の上側から順に、オンチップマイクロレンズ81、パッシベーション層82、光学フィルタ層86、遮光膜層83、信号配線層85および光電変換素子層84が積層されて構成されている。

[0059] オンチップマイクロレンズ81は、画素21a～21dのそれぞれの光電変換素子84a～4dに光を集光するための光学素子である。パッシベーション層82は、光学フィルタ層86、遮光膜層83、信号配線層85および光電変換素子層84を保護するために設けられた層である。パッシベーション層82が設けられることにより、撮像領域52内の画素21a～21cから出力された電荷に基づいて得られる画像（後述のオリジナル画像）の品質が確保される。

[0060] 遮光膜層83は、遮光性を備えた金属材料を含む遮光膜83dを有している。当該金属材料は、例えば、Al、AlとCuとの合金、AlとSiとの合金、Cu、W、またはAg等である。遮光膜83dは、光学的無効領域53内の画素21dの開口部を全て覆うように設けられている。これにより、画素21dには光が入射されない。

[0061] 光学フィルタ層86は、第1フィルタ86a、第2フィルタ86b、および第3フィルタ86cを有している。これら第1フィルタ86a～第3フィルタ86cは、それぞれ撮像領域52内の画素21a～21cに対応するように配置されている。また、第1フィルタ86a～第3フィルタ86cは、いずれも周期構造を有するものであり、例えば、光学フィルタ61Aと同様に、複数の開口がハニカム状に設けられているものである。

[0062] 光電変換素子層84は、光電変換素子84a、84b、84c、および84dを有している。光電変換素子84a～84dはそれぞれ、画素21a～21dに対応する。これら光電変換素子84a～84dは、受光した光を電

荷に変換する。

[0063] この光電変換素子層 84 において、画素 21a～21d 同士の間は、素子分離層によって電氣的に分離されている。信号配線層 85 には、光電変換素子層 84 内の画素 21a～21d に蓄積された電荷を読み取るための配線等が設けられる。

[0064] (第1フィルタ 86a～第3フィルタ 86c の分光特性)

図6の(a)は、第1フィルタ 86a～第3フィルタ 86c の分光特性の一例を示すグラフである。図6の(a)において、グラフの横軸は光の波長(nm)であり、グラフの縦軸は光の透過率(任意単位)である。

[0065] 第1フィルタ 86a は、赤色領域 R および第1赤外線領域 IR1 を透過させる。赤色領域 R は、可視光としての赤色光の波長領域である。また、第1赤外線領域 IR1 は、不可視光としての近赤外光の波長領域である。

[0066] 第2フィルタ 86b は、青色領域 B および第2赤外線領域 IR2 を透過させる。青色領域 B は、可視光としての青色光の波長領域である。また、第2赤外線領域 IR2 は、不可視光としての近赤外光の波長領域であり、第1赤外線領域 IR1 よりも長波長の波長領域である。

[0067] 第3フィルタ 86c は、緑色領域 G および第3赤外線領域 IR3 を透過させる。緑色領域 G は、可視光としての緑色光の波長領域である。また、第3赤外線領域 IR3 は、不可視光としての近赤外光の波長領域であり、第2赤外線領域 IR2 よりも長波長の波長領域である。

[0068] (解析部 4 における処理の詳細)

第1フィルタ 86a～第3フィルタ 86c を透過する光を、それぞれ順に第1光線～第3光線とする。撮像部 1 は、第1光線～第3光線のそれぞれを受光することによって、画像情報 107 (図2参照) としての第1画像～第3画像(オリジナル画像)を撮像する。

[0069] 画像情報 107 は、被写体に反射された第1光線～第3光線の強度の分布を示す。このため、画像情報 107 が表わす各オリジナル画像をディスプレイや印刷などでそのまま表示すると、単色またはモノカラーにて表示される

ことになる。ここに単色とは一色だけの明度／濃度により表現されることをいう。

[0070] 例えば、第1光線の強度が強い位置を明るい赤色によって表現し、第1光線の強度が弱い位置を暗い赤色によって表現する。この場合、第1画像を赤色によって単色表現した画像が得られる。

[0071] そこで、画像情報107が表わす各オリジナル画像をどの色の単色によって表現するかを示す情報（すなわち表色情報）を参照することにより、表色設定部4aは、単色のカラー画像を生成することができる。

[0072] この表色情報は、表色設定部4aによって利用可能な記憶部50（図1参照）に格納されていればよい。または、撮像部1が記憶部50から表色情報を取得し、当該表色情報を画像情報107に含めて解析部4へ出力してもよい。

[0073] また、解析部4は、カメラ102に備えられている必要はなく、カメラ102とは別の画像処理装置（例えば、表示部を有する端末装置）に備えられていてもよい。この構成では、表色情報を含む画像情報107が、上記画像処理装置へ送信される。

[0074] このような第1画像～3画像の表色設定を表色設定部4aが行い、表色設定された第1画像～3画像からカラー画像を生成する処理をカラー画像生成部4bが行う。この構成により、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カラー撮影を行うことができる。

[0075] 例えば、撮像部1が有するカラーフィルタとして、(i)透過波長が600nm以上である赤色有機カラーフィルタと、(ii)透過波長が400nm～500nmおよび800nm以上である青色有機カラーフィルタと、(iii)透過波長が500nm～600nmおよび900nm以上である本実施形態の光学フィルタとを用いることで、被写体のカラー画像を生成することができる。ここで、(iii)のフィルタは、後述する金属／誘電体／金属(MIM, Metal Insulator Metal)フィルタである。

[0076] この構成では、昼間など周囲環境が明るい場合には、赤色有機カラーフィ

ルタを透過した光の信号を赤色に、青色有機カラーフィルタを透過した光の信号を青色に、MIMフィルタを透過した光の信号を緑色に、それぞれ表色する。

[0077] 一方、夜間など周囲環境が暗い場合には、赤外光を被写体に向けて照射する。その上で、赤色有機カラーフィルタを透過した光の信号と青色有機カラーフィルタを透過した光の信号との差分を赤色に、青色有機カラーフィルタを透過した光の信号とMIMフィルタを透過した光の信号との差分を青色に、MIMフィルタを透過した光の信号を緑色に、それぞれ表色する。

[0078] [実施形態2]

本発明の他の実施形態について、図7および図8に基づいて説明すれば、以下の通りである。本実施形態では、撮像部1の別実施形態について説明する。なお、説明の便宜上、前記実施形態にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

[0079] (撮像部1b)

図7は、撮像部1bを示す図である。カメラ102の撮像部として、図7に示す撮像部1bを用いてもよい。撮像部1bは、複合光学フィルタアレイ8a(光学フィルタアレイ)および光センサアレイ6aを備えている。複合光学フィルタアレイ8aを構成する光学フィルタ2a~2dのそれぞれは、光センサアレイ6aを構成する各光センサ3a~3dにそれぞれ対応するように、アレイ状に配置されている。

[0080] そのため、被写体に反射した光線が複合光学フィルタアレイ8aに入射し、複合光学フィルタアレイ8aを構成する各光学フィルタをそれぞれ透過した光線を、光センサアレイ6aを構成する各光センサが受光する。このような撮像部1bをカメラ102の撮像部として用いる場合、撮像部1bを被写体に対してスキャンさせることなくカラー画像を得ることができる。

[0081] 複合光学フィルタアレイ8aを構成する光学フィルタ2a~2dのそれぞれは、透過波長域の互いに異なる光学フィルタであることが好ましい。具体的には、複合光学フィルタアレイ8aを構成する光学フィルタ2a~2dと

して、図4の(a)に示した光学フィルタ2a~2dを用いてもよい。また、複合光学フィルタアレイ8aは、図4の(b)に示す複合光学フィルタ5bを複数組み合わせることにより実現されてもよい。

[0082] また、光学フィルタ2a~2dのそれぞれは、導電体部材から成り、かつ、当該光学フィルタ2a~2dのそれぞれを透過する光の最大周期より短い周期構造を有することが好ましい。

[0083] (撮像部1c)

図8は、撮像部1cを示す図である。カメラ102の撮像部として、図8に示す撮像部1cを用いてもよい。撮像部1cは、撮像部1bの構成に加えて、レンズアレイ9aを備える。被写体に反射した光線がレンズアレイ9aを介して複合光学フィルタアレイ8aに入射し、複合光学フィルタアレイ8aを構成する各光学フィルタをそれぞれ透過した光線を、光センサアレイ6aを構成する各光センサが受光する。

[0084] レンズアレイ9aは、周期的に配置されるレンズにより構成されることが好ましい。また、レンズアレイ9aを構成する各レンズは、複合光学フィルタアレイ8aを構成する各光学フィルタ2a~2dおよび光センサアレイ6aを構成する各光センサ3a~3dに対応するように配置されている。

[0085] 撮像部1cでは、レンズアレイ9a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。また、各光学フィルタの中央部に光が集光されることで、当該光学フィルタに隣接する光学フィルタへの光漏れも低減できる。

[0086] [実施形態3]

本発明の他の実施形態について説明する。本実施形態では、照射部101の別実施形態について説明する。

[0087] 実施形態1では、照射部101から第1赤外線領域~第3赤外線領域の赤外線105が同時に照射されたが、照射部101は、それぞれの波長強度分布を有する赤外線が実質的に同時に照射されないように、時間をずらして照射してもよい。

[0088] なお、実質的に同時に照射されないとは、異なる波長強度分布を有する赤外線が同時に照射開始されることがあっても、ある波長強度分布を有する赤外線が照射される時間の長さが、他の波長強度分布を有する赤外線が照射される時間よりも短いことを意味する。

[0089] また、異なる波長強度分布を有する赤外線105が同時に照射されることがあっても、異なる波長強度分布を有する赤外線105のそれぞれを、互いに異なる周波数によって強度変調して被写体104に照射してもよい。

[0090] この場合には、被写体104に反射した赤外線106は、異なる周波数によって強度変調され、異なる波長強度分布を有する赤外線の集合となる。これらの赤外線のそれぞれを検波して分離することにより、反射された異なる波長強度分布を有する赤外線106を分離することが行われる。

[0091] [実施形態4]

本発明の他の実施形態について、図6、および図9～図10に基づいて説明すれば、以下の通りである。本実施形態では、光学フィルタの別実施形態について説明する。

[0092] 上述の実施形態1では、図6の(a)に示された第1フィルタ86a～第3フィルタ86cの分光特性を例示して説明を行っていた。しかしながら、第1フィルタ～第3フィルタは、図6の(b)～(d)のいずれかに示すような特性を有するものであっても構わない。

[0093] 図6の(b)は、第1フィルタ～第3フィルタの分光特性の別の一例を示すグラフである。図6の(b)では、第1フィルタの分光特性のみ、図6の(a)と異なっている。具体的には、図6の(b)では、第1フィルタにおいて赤色領域Rおよび第1赤外線領域IR1は、連続した波長領域として設けられている。これにより、より明るい第1画像を撮像することができる。

[0094] 図6の(c)は、第1フィルタ～第3フィルタの分光特性の別の一例を示すグラフである。図6の(c)では、第2光線フィルタの分光特性のみ、図6の(a)と異なっている。具体的には、図6の(c)の第2フィルタは、青色領域Bのみを透過させる。

[0095] 図6の(d)は、第1フィルタ～第3フィルタの分光特性の別の一例を示すグラフである。図6の(d)に示されるように、第2フィルタが青色領域Bのみを透過させる場合においても、第1フィルタにおいて赤色領域Rおよび第1赤外線領域IR1が、連続した波長領域として設けられていてもよい。

[0096] また、第1フィルタ～第3フィルタの分光特性は、上述のものに限定されない。当該分光特性は、例えば以下の(構成A1)～(構成A5)のいずれかであってもよい。

[0097] (構成A1)

- ・第1フィルタが、赤色領域Rおよび第1赤外線領域IR1を透過させる。
- ・第2フィルタが、緑色領域Gおよび第2赤外線領域IR2を透過させる。
- ・第3フィルタが、青色領域Bおよび第3赤外線領域IR3を透過させる。

[0098] (構成A2)

- ・第1フィルタが、緑色領域Gおよび第1赤外線領域IR1を透過させる。
- ・第2フィルタが、青色領域Bおよび第2赤外線領域IR2を透過させる。
- ・第3フィルタが、赤色領域Rおよび第3赤外線領域IR3を透過させる。

[0099] (構成A3)

- ・第1フィルタが、緑色領域Gおよび第1赤外線領域IR1を透過させる。
- ・第2フィルタが、赤色領域Rおよび第2赤外線領域IR2を透過させる。
- ・第3フィルタが、青色領域Bおよび第3赤外線領域IR3を透過させる。

[0100] (構成A4)

- ・第1フィルタが、青色領域Bおよび第1赤外線領域IR1を透過させる。
- ・第2フィルタが、赤色領域Rおよび第2赤外線領域IR2を透過させる。
- ・第3フィルタが、緑色領域Gおよび第3赤外線領域IR3を透過させる。

[0101] (構成A5)

- ・第1フィルタが、青色領域Bおよび第1赤外線領域IR1を透過させる。
- ・第2フィルタが、緑色領域Gおよび第2赤外線領域IR2を透過させる。
- ・第3フィルタが、赤色領域Rおよび第3赤外線領域IR3を透過させる。

- [0102] また、第1フィルタ～第3フィルタは、図9の(a)～(d)に示す分光特性を有するものであっても構わない。図9の(a)は、上述の(構成A1)を例示するグラフである。
- [0103] 図9の(b)に示されるように、(構成A1)においても、第1フィルタにおける赤色波長領域Rおよび第1赤外線領域IR1が、連続した波長領域として設けられていてもよい。また、図9の(c)に示されるように、第2フィルタは、緑色領域Gのみを透過させてもよい。
- [0104] また、図9の(d)に示されるように、第2フィルタが緑色領域Gのみを透過させる場合においても、第1フィルタにおいて赤色波長領域Rおよび第1赤外線領域IR1が、連続した波長領域として設けられていてもよい。
- [0105] 図9の(a)～(d)に示す光学フィルタを用いる場合には、表色設定部4aは、(i)第1フィルタを透過した光によって生成される第1画像の各画素を「R」により表色し、(ii)第2フィルタを透過した光によって生成される第2画像の各画素を「G」により表色し、(iii)第3フィルタを透過した光によって生成される第3画像を「B」により表色する。
- [0106] また、第1～第3フィルタは、図10の(a)に示すような特性を有するものであっても構わない。図10の(a)における第1フィルタ～第3フィルタは、赤色領域R、緑色領域G、および青色領域Bの波長領域の光を遮断する。
- [0107] 図10の(a)に示す構成の場合には、(i)第1フィルタは、第1赤外線領域IR1のみを透過させ、(ii)第2フィルタは、第2赤外線領域IR2のみを透過させ、(iii)第3フィルタは、第3赤外線領域IR3のみを透過させる。
- [0108] 表色設定部4aは、上述の図6の(a)～(d)の場合と同様に、第1フィルタ～3フィルタを透過した光によって生成される第1画像～3画像を、それぞれ「R」、「G」、「B」により表色すればよい。
- [0109] さらに、異なる波長強度分布を有する2種類の赤外線(第1光線および第2光線)を被写体に照射し、反射した赤外線を2つの光線に分光して検出し

てもよい。この場合には、第1光線および第2光線のそれぞれに対応する光学フィルタとして、第1フィルタおよび第2フィルタの2つの光学フィルタが設けられればよい。

[0110] 図10の(b)は、第1フィルタおよび第2フィルタの分光特性の別の一例を示すグラフである。図10の(b)における第1フィルタおよび第2フィルタは、赤色領域R、緑色領域G、および青色領域Bの波長領域の光を遮断する。

[0111] 図10の(b)に示す光学フィルタを用いる場合には、(i)第1フィルタは、第1赤外線領域IR1を透過させ、(ii)第2フィルタは、第2赤外線領域IR2のみを透過させる。この場合、表色設定部4aは、第1フィルタおよび2フィルタを透過した光によって生成される第1画像および第2画像を、それぞれ「R」、「G」により表色すればよい。

[0112] [実施形態5]

本発明の他の実施形態について、図11に基づいて説明すれば、以下の通りである。本実施形態では、撮像素子の別実施形態について説明する。

[0113] 図11は、本実施形態における撮像素子11B(撮像部)の構成を示す図である。図11に示すように、撮像素子11Bにおいて、画素21a~21dのそれぞれは、上側から順に、オンチップマイクロレンズ81、パッシベーション層82、遮光膜層83B、信号配線層85、および光電変換素子層84が積層されて構成されている。

[0114] すなわち、図11の撮像素子11Bは、実施形態1の撮像素子11Aにおいて、(i)遮光膜層83を遮光膜層83Bに置き換え、かつ、(ii)光学フィルタ層86を除外することによって実現される構成である。

[0115] 遮光膜層83Bは、遮光性を備えた誘電体材料を含む遮光膜83a、83b、83c、および83dを有している。当該誘電体材料としては、上述の遮光膜層83の金属材料と同様の材料を用いることができる。上述の図5と同様に、遮光膜83dは、光学的無効領域53内の画素21dの開口部を全て覆うように設けられている。

- [0116] 他方、遮光膜83a～83cはそれぞれ、撮像領域52内の画素21a～21cに対応する。遮光膜83a～83cのそれぞれには、導電材料層からなる複数の開口が、1次元状または2次元状に周期的に設けられている。
- [0117] 例えば、遮光膜83a～83cは、いずれも周期構造を有するものであり、例えば、光学フィルタ61Aと同様に、複数の開口がハニカム状に設けられているものである。当該開口の構造により、遮光膜83a～83cに、光学フィルタとしての分光機能が付与される。
- [0118] このように、撮像素子11Bの遮光膜層83Bは、(i) 光学的無効領域53における遮光機能と、(ii) 撮像領域52における光学フィルタとしての分光機能とを併有するように構成されている。
- [0119] すなわち、撮像素子11Bでは、光学的無効領域53における遮光膜83dと、撮像領域52における光学フィルタ（遮光膜83a～83c）とが、1つの遮光膜層83Bにおいて同一素材によって形成されることとなる。それゆえ、従来の製造プロセスからの変更が少なく、また、少ない工数によって光学フィルタを製造することが可能となる。
- [0120] 遮光膜層83Bを構成する導電体材料としては、遮光膜層83と同様に、Al、AlとCuの合金、AlとSiの合金、Cu、W、Ag、Au等が好適である。
- [0121] [実施形態6]
- 本発明の他の実施形態について、図12および図13に基づいて説明すれば、以下の通りである。本実施形態では、光学フィルタの配置についての別実施形態を説明する。
- [0122] 図12の(a)は、撮像領域52における導電体部材を用いた光学フィルタの配置例を示す図である。撮像領域52には、複数の画素21が配置されている。4つの画素21により、太実線で囲まれた画素配列が構成されている。画素とは、撮像素子の単素子を示すものであり、色情報を有する最小単位となる。それぞれの画素に対しては、光学フィルタ $\lambda_1 \sim \lambda_3$ のいずれかが割り当てられている。太実線により囲まれた画素配列を画素配列単位12

と称する。画素配列単位 1 2 毎に光学フィルタ  $\lambda 1 \sim \lambda 3$  の全てが割り当てられている。図 1 2 の (a) には便宜上、画素配列単位 1 2 毎に光学フィルタ  $\lambda 1 \sim \lambda 3$  の全てを割り当てた場合を記載した。しかし、図 1 2 の (a) において光学フィルタ  $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$  または  $\lambda 3$  が割り当てられている画素に、光学フィルタ  $\lambda 1 \sim \lambda 3$  のうち、図 1 2 の (a) において割り当てられているものと異なる光学フィルタが割り当てられていても構わない。

[0123] 以下、(i) 第 1 光線の分光特性を示す光学フィルタを光学フィルタ  $\lambda 1$ 、(i i) 第 2 光線の分光特性を示す光学フィルタを光学フィルタ  $\lambda 2$ 、(i i i) 第 3 光線の分光特性を示す光学フィルタを光学フィルタ  $\lambda 3$  とする場合を例示して説明を行う。

[0124] 光学フィルタ  $\lambda 1$  および  $\lambda 3$  はそれぞれ、1 つの画素配列ごとに、1 つの画素に割り当てられている。一方、光学フィルタ  $\lambda 2$  は、1 つの画素配列ごとに、隣接しない 2 つの画素に割り当てられている。

[0125] 図 1 2 の (a) に示すように、基本的には、1 つの画素 2 1 に対して、1 種類の光学フィルタが対応付けられていてよい。すなわち、画素 2 1 と光学フィルタとが 1 対 1 に対応してよい。

[0126] しかしながら、複数の画素 2 1 に対して、1 種類の光学フィルタを対応させてもよい。すなわち、 $N$  個  $\times$   $M$  個の複数の単画素からなる画素配列中に、1 種類または複数種類の導電体部材を用いた光学フィルタを配置してもよい（ここで、 $N$  および  $M$  は、1 以上の整数である）。

[0127] 例えば、図 1 2 の (b) に示すように、2 個  $\times$  2 個の 4 画素の画素配列に対して、1 種類の導電体部材を用いた光学フィルタが配置されていてもよい（すなわち、 $N = 2$ 、 $M = 2$ ）。

[0128] また、図 1 3 の (a) および (b) に示すように、画素配列の縦横比は、1 : 1 でなくてもよい。図 1 3 の (a) では画素配列の縦横比を 1 : 3 とした構成が、図 1 3 の (b) では画素配列の縦横比を 3 : 1 とした構成が、それぞれ例示されている。

[0129] 本実施形態では、透過波長域が異なる 3 種類の光学フィルタ  $\lambda 1 \sim \lambda 3$  が

設けられた構成が例示されているが、2種類または4種類以上の光学フィルタが設けられていてもよい。また、各光学フィルタと分光特性との対応関係は、上述のものに限定されない。当該対応関係は、例えば以下の（構成B1）～（構成B5）のいずれかであってもよい。

[0130] （構成B1）

- ・光学フィルタλ1が、第1光線の分光特性を示す。
- ・光学フィルタλ2が、第3光線の分光特性を示す。
- ・光学フィルタλ3が、第2光線の分光特性を示す。

[0131] （構成B2）

- ・光学フィルタλ1が、第3光線の分光特性を示す。
- ・光学フィルタλ2が、第2光線の分光特性を示す。
- ・光学フィルタλ3が、第1光線の分光特性を示す。

[0132] （構成B3）

- ・光学フィルタλ1が、第2光線の分光特性を示す。
- ・光学フィルタλ2が、第3光線の分光特性を示す。
- ・光学フィルタλ3が、第1光線の分光特性を示す。

[0133] （構成B4）

- ・光学フィルタλ1が、第2光線の分光特性を示す。
- ・光学フィルタλ2が、第1光線の分光特性を示す。
- ・光学フィルタλ3が、第3光線の分光特性を示す。

[0134] （構成B5）

- ・光学フィルタλ1が、第3光線の分光特性を示す。
- ・光学フィルタλ2が、第1光線の分光特性を示す。
- ・光学フィルタλ3が、第2光線の分光特性を示す。

[0135] 〔実施形態7〕

本発明の他の実施形態について、図14および図15に基づいて説明すれば、以下の通りである。本実施形態では、光学フィルタの別実施形態について説明する。

- [0136] 図14は、本実施形態の光学フィルタ86Aを概略的に示す図であり、(a)は側面図、(b)は正面図である。
- [0137] 光学フィルタ86Aは、金属薄膜7と、誘電体膜8と、光学フィルタ被覆材10とを備える。また、図15は、導電体部材を用いた光学フィルタ86AのSEM (Scanning Electron Microscope, 走査型二次電子顕微鏡) 写真である。
- [0138] 本実施形態の光学フィルタ86Aは、上述の各実施形態の光学フィルタとは異なる開口の形状を有する。光学フィルタ86Aにおいて、開口は1次元的なライン形状として設けられている。なお、当該開口は、複数の光電変換素子のそれぞれに対応して2次元状に配置されている。
- [0139] 金属薄膜7は、膜厚40nmのAl膜である、また、誘電体膜8は、膜厚100nmのTiO<sub>2</sub>膜である。光学フィルタ86Aには、誘電体膜8が金属薄膜7によって挟まれた、金属/誘電体/金属層(MIM (Metal Insulator Metal) 層)が、ライン&スペースのパターンとして形成されている。金属薄膜7および誘電体膜8は、光学フィルタ被覆材10によって被覆されている。
- [0140] 上記のMIM層においては、金属薄膜7が光の入射方向に垂直に並ぶことで、金属薄膜7の表面で表面プラズモン波の共鳴が起こり、波長選択性を有するようになる。さらに、誘電体膜8の屈折率を高くすると、表面プラズモン波のより強い共鳴が生じるため、光学フィルタの波長選択性が向上する。
- [0141] 図14の光学フィルタ86Aは、図5の撮像素子11Aの光学フィルタ層86と同様の導電体部材を用いて製造されてよい。また、図14には、開口のパターンの周期Pが示されている。なお、図14中の波線は、図14の左右方向に同様の構造が続いていることを示している。
- [0142] なお、光学フィルタ86Aの開口の幅(スペース幅)と周期Pとは、透過させることが望まれる光の最大波長以下であればよい。スペース幅は、例えば、50nm~300nmの範囲の長さであることが望ましい。光学フィルタ86Aにおいて、上述の周期Pの値を調整することにより、光学フィルタ

86Aを透過する波長範囲が設定される。例えば、透過させることが望まれる光の波長が350nm~1100nmであれば、周期Pを、175nm~550nmのとすることができる。

[0143] 光学フィルタ被覆材10は、誘電体材料によって構成されることが望ましい。また、光学フィルタ被覆材10の屈折率は、誘電体膜8の屈折率よりも0.5以上小さいことが望ましい。

[0144] 光学フィルタ被覆材10の材料は、無分散な誘電体材料（例えば、TiO<sub>2</sub>、SiN、AlN、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、HfO<sub>2</sub>、MgO、ZrO<sub>2</sub>、またはSiO<sub>2</sub>）であることが望ましい。また、光学フィルタ被覆材10の材料がSiO<sub>2</sub>である場合には、誘電体膜8の材料は、TiO<sub>2</sub>、SiN、AlN、HfO<sub>2</sub>、またはZrO<sub>2</sub>であることが望ましい。

[0145] また、金属薄膜7は、アルミニウム、銅、銀、金、窒化チタン、窒化ジルコニウム、ニッケル、コバルト、またはこれらの合金からなる群から選択される材料であることが望ましい。

[0146] なお、金属薄膜7は、可視光領域では透明であり、かつ、赤外で高反射特性（プラズマ周波数が380THz以下）を示す金属酸化物透明導電材料から選択される材料で構成されてもよい。当該材料の一例は、ITO（Indium Tin Oxide、酸化インジウムスズ）（Sn：In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）に代表されるIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>系、AZO（Aluminum-doped Zinc Oxide、アルミニウムドープ酸化亜鉛）（Al：ZnO）、GZO（Gallium-doped Zinc Oxide、ガリウムドープ酸化亜鉛）（Ga：ZnO）、BZO（Boron-doped Zinc Oxide、ボロンドープ酸化亜鉛）（B：ZnO）、IZO（Indium Zinc Oxide、酸化インジウム酸化亜鉛）（In：ZnO）に代表的されるZnO系もしくはInGaZnO<sub>x</sub>系の金属酸化物透明導電材料である。

[0147] なお、光学フィルタ86Aは、スリット構造に設けられる全てのスリットが導体薄膜を貫通している必要はない。例えば、導体上に凹構造を有する非貫通穴によって一部のスリットを構成してもよい。この場合にも、分光機能を有する光学フィルタを実現することができる。

[0148] 光学フィルタ 86A の製造方法は、例えば次の通りである。まず基板上に金属薄膜 7 を生成し、その上に誘電体膜 8 を生成する。そして、誘電体膜 8 の上に金属薄膜 7 をさらに形成する。

[0149] 続いて、光リソグラフィおよびエッチングによって開口部を形成する。このとき、開口部の内壁のサイドエッチングなどの問題を防ぐため、異方性の高いドライエッチング条件により加工することが好ましい。次に、光学フィルタ被覆材 10 を開口部に充填するとともに、金属薄膜 7 上に積層する。これにより、光学フィルタ 86A が得られる。

[0150] 但し、本実施形態の光学フィルタの構成は、上述の光学フィルタ 86A の構成のみに限定されない。所望の光線の分光特性に応じて、光学フィルタの設計諸元（導電体部材の周期、スリット幅、金属薄膜、誘電体膜の膜厚、および材料等）が適宜変更されてもよい。

[0151] 〔実施形態 8〕

本発明の他の実施形態について、図 16 に基づいて説明すれば、以下の通りである。本実施形態では、撮像素子の別実施形態について説明する。

[0152] 図 16 は、本実施形態における撮像素子 11C（撮像部）の構成を示す図である。図 16 に示すように、撮像素子 11C において、画素 21a~21d のそれぞれは、上側から順に、オンチップマイクロレンズ 81、パッシベーション層 82、光学フィルタ層 86C、遮光膜層 83、信号配線層 85、および光電変換素子層 84 が積層されて構成されている。

[0153] 本実施形態の撮像素子 11C は、実施形態 1 の撮像素子 11A において、光学フィルタ層 86 を光学フィルタ層 86C に置き換えることによって実現される構成である。本実施形態の光学フィルタ層 86C は、汎用の半導体プロセスによって作製することが可能な光学フィルタ層である。

[0154] 光学フィルタ層 86C は、上側から順に、第 1 光学フィルタ層 87、パッシベーション層 82a、および第 2 光学フィルタ層 88 が積層されて構成されている。なお、第 1 光学フィルタ層 87 と第 2 光学フィルタ層 88 との間のパッシベーション層 82a は、省略することも可能である。

[0155] 第1光学フィルタ層87は、染料または顔料色素を含有した着色剤含有組成物から成ることが好ましい。第1光学フィルタ層87は、第1フィルタ87a、第2フィルタ87b、および第3フィルタ87cを有している。これら第1フィルタ87a～第3フィルタ87cは、例えば有機カラーフィルタであり、それぞれ撮像領域52内の画素21a～21cに対応するように配置されている。

[0156] 第2光学フィルタ層88は、導電材料から成ることが好ましい。第2光学フィルタ層88は、第1フィルタ88a、第2フィルタ88b、および第3フィルタ88cを有している。これら第1フィルタ88a～第3フィルタ88cは、上述の第1フィルタ86a～第3フィルタ86cと同様のものである。

[0157] すなわち、図6の(a)～(d)、図9の(a)～(d)、および図10の(a)～(b)にそれぞれ示される分光特性は、本実施形態の第1光学フィルタ層87の第1フィルタ87a～第3フィルタ87c、および、第2光学フィルタ層88の第1フィルタ88a～第3フィルタ88cによって実現されてよい。具体的には、以下の(1)～(10)の構成の通り、各分光特性が実現されてよい。

[0158] (1) 図6の(a)の分光特性を実現する場合には、第1光学フィルタ層87の第1フィルタ87a～第3フィルタ87cは、いずれも有機カラーフィルタであってよい。第1フィルタ87aは約700nm～800nmの波長を有する近赤外光を透過する。第2フィルタ87bは青色光を透過する青色カラーフィルタであり、第3フィルタ87cは緑色光を透過する緑色カラーフィルタである。

[0159] そして、第1フィルタ88aは、膜厚150nmのAlに、穴径225nm、周期550nmのパターンが形成されたものである(図3を参照)。

[0160] また、第2フィルタ88bは、「膜厚40nmのAl/膜厚100nmのSiN/膜厚40nmのAl」から成るMIM層に、線幅126nm、スペース幅154nmのパターンが形成されたものである(図14を参照)。

- [0161] また、第3フィルタ88cは、「膜厚40nmのAl／膜厚100nmのSiN／膜厚40nmのAl」から成るMIM層に、線幅126nm、スペース幅154nmのパターンが形成されたものである。
- [0162] (2) 図6の(b)の分光特性を実現する場合には、第1光学フィルタ層87の第1フィルタ87a～第3フィルタ87cは、いずれも有機カラーフィルタであってよい。第1フィルタ87aは赤色光を透過する赤色カラーフィルタであり、第2フィルタ87bは青色光を透過する青色カラーフィルタであり、第3フィルタ87cは緑色光を透過する緑色カラーフィルタである。
- [0163] また、図6の(b)の分光特性を実現する場合には、第2光学フィルタ層88の第1フィルタ88aおよび第2フィルタ88bは、設けられなくてよい。ここで、第3フィルタ88cは、「膜厚40nmのAl／膜厚100nmのSiN／膜厚40nmのAl」から成るMIM層に、線幅126nm、スペース幅154nmのパターンが形成されたものである。
- [0164] (3) 図6の(c)の分光特性を実現する場合には、第1光学フィルタ層87の第2フィルタ87bは、設けられなくともよい。また、第1フィルタ87aおよび第3フィルタ87cは、いずれも有機カラーフィルタであってよい。第1フィルタ87aは約700nm～800nmの波長を有する近赤外光を透過する。第3フィルタ87cは緑色光を透過する緑色カラーフィルタである。
- [0165] そして、第1フィルタ88aは、膜厚150nmのAlに、穴径225nm、周期550nmのパターンが形成されたものである。また、第2フィルタ88bは、膜厚150nmのAlに、穴径140nm、周期280nmのパターンが形成されたものである。
- [0166] また、第3フィルタ88cは、「膜厚40nmのAl／膜厚100nmのSiN／膜厚40nmのAl」から成るMIM層に、線幅126nm、スペース幅154nmのパターンが形成されたものである。
- [0167] (4) 図6の(d)の分光特性を実現する場合には、第1光学フィルタ層

87の第2フィルタ87bは、設けられなくともよい。また、第1フィルタ87aおよび第3フィルタ87cは、いずれも有機カラーフィルタであってよい。第1フィルタ87aは赤色光を透過する赤色カラーフィルタである。また、第3フィルタ87cは、緑色光を透過する緑色カラーフィルタと、約900nm以上の波長を有する近赤外光を透過する有機カラーフィルタとを組み合わせたものである。

[0168] また、図6の(d)の分光特性を実現する場合には、第2光学フィルタ層88の第1フィルタ88aは、設けられなくてよい。ここで、第2フィルタ88bは、膜厚150nmのAlに、穴径140nm、周期280nmのパターンが形成されたものである。

[0169] また、第3フィルタ88cは、「膜厚40nmのAl／膜厚100nmのSiN／膜厚40nmのAl」から成るMIM層に、線幅126nm、スペース幅154nmのパターンが形成されたものである。

[0170] (5) 図9の(a)の分光特性を実現する場合には、第1光学フィルタ層87の第1フィルタ87a～第3フィルタ87cは、いずれも有機カラーフィルタであってよい。第1フィルタ87aは約700nm～800nmの波長を有する近赤外光を透過する。第2フィルタ87bは青色光を透過する青色カラーフィルタである。また、第3フィルタ87cは、緑色光を透過する緑色カラーフィルタと、約900nm以上の波長を有する近赤外光を透過する有機カラーフィルタとを組み合わせたものである。

[0171] また、図9の(a)の分光特性を実現する場合には、第2光学フィルタ層88の第2フィルタ88bおよび第3フィルタ88cは、設けられなくてよい。ここで、第1フィルタ88aは、膜厚150nmのAlに、穴径225nm、周期550nmのパターンが形成されたものである。

[0172] (6) 図9の(b)の分光特性を実現する場合には、第1光学フィルタ層87の第1フィルタ87a～第3フィルタ87cは、いずれも有機カラーフィルタであってよい。第1フィルタ87aは赤色光を透過する赤色カラーフィルタであり、第2フィルタ87bは青色光を透過する青色カラーフィルタ

である。また、第3フィルタ87cは、緑色光を透過する緑色カラーフィルタと、約900nm以上の波長を有する近赤外光を透過する有機カラーフィルタとを組み合わせたものである。

[0173] なお、図9の(b)の分光特性を実現する場合には、第2光学フィルタ層88の第1フィルタ88a～第3フィルタ88cは、設けられなくてよい。

[0174] (7) 図9の(c)の分光特性を実現する場合には、第1光学フィルタ層87の第1フィルタ87a～第3フィルタ87cは、いずれも有機カラーフィルタであってよい。第1フィルタ87aは約700nm～800nmの波長を有する近赤外光を透過する。第2フィルタ87bは青色光を透過する青色カラーフィルタである。また、第3フィルタ87cは、緑色光を透過する緑色カラーフィルタと、約900nm以上の波長を有する近赤外光を透過する有機カラーフィルタとを組み合わせたものである。

[0175] また、図9の(c)の分光特性を実現する場合には、第2光学フィルタ層88の第2フィルタ88bおよび第3フィルタ88cは、設けられなくてよい。ここで、第1フィルタ88aは、膜厚150nmのAlに、穴径225nm、周期550nmのパターンが形成されたものである。

[0176] (8) 図9の(d)の分光特性を実現する場合には、第1光学フィルタ層87の第1フィルタ87a～第3フィルタ87cは、いずれも有機カラーフィルタであってよい。第1フィルタ87aは赤色光を透過する赤色カラーフィルタであり、第2フィルタ87bは青色光を透過する青色カラーフィルタである。また、第3フィルタ87cは、緑色光を透過する緑色カラーフィルタと、約900nm以上の波長を有する近赤外光を透過する有機カラーフィルタとを組み合わせたものである。

[0177] なお、図9の(d)の分光特性を実現する場合には、第2光学フィルタ層88の第1フィルタ88a～第3フィルタ88cは、設けられなくてよい。

[0178] (9) 図10の(a)の分光特性を実現する場合には、第1光学フィルタ層87の第1フィルタ87a～第3フィルタ87cは、いずれも有機カラーフィルタであってよい。第1フィルタ87aは約700nm～800nmの

波長を有する近赤外光を透過し、第2フィルタ87bは約700nm～800nmの波長を有する近赤外光を透過し、第3フィルタ87cは、約900nm以上の波長を有する近赤外光を透過する。

[0179] なお、図10の(a)の分光特性を実現する場合には、第2光学フィルタ層88の第1フィルタ88a～第3フィルタ88cは、設けられなくてよい。

[0180] (10) 図10の(b)の分光特性を実現する場合には、第1光学フィルタ層87の第3フィルタ87cは、設けられなくともよい。また、第1フィルタ87aおよび第2フィルタ87bは、いずれも有機カラーフィルタであってよい。第1フィルタ87aは約700nm～800nmの波長を有する近赤外光を透過し、第2フィルタ87cは、約900nm以上の波長を有する近赤外光を透過する。

[0181] なお、図10の(b)の分光特性を実現する場合には、第2光学フィルタ層88の第1フィルタ88a～第3フィルタ88cは、設けられなくてよい。

[0182] [実施形態9]

本発明の他の実施形態について、図17および図18に基づいて説明すれば、以下の通りである。本実施形態では、光学フィルタの分光特性について説明する。図17は、本発明の一態様に係る光学フィルタが有する分光特性を示す図である。具体的には、図17は、図6の(a)の光学フィルタの分光特性の一例を示す図である。

[0183] 一方、図18は、有機カラーフィルタを用いた従来型の固体撮像素子における1画素の感度曲線を示す図である。図18の場合には、シリコンを主成分とする受光素子上のそれぞれにおいて、主な透過波長が赤、緑、青に対応している。

[0184] 図18に示すように、従来型の固体撮像素子では、波長が約820nm以上の光に対して、赤、緑、および青の各色に対応するいずれの固体撮像素子も同じ受光感度を示している。このことから、従来の有機カラーフィルタで

は、本発明の一態様に係る光学フィルタに要求される分光特性を満たすことができないことが理解される。

[0185] 一方、図17には、(i)本発明の一態様に係る光学フィルタ(導電体部材を用いた光学フィルタ)の分光特性の例、および、(ii)当該光学フィルタを有機カラーフィルタと組み合わせた場合の第1フィルタから第3フィルタのそれぞれの分光特性が示されている。

[0186] 図17に示された光学フィルタの分光特性において、(i)第1フィルタは赤色領域Rおよび第1赤外線領域IR1を、(ii)第2フィルタは青色領域Bおよび第2赤外線領域IR2を、(iii)第3フィルタは緑色領域Gおよび第3赤外線領域IR3を、それぞれ透過させる。

[0187] 図17において、導電体部材を用いた光学フィルタ単体の透過スペクトルは、実線および破線の双方によって示したものである。しかしながら、上述の図16のように、有機カラーフィルタ(第1光学フィルタ層87)および導電体部材を用いた光学フィルタ(第2光学フィルタ層88)を設けた場合には、破線によって示した波長範囲の光は、導電体部材を用いた光学フィルタの上部に配置された有機カラーフィルタにより遮光される。このため、導電体部材を用いた光学フィルタは、実線によって示された波長範囲の光のみを透過する。

[0188] 導電体部材を用いた光学フィルタの周期構造では、膜厚40nmのAl膜によって膜厚100nmのSiN膜を挟んだ金属/誘電体/金属層が、ライン&スペースのパターンとして形成されている。なお、光学フィルタを被覆する材料はSiO<sub>2</sub>である。

[0189] また、当該光学フィルタにおいて、第1光線から第3光線までのそれぞれを分光するためのライン&スペースのパターンは、以下の(構成C)の通りである。

[0190] (構成C)

・第1光線に対しては、周期400nm、平均スリット幅200nmのパターンが設けられている。

・第2光線に対しては、周期280nm、平均スリット幅150nmのパターンが設けられている。

・第3光線に対しては、周期420nm、平均スリット幅110nmのパターンが設けられている。

[0191] なお、本実施形態の光学フィルタの製造方法は、例えば次の通りである。はじめに、実施形態5または7と同様にして、導電体部材を用いた光学フィルタを形成する。続いて、光学フィルタ被覆材料を化学的または物理的平坦化手法によって平坦化する。続いて、パッシベーション層を成膜した後に、有機カラーフィルタを塗布する。そして、光リソグラフィまたはエッチングによってパターンニングを行う。

[0192] [まとめ]

本発明の態様1に係る光検出装置（撮像部1）は、少なくとも1つの光学フィルタ（2）と、上記光学フィルタを透過した光を受光する光センサ（3）とを備える光検出装置であって、上記光学フィルタの少なくとも1つは、所定の波長域の光を選択的に透過させる周期構造を有している。

[0193] 上述の構成によれば、周期構造の周期を設定することにより光学フィルタを透過する光の波長を決定することができ、所望の波長域の光（例えば、赤外線）を光センサで選択的に受光することができる。

[0194] このように選択的に受光した光を用いて画像を生成することにより、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カラー撮影を可能にすることができる。

[0195] 本発明の態様2に係る光検出装置は、上記態様1において、透過波長域が互いに異なる複数の上記光学フィルタと、上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上記光センサとを備えていることが好ましい。

[0196] 上述の構成によれば、透過波長域が互いに異なる複数の光学フィルタを透過した光を受光することにより、各光学フィルタを透過した光による光学像を示す画像を複数生成することができる。これらの画像を組み合わせること

により、明環境下で撮像した画像の色に近似した色のカラー画像を生成できる。

[0197] 本発明の態様3に係る光検出装置は、上記態様2において、上記複数の光学フィルタの少なくとも1つは、所定の波長域の赤外線を選択的に透過させる周期構造を有していることが好ましい。

[0198] 上述の構成によれば、所定の波長域の赤外線を受光することができ、当該赤外線による光学像を示す画像を生成できる。

[0199] 本発明の態様4に係る光検出装置は、上記態様1から3のいずれか1つにおいて、上記周期構造は、周期的に形成された複数の開口部を含んでいることが好ましい。

[0200] 上述の構成によれば、周期構造の少なくとも一部を、周期的に形成された複数の開口部によって形成することができ、周期構造を容易に形成できる。

[0201] 本発明の態様5に係る光検出装置は、上記態様1から4のいずれか1つにおいて、上記周期構造の周期(P)は、上記光学フィルタを透過することが望まれる光の最大波長と同じかそれより短く設定されていることが好ましい、

上述の構成によれば、サブ波長構造を有する光学フィルタを実現することができる。

[0202] 本発明の態様6に係る光検出装置は、上記態様2または3において、上記複数の光学フィルタは、所定の赤外線波長領域を3分割することによって規定される3つの異なる波長領域の赤外線をそれぞれ選択的に透過させる少なくとも3つの光学フィルタ(第1フィルタ86a、第2フィルタ86b、第3フィルタ86c)を含んでいることが好ましい。

[0203] 上述の構成によれば、所定の赤外線波長領域を3分割することによって規定される3つの異なる波長領域の赤外線による3種類の光学像を得ることができ、ゼロルクス環境等における被写体のカラー画像の色彩を、明環境下におけるカラー画像の色彩に近づけることができる。

[0204] 本発明の態様7に係る光検出装置は、上記態様1から5のいずれかにおい

て、上記光学フィルタは、少なくとも一部に導電体部材を含むことが好ましい。

[0205] 上述の構成によれば、良好な波長選択性を得ることができる。

[0206] 本発明の態様 8 に係る光検出装置は、上記態様 1 から 7 のいずれかにおいて、上記光学フィルタは、少なくとも一部に有機部材を含み、上記有機部材は、着色剤を含むことが好ましい。

[0207] 本発明の態様 9 に係る撮像装置（撮像部 1）は、上記態様 1 から 8 のいずれか 1 つに係る光検出装置を備えていることが好ましい。

[0208] 上述の構成によれば、本発明の一態様に係る光検出装置を備えた撮像装置を実現することができる。

[0209] 本発明の態様 10 に係る撮像装置は、上記態様 9 において、上記光学フィルタがアレイ状に配置された光学フィルタアレイ（複合光学フィルタアレイ 8a）と、上記光学フィルタアレイを透過した光を受光する、複数の光センサを有する光センサアレイ（6）とを備えている。

[0210] 上述の構成によれば、アレイ上の光学フィルタおよび光センサを備えた撮像装置を実現することができる。

[0211] 上述の構成によれば、

〔本発明の別の表現〕

なお、本発明は、以下のようにも表現できる。

[0212] すなわち、本発明の一態様に係る光検出装置は、光学フィルタと前記光学フィルタを透過した光を受光する光センサとを備え、前記光学フィルタは周期構造を有することを特徴とする。

[0213] また、本発明の一態様に係る光検出装置は、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少なくとも一つは、周期構造を有する導電体部材から成り、少なくとも所定の波長域の赤外線を透過させる。

[0214] また、本発明の一態様に係る光検出装置において、前記周期構造は、開口

部が前記光学フィルタを透過する光の最大波長より短い周期で配置されることにより成る。

[0215] また、本発明の一態様に係る光検出装置において、所定の赤外線波長領域を3分割し、波長が短い側から順に、第1赤外線波長域、第2赤外線波長域、第3赤外線波長域とし、前記複数の光学フィルタは、少なくとも前記第1赤外線波長域の光を透過させる第1光学フィルタと、前記第2赤外線波長域の光を透過させる第2光学フィルタと、前記第3赤外線波長域の光を透過させる第3光学フィルタとを含む。

[0216] また、本発明の一態様に係る光検出装置において、前記光学フィルタは、前記導電体部材に加えて、有機部材を備え、前記有機部材は、染料または顔料色素などを含有した着色剤含有部材からなる。

[0217] また、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、複数の光センサを有する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備え、前記複数の光学フィルタのそれぞれは、周期構造を有する導電体部材から成り、少なくとも所定の波長域の赤外線を透過させる。

[0218] また、本発明の一態様に係る固体撮像装置において、前記周期構造は、開口部が前記光学フィルタを透過する光の最大波長より短い周期で配置されることにより成る。

[0219] また、本発明の一態様に係る固体撮像装置において、所定の赤外線波長領域を3分割し、波長が短い側から順に、第1赤外線波長域、第2赤外線波長域、第3赤外線波長域とし、前記光学フィルタは、少なくとも前記第1赤外線波長域の光を透過させる第1光学フィルタと、前記第2赤外線波長域の光を透過させる第2光学フィルタと、前記第3赤外線波長域の光を透過させる第3光学フィルタとを含む。

[0220] 以上の通り、光学フィルタに周期構造を有し、この光学フィルタに入射した光の特定波長のみを透過し、上記画素部を経た検出光を検出部により検出

する光検出装置において、光学フィルタは、特定波長を透過可能な構成とすると共に、画素部は、光学フィルタの透過光に対応して、各波長の検出光の光強度を測定可能な構成としている。本発明の一態様に係る光検出装置は、以上の通り数々の特徴を有し、産業上の利用可能性が大である。

[0221] 〔付記事項〕

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て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

[0222] 本発明の光検出装置は、被写体を撮像するための光検出装置および撮像装置に利用することができる。

### 符号の説明

- [0223] 1 撮像部（光検出装置，撮像装置）  
2, 2 a～2 d, 8 6 A 光学フィルタ  
3, 3 a～3 d 光センサ  
6, 6 a 光センサアレイ  
8 a 複合光学フィルタアレイ（光学フィルタアレイ）  
1 1 A, 1 1 B, 1 1 C 撮像素子（撮像部）  
8 6 a 第1フィルタ（光学フィルタ）  
8 6 b 第2フィルタ（光学フィルタ）  
8 6 c 第3フィルタ（光学フィルタ）  
8 3 a～8 3 c 遮光膜（光学フィルタ）  
 $\lambda 1 \sim \lambda 3$  光学フィルタ  
P 周期

## 請求の範囲

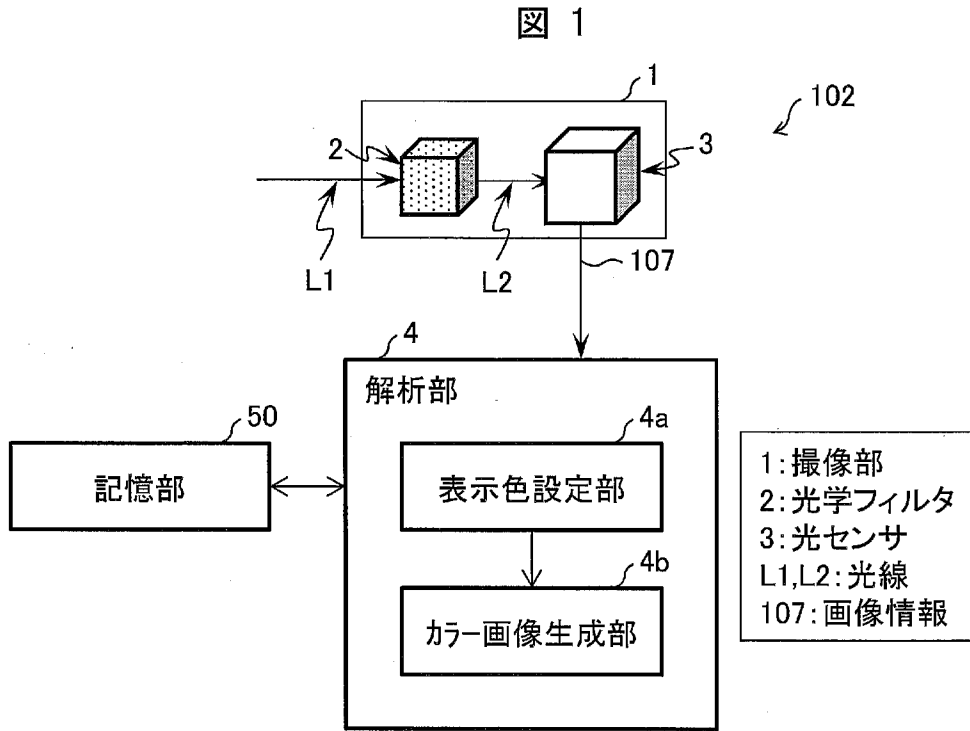
- [請求項1]           少なくとも1つの光学フィルタと、  
                  上記光学フィルタを透過した光を受光する光センサとを備える光検出装置であって、  
                  上記光学フィルタの少なくとも1つは、所定の波長域の光を選択的に透過させる周期構造を有することを特徴とする光検出装置。
- [請求項2]           透過波長域が互いに異なる複数の上記光学フィルタと、  
                  上記複数の光学フィルタのそれぞれを透過した光を受光する複数の上記光センサとを備えることを特徴とする請求項1に記載の光検出装置。
- [請求項3]           上記複数の光学フィルタの少なくとも1つは、所定の波長域の赤外線を選択的に透過させる周期構造を有していることを特徴とする請求項2に記載の光検出装置。
- [請求項4]           上記周期構造は、周期的に形成された複数の開口部を含むことを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の光検出装置。
- [請求項5]           上記周期構造の周期は、上記光学フィルタを透過することが望まれる光の最大波長と同じかそれより短く設定されていることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の光検出装置。
- [請求項6]           上記複数の光学フィルタは、所定の赤外線波長領域を3分割することによって規定される3つの異なる波長領域の赤外線をそれぞれ選択的に透過させる少なくとも3つの光学フィルタを含むことを特徴とする請求項2または3に記載の光検出装置。
- [請求項7]           上記光学フィルタは、少なくとも一部に導電体部材を含むことを特徴とする請求項1から6のいずれか1項に記載の光検出装置。
- [請求項8]           上記光学フィルタは、少なくとも一部に有機部材を含み、  
                  上記有機部材は、着色剤を含むことを特徴とする請求項1から7のいずれか1項に記載の光検出装置。
- [請求項9]           請求項1から8のいずれか1項に記載の光検出装置を備えることを

特徴とする撮像装置。

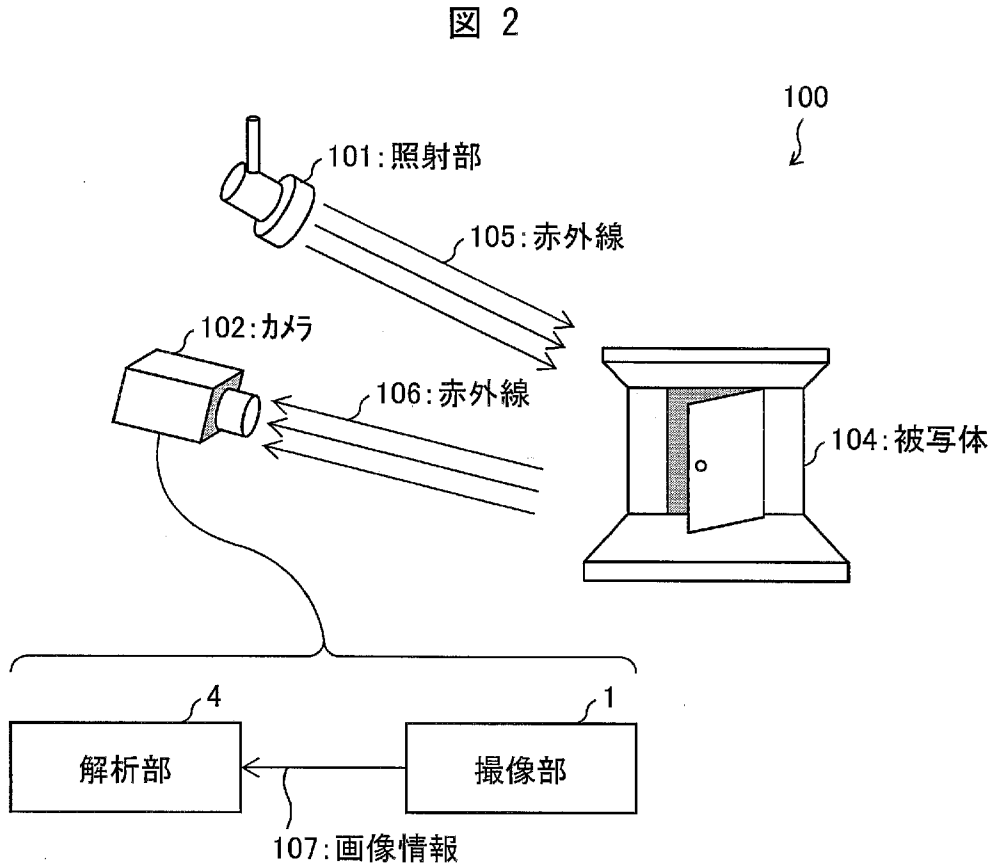
[請求項10]

上記光学フィルタがアレイ状に配置された光学フィルタアレイと、  
上記光学フィルタアレイを透過した光を受光する、複数の光センサ  
を有する光センサアレイとを備えることを特徴とする請求項9に記載  
の撮像装置。

[図1]

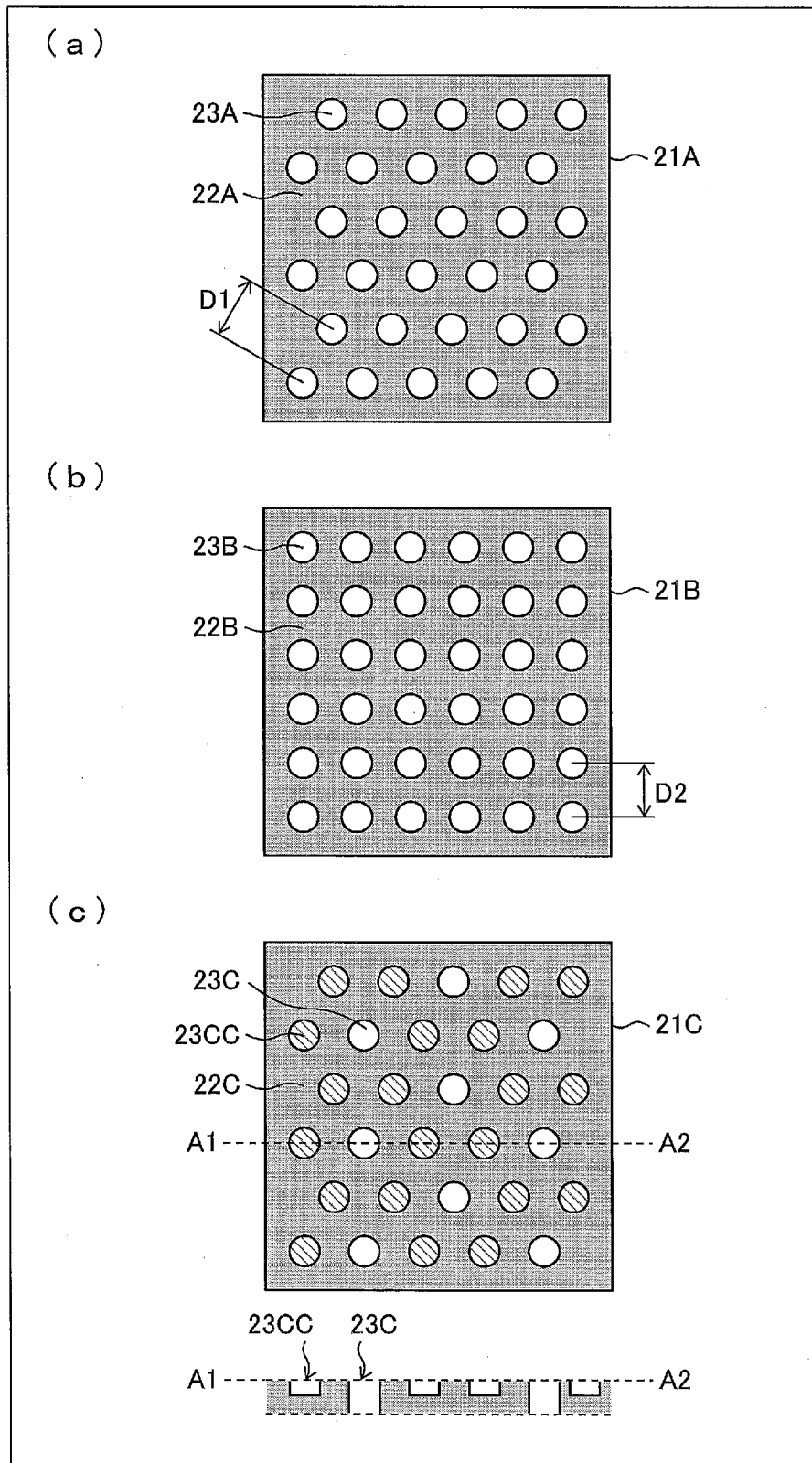


[図2]



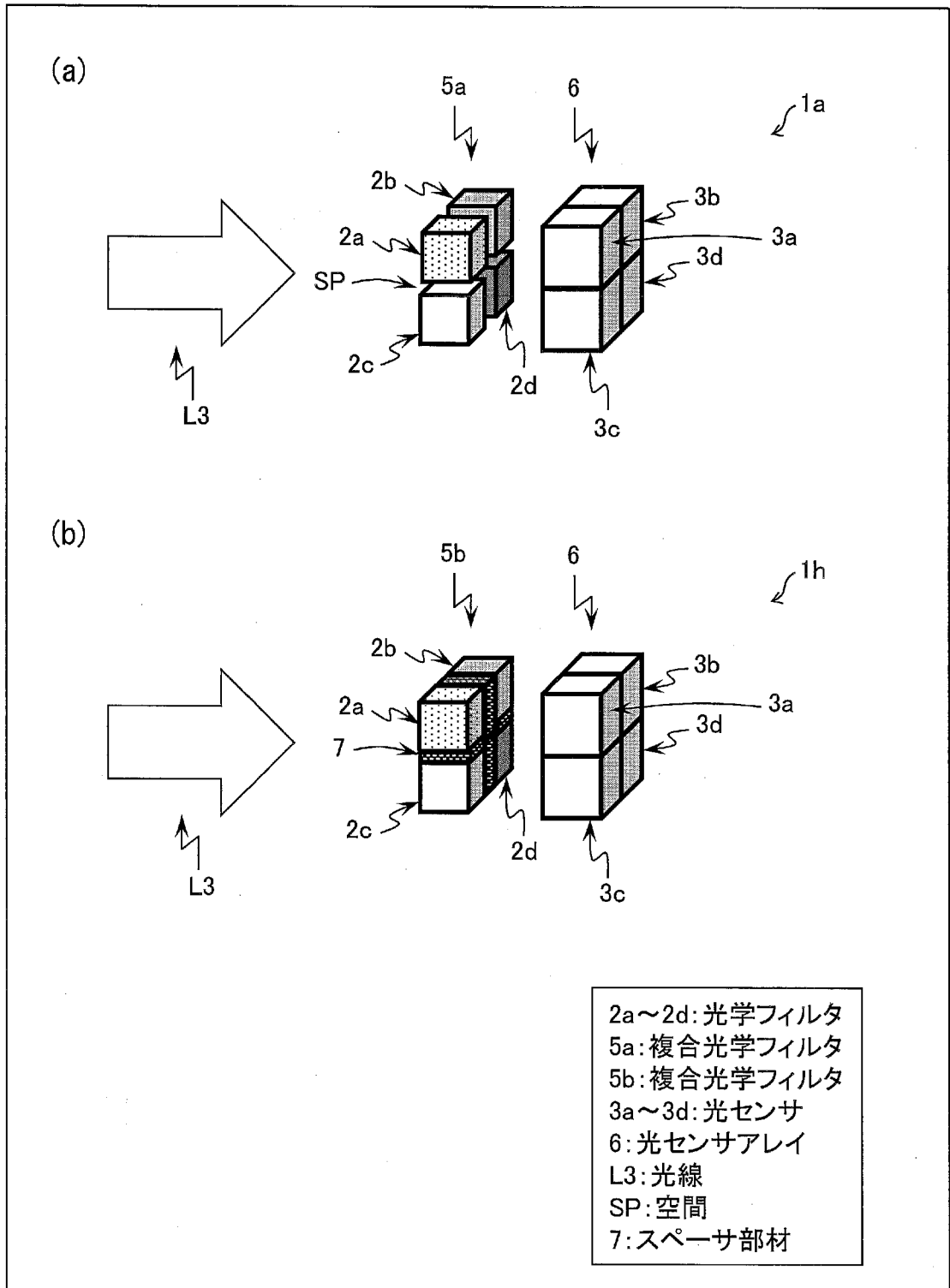
[図3]

図 3

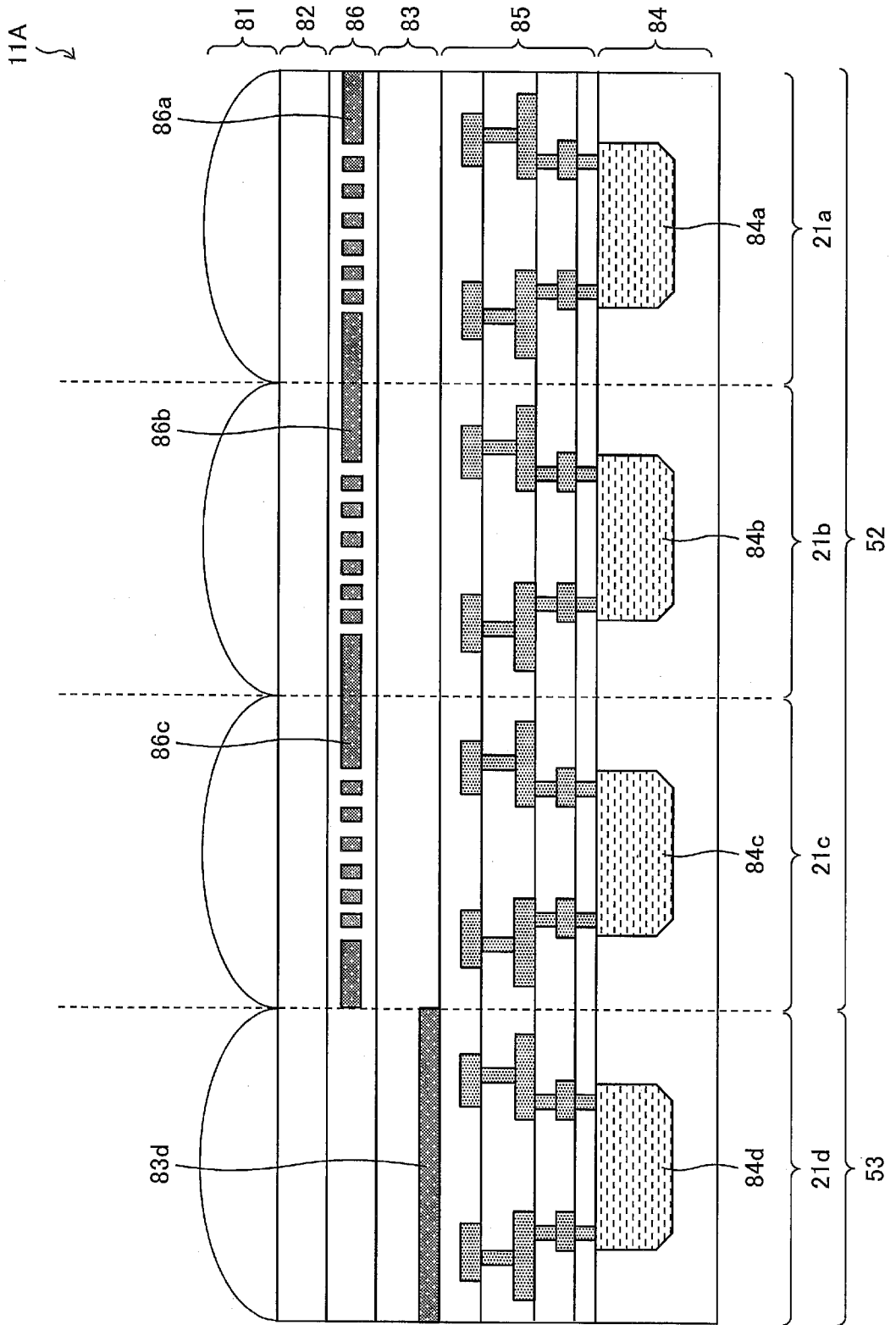


[図4]

図 4



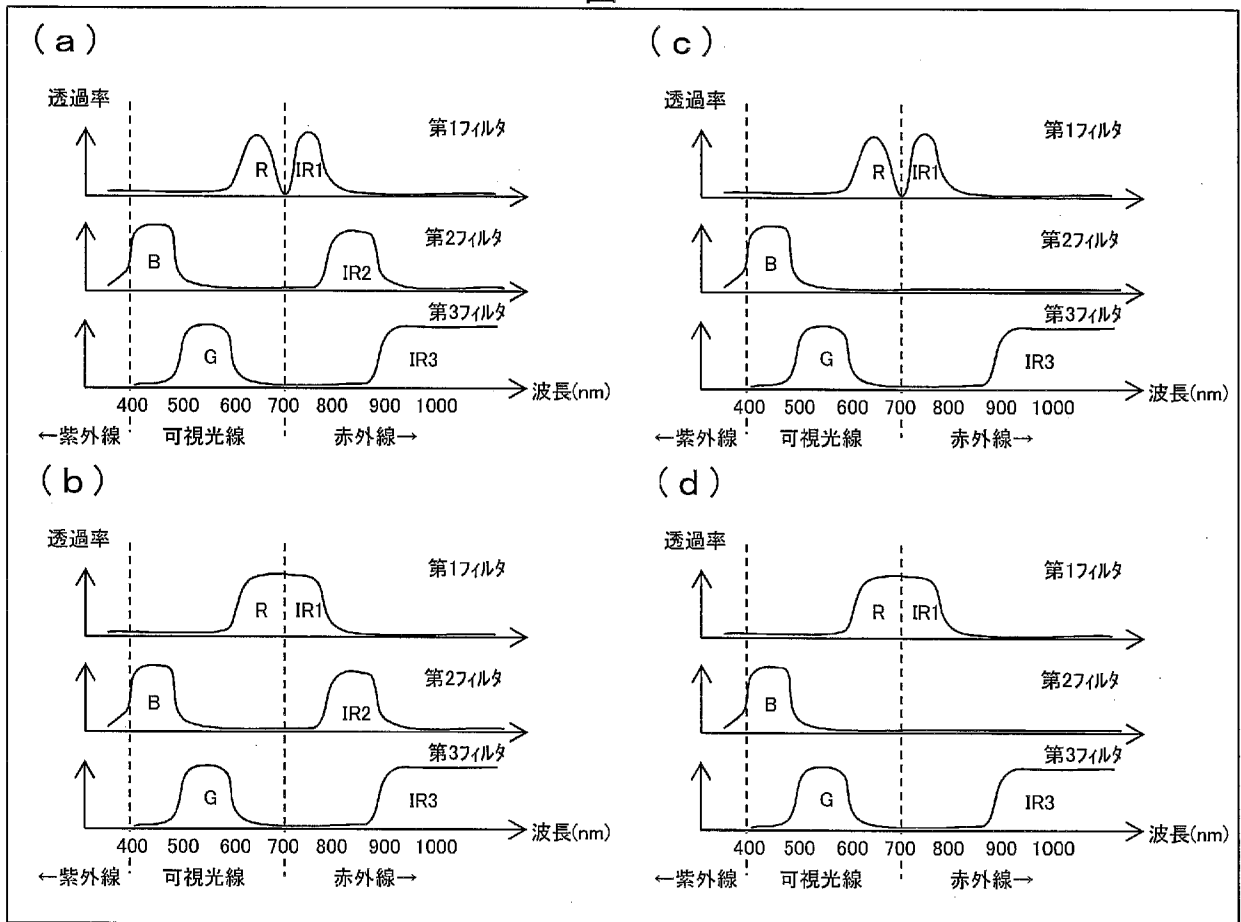
[図5]



[図5]

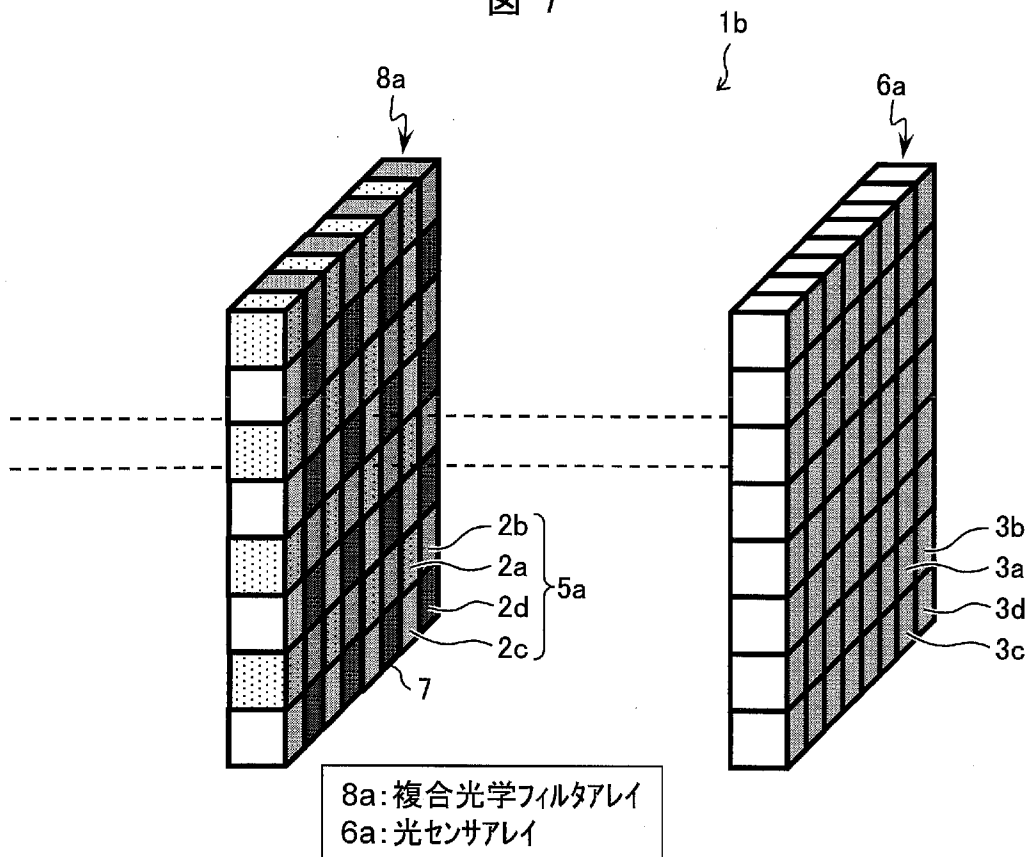
[図6]

図 6

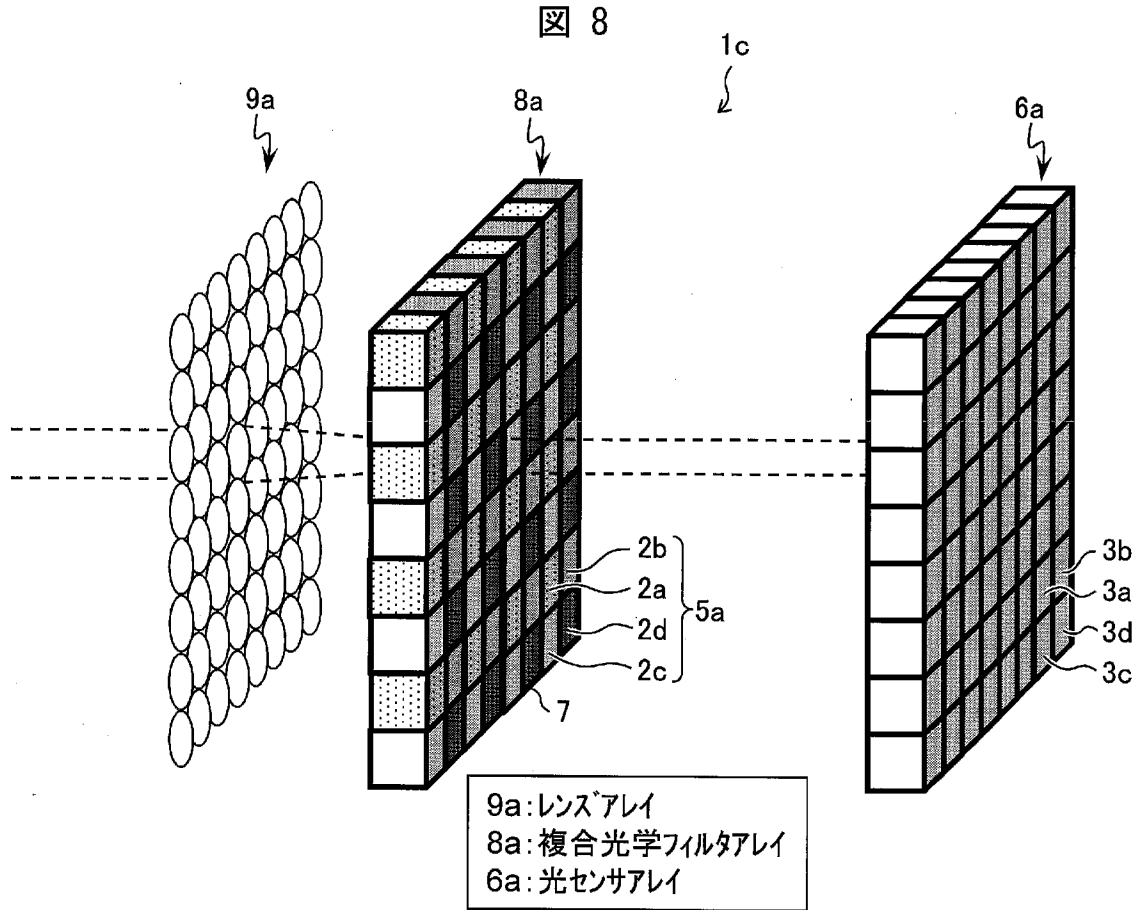


[図7]

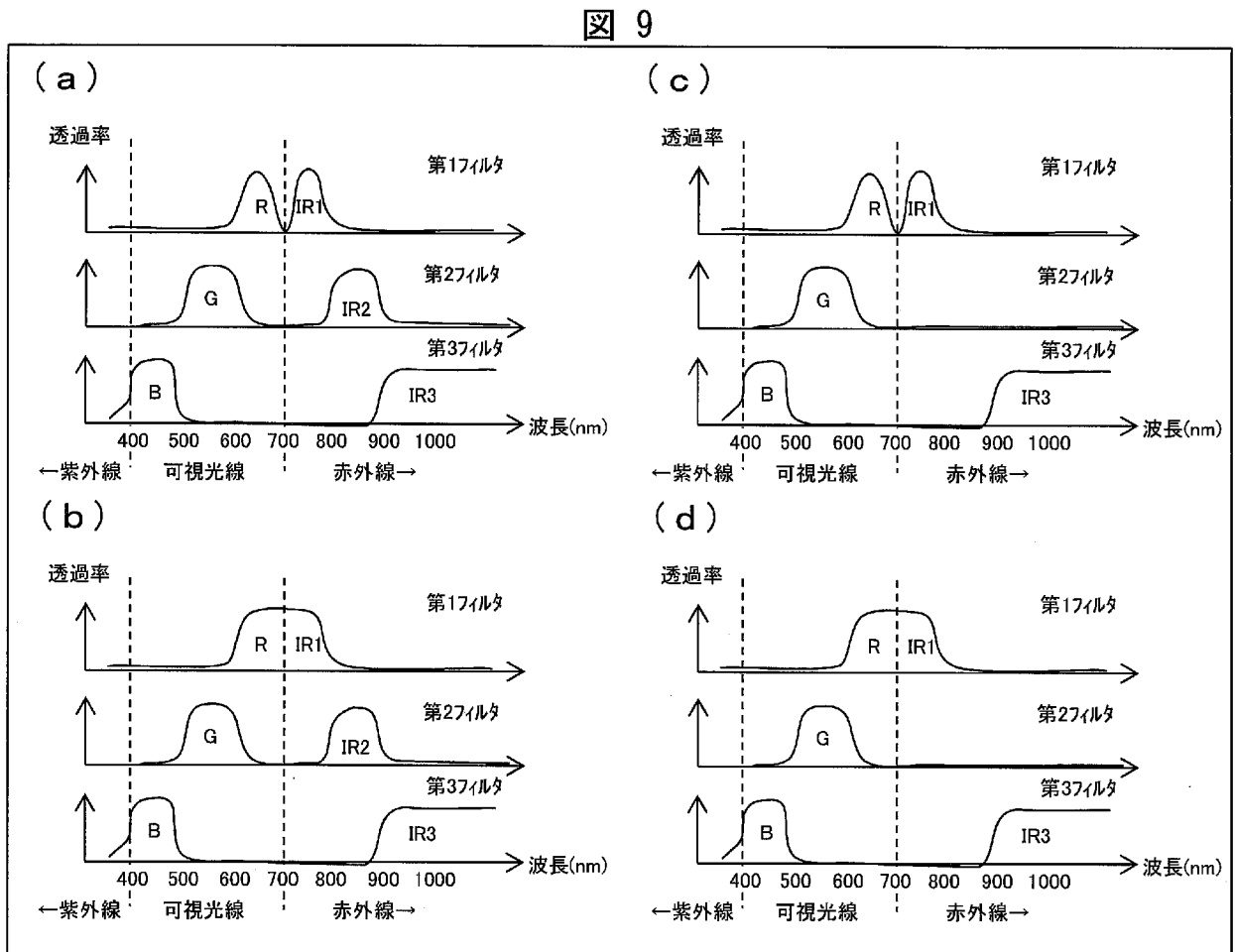
図 7



[図8]

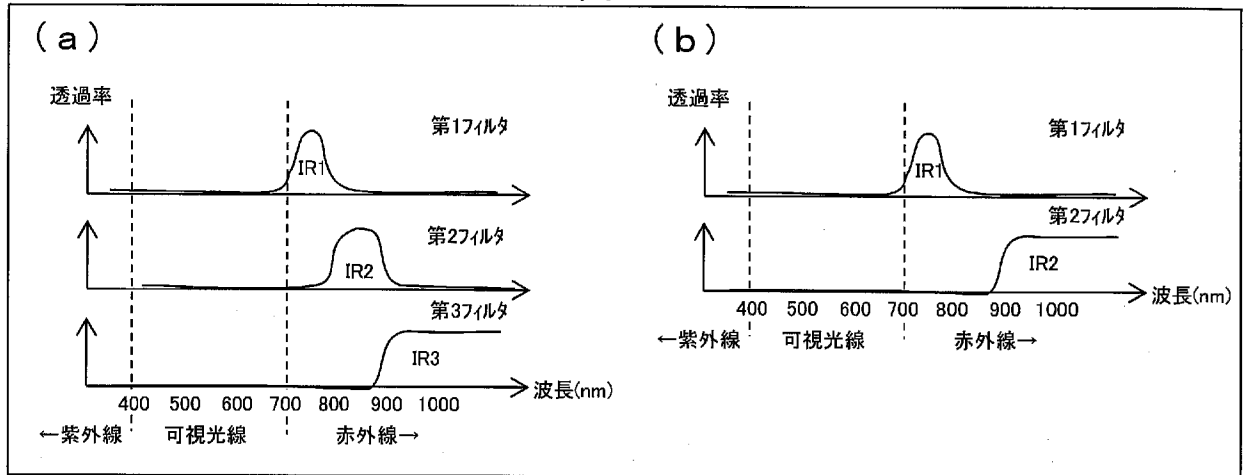


[図9]



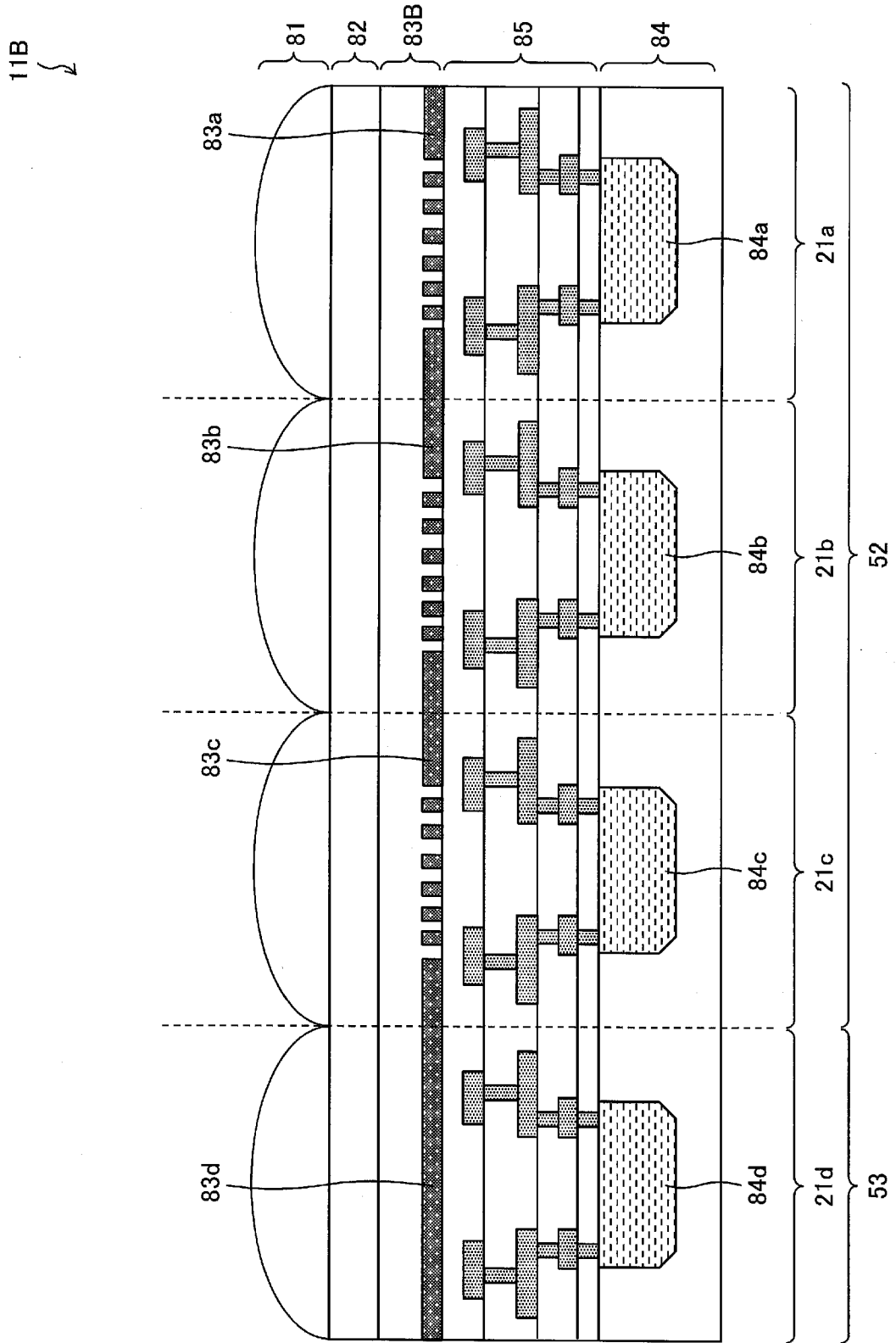
[図10]

図 10



[図11]

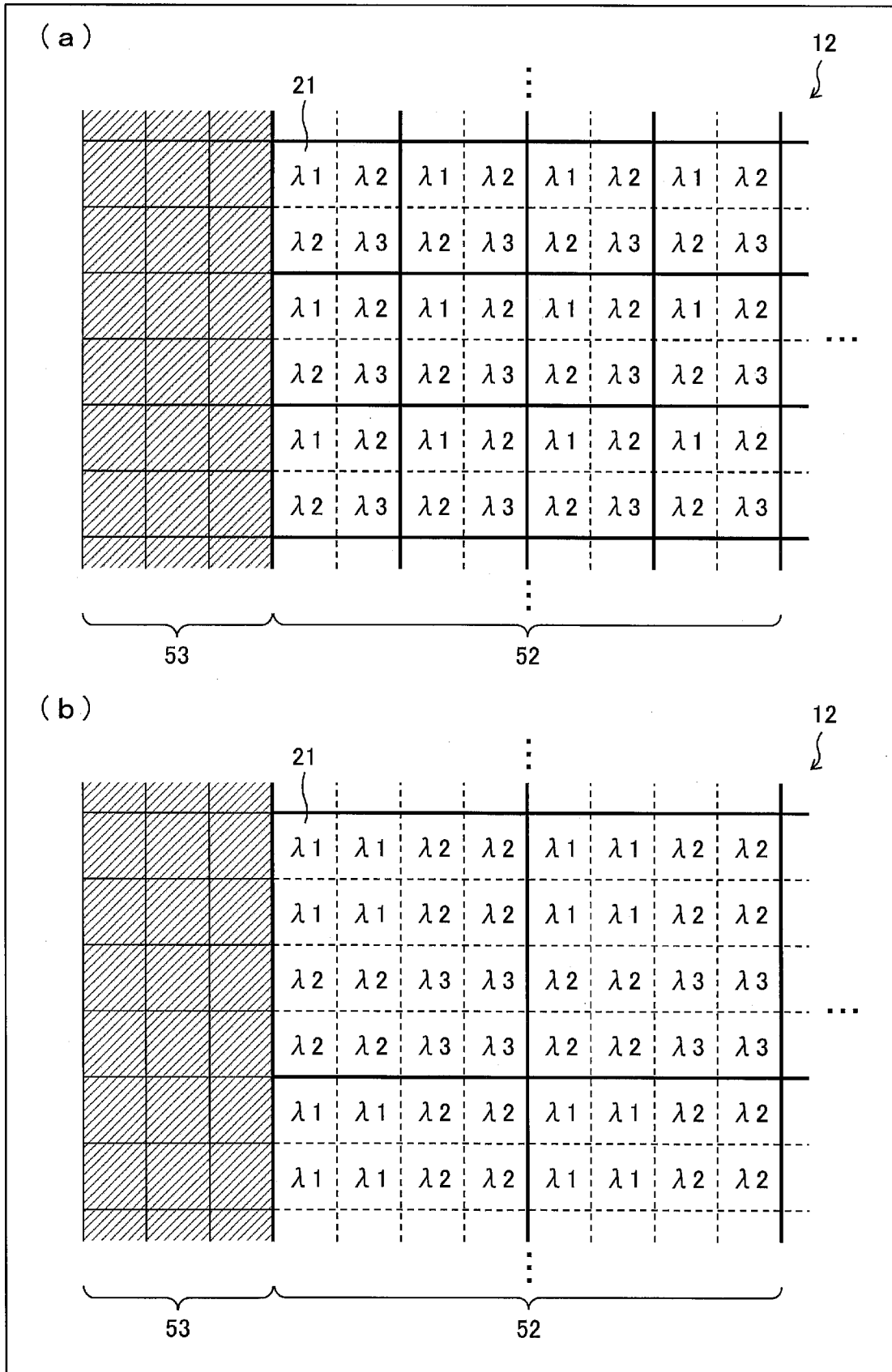
図 11



11B ↘ ↙

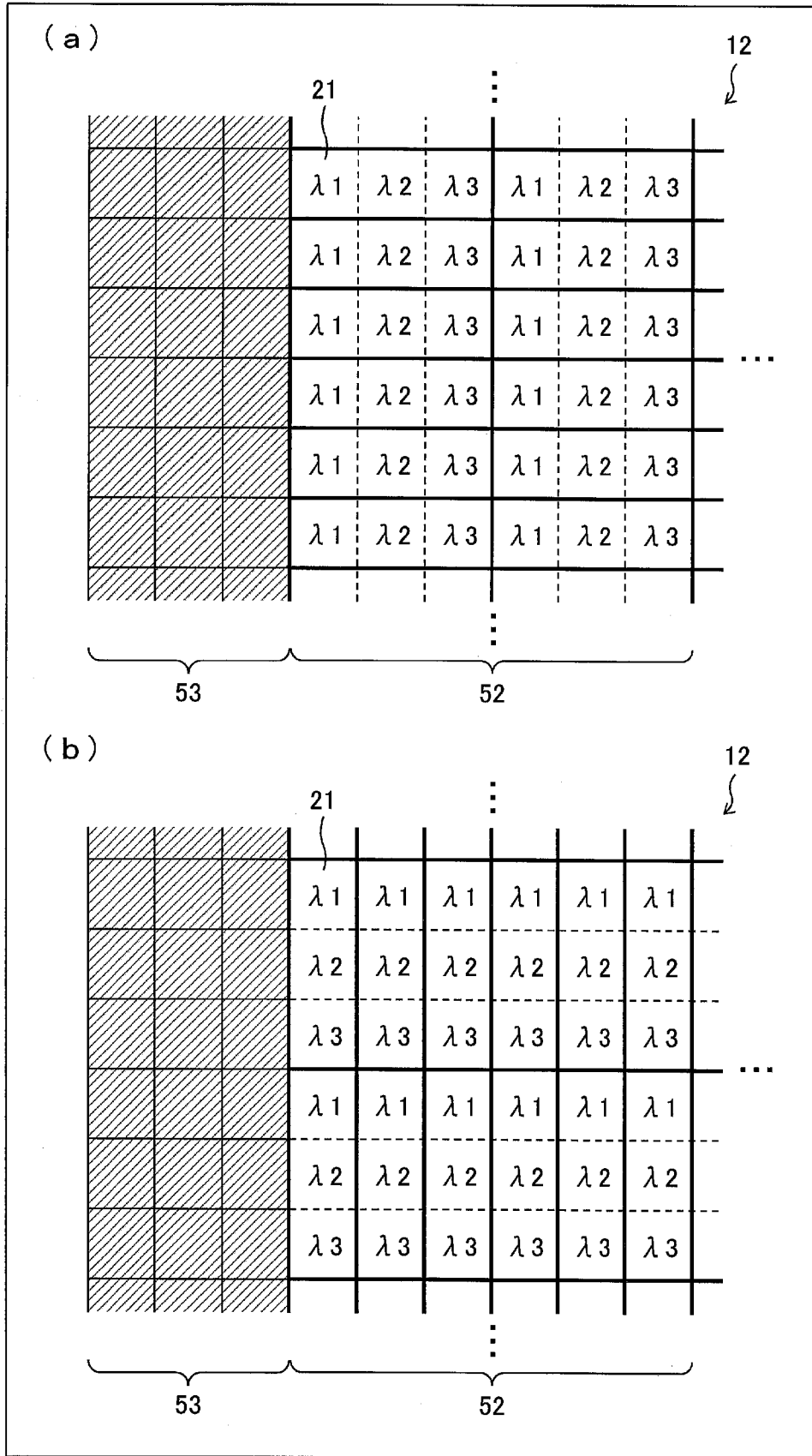
[図12]

図 12



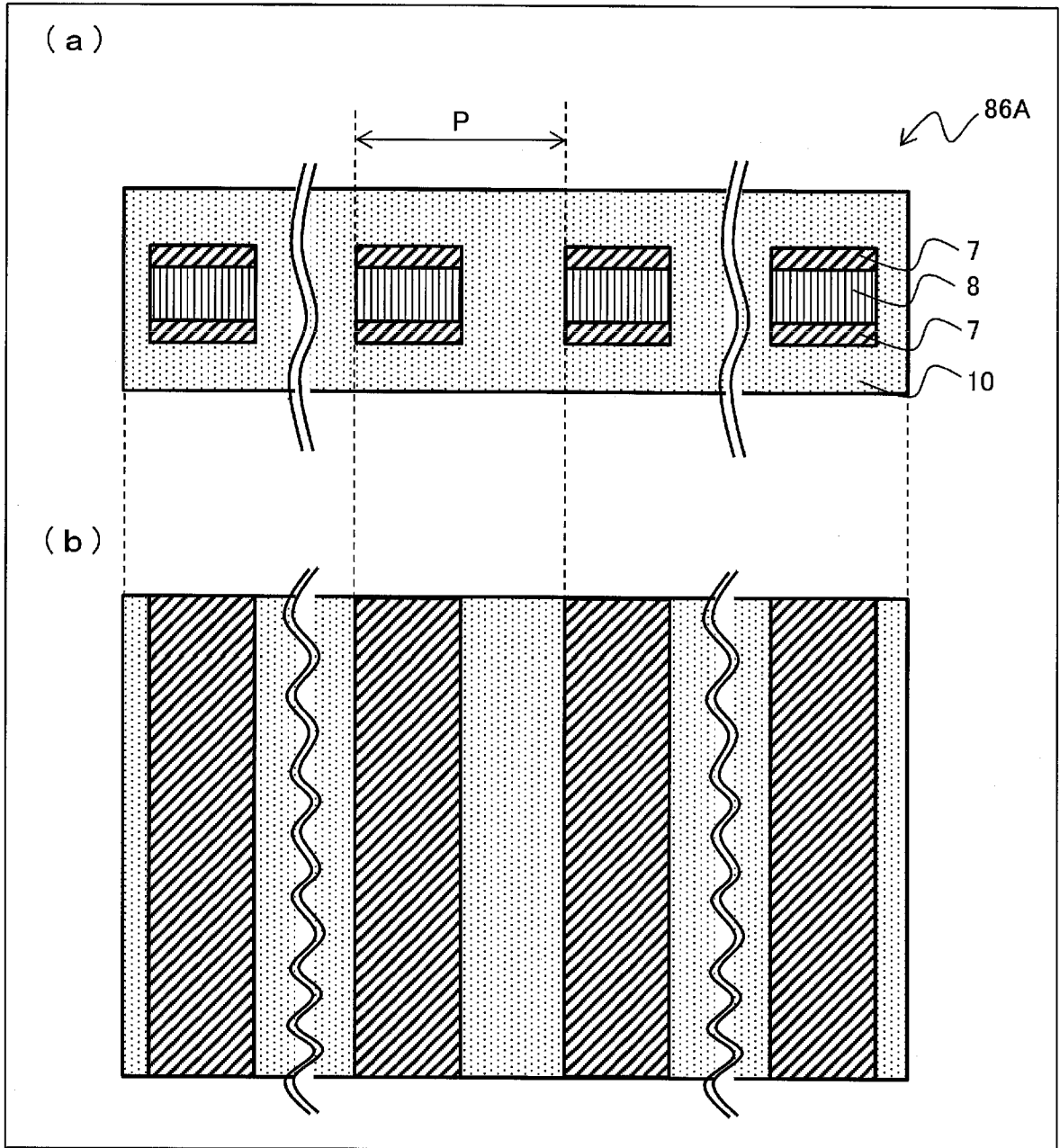
[図13]

図 13



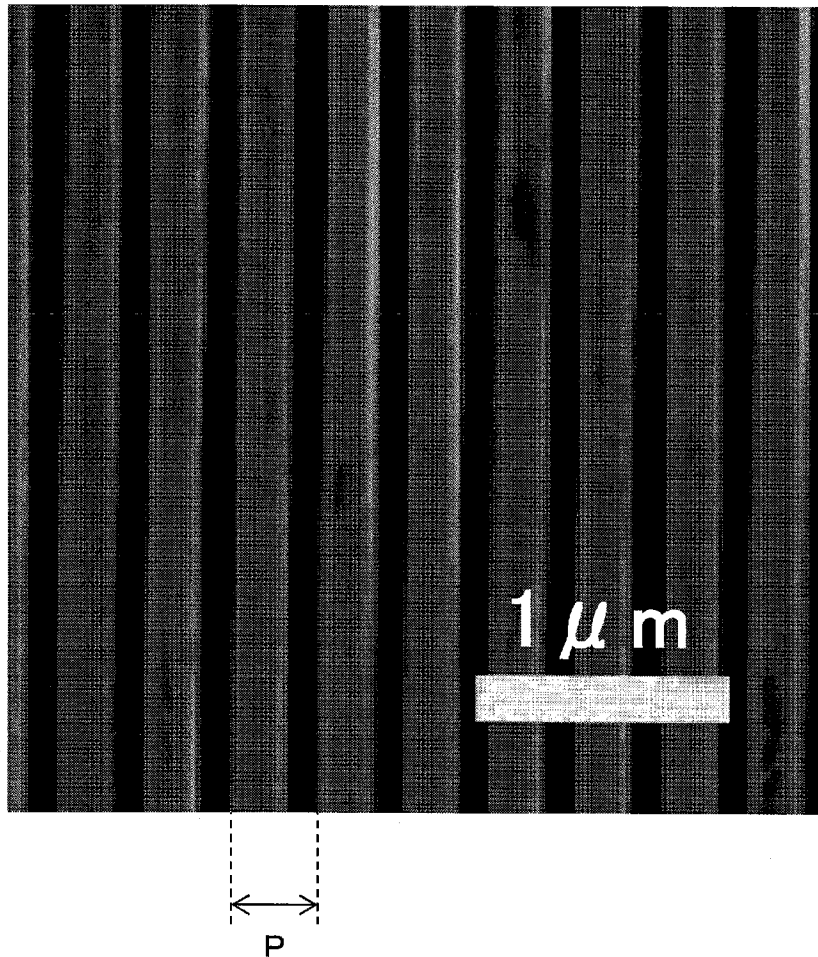
[図14]

図 14



[図15]

図 15



[図16]

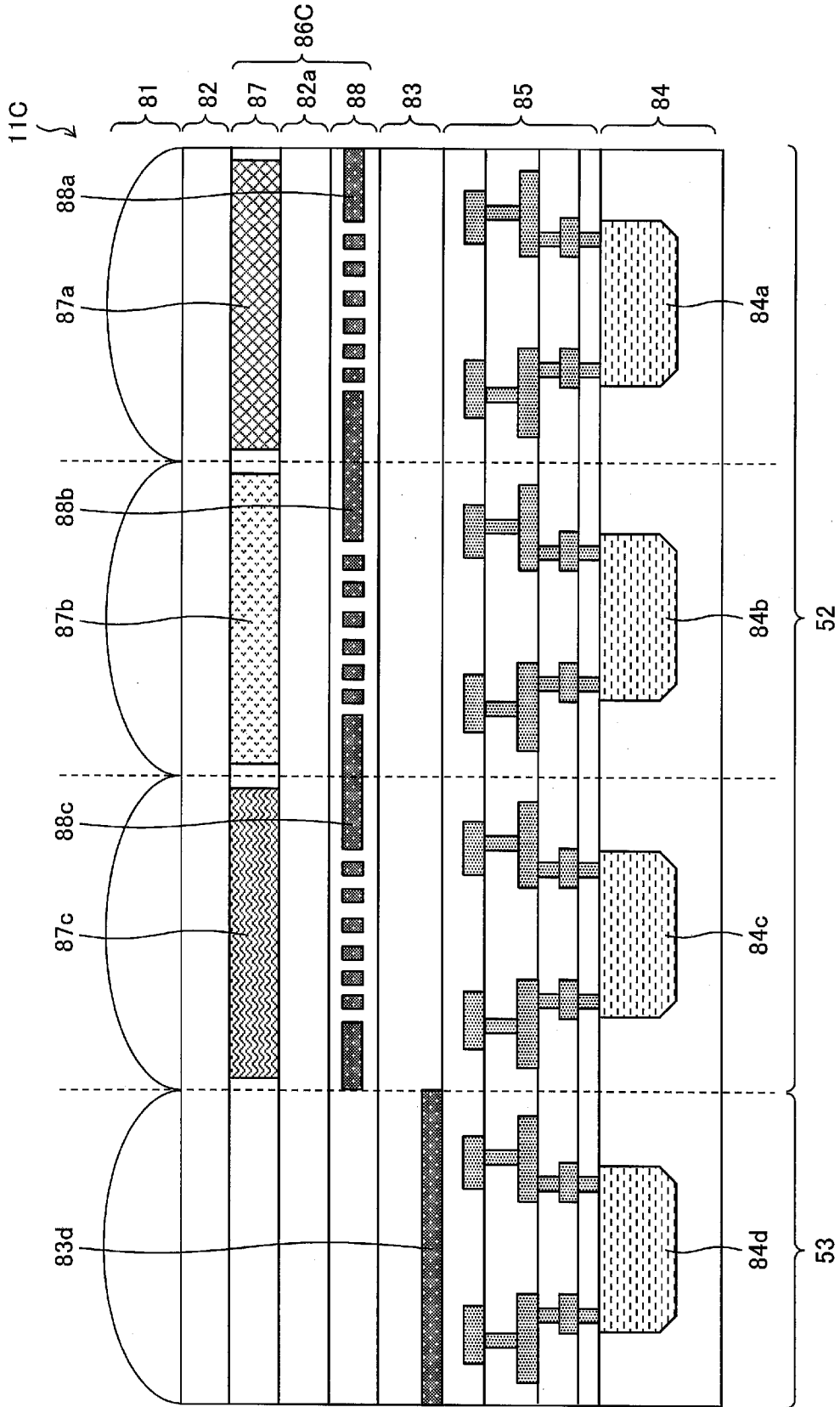
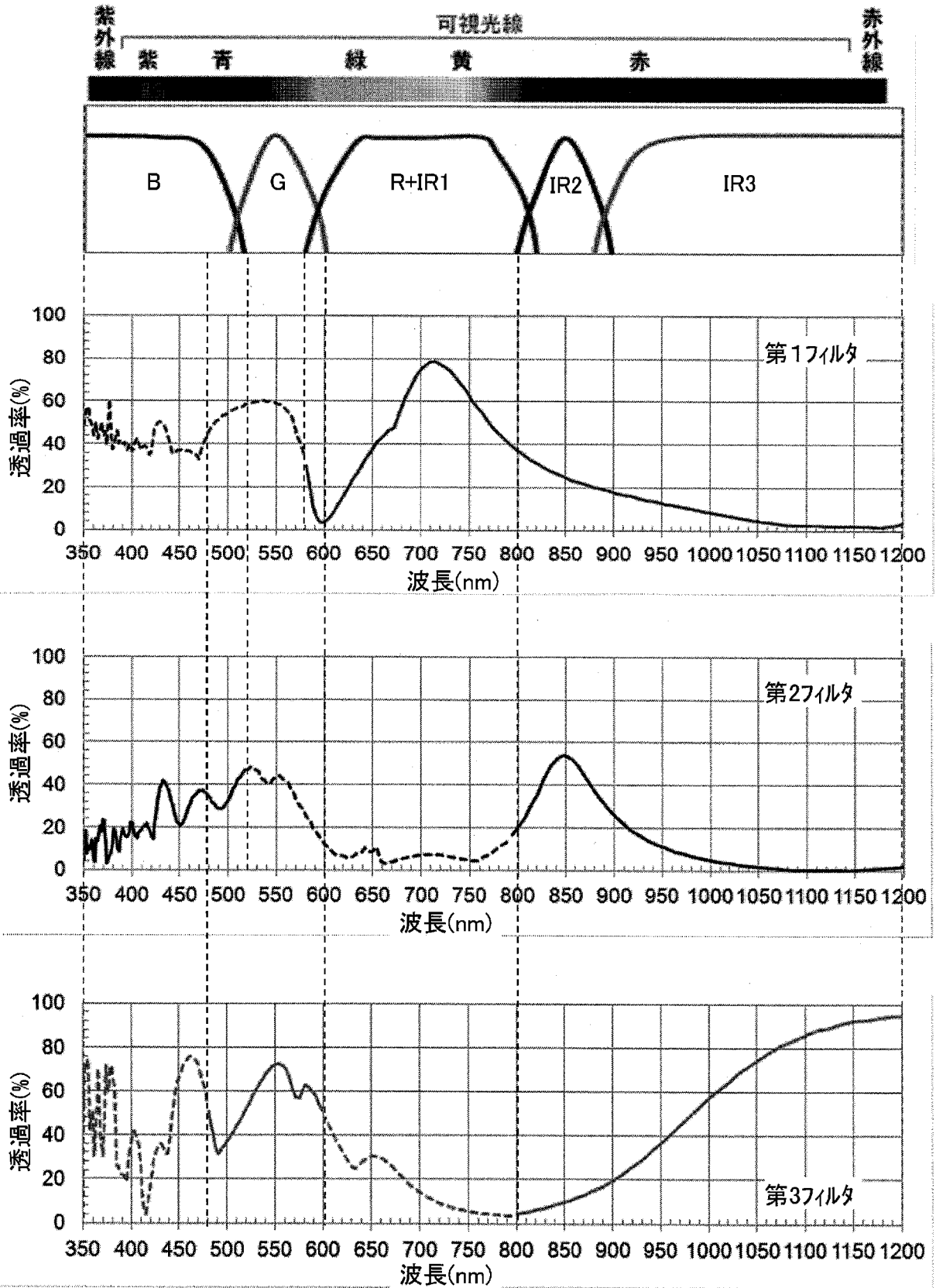


図 16

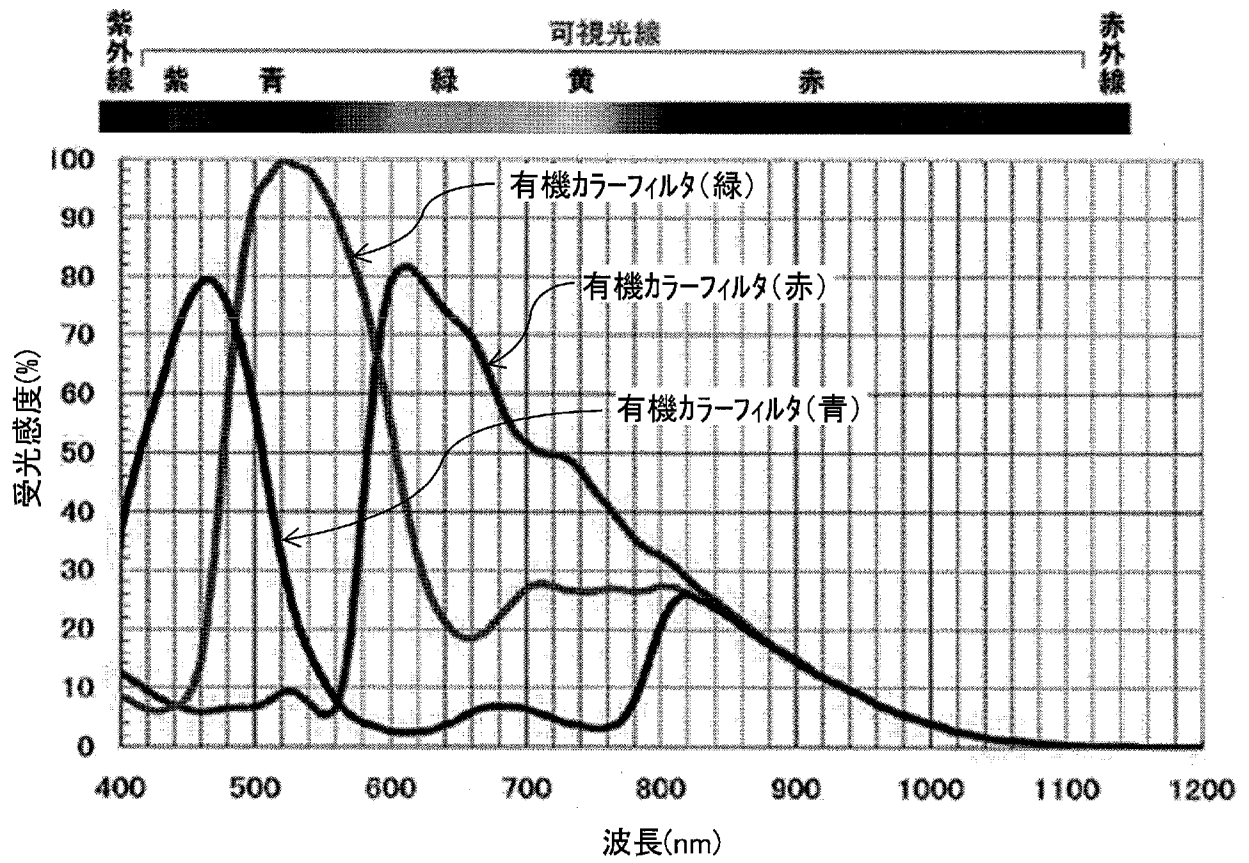
[図17]

図 17



[図18]

図 18



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2016/055831

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
G02B5/20(2006.01)i, G02B5/26(2006.01)i, H01L27/14(2006.01)i, H04N9/07(2006.01)i

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

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
G02B5/20, G02B5/26, H01L27/14, H04N9/07

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2006-524338 A (Raytheon Co.), 26 October 2006 (26.10.2006), paragraphs [0001], [0006] to [0043]; all drawings & US 2004/0211901 A1 paragraphs [0001], [0016] to [0053]; all drawings & WO 2004/094969 A1 & EP 1616160 A & KR 10-2006-0004951 A & IL 171486 A & KR 10-1169067 B1	1-7, 9-10 8
X Y	JP 2011-149735 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 04 August 2011 (04.08.2011), paragraphs [0027] to [0124]; all drawings (Family: none)	1-7, 9-10 8

Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 13 May 2016 (13.05.16)	Date of mailing of the international search report 31 May 2016 (31.05.16)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/055831

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2007-501391 A (University of Pittsburgh), 25 January 2007 (25.01.2007), paragraphs [0005] to [0155]; all drawings & US 2006/0273245 A1 paragraphs [0042] to [0187]; all drawings & US 2009/0073434 A1 & WO 2005/017570 A2 & EP 1661182 A & KR 10-2006-0130543 A	1-5,7,9-10 6,8
X Y	JP 2013-30626 A (Sony Corp.), 07 February 2013 (07.02.2013), claims 1 to 17; paragraphs [0001], [0004] to [0019], [0021] to [0100]; all drawings & US 2014/0146207 A1 claims 1 to 17; paragraphs [0001], [0009] to [0039], [0056] to [0247] & WO 2013/015117 A1 & EP 2738810 A1 & TW 201308585 A & CN 103733340 A & KR 10-2014-0053948 A & RU 2014101709 A & IN 482CHN2014 A	1-5,7-10 6
X Y	US 2013/0228687 A1 (CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE-CNRS), 05 September 2013 (05.09.2013), paragraphs [0038] to [0060]; all drawings & WO 2012/035110 A1 & EP 2616855 A & FR 2965067 A & CA 2811542 A	1-5,7,9-10 6,8
X Y	US 2012/0129269 A1 (NanoLambda, Inc.), 24 May 2012 (24.05.2012), paragraphs [0050], [0051], [0110] to [0112], [0151]; fig. 1, 2, 11 to 21 & WO 2010/108086 A2 & EP 2409135 A	1-5,7,9-10 6,8
X Y	JP 2007-264610 A (Canon Inc.), 11 October 2007 (11.10.2007), paragraphs [0010] to [0033]; all drawings & US 2009/0310133 A1 paragraphs [0042] to [0231]; all drawings & WO 2007/100112 A1 & EP 1991891 A	1-5,7,9-10 6,8
X Y	JP 2010-271049 A (Sony Corp.), 02 December 2010 (02.12.2010), claims 1 to 16; paragraphs [0001], [0102], [0103]; fig. 15 & US 2010/0295143 A1 claims 1 to 16; paragraphs [0002], [0084], [0136], [0137]; fig. 15 & US 2012/0292521 A1 & CN 101894849 A	1-5,7,9-10 6,8

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/055831

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2008-177191 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 31 July 2008 (31.07.2008), claims 1 to 18; paragraphs [0001], [0044] to [0117]; fig. 3, 5 & US 2008/0170143 A1 claims 1 to 18; paragraphs [0002], [0072] to [0146]; fig. 5, 7	1-5, 7, 9-10 6, 8
X Y	JP 11-72607 A (NEC Corp.), 16 March 1999 (16.03.1999), entire text; all drawings & US 5973316 A entire text; all drawings & US 6052238 A	1, 3-5, 7, 9 2, 6, 8, 10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B5/20(2006.01)i, G02B5/26(2006.01)i, H01L27/14(2006.01)i, H04N9/07(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B5/20, G02B5/26, H01L27/14, H04N9/07

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2006-524338 A (レイセオン カンパニー) 2006. 10. 26, 段落[0001], [0006]-[0043], 全図 & US 2004/0211901 A1,	1-7, 9-10
Y	段落[0001], [0016]-[0053], 全図 & WO 2004/094969 A1 & EP 1616160 A & KR 10-2006-0004951 A & IL 171486 A & KR 10-1169067 B1	8
X	JP 2011-149735 A (株式会社豊田中央研究所) 2011. 08. 04, 段落[0027]-[0124], 全図 (ファミリーなし)	1-7, 9-10
Y		8

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

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

の日の後に公表された文献

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

国際調査を完了した日

13. 05. 2016

国際調査報告の発送日

31. 05. 2016

国際調査機関の名称及びあて先  
 日本国特許庁 (ISA/J P)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

池田 博一

20

3491

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2007-501391 A (ユニバーシティー オブ ピッツバーグ) 2007.01.25, 段落[0005]-[0155], 全図 & US 2006/0273245	1-5, 7, 9-10
Y	A1, 段落[0042]-[0187], 全図 & US 2009/0073434 A1 & WO 2005/017570 A2 & EP 1661182 A & KR 10-2006-0130543 A	6, 8
X	JP 2013-30626 A (ソニー株式会社) 2013.02.07, 請求項1-17, 段落[0001], [0004]-[0019], [0021]-[010	1-5, 7- 10
Y	0], 全図 & US 2014/0146207 A1, 請求項1-17, 段落[0001], [0009]-[0039], [0056]-[0247] & WO 2013/015117 A1 & EP 2738810 A1 & TW 201308585 A & CN 103733340 A & KR 10-2014-0053948 A & RU 2014101709 A & IN 482CHN2014 A	6
X	US 2013/0228687 A1 (CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE-CNRS) 2013.09.05, 段落[0038]-[0060], 全	1-5, 7, 9-10
Y	図 & WO 2012/035110 A1 & EP 2616855 A & FR 2965067 A & CA 2811542 A	6, 8
X	US 2012/0129269 A1 (NanoLambda, Inc.) 2012.05.24, 段落[005 0], [0051], [0110]-[0112], [0151], 図1, 図	1-5, 7, 9-10
Y	2, 図11-図21 & WO 2010/108086 A2 & EP 2409135 A	6, 8
X	JP 2007-264610 A (キヤノン株式会社) 2007.10.11, 段落[0010] -[0033], 全図 & US 2009/0310133 A1, 段落[0042]-[0	1-5, 7, 9-10
Y	231], 全図 & WO 2007/100112 A1 & EP 1991891 A	6, 8
X	JP 2010-271049 A (ソニー株式会社) 2010.12.02, 請求項1-16, 段落[0001], [0102], [0103], 図15 & US 2010/0295143	1-5, 7, 9-10
Y	A1, 請求項1-16, 段落[0002], [0084], [0136], [0 137], 図15 & US 2012/0292521 A1 & CN 101894849 A	6, 8
X	JP 2008-177191 A (松下電器産業株式会社) 2008.07.31, 請求項1 -18, 段落[0001], [0044]-[0117], 図3, 図5 & US	1-5, 7, 9-10
Y	2008/0170143 A1, 請求項1-18, 段落[0002], [0072]- [0146], 図5, 図7	6, 8
X	JP 11-72607 A (日本電気株式会社) 1999.03.16, 全文, 全図 & US 5973316 A, 全文, 全図 & US 6052238 A	1, 3-5, 7, 9
Y		2, 6, 8, 10