

(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
2023年2月9日(09.02.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/013307 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 27/146 (2006.01) *H04N 9/07* (2006.01)
H04N 5/369 (2011.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/025792
- (22) 国際出願日: 2022年6月28日(28.06.2022)
- (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 2021-129791 2021年8月6日(06.08.2021) JP
- (71) 出願人: ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社(SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) [JP/JP]; 〒2430014

神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 Kanagawa (JP).

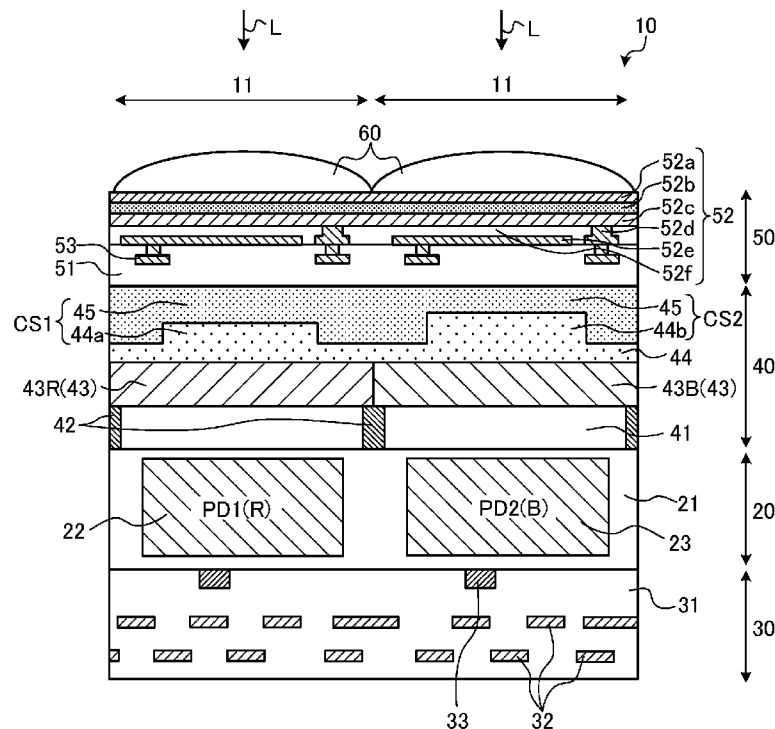
(72) 発明者: 星 博則(HOSHI, Hironori); 〒2430014
神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号
ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング Tokyo (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,

(54) Title: SOLID-STATE IMAGING ELEMENT AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 発明の名称: 固体撮像素子および電子機器



(57) Abstract: A solid-state imaging element (1) comprises: a first photoelectric conversion unit that has a photoelectric conversion layer (52b) made of an organic material and that photoelectrically converts light in a first wavelength range; second and third photoelectric conversion units that are arranged on a side opposite to a light incident side with respect to the first photoelectric conversion unit and that respectively photoelectrically convert light in second and third wavelength ranges different from the first wavelength range; and first and second color splitters that are respectively arranged between

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP,
KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT,
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

the first photoelectric conversion unit and the second and third photoelectric conversion units and that split the light transmitted through the first photoelectric conversion unit. The first color splitter causes the light in the second wavelength range to enter the second photoelectric conversion unit located proximally, and deflects the light in the third wavelength range toward the third photoelectric conversion unit located adjacently. The second color splitter causes the light in the third wavelength range to enter the third photoelectric conversion unit located proximally, and deflects the light in the second wavelength range toward the second photoelectric conversion unit located adjacently.

(57) 要約: 固体撮像素子(1)は、有機材料で構成される光電変換層(52b)を有し、第1の波長域の光を光電変換する第1の光電変換部と、第1の光電変換部に対して光入射側とは反対側に配置され、第1の波長域とは異なる第2の波長域及び第3の波長域の光を光電変換する第2の光電変換部及び第3の光電変換部と、第1の光電変換部と第2の光電変換部及び第3の光電変換部との間に配置され、第1の光電変換部を透過した光を分光する第1のカラースプリッタ及び第2のカラースプリッタとを備える。第1のカラースプリッタは、第2の波長域の光を近接する第2の光電変換部に入射させ、第3の波長域の光を隣接する第3の光電変換部に向けて屈曲させ、第2のカラースプリッタは、第3の波長域の光を近接する第3の光電変換部に入射させ、第2の波長域の光を隣接する第2の光電変換部に向けて屈曲させる。

明 細 書

発明の名称： 固体撮像素子および電子機器

技術分野

[0001] 本開示は、固体撮像素子および電子機器に関する。

背景技術

[0002] 近年、複数の光電変換素子を光入射方向に沿って積層した積層型のイメージセンサが提案されている。たとえば、光入射側に1つの波長域の光を光電変換する光電変換部が設けられ、光入射側とは反対側に別の波長域の光を光電変換する光電変換部が設けられる固体撮像素子が提案されている（たとえば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2017-157801号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、上記の従来技術では、光入射側の光電変換部において別の波長域の光も少なからず吸収されるため、光入射側とは反対側の光電変換部では感度が低下するという問題があった。

[0005] そこで、本開示では、光入射側とは反対側に位置する光電変換部の感度を向上させることができる固体撮像素子および電子機器を提案する。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示によれば、固体撮像素子が提供される。固体撮像素子は、第1の光電変換部と、第2の光電変換部と、第3の光電変換部と、第1のカラースプリッタと、第2のカラースプリッタと、を備える。第1の光電変換部は、有機材料で構成される光電変換層を有し、第1の波長域の光を光電変換する。第2の光電変換部は、前記第1の光電変換部に対して光入射側とは反対側に配置され、前記第1の波長域とは異なる第2の波長域の光を光電変換する。

第3の光電変換部は、前記第2の光電変換部に並んで配置され、前記第1の波長域および前記第2の波長域とは異なる第3の波長域の光を光電変換する。第1のカラースプリッタは、前記第1の光電変換部と前記第2の光電変換部との間に配置され、前記第1の光電変換部を透過した光を分光する。第2のカラースプリッタは、前記第1の光電変換部と前記第3の光電変換部との間に配置され、前記第1の光電変換部を透過した光を分光する。また、前記第1のカラースプリッタは、前記第2の波長域の光を近接する前記第2の光電変換部に入射させるとともに、前記第3の波長域の光を隣接する前記第3の光電変換部に向けて屈曲させる。また、前記第2のカラースプリッタは、前記第3の波長域の光を近接する前記第3の光電変換部に入射させるとともに、前記第2の波長域の光を隣接する前記第2の光電変換部に向けて屈曲させる。

発明の効果

[0007] 本開示によれば、光入射側とは反対側に位置する光電変換部の感度を向上させることができる固体撮像素子および電子機器を提供することができる。なお、ここに記載された効果は必ずしも限定されるものではなく、本開示中に記載されたいずれかの効果であってもよい。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本開示の実施形態に係る固体撮像素子の概略構成例を示すシステム構成図である。

[図2]本開示の実施形態に係る画素アレイ部の構造を模式的に示す断面図である。

[図3]本開示の実施形態に係るカラースプリッタの原理について説明するための図である。

[図4]本開示の実施形態に係る画素アレイ部における緑色光の入射状態を示す図である。

[図5]本開示の実施形態に係る画素アレイ部における赤色光の入射状態を示す図である。

[図6]本開示の実施形態に係る画素アレイ部における青色光の入射状態を示す図である。

[図7]本開示の実施形態に係る画素アレイ部の構造の別の例を模式的に示す断面図である。

[図8]本開示の実施形態に係るカラースプリッタの製造工程の一例を示す図である。

[図9]本開示の実施形態に係るカラースプリッタの製造工程の一例を示す図である。

[図10]本開示の実施形態に係るカラースプリッタの製造工程の一例を示す図である。

[図11]本開示の実施形態に係るカラースプリッタの製造工程の一例を示す図である。

[図12]本開示に係る技術を適用した電子機器としての撮像装置の構成例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下に、本開示の各実施形態について図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下の各実施形態において、同一の部位には同一の符号を付することにより重複する説明を省略する。

[0010] 近年、複数の光電変換素子を光入射方向に沿って積層した積層型のイメージセンサが提案されている。たとえば、光入射側に1つの波長域の光を光電変換する光電変換部が設けられ、光入射側とは反対側に別の波長域の光を光電変換する光電変換部が設けられる固体撮像素子が提案されている。

[0011] しかしながら、上記の従来技術では、光入射側の光電変換部において別の波長域の光も少なからず吸収されるため、光入射側とは反対側の光電変換部では感度が低下するという問題があった。

[0012] そこで、上述の問題点を克服し、光入射側とは反対側に位置する光電変換部の感度を向上させることができる技術の実現が期待されている。

[0013] [固体撮像素子の構成]

図 1 は、本開示の実施形態に係る固体撮像素子 1 の概略構成例を示すシステム構成図である。図 1 に示すように、CMOS イメージセンサである固体撮像素子 1 は、画素アレイ部 10 と、システム制御部 12 と、垂直駆動部 13 と、カラム読出し回路部 14 と、カラム信号処理部 15 と、水平駆動部 16 と、信号処理部 17 とを備える。

[0014] これら画素アレイ部 10、システム制御部 12、垂直駆動部 13、カラム読出し回路部 14、カラム信号処理部 15、水平駆動部 16 および信号処理部 17 は、同一の半導体基板上または電氣的に接続された複数の積層半導体基板上に設けられる。

[0015] 画素アレイ部 10 には、入射光量に応じた電荷量を光電変換して内部に蓄積し、信号として出力することが可能な光電変換素子（光電変換部 52（図 2 参照）など）を有する有効単位画素（以下、「単位画素」とも呼称する）11 が行列状に 2 次元配置されている。

[0016] また、画素アレイ部 10 は、有効単位画素 11 の他に、光電変換部 52 などを持たない構造のダミー単位画素や、受光面を遮光することで外部からの光入射が遮断された遮光単位画素などが、行および／または列状に配置されている領域を含む場合がある。

[0017] なお、遮光単位画素は、受光面が遮光された構造である以外は、有効単位画素 11 と同様の構成を備えていてもよい。また、以下では、入射光量に応じた電荷量の光電荷を、単に「電荷」とも呼称し、単位画素 11 を、単に「画素」とも呼称する場合もある。

[0018] 画素アレイ部 10 には、行列状の画素配列に対して、行ごとに画素駆動線 LD が図面中の左右方向（画素行の画素の配列方向）に沿って形成され、列ごとに垂直画素配線 LV が図面中の上下方向（画素列の画素の配列方向）に沿って形成される。画素駆動線 LD の一端は、垂直駆動部 13 の各行に対応した出力端に接続される。

[0019] カラム読出し回路部 14 は、少なくとも、画素アレイ部 10 内の選択行における単位画素 11 に列ごとに定電流を供給する回路、カレントミラー回路

および読出し対象となる単位画素 11 の切替えスイッチなどを含む。

[0020] そして、カラム読出し回路部 14 は、画素アレイ部 10 内の選択画素におけるトランジスタとともに増幅器を構成し、光電荷信号を電圧信号に変換して垂直画素配線 L_V に出力する。

[0021] 垂直駆動部 13 は、シフトレジスタやアドレスデコーダなどを含み、画素アレイ部 10 の各単位画素 11 を、全画素同時や行単位などで駆動する。この垂直駆動部 13 は、その具体的な構成については図示を省略するが、読出し走査系と、掃出し走査系あるいは一括掃出しおよび一括転送系とを有する構成となっている。

[0022] 読出し走査系は、単位画素 11 から画素信号を読み出すために、画素アレイ部 10 の単位画素 11 を行単位で順に選択走査する。行駆動（ローリングシャッタ動作）の場合、掃出しについては、読出し走査系によって読出し走査が行われる読出し行に対して、その読出し走査よりもシャッタスピードの時間分だけ先行して掃出し走査が行なわれる。

[0023] また、グローバル露光（グローバルシャッタ動作）の場合は、一括転送よりもシャッタスピードの時間分先行して一括掃出しが行なわれる。このような掃出しにより、読出し行の単位画素 11 の光電変換部 52 などから不要な電荷が掃出し（リセット）される。そして、不要電荷の掃出し（リセット）により、いわゆる電子シャッタ動作が行われる。

[0024] ここで、電子シャッタ動作とは、直前まで光電変換部 52 などに溜まっていた不要な光電荷を捨てて、新たに露光を開始する（光電荷の蓄積を開始する）動作のことをいう。

[0025] 読出し走査系による読出し動作によって読み出される信号は、その直前の読出し動作または電子シャッタ動作以降に入射した光量に対応するものである。行駆動の場合は、直前の読出し動作による読出しタイミングまたは電子シャッタ動作による掃出しタイミングから、今回の読出し動作による読出しタイミングまでの期間が、単位画素 11 における光電荷の蓄積時間（露光時間）となる。グローバル露光の場合は、一括掃出しから一括転送までの時間

が蓄積時間（露光時間）となる。

[0026] 垂直駆動部 13 によって選択走査された画素行の各单位画素 11 から出力される画素信号は、垂直画素配線 L V の各々を通してカラム信号処理部 15 に供給される。カラム信号処理部 15 は、画素アレイ部 10 の画素列ごとに、選択行の各单位画素 11 から垂直画素配線 L V を通して出力される画素信号に対して所定の信号処理を行うとともに、信号処理後の画素信号を一時的に保持する。

[0027] 具体的には、カラム信号処理部 15 は、信号処理として少なくとも、ノイズ除去処理、たとえば C D S (Correlated Double Sampling : 相関二重サンプリング) 処理を行う。このカラム信号処理部 15 による C D S 処理により、リセットノイズや増幅トランジスタ AMP の閾値ばらつきなどの画素固有の固定パターンノイズが除去される。

[0028] なお、カラム信号処理部 15 には、ノイズ除去処理以外に、たとえば、A D 変換機能を持たせて、画素信号をデジタル信号として出力するように構成することもできる。

[0029] 水平駆動部 16 は、シフトレジスタやアドレスデコーダなどを含み、カラム信号処理部 15 の画素列に対応する単位回路を順番に選択する。この水平駆動部 16 による選択走査により、カラム信号処理部 15 で信号処理された画素信号が順番に信号処理部 17 に出力される。

[0030] システム制御部 12 は、各種のタイミング信号を生成するタイミングジェネレータなどを含み、タイミングジェネレータで生成された各種のタイミング信号を基に、垂直駆動部 13、カラム信号処理部 15、水平駆動部 16 などの駆動制御を行う。

[0031] 固体撮像素子 1 は、さらに、信号処理部 17 と、図示しないデータ格納部とを備える。信号処理部 17 は、少なくとも加算処理機能を有し、カラム信号処理部 15 から出力される画素信号に対して加算処理などの種々の信号処理を行う。

[0032] データ格納部は、信号処理部 17 での信号処理にあたって、その処理に必

要なデータを一時的に格納する。これら信号処理部 17 およびデータ格納部については、固体撮像素子 1 とは別の基板に設けられる外部信号処理部、たとえば DSP (Digital Signal Processor) やソフトウェアによる処理であってもよいし、固体撮像素子 1 と同じ基板上に搭載されてもよい。

[0033] [画素アレイ部の構成]

つづいて、画素アレイ部 10 の詳細な構成について、図 2 ～図 6 を参照しながら説明する。図 2 は、本開示の実施形態に係る画素アレイ部 10 の構造を模式的に示す断面図である。

[0034] 画素アレイ部 10 は、半導体層 20 と、配線層 30 と、光学層 40 と、有機光電変換層 50 と、OCL (オンチップレンズ) 60 とを備える。そして、画素アレイ部 10 では、外部からの入射光 L が入射する側 (以下、光入射側とも呼称する。) から順に、OCL 60、有機光電変換層 50、光学層 40、半導体層 20 および配線層 30 が積層されている。

[0035] 半導体層 20 は、第 1 導電型 (たとえば、P 型) の半導体領域 21 と、第 2 導電型 (たとえば、N 型) の半導体領域 22、23 とを有する。そして、第 1 導電型の半導体領域 21 内に、第 2 導電型の半導体領域 22、23 が画素単位で平面方向 (画素 11 の配列方向) に並んで形成されることにより、PN 接合によるフォトダイオード PD1、PD2 が、平面方向に並んで形成される。

[0036] フォトダイオード PD1 は、第 2 の光電変換部の一例であり、フォトダイオード PD2 は、第 3 の光電変換部の一例である。

[0037] たとえば、半導体領域 22 を電荷蓄積領域とするフォトダイオード PD1 は、赤色の波長域 (以下、「赤色領域」とも呼称する。) の光を受光して光電変換する光電変換部である。赤色の波長域 (赤色領域) は、第 2 の波長域の一例である。

[0038] また、半導体領域 23 を電荷蓄積領域とするフォトダイオード PD2 は、青色の波長域 (以下、「青色領域」とも呼称する。) の光を受光して光電変換する光電変換部である。青色の波長域 (青色領域) は、第 3 の波長域の一

例である。

[0039] フォトダイオードPD1またはフォトダイオードPD2は、たとえば、画素アレイ部10の画素11ごとに個別に形成される。

[0040] 半導体層20における光入射側とは反対側の面には、配線層30が配置される。かかる配線層30は、層間絶縁膜31内に複数の配線膜32および複数の画素トランジスタ33が形成されることにより構成される。複数の画素トランジスタ33は、フォトダイオードPD1、PD2および後述する光電変換部52に蓄積された電荷の読み出しなどを行う。

[0041] 半導体層20における光入射側の面には、光学層40が配置される。光学層40は、平坦化層41と、遮光壁42と、カラーフィルタ43と、低屈折率層44と、高屈折率層45と、を有する。そして、光学層40では、光入射側から順に、高屈折率層45、低屈折率層44、カラーフィルタ43および平坦化層41（または遮光壁42）が積層されている。

[0042] 平坦化層41は、カラーフィルタ43が形成される面を平坦化し、カラーフィルタ43を形成する際の回転塗布の工程で発生するムラを回避するために設けられる。平坦化層41は、たとえば、酸化シリコンで構成される。

[0043] なお、平坦化層41は、酸化シリコンで構成される場合に限られず、窒化シリコンや有機材料（たとえば、アクリル樹脂）などにより構成されてもよい。

[0044] 遮光壁42は、隣接する画素11から斜めに入射する光を遮蔽する壁状の膜である。遮光壁42は、平坦化層41の内部において、平面視でフォトダイオードPD1またはフォトダイオードPD2を囲むように設けられる。遮光壁42は、たとえば、アルミニウムやタングステンなどにより構成される。

[0045] カラーフィルタ43は、入射光Lのうち、所定の波長域の光を透過させる光学的なフィルタである。このカラーフィルタ43には、たとえば、赤色領域の光を透過させるカラーフィルタ43Rと、青色領域の光を透過させるカラーフィルタ43Bとが含まれる。

- [0046] カラーフィルタ43Rは、第1のカラーフィルタの一例であり、フォトダイオードPD1の光入射側に配置される。カラーフィルタ43Bは、第2のカラーフィルタの一例であり、フォトダイオードPD2の光入射側に配置される。カラーフィルタ43Rまたはカラーフィルタ43Bは、たとえば、画素アレイ部10の画素11ごとに個別に形成される。
- [0047] 低屈折率層44は、高屈折率層45よりも低い屈折率を有する材料で構成される。低屈折率層44は、たとえば、酸化シリコンや酸化アルミニウムなどの金属酸化物、またはアクリル樹脂などの有機物などで構成される。
- [0048] 低屈折率層44における光入射側の面には、所定の形状を有する凸部44aおよび凸部44bが設けられる。凸部44aは、フォトダイオードPD1の光入射側に配置される。凸部44bは、フォトダイオードPD2の光入射側に配置される。
- [0049] 高屈折率層45は、低屈折率層44よりも高い屈折率を有する材料で構成される。高屈折率層45は、たとえば、窒化シリコン、炭化シリコンなどのシリコン化合物、酸化チタン、酸化タンタル、酸化ニオブ、酸化ハフニウム、酸化インジウム、酸化スズなどの金属酸化物、あるいはこれらの複合酸化物で構成される。また、高屈折率層45は、シロキサンなどの有機物から構成されてもよい。
- [0050] 光学層40には、低屈折率層44の凸部44aと、かかる凸部44aに隣接する高屈折率層45とで構成されるカラースプリッタCS1がフォトダイオードPD1の光入射側に配置される。カラースプリッタCS1は、第1のカラースプリッタの一例である。
- [0051] 光学層40には、また、低屈折率層44の凸部44bと、かかる凸部44bに隣接する高屈折率層45とで構成されるカラースプリッタCS2がフォトダイオードPD2の光入射側に配置される。カラースプリッタCS2は、第2のカラースプリッタの一例である。これらのカラースプリッタCS1、CS2の作用などについては後述する。
- [0052] 光学層40における光入射側の面には、有機光電変換層50が配置される

。有機光電変換層 5 0 は、層間絶縁膜 5 1 と、光電変換部 5 2 とを有する。光電変換部 5 2 は、第 1 の光電変換部の一例である。そして、有機光電変換層 5 0 では、光入射側から順に、光電変換部 5 2 および層間絶縁膜 5 1 が積層されている。

[0053] 層間絶縁膜 5 1 は、たとえば、酸化シリコン、TEOS、窒化シリコンおよび酸化窒化シリコンなどのうちの 1 種よりなる単層膜、あるいはこれらのうちの 2 種以上よりなる積層膜により構成される。

[0054] 光電変換部 5 2 は、上部電極 5 2 a と、光電変換層 5 2 b と、電荷蓄積層 5 2 c と、下部電極 5 2 d、5 2 e と、絶縁層 5 2 f とを有する。そして、光電変換部 5 2 では、光入射側から順に、上部電極 5 2 a、光電変換層 5 2 b、電荷蓄積層 5 2 c、絶縁層 5 2 f および下部電極 5 2 d、5 2 e が積層されている。

[0055] 上部電極 5 2 a、光電変換層 5 2 b、電荷蓄積層 5 2 c および絶縁層 5 2 f は、たとえば、画素アレイ部 1 0 の全ての画素 1 1 に共通に形成され、下部電極 5 2 d、5 2 e は、たとえば、画素アレイ部 1 0 の画素 1 1 ごとに分離して形成される。

[0056] 上部電極 5 2 a は、画素アレイ部 1 0 の周縁部において配線層や貫通電極（いずれも図示せず）などを介し、配線層 3 0 の配線膜 3 2 に電氣的に接続される。上部電極 5 2 a の材料には、たとえば、インジウム錫オキシド（ITO）などの透明な導電材料が用いられる。

[0057] なお、上部電極 5 2 a および下部電極 5 2 d の材料は、ITOに限られず、各種の透明導電材料（たとえば、酸化スズ、酸化亜鉛、IZO、IGO、IGZO、ATO、AZO）などを用いることができる。

[0058] なお、上記の IZO とは酸化亜鉛にインジウムを添加した酸化物であり、IGO とは酸化ガリウムにインジウムを添加した酸化物であり、IGZO とは酸化亜鉛にインジウムおよびガリウムを添加した酸化物である。また、上記の ATO とは酸化スズにアンチモンを添加した酸化物であり、AZO とは酸化亜鉛にアンチモンを添加した酸化物である。

- [0059] 光電変換層 5 2 b は、有機半導体材料で構成され、外部からの入射光 L のうち選択的な波長域（たとえば、緑色の波長域（以下、「緑色領域」とも呼称する。））の光を光電変換する。緑色の波長域（緑色領域）は、第 1 の波長域の一例である。
- [0060] 光電変換層 5 2 b は、p 型有機半導体および n 型有機半導体のうちの一方または両方を含むことが望ましい。光電変換層 5 2 b は、たとえば、キナクリドン、キナクリドン誘導体、サブフタロシアニンおよびサブフタロシアニン誘導体などで構成され、これらの材料のうち少なくとも 1 種を含むことが望ましい。
- [0061] なお、光電変換層 5 2 b は、かかる材料に限定されず、たとえば、ナフタレン、アントラセン、フェナントレン、テトラセン、ピレン、ペリレンおよびフルオランテンなど（いずれも誘導体を含む）のうちの少なくとも 1 種であってもよい。
- [0062] また、光電変換層 5 2 b には、フェニレンビニレン、フルオレン、カルバゾール、インドール、ピレン、ピロール、ピコリン、チオフェン、アセチレンおよびジアセチレンなどの重合体もしくは誘導体を用いられていてもよい。
- [0063] また、光電変換層 5 2 b には、金属錯体色素、シアニン系色素、メロシアニン系色素、フェニルキサンテン系色素、トリフェニルメタン系色素、ロダシアニン系色素、キサンテン系色素などが用いられていてもよい。
- [0064] なお、かかる金属錯体色素としては、たとえばジチオール金属錯体系色素や金属フタロシアニン色素、金属ポルフィリン色素、ルテニウム錯体色素などが挙げられる。光電変換層 5 2 b には、このような有機半導体色素の他にも、たとえばフラーレン（ C_{60} ）および BCP（Bathocuproine）などの他の有機材料が含まれていても構わない。
- [0065] 光電変換層 5 2 b で緑色の光を光電変換させる場合、光電変換層 5 2 b には、たとえば、ローダミン系色素、メラシアニン系色素、キナクリドン誘導体、サブフタロシアニン系色素（サブフタロシアニン誘導体）などを用いる

ことができる。

[0066] 電荷蓄積層 5 2 c は、光電変換層 5 2 b と絶縁層 5 2 f との間に設けられ、光電変換層 5 2 b で発生した電荷を蓄積する。電荷蓄積層 5 2 c は、光電変換層 5 2 b よりも電荷の移動度が高く、かつ、バンドギャップが大きな材料を用いて形成されることが好ましい。

[0067] たとえば、電荷蓄積層 5 2 c の構成材料のバンドギャップは、3. 0 e V 以上であることが好ましい。このような材料としては、たとえば、I G Z O などの酸化物半導体材料や有機半導体材料などが挙げられる。

[0068] かかる有機半導体材料としては、たとえば、遷移金属ダイカルコゲナイド、単価シリコン (S i C)、ダイヤモンド、グラフェン、カーボンナノチューブ、縮合多環炭化水素化合物および縮合複素環化合物などが挙げられる。

[0069] このような電荷蓄積層 5 2 c を光電変換層 5 2 b の下層に設けることにより、電荷蓄積時における電荷の再結合を防止し、転送効率を向上させることができる。

[0070] 下部電極 5 2 d、5 2 e の材料には、上部電極 5 2 a と同様の材料（たとえば、I T O など）が用いられる。下部電極 5 2 d は、電荷蓄積層 5 2 c と電氣的に接続されるとともに、層間絶縁膜 5 1、光学層 4 0 および半導体層 2 0 を貫通する金属配線（図示せず）に電氣的に接続される。

[0071] かかる金属配線は、タングステン (W)、チタン (T i)、アルミニウム (A l)、銅 (C u) などの材料を用いて形成される。なお、この金属配線は、画素間遮光膜としての機能も有する。

[0072] また、この金属配線は、半導体領域 2 1 の光入射側とは反対側の界面近傍に形成される電荷蓄積部（図示せず）に電氣的に接続される。かかる電荷蓄積部は、第 2 導電型（たとえば、N 型）の半導体領域で形成される。

[0073] 下部電極 5 2 e は、層間絶縁膜 5 1 内に形成される配線膜 5 3 や図示しない貫通電極などを介し、配線層 3 0 の配線膜 3 2 に電氣的に接続される。

[0074] 光電変換部 5 2 で光電変換されて生成された電荷は、金属配線を介して電荷蓄積部へ転送される。かかる電荷蓄積部は、光電変換部 5 2 で光電変換さ

れた電荷を、対応する画素トランジスタ 33 で読み出されるまでの間、一時的に蓄積する。

[0075] 具体的には、光電変換部 52 では、電荷蓄積期間において、図示しない駆動回路から下部電極 52 d、52 e および上部電極 52 a に所定の電圧が印加される。たとえば、電荷蓄積期間では、下部電極 52 d、52 e に正電圧が印加され、上部電極 52 a に負電圧が印加される。さらに、電荷蓄積期間では、下部電極 52 d より下部電極 52 e に大きな正電圧が印加される。

[0076] これにより、電荷蓄積期間では、光電変換層 52 b 内で光電変換されて生成された電荷に含まれる電子が、下部電極 52 e の大きな正電圧で引きつけられて、電荷蓄積層 52 c に蓄積される。

[0077] また、画素 11 では、電荷蓄積期間の後期において、図示しないリセットトランジスタを動作させることにより、リセット動作が行われる。これによって、電荷蓄積部の電位がリセットされ、電荷蓄積部の電位は電源電圧となる。

[0078] 画素 11 では、かかるリセット動作の完了後、電荷の転送動作が行われる。かかる電荷の転送動作では、駆動回路から、下部電極 52 e より高い正電圧が下部電極 52 d に印加される。これにより、電荷蓄積層 52 c に蓄積されていた電子は、下部電極 52 d および金属配線 24 を介して電荷蓄積部に転送される。

[0079] 画素 11 では、以上の動作により、電荷蓄積動作、リセット動作、電荷転送動作といった一連の動作が完了する。

[0080] 半球形状に構成される OCL 60 は、たとえば、画素 11 ごとに設けられ、各画素 11 の光電変換部 52、フォトダイオード PD1 およびフォトダイオード PD2 に入射光 L を集光するレンズである。OCL 60 は、たとえば、アクリル系などの樹脂により構成される。

[0081] つづいて、実施形態に係るカラースプリッタ CS1、CS2 の原理について、図 3 を参照しながら説明する。図 3 は、本開示の実施形態に係るカラースプリッタ CS1、CS2 の原理について説明するための図である。

[0082] 図3に示すように、カラースプリッタCS1、CS2には、低屈折率層44および高屈折率層45の深さ方向の配置が異なる第1領域R1および第2領域R2が配置される。

[0083] 具体的には、第1領域R1では、高屈折率（たとえば、屈折率 n_1 ）である高屈折率層45が光入射方向に沿って長さ X_1 だけ配置される。また、第2領域R2では、高屈折率層45に加えて、低屈折率（たとえば、屈折率 n_2 ）である低屈折率層44が光入射方向に沿って長さ X_2 だけ配置される。

[0084] このような構成を有するカラースプリッタCS1、CS2において、第1領域R1及び第2領域R2に同時に入射光Lが入射した場合、低屈折率層44と高屈折率層45との屈折率差により、第1領域R1と第2領域R2との間で入射光Lの進む距離に差が生じる。

[0085] 具体的には、第1領域R1の光路長 D_1 は、以下の式（1）で求められる。

$$D_1 = n_1 \times X_1 \quad \cdots (1)$$

[0086] また、第2領域R2の光路長 D_2 は、以下の式（2）で求められる。

$$D_2 = n_1 \times (X_1 - X_2) + n_2 \times X_2 \quad \cdots (2)$$

[0087] かかる式（1）および式（2）に基づいて、第1領域R1と第2領域R2との間の光路長差 ΔD は、以下の式（3）で求められる。

$$\Delta D = D_1 - D_2 = X_2 \times (n_1 - n_2) \quad \cdots (3)$$

[0088] そして、カラースプリッタCS1、CS2を通った入射光Lは、第1領域R1と第2領域R2との間の光路長差 ΔD によって、図3に示すように、遅れて光が進んでくる第2領域R2側に曲がって出射される。

[0089] かかる入射光Lの屈曲角 θ は、以下の式（4）で求められる。

$$\theta = \arctan(\Delta D / \lambda) = \arctan(X_2 \times (n_1 - n_2) / \lambda) \quad \cdots (4)$$

λ ：入射光Lの波長

[0090] 上記の式（4）に示すように、入射光Lの屈曲角 θ は、入射光Lの波長 λ に依存する。そのため、赤色領域および青色領域それぞれの波長域に合わせ

て低屈折率層 4 4 および高屈折率層 4 5 の屈折率 n_1 、 n_2 を適宜選択することにより、カラースプリッタ CS 1、CS 2 は、それぞれの波長域の光を所望の別の向きに屈曲させることができる。

[0091] 図 4 は、本開示の実施形態に係る画素アレイ部 1 0 における緑色光 L_G の入射状態を示す図である。図 4 に示すように、緑色の波長域である緑色光 L_G は、複数の光電変換部のうち最も光入射側に位置する光電変換部 5 2 で吸収され、かかる光電変換部 5 2 で光電変換される。

[0092] 図 5 は、本開示の実施形態に係る画素アレイ部 1 0 における赤色光 L_R の入射状態を示す図である。図 5 に示すように、赤色の波長域である赤色光 L_R は、複数の光電変換部のうち最も光入射側に位置する光電変換部 5 2 で一部が吸収され、残りが透過する。そして、光電変換部 5 2 を透過した赤色光 L_R は、光学層 4 0 でカラースプリッタ CS 1、CS 2 に達する。

[0093] ここで、実施形態では、図 5 に示すように、カラースプリッタ CS 1 が、赤色光 L_R を近接する（すなわち、直下にある）フォトダイオード PD 1 に入射させる。換言すると、実施形態に係るカラースプリッタ CS 1 では、入射した赤色光 L_R が直下にあるフォトダイオード PD 1 に向かうように、屈曲角 θ が制御される。

[0094] また、実施形態では、カラースプリッタ CS 2 が、赤色光 L_R を隣接する（すなわち、直下にあるフォトダイオード PD 2 と隣り合う）フォトダイオード PD 1 に入射させる。換言すると、実施形態に係るカラースプリッタ CS 2 では、入射した赤色光 L_R が隣接するフォトダイオード PD 1 に向かうように、屈曲角 θ が制御される。

[0095] すなわち、実施形態では、直上にある OCL 6 0 に入射した赤色光 L_R に加えて、隣接する OCL 6 0 に入射した赤色光 L_R もフォトダイオード PD 1 に入射させることができる。したがって、実施形態では、赤色光 L_R を光電変換するフォトダイオード PD 1 の感度を向上させることができる。

[0096] 図 6 は、本開示の実施形態に係る画素アレイ部 1 0 における青色光 L_B の入射状態を示す図である。図 6 に示すように、青色の波長域である青色光 L_B は

、複数の光電変換部のうち最も光入射側に位置する光電変換部52で一部が吸収され、残りが透過する。そして、光電変換部52を透過した青色光 L_B は、光学層40でカラースプリッタCS1、CS2に達する。

[0097] ここで、実施形態では、図6に示すように、カラースプリッタCS2が、青色光 L_B を近接する（すなわち、直下にある）フォトダイオードPD2に入射させる。換言すると、実施形態に係るカラースプリッタCS2では、入射した青色光 L_B が直下にあるフォトダイオードPD2に向かうように、屈曲角 θ が制御される。

[0098] また、実施形態では、カラースプリッタCS1が、青色光 L_B を隣接する（すなわち、直下にあるフォトダイオードPD1と隣り合う）フォトダイオードPD2に入射させる。換言すると、実施形態に係るカラースプリッタCS1では、入射した青色光 L_B が隣接するフォトダイオードPD2に向かうように、屈曲角 θ が制御される。

[0099] すなわち、実施形態では、直上にあるOCL60に入射した青色光 L_B に加えて、隣接するOCL60に入射した青色光 L_B もフォトダイオードPD2に入射させることができる。したがって、実施形態では、青色光 L_B を光電変換するフォトダイオードPD2の感度を向上させることができる。

[0100] ここまで説明したように、実施形態では、光電変換部52とフォトダイオードPD1、PD2との間にカラースプリッタCS1、CS2を配置することにより、光入射側とは反対側に位置するフォトダイオードPD1、PD2の感度を向上させることができる。

[0101] また、実施形態では、カラースプリッタCS1、CS2が、メタサーフェス構造を有するとよい。かかるメタサーフェス構造とは、1つのカラースプリッタCS1、CS2内に形成される複数の凸部44a、44b（図2参照）が、入射光 L の波長 λ 以下の周期で配列される構造のことである。

[0102] これにより、カラースプリッタCS1、CS2の有効屈折率を変化させることができることから、赤色領域および青色領域それぞれの波長域の光をさらに所望の向きに屈曲させることができる。

- [0103] したがって、実施形態によれば、光入射側とは反対側に位置するフォトダイオードPD1、PD2の感度をさらに向上させることができる。
- [0104] また、実施形態では、カラースプリッタCS1とフォトダイオードPD1との間にカラーフィルタ43Rが配置されるとともに、カラースプリッタCS2とフォトダイオードPD2との間にカラーフィルタ43Bが配置されるとよい。
- [0105] このように、分光特性がカラースプリッタCS1、CS2よりも良いカラーフィルタ43R、43Bを配置することにより、フォトダイオードPD1、PD2での混色の発生を抑制することができる。
- [0106] また、実施形態では、複数の光電変換部のうち、光入射側の光電変換部52で緑色領域の光を光電変換し、光入射側とは反対側のフォトダイオードPD1、PD2で赤色領域および青色領域の光を光電変換するとよい。
- [0107] これにより、フォトダイオードPD1、PD2に達する入射光Lを、光電変換部52によって、緑色領域よりも長波長の光（すなわち、赤色光 L_R ）と緑色領域よりも短波長の光（すなわち、青色光 L_B ）とにあらかじめ分光することができる。
- [0108] したがって、実施形態によれば、フォトダイオードPD1、PD2での混色の発生を抑制することができる。
- [0109] また、実施形態では、カラーフィルタ43とフォトダイオードPD1、PD2との間に遮光壁42が配置されるとよい。これにより、隣接する画素11のカラーフィルタ43を透過した光のうち、所望の波長域以外の光の入射を防止することができる。
- [0110] したがって、実施形態によれば、フォトダイオードPD1、PD2での混色の発生を抑制することができる。
- [0111] 図7は、本開示の実施形態に係る画素アレイ部10の構造の別の例を模式的に示す断面図である。図7に示すように、別の例の画素アレイ部10は、上述の実施形態と同様に、半導体層20と、配線層30と、光学層40と、有機光電変換層50と、OCL（オンチップレンズ）60とを備える。

- [0112] 一方で、この別の例では、光学層40の構成が上述の実施形態と異なる。
具体的には、低屈折率層44における光入射側の面に形成され、カラースプリッタを構成する凸部のうち、最も厚い凸部（図では凸部44b）における光入射側の面が、高屈折率層45ではなく有機光電変換層50の層間絶縁膜51と接触している。
- [0113] なお、低屈折率層44における光入射側の面に形成され、カラースプリッタを構成する凸部のうち、最も厚い凸部以外の凸部（図では凸部44a）における光入射側の面は、上述の実施形態と同様に、高屈折率層45と接触している。
- [0114] このような構成であっても、光電変換部52とフォトダイオードPD1、PD2との間にカラースプリッタCS1、CS2を配置することにより、光入射側とは反対側に位置するフォトダイオードPD1、PD2の感度を向上させることができる。
- [0115] また、この別の例では、フォトダイオードPD2において低屈折率の凸部44bと低屈折率の層間絶縁膜51との間に高屈折率層45が配置されないため、カラースプリッタCS2に入射する光の反射を抑制することができる。
- [0116] したがって、別の例によれば、フォトダイオードPD2の感度をさらに向上させることができる。
- [0117] [カラースプリッタの製造工程]
つづいて、実施形態に係るカラースプリッタCS1、CS2の製造工程の一例について、図8～図11を参照しながら説明する。図8～図11は、本開示の実施形態に係るカラースプリッタCS1、CS2の製造工程の一例を示す図である。
- [0118] カラースプリッタCS1、CS2の製造工程では、図8に示すように、まず、カラーフィルタ43（図2参照）の表面に低屈折率層44が従来公知の手法で形成される。そして、かかる低屈折率層44の表面において凸部44b（図11参照）が配置される部位に、所定の平面形状にパターニングされ

たマスク層M1が従来公知の手法で形成される。

[0119] 次に、図9に示すように、低屈折率層44の表面が従来公知の手法でエッチング処理される。これにより、低屈折率層44の表面に、凸部44b（図11参照）の一部である凸部44b1が形成される。そして、低屈折率層44の表面に形成されたマスク層M1が、従来公知の手法で除去される。

[0120] 次に、図10に示すように、凸部44b1の表面に、所定の平面形状にパターニングされたマスク層M2が従来公知の手法で形成される。また、低屈折率層44の表面において凸部44a（図11参照）が配置される部位に、所定の平面形状にパターニングされたマスク層M3が従来公知の手法で形成される。

[0121] 次に、図11に示すように、低屈折率層44の表面が従来公知の手法でエッチング処理される。これにより、低屈折率層44の表面に凸部44a、44bが形成される。

[0122] さらに、凸部44a、44bが形成された低屈折率層44の表面に、従来公知の手法で高屈折率層45（図2参照）を形成することにより、実施形態に係るカラースプリッタCS1、CS2が形成される。

[0123] [効果]

実施形態に係る固体撮像素子1は、第1の光電変換部（光電変換部52）と、第2の光電変換部（フォトダイオードPD1）と、第3の光電変換部（フォトダイオードPD2）と、第1のカラースプリッタ（カラースプリッタCS1）と、第2のカラースプリッタ（カラースプリッタCS2）と、を備える。第1の光電変換部（光電変換部52）は、有機材料で構成される光電変換層52bを有し、第1の波長域（緑色領域）の光を光電変換する。第2の光電変換部（フォトダイオードPD1）は、第1の光電変換部（光電変換部52）に対して光入射側とは反対側に配置され、第1の波長域（緑色領域）とは異なる第2の波長域（赤色領域）の光を光電変換する。第3の光電変換部（フォトダイオードPD2）は、第2の光電変換部（フォトダイオードPD1）に並んで配置され、第1の波長域（緑色領域）および第2の波長域

(赤色領域)とは異なる第3の波長域(青色領域)の光を光電変換する。第1のカラースプリッタ(カラースプリッタCS1)は、第1の光電変換部(光電変換部52)と第2の光電変換部(フォトダイオードPD1)との間に配置され、第1の光電変換部(光電変換部52)を透過した光を分光する。第2のカラースプリッタは、第1の光電変換部(光電変換部52)と第3の光電変換部(フォトダイオードPD2)との間に配置され、第1の光電変換部(光電変換部52)を透過した光を分光する。また、第1のカラースプリッタ(カラースプリッタCS1)は、第2の波長域(赤色領域)の光を近接する第2の光電変換部(フォトダイオードPD1)に入射させるとともに、第3の波長域(青色領域)の光を隣接する第3の光電変換部に向けて屈曲させる。また、第2のカラースプリッタ(カラースプリッタCS2)は、第3の波長域(青色領域)の光を近接する第3の光電変換部(フォトダイオードPD2)に入射させるとともに、第2の波長域(赤色領域)の光を隣接する第2の光電変換部に向けて屈曲させる。

[0124] これにより、光入射側とは反対側に位置するフォトダイオードPD1、PD2の感度を向上させることができる。

[0125] また、実施形態に係る固体撮像素子1において、第1のカラースプリッタ(カラースプリッタCS1)および第2のカラースプリッタ(カラースプリッタCS2)は、メタサーフェス構造を有する。

[0126] これにより、光入射側とは反対側に位置するフォトダイオードPD1、PD2の感度をさらに向上させることができる。

[0127] また、実施形態に係る固体撮像素子1は、第1のカラーフィルタ(カラーフィルタ43R)と、第2のカラーフィルタ(カラーフィルタ43B)と、をさらに備える。第1のカラーフィルタ(カラーフィルタ43R)は、第1のカラースプリッタ(カラースプリッタCS1)と第2の光電変換部(フォトダイオードPD1)との間に配置され、第2の波長域(赤色領域)の光を選択的に透過させる。第2のカラーフィルタ(カラーフィルタ43B)は、第2のカラースプリッタ(カラースプリッタCS2)と第3の光電変換部(

フォトダイオードPD2)との間に配置され、第3の波長域(青色領域)の光を選択的に透過させる。

[0128] これにより、フォトダイオードPD1、PD2での混色の発生を抑制することができる。

[0129] また、実施形態に係る固体撮像素子1において、第1の波長域は、緑色領域であり、第2の波長域および第3の波長域は、青色領域および赤色領域のいずれかである。

[0130] これにより、フォトダイオードPD1、PD2での混色の発生を抑制することができる。

[0131] また、実施形態に係る固体撮像素子1は、遮光壁42をさらに備える。遮光壁42は、第1のカラースプリッタ(カラースプリッタCS1)および第2のカラースプリッタ(カラースプリッタCS2)と、第2の光電変換部(フォトダイオードPD1)および第3の光電変換部(フォトダイオードPD2)との間に配置される。また、遮光壁42は、平面視で第2の光電変換部(フォトダイオードPD1)または第3の光電変換部(フォトダイオードPD2)を囲むように設けられる。

[0132] これにより、フォトダイオードPD1、PD2での混色の発生を抑制することができる。

[0133] [電子機器]

なお、本開示は、固体撮像素子への適用に限られるものではない。すなわち、本開示は、固体撮像素子のほかにカメラモジュールや撮像装置、撮像機能を有する携帯端末装置、または画像読取部に固体撮像素子を用いる複写機など、固体撮像素子を有する電子機器全般に対して適用可能である。

[0134] かかる撮像装置としては、たとえば、デジタルスチルカメラやビデオカメラなどが挙げられる。また、かかる撮像機能を有する携帯端末装置としては、たとえば、スマートフォンやタブレット型端末などが挙げられる。

[0135] 図12は、本開示に係る技術を適用した電子機器100としての撮像装置の構成例を示すブロック図である。図12の電子機器100は、たとえば、

デジタルスチルカメラやビデオカメラなどの撮像装置や、スマートフォンやタブレット型端末などの携帯端末装置などの電子機器である。

[0136] 図12において、電子機器100は、レンズ群101と、固体撮像素子102と、DSP回路103と、フレームメモリ104と、表示部105と、記録部106と、操作部107と、電源部108とから構成される。

[0137] また、電子機器100において、DSP回路103、フレームメモリ104、表示部105、記録部106、操作部107、および電源部108は、バスライン109を介して相互に接続されている。

[0138] レンズ群101は、被写体からの入射光（像光）を取り込んで固体撮像素子102の撮像面上に結像する。固体撮像素子102は、上述した実施形態に係る固体撮像素子1に対応し、レンズ群101によって撮像面上に結像された入射光の光量を画素単位で電気信号に変換して画素信号として出力する。

[0139] DSP回路103は、固体撮像素子102から供給される信号を処理するカメラ信号処理回路である。フレームメモリ104は、DSP回路103により処理された画像データを、フレーム単位で一時的に保持する。

[0140] 表示部105は、たとえば、液晶パネルや有機EL（Electro Luminescence）パネルなどのパネル型表示装置からなり、固体撮像素子102で撮像された動画または静止画を表示する。記録部106は、固体撮像素子102で撮像された動画または静止画の画像データを、半導体メモリやハードディスクなどの記録媒体に記録する。

[0141] 操作部107は、ユーザによる操作にしたがい、電子機器100が有する各種の機能についての操作指令を発する。電源部108は、DSP回路103、フレームメモリ104、表示部105、記録部106、および操作部107の動作電源となる各種の電源を、これら供給対象に対して適宜供給する。

[0142] このように構成されている電子機器100では、固体撮像素子102として、上述した各実施形態の固体撮像素子1を適用することにより、光入射側

とは反対側に位置するフォトダイオードPD1、PD2の感度を向上させることができる。

[0143] 以上、本開示の実施形態について説明したが、本開示の技術的範囲は、上述の実施形態そのままに限定されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。また、異なる実施形態及び変形例にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

[0144] また、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、また他の効果があってもよい。

[0145] なお、本技術は以下のような構成も取ることができる。

(1)

有機材料で構成される光電変換層を有し、第1の波長域の光を光電変換する第1の光電変換部と、

前記第1の光電変換部に対して光入射側とは反対側に配置され、前記第1の波長域とは異なる第2の波長域の光を光電変換する第2の光電変換部と、

前記第2の光電変換部に並んで配置され、前記第1の波長域および前記第2の波長域とは異なる第3の波長域の光を光電変換する第3の光電変換部と、

前記第1の光電変換部と前記第2の光電変換部との間に配置され、前記第1の光電変換部を透過した光を分光する第1のカラースプリッタと、

前記第1の光電変換部と前記第3の光電変換部との間に配置され、前記第1の光電変換部を透過した光を分光する第2のカラースプリッタと、

を備え、

前記第1のカラースプリッタは、前記第2の波長域の光を近接する前記第2の光電変換部に入射させるとともに、前記第3の波長域の光を隣接する前記第3の光電変換部に向けて屈曲させ、

前記第2のカラースプリッタは、前記第3の波長域の光を近接する前記第3の光電変換部に入射させるとともに、前記第2の波長域の光を隣接する前記第2の光電変換部に向けて屈曲させる

固体撮像素子。

(2)

前記第1のカラーズプリッタおよび前記第2のカラーズプリッタは、メタサーフェス構造を有する

前記(1)に記載の固体撮像素子。

(3)

前記第1のカラーズプリッタと前記第2の光電変換部との間に配置され、前記第2の波長域の光を選択的に透過させる第1のカラーフィルタと、

前記第2のカラーズプリッタと前記第3の光電変換部との間に配置され、前記第3の波長域の光を選択的に透過させる第2のカラーフィルタと、

をさらに備える

前記(1)または(2)に記載の固体撮像素子。

(4)

前記第1の波長域は、緑色領域であり、

前記第2の波長域および前記第3の波長域は、青色領域および赤色領域のいずれかである

前記(1)～(3)のいずれか一つに記載の固体撮像素子。

(5)

前記第1のカラーズプリッタおよび前記第2のカラーズプリッタと、前記第2の光電変換部および前記第3の光電変換部との間に配置され、平面視で前記第2の光電変換部または前記第3の光電変換部を囲むように設けられる遮光壁、をさらに備える

前記(1)～(4)のいずれか一つに記載の固体撮像素子。

(6)

固体撮像素子と、

被写体からの入射光を取り込んで前記固体撮像素子の撮像面上に結像させる光学系と、

前記固体撮像素子からの出力信号に対して処理を行う信号処理回路と、を

備え、

前記固体撮像素子は、

有機材料で構成される光電変換層を有し、第1の波長域の光を光電変換する第1の光電変換部と、

前記第1の光電変換部に対して光入射側とは反対側に配置され、前記第1の波長域とは異なる第2の波長域の光を光電変換する第2の光電変換部と、

前記第2の光電変換部に並んで配置され、前記第1の波長域および前記第2の波長域とは異なる第3の波長域の光を光電変換する第3の光電変換部と、

前記第1の光電変換部と前記第2の光電変換部との間に配置され、前記第1の光電変換部を透過した光を分光する第1のカラースプリッタと、

前記第1の光電変換部と前記第3の光電変換部との間に配置され、前記第1の光電変換部を透過した光を分光する第2のカラースプリッタと、

を有し、

前記第1のカラースプリッタは、前記第2の波長域の光を近接する前記第2の光電変換部に入射させるとともに、前記第3の波長域の光を隣接する前記第3の光電変換部に向けて屈曲させ、

前記第2のカラースプリッタは、前記第3の波長域の光を近接する前記第3の光電変換部に入射させるとともに、前記第2の波長域の光を隣接する前記第2の光電変換部に向けて屈曲させる

電子機器。

(7)

前記第1のカラースプリッタおよび前記第2のカラースプリッタは、メタサーフェス構造を有する

前記(6)に記載の電子機器。

(8)

前記固体撮像素子は、

前記第1のカラースプリッタと前記第2の光電変換部との間に配置され、

前記第２の波長域の光を選択的に透過させる第１のカラーフィルタと、

前記第２のカラーズプリッタと前記第３の光電変換部との間に配置され、

前記第３の波長域の光を選択的に透過させる第２のカラーフィルタと、

をさらに有する

前記（６）または（７）に記載の電子機器。

（９）

前記第１の波長域は、緑色領域であり、

前記第２の波長域および前記第３の波長域は、青色領域および赤色領域のいずれかである

前記（６）～（８）のいずれか一つに記載の電子機器。

（１０）

前記固体撮像素子は、

前記第１のカラーズプリッタおよび前記第２のカラーズプリッタと、前記第２の光電変換部および前記第３の光電変換部との間に配置され、平面視で前記第２の光電変換部または前記第３の光電変換部を囲むように設けられる遮光壁、をさらに有する

前記（６）～（９）のいずれか一つに記載の電子機器。

符号の説明

- [0146] １ 固体撮像素子
- １０ 画素アレイ部
- ４２ 遮光壁
- ４３Ｒ カラーフィルタ（第１のカラーフィルタの一例）
- ４３Ｂ カラーフィルタ（第２のカラーフィルタの一例）
- ４４ 低屈折率層
- ４４ａ、４４ｂ 凸部
- ４５ 高屈折率層
- ５２ 光電変換部（第１の光電変換部の一例）
- ５２ｂ 光電変換層

1 0 0 電子機器

C S 1 カラースプリッタ（第 1 のカラースプリッタの一例）

C S 2 カラースプリッタ（第 2 のカラースプリッタの一例）

P D 1 フォトダイオード（第 2 の光電変換部の一例）

P D 2 フォトダイオード（第 3 の光電変換部の一例）

請求の範囲

- [請求項1] 有機材料で構成される光電変換層を有し、第1の波長域の光を光電変換する第1の光電変換部と、
- 前記第1の光電変換部に対して光入射側とは反対側に配置され、前記第1の波長域とは異なる第2の波長域の光を光電変換する第2の光電変換部と、
- 前記第2の光電変換部に並んで配置され、前記第1の波長域および前記第2の波長域とは異なる第3の波長域の光を光電変換する第3の光電変換部と、
- 前記第1の光電変換部と前記第2の光電変換部との間に配置され、前記第1の光電変換部を透過した光を分光する第1のカラープリッタと、
- 前記第1の光電変換部と前記第3の光電変換部との間に配置され、前記第1の光電変換部を透過した光を分光する第2のカラープリッタと、
- を備え、
- 前記第1のカラープリッタは、前記第2の波長域の光を近接する前記第2の光電変換部に入射させるとともに、前記第3の波長域の光を隣接する前記第3の光電変換部に向けて屈曲させ、
- 前記第2のカラープリッタは、前記第3の波長域の光を近接する前記第3の光電変換部に入射させるとともに、前記第2の波長域の光を隣接する前記第2の光電変換部に向けて屈曲させる
- 固体撮像素子。
- [請求項2] 前記第1のカラープリッタおよび前記第2のカラープリッタは、メタサーフェス構造を有する
- 請求項1に記載の固体撮像素子。
- [請求項3] 前記第1のカラープリッタと前記第2の光電変換部との間に配置され、前記第2の波長域の光を選択的に透過させる第1のカラーフィ

ルタと、

前記第2のカラープリッタと前記第3の光電変換部との間に配置され、前記第3の波長域の光を選択的に透過させる第2のカラーフィルタと、

をさらに備える

請求項1に記載の固体撮像素子。

[請求項4]

前記第1の波長域は、緑色領域であり、

前記第2の波長域および前記第3の波長域は、青色領域および赤色領域のいずれかである

請求項1に記載の固体撮像素子。

[請求項5]

前記第1のカラープリッタおよび前記第2のカラープリッタと、前記第2の光電変換部および前記第3の光電変換部との間に配置され、平面視で前記第2の光電変換部または前記第3の光電変換部を囲むように設けられる遮光壁、をさらに備える

請求項1に記載の固体撮像素子。

[請求項6]

固体撮像素子と、

被写体からの入射光を取り込んで前記固体撮像素子の撮像面上に結像させる光学系と、

前記固体撮像素子からの出力信号に対して処理を行う信号処理回路と、を備え、

前記固体撮像素子は、

有機材料で構成される光電変換層を有し、第1の波長域の光を光電変換する第1の光電変換部と、

前記第1の光電変換部に対して光入射側とは反対側に配置され、前記第1の波長域とは異なる第2の波長域の光を光電変換する第2の光電変換部と、

前記第2の光電変換部に並んで配置され、前記第1の波長域および前記第2の波長域とは異なる第3の波長域の光を光電変換する第3の

光電変換部と、

前記第 1 の光電変換部と前記第 2 の光電変換部との間に配置され、
前記第 1 の光電変換部を透過した光を分光する第 1 のカラープリッ
タと、

前記第 1 の光電変換部と前記第 3 の光電変換部との間に配置され、
前記第 1 の光電変換部を透過した光を分光する第 2 のカラープリッ
タと、

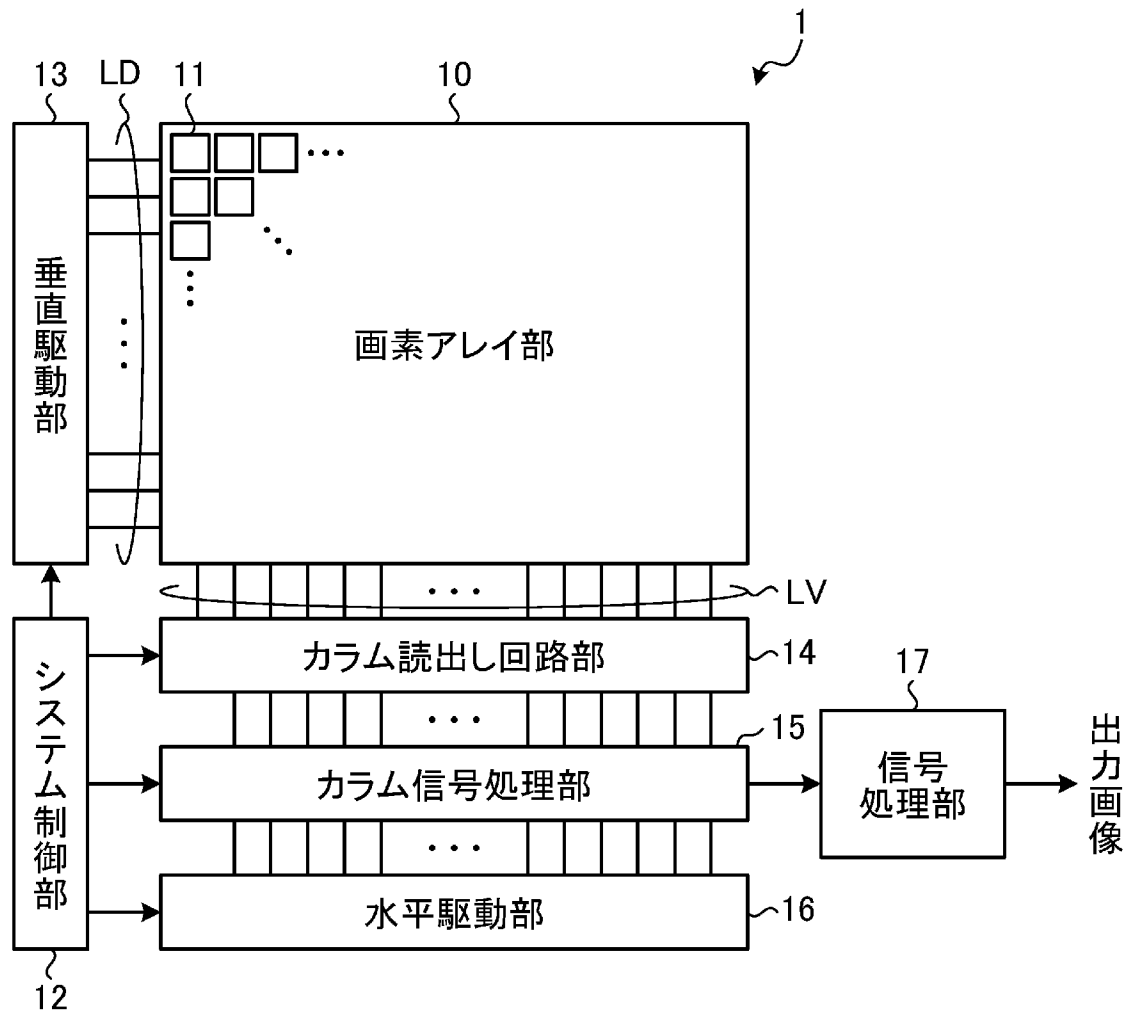
を有し、

前記第 1 のカラープリッタは、前記第 2 の波長域の光を近接する
前記第 2 の光電変換部に入射させるとともに、前記第 3 の波長域の光
を隣接する前記第 3 の光電変換部に向けて屈曲させ、

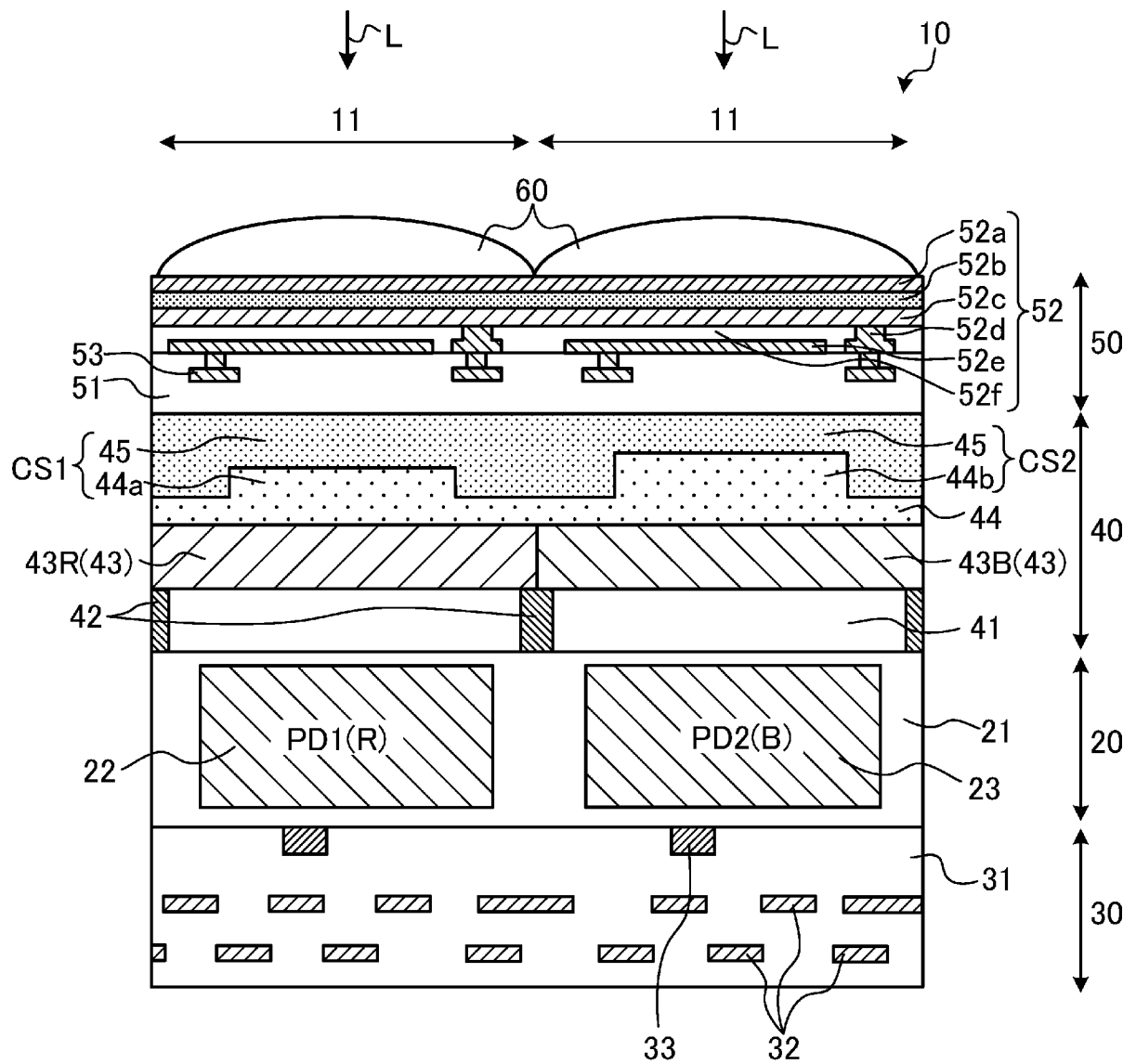
前記第 2 のカラープリッタは、前記第 3 の波長域の光を近接する
前記第 3 の光電変換部に入射させるとともに、前記第 2 の波長域の光
を隣接する前記第 2 の光電変換部に向けて屈曲させる

電子機器。

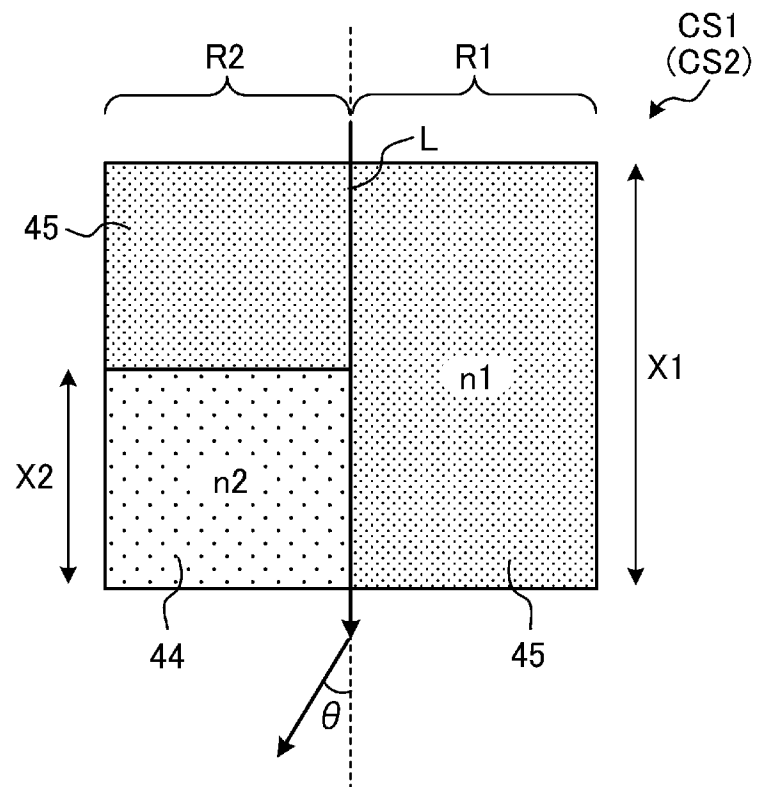
[図1]



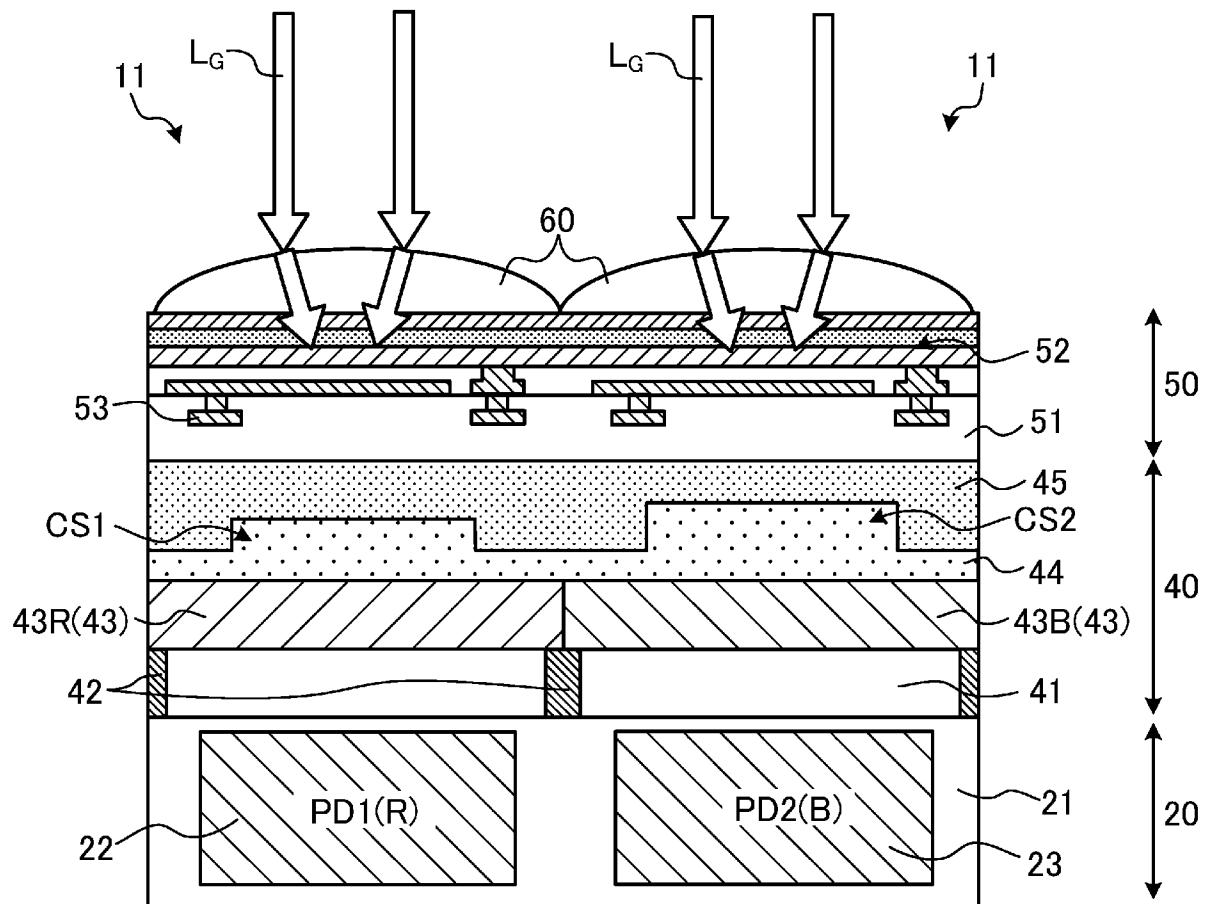
[図2]



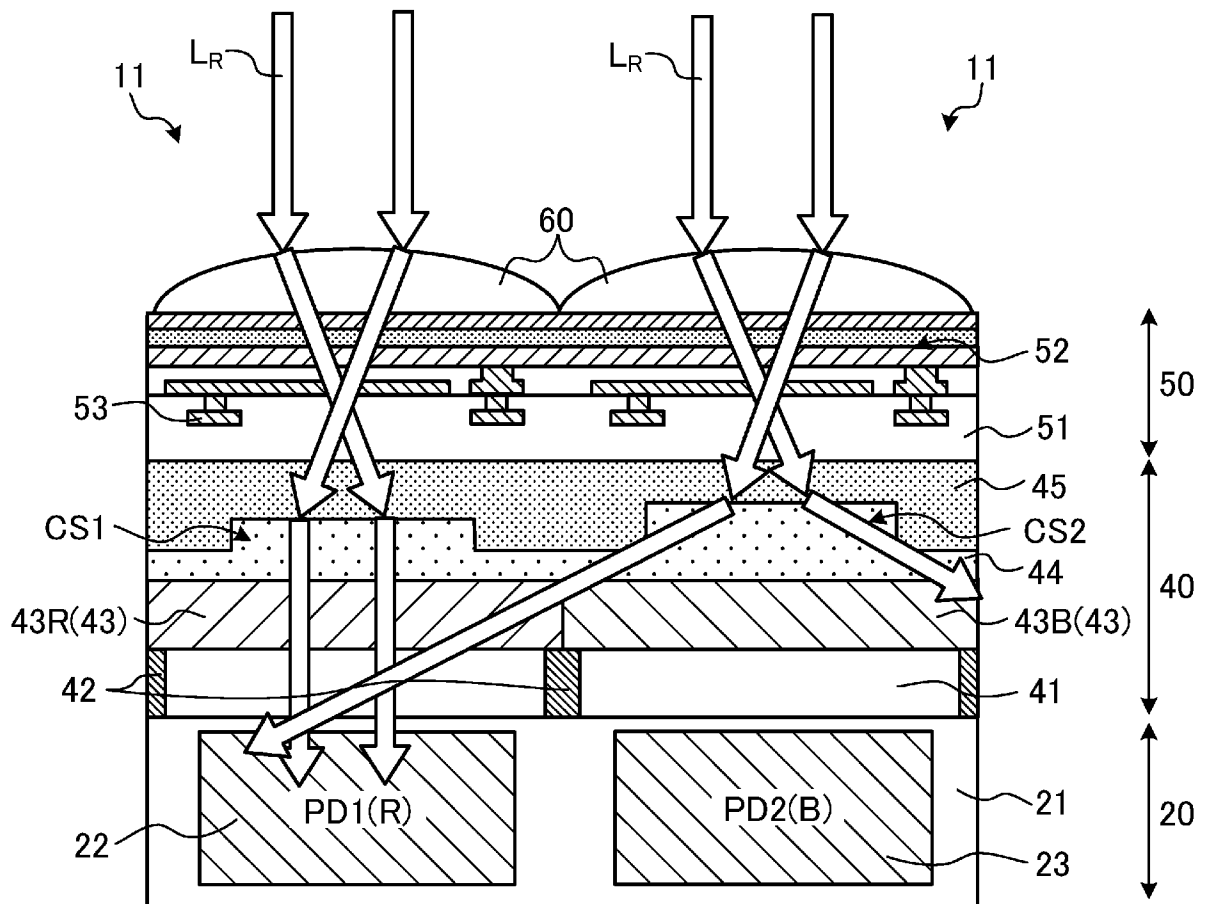
[図3]



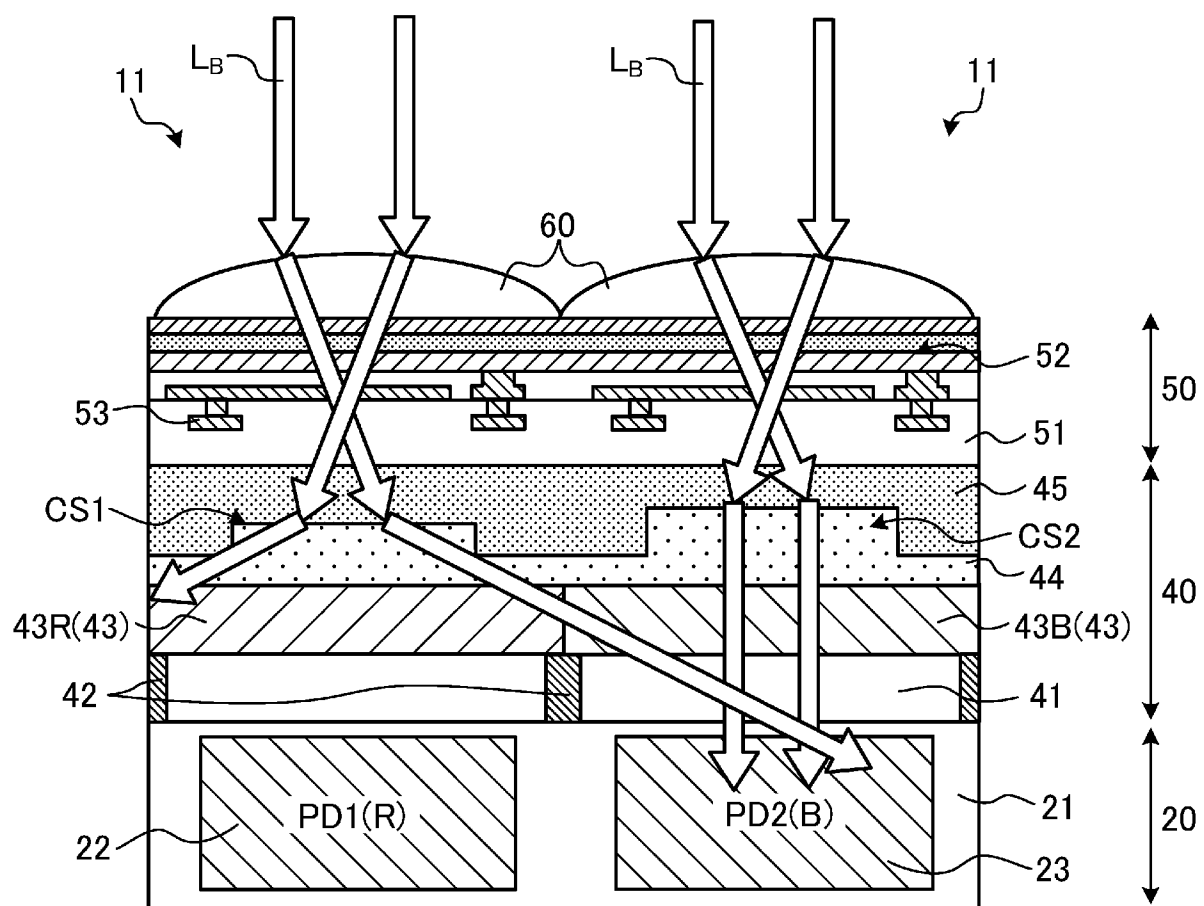
[図4]



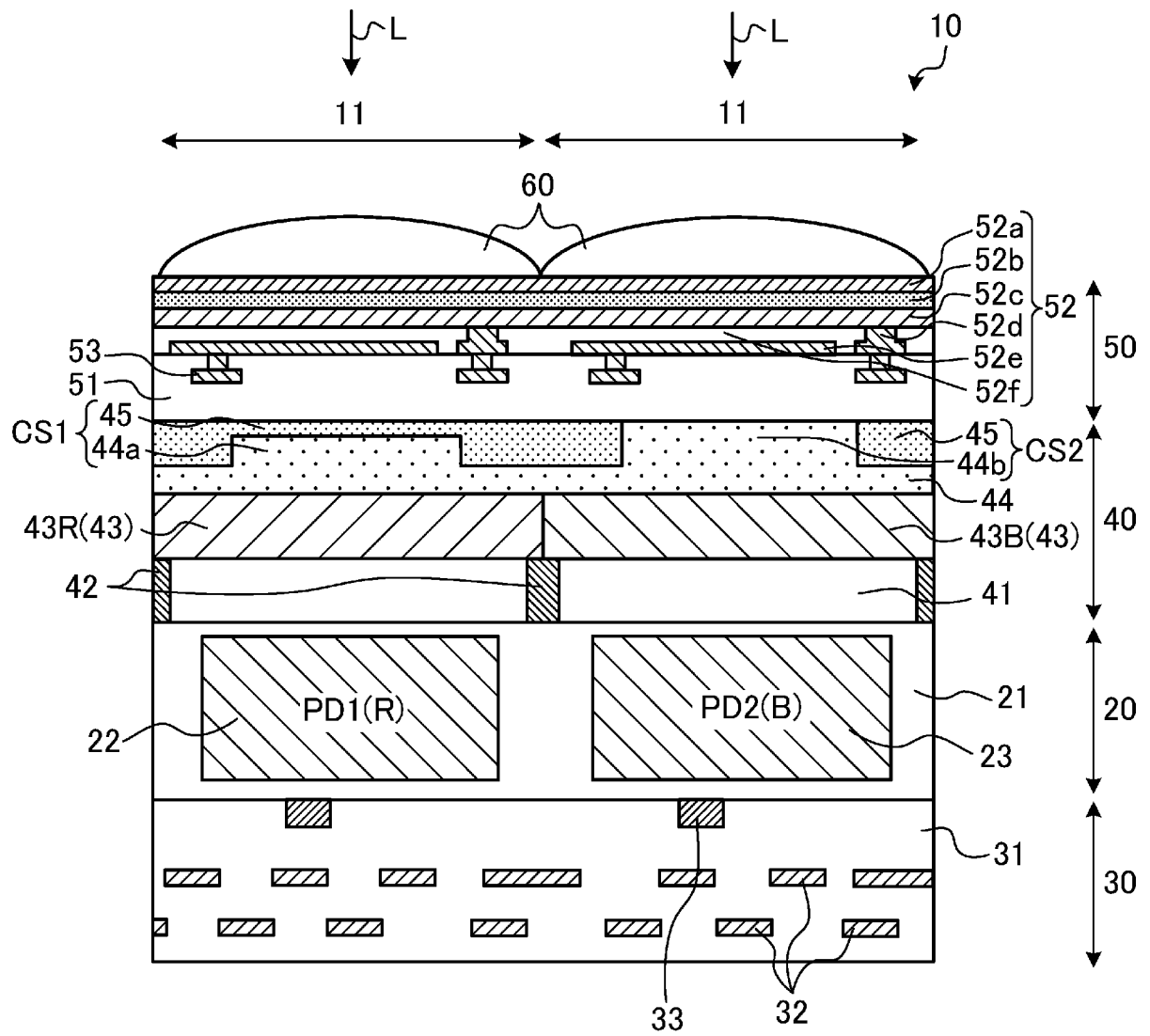
[図5]



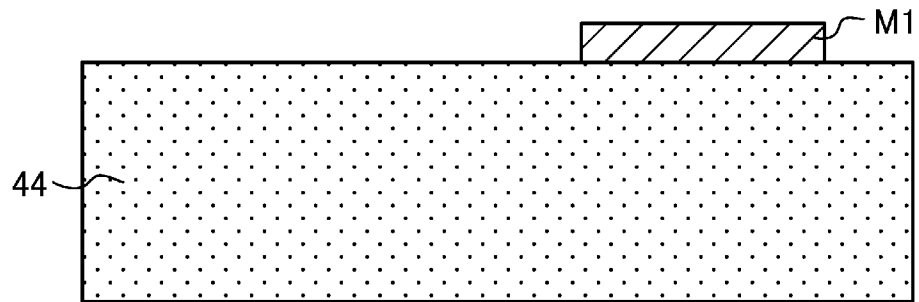
[図6]



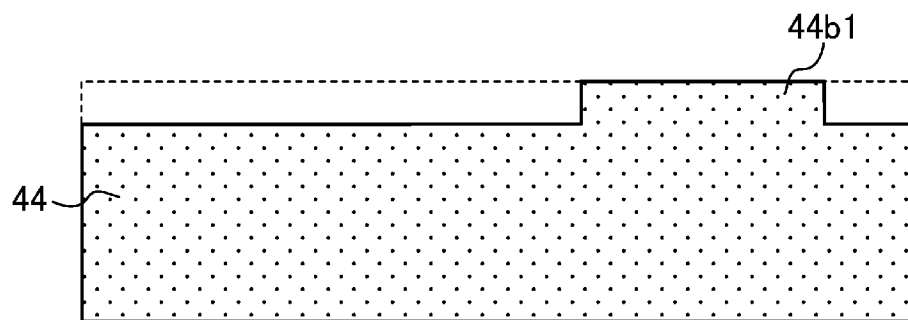
[図7]



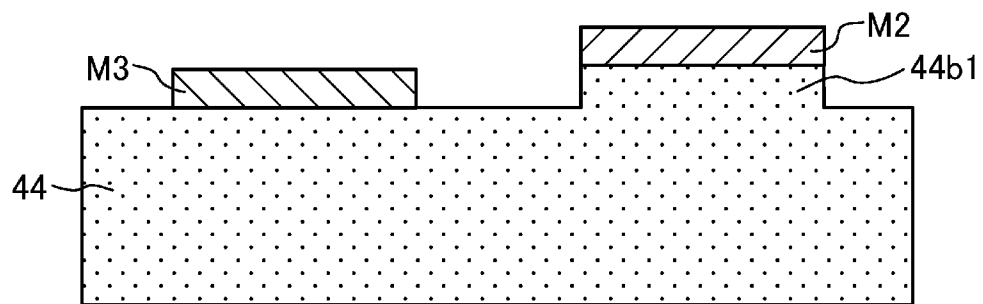
[図8]



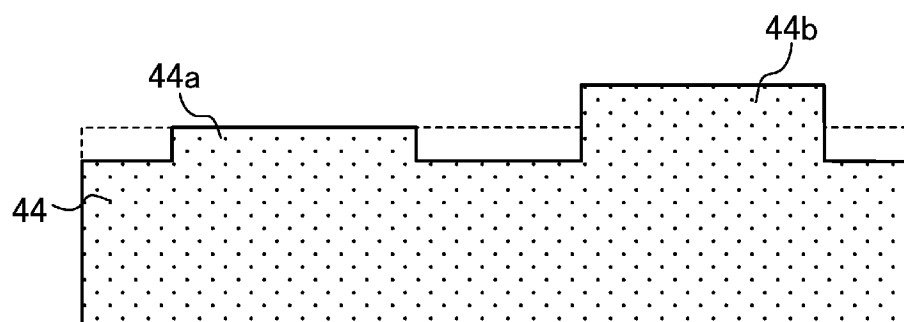
[図9]



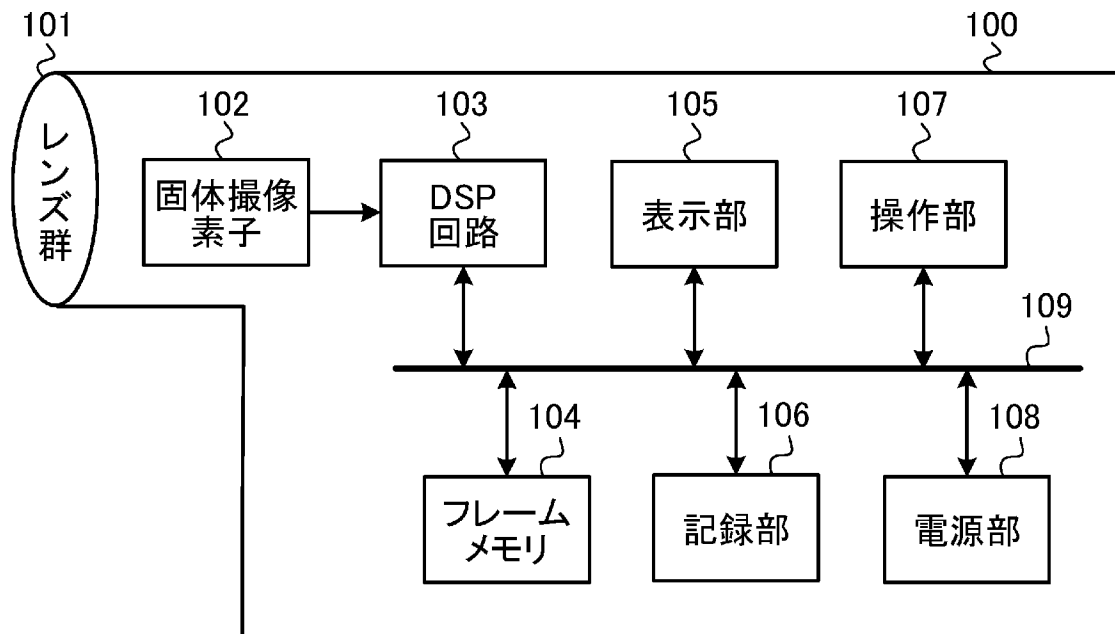
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/025792

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 27/146**(2006.01)i; **H04N 5/369**(2011.01)i; **H04N 9/07**(2006.01)i

FI: H01L27/146 D; H01L27/146 E; H01L27/146 A; H04N5/369; H04N9/07 D

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)

H01L27/146; H04N5/369; H04N9/07

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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.
Y	US 2019/0157336 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 23 May 2019 (2019-05-23) paragraphs [0031], [0117], [0129]-[0150], fig. 1, 23	1-6
Y	WO 2013/164902 A1 (PANASONIC CORPORATION) 07 November 2013 (2013-11-07) paragraphs [0079]-[0082], fig. 6B	1-6
Y	WO 2021/059409 A1 (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE) 01 April 2021 (2021-04-01) paragraphs [0032], [0047]-[0050], fig. 6, 9, 13	2
Y	JP 2010-067827 A (FUJIFILM CORP) 25 March 2010 (2010-03-25) paragraphs [0031]-[0032], fig. 1	5
A	NISHIWAKI, S. NAKAMURA, T. HIRAMOTO, M. FUJII, T and SUZUKI, M. Efficient colour splitters for high-pixel-density image sensors. nature photonics. 2013, vol. 7, pp. 240-246, <DOI: 10.1038/NPHOTON.2012.345> entire text, all drawings	1-6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“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

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

01 August 2022

Date of mailing of the international search report

09 August 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/025792

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	2019/0157336	A1	23 May 2019	KR 10-2019-0056902 A CN 109801933 A	
WO	2013/164902	A1	07 November 2013	US 9099369 B2 column 17, line 30 to column 18, line 18, fig. 6B CN 103503143 A	
WO	2021/059409	A1	01 April 2021	TW 202119094 A	
JP	2010-067827	A	25 March 2010	US 2010/0060769 A1 paragraphs [0040]-[0041], fig. 1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 27/146(2006.01)i; H04N 5/369(2011.01)i; H04N 9/07(2006.01)i FI: H01L27/146 D; H01L27/146 E; H01L27/146 A; H04N5/369; H04N9/07 D										
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）） H01L27/146; H04N5/369; 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2022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								
Y	US 2019/0157336 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 23.05.2019 (2019 - 05 - 23) 段落[0031], [0117], [0129]-[0150], 図1, 23	1-6								
Y	WO 2013/164902 A1 (パナソニック株式会社) 07.11.2013 (2013 - 11 - 07) 段落[0079]-[0082], 図6B	1-6								
Y	WO 2021/059409 A1 (日本電信電話株式会社) 01.04.2021 (2021 - 04 - 01) 段落[0032], [0047]-[0050], 図6, 9, 13	2								
Y	JP 2010-067827 A (富士フイルム株式会社) 25.03.2010 (2010 - 03 - 25) 段落[0031]-[0032], 図1	5								
A	NISHIWAKI, S., NAKAMURA, T., HIRAMOTO, M., FUJII, T and SUZUKI, M., Efficient colour splitters for high-pixel-density image sensors, nature photonics, 2013, Volume 7, p. 240-246, <DOI : 10.1038/NPHOTON.2012.345> 全文, 全図	1-6								
☐ 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。										
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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 </td> <td> “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抵触するものではなく、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 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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抵触するものではなく、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						
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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抵触するものではなく、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 01.08.2022		国際調査報告の発送日 09.08.2022								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 脇水 佳弘 5F 2680 電話番号 03-3581-1101 内線 3516								

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/025792

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
US	2019/0157336	A1	23.05.2019	KR 10-2019-0056902	A		
				CN 109801933	A		
WO	2013/164902	A1	07.11.2013	US 9099369	B2		
				Column17 Line30-Column18 Line18, 図6B			
				CN 103503143	A		
WO	2021/059409	A1	01.04.2021	TW 202119094	A		
JP	2010-067827	A	25.03.2010	US 2010/0060769	A1		
				段落[0040]-[0041], 図1			