



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 :

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

(57) 要約 : 本開示の一態様に係る撮像装置は、少なくとも1つの第1画素電極と、前記少なくとも1つの第1画素電極と離間して配置された少なくとも1つの第2画素電極と、前記少なくとも1つの第1画素電極の上面および前記少なくとも1つの第2画素電極の上面を連続的に覆う、光電変換層を含む光電変換部と、前記光電変換部の上方に位置し、前記少なくとも1つの第1画素電極に対向する第1対向電極と、前記光電変換部の上方に位置し、前記第1対向電極とは離間して配置され、前記少なくとも1つの第2画素電極に対向する第2対向電極とを備える。平面視において前記第1対向電極と前記第2対向電極との間の電極間領域における前記光電変換部の上面の第1部分は、前記第1対向電極または前記第2対向電極に平面視で重複する重複領域における前記光電変換部の上面の第2部分よりも凹んでいる。

## 明 細 書

**発明の名称 : 撮像装置**

**技術分野**

[0001] 本開示は、撮像装置に関する。

**背景技術**

[0002] CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサ等の撮像装置では、光電変換部に、有機材料を用いて形成された光電変換膜を利用した構造が提案されている。例えば、特許文献1では、光電変換膜を上部電極および下部電極で挟持して構成した光電変換素子について、上部電極をパターンングして画素毎に形成することが開示されている。これにより、画素毎の上部電極に対して個別に電圧印加を行うことで、暗電流を低減することが開示されている。

[0003] また、特許文献2では、画素間で電気的に分離した上部電極に個別の電圧を印加することで、画素毎の感度を可変にする技術が開示されている。また、特許文献3には、第一のシャドーマスクを用いて光電変換膜をパターン成膜した後、第二のシャドーマスクを用いてITO (Indium Tin Oxide) 電極をパターン成膜することが開示されている。

**先行技術文献**

**特許文献**

[0004] 特許文献1 : 特許第5533046号公報

特許文献2 : 特開2019-54499号公報

特許文献3 : 特許第5946132号公報

**発明の概要**

**発明が解決しようとする課題**

[0005] 撮像装置の画素数を増やす場合、上部電極の面積は大きくなる。このため、上部電極で電圧降下が生じ、上部電極の面内での電位バラつきによるシェーディングが起り得る。この場合にも、画素の行毎もしくは列毎または画

素毎に上部電極をパターニングすることで、上部電極の面内での電位バラつきを抑制し得る。このように、光電変換素子の上部電極をパターニングすることは、撮像素子の特性向上に有効である。

[0006] しかしながら、特許文献3に開示されたようにシャドーマスクを用いる場合、シャドーマスクを交換する際にシャドーマスクに付着した汚染物質（コンタミネーション）が光電変換層の表面に付着し、素子の歩留まりが低下するという問題がある。さらに、撮像素子で用いるミクロンオーダーの小さい画素サイズでは、シャドーマスクでのパターニングが困難である。

[0007] このため、光電変換膜上に積層した対向電極を微細にパターニングする場合、半導体で用いられるエッチングプロセスによるパターニングが好ましい。しかしながら、隣り合う画素電極間の上方に位置する対向電極をエッチングで除去した場合、対向電極が除去されることで露出した光電変換膜が、エッチングによるダメージを表面に受け、または、プロセス後の大気暴露による水分または不純物などを吸着する。このため、光電変換膜の表面を経路とした、隣り合う対向電極間のリーク電流が発生するという課題がある。

[0008] そこで、本開示は、隣り合う対向電極間でのリーク電流が低減された撮像装置を提供する。

### 課題を解決するための手段

[0009] 本開示の一態様に係る撮像装置は、少なくとも1つの第1画素電極と、前記少なくとも1つの第1画素電極と離間して配置された少なくとも1つの第2画素電極と、前記少なくとも1つの第1画素電極の上面および前記少なくとも1つの第2画素電極の上面を連続的に覆う、光電変換層を含む光電変換部と、前記光電変換部の上方に位置し、前記少なくとも1つの第1画素電極に対向する第1対向電極と、前記光電変換部の上方に位置し、前記第1対向電極とは離間して配置され、前記少なくとも1つの第2画素電極に対向する第2対向電極とを備える。平面視において前記第1対向電極と前記第2対向電極との間の電極間領域における前記光電変換部の上面の第1部分は、前記第1対向電極または前記第2対向電極に平面視で重複する重複領域における前

記光電変換部の上面の第2部分よりも凹んでいる。

## 発明の効果

[0010] 本開示によれば、隣り合う対向電極間でのリーク電流が低減された撮像装置を提供することができる。

## 図面の簡単な説明

[0011] [図1]図1は、比較例1に係る光検出部を示す断面図である。

[図2]図2は、比較例2に係る光検出部を示す断面図である。

[図3]図3は、比較例3に係る光検出部を示す断面図である。

[図4]図4は、比較例4に係る光検出部を示す断面図である。

[図5]図5は、実施例1に係る光検出部を示す断面図である。

[図6]図6は、実施例2に係る光検出部を示す断面図である。

[図7]図7は、実施例3に係る光検出部を示す断面図である。

[図8]図8は、実施例4に係る光検出部を示す断面図である。

[図9]図9は、実施例5に係る撮像装置の対向電極、画素電極および電極端子を示す上面図である。

[図10]図10は、実施例6に係る撮像装置の対向電極、画素電極および電極端子を示す上面図である。

[図11]図11は、実施例7に係る撮像装置の対向電極、画素電極および電極端子を示す上面図である。

[図12]図12は、実施例8に係る撮像装置の対向電極、画素電極および電極端子を示す上面図である。

[図13]図13は、実施の形態に係る撮像装置の回路構成を示す回路図である。

[図14]図14は、実施の形態に係る撮像装置における単位画素セルの断面図である。

## 発明を実施するための形態

[0012] (本開示の概要)

本開示の一態様に係る撮像装置は、少なくとも1つの第1画素電極と、前

記少なくとも1つの第1画素電極と離間して配置された少なくとも1つの第2画素電極と、前記少なくとも1つの第1画素電極の上面および前記少なくとも1つの第2画素電極の上面を連続的に覆う、光電変換層を含む光電変換部と、前記光電変換部の上方に位置し、前記少なくとも1つの第1画素電極に対向する第1対向電極と、前記光電変換部の上方に位置し、前記第1対向電極とは離間して配置され、前記少なくとも1つの第2画素電極に対向する第2対向電極とを備える。平面視において前記第1対向電極と前記第2対向電極との間の電極間領域における前記光電変換部の上面の第1部分は、前記第1対向電極または前記第2対向電極に平面視で重複する重複領域における前記光電変換部の上面の第2部分よりも凹んでいる。

[0013] これにより、電極間領域における光電変換部の上面が凹んでいるので、対向電極間を流れるリーク電流が抑制される。したがって、隣り合う対向電極間でのリーク電流が低減された撮像装置を提供することができる。

[0014] また、例えば、前記電極間領域における前記光電変換部の膜厚は、前記重複領域における前記光電変換部の膜厚より小さくてもよい。

[0015] これにより、電極間領域における光電変換部の膜厚を小さくすることで、電極間領域における光電変換部の上面を簡単に凹ませることができる。例えば、層間絶縁層などの平坦な上面の上に膜質の優れた光電変換部を均一の膜厚で形成した後、部分的に光電変換部の表層部を除去することにより、電極間領域における光電変換部の上面を簡単に凹ませることができる。したがって、光電変換部の機能を効果的に発揮させつつ、隣り合う対向電極間でのリーク電流を低減することができる。

[0016] また、例えば、前記電極間領域における前記光電変換層の膜厚は、前記重複領域における前記光電変換層の膜厚より小さくてもよい。

[0017] これにより、例えば、膜質の優れた光電変換層を均一の膜厚で形成した後、部分的に光電変換層の表層部を除去することにより、電極間領域における光電変換層の上面を簡単に凹ませることができる。したがって、光電変換機能を高めつつ、隣り合う対向電極間でのリーク電流を低減することができる。

- 。
- [0018] また、例えば、前記第1対向電極と前記第2対向電極との距離は、前記少なくとも1つの第1画素電極と前記少なくとも1つの第2画素電極との距離より小さくてもよい。
- [0019] これにより、対向電極と画素電極とが重複する領域であって、光電変換が行われる光電変換領域を、対向電極の端部から離すことができる。このため、エッチングのダメージが光電変換領域に至るのを抑制することができ、光電変換機能の劣化を抑制することができる。
- [0020] また、例えば、前記第1対向電極の端面は、順テーパ形状または前記第1対向電極の上面に対して垂直な形状を有していてもよく、前記第2対向電極の端面は、順テーパの形状または前記第2対向電極の上面に対して垂直な形状を有していてもよい。
- [0021] これにより、対向電極の端面が逆テーパである場合に比べて、エッチングガス、酸素および水分などによるエッチングのダメージが光電変換領域に到達しにくくなる。したがって、光電変換機能の劣化を抑制することができる。
- [0022] また、例えば、前記光電変換部は、さらに、前記光電変換層と前記第1対向電極および前記第2対向電極との間に位置する補助層を含み、前記補助層のうち、平面視において前記第1対向電極に重複する部分は、前記補助層のうち、平面視において前記第2対向電極に重複する部分と分離していてもよい。
- [0023] これにより、補助層によって光電変換機能を更に高めることができる。また、補助層が分離されていることにより、補助層を介したリーク電流を低減することができる。
- [0024] また、例えば、本開示の一態様に係る撮像装置は、さらに、前記第1対向電極の上面および前記第2対向電極の上面を連続的に覆う、金属の酸化物または金属の窒化物を含む封止層を備え、前記封止層は、前記電極間領域で前記光電変換層に接触していてもよい。

- [0025] これにより、封止層によって酸素および水分などが外部から光電変換層に到達するのを抑制することができるので、光電変換機能の劣化を抑制することができる。
- [0026] また、例えば、前記封止層は、前記第1対向電極の前記上面および端面、並びに前記第2対向電極の前記上面および端面に接触していてもよい。
- [0027] これにより、封止層が電極間領域に設けられることによって、対向電極間のリーク電流を更に低減することができる。
- [0028] また、例えば、前記少なくとも1つの第1画素電極は、複数の第1画素電極を含み、前記少なくとも1つの第2画素電極は、複数の第2画素電極を含んでいてもよい。
- [0029] また、例えば、前記複数の第1画素電極を含む第1画素電極群と、前記複数の第2画素電極を含む第2画素電極群と、をさらに備え、前記第1画素電極群において、前記複数の第1画素電極は第1方向に沿って配列されており、前記第2画素電極群において、前記複数の第2画素電極は前記第1方向に沿って配列されており、前記第1画素電極群と前記第2画素電極群とは、前記第1方向に直交する第2方向に沿って並んでおり、前記第1対向電極は、前記第1方向に沿って延びる長尺形状を有し、前記第1画素電極群を覆っており、前記第2対向電極は、前記第1方向に沿って延びる長尺形状を有し、前記第2画素電極群を覆っていてもよい。
- [0030] これにより、例えば、行毎または列毎に対向電極を設けることができるので、電位バラつきを抑制し、シェーディング補正を容易に行うことができる。
- [0031] また、例えば、前記複数の第1画素電極のうち、前記第1方向に沿って隣り合う2つの第1画素電極の間の距離は、前記複数の第1画素電極の各々と、前記複数の第2画素電極のうち、前記第2方向において前記複数の第1画素電極の各々に隣り合う、対応する第2画素電極との間の距離より小さくてもよい。
- [0032] これにより、電極間領域を広く確保することができるので、光電変換部の

上面の凹みに起因する保護膜の膜切れを抑制することができる。したがって、光電変換部の保護性能を高めることができる。

[0033] また、例えば、前記第1画素電極群において、前記複数の第1画素電極は前記第1方向および前記第2方向に沿って配列されており、前記第2画素電極群において、前記複数の第2画素電極は前記第1方向および前記第2方向に沿って配列されていてもよい。

[0034] これにより、複数行または複数列の画素電極をまとめて1つの対向電極によって覆うことができるので、対向電極の本数を減らすことができる。対向電極の本数が減ることで、電極間領域の数も少なくなるため、光電変換部の上面に設けられる凹みの数も減少する。このため、光電変換部の上面の凹みに起因する保護膜の膜切れが発生する可能性を低くすることができ、光電変換部の保護性能を高めることができる。

[0035] 以下では、実施の形態について、図面を参照しながら具体的に説明する。

[0036] なお、以下で説明する実施の形態は、いずれも包括的または具体的な例を示すものである。以下の実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置および接続形態、ステップ、ステップの順序などは、一例であり、本開示を限定する主旨ではない。また、以下の実施の形態における構成要素のうち、独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。

[0037] また、各図は、模式図であり、必ずしも厳密に図示されたものではない。したがって、例えば、各図において縮尺などは必ずしも一致しない。また、各図において、実質的に同一の構成については同一の符号を付しており、重複する説明は省略または簡略化する。

[0038] また、本明細書において、均一または等しいなどの要素間の関係性を示す用語、および、台形または三角形などの要素の形状を示す用語、ならびに、数値範囲は、厳格な意味のみを表す表現ではなく、実質的に同等な範囲、例えば数%程度の差異をも含むことを意味する表現である。

[0039] また、本明細書において、「上方」および「下方」という用語は、絶対的

な空間認識における上方向（鉛直上方）および下方向（鉛直下方）を指すものではなく、積層構成における積層順を基に相対的な位置関係により規定される用語として用いる。また、「上方」および「下方」という用語は、2つの構成要素が互いに間隔を空けて配置されて2つの構成要素の間に別の構成要素が存在する場合のみならず、2つの構成要素が互いに密着して配置されて2つの構成要素が接する場合にも適用される。

[0040] （実施の形態）

まず、実施の形態に係る撮像装置が備える光検出部の構造について説明する。

[0041] [1. 断面構造の比較例]

以下では、比較例に係る撮像装置の光検出部の具体的な断面構造について図1から図4を用いて説明する。

[0042] [1-1. 比較例1]

図1は、比較例1に係る撮像装置の光検出部を示す断面図である。図1に示されるように、光検出部100は、複数の画素電極101と、光電変換層102と、対向電極103とを備える。光検出部100は、絶縁層104上に設けられている。絶縁層104には、複数の接続配線105が設けられている。また、光検出部100を覆うように、保護膜106と、絶縁膜107と、絶縁膜108とが設けられている。

[0043] 複数の画素電極101はそれぞれ、光電変換層102で生成した信号電荷を捕集するための電極である。画素電極101の材料としては、金属、金属酸化物、金属窒化物または導電性ポリシリコンなどの導電性材料が用いられる。金属は、例えば、アルミニウム、銀、銅、チタンまたはタングステンなどである。金属窒化物は、例えば、窒化チタンまたは窒化タンタルなどである。導電性ポリシリコンは、不純物が添加されることによって導電性が付与されたポリシリコンである。

[0044] 複数の画素電極101は、互いに離間して配置されている。例えば、図1に示されるように、第1画素電極101aと第2画素電極101bとは、互

いに接触せずに、所定距離空けて配置されている。なお、第1画素電極101aおよび第2画素電極101bは、複数の画素電極101のうちの、互いに隣り合う2つの画素電極である。

[0045] 光電変換層102は、光の照射を受けて内部に電子-正孔対を生成する。電子-正孔対は、光電変換層102に加えられる電界によって電子と正孔とに分離され、それぞれが画素電極101側または対向電極103側に移動する。画素電極101側に移動した正孔および電子のいずれか一方は、信号電荷として画素電極101によって捕集され、接続配線105を介して電荷検出回路（図示せず）に供給される。

[0046] 光電変換層102は、公知の光電変換材料を用いて形成される。光電変換材料は、例えば有機材料であるが、無機材料であってもよい。無機光電変換材料としては、水素化アモルファスシリコン、化合物半導体材料、金属酸化物半導体材料などを用いることができる。化合物半導体材料は、例えばCdSeである。金属酸化物半導体材料は、例えばZnOである。

[0047] 光電変換材料が有機材料である場合、所望の光電変換特性が得られるように、光電変換材料の分子設計を比較的自由に行うことができる。光電変換材料が有機材料である場合、光電変換材料を含む溶液を用いた塗布プロセスによって平坦化性に優れた光電変換層102を容易に形成することができる。有機半導体材料は、例えば、真空蒸着法または塗布法によって形成することができる。

[0048] 光電変換材料として有機半導体材料を用いる場合、光電変換層102は、ドナー材料とアクセプタ材料との積層膜で構成されていてもよく、これらの材料の混合膜で構成されていてもよい。ドナー材料とアクセプタ材料との積層膜の構造は、ヘテロ接合型と呼ばれる。ドナー材料とアクセプタ材料との混合膜の構造は、バルクヘテロ接合型と呼ばれる。

[0049] 有機化合物のp型半導体は、ドナー性有機半導体であり、主に、正孔輸送性有機化合物に代表され、電子を供与しやすい性質がある有機化合物をいう。具体的には、有機化合物のp型半導体は、2つの有機材料を接触させて用

いたときにイオン化ポテンシャルの小さい方の有機化合物をいう。したがって、ドナー性有機半導体は、電子供与性のある有機化合物であればいずれの有機化合物も使用可能である。例えば、ドナー性有機半導体は、トリアリールアミン化合物、ベンジジン化合物、ピラゾリン化合物、スチリルアミン化合物、ヒドラゾン化合物、トリフェニルメタン化合物、カルバゾール化合物、ポリシラン化合物、チオフェン化合物、フタロシアニン化合物、シアニン化合物、メロシアニン化合物、オキソノール化合物、ポリアミン化合物、インドール化合物、ピロール化合物、ピラゾール化合物、ポリアリーレン化合物、縮合芳香族炭素環化合物または含窒素ヘテロ環化合物を配位子として有する金属錯体などを用いることができる。なお、縮合芳香族炭素環化合物は、例えば、ナフタレン誘導体、アントラセン誘導体、フェナントレン誘導体、テトラセン誘導体、ピレン誘導体、ペリレン誘導体またはフルオランテン誘導体などである。これらに限らず、アクセプタ性有機半導体として用いた有機化合物よりもイオン化ポテンシャルの小さい有機化合物であればドナー性有機半導体として用いることができる。

[0050] 有機化合物のn型半導体は、アクセプタ性有機半導体であり、主に電子輸送性有機化合物に代表され、電子を受容しやすい性質がある有機化合物をいう。具体的には、有機化合物のn型半導体は、2つの有機化合物を接触させて用いたときに電子親和力の大きい方の有機化合物をいう。したがって、アクセプタ性有機化合物は、電子受容性のある有機化合物であればいずれの有機化合物も使用可能である。例えば、アクセプタ性有機化合物は、フラレン、フラレン誘導体、縮合芳香族炭素環化合物、ポリアリーレン化合物、フルオレン化合物、シクロペンタジエン化合物、シリル化合物、含窒素ヘテロ環化合物を配位子として有する金属錯体などを用いることができる。あるいは、アクセプタ性有機化合物は、窒素原子、酸素原子もしくは硫黄原子を含有する5または7員のヘテロ環化合物を配位子として有する金属錯体を用いることができる。なお、窒素原子、酸素原子もしくは硫黄原子を含有する5または7員のヘテロ環化合物は、例えばピリジン、ピラジン、ピリミジン

、ピリダジン、トリアジン、キノリン、キノキサリン、キナゾリン、フタラジン、シンノリン、イソキノリン、プテリジン、アクリジン、フェナジン、フェナントロリン、テトラゾール、ピラゾール、イミダゾール、チアゾール、オキサゾール、インダゾール、ベンズイミダゾール、ベンゾトリアゾール、ベンゾオキサゾール、ベンゾチアゾール、カルバゾール、プリン、トリアゾロピリダジン、トリアゾロピリミジン、テトラザインデン、オキサジアゾール、イミダゾピリジン、ピロリジン、ピロロピリジン、チアジアゾロピリジン、ジベンズアゼピンまたはトリベンズアゼピンなどである。これらに限らず、上記したように、ドナー性有機化合物として用いた有機化合物よりも電子親和力の大きい有機化合物であればアクセプタ性有機半導体として用いることができる。

[0051] 光電変換層102は、複数の画素電極101の各々の上面を連続的に覆う光電変換部に含まれている。光電変換部は、複数の画素電極101と対向電極103との間に位置する層である。図1に示される例では、光電変換部は、光電変換層102のみからなる単層構造を有する。言い換えると、光電変換層102は、単層構造の光電変換部そのものである。なお、光電変換部は、光電変換層102以外の1つ以上の層を含む積層構造を有してもよい。光電変換層102以外の1つ以上の層には、電子ブロック層、電子注入層、電子輸送層、正孔ブロック層、正孔注入層または正孔輸送層などが含まれる。

[0052] なお、「連続的」とは、物理的に分離されていないことを意味する。例えば、図1に示されるように、光電変換層102は、第1画素電極101aの上面と第2画素電極101bの上面とを連続的に覆っている。光電変換層102は、第1画素電極101aと第2画素電極101bとの間の領域において物理的に分離されていない。

[0053] また、光電変換層102の膜厚は、面内で均一である。つまり、画素電極101の直上領域における光電変換層102の膜厚と、2つの画素電極101間の領域における光電変換層102の膜厚とは等しい。光電変換層102は、複数の画素電極101を覆う平板のシート状に形成されている。

[0054] 対向電極103は、画素電極101が捕集する信号電荷とは逆極性の電荷を捕集する。対向電極103には、所定の電圧が印加される。これにより、対向電極103と複数の画素電極101との間に電位差が生じ、光電変換層102には電界が与えられる。対向電極103は、光電変換層102で生じた正孔および電子のうち、電界によって対向電極103側に移動する電荷を捕集する。

[0055] 対向電極103は、光電変換層102の上方に位置し、複数の画素電極101に対向している。対向電極103の材料は、透明導電性酸化物または導電性高分子などが用いられる。透明導電性酸化物としては、例えば、ITO、IZO (Indium Zinc Oxide)、AZO (Aluminum-doped Zinc Oxide)、FTO (Fluorine-doped Tin Oxide)、SnO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>、ZnO<sub>2</sub>などが用いられる。これらから選ばれる1種類または2種類以上の透明導電性酸化物が対向電極103の材料として用いられる。導電性高分子としては、例えば、PEDOT/PSS (ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)/ポリ(4-スチレンスルホン酸)) が用いられる。導電性高分子は、高分子材料に金属粒子、透明導電性酸化物の粒子などを分散させることによって得られるものであってもよい。また、対向電極103は、光を透過できる程度に薄い金属薄膜であってもよい。

[0056] 比較例1では、対向電極103は、光電変換層102の上面全体を覆うように設けられている。対向電極103は、光電変換層102と同様に、複数の画素電極101の各々の上面を連続的に覆っている。つまり、対向電極103は、物理的に分離されておらず、均一な膜厚で光電変換層102の上面を覆っている。対向電極103は、画素電極101毎に設けられるのではなく、複数の画素電極101に対して共通に設けられた共通電極である。

[0057] 絶縁層104は、基板(図示せず)の上方に形成された絶縁層である。なお、基板には、例えば、光検出部100が生成した信号電荷を処理する信号処理回路に含まれるトランジスタなどが形成されている。絶縁層104は、

例えば、オルトケイ酸テトラエチル（TEOS）、シリコン酸化膜もしくはシリコン窒化膜などの単層構造または積層構造であるが、特に限定されない。

[0058] 接続配線105は、画素電極101毎に設けられている。接続配線105は、対応する画素電極101と信号処理回路とを電氣的に接続する配線の一部である。接続配線105の材料としては、金属、金属酸化物、金属窒化物または導電性ポリシリコンなどの導電性材料が用いられる。

[0059] 保護膜106は、光電変換層102が空気および水分に触れることを抑制するために設けられた封止層の一例である。保護膜106の材料は、例えば、水分の透過率が十分に低く、かつ、透光率が高い絶縁性の材料が用いられる。具体的には、保護膜106は、金属の酸化物または窒化物を含んでいる。保護膜106は、例えば、酸化アルミニウム膜である。

[0060] 保護膜106は、対向電極103の上方に設けられている。具体的には、保護膜106は、対向電極103の上面全体を覆うように設けられている。保護膜106は、光電変換層102と同様に、複数の画素電極101の各々の上面を連続的に覆っている。つまり、保護膜106は、物理的に分離されておらず、均一な膜厚で対向電極103の上面を覆っている。

[0061] 絶縁膜107は、保護膜106と同様に、光電変換層102が空気および水分に触れることを抑制するために設けられている。絶縁膜107の材料は、例えば、水分の透過率が低く、かつ、透光率が高い絶縁性材料が用いられる。絶縁膜107は、例えば、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、または、酸窒化シリコン膜である。

[0062] 絶縁膜107は、保護膜106の上方に設けられている。具体的には、絶縁膜107は、保護膜106の上面全体を覆うように設けられている。絶縁膜107は、光電変換層102と同様に、複数の画素電極101の各々の上面を連続的に覆っている。つまり、絶縁膜107は、物理的に分離されておらず、均一な膜厚で保護膜106の上面を覆っている。

[0063] 絶縁膜108は、上面が平坦な平坦化膜である。絶縁膜108の材料は、

透光性を有する材料であり、例えば、オルトケイ酸テトラエチル（TEOS）である。

[0064] 絶縁膜108は、絶縁膜107の上方に設けられている。具体的には、絶縁膜108は、絶縁膜107の上面全体を覆うように設けられている。絶縁膜108は、光电変換層102と同様に、複数の画素電極101の各々の上面を連続的に覆っている。つまり、絶縁膜108は、物理的に分離されておらず、均一な膜厚で絶縁膜107の上面を覆っている。

[0065] なお、撮像装置は、保護膜106、絶縁膜107および絶縁膜108の少なくとも1つを備えなくてもよい。

[0066] このように、比較例1に係る撮像装置では、対向電極103が分離されていない。このため、上述したように、対向電極103内での電圧降下の影響によるシェーディングの問題がある。

[0067] [1-2. 比較例2]

次に、比較例2について図2を用いて説明する。以下では、比較例1との相違点を中心に説明し、共通点の説明を省略または簡略化する。

[0068] 図2は、比較例2に係る撮像装置の光検出部を示す断面図である。図2に示されるように、比較例2に係る光検出部110は、比較例1に係る光検出部100と比較して、対向電極103の代わりに複数の対向電極113を備える点が相違する。

[0069] 複数の対向電極113は、互いに離間して配置されている。例えば、図2に示されるように、第1対向電極113aと第2対向電極113bとは、互いに接触せずに、所定距離空けて配置されている。なお、第1対向電極113aおよび第2対向電極113bは、複数の対向電極113のうちの、互いに隣り合う2つの対向電極である。第1対向電極113aは、第1画素電極101aに対向している。第2対向電極113bは、第2画素電極101bに対向している。

[0070] 複数の対向電極113はそれぞれ、対向する画素電極101が捕集する信号電荷とは逆極性の電荷を捕集する。対向電極113は、例えば、複数の画

素電極 101 を含む画素電極群毎に設けられている。具体的には、平面視において、対向電極 113 は、第 1 方向に沿って延びる長尺形状を有している。複数の対向電極 113 は、第 1 方向に直交する第 2 方向に沿って並んでいる。なお、図 2 に示される断面では、第 1 方向は紙面奥行き方向であり、第 2 方向は紙面左右方向である。複数の対向電極 113 および複数の画素電極 101 の各々の平面視形状および平面レイアウトの具体例については、後で説明する。

[0071] 比較例 2 に係る対向電極 113 の端面は、順テーパである。順テーパとは、端面の法線方向が斜め上方向であることを意味する。つまり、図 2 に示されるように、対向電極 113 の断面形状が、下底が上底より長い台形になる。例えば、対向電極 113 の上面は、対向電極 113 の下面より小さい。なお、下底および下面は、対向電極 113 の、光電変換層 102 側の辺および面である。上底および上面は、対向電極 113 の、光電変換層 102 とは反対側の辺および面である。

[0072] 端面が順テーパであることにより、端面が逆テーパである場合に比べて、エッチングガス、酸素および水分などによるエッチングのダメージが光電変換領域に到達しにくくなる。したがって、光電変換機能の劣化を抑制することができる。なお、光電変換領域とは、光電変換層 102 のうち、平面視において、画素電極 101 と対向電極 113 とが重複する領域である。比較例 2 では、画素電極 101 が対向電極 113 より小さいので、光電変換領域は、光電変換層 102 のうち、平面視において画素電極 101 と重複する部分に相当する。

[0073] また、隣り合う対向電極 113 の電極間距離は、隣り合う画素電極 101 の電極間距離より小さい。なお、隣り合う対向電極 113 の電極間距離は、後述する図 9 から図 11 における  $b$  で表される。同様に、隣り合う画素電極 101 の電極間距離は、図 9 から図 11 における  $a$  で表される。

[0074] 例えば、第 1 対向電極 113 a と第 2 対向電極 113 b との電極間距離は、第 1 画素電極 101 a と第 2 画素電極 101 b との電極間距離より小さい

。電極間距離は、隣り合う対向電極 1 1 3 または画素電極 1 0 1 の最短距離を意味する。例えば、第 1 対向電極 1 1 3 a と第 2 対向電極 1 1 3 b との電極間距離は、第 1 対向電極 1 1 3 a の端面の下端と、第 2 対向電極 1 1 3 b の端面の下端との距離である。なお、電極間距離は、第 1 対向電極 1 1 3 a の端面の中心と、第 2 対向電極 1 1 3 b の端面の中心との距離であってもよい。

[0075] 隣り合う対向電極 1 1 3 の電極間距離が小さいことにより、光電変換層 1 0 2 中の光電変換領域を、対向電極 1 1 3 の端部から離すことができる。このため、エッチングのダメージが光電変換領域に至るのを抑制することができる、光電変換機能の劣化を抑制することができる。

[0076] 図 2 には、平面視において、対向電極 1 1 3 に重複する重複領域 2 0 1 と、隣り合う 2 つの対向電極 1 1 3 間の領域である電極間領域 2 0 2 とが図示されている。例えば、重複領域 2 0 1 は、第 1 対向電極 1 1 3 a または第 2 対向電極 1 1 3 b に平面視で重複する領域である。電極間領域 2 0 2 は、平面視において第 1 対向電極 1 1 3 a と第 2 対向電極 1 1 3 b との間の領域である。

[0077] 具体的には、重複領域 2 0 1 は、平面視において、対向電極 1 1 3 の下面に重複する領域である。電極間領域 2 0 2 は、平面視において、隣り合う 2 つの対向電極 1 1 3 の各々の下面の輪郭間の領域である。なお、重複領域 2 0 1 および電極間領域 2 0 2 は、対向電極 1 1 3 の上面を基準に定められてもよい。あるいは、重複領域 2 0 1 および電極間領域 2 0 2 は、対向電極 1 1 3 の端面の中心線を基準に定められてもよい。

[0078] 比較例 1 と比較して分かるように、比較例 2 では、複数の対向電極 1 1 3 が互いに分離されている。具体的には、平面視において、電極間領域 2 0 2 には、対向電極 1 1 3 が設けられていない。

[0079] 複数の対向電極 1 1 3 は、比較例 1 に係る対向電極 1 0 3 をパターンニングすることで形成される。具体的には、平板のシート状の対向電極 1 0 3 を形成した後、フォトリソグラフィおよびエッチングによって、対向電極 1 0 3

の電極間領域 202 に位置する部分を除去することで、互いに離間した複数の対向電極 113 が形成される。

[0080] このとき、エッチングのマスクとして利用するレジストパターンの端面を順テーパーにすることで、対向電極 103 の端面を順テーパーにすることができる。レジストパターンの断面形状は、例えば台形であるが、三角形であってもよい。

[0081] 以上のように、比較例 2 に係る撮像装置では、対向電極 113 が互いに離れて配置されているので、シェーディングの影響を抑制することができる。一方で、対向電極 113 のパターンニングの際に、電極間領域 202 における光電変換層 102 の表面がエッチングによるダメージを受ける。また、電極間領域 202 における光電変換層 102 の表面に、水分または不純物の吸着が生じる。これらのダメージまたは不純物などの影響によって、光電変換層 102 の表層部分が、隣り合う対向電極 113 間のリーク電流の経路となりうる。したがって、比較例 2 に係る撮像装置では、リーク電流を抑制できないという問題がある。

[0082] なお、比較例 2 ならびに後述する比較例および実施例においては、対向電極 113 が設けられていない電極間領域 202 が存在することにより、保護膜 106 は、複数の対向電極 113 の上面を連続的に覆っており、電極間領域 202 では光電変換層 102 に接触して設けられている。図 2 に示されるように、保護膜 106 および絶縁膜 107 は、対向電極 113 の有無によって生じる凹凸に沿うように設けられている。保護膜 106 および絶縁膜 107 の膜厚は均一であるので、絶縁膜 107 の上面は、対向電極 113 の有無によって生じる凹凸と同等の凹凸を形成している。絶縁膜 108 は、絶縁膜 107 の上面の凹凸を埋めるように設けられ、上面を平坦化している。このため、絶縁膜 108 の膜厚は、重複領域 201 と電極間領域 202 とでは異なっている。具体的には、重複領域 201 における絶縁膜 108 の膜厚は、電極間領域 202 における絶縁膜 108 の膜厚より小さい。

[0083] [1-3. 比較例 3]

次に、比較例3について図3を用いて説明する。以下では、比較例2との相違点を中心に説明し、共通点の説明を省略または簡略化する。

[0084] 図3は、比較例3に係る撮像装置の光検出部を示す断面図である。図3に示されるように、比較例3に係る光検出部120は、比較例2に係る光検出部110と比較して、光電変換層102の代わりに複数の光電変換層122を備える点が相違する。

[0085] 複数の光電変換層122は、互いに離間して配置されている。例えば、図3に示されるように、第1光電変換層122aと第2光電変換層122bとは、互いに接触せずに、所定距離空けて配置されている。なお、第1光電変換層122aおよび第2光電変換層122bは、複数の光電変換層122のうちの、互いに隣り合う2つの光電変換層である。第1光電変換層122aは、第1画素電極101aと第1対向電極113aとの間に位置している。第2光電変換層122bは、第2画素電極101bと第2対向電極113bとの間に位置している。

[0086] 比較例2と比較して分かるように、比較例3では、光電変換層122が対向電極113毎に分離している。具体的には、平面視において、電極間領域202には、光電変換層122が設けられていない。

[0087] 複数の光電変換層122は、比較例2に係る光電変換層102をパターンニングすることで形成される。具体的には、平板のシート状の光電変換層102および対向電極103を順に形成した後、フォトリソグラフィおよびエッチングによって、対向電極103および光電変換層102の、電極間領域202に位置する部分を除去することで、離間した複数の光電変換層122が形成される。つまり、同一のレジストパターンをマスクとして用いて対向電極103のエッチングおよび光電変換層102のエッチングを連続的に行うことで、対向電極113毎に分離された光電変換層122が形成される。

[0088] 以上のように、比較例3に係る撮像装置では、比較例2と同様に、対向電極113が互いに離れて配置されているので、シェーディングの影響を抑制することができる。一方で、光電変換層122のパターンニングの際に、電極

間領域 202 における絶縁層 104 の表面がエッチングによるダメージを受ける。また、電極間領域 202 における絶縁層 104 の表面に、水分または不純物の吸着が生じる。これらのダメージまたは不純物の影響によって、絶縁層 104 の表層部分が、隣り合う画素電極 101 間のリーク電流の経路となりうる。したがって、比較例 3 に係る撮像装置では、画素電極間のリーク電流が抑制できないという問題がある。

[0089] [1-4. 比較例 4]

次に、比較例 4 について図 4 を用いて説明する。以下では、比較例 3 との相違点を中心に説明し、共通点の説明を省略または簡略化する。

[0090] 図 4 は、比較例 4 に係る撮像装置の光検出部を示す断面図である。図 4 に示されるように、比較例 4 に係る撮像装置は、比較例 3 に係る撮像装置と比較して、新たに、シールド電極 139 と、複数の接続配線 135 とを備える点が相違する。

[0091] シールド電極 139 は、画素電極 101 の周囲に設けられており、所定の電圧が印加される。シールド電極 139 は、例えば、平面視において、二次元に配列された複数の画素電極 101 を 1 つずつ囲むように格子状に形成されている。シールド電極 139 に適切な電圧が印加されることにより、光電変換層 122 中での横方向の電界を生じさせることができる。これにより、光電変換層 122 内での信号電荷の横方向への移動を抑制することができる。

[0092] シールド電極 139 の材料は、例えば、金属、金属酸化物、金属窒化物または導電性ポリシリコンなどの導電性材料が用いられる。シールド電極 139 は、例えば、銅を用いて形成されている。なお、シールド電極 139 の材料は、画素電極 101 の材料と同じであってもよい。

[0093] 複数の接続配線 135 は、シールド電極 139 に印加する電圧を供給するための配線の一部である。複数の接続配線 135 の材料としては、例えば、接続配線 105 と同じであり、金属、金属酸化物、金属窒化物または導電性ポリシリコンなどの導電性材料が用いられる。

[0094] シールド電極 139 が画素電極 101 を囲むように設けられている場合、図 4 に示されるように、シールド電極 139 は、電極間領域 202 にも存在し、絶縁層 104 の上面から露出している。

[0095] この場合、光電変換層 122 のパターニングの際に、電極間領域 202 に露出したシールド電極 139 がエッチングガスに曝されることによって酸化する。酸化したシールド電極 139 は、導電性が損なわれて絶縁化し、シールド機能を十分に果たさなくなる。また、エッチングの際に、シールド電極 139 に含まれる金属材料が飛び散り、リーク電流の経路を形成し得る。このように、比較例 4 に係る撮像装置においても、リーク電流が抑制できないという問題がある。

[0096] [2. 断面構造の実施例]

続いて、実施例に係る撮像装置の光検出部の具体的な断面構造について図 5 から図 8 を用いて説明する。以下では、上述した比較例 1 から比較例 4 との相違点を中心に説明を行い、共通点の説明を省略または簡略化する。

[0097] [2-1. 実施例 1]

図 5 は、実施例 1 に係る撮像装置の光検出部を示す断面図である。図 5 に示されるように、実施例 1 に係る光検出部 300 は、比較例 2 に係る光検出部 110 と比較して、光電変換層 102 の代わりに光電変換層 302 を備える点が相違する。

[0098] 光電変換層 302 は、光電変換層 102 と同様に、複数の画素電極 101 の各々の上面を連続的に覆っている。つまり、光電変換層 302 は、重複領域 201 と電極間領域 202 との両方に設けられている。

[0099] 実施例 1 では、光電変換層 302 の膜厚が均一ではない。具体的には、電極間領域 202 における光電変換層 302 の膜厚は、重複領域 201 における光電変換層 302 の膜厚より小さい。図 5 に示されるように、光電変換層 302 は、重複領域 201 に位置する重複部分 302a と、電極間領域 202 に位置する非重複部分 302c とを含んでいる。非重複部分 302c の膜厚は、重複部分 302a の膜厚より小さい。例えば、非重複部分 302c の

膜厚と重複部分302aの膜厚との差は、5nm以上である。具体的には、対向電極113の下端と非重複部分302cの上面との差が5nm以上である。これにより、対向電極113の下端と非重複部分302cの上面との間でトンネル電流の発生を抑制することができ、リーク電流を低減することができる。

[0100] 非重複部分302cの膜厚は、重複部分302aの膜厚の2/3以下であってもよく、半分以下であってもよく、1/3以下であってもよい。一例として、重複部分302aの膜厚は500nmであり、非重複部分302cの膜厚は300nmである。非重複部分302cの膜厚の下限値は、例えば5nmである。

[0101] 光電変換層302の下面は、平坦である。つまり、複数の画素電極101の各々の上面と絶縁層104の最上面とが面一であって平坦面を形成している。光電変換層302は、当該平坦面に接触して覆うように設けられている。光電変換層302の下面が平坦であることにより、光電変換層302の膜厚の差によって光電変換層302の上面に凹凸を形成することができる。具体的には、電極間領域202における光電変換層302の上面は、重複領域201における光電変換層302の上面よりも凹んでいる。つまり、非重複部分302cの上面は、重複部分302aの上面よりも下方に位置している。

[0102] 光電変換層302は、比較例2に係る光電変換層102の表層部を部分的に除去することで形成される。具体的には、平板のシート状の光電変換層102および対向電極103を順に形成した後、フォトリソグラフィおよびエッチングによって、対向電極103の、電極間領域202に位置する部分と、光電変換層102の、電極間領域202に位置する部分の表層部のみを除去することで、光電変換層302が形成される。つまり、同一のレジストパターンをマスクとして用いて対向電極103のエッチングおよび光電変換層102のエッチングを連続的に行う。このとき、光電変換層102の、電極間領域202に位置する部分を完全に除去するのではなく、所定の膜厚で残

す。これにより、電極間領域 202 においては、膜厚が小さく、上面が凹んだ光電変換層 302 が形成される。

[0103] 以上のように、実施例 1 に係る撮像装置では、電極間領域 202 における光電変換層 302 の上面が凹んでいるので、当該上面に沿って流れるリーク電流が抑制される。したがって、隣り合う対向電極 113 間でのリーク電流を低減することができる。

[0104] また、上面が凹んだ光電変換層 302 は、対向電極 113 のパターンングと同一のレジストパターンをマスクとして用いて形成することができる。つまり、光電変換層 302 の形成に専用のレジストパターンを必要としないので、簡単に光電変換層 302 を形成することができる。

[0105] 実施例 1 では、光電変換層 302 が電極間領域 202 にも存在しているので、保護膜 106 は、複数の対向電極 113 の各々の上面を連続的に覆っており、かつ、電極間領域 202 で光電変換層 302 に接触している。保護膜 106 は、複数の対向電極 113 の各々の上面および端面に接触している。絶縁性の保護膜 106 が対向電極 113 の端面を覆うことにより、対向電極 113 間のリーク電流を更に抑制することができる。

[0106] 保護膜 106 は、対向電極 113 の有無に基づく段差に沿って形成されるので、被膜性の高い手法を用いて形成される。例えば、保護膜 106 は、原子層堆積 (Atomic Layer Deposition: ALD) 法、または、化学気相成長 (Chemical Vapor Deposition) 法を用いて形成される。被膜性が高まることで、リーク電流を更に抑制することができる。

[0107] なお、光電変換層 302 の下面は、平坦でなくてもよい。例えば、光電変換層 302 の下面には、画素電極 101 に起因する段差が設けられていてもよい。段差の高さは、例えば数 nm 以上 20 nm 以下の範囲である。複数の画素電極 101 の各々の上面は、絶縁層 104 の最上面よりも上方に位置していてもよい。例えば、絶縁層 104 の平坦な最上面上に複数の画素電極 101 が設けられていてもよく、画素電極 101 間が絶縁層で埋められていな

くてもよい。

[0108] [2-2. 実施例2]

次に、実施例2について図6を用いて説明する。以下では、実施例1との相違点を中心に説明し、共通点の説明を省略または簡略化する。

[0109] 図6は、実施例2に係る撮像装置の光検出部を示す断面図である。図6に示されるように、実施例2に係る撮像装置は、実施例1に係る撮像装置と比較して、新たに、シールド電極139と、複数の接続配線135とを備える点が相違する。シールド電極139および接続配線135は、比較例4と同じである。

[0110] 実施例2では、実施例1と同様に、電極間領域202に光電変換層302が設けられている。つまり、シールド電極139の上面は、光電変換層302によって覆われている。シールド電極139の上面は、対向電極113のパターニングおよび光電変換層302の部分的な除去の際に露出されずに、光電変換層302に覆われたままである。このため、比較例4で示したような、シールド電極139の酸化およびリーク電流の経路の生成のいずれも抑制される。

[0111] なお、光電変換層302が電極間領域202にも設けられているので、一の重複部分302aで生成された信号電荷が非重複部分302cを介して、隣の重複部分302aに移動し得る。実施例2では、シールド電極139が設けられていることにより、信号電荷の横方向への移動を抑制することができるので、信号電荷の混入による混色などの発生を抑制することができる。

[0112] [2-3. 実施例3]

次に、実施例3について図7を用いて説明する。以下では、実施例1との相違点を中心に説明し、共通点の説明を省略または簡略化する。

[0113] 図7は、実施例3に係る撮像装置の光検出部を示す断面図である。図7に示されるように、実施例3に係る光検出部310は、実施例1に係る光検出部300と比較して、補助層312を新たに備える点が相違する。

[0114] 補助層312は、複数の画素電極101と複数の対向電極113との間に

位置する光電変換部に含まれている。実施例3では、補助層312と光電変換層302とによって光電変換部が構成されている。補助層312は、例えば、画素電極101が捕集する信号電荷の透過を抑制する電荷ブロック層である。信号電荷が正孔である場合、補助層312は、正孔の透過を抑制し、電子を透過させる正孔ブロック層である。信号電荷が電子である場合、補助層312は、電子の透過を抑制し、正孔を透過させる電子ブロック層である。補助層312は、正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層または電子輸送層であってもよい。

[0115] 図7に示されるように、補助層312は、対向電極113毎に設けられている。例えば、補助層312は、平面視において、第1対向電極113aに重複する部分312aと、第2対向電極113bに重複する部分312bとで分離している。言い換えると、補助層312は、電極間領域202には設けられていない。

[0116] 対向電極113毎に分離された補助層312は、対向電極113のパターニングに続いて、同一のレジストパターンをマスクとして用いて補助層312のエッチングを連続的に行うことで形成される。つまり、補助層312を分離するのに専用のレジストパターンを必要としないので、簡単に補助層312を分離することができる。

[0117] 補助層312は、光電変換層302に比べて絶縁性の低い材料を用いて形成されている。このため、補助層312は、複数の対向電極113間で連続的に設けられている場合、補助層312自体がリーク電流の経路になりやすい。これに対して、実施例3では、補助層312が分離しているので、補助層312を介したリーク電流を低減することができる。

[0118] なお、実施例3において、光検出部310は、光電変換層302の代わりに光電変換層102を含んでもよい。つまり、光検出部310が備える光電変換層は、電極間領域202と重複領域201とで膜厚が同じであってもよい。

[0119] また、補助層312は、電極間領域202において完全に除去されずに、

所定の膜厚で残っていてもよい。つまり、補助層 312 は、光電変換層 302 と同様に、電極間領域 202 における部分の膜厚が、重複領域 201 における部分の膜厚より小さくてもよい。

[0120] [2-4. 実施例 4]

次に、実施例 4 について図 8 を用いて説明する。以下では、実施例 1 との相違点を中心に説明し、共通点の説明を省略または簡略化する。

[0121] 図 8 は、実施例 4 に係る撮像装置の光検出部を示す断面図である。図 8 に示されるように、実施例 4 に係る光検出部 320 は、実施例 1 に係る光検出部 300 と比較して、光電変換層 302 の代わりに光電変換層 322 を含む。また、光検出部 320 は、絶縁層 104 の代わりに絶縁層 324 を覆うように設けられている。

[0122] 絶縁層 324 は、最上面が平坦ではない。図 8 に示されるように、絶縁層 324 の最上面には、電極間領域 202 に凹部 324c が形成されている。凹部 324c は、例えば、最上面を平坦化した絶縁層 104 のうち、電極間領域 202 に位置する表層部分をフォトリソグラフィおよびエッチングによって除去することにより形成される。あるいは、凹部 324c は、隣り合う画素電極 101 間であってもよい。絶縁層 104 の平坦化された最上面上に複数の画素電極 101 を形成し、隣り合う画素電極 101 間を凹部 324c として利用してもよい。

[0123] 光電変換層 322 は、凹部 324c の内面に沿って均一な膜厚で設けられている。具体的には、光電変換層 322 の重複部分 322a の膜厚は、非重複部分 322c の膜厚に等しい。これにより、電極間領域 202 における光電変換層 322 の上面は、重複領域 201 における光電変換層 322 の上面よりも凹んでいる。

[0124] 実施例 4 に係る撮像装置では、電極間領域 202 における光電変換層 322 の上面が凹んでいるので、当該上面に沿って流れるリーク電流が抑制される。したがって、隣り合う対向電極 113 間でのリーク電流を低減することができる。

[0125] なお、実施例3および実施例4においても、シールド電極139および接続配線135が設けられていてもよい。

[0126] [3. 平面レイアウト]

続いて、対向電極と画素電極との平面レイアウトの実施例について、図9から図12を用いて説明する。以下で説明する実施例5から実施例8は、上述した実施例1から実施例4のいずれにも平面レイアウトとして適用可能である。

[0127] [3-1. 実施例5]

まず、実施例5について図9を用いて説明する。

[0128] 図9は、実施例5に係る撮像装置の対向電極、画素電極および電極端子を示す上面図である。図9に示されるように、実施例5に係る撮像装置では、複数の画素電極101が平面視において二次元に並んで配列されている。画素電極101は、x軸方向およびy軸方向の各々に等間隔で配列されている。図9に示される例では、隣り合う画素電極101の電極間距離をaで表している。

[0129] なお、x軸およびy軸は、互いに直交する2つの軸である。x軸方向は、画素電極101が並ぶ第1方向の一例である。y軸方向は、第1方向に直交する第2方向の一例である。xy平面が撮像装置の基板に平行な平面である。例えば、図5などに示される絶縁層104の最上面は、xy平面に平行である。

[0130] 図9に示される画素電極群401は、x軸方向に沿って配列された複数の画素電極101を含んでいる。複数の画素電極群401は、y軸方向に沿って並んでいる。なお、画素電極群401に含まれる画素電極101の個数、すなわち、x軸方向に沿って配列される画素電極101の個数は、1個のみであってもよく、特に限定されない。また、y軸方向に沿って配列される画素電極群401の個数は、複数であれば、特に限定されない。

[0131] 複数の対向電極113は、x軸方向に沿って延びる長尺形状を有する。対向電極113は、画素電極群401を覆っている。具体的には、対向電極1

13は、画素電極群401毎に設けられている。

[0132] ここで、実施例5に係る平面レイアウトと、実施例1から実施例4に係る断面構造との関係について説明する。具体的には、図9に示されるV-V線で切断した断面が、図5から図8に示される断面図に相当する。

[0133] 例えば、第1画素電極101aは、x軸方向に複数個並んで配列されており、第1画素電極群401aに含まれている。第1対向電極113aは、x軸方向に沿って延びる長尺形状を有し、第1画素電極群401aを覆っている。

[0134] 第2画素電極101bは、x軸方向に複数個並んで配列されており、第2画素電極群401bに含まれている。第2対向電極113bは、x軸方向に沿って延びる長尺形状を有し、第2画素電極群401bを覆っている。なお、第1画素電極群401aおよび第2画素電極群401bは、複数の画素電極群401のうちの、y軸方向において隣り合う画素電極群である。

[0135] 図9に示されるように、y軸方向において隣り合う画素電極101の電極間距離aは、y軸方向において隣り合う対向電極113の電極間距離bより大きい。これにより、上述したように、光電変換機能の劣化を抑制することができる。

[0136] なお、図9では、光電変換層302または322の平面視形状を破線で表している。図9に示されるように、光電変換層302または322は、二次元に配列された複数の画素電極101を連続的に覆うように設けられている。具体的には、光電変換層302または322は、全ての画素電極101を連続的に覆っている。複数の対向電極113は、x軸の負側において、光電変換層302または322から張り出すように設けられている。

[0137] 複数の対向電極113はそれぞれ、光電変換層302または322から張り出した部分において電極端子402に接続されている。具体的には、複数の対向電極113の各々のx軸の負側の端部には、給電用の電極端子402が設けられている。つまり、複数の対向電極113の各々には、x軸の負側から電源電圧が印加される。複数の対向電極113に対して、いわゆる片側

給電が行われる。なお、複数の電極端子402は、光電変換層302または322には覆われていない。

[0138] このとき、対向電極113の抵抗成分による電圧降下の影響によって、電極端子402に近い部分と電極端子402から離れた部分との電位差が大きくなる。実施例5では、全ての対向電極113に対して、x軸の負側に電極端子402が設けられ、x軸の正側に向かって対向電極113が延びているので、電位差が大きくなる方向がx軸方向に一致する。したがって、全ての対向電極113に対して同じシェーディング補正を行えばよいので、補正処理を容易に行うことができる。

[0139] [3-2. 実施例6]

次に、実施例6について図10を用いて説明する。以下では、実施例5との相違点を中心に説明し、共通点の説明を省略または簡略化する。

[0140] 図10は、実施例6に係る撮像装置の対向電極、画素電極および電極端子を示す上面図である。図10に示される例では、画素電極群401は、x軸方向およびy軸方向の各々に沿って並んだ複数の画素電極101を含んでいる。具体的には、画素電極群401は、2行×8列の合計16個の画素電極101を含んでいる。なお、画素電極群401は、複数行×1列の画素電極101を含んでいてもよい。

[0141] 対向電極113は、実施例5と同様に、画素電極群401毎に設けられている。したがって、対向電極113は、複数行の画素電極101を覆っている。例えば、第1対向電極113aは、2行分の第1画素電極101aを覆っている。第2対向電極113bも同様に、2行分の第2画素電極101bを覆っている。

[0142] 以上のように、対向電極113の並び方向であるy軸方向において、1つの対向電極113に覆われる画素電極101の個数は2つ以上であってもよい。実施例6に係る撮像装置では、実施例5と同様に、シェーディング補正を容易に行うことができる。

[0143] なお、実施例6に係る撮像装置において、x軸に直交する断面は、図5か

ら図8で示した実施例1から実施例4に係る撮像装置の断面には一致しない。具体的には、図5から図8に示される断面において、1つの対向電極113の直下に位置する1つの画素電極101および接続配線105の代わりに、2つの画素電極101および接続配線105が設けられた断面に相当する。

[0144] 実施例6では、2つの電極端子402は、対向電極113のx軸の負側の端部に設けられている。なお、電極端子402の大きさは、画素電極101の大きさと同じであるが、異なってもよい。例えば、1つの大きな電極端子402が、対向電極113の端部に設けられていてもよい。

[0145] [3-3. 実施例7]

次に、実施例7について図11を用いて説明する。以下では、実施例5との相違点を中心に説明し、共通点の説明を省略または簡略化する。

[0146] 図11は、実施例7に係る撮像装置の対向電極、画素電極および電極端子を示す上面図である。図11に示される例では、隣り合う画素電極101間の距離が、x軸方向とy軸方向とで異なっている。具体的には、x軸方向において隣り合う画素電極101の電極間距離は、y軸方向において隣り合う画素電極101の電極間距離より小さい。例えば、図11に示されるように、y軸方向に沿って並んだ画素電極101の電極間距離をaとし、x軸方向に沿って並んだ画素電極101の電極間距離をcとした場合、 $a > c$ である。なお、実施例5および6と同様に、対向電極113の電極間距離をbとした場合に、実施例7では $a > b$ が満たされる。対向電極113の電極間距離bは、x軸方向における画素電極101の電極間距離cに等しくてもよく、cより大きくてもよく、cより小さくてもよい。

[0147] 実施例7では、電極間距離aが大きくなることにより、対向電極113の電極間距離bも大きくすることができる。電極間距離bが大きくなることで、対向電極113の端面および光電変換層302または322の上面の傾斜を緩やかにすることができる。このため、対向電極113の端面および光電変換層302または322の上面に沿って形成される保護膜106および絶

縁膜 107 の段差部分での膜切れを発生しにくくすることができる。したがって、光電変換層 302 または 322 の保護性能の劣化を抑制することができる。

[0148] なお、実施例 6 のように、1 つの対向電極 113 が複数行の画素電極 101 を覆う場合、対向電極 113 に覆われた複数行の画素電極 101 は、行方向および列方向において等間隔であってもよい。例えば、y 軸方向において隣り合う第 1 画素電極 101 a の電極間距離は、x 軸方向において隣り合う第 1 画素電極 101 a の電極間距離に等しく、かつ、第 1 画素電極 101 a と第 2 画素電極 101 b との電極間距離より小さくてもよい。同様に、y 軸方向において隣り合う第 2 画素電極 101 b の電極間距離は、x 軸方向において隣り合う第 2 画素電極 101 b の電極間距離に等しく、かつ、第 1 画素電極 101 a と第 2 画素電極 101 b との電極間距離より小さくてもよい。

[0149] [3-4. 実施例 8]

次に、実施例 8 について図 12 を用いて説明する。以下では、実施例 5 との相違点を中心に説明し、共通点の説明を省略または簡略化する。

[0150] 図 12 は、実施例 8 に係る撮像装置の対向電極、画素電極および電極端子を示す上面図である。図 12 に示される例では、複数の対向電極 113 の各々が、x 軸の正側および負側の各々において、光電変換層 302 または 322 から張り出すように設けられている。電極端子 402 は、対向電極 113 の長手方向における両端部に 1 つずつ設けられている。つまり、複数の対向電極 113 の各々には、x 軸の正側および負側の各々から電源電圧が印加される。複数の対向電極 113 に対して、いわゆる両側給電が行われる。

[0151] この場合、対向電極 113 の抵抗成分による電圧降下の影響によって、電極端子 402 に近い部分と電極端子 402 から離れた部分との電位差が大きくなる。実施例 8 では、全ての対向電極 113 に対して、x 軸の正側および負側の両方に電極端子 402 が設けられているので、各対向電極 113 の中央部分と両端部分との電位差が最も大きくなる。電位差が最大になる部分が実施例 5 とは相違するものの、電位差が変化する方向は、実施例 5 と同様に

、全ての対向電極 113 において x 軸方向で一致する。したがって、全ての対向電極 113 に対して同じシェーディング補正を行えばよいので、補正処理を容易に行うことができる。

[0152] なお、実施例 6 または 7 においても両側給電が行われてもよい。

[0153] [4. 撮像装置]

次に、本実施の形態に係る撮像装置について、図 13 および図 14 を用いて説明する。

[0154] 図 13 は、本実施の形態に係る撮像装置 500 の回路構成を示す回路図である。図 14 は、本実施の形態に係る撮像装置 500 における単位画素 510 の断面図である。

[0155] [4-1. 回路構成]

以下では、まず、本実施の形態に係る撮像装置 500 の回路構成について説明する。撮像装置 500 は、図 13 に示されるように、複数の単位画素 510 と、周辺回路とを備える。複数の単位画素 510 は、電荷検出回路 25、光検出部 300、および、電荷検出回路 25 と光検出部 300 とに電氣的に接続された電荷蓄積ノード 24 を含む。

[0156] 撮像装置 500 は、例えば、1 チップの集積回路で実現される有機イメージセンサであり、2 次元に配列された複数の単位画素 510 を含む画素アレイを有する。複数の単位画素 510 は、2 次元、すなわち行方向および列方向に配列されて、画素領域である感光領域を形成している。図 13 は、単位画素 510 が 2 行 2 列のマトリクス状に配列された例を示している。撮像装置 500 は、ラインセンサであってもよい。その場合、複数の単位画素 510 は、1 次元に配列されていてもよい。本明細書において、行方向および列方向とは、行および列がそれぞれ延びる方向をいう。つまり、垂直方向が列方向であり、水平方向が行方向である。

[0157] 各単位画素 510 は、光検出部 300 と電荷検出回路 25 とに電氣的に接続された電荷蓄積ノード 24 を含む。電荷検出回路 25 は、増幅トランジスタ 11 と、リセットトランジスタ 12 と、アドレストランジスタ 13 とを含

む。

- [0158] 光検出部300は、画素電極101、光電変換層302、および、対向電極113を含む。対向電極113には、電圧制御回路30から対向電極信号線16を介して所定の電圧が印加される。
- [0159] 画素電極101は、増幅トランジスタ11のゲート電極39B（図14を参照）に接続されている。画素電極101によって集められた信号電荷は、画素電極101と増幅トランジスタ11のゲート電極39Bとの間に位置する電荷蓄積ノード24に蓄積される。本実施の形態では、信号電荷は正孔であるが、信号電荷は電子であってもよい。
- [0160] 電荷蓄積ノード24に蓄積された信号電荷は、信号電荷の量に応じた電圧として増幅トランジスタ11のゲート電極39Bに印加される。増幅トランジスタ11は、この電圧を増幅する。増幅された電圧は、信号電圧として、アドレスタランジスタ13によって選択的に読み出される。リセットトランジスタ12は、そのソース電極およびドレイン電極の一方が画素電極101に接続されており、電荷蓄積ノード24に蓄積された信号電荷をリセットする。言い換えると、リセットトランジスタ12は、増幅トランジスタ11のゲート電極39Bおよび画素電極101の電位をリセットする。
- [0161] 複数の単位画素510において上述した動作を選択的に行うために、撮像装置500は、図13に示されるように、電源配線21と、垂直信号線17と、アドレス信号線26と、リセット信号線27とを有する。これらの線が各単位画素510にそれぞれ接続されている。具体的には、電源配線21は、増幅トランジスタ11のソース電極およびドレイン電極の一方に接続されている。垂直信号線17は、アドレスタランジスタ13のソース電極およびドレイン電極の一方に接続されている。アドレス信号線26は、アドレスタランジスタ13のゲート電極39C（図14を参照）に接続されている。リセット信号線27は、リセットトランジスタ12のゲート電極39A（図14を参照）に接続されている。
- [0162] 周辺回路は、垂直走査回路15と、水平信号読出し回路20と、複数のカ

ラム信号処理回路 19 と、複数の負荷回路 18 と、複数の差動増幅器 22 と、電圧制御回路 30 とを含む。垂直走査回路 15 は、行走査回路とも称される。水平信号読出し回路 20 は、列走査回路とも称される。カラム信号処理回路 19 は、行信号蓄積回路とも称される。差動増幅器 22 は、フィードバックアンプとも称される。

[0163] 垂直走査回路 15 は、アドレス信号線 26 およびリセット信号線 27 に接続されている。垂直走査回路 15 は、各行に配置された複数の単位画素 510 を行単位で選択し、信号電圧の読出しおよび画素電極 101 の電位のリセットを行う。ソースフォロア電源である電源配線 21 は、各単位画素 510 に所定の電源電圧を供給する。水平信号読出し回路 20 は、複数のカラム信号処理回路 19 に電氣的に接続されている。カラム信号処理回路 19 は、各列に対応した垂直信号線 17 を介して、各列に配置された単位画素 510 に電氣的に接続されている。負荷回路 18 は、各垂直信号線 17 に電氣的に接続されている。負荷回路 18 と増幅トランジスタ 11 とは、ソースフォロア回路を形成する。

[0164] 複数の差動増幅器 22 は、各列に対応して設けられている。差動増幅器 22 の負側の入力端子は、対応した垂直信号線 17 に接続されている。差動増幅器 22 の出力端子は、各列に対応したフィードバック線 23 を介して単位画素 510 に接続されている。

[0165] 垂直走査回路 15 は、アドレス信号線 26 によって、アドレストランジスタ 13 のオンおよびオフを制御する行選択信号をアドレストランジスタ 13 のゲート電極 39C に印加する。これにより、読出し対象の行が走査され、選択される。選択された行の単位画素 510 から垂直信号線 17 に信号電圧が読み出される。垂直走査回路 15 は、リセット信号線 27 を介して、リセットトランジスタ 12 のオンおよびオフを制御するリセット信号をリセットトランジスタ 12 のゲート電極 39A に印加する。これにより、リセット動作の対象となる単位画素 510 の行が選択される。垂直信号線 17 は、垂直走査回路 15 によって選択された単位画素 510 から読み出された信号電圧

をカラム信号処理回路 19 へ伝達する。

[0166] カラム信号処理回路 19 は、相関二重サンプリングに代表される雑音抑圧信号処理およびアナログーデジタル変換 (AD 変換) などを行う。

[0167] 水平信号読出し回路 20 は、複数のカラム信号処理回路 19 から水平共通信号線 28 に信号を順次読み出す。

[0168] 差動増幅器 22 は、フィードバック線 23 を介してリセットトランジスタ 12 のソース電極およびドレイン電極の他方であって、画素電極 101 に接続されていない方の電極に接続されている。したがって、差動増幅器 22 は、アドレストランジスタ 13 とリセットトランジスタ 12 とが導通状態にあるときに、アドレストランジスタ 13 の出力値を負側の入力端子に受ける。増幅トランジスタ 11 のゲート電位が所定のフィードバック電圧となるように、差動増幅器 22 はフィードバック動作を行う。このとき、差動増幅器 22 の出力電圧値は、0 V または 0 V 近傍の正電圧である。フィードバック電圧とは、差動増幅器 22 の出力電圧を意味する。

[0169] 電圧制御回路 30 は、一定の制御電圧を発生させてもよく、あるいは、値の異なる複数の制御電圧を発生させてもよい。例えば、電圧制御回路 30 は、2 以上の異なる値の制御電圧を発生させてもよく、あるいは、所定の範囲で連続的に変化する制御電圧を発生させてもよい。電圧制御回路 30 は、撮像装置 500 を操作する操作者の指令、または、撮像装置 500 が備える他の制御部などの指令に基づき、発生させる制御電圧の値を決定し、決定した値の制御電圧を生成する。電圧制御回路 30 は、周辺回路の一部として、感光領域外に設けられる。なお、感光領域は、画素領域と実質的に同一である。

[0170] 例えば、電圧制御回路 30 が、2 以上の異なる制御電圧を発生させ、対向電極 113 に制御電圧を印加することによって、光電変換層 302 の分光感度特性が変化する。また、この分光感度特性が変化する範囲には、検出すべき光に対して光電変換層 302 の感度がゼロとなる分光感度特性が含まれる。これにより、例えば、撮像装置 500 において、単位画素 510 が行毎に

検出信号の読み出しを行う間、対向電極 113 に光電変換層 302 の感度がゼロとなる制御電圧を電圧制御回路 30 から印加することによって、検出信号の読み出し時に入射する光の影響を実質的になくすることができる。よって、実質的に行毎に検出信号を読み出しても、グローバルシャッター動作を実現することができる。

[0171] 本実施の形態では、図 13 に示されるように、電圧制御回路 30 は、行方向に配列された単位画素 510 の対向電極 113 に、対向電極信号線 16 を介して制御電圧を印加する。これにより、画素電極 101 と対向電極 113 との間の電圧を変化させ、光検出部 300 における分光感度特性を切り替える。あるいは、電圧制御回路 30 は、撮像中に所定のタイミングで光に対する感度がゼロとなる分光感度特性が得られるように制御電圧を印加することによって電子シャッター動作を実現する。なお、電圧制御回路 30 は、画素電極 101 に制御電圧を印加してもよい。

[0172] 光を光検出部 300 に照射し、画素電極 101 に電子を信号電荷として捕集させるためには、画素電極 101 は、対向電極 113 よりも高い電位に設定される。これにより、電子は画素電極 101 に向かって移動する。このとき、電子の移動方向は電流の流れる方向とは逆であるため、画素電極 101 から対向電極 113 に向かって電流が流れる。また、光を光検出部 300 に照射し、画素電極 101 に正孔を信号電荷として捕集させるためには、画素電極 101 は、対向電極 113 よりも低い電位に設定される。このとき、対向電極 113 から画素電極 101 に向かって電流が流れる。

[0173] [4-2. 断面構成]

次に、撮像装置 500 の単位画素 510 の具体的な断面構成の一例について、図 14 を用いて説明する。図 14 に示されるように、単位画素 510 は、半導体基板 31 と、電荷検出回路 25 と、光検出部 300 と、電荷蓄積ノード 24 とを含む。複数の単位画素 510 は、半導体基板 31 に形成されている。例えば、光検出部 300 は、半導体基板 31 の上方に設けられている。電荷検出回路 25 は、半導体基板 31 の内部および上方に設けられている。

- 。
- [0174] 半導体基板 31 は、感光領域が形成される側の表面に半導体層が設けられた絶縁性基板などであり、例えば、p 型シリコン基板である。半導体基板 31 は、不純物領域 41A、41B、41C、41D および 41E と、単位画素 510 間の電氣的な分離のための素子分離領域 42 と、を有する。ここでは、素子分離領域 42 は、不純物領域 41B と不純物領域 41C との間にも設けられている。これにより、電荷蓄積ノード 24 に蓄積された信号電荷のリークが抑制される。なお、素子分離領域 42 は、例えば、所定の注入条件の下でアクセプタのイオン注入を行うことによって形成される。
- [0175] 不純物領域 41A、41B、41C、41D および 41E は、例えば、半導体基板 31 内に形成された拡散層である。ここでは、不純物領域 41A、41B、41C、41D および 41E は、n 型不純物領域である。図 14 に示されるように、増幅トランジスタ 11 は、不純物領域 41C と、不純物領域 41D と、ゲート絶縁膜 38B と、ゲート電極 39B とを含む。不純物領域 41C および不純物領域 41D はそれぞれ、増幅トランジスタ 11 のソース領域およびドレイン領域として機能する。不純物領域 41C および不純物領域 41D の間に、増幅トランジスタ 11 のチャンネル領域が形成される。
- [0176] 同様に、アドレスタランジスタ 13 は、不純物領域 41D と、不純物領域 41E と、ゲート絶縁膜 38C と、ゲート電極 39C とを含む。図 14 に示される例では、増幅トランジスタ 11 およびアドレスタランジスタ 13 は、不純物領域 41D を共有することによって互いに電氣的に接続されている。不純物領域 41D および不純物領域 41E はそれぞれ、アドレスタランジスタ 13 のソース領域およびドレイン領域として機能する。不純物領域 41E は、図 13 に示される垂直信号線 17 に接続される。
- [0177] リセットトランジスタ 12 は、不純物領域 41A、不純物領域 41B と、ゲート絶縁膜 38A と、ゲート電極 39A とを含む。不純物領域 41A および不純物領域 41B はそれぞれ、リセットトランジスタ 12 のソース領域およびドレイン領域として機能する。不純物領域 41A は、図 13 に示される

リセット信号線 27 に接続される。

- [0178] ゲート絶縁膜 38 A、ゲート絶縁膜 38 B、および、ゲート絶縁膜 38 C はそれぞれ、絶縁性材料を用いて形成された絶縁膜である。絶縁膜は、例えば、シリコン酸化膜もしくはシリコン窒化膜などの単層構造または積層構造を有する。
- [0179] ゲート電極 39 A、ゲート電極 39 B、およびゲート電極 39 C はそれぞれ、導電性材料を用いて形成されている。導電性材料は、例えば、導電性ポリシリコンである。
- [0180] 半導体基板 31 上には、増幅トランジスタ 11、アドレストランジスタ 13 およびリセットトランジスタ 12 を覆うように層間絶縁層 43 が積層されている。層間絶縁層 43 中には、配線層（図示せず）が配置される。配線層は、例えば、銅などの金属から形成され、例えば、上述の垂直信号線 17 などの配線をその一部に含む。層間絶縁層 43 中の絶縁層の層数、および、層間絶縁層 43 中に配置される配線層に含まれる層数は、任意に設定可能である。
- [0181] 層間絶縁層 43 中には、リセットトランジスタ 12 の不純物領域 41 B と接続されたコンタクトプラグ 45 A、増幅トランジスタ 11 のゲート電極 39 B と接続されたコンタクトプラグ 45 B、画素電極 101 と接続されたコンタクトプラグ 47、および、コンタクトプラグ 47 とコンタクトプラグ 45 A とコンタクトプラグ 45 B とを接続する配線 46 が配置されている。これにより、リセットトランジスタ 12 の不純物領域 41 B が増幅トランジスタ 11 のゲート電極 39 B と電氣的に接続されている。
- [0182] 層間絶縁層 43 上には、光検出部 300 が配置されている。光検出部 300 の具体的な構成は、図 5 と同じである。なお、層間絶縁層 43 およびコンタクトプラグ 47 はそれぞれ、図 5 に示される絶縁層 104 および接続配線 105 に相当している。図 9 から図 12 に示される電極端子 402 は、例えば単位画素 510 内ではなく、感光領域の周縁部分に設けられている。
- [0183] なお、撮像装置 500 は、光検出部 300 の代わりに、図 7 に示される光

検出部 310、または、図 8 に示される光検出部 320 を備えてもよい。あるいは、撮像装置 500 は、図 6 に示されるように、シールド電極 139 および接続配線 135 を備えてもよい。

[0184] 光検出部 300 の上方には、保護膜 106、絶縁膜 107、絶縁膜 108 およびカラーフィルタ 60 がこの順で設けられている。カラーフィルタ 60 の上方にマイクロレンズ 61 が設けられている。カラーフィルタ 60 は、例えば、パターニングによるオンチップカラーフィルタとして形成され、染料または顔料が分散された感光性樹脂などが用いられる。マイクロレンズ 61 は、例えば、オンチップマイクロレンズとして設けられ、紫外線感光材等が用いられる。

[0185] 撮像装置 500 は、一般的な半導体製造プロセスを用いて製造することができる。特に、半導体基板 31 としてシリコン基板を用いる場合には、種々のシリコン半導体プロセスを利用することによって製造することができる。

[0186] 以上のように、撮像装置 500 では、実施例 5 に係る光検出部 300 を備える。このため、上述した通りに、撮像装置 500 は、隣り合う対向電極 113 間でのリーク電流を低減することができる。

[0187] (他の実施の形態)

以上、1 つまたは複数の態様に係る撮像装置について、実施の形態に基づいて説明したが、本開示は、これらの実施の形態に限定されるものではない。本開示の主旨を逸脱しない限り、当業者が思いつく各種変形を本実施の形態に施したもの、および、異なる実施の形態における構成要素を組み合わせて構築される形態も、本開示の範囲内に含まれる。

[0188] 例えば、上記の実施の形態では、隣り合う対向電極 113 の電極間距離は、画素電極 101 の電極間距離と等しくてもよい。あるいは、隣り合う対向電極 113 の電極間距離は、画素電極 101 の電極間距離より長くてもよい。また、例えば、対向電極 113 の端面は、逆テーパであってもよい。これらは、例えば、光電変換層 302 を含む光電変換部が、エッチングダメージに強い材料を用いて形成されている場合などに有効である。

[0189] また、上記の各実施の形態は、特許請求の範囲またはその均等の範囲において種々の変更、置き換え、付加、省略などを行うことができる。

### 産業上の利用可能性

[0190] 本開示は、隣り合う対向電極間でのリーク電流が低減された撮像装置として利用でき、例えば、カメラまたは測距装置などに利用することができる。

### 符号の説明

- [0191] 1 1 増幅トランジスタ  
1 2 リセットトランジスタ  
1 3 アドレストランジスタ  
1 5 垂直走査回路  
1 6 対向電極信号線  
1 7 垂直信号線  
1 8 負荷回路  
1 9 カラム信号処理回路  
2 0 水平信号読出し回路  
2 1 電源配線  
2 2 差動増幅器  
2 3 フィードバック線  
2 4 電荷蓄積ノード  
2 5 電荷検出回路  
2 6 アドレス信号線  
2 7 リセット信号線  
2 8 水平共通信号線  
3 0 電圧制御回路  
3 1 半導体基板  
3 8 A、3 8 B、3 8 C ゲート絶縁膜  
3 9 A、3 9 B、3 9 C ゲート電極  
4 1 A、4 1 B、4 1 C、4 1 D、4 1 E 不純物領域

- 4 2 素子分離領域
- 4 3 層間絶縁層
- 4 5 A、4 5 B、4 7 コンタクトプラグ
- 4 6 配線
- 6 0 カラーフィルタ
- 6 1 マイクロレンズ
- 1 0 0、1 1 0、1 2 0、3 0 0、3 1 0、3 2 0 光検出部
- 1 0 1 画素電極
- 1 0 1 a 第1画素電極
- 1 0 1 b 第2画素電極
- 1 0 2、1 2 2、3 0 2、3 2 2 光電変換層
- 1 0 3、1 1 3 対向電極
- 1 0 4、3 2 4 絶縁層
- 1 0 5、1 3 5 接続配線
- 1 0 6 保護膜
- 1 0 7、1 0 8 絶縁膜
- 1 1 3 a 第1対向電極
- 1 1 3 b 第2対向電極
- 1 2 2 a 第1光電変換層
- 1 2 2 b 第2光電変換層
- 1 3 9 シールド電極
- 2 0 1 重複領域
- 2 0 2 電極間領域
- 3 0 2 a、3 2 2 a 重複部分
- 3 0 2 c、3 2 2 c 非重複部分
- 3 1 2 補助層
- 3 1 2 a、3 1 2 b 部分
- 3 2 4 c 凹部

- 4 0 1 画素電極群
- 4 0 1 a 第1画素電極群
- 4 0 1 b 第2画素電極群
- 4 0 2 電極端子
- 5 0 0 撮像装置
- 5 1 0 単位画素

## 請求の範囲

- [請求項1]           少なくとも1つの第1画素電極と、  
                    前記少なくとも1つの第1画素電極と離間して配置された少なくとも1つの第2画素電極と、  
                    前記少なくとも1つの第1画素電極の上面および前記少なくとも1つの第2画素電極の上面を連続的に覆う、光電変換層を含む光電変換部と、  
                    前記光電変換部の上方に位置し、前記少なくとも1つの第1画素電極に対向する第1対向電極と、  
                    前記光電変換部の上方に位置し、前記第1対向電極とは離間して配置され、前記少なくとも1つの第2画素電極に対向する第2対向電極とを備え、  
                    平面視において前記第1対向電極と前記第2対向電極との間の電極間領域における前記光電変換部の上面の第1部分は、前記第1対向電極または前記第2対向電極に平面視で重複する重複領域における前記光電変換部の上面の第2部分よりも凹んでいる、  
                    撮像装置。
- [請求項2]           前記電極間領域における前記光電変換部の膜厚は、前記重複領域における前記光電変換部の膜厚より小さい、  
                    請求項1に記載の撮像装置。
- [請求項3]           前記電極間領域における前記光電変換層の膜厚は、前記重複領域における前記光電変換層の膜厚より小さい、  
                    請求項1または2に記載の撮像装置。
- [請求項4]           前記第1対向電極と前記第2対向電極との距離は、前記少なくとも1つの第1画素電極と前記少なくとも1つの第2画素電極との距離より小さい、  
                    請求項1から3のいずれか1項に記載の撮像装置。
- [請求項5]           前記第1対向電極の端面は、順テーパ形状または前記第1対向電

極の上面に対して垂直な形状を有し、

前記第2対向電極の端面は、順テーパの形状または前記第2対向電極の上面に対して垂直な形状を有する、

請求項1から4のいずれか1項に記載の撮像装置。

[請求項6]

前記光電変換部は、さらに、前記光電変換層と前記第1対向電極および前記第2対向電極との間に位置する補助層を含み、

前記補助層のうち、平面視において前記第1対向電極に重複する部分は、前記補助層のうち、平面視において前記第2対向電極に重複する部分と分離している、

請求項1から5のいずれか1項に記載の撮像装置。

[請求項7]

さらに、前記第1対向電極の上面および前記第2対向電極の上面を連続的に覆う、金属の酸化物または金属の窒化物を含む封止層を備え、

前記封止層は、前記電極間領域で前記光電変換層に接触している、請求項1から6のいずれか1項に記載の撮像装置。

[請求項8]

前記封止層は、前記第1対向電極の前記上面および端面、並びに前記第2対向電極の前記上面および端面に接触している、

請求項7に記載の撮像装置。

[請求項9]

前記少なくとも1つの第1画素電極は、複数の第1画素電極を含み、

前記少なくとも1つの第2画素電極は、複数の第2画素電極を含む、

請求項1から8のいずれか1項に記載の撮像装置。

[請求項10]

前記複数の第1画素電極を含む第1画素電極群と、

前記複数の第2画素電極を含む第2画素電極群と、をさらに備え、

前記第1画素電極群において、前記複数の第1画素電極は第1方向に沿って配列されており、

前記第2画素電極群において、前記複数の第2画素電極は前記第1

方向に沿って配列されており、

前記第1画素電極群と前記第2画素電極群とは、前記第1方向に直交する第2方向に沿って並んでおり、

前記第1対向電極は、前記第1方向に沿って延びる長尺形状を有し、前記第1画素電極群を覆っており、

前記第2対向電極は、前記第1方向に沿って延びる長尺形状を有し、前記第2画素電極群を覆っている、

請求項9に記載の撮像装置。

[請求項11]

前記複数の第1画素電極のうち、前記第1方向に沿って隣り合う2つの第1画素電極の間の距離は、前記複数の第1画素電極の各々と、前記複数の第2画素電極のうち、前記第2方向において前記複数の第1画素電極の各々に隣り合う、対応する第2画素電極との間の距離より小さい、

請求項10に記載の撮像装置。

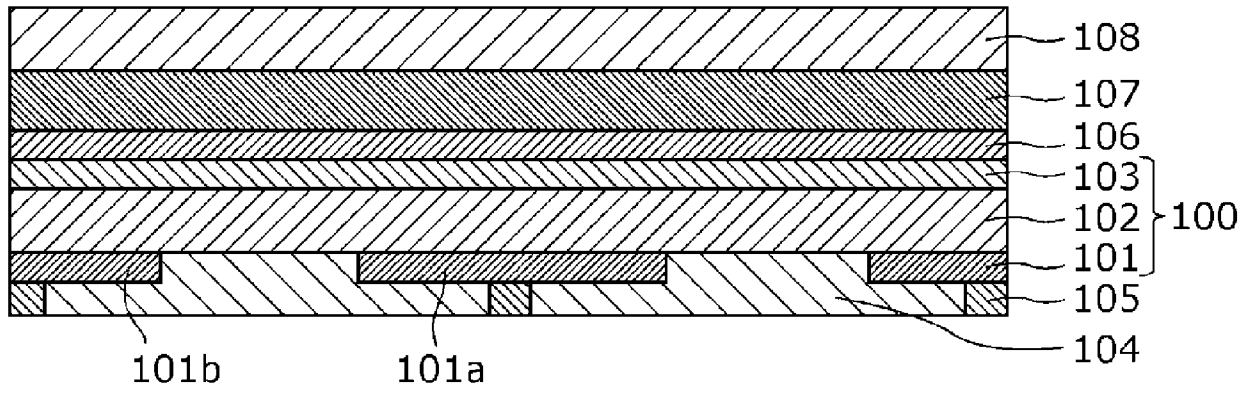
[請求項12]

前記第1画素電極群において、前記複数の第1画素電極は前記第1方向および前記第2方向に沿って配列されており、

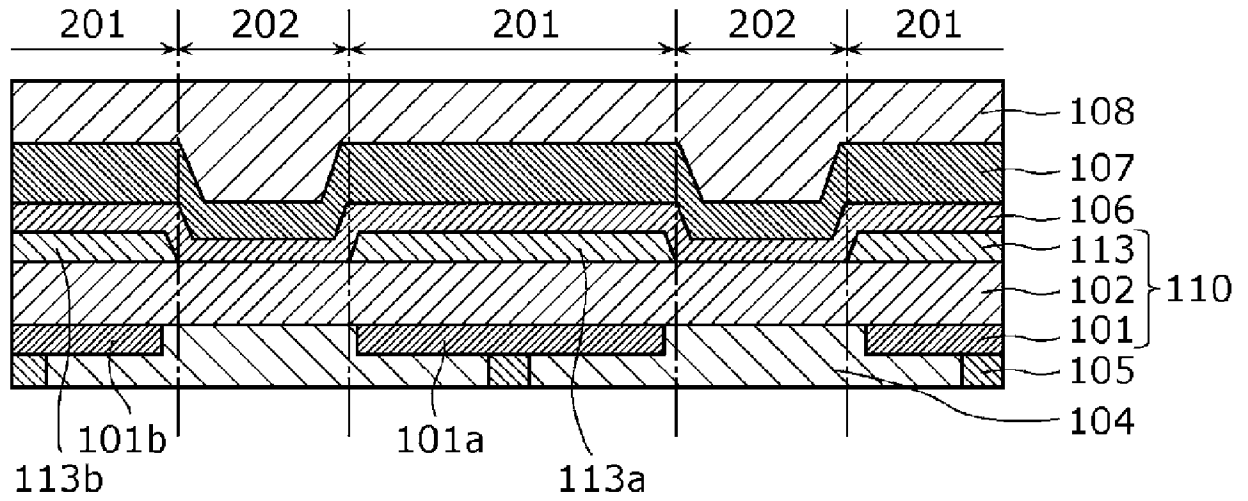
前記第2画素電極群において、前記複数の第2画素電極は前記第1方向および前記第2方向に沿って配列されている、

請求項10または11に記載の撮像装置。

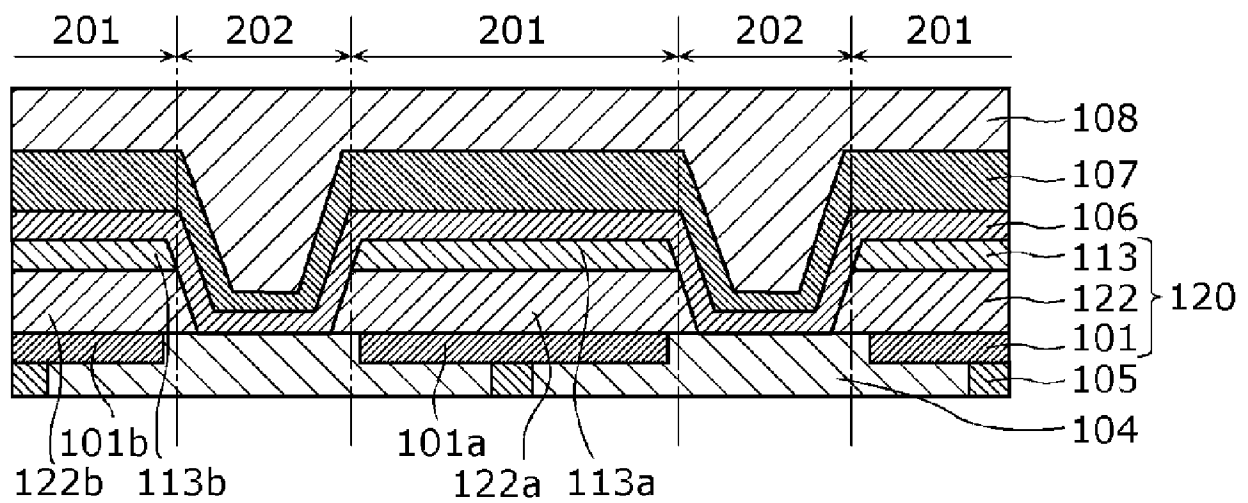
[図1]



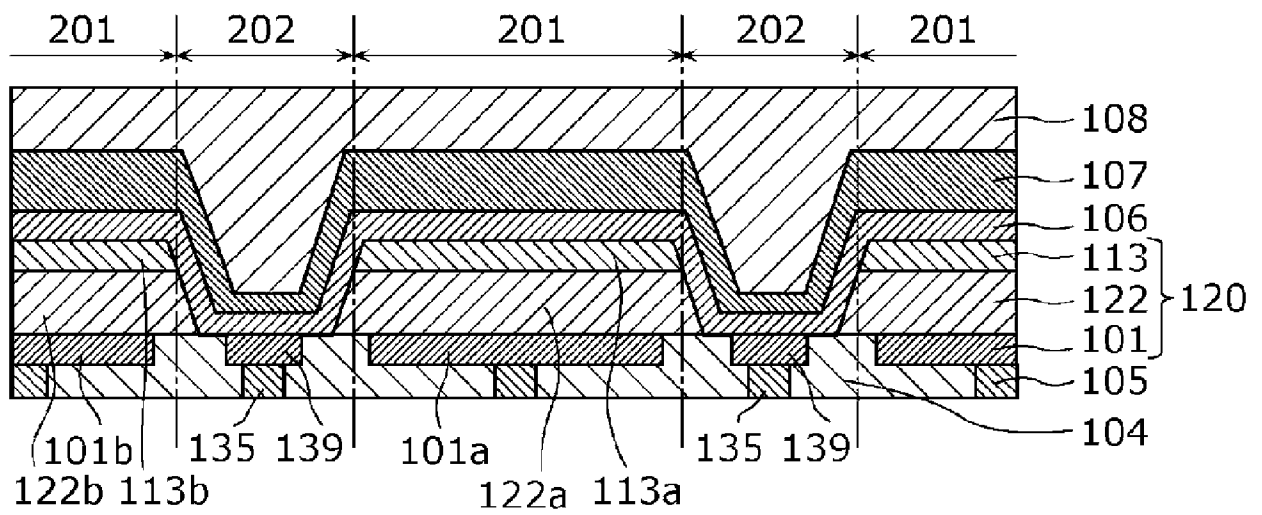
[図2]



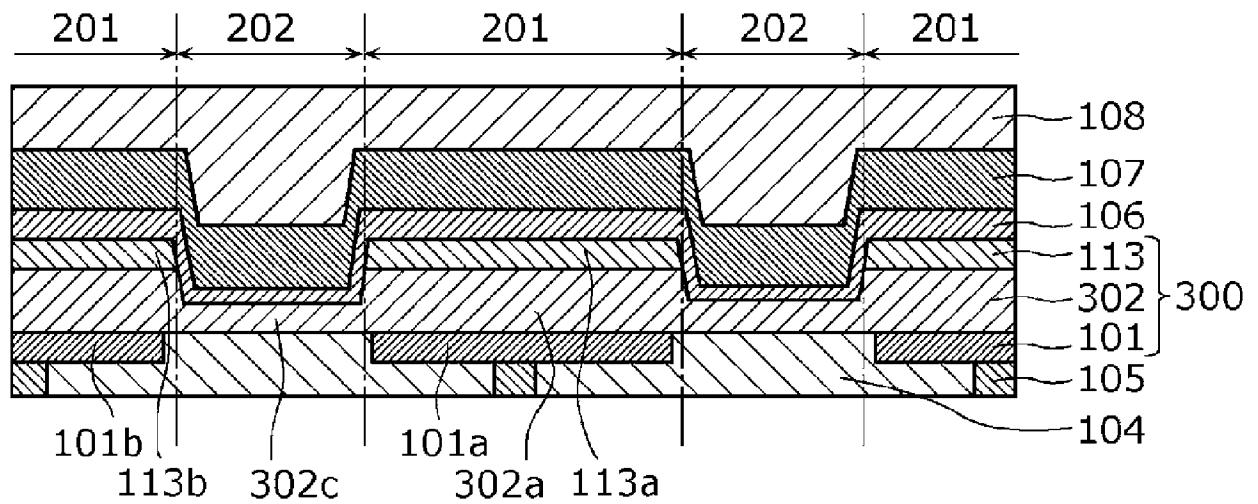
[図3]



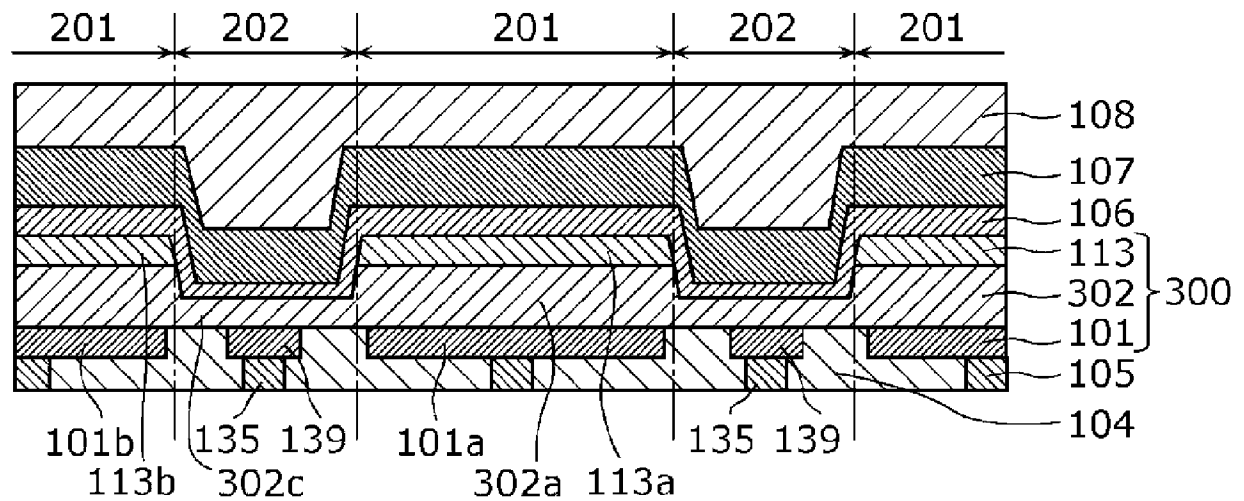
[図4]



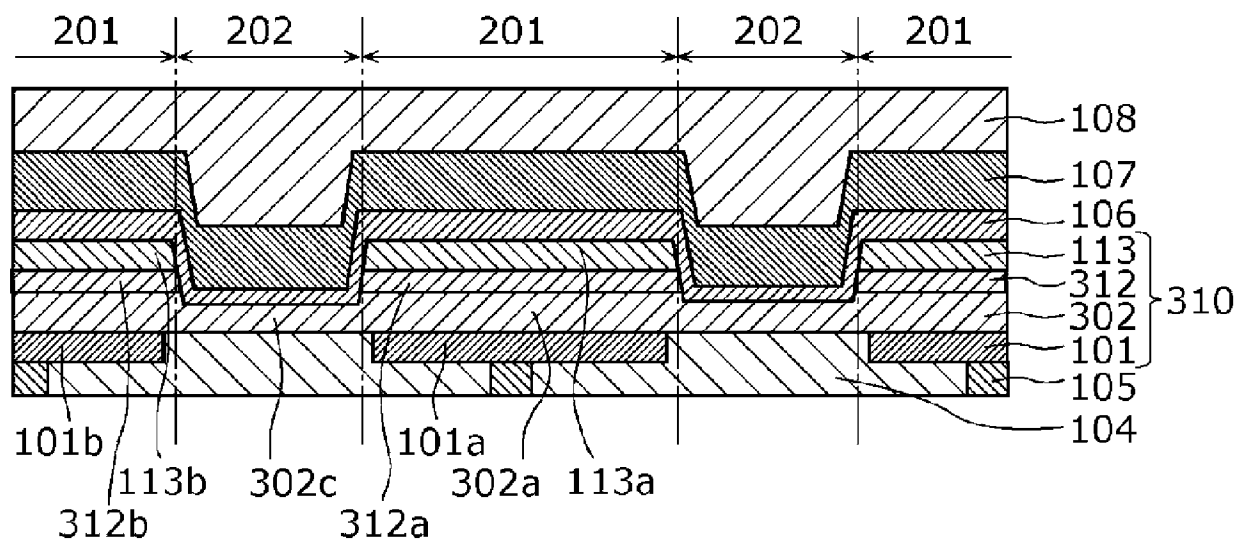
[図5]



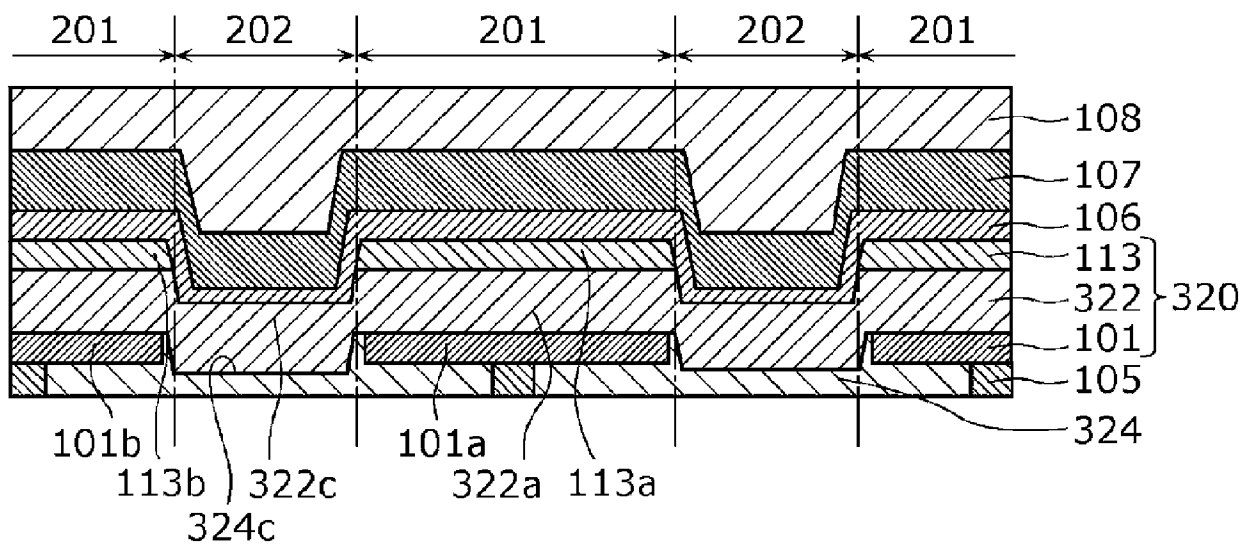
[図6]



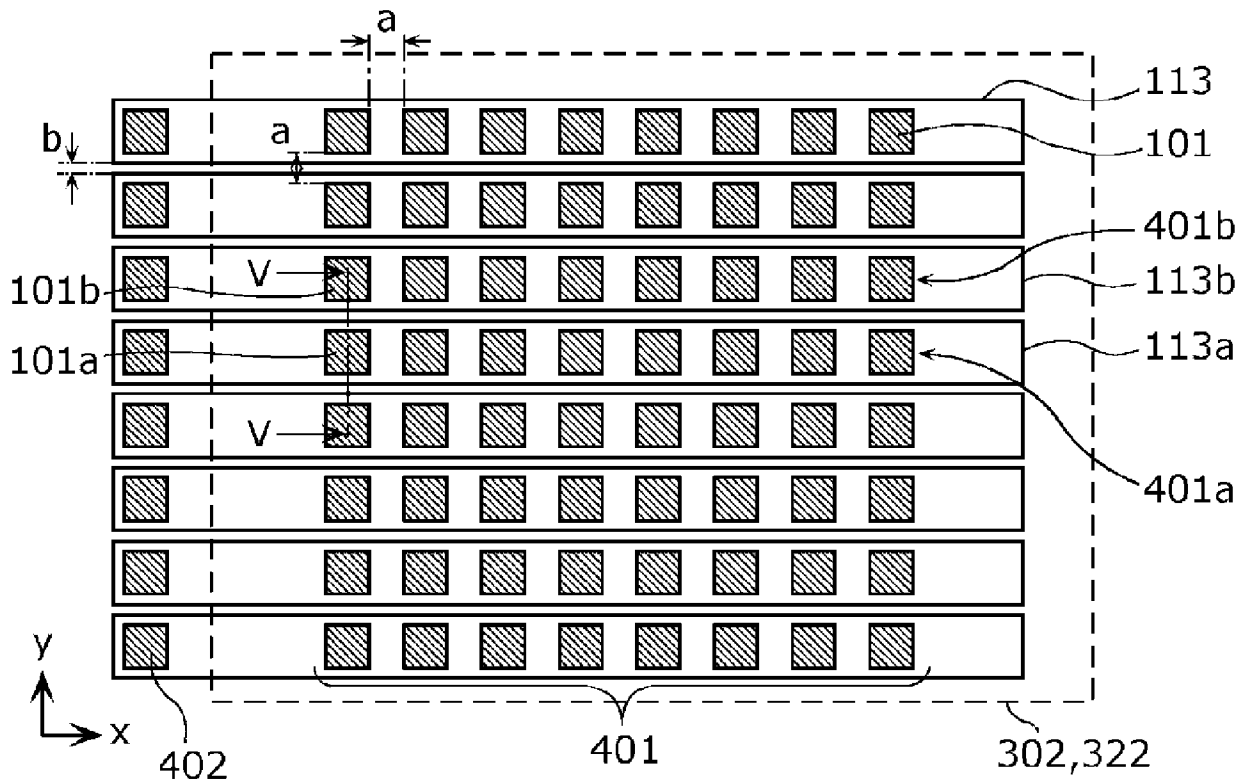
[図7]



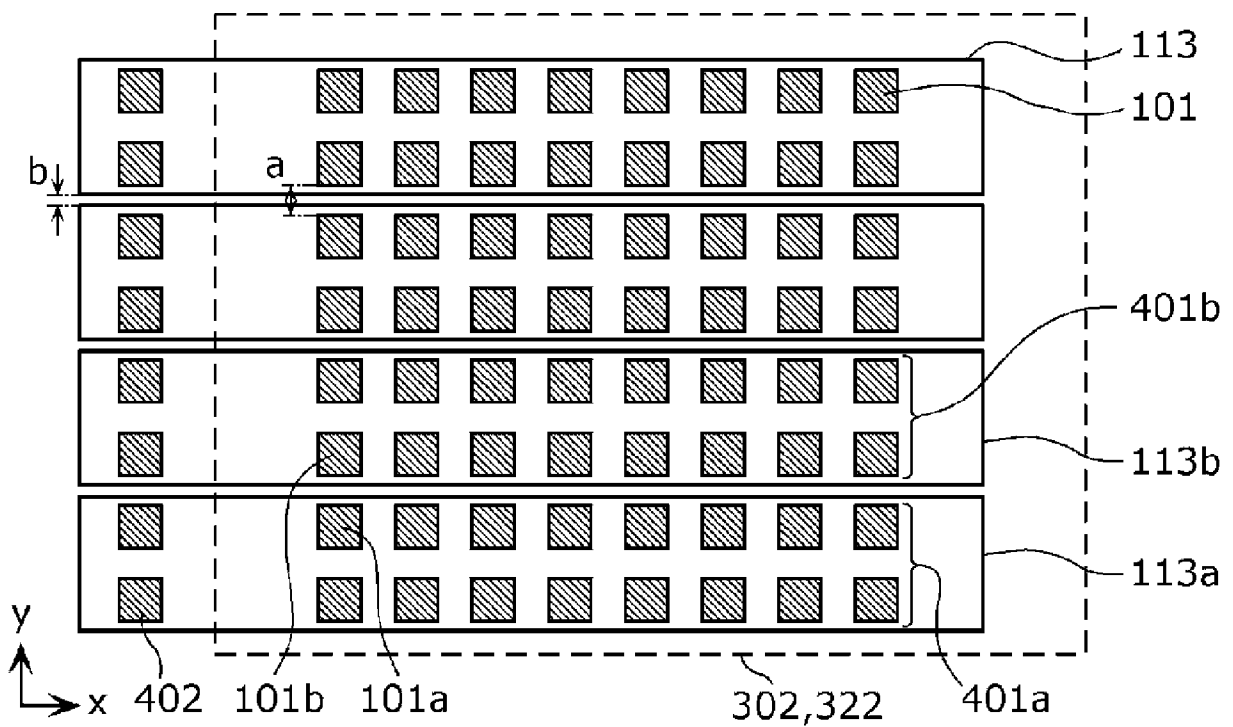
[図8]



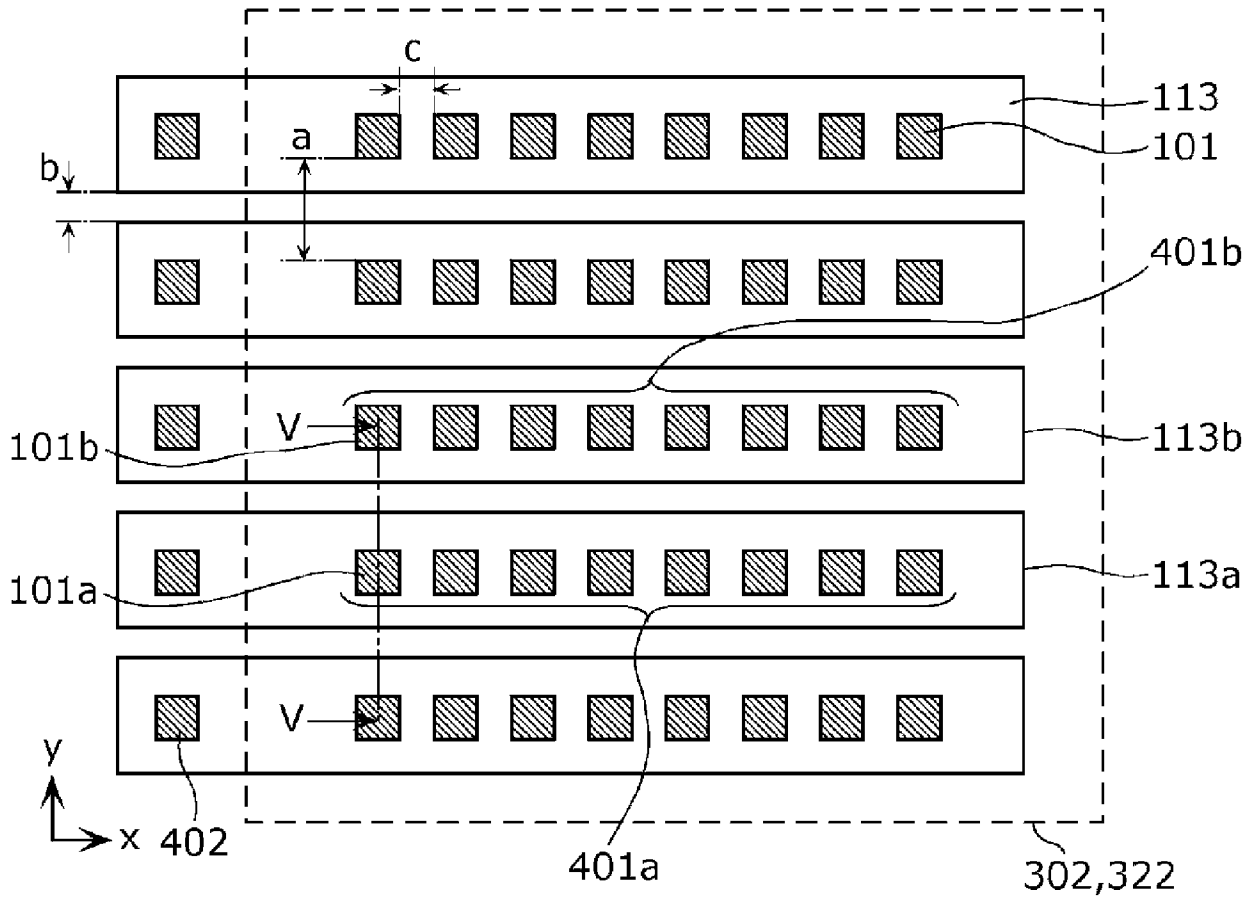
[図9]



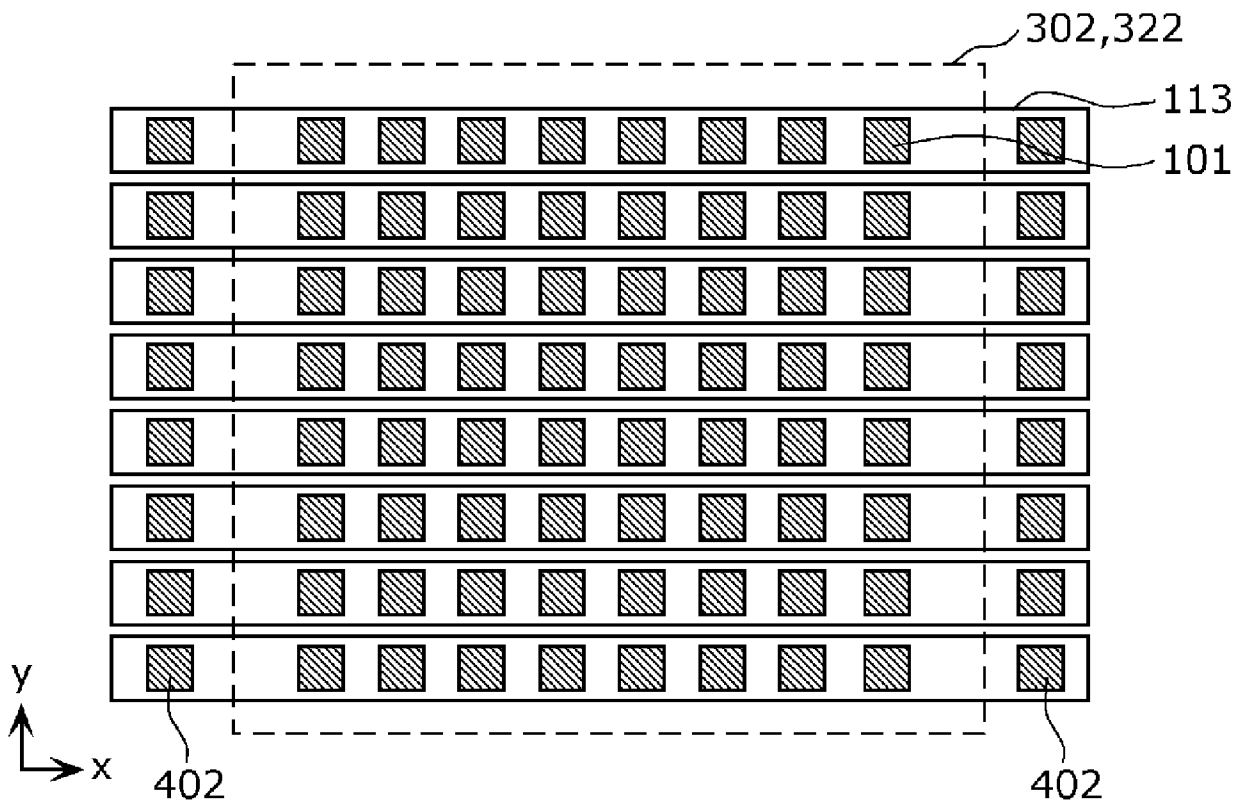
[図10]



[図11]



[図12]







**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2020/047086

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

H01L 51/42 (2006.01) i; H01L 31/10 (2006.01) i; H01L 27/146 (2006.01) i  
 FI: H01L27/146 E; H01L31/10 A; H01L31/08 T

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)

H01L51/42; H01L31/10; H01L27/146

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	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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	JP 58-223971 A (HITACHI, LTD.) 26 December 1983	1-3, 5
Y	(1983-12-26) page 1, lower left column, line 10 to page 2, lower left column, line 9, fig. 1-3	1-12
Y	JP 11-87683 A (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) 30 March 1999 (1999-03-30) paragraphs [0015]-[0110], fig. 1-21	1-12
Y	WO 2017/061176 A1 (SONY CORP.) 13 April 2017 (2017-04-13) paragraphs [0022]-[0078], fig. 1-12	4-12
Y	JP 2007-336282 A (FUJIFILM CORPORATION) 27 December 2007 (2007-12-27) paragraph [0048]	1-12
A	JP 2016-33979 A (CANON INC.) 10 March 2016 (2016-03-10) entire text, all drawings	1-12
A	JP 2011-100894 A (FUJIFILM CORPORATION) 19 May 2011 (2011-05-19) entire text, all drawings	1-12

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  
05 March 2021 (05.03.2021)

Date of mailing of the international search report  
16 March 2021 (16.03.2021)

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/JP2020/047086

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 62-122268 A (FUJI PHOTO FILM CO., LTD.) 03 June 1987 (1987-06-03) entire text, all drawings	1-12
A	JP 2016-33972 A (CANON INC.) 10 March 2016 (2016-03-10) entire text, all drawings	1-12

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/047086

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 58-223971 A	26 Dec. 1983	(Family: none)	
JP 11-87683 A	30 Mar. 1999	(Family: none)	
WO 2017/061176 A1	13 Apr. 2017	US 2018/0277604 A1 paragraphs [0041]- [0097], fig. 1-12	
JP 2007-336282 A	27 Dec. 2007	US 2007/0291144 A1 paragraph [0091]	
JP 2016-33979 A	10 Mar. 2016	US 2016/0035768 A1 entire text, all drawings	
JP 2011-100894 A	19 May 2011	(Family: none)	
JP 62-122268 A	03 Jun. 1987	US 4796072 A entire text, all drawings	
JP 2016-33972 A	10 Mar. 2016	US 2016/0035769 A1 entire text, all drawings	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>H01L 51/42(2006.01)i; H01L 31/10(2006.01)i; H01L 27/146(2006.01)i                  FI: H01L27/146 E; H01L31/10 A; H01L31/08 T</p>																																									
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））</p> <p>H01L51/42; H01L31/10; H01L27/146</p> <p>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</p> <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 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table> <p>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）</p>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021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 - 2021年																																								
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年																																								
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年																																								
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>JP 58-223971 A（株式会社日立製作所）26.12.1983（1983 - 12 - 26） 第1頁左下欄第10行-第2頁左下欄第9行，第1図-第3図</td> <td>1-3, 5</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 11-87683 A（株式会社半導体エネルギー研究所）30.03.1999（1999 - 03 - 30） 段落[0015]-[0110]，図1-21</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>WO 2017/061176 A1（ソニー株式会社）13.04.2017（2017 - 04 - 13） 段落[0022]-[0078]，図1-12</td> <td>4-12</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2007-336282 A（富士フイルム株式会社）27.12.2007（2007 - 12 - 27） 段落[0048]</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2016-33979 A（キヤノン株式会社）10.03.2016（2016 - 03 - 10） 全文全図</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2011-100894 A（富士フイルム株式会社）19.05.2011（2011 - 05 - 19） 全文全図</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 62-122268 A（富士写真フイルム株式会社）03.06.1987（1987 - 06 - 03） 全文全図</td> <td>1-12</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p> <table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&amp;” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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></td> </tr> </table>			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 58-223971 A（株式会社日立製作所）26.12.1983（1983 - 12 - 26） 第1頁左下欄第10行-第2頁左下欄第9行，第1図-第3図	1-3, 5	Y		1-12	Y	JP 11-87683 A（株式会社半導体エネルギー研究所）30.03.1999（1999 - 03 - 30） 段落[0015]-[0110]，図1-21	1-12	Y	WO 2017/061176 A1（ソニー株式会社）13.04.2017（2017 - 04 - 13） 段落[0022]-[0078]，図1-12	4-12	Y	JP 2007-336282 A（富士フイルム株式会社）27.12.2007（2007 - 12 - 27） 段落[0048]	1-12	A	JP 2016-33979 A（キヤノン株式会社）10.03.2016（2016 - 03 - 10） 全文全図	1-12	A	JP 2011-100894 A（富士フイルム株式会社）19.05.2011（2011 - 05 - 19） 全文全図	1-12	A	JP 62-122268 A（富士写真フイルム株式会社）03.06.1987（1987 - 06 - 03） 全文全図	1-12	* 引用文献のカテゴリー	“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	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
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 58-223971 A（株式会社日立製作所）26.12.1983（1983 - 12 - 26） 第1頁左下欄第10行-第2頁左下欄第9行，第1図-第3図	1-3, 5																																							
Y		1-12																																							
Y	JP 11-87683 A（株式会社半導体エネルギー研究所）30.03.1999（1999 - 03 - 30） 段落[0015]-[0110]，図1-21	1-12																																							
Y	WO 2017/061176 A1（ソニー株式会社）13.04.2017（2017 - 04 - 13） 段落[0022]-[0078]，図1-12	4-12																																							
Y	JP 2007-336282 A（富士フイルム株式会社）27.12.2007（2007 - 12 - 27） 段落[0048]	1-12																																							
A	JP 2016-33979 A（キヤノン株式会社）10.03.2016（2016 - 03 - 10） 全文全図	1-12																																							
A	JP 2011-100894 A（富士フイルム株式会社）19.05.2011（2011 - 05 - 19） 全文全図	1-12																																							
A	JP 62-122268 A（富士写真フイルム株式会社）03.06.1987（1987 - 06 - 03） 全文全図	1-12																																							
* 引用文献のカテゴリー	“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																																								
“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	“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																																								
“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	“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																																								
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献																																								
“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																																									
<p>国際調査を完了した日</p> <p>05.03.2021</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>16.03.2021</p>																																								
<p>名称及びあて先</p> <p>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</p>	<p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p>今井 聖和 5F 4666</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3516</p>																																								



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/JP2020/047086

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 58-223971 A	26.12.1983	(ファミリーなし)	
JP 11-87683 A	30.03.1999	(ファミリーなし)	
WO 2017/061176 A1	13.04.2017	US 2018/0277604 A1 段落[0041]-[0097], 図1-12	
JP 2007-336282 A	27.12.2007	US 2007/0291144 A1 段落[0091]	
JP 2016-33979 A	10.03.2016	US 2016/0035768 A1 全文全図	
JP 2011-100894 A	19.05.2011	(ファミリーなし)	
JP 62-122268 A	03.06.1987	US 4796072 A 全文全図	
JP 2016-33972 A	10.03.2016	US 2016/0035769 A1 全文全図	