

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-86551

(P2014-86551A)

(43) 公開日 平成26年5月12日(2014.5.12)

(51) Int.Cl.
H01L 27/14 (2006.01)F I
H01L 27/14テーマコード (参考)
4M118

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2012-234067 (P2012-234067)
(22) 出願日 平成24年10月23日 (2012.10.23)(71) 出願人 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(74) 代理人 100076428
弁理士 大塚 康德
(74) 代理人 100112508
弁理士 高柳 司郎
(74) 代理人 100115071
弁理士 大塚 康弘
(74) 代理人 100116894
弁理士 木村 秀二
(74) 代理人 100130409
弁理士 下山 治
(74) 代理人 100134175
弁理士 永川 行光

最終頁に続く

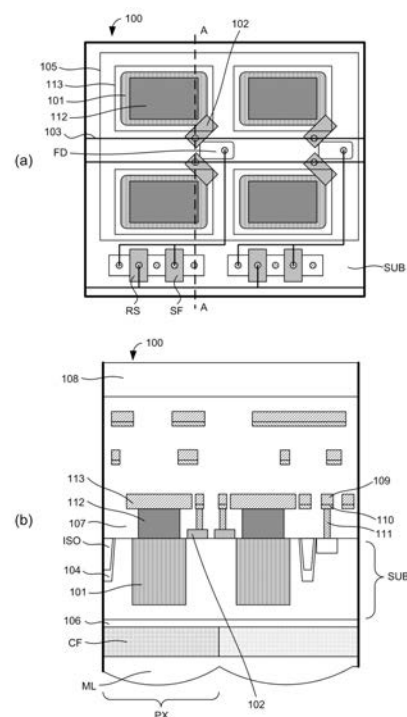
(54) 【発明の名称】 撮像装置及びカメラ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】撮像装置における混色を低減するための技術を提供する。

【解決手段】複数の光電変換部101を有する撮像装置は、入射光を受ける第1面と、第1面の反対側にある第2面とを有し、光電変換部101が配された半導体基板SUBと、半導体基板SUBの第2面の側にあり、光電変換部101の上に光電変換部101と少なくとも部分的に重なるように配置された第1非金属領域112と、第1非金属領域112の側面に接する第2非金属領域107とを備え、第1非金属領域112の屈折率は第2非金属領域107の屈折率よりも高い。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の光電変換部を有する撮像装置であって、
入射光を受ける第 1 面と、前記第 1 面の反対側にある第 2 面とを有し、前記光電変換部が配された半導体基板と、
前記半導体基板の前記第 2 面の側であって、前記光電変換部の上に前記光電変換部と少なくとも部分的に重なるように配置された第 1 非金属領域と、
前記第 1 非金属領域の側面に接する第 2 非金属領域とを備え、
前記第 1 非金属領域の屈折率は前記第 2 非金属領域の屈折率よりも高いことを特徴とする撮像装置。

10

【請求項 2】

前記第 1 非金属領域の上に反射層をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 3】

前記反射層は、前記第 1 非金属領域と前記第 2 非金属領域との境界を覆うことを特徴とする請求項 2 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記撮像装置は前記半導体基板の前記第 2 面の側に配線パターンを備え、
前記反射層は、前記配線パターンのパターンニング工程において並行してパターンニングされることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の撮像装置。

20

【請求項 5】

前記反射層は、前記配線パターンの一部であることを特徴とする請求項 4 に記載の撮像装置。

【請求項 6】

前記撮像装置は前記半導体基板の前記第 2 面の側に配線パターンを備え、
前記反射層と、前記配線パターンとは、前記半導体基板の前記第 2 面から異なる高さに位置することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の撮像装置。

【請求項 7】

前記撮像装置は前記半導体基板の前記第 2 面の側に、前記第 2 面からの高さが互いに異なる複数の配線パターンを備え、
前記反射層は、前記複数の配線パターンのうち最も低い配線パターンよりも前記半導体基板の近くに位置することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の撮像装置。

30

【請求項 8】

前記第 1 非金属領域の側面は、前記半導体基板の前記第 2 面の法線に対して傾斜していることを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 9】

前記第 1 非金属領域は、前記光電変換部とその周囲の領域との境界を覆うことを特徴とする請求項 1 乃至 8 の何れか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 10】

前記光電変換部は、前記第 2 非金属領域によって覆われる部分を有することを特徴とする請求項 1 乃至 8 の何れか 1 項に記載の撮像装置。

40

【請求項 11】

前記複数の光電変換部は、第 1 波長帯の光を検出するための光電変換部と、前記第 1 波長帯より短波長側である第 2 波長帯の光を検出するための光電変換部とを含み、
前記第 1 非金属領域は、前記第 1 波長帯の光を検出するための光電変換部の上に位置し、
前記第 2 波長帯の光を検出するための光電変換部の上に配置されないことを特徴とする請求項 1 乃至 10 の何れか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 12】

前記撮像装置は前記半導体基板の前記第 2 面の側に配線パターンを備え、
前記第 2 非金属領域は、前記半導体基板と前記配線パターンとの間に位置する層間絶縁

50

層であることを特徴とする請求項 1 乃至 11 の何れか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 13】

前記第 2 非金属領域はエアギャップであることを特徴とする請求項 1 乃至 11 の何れか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 14】

前記複数の画素における画素の位置に対応して、当該画素の光電変換部の中心から高屈折率領域がずれて配置されることを特徴とする請求項 1 乃至 13 の何れか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 15】

複数の光電変換部を有する撮像装置であって、

10

入射光を受ける第 1 面と、前記第 1 面の反対側にある第 2 面とを有し、前記光電変換部が配された半導体基板と、

前記半導体基板の前記第 2 面の側であって、前記光電変換部の上に前記光電変換部と少なくとも部分的に重なるように配置された第 1 絶縁層と、

前記第 1 絶縁層の側面に接する第 2 絶縁層とを備え、

前記第 1 絶縁層の屈折率は前記第 2 絶縁層の屈折率よりも高いことを特徴とする撮像装置。

【請求項 16】

請求項 1 乃至 15 の何れか 1 項に記載の撮像装置と、

前記撮像装置からの信号を処理する信号処理装置とを備えることを特徴とするカメラ。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は撮像装置及びカメラに関する。

【背景技術】

【0002】

裏面照射型の撮像装置は一般に光電変換部の厚さが表面照射型の撮像装置よりも薄いので、撮像装置への入射光が光電変換部において十分に吸収されず、その一部が光電変換部を透過しうる。光電変換部を透過した光が配線層などで反射して他の画素の光電変換部へ到達した場合には、画素間で混色が発生しうる。このような混色を防止するために、特許文献 1 では、光電変換部の上にゲート絶縁膜を介して筒状の金属層を配置する構造を提案する。光電変換部を透過し、筒状の金属層の内側に進入した光は金属層の側面で反射する。このように金属層は隣接画素へ向かう光の遮断層として機能するので、画素間の混色が低減される。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2008 - 147333 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0004】

特許文献 1 の構造において、ある画素の光電変換部を透過し、隣接する画素に近づく方向に進む光が筒状の金属層の内側の側面で反射した場合に、この光は隣接する画素から遠ざかる方向に進むので、混色が発生する可能性は低くなる。しかし、ある画素の光電変換部を透過し、隣接する画素に近づく方向に進む光が筒状の金属層の底面で反射した場合に、この光は隣接する画素に近づく方向のまま進むので、再び半導体基板に進入した後に、隣接する画素の光電変換部に到達してしまう場合がある。このように、特許文献 1 の構造では十分に混色を低減できない。また、表面照射型の撮像装置においても、光電変換部を透過した光が反射して他の光電変換部に到達する可能性がある。そのため、表面照射型の撮像装置において、光電変換部を透過した光による混色を低減できないという課題がある

50

。そこで、本発明は、撮像装置における混色を低減するための技術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】

【0005】

上記課題に鑑みて、本発明の第1側面は、複数の光電変換部を有する撮像装置であって、入射光を受ける第1面と、前記第1面の反対側にある第2面とを有し、前記光電変換部が配された半導体基板と、前記半導体基板の前記第2面の側であって、前記光電変換部の上に前記光電変換部と少なくとも部分的に重なるように配置された第1非金属領域と、前記第1非金属領域の側面に接する第2非金属領域とを備え、前記第1非金属領域の屈折率は前記第2非金属領域の屈折率よりも高いことを特徴とする撮像装置を提供する。

10

本発明の第2側面は、複数の光電変換部を有する撮像装置であって、入射光を受ける第1面と、前記第1面の反対側にある第2面とを有し、前記光電変換部が配された半導体基板と、前記半導体基板の前記第2面の側であって、前記光電変換部の上に前記光電変換部と少なくとも部分的に重なるように配置された第1の絶縁層と、前記第1の絶縁層の側面に接する第2絶縁層とを備え、前記第1の絶縁層の屈折率は前記第2絶縁層の屈折率よりも高いことを特徴とする撮像装置を提供する。

【発明の効果】

【0006】

上記手段により、撮像装置における混色を低減するための技術が提供される。

【図面の簡単な説明】

20

【0007】

【図1】本発明の実施形態の撮像装置の構造例を説明する図。

【図2】本発明の実施形態の撮像装置の製造方法例を説明する図。

【図3】本発明の実施形態の撮像装置の製造方法例を説明する図。

【図4】本発明の第1実施形態の変形例を説明する図。

【図5】本発明の第1実施形態の別の変形例を説明する図。

【図6】本発明の第1実施形態の別の変形例を説明する図。

【図7】本発明の第1実施形態の別の変形例を説明する図。

【図8】本発明の第1実施形態の別の変形例を説明する図。

【図9】本発明の第1実施形態の別の変形例を説明する図。

30

【図10】本発明の第1実施形態の別の変形例を説明する図。

【図11】本発明の第1実施形態の別の変形例を説明する図。

【図12】本発明の第1実施形態の別の変形例を説明する図。

【発明を実施するための形態】

【0008】

添付の図面を参照しつつ本発明の実施形態について以下に説明する。複数の実施形態を通じて同様の要素には同一の参照符号を付して重複する説明を省略する。また、各実施形態は適宜変更、組み合わせが可能である。

【0009】

図1を参照して本発明の第1実施形態に係る撮像装置100の構造を説明する。図1(a)は撮像装置100の一部分の平面図を示し、図1(b)は図1(a)のA-A線断面図を示す。図1(a)の平面図では、説明を明確にするために、一部の構成要素を省略している。撮像装置100は図1(b)に示されるように裏面照射型の撮像装置100であり、撮像装置100は図面下側からの入射光を受光して信号に変換しうる。本発明は、図1に示す撮像装置の構成に限られず、撮像装置であればどのような構成であっても適用可能である。

40

【0010】

撮像装置100はアレイ状に配置された複数の画素を有し、図1(a)にはそのうちの4つの画素PXが示される。画素PXのそれぞれは、P型の半導体基板SUBに形成されたN型の半導体領域101を含み、この半導体領域101が光電変換部として機能しうる

50

。例えば、半導体領域 101 は、隣接して配された反対導電型の半導体領域とともに、フォトダイオードを構成しうる。隣接して配された反対導電型の半導体領域は、半導体基板 SUB に限らず、P 型の半導体領域であればよい。

【0011】

半導体基板 SUB は N 型の半導体領域であるフローティングディフュージョン FD をさらに有し、このフローティングディフュージョン FD は上下に隣接する 2 つの画素 PX で共有される。画素 PX は、フローティングディフュージョン FD と半導体領域 101 との間の領域を覆う位置に転送ゲート 102 を有しうる。転送ゲート 102 は例えばポリシリコンで形成される。転送ゲート 102 にはゲート線 103 が接続されており、ゲート線 103 に供給された駆動信号によって転送トランジスタが制御される。

10

【0012】

フローティングディフュージョン FD はソースフォロアトランジスタ SF に接続されており、フローティングディフュージョン FD の電位に応じた信号がソースフォロアトランジスタ SF から信号線に供給される。フローティングディフュージョン FD はリセットトランジスタ RS にも接続されており、リセットトランジスタ RS が導通状態になると、フローティングディフュージョン FD の電位がリセットされる。

【0013】

半導体基板 SUB は、トランジスタや光電変換部の周囲に、STI (shallow trench isolation) などの素子分離領域 ISO 及び P 型のチャネルストップ領域 104 を有しうる。図 1 (a) の実線 105 はアクティブ領域と素子分離領域 ISO との間の境界を示す。撮像装置 100 はさらに、半導体基板 SUB の光の入射側 (図 1 (b) の下側) に、平坦化層 106、カラーフィルタ CF 及びマイクロレンズ ML を順に有しうる。

20

【0014】

撮像装置 100 はさらに、半導体基板 SUB の光の入射側とは反対側 (図 1 (b) の上側) に、層間絶縁層 107 及び支持基板 108 を順に有しうる。層間絶縁層 107 は例えば酸化シリコンで形成されうる。撮像装置 100 は、層間絶縁層 107 内に、複数の配線層を有しうる。配線層は、アルミニウムや銅などで形成された配線パターン 109 と、TiN/Ti など形成されたバリアメタル 110 とを含みうる。半導体基板 SUB に形成された回路素子は、タングステンなどで形成されたコンタクトプラグ 111 によって配線層に接続される。

30

【0015】

撮像装置 100 は、層間絶縁層 107 内に高屈折率領域 112 (第 1 非金属領域) をさらに備えうる。高屈折率領域 112 は、各画素において、光電変換部として機能する半導体領域 101 の上に個別に配置される。高屈折率領域 112 は、少なくとも部分的に半導体領域 101 と重なるように配置される。つまり、半導体基板の光電変換部の表面に垂直に投影した射影が少なくとも部分的に重なる。高屈折率領域 112 は、絶縁体 (第 1 絶縁層) であってもよい。高屈折率領域 112 の側面には層間絶縁層 107 (第 2 非金属領域) が接している。高屈折率領域 112 は周囲の層間絶縁層 107 のよりも屈折率が高い非金属材料で形成される。例えば、高屈折率領域 112 の材料として、シロキサン系樹脂やポリイミド等の有機材料や、窒化シリコン、酸窒化シリコン、酸化チタン等の無機材料を用いる。高屈折率領域 112 の材料として、酸化チタン、酸化タンタル、酸化ニオブ、酸化タングステン、酸化ジルコニウム、酸化亜鉛、酸化インジウム、酸化ハフニウム等の金属酸化物含有樹脂を用いてもよい。これらの金属酸化物は、いずれも絶縁体 (第 2 絶縁層) である。撮像装置 100 に入射した光のうち、半導体領域 101 を透過し、高屈折率領域 112 の底面 (半導体基板 SUB 側の面) に入った光は、高屈折率領域 112 と層間絶縁層 107 との界面 (高屈折率領域 112 の側面) で反射する。すなわち、高屈折率領域 112 は導光路として機能しうる。また、高屈折率領域 112 の側面を覆う層間絶縁層 107 も非金属領域であるので、高屈折率領域 112 の側面を金属で覆う場合と比較して、隣接画素へ向かう反射光を低減できる。

40

【0016】

50

撮像装置 100 は、層間絶縁層 107 内に反射層 113 をさらに備えうる。反射層 113 はアルミニウムや銅などの金属で形成され、高屈折率領域 112 を透過した光を反射して光電変換部へ戻す。本実施形態では、反射層 113 は高屈折率領域 112 の上面全体と、高屈折率領域 112 の側面を覆う層間絶縁層 107 とを覆い、その結果として高屈折率領域 112 と層間絶縁層 107 との境界を覆う形状・位置に形成される。これにより、高屈折率領域 112 に入射した光を反射層 113 で効率よく反射できる。反射層 113 は配線パターン 109 の一部を構成してもよい。すなわち、撮像装置 100 の動作時に、反射層 113 に電流が流れたり、又は電圧が印加されたりする構成であってもよい。

【0017】

図 2 および図 3 を参照して、図 1 の撮像装置 100 の製造方法の一例を説明する。図 2 および図 3 の各図は、図 1 (b) に対応する位置における断面図を示す。まず、図 2 (a) に示されるように、図 1 で説明した構造が形成された半導体基板 SUB を準備する。この半導体基板 SUB は既存の方法で形成できるので、その説明を省略する。半導体基板 SUB は表 (おもて) 面 FS (第 1 面) と、その反対側 (第 1 面の反対側) にある裏面 BS (第 2 面) とを有する。撮像装置 100 への入射光は半導体基板 SUB の裏面 BS から光電変換部へ入射する。

【0018】

次に、図 2 (b) に示されるように、ポリシリコンなどを用いて転送ゲート 102 や他のトランジスタのゲートを形成する。図示していないが、転送ゲート 102 の下にはゲート絶縁膜が形成される。その後、転送ゲート 102 の上から半導体基板 SUB の表面 FS の側 (第 2 面の側) に酸化シリコンをプラズマ CVD で堆積して層間絶縁層 107 を成膜し、CMP で層間絶縁層 107 の上面を平坦化する。

【0019】

次に、図 2 (c) に示されるように、層間絶縁層 107 の上にレジストパターン 201 を形成する。レジストパターン 201 は、コンタクトプラグ 111 のような半導体基板 SUB に形成された回路素子に接続されるコンタクトプラグが形成されるべき位置を露出させ、その他の部分を被覆する。このレジストパターン 201 をマスクとして用いてエッチングを行い、層間絶縁層 107 の一部を除去して開口 202 を形成する。開口 202 は半導体基板 SUB に到達し、開口 202 によって半導体基板 SUB の表面 FS の一部が露出する。

【0020】

次に、図 2 (d) に示されるように、レジストパターン 201 を除去した後に、開口 202 にタングステンを埋め込む。これによって、開口 202 にコンタクトプラグ 111 が形成される。次に、図 2 (e) に示されるように、層間絶縁層 107 の上にレジストパターン 203 を形成する。レジストパターン 203 は、図 1 の高屈折率領域 112 が形成されるべき位置を露出させ、他の部分を被覆する。このレジストパターン 203 をマスクとして用いてエッチングを行い、層間絶縁層 107 の一部を除去して開口 204 を形成する。開口 204 は半導体基板 SUB に到達し、開口 204 によって半導体基板 SUB の表面 FS の一部が露出する。

次に、図 3 (a) に示されるように、レジストパターン 203 を除去した後に、開口 204 に上述の材料で高屈折率領域 112 を形成する。本実施形態では、高屈折率領域 112 が半導体基板 SUB に接するように構成されるが、高屈折率領域 112 と半導体基板 SUB との間にエッチング停止層や反射防止層などを形成してもよい。

【0021】

次に、図 3 (b) に示されるように、層間絶縁層 107、コンタクトプラグ 111 及び高屈折率領域 112 の上にバリアメタル 110 を成膜し、反射層 113 を形成すべき位置にあるバリアメタル 110 をエッチングによって除去する。次に、図 3 (c) に示されるように、バリアメタル 110 の上およびバリアメタル 110 が除去された領域の上にアルミニウムなどの金属層 301 を形成する。次に、図 3 (d) に示されるように、金属層 301 およびバリアメタル 110 をエッチングして、第 1 層の配線パターン 109 及び反射

10

20

30

40

50

層 1 1 3 をパターンニングする。このように、配線パターン 1 0 9 のパターンニング工程において、反射層 1 1 3 と並行してパターンニングすることで、工数を低減できる。この例では、半導体基板 S U B に最も近い配線層を形成するためのパターンニング工程で反射層 1 1 3 を形成したが、他の配線層を形成するためのパターンニング工程で反射層 1 1 3 を形成してもよい。その後、既存の方法を用いて他の構成要素を形成して、図 1 の撮像装置 1 0 0 を完成する。

【 0 0 2 2 】

続いて、図 4 から図 1 2 を参照して、第 1 実施形態に係る撮像装置 1 0 0 の変形例を説明する。以下に説明する変形例は相互に組み合わせることが可能である。以下に説明する変形例であっても撮像装置 1 0 0 と同様の効果が得られる。図 4 の撮像装置 4 0 0 では、各画素 P X の半導体領域 1 0 1 がそれぞれ素子分離領域 I S O によって覆われている点で撮像装置 1 0 0 とは異なる。図 4 (a) の実線 4 0 1 はアクティブ領域と素子分離領域 I S O との間の境界を示す。図 4 (b) は図 4 (a) の点線 A A に沿った断面の模式図である。

10

【 0 0 2 3 】

図 5 の撮像装置 5 0 0 では、半導体領域 1 0 1 と高屈折率領域 1 1 2 との関係が撮像装置 1 0 0 とは異なる。図 1 に示された撮像装置 1 0 0 では、半導体基板 S U B の表面 F S において半導体領域 1 0 1 が占める面積が高屈折率領域 1 1 2 の底面の面積よりも大きく、高屈折率領域 1 1 2 が半導体領域 1 0 1 の一部分のみを覆っている。そのため、層間絶縁層 1 0 7 (第 2 非金属領域) が半導体領域 1 0 1 の一部を覆っている。この構成では、反射層 1 1 3 で反射した光を半導体領域 1 0 1 に効率よく集光できる。一方、図 5 に示された撮像装置 5 0 0 では、半導体基板 S U B の表面 F S において半導体領域 1 0 1 が占める面積が高屈折率領域 1 1 2 の底面の面積よりも小さく、高屈折率領域 1 1 2 が半導体領域 1 0 1 の全面と、その周辺部分とを覆っている。この構成では、半導体領域 1 0 1 を透過した光を高屈折率領域 1 1 2 に効率よく集光できる。

20

【 0 0 2 4 】

図 6 の撮像装置 6 0 0 では、高屈折率領域 1 1 2 と反射層 1 1 3 との関係が撮像装置 1 0 0 とは異なる。図 1 に示された撮像装置 1 0 0 では、高屈折率領域 1 1 2 の上面の面積が反射層 1 1 3 の底面の面積よりも小さく、反射層 1 1 3 の底面が半導体領域 1 0 1 の上面全体とその周辺部分とを覆っている。一方、図 6 に示された撮像装置 6 0 0 では、高屈折率領域 1 1 2 の上面の面積が反射層 1 1 3 の底面の面積よりも大きく、反射層 1 1 3 の底面が半導体領域 1 0 1 の上面の一部分のみを覆っている。

30

【 0 0 2 5 】

図 7 の撮像装置 7 0 0 、 7 1 0 は、高屈折率領域 1 1 2 の形状が図 1 の撮像装置 1 0 0 とは異なる。図 1 に示された撮像装置 1 0 0 では、高屈折率領域 1 1 2 の側面が半導体基板 S U B の表面 F S に直交している。つまり、高屈折率領域 1 1 2 の側面が半導体基板 S U B の法線 (第 2 面の法線) に対して傾いていない。一方、撮像装置 7 0 0 、 7 1 0 では、高屈折率領域 1 1 2 の側面が半導体基板 S U B の表面 F S の法線に対して傾斜している。具体的には、撮像装置 7 0 0 では、高屈折率領域 1 1 2 に、半導体基板 S U B から離れるほど細くなるテーパがついている。撮像装置 7 1 0 では、高屈折率領域 1 1 2 に、半導体基板 S U B から離れるほど太くなる逆テーパがついている。このように高屈折率領域 1 1 2 にテーパ又は逆テーパをつけることによって、半導体領域 1 0 1 や反射層 1 1 3 が形状に制約を有する場合であっても、高屈折率領域 1 1 2 に効率よく集光できる。

40

【 0 0 2 6 】

図 8 の撮像装置 8 0 0 、 8 1 0 は、反射層 1 1 3 の位置が図 1 の撮像装置 1 0 0 とは異なる。図 1 に示された撮像装置 1 0 0 では、反射層 1 1 3 が最下位の配線層と同じ高さ (半導体基板 S U B からの距離) に形成される。一方、図 8 に示された撮像装置 8 0 0 、 8 1 0 では、反射層 1 1 3 が何れの配線層とも異なる高さに形成される。具体的には、撮像装置 8 0 0 では、反射層 1 1 3 は最下位の配線層よりも下に形成される。撮像装置 8 1 0 では、反射層 1 1 3 は最上位の配線層よりも上に形成される。撮像装置 8 0 0 、 8 1 0 で

50

は、高屈折率領域 1 1 2 が反射層 1 1 3 まで延びているが、高屈折率領域 1 1 2 と反射層 1 1 3 との間に層間絶縁層 1 0 7 や他の部材が存在してもよい。

【0027】

図 9 の撮像装置 9 0 0、9 1 0 は、反射層 1 1 3 を有していない点で図 1 の撮像装置 1 0 0 とは異なる。図 1 に示された撮像装置 1 0 0 は反射層 1 1 3 を有することにより、光電変換部を透過した光を光電変換部へ戻すことができ、光電変換部の感度が向上する。一方、図 9 に示された撮像装置 9 0 0、9 1 0 は最下位の配線層に反射層を有しないので、第 1 層の配線層に形成される配線パターン 1 0 9 の自由度が高まる。この変形例でも、撮像装置 9 0 0 のように高屈折率領域 1 1 2 が最下位の配線層まで形成されてもよいし、撮像装置 9 1 0 のように高屈折率領域 1 1 2 が最下位の配線層まで形成されてもよいし、配線層とは異なる高さまで形成されてもよい。反射層 1 1 3 を有していなくても、高屈折率領域 1 1 2 が導光路として機能することによって、隣接画素間の混色が低減される。

【0028】

図 1 0 の撮像装置 1 0 0 0、1 0 1 0 は、高屈折率領域 1 1 2 の側面を覆う位置に層間絶縁層 1 0 7 とは異なる非金属の低屈折領域 1 0 0 1 (第 2 非金属領域) を有する点で図 1 の撮像装置 1 0 0 とは異なる。低屈折領域 1 0 0 1 は高屈折率領域 1 1 2 よりも屈折率が低ければどのような金属材料で形成されてもよく、例えば酸化シリコン、窒化シリコン、硼燐珪酸塩ガラスなどで形成されてもよい。低屈折領域 1 0 0 1 はエアギャップとして形成されてもよい。エアギャップとして形成することにより、高屈折率領域 1 1 2 と低屈折領域 1 0 0 1 との屈折率の差を大きくすることができる。エアギャップは、図 3 (a) の工程において、層間絶縁層 1 0 7 のうち高屈折率領域 1 1 2 の周囲にある部分をエッチングで除去して開口を形成することによって形成されうる。この開口に、気体が密閉され、エアギャップが形成される。この開口が真空状態とされてもよい。

【0029】

撮像装置 1 0 0 0 では、撮像装置 1 0 0 と同様に、層間絶縁層 1 0 7 とは異なる材料で高屈折率領域 1 1 2 が形成される。撮像装置 1 0 0 0 では、層間絶縁層 1 0 7 と同じ材料で高屈折率領域 1 1 2 が形成される。言い換えると、層間絶縁層 1 0 7 の一部として高屈折率領域 1 1 2 が形成される。この場合に、図 2 (e) 及び図 3 (a) を用いて説明した高屈折率領域 1 1 2 を形成するための工程が省略できる。

【0030】

図 1 1 の撮像装置 1 1 0 0、1 1 1 0 は、特定の画素のみに高屈折率領域 1 1 2 及び反射層 1 1 3 を有する点で図 1 の撮像装置 1 0 0 とは異なる。撮像装置 1 1 0 0、1 1 0 0 の複数の画素 P X は、青色成分を検出するための画素 (以下、青色画素)、緑色成分を検出するための画素 (以下、緑色画素) 及び赤色成分を検出するための画素 (以下、赤色画素) を含む。例えば、青色成分とは波長が 4 3 0 ~ 4 8 0 nm 程度の成分であり、緑色成分とは波長が 5 0 0 ~ 5 7 0 nm 程度の成分であり、赤色成分とは波長が 6 1 0 ~ 7 8 0 nm 程度の成分である。これらの画素は例えばベイヤ配列に従って配置されうる。青色光のような波長の短い光は半導体基板 S U B での吸収率が高く、半導体基板 S U B を透過する青色光の光量は少ない。そのため、撮像装置 1 1 0 0 では、赤色画素及び緑色画素のみに高屈折率領域 1 1 2 及び反射層 1 1 3 を配置し、青色画素には高屈折率領域 1 1 2 及び反射層 1 1 3 を配置しない。また、半導体基板 S U B の厚さによっては、半導体基板 S U B を透過する緑色光の光量も少ない。そこで、撮像装置 1 1 0 0 では、赤色画素のみに高屈折率領域 1 1 2 及び反射層 1 1 3 を配置し、青色画素及び緑色画素には高屈折率領域 1 1 2 及び反射層 1 1 3 を配置しない。より一般的に、第 1 波長帯よりも短波長側である第 2 波長帯の光を検出するための光電変換部の上に高屈折率領域 1 1 2 及び反射層 1 1 3 を配置しないことで、配線層における配線パターンの自由度が高まる。

【0031】

図 1 2 の撮像装置 1 2 0 0 は、画素ごとに高屈折率領域 1 1 2 の位置が異なる点で図 1 の撮像装置 1 0 0 とは異なる。図 1 2 には撮像装置 1 2 0 0 の有する画素アレイ P A が示される。画素アレイ P A は複数の画素を含み、例として 5 行 5 列の画素が配置されている

。図 12 には光電変換部として機能する半導体領域 101 と、高屈折率領域 112 とだけが示される。撮像装置 1200 では、画素アレイ PA における画素の位置に対応して、当該画素の半導体領域 101 (光電変換部) の中心から高屈折率領域 112 がずれて配置されている。例えば、画素アレイ PA 画素アレイ PA の中央に位置する画素 Pxc では、高屈折率領域 112c は半導体領域 101c の中央に位置する。画素アレイ PA の左側に位置する画素 Pxl では、高屈折率領域 112l は半導体領域 101l の左側にずれている。画素アレイ PA の右側に位置する画素 Pxr では、高屈折率領域 112r は半導体領域 101r の右側にずれている。画素アレイ PA の上側に位置する画素 Pxu では、高屈折率領域 112u は半導体領域 101u の上側にずれている。画素アレイ PA の左上側に位置する画素 Pxul では、高屈折率領域 112ul は半導体領域 101ul の左上側にずれている。このように、撮像装置 1200 に含まれる画素 PX は、画素アレイ PA の中央からみた方向に、高屈折率領域 112 が半導体領域 101 に対してずれて配置される。このずれ量は、画素アレイ PA の中央から遠くにある画素ほど大きくてもよい。このように配置することによって、画素アレイ PA の外縁付近に配置された画素に対して斜めに入射する光を効率よく高屈折率領域 112 に集光できる。

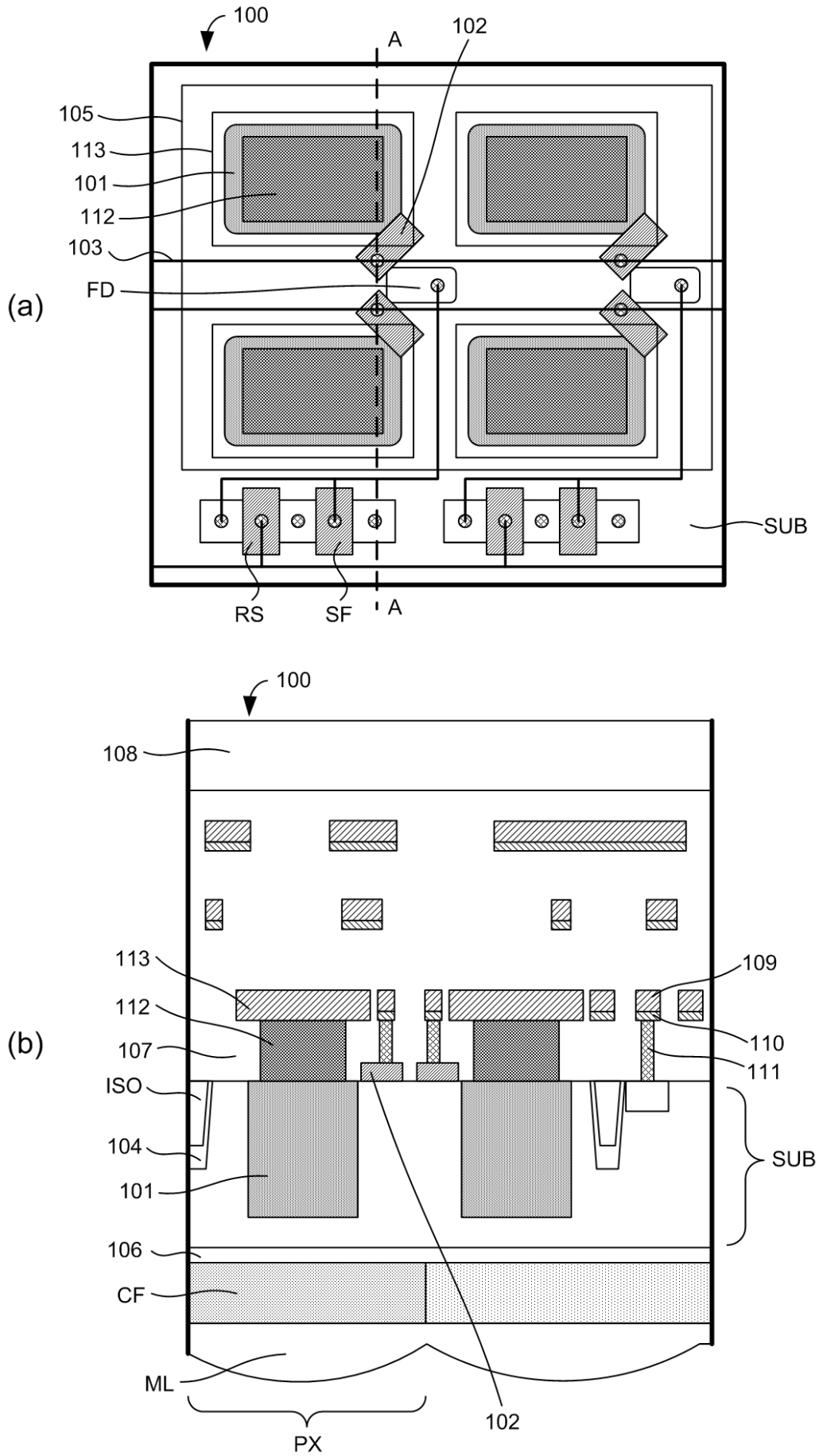
10

【0032】

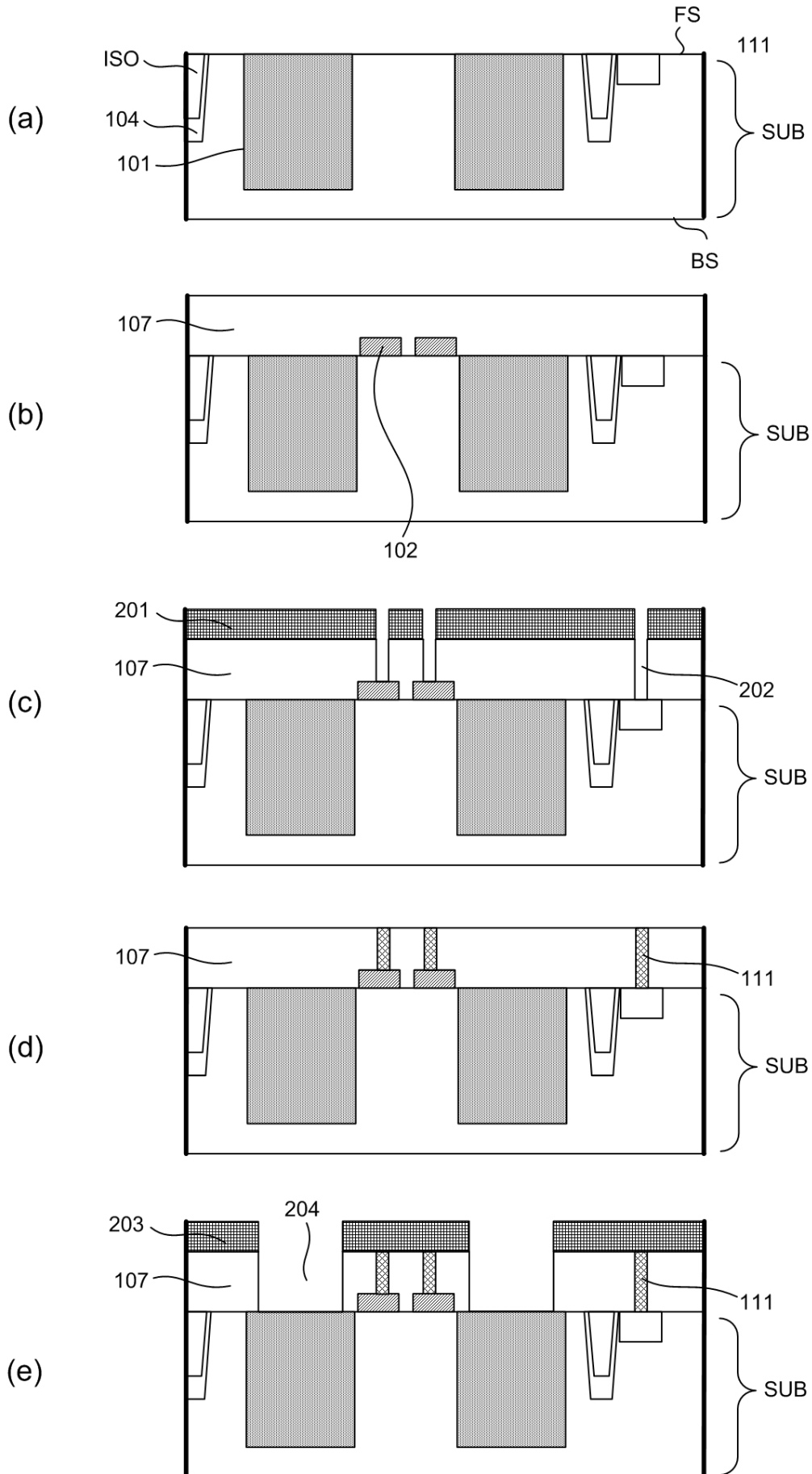
以下、上記の各実施形態に係る撮像装置の応用例として、この撮像装置が組み込まれたカメラについて例示的に説明する。カメラの概念には、撮影を主目的とする装置のみならず、撮影機能を補助的に有する装置 (例えば、パーソナルコンピュータ、携帯端末等) も含まれる。カメラは、上記の実施形態として例示された本発明に係る撮像装置と、この撮像装置から出力される信号を処理する信号処理部とを含む。この信号処理部は、例えば、A/D 変換器と、この A/D 変換器から出力されるデジタルデータを処理するプロセッサとを含みうる。

20

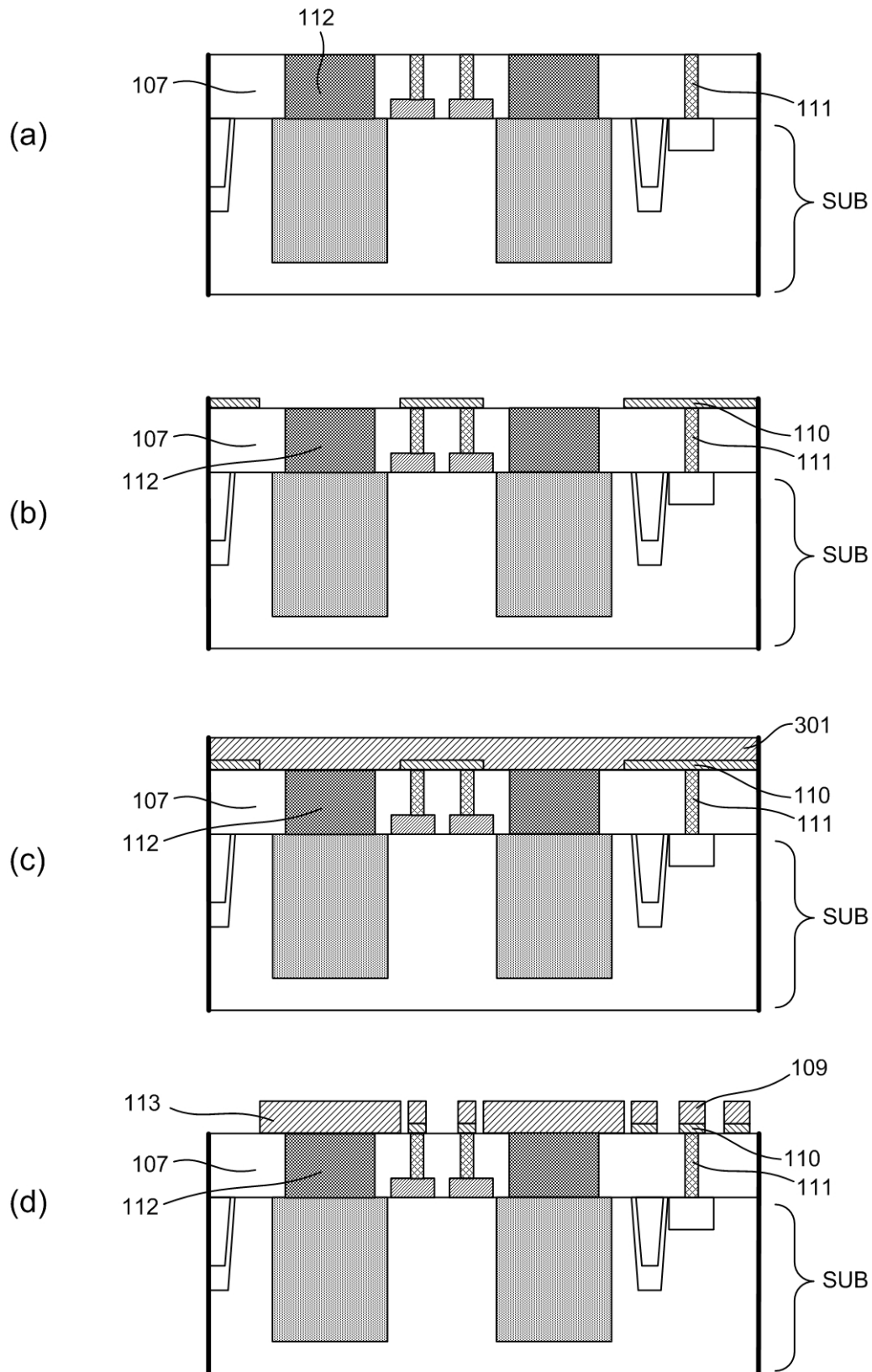
【図 1】



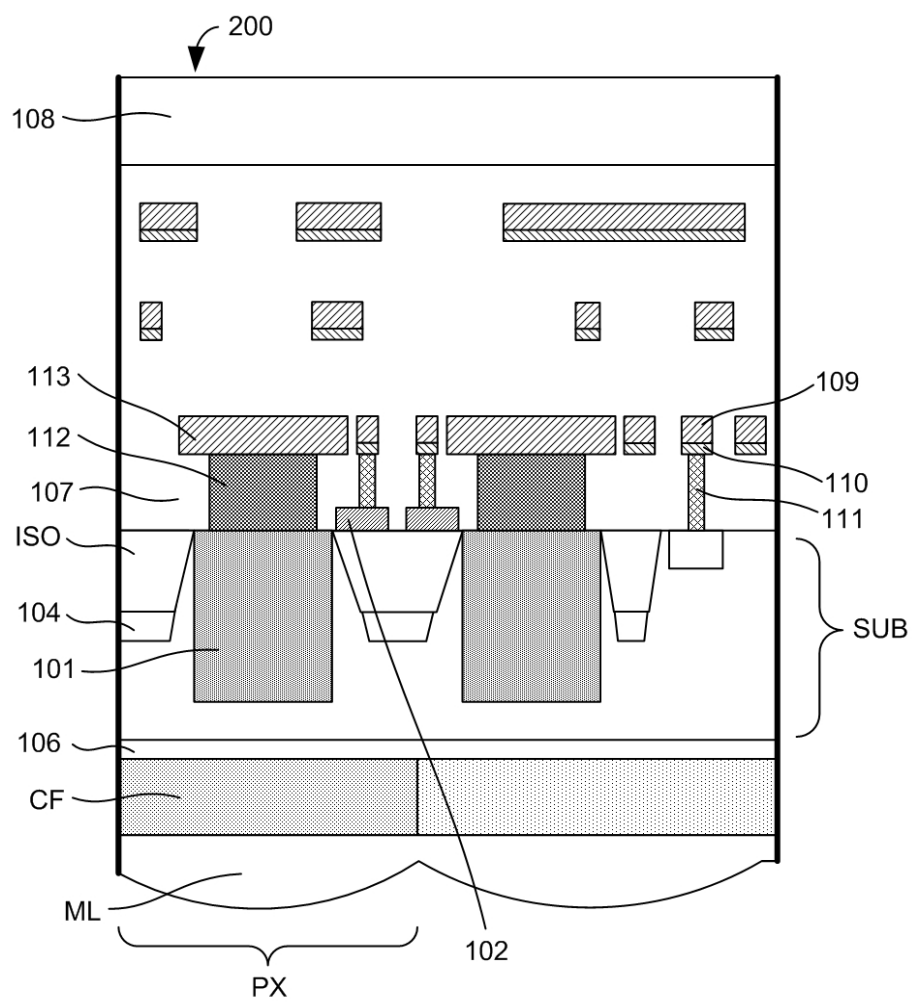
【図 2】



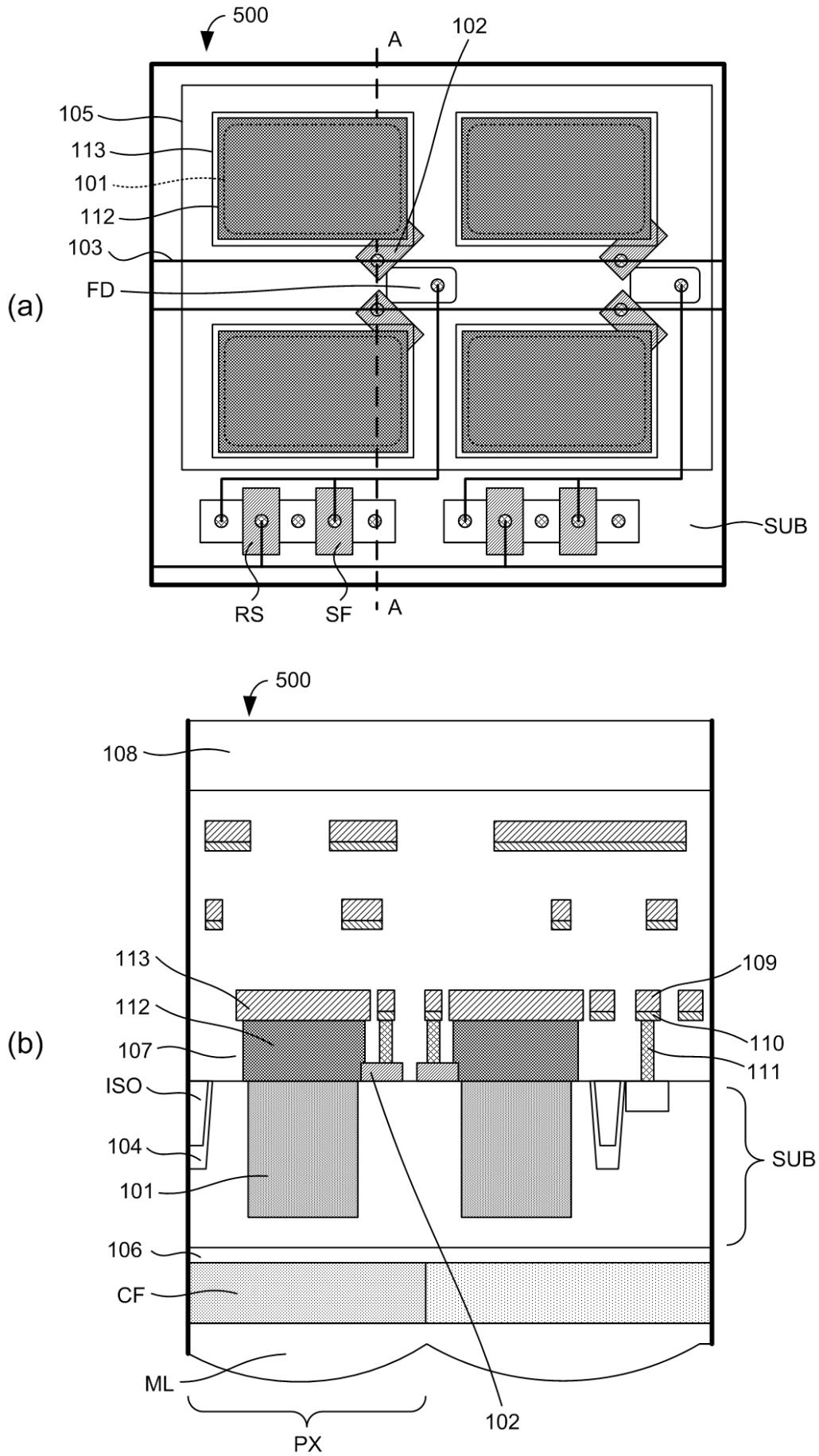
【図 3】



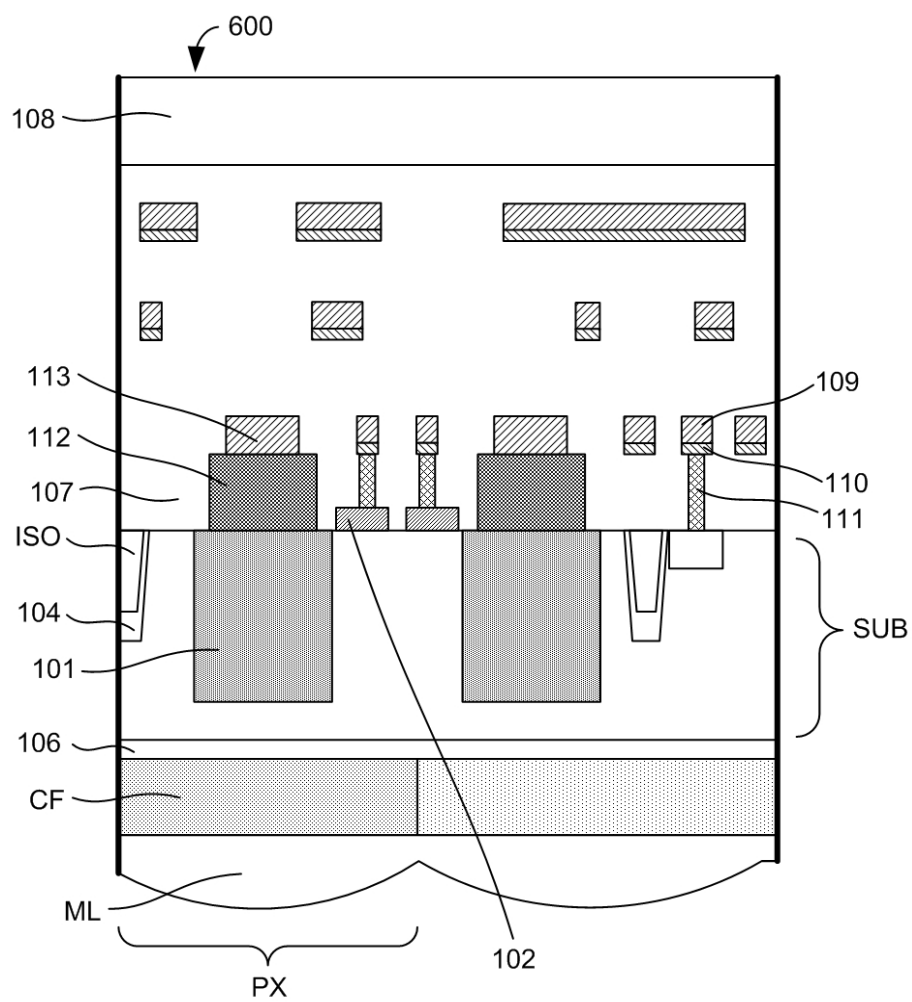
(a)



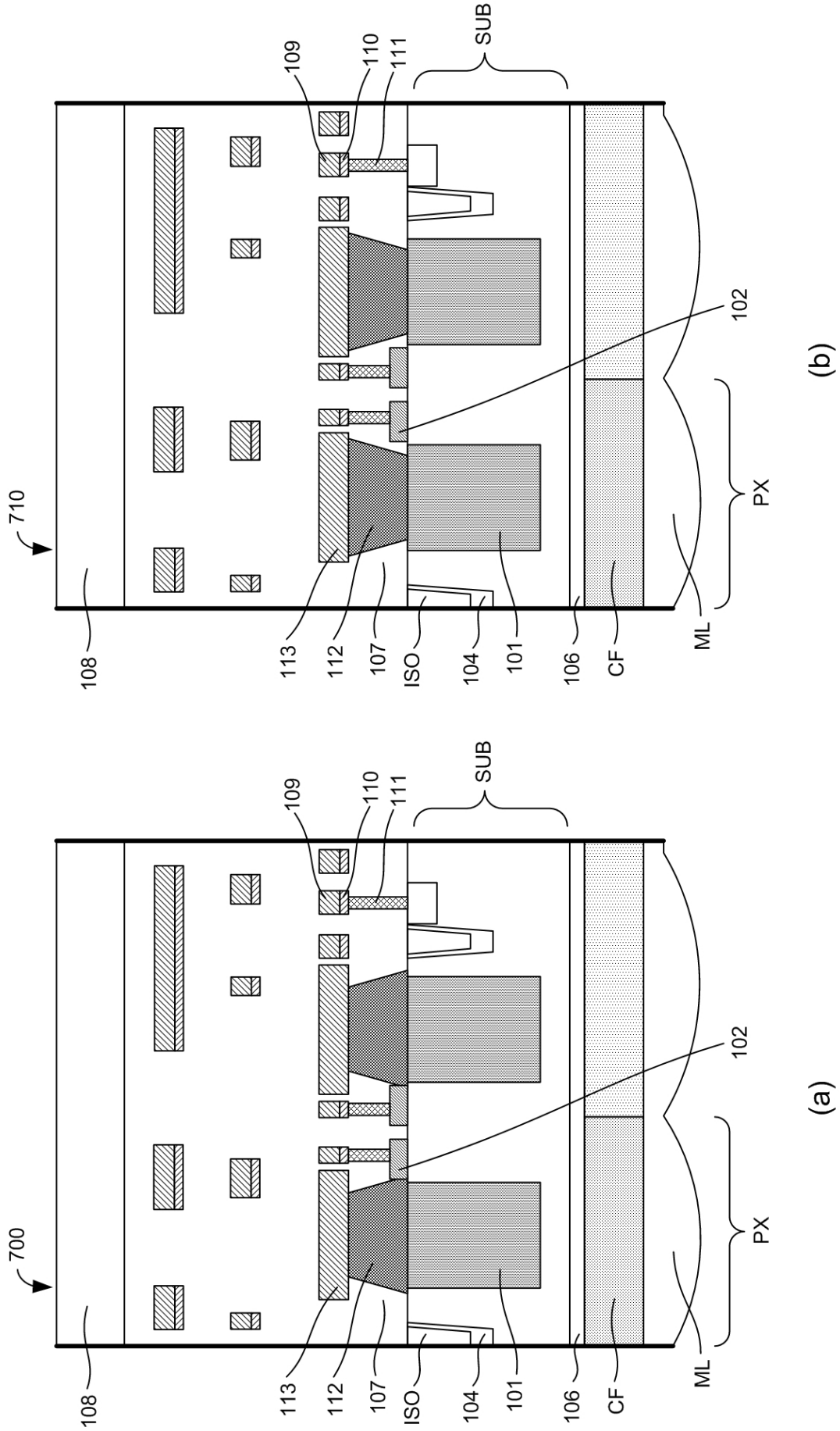
【図 5】



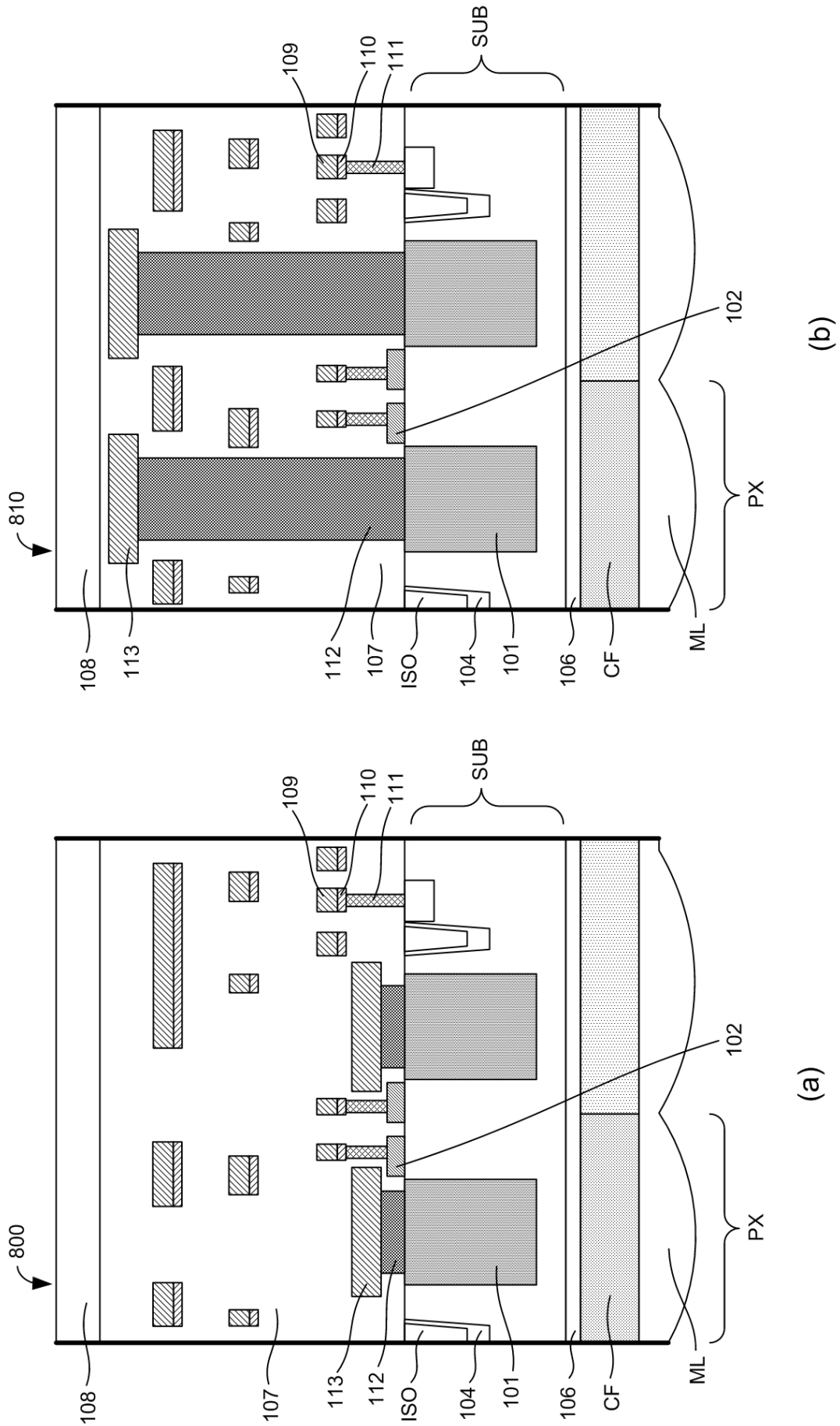
(a)



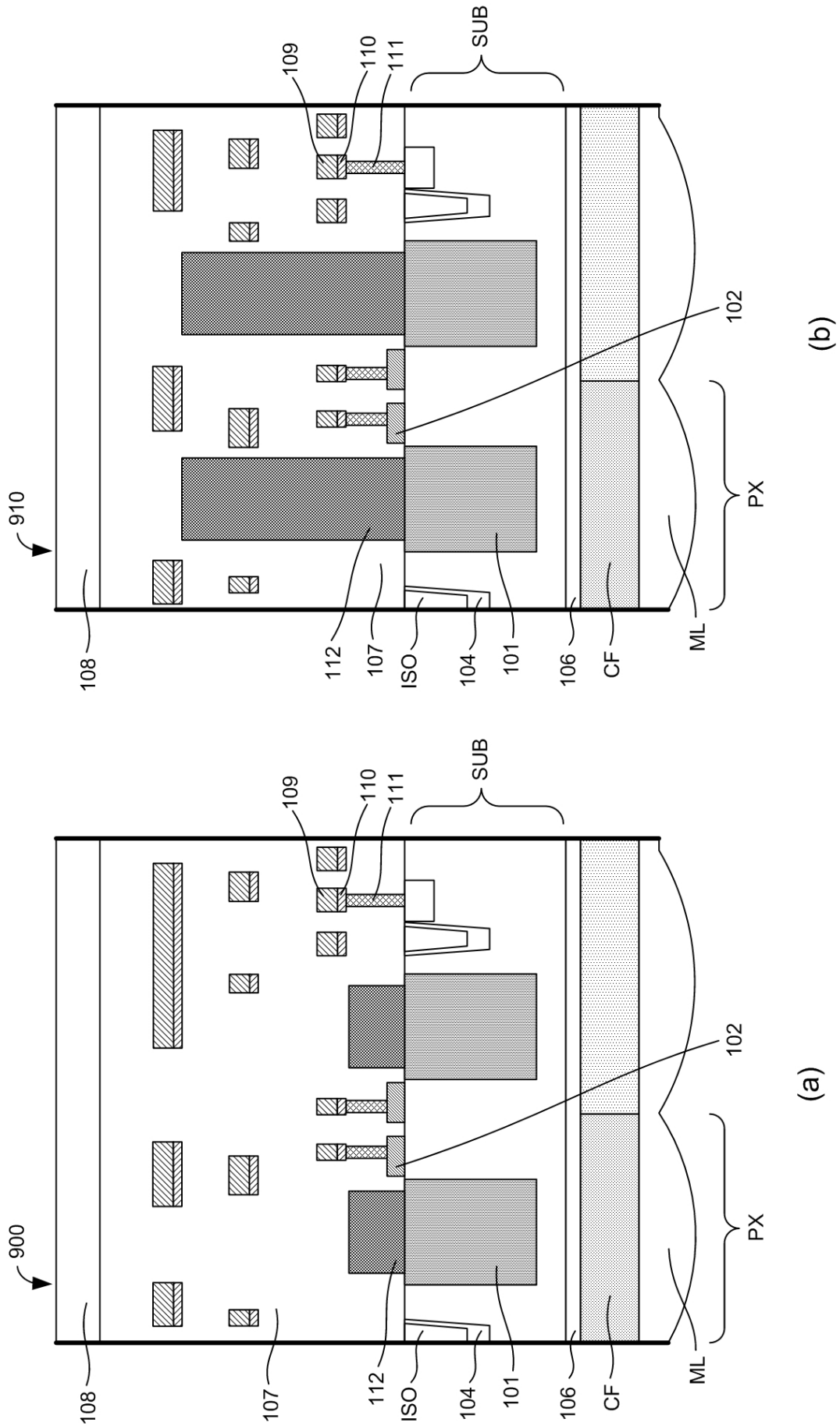
【図 7】



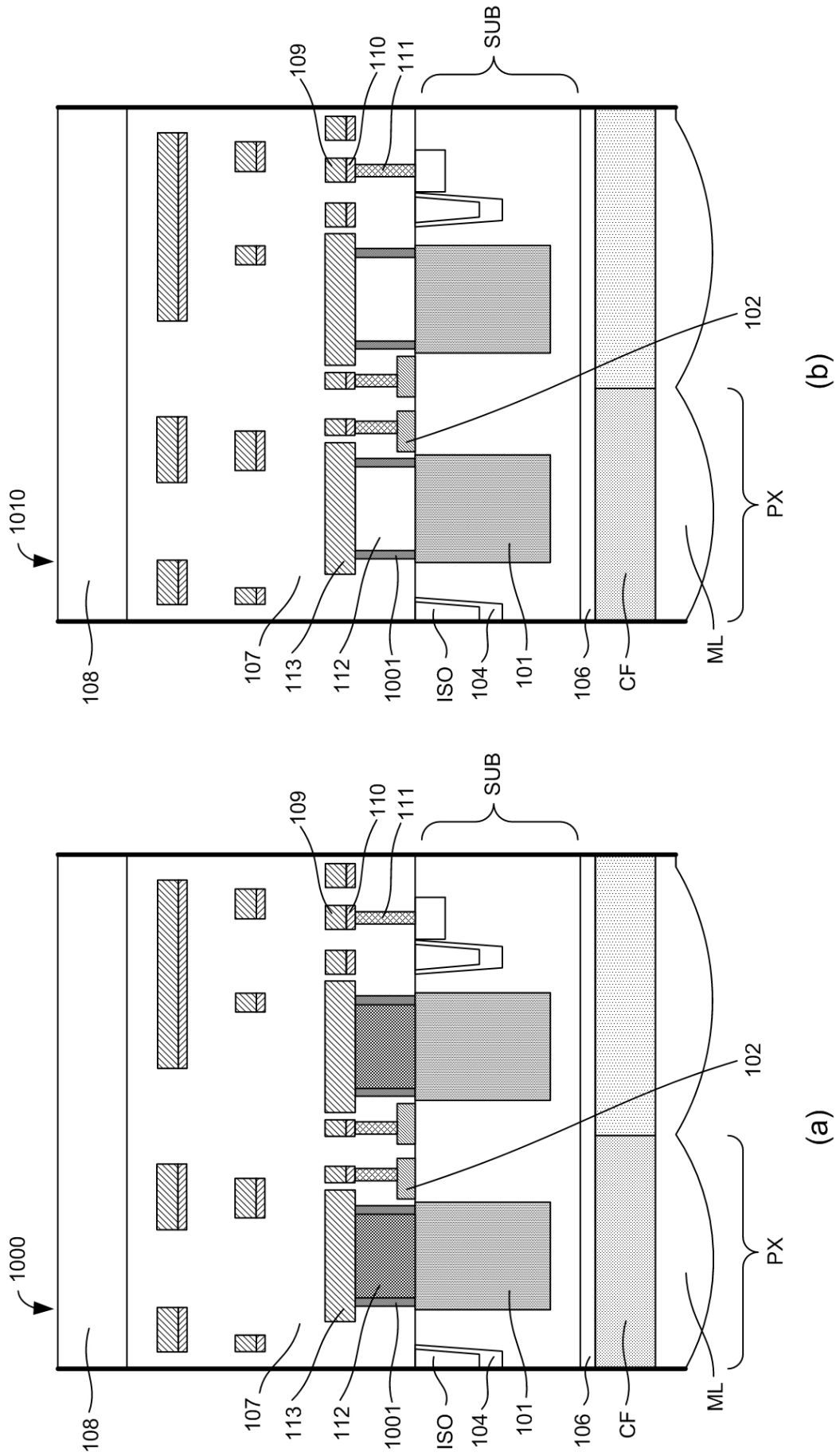
【 図 8 】



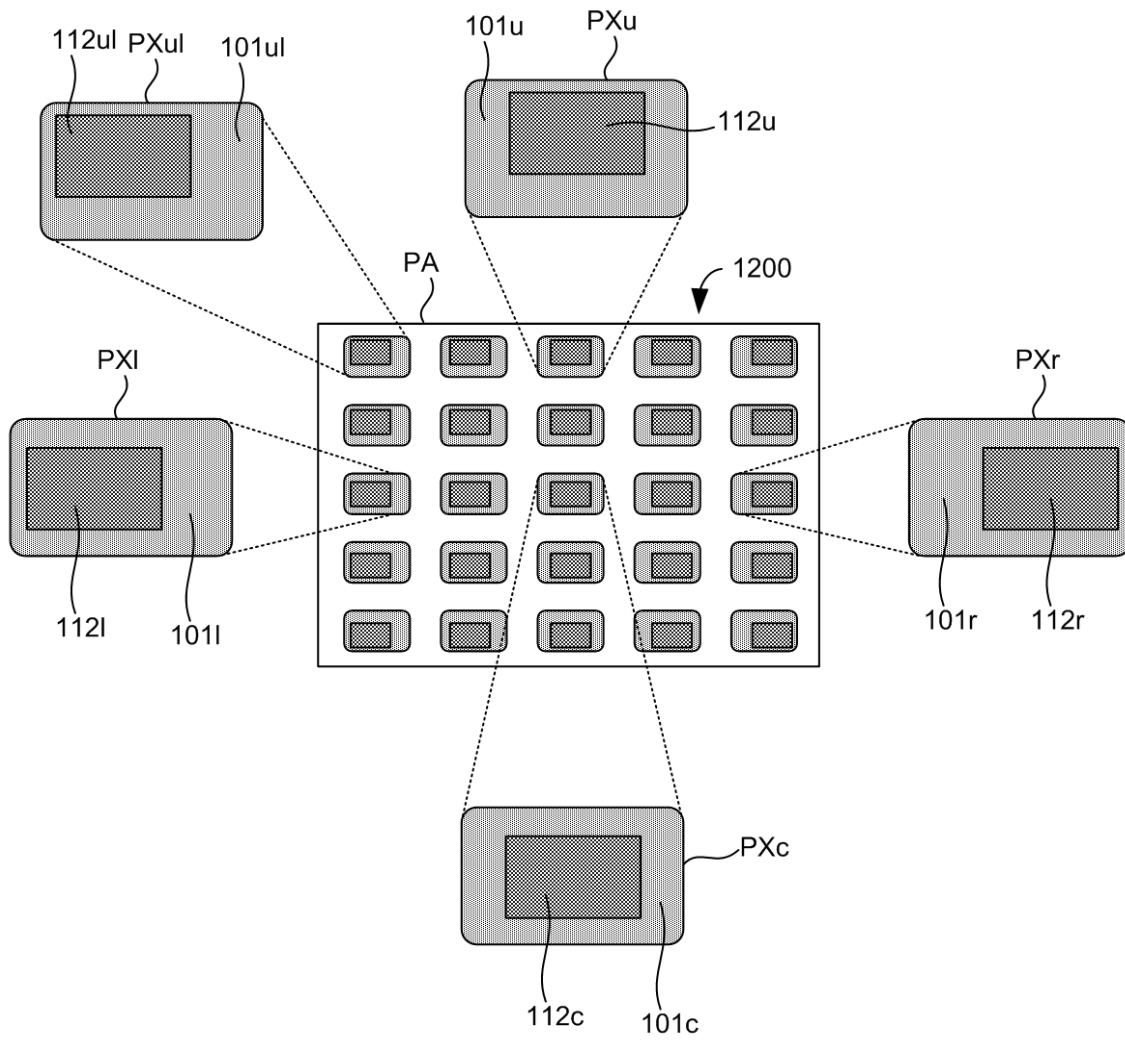
【 図 9 】



【図 10】



【図 12】



フロントページの続き

(72)発明者 曾田 岳彦

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

Fターム(参考) 4M118 AA05 AB01 BA14 CA02 CA26 CA27 DD04 FA06 FA26 FA28
GA02 GC07 GD04 GD11 GD15 HA25