

(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2012-99743

(P2012-99743A)

(43) 公開日 平成24年5月24日(2012.5.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 27/146 (2006.01)	HO 1 L 27/14 A	4M118
HO 4 N 5/374 (2011.01)	HO 4 N 5/335 74 O	5C024

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2010-247919 (P2010-247919)
 (22) 出願日 平成22年11月4日 (2010.11.4)

(71) 出願人 000005821
 パナソニック株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (74) 代理人 100109210
 弁理士 新居 広守
 (72) 発明者 森 三佳
 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
 ソニック株式会社内
 (72) 発明者 沖野 徹
 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
 ソニック株式会社内

最終頁に続く

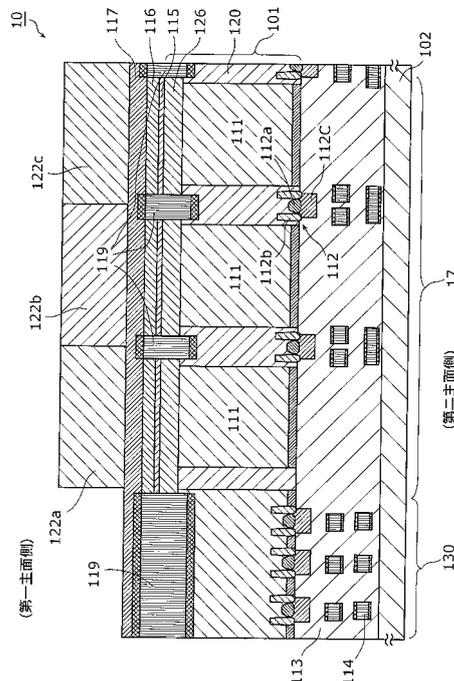
(54) 【発明の名称】 固体撮像装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】回路ノイズ及び混色を低減しながら、高感度化を図る。

【解決手段】本発明の一形態に係る固体撮像装置10は、シリコン層101の第一主面側から入射した光を電荷に変換する第一導電型の複数のフォトダイオード111と、シリコン層101の第一主面側の表面に形成されている第二導電型の埋め込み層126と、フォトダイオード111間に形成されるとともに、シリコン層101の第二主面から埋め込み層126まで到達するように形成されている第二導電型の分離部120と、分離部120の第二主面側に形成されているトランジスタ112と、シリコン層101の第二主面側に形成されている周辺回路部130と、シリコン層101の、フォトダイオード111間の領域の第一主面側と、周辺回路部130が形成されている領域の第一主面側とに埋め込み形成されている導電性の遮光部119とを備える。

【選択図】図2A



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体基板と、

前記半導体基板内に形成され、マトリックス状に配列されているとともに、前記半導体基板の第一主面側から入射した光を信号電荷に変換する第一導電型の複数の光電変換部と

、
前記半導体基板の、前記第一主面側の表面に形成されている、前記第一導電型と反対の第二導電型の埋め込み層と、

前記半導体基板内の前記光電変換部間に形成されるとともに、前記半導体基板の、前記第一主面の反対側の第二主面から、前記埋め込み層まで到達するように形成されている、
前記第二導電型の分離部と、

前記分離部の前記第二主面側に形成されており、前記複数の光電変換部で変換された信号電荷を読み出すための複数の検出回路部と、

前記半導体基板の前記第二主面側に形成されており、前記複数の光電変換部から前記複数の検出回路部を介して順次信号電荷を読み出す周辺回路部と、

前記半導体基板の、前記光電変換部間の領域の前記第一主面側と、前記周辺回路部が形成されている領域の前記第一主面側とに埋め込み形成されている導電性の遮光部とを備える

固体撮像装置。

【請求項 2】

前記固体撮像装置は、さらに、

前記第一主面側の前記半導体基板の上方に形成されている、シリコン酸化膜に比べて屈折率が高く、かつ前記半導体基板に比べて屈折率が低い反射防止膜と、

前記反射防止膜の前記第一主面側の上方に形成されている、異なる波長の光を透過する複数のカラーフィルタとを備え、

前記遮光部は、前記反射防止膜を貫通するとともに、前記カラーフィルタに到達しないように形成されている

請求項 1 記載の固体撮像装置。

【請求項 3】

前記遮光部は、前記埋め込み層を貫通しないように形成されている

請求項 1 記載の固体撮像装置。

【請求項 4】

前記検出回路部はトランジスタを含み、

前記遮光部の幅は、前記分離部の幅より狭く、かつ前記トランジスタの活性領域の幅より広い

請求項 1 記載の固体撮像装置。

【請求項 5】

前記遮光部は、前記埋め込み層と電気的に接続されている

請求項 1 記載の固体撮像装置。

【請求項 6】

前記遮光部は、タングステン、アルミニウム、銅及びチタンの何れかを含む

請求項 1 記載の固体撮像装置。

【請求項 7】

前記固体撮像装置は、さらに、

前記カラーフィルタの前記第一主面側の上方に形成され、光を集光するレンズを備える

請求項 1 記載の固体撮像装置。

【請求項 8】

半導体基板内に、マトリックス状に配列されているとともに、前記半導体基板の第一主面側から入射した光を信号電荷に変換する第一導電型の複数の光電変換部を形成する工程と、

10

20

30

40

50

前記半導体基板の、前記第一主面側の表面に、前記第一導電型と反対の第二導電型の埋め込み層を形成する工程と、

前記半導体基板内の前記光電変換部間に、前記半導体基板の、前記第一主面の反対側の第二主面から、前記埋め込み層まで到達するように、前記第二導電型の分離部を形成する工程と、

前記分離部の前記第二主面側に、前記複数の光電変換部で変換された信号電荷を読み出すための複数の検出回路部を形成する工程と、

前記半導体基板の前記第二主面側に、前記複数の光電変換部から前記複数の検出回路部を介して順次信号電荷を読み出す周辺回路部を形成する工程と、

前記半導体基板の、前記光電変換部間の領域の前記第一主面側と、前記周辺回路部が形成されている領域の前記第一主面側とに導電性の遮光部を埋め込み形成する工程とを含む固体撮像装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マトリクス状に配列されている複数の光電変換部を含む固体撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

MOS型の固体撮像装置は、低消費電力駆動及び高速撮像が可能な装置として注目されており、デジタルカメラ、携帯機器カメラ及び車載カメラと幅広い分野で搭載され始めている。このような固体撮像装置では、最近の小型化及び多画素化の要望から、画素サイズの微細化が進んでいる。しかしながら、画素サイズが $1\mu\text{m}$ 台になると、配線層における開口率が可視光波長に近づくために、入射光がフォトダイオード部へ到達することが妨げられる。これにより、感度特性が悪化するという問題がある。また、隣接するフォトダイオードとのピッチが狭小となるため、斜入射光が隣接フォトダイオードへ漏れこむ可能性が増加する。これにより、混色特性が悪化するという問題がある。

【0003】

そこで、このような特性悪化の対策として、特許文献1に記載されているように、フォトダイオードからの電荷を読み出すための配線層が形成されていない裏面から光を入射する構造（裏面照射型）が提案されている。

【0004】

図7は、特許文献1に記載の従来 of 固体撮像装置の構造を示す断面図である。図7に示す固体撮像装置では、フォトダイオード部（光電変換部）222からの電荷を転送する垂直電荷転送路（VCCD）221が半導体基板201の第一面側の表面に形成されている。また、当該第一面側と反対の第二面側（裏面側）に、カラーフィルタ層223及びマイクロレンズ224が形成されている。そして、斜入射光が隣接画素へ漏れこむことを防止するために、半導体基板201内に埋め込まれるとともに、各カラーフィルタ層223の間まで形成されている遮光部材228が設けられている。また、裏面側の表面からフォトダイオード部222までの距離は $9\mu\text{m}$ と厚くしている。

【0005】

また、裏面側の表面に正孔引き抜き用の高濃度 $p++$ 層225が設けられており、この上方に酸化膜226が形成され、さらに反射防止膜227が積層されている。また、遮光部材228を埋め込む箇所に、凹所を形成し、その後タングステン膜をPVD（Physical Vapor Deposition）法又はCVD（Chemical Vapor Deposition）法を用いて成膜する。そして、当該タングステン膜を、CMP（Chemical Mechanical Polishing）を用いて反射防止膜227の位置まで研磨する。次に、遮光部材228をPVD又はCVD法で成膜して、埋め込まれた遮光部材228がある箇所のみ残存するように、エッチングでパターンニングすることにより当該遮光部材228を形成する。これにより、遮光部材228が埋

10

20

30

40

50

め込まれると同時に、当該遮光部材 228 が突出する形状となる。この構成により、量子効率を確保しながら、斜入射光による画素間の混色を防止することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2009-65098号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、従来の構造では、次のような課題が生じる。

【0008】

図7に示すような構造は、裏面側の表面からフォトダイオード部までの距離が離れている。これにより、特に短波長の可視光（青色光）がフォトダイオード部に到達するまでに半導体基板内で吸収されてしまう。よって、光電変換により蓄積されるフォトダイオード部の電荷量が少なくなるので、感度が低下する。例えば、450nm波長の光は、シリコンで構成される半導体基板で3μmの深さまで到達すると、ほぼ100%吸収される。つまり、裏面から3μm以上の深さにフォトダイオードを形成しても450nm波長の光は、ほぼ到達しないことになる。

【0009】

一方で、フォトダイオード部を裏面側の表面の近くに形成すると、垂直電荷転送路（VCCD）に入射光が入り回路ノイズが増加する。これにより、スミアが発生するという課題が生じる。

【0010】

本発明は、かかる課題に鑑みなされたもので、回路ノイズ及び混色を低減しながら、高感度化を図ることが可能な固体撮像装置及びその製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決するために、本発明の一形態に係る固体撮像装置は、半導体基板と、前記半導体基板内に形成され、マトリクス状に配列されているとともに、前記半導体基板の第一主面側から入射した光を信号電荷に変換する第一導電型の複数の光電変換部と、前記半導体基板の、前記第一主面側の表面に形成されている、前記第一導電型と反対の第二導電型の埋め込み層と、前記半導体基板内の前記光電変換部間に形成されるとともに、前記半導体基板の、前記第一主面の反対側の第二主面から、前記埋め込み層まで到達するように形成されている、前記第二導電型の分離部と、前記分離部の前記第二主面側に形成されており、前記複数の光電変換部で変換された信号電荷を読み出すための複数の検出回路部と、前記半導体基板の前記第二主面側に形成されており、前記複数の光電変換部から前記複数の検出回路部を介して順次信号電荷を読み出す周辺回路部と、前記半導体基板の、前記光電変換部間の領域の前記第一主面側と、前記周辺回路部が形成されている領域の前記第一主面側とに埋め込み形成されている導電性の遮光部とを備える。

【0012】

このような構成により、遮光部が検出回路部の上方に形成されているので、レンズ又はカラーフィルタと光電変換（フォトダイオード）部との距離を近くした場合でも、光電変換部の蓄積電荷を読み出すための検出回路部に光が入射することを防止できる。これにより、検出回路部内で光電変換が発生することに起因する回路ノイズを低減できるので、高感度化を実現できる。

【0013】

さらに、遮光部が周辺回路部の上方に形成されているので、レンズ又はカラーフィルタと光電変換部との距離を近くした場合でも、周辺回路部に光が入射することを防止できる。これにより、周辺回路部で発生する回路ノイズを低減できるので、高感度化を実現できる。

10

20

30

40

50

【0014】

さらに、光電変換部を第一主面（裏面）側の表面近傍に形成できるので、特に短波長（450nm）の可視光に対する感度を向上できる。また、分離部内に所定の厚みを有する遮光部を設けることにより、斜入射光による隣接画素への漏れこみを低減できる。これにより、混色を低減できる。

【0015】

このように、本発明の一形態に係る固体撮像装置は、回路ノイズ及び混色を低減しながら、高感度化を図ることができる。

【0016】

また、前記固体撮像装置は、さらに、前記第一主面側の前記半導体基板の上方に形成されている、シリコン酸化膜に比べて屈折率が高く、かつ前記半導体基板に比べて屈折率が低い反射防止膜と、前記反射防止膜の前記第一主面側の上方に形成されている、異なる波長の光を透過する複数のカラーフィルタとを備え、前記遮光部は、前記反射防止膜を貫通するとともに、前記カラーフィルタに到達しないように形成されていてもよい。

10

【0017】

このような構成により、遮光部の形成工程でCMP法を用いてパターンを形成しても、半導体基板及び反射防止膜を研磨しなくてよい。これにより、遮光部の各々の厚みばらつきを低減できるので、各画素及び各固体撮像装置での感度特性バラツキを低減できる。

【0018】

また、前記遮光部は、前記埋め込み層を貫通しないように形成されていてもよい。

20

【0019】

このような構成により、遮光部側壁の結晶欠陥に起因する暗時発生電荷が光電変換部まで到達しないため、暗電流が低減できる。

【0020】

また、前記検出回路部はトランジスタを含み、前記遮光部の幅は、前記分離部の幅より狭く、かつ前記トランジスタの活性領域の幅より広くてもよい。

【0021】

このような構成により、検出回路部に光が入射することを防止できるので、検出回路部内で光電変換が発生することに起因する回路ノイズを低減できる。

【0022】

また、前記遮光部は、前記埋め込み層と電気的に接続されていてもよい。

30

【0023】

このような構成により、光電変換部間の分離部幅が狭小となった場合でも、埋め込み層の電位を、遮光部を介して固定できる。これにより、光電変換領域を増大させることにより高感度化を実現できるとともに、光電変換部内の全電荷を検出回路部により読み出すことができる。

【0024】

また、前記遮光部は、タングステン、アルミニウム、銅及びチタンの何れかを含んでもよい。

【0025】

このような構成により、遮光部のパターンを、CMP法を用いて容易に形成できる。

40

【0026】

また、前記固体撮像装置は、さらに、前記カラーフィルタの前記第一主面側の上方に形成され、光を集光するレンズを備えてもよい。

【0027】

このような構成により、遮光部による光反射を防止できるとともに、入射光の集光が可能となるので、感度を増加できる。

【0028】

なお、本発明は、このような固体撮像装置として実現できるだけでなく、このような固体撮像装置を製造する固体撮像装置の製造方法として実現してもよい。

50

【 0 0 2 9 】

また、本発明は、このような固体撮像装置の機能の一部又は全てを実現する半導体集積回路（LSI）として実現したり、このような固体撮像装置を備える撮像装置（カメラ）として実現できる。

【 発明の効果 】

【 0 0 3 0 】

以上より、本発明は、回路ノイズ及び混色を低減しながら、高感度化を図ることが可能な固体撮像装置及びその製造方法を提供できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 1 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態に係る固体撮像装置の一例を示す固体撮像装置である。

【 図 2 A 】 本発明の実施の形態に係る固体撮像装置の構成の一例を示す断面図である。

【 図 2 B 】 本発明の実施の形態に係る固体撮像装置の構成の一例を示す平面図である。

【 図 2 C 】 本発明の実施の形態に係る固体撮像装置の構成の一例を示す平面図である。

【 図 3 】 本発明の実施の形態の変形例に係る固体撮像装置の構成の一例を示す断面図である。

【 図 4 】 本発明の実施の形態の変形例に係る固体撮像装置の構成の一例を示す断面図である。

【 図 5 A 】 本発明の実施の形態に係る固体撮像装置の製造過程における断面図である。

【 図 5 B 】 本発明の実施の形態に係る固体撮像装置の製造過程における断面図である。

【 図 5 C 】 本発明の実施の形態に係る固体撮像装置の製造過程における断面図である。

【 図 5 D 】 本発明の実施の形態に係る固体撮像装置の製造過程における断面図である。

【 図 5 E 】 本発明の実施の形態に係る固体撮像装置の製造過程における断面図である。

【 図 5 F 】 本発明の実施の形態に係る固体撮像装置の製造過程における断面図である。

【 図 6 A 】 本発明の実施の形態の変形例に係る固体撮像装置の製造過程における断面図である。

【 図 6 B 】 本発明の実施の形態の変形例に係る固体撮像装置の製造過程における断面図である。

【 図 6 C 】 本発明の実施の形態の変形例に係る固体撮像装置の製造過程における断面図である。

【 図 7 】 従来の画素部の構成を示す断面図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 3 2 】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、本発明は、以下の実施の形態に限定されるものではない。また、本発明の効果を奏する範囲を逸脱しない範囲で、適宜変更は可能である。

【 0 0 3 3 】

本発明の実施の形態に係る固体撮像装置 10 は、2次元状に配列された複数の画素部 100 を備える。また、半導体基板の第二主面側には、光電変換部からの信号電荷を読み出すための検出回路部及び周辺回路部が形成されている。さらに、本発明の実施の形態に係る固体撮像装置 10 は、当該半導体基板の第二主面と反対の第一主面（裏面）側の検出回路部及び周辺回路部の上方に、半導体基板内に埋め込まれた遮光部を備える。

【 0 0 3 4 】

これにより、レンズ又はカラーフィルタと光電変換部との距離を近くした場合でも、検出回路部及び周辺回路部に光が入射することを防止できる。よって、本発明の実施の形態に係る固体撮像装置 10 は、回路ノイズ及び混色を低減しながら、高感度化を図ることができる。

【 0 0 3 5 】

まず、本発明の実施の形態に係る固体撮像装置 10 の回路構成の一例について、図 1 を用いて説明する。図 1 は、本発明の実施の形態に係る固体撮像装置 10 の一例を示す回路

10

20

30

40

50

構成図である。

【0036】

本発明の実施の形態に係る固体撮像装置10は、図1に示すように、複数の画素部100がアレイ状に配列されたMOS(Metal Oxide Semiconductor)型の固体撮像装置である。図1に示すように、固体撮像装置10は、撮像領域17と、垂直シフトレジスタ18と、水平シフトレジスタ19と、出力端子21とを備える。なお、図1では、簡単化のため、4個の画素部100のみを記載しているが、固体撮像装置10が備える画素部100の数は任意の数でよい。

【0037】

撮像領域17には、複数の画素部100が、アレイ状(行列状)に配列されている。

10

【0038】

垂直シフトレジスタ18は、複数の画素部100の行を順次選択する。

【0039】

水平シフトレジスタ19は、複数の画素部100の列を順次選択する。

【0040】

複数の画素部100の各々は、光電変換部(フォトダイオード)11と、浮遊拡散層(フローティングディフュージョン)12と、転送トランジスタ13と、増幅トランジスタ14と、リセットトランジスタ15と、選択トランジスタ16とを備える。

【0041】

光電変換部11は、入射光を光電変換することで、信号電荷を生成する。

20

【0042】

転送トランジスタ13は、光電変換部11によって生成された信号電荷を浮遊拡散層12に転送する。

【0043】

増幅トランジスタ14は、浮遊拡散層12に転送された信号電荷を増幅することで画素信号を生成する。

【0044】

垂直シフトレジスタ18によって選択された行に配置されている選択トランジスタ16は、画素信号を出力信号線20へ伝達する。また、水平シフトレジスタ19は、選択した列の出力信号線20に伝達された画素信号を出力端子21へ伝達する。

30

【0045】

また、リセットトランジスタ15は、浮遊拡散層12に蓄積されている余剰電荷を排出する。

【0046】

なお、図1には示していないが、画素部100毎に、各光電変換部11の上方に、緑色光を透過する緑フィルタ、赤色光を透過する赤フィルタ、及び、青色光を透過する青フィルタのいずれかが形成される。

【0047】

続いて、本発明の実施の形態に係る固体撮像装置10が備える画素部100の構成の一例について、図2A~図2Cを用いて説明する。

40

【0048】

図2Aは、本発明の実施の形態に係る固体撮像装置10の画素部100の周辺の構成例を示す断面図である。

【0049】

本発明の実施の形態に係る固体撮像装置10は、シリコン層(半導体基板)101と、支持基板102と、フォトダイオード111と、トランジスタ112と、絶縁膜113と、多層配線114と、シリコン酸化膜115及び117と、シリコン窒化膜116と、遮光部119と、分離部120と、カラーフィルタ122a、122b及び122cと、埋め込み層126とを備える。

【0050】

50

シリコン層 101 は、第一主面と、当該第一主面の反対側の面である第二主面とを有する半導体基板である。

【0051】

フォトダイオード 111 は、シリコン層 101 内に画素部 100 毎に形成されている。このフォトダイオード 111 は、第一主面側から入射した光を光電変換することで、信号電荷を生成する。例えば、フォトダイオード 111 は、n 型（第一導電型）の拡散領域である。このフォトダイオード 111 は、半導体基板平面にマトリックス状（行列状）に配列されている。

【0052】

また、フォトダイオード 111 は、光電変換部の一例であり、シリコン層 101 の第一主面側の表面付近から第二主面側の表面付近まで広がっている。なお、フォトダイオード 111 は、図 1 に示す光電変換部 11 に相当している。

【0053】

また、トランジスタ 112 は、シリコン層 101 の第二主面側に形成されている。トランジスタ 112 は、複数のフォトダイオード 111 によって生成された信号電荷を読み出すために用いられる検出回路部に含まれる。

【0054】

なお、トランジスタ 112 は、画素部 100 が備えるトランジスタであり、例えば、増幅トランジスタ 14、又は、選択トランジスタ 16 である。言い換えると、上記検出回路部は、図 1 に示す、浮遊拡散層 12 と、転送トランジスタ 13 と、増幅トランジスタ 14 と、リセットトランジスタ 15 と、選択トランジスタ 16 とを含む。

【0055】

分離部 120 は、複数のフォトダイオード 111 のそれぞれの間、及び、複数のフォトダイオード 111 とトランジスタ 112 との間に形成されている。分離領域 112b は、複数のフォトダイオード 111 のそれぞれの間、及び、複数のフォトダイオード 111 とトランジスタ 112 との間を電氣的に分離する STI (Shallow Trench Isolation) である。また、分離部 120 は、例えば、p 型（第二導電型）である。この分離部 120 は、シリコン層 101 の、第二主面から埋め込み層 126 まで到達するように形成されている。

【0056】

また、図 2B は、分離部 120 を示す平面図である。なお、図 2B では、簡単化のため、9 個の画素部 100 のみを記載しているが、固体撮像装置 10 が備える画素部 100 の数は任意の数でよい。また、撮像領域 17 の一方にのみ周辺回路部 130 が配置されているが、周辺回路部 130 は、撮像領域 17 の複数の辺に配置されていてもよい。また、これらは後述する図 2C においても同様である。

【0057】

また、図 2B において、ハッチング部分が分離部 120 を示しており、点線は遮光部 119 の境界を示している。

【0058】

なお、周辺回路部 130 は、複数のフォトダイオード 111 から複数の検出回路部を介して順次電荷を読み出す。また、この周辺回路部 130 は、例えば、図 1 に示す垂直シフトレジスタ 18、及び水平シフトレジスタ 19 である。また、この周辺回路部 130 は、シリコン層 101 の第二主面側に形成されている。

【0059】

埋め込み層 126 は、p 型であり、シリコン層 101 の、第一主面側の表面に形成されている。言い換えると、埋め込み層 126 は、フォトダイオード 111 と第一主面との間、及び分離部 120 と第一主面との間に形成されている。

【0060】

なお、シリコン層 101 の第一主面は、フォトダイオード 111 に光が入射する面である光入射面であり、図 2 では、シリコン層 101 の上面である。また、シリコン層 101

10

20

30

40

50

の第二主面は、光入射面と反対側の面であり、図2では、シリコン層101の下面である。なお、以下では、図2Aの記載にあわせて、第一主面側を上(上方)、第二主面側を下(下方)とも記す。

【0061】

トランジスタ112は、MOS型構造を有する。このトランジスタ112は、拡散領域112aと、分離領域112bと、ゲート電極112cと、ゲート酸化膜(図示せず)とを含む。分離領域112bは、絶縁膜で構成されるSTIであり、拡散領域112aを取り囲むように形成されている。ゲート電極112cは、拡散領域112a下方にゲート酸化膜(図示せず)を介して、形成されている。また、拡散領域112aは、トランジスタ112のチャンネルが形成される活性領域である。

10

【0062】

絶縁膜113は、ゲート電極112c下方に形成されている。この絶縁膜113は、例えば、シリコン酸化膜、又は、シリコン窒化膜である。

【0063】

多層配線114は、絶縁膜113内に形成されており、トランジスタ112を制御するために用いられる。

【0064】

このように、本発明の実施の形態に係る固体撮像装置10では、光入射面とは反対側の面(第二主面)から、フォトダイオード111によって生成された信号電荷を電気信号として検出する。

20

【0065】

支持基板102は、多層の絶縁膜113の下方に貼り合わされている。シリコン層101は、例えば、1~5 μm と薄層であるため、支持基板102は、例えば、シリコン基板であって、補強の役割を担う。これにより、固体撮像装置10の強度を向上させることができる。

【0066】

シリコン酸化膜115は、シリコン層101の第一主面上に形成されている。シリコン窒化膜116は、シリコン酸化膜115上に形成されている。このシリコン窒化膜116は、反射防止膜として機能する。具体的には、シリコン窒化膜116は、シリコン酸化膜115より高屈折率の膜であり、5~100nmの厚みで形成されている。このようにシリコン窒化膜116を設けることで、フォトダイオード111への入射光強度が増加する。例えば、緑色光(波長550nm)を高透過させるカラーフィルタ122bが上方に形成されているフォトダイオード111の感度が、約20%向上する。

30

【0067】

なお、固体撮像装置10は、反射防止膜として、シリコン窒化膜116以外の膜を備えてもよい。具体的には、反射防止膜は、シリコン酸化膜115より高屈折率であり、シリコン層101より低屈折率の膜であればよい。例えば、固体撮像装置10は、反射防止膜として、チタン酸化物(TiO_2)、タンタル酸化物(TaO)、酸化ハフニウム、又は酸化亜鉛の膜を備えてもよい。

【0068】

シリコン酸化膜117は、シリコン窒化膜116上に形成されている。

40

【0069】

また、フォトダイオード111間において、分離領域112b上には、分離部120が形成されている。これにより、フォトダイオード111に蓄積されている蓄積電荷が隣接画素へ漏れこむことを電氣的な障壁で防止している。

【0070】

カラーフィルタ122a~122cは、シリコン層101の上方(シリコン酸化膜117上)に、画素毎に形成されている。

【0071】

なお、本発明の実施の形態に係る固体撮像装置10は、例えば、ベイヤ配列の固体撮像

50

装置である。例えば、カラーフィルタ 1 2 2 a は、青色光の透過率が高い青フィルタであり、カラーフィルタ 1 2 2 b は、緑色光の透過率が高い緑フィルタであり、カラーフィルタ 1 2 2 c は、赤色光の透過率が高い赤フィルタである。なお、各カラーフィルタ 1 2 2 a ~ 1 2 2 c の厚みは、300 ~ 1000 nm である。

【0072】

なお、ここでは、RGB系のカラーフィルタを用いる例を述べるが、補色系のフィルタ等の他の方式のカラーフィルタを用いてもよい。また、色配置はベイア配列以外であってもよい。

【0073】

遮光部 1 1 9 は、シリコン層 1 0 1 の第一主面側の表面に埋め込まれている。この遮光部 1 1 9 は、シリコン窒化膜 1 1 6、シリコン酸化膜 1 1 5、及び埋め込み層 1 2 6 を貫通している。また、遮光部 1 1 9 は、分離部 1 2 0 に形成されているトランジスタ 1 1 2 上方に形成されている。また、遮光部 1 1 9 の上端は、カラーフィルタ 1 2 2 a ~ 1 2 2 c に到達しないように形成されている。

10

【0074】

この遮光部 1 1 9 は、斜入射光が、カラーフィルタの境界部を通過しての隣接画素のフォトダイオード 1 1 1 への到達すること、及びトランジスタ 1 1 2 の拡散領域 1 1 2 a へ到達することを防止する。なお、遮光部 1 1 9 は、画素部 1 0 0 間に、格子状に形成されている。また、図 2 C は、遮光部 1 1 9 を示す平面図である。また、遮光部 1 1 9 の幅は、分離部 1 2 0 の幅より狭く、かつ拡散領域 1 1 2 a の幅より広い。また、図 2 C において、ハッチング部分が遮光部 1 1 9 を示しており、点線は分離部 1 2 0 の境界を示している。

20

【0075】

また、遮光部 1 1 9 は、周辺回路部 1 3 0 の上方にも形成されている。これにより、周辺回路部 1 3 0 が光入射により誤動作することを防止するとともに、周辺回路部 1 3 0 の光ノイズ低減できる。

【0076】

また、遮光部 1 1 9 は、導電性を有し、例えば、金属で構成される。具体的には、遮光部 1 1 9 には、薄膜での光遮光性が高いタンゲステン材料を用いる。また、遮光部 1 1 9 の膜厚は、200 ~ 500 nm である。なお、遮光部 1 1 9 は、アルミニウム、銅、又はチタンで構成されてもよい。この場合の遮光部 1 1 9 の膜厚は、タンゲステンを用いた場合と同様に 200 ~ 500 nm である。また、遮光部 1 1 9 は、埋め込み層 1 2 6 の深さより深く形成されている。

30

【0077】

このような遮光部 1 1 9 を形成することで、本発明の実施の形態に係る固体撮像装置 1 0 は、従来（第一主面側からフォトダイオードを 9 μm 深さに形成する固体撮像装置）に比べ 10 倍以上、青色光（光波長 450 nm）に対する感度を向上できる。また、カラーフィルタ 1 2 2 a ~ 1 2 2 c と第一主面間の距離が近くなっても、遮光部 1 1 9 がフォトダイオード 1 1 1 の近距離にあることで斜入射光の隣接画素への漏れこみを低減できる。これらにより、本発明の実施の形態に係る固体撮像装置 1 0 は、遮光部 1 1 9 がシリコン層 1 0 1 の第二主面側の上方に形成されている固体撮像装置に比べて、30%以上、感度を向上できる。

40

【0078】

また、CMP法で遮光部 1 1 9 のパターンを形成する際に、シリコン層 1 0 1 及びシリコン窒化膜 1 1 6 の厚みの変動しないため、画素間及び固体撮像装置間での感度特性ばらつきを低減できる。例えば、従来例に比べて、感度特性ばらつきを半減できる。

【0079】

さらに、図 3 に示すように、カラーフィルタ 1 2 2 a ~ 1 2 2 c の上方に、平坦化膜（図示せず）を介してマイクロレンズ 1 2 4 を形成してもよい。このマイクロレンズ 1 2 4 は、入射光をフォトダイオード 1 1 1 に集光する。これにより、さらなる高集光が可能と

50

なる。例えば、赤色光（波長 650 nm）を高透過させるカラーフィルタ 122c が上方に形成されているフォトダイオード 111 の感度は、従来に比べ 50% 向上する。

【0080】

さらに、本発明の実施の形態に係る固体撮像装置 10 では、トランジスタ 112 及び周辺回路部 130 の上方に、同構造の遮光部 119 を設けている。これにより、トランジスタ 112 を構成する拡散領域 112a における光電変換に起因するノイズを低減できるので、例えば、感度を 10% 改善できる。

【0081】

さらに、撮像領域 17 と周辺回路部 130 とで同様の高さの遮光部 119 を同時に形成できるため短 TAT 及び低コストを実現できる。また、カラーフィルタを簡便なスピコート法で塗布しても段差起因による膜厚ムラが発生しない。よって、遮光部 119 が撮像領域 17 と周辺回路部 130 とで異なる高さの場合に比べて、感度特性ばらつきが半減できる。

【0082】

また、図 4 は、固体撮像装置 10 の変形例である固体撮像装置 10A の断面図である。

【0083】

図 4 に示す固体撮像装置 10A は、図 2A に示す固体撮像装置 10 の構成に対して、遮光部 119A の構成が遮光部 119 と異なる。

【0084】

遮光部 119A は、埋め込み層 126 を貫通しない。この場合も、上記の場合と同様の効果が得られる。さらに、埋め込み層 126 より浅くに遮光部 119A を設けることで、遮光部 119A の側壁の結晶欠陥に起因する暗時発生電荷がフォトダイオード 111 への流入することを防止できる。例えば、VGA (Video Graphics Array) 画素数の固体撮像装置で、暗時において 69mV 以上を出力する画素の数が 100 画素から、80 画素以下まで減少する。

【0085】

また、遮光部 119 (119A) を埋め込み層 126 と電気的に接続してもよい。これにより、分離部 120 が狭小幅となっても、安定的に埋め込み層 126 の電位を固定できる。例えば、分離部 120 の幅が 0.4 μm から 0.2 μm になっても、フォトダイオード 111 の蓄積電荷を全て読み出すことが可能である。一方、分離部 120 の幅が 0.2 μm であり、かつ遮光部 119 と埋め込み層 126 とを電気的に接続しない場合は、画素アレイの中心部分で、読み出せない電荷（残像電荷）が 20 個以上になる。

【0086】

次に、本発明の実施の形態に係る固体撮像装置 10 の製造方法について、図 5A ~ 図 5F を用いて説明する。図 5A ~ 図 5F は、本発明の実施の形態に係る固体撮像装置 10 の製造過程における断面図である。

【0087】

まず、図 5A に示すように、シリコン基板 101A (SOI (Silicon On Insulator)) 内に、一般的な固体撮像装置の製造方法を用いて、フォトダイオード 111、分離部 120、埋め込み層 126、トランジスタ 112 を含む各種トランジスタ、多層の絶縁膜 113、及び、多層配線 114 を形成する。

【0088】

続いて、図 5B に示すように、支持基板 102 としてのシリコン基板を絶縁膜 113 に貼り付ける。本発明の実施の形態では、接着剤（図示せず）を用いて支持基板 102 と絶縁膜 113 とを貼り付けている。なお、絶縁膜 113 を CMP 法で平坦化し、次に、プラズマ中で表面活性化することにより、支持基板 102 と絶縁膜 113 とを貼り付けてもよい。

【0089】

続いて、図 5C に示すように、フォトダイオード 111 を形成しているシリコン基板 101A を薄化加工する。具体的には、SOI 基板の BOX 層（シリコン酸化膜）まで薄化

10

20

30

40

50

加工することで、シリコン層 101 を残す。なお、フォトダイオード 111 は、シリコン層 101 の表面近傍から裏面近傍まで到達する構造である。

【0090】

続いて、図 5 D に示すように、シリコン層 101 の第一主面の上方に、シリコン酸化膜 115 と、シリコン窒化膜 116 と、シリコン酸化膜 117 とを積層する。例えば、CVD 法などを用いて、これらの膜を積層する。シリコン窒化膜 116 は、入射光がシリコン層 101 界面で反射することを低減する役割を担う。

【0091】

続いて、図 5 E に示すように、リソグラフィ法を用いてパターンニングしたうえで、ドライエッチングを用いて、シリコン酸化膜 115 とシリコン窒化膜 116 とシリコン酸化膜 117 とを貫通する、格子状の溝を、シリコン層 101 の第一主面側に形成する。その後、タングステンで構成される金属膜をスパッタリング法又は CVD 法を用いて成膜することで、当該金属膜を溝内に埋め込む。その後、CMP 法を用いて当該金属膜を研磨する。このとき、当該金属膜とシリコン酸化膜 117 との研磨速度の違いを利用して、溝内のみ金属膜を残存させることで、格子状の遮光部 119 を撮像領域 17 内に形成する。また、このとき、シリコン窒化膜 116 が研磨されないようにしている。これにより、各画素及び固体撮像装置でのフォトダイオード 111 への入射光の強度バラツキを低減している。また、フォトダイオード 111 の上方に遮光部 119 が配置されることで遮光部 119 が入射光を妨げないように、遮光部 119 の幅を、分離部 120 幅より狭く形成している。

10

20

【0092】

また、周辺回路部 130 にも同様の断面構造で遮光部 119 を設けるが、当該遮光部 119 の形状は、島状又は格子状等の任意の形でよい。

【0093】

また、画素部 100 内の遮光部 119 へ電圧印加する場合は、遮光部 119 とパッドとを電氣的に接続する必要がある。この場合、周辺回路部 130 及び撮像領域 17 の遮光部 119 は、この配線としても用いられる。

【0094】

また、シリコン層 101 内に形成される溝は、埋め込み層 126 の深さより深くまで形成されている。つまり、当該溝は、分離部 120 内まで形成されている。これにより、斜入射光が隣接フォトダイオードへの漏れこむことを防止できるとともに、溝側面の暗時発生電荷がフォトダイオード 111 へ流入することを防止できる。これらにより、感度を向上できる。

30

【0095】

また、本実施の形態では、例えば、分離部 120 の幅は $0.4 \mu\text{m}$ であり、トランジスタ 112 の拡散領域 112a の幅は $0.2 \mu\text{m}$ である。また、遮光部 119 の幅は約 $0.3 \mu\text{m}$ であり、その厚さは約 $0.4 \mu\text{m}$ である。

【0096】

続いて、図 5 F に示すように、有機膜で構成される絶縁膜又はシリコン酸化膜 117 を、遮光部 119 を覆うために、塗布法又は CVD 法などを用いて成膜する。

40

【0097】

続いて、ベイア配列となるように、塗布法を用いてカラーフィルタ 122a ~ 122c を形成する。これにより、図 2 に示す構造が形成される。なお、裏面側（第二主面側）にパッド開口が形成されることを考慮して、パッド上方にはカラーフィルタ 122a ~ 122c を配置していない。

【0098】

続いて、カラーフィルタ 122a ~ 122c の上方に平坦化するための有機膜（図示せず）を形成し、その後、従来と同様の方法でマイクロレンズ 124 を形成する。

【0099】

以上の工程を経ることで、図 3 に示す固体撮像装置 10 を製造することができる。

50

【0100】

以上のように、本発明の実施の形態に係る固体撮像装置10は、シリコン窒化膜116を貫通するとともにシリコン層101内に形成される、金属で構成される遮光部119を備える。さらに、遮光部119の幅が検出回路部(トランジスタ112)の拡散領域112aの幅より広い。また、周辺回路部130にも同構造の遮光部119を設ける。

【0101】

これらにより、本発明の実施の形態に係る固体撮像装置10は、斜入射による隣接フォトダイオードへの光漏れこみを低減できる。さらに、当該固体撮像装置10は、カラーフィルタ122a~122cとフォトダイオード111との間の距離を近づけた場合でも、検出回路部及び周辺回路部130のノイズの増加を抑制できるので、高感度化を実現できる。また、当該固体撮像装置10は、カラーフィルタ122a~122cとフォトダイオード111との間の距離を近づけることによる高集光を実現できる。

10

【0102】

また、当該固体撮像装置10は、遮光部119を形成するための溝を分離部120内に設けることで、溝側壁部の結晶欠陥に起因する暗時発生電荷がフォトダイオード111へ流入することを防止できる。これにより、高感度化を実現できる。また、段差が少ない状態で、塗布法を用いてカラーフィルタ122a~122cを形成できるので、カラーフィルタ122a~122cの厚みのばらつきに起因する画素間又は固体撮像装置の感度特性バラツキを低減できる。

20

【0103】

以上、本発明に係る固体撮像装置及びその製造方法について、実施の形態及びその変形例に基づいて説明したが、本発明は、これらの実施の形態及び変形例に限定されるものではない。本発明の趣旨を逸脱しない限り、当業者が思いつく各種変形を当該実施の形態に施したもののや、異なる実施の形態における構成要素を組み合わせる構築される形態も、本発明の範囲内に含まれる。

【0104】

例えば、上述したように、遮光部119は、埋め込み層126より浅い位置に形成されてもよい。これにより、溝側壁部の結晶欠陥に起因する暗時発生電荷が、フォトダイオード111から距離的に遠くなるために、当該暗時発生電荷がフォトダイオード111に流入することを防止できる。

30

【0105】

以下では、図4に示す、埋め込み層126内で遮光部119Aが終端している固体撮像装置10Aの製造方法の一例について、図6A~図6Cを用いて説明する。

【0106】

図6A~図6Cは、本発明の実施の形態の変形例に係る固体撮像装置10Aの製造過程における断面図である。

【0107】

なお、シリコン酸化膜117を形成するまでの工程は、上述した図5A~図5Dに示す工程と同じであるので説明は省略する。

【0108】

図5Dに示す工程の後、図6Aに示すように、リソグラフィ法を用いてパターンニングしたうえで、ドライエッチングを用いて、シリコン酸化膜115とシリコン窒化膜116とシリコン酸化膜117とを貫通する、格子状の溝を、シリコン層101の第一主面側に形成する。その際に、溝の深さが埋め込み層126より深くないように、当該溝の深さを、エッチング時間を調整することで調整する。その後、タンゲステンで構成される金属膜をスパッタリング法又はCVD法を用いて成膜することで、当該金属膜を溝内に埋め込む。その後、CMP法を用いて当該金属膜を研磨する。このとき、当該金属膜とシリコン酸化膜117との研磨速度の違いを利用して、溝内のみ金属膜を残存させることで、格子状の遮光部119Aを撮像領域17内に形成する。また、遮光部119Aの幅は約0.3µmであり、厚さは約0.3µmである。また、遮光部119Aが分離部120まで到

40

50

達しないため、遮光部 119A の厚さが薄くなり遮光性が低減される場合には、シリコン窒化膜 116 上のシリコン酸化膜 117 の厚みを厚くすることで、遮光部 119A の厚みを調節してもよい。

【0109】

続いて、図 6B に示すように、遮光部 119A を覆うために、有機膜で構成される絶縁膜又はシリコン酸化膜 117 を、塗布法又は CVD 法などにより成膜する。

【0110】

続いて、図 6C に示すように、ベイア配列となるように、塗布法を用いてカラーフィルタ 122a ~ 122c を形成する。なお、裏面側（第二主面側）にパッド開口が形成されることを考慮して、パッド上方にはカラーフィルタ 122a ~ 122c を配置していない。

10

【0111】

続いて、カラーフィルタ 122a ~ 122c の上方に平坦化するための有機膜（図示せず）を形成し、その後、従来と同様の方法でマイクロレンズ 124 を形成する。以上により、図 4 に示す構造が形成される。

【0112】

以上のようにして、カラーフィルタ 122a ~ 122c とフォトダイオード 111 との間の距離を近づけても高集光が可能となる。また、遮光部 119A を形成するための溝を分離部 120 内に設けることで、遮光部 119A の側壁部の結晶欠陥に起因する暗時発生電荷がフォトダイオード 111 へ流入することを防止できる。また、撮像領域 17 内の検出回路部及び周辺回路部 130 に入射光が到達しないので回路ノイズの発生を抑制できる。さらに、斜入射光の隣接画素への漏れこみを低減できるので、高感度化が実現できる。なお、遮光部 119A の形成方法は、上記説明に限らず、他の方法を用いて形成してもよい。

20

【0113】

また、上記実施の形態に係る固体撮像装置に含まれる各処理部は典型的には集積回路である LSI として実現される。これらは個別に 1チップ化されてもよいし、一部又は全てを含むように 1チップ化されてもよい。

【0114】

また、集積回路化は LSI に限るものではなく、専用回路又は汎用プロセッサで実現してもよい。LSI 製造後にプログラムすることが可能な FPGA (Field Programmable Gate Array)、又は LSI 内部の回路セルの接続や設定を再構成可能なリコンフィギュラブル・プロセッサを利用してもよい。

30

【0115】

また、上記図において、各構成要素の角部及び辺を直線的に記載しているが、製造上の理由により、角部及び辺が丸みをおびたものも本発明に含まれる。

【0116】

また、上記実施の形態に係る、固体撮像装置、及びその変形例の機能のうち少なくとも一部を組み合わせてもよい。

【0117】

また、上記で用いた数字は、全て本発明を具体的に説明するために例示するものであり、本発明は例示された数字に制限されない。また、上記で示した各構成要素の材料は、全て本発明を具体的に説明するために例示するものであり、本発明は例示された材料に制限されない。

40

【産業上の利用可能性】

【0118】

本発明は、固体撮像装置に適用できる。また、本発明は、デジタルカメラなどの撮像装置に利用することができる。

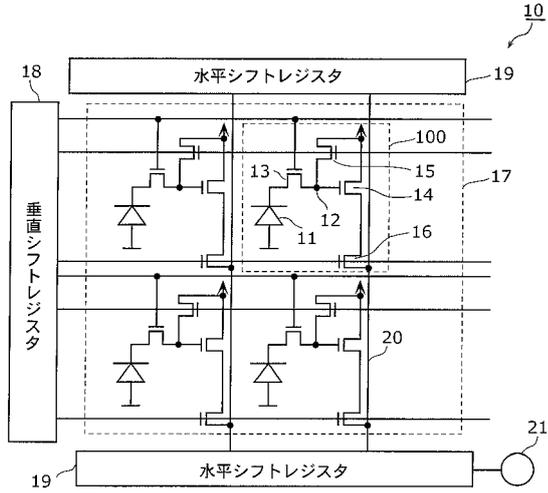
【符号の説明】

【0119】

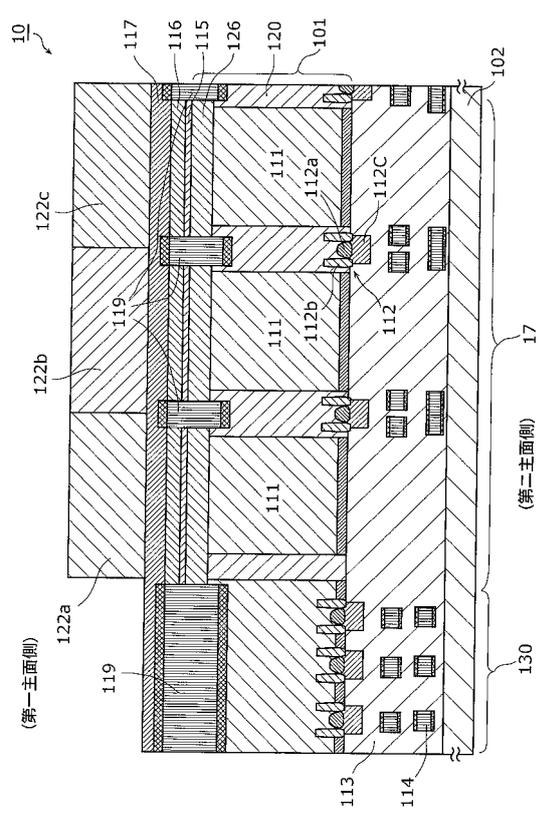
50

1 0、1 0 A	固体撮像装置	
1 1	光電変換部	
1 2	浮遊拡散層	
1 3	転送トランジスタ	
1 4	増幅トランジスタ	
1 5	リセットトランジスタ	
1 6	選択トランジスタ	
1 7	撮像領域	
1 8	垂直シフトレジスタ	
1 9	水平シフトレジスタ	10
2 0	出力信号線	
2 1	出力端子	
1 0 0	画素部	
1 0 1	シリコン層	
1 0 1 A	シリコン基板	
1 0 2	支持基板	
1 1 1	フォトダイオード	
1 1 2	トランジスタ	
1 1 2 a	拡散領域	
1 1 2 b	分離領域	20
1 1 2 c	ゲート電極	
1 1 3	絶縁膜	
1 1 4	多層配線	
1 1 5	シリコン酸化膜	
1 1 6	シリコン窒化膜	
1 1 7	シリコン酸化膜	
1 1 9、1 1 9 A	遮光部	
1 2 0	分離部	
1 2 2 a、1 2 2 b、1 2 2 c	カラーフィルタ	
1 2 4	マイクロレンズ	30
1 2 6	埋め込み層	
1 3 0	周辺回路部	
2 0 1	半導体基板	
2 2 1	垂直電荷転送路	
2 2 2	フォトダイオード部	
2 2 3	カラーフィルタ層	
2 2 4	マイクロレンズ	
2 2 5	高濃度 p + + 層	
2 2 6	酸化膜	
2 2 7	反射防止膜	40
2 2 8	遮光部材	

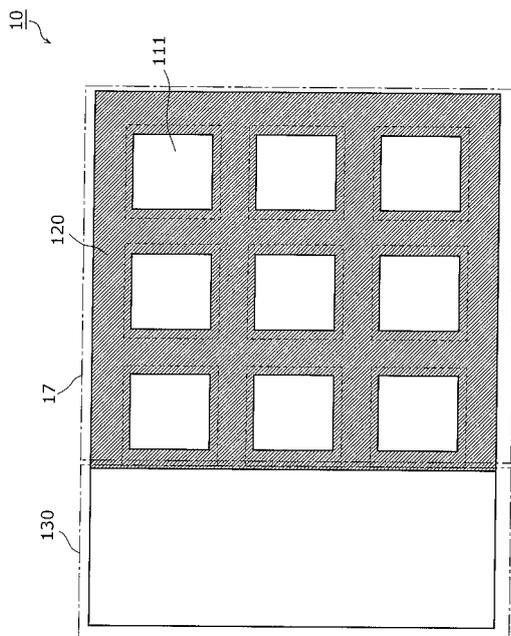
【図 1】



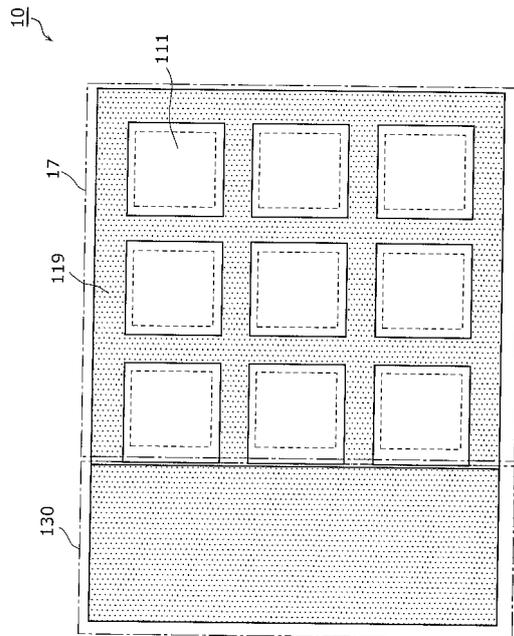
【図 2 A】



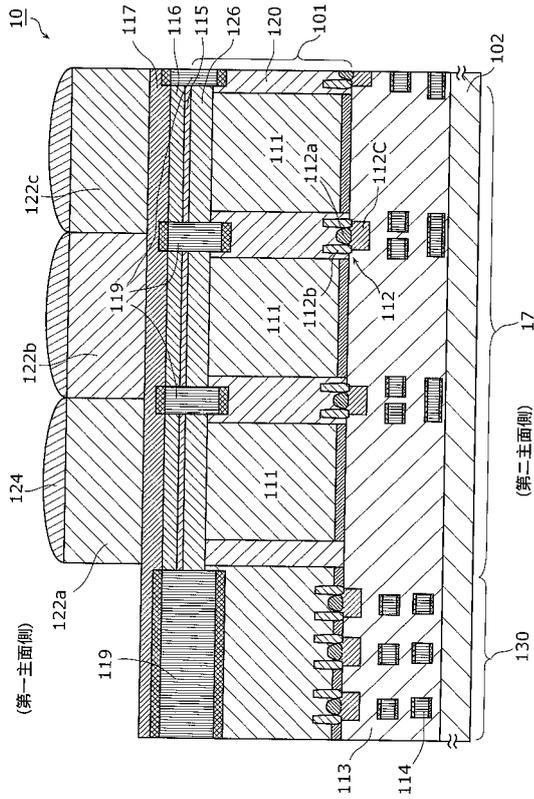
【図 2 B】



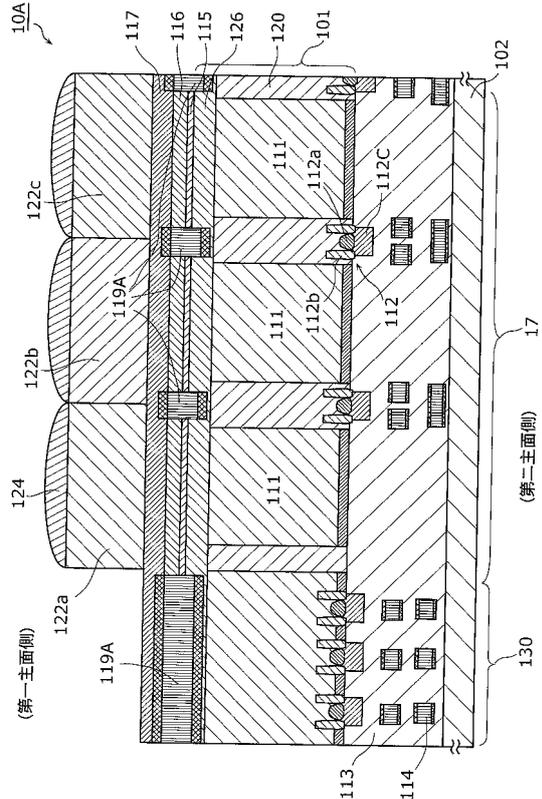
【図 2 C】



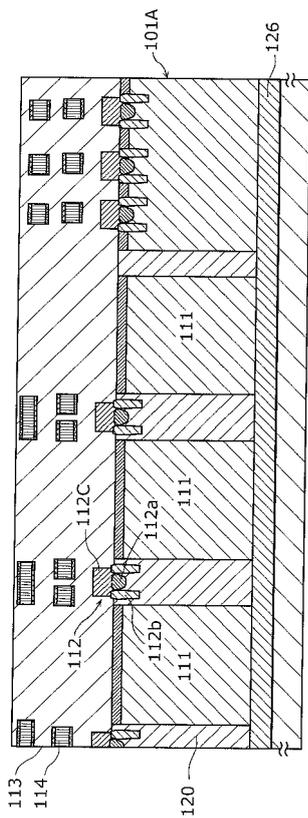
【図 3】



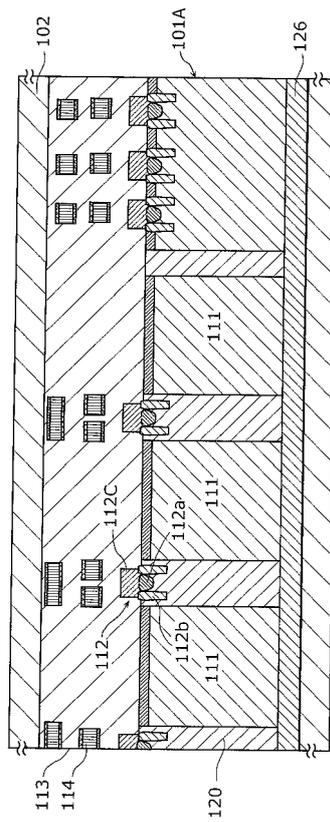
【図 4】



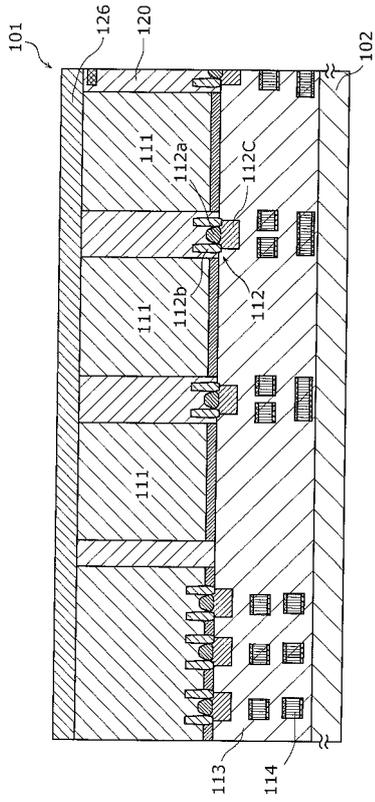
【図 5 A】



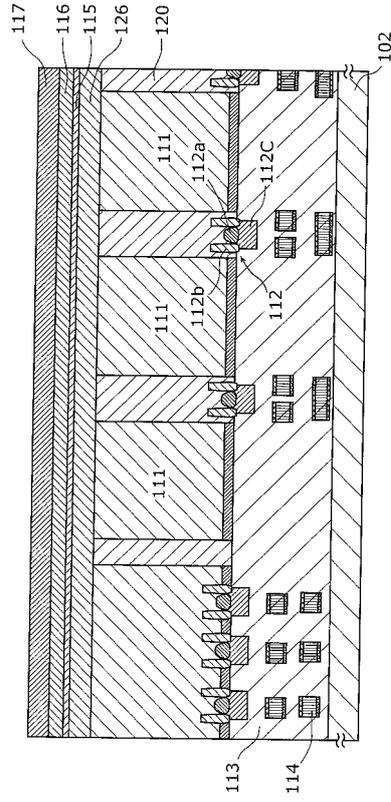
【図 5 B】



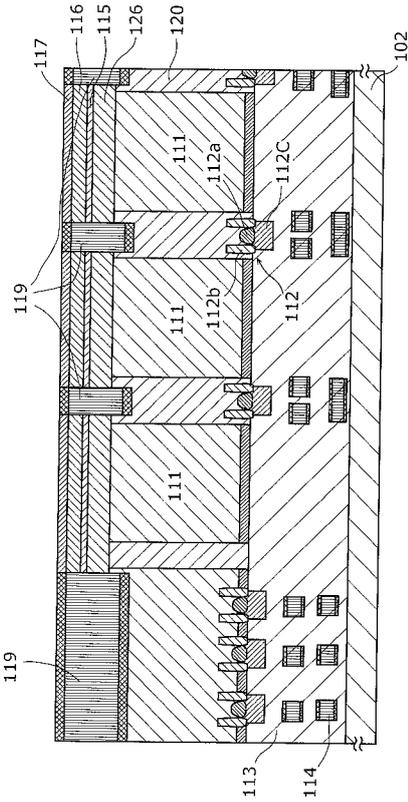
【図 5 C】



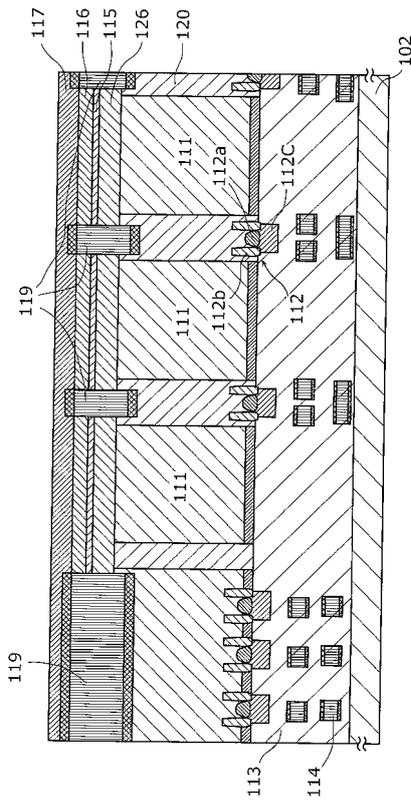
【図 5 D】



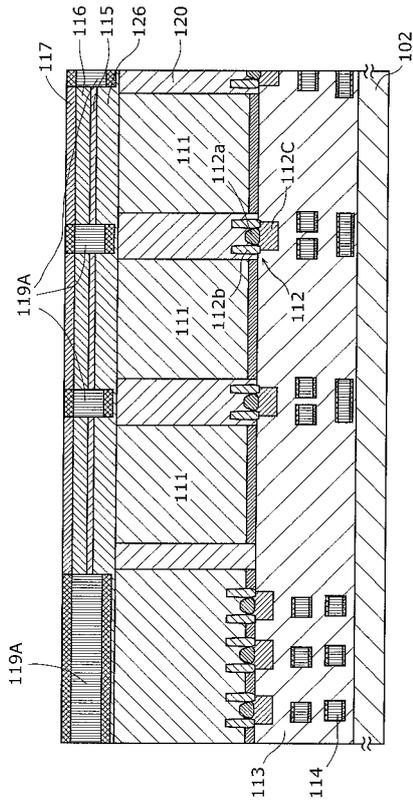
【図 5 E】



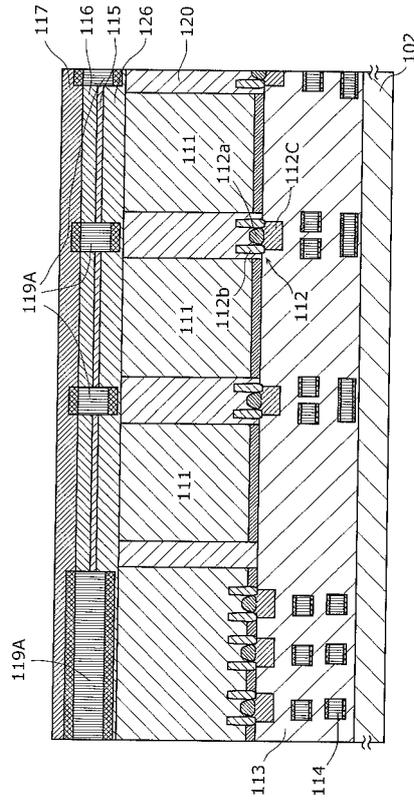
【図 5 F】



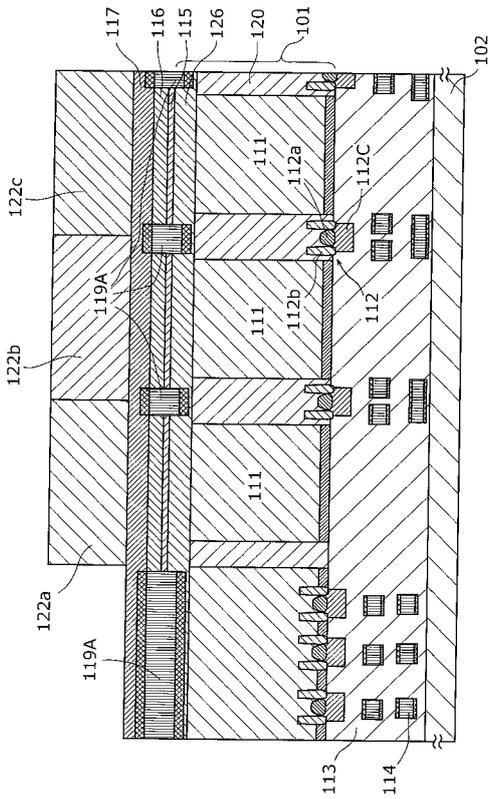
【図 6 A】



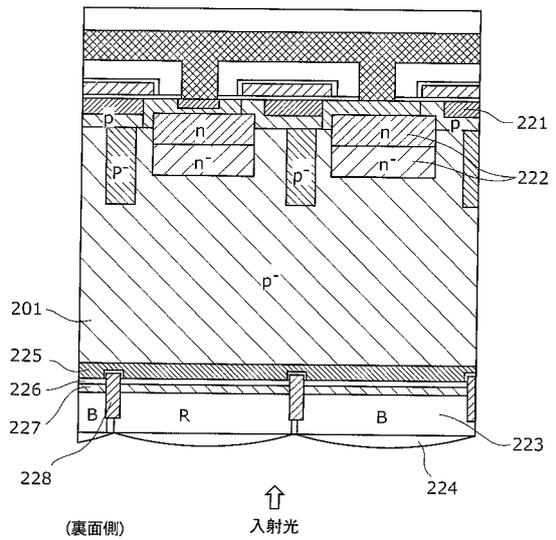
【図 6 B】



【図 6 C】



【図 7】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4M118 AB01 BA14 CA02 CA04 DD04 DD12 EA01 EA14 FA06 FA25
FA26 FA27 FA28 FA33 GA02 GB04 GB06 GB07 GB11 GC07
GC08 GC09 GC14 GD04 GD07
5C024 AX01 CX11 CX41 DX01 GX03 GX24 HX41