

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6021439号
(P6021439)

(45) 発行日 平成28年11月9日(2016.11.9)

(24) 登録日 平成28年10月14日(2016.10.14)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 27/14 (2006.01)

H O 1 L 27/14

D

H O 1 L 27/146 (2006.01)

H O 1 L 27/14

A

請求項の数 8 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2012-120137 (P2012-120137)
 (22) 出願日 平成24年5月25日(2012.5.25)
 (65) 公開番号 特開2013-247246 (P2013-247246A)
 (43) 公開日 平成25年12月9日(2013.12.9)
 審査請求日 平成27年5月12日(2015.5.12)

(73) 特許権者 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】 固体撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体基板に設けられた複数の光電変換部と、前記半導体基板に設けられたM O S トランジスタと、前記半導体基板及び前記M O S トランジスタを覆うように形成された第1絶縁層と、前記第1絶縁層の上に形成され、前記第1絶縁層よりも屈折率が高い第2絶縁層と、前記光電変換部に光を導くように前記第1絶縁層及び前記第2絶縁層の中に形成された導光部と、を備え、

前記導光部は、

前記半導体基板に平行な面とのなす角が第1の角度となる第1の側面を有する第1部分と、

前記第1部分の上に配され、前記半導体基板に平行な面とのなす角が第2の角度となる第2の側面を有する第2部分と、

を含み、

前記第1の側面と前記第2の側面とは互いに接続されており、

前記第1の角度は前記第2の角度よりも小さく、

前記第1の側面と前記第2の側面との境界は、前記M O S トランジスタのゲート電極の上面より上に位置し、前記第1絶縁層と前記第2絶縁層との境界より下に位置し、

前記導光部の下端は、前記ゲート電極の前記上面より上に位置する

ことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項2】

10

20

前記導光部は、前記第 1 絶縁層及び前記第 2 絶縁層よりも屈折率が高い部材によって構成されている

ことを特徴とする請求項 1 に記載の固体撮像装置。

【請求項 3】

前記第 1 絶縁層は酸化シリコン、前記第 2 絶縁層は窒化シリコン、前記導光部は窒化シリコンによって構成されている

ことを特徴とする請求項 1 に記載の固体撮像装置。

【請求項 4】

前記光電変換部および前記ゲート電極を覆う絶縁膜を更に備え、前記絶縁膜の上面のうち前記光電変換部と前記導光部との間における部分は、前記ゲート電極の前記上面より上に位置する、

10

ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

【請求項 5】

前記部分を覆う第 2 絶縁膜を更に備え、前記導光部の下端は、前記第 2 絶縁膜に接している、

ことを特徴とする請求項 4 に記載の固体撮像装置。

【請求項 6】

前記第 2 絶縁膜の下面は、前記ゲート電極の前記上面より上に位置する、

ことを特徴とする請求項 5 に記載の固体撮像装置。

【請求項 7】

前記導光部の上に、複数の色を含むカラーフィルタを有する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

20

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置と、

前記固体撮像装置から出力される信号を処理する処理部と、

を備えることを特徴とするカメラ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、固体撮像装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

画素を構成するフォトダイオードなどの光電変換部の上の領域に光導波路を設け、光の集光性を高める技術が知られている。例えば、特許文献 1 には、光の入射側から受光側（光電変換部が配された側）に向かって光導波路の導光部の幅が小さくなる構造が開示されている。特許文献 1 によると、この構造によって多くの入射光を取り込み、集光性の向上を図っている。

【0003】

また、特許文献 2 には、光の入射側においては光導波路の導光部の側面が垂直であり、受光側の近傍（光の波長の範囲）においては光導波路の導光部の側面が傾斜を有する構造が開示されている。特許文献 2 によると、この構造によって全反射により生じるエバネッセント光が導光部から漏れ出すことを防止している。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2004 - 221532 号公報

【特許文献 2】特開 2008 - 85174 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

50

本発明の目的は、集光性を向上しつつ、光導波路の導光部からの光の漏れを低減するのに有利な技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一つの側面は固体撮像装置にかかり、前記固体撮像装置は、半導体基板に設けられた複数の光電変換部と、前記半導体基板に設けられたMOSトランジスタと、前記半導体基板及び前記MOSトランジスタを覆うように形成された第1絶縁層と、前記第1絶縁層の上に形成され、前記第1絶縁層よりも屈折率が高い第2絶縁層と、前記光電変換部に光を導くように前記第1絶縁層及び前記第2絶縁層の中に形成された導光部と、を備え、前記導光部は、前記半導体基板に平行な面とのなす角が第1の角度となる第1の側面を有する第1部分と、前記第1部分の上に配され、前記半導体基板に平行な面とのなす角が第2の角度となる第2の側面を有する第2部分と、を含み、前記第1の側面と前記第2の側面とは互いに接続されており、前記第1の角度は前記第2の角度よりも小さく、前記第1の側面と前記第2の側面との境界は、前記MOSトランジスタのゲート電極の上面より上に位置し、前記第1絶縁層と前記第2絶縁層との境界より下に位置し、前記導光部の下端は、前記ゲート電極の前記上面より上に位置する。

10

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、集光性を向上しつつ、光導波路の導光部からの光の漏れを低減するのに有利な技術を提供することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】画素ユニットの構成例を説明する図。

【図2】センサ部のレイアウト例を説明する図。

【図3】第1実施形態の固体撮像装置の構造の例を説明する図。

【図4】第1実施形態の固体撮像装置の効果の説明する図。

【図5】光導波路の形状について説明する図。

【図6】光導波路の形状について説明する図。

【図7】第1実施形態の固体撮像装置の構造の他の例を説明する図。

【図8】第1実施形態の固体撮像装置の製造方法の例を説明する図。

30

【図9】第2実施形態の固体撮像装置の構造の例を説明する図。

【図10】第2実施形態の固体撮像装置の製造方法の例を説明する図。

【発明を実施するための形態】

【0009】

<第1実施形態>

図1乃至8を参照しながら、第1実施形態の固体撮像装置11を説明する。図1は、固体撮像装置11のセンサ部が有する画素ユニット100の回路の構成例を示す。画素ユニット100は、光電変換部101及び102（光電変換素子）、転送トランジスタ103及び104、フローティングディフュージョン（以下、FD）105、リセットトランジスタ106、増幅トランジスタ108を含んでいる。リセットトランジスタ106及び増幅トランジスタ108のそれぞれは、ドレイン端子及びソース端子の一方が電源107に接続されている。増幅トランジスタ108は、例えば、ソースフォロワ回路を構成する。光電変換部101及び102には、例えば、フォトダイオードが用いられうる。転送トランジスタ103は、例えば、光電変換部101に対応して配され、転送トランジスタ104は、例えば、光電変換部102に対応して配されうる。FD105は、転送トランジスタ103及び104の拡散領域である。

40

増幅トランジスタ108は、画素信号を列信号線109に出力しうる。画素ユニット100は、ここでは例として、2つの光電変換部101及び102がFD105、増幅トランジスタ108及びリセットトランジスタ106を共有する構成を採用しているが、本実施形態はこの構成に限られない。例えば、複数の光電変換部のそれぞれにFD105、増幅

50

トランジスタ 108 及びリセットトランジスタ 106 をそれぞれ設けて、光電変換部ごとに画素信号を読み出す構成にしてもよい。また、例えば、増幅トランジスタ 108 と列信号線 109 との間には、画素信号の出力の可否を選択する選択トランジスタが配されてもよい。

【0010】

図 2 は、画素ユニット 100 がアレイ状に配列されたセンサ部 S のレイアウトの投影図を模式的に示している。図 2 は、例として、簡易化のため、単位画素が 6 行 × 3 列で配列されたセンサ部 S を示している。センサ部 S は、例えば、ベイア配列のカラーフィルタに対応している。例えば、第 1 列目には、青色光を検知するための拡散領域 201 を有する単位画素 B と、緑色光を検知するための拡散領域 202 を有する単位画素 G_B とが、交互に配されう。ここで、拡散領域 201 は光電変換部 101 を構成し、拡散領域 202 は光電変換部 102 を構成し、光が入射することによって電荷を蓄積する領域である。同様にして、第 2 列目には、緑色光を検知するための拡散領域 201 を有する単位画素 G_R と、赤色光を検知するための拡散領域 202 を有する単位画素 R とが、交互に配されう。

【0011】

転送トランジスタ 103 のゲート電極 203 は、拡散領域 201 と F D 105 に対応する F D 領域 205 との間に配され、転送トランジスタ 104 のゲート電極 204 は、拡散領域 202 と F D 105 に対応する F D 領域 205 との間に配される。F D 領域 205 は、例えば、シェアドコンタクト 206 及びポリシリコンのラインパターン 209 を介して、増幅トランジスタ 108 のゲート電極 208 に接続される。ここで、ラインパターン 209 は、ゲート電極 208 とは一体のポリシリコン、あるいは、ゲート電極 208 と同一層のポリシリコンから形成されていてもよい。リセットトランジスタ 106 は、ゲート電極 207 と F D 領域 205 とから構成される。センサ部 S の各列において、拡散領域 201 と拡散領域 202 との間には、素子分離領域 210 が配される。各列との間には、素子分離領域 211 が配される。素子分離領域 210 及び 211 は、拡散領域 201 及び 202 のそれぞれにおいて蓄積された電荷のリークを抑制しう。素子分離領域 210 は、例えば、ポテンシャルバリアとなる拡散領域で形成されう。また、カラーフィルタ 214 乃至 217 が、ベイア配列にしたがって、それぞれ配されている。カラーフィルタ 214 は、単位画素 R に対応して配される。カラーフィルタ 215 及び 216 は、単位画素 G_B 及び G_R にそれぞれ対応して配される。カラーフィルタ 217 は、単位画素 B に対応して配される。単位画素のそれぞれには、光導波路の導光部 212、層内レンズ 213 及びマイクロレンズ 218 が設けられる。

【0012】

図 3 は、図 2 で示されたレイアウト上面図のカットライン A - A' における断面構造図（ここでは、画素 R 及び B の断面構造図）を示している。各単位画素は、半導体基板 301 において、例えば、P 型の素子分離領域 211 及び 303 によって電氣的に分離された領域にそれぞれ形成されう。P 型の拡散領域 302 は、半導体基板 301 の深部と単位画素との間のポテンシャルバリアとして機能しう。絶縁膜 329 及び 328 は、例えば、N 型の拡散領域 202 及び F D 領域 205、並びに、ゲート電極 204 及びラインパターン 209 を覆うように配されう。絶縁膜 329 には、例えば、窒化シリコンが用いられ、絶縁膜 328 には、例えば、酸化シリコンが用いられう。また、ここでは図示されていないが、例えば、MOS トランジスタのゲート電極としてのポリシリコン、電氣的に接続するためのラインパターンとしてのポリシリコン、及び容量素子の電極としてのポリシリコンも配されう。これらの膜厚は、例えば、50 ~ 500 nm の範囲で形成されう。

【0013】

さらに、その上には、後に光導波路の導光部 212 を形成すべき領域に、絶縁膜 304 が形成されう。絶縁膜 304 には、例えば、窒化シリコンが用いられ、絶縁膜 304 は、導光部 212 を形成するための開口をエッチングによって形成する際のエッチングストップ層として機能しう。絶縁膜 328 及び 329 の膜厚や屈折率は、絶縁膜 328 及び

10

20

30

40

50

329が導光部212から拡散領域201及び202に入射する光が反射することを防止するように決められればよい。具体的には、絶縁膜328の膜厚は、例えば、20～200nmの範囲で設定され、絶縁膜329の膜厚は、例えば、10～100nmの範囲で設定されるとよい。絶縁膜328及び329の屈折率は、例えば、1.6～2.2の範囲で設定されるとよい。

【0014】

さらに、その上には、絶縁膜305～313が層間絶縁膜として形成されうる。絶縁膜305、307、309、311及び313には、例えば、酸化シリコンが用いられうる。絶縁膜306、308、310及び312には、例えば、窒化シリコンが用いられうる。また、例えば、信号の伝達又は電源の給電のため、絶縁膜305（第1絶縁層）の上に第1配線パターン321が配され、絶縁膜309の上に第2配線パターン322、及び絶縁膜309の開口にこれらを接続するビアV1が配されうる。第1配線パターン321、第2配線パターン322には、例えば、銅が用いられうる。第1配線パターン321、第2配線パターン322の側壁部及び底部の少なくとも一部には、金属の拡散を防止するバリアメタル（不図示）が設けられてもよい。バリアメタルには、例えば、タンタル、窒化タンタル、窒化チタン等が用いられうる。ここで、第2配線パターン322とビアV1とは、例えば、銅を用いて一体に形成されうる。

10

【0015】

絶縁膜306（第2絶縁層）は、第1配線パターン321を形成するための開口をエッチングにより形成する際のエッチングストップ層として機能しうる。絶縁膜308は、第1配線パターン321からの金属拡散を防止しうる。絶縁膜310は、第2配線パターン322を形成するための開口をエッチングにより形成する際のエッチングストップ層として機能しうる。また、絶縁膜312は、第2配線パターン322からの金属拡散を防止しうる。これらの絶縁膜306、308、310及び312は、例えば、膜厚が10～200nmの範囲で、屈折率が1.6～2.2の範囲になるように形成されうる。また、絶縁膜305、307、309、311及び313は、膜厚が100～1000nmの範囲で、屈折率が1.2～1.5の範囲になるように形成されうる。

20

【0016】

絶縁膜305～313の中には、光電変換部に光を導くように導光部212が形成されうる。導光部212には、例えば、絶縁膜305～313の少なくとも一部よりも屈折率が高い部材が用いられ、例えば、窒化シリコンが用いられうる。これは、窒化シリコンが酸化シリコンよりも屈折率が高いため、スネルの法則により、導光部212と絶縁膜305～313との界面において多くの光が反射され、導光部212からの光の漏れ出しを抑制できるからである。このようにして、光導波路は、導光部212と絶縁膜305～313の少なくとも一部によって形成されている。

30

【0017】

また、絶縁膜305～313及び導光部212の上には、絶縁膜314が配されうる。絶縁膜314は、例えば、導光部212と同じ部材を用いて一体に形成されうる。さらに、絶縁膜314の上には、例えば、反射防止膜315、絶縁膜316、反射防止膜317、層内レンズ213、反射防止膜318、平坦化層319、カラーフィルタ214等、マイクロレンズ層320、及びマイクロレンズ218が配されうる。絶縁膜316には、例えば、酸化シリコンが用いられ、絶縁膜316は、その膜厚が10～500nmの範囲になるように設けられるとよい。層内レンズ213には、例えば、窒化シリコンが用いられ、マイクロレンズ218において集光された光は、層内レンズ213によって導光部212に導かれる。反射防止膜315、317、318には、酸化シリコンと窒化シリコンとの間の屈折率（1.5～1.8程度）の部材が用いられるとよく、具体的には、例えば、酸窒化シリコンが用いられうる。

40

【0018】

ここで、光導波路の導光部212の形状について述べる。導光部212は、下部（光の受光側、半導体基板301側）に配された第1部分324と、上部（光の入射側）に配さ

50

れた第２部分３２３とを含み、第１部分３２４の側面は、第２部分３２３の側面よりも傾斜が小さくなっている。即ち、図３に示されるように、半導体基板３０１に平行な面と第１部分３２４の側面とが成す角度を θ_1 とし、半導体基板３０１に平行な面と第２部分３２３の側面とが成す角度を θ_2 としたとき、 $\theta_1 < \theta_2$ の関係が成立する。 θ_2 を小さくすると、導光部２１２を通過する光のうち、第２部分３２３と絶縁膜３０５～３１３との界面において全反射する条件をみたさない光が増える。よって、このような光は導光部２１２から漏れ出し、固体撮像装置１１の集光性が低下しうる。したがって、 θ_2 は、例えば、 $80 \sim 90^\circ$ の範囲で設定されるとよい。半導体基板３０１に平行な面とは、例えば、半導体基板３０１とゲート絶縁膜との界面に平行な面である。また、半導体基板３０１に平行な面と各部分の側面とが成す角度を傾斜角とする。

10

【００１９】

一方で、図３に示されるように、導光部２１２の第１部分３２４から漏れ出した光は、ゲート電極２０４を通過して、半導体基板３０１に入射しうる。これは、ゲート電極２０４に用いられうるポリシリコンは屈折率が４．０であるのに対して、絶縁部材は屈折率が１．２～２．２であり、ポリシリコンよりも屈折率が低い。よって、第１部分３２４から漏れ出した光は、例えば、ゲート電極２０４に入射しやすい。そして、ゲート電極２０４の下には、薄膜のゲート絶縁膜を介して半導体基板３０１（シリコン）が配されている。ここで、シリコンとポリシリコンとは、屈折率がほぼ等しい。よって、第１部分３２４から漏れ出した光は、ゲート電極２０４に一旦入射した後は、半導体基板３０１を通過して隣接する画素（ここでは画素Ｂ）に入射し、その結果、隣接する画素との間で混色をもたらす。このような現象は、高画素化やゲート絶縁膜の薄膜化によって顕著に現れうる。また、センサ部Ｓの周辺領域では、半導体基板３０１に対して斜めに入射する光が多いため、センサ部Ｓの中央領域と周辺領域とでは上述の光の漏れ込み量が異なり、結果として色シェーディングをもたらす。

20

【００２０】

そこで、第１部分３２４の側面の傾斜を、第２部分３２３の側面よりも小さく（ $\theta_1 < \theta_2$ ）することにより、第１部分３２４とゲート電極２０４との距離を大きくしている。これにより、第１部分３２４から漏れ出した光は、導光部２１２からゲート電極２０４までの距離に応じて減衰されうる。ここで、 θ_1 を必要以上に小さくすると、第１部分３２４と絶縁膜３０５との界面において全反射を起こす臨界角を満たさない光の量が多くなり、却って、固体撮像装置１１の集光性が低下する。よって、 θ_1 は、上述の混色や色シェーディングの抑制と、集光性の低下とを比較考量して、 θ_2 よりも、例えば、 $5 \sim 20^\circ$ 程度小さくなるように設定するとよい。

30

【００２１】

ここで、図４乃至７を参照しながら、第１部分３２４と第２部分３２３との境界Ｋについて述べる。図４は、横軸を境界Ｋの位置とし、縦軸を導光部２１２から漏れ出した光の量としてプロットした図である。横軸は、具体的には、境界Ｋが、絶縁膜３０６より 20 nm 下に位置する場合、絶縁膜３０６の中（中央）に位置する場合、及び絶縁膜３０６より 20 nm 上に位置する場合をそれぞれ示している。縦軸は、具体的には、 $\theta_1 = \theta_2 = 83^\circ$ の場合において導光部２１２から漏れ出した光の量と相対的に比較した値〔％〕を示している。パラメータとしては、 $\theta_1 = 83^\circ$ 、 78° 及び 75° の場合についてそれぞれプロットしている。図４から分かるように、境界Ｋは絶縁膜３０６より下に位置するとよい。前述のとおり、絶縁膜３０６には、例えば、窒化シリコンが用いられ、その屈折率は酸化シリコンより高い。よって、図５に示されるように、境界Ｋが絶縁膜３０６より上に位置する（第１部分３２４が絶縁膜３０６に接触する）と、その界面において反射される光の量が減り、即ち、導光部２１２から漏れ出す光の量が増加する。したがって、第１部分３２４と第２部分３２３とは、その境界Ｋが絶縁膜３０６より下に位置するように形成されるとよい。一方で、第１部分３２４と第２部分３２３との境界Ｋは、ゲート電極２０４の上面より上に位置するとよい。図６に示されるように、境界Ｋがゲート電極２０４の上面より下に位置すると、第１部分３２４とゲート電極２０４との距離は $d_1 = d_2$

40

50

の場合と同じになってしまい、混色や色シェーディングを抑制する効果が得られない。境界Kを絶縁膜306より下のどの位置に設けるかは、平面レイアウト、マイクロレンズ218及び層内レンズ213の焦点位置等の設計に応じて適宜決めればよい。

【0022】

図7には、本実施形態の固体撮像装置11の構造の他の例を示している。図7は、絶縁膜306が有していない点で異なる。即ち、第1配線パターン321を形成するための開口をエッチングにより形成する際にエッチングストップ層としての絶縁膜306を形成しない場合を示している。この場合は、第1部分324と第2部分323とは、その境界Kが、ゲート電極204の上面より上であり、絶縁膜308（第2絶縁層）より下に位置するように形成されればよい。

10

【0023】

以下では、図8を参照しながら、図3に示した固体撮像装置11の製造方法を述べる。そのうち、特に、導光部212を形成する工程について詳細を述べる。まず、図8(a)に示されるように、公知の半導体製造方法によって、半導体基板310に、図3で説明した不純物拡散領域（拡散領域210等）やパターン（ゲート電極204等）のそれぞれが形成されうる。これにより、半導体基板301に所定の素子が形成される。その後、その上に、配線パターン（第1配線パターン321等）や層間絶縁膜（絶縁膜305等）が形成されうる。絶縁膜305～313は、酸化シリコンからなる膜と窒化シリコンからなる膜の積層構造を有している。本実施形態において、絶縁膜305～313のうち、窒化シリコンからなる絶縁膜の厚さは酸化シリコンからなる絶縁膜の厚さよりも薄い。

20

【0024】

次に、図8(b)に示されるように、導光部212が形成されるべき領域に開口を有するレジストパターン501が形成されうる。このレジストパターン501をマスクにして、絶縁膜305～313がエッチングされうる。これにより、図8(c)に示されるように、絶縁膜305～313の中に開口212'が形成されうる。このエッチング工程において、絶縁膜304は、前述のとおり、エッチングストップ層として機能しうる。また、このエッチング工程は、ドライエッチングで為されるとよい。

【0025】

上記エッチング工程は、具体的には、例えば、以下に述べる手順で為されうる。まず、絶縁膜307～313のエッチングが為されうる（第1エッチング工程）。このエッチングは、酸化シリコンや窒化シリコンから構成される絶縁膜307～313のそれぞれのエッチング選択比が小さい条件で為されうる。具体的には、例えば、絶縁膜307～313は、 CHF_3 等の水素含有フッ化炭素系や C_4F_8 等のフッ化炭素系を含む混合ガスと、酸素と、アルゴン等の不活性ガスとを用いてエッチングすることができる。エッチング条件を一定にしてエッチングすることにより、後に第2部分323が形成されるべき領域の部分の開口323'は、一定の角度の傾斜をもって形成されうる。

30

【0026】

次に、絶縁膜306のエッチングが為されうる（第2エッチング工程）。絶縁膜306のエッチングは、絶縁膜305のエッチング速度より絶縁膜306のエッチング速度が速くなるような条件で為されればよい。具体的には、例えば、 CH_2F_2 等の水素含有フッ化炭素系のガスと、酸素と、アルゴン等の不活性ガスとを用いた異方性のプラズマエッチングで為されうる。絶縁膜305は、絶縁膜306をエッチングする際のエッチングストップ層として機能しうる。また、絶縁膜306をエッチングした後において絶縁膜305が露出している位置が、前述の境界Kとなりうる。したがって、絶縁膜306をエッチングする際に、絶縁膜305のエッチング量を調整することで、後に形成される第1部分324と第2部分323との境界Kの位置を調整することができる。なお、第1エッチング工程において、絶縁膜306のエッチングを行ってもよく、絶縁膜306のエッチング及び絶縁膜305のエッチングを行ってもよい。

40

【0027】

その後、絶縁膜305のエッチングが為されうる（第3エッチング工程）。このエッチ

50

ングは、露出した絶縁膜 305 が優先的にエッチングされる条件で為されればよい。ここで、絶縁膜 305 をエッチングする条件は、絶縁膜 307 ~ 313 をエッチングした条件とは異なる。具体的には、例えば、エッチングガス種、エッチングガスの混合比、RF パワー等の条件が異なる。このようにして、第 1 部分 324 に対応する部分の開口 324' の傾斜が、第 2 部分 323 に対応する部分の開口 323' の傾斜よりも小さくなるように、開口 212' が形成されうる。絶縁膜 304 は、絶縁膜 305 をエッチングする際のエッチングストップ層として機能しうる。さらに、その後、フォトレジスト 501 が除去され、導光部 212 の開口 212' が形成されうる。

【0028】

次に、図 8 (d) に示されるように、開口 212' に、例えば、屈折率が高い部材を埋設し、導光部 212 を形成する。また、この部材は、導光部 212 及び絶縁膜 313 を覆うようにさらに堆積され、絶縁膜 314 が形成されてもよい。窒化シリコンの開口 212' への埋設は、例えば、高密度プラズマ CVD 法によって為されうる。その後、エッチバックや CMP によって、絶縁膜 314 の平坦化を行う。ここで、屈折率が高い部材とは、その側面を覆う絶縁膜 305 ~ 313 の大部分を構成する材料よりも屈折率が高ければ良い。本実施形態において、屈折率の高い部材の例として、窒化シリコンを用いた。

【0029】

最後に、反射防止膜 315 等、絶縁膜 316 等、層内レンズ 213、平坦化層 319、カラーフィルタ 214 等、マイクロレンズ層 320、及びマイクロレンズ 218 が形成されて、図 3 の構造が得られうる。以上の製造方法は、適宜、公知の半導体製造方法を用いて為されうる。

【0030】

以上のようにして得られた固体撮像装置 11 の導光部 212 は、第 1 部分 324 の側面の傾斜を、第 2 部分 323 の側面よりも緩く ($\theta_1 < \theta_2$) することにより、第 1 部分 324 とゲート電極 204 との距離を大きくしている。これにより、第 1 部分 324 から漏れ出した光は、導光部 212 からゲート電極 204 までの距離に応じて減衰されうる。したがって、固体撮像装置 11 は、集光性を向上し、導光部 212 からの光の漏れを抑制するのに有利である。

【0031】

なお、光導波路は、導光部と溝（いわゆるエアギャップ）によって形成されていてもよい。具体的には、絶縁膜 305 ~ 313 に形成され、絶縁膜 305 ~ 313 の一部で導光部となる部分を囲む溝（いわゆるエアギャップ）によって形成されていてもよい。その場合には、絶縁膜 305 ~ 313 の一部で導光部となる部分と溝との界面を側面とみなすことが出来る。また、ラインパターン 209 は導光部からの光を取り込みやすいため、本実施形態の導光部を有することが望ましい。

【0032】

< 第 2 実施形態 >

図 9 及び 10 を参照しながら、第 2 実施形態の固体撮像装置 12 を説明する。図 9 は、図 2 で示されたレイアウト上面図のカットライン A - A' における断面構造図（ここでは、画素 R 及び B の断面構造図）を示している。本実施形態は、導光部 212 の第 1 部分 801 の径が、境界 K において、より小さくなっている点で第 1 実施形態と異なる。また、第 1 実施形態で述べたように、導光部 212 の第 1 部分 801 と第 2 部分 802 との境界 K は、絶縁膜 306 より下に位置するとよい。導光部 212 は、このような形状を採ることにより、第 1 部分 801 とゲート電極 204 との距離がさらに大きくなり、第 1 実施形態で述べた効果がより効率的に得られる。

【0033】

以下、図 10 を参照しながら、固体撮像装置 12 の製造方法を述べる。まず、図 10 (a) に示されるように、公知の半導体製造方法によって、半導体基板 301 に所定の素子が形成される。その後、これらを覆うように絶縁膜 329 及び 328 が形成され、その上の導光部 212 が形成されるべき領域に絶縁膜 304 が形成され、さらに、これらを覆う

10

20

30

40

50

ように絶縁膜 305 が形成されうる。その後、導光部 212 が形成されるべき領域に開口を有するレジストパターン 901 が形成されうる。

【0034】

次に、レジストパターン 901 をマスクにして、絶縁膜 305 のエッチングが為されうる。このエッチング工程は、第 1 実施形態における第 3 エッチング工程（絶縁膜 305 のエッチング工程）と同様の条件で為されうる。これにより、第 1 部分 801 に対応する部分の開口が形成され、次に、例えば、窒化シリコンのような高い屈折率の部材を埋設することにより、図 10 (b) に示されるように、第 1 部分 801 が形成されうる。これは、第 1 実施形態と同様に、例えば、高密度プラズマ CVD 法を用いて為されうる。その後、例えば、エッチバックや CMP により平坦化が為されてもよい。

10

【0035】

次に、その上に、図 10 (c) に示されるように、公知の半導体製造方法によって、配線パターン（第 1 配線パターン 321 等）や層間絶縁膜（絶縁膜 306 ~ 313）が形成されうる。その後、同様にして、その上に、導光部 212 が形成されるべき領域に開口を有するレジストパターン（不図示）が形成されうる。その後、このレジストパターンをマスクにして、絶縁膜 307 ~ 313 がエッチングされうる。このエッチング工程は、第 1 実施形態における第 1 エッチング工程（絶縁膜 307 ~ 313 のエッチング工程）と同様の条件で為されうる。

【0036】

その後、絶縁膜 306 のエッチングが為されうる。このエッチングは、第 1 実施形態における第 2 エッチング工程（絶縁膜 306 のエッチング工程）と同様の条件で為されうる。また、第 1 実施形態と同様に、絶縁膜 306 をエッチングした後において絶縁膜 305 が露出している位置が、前述の境界 K となりうる。したがって、絶縁膜 306 をエッチングする際に、絶縁膜 305 のエッチング量を調整することで、後に形成される第 1 部分 324 と第 2 部分 323 との境界 K の位置を調整することができる。このようにして、絶縁膜 305 ~ 313 の中に第 2 部分 802 に対応する部分の開口が形成されうる。最後に、例えば、窒化シリコンのような高い屈折率の部材を埋設することにより、図 9 に示されるように、導光部 212 の第 2 部分 802 が形成されうる。

20

【0037】

以上のようにして得られた固体撮像装置 12 の導光部 212 は、第 1 部分 801 の側面の傾斜を、第 2 部分 802 の側面よりも小さく（ $\theta_1 < \theta_2$ ）することにより、第 1 部分 801 とゲート電極 204 との距離を大きくしている。これにより、第 1 部分 801 から漏れ出した光は、導光部 212 からゲート電極 204 までの距離に応じて減衰されうる。したがって、固体撮像装置 12 は、集光性を向上し、導光部 212 からの光の漏れを抑制するのに有利である。

30

【0038】

以上の 2 つの実施形態を述べたが、本発明はこれらに限られるものではなく、目的、状態、用途、機能、およびその他の仕様の変更が適宜可能であり、他の実施形態によっても実施されうることは言うまでもない。また、各実施形態は適宜、組み合わせることが可能である。例えば、センサ部 S は、CMOS イメージセンサとして構成される場合を示したが、他の如何なるセンサでもよい。また、例えば、以上の各実施形態において述べた構造は、その導電型を逆にしてもよい。また、例えば、以上の実施形態においては、導光部 212 の第 1 部分 324 と、転送トランジスタ 104 のゲート電極 204 との位置関係について言及したが、その他のポリシリコンとの関係についても同様のことが言える。その他のポリシリコンとは、MOS トランジスタのゲート電極としてのポリシリコン、電気的に接続するためのラインパターンとしてのポリシリコン、及び容量素子の電極としてのポリシリコンを含むうる。

40

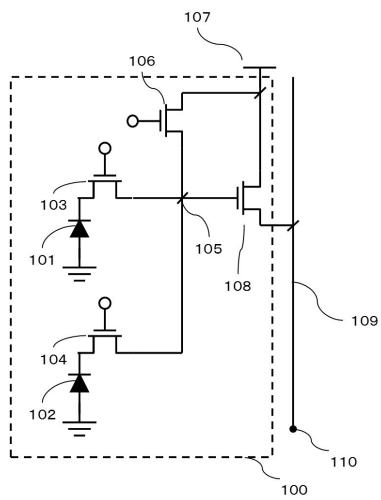
【0039】

また、以上の実施形態は、カメラに含まれる固体撮像装置について述べたが、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備える装置（例えば

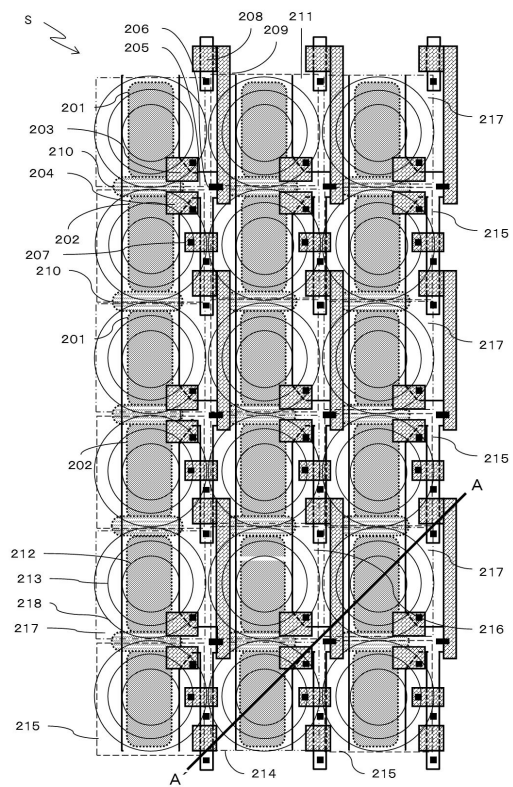
50

、パーソナルコンピュータ、携帯端末) 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焦点検出装置と、固体撮像装置と、この固体撮像装置から出力される信号を処理する処理部とを含みうる。この処理部は、例えば、A / D変換器、および、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を含みうる。

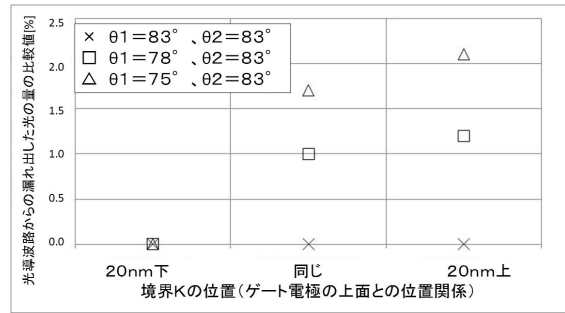
【図 1】



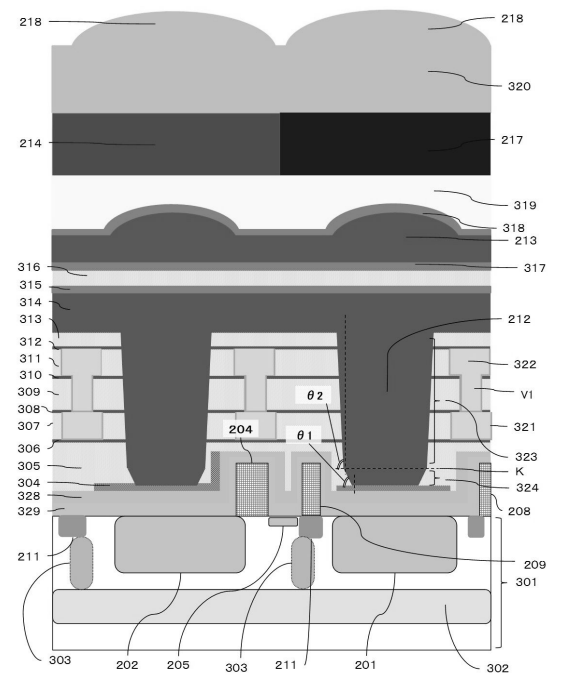
【図 2】



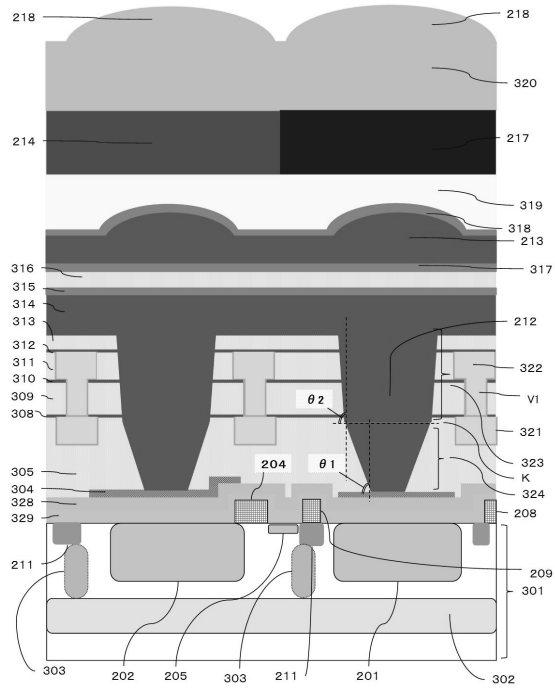
【 図 4 】



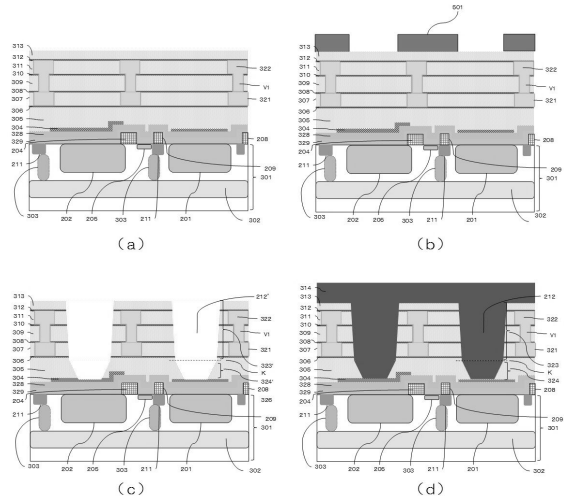
【 図 6 】



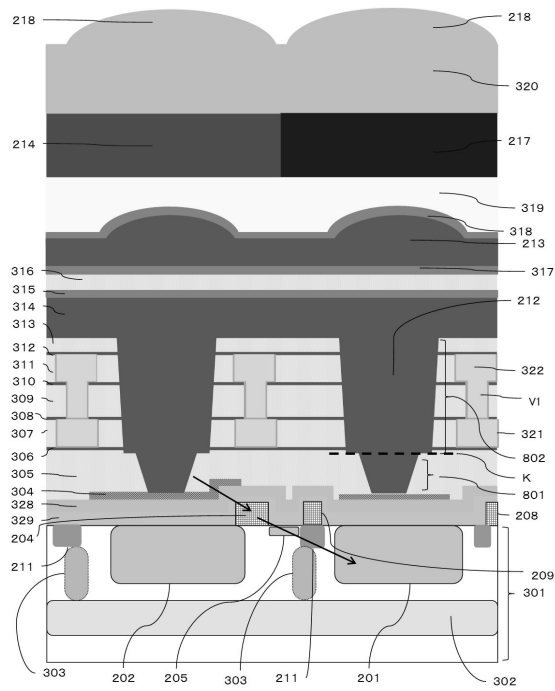
【図 7】



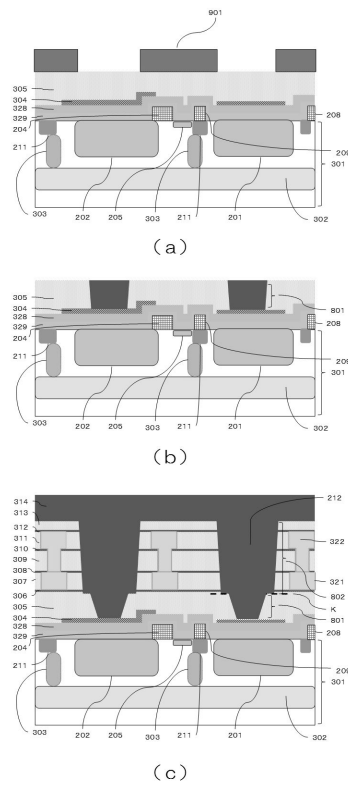
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

- (72)発明者 鈴木 健太郎
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
- (72)発明者 早川 幸宏
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

審査官 安田 雅彦

- (56)参考文献 特開2010-205952(JP,A)
特開2004-221532(JP,A)
特開2006-179903(JP,A)
特開2012-186396(JP,A)
特開2008-085174(JP,A)
特開2008-218650(JP,A)
特開平05-283661(JP,A)
特開2009-272568(JP,A)
特開2009-170937(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 27/14-148
H04N 5/335-378