

(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2008-66497
(P2008-66497A)

(43) 公開日 平成20年3月21日(2008.3.21)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
H O 1 L 31/10 (2006.01) H O 1 L 31/10 A 5 F 0 4 9

審査請求 有 請求項の数 11 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2006-242328 (P2006-242328)
(22) 出願日 平成18年9月7日(2006.9.7)

(71) 出願人 000002185
ソニー株式会社
東京都港区港南1丁目7番1号
(74) 代理人 100086298
弁理士 船橋 國則
(72) 発明者 藤澤 知隆
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
ニー株式会社内
Fターム(参考) 5F049 MA02 MB03 NA01 NA03 NB08
PA05 PA14 QA03 SS03 SZ02
SZ10

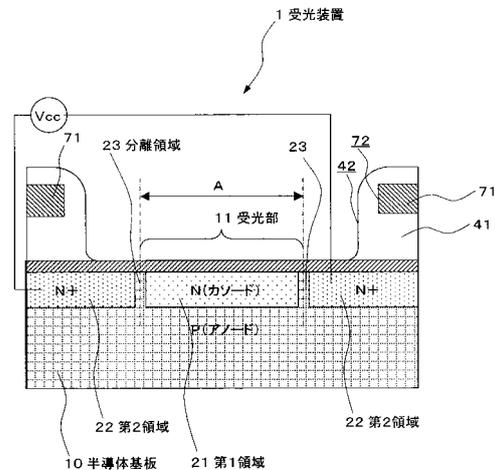
(54) 【発明の名称】 受光装置および受光装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】受光部のフォトダイオード周囲の少なくとも一部にフォトダイオードと同導電型の領域を形成し、その領域側に入射した光子によって発生したキャリアを掃き出すことで、フォトダイオードの受光感度特性の向上を可能にする。

【解決手段】第1導電型の半導体基板10に形成されたもので前記第1導電型とは逆の第2導電型の第1領域21を有する受光部11と、前記受光部11の周囲の前記半導体基板10の少なくとも一部に、第1導電型の分離領域23を介して形成されたもので前記第1領域21と電気的に独立した第2導電型の第2領域22とを備え、前記第2領域22は、前記第1領域21とは独立した電位に固定され、前記受光部11上に形成された層間絶縁膜41の開口部42は前記第1領域21上から前記分離領域23上を通り前記第2領域22の一部上に形成されていることを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 導電型の半導体基板に形成されたもので前記第 1 導電型とは逆の第 2 導電型の第 1 領域を有する受光部と、

前記受光部周囲の前記半導体基板の少なくとも一部に、第 1 導電型の分離領域を介して形成されたもので前記第 1 領域と電氣的に独立した第 2 導電型の第 2 領域とを備え、

前記第 2 領域は、前記第 1 領域とは独立した電位に固定され、

前記受光部上に形成された絶縁膜の開口部は前記第 1 領域上から前記分離領域上を通り前記第 2 領域の一部上に形成されている

ことを特徴とした受光装置。

10

【請求項 2】

前記第 1 領域の電位を V_{pd} 、前記第 2 領域の電位を V_n とし、 V_{pd} の絶対値は V_n の絶対値以下である

ことを特徴とする請求項 1 記載の受光装置。

【請求項 3】

前記第 2 領域が回路内の電源電位もしくは基準電位に接続されている

ことを特徴とする請求項 1 記載の受光装置。

【請求項 4】

前記第 2 領域の電位 V_n が前記第 1 領域の電位 V_{pd} と同電位である

ことを特徴とする請求項 1 記載の受光装置。

20

【請求項 5】

前記第 1 領域および前記分離領域上は反射率が一定な領域である

ことを特徴とする請求項 1 記載の受光装置。

【請求項 6】

少なくとも前記第 1 領域、前記第 2 領域の一部および前記分離領域上は反射率が一定な領域である

ことを特徴とする請求項 1 記載の受光装置。

【請求項 7】

前記第 2 領域の不純物濃度は前記第 1 領域より高濃度を有する

ことを特徴とする請求項 1 記載の受光装置。

30

【請求項 8】

前記第 1 領域および前記第 2 領域は深さ方向に同一の不純物濃度プロファイルを有する

ことを特徴とする請求項 1 記載の受光装置。

【請求項 9】

前記受光部からなる第 1 受光部を複数備え、

前記複数の第 1 受光部間の前記半導体基板に前記複数の第 1 受光部とは独立した別の第 2 受光部を有する

ことを特徴とした請求項 1 記載の受光装置。

【請求項 10】

第 1 導電型の半導体基板に、前記第 1 導電型とは逆の第 2 導電型の第 1 領域を有する複数の第 1 受光部を形成するとともに、前記第 1 受光部間の少なくとも 1 箇所の前記半導体基板に、前記複数の受光部とは独立した別の第 2 受光部を形成する工程と、

前記第 1 受光部と前記第 2 受光部間に分離領域を介して第 1 導電型の第 2 領域を形成する工程と、

前記第 1 受光部と前記第 2 受光部、および前記第 1 受光部と前記第 2 受光部間とを分離している領域上に反射防止膜を形成する工程と、

前記反射防止膜上に絶縁膜を形成した後に、前記第 1 受光部および前記第 2 受光部上の該絶縁膜に前記反射防止膜が底部に露出される開口部を連続した状態に形成する工程と、

前記第 2 領域を前記第 1 領域とは独立した電位に固定する工程と

を備えたことを特徴とする受光装置の製造方法。

50

【請求項 11】

前記第 1 領域と前記第 2 領域とを同一工程で形成することを特徴とした請求項 10 記載の受光装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、受光装置および受光装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特に光ピックアップ等のアプリケーションを想定した受光装置（例えばフォトディテクタ）では、製造方法の簡便さ、コスト面での優位性、フォトディテクタ集積回路（PDI C）としての集積回路化のし易さから、シリコン（Si）系基板を用いた PIN（PN）フォトダイオードが多く用いられている。近年の光学系ディスクの短波長化および高速化の需要に伴い、フォトディテクタにも同一の需要が大きくなっている。

10

【0003】

近年の光学系ディスクの短波長化に伴うフォトダイオード自体の受光感度の低下が問題になっており、受光領域表面には、目的とするレーザ波長にカスタマイズされた反射防止膜を数十 nm の膜厚の薄膜で形成し、反射率を極力抑え、受光感度の低減を最小限に留める工夫が成されている。

【0004】

20

また、同時に光学系設計の高精度化、高機能化が進んでいることから、フォトディテクタに期待される性能の一つとして、光学設計で定義された受光領域は、全体に均一な受光感度（デバイス保証値）を保つと共に、該受光領域の外に光（例：レーザの迷光 / 反射光等）があたった場合はその光は一切光電変換回路へは影響を与えない（入力信号とならない）という、一見、背反した特性を併せ持つ必要がある。

【0005】

一例として、従来は、光学設計上のフォトディテクタのサイズを遮光用の配線金属（受光領域の外側を囲う形）で定義している場合がある。しかし、特にフォトディテクタ集積回路（PDI C）等のプロセスでは、例えばデバイスの加工技術の点から、特に受光領域の縁（フリンジ）まで均一な反射防止膜構造を保つことは困難である。

30

【0006】

従来技術の一例を図 8 の一般的なフォトダイオードの断面図によって説明する。

図 8 に示すように、P 型基板（アノード）110 上に N 型不純物領域（カソード領域）121 が形成されている。本構成では、カソード領域 121 の内側まで遮光用金属膜 171 が形成されており、この遮光用金属膜 171 に形成された開口部 172 によって、光学的なフォトダイオードのサイズ A が定義されている。しかし、実際の製造方法では、数十 nm オーダーの膜厚を有する反射防止膜 131 上に形成された 1 μm ~ 数 μm 程度の膜厚を有する層間絶縁膜 141 を開口する必要があるため、加工上の理由からフリンジ部 F に層間絶縁膜 141 が残る。これによって、光学的なフォトダイオードのサイズがサイズ B に狭められるという問題が生じる。このフリンジ部 F の反射率は制御できないので、設計値よりも感度低下が生じると共に、実際の受光感度自体が未知数（個体間ばらつきを含めて）となるという問題が生じる。

40

【0007】

また、図 9 の断面図に示すように、光学的なフォトダイオードのサイズ C をフリンジ部 F の層間絶縁膜 141 が残っている内側に設定して、その外側に入った光は完全には遮光されず、光電変換に寄与してしまい、根本的な問題解決にはならない。

【0008】

さらに、図 9 に示すように、上記図 8 によって説明した問題点を解決すべく、反射防止膜 131 が均一な領域の内側にカソード領域 121 の PN 接合端を形成したとしても、反射基板 110（アノード領域）に入射した光もキャリア対に変換された後、ある割合で P

50

N 接合部（空乏層）に到達し、有効な電流信号として寄与するため、根本的な問題解決には繋がらない。

【0009】

また、例えば、一つのフォトディテクタ集積回路内に複数のフォトディテクタが存在し、このインターレイヤーの除去を反応性イオンエッチング（RIE）等のドライエッチング技術を用いて行う場合で、フォトダイオード同士のサイズが大きく異なる場合には、エッチングレートにサイズ毎での依存性が生じてしまい、一定の深さにエッチング出来なくなるといった問題が生じる可能性がある。例えば、図10(1)、(2)に示すように、同一フォトディテクタ集積回路101内に、 $20\mu\text{m} \times 20\mu\text{m}$ のサイズのフォトダイオード111Cが1つ、その両サイドに $100\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ のサイズのフォトダイオード111A、111Bが2つ存在した場合、この層間絶縁膜141の開口を反応性イオンエッチングで行なうと、フォトダイオード111A、111Bの開口部143A、143Bのエッチングレートよりも、 $20\mu\text{m} \times 20\mu\text{m}$ のサイズのフォトダイオード111Cの開口部143Cのエッチングレートが高くなり、そこだけ、インターレイヤーの下にある反射防止膜131を含めてエッチングされる恐れが生じる。

10

【0010】

フォトディテクタ集積回路では、そのプラットフォームとなるプロセスの世代の向上に伴い、層間絶縁膜の多層化が進んでおり、それに伴い層間絶縁膜の厚膜化も進んできている。上記の問題は、今後、より重要な課題となる可能性が大きい。例えば、層間絶縁膜（合計で $7\mu\text{m}$ と仮定）141の下に、 50nm の反射防止膜（例えば窒化シリコン膜）131が存在する場合を考慮する。

20

【0011】

$7\mu\text{m}$ の層間絶縁膜（酸化シリコン膜とする）141のうち、 $6.5\mu\text{m}$ を反応性イオンエッチングによりエッチングし、残り 0.5nm の酸化膜だけをフッ酸系のソリューションエッチングにてエッチングし、反射防止膜131の開口をするプロセス設計を仮定する。この場合、反応性イオンエッチングによる $20\mu\text{m} \times 20\mu\text{m}$ のサイズでのエッチングレートが $100\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ のサイズに比べて、1.1倍になると、 $7.0\mu\text{m} - (6.5 \times 1.1)\text{nm} = -0.15\mu\text{m}$ となり、図10(3)に示すように、直下の反射防止膜131に達する計算となる。反射防止膜131の膜厚が 50nm とすると、このエッチングでは反射防止膜131を突き抜けて、下地のフォトダイオード111C表面までエッチングされることになる。当然、層間絶縁膜の膜厚/反応性イオンエッチング自体のエッチングばらつきを見込むと、更に厳しい方向に進み、プロセス設計として成り立たなくなる。

30

【0012】

上記に対して、図11(1)、(2)に示すように、開口部143を全体的に大きく開口することにより、上記のプロセス上の問題点は、解決できると考えられる。但し、前述のとおり、ここでも図11(3)に示すように、幅 $40\mu\text{m}$ に及ぶ広大な分離領域123内に注入された光子Pは、完全に分離領域123内では再結合されず、その一部は左右の受光領域のフォトダイオード111A、111C内に取り込まれることになる。この分離領域123に入射した光が、入力信号として加算されてしまうと、ノイズ面・周波数特性（速度）面を始め、フォトダイオード特性に多大な悪影響を及ぼす。

40

【0013】

また、受光領域の周囲に、少なくとも寸法Lを隔てて、受光領域と同一導電型の背景光捕獲領域を形成して、受光領域の外側に入射した光によるホールの光電流に寄与しないように、背景光捕獲領域の形成する空乏層に捕獲されるようにした技術が開示されている（例えば、特許文献1参照）。しかしながら、開口部を形成する際に発生する上記問題点に対する考慮は開示されていない。

【0014】

【特許文献1】特開平9-289333号公報

【発明の開示】

50

【発明が解決しようとする課題】**【0015】**

解決しようとする問題点は、受光領域周辺の分離領域に入射した光が、分離領域内で再結合されず、その一部が受光領域内に取り込まれて入力信号として加算され、ノイズの発生、周波数特性（速度）の悪化等、フォトダイオード特性に多大な悪影響を及ぼす点である。

【0016】

本発明は、受光部のフォトダイオード周囲の少なくとも一部にフォトダイオードと同導電型の領域を形成し、その領域側に入射した光子によって発生したキャリアを掃き出すことで、フォトダイオードの受光感度特性の向上を可能にすることを課題とする。

10

【課題を解決するための手段】**【0017】**

請求項1に係る本発明は、第1導電型の半導体基板に形成されたもので前記第1導電型とは逆の第2導電型の第1領域を有する受光部と、前記受光部周囲の前記半導体基板の少なくとも一部に、第1導電型の分離領域を介して形成されたもので前記第1領域と電気的に独立した第2導電型の第2領域とを備え、前記第2領域は、前記第1領域とは独立した電位に固定され、前記受光部上に形成された絶縁膜の開口部は前記第1領域上から前記分離領域上を通り前記第2領域の一部上に形成されていることを特徴とする。

【0018】

請求項1に係る本発明では、受光部の周囲の前記半導体基板の少なくとも一部に、第1導電型の分離領域を介して形成されたもので前記第1領域と電気的に独立した第2導電型の第2領域とを備え、第2領域が、前記第1領域とは独立した電位に固定されていることから、第2領域側に入射した光子によって発生したキャリアが固定電位側に掃き出される。また、前記受光部上に形成された絶縁膜の開口部が前記第1領域上から前記分離領域上を通り前記第2領域の一部上に形成されていることから、第1領域のサイズが有効受光領域となり、第1領域の周囲に入射した光は、上記説明したように第2領域によって掃き出されるので、第1領域の受光感度に影響を及ぼさない。

20

【0019】

請求項9に係る本発明は、第1導電型の半導体基板に、前記第1導電型とは逆の第2導電型の第1領域を有する複数の第1受光部を形成するとともに、前記第1受光部間の少なくとも1箇所の前記半導体基板に、前記複数の受光部とは独立した別の第2受光部を形成する工程と、前記第1受光部と前記第2受光部間に分離領域を介して第1導電型の第2領域を形成する工程と、前記第1受光部と前記第2受光部、および前記第1受光部と前記第2受光部間とを分離している領域上に反射防止膜を形成する工程と、前記反射防止膜上に絶縁膜を形成した後に、前記第1受光部および前記第2受光部上の該絶縁膜に前記反射防止膜が底部に露出される開口部を連続した状態に形成する工程と、前記第2領域を前記第1領域とは独立した電位に固定する工程とを備えたことを特徴とする。

30

【0020】

請求項9に係る本発明では、前記第1受光部および前記第2受光部上の該絶縁膜に前記反射防止膜が底部に露出される開口部を連続した状態に形成することから、第2受光部上の反射防止膜が削られて、エッチングによる突き抜けを起こすことがなくなる。よって、各受光部上の反射防止膜の膜厚が均一な膜厚を維持することができるので、各受光部において、同等なる反射防止効果が得られるようになる。また、第1領域に対して分離領域を介して第2領域を形成し、この第2領域を第1領域とは独立した電位に固定することから、前述したように、第2領域が、前記第1領域とは独立した電位に固定されていることから、第2領域側に入射した光子によって発生したキャリアが固定電位側に掃き出される。

40

【発明の効果】**【0021】**

請求項1に係る本発明によれば、第1領域周辺に入射した光を第2領域によって固定電位側に掃き出すことができるとともに、第1領域のサイズが有効受光領域のサイズとなる

50

ので、光学設計上の受光領域サイズに対する受光感度の制限、受光領域外へ入射した光に対する迷光対策の両面において、良好な受光感度特性が得られるという利点がある。また、分割領域に入射した光の影響によるクロストーク特性の悪化を防ぐことができる。

【0022】

請求項9に係る本発明によれば、上記効果を有する本発明の受光装置を製造できるとともに、反射防止効果に優れた受光装置を形成できるという利点がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

本発明の受光装置に係る一実施の形態（第1実施例）を、図1の概略構成断面図および図2の拡大断面図によって説明する。

10

【0024】

図1に示すように、受光装置1は以下のような構成を有する。すなわち、アノードとなる第1導電型（例えばP型）の半導体基板10に受光領域となるフォトダイオードの第2導電型（例えばN型）の第1領域（カソード）21が形成されている。上記半導体基板10は、例えばシリコン基板からなり、 $1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ 程度の基板濃度に設定されている。例えば、上記第1領域21は、例えば、接合深さ $x_j = 0.6 \mu\text{m}$ 、表面濃度 $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 程度からグレーデッドに $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ 程度まで深さ方向に濃度勾配を有する。

【0025】

上記第1領域21のフリンジ部に、半導体基板10からなる第1導電型（P型）の分離領域23を挟んで第2導電型（N型）の第2領域22が、上記第1領域21とは電氣的に独立した状態に設けられている。上記分離領域23は、例えば幅 $2 \mu\text{m}$ 程度に形成されていて、例えば、接合深さ $x_j = 1.0 \mu\text{m}$ 、表面濃度 $2 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 程度のプロファイルとする。上記第2領域22は、寄生抵抗、不要なキャリアのライフタイム、等の低減を考慮し、ある程度深く濃い濃度プロファイルとすることが望ましいが、プロセスを容易にするという観点から、第1領域21（カソード）と同一の不純物層（プロファイル）を用いることも特に問題はない。

20

【0026】

また、この場合、光学設計上の受光部（受光領域）11のサイズAを規定する境界を、例えば、上記分離領域13の中心と定義する。受光部11の構造設計では、上記分離領域23および、少なくとも上記第2領域22の一部まで反射防止膜31が均一な膜厚となる様に、層間絶縁膜41の開口部42が開口される状態とする。また上記開口部42は第1領域21上から前記分離領域23上を通り第2領域22の一部上に形成されている。そして、層間絶縁膜41内に形成される遮光膜71の開口部71も上記開口部42は第1領域21上から前記分離領域23上を通り第2領域22の一部上に形成されている。これにより、第1領域のサイズが有効受光領域となり、第1領域21の周囲に入射した光は、後述するように、第2領域21によって掃き出されるので、第1領域の受光感度に影響を及ぼさない。

30

【0027】

電氣的には、上記第2領域22を電源電圧 V_{cc} に固定する。これも、不要なキャリアを逃がすために、 V_{cc} に関わらず固定した電位を持っていけばよいが、最高電位とするのが効率がよい。但し、キャリアが確実に除去される様に、少なくとも、 V_{pd} （第1領域21の電位） V_n （第2領域の電位）となるのが望ましい。

40

【0028】

これにより、図2に示すように、P型の分離領域23を境にして第1領域21側に入った光子によって発生したキャリアのみが、フォトダイオードのカソード電極である第1領域21側に移動し、光電変換による電気信号としてカウントされる。これに対して、P型の分離領域23を境にして第2領域22側に入射した光子によって発生したキャリアは、効率よく V_{cc} 側に掃き出されることにより、フォトダイオードの第1領域21（カソード）側へ余分な電流信号としてカウントされることはない。また、第1領域21のサイズが

50

有効受光領域のサイズとなるので、光学設計上の受光領域サイズに対する受光感度の制限、受光領域外へ入射した光に対する迷光対策の両面において、良好な受光感度特性が得られるという利点がある。また、分割領域に入射した光の影響によるクロストーク特性の悪化を防ぐことができる。

【0029】

次に、本発明の受光装置に係る一実施の形態（第2実施例）を、図3の平面図によって説明する。

【0030】

図3に示すように、上記第1領域21に対して分離領域23を介して形成される第2領域22は、理想的には、フォトダイオードの第1領域21のフリンジ部全体に、すなわち、第1領域21周囲全体に形成されることが理想的であるが、現実的には、カソードとなる第1領域21内に取り出し電極51（例えば金属配線）を配設する必要がある。このため、第2領域22は、取り出し電極51の形成領域を除いた第1領域21の周囲に分離領域23を介して設けることが現実的である。なお、上記第2領域22は、Vccに接続されている。

10

【0031】

前述の通り、光学設計上の受光部11のサイズは分離領域23の中心としているが、これも電界の勾配を考慮し、実際にキャリアの移動方向のボーダーになる適当な境界位置を、VdとVccの電位差、カソードとなる第1領域21と第2領域22とのそれぞれの濃度プロファイル、分離領域23の濃度プロファイル/幅、等から決定すればよく、必ずしも分離領域23の中心とする必要はない。

20

【0032】

次に、本発明の受光装置に係る一実施の形態（第3実施例）を、図4によって説明する。

【0033】

図4(1)の平面レイアウト図および図4(2)の断面図に示すように、アノードとなる第1導電型（例えばP型）の半導体基板10に第1受光部11(11A)、11(11B)となるフォトダイオードの第2導電型（例えばN型）の第1領域（カソード）21(21A)、21(21B)が間隔をおいて形成されている。上記半導体基板10は、例えばシリコン基板からなり、 $1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ 程度の基板濃度に設定されている。例えば、上記第1領域21は、例えば、接合深さ $x_j = 0.6 \mu\text{m}$ 、表面濃度 $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 程度からグレーデッドに $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ 程度まで深さ方向に濃度勾配を有する。

30

【0034】

上記第1領域21A、21B間に、上記第1受光部11A、11Bとは独立した別の第2受光部12の第1領域21Cが形成されている。さらに、上記第1領域21Aと第2領域21Cとの間、上記第1領域21Bと第2領域21Cとの間において、上記第1領域21の各フリンジ部に第1導電型（P型）の分離領域23を挟んで第2導電型（N型）の第2領域22(22A)、22(22B)が、上記第1領域21とは電氣的に独立した状態に設けられている。上記分離領域23は、例えば設計ルールの最小幅に形成されていて、例えば、接合深さ $x_j = 1.0 \mu\text{m}$ 、表面濃度 $2 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 程度のプロファイルとする。

40

【0035】

また、第2領域22は、独立した電位、例えば電源電位もしくは基準電位に固定することにより、発生したキャリアをこのN型領域である第2領域22から引き抜くことができ、本来の光学的な受光領域へ影響を及ぼすことを回避することが可能となる。

【0036】

上記第2領域22は、寄生抵抗、不要なキャリアのライフタイム、等の低減を考慮し、ある程度深く濃い濃度プロファイルとすることが望ましいが、プロセスを容易にするという観点から、第1領域21（カソード）と同一の不純物層（プロファイル）を用いることも特に問題はない。

50

【0037】

電氣的には、上記第2領域22を例えば電源電圧 V_{cc} に固定する。これも、不要なキャリアを逃がすために、 V_{cc} に関わらず固定した電位を持っていけばよいが、最高電位とするのが効率がよい。但し、キャリアが確実にキャンセルされる様に、少なくとも、 V_{pd} （第1領域21の電位） V_n （第2領域22の電位）となるのが望ましい。

【0038】

これにより、図4(3)の拡大図に示すように、例えば第1領域21Aと第1領域21Cとの間の第2領域22Aに入った光子によって発生したキャリアは、効率よく V_{cc} 側に吸い取られることにより、フォトダイオードの第1領域21A側へ余分な電流信号としてカウントされることはない。

10

【0039】

また、上記分離領域23内に設けた第2受光部12は、その光電変換効率が高くなる必要は無く、寄生抵抗低減の意味合いから、高濃度の（且つ必要に応じて深い）N型層としてもよい。

【0040】

次に、本発明の受光装置の製造方法に係る一実施の形態（実施例）を、図5～図7の製造工程図によって説明する。ここでは、前記第2実施例の構成を製造する製造方法を一例として示す。

【0041】

図5(1)に示すように、アノードとなる第1導電型（例えばP型）の半導体基板10に、第1受光部11（11A）、11（11B）となるフォトダイオードの第2導電型（例えばN型）の第1領域（カソード）21（21A）、21（21B）および第1受光部11A、11B間に第2受光部12の第1領域21（21C）を、間隔をおいて形成する。上記半導体基板10には、例えばシリコン基板を用い、基板濃度を $3 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ 程度に設定する。上記第1領域21は、例えば、接合深さ $X_j = 700 \text{ nm}$ 、濃度が $2 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 程度になるように、上記イオン注入条件を設定する。

20

【0042】

次に、図5(2)に示すように、上記第1領域21Aと第1領域21Cとの間、上記第1領域21Bと第1領域21Cとの間の上記半導体基板10に、間隔（分離領域23）をおいて、第2導電型（N型）の第2領域22（22A）、22（22B）を、上記第1領域21とは電氣的に独立した状態に、例えばイオン注入法により形成する。上記第2領域22（22A）、22（22B）は、例えば設計ルールの最小幅に形成されていて、例えば、接合深さ $X_j = 1300 \text{ nm}$ 、濃度を $8 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ 程度のプロファイルとする。但し、上記第2領域22は、特に独立して作製する必要が無く、場合によっては、該第1領域21と同一工程により作製しても、全く問題ない。また、フォトディテクタ集積回路プロセスを想定した場合、通常デバイスとの兼用でも構わない。例として、MOSFETプロセスのNウェル、+Nソース・ドレインなどの形成工程を用いても問題ない。

30

【0043】

次に、図5(3)に示すように、半導体基板10上に反射防止膜31を、例えば絶縁膜で形成する。ここでは、青色レーザ（ $\lambda = 405 \text{ nm}$ ）を想定し、LP-CVD法にて厚さが 50 nm の窒化シリコン膜を形成した。

40

【0044】

次に、図6(4)に示すように、通常の配線工程にて、層間絶縁膜41、配線43を形成する。この配線43、層間絶縁膜41は、例えば、複数層に形成することができる。最後にオーバーパッシベーション膜44を形成する。上記反射防止膜31表面からオーバーパッシベーション膜44表面までの厚さは、例えば $6.0 \mu\text{m}$ とした。そして、少なくとも、上記反射防止膜31上、 $1.5 \mu\text{m}$ の厚さの範囲は酸化シリコン膜（ SiO_x ）とした。

【0045】

次に、図6(5)に示すように、通常の反応性イオンエッチング（RIE）法により、

50

上記オーバーパッシベーション膜 44 から層間絶縁膜 41 までのエッチングを行い、受光部上に開口部 42 を形成する。ここでは、エッチング用のレジスト 61 をエッチングマスクに用いた。また、反応性イオンエッチングによりその下の絶縁膜を $5.0 \mu\text{m}$ ($\pm 10\%$ 以内のばらつきで) エッチングすることとする。この結果、反射防止膜 31 上に層間絶縁膜 41 が $1.0 \mu\text{m}$ の厚さに残される。

【0046】

次に、図 6 (6) に示すように、レジスト塗布技術、フォトリソグラフィ技術等によって、上記開口部 42 より内側に開口部 64 を有するレジスト膜 63 を形成する。

【0047】

次に、フッ酸系のエッチャントを用いたソリューションエッチングにより、上記反射防止膜 31 上に残った酸化シリコン膜からなる層間絶縁膜 41 を除去して、開口部 42 を延長した開口部 43 を形成する。反射防止膜 31 は、窒化シリコン膜で形成されているため、フッ酸系のエッチャントに対し、酸化シリコン膜よりはるかにエッチングレートが遅くなる。このため、反射防止膜 31 は、その高選択比を得て、ほとんどエッチングされず、反射防止膜 31 表面を露出させることが可能となる。

10

【0048】

次に、図 7 (7)、(8) に示すように、開口部 43 内に露出された各第 1 領域 21A、21C、21B は、それぞれ必要に応じた電位 V_{c1} 、 V_{c2} 、 V_{c3} を掛けられることにより、それぞれの領域の入射した光子はそれぞれの電極から引き抜かれ、目的の電流信号として作用することは、前述の通りである。また、第 2 領域 22A、22B に入った光子は電源 V_{cc} に引き抜かれる。

20

【0049】

上記製造方法では、第 1 領域 21 上の層間絶縁膜 41 に形成される開口部 43 を、第 1 領域 21A、21B 上の開口部 43A、43B 間に連続した状態に第 1 領域 21C の寸法に対応させて幅の狭い開口部 43 (43C) を形成している。この開口部 43 は図示はしないが、遮光膜に形成された開口部に対応し、これによって、第 1 領域 21 周辺に入射する入射光を遮光するとともに、開口部 43C の部分では、第 2 領域 22 によって第 1 受光部 11、第 2 受光部 12 の側方に入射した入射光を受光し、固定電位もしくは基準電位に引き抜くことができる。よって、第 1 領域 21 (21A、21B、21C) は、周辺光の影響を大幅に抑制することができるとともに、開口部 43C を従来の第 1 領域 21C の開口部よりも大きく形成したことにより、エッチングによって反射防止膜 31 を突き抜くことが無くなるという利点がある。よって、反射防止膜 31 は、第 1 領域 21A、21B、21C および第 2 領域 22A、22B 上において、均一な膜厚となり、上記領域の全てにおいて反射防止効果を最大限に発揮することができるようになる。

30

【0050】

前記各実施例において、第 2 領域 22 は、第 1 領域 21 と同程度としたが、第 1 領域 21 よりも高濃度であってもよい。高濃度にすることで、寄生抵抗が低減され、発生したキャップの寿命が短くなるという利点がある。この第 2 領域 22 は、例えば $1 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 程度またはそれ以上の濃度であることがより好ましい。また、第 2 領域 22 は第 1 領域 21 よりも接合が浅過ぎると、第 2 領域 22 接合部より深い部分に入った光が第 1 領域 21 側に入射され、悪影響を及ぼす可能性がある。よって、第 2 領域 22 は第 1 領域 21 と同等もしくは深く形成することが好ましい。

40

【0051】

前記各実施例では、第 1 導電型を P 型、第 2 導電型を N 型として説明したが、第 1 導電型を N 型、第 2 導電型を P 型としても、本発明は成り立つ。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図 1】本発明の受光装置に係る一実施の形態 (第 1 実施例) を示した概略構成断面図である。

【図 2】本発明の受光装置に係る一実施の形態 (第 1 実施例) を示した拡大断面図である

50

。

【図3】本発明の受光装置に係る一実施の形態（第2実施例）を示した平面図である。

【図4】本発明の受光装置に係る一実施の形態（第3実施例）を示した平面図および断面図および拡大模式断面図である。

【図5】本発明の受光装置の製造方法に係る一実施の形態（実施例）を示した製造工程図である。

【図6】本発明の受光装置の製造方法に係る一実施の形態（実施例）を示した製造工程図である。

【図7】本発明の受光装置の製造方法に係る一実施の形態（実施例）を示した製造工程図である。

【図8】従来技術の一例として一般的なフォトダイオードを示した断面図である。

【図9】従来技術のフォトダイオードの一課題を示した図である。

【図10】従来技術の製造工程における一問題点を示した図である。

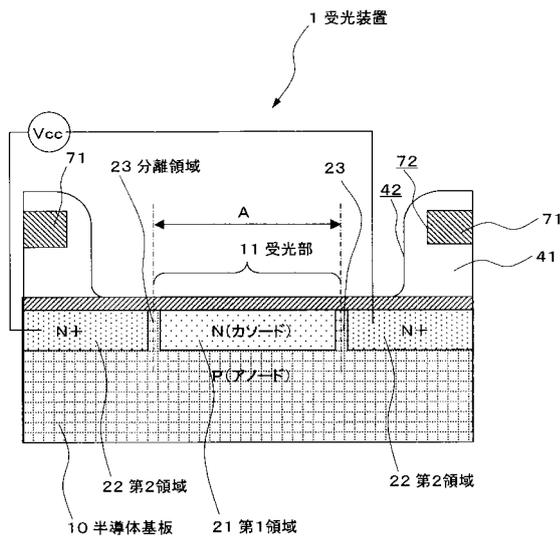
【図11】従来技術の問題点を示した図である。

【符号の説明】

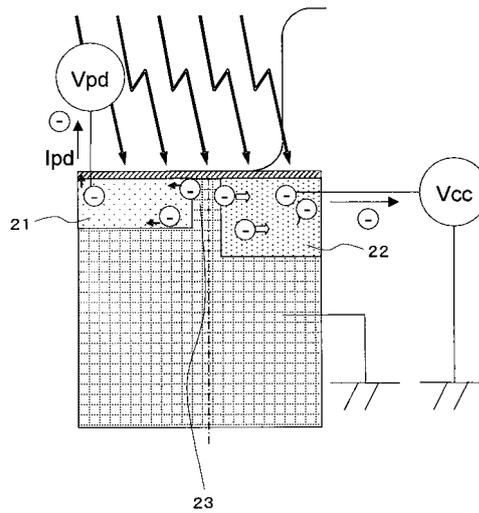
【0053】

1 ... 受光装置、 10 ... 半導体基板、 11 (11 A , 11 B) ... 受光部、 21 (21 A , 21 B , 21 C) ... 第1領域、 22 (22 A , 22 B) ... 第2領域、 23 ... 分離領域

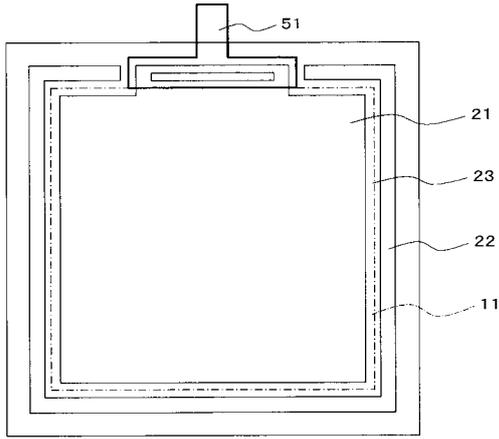
【図1】



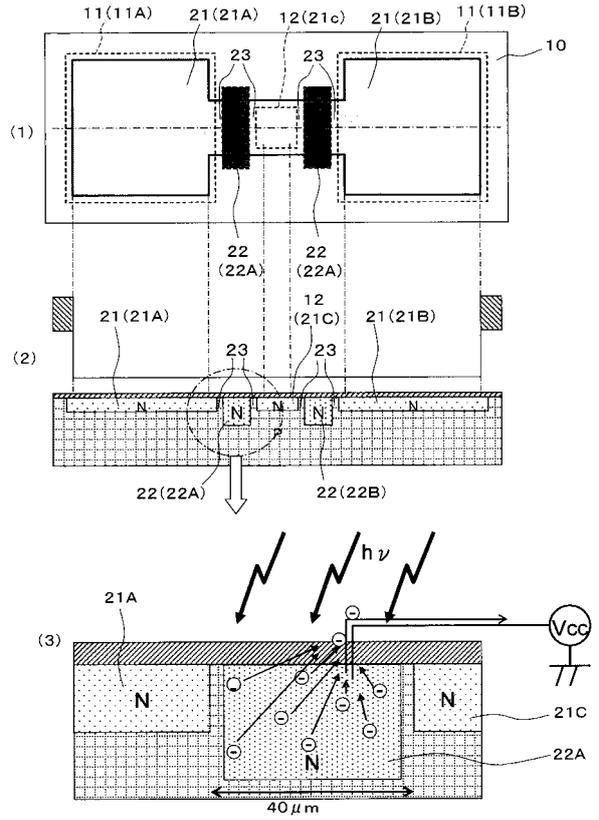
【図2】



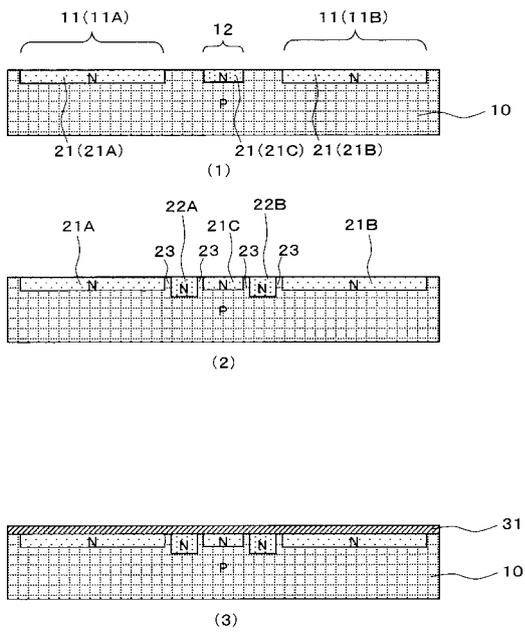
【 図 3 】



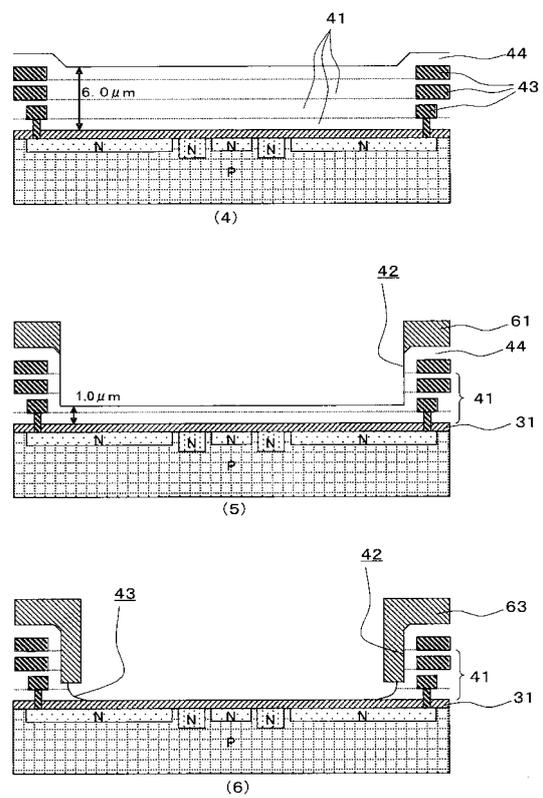
【 図 4 】



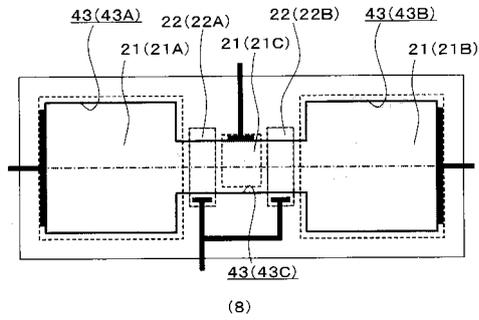
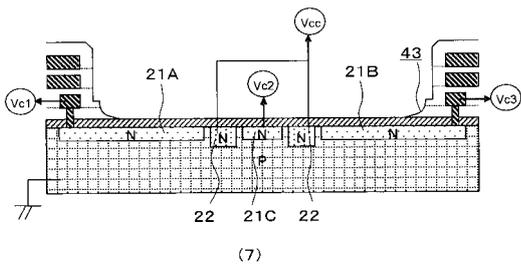
【 図 5 】



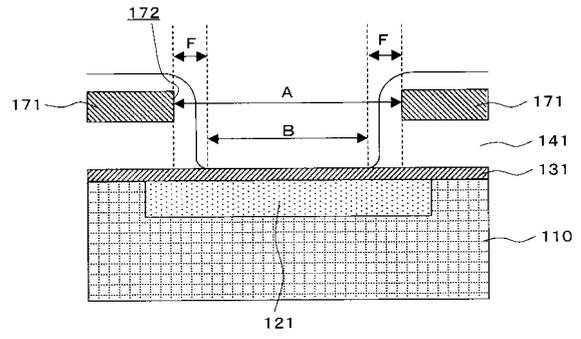
【 図 6 】



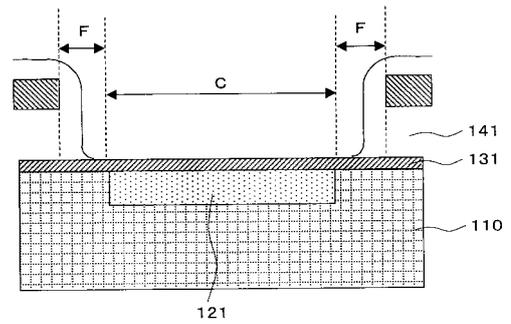
【図7】



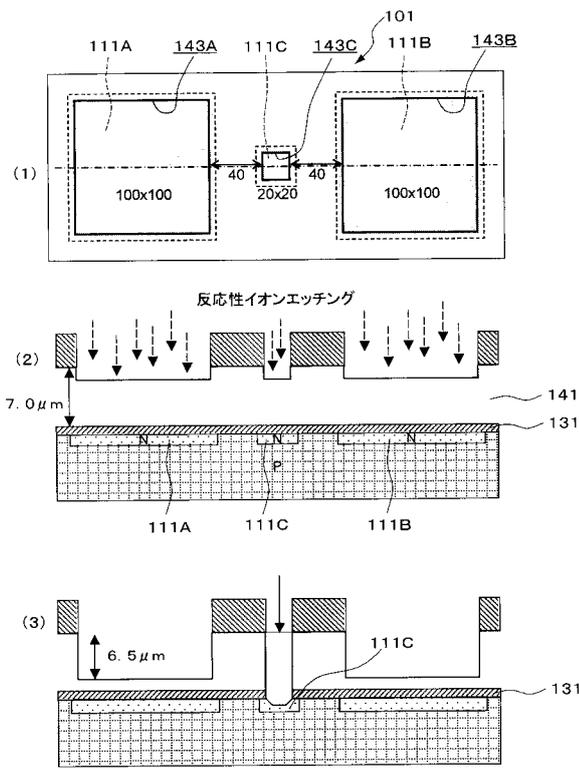
【図8】



【図9】



【図10】



【図11】

