

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5843527号  
(P5843527)

(45) 発行日 平成28年1月13日(2016. 1. 13)

(24) 登録日 平成27年11月27日(2015. 11. 27)

(51) Int.Cl.

H01L 31/10 (2006.01)

F I

H01L 31/10

D

請求項の数 11 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2011-193057 (P2011-193057)  
 (22) 出願日 平成23年9月5日(2011. 9. 5)  
 (65) 公開番号 特開2013-55245 (P2013-55245A)  
 (43) 公開日 平成25年3月21日(2013. 3. 21)  
 審査請求日 平成26年6月30日(2014. 6. 30)

(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 100090273  
 弁理士 國分 孝悦  
 (72) 発明者 小林 秀央  
 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 光地 哲伸  
 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 濱田 聖司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光電変換装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1電流出力端子が接続され、光電変換により得られる第1信号を出力する第1導電型の第1半導体層と、

電流出力端子が接続されず、前記第1導電型と逆の導電型であって、電位供給手段から電位が供給される第2導電型の第2半導体層と、

第2電流出力端子が接続され、光電変換により得られる第2信号を出力する第1導電型の第3半導体層と、

電流出力端子が接続されず、電位供給手段から電位が供給される第2導電型の第4半導体層と、

リセット電位を前記第1半導体層に供給する第1トランジスタと、

前記リセット電位を前記第3半導体層に供給する第2トランジスタと、を有し、

前記第1半導体層と、前記第2半導体層と、前記第3半導体層と、前記第4半導体層とが基板の深さ方向に沿って順に並んで配され、

前記第2半導体層と、前記第4半導体層とは電氣的に分離され、

前記第2半導体層に供給される前記電位と、前記第4半導体層に供給される前記電位とは、それぞれ互いに独立して供給されることを特徴とする光電変換装置。

【請求項 2】

第2導電型の第5半導体層をさらに有し、

複数の前記第2導電型の半導体層は、互いに電氣的に分離され、前記電位供給手段から

供給される電位が互いに独立して供給されることを特徴とする請求項 1 記載の光電変換装置。

【請求項 3】

第 2 導電型の第 5 半導体層をさらに有し、

複数の前記第 2 導電型の半導体層のうち、最下層の第 2 導電型の半導体層を除いた他のすべての前記第 2 導電型の半導体層は、電氣的に接続されていることを特徴とする請求項 1 記載の光電変換装置。

【請求項 4】

前記第 2 導電型が N 型であり、前記第 2 半導体層に、前記第 4 半導体層の電位よりも高い電位が供給されることを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載の光電変換装置。

10

【請求項 5】

前記第 2 導電型が P 型であり、前記第 2 半導体層に、前記第 4 半導体層の電位よりも低い電位が供給されることを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載の光電変換装置。

【請求項 6】

複数の前記第 1 導電型の半導体層の内の少なくとも 1 つの前記第 1 導電型の半導体層が空乏化したことを特徴とする請求項 1 ~ 5 の何れか 1 項に記載の光電変換装置。

【請求項 7】

最上層の半導体層が、前記第 2 導電型の半導体層であることを特徴とする請求項 1 ~ 6 の何れか 1 項に記載の光電変換装置。

【請求項 8】

20

最上層の前記第 2 導電型の半導体層は、他の前記第 2 導電型の半導体層と電氣的に分離され、当該他の第 2 導電型の半導体層とは独立して電位が供給されることを特徴とする請求項 7 記載の光電変換装置。

【請求項 9】

前記第 2 半導体層の表面部が、前記第 2 半導体層の他の部分に比べて高濃度の前記第 2 導電型の不純物領域であることを特徴とする請求項 1 ~ 8 の何れか 1 項に記載の光電変換装置。

【請求項 10】

複数の前記第 1 導電型の半導体層の内の少なくとも 1 つの前記第 1 導電型の半導体層にバイポーラトランジスタのベースが接続され、前記バイポーラトランジスタのエミッタから増幅された光電流を出力することを特徴とする請求項 1 ~ 9 の何れか 1 項に記載の光電変換装置。

30

【請求項 11】

複数の前記第 1 導電型の半導体層の内の少なくとも 1 つの前記第 1 導電型の半導体層に電界効果トランジスタのゲートが接続され、光電変換により得られる信号電荷を電圧変換して読み出すことを特徴とする請求項 1 ~ 9 の何れか 1 項に記載の光電変換装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光電変換装置に関する。

40

【背景技術】

【0002】

下記の特許文献 1 には、第 1 導電型の半導体層と第 2 導電型の半導体層とを交互にそれぞれ 3 層ずつ積層したセンサが開示されている。特許文献 1 が開示されたセンサは、表面からの深さが異なる第 1 導電型の半導体層の 3 層それぞれから独立して光電流を取り出すことにより、1 画素で 3 つの色信号を得ることを可能としている。

【0003】

また、下記の特許文献 2 には、PN 接合型フォトダイオードの逆バイアス電圧を変えることで、空乏層の幅を制御することが開示されている。これによって、受光センサが検知する光の波長に対する感度、つまり分光特性を制御することができるとされている。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特表2004-510355号公報

【特許文献2】特開2001-326378号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1に開示されたセンサは、それぞれの半導体層の不純物濃度や深さ方向の不純物濃度プロファイルのプロセスばらつきによって、それぞれの第1導電型の半導体層の深さ方向の厚さ及び位置が変化する。また、それに伴い、第2導電型の半導体層との間に形成されるPN接合の深さ方向の位置も変化し、それぞれの第1導電型の半導体層から得られる光電流の分光特性も変化してしまう。これにより、色分離特性が、プロセスばらつきの影響を受けてしまう。

10

【0006】

また、特許文献1に開示されたセンサでは、検出領域でない第2導電型の半導体層はすべて基板ポテンシャル（基準電位）に接続されている。そのため、第2導電型の半導体層の電圧を制御すると、すべての色の分光特性が変化するため、色毎に分光特性を制御することができなかった。つまり、従来技術のセンサでは、色分離特性の改善が求められている。

20

【0007】

本発明の目的は、プロセスばらつきによる色分離特性への影響を軽減することができる光電変換装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の光電変換装置は、第1電流出力端子が接続され、光電変換により得られる第1信号を出力する第1導電型の第1半導体層と、電流出力端子が接続されず、前記第1導電型と逆の導電型であって、電位供給手段から電位が供給される第2導電型の第2半導体層と、第2電流出力端子が接続され、光電変換により得られる第2信号を出力する第1導電型の第3半導体層と、電流出力端子が接続されず、電位供給手段から電位が供給される第2導電型の第4半導体層と、リセット電位を前記第1半導体層に供給する第1トランジスタと、前記リセット電位を前記第3半導体層に供給する第2トランジスタと、を有し、前記第1半導体層と、前記第2半導体層と、前記第3半導体層と、前記第4半導体層とが基板の深さ方向に沿って順に並んで配され、前記第2半導体層と、前記第4半導体層とは電氣的に分離され、前記第2半導体層に供給される前記電位と、前記第4半導体層に供給される前記電位とは、それぞれ互いに独立して供給されることを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、第2半導体層と第4半導体層とを電氣的に分離して、第2半導体層に供給される電位と、第4半導体層に供給される電位とを互いに独立して供給することができる。プロセスばらつきによる色分離特性への影響を軽減することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の第1の実施形態による光電変換装置の構成例を示す断面図である。

【図2】本発明の第1の実施形態による光電変換装置を説明するための図である。

【図3】本発明の第1の実施形態による光電変換装置を説明するための図である。

【図4】本発明の第3の実施形態による光電変換装置の構成例を示す断面図である。

【図5】本発明の第4の実施形態による光電変換装置の構成例を示す断面図である。

【図6】本発明の第4の実施形態による光電変換装置の構成例を示す断面図である。

【図7】本発明の第5の実施形態による光電変換装置の構成例を示す断面図である。

50

【図 8】本発明の第 5 の実施形態による光電変換装置を説明するための図である。

【図 9】本発明の第 6 の実施形態による光電変換装置の構成例を示す断面図である。

【図 10】本発明の第 6 の実施形態による光電変換装置の構成例を示す図である。

【図 11】本発明の第 7 の実施形態による光電変換装置の構成例を示す断面図である。

【図 12】本発明の第 8 の実施形態による光電変換装置の構成例を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【0012】

(第 1 の実施形態)

本発明の第 1 の実施形態について説明する。

図 1 は、第 1 の実施形態による光電変換装置の構成例を示す断面図である。第 1 の実施形態による光電変換装置は、半導体基板中に第 1 導電型の半導体層と、第 1 導電型と逆の導電型である第 2 導電型の半導体層とを交互に複数積層した構成を有する。以下の説明では、第 1 導電型を P 型とし、第 2 導電型を N 型として説明する。

【0013】

最下層の第 2 導電型の半導体層 10 の上に第 1 導電型の半導体層 20 が形成され、その第 1 導電型の半導体層 20 の上に第 2 導電型の半導体層 30 が形成されている。さらに、第 2 導電型の半導体層 30 の上に第 1 導電型の半導体層 40 が形成されている。つまり、半導体層 (第 1 半導体層) 40 と、半導体層 (第 2 半導体層) 30 と、半導体層 (第 3 半導体層) 20 と、半導体層 (第 4 半導体層) 10 とが順に並んで配されている。第 2 導電型の半導体層 30 と第 2 導電型の半導体層 10 とは、第 1 導電型の半導体層 20 によって電氣的に分離されている。たとえば、同じ導電型の 2 つの半導体層が、反対の導電型の半導体層によって完全に分離されていれば、当該 2 つの半導体層は電氣的に分離される。あるいは、当該 2 つの半導体層の電位を互いに独立して制御できれば、反対の導電型の半導体層によって完全に分離されていなくても、当該 2 つの半導体層が電氣的に分離されているといえる。

【0014】

第 2 導電型の半導体層 30 には電位供給手段 50 が接続されており、第 2 導電型の半導体層 10 には電位供給手段 80 が接続されている。電位供給手段 50 及び 80 は、それぞれ対応する第 2 導電型の半導体層 30 及び 10 の電位を独立に設定することができる。なお、本実施形態では、第 2 導電型の半導体層 30 の電位を第 2 導電型の半導体層 10 とは独立して設定することができればよく、第 2 導電型の半導体層 10 の電位を設定するための電位供給手段 80 は省略することができる。

【0015】

また、第 1 導電型の半導体層 20 及び 40 には、電流出力端子 70 及び 60 がそれぞれ備えられている。第 1 導電型の半導体層 20 及び 40 は、それぞれ隣接する第 2 導電型の半導体層との間にフォトダイオードを形成し、これらは異なる波長帯域の光を光電変換するために適した深さとなっている。第 1 導電型の半導体層 20 から得られる光電流 (第 2 信号) は電流出力端子 70 から取り出すことができ、第 1 導電型の半導体層 40 から得られる光電流 (第 1 信号) は電流出力端子 60 から取り出すことができる。

【0016】

図 2 に示すように、第 1 導電型の半導体層 20 及び 40 は、それぞれ第 2 導電型の半導体層 10 及び 30 との間に空乏層を形成する。図 2 において、第 1 導電型の半導体層 40 から第 2 導電型の半導体層 30 へ伸びる空乏層の端部から表面 (最上層の第 1 導電型の半導体層 40 の上面) までの距離を a とする。また、第 1 導電型の半導体層 20 から第 2 導電型の半導体層 30 へ伸びる空乏層の端部から表面までの距離を b とし、第 1 導電型の半導体層 20 から第 2 導電型の半導体層 10 へ伸びる空乏層の端部から表面までの距離を c とする。

【0017】

10

20

30

40

50

第1導電型の半導体層40で得られ電流出力端子60より出力される光電流の分光特性は、図2に示した距離aに影響される。また、第1導電型の半導体層20で得られ電流出力端子70より出力される光電流の分光特性は、図2に示した距離b及びcに影響される。ここで、分光特性とは、どの波長帯域の光に対して感度を有するかを表す特性である。

【0018】

図2に示した距離a、b及びcは、プロセスばらつきの影響を受ける。そのため、電流出力端子60及び70よりそれぞれ出力される光電流の分光特性は、プロセスばらつきの影響を受ける。例えば、図2において、第2導電型の半導体層30の不純物濃度が高くなったり、深さ方向の不純物濃度プロファイルがブロードになったりした場合には、図2に示した距離aは小さくなり、距離bは大きくなる。その結果、電流出力端子60及び70より出力される光電流の分光特性に影響を与える。具体的には、光電変換装置に入射した光は波長の長いものほど深く侵入するため、距離aが小さくなると、電流出力端子60より出力される光電流の分光特性は短波長側にシフトする。また、距離bが大きくなることで、電流出力端子70より出力される光電流の分光特性は長波長側にシフトする。

【0019】

このような場合には、電位供給手段50から第2導電型の半導体層30に供給される電位を高くする。これにより、第2導電型の半導体層30の電位を高くして、第1導電型の半導体層40から第2導電型の半導体層30への空乏層の伸び、及び、第1導電型の半導体層20から第2導電型の半導体層30への空乏層の伸びを大きくすることができる。すなわち、距離aを大きくし、距離bを小さくして、プロセスばらつきによる変化を補償することができる。

【0020】

上述したように本実施形態において、第2導電型の半導体層10の電位は、電位供給手段80によって設定され、第2導電型の半導体層30の電位は、電位供給手段80とは異なる電位供給手段50によって設定される。すなわち、第2導電型の半導体層30の電位は、第2導電型の半導体層10とは独立して制御することができるので、距離cを変化させることなく、距離a及びbを変化させることができる。第1導電型の半導体層20から第2導電型の半導体層10へ伸びる空乏層の端部から表面までの距離cについては、必要に応じて第2導電型の半導体層10の電位を設定することで、距離a及びbとは独立に所定の大きさに制御することができる。したがって、プロセスばらつきによる色分離特性への影響を軽減することができる。なお、色分離特性は、複数色の受光センサがある場合に、色毎の分光特性を組み合わせたときの関係を表す特性である。

【0021】

図3に示すように、例えばテスト用のLEDの波長を、2つの分光特性が重なっている領域に設定し、LEDを照射した際の両者の出力比の範囲を見ることで、色分離特性は簡単にテストすることができる。テスト結果を元に出力比がある範囲内に入るように電位供給手段50及び80から供給される電位を適宜設定することで、プロセスばらつきによる色分離特性への影響を軽減することができる。

なお、本実施例では、4つの半導体層10～40が互いに接触して配されている。しかし、それぞれの半導体層の間に単数または複数の別の半導体層が配されてもよい。例えば、空乏層の長さを調整するために、隣接する同じ導電型の半導体層とは不純物濃度が異なる半導体層が配されてもよい。あるいは後述の実施例のように、交互に積層される半導体層の数が5以上であってもよい。

【0022】

第1の実施形態によれば、第2導電型の半導体層30を最下層の第2導電型の半導体層10から分離し、第2導電型の半導体層10とは独立して電位供給手段50から第2導電型の半導体層30に電位を供給する。これにより、第2導電型の半導体層10の電位と第2導電型の半導体層30の電位とを独立に制御することができ、プロセスばらつきによる色分離特性への影響を軽減することができる。

【0023】

(第2の実施形態)

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。

第2の実施形態による光電変換装置の構成は、図1に示した第2の実施形態による光電変換装置の構成と同様である。以下では、上述した第1の実施形態との相違点についてのみ説明する。

【0024】

図1に示した光電変換装置において、最下層の第2導電型の半導体層10がNウェル層やN型基板である場合には、その電位は電源電位に設定されることが多い。第2導電型の半導体層30は、最下層の第2導電型の半導体層10から電氣的に分離していることにより、電位供給手段50から第2導電型の半導体層30に電源電位以上の電位を供給することが可能である。これにより、第2導電型の半導体層30の電位を電源電位以上にして第2導電型の半導体層10及び30の間のポテンシャル障壁を高くすることが可能となり、混色を低減することが可能となる。

10

【0025】

第2の実施形態によれば、第2導電型の半導体層30を最下層の第2導電型の半導体層10から分離し、第2導電型の半導体層10よりも高い電位を第2導電型の半導体層30に供給することにより、混色を低減することができる。なお、上述した例とは逆に、第1導電型がN型であり、第2導電型がP型である場合には、最下層の第2導電型の半導体層10よりも低い電位を第2導電型の半導体層30に供給することで、混色を低減することが可能となる。

20

【0026】

(第3の実施形態)

次に、本発明の第3の実施形態について説明する。

図4は、第3の実施形態による光電変換装置の構成例を示す断面図である。但し、ここでは上述した第2の実施形態との相違点についてのみ説明する。

【0027】

図4に示す光電変換装置においては、第1導電型の半導体層20及び40が空乏化している。これにより、電流出力端子60及び70に付加される寄生容量を低減している。このように第1導電型の半導体層40を空乏化させるには、第1導電型の半導体層40の厚さは、第2導電型の半導体層30から伸びる空乏層の幅以下に制限される。しかし、電位供給手段50から第2導電型の半導体層30に供給される電位を高く設定することにより、第2導電型の半導体層30から第1導電型の半導体層40へ伸びる空乏層の幅を大きくすることができる。よって、第2導電型の半導体層30の電位を適宜制御することで第1導電型の半導体層40の深さ方向の厚さを大きく設計することが可能となり、深さ方向に広い範囲で発生した光キャリアを集めることにより、感度を向上させることができる。第1導電型の半導体層20についても同様である。

30

【0028】

第3の実施形態によれば、第2導電型の半導体層30を最下層の第2導電型の半導体層10から分離し、第2導電型の半導体層30から伸びる空乏層の幅が第1導電型の半導体層の厚さ以下にならない高い電位を第2導電型の半導体層30に供給する。これにより、感度を向上させることができる。なお、上述した例とは逆に、第1導電型がN型であり、第2導電型がP型である場合には、第2導電型の半導体層30から伸びる空乏層の幅が第1導電型の半導体層の厚さ以下にならない低い電位を第2導電型の半導体層30に供給すればよい。

40

【0029】

(第4の実施形態)

次に、本発明の第4の実施形態について説明する。

図5及び図6は、第4の実施形態による光電変換装置の構成例を示す断面図である。但し、ここでは上述した第1の実施形態との相違点についてのみ説明する。

【0030】

50

第4の実施形態による光電変換装置は、図5に示すように第1導電型の半導体層40の上に第2導電型の半導体層(第5半導体層)90が形成されている。このように、最表面に第2導電型の半導体層90を追加することにより、半導体と絶縁膜(不図示)との界面で発生する暗電流成分を低減することができる。

【0031】

また、図6に示す光電変換装置においては、第2導電型の半導体層90を第2導電型の半導体層30から分離し、第2導電型の半導体層90に接続される電位供給手段100を設けている。電位供給手段100は、第2導電型の半導体層90の電位を独立に設定することができる。これにより、電位供給手段50は色分離特性の補正に用いる一方で、電位供給手段90から第2導電型の半導体層90に供給される電位は暗電流成分の低減に最適化した電位に設定することが可能となる。

10

【0032】

第4の実施形態によれば、第1導電型の半導体層40の上の最表面に第2導電型の半導体層90を追加することにより、暗電流成分を低減させることができる。

【0033】

(第5の実施形態)

次に、本発明の第5の実施形態について説明する。

図7は、第5の実施形態による光電変換装置の構成例を示す断面図である。但し、ここでは上述した第1の実施形態との相違点についてのみ説明する。

【0034】

20

第5の実施形態による光電変換装置は、図7に示すように第1導電型の半導体層40の上に第2導電型の半導体層110が形成され、第2導電型の半導体層110の上に第1導電型の半導体層120が形成されている。また、第2導電型の半導体層110には電位供給手段130が接続されており、第1導電型の半導体層120には電流出力端子140が備えられている。電位供給手段130は、第2導電型の半導体層110の電位を独立に設定することができる。すなわち、第5の実施形態による光電変換装置では、電位供給手段50、80及び130は、それぞれ対応する第2導電型の半導体層30、10及び110の電位を独立に設定することができる。

【0035】

図7に示す光電変換装置においては、電流出力端子60、70及び130から、それぞれ分光特性の異なる3つの色信号を得ることができ、図8に一例を示すような分光特性を得ることができる。図7に示す光電変換装置において、電位供給手段50、80及び130の電位を個別に調整することにより、図8に示した分光特性1と分光特性2との色分離特性、及び分光特性2と分光特性3との色分離特性を個別に調整することが可能となる。

30

【0036】

第5の実施形態によれば、電位供給手段50、80及び130から供給される電位を個別に調整することにより、第2導電型の半導体層30、10及び110の電位を独立して制御することができる。したがって、プロセスばらつきによる分光特性への影響の軽減を、より精度よく行うことが可能となる。

【0037】

40

なお、第5の実施形態において、第2導電型の半導体層10、30及び110のうちの任意の2つが互いに接続され、両者の電位が共通に設定されてもよい。ただし、そのような場合であっても、第2導電型の半導体層10、30及び110のうちの少なくとも1つの半導体層は、他の2つの半導体層から電氣的に分離され、独立して電位が設定される。

【0038】

(第6の実施形態)

次に、本発明の第6の実施形態について説明する。

図9は、第6の実施形態による光電変換装置の構成例を示す断面図であり、図10は、図9に示した光電変換装置の平面図であり、図10中のA-A'部が図9の光電変換装置の断面図に対応する。但し、ここでは上述した第1の実施形態との相違点についてのみ説

50

明する。

【 0 0 3 9 】

第 6 の実施形態による光電変換装置は、図 9 及び図 1 0 に示すように、第 1 導電型の半導体層 2 0 及び 4 0 の間の第 2 導電型の半導体層 3 0 の表面部が、半導体層 3 0 の他の部分に比べて高濃度の第 2 導電型の不純物領域 1 5 0 である。図 9 において、「分離幅」は、第 1 導電型の半導体層 2 0 及び 4 0 の平面方向の距離を示している。また、図 9 において、「開口領域」は、第 1 導電型の半導体層 2 0 及び 4 0 の重なり領域を示しており、光を照射した際に適切な分光特性を得ることができる領域である。

【 0 0 4 0 】

第 6 の実施形態によれば、第 1 導電型の半導体層 2 0 及び 4 0 の間の第 2 導電型の高濃度不純物領域 1 5 0 により、分離幅をより狭くしても第 1 導電型の半導体層 2 0 及び 4 0 はショートしづらく（電氣的に接続されにくく）なっている。したがって、図 9 に示した開口領域を広くすることができ、感度を向上させることができる。

【 0 0 4 1 】

（第 7 の実施形態）

次に、本発明の第 7 の実施形態について説明する。

図 1 1 は、第 7 の実施形態による光電変換装置の構成例を示す断面図である。但し、ここでは上述した第 2 の実施形態との相違点についてのみ説明する。

【 0 0 4 2 】

第 1 導電型の半導体層 2 0 にバイポーラトランジスタ 1 6 0 のベースが接続され、第 1 導電型の半導体層 4 0 にバイポーラトランジスタ 1 6 1 のベースが接続されている。また、バイポーラトランジスタ 1 6 0 のエミッタには、負荷 1 7 0 及び出力端子 1 8 0 が接続され、バイポーラトランジスタ 1 6 1 のエミッタには、負荷 1 7 1 及び出力端子 1 8 1 が接続されている。バイポーラトランジスタ 1 6 0 及び 1 6 1 のコレクタは、電源電圧  $V_{cc}$  のノードに接続されている。

【 0 0 4 3 】

第 7 の実施形態による光電変換装置は、第 1 導電型の半導体層 2 0 及び 4 0 から得られる光電流をバイポーラトランジスタ 1 6 0 及び 1 6 1 のベースに入力し、増幅した光電流をそれぞれのエミッタから出力する。また、その電流を負荷 1 7 0 及び 1 7 1 により電圧変換し、出力端子 1 8 0 及び 1 8 1 から出力する。

【 0 0 4 4 】

ここで、第 2 導電型の半導体層 3 0 の電位は、電位供給手段 5 0 により最下層の第 2 導電型の半導体層 1 0 の電位（例えば、電源電位）よりも高く設定している。これにより、バイポーラトランジスタ 1 6 0 、 1 6 1 のベース電位がより高くなっても、第 1 導電型の半導体層 2 0 及び 4 0 が導通することを防ぐことができる。よって、バイポーラトランジスタ 1 6 0 、 1 6 1 のベース電位及びエミッタ電位の動作可能範囲を広げ、回路のダイナミックレンジを広げることが可能となる。

【 0 0 4 5 】

第 7 の実施形態によれば、第 2 導電型の半導体層 3 0 を最下層の第 2 導電型の半導体層 1 0 から分離し、第 2 導電型の半導体層 1 0 より高い電位を第 2 導電型の半導体層 3 0 に供給することにより、回路のダイナミックレンジを広げることが可能となる。

【 0 0 4 6 】

（第 8 の実施形態）

次に、本発明の第 8 の実施形態について説明する。

図 1 2 は、第 8 の実施形態による光電変換装置の構成例を示す断面図である。但し、ここでは上述した第 2 の実施形態との相違点についてのみ説明する。

【 0 0 4 7 】

MOSFET（電界効果トランジスタ）1 9 0 、 1 9 1 、 2 1 0 、 2 1 1 は、P 型トランジスタである。第 1 導電型の半導体層 2 0 には MOSFET 1 9 0 のゲート及び MOSFET 2 1 0 のソースが接続され、第 1 導電型の半導体層 4 0 には MOSFET 1 9 1 の

10

20

30

40

50



ゲート及びMOSFET 211のソースが接続されている。また、MOSFET 190のソースには電流源200及び出力端子220が接続され、MOSFET 191のソースには電流源201及び出力端子221が接続されている。MOSFET 190、191は、それぞれ電流源200、201とソースフォロワを構成している。MOSFET 210及び211のゲートにはリセット信号resetが供給され、MOSFET 210及び211のドレインは、リセット電位Vresetのノードに接続されている。

【0048】

第8の実施形態による光電変換装置は、まずMOSFET 210及び211をオンして（導通状態にして）、第1導電型の半導体層20及び40の電位をリセット電位に初期化する。その後、MOSFET 210及び211をオフして（非導通状態にして）、第1導電型の半導体層20及び40からの光電変換によって得られる信号電荷をMOSFET 190及び191のゲート端子に付随する容量で電圧変換を行う。そして、その信号電圧を出力端子220及び221から読み出す。

【0049】

ここで、第2導電型の半導体層30の電位は、電位供給手段50により最下層の第2導電型の半導体層10の電位（例えば、電源電位）よりも高く設定している。これにより、MOSFET 190、191のゲート電位がより高くなっても、第1導電型の半導体層20及び40が導通することを防ぐことができる。よって、回路のダイナミックレンジを広げることが可能となる。

【0050】

第8の実施形態によれば、第2導電型の半導体層30を最下層の第2導電型の半導体層10から分離し、第2導電型の半導体層10より高い電位を第2導電型の半導体層30に供給することにより、回路のダイナミックレンジを広げることが可能となる。

【0051】

なお、上述した第1～第8の実施形態では、第1導電型をP型とし、第2導電型をN型としているが、第1導電型をN型とし、第2導電型をP型としてもよい。また、上述した第1～第8の実施形態では、第1導電型の半導体層の数が2もしくは3の場合を一例として説明したが、これに限られるものではなく、第1導電型の半導体層の数は任意（ただし、複数）である。また、上述した第1～第8の実施形態の各実施形態を適宜組み合わせたものも本発明の実施形態に含まれる。

【0052】

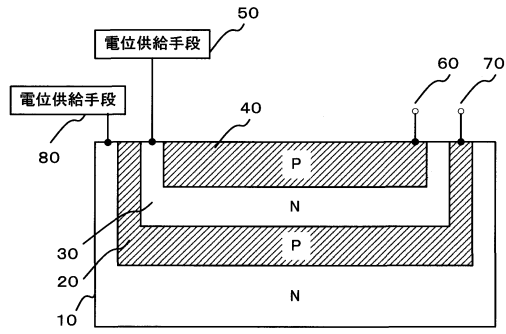
なお、前記実施形態は、何れも本発明を実施するにあたっての具体化のほんの一例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されてはならないものである。すなわち、本発明はその技術思想、又はその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。

【符号の説明】

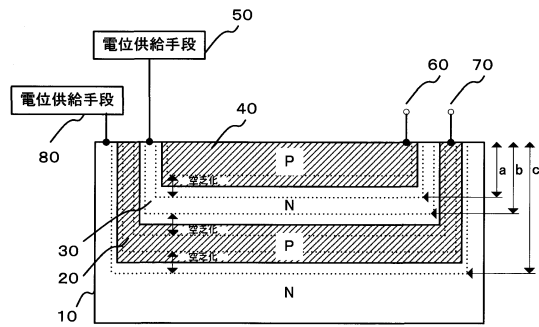
【0053】

10、30、90、110...第2導電型の半導体層 20、40、120...第1導電型の半導体層 50、80、100、130...電位供給手段 60、70、140...電流出力端子 150...第2導電型の高濃度不純物領域

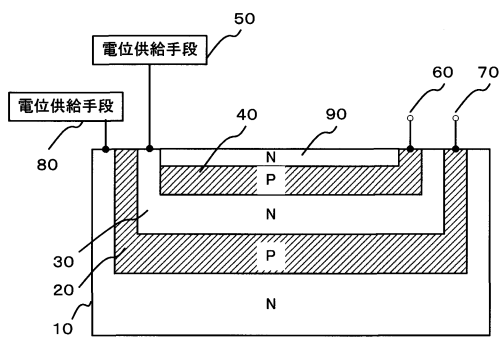
【図 1】



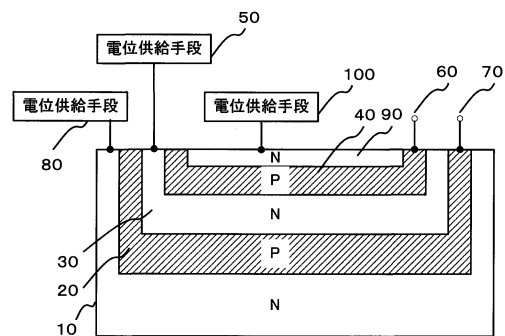
【図 2】



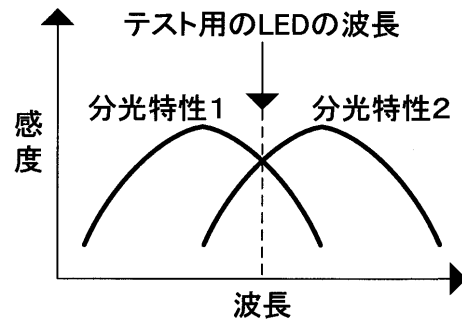
【図 5】



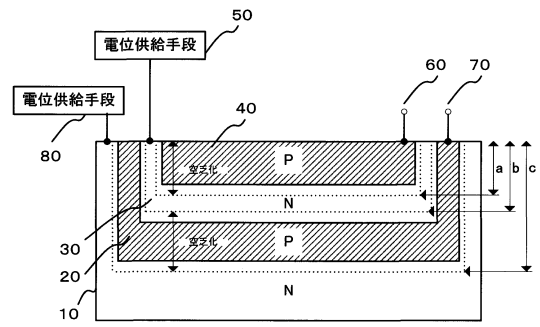
【図 6】



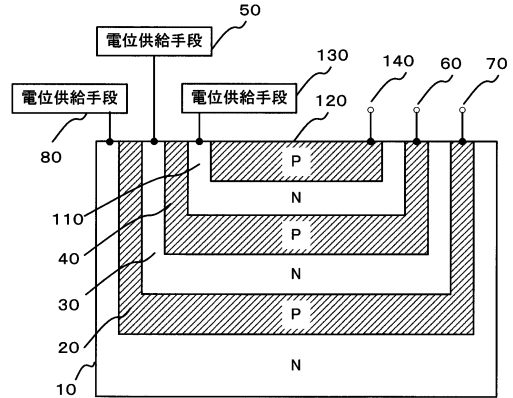
【図 3】



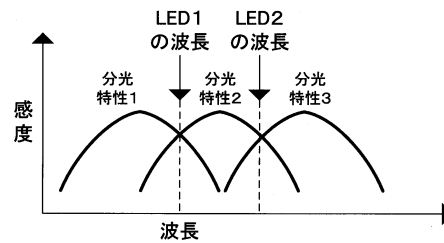
【図 4】



【図 7】



【図 8】





---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 3 - 2 9 8 1 0 2 ( J P , A )  
特開昭 6 1 - 1 8 7 2 8 2 ( J P , A )  
特開平 7 - 3 8 1 3 6 ( J P , A )  
特開 2 0 0 5 - 2 7 7 0 6 3 ( J P , A )  
特開 2 0 0 7 - 8 2 2 4 4 ( J P , A )  
米国特許出願公開第 2 0 0 7 / 0 2 1 8 5 8 0 ( U S , A 1 )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
H 0 1 L 3 1 / 1 0 - 3 1 / 1 1 9  
H 0 1 L 2 7 / 1 4 - 2 7 / 1 4 8