(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3836935号
(P3836935)
(45)発行日　平成18年10月25日(2006.10.25)　(24)登録日　平成18年8月4日(2006.8.4)

(51)Int.Cl.		F I		
H01L 31/00	(2006.01)	H01L	31/00	
G01B 11/00	(2006.01)	G01B	11/00	B
G01C 3/06	(2006.01)	G01C	3/06	110A

請求項の数 6　(全 24 頁)

(21)出願番号　特願平9-97566
(22)出願日　平成9年4月15日(1997.4.15)
(65)公開番号　特開平10-290013
(43)公開日　平成10年10月27日(1998.10.27)
審査請求日　平成16年1月28日(2004.1.28)

(73)特許権者　000236436
浜松ホトニクス株式会社
静岡県浜松市市野町１１２６番地の１
(74)代理人　100088155
弁理士　長谷川　芳樹
(74)代理人　100089978
弁理士　塩田　辰也
(74)代理人　100092657
弁理士　寺崎　史朗
(74)代理人　100089901
弁理士　吉井　一男
(72)発明者　竹下　辰夫
静岡県浜松市市野町１１２６番地の１　浜松ホトニクス株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】半導体位置検出器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

複数の抵抗領域が所定方向に連続してなる基幹導電層と、受光面上の入射光位置に応じて前記基幹導電層両端からの出力電流が異なるように前記基幹導電層から前記受光面に沿って延びた複数の分枝導電層と、を備え、前記抵抗領域は、実質的に同一の抵抗率を有し、且つ、前記所定方向に垂直な幅が前記基幹導電層の一端から他端に向かうにしたがって広くなっており、前記受光面は、前記分枝導電層の形成された半導体基板の表面領域で規定されることを特徴とする半導体位置検出器。

【請求項２】

前記抵抗領域の幅は、前記基幹導電層の一端からの前記所定方向に沿った位置の１次関数又は２次関数であることを特徴とする請求項１に記載の半導体位置検出器。

【請求項３】

前記基幹導電層の一端部に位置する最も狭い幅を有する抵抗領域から延びた所定の前記分枝導電層に隣接し、前記基幹導電層よりも低い抵抗率を有する高濃度半導体領域と、前記入射光に応じて前記高濃度半導体領域を通過した電荷が前記基幹導電層を介することなく流れ込むことが可能な位置に設けられ、前記出力電流の一方が取り出される信号取出電極と、を更に備えることを特徴とする請求項１に記載の半導体位置検出器。

【請求項４】

前記基幹導電層上に形成された遮光膜を更に備えることを特徴とする請求項２に記載の半導体位置検出器。

【請求項５】
前記基幹導電層両端からの出力電流がそれぞれ取り出される一対の信号取出電極を更に備え、前記基幹導電層は前記信号取出電極間に位置し、前記遮光膜は絶縁性の材料から構成され、前記信号取出電極間の前記基幹導電層を覆っていることを特徴とする請求項４に記載の半導体位置検出器。
【請求項６】
前記遮光膜は黒色のホトレジストからなることを特徴とする請求項５に記載の半導体位置検出器。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、入射光の位置を検出する半導体位置検出器（ＰＳＤ）に関する。
【０００２】
【従来の技術】
半導体位置検出器（ＰＳＤ）は所謂三角測量の原理等を用いて被測定物の距離を測定する装置として知られている。ＰＳＤはアクティブ方式の距離測定器としてカメラ等の撮像機器に搭載されており、このような撮像機器においてはＰＳＤによって測定された被測定物の距離に基づいて撮影レンズのフォーカシングが行われている。
【０００３】
【発明が解決しようとする課題】
上述のＰＳＤにおいては、被測定物までの距離に応じてＰＳＤの受光面上の入射光スポットの位置が移動する。入射光スポット位置に応じてＰＳＤ抵抗層の抵抗値が分割され、抵抗分割比に応じてＰＳＤからの出力電流が変化するため、当該出力電流に基づいて被測定物までの距離を検出することができる。ところが、三角測量法の原理を用いて距離測定を行う場合、近距離にある被測定物までの距離が変化したときには入射光スポットの位置が受光面上で大きく移動するのに対し、遠距離にある被測定物までの距離が変化したときには入射光スポットの位置はあまり移動しない。すなわち、従来、遠距離にある被測定物までの距離検出精度は近距離における精度と比較して低いとされていた。そこで、入射光スポットの照射される抵抗層の幅を受光面の近距離側から遠距離側に向かうにしたがって１次関数的に狭くすることで、遠距離にある被測定物からの入射光スポットの移動量が微小であっても抵抗層の抵抗分割比が大きく変化するようにしたものが、特開平４－２４０５１１号公報に記載されている。
【０００４】
しかしながら、同公報に記載のＰＳＤでは、抵抗層の幅を遠距離側から近距離側に向かうにしたがって１次関数的に広くする、すなわち、抵抗層の幅を近距離側から遠距離側に向かうにしたがって１次関数的に狭くしている。この抵抗層は受光面を形成している。抵抗層は、微小な抵抗がマトリクス状に結線された微小抵抗集合体として考えることができる。抵抗層に光が入射することによって発生する電荷は、入射光位置から抵抗層両端の電極までの抵抗比に基づいて分割されるが、抵抗層幅方向に整列した微小抵抗群の一部のみにスポット形状の入射光が照射されると、発生した電荷は抵抗層長さ方向に沿って均一にこれを通過せず、したがって、抵抗層の形状から理論的に計算される入射光位置と出力電流との関係式が、入射光位置及び入射光形状毎に異なり、出力電流から単一の関係式を用いて入射光位置を正確に演算することは困難である。すなわち、出力電流から正確な入射光位置を得るためには、入射光位置及び入射光形状毎に異なる複数の演算回路を必要とする。換言すれば、上記従来のＰＳＤにおいては、抵抗層幅方向に整列した微小抵抗群の全部に入射光が照射される場合、すなわち、スリット形の入射光が抵抗層を縦断するように入射する場合にのみ、単一の演算回路を用いて入射光位置を求めることができる。
【０００５】
本発明は、上述の課題を解決するためになされたものであり、従来に比して位置検出精度を更に向上させることができ、且つ、入射光形状に制限がない半導体位置検出器を提供す

ることを目的とする。

【０００６】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る半導体位置検出器は、複数の抵抗領域が所定方向に連続してなる基幹導電層と、受光面上の入射光位置に応じて基幹導電層両端からの出力電流が異なるように基幹導電層から受光面に沿って延びた複数の分枝導電層と、を備え、抵抗領域は、実質的に同一の抵抗率を有し、且つ、所定方向に垂直な幅が基幹導電層の一端から他端に向かうにしたがって広くなっており、受光面は、分枝導電層の形成された半導体基板の表面領域で規定されることを特徴とする。なお、複数の抵抗領域は、各抵抗領域間に分枝導電層を介在させつつ連続していることが望ましいが、各抵抗領域が互いに接触しつつ連続していてもよい。

【０００７】

入射光の位置は被測定物の距離に応じて受光面上を移動する。受光面への入射光の照射に応じて発生した電荷は分枝導電層を通って基幹導電層に流れ込む。分枝導電層は受光面上の入射光位置に応じて基幹導電層両端からの出力電流が異なるように延びているため、この出力電流から入射光位置を検出することができる。基幹導電層を構成する複数の抵抗領域の幅は一端から他端に向かうにしたがって広くなっており、それぞれの抵抗率は実質的に同一であるため、遠距離にある被測定物からの入射光に応じて発生した電荷が幅狭の抵抗領域に流れ込むように本半導体位置検出器を配置すると、被測定物の距離が変化することによって入射光位置が受光面上で微小にしか移動しない場合においても、幅狭の抵抗領域の抵抗値は高いため、基幹導電層両端からの出力電流は大きく変化する。

【０００８】

なお、入射光は分枝導電層にて受光し、発生した電荷は基幹導電層にて抵抗分割しているため、基幹導電層の幅を狭くすることができ、不純物濃度を上げて抵抗率を下げても所望の抵抗値を得ることができる。すなわち、不純物濃度を上げることにより、制御可能な最小不純物濃度の全体の不純物濃度に対する割合が小さくなるため、抵抗率のばらつきが小さくなり、位置検出精度が向上する。

【０００９】

また、抵抗領域の幅は、基幹導電層の一端からの所定方向に沿った位置の１次関数又は２次関数であることが望ましく、入射光が分枝導電層の形成された受光面に照射されるため、入射光の形状を制限することなく、抵抗領域の幅が位置の１次関数又は２次関数であることから導出される距離検出のための関数を用いて、基幹導電層両端からの出力電流から被測定物までの距離を演算することができる。

【００１０】

基幹導電層の両端に出力電流を取り出すための信号取出電極を設けた場合、これに隣接する分枝導電層に入射光が照射されると、入射光の一部分が信号取出電極に照射されるため、入射光の重心位置が真の位置から分枝導電層側にずれ、位置検出精度が劣化する。

【００１１】

そこで、本発明の半導体位置検出器は、基幹導電層の一端部に位置する最も狭い幅を有する抵抗領域から延びた所定の分枝導電層に隣接し、基幹導電層よりも低い抵抗率を有する高濃度半導体領域と、入射光に応じて高濃度半導体領域を通過した電荷が基幹導電層を介することなく流れ込むことが可能な位置に設けられ、前記出力電流の一方が取り出される信号取出電極とを更に備えることを特徴とする。

【００１２】

高濃度半導体領域がない場合、基幹導電層の一端部に位置する最も狭い幅を有する抵抗領域から延びた分枝導電層及び信号取出電極に入射光が照射されると、信号取出電極からの出力電流は、入射光が信号取出電極に遮られることによって減少する。しかしながら、本発明の半導体位置検出器は、高濃度半導体領域を備えており、高濃度半導体領域に照射された入射光に応じて発生した電荷は基幹導電層を介することなく信号取出電極に流れ込み、信号取出電極からの出力電流を増加させるので、演算される入射光の重心位置を真の位

置に近づけ、位置検出精度を向上させることができる。

【００１３】

基幹導電層に光が照射された場合、光の形状によっては演算される入射光位置が真の値からずれてしまうことがある。そこで、更に高い精度を要求する場合、本半導体位置検出器は、基幹導電層上に形成された遮光膜を更に備えることとし、位置検出精度をさらに向上させることとした。

【００１４】

また、本半導体位置検出器が、基幹導電層両端からの出力電流がそれぞれ取り出される一対の信号取出電極を備え、基幹導電層が信号取出電極間に位置する場合には、遮光膜は絶縁性の材料から構成され、信号取出電極間の基幹導電層を覆っていることを特徴とする。遮光膜を絶縁性の材料から構成した場合、信号電極間の基幹導電層の全領域を遮光膜で覆っても信号取出電極が短絡されることがない。

【００１５】

また、この遮光膜は黒色のホトレジストからなることが好ましい。通常のホトレジストは金属配線等の素子を形成する際のマスクとして用いられるが、本発明ではホトレジスト自体に黒色のものを用いる。したがって、硬化前のホトレジストに光を照射して現像するのみで遮光膜を形成することができる。

【００１６】

【発明の実施の形態】

以下、実施の形態に係る半導体位置検出器について説明する。同一要素又は同一機能を有する要素には同一符号を用いるものとし、重複する説明は省略する。

【００１７】

（第１実施形態）

図１は第１実施形態に係る半導体位置検出器（ＰＳＤ）の平面図、図２は図１に示したＰＳＤのＡ－Ａ矢印断面図、図３は図１に示したＰＳＤのＢ－Ｂ矢印断面図である。なお、説明に用いるＰＳＤの断面図は、その端面を示す。

【００１８】

本実施形態に係るＰＳＤは、低濃度ｎ型Ｓｉからなる半導体基板２ｎと、半導体基板２ｎの裏面に形成された高濃度ｎ型Ｓｉからなる裏面側ｎ型半導体層１ｎとを備える。半導体基板２ｎの表面は長方形である。以下の説明では、裏面側ｎ型半導体層１ｎからｎ型半導体基板２ｎへ向かう方向を上方向とし、ｎ型半導体基板２ｎの長方形表面の長辺の伸延方向を長さ方向（長手方向）Ｘ、短辺の伸延方向を幅方向Ｙ、長さ方向Ｘ及び幅方向Ｙ双方に垂直な方向を深さ方向（厚さ方向）Ｚとする。すなわち、方向Ｘ、Ｙ及びＺは互いに直交している。

【００１９】

本ＰＳＤは、半導体基板２ｎ内に形成され、長さ方向Ｘに沿って延びた基幹導電層P_Nを備える。基幹導電層P_Nはｐ型Ｓｉからなり、基幹導電層P_Nの抵抗率は半導体基板２ｎの抵抗率よりも低い。基幹導電層P_Nは、複数のｐ型の抵抗領域P_1～P_{20}がＰＳＤの長さ方向Ｘに沿って連続してなり、ｎ型半導体基板２ｎ内に形成されている。各抵抗領域P_1～P_{20}は実質的に同一の不純物濃度を有しており、ｎ型半導体基板２ｎの表面から厚さ方向Ｚに沿って実質的に同一の深さまで延びている。各抵抗領域P_1～P_{20}は実質的に同一の抵抗率ρを有する。各抵抗領域P_1～P_{20}の表面は台形をしており、台形表面の上底及び下底は共に幅方向Ｙに平行であり、残りの２辺のうちのＰＳＤ表面の外縁側にある一方の辺は長さ方向Ｘに平行であって上底及び下底と直交し、他方の辺は長さ方向Ｘに対して同一の角度をなしており、且つ、これら２辺はそれぞれ同一直線上に位置する。したがって、基幹導電層P_Nの表面の輪郭は全体として略台形を構成する。

【００２０】

本ＰＳＤは、ＰＳＤの表面両端部に形成され、基幹導電層P_N両端からの出力電流がそれぞれ取り出される一対の信号取出電極１ｅ，２ｅを備える。以下の説明では、基幹導電層P_Nの最も信号取出電極１ｅに近い位置を長さ方向Ｘの基準位置（Ｘ＝０）とする。また

、基幹導電層P_N表面を構成する辺のうち、長さ方向Ｘに平行なものの位置を幅方向Ｙの基準位置（Ｙ＝０）とする。また、信号取出電極１ｅから信号取出電極２ｅに向かう方向をＸの正方向とし、基幹導電層P_Nから受光面へ向かう方向をＹの正方向とする。本実施形態のＰＳＤでは、基幹導電層P_Nの幅Ｙは信号取出電極１ｅから２ｅに向かうに従って広くなっており、幅Ｙ＝ａＸ＋ｂの関係を有する。但し、ａ及びｂは定数である。

【００２１】

本ＰＳＤは、基幹導電層P_Nから受光面に沿って延びた複数の分枝導電層４P_Nを備える。分枝導電層４P_Nは高濃度ｐ型Ｓｉからなる。分枝導電層４P_Nの不純物濃度は、基幹導電層P_Nの不純物濃度よりも高く、また、分枝導電層４P_Nの抵抗率は、基幹導電層P_Nの抵抗率よりも低い。分枝導電層４P_Nを構成する複数の分枝導電層４P_1～４P_{19}は、ｎ型半導体基板２ｎ内に形成されており、基幹導電層P_Nを構成する複数の抵抗領域P_1～P_{20}間から幅方向Ｙに沿って延びている。分枝導電層４P_1～４P_{19}は、厚み方向Ｚに沿ってｎ型半導体基板２ｎの表面から基幹導電層P_Nの深さよりも深い位置まで延びており、分枝導電層４P_1～４P_{19}の幅方向Ｙの長さは同一である。

【００２２】

また、分枝導電層４P_Nの幅方向Ｙに沿った長さは、入射光スポットの直径よりも長く、このスポットが基幹導電層P_Nに照射されないようにすることができる。

【００２３】

本ＰＳＤは、抵抗領域P_1～P_{20}が長さ方向Ｘに連続してなる基幹導電層P_Nの両端にそれぞれ連続し、半導体基板２ｎ内に形成された一対の高濃度信号取出用半導体層１ｐ，２ｐを備える。高濃度信号取出用半導体層１ｐ，２ｐは、高濃度ｐ型Ｓｉからなる。高濃度信号取出用半導体層１ｐ，２ｐは、半導体基板２ｎの表面から厚み方向Ｚに沿って抵抗領域P_1～P_{20}の深さよりも深い位置まで延びている。高濃度信号取出用半導体層１ｐ，２ｐは、それぞれ長方形の表面を有しており、その長辺は幅方向Ｙに平行であって、短辺は長さ方向Ｘに平行である。基幹導電層P_Nの両端は、それぞれ高濃度信号取出用半導体層１ｐ，２ｐの長方形表面の長辺の一端部を境界として高濃度信号取出用半導体層１ｐ，２ｐに連続している。換言すれば、基幹導電層P_Nの長さ方向Ｘに沿った一方の端部、すなわち、最も幅Ｙの狭い抵抗領域P_1は、一方の高濃度信号取出用半導体層１ｐの幅方向Ｙに沿った一方の端部に連続しており、基幹導電層P_Nの長さ方向Ｘに沿った他方の端部、すなわち、最も幅Ｙの広い抵抗領域P_{20}は他方の高濃度信号取出用半導体層２ｐの幅方向Ｙに沿った一方の端部に連続している。

【００２４】

本ＰＳＤは、半導体基板２ｎの長方形表面の外周部に形成された外枠半導体層３ｎを備える。外枠半導体層３ｎは、高濃度ｎ型Ｓｉである。外枠半導体層３ｎは、半導体基板２ｎの長方形表面の外縁領域内に形成されてロの字形をなし、分枝導電層４P_N、基幹導電層P_N及び高濃度信号取出用半導体層１ｐ，２ｐの形成された基板表面領域を包囲し、ｎ型半導体基板２ｎの表面から厚み方向Ｚに沿って所定の深さまで延びている。

【００２５】

本ＰＳＤは、半導体基板２ｎ内に形成された分枝導電層隔離用半導体層４ｎを備える。分枝導電層隔離用半導体層４ｎは、高濃度ｎ型Ｓｉである。分枝導電層隔離用半導体層４ｎは、ロの字形の外枠半導体層３ｎの一方の長辺の内側から幅方向Ｙに沿って基幹導電層P_N方向に延びた複数のｎ型の分枝領域４n_1～４n_{20}からなる。各分枝領域４n_1～４n_{20}は、厚み方向Ｚに沿ってｎ型半導体基板２ｎの表面から所定深さまで延びている。ｎ型の分枝領域４n_2～４n_{19}は、ｐ型の分枝導電層４P_1～４P_{19}と略同一の深さを有し、分枝導電層４P_1～４P_{19}間に介在し、分枝導電層４P_1～４P_{19}を電気的に隔離している。すなわち、分枝領域４n_2～４n_{19}は、分枝導電層４P_1～４P_{19}の隣接するもの同士間を長さ方向Ｘに沿って流れる電流を阻止している。最も外側に位置する分枝領域４n_1及び４n_{20}は、長さ方向Ｘに沿って最も外側にある分枝導電層４P_1，４P_{19}と高濃度信号取出用半導体層１ｐ，２ｐとの間にそれぞれ介在し、分枝導電層４P_1，４P_{19}と高濃度信号取出用半導体層１ｐ，２ｐとをそれぞれ電気的に隔離している。

【００２６】
本ＰＳＤは、ｎ型半導体基板２ｎの長方形表面を覆うパッシベーション膜５を備える。なお、図１及び以下の実施形態に係るＰＳＤの平面図においてはパッシベーション膜５の記載を省略する。パッシベーション膜５は、信号取出電極用の１対の長方形開口を長さ方向両端部に有し、外枠電極用のロの字形開口を外周部に有する。パッシベーション膜５は、SiO_2からなる。信号取出電極１ｅ，２ｅは、パッシベーション膜５の信号取出電極用の１対の開口をそれぞれ介して、それぞれ高濃度信号取出用半導体層１ｐ，２ｐ上に形成されており、高濃度信号取出用半導体層１ｐ，２ｐにオーミック接触している。なお、信号取出電極１ｅ，２ｅの表面形状は、高濃度信号取出用半導体層１ｐ，２ｐの表面形状と同一である。

【００２７】
本ＰＳＤは、パッシベーション膜５の外枠電極用の開口を介して、ｎ型の外枠半導体層３ｎ上に形成された外枠電極３ｅを備える。外枠電極３ｅは、外枠半導体層３ｎとオーミック接触している。外枠電極３ｅは、半導体基板２ｎ外周部への光の入射を阻止する。また、外枠電極３ｅと信号取出電極１ｅ，２ｅとの間に所定の電圧を印加することもできる。

【００２８】
本ＰＳＤは、裏面側ｎ型半導体層１ｎの下面に形成された下面電極４ｅを備える。下面電極４ｅは、裏面側ｎ型半導体層１ｎとオーミック接触している。

【００２９】
１対の信号取出電極１ｅ，２ｅと下面電極４ｅとの間に、ｐ型分枝導電層$４Ｐ_Ｎ$及びｎ型半導体基板２ｎから構成されるｐｎ接合ダイオードに逆バイアス電圧が印加されるような電圧を与えた状態で、分枝導電層$４Ｐ_Ｎ$の形成されたｎ型半導体基板２ｎの表面領域で規定される受光面に入射光がスポット光として入射すると、この入射光に応じてＰＳＤ内部で正孔電子対（電荷）が発生し、拡散及びＰＳＤ内部の電界にしたがってその一方は分枝導電層$４Ｐ_Ｎ$内に流れ込む。この電荷は、分枝導電層$４Ｐ_Ｎ$内を伝導して基幹導電層$Ｐ_Ｎ$の所定の抵抗領域に流れ込み、所定の抵抗領域の基幹導電層$Ｐ_Ｎ$の長さ方向Ｘの位置に応じてその電荷量が分配され、分配された電荷はそれぞれ基幹導電層$Ｐ_Ｎ$の両端を介して信号取出電極１ｅ及び２ｅから取り出される。

【００３０】
本実施形態に係るＰＳＤでは、上述の分枝導電層$４Ｐ_Ｎ$を備えており、入射光は分枝導電層$４Ｐ_Ｎ$の形成された受光面に照射される。したがって、入射光形状の影響を受けず、位置を正確に検出することができ、位置検出精度を従来のＰＳＤよりも向上させることができる。

【００３１】
以下の説明では、入射光の受光面への入射に応じて信号取出電極１ｅ及び２ｅからそれぞれ出力される出力電流をそれぞれＩ１及びＩ２とする。

【００３２】
図４は、図１に示したＰＳＤ１００を用いた測距装置を示し、この測距装置はカメラ等の撮像機器に設けることができる。なお、この測距装置には図１に示したＰＳＤの代わりに以下の実施形態のＰＳＤのいずれを用いてもよい。この測距装置は、ＰＳＤ１００と、発光ダイオード（ＬＥＤ）１０１と、投光用レンズ１０２と、集光用レンズ１０３と、演算回路１０４とを備える。なお、ＰＳＤ１００には上記電圧が印加されている。ＰＳＤ１００は、その長さ方向Ｘがレンズ１０２及び１０３の光軸間距離（基線長）Ｂによって規定される線分と平行となるように配置され、且つ、信号取出電極１ｅが信号取出電極２ｅよりもレンズ１０３の光軸に近くなるように配置されている。また、レンズ１０２，１０３とＰＳＤ１００の受光面との間の距離ｆは、これらのレンズ１０２，１０３の焦点距離に略一致する。なお、集光レンズ１０３の光軸上には、基幹導電層$Ｐ_Ｎ$の最も信号取出電極１ｅに近い端部に一致する受光面が位置する。

【００３３】
ＬＥＤ１０１から出射された赤外光が、投光用レンズ１０２を介して近距離（Ｌ１）にあ

る被測定物ＯＢ１に照射されると、被測定物ＯＢ１からの反射光は集光レンズ１０３を介してＰＳＤの受光面の近距離側、すなわち、信号取出電極２ｅに近い方の分枝導電層４P_Nに入射する。また、遠距離（Ｌ２）にある被測定物ＯＢ２からの反射光は、集光レンズ１０３を介してＰＳＤの受光面の遠距離側、すなわち、信号取出電極１ｅに近い方の分枝導電層４P_Nに入射する。

【００３４】

近距離にある被測定物ＯＢ１で反射された光の受光面上への入射位置Ｘ１は、集光レンズ１０３の光軸からＰＳＤの長さ方向Ｘに沿って距離Ｘ１離れた位置にあり、遠距離にある被測定物ＯＢ２で反射された光の受光面上への入射位置Ｘ２は、集光レンズ１０３の光軸からＰＳＤの長さ方向Ｘに沿って距離Ｘ２離れた位置にある。また、基幹導電層P_Nの長さ方向Ｘの全長をＣとする。

【００３５】

被測定物までの距離Ｌ（Ｌ１，Ｌ２）と入射光スポット位置Ｘ（Ｘ１，Ｘ２）は、以下の式で与えられる関係を有し、この関係を図５に示す。なお、本実施形態のＰＳＤでは基線長Ｂ＝３０ｍｍ、焦点距離ｆ＝１５ｍｍとする。

【００３６】

【数１】

$$L = f \times (B / X)$$

【００３７】

図５に示すように、距離Ｌが長くなるにしたがって距離Ｌの変動量に対する入射光スポット位置Ｘの移動量は小さくなる。一方、基幹導電層P_Nの幅Ｙと長さ方向位置Ｘとは、Ｙ＝ａＸ＋ｂの関係を有する。すなわち、抵抗領域P_1～P_{20}の幅Ｙは、基幹導電層P_Nの一端からの長さ方向に沿った位置Ｘの１次関数である。この場合、入射光位置Ｘと光電流相対出力（％）とは図６に示す関係を有する。ここでは、基幹導電層P_Nの全長Ｃを１００００μｍとし、幅Ｙと位置ＸがＹ＝０．１Ｘ＋１０（μｍ）を満たすものとする。なお、光電流相対出力とは、基幹導電層P_N両端からの出力電流Ｉ１及びＩ２の全出力電流Ｉ１＋Ｉ２に対する比率である。また、比率Ｒ１＝Ｉ１／（Ｉ１＋Ｉ２）及びＲ２＝Ｉ２／（Ｉ１＋Ｉ２）が算出された場合、入射光スポット位置Ｘは以下の式で求められる。

【００３８】

【数２】

$$X = 10^{\left(\log|b/a| \times R1 + \log|c+b/a| \times R2\right)} - (b/a)$$

【００３９】

演算回路１０４は、出力電流Ｉ１及びＩ２から比率Ｒ１及びＲ２を演算した後、位置Ｘを演算し、予め算出された距離Ｌと位置Ｘとの関係を示す表を格納したメモリ内の位置Ｘに対応する距離Ｌを検索することによって、距離Ｌを求めることができる。なお、入射光位置Ｘは、以下の関係を有するので、以下の式から直接Ｘを演算した後、上式から距離Ｌを算出してもよい。

【００４０】

【数３】

$$X = 10^{\left(\log|b/a| \times I1 + \log|c+b/a| \times I2\right)/(I1+I2)} - (b/a)$$

【００４１】

（第２実施形態）

図７は、第２の実施形態に係るＰＳＤの平面図である。なお、図７におけるＰＳＤのＡ－Ａ矢印断面及びＢ－Ｂ矢印断面はそれぞれ図２及び図３と同一であるのでその記載を省略する。すなわち、図１に示したＰＳＤと図７に示したＰＳＤとは、その基幹導電層P_Nの表面形状のみが異なる。基幹導電層P_Nの幅Ｙと長さ方向位置Ｘとは、$Y = aX^2 + b$の関係を有する。すなわち、抵抗領域P_1～P_{20}の幅Ｙは、基幹導電層P_Nの一端からの長さ方向に沿った位置Ｘの２次関数である。この場合、入射光位置Ｘと光電流相対出力（％）とは図８に示す関係を有する。ここでは、基幹導電層P_Nの全長Ｃを１０００μｍとし、幅Ｙと位置Ｘが$Y = 0.0001X^2 + 10$（μｍ）を満たすものとする。また、比率Ｒ２＝Ｉ２／（Ｉ１＋Ｉ２）が算出された場合、入射光位置Ｘは以下の式で求められる。

【００４２】

【数４】

$$X = \sqrt{b/a} \times \tan\left(R2 \times \tan^{-1}\left(C/\sqrt{b/a}\right)\right)$$

【００４３】

この場合、演算回路１０４は、出力電流Ｉ１及びＩ２から比率Ｒ２を演算した後、位置Ｘを演算し、予め算出された距離Ｌと位置Ｘとの関係を示す表を格納したメモリ内の位置Ｘに対応する距離Ｌを検索することによって、距離Ｌを求めることができる。

【００４４】

なお、入射光位置Ｘは以下の関係を有するので、以下の式から直接Ｘを算出した後、上式から距離Ｌを算出してもよい。

【００４５】

【数５】

$$X = \sqrt{b/a} \times \tan\left(\frac{I2}{I1+I2} \times \tan^{-1}\left(C/\sqrt{b/a}\right)\right)$$

【００４６】

図９は、長さ方向位置（抵抗長）Ｘと基幹導電層P_Nの幅（抵抗幅）Ｙの関係を示すグラフである。基幹導電層P_Nの全長Ｃは１０００μｍ、基幹導電層P_Nの遠距離側（Ｘ＝０に近い方）の幅Ｙの最小値は１０μｍ、基幹導電層P_Nの近距離側（Ｘ＝０から遠い方）の幅Ｙの最大値は１００μｍである。幅Ｙが位置Ｘの１次関数（$Y = aX + b$）である場合、Ｘ＝１００μｍ及び２００μｍにおける幅Ｙは、それぞれ１９μｍ及び２８μｍである。また、幅Ｙが位置Ｘの２次関数（$Y = aX^2 + b$）である場合、Ｘ＝１００μｍ及び２００μｍにおける幅Ｙは、それぞれ１０．９μｍ及び１３．６μｍである。上記第１及び第２実施形態に係るＰＳＤのように、基幹導電層P_Nの幅Ｙと長さ方向位置Ｘが１次関数（$Y = aX + b$）又は２次関数（$Y = aX^2 + b$）の関係を満たしている場合、遠距離側におけるＸの変化に対して大きくＹが変化する。したがって、Ｘ及びＹが、これらの関係にある場合、通常の製造精度で基幹導電層P_Nを製造しても、製造精度に対する幅Ｙの変化率が大きいため、必要とされる特性を有する基幹導電層P_Nを製造することができる。

【００４７】

ところが、これらの幅Ｙと位置Ｘとの関係が３次関数（$Y = aX^3 + b$）の関係を満たす場合、Ｘ＝１００μｍ及び２００μｍにおける幅Ｙは、それぞれ１０．０９μｍ及び１０．７２μｍであり、４次関数（$Y = aX^4 + b$）の関係を満たす場合、Ｘ＝１００μｍ及び２００μｍにおける幅Ｙは、それぞれ１０．００９μｍ及び１０．１４４μｍとなり、長さ方向位置Ｘの変化に対する幅Ｙの変化が著しく小さくなる。

【００４８】

したがって、幅Ｙと長さ方向位置Ｘが３次関数以上の関係を有する場合は、その幅Ｙを非

常に高い精度で制御する必要があり、通常の精度で製造した場合には位置検出精度が劣化する。

【００４９】

そこで、上記３次及び４次関数の関係を満たす場合のＸ＝１００μｍにおける幅Ｙを２次関数の関係を満たす場合と同一、すなわち、Ｙ＝１０．９μｍとなるようにａを設定した場合には、近距離側（Ｘ＝０から遠い方）の幅Ｙは、それぞれ、９１０μｍ、９０１０μｍと非常に広くなってしまう。すなわち、幅Ｙと長さ方向位置Ｘが３次関数以上の関係を有する場合に、１次及び２次関数と同様、通常の製造精度で基幹導電層P_Nを製造できるようにするには、ＰＳＤを非常に大型化しなければならない。

【００５０】

上記実施形態に係るＰＳＤでは、基幹導電層P_Nの幅Ｙと長さ方向位置Ｘが１次関数又は２次関数の関係を満たすこととしたため、ＰＳＤを大型化することなしに受光面の面積を広くするとともに、基幹導電層幅の精度を低下させることがないため、これらのＰＳＤの位置検出精度は向上する。

【００５１】

（第３実施形態）

図１０は第３実施形態に係るＰＳＤの平面図、図１１は図１０に示したＰＳＤのＡ－Ａ矢印断面図、図１２は図１０に示したＰＳＤのＢ－Ｂ矢印断面図である。本実施形態に係るＰＳＤは、第１実施形態のＰＳＤに遮光膜６を付加したものである。遮光膜６は、基幹導電層P_N上に形成されており、基幹導電層P_Nへ入射する光を遮光する。

【００５２】

第１実施形態のＰＳＤの基幹導電層P_Nに光が照射された場合には、光の形状によっては演算される入射光位置が真の値とずれてしまうことがある。そこで、本半導体位置検出器は、基幹導電層P_N上に形成された遮光膜６を更に備えることとし、位置検出精度を更に向上させることとした。なお、本遮光膜６は、基幹導電層P_Nの幅Ｙが位置Ｘの２次関数として規定されている第２実施形態のＰＳＤにも適用することができる。

【００５３】

遮光膜６は、黒色の顔料又は染料を含有する光感応性樹脂、すなわち黒色のホトレジストからなる。すなわち、遮光膜６は絶縁体であるため、遮光膜６で基幹導電層P_N表面の全領域を覆っても信号取出電極１ｅと信号取出電極２ｅとが電気的に短絡されることがない。また、遮光膜６自体が黒色のホトレジストからなるため、ホトレジストをＰＳＤの全表面上に塗布した後に、これに所定パターンの露光光を照射し、現像するのみで遮光膜６を形成できるため、遮光膜６を容易に製造することができる。

【００５４】

（第４実施形態）

図１３は第４実施形態に係るＰＳＤの平面図、図１４は図１３に示したＰＳＤのＡ－Ａ矢印断面図、図１５は図１３に示したＰＳＤのＢ－Ｂ矢印断面図である。本実施形態に係るＰＳＤは、第１実施形態に示したＰＳＤの基幹導電層P_Nの抵抗領域P_1～P_{20}の表面形状及び外枠半導体層３ｎ、外枠電極３ｅの形状並びに分枝導電層P_Nの幅方向Ｙの長さを代えたものである。

【００５５】

本ＰＳＤの基幹導電層P_Nの抵抗領域P_1～P_{20}は台形の表面を有するが、各抵抗領域P_1～P_{20}の台形表面の受光面側の辺はＰＳＤの長さ方向Ｘに平行であって、同一直線上に位置する。また、各抵抗領域P_1～P_{20}のＰＳＤの長方形表面の外縁側の辺は長さ方向Ｘと所定の角度で交差しており、基幹導電層P_NのＰＳＤの長方形表面の外縁側の辺のＹ方向の位置Ｙ１と長さ方向位置Ｘとは、Ｙ１＝－ａＸ－ｂ（但し、ａ＞０）の関係を有する。さらに、ロの字形の外枠半導体層３ｎの内側の辺であって、基幹導電層P_Nに隣接する辺は、基幹導電層P_NのＰＳＤの長方形表面の外縁側の辺、すなわち、直線Ｙ１＝－ａＸ－ｂ（但し、ａ＞０）に平行である。本実施形態のＰＳＤにおいては、基幹導電層P_Nの受光面側の辺から分枝導電層４P_N先端までの距離は一定である。したがって、それぞれ

の分枝導電層４P_Nの基幹導電層P_Nの受光面側の辺から先端までの抵抗値が略一定となるため、分枝導電層４P_Nの幅方向Ｙの抵抗値のばらつきによる位置検出精度の低下を抑制することができる。また、外枠電極３ｅの内側の一辺を基幹導電層P_Nの形状にあわせてこれに近接させることにより、外枠電極３ｅによって、基幹導電層P_Nの外側に入射する外乱光を遮光し、このような外乱光による位置検出精度の低下を更に抑制することができる。

【００５６】

（第５実施形態）

図１６は第５実施形態に係るＰＳＤの平面図、図１７は図１６に示したＰＳＤのＡ－Ａ矢印断面図、図１８は図１６に示したＰＳＤのＢ－Ｂ矢印断面図である。本実施形態に係るＰＳＤは、第４実施形態のＰＳＤにおける信号取出電極１ｅ，２ｅと最外側にある分枝導電層４P_1，４P_{19}との間に所定の領域を設け、高濃度信号取出用半導体層１ｐ，２ｐを信号取出電極１ｅ，２ｅの直下からこの領域内まで延ばしたものである。なお、高濃度信号取出用半導体層１ｐ，２ｐの伸延部分である高濃度半導体領域１１ｐ，１２ｐの直上には、信号取出電極１ｅ，２ｅが設けられておらず、高濃度半導体領域１１ｐ，１２ｐ内には入射光が入射可能である。高濃度半導体領域１１ｐ，１２ｐは、最も外側の分枝導電層４P_1，４P_{19}と所定間隔離隔しており、且つ、これに平行な幅方向Ｙに沿って延びている。したがって、入射光がこの高濃度半導体領域１１ｐ，１２ｐに入射した場合、高濃度半導体領域１１ｐ，１２ｐで発生及び収集された電荷のうち、それぞれの高濃度半導体領域１１ｐ，１２ｐに近い方の信号取出電極１ｅ，２ｅに流れ込む電荷は、基幹導電層P_Nを介することなく信号取出電極１ｅ，２ｅから取り出される。

【００５７】

すなわち、第４実施形態のＰＳＤにおいては、最も外側のＰＳＤの分枝導電層４P_1，４P_{19}近傍に入射光がスポット光として入射した場合、スポットの一部分は信号取出電極１ｅ，２ｅにより遮られるため、スポットの遮られた部分に応じて入射光重心位置がずれるが、本実施形態のＰＳＤにおいては、このような場合においてもスポット光に応じて発生した電荷を高濃度半導体領域１１ｐ，１２ｐにて収集することが可能となり、ＰＳＤによる位置検出精度をさらに向上させることができる。

【００５８】

（第６実施形態）

図１９は第６実施形態に係るＰＳＤの平面図、図２０は図１９に示したＰＳＤのＡ－Ａ矢印断面図、図２１は図１９に示したＰＳＤのＢ－Ｂ矢印断面図である。本実施形態に係るＰＳＤは、第４実施形態のＰＳＤの信号取出電極１ｅ，２ｅを一部分取り除き、信号取出電極１ｅ，２ｅの取り除かれた部分直下の高濃度信号取出用半導体層１ｐ，２ｐを高濃度半導体領域１１ｐ，１２ｐとしたものであり、高濃度半導体領域１１ｐ，１２ｐ内には入射光が入射可能である。高濃度半導体領域１１ｐ，１２ｐは、最も外側の分枝導電層４P_1，４P_{19}と所定間隔離隔しており、且つ、これに平行な幅方向Ｙに沿って延びている。したがって、入射光がこの高濃度半導体領域１１ｐ，１２ｐに入射した場合、高濃度半導体領域１１ｐ，１２ｐで発生及び収集された電荷のうち、それぞれの高濃度半導体領域１１ｐ，１２ｐに近い方の信号取出電極１ｅ，２ｅに流れ込む電荷は、基幹導電層P_Nを介することなく信号取出電極１ｅ，２ｅから取り出される。

【００５９】

すなわち、第４実施形態のＰＳＤにおいては、最も外側のＰＳＤの分枝導電層４P_1，４P_{19}近傍に入射光がスポット光として入射した場合、スポットの一部分は信号取出電極１ｅ，２ｅにより遮られるため、スポットの遮られた部分に応じて入射光重心位置がずれるが、本実施形態のＰＳＤにおいては、このような場合においてもスポット光に応じて発生した電荷を高濃度半導体領域１１ｐ，１２ｐにて収集することが可能となり、ＰＳＤによる位置検出精度をさらに向上させることができる。

【００６０】

また、信号取出電極１ｅ，２ｅは、基幹導電層P_Nの長さ方向Ｘ両端の延長線上に配置さ

れているが、分枝導電層４P_Nの形成された受光面の長さ方向Ｘ両端の延長線上には配置されていない。このように信号取出電極１ｅ，２ｅを配置することにより、第５実施形態のＰＳＤと比較してＰＳＤの長さ方向Ｘの長さを短くすることができ、ＰＳＤを小型化することができる。

【００６１】

（第７実施形態）

図２２は第７実施形態に係るＰＳＤの平面図、図２３は図２２に示したＰＳＤのＡ－Ａ矢印断面図、図２４は図２２に示したＰＳＤのＢ－Ｂ矢印断面図である。本実施形態のＰＳＤは、第６実施形態のＰＳＤの基幹導電層P_N上に遮光膜６を形成したものである。遮光膜６は黒色の顔料又は染料を含有する光感応性樹脂、すなわち黒色のホトレジストからなる。

【００６２】

（第８実施形態）

図２５は第８実施形態に係るＰＳＤの平面図、図２６は図２５に示したＰＳＤのＡ－Ａ矢印断面図、図２７は図２５に示したＰＳＤのＢ－Ｂ矢印断面図である。本実施形態のＰＳＤは、第６実施形態のＰＳＤの基幹導電層P_Nの長さ方向Ｘ両端部に位置する抵抗領域P_1，P_{20}及び高濃度信号取出用半導体層１ｐ，２ｐに跨がるように信号取出電極１ｅ，２ｅを配置したものである。両端の抵抗領域P_1，P_{20}は、それぞれ信号取出電極１ｅ，２ｅに直接接続され、また、高濃度半導体領域１１ｐ，１２ｐも信号取出電極１ｅ，２ｅに直接接続されている。このＰＳＤでは、基幹導電層P_Nからの電荷及び高濃度半導体領域１１ｐ，１２ｐで収集された電荷は、直接信号取出電極１ｅ，２ｅから取り出すことができる。

【００６３】

（第９実施形態）

図２８は第９実施形態に係るＰＳＤの平面図、図２９は図２８に示したＰＳＤのＡ－Ａ矢印断面図、図３０は図２８に示したＰＳＤのＢ－Ｂ矢印断面図である。本実施形態に係るＰＳＤは、第１実施形態の基幹導電層P_N、分枝導電層４P_N及び高濃度信号取出用半導体層１ｐ，２ｐの不純物濃度を実質的に同一としたものである。このＰＳＤは、半導体基板２ｎにｐ型の不純物を添加することにより、基幹導電層P_N、分枝導電層４P_N及び高濃度信号取出用半導体層１ｐ，２ｐを同時に製造したものである。高濃度信号取出用半導体層１ｐ，２ｐの不純物濃度を電極１ｅ，２ｅとオーミック接触ができるように増加させると、抵抗層である基幹導電層P_Nの抵抗率が低下する。そこで、基幹導電層P_Nの深さＺを浅くすることで、抵抗率を増加させ、所望の抵抗値を得る。本実施形態のＰＳＤでは、基幹導電層P_N、分枝導電層４P_N及び高濃度信号取出用半導体層１ｐ，２ｐの不純物濃度は高く、且つ、表面の厚み方向の深さＺは同一であるが、その深さＺは浅いため、高濃度信号取出用半導体層１ｐ，２ｐは電極１ｅ，２ｅとオーミック接触し、基幹導電層P_Nは位置検出に十分な抵抗値を有する。また、ｎ型の分枝領域４n_2～４n_{19}は、ｐ型の分枝導電層４P_1～４P_{19}よりも深い深さを有するため、分枝導電層４P_1～４P_{19}間に介在し、分枝導電層４P_1～４P_{19}をさらに電気的に隔離する。分枝領域４n_1及び４n_{20}は、長さ方向Ｘに沿って最も外側にある分枝導電層４P_1，４P_{19}と高濃度信号取出用半導体層１ｐ，２ｐとの間にそれぞれ介在し、分枝導電層４P_1，４P_{19}と高濃度信号取出用半導体層１ｐ，２ｐとをそれぞれ電気的に隔離する。本実施形態のＰＳＤによれば、基幹導電層P_N、分枝導電層４P_N及び高濃度信号取出用半導体層１ｐ，２ｐを同一の工程で製造することができるので、上記実施形態のＰＳＤと比較して製造が容易である。

【００６４】

（第１０実施形態）

図３１は第１０実施形態に係るＰＳＤの平面図、図３２は図３１に示したＰＳＤのＡ－Ａ矢印断面図、図３３は図３１に示したＰＳＤのＢ－Ｂ矢印断面図である。本実施形態に係るＰＳＤは、基幹導電層P_Nを構成する抵抗領域P_1～P_{20}の幅Ｙをそれぞれ第１実施形態のＰＳＤの抵抗領域P_1～P_{20}の幅の２分の１とするとともに、ＰＳＤの長さ方向Ｘに

沿った幅方向Ｙの中心線に対して抵抗領域$Ｐ_{1}$～$Ｐ_{20}$と線対称な抵抗領域$Ｐ_{21}$～$Ｐ_{40}$を設け、対称関係にある抵抗領域同士を分枝導電層４$Ｐ_{Ｎ}$で接続し、信号取出電極１ｅ，２ｅ間を抵抗領域$Ｐ_{1}$～$Ｐ_{20}$と抵抗領域$Ｐ_{21}$～$Ｐ_{40}$とで並列接続したものである。

【００６５】

（第１１実施形態）

図３４は第１１実施形態に係るＰＳＤの平面図、図３５は図３４に示したＰＳＤのＡ－Ａ矢印断面図、図３６は図３４に示したＰＳＤのＢ－Ｂ矢印断面図である。本実施形態に係るＰＳＤは、第１実施形態のＰＳＤの基幹導電層$Ｐ_{Ｎ}$を構成する抵抗領域$Ｐ_{1}$～$Ｐ_{20}$の偶数番目の抵抗領域$Ｐ_{2n}$（ｎは整数で１～１０）をＰＳＤの長さ方向Ｘに沿った幅方向Ｙの中心線に対して線対称移動させ、偶数番目の抵抗領域$Ｐ_{2n}$と隣接する奇数番目の抵抗領域$Ｐ_{2n-1}$，$Ｐ_{2n+1}$（２ｎ＋１＜２１）とを分枝導電層４$Ｐ_{Ｎ}$で接続し、信号取出電極１ｅ，２ｅ間を抵抗領域$Ｐ_{1}$～$Ｐ_{20}$で直列接続したものである。

【００６６】

（第１２実施形態）

図３７は第１２実施形態に係るＰＳＤの平面図、図３８は図３７に示したＰＳＤのＡ－Ａ矢印断面図、図３９は図３７に示したＰＳＤのＢ－Ｂ矢印断面図である。本実施形態に係るＰＳＤは、第１実施形態のＰＳＤの基幹導電層$Ｐ_{Ｎ}$を構成する各抵抗領域$Ｐ_{1}$～$Ｐ_{20}$の幅方向Ｙの中心線をＰＳＤの長方形表面の長さ方向Ｘに沿った幅方向Ｙの中心線と一致させたものである。

【００６７】

【発明の効果】

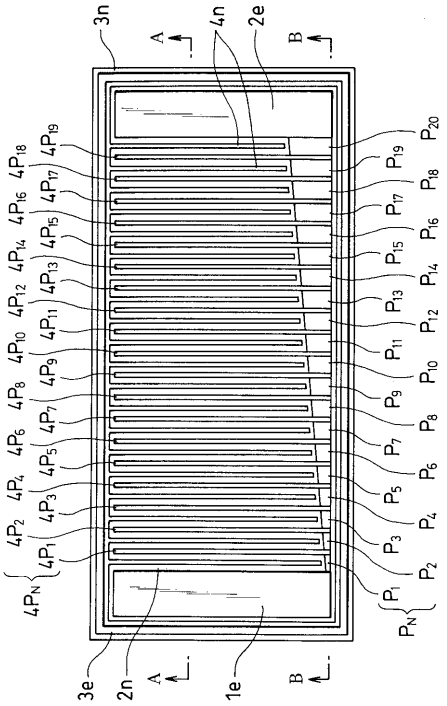
本発明に係る半導体位置検出器は、分枝導電層で収集された光生成電荷を幅を可変した基幹導電層両端から取り出すので、スポット形状やスリット形状等の入射光形状の制限されることなく半導体位置検出器からの距離に応じた出力電流を高精度に取り出すことができる。

【図面の簡単な説明】

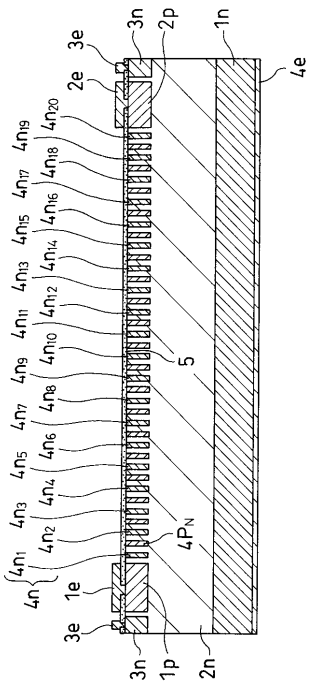
【図１】第１実施形態に係るＰＳＤの平面図。
【図２】図１に示したＰＳＤのＡ－Ａ矢印断面図。
【図３】図１に示したＰＳＤのＢ－Ｂ矢印断面図。
【図４】ＰＳＤを用いた測距装置の構成図。
【図５】測定距離Ｌ（ｍ）と入射光位置Ｘ（μｍ）との関係を示すグラフ。
【図６】入射光スポット位置Ｘ（μｍ）と光電流相対出力（％）との関係を示すグラフ。
【図７】第２実施形態に係るＰＳＤの平面図。
【図８】入射光スポット位置Ｘ（μｍ）と光電流相対出力（％）との関係を示すグラフ。
【図９】抵抗長（μｍ）と抵抗幅（μｍ）との関係を示すグラフ。
【図１０】第３実施形態に係るＰＳＤの平面図。
【図１１】図１０に示したＰＳＤのＡ－Ａ矢印断面図。
【図１２】図１０に示したＰＳＤのＢ－Ｂ矢印断面図。
【図１３】第４実施形態に係るＰＳＤの平面図。
【図１４】図１３に示したＰＳＤのＡ－Ａ矢印断面図。
【図１５】図１３に示したＰＳＤのＢ－Ｂ矢印断面図。
【図１６】第５実施形態に係るＰＳＤの平面図。
【図１７】図１６に示したＰＳＤのＡ－Ａ矢印断面図。
【図１８】図１６に示したＰＳＤのＢ－Ｂ矢印断面図。
【図１９】第６実施形態に係るＰＳＤの平面図。
【図２０】図１９に示したＰＳＤのＡ－Ａ矢印断面図。
【図２１】図１９に示したＰＳＤのＢ－Ｂ矢印断面図。
【図２２】第７実施形態に係るＰＳＤの平面図。
【図２３】図２２に示したＰＳＤのＡ－Ａ矢印断面図。
【図２４】図２２に示したＰＳＤのＢ－Ｂ矢印断面図。

【図２５】第８実施形態に係るＰＳＤの平面図。
【図２６】図２５に示したＰＳＤのＡ－Ａ矢印断面図。
【図２７】図２５に示したＰＳＤのＢ－Ｂ矢印断面図。
【図２８】第９実施形態に係るＰＳＤの平面図。
【図２９】図２８に示したＰＳＤのＡ－Ａ矢印断面図。
【図３０】図２８に示したＰＳＤのＢ－Ｂ矢印断面図。
【図３１】第１０実施形態に係るＰＳＤの平面図。
【図３２】図３１に示したＰＳＤのＡ－Ａ矢印断面図。
【図３３】図３１に示したＰＳＤのＢ－Ｂ矢印断面図。
【図３４】第１１実施形態に係るＰＳＤの平面図。
【図３５】図３４に示したＰＳＤのＡ－Ａ矢印断面図。
【図３６】図３４に示したＰＳＤのＢ－Ｂ矢印断面図。
【図３７】第１２実施形態に係るＰＳＤの平面図。
【図３８】図３７に示したＰＳＤのＡ－Ａ矢印断面図。
【図３９】図３７に示したＰＳＤのＢ－Ｂ矢印断面図。
【符号の説明】
１ｎ…高濃度ｎ型半導体層（基板）、２ｎ…低濃度ｎ型半導体層、３ｎ…高濃度ｎ型半導体層、４ｎ…高濃度ｎ型半導体層、１ｐ，２ｐ…高濃度ｐ型半導体層、$4P_N$…複数の分枝導電層、$4P_1$～$4P_{19}$…分枝導電層、P_N…基幹導電層、P_1～P_{40}…抵抗領域、５…パッシベーション膜、６…遮光膜、１１ｐ，１２ｐ…高濃度ｐ型半導体領域。

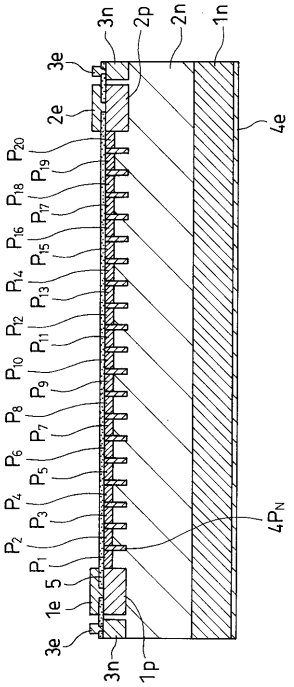
【図１】



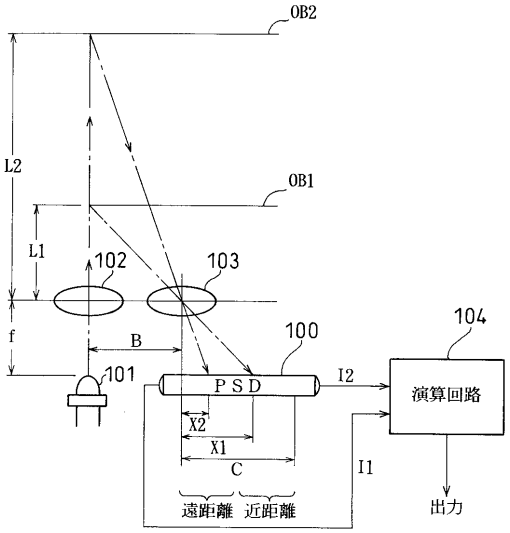
【図２】



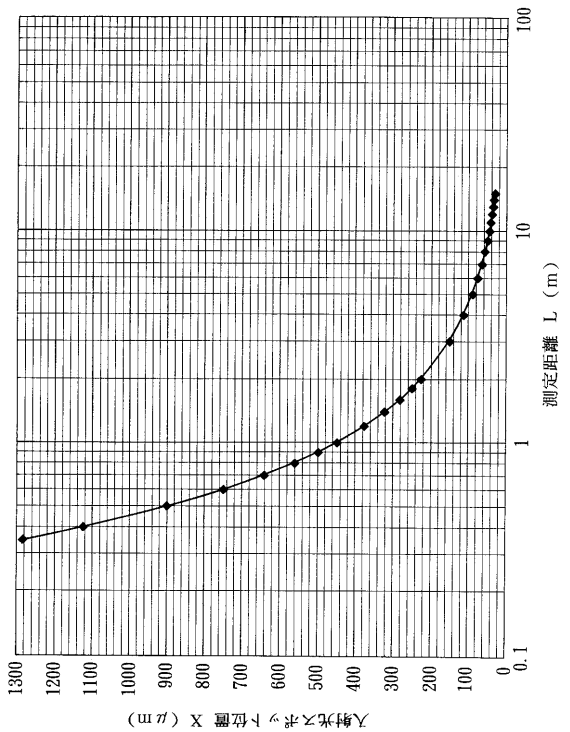
【図３】


3n
2p
2n
1n
3e
2e
4e
P20
P19
P18
P17
P16
P15
P14
P13
P12
P11
P10
P9
P8
P7
P6
P5
P4
P3
P2
P1
4PN
5
1e
3e
3n
1p

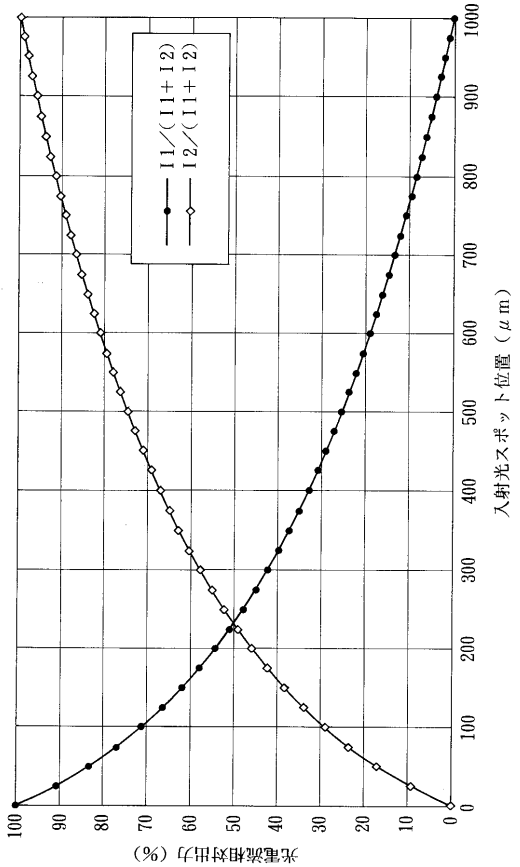
【図４】


OB2
L2
OB1
L1
102
103
f
B
100
104
101
PSD
I2
演算回路
X2
X1
C
I1
遠距離
近距離
出力

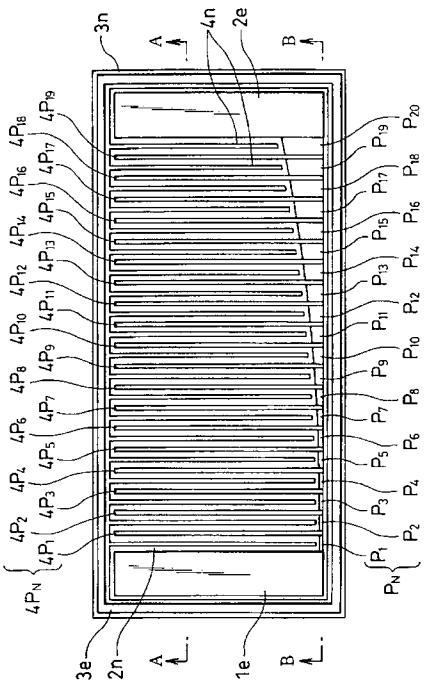
【図５】


入射光スポット位置 X (μm)
1300
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
0.1
1
10
100
測定距離 L (m)

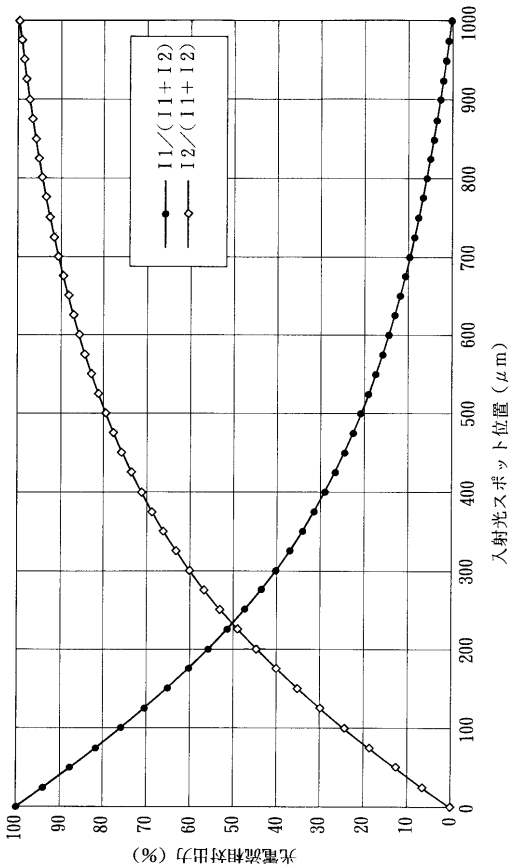
【図６】


I1/(I1+I2)
I2/(I1+I2)
光電流相対出力 (%)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
入射光スポット位置 (μm)

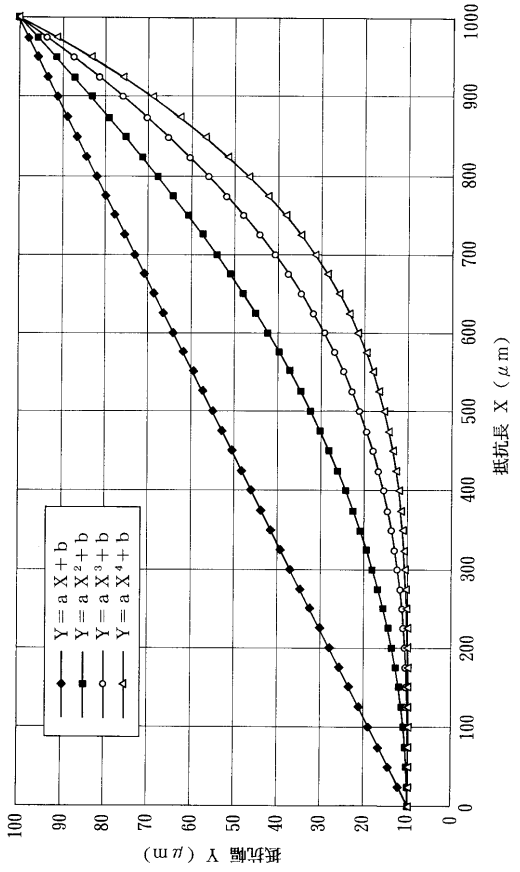
【図７】


3n
4n
2e
A
B
3e
2n
1e
$4P_N$
$4P_1$
$4P_2$
$4P_3$
$4P_4$
$4P_5$
$4P_6$
$4P_7$
$4P_8$
$4P_9$
$4P_{10}$
$4P_{11}$
$4P_{12}$
$4P_{13}$
$4P_{14}$
$4P_{15}$
$4P_{16}$
$4P_{17}$
$4P_{18}$
$4P_{19}$
P_N
P_1
P_2
P_3
P_4
P_5
P_6
P_7
P_8
P_9
P_{10}
P_{11}
P_{12}
P_{13}
P_{14}
P_{15}
P_{16}
P_{17}
P_{18}
P_{19}
P_{20}

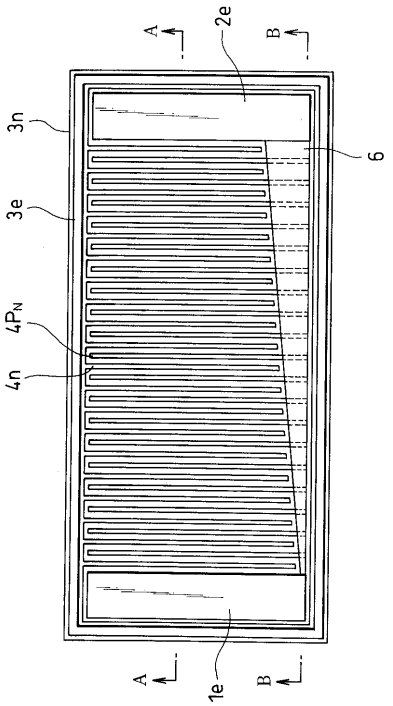
【図８】


I1/(I1+I2)
I2/(I1+I2)
光電流相対出力（%）
入射光スポット位置（μm）
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000

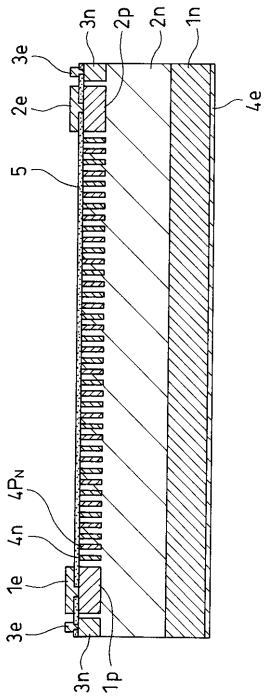
【図９】


Y = a X + b
Y = a X² + b
Y = a X³ + b
Y = a X⁴ + b
抵抗幅 Y（μm）
抵抗長 X（μm）
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000

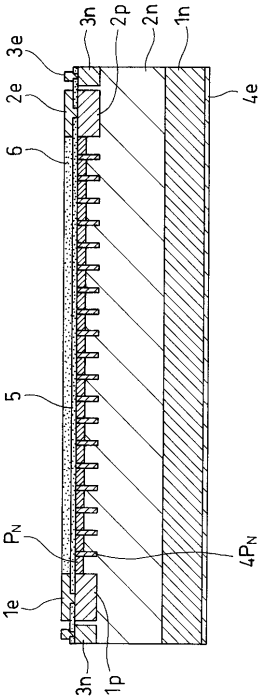
【図１０】


A
B
2e
3n
6
3e
$4P_N$
4n
1e

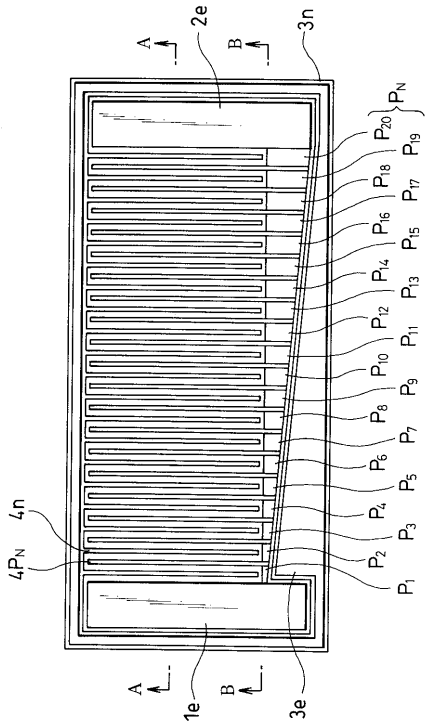
【図１１】



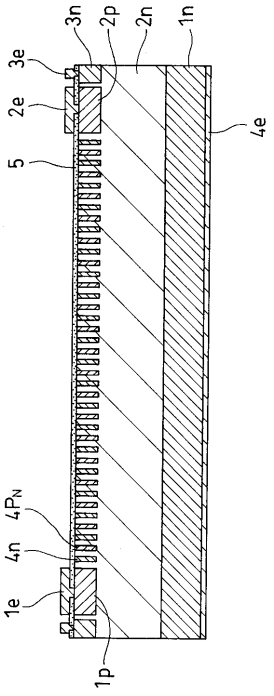
【図１２】



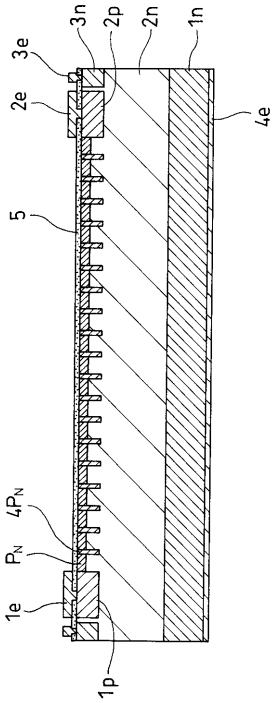
【図１３】



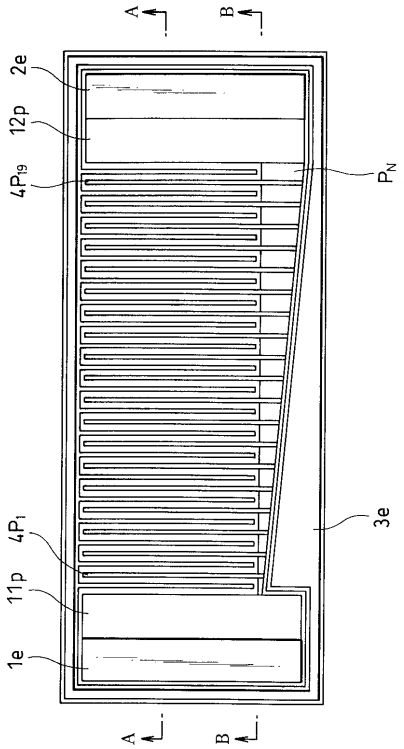
【図１４】



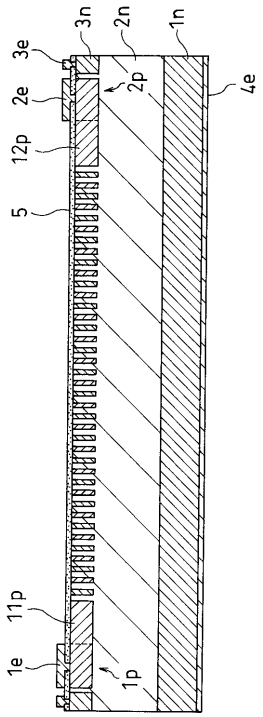
【図１５】



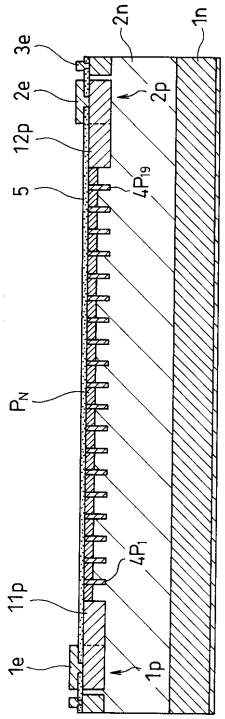
【図１６】



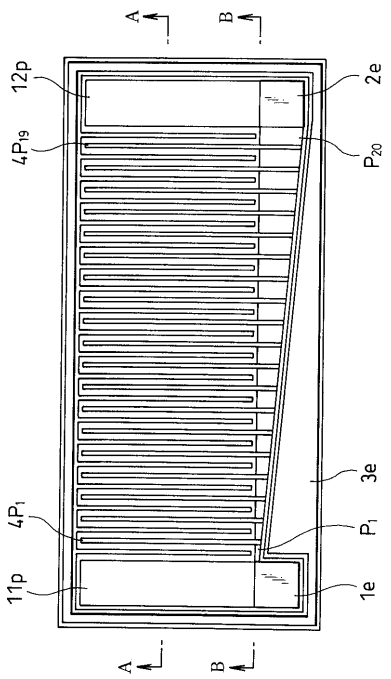
【図１７】



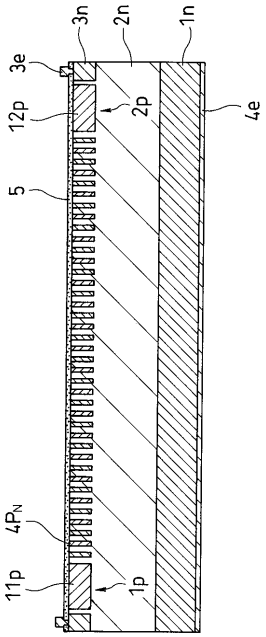
【図１８】



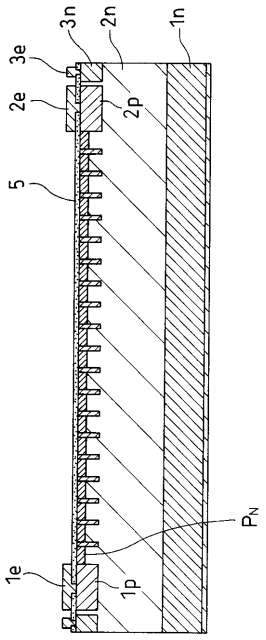
【図１９】



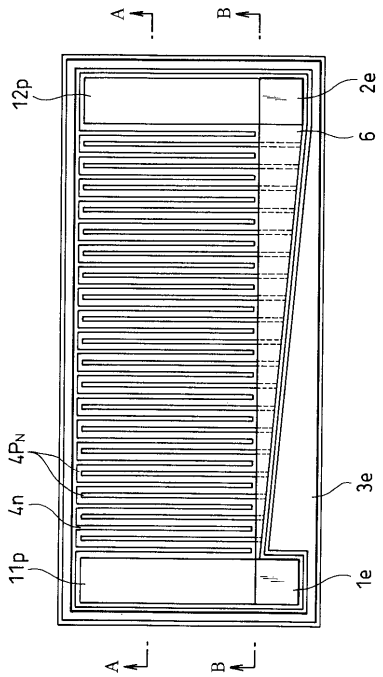
【図２０】



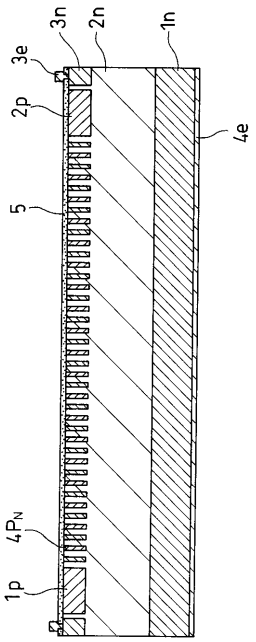
【図２１】



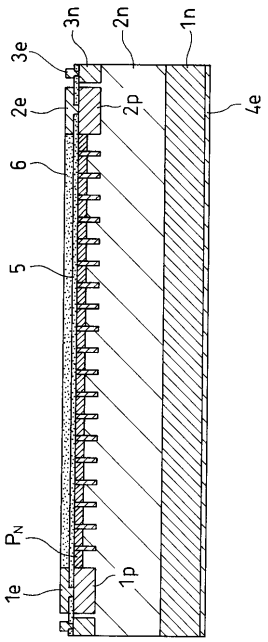
【図２２】



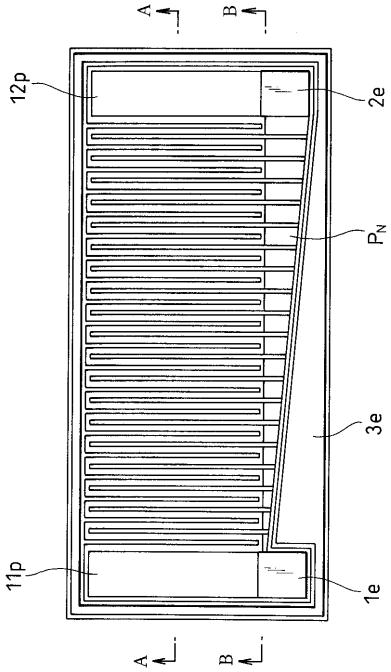
【図２３】



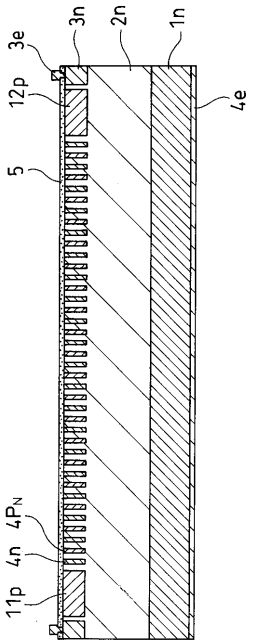
【図２４】



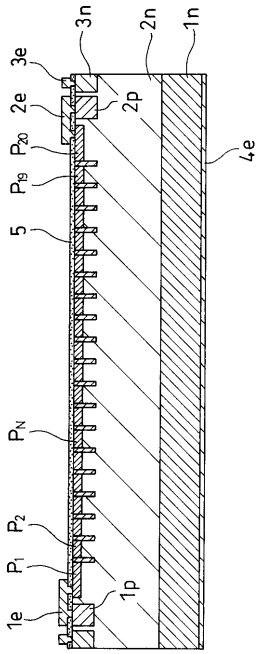
【図２５】



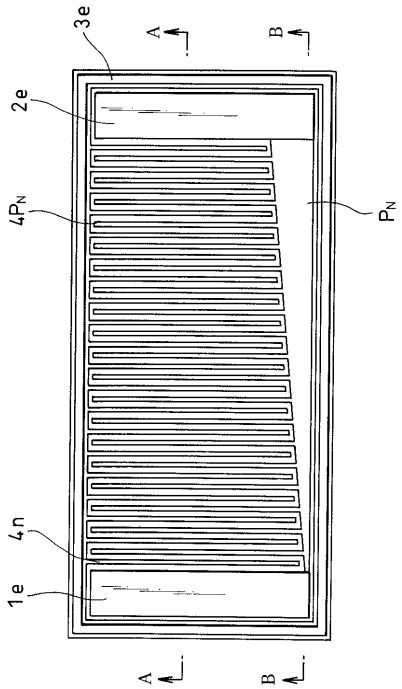
【図２６】



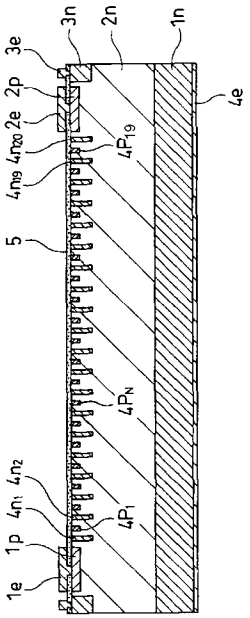
【図２７】



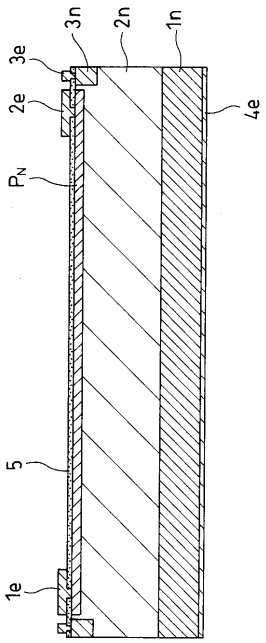
【図２８】



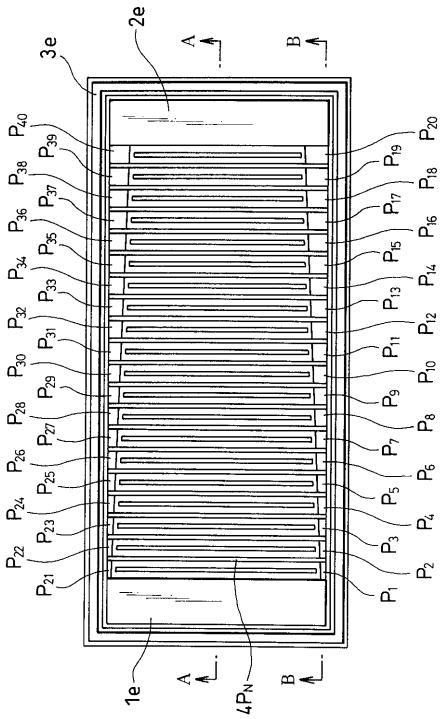
【図２９】



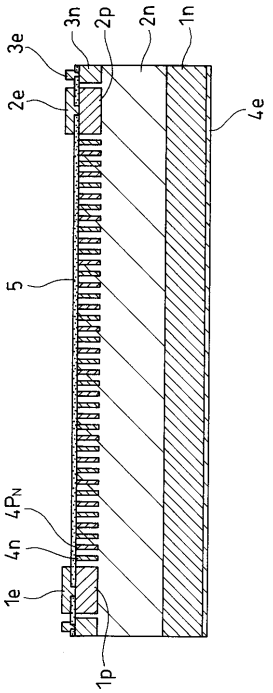
【図３０】



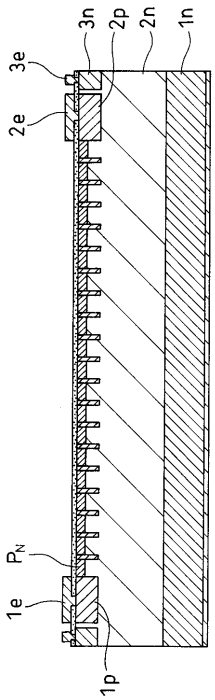
【図３１】



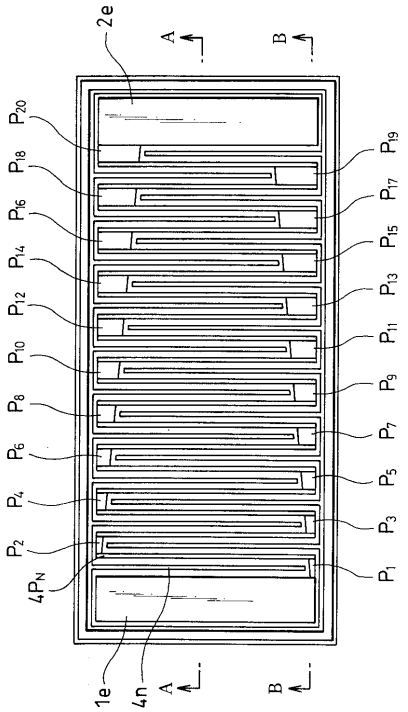
【図３２】



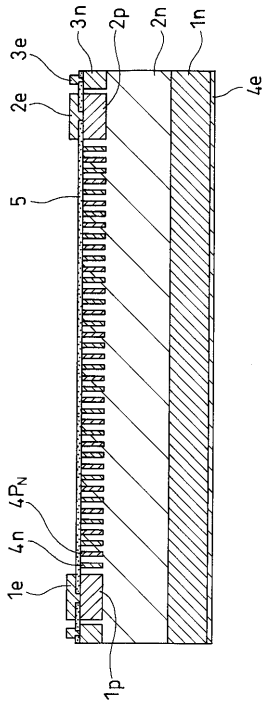
【図３３】



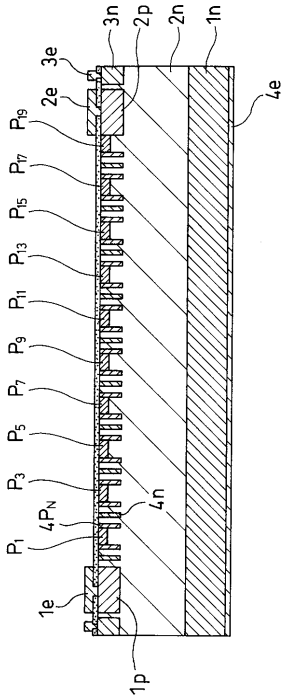
【図３４】



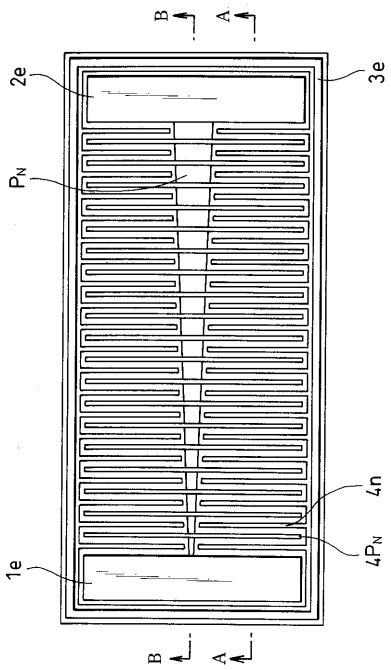
【図３５】



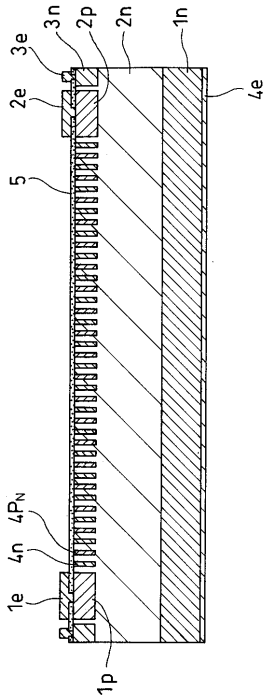
【図３６】



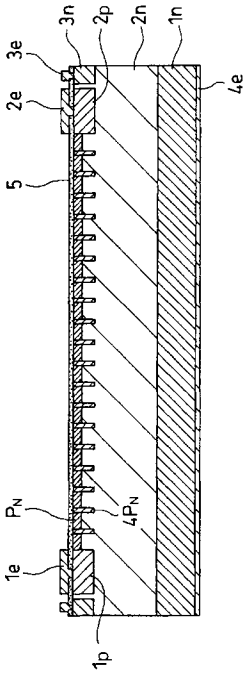
【図３７】



【図３８】



【図３９】



フロントページの続き

(72)発明者　榊原　正之
静岡県浜松市市野町１１２６番地の１　浜松ホトニクス株式会社内

審査官　前川　慎喜

(56)参考文献　特開平０１－１１５１６９（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－００５６１９（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－２４０５１１（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－０１８２０１（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－１１８８４８（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－１１２５２０（ＪＰ，Ａ）
特開平０１－１１５１７０（ＪＰ，Ａ）
特開平０１－１１５１７２（ＪＰ，Ａ）
実公昭５１－０３０９３２（ＪＰ，Ｙ１）
特開昭５５－１１３３８４（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－１０１４０７（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－０６１６１５（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－０８０２２０（ＪＰ，Ａ）
特開昭５３－０６５０９２（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－１４０６６５（ＪＰ，Ａ）
カナダ国特許出願公開第０２１０７０６２（ＣＡ，Ａ１）
米国特許第０３４１４７３０（ＵＳ，Ａ）
米国特許第０２８９６０８６（ＵＳ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H01L31/00-31/08
G01B11/00-11/30
G01C3/00-3/32