(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2006-138775
(P2006-138775A)
(43)公開日　平成18年6月1日(2006.6.1)

(51)Int.Cl.	F I		テーマコード（参考）
G01D 5/36 (2006.01)	G01D 5/36	T	2F103

審査請求 有　請求項の数 5　ＯＬ　（全 23 頁）

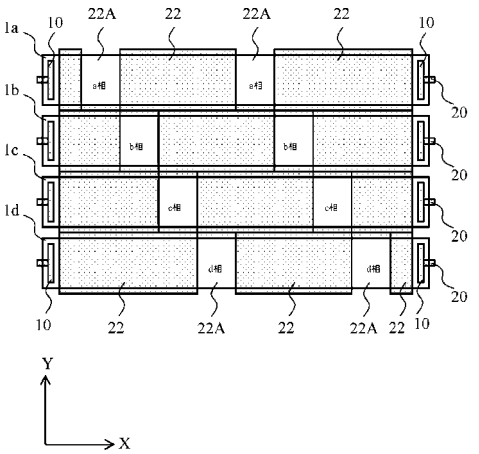
(21)出願番号　特願2004-329704 (P2004-329704)
(22)出願日　平成16年11月12日 (2004.11.12)

(71)出願人　000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目１番１号
(74)代理人　100108062
弁理士　日向寺　雅彦
(72)発明者　田中　明広
神奈川県川崎市幸区小向東芝町１番地　株式会社東芝マイクロエレクトロニクスセンター内

Ｆターム(参考)　2F103 BA37　CA01　CA02　DA01　EB12
EB16　EB21　EB33　EC17

(54)【発明の名称】光学式エンコーダ用受光素子及び光学式エンコーダ

(57)【要約】
【課題】　空間分解能を上げることが容易であり、光電流におけるＤＣ成分を大幅に低減することも可能な光学式エンコーダ用受光素子及び光学式エンコーダを提供することを目的とする。
【解決手段】　第１の方向に並んで配列され前記第１の方向に対して略垂直な第２の方向に延在する複数の第１のフォトダイオードと、前記複数の第１のフォトダイオードのそれぞれの上に設けられた遮光層であって、透過パターンと遮光パターンとを有するスケールが前記第２の方向に沿って移動した時に、前記透過パターンを透過した光が前記複数の第１のフォトダイオードの少なくともいずれかひとつから少なくとも他のいずれかひとつに順次照射されるように設けられた開口を有する、遮光層と、を備えたことを特徴とする光学式エンコーダ用受光素子及びこれを備えた光学式エンコーダを提供する。
【選択図】　図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
第１の方向に並んで配列され前記第１の方向に対して略垂直な第２の方向に延在する複数の第１のフォトダイオードと、
前記複数の第１のフォトダイオードのそれぞれの上に設けられた遮光層であって、透過パターンと遮光パターンとを有するスケールが前記第２の方向に沿って移動した時に、前記透過パターンを透過した光が前記複数の第１のフォトダイオードの少なくともいずれかひとつから少なくとも他のいずれかひとつに順次照射されるように設けられた開口を有する、遮光層と、
を備えたことを特徴とする光学式エンコーダ用受光素子。
【請求項２】
前記開口は、前記スケールが前記第２の方向に沿って移動した時に、前記透過パターンを透過した光が前記複数の第１のフォトダイオードのいずれかひとつから隣接するひとつに順次照射されるように設けられたことを特徴とする請求項１記載の光学式エンコーダ用受光素子。
【請求項３】
前記複数の第１のフォトダイオードのそれぞれは、前記第２の方向における中央付近に設けられた絶縁領域によって第１の部分と第２の部分とに分離されてなることを特徴とする請求項１または２に記載の光学式エンコーダ用受光素子。
【請求項４】
前記第２の方向に延在して設けられ、前記スケールが前記第２の方向に沿って移動した時に、前記透過パターンを透過した光が照射される面積が略一定の第２のフォトダイオードをさらに備えたことを特徴とする請求項１～３のいずれか１つに記載の光学式エンコーダ用受光素子。
【請求項５】
発光部と、
前記発光部に対向して設けられ、請求項１記載の受光素子を有する受光部と、
を備えたことを特徴とする光学式エンコーダ。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、光学式エンコーダ用受光素子及び光学式エンコーダに関し、特に、フォトダイオードを用いた光学式エンコーダ用受光素子及びこれを備えた光学式エンコーダに関する。
【背景技術】
【０００２】
光学式エンコーダは、発光部と受光部とが対向して配置され、その間を透明パターンと遮光パターンとが適宜設けられたスケールが通過する際の信号変化を検出可能とした構造を有する。受光部やスケールのピッチを適宜設定することにより、必要とされる分解能を有する位置検出手段として利用できる（例えば、特許文献１）。光学式エンコーダは、例えば、プリンタにおけるプリントヘッドの位置検出や、コピー機における紙送り量の制御などの各種の用途に利用されている。
【０００３】
ところが、従来の光学式エンコーダにおいては、空間分解能を上げるためには、受光部のフォトダイオードのサイズを微細にしなければならず、製造が容易ではないという問題があった。
またさらに、従来の光学式エンコーダにおいては、受光素子から得られる光電流波形のＤＣ成分が高いため、ダイナミックレンジが狭くなるなどの問題があった。
【特許文献１】特開２００２－３４０６６９号公報

【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
本発明は、空間分解能を上げることが容易であり、光電流におけるＤＣ成分を低減することも可能な光学式エンコーダ用受光素子及び光学式エンコーダを提供するものである。
【課題を解決するための手段】
【０００５】
本願発明の第１の態様によれば、第１の方向に並んで配列され前記第１の方向に対して略垂直な第２の方向に延在する複数の第１のフォトダイオードと、
前記複数の第１のフォトダイオードのそれぞれの上に設けられた遮光層であって、透過パターンと遮光パターンとを有するスケールが前記第２の方向に沿って移動した時に、前記透過パターンを透過した光が前記複数の第１のフォトダイオードの少なくともいずれかひとつから少なくとも他のいずれかひとつに順次照射されるように設けられた開口を有する、遮光層と、
を備えたことを特徴とする光学式エンコーダ用受光素子が提供される。
【０００６】
また、本願発明の第２の態様によれば、発光部と、前記発光部に対向して設けられ、上記第１の態様の受光素子を有する受光部と、を備えたことを特徴とする光学式エンコーダが提供される。
【発明の効果】
【０００７】
本発明は、空間分解能を上げることが容易であり、光電流におけるＤＣ成分を低減することも可能な光学式エンコーダ用受光素子及び光学式エンコーダを提供するものである。
【発明を実施するための最良の形態】
【０００８】
以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態について説明する。
図１は、本発明の第１の実施の形態にかかる光学式エンコーダの受光素子の構成を例示する平面透視図である。
また、図２は、本具体例の受光素子から遮光層を除去した状態を例示する平面図である。
【０００９】
すなわち、本具体例の受光素子は、第１の方向（図１及び図２においてｘ方向）に延在した略ストライプ状の第１のフォトダイオード１ａ～１ｄを有する。これらのフォトダイオード１ａ～１ｄは、後に詳述するように、半導体層の上にエピタキシャル層を形成したり、不純物をプレーナ状に拡散することにより形成される。
【００１０】
これらフォトダイオード１ａ～２ｄの両端には、それぞれコンタクト１０を介して金属配線２０が接続されている。
そして、これら第１のフォトダイオード１ａ～１ｄの上には、図１に表したように、遮光層２２が設けられている。遮光層２２は、例えば、金属配線２０と同層の金属層により形成できる。この場合、遮光層２２をグラウンド電位に接地させると、シールド効果も得られる点で有利である。そして、遮光層２２は、所定のピッチで形成された開口２２Ａを有する。なお、実際の受光素子では、フォトダイオードがｘ方向に延在し、図示したものよりもはるかに多数の開口２２Ａが設けられるが、本願においては、便宜上、これら多数の開口２２Ａのうちの２周期分のみを表した。図１に表した具体例において、第１のフォトダイオード１ａに設けられた開口２２Ａは、後に詳述するスケールの明暗パターンのピッチと整合して設けられている。同様に、第１のフォトダイオード１ｂ、１ｃ、１ｄには、それぞれ位相をずらして同様のピッチの開口２２Ａが設けられている。本具体例の場合、４個のフォトダイオード１ａ～１ｄに、ａ相～ｄ相の４つの位相がそれぞれ割り当てられている。

【００１１】
なお、フォトダイオード１ａ～１ｄのそれぞれについて設けられた開口２２Ａのピッチは、後に詳述するスケールの明暗パターンのピッチと整合して設けられることが望ましいが、必ずしもスケールの明暗パターンと同一である必要はなく、スケールの明暗パターンを通過した光により受光素子の受光面において形成される光強度の空間的な分布に対して整合していればよい。
【００１２】
図３は、このような受光素子が設けられる光学式エンコーダの要部断面構造を例示する模式図である。
図３に表した光学式エンコーダの場合、発光部３１と受光部３２とが対向して設けられている。発光部３１は、例えばリードフレーム４０の先端にＬＥＤ（light emitting diode：発光ダイオード）７０がマウントされ、その周囲が樹脂により適宜モールドされた構造を有する。一方、受光部３２は、リードフレーム５０の先端に受光素子８０がマウントされ、その周囲が樹脂により適宜モールドされた構造を有する。これら発光部３１と受光部３２との間には、スケール３３が挿入され、スケール３３とエンコーダとの相対的な変位が検出される。
【００１３】
図４は、スケールの一部を例示する模式平面図である。同図に表したように、スケール３３には、光を透過させる透過パターン部３４と、光を遮蔽する遮光パターン部３５と、が交互に設けられている。これらパターン部３４、３５のピッチは、遮光層２２の開口２２Ａの配列のピッチと略整合している。
【００１４】
図５は、本実施形態の受光素子の開口２２Ａとスケール３３のピッチとの関係を例示する模式図である。なお、同図においては、説明の便宜上、受光素子とスケール３３とを並置して表したが、実際の動作に際しては、図３に例示した如く、受光素子の上をスケール３３が通過するように配置される。また、スケール３３の幅（図５における上下方向の幅）も、受光素子の受光面の全体をカバーするように形成される。
【００１５】
フォトダイオード１ａ～１ｄのそれぞれについてみると、開口２２Ａのピッチとスケール３３の明暗パターンのピッチとが整合している。例えば、フォトダイオード１ａに設けられた開口２２ＡのピッチＰ１は、スケール３３に設けられた透過パターン部３４と遮光パターン部３５のピッチＰ２と同一である。フォトダイオード１ｂ～１ｄにそれぞれ設けられた開口２２Ａについても、スケール３３に設けられた明暗パターンのピッチＰ２と同一のピッチで形成されている。
【００１６】
そして、受光素子とスケール３３とが相対的に変位すると、フォトダイオード１ａ～１ｄからそれぞれ得られる光電流信号が変化する。この変化を調べることにより、変位量を測定できる。具体的には、図５に表した具体例の場合、スケール３３の透過パターン部３４の幅Ｗ１と遮光パターン部３５の幅Ｗ２は同一であり、開口２２Ａの幅の２倍である。このスケール３３が矢印Ｍの方向に動くと、透過パターン部３４および遮光パターン部３５により形成される明暗パターンが受光素子の上を矢印Ｍの方向に移動する。すると、ａ相→ｂ相→ｃ相→ｄ相、の順に開口Ａに光が照射され、フォトダイオード１ａ～１ｄのそれぞれにおいて光電流信号の起伏が観察される。この時、透過パターン部３４の幅Ｗ１と遮光パターン部３５の幅Ｗ２を同一にすると、それぞれの開口２２Ａに光が照射されている時間（明時間）と照射されていない時間（暗時間）が等しくなる。つまり、デューティー比が１の振幅信号が得られる。これら光信号電流の起伏は、フォトダイオード１ａ～１ｄのそれぞれについて９０度ずつずれた位相差を有する。これら光電流信号の起伏を調べることにより、スケール３３の移動方向と移動速度（移動量）を検出できる。
【００１７】
本実施形態によれば、エンコーダの分解能を決定するのは遮光層２２に設ける開口２２

Ａのピッチであり、拡散やエピタキシャル領域を微細に区画する必要がない点で優れる。つまり、半導体層への拡散やエピタキシャル領域を区画する場合には、プロセス的にみて最小寸法に限界があり、微細な区画は容易でない。これに対して、本実施形態においては、遮光層２２に設ける開口２２のサイズやピッチによってエンコーダの分解能を決定できる。遮光層２２は、金属配線２０などと同層の金属層として形成することができるので、開口２２Ａは、金属配線と同様の微細なデザインルール（最小寸法）に基づいて形成可能である。従って、エンコーダの分解能を極めて高くすることが可能となる。

【００１８】

また、遮光層２２を金属配線と同層として形成し、グラウンド電位に接地すると、フォトダイオード１ａ～１ｄに対するシールド効果も得られる点でも有利である。

またさらに、本実施形態によれば、フォトダイオードの構造を簡略にしつつ、出力電流のバラツキを抑えることができる。すなわち、フォトダイオードを微細に分離した場合には、それぞれのフォトダイオードへの配線を形成する必要があり、配線構造が複雑になる。これに対して、本実施形態においては、フォトダイオードの数を検出すべき位相の数（あるいはその整数倍）にまで減らすことができる。例えば、図１乃至図５に例示した受光素子の場合、４つのフォトダイオード１ａ～１ｄを用いて４相（ａ相～ｄ相）の光電流信号を検出できる。つまり、配線構造を大幅に簡略化できる。

【００１９】

また、サイズの小さいフォトダイオードを多数形成した場合には、拡散条件などのプロセス条件のバラツキにより、光電流出力もばらつくことがある。これに対して、本実施形態によれば、大きなフォトダイオードを位相の数（あるいはその整数倍）だけ設ければよいので、バラツキが少なく、均一な光電流出力が得られる。

【００２０】

なお、図１や図５に例示した平面構造においては、隣接するフォトダイオード（例えば、フォトダイオード１ａと１ｂ）の間の領域も、遮光層２２により遮光されている。このようにすると、隣接するフォトダイオードの間の「クロストーク」を低減できるという効果が得られる。例えば、図１あるいは図５において、フォトダイオード１ａと１ｂとの間の領域に光が照射されると、半導体層中で発生した光キャリアによる余分な光電流の相互干渉がこれらフォトダイオード間で生ずることがある。これに対して、図１及び図５に例示した構造の場合には、これらフォトダイオード間の領域を遮光層２２により遮光することによって、フォトダイオード間の相互干渉の影響を低減できる。 その結果として、空間的な検出分解能を上げることができる。エンコーダとして、より精度の高い光電流が取り出せるため、エンコーダ機能として重要な出力特性（デューティ比・位相差など）を、より精度良く得ることが可能となる。

【００２１】

ただし、要求される分解能が得られる限りにおいては、フォトダイオード間の領域には遮光層２２を設けなくてもよい。すなわち、図１あるいは図５に表した平面構造において、フォトダイオード１ａ～１ｄのそれぞれの上のみに遮光層２２を設けた構造も本発明の範囲に包含される。これは、後に詳述する図６、図２９、図３０に表した構造においても同様である。

【００２２】

図６は、本実施形態において用いることができる受光素子の第２の具体例を表す平面透視図である。

また、図７は、本具体例の受光素子から遮光層を除去した状態を例示する平面図である。

【００２３】

これらの図については、図１乃至図５に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

本具体例においても、ｘ方向（図１９において左右方向）に延在した略ストライプ状の第１のフォトダイオード１ａ～１ｄが略平行に並列配置されている。ただし、具体例にお

いては、第１のフォトダイオード１ａ～１ｄは、その中央に絶縁領域３０が設けられ、左右ふたつの部分に分割されている。絶縁領域３０としては、絶縁体や高抵抗層を埋め込んだり、表面の半導体層をエッチング除去してトレンチを形成してもよい。

【００２４】

そして、本具体例においては、絶縁領域３０の左側と右側とで、開口２２Ａの位相がずれている。例えば、第１のフォトダイオード１ａのうちで、絶縁領域３０の左側には「ａ相」に対応する開口２２Ａが設けられているのに対して、右側には「ｃ相」に対応する開口２２Ａが設けられている。そして、図５に関して前述したようにスケール３３を介して明暗パターンを照射した時、「ａ相」として同時に光電流を生ずるのは、第１のフォトダイオード１ａの左側の開口２２Ａの部分と、第１のフォトダイオード１ｃの右側の開口２２Ａの部分である。つまり、図６において上下方向（ｙ方向）に異なるフォトダイオードで同時に光信号を発生させる。具体的には、フォトダイオード１ａの左側の部分とフォトダイオード１ｃの右側の部分とを「ａ相」の検出用に用い、フォトダイオード１ｂの左側の部分とフォトダイオード１ｄの右側の部分とを「ｂ相」の検出用に用い、フォトダイオード１ｃの左側の部分とフォトダイオード１ａの右側の部分とを「ｃ相」の検出用に用い、フォトダイオード１ｄの左側の部分とフォトダイオード１ｂの右側の部分とを「ｄ相」の検出用に用いる。

【００２５】

このようにすると、ｙ方向に光の照度の「ムラ」がある場合でも、より均一な光電流信号が得られる。すなわち、図１に例示したように、フォトダイオード１ａに「ａ相」、フォトダイオード１ｂに「ｂ相」・・・の如く位相を割り当てると、ｙ方向に沿って光の照度が不均一である場合に、各相ごとに光電流出力が異なる場合が生ずる。

【００２６】

これに対して、本具体例によれば、「ａ相」、「ｂ相」・・に対応する受光部をｙ方向に分散させることにより、ｙ方向の光の照度の「ムラ」を平均化させた光電流出力が得られる。例えば、フォトダイオード１ａの部分は光の照度が大きく、フォトダイオード１ｃの部分では光の照度が小さいような場合でも、本具体例によれば、「ａ相」の光電流信号をこれらフォトダイオード１ａおよび１ｃでそれぞれ検出して平均化できる。

【００２７】

なお、図６及び図７には、第１のフォトダイオードの中央付近に絶縁領域３０を設ける具体例を表したが、本発明はこれには限定されない。すなわち、ｘ方向に延在する第１のフォトダイオード１ａ～１ｄのそれぞれに複数の絶縁領域３０を設け、それぞれのフォトダイオードを３つ以上の部分に分割してもよい。また、フォトダイオードの数についても、４本のストライプ状のフォトダイオード１ａ～１ｄを設けるものには限定されず、４本よりも多いフォトダイオードを並列配置してもよい。例えば、後に図２１及び図２２に関して説明するような構成を採用して、ｙ方向のみならずｘ方向の光のムラも平均化できるようにしてもよい。

【００２８】

次に、本発明の第２の実施の形態として、フォトダイオードの光信号出力に含まれるＤＣ成分をキャンセルする受光素子及びこれを用いた光学式エンコーダについて説明する。

【００２９】

図８は、本発明の第２の実施の形態にかかる光学式エンコーダの受光素子の構成を例示する平面透視図である。

また、図９は、本具体例の受光素子から遮光層を除去した状態を例示する平面図である。

【００３０】

すなわち、本具体例の受光素子は、第１の方向（ｘ方向）に延在した略ストライプ状の第１のフォトダイオード１ａ～１ｄと、第２のフォトダイオード２ａ～２ｄと、を有する。これら第１及び第２のフォトダイオード１ａ～２ｄは、交互に略平行に並列配置されている。第１のフォトダイオード１ａ～１ｄの幅Ｗ１は、第２のフォトダイオード２ａ～２

ｄの幅Ｗ２よりも大きい。ただし、本発明はこれに限定されず、これら幅Ｗ１、Ｗ２は同一でもよく、またはＷ２のほうが大きくてもよい。

【００３１】

図１０は、本実施形態のフォトダイオードの断面構造の一例を表す模式図である。すなわち、同図は、図８のＡ－Ａ線断面図である。

【００３２】

本具体例の場合、ｐ型シリコン基板１１３の上にｎ型エピタキシャル層１１２が設けられ、ｐｎ接合フォトダイオード（１ａ、２ａ、・・・）が形成されている。そして、これらフォトダイオードは、ｐ型分離領域１１１により互いに分離されている。

【００３３】

図１１は、本実施形態のフォトダイオードの断面構造のもうひとつの例を表す模式図である。すなわち、同図も、図８のＡ－Ａ線断面図である。

【００３４】

この構造の場合、ｐ型シリコン基板１１３の上にn^+型埋め込み層１１４が設けられ、その上にｎ型エピタキシャル層１１２が形成されている。そして、その表面にｐ型拡散領域１１５がプレーナ状に形成されている。この拡散領域１１５が形成するｐｎ接合により、それぞれのフォトダイオード（１ａ、２ａ、・・・）が構成されている。

【００３５】

再び図８に戻って説明を続けると、これらフォトダイオード１ａ～２ｄの両端には、それぞれコンタクト１０を介して金属配線２０が接続されている。

【００３６】

そして、第１のフォトダイオード１ａ～１ｄには、図８に表したように、遮光層２２が設けられている。遮光層２２は、例えば、金属配線２０と同層の金属層により形成できる。この場合、遮光層２２をグラウンド電位に接地させると、シールド効果も得られる点で有利である。そして、遮光層２２は、所定のピッチで形成された開口２２Ａを有する。図８に表した具体例において、第１のフォトダイオード１ａに設けられた開口２２Ａの間隔は、後に詳述するスケールの明暗パターンのピッチと整合して設けられている。同様に、第１のフォトダイオード１ｂ、１ｃ、１ｄには、それぞれ位相をずらして同様のピッチの開口２２Ａが設けられている。本具体例の場合、開口２２Ａの形成ピッチは、ａ相～ｄ相の４つの位相を有する。

【００３７】

一方、第２のフォトダイオード２ｂには、遮光層２２は設けられていない。

第１のフォトダイオード１ａ～１ｄを信号検出用として用い、第２のフォトダイオード２ａ～２ｄをＤＣ成分補償用として用いることにより、ＤＣ成分をキャンセルできる。すなわち、本実施形態によれば、このような独特の構造を有する受光素子を光学式エンコーダに搭載することにより、ＤＣ成分をキャンセルして高い感度と広いダイナミックレンジが得られる。以下、この点について、エンコーダの構成を参照しつつ説明する。

【００３８】

図１２は、本実施形態の受光素子の開口２２Ａとエンコーダのスケール３３のピッチとの関係を例示する模式図である。すなわち、フォトダイオード１ａ～１ｄのそれぞれについてみると、開口２２Ａのピッチとスケール３３の明暗パターンとが整合している。そして、受光素子とスケール３３とが相対的に変位すると、フォトダイオード１ａ～１ｄからそれぞれ得られる光電流信号が変化する。この変化を調べることにより、変位量を測定できる。そしてさらに、本実施形態においては、スケール３３が変位しても、第２のフォトダイオード２ａ～２ｄに対する光の照射量は変化せず、常に一定量の光電流信号が得られる。この光電流信号を利用して、第１のフォトダイオード１ａ～１ｄから得られる光電流信号に含まれるＤＣ（直流）成分をキャンセルできる。その結果として、高い感度で広いダイナミックレンジが得られる。

【００３９】

以下、この点について、比較例を参照しつつ説明する。

図１３は、本発明者が本発明に至る過程で検討した比較例の光学式エンコーダにおける受光素子の平面パターンを例示する模式図である。

本比較例においては、フォトダイオード（１ｃ、１ｄ、・・・）は、それぞれが縦方向（ｙ方向）に延在する略長方形状に形成され、横方向（ｘ方向）にアレイ状に配置されている。そして、コンタクト１０を介して、４相の配線（２０ａ～２０ｄ）に対して順番に接続されている。すなわち、隣接する４個のフォトダイオード（１ａ～１ｄ、２ａ～２ｄ、３ａ～３ｄ、４ａ～４ｄ）が一組となるように接続されている。

【００４０】

図１４は、本比較例におけるスケール３３と受光素子との配置関係を表す模式図である。

【００４１】

すなわち、スケール３３の透過パターン３４と遮光パターン３５のピッチは、フォトダイオード（１ｃ、１ｄ、・・）の配列のピッチと略整合している。例えば同図に表した比較例の場合、１組のフォトダイオード（１ａ～１ｄ、２ａ～２ｄ、）に対して、スケール３３の一対の明暗パターン３４、３５が整合している。

【００４２】

発光部３１からの光がスケール３３を透過すると、スケールの明暗パターン３４、３５により、受光部３２に入る光に明暗がつけられ、この光の明暗によりフォトダイオード各相に流れる光電流に差が生じる。この光電流の差を回路で検出し、出力する。

【００４３】

図１５は、本比較例の受光素子を用いた場合に得られる光信号波形を例示するグラフ図である。

本比較例の受光素子を用いた場合、スケール３３と受光素子とが相対的に変位すると、フォトダイオードに接続された４相の配線（２０ａ～２０ｄ）のそれぞれにおいて、図１５に表したような波形の光電流が得られる。４相の配線（２０ａ～２０ｄ）のそれぞれから得られる波形の時間変化を読み取ることにより、スケール３３とエンコーダとの相対的な変位の方向及び量が分かる。

【００４４】

しかしながら、本比較例の受光素子から得られる光電流の波形は、ＤＣ電流成分とＡＣ電流成分との組合わせになっている。ここで問題となるのは、光電流がＤＣ電流成分をもっていることである。図１４に表したように、スケール３３によって、受光素子に入射する光に明暗が与えられるが、スケール３３の透過パターン３４を透過した直進光３６のほかに、屈折や回折、あるいは周囲光の影響などにより、本来光が入らないことが望ましい遮光パターン３５の下のフォトダイオードにも光３７が入るために、このようなＤＣ成分が生ずる。また、隣接するフォトダイオード間で、光または光キャリアによるクロストークが生ずることによっても、ＤＣ成分が発生する場合もある。

【００４５】

このようなＤＣ電流成分が発生すると、電流－電圧変換回路でＡＣ電流成分がつぶれ、出力波形が歪んでしまい、回路の出力特性（Ｄｕｔｙ比・位相差）が低下するという問題が生ずる。これに対抗してダイナミックレンジを広げるためには、光の入力が強くなってもＡＣ成分がつぶれないように、電源電圧を高くしなくてはならず、回路の低電源電圧化に不利となる。

【００４６】

またさらに、このようなＤＣ成分は、エンコーダを小型化すると顕著になる傾向が見られる。これは、小型化に伴い、発光部３１と受光部３２との間隔も縮小され、発光部３１から放出され受光部３２に入射する光の平行性が低下するからである。このため、光学式エンコーダの小型化を進める上でも改善が必要とされる。

【００４７】

これに対して、本実施形態の受光素子を用いることにより、光電流におけるＤＣ成分を大幅に低減することが可能となる。

図１６は、本実施形態において得られるＤＣ成分のキャンセル効果を説明するための模式図である。

エンコーダから得られる光信号は、前述したように、ＤＣ成分とＡＣ成分とを有する。ＡＣ成分は、発光部と受光部との配置関係などに応じて、同図に点線で例示したように比較的大きな振幅を有する場合や、また、同図に実線で表したように比較的小さな振幅を有する場合がある。ここで、小さな振幅を有する場合（実線）の振幅をＢとし、ＤＣ成分のレベルをＡとした場合、前述した図１５に表したようにＤＣキャンセルを実施しない場合のＡとＢの比率は、例えば、Ａ：Ｂ＝５：１程度である。

これに対して、本実施形態によれば、第２のフォトダイオード２ａ～２ｄの光電流を利用して、ＤＣ成分をキャンセルできる。その結果として、図１６に表したように、Ａ：Ｂ＝２：１あるいはそれ以下にまで、ＤＣ成分のレベルを下げることができる。

【００４８】

キャンセルするための電流Ｉ２は、光電流Ｉ１より低い電流値に設定する。第１のフォトダイオード１ａ～１ｄのそれぞれに設けられた開口２２Ａの総面積と、第２のフォトダイオード２ａ～２ｄの面積の比から、各々の光電流値（ＤＣ電流成分）を見積り、Ｉ２＜Ｉ１の条件内で、後述するカレントミラー回路の電流比率を設定すればよい。

【００４９】

本実施形態によれば、このように光電流におけるＤＣ成分を低下させることにより、以下の効果が得られる。

【００５０】

まず、信号のダイナミックレンジを拡大できる。すなわち、信号用フォトダイオードの光電流のＤＣ電流成分を回路でキャンセル（引き算）することにより、発光部の光強度が変動しても、光電流の変動を小さく抑えることができる。その結果として、回路の入力ダイナミックレンジを広げることができる。

【００５１】

次に、回路の電源電圧を下げることができる。すなわち、これまでは、電流・電圧変換回路のダイナミックレンジを拡大するために、電源電圧を高くする必要があった。これに対して、本実施形態によれば、発光部の光強度の変動による光電流の変動を抑えられることから、ダイナミックレンジの拡大が可能となるため、電源電圧を高くする必要がなくなり、回路の低電源電圧化が可能となる。

【００５２】

また、エンコーダの出力特性（Ｄｕｔｙ・位相差）の精度を向上できる。すなわち、ＤＣ成分を下げることにより、振幅の大きいＡＣ成分の光電流が取り出せるため、エンコーダ機能として重要な出力特性（Ｄｕｔｙ比・位相差）を、より精度良く得ることが可能となる。

【００５３】

またさらに、エンコーダの小型化が容易となる。すなわち、光学式エンコーダにおいては、小型化すると、発光部と受光部との間隔が縮小されるために、受光部に入射する光の平行性が低下する。このため、スケールの明暗パターンが受光部に忠実に反映されず、光の回折などによるＤＣ成分が増加する傾向がある。これに対して、本実施形態によれば、ＤＣ成分を確実且つ容易に低減できので、光学式エンコーダを小型化し、且つ高い分解能を確保することが可能となる。

【００５４】

またさらに、エンコーダの分解能を決定するのは遮光層２２に設ける開口２２Ａのピッチであり、拡散やエピタキシャル領域を微細に区画する必要がない点でも優れる。つまり、遮光層２２は、金属配線２０などと同層の金属層として形成することができる。そして、その開口２２Ａは、金属配線と同様の微細なデザインルール（最小寸法）に基づいて形成可能である。従って、エンコーダの分解能を極めて高くすることも可能である。

【００５５】

また、遮光層２２を金属配線と同層として形成し、グラウンド電位に接地すると、フォ

トダイオード１ａ～１ｄに対するシールド効果も得られる点で有利である。

【００５６】

またさらに、第１のフォトダイオード１ａ～１ｄの間に第２のフォトダイオード２ａ～２ｃを介在させることにより、隣接する第１のフォトダイオード１ａ～１ｄの間のクロストークによるノイズなどを低減できるという効果も得られる。例えば、第１のフォトダイオード１ａと１ｂとの間に第２のフォトダイオード２ａを設けることにより、例えば、これらフォトダイオード１ａ、１ｂの間で光電流がリークすることにより生ずるクロストークなどを抑制でき、光信号のノイズレベルを低減できる。

【００５７】

図１７は、本実施形態の光学式エンコーダにおいて用いることができる回路を表す模式図である。

【００５８】

同図は、図５に表したような断面構造を有する半導体素子に設けることができる回路を例示する。すなわち、この回路は、ｐ型シリコン基板の上にｎ型エピタキシャル層１１２を形成することにより得られたフォトダイオードの周辺に設けることができる。

【００５９】

この回路は、電流・電圧変換部３００ａ～３００ｄと、ＤＣキャンセル部２００と、を有する。

第１のフォトダイオード（１ａ～１ｄ）のそれぞれは、電流・電圧変換部３００ａ～３００ｄに接続されている。図１７には、これらのうち電流・電圧変換部３００ｄの構成を表した。すなわち、電流・電圧変換部３００ｄにおいては、変換用トランジスタ３０１と抵抗３０３とにより、第１のフォトダイオード１ｄに流れる光電流が電圧に変換され出力される。図示は省略したが、他の電流・電圧変換部３００ａ～３００ｃも、同様の構造を有する。

【００６０】

一方、第２のフォトダイオード２ａ～２ｄは、ＤＣキャンセル部２００に接続されている。この時、複数の第２のフォトダイオード２ａ～２ｄが並列接続されていてもよく、あるいは第２のフォトダイオード２ａ～２ｄのいずれかのみが接続されていてもよい。第２のフォトダイオードのアノードは接地（Gnd）され、一方、カソードは、カレントミラー回路の基準ＰＮＰトランジスタ２０１のベース及びコレクタに接続されている。そして、この基準ＰＮＰトランジスタ２０１から、ＰＮＰトランジスタ（２０２～２０５）で電流を折り返すように接続されている。ＰＮＰトランジスタ（２０２～２０５）のコレクタは、電流・電圧変換部３００ｄに接続され、配線２０ｄを介して第１のフォトダイオード１ｄ～ｎｄのカソードに至る。

【００６１】

また、図示は省略したが、これと同様に、ＰＮＰトランジスタ２０２、２０３、２０４のコレクタは、それぞれ電流・電圧変換部３００ａ、３００ｂ、３００ｃにおいて、第１のフォトダイオード１ａ、１ｂ、１ｃのカソードにそれぞれ接続されている。

【００６２】

この回路構成により、電流・電圧変換回路３００ｄの入力電流は、（Ｉ１－Ｉ２）となり、電流Ｉ２の分だけキャンセル（引き算）することができる。つまり、第２のフォトダイオード２ａ（～２ｄ）を流れる光電流に基づいて電流Ｉ２が形成され、これよって第１のフォトダイオードから得られる信号のＤＣ成分を補正することができる。

【００６３】

この時、カレントミラー比を任意に設定可能とすれば、ＤＣ電流成分のキャンセルに必要とされる電流Ｉ２を、最適なＤＣキャンセル量（電流値）に設定することができる。その結果として、電流・電圧変換部３００から得られる出力信号におけるＤＣ成分のレベルをほぼゼロにまで下げることも可能である。なお、電流・電圧変換回路の出力電圧のダイナミックレンジが広ければ、Ｉ１＜Ｉ２でなくても設定可能である。

【００６４】

図１８は、本発明において用いることができる回路のもう一つの具体例を表す模式図である。すなわち、同図は、図８に表したように、ｎ型エピタキシャル層の表面にｐ型拡散層を形成することによりフォトダイオードを形成した場合に、これらフォトダイオードの周囲に設けることができる回路を例示する。

【００６５】

本具体例の回路も、電流・電圧変換部３００ａ～３００ｄと、ＤＣキャンセル部２００と、を有する。そして、第２のフォトダイオード２ａ～２ｄのカソードはＶｃｃに接続され、一方アノードはカレントミラー回路の基準ＮＰＮトランジスタ２１１のベースとコレクタに接続されている。この場合も複数の第２のフォトダイオード２ａ～２ｄを共通並列接続してもよく、これらのいずれかのみを接続してもよい。

【００６６】

この基準ＮＰＮトランジスタ２１１から、ＮＰＮトランジスタ（２１２～２１５）で電流が折り返される。また、ＮＰＮトランジスタ２１５のコレクタが第１のフォトダイオード１ｄのアノードに接続されている。

この回路構成により、電流・電圧変換回路３００ｄの入力電流は、（Ｉ１－Ｉ２）となり、電流Ｉ２の分の電流をキャンセル（引き算）できる。

【００６７】

次に、本実施形態の光学式エンコーダに用いることができる受光素子の他の具体例について説明する。

図１９は、本実施形態において用いることができる受光素子の第２の具体例を表す平面透視図である。

また、図２０は、本具体例の受光素子から遮光層を除去した状態を例示する平面図である。

これらの図については、図１乃至図１８に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【００６８】

本具体例においても、ｘ方向（図１９において左右方向）に延在した略ストライプ状の第１のフォトダイオード１ａ～１ｄと第２のフォトダイオード２ａ～２ｄとが、交互に略平行に並列配置されている。ただし、具体例においては、第１のフォトダイオード１ａ～１ｄは、その中央に絶縁領域３０が設けられ、左右ふたつの部分に分割されている。絶縁領域３０としては、絶縁体や高抵抗層を埋め込んだり、表面の半導体層をエッチング除去してトレンチを形成してもよい。

【００６９】

そして、本具体例においては、絶縁領域３０の左側と右側とで、開口２２Ａの位相がずれている。例えば、第１のフォトダイオード１ａのうちで、絶縁領域３０の左側には「ａ相」に対応する開口２２Ａが設けられているのに対して、右側には「ｃ相」に対応する開口２２Ａが設けられている。そして、図１２に関して前述したようにスケール３３を介して明暗パターンを照射した時、「ａ相」として同時に光電流を生ずるのは、第１のフォトダイオード１ａの左側の開口２２Ａの部分と、第１のフォトダイオード１ｃの右側の開口２２Ａの部分である。つまり、図１９において上下方向（ｙ方向）に異なるフォトダイオードで同時に光信号を発生させる。具体的には、フォトダイオード１ａの左側の部分とフォトダイオード１ｃの右側の部分とを「ａ相」の検出用に用い、フォトダイオード１ｂの左側の部分とフォトダイオード１ｄの右側の部分とを「ｂ相」の検出用に用い、フォトダイオード１ｃの左側の部分とフォトダイオード１ａの右側の部分とを「ｃ相」の検出用に用い、フォトダイオード１ｄの左側の部分とフォトダイオード１ｂの右側の部分とを「ｄ相」の検出用に用いる。

【００７０】

このようにすると、ｙ方向に光の照度の「ムラ」がある場合でも、均一な光電流信号が得られる。すなわち、図１に例示したように、フォトダイオード１ａに「ａ相」、フォトダイオード１ｂに「ｂ相」・・・の如く位相を割り当てると、ｙ方向に沿って光の照度が

不均一である場合に、各相ごとに光電流出力が異なる場合が生ずる。

【００７１】

これに対して、本具体例によれば、「ａ相」、「ｂ相」・・に対応する受光部をｙ方向に分散させることにより、ｙ方向の光の照度の「ムラ」を平均化させた光電流出力が得られる。

【００７２】

そしてさらに、本実施形態によれば、図１乃至図１８に関して前述したように、第２のフォトダイオード２ａ～２ｄの出力を用いてＤＣ成分をキャンセルできる。その結果として、高感度、高ダイナミックレンジ、高分解能、小型の光学式エンコーダを提供できる。

【００７３】

なお、図１９及び図２０には、第１のフォトダイオードの中央付近に絶縁領域３０を設ける具体例を表したが、本発明はこれには限定されない。すなわち、ｘ方向に延在する第１のフォトダイオード１ａ～１ｄのそれぞれに複数の絶縁領域３０を設け、それぞれのフォトダイオードを３つ以上の部分に分割してもよい。

【００７４】

図２１は、本実施形態において用いることができる受光素子の第３の具体例を表す平面透視図である。

また、図２２は、本具体例の受光素子から遮光層を除去した状態を例示する平面図である。

これらの図についても、図１乃至図２０に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【００７５】

本具体例においては、第１のフォトダイオードとして、ｘ方向に延在したストライプ状の８個のフォトダイオード１ａ～１ｈが設けられている。また、これら第１のフォトダイオードの間には、第２のフォトダイオード２ａ～２ｇが設けられている。そして、第２具体例に関して前述したものと同様に、これら第１のフォトダイオード１ａ～１ｈの中央に絶縁領域３０が設けられ、左右ふたつの部分に分割されている。そして、第２具体例と同様に、絶縁領域３０の左側と右側とで、開口２２Ａの位相がずれている。

【００７６】

例えば、「ａ相」を検出するのは、フォトダイオード１ａの左側と、フォトダイオード１ｃの右側と、フォトダイオード１ｅの左側と、フォトダイオード１ｇの右側である。このように、同時に光を検出する部分を、ｘ方向のみならずｙ方向にも分散させることにより、光の２次元的な「ムラ」を平均化させ、より均一な光電流信号を得ることができる。

【００７７】

そしてさらに、本具体例においても、図１乃至図１８に関して前述したように、第２のフォトダイオード２ａ～２ｇの出力を用いてＤＣ成分をキャンセルできる。その結果として、高感度、高ダイナミックレンジ、高分解能、小型の光学式エンコーダを提供できる。

【００７８】

図２３は、本実施形態において用いることができる受光素子の第４の具体例を表す平面透視図である。同図についても、図１乃至図２２に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

本具体例においては、第１のフォトダイオード１ａ～１ｄに対する電極のコンタクトを広い面積で確保している。すなわち、第１のフォトダイオード１ａ～１ｄのそれぞれについて、ｘ方向に延在したコンタクト１０が形成されている。これらコンタクト１０に接続された金属配線２０は、フォトダイオード１ａ～１ｄのそれぞれについて、左右交互に反対の方向に引き出されている。例えば、フォトダイオード１ａの金属配線２０は、向かって左側に引き出され、フォトダイオード１ｂの金属配線２０は、向かって右側に引き出されている。

【００７９】

フォトダイオード１ａ～１ｄの長手方向に沿ってストライプ状にコンタクト１０を形成

することにより、フォトダイオード１ａ～１ｄの長手方向に沿って均一に光電流を取り出すことができる。フォトダイオードで発生した光電流は、このようにフォトダイオードの長手方向に沿って延在したコンタクト１０において取り出すことができる。すなわち、ストライプ状のフォトダイオード１ａ～１ｄの中央付近で発生した光電流も、端部で発生した光電流も、フォトダイオード自身の抵抗成分による損失を抑えて均一な信号強度で取り出すことができる。

また、本具体例においては、フォトダイオード１ａ～１ｄの長手方向に沿って形成されたコンタクト１０は、遮光層となるので、コンタクト１０により遮光される部分を除いた開口２２Ａの面積が一定となるようにコンタクト１０及び開口２２Ａを形成することが望ましい。このようにすれば、全ての開口２２Ａにおける受光面積を同一にでき、均一な光出力が得られる。これは、後に詳述する図２６、図２７、図２８に表した構造においても同様である。

【００８０】

図２４及び図２５は、本具体例のフォトダイオードの断面構造を表す模式図である。すなわち、これらの図は、図２３のＡ－Ａ線断面図である。

図２４に表した構造の場合、ｐ型基板１１３の上にn^+型ブロック層１１４Ａを介してｎ型エピタキシャル層１１４Ｂが形成されてｐｎ接合型フォトダイオードが形成されている。また、その周囲は、ｐ型領域１１１により分離されている。

【００８１】

一方、図２５に表した構造の場合、やはりｐ型基板１１３の上に、n^+型ブロック層１１４Ａを介してｎ型エピタキシャル層１１４Ｂが形成され、その表面にｐ型拡散領域１１５がプレーナ状に形成されてｐｎ接合型フォトダイオードが構成されている。また、その周囲は、ｐ型領域１１１により分離されている。

【００８２】

本具体例においては、第１のフォトダイオード１ａ～１ｄの長手方向に沿って延在したコンタクト１０を形成することにより、それぞれのフォトダイオードの長手方向に沿って均一に光電流を取り出すことができる。そして、本具体例においても、図１乃至図１８に関して前述したように、第２のフォトダイオード２ａ～２ｃの出力を用いてＤＣ成分をキャンセルできる。その結果として、高感度、高ダイナミックレンジ、高分解能、小型の光学式エンコーダを提供できる。

【００８３】

図２６は、本実施形態において用いることができる受光素子の第５の具体例を表す平面透視図である。同図についても、図１乃至図２５に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

本具体例においては、第１のフォトダイオード１ａ～１ｄがそれぞれ絶縁領域３０によって左右ふたつの部分に分離されている。そして、これら分離されたそれぞれの部分には、第４具体例と同様に、ｘ方向に沿って延在したコンタクト１０が形成されている。

【００８４】

フォトダイオード１ａ～１ｄを絶縁領域３０で分離し、その左右で受光部の位相をずらすことにより、第２及び第３具体例に関して前述したように、ｙ方向やｘ方向における光の「ムラ」を平均化させることができる。そして、本具体例においても、、図１乃至図１８に関して前述したように、第２のフォトダイオード２ａ～２ｃの出力を用いてＤＣ成分をキャンセルできる。その結果として、高感度、高ダイナミックレンジ、高分解能、小型の光学式エンコーダを提供できる。

なお、本具体例においても、フォトダイオード１ａ～１ｄの長手方向に沿って形成されたコンタクト１０は、遮光層となるので、コンタクト１０により遮光される部分を除いた開口２２Ａの面積が一定となるようにコンタクト１０及び開口２２Ａを形成することが望ましい。このようにすれば、全ての開口２２Ａにおける受光面積を同一にでき、均一な光出力が得られる。

【００８５】

ところで、前述した第２及び第３具体例と本具体例においては、ストライプ状に延在する第１のフォトダイオードの中央付近に絶縁領域３０を設けて左右ふたつに分割している。この時、絶縁領域３０を設けることにより、開口２２Ａの間隔を調整することが望ましい。

【００８６】

すなわち、図２７に例示したように絶縁領域３０を設けない場合には、スケール３３の透過パターン３４と遮光パターン３５のピッチに対応して開口２２Ａを形成すればよい。図２７の具体例の場合、フォトダイオード１ａ～１ｄのそれぞれについてみると、開口２２Ａのピッチとスケール３３の明暗パターンとが整合している。つまり、スケール３３の透過パターン部３４の幅Ｗ１と遮光パターン部３５の幅Ｗ２は、いずれも開口２２Ａの幅の２倍である。

【００８７】

これに対して、絶縁領域３０を設けた場合には、その幅に対応して開口２２Ａの幅を狭くするとよい。

図２８は、絶縁領域３０が設けられた場合の開口２２Ａの幅を説明するための模式図である。

絶縁領域３０は、光を検知しない不感帯である。このような不感帯を図２７に表したようなパターンに対して単純に割り込ませると、開口２２Ａのピッチに「ずれ」が生ずる。また、パターンを変化させずに絶縁領域３０を割り込ませると、その周囲の開口２２Ａのみが狭くなり、光電流信号が局所的に低下するという問題が生ずる。

【００８８】

これに対して、図２８に表した構造においては、絶縁領域３０のｘ方向の幅をＷpdとした時、絶縁領域３０を設けない場合（図２７）と比較すると、開口２２Ａの幅がそれぞれＷpdだけ狭く形成されている。つまり、開口２２Ａのｘ方向に沿った配列のピッチを変化させずに、それぞれの開口２２Ａの幅を狭くする。絶縁領域３０は、隣接する開口２２Ａ同士の間に形成される隙間に設けられることとなる。このようにすれば、第１のフォトダイオード１ａ～１ｄのいずれの部分からも同一レベルの光電流信号が得られる。

また、この場合、隣接する開口２２Ａは、ｘ方向にみて連続せず、Ｗpdだけ間隔をおいて配置されている。例えば、第１のフォトダイオード１ａの左側の部分に設けられた開口２２Ａ１と、第１のフォトダイオード１ｂの左側に設けられた開口２２Ａ２と、は、ｘ方向に沿ってＷpdだけ間隔をおいて配置されている。このように、隣接する開口の間に間隔を設けると、スケール３３を透過する光の乱反射、屈折、回折などによる光のムラの影響を排除し、各相ごとに９０度の位相差の信号のみを取り出すことが容易となる。つまり、光の散乱などによるノイズを低減できる。

【００８９】

以上、具体例を参照しつつ本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明は、これらの具体例に限定されるものではない。

【００９０】

例えば、図１や図１９などにおいて、光信号検出用の第１のフォトダイオードとＤＣ成分キャンセル用の第２のフォトダイオードとが交互に配置された具体例を表したが、本発明はこれに限定されない。すなわち、ＤＣ検出用の第２のフォトダイオードは、必ずしも全ての第１のフォトダイオード同士の間に設ける必要はない。

図２９は、本発明において用いることができる受光素子の他の具体例を表す模式透視図である。すなわち、本具体例においては、ｘ方向に延在する４つの第１のフォトダイオード１ａ～１ｄが設けられ、その中央にひとつの第２のフォトダイオード２ａが設けられている。ＤＣ成分が比較的小さい場合には、ひとつの第２のフォトダイオード２ａのみから得られる光電流でキャンセル可能である。そして、第２のフォトダイオードの占有面積を減らし、その分だけ第１のフォトダイオード１ａ～１ｄの占有面積を増加させれば、光信号レベルを上げることができるので、ノイズ低減や感度向上などの点で有利になる。

【００９１】

図３０は、本発明において用いることができる受光素子のさらに他の具体例を表す模式透視図である。すなわち、本具体例においては、第１のフォトダイオード１ａ～１ｄは隣接して設けられ、その上下に第２のフォトダイオード２ａ、２ｂが設けられている。このようにしてもＤＣ成分の除去が可能である。また、第１のフォトダイオード１ａ～１ｄの占有面積を拡大することにより光信号レベルを上げることができるので、ノイズ低減や感度向上などの点で有利になる。

【００９２】

図２９及び図３０以外にも、第２のフォトダイオードの数や配置については、様々な具体例を挙げることができ、それらは本発明の要旨を有する限りにおいて本発明の範囲に包含される。

【００９３】

また、以上説明した発光部、受光部、半導体基板、半導体層、電極、回路要素などの各要素の材料、導電型、キャリア濃度、不純物、厚み、配置関係、パターン形状などに関して当業者が適宜設計変更を加えたものも、本発明の特徴を有する限りにおいて本発明の範囲に包含される。

【００９４】

その他、上述した光学式エンコーダについては、当業者が公知の範囲から適宜選択したものも、本発明の要旨を含む限り本発明の範囲に包含される。

【図面の簡単な説明】

【００９５】

【図１】本発明の第１の実施の形態にかかる光学式エンコーダの受光素子の構成を例示する平面透視図である。

【図２】本発明の具体例の受光素子から遮光層を除去した状態を例示する平面図である。

【図３】光学式エンコーダの要部断面構造を例示する模式図である。

【図４】スケールの一部を例示する模式平面図である。

【図５】本発明の実施形態の受光素子の開口２２Ａとスケール３３のピッチとの関係を例示する模式図である。

【図６】本発明の第１の実施の形態の他の具体例にかかる光学式エンコーダの受光素子の構成を例示する平面透視図である。

【図７】本発明の具体例の受光素子から遮光層を除去した状態を例示する平面図である。

【図８】本発明の第２の実施の形態にかかる光学式エンコーダの受光素子の構成を例示する平面透視図である。

【図９】本発明の具体例の受光素子から遮光層を除去した状態を例示する平面図である。

【図１０】本発明の実施形態のフォトダイオードの断面構造の一例を表す模式図である。

【図１１】本発明の実施形態のフォトダイオードの断面構造のもうひとつの例を表す模式図である。

【図１２】本発明の実施形態の受光素子の開口２２Ａとスケール３３のピッチとの関係を例示する模式図である。

【図１３】本発明者が本発明に至る過程で検討した比較例の光学式エンコーダにおける受光素子の平面パターンを例示する模式図である。

【図１４】比較例におけるスケール３３と受光素子との配置関係を表す模式図である。

【図１５】比較例の受光素子を用いた場合に得られる光信号波形を例示するグラフ図である。

【図１６】本発明において得られるＤＣ成分のキャンセル効果を説明するための模式図である。

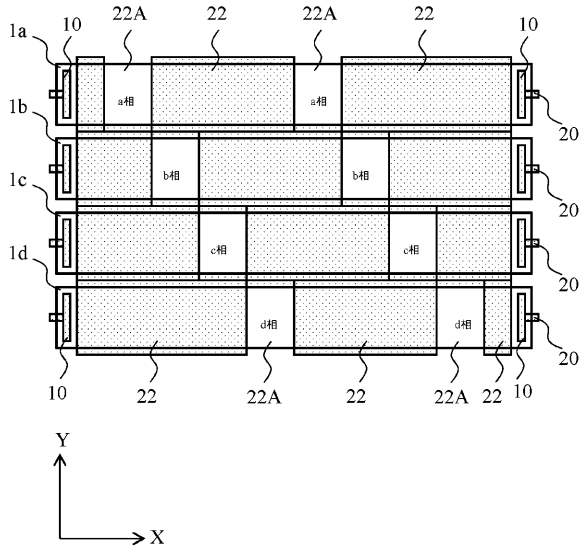
【図１７】本発明の実施形態の光学式エンコーダにおいて用いることができる回路を表す模式図である。

【図１８】本発明において用いることができる回路のもう一つの具体例を表す模式図である。

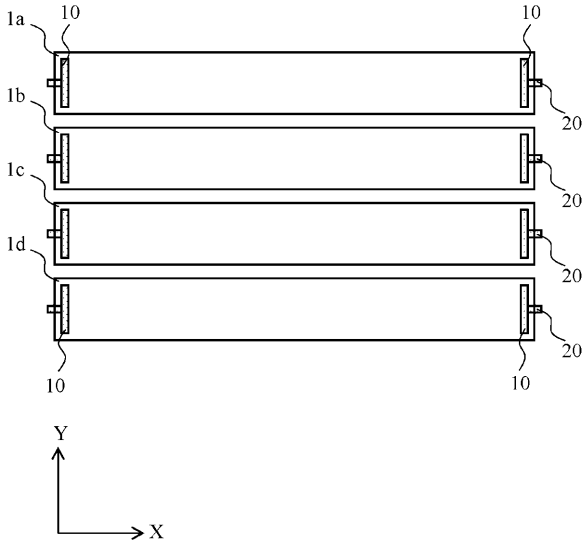
【図１９】本発明の実施形態において用いることができる受光素子の第２の具体例を表す

平面透視図である。
【図２０】本発明の具体例の受光素子から遮光層を除去した状態を例示する平面図である。
【図２１】本発明の実施形態において用いることができる受光素子の第３の具体例を表す平面透視図である。
【図２２】本発明の具体例の受光素子から遮光層を除去した状態を例示する平面図である。
【図２３】本発明の実施形態において用いることができる受光素子の第４の具体例を表す平面透視図である。
【図２４】本発明の具体例のフォトダイオードの断面構造を表す模式図である。
【図２５】本発明の具体例のフォトダイオードの断面構造を表す模式図である。
【図２６】本発明の実施形態において用いることができる受光素子の第５の具体例を表す平面透視図である。
【図２７】絶縁領域３０を設けない場合を表す模式図である。
【図２８】絶縁領域３０が設けられた場合の開口２２Ａの幅を説明するための模式図である。
【図２９】本発明において用いることができる受光素子の他の具体例を表す模式透視図である。
【図３０】本発明において用いることができる受光素子のさらに他の具体例を表す模式透視図である。
【符号の説明】
【００９６】
１ａ～１ｈ 第１のフォトダイオード
２ａ～２ｇ 第２のフォトダイオード
１０ コンタクト
２０ 金属配線
２０ａ～２０ｄ 配線
２２ 遮光層
２２Ａ 開口
３０ 絶縁領域
３１ 発光部
３２ 受光部
３３ スケール
３４ 透過パターン
３５ 遮光パターン
４０、５０ リードフレーム
１１１ ｐ型領域
１１２ ｎ型エピタキシャル層
１１３ ｐ型シリコン基板
１１４ 埋め込み層
１１５ ｐ型拡散領域
２００ キャンセル部
２０１、２０２、２１１、２１５ トランジスタ
３００、３００ａ～３００ｄ 電圧変換部
３０１ 変換用トランジスタ
３０３ 抵抗

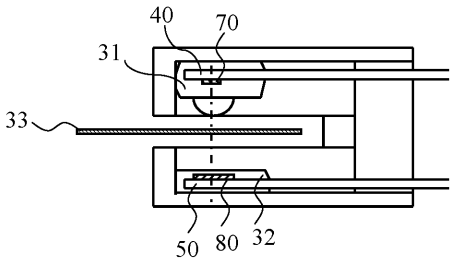
【図１】


1a
1b
1c
1d
10
22A
22
20
a相
b相
c相
d相
Y
X

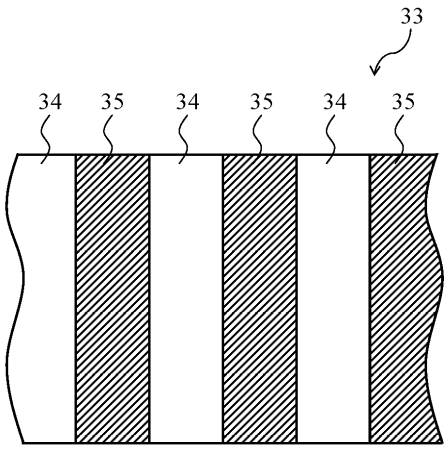
【図２】


1a
1b
1c
1d
10
20
Y
X

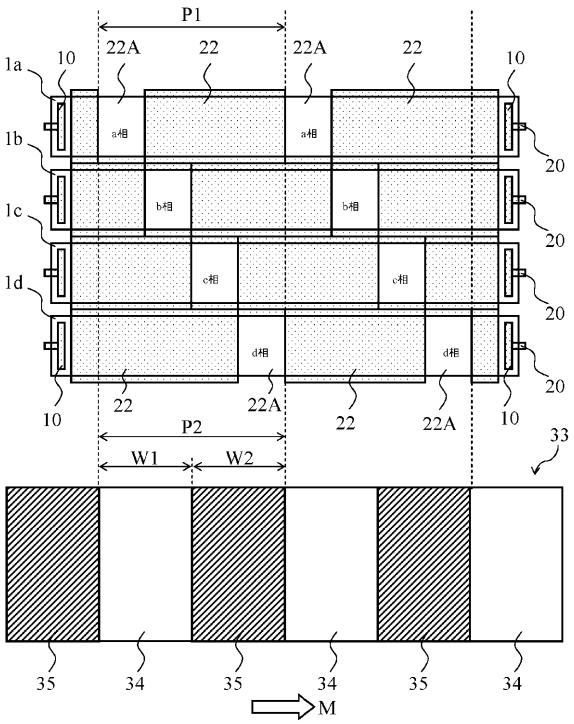
【図３】


40
70
31
33
50
80
32

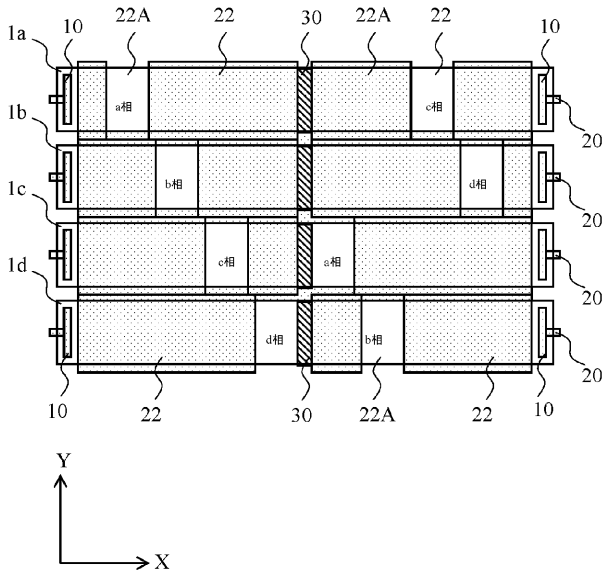
【図４】


33
34
35

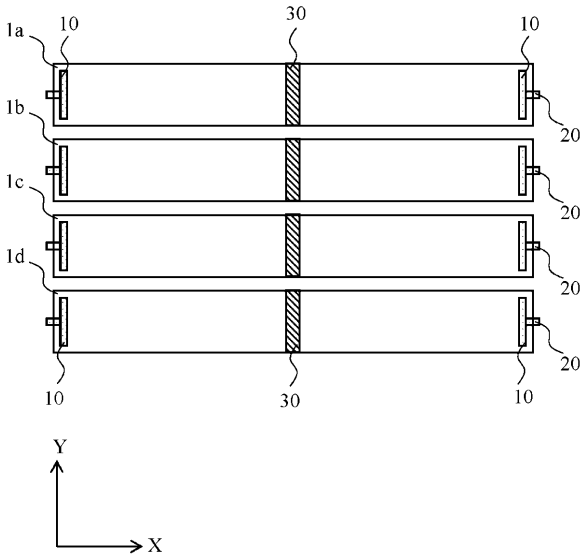
【図５】


P1
P2
W1
W2
1a
1b
1c
1d
10
22A
22
20
33
M
a相
b相
c相
d相

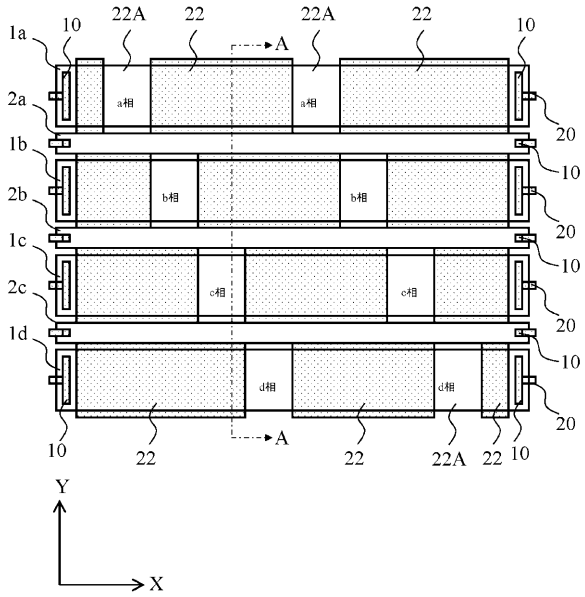
【図６】


1a
1b
1c
1d
10
22A
22
30
22A
22
10
20
a相
b相
c相
d相
Y
X

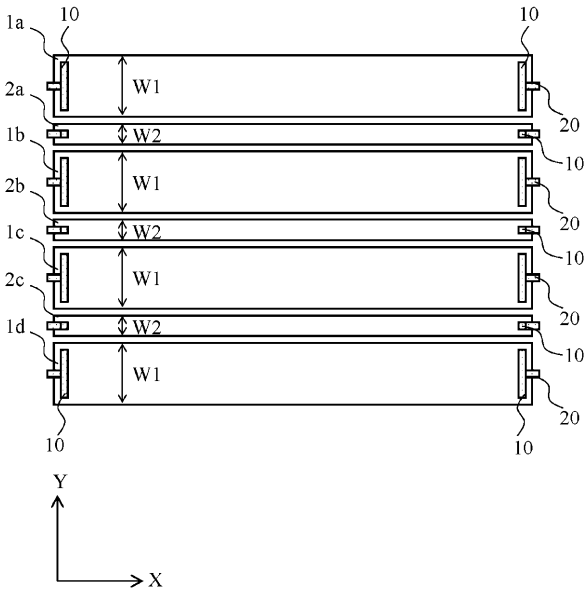
【図７】


1a
1b
1c
1d
10
30
20
Y
X

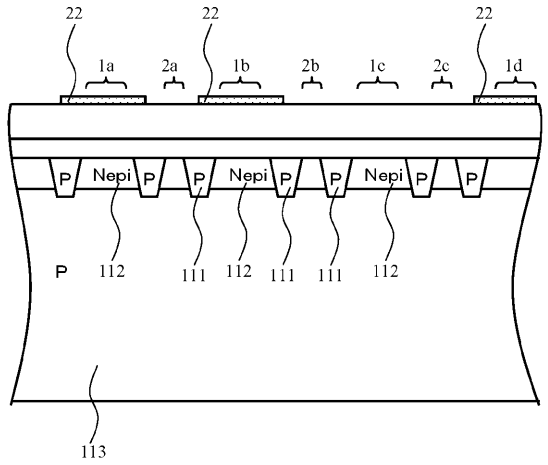
【図８】


1a
2a
1b
2b
1c
2c
1d
10
22A
22
A
20
a相
b相
c相
d相
Y
X

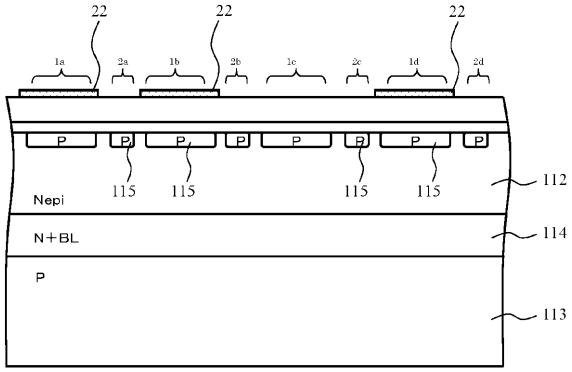
【図９】


1a
2a
1b
2b
1c
2c
1d
10
W1
W2
20
Y
X

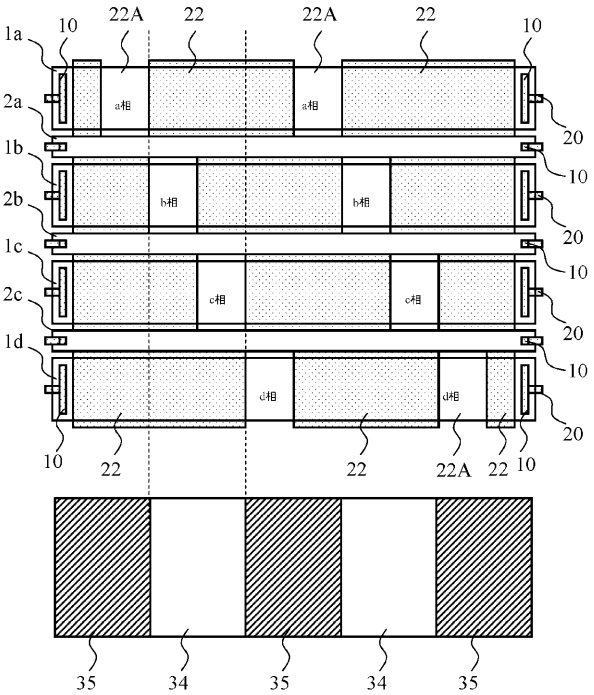
【図１０】



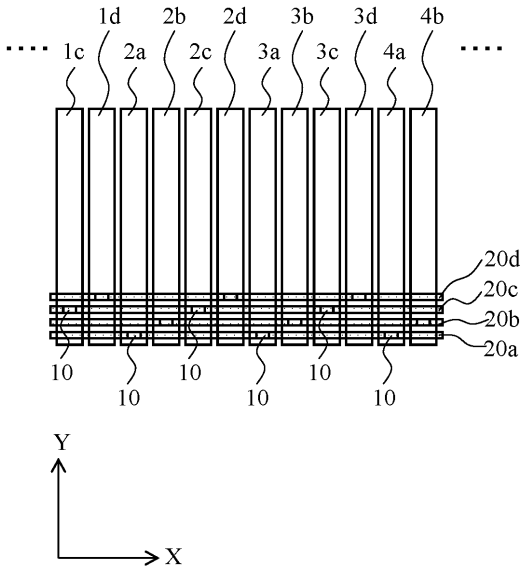
【図１１】



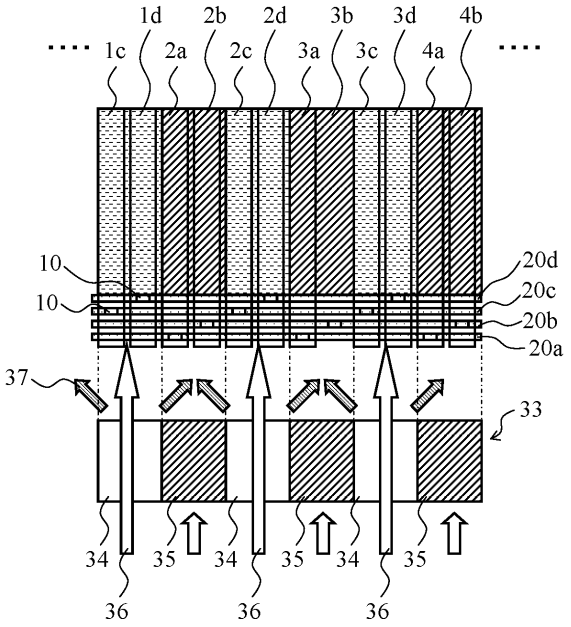
【図１２】



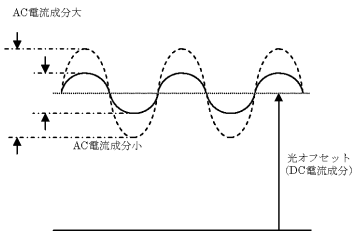
【図１３】



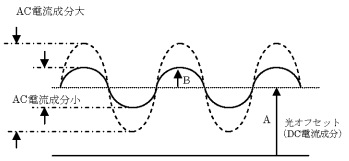
【図１４】



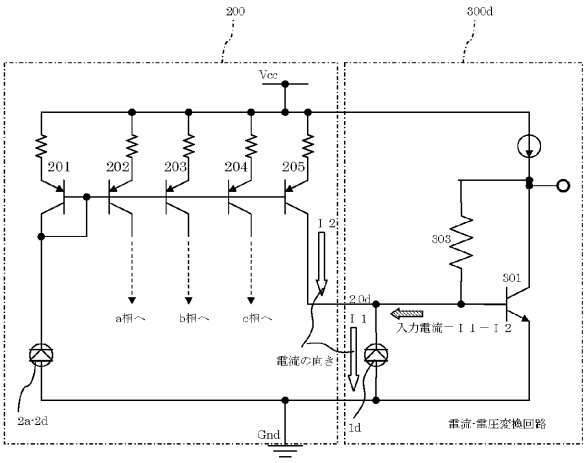
【図１５】



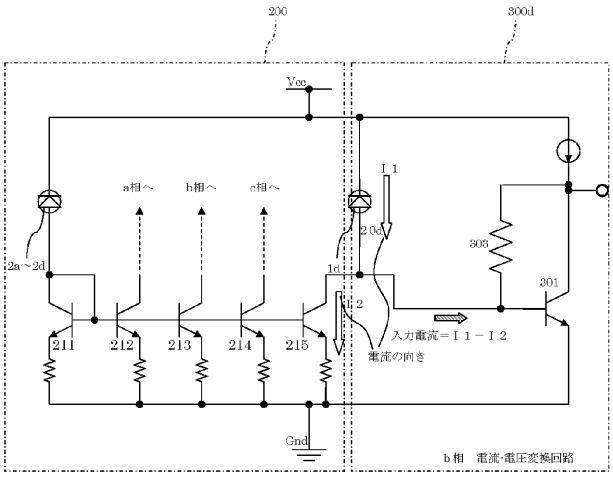
【図１６】



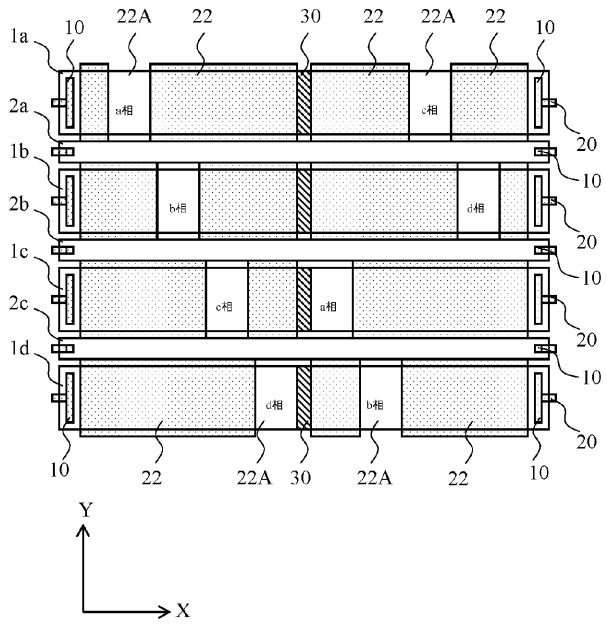
【図１７】



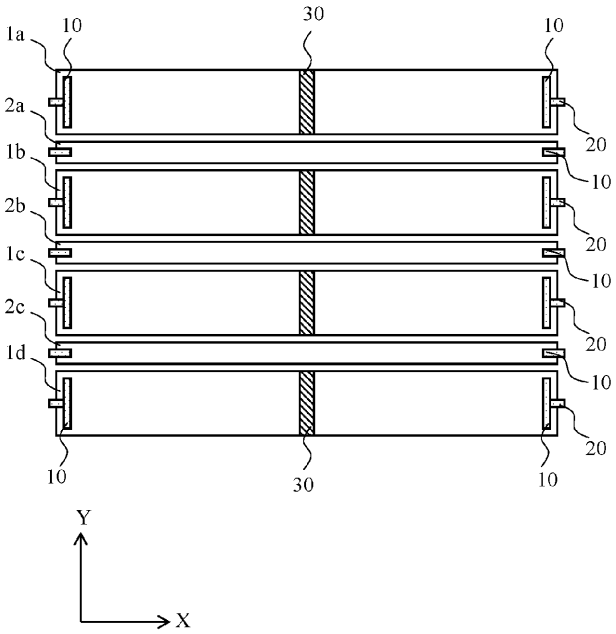
【図１８】



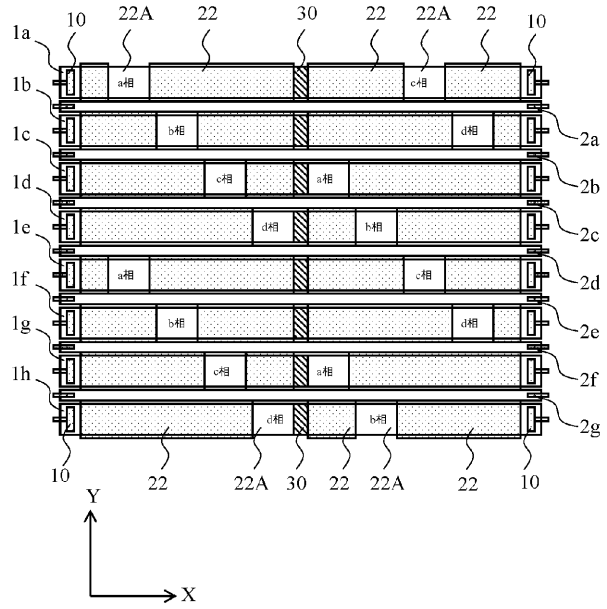
【図１９】



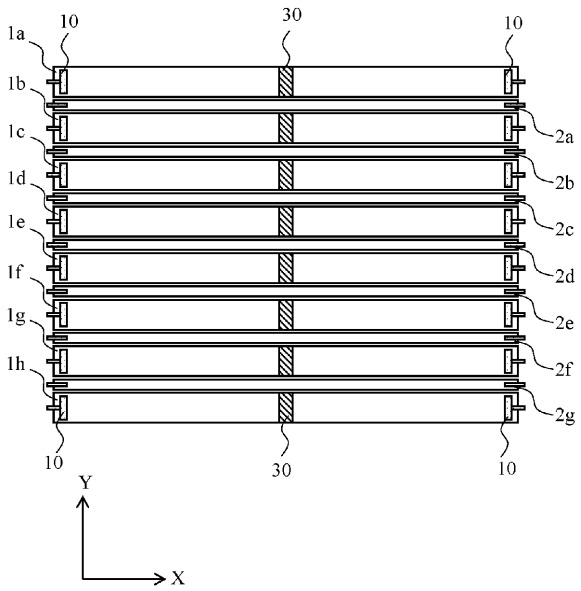
【図２０】



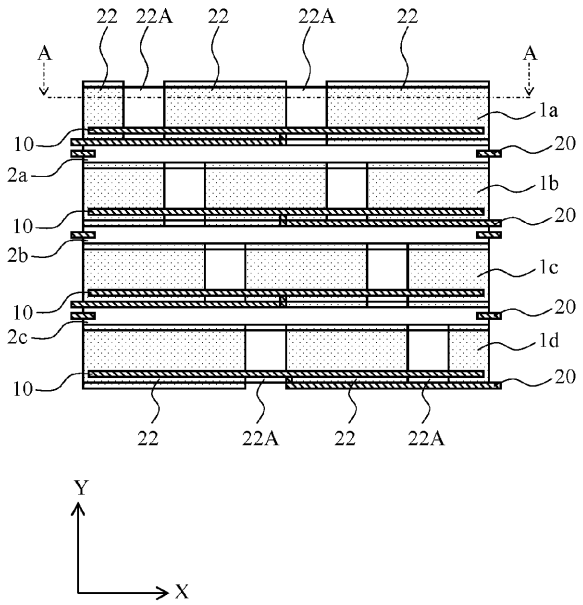
【図２１】



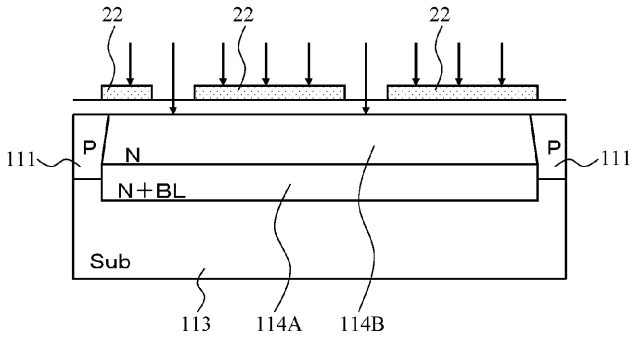
【図２２】



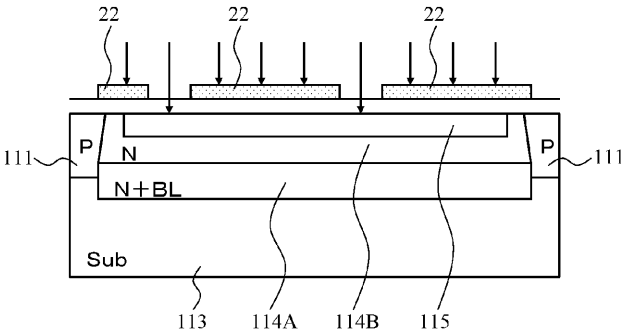
【図２３】



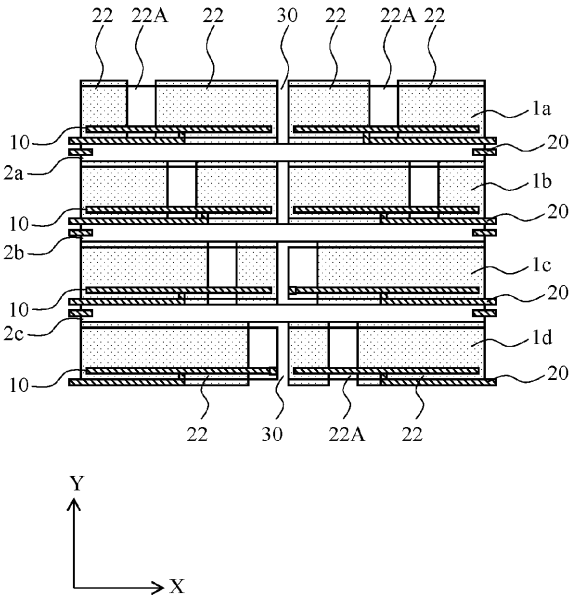
【図２４】



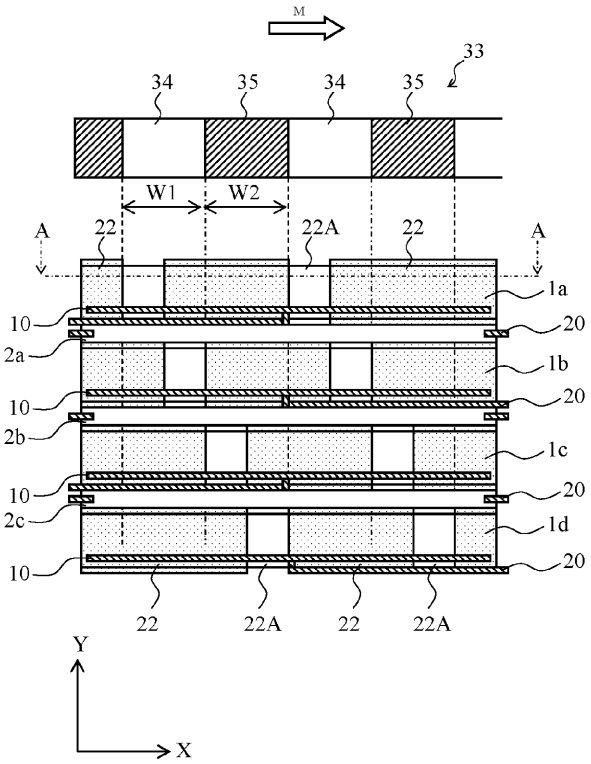
【図２５】



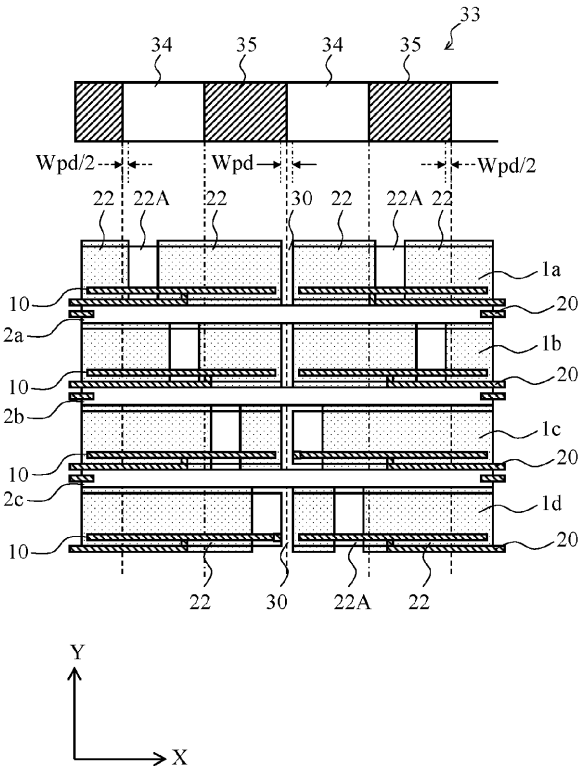
【図２６】



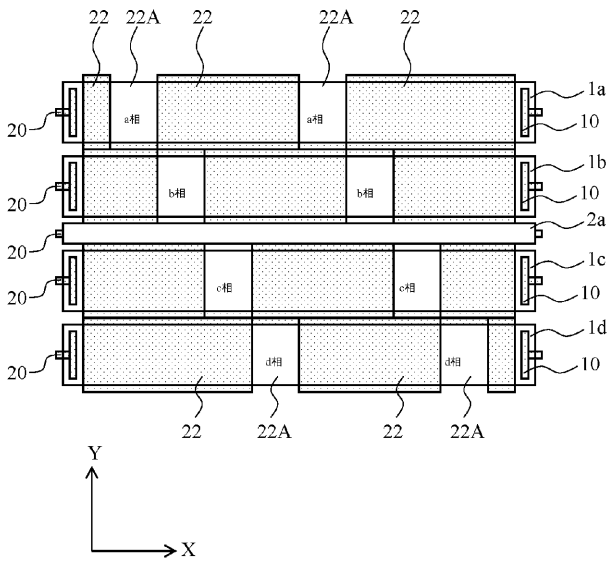
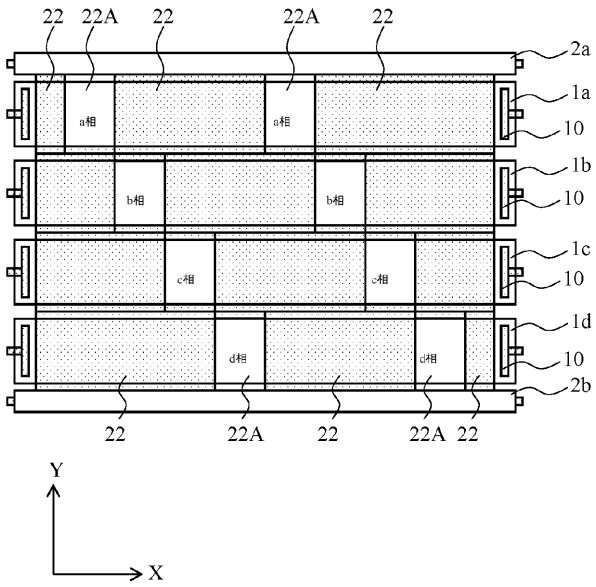
【図２７】



【図２８】



【図２９】



【図３０】