

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

シリコン基板に、
フォトダイオードと、
前記フォトダイオードからの出力信号を増幅する増幅回路と、
前記フォトダイオードと前記増幅回路との間に、グランドに接続された遮断部と、が設けられていることを特徴とする受光素子。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の受光素子において、
前記遮断部は、前記増幅回路に設けられたグランドに接続されることを特徴とする受光素子。 10

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の受光素子において、
前記増幅回路は、前記フォトダイオードから出力された電荷を電圧に変換する電荷電圧変換回路を含み、
前記電荷電圧変換回路は、
前記フォトダイオードのアノードがゲートと接続されるトランジスタと、
前記トランジスタのドレインと接続される定電流源と、を備えることを特徴とする受光素子。

【請求項 4】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の受光素子において、
前記増幅回路は、前記フォトダイオードから出力された電流を電圧に変換する電流電圧変換回路を含み、
前記電流電圧変換回路は、
前記フォトダイオードのアノードが接続される反転入力端子、グランドに接続される非反転入力端子、及び、信号が出力される出力端子を有するオペアンプと、
前記オペアンプとそれぞれ並列に設けられる抵抗及びコンデンサーと、を備えることを特徴とする受光素子。 20

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の受光素子と、
前記受光素子から出力される信号を処理する処理回路と、
前記受光素子及び前記処理回路が配置される基板と、を備えることを特徴とする受光モジュール。 30

【請求項 6】

請求項 5 に記載の受光モジュールと、
前記基板に設けられる発光素子と、を備えることを特徴とする光電センサー。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の光電センサーにおいて、
前記発光素子と前記フォトダイオードとの間の距離は、前記発光素子と前記増幅回路における前記フォトダイオードからの出力信号の入力部位との間の距離より小さいことを特徴とする光電センサー。 40

【請求項 8】

請求項 7 に記載の光電センサーにおいて、
前記増幅回路は、前記フォトダイオードから前記発光素子に向かう方向に対して直交する方向に設けられていることを特徴とする光電センサー。

【請求項 9】

請求項 7 に記載の光電センサーにおいて、
前記増幅回路は、前記フォトダイオードに対して前記発光素子とは反対側の位置に設けられていることを特徴とする光電センサー。

【請求項 10】

請求項 6 から請求項 9 のいずれか一項に記載の光電センサーにおいて、
前記発光素子と前記フォトダイオードとの間に設けられ、前記発光素子から前記フォトダイオードに直接入射する光を遮蔽する遮蔽部を有することを特徴とする光電センサー。

【請求項 11】

請求項 6 から請求項 10 のいずれか一項に記載の光電センサーと、
前記光電センサーから出力された信号に基づいて生体情報を決定する処理部と、を備えることを特徴とする生体情報測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、受光素子、受光モジュール、光電センサー及び生体情報測定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、シリコン基板上にフォトダイオードが形成されたフォトICが知られている（例えば、特許文献1参照）。

特許文献1に記載のフォトICは、フォトダイオード及び赤外光透過フィルター付きフォトダイオードと、第1～第4増幅回路とがシリコン基板上に形成されたチップである。

赤外光透過フィルターが付いていないフォトダイオードは、第1増幅回路の入力端子と接続され、赤外光透過フィルター付きフォトダイオードは、第2増幅回路の入力端子と接続され、各フォトダイオードからの信号は、対応する増幅回路によって増幅される。また、第1増幅回路及び第2増幅回路は、第3増幅回路と接続されており、更に後段には、第4増幅回路が設けられている。これら第3増幅回路及び第4増幅回路を介して、第1増幅回路及び第2増幅回路によって増幅された信号は、出力端子から取り出される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2006-332226号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1に記載のフォトICにおいて、フォトダイオードのpn接合部に光が入射される光によって生じる正孔及び電子のうち、正孔はp層に集まり、電子はn層に集まるように働く。このため、n層に集まる電子が、シリコン基板内を移動して、増幅回路のpn接合に到達し、これにより、増幅回路が誤動作する可能性がある。特に、当該フォトICでは、出力信号が増幅されるフォトダイオードが増幅回路の近くに存在するため、フォトダイオードのpn接合部にて生じた電子が、増幅回路のpn接合部に到達する可能性が高く、誤動作の発生確率が高くなる。

このような問題から、誤動作が生じにくい受光素子の構成が要望されていた。

【0005】

本発明は、上記課題の少なくとも一部を解決することを目的としたものであり、誤動作の発生を抑制できる受光素子、受光モジュール、光電センサー及び生体情報測定装置を提供することを目的の1つとする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の第1態様に係る受光素子は、シリコン基板に、フォトダイオードと、前記フォトダイオードからの出力信号を増幅する増幅回路と、前記フォトダイオードと前記増幅回路との間に、グランドに接続された遮断部と、が設けられていることを特徴とする。

【0007】

このような遮断部として、ダイオードを例示できる。

このような構成によれば、遮断部によって、シリコン基板内を増幅回路に向かって移動

10

20

30

40

50

する電子を遮断できる。これにより、フォトダイオード側から増幅回路に向かって移動する電子が増幅回路のpn接合部に到達することを抑制できる。従って、増幅回路の誤動作を抑制できる。

【0008】

上記第1態様では、前記遮断部は、前記増幅回路に設けられたグラウンドに接続されることが好ましい。

このような構成によれば、増幅回路のグラウンドとは別に、遮断部が接続されるグラウンドを別途設ける必要がない。従って、受光素子の構成が複雑化することを抑制できる。

【0009】

上記第1態様では、前記増幅回路は、前記フォトダイオードから出力された電荷を電圧に変換する電荷電圧変換回路を含み、前記電荷電圧変換回路は、前記フォトダイオードのアノードがゲートと接続されるトランジスタと、前記トランジスタのドレインと接続される定電流源と、を備えることが好ましい。

このような構成によれば、増幅回路が上記電荷電圧変換回路を含むことにより、フォトダイオードからの出力信号を増幅できる。

【0010】

上記第1態様では、前記増幅回路は、前記フォトダイオードから出力された電流を電圧に変換する電流電圧変換回路を含み、前記電流電圧変換回路は、前記フォトダイオードのアノードが接続される反転入力端子、グラウンドに接続される非反転入力端子、及び、信号が出力される出力端子を有するオペアンプと、前記オペアンプとそれぞれ並列に設けられる抵抗及びコンデンサーと、を備えることが好ましい。

このような構成によれば、増幅回路が上記電流電圧変換回路を含むことにより、フォトダイオードからの出力信号を増幅できる。

【0011】

本発明の第2態様に係る受光モジュールは、上記受光素子と、前記受光素子から出力される信号を処理する処理回路と、前記受光素子及び前記処理回路が配置される基板と、を備えることを特徴とする。

このような構成によれば、上記第1態様に係る受光素子と同様の効果を奏することができる。この他、受光素子からの出力信号は増幅された信号であるので、回路における信号減衰の影響を低減することができることから、基板における処理回路のレイアウト自由度を向上させることができる。

【0012】

本発明の第3態様に係る光電センサーは、上記受光モジュールと、前記基板に設けられる発光素子と、を備えることを特徴とする。

このような構成によれば、上記第2態様に係る受光モジュールと同様の効果を奏することができる。

【0013】

上記第3態様では、前記発光素子と前記フォトダイオードとの間の距離は、前記発光素子と前記増幅回路における前記フォトダイオードからの出力信号の入力部位との間の距離より小さいことが好ましい。

なお、入力部位は、例えば、上記電荷電圧変換回路ではフォトダイオードのアノードが接続されるトランジスタのゲートが配置される部位であり、上記電流電圧変換回路においては、フォトダイオードのアノードが接続されるオペアンプの反転入力端子が配置される部位が挙げられる。

このような構成によれば、発光素子から検出対象に出射されて、検出対象にて反射された光をフォトダイオードに入射させやすくすることができる。これにより、光電センサーによる光の検出感度を高めることができる。また、増幅回路が、フォトダイオードより発光素子から離れた位置に配置されるので、発光素子から出射された光の増幅回路（特に上記入力部位）への影響を低減できる。

【0014】

10

20

30

40

50

上記第3態様では、前記増幅回路は、前記フォトダイオードから前記発光素子に向かう方向に対して直交する方向に設けられていることが好ましい。

このような構成によれば、発光素子とフォトダイオードとの間の距離を、発光素子と増幅回路の上記入力部位との間の距離より小さくできる。従って、光電センサーによる光の検出感度を高めることができる他、発光素子から出射された光の増幅回路への影響を低減できる。

【0015】

上記第3態様では、前記増幅回路は、前記フォトダイオードに対して前記発光素子とは反対側の位置に設けられていることが好ましい。

このような構成によれば、上記と同様に、発光素子とフォトダイオードとの間の距離を、発光素子と増幅回路の上記入力部位との間の距離より小さくすることができる。従って、光電センサーによる光の検出感度を高めることができる他、発光素子から出射された光の増幅回路への影響を低減できる。

10

【0016】

上記第3態様では、前記発光素子と前記フォトダイオードとの間に設けられ、前記発光素子から前記フォトダイオードに直接入射する光を遮蔽する遮蔽部を有することが好ましい。

このような構成によれば、光電センサーによる光の検出精度を一層向上させることができる。

【0017】

本発明の第4態様に係る生体情報測定装置は、上記光電センサーと、前記光電センサーから出力された信号に基づいて生体情報を決定する処理部と、を備えることを特徴とする。

20

このような構成によれば、上記第3態様に係る光電センサーと同様の効果を奏することができる。そして、これにより、増幅回路に誤動作が発生することを抑制できるので、信頼性の高い生体情報を測定することができる。従って、生体情報の測定精度を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の第1実施形態に係る生体情報測定装置を示す正面図。

30

【図2】上記第1実施形態における生体情報測定装置の背面部を示す図。

【図3】上記第1実施形態における生体情報測定装置の内部構成を示す図。

【図4】上記第1実施形態における受光素子の構成と、受光素子及び発光素子の位置関係とを示す図。

【図5】上記第1実施形態における増幅回路の構成を示す回路図。

【図6】上記第1実施形態における受光素子の一部を拡大して示す模式図。

【図7】上記第1実施形態における受光素子の断面を示す図。

【図8】上記第1実施形態における遮光部の配置位置の一例を示す図。

【図9】上記第1実施形態における遮光部の配置位置の他の一例を示す図。

【図10】上記第1実施形態における受光素子の変形を示す回路図。

40

【図11】上記第1実施形態におけるセンサー部の変形を示す模式図。

【図12】本発明の第2実施形態に係る生体情報測定装置が備える受光素子の層構造を示す模式図。

【図13】本発明の第3実施形態に係る生体情報測定装置が備える受光素子の層構造を示す模式図。

【発明を実施するための形態】

【0019】

[第1実施形態]

以下、本発明の第1実施形態について、図面に基づいて説明する。

[生体情報測定装置の概略構成]

50

図 1 は、本実施形態に係る生体情報測定装置を示す正面図である。

本実施形態に係る生体情報測定装置 1 (以下、測定装置 1 と略す場合がある) は、ユーザーの体 (生体) に装着されて利用されるウェアラブル機器であり、ユーザーの生体情報を測定する。具体的に、測定装置 1 は、ユーザーの手首等の被装着部位に装着されて利用され、生体情報の 1 つであるユーザーの脈波を検出し、生体情報の他の 1 つである脈拍数を測定する。測定装置 1 は、詳しくは後述するが、生体情報検出センサー 6 A の構成に、特徴の 1 つを有する。

測定装置 1 は、図 1 に示すように、ハウジング 2 及びバンド B N 1 , B N 2 を備える。ハウジング 2 は、測定装置 1 が装着されたときにユーザーの体と接触する背面部 2 2 と、測定された生体情報をユーザーが視認可能にするための表示窓を有する正面部 2 1 と、を備える。

10

【 0 0 2 0 】

[バンドの構成]

バンド B N 1 は、ハウジング 2 の一方の端部から延出し、バンド B N 2 は、ハウジング 2 の他方の端部から延出している。すなわち、バンド B N 1 , B N 2 は、ハウジング 2 において互いに反対側の端部から、それぞれ離間する方向に延出している。ハウジング 2 は、バンド B N 1 , B N 2 が中留 (図示省略) によって互いに連結されることによって、被装着部位に装着される。なお、バンド B N 1 , B N 2 は、ハウジング 2 と一体的に形成されていてもよい。

【 0 0 2 1 】

20

以下の説明では、ハウジング 2 の正面部 2 1 から背面部 2 2 に向かう方向を + Z 方向とする。また、+ Z 方向に直交し、かつ、互いに直交する方向を、+ X 方向及び + Y 方向とする。そして、図示を省略するが、- Z 方向、- X 方向及び - Y 方向は、それぞれ + Z 方向、+ X 方向及び + Y 方向の反対方向である。

本実施形態では、+ Y 方向を、- Z 方向側から見て、バンド B N 1 の延出方向を + Y 方向とする。また、+ X 方向を、+ Y 方向が上方となるように測定装置 1 を - Z 方向側から見て、右側から左側に向かう方向とする。

これらのうち、+ Z 方向は、後述する生体情報検出センサー 6 のセンサー部 6 4 を構成する発光素子 6 5 が光を主に射出する方向でもあり、また、同じくセンサー部 6 4 を構成する受光素子 7 のシリコン基板 7 1 における表面 7 1 A の法線に沿う方向でもある。

30

なお、以下の説明において、+ Z 方向側から対象を見ることを「平面視」という。

【 0 0 2 2 】

[ハウジングの構成]

ハウジング 2 は、正面部 2 1、背面部 2 2 (図 2 参照) 及び側面部 2 3 を有する。

正面部 2 1 は、測定装置 1 を装着したユーザーが、ハウジング 2 内に設けられた表示部 D P を視認可能にするための透光性カバー 2 1 1 を有する。

側面部 2 3 は、- X 方向側の部位に、操作部を構成する一対のボタン B T を有する。

【 0 0 2 3 】

図 2 は、測定装置 1 の背面部 2 2 を示す図である。

背面部 2 2 は、図 2 に示すように、背面部 2 2 における + Z 方向側の面であり、かつ、測定装置 1 がユーザーに装着された際にハウジング 2 において生体 (ユーザーの体) に接触する接触面 2 2 A を有する。

40

接触面 2 2 A は、中央側が外縁側に比べて + Z 方向側に膨出した湾曲形状に形成されている。接触面 2 2 A の中央には、ハウジング 2 内に収容された生体情報検出センサー 6 A のセンサー部 6 4 を外部に露出させる開口部 2 2 1 が形成されている。なお、生体情報検出センサー 6 A については、後に詳述する。

【 0 0 2 4 】

[ハウジングの内部構成]

図 3 は、測定装置 1 の内部構成を示す図であり、詳しくは、Y Z 平面と平行で、測定装置 1 の中央を通る断面を - X 方向側から見た図である。

50

測定装置 1 は、上記の他、図 3 に示すように、それぞれハウジング 2 に収容される電池 3、接続部材 4、回路基板 5 及び生体情報検出センサー 6 A を有する。

電池 3 は、+ Z 方向において回路基板 5 と生体情報検出センサー 6 A の間に位置し、測定装置 1 を動作させる電力を供給する。電池は、本実施形態では、回路基板 5 による制御の下、外部から供給される電力によって充電される二次電池である。しかしながら、これに限らず、電池 3 は、一次電池であってもよい。

接続部材 4 は、回路基板 5 と生体情報検出センサー 6 A とを電氣的に接続する部材である。本実施形態では、接続部材 4 は、F P C (Flexible Printed Circuits: フレキシブルプリント基板) により構成されているが、ケーブルやハーネス等の導通部材であってもよい。

10

【 0 0 2 5 】

[回路基板の構成]

回路基板 5 は、測定装置 1 全体を制御する制御基板であり、詳しい図示を省略するが、リジッド基板上に複数の回路素子が設けられた構成を有する。このような回路素子として、回路基板 5 は、加速度センサー、無線通信回路、表示制御回路、記憶回路及び制御回路を有する。

【 0 0 2 6 】

加速度センサーは、測定装置 1 に作用する加速度を検出し、検出された加速度を示す信号をユーザーの体動を示す体動信号として制御回路に出力する。なお、体動信号は、脈波信号に含まれる体動ノイズの除去にも利用される。体動ノイズの除去は、制御回路が脈波信号を解析して脈拍数を決定する際に実施される。

20

無線通信回路は、制御回路による制御の下、生体情報検出センサー 6 A 及び加速度センサーによる検出結果に基づく生体情報及び体動情報を外部機器に送信する他、外部機器から受信される情報を制御回路に出力する。

表示制御回路は、制御回路による制御の下、表示部 D P に所定の情報を表示させる。例えば、表示制御回路は、制御回路によって解析された脈拍数を表示部 D P に表示させる。

【 0 0 2 7 】

記憶回路は、フラッシュメモリー等の不揮発性メモリーによって構成され、測定装置 1 の動作に必要なプログラム及びデータを記憶している。この他、記憶回路は、生体情報検出センサー 6 A 及び加速度センサーによる検出結果、並びに、制御回路による解析結果を記憶する。

30

制御回路は、C P U (Central Processing Unit) 等の演算処理回路によって構成され、自律的に、或いは、ボタン B T 等の操作部に対するユーザーの入力操作に応じて測定装置 1 全体を制御する。例えば、制御回路は、生体情報検出センサー 6 A や加速度センサーによる検出結果に基づいて、生体情報を決定する。本実施形態では、制御回路は、生体情報検出センサー 6 A から入力される脈波信号、及び、加速度センサーから入力される体動信号に基づいて、ユーザーの生体情報の 1 つである脈拍数を決定する。すなわち、制御回路は、処理部として機能する。

また、制御回路は、決定された脈拍数を記憶回路に記憶させる他、必要に応じて、脈拍数を表示部 D P に表示させたり、無線通信回路によって外部機器に送信したりする。

40

【 0 0 2 8 】

[生体情報検出センサーの構成]

生体情報検出センサー 6 A は、反射型の光電センサーであり、測定装置 1 に例示される、生体情報を測定する生体情報測定装置に用いられる。詳述すると、生体情報検出センサー 6 A は、生体 (例えばユーザーの体) に光を照射して、生体にて反射された反射光の受光量の変化を示す信号を、生体情報を示す信号 (例えば脈波信号) として出力する。

生体情報検出センサー 6 A は、基板 6 1、処理回路 6 2、コネクタ 6 3 及びセンサー部 6 4 を有する。

【 0 0 2 9 】

[基板の構成]

50

基板 6 1 は、+ Z 方向側の面である実装面 6 1 A に、処理回路 6 2、コネクタ 6 3 及びセンサー部 6 4 が設けられ、これらを支持する基板である。平面視での基板 6 1 の形状は、+ Y 方向に長く、+ X 方向に短い略矩形形状であるが、適宜変更可能である。また、本実施形態では、基板 6 1 は、リジッド基板であるが、FPC でもよい。

基板 6 1 は、- Y 方向側の端部に、+ Y 方向側に凹む凹部 6 1 1 を有する。凹部 6 1 1 は、後述する凹部 2 2 5 との間に、上記接続部材 4 が挿通する隙間 GP を形成する。

このような基板 6 1 は、背面部 2 2 における - Z 方向側の内面 2 2 B から + Z 方向側に凹んだ凹状の配置部 2 2 2 に、実装面 6 1 A が + Z 方向側を向くように配置される。

なお、基板 6 1 において実装面 6 1 A とは反対側の裏面 6 1 B には、回路素子が配設されていない。しかしながら、裏面 6 1 B に、所定の機能を有する回路素子が配設されてい

10

【0030】

[処理回路の構成]

処理回路 6 2 は、センサー部 6 4 に対して + Y 方向側に位置して、上記配置部 2 2 2 の底部 2 2 2 1 から更に + Z 方向側に凹んだ凹部 2 2 3 内に配置される。処理回路 6 2 は、いわゆる AFE (Analog Front End) の機能の一部を有するものであり、センサー部 6 4 を構成する受光素子 7 の出力信号を処理する。具体的に、処理回路 6 2 は、受光素子 7 の出力信号に対して、ノイズ除去、二次増幅及び A/D 変換等の処理を行う。すなわち、処理回路 6 2 は、フィルター部、増幅部、A/D 変換部及び通信部を有する。そして、処理回路 6 2 は、処理した信号を、コネクタ 6 3 に出力する。

20

【0031】

[コネクタの構成]

コネクタ 6 3 は、センサー部 6 4 に対して - Y 方向側に位置する。コネクタ 6 3 は、接続部材 4 と接続される接続部として機能するものであり、処理回路 6 2 にて処理された信号を、接続部材 4 を介して回路基板 5 に出力する。

なお、コネクタ 6 3 は、上記配置部 2 2 2 の底部 2 2 2 1 から更に + Z 方向側に凹んだ凹部 2 2 4 内に配置される。凹部 2 2 4 は、配置部 2 2 2 において - Y 方向側に凹んだ凹部 2 2 5 と接続されている。そして、コネクタ 6 3 と一端が接続された接続部材 4 は、凹部 6 1 1 と凹部 2 2 5 との間の隙間 GP を通って、他端が回路基板 5 と接続される。

30

【0032】

[センサー部の構成]

センサー部 6 4 は、背面部 2 2 における接触面 2 2 A の略中央に位置し、生体に対する光の照射、及び、生体にて反射された光の受光を行い、受光光量に応じた信号を、生体情報を示す信号 (例えば脈波信号) として出力する。

センサー部 6 4 は、図 2 及び図 3 に示すように、光を出射する発光素子 6 5 と、生体を介した光を受光する受光素子 7 と、遮蔽部 6 6 と、封止部 6 7 (図 3) と、を有する。

これらのうち、受光素子 7 については、後に詳述する。なお、基板 6 1 及び処理回路 6 2 と、センサー部 6 4 の受光素子 7 とによって、本発明の受光モジュール RMA (図 3) が構成される。

40

【0033】

発光素子 6 5 は、生体に照射される光 (検出光であり、例えば緑色光) を出射する。発光素子 6 5 は、詳しい図示を省略するが、LED (Light Emitting Diode) 等の半導体素子と、発光素子を囲むように被覆する被覆部と、被覆部に設けられるレンズと、を有する。すなわち、発光素子 6 5 は、パッケージ化された LED チップである。

これらのうち、被覆部は、平面視で半導体素子の四方 (± X 方向側及び ± Y 方向側) を囲む反射部と、半導体素子及び反射部の間に充填される透光性の密封用樹脂と、を有する。半導体素子から出射された光のうち、± X 方向側及び ± Y 方向側に出射された光は反射部によって + Z 方向側に反射されて、レンズに入射される。なお、半導体素子から + Z 方向側に出射された光も、レンズに入射される。このように半導体素子から出射されてレンズに入射された光は、レンズによって集光されて出射される。

50

【 0 0 3 4 】

遮蔽部 6 6 は、発光素子 6 5 と受光素子 7 との間に配置され、発光素子 6 5 から出射されて、生体を介さずに受光素子 7 に直接向かう光を遮蔽する。なお、本実施形態では、遮蔽部 6 6 は、発光素子 6 5 と受光素子 7 との間に設けられた板状部材によって遮光壁として構成されている。しかしながら、これに限らず、遮蔽部 6 6 は、平面視で受光素子 7 を囲む環状又は多角形状に形成されていてもよい。

【 0 0 3 5 】

封止部 6 7 は、図 3 に示すように、発光素子 6 5、受光素子 7 及び遮蔽部 6 6 を実装面 6 1 A に封止して、これら発光素子 6 5、受光素子 7 及び遮蔽部 6 6 を保護する。封止部 6 7 は、背面部 2 2 の開口部 2 2 1 を介してハウジング 2 の外部に露出される。すなわち、封止部 6 7 は、+ Z 方向側から見て開口部 2 2 1 と一致する形状に形成されている。

封止部 6 7 は、発光素子 6 5 から出射された光、及び、受光素子 7 に入射される光を透過する透光性樹脂（封止樹脂）によって形成されている。

なお、封止とは、封止される対象である封止対象の全てが封止部 6 7 内に包み込まれることを必ずしも意味するわけではない。例えば、封止部 6 7 は、封止対象である発光素子 6 5 及び受光素子 7 を封止部 6 7 内に封入していれば、同じく封止対象である遮蔽部 6 6 の一部が封止部 6 7 外に露出していてもよい。

【 0 0 3 6 】

このような封止部 6 7 は、+ Z 方向側の面であり、測定装置 1 が生体に装着された際に生体に接触する生体接触面 6 7 1 を有する。生体接触面 6 7 1 は、発光素子 6 5 から出射された光が主に封止部 6 7 外に出射される出射面でもあり、また、受光素子 7 に入射される光が外部（生体）から主に入射される入射面でもある。すなわち、生体接触面 6 7 1 は、封止部 6 7 に対する光の入射面である。

このような生体接触面 6 7 1 は、+ Z 方向側から見た場合の中央部が外縁側より + Z 方向に膨出した凸曲面状に形成されている。生体接触面 6 7 1 の形状は、発光素子 6 5 から出射された光を集光して生体に照射することを意図した形状である。

【 0 0 3 7 】

ここで、遮蔽部 6 6 における実装面 6 1 A からの突出方向（+ Z 方向）の先端部 6 6 1 は、発光素子 6 5 における + Z 方向側の端部と生体接触面 6 7 1 との間に位置している。これにより、封止部 6 7 による測定装置 1 の防水性及び防塵性を向上させている。

しかしながら、これに限らず、先端部 6 6 1 の位置は、生体接触面 6 7 1 と略一致するか、或いは、生体接触面 6 7 1 より + Z 方向側であってもよい。この場合、測定装置 1 の防水性及び防塵性が低下する可能性があるものの、発光素子 6 5 から出射された光が、界面である生体接触面 6 7 1 にて内面反射されて、受光素子 7 に直接入射されてしまう光を遮蔽できる。

【 0 0 3 8 】

[受光素子の構成]

図 4 は、受光素子 7 の構成と、受光素子 7 及び発光素子 6 5 の位置関係とを示す図である。

受光素子 7 は、生体にて反射された光を受光して、受光光量に応じた信号を増幅して出力する。受光素子 7 は、図 4 に示すように、シリコン基板 7 1 と、シリコン基板 7 1 の表面 7 1 A にそれぞれ設けられたフォトダイオード 7 2 及び増幅回路 7 3 と、を有する。すなわち、受光素子 7 は、フォトダイオード 7 2 及び増幅回路 7 3 が併設された 1 つのチップである。

シリコン基板 7 1 は、+ X 方向に長く、+ Y 方向に短い略長形状に形成された n 型のシリコンウェハである。シリコン基板 7 1 の第 1 面としての表面 7 1 A における - X 方向側の部位にフォトダイオード 7 2 が形成され、+ X 方向側の部位に増幅回路 7 3 が形成されている。

【 0 0 3 9 】

フォトダイオード 7 2 は、増幅回路 7 3 と電氣的に接続されており、受光した光量に応

10

20

30

40

50

じた信号を増幅回路73に出力する。フォトダイオード72は、+Y方向側から見て、シリコン基板71において発光素子65と重なる領域に設けられている。一方、増幅回路73は、シリコン基板71において発光素子65と重ならない領域に設けられている。換言すると、増幅回路73は、フォトダイオード72から発光素子65に向かう方向である-Y方向に対して直交する方向である+X方向に設けられている。

このため、発光素子65とフォトダイオード72との間の距離L1は、発光素子65と増幅回路73においてフォトダイオード72からの出力信号の入力部位C73との間の距離L2より小さい。詳述すると、発光素子65とフォトダイオード72との最短距離は、発光素子65と増幅回路73の入力部位C73との最短距離より小さい。

このようなフォトダイオード72の構成については、後に詳述する。

なお、図4において示される入力部位C73の位置は一例であり、適宜変更可能である。しかしながら、増幅回路73が、フォトダイオード72から発光素子65に向かう方向に対して直交する方向に設けられていることにより、入力部位C73が増幅回路73においてどの位置に設けられていても、発光素子65とフォトダイオード72との最短距離は、発光素子65と増幅回路73の入力部位C73との最短距離より小さい。

【0040】

図5は、増幅回路73の構成を示す回路図である。

増幅回路73は、フォトダイオード72の出力信号を増幅する初段増幅回路である。本実施形態では、増幅回路73は、図5に示すように、それぞれNチャンネルMOSFETである2つのトランジスタTR1、TR2と、定電流源CSと、を有する電荷電圧変換回路CR1を含んで構成されている。

トランジスタTR1のゲートは、上記入力部位C73に対応する部位であり、フォトダイオード72のアノードと接続され、ソースは、V_{SS}と接続され、ドレインは、定電流源及びS_{FOUT}と接続される。

トランジスタTR2のゲートは、リセット回路と接続され、ソースは、V_{SS}と接続され、ドレインは、フォトダイオード72のアノード及びトランジスタTR1のゲートと接続されている。

【0041】

電荷電圧変換回路CR1では、フォトダイオード72から出力された電荷は、トランジスタTR1のゲートに印加される。そして、トランジスタTR1のゲートに印加された電荷量に応じた電圧の電流が、定電流源から電荷電圧変換回路CR1の出力として出力される。これにより、フォトダイオード72の出力信号の信号レベルが増幅されて出力される。

なお、トランジスタTR2のゲートに接続されるリセット回路は、蓄積された電荷を放電させるリセット動作を定期的に行う。

このような電荷電圧変換回路CR1は、蓄積された電荷を放電する必要があることから、電荷電圧変換の高速化が難しい。しかしながら、脈波信号のように、サンプリング周波数が低くても信号波形に追従できる信号の増幅には、電荷電圧変換の十分な速度を確保できる。この他、リセット動作の周期を長くすることにより、フォトダイオード72の面積を小さくでき、受光素子7の小型化を図ることも可能である。

【0042】

[受光素子の構造]

図6は、受光素子7の一部を拡大して示す模式図であり、図5において一点鎖線にて示した部位の構成を示す模式図である。また、図7は、図6のV_{II}-V_{II}線における受光素子7の断面を示す図であり、受光素子7の層構造を示す図である。なお、図7においては、受光素子7の一部の構成を視認可能な程度に拡大表示している。

本実施形態におけるフォトダイオード72は、PNフォトダイオードであり、図6及び図7に示すように、n型半導体であるシリコン基板71に形成されたp層721と、アノード電極723と、カソード電極724と、を有する。

【0043】

10

20

30

40

50

p層721と、シリコン基板71のn層711の間には、pn接合部722が形成される。

アノード電極723は、アルミニウム層によって形成されている。アノード電極723の一端は、p層721を覆う第1絶縁層LY1に設けられたスルーホールTH1を介して、p層721と接続されている。また、アノード電極723の他端は、増幅回路73を構成するトランジスタTR1のゲートとして機能する酸化絶縁層734と接続される。

【0044】

カソード電極724も、アルミニウム層によって形成されている。カソード電極724の一端は、第1絶縁層LY1に設けられたスルーホールTH2を介して、シリコン基板71のn層711と接続される。また、カソード電極724の他端は、パッドを含む電極EL1と接続される。

なお、第1絶縁層LY1及び第2絶縁層LY2のそれぞれは、本実施形態では、光透過性を有するSiO₂層である。

このようなフォトダイオード72に光が照射されると、pn接合部722にて光起電力効果によって電流が発生し、アノード電極723から、受光光量に応じた電流が増幅回路73に出力される。

【0045】

増幅回路73のトランジスタTR1は、シリコン基板71に形成されたp層731と、p層731に形成された2つのn層732, 733と、p層731上で2つのn層732, 733のそれぞれの一部を覆う酸化絶縁層734と、を有する。

これらのうち、酸化絶縁層734は、トランジスタTR1のゲートとして機能する。酸化絶縁層734は、第1絶縁層LY1に設けられたスルーホールTH3を介して、フォトダイオード72のアノード電極723と接続される。

n層732は、トランジスタTR1のソースとして機能する。n層732は、図6に示すように、アルミニウム層である導電層TR11を介して電極EL2と接続される。

n層733は、トランジスタTR1のドレインとして機能する。n層733は、図6及び図7に示すように、第1絶縁層LY1に設けられたスルーホールTH4を介して、アルミニウム層である導電層TR12を介して、パッドを含む電極EL3と接続される。

【0046】

[遮光部の構成]

ここで、受光素子7は、上記のように、フォトダイオード72が受光して出力した信号を、増幅回路73が増幅して出力する受光チップである。しかしながら、増幅回路73に光が入射されると、増幅回路73が誤動作する可能性がある。

これに対し、受光素子7は、上記構成に加えて、図7に示すように、増幅回路73の少なくとも一部を+Z方向側にて覆う遮光部74と、遮光部74を更に+Z方向側にて覆う保護部75と、を有する。

【0047】

遮光部74は、第2絶縁層LY2を+Z方向側にて覆う遮光層である。遮光層は、本実施形態ではアルミニウム層であるが、他の材料によって形成された遮光層であってもよい。なお、遮光層がアルミニウム層である場合には、アノード電極723及びカソード電極724や、導電層TR11, TR12と同様の形成工程により形成できるので、遮光層の形成工程が煩雑化することを抑制できる。

【0048】

[保護部の構成]

保護部75は、遮光部74より広範囲に形成された保護層であり、保護部75の一部は、遮光部74だけでなく、フォトダイオード72も+Z方向側にて覆う。保護部75は、フォトダイオード72及び増幅回路73を保護するとともに、アルミニウム層を含む遮光部74を絶縁する。なお、保護部75は、上記絶縁層LY1, LY2と同様にSiO₂によって形成できる。これにより、上記遮光部74と同様に、保護部75の形成工程が煩雑化することを抑制できる。しかしながら、保護部75は、他の材料によって形成されても

10

20

30

40

50

よい。例えば、保護部 75 が、フォトダイオード 72 を覆わないのであれば、保護部 75 は、透光性を有しない材料によって形成されてもよい。また、遮光部 74 が絶縁体によって形成されている場合等においては、保護部 75 は無くてもよい。

【0049】

[遮光部の配置位置]

図 8 は、遮光部 74 の配置位置の一例を示す図である。なお、図 8 において、遮光部 74 は、斜線が付された領域によって示されている。

ここで、遮光部 74 の位置について説明する。

遮光部 74 は、受光素子 7 に入射される光の想定強度に応じて配置範囲を設定できる。

例えば、想定強度が 500 ルクス未満である場合には、図 8 に示すように、フォトダイオード 72 の出力から増幅回路 73 を構成するトランジスタ TR1 のゲートまでの範囲が覆われるように、遮光部 74 を設けることが考えられる。具体的に、想定強度が 500 ルクス未満である場合には、フォトダイオード 72 の p 層 721 における増幅回路 73 側（トランジスタ TR1 側）の端部から、トランジスタ TR1 のフォトダイオード 72 側に位置する n 層 732 におけるフォトダイオード 72 側（p 層 721 側）の端部の範囲が覆われるように、遮光部 74 を設けることが考えられる。これによって、増幅回路 73 への光の影響を抑制できる。

この場合でも、図 7 に示すように、トランジスタ TR1 の p 層 731 においてフォトダイオード 72 側の部位とシリコン基板 71 の n 層 711 との間に位置する pn 接合部 735 が、遮光部 74 によって覆われる。

【0050】

図 9 は、遮光部 74 の配置位置の他の一例を示す図である。なお、図 9 においても、遮光部 74 は、斜線が付された領域によって示されている。

例えば、想定強度が 5000 ルクス未満である場合には、図 9 に示すように、フォトダイオード 72 の出力からトランジスタ TR1 全体が覆われるように、遮光部 74 を設けることが考えられる。具体的に、想定強度が 5000 ルクス未満である場合には、フォトダイオード 72 の p 層 721 における増幅回路 73 側（トランジスタ TR1 側）の端部から、トランジスタ TR1 のドレインと接続される電極 EL3 におけるフォトダイオード 72 側の端部までの範囲が覆われるように、遮光部 74 を設けることが考えられる。

また例えば、想定強度が 1 万ルクス未満である場合には、図示を省略するが、フォトダイオード 72 の出力から増幅回路 73 全体が覆われるように、遮光部 74 を設けることが考えられる。

【0051】

なお、遮光部 74 は、複数層設けてもよい。例えば、想定強度が 1 万ルクス以上である場合には、フォトダイオード 72 の出力から増幅回路 73 全体が覆われるように、遮光部 74 を複数層設けてもよい。

シリコン基板上に形成されるアルミニウム層は、層厚が比較的小さいので、入射された光の一部がアルミニウム層を通過してしまう可能性が考えられる。特に、直射日光が入射される場合等、入射光の強度が高い場合には、入射光の一部がアルミニウム層を通過することが考えられる。

これに対し、遮光部 74 を複数層設けることによって、透過される光を確実に低減できるので、増幅回路 73 に対する光の影響を確実に低減できる。なお、遮光部 74 を複数層設ける場合には、層間に保護部 75 が介装されるようにすることが、絶縁及び製造の観点から好ましい。

このように遮光部 74 を設けることによって、増幅回路 73 に直接入射される光を遮蔽でき、増幅回路 73 に対する光の影響を抑制できる。

【0052】

[遮光部の端部と増幅回路の pn 接合部との位置関係]

以上、増幅回路 73 の少なくとも一部を覆うように遮光部 74 を設けることについて説明した。一方で、受光素子 7 に入射される光は、常にシリコン基板 71 の表面 71A の法

10

20

30

40

50

線に沿って（-Z方向に沿って）入射される訳ではなく、表面71Aに対して斜方入射する可能性がある他、受光素子7を形成するSiO₂層等の層構造を通過する際の屈折や、遮光部74の端部近傍を通過する際の回折によって、光の進行方向は僅かながら曲がる可能性がある。これらの光による増幅回路73への影響を低減するために、本実施形態では、受光素子7に入射される光の想定強度に応じて、遮光部74の平面視での端部の位置を設定している。

【0053】

例えば、図7に示すように、トランジスタTR1が有するp層731及びシリコン基板71のn層711により形成されるpn接合部735と、遮光部74の端部741との間の平面視での距離を、距離L3とすると、想定強度によって以下のように、距離L3を設定できる。

10

想定強度が1000ルクス未満である場合には、距離L3は100μmに設定できる。

想定強度が1万ルクス未満である場合には、距離L3は200μmに設定できる。

想定強度が1万ルクス以上である場合には、距離L3は300μmに設定できる。

【0054】

このように設定される距離L3の分だけ、平面視でp層731の中心から外側に向かう方向にpn接合部735から遮光部74の端部741が離れている。すなわち、遮光部74の端部741は、平面視で上記距離L3、pn接合部735から増幅回路73の外側に離れた位置に配置される。換言すると、遮光部74の端部741は、表面71Aの法線方向に直交する方向からの断面視において、pn接合部735とフォトダイオード72との間に位置する。

20

このことにより、上記想定強度の光が入射された場合でも、遮光部74の端部から光がpn接合部735に回り込んで、増幅回路73に悪影響が生じることが抑制される。

なお、想定強度に依らずに、上記距離L3を300μmより大きな距離とすることも可能である。しかしながら、この場合には、遮光部74がフォトダイオード72の一部を覆う可能性が生じる他、フォトダイオード72とトランジスタTR1との間の距離が大きくなってフォトダイオード72からトランジスタTR1に入力される信号が減衰する可能性が生じる。このため、上記距離L3は、300μm以下とすることが好ましい。

【0055】

[フォトダイオードのpn接合部と増幅回路のpn接合部との間の距離]

30

上記のように、フォトダイオード72に光が入射すると、アノード電極723に電流が流れる。しかしながら、光の入射によってpn接合部722近傍の空乏層にて生じた電子の一部が、シリコン基板71のn層711を移動して、増幅回路73のpn接合部（例えばトランジスタTR1のpn接合部735）に到達する可能性がある。仮に、電子が増幅回路73のpn接合部近傍に到達した場合、当該電子に起因する電流が発生する等して、増幅回路73が誤動作する場合がある。

【0056】

これに対し、本実施形態では、フォトダイオード72のpn接合部722と、増幅回路73が有するpn接合部との間の平面視での距離は、100μm以上、300μm以下の距離に設定されている。例えば、図7に示すように、増幅回路73においてフォトダイオード72のpn接合部722と最も近いpn接合部が、トランジスタTR1のpn接合部735であるとする、pn接合部722とpn接合部735との間の平面視での距離L4は、100μm以上、300μm以下の範囲の距離に設定される。

40

これにより、フォトダイオード72から漏れ出る電子が増幅回路73のpn接合部に到達することを抑制でき、増幅回路73が誤動作することを抑制できる。

なお、上記距離L4を300μmより大きな距離とすることも可能である。しかしながら、この場合、上記と同様に、フォトダイオード72とトランジスタTR1との間の距離が大きくなってフォトダイオード72からトランジスタTR1に入力される信号が減衰する可能性が生じる。このため、上記距離L4は、300μm以下とすることが好ましい。

【0057】

50

[第 1 実施形態の効果]

以上説明した本実施形態に係る生体情報測定装置 1 には、以下の効果がある。

増幅回路 7 3 は、フォトダイオード 7 2 から出力された電荷を電圧に変換する電荷電圧変換回路 C R 1 を含む。電荷電圧変換回路 C R 1 は、フォトダイオード 7 2 のアノードがゲートと接続されるトランジスタ T R 1 と、トランジスタ T R 1 のドレインと接続される定電流源 C S と、を備える。そして、遮光部 7 4 は、少なくともアノードとゲートとの間を覆う。これによれば、増幅回路 7 3 がフォトダイオードからの出力信号を増幅できる。なお、遮光部 7 4 が、フォトダイオード 7 2 のアノードとトランジスタ T R 1 のゲートとの間を覆うので、トランジスタ T R 1 の p n 接合部 7 3 5 に光が入射することを抑制できる。従って、増幅回路 7 3 の誤動作の発生を抑制できる。

10

【 0 0 5 8 】

センサー部 6 4 において、発光素子 6 5 とフォトダイオード 7 2 との間の距離 L 1 は、発光素子 6 5 と増幅回路 7 3 の入力部位 C 7 3 との間の距離 L 2 より小さい。これによれば、発光素子 6 5 から検出対象である生体に出射されて、生体にて反射された光をフォトダイオード 7 2 に入射させやすくすることができる。これにより、光電センサーとしての生体情報検出センサー 6 A による光の検出感度、ひいては、生体情報の検出感度を高めることができる。また、増幅回路 7 3 が、フォトダイオード 7 2 より発光素子 6 5 から離れた位置に配置されるので、発光素子 6 5 から出射された光の増幅回路 7 3 への影響を低減できる。

20

【 0 0 5 9 】

増幅回路 7 3 は、フォトダイオード 7 2 から発光素子 6 5 に向かう方向に対して直交する方向に設けられている。これによれば、それぞれ上記した距離 L 1 を距離 L 2 より小さくできる。従って、生体情報検出センサー 6 A による光の検出感度、ひいては、生体情報の検出感度を高めることができる他、発光素子 6 5 から出射された光の増幅回路 7 3 への影響を確実に低減できる。

【 0 0 6 0 】

センサー部 6 4 は、発光素子 6 5 とフォトダイオード 7 2 との間に設けられ、発光素子 6 5 からフォトダイオード 7 2 に直接入射する光を遮蔽する遮蔽部 6 6 を有する。これによれば、発光素子 6 5 からフォトダイオード 7 2 に直接入射される光を遮蔽部 6 6 によって遮蔽できる。従って、生体情報検出センサー 6 A による光の検出感度、ひいては、生体情報の検出感度を高めることができる。

30

【 0 0 6 1 】

[第 1 実施形態の第 1 変形例]

生体情報測定装置 1 では、増幅回路 7 3 は、電荷電圧変換回路 C R 1 を有し、フォトダイオード 7 2 のアノード電極 7 2 3 は、トランジスタ T R 1 のゲートに接続されるとした。しかしながら、これに限らず、増幅回路が、フォトダイオードからの出力信号を増幅できれば、増幅回路の構成は、上記に限定されない。

【 0 0 6 2 】

図 1 0 は、受光素子 7 の変形である受光素子 7 A を示す回路図である。

例えば、図 1 0 に示す受光素子 7 A を、受光素子 7 に代えてセンサー部 6 4 、ひいては、生体情報検出センサー 6 A に採用してもよい。

40

受光素子 7 A は、増幅回路 7 3 に代えて増幅回路 7 3 A を有する他は、受光素子 7 と同様の構成を有する。

増幅回路 7 3 A は、増幅回路 7 3 と同様に、フォトダイオード 7 2 からの出力信号を増幅する。増幅回路 7 3 A は、オペアンプ A M 、抵抗 R E 及びコンデンサー C N を有する電流電圧変換回路 C R 2 を含む。

オペアンプ A M は、フォトダイオード 7 2 のアノードが接続される反転入力端子と、グランドに接続される非反転入力端子と、出力端子を有する。オペアンプ A M の反転入力端子は、上記入力部位 C 7 3 に対応する部位である。

抵抗 R E は、オペアンプ A M に対して並列に接続されている。詳述すると、抵抗 R E は

50

、フォトダイオード72のアノードとオペアンプAMの反転入力端子とを結ぶ入力線CW1と、オペアンプAMの出力端子から延びる出力線CW2とに接続されている。

コンデンサーCNは、抵抗REと同様に、オペアンプAMに対して並列に接続されている。詳述すると、コンデンサーCNは、入力線CW1及び出力線CW2と接続されている。コンデンサーCNは、電流電圧変換回路CR2での発振を抑制する。

【0063】

このような電流電圧変換回路CR2は、抵抗REの抵抗値によってフォトダイオード72の出力信号の増幅率が決定され、増幅された出力信号が出力線CW2に出力される。

このため、抵抗RE及びコンデンサーCNのうち少なくとも抵抗REは、受光素子7に対して外付けされていてもよい。また、抵抗REは、可変抵抗であってもよい。この場合、出力線CW2から入力される出力信号の信号レベルに応じて、抵抗REの抵抗値、すなわち、オペアンプAMによる増幅率を変更するAGC(Automatic Gain Control)回路が、電流電圧変換回路CR2に設けられていてもよい。

このような増幅回路73Aによっても、上記増幅回路73と同様に、フォトダイオード72からの出力信号を増幅できる。

【0064】

そして、受光素子7Aにおいても、遮光部74は、例えば以下のように設けられる。

上記想定強度が500ルクス未満である場合には、遮光部74は、フォトダイオード72の出力(例えばp層721における増幅回路73側の端部)からオペアンプAMの反転入力端子までの範囲が覆われるように設けられる。

上記想定強度が5000ルクス未満である場合には、遮光部74は、フォトダイオード72の出力からオペアンプAM全体が覆われるように設けられる。

上記想定強度が1万ルクス未満である場合には、遮光部74は、フォトダイオード72の出力から増幅回路73A全体が覆われるように設けられる。

上記想定強度が1万ルクス以上である場合には、遮光部74は、フォトダイオード72の出力から増幅回路73A全体が覆われるように複数層設けられる。

このように、遮光部74は、フォトダイオード72のアノードとオペアンプAMの反転入力端子との間を覆うので、増幅回路73Aに対する光の影響を低減できる他、反転入力端子に入力されるフォトダイオード72の出力信号に対する光の影響を低減できる。従って、受光素子7Aを備える生体情報測定装置1によっても、受光素子7を備える生体情報測定装置1と同様の効果を奏することができる。

【0065】

[第1実施形態の第2変形例]

生体情報測定装置1のセンサー部64では、発光素子65は、フォトダイオード72に対して-Y方向側に位置し、増幅回路73は、フォトダイオード72に対して+X方向側に位置するとした。しかしながら、増幅回路の向きは、他の向きでもよい。

【0066】

図11は、センサー部64の変形であるセンサー部64Aの一部を示す模式図である。

例えば、図11に示すセンサー部64Aをセンサー部64に代えて生体情報検出センサー6Aに採用してもよい。

センサー部64Aは、センサー部64と同様に、発光素子65、遮蔽部66及び受光素子7と、透光性の封止樹脂によって形成され、これら発光素子65、遮蔽部66及び受光素子7を封止する封止部67と、を有する。なお、遮蔽部66は、発光素子65と受光素子7との間に配置されている。

センサー部64Aにおいて受光素子7は、平面視で増幅回路73がフォトダイオード72に対して発光素子65とは反対側の位置に設けられるように配置される。すなわち、センサー部64Aにおいても、発光素子65とフォトダイオード72との間の距離L1は、発光素子65と増幅回路73の入力部位C73との間の距離L2より小さい。なお、図11に示される入力部位C73の位置も一例である。

このような向きに受光素子7が配置されることにより、上記したセンサー部64のレイ

10

20

30

40

50

アウトと同様に、フォトダイオード72に、発光素子65から出射されて、生体を介した光を入射させやすくすることができるので、生体情報検出センサー6Aによる光の検出感度を高めることができる。この他、発光素子65から出射された光が増幅回路73に入射されることを抑制できるので、光の入射による増幅回路73の誤動作を抑制できる。

【0067】

[第2実施形態]

次に、本発明の第2実施形態について説明する。

本実施形態に係る生体情報測定装置は、第1実施形態にて示した生体情報測定装置1と同様の構成を備えるが、受光素子がフォトダイオードから増幅回路に向かって移動する電子を遮断する遮断部を有する点で、生体情報測定装置1とは相違する。なお、以下の説明では、既に説明した部分と同一又は略同一である部分については、同一の符号を付して説明を省略する。

10

【0068】

図12は、本実施形態に係る生体情報測定装置が備える受光素子7Bの層構造を示す模式図である。なお、図12においては、受光素子7Bの一部の構成を視認可能な程度に拡大表示している。

本実施形態に係る生体情報測定装置は、受光素子7に代えて受光素子7Bを有する他、生体情報測定装置1と同様の構成及び機能を有する。すなわち、本実施形態に係る生体情報測定装置は、受光素子7Bを有する生体情報検出センサー6Bを、光電センサーとして備える。そして、受光素子7Bと、受光素子7Bの出力信号を処理する処理回路62と、受光素子7B及び処理回路62が配置される基板61とにより、受光モジュールRMBが構成される。

20

受光素子7Bは、図12に示すように、シリコン基板71と、シリコン基板71にそれぞれ設けられるフォトダイオード72、増幅回路73、遮光部74及び保護部75とを有する他、遮断部76を有する。なお、受光素子7Bは、電荷電圧変換回路CR1を含む増幅回路73に代えて、電流電圧変換回路CR2を含む増幅回路73Aを有する構成としてもよい。また、発光素子65に対する受光素子7Bの向きは、センサー部64と同様であってもよく、センサー部64Aと同様であってもよい。

【0069】

遮断部76は、フォトダイオード72と増幅回路73との間に配置されている。詳述すると、遮断部76は、シリコン基板71においてフォトダイオード72のpn接合部722と、増幅回路73においてpn接合部722に最も近いpn接合部との間に配置され、pn接合部722から増幅回路73のpn接合部に向かう電子を遮断する。

30

詳述すると、遮断部76は、増幅回路73のグランドと接続されている。そして、例えばpn接合部722からシリコン基板71のn層711を増幅回路73のpn接合部に向かって移動する電子を、増幅回路73のグランドに流すことによって、当該電子が増幅回路73のpn接合部に到達することを抑制する。すなわち、遮断部76は、電子捕獲部とすることもできる。

【0070】

本実施形態では、増幅回路73において、pn接合部722に最も近いpn接合部は、トランジスタTR1のpn接合部735である。このため、遮断部76は、pn接合部722とpn接合部735との間に配置されている。また、遮断部76は、受光素子7Bの平面視で、遮光部74によって覆われる部位に設けられる。

40

このような遮断部76は、シリコン基板71に形成され、増幅回路73のグランドと接続されるダイオードである。

【0071】

[第2実施形態の効果]

以上説明した本実施形態に係る生体情報測定装置は、生体情報測定装置1と同様の効果を奏する他、以下の効果を奏することができる。

フォトダイオードのpn接合部にて生じた電子が、シリコン基板内を移動して、増幅回

50

路の p n 接合部に到達すると、増幅回路内で電流が発生して、増幅回路が誤動作する。

これに対し、受光素子 7 B は、シリコン基板 7 1 においてフォトダイオード 7 2 と増幅回路 7 3 との間に設けられ、グラウンドに接続されて、シリコン基板 7 1 内を増幅回路 7 3 に向かって移動する電子を遮断する遮断部 7 6 を有する。これによれば、フォトダイオード 7 2 から増幅回路 7 3 に向かって移動する電子が増幅回路 7 3 の p n 接合部（例えば p n 接合部 7 3 5）に到達することを抑制できる。従って、増幅回路 7 3 の誤動作を効果的に抑制できる。

【0072】

遮断部 7 6 は、グラウンドに接続されるダイオードである。これによれば、遮断部 7 6 を簡易に構成できる他、増幅回路 7 3 に向かってシリコン基板 7 1 内を移動する電子を遮断できる。従って、増幅回路 7 3 の誤動作をより効果的に抑制できる。

【0073】

遮断部 7 6 は、増幅回路 7 3 のグラウンドに接続される。これによれば、増幅回路 7 3 のグラウンドとは別に、遮断部 7 6 が接続されるグラウンドを別途設ける必要がない。従って、受光素子 7 B の構成が複雑化することを抑制できる。

【0074】

また、受光素子 7 B と、受光素子 7 B の出力信号を処理する処理回路 6 2 と、受光素子 7 B 及び処理回路 6 2 が配置される基板 6 1 と、を備える受光モジュール R M B は、受光素子 7 B による効果を奏することができる他、回路における信号減衰の影響を低減することができることから、基板 6 1 における処理回路 6 2 のレイアウト自由度を向上させることができる。発光素子 6 5 と、受光素子 7 B を含む受光モジュール R M とを備える光電センサーとしての生体情報検出センサー 6 B も、同様である。

更に、本実施形態に係る生体情報測定装置は、生体情報検出センサー 6 B と、生体情報検出センサー 6 B から出力された脈波信号に基づいて生体情報である脈拍数を決定する回路基板 5 と、を備えるので、生体情報の測定精度を向上させることができる。

【0075】

[第3実施形態]

次に、本発明の第3実施形態について説明する。

本実施形態に係る生体情報測定装置は、第2実施形態にて示した生体情報測定装置と同様の構成を備えるが、遮断部 7 6 を有する受光素子に遮光部 7 4 及び保護部 7 5 が設けられていない点において、第2実施形態にて示した生体情報測定装置と相違する。なお、以下の説明では、既に説明した部分と同一又は略同一である部分については、同一の符号を付して説明を省略する。

【0076】

図13は、本実施形態に係る生体情報測定装置が備える受光素子 7 C の層構造を示す模式図である。なお、図13においては、受光素子 7 C の一部の構成を視認可能な程度に拡大表示している。

本実施形態に係る生体情報測定装置は、受光素子 7 B に代えて受光素子 7 C を有する他、第2実施形態に係る生体情報測定装置と同様の構成及び機能を有する。すなわち、本実施形態に係る生体情報測定装置は、発光素子 6 5 及び受光モジュール R M C を有する生体情報検出センサー 6 C を、光電センサーとして備える。そして、受光モジュール R M C は、受光素子 7 C と、受光素子 7 C の出力信号を処理する処理回路 6 2 と、受光素子 7 C 及び処理回路 6 2 が配置される基板 6 1 と、を備える。

受光素子 7 C は、図13に示すように、シリコン基板 7 1 と、シリコン基板 7 1 にそれぞれ設けられるフォトダイオード 7 2、増幅回路 7 3 及び遮断部 7 6 を有する。しかしながら、受光素子 7 C には、遮光部 7 4 及び保護部 7 5 は設けられていない。なお、受光素子 7 C は、増幅回路 7 3 に代えて増幅回路 7 3 A を有する構成としてもよく、発光素子 6 5 に対する受光素子 7 C の向きは、センサー部 6 4 と同様であってもよく、センサー部 6 4 A と同様であってもよい。

このような受光素子 7 C を有する生体情報測定装置によっても、第2実施形態に係る生

10

20

30

40

50

体情報測定装置と同様の効果を奏することができる。

【0077】

[実施形態の変形]

本発明は、上記各実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での変形、改良等は本発明に含まれるものである。

上記各実施形態では、遮光部74は、増幅回路73におけるトランジスタTR1のゲート又はオペアンプAMの反転入力端子を主に覆うとした。しかしながら、これに限らず、遮光部74の配置位置は、上記に限定されない他、遮光部74の構成及び材料も、適宜変更可能である。例えば、上記のように、遮光部74は、アルミニウム層を含む構成でなくともよく、他の金属層又は樹脂層を含む構成であってもよい。この他、遮光部74は、アルミニウム層と他の金属層又は樹脂層とが含まれる複数層を有する構成であってもよい。

10

また、シリコン基板71は、n型シリコンウェハであるとしたが、p型シリコンウェハであってもよい。

【0078】

上記各実施形態では、遮光部74の端部741と、増幅回路73のpn接合部735との間の平面視での距離L3は、100 μ m以上、300 μ m以下であるとした。しかしながら、これに限らず、距離L3は、適宜変更してよい。例えば、外光が略入射されない環境下で光電センサーが利用される場合には、距離L3は、100 μ m未満の値に設定されていてもよい。すなわち、距離L3は、0であってもよい。また、発光素子65の出射光の強度が高く、フォトダイオード72からの出力信号の信号レベルが高い場合等においては、距離L3は、300 μ mを超える値であってもよい。

20

【0079】

上記第2実施形態では、遮断部76は、ダイオードによって構成されたとした。しかしながら、これに限らず、シリコン基板71内を増幅回路73, 73A側に移動する電子を遮断できれば、遮断部76は、ダイオードに限定されず、抵抗等の他の構成であってもよい。

また、遮断部76が接続されるグラウンドは、増幅回路73のグラウンドであるとした。しかしながら、これに限らず、遮断部76が接続されるグラウンドを、受光素子に別途設けてもよい。

【0080】

上記各実施形態では、増幅回路73は、電荷電圧変換回路CR1を含むとし、増幅回路73Aは、電流電圧変換回路CR2を含むとした。しかしながら、これに限らず、フォトダイオード72の出力信号を増幅できれば、増幅回路の構成は、上記に限定されない。

30

【0081】

上記各実施形態では、生体情報検出センサー6A, 6B, 6Cは、基板61、処理回路62、コネクタ63及びセンサー部64, 64Aを備え、センサー部64, 64Aは、発光素子65、遮蔽部66、封止部67及び受光素子7, 7A, 7B, 7Cを有するとした。これらのうち、処理回路62及び受光素子7, 7A, 7B, 7Cを基板61に設けることによって、これらを受光モジュールとして構成してもよい。

また、発光素子65と受光素子7, 7A, 7B, 7Cのうちのいずれかをと基板61に設けた光電センサーを構成してもよい。この場合、当該光電センサーと電氣的に接続される回路基板に処理回路が設けられていてもよい。

40

【0082】

上記各実施形態では、センサー部64, 64Aは、パッケージ化されたLEDチップである発光素子65を有するとした。しかしながら、これに限らず、発光素子65は、パッケージ化されていないLEDチップ、すなわち、LEDベアチップであってもよい。また、受光素子7, 7A, 7B, 7Cは、パッケージ化されていない受光チップであったが、増幅回路73, 73Aに応じた部位がパッケージ化された受光チップであってもよい。この場合、増幅回路73を封止する封止部位を非透光性材料によって形成すれば、封止部位を遮光部として構成できる。

50

【0083】

上記各実施形態では、生体接触面671は凸曲面であるとした。しかしながら、これに限らず、封止部67において光の出射方向側の面の形状は、他の形状であってもよい。

例えば、生体接触面671は、平坦面を含んでもよく、凹曲面でもよい。生体接触面671が凹曲面である場合、発光素子65から出射された光を封止部67外に拡散させやすくすることができ、封止部67に入射される光を受光素子7, 7A, 7B, 7Cに集光しやすくすることができる。

このように、生体接触面671の形状や曲率を変更することにより、生体情報検出センサーの用途に応じて、発光素子65から出射された光を生体に効果的に照射できる他、生体から入射される光を効率よく受光素子7, 7A, 7B, 7Cに入射させることができる。

10

【0084】

上記各実施形態では、処理回路62、コネクタ63及びセンサー部64, 64Aは、基板61においてセンサー部64, 64Aが位置する実装面61Aに配設されるとした。すなわち、基板61に配設される全ての構成は、実装面61Aに配設されるとした。しかしながら、これに限らず、基板61に配設される複数の構成部品のうち、センサー部64を除く少なくとも1つの構成部品は、実装面61Aとは反対側の裏面61Bに配設されていてもよい。このように構成することで、凹部223, 224等の凹部が必要なくなるので、背面部22において薄肉部がなくなり、ハウジング2の強度を高めることができる。

【0085】

上記各実施形態では、センサー部64, 64Aは、1つの発光素子65と、1つの受光素子7, 7A, 7B, 7Cと、を有するとした。しかしながら、これに限らず、発光素子の数及び受光素子の数は、適宜変更可能である。例えば、1つの受光素子に対して1つの発光素子が設けられていてもよく、2以上の発光素子が設けられていてもよい。また、1つの発光素子に対して2以上の受光素子が設けられていてもよい。

更に、それぞれ少なくとも1つの発光素子及び受光素子の組が複数設けられていてもよい。この場合、複数の封止部によって発光素子及び受光素子の組毎に封止されていてもよい。そして、この場合には、発光素子及び受光素子の組毎に、これらを外部に露出させる開口部が背面部22に形成されていてもよい。

20

【0086】

また、発光素子65とフォトダイオード72との間の距離L1は、発光素子65と増幅回路73の入力部位C73との間の距離L2より小さいとした。しかしながら、これに限らず、発光素子65及び受光素子7, 7A, 7Bのレイアウト、並びに、受光素子7, 7A, 7B, 7Cの向きは、適宜変更可能である。例えば、発光素子と受光素子とが+X方向において並んで配置されていてもよい。

更に、センサー部64においては、増幅回路73は、フォトダイオード72から発光素子65に向かう方向に対して直交する方向に位置するとした。また、センサー部64Aにおいては、増幅回路73は、フォトダイオード72に対して発光素子65とは反対側の位置に配置されるとした。しかしながら、増幅回路73の位置は、適宜変更可能である。すなわち、増幅回路73は、発光素子65に対してフォトダイオード72より遠い位置に配置されていれば、上記効果を奏することができる。例えば、増幅回路73は、フォトダイオード72から発光素子65に向かう方向に対して所定の角度で交差する方向に位置していてもよい。この場合、増幅回路73は、フォトダイオード72から発光素子65に向かう方向に対して鈍角で交差する方向に位置していてもよい。

30

40

【0087】

上記各実施形態では、センサー部64, 64Aは、遮蔽部66を有するとした。しかしながら、これに限らず、遮蔽部66は無くてもよい。また、遮蔽部66が設けられる場合でも、遮蔽部66の形状は、上記のように、適宜変更可能である。

更に、遮蔽部66における+Z方向側の先端部661の位置も、上記のように変更可能である。具体的に、先端部661の位置は、生体接触面671に対して-Z方向側でもよ

50

く、+Z方向側でもよく、生体接触面671と一致していてもよい。

【0088】

上記各実施形態では、センサー部64、64Aは、生体情報検出センサー6A、6B、6Cに設けられるとした。しかしながら、これに限らず、センサー部64、64Aは、回路基板5に設けられていてもよい。すなわち、回路基板5の機能と生体情報検出センサー6A、6B、6Cの機能とを有するように、1つの基板に、回路基板5の構成部品と生体情報検出センサー6A、6B、6Cの構成部品とを設けてもよい。また、電池3の位置は、適宜変更してよい。

【0089】

上記各実施形態では、発光素子65、遮蔽部66及び受光素子7、7A、7B、7Cは、封止部67によって基板61の実装面61Aに封止されるとした。しかしながら、これに限らず、このような封止部は無くてもよい。この場合、例えば、平面視で発光素子65、遮蔽部66及び受光素子7、7A、7B、7Cが内部に配置される開口部221を閉塞し、発光素子65から出射される光、及び、受光素子7、7A、7B、7Cによって受光される光を透過可能な透光性部材を設けてもよい。

【0090】

上記各実施形態では、回路基板5には、測定装置に作用する加速度を検出する加速度センサーが設けられているとした。しかしながら、これに限らず、回路基板5に加速度センサーは設けられていなくてもよく、また、設けられている場合でも、回路基板5以外の構成に設けられていてもよい。例えば、生体情報検出センサー6A、6B、6Cの基板61に加速度センサー等の他のセンサーが設けられていてもよい。更に、生体情報測定装置は、位置情報を計測可能な位置センサー（例えばGPS受信機）を備えていてもよい。

【0091】

上記各実施形態では、生体情報検出センサー6A、6B、6Cは、生体情報の1つである脈波を検出し、回路基板5は、生体情報検出センサー6A、6B、6Cから出力された脈波信号に基づいて、生体情報の他の1つである脈拍数を決定するとした。すなわち、上記した生体情報測定装置1は、脈波及び脈拍数を生体情報として測定するとした。しかしながら、これに限らず、本発明の生体情報測定装置が検出及び測定可能な生体情報は、脈波及び脈拍数に限定されない。例えば、HRV（Heart Rate Variability）、RRI（R-R Interval：脈拍間隔）、血圧、血糖値、活動量や消費カロリー、最大酸素摂取量（VO_{2max}）等、受光モジュールを含む光電センサーを用いて生体情報を測定する生体情報測定装置に、本発明を適用してもよい。

【0092】

上記各実施形態では、生体情報検出センサー6A、6B、6Cは、生体情報を検出するセンサーであり、受光素子7を含む受光モジュールRMA、RMB、RMCを有するとした。しかしながら、本発明の受光素子、受光モジュール及び光電センサーの用途は、生体情報の検出に限らない。例えば、移動体の位置検出等の用途に、本発明の受光素子、受光モジュール及び光電センサーを採用してもよい。

【符号の説明】

【0093】

1...生体情報測定装置、5...回路基板、6、6A、6B、6C...生体情報検出センサー（光電センサー）、61...基板、62...処理回路、65...発光素子、66...遮蔽部、7、7A、7B、7C...受光素子、71...シリコン基板、711...n層、71A...表面、72...フォトダイオード、721...p層、722...pn接合部、723...アノード電極、724...カソード電極、73...増幅回路、731...p層、732、733...n層、734...酸化絶縁層、735...pn接合部、74...遮光部、741...端部、75...保護層、76...遮断部、AM...オペアンプ、C73...入力部位、CN...コンデンサー、CR1...電荷電圧変換回路、CR2...電流電圧変換回路、CS...定電流源、EL1、EL3...端子、L1、L2、L3、L4...距離、LY1...第1絶縁層、LY2...第2絶縁層、RE...抵抗、RMA、RMB、RMC...受光モジュール、TH1、TH2、TH3、TH4...スルーホール、

10

20

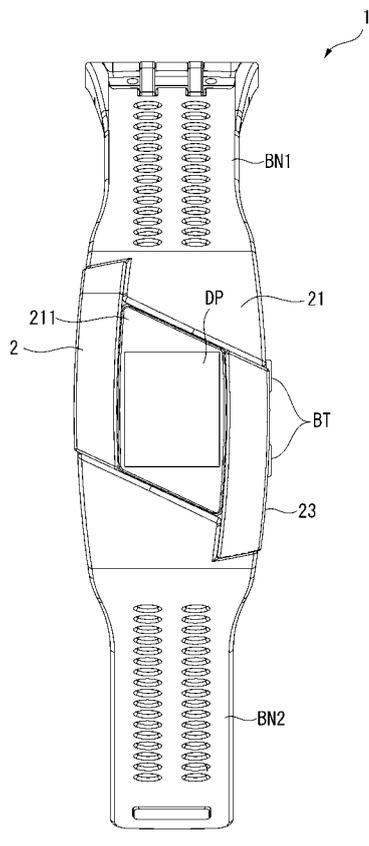
30

40

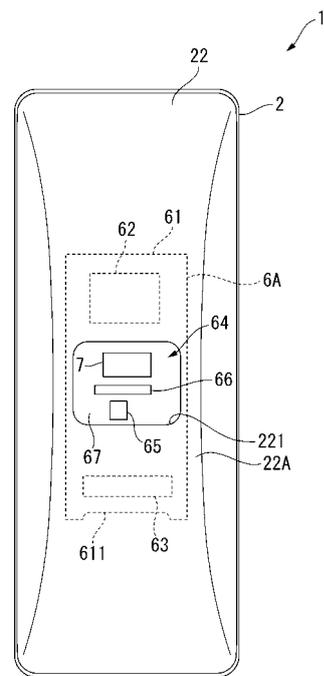
50

TR1...トランジスタ、TR11, TR12...導電層。

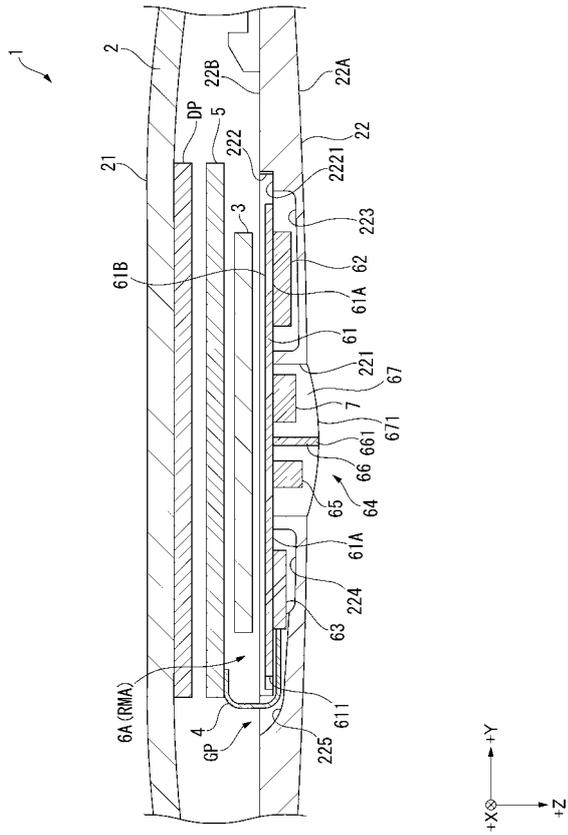
【図1】



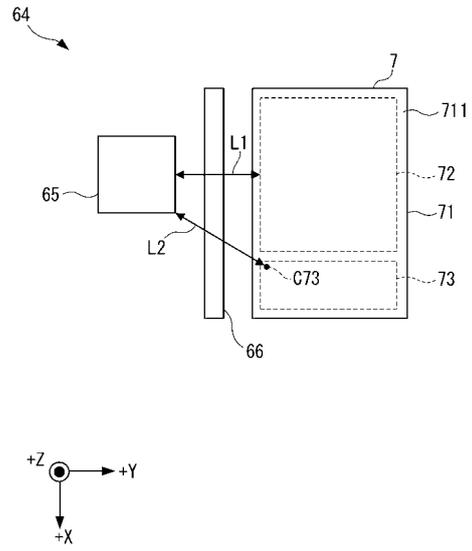
【図2】



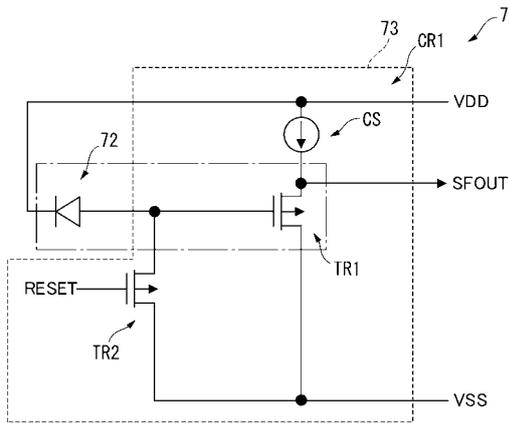
【 図 3 】



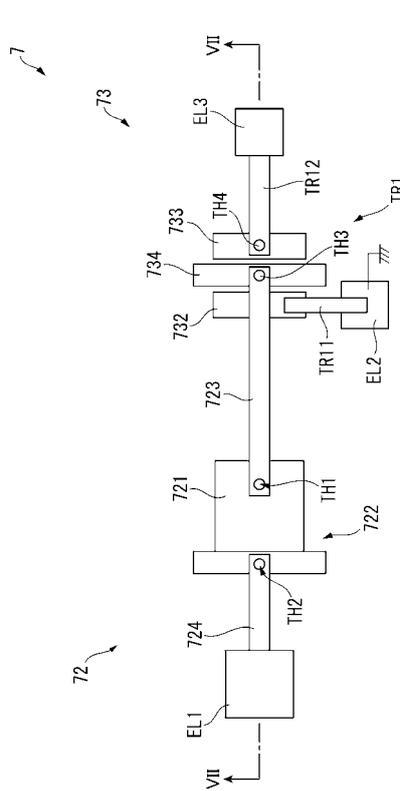
【 図 4 】



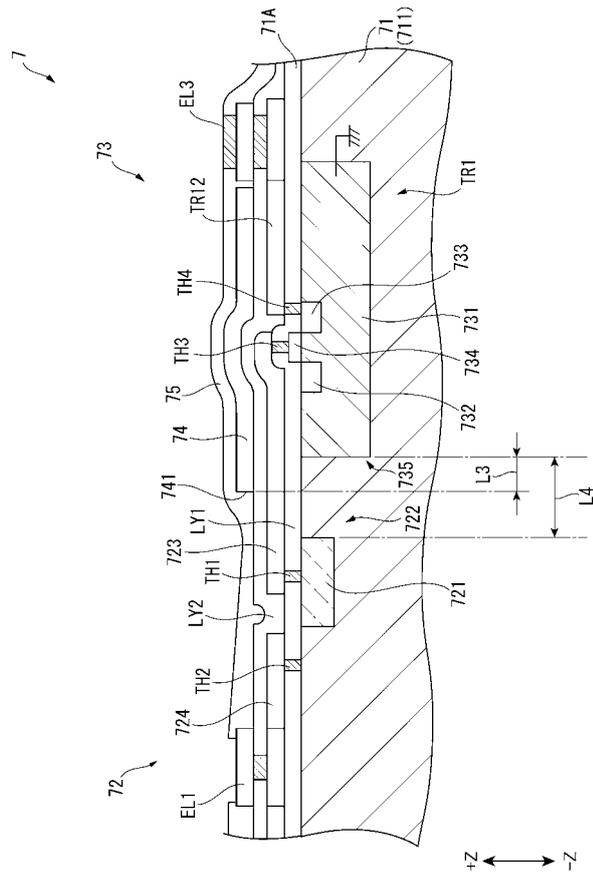
【 図 5 】



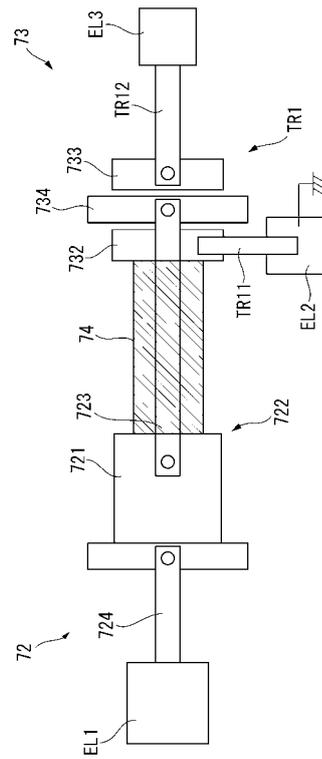
【 図 6 】



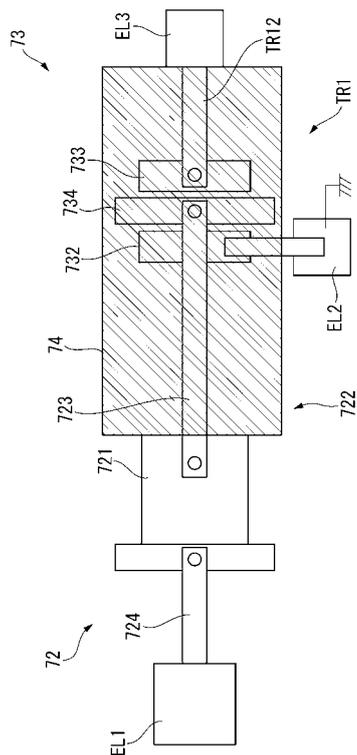
【 図 7 】



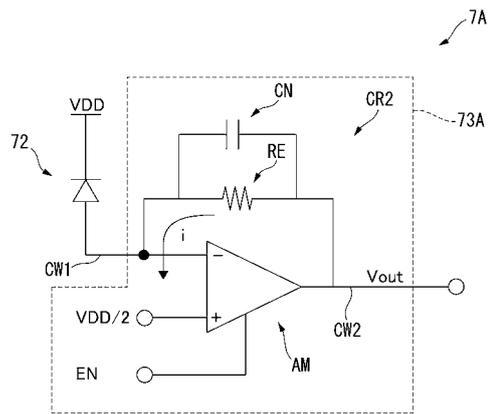
【 図 8 】



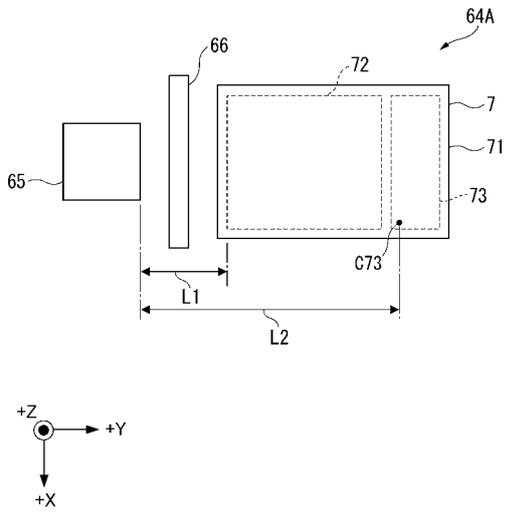
【 図 9 】



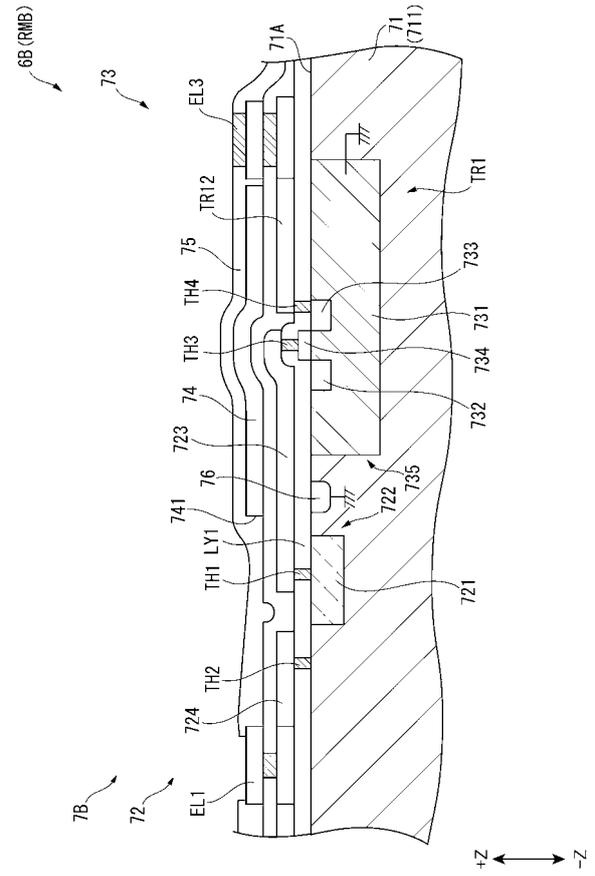
【 図 10 】



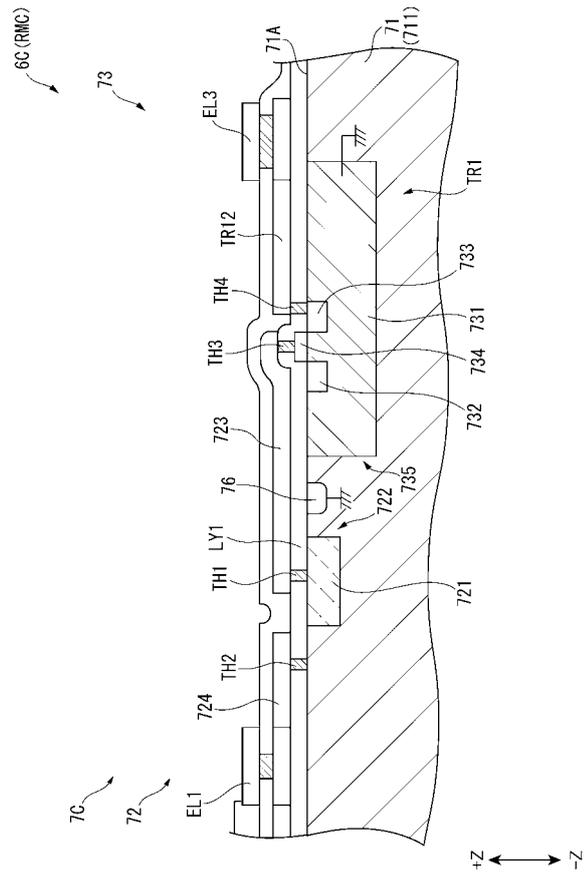
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5F849 AA02 AB02 BA17 BB20 EA12 EA14 EA16 EA18 FA05 HA10
HA13 JA06 KA12 KA13 KA20 LA02 XB36
5F889 BA05 BB02 BB05 BB09 BC02 BC16 BC25 CA06 EA04 FA05
FA06