

(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2013-110548

(P2013-110548A)

(43) 公開日 平成25年6月6日(2013.6.6)

| | | | | |
|--------------------------------|--|--------------------|--|-------------|
| (51) Int.Cl. | | F I | | テーマコード (参考) |
| HO 4 N 5/369 (2011.01) | | HO 4 N 5/335 6 9 0 | | 4 M 1 1 8 |
| HO 1 L 27/146 (2006.01) | | HO 1 L 27/14 A | | 5 C 0 2 4 |
| HO 4 N 5/353 (2011.01) | | HO 4 N 5/335 5 3 0 | | |
| HO 4 N 101/00 (2006.01) | | HO 4 N 101:00 | | |

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 11 頁)

| | | | |
|-----------|------------------------------|----------|--------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2011-253462 (P2011-253462) | (71) 出願人 | 000001007 |
| (22) 出願日 | 平成23年11月21日 (2011.11.21) | | キヤノン株式会社 |
| | | | 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 |
| | | (74) 代理人 | 100105289 |
| | | | 弁理士 長尾 達也 |
| | | (72) 発明者 | 山田 大輔 |
| | | | 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内 |
| | | Fターム(参考) | 4M118 AB01 AB03 AB10 BA14 CA22 |
| | | | CA32 FA33 GA02 GC07 GD03 |
| | | | GD04 GD07 |
| | | | 5C024 AX01 BX01 CX41 CX51 CX54 |
| | | | CY47 EX12 GX03 GX14 GY31 |

(54) 【発明の名称】 固体撮像素子、該固体撮像素子を備えた距離検出装置、該距離検出装置を備えたカメラ

(57) 【要約】

【課題】 距離検出画素の開口率を高めることができ、高いS/N比により距離検出精度を向上させることが可能となる固体撮像素子等を提供する。

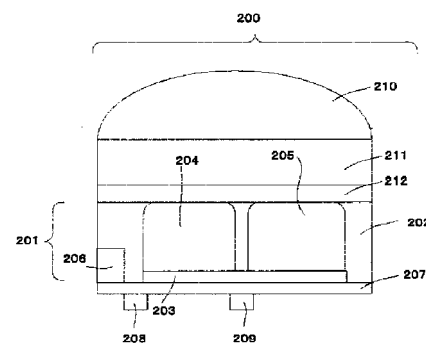
【解決手段】 半導体中に、第1の光電変換部と第2の光電変換部とによる少なくとも2つの光電変換部を有する画素を備えた固体撮像素子であって、

前記第1の光電変換部は、前記第2の光電変換部よりも高い不純物濃度を有し、前記第2の光電変換部で発生した電荷を前記第1の光電変換部に転送可能に構成され、

前記第1の光電変換部と前記第2の光電変換部の電荷量を、共通して検出する1つの信号検出手段を有する。

【選択図】

図 2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

半導体中に、第 1 の光電変換部と第 2 の光電変換部とによる少なくとも 2 つの光電変換部を有する画素を備えた固体撮像素子であって、

前記第 1 の光電変換部は、前記第 2 の光電変換部よりも高い不純物濃度を有し、前記第 2 の光電変換部で発生した電荷を前記第 1 の光電変換部に転送可能に構成され、

前記第 1 の光電変換部と前記第 2 の光電変換部の電荷量を、共通して検出する 1 つの信号検出手段を有することを特徴とする固体撮像素子。

【請求項 2】

前記信号検出手段は、前記第 1 の光電変換部に蓄積された電荷量を検出した後、前記第 2 の光電変換部に蓄積された電荷量を検出する構成を備えていることを特徴とする請求項 1 に記載の固体撮像素子。

10

【請求項 3】

前記第 1 の光電変換部の露光時間と、前記第 2 の光電変換部の露光時間とが同じ露光時間となるように設定されていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の固体撮像素子。

【請求項 4】

前記第 1 の光電変換部と前記第 2 の光電変換部との間に、前記第 2 の光電変換部で発生した電荷を前記第 1 の光電変換部に転送するゲート電極が配置されていることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の固体撮像素子。

20

【請求項 5】

複数の画素を有する固体撮像素子を備え、撮影レンズの射出瞳の異なる領域を通過した光束によるそれぞれの像を前記複数の画素を用いて検出し、前記それぞれの像のズレ量に基づいて距離を検出する距離検出装置であって、

前記複数の画素を有する固体撮像素子が、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の固体撮像素子によって構成されていることを特徴とする距離検出装置。

【請求項 6】

前記距離を検出する際の動作として、第 1 の測定モードと第 2 の測定モードとによる少なくとも 2 つの測定モードを有し、

前記第 1 の測定モードは、前記第 1 の光電変換部と前記第 2 の光電変換部を順次検出するモードであり、

30

前記第 2 の測定モードは、前記第 1 の光電変換部と前記第 2 の光電変換部を同時に検出するモードであることを特徴とする請求項 5 に記載の距離検出装置。

【請求項 7】

請求項 5 または請求項 6 に記載の距離検出装置を備えたことを特徴とするカメラ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、固体撮像素子、該固体撮像素子を備えた距離検出装置、該距離検出装置を備えたカメラに関し、特にデジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラなどの距離検出に用いられる距離検出用の固体撮像素子に関するものである。

40

【背景技術】**【0002】**

デジタルスチルカメラやビデオカメラにおいて、固体撮像素子の一部あるいは全部の画素に距離検出（焦点検出）機能を有する距離検出画素を配置し、位相差方式で検出するようにした固体撮像素子が提案されている（特許文献 1）。

ここでの距離検出画素は、複数の光電変換部を備え、撮影レンズの異なる射出瞳領域を通過した光束が、異なる光電変換部に導かれるように構成される。

そして、このように構成された複数の距離検出画素を用いて、射出瞳の異なる領域を通過した光束による像を検出し（それぞれ A 像、B 像）、A 像と B 像のズレ量を測定する。

50

このズレ量と基線長（異なる射出瞳領域の間隔）からデフォーカス量を算出し、距離（焦点位置）を検出するように構成される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第4027113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、上記従来例の固体撮像素子においては、距離検出画素には複数の光電変換部をもつため、各光電変換部の信号を読み取るための複数の信号検出回路が必要となる。

10

このように複数の信号検出回路を配置すると、光電変換部の開口率（画素に占める全光電変換部の割合）が低下し、被写体からの光を必ずしも効率良く受光できなくなる。結果として、測距信号のS/N比が悪化して距離検出誤差が大きくなる。

【0005】

本発明は、上記課題に鑑み、距離検出画素の開口率を高めることができ、高いS/N比により距離検出精度を向上させることが可能となる固体撮像素子、該固体撮像素子を備えた距離検出装置、該距離検出装置を備えたカメラの提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

20

【0006】

本発明の固体撮像素子は、半導体中に、第1の光電変換部と第2の光電変換部とによる少なくとも2つの光電変換部を有する画素を備えた固体撮像素子であって、

前記第1の光電変換部は、前記第2の光電変換部よりも高い不純物濃度を有し、前記第2の光電変換部で発生した電荷を前記第1の光電変換部に転送可能に構成され、

前記第1の光電変換部と前記第2の光電変換部の電荷量を、共通して検出する1つの信号検出手段を有することを特徴とする。

また、本発明の距離検出装置は、複数の画素を有する固体撮像素子を備え、撮影レンズの射出瞳の異なる領域を通過した光束によるそれぞれの像を前記複数の画素を用いて検出し、前記それぞれの像のズレ量に基づいて距離を検出する距離検出装置であって、

30

前記複数の画素を有する固体撮像素子が、上記した固体撮像素子によって構成されていることを特徴とする。

また、本発明のカメラは、上記した距離検出装置を備えたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、距離検出画素の開口率を高めることができ、高いS/N比により距離検出精度を向上させることが可能となる固体撮像素子、該固体撮像素子を備えた距離検出装置、該距離検出装置を備えたカメラを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

40

【図1】本発明の実施形態における固体撮像素子を用いた距離検出装置。

【図2】本発明の実施形態における固体撮像素子の距離検出画素の概略断面図。

【図3】本発明の実施形態における固体撮像素子の距離検出画素の概略上面図。

【図4】本発明の実施形態における固体撮像素子の距離検出時のタイムチャートを説明する図。

【図5】本発明の実施形態における固体撮像素子の距離検出時の電子エネルギーを説明する図。

【図6】本発明の実施形態における固体撮像素子の撮像時のタイムチャートを説明する図。

【図7】本発明の実施形態における固体撮像素子の撮像時の電子エネルギーを説明する図

50

。

【図 8】本発明の実施形態における固体撮像素子のその他の構成を説明する図。

【図 9】本発明の実施形態における固体撮像素子のその他の構成を説明する図。

【図 10】本発明の実施形態における距離測定用の画素を含む固体撮像素子の製造プロセスについて説明する図。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下に本発明の実施形態における固体撮像素子を備える距離検出装置について説明する

。

その際、上記固体撮像素子を備える距離検出装置を撮像装置に適用した一例として、デジタルスチルカメラを用いて説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

また、以下に図を用いて説明するが、その際、全ての図において同一の機能を有するものは同一の数字を付け、その繰り返しの説明は省略する。

【0010】

まず、本発明の実施形態における距離検出装置の構成について、図 1 を用いて説明する

。

図 1 において、100 は本実施形態における距離検出装置である。距離検出装置 100 は、撮影レンズ 101、固体撮像素子 102、演算部 103 で構成する。被写体 104 の距離情報を取得するため、撮影レンズ 101 により、被写体 104 の像を固体撮像素子 102 へ結像する。

固体撮像素子 102 に配置された距離検出画素で異なる射出瞳の領域（第 1 の領域 106、第 2 の領域 107）を通過した光束をそれぞれ受光する。

ただし、105 は距離検出装置 100 の射出瞳である。

この異なる射出瞳領域を通過して得られた A 像と B 像の情報を演算部 103 へ転送し、A 像と B 像のズレ量と基線長 108 を用いて、公知の方法によって被写体の距離情報を算出する。

【0011】

つぎに、固体撮像素子の構成について、図 2 を用いて説明する。

図 2 において、200 は固体撮像素子中の一部の画素に配置された距離検出画素群の 1 つの画素である。

画素 200 は、半導体 201 中に P 型から成る P 型ウエル 202、表面 P + 層 203 と、N 型の第 1 の光電変換部 204、第 2 の光電変換部 205、フローティングディフュージョン部（以下、FD 部）206 を備える。

また、半導体 201 の表面 P + 層 203 側に、ゲート絶縁膜 207、ゲート電極 208、209 が配置されている。

画素 200 に入射した光は、マイクロレンズなどの集光手段 210、カラーフィルタ 211、平坦化層 212 を介し、第 1 の光電変換部 204 と第 2 の光電変換部 205 に導かれる。

光電変換部 204、205 に入射した光は電荷（電子）に変換され、光電変換部内に蓄積される。

その後、それぞれの電荷を同じ FD 部（信号検出回路）206 へと転送し、第 1 の光電変換部 204 の電荷量と第 2 の光電変換部 205 の電荷量をそれぞれ電気信号として検出するように構成されている。

その際、第 1 の光電変換部 204 の不純物濃度を第 2 の光電変換部 205 の不純物濃度より高い不純物濃度となるようにして、第 2 の光電変換部の電荷を効率良く第 1 の光電変換部に転送可能に構成されている。

そして、例えば、集光手段 210 としてマイクロレンズを用いて、マイクロレンズで射出瞳 105 と光電変換部 204、205 の表面とが略共役の関係になるようにする。

これにより、第 1 の領域 106 を通過した光束を第 1 の光電変換部 204 で受光し、第 2 の領域 107 を通過した光束を第 2 の光電変換部 205 で受光して、それぞれ A 像と B 像

10

20

30

40

50

の信号取得として用いる。

【0012】

続いて、本発明の固体撮像素子によって、信号検出回路を少なくし、測距信号のS/N比が向上するようにした構成について、図3を用いて説明する。

図3は画素200の上面から見た要部概略図である。ただし、図2は図3のA-A'線に沿った断面図である。

また、画素内の構成でリセットトランジスタ、増幅トランジスタ、選択トランジスタは、画素間で共用して配置することが可能であり説明を簡略化するため省略した。

このとき、画素内に光電変換部が2つあるのに対し、光電変換部の電荷量を読み取る信号検出回路(FD部206など)を1つとしたことで、画素に占める光電変換部204、205の割合の低下を抑制して、画素内の光電変換部の開口率を高くすることができる。これにより、画素200に入射した光を効率よく光電変換部へと導波させ受光することが可能となる。

特に、画素サイズが4.0マイクロメートル以下になると、入射光は画素の内部で光が拡がり信号検出回路などへ到達し、散乱や吸収によるノイズが増加する。また、同時に光電変換部に到達する光量が少なくなり、測距信号のS/N比が悪化する。

これに対して、本実施形態の構成によれば、第1と第2の光電変換部204、205とによる2つの光電変換部の電荷量の検出を、1つの信号検出回路で共有して検出する構成とすることで、測距信号のS/N比を向上させ、距離検出精度を高めることができる。

【0013】

つぎに、本実施形態における固体撮像素子の距離検出の動作として、第1の測定モードについて説明する。

この第1の測定モードでは、第1の光電変換部と第2の光電変換部を順次検出する。

ここでは、信号検出回路が画素内で1つである画素200の信号を読み出す動作フローを例にとり説明する。

図4は第1の光電変換部204と第2の光電変換部205から信号を読み出す駆動信号を示すタイミングチャートである。

また、図5は第1の光電変換部204と第2の光電変換部205の電子エネルギーと電子密度を表わした図である。

ここで、204A、205A、206Aはそれぞれ第1の光電変換部の電子エネルギー、第2の光電変換部の電子エネルギー、FD部の電子エネルギーである。まず、光電変換部の電荷をリセットするために、PDリセットトランジスタ(PDR1、PDR2)を順次オンにする。

これにより、第1の光電変換部と第2の光電変換部の不要な電荷を電源に排出させる(図5(a))。

続いて、PDリセットトランジスタ(PDR1、PDR2)がオフされ、光電変換部への露光が開始される(図5(b))。

このとき、第1の光電変換部の露光時間 t_1 と第2の光電変換部の露光時間 t_2 とが同じになるように、PDR1とPDR2のオンのタイミングを調整するように設定されている。

【0014】

次に、FD部206の電荷をリセットするため、FDリセットトランジスタ(FDR)をオンにする。

これによりFD部の不要な電荷が電源に排出される(図5(c))。

続いて、FDRをオフにして、リセット状態での出力値を検出する。

次に、第1の光電変換部204の電荷をFD部206へ転送するため、ゲート電極208に信号を加え転送トランジスタ(T1)をオンにする。

その後、FD部206の出力値を読み取り(図5(d))、FD部206のリセット状態での出力値と差動検出することで、第1の光電変換部204の電荷量を検出する。

次に、第2の光電変換部205の電荷を第1の光電変換部204へと転送するため、ゲ-

10

20

30

40

50

ト電極 209 に信号を加え転送トランジスタ (T 2) をオンにする。その際、同じタイミングで、F D 部の電荷をリセットするため、F D リセットトランジスタ (F D R) をオンにする (図 5 (e))。

このとき、上記したように第 1 の光電変換部 204 の不純物濃度を第 2 の光電変換部 205 の不純物濃度より高い構成とされていることから、第 1 の光電変換部の電子エネルギーが第 2 の光電変換部の電子エネルギーより低くなる。

これにより、第 2 の光電変換部の電荷を効率良く第 1 の光電変換部に転送することができる。

【 0 0 1 5 】

続いて、第 1 の光電変換部 204 に転送した第 2 の光電変換部 205 の電荷を F D 部 206 に転送するため、転送トランジスタ (T 1) をオンにし、その後、F D 部の出力値を読み取る (図 5 (f))。

よって、F D 部 206 のリセット状態での出力値と差動検出することで、第 2 の光電変換部 205 の電荷量を検出する。

以上により、第 1 の光電変換部 204 と第 2 の光電変換部 205 の電荷量をそれぞれ同一の F D 部 206 を用いて読み取ることができる。

また、距離情報と共に被写体の像情報を取得する場合は、第 1 の光電変換部 204 と第 2 の光電変換部 205 の電荷量をそれぞれ検出した後、演算部 103 にて加算する。

この加算した信号は、射出瞳全域を通過した撮像信号であるため、距離検出画素を用いて被写体像を取得することができる。

また、本実施形態では、第 1 の光電変換部 204 の蓄積時間 t_1 と第 2 の光電変換部 205 の蓄積時間 t_2 を同じとしたが、蓄積時間は異なってもよい。この場合は、蓄積時間の差を利用して、ダイナミックレンジ向上や被写体の動きベクトル検出機能として利用できる。

【 0 0 1 6 】

つぎに、本実施形態における固体撮像素子の距離検出の動作として、第 2 の測定モードについて説明する。

この第 2 の測定モードでは、被写体像を高速に取得するため、画素内にある全ての光電変換部 (第 1 の光電変換部 204 と第 2 の光電変換部 205) を同時に読み出す。

ここで、本実施形態における固体撮像素子の像検出の動作として、画素 200 の像情報のみを取得する際の信号を読み出す動作フローを例にとり説明する。

図 6 は、第 1 の光電変換部 204 と第 2 の光電変換部 205 の加算信号を読み出す駆動信号を示すタイミングチャートである。

また、図 7 は第 1 の光電変換部 204 と第 2 の光電変換部 205 の電子エネルギーと電子密度を表わした図である。

まず、光電変換部の電荷をリセットするために、P D リセットトランジスタ (P D R 1 、 P D R 2) を同時にオンにする。

これにより、第 1 の光電変換部と第 2 の光電変換部の不要な電荷を電源に排出させる (図 7 (a))。

続いて、P D リセットトランジスタ (P D R 1 、 P D R 2) がオフされ、光電変換部への露光が開始される (図 7 (b))。

次に、F D 部 206 の電荷をリセットするため、F D リセットトランジスタ (F D R) をオンにする。

これにより、F D 部の不要な電荷が電源に排出される (図 7 (c))。続いて、F D R をオフにして、リセット状態での出力値を検出する。

次に、第 1 の光電変換部 204 と第 2 の光電変換部 205 の加算した電荷を F D 部 206 へ転送するため、転送トランジスタ (T 1 、 T 2) をオンにする。その後、F D 部 206 の出力値を読み取り (図 7 (d))、F D 部 206 のリセット状態での出力値と差動検出することで、第 1 の光電変換部 204 と第 2 の光電変換部 205 の加算した電荷量を検出することができる。

10

20

30

40

50

以上により、距離検出画素を用いて被写体の像情報のみを取得することが可能となる。この動作方法を用いることで、距離情報取得時の場合に比べ、複数の光電変換部の電荷量をそれぞれ別々に読み取る必要がない。

このため、光電変換部の電荷を加算した後に読み出すことで、高速に電荷量を読み出すことが可能となる。また、第1の光電変換部204と第2の光電変換部205の露光時間ずれも生じない。

【0017】

また、本実施形態では、固体撮像素子が電極や配線の逆側から入射する裏面型固体撮像素子を用いて説明したが、必ずしもこれに限る必要はなく、図8に示すように表面型固体撮像素子であっても良い。

この場合においても、本発明の信号検出回路を少なくする構成を適用すれば、光電変換部の開口率が高くなり測距信号のS/N比が高くなる。

さらに、電極や配線の数も減少するので、画素内で入射光が散乱しにくくなり、クロストークノイズが低下する。

また、画素の中央に配置されるゲート電極209や配線213で入射光が散乱し、吸収されないように、光電変換部の直上に周囲より屈折率の高い導波構造214を設ける構成にすればよい。

このとき、ゲート電極209や配線213による散乱が低下し、クロストークノイズが減少する。

【0018】

また、距離検出画素内の光電変換部は2つに限るものではなく、例えば、図9に示すように、4つにしてもよい。

この場合、射出瞳を縦・横に分割できるため、縦線・横線のいずれの被写体に対しても高精度に距離検出することができる。

ただし、距離検出画素の上面図を示した図9は、光電変換部301、光電変換部間のゲート電極302をそれぞれ4つずつ配置し、FD部303とFD部への転送を制御するゲート電極304をそれぞれ2つの構成にした。

このように、光電変換部の数に比べ、FD部の数を少なく共通のFD部から電荷量を読み取る構成とすることで、光電変換部の開口率を高くすることが可能となる。よって、光電変換部を4つに構成しても、高いS/N比を維持でき、高精度な距離検出が可能となる。

また、図9に示した構成では、光電変換部の間に配置したゲート電極302の信号に応じて、射出瞳の分割領域を縦・横を任意に制御できる。

【0019】

つぎに、本実施形態における固体撮像素子の製造方法について説明する。

ここでは、図10を用いて、本実施例における画素200を含む固体撮像素子の製造プロセスについて説明する。

まず、熱酸化によりシリコン半導体201の表面にゲート絶縁膜207を形成する。

続いて、201の半導体中に光電変換部204、205、FD部206を形成するために、フォトリソストにより所定位置にレジストマスクを形成し、不純物のイオン打ち込みを行う。

その後、レジストマスクをアッシング等により除去する。続いて、同様のイオン打ち込みの方法で、拡散層（不図示）を形成する（図10（a））。

【0020】

さらに、光電変換部204、205にて発生した電荷を転送するためのゲート電極を形成するために、ポリシリコン膜を形成する。

その後、フォトリソ工程を用いてポリシリコンを所定パターンにエッチングしてゲート電極208、209を形成する（図10（b））。

その後、半導体201、およびゲート電極上に例えばBPSGなどの層間絶縁膜215を形成し、CMP法により平坦化を行う。

次に、電氣的な接続のため、コンタクトホールなどの接続孔を層間絶縁膜に形成して、他

10

20

30

40

50

の金属配線に電氣的に接続させる。同様に、配線 2 1 3 を形成し層間絶縁膜 2 1 5 で覆う（図 1 0 (c) ）。

続いて、半導体 2 0 1 のゲート絶縁膜 2 0 7 と反対側を光電変換部が露出するまで研磨し薄膜化する。その後、平坦化膜 2 1 2 、カラーフィルタ 2 1 1 、マイクロレンズ 2 1 0 を必要に応じて形成する（図 1 0 (d) ）。

【符号の説明】

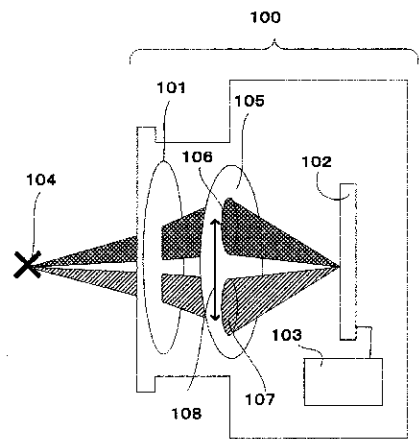
【 0 0 2 1 】

- 1 0 0 : 距離検出装置
- 1 0 1 : 撮影レンズ
- 1 0 2 : 固体撮像素子
- 1 0 3 : 演算部
- 1 0 4 : 被写体
- 1 0 5 : 距離検出装置の射出瞳
- 1 0 6 : 射出瞳の第 1 の領域
- 1 0 7 : 射出瞳の第 2 の領域
- 1 0 8 : 基線長
- 2 0 0 : 距離検出画素群の 1 つの画素
- 2 0 1 : 半導体
- 2 0 2 : P 型ウエル
- 2 0 3 : 表面 P + 層
- 2 0 4 : 第 1 の光電変換部
- 2 0 5 : 第 2 の光電変換部
- 2 0 6 : フローティングディフュージョン部
- 2 0 7 : ゲート絶縁膜
- 2 0 8 、 2 0 9 : ゲート電極
- 2 1 0 : 集光手段
- 2 1 1 : カラーフィルタ
- 2 1 2 : 平坦化層

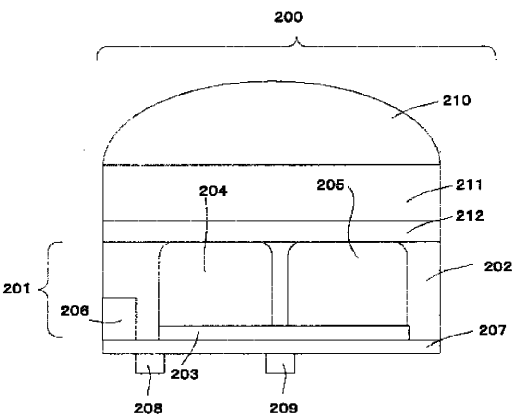
10

20

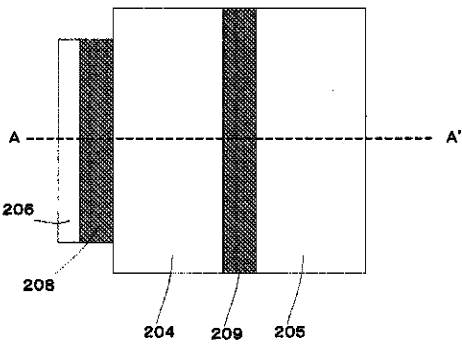
【 図 1 】



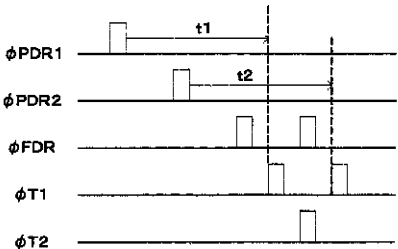
【 図 2 】



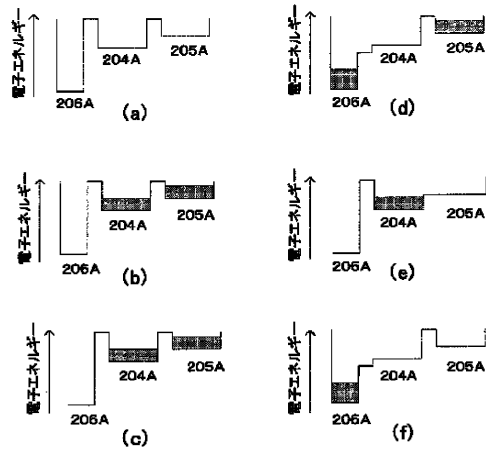
【 図 3 】



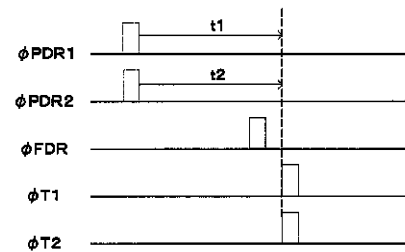
【 図 4 】



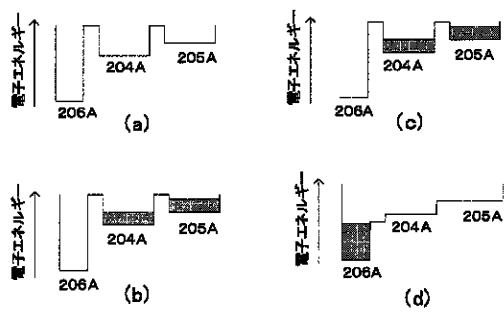
【図 5】



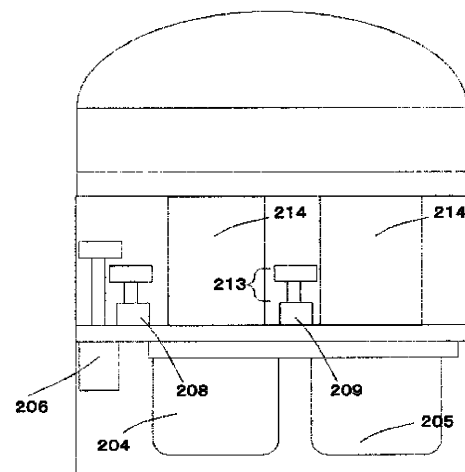
【図 6】



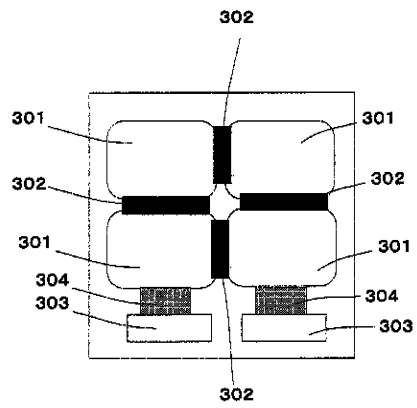
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【図 10】

