(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5227527号
(P5227527)

(45)発行日　平成25年7月3日(2013.7.3)　(24)登録日　平成25年3月22日(2013.3.22)

(51)Int.Cl.　F I
G01R 33/06 (2006.01)　G01R 33/06　Z
G01R 33/02 (2006.01)　G01R 33/02　K

請求項の数 7　(全 33 頁)

(21)出願番号　特願2007-88034(P2007-88034)
(22)出願日　平成19年3月29日(2007.3.29)
(65)公開番号　特開2008-249371(P2008-249371A)
(43)公開日　平成20年10月16日(2008.10.16)
審査請求日　平成22年3月24日(2010.3.24)

前置審査

(73)特許権者　000104652
キヤノン電子株式会社
埼玉県秩父市下影森１２４８番地
(74)代理人　100075948
弁理士　日比谷　征彦
(72)発明者　鈴木　成己
埼玉県秩父市下影森１２４８番地　キヤノン電子株式会社内

審査官　中村　和正

最終頁に続く

(54)【発明の名称】磁性体検出センサ

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
磁界を発生する磁石と前記磁界の変化を検出する磁性膜を有する磁界検出素子とを備え、磁性材料を含む被検出媒体を検出する磁性体検出センサにおいて、
前記磁石のＮＳ方向を法線とし、前記磁石のＮＳ軸とその中点を除くＮ極とＳ極の間の点で交わる平面上に、前記磁界検出素子はその磁界検出方向が前記平面と平行になるように配置され、前記磁性膜は磁性薄膜であって前記平面に沿った磁気異方性を有し且つ前記磁性膜の磁化が磁界検出方向に揃った磁区構造を有し、
前記磁界検出素子に前記磁石により形成されるバイアス磁界を印加し、前記被検出媒体が前記磁石のＮ極またはＳ極に近接した際の前記バイアス磁界の変化を前記磁界検出素子の前記磁性膜のインピーダンス変化により検出することを特徴とする磁性体検出センサ。
【請求項２】
前記磁界検出方向は、前記磁石のＮＳ軸の動径方向から傾けて配置されていることを特徴とする請求項１に記載の磁性体検出センサ。
【請求項３】
前記磁界検出素子は少なくとも２つあり、前記磁界検出素子の夫々に印加される前記バイアス磁界の向きは互いに逆方向であり、前記２つの磁界検出素子の出力の和を信号として出力することを特徴とする請求項１または２に記載の磁性体検出センサ。
【請求項４】
前記２つの磁界検出素子は直列に接続され、前記接続された２つの磁界検出素子の両端

に発生する電圧が信号として出力されることを特徴とする請求項３に記載の磁性体検出センサ。
【請求項５】
請求項１から４のいずれか１項に記載の磁性体検出センサが、長尺の前記磁石に沿って複数配列されていることを特徴とする磁性体検出ラインセンサ。
【請求項６】
請求項１から４のいずれか１項に記載の磁性体検出センサ、または請求項５に記載の磁性体検出ラインセンサを用いて前記被検出媒体の検出を行うことを特徴とする磁性体検出装置。
【請求項７】
前記磁性体検出センサによる前記被検出媒体の検出前の出力と、前記被検出媒体を検出した際の出力との差に応じた信号を出力することを特徴とする請求項６に記載の磁性体検出装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、磁性材料を含有する被検出媒体の検出等に用いられる磁性体検出センサに関するものである。
【背景技術】
【０００２】
媒体に含まれる磁気インクや磁性粒子等の検出に用いられるセンサとしては、従来から磁気ヘッドや磁気抵抗素子を用いたものが知られている。これらのセンサは、媒体の磁気分布の勾配を検出する構成となっているため、パターン認識等の磁気の有無を検出する用途に有効である。
【０００３】
これに対して、磁気インピーダンス素子等の高感度な磁界検出素子を用いて、磁気の有無だけでなく、媒体の磁気分布を量的に検出可能としたものが提案されている（特許文献１参照）。このセンサは、図２３、図２４に示すように検出に先行する着磁手段を持ち、媒体の着磁部の中心軸Ｌから対称に発生する磁界を、磁界検出方向に沿って並べられた２つの磁気インピーダンス素子で検出するものである。
【０００４】
２つの素子には同方向のバイアス磁界が印加され、それらを差動検出することによりノイズ磁界を除去し、媒体からの磁界を精度良く検出する。このセンサは、従来に無い磁気情報を提供することができ、特に紙幣の鑑別等のセキュリティ用途で有効性を発揮する。しかし、着磁後の残留磁気量を検出する構成であるため、軟磁性材等残留磁気量の少ない媒体の検出には不利な点があった。
【０００５】
これに対して、軟磁性材であっても量的に検出可能としたものが提案されている（特許文献２参照）。このセンサは、磁石のＮＳ軸の中点を通る平面上に素子を配置して磁界検出方向に磁界が加わらないようにした構成で、高感度ではあるが使用できる磁界範囲が狭い磁界検出素子を、特性を低下させずに磁石の近傍で使用できる。
【０００６】
このため、軟磁性材であっても高精度に磁気量検出が可能であり、また、小型化も実現している。このセンサで、磁気インピーダンス素子を用いる場合には、図２５に示すようにバイアス磁石９３等によって２つの素子９２１、９２２に同方向のバイアス磁界を印加する。それらを差動検出することでノイズ磁界を除去しながら媒体からの磁界を精度良く検出する。９４は磁石である。特許文献２には図２６に示すようにこのセンサを配列したラインセンサも提案されている。
【特許文献１】特開２０００－１０５８４７号公報
【特許文献２】特開２００６－１８４２０１号公報

【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００７】
磁界検出素子を磁石のＮＳ軸の中点を通る平面に配置する構成は、例えば、直交フラックスゲート素子のようにゼロ磁界で感度を有してバイアス磁界を必要としない磁界検出素子には最適である。一方、バイアス磁界を必要とする磁界検出素子の場合には、図２５に示すようなバイアス磁石９３やバイアスコイル等が必要になり、サイズやコストの面で不利な点がある。
【０００８】
また、磁石近傍では数百エルステッドの磁界が形成されているため、小型化のために磁石を近づけると、使用できる磁界範囲の狭い磁気インピーダンス素子等では、適正なバイアス磁界を設定することが難しくなる。特に、ラインセンサ等の場合には、個々のセンサの特性バラツキを抑える必要があり、素子特性に応じてバイアス磁界を容易に調整できるセンサが求められる。
【０００９】
本発明の目的は、磁石の近傍でも高感度な磁界検出素子を有効に動作させ、例えば軟磁性材料等、媒体の磁気特性に依らずに量的な検出が可能で、小型で省スペース化ができ、更には生産性が高い磁性体検出センサを提供することにある。また、小型で高性能な磁性体検出装置を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【００１０】
本発明は、磁界を発生する磁石と前記磁界の変化を検出する磁性膜を有する磁界検出素子とを備え、磁性材料を含む被検出媒体を検出する磁性体検出センサにおいて、前記磁石のＮＳ方向を法線とし、前記磁石のＮＳ軸とその中点を除くＮ極とＳ極の間の点で交わる平面上に、前記磁界検出素子はその磁界検出方向が前記平面と平行になるように配置され、前記磁性膜は磁性薄膜であって前記平面に沿った磁気異方性を有し、且つ前記磁性膜の磁化が磁界検出方向に揃った磁区構造を有し、前記磁界検出素子に前記磁石により形成されるバイアス磁界を印加し、前記被検出媒体が前記磁石のＮ極またはＳ極に近接した際の前記バイアス磁界の変化を前記磁界検出素子の前記磁性膜のインピーダンス変化により検出するものである。
【００１１】
また、磁界検出素子は磁性薄膜を有し、且つ、磁界検出方向は前記磁性薄膜の膜面に平行であることが好ましい。
【００１２】
また、磁界検出方向は、前記磁石のＮＳ軸の動径方向から傾けて配置されているのが好ましい。
【００１３】
また、磁界検出素子は、前記磁石のＮ極またはＳ極に磁性体が近接した際の磁界変化を検出するのが好ましい。
【００１４】
また、バイアス磁界は前記磁界検出素子の磁化が飽和した領域に設定される位置に配置されているのが好ましい。
【００１５】
また、磁界検出素子は磁気インピーダンス素子であるのが好ましい。
【００１６】
また、磁界検出素子は少なくとも２つあり、前記平面上において前記法線と交差する前記平面上の一つの直線に対して線対称に配置されており、前記２つの磁界検出素子の出力の和に応じた信号を出力するのが好ましい。
【００１７】
また、２つの磁界検出素子は直列に接続され、前記接続された２つの磁界検出素子の両

端に発生する電圧が検波されて出力されるのが好ましい。

【００１８】

また、磁性体検出センサが複数配列されていても良い。

【００１９】

また、磁性体検出センサにおける前記磁性体の検出前の出力と、前記磁性体を検出した際の出力との差に応じた信号を出力しても良い。

【発明の効果】

【００２０】

本発明によれば、バイアス磁界を必要とし、且つ、そのバイアス磁界の設定範囲が狭い高感度磁界検出素子を磁石近傍に配置した場合でも、磁石と磁界検出素子の相対的な移動による磁界変化を緩やかにすることができる。そのため、磁性体に磁界を印加するための磁石をバイアス磁石としても機能させて、磁界検出素子に適正なバイアス磁界を印加することが可能である。

【００２１】

また、このバイアス磁界を磁界検出素子の磁化が飽和した領域に設定するように配置すれば、磁界検出素子の配置に必要な位置精度を大幅に緩和できる。従って、小型で生産性が高い磁性体検出センサを実現できる。更に、本発明の磁性体検出センサを用いることにより、小型で高性能な磁性体検出装置を実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２２】

次に、発明を実施するための最良の形態について図面を用いて詳細に説明する。本発明は、磁界を発生する磁石と磁界の変化を検出する磁界検出素子とを含む磁性体検出センサである。本発明の磁性体検出センサは、磁界検出素子は磁石のＮＳ方向を法線とし、磁石のＮＳ軸とそれの中点を除く点で交わる平面上に、磁界検出方向が該平面と平行になるように配置され、且つ、磁石よりバイアス磁界が形成される。

【００２３】

また、磁界検出素子は磁性薄膜を有し、且つ、磁界検出方向は磁性薄膜の膜面に平行である。その磁界検出方向は磁石のＮＳ軸の動径方向から傾けて配置される。磁界検出素子は磁石のＮ極またはＳ極に磁性体が近接した際の磁界変化を検出する。バイアス磁界は磁界検出素子の磁化が飽和した領域に設定される位置に配置されている。

【００２４】

また、磁界検出素子は少なくとも２つあり、平面上において法線と交差するその平面上の一つの直線に対して線対称に配置されており、２つの磁界検出素子の出力の和に応じた信号を出力する。２つの磁界検出素子は直列に接続され、接続された２つの磁界検出素子の両端に発生する電圧が検波されて出力される。

【００２５】

更に、本発明の磁性体検出装置は磁性体検出センサ又は磁性体検出ラインセンサを用いて磁性体の検出を行う。本発明の磁性体検出装置は磁性体検出センサにおける磁性体の検出前の出力と、磁性体を検出した際の出力との差に応じた信号を出力する。

【００２６】

図１（ａ）は本発明の磁性体検出センサの基本構成を示す。図１（ｂ）は高精度な検出に用いる構成を示す（２個の磁界検出素子を有する）。磁性体検出センサ１は磁石１２と磁界検出素子１３，１４から成り、磁界検出素子１３、１４は磁石１２のＮＳ軸を法線とし、ＮＳ軸の中点からＮ極の間を通る平面上に配置されている。

【００２７】

磁界検出素子１３、１４は、非磁性基板２１、２２上に形成された磁性膜１５、１６と電極１７、１８、１９、２０から成り、磁性膜の長手方向が磁界検出方向になっている。磁性材料を含有する媒体２３は磁石１２のＮ極に近接し、その際の磁界変化を磁界検出素子１３、１４で検出する。

【００２８】

磁界検出素子１３、１４は磁気インピーダンス素子であるのが最良であるが、バイアス磁界の下で動作するものであれば特に制限は無く、ＧＭＲ等の磁界検出素子であっても良い。磁界検出素子１３、１４は磁石１２のＮＳ方向に強い磁界を受けるが、その影響を抑えるために反磁界の大きい薄膜で形成するのが最良である。

【００２９】

磁界検出素子を形成する非磁性基板２１、２２には、ガラスやセラミック、シリコン基板等を用いることができるが、形成する磁性膜と熱膨張係数の近いものを選択するのが望ましい。図１では磁性膜１５、１６は３本の磁性パターンを接続したつづら折れ状に形成されているが、これは一例である。２つの磁界検出素子において磁界検出方向が同一で、且つ、概ね同じ感度が得られる磁性膜パターンであれば、特に制限は無い。電極１７、１８、１９、２０についても配置や形状に特に制限は無い。

【００３０】

次に、図２と図３を用いて本発明の検出原理を説明する。以下の説明は、高精度な検出に有効な図１（ｂ）の構成を例として説明するが、磁界検出素子の動作は図１（ａ）の構成においても同様である。図２において、磁界検出素子１３、１４はｙ方向が磁界検出方向であり、印加される磁界のｙ方向成分に応じてインピーダンスが変化する。なお、図２（ａ）は図１（ｂ）を上から見た図、図２（ｂ）は側面から見た図、図２（ｃ）は正面から見た図を示す。

【００３１】

磁界検出素子１３、１４は、磁石１２から互いに逆方向のバイアス磁界Ｈｂを受ける。そしてバイアス磁界の大きさは磁石１２のＮＳ軸に平行な方向（図２（ｂ）のｚ方向及びＮＳ軸に垂直な方向（図２（ｂ）のｘ方向）に磁界検出素子を移動させることで、図２（ｄ）及び図２（ｅ）に示すように連続的に緩やかに変化させることができる。

【００３２】

また、磁界検出方向をＮＳ軸の動径方向と角度を持たせて配置することにより、特に、ｚ方向の移動によるバイアス磁界の変化を更に緩やかにすることができる。これらにより、バイアス設定が必要な磁界検出素子を有効に用いることができる。

【００３３】

図２（ｃ）において媒体２３は磁石１２の磁極面に近接し、ＮＳ軸に対して対称に磁化され、磁界検出素子１３、１４は互いに逆方向の磁界Ｈｍを受ける。媒体２３は磁極面に近接させるのが最も好ましいが、図２（ｆ）に示すようにＮＳ軸に平行に近接させても図２（ｃ）と同様の磁界変化が検出できる。

【００３４】

図３（ａ）は磁界検出方向の位置による磁界分布であり、媒体２３の有無により実線から点線の分布へと変化する。磁界検出素子１３、１４はこの磁界分布の中央付近を除いた変化の少ない位置に配置されている。図３（ｂ）は素子特性の一例を示す。磁界の大きさに対して偶関数的な特性を持ち、出力が単調減少する。

【００３５】

媒体２３が無い状態で、磁界検出素子１３及び１４のバイアス点は－Ｈｂ及びＨｂの位置にあり、媒体２３の近接によって－（Ｈｂ－Ｈｍ）、及び、（Ｈｂ－Ｈｍ）の点に移動する。この時のインピーダンス変化ΔＺは磁界検出素子１３、１４で同じであり、それらの和をとることで２ΔＺの変化が得られる。

【００３６】

図３（ｃ）は外部磁界Ｈｅｘが加わった場合の変化を示す。素子特性及びバイアス点は図３（ｂ）と同様である。磁界検出素子１３及び１４のバイアス点は、－Ｈｂ＋Ｈｅｘ及びＨｂ＋Ｈｅｘへ移動し、インピーダンス出力ΔＺｂ及びΔＺａが生じる。素子特性の直線性に対して外部磁界が充分小さければ、ΔＺｂ＋ΔＺａはゼロとなる。

【００３７】

このように磁界検出素子１３、１４のインピーダンスの和を検出することにより、外部磁界を相殺して、媒体２３による変化のみを検出することが可能となる。この検出原理は

磁石のＮＳ極が逆の場合でも同様である。

【００３８】

図４は磁界検出素子として磁気インピーダンス素子を用いた場合の、素子特性とバイアス磁界の設定範囲を示す。また、グラフの下に、磁性膜の磁区構造の模式図を示す。磁界検出方向は、磁性膜のパターン長方向である。図４（ａ）のグラフは磁性膜のパターン長方向（図中のＥ方向）に磁気異方性を付与した時に得られる磁界－インピーダンス特性である。このとき、ゼロ磁界を中心にした±Ｈｃの範囲では、磁性膜はＥ方向に沿って互いに逆向きの磁化を持つ領域が混在した磁区構造を取り、±Ｈｃを越えた領域では、印加磁界Ｈの方向の磁化領域が成長して、磁化Ｍが揃った構造を取る。

【００３９】

図４（ｂ）のグラフはパターン幅方向（図中のＥ´方向）に磁気異方性を付与した場合に得られる特性である。この場合も同様に、ゼロ磁界を中心にした±Ｈｃの範囲では、磁性膜はＥ´方向に沿って互いに逆向きの磁化を持つ領域が混在した磁区構造を取り、±Ｈｃを越えた領域では、印加磁界Ｈの方向に磁化が回転して、磁化Ｍが揃った構造を取る。通常、磁気インピーダンス素子は図４（ｂ）の特性で使用され、ハッチングで示されたＢまたはＢ´の磁界範囲にバイアス磁界Ｈｂが設定される。

【００４０】

しかし、この場合には設定範囲の幅が非常に狭く、高々２～３Ｏｅ程度である。これに対して、ＡまたはＡ´の磁界範囲に設定すると、感度は低下するが、ＢまたはＢ´と同様の感度ばらつきが得られる範囲が大幅に拡大し、１０～２００ｅの幅に広がる。図４（ａ）の特性でＡまたはＡ´の磁界範囲に設定しても同様である。図２の構成において、バイアス点は磁石に対する磁界検出素子の配置で決まるため、適正なバイアス点に設定するための配置の位置精度を、ＡまたはＡ´の磁界範囲では大幅に緩和することができる。図１（ｂ）の構成では、例えば、磁界検出素子１３はＡの磁界範囲に、磁界検出素子１４はＡ´の磁界範囲にバイアス磁界Ｈｂを設定することができる。

【００４１】

ＡまたはＡ´の磁界範囲では、磁性膜内の磁化がほぼ磁界検出方向に飽和しているため、外部磁界が変化しても磁壁の移動に伴うヒステリシスやノイズが出にくい。このため、感度は低下するが、感度／ノイズ比でみると、特性の大幅な低下はない。

【００４２】

図５は磁石と磁界検出素子の配置例を示す。磁界検出素子の配置は図２（ａ）の配置の他、図５（ａ）に示すように磁界検出素子１３、１４を磁石１２の両側に配置した構成でも良い。また、図５（ｂ）に示すように磁性膜１５、１６を同一の基板２１０上に形成して直列に導電性パターン８００によって接続した磁界検出素子１３０を用いた配置であっても良い。

【００４３】

但し、図５（ａ）は磁石１２に対する磁界検出素子１３、１４の配置誤差により磁界が大きく変化するため、磁界検出素子の位置変化に対して磁界勾配の小さい図２（ａ）や図５（ｂ）の方が望ましい。また、製造の検査工程で特性チェック等をする場合には、中点電極１８が設けられ、２つの磁界検出素子１３、１４を別個に評価できる図５（ｃ）の構成の方が望ましい。

【００４４】

図５（ｄ）は補助磁石１２０、１２１を用いた構成を示す。図５（ｅ）は補助磁石１２０を用いた構成を示す。どちらの構成も、媒体に発生する磁化の磁界検出素子の磁界検出方向成分を増強するように媒体に磁界を加える配置であり、検出前の残留磁化が大きい媒体等に有効に作用する。この構成では、補助磁石１２０や１２１が無い場合に比べて、素子の位置ずれによる磁界変化も非常に大きくなるため、位置精度を緩和できる本発明は非常に有効である。

【００４５】

図５（ｆ）、図５（ｇ）も補助磁石１２０を用いている。図５（ｆ）は磁界検出素子が

１個の構成で、磁界検出方向をＮＳ軸の動径方向から角度を持たせつつ、媒体を確実に磁化して安定した検出を可能にした構成である。磁気量の勾配を検出する場合には、図５（ｇ）に示すように２つの磁石１２と補助磁石１２０の間に磁界検出素子１３、１４を配置した構成も可能である。この構成ではバイアス磁界は２つの素子１３、１４で同方向に印加されるため、通常の差動検出を行う。

【００４６】

図６は磁界検出素子として磁気インピーダンス素子を用いた場合の駆動回路を示す。発振部はＣＭＯＳを用いたパルス発振回路であり、これが最も望ましいが、特に限定されるものではない。パルス電流はＡＣ結合を通じて正負交互に振れる電流として素子に通電され、磁性膜のヒステリシスを低減する効果を持っている。

【００４７】

検波回路はダイオードを用いた構成になっているが、スイッチを用いた方法でも同様に構成可能である。図６（ａ）の駆動回路は図２及び図５（ａ）、図５（ｃ）の構成に適用できるものであり、２つの磁界検出素子１３、１４夫々の一方の電極は接地され、夫々のインピーダンス値に応じた出力が検波後に加算され、Ｖｏｕｔとして出力される。

【００４８】

この回路では、２つの磁界検出素子の検波後、出力Ｓ１、Ｓ２をモニターすることで、バイアス磁界のバランスや感度ばらつき、動作不良等を２つの磁界検出素子で別々に検査することができる。

【００４９】

図６（ｂ）の駆動回路は図６（ａ）にバランス調整機能とオフセットのリセット機能を加えたものである。バランス調整機能は２つの磁界検出素子の感度ばらつきがある場合にそれを補正する。リセット機能はダイオードの温度特性による出力レベル変動の補正や参照媒体との比較検出に用いられる。

【００５０】

図６（ｃ）は２つの磁界検出素子を直列に接続し、従来の１素子分の回路で駆動を可能にした例である。この回路は本発明の構成を最も活かした回路であり、回路規模を従来のものより低減できる。

【００５１】

次に、媒体の検出方法について説明する。媒体の検出は媒体を停止させて行っても良いし、センサと相対的に移動させて連続的に検出しても良い。磁石の磁極面と平行に移動させて連続的に検出する場合には、磁界検出素子の磁界検出方向と直交する方向に移動させるのが望ましい。

【００５２】

図７は媒体の移動方向と出力信号の例を示す。図７（ａ）は磁界検出素子の磁界検出方向と直交する方向にストライプ状の媒体を移動させた場合の出力例を示す。この移動方向ではパターンの磁気量に応じた山が検出される。これに対して、磁界検出方向と平行に移動させた場合の出力は図７（ｂ）のようになり、パターンが細かくなると１つのパターンに対して２つの山が現れるようになる。

【００５３】

モーター等の媒体の搬送系からのノイズ磁界を避けるために磁界検出方向が限定されてしまう場合等を除いて、図７（ａ）に示すように磁界検出方向と直交する方向に移動させるのが望ましい。

【実施例】

【００５４】

次に、本発明の実施例を説明する。図８は本実施例による磁性体検出センサを示す。なお、図８では磁性体検出センサ１の内部を上から見た図と側面から見た図を示す。磁石１２、磁界検出素子１３０及びシールド２４はホルダー２６に一体に保持され、ケース２５内に配置されている。ケースの外形は約６×６×３ｍｍ^{3}であり、従来よりも小型化が実現できている。

【００５５】
磁石１２には、磁極面積１ｍｍ×１ｍｍ、高さ１．６ｍｍのネオジム磁石を用い、媒体２３と対向するケース表面で約１ＫＯｅの磁界が発生している。磁石１２と磁界検出素子１３０の間隔は０．３ｍｍで、磁界検出素子１３０は媒体２３と対向する磁極の平面から０．６ｍｍの高さに誤差０．１ｍｍの精度で配置され、２０～４００ｅのバイアス磁界が印加されている。

【００５６】
磁界検出素子１３０は、基板２１０上に磁性膜１５、１６が形成され、それらは直列に接続され、その両端に電極１７、２０が形成されている。基板２１０には０．２ｍｍ厚のチタン酸カルシウムのセラミック基板を用いている。磁性膜１５、１６は、正磁歪を有するＦｅ－Ｔａ－Ｃ系の磁性材をスパッタで成膜した後、イオンミリングにより加工し、幅３０μｍ、長さ１ｍｍ、膜厚１８００ｎｍのパターンを接続してつづら折れ状に形成されている。

【００５７】
電極１７、２０及び磁性膜１５、１６の接続にはＣｕを用い、リフトオフプロセスにより形成されている。電極を除く基板上には、磁性膜を覆うように図示しない保護膜がスピンコートとフォトリソグラフィープロセスにより形成されている。電極１７、２０は、端子２７によって外部の駆動回路基板２９と電気的に接続されている。磁界検出素子１３０は、端子２７を通じて高周波電流を印加することにより、磁気インピーダンス素子として動作する。

【００５８】
シールド２４は、板厚０．２５ｍｍの７８％Ｎｉパーマロイ板で形成され、磁界検出素子１３０と磁石１２を囲むように配置されている。ケース２５は０．２ｍｍ厚のリン青銅で形成され、媒体２３との対向面には無電解Ｎｉメッキが施されている。ケース２５は端子２８によって外部の駆動回路基板２９のグラウンドと電気的に接続されている。３０ははんだを示す。

【００５９】
本実施例では、磁界検出素子として磁気インピーダンス素子を用いているため、磁界検出感度が高い反面、磁界－インピーダンス特性において良好な直線性が得られる範囲が狭い。その範囲を越えると、２つの磁界検出素子でのノイズ磁界に対するキャンセル効果が低下する。

【００６０】
このため、磁気シールド２４によりノイズ磁界を低減することは、媒体の検出精度向上に大きな効果がある。また、高周波電流を用いるため、媒体との静電容量によりセンサ出力がオフセットする場合がある。ケース２５は電気シールドとしての機能も持ち、磁界検出素子の動作を安定化する。

【００６１】
図９は磁石１２と磁界検出素子１３０の実装方法の他の例を示す。図９（ａ）の例では磁界検出素子１３０ははんだ３０でブリッジするようにプリント基板３２に実装され、その両端は端子２７によって外部の駆動回路に接続されている。磁石１２は治具等を用いて磁界検出素子１３０との位置出しがされた状態で、プリント基板３２に接着剤等によって固定されている。

【００６２】
図９（ｂ）の例では磁界検出素子１３０はプリント基板３２に面実装され、磁石１２はプリント基板３２の穴に配置されている。図９（ｃ）の例では磁石１２と磁界検出素子１３０が接着剤等でプリント基板３２に実装され、磁界検出素子１３０の基板の厚みで高さ方向の位置精度を出している。電極の接続はワイヤボンディング等で行う。図９において３１は銅配線を示す。

【００６３】
図１０は本発明の磁性体検出センサを用いた磁性体検出装置の一実施例としてのエンコ

ーダを示す。図中１は磁性体検出センサ、２は磁性体検出装置、３３は駆動回路である。磁性体検出センサ１には、例えば、図８の構成を用いることができ、駆動回路３３には、例えば、図６（ｃ）の回路を用いることができる。媒体２３１は磁性材が一定の間隔で配置されたもので、磁性材料を加工したものの他、磁性薄膜のパターンや磁気インク等の印刷で形成されたものでも良い。

【００６４】

媒体２３１が磁性体検出センサ１に対して相対的に移動することにより、出力Ｖｏｕｔが変化し、参照電圧Ｖｒｅｆを基準としてコンパレータ３５により出力変化をパルス化する。また、そのパルス信号をカウンタ３６によりカウントすることによりエンコーダとして動作する。

【００６５】

本発明の磁性体検出センサは、磁気インク等の印刷媒体に対しても充分な感度を有していて、媒体を選ばない。印刷媒体であれば、ピッチや形状も簡単に変更することができる。これにより、安価で汎用性の高いエンコーダを構成できる。

【００６６】

図１１は本発明の磁性体検出センサ１を用いた磁性体検出装置の一実施例としての磁気量検出装置を示す。図中１は磁性体検出センサ、２は磁性体検出装置、３３は駆動回路である。磁性体検出センサ１には、例えば、図８の構成を用いることができ、駆動回路３３には、例えば、図６（ｃ）の回路を用いることができる。

【００６７】

磁気量検出装置の動作は、まず、図１１（ａ）に示すように参照媒体２３０が近接している状態、又は媒体２３０が無い状態でのセンサ駆動回路３３の出力Ｖｏを、Ａ／Ｄコンバータ３７を通してデジタル信号としてメモリ３８に記憶させる。その後、図１１（ｂ）に示すように検出する媒体２３を磁性体検出センサ１に近接させて、その時の出力とメモリ３８に記憶しているＶｏとの差を算出して磁気量を検出する。ＣＰＵ３９はその場合の演算処理を行う。

【００６８】

本発明の磁性体検出センサは、２つの磁界検出素子のインピーダンスの和に応じた信号を出力する。そのため、センサ部と駆動回路の接続ケーブルが長い場合等には、周囲との結合容量の影響により出力のオフセットを生じる場合があり、Ｖｏとの差を検出することは有効な手段となる。これにより、小型で高精度な磁気量検出装置が実現できる。図１１と同様の信号処理は、例えば、図６（ｂ）の駆動回路を用いる等すれば、アナログ回路でも構成可能である。

【００６９】

図１２は本発明の磁性体検出センサを用いた磁性体検出装置の一実施例としての変位検出装置を示す。１は磁性体検出センサ、２は磁性体検出装置、３３は駆動回路を示す。磁性体検出センサ１には、例えば、図８の構成を用いることができ、駆動回路３３には、例えば、図６（ｃ）の回路を用いることができる。図１２では媒体２３２に磁性材料の濃度を変えたグラデーションパターンが形成されている。

【００７０】

媒体２３２は磁性体検出センサと相対的に移動する物体に固定され、磁性体検出センサで磁気量を検出することで、物体の移動量を検出することができる。図１２の構成において、物体がある位置にある時のＶｏを記憶すれば、その位置を基準とした変位量を検出することができる。グラデーションパターンは磁気インク等の印刷で形成でき、濃度勾配やパターンの長さの変更も容易である。これにより、安価で自由度の高い変位検出装置が実現できる。

【００７１】

図１３は本発明の磁性体検出センサを用いた磁性体検出装置の一実施例としての磁性粒子数検出装置を示す。１は磁性体検出センサ、２は磁性体検出装置、３３は駆動回路である。磁性体検出センサ１には、例えば、図８の構成を用いることができ、駆動回路３３に

は、例えば、図６（ｃ）の回路を用いることができる。この磁性粒子数検出装置は、例えば、医療診断に用いられる標識磁性粒子の検出等に好適である。磁性粒子からの磁界は微弱であるため、参照媒体２３０と磁性粒子が付着した試料２３３を順次磁性体検出センサ１に近接させて出力の差を検出するのが望ましい。

【００７２】

その出力差から、予め作製された粒子数と出力の校正データを用いて、粒子数を算出する。本発明の磁性体検出センサは、高感度な磁界検出素子を用いることができるため、非接触での検出が可能であり、粒子の付着による検出誤差を低減できる。これにより、小型で高精度な磁性粒子数検出装置が実現できる。

【００７３】

図１４は本発明の磁性体検出センサを用いた磁性体検出装置の一実施例としての磁気識別装置を示す。１は磁性体検出センサ、２は磁性体検出装置、３３は駆動回路である。図１４（ａ）は媒体の検出波形を予め記憶された正規の波形データと比較し、媒体の真偽を判定する。図１４（ｂ）は媒体の種別を判定する。どちらの例も紙幣等の鑑別や識別に用いることができる。

【００７４】

具体的には、図１４（ａ）の例では、磁性体検出センサ１からの出力信号がＡ／Ｄコンバータ３７を介してデジタル信号でＣＰＵ３９に取り込まれる。その際、メモリ３８には予め正規の波形データが記憶されており、ＣＰＵ３９の比較部４３で検出波形と正規の波形とを比較することで真偽判定を行う。

【００７５】

図１４（ｂ）の例では、予めメモリ３８に媒体の種別毎に正規の波形データが記憶されている。磁性体検出センサ１からの出力信号は同様にＡ／Ｄコンバータ３７を介してデジタル信号でＣＰＵ３９に取り込まれ、ＣＰＵ３９の比較部４３で検出波形とメモリ３８の媒体毎の波形を比較することで媒体の種別判定を行う。

【００７６】

図１４の磁性体検出センサ１には、例えば、図１５の構成を用いることができる。図１５では図８と同一部分には同一符号を付している。図１５において、媒体２３は上下を規制されて通路内を進行し、磁性体検出センサ１はその通路を形成する搬送路形成部材３４と３４０内に配置されている。

【００７７】

これにより、センサがスペースを取らず、且つ、媒体が詰まることのない、信頼性の高い磁気識別装置を実現できる。この構成は、本発明の磁性体検出センサが小型であり、また、従来のＭＲ素子に比べて非常に感度の高い磁気インピーダンス素子等を用いることができるために実現できるものである。

【００７８】

図１６及び図１７は本発明の磁性体検出センサを用いた磁性体検出装置の一実施例としての２次元磁気分布検出装置を示す。図１７中の１５、１６は磁性体検出センサ１の磁性膜である。２は磁性体検出装置である。図１６はセンサ部の構成であり、媒体２３の進行方向と垂直に磁性体検出センサ１が一列に配置されている。夫々の磁性体検出センサは、例えば、図１５と同様の構成であり、夫々にシールドが配置され、磁性体検出センサ間の干渉を防止している。

【００７９】

図１７は駆動回路を含む装置構成を示す。図１７（ａ）は発振回路を共通にして、図６（ｃ）の駆動回路を磁性体検出センサ毎に配置している。その出力はスイッチ４０の切り換えにより順次読み込まれ、Ａ／Ｄコンバータ３７を介してＣＰＵ３９に出力される。ＣＰＵ３９はセンサ信号を用いて演算処理を行い、２次元磁気分布が得られる。

【００８０】

図１７（ｂ）は夫々の磁性体検出センサの通電と遮断をアンド回路４１によって制御し、通電するセンサを順次切り換えることにより図１７（ａ）と同様の検出を行う。３７は

図１７（ａ）と同様にＡ／Ｄコンバータ、３９はＣＰＵである。

【００８１】

従来の高感度磁界検出素子を用いた磁性体検出センサでは、図１６のようなセンサ部の駆動には、非常に大きな規模の回路が必要となる。一方、本発明の磁性体検出センサを用いることで、省スペース化が可能になる。

【００８２】

磁石と磁界検出素子の実装は、例えば、図１８に示すように同一のプリント基板３２０上に複数の磁界検出素子１３０と磁石１２を配置したものでも良い。センサ部の構成としては、図１６の他に図１９の構成等も同様に可能である。図１８や図１９では図９と同一部分には同一符号を付している。

【００８３】

図２０及び図２１は本発明の磁性体検出センサを用いた磁性体検出装置の一実施例としての２次元磁気分布検出装置の別の例を示す。図２１中に磁性体検出センサ１の磁界検出素子１５０を示す。図２０（ａ）は図５（ｄ）の構成をライン配置した構成であり、極性が反対の磁石と磁界検出素子１５０が一定間隔で配置され、そのうち隣り合う２つの磁界検出素子とその間にある磁石で１つの磁性体検出センサを構成している。

【００８４】

また、媒体との対向面を除いて、磁石２と磁界検出素子１５０の配置全体を囲むように磁気シールド２４２を配置している。図２０（ｂ）は図１（ａ）の構成をライン配置した構成であり、極性が同じ磁石２と磁界検出素子１５０が一定間隔で配置されている。図２０（ｃ）は図２０（ｂ）の磁石を長尺の磁石２で置き換えた構成である。

【００８５】

図２０（ｄ）は図５（ｆ）の構成をライン配置した構成であり、図２０（ｄ）の右のグラフのように素子の検出感度Ｓｘと媒体に印加される磁界の検出方向成分Ｈｘがライン方向について互い違いに増減する。そのため、検出感度の低い領域を発生する磁化の大きさで補って、ムラの無い検出が可能になる。

【００８６】

ここで、図２０に示すように本発明の磁性体検出センサを複数配列することによって磁性体ラインセンサを構成する。また、本発明の磁性体検出装置は、本発明の磁性体検出センサまたは磁性体ラインセンサを用いて磁性体の検出を行う。

【００８７】

図２１はその駆動回路を含む装置構成を示す。発振回路を共通にして、夫々の磁界検出素子毎に駆動回路が配置されている。図２１では図１７（ａ）と同一部分には同一符号を付している。

【００８８】

図２２はこの構成を用いた場合の信号処理の一例であり、図２０（ａ）の磁性体検出ラインセンサの構成に適用される。図２２に示すように２個（偶数個）の磁界検出素子からの出力を加算部４２により加算することで、ノイズ磁界の影響を除去しながら検出の位置と幅を自由に設定することが可能である。図２２ではセンサの並びから２個のセンサ（２の倍数個単位＝偶数個単位）の加算で差動検出と同様な処理を行う。

【００８９】

この構成では、駆動回路は大きくなるが、様々な媒体に対して、センサ部を取り替えることなく、信号処理部分を変更するだけで対応でき、非常に高性能な磁気分布検出装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【００９０】

【図１】本発明の一実施形態を示す斜視図である。

【図２】本発明の動作原理を説明する平面図である。

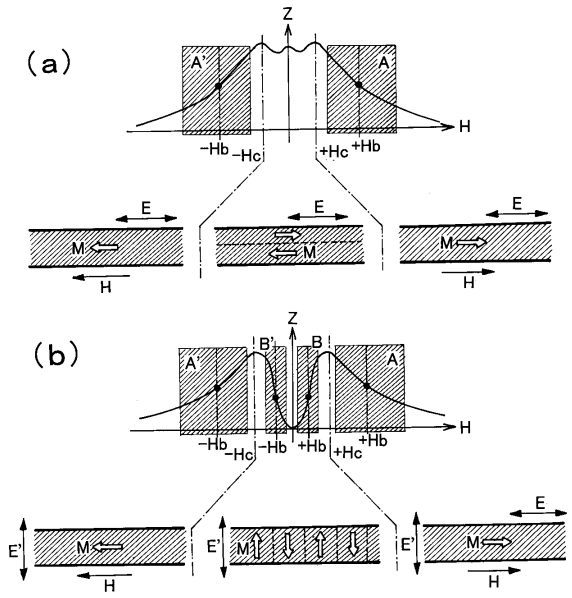
【図３】本発明の動作原理を説明するグラフ図である。

【図４】磁界検出素子として磁気インピーダンス素子を用いた場合の素子特性とバイアス

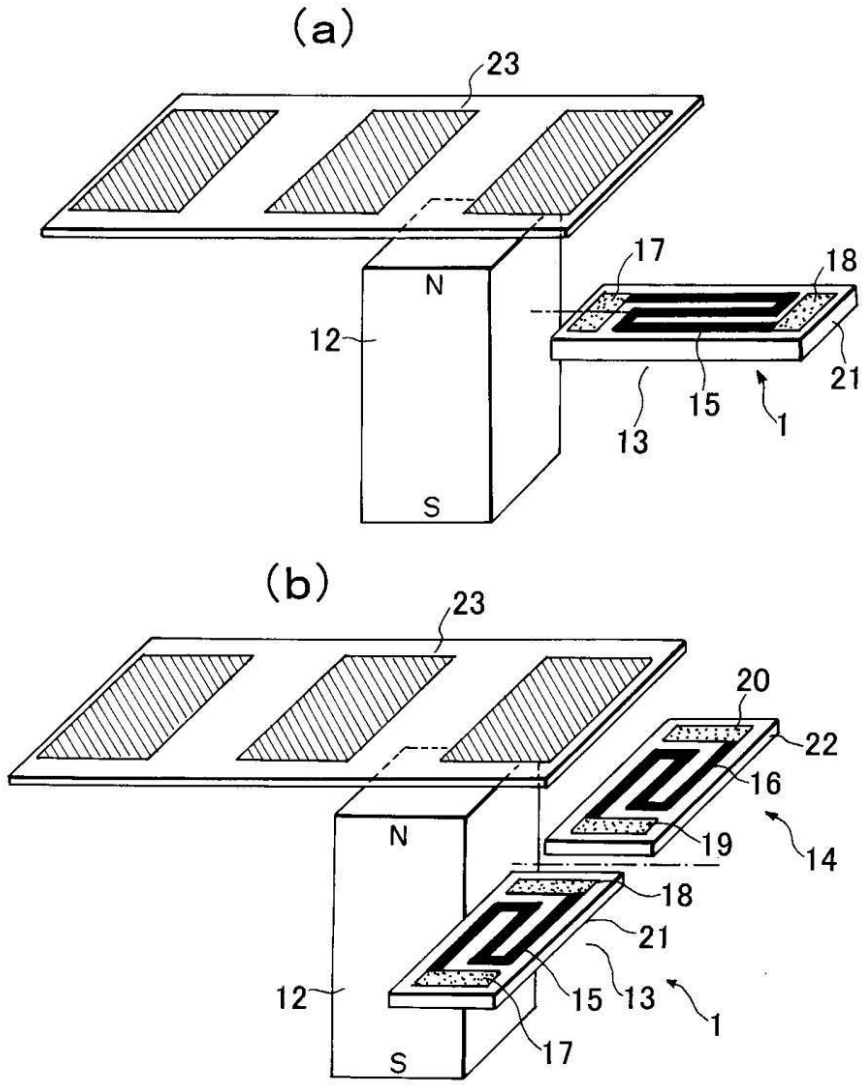
磁界の設定範囲を示す図である。
【図５】本発明に係る磁石と磁界検出素子の配置例を示す平面図である。
【図６】本発明に係る駆動回路を示す回路図である。
【図７】本発明に係る媒体の移動方向と出力信号の例を示す図である。
【図８】本発明に係る磁性体検出センサの実施例を示す図である。
【図９】本発明の実施例における磁石と磁界検出素子の実装例を示す斜視図である。
【図１０】本発明に係る磁性体検出装置の一実施例としてのエンコーダを示すブロック図である。
【図１１】本発明に係る磁性体検出装置の一実施例としての磁気量検出装置を示すブロック図である。
【図１２】本発明に係る磁性体検出装置の一実施例としての変位検出装置を示すブロック図である。
【図１３】本発明に係る磁性体検出装置の一実施例としての磁性粒子数検出装置を示すブロック図である。
【図１４】本発明に係る磁性体検出装置の一実施例としての磁気識別装置を示すブロック図である。
【図１５】図１４の装置に用いる磁性体検出センサの一例を示す図である。
【図１６】本発明に係る磁性体検出装置の一実施例としての２次元磁気分布検出装置に用いる磁性体検出センサの一例を示す図である。
【図１７】本発明に係る磁性体検出装置の一実施例としての２次元磁気分布検出装置を示す図である。
【図１８】図１７の装置の磁界検出素子と磁石の配置例を示す斜視図である。
【図１９】図１７の装置のセンサ構成例を示す図である。
【図２０】図２１の装置に用いる磁性体検出センサの例を示す図である。
【図２１】本発明に係る磁性体検出装置の一実施例としての２次元磁気分布検出装置の他の例を示す図である。
【図２２】図２１の信号処理の例を示すブロック図である。
【図２３】従来例を示す平面図である。
【図２４】従来例を示す斜視図である。
【図２５】他の従来例を示す斜視図である。
【図２６】図２５の従来例のラインセンサを示す斜視図である。
【符号の説明】
【００９１】
１　磁性体検出センサ
２　磁性体検出装置
１２、１２０、１２１、１２２　磁石
１３、１４、１３０、１３１　磁界検出素子
１５、１６、１５０　磁性膜
１７、１８、１９、２０　電極
２１、２２、２１０　基板
２３、２３０、２３１、２３２、２３３　媒体
２４、２４１、２４２　シールド
２５　ケース
２６　ホルダー
２７、２８　端子
２９　回路基板
３０　はんだ
３１　銅配線
３２、３２０　プリント基板
３３　駆動回路

３４、３４０　搬送路形成部材
３５　コンパレータ
３６　カウンタ
３７　Ａ／Ｄコンバータ
３８　メモリ
３９　ＣＰＵ
４０　スイッチ
４１　アンド回路
９１、９４、９５　磁石
９２１、９２２　磁界検出素子
９３　バイアス磁石

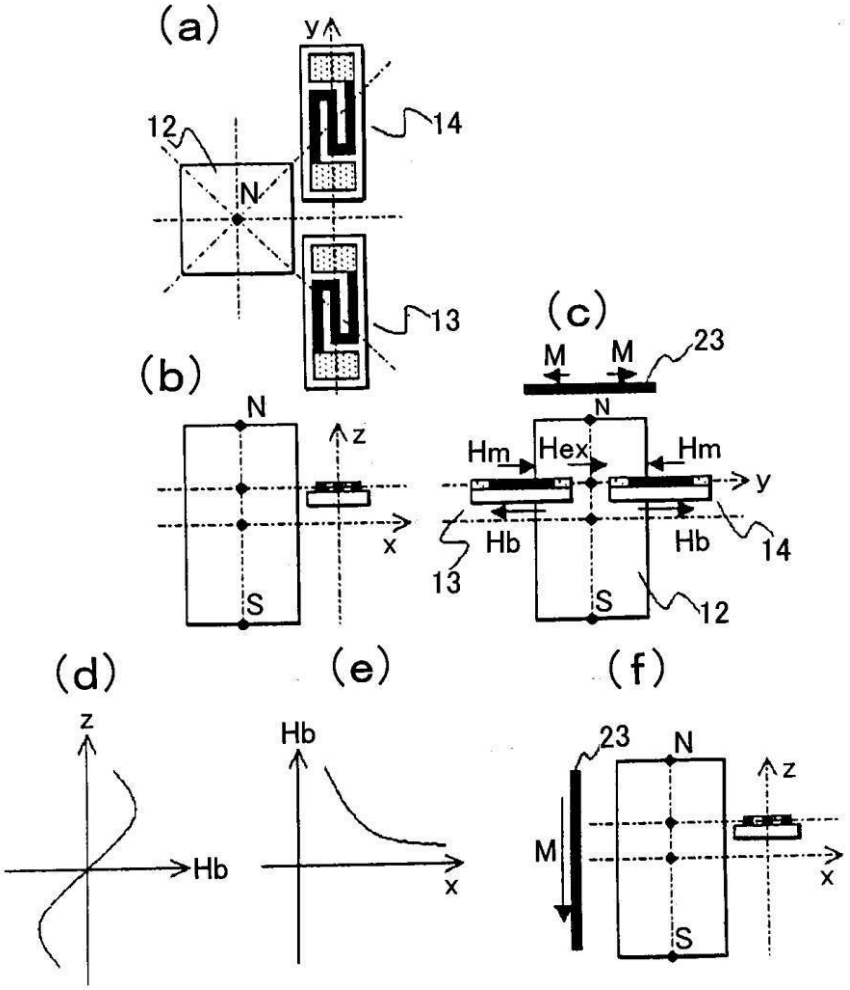
【図４】



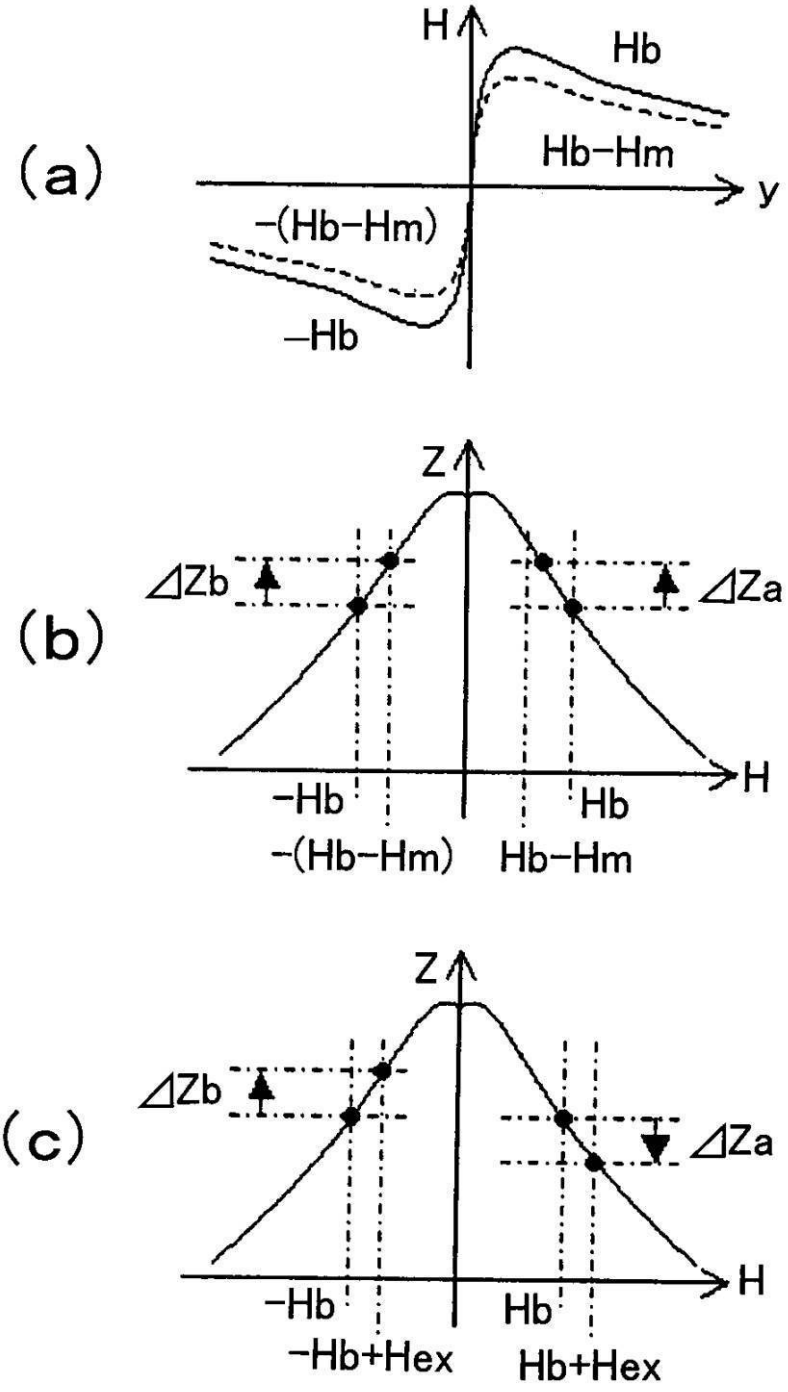
【図１】



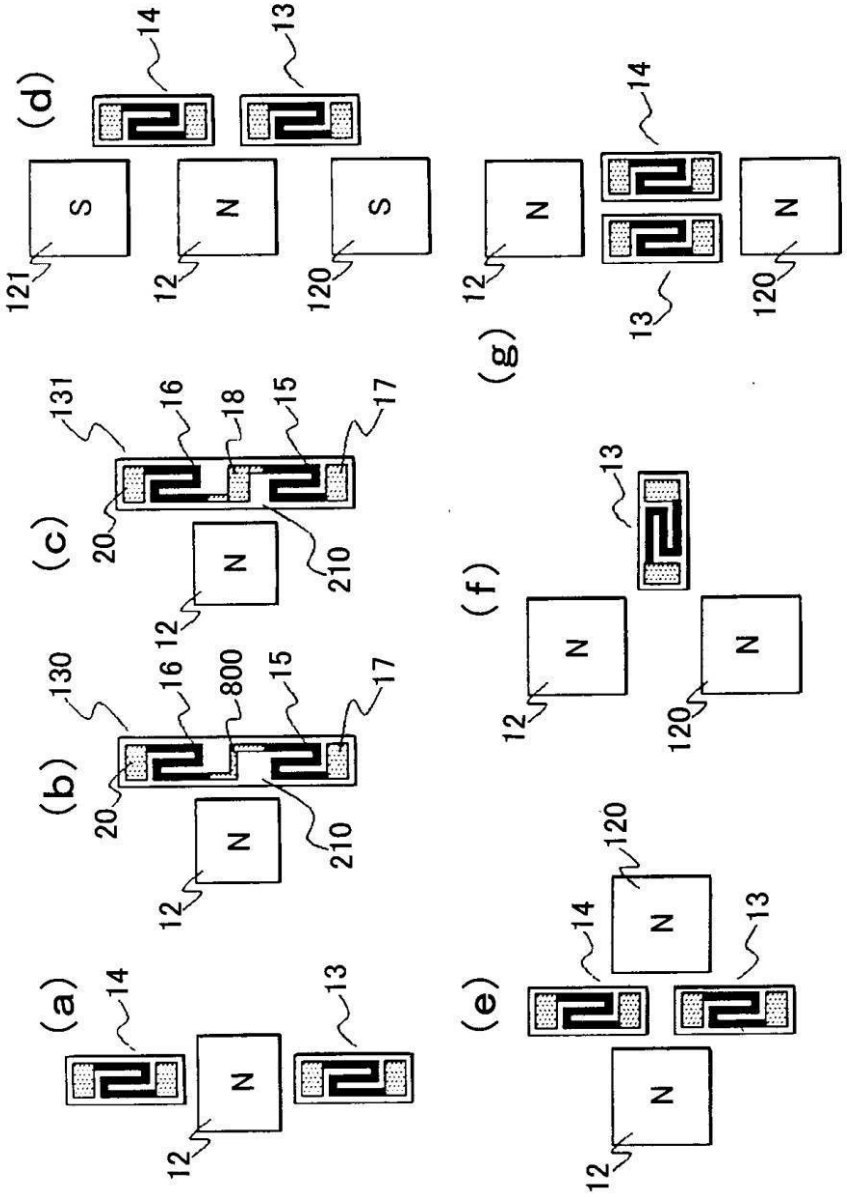
【図２】


(a)
y
12
14
N
13
(b)
N
z
x
S
(c)
M
M
23
N
Hm
Hex
Hm
y
Hb
Hb
14
13
S
12
(d)
z
Hb
(e)
Hb
x
(f)
23
N
z
M
x
S

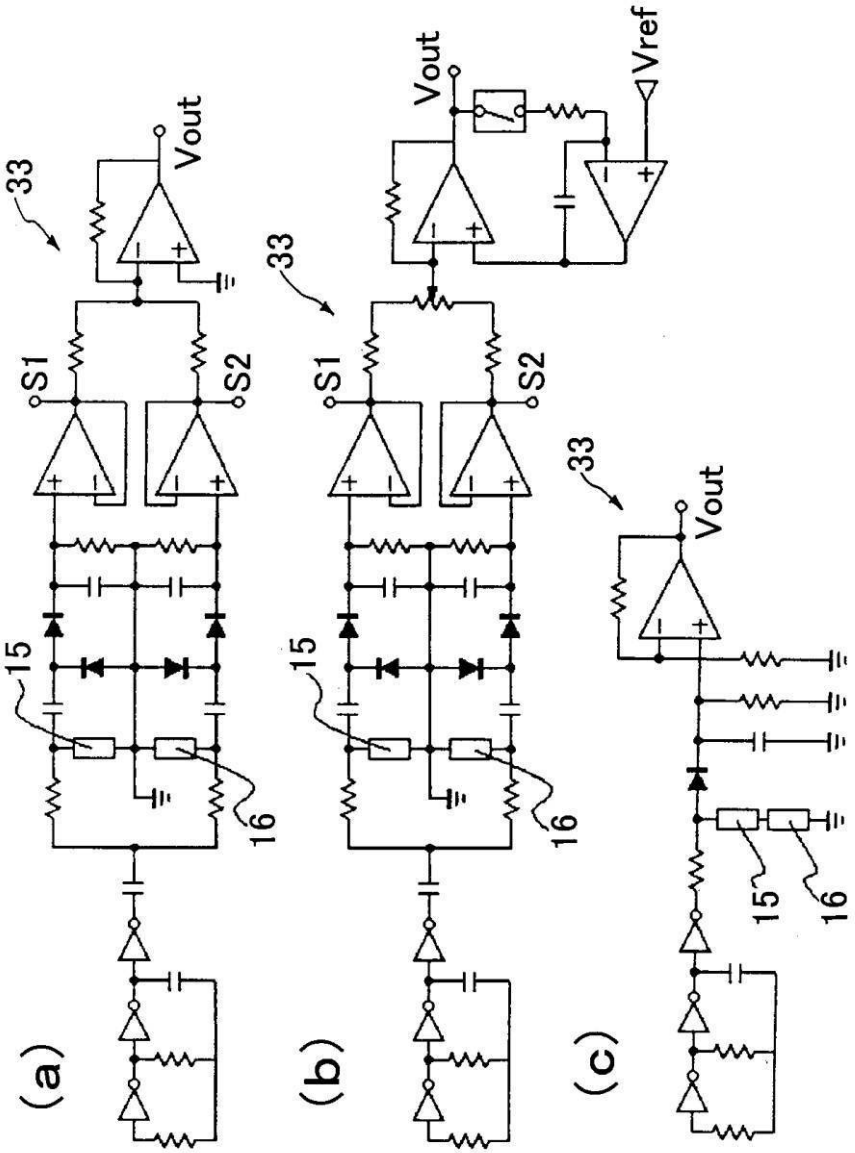
【図３】


(a)
H
Hb
Hb−Hm
y
−(Hb−Hm)
−Hb
(b)
Z
⊿Zb
⊿Za
H
−Hb
Hb
−(Hb−Hm)
Hb−Hm
(c)
Z
⊿Zb
⊿Za
H
−Hb
Hb
−Hb+Hex
Hb+Hex

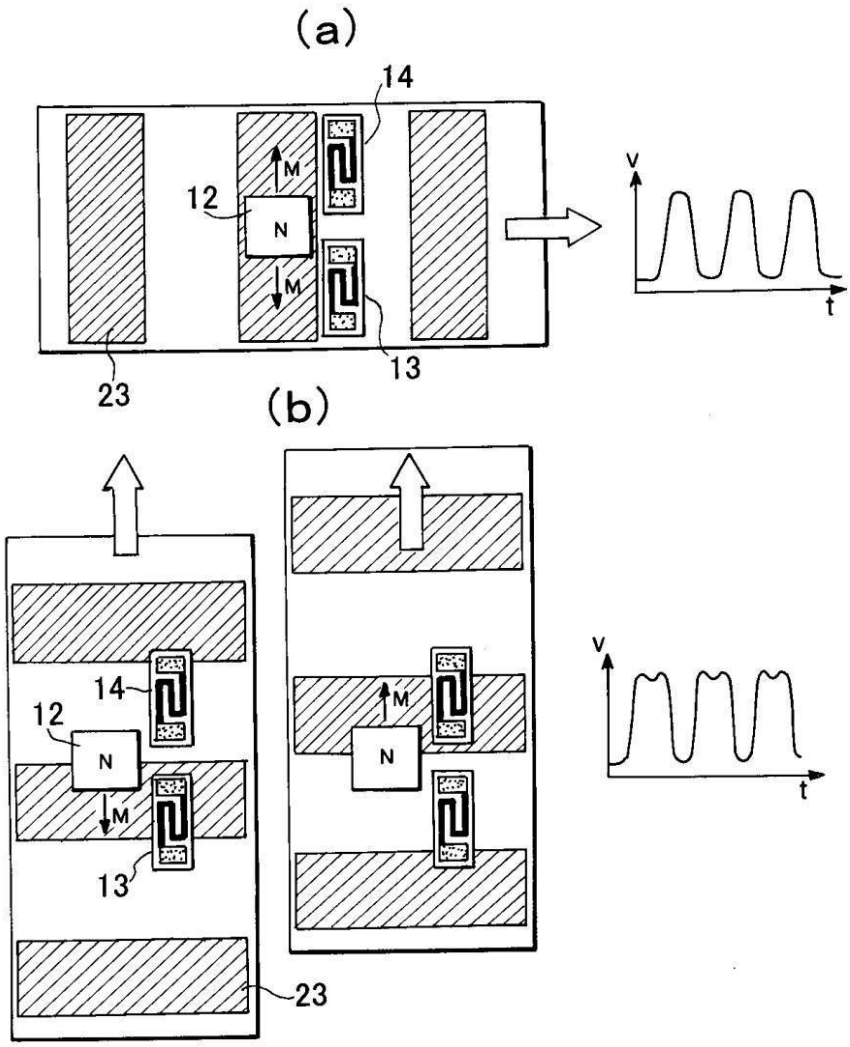
【図５】



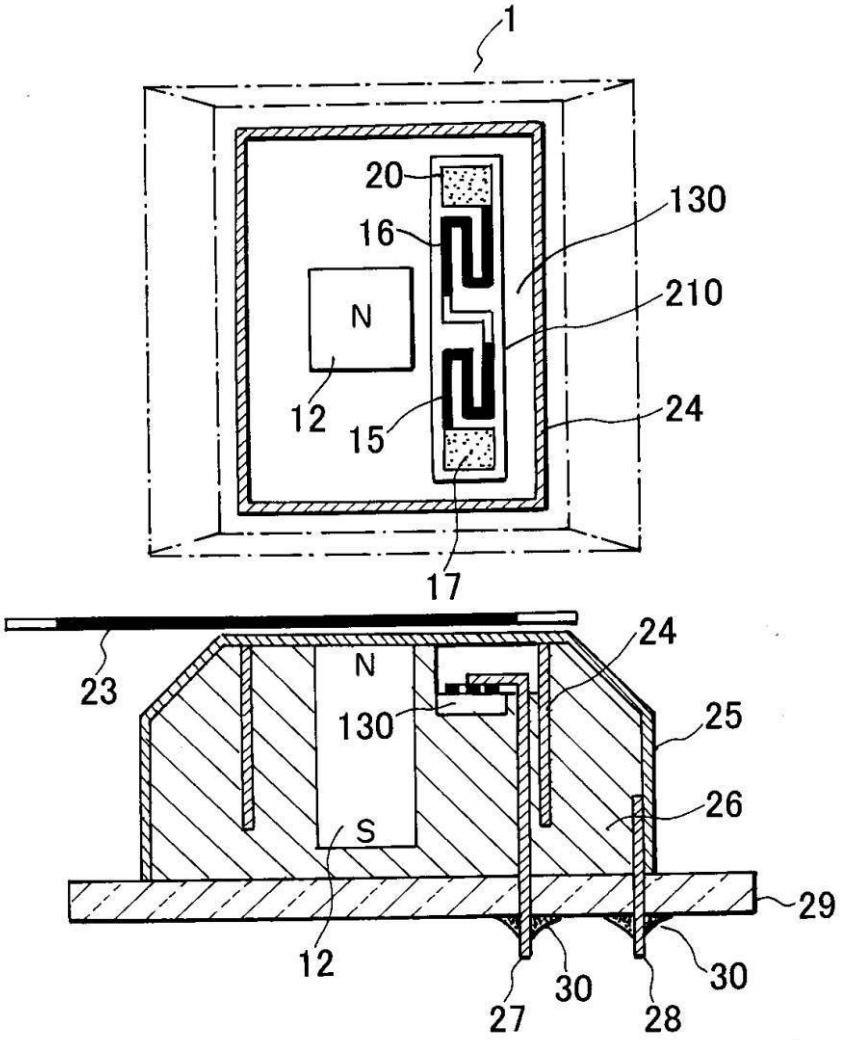
【図６】



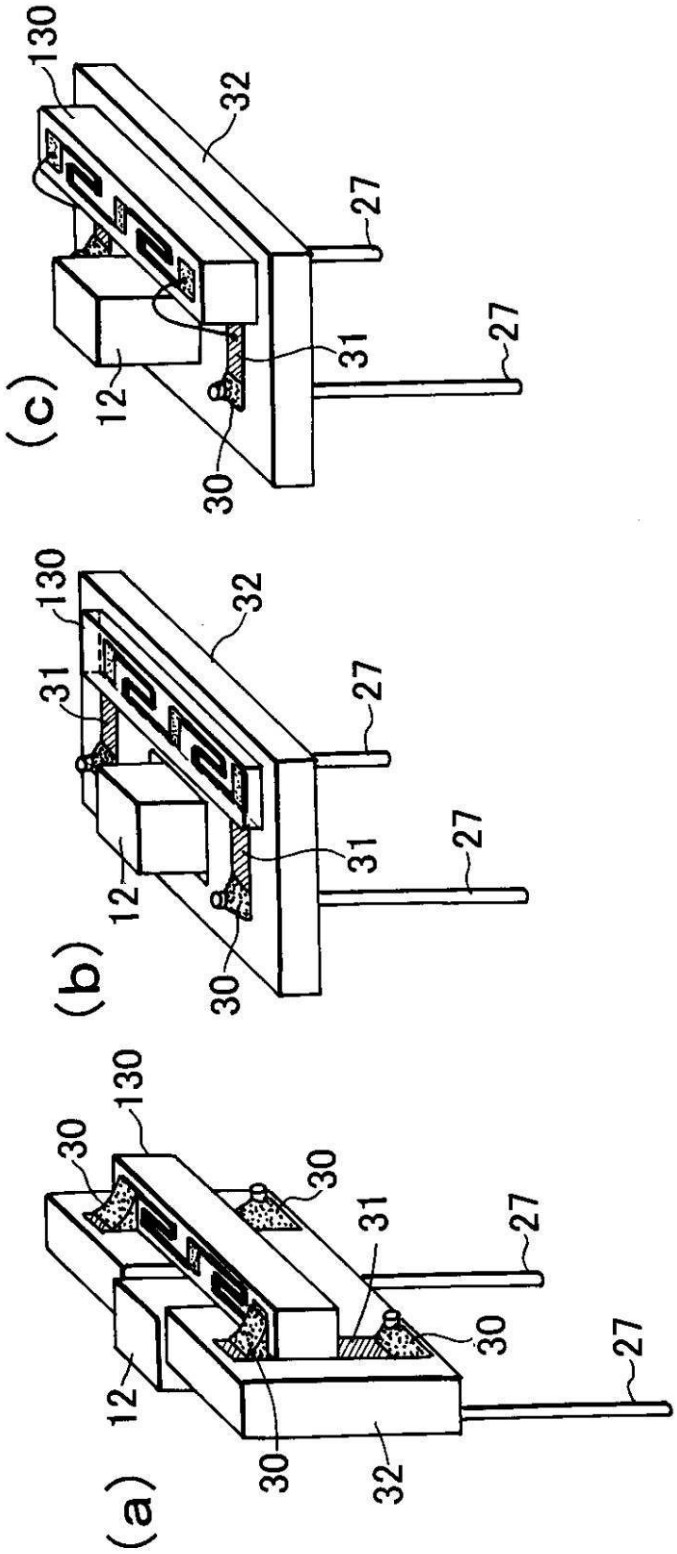
【図７】



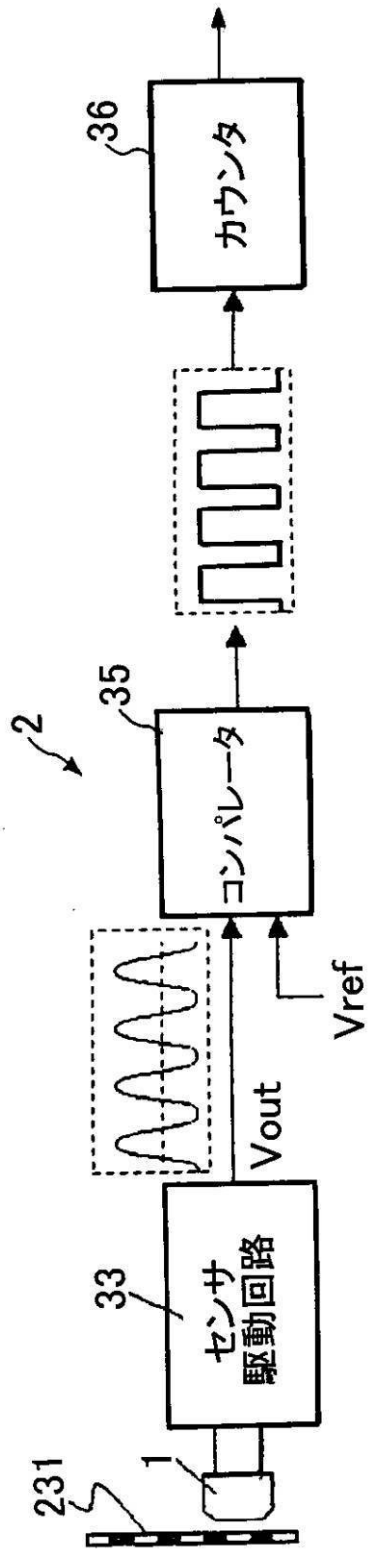
【図８】



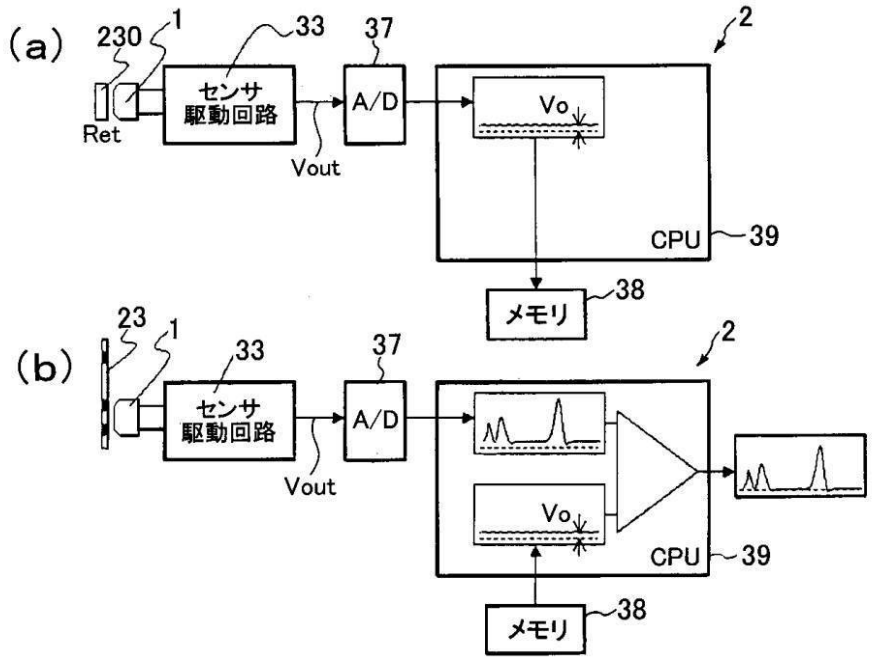
【図９】



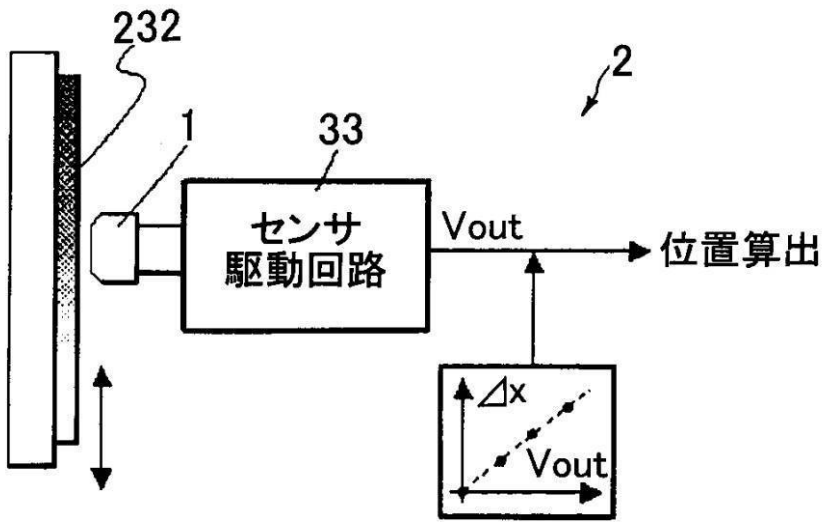
【図１０】



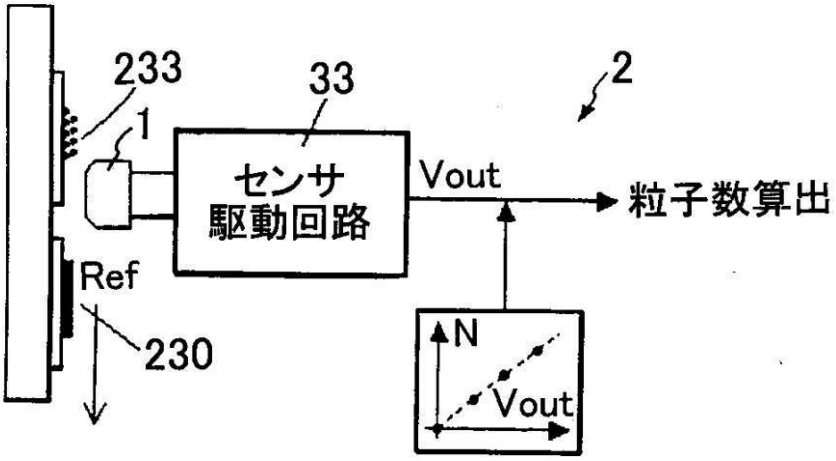
【図１１】


(a)
230
1
33
37
2
センサ
駆動回路
A/D
Ret
Vout
Vo
CPU
39
メモリ
38
(b)
23
1
33
37
2
センサ
駆動回路
A/D
Vout
Vo
CPU
39
メモリ
38

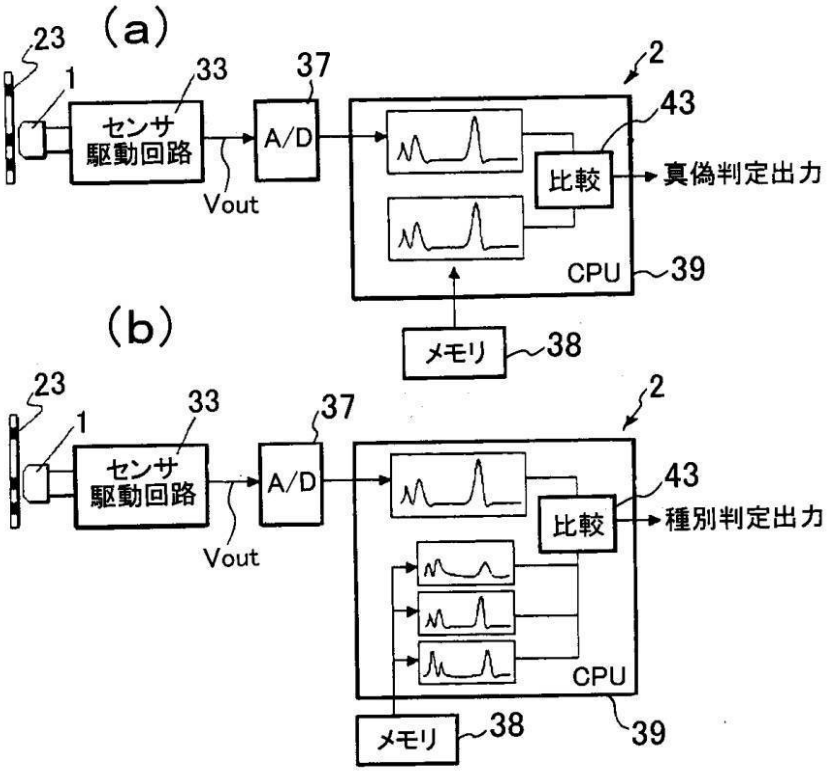
【図１２】


232
1
33
2
センサ
駆動回路
Vout
位置算出
⊿x
Vout

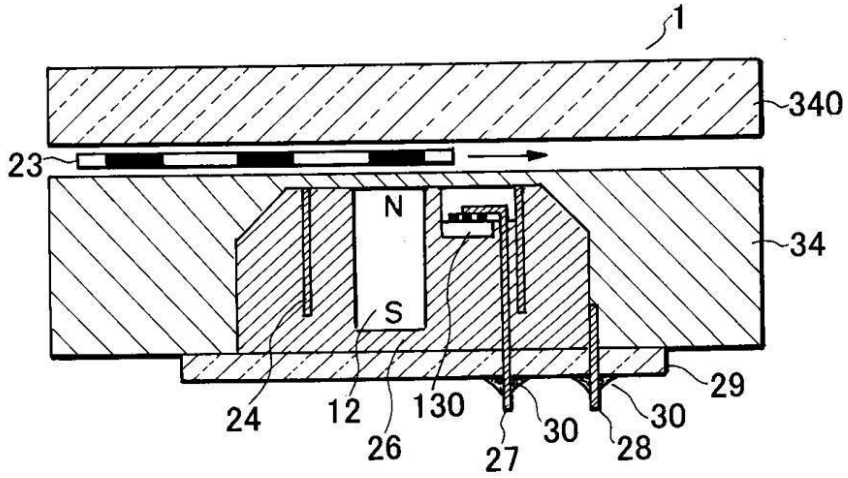
【図１３】


233
33
2
1
センサ
駆動回路
Vout
粒子数算出
Ref
230
N
Vout

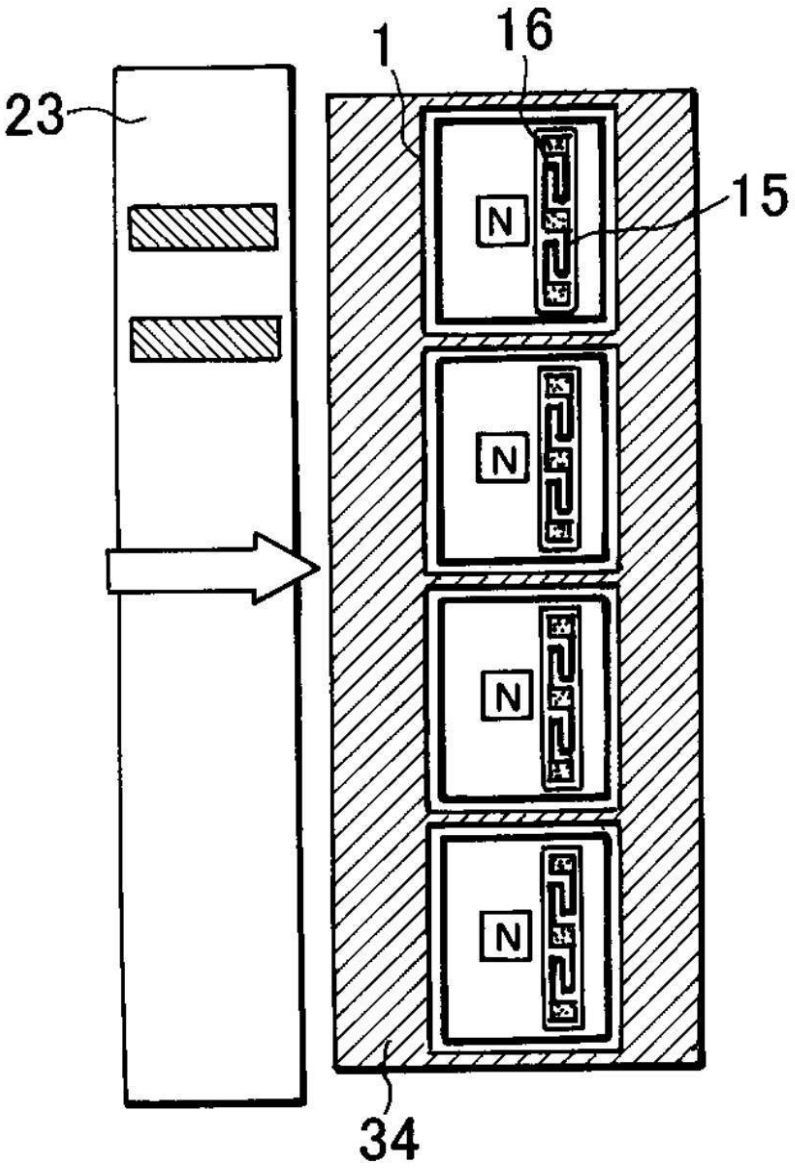
【図１４】


(a)
23
1
33
37
2
センサ
駆動回路
A/D
43
比較
真偽判定出力
Vout
CPU
39
メモリ
38
(b)
23
1
33
37
2
センサ
駆動回路
A/D
43
比較
種別判定出力
Vout
CPU
39
メモリ
38

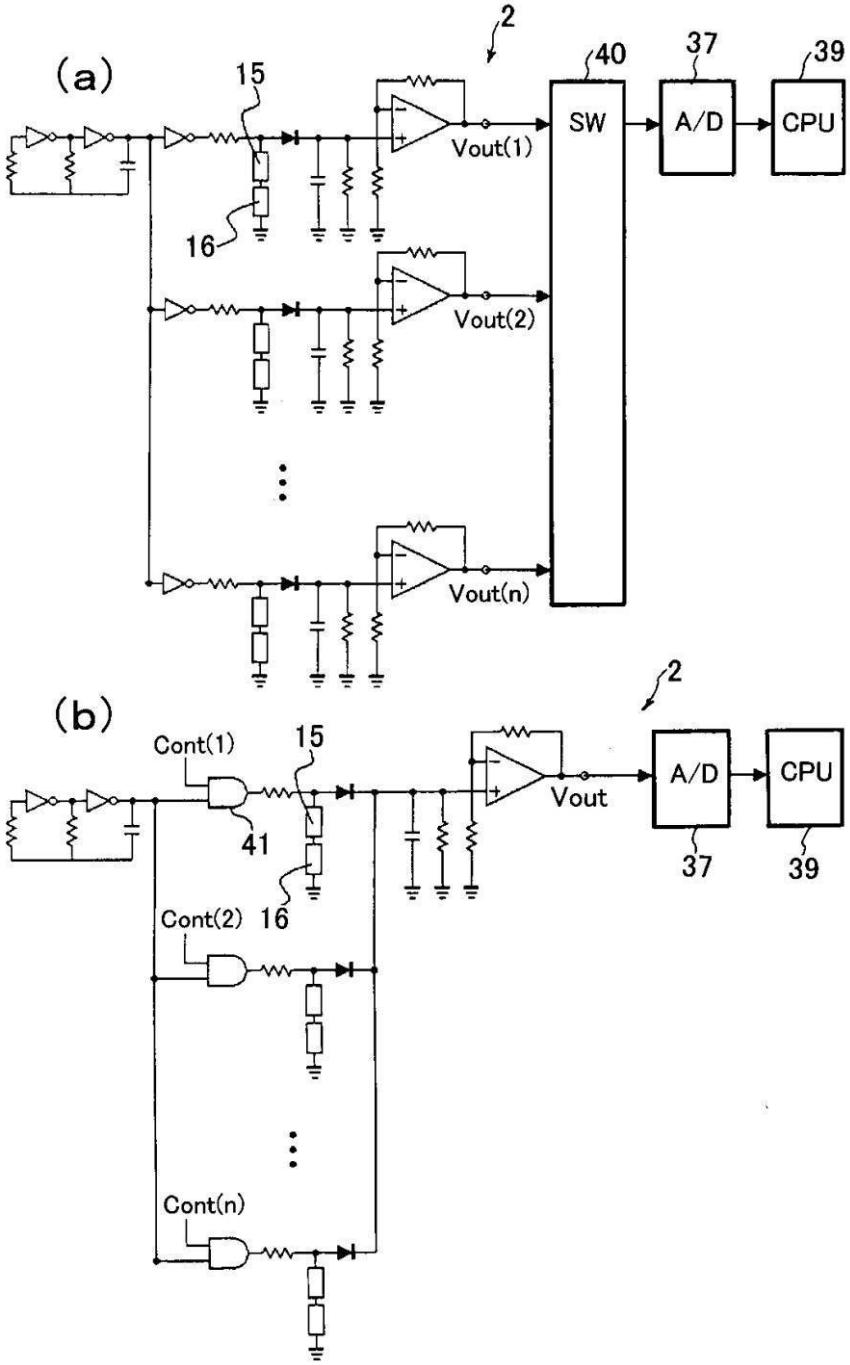
【図１５】



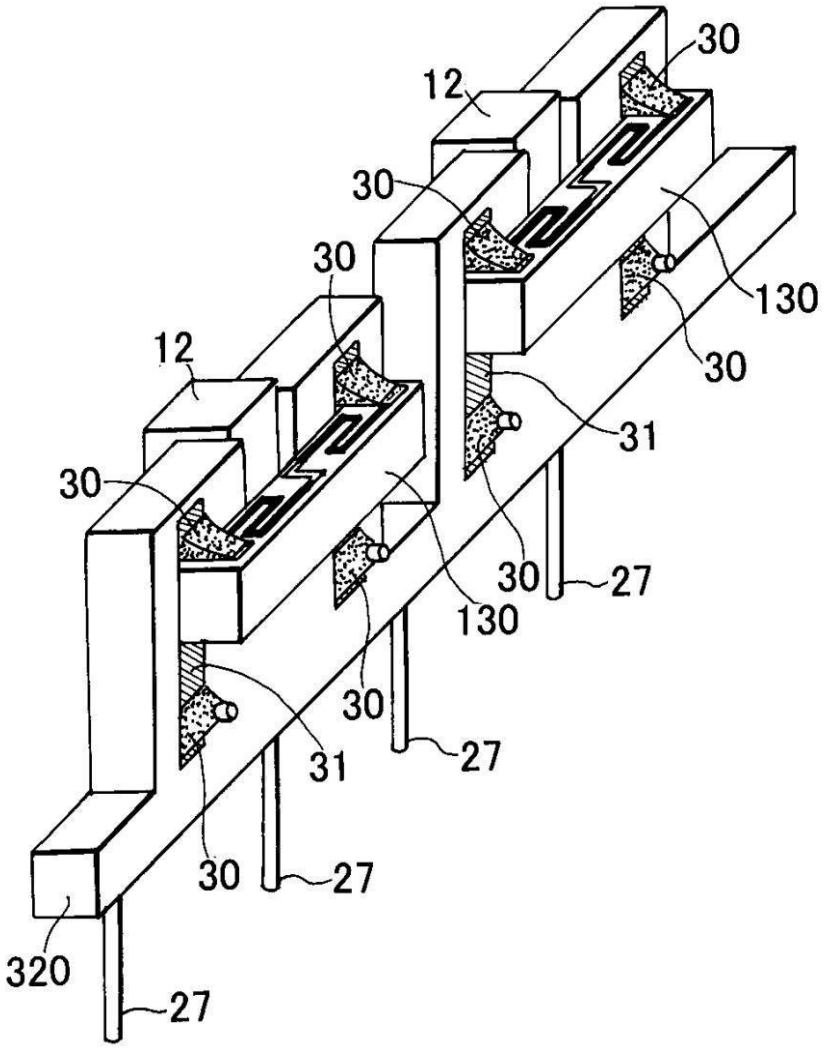
【図１６】



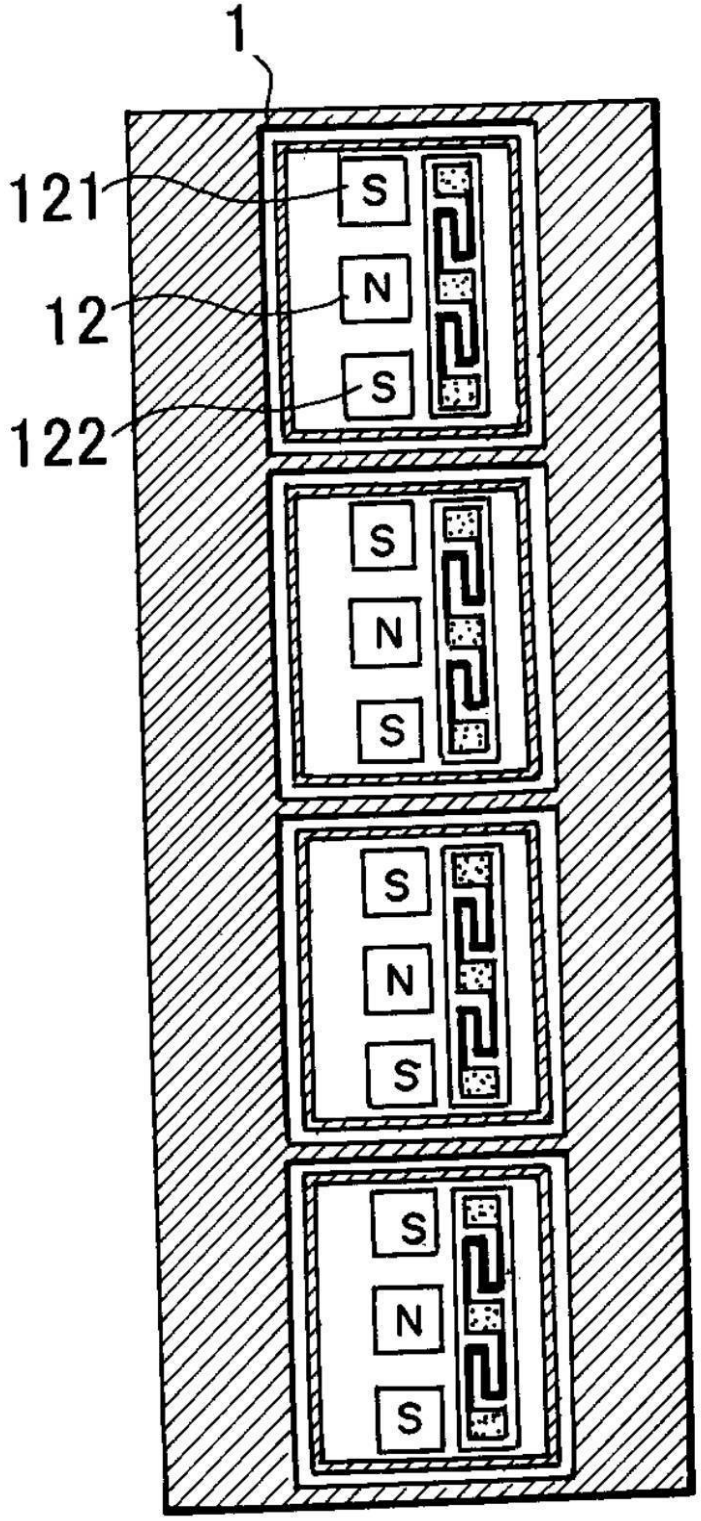
【図１７】


(a)
2
15
16
40
37
39
SW
A/D
CPU
Vout(1)
Vout(2)
Vout(n)
(b)
2
Cont(1)
15
41
16
Cont(2)
Cont(n)
Vout
A/D
CPU
37
39

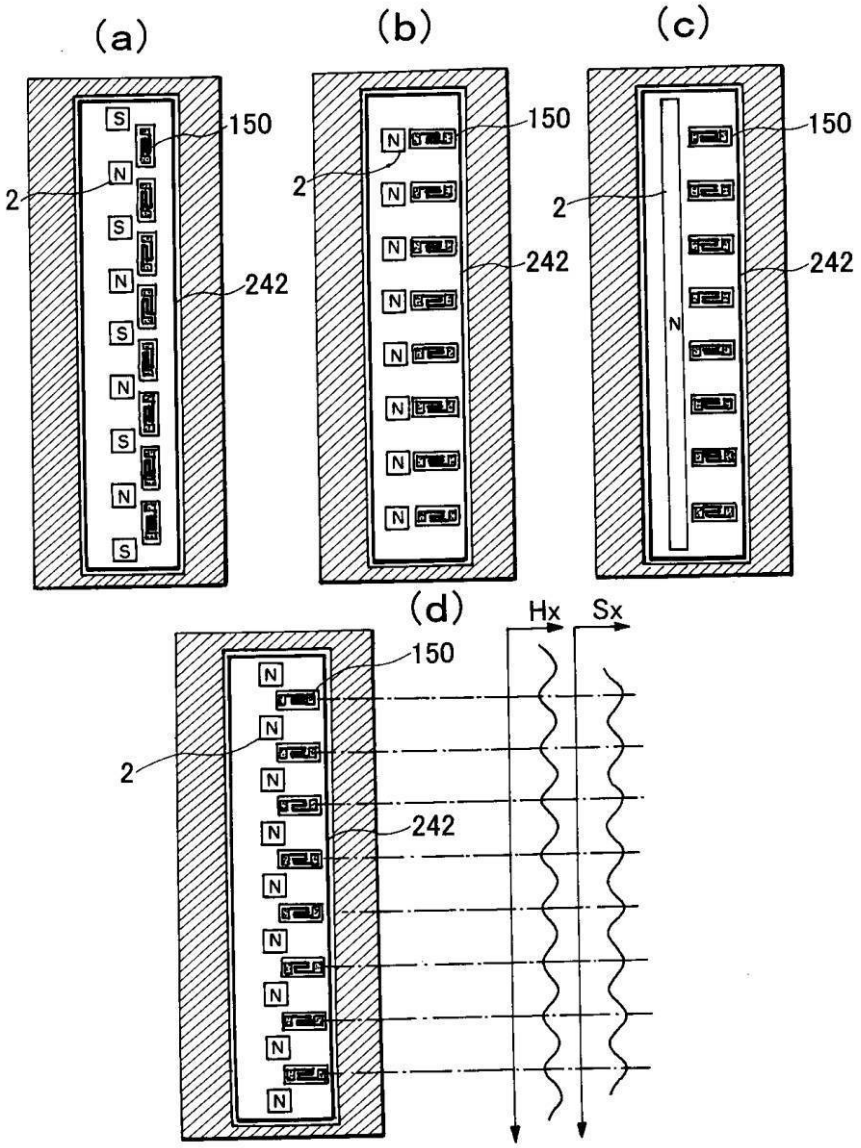
【図１８】



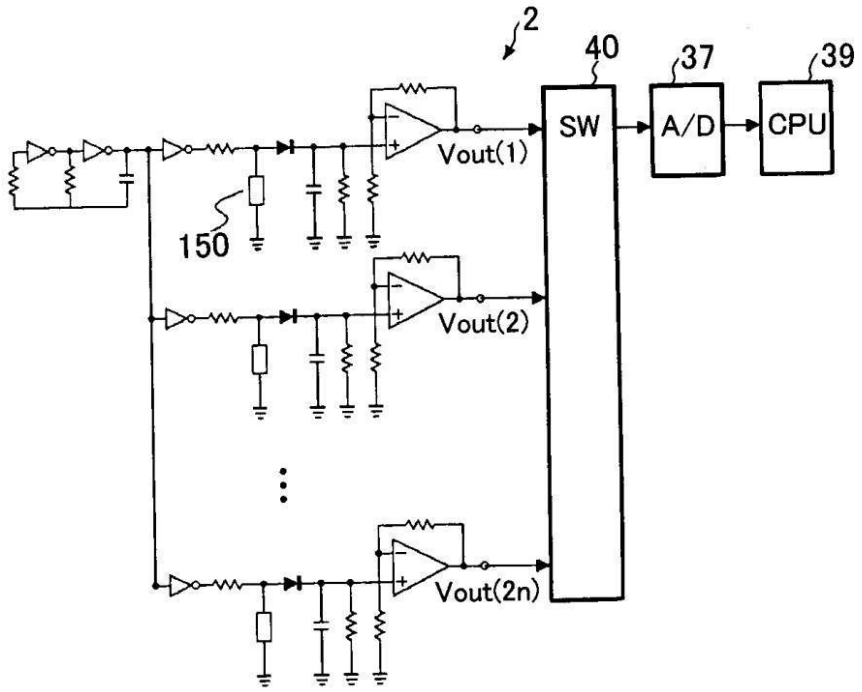
【図１９】



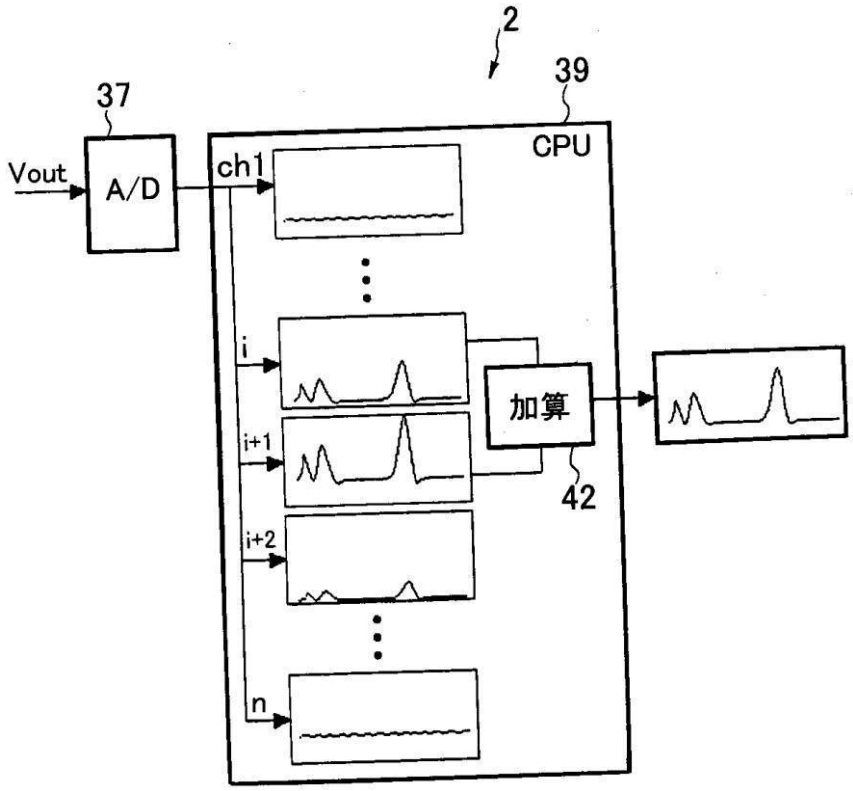
【図２０】



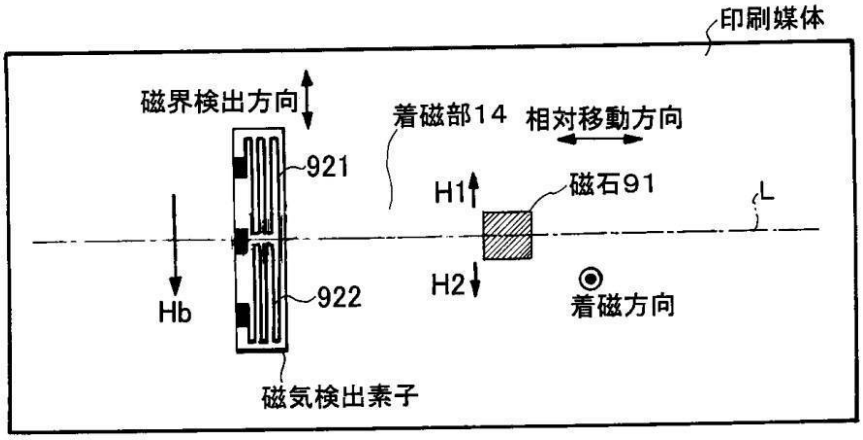
【図２１】


2
40
37
39
SW
A/D
CPU
Vout(1)
150
Vout(2)
Vout(2n)

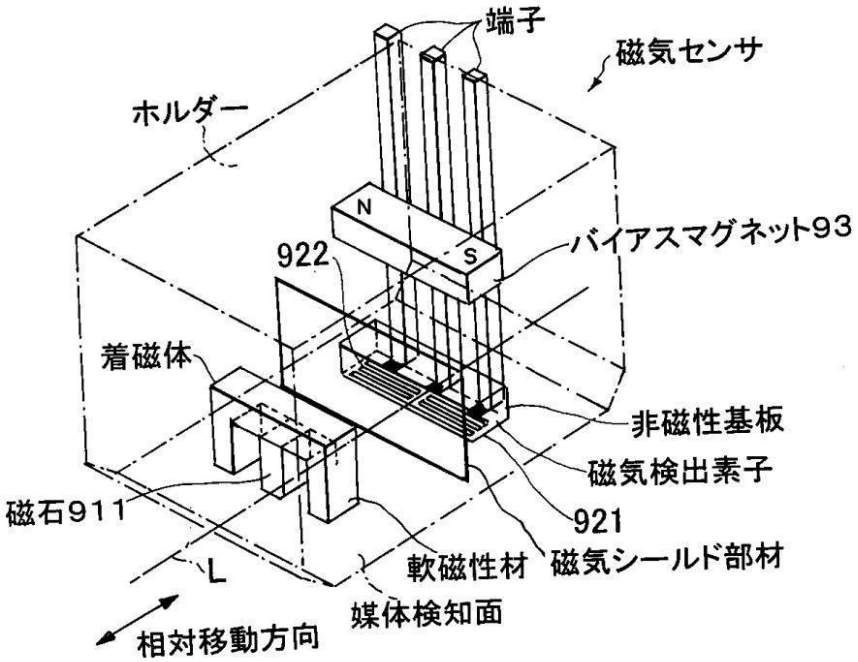
【図２２】


2
39
37
CPU
Vout
A/D
ch1
i
i+1
i+2
n
加算
42

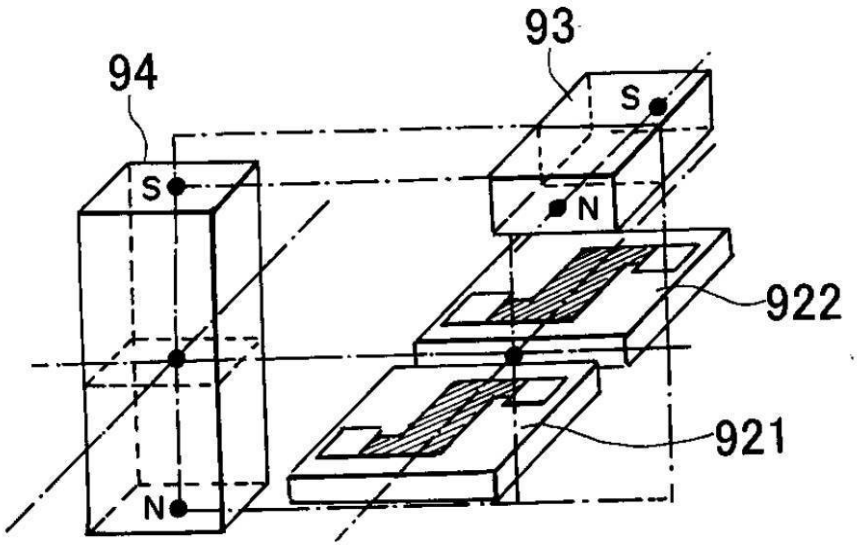
【図２３】


印刷媒体
磁界検出方向
着磁部14
相対移動方向
921
H1
磁石91
L
Hb
922
H2
着磁方向
磁気検出素子

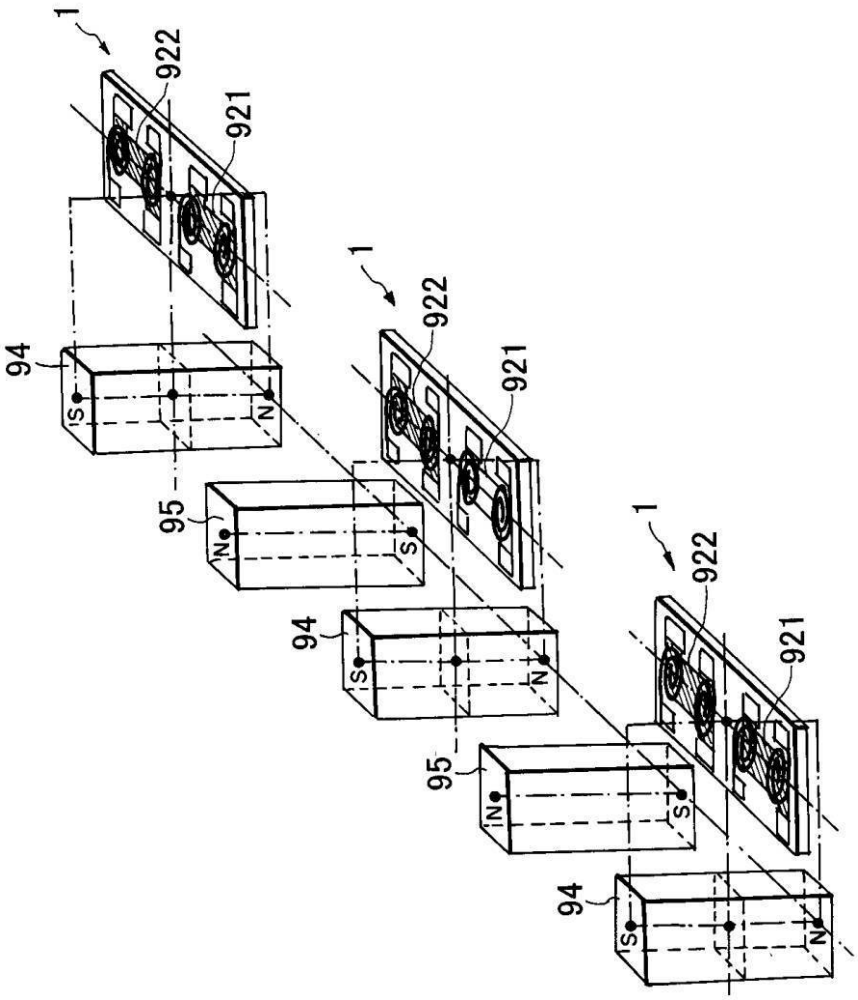
【図２４】


端子
磁気センサ
ホルダー
N
S
バイアスマグネット93
922
着磁体
非磁性基板
磁気検出素子
磁石911
921
L
軟磁性材
磁気シールド部材
媒体検知面
相対移動方向

【図２５】



【図２６】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００６－１８４２０１（ＪＰ，Ａ）
実開昭６１－１８７４１５（ＪＰ，Ｕ）
特開２００４－２０６３１６（ＪＰ，Ａ）
国際公開第９２／０１２４３８（WO，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０１Ｒ　３３／０６
Ｇ０１Ｒ　３３／０２