

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4551192号
(P4551192)

(45) 発行日 平成22年9月22日(2010.9.22)

(24) 登録日 平成22年7月16日(2010.7.16)

(51) Int.Cl.

F 1

G 0 1 F 23/22 (2006.01)

G 0 1 F 23/22

L

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2004-332767 (P2004-332767)	(73) 特許権者	391004090
(22) 出願日	平成16年11月17日(2004.11.17)		関西オートメイション株式会社
(65) 公開番号	特開2006-145265 (P2006-145265A)		大阪府大阪市北区兔我野町2番14号
(43) 公開日	平成18年6月8日(2006.6.8)	(74) 代理人	100087941
審査請求日	平成19年8月16日(2007.8.16)		弁理士 杉本 修司
		(74) 代理人	100086793
			弁理士 野田 雅士
		(72) 発明者	前田 芳男
			大阪市北区兔我野町2番14号 関西オートメイション株式会社内
		(72) 発明者	山下 浩二
			大阪市北区兔我野町2番14号 関西オートメイション株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 振子式レベル検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

揺動中心の回りに揺動する羽根と、
 前記羽根を180°未満の揺動角度で揺動させる駆動機と、
 前記羽根の揺動角度が所定値以下となったことを検知して羽根に接触する被測定物のレベルを検出するレベル検出回路とを備え、
 前記駆動機は、磁極体と、前記磁極体との間で磁気力による相対的な揺動運動を発生させる電磁コイルとを有し、前記磁極体と前記電磁コイルとが電氣的に絶縁されて機械的に非連結である、振子式レベル検出装置。

【請求項 2】

請求項 1 において、前記羽根は、その一端部に前記揺動中心を有している振子式レベル検出装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 において、前記揺動中心に位置して回転する回転軸を有し、
 前記回転軸はケースに回転自在に支持され、
 前記回転軸における前記ケースから外方に突出した外方部に前記羽根が固定され、
 前記回転軸における前記ケースの内方に位置する内端部に前記磁極体が固定されている振子式レベル検出装置。

【請求項 4】

請求項 3 において、前記ケース内に、前記電磁コイルが配置され、前記磁極体と前記電

10

20

磁コイルとの間に、前記ケース内の空間を仕切る隔壁が設けられている振子式レベル検出装置。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか一項において、揺動動作の累積時間もしくは累積回数、または前記レベルの検出回数を記憶するメモリと、これらを表示する表示器とを備えた振子式レベル検出装置。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれか一項において、前記駆動機の電磁コイルは、パルス信号による制御に基づいて励磁される振子式レベル検出装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、主として、タンクやホッパーなどの容器内に投入されるセメントや小麦粉のような粉体または樹脂ペレットのような粒体が所定の検出レベルに達したのを検出する用途に好適に用いることができる振子式レベル検出装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、前記粉体または粒体の容器内でレベルを検出するレベル検出装置として、羽根を容器内で一方向に低速回転させる回転式のもの知られている（例えば、特許文献 1 参照）。この回転式レベル検出装置は、容器内に投入される粉体または粒体などの被測定物が所定の検出レベルに達したときに、その被測定物が、回転軸（スピンドル）に固定された羽根の回転の障害物となってモータの回転に対して大きな負荷となり、その負荷が所定値を越えたときに、回転軸の回転停止を検知することにより、被測定物が所定の検出レベルにまで到達したことを検出するようになっている。

20

【特許文献 1】特願 2000-131940 号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、前記回転式レベル検出装置には、以下のような改善すべき種々の課題がある。すなわち、羽根は、毎分 1 ～ 4 回転程度の低速回転数で常時回転駆動されるので、1 回転当たり 2 回の割合で水平となる過度状態が生じるが、この水平状態となったときに、容器内に投入される被測定物が大量に衝突したり、山形に積み上がった場合には、回転軸が大きな曲げ荷重を受けて損傷したり、モータの回転を回転軸に伝達する減速機構のギヤが破損したり、前記減速機構を介してモータに過負荷がかかってモータの駆動コイルが損傷を受けたり、あるいは一時的に羽根が回転停止して検出レベルの検出信号が誤出力されたりする場合がある。また、投入された被測定物の衝突によって羽根に衝撃的な負荷がかかったときに、機械式クラッチと回転軸との間に滑りが生じ、これに起因してチャタリングが発生してクラッチを傷めることがある。

30

【0004】

さらに、前記回転式レベル検出装置は、羽根を毎分 1 ～ 4 回転程度の低速回転数で回転駆動するために、比較的多くのギヤを噛み合わせた減速機構を設ける必要があるので、モータと減速機構の存在によって構造が複雑化および大型化するとともに、構成の複雑化に伴って故障が発生し易い。また、前記回転式レベル検出装置は、回転軸を容器の壁に貫通させて、回転軸の先端に取り付けた羽根を容器内に突出させる形態で設けられるが、回転軸と容器の壁の貫通孔との間に設けた軸シール部材のシール力を高めると、モータとして一般に小型のものが用いられることから、軸シール部材の摩擦力により回転軸がスムーズに回転しなくなるので、前記シール力を高めるのに限度がある。そのため、容器内部が加圧されたときには、容器内の粉塵やガスなどが軸シール部材を通過してレベル検出装置のケース内部に侵入し、減速機構や回路基板などを傷めることもある。

40

【0005】

50

本発明は前記従来の課題に鑑みてなされたもので、回転式ではなく振子式として、簡素化した構成により故障発生の低減を図りながらも、被測定物の羽根への衝突による損傷が抑制され、誤作動の少ない振子式レベル検出装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

前記目的を達成するために、本発明に係る粉粒体の濃度計測装置は、揺動中心の回りに揺動する羽根と、前記羽根を180°未満の揺動角度で揺動させる駆動機と、前記羽根の揺動角度が所定値以下となったことを検知して羽根に接触する被測定物のレベルを検出するレベル検出回路とを備え、前記駆動機は、磁極体と、前記磁極体との間で磁気力による相対的な揺動運動を発生させる電磁コイルとを有し、前記磁極体と前記電磁コイルとが電氣的に絶縁されて機械的に非連結である。

10

【0007】

この振子式レベル検出装置では、揺動中心回りに揺動する羽根を、被測定物の容器などへの投入方向の下流側を向く配置、例えば被測定物を容器内に落下するように投入する場合に揺動中心を水平方向に向けて羽根を下向きとする配置で取り付けることにより、つまり、鉛直下向きを中心位置として左右に各90°未満の角度範囲で羽根を揺動させることにより、羽根が水平位置となるのを避けられるので、容器に投入される被測定物が羽根に当たっても、この被測定物が羽根に沿って滑り落ちる。特に、羽根は、水平位置、つまり被測定物の投入方向に対し直交する状態となることがないことから、投入された被測定物が羽根に対し大きな衝撃力を与えないので、羽根が大きな負荷を受けて損傷したり、羽根の揺動動作が一時的に停止して検出レベルの検出信号が誤出力されるのを防止できる。

20

しかも、前記駆動機が、磁極体と、前記磁極体との間で磁気力による相対的な揺動運動を発生させる電磁コイルとを有し、前記磁極体と前記電磁コイルとが電氣的に絶縁されて機械的に非連結である。この構成によれば、駆動機は、電磁コイルに通電することにより発生する磁界と磁極体との間の磁気的な吸引力および反発力による相対的な揺動運動により羽根を揺動させるので、従来のレベル検出装置が有しているモータおよび比較的多数のギヤを噛み合わせてなる減速機構などを設ける場合に比較して、構造が格段に簡素化され、それに伴って故障の確率が低くなる。

【0008】

本発明の好ましい実施形態では、前記羽根が、その一端部に前記揺動中心を有している。この構成によれば、羽根は、例えば下向き配置で取り付けの場合に上端を揺動中心とする吊り下げ状態で設けられるので、中間部に揺動中心を有する場合のように揺動中心の両側に被測定物が衝突して互いに逆方向への回動力を受けるといったことが生じない。そのため、羽根の振動が生じない。

30

【0010】

上記実施形態において、前記揺動中心に位置して回転する回転軸を有し、前記回転軸はケースに回転自在に支持され、前記回転軸における前記ケースから外方に突出した外方に前記羽根が固定され、前記回転軸における前記ケースの内方に位置する内端部に前記磁極体が固定されている構成とすることが好ましい。この構成によれば、回転軸の外方に羽根を、かつ回転軸の内端部に磁極体をそれぞれ固定して揺動部が構成され、この揺動部の磁極体と電磁コイルとは、電氣的に絶縁（アイソレーション）され、かつ、機械的に非連結状態であるから、仮に被測定物の衝突によって羽根に大きな負荷がかかった場合であっても、電磁コイルが損傷を受けることがない。しかも、モータの回転を減速機構を介して回転軸に伝達する従来のレベル検出装置が有している機械的クラッチが不要となるから、クラッチでの滑りに起因するチャタリング音が生じることもない。

40

【0011】

上記実施形態において、前記ケース内に前記電磁コイルが配置され、前記磁極体と前記電磁コイルとの間に、前記ケース内の空間を仕切る隔壁が設けられている構成とすることができる。この構成によれば、駆動機が、電氣的に絶縁され、かつ機械的に非連結の磁極体と電磁コイルとにより構成されているから、この磁極体と電磁コイルとの間に非磁性体

50

の隔壁を設けることが可能であり、ケースの内部における磁極体や回転軸などの揺動部の収納空間を、電磁コイルの収納空間に対し前記隔壁で遮断することにより、揺動部の収納空間は、容器内の圧力の影響を受け難くなる。そのため、被測定物を充填する容器内部が加圧された状態となっても、その容器内の粉塵やガスなどがケースにおける電磁コイルの収納空間に侵入することが殆どなくなる。

【 0 0 1 2 】

本発明の他の好ましい実施形態では、揺動動作の累積時間もしくは累積回数または前記レベルの検出回数を記憶するメモリと、これらを表示する表示器とを備えている。この構成によれば、メモリに記憶したデータを表示器に表示させることにより、レベル検出装置のそれまでの駆動履歴を詳細に知ることができるから、例えば、メンテナンスなどに際して、メモリに記憶したデータを参照することにより、保守や点検を的確に行うことができる。

10

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

本発明の振子式レベル検出装置によれば、被測定物のレベル検出用の羽根を、揺動中心回りに揺動する状態に設けて、 180° 未満の揺動角度で揺動させるので、容器内に投入される被測定物の衝突によって羽根が損傷することが少なく、また、羽根や回転軸を含む揺動部の駆動源として、電氣的に絶縁され、かつ機械的に非連結の磁極体と電磁コイルとからなる駆動機を用いたことにより、構成が大幅に簡素化されて故障発生の頻度が低くなる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 4 】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら説明する。図1は、本発明の一実施形態に係る振子式レベル検出装置を示し、(a)は切断右側面図、(b)は正面図である。この振子式レベル検出装置1は、タンク(容器)2の壁、この例では側壁2aの外面に取り付けられて、タンク2内に投入して貯留される粉体または粒体の被測定物3の所定の検出レベルを検出するものである。装置1の外装体であるケース4は、円筒状のケース本体7の後部開口がケース蓋8により閉塞されており、ケース本体7の前面から円筒状に突出した取付部7aの外面に径方向外方へ突出する環状の取付フランジ部7bが一体形成により設けられているとともに、この取付フランジ部7bから先端部までの外面に、雄ねじ7cが形成されている。前記ケース4は、取付部7aをタンク2の側壁2aの取付孔2bに外側から挿入して取付フランジ部7bを側壁2aの外面に当接した状態で、固定ナット部材12をタンク2の内部から雄ねじ7cに螺合して締結することにより、側壁2aに取り付けられる。なお、前記振子式レベル検出装置1は同じ要領でタンク2の上壁に取り付けることもできる。

30

【 0 0 1 5 】

前記ケース本体7の取付部7aの内周面には、これの内部を同心状の配置で貫通した回転軸9が、軸受10を介して回転自在に支持されており、この回転軸9における取付部7aから前側(図の左側)外方に突出した外方部には、矩形の平板状の羽根11が、その一端部を固定されてタンク2内部で吊り下げ状態に支持されている。この羽根11は、揺動中心となる回転軸9の軸心90の回りに所定の揺動角度 θ で揺動するようになっている。前記揺動角度 θ は、この実施形態において、鉛直下方向の位置から左右にそれぞれ 30° の合計 60° に設定されている。前記回転軸9と取付部7aの内周面との間は、オイルシール部材13でシールされている。

40

【 0 0 1 6 】

前記回転軸9におけるケース4の内方に位置する内端部には磁性体である鉄製の回転円板17が固着され、回転軸心90の回りに回転自在に設けられた回転円板17の後面(図の右面)には、永久磁石からなる磁極体群18が固着されている。図2に示すように、前記磁極体群18はこの実施形態において8つの磁極体18A~18Hからなる。これら8つの第1ないし第8磁極体18A~18Hは、軸方向端面のN極とS極とが交互となる配

50

置で、回転円板 17 の周縁に沿った回転軸 9 と同心の同一円上に等間隔に並べて固定されている。これら磁極体 18 A ~ 18 H および回転円板 17 は、後述する駆動機 14 における回転子 25 を構成している。この回転子 25 の回転は、回転円板 17 の鉛直下方位置に設けられた第 1 位置検出センサ 23 A および鉛直下方位置に対し左側に 30° の間隔で設けられた第 2 位置検出センサ 23 B により検出される。この両位置検出センサ 23 A, 23 B は、各磁極体 18 A ~ 18 H のうちの S の磁極の近接を検出してオンする近接スイッチ（磁気感应スイッチ）からなり、図 1 に示すように、ケース本体 7 の内周面に固定されている。なお、図 2 の矢印 F は、羽根 11 の向きを示している。

【0017】

図 1 の磁極体群 18 の後方側（図 1 の右方側）には、ベークライトのような絶縁板 19 を介して鉄製の固定円板 20 の前面（図 1 の左面）に固着された電磁コイル群 21 が、磁性体群 18 との間に軸方向の間隔を存して相対向する配置で固定的に設けられている。図 3 に示すように、前記電磁コイル群 21 はこの実施形態において 6 つの第 1 ないし第 6 の電磁コイル 21 A ~ 21 F からなる。これら 6 つの第 1 ないし第 6 の電磁コイル 21 A ~ 21 F は、各磁極体 18 A ~ 18 H の配設円と同心の同一円上に等間隔に並べて固定されているとともに、3 つの給電用接続端子 22 A ~ 22 C に後述する接続状態に接続されている。この各電磁コイル 21 A ~ 21 F は、鉄製の固定円板 20 をヨークとして磁気回路を構成しており、各接続端子 22 A ~ 22 C を介し選択的に所定方向に通電されることにより磁界を発生して、各磁極体 18 A ~ 18 H との間に吸引力および反発力による駆動力を生じさせることにより、回転円板 17 および回転軸 9 を介して羽根 11 を所定の揺動角度 θ の範囲内で揺動させる。したがって、羽根 11 を揺動させる駆動機 14 は、各磁極体 18 A ~ 18 H および回転円板 17 からなる回転子 25 と、電磁コイル群 21 および固定円板 20 からなる固定子 26 とにより構成されている。

【0018】

ケース本体 7 の後端開口部の近傍箇所には、前記駆動機 14 における各電磁コイル 21 A ~ 21 F の駆動制御回路が構成された回路基板 24 が取付ねじ 27 により着脱自在に取り付けられており、この回路基板 24 は、ケース本体 7 の巻線通過孔 7 a に貫通されたりード線（図示せず）により外部回路に接続されている。前記固定子 26 の固定円板 20 は、回路基板 24 に植設された複数本の取付柱 28 によって回路基板 24 に所定の間隔を存して平行に相対向する配置で取り付けられている。駆動機 14 の磁極体群 18 と電磁コイル群 21 との間には、ケース 4 内部を二つの空間に気密に仕切る隔壁 29 がケース本体 7 に固定して設けられている。この隔壁 29 はステンレスのような非磁性体の平板からなる。

【0019】

前記電磁コイル群 21 は、図 4 に示す駆動制御回路により通電制御される。駆動制御回路は図 1 の回路基板 24 に設けられたものである。図 4 の各電磁コイル 21 A ~ 21 F は、各 2 つを一組として接続した 3 つの直列回路を Y 状の組み合わせ配置で接続されており、前記 3 つの直列回路の各一端が図 3 で示した 3 つの接続端子 22 A ~ 22 C にそれぞれ接続されている。各電磁コイル 21 A ~ 21 F は、3 つの直列回路の各他端の接続点 C に向かう正方向 P に電流が流れるように通電されたときに、磁極体 18 A ~ 18 H に対向するコイル前面が、N 極に励磁され、接続点 C から遠ざかる負方向 N に電流が流れるように通電されたときに S 極に励磁される。

【0020】

制御部 30 は、1 チップマイクロコンピュータを有して、前記駆動制御回路の全体を制御するものであり、前記 2 つの位置検出センサ 23 A, 23 B からの入力信号と内蔵のタイマ回路部からの計時信号とに基づき、ドライブ回路 31 に対し制御信号を出力する。ドライブ回路 31 は、制御信号を受けたときに、6 つのスイッチングトランジスタ Q1 ~ Q6 のうちの 2 つを選択的にオンさせるパルス信号を出力する。すなわち、各スイッチングトランジスタ Q1 ~ Q6 は、3 つの接続端子 22 A ~ 22 C のうちから選択された 2 つの間に所定方向に向け直流電源 + B から直流電流を流すように選択的にオンされる。これに

についての詳細は後述する。

【 0 0 2 1 】

また、制御部 3 0 は、2 つの位置検出センサ 2 3 A , 2 3 B からの入力信号と内蔵のタイマ回路部からの計時信号とに基づいて羽根 1 1 が所定の揺動角度 θ で揺動しているか否かを判別して、その判別結果に基づき、リレーからなるレベル検出回路 3 2 をオン駆動またはオフ駆動のいずれかに切換制御する。すなわち、レベル検出回路 3 2 は、制御部 3 0 からの制御信号を受けて、羽根 1 1 が所定の揺動を行っているときにオフ駆動してローレベル信号 L を出力し、かつ、羽根 1 1 の揺動角度 θ が所定値以下となったときにハイ駆動してハイレベル信号 H を出力するように切換制御される。

【 0 0 2 2 】

さらに、制御部 3 0 は、羽根 1 1 の揺動動作の累積時間もしくは累積回数または被測定物 3 の検出レベルの検出により前記レベル検出回路 3 2 からハイレベル信号 H を出力させた検出回数などのデータをメモリ 3 3 に記憶させ、かつ、表示器 3 4 に一時的に表示させるとともに、作業員などの外部操作によって表示指令信号が入力したときに、メモリ 3 2 からデータを読み出して表示器 3 4 に表示させる。表示器 3 4 は図 1 (a) の回路基板 2 4 に取り付けられており、ケース蓋 8 をケース本体 7 から取り外して目視する。ケース 8 の表示器 3 4 に対向する部分に窓を設けて、ケース蓋 8 をケース本体 7 に取り付けたまま、外部から表示器 3 4 を目視できるようにしてもよい。

【 0 0 2 3 】

つぎに、前記振子式レベル検出装置の動作について、図 5 のフローチャートおよび電磁コイル群 2 1 の正面図である図 6 を参照しながら説明する。まず、図 4 の制御部 3 0 は、第 2 接続端子 2 2 B から第 3 接続端子 2 2 C に向け電流を流す制御信号をドライブ回路 3 1 に対し出力し、この制御信号を受けたドライブ回路 3 1 が第 2 および第 6 スイッチングトランジスタ Q 2 , Q 6 を共にオンさせる駆動信号 (パルス信号) を出力し、第 2 接続端子 2 2 B から第 3 接続端子 2 2 C に向け電流を流す (ステップ S 1)。これにより、第 3 および第 6 電磁コイル 2 1 C , 2 1 F は、正方向 P の電流が流れて N 極に励磁され、かつ、第 2 および第 5 電磁コイル 2 1 B , 2 1 E は、逆方向 N の電流が流れて S 極に励磁される。

【 0 0 2 4 】

図 6 において、各電磁コイル 2 1 A ~ 2 1 F のうちの正方向 P に電流が流れたものは、横平行線によって N 極に励磁されたことを図示し、かつ、逆方向 N に電流が流れたものは、縦平行線によって S 極に励磁されたことを図示しており、また、各磁極体 1 8 A ~ 1 8 H の磁極 S , N は、電磁コイル 2 1 A ~ 2 1 F の磁極と明確に区別するために、丸内に図示してある。上述のように第 2 接続端子 2 2 B から第 3 接続端子 2 2 C に向け電流が流れることにより、回転円板 1 7 は、左右いずれかの方向から図 6 (a) の図示位置に向け回転される。すなわち、磁極体群 1 8 を支持する回転円板 1 7 は、S 極の第 4 および第 8 磁極体 1 8 D , 1 8 H が N 極に励磁された第 3 および第 6 電磁コイル 2 1 C , 2 1 F に吸引されて近接し、かつ、N 極の第 3 および第 7 磁極体 1 8 C , 1 8 G が S 極に励磁された第 2 および第 5 電磁コイル 2 1 B , 2 1 E に吸引されて近接する向きに回転される。

【 0 0 2 5 】

ここで、制御部 3 0 は、ドライブ回路 3 1 に対し制御信号を出力した時点から所定時間の計時を内蔵のタイマ回路部で開始したのち、第 1 および第 2 位置検出センサ 2 3 A , 2 3 B が共にオフ状態になったか否かの判別 (ステップ S 2) を、所定時間が経過したと判別 (ステップ S 3) するまで行う。回転円板 1 7 が図 6 (a) の図示位置まで回転したときには、第 1 および第 2 位置検出センサ 2 3 A , 2 3 B に N 極の第 7 および第 1 磁極体 1 8 G , 1 8 A が対向するので、S 極を検知する両センサ 2 3 A , 2 3 B が共にオフし、このとき、羽根 1 1 は鉛直下方向の向き F となる。制御部 3 0 は、両センサ 2 3 A , 2 3 B が共にオフしたと判別したときに、ドライブ回路 3 1 に対しスイッチングトランジスタ Q 2 , Q 6 への駆動信号の出力を停止させる制御信号を出力して、各電磁コイル 2 1 B , 2 1 C , 2 1 E , 2 1 F への通電を停止させる (ステップ S 4)。これにより、各電磁コイ

10

20

30

40

50

ル 2 1 C , 2 1 B , 2 1 F , 2 1 E への通電時間は、極めて短時間、例えば 2 0 0 m s e c 程度に制限されて、節電が図られる。この通電の停止時間は、例えば 0 . 5 ~ 1 s e c 程度に設定されている。

【 0 0 2 6 】

つぎに、前記通電の停止時間が経過したときに、制御部 3 0 は、第 1 接続端子 2 2 A から第 2 接続端子 2 2 B に向け電流を流す制御信号をドライブ回路 3 1 に対し出力し、この制御信号を受けたドライブ回路 3 1 が第 1 および第 5 スwitchングトランジスタ Q 1 , Q 5 を共にオンさせる駆動信号を出力し、第 1 接続端子 2 2 A から第 2 接続端子 2 2 B に向け電流を流す（ステップ S 5 ）。これにより、図 6（b）に示すように、第 1 および第 4 電磁コイル 2 1 A , 2 1 D は、正方向 P の電流が流れて N 極に励磁され、かつ、第 3 および第 6 電磁コイル 2 1 C , 2 1 F は、逆方向 N の電流が流れて S 極に励磁される。

10

【 0 0 2 7 】

そのため、S 極の第 4 および第 8 磁極体 1 8 D , 1 8 H には、それぞれ対向する第 3 および第 6 電磁コイル 2 1 C , 2 1 F が同極の S 極に励磁されたことによって反発力が発生するとともに、N 極の第 1 および第 5 磁極体 1 8 A , 1 8 E は、近接する第 1 および第 4 電磁コイル 2 1 A , 2 1 D が N 極に励磁されたことによって回転円板 1 7 を右回りに回転させる方向に反発力を受ける。これにより、羽根 1 1 は、右回りに回転する回転円板 1 7 を介して右方に向け揺動される。

【 0 0 2 8 】

制御部 3 0 は、ドライブ回路 3 1 に対し制御信号を出力した時点から所定時間の計時をタイマ回路部で開始したのち、第 1 位置検出センサ 2 3 A がオンしたか否かの判別（ステップ S 6）を、所定時間が経過したと判別（ステップ S 7）するまで行う。回転円板 1 7 が図 6（c）の図示位置まで回転したときには、第 1 位置検出センサ 2 3 A が、S 極の第 8 磁極体 1 8 H が対向したのを検出してオンする。このとき、羽根 1 1 は、鉛直下方向に対し右側に所定角度 $\theta 1$ だけ揺動した向き F となり、前記所定角度 $\theta 1$ は、この実施形態において、両センサ 2 3 A , 2 3 B の配設位置によって 3 0 ° に設定されている。制御部 3 0 は、第 1 位置検出センサ 2 3 A がオンしたと判別したときに、ドライブ回路 3 1 に対しスwitchングトランジスタ Q 1 , Q 5 への駆動信号の出力を停止させる制御信号を出力して、各電磁コイル 2 1 A , 2 1 C , 2 1 D , 2 1 F への通電を停止させる（ステップ S 8）。

20

30

【 0 0 2 9 】

前記通電停止の設定時間が経過したときに、制御部 3 0 は、第 2 接続端子 2 2 B から第 3 接続端子 2 2 C に向け電流を流す制御信号をドライブ回路 3 1 に対し出力して、第 2 および第 6 スwitchングトランジスタ Q 2 , Q 6 を共にオンさせることにより、第 2 接続端子 2 2 B から第 3 接続端子 2 2 C に向け電流を流す（ステップ S 9）。したがって、図 6（d）に示すように、第 3 および第 6 電磁コイル 2 1 C , 2 1 F は、正方向に電流が流れて N 極に励磁され、かつ、第 2 および第 5 電磁コイル 2 1 B , 2 1 E は、逆方向に電流が流れて S 極に励磁されるため、N 極の第 1 および第 5 磁極体 1 8 A , 1 8 E には、それぞれ対向する同極の第 6 および第 3 電磁コイル 2 1 F , 2 1 C に対し反発力が発生するとともに、S 極の第 4 および第 8 磁極体 1 8 D , 1 8 H は、近接する同極の第 2 および第 5 電磁コイル 2 1 B , 2 1 E により回転円板 1 7 を左回りに回転させる方向に反発力を受ける。これにより、羽根 1 1 は、左回りに回転する回転円板 1 7 を介して左方に揺動される。

40

【 0 0 3 0 】

制御部 3 0 は、前記制御信号を出力したのち、第 1 および第 2 位置検出センサ 2 3 A , 2 3 B が共にオフしたか否かの判別（ステップ S 1 0）を、所定時間が経過したと判別（ステップ S 1 1）するまで行う。回転円板 1 7 が左回りに回転して羽根 1 1 の向き F が鉛直下方向となる位置まで達したときには、図 6（a）の図示状態と同一となり、S 極の第 4 および第 8 磁極体 1 8 D , 1 8 H が N 極に励磁された第 3 および第 6 電磁コイル 2 1 C , 2 1 F に吸引されて対向し、かつ、N 極の第 3 および第 7 磁極体 1 8 C , 1 8 G が S 極に励磁された第 2 および第 5 電磁コイル 2 1 B , 2 1 E に吸引されて対向する。

50

【 0 0 3 1 】

このとき、制御部 30 は、第 1 および第 2 位置検出センサ 23 A , 23 B が共に N 極の第 7 および第 1 磁極体 18 G , 18 A が対向することによって共にオフしたのを判別し、ドライブ回路 31 に対しスイッチングトランジスタ Q 2 , Q 6 への駆動信号の出力を停止させる制御信号を出力して、各電磁コイル 21 B , 21 C , 21 G , 21 F への通電を停止する (ステップ S 12)。

【 0 0 3 2 】

続いて、制御部 30 は、第 3 接続端子 22 C から第 1 接続端子 22 A に向け電流を流す制御信号をドライブ回路 31 に対し出力して、第 3 および第 4 スwitchングトランジスタ Q 3 , Q 4 を共にオンさせることにより、第 3 接続端子 22 C から第 1 接続端子 22 A に向け電流を流す (ステップ S 13)。これにより、図 6 (e) に示すように、第 2 および第 5 電磁コイル 21 B , 21 E は、正方向に電流が流れることにより N 極に励磁され、かつ、第 1 および第 4 電磁コイル 21 A , 21 D は、逆方向に電流が流れることにより S 極に励磁されるため、N 極の第 3 および第 7 磁極体 18 C , 18 G には、対向する同極の第 2 および第 5 電磁コイル 21 B , 21 E に対し反発力が発生するとともに、S 極の第 2 および第 6 磁極体 18 B , 18 F は、近接する同極の第 1 および第 4 電磁コイル 21 A , 21 D により回転円板 17 を左回りに回転させる方向に反発力を受ける。これにより、羽根 11 は、左回りに回転する回転円板 17 を介して左方に向け揺動される。

【 0 0 3 3 】

制御部 30 は、前記制御信号を出力したのち、第 2 位置検出センサ 23 B がオンしたか否かの判別 (ステップ S 14) を、所定時間が経過したと判別する (ステップ S 15) まで行う。回転円板 17 が図 6 (e) の位置から左回りに 30 ° 回転して図 6 (f) に示す羽根 11 の向き F が左下方となる位置まで達したときには、S 極の第 2 および第 6 磁極体 18 B , 18 F が N 極に励磁されている第 2 および第 5 電磁コイル 21 B , 21 E に吸引されて近接対向し、かつ、N 極の第 1 および第 5 磁極体 18 A , 18 E が S 極に励磁されている第 1 および第 4 電磁コイル 21 A , 21 D に吸引されて近接対向する。このとき、第 2 位置検出センサ 23 B は、対向した S 極の第 8 磁極体 18 H を検出してオンする。

【 0 0 3 4 】

制御部 30 は、第 2 位置検出センサ 23 B がオンしたことにより回転円板 17 が鉛直下方位置から左方に向け所定角度 $\theta 2 = 30^\circ$ だけ揺動したと判別 (ステップ S 14) したときに、ドライブ回路 31 に対し各スイッチングトランジスタ Q 3 , Q 4 への駆動信号の出力を停止させる制御信号を出力して、各電磁コイル 21 A , 21 B , 21 D , 21 E への通電を所定時間の間停止させる (ステップ S 16)。

【 0 0 3 5 】

そののち、制御部 30 は、回転円板 17 が図 6 (f) の位置に達した状態において、第 2 接続端子 22 B から第 3 接続端子 22 C に向け電流を流す制御信号をドライブ回路 31 に対し出力して、第 2 および第 6 スwitchングトランジスタ Q 2 , Q 6 をオンさせることにより、第 2 接続端子 22 B から第 3 接続端子 22 C に向け電流を流す (ステップ S 17)。これにより、回転円板 17 が図 6 (f) の位置において、第 3 および第 6 電磁コイル 21 C , 21 F は、正方向に電流が流れて N 極に励磁され、かつ、第 2 および第 5 電磁コイル 21 B , 21 E は、逆方向に電流が流れて S 極に励磁されるため、S 極の第 2 および第 6 磁極体 18 B , 18 F には、対向する同極の第 2 および第 5 電磁コイル 21 B , 21 E に対し反発力が発生するとともに、N 極の第 3 および第 7 磁極体 18 C , 18 G は、近接する同極の第 3 および第 6 電磁コイル 21 C , 21 F により回転円板 17 を右回りに回転させる方向に反発力を受ける。これにより、羽根 11 は、右回りへ回転する回転円板 17 により右方へ向け揺動される。

【 0 0 3 6 】

制御部 30 は、前記制御信号を出力したのち、第 1 および第 2 位置検出センサ 23 A , 23 B が共にオフ状態になったか否かの判別 (ステップ S 18) を、所定時間が経過したと判別する (ステップ S 19) するまで行う。回転円板 17 が図 6 (f) の位置から右回

10

20

30

40

50

りに30°回転したときには、図6(a)と同一状態、つまり羽根11の向きFが鉛直下方向となる状態となり、N極の第3および第7磁極体18C、18GがS極の第2および第5電磁コイル21B、21Eに近接対向し、かつ、S極の第4および第8磁極体18D、18HがN極の第3および第6電磁コイル21C、21Fに近接対向し、第1および第2位置検出センサ23A、23Bは共にN極の第7および第1磁極体18G、18Aが対向することにより同時にオフ状態となる。

【0037】

制御部30は、両位置検出センサ23A、23Bが同時にオフ状態になったことにより羽根11が鉛直下方を向く位置に回転円板17が達したと判別し(ステップS18)、ドライブ回路31に対し各スイッチングトランジスタQ3、Q4への駆動信号の出力を停止させる制御信号を出力して、各電磁コイル21B、21C、21E、21Fへの通電を停止させる(ステップS20)。ここで、制御部30は、図1の羽根11が所定の60°の揺動角度θで1往復する揺動動作の一工程が終了したと判別して、レベル検出回路32をオフ駆動してローレベル信号を出力させ(ステップS21)、前記通電を停止させた時点から所定時間、例えば10秒~1分が経過するまでの間、羽根11を鉛直下方の向きFでその揺動動作を一時休止させ(ステップS22)、そののち、ステップS1にリターンして、上述したと同様の制御処理を繰り返す。

【0038】

以上は、被測定物3が羽根11に接触する検知レベルまで達していない状態での図4の制御部30による制御処理の説明である。制御部30は、図6(c)に示した第1位置検出センサ23Aのみがオンしたことに基づき、羽根11が鉛直下方の向きFに対し右方に30°の所定角度θ1だけ揺動して右限位置に達したと判別し、かつ、図6(f)に示した第2位置検出センサ23Bのみがオンしたことに基づき、羽根11が鉛直下方の向きFに対し左方に30°の所定角度θ2だけ揺動して左限位置に達したと判別する。これにより、タンク2内に投入されている被測定物3が羽根11に接触する検知レベルまで達していないと判断して、右限位置および左限位置に達した羽根11の回転方向が反転するように各電磁コイル21A~21Hを選択的に所要の磁極に励磁させるように制御するとともに、レベル検出回路32をオフ駆動してローレベル信号Lを出力させ、羽根11を60°の揺動角度θの範囲で揺動動作を継続するように制御処理する。

【0039】

一方、被測定物3が羽根11に接触する検出レベルにまで到達した場合には、被測定物3が羽根11の揺動動作の障害物となるので、羽根11は、第1または第2位置検出センサ23A、23Bの配設位置によって設定された右限位置または左限位置まで所定時間内に到達できなくなったり、揺動動作を停止する状態となる。このとき、制御部30は、所定時間が経過するまでの間に両センサ23A、23Bが共にオフ状態にならなかったと判別(ステップS2、S10、S18)するか、あるいは第1位置検出センサ23Aのオン状態または第2位置検出センサ23Bがオン状態にならなかつたと判別(ステップS6、S14)したときに、被測定物3が所定の検出レベルに達したと判断して、レベル検出回路32をオン駆動してハイレベル信号Hを出力させる(ステップS23)。

【0040】

これにより、タンク2に被測定物3を投入する搬送駆動機構(図示せず)は、レベル検出回路32から前記ハイレベル信号Hの供給を受けて駆動停止し、ブザーまたは警告灯などの報知手段(図示せず)が、前記ハイレベル信号Hの供給を受けて作動することにより、音や光により被測定物3が所定の検出レベルまで充填されたことを報知する。続いて、制御部30は、図4のメモリ33に記憶されている検出レベルの検出回数(レベル検出回路32のオン駆動の回数)を、これに「1」を加算した検出回数に更新して記憶させる(ステップS24)とともに、その検出回数を図4の表示器34に表示させる(ステップS25)。

【0041】

前記メモリ33には、前記検出回数に加えて、必要に応じて羽根11の揺動動作の累積

10

20

30

40

50

回数や累積時間などが記憶される。また、前記メモリ 33 としては、不揮発性のものが用いられおり、これにより、停電などにより電源供給が遮断した場合にもメモリ 33 の記憶データを保持することができる。メンテナンス時などには、外部操作によってメモリ 33 に記憶しているデータを表示器 34 に表示して、この表示データを参照しながら保守や点検を的確に行うことができる。

【0042】

この振子式レベル検出装置 1 では、図 1 の被測定物 3 の検出体である羽根 11 が、これの揺動中心となる水平配置の回転軸 9 に対し下向きの配置で上端を固定されて吊り下げ状態に取り付けられているとともに、この羽根 11 が、 60° の比較的小さな揺動角度 θ の範囲内で揺動されて、水平に近い状態となることがないので、タンク 2 内に上方から投入される被測定物 3 が羽根 11 に直角に当たって大きな衝撃を与えることがなく、図 1 (b) に矢印 X で示すように、被測定物 3 が羽根 11 に沿って滑りながら落下するだけである。したがって、羽根 11 は、被測定物 3 の衝突によって大きな曲げ荷重が生じることがないので、被測定物 3 によって損傷を受け難い。また、羽根 11 は、上端を揺動中心とする吊り下げ状態で設けられているので、中間部に揺動中心を有する場合のように揺動中心の両側に被測定物 3 が衝突して互いに逆方向への回動力を受けるといったことが生じないため、羽根 11 の振動が生じない。

【0043】

また、羽根 11 を揺動させる駆動源の駆動機 14 は、磁極体群 18 と、この磁極体群 18 との間で相対的な揺動運動を発生させる電磁コイル群 21 とを相対向させた配置として、電磁コイル群 21 に選択的に所定方向へ電流を流すように通電制御することにより、発生する磁界と磁極体群 18 との間の吸引力および反発力によって羽根 11 を揺動させる駆動力を発生する構成になっているので、モータや比較的多数のギヤを噛み合わせてなる減速機構などを用いる従来の回転式レベル検出装置と比較して、構成が格段に簡素化され、それに伴って故障が発生する確率が低くなる。しかも、従来のレベル検出装置のように機械式クラッチを設ける必要ないので、この機械式クラッチの滑りに起因するチャタリング音の発生が解消される。

【0044】

さらに、前記振子式レベル検出装置 1 では、駆動機 14 の磁極体群 18 と電磁コイル群 21 とが電氣的に絶縁され、かつ機械的に非連結であるので、双方の間に非磁性体の隔壁 29 を配置することが可能であるから、この隔壁 29 によりケース 4 の内部を相互間に高い気密性を有する二つの空間に仕切っている。そのため、ケース 4 の内部における磁極体群 18 や回転軸 9 などの揺動部の収納空間は、電磁コイル群 21 および駆動機 14 の収納空間に対し気密に遮断されるから、タンク 2 内の圧力が高くなった場合であっても、その圧力の影響を受け難いので、タンク 2 内の粉塵やガスなどがケース 4 における前記電磁コイル群 21 などの収納空間内に侵入することが殆どない。この効果は、隔壁 29 として、ダイヤフラムを用いてタンク 2 内の圧力を吸収するようにすれば、一層高まる。

【0045】

また、この振子式レベル検出装置 1 では、磁極体群 18 と電磁コイル群 21 とを組合せてなる駆動機 14 を用いているので、大きな回転駆動力が得られるから、駆動源として小型のモータを用いる従来の回転式レベル検出装置とは異なり、回転軸 9 とタンク 2 の取付孔 2b との間に設けたオイルシール部材 13 のシール力を或る程度大きくしても、回転軸 9 を支障なく回転させることができるから、オイルシール部材 13 により十分に高いシール性を得ることが可能であり、この点からもタンク 2 内の異物のケース 4 内部への侵入を一層確実に防止できる。

【0046】

なお、前記実施形態では、図 1 の羽根 11 の鉛直下方向の向き F を中心として左右に 30° の角度でステップ動作をさせるように電磁コイル群 21 のうちの所要のものを選択して所要の磁極に励磁させるようにしたが、羽根 11 を鉛直下方向の向き F から右方向に 30° 揺動させる際に、図 4 の第 1 接続端子 22A から第 3 接続端子 22C に向け電流が流れ

10

20

30

40

50

るように通電して、第 1 および第 4 電磁コイル 2 1 A , 2 1 Dを N 極に、かつ、第 2 および第 5 電磁コイル 2 1 B , 2 1 Eを S 極にそれぞれ励磁させることより、羽根 1 1 を、30°までの中間の 15°の位置まで揺動した時点で一旦停止させ、一方、羽根 1 1 を鉛直下方向の向き F から左方向に 30°揺動させる際に、第 1 接続端子 2 2 A から第 2 接続端子 2 2 B に向け電流が流れるように通電して、第 3 および第 6 電磁コイル 2 1 C , 2 1 Fを N 極に、かつ、第 1 および第 4 電磁コイル 2 1 A , 2 1 Dを S 極にそれぞれ励磁させることより、羽根 1 1 を、30°までの中間の 15°の位置まで揺動した時点で一時停止させるようにすることもできる。この場合には、羽根 1 1 を一層ゆっくりと揺動角度 $\theta = 60^\circ$ の範囲内で揺動動作させることができ、タンク 2 に投入される被測定物 3 が羽根 1 1 に当たったときの衝撃力をさらに低減できる。

10

【0047】

また、前記実施形態では、羽根 1 1 の揺動角度 θ を 60°に設定したが、この揺動角度 θ は、180°未満に設定すればよく、それにより、羽根 1 1 が水平位置となるのを避けることができる。但し、前記揺動角度 θ は 60°～90°の範囲に設定するのが好ましい。このような比較的小さい揺動角度 θ に設定する場合は、磁極体 1 8 として、実施形態で用いた永久磁石に代えて、電磁石を用いることもできる。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図 1】本発明の一実施形態に係る振子式レベル検出装置を示し、(a)は切断右側面図、(b)は正面図である。

20

【図 2】同上の振子式レベル検出装置における複数の磁極体の配置を示す背面図である。

【図 3】同上の振子式レベル検出装置における複数の電磁コイルの配置を示す正面図である。

【図 4】同上の電磁コイルの制御回路を示すブロック図である。

【図 5】同上の制御回路による制御処理を示すフローチャートである。

【図 6】同上の振子式レベル検出装置における電磁コイル群の正面図である。

【符号の説明】

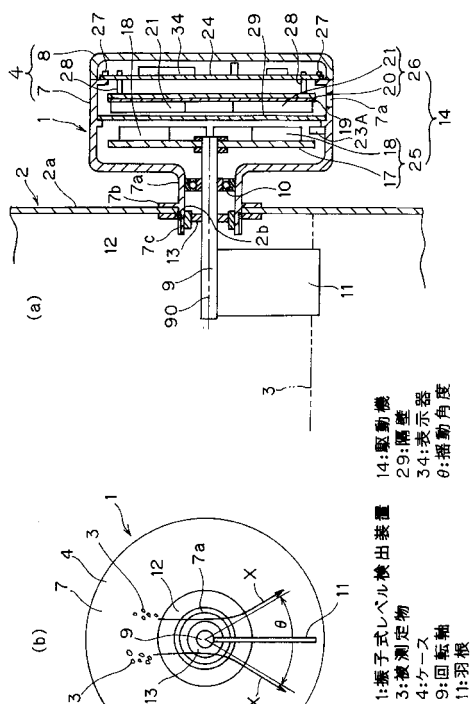
【0049】

- 1 振子式レベル検出装置
- 3 被測定物
- 4 ケース
- 9 回転軸
- 11 羽根
- 14 駆動機
- 18A～18H 磁極体
- 21A～21F 電磁コイル
- 29 隔壁
- 32 レベル検出回路
- 33 メモリ
- 34 表示器
- θ 揺動角度

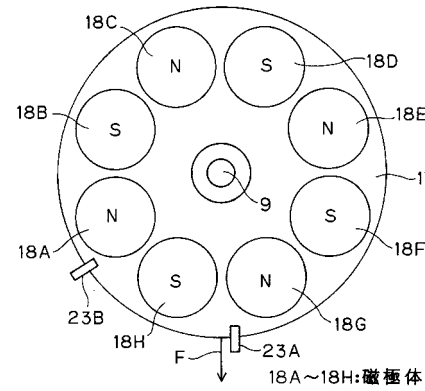
30

40

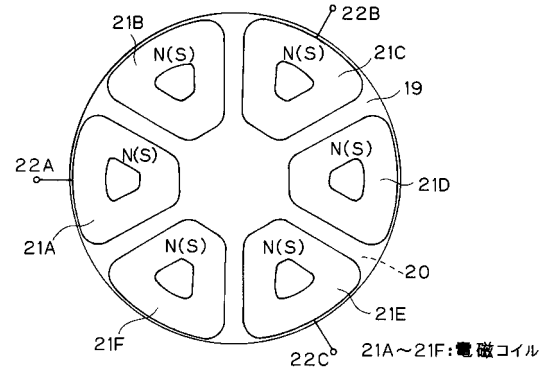
【図 1】



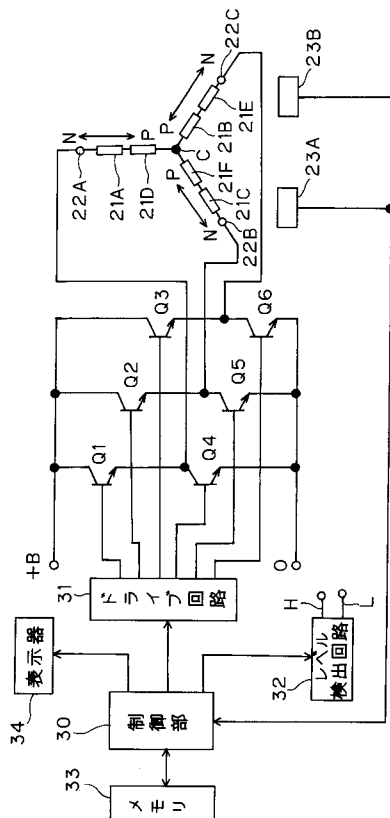
【図 2】



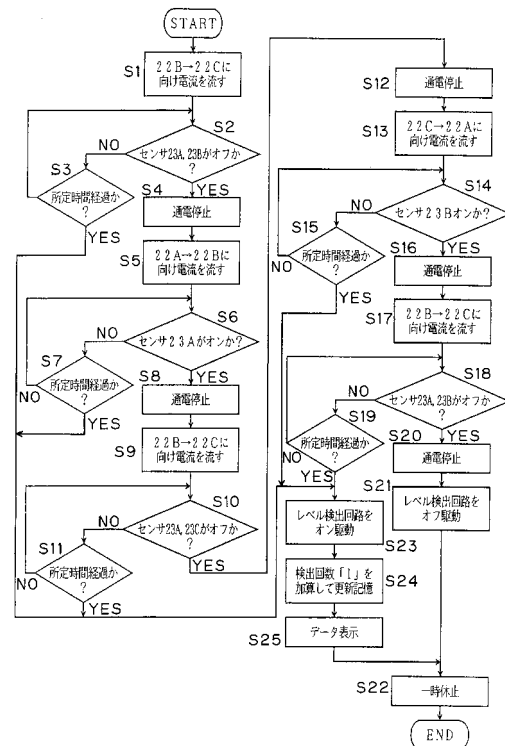
【図 3】



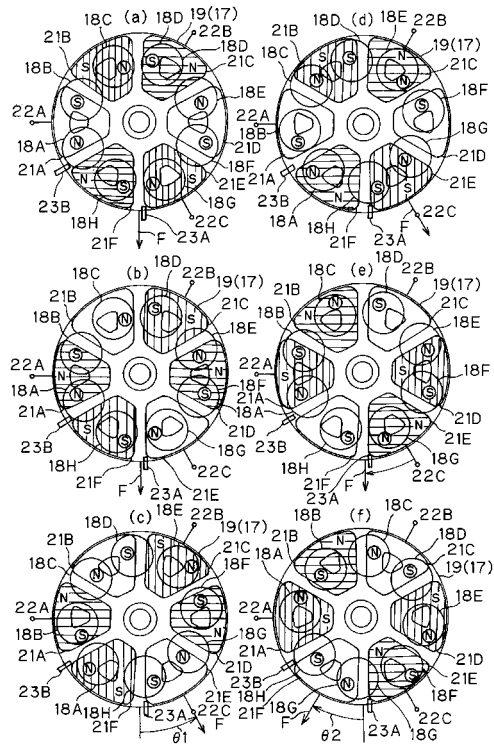
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 萱原 富士生
大阪市北区兎我野町2番14号 関西オートメーション株式会社内

審査官 藤田 年彦

(56)参考文献 実公平03-005859(JP,Y2)
特開2001-311644(JP,A)
特開平10-290557(JP,A)
特開昭54-047679(JP,A)
特公昭43-018120(JP,B1)
実開昭62-123665(JP,U)
特開平02-197291(JP,A)
特開2004-251823(JP,A)
特開2000-287427(JP,A)
実用新案登録第2510880(JP,Y2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01F 23/22