(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3862033号
(P3862033)
(45)発行日　平成18年12月27日(2006.12.27)　(24)登録日　平成18年10月6日(2006.10.6)

(51)Int.Cl.　　F I
G01B 7/00 (2006.01)　　G01B 7/00 D
G01D 5/245 (2006.01)　　G01D 5/245 101D

請求項の数 6　(全 25 頁)

(21)出願番号　特願平8-155008
(22)出願日　平成8年5月27日(1996.5.27)
(65)公開番号　特開平9-318304
(43)公開日　平成9年12月12日(1997.12.12)
審査請求日　平成15年5月9日(2003.5.9)

前置審査

(73)特許権者　597156971
株式会社アミテック
東京都八王子市東町１番６　橋完ＬＫビル
(74)代理人　100077539
弁理士　飯塚　義仁
(72)発明者　後藤　忠敏
東京都府中市新町１丁目７７番２号
(72)発明者　湯浅　康弘
東京都府中市是政５丁目１９番１号、２－７２１
(72)発明者　田中　秀一
東京都小平市小川西町５丁目２０番６号、第２田園荘２２１号
(72)発明者　赤津　伸行
東京都東大和市新堀２－１４５３－４３
最終頁に続く

(54)【発明の名称】位置検出装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
磁石と、
前記磁石に対して相対的に移動可能に設けられてなり、その相対的移動方向に沿って延びた磁性体コアと該磁性体コアに設けられた交流励磁される巻線手段とを含み、該磁性体コアにおける前記磁石の磁化力を強く受ける箇所において磁気飽和を生じるように配置されてなる検出部と
を具備し、
前記磁石と前記検出部の一方を位置検出対象たる可動部に配置し、他方を静止配置してなり、該可動部の変位に応じて該磁石と検出部の相対的位置が変化し、これに応じて前記磁性体コアにおいて磁気飽和を生じる前記箇所が変位し、前記巻線手段は複数の巻線を前記磁性体コアの異なる範囲に対応して設けてなり、前記磁気飽和箇所の変位に応じたインダクタンスの変化が各巻線に生じ、このインダクタンスの変化に基づき前記相対的位置に応じて振幅変調された複数の交流出力信号を複数の前記巻線の配置のずれに応じて異なる振幅関数特性で前記巻線手段から生じるようにしたことを特徴とする位置検出装置。
【請求項２】
磁石を可動部又は静止部の側において具備する直線型又は回転型の動力機械における位置検出装置であって、
前記磁石に対して相対的に移動可能に設けられてなり、その相対的移動方向に沿って延びた磁性体コアと該磁性体コアに設けられた交流励磁される巻線手段とを含み、該磁性体

コアにおける前記磁石の磁化力を強く受ける箇所において磁気飽和を生じるように配置されてなる検出部を具備し、

前記動力機械の前記可動部又は静止部のうち前記磁石を設けていない方に前記検出部を配置し、該可動部の変位に応じて前記磁石と前記検出部の相対的位置が変化し、これに応じて前記磁性体コアにおいて磁気飽和を生じる前記箇所が変位し、前記巻線手段は複数の巻線を前記磁性体コアの異なる範囲に対応して設けてなり、前記磁気飽和箇所の変位に応じたインダクタンスの変化が各巻線に生じ、このインダクタンスの変化に基づき前記相対的位置に応じて振幅変調された複数の交流出力信号を複数の前記巻線の配置のずれに応じて異なる振幅関数特性で前記巻線手段から生じるようにしたことを特徴とする位置検出装置。

【請求項３】

サイン関数の振幅関数を持つ第１の交流出力信号とコサイン関数の振幅関数を持つ第２の交流出力信号とを前記巻線手段より得るようにした請求項１に記載の位置検出装置。

【請求項４】

前記第１の交流出力信号と第２の交流出力信号を入力し、両信号の振幅値に相当する前記サイン関数とコサイン関数の位相値を検出する位相検出回路を更に具えたことを特徴とする請求項３に記載の位置検出装置。

【請求項５】

前記巻線手段は、１相の交流信号で、または、複数相の交流信号で励磁される請求項１乃至４いずれかに記載の位置検出装置。

【請求項６】

誘導磁界による起電力をキャンセルするためのダミー用の巻線部を前記検出部において更に具えた請求項１乃至５のいずれかに記載の位置検出装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、物体の移動位置を検出する位置検出装置に係り、特に永久磁石又は電磁石を用いた回転型又は直線型の電動機の回転位置又は直線位置を検出するように構成された位置検出装置に関する。

【０００２】

【従来の技術】

磁気抵抗変化部材を利用し、その回転位置を電圧レベルに変換することによってその磁気抵抗変化部材の回転位置を検出するものとして、回転形差動トランスが従来からよく知られている。

同じく磁気抵抗変化部材を利用し、その回転位置を位相信号に変換することによってその磁気抵抗変化部材の回転位置を検出するものとして、位相シフト方式の回転位置検出装置がよく知られている。例えば、特開昭５７－６０２１２号公報、特開昭５７－８８３１７号公報及び特公昭６２－５８４４５号公報等に示されるようなものが知られている。また、位相シフト方式の直線位置検出装置としては、実開昭５７－１３５９１７号公報、実開昭５８－１３６７１８号公報及び実開昭５９－１７５１０５号公報等に示されるようなものが知られている。

【０００３】

【発明が解決しようとする課題】

従来の磁気抵抗変化を利用した位置検出装置は、ステータ側に２組（第１及び第２）の巻線が巻回されているので、ロータから検出信号を取り出すためのスリップリングや回転トランスを設けなくてもよいという利点を有する。

しかしながら、上述のような従来の位置検出装置は磁気抵抗変化を得るために、ロータを偏心させたり、円筒形状の一部を除去して歯車状の凹凸を設けたり、ロータ自体の形状を変化させたりした特殊な形状の磁気抵抗変化部材を必須の構成要素としていた。

従って、このような位置検出装置を用いて回転型電動機の回転位置を検出する場合には、

その回転型電動機の回転軸にカップリングなどを介して位置検出装置の磁気抵抗変化部材を取り付けなければならず、位置検出装置の軸方向長さ分だけ軸方向長さが大きくなるという欠点があった。
回転型電動機の場合には、回転軸に磁気抵抗変化部材を取り付けるだけでいいが、これが直線型電動機の直線位置を検出する場合には、磁気抵抗変化部材をその直線移動範囲全体に渡って設けなければならない。直線移動範囲が数ｃｍとかの短い距離であれば、磁気抵抗変化部材を容易に設置することができるが、数ｍ単位になると、磁気抵抗変化部材を移動範囲に渡って設置することが非常に困難であるという問題を有していた。

【０００４】

本発明は、上述の点に鑑みてなされたものであり、永久磁石又は電磁石を用いた回転型又は直線型の電動機の回転位置又は直線位置を、特別な磁気抵抗変化部材などを設けることなく検出することのできる位置検出装置を提供しようとするものである。

【０００５】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る位置検出装置は、磁石と、前記磁石に対して相対的に移動可能に設けられてなり、その相対的移動方向に沿って延びた磁性体コアと該磁性体コアに設けられた交流励磁される巻線手段とを含み、該磁性体コアにおける前記磁石の磁化力を強く受ける箇所において磁気飽和を生じるように配置されてなる検出部とを具備し、前記磁石と前記検出部の一方を位置検出対象たる可動部に配置し、他方を静止配置してなり、該可動部の変位に応じて該磁石と検出部の相対的位置が変化し、これに応じて前記磁性体コアにおいて磁気飽和を生じる前記箇所が変位し、前記巻線手段は複数の巻線を前記磁性体コアの異なる範囲に対応して設けてなり、前記磁気飽和箇所の変位に応じたインダクタンスの変化が各巻線に生じ、このインダクタンスの変化に基づき前記相対的位置に応じて振幅変調された複数の交流出力信号を複数の前記巻線の配置のずれに応じて異なる振幅関数特性で前記巻線手段から生じるようにしたことを特徴とする。

磁性体コアにおいて磁気飽和が生じた箇所では該磁性体コア箇所の透磁率を空気と同程度に低下させ、また、磁性体コアに対する磁石の相対的位置の変化に伴い該磁性体コアに及ぼされる該磁石による磁化力が磁気飽和をもたらす値と磁気飽和をもたらさない値との間で漸減又は漸増変化することでその透磁率が漸減又は漸増変化し、該透磁率すなわちインダクタンスに対応した振幅の交流出力信号を各巻線手段から生じることができ、これにより位置検出が行える。

また、別の観点に従うと、本発明に係る位置検出装置は、磁石を可動部又は静止部の側において具備する直線型又は回転型の動力機械における位置検出装置であって、前記磁石に対して相対的に移動可能に設けられてなり、その相対的移動方向に沿って延びた磁性体コアと該磁性体コアに設けられた交流励磁される巻線手段とを含み、該磁性体コアにおける前記磁石の磁化力を強く受ける箇所において磁気飽和を生じるように配置されてなる検出部を具備し、前記動力機械の前記可動部又は静止部のうち前記磁石を設けていない方に前記検出部を配置し、該可動部の変位に応じて前記磁石と前記検出部の相対的位置が変化し、これに応じて前記磁性体コアにおいて磁気飽和を生じる前記箇所が変位し、前記巻線手段は複数の巻線を前記磁性体コアの異なる範囲に対応して設けてなり、前記磁気飽和箇所の変位に応じたインダクタンスの変化が各巻線に生じ、このインダクタンスの変化に基づき前記相対的位置に応じて振幅変調された複数の交流出力信号を複数の前記巻線の配置のずれに応じて異なる振幅関数特性で前記巻線手段から生じるようにしたことを特徴とする。この場合も、上述と同様の理由により、動力機械における直線又は回転位置検出を行うことができる。また、この場合、磁石としては、直線型又は回転型の動力機械が元々その構成要素として具備している駆動用の磁石群を用いることができるので、検出要素を格別に設ける必要がなく、極めて簡便に、位置検出機能付きの動力機械を提供することができる。すなわち、直線形電動機や回転形電動機などには、推進力や回転力などの駆動力を得るために電磁石や永久磁石が設けられており、また、これらの磁石はそれぞれ所定のピッチで配設されている。そこで、この発明では、このような電動機の構成要素である既存

の磁石群を磁気抵抗変化部材として用いることができるので、極めて有利である。

【０００６】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照してこの発明の実施の形態を説明する。

図１は、本発明に係る位置検出装置の一実施の形態に係る直線位置検出装置の概略構成を示す一部断面図である。直線位置検出装置１は基本的には円柱状鉄心２と、その周囲に所定条件で巻回された巻線部３とから構成される。鉄心２は、比透磁率が大きく、保磁力の小さな珪素鋼などである。なお、鉄心２は円柱状の珪素鋼以外でもよく、珪素鋼板を積層して形成された直方体の鉄心でもよく、その形状はどのようなものでもよい。巻線部３は、所定の交流信号によって励磁される複数の１次巻線Ｐ１～Ｐ５と、所定方向Ｘに所定の位置関係となるように巻回された複数の２次巻線Ｓ１～Ｓ４とからなる。

図２は１次巻線Ｐ１～Ｐ５及び２次巻線Ｓ１～Ｓ４の結線状態を示す図である。これから分かるように１次巻線Ｐ１～Ｐ５は１相の交流信号ｓｉｎωｔ（ｃｏｓωｔでもよい）によって共通に励磁されるものであればよく、１次巻線Ｐ１～Ｐ５の数は、１又は適宜の複数であってもよく、その配置も適宜であってよい。しかし、複数の１次巻線Ｐ１～Ｐ５を適宜に分離して、例えば図１に示されるように各２次巻線Ｓ１～Ｓ４をそれぞれの間に挟むように、配置することは、１次巻線によって発生する磁束を個別の２次巻線Ｓ１～Ｓ４に対して有効に及ぼすことができるので、好ましい実施の形態であると言える。また、２次巻線Ｓ１と２次巻線Ｓ３、２次巻線Ｓ２と２次巻線Ｓ４がそれぞれ差動的に動作するように結線される。

【０００７】

直線位置検出装置１は、鉄心２と巻線部３だけでは、位置検出を行うことはできない。すなわち、直線位置検出装置１は、検出対象たる機械系がリニアモータの場合には、そのリニアモータの移動子側（図示せず）に連結されて、この移動子の直線位置の変化に連動して直線的にかつ往復的に変位するようになっている。この実施の形態では、リニアモータを構成する移動子が、図１のような複数の磁石３１、３２、・・・のＮ極及びＳ極の交互配列されたレール３０上を移動するように構成されていなければならない。すなわち、レール３０を構成する磁石３１と磁石３２に注目してみれば、両者の接続部分では磁束が密となり、磁石３１と磁石３２のそれぞれの中央付近では磁束が疎となる。従って、レール３０上には、磁束の密な部分と疎な部分とが所定ピッチＰで交互に並んでいることになる。

【０００８】

磁石３１、３２、・・・のＮ極及びＳ極の交互配列のピッチをＰとした場合、２次巻線Ｓ１～Ｓ４は次のように配置されなければならない。すなわち、２次巻線Ｓ３は２次巻線Ｓ１に対してピッチＰの２分の１（Ｐ／２）の整数倍だけ離れた位置関係（すなわち、Ｓ３＝Ｓ１＋（Ｐ／２＋ｎＰ））に、２次巻線Ｓ２は２次巻線Ｓ１に対してピッチの４分の１（Ｐ／４）の整数倍だけ離れた位置関係（すなわち、Ｓ２＝Ｓ１＋（Ｐ／４＋ｎＰ））に、２次巻線Ｓ４は２次巻線Ｓ２に対してピッチＰの２分の１（Ｐ／２）の整数倍だけ離れた位置関係（すなわち、Ｓ３＝Ｓ１＋（Ｐ／２＋ｎＰ）となるように、それぞれ鉄心２に巻回されなければならない。

レール３０上の磁石３１、３２、・・・の配列周期ピッチＰを電気角の３６０度とすれば、２次巻線Ｓ３は２次巻線Ｓ１に対して電気角で１８０度だけ位相がずれ、２次巻線Ｓ２は２次巻線Ｓ１に対して電気角で９０度だけ位相がずれ、２次巻線Ｓ４は２次巻線Ｓ２に対して電気角で１８０度だけ位相がずれることを意味する。この関係を三角関数で表すと、２次巻線Ｓ１がサイン関数（ｓｉｎ）、２次巻線Ｓ３がマイナスサイン関数（－ｓｉｎ）、２次巻線Ｓ２がコサイン関数（ｃｏｓ）、２次巻線Ｓ４がマイナスコサイン関数（－ｃｏｓ）となる。

【０００９】

従って、検出対象たる移動子すなわち直線位置検出装置１の直線位置の変化に応じて、レール３０上の磁束の疎密部分が交互に直線位置検出装置１の鉄心２及び巻線部３に影響

を与える。すなわち、磁束の密な部分に２次巻線が位置すると、その部分の鉄心２には磁石からの磁束が密に通過するようになるので、密な部分に位置する２次巻線の１次巻線に対する磁気的結合力は弱くなる。これは、鉄心２つまり磁性体コアにおける磁石３１，３２、・・・の磁化力Ｈを最も強く受ける箇所（Ｎ極とＳ極の境目）において磁気飽和を生じ、その箇所では鉄心２つまり磁性体コアの透磁率を空気と同程度に低下させるからである。すなわち、鉄心２を通過する磁束が磁石からの磁束によって密になるため、その部分の鉄心２が磁気飽和状態となり、あたかも鉄心の存在しない空心状態の磁気的結合（つまり透磁率若しくはインダクタンス）を示すようになるからである。従って、磁束の密な部分すなわち磁石３１と磁石３２の接続部分に２次巻線が位置する場合には、２次起電力は最も低くなる。一方、磁気飽和を生じさせる箇所から離れるにつれて、その部分では磁石による磁束が相対的に疎となり、磁気飽和を生じさせないようになるので、その部分の鉄心２には、磁石からの磁束つまり磁化力Ｈが減少するようになり、鉄心２つまり磁性体コアの透磁率が漸次増加し（鉄本来のものに復帰し）、その部分に対応する２次起電力は相対的に増加する。このように、鉄心２つまり磁性体コアに対する磁石の近接に応じて、磁気飽和を起こさない部分に対応する比較的高い透磁率から、磁気飽和を起した部分に対応する空心に相当する低い透磁率まで、その透磁率つまりインダクタンスが漸次変化することとなる。

【００１０】

従って、２次巻線Ｓ１に誘起される出力交流信号は、直線位置検出装置１とレール３０との相対的直線位置の関係に応じて変化する。すなわち、検出対象となる移動子とレール３０との相対的直線位置に応じて振幅変調された誘導出力交流信号が、各２次巻線Ｓ１～Ｓ４の配置のずれに応じて異なる振幅関数特性で、各２次巻線Ｓ１～Ｓ４に誘起される。各２次巻線Ｓ１～Ｓ４に誘起される各誘導出力交流信号は、図２のように１次巻線Ｐ１～Ｐ５が１相の交流信号ｓｉｎωｔによって共通に励磁されると、その電気的位相が同相であり、その振幅関数がレール３０の磁石の磁束の疎密の繰り返しピッチＰに相当する変位量を１サイクルとして周期的にそれぞれ変化する。

【００１１】

４つの２次巻線Ｓ１～Ｓ４は、前述のようにレール３０の繰り返しピッチＰの範囲内において所定の間隔で配置されており、それぞれの２次巻線Ｓ１～Ｓ４に生じる誘導出力交流信号の振幅関数は、所望の特性を示すようになっている。例えば、レゾルバタイプの位置検出装置として構成する場合は、２次巻線Ｓ１～Ｓ４に生じる誘導出力交流信号の振幅関数が、サイン関数（ｓｉｎ）、コサイン関数（ｃｏｓ）、マイナスサイン関数（－ｓｉｎ）、マイナスコサイン関数（－ｃｏｓ）、にそれぞれ相当するように設定する。なお、種々の条件によって、各巻線の配置は微妙に変わり得るので、希望の関数特性が得られるように各巻線配置を適宜調整したり、あるいは２次出力レベルを電気的増幅によって調整して、希望の振幅関数特性が最終的に得られるようにしてもよい。

【００１２】

例えば、２次巻線Ｓ１の出力がサイン関数（ｓｉｎ）に対応すると、これに対してＰ／２だけずれて配置された２次巻線Ｓ３の出力はマイナスサイン関数（－ｓｉｎ）に対応し、この両者の出力を差動的に合成することによりサイン関数の振幅関数を持つ第１の出力交流信号が得られる。また、サイン関数出力に対応する２次巻線Ｓ１からＰ／４ずれて配置された２次巻線Ｓ２の出力はコサイン関数（ｃｏｓ）に対応し、これに対してＰ／２だけずれて配置された２次巻線Ｓ４の出力はマイナスコサイン関数（－ｃｏｓ）に対応し、この両者の出力を差動的に合成することによりコサイン関数の振幅関数を持つ第２の出力交流信号が得られる。

【００１３】

図２は巻線部３の結線図を示す図であり、１次巻線Ｐ１～Ｐ５には共通の励磁交流信号ｓｉｎωｔが印加される。この１次巻線Ｐ１～Ｐ５の励磁に応じて、巻線部３の各２次巻線Ｓ１～Ｓ４とレール３０との相対的位置に応じた振幅値を持つ交流信号が各２次巻線Ｓ１～Ｓ４に誘導される。夫々の誘導電圧レベルは検出対象直線位置に対応して２相の関数特

性ｓｉｎθ，ｃｏｓθ及びそのマイナスの関数特性－ｓｉｎθ，－ｃｏｓθを示す。すなわち、各２次巻線Ｓ１～Ｓ４の誘導出力信号は、検出対象直線位置に対応して２相の関数特性ｓｉｎθ，ｃｏｓθ及びそのマイナスの関数特性－ｓｉｎθ，－ｃｏｓθで振幅変調された状態で夫々出力される。なお、θはｘに比例しており、例えば、θ＝２π（Ｘ／Ｐ）のような関係である。説明の便宜上、巻線の巻数等、その他の条件に従う係数は省略し、２次巻線Ｓ１をサイン相として、その出力信号を「ｓｉｎθ＊ｓｉｎωｔ」で示し、２次巻線Ｓ２をコサイン相として、その出力信号を「ｃｏｓθ＊ｓｉｎωｔ」で示す。また、２次巻線Ｓ３をマイナスサイン相として、その出力信号を「－ｓｉｎθ＊ｓｉｎωｔ」で示し、２次巻線Ｓ４をマイナスコサイン相として、その出力信号を「－ｃｏｓθ＊ｓｉｎωｔ」で示す。サイン相とマイナスサイン相の誘導出力を差動的に合成することによりサイン関数の振幅関数を持つ第１の出力交流信号（２ｓｉｎθ＊ｓｉｎωｔ）が得られる。また、コサイン相とマイナスコサイン相の誘導出力を差動的に合成することによりコサイン関数の振幅関数を持つ第２の出力交流信号（２ｃｏｓθ＊ｓｉｎωｔ）が得られる。なお、表現の簡略化のために、係数「２」を省略して、以下では、第１の出力交流信号を「ｓｉｎθ＊ｓｉｎωｔ」で表わし、第２の出力交流信号を「ｃｏｓθ＊ｓｉｎωｔ」で表わす。

【００１４】

こうして、検出対象直線位置ｘに対応する第１の関数値ｓｉｎθを振幅値として持つ第１の出力交流信号Ａ＝ｓｉｎθ＊ｓｉｎωｔと、同じ検出対象直線位置ｘに対応する第２の関数値ｃｏｓθを振幅値として持つ第２の出力交流信号Ｂ＝ｃｏｓθ＊ｓｉｎωｔとが出力される。このような巻線構成によれば、回転型位置検出装置である従来知られたレゾルバにおいて得られるのと同様の、同相交流であって２相の振幅関数を持つ２つの出力交流信号（サイン出力とコサイン出力）を直線位置検出装置において得ることができることが理解できる。従って、本発明の直線位置検出装置１において得られる２相の出力交流信号（Ａ＝ｓｉｎθ＊ｓｉｎωｔとＢ＝ｃｏｓθ＊ｓｉｎωｔ）は、従来から公知のレゾルバ出力の処理方法と同様の扱いをすることができる。

また、上記のように、４つの２次巻線Ｓ１～Ｓ４をレール３０の磁石のくり返しピッチＰの範囲内において所定の間隔で配置した構成は、巻線部３全体のサイズを磁石の１片の範囲に略対応する比較的小さなサイズに収めることができるので、直線位置検出装置全体の構成を小型化することに役立つ。

【００１５】

上述の通り、本発明に係る直線位置検出装置１によれば、リニアタイプの位置検出装置でありながら、回転型レゾルバと同様の２相の出力交流信号（Ａ＝ｓｉｎθ＊ｓｉｎωｔとＢ＝ｃｏｓθ＊ｓｉｎωｔ）を巻線部３の２次巻線Ｓ１～Ｓ４から出力することができる。従って、適切なディジタル位相検出回路を適用して、前記サイン関数ｓｉｎθとコサイン関数ｃｏｓθの位相値θをディジタル位相検出によって検出し、これに基づき直線位置ｘの位置検出データを得ることができる。

【００１６】

例えば、図３は、公知のＲ－Ｄ（レゾルバ－ディジタル）コンバータを適用した例を示す。巻線部３の２次巻線Ｓ１～Ｓ４から出力されるレゾルバタイプの２相の出力交流信号Ａ＝ｓｉｎθ＊ｓｉｎωｔとＢ＝ｃｏｓθ＊ｓｉｎωｔが、それぞれアナログ乗算器３０，３１に入力される。順次位相発生回路３２は位相角φのディジタルデータを発生し、それをサイン・コサイン（ｓｉｎ・ｃｏｓ）発生回路３３に出力する。サイン・コサイン発生回路３３は位相角φに対応するサイン値ｓｉｎφとコサイン値ｃｏｓφのアナログ信号を発生し、それを乗算器３０及び３１に出力する。乗算器３０は、サイン相の出力交流信号Ａ＝ｓｉｎθ＊ｓｉｎωｔに対してサイン・コサイン発生回路３３からのコサイン値ｃｏｓφを乗算し、「ｃｏｓφ＊ｓｉｎθ＊ｓｉｎωｔ」を生成する。もう一方の乗算器３１は、コサイン相の出力交流信号Ｂ＝ｃｏｓθ＊ｓｉｎωｔに対してサイン・コサイン発生回路３３からのサイン値ｓｉｎφを乗算し、「ｓｉｎφ＊ｃｏｓθ＊ｓｉｎωｔ」を生成する。引算器３４は、両乗算器３０，３１からの出力信号の差を求め、それを順次位相発

生回路３２に出力する。

【００１７】

順次位相発生回路３２は、この引算器３４からの出力によって位相発生動作を次のように制御する。すなわち、順次位相発生回路３２はその発生位相角φを最初は０にリセットし、以後順次増加していき、引算器３４の出力が０になったとき増加を停止する。引算器３４の出力が０になるのは、「ｃｏｓφ＊ｓｉｎθ＊ｓｉｎωｔ」＝「ｓｉｎφ＊ｃｏｓθ＊ｓｉｎωｔ」が成立したとき、すなわち、φ＝θが成立した時である。この時には、順次移相発生回路３２から出力される位相角φのディジタルデータと出力交流信号Ａ，Ｂの振幅関数の位相角θのディジタル値とが一致している。従って、任意のタイミングで周期的にリセットトリガを与えて順次位相発生回路３２の発生する位相角φを０にリセットしてから、位相角φのインクリメントを開始し、引算器３４の出力が０になったときに、そのインクリメント処理を停止し、位相角θのディジタルデータを得る。

なお、順次位相発生回路３２をアップダウンカウンタ及びＶＣＯを含んで構成し、引算器３４の出力によってＶＣＯを駆動してアップダウンカウンタのアップ／ダウンカウント動作を制御するようにすることが知られており、その場合は、周期的なリセットトリガは不要である。

【００１８】

温度変化等によって巻線部３の１次及び２次巻線のインピーダンスが変化することにより２次出力交流信号における電気的交流位相ωｔに誤差が生じるが、図３のような位相検出回路においては、ｓｉｎωｔの位相誤差は自動的に相殺されるので、望ましい。これに対して、従来知られた２相交流信号（例えばｓｉｎωｔとｃｏｓωｔ）で励磁することにより１相の出力交流信号に電気的位相シフトが生じるようにした方式では、そのような温度変化等に基づく出力位相誤差を除去することができない。

ところで、上記のような従来のＲ－Ｄコンバータからなる位相検出回路は、追従比較方式であるため、φを追従カウントするときのクロック遅れが生じ、応答性能の点で問題がある。

そこで、本発明者等は、以下に述べるような新規な位相検出回路を開発したので、これを使用することが望ましい。

【００１９】

図４は、本発明に係る直線位置検出装置に適用される新規な位相検出回路の一実施の形態を示す図である。

図４において、検出回路部４１では、カウンタ４２で所定の高速クロックパルスＣＫをカウントし、そのカウント値に基づき励磁信号発生回路４３から励磁用の交流信号（ｓｉｎωｔ）を発生し、巻線部３の１次巻線Ｐ１～Ｐ５に与える。カウンタ４２のモジュロ数は、励磁用の交流信号の１周期に対応しており、説明の便宜上、そのカウント値の０は、基準のサイン信号ｓｉｎωｔの０位相に対応しているものとする。例えば、カウンタ４２のカウント値が０から最大値まで１巡する間で、基準のサイン信号ｓｉｎωｔの０位相から最大位相までの１周期が発生されると想定すると、その基準のサイン信号ｓｉｎωｔと同じ位相で励磁用の交流信号ｓｉｎωｔが、励磁信号発生回路４３から発生される。巻線部３の２次巻線Ｓ１～Ｓ４から出力される２相の出力交流信号Ａ＝ｓｉｎθ＊ｓｉｎωｔとＢ＝ｃｏｓθ＊ｓｉｎωｔは、検出回路部４１に入力する。

【００２０】

検出回路部４１において、位相シフト回路４４は、第１の交流出力信号Ａ＝ｓｉｎθ＊ｓｉｎωｔを入力し、その電気的位相を所定量だけ位相シフトし、例えば９０度進め、位相シフトされた交流信号ＡＳ＝ｓｉｎθ＊ｃｏｓωｔを出力する。また、検出回路部４１は、加算回路４５と減算回路４６とを有しており、加算回路４５は、位相シフト回路４４から出力される上記位相シフトされた交流信号ＡＳ＝ｓｉｎθ＊ｃｏｓωｔと巻線部３の２次巻線Ｓ１～Ｓ４から出力された第２の交流出力信号Ｂ＝ｃｏｓθ＊ｓｉｎωｔとを加算し、その加算結果であるＢ＋ＡＳ＝ｃｏｓθ＊ｓｉｎωｔ＋ｓｉｎθ＊ｃｏｓωｔ＝ｓｉｎ（ωｔ＋θ）なる第１の電気的交流信号Ｙ１を出力する。減算回路４６は、上記第２の

交流出力信号Ｂ＝ｃｏｓθ＊ｓｉｎωｔから上記位相シフトされた交流信号ＡＳ＝ｓｉｎθ＊ｃｏｓωｔを減算し、その減算結果であるＢ－ＡＳ＝ｃｏｓθ＊ｓｉｎωｔ－ｓｉｎθ＊ｃｏｓωｔ＝ｓｉｎ（ωｔ－θ）なる第２の電気的交流信号Ｙ２を出力する。このようにして、検出対象位置（ｘ）に対応して正方向にシフトされた電気的位相角（＋θ）を持つ第１の電気的交流信号Ｙ１＝ｓｉｎ（ωｔ＋θ）と、同じ前記検出対象位置（ｘ）に対応して負方向にシフトされた電気的位相角（－θ）を持つ第２の電気的交流信号Ｙ２＝ｓｉｎ（ωｔ－θ）とが、電気的処理によって得られる。

【００２１】

加算回路４５及び減算回路４６の出力信号Ｙ１，Ｙ２は、それぞれ対応するゼロクロス検出回路４７，４８に入力され、そこでそれぞれの出力信号Ｙ１，Ｙ２のゼロクロスが検出される。ゼロクロスの検出の方法としては、例えば、各信号Ｙ１，Ｙ２の振幅値が負から正に変化するゼロクロス点を検出すればよい。各ゼロクロス検出回路４７，４８で検出されたゼロクロス検出パルスは、ラッチパルスＬＰ１，ＬＰ２として、ラッチ回路４９及び５０に出力される。ラッチ回路４９，５０は、カウンタ４２からのカウント値をそれぞれのラッチパルスＬＰ１，ＬＰ２のタイミングでラッチする。前述のように、カウンタ４２のモジュロ数は励磁用の交流信号の１周期に対応しており、そのカウント値の０は基準のサイン信号ｓｉｎωｔの０位相に対応しているものとしたので、各ラッチ回路４９，５０にラッチしたデータＤ１，Ｄ２は、それぞれ、基準のサイン信号ｓｉｎωｔに対する各出力信号Ｙ１，Ｙ２の位相ずれに対応している。各ラッチ回路４９，５０の出力は誤差計算回路５１に入力されて、「（Ｄ１＋Ｄ２）／２」の計算が行なわれ、位相変動誤差±ｄが算出される。なお、この計算は、実際は、「Ｄ１＋Ｄ２」のバイナリデータの加算結果を１ビット下位にシフトすることで行われる。

【００２２】

ここで、巻線部３と検出回路部４１との間の配線ケーブル長の長短による影響や、巻線部３の各１次及び２次巻線において温度変化等によるインピーダンス変化が生じていることを考慮して、その出力信号の位相変動誤差を「±ｄ」で示すと、検出回路部４１における上記各信号は次のように表わされる。

Ａ＝ｓｉｎθ＊ｓｉｎ（ωｔ±ｄ）
ＡＳ＝ｓｉｎθ＊ｃｏｓ（ωｔ±ｄ）
Ｂ＝ｃｏｓθ＊ｓｉｎ（ωｔ±ｄ）
Ｙ１＝ｓｉｎ（ωｔ±ｄ＋θ）
Ｙ２＝ｓｉｎ（ωｔ±ｄ－θ）
Ｄ１＝±ｄ＋θ
Ｄ２＝±ｄ－θ

【００２３】

すなわち、各位相ずれ測定データＤ１，Ｄ２は、基準のサイン信号ｓｉｎωｔを基準位相に使用して位相ずれカウントを行なうので、上記のように位相変動誤差「±ｄ」を含む値が得られてしまう。そこで、誤差計算回路５１において、「（Ｄ１＋Ｄ２）／２」の計算を行なうことにより、

$$(D1+D2)/2 = \{(\pm d+\theta)+(\pm d-\theta)\}/2$$
$$= \pm 2d/2 = \pm d$$

により、位相変動誤差「±ｄ」を算出することができる。

誤差計算回路５１で求められた位相変動誤差「±ｄ」のデータは、減算回路５２に与えられ、一方の位相ずれ測定データＤ１から減算される。すなわち、減算回路５２では、「Ｄ１－（±ｄ）」の減算が行なわれるので、

Ｄ１－（±ｄ）＝±ｄ＋θ－（±ｄ）＝θ

となり、位相変動誤差「±ｄ」を除去した正しい検出位相差θを示すディジタルデータが得られる。このように、図４の位相検出回路によれば、位相変動誤差「±ｄ」が相殺されて、検出対象位置ｘに対応する正しい位相差θのみが抽出されることが理解できる。

【００２４】
この点を図５を用いて更に説明する。図５においては、位相測定の基準となるサイン信号ｓｉｎωｔと前記第１及び第２の交流信号Ｙ１，Ｙ２の０位相付近の波形を示しており、図５（Ａ）は位相変動誤差がプラス（＋ｄ）の場合、図５（Ｂ）はマイナスの場合（－ｄ）を示す。図５（Ａ）の場合、基準のサイン信号ｓｉｎωｔの０位相に対して第１の信号Ｙ１の０位相は「θ＋ｄ」だけ進んでおり、これに対応する位相差検出データＤ１は「θ＋ｄ」に相当する位相差を示す。また、基準のサイン信号ｓｉｎωｔの０位相に対して第２の信号Ｙ２の０位相は「－θ＋ｄ」だけ遅れており、これに対応する位相差検出データＤ２は「－θ＋ｄ」に相当する位相差を示す。この場合、誤差計算回路５１では、

$$(D1+D2)/2=\{(+d+\theta)+(+d-\theta)\}/2$$
$$=+2d/2=+d$$

により、位相変動誤差「＋ｄ」を算出する。そして、減算回路５２により、
Ｄ１－（＋ｄ）＝＋ｄ＋θ－（＋ｄ）＝θ
が計算され、正しい位相差θが抽出される。

【００２５】
図５（Ｂ）の場合、基準のサイン信号ｓｉｎωｔの０位相に対して第１の信号Ｙ１の０位相は「θ－ｄ」だけ進んでおり、これに対応する位相差検出データＤ１は「θ－ｄ」に相当する位相差を示す。また、基準のサイン信号ｓｉｎωｔの０位相に対して第２の信号Ｙ２の０位相は「－θ－ｄ」だけ遅れており、これに対応する位相差検出データＤ２は「－θ－ｄ」に相当する位相差を示す。この場合、誤差計算回路５１では、

$$(D1+D2)/2=\{(-d+\theta)+(-d-\theta)\}/2$$
$$=-2d/2=-d$$

により、位相変動誤差「－ｄ」を算出する。そして、減算回路５２により、
Ｄ１－（－ｄ）＝－ｄ＋θ－（－ｄ）＝θ
が計算され、正しい位相差θが抽出される。
なお、減算回路５２では、「Ｄ２－（±ｄ）」の減算を行なうようにしてもよく、原理的には上記と同様に正しい位相差θを反映するデータ（－θ）が得られる。

【００２６】
また、図５からも理解できるように、第１の信号Ｙ１と第２の信号Ｙ２との間の電気的位相差は２θであり、常に、両者における位相変動誤差「±ｄ」を相殺した正確な位相差θの２倍の値を示していることになる。従って、図４におけるラッチ回路４９，５０及び誤差計算回路５１及び減算回路５２等を含む回路部分の構成を、信号Ｙ１，Ｙ２の電気的位相差２θをダイレクトに求めるような構成に変更してもよい。例えば、ゼロクロス検出回路４７から出力される第１の信号Ｙ１の０位相に対応するパルスＬＰ１の発生時点から、ゼロクロス検出回路４８から出力される第２の信号Ｙ２の０位相に対応するパルスＬＰ２の発生時点までの間を適宜の手段でゲートし、このゲート期間をカウントすることにより、位相変動誤差「±ｄ」を相殺した、電気的位相差（２θ）に対応するディジタルデータを得ることができるので、これを１ビット下位にシフトすれば、θに対応するデータを得ることができる。

【００２７】
ところで、この実施の形態では、＋θをラッチするためのラッチ回路４９と、－θをラッチするためのラッチ回路５０とでは、同じカウンタ４２の出力をラッチするようにしており、ラッチしたデータの正負符号については特に言及していない。しかし、データの正負符号については、本発明の趣旨に沿うように、適宜の設計的処理を施せばよい。例えば、カウンタ４２のモジュロ数が４０９６（１０進数表示）であるとすると、そのディジタルカウント０～４０９５を０度～３６０度の位相角度に対応させて適宜に演算処理を行なうようにすればよい。最も単純な設計例は、カウンタ４２のカウント出力の最上位ビットを符号ビットとし、ディジタルカウント０～２０４７を＋０度～＋１８０度に対応させ、デ

ィジタルカウント２０４８～４０９５を－１８０度～－０度に対応させて、演算処理を行なうようにしてもよい。あるいは、別の例として、ラッチ回路５０の入力データ又は出力データを２の補数に変換することにより、ディジタルカウント４０９５～０を－３６０度～－０度の負の角度データ表現に対応させるようにしてもよい。

【００２８】

ところで、検出対象位置ｘが静止状態のときは特に問題ないのであるが、検出対象位置ｘが時間的に変化するときは、それに対応する位相角θも時間的に変動することになる。その場合、加算回路４５及び減算回路４６の各出力信号Ｙ１，Ｙ２の位相ずれ量θが一定値ではなく、移動速度に対応して時間的に変化する動特性を示すものとなり、これをθ（ｔ）で示すと、各出力信号Ｙ１，Ｙ２は、

Ｙ１＝ｓｉｎ｛ωｔ±ｄ＋θ（ｔ）｝

Ｙ２＝ｓｉｎ｛ωｔ±ｄ－θ（ｔ）｝

となる。すなわち、基準信号ｓｉｎωｔの周波数に対して、進相の出力信号Ｙ１は＋θ（ｔ）に応じて周波数が高くなる方向に周波数遷移し、遅相の出力信号Ｙ２は－θ（ｔ）に応じて周波数が低くなる方向に周波数遷移する。このような動特性の下においては、基準信号ｓｉｎωｔの１周期毎に各信号Ｙ１，Ｙ２の周期が互いに逆方向に次々に遷移していくので、各ラッチ回路４９，５０における各ラッチデータＤ１，Ｄ２の計測時間基準が異なってくることになり、両データＤ１，Ｄ２を単純に回路５１，５２で演算するだけでは、正確な位相変動誤差「±ｄ」を得ることができない。

【００２９】

このような問題を回避するための最も簡単な方法は、図４の構成において、検出対象位置ｘが時間的に動いているときの出力を無視し、静止状態のときの出力のみを用いて、静止時における検出対象位置ｘを測定するように装置の機能を限定することである。すなわち、そのような限定された目的のために本発明を実施するようにしてもよいものである。

しかし、検出対象位置ｘが時間的に変化している最中であっても時々刻々の該検出対象直線位置ｘに対応する位相差θを正確に検出できるようにすることが望ましい。そこで、上記のような問題点を解決するために、検出対象直線位置ｘが時間的に変化している最中であっても時々刻々の該検出対象位置ｘに対応する位相差θを検出できるようにした改善策について図６を参照して説明する。

【００３０】

図６は、図４の検出回路部４１における誤差計算回路５１と減算回路５２の部分の変更例を抽出して示しており、他の図示していない部分の構成は図４と同様であってよい。検出対象直線位置ｘが時間的に変化している場合における位置ｘに対応する位相差θを、＋θ（ｔ）および－θ（ｔ）で表わすと、各出力信号Ｙ１，Ｙ２は前記のように表わせる。そして、夫々に対応してラッチ回路４９，５０で得られる位相ずれ測定値データＤ１，Ｄ２は、

Ｄ１＝±ｄ＋θ（ｔ）

Ｄ２＝±ｄ－θ（ｔ）

となる。

この場合、±ｄ＋θ（ｔ）は、θの時間的変化に応じて、プラス方向に０度から３６０度の範囲で繰り返し時間的に変化する。また、±ｄ－θ（ｔ）は、θの時間的変化に応じて、マイナス方向に３６０度から０度の範囲で繰り返し時間的に変化してゆく。従って、±ｄ＋θ（ｔ）≠±ｄ－θ（ｔ）のときもあるが、両者の変化が交差するときもあり、そのときは±ｄ＋θ（ｔ）＝±ｄ－θ（ｔ）が成立する。このように、±ｄ＋θ（ｔ）＝±ｄ－θ（ｔ）が成立するときは、各出力信号Ｙ１，Ｙ２の電気的位相が一致しており、かつ、夫々のゼロクロス検出タイミングに対応するラッチパルスＬＰ１，ＬＰ２の発生タイミングが一致していることになる。

【００３１】

図６において、一致検出回路５３は、各出力信号Ｙ１，Ｙ２のゼロクロス検出タイミングに対応するラッチパルスＬＰ１とＬＰ２との発生タイミングが、一致したことを検出し、

この検出に応答して一致検出パルスＥＱＰを発生する。一方、時変動判定回路５４は、適宜の手段により（例えば一方の位相差測定データＤ１の値の時間的変化の有無を検出する等の手段により）、検出対象位置ｘが時間的に変化するモードであることを判定し、この判定に応じて時変動モード信号ＴＭを出力する。

誤差計算回路５１と減算回路５２との間にセレクタ５５が設けられており、上記時変動モード信号ＴＭが発生されていないとき、つまりＴＭ＝“０”すなわち検出対象直線位置ｘが時間的に変化していないときは、セレクタ５５はその入力端Ｂに加わる誤差計算回路５１からの信号を選択して減算回路５２に出力する。このようにセレクタ５５の入力端Ｂが選択されているときの図６の回路は、図４の回路と等価的に動作する。すなわち、検出対象直線位置ｘが静止しているときは、誤差計算回路５１の出力データがセレクタ５５の入力端Ｂを介して減算回路５２に直接的に与えられ、図４の回路と同様に動作する。

【００３２】

一方、時変動モード信号ＴＭが発生されているとき、つまりＴＭ＝“１”すなわち検出対象位置ｘが時間的に変化しているときは、セレクタ５５は、その入力端Ａに加わっているラッチ回路５６からの信号を選択して減算回路５２に出力する。時変動モード信号ＴＭが“１”で、かつ一致検出パルスＥＱＰが発生されたとき、アンドゲート５７の条件が成立して、一致検出パルスＥＱＰに応答するパルスがアンドゲート５７から出力され、ラッチ回路５６に対してラッチ命令を与える。ラッチ回路５６は、このラッチ命令に応じてカウンタ４２の出力カウントデータをラッチする。ここで、一致検出パルスＥＱＰが生じるときは、カウンタ４２の出力をラッチ回路４９，５０に同時にラッチすることになるので、Ｄ１＝Ｄ２であり、ラッチ回路５６にラッチするデータは、Ｄ１又はＤ２（ただしＤ１＝Ｄ２）に相当している。

【００３３】

また、一致検出パルスＥＱＰは、各出力信号Ｙ１，Ｙ２のゼロクロス検出タイミングが一致したとき、すなわち「±ｄ＋θ（ｔ）＝±ｄ－θ（ｔ）」が成立したとき、発生されるので、これに応答してラッチ回路５６にラッチされるデータは、Ｄ１又はＤ２（ただしＤ１＝Ｄ２）に相当しているが故に、

（Ｄ１＋Ｄ２）／２

と等価である。このことは、

$$(D1+D2)/2=(\pm d+\theta(t)+\pm d-\theta(t))/2$$
$$=2(\pm d)/2=\pm d$$

であることを意味し、ラッチ回路５６にラッチされたデータは、位相変動誤差「±ｄ」を正確に示しているものであることを意味する。

【００３４】

こうして、検出対象直線位置ｘが時間的に変動しているときは、位相変動誤差「±ｄ」を正確に示すデータが一致検出パルスＥＱＰに応じてラッチ回路５６にラッチされ、このラッチ回路５６の出力データがセレクタ５５の入力Ａを介して減算回路５２に与えられる。従って、減算回路５２では、位相変動誤差「±ｄ」を除去した検出対象位置ｘのみに正確に応答するデータθ（時間的に変動する場合はθ（ｔ））を得ることができる。

なお、図６において、アンドゲート５７を省略して、一致検出パルスＥＱＰを直接的にラッチ回路５６のラッチ制御入力に与えるようにしてもよい。

また、ラッチ回路５６には、カウンタ４２の出力カウントデータに限らず、図６で破線で示すように誤差計算回路５１の出力データ「±ｄ」をラッチするようにしてもよい。その場合は、一致検出パルスＥＱＰの発生タイミングに対して、それに対応する誤差計算回路５１の出力データの出力タイミングが、ラッチ回路４９，５０及び誤差計算回路５１の回路動作遅れに従って幾分遅れるので、適宜の時間遅れ調整を行なった上で、誤差計算回路５１の出力をラッチ回路５６にラッチするようにするとよい。

また、動特性のみを考慮して検出回路部４１を構成する場合は、図６の回路５１及びセレクタ５５と図１の一方のラッチ回路４９又は５０を省略してもよい。

【００３５】
図７は、位相変動誤差「±ｄ」を相殺することができる位相差検出演算法についての別の実施の形態を示す。
巻線部３の２次巻線Ｓ１～Ｓ４から出力されるレゾルバタイプの第１及び第２の交流出力信号Ａ，Ｂは、検出回路部６０の位相シフト回路４４に入力する。位相シフト回路４４は、図４のものと同様に、第１の交流出力信号Ａ＝ｓｉｎθ＊ｓｉｎωｔをその電気的位相で所定量位相シフトして、位相シフトされた交流信号ＡＳ＝ｓｉｎθ＊ｃｏｓωｔを出力する。また、減算回路４６は、第２の交流出力信号Ｂ＝ｃｏｓθ＊ｓｉｎωｔから位相シフトされた交流信号ＡＳ＝ｓｉｎθ＊ｃｏｓωｔを減算し、その減算結果であるＢ－ＡＳ＝ｃｏｓθ＊ｓｉｎωｔ－ｓｉｎθ＊ｃｏｓωｔ＝ｓｉｎ（ωｔ－θ）なる電気的交流信号Ｙ２を出力する。ゼロクロス検出回路４８は、減算回路４６からの出力信号Ｙ２のゼロクロスを検出し、それに対応したラッチパルスＬＰ２をラッチ回路５０に出力する。
【００３６】
図７の実施の形態が図４の実施の形態と異なる点は、検出対象位置に対応する電気的位相ずれを含む交流信号Ｙ２＝ｓｉｎ（ωｔ－θ）から、その位相ずれ量θを測定する際の基準位相が相違している点である。図４の例では、位相ずれ量θを測定する際の基準位相は、基準のサイン信号ｓｉｎωｔの０位相であり、これは、位置センサ１０に入力されるものではないので、温度変化等による巻線インピーダンス変化やその他の各種要因に基づく位相変動誤差「±ｄ」を含んでいないものである。そのために、図４の例では、２つの交流信号Ｙ１＝ｓｉｎ（ωｔ＋θ）及びＹ２＝ｓｉｎ（ωｔ－θ）を形成し、その電気的位相差を求めることにより、位相変動誤差「±ｄ」を相殺するようにしている。これに対して、図７の実施の形態では、巻線部３から出力される第１及び第２の交流出力信号Ａ，Ｂを基にして、位相ずれ量θを測定する際の基準位相を形成し、その基準位相そのものに位相変動誤差「±ｄ」が含まれるようにしているので、位相変動誤差「±ｄ」を排除することができるようになっている。
【００３７】
すなわち、検出回路部６０においては、ゼロクロス検出回路６１，６２は位置検出装置１の巻線部３からの第１及び第２の交流出力信号Ａ，Ｂをそれぞれ入力し、それぞれのゼロクロスを検出する。なお、ゼロクロス検出回路６１，６２は、入力信号Ａ，Ｂの振幅値が負から正に変化するゼロクロス（いわば０位相）と正から負に変化するゼロクロス（いわば１８０度位相）のどちらにでも応答してゼロクロス検出パルスを出力するものとする。これは信号Ａ，Ｂの振幅の正負極性を決定するｓｉｎθとｃｏｓθがθの値に応じて任意に正又は負となるので、両者の合成に基づき３６０度毎のゼロクロスを検出するときに、まず１８０度毎のゼロクロスを検出する必要があるからである。
オア回路６３は、ゼロクロス検出回路６１，６２からのゼロクロス検出パルスの論理和信号を２分の１分周パルス回路６４に出力する。２分の１分周パルス回路６４はオア回路６３からの論理和信号を入力し、それを１つおきにゼロクロス検出パルスを基準位相信号パルスＰＲとしてカウンタ６５に出力する。これによって、２分の１分周回路６４から出力される基準位相信号パルスＰＲは３６０度毎のゼロクロスすなわち０位相のみに対応するゼロクロス検出パルスとなる。２分の１分周回路６４は、例えばＴ型フリップフロップのような２分の１分周回路とパルス出力用アンドゲートを含んで構成される。この基準位相信号パルスＲＰは、カウンタ６５のリセット入力端に出力される。カウンタ６５は所定のクロックパルスＣＫを絶えずカウントするものであるが、基準位相信号パルスＲＰの入力に応じてリセットされる。このカウンタ６５の出力はラッチ回路５０に入力し、ラッチパルスＬＰ２の発生タイミングで、ラッチ回路５０にラッチされる。ラッチ回路５０にラッチされたデータＤは、検出対象位置ｘに対応した位相差θの測定データとして出力される。
【００３８】
巻線部３から出力される第１及び第２の交流出力信号Ａ，Ｂは、それぞれ、Ａ＝ｓｉｎθ＊ｓｉｎωｔ、Ｂ＝ｃｏｓθ＊ｓｉｎωｔ、であり、電気的位相は同相である。従って、

同じタイミングでゼロクロスが検出されるはずであるが、振幅係数がサインｓｉｎθ及びコサインｃｏｓθで変動するので、どちらかの振幅レベルが０か又は０に近くなる場合があり、そのような場合は、一方については、事実上、ゼロクロスを検出することができない。そこで、この実施の形態では、２つの交流出力信号Ａ＝ｓｉｎθ＊ｓｉｎωｔ、Ｂ＝ｃｏｓθ＊ｓｉｎωｔのそれぞれについてゼロクロス検出処理を行ない、両者のゼロクロス検出出力をオア合成することにより、どちらか一方が振幅レベル小によってゼロクロス検出不能であっても、他方の振幅レベル大の方のゼロクロス検出出力信号を利用できるようにしたことを特徴としている。

【００３９】

図７の実施の形態の場合、巻線部３の巻線インピーダンス変化等による位相変動誤差が、例えば「－ｄ」であるとすると、減算回路４６から出力される交流信号Ｙ２は、図８（Ａ）に示すように、Ｙ２＝ｓｉｎ（ωｔ－ｄ－θ）となる。この場合、巻線部３の出力信号Ａ，Ｂは、角度θに応じた振幅値ｓｉｎθ及びｃｏｓθをそれぞれ有し、図８（Ｂ）に例示するように、Ａ＝ｓｉｎθ＊ｓｉｎ（ωｔ－ｄ）、Ｂ＝ｃｏｓθ＊ｓｉｎ（ωｔ－ｄ）、というように位相変動誤差分を含んでいる。従って、このゼロクロス検出に基づいて図８（Ｃ）のようなタイミングで得られる基準位相信号パルスＲＰは、本来の基準のサイン信号ｓｉｎωｔの０位相から位相変動誤差－ｄだけずれたものである。従って、この基準位相信号パルスＲＰを基準として、減算回路４６の出力交流信号Ｙ２＝ｓｉｎ（ωｔ－ｄ－θ）の位相ずれ量を測定すれば、位相変動誤差－ｄを除去した正確な値θが得られる。

【００４０】

なお、巻線部３の配線長等の装置条件が定まると、そのインピーダンス変化は主に温度に依存することになる。そうすると、上記位相変動誤差±ｄは、この直線位置検出装置が配備された周辺環境の温度を示すデータに相当する。従って、図４の実施の形態のような位相変動誤差±ｄを演算する回路５１を有するものにおいては、そこで求めた位相変動誤差±ｄのデータを温度検出データとして適宜出力することができる。従って、そのような本発明の構成によれば、１つの位置検出装置によって検出対象の位置を検出することができるのみならず、周辺環境の温度を示すデータをも得ることができる、という優れた効果を有するものであり、今までにない多用途タイプのセンサを提供することができるものである。勿論、温度変化等によるセンサ側のインピーダンス変化や配線ケーブル長の長短の影響を受けることなく、検出対象位置に応答した高精度の検出が可能となる、という優れた効果をも奏するものである。また、図４や図７の実施の形態は、交流信号における位相差を測定する方式であるため、図３のような検出法に比べて、高速応答性にも優れた検出を行なうことができる、という優れた効果を奏する。

【００４１】

以下、図１の位置検出装置の種々の変形例を説明する。

図９は、本発明の位置検出装置の第１の変形例を示す図である。

図９の変形例では、４つの２次巻線Ｓ１～Ｓ４の配置は、１ピッチＰの範囲を４分割した位置に配置されている点で図１と同じであり、異なる点は１次巻線が２次巻線Ｓ１～Ｓ４の両側に巻回されている点である。すなわち、２次巻線Ｓ１の両側には１次巻線Ｐ１Ａ及びＰ１Ｂが、２次巻線Ｓ２の両側には１次巻線Ｐ２Ａ及びＰ２Ｂが、２次巻線Ｓ３の両側には１次巻線Ｐ３Ａ及びＰ３Ｂが、２次巻線Ｓ４の両側には１次巻線Ｐ４Ａ及びＰ４Ｂがそれぞれ巻回されている。なお、各１次巻線及び２次巻線の結線方法は図２の場合と同様にしてもよいが、図９の実施の形態では、図１０のような結線方法を採用している。

すなわち、２次巻線Ｓ１の両側の１次巻線Ｐ１Ａ及びＰ１Ｂと２次巻線Ｓ３の両側の１次巻線Ｐ３Ａ及びＰ３Ｂとは互いに差動的に巻回されてはいるが、第１の交流信号ｓｉｎωｔで共通に励磁されている。また、２次巻線Ｓ２の両側の１次巻線Ｐ２Ａ及びＰ２Ｂと２次巻線Ｓ４の両側の１次巻線Ｐ４Ａ及びＰ４Ｂとは互いに差動的に巻回されてはいるが、第２の交流信号ｃｏｓωｔで共通に励磁されている。そして、２次巻線Ｓ１～Ｓ４は直列的に接続され、その合成出力が出力信号Ｙ＝Ｋｓｉｎ（ωｔ－θ）として取り出されるようになっている。なお、１次巻線を差動的に巻回す代わりに、図１１のように２次巻線Ｓ

１と２次巻線Ｓ３、２次巻線Ｓ２と２次巻線Ｓ４をそれぞれ差動的に巻回してもよい。

【００４２】

図１１は図１０に示されるように結線された位置検出装置から出力される出力信号Ｙ＝Ｋｓｉｎ（ωｔ－θ）から位相差を検出する位置変換器７０の実施の形態を示す図である。

図１１において、位置変換器７０は基準交流信号ｉａ＝Ｉｓｉｎωｔ及びｉｂ＝Ｉｃｏｓωｔを発生する基準信号発生部と、基準交流信号ｓｉｎωｔと出力信号Ｙとの間の位相差（位相ずれ量）Ｄθを検出する位相差検出部とから構成される。

基準信号発生部はクロック発振器７１、同期カウンタ７２、ＲＯＭ７３ａ，７３ｂ、Ｄ／Ａ変換器７４ａ，７４ｂ及びアンプ７５ａ，７５ｂから構成され、位相差検出部はアンプ７６、ゼロクロス回路７７及びラッチ回路７８から構成される。

クロック発振器７１は高速の正確なクロック信号を発生するものであり、このクロック信号に基づいて他の回路は動作する。

同期カウンタ７２はクロック発振器７１から出力されるクロック信号をカウントし、そのカウント値をアドレス信号としてＲＯＭ７３ａ，７３ｂ及び位相差検出部のラッチ回路７８に出力する。

ＲＯＭ７３ａ及び７３ｂは基準交流信号に対応した振幅データを記憶しており、同期カウンタ７２からのアドレス信号（カウント値）に応じて基準交流信号の振幅データを発生する。ＲＯＭ７３ａはｓｉｎωｔの振幅データを、ＲＯＭ７３ｂはｃｏｓωｔの振幅データを記憶している。従って、ＲＯＭ７３ａ及び７３ｂは同期カウンタ７２から同じアドレス信号を入力することによって、２種類の基準交流信号ｓｉｎωｔ及びｃｏｓωｔを出力する。なお、同じ振幅データのＲＯＭを位相のそれぞれ異なるアドレス信号で読み出しても同様に２種類の基準交流信号を得ることができる。

【００４３】

Ｄ／Ａ変換器７４ａ及び７４ｂはＲＯＭ７３ａ及び７３ｂからのデジタルの振幅データをアナログ信号に変換してアンプ７５ａ及び７５ｂに出力する。アンプ７５ａ及び７５ｂはＤ／Ａ変換器７４ａ及び７４ｂからのアナログ信号を増幅し、それを基準交流信号Ｉｓｉｎωｔ及びＩｃｏｓωｔとして各１次巻線Ｐ１Ａ～Ｐ４Ｂに印加する。なお、同期カウンタ７２の分周数をＭとすると、そのＭカウント分が基準交流信号の最大位相角２πラジアン（３６０度）に相当する。すなわち、同期カウンタ７２の１カウント値は２π／Ｍラジアンの位相角を示している。

アンプ７７は各２次巻線Ｓ１～Ｓ４からの出力の合成された出力交流信号Ｙ＝Ｋｓｉｎωｔを増幅して、ゼロクロス回路７８に出力する。

ゼロクロス回路７８はアンプ７７からの出力交流信号Ｙに基づいて負電圧から正電圧へのゼロクロス点を検出し、その検出信号をラッチ回路７８に出力する。ラッチ回路７８は基準交流信号の立上りのクロック信号にてスタートした同期カウンタのカウント値をゼロクロス回路７７の検出信号の出力時点（ゼロクロス点）でラッチする。従って、ラッチ回路７８にラッチされた値はちょうど基準交流信号と出力信号Ｙとの間の位相差（位相ずれ量）Ｄｘとなる。この位相差Ｄｘが前述のレール３０の１ピッチＰ内における位置データとなる。

【００４４】

すなわち、アンプ７６からの出力信号Ｙ＝ｓｉｎ（ωｔ－θ）はゼロクロス回路７７に与えられる。ゼロクロス回路７７は出力信号Ｙの電気位相角がゼロのタイミングに同期してパルスＬを出力する。パルスＬはラッチ回路７８のラッチパルスとして使用される。従って、ラッチ回路７８がパルスＬの立ち上がり応じて同期カウンタ７２のカウント値をラッチする。同期カウンタ７２のカウント値が一巡する期間と正弦波信号Ｉｓｉｎωｔの１周期とを同期させる。すると、ラッチ回路７８には基準交流信号Ｉｓｉｎωｔと合成出力信号Ｙ＝Ｉｓｉｎ（ωｔ－θ）との位相差θに対応するカウント値がラッチされることとなる。従って、ラッチされた値がデジタルの位置データＤｘとして出力される。尚、ラッチパルスＬはタイミングパルスとして適宜利用することもできる。

なお、図１の位置検出装置にも、図１０又は図１１のような結線を適用してもよい。

【００４５】
図１２は、本発明の位置検出装置の第２の変形例を示す図である。図１２の変形例では、４つの２次巻線Ｓ１～Ｓ４が１ピッチＰの範囲を４分割した位置に配置されている点は図１と同じであり、異なる点は１次巻線Ｐ６が２次巻線Ｓ１～Ｓ４の外周側全体に渡って一体に巻回されている点である。この場合の結線は、図２のものが適用可能である。なお、１次巻線を内側に２次巻線を外側に互いに入れ替えてもよい。
図１３は、本発明の位置検出装置の第３の変形例を示す図である。図１３の変形例では、１次巻線Ｐ１～Ｐ４がそれぞれの対応する２次巻線Ｓ１～Ｓ４の外周に沿って巻回されている。この場合の結線は、図２、図１０又は図１１のものが適用可能である。なお、１次巻線を内側に２次巻線を外側に互いに入れ替えてもよい。
図１４は、本発明の位置検出装置の第４の変形例を示す図である。図１４の変形例では、前述の実施の形態のように１次巻線と２次巻線を分離することなく、１次巻線Ｐ１～Ｐ４と２次巻線Ｓ１～Ｓ４が２本同時に混合されて鉄心２に巻回されている。なお、１次巻線Ｐ１～Ｐ４と２次巻線Ｓ１～Ｓ４は前述のものと同様に１ピッチＰの範囲を４分割した位置に配置される。この場合の結線も、図２、図１０又は図１１のものが適用可能である。
【００４６】
なお、上述の位置検出装置１は移動子が静止している状態では、問題なく直線位置を検出することができるが、移動子が直線移動中には、その移動に伴って２次巻線Ｓ１～Ｓ４が各磁石の磁束を横切ることによって、その移動速度に応じた誘起起電力が発生する。この誘起起電力が移動時における位置検出処理の誤差となるので、その影響を除去する必要がある。
以下、誘起起電力の影響を除去して、移動時でも正確に位置検出を行えるようにした位置検出装置の変形例について説明する。
図１５は、本発明の位置検出装置の第５の変形例を示す図である。図１５では、図１の位置検出装置１の鉄心２の両端に設けられた接続部材８０及び８１を介して同じ形状のダミー鉄心２Ｄが設けられている。ダミー鉄心２Ｄにはそれぞれ２次巻線Ｓ１～Ｓ４と同じ形状（同じ巻線）、同じ配列、同じ配置となるようにダミー巻線Ｄ１～Ｄ４が巻回されている。そして、各ダミー巻線Ｄ１～Ｄ４はそれぞれ対応する２次巻線Ｓ１～Ｓ４に差動的に結線される。
図１５のようなダミー巻線Ｄ１～Ｄ４を設けることによって、移動速度に応じて発生した誘起起電力の影響を除去することができる。
なお、図１５の位置検出装置として図９に示したものを適用してもよい。
【００４７】
図１６は、本発明の位置検出装置の第６の変形例を示す図である。図１６に示された位置検出装置は図１５の位置検出装置を変形したものである。図１６の位置検出装置が図１５のものと異なる点は、位置検出装置として、図９のような２次巻線の両側に１次巻線の巻回されたものを用い、２次巻線Ｓ１と２次巻線Ｓ３が鉄心２１に、２次巻線Ｓ２と２次巻線Ｓ４が鉄心２２にそれぞれ巻回されている点である。このように２次巻線を互いに異なる鉄心に巻回すことによって、両者間の磁気的な干渉を排除することができるので、誤差の少ない位置検出を行うことができる。
図１７は、本発明の位置検出装置の第７の変形例を示す図である。図１７の位置検出装置は図１６のものを変形したものである。図１７の位置検出装置が図１６のものと異なる点は、２次巻線Ｓ１～Ｓ４がそれぞれ別々の鉄心２１～２４に巻回され、さらにダミー巻線Ｄ１～Ｄ４も各鉄心２１～２４に別々に巻回されている点である。なお、図１６のようなダミー巻線用の鉄心２３だけを別途設けてもよいことはいうまでもない。
以上、図１５～図１７に示した配置パターンは一例であり、これ以外の種々の配置を行ってもよいことはいうまでもない。
また、図１５～図１７のような位置検出装置をＸ方向に複数並べて配置することによって、位置検出の平均化を行うようにしてもよい。
図１５～図１７では、ダミー巻線として２次巻線用だけを巻回す場合について説明したが

、位置検出装置用の巻線と全く同じ巻線（１次及び２次巻線）をダミー用として設け、その２次巻線の出力だけを差動的に巻回すようにしてもよい。これによって、ダミー用１次巻線に発生した誘起起電力による磁束のダミー２次巻線に対する影響を除去することが可能となる。なお、ダミー鉄心２Ｄを省略して、ダミー用の１次及び２次巻線又は、２次巻線だけを設けてもよい。

【００４８】

図１８は、本発明の位置検出装置の第８の変形例を示す図であり、図１８（Ａ）は位置検出装置をその進行方向Ｘに対して垂直横方向から見た側面図であり、図１８（Ｂ）は移動方向Ｘ側から見た正面図である。図１８の位置検出装置は図１７のものを変形したものである。すなわち、図１８の位置検出装置が図１７のものと異なる点は、各鉄心２１Ａ～２４ＡがＵ字形（馬蹄形）をしており、磁気シールド板８２によって磁石レール３０からの磁束が各１次巻線Ｓ１～Ｓ４及び２次巻線Ｐ１～Ｐ４に影響しないようにしている点である。

図１９は、本発明の位置検出装置の第９の変形例を示す図であり、図１９（Ａ）は位置検出装置をその進行方向に対して垂直横方向から見た側面図であり、図１９（Ｂ）は移動方向側から見た正面図である。図１９の位置検出装置は図１８のものを変形したものであり、その相違点は各鉄心２１Ｂ～２４Ｂが環状であり、磁気的に閉回路を構成している点である。これによって、１次巻線Ｐ１～Ｐ４で発生した磁束を２次巻線Ｓ１～Ｓ４に効率的に結合させることができる。また、図１８では鉄心２１Ａ～２４Ａの平面部分が進行方向Ｘに沿っているのに対して、図１９では環状鉄心の平面部分が進行方向Ｘの垂直方向に沿っている。

【００４９】

図２０は、本発明の位置検出装置の第１０の変形例を示す図であり、図２０（Ａ）は位置検出装置をその進行方向に対して垂直横方向から見た側面図であり、図２０（Ｂ）は移動方向側から見た正面図である。図２０の位置検出装置は図１９のものを変形したものであり、その相違点は図１９（Ａ）に示されるような環状鉄心２１Ｂ～２４Ｂを移動方向Ｘの垂直方向に沿ってコの字（Ｕの字）形に曲げ、その曲げ方向が進行方向Ｘの垂直方向に沿うように配列された鉄心２１Ｃ～２４Ｃで構成し、各鉄心２１Ｃ～２４Ｃの両端側が磁石レール３０に接するように構成されている点である。

図２１は、本発明の位置検出装置の第１１の変形例を示す図であり、図２１（Ａ）は位置検出装置をその進行方向に対して垂直横方向から見た側面図であり、図２１（Ｂ）は移動方向側から見た正面図である。図２１の位置検出装置は図１９のものを変形したものであり、その相違点は図１９（Ａ）に示されるような環状鉄心２１Ｂ～２４Ｂを進行方向Ｘの垂直方向に沿ってコの字（Ｕの字）形に曲げられた鉄心２１Ｄ～２４Ｄで構成し、各鉄心２１Ｄ～２４Ｄの両端側が磁石レール３０に接するように構成されている点である。

図２２は、本発明の位置検出装置の第１２の変形例を示す図であり、位置検出装置をその進行方向に対して垂直横方向から見た側面図である。なお、正面図は図２０（Ａ）のようになるので、ここでは省略してある。図２２の位置検出装置は図１９（Ａ）に示されるような環状鉄心２１Ｂ～２４Ｂを移動方向Ｘに沿ってコの字（Ｕの字）形に曲げられた鉄心２１Ｅ～２４Ｅで構成され、各鉄心２１Ｅ～２４Ｅは所定の位置関係となるように配置されている。すなわち、図２２の位置検出装置は、図２０のような位置検出装置の進行方向を９０度回転し、その鉄心の位置関係が上述の所定の関係となるように配置されたものである。

図２３は、本発明の位置検出装置の第１３の変形例を示す図であり、位置検出装置の進行方向に対して垂直横方向から見た側面図である。なお、正面図は図２１（Ａ）のようになるので、ここでは省略してある。図２３の位置検出装置は図２１の位置検出装置の進行方向を９０度回転し、各鉄心２１Ｆ～２４Ｆの位置関係が上述の所定の位置関係となるように配置されたものである。

【００５０】

図２４は本願発明の位置検出装置の第１４の変形例を示す図であり、図２４（Ａ）は位置

検出装置をその進行方向に対して垂直横方向から見た側面図であり、図２４（Ｂ）は位置検出装置をその進行方向に対して垂直上面方向から見た図であり、図２４（Ｃ）は移動方向側から見た正面図である。この位置検出装置は、長方形板状の鉄心を円柱状鉄心で結合したＨ形の鉄心２１Ｇ～２４Ｇと、この円柱状鉄心に巻回された１次巻線Ｐ１～Ｐ４、２次巻線Ｓ１～Ｓ４と、長方形板状の鉄心の片側に設けられた永久磁石３５とから構成される。この位置検出装置の場合は磁石レール３０を構成する２個の磁石３１，３２の移動方向長さを合計したものが１ピッチとなる。永久磁石３５の下側面（鉄心２１Ｇ～２４Ｇに接する面）がＮ極、磁石３１の上側面（鉄心２１Ｇ～２４Ｇに接する面）がＮ極、磁石３２の上側面（鉄心２１Ｇ～２４Ｇに接する面）がＳ極である。従って、図２４のように鉄心２４の下側の長方形板状の鉄心がＳ極の磁石に接する面積が最も広い場合には、鉄心２４の円柱状鉄心を通過する磁束が飽和するため、空心状態となり、１次巻線Ｐ４と２次巻線Ｓ４の磁気的結合度は小さくなる。一方、鉄心２１Ｇのように下側の長方形板状の鉄心がＮ極の磁石に接する面積が最も広い場合には、鉄心２４の円柱状鉄心を通過する磁束が少ないため、１次巻線Ｐ１と２次巻線Ｓ１の磁気的結合度が大きくなる。故に、結果として、前述の位置検出装置と同じ原理に基づいて磁石レール３０上における相対的位置の関係を検出することが可能となる。

なお、図２４の位置検出装置において、永久磁石３５を省略した場合には、その配置を磁石１個分の移動方向長さを１ピッチとなるように配列してやればよい。

【００５１】

次に、本発明の位置検出装置を回転形電動機すなわち回転形モータに適用した場合の一例を説明する。

図２５及び図２６は本発明に係る位置検出装置を回転形同期電動機に適用した場合の一実施の形態を示す図であり、図２５はこの回転形同期電動機の回転軸を含む断面構造を示し、図２６は図２５の回転形同期電動機におけるＡ－Ａ面の断面構造を示す。

この回転形同期電動機９０は、磁極数が４極の３相交流駆動型の電動機である。この回転形同期電動機は円筒状の固定子枠９１と、この固定子枠９１に軸受９２及び軸受９３を介して回転自在に設けられた回転軸９４とから構成される。固定子枠９１には電機子コア９５と、８つの位置検出装置９６Ａ～９６Ｈが設けられ、回転軸９４には、４個の永久磁石９７Ａ～９７Ｄが設けられている。

電機子コア９５は固定子枠１の内周面に沿って設けられた円筒状の成層鉄心で構成され、その内周面側に図２６に示すような回転軸を中心とした半径方向に延びた２４個のスロットを有する。電機子コア９５の各スロットには３相電機子巻線が巻回されている。電機子コア９５の成層鉄心は薄いけい素鋼板を軸方向に沿って複数枚積み重ねて構成されたものである。

位置検出装置９６Ａ～９６Ｈは、固定子枠９１の内周面側であって、電機子コア９５の両側に設けられた環状鉄心と、それに巻回れた１次巻線及び２次巻線とから構成される。なお、図２６では、図１に対応した位置検出装置が示してあるだけであるが、実際には１次巻線Ｐ５の右回り方向には位置検出装置９６Ｂの２次巻線Ｓ１が設けられ、１次巻線Ｐ１の左回り方向には位置検出装置９６Ｄの１次巻線Ｓ４が設けられ、位置検出装置９６Ａの点対称側には位置検出装置９６Ｃが設けられている。すなわち、環状鉄心に沿って順番に位置検出装置９６Ａ～９６Ｄが、一方の環状鉄心には位置検出装置９６Ｅ～９６Ｈが、それぞれ設けられ、各位置検出装置には１次巻線及び２次巻線が巻回されている。

なお、図２６に示されるように１個の位置検出装置９６Ａだけを設けてもよいが、複数の位置検出装置を設けることによって、回転軸の偏心による誤差などを平均化することができ、位置検出精度を向上することができるという効果がある。

また、図１の位置検出装置の代わりに、図９、図１２～図１４のような位置検出装置を設けてもよいし、図１５～図１７のようなダミー巻線を設けてもよいし、図１８～図２４のような位置検出装置を設けてもよい。なお、位置検出装置は、電機子コア９５の側面側に設ける場合について説明したが、磁石９７Ａ～９７Ｄの側面側に設けてもよい。

【００５２】

図２７は、アウターロータ形の電動機に適用した場合の一例を示す図である。このアウターロータ形の電動機は、固定子となる電機子巻線がアウターロータ内にあり、磁石９８Ａ～９８Ｄの設けられたアウターロータが回転するようになっている。なお、シャフトについては省略してある。この場合には、図２６のような位置検出装置がアウターロータの外周面側の磁石に沿って設けらる。なお、位置検出装置をアウターロータの内周面側に設けてもよいし、側面側に設けてもよい。

【００５３】

上述の実施の形態では、永久磁石を用いたものを例に説明したが、永久磁石の代わりに電磁磁石を用いたものであっても同様に適用できることはいうまでもない。

【００５４】

【発明の効果】

本発明によれば、永久磁石又は電磁石を用いた回転型又は直線型の電動機の回転位置又は直線位置を、特別な磁気抵抗変化部材などを設けることなく検出することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図１】　本発明に係る位置検出装置の一実施の形態に係る直線位置検出装置の概略構成を示す一部断面図。

【図２】　図１の１次巻線Ｐ１～Ｐ５及び２次巻線Ｓ１～Ｓ４の結線状態を示す図。

【図３】　図１の位置検出装置からの出力を位置データに変換する位相検出タイプの測定回路の一例を示すブロック図。

【図４】　図１の位置検出装置からの出力を位置データに変換する位相検出タイプの測定回路の別の一例を示すブロック図。

【図５】　図４の測定回路の動作説明図。

【図６】　図４の測定回路に付加される変更例を示すブロック図。

【図７】　図１の位置検出装置からの出力を位置データに変換する位相検出タイプの測定回路のさらに別の一例を示すブロック図。

【図８】　図７の測定回路の動作説明図。

【図９】　本発明の位置検出装置の第１の変形例を示す図。

【図１０】　図９の１次巻線Ｐ１Ａ～Ｐ４Ｂ及び２次巻線Ｓ１～Ｓ４の結線状態を示す図。

【図１１】　図１０のように結線された図９の位置検出装置からの出力を位置データに変換する位相検出タイプの測定回路の一例を示すブロック図。

【図１２】　本発明の位置検出装置の第２の変形例を示す図。

【図１３】　本発明の位置検出装置の第３の変形例を示す図。

【図１４】　本発明の位置検出装置の第４の変形例を示す図。

【図１５】　本発明の位置検出装置の第５の変形例を示す図。

【図１６】　本発明の位置検出装置の第６の変形例を示す図。

【図１７】　本発明の位置検出装置の第７の変形例を示す図。

【図１８】　本発明の位置検出装置の第８の変形例を示す図。

【図１９】　本発明の位置検出装置の第９の変形例を示す図。

【図２０】　本発明の位置検出装置の第１０の変形例を示す図。

【図２１】　本発明の位置検出装置の第１１の変形例を示す図。

【図２２】　本発明の位置検出装置の第１２の変形例を示す図。

【図２３】　本発明の位置検出装置の第１３の変形例を示す図。

【図２４】　本発明の位置検出装置の第１４の変形例を示す図。

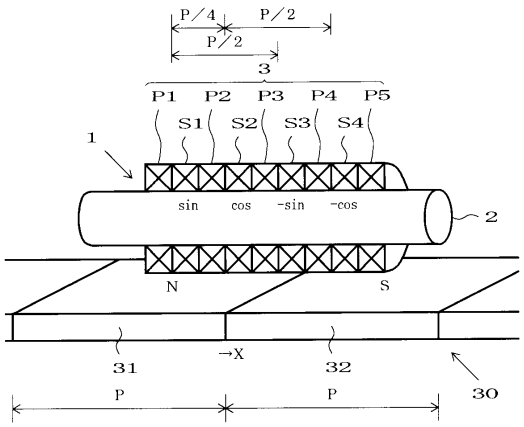
【図２５】　本発明の位置検出装置を回転形同期電動機に適用した場合の一実施の形態を示す図であり、その回転形同期電動機の回転軸を含む断面構造を示す図。

【図２６】　図２５の回転形同期電動機におけるＡ－Ａ面の断面構造を示す図。

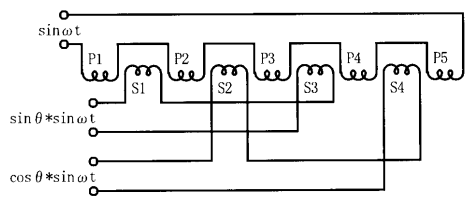
【図２７】　本発明の位置検出装置をアウターロータ形の電動機に適用した場合の一実施の形態を示す図。

【符号の説明】
１…位置検出装置
２…鉄心
３…巻線部
３０…磁石レール
３１，３２，３５…磁石
Ｐ１～Ｐ４，Ｐ１Ａ～Ｐ４Ｂ，Ｐ６…１次巻線
Ｓ１，Ｓ２，Ｓ３，Ｓ４…２次巻線
Ｄ１，Ｄ２，Ｄ３，Ｄ４…ダミー巻線
２１Ａ～２１Ｇ，２２Ａ～２２Ｇ，２３Ａ～２３Ｇ，２４Ａ～２４Ｇ…鉄心

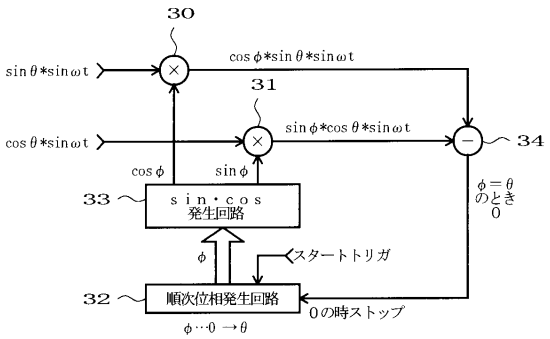
【図１】



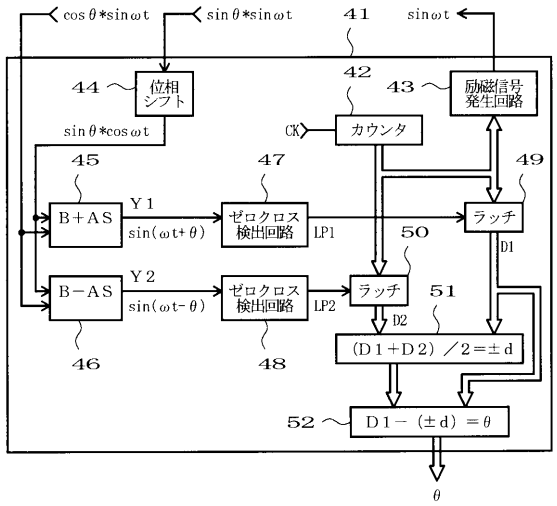
【図２】



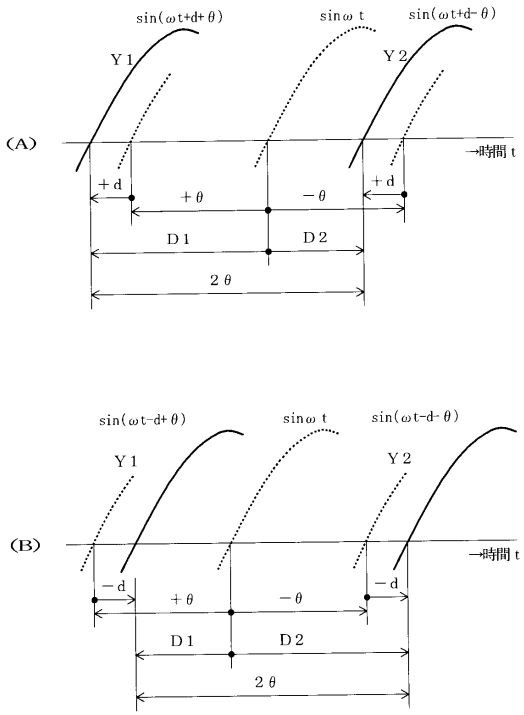
【図３】



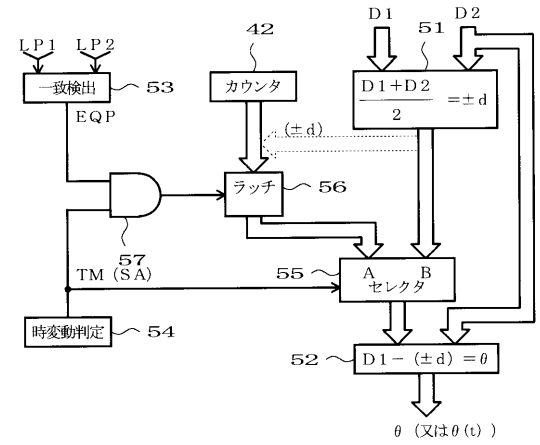
【図４】


cosθ*sinωt
sinθ*sinωt
41
sinωt
42
44
位相シフト
43
励磁信号発生回路
sinθ*cosωt
CK
カウンタ
45
47
49
B+AS
Y1
sin(ωt+θ)
ゼロクロス検出回路
LP1
ラッチ
50
D1
B−AS
Y2
sin(ωt−θ)
ゼロクロス検出回路
LP2
ラッチ
51
D2
(D1+D2)／2=±d
46
48
52
D1−(±d)=θ
θ

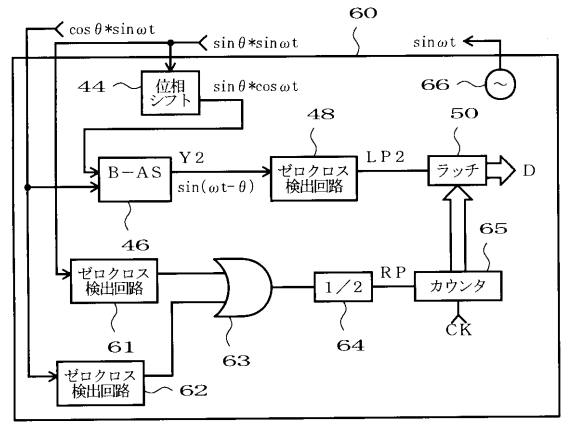
【図５】


(A)
sin(ωt+d+θ)
sinωt
sin(ωt+d−θ)
Y1
Y2
→時間t
+d
+θ
−θ
+d
D1
D2
2θ
(B)
sin(ωt−d+θ)
sinωt
sin(ωt−d−θ)
Y1
Y2
→時間t
−d
+θ
−θ
−d
D1
D2
2θ

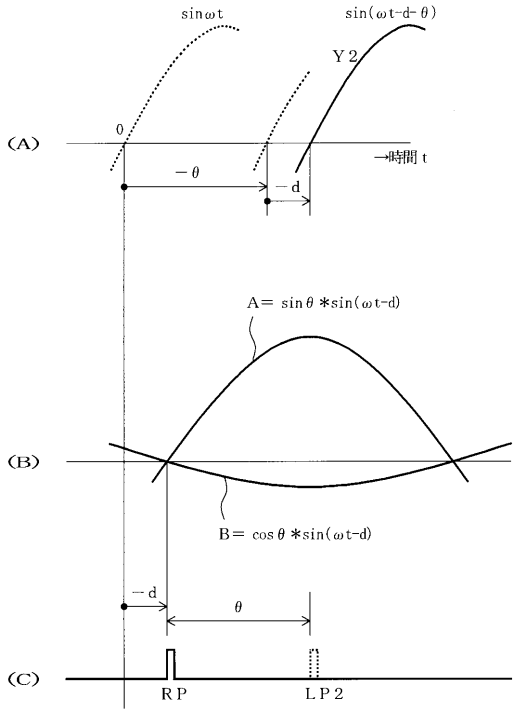
【図６】


LP1
LP2
42
D1
51
D2
一致検出
53
カウンタ
D1+D2 / 2 =±d
EQP
(±d)
ラッチ
56
57
TM（SA）
55
A B セレクタ
時変動判定
54
52
D1−(±d)=θ
θ（又はθ(t)）

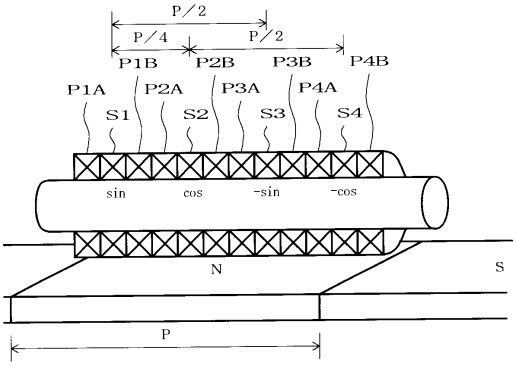
【図７】


60
cosθ*sinωt
sinθ*sinωt
sinωt
44
位相シフト
sinθ*cosωt
66
48
50
B−AS
Y2
sin(ωt−θ)
ゼロクロス検出回路
LP2
ラッチ
D
46
65
ゼロクロス検出回路
1／2
RP
カウンタ
CK
61
63
64
ゼロクロス検出回路
62

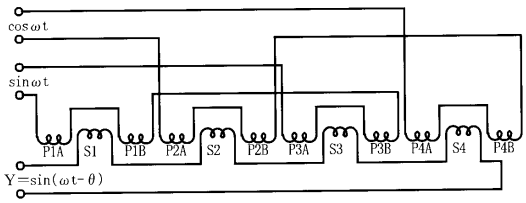
【図８】



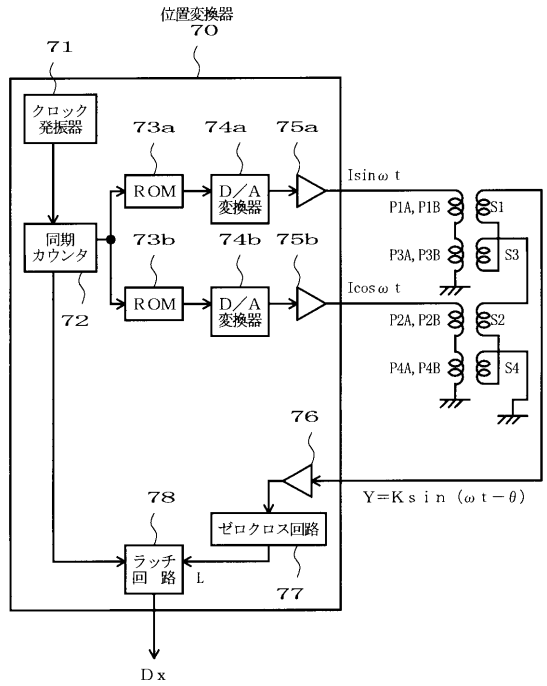
【図９】



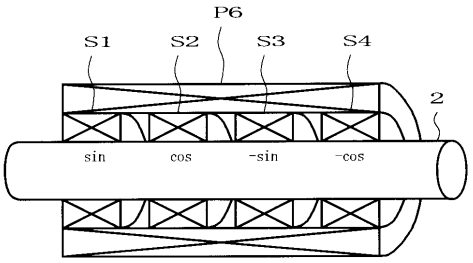
【図１０】



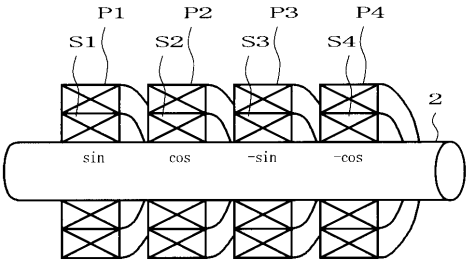
【図１１】



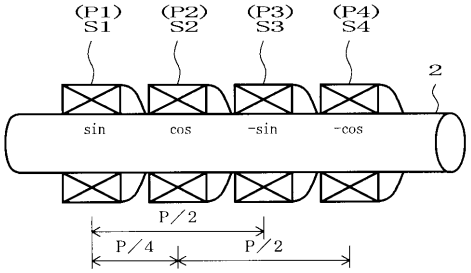
【図１２】



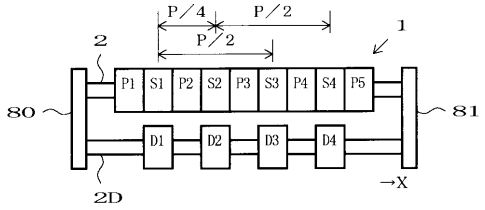
【図１３】



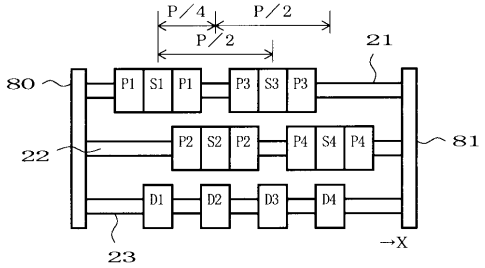
【図１４】



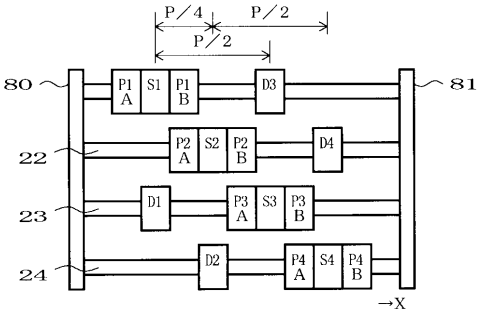
【図１５】



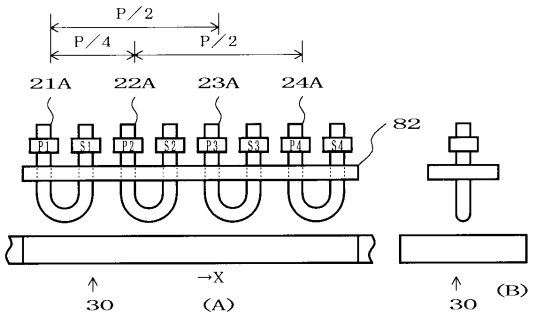
【図１６】



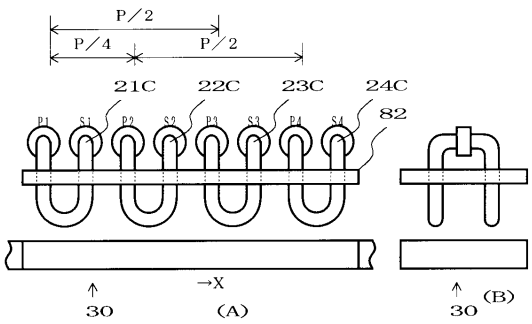
【図１７】



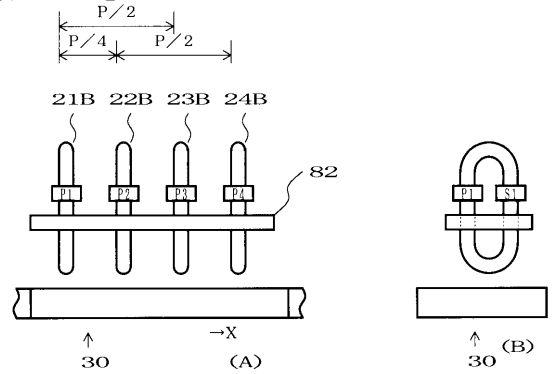
【図１８】



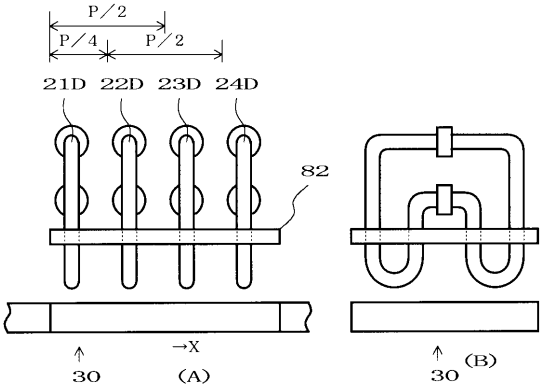
【図２０】



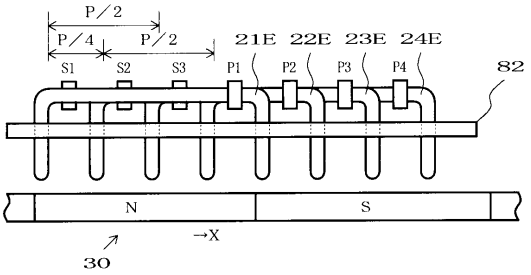
【図１９】



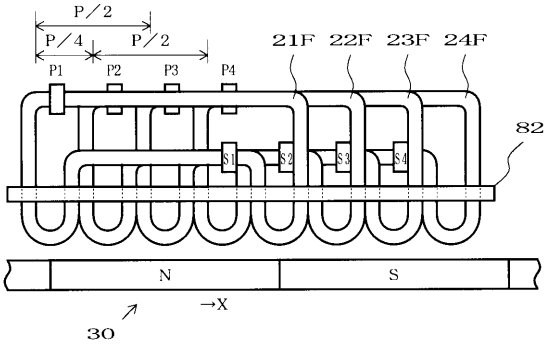
【図２１】



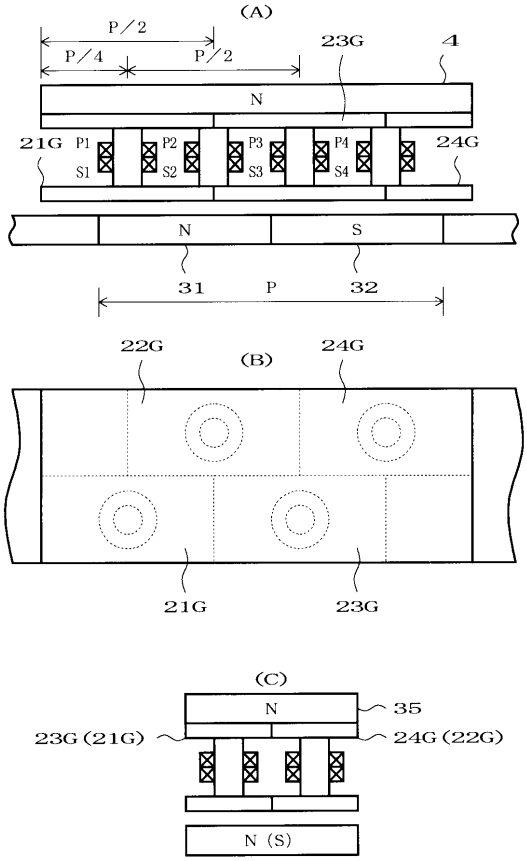
【図２２】



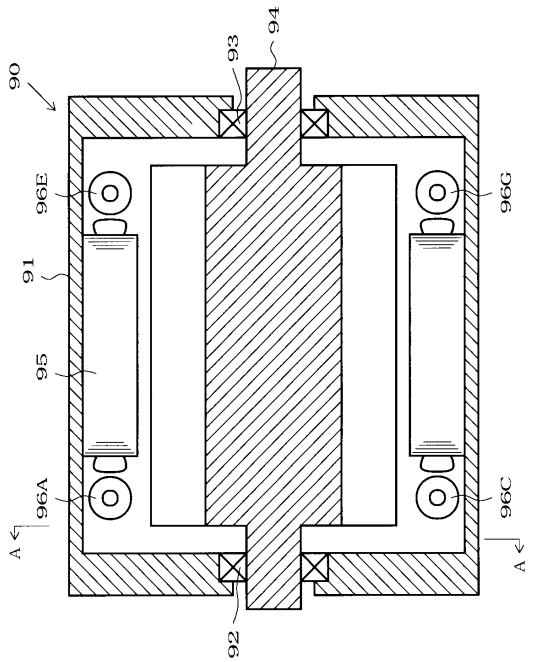
【図２３】



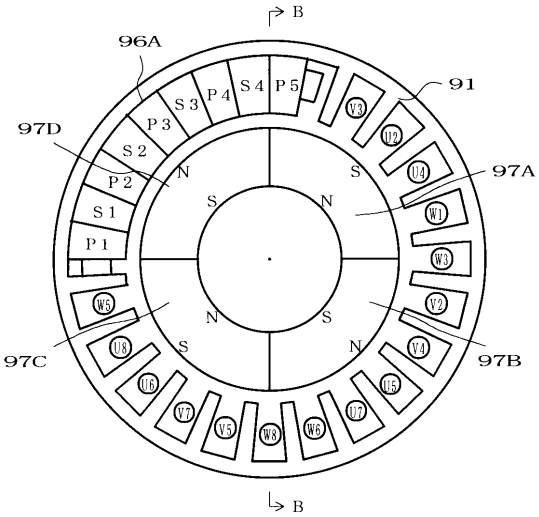
【図２４】



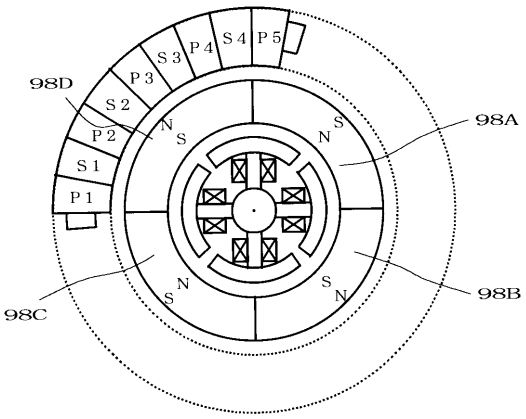
【図２５】



【図２６】



【図２７】



フロントページの続き

(72)発明者 坂元 和也
東京都羽村市川崎１丁目１番５号、ＭＡＣ羽村コートＩＩ－４０５
(72)発明者 坂本 宏
埼玉県川越市山田８９６－８
(72)発明者 山本 明男
東京都国立市西１－１３－２９ KMハイツ１０１

審査官 井上 昌宏

(56)参考文献 特開平３－２６１２０８（ＪＰ，Ａ）
特開昭５６－２９１１４（ＪＰ，Ａ）
実公昭５０－８５７５（ＪＰ，Ｙ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G01D5/00～5/62