

(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2008-43199

(P2008-43199A)

(43) 公開日 平成20年2月21日(2008.2.21)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
H02P 6/08 (2006.01)	H02P 6/02 371F	5H560
H02P 8/00 (2006.01)	H02P 8/00 303A	5H580

審査請求 有 請求項の数 16 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2007-246026 (P2007-246026)	(71) 出願人	000002369
(22) 出願日	平成19年9月21日 (2007.9.21)		セイコーエプソン株式会社
(62) 分割の表示	特願2006-38639 (P2006-38639)		東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
	の分割	(74) 代理人	100079108
原出願日	平成16年3月2日 (2004.3.2)		弁理士 稲葉 良幸
		(74) 代理人	100080953
			弁理士 田中 克郎
		(74) 代理人	100093861
			弁理士 大賀 眞司
		(72) 発明者	竹内 啓佐敏
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		Fターム(参考)	5H560 BB03 BB12 DA02 XA12 5H580 CA02 FB01 HH01

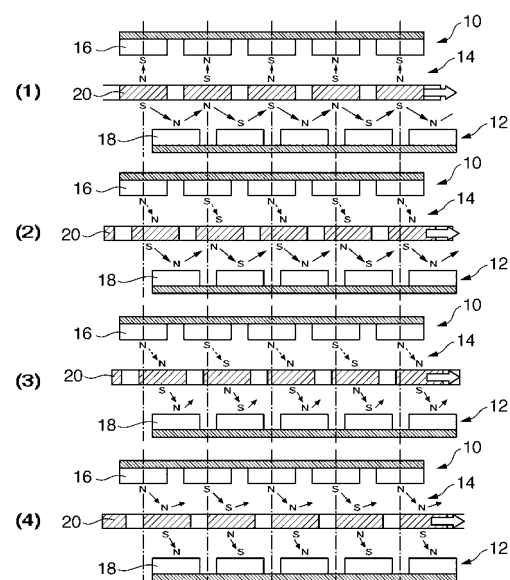
(54) 【発明の名称】 モータ及びモータの駆動システム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 モータのコイルへ供給される励磁信号を制御することにより、運転効率に優れたモータを提供する。

【解決手段】 モータは、複数のコイルの組10、12と永久磁石14の組み合わせを備え、このコイルの組は、交互の異極に励磁されるように駆動回路から励磁信号が供給されるとともに、前記永久磁石は複数の磁極要素が交互に異極になるように配置された構造からなり、前記駆動回路は前記コイル組に所定の周波数を持った励磁信号を供給して、前記コイルと永久磁石間の磁氣的吸引—反発によって前記コイル組と永久磁石とを相対的に移動させるように構成されてなり、さらに、前記駆動回路は前記コイル組に、当該コイル組と永久磁石間の相対移動に応じて発生する逆起電圧のパターンに相当する波形信号を当該コイル組に供給するように構成されてなる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のコイルの組と永久磁石の組み合わせを備え、このコイルの組は、交互の異極に励磁されるように駆動回路から励磁信号が供給されるとともに、前記永久磁石は複数の磁極要素が交互に異極になるように配置された構造からなり、

前記駆動回路は前記コイル組に所定の周波数を持った励磁信号を供給して、前記コイルと永久磁石間の磁氣的吸引—反発によって前記コイル組と永久磁石とを相対的に移動させるように構成されてなり、さらに、

前記駆動回路は前記コイル組に、当該コイル組と永久磁石間の相対移動に応じて発生する逆起電圧のパターンに相当する波形信号を当該コイル組に供給するように構成されてなるモータ。

10

【請求項 2】

前記駆動回路は、前記永久磁石の磁気変動を検出するホール素子センサを備え、このホール素子センサは前記磁気変化に対応した波形を出力するものであり、当該駆動回路はこのホールセンサの出力を前記コイル組に直接供給するように構成されてなる請求項 1 記載のモータ。

【請求項 3】

前記コイル組として複数の相を備えるとともに、各相毎にホール素子センサを配置してなる請求項 2 記載のモータ。

【請求項 4】

20

前記複数相のコイル組間のコイル配置を互いにシフトしてなり、かつ前記複数相間のホール素子センサの配置もシフトしてなる請求項 3 記載のモータ。

【請求項 5】

前記駆動回路への電源供給時に、前記ホール素子からの出力が前記複数相のコイル組に供給すると前記永久磁石が回転できるように、前記複数相のコイル組のコイル位置のシフト量が決定されてなる請求項 4 記載のモータ。

【請求項 6】

環状になった前記複数のコイル相間に前記永久磁石からなるロータが配置されてなる請求項 3 又は 4 記載のモータ。

【請求項 7】

30

モータの始動時には矩形波を前記駆動回路が前記各相コイルに供給し、モータの安定動作時には前記逆起電圧波形を前記各相コイルに供給するようにした請求項 2—6 のいずれか 1 項記載のモータ。

【請求項 8】

前記駆動回路は、前記永久磁石の磁気変動を検出するセンサを備え、このセンサは前記逆起電圧のパターンに相当する検出信号パターンを発生し、このセンサ出力を前記コイル組に直接供給するように構成されてなる請求項 1 記載のモータ。

【請求項 9】

前記駆動回路は前記センサ出力を P M W 制御する P M W 制御部を備える請求項 8 記載のモータ。

40

【請求項 10】

交流電動モータの駆動システムであって、前記交流電動モータが固有に持つ逆起電力波形と同一波形を電磁コイルに励磁させることを特徴とする駆動システム。

【請求項 11】

前記波形をホール素子センサにより形成させたことを特徴とする請求項 10 記載のシステム。

【請求項 12】

前記ホール素子センサにより形成された波形を P W M 制御手段を介して形成した請求項 11 記載のシステム。

【請求項 13】

50

請求項 2 記載のモータであって、前記出力波形が正弦波様波形又は三角波形であるモータ。

【請求項 1 4】

複数のコイルからなるコイル体と永久磁石との組み合わせを備え、この前記コイル体の複数のコイルは交互の異極に励磁されるように駆動回路から励磁信号が前記コイル体へ供給され、前記永久磁石は複数の磁極要素が交互に異極になるように配置された構造からなるとともに、複数の相からなる前記コイル体に前記複数の相に位相差を設けてなり、各相の前記コイル体の駆動回路は配置された前記永久磁石の同異極間は磁束密度が零となり、その同異極間を 2π とした位相に対しホール素子センサの出力最大値となると共に、前記 2π 間の π とした位相に前記ホール素子センサの出力最小値となるように前記ホール素子センサを配置し、各相として設けられた前記ホール素子センサからのアナログ出力信号を各相に対応した前記コイル体に前記 π 間の $\pi/2$ とした位相を未励磁期間とし、且つ前記 $\pi/2$ を境に電流の正極性／負極性とする切替点を設け増幅し励磁信号として供給することにより可動部を正方向に移動させ、更に前記電流の前記正極性／負極性を負極性／正極性に切り替え前記コイル体に増幅し励磁信号として供給することにより前記可動部を逆方向に移動させてなる正逆方向制御できる電動モータ。

10

【請求項 1 5】

各相の前記ホール素子センサからのアナログ出力信号を各相の前記コイル体に対して PWM 波形に形成し前記励磁信号として供給し高効率なトルク駆動制御できる請求項 1 4 記載の電動モータ。

20

【請求項 1 6】

前記ホール素子センサからのアナログ出力信号を前記 2π の位相と前記 π の位相基準とした位相量を任意に設定し PWM 2 波形を形成し前記励磁信号として供給し任意のトルク駆動制御できる請求項 1 4 記載または請求項 1 5 記載の電動モータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁極を発生するコイルを線状に並べ、コイルに流す電流を順次切り替えることで、永久磁石や強磁性体からなるロータを回転させ、或いはスライダを移動させる各種モータに関し、さらに、このモータに利用される磁気構造体に係わり、さらに、このモータを駆動源として利用した駆動体に関するものである。本発明は、このような駆動体としての電気自動車、電動カート、電動車椅子等や、その他電動玩具、電動飛行機、小型電動機器、MEMS に利用することができる。

30

【背景技術】

【0002】

交流などの周波数信号によって駆動される AC モータには、大きく分けるとシンクロナス（同期）モータとインダクション（誘導）モータの 2 種類がある。シンクロナスモータは、ロータに永久磁石や鉄などの強磁性体の積層コアを使い、電源周波数によって決まる回転磁界の速さと同じ回転速度で回転するモータである。

【0003】

ロータの違いによって永久磁石を使ったマグネット型とコイルが巻いてある巻線型、鉄などの強磁性体を使ったリアクタンス形がある。このうちマグネット型は、ロータの永久磁石がステータの回転磁界に引かれて回転する。一方、インダクションモータは、導線がカゴのような形のロータに、電磁誘導作用によって別の磁界を発生させることで回転するモータである。

40

【0004】

このようなモータの中には、回転しないで直線状に動いたり、平面を自由に動けるモータも存在する。この種のモータは、広くリニアモータと呼ばれ、磁極を発生するコイルを直線状に並べ、流す電流を順次切替えることで、その上に載った永久磁石や強磁性体を移動させている。直線状に配置されたコイル列はステータであって、ロータは平たくなって

50

その上を滑動するのでスライダに相当する。

【0005】

前記マグネット型のシンクロナスマータとして、例えば、特開平8-51745号公報（特許文献1）に記載された小型同期モータが存在する。この小型同期モータは、特許文献1の図1に示されるように、励磁コイル7を巻回したステータコア6と、内部にマグネット1を内蔵し周面にN S極が等間隔に配列されたロータコア2を有するロータ3とを備えた構成を持っている。

【特許文献1】特開平8-51745号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0006】

しかしながら、従来の技術で説明したモータのコイルに矩形波を供給すると、モータの運転効率が大きく低下することを、本願発明者は新たに見出すにいたった。そこで、この発明は、モータのコイルへ供給される励磁信号を制御することにより、運転効率に優れたモータを提供することを目的とするものである。さらに、本発明の他の目的は発生トルク特性にも優れたモータを提供することを目的とするものである。さらに、本発明は、掛るモータの駆動回路を提供することを目的とするものである。さらに本発明は、モータの運転効率に優れたモータの駆動制御方法を提供することである。さらに本発明は、このモータを利用した各種駆動体を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

20

【0007】

前記目的を達成するために、本発明は、複数のコイルの組と永久磁石の組み合わせを備え、このコイルの組は、交互の異極に励磁されるように駆動回路から励磁信号が供給されるとともに、前記永久磁石は複数の磁極要素が交互に異極になるように配置された構造からなり、前記駆動回路は前記コイル組に所定の周波数を持った励磁信号を供給して、前記コイルと永久磁石間の磁氣的吸引一反発によって前記コイル組と永久磁石とを相対的に移動させるように構成されてなり、さらに、前記駆動回路は前記コイル組に、当該コイル組と永久磁石間の相対移動に応じて発生する逆起電力のパターンに相当する波形信号を当該コイル組に供給するように構成されてなるモータであることを特徴とする。

【0008】

30

本発明の実施形態では、前記駆動回路は、前記永久磁石の磁気変動を検出するホール素子センサを備え、このホールセンサは前記磁気変化に対応した波形、例えば、正弦波様出力又は三角波をするものであり、当該駆動回路はこのホールセンサの出力を前記コイル組に直接供給するように構成されてなる。前記コイル組として複数の相を備えるとともに、各相毎にホール素子センサを配置してなる。前記複数相のコイル組間のコイル配置を互いにシフトしてなり、かつ前記複数相間のホール素子センサの配置もシフトしてなる。前記駆動回路への電源供給時に、前記ホール素子からの出力が前記複数相のコイル組に供給すると前記永久磁石が回転できるように、前記複数相のコイル組のコイル位置のシフト量が決定されてなる。環状になった前記複数のコイル相間に前記永久磁石からなるロータが配置されてなる。モータの始動時には矩形波を前記駆動回路が前記各相コイルに供給し、モータの安定動作時には前記逆起電圧波形を前記各相コイルに供給するようにした。

40

【0009】

また、本発明は、交流電動モータの駆動システムであって、前記交流電動モータが固有に持つ逆起電力波形と同一波形を電磁コイルに励磁させることを特徴とするものである。前記波形は、好適にはホール素子センサにより形成させる。さらに、好適には、前記ホール素子センサにより形成された波形をPWM制御手段を介して形成することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

図1及び図2は、本発明に係わるモータの動作原理を示したものである。このモータは、第1のコイル組（A相コイル）10及び第2のコイル組（B相コイル）12の間に第3

50

の永久磁石 14 を介在した構成を備えている。これらコイルと永久磁石は環状（円弧状、円状）或いは直線状のいずれに構成されても良い。これら環状に形成された場合は、永久磁石又はコイル相のいずれかがロータとして機能し、これらがリニアに形成された場合には、いずれかがスライダとなる。

【0011】

第 1 のコイル組 10 は、交互に異極に励磁可能なコイル 16 が、所定間隔、好適には、均等間隔を介して順番に配列された構成を備えている。この第 1 のコイル組の等価回路図を図 5 に示す。図 1 及び図 2 によれば、後述のとおり、2 相の励磁コイルには、始動回転中（ 2π ）中常時全コイルを既述した極性で交互励磁させている。したがって、ロータやスライダ等の被駆動手段を高トルクで回転・駆動することが可能となる。

10

【0012】

図 3（1）に示すように、交互に異極に励磁される、複数の電磁コイル 16（磁性単位）が等間隔に直列に接続されている。符号 18A はこの磁気コイルに周波数パルス信号を印加する駆動回路を示すブロックである。この駆動回路から電磁コイル 16 にコイルを励磁させるための励磁信号を流したとき、隣接するコイル間で交互に磁極の向きが変わるように、各コイルが励磁されるように予め設定されている。図 3（2）に示すように、電磁コイル 16 が並列に接続されていても良い。このコイルの構造は、A、B 相コイルについて同様である。

【0013】

この励磁回路 18A から電磁コイル 16 に、供給される励磁電流の極性の方向を所定の周期で交互に切り替えるための周波数を持った信号を印加すると、図 1 及び図 2 に示すように、ロータ 14 と面する側の極性が N 極→S 極→N 極と交互に変化する磁気パターンが A 相コイル組 10 に形成される。周波数信号が逆極性になると、第 1 磁性体の第 3 磁性体側の極性が S 極→N 極→S 極と交互に変化する磁気パターンが発生する。この結果、A 相コイル組 10 に現れる励磁パターンは周期的に変化する。

20

【0014】

B 相コイル組の構造は、A 相コイル組と同様であるが、B 相コイル組の電磁コイル 18 は A 相コイル組の 16 に対して位置的にずれて配列されている点異なる。すなわち、A 相コイル組におけるコイルの配列ピッチと B 相コイル組の配列ピッチとが所定のピッチ差（角度差）を持つようにオフセット配置されている。このピッチ差は、永久磁石 14 がコイル 16, 18 に対して励磁電流の周波数の 1 周期（ 2π ）に対応して動く角度の（1 回転）、例えば、 $\pi / (2/M)$ ：M は永久磁石（N+S）のセット数で M=3 である、 $\pi / 6$ が好適である。

30

【0015】

次に永久磁石について説明する。図 1 及び図 2 に示されるように、永久磁石からなるロータ 14 は、二相のコイル組間に配置されており、交互に逆の極性を持った複数の永久磁石 20（黒く塗り潰されている。）が線状（円弧状）に、所定間隔、好適には均等間隔を介して配列されている。円弧状とは、完全な円、楕円など閉じられたループの他、不特定環状構造や、半円、扇型をも包含する。

【0016】

A 相コイル組 10 と B 相コイル組 12 とは等距離を介して配置されており、A 相コイル組と B 相コイル組との中間に第 3 の磁性体 14 が配置されている。永久磁石 20 の永久磁石の配列ピッチは、殆ど A 相コイル 10 及び B 相コイル 12 における磁気コイルの配列ピッチと同じである。

40

【0017】

次に第 1 磁性体 10 と第 2 磁性体 12 との間に既述の第 3 磁性体 14 が配置された磁気体構造の動作を、図 1 及び図 2 を利用して説明する。既述の励磁回路（図 3 の 18 である。後に説明する。）によって、ある瞬間において A 相コイルと B 相コイルの電磁コイル 16, 18 には、図 1（1）に示すような励磁パターンが発生しているとする。

【0018】

50

この時、A相コイル10の永久磁石14側に臨む表面の各コイル16には、 $\rightarrow S \rightarrow N \rightarrow S \rightarrow N \rightarrow S \rightarrow$ のパターンで磁極が生じ、B相コイル12の永久磁石14側に臨む表面のコイル18には、 $\rightarrow N \rightarrow S \rightarrow N \rightarrow S \rightarrow N \rightarrow$ のパターンで磁極が生じる。永久磁石と各相コイルとの磁気的な関係が図示されており、同極間では反発力が発生し、異極間では吸引力が働く。

【0019】

次の瞬間、(2)に示すように、A相コイルに駆動回路18を介して印加されるパルス波の極性が反転すると、(1)のA相コイル10のコイル16に発生する磁極と永久磁石20の磁極との間に反発力が発生し、一方、B相コイル12のコイル18に発生している磁極と永久磁石20の表面の磁極との間に引力が発生しているために、図1(1)乃至図2(5)に示すように、永久磁石14は、図示右方向に順次移動する。

10

【0020】

B相コイル12のコイル18に、A相コイルの励磁電流とは位相がずれたパルス波が印加されており、図2の(6)乃至(8)に示すように、B相コイル12のコイル18の磁極と永久磁石20の表面の磁極とが反発して永久磁石14をさらに右方向に移動させる。

(1)乃至(8)はロータ14が π に対応する回転をした場合を示し、(9)以降は同様にして残りの $\pi \rightarrow 2\pi$ に対応する回転をする。このようにロータはA相コイル列とB相コイル列に位相がずれた所定周波数の駆動電流(電圧)信号を供給することにより、回転するようになる。

【0021】

なお、A相コイル列、B相コイル列、及び永久磁石を円弧状にすると、図1に示す磁気構造は回転モータを構成するものとなり、これらを直線状に形成すると、この磁気構造はリニアモータを構成するものとなる。ケース、ロータ等の永久磁石と電磁コイルを除く部分は、非磁性体である樹脂(カーボン系含み)、セラミックス系により軽量化し、ヨークを用いなくて磁気回路の開放状態にすることにより鉄損失を発生させずパワー・ウェイト比に優れた回転駆動体の実現できる。

20

【0022】

この構造によれば、永久磁石にはA相コイル及びB相コイルから磁力を受けて動くことができるために、永久磁石が発生するトルクが大きくなり、トルク/重量バランスに優れ、したがって高トルクで駆動可能な小型軽量モータを提供することが可能となる。

30

【0023】

図4はA相コイル列の磁性体の電磁コイル16、及びB相コイル列の電磁コイル18に励磁電流を印加するための励磁回路18Aの一例を示すブロック図である。この励磁回路は、A相電磁コイル16及びB相電磁コイル18にそれぞれ制御されたパルス周波数信号を供給するように構成されている。符号30は水晶発振器であり、符号31はこの発振周波数信号をM分周して基準パルス信号を発生させるためのM-PLL回路31である。

【0024】

符号34は永久磁石からなるロータ14の回転速度に対応した位置検出信号を発生するセンサ(例えば、後述のように永久磁石の磁界変化を検出するホール素子センサ)である。符号34Aは、A相電磁コイルのドライバ回路に検出信号を供給するためのA相側センサであり、符号34Bは、B相電磁コイルのドライバ回路に検出信号を供給するためのB相側センサである。

40

【0025】

このセンサ34A、Bからの検出信号はそれぞれ、各相コイル列に励磁電流を供給するためのドライバ32に出力されている。符号33はCPUであり、M-PLL回路31及びドライバ32に所定の制御信号を出力する。前記ドライバ32はセンサからの検出信号を直接又はPWM制御して電磁コイルに供給するように構成されている。符号31AはドライバにPWM制御用の基準波を供給するための制御部である。A相コイル列用の磁気センサ34AとB相コイル列用の磁気センサ34Bは既述のとおり位相差を設けて永久磁石の磁界をそれぞれ検出しているが、必要におうじて検出信号の位相制御がされて、ドライ

50

パ 3 2 に供給される。符号 3 5 はセンサ位相制御部である。

【 0 0 2 6 】

図 5 はモータの斜視図であり、(1) は当該モータの斜視図、(2) はロータの概略平面図、(3) はその側面図、(4) は A 相電磁コイル列 (5) は B 相電磁コイル列を示したものである。付された符号は、既述の図において対応する構成部分と同じものである。

【 0 0 2 7 】

このモータは、ステータに相当する一対の A 相コイル列 1 0 と B 相コイル列 1 2 を備え、そしてロータを構成する既述の永久磁石 1 4 とを備え、A 相コイル列と B 相コイル列との間にロータ 1 4 が軸 3 7 を中心に回転自在に配置されている。ロータと回転軸は一体に回転するように、回転軸 3 7 はロータの中心にある回転軸用開口孔に圧入されている。図 5 の (2)、(4)、(5) に示すように、ロータには 6 つの永久磁極要素 2 0 が円周方向に均等に設けられ、そして永久磁極要素の極性は交互に反対になるようになっており、ステータには 6 つの電磁コイルが円周方向に均等に設けられている。

【 0 0 2 8 】

A 相センサ 3 4 A と B 相センサ 3 4 B とが、位相をシフトさせて ($\pi/6$ に相当する距離) A 相コイル列のケース内面側壁に設けられている。A 相センサ 3 4 A と B 相センサ 3 4 B とは、A 相コイル 1 6 に供給される周波数信号と B 相コイル 1 8 に供給される周波数信号とに所定の位相差を設けるために互いに位相をシフトさせている。

【 0 0 2 9 】

センサとしては、永久磁石の運動に伴う磁極の変化から永久磁石の位置を検出可能であり、ホール効果を利用したホール素子が好ましい。このセンサを用いることにより、永久磁石の S 極から次の S 極までを 2π としたときに、永久磁石がこのどこにあって永久磁石の位置をホール素子によって検出可能である。

【 0 0 3 0 】

次に本発明の原理について説明する。

図 6 (1) は、コイルに矩形波を供給した場合のコイル両端の電位変化を示している。(2) はコイル両端の逆起電圧波形を示している。(3) は、コイル両端の消費電流波形を示している。図 7 は、二つの相のコイル列間に置かれた永久磁石が、図示右方向に運動した場合におけるコイルに発生する逆起電力を説明するための原理図である。

【 0 0 3 1 】

逆起電圧 (V) は、 $B_h * C_l * P$ で定義され、 $B_h [T]$ は水平磁束密度 (コイル中心部) であり、 $C_l (m)$ はコイル長さであり、 $P [m/s]$ はコイルの移動速度を示している。A 相コイル 1 6 には 8 - 1 で示す正弦波様の逆起電圧波形が発生し、B 相コイル 1 8 には 8 - 2 で示す、A 相コイル列の配列と B 相コイル列の配列の位相差に基づく位相差を持った正弦波用逆起電圧波形が発生する。

【 0 0 3 2 】

図 6 (3) の T T 部の領域の両端電圧は、印加電圧と逆起電力との差で、電位差が大きいので電流が大きくなる。そのためにモータの発生トルクは大きくなるが、モータの効率は低下する。効率 (η) は、

$\eta = (\text{機械的出力} / \text{入力電圧}) * 100 (\%)$ で定義される。

【 0 0 3 3 】

一方、図 8 (1) は、コイル両端に逆起電力波形と同じ正弦波系信号 (供給電圧波形) を印加した場合のコイル両端の電圧波形である。(2) はコイルの消費電圧波形を示したものである。(2) の領域 T T で示されるコイル両端電圧は、供給電圧波形と逆起電圧波形の差で波形歪みのみが発生しコイル両端の消費電流波形は、図 6 (2) の縦軸のスケールと図 8 (2) の縦軸のスケールを比較してみると明らかなように、非常に小さい電流値となる。そのために、既述の効率が大きく改善される。波形歪みを改善することによって効率は一層向上される。アナログ出力型のホール素子は、逆起電圧波形に相当する波形を出力することができる。このように逆起電力の波形と同波形でコイルを励磁することにより、効率は矩形波でコイルを励磁することに比較して 2 - 3 倍向上される。したがって、こ

のモータを負荷に適用した場合、負荷の動作始動や急加速時での始動トルクを重要視する局面では、矩形波形をコイルに供給し、モータの安定動作時は正弦波をコイルに供給することによって駆動特性と効率の両立を図ることができる。

【0034】

図9は、アナログ方式センサ（ホール素子センサ）によってドライバを直接駆動させる駆動回路のブロック図である。すなわち、このセンサは後述の図10（1）に示すように、逆起電力波形に最も近い正弦波様の出力波を発生するので、このセンサからの出力を直接コイルに供給することによって、最大効率でモータを運転することができる。符号100はセンサ出力の増幅器である。101はロータの正転又は反転制御回路である。A相又はB相のコイルに供給されるセンサからの検出波形の極性を強制的に反転させることによ

10

【0035】

図10は駆動回路における波形制御の状態を示すものであり、（1）はA相センサからのアナログ出力波形（正弦波形）を示す。（2）はB相センサからの出力波形である。既述のとおり、二つのセンサは位相差を持って配置されているために、位相がずれている。

（3）はA相コイルに供給されるA1相駆動波形（図3の端子A1→A2の向きの電圧波形）であり、（4）はA相コイルに供給されるA2相駆動波形（図3の端子A2→A1の向き）である。（5）はB相コイルに供給されるB1相駆動波形であり、（6）はB2相駆動波形である。（7）はA相コイル組間の両端（A1－A2間）波形であり、（8）はB相コイル組間の両端（B1－B2間）波形である。センサの正弦波出力波形がそれぞれの相のコイル組に供給される。

20

【0036】

図11はセンサからのアナログ出力を矩形波に変換してコイル組に供給するための、駆動回路のブロック図である。既述のようにモータを高トルクで運転することが必要な場合では、コイルに矩形波を供給することの意義がある。モータの回転速度を図示しない回転速度センサで検出し、モータの回転速度が所定値以上になった場合（安定駆動時）に、駆動回路は矩形波に代えてセンサのアナログ出力値を直接コイル列に供給するようにする。

【0037】

図11において、120はヒステリシス制御用の可変ボリュームであり、符号122はウィンドコンパレータであり、符号124はマルチプレクサである。ウィンドコンパレータには既述の各相センサの出力値が供給され、センサ出力とヒステリシスレベルの上下限值とが比較されHレベル信号とLレベル信号が形成され、これがマルチプレクサのスイッチング制御によって、A1相の駆動信号又はA2相駆動信号として出力される。B1相コイル、B2相コイルの駆動でも同様である。符号123は、ロータの正転又は逆転の回転方向制御部である。

30

【0038】

図12は、図12の制御回路による波形図であり、（1）はA相センサの正弦波出力波形であり、（2）はB相センサの出力波形である。（3）はA1相駆動信号としてA相コイル組に供給される周波数矩形波形であり、（4）はA1相駆動信号としてA相コイル組に供給される矩形波形である。（5）及び（6）がB相コイル組に供給される矩形波形である。（7）はA相コイル組両端の電圧波形であり、（8）がB相コイル組両端の電圧波形である。図12において、ヒステリシス調製用ボリュームはデジタルアナログ変換器にて外部CPU等から制御しても良い。ヒステリシスレベルを可変にすることによって矩形波のデューティが変更され、モータ特性のトルク制御が可能となる。例えば、モータ始動時にヒステリシスレベルを最小にし、効率を犠牲にしてトルク優先でモータを駆動し、また、モータの安定動作時では、ヒステリシスレベルを最大にして高効率を優先としてモータ駆動とする。

40

【0039】

50

図 1 3 はセンサの出力が P W M 変換部 1 4 0 に供給され、センサのアナログ出力値を図示しない基本波と比較して、各相コイルに供給される矩形波のデューティ比が制御される (P W M 制御される) ことを示す、駆動回路のブロック図である。すなわち、図 1 4 に示すように、各相センサ (1) 及び (2) の出力がデューティ制御されて、 (3) 及び (4) に示すように、各相コイル組に供給される両端電圧となる。

【 0 0 4 0 】

図 1 5 は、複数の永久磁極要素 1 5 0 が一体結合された永久磁石 (ロータ) 1 4 の平面図を示すものである。図 1 及び 2 では、ロータの各永久磁極要素間是非磁性体で形成されているのに対して、この実施形態のロータでは各永久磁極要素 1 5 0 の間に掛る介在領域を経ることなく、永久磁極要素同士が密着している。1 5 2 はロータの回転軸であり、1 5 4 は回転子である。この回転子の円周縁部に連続的に複数の永久磁極要素が配列されている。図 1 5 のものでは、図 1 6 に示すように、三角波の逆起電力が発生する。したがって、各相コイル列用センサの検出信号を三角波に成形してこれを各相コイルに供給すればモータを最大効率で運転することができる。

【 0 0 4 1 】

以上により、他方式の電動モータでも同様に、効率 (仕事 / 電力比) は電動モータの固有特性ではなく電動モータから発生する逆起電力の波形と同波形を用いてモータのコイルを励磁させることにより、モータそのものを高効率で駆動させることができる。すなわち、本発明によれば、高効率なモータの駆動システム及び駆動方法を実現することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 2 】

【図 1】本発明に係わる磁性体構造の模式図と動作原理を示したものである。

【図 2】図 1 に続く動作原理を示したものである。

【図 3】 (1) は複数のコイルを直列接続させたコイル組の等価回路図であり、 (2) は並列接続の場合の等価回路図である。

【図 4】コイル組へ励磁信号を供給する駆動回路のブロック図である。

【図 5】モータの分解斜視図である。

【図 6】本発明の原理を説明するために、コイルに矩形波を供給した場合の特性図である。

【図 7】コイルに逆起電力が発生する様子を示した原理図である。

【図 8】本発明の原理説明するために、コイルに逆起電力の正弦波形とほぼ等しい波形を駆動波形としてコイルに供給した場合の特性図である。

【図 9】ホール素子センサからの正弦波形をコイルに供給するための駆動回路のブロック図である。

【図 1 0】図 9 の駆動回路における波形制御の様子を示す、各波形図である。

【図 1 1】駆動回路においてヒステリシス制御を可能にした駆動回路ブロック図である。

【図 1 2】その波形制御の様子を示す各波形図である。

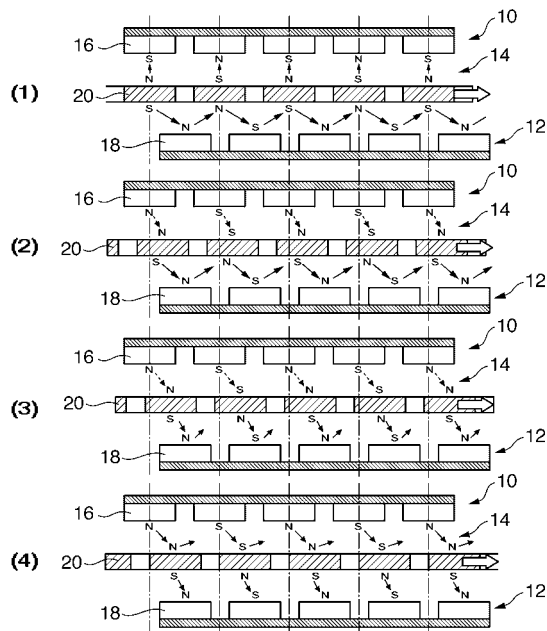
【図 1 3】各相コイルの検出波形を P W M 変換制御部に直接供給している様子を示す、駆動回路の機能ブロック図である。

【図 1 4】その P W M 制御動作を示す波形図である。

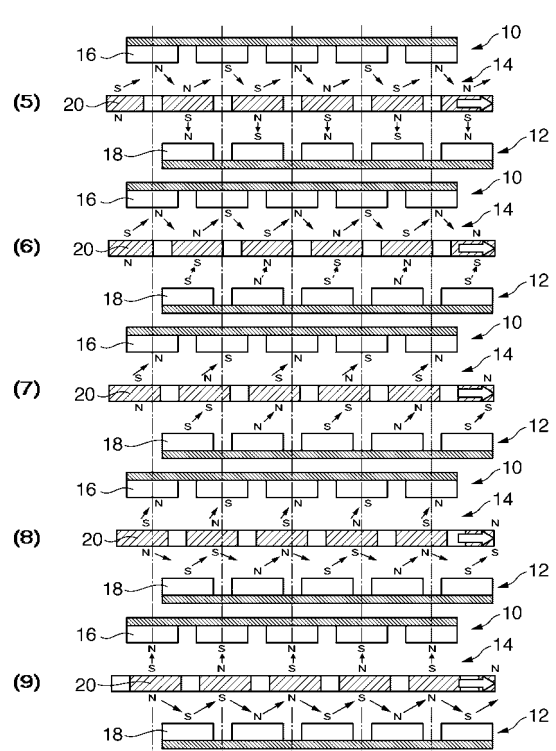
【図 1 5】永久磁石 (ロータ) の他の例を示す、ロータ平面図である。

【図 1 6】当該ローラをモータに使用した際に各相センサに発生する三角波出力波形図である。

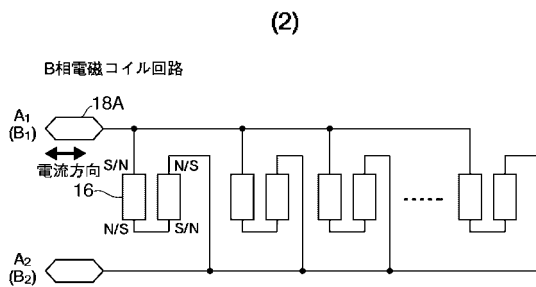
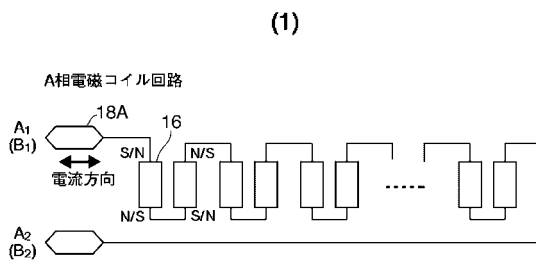
【図 1】



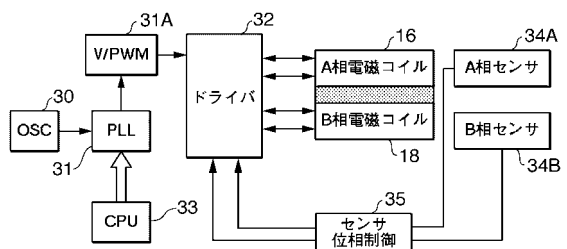
【図 2】



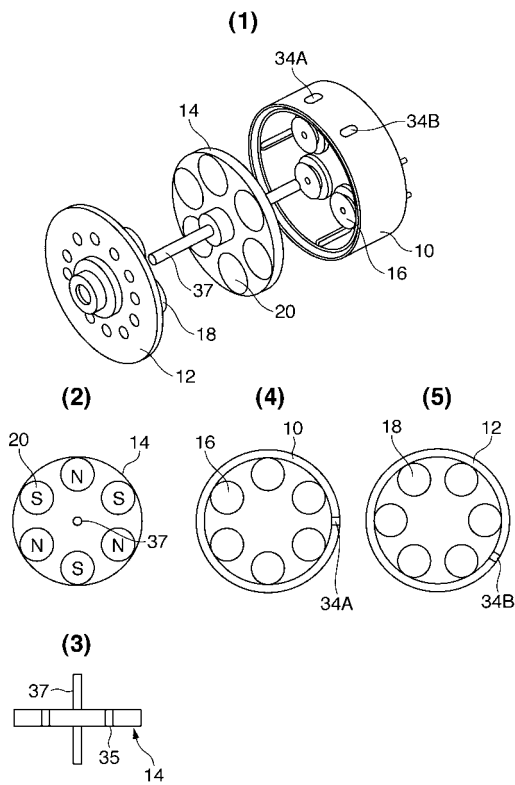
【図 3】



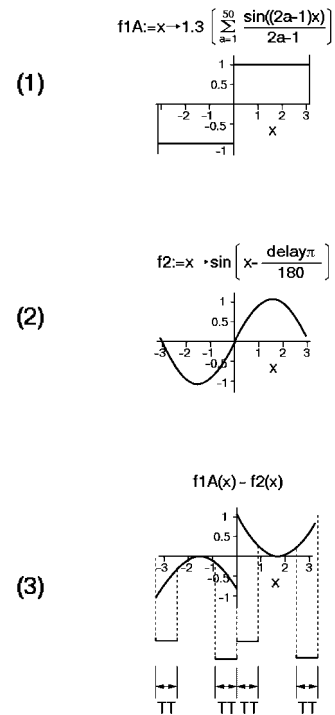
【図 4】



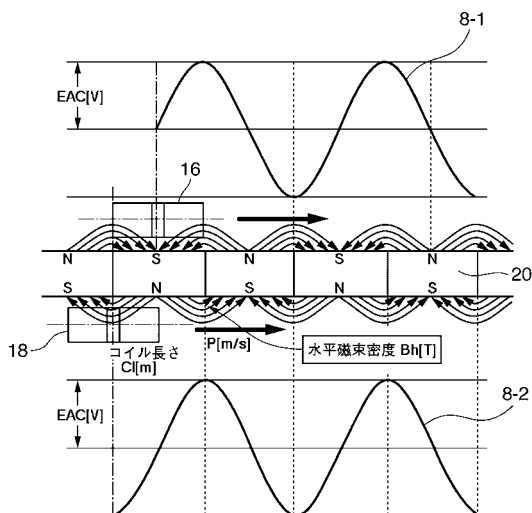
【図 5】



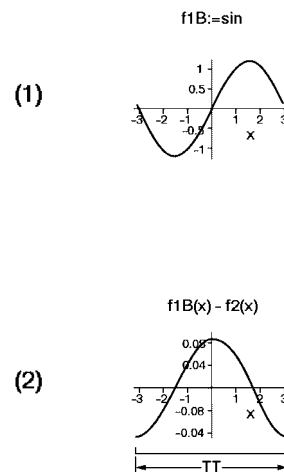
【図 6】



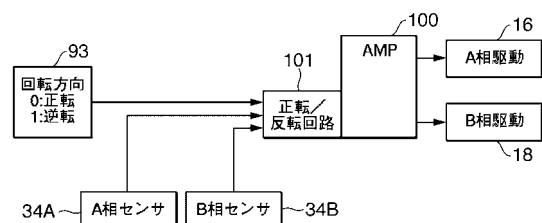
【図 7】



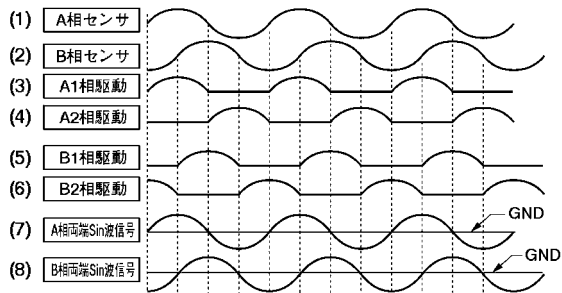
【図 8】



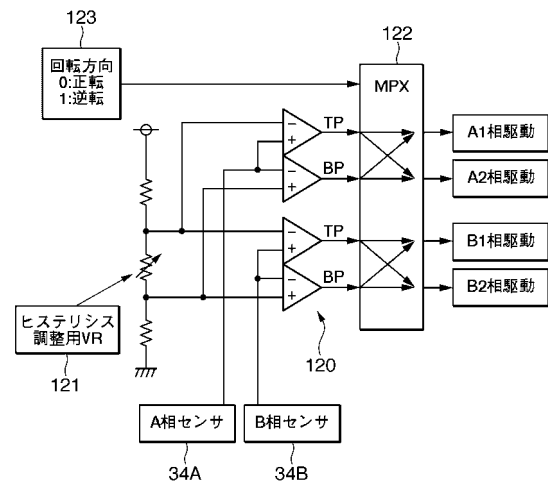
【図 9】



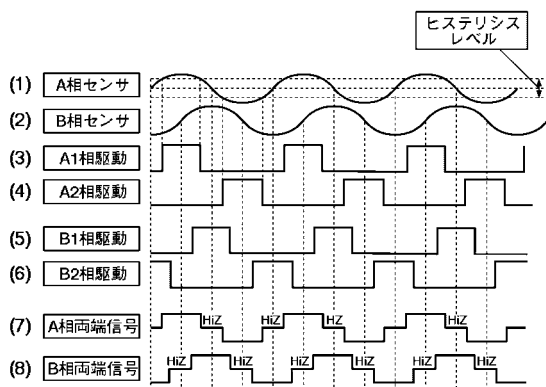
【図 10】



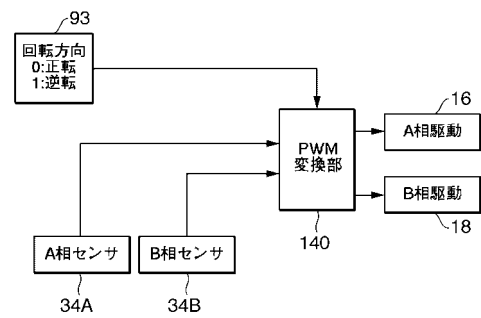
【図 11】



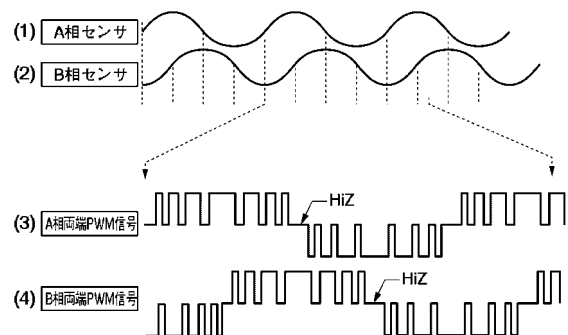
【図 12】



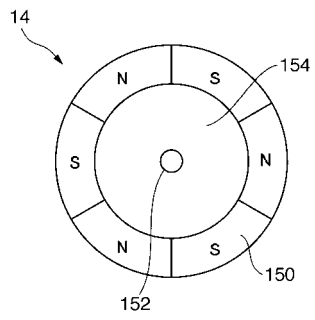
【図 13】



【図 14】



【図 1 5】



【図 1 6】

