

明 細 書

モーター駆動装置

技術分野

本発明は、位相検出制御により高速回転を行うモーター駆動装置に関する。

背景技術

モーターを高速且つ高トルクで回転させることは、モーターの基本性能の向上という面でもっとも重要な要素の1つであり、そのことから長年、研究開発がなされてきた。たとえばモーターを使用する製品の1つである電子時計では、近年多機能化が進み、通常の時刻表示以外の機能として、ストップウォッチ付き、アラーム付き、デュアルタイムなど様々な機能を持つ時計が開発、商品化されてきた。これらの多機能時計は電池投入時などの初期状態でシステムの初期化を行う場合や、通常使用時にモードの移行や針位置の帰零動作を行う場合などにおいて指針の早送り動作を行うことが必ず発生していたため、操作性の向上などの観点からモーターの高速回転は重要な要素を占めている。

また、モーターに扁平重りを取り付け、モーターが回転する際に発生する振動を用いて時刻の報知などを行う振動アラームとしての使用時や、時計用のモーターに指針の代わりに円板を取り付け時刻以外の表示を行う場合などに際しては、高トルクのモーターが必要不可欠であった。

また、モーターを高速で回転させた場合、モーターやモーターに接続された部品（たとえば時計においては減速輪列や指針など）の慣性により、駆動パルスの出力を停止してもモーターが直ちに停止しないという状況が発生することが考えられる。通常、所定の回転数を得ようとした場合はそれに応じた数のパルスを出力するが、上記のような場合、出力したパルス数とモーターの回転数が一致しないという事態が発生してしまう。

このことは、たとえば時計指針においては、時刻表示のずれにつながるなど致命的な欠陥となってしまう。またモーターが停止した際のロータの磁極位置に

よっては、次にモーターを駆動する際に出力される駆動パルスによりステータに発生する磁極とロータの磁極位置の関係がずれてしまい、モーターが正常に回転しない場合が発生する。従ってモーターを高速で駆動し、且つモーターの回転数を正確に所望の値に制御するシステムに於いては、モーターを所定の位置に停止させることが不可欠となる。

以下従来のモーター駆動装置を電子時計のステップモーターを例にして説明する。

図1は従来の2極ステップモーターより成るモーター駆動装置の構成図、図2から図7はいずれもステータとロータとの磁極の位置関係を示す平面図であり、電気信号を機械的回転運動に変換する手段として、2極のステップモーターは図1に示す如く駆動コイル101、扁平ステータ102、ロータ103から成り、扁平ステータ102には図2に示す如く段差102aが設けられている構成となっている。

またモータードライバ104a、104bを設け、前記駆動コイル101の両端の電位を変えることによってこの駆動コイル101に電流を流し、前記扁平ステータ102を励磁する。図1に示す2極モーターの場合、前記駆動コイル101に電流が流れていない場合におけるロータ103の前記扁平ステータ102に対する磁極位置は、図2に示す静的安定点110の位置に、また前記駆動コイル101に電流を流して前記扁平ステータ102を励磁した場合における前記ロータ103の前記扁平ステータ102に対する磁極位置は図3に示す電磁的安定点111の位置になる。

通常、電子時計では前記モータードライバ104aまたは104bから4～5mSの間、前記駆動コイル101の両端電位を変化させる駆動パルス信号を出力してこの駆動コイル101にパルス電流を流し、前記ロータ103を回転動作させる。このロータ103は前記駆動コイル101に電流が流されている間回転し、前記ロータ103が前記扁平ステータ102に対しておおむね図4に示す磁極位置に来たとき前記駆動コイル101に流れる電流が停止するが、前記ロータ103は慣性によって図5の位置まで回転し、その後ロータ103は前記静的安

定点110を中心に減衰振動し最終的に停止する。

前記ロータ103が静止した状態で、たとえば前記モータドライバ104aから駆動パルス信号を出力し前記駆動コイル101に電流を流し、図6に示す如く前記扁平ステータ102を励磁した場合、前記ロータ103は図6のAに示す回転方向に180度回転する。さらにロータ103が静止した後に、前回駆動パルス信号を出力したのと反対側のモータドライバ104bから駆動パルス信号を出力すると、前記ロータ103は図6のAの方向にさらに180度回転する。ロータ103が静止した状態から前記駆動コイル101に電流を流すことによって前記ロータ103の回転動作を行った場合は図6のAに示す方向に確実に回転する。

また、前記ステップモーターを高速回転させる場合、当然のことながら前記ロータ103を高速で回転させる必要が生じる。このとき、前記モータドライバ104aとドライバ104bから出力される駆動パルス信号の出力間隔を狭くする必要が生じる。

前記ロータ103をより高速に回転させようとし、駆動パルス信号の出力間隔を狭めていくと、ロータ103が回転した直後の減衰振動が停止しないうちに次の駆動パルス信号を出力しなければならなくなってくる。

しかし、ロータ103が減衰振動中で図7の位置、すなわち前記ロータ103と電磁的安定点111との位置関係が図7に示す状態で次の駆動パルス信号が出力されると、ロータ103は図6のAに示す方向と逆、すなわち通常方向とは逆方向の回転をしてしまう。従って、このロータ103を安定的に回転させるためには、駆動パルス信号の出力間隔を、ロータ103の回転後の減衰振動が、前記電磁的安定点111を越えない範囲に安定するまでの時間以上にする必要があった。

駆動パルス信号のパルス幅および減衰振動の安定時間を合わせた時間、すなわち駆動パルス信号の出力周期は最小でも10mS前後となってしまふ。これは現状の駆動方式では駆動パルス信号の出力周波数として100Hz程度が限界になってしまっていることを示している。

しかし上記課題については、本出願人が先に出願した特願平6-304440号に示される方式によって改善されている。

図8は従来のモーター駆動装置における駆動回路の一例を示す回路図であり、図9は図8の駆動回路の動作を表わす波形図である。

図8において、25'は駆動回路であり、1aおよび1bのモータードライバから成る。2は駆動コイルである。41'は逆起電圧検出回路であり、バイアス手段3と電圧検出回路5とを有する。さらに、3はバイアス手段であり3a、3bのスイッチ手段、3c、3dの同抵抗値をもつバイアス抵抗から成る。4は扁平ステータ、5は電圧検出回路であり5aのインバータ、5bの帰還抵抗、5cの入力抵抗から成る。6はインバータ、103はロータである。42'は駆動コイル2、ステータ4およびロータ103から成るモーターである。

前記モータードライバ1a、1bは、信号OE1が"H"レベルのときはそれぞれ01in、02inの入力信号をバッファ出力し、信号OE1が"L"レベルのときは、出力をハイインピーダンスにする。また前記スイッチ手段3a、3bは、インバータ6から出力される信号SEが"L"レベルの時オフ、"H"レベルのときオンするスイッチである。

以下、図9の波形図に従って図8の回路の動作の説明をする。

図9の(a)の期間は、信号OE1が"H"レベルであり、前記モータードライバ1aから"H"レベルの駆動パルス信号が出力されるので、前記駆動コイル2に電流が流れ、前記ロータ103が回転する。この間、前記スイッチ手段3a、3bは信号SEが"L"レベルであるためともにオフ状態になっている。図9の(b)の期間では信号OE1が"L"レベルであるので前記モータードライバ1a、1bの出力はハイインピーダンス状態になっており、前記スイッチ手段3a、3bがオンするため、前記駆動コイル2の一端であるX端子は電源電圧の1/2の電圧であるバイアス電圧Vbに分圧される。

ここで、図9の(b)の期間に前記駆動コイル2の一端であるY端子に現われる電圧波形について説明する。

前記モータードライバ1a、1bの出力がハイインピーダンス状態で、前記ス

イッチ手段3 a、3 bがONしており、前記バイアス抵抗3 c、3 dによって、X端子の電圧が前記バイアス電圧V bのレベルになっている場合、Y端子の電圧値は前記ロータ1 0 3の回転や前記モータドライバ1 a、1 bの影響がなければ、X端子と同様に前記バイアス電圧V bとなる。しかしながら図9の(a)の期間で駆動パルス信号の出力直後は、前記駆動コイル2に流れる電流が切られることにより誘導電圧が図9のV rの如く発生し、また駆動パルス信号が出力されることによって、前記ロータ1 0 3が回転すると、このロータ1 0 3の回転によって逆起電圧V gが図9の如く発生する。これらの発生電圧の合成波形がY端子に現れ、このY端子に現れる電圧波形を電圧検出回路5で増幅したものが図9のA o u tに示す波形となる。

図9の(b)の期間のA o u tの波形は、駆動パルス信号の出力終了直後は、前記駆動コイル2から発生する誘導電圧が支配的となるが、時間の経過とともに影響が減少し、代わって前記ロータ1 0 3からの逆起電圧が支配的となる。

図9において、A o u tの波形が前記バイアス電圧V bを正から負の方向によぎるタイミング(時点P)が、前記ロータ1 0 3がすでに説明した電磁的安定点を通過するタイミングとほぼ等しくなる。このタイミングにおいて、前回に駆動パルス信号を出力したのと逆のモータドライバ1 bから駆動パルス信号を出力すると、前記ロータ1 0 3は、前記扁平ステータ4に対する磁極位置が電磁的安定点を過ぎたあとであるため、逆転することなく正方向の回転を続ける。

別の従来例として図10は、モーターから発生する逆起電圧の検出を駆動コイルと同軸上に巻かれた検出コイルで行うものであり、すでに説明した図1のステップモーターに、前記駆動コイル1 0 1と同軸上に巻かれた検出コイル1 0 5と、前記ロータ1 0 3が回転した際に前記検出コイル1 0 5に発生する逆起電圧を検出する差動アンプ1 0 6 aと、この差動アンプ1 0 6 aの出力信号を基準電圧V bと比較しこの比較結果である信号A o u tを出力するコンパレータ1 0 8とで構成された電圧検出手段を付加したものである。

図10において、2 5はモータドライバ1 0 4 aおよび1 0 4 bから成る駆動回路であり、4 1はステータ1 0 2に巻かれた検出コイル1 0 5、差動アンプ

106aおよびコンパレータ108から成る逆起電圧検出回路であり、42は駆動コイル101、ステータ102およびロータ103から成るモーターである。

本従来例では、前記ロータ103が回転しているときにおけるロータ103の前記扁平ステータ102に対する磁極位置を、前記ロータ103が回転することによって発生する逆起電圧を前記検出コイル105を介して前記電圧検出手段で検出し、前記コンパレータ108からの出力に基づいて前記駆動パルス信号の出力タイミングを制御するように構成されている。

本従来例の構成によるモーターの駆動は前述した図8における駆動コイル2を用いてモーターからの逆起電圧を検出する方式と同様に行うことができ、波形としては図11となる。ただし、本構成では駆動パルス出力時に駆動コイル101に流れる電流の直流成分は除去されるので差動アンプの出力に現れる電圧波形としては V_g と V_r の合成波形となる。

本従来例では逆起電圧検出は、駆動コイル101と同軸上に巻かれた検出コイル105によって行っているが、本方式は本出願人より特開平6-235777号公報としてすでに出願されている。

以上のように、図8および図9に示す駆動方式によれば、駆動パルス信号の出力間隔を限界まで狭くすることが可能であり、結果としてモーターを通常のステップ駆動方式に比べて3倍程度の速度で回転させることができた。

このような従来の同期駆動方式では、モーターの始動時の駆動パルス条件と、始動後一定時間が経過した後の回転速度が安定した状態での駆動パルス条件とは大きく異なっていた。従って駆動回路に印加する駆動パルス信号を予め数種類用意し、モーターの始動時は大きな幅の駆動パルス信号を駆動回路に印加し、回転速度の向上とともに印加する駆動パルス信号のパルス幅を狭くしていく構成をとっていた。

しかしながら、大きな負荷がモーターに取り付けられたシステム、とりわけ振動モーターの扁平重りのようにアンバランスな負荷が取り付けられた場合、モーターの姿勢によって駆動パルス条件が大きく異なってくる。すなわちモーターの

回転軸が重力と垂直方向にあり、扁平重りが重力に逆らって回転を開始する位置にある場合と重力に引かれて回転を開始する位置にある場合とでは、始動に際して必要となるエネルギーが非常に異なり、その結果として駆動回路から出力される駆動パルス幅の条件が変わってしまう。

従来の駆動方式によってモーターを駆動した場合、始動時のパルス幅が一定条件で固定されていたために円滑な始動が行えないという不具合が発生していた。すなわち扁平重りが重力に逆らって回転を開始するという状態ではパルス幅がモーターが始動するに十分でなく、回転しないことがあり得た。また扁平重りが重力に引かれて回転を開始するという状態では、パルス幅が過剰となってしまう、結果として消費電流の増加を招いていた。

さらに従来の駆動方式の特徴であるロータの位相角に同期を取って駆動する方式では、モーターが回転して逆相に達したタイミングで次の駆動パルス信号を出力することが必要であるが、パルス幅が過剰に出力された場合、モーターが逆相に達した後も同じ駆動パルス信号が出力され続けることになり、結果としてモーターに対してブレーキがかかり回転効率を著しく損なうことになっていた。

またモーターの始動後に予め決められた時間で駆動パルス信号のパルス幅を徐々に狭くしていく方式では、モーターの負荷が大きいときや駆動電圧が低下している場合などの状態においてモーターの回転速度が十分に向上しないうちにパルス幅を狭くしてしまうこととなり、モーターの加速性能を低下させるばかりか場合によっては回転に必要なエネルギーが得られずモーターの停止に追い込まれる可能性が考えられた。

一方、回転速度に対して駆動パルス信号のパルス幅の減じ方が十分でない場合、すなわち過剰なパルス幅で駆動パルス信号を出力した場合、図8の電圧検出回路5から出力される信号Aoutは図12の如くなる。すなわち駆動パルス信号の出力が終了した後に発生する誘導電圧の影響がなくなっていくうちにモーターから発生する逆起電圧がVbの電位よりも負側に寄ってしまい、このため本来、時点Qで出力されるべき次の駆動パルス信号が出力されなくなってしまう。結果としてモーターが停止したり、停止にまでは至らなくても回転速度が向上しない

という不具合が発生していた。

発明の開示

本発明は上記課題を解決し、モーターの確実な始動性や安定した回転性能を得ることを目的とする。

上記課題を解決するための本発明は、請求の範囲第1項として、少なくとも2極のステータと少なくとも2極の永久磁石を有するロータと前記ステータと磁気的に結合した駆動コイルとで構成されたステップモーターと、該ステップモーターを駆動するための駆動パルス信号を出力する駆動パルス発生手段と、該駆動パルス発生手段からの信号に基づき前記駆動コイルに駆動電流を供給するための駆動回路と、前記ロータの回転によって生じる逆起電圧を検出する電圧検出回路と、該電圧検出回路に生じる検出信号に基づいて前記ステータに対する回転中のロータの磁極位置を検出する磁極位置検出手段を備え、前記駆動パルス発生手段は、前記磁極位置検出手段からの検出信号に基づいて前記駆動パルス信号の出力タイミングを制御するモーター駆動装置において、前記磁極位置検出手段は、前記駆動パルス信号の出力期間中に検出した前記電圧検出回路からの前記検出信号に基づいて前記駆動パルス信号の出力を停止するとともに、前記駆動パルス信号と逆相の駆動パルス信号を出力させることを特徴とする。

また、請求の範囲第2項として、請求の範囲第1項において、前記磁極位置の検出は、前記駆動コイルに同軸上に巻かれた検出コイルに発生する逆起電圧を前記磁極位置検出手段で検出することで行われることを特徴とする。

また、請求の範囲第3項として、請求の範囲第2項において、前記磁極位置の検出は、前記磁極位置検出手段で検出した逆起電圧と所定電位との比較結果に基づいて行われることを特徴とする。

また、請求の範囲第4項として、請求の範囲第3項において、前記磁極位置の検出のための前記所定電位が複数設定されていることを特徴とする。

また、請求の範囲第5項として、請求の範囲第1項において、前記電圧検出回路は、前記駆動コイルの一端の電位レベルを電源電圧の中間電位にバイアスするためのバイアス手段と、前記駆動コイルの他端に生じる逆起電圧を検出する電圧

検出回路で構成されており、駆動パルス発生手段は複数の休止期間を有する間欠的なパルス群で構成された駆動パルス信号を出力するとともに、前記磁極位置検出手段は、前記複数の休止期間中に検出した前記電圧検出回路からの検出信号と前記中間電位との比較結果に基づいて前記駆動パルス信号を停止するとともに該停止した駆動パルスとは逆相の駆動パルス信号を出力することを特徴とする。

また、請求の範囲第6項として、請求の範囲第5項において、前記磁極位置の検出は、前記磁極位置検出手段で検出した逆起電圧が所定電位を横切ったことによって行われることを特徴とする。

また、請求の範囲第7項として、請求の範囲第6項において、前記磁極位置の検出のための前記所定電位が複数設定されていることを特徴とする。

また、請求の範囲第8項として、請求の範囲第5項において、前記間欠的なパルス群で構成された駆動パルス信号は、パルス幅の異なる複数のパルス群から成ることを特徴とする。

また、請求の範囲第9項として、請求の範囲第8項において、前記間欠的なパルス群で構成された駆動パルス信号は、パルス幅の大きい第1パルスと、該第1パルスよりもパルス幅の小さい第2パルス群とで構成したことを特徴とする。

また、請求の範囲第10項として、請求の範囲第9項において、前記第1パルスは前記ロータの回転速度に応じてそのパルス幅が変化することを特徴とする。

また、請求の範囲第11項として、請求の範囲第9項において、前記第1パルスは前記ロータの始動時からの駆動パルス出力数に応じてそのパルス幅が変化することを特徴とする。

また、請求の範囲第12項として、請求の範囲第9項において、前記第2パルスは前記ロータの回転速度に応じてそのパルス幅が変化することを特徴とする。

また、請求の範囲第13項として、請求の範囲第9項において、前記第2パルスは前記ロータの始動時からの駆動パルス出力数に応じてそのパルス幅が変化することを特徴とする。

また、請求の範囲第14項として、請求の範囲第10項において、前記第1パルスは前記ロータの回転速度が速くなるにしたがってそのパルス幅が狭くなるように変化することを特徴とする。

また、請求の範囲第15項として、請求の範囲第11項において、前記第1パルスは前記ロータの始動時からの駆動パルス出力数の増加とともにそのパルス幅が狭くなるように変化することを特徴とする。

また、請求の範囲第16項として、請求の範囲第12項において、前記第2パルスは前記ロータの回転速度が速くなるにしたがってそのパルス幅が狭くなるように変化することを特徴とする。

また、請求の範囲第17項として、請求の範囲第13項において、前記第2パルスは前記ロータの始動時からの駆動パルス出力数の増加とともにそのパルス幅が狭くなるように変化することを特徴とする。

また、請求の範囲第18項として、請求の範囲第5項において、前記間欠的なパルス群で構成された駆動パルス信号の複数の休止期間の幅は、前記ロータの回転速度に応じてその休止期間幅が変化することを特徴とする。

また、請求の範囲第19項として、請求の範囲第5項において、前記間欠的なパルス群で構成された駆動パルス信号の複数の休止期間の幅は、前記ロータの始動時からのパルス出力数に応じてその休止期間幅が変化することを特徴とする。

また、請求の範囲第20項として、請求の範囲第18項において、前記休止期間幅は、前記ロータの回転速度が速くなるにしたがってその幅が狭くなるように変化することを特徴とする。

また、請求の範囲第21項として、請求の範囲第19項において、前記休止期間幅は、前記ロータの始動時からの駆動パルス出力数の増加とともにその幅が狭くなるように変化することを特徴とする。

また、請求の範囲第22項として、請求の範囲第1項において、前記モーター駆動装置は、前記駆動パルス発生手段が始動パルスを出力してから所定の時間を計時した後タイマー信号を発生するタイマー回路を有し、前記駆動パルス発生手

段は始動パルスの出力を開始した後に所定の時間が経過しても前記磁極位置検出手段からの検出信号が発生しない場合に、前記タイマー回路からのタイマー信号出力に応じて始動パルスの出力を停止するとともに、始動パルスと逆相に駆動パルス信号を出力することを特徴とする。

また、請求の範囲第23項として、少なくとも2極のステータと少なくとも2極の永久磁石を有するロータと前記ステータと磁氣的に結合した駆動コイルとで構成されたステップモーターと、該ステップモーターを駆動するための駆動パルス信号を出力する駆動パルス発生手段と、該駆動パルス発生手段からの信号に基づき前記駆動コイルに駆動電流を供給するための駆動回路と、前記ロータの回転によって生じる逆起電圧を検出する電圧検出回路と、該電圧検出回路に生じる検出信号に基づいて前記ステータに対する回転中のロータの磁極位置を検出する磁極位置検出手段を備え、前記駆動パルス発生手段は、前記磁極位置検出手段からの検出信号に基づいて前記駆動パルス信号の出力タイミングを制御するモーター駆動装置において、前記駆動パルス発生手段が駆動パルス信号の出力を終了してから所定の時間が経過した後にタイマー信号を発生するタイマー回路を有し、前記駆動パルス発生手段は駆動パルス信号の出力を開始した後に所定の時間が経過しても前記磁極位置検出手段からの検出信号が発生しない場合、次に出力する駆動パルス信号のパルス幅を前回出力された駆動パルス信号よりも狭くすることを特徴とする。

また、請求の範囲第24項として、請求の範囲第23項において、前記駆動パルス発生手段は駆動パルス信号の出力を開始した後に所定の時間が経過しても前記磁極位置検出手段からの検出信号が発生しない場合、前記駆動パルス信号とは逆極性の補償パルス信号を出力することを特徴とする。

また、請求の範囲第25項として、請求の範囲第24項において、前記補償パルス信号は前記駆動パルス信号よりもパルス幅が狭いことを特徴とする。

また、請求の範囲第26項として、請求の範囲第1項または第23項において、前記ステップモーターの回転を停止する場合に、制動用パルス信号を出力する制動パルス発生手段を有し、該制動パルス発生手段は前記磁極位置検出手段か

らの検出信号に基づいて制動用パルス信号の出力タイミングを制御することを特徴とする。

また、請求の範囲第27項として、請求の範囲第26項において、前記制動用パルス信号は前記ステータが前記ロータの磁極と逆極性に励磁される方向に出力されることを特徴とする。

また、請求の範囲第28項として、請求の範囲第26項において、前記制動用パルス信号は前記ステップモーターを駆動する駆動パルス信号よりも大きいパルス幅で出力されることを特徴とする。

図面の簡単な説明

図1は従来のモーター駆動装置の駆動部の回路図、図2は図1における2極ステップモーターの静的安定点を示す平面図、図3は図1における2極ステップモーターの電磁的安定点を示す平面図、図4は図1における2極ステップモーターの回転中の磁極位置を示す平面図、図5は図1における2極ステップモーターの回転方向を示す平面図、図6は図1における2極ステップモーターの回転方向を示す平面図、図7は図1における2極ステップモーターの回転方向を示す平面図、図8は従来例のモーター駆動装置における駆動回路の回路図、図9は図8の駆動回路の動作を表わす波形図、図10は他の従来例のモーター駆動装置における駆動回路の回路図、図11は図10の駆動回路の動作を表わす波形図、図12は図8の駆動回路の動作を表わす波形図である。図13は本発明のモーター駆動装置における駆動システムの第1の実施例を示すブロック図、図14は図13の駆動システムの動作を表す波形図、図15は第1のパルスでモーターが回転しなかった場合の回路の各部の状態を表す波形図、図16は第1のパルスでモーターが回転しなかった場合の回路の各部の状態を表す波形図、図17は図10の駆動回路にヒステリシスコンパレータを適用した場合の回路図、図18は本発明のモーター駆動装置における駆動システムの第2の実施例を示すブロック図、図19は図18の駆動システムの動作を表す波形図、図20は図18の駆動システムの動作を示す波形図、図21は図8の駆動回路にヒステリシスコンパレータを適用した場合の回路図、図22は本発明のモーター駆動装置における駆

動システムの第3の実施例を示すブロック図、図23は図22の駆動システムの動作を表す波形図、図24は図22に示す第3の実施例の別の構成を示すブロック図、図25は図24の駆動システムの動作を表す波形図、図26は本発明のモーター駆動装置における駆動システムの第4の実施例を示すブロック図、図27は図26の駆動システムの動作を表す波形図、図28は図26の駆動システムの動作を表す波形図、図29は本発明のモーター駆動装置における駆動システムの第5の実施例を示すブロック図、図30は図29の駆動システムの動作を表す波形図、図31は本発明のモーター駆動装置における駆動システムの第6の実施例を示すブロック図、図32は本発明のモーター駆動装置における駆動システムの第7の実施例の構成を示すブロック図、図33は図32の駆動システムの動作を表す波形図、図34は本発明のモーター駆動装置における駆動システムの第8の実施例を示すブロック図、図35は図34の駆動システムの動作を表す波形図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の第1の実施例を図面をもって説明する。

図13は本発明のモーター駆動装置における駆動システムの第1の実施例を示すブロック図であり、図14は図13の駆動システムの動作を表す波形図である。

図13において、21は基本周波数信号OSCを発振する発振回路であり、22は基本周波数OSCを分周した信号Fdivを出力する分周回路であり、23はモーター42を駆動する駆動パルス信号の基となる信号である信号OEを成形する波形成形回路であり、24は信号OEおよびFdivに基づいて駆動パルス信号としての信号O1inまたは信号O2inを出力する駆動制御回路であり、25は信号O1inおよび信号O2inに基づいてモーター42を駆動する信号drv1または信号drv2を出力する駆動回路であり、26aは逆起電圧検出回路41で検出した信号Aoutが基準電位Vbを正方向（負から正の方向）によぎったとき正エッジ検出信号PEを出力する正エッジ検出回路であり、26bは逆起電圧検出回路41で検出した信号Aoutが基準電位Vbを負方向（正か

ら負の方向)によぎったとき負エッジ検出信号NEを出力する負エッジ検出回路であり、31は正エッジ検出信号PEと負エッジ検出信号NEとをOR出力するOR回路であり、28は駆動パルス信号の立ち上がりから所定時間の経過を計時するタイマー回路である。27はパルス制御回路であり、駆動制御回路24の動作、非動作を制御する信号Fdと、波形成回路23が出力する信号OEの出力タイミングを制御する信号Ptrgを出力する。駆動回路25、逆起電圧検出回路41およびモーター42は、先に従来例で説明した図10と同様の構成をとるものとする。40は、正エッジ検出回路26aと負エッジ検出回路26bとOR回路31と逆起電圧検出回路41とから構成される磁極位置検出回路である。

以下に図14を参照して動作を説明する。

前記モーター駆動装置の本回路システム非動作状態、すなわち図10に示した前記ロータ103が回転していない場合、前記パルス制御回路27から出力される信号Fdが”H”レベルになっており、この状態では前記駆動制御回路24から前記駆動回路25に対する出力O1in、O2inはともに”L”レベルであるので、前記モータードライバ104a、104bの出力はともに”L”レベルになっている。

次に前記ロータ103を回転させる場合、外部より始動信号SSが前記パルス制御回路27に入力されると、このパルス制御回路27から出力される信号Fdが”L”レベルとなり、一方タイマー回路28は、信号SSを受けるとタイマー動作を開始する。信号Fdが”L”レベルで且つ信号OEが”H”になると前記駆動制御回路24の出力信号は、信号OEが”L”レベルの場合は信号O1inを”H”出力し、信号OEが”H”レベルの場合は信号O2inを”H”出力する。図14では、信号SSが出力された直後の信号OEは”L”であるのでこの場合は信号O1inが”H”となる。

ここで、前記正エッジ検出回路26aおよび前記負エッジ検出回路26bの動作について説明する。前記正エッジ検出回路26aは、信号OEが”H”レベルのとき能動状態になり、信号Aoutが前記バイアス電圧Vbを正方向によぎった場合に正エッジ検出信号PEを出力する。また、前記負エッジ検出回路26a

は、信号OEが”L”レベルのとき能動状態になり、信号OEが”L”レベルの期間に信号Aoutが前記バイアス電圧Vbを負方向によぎった場合に負エッジ検出信号NEを出力する。

図14のt1の期間は、信号OEが”L”であることから、負エッジ検出回路26bが動作状態となっている。駆動制御回路24からの出力信号O1inが”H”の状態が続くと、駆動回路25からの信号である信号Aoutは、図14のt1の期間で示される波形となる。

t1の期間で信号Aoutが前記バイアス電圧Vbの電位を正から負の方向によぎると負エッジ検出回路26bは負エッジ検出信号NEを出力する。前記パルス制御回路27は前記負エッジ検出信号NEをOR回路31を介して受けると信号Ptrgを出力する。またタイマー回路28は同様に負エッジ検出信号NEをOR回路31を介して受けるとタイマー動作をリセットして停止する。

前記波形成形回路23は信号Ptrgの立ち上がりに同期して信号OEを、図14のt2の期間”H”レベルにする。前記駆動制御回路24は、信号OEが”H”の間、信号O2inを”H”レベルにする。

図14のt2の期間は、前記正エッジ検出回路26aは、信号Aoutを受け、この信号Aoutのレベルがバイアス電圧Vbを負から正の方向によぎった場合に正エッジ検出信号PEを出力する。前記パルス制御回路27は前記正エッジ検出信号PEをOR回路31を介して受けると信号Ptrgを出力する。以降、同様の動作が繰り返され、前記ロータ103は回転を続ける。

前記ロータ103の回転を停止する場合は、外部より停止信号ESを前記パルス制御回路27に inputsする。パルス制御回路27は、停止信号ESが入力された直後の正エッジ検出信号PEまたは負エッジ検出信号NEを受けると最後のPtrgを出力する。図14の例ではパルス制御回路27は負エッジ検出信号NEを受、信号Ptrgを出力している。

図14のt4の期間で信号O2inに”H”レベルが出力され、前記正エッジ検出回路26aが能動状態となり、信号Aoutが前記バイアス電圧Vbを負から正の方向によぎるタイミングで正エッジ検出信号PEが出力される。前記パルス

ス制御回路27は停止信号ESを受けた後に正エッジ検出信号PEを受けると信号Fdを”H”レベルにするとともに、前記モータドライバ104a、104bの出力を”L”レベルに固定し回路の動作は終了する。

以上説明した第1の実施例では、信号O1inに”H”レベルが出力される始動時の第1のパルスで、前記ロータ103が回転する磁極位置に合った場合を想定しているが、実際の使用時には駆動パルス信号の位相とロータ103の磁極位置の関係が必ずしも一致しているとは限らない。とりわけ振動アラームのように慣性の大きな負荷が取り付けられた場合、モータの回転動作が停止された後も慣性でモータが回り続けてしまうことが考えられ、このような場合最終的な磁極位置がどちらになるかは不確定である。

以上の事項を考慮にいれ、第1のパルスでモータが回転しなかった場合について本発明のシステムがどのように作動するかを図13および図15を用いて説明する。

図15は、第1のパルスでモータが回転しなかった場合の回路の各部の状態を表す波形図である。

第1のパルスでモータが回転しなかった場合には駆動回路25から出力される信号Aoutは図15または図16の状態になる。すなわち、モータが回転動作をしていないため、モータの正常回転時に発生する逆起電圧Vrがほとんど発生せず、結果として信号Aoutは駆動パルス信号の出力時に検出コイルに誘導される誘導電圧のみとなる。この場合誘導電圧の影響がなくなった後は図10に示した差動アンプ106aの両端の電位差は基本的には0になるはずであるが実際には何らかの電位差が生じているため結果として信号Aoutの電位はバイアス電圧Vbに対して若干ではあるが高いかもしくは低い状態になる。

誘導電圧の影響がなくなった後の信号Aoutの電位がVbに比べて高い場合、駆動パルス信号を出力し続けても信号Aoutが正から負の方向にVbのレベルをよぎることがないため、次の駆動パルス信号の出力タイミングとなる信号Ptrgが発生しない。本システムでは信号SSが入力されると始動用の駆動パルス信号を出力するとともにタイマー回路28のタイマー動作が行われている。

タイマー回路28は予め定められた時間(図15においては $t_{1'}$)が経過しても磁極位置検出回路40より正または負のエッジ検出信号がこない場合、疑似検出信号 T_{up} を出力するとともにタイマー動作を停止する。パルス制御回路27は信号 T_{up} を受けると信号 P_{trg} を出力し、結果として直ちに信号 O_{2in} に" H " レベルが出力され、すなわち次の駆動パルス信号は最初の駆動パルス信号と逆極性で出力されることで、ロータ103が回転する。以降の動作は先に説明した第1のパルスでモーターが回転した場合と同様の制御で行われる。

誘導電圧の影響がなくなった後の信号 A_{out} の電位が V_b に比べて低い場合には、誘導電圧の影響がなくなった直後に信号 A_{out} の波形が V_b を正から負によぎるために負エッジ検出回路26bから直ちに信号 N_E が出力される。従ってこれを受けてタイマー回路28はタイマー動作を停止する。またパルス制御回路27は信号 P_{trg} を出力し、以降の動作は先に説明した第1のパルスでモーターが回転した場合と同様の制御で行われる。

以上説明したシステムでは、駆動パルス信号を出力中にモーターから発生する逆起電圧を検出することでモーターが180度回転したことを認識することができ、さらにこのタイミングで次のパルスを出力することでモーターの回転の勢いを殺すことなく確実に効率のよいモーター駆動を実現することができる。

この第1の実施例によれば、従来のような磁極位置検出用の駆動パルス信号休止期間がないので、駆動パルス信号と次の駆動パルス信号との間隔をなくすることができるので、モーターを高速に且つ安定して駆動することができる。また、始動時のロータ103の磁極位置にかかわらず、確実なモータの始動を実現することができる。

なお、図10では差動アンプ106aの出力信号を基準電圧 V_b と比較しこの比較結果である信号を出力するコンパレータ108とで構成された電圧検出手段を付加したが、図17のように、差動アンプ106aと帰還抵抗106bと入力抵抗106cとから成る回路106に、差動アンプ107aと帰還抵抗107bと入力抵抗107cとから成る回路107を接続して、ヒステリシスコンパレータを構成するようにして、磁極位置の検出のため、逆起電圧がよぎったかどうか

の基準電位にヒステリシスを設けるようにしてもよい。

このようにヒステリシスコンパレータを設けることにより、基準電位を逆起電圧がよぎったかどうかの検出タイミングに遅延を持たせることで、外部からの磁界等の影響による誤動作を防止することができ、さらに、モーターに物理的な衝撃等が加わった場合においてもモーターの回転の安定性向上に効果がある。

次に第2の実施例として、駆動コイルを磁極位置検出用の検出コイルに兼用してモーターからの逆起電圧を検出する構成をとるモーター駆動装置に関して本発明を導入した場合について図をもって説明する。

図18は、先に説明した図13のシステムに若干の改良を加え、駆動パルス信号を出力中であってもモーターからの逆起電圧を検出することを可能とした第2の実施例を示すブロック図であり、また図19、図20は図18の動作を示す波形図である。図20は、図19と比べて時間軸で拡大して示してある。

図18において、32は信号OE1が“L”になってから所定時間を計時してこの所定時間内に正エッジ検出信号PEまたは負エッジ検出信号NEを受けていない場合に信号Tup'を出力するタイマー回路Bであり、46は信号Tup'を受けると出力信号Qを反転するフリップフロップ回路である。40'は正エッジ検出回路26aと負エッジ検出回路26bとOR回路31と逆起電圧検出回路41'とから構成される磁極位置検出回路である。波形成形回路23は、駆動パルス信号を間欠制御するとともに磁極位置検出回路40'およびタイマー回路B32を制御する信号である信号OE1を、パルス制御回路27より出力されるPtrg信号を受けるごとに出力する。駆動制御回路24は、フリップフロップ回路46からの出力信号Qに基づいて、信号O1inと信号O2inを切替え出力するように構成している。また、駆動回路25'、逆起電圧検出回路41'およびモーター42'は、先に従来例で説明した図8と同様の構成をとるものとする。その他の構成要素は図13と同様であるので説明を省略する。

図8に示した前記ロータ103を回転させる場合、外部より始動信号SSが前記パルス制御回路27に入力されると、このパルス制御回路27から信号Ptrgが出力され、信号OE1は図19に示す如く期間tbに“H”となる。信号O

E1は、フリップフロップ回路46の出力信号Qが“L”レベルの場合には信号O1inに出力され、出力信号Qが“H”レベルの場合には信号O2inに出力される。図19では信号SSが出力された直後に出力信号Qは“L”であるのでこの場合は信号OE1は信号O1inに出力される。図19において信号OE1が出力されたtbの後のt2の期間では信号Qが“L”でありさらに信号OE1が“L”であることから正エッジ検出回路26aが能動状態となる。

図19におけるt1の期間では信号OE1が“H”の間に信号O1inの駆動パルス信号が出力され、信号OE1が“L”の間は図8のモータドライバ1a、1bの出力をハイインピーダンスにするとともにバイアス手段3を動作させることによりモーターからの逆起電圧の検出を行う。

ここで図19におけるt1の期間の信号Aoutの波形について図20の拡大図をもって説明する。

t1の期間におけるAoutの波形は、信号O1inの波形の駆動パルス信号が出力されることにより、駆動コイル2に発生する誘導電圧Vr、モーターが回転することにより発生する逆起電圧Vgの合成波形となる。図20のt2の期間では信号O1inが“L”になった直後は誘導電圧Vrが支配的であり、誘導電圧Vrの影響が時間の経過とともになくなると逆起電圧Vgが観測されるようになる。逆起電圧Vgの電位レベルがVbよりも上にあるt2の期間、すなわちロータ103が180度回転しきっていない場合では、信号Aoutの波形が誘導電圧Vrの影響がなくなる過程で必ずVbの電位を負から正の方向でよぎっている（図20におけるP1の時点）。

タイマー回路B32は信号OE1が“L”になるとタイマー動作を開始する。フリップフロップ回路46の出力信号Qが“L”であることから正エッジ検出回路26aは信号OE1が“L”の期間に動作状態となる。正エッジ検出回路26aは、図20のt2の期間のP1の時点で、信号Aoutの波形がVbを負から正方向によぎったことを観測すると、正エッジ検出信号PEを出力する。また、タイマー回路B32は信号PEをOR回路31を介して受けるとタイマー動作を停止し、一方パルス制御回路27は、所定の時間（t2）の間、タイマー回路B

32からの信号がこない場合、所定時間経過後P t r g信号を出力する。波形成回路23はP t r g信号を受けるとt cの期間O E 1を“H”出力しその後t 3の期間でt 2の期間と同様の逆起電圧の検出を行う。

図20におけるt 2、t 3、t 4の期間では、それぞれP 1、P 2、P 3の時点で信号A o u tの波形がV bの電位を負から正の方向でよぎるので、P t r gが出力され、信号O E 1に“H”信号が出力される。逆起電圧V gの電位レベルがV bよりも下にある期間、すなわち図20のt 5の期間では、ロータ103が180度以上回転しており、信号A o u tの波形がV bの電位を負から正の方向でよぎることはない。したがってt 5の期間では、この間に正エッジ検出回路26aから正エッジ検出信号P Eを出力することはない。タイマー回路B 32はt 5の期間に正エッジ検出信号P Eを受けないで所定の時間(t 5)を経過するとT u p'を出力する。パルス制御回路27は信号T u p'を受けると信号P t r gを出力し、その結果波形成回路23から信号O E 1が出力される。このとき信号T u p'によりフリップフロップ46の信号Qは“L”から“H”になっているので、駆動制御回路24からは信号O 2 i n側に駆動パルス信号が出力される。以降の動作は先述した第1の実施例と同様である。

この第2の実施例によれば、駆動パルス信号を出力中に逆起電圧を検出するための間隙を設けることで、駆動コイルを逆起電圧検出コイルに兼用でき、構成が簡素化される。また、本実施例によれば、第1の実施例と同様に駆動パルス信号と次の駆動パルス信号との間隔をなくすることができるので、モーターを高速に且つ安定して駆動することができる。

なお、図21の駆動回路は、図8の駆動回路にヒステリシスコンパレータ13を付加したものであり、電圧検出回路5の後段にこのヒステリシスコンパレータ13が接続される。このヒステリシスコンパレータ13は、入力抵抗13aと帰還抵抗13bとインバータ13cとインバータ13dとから成る。このように構成し、磁極位置の検出のため、逆起電圧がよぎったかどうかの基準電位にヒステリシスを設けるようにしてもよい。

このようにヒステリシスコンパレータを設けることにより、基準電位を逆起電

圧がよぎったかどうかの検出タイミングに遅延を持たせることで、外部からの磁界等の影響による誤動作を防止することができ、さらに、モーターに物理的な衝撃等が加わった場合においてもモーターの回転の安定性向上に効果がある。

以上モーター始動直後のパルス出力に対する制御方法について説明してきたが、次に第3の実施例として、モーター始動後モーターの回転数が加速状態から定速状態に移行するまでのパルス出力方法について説明する。

なお、ここで説明する実施例については、日板や振動アラーム用の扁平重りなど慣性の大きな負荷が接続されたモーターに対して特に有効な手段である。

図22は第3の実施例の構成を示すブロック図であり第1および第2の実施例と共通の項目については説明を省略する。また図23は図22の動作を表す波形図である。

図22において、35は信号OE1の立ち下がり同期してタイマー動作を開始するタイマー回路Cである。また、タイマー回路C35は、信号OE1が”L”のとき動作を開始して所定時間経過後に信号Cupを出力し、信号Ptrgによってリセットされる。36はカウンタ回路であり、タイマー回路C35からのCup信号をカウントし、パルス幅選択信号Ps1～PsNを切替え出力する。37は駆動パルス制御回路であり、パルス幅選択信号Ps1～PsNに基づいて信号OE1の幅を変化させている。なお、図22における駆動回路25'、逆起電圧検出回路41'およびモーター42'は、先に従来例で説明した図8と同様の構成をとるものとする。また、前述の第2の実施例と同様な構成については説明を省略する。

初期状態においては、カウンタ回路36のカウント値はクリアされており、その結果として信号Ps1が”H”になっている。駆動パルス制御回路37は、カウンタ回路36から出力される信号Ps1から信号PsNに応じて出力する駆動パルス信号のパルス幅を変化させる。ここでは信号Ps1が”H”の場合すなわち始動直後が最も幅の広い駆動パルス信号を出力し、後述するように以降レベルが”H”となる信号が信号Ps2、Ps3、・・・、PsNの順で変化するに従って駆動パルス信号のパルス幅を減じる動作を行う。

信号SSが入力されてモーターが始動する状態、すなわち図23の(a)の期間に関しては前述の図9と同様であるので説明を省略する。

図23において、第1、第2のパルスによりモーターの回転速度が向上してくると先に説明したとおり駆動パルス信号のパルス幅が過剰となり、本来、図23のP時点で発生する、Vbのレベルを負から正の方向によぎる現象が発生せず、このため次の駆動パルス信号が出力されない。

タイマー回路C35は、通常状態、すなわち図23の(a)の期間のような状態では信号OE1が”L”になるとタイマー動作を開始するが、予めセットされたタイマー動作を終了する所定時間 Δt になるまでに次の信号Ptrgによりリセットされるので何の信号も出力しない。しかし、図23の(c)、(d)の期間のように信号OE1が立ち下がって時間 Δt が経過した後も信号AoutがVbをよぎらず信号Ptrgがこない場合は、ロータ103がすでに、次の駆動パルス信号で駆動される位置に達していると判断し、タイマー回路C35は信号Cupに”H”レベルのパルス信号を出力する。カウンタ回路36は信号Cupを受けると内部のカウンをカウントアップしこれにともなう信号Ps1を”L”にするとともにPs2を”H”にする。この結果、信号OE1は前回よりもパルス幅の狭い駆動パルス信号として出力される。

モーターの回転速度がある程度以上に達している場合やさらにすでに述べたように慣性の大きな負荷が接続されている場合などは、図23のP時点で駆動パルス信号の出力が行われなくても若干の回転速度の低下が見られるもののすぐに回転が停止することはない。従ってQ時点で次の駆動パルス信号が出力されれば回転そのものは停止することはない。しかしながらQ時点で出力される駆動パルス信号のパルス幅が直前の駆動パルス信号と同一であった場合、P時点で駆動パルス信号が出力されなかったことによって一旦低下した回転速度が再び上昇し、再び図23のP時点に示すような状況が発生してしまい、結果としてこれ以上の回転速度の向上は見込めなくなる。

本実施例では、駆動パルス信号の出力後、一定の時間内に信号Aoutの波形がバイアス電圧Vbをよぎらないとき、次に出力される駆動パルス信号のパルス

幅が減じられる。この状態でモーターの回転速度が向上するとやはり図23のP時点と同じ状態が発生するが、ここでも前述と同様の制御がおこなわれ、駆動パルス信号のパルス幅が減じられる。駆動パルス信号のパルス幅に対して同様の制御が繰り返されると回転速度が次第に向上し、ついにはこれ以上回転速度が向上しない安定状態となる。この状態では駆動パルス信号のパルス幅が過剰になることはなく、従って信号Aoutの波形がバイアス電圧Vbをよぎる点を検出できるため駆動パルスも確実に出力され安定した回転が得られる。

モーターの停止は、前述と同様に、信号ESにより行われるが、この信号ESを受けてカウンタ回路36はリセットされ、カウンタ値は初期状態になる。従って、次にモーターが駆動される際には信号Ps1が“H”であることから最も幅の広い幅の駆動パルス信号が出力されることになる。

以上説明したように、第3の実施例を用いれば、モーターの回転速度に応じて最適幅の駆動パルス信号が選択されることで、モーターの速やかな加速と安定した回転を、さらには回転速度向上を得ることができる。なお、本実施例の説明では、駆動回路25'、逆起電圧検出回路41'およびモーター42'は図8で説明した回路構成を取っているが、図10の回路構成にしても同様の動作が得られる。

なお、この第3の実施例では、図24に示すように構成してもよい。図24は第3の実施例の別の構成を示すブロック図であり、図22に示したのと同様な構成については説明を省略する。また、図25は図24の動作を表す波形図である。

図24のブロック図では、新たに補償パルス作成回路38を備えている。図25の(d)の期間のように信号OE1が立ち下がって時間 Δt が経過した後も信号Ptrgがこない場合は、前述と同様にタイマー回路C35は信号Cupに“H”レベルのパルス信号を出力する。補償パルス作成回路38はこの信号Cupを受けると補償パルス信号FPを出力する。この信号FPはOR回路を介して信号OE1として駆動制御回路24に入力され、さらに、信号Cupによりフリップフロップ回路46の出力信号Qは“H”から“L”に切り替わる。この結

果、補償パルス信号FPは信号O1inの駆動パルス信号として出力される。

このように構成することによって、信号Ptrgがなくても補償パルス信号FPが出力されることで、一時的な速度低下を抑えることができる。

なお、ここで出力される補償パルス信号FPは、通常の駆動パルス信号に比べてパルス幅が狭いことが望ましい。これは信号FPの幅が広い場合には、図25における時点Rで、信号Aoutが電位Vbを正から負の方向によぎるタイミングを見失ってしまう可能性があり、補償パルス信号FPのパルス幅を狭くすればこれを防ぐことができるからである。

次に、本発明の第4の実施例を説明する。図26は第4の実施例の構成を示すブロック図であり、第2の実施例と共通の項目については説明を省略する。また図27は図26の動作を表す波形図であり、図28は信号OE1についての拡大波形図である。

本実施例は前述の第2の実施例の変形例である。図19に示した第2の実施例の波形図を参照すると、第2の実施例では、期間 t_1 内において、パルス幅の等しい駆動パルス信号を複数出力しており、これによって、期間 t_1 内において逆起電圧を検出することができるようにしている。ところが、このようにすると、図19からわかるように、逆起電圧の検出のための時間のために駆動パルス信号を出力している時間が減少させられており、モーターに対して回転のためのエネルギーを供給する時間（駆動パルス信号を出力している時間）を犠牲にしていることになる。そこで、モーターのより速やかな加速と安定した回転を望む場合には、本実施例すなわち第4の実施例が有効となる。

本実施例は、図27の期間 t_1 のうちロータ103が180度回転しきっていないことが明らかな最初の方の期間には、逆起電圧の検出を行わずに比較的パルス幅の広い駆動パルス信号を出力して、モーターに対して回転のためのエネルギーを供給する時間（駆動パルス信号を出力している時間）が長くなるようにしている。以下、本実施例を詳しく説明する。

本実施例では、図26に示すように、波形成形回路23を大パルス発生回路23aと小パルス発生回路23bとから構成する。また、信号OE1の立ち下が

りでタイマー回路B32はリセットして、且つ再スタートし、所定時間経過後に信号Tup'を出力する。この信号Tup'を受けたパルス制御回路27では信号Ctrgまたは信号Ptrgを出力するが、前回の信号Tup'の入力から今回の信号Tup'の入力までの間に、磁極位置検出回路40'から信号PEまたはNEを受けていない場合には信号Ctrgを出力し、受けている場合には信号Ptrgを出力する。波形成形回路23では、信号Ctrgを受けた場合には比較的パルス幅の広い信号OE1を出力し、信号Ptrgを受けた場合には比較的パルス幅の狭い信号OE1を出力する。信号Ctrgはフリップフロップ回路46にも入力され、これにより、信号O1inと信号O2inの切替えが行われる。なお、パルス制御回路27は信号SSを受けたときには無条件で信号Ctrgを出力する。また、信号OE1の立ち下がりタイマー回路B32がリセットされる。

図26のように構成することによって、図27に示すような制御を行うことができる。図27の期間t1を参照すると、比較的パルス幅の広い駆動パルス信号が最初に一度出力され、その後は比較的パルス幅の狭い駆動パルス信号が出力されていることがわかる。また、図28を参照すると、信号OE1として、期間tp1には比較的パルス幅の広い信号が一度出力され、期間tp2の経過後の期間tp3には比較的パルス幅の狭い信号が出力されていることがわかる。

以上説明したように、本実施例では、図27の期間t1のうちロータ103が180度回転しきっていないことが明らかな期間には、逆起電圧の検出を行わず、比較的パルス幅の広い駆動パルス信号を出力し、モーターに対して回転のためのエネルギーを供給する時間（駆動パルス信号を出力している時間）が長くなるようにしているので、モーターのより速やかな加速と安定した回転が可能となる。

次に、本発明の第5の実施例を説明する。図29は第5の実施例の構成を示すブロック図であり、第4の実施例と共通の項目については説明を省略する。また図30は図29の動作を表す波形図である。

本実施例は前述の第4の実施例の変形例である。第4の実施例では、大パルス

発生回路23aで発生する信号のパルス幅、小パルス発生回路23bで発生する信号のパルス幅および、タイマー回路B32で計時する時間(t_3 、 t_4 、 t_5 等)は、常に一定であった。ところが、モーターの回転速度に応じて図27に示した期間 t_1 の長さが変化するなどの理由から、これらの値をモーターの回転速度に応じて変更すると、モーターのより速やかな加速と安定した回転を得ることができる。

本実施例は、モーターの回転速度に応じて、この大パルス発生回路23aで発生する信号のパルス幅、小パルス発生回路23bで発生する信号のパルス幅および、タイマー回路B32で計時する時間の変更を可能とするものである。

本実施例では図29に示すように回転速度検出回路45を新たに設けた。この回転速度検出回路45は、分周回路22からの信号を基準クロックとしてパルス制御回路27からの信号Ctrlgの発生間隔を求め、この信号Ctrlgの発生間隔によってモーターの回転速度を得、モーターの回転速度が所定速度以上になった場合に、信号Pselを”L”から”H”に切替える。この信号Pselは、大パルス発生回路23a、小パルス発生回路23bおよびタイマー回路B32に入力される。

大パルス発生回路23aでは、信号Pselが”L”から”H”に切り替わると、いままで発生していた信号のパルス幅よりも狭いパルス幅の信号を出力するようになる。また、小パルス発生回路23bでは、信号Pselが”L”から”H”に切り替わると、いままで発生していた信号のパルス幅よりも狭いパルス幅の信号を出力するようになる。さらに、タイマー回路B32信号では、信号Pselが”L”から”H”に切り替わると、いままで計時していた時間(逆起電圧を検出するための時間)を短いものに切替える。

図30を参照すると、信号Ctrlgの発生間隔 T_p が所定値以下になった場合、信号Pselが”L”から”H”に切り替わり、信号Pselが”H”になると、期間 T_{p1} はより短い期間 T_{p1}' に切り替わり、期間 T_{p2} はより短い期間 T_{p2}' に切り替わり、期間 T_{p3} はより短い期間 T_{p3}' に切り替わっていることがわかる。

モーターの回転速度が速くなった場合に、大パルス発生回路23aで発生する信号のパルス幅および小パルス発生回路23bで発生する信号のパルス幅をいままでよりも狭いものとすることによって、ロータ103が180度回転しきった後にも同相の駆動パルス信号を出力してしまうということを減らすことができ、モーターのより速やかな加速と安定した回転が可能となる。

また、モーターの回転速度が速くなった場合に、タイマー回路B32で計時する時間（逆起電圧の検出のための時間）を短くすることによって、逆起電圧の検出のための時間と駆動パルス信号を出力している時間との比率を所定範囲にすることができ、モーターのより速やかな加速と安定した回転が可能となる。モーターの回転速度が速くなった場合には、逆起電圧の電圧レベルが上がり、より短い時間で逆起電圧の検出が可能となるため、タイマー回路B32で計時する時間（逆起電圧の検出のための時間）を短くすることができる。

次に、本発明の第6の実施例を説明する。図31は第6の実施例の構成を示すブロック図であり、第5の実施例と共通の項目については説明を省略する。

本実施例は前述の第5の実施例の変形例である。第5の実施例では回転速度検出回路45を設けて、大パルス発生回路23a等で発生する信号のパルス幅等を変更するようにしたが、本実施例ではカウンタ回路B47を設けて、大パルス発生回路23a等で発生する信号のパルス幅等を変更するようにしている。

本実施例はモーターが回転を開始した後に発生する信号Ct rgの数をカウントすることによって、モーターの回転速度を推定するようにしている。すなわち、モーターの始動直後は発生した信号Ct rgの数に応じてモーターの回転速度が速くなるものであることから、信号Ct rgのカウント数でモーターの回転速度を推定している。カウンタ回路B47は、パルス制御回路27からの信号Ct rgの数をカウントして、このカウント数が所定値以上になった場合に、信号Pselを”L”から”H”に切替える。この信号Pselは、大パルス発生回路23a、小パルス発生回路23bおよびタイマー回路B32に入力される。カウンタ回路B47に停止信号ESが入力された場合にはカウンタ回路B47のカウント値がリセットされる。そのほかの動作については第5の実施例と同様であ

るので説明を省略する。

この第6の実施例では、モーターの回転速度を信号C t r gのカウント数で簡易的に推定することで第5の実施例と同様の効果が得られ、また、モーターの回転速度検出のための回路が不要なため回路を簡素化することができる。

次に、本発明の第7の実施例を説明する。図32は第7の実施例の構成を示すブロック図であり、第4の実施例と共通の項目については説明を省略する。また図33は図32の動作を表す波形図である。

本実施例は前述の第4の実施例の変形例である。第4の実施例では、パルス制御回路27は、タイマー回路B32からの信号T u p' を受けたときにのみ信号C t r gまたは信号P t r gを出力するようにしたが、本実施例では、パルス制御回路27は、磁極位置検出回路40' から信号P EまたはN Eを受けたならばすぐに信号P t r gを出力し、磁極位置検出回路40' から信号P EまたはN Eを受けずにタイマー回路B32からの信号T u p' を受けたときには信号C t r gを出力するように構成されている。

また、本実施例では、磁極位置検出回路40' からの信号P EおよびN Eは、タイマー回路B32に入力され、タイマーのリセットを行う。そのほかの動作については、第4の実施例と同様であるので説明を省略する。

本実施例によれば、図33を参照してわかるように、逆起電圧の検出を行う時間をさらに短くすることができ、モーターのより速やかな加速と安定した回転が可能となる。

次に、本発明の第8の実施例を説明する。図34は第8の実施例の構成を示すブロック図であり、第2の実施例と共通の項目については説明を省略する。また図35は図34の動作を表す波形図である。

本実施例はモーターを停止させる際の制動制御に関する実施例であり、図18に示した第2の実施例の構成に加えて制動パルス発生回路50を備えている。

パルス制御回路27は、通常、信号T u p' を受けると信号P t r gを出力するが、停止信号E Sを受けた場合には、信号T u p' を受けると信号E t r gを出力する。制動パルス発生回路50は信号E t r gを受けると信号E pを”H”

で出力する。この信号E_pは、OR回路を介し、信号O_{E1}として駆動制御回路24に入力される。また、信号E_pは直接に駆動制御回路24に入力され、信号O_{1in}を出力するかそれとも信号O_{2in}を出力するかの判断にも用いられる。すなわち、通常、フリップフロップ回路46の出力信号Qが“L”の場合には信号O_{E1}は信号O_{1in}として出力され、出力信号Qが“H”の場合には信号O_{E1}は信号O_{2in}として出力されるが、信号E_pが“H”の場合にはこの出力先が逆になる。

図35を参照すると、パルス制御回路27に停止信号E_Sが入力された後、パルス制御回路27はQ時点で信号T_{up}'を受け、信号E_{trg}を出力している。このQ時点の後、フリップフロップ回路46の出力信号Qが“L”であるが、このとき、信号E_pが“H”であるためO_{2in}として制動パルス信号P_{SE}が出力されている。

このように構成した本実施例によれば、より素早く所望の位置でモーターを停止させることができる。

以上、説明したように本発明によれば、第1または第2の実施例により確実なモーターの始動性を、第3の実施例により速やかな加速と安定した回転性能を得ることができる。また第1、第2の実施例と第3の実施例を別々に説明したがそれぞれの実施例を組み合わせることで、より高性能なモーター駆動回路を実現することができる。さらに本発明ではモーターの高速および高トルクの回転駆動を従来の扁平型2極モーターの構造を変更することなく、簡素なシステム構成で実現することができる。

産業上の利用可能性

本発明は、電子時計に限らずモーターを利用するあらゆる電子機器に利用することができる。特に、小型化が必要な電子機器において利用価値が高く、モーター駆動装置の小型化、低消費電流化等の大きな効果を奏する。

請 求 の 範 囲

1. 少なくとも2極のステータと少なくとも2極の永久磁石を有するロータと前記ステータと磁氣的に結合した駆動コイルとで構成されたステップモータと、該ステップモータを駆動するための駆動パルス信号を出力する駆動パルス発生手段と、該駆動パルス発生手段からの信号に基づき前記駆動コイルに駆動電流を供給するための駆動回路と、前記ロータの回転によって生じる逆起電圧を検出する電圧検出回路と、該電圧検出回路に生じる検出信号に基づいて前記ステータに対する回転中のロータの磁極位置を検出する磁極位置検出手段を備え、前記駆動パルス発生手段は、前記磁極位置検出手段からの検出信号に基づいて前記駆動パルス信号の出力タイミングを制御するモータ駆動装置において、

前記磁極位置検出手段は、前記駆動パルス信号の出力期間中に検出した前記電圧検出回路からの前記検出信号に基づいて前記駆動パルス信号の出力を停止するとともに、前記駆動パルス信号と逆相の駆動パルス信号を出力させることを特徴とするモータ駆動装置。

2. 前記磁極位置の検出は、前記駆動コイルに同軸上に巻かれた検出コイルに発生する逆起電圧を前記磁極位置検出手段で検出することで行われることを特徴とする請求の範囲第1項に記載のモータ駆動装置。

3. 前記磁極位置の検出は、前記磁極位置検出手段で検出した逆起電圧と所定電位との比較結果に基づいて行われることを特徴とする請求の範囲第2項に記載のモータ駆動装置。

4. 前記磁極位置の検出のための前記所定電位が複数設定されていることを特徴とする請求の範囲第3項に記載のモータ駆動装置。

5. 前記電圧検出回路は、前記駆動コイルの一端の電位レベルを電源電圧の中



間電位にバイアスするためのバイアス手段と、前記駆動コイルの他端に生じる逆起電圧を検出する電圧検出回路で構成されており、駆動パルス発生手段は複数の休止期間を有する間欠的なパルス群で構成された駆動パルス信号を出力するとともに、前記磁極位置検出手段は、前記複数の休止期間中に検出した前記電圧検出回路からの検出信号と前記中間電位との比較結果に基づいて前記駆動パルス信号を停止するとともに該停止した駆動パルスとは逆相の駆動パルス信号を出力することを特徴とする請求の範囲第1項に記載のモーター駆動装置。

6. 前記磁極位置の検出は、前記磁極位置検出手段で検出した逆起電圧が所定電位を横切ったことによって行われることを特徴とする請求の範囲第5項に記載のモーター駆動装置。

7. 前記磁極位置の検出のための前記所定電位が複数設定されていることを特徴とする請求の範囲第6項に記載のモーター駆動装置。

8. 前記間欠的なパルス群で構成された駆動パルス信号は、パルス幅の異なる複数のパルス群から成ることを特徴とする請求の範囲第5項に記載のモーター駆動装置。

9. 前記間欠的なパルス群で構成された駆動パルス信号は、パルス幅の大きい第1パルスと、該第1パルスよりもパルス幅の小さい第2パルス群とで構成したことを特徴とする請求の範囲第8項に記載のモーター駆動装置。

10. 前記第1パルスは前記ロータの回転速度に応じてそのパルス幅が変化することを特徴とする請求の範囲第9項に記載のモーター駆動装置。

11. 前記第1パルスは前記ロータの始動時からの駆動パルス出力数に応じてそのパルス幅が変化することを特徴とする請求の範囲第9項に記載のモーター駆



動装置。

12. 前記第2パルスは前記ロータの回転速度に応じてそのパルス幅が変化することを特徴とする請求の範囲第9項に記載のモーター駆動装置。

13. 前記第2パルスは前記ロータの始動時からの駆動パルス出力数に応じてそのパルス幅が変化することを特徴とする請求の範囲第9項に記載のモーター駆動装置。

14. 前記第1パルスは前記ロータの回転速度が速くなるにしたがってそのパルス幅が狭くなるように変化することを特徴とする請求の範囲第10項に記載のモーター駆動装置。

15. 前記第1パルスは前記ロータの始動時からの駆動パルス出力数の増加とともにそのパルス幅が狭くなるように変化することを特徴とする請求の範囲第11項に記載のモーター駆動装置。

16. 前記第2パルスは前記ロータの回転速度が速くなるにしたがってそのパルス幅が狭くなるように変化することを特徴とする請求の範囲第12項に記載のモーター駆動装置。

17. 前記第2パルスは前記ロータの始動時からの駆動パルス出力数の増加とともにそのパルス幅が狭くなるように変化することを特徴とする請求の範囲第13項に記載のモーター駆動装置。

18. 前記間欠的なパルス群で構成された駆動パルス信号の複数の休止期間の幅は、前記ロータの回転速度に応じてその休止期間幅が変化することを特徴とする請求の範囲第5項に記載のモーター駆動装置。



19. 前記間欠的なパルス群で構成された駆動パルス信号の複数の休止期間の幅は、前記ロータの始動時からのパルス出力数に応じてその休止期間幅が変化することを特徴とする請求の範囲第5項に記載のモーター駆動装置。

20. 前記休止期間幅は、前記ロータの回転速度が速くなるにしたがってその幅が狭くなるように変化することを特徴とする請求の範囲第18項に記載のモーター駆動装置。

21. 前記休止期間幅は、前記ロータの始動時からの駆動パルス出力数の増加とともにその幅が狭くなるように変化することを特徴とする請求の範囲第19項に記載のモーター駆動装置。

22. 前記モーター駆動装置は、前記駆動パルス発生手段が始動パルスを出力してから所定の時間を計時した後タイマー信号を発生するタイマー回路を有し、前記駆動パルス発生手段は始動パルスの出力を開始した後に所定の時間が経過しても前記磁極位置検出手段からの検出信号が発生しない場合に、前記タイマー回路からのタイマー信号出力に応じて始動パルスの出力を停止するとともに、始動パルスと逆相に駆動パルス信号を出力することを特徴とする請求の範囲第1項に記載のモーター駆動装置。

23. 少なくとも2極のステータと少なくとも2極の永久磁石を有するロータと前記ステータと磁気的に結合した駆動コイルとで構成されたステップモータと、該ステップモータを駆動するための駆動パルス信号を出力する駆動パルス発生手段と、該駆動パルス発生手段からの信号に基づき前記駆動コイルに駆動電流を供給するための駆動回路と、前記ロータの回転によって生じる逆起電圧を検出する電圧検出回路と、該電圧検出回路に生じる検出信号に基づいて前記ステータに対する回転中のロータの磁極位置を検出する磁極位置検出手段を備え、前記駆動パルス発生手段は、前記磁極位置検出手段からの検出信号に基づいて前記駆



34

動パルス信号の出力タイミングを制御するモーター駆動装置において、

前記駆動パルス発生手段が駆動パルス信号の出力を終了してから所定の時間が経過した後にタイマー信号を発生するタイマー回路を有し、前記駆動パルス発生手段は駆動パルス信号の出力を開始した後に所定の時間が経過しても前記磁極位置検出手段からの検出信号が発生しない場合、次に出力する駆動パルス信号のパルス幅を前回出力された駆動パルス信号よりも狭くすることを特徴とするモーター駆動装置。

24. 前記駆動パルス発生手段は駆動パルス信号の出力を開始した後に所定の時間が経過しても前記磁極位置検出手段からの検出信号が発生しない場合、前記駆動パルス信号とは逆極性の補償パルス信号を出力することを特徴とする請求の範囲第23項に記載のモーター駆動装置。

25. 前記補償パルス信号は前記駆動パルス信号よりもパルス幅が狭いことを特徴とする請求の範囲第24項に記載のモーター駆動装置。

26. 前記ステップモーターの回転を停止する場合に、制動用パルス信号を出力する制動パルス発生手段を有し、該制動パルス発生手段は前記磁極位置検出手段からの検出信号に基づいて制動用パルス信号の出力タイミングを制御することを特徴とする請求の範囲第1項または第23項に記載のモーター駆動装置。

27. 前記制動用パルス信号は前記ステータが前記ロータの磁極と逆極性に励磁される方向に出力されることを特徴とする請求の範囲第26項に記載のモーター駆動装置。

28. 前記制動用パルス信号は前記ステップモーターを駆動する駆動パルス信号よりも大きいパルス幅で出力されることを特徴とする請求の範囲第26項に記載のモーター駆動装置。

