(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3690296号
(P3690296)
(45)発行日　平成17年8月31日(2005.8.31)　(24)登録日　平成17年6月24日(2005.6.24)

(51)Int.Cl.[7]　F I
H02P　6/18　H02P　6/02　３７１Ｔ

請求項の数 13　(全 28 頁)

(21)出願番号　特願2001-88846(P2001-88846)
(22)出願日　平成13年3月26日(2001.3.26)
(65)公開番号　特開2002-291282(P2002-291282A)
(43)公開日　平成14年10月4日(2002.10.4)
審査請求日　平成16年3月29日(2004.3.29)

(73)特許権者　000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿２丁目４番１号
(74)代理人　100066980
弁理士　森　哲也
(74)代理人　100075579
弁理士　内藤　嘉昭
(74)代理人　100103850
弁理士　崔　秀▲てつ▼
(74)代理人　100095728
弁理士　上柳　雅誉
(74)代理人　100107261
弁理士　須澤　修

最終頁に続く

(54)【発明の名称】センサレスモータの駆動装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

回転子と複数相の固定子巻線とを有するセンサレスモータを、上位装置からの駆動指令に基づいて駆動するセンサレスモータの駆動装置であって、

前記センサレスモータからの動力が伝達されて駆動される駆動対象物は、当該駆動対象物の移動に伴って位置検出用のパルス信号を出力する位置検出器が設けられて、当該パルス信号に基づいて位置が制御されるようになっているものにおいて、

前記位置検出器からの前記パルス信号を利用して前記複数相の励磁相を切り換えて転流する転流制御手段と、

前記転流における基準点となる転流原点を設定する転流原点設定手段と、を備え、

当該転流原点設定手段は、前記回転子を第１の引き込み位置に引き込むように前記複数相のうちの所定相を励磁し、励磁相を切り換えて当該回転子を前記第１の引き込み位置とは電気角で１８０度のＪ（Ｊは、１以上の整数）倍の角度差にならない第２の引き込み位置に引き込み、さらに励磁相を切り換えて当該回転子を前記駆動指令にて指示された回転方向で前記第２の引き込み位置とは電気角で１８０度のＪ倍の角度差にならない第３の引き込み位置に引き込んだ後、当該回転子が静止した位置を前記転流原点として設定することを特徴とするセンサレスモータの駆動装置。

【請求項２】

前記転流制御手段は、前記位置検出器からの前記パルス信号をカウントし、そのカウント値が所定値になったときに前記転流を行うようになっていることを特徴とする請求項１

記載のセンサレスモータの駆動装置。
【請求項３】
前記転流原点設定手段は、前記転流原点を前記回転子の回転方向毎に設定し、前記転流制御手段は、前記回転方向に応じて、前記回転方向毎に設定した各前記転流原点からの前記パルス信号数に基づいて前記転流制御を行うようになっていることを特徴とする請求項２記載のセンサレスモータの駆動装置。
【請求項４】
前記転流原点設定手段は、前記回転子の回転方向毎に設定した前記各転流原点同士の位置の差に相当するパルス信号数をオフセット値として検出し、前記転流制御手段は、一方の前記転流原点を基準として前記パルス信号をカウントし、前記回転方向が替わる毎に前記パルス信号のカウント値を前記オフセット値に応じて補正するようになっていることを特徴とする請求項３記載のセンサレスモータの駆動装置。
【請求項５】
前記複数相の開放相に発生する逆起電力を検出する逆起電力検出手段と、当該逆起電力検出手段で検出した前記逆起電力に基づいて転流タイミングを生成する転流タイミング生成手段と、を備え、前記転流原点設定手段は、前記転流タイミング生成手段で生成した転流タイミングの時点で、前記転流原点を更新設定するようになっていることを特徴とする請求項１乃至４の何れかに記載のセンサレスモータの駆動装置。
【請求項６】
前記転流タイミング生成手段は、前記複数相の何れか一つの相の前記逆起電力に基づいて前記転流タイミングを生成するようになっていることを特徴とする請求項５記載のセンサレスモータの駆動装置。
【請求項７】
前記転流タイミング生成手段は、前記回転子の回転方向毎に前記転流タイミングを生成し、前記転流原点設定手段は、前記回転方向毎の前記転流タイミングに基づき前記回転方向毎に前記転流原点を各々更新設定するようになっていることを特徴とする請求項５又は６に記載のセンサレスモータの駆動装置。
【請求項８】
前記転流原点設定手段は、前記転流タイミング生成手段で前記回転方向毎に生成した前記転流タイミングに基づいて更新設定した各前記転流原点同士の位置の差に相当する前記パルス信号数をオフセット値として検出し、前記転流制御手段は、更新設定した一方の前記転流原点を基準として前記パルス信号をカウントし、前記回転方向が替わる毎に前記パルス信号のカウント値を前記オフセット値に応じて補正するようになっていることを特徴とする請求項７記載のセンサレスモータの駆動装置。
【請求項９】
前記オフセット値を記憶する記憶手段を有し、前記転流制御手段は、前記記憶手段で記憶する前記オフセット値に応じて前記パルス信号のカウント値を補正するようになっていることを特徴とする請求項８記載のセンサレスモータの駆動装置。
【請求項１０】
前記転流制御手段は、前記転流タイミング生成手段で生成した前記転流タイミングに基づく前記転流原点の更新を、前記センサレスモータの制御を開始したときに行うことを特徴とする請求項５乃至９の何れかに記載のセンサレスモータの駆動装置。
【請求項１１】
前記転流制御手段は、前記転流タイミング生成手段で生成した前記転流タイミングに基づく前記転流原点の更新を、前記センサレスモータの制御開始時点から所定時間経過後に行うことを特徴とする請求項５乃至１０の何れかに記載のセンサレスモータの駆動装置。
【請求項１２】
前記転流制御手段は、前記転流タイミング生成手段で生成した前記転流タイミングに基づく前記転流原点の更新を、前記センサレスモータの制御開始時点から所定時間経過する毎に行うことを特徴とする請求項５至１１の何れかに記載のセンサレスモータの駆動装置

。
【請求項１３】
前記転流制御手段は、前記転流タイミング生成手段で生成した前記転流タイミングに基づく前記転流原点の更新を、前記センサレスモータを起動する毎に行うことを特徴とする請求項５乃至１２の何れかに記載のセンサレスモータの駆動装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、ブラシレスＤＣモータやステップモータ等のように、回転子の位置に応じて励磁相を切り換えて転流制御を行うことにより、回転駆動させるようにしたセンサレスモータの駆動装置に関し、特に、センサレスモータの駆動対象物の位置検出を行うための位置検出器を利用してセンサレスモータの転流制御を行うようにしたものである。
【０００２】
【従来の技術】
ブラシレスＤＣモータやＨＢ型ステップモータ等のように回転子に永久磁石を用いたモータの回転子位置を検出する技術として、従来から、固定子巻線の開放相（無通電相）に発生する逆起電圧を利用したものがある。すなわち、励磁コイルから得られる逆起電圧を検出し、この検出した逆起電圧が中性点電圧とクロスするゼロクロス点を求めて回転子位置を検出するものである。この場合の転流制御は、例えば前記ゼロクロス点から位相を３０度シフトした点で転流動作を行うことにより実現している。
【０００３】
このため、モータが停止しているときには、励磁コイルから逆起電圧は得られず、センサレス駆動を行うことができないので、モータ停止状態から回転駆動を行うモータ起動時には、いわゆる強制転流を行って回転子を強制駆動し、これにより励磁コイルから所定値以上の逆起電圧が得られるモータ速度になってから、センサレス駆動に移行するようにしている。
【０００４】
このようなモータのセンサレス制御に対し、モータにホール素子を設けこれによって回転子の位置を検出し、これに基づいてモータを駆動する方法等も知られている。
【０００５】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、逆起電圧に基づいてセンサレス制御を行う場合には上述のように低速では転流制御を行うことができないため、停止、起動を繰り返すような駆動制御を行う場合には不向きである。また、ホール素子等を用いて制御する方法によれば、低速でも制御を行うことができるが、回転子磁極の磁極分割幅のばらつきや、ホール素子の設置位置のばらつき等が、そのまま転流タイミングの誤差として制御の精度に影響するため、逆起電圧が検出可能な速度範囲での動作では、逆起電圧に基づくセンサレス制御の方が前述の誤差を含まないために安定するのが現状であり、低速であっても制御を行うことができ、且つより高精度にモータをセンサレス制御することの可能な駆動方法が望まれていた。
【０００６】
そこで、この発明は、上記従来の未解決の問題に着目してなされたものであり、低速であっても確実に転流制御を行うことが可能であり、且つより高精度にセンサレスモータの駆動制御を行うことの可能な、センサレスモータの駆動装置を提供することを目的としている。
【０００７】
上記目的を達成するために、本発明の請求項１に係るセンサレスモータの駆動装置は、回転子と複数相の固定子巻線とを有するセンサレスモータを、上位装置からの駆動指令に基づいて駆動するセンサレスモータの駆動装置であって、前記センサレスモータからの動力が伝達されて駆動される駆動対象物は、当該駆動対象物の移動に伴って位置検出用のパルス信号を出力する位置検出器が設けられて、当該パルス信号に基づいて位置が制御され

るようになっているものにおいて、前記位置検出器からの前記パルス信号を利用して前記複数相の励磁相を切り換えて転流する転流制御手段と、前記転流における基準点となる転流原点を設定する転流原点設定手段と、を備え、当該転流原点設定手段は、前記回転子を第１の引き込み位置に引き込むように前記複数相のうちの所定相を励磁し、励磁相を切り換えて当該回転子を前記第１の引き込み位置とは電気角で１８０度のＪ（Ｊは、１以上の整数）倍の角度差にならない第２の引き込み位置に引き込み、さらに励磁相を切り換えて当該回転子を前記駆動指令にて指示された回転方向で前記第２の引き込み位置とは電気角で１８０度のＪ倍の角度差にならない第３の引き込み位置に引き込んだ後、当該回転子が静止した位置を前記転流原点として設定することを特徴としている。

【０００８】

この請求項１に係る発明では、センサレスモータから回転力が伝達されることによって駆動される駆動対象物が移動すると、これに伴って駆動対象物に設けられた位置検出器からパルス信号が出力され、このパルス信号に基づいて転流制御が行われる。転流における基準点となる転流原点は転流原点設定手段によって設定され、転流原点設定手段では、センサレスモータの固定子巻線を励磁したときの静止位置即ち引き込み位置に基づいて転流原点を設定する。

【０００９】

ここで、初回起動直前の回転子の停止位置によっては一回の励磁では回転子が回転しない場合がある。そこで、複数相における所定相を励磁してから励磁を切り換えて、回転子を電気角で１８０度のＪ（Ｊは、１以上の整数）倍の角度差にならない第１の引き込み位置と第２の引き込み位置とに順次引き込むように、二回の励磁を行えば、回転子は正転又は逆転何れかにより確実に回転して第２の引き込み位置に引き込まれる。そして、回転子を第２の引き込み位置に対して電気角で１８０度のＪ倍の角度差にならない第３の引き込み位置へ引き込むように、励磁相を更に一回切り換えると、回転子を上位装置からの駆動指令にて指示された回転方向に回転させて第３の引き込み位置に引き込むことができる。

【００１０】

そして、回転子が第３の引き込み位置に移動し、静止した時の位置において転流原点を設定すれば、転流原点は所定の回転方向において回転子が回転時に転流すべき位置と一致する。

【００１１】

したがって、転流原点をカウント基準点としてパルス信号をカウントし、このカウント値が、例えば予め設定した一転流区間のパルス信号数の倍数となる毎に転流を行えば、回転子が転流すべき位置に到達する毎に転流が行われることになって、的確なタイミングで転流を行うことが可能となる。

【００１２】

ここで、例えば歯車機構や駆動力伝達ベルトとプーリーからなる機構等を介して駆動対象物がセンサレスモータによって駆動される場合には、実際には回転子が回転しているのにも係わらず、歯車機構のバックラッシや駆動力伝達ベルトの伸び等の影響によって駆動対象物が駆動されず、位置検出器からパルス信号が出力されない場合がある。このため、静止位置からの回転子の実際の回転量と、この回転に伴い位置検出器が出力するパルス信号カウント値に基づく回転量との間にはずれが生じることになる。

【００１３】

しかしながら、上述のように三回励磁を行って回転子を確実に所望の回転方向に回転させ、静止した位置で転流原点を設定するようにしたから、前記転流原点設定直前の回転子の回転方向と同一方向に起動すれば、バックラッシ等の影響を除去し、的確に転流原点が設定され、従って的確なタイミングで転流を行うことが可能となる。

【００１４】

また、請求項３に係るセンサレスモータの駆動装置は、請求項２に記載のセンサレスモータの駆動装置において、前記転流原点設定手段は、前記転流原点を前記回転子の回転方向毎に設定し、前記転流制御手段は、前記回転方向に応じて、各前記回転方向毎に設定し

た各前記転流原点からの前記パルス信号数に基づいて前記転流制御を行うようになっていることを特徴としている。

【００１５】

また、請求項４に係るセンサレスモータの駆動装置は、請求項３記載のセンサレスモータの駆動装置において、前記転流原点設定手段は、前記回転子の回転方向毎に設定した前記各転流原点同士の位置の差に相当するパルス信号数をオフセット値として検出し、前記転流制御手段は、一方の前記転流原点を基準として前記パルス信号をカウントし、前記回転方向が替わる毎に前記パルス信号のカウント値を前記オフセット値に応じて補正するようになっていることを特徴としている。

【００１６】

この請求項３及び請求項４に係る発明では、転流原点をセンサレスモータの回転子の回転方向毎に設定している。ここで、例えば、センサレスモータによって歯車機構や、駆動力伝達ベルトとプーリーからなる機構等を介して駆動対象物を駆動するような場合には、歯車機構のバックラッシや駆動力伝達ベルトの伸び等に起因して、回転方向が切り換わることによって回転子の位置と駆動対象物の絶対位置とがずれる場合がある。したがって、このようにずれが生じている状態で、一回転方向について設定した一つの転流原点を基準とするパルス信号カウント値に基づいて転流制御を行うと、回転方向によっては、真の回転子の転流タイミングと、パルス信号カウント値に基づく転流タイミングとがずれることになる。

【００１７】

しかしながら、前記請求項３及び請求項４に係る発明では、転流原点をセンサレスモータの回転方向毎に設定し、回転方向に応じて、回転方向毎に設定した転流原点からのパルス信号数に基づいて転流制御を行うから、回転方向が切り換わることに起因する転流タイミングのずれの発生を回避できる。

【００１８】

このとき、請求項４に係る発明のように、センサレスモータの回転子の回転方向毎に設定した各転流原点同士の位置の差に相当するパルス信号数をオフセット値として検出し、何れか一方の転流原点を基準としてパルス信号をカウントし、回転方向に応じた転流原点を基準とするカウント値となるように、回転方向が替わる毎にパルス信号のカウント値をオフセット値に応じて補正すれば、前記パルス信号カウント値を格納するカウント変数を回転方向毎に用意して、回転方向が替わる毎に、参照するカウント変数を切り換えるという処理手順を省略することができる。

【００１９】

また、請求項５に係るセンサレスモータの駆動装置は、請求項１乃至４の何れかに記載のセンサレスモータの駆動装置において、前記複数相の開放相に発生する逆起電力を検出する逆起電力検出手段と、当該逆起電力検出手段で検出した前記逆起電力に基づいて転流タイミングを生成する転流タイミング生成手段と、を備え、前記転流原点設定手段は、前記転流タイミング生成手段で生成した転流タイミングの時点で、前記転流原点を更新設定するようになっていることを特徴としている。

【００２０】

また、請求項６に係るセンサレスモータの駆動装置は、請求項５記載のセンサレスモータの駆動装置において、前記転流タイミング生成手段は、前記複数相の何れか一つの相の前記逆起電力に基づいて前記転流タイミングを生成するようになっていることを特徴としている。

【００２１】

この請求項５及び６に係る発明では、逆起電力検出手段によって複数相の開放相、つまり無通電相に発生する逆起電力が検出され、検出した逆起電力に基づいて転流タイミングが生成され、生成された転流タイミングの時点で転流原点が更新設定される。

【００２２】

ここで逆起電力に基づいて検出される回転子の位置は、請求項１乃至４で述べた、励磁

によって回転子を静止位置に引き込んで決める回転子の位置より、高い精度が得られる。つまり、励磁によって回転子を静止位置に引き込んだ場合には、摩擦負荷等の外力とモータの発生するトルクとの釣り合いにより、回転子が電気的な安定静止点から少しずれた位置で静止するのに対し、逆起電力に基づいて検出される回転子の位置は摩擦負荷等によるずれの要因を含まないからである。

【００２３】

したがって、逆起電力に基づき転流タイミングを生成できる状態となった時点で、より高精度に回転子の位置を検出可能な逆起電力に基づいて回転子の位置を検出し、転流タイミングを生成して転流原点を更新設定する。以後、この転流原点を基準としてパルス信号をカウントし、これに基づき転流が行われるから、より高精度に転流制御を行うことが可能となる。

【００２４】

このとき、従来の逆起電力を用いたセンサレス制御の場合には、全ての相の逆起電力を順次検出し、その都度転流タイミングを生成する必要があったが、請求項６に係る発明のように、転流タイミング生成手段では、センサレスモータの全ての相ではなく、何れか一つの相の逆起電力に基づいて転流タイミングを生成するから、逆起電力を検出する回路の数を減らすことが出来ると共に、転流タイミングの生成に要する処理を軽減することが可能となる。

【００２５】

また、請求項７に係るセンサレスモータの駆動装置は、請求項５又は６に係るセンサレスモータの駆動装置において、前記転流タイミング生成手段は、前記回転子の回転方向毎に前記転流タイミングを生成し、前記転流原点設定手段は、前記回転方向毎の前記転流タイミングに基づき前記回転方向毎に前記転流原点を各々更新設定するようになっていることを特徴としている。

【００２６】

また、請求項８に係るセンサレスモータの駆動装置は、請求項７に係るセンサレスモータの駆動装置において、前記転流原点設定手段は、前記転流タイミング生成手段で前記回転方向毎に生成した前記転流タイミングに基づいて更新設定した各前記転流原点同士の位置の差に相当する前記パルス信号数をオフセット値として検出し、前記転流制御手段は、更新設定した一方の前記転流原点を基準として前記パルス信号をカウントし、前記回転方向が替わる毎に前記パルス信号のカウント値を前記オフセット値に応じて補正するようになっていることを特徴としている。

【００２７】

また、請求項９に係るセンサレスモータの駆動装置は、請求項８に係るセンサレスモータの駆動装置において、前記オフセット値を記憶する記憶手段を有し、前記転流制御手段は、前記記憶手段で記憶する前記オフセット値に応じて前記パルス信号のカウント値を補正するようになっていることを特徴としている。

【００２８】

この請求項７乃至９に係る発明では、転流原点設定手段では、回転方向毎に転流タイミング生成手段で生成した転流タイミングに基づき、回転方向毎に転流原点を更新設定する。ここで、例えば歯車機構や駆動力伝達ベルトとプーリーからなる機構等を介してセンサレスモータによって駆動対象物を駆動するような場合には、歯車機構のバックラッシや駆動力伝達ベルトの伸び等の影響によって、回転方向が切り換わると回転子の位置と駆動対象物の絶対位置とがずれる場合がある。このようにずれが生じている状態で、一回転方向について設定した一つの転流原点を基準とするパルス信号カウント値に基づいて転流制御を行うと、回転方向によっては、真の回転子の転流タイミングと、パルス信号カウント値に基づく転流タイミングとがずれることになる。

【００２９】

しかしながら、前記請求項７乃至９に係る発明では、センサレスモータの回転方向毎に逆起電力に基づき転流タイミングを生成し、これに基づき回転方向毎に各々転流原点を更

新設定するようにしたから、回転方向によって転流タイミングにずれが発生するのを回避することが可能となる。

【００３０】

このとき、請求項８に係る発明のように、センサレスモータの回転方向毎に更新設定した転流原点同士の位置の差に相当するパルス信号数をオフセット値として検出し、更新設定後の何れか一方の転流原点を基準としてパルス信号をカウントすると共に、回転方向が替わる毎にパルス信号のカウント値を前記オフセット値に応じて補正し、回転方向に応じた転流原点を基準とするカウント値となるようにすれば、前記パルス信号カウント値を格納するカウント変数を回転方向毎に用意して、回転方向が替わる毎に、参照するカウント変数を切り換えるという処理手順を省略することができる。

【００３１】

また、請求項９に係る発明のように、オフセット値を予め検出しこれを記憶しておけば、逆起電力に基づき生成した転流タイミングに基づいて転流原点を更新設定する毎にオフセット値を検出する必要はない。

【００３２】

また、請求項１０に係るセンサレスモータの駆動装置は、請求項４乃至８の何れかに記載のセンサレスモータの駆動装置において、前記転流制御手段は、前記転流タイミング生成手段で生成した前記転流タイミングに基づく前記転流原点の更新を、前記センサレスモータの制御を開始したときに行うことを特徴としている。

【００３３】

また、請求項１１に係るセンサレスモータの駆動装置は、請求項５乃至１０の何れかに記載のセンサレスモータの駆動装置において、前記転流制御手段は、前記転流タイミング生成手段で生成した前記転流タイミングに基づく前記転流原点の更新を、前記センサレスモータの制御開始時点から所定時間経過後に行うことを特徴としている。

【００３４】

また、請求項１２に係るセンサレスモータの駆動装置は、請求項５乃至１１の何れかに記載のセンサレスモータの駆動装置において、前記転流制御手段は、前記転流タイミング生成手段で生成した前記転流タイミングに基づく前記転流原点の更新を、前記センサレスモータの制御開始時点から所定時間経過する毎に行うことを特徴としている。

【００３５】

さらに、請求項１３に係るセンサレスモータの駆動装置は、請求項５乃至１２の何れかに記載のセンサレスモータの駆動装置において、前記転流制御手段は、前記転流タイミング生成手段で生成した前記転流タイミングに基づく前記転流原点の更新を、前記センサレスモータを起動する毎に行うことを特徴としている。

【００３６】

この請求項１０乃至１３に係る発明では、転流タイミング生成手段で生成した転流タイミングに基づく転流原点の更新を、前記センサレスモータの制御を開始したときに行うから、センサレスモータの制御が開始されてセンサレスモータが回転し、その逆起電力に基づき転流タイミングを生成することが可能となった時点で転流原点の更新設定を行うことによって、制御開始の初期段階より高精度な転流原点を設定することができる。また、転流原点の更新を、制御開始時点から所定時間経過後に行うことによって、例えばセンサレスモータの駆動開始に伴う温度環境の変化が平衡状態となった時点で転流原点を更新設定することにより、温度環境が安定した状態での転流原点を設定することができる。また、センサレスモータの制御開始時点から所定時間経過する毎に転流原点の更新を行うことにより、温度環境の変化に応じて的確な転流原点を設定することができ、さらに、センサレスモータを起動する毎、つまりセンサレスモータが動き始める毎に行うことにより、現状に応じた転流原点を設定することが可能となる。

【００３７】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を伴って説明する。

【００３８】
まず、本発明の第１の実施の形態を説明する。
【００３９】
図１は、本発明を適用したブラシレスモータ１の駆動回路１０を示す構成図である。
【００４０】
すなわち、ブラシレスモータ１は、Ｕ相、Ｖ相、Ｗ相という三つの固定子巻線がスター結線された三相ブラシレスモータである。駆動回路１０は、インバータ１１を有し、そのインバータ１１の各出力端子がブラシレスモータ１のＵ相～Ｗ相の各端子に接続されている。インバータ１１は、例えば電源側トランジスタ及び接地側トランジタを接続した組をＵ相～Ｗ相に対応して三組備えた公知の構成を備えていて、インバータに含まれる合計６つのトランジスタのオン・オフが、転流制御回路１２から供給される転流信号によって制御されることにより、ブラシレスモータ１の各相が順に励磁されて回転駆動されるようになっている。
【００４１】
前記ブラシレスモータ１の回転軸には、図示しないが、例えば歯車機構を介してプリンタの紙送り機構が連結され、ブラシレスモータ１を駆動制御することによって、ブラシレスモータ１の回転力が歯車機構を介して前記紙送り機構を構成する紙送り用のローラ軸に伝達されて紙送り制御が行われるようになっている。さらに、前記紙送り用のローラ軸には、ローラ軸の回転角度を検出するための、例えばロータリエンコーダ等といった位置検出器１５が設けられている。
【００４２】
この位置検出器１５は、位相の異なるＡ相及びＢ相の二種類のパルス信号を出力し、これら二種類の信号の位相の関係から回転方向を検出可能に構成されている。また、この位置検出器１５は、ブラシレスモータ１の一転流区間に複数のパルス信号を発生可能な分解能を有している。
【００４３】
前記転流制御回路１２は、例えばマイクロコンピュータ、後述の転流パルス数列Ｐ等を記憶するための記憶装置（記憶手段）、等を含んで構成され、前記位置検出器１５からの二種類の検出信号が入力される。そして、ブラシレスモータ１の初期励磁引き込みを行い、ブラシレスモータ１の転流タイミングを生成する際の基準となる転流原点として、カウント数Ｃに回転方向に応じた初期値を設定する。
【００４４】
そして、前記位置検出器１５からの二種類のパルス信号に基づいてブラシレスモータ１の回転方向を検出すると共に、パルス信号のエッジ（以下、パルスエッジという。）を検出し、このパルスエッジに基づいて回転方向に応じてパルス数をカウントし、前記ブラシレスモータ１が正転し紙送り機構により紙送りが行われる方向に駆動されるときにはパルスを加算し、逆に、ブラシレスモータ１が逆回転するときにはパルスを減算し、このパルスのカウント値と所定の記憶領域に格納された転流パルス数列Ｐとに基づいて前記ブラシレスモータ１の転流タイミングを決定する。
【００４５】
また、転流制御回路１２は、インバータ１１の図示しない各トランジスタのうち、オン状態にすべきトランジスタの組み合わせを数値化して管理する転流モードという変数を有しており、前記転流モードの値と１対１に対応する転流信号をインバータ１１に出力するように構成されている。前記転流信号は、インバータ１１の各トランジスタのオン・オフを個別に制御する信号列で構成され、図示しない上位装置からの指令信号で指示された回転方向にブラシレスモータ１を回転させるべく、前記転流タイミングに同期して前記転流モードの値を適切な値に切り換える（以降転流モード切換と呼ぶ）。この転流モードに応じた転流信号をインバータ１１に出力することによって、ブラシレスモータ１の固定子巻線Ｕ相～Ｗ相の励磁切り換えが適切に行われ、ブラシレスモータ１の回転が実現される。
【００４６】

さらに、転流制御回路１２は、公知のブラシレスモータにおける駆動制御処理と同様にして、前記位置検出器１５からのパルス信号に基づいて紙送り用ローラ軸の回転速度或いは回転角度をリアルタイムで計測し、例えばＰＷＭ信号のような制御信号を前記転流信号に重畳して、紙送り用ローラ軸の回転速度制御や回転角度制御を行う。

【００４７】

前記転流パルス数列Ｐは、次のようにして設定される。すなわち、例えば、インバータ１１の各相の逆起電力電圧の中間電圧を検出し、これから３０度ずれた位置を転流タイミングとする公知の方法等に基づいてブラシレスモータ１を駆動させ、例えば、複数の転流区間における位置検出器１５からのパルス数をカウントし、このパルス数を転流区間数で除算すること等によって、一転流区間における位置検出器１５からのパルス数である、区間パルス数Ｍを算出する。

【００４８】

ここで、例えば、５転流区間のパルス数が“１０２”である場合等、区間パルス数Ｍが分数（この場合、１０２／５＝２０．４）で記載されるものとする。この場合、区間パルス数Ｍは２０．４であるから、表１の転流位置真値に示すように、真の転流タイミングは、ブラシレスモータ１の回転子が転流タイミングの位置にある初期状態からのパルス数が、２０．４、４０．８、６１．２、８１．６、……となる時点である。

【００４９】

【表１】

転流回数	１回目 Ｐ１	２回目 Ｐ２	３回目 Ｐ３	４回目 Ｐ４	５回目 Ｐ５
転流間信号数	20	21	20	21	20
延べ信号数	20	41	61	82	102
転流位置真値	20.4	40.8	61.2	81.6	102
誤差	−0.4	+0.2	−0.2	+0.4	±0

【００５０】

しかしながら、パルス信号の累積値は整数であるから、真の転流タイミングを表すパルス数即ち転流位置真値の小数点以下を四捨五入して、転流位置真値との誤差が最も小さくなる整数値を求め、これを転流タイミングを表す延べ信号数とし、各転流タイミングにおける延べ信号数どうしの差を転流間信号数として設定する。

【００５１】

つまり、１回目の転流タイミングでは、転流位置真値はパルス信号の累積値が“２０．４”となる時点であり、これに最も近い整数値は“２０”であるから延べ信号数は“２０”と設定され、転流間信号数も“２０”として設定される。このとき、転流位置真値と延べ信号数との誤差は“－０．４”となる。同様に、２回目の転流タイミングでは転流位置真値はパルス信号の累積値が“４０．８”となる時点であるから、延べ信号数は“４１”として設定され、転流間信号数は“２１”となり、その誤差は、“＋０．２”となる。そして３回目及び４回目の転流タイミングでも同様にして設定され、５回目の転流タイミングの場合には、転流位置真値が“１０２”であり、整数であるから、これが延べ信号数として設定され、転流間信号数は“２０”となり、５回目の転流タイミングで延べ信号数と転流位置真値との誤差が“±０”となる。

【００５２】

続いて、６回目の転流タイミングでは、転流位置真値は“１２０．４”となるから、延べ信号数は“１２０”となり、転流間信号数は“２０”、その誤差は“－０．４”となり、

前記転流間信号数及びその誤差は上述の１回目と同様になる。以後、上記２回目以降と同様に、転流間信号数は、“２１，２０，２１，２０”を繰り返すことになる。したがって、１回目の転流タイミングから、転流位置真値と延べ信号数との誤差が零となる５回目の転流タイミングまでの転流間信号数からなる数列“２０，２１，２０，２１，２０”を転流パルス数列Ｐとして設定し、これを所定の記憶領域に記憶しておく。つまり、例えば前記駆動回路１０、ブラシレスモータ１及びこのブラシレスモータ１の駆動対象としての紙送り機構に設けられた位置検出器１５からなるシステムの工場出荷時等に予め転流パルス数列Ｐを設定し、これを所定の記憶領域に記憶しておく。

【００５３】

次に、上記第１の実施の形態の動作を、転流制御回路１２での処理手順の一例を示すフローチャートに基づいて説明する。

【００５４】

転流制御回路１２では、起動されると、図２に示すメインルーチンを開始し、まず、ステップＳ１０１で転流原点設定処理を行い、転流タイミングを生成するための基準となる転流原点を設定する。具体的には、図３に示すように、まず、ステップＳ２０１でブラシレスモータ１の何れの相を励磁するかを決定する転流モードを予め設定したモードに初期化し、公知の転流制御処理と同様にして、初期化した転流モードに応じた転流信号を生成しこれをインバータ１１を構成する各トランジスタに出力し、各トランジスタを制御して所定の相を励磁する。これにより、一回目の回転子引き込みが行われる。

【００５５】

次いで、ステップＳ２０２に移行して、例えば所定時間パルスエッジを検出しないかどうか等に基づいて、回転子が静止したかどうか判定し、回転子が静止していればステップＳ２０３に移行する。ステップＳ２０３では、ステップＳ２０１において第１の引き込み位置に引き込んだ回転子を、第１の引き込み位置とは電気角で１８０度のＪ倍の角度差にならない第２の引き込み位置に引き込むように、転流モードを切り換えて励磁する。これにより、二回目の回転子引き込みが行われる。次いで、ステップＳ２０４に移行して回転子が静止するまで待機し、回転子が第２の引き込み位置で静止したらステップＳ２０５に移行して、上位装置から指令されるブラシレスモータ１の起動時の回転方向を判別する。起動時の回転方向が正転方向の場合には、ステップＳ２０５からステップＳ２０６に移行し、回転子を第２の引き込み位置とは電気角で１８０度のＪ倍の角度差にならない第３の引き込み位置に引き込むように、正転方向に転流モードを切り換えて励磁する。これによって、三回目の回転子引き込みが行われる。その後ステップＳ２０７に移行して回転子が静止するまで待機し、第３の引き込み位置で静止したらステップＳ２０８に移行し、この第３の引き込み位置を転流原点としてカウント数ＣをＣ＝０に設定すると共に、予め設定されて所定の記憶領域に格納されている前記転流パルス数列Ｐを構成するn_{MAX}個の転流間信号数Ｐｎを特定するための変数ｎをｎ＝１に設定する。

【００５６】

逆にステップＳ２０５において上位装置からの回転指示方向が逆転方向の場合には、ステップＳ２０５からステップＳ２０９に移行し、逆転方向に転流モードを切り換えて励磁することによって回転子を第３の引き込み位置に引き込んで三回目の回転子引き込みを行う。その後ステップＳ２１０に移行して回転子が静止するまで待機し、第３の引き込み位置で静止したらステップＳ２１１に移行し、この第３の引き込み位置を転流原点としてカウント数ＣをＣ＝Pn_{MAX}、前記転流間信号数Ｐｎを特定するための変数ｎをｎ＝n_{MAX}に設定する。以上により転流原点設定処理が終了する。

【００５７】

なお、前記Pn_{MAX}は、変数ｎがn_{MAX}であるときの転流間信号数Ｐｎの値である。

【００５８】

ここで、転流原点設定処理を行なう場合の回転子の動きについて説明する。図４のブラシレスモータ１の回転子の位置変化に伴う励磁相とトルクとの対応を表す説明図に示すように、回転子が例えば電気角で１８０度の位置にある場合には、転流モードの初期値とし

てＶ相からW相に電流が流れるように制御した場合、回転子が図４において角度が増加する方向に回転して第１の引き込み位置である２７０度の位置に移動し、さらに転流モードを切り換えてＶ相からＵ相に電流が流れるように制御すると、回転子が同方向にさらに回転して第２の引き込み位置である３３０度の位置に移動する。ここで、一回目の励磁で回転子が動かない場合を考える。二通りの場合が考えられるが、まず一通り目の場合は、回転子の停止位置が、一回目の励磁による第１の引き込み位置と電気角で１８０度ずれた位相関係であった場合である。この場合、励磁により回転子は右回転方向と左回転方向の両方向に同じ大きさの回転トルクを受けるため、回転力が釣り合ってしまって動けない状態になる。例えば図４において回転子が９０度の位置で静止していた場合、転流モードの初期値としてＶ相からW相に電流が流れるように制御すると、第１の引き込み位置は２７０度の位置になるので、電気角で１８０度ずれた位相関係となり、回転力が釣り合ってしまって動けない状態になる。この位置を「不安定静止点」と称するが、これは本来一回目の励磁によって引き込まれるべき「安定静止点」と異なる位置であるため、この位置を引き込み位置であるとして転流原点を設定すると、それ以降、誤った位置で転流を行うことになってしまい、正しい制御ができなくなる。しかし、回転子を電気角で１８０度のＪ倍の角度差にならない第１の引き込み位置と第２の引き込み位置とに順次引き込むように励磁相を切り換えて二回の励磁を行えば、一回目の励磁のときに第１の引き込み位置から電気角で１８０度ずれた位相関係にあって回転子が静止したままであった場合でも、二回目の励磁を始めるときの回転子の位置は、二回目の励磁による第２の引き込み位置とは必ず１８０度以外の位相関係となり、回転子は確実に回転する。例えば回転子が前記９０度の位置で静止しており、一回目の励磁で動けなかった場合、二回目の励磁をＶ相からＵ相に電流が流れるように制御すると、第２の引き込み位置は３３０度の位置になるので回転子は図４で角度が減少する方向に移動するトルクを受けて回転し、第２の引き込み位置に引き込まれることになる。なお、図４の横軸は電気角を示しているので、９０度の位置は４５０度の位置と同じである。

【００５９】

次に、一回目の励磁で回転子が動かない場合の二通り目の場合としては、図４においてＶ相からW相に電流が流れるように制御したときに、予め回転子が２７０度の近く、例えば２６０度の位置にあり、回転子に作用する引き込みトルクが、モータの回転軸に作用する摩擦トルク等よりも小さく、回転子が回転しない場合がある。しかしながら、一回目の励磁でＶ相からW相に電流が流れるように制御した場合に回転子が回転しなくても、二回目の励磁で転流モードを切り換えてＶ相からＵ相に電流が流れるように制御すると、回転子は図４で角度が増加する方向のトルクを受けて回転し、第２の引き込み位置である３３０度の位置に引き込まれる。

【００６０】

つまり、一回の励磁を行っただけでは、回転子の停止位置によっては回転子が引き込みたい位置に移動しない場合があるが、回転子を電気角で１８０度のＪ倍の角度差にならない代の引き込み位置と第２の引き込み位置とに順次引き込むように、励磁相を切り換えて二回の励磁を行えば、二回目の励磁では必ず回転子は移動し、第２の位置に引き込まれることになる。ここで、一回目の励磁と二回目の励磁とは、電気角で１８０度またはその整数倍以外の位相関係であれば良く、たとえば三相モータであれば６０度、１２０度、２４０度、２７０度等のいずれでも良い。

【００６１】

上述のように、一回目の回転子引き込み前の回転子の静止位置によって、二回目に回転子を引き込む際には、回転子が正転して引き込む場合と、逆転して引き込む場合との二通りが存在する。

【００６２】

ここで、ブラシレスモータ１の回転力が歯車機構を介して紙送り機構に伝達され、これにより位置検出器１５が作動するような場合で、上述のように励磁による二回目の回転子引き込みを行い、そこで転流原点を設定したと仮定し、その後、例えば正転方向に起動す

る場合を考える。ここで、回転子が正転方向に回転して第２の引き込み位置へ引き込まれた場合には、起動後の位置検出器１５からのパルス信号カウント値に基づく回転子の位置と実際の回転子の位置との間にずれは生じない。一方、回転子が逆転して第２の引き込み位置へ引き込まれた場合には、歯車機構のバックラッシ等の影響により、起動直後に回転子が回転しても、ブラシレスモータ１の駆動対象である紙送り機構が回転せず、位置検出器１５からパルス信号が出力されない期間が存在する。よってこの場合には、位置検出器１５からのパルス信号カウント値に基づく回転子の位置と実際の回転子の位置との間にずれが生じることになる。即ち、二回の回転子引き込みまででは、回転子の回転方向の履歴が一意に定まらないため、転流原点設定に際してバックラッシ等の影響を排除することができず、正確なタイミングでの転流を実現するのに支障を来す可能性がある。

【００６３】

しかし、ここで上記二回目の回転子引き込みを行って例えば図４に示す電気角３３０度の第２の引き込み位置に回転子が引き込まれた後、起動したい方向と同一方向例えば正転方向（電気角度値が大きくなる方向）に更にもう一回転流モードを切り換える。この場合、Ｗ相からＵ相に電流が流れるように制御して、三回目の回転子引き込みを行うと、回転子は第２の引き込み位置である３３０度の位置から必ず正転方向に回転して第３の引き込み位置となる３９０度の位置に引き込まれる。この第３の引き込み位置で転流原点を設定した後、正転方向に起動すれば、バックラッシ等の影響を受けず、したがって位置検出器１５からのパルス信号カウント値に基づく回転子の位置と実際の回転子の位置との間にずれは生じない。

【００６４】

上述のように、回転子の位置によっては一度の励磁では回転しない場合があり、また、転流モードを切り換えてさらに励磁を行った場合でも正転する場合と逆回転する場合とがあるが、３回励磁を行うことにより引き込み時の回転子の回転方向を目的とする起動方向と一致させることが可能になる。したがって、少なくとも３回転流モードを切り換えて励磁することによって、歯車機構のバックラッシ等による影響を最小にすることができる。

【００６５】

このようにして、図２のステップＳ１０１での転流原点設定処理が終了すると、以後ブラシレスモータ１の転流制御が可能となる。ステップＳ１０２で上位装置からブラシレスモータ１の起動を指示する指令信号が入力されると、ステップＳ１０２からステップＳ１０３に移行し、図５の起動処理を実行する。

【００６６】

この起動処理では、まず、ステップＳ３０１で上位装置から指示された回転方向を判別し、正転方向であるときにはステップＳ３０２に移行し、正転方向に起動すべく転流モードを１回切り換える等して正転時の起動処理を実行する。一方、回転指示方向が逆転方向であるときにはステップＳ３０１からステップＳ３０３に移行し、逆転方向に起動すべく転流モードを１回切り換える等して逆転時の起動処理を実行する。これにより起動処理が終了し、図２のメインルーチンに戻ってステップＳ１０４に移行する。

【００６７】

そして、前記起動処理において切り換えられた転流モードに対応した励磁相がインバータ１１を介して励磁され、このとき、前述の回転速度制御等によって転流信号を制御することによって、ブラシレスモータ１が回転すると、この回転力が図示しない歯車機構を介して紙送り機構に伝達され、紙送り機構が駆動されて紙送りが行われる。

【００６８】

紙送り機構の駆動に伴って位置検出器１５からパルス信号が出力されると、転流制御回路１２では、パルスエッジの検出を行い、図２のステップＳ１０４でパルスエッジを検出したときにはステップＳ１０５に移行し、転流制御処理を実行した後、ステップＳ１０６に移行する。一方、ステップＳ１０４でパルスエッジを検出しないときにはそのままステップＳ１０６に移行する。

【００６９】

ここで、前記ステップＳ１０５での転流制御処理は、図６に示す転流カウント処理手順にしたがって行う。

【００７０】

まず、ステップＳ４０１で、位置検出器１５からの二種類のパルス信号からブラシレスモータ１が正転しているか逆転しているかを判定する。ブラシレスモータ１が例えば正転していると判定されるときにはステップＳ４０２に移行し、カウント数Ｃを“１”だけインクリメントし、次いで、ステップＳ４０３に移行して、所定の記憶領域に予め格納されている転流パルス数列Ｐを参照し、そのｎ番目の転流間信号数ＰｎとカウントＣとが一致するかどうかを判定する。

【００７１】

そして、例えばｎ＝１であるときには、転流間信号数Ｐ１は前記表１から“２０”となるから転流カウント処理を終了し、図２のメインルーチンに戻る。以後、ブラシレスモータ１が正転方向に回転しているときには、パルスエッジを検出する毎にステップＳ４０１からＳ４０２を経てステップＳ４０３に移行し、カウント数Ｃを“１”ずつインクリメントする。そして、カウント数Ｃが転流間信号数Ｐ１＝２０となったときステップＳ４０３からステップＳ４０４に移行し、正転方向に転流モードを切り換える。これによって励磁相が切り換わり、ブラシレスモータ１が継続して回転する。

【００７２】

続いてステップＳ４０５に移行し、変数ｎが転流パルス数列Ｐを構成する転流間信号数の数を表すn_{MAX}に等しいときにはステップＳ４０６に移行して変数ｎをｎ＝１にリセットした後、ステップＳ４０８に移行し、変数ｎがｎ＝n_{MAX}でないときにはステップＳ４０７に移行して変数ｎを“１”だけインクリメントした後、ステップＳ４０８に移行する。そして、ステップＳ４０８でカウント数ＣをＣ＝０にリセットした後、転流カウント処理を終了して図２のメインルーチンに戻る。

【００７３】

このように、ブラシレスモータ１が正回転している間は、パルス信号のエッジが検出される毎にカウント数Ｃを“１”ずつインクリメントし、カウント数Ｃが転流間信号数Ｐｎ、つまりＰ１（＝２０）、Ｐ２（＝２１），Ｐ３（＝２０），Ｐ４（＝２１），Ｐ５（＝２０）と一致する毎に転流モードの切り換えを行う。そして、転流パルス数列Ｐの最後の転流間信号数Ｐ５の次はまたＰ１に戻り、これを繰り返し行うことによって、転流間信号数Ｐｎの並び順の先頭から順にＰｎの値が切り換わり、カウント数Ｃがこの転流間信号数Ｐｎとなった時点で転流モードの切り換えが行われる。

【００７４】

この状態から、例えば紙送り機構の調整等を行うために、正回転しているブラシレスモータ１が停止された後、上位装置からブラシレスモータ１を逆回転させる起動指令が入力される場合、ブラシレスモータ１が停止している状態では、パルスエッジが検出されないから、ステップＳ１０２，Ｓ１０４，Ｓ１０６の処理を繰り返し行い、転流制御処理は行わずに上位装置からの指令信号を待つ状態を維持し、上位装置から起動指令が入力されると、ステップＳ１０２からステップＳ１０３に移行し、図５に示す起動処理を行う。この場合、回転指示方向は逆転方向であるから、ステップＳ３０１からステップＳ３０３に移行し、ブラシレスモータ１を逆転方向に回転すべく転流モードを一回切り換える。

【００７５】

これによりブラシレスモータ１が逆回転され、パルスエッジを検出するとステップＳ１０４からステップＳ１０５に移行し図６の転流カウント処理を実行する。この場合、ブラシレスモータ１は逆回転しているから、ステップＳ４０１からステップＳ４０９に移行し、カウント数Ｃを“１”だけデクリメントする。

【００７６】

次いで、ステップＳ４１０に移行してカウント数ＣがＣ＝０であるかどうかを判定し、Ｃ＝０でなければ転流カウント処理を終了し図２のメインルーチンに戻る。Ｃ＝０であるときにはステップＳ４１１に移行し、転流タイミングであるとして転流モードを逆転方向に

切り換える。次いで、ステップＳ４１２に移行し、変数ｎがｎ＝１であるときにはステップＳ４１３に移行してｎ＝n_{MAX}に設定した後ステップＳ４１５に移行し、変数ｎがｎ＝１でないときにはステップＳ４１４に移行してｎを“１”だけデクリメントした後ステップＳ４１５に移行する。そして、ステップＳ４１５でカウント数ＣをＣ＝Ｐｎに設定した後、転流カウント処理を終了し図２のメインルーチンに戻る。

【００７７】

このように、ブラシレスモータ１が逆回転している間は、パルスエッジが検出される毎に、カウント数Ｃを“１”ずつデクリメントし、カウント数ＣがＣ＝０となった時点で転流モードの切り換えを行い、変数ｎを“１”ずつデクリメントして、カウント数ＣをＣ＝Ｐｎに設定する。つまり、正転時とは逆に、転流間信号数Ｐｎの並び順の後ろから順にＰｎの値が切り換わる。

【００７８】

そして、上位装置からブラシレスモータ１の駆動終了、つまり、図２のメインルーチンの停止が通知されると、ステップＳ１０６でこれを検出し処理を終了する。

【００７９】

ここで、一転流区間におけるパルス数、つまり区間パルス数Ｍは“２０．４”であるから、例えばカウント数Ｃが“２０”となる毎にこの時点を転流タイミングとするようにした場合、真の転流タイミングはカウント数Ｃが“２０．４”となる位置であり、一回の転流毎に、“０．４”ずつ転流タイミングが早まることから、転流を繰り返す毎にこれが加算されて真の転流タイミング位置との誤差が大きくなり、徐々に転流タイミングが早まっていき、やがては誤動作することになる。逆に、カウント数Ｃが“２１”となる毎にこの時点を転流タイミングとして設定した場合、一回の転流毎に、“０．２”ずつ転流タイミングが遅くなり、転流を行う毎にこれが加算されて誤差が大きくなり、徐々に転流タイミングが遅くなって、誤動作を引き起こすことになる。

【００８０】

しかしながら、上記表１に示すように、転流タイミング毎に区間パルス数Ｍを加算したときにその加算値が整数値となるまでの期間を１サイクルとし、この期間の各転流タイミングにおける、真の転流タイミングである区間パルス数Ｍの加算値との誤差が最小となるように、転流間信号数を設定するようにしたから、１サイクル経過した時点での真の転流タイミング位置と実際の転流タイミングとの誤差は必ず零となる。さらに、１サイクル内における各転流タイミングは、真の転流タイミング位置との誤差が最小となるように、１サイクル内の転流間信号数を設定したから、転流を行う毎に誤差が加算されることはなく、誤差は常にパルス信号のパルス半カウント分以下となり、誤差を最小に抑えることができる。また、ブラシレスモータ１を起動する際の転流原点を設定するとき、つまりカウント数Ｃの初期値を設定する際には、二回励磁を行って回転子を確実に回転させて目的とする第２の引き込み位置に回転子を引き込んだ後、三回目の回転子引き込みの際、三回目の回転子引き込み後に起動する回転方向と同一の方向に回転子を回転させて第３の引き込み位置に回転子を引き込み、その第３の引き込み位置を転流原点として設定するようにしているから、歯車機構におけるバックラッシの影響を最小に抑制して転流原点を設定することができる。

【００８１】

したがって、このように設定した転流原点に基づいて、位置検出器１５からのパルス信号に基づいて転流制御を行うことにより、的確なタイミングで転流制御を行うことができる。

【００８２】

また、位置検出器１５からのパルス信号に基づいて転流タイミングを生成するようにしているから、位置検出器１５からパルス信号が出力されていれば転流制御を行うことができる。よって、従来のように逆起電力電圧に基づいて転流制御を行うような場合には、ブラシレスモータ１の回転速度がある程度以上ないと逆起電力電圧を検出することができず転流制御を行うことができないが、本発明では位置検出器１５からのパルス信号に基づいて

転流制御を行うため、モータの回転速度に係わらず、低速であっても転流制御を行うことができる。

【００８３】

また、このとき、位置検出器１５の検出信号を利用して転流制御を行うと共に、紙送り速度制御或いは紙送り量制御等をも行うようにしているから転流制御用の位置検出器を専用に設ける必要がなく、駆動回路１０の構成品数の削減を図ることができる。

【００８４】

さらに、一旦ブラシレスモータ１が停止状態となった場合でも、パルス信号に基づいて転流タイミングを生成するから、パルス信号カウント値を記憶しておけば、ブラシレスモータ１が再度回転し始めるときにはパルス信号カウント値から直ちに通電位相を決定でき、さらに、低速でも転流タイミングを生成することができるため、停止或いは回転開始時に係わらず、的確なタイミングで転流制御を行うことができる。

【００８５】

ここで、図２のステップＳ１０１の処理が転流原点設定手段に対応し、図６の転流カウント処理が転流制御手段に対応している。

【００８６】

次に、本発明の第２の実施の形態を説明する。

【００８７】

この第２の実施の形態は、図７に示すように、駆動回路１０に、逆起電力検出手段としてのゼロクロス検出回路１３が追加され、転流制御回路１２での処理手順が異なること以外は、上記第１の実施の形態と同様であるので同一部には同一符号を付与しその詳細な説明は省略する。

【００８８】

前記ゼロクロス検出回路１３は、例えばコンパレータ等で構成され、インバータ１１の何れか一つの相の逆起電力電圧を検出し、前記逆起電力電圧の中点電圧を検出した時点つまりゼロクロス点で前記ゼロクロス直前の逆起電力電圧の極性を判別し、その極性が正ならば“Ｈ”レベルの信号、逆に極性が負であるときには“Ｌ”レベルの信号を前記転流制御回路１２に出力するよう構成される。

【００８９】

前記転流制御回路１２では、上記第１の実施の形態と同様にしてカウント数Ｃに基づいて転流モードの切り換えを行うと共に、ブラシレスモータ１が、前記逆起電圧のゼロクロス点に基づいて転流タイミングの生成を行うことが可能な回転速度となったときには、ゼロクロス点に基づき転流タイミングを生成し、転流原点の更新設定を行う。

【００９０】

すなわち、この第２の実施の形態では、例えばプリンタの電源スイッチがオンされるなどして、前記制御回路１０が起動されると、前記転流制御回路１２は、上記第１の実施の形態と同様に、図２に示すメインルーチンを起動する。そしてまずステップＳ１０１で、第１の実施の形態と同様に図３に示した転流原点設定処理を実行し、カウント数Ｃの値を０もしくはPn_{MAX}に設定して転流原点を設定した後、ステップＳ１０２に移行する。そして上位装置からブラシレスモータ１の起動指令があると、ステップＳ１０３に移行し、第１の実施の形態と同様に図５に示した起動処理を実行する。これによって、ブラシレスモータ１が回転し、その回転力が図示しない歯車機構を介して紙送り機構に伝達され、紙送り機構の駆動に伴って位置検出器１５から位相の異なる二種類のパルス信号が出力される。

【００９１】

ステップＳ１０４において、位置検出器１５からのパルス信号のエッジが検出されると、ステップＳ１０５に移行し、図８に示す転流制御処理を実行する。図８の転流制御処理においては、まず、ステップＳ５０１で転流原点リセットフラグF_{RS}が“０”であるかどうかを判定し、F_{RS}＝０であるときには、ステップＳ５０２に移行する。なお、前記転流原点リセットフラグF_{RS}は、転流原点の更新設定が完了していれば“１”、完了して

いなければ“０”の値をとり、初回起動時にはF_{RS}＝０に設定されている。

【００９２】

ステップＳ５０２では、転流原点のリセットが可能であるかどうか、つまり、ブラシレスモータ１が、逆起電力電圧に基づき転流タイミングを生成することの可能な速度にあるかどうかを、例えば、単位時間当たりのパルス信号数等に基づいて判定し、転流原点リセットが可能でないとき、つまり、ブラシレスモータ１が低速で回転している状態では、ステップＳ５０２からステップＳ５０５に移行し、前記図６に示した転流カウント処理を実行する。

【００９３】

つまり、例えば正転しているときには図６のステップＳ４０１からステップＳ４０２に移行して、パルス信号のエッジを検出する毎にカウント数Ｃをインクリメントし、カウント数Ｃの値がｎ番目の転流間信号数Ｐｎの値に等しくなったときにステップＳ４０３からステップＳ４０４に移行して転流モードの切り換えを行い、ｎの値を更新（ステップＳ４０５～ステップＳ４０７）した後、カウント数Ｃの値を０にリセットする（ステップＳ４０８）。

【００９４】

そして、ブラシレスモータ１の回転速度が上がり、逆起電力電圧を検出可能な速度を越えると、ステップＳ５０２からステップＳ５０３に移行し、図９に示す、転流タイミング生成手段としての転流原点リセット処理を実行する。

【００９５】

図９の転流原点リセット処理においては、まずステップＳ６０１で、ゼロクロス検出回路１３で逆起電圧のゼロクロスを検出したかどうかを判定し、ゼロクロスを検出したときにステップＳ６０２に移行する。そして、カウンタＣＴとして、一転流区間の位置検出器１５からのパルス信号数の１／２の値を設定する。例えば、前記一転流区間の区間パルス数Ｍの１／２を四捨五入した整数値ｒｏｕｎｄ（Ｍ／２）を設定する。

【００９６】

次に、ステップＳ６０３に移行し、位置検出器１５から出力されるパルス信号のエッジを検出すると、ステップＳ６０３からステップＳ６０４に移行し、カウンタＣＴを“１”だけデクリメントする。そして、カウンタＣＴの値が“０”となっていないときには、ステップＳ６０５からステップＳ６０３に戻り、次のパルスエッジが検出されるのを待ち、カウンタＣＴがＣＴ＝０になると、転流すべきタイミングになったとしてステップＳ６０６に移行する。すなわち、逆起電圧のゼロクロスが検出されてから、一転流区間の１／２の期間つまり電気角で３０度分位相を遅らせた時点をもって転流タイミングとする。ステップＳ６０６では、実際に回転している方向が正転かどうかを判別し、正転していればステップＳ６０７に移行して正転方向に転流モードを切り換えた後、ステップＳ６０８に移行する。また、逆転していればステップＳ６０６からステップＳ６１２に移行して逆転方向に転流モードを切り換えた後、ステップＳ６１３に移行する。そして前記図６の転流カウント処理の場合と同様に、前記転流間信号数Ｐｎを特定するための変数ｎの値を更新（正転時はステップＳ６０８～Ｓ６１０、逆転時はステップＳ６１３～Ｓ６１５）した後、カウント数Ｃの値をリセットし（正転時はステップＳ６１１、逆転時はステップＳ６１６）、転流原点の更新設定を完了する。その後、図９から図８に戻り、ステップＳ５０３からステップＳ５０４に移行し、転流原点リセットフラグF_{RS}を“１”にセットする。以後、転流原点リセットフラグF_{RS}がF_{RS}＝１に設定されているから、図２のメインルーチンにおいてステップＳ１０４でパルスエッジが検出される毎に、図８のステップＳ５０１からステップＳ５０５に移行して、上記第１の実施の形態において説明した図６の転流カウント処理を実行し、順次更新されるカウント数Ｃの値に基づいて転流モードの切り換えを行う。

【００９７】

したがって、上記第２の実施の形態においても、上記第１の実施の形態と同等の作用効果を得ることができる。さらに、上記第２の実施の形態では、逆起電力が検出できるような

状況となったときには、開放相に発生する逆起電圧のゼロクロスから、一転流区間の１／２の期間つまり電気角で３０度分位相を遅らせた時点をもって転流タイミングを生成し、この瞬間にカウント数Ｃをリセット即ち転流原点を更新設定するようにしているから、起動前にステップＳ１０１において設定した転流原点に比較的大きな誤差が生じたとしても、ステップＳ５０３における転流原点の更新設定後には、回転子の位置に対する転流原点の位置の誤差即ち転流タイミングの精度を位置検出器１５から出力されるパルス信号の１パルス間隔以内に収めることができる。よって、転流タイミングの精度をより向上させることができると共に、常に高い精度を保つことができる。従って、トルクリップルや定速回転での速度変動を低減させることができる。

【００９８】

次に、本発明の第３の実施の形態を説明する。

【００９９】

この第３の実施の形態は、ブラシレスモータ１の正転時の転流原点と逆転時の転流原点との二つの転流原点を設けるようにしたものであって、前記第２の実施の形態において、正転時のカウント数C_Rと、逆転時のカウント数C_Lとを設け、正転方向に回転させるときにはカウント数C_Rに基づき転流制御を行い、逆転方向に回転させるときにはカウント数C_Lに基づき転流制御を行い、上記ゼロクロス検出回路１３で検出される、ブラシレスモータ１の固定子巻線の開放相に発生する逆起電圧のゼロクロスに基づいて、前記二つの転流原点を更新設定するようにしたものである。なお、転流制御回路１２での処理手順が異なること以外は上記第２の実施の形態と同様であるので、同一部には同一符号を付与しその詳細な説明は省略する。

【０１００】

この第３の実施の形態では、起動されると、前記図２に示すメインルーチンを実行するが、ステップＳ１０１の転流原点設定処理では、図１０に示す転流原点設定処理を実行する。

【０１０１】

図１０の転流原点設定処理では、まずステップＳ７０１でブラシレスモータ１の何れの相を励磁するかを決定する転流モードを予め設定したモードに初期化し、公知の転流制御処理と同様にして、初期化した転流モードに応じた転流信号を生成しこれをインバータ１１を構成する各トランジスタに出力し、各トランジスタを制御して所定の相を励磁する。これにより、一回目の回転子引き込みが行われる。

【０１０２】

次いで、ステップＳ７０２に移行して回転子が静止したかどうか判定し、回転子が静止していればステップＳ７０３に移行する。ステップＳ７０３では、ステップＳ７０１において第１の引き込み位置に引き込んだ回転子を、第１の引き込み位置とは電気角で１８０度のＪ倍の角度差にならない第２の引き込み位置に引き込むように転流モードを切り換えて励磁する。これにより、二回目の回転子引き込みが行われる。次いで、ステップＳ７０４に移行して回転子が静止するまで待機し、回転子が第２の引き込み位置で静止したらステップＳ７０５に移行して、ステップＳ７０３において第２の引き込み位置に引き込んだ回転子を、第２の引き込み位置とは電気角で１８０度のＪ倍の角度差にならない第３の引き込み位置に引き込むように、正転方向に転流モードを切り換えて励磁する。これによって、三回目の回転子引き込みが行われる。その後ステップＳ７０６に移行して回転子が静止するまで待機し、第３の引き込み位置で静止したらステップＳ７０７に移行して、この第３の引き込み位置を正転方向に回転するときの転流原点として正転時のカウント数C_Rを$C_R = Pn_{MAX}$に設定し、更に逆転時のカウント数C_Lも$C_L = Pn_{MAX}$に設定する。同時に、予め設定されて所定の記憶領域に格納されている前記転流パルス数列Ｐを構成するn_{MAX}個の転流間信号数Ｐｎを特定するための正転時の変数n_Rを$n_R = n_{MAX}$に設定し、逆転時の変数n_Lも$n_L = n_{MAX}$に設定する。次にステップＳ７０８に移行し、後述する図１１におけるカウント数C_R、C_Lの値に基づいた転流モードの自動切換を禁止した後にステップＳ７０９に移行する。ステップＳ７０９では、前記ステップＳ７０５において引き込ん

だ第３の引き込み位置から今度は逆転方向に強制的に転流モードを切り換えてステップＳ７１０に移行する。上記ステップＳ７０９の転流モード切換により、四回目の回転子引き込みが行われることになる。ステップＳ７１０で位置検出器１５から出力されるエンコーダパルスエッジを検出したら、ステップＳ７１１に移行する。ステップＳ７１１ではカウント数C_R、C_Lのカウント処理としての図１１に示すカウント処理を実行する。

【０１０３】

図１１のカウント処理おいては、まずステップＳ８０１で、二種類のパルス信号からブラシレスモータ１が正転しているか逆転しているかを判定する。正転している場合には、ステップＳ８０２に移行し、正転時のカウント数C_R及び逆転時のカウント数C_Lにそれぞれ“１”を加算した後、ステップＳ８０３に移行する。ステップＳ８０３では、逆転時のカウント数C_Lが$C_L = Pn_L$であるかどうかを判定し、$C_L = Pn_L$であるときにはステップＳ８０４に移行し、逆転時の変数n_Lが$n_L = n_{MAX}$であるかどうかを判定し、$n_L = n_{MAX}$であるときにはステップＳ８０５に移行して$n_L = 1$に設定し、$n_L = n_{MAX}$でないときにはステップＳ８０６に移行してn_Lの値をインクリメントした後、ステップＳ８０７に移行する。そして、カウント数C_Lを$C_L = 0$に設定した後、ステップＳ８０８に移行する。一方、ステップＳ８０３でカウント数C_Lが$C_L = Pn_L$でないときにはそのままステップＳ８０８に移行する。ステップＳ８０８では、正転時のカウント数C_Rが$C_R = Pn_R$であるかを判定し、$C_R = Pn_R$でないときにはそのまま転流カウント処理を終了する。一方、$C_R = Pn_R$であるときには転流タイミングであるとしてステップＳ８０９に移行する。

【０１０４】

ステップＳ８０９では、転流タイミングにあたるため、通常は正転方向に転流モードを切り換えるが、ここで説明している図１１の転流カウント処理は、図１０のステップＳ７１１で実行される処理になっており、その前のステップＳ７０８でC_R、C_Lの値に基づく転流モードの自動切換が禁止されているので、ステップＳ８０９での転流モード切換は行わずにステップＳ８１０に移行する。ステップＳ８１０では正転時の変数n_Rが$n_R = n_{MAX}$であるかどうかを判定し、$n_R = n_{MAX}$であるときにはステップＳ８１１に移行して$n_R = 1$に設定し、$n_R = n_{MAX}$でないときにはステップＳ８１２に移行してn_Rの値をインクリメントした後、ステップＳ８１３に移行し、正転時のカウント数C_Rを$C_R = 0$に設定する。そして、転流カウント処理を終了する。

【０１０５】

一方、ステップＳ８０１において逆転していると判定された場合には、ステップＳ８０１からステップＳ８１４に移行し、カウント数C_R及びC_Lからそれぞれ“１”を減算し、ステップＳ８１５に移行して正転時のカウント数C_Rが“０”であるか否かを判定する。そして、カウント数C_Rが“０”であるときにはステップＳ８１６に移行して正転時の変数n_Rがn_R＝1であるかどうかを判定し、n_R＝1であるときにはステップＳ８１７に移行して$n_R = n_{MAX}$に設定し、n_R＝1でないときにはステップＳ８１８に移行してn_Rの値をデクリメントした後、ステップＳ８１９に移行する。このステップＳ８１９では、正転時のカウント数C_Rを$C_R = Pn_R$に設定した後、ステップＳ８２０に移行する。一方、前記ステップＳ８１５で正転時のカウント数C_Rが$C_R = 0$でないときにはそのままステップＳ８２０に移行する。ステップＳ８２０では逆転時のカウント数C_Lが$C_L = 0$であるかどうかを判定する。そして、ステップＳ８２０で$C_L = 0$でないときにはそのまま転流カウント処理を終了し、$C_L = 0$であるときにはステップＳ８２１に移行する。

【０１０６】

ステップＳ８２１では、転流タイミングにあたるため、通常は逆転方向に転流モードを切り換えるが、ここでの図１１の転流カウント処理は、上述したように、C_R、C_Lの値に基づく転流モードの自動切換が禁止されているので、ステップＳ８２１で転流モード切換は行わずにステップＳ８２２に移行する。ステップＳ８２２では逆転時の変数n_Lがn_L＝1であるかどうかを判定し、n_L＝1であるときにはステップＳ８２３に移行して$n_L = n_{MAX}$に設定した後、ステップＳ８２５に移行し、ステップＳ８２２でn_L＝1でない

ときにはステップＳ８２４に移行してn_Lの値をデクリメントした後ステップＳ８２５に移行する。ステップＳ８２５では、逆転時のカウント数C_Lを$C_L = Pn_L$に設定した後、転流カウント処理を終了する。

【０１０７】

図１０のステップＳ７１１つまり図１１の処理が終了すると、ステップＳ７１２に移行し、四回目の回転子引き込みで回転子が第４の引き込み位置に静止したかどうかを判定する。静止していなければステップＳ７１０に戻り、以後回転子が第４の引き込み位置に静止するまで上記ステップＳ７１０～Ｓ７１２の処理を繰り返し実行する。つまり、パルスエッジが検出される毎に、回転方向に応じて上記カウント数C_R、C_Lの値をインクリメントもしくはデクリメントすることによってC_R、C_Lのカウント処理を行う。なおこの時、C_R、C_Lの値に依らず転流モードの切り換えは行わない。

【０１０８】

ステップＳ７１２で回転子が第４の引き込み位置に静止したことが確認されると、この位置を逆転方向に回転するときの転流原点として、逆転時のカウント数C_Lの値を更新設定する。ここで、上位装置から指示される転流原点設定処理完了後の起動方向によって、カウント数C_Lには異なる値を設定する。ステップＳ７１３で前記回転方向が正転と指示されている場合には、ステップＳ７１４に移行し、カウント数C_Lを$C_L = 0$に設定する。一方、ステップＳ７１３で前記回転方向が逆転と指示されている場合には、ステップＳ７１５に移行し、カウント数C_Lを$C_L = Pn_L$に設定する。その後ステップＳ７１６に移行し、カウント数C_R、C_Lの値に基づく転流モードの自動切換を許可して、図１０に示した転流原点設定処理が完了する。

【０１０９】

以上のように、図１０の転流原点設定処理では、二回励磁を行って回転子を確実に回転させて目的とする第２の引き込み位置に回転子を引き込んだ後、三回目の回転子引き込みで回転子を正転方向に回転させて第３の引き込み位置に回転子を引き込み、正転方向における歯車機構のバックラッシ等の影響が排除された状態での第３の引き込み位置を正転方向の転流原点として設定し、次に四回目の回転子引き込みで逆転方向に回転子を回転させて第４の引き込み位置に回転子を引き込み、逆転方向におけるバックラッシ等の影響が排除された状態での第４の引き込み位置を逆転方向の転流原点として設定することにより、正転時及び逆転時共に歯車機構におけるバックラッシの影響を最小に抑制して転流原点を設定することができる。

【０１１０】

図１０の転流原点設定処理、即ち図２のステップＳ１０１の処理が終了すると、図２のステップＳ１０１からステップＳ１０２に移行し、上位装置から起動指令が入力されると、ステップＳ１０３に移行して図５の起動処理を実行し、上記第１及び第２の実施の形態と同様にして、その回転方向に応じて起動処理を行い、ステップＳ１０４に移行する。

【０１１１】

図示しない歯車機構の駆動に伴って位置検出器１５からパルス信号が出力され、ステップＳ１０４でそのパルスエッジを検出すると、ステップＳ１０４からステップＳ１０５に移行し、図１２に示す転流制御処理を実行する。

【０１１２】

図１２の転流制御処理においては、正転方向の転流原点リセットフラグF_Rと、逆転方向の転流原点リセットフラグF_Lとを参照する。ここで、F_Rは正転方向に回転する際の転流原点の更新設定が完了していれば“１”、完了していなければ“０”の値をとり、F_Lは逆転方向に回転する際の転流原点の更新設定が完了していれば“１”、完了していなければ“０”の値をとる。なお、初回起動時にはF_R、F_L共“０”の値に設定されている。まず、ステップＳ９０１で、ブラシレスモータ１が実際に回転している方向が正転かどうかを判別する。正転していればステップＳ９０２に移行し、逆転していればステップＳ９０６に移行する。正転の場合、ステップＳ９０２でF_Rの値が“０”かどうかを判定し、F_Rが“０”の場合、つまり正転方向の転流原点の更新設定が完了していないうちはステ

ップＳ９０３に移行する。ステップＳ９０３では、第２の実施の形態で説明したのと同様に、転流原点のリセットが可能であるかどうかを判定する。ブラシレスモータ１の回転速度が低速で、逆起電圧に基づく転流原点のリセットが可能でない場合には、ステップＳ９０３からステップＳ９１０に移行し、上記図１１に示した転流カウント処理を実行する。ここで、ステップＳ９１０において実行する図１１の転流カウント処理では、上述した図１０のステップＳ７１１で実行される転流カウント処理（図１１）においては実行しなかったステップＳ８０９及びステップＳ８２１の転流モード切換処理を実行する。つまり、パルスエッジが検出される毎に、実際の回転方向に応じて上記カウント数C_R、C_Lの値をインクリメントもしくはデクリメントし、正転方向に回転しているときには正転時のカウント数C_Rの値が“Pn_R”となる毎に転流モードを切り換え、逆転方向に回転しているときには逆転時のカウント数C_Lの値が“０”となる毎に転流モードを切り換えることによって転流制御を行う。ステップＳ８０９及びステップＳ８２１の処理の扱いが異なる以外は、図１０のステップＳ７１１で実行される処理と同様であるので、ここで図１１の詳細な説明について繰り返すことは省略する。

【０１１３】

そして、ブラシレスモータ１の回転速度が上がり、逆起電圧を検出可能な速度を越えると、ステップＳ９０３からステップＳ９０４に移行し、正転時の転流原点リセット処理を行う。この転流原点リセット処理は、上記第２の実施の形態で説明した図９に示す転流原点リセット処理と同様であるが、ここでは、逆起電圧のゼロクロスから一転流区間の１／２だけ位相を遅らせた時点で転流タイミングが生成され（ステップＳ６０１～Ｓ６０６）、この転流タイミングを以て転流原点の更新設定をする際、ステップＳ６０８～Ｓ６１０では、前記転流間信号数Ｐｎを特定するための変数ｎを正転時の変数n_Rに置き換え、ステップＳ６１１ではカウント数Ｃを正転時のカウント数C_Rに置き換えて処理する。その後、図１２のステップＳ９０４からステップＳ９０５に移行し、正転方向の転流原点更新設定が完了したとして、F_Rの値を“１”にセットする。

【０１１４】

一方、ステップＳ９０１で逆転していると判別された場合は、ステップＳ９０６に移行し、F_Lの値が“０”かどうかを判定する。F_Lの値が“０”の場合、つまり逆転方向の転流原点の更新設定が完了していないうちはステップＳ９０７に移行する。ステップＳ９０７ではステップＳ９０３と同様に転流原点のリセットが可能であるかどうかを判定する。逆起電圧に基づく転流原点のリセットが可能でない場合には、ステップＳ９０７からステップＳ９１０に移行して、図１１に示した転流カウント処理を実行し、転流原点のリセットが可能である場合には、ステップＳ９０７からステップＳ９０８に移行し、ステップＳ９０４の場合と同様に、図９に示した転流原点リセット処理を実行する。ここでは、図９のステップＳ６１３～Ｓ６１５では、変数ｎを逆転時の変数n_Lに置き換え、ステップＳ６１６ではカウント数Ｃを逆転時のカウント数C_Lに置き換えて処理する。そしてステップＳ９０９に移行し、逆転方向の転流原点更新設定が完了したとして、F_Lの値を“１”にセットする。

【０１１５】

このように、正転方向、逆転方向それぞれにおいて、逆起電圧に基づく転流原点の更新設定が完了し、F_R、F_Lの値が共に“１”にセットされると、以後は図２においてパルスエッジが検出される毎に（ステップＳ１０４→Ｓ１０５）、図１２のステップＳ９０２或いはステップＳ９０６からステップＳ９１０に移行して、上述した図１１の転流カウント処理が実行される。

【０１１６】

以上述べたように、上記第３の実施の形態においては、正転時と逆転時とで転流原点を個別に設け、かつそれらの転流原点を、逆起電圧に基づいて生成された転流タイミングによって更新設定するようにしたから、上記第２の実施の形態と同等の作用効果を得ることができると共に、回転方向によるヒステリシスの差、また回転方向が切り換わったときのバックラッシ等に起因して、同じ転流タイミングを目標として転流原点を設定した場合に生

じる、転流原点の設定誤差を除去することができる。

【０１１７】

また、上記第３の実施の形態において、前記図１０のステップＳ７１４又はステップＳ７１５の処理で逆転方向のカウント数C_LをC_L＝０に設定したとき又はC_L＝Pn_Lに設定したときの正転方向のカウント数C_Rの値を原点誤差ΔＣとし、例えばカウント数C_Rを基準として、回転方向が切り換わる毎に、前記原点誤差ΔＣを前記カウント数C_Rに加算又は減算して転流原点をオフセットするようにしてもよい。

【０１１８】

すなわち、図２のステップＳ１０３の起動処理において、ここでは図１３に示す起動処理を実行する。図１３の起動処理では、まずステップＳ１００１で上位装置から指示される回転指示方向を判別し、正転と指示されている場合にはステップＳ１００２に移行し、回転方向が変更されたかどうかを判別する。回転方向が変更されていない場合、つまり引き続き正転で起動する場合には、ステップＳ１００２からステップＳ１００９に移行し、正転時の起動処理を行う。回転方向が変更されている場合、つまり逆転から正転に反転する場合には、ステップＳ１００２からステップＳ１００３に移行し、カウント数C_Rの値に原点誤差ΔＣを加算する。次いでステップＳ１００４に移行し、カウント数C_Rの値が“Pn_R”以上であるかどうか判定し、“Pn_R”未満であればそのままステップＳ１００９に移行し、“Pn_R”以上であれば、ステップＳ１００５に移行してC_Rの値から“Pn_R”を減算した後ステップＳ１００６に移行する。ステップＳ１００６では変数n_Rがn_R＝n_{MAX}であるかどうかを判定し、n_R＝n_{MAX}であるときにはステップＳ１００７に移行してn_R＝１に設定し、n_R＝n_{MAX}でないときにはステップＳ１００８に移行してn_Rの値をインクリメントした後、ステップＳ１００９に移行して、正転時の起動処理を行い、図１３の起動処理を終了する。

【０１１９】

一方、ステップＳ１００１で上位装置から逆転方向と指示されている場合には、ステップＳ１０１０に移行し、同様に回転方向が変更されたかどうかを判別する。回転方向が変更されていない場合、つまり引き続き逆転で起動する場合には、ステップＳ１０１０からステップＳ１０１７に移行し、逆転時の起動処理を行う。回転方向が変更されている場合、つまり正転から逆転に反転する場合には、ステップＳ１０１０からステップＳ１０１１に移行し、カウント数C_Rの値から原点誤差ΔＣを減算する。次いでステップＳ１０１２に移行し、カウント数C_Rの値が“０”以下であるかどうか判定し、“０”より大きければそのままステップＳ１０１７に移行し、“０”以下であれば、ステップＳ１０１３に移行してC_Rの値に“Pn_R”を加算した後ステップＳ１０１４に移行する。ステップＳ１０１４では変数n_Rがn_R＝１であるかどうかを判定し、n_R＝１であるときにはステップＳ１０１５に移行してn_R＝n_{MAX}に設定し、n_R＝１でないときにはステップＳ１０１６に移行してn_Rの値をデクリメントした後、ステップＳ１０１７に移行して、逆転時の起動処理を行い、図１３の起動処理を終了する。

【０１２０】

このようにすることで、その後実行される転流制御処理は、図６に示した転流カウント処理中のカウント数ＣをC_Rに置き換えたもので実現することが可能になる。つまり、回転方向が切り替わる毎に、カウント数C_Rの値を原点誤差ΔＣを用いて補正すれば、転流カウント処理を簡略化することが可能になる。

【０１２１】

また、上記各実施の形態においては、紙送り機構に設けられたエンコーダ等からのパルス信号に基づいて、これらを駆動するモータの転流タイミングを検出するようにした場合について説明したがこれに限るものではなく、モータの駆動に伴って、その駆動対象に設けられた位置検出器からパルス信号を得ることが可能な構成であれば、適用することができる。また、ポテンショメータ等駆動対象の位置を検出するようなセンサであっても適用することができ、この場合には、例えばポテンショメータの位置情報に基づき駆動対象が所定量移動したときにパルス信号を出力するパルス生成回路を設け、このパルス生成回路が

出力するパルス信号に基づき上記各実施の形態と同様に制御を行うようにすれば、上記各実施の形態と同等の作用効果を得ることができる。

【０１２２】

また、上記各実施の形態においては、位置検出器１５からの検出信号に基づいて、転流制御を行うようにした場合について説明したが、この位置検出器１５からの検出信号に基づいて速度制御或いは位相制御を行うようにしてもよい。

【０１２３】

また、上記各実施の形態においては、ＤＣブラシレスモータを適用した場合について説明したが、これに限らず、ステップモータ等を適用することもできる。また、エンコーダとしてリニアエンコーダ或いはロータリエンコーダ等を適用した場合について説明したがこれに限るものではなく、また、光学式或いは磁気式のエンコーダであっても適用することができる。

【０１２４】

また、上記各実施の形態においては、三相ブラシレスモータを適用した場合について説明したがこれに限るものではなく、一相又は二相、或いは四相以上のブラシレスモータに適用することも可能である。

【０１２５】

また、上記各実施の形態においては、５転流区間のパルス数が“１０２”であり、区間パルス数Ｍが“２０．４”である場合について説明したがこれに限るものではない。例えば、一転流区間におけるパルス数（区間パルス数Ｍ）が５１１／２５＝２０．４４であるときには、同様にして前記表１のように転流間信号数を設定すると、真の転流タイミングと延べ信号数との誤差は、２５回目で零となるから、２５回の転流毎に誤差が零となることになり、転流パルス数列Ｐは、２５個の転流間信号数から構成されることになる。つまり、分数で表すことができる区間パルス数Ｍであれば、既約分数の分母の値と同じ回数の転流を行えば、真の転流タイミングと延べ信号数との誤差は零となるから、分数で表すことのできる区間パルス数Ｍであれば適用することができる。

【０１２６】

また、例えば、一転流区間内におけるパルス数が割り切れる場合には、カウント数Ｃが一転流区間内におけるパルス数に達する毎に転流を行うようにしてもよい。

【０１２７】

また、上記各実施の形態においては、前記転流パルス数列Ｐを、延べ信号数の差を転流間信号数から構成するようにした場合について説明したが、これに限るものではなく、例えば延べ信号数から構成するようにしてもよく、この場合には、カウント数Ｃが各延べ信号数と一致する毎に転流を行い、カウント数Ｃが増加しているときにはカウント数Ｃが延べ信号数の最大値となったときにカウント数Ｃを零に更新設定し、逆にカウント数が減少しているときにはカウント数Ｃが零となったときにカウント数Ｃを延べ信号数の最大値に更新設定するようにすればよい。

【０１２８】

また、上記各実施の形態においては、ゼロクロス検出回路１３では、何れか一相の逆起電力を検出しこれに基づいてゼロクロスを検出するようにした場合について説明したが、これに限るものではなく、全ての相についてゼロクロスを検出するようにしてもよい。しかし、一相のみについてゼロクロスを検出する場合と、三相全てについてゼロクロスを検出する場合とでは、精度的にはほぼ同等であるから、一相のみを検出するようにした方が構成及び処理を簡略することができる。

【０１２９】

また、上記各実施の形態においては、転流原点の更新設定を、ブラシレスモータ１の回転速度が大きくなりゼロクロスを検出できるようになった時点で行うようにした場合について説明したが、例えば、駆動回路１０を起動した際に、転流原点の更新設定を行うためにブラシレスモータ１を回転させ、転流原点を更新設定した後、上位装置からの指令信号に基づいて駆動制御するようにしてもよい。また、駆動回路１０の起動時だけでなく、ブラ

シレスモータ１の駆動に伴う温度変化の影響を除去するために、ブラシレスモータ１の駆動制御を開始した後、所定時間毎にも転流原点の更新設定を行うようにしてもよく、このようにすれば、温度変化に起因する転流原点誤差を除去することができる。また、所定時間毎ではなく、温度変化が平衡状態となる所定時間経過した時点で転流原点の更新設定を行うようにしてもよい。

【０１３０】

また、転流原点の更新設定は、ブラシレスモータ１が起動されて、転流タイミングの検出が可能な回転速度となる毎に行うようにしてもよい。

【０１３１】

また、予め原点誤差ΔＣを計測してＲＯＭ等の記憶領域に記憶しておき、一方の回転方向における転流原点を設定したならば、回転方向が切り替わる毎に、この転流原点を基準として、記憶している原点誤差ΔＣをもとに、カウント数Ｃを補正するようにしてもよい。

【０１３２】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の請求項１及び２に係るセンサレスモータの駆動装置によれば、三回励磁を行って回転子を確実に所望の回転方向に回転させ、静止した位置で転流原点を設定するようにしたから、前記転流原点設定直前の回転子の回転方向と同一方向に起動すれば、バックラッシ等の影響を除去し、的確に転流原点が設定され、従って的確なタイミングで転流を行うことが可能となる。

【０１３３】

また、請求項３及び４に係るセンサレスモータの駆動装置によれば、回転方向毎に転流原点を設定するようにしたから、回転方向が切り換わることに起因する転流タイミングのずれの発生を回避することができ、このとき、回転方向が切り換わることに起因する転流タイミングのずれに相当するパルス信号数をオフセット値として検出し、何れか一方の回転方向を基準として回転方向が切り換わる毎にオフセット値に基づきパルス信号のカウント値を補正するようにしたから、前記パルス信号カウント値を格納するカウント変数を回転方向毎に用意して、回転方向が替わる毎に、参照するカウント変数を切り換えるという処理手順を省略することができる。

【０１３４】

また、請求項５及び６に係るセンサレスモータの駆動装置によれば、開放相に発生する逆起電力に基づき転流タイミングを生成できる状態となった時点で、より高精度に回転子の位置を検出可能な逆起電力に基づいて回転子の位置を検出し、転流タイミングを生成して転流原点を更新設定するようにしたから、より高精度に転流制御を行うことができる。このとき、センサレスモータの全ての相ではなく何れか一つの相の逆起電力に基づき転流タイミングを生成するようにしたから逆起電力を検出する回路の数を減らすことが出来ると共に、転流タイミングの生成に要する処理も軽減することが可能となる。

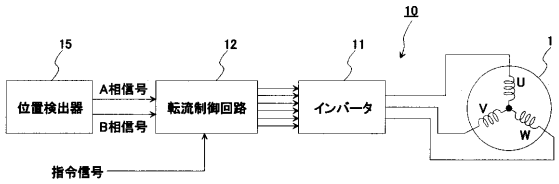
【０１３５】

また、請求項７乃至９に係るセンサレスモータの駆動装置によれば、センサレスモータの回転方向毎に、転流タイミング生成手段で転流タイミングを生成し、前記各転流タイミングの時点で、回転方向毎に新たな転流原点を各々更新設定するようにしたから、回転方向の違いに起因する転流タイミングのずれの発生を回避することができる。このとき、センサレスモータの回転方向毎に更新設定した各転流原点の位置の差に相当するパルス信号数をオフセット値として検出し、更新設定後の何れか一方の転流原点を基準としてパルス信号をカウントすると共に、回転方向が替わる毎にパルス信号のカウント値を前記オフセット値に基づき補正し、回転方向に応じた転流原点を基準とするカウント値となるようにしたから、前記パルス信号カウント値を格納するカウント変数を回転方向毎に用意して、回転方向が替わる毎に、参照するカウント変数を切り換えるという処理手順を省略することができる。また、オフセット値を予め検出しこれを記憶しておけば、転流タイミング生成手段で生成した転流タイミングに基づき転流原点を更新設定する毎に、オフセット値を検出する必要がない。

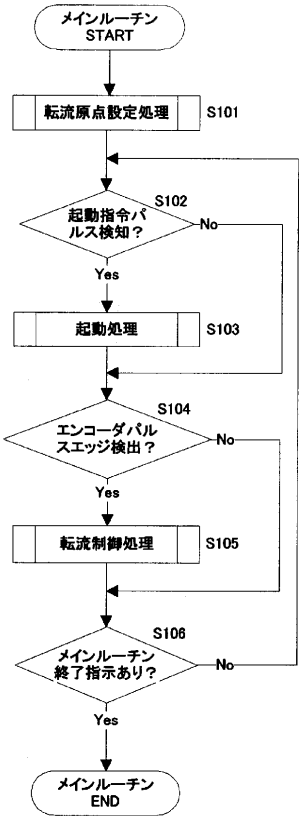
【０１３６】
　また、請求項１０乃至請求項１３に係るセンサレスモータの駆動装置によれば、転流タイミング生成手段で生成した転流タイミングに基づく転流原点の更新設定を、センサレスモータの制御を開始したときに行うから制御開始の初期段階から高精度に転流制御を行うことができる。また、制御開始時点から所定時間経過後に転流原点の更新設定を行うことにより、温度環境の変化の影響を受けない転流原点を設定することができる。また、センサレスモータの制御開始時点から所定時間経過する毎に転流原点の更新設定を行うことにより、温度環境の変化に応じて的確な転流原点を設定することができ、さらに、センサレスモータを起動する毎に転流原点の更新設定を行うことにより、現状に応じた転流原点を設定することが可能となる。

【図面の簡単な説明】
【図１】本発明を適用したブラシレスモータの駆動装置の概略構成を示す構成図である。
【図２】第１、第２、第３の実施の形態におけるメインルーチンの処理手順の一例を示すフローチャートである。
【図３】図２における転流原点設定処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。
【図４】回転子位置の変化に対する、励磁相とトルクとの関係を表す説明図である。
【図５】図２における起動処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。
【図６】図２における転流制御処理としての転流カウント処理、及び図８における転流カウント処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。
【図７】第２の実施の形態におけるブラシレスモータの駆動装置の概略構成を示す構成図である。
【図８】図２における転流制御処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。
【図９】図８及び、図１２における転流原点リセット処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。
【図１０】図２における転流原点設定処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。
【図１１】図１０、及び図１２における転流カウント処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。
【図１２】図２における転流制御処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。
【図１３】図２における起動処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。
【符号の説明】
１　ブラシレスモータ
１０　駆動装置
１１　インバータ
１２　転流制御回路
１３　ゼロクロス検出回路
１５　位置検出器

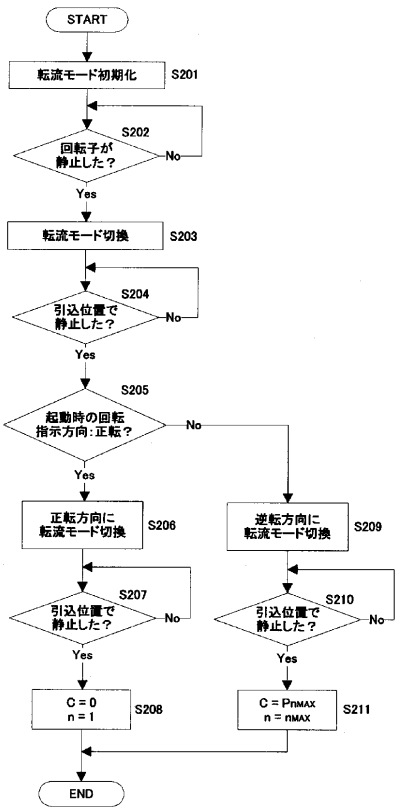
【図１】


10
15
12
11
1
位置検出器
A相信号
B相信号
転流制御回路
インバータ
U
V
W
指令信号

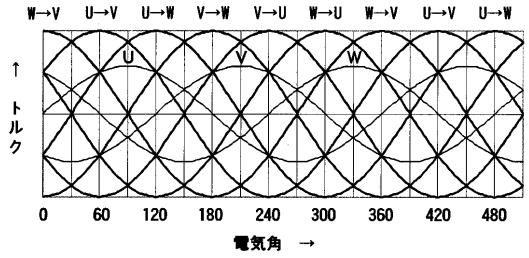
【図２】


メインルーチン
START
転流原点設定処理
S101
S102
起動指令パルス検知？
No
Yes
起動処理
S103
S104
エンコーダパルスエッジ検出？
No
Yes
転流制御処理
S105
S106
メインルーチン終了指示あり？
No
Yes
メインルーチン
END

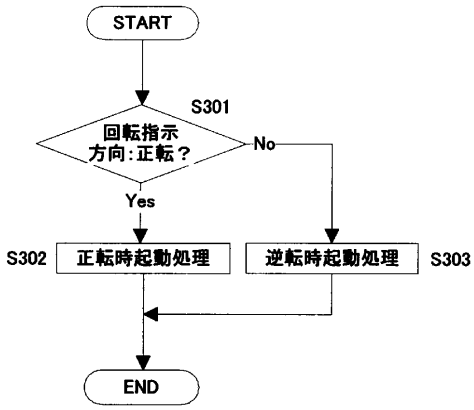
【図３】


START
転流モード初期化
S201
S202
回転子が静止した？
No
Yes
転流モード切換
S203
S204
引込位置で静止した？
No
Yes
S205
起動時の回転指示方向:正転？
No
Yes
正転方向に転流モード切換
S206
逆転方向に転流モード切換
S209
S207
引込位置で静止した？
No
S210
引込位置で静止した？
No
Yes
Yes
C = 0
n = 1
S208
C = PnMAX
n = nMAX
S211
END

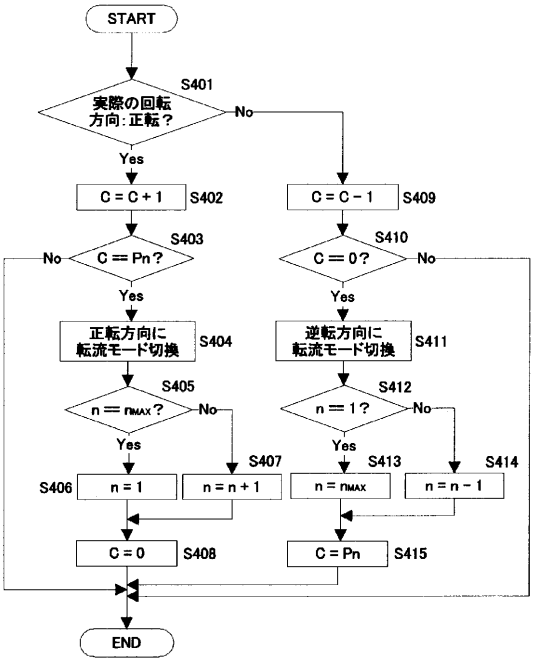
【図４】


W→V
U→V
U→W
V→W
V→U
W→U
W→V
U→V
U→W
U
V
W
↑
トルク
0
60
120
180
240
300
360
420
480
電気角 →

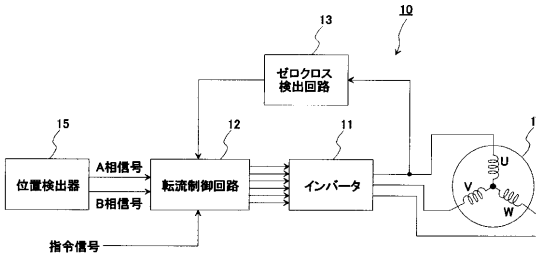
【図５】


START
S301
回転指示方向:正転？
No
Yes
S302
正転時起動処理
逆転時起動処理
S303
END

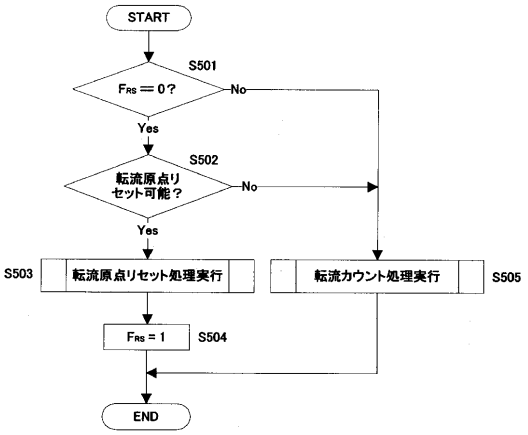
【図６】



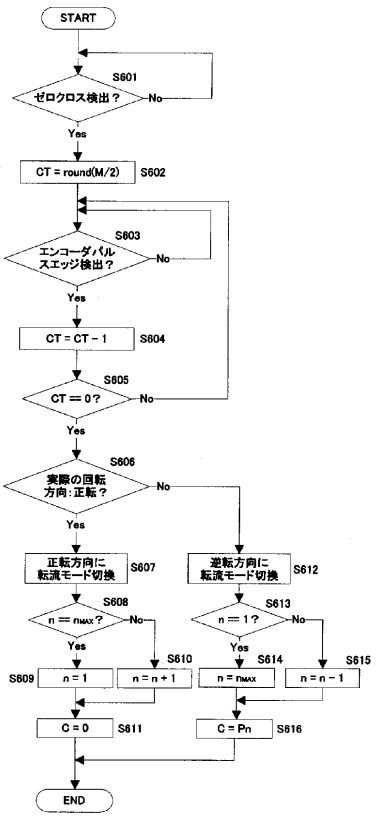
【図７】



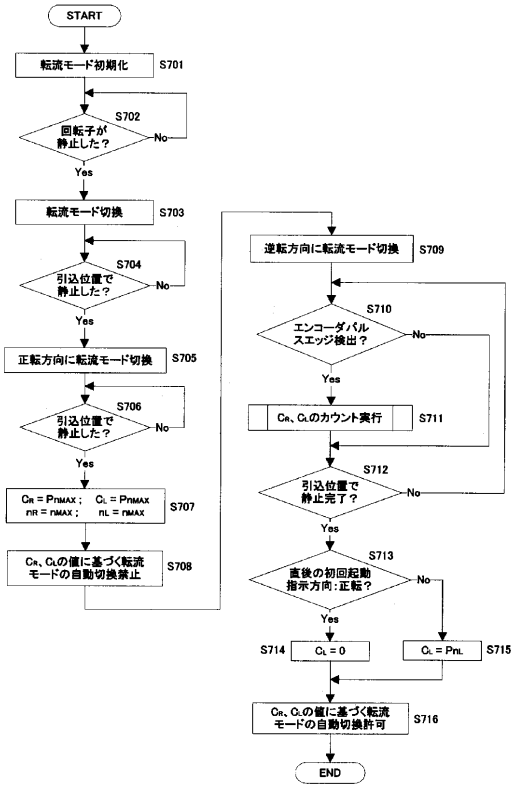
【図８】



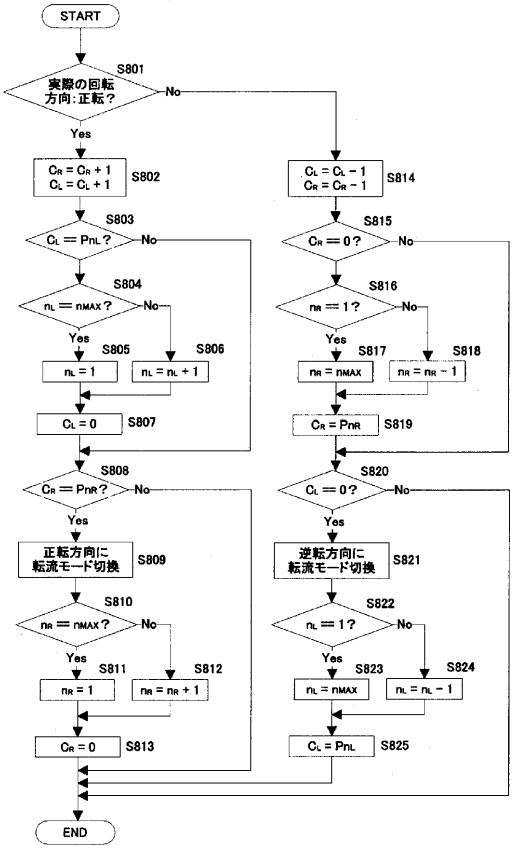
【図９】



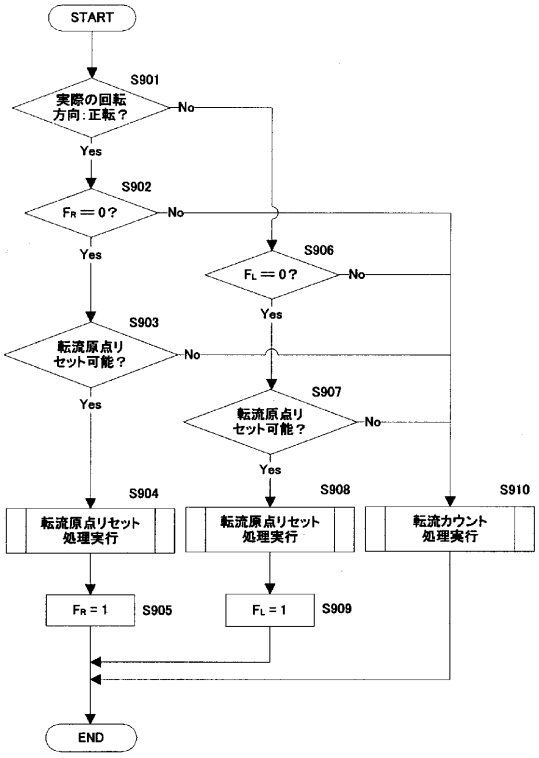
【図１０】



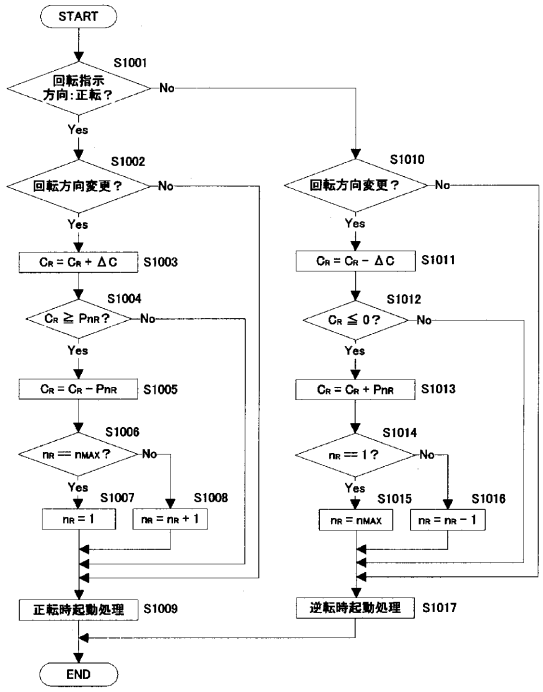
【図１１】


START
S801
実際の回転方向:正転？
No
Yes
CR = CR + 1
CL = CL + 1
S802
S803
CL = PnL？
No
S804
nL = nMAX？
No
Yes
S805
nL = 1
S806
nL = nL + 1
CL = 0
S807
S808
CR = PnR？
No
Yes
正転方向に転流モード切換
S809
S810
nR = nMAX？
No
Yes
S811
nR = 1
S812
nR = nR + 1
CR = 0
S813
CL = CL − 1
CR = CR − 1
S814
S815
CR = 0？
No
S816
nR = 1？
No
Yes
S817
nR = nMAX
S818
nR = nR − 1
CR = PnR
S819
S820
CL = 0？
No
Yes
逆転方向に転流モード切換
S821
S822
nL = 1？
No
Yes
S823
nL = nMAX
S824
nL = nL − 1
CL = PnL
S825
END

【図１２】


START
S901
実際の回転方向:正転？
No
Yes
S902
FR = 0？
No
Yes
S903
転流原点リセット可能？
No
Yes
S904
転流原点リセット処理実行
FR = 1
S905
S906
FL = 0？
No
Yes
S907
転流原点リセット可能？
No
Yes
S908
転流原点リセット処理実行
FL = 1
S909
S910
転流カウント処理実行
END

【図１３】


START
S1001
回転指示方向:正転？
No
Yes
S1002
回転方向変更？
No
Yes
CR = CR + ΔC
S1003
S1004
CR ≧ PnR？
No
Yes
CR = CR − PnR
S1005
S1006
nR = nMAX？
No
Yes
S1007
nR = 1
S1008
nR = nR + 1
正転時起動処理
S1009
S1010
回転方向変更？
No
Yes
CR = CR − ΔC
S1011
S1012
CR ≦ 0？
No
Yes
CR = CR + PnR
S1013
S1014
nR = 1？
No
Yes
S1015
nR = nMAX
S1016
nR = nR − 1
逆転時起動処理
S1017
END

フロントページの続き

(72)発明者　宮▲崎▼　新一
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
(72)発明者　池上　昭彦
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

審査官　川端　修

(56)参考文献　特開平０７－２８４２９３（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－２２７７８１（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－２５０８８８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.^{7}，ＤＢ名)
H02P　6/18