

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3600894号
(P3600894)

(45) 発行日 平成16年12月15日(2004.12.15)

(24) 登録日 平成16年10月1日(2004.10.1)

(51) Int. Cl.⁷

F I

H02P 6/18
H02H 7/08

H02P 6/02 371T
H02H 7/08 R

請求項の数 9 (全 16 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平8-243813 (22) 出願日 平成8年9月13日(1996.9.13) (65) 公開番号 特開平9-163789 (43) 公開日 平成9年6月20日(1997.6.20) 審査請求日 平成14年3月15日(2002.3.15) (31) 優先権主張番号 1995P-44291 (32) 優先日 平成7年11月28日(1995.11.28) (33) 優先権主張国 韓国(KR)</p>	<p>(73) 特許権者 390019839 三星電子株式会社 大韓民国京畿道水原市靈通区梅灘洞416 (74) 代理人 100086368 弁理士 萩原 誠 (72) 発明者 湯 士 明 大韓民国京畿道富川市遠美区中洞イーオン ファモール1413棟1206号 (72) 発明者 李 ▲サン▼ ▲ヨウ▼ 大韓民国京畿道富川市遠美区中2洞618 棟813号 審査官 川端 修</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モールススタート回路およびその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

モータが起動する間、整流クロック信号の入力に应答して励磁電流を発生させる整流手段と；

前記整流手段と連結され、かつモータ出力段のスイッチング素子を制御してモータを制御するものであって、整流と整流中断とを繰り返すモールススタートモードでモータを起動した後、モード制御信号に応じて、3つのモータコイルのうち2つのコイルを順次に励起する一般的な起動モードに切り替えるモード変換手段と；

モータが正方向に回転するか逆方向に回転するかを検出できるようにモデルリファレンスゼロ-クロス信号を発生させて出力するモデルリファレンスゼロ-クロス発生手段と；

前記モデルリファレンスゼロ-クロス発生手段から出力されるモデルリファレンスゼロ-クロス信号と、モータの回転時に発生する実際のゼロ-クロス(D y n a m i c z e r o - c r o s s)信号とを比較してモータが正方向に回転する場合、逆方向に回転する場合およびゼロ-クロス信号が発生されない場合の三つの場合を検出するゼロ-クロス検出手段と；

モータの各相のコイルが励起されない場合、一回に一つの位相を選択するように設計された位相選択手段と；

初期にモータの起動が失敗した場合、励磁電流パルス幅を増加させるか減少させるかの方法で励磁電流を調節する第1変調手段と；

前記第1変調手段と連結されており、初期にモータの起動が失敗した場合、モータに供給

されるパワーをオフさせて整流を中断し、前記パワーのターンオフされる時間間隔を増加させるか減少させるかの方法でパワーオフ時間インターバルを調節する第2変調手段とを含んでなることを特徴とするモールスタート回路。

【請求項2】

前記モード変換手段は、

前記整流手段から出力される整流信号 (q_0 と $q_5 /$, q_2 と $q_1 /$, q_4 と $q_3 /$) が入力され、かつ前記ゼロ - クロス検出手段から出力されるモード制御信号 (e_y , $e_y /$) が入力され、モールスタートモード時と一般的な起動モード時においてそれぞれモータ出力段の上位レベルスイッチング素子を制御するための制御信号を発生させる上位レベル制御部と；

10

前記整流手段から出力される整流信号 (q_1 と q_4 , q_3 と q_0 , q_5 と q_2) が入力され、かつ前記ゼロ - クロス検出手段から出力されるモード制御信号 (e_y , $e_y /$) が入力され、モールスタートモード時と一般的な起動モード時においてそれぞれモータ出力段の下位レベルスイッチング素子を制御するための制御信号を発生させる下位レベル制御部とを含んでなることを特徴とする請求項1に記載のモールスタート回路。

【請求項3】

前記上位レベル制御部は、

前記整流手段から出力される整流信号 (q_0 と $q_5 /$, q_2 と $q_1 /$, q_4 と $q_3 /$) をそれぞれ2入力として論理積を行なう第1ないし第3論理積手段と；

前記モード制御信号 $e_y /$ をそれぞれ1入力とし、前記整流信号 (q_0 , q_2 , q_4) をそれぞれ他の1入力として論理積を行なう第4ないし第6論理積手段と；

20

前記モード制御信号 e_y をそれぞれ1入力とし、前記第1ないし第3論理積手段の出力信号をそれぞれ他の1入力として論理積を行なう第7ないし第9論理積手段と；

前記第4と第7論理積手段、第5と第8論理積手段および第6と第9論理積手段の出力信号をそれぞれ2入力として否定論理和を行い上位レベルスイッチング素子の制御信号を発生させて出力する第1ないし第3否定論理和手段とを含んでなることを特徴とする請求項2に記載のモールスタート回路。

【請求項4】

前記下位レベル制御部は、

前記整流手段から出力される整流信号 (q_1 と q_4 , q_3 と q_0 , q_5 と q_2) をそれぞれ2入力として論理積を行なう第1ないし第3論理積手段と；

30

前記モード制御信号 $e_y /$ をそれぞれ1入力とし、前記整流信号 (q_1 , q_3 , q_5) をそれぞれ他の1入力として論理積を行なう第4ないし第6論理積手段と；

前記モード制御信号 e_y をそれぞれ1入力とし、前記第1ないし第3論理積手段の出力信号をそれぞれ他の1入力として論理積を行なう第7ないし第9論理積手段と；

前記第4と第7論理積手段、第5と第8論理積手段および第6と第9論理積手段の出力信号をそれぞれ2入力として論理和を行い下位レベルスイッチング素子の制御信号を発生させて出力する第1ないし第3論理和手段とを含んでなることを特徴とする請求項2に記載のモールスタート回路。

【請求項5】

40

前記モデルリファレンスゼロ - クロス発生手段は、

前記整流手段から発生される整流信号 (q_3 と q_0 , q_5 と q_2 , q_1 と q_4) をそれぞれ2入力として論理積を行い、それぞれゼロ - クロス信号を発生させる第1ないし第3論理積手段と；

前記第1ないし第3論理積手段の出力信号が入力され、排他 - 論理和してモデルリファレンスゼロ - クロス信号を発生させる排他 - 論理和手段とを含んでなることを特徴とする請求項1に記載のモールスタート回路。

【請求項6】

前記ゼロ - クロス検出手段は、

前記モデルリファレンスゼロ - クロス発生手段から出力されるモデルリファレンスゼロ -

50

クロス信号をデータ入力とし、モータの回転時に発生される実際のゼロ - クロス信号をクロック入力とし、入力されるモデルリファレンスゼロ - クロス信号と実際のゼロ - クロス信号とのタイミングを比較してモータが正方向に回転するかどうかを検出する正方向回転検出手段と；

前記モデルリファレンスゼロ - クロス発生手段から出力されるモデルリファレンスゼロ - クロス信号をクロック入力とし、モータの回転時に発生される実際のゼロ - クロス信号をデータ入力とし、入力されるモデルリファレンスゼロ - クロス信号と実際のゼロ - クロス信号とのタイミングを比較してモータが逆方向に回転するかどうかを検出する逆方向回転検出手段と；

前記正方向回転検出手段の出力信号と逆方向回転検出手段の出力信号とを否定論理和して出力する否定論理和手段と； 10

前記正方向回転検出手段の出力信号と前記否定論理和手段の出力信号とを論理和する論理和手段と；

前記逆方向回転検出手段の出力信号と前記論理和手段の出力信号とを論理積してモード制御信号を発生させる論理積手段とを含んでなることを特徴とする請求項 1 に記載のモールスタート回路。

【請求項 7】

前記正方向回転検出手段および逆方向回転検出手段は D フリップフロップからなることを特徴とする請求項 6 に記載のモールスタート回路。

【請求項 8】 20

マイクロプロセッサが用いられる場合、すべての動作状態がマイクロプロセッサによりリード / ライトされ、制御がマイクロプロセッサにより行なえるように外部のマイクロプロセッサと回路を連結するマイクロプロセッサ直列ポートがさらに含まれることを特徴とする請求項 1 に記載のモールスタート回路。

【請求項 9】

起動失敗回数をチェックするための変数、起動失敗回数、励磁電流パルス幅およびパワーオフ時間を初期化させる段階と；

モータの初期起動の際、整流と整流中断とを繰り返すモールスタートモードで整流する段階と；

ゼロ - クロス信号が検出されたかどうかを判断する段階と； 30

ゼロ - クロス信号が検出されたとき、モータが逆回転されたかどうかを判断する段階と；

モータが逆回転しているとき、パワーをターンオフさせ整流を中断した後、前記モールスタートモードで整流を行なう段階にもどる段階と；

モータが正回転しているとき、3つのモータコイルのうち2つのコイルを順次に励起する一般的な起動モードで整流を行なう段階と；

ゼロ - クロス信号が検出されなかったとき、励磁電流パルス幅を変調させる段階と；

パワーオフ時間を変調させる段階と；

起動失敗回数のチェックのための変数を増加させる段階と；

起動失敗回数が既に設定された特定回数と比較して同一であると作業を完全に中止し、起動失敗回数が既に設定された特定回数より小さいと前記パワーをターンオフさせ整流を中断する段階にもどる段階とからなることを特徴とするモールスタート回路の制御方法。 40

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はモールスタート回路およびその制御方法に係り、より詳しくは、モータ駆動において、初期に大きい起動トルクを発生させ確実なゼロ - クロスポイントを検出できるようにして、デッドポイント、ヘッドスティッキングおよび起動トルク不足により発生され得る問題を解決し、さらには、モータ出力段に流れる大きい起動電流を防止することにより、集積回路の温度を低めることができるように設計されたモールスタート回路およびその制御方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【 従来 の 技 術 】

従来のセンサのないブラシレス永久磁石型直流モータ駆動において、デッドポイント（モータトルクが0であるポイント）、ヘッドスティッキング（湿気などによりディスクのヘッドがディスクの表面に粘り着く現象）、低い起動トルクおよび回転子の位置に対する情報の不在はモータを正常に起動させ難くする要因になってきた。特に、ハードディスクドライブにおいて、起動の失敗または起動の信頼性が低いと産業上非常に重要な問題になる。

【 0 0 0 3 】

従って、上述の問題点を解決するため、モータ起動方法については既に多くの提案が示されている。 10

例えば、回転子の位置に対する情報の不在によりモータが正常に起動されない従来の問題点を解決するため、回転子の位置を検出するためのホールセンサに代わり電氣的な角を用いる技術が米合衆国特許第5,254,914の“ホールセンサを用いないブラシレスDCモータにおける位置検出器”において提示されたことがある。

【 0 0 0 4 】

しかしながら、上述の技術においては二つの解決すべき問題点がある。一つはモータ駆動回路において、特に高速回転する直流モータにおいて、電氣的な角の正確性の問題であり、また他の一つは電氣的な角により回転子の位置がわかってもそれが大きい起動トルクばかりでなく信頼すべきモータ起動を保証できないという点である。 20

【 0 0 0 5 】

また、前述したモータの起動時の諸問題点を解決するため、回転子の位置情報を検出するため短い電流信号をモータの各相に印加し、それに対する応答でモータに誘導されるモータ電流を測定する高周波整流方式を用いる技術が米合衆国特許第4,876,491の“ブラシレスDCモータの速度制御装置および制御方法”において提示されたことがある。

【 0 0 0 6 】

しかし、前記高周波整流方式はモータが起動する間に適用させるにはよい方法とはいえない。その理由は、モータの逆回転現象が発生しないように設計しなければ多くの場合にモータが逆回転され得るためである。なお、モータの正常回転速度時の周波数より低い周波数でモータを回転させて起動し、その後ゼロ・クロスポイントを探し出すことが好ましい。 30

【 0 0 0 7 】

しかし、ここでゼロ・クロスポイントを探し出しても、それが高い起動トルクを保証できないので前述した同一の問題点が依然として残っている。たまた、ゼロ・クロスポイントが正しく検出されてモータが起動したといってもモータの初期起動トルクが不足であると、モータの運転時に大きいトルクを出すことができないので非常にゆっくりとしか回転しなかったり、回転し難くなったりして、多くの場合モータを正常に運転できないという問題点が生じる。

【 0 0 0 8 】

このため、ゼロ・クロスポイントが検出される前に大きい起動トルクを発生させることが重要で、その後ゼロ・クロスポイントを探して制御する方法が必要である。 40

前述したモータ起動時の諸問題点を解決し、大きい起動トルクを発生させるため、励磁電流の流れを順方向から逆方向に変えてモータを起動させる技術が米合衆国特許第5,323,094の“センサレス多位相DCモータの起動方法”で提示されたことがある。

【 0 0 0 9 】

前記した電流方向を変える方法を用いて高い起動トルクを得ても、モータの起動時にモータが同期しない。このため、正確に同期されない状態における高いトルクはモータの逆回転を起こしたり、トルクが解除してしまう結果をもたらすという問題点がある。

【 0 0 1 0 】

【 発 明 が 解 決 し よ う と す る 課 題 】

従って、本発明は前記のような従来の問題点を解決するためのものであって、その目的は、モータの駆動において、モータの磁界内で発生される飽和現象を除去し、次の段階のパワーオン動作と整流の行いに必要な磁界内の初期条件を生成するため周期的な整流中断とパワーオフ時間を置くことにより、初期に大きい起動トルクを発生させ確実なゼロ・クロスポイントを検出できるようにして、デッドポイント、ヘッドスティッキングおよび起動トルクの不足により発生され得る問題を解決し、さらには、モータ出力段に流れる大きい起動電流を防止することにより、集積回路の温度を低めることができるように設計されたモールスタート回路およびその制御方法を提供することにある。

【 0 0 1 1 】

【 課題を解決するための手段 】

前記目的を達成するための本発明のモールスタート回路は、モータが起動する間、整流クロック信号が入力されるごと励磁電流を発生させる整流手段と；

10

前記整流手段と連結されており、入力されるモード制御信号を通じてモールスタートモード（整流の行いと中断を同一のインターバルで繰り返すモード）と一般的な起動モード（CSSモード）の間をスイッチングしてモータ出力段を整流させることにより、大きい起動トルクでモータが起動できるように設計されたモード変換手段と；

モータが正方向に回転するか逆方向に回転するかを検出できるようにモデルリファレンスゼロ・クロス信号を発生させて出力するモデルリファレンスゼロ・クロス発生手段と；

前記モデルリファレンスゼロ・クロス発生手段から出力されるモデルリファレンスゼロ・クロス信号を入力され、モータの回転時に発生する実際ゼロ・クロス（Dynamic zero-cross）信号と比較してモータが正方向に回転する場合、逆方向に回転する場合およびゼロ・クロス信号が発生されない場合の三つの場合を検出するゼロ・クロス検出手段と；

20

モータの各相のコイルが励起されない場合、一回に一つの位相を選択するように設計された位相選択手段と；

モータの成功的な起動のため初期にモータの起動が失敗した場合、励磁電流パルス幅を増加させるか減少させる方法で励磁電流を調節する第1変調手段と；

前記第1変調手段と連結されており、モータの成功的な起動のため初期にモータの起動が失敗した場合、モータに供給されるパワーをオフさせて整流を中断し、前記パワーのターンオフされる時間間隔を増加させるか減少させる方法でパワーオフ時間インターバルを調節する第2変調手段と；

30

マイクロプロセッサが用いられる場合、すべての動作状態がマイクロプロセッサによりリード/ライトされ、制御がマイクロプロセッサにより行なえるように外部のマイクロプロセッサと回路を連結するマイクロプロセッサ直列ポートとからなる。

【 0 0 1 2 】

さらに、本発明のモールスタート回路の制御方法は、起動失敗回数をチェックするための変数、起動失敗回数、励磁電流パルス幅およびパワーオフ時間を初期化させる段階と；

モータの初期起動の際モールスタートモードで整流する段階と；

40

ゼロ・クロス信号が検出されたかどうかを判断する段階と；

ゼロ・クロス信号が検出されたとき、モータが逆回転されたかどうかを判断する段階と；

モータが逆回転しているとき、パワーをターンオフさせ整流を中断した後、前記モールスタートモードで整流を行なう段階にもどる段階と；

モータが正回転しているとき、一般的な起動モード（CSS）で整流を行なう段階と；

ゼロ・クロス信号が検出されなかったとき、励磁電流パルス幅を変調させる段階と；

パワーオフ時間を変調させる段階と；

起動失敗回数のチェックのための変数を増加させる段階と；

起動失敗回数が既に設定された特定回数と比較して同一であると作業を完全に中止し、起動失敗回数が既に設定された特定回数より小さいと前記パワーをターンオフさせ整流を中

50

断する段階にもどる段階とからなる。

【 0 0 1 3 】

【 発明の実施の形態 】

以下、本発明の好ましい実施の形態を添付図面に基づいて詳細に説明する。

図 1 は本発明の実施の形態に従うモールスタート回路の構成図である。

図 1 に示すモールスタート回路の全体構成は、モータが起動する間、整流クロック信号が入力されるごとに励磁電流を発生させる整流回路 10 と；整流回路 10 に連結されており、入力されるモード制御信号に応答してモールスタートモードと一般的な起動モード（CSSモード）との間をスイッチングしてモータ出力段を整流させることにより、大きい起動トルクでモータが起動できるように設計されたモード変換器 20 と；モータが正方向に回転するか逆方向に回転するかを検出できるようにモデルリファレンスゼロ・クロス信号を発生させて出力するモデルリファレンスゼロ・クロス発生器 30 と；モデルリファレンスゼロ・クロス発生器 30 から出力されるモデルリファレンスゼロ・クロス信号を入力とし、モータの回転時に発生する実際ゼロ・クロス信号と比較してモータが正方向に回転する場合、逆方向に回転する場合およびゼロ・クロス信号が発生されない場合の三つの場合を検出するゼロ・クロス検出器 40 と；モータの各相のコイルが励起されない場合、一回に一つの位相を選択するように設計された位相選択器 50 と；初期にモータの起動が失敗した場合、励磁電流パルス幅を増加させるか減少させるかいずれかの方法で励磁電流を調節する励磁電流パルス幅変調器 60 と；励磁電流パルス幅変調器 60 と連結され、初期にモータの起動が失敗した場合、モータに供給されるパワーをオフさせて整流を中断し、パワーのターンオフされる時間間隔を増加させるかまたは減少させるかいずれかの方法でパワーオフ時間インターバルを調節する整流・中断およびパワーオフ時間変調器 70 と；マイクロプロセッサが用いられる場合、すべての動作状態がマイクロプロセッサによりリード/ライトされ、制御がマイクロプロセッサにより行なえるように外部のマイクロプロセッサと回路を連結するマイクロプロセッサ直列ポート 80 とからなる。

10

20

【 0 0 1 4 】

図 2 及び図 3 は本発明の実施の形態に従う整流回路 10 及びモード変換器 20 の詳細回路図をそれぞれ示したものである。

図 3 に示すように、モード変換器 20 の構成は、図 2 に詳細に示す整流回路 10 から出力される整流信号（ q_0 と $q_5 /$, q_2 と $q_1 /$, q_4 と $q_3 /$ ）を入力されゼロ・クロス検出器 40 から出力されるモード制御信号（ e_y , $e_y /$ ）を入力されて、モールスタートモード時と一般的な起動モード（CSS）時において、それぞれモータ出力段の上位レベルスイッチング素子を制御するための制御信号を発生させる上位レベル制御部 21 と；整流回路 10 から出力される整流信号（ q_1 と q_4 , q_3 と q_0 , q_5 と q_2 ）を入力され、ゼロ・クロス検出器 40 から出力されるモード制御信号（ e_y , $e_y /$ ）を入力されて、モールスタートモード時と一般的な起動モード（CSS）時において、それぞれモータ出力段の下位レベルスイッチング素子を制御するための制御信号を発生させる下位レベル制御部 22 とからなる。

30

【 0 0 1 5 】

上位レベル制御部 21 の構成は、整流回路 10 から出力される整流信号（ q_0 と $q_5 /$, q_2 と $q_1 /$, q_4 と $q_3 /$ ）をそれぞれ 2 入力として論理積を行なう AND ゲート 91 , 92 , 93 と；モード制御信号 $e_y /$ をそれぞれ 1 入力とし、整流信号（ q_0 , q_2 , q_4 ）をそれぞれ他の 1 入力として論理積を行なう AND ゲート 94 , 95 , 96 と；モード制御信号 e_y をそれぞれ 1 入力とし、AND ゲート 91 , 92 , 93 の出力信号をそれぞれ他の 1 入力として論理積を行なう AND ゲート 97 , 98 , 99 と；AND ゲート（94 と 97 , 95 と 98 , 96 と 99）の出力信号をそれぞれ 2 入力として否定論理和を行い上位レベルスイッチング素子の制御信号（ dp_0 , dp_2 , dp_4 ）を発生させて出力する NOR ゲート 100 , 101 , 102 とからなる。

40

【 0 0 1 6 】

下位レベル制御部 22 の構成は、整流回路 10 から出力される整流信号（ q_1 と q_4 , q

50

3とq0, q5とq2)をそれぞれ2入力として論理積を行なうANDゲート103, 104, 105と;モード制御信号eyノをそれぞれ1入力とし、整流信号(q1, q3, q5)をそれぞれ他の1入力として論理積を行なうANDゲート106, 107, 108と;モード制御信号eyをそれぞれ1入力とし、ANDゲート103, 104, 105の出力信号をそれぞれ他の1入力として論理積を行なうANDゲート109, 110, 111と;ANDゲート(106と109, 107と110, 108と111)の出力信号をそれぞれ2入力として論理和を行い下位レベルスイッチング素子の制御信号(dq1, dq3, dq5)を発生させて出力するORゲート112, 113, 114とからなる。

【0017】

図4は本発明の実施の形態に従うモデルリファレンスゼロ-クロス発生器30の詳細回路図である。 10

図4に示すように、モデルリファレンスゼロ-クロス発生器30の構成は、整流回路10から発生される整流信号(q3とq0, q5とq2, q1とq4)をそれぞれ2入力として論理積を行いそれぞれゼロ-クロス信号(z1, z2, z3)を発生させるANDゲート31, 32, 33と;ANDゲート31, 32, 33の出力信号(z1, z2, z3)を入力され、排他-論理和してモデルリファレンスゼロ-クロス信号MZを発生させるEX-ORゲート34とからなる。

【0018】

図5はゼロ-クロス検出器40の詳細回路図である。

図5に示すように、ゼロ-クロス検出器40の構成は、図4に示されているモデルリファレンスゼロ-クロス発生器30から出力されるモデルリファレンスゼロ-クロス信号MZをデータ入力端子D1に入力され、モータの回転時に発生される実際ゼロ-クロス信号Z0をクロック入力端子CK1に入力されて、入力されるモデルリファレンスゼロ-クロス信号MZと実際ゼロ-クロス信号Z0とのタイミングを比較し、その結果信号xを出力するDフリップフロップ41と;モデルリファレンスゼロ-クロス発生器30から出力されるモデルリファレンスゼロ-クロス信号MZをクロック入力端子CK2に入力され、モータの回転時に発生される実際ゼロ-クロス信号Z0をデータ入力端子D2に入力されて、入力されるモデルリファレンスゼロ-クロス信号MZと実際ゼロ-クロス信号Z0とのタイミングを比較し、その結果信号yを出力するDフリップフロップ42と;結果信号x, yを否定論理和して出力するNORゲート43と;結果信号xとNORゲート43の出力信号とを論理和して出力するORゲート44と;結果信号yとORゲート44の出力信号とを論理積してモード制御信号eyを発生させるANDゲート45とからなる。 20 30

【0019】

図6は位相選択器50の詳細回路図である。

図6に示すように、位相選択器50の構成は、整流回路10から発生される整流信号(q0とq1, q2とq3, q4とq5)をそれぞれ2入力として、否定論理和を行い位相選択信号を出力するNORゲート51, 52, 53とからなる。

【0020】

図7は励磁電流パルス幅変調器60の詳細回路図である。

図7に示すように、励磁電流パルス幅変調器60の構成は、四つのDフリップフロップDFF0~DFF3で構成されており、システム周波数clock1をクロック入力とし、入力されるクロック信号を2, 4, 8, 16分周する機能を行なう周波数分周器61と;スタートカウンティング、ストップカウンティングを制御する信号clock2とアップカウンティング、ダウンカウンティングを制御する信号clock3の論理和された信号をクロック入力とし、カウント機能を行い周波数分周器61を通じてそれぞれの分周された周波数を選択できるように選択制御信号を出力する2ビットカウンタ62と;2ビットカウンタ62から出力される選択制御信号を通じて前記分周された周波数を選択することにより、励磁電流パルス幅を増加または減少させる方法で変調する機能を持つ選択論理回路63とからなる。 40

【0021】

つぎに前述のように構成されている本発明のモールスタート回路の動作を説明する。
 まず、図2に示すような、一般的な整流回路10はモータが起動する区間の間整流クロック信号が入力されるごとに励磁電流を発生させる。一般的な起動モード(CSSモード)の際の励磁電流状態を表1に示す。

表1において、励磁電流信号(d0, d2, d4)はモータ出力段にある上位レベルスイッチング素子を制御するための信号であり、励磁電流信号(d1, d3, d5)はモータ出力段にある下位レベルスイッチング素子を制御するための信号である。

【0022】

【表1】

表1

モード	上位レベル			下位レベル			励磁コイル
	d0	d2	d4	d1	d3	d5	
CSS	d0	d2	d4	d1	d3	d5	u, v, w
1	1	0	0	0	1	0	uv
1	1	0	0	0	0	1	uw
1	0	1	0	0	0	1	vw
1	0	1	0	1	0	0	vu
1	0	0	1	1	0	0	wu
1	0	0	1	0	1	0	wv

10

20

【0023】

図8、図9はスイッチング素子制御信号(d0~d5)が一般的な起動モード(CSSモード)時の整流信号(励磁電流)タイミング図を示したものである。図8、図9に示されている一般的な起動モード時の励磁電流はモータコイル(uv, uw, vw, vu, wu, wv)を順次に励起させる。ここで、みられるように、各相のモータコイル(u, v, w)のうち、常に二つのコイルのみが“ハイ”で励起され、残り一つのコイルは“ロー”状態を有する。

30

【0024】

しかしながら、図3に示されている本発明の実施の形態に従うモード変換器20は、整流状態を一般的な起動モード(CSSモード)からモールスタートモード状態に変換させるかあるいはその逆に変換させてモータ出力段を駆動できるように設計された論理回路である。

【0025】

ここで、モード制御信号(e_y, e_y/)は一般的な起動モードとモールスタートモードとの間にモード変換を制御する信号である。そして、前記モード制御信号としてゼロクロス信号または速度誤差信号が用いられる。もし、モード制御信号として確実なゼロクロス信号が用いられると、それは確実なゼロクロス信号が検出されるときモールスタートモードを一般的な起動モードに変換させることを意味する。もし、速度誤差信号がモード制御信号として用いられると、それは速度誤差値が予め設定された値に到達したときモールスタートモードを一般的な起動モードに変換させることを意味する。前記モールスタートモードの際励磁電流の状態を表2に示す。

40

【0026】

【表2】

表 2

モード	上位レベル			下位レベル			励磁コイル
モールスタート	d0	d2	d4	d1	d3	d5	u, v, w
1	1	0	0	0	1	0	uv
0	1	0	0	0	0	1	整流中断
1	0	1	0	0	0	1	vw
0	0	1	0	1	0	0	整流中断
1	0	0	1	1	0	0	wu
0	0	0	1	0	1	0	整流中断

【0027】

表2からみられるように、各相のモータコイルは3回のステップにおいてのみ整流され、残り3回のステップにおいては整流が中断される過程を繰り返すことにより、モータを起

【0028】

前述のように動作する本発明の実施の形態に従うモード変換器20はある形態の電力電子装置が用いられるかに従い他の方法で具現できる。しかしながら、各相のモータコイルに対して3回は整流させ3回は整流を中断してモータを停止させるという基本的な原理は同一である。そして、前述した動作過程において旧型の電機機のような音を立てるため、全体回路をいわゆる“モールスタート”回路という。

【0029】

本発明の実施の形態に従うモード変換器20はより効果的かつ能率的に機能を行なうため、平常時に整流回路10と連結されている。さらに、図示していないが、パワーラインとモータ出力段との間にパワーオン/オフスイッチが連結されていて、外部のマイコンや特定論理回路からパワーオフ命令が入力されるとき瞬間的にパワーラインを遮断できるように構成される。

【0030】

図4には本発明の実施の形態に従うモデルリファレンスゼロ-クロス発生器30が示されている。整流クロック信号が発生された後、整流回路10はモータコイルの励磁電流ばかりでなく逆起電力のゼロ-クロス信号と解釈され得る6状態の整流信号を発生させる。

【0031】

もし、モータが正方向に回転していると、モデルリファレンスゼロ-クロス発生器30から発生されるモデルリファレンスゼロ-クロス信号MZはモータの電氣的常数であるL/R(L:インダクタンス、R:抵抗)のため、モータコイルから発生される逆起電力の実際ゼロ-クロス信号より速くなる(lead)。しかし、もしモータが逆回転していると、モデルリファレンスゼロ-クロス信号は実際逆起電力ゼロ-クロス信号より遅くなる(lag)。従って、これを検出するためモデルリファレンスゼロ-クロス信号MZは図5に示されているゼロ-クロス検出器40に送られる。

【0032】

図5に示されているゼロ-クロス検出器40はその機能的な表現で逆回転検出器ともいう。ゼロ-クロス検出器40には三つの異なる場合、すなわちモータの正回転、逆回転およ

10

20

30

40

50

びゼロ - クロス信号の未発生の場合を検出できるように設計された二つのDフリップフロップ41, 42がある。

一つのDフリップフロップ41においては、クロック端子CK1から逆起電力ゼロ - クロス信号Z0が入力される間データ端子D1からモデルリファレンスゼロ - クロス信号MZが入力される。従って、Dフリップフロップ41は逆起電力ゼロ - クロス信号Z0とモデルリファレンスゼロ - クロス信号MZのタイミングを比較することにより、モータが正回転するかどうかを検出できるようになる。もし、Dフリップフロップ41の出力端子Q1信号が論理的“ハイ”であると、これはモータが正方向に回転していることを示す。

【0033】

また他の一つのDフリップフロップ42においては、クロック端子CK2からモデルリファレンスゼロ - クロス信号MZが入力される間データ端子D2から逆起電力のゼロ - クロス信号Z0が入力される。従って、もし、Dフリップフロップ42の出力端子Q2信号が論理的“ハイ”であると、これはモータが逆方向に回転していることを示す。しかし、もし、Dフリップフロップ41, 42の出力端子Q1, Q2信号がすべてゼロであると、これはゼロ - クロス信号がまだ発生されなかったことを意味する。モータが回転しないとゼロ - クロス信号は発生せず、モータが回転しているときのみゼロ - クロス信号が発生されるためである。

ゼロ - クロス検出器40の真理値表を表3に示す。

【0034】

【表3】

表3

Q2	Q1	結 果
0	0	ゼロ - クロス信号の未検出
0	1	モータの正方向回転
1	0	モータの逆方向回転
1	1	使用しない

【0035】

上記三つの場合のうち、もしゼロ - クロスが検出されない場合、モータスタート回路はゼロ - クロス信号が検出されるまで動作され続ける。また、上記三つの場合のうち、モータが正方向に回転されていることが検出される場合には、モータスタート回路は一般的な起動モード状態に変換される。ここで、モータスタート回路はモータ速度が一定のレベルに到達した後に前記変換を行なう。しかし、もし、モータが逆方向に回転されていることが検出されるとモータスタート回路の動作は直ちに中止される。パワーラインがターンオフされなければならないし、整流回路10も再起動される前に初期状態にリセットされなければならない。

【0036】

図6は本発明の実施の形態に従う位相選択器50の詳細回路図であり、位相選択器50はモータの位相コイルが励起されなかったとき1回に一つの位相を選択する機能を有し、位相選択器50の出力信号はモデル追従型デジタルマスキング回路で入力される。

【0037】

図7には本発明の実施の形態に従う励磁電流パルス幅変調器60が示されている。励磁電流パルス幅変調器60において二つのDフリップフロップDFF4, DFF5で構成された2ビットカウンタ62は二つの制御信号clock2, clock3を通じて制御されるが、一つは2ビットカウンタ62のスタートカウンティングとストップカウンティング

10

20

30

40

50

とを制御するクロック信号であり、他の一つはアップカウンティングとダウンカウンティングとを制御する信号である。

【0038】

さらに、四つのDフリップフロップDFF0～DFF3で構成された周波数分周器61は、システムクロック周波数clock1を入力されて2, 4, 8, 16分周する機能を有する。周波数分周器61を通じてそれぞれの分周された周波数は、2ビットカウンタ62から出力される選択制御信号を通じて制御される選択論理回路63により選択される。2ビットカウンタ62がアップ/ダウンカウンティング機能を有するので、選択論理回路63の各選択端select1, select2, select3, select4は両方向に選択されることが可能になる。2ビットカウンタ62、周波数分周器61および選択論理回路63は励磁電流のパルス幅を増加させるか減少させるかの方法で変調する機能を行なう。本発明の実施の形態に従う励磁電流パルス幅変調器60の出力信号は、デジタルカウンタを用いて整流クロック信号を発生させる整流遅延回路(またはモデル追従型デジタル角遅延回路)に入力されてデジタルカウンタのクロック信号で用いられる。デジタルカウンタのクロックは変調されることができ、これはデジタルカウンタのカウント時間が変化されることを意味する。結果的に、デジタルカウンタのカウント時間により決まる整流クロック信号も変調される。

10

【0039】

次に、図1に示されている整流-中断およびパワーオフ変調器70は励磁電流パルス幅変調器60と連結されている。表1および表2に示しているように、整流-中断時間インターバル(commutation stop time interval)は整流される時間、すなわち励磁電流パルス幅と直接的に関連される。これは、整流時間インターバルが変調されると整流-中断時間インターバルも変調されるためである。

20

【0040】

整流-中断の長所は、モータコイルの飽和および磁界の飽和状態から回復可能にし、周期的にモータが起動する間に流入される過電流を遮断することにより、チップが過熱されすぎること防止できる点にある。

【0041】

励磁電流がモータコイルに印加されると磁束と逆起電力が生成され励起された磁束はモータの起動トルクを作り出す永久磁石の磁束と反対方向の力で作用するようになる。逆起電力はモータ回転速度を発生させる電圧源になり得る。そして、逆起電力と励磁電流により発生された磁束すべてはゼロ-クロス信号の形態を形成させることができる。ゼロ-クロス信号はゼロ-クロス検出器40により検出される。

30

【0042】

整流-中断時間インターバルとパワーオフ時間インターバルとは基本的に電氣的、機械的常数およびモータの負荷に依存している。しかし、整流-中断時間インターバルとパワーオフ時間インターバルとはモータスタート回路内部のデジタル回路により設定されるか、マイクロコンピュータが用いられる場合マイクロプロセッサ直列ポート80を通じてプログラムされることもできる。整流-中断時間とパワーオフ時間とが終わると励磁電流は再びモータコイルに印加される。

40

【0043】

もし、モータが起動するに際して1回失敗して再起動が求められると、励磁電流パルス幅と次のパワーオフ時間インターバルとは増加されるか減少されるかの方法で調整されなければならない。これは、先に印加された励磁電流パルス幅とパワーオフ時間インターバルとがある面で最適のものでないこともあるためである。

【0044】

正常状態下において、次のパワーオン動作と直ぐ直前のパワーオフ動作とはほとんどモータ回転子と同じ位置上で発生される。これは、励磁電流が印加される場合にもモータの慣性が常に回転方向と同じ方向に回転しようとするためである。モータが回転しようとするにもかかわらずモータ出力段のパワーが瞬間的にターンオフされるので、回転子は連続的

50

にエネルギーを得るか、回転するに十分な逆起電力を得ないようにする。しかし、これは動作界 (motion field) ばかりでなく磁界の反発力 (repellent force) を可能にする。その理由は、次のようである。

パワーがターンオフされるか整流が中断された後に、飽和された磁界はもとの状態にもどる。そして、バイアス磁界はモータコイルと固定子に蓄積された位置エネルギー (potential energy) として考えられる。前述したように、飽和された磁束エネルギーはモータの慣性により、蓄積された機械的エネルギーに変換される。さらに、前記パワーオフ時間インターバルまたは整流中断時間インターバルはモータの再起動の際非常に重要な意味を有する。これは、パワーがターンオフされ励磁電流の供給が中断された後にも次のモータの再起動の際磁束はゼロにならない程度残っているためである。

10

【0045】

次に、パワーがターンオンされるとモータのコイルと固定子に蓄積されたバイアス磁界のエネルギーとある程度残っている磁束は励磁電流をつくる初期磁束としての役割をする。さらに、初期起動の際発生する力の方向と二番目の再起動の際発生する力の方向とは反対である。すなわち、電源が遮断される瞬間モータの慣性により蓄積されたエネルギーは最初の動作方向と反対方向に動作しようとする傾向に変わることになる。

【0046】

かかる電磁氣的、そして機械的エネルギーは次に電源が再供給されたとき、正方向回転に2倍の力になる起動トルクを得られる結果をもたらす。結果的に、従来のモータ起動方法よりもっと大きい起動トルクを得られる。

20

【0047】

図10は本発明の実施の形態に従うモールスタート回路の制御方法を示す制御フローチャートである。

図10に示されているように、まず、起動失敗回数のチェックのための変数N、起動失敗回数n、励磁電流パルス幅Tおよびパワーオフ時間tを初期化させる(S10)。そして、モータの初期の起動の際モールスタートモードで整流を始める(S20)。次に、ゼロ-クロス信号が検出されたかどうかを判断し(S30)、ゼロ-クロス信号が検出されたとき再びモータが逆回転するか判断する(S40)。モータが逆回転しているとき、パワーをターンオフさせ整流を中断した後、前記モールスタートモードで整流を行なう段階にもどる(S50)。もし、モータが正回転していると、一般的な起動モードで整流を行なう(S60)。

30

もし、前記段階(S30)において、ゼロ-クロス信号が検出されなかったとき、励磁電流パルス幅Tを変調させ(S70)、パワーオフ時間tを変調させた後(S80)、起動失敗回数のチェックのための変数Nを増加させる(S90)。

次に、実際起動失敗回数Nが既に設定された特定起動失敗回数nと比較して大きい場合には作業を完全に中止し、起動失敗回数Nが既に設定された特定起動失敗回数nより小さいとパワーをターンオフさせ整流を中断する段階(S50)にもどる(S100)。

【0048】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明では、モータ駆動において、モータの磁界内で発生される飽和現象を除去し次の段階のパワーオン動作と整流に必要な磁界内の初期条件を生成するため周期的な整流中断とパワーオフ時間を置いている。従って初期に大きい起動トルクを発生させ確実なゼロ-クロスポイントを検出できるようにして、デッドポイント、ヘッドスティッキングおよび起動トルクの不足により発生され得る問題を解決し、さらには、モータ出力段に流れる大きい起動電流を防止することにより、集積回路の温度を低下させることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に従うモールスタート回路の構成図。

【図2】一般的な整流回路の詳細回路図。

【図3】本発明の実施の形態に従うモード変換器の詳細回路図。

50

【図4】本発明の実施の形態に従うモデルリファレンスゼロ - クロス発生器の詳細回路図。

【図5】本発明の実施の形態に従うゼロ - クロス検出器の詳細回路図。

【図6】本発明の実施の形態に従う位相選択器の詳細回路図。

【図7】本発明の実施の形態に従う励磁電流パルス幅変調器の詳細回路図。

【図8】本発明の実施の形態に従うモールスタート回路においてモールスタートモードと一般的な起動モード(CSS; Conventional Step Start)時の整流信号タイミング図(その1)。

【図9】本発明の実施の形態に従うモールスタート回路においてモールスタートモードと一般的な起動モード(CSS; Conventional Step Start)時の整流信号タイミング図(その2)。

10

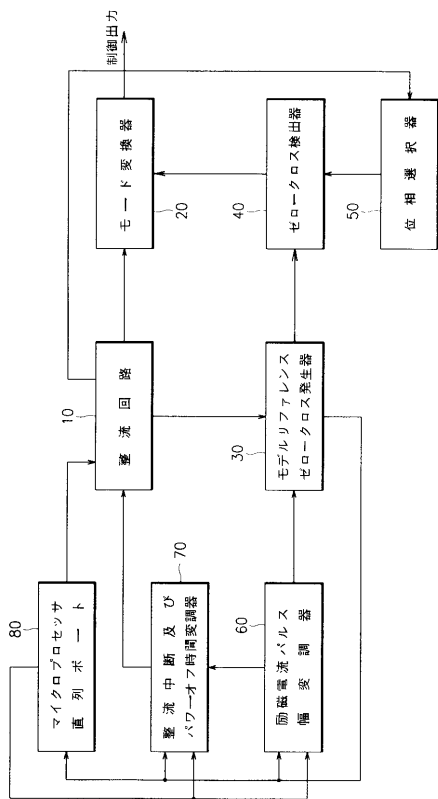
【図10】本発明の実施の形態に従うモールスタート回路の制御方法を示す制御フローチャート。

【符号の説明】

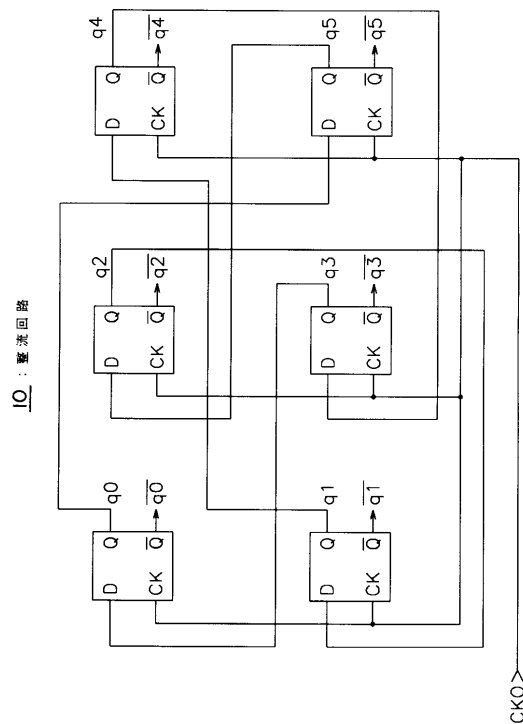
- 10 整流回路
- 20 モード変換器
- 30 モデルリファレンスゼロ - クロス発生器
- 40 ゼロ - クロス検出器
- 50 位相選択器
- 60 励磁電流パルス幅変調器
- 70 整流 - 中断およびパワーオフ時間変調器
- 80 直列ポート

20

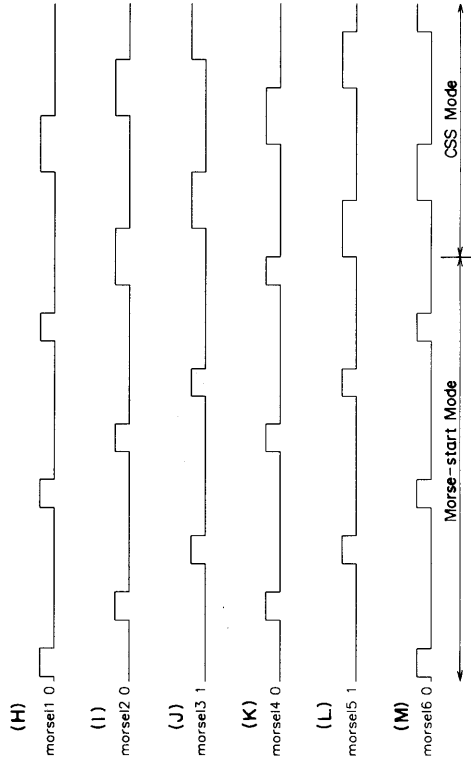
【図1】



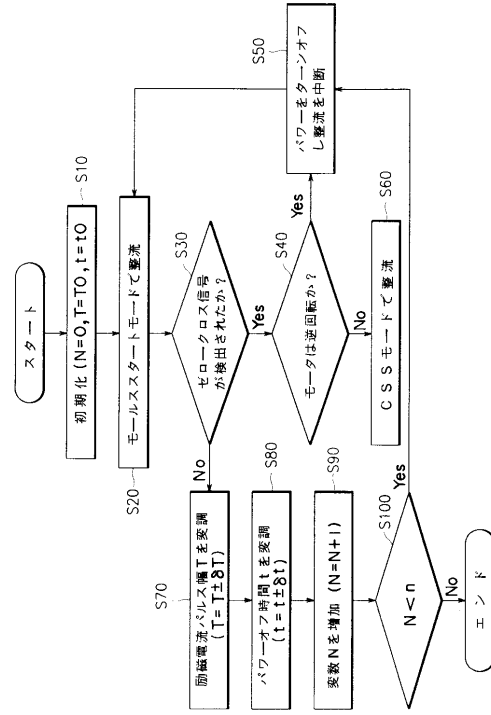
【図2】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平07-327394(JP,A)
特開平07-284293(JP,A)
特開平07-087785(JP,A)
特開平06-178581(JP,A)
特開平03-173395(JP,A)
特開平01-255495(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H02P 6/18

H02H 7/08