

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3668319号

(P3668319)

(45) 発行日 平成17年7月6日(2005.7.6)

(24) 登録日 平成17年4月15日(2005.4.15)

(51) Int. Cl.⁷

H02P 5/05

F 1

H02P 5/00 501

請求項の数 20 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願平8-82926
(22) 出願日 平成8年4月4日(1996.4.4)
(65) 公開番号 特開平8-317680
(43) 公開日 平成8年11月29日(1996.11.29)
審査請求日 平成15年1月17日(2003.1.17)
(31) 優先権主張番号 9506975.3
(32) 優先日 平成7年4月4日(1995.4.4)
(33) 優先権主張国 英国(GB)

(73) 特許権者 596039176
スイッチド リラクタンس ドライブズ
リミテッド
Switched Reluctance
Drives Limited
イギリス国 エイチジー3 1ピーアール
ノース ヨークシャー ハロゲイト オ
ツリー ロード イースト パーク ハウ
ス(番地なし)
East Park House, Otley Road, Harrogate, North Yorkshire HG3
1PR, England

(74) 代理人 100075557
弁理士 西教 圭一郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 切り換えリラクタンス機械用制御システムおよび制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転子と、固定子と、少なくとも1つの相巻線とを含む切り換えリラクタンス機械用制御システムにおいて、

回転子位置を示す位置信号を得るための位置確定手段(41)と、

機械トルク要求値信号を発生するための手段(47)と、

前記トルク要求値信号からファイアリングパルスの第1の継続時間の値を発生する手段と、

ターンオフ時間の値を発生するための手段と、

相周期とファイアリングパルスの第1の継続時間およびターンオフ時間の組合せとの間の差である遅延の第2の継続時間の値を発生する手段(67, 68)と、

ターンオフ時間後、前記第2の継続時間を有する遅延パルスを発生するために位置信号によってトリガできる遅延手段(64)と、

前記第1の継続時間を有する前記ファイアリングパルスを発生するために遅延パルスの終了でトリガできるファイアリングパルス手段(66)と、

前記ファイアリングパルスに従って少なくとも1つの相巻線を付勢する手段とを含むことを特徴とする切り換えリラクタンス機械用制御システム。

【請求項2】

回転子の速度を示す速度信号を得るための速度測定手段(42)と、

速度信号と速度要求値信号との比較に比例する、前記トルク要求値信号を発生する要求

手段(47, 48)とを含み、

前記第1の継続時間の値を発生する手段(60, 62)は、相周期の継続時間を示す相周期信号を発生する手段(60)を含み、第1の継続時間はトルク要求値信号の大きさに比例する相周期の部分であることを特徴とする請求項1記載の切り換えリラクタンス機械用制御システム。

【請求項3】

前記速度測定手段(42)は、速度信号を得るために、位置信号に応答するように配置されていることを特徴とする請求項2記載の切り換えリラクタンス機械用制御システム。

【請求項4】

要求手段(47, 48)は、速度信号と速度要求値信号とを受け取り、その比較からエラー信号出力を発生するように配置されたコンパレータ(48)を含むことを特徴とする請求項2または3記載の切り換えリラクタンス機械用制御システム。

【請求項5】

エラー信号を受け取り、これにตอบสนองしてトルク要求値信号を発生するように配置されたエラー補償器を含むことを特徴とする請求項4記載の切り換えリラクタンス機械用制御システム。

【請求項6】

エラー補償器は、比例・積分制御器を含むことを特徴とする請求項5記載の切り換えリラクタンス機械用制御システム。

【請求項7】

第1のコンパレータ(68)が、相周期と第1の継続時間との間の差を示す第1の差信号を発生するように配置され、

第2の継続時間の値を発生する手段が、相周期の開始からの予め定める継続時間における第1の差信号とターンオフ信号との間の差を示す第2の差信号を発生するように配置される第2のコンパレータ(67)を含み、

遅延手段(64)が、位置信号にตอบสนองし、第2の差信号によって決まる第2の継続時間を有する遅延パルスを発生し、

ファイアリングパルス手段(66)が、遅延パルスの終了にตอบสนองし、第1の継続時間を有するファイアリングパルスを発生することを特徴とする請求項2～6のいずれかに記載の切り換えリラクタンス機械用制御システム。

【請求項8】

第1の継続時間の値を発生する手段(62)は、相周期信号とトルク要求値信号とからファイアリングパルス継続時間を計算する計算手段を含むことを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載の切り換えリラクタンス機械用制御システム。

【請求項9】

計算手段は、相周期信号とトルク要求値信号とを受け取り、2つの信号の大きさの積としてファイアリングパルスを発生するように配置されたマルチプライヤーを含むことを特徴とする請求項8記載の切り換えリラクタンス機械用制御システム。

【請求項10】

ファイアリングパルス手段(66)は、相周期信号によって示される相周期の半分の最大継続時間を有するファイアリングパルスを発生するように作動可能であることを特徴とする請求項1～9のいずれかに記載の切り換えリラクタンス機械用制御システム。

【請求項11】

ファイアリングパルスと位置信号とを受け取り、回転子位置に従ってファイアリングパルスのタイミングを取るように配置されたマルチプレクサー(45)を含むことを特徴とする請求項1～10のいずれかに記載の切り換えリラクタンス機械用制御システム。

【請求項12】

基準電流入力と相電流フィードバック入力とを有し、チョッピングモードで制御信号を発生するように作動可能な制御手段(43)と、

さらに、制御手段の出力とファイアリングパルスとを受け取るように配置されたAND

(3) り換えリラクタンس機械用制御システムおよび制御方法

ゲート(44)とを含み、

基準電流入力は、過電流保護レベルに設定し、機械を制御するためにファイアリングパルスを使用でき、

低レベルに設定し、チョッピングモードで機械を制御するために制御信号を使用することができることを特徴とする請求項1～11のいずれかに記載の切り換えリラクタンス機械用制御システム。

【請求項13】

回転子と、固定子と、少なくとも1つの相巻線とを含む切り換えリラクタンス機械の制御方法において、

回転子の位置を決定して、位置信号を発生するステップと、

機械トルク要求値信号を発生するステップと、

該トルク要求値信号からファイアリングパルスの第1の継続時間の値を発生するステップと、

ターンオフ時間の値を発生するステップと、

相周期とファイアリングパルスの第1の継続時間およびターンオフ時間の組合せとの間の差である遅延の第2の継続時間の値を発生するステップと、

ターンオフ時間後、第2の継続時間を有し、位置信号によってトリガされる遅延パルスを発生するステップと、

第1の継続時間を有し、遅延パルスの終了でトリガされるファイアリングパルスを発生するステップと、

ファイアリングパルスに従って少なくとも1つの相巻線を付勢するステップとを含むことを特徴とする切り換えリラクタンス機械の制御方法。

【請求項14】

回転子の速度を決定するステップと、

回転子の速度と要求速度とを比較して、トルク要求値信号を得るステップと、

前記速度に関して相周期を決定して、相周期信号を発生するステップと、

トルク要求値信号の大きさに比例する相周期の部分としてファイアリングパルスの継続時間を発生するステップとを含むことを特徴とする請求項13記載の切り換えリラクタンス機械の制御方法。

【請求項15】

回転子の速度は、回転子の位置の決定から得られることを特徴とする請求項14記載の切り換えリラクタンス機械の制御方法。

【請求項16】

回転子の速度と要求速度とを比較、補償して、速度と要求速度との間の差を減少させるためにトルク要求値信号を発生することを特徴とする請求項14または15記載の切り換えリラクタンス機械の制御方法。

【請求項17】

ファイアリングパルスは、相周期信号とファイアリングパルスとを比較して第1の差信号を発生させ、第1の差信号を相周期の開始からの予め定める継続時間のターンオフ信号とを比較することによって発生させ、第2の継続時間は第2の差信号によって決定され、ファイアリングパルスは、ファイアリング信号によって決定される継続時間を有する遅延パルスの後エッジで開始されることを特徴とする請求項14～16のいずれかに記載の切り換えリラクタンス機械の制御方法。

【請求項18】

相周期信号にトルク要求値信号を乗じて、ファイアリング信号を発生することを特徴とする請求項13～17のいずれかに記載の切り換えリラクタンス機械の制御方法。

【請求項19】

ファイアリングパルスは相周期の半分の最大継続時間を有することを特徴とする請求項13～18のいずれかに記載の切り換えリラクタンス機械の制御方法。

【請求項20】

(4) り換えリラクタンس機械用制御システムおよび制御方法

制御器への基準電流入力をチョッピングレベルに設定して、チョッピングモードで機械を制御するかまたは、基準電流レベルをより高いレベルに設定して、制御器の出力をファイアリングパルスでANDゲートして、単一パルスモードで機械を制御することを特徴とする請求項13～19のいずれかに記載の切り換えリラクタンス機械の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、切り換えリラクタンス機械用の制御システムに関する。特に、本発明は、制御法則表を必要としない切り換えリラクタンス機械制御用回路および制御方法に関する。本発明の回路と方法は、作動のトルク/速度平面の4象限全てに適用できる。

【0002】

【従来の技術】

電動機は、電気エネルギーを機械エネルギーに変換し、仕事を行う。電動機は、1個以上の巻線に電圧を印加して、巻線を付勢し、リラクタンス磁場を発生して作動する。磁場によって起こる引き寄せ機械力が、電動機の回転子を動かす。電動機の効率は部分的に、電動機に電圧を印加するタイミングと程度によって決まる。電圧が印加されるタイミングは、特に切り換えリラクタンス電動機の場合重要である。

【0003】

歴史的には、切り換えリラクタンス電動機は、他のタイプの電動機と有効に競合できないと考えられていた。しかし、最近、電動機的设计と電子制御スイッチングの利用方法が充分理解され、広範囲なサイズ、電力、速度にわたって高レベルの性能が可能な頑丈な切り換えリラクタンス駆動機が製造されている。ここで「電動機」という用語が使用されているが、当業者が理解するように、この用語は、特に区別されない限り、発電モードにある同一の機械をも含んでいる。

【0004】

切り換えリラクタンス電動機は、一般に、回転部分(回転子と呼ばれる)に導電性の巻線または永久磁石がなく組立てられ、固定部分(固定子と呼ばれる)に通電される巻線を含む構造である。普通、直径上で対向する固定子極の複数の対を直列または並列接続して、可能な多相切り換えリラクタンス電動機の1つの相を形成できる。回転子の角度位置と同期した予め設定されたシーケンスで相巻線各々に電圧を印加すれば、電動トルクが発生し、回転子と固定子が相互に接近するとき、両方の極間に引き寄せ磁力が発生する。同様に、極が相互に離れるサイクルの部分に電圧パルスをかければ、発電作用が発生する。

【0005】

切り換えリラクタンス電動機的设计と作動に関する一般理論はよく知られており、たとえば、ステフェンソンとブレイク著「切り換えリラクタンス電動機および駆動機の特性、設計および応用」(1993年6月21～23日ドイツ・ニュールンベルグのPCIM'93年会議・展示会)で議論されている。

【0006】

総合可変速駆動システムの一部として切り換えリラクタンス電動機を制御する種々の戦略が過去に提案されている。一般には、このような戦略は2つのおおまかなグループに分類される。すなわち、回転子の固定回転角にわたって電流を制御するシステムと回転子の変動回転角にわたって電圧を制御するシステムである。本発明は、電圧制御を使用するシステムに関する。

【0007】

一般には、ここで用いる「相周期」は、第1の回転子極が焦点の固定子極と完全に並ぶときの回転子の位置と、隣接する回転子極が該固定子極と並ぶときの回転子の位置間の期間を意味する。回転子および固定子極の数に応じて、回転子の各一回転に関して多数の相周期がある。

【0008】

典型的には、電流を制御するシステムは、各相周期中の相巻線の電流の大きさを制御して

切り換えリラクタンス電動機のトルクを制御している。公知の切り換えリラクタンス電動機システムでは、電動機ファイアリング（自動始動）制御装置が、回転子が焦点の固定子極と完全に並ぶ点またはその点の近くで、相巻線の電流がゼロに低下するように配置されている。この理由は、回転子が焦点の固定子極と並んだ点後の相巻線の電流が電動機作動において一般に望ましくない制動トルクを発生するからである。

【0009】

停止時と低速では、望ましいトルクの極性を発生する相周期の部分でこの相の電流を変化して、トルクを制御できる。これは、相電流フィードバックを含む電流基準を使用して電流をチョッピングするか、パルス幅変調（Pulse Width modulation, PWM）電圧制御によって達成できる。このような制御戦略は、一般的に理解されているが、本発明の後の説明を助けるために、以下で簡単に説明する。

【0010】

図1は、チョッピングを使用するときの低速範囲内にある典型的な電動相巻線電流波形を一般的に示す。図1に示すように、電流がチョッピングされる電流基準に達するまで、電流は増加する、つまり、制御器によってこれ以上の増加が防止される。それから、電流は低制御レベルに減少し、そこで、電圧が再度印加され、電流が再度増加する。このプロセスは、相周期の終了まで繰り返される。

【0011】

電動機の角速度が増加するにつれて、各相周期中に、電流の2回以上の「チョッピング」を発生させるための時間が不足する点に達する。したがって、このような速度では、チョッピング戦略とパルス幅変調の両方が有効でなくなる。このような速度では、電動機のトルクは、通常、相周期中の巻線に印加される電圧パルスの位置と継続時間を制御して、制御される。各相周期中、電圧の単一のパルスが印加されるので、この形の制御方法は「単一パルス制御」と称されている。

【0012】

図2は、単一パルス制御に従った電動機作動状態の相電流の電流波形例を示す。単一パルス制御では、トルクレベルが電圧パルスの大きさと形状によって決まり、これらは一般に次の要因によって決まる。すなわち回転子の角速度、電圧が相巻線に印加される、回転子の回転中の時点（「ターンオン角」と呼ばれる）、巻線への電圧の印加が停止される、回転子の回転中の時点（「ターンオフ角」と呼ばれる）、および相巻線に印加される電圧の大きさである。ターンオンおよびターンオフ角が「伝導角」を決める。伝導角はターンオン角とターンオフ角間の角距離である。図2は、波形例のターンオンおよびターンオフ角の近似位置と伝導角の継続時間を一般的に示す。

【0013】

一定DCリンク電圧を仮定して、電動機の各速度に関してトルクの要求値と適切なターンオンおよびターンオフ角間の関係は、簡単な数式では定義できない。公知の切り換えリラクタンス電動機システムでは、この複雑な関係は、電動機のターンオンおよびターンオフ角間、さらに速度、およびトルク要求値間の関係を表す信号を記憶する回路を使用して、典型的な形で実施されている。このタイプの回路は、通常、「制御法則表」と呼ばれている。

【0014】

切り換えリラクタンス電動機用の多くの公知の制御器では、制御法則表は、回転子速度とトルク要求値の種々の組み合わせに関するターンオンおよびターンオフ角情報を含む回路からなる。大部分のシステムでは、制御法則表に記憶される情報は、多数の異なる回転子速度に対してトルク要求値を発生するのに要求される適切なターンオンおよびターンオフ角を決定する「特性化」として通常知られるプロセスによって、経験的に得られる。経験で得られた情報は、時々、経験で得られた情報から補間推計された試験されていない速度とトルク要求値に関する情報とともに、制御法則表に記憶される。

【0015】

図3は、制御法則表を使用したタイプの単一パルス制御用の可変速制御器例の簡単なプロ

ック図である。図示通りに、制御器30は、電動機の望ましい速度を表す信号を受け取り、エラー検知器31でこの信号を電動機の実際の速度を表す信号と比較する。エラー検知器31の出力は、望ましい速度と実際の速度間の差に従って線形に変化し、電動機を望ましい信号にするのに必要なトルク要求値に対応するアナログ信号である。

【0016】

トルク要求値信号と回転子の角速度を表すフィードバック信号は、制御法則表32を含む回路に与えられ、この回路は適切なターンオンおよびターンオフ角を表す信号を発生する。対応する伝導角に関する情報は、回転子の角度位置を表す値も受け取る電力コンバータ34に与えられる。電力コンバータ34は、回転子の角度位置を表す信号を対応するターンオンおよびターンオフ角を表す信号と比較し、回転子の角度位置が望ましいターンオン角に等しいとき、電圧が対応する相に加え、回転子の角度位置がターンオフ角に等しいとき、電圧が相巻線から外されるように、電力スイッチングデバイスを制御する。制御法則表を使用する制御器の構造と作動は、一般的に理解されており、たとえば、D. M. サグデン、P. D. ウェブスター、J. M. ステフェンソン「SR駆動機の制御：総説と現状」第3回ヨーロッパ電力電子機器応用大会会議録（EPE'89）（1989年10月アーヘン、ドイツ、pp. 35～40）に記載されている。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】

制御法則表を使用する制御器の欠点の一つは、制御法則回路を装備する必要があることである。特に、制御法則情報を記憶するのに通常使用するデジタルメモリーは比較的高価で、制御システム全体のコストを高める。さらに、制御法則表を使用すれば、新しい電動機と制御器毎に電動機を特性化するプロセスが必要になり、新しい制御システムを開発するのに必要なコストと時間が増加する。さらに、制御法則表の他の欠点は、離散化（discretisation）が発生することである。換言すれば、制御法則表は、速度／トルク要求値の組み合わせの特定の数に関してのみ伝導角情報を記憶できる。実際の速度／トルク要求値の組み合わせが制御法則表に含まれているものと違えば、制御システムは、普通、実際の速度／トルク要求値点に最も近い速度／トルク要求値に関する伝導角情報を提供する。この結果、各速度／トルク要求値点に必ずしも最適でない伝導角情報を使用することになる。

【0018】

過去において、コスト高の制御法表に依存しない切り換えりラクタンス電動機用の制御装置を提供するため、幾つかのアプローチが試みられている。以下に論じられるように、制御法則表に代わる公知の方法のほとんどに重大な欠点がある。

【0019】

たとえば、A. ウェラーおよびP. トラビンスキーは、「低電力切り換えりラクタンス電動機（ $< 1 \text{ kw}$ ）」第4回ヨーロッパ電力電子機器応用大会会議録（EPE'91）（1991年9月フローレンス、イタリア、pp. 1～7）で簡単な角度制御器を提案している。ここで提案された制御器では、ターンオンおよびターンオフ角は、トルクではなく、速度とともに変動するように制御器にプログラムされている。このシステムにおいてトルク情報を伝導角信号の発生で考慮しないので、上記の制御システムは広い作動範囲で連続して滑らかに作動しないだろう。さらに、開示されたシステムでは、速度ループが不安定になる可能性がある。

【0020】

大型で、コスト高の制御法則表を使用する方法に代わる他の方法は、ボスら「切り換えりラクタンス電動機のマイクロ制御器」IA-22、1986年7/8月、p. 708～715に開示されている。ボスによって開示された制御器では、比較的小型の、概略的な制御法則表が装備され、実際の伝導角情報が補間推計によってリアルタイムで計算される。この方法では大型の、コスト高の制御法則表が必要ないが、制御システムで大きく増加する計算能力と複雑性に対応できない。さらに、補間推計と関連する追加時間が必要なため、このような方法は負荷トルクと速度の急激な変化に充分対処できない。

【0021】

【課題を解決するための手段】

本発明は、大型で、コスト高の制御法則表と複雑な計算戦略を使用せずに、単一のパルス範囲内で切り換えリラクタンズ機械を制御するシステムと制御方法を提供する。

本発明の制御システムと制御方法は、ファイアリングパルスをトリガする遅れを使用して、回転子位置情報からファイアリングパルスを得る簡単なシステムを提供する。

【0022】

本発明は、回転子と、固定子と、少なくとも1つの相巻線とを含む切り換えリラクタンズ機械用制御システムにおいて、

回転子位置を示す位置信号を得るための位置確定手段と、

機械トルク要求値信号を発生するための手段と、

前記トルク要求値信号からファイアリングパルスの第1の継続時間の値を発生する手段と、

ターンオフ時間の値を発生するための手段と、

相周期とファイアリングパルスの第1の継続時間およびターンオフ時間の組合せとの間の差である遅延の第2の継続時間の値を発生する手段と、

ターンオフ時間後、前記第2の継続時間を有する遅延パルスを発生するために位置信号によってトリガできる遅延手段と、

前記第1の継続時間を有する前記ファイアリングパルスを発生するために遅延パルスの終了でトリガできるファイアリングパルス手段と、

前記ファイアリングパルスに従って少なくとも1つの相巻線を付勢する手段とを含むことを特徴とする切り換えリラクタンズ機械用制御システムである。

また本発明は、回転子の速度を示す速度信号を得るための速度測定手段と、

速度信号と速度要求値信号との比較に比例する、前記トルク要求値信号を発生する要求手段とを含み、

前記第1の継続時間の値を発生する手段は、相周期の継続時間を示す相周期信号を発生する手段を含み、第1の継続時間はトルク要求値信号の大きさに比例する相周期の部分であることを特徴とする。

また本発明は、前記速度測定手段は、速度信号を得るために、位置信号に応答するように配置されていることを特徴とする。

また本発明は、要求手段は、速度信号と速度要求値信号とを受け取り、その比較からエラー信号出力を発生するように配置されたコンパレータを含むことを特徴とする。

また本発明は、エラー信号を受け取り、これに応答してトルク要求値信号を発生するように配置されたエラー補償器を含むことを特徴とする。

また本発明は、エラー補償器は、比例・積分制御器を含むことを特徴とする。

また本発明は、第1のコンパレータが、相周期と第1の継続時間との間の差を示す第1の差信号を発生するように配置され、

第2の継続時間の値を発生する手段が、相周期の開始からの予め定める継続時間における第1の差信号とターンオフ信号との間の差を示す第2の差信号を発生するように配置される第2のコンパレータを含み、

遅延手段が、位置信号に応答し、第2の差信号によって決まる第2の継続時間を有する遅延パルスを発生し、

ファイアリングパルス手段が、遅延パルスの終了に反応し、第1の継続時間を有するファイアリングパルスを発生することを特徴とする。

また本発明は、第1の継続時間の値を発生する手段は、相周期信号とトルク要求値信号とからファイアリングパルス継続時間を計算する計算手段を含むことを特徴とする。

また本発明は、計算手段は、相周期信号とトルク要求値信号とを受け取り、2つの信号の大きさの積としてファイアリングパルスを発生するように配置されたマルチプライヤーを含むことを特徴とする。

また本発明は、ファイアリングパルス手段は、相周期信号によって示される相周期の半分の最大継続時間を有するファイアリングパルスを発生するように作動可能であることを

特徴とする。

また本発明は、ファイアリングパルスと位置信号とを受け取り、回転子位置に従ってファイアリングパルスのタイミングを取るよう配置されたマルチプレクサーを含むことを特徴とする。

また本発明は、基準電流入力と相電流フィードバック入力とを有し、チョッピングモードで制御信号を発生するように作動可能な制御手段と、

さらに、制御手段の出力とファイアリングパルスとを受け取るよう配置されたANDゲートとを含み、

基準電流入力は、過電流保護レベルに設定し、機械を制御するためにファイアリングパルスを使用でき、

低レベルに設定し、チョッピングモードで機械を制御するために制御信号を使用することができることを特徴とする。

また本発明は、回転子と、固定子と、少なくとも1つの相巻線とを含む切り換えリラクタンس機械の制御方法において、

回転子の位置を決定して、位置信号を発生するステップと、

機械トルク要求値信号を発生するステップと、

該トルク要求値信号からファイアリングパルスの第1の継続時間の値を発生するステップと、

ターンオフ時間の値を発生するステップと、

相周期とファイアリングパルスの第1の継続時間およびターンオフ時間の組合せとの間の差である遅延の第2の継続時間の値を発生するステップと、

ターンオフ時間後、第2の継続時間を有し、位置信号によってトリガされる遅延パルスを発生するステップと、

第1の継続時間を有し、遅延パルスの終了でトリガされるファイアリングパルスを発生するステップと、

ファイアリングパルスに従って少なくとも1つの相巻線を付勢するステップとを含むことを特徴とする切り換えリラクタンス機械の制御方法である。

また本発明は、回転子の速度を決定するステップと、

回転子の速度と要求速度とを比較して、トルク要求値信号を得るステップと、

前記速度に関して相周期を決定して、相周期信号を発生するステップと、

トルク要求値信号の大きさに比例する相周期の部分としてファイアリングパルスの継続時間を発生するステップとを含むことを特徴とする。

また本発明は、回転子の速度は、回転子の位置の決定から得られることを特徴とする。

また本発明は、回転子の速度と要求速度とを比較、補償して、速度と要求速度との間の差を減少させるためにトルク要求値信号を発生することを特徴とする。

また本発明は、ファイアリングパルスは、相周期信号とファイアリングパルスとを比較して第1の差信号を発生させ、第1の差信号を相周期の開始からの予め定める継続時間のターンオフ信号とを比較することによって発生させ、第2の継続時間は第2の差信号によって決定され、ファイアリングパルスは、ファイアリング信号によって決定される継続時間を有する遅延パルスの後エッジで開始されることを特徴とする。

また本発明は、相周期信号にトルク要求値信号を乗じて、ファイアリング信号を発生することを特徴とする。

また本発明は、ファイアリングパルスは相周期の半分の最大継続時間を有することを特徴とする。

また本発明は、制御器への基準電流入力をチョッピングレベルに設定して、チョッピングモードで機械を制御するかまたは、基準電流レベルをより高いレベルに設定して、制御器の出力をファイアリングパルスでANDゲートして、単一パルスモードで機械を制御することを特徴とする。

【0023】

本発明に従えば、公知の切り換えリラクタンス電動機制御器の前述の欠点は、伝導角に対

応し、トルク要求値が増加する場合増加し、実際の回転子位置に同期しているパルス幅を有する出力を備えるエッジトリガされた単安定回路 (edge-triggered monostable circuit) を使用することによって克服される。ここでは、伝導角に対応する単安定回路のパルス幅も、制御法則表からのパラメータとして制御されない。

【0024】

本発明の他の側面と利点は、添付の図面を参照しながら実施の形態の詳細な説明を読めば、明らかになるだろう。なお、図面中、同一の参照符号は、同一の部品を表す。

【0025】

【発明の実施の形態】

切り換えリラクタンス電動機用の公知の制御器と違って、本発明は大型の、コスト高の制御法則表の必要を無くしている。

【0026】

一般に、本発明は、速度コマンド信号と実際の速度信号を受け取り、トルク要求値信号を発生する可変速制御器を実現している。それから、トルク要求値信号は、対応する相巻線に電圧が印加される角度周期を表す伝導角信号を発生するため、使用される。回転子の角速度と位置に関する情報は、そこで相周期の望ましい部分中、相巻線に電圧が印加されるように、ターンオンおよびターンオフ角を設定するのに使用される。

【0027】

説明を簡単にするために、以下の説明は単相切り換えリラクタンス電動機に限定されている。当業者に判るように、本発明は多相切り換えリラクタンス機械にも応用できる。本発明を多相機械に応用するために、各相周期中に、付勢する適切な相巻線を同定するのに必要な追加回路を装備するだけでよい。本発明の開示内容を前提にすれば、本発明を具体化する多相切り換えリラクタンス機械の構造は、当業者に容易に理解できるので、ここでは詳細に説明しない。

【0028】

図4は、本発明に従う単相切り換えリラクタンス機械用の可変速制御器のブロック図である。本発明の制御器は多くのタイプの切り換えリラクタンス機械に応用でき、このような機械の製作は公知の方法と技術に従って実施できる。

【0029】

制御器40は回転子位置を表す出力信号を発生するシャフトセンサー41を有している。図4の実施の形態では、シャフトセンサー41は、相周期での回転子の角度位置に対応する上昇エッジと落下エッジを有する電圧パルスを発生する回転子位置トランスジューサ (RPT) を含む。

【0030】

図5は、焦点の固定子極に対する回転子の位置の関数として図4のシャフトセンサー41を構成するRPTの出力を示す。回転子極が焦点の固定子極と完全に並ぶとき、第1の落下エッジ50が発生し、隣接する回転子極が焦点固定子極と並ぶとき、第2の落下エッジ52が発生するように、シャフトセンサー41を形成するRPTが構成されている。図4の実施の形態では、スペース領域 (ロジックロー領域) に対するマーク領域 (ロジックハイ領域) の関係は回路が動作するためには不要だが、この比率が1に近いように、RPTが構成されている。スペース領域に対するマーク領域の関係が図4に示すものと違うことがある。図5に示すように、各落下エッジ間の周期が「相周期」と定義される。図4の実施の形態では、回路がエッジトリガされるので、一義的にパルス幅に依存せず、相周期を定義するエッジに依存している。

【0031】

図4のシャフトセンサー41を構成するRPTは本発明を実施するのに使用できる多数のセンサーの一例にすぎない。たとえば、回転子の実際の位置を表すデジタル信号を発生するシャフトセンサーまたはレゾルバーも使用でき、種々の上昇または落下エッジ点を有する電圧パルスを発生するように構成されたRPTも使用できる。本発明は上記のセンサーに限定されず、回転子位置情報を得ることができる種々のタイプの回転子位置センサーに

応用できる。これには、たとえば、機械の相巻線と関連した電流、電圧および/またはインダクタンスから情報を得るいわゆる「センサーレス」技術も含まれる。

【0032】

図4を再度見れば判るように、本発明の制御器40は、シャフトセンサー41の出力を受け取る速度測定ブロック42を含む。速度測定ブロック42は、予め設定した時間全体でシャフトセンサー41から回転子位置信号の変化数をモニターして、回転子の角速度に対応する信号を発生する。一つの例では、速度測定ブロック42の出力は、特定のときの周期全体での平均回転子速度に対応するデジタルワードである。別の例では、速度測定ブロック42の出力は、回転子の速度と比例して変化するアナログ信号でもよい。シャフトセンサー41の出力によって動作する速度測定回路の使用は本発明に必ずしも必要なく、他の形状の速度感知回路（タコゼネレータまたは同様なもの）を本発明の範囲から逸脱せずに使用できる。

【0033】

上記の通りに、低速で、切り換えリラクタンス電動機のトルクを制御するため、電流チョッピングを利用できる。図4は、本発明に従う制御器で使用できるチョッピング回路の一例を示す。

【0034】

図4を参照すると、望ましい基準電流を表す信号と電動機の相巻線における実際の電流を表すフィードバック信号を受け取るチョッピング電流コンパレータ43が装備されている。チョッピング電流コンパレータ43は、望ましい基準電流が実際の電流を超えるとき、第1のロジックレベル（たとえば、ロジックハイまたは「1」）のロジック信号を発生し、他の場合、第2のレベル（たとえば、ロジックハイまたは「0」）のロジック信号を発生する。チョッピングコンパレータ43の出力は、ANDゲート44に第1の入力として与えられる。図示の実施の形態では、ANDゲート44は、両方の入力が入力ロジックハイであるとき、適切な相巻線に電圧を加えるように（図示されず）電力コンバータにコマンドを与えるファイアリング信号を与える。

【0035】

図4の実施の形態では、ANDゲート44に対する第2の入力はマルチプレクサー45の出力である。マルチプレクサー45は2つの入力信号と1つの制御信号（図示されず）を受け取る。入力信号は、シャフトセンサー41の出力と角度制御回路46の出力からなる。制御信号は速度測定ブロック42の出力から得た信号からなる。

【0036】

速度測定ブロック42の出力から、電動機が低速で作動しており、電動機のトルクを制御するため、チョッピングを利用できることが判明するとき、マルチプレクサー45に印加される制御信号は、その出力がシャフトセンサー41の出力になるようにする。このような低速で、電流チョッピングコンパレータ43は、電動機の電流を制御する標準電流チョッパーとして作動する。

【0037】

低速での電流チョッピングによってトルク制御を実施するため、電流チョッピングコンパレータ43が使用される例では、電流チョッピングコンパレータ43は単一ディスクリートICコンパレータ（single discrete IC comparator）でもよい。電流基準信号は標準制御回路によって発生されてもよいし、ASICまたはマイクロ制御器からのPWM信号を低域フィルタ処理して得てもよい。

【0038】

高速で、単一信号パルス制御が必要なとき、マルチプレクサー45に印加される制御信号は、その出力が角度制御回路46の出力に従うようなものになる。下記の通りに、角度制御回路46は、制御法則表を使用せずに電動機の単一パルス制御が可能である。

【0039】

単一パルス電圧制御を利用するとき、過電流保護機能を実行するために、電流チョッピングコンパレータ43を使用できる。このような過電流保護機能を実行するために、電流基

準は最大許容相電流に設定しなければならない。電流基準がこのような高い値に設定されるとき、出力コンパレータ43は、通常の作動中ロジックハイになるので、ANDゲート44によって提供されるファイアリング信号が、マルチプレクサー45の出力（すなわち、角度制御回路46の出力）に従う。コンパレータ43が過電流保護回路として使用されるとき、実際の電動機電流が電流基準信号によって定義される最大許容電流を超える場合、ANDゲート44からのファイアリング信号は抑制される。

【0040】

上記の通り、速度測定回路42の出力によって示される回転子の速度から、信号パルス制御が必要だと判明するとき、電力デバイスのファイアリングを制御する信号がトルク要求値信号に応答して角度制御回路46によって発生される。

【0041】

本発明では、トルク要求値信号は、補償器、たとえば、PI（比例・積分）制御器47を使用することにより発生する。この制御器は、実際の回転子速度（速度測定ブロック42の出力が示す）と制御器に与えられる望ましい速度コマンド信号との差とともに変化する速度エラー信号を受け取る。

【0042】

図4を見れば判るように、回路は、回転子の実際の速度をエラー検知器48の望ましい速度と比較してエラー信号を発生し、実際の回転子速度と望ましい速度間の差と比例して変化する速度エラー信号を発生する。

【0043】

P+I制御器47は、公知のP+I制御技術を応用して速度エラー信号をトルク要求値信号を変換する。P+I制御器47の比例および積分成分の値は、コンローラが見込み動作速度で安定的に作動するように経験的に決定できるし、または標準P+I制御理論を使用して計算できる。P+I制御器47の比例および積分成分の特定の値は本発明にとって重要ではない。

【0044】

当業者が認識するように、補償器は、本発明から逸脱せずに、比例、比例・積分・微分（PPID）、スライディングモードまたはファジイロジックコンベンセイタとして実現できるだろう。

【0045】

P+I制御器47の出力は、角度制御回路46に入力として印加されるトルク要求値信号である。角度制御回路46に対する他の入力は、シャフトセンサー41の出力である。トルク要求値信号とシャフトセンサー41の出力に反応して、角度制御回路46は、制御器が単一パルス制御モードで作動するときファイアリング信号を発生する。

【0046】

角度制御回路46の構造と動作は、図6により明確に示されている。図6は、周期測定ブロック60、マルチプライヤー62、エッジトリガされる第1の単安定回路（edge-triggered monostable circuit）64、エッジトリガされる第2の単安定回路66および2個の総和回路67および68から成る回路を開示している。図6が本発明に従う制御器の一般動作ブロックおよび特性を示しており、実際の制御器は図6のブロックによって表された機能を実行するため、アナログまたはデジタル回路を使用する。

【0047】

図6を参照して、周期測定ブロック60は、シャフトセンサー41の出力を受け取り、特定の時間の長さ、たとえば、シャフトセンサー41の出力の連続落下エッジ間の時間の長さ（すなわち、相周期の時間の長さ）に比例して変化する信号を発生する。したがって、周期測定ブロック60が発生した信号は、1つの相周期に必要な時間間隔に対応する信号である。

【0048】

上記の通り、単一パルス制御では、電圧の単一パルスが各相周期において伝導角の継続時間中、相巻線に印加される。本実施の形態の例では、伝導角は、ファイアリング信号があ

る時間によって決定される。一般には、相周期中に得られたファイアリング信号が長くなれば（すなわち、伝導角が大きくなれば）、トルクが大きくなる。したがって、トルク要求値信号が大きいほど、伝導角が大きくなり、ファイアリング信号の継続時間が長くなる。

【0049】

図6に示す角度制御回路46では、ファイアリング信号（すなわち、伝導角）の継続時間は、測定ブロック60からの相周期の時間長さに対応する信号をP+I制御器47からのトルク要求値信号で乗じて、決定する。したがって、ファイアリング信号の継続時間は、トルク要求値信号にほぼ線形に比例する。図4の実施の形態では、P+I制御器47は、その出力が0～0.5の値の信号であるように構成されている。ここで、0.5は100%のトルク要求値を表す。P+I制御器の出力が別の値を有する別の実施の形態も可能である。

【0050】

図4と6の実施の形態では、トルク要求値が最大であるとき、マルチプライヤー62の出力は完全な相周期に必要な時間間隔の半分の時間間隔を表す信号になる。相周期の半分が、相周期中相電流をゼロに低下できる理論的伝導角を表すので、マルチプライヤー62の出力は相周期の半分に限定される。トルク要求値信号が減少するにつれて、マルチプライヤー62の出力は完全な相周期に必要な時間間隔の一部である時間間隔に対応する。

【0051】

マルチプライヤー62の出力は、エッジトリガされる単安定回路66のパルス幅入力部に印加される。エッジトリガされる単安定回路66は、そのトリガ入力で起こった落下エッジに応答するパルス幅信号の値に比例する時間間隔中、ロジックハイ電圧パルスを発生するように構成されている。

【0052】

エッジトリガされる単安定回路66へのトリガ入力エッジトリガされる単安定回路64の出力に接続される。単安定回路66と同様にエッジトリガされる単安定回路64は、そのトリガ入力で起こる落下エッジに応答するパルス幅入力での信号値に比例する時間間隔中、ロジックハイパルスを発生する。

【0053】

図6に示されるように、エッジトリガされる単安定回路64へのトリガ入力シャフトセンサー41の出力に接続される。上記の通り、シャフトセンサー41は各相周期の開始時に落下エッジを発生する。シャフトセンサー41からの落下エッジは、シャフトセンサー41からの落下エッジ後、時々起こる落下エッジで終わる電圧パルスを単安定回路64に発生させる。相周期の開始時（落下エッジシャフトセンサー41によって定義される）と単安定回路64からの落下エッジ出力間の時間間隔は、単安定回路64のパルス幅入力部の信号に比例する。単安定回路64からの落下エッジ出力に反応して、単安定回路66はそのパルス幅入力（P+I制御器47からのトルク要求値信号に比例する）における信号に比例する出力ファイアリングパルスを発生する。

【0054】

図4と図6の実施の形態では、エッジトリガされる単安定回路64のパルス幅信号は、総和器67と68によって発生する。単安定回路66からのファイアリング角度パルスが終了する時点と、相周期の終了を表す時点間の時間の長さはここでは、ターンオフ時間と呼ばれる。ターンオフ時間に対応する信号は、ブロック60からの相周期の継続時間を表す信号とマルチプライヤー62からの伝導角の時間間隔を表す信号間の差に対応する第2の信号から、総和器67によって減算される。総和器67の出力は、相周期（シャフトセンサー41からの落下エッジによって定義される）の開始時と単安定回路66からのファイアリング信号の開始時間の時間間隔を表す。

【0055】

図4と図6の実施の形態では、ターンオフ時間は駆動系の最適性能に関して計算または経験的に決定できる。ターンオフ時間が一定でなく、回転子の角速度とともに変化する実施の形態も考えられる。さらに、ターンオフ時間が相周期の一定の部分である他の実施の形

態も考えられる。このような実施の形態では、相周期の部分に対応する縮尺信号が相周期を表す信号によって乗じられ、図4と図6のターンオフ信号として使用できる信号を発生する。

【0056】

図7と図8は、回転子が一定の速度で回転し、縮尺トルク要求値信号が0.4であるとき、図4と図6の回路の動作を説明するのに使用できる種々の信号と信号レベルを示している。図8は図6と同一の角度制御器46を表し、信号レベルが加筆されている。図8では、この回路における信号に対応する（マイクロ秒表示の）時間間隔は、括弧[]で括られている。

【0057】

図7の波形70はシャフトセンサー41の出力を表す。図7に示す例では、回転子が毎分約16,600回転の一定速度で回転し、また波形70の落下エッジによって定義される相周期が1800マイクロ秒の時間間隔で起こることが仮定されている。したがって、図7と図8に示される例では、周期測定ブロック60の出力は、1800マイクロ秒に対応する信号になる。これは、周期測定ブロック60の出力が1800である図8に示されている。この例では、縮尺トルク要求値信号の値は0.4である。したがって、マルチプライヤー62の出力は (0.4×1800) に一致する720になり、この例の回転子速度とトルク要求値に関して720マイクロ秒の周期で、ファイアリング信号が発生しなければならないことを示す。すなわち、伝導角は720マイクロ秒の時間間隔に対応している。

【0058】

ファイアリング信号の長さ（または伝導角）を決定した後、ファイアリング信号の終了と相周期の終了間の時間の長さがターンオフ時間に等しい時点で、ファイアリング信号が終了するように、相周期においてファイアリング信号を開始するときを、本実施の形態の制御回路が決定しなければならない。これは、総和器67と68を使用して達成される。本実施の形態では、望ましいターンオフ時間が300マイクロ秒であると仮定されている。図8の例を参照し、必要な減算作業を実施すれば、単安定回路64のパルス幅信号は、相周期の開始時点とファイアリング信号の開始時点間の780マイクロ秒の遅れに対応する780である。

【0059】

図7の波形72は、前の例の場合の単安定回路66からのファイアリング信号を示す。波形70を見れば判るように、相周期の開始時点は落下エッジ71で示される。落下エッジ71は、単安定回路64をトリガし、相周期の開始時点後780マイクロ秒で落下エッジが起こるパルスが発生する。単安定回路64によって発生する落下エッジは単安定回路66をトリガし、720マイクロ秒間信号（ファイアリング信号）を発生する。ファイアリング信号の開始時点は、図7の波形72の上昇エッジ73で表わされる。単安定回路66へのパルス幅入力力が720マイクロ秒の伝導角周期に一致するので、ファイアリング信号は720マイクロ秒後、1800マイクロ秒の相周期の終了前300マイクロ秒の時点で終了する。上記の通り、この例では、300マイクロ秒が望ましいターンオフ時間である。

【0060】

図4、図6、図7および図8がディスクリット総和器、単安定回路および他の回路の使用を示しているが、本発明は、1個以上のASIC、マイクロ制御器またはマイクロプロセッサを使用する制御器で実施できる。たとえば、図4の点線内のボックスに含まれる全ての回路は、ハードウェアとソフトウェアによってMotorola 68HC11のような単一マイクロプロセッサで実施できる。このような実施の形態では、マイクロ制御器（ポートA）のオンチップメインタイマーシステムブロックは、ファイアリング信号を発生するエッジ・トリガされる単安定回路64と66として、さらにマルチプレクサー20として作用するようにプログラムできる。

【0061】

Motorolaマイクロプロセッサを使用するとき、ブロック60の相周期測定機能は、タイマーポートの入力捕捉機能を使用して実行できる。単安定性能を有効にするため、ターンオン時間と伝導時間を計算し、タイマーポートに負荷できる。デジタルシステムの数的オーバーフローを回避するため、相周期とトルク要求値信号は、乗算の最大縮尺結果が実際の相周期の半分であるような縮尺でなければならない。上記の通り、この縮尺によって、伝導角が図9に示すシステムに関する理論的に最大の連続/不連続電流境界条件に限定され、ソフトウェアで実行できる。

【0062】

マイクロ制御器を使用するとき、マイクロ制御器による固定時間の割り込みによって設定される固定時間間隔で速度エラーを計算し、そしてトルク要求値を更新するため、比例・積分アルゴリズムを1周期基準で速度エラーに応用するソフトウェアでのみ、P+I制御器47を実現できる。

【0063】

マイクロ制御器またはマイクロ制御器で本発明の方法と回路を実現するソフトウェアルーチンは、この開示内容を利用して当業者であれば、開発できる。

【0064】

ターンオンおよびターンオフ角度で定義される伝導角によって単一電圧パルスの印加が定義される単一パルス制御に加えて、単一電流パルスがターンオン角度、フリーホイール（free wheel）角度およびターンオフ角度によって定義される制御器を実現するため、本発明を利用できる。

【0065】

当業者が理解するように、フリーホイーリングを利用するとき、一般に相巻線に関連して2個のスイッチングデバイスがあり、各相周期を次のように分割できる。すなわち、(i) 電圧を相巻線に印加しない間隔（すなわち、両方の電力スイッチがオフで、リターンダイオードが非伝導状態である）、(ii) DCリンク電圧が相巻線に印加される間隔（すなわち、両方の電力デバイスがオンである）、(iii) 相巻線の電流がスイッチの1個とダイオードの1個によって「フリーホイーリング」にできる間隔（すなわち、1個の電力デバイスがオンし、1個のダイオードが伝導している）、(iv) 利用できるDC電圧の負値が相巻線に印加される間隔（すなわち、両方の電力スイッチがオフで、リターンダイオードが伝導している）である。

【0066】

フリーホイーリングを実現する典型的な回路配置と、このような回路からの典型的な制御信号は、図9と図10に示される。フリーホイーリング配置では、典型的には、上部デバイス80と下部デバイス82の2個の電力デバイスがある。また、各相巻線と関連して2個のリターンダイオード84と86もある。図10は、フリーホイーリングを使用する相周期でのスイッチングデバイス80と82のファイアリング信号を示す。図10に示されるように、両方のスイッチングデバイスがオンで、利用できるDCリンク電圧が相巻線に印加される初期周期がある。それから、スイッチングデバイスの1個（ここでは、デバイス82）がオフである「フリーホイーリング」周期と両方のデバイスがオフである周期がある。フリーホイーリング周期では、電流はデバイス80、ダイオード84および相巻線によって形成されるループを自由に流れる。

【0067】

図11と図12は、フリーホイーリングを利用できる本発明に従う角度制御器90の一例を示す。図11の制御器は、エッジトリガされる単安定回路92と総和器94が追加される主要な相違を別にすれば、図4の制御器と同一である。追加のエッジ・トリガされる単安定回路92と総和器94は下部スイッチングデバイス82用の別個のファイアリング信号を発生する。図11のこの実施の形態では、望ましいフリーホイーリング周期の継続時間に対応する信号は、総和器94への1つの出力として印加される。この値は望ましい伝導角の時間間隔を表す信号から減算され、単安定回路92用のパルス幅信号を発生する。図4の回路と関連して記載した前記と同じ様式で、総和器94とエッジトリガされる単

安定回路92は、フリーホイールリングを可能にするように下部スイッチングデバイス82を制御する。

【0068】

1800マイクロ秒の相周期、300マイクロ秒のターンオフ時間、0.4の縮尺トルク要求値および100マイクロ秒のフリーホイールリング周期で作動する電動機の例の場合に、図11の制御器によって発生する信号は、図8の場合のように括弧を使用して図11に示されている。

【0069】

図11の実施の形態では、フリーホイール時間は、制御器と電動機システムの騒音を最小限にするため選択されている固定値である。この実施の形態では、フリーホイール時間は、切り換えリラクタンス電動機の固有共鳴に基づいて選択できるか、フリーホイール時間を調整して、システムの騒音をモニターして、最小の騒音を発生するフリーホイール時間を決定して、経験的に確定できる。フリーホイール時間を制御でき、またこの時間がたとえば、電動機の手速度または他の作動パラメータとともに変動する他の実施の形態も考えられる。なお、フリーホイールリングを開始するのに使用するスイッチングデバイスが上部デバイスと下部デバイス間で交代する他の実施の形態も考えられる。電力デバイス間の熱損失を均衡化し、制御器の設計を容易にするため、過去には、交代フリーホイールリング方法が採用された。この方法は、マルチプレクサーまたは同様なデバイスに図11の2つのファイアリング信号を送り、2個のスイッチングデバイスに信号を交代に送ることによって実施できる。

【0070】

上記の例と説明は、制御器が連結されている切り換えリラクタンス機械が電動機として機能する本発明の制御器の作動に関するものである。また、切り換えリラクタンス機械が発電機として作動するときにも、本発明の制御器を使用できる。切り換えリラクタンス機械が発電機として作動するとき、制御回路のタイミングは、固定子極と並んでいる回転子の極間軸に対応するシャフトセンサー41からの信号のエッジからトリガしなければならない。図5に示すように、RPT信号の上昇エッジを使用してマーク領域：スペース領域比が1のRPTを利用するとき、この状態を都合よく達成できる。シャフトセンサー41の上昇エッジから回路をトリガすることによって、発電機として作動する機械でこの制御回路を使用できる。当業者が理解するように、RPT信号の他の操作方法も可能である。すなわち、相シフトするためにパルス列に半周期を追加するか、適切な角度分だけ回転子シャフト上でRPTを移動できるだろう。したがって、本発明の制御回路は、機械作動のトルク/速度平面の4象限全部で使用できる。

【0071】

本発明は上記の実施の形態と関連して説明されたが、当業者が認識するように、本発明から逸脱せずに多くの変更を実施できる。したがって、幾つかの実施の形態に関しての上記の説明は例示であり、制限を意図していない。

【0072】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、リラクタンス電動機制御器において、伝導角に対応し、トルク要求値とともに変化し、実際の回転子位置に同期する単一パルスファイアリング信号を発生するエッジトリガされた単安定回路を使用して電動機を制御するので、制御法則表（回路）を装備する必要がなく、制御器のコストを押さえ、また電動機の負荷トルクと速度（回転）の急激な変化にも対処して制御できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】トルク制御方法として電流チョッピングを使用したときの切り換えリラクタンス電動機の相電流を一般的に示す図である。

【図2】単一パルス電圧制御に従って作動する切り換えリラクタンス電動機の相電流波形例の図である。

【図3】制御法則表を利用した切り換えリラクタンス電動機のための可変速制御器の略式

ブロック図である。

【図4】本発明に従う単相切り換えリラクタンス電動機用の可変速制御器の略式ブロック図である。

【図5】本発明を実施するため使用できる回転子位置トランスジューサの出力を示す図である。

【図6】本発明に従う角度制御器の作動ブロック図と特性図である。

【図7】図6の角度制御器の動作状態の信号を示す図である。

【図8】図6の角度制御器のブロック図であり、主要要素の信号レベルも示してある。

【図9】本発明に従う角度制御器でフリーホイーリングを実施するため使用できる電力回路を示すブロック図である。

【図10】図8の回路に含まれるスイッチングデバイスから発生されるファイリング信号例を示す図である。

【図11】本発明に従うフリーホイーリング角度制御器のための制御回路を示すブロック図である。

【図12】図11の回路で発生される信号例を示す図である。

【符号の説明】

30, 40 制御器

31 エラー検知器

32 制御法素

41 シャフトセンサー

42 速度測定ブロック

43 チョッピング電流コンパレータ

44 ANDゲート

45 マルチプレクサー

46 角度制御回路

47 P+I制御器

60, 60' 周期測定ブロック

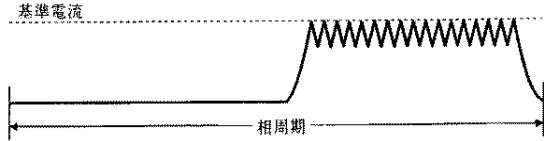
62, 62' マルチプライヤー

64, 64', 66, 66', 92 エッジトリガ単安定回路

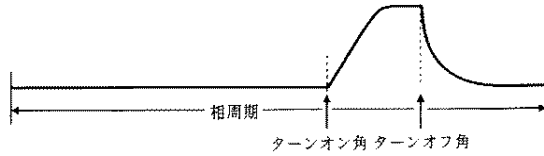
67, 67', 68, 68', 94 総和器

(17) 換えリラクタンス機械用制御システムおよび制御方法

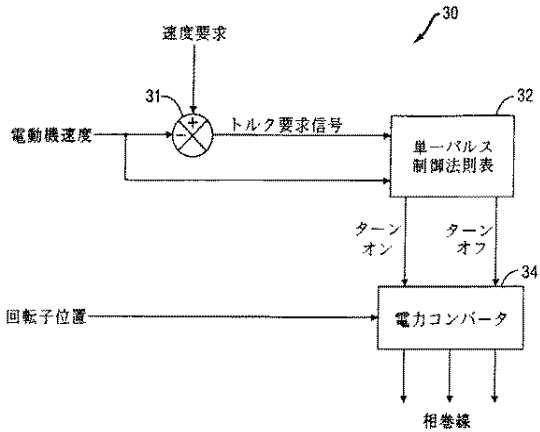
【図1】



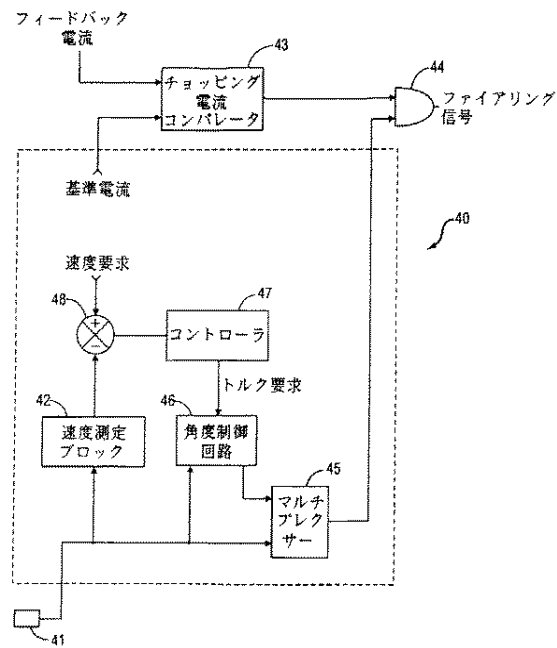
【図2】



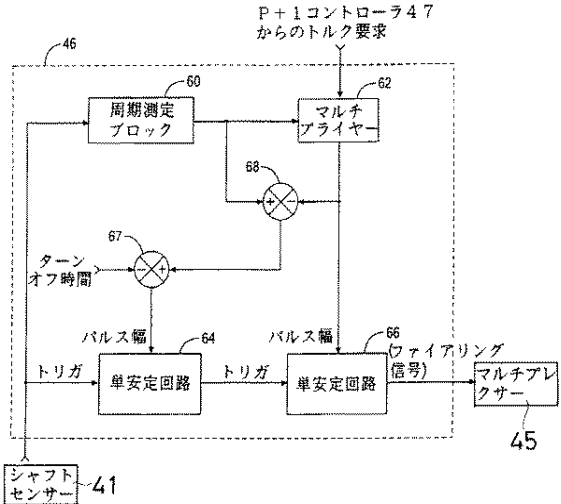
【図3】



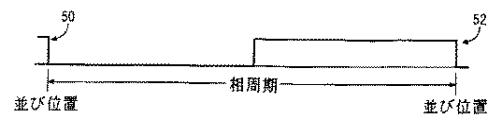
【図4】



【図6】

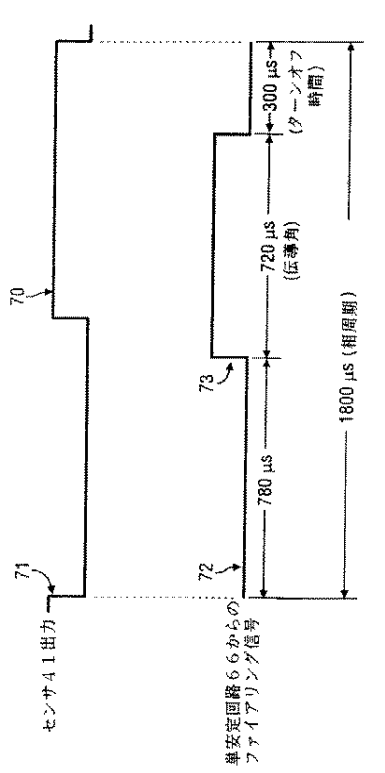


【図5】

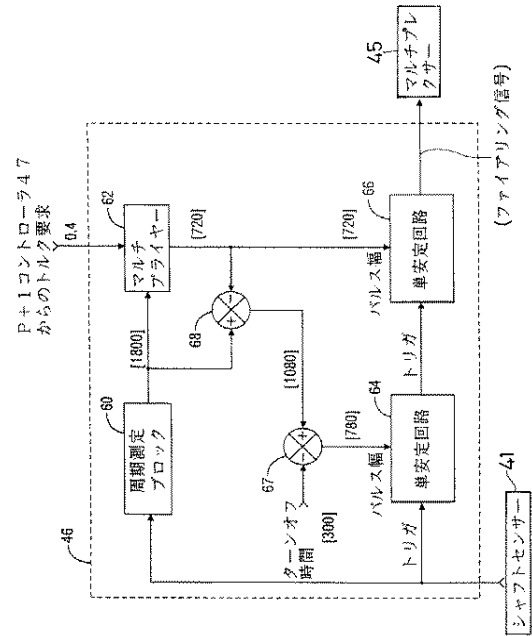


(18) 換りリラクタンス機械用制御システムおよび制御方法

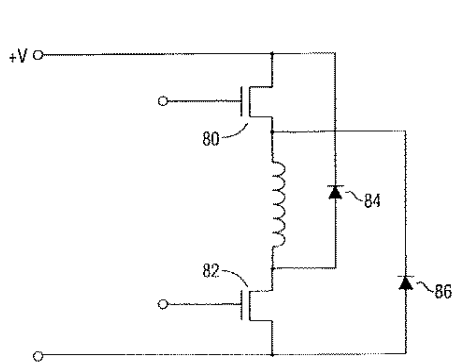
【図7】



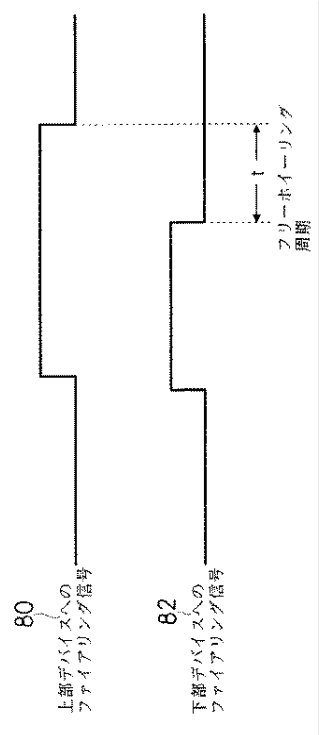
【図8】



【図9】



【図10】



(20) 換えリラクタンス機械用制御システムおよび制御方法

(74)代理人 100101638

弁理士 廣瀬 峰太郎

(74)代理人 100100479

弁理士 竹内 三喜夫

(72)発明者 ステファン ジェイムズ ワトキンス

イギリス国 エルエス8 2アールユー リーズ アーリントン ロード 45

審査官 川端 修

(56)参考文献 特開平03-049584 (JP, A)

特開平03-293993 (JP, A)

特開平05-049283 (JP, A)

(58)調査した分野(Int. Cl.⁷, DB名)

H02P 5/05