世界知的所有権機関
国際事務局

PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類5		(11) 国際公開番号
H02P 7/00	A1	WO 91/08611
		(43) 国際公開日 1991年6月13日(13. 06. 1991)

(21) 国際出願番号 PCT/JP90/01520
(22) 国際出願日 1990年11月21日(21. 11. 90)

(30) 優先権データ
特願平1/303255 1989年11月24日(24. 11. 89) JP

(71) 出願人(米国を除くすべての指定国について)
ファナック株式会社(FANUC LTD)[JP/JP]
〒401-05 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地
Yamanashi, (JP)
(72) 発明者;および
(75) 発明者/出願人(米国についてのみ)
奥 秀明(OKU, Hideaki)[JP/JP]
〒401-05 山梨県南都留郡忍野村忍草3536
ファナックマンションハリモミ4-308 Yamanashi, (JP)
池辺 洋(IKEBE, Yo)[JP/JP]
〒401-05 山梨県南都留郡忍野村忍草3536
ファナックマンションハリモミ4-301 Yamanashi, (JP)
小宮英嗣(KOMIYA, Hidetsugu)[JP/JP]
〒191 東京都日野市平山2-30-7 Tokyo, (JP)
河田茂樹(KAWADA, Shigeki)[JP/JP]
〒192 東京都八王子市北野台2丁目15番地6号 Tokyo, (JP)
中村 毅(NAKAMURA, Takeshi)[JP/JP]
〒401-05 山梨県南都留郡忍野村忍草3527-1
ファナック第3ヴィラカラマツ Yamanashi, (JP)

(74) 代理人
弁理士 竹本松司, 外(TAKEMOTO, Shoji et al.)
〒105 東京都港区虎ノ門1丁目1番11号 虎一ビル6階
Tokyo, (JP)

(81) 指定国
AT(欧州特許), BE(欧州特許), CH(欧州特許), DE(欧州特許), DK(欧州特許), ES(欧州特許), FR(欧州特許), GB(欧州特許), GR(欧州特許), IT(欧州特許), LU(欧州特許), NL(欧州特許), SE(欧州特許), US.

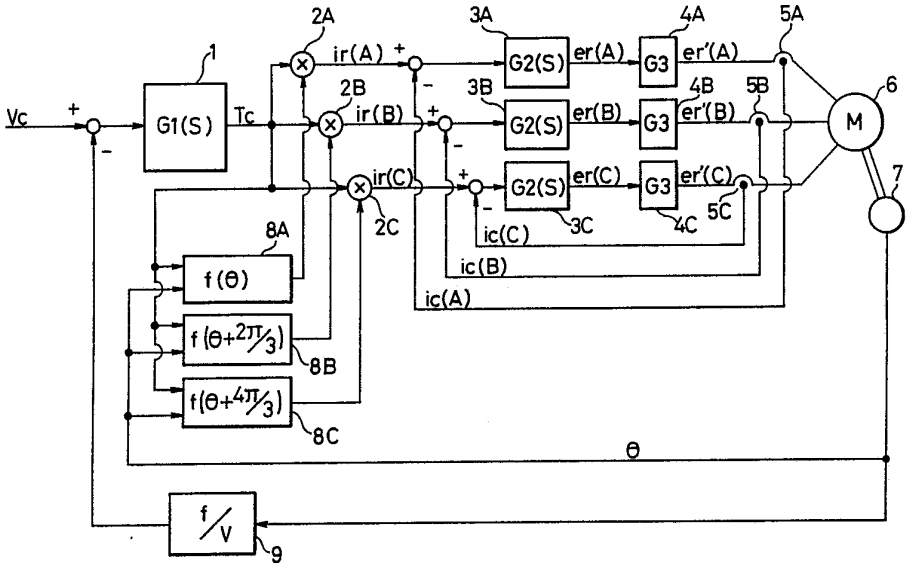
添付公開書類 国際調査報告書

(54) Title : DRIVE CONTROL METHOD FOR VARIABLE RELUCTANCE TYPE MOTOR

(54) 発明の名称 可変リラクタンス型モータの駆動制御方法

(57) Abstract

A drive control method for a variable reluctance type motor enabling the prevention of the generation of a disturbance torque and the improvement of the efficiency of the motor. In function generators (8A-8C) of the control equipment where the method is adopted, the rotational direction and operation mode of the motor are determined, based on the order of the generations of A-phase and B-phase feedback pulses fed from a pulse coder (7) and the sign of a torque command (Tc) fed from a velocity loop compensating circuit (1) and one of four current application patterns is selected in accordance with the result of the determination. According to the selected pattern, function signal values corresponding to a real electrical angle (Θ) of the motor are sent from the function generators and current application to the respective phases of the motor (6) are controlled by power amplifiers (4A-4C) responding to the voltage commands derived from the function signal value. The current application stopping time is so set as to eliminate a winding current before a disturbance torque is generated by the current flowing through the stator winding which is caused owing to the inductance of the stator winding after the current application stopping. Thereby, the generation of the substantial disturbance torque is prevented.



(57) 要約

妨害トルクの発生を防止してモータ効率を向上できる可変リラクタンス型モータの駆動制御方法。この方法を実施する制御装置の関数発生器（8A～8C）において、パルスコーダ（7）からのA相及びB相のフィードバックパルスの発生順序及び速度ループ補償回路（1）からのトルク指令（Tc）の正負に基づいてモータ回転方向及びモータ運転モードが判別され、判別結果に応じて4つの通電パターンの一つが選択される。選択した通電パターンに従って関数発生器から実際モータ電気角（θ）に対応する関数信号値が送出され、これら関数信号値に基づいて求めた電圧指令に応動する電力増幅器（4A～4C）によりモータ（6）の各相への通電が制御される。ステータ巻線のインダクタンスに起因して通電停止後にステータ巻線に流れる電流によって妨害トルクが発生するに至る前に巻線電流が消滅するように通電停止時期が設定され、これにより実質的な妨害トルクの発生が防止される。

情報としての用途のみ
PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第1頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AT オーストリア
AU オーストラリア
BB バルバードス
BE ベルギー
BF ブルキナ・ファソ
BG ブルガリア
BJ ベナン
BR ブラジル
CA カナダ
CF 中央アフリカ共和国
CG コンゴー
CH スイス
CI コート・ジボアール
CM カメルーン
DE ドイツ
DK デンマーク
ES スペイン
FI フィンランド
FR フランス
GA ガボン
GI ギニア
GB イギリス
GR ギリシャ
HU ハンガリー
IT イタリー
JP 日本
KP 朝鮮民主主義人民共和国
KR 大韓民国
LI リヒテンシュタイン
LK スリランカ
LU ルクセンブルグ
MC モナコ
MG マダガスカル
ML マリ
MN モンゴル
MR モーリタニア
MW マラウイ
NL オランダ
NO ノルウェー
PL ポーランド
RO ルーマニア
SD スーダン
SE スウェーデン
SN セネガル
SU ソビエト連邦
TD チャード
TG トーゴ
US 米国

明　細　書

可変リラクタンス型モータの駆動制御方法

技　術　分　野

本発明は、可変リラクタンス型モータの駆動制御方法に関し、特に、モータの効率を向上できるこの種の駆動制御方法に関する。

背　景　技　術

可変リラクタンス型モータは、巻線が巻回された複数の突極を有するステータと複数の突極を有するロータとを備え、励磁されたステータ突極の磁気吸引力により、ステータ突極に近接するロータ突極をステータ突極側に吸引してロータを回転させるようになっている。このときロータに加わる回転トルクは、ステータ巻線に流れる電流の向きとは無関係に、ステータ突極とロータ突極間の磁気抵抗を減少させる方向に作用する。即ち、ロータ回転中、励磁されたステータ突極にロータ突極が対向し始めてからロータ突極がステータ突極に完全に対向するまでは、ロータ回転方向に作用する回転トルクがロータに加わる。その後、ロータが更に同一方向に回転し続けると、ロータ突極がステータ突極との対向状態から離脱し始めるまでは、反ロータ回転方向に作用する回転トルクがロータ突極に加わる。

例えば、第４Ａ図及び第４Ｂ図に示すようにステータ２０に対してロータ２１が反時計方向に回転する場合、励磁されたＡ相のステータ突極２０Ａのロータ回転方向

前縁２０Ａ’の延長線上にロータ突極２１ａの前縁２１ａ’が達してロータ突極２１ａがステータ突極２０Ａに対向し始める第４Ａ図のロータ回転位置（電気角０度）に到達したときから、ロータ突極２１ａ及びステータ突極２０Ａの軸線同士が一致してロータ突極２１ａがステータ突極２０Ａに完全に対向する第４Ｂ図に示すロータ回転位置（電気角１８０度）に到達するまでは、ロータ回転方向すなわち反時計方向に作用する回転トルクがロータ突極２１ａに加わる。第４Ｂ図に示すロータ回転位置に到達後、ロータ２１が更に反時計方向に回転し続けると、ロータ突極２１ａの後縁２１ａ”がステータ突極２０Ａの後縁２０Ａ”の延長線上（電気角３６０度）に達してロータ突極２１ａがステータ突極２０Ａとの対向状態から離脱し始めるまでは、反ロータ回転方向すなわち時計方向に作用する回転トルクがロータ突極２１ａに加わる。なお、ロータ突極２１ａとステータ突極２０Ａとの対向状態の解除時、次のロータ突極２１ｄの前縁２１ｄ’がステータ突極２０Ａの前縁２０Ａ’の延長線上に達してロータ突極２１ｄがステータ突極２０Ａに対向し始める。

結局、或る相のステータ突極を励磁したときに発生する回転トルクの作用方向は、ステータ突極とロータ突極との位置関係を表すロータ回転位置（電気角）に応じて定まる。そこで、可変リラクタンス型モータを所要回転方向に回転させるべく、夫々のステータ突極をロータ回

転位置に応じて所要の順序で所要の期間だけ順次励磁している。例えば、第４Ａ図及び第４Ｂ図に示す例では、ロータ２１を反時計方向に回転させる場合、０度～１８０度の電気角領域で表されるロータ回転領域においてステータ突極２０Ａに巻回したＡ相ステータ巻線（図示略）に通電している。又、ロータ２１を時計方向に回転させる場合は、１８０度～３６０度の電気角領域で表されるロータ回転領域においてＡ相ステータ巻線に通電している。そして、従来は、可変リラクタンス型モータの駆動制御にあたり、上述の２種類の通電パターンを予め格納したリードオンリメモリ等からロータ回転位置に応じてデータを読み出し、各相ステータ巻線に所要の順序でかつ所要期間にわたって夫々通電している。

しかしながら、ステータ巻線にはインダクタンスがあるため、ステータ巻線への通電停止後しばらくの間は巻線に電流が流れる。例えば、ロータ２１を反時計方向に回転させるべくロータの電気角領域０度～１８０度に対応する通電区間Ｔ１にわたりＡ相ステータ巻線に通電した場合、第５図に示すように、１８０度を超えるロータ電気角位置に対応する区間Ｔ２においてもステータ巻線に電流が流れる。この結果、ロータを所要回転方向とは逆方向に回転させるように作用する妨害トルクが発生し、この妨害トルクを相殺するためにエネルギが消費されてモータ効率が低下する。

発　明　の　開　示

本発明の目的は、所要回転方向とは逆方向にロータを回転させるように作用する妨害トルクの発生を低減もしくは防止し、もって、モータ効率を向上できる可変リラクタンス型モータの駆動制御方法を提供することにある。

上述の目的を達成するため、本発明によれば、巻線を夫々巻回した複数の突極を有するステータと複数の突極を有するロータとを含むと共に、ロータ回転方向に作用するトルクを発生させる加速モード及び反ロータ回転方向に作用するトルクを発生させる減速モードのうちの、モータ運転パラメータの指令値と実際値との偏差に応じて定まるモータ運転モードで運転される可変リラクタンス型モータに用いる駆動制御方法が提供される。この駆動制御方法は、（ａ）励磁すべきステータ突極に近接するロータ突極がモータ運転モードに応じて定まる第１の所定回転位置に達したときに該ステータ突極の巻線への通電を開始して、モータ運転モードに適合する回転方向に作用する所要トルクを発生させ、（ｂ）前記工程（ａ）に関連する巻線に流れる電流により前記所要トルクが発生する所定回転角領域を前記第１の所定回転位置と共に画成する第２の所定回転位置よりも手前の第３の所定回転位置に前記ロータ突極が達したときに前記工程（ａ）で開始した通電を停止して、前記所定回転角領域外において前記巻線に電流が流れることを防止する。

好ましくは、前記加速モードでは前記ロータ突極が前記ステータ突極に対向し始めたときに前記第１の所定回

転位置に達したと判別し、前記減速モードでは前記ロータ突極が前記ステータ突極と完全に対向したときに前記第1の所定回転位置に達したと判別する。又、加速モードでの第2の所定回転位置は当該位置において前記ロータ突極が前記ステータ突極と完全に対向するように定められ、減速モードでの第2の所定回転位置は当該位置において前記ロータ突極が前記ステータ突極との対向状態から離脱し始めるように定められる。第3の所定回転位置は、巻線のインダクタンスに応じて設定される。又、モータ運転パラメータとしてモータ回転速度が用いられ、モータ回転速度の指令値と実際値との偏差に応じて加速モード及び減速モードの一方が選択される。更に好ましくは、第3の所定回転位置に到達する前に、次のステータ突極の巻線への通電を開始する。

上述のように、本発明によれば、ロータ突極がモータ運転モードに応じて定まる第1の所定回転位置に達したときにステータ突極の巻線への通電が開始され、又、巻線電流によりモータ運転モードに適合する回転方向に作用する所要トルクが発生する所定回転角領域を第1の所定回転位置と共に画成する第2の所定回転位置よりも手前の第3の所定回転位置にロータ突極が達したときに通電が停止される。このため、巻線のインダクタンスに起因して通電停止後に巻線に流れる電流は、企図する作用方向とは逆方向に作用する妨害トルクがこの電流によって発生するに至る前に消滅もしくは大幅に低減する。こ

の結果、妨害トルクを相殺するためにエネルギが消費されることがなく、モータ効率が向上する。

好ましくは、第3の所定回転位置に到達する前に次のステータ突極の巻線への通電を開始するので、回転トルクが連続的に発生してモータが円滑に回転する。

図面の簡単な説明

第1A図は、可変リラクタンス型モータを反時計方向に減速運転する場合での、本発明による通電区間と実際巻線電流とを示すグラフ、

第1B図は、モータを反時計方向に加速運転する場合の第1A図と同様のグラフ、

第1C図は、モータを時計方向に加速運転する場合の第1A図と同様のグラフ、

第1D図は、モータを時計方向に減速運転する場合の第1A図と同様のグラフ、

第2A図は、本発明の一実施例の駆動制御方法において3相可変リラクタンス型モータを反時計方向に減速運転する場合での通電区間を示すグラフ、

第2B図は、モータを反時計方向に加速運転する場合の第2A図と同様のグラフ、

第2C図は、モータを時計方向に加速運転する場合の第2A図と同様のグラフ、

第2D図は、モータを時計方向に減速運転する場合の第2A図と同様のグラフ、

第3図は、第2A図～第2D図に示す実施例の方法を

実施するための制御装置の要部を示すブロック図、

第４Ａ図は、可変リラクタンス型モータを、ロータ突極がステータ突極に対向し始める状態で示す部分概略図、

第４Ｂ図は、ロータ突極がステータ突極に完全に対向した状態を示す第４Ａ図と同様の図、および

第５図は、可変リラクタンス型モータの従来の駆動制御方法における通電区間と実際巻線電流とを示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

第１図及び第４図を参照して、本発明によるリラクタンス型モータの駆動制御方法の原理を説明する。

本発明では、モータを時計方向及び反時計方向のいずれに回転すべきか、及び、モータ運転パラメータ（例えばモータ回転速度）の指令値と実際値との偏差に応じて定まるモータ運転モードがモータ回転方向に作用するトルクを発生させる加速モード又は反モータ回転方向に作用するトルクを発生させる減速モードのいずれであるかに応じて、４つの通電パターンのいずれか一つが選択される。

モータを反時計方向に回転させつつ減速モードで運転する場合、第１Ａ図の通電パターンが選択される。この通電パターンによれば、ロータ２１が１８０度の電気角で表される回転位置（第４Ｂ図）に到達してロータ突極２１ａがステータ突極２０Ａと完全に対向したときに、通電区間Ｔの始端に達したと判別されてステータ突極２

０Ａの巻線（図示略）への通電が開始される。この結果、モータ回転方向と反対の時計方向に作用するトルクが発生し、モータが減速運転される。その後、ロータ突極２１ａがステータ突極２０Ａとの対向状態から離脱し始める少し前に、巻線への通電が停止される。通電停止後、巻線のインダクタンスに起因して、実際には巻線に電流Ｉが流れる。そこで、通電区間Ｔ、特に、その終端を好適に設定して、ロータ突極２１ａが３６０度の電気角で表されかつ第４Ａ図のロータ突極２１ｂの回転位置に対応する回転位置に到達してロータ突極２１ａがステータ突極２０Ａとの対向状態から離脱し始めたときに、巻線電流Ｉが零又は零に近い値になるようにしている。この結果、ロータ突極２１ａとステータ突極２０Ａとの対向状態の解除開始時、即ち、次のロータ突極２１ｄが第４Ａ図のロータ突極２１ａの回転位置に対応する回転位置に達してステータ突極２０Ａに対向し始めたときには、ステータ突極２０Ａは消勢される。このため、ステータ突極２０Ａによりロータ突極２１ｄが磁気的に吸引されることがなく、反時計方向に作用するトルクは発生せず、モータの減速運転が阻害されることがない。

モータを反時計方向に回転させつつ加速モードで運転すべき場合、第１Ｂ図の通電パターンが選択される。ロータ２１が電気角０度で表される第４Ａ図の回転位置に達してロータ突極２１ａがステータ突極２０Ａに対向し始めたときに、ステータ突極２０Ａの巻線への通電が開

始される。この結果、モータ回転方向と同一の反時計方向に作用するトルクが発生してモータが加速運転される。その後、ロータ突極２１ａがステータ突極２０Ａと完全に対向する少し前に巻線への通電が停止される。この結果、ロータ突極２１ａが１８０度の電気角で表されかつ第４Ｂ図の回転位置に到達してロータ突極２１ａがステータ突極２０Ａと完全に対向したときに、巻線電流Ｉが零又は零に近い値になる。この結果、ロータ突極２１ａが更に反時計方向に回転し始めたときにはステータ突極２０Ａは消勢されている。従って、ステータ突極２０Ａによりロータ突極２１ａが磁気的に吸引されることがなく、時計方向に作用して加速運転を阻害するトルクは発生しない。

第４Ａ図及び第４Ｂ図でのモータ回転方向とは逆の時計方向にモータを回転させつつ加速モードで運転すべき場合に選択される第１Ｃ図の通電パターンによれば、ロータ２１が電気角３６０度で表される第４Ａ図の回転位置に達してロータ突極２１ｂがステータ突極２０Ａに対向し始めたときに、ステータ突極２０Ａの巻線への通電が開始され、モータ回転方向と同一の時計方向に作用するトルクが発生してモータが加速運転される。その後、ロータ突極２１ｂがステータ突極２０Ａと完全に対向する少し前に巻線への通電が停止される。そして、ロータ突極２１ｂが１８０度の電気角で表されかつ第４Ｂ図のロータ２１ａの回転位置に対応する回転位置に到達して

ロータ突極２１ｂがステータ突極２０Ａと完全に対向したときに、電流Ｉが零または零に近い値になる。この結果、ロータ突極２１ｂが更に時計方向に回転し始めたときにはステータ突極２０Ａは消勢されている。従って、ステータ突極２０Ａによりロータ突極２１ｂが磁気的に吸引されることがなく、反時計方向に作用して加速運転を阻害するトルクは発生しない。

モータを時計方向に回転させつつ減速モードで運転すべき場合、第１Ｄ図の通電パターンに従って、ロータ２１が電気角１８０度で表される第４Ｂ図の回転位置に達してロータ突極２１ａがステータ突極２０Ａに完全に対向したときに、ステータ突極２０Ａの巻線への通電が開始され、これにより、モータ回転方向と逆の反時計方向に作用するトルクが発生し、モータが減速運転される。その後、ロータ突極２１ａがステータ突極２０Ａとの対向状態から離脱し始める少し前に巻線への通電が停止され、これにより、ロータ突極２１ａが０度の電気角で表されかつ第４Ａ図の回転位置に到達してロータ突極２１ａがステータ突極２０Ａとの対向状態から離脱し始めたときには、電流Ｉが零または零に近い値になる。この結果、ロータ突極２１ａとステータ突極２０Ａとの対向状態の解除開始時、即ち、次のロータ突極２１ｂが第４Ａ図の回転位置に達してステータ突極２０Ａに対向し始めたときには、ステータ突極２０Ａは消勢されている。このため、ステータ突極２０Ａによりロータ突極２１ｂが

磁気的に吸引されることがなく、時計方向に作用して減速運転を阻害するトルクは発生しない。

上述の４つの通電パターン、特に、夫々の通電パターンでの通電停止時のロータ電気角位置は、例えば、モータ使用時における回転速度でモータを回転しつつ実測により決定される。好ましくは、多相モータにあっては、通電開始時のロータ電気角と通電停止時のロータ電気角との差が電気角３６０度をモータ相数で割った電気角よりも小さくならないように、通電開始時及び通電停止時のロータ電気角が決定される。これにより、如何なるモータ回転位置においても多相モータのいずれかの相のステータ巻線が必ず励磁され、従って、モータ出力トルクが発生しないモータ回転角領域が生じることがない。

以下、第２Ａ図～第２Ｄ図を参照して、３相可変リラクタンス型モータに用いる本発明の一実施例の駆動制御方法を説明する。

本実施例では、モータ回転方向及びモータ運転モードに応じて４つの通電パターンの対応する一つに従って各相のステータ巻線の通電制御を行うようにしている。又、モータの各相の通電区間Ｔを電気角で１３５度に夫々設定し、即ち、ロータが通電開始時から電気角で１３５度だけ回転したときに通電を停止するようにしている。図示の電気角はＡ相の通電パターンに関連し、Ｂ相及びＣ相はＡ相に対して夫々１２０度及び２４０度だけ位相がシフトしている。

モータを反時計方向に回転させつつ減速モードで運転すべき場合、第２Ａ図の通電パターンに従ってＡ相，Ｂ相及びＣ相のステータ巻線への通電が制御される。電気角１８０度で表されかつロータ突極がＡ相のステータ突極に完全に対向するロータ回転位置に達すると、Ａ相ステータ巻線への通電が開始されてＡ相ステータ突極が励磁され、これにより、モータ回転方向とは逆の時計方向に作用するトルクが発生してモータが減速運転される。その後、ロータが電気角で１５度だけ更に回転して電気角１９５度（＝１８０度＋１５度）で表される回転位置に達すると、後述のように開始されたＣ相の通電が停止される。

Ａ相の励磁開始時からロータが電気角で１２０度だけ更に回転して電気角３００度（＝１８０度＋１２０度）で表される回転位置に達すると、別のロータ突極（以下、第２のロータ突極と云う）がＢ相のステータ突極に完全に対向する。このとき、Ｂ相の通電が開始されてステータ突極が励磁され、モータを減速する時計方向トルクが発生する。そして、ロータがＡ相の通電開始時点からＡ相の通電区間Ｔに対応する電気角だけ回転して電気角３１５度（＝１８０度＋１３５度）で表される回転位置に達すると、Ａ相の通電が停止される。通電停止後も、巻線のインダクタンスに起因してＡ相のステータ巻線に電流が流れ続けてモータを減速するトルクが発生する。その一方で、ロータが電気角で３６０度の回転位置又はそ

の近傍に達すると巻線電流が消滅し、従って、モータを加速するトルクは発生しない。

ロータがB相の通電開始時点から電気角で120度だけ回転して電気角60度（＝300度＋120度）で表される回転位置に達して第2のロータ突極がC相のステータ突極に完全に対向すると、C相のステータ巻線への通電が開始される。C相の通電開始時からロータが電気角で15度だけ更に回転して電気角75度（＝420度＋15度＝300度＋135度）で表されかつB相の通電区間Tの終端に対応する回転位置に達すると、B相の通電が停止される。その後も電気角120度のロータ回転位置に到達するまでは、巻線のインダクタンスに起因してB相巻線電流が流れ続けてモータを減速するトルクが発生する。

電気角180度のロータ回転位置に達してA相の通電が再度開始された後に電気角で15度だけロータが回転してC相の通電区間Tの終端に対応する回転位置（電気角195度）に達すると、上述のように、C相の通電が停止される。その後も電気角240度のロータ回転位置に達するまでは、巻線インダクタンスに起因してC相ステータ巻線に電流が流れてモータを減速するトルクが発生する。その後、上述のA相，B相及びC相の通電制御が繰り返されてモータが減速運転される。

第2B図の通電パターンに従ってモータを反時計方向に回転させつつ加速運転する場合、ロータ突極がA相の

ステータ突極に対向し始めるロータ回転位置（電気角０度）においてＡ相の通電が開始される一方、ロータ突極がＡ相のステータ突極に完全に対向するロータ回転位置（電気角１８０度）よりも電気角で４５度だけ手前の回転位置（電気角１３５度）においてＡ相の通電が停止される。又、ロータ突極がＢ相のステータ突極に対向し始める回転位置（電気角１２０度）において開始されたＢ相の通電は、ロータ突極がＢ相のステータ突極に完全に対向する回転位置よりも電気角で４５度手前の回転位置（電気角２５５度）で停止される。更に、２４０度～１５度の電気角領域に対応するロータ回転角領域においてＣ相の通電が行われる。各相の通電に伴ってロータには反時計方向に作用するトルクが加わる一方で、通電停止後に流れる巻線電流は、実質的な時計方向トルクを発生するに至る前に消滅する。

モータを時計方向に回転させつつ加速運転する場合、第２Ｃ図に示すように、ロータ突極がＡ相，Ｂ相及びＣ相のステータ突極に対向し始めるロータ回転位置（電気角３６０度，１２０度及び２４０度）の夫々においてＡ相，Ｂ相及びＣ相の通電が夫々開始され、通電に伴って時計方向に作用してモータを加速するトルクが発生する。その後、電気角で１３５度の通電区間Ｔに対応する回転角だけロータが回転して通電区間Ｔの終端に対応する回転位置（電気角２２５度，３４５度又は１０５度）に達したときに通電が停止される。通電停止後に流れる巻線

電流は、実質的な反時計方向トルクを発生するに至る前に消滅する。

モータを時計方向に回転させつつ減速運転する場合、第２Ｄ図に示すように、ロータ突極がＡ相，Ｂ相及びＣ相のステータ突極に完全に対向するロータ回転位置（電気角１８０度，３００度及び６０度）の夫々においてＡ相，Ｂ相及びＣ相の通電が夫々開始され、通電に伴って反時計方向に作用するトルクが発生してモータが減速する。その後、電気角で１３５度の回転角だけロータが回転して通電区間Ｔの終端に対応する回転位置（電気角４５度，１６５度又は２８５度）に達したときに通電が停止される。通電停止後に流れる巻線電流は、実質的な時計方向トルクを発生するに至る前に消滅する。

以下、第３図を参照して、上記実施例の方法を実施するための制御装置を説明する。

制御装置は、Ａ相，Ｂ相及びＣ相の関数発生器８Ａ，８Ｂ及び８Ｃを備え、関数発生器の各々は、４種類の通電パターン（第２Ａ図～第２Ｄ図）を格納した図示しないリードオンリメモリ（ＲＯＭ）を有している。各々の通電パターンはロータ電気角領域毎に夫々設定した関数信号値からなり、夫々のＲＯＭに格納された通電パターンの対応するもの同士は電気角で１２０度だけ互いに位相が異なる。

更に、制御装置は、３相可変リラクタンス型モータ６に装着したパルスコーダ７からモータ回転に伴って順次

送出されるＡ相又はＢ相のフィードバックパルスの発生周波数を実際モータ速度を表す電圧に変換するための周波数／電圧変換器９と、図示しない上位制御装置からの速度指令Ｖｃと変換器９の出力との偏差（速度偏差）を増幅してトルク指令Ｔｃを発生するための速度ループ補償回路１とを備えている。そして、関数発生器８Ａ～８Ｃの各々は、パルスコーダ７及び補償回路１に接続され、Ａ相及びＢ相のフィードバックパルスの発生順序に応じてモータ回転方向を判別すると共にトルク指令Ｔｃの正負に応じてモータ運転モードを判別するようになっている。更に、各々の関数発生器は、両判別結果に基づいて選択した所要の通電パターンをなす関数信号値のうちの、パルスコーダ７からのフィードバックパルスが表す実際ロータ電気角θに対応するものを送出するようにされている。

更に、制御装置は、関数発生器８Ａ～８Ｃの対応するものからの関数信号値と補償回路１からのトルク指令Ｔｃとを乗じて電流指令ｉｒ(A)～ｉｒ(C)を夫々発生するための乗算器２Ａ～２Ｃと、電流検出器５Ａ～５Ｃと、これら検出器で検出された実際電流ｉｃ(A)～ｉｃ(C)と電流指令ｉｒ(A)～ｉｒ(C)との対応するもの同士の偏差（電流偏差）を増幅して電圧指令ｅｒ(A)～ｅｒ(C)を夫々発生するための電流ループ補償回路３Ａ～３Ｃと、ＰＷＭインバータ等からなり電圧指令ｅｒ(A)～ｅｒ(C)をモータ６の各相に印加される電圧ｅｒ'(A)～ｅｒ'(C)に

変換するための電力増幅器４Ａ～４Ｃとを備えている。

第３図中、記号Ｇ１（Ｓ）及びＧ２（Ｓ）は、速度ループ補償回路１の伝達関数及び電流ループ補償回路３Ａ～３Ｃの各々の伝達関数を夫々表し、記号Ｇ３は電力増幅器４Ａ～４Ｃの各々のゲインを表す。

以下、第３図の制御装置の作動を説明する。

モータ６の回転に伴ってパルスコーダ７から順次送出されるＡ相又はＢ相のフィードバックパルスの発生周波数が周波数／電圧変換器９において実際モータ速度を表す電圧に変換され、次いで、速度ループ補償回路１において、上位制御装置からの速度指令Ｖｃと変換器９の出力との偏差からトルク指令Ｔｃが生成される。関数発生器８Ａ～８Ｃの各々は、Ａ相及びＢ相のフィードバックパルスの発生順序及びトルク指令Ｔｃの正負に基づいてモータ回転方向及びモータ運転モードを判別し、判別結果に応じて第２Ａ図～第２Ｄ図に示す４種類の通電パターンの一つを選択する。例えば、モータ６を反時計方向に減速モードで運転すべきであると判別すると、関数発生器８Ａ～８Ｃの各々は第２Ａ図の通電パターンを選択し、次に、斯く選択した通電パターンをなす関数信号値のうちの、パルスコーダ７からのフィードバックパルスにより表される実際モータ電気角θに対応するものを送出する。関数発生器８Ａ～８Ｃからの関数信号値とトルク指令Ｔｃとに基づいて乗算器２Ａ～２Ｃにおいて電流指令ｉｒ(A)～ｉｒ(C)が求められる一方、電流検出器５

Ａ～５Ｃにより実際電流ｉｃ(A)～ｉｃ(C)が検出される。そして、電流指令及び実際電流に基づいてループ補償回路３Ａ～３Ｃで求めた電圧指令ｅｒ(A)～ｅｒ(C)が電力増幅器４Ａ～４Ｃにおいて電圧指令ｅｒ(A)～ｅｒ(C)に変換され、次いで、モータ６の各相に印加される。

その後、速度指令Ｖｃとフィードバックパルスとに基づいて好適な通電パターンが選択されると共に、選択した通電パターンをなす関数信号値がモータ回転に伴って順次読み出されてモータ制御に供される。この結果、モータ６が加速モード又は減速モードで運転され、モータ６は所要方向に所要速度で回転する。しかも、第２Ａ図～第２Ｄ図を参照して説明したように、モータ６の各相のステータ巻線のインダクタンスに起因して各ステータ巻線への通電を停止後に巻線に流れる電流は、所要モータ回転方向と逆方向に作用する妨害トルクがこの電流により発生するに至る前に消滅もしくは大幅に低減する。従って、実質的な妨害トルクの発生が防止されてモータ効率が向上する。

請　求　の　範　囲

1．巻線を夫々巻回した複数の突極を有するステータと複数の突極を有するロータとを含むと共に、ロータ回転方向に作用するトルクを発生させる加速モード及び反ロータ回転方向に作用するトルクを発生させる減速モードのうちの、モータ運転パラメータの指令値と実際値との偏差に応じて定まるモータ運転モードで運転される可変リラクタンス型モータに用いる駆動制御方法において、

（ａ）励磁すべきステータ突極に近接するロータ突極が前記モータ運転モードに応じて定まる第１の所定回転位置に達したときに該ステータ突極の巻線への通電を開始して、前記モータ運転モードに適合する回転方向に作用する所要トルクを発生させ、

（ｂ）前記工程（ａ）に関連する巻線に流れる電流により前記所要トルクが発生する所定回転角領域を前記第１の所定回転位置と共に画成する第２の所定回転位置よりも手前の第３の所定回転位置に前記ロータ突極が達したときに前記工程（ａ）で開始した通電を停止して、前記所定回転角領域外において前記巻線に電流が流れることを防止することを特徴とする可変リラクタンス型モータの駆動制御方法。

2．前記加速モードでは前記ロータ突極が前記ステータ突極に対向し始めたときに前記第１の所定回転位置に達したと判別し、前記減速モードでは前記ロータ突極

が前記ステータ突極と完全に対向したときに前記第1の所定回転位置に達したと判別することを特徴とする請求の範囲第1項記載の可変リラクタンス型モータの駆動制御方法。

3．前記加速モードでの前記第2の所定回転位置を当該位置において前記ロータ突極が前記ステータ突極と完全に対向するように定め、前記減速モードでの前記第2の所定回転位置を当該位置において前記ロータ突極が前記ステータ突極との対向状態から離脱し始めるように定めることを特徴とする請求の範囲第2項記載の可変リラクタンス型モータの駆動制御方法。

4．前記第3の所定回転位置を前記巻線のインダクタンスに応じて設定することを特徴とする請求の範囲第1項記載の可変リラクタンス型モータの駆動制御方法。

5．前記モータ運転パラメータとしてモータ回転速度を用い、モータ回転速度の指令値と実際値との偏差に応じて前記加速モード及び前記減速モードの一方を選択することを特徴とする請求の範囲第1項記載の可変リラクタンス型モータの駆動制御方法。

6．前記第3の所定回転位置に到達する前に、次のステータ突極の巻線への通電を開始することを特徴とする請求の範囲第1項記載の可変リラクタンス型モータの駆動制御方法。

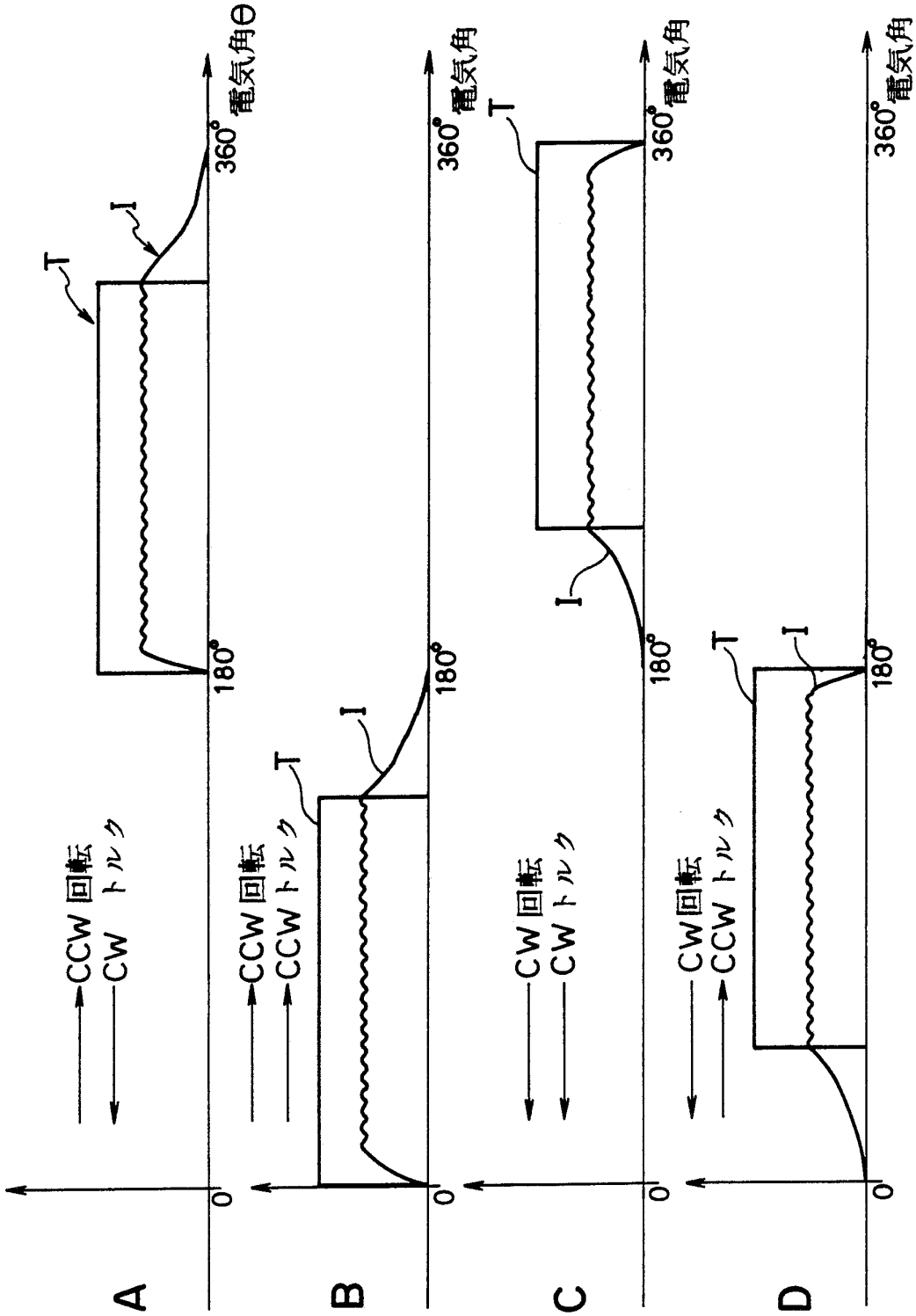


FIG. 1A FIG. 1B FIG. 1C FIG. 1D

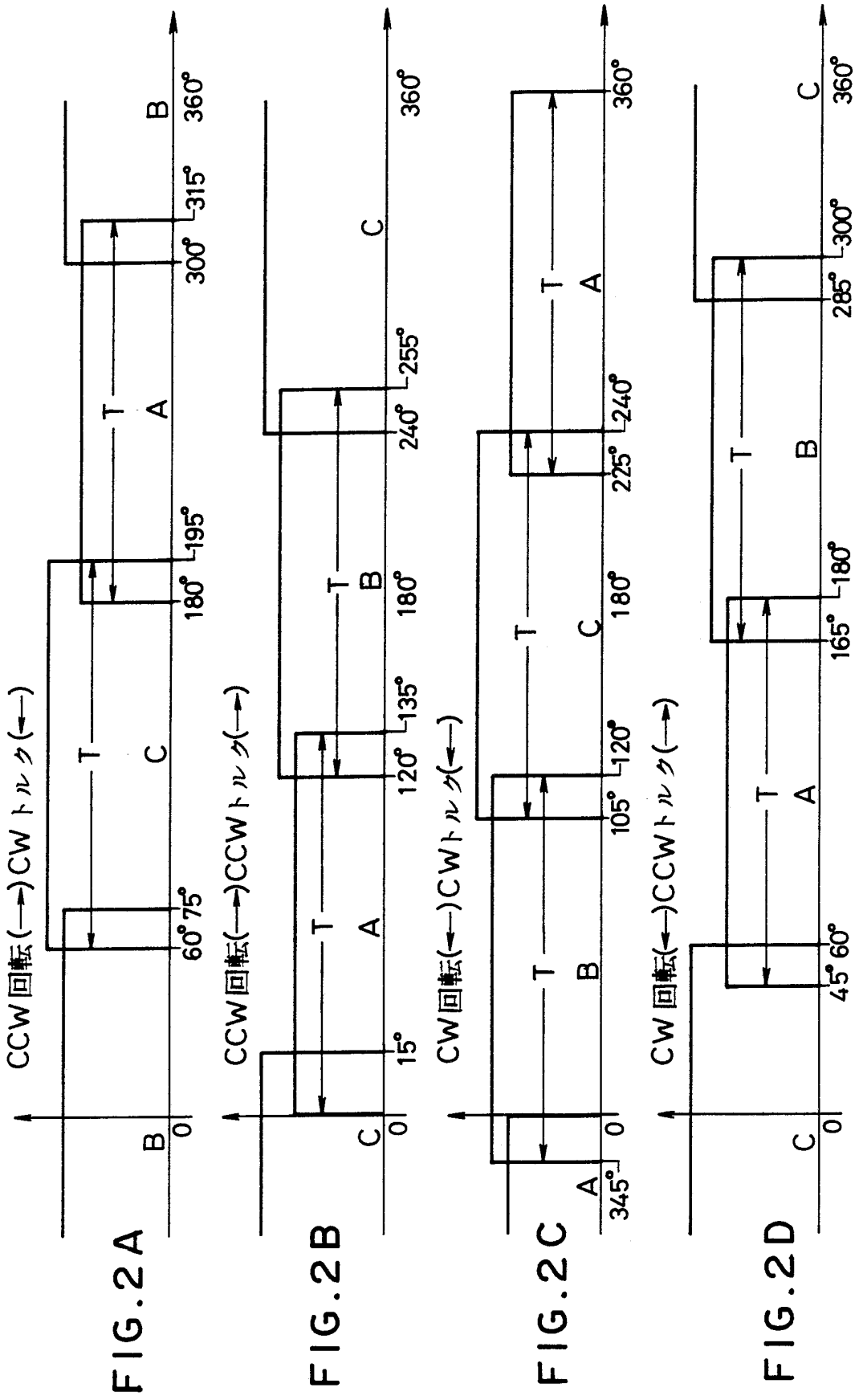


FIG.2A

FIG.2B

FIG.2C

FIG.2D

FIG. 3

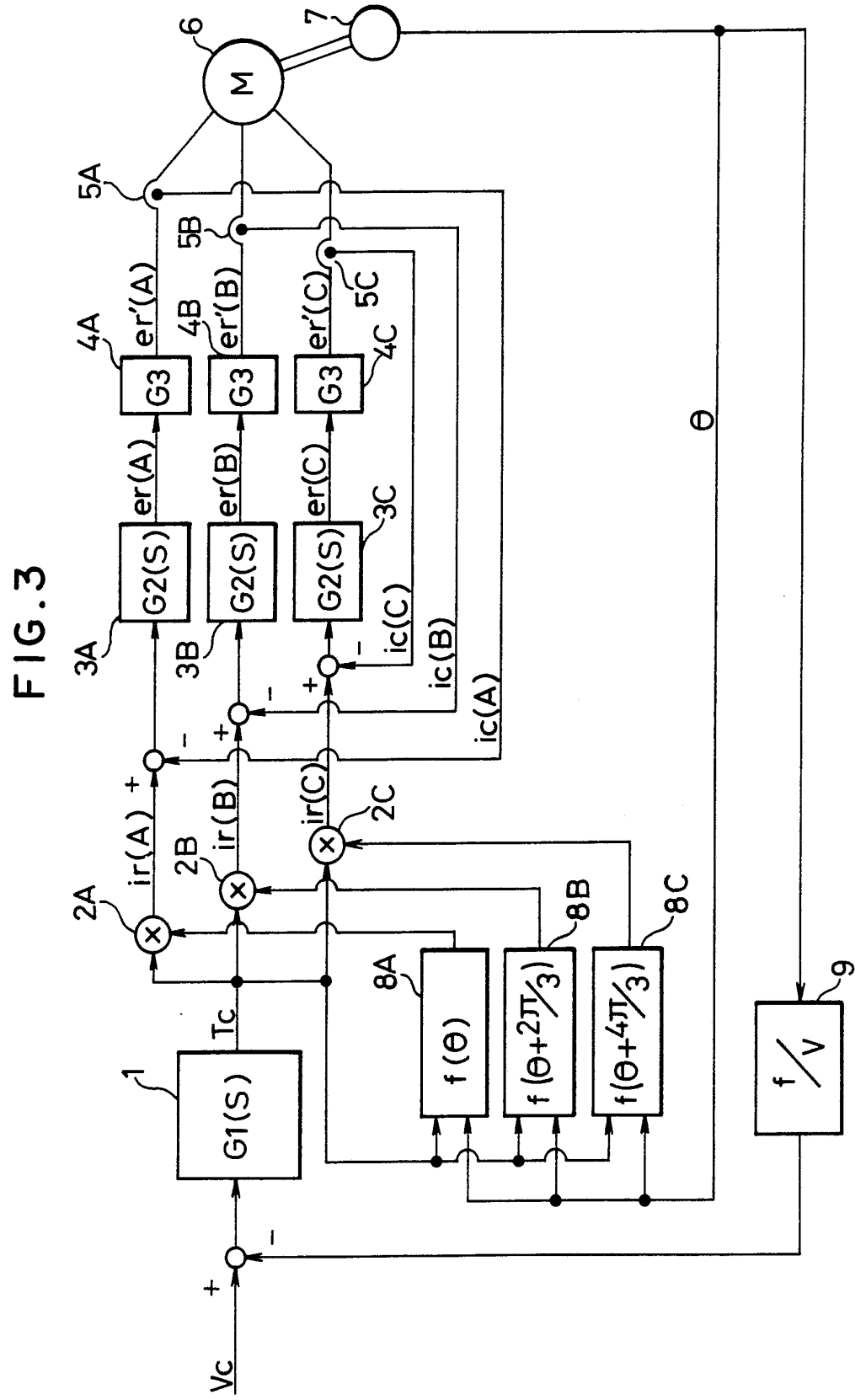

M
6
7
5A
5B
5C
4A
4B
4C
er'(A)
er'(B)
er'(C)
G3
er(A)
er(B)
er(C)
G2(S)
3A
3B
3C
ic(C)
ic(B)
ic(A)
ir(A)
ir(B)
ir(C)
2A
2B
2C
Tc
1
G1(S)
Vc
8A
8B
8C
f(Θ)
f(Θ+2π/3)
f(Θ+4π/3)
Θ
f/V
9

FIG.4A

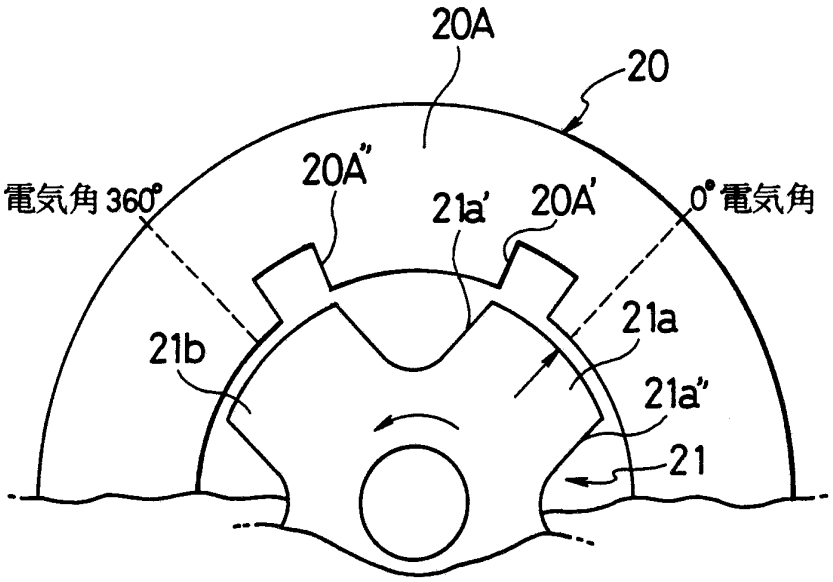

20A
20
20A''
電気角360°
21a'
20A'
0°電気角
21a
21b
21a''
21

FIG.4B

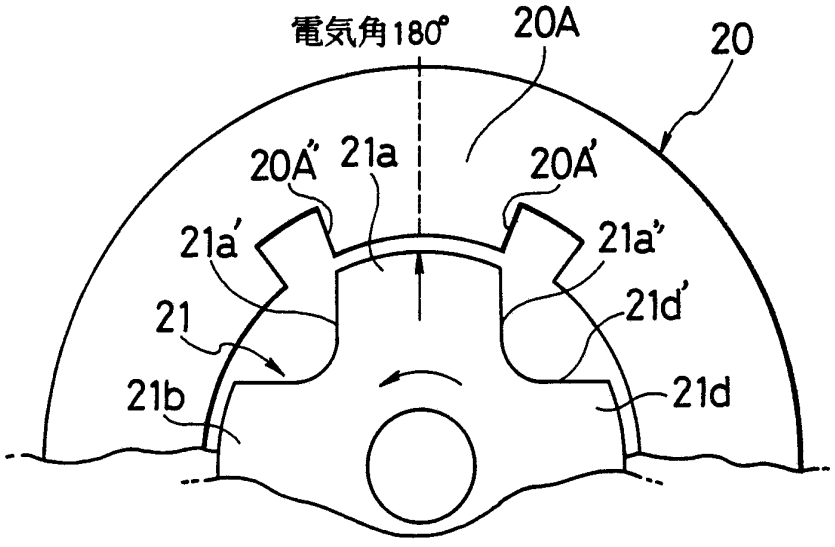
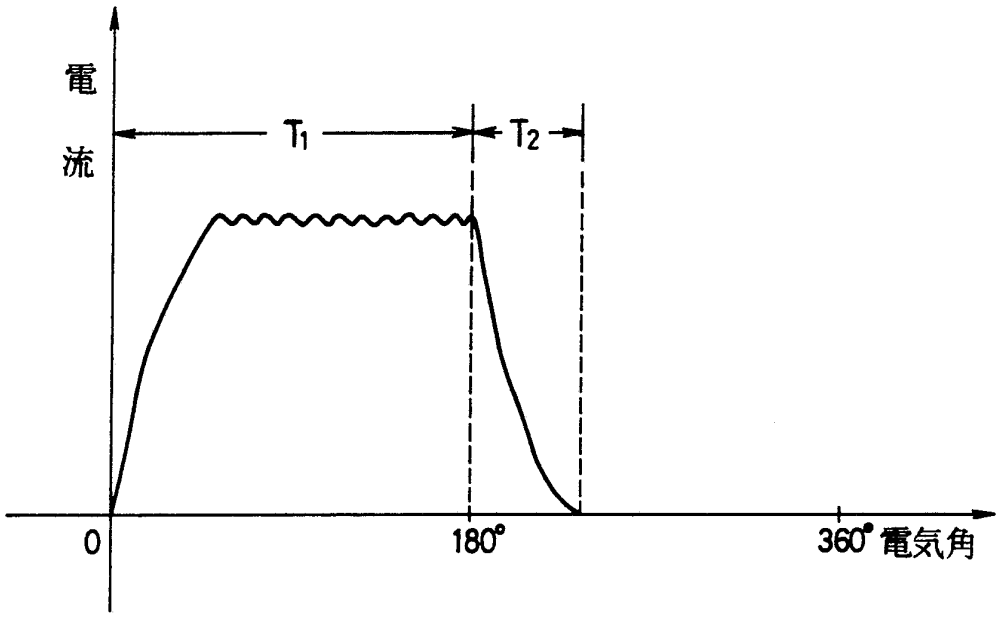

電気角180°
20A
20
20A''
21a
20A'
21a'
21a''
21
21d'
21b
21d

FIG.5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/JP90/01520

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) [6]

According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC

Int. Cl[5] H02P7/00

II. FIELDS SEARCHED

Minimum Documentation Searched [7]

Classification System	Classification Symbols
IPC	H02P5/00, 6/00-02, 7/00, 8/00

Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched [8]

Jitsuyo Shinan Koho	1971 - 1990
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971 - 1990

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT [9]

Category *	Citation of Document, [11] with indication, where appropriate, of the relevant passages [12]	Relevant to Claim No. [13]
X	JP, B2, 54-14727 (Ricoh Co., Ltd.), June 9, 1979 (09. 06. 79)	1-6

* Special categories of cited documents: [10]

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

IV. CERTIFICATION

Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report
February 4, 1991 (04. 02. 91)	February 18, 1991 (18. 02. 91)
International Searching Authority	**Signature of Authorized Officer**
Japanese Patent Office	

国　際　調　査　報　告

国際出願番号PCT/JP90/01520

Ⅰ．発明の属する分野の分類

国際特許分類（IPC）

Int. Cl[5]
H02P7/00

Ⅱ．国際調査を行った分野

調　査　を　行　っ　た　最　小　限　資　料

分類体系	分類記号
IPC	H02P5/00,6/00-02,7/00,8/00

最小限資料以外の資料で調査を行ったもの

日本国実用新案公報　　1971－1990年
日本国公開実用新案公報　　1971－1990年

Ⅲ．関連する技術に関する文献

引用文献のカテゴリー※	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	請求の範囲の番号
X	JP, B2, 54－14727（株式会社　リコー）, 9．6月．1979（09．06．79）	1－6

※引用文献のカテゴリー
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「T」国際出願日又は優先日の後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリーの文献

Ⅳ．認　　証

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
04．02．91	18.02.91

国際調査機関	権限のある職員
日本国特許庁（ISA/JP）	特許庁審査官　藤井　浩　㊞　5H8625