

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5129908号  
(P5129908)

(45) 発行日 平成25年1月30日(2013.1.30)

(24) 登録日 平成24年11月9日(2012.11.9)

(51) Int.Cl. F1  
H02P 6/06 (2006.01) H02P 6/02 321J

請求項の数 7 外国語出願 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2001-212999 (P2001-212999)	(73) 特許権者	502175756
(22) 出願日	平成13年7月13日 (2001.7.13)		ジョンソン コントロールズ オートモー
(65) 公開番号	特開2002-112569 (P2002-112569A)		ティブ エレクトロニクス
(43) 公開日	平成14年4月12日 (2002.4.12)		フランス国、95520 オスニ、ショゼ
審査請求日	平成20年6月17日 (2008.6.17)		ー ジュレ セザール、18
(31) 優先権主張番号	0009304	(74) 代理人	100083806
(32) 優先日	平成12年7月17日 (2000.7.17)		弁理士 三好 秀和
(33) 優先権主張国	フランス (FR)	(74) 代理人	100095500
前置審査			弁理士 伊藤 正和
		(74) 代理人	100111235
			弁理士 原 裕子
		(72) 発明者	ジャン-マリ ロラン
			フランス国、78360 モントゥソン、
			リュ モーリス ベルトー 29 ビス

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 2モードの電力供給スイッチングを有する電気モーター

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電子的にスイッチされるモーターであって、

3相駆動巻線(12)を備えた固定子-回転子アセンブリ(10、12)を有し、さらに、該巻線に電力を供給するための直列のスイッチ(20、22)と、参照速度( $V_c$ )でモーターの速度を調節するのに適した制御手段(26、28、32)とを有し、

該制御手段(26、28、32)は、

固定子(12)と回転子(10)の相対速度をモニタリングするための手段(18、26、28)と、

反復されるシーケンスに従って各スイッチ(20、22)をオンとオフにスイッチさせる手段とを含み、

該シーケンスは、該速度モニタリング手段(18、26、28)によって供給される信号( $V_c$ 、 $V_m$ )の関数として駆動巻線へ電力供給するように選択されており、該シーケンスは、該速度モニタリングの関数であるデューティ比を持つオン/オフパルスの連続を含んでおり、

該制御手段が、該モニタリング手段(18、26、28)によって発せられる信号にตอบสนองしてスイッチ(20、22)を制御する2つのモードを発生させるのに適しており、

第一のモードが、

スイッチ制御シーケンスの1/3の間継続するアクティブーション期間の間、各スイッチがオンであるか、または各スイッチがオンパルスの連続によって制御されるというモー

10

20

ドであり、かつ、

第二のモードが、

該シーケンスの 1 / 3 の前記期間とシーケンスの 1 / 3 の該期間より早い期間とを加えたものを含むアクティベーション期間の間、各スイッチ ( 2 0、2 2 ) がオンであるか、または各スイッチがオンパルスの連続によって制御されるというモードであり、

第二のスイッチ制御モードのシーケンスが、スイッチオン状態を持っており、該スイッチオン状態が、第一のモードの最終稼働のシーケンスにおけるスイッチのオン状態を含んでおり、かつ、前記オン状態のうちの 1 つによって直接的に延長された、位相の早いオンパルスの連続、またはオン状態を含み、

第一のモードから第二のモードへの切り替わりにおいて、第二モードの第一稼働のシーケンスのオン/オフのシーケンスでは、第一モードの最後の稼働のシーケンスと同じデューティ比を含み、かつ、非ゼロ時間の区間の間、前記オン状態のうちの 1 つによって直接的に延長され位相の早いオンパルスの連続、またはオン状態を含み、

前記切り替わりにおいて、早い方の期間は 2 0 % ~ 6 0 % の範囲にあるデューティ比のパルスの区間であることを特徴とする前記モーター。

【請求項 2】

第一のモードから第二のモードへの移り変わりにおいて、スイッチのオン/オフのシーケンスが、第一のモードと第二のモードの両方において同一であることを特徴とする、請求項 1 に記載のモーター。

【請求項 3】

制御手段が、速度モニタリング手段によって発せられる信号の関数として位相の早いオンパルスの連続を、またはオン状態の継続時間を、変化させるのに適していることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載のモーター。

【請求項 4】

第一のモードが、各スイッチのアクティベーション期間の 1 / 3 が一連のパルスで構成され、それに続く前記期間の 2 / 3 がスイッチ ( 2 0、2 2 ) の連続オン状態で構成されているモードであることを特徴とする、請求項 1 に記載のモーター。

【請求項 5】

上記の早い方の期間が、シーケンスの 1 / 6 の間継続することを特徴とする、請求項 4 に記載のモーター。

【請求項 6】

第一のモードから第二のモードへの切り替わりにおいて、早い方の期間が、2 0 % ~ 6 0 % の範囲にあるデューティ比を持つオンパルスを有する時間区間であることを特徴とする、請求項 3 と合わせた請求項 5 に記載のモーター。

【請求項 7】

第一のモードから第二のモードへの切り替わりにおいて、早い方の期間が、約 4 0 % のデューティ比を持つオンパルスを有する時間区間であることを特徴とする、請求項 6 に記載のモーター。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

本発明は、高効率および低コストが同時に必要とされる用途のための、「ブラシレス」モーターとしても公知の、電子的にスイッチされるモーターに関する。本発明は、非常に変化する流量における圧力下での作動液体でアクチュエータまたはサーボモーター送りポンプを駆動するために、自動車産業で主に適用されるが、これに制限されない。

【0 0 0 2】

図 1 は、従来の電子的にスイッチされるモーターの例を示す。図によると、モーターは永久磁石の回転子 1 0 と固定子とを含み、この固定子は 3 つの巻線 1 2 と位置センサ 1 8 とを有する。スイッチのブリッジを形成する 3 方ブランチ制御モジュールは、直流 ( D C ) 電源 1 6 から巻線 1 2 に電力を供給するよう働く。各ブランチは 2 つの直列に接続されたスイッチ 2 0 および 2 2 を有し、電圧源 1 6 と接地との間には種々のブランチが接続され

10

20

30

40

50

ている。各スイッチ自体はフリーホイールダイオード 24 と並列に接続されている。

【0003】

図1の回路は、減算器26をさらに有し、この減算器は、速度参照値を与えるデジタル信号 $V_c$ を受ける一方の入力と、回転子10の速度を表すデジタル信号を受けるデジタル信号 $V_m$ を受ける他方の入力とを有する。該信号 $V_m$ は、位置センサ18からの出力信号を受ける計算器28によって発せられる。

【0004】

計算器28は、デジタル信号をその出力30に発するように設計され、このデジタル信号はオープニングのデューティ比を表すか、または連続したアクティベーション (activation; 活化、作動) の期間中に巻線12へと供給される周期的な電圧パルスのRCOを表す。この信号は、減算器26によって供給された制御偏差信号 $v_e$ に基づいて発生される。電力供給スイッチ20および22を制御する回路32は、RCOの値に基づいて、ならびに回転子の位置を特定するセンサ18によって発せられる信号に基づいて、さらにまた周波数制御および同期信号34に基づいて、スイッチ閉鎖信号を発生させる。

10

【0005】

このような回路を制御する幾つかの方法、特に、いわゆる120°モード、およびいわゆる180°モードが既に公知である。

【0006】

120°タイプモードでは、このモジュールは、デューティ比(これは速度を調節するように変化する)を呈する周期的な電圧パルスをモーターの各位相に連続して供給するが、種々の位相に電力が供給される期間には、時間のオーバーラップは全く無く、ある方向そしてその反対方向に同じ位相が供給される連続的な期間があり、これらの期間は、前記位相が電力を受けない間の期間で分断されている。

20

【0007】

電力供給モードは、高効率を与えるという利点を示す。しかしながら、高いトルクは低速でしかを得ることができない。おおよそ一定であるトルクを与える、速度の関数としてのトルクの稼働特性を、120°タイプの制御は備えるが、一定の電力での稼働に近づく特性を有することが望ましいだろう。

【0008】

デューティ比が100%に達すると、電流を増加させることでしかトルクの増加を得ることができず、電流自体をモーターベアリングの強度に合致した値に制限しなければならない。

30

【0009】

高速回転で非常に高いトルク値を必要とする用途では、いわゆる「180°タイプモード」制御が用いられる。そのモードでは、各スイッチがアクティベート (activate; 活化、作動) されている期間は、3つの位相の全てに電力が同時に供給される期間であり、一方にまたは他の方向に各位相へ電力が連続的に供給される期間である。このために、いわゆる180°タイプモードは、120°タイプモードの電力供給に存在する、電力が供給されていない期間を埋める。

【0010】

しかし、モーターに軽く負荷がかかっている場合、180°タイプモードは減少した効率を示し、これは、特に、ジュール効果損失を増大させる大きな無効成分が存在することに起因する。

40

【0011】

本発明の目的は、高速回転で高トルクを示し、低速で低損失を示すような様式で制御される同期電気モーターを提案することである。

【0012】

本発明の第二の目的は、制御手段が2つのモード間のスイッチング時に突発的なトルク変化または速度変化をいずれも生じないモーターを提案することと、複雑な電子制御手段を必要とすることなくこれを達成することである。

50

## 【 0 0 1 3 】

本発明によれば、本発明の目的は電子的にスイッチされるモーターによって達成され、該モーターは、3相駆動巻線を備えた固定子-回転子アセンブリを有し、さらに、該巻線に電力を供給するための直列のスイッチと、参照速度でモーターの速度を調節するのに適した制御手段とを有し、該制御手段は、固定子と回転子の相対速度をモニタリングするための手段と、反復されるシーケンスに従って各スイッチをオンとオフにスイッチさせる手段とを含み、該シーケンスは、該速度モニタリング手段によって供給される信号の関数として駆動巻線へ電力供給するように選択されており、該シーケンスは、該速度モニタリングの関数であるデューティ比を持つオン/オフパルスの連続を含んでおり、当該モーターの特徴は、該制御手段が、該モニタリング手段によって発せられる信号にตอบสนองしてスイッチを制御する2つのモードを発生させるのに適しており、第二のスイッチ制御モードのシーケンスが、スイッチオン状態を持っており、該スイッチオン状態が、第一のモードの最終稼働におけるスイッチのオフ状態を含んでおり、かつ、前記オン状態のうちの1つによって直接的に延長され位相の進んだオンパルス(オンのパルス)の連続、またはオン状態を含んでいることである。

10

## 【 0 0 1 4 】

このようなモーターは、モード間の移り変わりを円滑にするための集中的な計算を必要としないので特に有利である。

## 【 0 0 1 5 】

本発明の他の特徴、目的および利点は、添付の図面を参照して以下の詳細な説明を読むことで明らかとなるだろう。

20

- ・図1は、従来の構造のスイッチング制御手段を備えたモーターの電気回路図である。
- ・図2は、本発明のモーターの種々の位相に120°モードで電力を供給する、一連の期間を示す、タイミング図である。
- ・図3a~3dは、それぞれ互いに時間の一致したタイミング図であって、当該モーターの位相において単一電圧がどのように変化するか、当該モーターの位相において複合電圧がどのように変化するかを示し、ホール効果センサによって発せられる、回転子の位置を検出する信号、および120°モードでの稼働時に本発明のモーターの6つのスイッチに印加されるコントロール電圧を示している。
- ・図4は、180°モードで稼働する本発明のモーターの種々の位相に対する連続した電力供給期間を示すタイミング図である。
- ・図5は、本発明のモーターの制御回路のブロック図である。
- ・図6は、120°モードにおいて1つの位相の電流がどのように変化するかを示す。
- ・図7は、180°タイプモードにおいて1つの位相の電流がどのように変化するかを示す。
- ・図8は、180°タイプモード、100%で稼働する場合に、1つの位相での電流がどのように変化するかを示す。

30

## 【 0 0 1 6 】

上記装置の全体的な構造は、図1の構造と同様である。

## 【 0 0 1 7 】

当該装置の制御手段は、また、2つのスイッチングモード、120°タイプモードおよび180°タイプモードの一方または他方を実施するように設計される。

40

## 【 0 0 1 8 】

120°タイプモードでは、図2および3a~3dに示されるように実施される。

## 【 0 0 1 9 】

3つのホールセンサ18の各々は、1ターンの半分(180°)にわたる高レベルと、残りの半ターンにわたる低レベルとを有する方形波信号を発する。

## 【 0 0 2 0 】

図3cおよび3dに示すように、任意の所定の位相における「トップ」スイッチ(スイッチ20a、20b、20c)は、該位相に関連する検出信号の正の部分の最後の120°

50

にわたってアクティベートされ、対して同一の所定の位相の「ボトム」スイッチ（スイッチ 22a、22b、22c）は、検出信号のゼロ部分の最後 120° にわたってアクティベートされる。

【0021】

120°モードでは、所定のスイッチがアクティベートされる各期間は、2つの60°の区間（インターバル）にさらに分割される。すなわち、選択されるデューティ比（パルス幅変調（PWM）信号という）でチョッパ信号が付与される第一の区間、およびスイッチを閉じたまま（すなわち導通しているように）しておくために一定の電圧が導入される第二の区間である。

【0022】

第一の区間では、選択されたPWMにおいて、所望の回転速度に対して回転子が有するいかなる遅延をも取り戻すために、より大きなトルクまたはより小さなトルクが得られるように、当該の位相に導入される駆動電力が決定される。

【0023】

この区間においてデューティ比が100%に達し、かつ測定速度と参照速度との間の差分 $v_d$ が依然として負であると、このとき、本発明の装置は以下に述べるように180°制御モードにスイッチされる。

【0024】

この第二のモードでは、当該のスイッチは180°の期間にわたってアクティベートされる。この期間は、上記120°期間に対して前に延長される。

【0025】

さらに正確には、180°アクティベーション期間は、上記の120°期間だけでなく、該120°期間の開始の直前の60°の区間をもカバーする。

【0026】

この60°先行区間は、測定速度を参照速度に到達させるように選択されるデューティ比のPWM信号で占有される。

【0027】

これに対して、先のモードの120°期間に対応するこの期間の一部は、180°タイプモードにスイッチングする直前と同一のオン/オフ・シーケンスを保つ。従って、この120°期間の第一の区間は、デューティ比が100%のPWM（すなわち、連続的な信号）を有し、そしてこの120°期間の第二の区間はその連続的な電位のままである。

【0028】

この180°モードでは、0%稼働点（operating point）は、従って、120°モードの100%稼働点で得られる信号と同じ制御信号に一致する。

【0029】

120°期間の前にアクティベーション期間を加えることによる位相進みの基本思想に基づいて、この、180°タイプの稼働の第二のモードは、高速で伸びるトルクを増加させる利点を示す。

【0030】

この特定の180°モード（これは、120°モードの最大値に存在した制御波形を保存している）を選択することで、トルクまたは速度にいかなる不連続もない2つのモード間の移り変わりが得られ、もはや、デューティ比に必要な移り変わり（transition）の計算は必要ではない。

【0031】

必要なトルクを発するのに120°モードの稼働が十分である間、即ち、単に120°モードでのデューティ比を変化させることで $v_d$ が達成され得る限り、当該装置はこのモードのままである。100%のデューティ比に達すると、装置は、このような必要性の判断をいずれも要求することなく、自動的に180°タイプモードへとスイッチする。必要とされるのは、整合（マッチング）を全く必要としないモード間の直接の切り替えのみである。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 2 】

同様に、180°タイプのモードが0%のデューティ比に達すると、複雑な判断手段を必要とすることなく、120°モードへの切り換えが自動的に進行する。電子的な判断手段を必要としないという事実によって、バッテリー電圧に依存するような手段に関連した欠点を回避することが可能となる。このような装置はまた、速度を計算する際の誤差、さらにモーターの電子部品の不整合（ミスマッチ）に起因する悪影響を回避することを可能とする。

## 【 0 0 3 3 】

さらに（最大トルクを得るために）、始動時に120°モードに切り換えるためのいかなる用意も必要ではない。なぜなら、切り換えは、この場合は、自動的であるからである。

10

## 【 0 0 3 4 】

別の態様では、120°ゾーンがその最大のデューティ比に達すると、該120°期間に先立つ正の制御信号の始まりを前進的に進めることによって位相の進みが生じるようにしたものが提供される。

## 【 0 0 3 5 】

この場合、可変の位相の進みは、必要に応じてデューティ比を変化させることで得られるが、しかし、120°ゾーンにおいて最大デューティ比の点に達した後だけであって、この120°期間における突然の変化は全く含まない。

## 【 0 0 3 6 】

これは、その終点が0および200%である調節器（レギュレータ）を提供し、そしてこの調節器は、それぞれが0～100%の範囲にわたって変化し得る2つの標準的なPWM調節器として細分される。

20

## 【 0 0 3 7 】

図5に示されるように、本発明のモーターの好ましい制御回路は、計算器60（追いつくべき速度差分を指し示す）へ制御信号を発するために、減算器26の利用を継続し、該減算器は速度差分信号 $v_d$ を発し、続いて調節器51を介してフィルタリングし、バッテリー電圧 $U_{bat}$ の関数としてスケールリングする。計算器60の前のこの第一のブランチを参照番号100で示す。計算器60は、適用されるデューティ比ならびに制御モードを決定する。

## 【 0 0 3 8 】

図6～8は、バッテリーによって発せられる位相電流がこの回路によってどのように変化するのかを示す。

30

## 【 0 0 3 9 】

デューティ比が100%でない場合、180°モードにおけるバッテリーからの位相電流はより高く、そして低い値へと向かう急峻な状態になっていくことが見受けられるだろう。

## 【 0 0 4 0 】

別の態様では、120°モードでのデューティ比が100%に達すると、該回路は、PWMゾーンにおける0%よりも大きな最初のデューティ比を伴う上記の180°タイプモードへと切り替わるように形成される。有利なものとして、デューティ比が20%～60%までの範囲に存在し、好ましくは約40%であるようにしたものが形成される。

40

## 【 0 0 4 1 】

従って、調節器からの、わずかに100%を超える出力参照（output reference）は、180°タイプモードにおいて0%のデューティ比を与えるのではなく、例えば、40%のデューティ比へと直接的に進むことが推定される。

## 【 0 0 4 2 】

本発明の180°タイプモードのデューティ比を0～40%の範囲にわたって変化させることは、概しては、モーターの挙動に殆ど影響を与えないことが分かった。この範囲では、位相進みにおいて印加されるさらなる電圧は無視できる。発生した電流が非常に低く（数アンペア）、断続的であることが位相電流で見受けられ得る。

50

【0043】

本発明の装置によって、低トルクのゾーンおよび高速のゾーンにおける効率までも改善され、そしてモード間をスイッチングするとき良好な安定性が達成され、しかも、このことは、バッテリー電圧、ならびにモーターおよびエレクトロニクス of 物理的なパラメータとは無関係である。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、従来の構造のスイッチング制御手段を備えたモーターの電気回路図である。

【図2】図2は、本発明のモーターの種々の位相に120°モードで電力を供給する一連の期間を示す、タイミング図である。

【図3】図3a~3dは、それぞれ互いに時間の一致したタイミング図であって、当該モーターの位相において単一電圧がどのように変化するか、当該モーターの位相において複合電圧がどのように変化するかを示し、ホール効果センサによって発せられる、回転子の位置を検出する信号、および120°モードでの稼働時に本発明のモーターの6つのスイッチに印加されるコントロール電圧を示している。

【図4】図4は、180°モードで稼働する本発明のモーターの種々の位相に対する連続した電力供給期間を示すタイミング図である。

【図5】図5は、本発明のモーターの制御回路のブロック図である。

【図6】図6は、120°モードにおいて1つの位相の電流がどのように変化するかを示す。

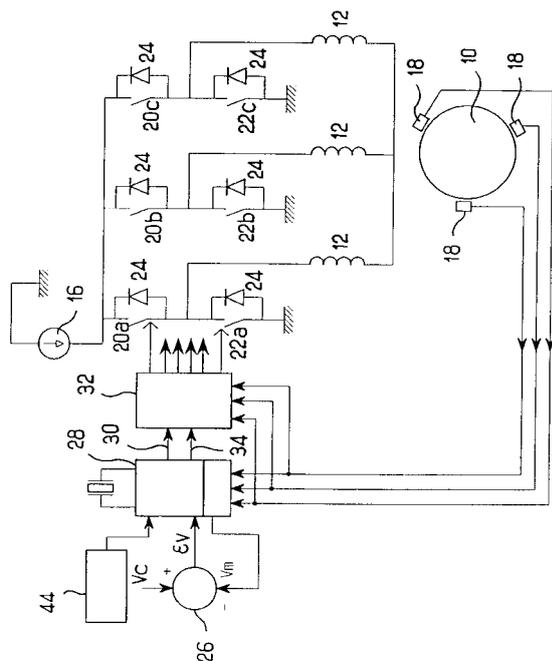
【図7】図7は、180°タイプモードにおいて1つの位相の電流がどのように変化するかを示す。

【図8】図8は、180°タイプモード、100%で稼働する場合に、1つの位相での電流がどのように変化するかを示す。

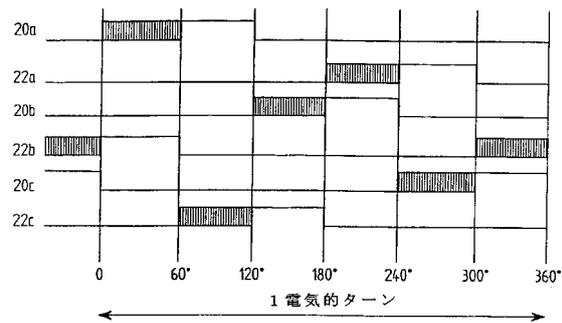
10

20

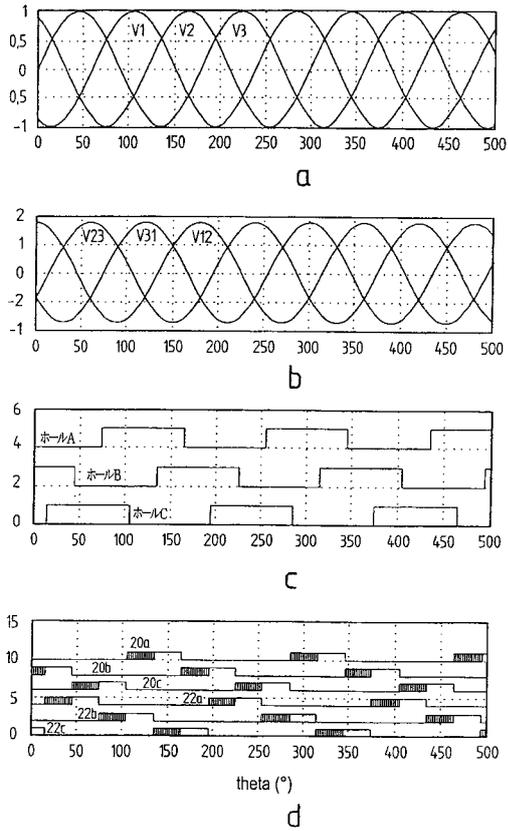
【図1】



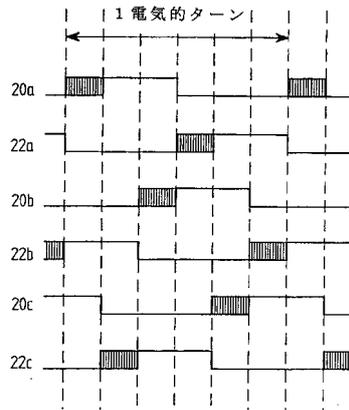
【図2】



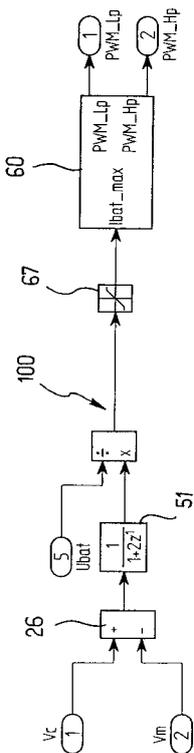
【図3】



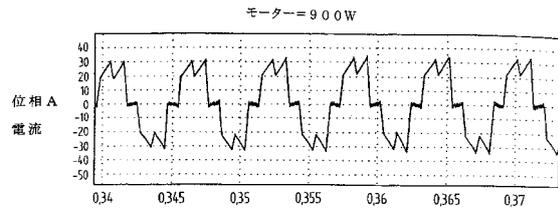
【図4】



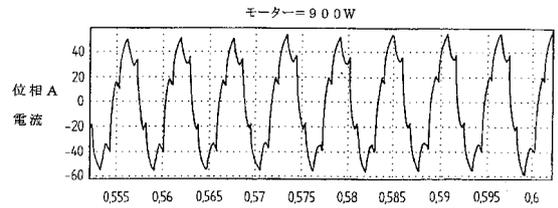
【図5】



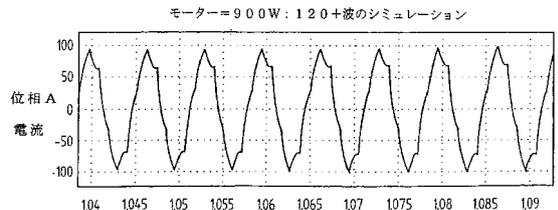
【図6】



【図7】



【図8】



---

フロントページの続き

審査官 高橋 祐介

(56)参考文献 特開平09-056012(JP,A)  
特開平08-116699(JP,A)  
特開平01-255494(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H02P 6/06