

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4115423号
(P4115423)

(45) 発行日 平成20年7月9日(2008.7.9)

(24) 登録日 平成20年4月25日(2008.4.25)

(51) Int.Cl. F 1
H02P 6/06 (2006.01) H02P 6/02 341H

請求項の数 7 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2004-140076 (P2004-140076)	(73) 特許権者	000114215 ミネベア株式会社
(22) 出願日	平成16年5月10日(2004.5.10)		長野県北佐久郡御代田町大字御代田410 6-73
(65) 公開番号	特開2005-6494 (P2005-6494A)	(74) 代理人	100083840 弁理士 前田 実
(43) 公開日	平成17年1月6日(2005.1.6)		
審査請求日	平成17年2月23日(2005.2.23)	(74) 代理人	100116964 弁理士 山形 洋一
(31) 優先権主張番号	10326606.2	(72) 発明者	アンドラス レルケス ドイツ連邦共和国、78073 バードデ ュールハイム、イム バッサースタイン 29
(32) 優先日	平成15年6月13日(2003.6.13)		
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)	審査官	西村 泰英

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ブラシレス直流モータの転流制御方法、およびその方法を実施する転流制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ステータに対するロータの位置が直接または間接に検出され、検出されたロータ位置に応じて、予め設定された転流進み角のタイミングに基づく外部からの駆動電圧が少なくとも1つのモータ巻線に対して印加されるブラシレス直流モータの転流制御方法であって、
前記モータは、

まず、第1駆動電圧が予め設定された第1転流進み角のタイミングに対応させて供給されることにより第1駆動状態となるように駆動され、第1回転速度が検出される第1工程と、

前記第1駆動電圧の供給が予め設定された第2転流進み角のタイミングに変えられることと、前記第1駆動状態が第2駆動状態に切り替えられ、第2回転速度が検出されて、前記第1回転速度と前記第2回転速度が比較される第2工程と、

前記比較の結果、前記第1回転速度と前記第2回転速度とが異なるとき、前記第1駆動電圧を、前記第2回転速度と前記第1回転速度と一致させるように第2駆動電圧に変更する第3工程と

を有し、

前記第1工程乃至第3工程は、所定時間周期毎に繰り返され、

前記繰り返し時の前記第1工程における前記第1回転速度の検出は、

前記第3工程で所定回転数または所定時間回転された後、前記第1駆動状態に短時間切り替えられて新規に検出される

__ことを特徴とするブラシレス直流モータの転流制御方法。

【請求項 2】

前記第 2 工程及び前記第 3 工程の第 2 駆動状態で駆動される時間である第 2 駆動時間は、
、
前記第 1 工程の第 1 駆動状態で駆動される時間である第 1 駆動時間の複数倍の長さを有している

ことを特徴とする請求項 1 に記載のブラシレス直流モータの転流制御方法。

【請求項 3】

前記第 3 工程で、
前記比較の結果、前記第 2 駆動状態の前記第 2 回転速度が、前記第 1 回転速度から所定量以上に低下していた場合には、

前記変更される第 2 駆動電圧は、前記モータに印加される第 1 駆動電圧が上昇させられた電圧となる

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のブラシレス直流モータの転流制御方法。

【請求項 4】

前記第 3 工程で、
前記比較の結果、前記第 2 駆動状態の前記第 2 回転速度が、前記第 1 回転速度から所定量以上に上昇していた場合には、

前記変更される第 2 駆動電圧は、前記モータに印加される第 1 駆動電圧が低下させられた電圧となる

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のブラシレス直流モータの転流制御方法。

【請求項 5】

前記第 1 工程のモータの第 1 回転速度、及び、前記第 2 工程のモータの第 2 回転速度は、
、
前記第 1 転流進み角および前記第 2 転流進み角における各転流タイミングの間の期間により検出される

ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載のブラシレス直流モータの転流制御方法。

【請求項 6】

1 方向のみに回転するファン駆動用装置に用いられるモータに適用される
ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項に記載のブラシレス直流モータの転流制御方法。

【請求項 7】

前記請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の方法を実施するために、
モータに対して、前記第 1 駆動電圧を予め設定された第 1 転流進み角のタイミングに対応させて供給することによる第 1 駆動状態から、予め設定された第 2 転流進み角のタイミングに対応させて供給することによる第 2 駆動状態への切替を実施し、さらに、その逆方向の切替を実施する切替手段と、

前記第 1 駆動状態のモータ駆動時及び前記第 2 駆動状態のモータ駆動時に、ロータの前記第 1 回転速度と前記第 2 回転速度を検出する手段と、

前記検出された前記第 1 回転速度と前記第 2 回転速度を比較する手段と、
前記第 2 駆動状態での駆動時に生じる前記第 2 回転速度の前記第 1 回転速度からの変化分を、モータ巻線に印加される前記第 1 駆動電圧を前記第 2 駆動電圧に変更することによって補償する手段と

を含むことを特徴とするブラシレス直流モータの転流制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ステータに対するロータの位置が直接または間接に検出され、検出されたロータ位置及び予め設定された供給電流の位相における転流進み角のタイミングに対応して

10

20

30

40

50

、少なくとも1つのモータ巻線に外部駆動電圧が印加されるブラシレス直流モータの転流制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ブラシレス直流モータでは、回転中のロータ位置が所定の位置（回転中のステータ電流が所定の位相位置）になった時に、モータ電流（または電圧）の正負が電子的に転流（切り替え）される。そのような転流の制御は、例えば、単相モータの場合には、1回転（電気角）毎に2回の転流が実施される。また、転流制御は、例えば、三相モータの場合には、120°（電気角）毎に3個の電力スイッチが設けられ、その中の1つの電力スイッチが遮断されると、他の電力スイッチが投入されることで実施される。このような転流の制

10

【0003】

ブラシレス直流モータのモータ電流の転流を制御する場合、モータ巻線が比較的大きなインダクタンスを有していることから、電流がインダクタンスにより一定時間継続されて転流タイミングが遅らされる。このタイミング遅れを補償するために、いわゆる転流進み角によるタイミング制御（以下、転流進み角制御と記載）が実用化されている。この転流進み角制御は、通常の転流のタイミングでの制御よりも幾分早く、すなわちロータが電流

20

【0004】

これを実現するために2つの可能性を有する方法が存在する。1つの方法は、ロータが中性領域に到達したことをホールセンサが検出した時の代わりに、そこからわずかにずれた先の位置にロータが到達した時に転流を実施させるものである。しかし、この方法は、1方向にしか回転しないモータ（例えばファンモータ）にしか適用することができない。この方法の欠点は、ステータ電流が、ホールセンサの検出信号に悪影響を与える場合があることであり、極端な場合には、起動困難に陥るおそれがあるということである。

【0005】

もう一つの方法は、特にファンに適用されるモータでは、負荷、言い換えれば大きな慣性モーメントを有しているという事実を利用するものである。そのため、このファン用のモータの駆動回転速度は、比較的緩慢にしか変化しない。そのためホール信号における2つの極性変化タイミング間の時間が検出される。隣接する2つの極性変化タイミング間の時間が一定に維持されるという前提に立てば、転流進み角制御は、タイマ要素によって制御することができる。このタイマは、ハードウェア的に、例えば、マイクロコントローラのカウンタ・タイマ・ユニットによって実現するか、ソフトウェア的に実現することができる。この方法の利点は、ホールセンサを、巻線電流によるセンサへの悪影響が対称性を有するという理由により極小化された中性領域に位置させることができることである。この方法の欠点は、電子制御装置、例えば、高価なマイクロコントローラにやや高度な要求

30

40

【0006】

モータにおける転流進み角制御のタイミングは、ホールセンサ、つまり一般的な位置センサが無くても決定することができる。このような、いわゆるセンサレスモータの場合、モータ巻線がセンサとして利用される。この方法は、特に電子的な転流回路が外部に設けられたモータにおいて利点を発揮する。なぜなら、この方法では、モータ内にセンサ、および、場合によってはそのホルダをも必要としないばかりでなく、モータ外部の電子回路へのセンサリード線や、それらに対応するプラグ等を省略することができるからである。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 0 7 】

転流進み角制御では、ロータ位置がどのように検出されるか、あるいは、その制御がどのように実施されるかということとは別に、その進み角がどのような大きさでなければならないかという問題を有している。なぜなら、転流進み角制御では、モータ駆動時のトルク/回転速度の特性も、モータ効率も、その進み角の大きさにより影響を受けるからである。さらに、転流進み角制御の特別な場合には、その転流の進み角の大きさを適切に設定することにより、モータ騒音を改善できる場合があるからである。

【 0 0 0 8 】

速度制御されずに駆動されるモータでは、特定の特性、例えば、モータ効率を最適化しようとして、転流進み角制御における進み角の大きさを变化させた場合、トルク/回転速度の特性も变化させることになる。このことは、例えば、そのモータが速度制御されずに駆動されるファン用のモータの場合、モータ効率については最適化できても、トルク/回転速度については仕様上の最適な動作点とは異なる他の動作点で動作されることになり、その結果、回転速度つまりは風量が変化するということになる。

【 0 0 0 9 】

また、従来の転流進み角制御では、例えば、モータ効率のような一部のモータ特性を改善するために進み角を制御した場合、トルク/回転速度等の他のモータ特性を变化させることなく改善することが不可能であるという問題があった。

【 0 0 1 0 】

本発明は、上記した問題を解決するためになされたものであって、トルク/回転速度の特性(動作点)を実質的に最適な動作点から变化させることなくモータの効率等の特性を改善できるブラシレス直流モータの転流制御方法およびブラシレス直流モータの転流制御装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

上記した目的を達成するために、本発明のブラシレス直流モータの転流制御方法は、ステータに対するロータの位置が直接または間接に検出され、検出されたロータ位置に応じて、予め設定された転流進み角のタイミングに基づく外部からの駆動電圧が少なくとも1つのモータ巻線に対して印加されるブラシレス直流モータの転流制御方法であって、モータは、まず、第1駆動電圧が予め設定された第1転流進み角のタイミングに対応させて供給されることにより第1駆動状態となるように駆動され、第1回転速度が検出される第1工程と、第1駆動電圧の供給が予め設定された第2転流進み角のタイミングに変えられることで、第1駆動状態が第2駆動状態に切り替えられ、第2回転速度が検出されて、第1回転速度と第2回転速度が比較される第2工程と、比較の結果、第1回転速度と第2回転速度とが異なるとき、第1駆動電圧を、第2回転速度と第1回転速度と一致させるように第2駆動電圧に変更する第3工程とを有し、

前記第1工程乃至第3工程は、所定時間周期毎に繰り返され、

前記繰り返し時の前記第1工程における前記第1回転速度の検出は、

前記第3工程で所定回転数または所定時間回転された後、前記第1駆動状態に短時間切り替えられて新規に検出される。

【 0 0 1 2 】

また、本発明のブラシレス直流モータの転流制御装置は、上記した制御方法を実施するために、モータに対して、第1駆動電圧を予め設定された第1転流進み角のタイミングに対応させて供給することによる第1駆動状態から、予め設定された第2転流進み角のタイミングに対応させて供給することによる第2駆動状態への切替を実施し、さらに、その逆方向の切替を実施する切替手段と、第1駆動状態のモータ駆動時及び第2駆動状態のモータ駆動時に、ロータの第1回転速度と第2回転速度を検出する手段と、検出された第1回転速度と第2回転速度を比較する手段と、第2駆動状態での駆動時に生じる第2回転速度の第1回転速度からの変化分を、モータ巻線に印加される第1駆動電圧を第2駆動電圧に

変更することによって補償する手段とを含んでいる。

【発明の効果】

【0013】

本発明のブラシレス直流モータの転流制御方法によれば、モータの駆動時の様々な特性、例えば、電流消費や効率、動作騒音などの特性について最適化あるいは改善することができ、しかも、同時に、トルク/回転速度等の他の特性（動作点）を実質的に最適な動作点から変化させることなく維持することができる。従って、本発明のブラシレス直流モータの転流制御方法を用いて、モータにおける特定の特性について最適化あるいは改善する場合には、すでに存在している製品に適用する場合でも他の特性を犠牲にすることがないので、容易に導入することができる。また、本発明による特定の特性の改善は、多くの場合、ハードウェアを変更すること無しに、つまり、モータに付加的なコストをかけることなく実施することができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下に、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

図1は、単相巻線型ブラシレス直流モータのブロック図であり、単相巻線型ブラシレス直流モータの各構成が単純化されて示されている。

【0015】

図1に示されたモータには、モータ本体1およびそれに付属するモータ制御装置2を含んでいる。モータ本体1は、単相巻線型ブラシレス直流モータの全システムに対する狭義のモータ、すなわちモータ本体である。モータ制御装置2は、モータ本体1へ供給される電源電圧 V_{DC} の供給タイミング（電気角）を制御するものであり、モータ本体1に内蔵されてもよく、また外部に設けられてもよい。モータ巻線3は、単相であり、所定（正負）の極性の電流が切り替えられて（転流されて）流される。制御装置2のトランジスタ $T_1 \sim T_4$ は、電気角の位相で 180° 区間ごとに所定（例えば、正負）の極性の電流を切り替える。つまり、モータに供給される電源電圧 V_{DC} の極性は、制御装置2のトランジスタ $T_1 \sim T_4$ によって電気角位相が 180° ごとに切り替えられる。この種の単相巻線型ブラシレス直流モータは、例えば、一方向のみに回転するファンを駆動するために用いられる。

20

【0016】

図2は、転流進み角のタイミングが変化したときのファン駆動用直流モータの回転速度対トルク特性を示す特性線図である。

30

図2には、図1の直流モータが例えばファンモータとして駆動されるときにのトルク-回転速度特性が線で示されている。横軸が回転速度であり、縦軸がトルクである。実線の直線で示されるモータ特性線10は、駆動電圧が第1駆動電圧で、転流進み角が正規の回転数となるように予め設定された第1転流進み角で制御される場合（第1駆動状態）の、回転速度に対するトルクのモータ特性を示す線である。点線の直線で示されるモータ特性線20は、転流進み角が第1転流進み角から効率等の改善のために変化された第2転流進み角で制御される場合（第2駆動状態）の、回転速度に対するトルクのモータ特性を示す線である。実線の曲線である負荷特性線11は、ファンに対応する負荷特性を示す線である。

40

【0017】

モータ特性線10は、負荷特性線11と所定の正規の動作点12で交差しており、その動作点12における回転速度 D_1 およびトルク T_r1 は比較的高い値となっている。この場合の回転数 D_1 が正規の所定回転数となる。効率等の改善のために第2転流進み角で制御される場合のモータ特性線20は、負荷特性線11と動作点21で交差しており、その動作点21における回転速度 D_2 およびトルク T_r2 は、回転速度 D_1 およびトルク T_r1 と比べて比較的低い値となっている。ファンの風量は回転数により変動するので、モータが第2転流進み角で制御される場合には、効率等は改善できても、回転数が減少することで、ファンとしての仕様を満足できなくなる可能性がある。

50

【 0 0 1 8 】

図 3 a は、ファン駆動用モータのステータ電流が予め設定された第 1 転流進み角のタイミングで推移する様子を示す第 1 の特性図である。図 3 b は、ファン駆動用モータのステータ電流が効率等の改善のための第 2 転流進み角のタイミングで推移する様子を示す第 2 の特性図である。図 3 c は、ファン駆動用モータのステータ電流が第 2 転流進み角よりもさらに進められた第 2 ' の転流進み角のタイミングで推移する様子を示す第 2 ' の特性図である。図 3 a ~ 図 3 c では、横軸が時間 t で、縦軸がステータ電流 I である。

【 0 0 1 9 】

図 3 a は、例えば、図 1 のモータ巻線 3 に対して、第 1 駆動電圧で、第 1 転流進み角のタイミングで転流制御する場合（第 1 駆動状態）で、図 2 のモータ特性線 1 0 と負荷特性線 1 1 が交わる動作点 1 2 におけるモータ巻線 3 を流れる電流の推移を示すものである。この図 3 a は、モータ本体 1 のロータの 1 回転に対応させて、理論的にずれ（時間シフト）が無い完全な転流タイミング T_{m1} 、 T_{m2} 、 T_{m3} で電流の極性が切り替えられた 1 転流サイクルを示すものである。選択された動作点 1 2 および図示された第 1 転流進み角の制御タイミングでは、比較的大きなピーク電流 I_{p1} が発生していることが認められる。

10

【 0 0 2 0 】

図 3 b は、転流進み角のタイミングが、例えば、時間的に進み方向へ一定量だけずらされ（時間シフトされ）た第 2 転流進み角の転流タイミング T_{a1} 、 T_{a2} 、 T_{a3} で転流制御される場合（第 2 駆動状態）である。図 3 c は、転流進み角のタイミングが、図 3 b と同様であるが、時間的に進み方向へさらに一定量だけずらされた第 2 ' の転流進み角の転流タイミング T_{b1} 、 T_{b2} 、 T_{b3} で転流制御される場合（第 2 ' 駆動状態）である。図 3 b および 3 c には、転流進み角におけるこの進んだ転流タイミング $T_{a1} \sim T_{a3}$ 、 $T_{b1} \sim T_{b3}$ の設定状況が示されている。

20

【 0 0 2 1 】

これらの場合には、ステータ電流において、時間的な推移特性だけでなく、その実効値およびそのピーク値にも大きな影響が与えられる。例えば、図 3 a と比較した場合のステータ電流のピーク値は、図 3 b ではピーク電流 I_{p1} よりも低いピーク電流 I_{p2} として示され、図 3 c では、それよりも更に低いピーク電流 I_{p3} として示されている。ステータ電流の時間的な推移特性、実効値およびピーク電流が変化することは、それによってモータの特性が変化すること、つまり、モータの効率も変化させられることになる。

30

【 0 0 2 2 】

ここで、例えば、第 1 転流進み角のタイミングが第 2 転流進み角のタイミングに変更された場合（第 2 駆動状態）とすると、モータ特性も変化し、図 2 に示されたモータの当初の特性を示す実線のモータ特性線 1 0 から新たな特性である点線で示されたモータ特性線 2 0 に移行して、動作点 1 2 もファンの負荷特性線 1 1 上の新たな動作点 2 1 に移行される。その場合、図 2 の特性線図から認められるように、モータの回転速度 D_1 は D_2 に低下する。本発明では、このモータの回転速度が低下する状態において、両動作点 1 2 および 2 1 の間で所定時間周期毎に切り替わるように、転流進み角のタイミングが所定時間周期毎に変更される。

40

【 0 0 2 3 】

その際に、各動作点 1 2 及び 2 1 における、切替前後の実際の回転速度 D_1 、 D_2 が検出され、さらに、動作点 1 2 における目標となる回転速度 D_1 と、動作点 2 1 における回転速度 D_2 とが比較される。動作点 2 1 における回転速度 D_2 は、図 2 に認められるように動作点 1 2 における回転速度 D_1 より低い。本発明では、モータが第 2 駆動状態すなわち転流進み角のタイミングが第 2 転流進み角のタイミングに変化した場合であっても、図 2 の当初の動作点 1 2 で動作可能とするために、モータ巻線 3 に供給される第 1 駆動電圧は、対応する目標回転速度 D_1 が再び得られるような第 2 駆動電圧まで上昇させられる。

【 0 0 2 4 】

図 4 は、本発明のブラシレス直流モータの転流制御方法を示すフローチャートである。

50

図4は、図1に示したモータ制御装置2により実施される本発明の転流制御方法を示す。まず、モータを起動する場合には、予め設定された第1転流進み角のタイミングで第1駆動電圧がモータ巻線3に供給されることにより、モータは第1駆動状態となる(ステップS1)。

【0025】

次に、その第1駆動状態の実際のモータ回転速度D1が検出される(ステップS2)。その後、第2転流進み角のタイミングに対応する第2駆動状態への切替が行われる(ステップS3)。第2駆動状態においても実際の第2回転速度D2が検出される(ステップS4)。

【0026】

検出された回転速度D1および回転速度D2が互いに比較され、回転速度D2が回転速度D1よりも低いか否かが判断される(ステップS5)。第2回転速度D2が第1回転速度D1より低い場合(S5:YES)には、第1駆動電圧は両回転速度が一致するまで上昇させられて第2駆動電圧となり(ステップS6)、ステップS4に戻って新たな第2回転速度D2'が検出される。

【0027】

第2回転速度D2が第1回転速度D1より低くない場合(S5:NO)には、第2回転速度D2が第1回転速度D1よりも高いか否かが判断される(ステップS6)。第2回転速度D2が第1回転速度D1より高い場合(S6:YES)には、第1駆動電圧は両回転速度が一致するまで低下させられて第2'駆動電圧となり(ステップS8)、ステップS4に戻って新たな第2回転速度D2''が検出される。

【0028】

その後、モータは、第2転流進み角のタイミングおよび第2駆動電圧あるいは第2'駆動電圧のうちの実際の駆動電圧による第2駆動状態で、所定時間だけ駆動される(ステップS9)。その後、ステップS1に戻って第1駆動状態に再び切り替えられ、新たな推移動作が開始される。

【0029】

本実施の形態のブラシレス直流モータの転流制御方法では、ステータに対するロータの位置が直接または間接に検出され、検出されたロータ位置に応じて、予め設定された転流進み角のタイミングに基づく外部からの駆動電圧が少なくとも1つのモータ巻線に対して印加される。そして、本実施の形態のモータの転流制御方法は、まず、第1駆動電圧が予め設定された第1転流進み角のタイミングに対応させて供給されることにより第1駆動状態となるように駆動され、第1回転速度D1が検出される第1工程と、第1駆動電圧の供給が予め設定された第2転流進み角のタイミングに変えられることで、第1駆動状態が第2駆動状態に切り替えられ、第2回転速度D2が検出されて、第1回転速度D1と第2回転速度D2が比較される第2工程と、その比較の結果、第1回転速度D1と第2回転速度D2とが異なるとき、第1駆動電圧を、第2回転速度D2と第1回転速度D1と一致させるように第2駆動電圧に変更する第3工程とを有している。

【0030】

本実施の形態のブラシレス直流モータの転流制御方法は、第1工程～第3工程が、所定時間周期毎に繰り返され、その繰り返し時の第1工程における第1回転速度D1の検出は、第3工程で所定回転数または所定時間回転された後、第1駆動状態に短時間切り替えられて新規に検出される。

【0031】

本実施の形態のブラシレス直流モータの転流制御方法は、第2工程及び第3工程の第2駆動状態で駆動される時間である第2駆動時間は、第1工程の第1駆動状態で駆動される時間である第1駆動時間の複数倍の長さを有している。

【0032】

本実施の形態のブラシレス直流モータの転流制御方法は、第3工程の比較の結果、第2駆動状態の第2回転速度D2が、第1回転速度D1から所定量以上に低下していた場合に

10

20

30

40

50

は、変更される第2駆動電圧は、モータに印加される第1駆動電圧が上昇させられた電圧となる。また、第3工程の比較の結果、第2駆動状態の第2回転速度D2が、第1回転速度D1から所定量以上に上昇していた場合には、変更される第2駆動電圧は、モータに印加される第1駆動電圧が低下させられた電圧となる。

【0033】

本実施の形態のブラシレス直流モータの転流制御方法は、第1工程のモータの第1回転速度D1、及び、第2工程のモータの第2回転速度D2は、第1転流進み角および第2転流進み角における各転流タイミングの間の期間により検出されることにより制御する方法である。

【0034】

本実施の形態のブラシレス直流モータの転流制御方法は、1方向のみに回転するファン駆動用装置に用いられるモータに適用されると好適である。

【0035】

本実施の形態のブラシレス直流モータの転流制御装置は、上記した転流方法を実施するために、モータに対して、第1駆動電圧を予め設定された第1転流進み角のタイミングに対応させて供給することによる第1駆動状態から、予め設定された第2転流進み角のタイミングに対応させて供給することによる第2駆動状態への切替を実施し、さらに、その逆方向の切替を実施する切替手段と、第1駆動状態のモータ駆動時及び第2駆動状態のモータ駆動時に、ロータの第1回転速度D1と第2回転速度D2を検出する手段と、検出された第1回転速度D1と第2回転速度D2を比較する手段と、第2駆動状態での駆動時に生じる第2回転速度D2の第1回転速度D1からの変化分を、モータ巻線に印加される第1駆動電圧を第2駆動電圧に変更することによって補償する手段とを含んでいる。

【0036】

本実施の形態によれば、モータは第1と第2の2つの駆動状態で駆動される。その場合、好ましくは予め設定された第1転流進み角のタイミングによる第1駆動状態と、最適化された第2転流進み角のタイミングによる第2駆動状態との間で一方から他方へ、およびその逆方向に周期的に切替が行われる。第1転流進み角のタイミングと新たな第2転流進み角のタイミングとの間の切替によって、図2に示すように回転速度D1が回転速度D2に変化してしまう場合には、新たな動作点21も以前の動作点12からずれてしまう。この回転速度D2のずれを補償するために、第2駆動状態では、転流進み角のタイミング制御が第2転流進み角になると共に、モータの駆動電圧についても、モータが新たな第2転流進み角のタイミングによる駆動の際でも当初の動作点12と同じ回転速度D1で動作できるように変更される。

【0037】

本実施の形態によれば、最適化された第2転流進み角のタイミングによる回転速度D2が、予め設定された第1転流進み角のタイミングによる回転速度D1より低ければ、最適化された第2転流進み角のタイミングによる駆動時のモータ駆動電圧が、例えばパルス幅変調(PWM)により上昇させられる。

【0038】

本実施の形態のモータが予め設定された第1転流進み角のタイミング(基準角)で動作する時間は、最適化された第2転流進み角のタイミングで動作する時間に比較して相対的に短い。そうすることによって、本実施の形態のモータの平均的な効率は、上記した周期的切替によっても、あまり悪影響を受けないか、ほとんど悪化されることがなくなる。しかし、予め設定された第1転流進み角のタイミングにおける駆動時間は、速度変化が正確に検出できるように十分長いものでなければならない。

【0039】

例えば、モータの使用される周囲条件によっては、モータの負荷が交換または変化する可能性があるが、本実施の形態では、そのような場合の変化してしまう回転速度D2を検出するため、モータに対して、一定回転数の後、または、所定時間周期毎(例えば1秒毎)に、短時間(例えばモータの1回転に相当する時間)だけ、第2駆動状態から第1駆動状

10

20

30

40

50

態に切り替えるようにしている。そして、その後、即座に再び第2駆動状態に切り替えるようにしている。

【0040】

本実施の形態では、回転速度は、付加的なセンサなしに転流信号（例えばホール信号）から検出することができる。回転速度を比較するためには、転流進み角のタイミング制御における2つの極性変化タイミング間の時間を検出するだけで十分である。その場合、それらの時間は直接比較することができる。この場合、検出される時間が長いことは、もちろん回転速度が低いことを意味する。

【0041】

このように本実施の形態のブラシレス直流モータの転流制御方法によれば、モータの駆動時の様々な特性、例えば、電流消費や効率、動作騒音などの特性について最適化あるいは改善することができ、しかも、同時に、トルク/回転速度等の他の特性（動作点）を実質的に最適な動作点から変化させることなく維持することができる。従って、本実施の形態のブラシレス直流モータの転流制御方法を用いて、モータにおける特定の特性について最適化あるいは改善する場合には、すでに存在している製品に適用する場合でも他の特性を犠牲にすることがないので、容易に導入することができる。また、本実施の形態による特定の特性の改善は、多くの場合、ハードウェアを変更すること無しに、つまり、モータに付加的なコストをかけることなく実施することができる。

【0042】

本実施の形態は、ステータに対するロータの位置が直接または間接に検出され、検出されたロータ位置に応じて、予め設定された転流進み角のタイミングに基づいて少なくとも1つのモータ巻線に外部駆動電圧が印加されるブラシレス直流モータの転流制御方法に関し、本実施の形態によれば、最適化された第2転流進み角のタイミングと予め設定された第1転流進み角のタイミングとの間で一方から他方へ、またはその逆方向に、好ましくは周期的に切替が行われる。転流進み角のタイミングの切替によって回転速度に変化が生じた場合、新たな動作点は以前の動作点から逸脱してしまうが、本実施の形態では、回転速度のずれを補償するために、転流進み角のタイミングとともにモータ駆動電圧も変更されるので、トルク/回転速度の特性（動作点）を実質的に変化させることなくモータの駆動特性を改善するブラシレス直流モータの転流制御方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】単相巻線型ブラシレス直流モータのブロック図である。

【図2】転流進み角のタイミングが変化したときのファン駆動用直流モータの回転速度対トルク特性を示す特性線図である。

【図3a】ファン駆動用モータのステータ電流が予め設定された第1転流進み角のタイミングで推移する様子を示す第1の特性図である。

【図3b】ファン駆動用モータのステータ電流が効率等の改善のための第2転流進み角のタイミングで推移する様子を示す第2の特性図である。

【図3c】ファン駆動用モータのステータ電流が第2転流進み角よりもさらに進められた第2'の転流進み角のタイミングで推移する様子を示す第2'の特性図である。

【図4】本発明のブラシレス直流モータの転流制御方法を示すフローチャートである。

【符号の説明】

【0044】

- 1 モータ本体、
- 2 モータ制御装置、
- 3 モータ巻線、
- 10、20 モータ特性線、
- 11 負荷特性線、
- 12、21 動作点、
- T₁ ~ T₄ トランジスタ、

10

20

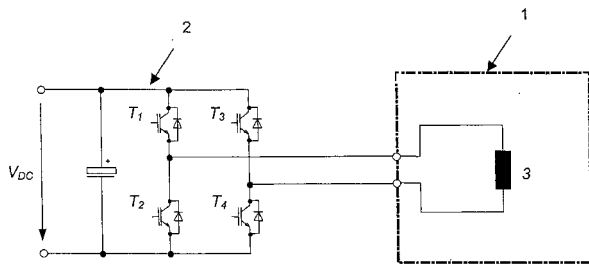
30

40

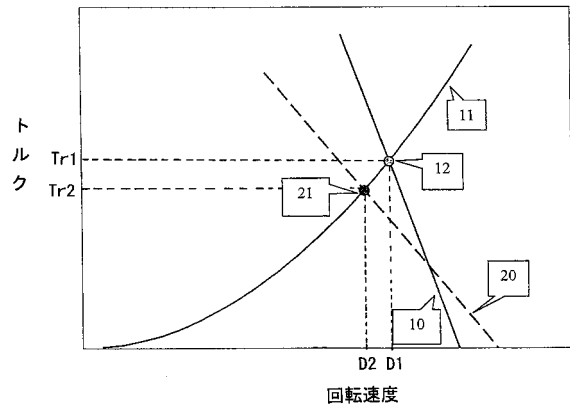
50

V_{DC} 電源電圧、
 $D1$ 、 $D2$ 回転速度、
 $Tr1$ 、 $Tr2$ トルク、
 $Tm1 \sim Tm3$ 、 $Ta1 \sim Ta3$ 、 $Tb1$ $Tb3$ 転流タイミング、
 I 電流、
 $Ip1$ 、 $Ip2$ 、 $Ip3$ ピーク電流、
 t 時間。

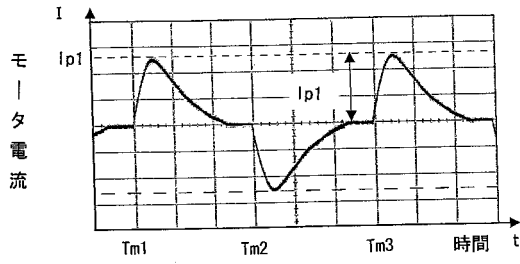
【図1】



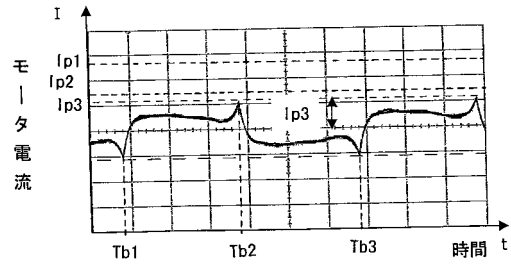
【図2】



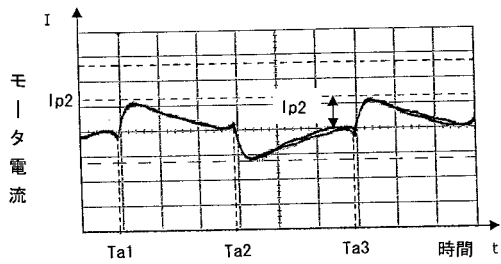
【図3a】



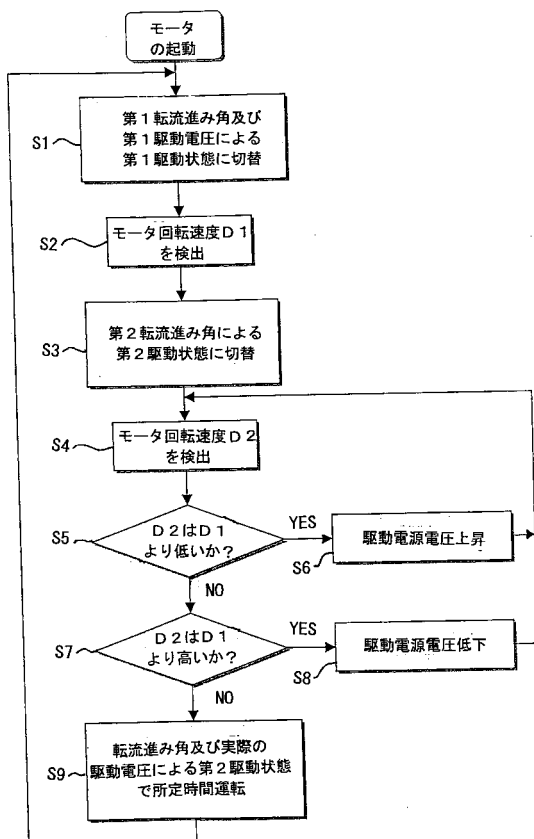
【図3c】



【図3b】



【図4】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-281780(JP,A)
特開2002-272163(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02P 6/06