

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-280044
(P2006-280044A)

(43) 公開日 平成18年10月12日(2006.10.12)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO2K 29/00 (2006.01)	HO2K 29/00	5H019
HO2K 3/18 (2006.01)	HO2K 3/18	5H603
	HO2K 3/18	P

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2005-92066 (P2005-92066)	(71) 出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22) 出願日	平成17年3月28日 (2005.3.28)	(74) 代理人	100086405 弁理士 河宮 治
		(74) 代理人	100098280 弁理士 石野 正弘
		(74) 代理人	100125874 弁理士 川端 純市
		(72) 発明者	西野 英樹 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		(72) 発明者	谷本 清隆 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

最終頁に続く

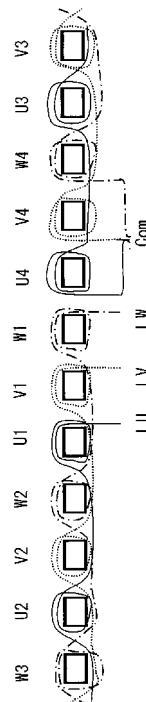
(54) 【発明の名称】 三相DCブラシレスモータ及び巻線方法

(57) 【要約】

【課題】 PWMセンサレス駆動方式において、モータコイル巻き線のアンバランスによって生じる誘導電圧のDCオフセット成分の発生を抑え、安定した起動を行うためコイル巻線を採用した三相DCブラシレスモータ及びコイル巻線方法を提供する。

【解決手段】 三相DCブラシレスモータの電機子巻き線の巻き方は、相互インダクタンスの差が略零となることを特徴とする三相DCブラシレスモータ。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

3 N 本 (N は、正の整数) の放射状に延びたステータと、
 4 N 個の永久磁石を N 極と S 極を交互に配置したロータと、
 3 本目毎のステータに巻かれた第 1 相の巻線と、
 次の 3 本目毎のステータに巻かれた第 2 相の巻線と、
 更に次の 3 本目毎のステータに巻かれた第 3 相の巻線と、を有し、
 第 1 相の巻線と、第 2 相の巻線と、第 3 相の巻線とのいずれか 2 つの巻線の相互インダクタンスの差が略零になることを特徴とする 3 相 DC ブラシレスモータ。

【請求項 2】

3 N 本 (N は、正の整数) の放射状に延びたステータと、
 4 N 個の永久磁石を N 極と S 極を交互に配置したロータと、
 3 本目毎のステータに巻かれた第 1 相の巻線と、
 次の 3 本目毎のステータに巻かれた第 2 相の巻線と、
 更に次の 3 本目毎のステータに巻かれた第 3 相の巻線と、を有し、
 第 1 相の巻線は、第 1 相の最終のステータに正方向に巻かれた後、そのまま所定の位置から引き出され、
 第 2 相の巻線は、第 2 相の最終のステータに正方向に巻かれた後、そのまま所定の位置から引き出され、
 第 3 相の巻線は、第 3 相の最終のステータに正方向に巻かれた後、そのまま所定の位置から引き出されることを特徴とする 3 相 DC ブラシレスモータ。

【請求項 3】

3 N 本 (N は、正の整数) の放射状に延びたステータと、
 4 N 個の永久磁石を N 極と S 極を交互に配置したロータと、
 3 本目毎のステータに巻かれた第 1 相の巻線と、
 次の 3 本目毎のステータに巻かれた第 2 相の巻線と、
 更に次の 3 本目毎のステータに巻かれた第 3 相の巻線と、を有し、
 第 1 相の巻線は、第 1 相の最終のステータに正方向に巻かれた後、余分に第 3 相の最終のステータに負方向に 1 回巻かれ、第 2 相の最終のステータと第 3 相の最終のステータとの間の所定の位置から引き出され、
 第 2 相の巻線は、第 2 相の最終のステータに正方向に巻かれた後、そのまま前記所定の位置から引き出され、
 第 3 相の巻線は、第 3 相の最終のステータに正方向に巻かれた後、余分に第 1 相の先頭のステータに正方向に 1 回巻かれ、前記所定の位置から引き出されることを特徴とする 3 相 DC ブラシレスモータ。

【請求項 4】

3 N 本 (N は、正の整数) の放射状に延びたステータと、
 4 N 個の永久磁石を N 極と S 極を交互に配置したロータと、
 3 本目毎のステータに巻かれた第 1 相の巻線と、
 次の 3 本目毎のステータに巻かれた第 2 相の巻線と、
 更に次の 3 本目毎のステータに巻かれた第 3 相の巻線と、を有し、
 第 1 相の巻線は、第 1 相の最終のステータに正方向に巻かれた後、そのまま第 1 相の最終のステータと第 2 相の最終のステータとの間の所定の位置から引き出され、
 第 2 相の巻線は、第 2 相の最終のステータに正方向に巻かれた後、余分に第 3 相の最終のステータに正方向に 1 回巻かれた後、前記所定の位置から引き出され、
 第 3 相の巻線は、第 3 相の最終のステータに正方向に巻かれた後、余分に第 2 相の最終のステータに負方向に半回巻かれた後、前記所定の位置から引き出されることを特徴とする 3 相 DC ブラシレスモータ。

【請求項 5】

3 N 本 (N は、正の整数) の放射状に延びたステータと、

4 N 個の永久磁石を N 極と S 極を交互に配置したロータと、
 3 本目毎のステータに巻かれた第 1 相の巻線と、
 次の 3 本目毎のステータに巻かれた第 2 相の巻線と、
 更に次の 3 本目毎のステータに巻かれた第 3 相の巻線と、を有する 3 相 D C ブラシレス
 モータの巻線方法であって、

第 1 相の巻線は、第 1 相の最終のステータに正方向に巻かれた後、そのまま所定の位置
 から引き出し、

第 2 相の巻線は、第 2 相の最終のステータに正方向に巻かれた後、そのまま所定の位置
 から引き出し、

第 3 相の巻線は、第 3 相の最終のステータに正方向に巻かれた後、そのまま所定の位置
 から引き出すことを特徴とする 3 相 D C ブラシレスモータの巻線方法。 10

【請求項 6】

3 N 本 (N は、正の整数) の放射状に延びたステータと、
 4 N 個の永久磁石を N 極と S 極を交互に配置したロータと、
 3 本目毎のステータに巻かれた第 1 相の巻線と、
 次の 3 本目毎のステータに巻かれた第 2 相の巻線と、
 更に次の 3 本目毎のステータに巻かれた第 3 相の巻線と、を有する 3 相 D C ブラシレス
 モータの巻線方法であって、

第 1 相の巻線は、第 1 相の最終のステータに正方向に巻かれた後、余分に第 3 相の最終
 のステータに負方向に 1 回巻かれ、第 2 相の最終のステータと第 3 相の最終のステータと
 の間の所定の位置から引き出し、 20

第 2 相の巻線は、第 2 相の最終のステータに正方向に巻かれた後、そのまま前記所定の
 位置から引き出し、

第 3 相の巻線は、第 3 相の最終のステータに正方向に巻かれた後、余分に第 1 相の先頭
 のステータに正方向に 1 回巻かれ、前記所定の位置から引き出すことを特徴とする 3 相 D
 C ブラシレスモータの巻線方法。

【請求項 7】

3 N 本 (N は、正の整数) の放射状に延びたステータと、
 4 N 個の永久磁石を N 極と S 極を交互に配置したロータと、
 3 本目毎のステータに巻かれた第 1 相の巻線と、 30
 次の 3 本目毎のステータに巻かれた第 2 相の巻線と、
 更に次の 3 本目毎のステータに巻かれた第 3 相の巻線と、を有する 3 相 D C ブラシレス
 モータの巻線方法であって、

第 1 相の巻線は、第 1 相の最終のステータに正方向に巻かれた後、そのまま第 1 相の最
 終のステータと第 2 相の最終のステータとの間の所定の位置から引き出し、

第 2 相の巻線は、第 2 相の最終のステータに正方向に巻かれた後、余分に第 3 相の最終
 のステータに正方向に 1 回巻かれた後、前記所定の位置から引き出し、

第 3 相の巻線は、第 3 相の最終のステータに正方向に巻かれた後、余分に第 2 相の最終
 のステータに負方向に半回巻かれた後、前記所定の位置から引き出すことを特徴とする 3
 相 D C ブラシレスモータの巻線方法。 40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数のスロットを有する三相 D C ブラシレスモータの固定子鉄心に適用可能な
 コイル巻線の巻き方に関し、特に P W M (Pulse Width Modulation: パルス幅変調)
 動作をするセンサレス駆動に最適なモータを提供するものである。

【背景技術】

【0002】

D C ブラシレスモータは、小型化、薄型化、低コスト化の要望の強い用途には位置検出
 素子の無いセンサレス駆動方式が用いられている。さらに、近年では低消費化の要望に伴
 50

いモータ駆動電流をPWM動作することにより、低消費を実現したPWMセンサレス駆動方式が用いられるようになってきた。一般にセンサレス駆動方式は、モータの回転数に比例して発生する各相の逆起電圧と三相のコイルがスター結線された中点の midpoint 電圧が等しくなる点を検出することによりロータの位置を検出し、適切な通電の順序を決定することでモータを回転させている。

【0003】

具体的なロータ位置検出方法の一例として、二相に電流を流し、残り一相を非通電相とすることで出力端子に表れる逆起電圧と中点電圧を比較して位置検出を行う方式がある。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0004】

しかしながら、PWMセンサレス駆動は、モータ出力電圧をPWM駆動するためモータ端子電圧が大きく変動する。その結果、モータコイルへはモータのコイル定数で決まる時定数の傾斜を持った電流が流れることになる。この時、非通電相の端子には電流の時間変化に応じて誘導電圧と呼ばれる電圧が発生する。この現象は、三相の各一相が残り二相へ影響を及ぼす相互インダクタンスと電流の時間変化に起因する。従来のリニアセンサレス駆動では、モータ出力電圧がリニアに変化し、モータコイルはリニアに電流が流れる。そのため、相互インダクタンスによる影響は無かった。

【0005】

ここで図8のようにU相からV相へパルス状の電圧を印加した時に、非通電相に発生する誘導電圧とロータの位置の関係を示したものが図7の101である。図7の101に示すとおり、誘導電圧の大きさがロータ位置に応じて変動する事が分かる。今、図7の101では測定のためロータを固定して測定しているが、実際にはロータが回転しており、この場合には非通電相にはこの誘導電圧とロータの回転によって発生する逆起電圧の合計電圧が発生する。この合計電圧と中点電圧を比較してロータ位置を検出しモータコイル電流を切り替えることでモータが回転する。

20

【0006】

ここで、モータコイルの巻き数や巻き方のアンバランスが発生すると相互インダクタンスが各相でアンバランスとなり、その結果、誘導電圧は、図7の100に示されるようなDCオフセット電圧を持つ。このDCオフセット電圧が発生すると、本来検出しないはずの図7の区間1で誤ったロータ位置検出を行う恐れがある。

30

【0007】

従来のリニアセンサレス駆動方式では、上記のように誘導電圧の発生がないためモータコイル巻線の巻き方を考慮しなくても、正確にロータの位置を検出する事が出来た。

【0008】

しかし、PWMセンサレス駆動方式の場合、上記のようにモータコイルの巻き数や巻き方のアンバランスによって、本来のロータ位置とは異なる位置で検出を行う恐れがあるため、起動失敗や起動が遅くなるという課題があった。

【課題を解決するための手段】

【0009】

第1の発明は、 $3N$ 本 (N は、正の整数) の放射状に延びたステータと、 $4N$ 個の永久磁石をN極とS極を交互に配置したロータと、3本目毎のステータに巻かれた第1相の巻線と、次の3本目毎のステータに巻かれた第2相の巻線と、更に次の3本目毎のステータに巻かれた第3相の巻線と、を有し、第1相の巻線と、第2相の巻線と、第3相の巻線とのいずれか2つの巻線の相互インダクタンスの差が略零になることを特徴とする3相DCブラシレスモータである。

40

【0010】

第2の発明は、 $3N$ 本 (N は、正の整数) の放射状に延びたステータと、 $4N$ 個の永久磁石をN極とS極を交互に配置したロータと、3本目毎のステータに巻かれた第1相の巻線と、次の3本目毎のステータに巻かれた第2相の巻線と、更に次の3本目毎のステータ

50

に巻かれた第3相の巻線と、を有し、第1相の巻線は、第1相の最終のステータに正方向に巻かれた後、そのまま所定の位置から引き出され、第2相の巻線は、第2相の最終のステータに正方向に巻かれた後、そのまま所定の位置から引き出され、第3相の巻線は、第3相の最終のステータに正方向に巻かれた後、そのまま所定の位置から引き出されることを特徴とする3相DCブラシレスモータである。

【0011】

第3の発明は、 $3N$ 本 (N は、正の整数)の放射状に延びたステータと、 $4N$ 個の永久磁石をN極とS極を交互に配置したロータと、3本目毎のステータに巻かれた第1相の巻線と、次の3本目毎のステータに巻かれた第2相の巻線と、更に次の3本目毎のステータに巻かれた第3相の巻線と、を有し、第1相の巻線は、第1相の最終のステータに正方向に巻かれた後、余分に第3相の最終のステータに負方向に1回巻かれ、第2相の最終のステータと第3相の最終のステータとの間の所定の位置から引き出され、第2相の巻線は、第2相の最終のステータに正方向に巻かれた後、そのまま前記所定の位置から引き出され、第3相の巻線は、第3相の最終のステータに正方向に巻かれた後、余分に第1相の先頭のステータに正方向に1回巻かれ、前記所定の位置から引き出されることを特徴とする3相DCブラシレスモータである。

10

【0012】

第4の発明は、 $3N$ 本 (N は、正の整数)の放射状に延びたステータと、 $4N$ 個の永久磁石をN極とS極を交互に配置したロータと、3本目毎のステータに巻かれた第1相の巻線と、次の3本目毎のステータに巻かれた第2相の巻線と、更に次の3本目毎のステータに巻かれた第3相の巻線と、を有し、第1相の巻線は、第1相の最終のステータに正方向に巻かれた後、そのまま第1相の最終のステータと第2相の最終のステータとの間の所定の位置から引き出され、第2相の巻線は、第2相の最終のステータに正方向に巻かれた後、余分に第3相の最終のステータに正方向に1回巻かれた後、前記所定の位置から引き出され、第3相の巻線は、第3相の最終のステータに正方向に巻かれた後、余分に第2相の最終のステータに負方向に半回巻かれた後、前記所定の位置から引き出されることを特徴とする3相DCブラシレスモータである。

20

【0013】

第5の発明は、 $3N$ 本 (N は、正の整数)の放射状に延びたステータと、 $4N$ 個の永久磁石をN極とS極を交互に配置したロータと、3本目毎のステータに巻かれた第1相の巻線と、次の3本目毎のステータに巻かれた第2相の巻線と、更に次の3本目毎のステータに巻かれた第3相の巻線と、を有する3相DCブラシレスモータの巻線方法であって、第1相の巻線は、第1相の最終のステータに正方向に巻かれた後、そのまま所定の位置から引き出し、第2相の巻線は、第2相の最終のステータに正方向に巻かれた後、そのまま所定の位置から引き出し、第3相の巻線は、第3相の最終のステータに正方向に巻かれた後、そのまま所定の位置から引き出すことを特徴とする3相DCブラシレスモータの巻線方法である。

30

【0014】

第6の発明は、 $3N$ 本 (N は、正の整数)の放射状に延びたステータと、 $4N$ 個の永久磁石をN極とS極を交互に配置したロータと、3本目毎のステータに巻かれた第1相の巻線と、次の3本目毎のステータに巻かれた第2相の巻線と、更に次の3本目毎のステータに巻かれた第3相の巻線と、を有する3相DCブラシレスモータの巻線方法であって、第1相の巻線は、第1相の最終のステータに正方向に巻かれた後、余分に第3相の最終のステータに負方向に1回巻かれ、第2相の最終のステータと第3相の最終のステータとの間の所定の位置から引き出し、第2相の巻線は、第2相の最終のステータに正方向に巻かれた後、そのまま前記所定の位置から引き出し、第3相の巻線は、第3相の最終のステータに正方向に巻かれた後、余分に第1相の先頭のステータに正方向に1回巻かれ、前記所定の位置から引き出すことを特徴とする3相DCブラシレスモータの巻線方法である。

40

【0015】

第7の発明は $3N$ 本 (N は、正の整数)の放射状に延びたステータと、 $4N$ 個の永久磁

50

石をN極とS極を交互に配置したロータと、3本目毎のステータに巻かれた第1相の巻線と、次の3本目毎のステータに巻かれた第2相の巻線と、更に次の3本目毎のステータに巻かれた第3相の巻線と、を有する3相DCブラシレスモータの巻線方法であって、第1相の巻線は、第1相の最終のステータに正方向に巻かれた後、そのまま第1相の最終のステータと第2相の最終のステータとの間の所定の位置から引き出し、第2相の巻線は、第2相の最終のステータに正方向に巻かれた後、余分に第3相の最終のステータに正方向に1回巻かれた後、前記所定の位置から引き出し、第3相の巻線は、第3相の最終のステータに正方向に巻かれた後、余分に第2相の最終のステータに負方向に半回巻かれた後、前記所定の位置から引き出すことを特徴とする3相DCブラシレスモータの巻線方法である。

10

【発明の効果】

【0016】

本発明の三相DCブラシレスモータのコイルの巻き方により、PWMセンサレス駆動方式でも誘導電圧のDCオフセット電圧の影響を受けることなく、安定した起動を行う事が出来る。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

(第1の実施形態)

以下、本発明の第1の実施形態について、図面を参照しながら説明する。

【0018】

図1は、W相ステータ202、V相ステータ203、U相ステータ204、ロータ201からなる3相DCブラシレスモータの構造を示したものである。W相ステータ202、V相ステータ203、U相ステータ204の各相は90度毎に4分割され、時計回りにW1、V1、U1、W2、V2、U2、W3、V3、U3、W4、V4、U4、の順に12ステータが配置されている構成をとる。ロータ201は、N極永久磁石205、S極永久磁石206が交互に16個配置されている構成をとる。この実施の形態ではステータの極数が12で、永久磁石の極数が16であり、ステータと永久磁石の極数の比が3:4である。ステータと永久磁石の極数の比が3:4であれば、ステータの極数や、永久磁石の極数を変えても良い。

20

【0019】

すなわち、本発明の3相DCブラシレスモータは、3N本(Nは、正の整数)の放射状に延びたステータ202、203、204と、4N個の永久磁石205、206をN極とS極を交互に配置したロータ201と、3本目毎のステータに巻かれた第1相(W相)の巻線LWと、次の3本目毎のステータに巻かれた第2相(V相)の巻線LVと、更に次の3本目毎のステータに巻かれた第3相(U相)の巻線LUとを有する。

30

【0020】

W相ステータW1、W2、W3、W4には1本のコイル巻線LWが巻かれている。コイル巻線LWは、ステータW1とステータU4との間から開始し、ステータW1の第1面(図1で見えている方の面)を通り、ステータW1とステータV1との間を通り、ステータW1の第2面(図1で隠れている方の面でモータの基板接触面)を通り、ステータW1とステータU4との間を通り、ステータW1を正方向(反時計方向とも言う)に1ターンが達成される。従って、コイル巻線LWの始端は、ステータW1とステータU4の間であって、ステータW1の第2面の方向に引き出されている。このようにして、コイル巻線LWは、ステータW1を所定回数巻回され、続いてステータW2を所定回数巻回され、続いてステータW3を所定回数巻回され、更にステータW4を所定回数巻回される。コイル巻線LWの終端は、ステータV4とステータU4の間であって、ステータV4の第2面の所定の位置Comから引き出される。以下の説明において、最初に巻かれるステータ、この場合ステータW1、を先頭のステータと言い、最後に巻かれるステータ、この場合ステータW4、を最終のステータという。

40

【0021】

50

V相ステータV1, V2, V3, V4には1本のコイル巻線LVが巻かれている。コイル巻線LVは、ステータV1とステータW1との間から開始し、ステータV1の第1面(図1で見えている方の面)を通り、ステータV1とステータU1との間を通り、ステータV1の第2面(図1で隠れている方の面でモータの基板接触面)を通り、ステータV1とステータW1の間を通り、ステータV1を正方向(反時計方向とも言う)に1ターンが達成される。従って、コイル巻線LVの始端は、ステータV1とステータW1の間であって、ステータV1の第2面の方向に引き出されている。このようにして、コイル巻線LVは、ステータV1を所定回数巻回され、続いてステータV2を所定回数巻回され、続いてステータV3を所定回数巻回され、更にステータV4を所定回数巻回される。コイル巻線LVの終端は、ステータV4とステータU4との間であって、ステータV4の第2面の所定の位置Comから引き出される。

10

【0022】

U相ステータU1, U2, U3, U4には1本のコイル巻線LUが巻かれている。コイル巻線LUは、ステータU1とステータV1との間から開始し、ステータU1の第1面(図1で見えている方の面)を通り、ステータU1とステータW2との間を通り、ステータU1の第2面(図1で隠れている方の面でモータの基板接触面)を通り、ステータU1とステータV1の間を通り、ステータU1を正方向(反時計方向とも言う)に1ターンが達成される。従って、コイル巻線LUの始端は、ステータU1とステータV1の間であって、ステータU1の第2面の方向に引き出されている。このようにして、コイル巻線LUは、ステータU1を所定回数巻回され、続いてステータU2を所定回数巻回され、続いてステータU3を所定回数巻回され、更にステータU4を所定回数巻回される。コイル巻線LUの終端は、ステータV4とステータU4との間であって、ステータV4の第2面の所定の位置Comから引き出される。

20

【0023】

図2は、本発明の実施の形態1に係る三相DCブラシレスモータのコイルの巻き方を示したもので、図1のW相ステータ202、V相ステータ203、U相ステータ204を平面的に展開したものである。紙面に対し手前がロータ側、奥がステータの中心となり、各ステータの上側が第1面、下側が第2面となる。

【0024】

U相のコイル巻線LUは、始点となるステータU1の右下側から反時計回りに所定の回数巻かれた後、ステータW2とステータV2の下側(第2面側)を通過してステータU2に渡される。ステータU2のコイルの巻き方もU1と同様右下側から反時計回りに所定の回数巻かれる。ステータU3、ステータU4も同様に巻かれ、V相、W相についても全く同様に巻かれる。各相の終点は、ステータU4、ステータV4、ステータW4のそれぞれの左下側から取り出され、ステータU4とステータV4の位置Comで一束にまとめられ、ステータの外側で一点に接続される構成をとる。ステータの外側で一点に接続する理由は、他相への相互インダクタンスの影響をなくするためである。

30

【0025】

以上より明らかなように、実施の形態1では、第1相の巻線は、第1相の最終のステータに正方向に巻かれた後、そのまま所定の位置から引き出され、第2相の巻線は、第2相の最終のステータに正方向に巻かれた後、そのまま所定の位置から引き出され、第3相の巻線は、第3相の最終のステータに正方向に巻かれた後、そのまま所定の位置から引き出される。

40

【0026】

次に、上記構成に基づいた相互インダクタンスの影響を数式を用いて説明する。

図5は、三相DCブラシレスモータへの通電電流波形を示している。ここで、図5の1、2、3、4、5、6の非通電相に発生するPWM駆動による誘導電圧のDCオフセット成分をそれぞれ、 E_u 、 E_w 、 E_v 、 E_u 、 E_w 、 E_v とすると、

$$E_u = M_{vu} \cdot (dl_v/dt) + M_{wu} \cdot (dl_w/dt) \quad (\text{式1})$$

と表す事が出来る。

50

ここで、 M_{vu} はV相からU相への相互インダクタンス、 M_{wu} はW相からU相への相互インダクタンスである。

【0027】

今、図2の構成について2つの場合に分けて考える。

一つは、分割された自相から自相へコイルを巻く際の、コイルの渡し方について、もう一つは、三相間のターン数の差についてである。この時、(式1)は、

$E_u = E_u(\text{渡し}) + E_u(\text{ターン数})$ と表す事が出来る。

【0028】

まず、コイルの渡し方について説明する。

図5から $l_w = -l_v$ であり、さらに $dl_v/dt = -1$ と規格化すると、

10

(式1)は、

$$E_u(\text{渡し}) = M_{vu} + M_{wu}$$

同様に

$$E_v(\text{渡し}) = M_{wv} + M_{uv}$$

$$E_w(\text{渡し}) = M_{uw} + M_{vw} \quad \text{となる。ここでは、} E_u、E_v、E_w \text{のみ記載したが、}$$

$E_u、E_v、E_w$ も全く同じである。

さらに、 M_{vu} と M_{uv} は等しいため、上式を $M_{uv}、M_{vw}、M_{wu}$ を用いて書き直すと

$$E_u(\text{渡し}) = M_{uv} + M_{wu}$$

$$E_v(\text{渡し}) = M_{vw} + M_{uv}$$

$$E_w(\text{渡し}) = M_{wu} + M_{vw} \quad \text{となる。}$$

20

【0029】

ここで、各ステータに対するコイル巻き数を n とし、ある相からのコイルの渡し線と他相のステータとの間の二相間の相互インダクタンスを考える。

図2の場合、 M_{uv} は、U1、V2、U2、V3、U3、V4で相互インダクタンスの影響があり、

$$M_{uv} = [n \cdot (-1/2)] + [-1/2 \cdot n] + [n \cdot (-1/2)] + [-1/2 \cdot n] + [n \cdot (-1/2)] + [-1/2 \cdot n] = -3 \cdot n$$

同様に、

$$M_{vw} = -3 \cdot n$$

$$M_{wu} = -3 \cdot n \quad \text{となる。よって、}$$

30

$$E_u(\text{渡し}) = E_v(\text{渡し}) = E_w(\text{渡し}) = 0 \quad \text{となる。}$$

【0030】

次に、三相間のターン数の差について説明する。

【0031】

自相の分割されたステータから各相の分割されたステータに対する巻き数が等しいとすると、相互インダクタンスは等しく M とおけ、さらにある分割された相から隣接の他相に発生する誘導電圧は、逆極性で振幅は半分となるため

(式1)は

$$E_u(\text{ターン数}) = -1/2 \cdot [M \cdot (dl_v/dt) + M \cdot (dl_w/dt)] \quad \text{となる。}$$

同様に、

40

$$E_v(\text{ターン数}) = -1/2 \cdot [M \cdot (dl_w/dt) + M \cdot (dl_u/dt)]$$

$$E_w(\text{ターン数}) = -1/2 \cdot [M \cdot (dl_u/dt) + M \cdot (dl_v/dt)] \quad \text{となる。}$$

【0032】

ここでは、 $E_u、E_v、E_w$ のみ記載したが、 $E_u、E_v、E_w$ も全く同じである。

ここで、各ステータに対するコイル巻き数を n とすると、図2の場合、ターン数の差は三相共に全く無いため

$$E_u(\text{ターン数}) = E_v(\text{ターン数}) = E_w(\text{ターン数}) = 0 \quad \text{となる。}$$

よって、

$$E_u = E_u(\text{渡し}) + E_u(\text{ターン数}) = 0$$

$$E_v = E_w = 0 \quad \text{となる。}$$

50

同様にして、 $E_u = E_v = E_w = 0$ である。

これにより、誘導電圧のDCオフセット成分は全く発生しないため、PWMセンサレス駆動方式でも安定した起動を行う事が出来る。

【0033】

(第2の実施形態)

以下、本発明の第2の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

図3は、本発明の実施の形態2に係る三相DCブラシレスモータのコイルの巻き方を示したものである。図3も、実施の形態1と同様、図1のW相ステータ202、V相ステータ203、U相ステータ204を平面的に展開したものである。

【0034】

実施の形態1と異なる点は、巻線LU, LV, LWの終端に近い当たりの巻き方である。実施の形態1と同様に、中点である終端は、ステータU4とステータV4の間の位置Comから引き出されているが、巻線LU, LV, LWのいずれの終端部分は、ステータU4とステータV4の間を、第1面から第2面に引き出されている。

このように2つのステータ間から中点を引き出す理由は、モータコイルがたるむことなく中点を取り出す事ができる様にするためである。このため、最終のステータが巻かれた後の終端部分は余分な正方向のターンが加わるが、負方向(時計回りとも言う)のターンも加えることにより、相互インダクタンスの影響を相殺することができる。

【0035】

以下、図3の実施の形態2の具体的な巻き方について説明するが、各コイル巻線の始端から最終のステータが巻き終わるまでは実施の形態1と同様であるので、その説明は省く。

V相のコイル巻線LVは、中点の取り出し位置Comで終端部分が第1面から第2面に向かって引き出されているので、実施の形態1と全く同様の巻き方となる。

U相の巻線LUは、U相の最終のステータU4に所定数巻かれた後、隣にあるW相の先頭のステータW1に反時計方向(正方向)に余分に1巻きした後、ステータU4の上側(第1面)を通して中点の取り出し位置である位置Comから引き出す。

W相の巻線LWは、W相の最終のステータW4に所定数巻かれた後、ステータV4の第2面を通してU相の最終のステータU4に時計方向(負方向)に余分に1巻きした後、中点の取り出し位置である位置Comから引き出す。

【0036】

このように巻くことにより、U相の巻線LUの正方向の余分な1巻と、W相の巻線LWの負方向の余分な1巻との相互インダクタンスは相殺される事となり誘導電圧のオフセットは低減する事が出来る。

【0037】

以上より明らかのように、第1相の巻線は、第1相の最終のステータに正方向に巻かれた後、余分に第3相の最終のステータに負方向に1回巻かれ、第2相の最終のステータと第3相の最終のステータとの間の所定の位置から引き出され、第2相の巻線は、第2相の最終のステータに正方向に巻かれた後、そのまま前記所定の位置から引き出され、第3相の巻線は、第3相の最終のステータに正方向に巻かれた後、余分に第1相の先頭のステータに正方向に1回巻かれ、前記所定の位置から引き出される。

【0038】

次に、上記構成に基づいた相互インダクタンスの影響を数式を用いて説明する。

第1の実施形態と全く同様に図3の場合、 M_{uv} は、U1、V2、U2、V3、U3、V4で相互インダクタンスの影響があり、

$$M_{uv} = [n * (-1/2)] + [-1/2 * n] + [n * (-1/2)] + [-1/2 * n] + [n * (-1/2)] + [-1/2 * n] = -3 * n$$

M_{vw} は、V1、W2、V2、W3、V3、W4、V4で相互インダクタンスの影響があり、

$$M_{vw} = [n * (-1/2)] + [-1/2 * n] + [n * (-1/2)] + [-1/2 * n] + [n * (-1/2)] + [-1/2 * n]$$

10

20

30

40

50

$$] + [n * (-1/2)] = -3.5 * n$$

Mwuは、U 1、W 2、U 2、W 3、U 3、W 4、U 4、W 1で相互インダクタンスの影響があり、

$$Mwu = [-1/2 * n] + [n * (-1/2)] + [-1/2 * n] + [n * (-1/2)] + [-1/2 * n] + [n * (-1/2)] + [n * (-1)] + [1 * n] = -3 * n \quad \text{となる。}$$

よって、

$$Eu \quad (\text{渡し}) = 0$$

$$Ev \quad (\text{渡し}) = 0.5 * n$$

$$Ew \quad (\text{渡し}) = -0.5 * n \quad \text{となる。}$$

【0039】

次に、三相間のターン数の差についても、実施の形態1と同様に

$$Eu \quad (\text{ターン数}) = -1/2 * [M * (dlv/dt) + M * (dlw/dt)]$$

$$Ev \quad (\text{ターン数}) = -1/2 * [M * (dlw/dt) + M * (dlu/dt)]$$

$$Ew \quad (\text{ターン数}) = -1/2 * [M * (dlu/dt) + M * (dlv/dt)] \quad \text{となる。}$$

ここでは、Eu、Ev、Ewのみ記載したが、Eu、Ev、Ewも全く同じである。

【0040】

ここで、各ステータに対するコイル巻き数をnとすると、

図3の場合、ターン数の差はW1、U4に発生しておりW1には、U相のコイルが1巻きされており、U4にはU相のコイルが0.5巻きとW相のコイルが逆向きに1巻きされている。

さらに、図5にから $dlv/dt = -(dlw/dt) = 1$ 、 $dlw/dt = -(dlu/dt) = 1$ 、

$$dlu/dt = -(dlv/dt) = 1$$

と規格化すると

$$Eu \quad (\text{ターン数}) = -1/2 * [\{n * (1-0.5) * (-1)\} + \{n * (-0.5) * (1)\}] = 0.5 * n$$

$$Ev \quad (\text{ターン数}) = -1/2 * [\{n * (-1) * (-1)\} + \{n * (1-0.5) * (1)\}] = -0.75 * n$$

$$Ew \quad (\text{ターン数}) = -1/2 * [\{n * (-0.5) * (-1)\} + \{n * (-1) * (1)\}] = 0.25 * n$$

となる。

よって、

$$Eu = 0.5 * n$$

$$Ev = -0.25 * n$$

$$Ew = -0.25 * n$$

となる。

【0041】

これにより、誘導電圧のDCオフセット成分を小さくすることが出来るため、PWMセンサレス駆動方式でも安定した起動を行う事が出来る。

(第3の実施形態)

図4は、第3の実施の形態を示す。

図4の実施の形態3が図3の実施の形態2と異なる点は、中点である終端は、ステータV4とステータW4の間の位置Comから引き出されている点である。

【0042】

以下、図4の実施の形態3の具体的な巻き方について説明するが、各コイル巻線の始端から最終のステータが巻き終わるまでは実施の形態1と同様であるので、その説明は省く。

W相のコイル巻線LWは、最終のステータW4に所定数巻かれた後、そのまま終端部分が再び第1面を通過して、ステータW4とステータV4にある中点の取り出し位置Comから引き出される。

U相のコイル巻線LUは、最終のステータU4に所定数巻かれた後、最終のステータV4の上側(第1面)を通過して中点の取り出し位置Comから引き出す。これにより、U相のコイル巻線LUは、V相の最終のステータV4に対して時計方向(負方向)に0.5巻き余分に巻いたことになる。

10

20

30

40

50

【0043】

V相のコイル巻線LUは、最終のステータV4に所定数巻かれた後、最終のステータU4に余分にもう1回反時計方向（正方向）に巻いた後、最終のステータV4の上側（第1面）を通して中点の取り出し位置Comから引き出す。

このように巻くことにより、U相とV相の相互インダクタンスは0.5巻き分相殺される事となり誘導電圧のオフセットは低減する事が出来る。

【0044】

以上より明らかかなように、第1相の巻線は、第1相の最終のステータに正方向に巻かれた後、そのまま第1相の最終のステータと第2相の最終のステータとの間の所定の位置から引き出され、第2相の巻線は、第2相の最終のステータに正方向に巻かれた後、余分に第3相の最終のステータに正方向に1回巻かれた後、前記所定の位置から引き出され、第3相の巻線は、第3相の最終のステータに正方向に巻かれた後、余分に第2相の最終のステータに負方向に半回巻かれた後、前記所定の位置から引き出される。

10

【0045】

以上、図3の実施の形態2、図4の実施の形態3について説明したが、いずれも上式を満たすようなコイルの巻き方を実施すれば安定したセンサレスPWM駆動方式が実現できることは言うまでも無い。

(モータ駆動装置)

以下、本発明で利用するモータ駆動装置について、図面を参照しながら説明する。

【0046】

図6は、実施の形態1及び2を駆動するモータ駆動装置である。

また、この時のモータコイル電流波形は図5のようになる。

1はロータ位置検出部、2は電気角信号生成部、4は通電切替部、5はトルク指令制御部、6は電流検出部、7は比較部、8は通電合成部、9は実施の形態1及び2で説明の三相DCブラシレスモータ、10は外部トルク指令入力端子、11は通電制御部、12は起動部、13は切替制御部を示している。

20

【0047】

センサレス駆動は、ロータの回転によって発生する逆起電圧を検出することでモータを回転させる制御方法である。そのため、ロータが停止状態の時には逆起電圧が発生しない為、ロータ位置検出を行う事が出来ない。よって起動時には、起動部12からある一定周波数で通電を切り替える通電信号を強制的に印加することによりロータを回転させる。この通電信号によりロータが回転し、ロータの位置検出を行う事が可能となる。この時、PWM駆動による誘導電圧のDCオフセットが発生するとロータ位置の誤検出を行うため、起動失敗が発生する。この誘導電圧オフセットを、抑えるため実施の形態1、2に記載のモータを使用する。これにより起動時の位置検出は安定に行われる。ロータの回転によって発生する三相の逆起電圧は、ロータ位置検出部1に入力される。この時、逆起電圧の検出は図5の1～6の非通電相の区間で行われる。ロータ位置検出部1の信号は、電気角信号生成部2と切替制御部13へ入力される。切替制御部13はロータ位置検出部1の信号からロータの回転数をカウントし、所定の値になると、起動部12の信号を電気角信号生成部2へ切り替える。電気角信号生成部2は、ロータ位置検出部1の信号に基づいて電気角60度毎の信号を生成する。この電気角60度の信号は通電制御部11と通電切替部4に入力される。

30

40

【0048】

まず、通電切替部4に入力された電気角60度信号について説明する。

通電切替部4に入力された電気角60度信号は、電気角60度毎に通電を切替える通電切り替え信号となる。モータ駆動電流の1周期は電気角360度であるので、電気角60度信号の6区間分がモータ駆動電流1周期となる。

【0049】

ここで、前記分割された1区間である電気角60度のモータ駆動電流は、増加電流及び減少電流の2つの状態に分類される。また、分類された2つのモータ駆動電流の流れる方

50

向は、電流がモータに流れ込む時とモータから流れ出す時の2つの方向がある。これら4つの状態を電気角60度毎に切り替え、1周期電気角360度のモータ駆動電流を生成する。

次に、通電制御部11に入力された電気角60度信号について説明する。

【0050】

前記通電制御部11に入力された電気角60度信号と外部トルク指令信号10は、トルク指令制御部5に入力され、外部トルク指令信号と合成され、目標指令値信号を生成する。

前記目標指令値信号とモータに流れた駆動電流を検出する電流検出部6の検出値が比較部7に入力され、コイル電流が目標値に到達すれば通電を止める通電信号を生成する。その後、所定の周期にて通電を開始し、モータ駆動電流が目標値に到達すれば再び通電を止めるPWM制御を繰り返す。

10

【0051】

前記通電信号と通電切り替え信号は、通電合成部8に入力される。通電合成部8は、所定の各相のモータ駆動電流が、所定のモータコイル電流となるように、電気角60度毎にそれぞれの状態を切り替える制御を実施している。

前記に述べた構成と制御方法により、台形波状の目標指令値信号を生成し、PWM制御にてモータ駆動電流を所望の台形波状になるように制御している。

【0052】

以上のような駆動装置と実施の形態1、実施の形態2又は実施の形態3で示す巻線のモータを用いることで安定した起動を行う事が出来る。

20

【産業上の利用可能性】

【0053】

以上説明したように、本発明は、PWM駆動センサレス駆動方式に最適な三相DCブラシレスモータを提供するものである。

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図1】DCブラシレスモータの構造

【図2】実施の形態1のモータコイル巻き線

【図3】実施の形態2のモータコイル巻き線

30

【図4】実施の形態3のモータコイル巻き線

【図5】センサレス駆動時のモータコイル電流波形

【図6】PWMセンサレスモータ駆動装置

【図7】ロータ位置における誘導電圧波形

【図8】非通電相の誘導電圧測定

【符号の説明】

【0055】

U U相モータコイル出力端

V V相モータコイル出力端

W W相モータコイル出力端

40

COM モータ中点

U1 ~ U4 U相ステータ

V1 ~ V4 V相ステータ

W1 ~ W4 W相ステータ

Iu U相モータコイル電流

Iv V相モータコイル電流

Iw W相モータコイル電流

100 DCオフセットある場合の誘導電圧

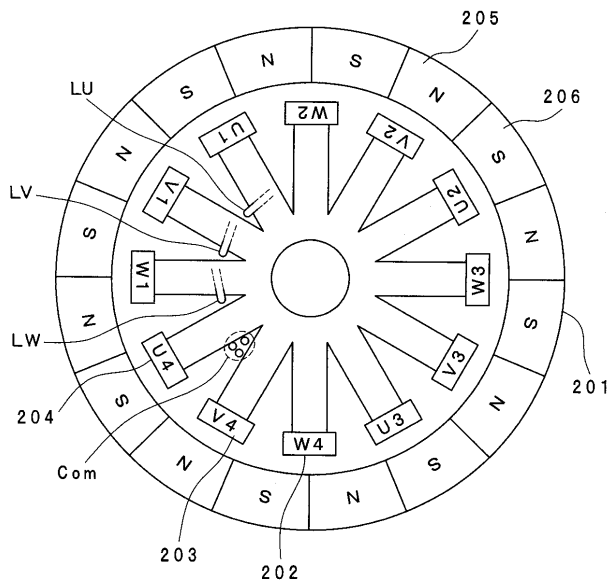
101 DCオフセットない場合の誘導電圧

1 ロータ位置検出部

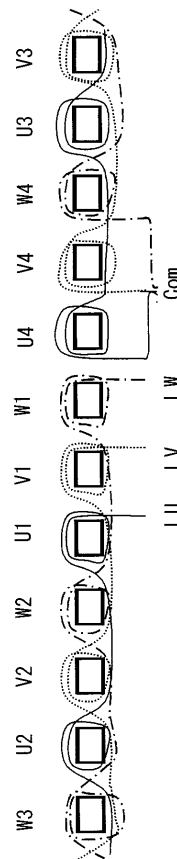
50

- 2 電気角信号生成部
- 3 通電制御合成部
- 4 通電切替部
- 5 トルク指令制御部
- 6 電流検出部
- 7 比較部
- 8 通電合成部
- 9 三相ブラシレスDCモータ
- 10 外部トルク指令制御部
- 11 通電制御部
- 12 起動部
- 13 切替制御部
- 201 ステータ(回転子)
- 202 W相ロータ(固定子)
- 203 V相ロータ(固定子)
- 204 U相ロータ(固定子)
- 205 N極永久磁石
- 206 S極永久磁石

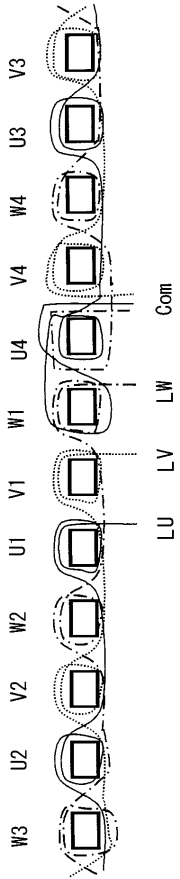
【図1】



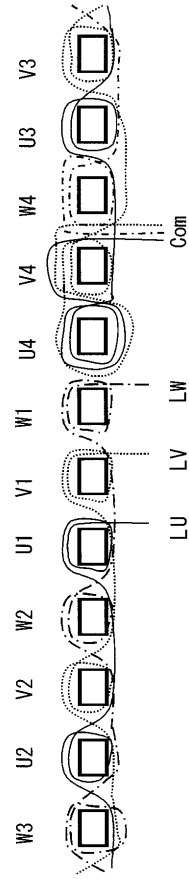
【図2】



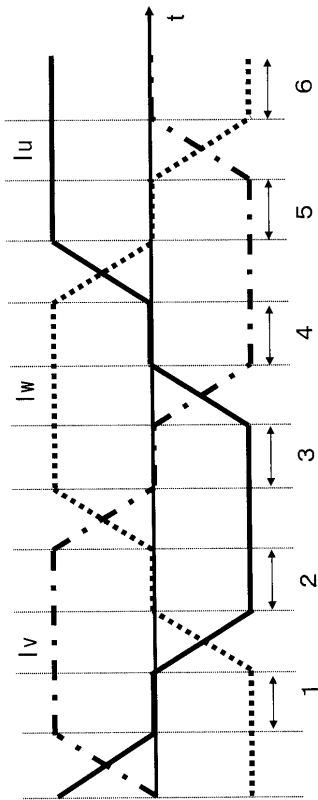
【図3】



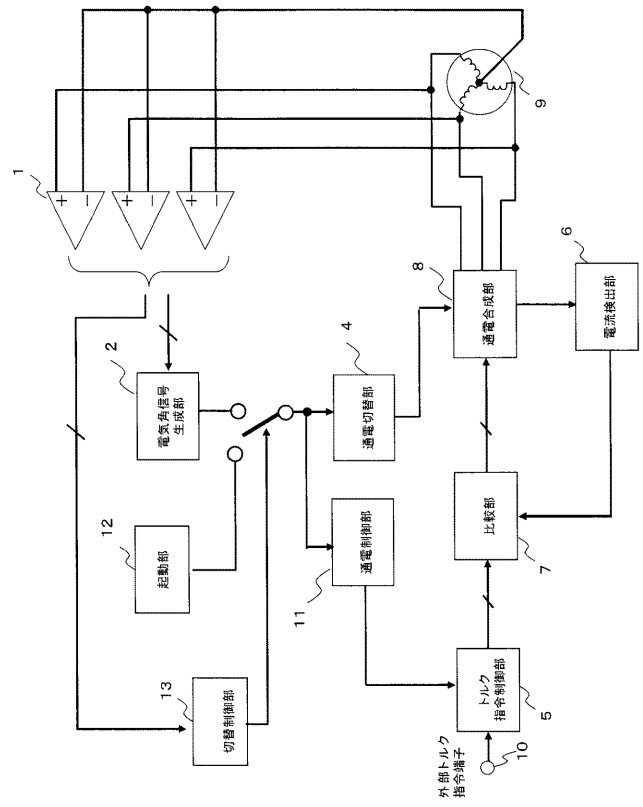
【図4】



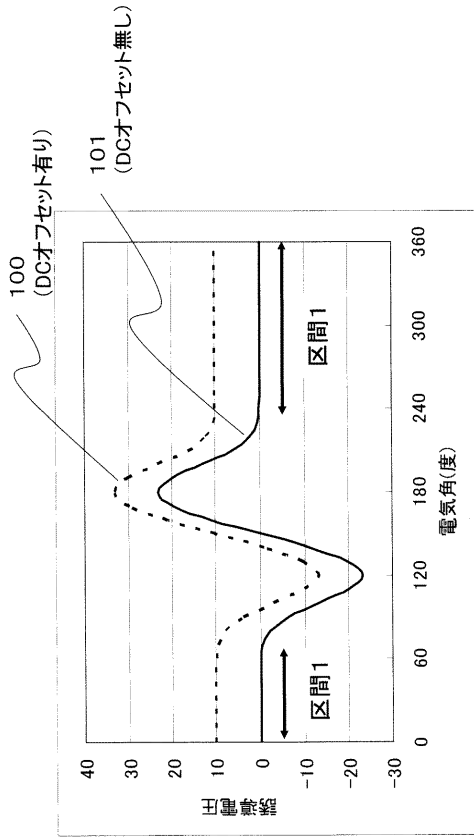
【図5】



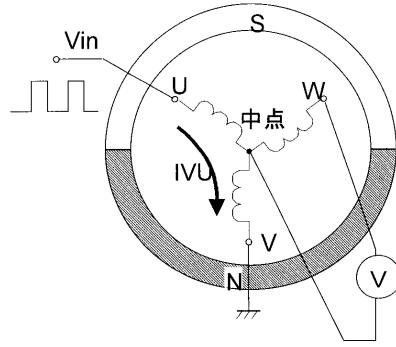
【図6】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(72)発明者 岩永 太志

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

(72)発明者 黒島 伸一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

(72)発明者 五十嵐 祥晃

大阪府大阪市中央区城見町1番61号 松下エクセルスタッフ株式会社内

Fターム(参考) 5H019 CC04 DD03 DD10 EE01 EE16

5H603 AA01 BB01 BB07 BB10 BB13 CA01 CA05 CB01 CB04 CC11

CC17 CD21 CE01