

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6598628号
(P6598628)

(45) 発行日 令和1年10月30日(2019.10.30)

(24) 登録日 令和1年10月11日(2019.10.11)

(51) Int.Cl. F 1
 HO2K 21/16 (2006.01) HO2K 21/16 M
 HO2K 7/20 (2006.01) HO2K 7/20

請求項の数 9 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2015-204144 (P2015-204144)	(73) 特許権者	000211880
(22) 出願日	平成27年10月16日 (2015.10.16)		中川電化産業株式会社
(65) 公開番号	特開2017-77118 (P2017-77118A)		三重県松阪市松崎浦町163-1
(43) 公開日	平成29年4月20日 (2017.4.20)	(74) 代理人	110001298
審査請求日	平成30年9月6日 (2018.9.6)		特許業務法人森本国際特許事務所
		(72) 発明者	山中 肇
			三重県松阪市松崎浦町163-1 中川電
			化産業株式会社内
		(72) 発明者	森本 望
			三重県松阪市松崎浦町163-1 中川電
			化産業株式会社内
		審査官	宮崎 賢司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動モータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

異なる磁極が交互に形成されるロータ磁石と、
 前記ロータ磁石に保持される出力軸と、
 前記ロータ磁石の周面と向かい合うように前記ロータ磁石を囲んで形成されて複数のス
 ロットを備える駆動用ステータと、
 前記駆動用ステータの前記スロットに設けられるコイルと、
 前記ロータ磁石の周面と向かい合うように前記ロータ磁石を囲んで形成されて1または
 複数のティースを備える制動用ステータと
 を有し、
駆動用ステータと制動用ステータとは、出力軸の軸心方向において相対向するとともに、
ロータ磁石の径方向における外側に配置されていることを特徴とする電動モータ。

【請求項2】

前記ティースが前記磁極と同じ数だけ設けられることを特徴とする請求項1記載の電動
 モータ。

【請求項3】

前記磁極が配置される角度間隔と同じ角度間隔で前記ティースが配置されることを特徴
 とする請求項2記載の電動モータ。

【請求項4】

スロットとティースの個数が異なっており、

1つの前記スロットと1つの前記ティースにおいて、前記スロットと前記ティースとがあらかじめ定めた間隔でずれるように前記駆動用ステータと前記制動用ステータとが配置されており、全ての前記スロットと全ての前記ティースとの配置位置がずれており、出力軸の周方向において隣り合うスロットの中心線が成す角度を A° とし、出力軸の周方向において隣り合うティースの中心線が成す角度を B° とすると、 $(A^\circ - B^\circ) / 2$ に相当する角度だけ、あるティースの中心線があるスロットの中心線に対してずれるように、駆動用ステータと制動用ステータとを配置することを特徴とする請求項1～請求項3のいずれか1項に記載の電動モータ。

【請求項5】

前記ティースの先端部分の厚みは前記制動用ステータの他の部分の厚みより厚いことを特徴とする請求項1～請求項4のいずれか1項に記載の電動モータ。

10

【請求項6】

前記制動用ステータは前記ティースを有する複数枚のステータが積層される構成であることを特徴とする請求項1～請求項4のいずれか1項に記載の電動モータ。

【請求項7】

前記ティースはスリットを備えることを特徴とする請求項1～請求項6のいずれか1項に記載の電動モータ。

【請求項8】

三相ブラシレスモータであることを特徴とする請求項1～請求項7のいずれか1項に記載の電動モータ。

20

【請求項9】

前記三相ブラシレスモータが8極6スロットの前記三相ブラシレスモータであることを特徴とする請求項8記載の電動モータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

ロータ磁石とロータ磁石の周囲に配置されるコイルとを備える電動モータに関する。

【背景技術】

【0002】

従来の電動モータは、回転軸を中心に回転するロータ磁石と、軸方向が回転軸と一致するようにロータ磁石に接続される出力軸と、ロータ磁石の周囲に配置されるコイルとから構成され、コイルに流れる電流の向きを制御することによりロータ磁石および出力軸を回転させる。このような電動モータは各種の電動装置に用いられる。

30

【0003】

例えば、三相ブラシレスモータは耐久性、静音性、制御性に優れるため、車載用モータをはじめ、様々な用途のモータに用いられる。

ここで、通常の電動モータでは、電流の供給を停止してもモータの出力軸は慣性によりある程度回転を続け、電流の供給を停止してもすぐには出力軸が停止しない。特に、三相ブラシレスモータは、三相の電流の位相のずれによりコイルで発生する磁界の位相がずれ、合計の磁界が0に近くなってコギングトルクが低減される。コギングトルクは、電流の供給を停止した際にロータ磁石の回転を停止する方向に作用するが、三相ブラシレスモータは一般的にコギングトルクが小さいため、出力軸の回転を停止させる方向に力が及ばない傾向がある。これに対して、車載用等の電動モータにおいて、電流の供給を停止することにより直ちに出力軸の回転を停止させたいとの要求がある。つまり、ドアやハッチバックドアにおいて、開閉中に電動モータへの電流の供給を停止させても、出力軸の回転が直ちに停止せずにドア等の開閉動作が継続し、特にハッチバックドアのドアを閉じている場合、ドアが途中で止まらずその自重によりドアが閉じてしまう。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

50

【特許文献1】特開平4 - 197070号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の電動モータは、電流の供給を停止する際に迅速にモータの出力軸の回転を停止させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の電動モータは、異なる磁極が交互に形成されるロータ磁石と、前記ロータ磁石に保持される出力軸と、前記ロータ磁石の周面と向かい合うように前記ロータ磁石を囲んで形成されて複数のスロットを備える駆動用ステータと、前記駆動用ステータの前記スロットに設けられるコイルと、前記ロータ磁石の周面と向かい合うように前記ロータ磁石を囲んで形成されて1または複数のティースを備える制動用ステータとを有し、駆動用ステータと制動用ステータとは、出力軸の軸心方向において相対向するとともに、ロータ磁石の径方向における外側に配置されていることを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0007】

以上のように、ロータ磁石を制動させるための制動用ステータを設けることにより、電流の供給を停止した際に迅速にモータの出力軸の回転を停止することができる。

【図面の簡単な説明】

20

【0008】

【図1】本発明の電動モータの構成を例示する断面斜視図

【図2】本発明の電動モータの要部構成を例示する斜視図

【図3】本発明の電動モータの構成を例示する断面図

【図4】実施の形態2におけるティースの構成例を示す図

【図5】実施の形態2におけるティースの構成例を示す図

【図6】実施の形態2におけるティースの構成例を示す図

【図7】実施の形態2におけるティースの構成例を示す図

【図8】ティースの幅が広い場合のティースと磁極の状態を示す図

【図9】ティースによりロータ磁石が停止する様子を説明する図

30

【図10】ティースの幅と制動力との関係を示す図

【図11】実施の形態3における駆動用ステータと制動用ステータとの配置関係を説明する図

【図12】実施の形態3における各ティースのスロットとのずれを説明する図

【図13】実施の形態3におけるトルク差を示す図

【図14】実施の形態3における回転数に対するトルク差の変化をずらし角度ごとに示す図

【発明を実施するための形態】

【0009】

本発明の電動モータは、周囲に逆磁極の磁極が交互に形成された円筒形のロータ磁石と、ロータ磁石の両底面の中心を結ぶ線と軸心方向が一致するようにロータ磁石に接続される出力軸と、ロータ磁石の周囲に形成されて複数のコイルが巻き付けられる駆動用ステータと、ロータ磁石の周囲に形成されるティースを備える制動用ステータとを少なくとも備える構成である。ロータ磁石は、出力軸と一致する回転軸を中心に回転可能に保持され、ロータ磁石の回転に伴って出力軸は軸心方向を中心に回転する。駆動用ステータはロータ磁石の方向に突出する複数のステータコアを備え、各ステータコアにコイルが巻き付けられる。各コイルは電流を流す方向が制御され、各コイルに発生する磁極とロータ磁石に形成される磁極の吸引力および反発力によりロータ磁石は回転し、出力軸が回転する。制動用ステータのティースはロータ磁石の方向に突出し、磁性を有することが特徴である。制動用ステータがない場合、コイルに供給される電流の供給が停止してもロータ磁石は慣性

40

50

によりしばらくは回転を続けるが、制動用ステータを有することにより、ロータ磁石の磁極がティースを吸引してロータ磁石の回転を制動し、出力軸の回転を制動する力が働き、電流の供給を停止する際に迅速にモータの出力軸の回転を停止することができる。

【0010】

なお、本発明の電動モータは三相モータに限らず相の数は任意であるが、三相モータの場合、コギングトルクが小さいので慣性によりロータ磁石の回転が容易に停止せず制動用ステータを設けることはより効果的である。また、三相モータの極およびスロットの数も任意である。また、本発明の電動モータはブラシレスモータでもブラシ付きモータでもかまわない。また、ティースの数や配置位置、形状についても任意であり、ティースは磁性を有する材料であれば材料も任意である。

10

【0011】

以下、8極6スロットの三相ブラシレスモータを例に本発明の電動モータの各実施の形態について図面を用いて説明する。

(実施の形態1)

図1は本発明の電動モータの構成を例示する断面斜視図である。図2は本発明の電動モータの要部構成を例示する斜視図であり、透視的に制動用ステータを図示している。図3は本発明の電動モータの構成を例示する断面図であり、電動モータの縦断面と制動用ステータのA-A'断面および駆動用ステータのB-B'断面を図示している。

【0012】

図1～図3に示すように、本発明の電動モータの本実施の形態における三相ブラシレスモータ5は、制動用ステータ1、駆動用ステータ2、ロータ磁石3、出力軸4を備える。ロータ磁石3は2つの底面が円形の円筒形状である。出力軸4はロータ磁石3の2つの円形の底面の中心を通るようにロータ磁石3に配設され、ロータ磁石3と共に回転するようにロータ磁石3に固定されている。ロータ磁石3は2つの底面の中心を通る線を回転軸として回転し、出力軸4は回転軸と一致する方向に配設される。ロータ磁石3はその外周部分に磁極が形成され、磁極はN極、S極、N極・・・のように、隣接する磁極が互いに逆磁極になるように8つ形成される。ここでは、磁極が8極である8極6スロットの三相ブラシレスモータ5を例に説明するが、電動モータの磁極は4極でも良く、電動モータの構成に応じて極数は任意である。駆動用ステータ2はロータ磁石3の側面を囲うように配設される。駆動用ステータ2はロータ磁石3の方向である内側に突出するスロット6を備え、スロット6はコイル7が巻き付けられる。8極6スロットの三相ブラシレスモータ5では、スロット6は6つ設けられるが、スロット6の数は電動モータの構成に応じて任意である。スロット6は、ロータ磁石3に近い側である先端が突出する断面がT字型であっても良いし、突出する部分がない構成でも良い。コイル7はスロット6に線材を巻きつけて形成しても良いし、突出する部分がない場合、コイル7をスロット6にはめ込んで形成しても良い。制動用ステータ1は、ロータ磁石3の側面の一部の周囲にロータ磁石3の側面を囲んで配設される。例えば、制動用ステータ1は駆動用ステータ2と平行に配設される。制動用ステータ1は、ロータ磁石3の方向に突出し、磁性を有する1または複数のティース10を備える。制動用ステータ1は全体が磁性を有する材料の磁性体で形成されても良いが、少なくともティース10全体、あるいはティース10のロータ磁石3の方向の先端部分が磁性体で形成されていれば良い。磁性体としては、例えば、ケイ素鋼や鉄系材料等の電磁鋼を用いることができる。なお、制動用ステータ1および駆動用ステータ2は三相ブラシレスモータ5内で固定され、ロータ磁石3は回転軸を中心に回転可能に保持されている。さらに、三相ブラシレスモータ5では、ロータ磁石3の回転位置を検出するセンサを備え、コイル7に通電する電流の量と向きとを制御する制御基板8が設けられる。制御基板8は端子9を介して各コイル7の両端に接続される。制御基板8の配置位置は任意である。電動モータがブラシレスモータでない場合は必ずしも制御基板8は必要ではなく、別途ブラシ等を設けても良い。

20

30

40

【0013】

以上のような構成の三相ブラシレスモータ5は、6つのコイル7に通電する電流の向き

50

を調整することにより、コイル7に発生する磁極とロータ磁石3の8極の磁極との作用により、ロータ磁石3を回転させて出力軸4を回転させる。そして、コイル7への通電を停止する際には、従来の三相ブラシレスモータではコギングトルクが小さく、ロータ磁石3を制動する力が働きにくいところ、本実施の形態における三相ブラシレスモータ5は、制動用ステータ1を設けることによりロータ磁石3に制動力が働き、迅速にモータの出力軸4の回転を停止することができる。すなわち、制動用ステータ1のティース10は磁性を有するため、ロータ磁石3の磁極がティース10を吸引する力が生じる。コイル7に電流が通電されている場合、コイル7に生じる磁界とロータ磁石3の磁極との間に生じる吸引力または反発力がロータ磁石3の磁極がティース10を吸引する力を凌駕し、ロータ磁石3は回転する。そして、コイル7への通電が停止すると、コイル7に生じる磁界とロータ磁石3の磁極との間に生じる吸引力と反発力がなくなり、ロータ磁石3の磁極がティース10を吸引する力のみが残り、ロータ磁石3の磁極がティース10を吸引する力によりロータ磁石3が制動されるため、慣性に抗して迅速にモータの出力軸4の回転を停止することができる。ここで、ティース10は1枚でもロータ磁石3に対する制動力が働くが、複数枚あることにより制動力は大きくなる。さらに、制動力の大きさという点ではロータ磁石3の磁極の数と同数のティース10を設けることが好ましく、ロータ磁石3の磁極の配置に対応する位置、すなわち、全ての磁極とティース10とが向かい合う位置にティース10を設けることが好ましい。ロータ磁石3の磁極の配置に対応する位置にティース10を設けることにより、各ティース10が最短距離で磁極と向かい合うことができるため、各ティース10においてロータ磁石3の磁極とティース10との吸引力を最大にし、ロータ磁石3に対する制動力を大きくすることができる。詳細には、ロータ磁石3の底面の中心から見た隣接する磁極に向かう2つの線の成す角度である角度間隔が各磁極で同じになるように磁極を形成し、同じ角度間隔でティース10を配置することにより、磁極とティース10が対応する位置に配置される。本実施の形態における三相ブラシレスモータ5の場合は、ロータ磁石3が8極なのでティース10を8箇所設けることが好ましく、その角度間隔を同じにしてその配置位置を磁極の位置に対応させることが好ましい。

(実施の形態2)

次に、実施の形態2としてティースの構成例について、図3～図10を用いて説明する。

【0014】

図4～図7は実施の形態2におけるティースの構成例を示す図、図8はティースの幅が広い場合のティースと磁極の状態を示す図、図9はティースによりロータ磁石が停止する様子を説明する図、図10はティースの幅と制動力との関係を示す図である。

【0015】

ティースによるロータ磁石3の制動力は、ティースの幅、厚み、ティースとロータ磁石3との隙間の大きさを調整して、ロータ磁石3の磁極がティースに及ぼす吸引力を調整することにより最適化できる。ティースとロータ磁石3との隙間の大きさは、小さい方が吸引力は大きくなるため、コイル7に電流が通電している時のロータ磁石3の回転への影響を考慮して決定される。

【0016】

ティースの厚みは厚い方が、ロータ磁石3の磁極とティースとが向かい合う面積が大きくなり、ティースによるロータ磁石3の制動力が大きくなる。そのため、ティースの厚みは、コイル7に電流が通電している時のロータ磁石3の回転への影響を考慮して決定される。ティースの厚みを調整する場合、制動用ステータ11の厚み自体を調整することによりティース12の厚み t を調整することができる。また、制動用ステータ11は、図4に示すように、薄い制動用ステータ11aを複数枚積層することにより、所望の厚みの制動用ステータ11とすることもできる。この場合、ティース12の厚み t を積層する薄い制動用ステータ11aの枚数で容易に調整することができる。また、図5に示すように、制動用ステータ13のティース14のロータ磁石3と向かい合う先端部分のみの厚み t を調整することによりロータ磁石3の制動力を調整することもできる。例えば、薄板状の制動

用ステータ 13 およびティース 14 において、ティース 14 の先端を折り曲げる構成で、ティース 14 の先端のロータ磁石 3 と向き合う部分の面積を調整する。この場合、ティース 14 を折り曲げる位置でティース 14 とロータ磁石 3 との間隔およびティース 14 の先端のロータ磁石 3 と向き合う部分の面積を調整することができる。そのため、それらに応じてティース 14 の長さをあらかじめ決定する。このようにティース 14 の先端部分のみでロータ磁石 3 と向かい合う部分の面積を調整することにより、ティースによるロータ磁石 3 の制動力を最適化することができると共に、制動用ステータ 13 の軽量化及び材料コストの低減を図ることができる。

【0017】

また、図 3 ~ 図 5 に示すティースの形状は、図 6 に示すように、各ティース 15 に 1 または複数のスリット 16 が設けられ、複数の部分から構成されても良い。また、図 3 ~ 図 6 に示すティースの形状は、図 7 に示すように、各ティース 17 のロータ磁石 3 と向かい合う部分の角部 18 を R 形状にしても良い。

【0018】

ティースの幅 w については、大きい方がロータ磁石 3 の磁極の影響を受けやすくなる。しかし、ロータ磁石 3 には複数の磁極が形成されているため、ティースの幅 w が大きすぎるとロータ磁石 3 の回転方向に隣接する磁極の影響により、回転を促進する吸引力の影響が大きくなり、回転を制動する吸引力の影響が減殺され、回転を停止させ難くなる。つまり、図 3 に示すティース 10 を例に図 8 を用いて説明すると、ティース 10 の幅が大きすぎると、ロータ磁石 3 の回転方向に隣接する S 極もティース 10 に吸引力 PS を及ぼし、ロータ磁石 3 の回転を維持する方向の力が働いてしまう。そのため、ロータ磁石 3 を制動する力が阻害される。逆にティースの幅 w が狭すぎると、ロータ磁石 3 の磁極からの吸引力が小さくなり、ロータ磁石 3 を制動する力が弱くなる。そのためティースの幅 w を適切な長さにする必要がある。図 9 に示すように、ティース 10 の幅 w が適切であると、ティース 10 が N 極と S 極との中間付近に位置する場合、N 極と S 極とがティース 10 に及ぼす吸引力 P は同等であり、ロータ磁石 3 は回転しているためロータ磁石 3 は矢印の方向に回転を続ける。次に、S 極がティース 10 と向かい合う位置になるようにロータ磁石 3 が回転した状態で、S 極がティース 10 に及ぼす吸引力 PS は隣り合う N 極がティース 10 に及ぼす吸引力 PN より大きくなり、十分な制動力がロータ磁石 3 に働く。このように、隣り合う磁極からの吸引力に十分に差が出るようにティース 10 の幅 w を設定することが好ましい。

【0019】

ティースの幅 w は、磁極間距離の 10% 以上 50% 以下とすることが好ましく、磁極間距離の 20% 以上 40% 以下とすることがより好ましい。例えば、図 10 は、ロータ磁石 3 の底面の直径が 12 mm で磁極間距離が 5.0 mm、ロータ磁石 3 とティース 10 との間隔が 0.5 mm、ティース 10 の厚み h が 4 mm の三相ブラシレスモータ 5 で、ティース 10 の幅 w を変化させた場合の制動力である磁極とティース 10 との吸引力をシミュレーションした結果である。図 10 からわかるように、ティース 10 の幅 w は、磁極間距離の 30% である 1.5 mm で制動力が最も大きくなることがわかる。

【0020】

なお、ティースの長さ h は任意であり、ティースとロータ磁石 3 との間隔を制御できれば良い。例えば、ティースの長さ h を長くするほど制動用ステータ 1 の本体部分の幅を小さくでき、制動用ステータ 1 の強度を確保できる範囲でティースの長さ h を長くすることにより、制動用ステータ 1 の軽量化を図ることができる。

(実施の形態 3)

次に、実施の形態 3 における電動モータについて、図 3 , 図 11 ~ 図 14 を用いて説明する。

【0021】

図 11 は実施の形態 3 における駆動用ステータと制動用ステータとの配置関係を説明す

10

20

30

40

50

る図、図 1 2 は実施の形態 3 における各ティースのロットとのずれを説明する図、図 1 3 は実施の形態 3 におけるトルク差を示す図、図 1 4 は実施の形態 3 における回転数に対するトルク差の変化をずらし角度ごとに示す図である。

【 0 0 2 2 】

実施の形態 3 における電動モータは、駆動用ステータのロットの中心位置と制動用ステータのティースの中心位置とがずれるように駆動用ステータと制動用ステータとを配置する。

【 0 0 2 3 】

本発明の電動モータでは制動用ステータを設けることにより、電動モータの制動力が向上する。その反面、制動力はコギングトルクを発生させることにより生じていると言い換えることもできるため、コギングトルクを抑制したい用途に電動モータを用いる場合は問題となることがある。特に、通常、駆動用ステータのロットの数とロータ磁石の磁極の数は異なる。そのため、駆動用ステータのロットの数と制動用ステータのティースの数は異なり、ロータ磁石の回転中に 1 つの磁極から見たロットの位置とティースの位置とは、回転に伴い常に変化する。つまり、1 つの磁極から最短のロットまでの距離と最短のティースまでの距離の差は回転に伴い常に変化する。それにより、制動力を含めた見かけ上のコギングトルクは回転に伴い一定の振幅をもって変化する。また、このコギングトルクの振幅は、電動モータ回転数によっても変化する。

【 0 0 2 4 】

コギングトルクの振幅を抑制するために、本実施の形態の電動モータでは、実施の形態 1 , 2 における電動モータにおいて、駆動用ステータのロットの中心位置と制動用ステータのティースの中心位置とがずれるように駆動用ステータと制動用ステータとを配置する。これにより、全てのティースがロットとずれて配置され、駆動トルクの振幅と制動トルクの振幅を一致しない状態にすることができる為、コギングトルクの振幅を低減することができる。ずらす角度は、隣り合うロット間の角度と隣り合うティース間の角度との振幅の半分にする事により、もっともコギングトルクの差を小さくすることができる。

【 0 0 2 5 】

図 3 に示す 8 極 6 スロットの三相ブラシレスモータを例に、本実施の形態の駆動用ステータと制動用ステータとの配置例について図 1 1 ~ 図 1 3 を用いて説明する。

図 1 1 に示すように、駆動用ステータ 2 は 6 つのロットを有するため、隣り合うロットの中心線 1 9 が成す角度はいずれも 60° である。制動用ステータ 1 は 8 つのティースを有するため、隣り合うティースの中心線 2 0 が成す角度はいずれも 45° である。そのため、あるロット 6 a の中心線 1 9 に対してあるティース 1 0 a の中心線 2 0 を、ずらす角度 $= (60 - 45) / 2 = 7.5^\circ$ ずらすように駆動用ステータ 2 と制動用ステータ 1 とを配置する。これにより、図 1 2 に示すように、ずらさずに配置した場合に各ティース 1 0 における最も近接するロット 6 との成す角度は、 $0^\circ - 15^\circ - 30^\circ - 15^\circ - 0^\circ - 15^\circ - 30^\circ - 15^\circ$ とその最大角度差が 30° となるのに対し、 7.5° ずらして配置した場合に各ティース 1 0 における最も近接するロット 6 との成す角度は、 $7.5^\circ - 22.5^\circ - 22.5^\circ - 7.5^\circ - 7.5^\circ - 22.5^\circ - 22.5^\circ - 7.5^\circ$ とその最大角度差が 15° となり、 7.5° ずらすことにより最大角度差が半減する。そのため、コギングトルクの振幅を小さくすることができる。

【 0 0 2 6 】

次に、実施の形態 3 における電動モータにおいて、回転数とコギングトルクの振幅との関係を駆動用ステータと制動用ステータとをずらす角度を変えてシミュレーションした結果について、図 1 3 , 図 1 4 を用いて説明する。図 1 4 において、ずらす角度は、 0° 、 3.75° 、 7.5° とした。まず、図 1 3 に示すように、電動モータが一定の回転数、例えば 3000 rpm で回転している時に、回転角度に応じてコギングトルクが変化する。ずらす角度が 0° の時のトルク振幅を 2 1、ずらす角度が 7.5° の時のトルク振幅を 2 2 とすると、トルク振幅 2 2 の方がトルク振幅 2 1 より小さくなる。そして、ずらす角

10

20

30

40

50

度が 0° 、 3.75° 、 7.5° で比較すると、図 14 に示すように、 7.5° ずらした場合が、最もコギングトルクの振幅が小さくなることが分かる。

【 0 0 2 7 】

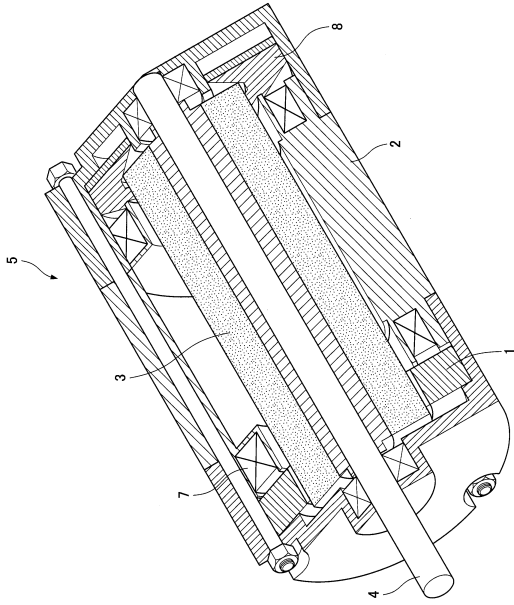
なお、8 極 6 スロットの三相ブラシレスモータに限らず、任意の極数、任意のスロット数の場合でも、隣り合うスロット間の角度と隣り合うティース間の角度との差の約半分にするにより、もっとも最大角度差を小さくすることができ、コギングトルクの振幅を小さくすることができる。例えば、4 極 6 スロットの場合、 $(90^\circ - 60^\circ) / 2 = 15^\circ$ ずらすことにより、最もコギングトルクの振幅を小さくすることができる。

【 符号の説明 】

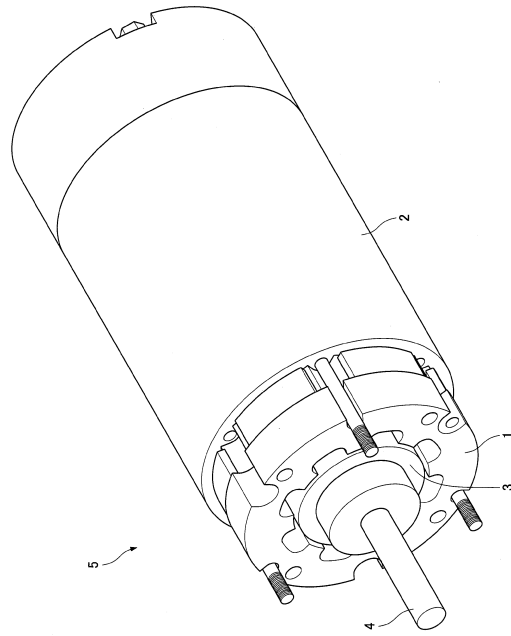
【 0 0 2 8 】

1	制動用ステータ	
2	駆動用ステータ	
3	ロータ磁石	
4	出力軸	
5	三相ブラシレスモータ	
6	スロット	
6 a	スロット	
7	コイル	
8	制御基板	
9	端子	20
1 0	ティース	
1 0 a	ティース	
1 1	制動用ステータ	
1 1 a	制動用ステータ	
1 2	ティース	
1 3	制動用ステータ	
1 4	ティース	
1 5	ティース	
1 6	スリット	
1 7	ティース	30
1 8	角部	
1 9	中心線	
2 0	中心線	
2 1	トルク振幅	
2 2	トルク振幅	

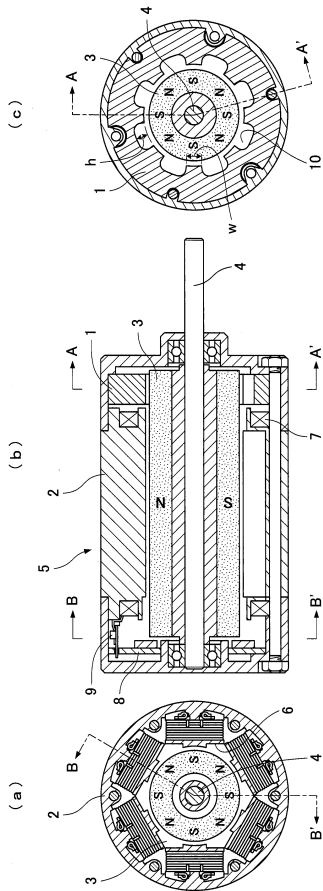
【図1】



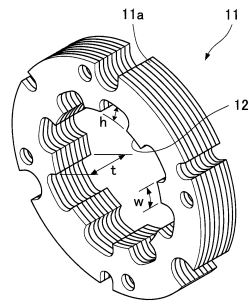
【図2】



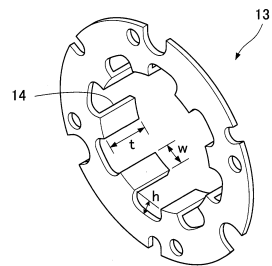
【図3】



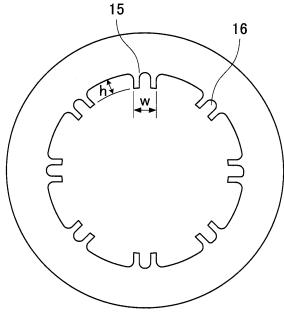
【図4】



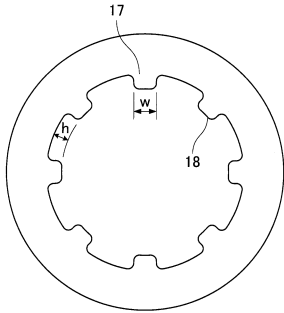
【図5】



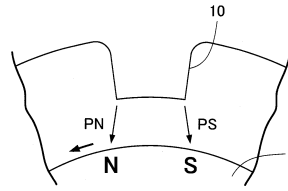
【図6】



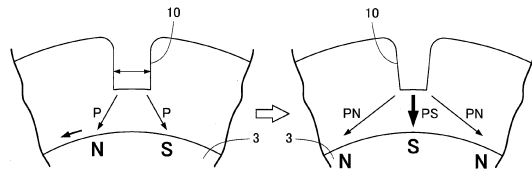
【図7】



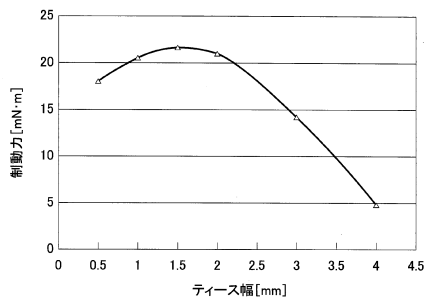
【図8】



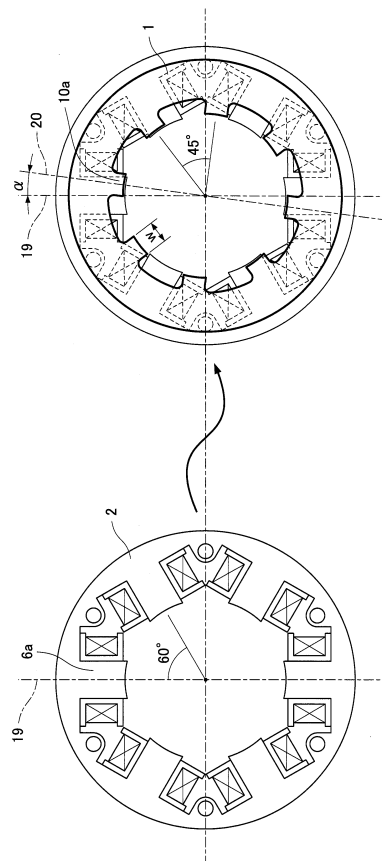
【図9】



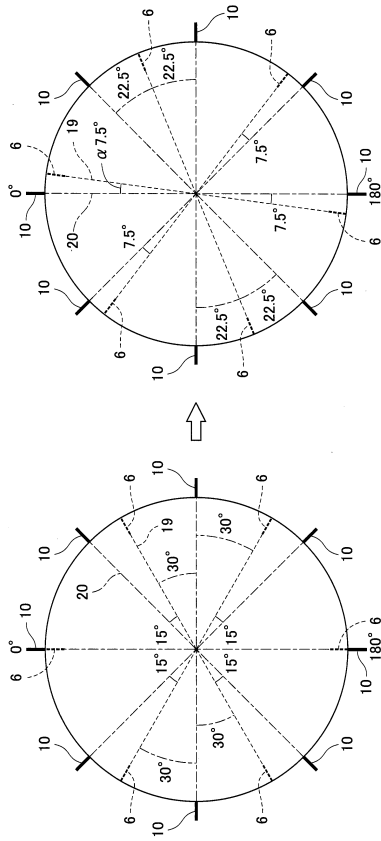
【図10】



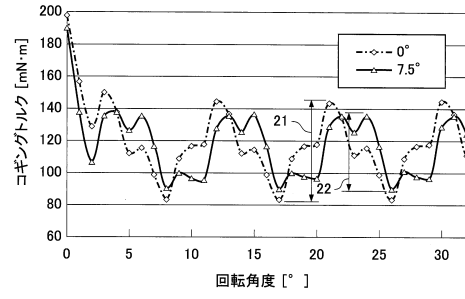
【図11】



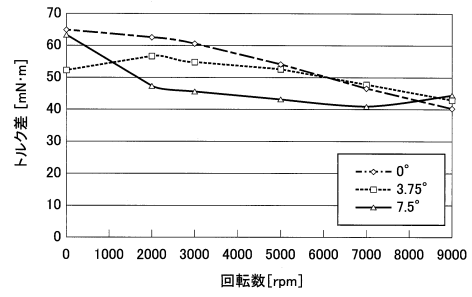
【図 12】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

(56)参考文献 韓国公開特許第10 - 2007 - 0111894 (KR, A)

特開2015 - 156736 (JP, A)

特開昭50 - 015025 (JP, A)

特開2015 - 139296 (JP, A)

特開2003 - 199383 (JP, A)

特開2002 - 218717 (JP, A)

中国特許出願公開第2768297 (CN, A)

特開平04 - 197070 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 21/16

H02K 7/20