

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6027902号  
(P6027902)

(45) 発行日 平成28年11月16日(2016.11.16)

(24) 登録日 平成28年10月21日(2016.10.21)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>HO2K</b>	<b>1/14</b>	<b>(2006.01)</b>	HO2K	1/14	Z
<b>HO2K</b>	<b>1/16</b>	<b>(2006.01)</b>	HO2K	1/16	C
<b>HO2K</b>	<b>1/22</b>	<b>(2006.01)</b>	HO2K	1/22	A
<b>HO2K</b>	<b>1/24</b>	<b>(2006.01)</b>	HO2K	1/24	B

請求項の数 9 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2013-12343 (P2013-12343)	(73) 特許権者	000101352
(22) 出願日	平成25年1月25日(2013.1.25)		アスモ株式会社
(65) 公開番号	特開2014-143887 (P2014-143887A)		静岡県湖西市梅田390番地
(43) 公開日	平成26年8月7日(2014.8.7)	(74) 代理人	100068755
審査請求日	平成27年7月22日(2015.7.22)		弁理士 恩田 博宣
		(74) 代理人	100105957
			弁理士 恩田 誠
		(72) 発明者	三上 晃司
			静岡県湖西市梅田390番地 アスモ 株 株式会社 内
		審査官	三澤 哲也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モーター

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転軸を回転中心として同回転軸と一体回転する円形状の第1コアベースの外周面に、等間隔に複数個の第1爪状磁極が、径方向外側に突出されその先端が屈曲して軸方向に延出形成された第1ロータコアと、

前記回転軸を回転中心として同回転軸と一体回転する円形状の第2コアベースの外周面に、等間隔に複数個の第2爪状磁極が、径方向外側に突出されその先端が屈曲して軸方向に延出形成され、その各第2爪状磁極が周方向の隣り合う前記第1爪状磁極同士の間それぞれ配置される第2ロータコアと、

前記回転軸を回転中心として同回転軸と一体回転するとともに前記第1ロータコアの第1コアベースと第2ロータコアの第2コアベースとの間に配置され、軸方向に沿って磁化されていて前記各第1爪状磁極を第1の磁極として機能させ、前記各第2爪状磁極を第2の磁極として機能させる界磁磁石とを備えたロータと、

前記ロータの外側に配設され、その径方向内周面が前記第1及び第2爪状磁極の径方向外周面と対峙するティースを周方向等間隔に複数個設けたステータコアと、

前記各ティースに巻回され、通電することにより回転磁界を発生させる巻線とを備えたステータと

からなるモーターであって、

前記ティースの径方向内周面の軸直交方向の断面形状が、前記回転軸の中心軸線を中心

10

20

とする同心円とならないことを特徴とするモータ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のモータにおいて、

前記ティースの径方向内周面に、軸線方向に沿って延びるティース側補助溝を形成し、前記ティースの径方向内周面の軸直交断面形状が前記回転軸の中心軸線を中心とする同心円とならないようにしたことを特徴とするモータ。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のモータにおいて、

コギングトルクの周期を  $\theta$  とし、ロータの磁極数を  $N_r$  としたとき、前記ティース側補助溝は、前記ティースの径方向内周面の周方向中央位置と交差する回転軸の中心軸線からの中心線となす角度を  $\alpha$  としたとき、周方向に、  
 $\theta - (360 / N_r) / (N_r / 2) < \alpha < (360 / N_r) / (N_r / 2)$  の範囲の位置で形成されることを特徴とするモータ。

10

【請求項 4】

請求項 3 に記載のモータにおいて、

前記ティース側補助溝は、軸直交方向断面形状がコ字状であって、前記ティースの径方向内周面の周方向中央位置に 1 つ軸線方向に沿って形成したことを特徴とするモータ。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 つに記載のモータにおいて、

前記第 1 爪状磁極及び第 2 爪状磁極は、その径方向外周面の軸直交方向の断面形状が、前記回転軸の中心軸線を中心とする同心円とならないことを特徴とするモータ。

20

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 つに記載のモータにおいて、

前記第 1 爪状磁極及び第 2 爪状磁極の径方向外周面に、軸線方向に沿って延びるロータ側補助溝を形成し、前記第 1 爪状磁極及び第 2 爪状磁極の径方向外周面の軸直交方向の断面形状が、前記回転軸の中心軸線を中心とする同心円とならないようにしたことを特徴とするモータ。

【請求項 7】

請求項 6 に記載のモータにおいて、

ロータ側補助溝は、前記第 1 爪状磁極及び第 2 爪状磁極の径方向外周面の周方向中央位置から周方向両側のコギングトルクの周期の半分の位置に軸線方向に沿って形成した第 1 補助溝と第 2 補助溝であることを特徴とするモータ。

30

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 つに記載のモータにおいて、

前記ロータは、周方向で隣り合う前記第 1 爪状磁極と前記第 2 爪状磁極の間に、前記第 1 爪状磁極と前記第 2 爪状磁極と同じとなるように磁化された極間補助磁石を配置したことを特徴とするモータ。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 つに記載のモータにおいて、

前記ロータは、前記第 1 爪状磁極と前記第 2 爪状磁極の各径方向内周面側に、それぞれ前記第 1 爪状磁極と前記第 2 爪状磁極と同じとなるように磁化された背面補助磁石を配置したことを特徴とするモータ。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、モータに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、マグネット界磁のランデル型構造のロータを採用したブラシレスモータが提案されている。このランデル型構造のロータは、同一材質で同一形状の 2 つのロー

50

タコアの間に、マグネットを配置する構造なため、その構造が簡単で小型化を実現できる点で優れている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】実開平5-43749号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、ブラシレスモータが位置保持機能を必要とする装置に使用されるとき、大きなディテントトルクを必要とする。しかしながら、マグネット界磁のランデル型構造のロータを採用するブラシレスモータでは、ステータコアのティースに対してロータコアの爪状磁極を対向させる構造である。そのため、マグネット界磁のランデル型構造のロータを採用するブラシレスモータでは、ディテントトルクは小さく、静止したモータをその位置で保持するための保持力が弱く不利であった。

【0005】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであって、その目的は、ディテントトルクを向上させ保持力の強いモータを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するモータは、回転軸を回転中心として同回転軸と一体回転する円形状の第1コアベースの外周面に、等間隔に複数個の第1爪状磁極が、径方向外側に突出されその先端が屈曲して軸方向に延出形成された第1ロータコアと、前記回転軸を回転中心として同回転軸と一体回転する円形状の第2コアベースの外周面に、等間隔に複数個の第2爪状磁極が、径方向外側に突出されその先端が屈曲して軸方向に延出形成され、その各第2爪状磁極が周方向の隣り合う前記第1爪状磁極同士の間それぞれ配置される第2ロータコアと、前記回転軸を回転中心として同回転軸と一体回転するとともに前記第1ロータコアの第1コアベースと第2ロータコアの第2コアベースとの間に配置され、軸方向に沿って磁化されていて前記各第1爪状磁極を第1の磁極として機能させ、前記各第2爪状磁極を第2の磁極として機能させる界磁磁石とを備えたロータと、前記ロータの外側に配設され、その径方向内周面が前記第1及び第2爪状磁極の径方向外周面と対峙するティースを周方向等間隔に複数個設けたステータコアと、前記各ティースに巻回され、通電することにより回転磁界を発生させる巻線とを備えたステータとからなるモータであって、

前記ティースの径方向内周面の軸直交方向の断面形状が、前記回転軸の中心軸線を中心とする同心円とならない。

【0007】

この構成によれば、ティースの径方向内周面の軸直交方向断面形状が回転軸の中心軸線を中心とする同心円にならないことから、移動に伴う磁束の変化が大きくなり、磁束を安定した状態に戻ろうとする保持力(ディテントトルク)は大きくなる。

【0008】

上記構成において、前記ティースの径方向内周面に、軸線方向に沿って延びるティース側補助溝を形成し、前記ティースの径方向内周面の軸直交断面形状が前記回転軸の中心軸線を中心とする同心円とならないようにしたことが好ましい。

【0009】

この構成によれば、径方向内周面の軸直交方向断面形状が回転軸の中心軸線を中心とする同心円にならないように、径方向内周面にティース側補助溝を形成した。従って、移動に伴う磁束の変化が大きくなり、磁束を安定した状態に戻ろうとする保持力(ディテントトルク)は大きくなる。

【0010】

上記構成において、コギングトルクの周期を  $\tau$  とし、ロータの磁極数を  $N_r$  としたとき

10

20

30

40

50

、前記ティース側補助溝は、前記ティースの径方向内周面の周方向中央位置と交差する回転軸の中心軸線からの中心線となす角度を  $s$  としたとき、周方向に、 $-(360 / ) / (Nr / 2)$   $s$   $(360 / ) / (Nr / 2)$  の範囲の位置で形成されることが好ましい。

【0011】

この構成によれば、径方向内周面に形成したティース側補助溝により、磁束を安定した状態に戻ろうとする保持力（ディテントトルク）は大きくすることができる。

上記構成において、前記ティース側補助溝は、軸直交方向断面形状がコ字状であって、前記ティースの径方向内周面の周方向中央位置に1つ軸線方向に沿って形成したことが好ましい。

10

【0012】

この構成によれば、ロータのいずれの回転方向においても同じ保持力（ディテントトルク）を発生させることができる。

上記構成において、前記第1爪状磁極及び第2爪状磁極は、その径方向外周面の軸直交方向の断面形状が、前記回転軸の中心軸線を中心とする同心円とならないことが好ましい。

【0013】

この構成によれば、加えて、第1爪状磁極及び第2爪状磁極の径方向内周面の軸直交方向断面形状が回転軸の中心軸線を中心とする同心円にならないことから、移動に伴う磁束の変化が大きくなり、磁束を安定した状態に戻ろうとする保持力（ディテントトルク）はより大きくなる。

20

【0014】

上記構成において、前記第1爪状磁極及び第2爪状磁極の径方向外周面に、軸線方向に沿って延びるロータ側補助溝を形成し、前記第1爪状磁極及び第2爪状磁極の径方向外周面の軸直交方向の断面形状が、前記回転軸の中心軸線を中心とする同心円とならないようにしたことが好ましい。

【0015】

この構成によれば、径方向外周面の軸直交方向断面形状が回転軸の中心軸線を中心とする同心円にならないように、径方向外周面に形成したロータ側補助溝を形成した。従って、移動に伴う磁束の変化が大きくなり、磁束を安定した状態に戻ろうとする保持力（ディテントトルク）は大きくなる。

30

【0016】

上記構成において、ロータ側補助溝は、前記第1爪状磁極及び第2爪状磁極の径方向外周面の周方向中央位置から周方向両側のコギングトルクの周期の半分の位置に軸線方向に沿って形成した第1補助溝と第2補助溝であることが好ましい。

【0017】

この構成によれば、第1補助溝と第2補助溝とがなす角度が、コギングトルクの周期（角度）と一致するように形成したので、これら第1及び第2補助溝によるトルクが上昇し、ディテントトルクが上昇する。また、ロータのいずれの回転方向においても同じ保持力（ディテントトルク）を有する。

40

【0018】

上記構成において、前記ロータは、周方向で隣り合う前記第1爪状磁極と前記第2爪状磁極の間に、前記第1爪状磁極と前記第2爪状磁極と同じとなるように磁化された極間補助磁石を配置したことが好ましい。

【0019】

この構成によれば、極間補助磁石によって磁束が増加し保持力（ディテントトルク）がより大きくなる。

上記構成によれば、前記ロータは、前記第1爪状磁極と前記第2爪状磁極の各径方向内周面側に、それぞれ前記第1爪状磁極と前記第2爪状磁極と同じとなるように磁化された背面補助磁石を配置したことが好ましい。

50

## 【 0 0 2 0 】

この構成よれば、背面補助磁石によって磁束が増加し保持力（ディテントトルク）をより大きくすることができる。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 2 1 】

本発明によれば、ディテントトルクを向上させ保持力の強いモータを実現できる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 2 2 】

【 図 1 】 第 1 実施形態のブラシレスモータの軸方向から見た断面図。

【 図 2 】 同じく、ステータのティース構造を説明するための軸方向から見た要部拡大正面図。 10

【 図 3 】 同じく、( a ) はロータを第 1 ロータコア側から見た斜視図、( b ) はロータを第 2 ロータコア側から見た斜視図。

【 図 4 】 同じく、ロータを軸方向から見た正面図。

【 図 5 】 同じく、図 4 の A - O - B 線組合せ断面図。

【 図 6 】 同じく、ロータの分解斜視図。

【 図 7 】 同じく、各ディテントトルクの関係を示す図。

【 図 8 】 第 2 実施形態のブラシレスモータの軸方向から見た断面図。

【 図 9 】 同じく、ロータを軸方向から見た正面図。

【 図 1 0 】 同じく、各ディテントトルクの関係を示す図。 20

【 図 1 1 】 別例を説明するためのブラシレスモータの軸方向から見た断面図。

【 図 1 2 】 同じく、( a ) はロータを第 1 ロータコア側から見た斜視図、( b ) はロータを第 2 ロータコア側から見た斜視図。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 2 3 】

( 第 1 実施形態 )

以下、モータの第 1 実施形態について説明する。

図 1 に示すように、ブラシレスモータ M は、モータハウジング 1 の内周面にステータ 2 が固定され、そのステータ 2 の内側には、回転軸 3 に固着され同回転軸 3 とともに一体回転する所謂ランデル型構造のロータ 4 が配設されている。回転軸 3 は、被磁性体のステンレス製シャフトであって、モータハウジング 1 に設けた図示しない軸受にて、モータハウジング 1 に対して回転可能に支持されている。 30

## 【 0 0 2 4 】

( ステータ 2 )

ステータ 2 は、円筒状のステータコア 1 0 を有し、そのステータコア 1 0 の外周面がモータハウジング 1 の内周面に固定されている。ステータコア 1 0 の内側には、軸線方向に沿って形成され、かつ、周方向に等ピッチに配置される複数のティース 1 1 が、径方向内側に向かって延出形成されている。各ティース 1 1 は、T 型のティースであって、その径方向の内周面 1 1 a は、回転軸 3 の中心軸線 O を中心とする同心円の円弧を軸線方向に延出した円弧面である。 40

## 【 0 0 2 5 】

ティース 1 1 とティース 1 1 の間には、スロット 1 2 が形成される。本実施形態では、ティース 1 1 の数は 1 2 個であって、スロット 1 2 の数は、ティース 1 1 の数と同じ 1 2 個である。1 2 個のティース 1 1 には、周方向に 3 相巻線、即ち、U 相巻線 1 3 u、V 相巻線 1 3 v、W 相巻線 1 3 w が順番に集中巻きにて巻回されている。

## 【 0 0 2 6 】

そして、これら巻回した各相巻線 1 3 u、1 3 v、1 3 w に 3 相電源電圧を印加してステータ 2 に回転磁界を形成し、同ステータ 2 の内側に配置した回転軸 3 に固着されたロータ 4 を、正回転（図 1 において時計回り方向）及び逆回転（図 1 において反時計回り方向に回転）させるようになっている。 50

## 【 0 0 2 7 】

図 1 に示すように、各ティース 1 1 の内周面 1 1 a には、ティース側補助溝 1 5 を有している。詳述すると、図 2 に示すように、各ティース 1 1 の内周面 1 1 a であって、回転軸 3 の中心軸線 O から各ティース 1 1 の周方向の中間位置を通過する直線を中心線 L k とする。その中心線 L k を中心として断面コ字状のティース側補助溝 1 5 が軸線方向に凹設されている。このティース側補助溝 1 5 は、軸直交方向断面形状がコ字状に形成され、その底面 1 5 a が平面であって、その両側から径方向内側から延びる側面に対して直角に形成されている。

## 【 0 0 2 8 】

その結果、ティース側補助溝 1 5 の底面 1 5 a を含む内周面 1 1 a は、全体として、軸直交方向断面形状が回転軸 3 の中心軸線 O を中心とする同心円にならない。

10

## ( ロータ 4 )

図 3 ~ 図 5 に示すように、ステータ 2 の内側に配設されたランデル型構造のロータ 4 は、磁極数が 8 のロータであって、第 1 及び第 2 ロータコア 2 0 , 3 0、界磁磁石 4 0 を有している。

## 【 0 0 2 9 】

## ( 第 1 ロータコア 2 0 )

図 6 に示すように、第 1 ロータコア 2 0 は、軟磁性材よりなる電磁鋼板にて形成され、回転軸 3 を貫挿固着する貫通穴 2 0 a を形成した円板状の第 1 コアベース 2 1 を有している。第 1 コアベース 2 1 の外周面 2 1 c には、等間隔に複数 ( 本実施形態では 4 つ ) の第 1 爪状磁極 2 2 が径方向外側に突出されるとともに軸方向に延出形成されている。ここで、第 1 爪状磁極 2 2 において、第 1 コアベース 2 1 の外周面 2 1 c から径方向外側に突出した部分を第 1 基部 2 3 といい、軸方向に屈曲された先端部分を第 1 磁極部 2 4 という。

20

## 【 0 0 3 0 】

第 1 基部 2 3 と第 1 磁極部 2 4 からなる第 1 爪状磁極 2 2 の周方向両端面 2 2 a , 2 2 b は、径方向に延びる平坦面となっている。そして、各第 1 爪状磁極 2 2 の周方向の角度、即ち前記周方向両端面 2 2 a , 2 2 b 間の角度は、周方向に隣り合う第 1 爪状磁極 2 2 同士の間隙の角度より小さく設定されている。

## 【 0 0 3 1 】

また、図 4 に示すように、第 1 磁極部 2 4 の径方向外周面 f 1 は、回転軸 3 の中心軸線 O を中心とする同心円の円弧を軸線方向に延出した円弧面である。また、第 1 磁極部 2 4 の径方向内周面 f 1 b は、回転軸 3 の中心軸線 O を中心とする同心円の円弧を軸線方向に延出した円弧面である。従って、第 1 磁極部 2 4 の軸直交方向断面形状は扇形状となる。

30

## 【 0 0 3 2 】

## ( 第 2 ロータコア 3 0 )

図 6 に示すように、第 2 ロータコア 3 0 は、第 1 ロータコア 2 0 と同一材質及び同形状であって、回転軸 3 を貫挿固着する貫通穴 3 0 a を形成した円板状の第 2 コアベース 3 1 を有している。第 2 コアベース 3 1 の外周面 3 1 c には、等間隔に 4 つの第 2 爪状磁極 3 2 が径方向外側に突出されるとともに軸方向に延出形成されている。ここで、第 2 爪状磁極 3 2 において、第 2 コアベース 3 1 の外周面 3 1 c から径方向外側に突出した部分を第 2 基部 3 3 といい、軸方向に屈曲された先端部分を第 2 磁極部 3 4 という。

40

## 【 0 0 3 3 】

第 2 基部 3 3 と第 2 磁極部 3 4 からなる第 2 爪状磁極 3 2 の周方向端面 3 2 a , 3 2 b は径方向に延びる平坦面となっている。そして、各第 2 爪状磁極 3 2 の周方向の角度、即ち前記周方向両端面 3 2 a , 3 2 b 間の角度は、周方向に隣り合う第 2 爪状磁極 3 2 同士の間隙の角度より小さく設定されている。

## 【 0 0 3 4 】

また、図 4 に示すように、第 2 磁極部 3 4 の径方向外周面 f 2 は、回転軸 3 の中心軸線 O を中心とする同心円の円弧を軸線方向に延出した円弧面である。また、第 2 磁極部 3 4 の径方向内周面 f 2 b は、回転軸 3 の中心軸線 O を中心とする同心円の円弧を軸線方向に

50

延出した円弧面である。従って、第2磁極部34の軸直交方向断面形状は扇形状となる。

【0035】

そして、第2ロータコア30は、各第2爪状磁極32がそれぞれ対応する各第1爪状磁極22間に配置される。このとき、第2ロータコア30は、第1コアベース21と第2コアベース31との軸方向の間に、界磁磁石40(図5参照)が配置(挟持)されるようにして第1ロータコア20に対して組み付けられる。

【0036】

(界磁磁石40)

図5及び図6に示すように、第1ロータコア20と第2ロータコア30との間に挟持された界磁磁石40は、ネオジム磁石よりなる円板状の永久磁石である。

10

【0037】

図6に示すように、界磁磁石40は、その中央位置に回転軸3を貫通する貫通穴41が形成されている。そして、界磁磁石40の一方の側面40aが、第1コアベース21の対向面21aと、界磁磁石40の他方の側面40bが、第2コアベース31の対向面31aとそれぞれ当接し、界磁磁石40は第1ロータコア20と第2ロータコア30との間に挟持固定される。

【0038】

界磁磁石40の外径は、第1及び第2コアベース21, 31の外径と一致するように設定され、厚さが予め定めた厚さに設定されている。

つまり、図5に示すように、第1ロータコア20と第2ロータコア30との間に、界磁磁石40を配置したとき、第1爪状磁極22(第1磁極部24)の先端面22cと第2コアベース31の反対向面31bとが面一になる。同様に、第2爪状磁極32(第2磁極部34)の先端面32cと第1コアベース21の反対向面21bとが面一になるようにしている。また、界磁磁石40の外周面40cが第1及び第2コアベース21, 31の外周面21c, 31cと面一となる。

20

【0039】

図5に示すように、界磁磁石40は、軸方向に磁化されていて、第1ロータコア20側をN極(第1の磁極)、第2ロータコア30側をS極(第2の磁極)となるように磁化されている。従って、この界磁磁石40によって、第1ロータコア20の第1爪状磁極22はN極(第1の磁極)として機能し、第2ロータコア30の第2爪状磁極32はS極(第2の磁極)として機能する。

30

【0040】

従って、本実施形態のロータ4は、界磁磁石40を用いた所謂ランデル型構造のロータである。そして、ロータ4は、N極となる第1爪状磁極22と、S極となる第2爪状磁極32とが周方向に交互に配置されており、磁極数が8極となる。

【0041】

また、ロータ4の磁極数が8、ステータ2のティース11(スロット12)の数が12個であることから、ブラシレスモータMは、2N極・3Nスロット系(Nは自然数)のブラシレスモータである。

【0042】

次に、上記のように構成した実施形態の作用を以下に記載する。

今、ブラシレスモータMにおいて、ステータコア10の各相巻線13u, 13v, 13wに3相電源電圧を印加してステータ2に回転磁界を形成すると、同ステータ2の内側に配置した回転軸3に固着されたロータ4は、その回転磁界に基づいて回転する。

40

【0043】

そして、各相巻線13u, 13v, 13wへの3相電源電圧の印加を停止させると、回転磁界が消失してロータ4は回転を停止する。このとき、ロータ4は、第1ロータコア20の第1磁極部24がステータコア10のティース11に流れ込む磁束と、第2ロータコア30の第2磁極部34にステータコア10のティース11から流れ込む磁束がそれぞれ最も安定した状態となる回動位置で停止する。

50

## 【 0 0 4 4 】

この停止位置は、第 1 及び第 2 磁極部 2 4 , 3 4 のいずれか一方の径方向外周面 f 1 ( 径方向外周面 f 2 ) が、外側に位置する 1 つおきのティース 1 1 の内周面 1 1 a と対峙する。詳述すると、1 つおきのティース 1 1 のティース側補助溝 1 5 の周方向中間位置と交差する中心線 L k が、回転軸 3 の中心軸線 O から第 1 磁極部 2 4 の周方向の中間位置を通過する図 4 に示す中心線 L 1 ( 又は第 2 磁極部 3 4 の径方向外周面 f 2 であって、回転軸 3 の中心軸線 O から第 2 磁極部 3 4 の周方向の中間位置を通過する中心線 L 2 ) と一致する。

## 【 0 0 4 5 】

図 1 は、第 1 磁極部 2 4 の径方向外周面 f 1 とそれぞれ対向するティース 1 1 の径方向内周面 1 1 a が対峙し、第 1 磁極部 2 4 の径方向外周面 f 1 の中心線 L 1 と、それぞれ対向するティース 1 1 の径方向内周面 1 1 a の中心線 L k と一致する位置する場合を示す。

10

## 【 0 0 4 6 】

このとき、ブラシレスモータ M は、ロータ 4 が 8 極、ステータ 2 が 1 2 スロットルのモータであることから、第 2 磁極部 3 4 の径方向外周面 f 2 上の中心線 L 2 は、ティース 1 1 とティース 1 1 の中間位置に位置する。

## 【 0 0 4 7 】

この状態において、ロータ 4 ( 回転軸 3 ) を回転させると、第 1 磁極部 2 4 の径方向外周面 f 1 が、それぞれ対向するティース 1 1 の径方向内周面 1 1 a に対して、周方向に移動する。

20

## 【 0 0 4 8 】

このとき、ティース 1 1 の内周面 1 1 a は、ティース側補助溝 1 5 が形成されていることから、全体として、軸直交方向断面形状が回転軸 3 の中心軸線 O を中心とする同心円にならない。そのため、移動に伴う磁束の変化が、回転軸 3 の中心軸線を中心とする同心円となるティース側補助溝 1 5 のないティースの内周面に比べて非常に大きくなる。

## 【 0 0 4 9 】

ちなみに、磁束を安定した状態に戻ろうとする保持力 ( デイテントトルク ) は、磁界の変化に相対する。その結果、この場合には、磁界の変化が非常に大きいので、保持力 ( デイテントトルク ) は大きくなる。

## 【 0 0 5 0 】

図 7 は、実験により得られたティース 1 1 の内周面 1 1 a について、ティース側補助溝 1 5 のない場合のデイテントトルク T a と、ティース側補助溝 1 5 のある場合のデイテントトルク T 1 との比較を示す。

30

## 【 0 0 5 1 】

図 7 から、ティース側補助溝 1 5 を形成した場合のデイテントトルク T 1 がティース側補助溝 1 5 のない場合のデイテントトルク T a よりも大きくなるのがわかる。

しかも、ティース側補助溝 1 5 は、その底面 1 5 a の中心位置が中心線 L k 上に位置するように形成されている。従って、ロータ 4 ( 回転軸 3 ) のいずれの回転方向においても同じ保持力 ( デイテントトルク ) を有する。

## 【 0 0 5 2 】

次に、上記実施形態の効果を以下に記載する。

40

( 1 ) 本実施形態によれば、ティース 1 1 の内周面 1 1 a にティース側補助溝 1 5 を形成したので、デイテントトルクを増大でき、ブラシレスモータ M の静止状態での保持力を増大することができる。

## 【 0 0 5 3 】

( 2 ) 本実施形態によれば、ティース 1 1 の内周面 1 1 a に形成したティース側補助溝 1 5 を、内周面 1 1 a の中心線 L k を中心に形成したので、ロータ 4 ( 回転軸 3 ) のいずれの回転方向においても同じ保持力 ( デイテントトルク ) を発生させることができる。

## 【 0 0 5 4 】

( 第 2 実施形態 )

50



次に、モータの第2実施形態について説明する。

図8に示すように、第2実施形態のブラシレスモータMは、ロータ4の第1及び第2爪状磁極22, 32であって、その第1磁極部24の外周面f1に第1及び第2補助溝25, 26を形成し、第2磁極部34の外周面f2に第1及び第2補助溝35, 36を形成したことに特徴を有している。従って、その特徴部分を詳細に説明し、他の構成の説明は便宜上省略する。

【0055】

(第1ロータコア20)

図9に示すように、第1爪状磁極22の第1磁極部24の径方向外周面f1は、軸直交方向断面形状が回転軸3の中心軸線Oを中心とする同心円の円弧面を有し、その径方向外周面f1に第1補助溝25と第2補助溝26の2つの溝を有している。

10

【0056】

詳述すると、図9に示すように、第1磁極部24の径方向外周面f1であって、回転軸3の中心軸線Oから第1磁極部24の周方向の中間位置を通過する直線を中心線L1とする。その中心線L1を基準として時計回り方向側及び反時計回り方向側に角度 $\theta_1$ に位置する中心軸線Oから延びる直線をそれぞれ第1直線L1aと第2直線L1bとする。

【0057】

ここで、角度 $\theta_1$ は、コギングトルク(ディテントトルク)の周期 $\theta$ (角度)に基づいて、以下の演算式を使って求めた。

$$\theta_1 = (\theta / 2 + n) \cdot \theta$$

20

なお、nは整数であって、本実施形態は、 $n = 0$ としている。

【0058】

コギングトルクの周期 $\theta$ は、一般に、360度を、ロータ4の磁極数とステータ2のスロット数の最小公倍数で割った値である。

この時、ロータ4の磁極数は8、ステータ2のスロット数は12であることから、最小公倍数は24となる。そして、コギングトルクの周期 $\theta$ は、15( $= 360 / 24$ )度となる。

【0059】

従って、角度 $\theta_1$ は、7.5( $= 15 / 2$ )度となる。

そして、径方向外周面f1において、中心線L1を中心に時計回り方向及び反時計回り方向にそれぞれ7.5度変位した位置ある第1直線L1aと第2直線L1bを周方向の中間位置として一定の幅を有した溝を軸線方向にそれぞれ凹設する。

30

【0060】

そして、第1直線L1aを周方向中間位置とする溝を第1補助溝25とし、反対に、第2直線L1bを周方向中間位置とする溝を第2補助溝26としている。従って、回転軸3の中心軸線Oを中心に第1補助溝25と第2補助溝26がなす角度は、コギングトルクの周期 $\theta$ ( $= 15$ 度)と一致する。

【0061】

つまり、中心線L1と第1直線L1aがなす角度及び中心線L1と第2直線L1bがなす角度は、共にコギングトルクの周期 $\theta$ の半周期( $= 7.5$ 度)となり、第1補助溝25と第2補助溝26は中心線L1を対称軸として対称位置に形成されている。

40

【0062】

この第1及び第2補助溝25, 26は、軸直交方向断面形状がコ字状に形成され、その底面25a, 26aが平面であって、その両側から径方向外側から延びる側面に対して直角に形成されている。

【0063】

従って、第1及び第2補助溝25, 26の底面25a, 26aは、平面形状であることから、軸直交断面形状が回転軸3の中心軸線Oを中心とする同心円弧にならない。その結果、第1磁極部24の第1及び第2補助溝25, 26の底面25a, 26aを含む径方向外周面f1は、全体として、軸直交方向断面形状が回転軸3の中心軸線Oを中心とする同

50

心円にならない。

【 0 0 6 4 】

( 第 2 ロータコア 3 0 )

図 9 に示すように、第 2 爪状磁極 3 2 の第 2 磁極部 3 4 の径方向外周面 f 2 は、軸直交方向断面形状が回転軸 3 の中心軸線 O を中心とする同心円の円弧面を有し、その径方向外周面 f 2 に第 1 補助溝 3 5 と第 2 補助溝 3 6 の 2 つの溝を有している。

【 0 0 6 5 】

詳述すると、図 9 に示すように、第 2 磁極部 3 4 の径方向外周面 f 2 であって、回転軸 3 の中心軸線 O から第 2 磁極部 3 4 の周方向の中間位置を通過する直線を中心線 L 2 とする。その中心線 L 2 を基準として時計回り方向側及び反時計回り方向側に角度  $\theta$  の位置にある中心軸線 O から伸びる直線をそれぞれ第 1 直線 L 2 a と第 2 直線 L 2 b とする。ここで、角度  $\theta$  は、上記と同様に、コギングトルク ( ディテントトルク ) の周期  $\theta$  に基づいて、以下の演算式を使って求めた。

【 0 0 6 6 】

$$\theta = ( 1 / 2 + n ) \cdot \theta_0$$

なお、n は整数であって、本実施形態は、 $n = 0$  としている。コギングトルクの周期は、前記と同様に、 $15 ( = 360 / 24 )$  度である。

【 0 0 6 7 】

従って、角度  $\theta$  は、角度  $\theta_0$  と同じ、 $7.5 ( = 15 / 2 )$  度となる。

そして、径方向外周面 f 2 において、中心線 L 2 を中心に時計回り方向及び反時計回り 8 方向にそれぞれ  $7.5$  度変位した位置ある第 1 直線 L 2 a と第 2 直線 L 2 b を周方向の中間位置として一定の幅を有した溝を軸線方向にそれぞれ凹設する。

【 0 0 6 8 】

そして、第 1 直線 L 2 a を周方向中間位置とする溝を第 1 補助溝 3 5 とし、反対に、第 2 直線 L 2 b を周方向中間位置とする溝を第 2 補助溝 3 6 としている。従って、回転軸 3 の中心軸線 O を中心に第 1 補助溝 3 5 と第 2 補助溝 3 6 がなす角度は、コギングトルクの周期  $\theta_0 ( = 15 \text{ 度} )$  と一致する。

【 0 0 6 9 】

つまり、中心線 L 2 と第 1 直線 L 2 a がなす角度及び中心線 L 2 と第 2 直線 L 2 b がなす角度は、共にコギングトルクの周期  $\theta_0$  の半周期  $( = 7.5 \text{ 度} )$  となり、第 1 補助溝 3 5 と第 2 補助溝 3 6 は中心線 L 2 を対称軸として対称位置に形成されている。

【 0 0 7 0 】

この第 1 及び第 2 補助溝 3 5 , 3 6 は、軸直交方向断面形状がコ字状に形成され、その底面 3 5 a , 3 6 a が平面であって、その両側から径方向外側から伸びる側面に対して直角に形成されている。

【 0 0 7 1 】

従って、第 1 及び第 2 補助溝 3 5 , 3 6 の底面 3 5 a , 3 6 a は、平面形状であることから、軸直交方向断面形状が回転軸 3 の中心軸線 O を中心とする同心円弧にならない。その結果、第 2 磁極部 3 4 の第 1 及び第 2 補助溝 3 5 , 3 6 の底面 3 5 a , 3 6 a を含む径方向外周面 f 2 は、全体として、軸直交方向断面形状が回転軸 3 の中心軸線 O を中心とする同心円にならない。

【 0 0 7 2 】

そして、第 2 ロータコア 3 0 は、各第 2 爪状磁極 3 2 がそれぞれ対応する各第 1 爪状磁極 2 2 間に配置される。このとき、第 2 ロータコア 3 0 は、第 1 コアベース 2 1 と第 2 コアベース 3 1 との軸方向の間に、第 1 実施形態と同様に、界磁磁石 4 0 が配置 ( 挟持 ) されるようにして第 1 ロータコア 2 0 に対して組み付けられる。

【 0 0 7 3 】

次に、上記のように構成した実施形態の作用を以下に記載する。

今、ブラシレスモータ M において、ステータコア 1 0 の各相巻線 1 3 u , 1 3 v , 1 3 w に 3 相電源電圧を印加してステータ 2 に回転磁界を形成すると、同ステータ 2 の内側に

10

20

30

40

50

配置した回転軸 3 に固着されたロータ 4 は、その回転磁界に基づいて回転する。

【 0 0 7 4 】

そして、各相巻線 1 3 u , 1 3 v , 1 3 w への 3 相電源電圧の印加を停止させると、回転磁界が消失してロータ 4 は回転を停止する。このとき、ロータ 4 は、第 1 ロータコア 2 0 の第 1 磁極部 2 4 がステータコア 1 0 のティース 1 1 に流れ込む磁束と、第 2 ロータコア 3 0 の第 2 磁極部 3 4 にステータコア 1 0 のティース 1 1 から流れ込む磁束がそれぞれ最も安定した状態となる回動位置で停止する。

【 0 0 7 5 】

この停止位置は、第 1 実施形態と同様に、第 1 及び第 2 磁極部 2 4 , 3 4 のいずれか一方の径方向外周面 f 1 ( 径方向外周面 f 2 ) が、外側に位置する 1 つ置き of ティース 1 1 の内周面 1 1 a と対峙する。

10

【 0 0 7 6 】

この状態において、ロータ 4 ( 回転軸 3 ) を回転させると、第 1 磁極部 2 4 の径方向外周面 f 1 が、それぞれ対向するティース 1 1 の径方向内周面 1 1 a に対して、周方向に移動する。

【 0 0 7 7 】

このとき、ティース 1 1 の内周面 1 1 a は、ティース側補助溝 1 5 が形成されていることから、第 1 実施形態と同様に、保持力 ( ディテントトルク T 1 ) が働く。

加えて、第 1 磁極部 2 4 の径方向外周面 f 1 は、第 1 及び第 2 補助溝 2 5 , 2 6 が形成されていることから、全体として、軸直交方向断面形状が回転軸 3 の中心軸線 O を中心とする同心円にならない。同様に、第 2 磁極部 3 4 の径方向外周面 f 2 は、第 1 及び第 2 補助溝 3 5 , 3 6 が形成されていることから、全体として、軸直交方向断面形状が回転軸 3 の中心軸線 O を中心とする同心円にならない。

20

【 0 0 7 8 】

そのため、移動に伴う磁束の変化が、回転軸 3 の中心軸線を中心とする同心円となる第 1 実施形態の第 1 及び第 2 磁極部 2 4 , 3 4 の径方向外周面 f 1 , f 2 に比べて非常に大きくなる。その結果、磁界の変化が非常に大きくなり、保持力 ( ディテントトルク ) が大きくなる。

【 0 0 7 9 】

しかも、第 1 補助溝 2 5 , 3 5 と第 2 補助溝 2 6 , 3 6 は中心線 L 1 , L 2 を対称軸として対称位置にそれぞれ形成されている。従って、ロータ 4 ( 回転軸 3 ) のいずれの回転方向においても同じ保持力 ( ディテントトルク ) を有する。

30

【 0 0 8 0 】

つまり、第 1 補助溝 2 5 ( 第 1 直線 L 1 a ) と第 2 補助溝 2 6 ( 第 2 直線 L 1 b ) とがなす角度が、コギングトルクの周期 ( = 1 5 度 ) と一致するように形成した。同様に、第 1 補助溝 3 5 ( 第 1 直線 L 2 a ) と第 2 補助溝 3 6 ( 第 2 直線 L 2 b ) とがなす角度が、コギングトルクの周期 ( = 1 5 度 ) と一致するように形成した。

【 0 0 8 1 】

従って、第 1 補助溝 2 5 , 3 5 及び第 2 補助溝 2 6 , 3 6 を形成した場合の保持力 ( ディテントトルク ) は、第 1 補助溝 2 5 , 3 5 及び第 2 補助溝 2 6 , 3 6 のない場合の保持力 ( ディテントトルク ) を同相になるようにしたので、大きくなる。

40

【 0 0 8 2 】

その結果、ティース 1 1 の内周面 1 1 a に形成したティース側補助溝 1 5 に基づく保持力 ( ディテントトルク T 1 ) と、径方向外周面 f 1 , f 2 に形成した第 1 補助溝 2 5 , 3 5 及び第 2 補助溝 2 6 , 3 6 の基づく保持力 ( ディテントトルク T b ( 図 1 0 参照 ) ) とが重畳される。そのため、保持力 ( ディテントトルク T 2 ( 図 1 0 参照 ) ) は、第 1 実施形態の保持力 ( ディテントトルク T 1 ) より大きくなる。

【 0 0 8 3 】

図 1 0 は、実験により得られたティース側補助溝 1 5 と、第 1 補助溝 2 5 , 3 5 及び第 2 補助溝 2 6 , 3 6 とが形成された場合のディテントトルク T 2 を示す。なお、図 1 0 に

50

示すディテントトルク  $T_b$  は、ティース 11 の内周面 11a に形成したティース側補助溝 15 を形成しないで径方向外周面  $f_1$  ,  $f_2$  に第 1 補助溝 25 , 35 及び第 2 補助溝 26 , 36 を形成したときの発生するディテントトルクを示す。

【0084】

このように、図 10 から明らかなように、ティース 11 の内周面 11a、及び、第 1 及び第 2 磁極部 24 , 34 の径方向外周面  $f_1$  ,  $f_2$  にそれぞれ補助溝を形成した場合のディテントトルク  $T_2$  は、ティース 11 の内周面 11a、及び、第 1 及び第 2 磁極部 24 , 34 の径方向外周面  $f_1$  ,  $f_2$  に補助溝を形成しない場合のディテントトルク  $T_a$  に比べて遙かに大きいことがわかる。しかも、第 1 実施形態のディテントトルク  $T_1$  よりも大きいことがわかる。

10

【0085】

次に、上記実施形態は第 1 実施形態の効果に加えてを以下の効果を有する。

(1) 本実施形態によれば、第 1 及び第 2 爪状磁極部 22 , 32 の径方向外周面  $f_1$  ,  $f_2$  は、その中心線  $L_1$  ,  $L_2$  を中心として周方向両側の対称位置に第 1 補助溝 25 , 35 と第 2 補助溝 26 , 36 を形成したので、ディテントトルクを増大でき、ブラシレスモータ M の静止状態での保持力を増大することができる。

【0086】

(2) 本実施形態によれば、第 1 補助溝 25 , 35 及び第 2 補助溝 26 , 36 は、それぞれ中心線  $L_1$  ,  $L_2$  とのなす角度  $\theta_1$  ,  $\theta_2$  がコギングトルクの周期 (角度  $\theta$ ) の半周期 ( $= \theta / 2 = 7.5$  度) となる位置に形成したので、最も大きな合計ディテントトルク  $T_c$  を発生させることができる。

20

【0087】

しかも、第 1 補助溝 25 , 35 及び第 2 補助溝 26 , 36 を線対称位置に形成したことから、正逆回転可能なブラシレスモータ M において、ロータ 4 (回転軸 3) のいずれの回転方向においても同じ保持力 (ディテントトルク) を発生させることができる。

【0088】

尚、上記実施形態は、以下のように変更してもよい。

上記各実施形態では、各ティース 11 の内周面 11a にそれぞれ形成した 1 つのティース側補助溝 15 は、その底面 15a の周方向中心位置が中心線  $L_k$  と一致するように形成した。これを、ティース側補助溝 15 を、中心線  $L_k$  を中心に周方向時計回り方向または反時計回り方向に偏倚させて実施してもよい。

30

【0089】

この場合、ティース 11 の径方向内周面の周方向中央位置と交差する回転軸の中心軸線 O からの中心線  $L_k$  となす角度を  $\theta_s$  としたとき、周方向に、

$$- (360 / \theta) / (Nr / 2) \leq \theta_s \leq (360 / \theta) / (Nr / 2)$$

の範囲の位置で形成するとディテントトルクは、内周面 11a にティース側補助溝 15 を形成しない場合により大きくなる。

【0090】

ここで、 $\theta$  はコギングトルクの周期  $\theta$  であって、上記実施形態では、360度を、ロータ 4 の磁極数とステータ 2 のスロット数の最小公倍数で割った値であるので、 $\theta = 15$  ( $= 360 / 24$ ) 度となる。

40

【0091】

その結果、 $- 24 / (Nr / 2) \leq \theta_s \leq 24 / (Nr / 2)$  の範囲の位置で形成するとディテントトルクは、内周面 11a にティース側補助溝 15 を形成しない場合により大きくなる。

【0092】

なお、ここで、 $Nr$  は、ロータ 4 の磁極数である。従って、 $Nr / 2 = 8 / 2 = 4$  となる。そのため、 $- 6$  度  $\leq \theta_s \leq 6$  度の範囲で設定すれば、内周面 11a にティース側補助溝 15 を形成しない場合により、ディテントトルクは大きくなる。

【0093】

50

上記各実施形態では、ティース11の内周面11aにティース側補助溝15を形成し、内周面11aを、全体として、軸直交方向断面形状が回転軸3の中心軸線Oを中心とする同心円にならないようにした。これを、例えば、ティース11の内周面11aを、直交方向断面形状を楕円形状にしたり、直交断面形状がV溝形状にしたりして、全体として、軸直交方向断面形状が回転軸3の中心軸線Oを中心とする同心円にならないようにして実施してもよい。

【0094】

上記各実施形態では、ティース11の内周面11aに1つのティース側補助溝15を形成した。これを、複数のティース側補助溝15を内周面11aに形成して実施してもよい。この場合、中心線Lkを対称軸として、周方向両側に線対称位置に設ければ、ロータ4のいずれの回転方向においても同じ保持力(ディテントトルク)を発生させることができる。この構成において、中心線Lk線上に、ティース側補助溝15を内周面11aに形成して実施してもよいことは勿論である。

10

【0095】

上記第2実施形態では、第1及び第2爪状磁極部22, 32の径方向外周面f1, f2に、それぞれ第1補助溝25, 35と第2補助溝26, 36を、中心線L1, L2を中心として周方向両側の線対称位置に形成した。つまり、図9に示すように、第1爪状磁極部22にあっては、第1及び第2直線L1a, L1bと交差する位置にそれぞれ第1及び第2補助溝25, 26を形成した。また、第2爪状磁極部32にあっては、第1及び第2直線L2a, L2bと交差する位置にそれぞれ第1及び第2補助溝35, 36を形成した。

20

【0096】

これを、第1爪状磁極22における第1及び第2直線L1a, L1b、並びに、第2爪状磁極32の第1及び第2直線L2a, L2bをそれぞれ基準として、周方向両側に、一対の補助溝をそれぞれ形成して実施してもよい。

【0097】

詳述すると、第1爪状磁極22における第1直線L1aについて、その第1直線L1aを中心として、周方向時計回り方向または反時計回り方向に線対称となる位置に一対の補助溝を形成する。また、第1爪状磁極22の第2直線L1bについて、その第2直線L1bを中心として周方向時計回り方向または反時計回り方向に線対称となる位置に一対の補助溝を形成する。

30

【0098】

同様に、第2爪状磁極32における第1直線L2aについて、その第1直線L2aを中心として、周方向時計回り方向または反時計回り方向に線対称となる位置に一対の補助溝を形成する。また、第2爪状磁極32の第2直線L2bについて、その第2直線L2bを中心として周方向時計回り方向または反時計回り方向に線対称となる位置に一対の補助溝を形成する。

【0099】

このとき、各一対の補助溝の周方向中心位置を交差する中心軸Oからのびる直線と、それぞれ対応する直線L1a, L1b, L2a, L2bとなす角度rは同じである。そして、この角度rは、以下に関係式が成り立つように設定する。

40

【0100】

$$(1/4 + n) \cdot \theta < r < (3/4 + n) \cdot \theta$$

ここで、nは整数であってn=0である。

$$\text{従って、} (1/4) \cdot \theta < r < (3/4) \cdot \theta$$

となる。また、 $\theta$ はコギングトルクの周期(角度)であって、 $\theta = 15$ 度である。

【0101】

その結果、 $3.75$ 度  $< r < 11.25$ 度となる。そして、この範囲で、それぞれ対応する直線L1a, L1b, L2a, L2bを中心とする線対称の一対の補助溝が形成される。

50

## 【 0 1 0 2 】

従って、この場合にも、第 1 及び第 2 爪状磁極 2 2 , 3 2 には、それぞれ 4 個の補助溝が形成され、第 1 及び第 2 爪状磁極部 2 2 , 3 2 の径方向外周面 f 1 , f 2 は、中心軸線 O を中心とする同心円とならず、ディテントトルクを増大できる。

## 【 0 1 0 3 】

また、第 1 爪状磁極 2 2 について第 1 及び第 2 直線 L 1 a , L 1 b を中心に線対称位置に一对の補助溝をそれぞれ形成するとともに、第 2 爪状磁極 3 2 について第 1 及び第 2 直線 L 2 a , L 2 b を中心に線対称位置に一对の補助溝を形成した。そして、第 1 及び第 2 爪状磁極部 2 2 , 3 2 の径方向外周面 f 1 , f 2 に形成した 4 個の補助溝によるディテントトルクの周期が、コギングトルクと一致することから、大きなディテントトルクを引き出すことができる。

10

## 【 0 1 0 4 】

上記第 2 実施形態に示すブラシレスモータ M について、図 1 1 及び図 1 2 に示すように、第 1 及び第 2 磁極部 2 4 の径方向内周面 f 1 b , f 2 b にそれぞれ第 1 及び第 2 背面補助磁石 5 1 , 5 2 を設けるとともに、第 1 爪状磁極 2 2 と第 2 爪状磁極 3 2 との周方向の間にそれぞれ第 1 及び第 2 極間補助磁石 5 3 , 5 4 を配置して実施してもよい。

## 【 0 1 0 5 】

詳述すると、図 1 2 ( b ) に示すように、第 1 背面補助磁石 5 1 は、第 1 磁極部 2 4 の径方向内周面 f 1 b であって、第 2 コアベース 3 1 の外周面 3 1 c、界磁磁石 4 0 の外周面 4 0 c、第 1 基部 2 3 の第 2 ロータコア 3 0 側の面とで形成される空間に配置されている。また、図 1 2 ( a ) に示すように、第 1 背面補助磁石 5 1 は、第 2 磁極部 3 4 の径方向内周面 f 2 b であって、第 1 コアベース 2 1 の外周面 2 1 c、界磁磁石 4 0 の外周面 4 0 c、第 2 基部 3 3 の第 1 ロータコア 2 0 側の面とで形成される空間に配置されている。

20

## 【 0 1 0 6 】

そして、第 1 背面補助磁石 5 1 は、その部分での漏れ磁束を低減すべく、第 1 爪状磁極 2 2 ( 第 1 磁極部 2 4 ) の径方向内周面 f 1 b に当接する側が第 1 爪状磁極 2 2 と同極の N 極に、第 2 コアベース 3 1 に当接する側が同第 2 コアベース 3 1 と同極の S 極となるように径方向に磁化されている。また、第 2 背面補助磁石 5 2 は、その部分での漏れ磁束を低減すべく、第 2 爪状磁極 3 2 ( 第 2 磁極部 3 4 ) の径方向内周面 f 2 b に当接する側が第 2 爪状磁極 3 2 と同極の S 極に、第 1 コアベース 2 1 に当接する側が同第 1 コアベース 2 1 と同極の N 極となるように径方向に磁化されている。

30

## 【 0 1 0 7 】

一方、図 1 2 ( a ) ( b ) に示すように、第 1 極間補助磁石 5 3 は、第 1 爪状磁極 2 2 の一方の周方向端面 2 2 a と前記第 1 背面補助磁石 5 1 の周方向端面とで形成される平坦面と、第 2 爪状磁極 3 2 の他方の周方向端面 3 2 b と前記第 2 背面補助磁石 5 2 の周方向端面とで形成される平坦面との間に配置されている。また、第 2 極間補助磁石 5 4 は、第 1 爪状磁極 2 2 の他方の周方向端面 2 2 b と前記第 1 背面補助磁石 5 1 の周方向端面とで形成される平坦面と、第 2 爪状磁極 3 2 の一方の周方向端面 3 2 a と前記第 2 背面補助磁石 5 2 の周方向端面とで形成される平坦面との間に配置されている。

40

## 【 0 1 0 8 】

そして、第 1 及び第 2 極間補助磁石 5 3 , 5 4 は、第 1 及び第 2 爪状磁極 2 2 , 3 2 とそれぞれ同じ磁極となるように ( 第 1 爪状磁極 2 2 側が N 極で、第 2 爪状磁極 3 2 側が S 極となるように ) 周方向に磁化されている。

## 【 0 1 0 9 】

これによって、図 1 1 及び図 1 2 に示すブラシレスモータ M においては、第 1 及び第 2 背面補助磁石 5 1 , 5 2、及び、第 1 及び第 2 極間補助磁石 5 3 , 5 4 を設けたことにより磁束量が増加することから、ディテントトルクを増大でき、ブラシレスモータ M の静止状態での保持力を増大することができる。

## 【 0 1 1 0 】

上記各実施形態では、8 極・12 スロットのブラシレスモータ M であった。これを例

50

えば、10極・15スロットのブラシレスモータ等、2N極・3Nスロットル系（ここで、Nは自然数）のブラシレスモータに応用してもよい。

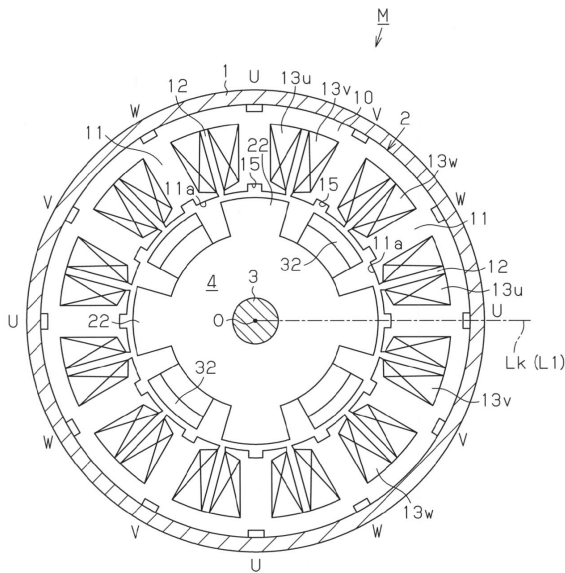
【符号の説明】

【0111】

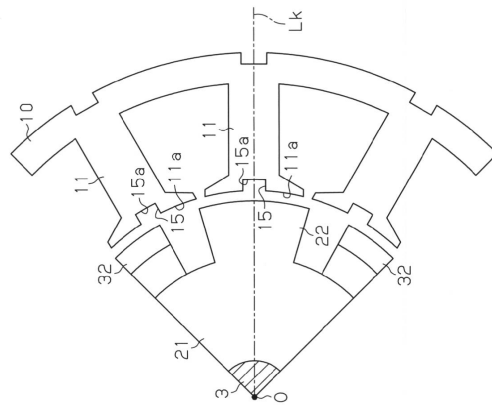
1...モータハウジング、2...ステータ、3...回転軸、4...ロータ、10...ステータコア、11...ティース、11a...内周面、12...スロット、13u...U相巻線、13v...V相巻線、13w...W相巻線、15...ティース側補助溝、15a...底面、20...第1ロータコア、20a...貫通穴、21...第1コアベース、21a...対向面、21b...反対向面、21c...外周面、22...第1爪状磁極、22a, 22b...端面、22c...先端面、23...第1基部、24...第1磁極部、25, 26...第1及び第2補助溝（ロータ側補助溝）、25a, 26a...底面、30...第2ロータコア、30a...貫通穴、31...第2コアベース、31a...対向面、31b...反対向面、31c...外周面、32...第2爪状磁極、32a, 32b...端面、32c...先端面、33...第2基部、34...第2磁極部、35, 36...第1及び第2補助溝、35a, 36a...底面、40...界磁磁石、40a, 40b...側面、40c...外周面、41...貫通穴、51, 52...第1及び第2背面補助磁石（背面補助磁石）、53, 54...第1及び第2極間補助磁石（極間補助磁石）、M...ブラシレスモータ、O...中心軸線、f1, f2...径方向外周面、f1b, f2b...径方向内周面、Lk, L1, L2...中心線、L1a, L2a...第1直線、L1b, L2b...第2直線、 $\alpha$ ,  $\beta$ , ...角度、T1, T2, Ta, Tb...ディテントトルク。

10

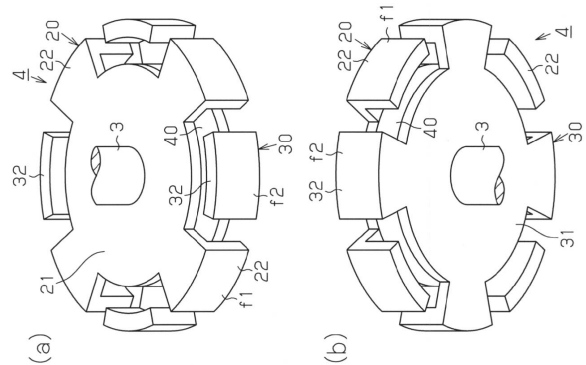
【図1】



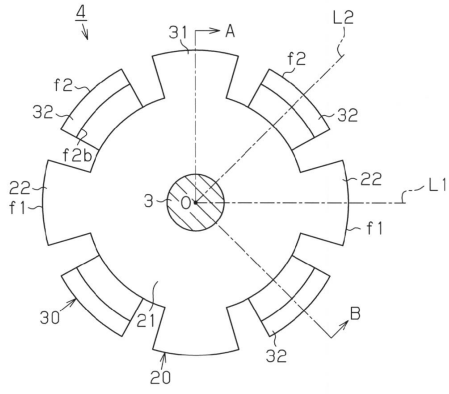
【図2】



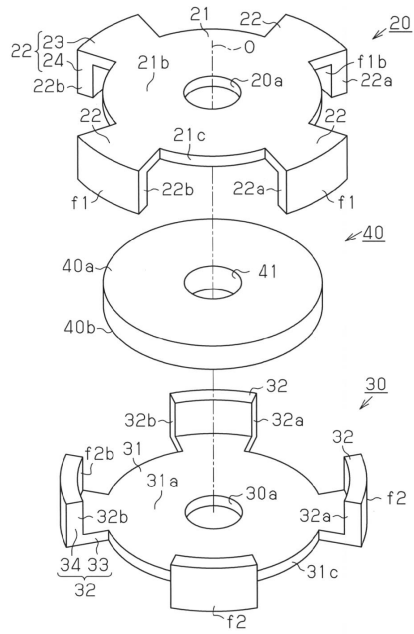
【図3】



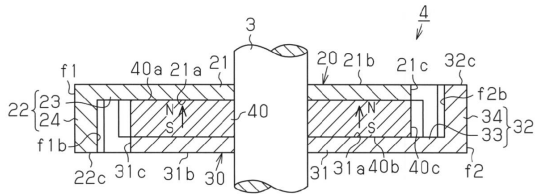
【図4】



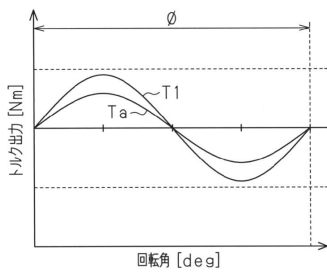
【図6】



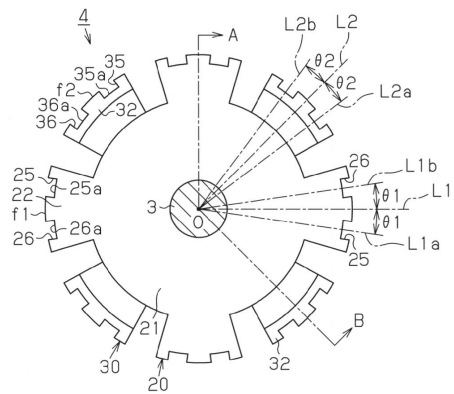
【図5】



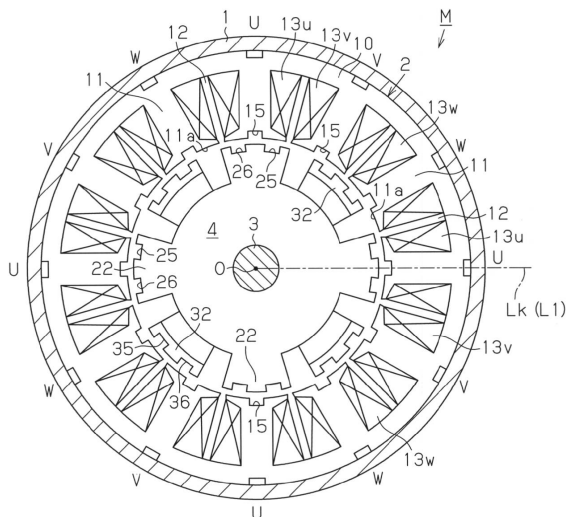
【図7】



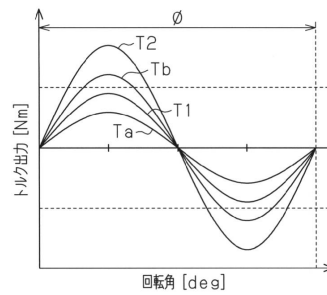
【図9】



【図8】



【図10】







---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2012-115085(JP,A)  
特開平11-018326(JP,A)  
欧州特許出願公開第02157679(EP,A1)  
実開平05-043749(JP,U)  
特開2011-004583(JP,A)  
特開昭54-149808(JP,A)  
特開2003-047183(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K	1/14
H02K	1/16
H02K	1/22
H02K	1/24
H02K	29/00