

(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2014-155357
(P2014-155357A)

(43) 公開日 平成26年8月25日(2014.8.25)

| | | |
|----------------------------|----------------|-------------|
| (51) Int.Cl. | F I | テーマコード (参考) |
| H02K 1/27 (2006.01) | H02K 1/27 501A | 5H622 |
| | H02K 1/27 501M | |

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2013-24056 (P2013-24056)
(22) 出願日 平成25年2月12日 (2013.2.12)

(71) 出願人 000144027
株式会社ミツバ
群馬県桐生市広沢町1丁目2681番地
(74) 代理人 100102853
弁理士 鷹野 寧
(72) 発明者 大久保 雅通
群馬県桐生市広沢町1丁目2681番地
株式会社ミツバ内
Fターム(参考) 5H622 AA03 CA02 CA07 CA10 PP10

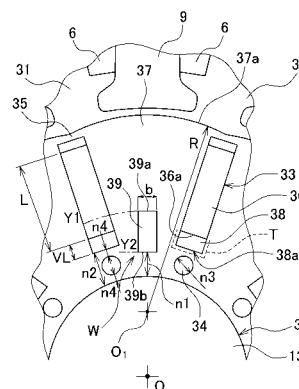
(54) 【発明の名称】 ブラシレスモータ

(57) 【要約】

【課題】磁束集中型ブラシレスモータにおいて、マグネットの磁束を効率良く外周方向に向け、マグネット量を増やすことなくトルクの増大を図る。

【解決手段】磁束集中型モータであるブラシレスモータ1のロータ3に、マグネット36が收容されるマグネット取付孔33を放射状に形成する。隣接するマグネット取付孔33の間には疑似磁極部37が形成される。マグネット取付孔33の径方向内端とマグネット36の径方向内端との間には、磁気抵抗部として空隙部38が形成されている。疑似磁極部37の内周側中央部には、磁気抵抗部として空隙溝39が形成されている。空隙溝39は、マグネット36の径方向内側端面36aからL/8 (L:マグネットの径方向長)の位置よりも内周側に設けられる。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

径方向内側に向けて突出する複数のティースと、該ティース間に形成されたスロットを介して前記ティースに巻装されたコイルと、を備えるステータと、

前記ステータの内側に回転自在に配置され、複数の極を構成するマグネットが、放射状に形成されたマグネット収容部内に収容されてなるロータと、を有するブラシレスモータであって、

前記ロータは、隣接する前記マグネット収容部間に形成される複数の疑似磁極部と、前記マグネット収容部の径方向内端と前記マグネットの径方向内端との間に形成された第 1 磁気抵抗部と、前記疑似磁極部の内周側中央部に形成された第 2 磁気抵抗部と、を有し

10

、
前記第 2 磁気抵抗部は、前記マグネットの径方向長さを L としたとき、該マグネットの径方向内側の端面から $L/8$ の位置よりも内周側にそれぞれ設けられることを特徴とするブラシレスモータ。

【請求項 2】

請求項 1 記載のブラシレスモータにおいて、

前記ロータは、磁性材料にて形成されたコアプレートを複数枚積層して形成されており

、
前記第 1 磁気抵抗部は、前記ロータの中央に形成された中心孔から前記コアプレートの板厚以上離れて設けられることを特徴とするブラシレスモータ。

20

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載のブラシレスモータにおいて、

前記ロータは、磁性材料にて形成されたコアプレートを複数枚積層して形成されており

、
前記第 2 磁気抵抗部は、隣接する前記マグネット収容部から前記コアプレートの板厚以上離れて設けられることを特徴とするブラシレスモータ。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載のブラシレスモータにおいて、

前記第 2 磁気抵抗部の径方向内端と前記ロータの中央に形成された中心孔との間の距離は、前記第 1 磁気抵抗部の径方向内端と前記中心孔との間の距離と同じかそれ以下であることを特徴とするブラシレスモータ。

30

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 の何れか 1 項に記載のブラシレスモータにおいて、

前記マグネット収容部の径方向外端に、前記ロータの外周面に臨んで開口する開口部を設けたことを特徴とするブラシレスモータ。

【請求項 6】

請求項 5 記載のブラシレスモータにおいて、

前記開口部に、隣り合う前記疑似磁極部の少なくとも一方から、該疑似磁極部の外周面に連続する鍔部を延出形成したことを特徴とするブラシレスモータ。

【請求項 7】

請求項 5 又は 6 記載のブラシレスモータにおいて、

前記開口部は、前記マグネット収容部の周方向に沿った幅に対する開口率が 75% 以下であることを特徴とするブラシレスモータ。

40

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 の何れか 1 項に記載のブラシレスモータにおいて、

前記マグネット収容部内の前記マグネットの径方向内側部分と径方向外側部分にそれぞれ非磁性部を設けたことを特徴とするブラシレスモータ。

【請求項 9】

請求項 8 記載のブラシレスモータにおいて、

前記非磁性部は、合成樹脂にて構成されることを特徴とするブラシレスモータ。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁束集中型のブラシレスモータに関し、特に、マグネットを放射状に配したスポーク型構造のブラシレスモータに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、特許文献1のように、回転軸の周囲に複数個のマグネットを放射状に配置したロータを有する所謂スポーク型のブラシレスモータが種々提案されている。図8は、このようなスポーク型ブラシレスモータのロータ構成を示す説明図である。図8に示すように、ロータ51では、マグネット52とコア部材53が周方向に交互に配置されており、隣接するマグネット52は、対向する面が同極性となっている。各マグネット52からの磁束は、コア部材53内にて互いに反発し合い、外周方向に向かって集中する(矢示P)。これにより、ロータ51の外周には、周方向に沿って疑似磁極部54が形成され、ロータ側の磁極となる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平6-311679号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、このようなスポーク型の磁束集中型ブラシレスモータでは、マグネット52の径方向内側部分52aでは、自身のN極から出た磁束がマグネット52の径方向内側のコア部材53を経由してS極に至る磁路により磁束の漏れ(ショートカット)が発生し(矢示Q)、マグネットの磁力を有効に使用することができなかった。この場合、マグネットの寸法を長くすれば、外周方向に向かう磁束を増やすことはできるが、その分、マグネット量が増加し、ロータ外径も大きくなってしまいうため、自ずと限度がある。

【0005】

本発明の目的は、磁束集中型ブラシレスモータにおいて、マグネットの磁束を効率良く外周方向に向け、マグネット量を増やすことなくトルクの増大を図ることにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明のブラシレスモータは、径方向内側に向けて突出する複数のティースと、該ティース間に形成されたスロットを介して前記ティースに巻装されたコイルと、を備えるステータと、前記ステータの内側に回転自在に配置され、複数の極を構成するマグネットが、放射状に形成されたマグネット収容部内に収容されてなるロータと、を有するブラシレスモータであって、前記ロータは、隣接する前記マグネット収容部間に形成される複数個の疑似磁極部と、前記マグネット収容部の径方向内端と前記マグネットの径方向内端との間に形成された第1磁気抵抗部と、前記疑似磁極部の内周側中央部に形成された第2磁気抵抗部と、を有し、前記第2磁気抵抗部は、前記マグネットの径方向長さをLとしたとき、該マグネットの径方向内側の端面からL/8の位置よりも内周側にそれぞれ設けられることを特徴とする。

40

【0007】

本発明にあつては、前記マグネット収容部の径方向内端側に第1磁気抵抗部、前記マグネット収容部間に第2磁気抵抗部を設け、この第2磁気抵抗部を、マグネットの径方向内側端面からL/8(L:マグネットの径方向長)の位置よりも内周側に設けることにより、マグネット異極間の延面距離が長くなり、N、S極をショートカットする磁路が長くなる。このため、マグネットの径方向内側部位における磁気抵抗が大きくなり、当該部位における漏れ磁束が低減する。

50

【 0 0 0 8 】

前記ブラシレスモータにおいて、前記ロータを、磁性材料にて形成されたコアプレートを複数枚積層して形成し、前記第 1 磁気抵抗部を、前記ロータの中央に形成された中心孔から前記コアプレートの板厚以上離れて設けても良い。また、前記第 2 磁気抵抗部を、隣接する前記マグネット収容部から前記コアプレートの板厚以上離れて設けても良い。さらに、前記第 2 磁気抵抗部の径方向内端と前記ロータの中央に形成された中心孔との間の距離を、前記第 1 磁気抵抗部の径方向内端と前記中心孔との間の距離と同じかそれ以下に設定しても良い。

【 0 0 0 9 】

一方、前記マグネット収容部の径方向外端に、前記ロータの外周面に臨んで開口する開口部を設けても良い。この場合、前記開口部に、隣り合う前記疑似磁極部の少なくとも一方から、該疑似磁極部の外周面に連続する鏝部を延出形成しても良い。また、前記開口部を、前記マグネット収容部の周方向に沿った幅に対する開口率が 75% 以下に形成しても良い。

10

【 0 0 1 0 】

加えて、前記マグネット収容部内の前記マグネットの径方向内側部分と径方向外側部分にそれぞれ非磁性部を設けても良く、この非磁性部を、合成樹脂にて構成しても良い。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 1 】

本発明のブラシレスモータによれば、所謂スポーク型の磁束集中型ブラシレスモータにて、マグネット収容部の径方向内端側に第 1 磁気抵抗部、マグネット収容部間に第 2 磁気抵抗部を設け、この第 2 磁気抵抗部を、マグネットの径方向内側端面から $L/8$ (L : マグネットの径方向長) の位置よりも内周側に設けたので、マグネットの径方向内側部位における磁気抵抗を増大でき、当該部位における漏れ磁束を低減させることが可能となる。このため、従来の磁束集中型ブラシレスモータに比して、マグネットの磁束を効率良く使うことができ、マグネット量を増やすことなくトルクの増大を図ることが可能となる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 2 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態 1 であるブラシレスモータの断面図である。

【 図 2 】 図 1 の A - A 線に沿った断面図である。

30

【 図 3 】 図 1 のブラシレスモータにおけるマグネット取付孔近傍の構成を示す説明図である。

【 図 4 】 (a) はマグネット取付孔に空隙部 (第 1 磁気抵抗部) を設けた場合のトルク変化を示す説明図、(b) はマグネット取付孔間に空隙溝 (第 2 磁気抵抗部) を設けた場合のトルク変化を示す説明図である。

【 図 5 】 本発明の実施の形態 2 であるブラシレスモータのロータ構造を示す説明図であり、マグネット取付孔の径方向外端を開放させた構成を示している。

【 図 6 】 本発明の実施の形態 2 であるブラシレスモータのロータ構造を示す説明図であり、マグネット取付孔の径方向外端に開口部と鏝部を設けた構成を示している。

【 図 7 】 開口部の幅 (開口率) とトルク及びリップルの関係を示した説明図である。

40

【 図 8 】 従来のスポーク型ブラシレスモータのロータ構造を示す説明図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 3 】

(実施の形態 1)

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。図 1 は、本発明の実施の形態 1 であるブラシレスモータ 1 (以下、モータ 1 と略記する) の断面図、図 2 は、図 1 の A - A 線に沿った断面図である。モータ 1 は、ロータのマグネットが放射状に配置された所謂スポーク型の磁束集中型モータとなっており、例えば電動パワーステアリング装置の駆動源として使用される。モータ 1 は、図 1 に示すように、外側にステータ (固定子) 2、内側にロータ (回転子) 3 を配したインナーロータ型のブラシレスモータとなってい

50

る。

【0014】

ステータ2は、有底円筒形状のモータケース4（以下、ケース4と略記する）の内側に接着剤等の固定手段により固定されている。ステータ2は、ステータコア5と、ステータコア5のティース9に巻装されたステータコイル6（以下、コイル6と略記する）及びステータコア5に取り付けられコイル6と電氣的に接続されるバスバーユニット（端子ユニット）7とから構成されている。ケース4は、鉄等にて有底円筒状に形成されており、その開口部には、図示しない固定ネジによって、ブラケット8（例えば、アルミダイキャスト製）が取り付けられる。

【0015】

ステータコア5は、鋼製の板材（例えば、電磁鋼板）を積層して形成されており、複数個（本実施形態においては12個）のティース9が径方向内側に向かって突設されている。隣接するティース9の間にはスロット31が形成され、その中にはコイル6が収容されている。ステータコア5には合成樹脂製のインシュレータ11が取り付けられており、インシュレータ11の外側にコイル6が巻装されている。これにより、本ステータ2は12極（12スロット）構成となっている。

【0016】

ステータコア5のケース4の開口側の一端側には、バスバーユニット7が取り付けられている。バスバーユニット7は、合成樹脂製の本体部内に銅製のバスバーがインサート成形された構成となっている。バスバーユニット7の周囲には、複数個の給電用端子12が径方向に突設されている。バスバーユニット7の取り付けに際し、給電用端子12は、ステータコア5から引き出されたコイル6の端部6aが溶接される。バスバーユニット7では、バスバーはモータ1の相数に対応した個数（ここでは、U相、V相、W相分の3個と各相同士の接続用の1個の計4個）設けられている。各コイル6は、その相に対応した給電用端子12と電氣的に接続される。ステータコア5は、バスバーユニット7を取り付けた後、ケース4内に圧入固定される。

【0017】

ステータ2の内側にはロータ3が挿入されている。ロータ3はロータシャフト13を有しており、ロータシャフト13はベアリング14a、14bによって回転自在に軸支されている。ベアリング14aはケース4の底部中央に、ベアリング14bはブラケット8の中央部にそれぞれ固定されている。ロータシャフト13には、円筒形状のロータコア15と、回転角度検出手段であるレゾルバ21のロータ（レゾルバロータ）22が取り付けられている。レゾルバ21のステータ（レゾルバステータ）23は、合成樹脂製のレゾルバブラケット24に収容されており、取付ネジ25によってブラケット8の内側に固定される。

【0018】

ロータコア15は、磁性体にて形成された薄板状のコアプレート（鋼板材）を複数枚積層させた構成となっており、その外形は真円形ではなく偏芯形状となっている。ロータコア15には、軸孔（中心孔）32と、複数個のマグネット取付孔（マグネット収容部）33が設けられている。軸孔32はロータコア15の中心部に形成されており、そこにはロータシャフト13が圧入固定される。マグネット取付孔33は、径方向に沿って延びる長方形の孔であり、10個が周方向等間隔に放射状に配置されている（10極構成）。マグネット取付孔33の径方向内側と外側は共に閉鎖されており、径方向外側にはブリッジ部35が形成されている。各マグネット取付孔33内には直方体状のマグネット36がそれぞれ収容され、接着剤等の固定手段にて固定されている。隣接するマグネット36は、対向する面が同極性となっている。マグネット取付孔33よりも径方向内側には、コアプレートを所定位置に積層するための複数のボス孔34が軸方向にプレス打出し加工にて設けられている。各ボス孔34は、平面視で直径がn3の丸形に形成され、軸孔32とマグネット取付孔33との間には、積層されるコアプレートの板厚以上の間隔n4がそれぞれ空くように設定されている。各ボス孔34をこのように設定することで、プレス加工時に

10

20

30

40

50

コアプレートの不用意な変形を抑制することができる。

【0019】

図3は、マグネット取付孔33近傍の構成を示す説明図である。ロータコア15では、隣接するマグネット取付孔33の間の外周は、半径Rの外形に形成されている。半径Rの中心 O_1 は、ロータ3の中心Oよりも外径側にずれた位置に偏芯配置されている。半径Rの部位、すなわち、隣接するマグネット取付孔33の間の部分は、対向するマグネット36からの磁束が反発し合って径方向外側に流れる疑似磁極部37となっている。疑似磁極部37は、上述のようにそれぞれ半径Rにて偏芯形成されているため、ロータコア15の外周は、マグネット取付孔33部分を谷、疑似磁極部37部分を山とする凹凸形状となり、疑似磁極部37はロータコア15上に突極状に形成される。マグネット取付孔33内の径方向内側部分には、マグネット36が存在しない空隙部(第1磁気抵抗部)38が形成されている。

10

【0020】

マグネット36の径方向内側にこのような空隙部38を設けることにより、同一マグネット36における異極間(反対面のN,S極間)の磁気抵抗が大きくなる。つまり、空隙部38の存在により、マグネット36では、径方向内側における異極間の延面距離(図3の破線T)が長くなり、その分、N,S極をショートカットする磁路が長くなる。このため、マグネット36の径方向内側部位の磁気抵抗が大きくなり、当該部位における漏れ磁束が低減する。

【0021】

また、空隙部38は、その径方向の長さVLが大きいほど延面距離が長くなり、漏れ磁束低減効果が増す。このため、空隙部38の長さVLは、加工可能な限界まで大きいことが望ましい。図4(a)に示すように、発明者らの実験では、マグネット36の幅が2mmの場合、ほとんど空隙のない従来構造に対し、空隙大(VL:1.7mm)では7%、特大(VL:3.2mm)では13%のトルクアップが図られた。そこで、モータ1では、空隙部38が、ボス孔34と干渉しない範囲、あるいは、ロータシャフト13の圧入代としてコアプレートの板厚以上が確保できる範囲で最大限大きく形成されている。従って、空隙部38は、ロータ3の軸孔32からコアプレートの板厚以上離れてボス孔34を介し、前記ボス孔34からコアプレートの板厚以上離れた位置に設けられている。なお、空隙部38は、単純な四角形である必要はなく、ボス孔34を避けるように、空隙部38の内端38aは、多角形状や曲線孔状に形成することもできる。

20

30

【0022】

一方、本発明によるモータ1では、隣接するマグネット取付孔33の中間位置に空隙溝(第2磁気抵抗部)39がさらに設けられている。図2,3に示すように、空隙溝39は長方形の貫通孔であり、マグネット取付孔33から周方向にコアプレートの板厚以上離れた位置に形成されている。また、空隙溝39の外端39aと内端39bにはそれぞれ、次のような上限位置Y1と下限位置Y2が設定されている。

【0023】

(a) 上限位置Y1

マグネット36の径方向内側の端面36aから、マグネット36の径方向長Lの1/8の位置を示す。空隙溝39はこの上限位置Y1より内周側に設けられる。発明者らの実験によれば、この1/8という上限値は、マグネット長Lが異なる場合でも同様の値を適用できる。また、空隙溝39の外端39aをL/8位置よりも外周側に配すると、径方向外側に向かう磁束の流れが妨げられ、却ってトルクが低下する。つまり、上限位置Y1は、空隙溝39によって、マグネット36から径方向外側に向かう磁束の流れが妨げられないような位置として設定されている。

40

【0024】

(b) 下限位置Y2

ロータシャフト13の圧入代が確保できる範囲を示す。空隙溝39はこの下限位置Y2より外周側に設けられる。ここで、本実施形態のロータコア15は10極構成のため、各

50

マグネット取付孔 33 間のロータコア 15 の中心からの角度は 36° となるが、ロータコア 15 の径やマグネット 36 の大きさ等を考慮すると、空隙溝 39 の幅 b は、マグネット取付孔 33 の幅よりも小さくすることで下限位置 Y_2 を、空隙部 38 の内端 38a よりも軸孔 32 側に近接させて設定できる。一方で、下限位置 Y_2 は、コアプレートの板厚よりも大きい寸法となるように設定されており、これにより、プレス加工時にコアプレートの不用意な変形を抑制することができる。また、マグネット取付孔 33 の軸孔 32 側の端面 38a と軸孔 32 の間の寸法を n_2 とすると、 n_2 は以下の関係となるように設定されている。

$$n_2 = n_3 + n_4 \times 2$$

また、下限位置 Y_2 と軸孔 32 との間の寸法 n_1 は、空隙部内端 38a と軸孔 32 との間の寸法 n_2 と以下の関係となるように設定されている。

$$n_1 \quad n_2$$

【0025】

このような空隙溝 39 を設けることにより、マグネット取付孔 33 間（矢示 W 部分）の面積が減少し、マグネット 36 の径方向内側部位の磁気抵抗がさらに増大する。このため、この部位における磁束密度が高まり磁気飽和がさらに生じ易くなり、マグネット 36 の漏れ磁束も低減する。図 4 (b) に示すように、発明者らの実験では、空隙溝 39 が無いものに比して、上下限位置一杯に空隙溝 39 を設けたものでは 15% のトルクアップが図られた。また、空隙部 38 のみを設ける場合よりも、空隙溝 39 を設ける場合の方がトルクアップ効果は大きい。なお、空隙溝 39 の方がレイアウト上も設け易く、ロータ強度も維持し易い。なお、空隙部 38 や空隙溝 39 は、ボス孔 34 の有無に関わらず形成可能である。

【0026】

このように、モータ 1 では、マグネット取付孔 33 の径方向内端側に空隙部 38、マグネット取付孔 33 間に空隙溝 39 を設けると共に、この空隙溝 39 を、マグネット 36 の径方向内側端面 36a から $L/8$ の位置よりも内周側に設けることにより、径方向外側に向かう磁束の流れを妨げることなく、マグネット 36 の径方向内側部位における磁気抵抗を増大できる。また、マグネット取付孔 33 の径方向内側にボス孔 34 を設けることにより、この部分の磁路を減少し、さらにマグネット 36 の径方向内側部位における磁気抵抗を増大できる。これにより、当該部位における漏れ磁束が低減され、従来の磁束集中型ブラシレスモータに比して、マグネットの磁束を効率良く使うことができ、マグネット量を増やすことなくトルクの増大を図ることが可能となる。

【0027】

(実施の形態 2)

次に、本発明の実施形態 2 について説明する。図 5, 6 は、実施の形態 2 であるブラシレスモータのロータ構造を示す説明図である。なお、以下の実施形態では、実施の形態 1 と同様の部材、部分については同一の符号を付し、その説明は省略する。

【0028】

先の実施の形態 1 では、マグネット取付孔 33 の内外端が共に閉鎖されている構成を示したが、このような構成の前記ロータ 3 では、ブリッジ部 35 を介して磁束がショートカットされてしまう可能性がある。この場合、図 5 のように、マグネット取付孔 33 の外周側を開放させた構成とれば、磁束のショートカットは防止できる。但し、マグネット取付孔 33 の外周側を完全に開放すると、コギングが増大するおそれがある。そこで、図 6 に示すように、マグネット取付孔 33 の径方向外端を一部切り欠いて開口部 42 を設けると共に、ロータ 41 の外周に鍔部 43 を設けることにより、磁束のショートカットを抑えつつ、コギングの増大を防止しても良い。なお、図 5, 6 のロータ 41 は 14 極構成となっており、空隙溝 39 の内周側にボス孔 34 が配置されている。

【0029】

鍔部 43 は、隣接する疑似磁極部 37 の少なくとも一方から、疑似磁極部 37 の外周面 37a に連続する形で延出形成されている。この場合、モータ回転方向によってどちらの

10

20

30

40

50

側から延出させるかが決定され（回転方向と反対側に向かって延出させる）、正逆転するモータでは両方から鏝部 4 3 を延出させる。鏝部 4 3 を設けた場合、マグネット取付孔 3 3 の開口部 4 2 は、概ねコアプレートの板厚程度がそれよりも小さく設定される。図 7 は、開口部 4 2 の幅 Z とトルク及びリップルの関係を示した説明図である。図 7 に示すように、トルクは開口部 4 2 の幅 Z を広げるほど増大するが、リップルは開口部 4 2 の幅 Z を広げ過ぎると急激に大きくなる。そこで、図 7 の結果から、開口部 4 2 の幅 Z は、マグネット 3 6 の幅（＝マグネット取付孔 3 3 の幅）に対して 75% 以下、すなわち、開口部 4 2 は開口率 75%（マグネット 3 6 の幅が 2 mm の場合、1.5 mm 以下）が望ましい。

【0030】

また、ロータ 4 1 では、マグネット取付孔 3 3 に非磁性体（例えば、合成樹脂）製のスペーサ（非磁性部）4 4 が取り付けられている。スペーサ 4 4 は、マグネット取付孔 3 3 の内側の空隙部 3 8 と外側の空隙 4 5 に共に装着されている。スペーサ 4 4 は棒状に形成されており、ロータ 3 の端面から、軸方向に沿ってマグネット取付孔 3 3 内に挿入される。このようなスペーサ 4 4 をマグネット取付孔 3 3 に取り付けることにより、マグネット 3 6 が遠心力によって移動することがない。また、図 6 の構成では、鏝部 4 3 がストッパとしても機能するため、マグネット 3 6 の飛散も防止できる。

【0031】

本発明は前記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることは言うまでもない。

例えば、前記実施形態では、10 極 12 スロットのブラシレスモータに本発明を適用した例を示したが、本発明は、磁束集中型ブラシレスモータであれば、8 極や 14 極など、ロータ極数には関係なく広く適用可能である。また、前記実施形態では、ロータコア 1 5 の外形が偏芯形状となったものを示したが、本発明は、偏芯のない外形が円形のロータコアを有するブラシレスモータにも適用可能である。さらに、本発明によるブラシレスモータは、電動パワーステアリング装置以外にも、ハイブリッド車や電気自動車などの他の電気機械・機器にも適用可能である。

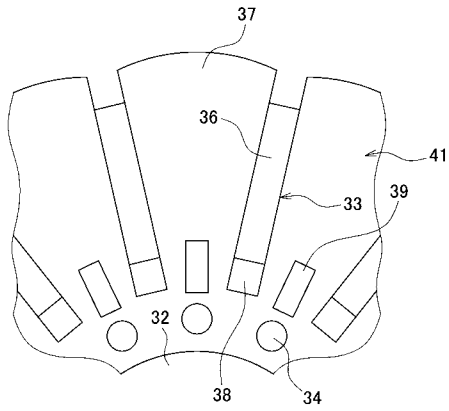
【符号の説明】

【0032】

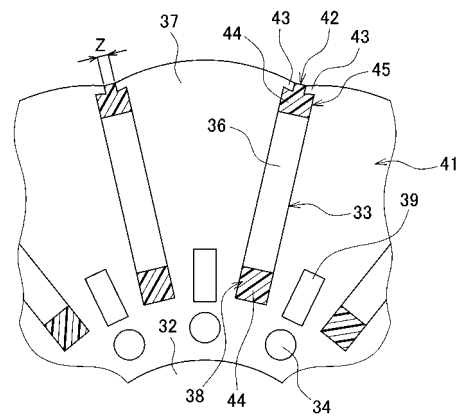
| | | |
|------------|-----------|----|
| 1 | ブラシレスモータ | |
| 2 | ステータ | 30 |
| 3 | ロータ | |
| 4 | モータケース | |
| 5 | ステータコア | |
| 6 | ステータコイル | |
| 6 a | 端部 | |
| 7 | バスバーユニット | |
| 8 | ブラケット | |
| 9 | ティース | |
| 11 | インシュレータ | |
| 12 | 給電用端子 | 40 |
| 13 | ロータシャフト | |
| 14 a, 14 b | ベアリング | |
| 15 | ロータコア | |
| 21 | レゾルバ | |
| 22 | レゾルバロータ | |
| 23 | レゾルバステータ | |
| 24 | レゾルバブラケット | |
| 25 | 取付ネジ | |
| 31 | スロット | |
| 32 | 軸孔（中心孔） | 50 |

| | | |
|----------------|------------------------------|----|
| 3 3 | マグネット取付孔 (マグネット収容部) | |
| 3 4 | ボス孔 | |
| 3 5 | ブリッジ部 | |
| 3 6 | マグネット | |
| 3 6 a | 径方向内側端面 | |
| 3 7 | 疑似磁極部 | |
| 3 7 a | 外周面 | |
| 3 8 | 空隙部 (第 1 磁気抵抗部) | |
| 3 8 a | 内端 | |
| 3 9 | 空隙溝 (第 2 磁気抵抗部) | 10 |
| 3 9 a | 外端 | |
| 3 9 b | 内端 | |
| 4 1 | ロータ | |
| 4 2 | 開口部 | |
| 4 3 | 鏝部 | |
| 4 4 | スペーサ (非磁性部) | |
| 4 5 | 空隙 | |
| 5 1 | ロータ | |
| 5 2 | マグネット | |
| 5 2 a | 径方向内側部分 | 20 |
| 5 3 | コア部材 | |
| 5 4 | 疑似磁極部 | |
| L | マグネット径方向長 | |
| O | ロータ中心 | |
| O ₁ | 疑似磁極部半径中心 | |
| R | 疑似磁極部半径 | |
| Y 1 | 空隙溝上限位置 | |
| Y 2 | 空隙溝下限位置 | |
| n 1 | 空隙溝下限位置と軸孔との間の寸法 | |
| n 2 | 空隙部内端と軸孔との間の寸法 | 30 |
| n 3 | ボス孔の径寸法 | |
| n 4 | ボス孔と軸孔との間、ボス孔とマグネット取付孔との間の寸法 | |
| b | 空隙溝の幅 | |
| Z | 開口部の幅 | |

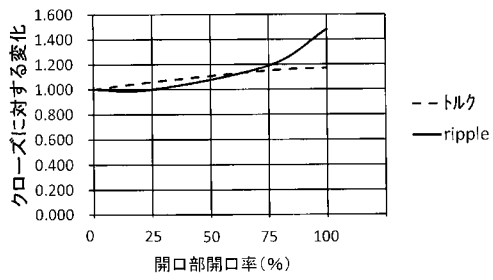
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

