

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5589662号
(P5589662)

(45) 発行日 平成26年9月17日(2014.9.17)

(24) 登録日 平成26年8月8日(2014.8.8)

(51) Int. Cl. F I
HO2K 1/22 (2006.01) HO2K 1/22 A
HO2K 1/27 (2006.01) HO2K 1/27 501K

請求項の数 5 (全 19 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2010-181359 (P2010-181359) (22) 出願日 平成22年8月13日(2010.8.13) (65) 公開番号 特開2012-44738 (P2012-44738A) (43) 公開日 平成24年3月1日(2012.3.1) 審査請求日 平成24年8月9日(2012.8.9)</p>	<p>(73) 特許権者 000006655 新日鐵住金株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 (74) 代理人 100090273 弁理士 園分 孝悦 (72) 発明者 藪本 政男 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新 日本製鐵株式会社内 審査官 安池 一貴 (56) 参考文献 特開平10-164784 (JP, A) 特開2009-095109 (JP, A))</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 分割型回転子及び電動機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

相対的に外周側に配置された外周側鉄心片と、
 相対的に回転軸側に配置された回転軸側鉄心片と、
 前記外周側鉄心片と前記回転軸側鉄心片との間において、周方向で間隔を有して配置された複数の永久磁石と、
 前記回転軸方向における両端に配置された2つの端板と、を有し、
 前記外周側鉄心片と前記端板に、回転軸方向の貫通孔が形成されている分割型回転子であって、
 前記貫通孔に挿入される鉄心片結合部材と、
 前記鉄心片結合部材を固定するに際し、前記鉄心片結合部材の回転軸方向の両端側の部分で、当該鉄心片結合部材に対して前記回転軸に向かう方向の応力を付与する回転軸方向応力付与部材と、
 を有し、
 前記永久磁石の、前記分割型回転子における外周側の端面よりも当該外周側の領域における透磁率が、前記外周側鉄心片及び前記回転軸側鉄心片の透磁率よりも低いことを特徴とする分割型回転子。

【請求項2】

前記端板には、当該端板の側面と、当該端板に形成された前記貫通孔とを繋ぐ第2の螺子孔が形成されており、

前記回転軸方向応力付与部材は、前記第 2 の螺子孔に挿入された螺子形状のものであり、

前記螺子形状の回転軸方向応力付与部材によって、前記鉄心片結合部材に、前記回転軸に向かう方向の応力が付与されていることを特徴とする請求項 1 に記載の分割型回転子。

【請求項 3】

前記端板には、当該端板の側面から、径方向に対して斜めの方向に向けて孔が形成されており、

前記端板に形成されている前記貫通孔の外周側の領域と、前記端板に形成されている前記孔とが繋がっていることにより、前記貫通孔に挿入された前記鉄心片結合部材の外周側部分が、前記端板に形成されている前記孔に露出されており、

前記回転軸方向応力付与部材は、前記端板に形成されている前記孔に、幅狭側を先端側にして挿入された楔形状のものであり、

前記楔形状の回転軸方向応力付与部材の回転軸側の側面の一部は、前記鉄心片結合部材の外周側部分と接触し、且つ、前記楔形状の回転軸方向応力付与部材の外周側の側面の少なくとも一部は、前記端板に形成されている前記孔の外周側の側面と接触しており、

前記楔形状の回転軸方向応力付与部材によって、前記鉄心片結合部材に、前記回転軸に向かう方向の応力が付与されていることを特徴とする請求項 1 に記載の分割型回転子。

【請求項 4】

前記回転軸方向応力付与部材は、前記端板の回転軸側方向の外側端面の上で、前記回転軸と同軸で回転することが可能なリング形状のものであり、

前記リング形状の回転軸方向応力付与部材には、前記鉄心片結合部材と同じ数の回転軸方向の貫通孔が形成されており、

前記リング形状の回転軸方向応力付与部材に形成された貫通孔の面方向の形状は、当該貫通孔の周方向における一端が相対的に回転軸側に位置し、他端が相対的に外周側に位置するように周方向に対して傾斜しており、

前記鉄心片結合部材の先端部分が、前記リング形状の回転軸方向応力付与部材に形成された前記貫通孔の一端部分に挿入された後、前記リング形状の回転軸方向応力付与部材を、前記分割型回転子の本体に対して相対的に回転させることにより、前記鉄心片結合部材の先端部分が、前記リング形状の回転軸方向応力付与部材に形成された貫通孔の他端部分に位置されており、

前記リング形状の回転軸方向応力付与部材によって、前記鉄心片結合部材に、前記回転軸に向かう方向の応力が付与されていることを特徴とする請求項 1 に記載の分割型回転子。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 の何れか 1 項に記載の分割型回転子と、

内周が前記分割型回転子の外周と間隔を有して相互に対向するように配置された固定子とを有することを特徴とする電動機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、分割型回転子及び電動機に関し、特に、永久磁石を内蔵する回転子として用いて好適なものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、高い効率と高い耐久性とを有する I P M (Interior Permanent Magnet) モーターが用いられている。この I P M モーターでは、永久磁石を内蔵した回転子を用いている。

本発明者は、このような I P M モーターにおける永久磁石からの漏れ磁束を抑制する技術として、特願 2009 - 37045 号に記載されている技術を提案している。この技術では、回転子として、複数の鉄心片を組み合わせて構成される分割型回転子を採用する。こ

10

20

30

40

50

の分割型回転子は、相対的に分割型回転子の外周側に配置された複数の外周側鉄心片と、相対的に分割型回転子の回転軸側に配置された回転軸側鉄心片とのそれぞれの間に、分割型回転子の外周方向で間隔を有して2つの永久磁石を配置すると共に、外周側鉄心片と回転軸側鉄心片との間の磁路を遮断するように外周側鉄心片及び回転軸側鉄心片に非磁性体の鉄心片結合部材を嵌め合わせるようにする。

このようにすることにより、永久磁石からの漏れ磁束が発生することを従来よりも抑制することができる。

また、本発明者は、以上のような分割型回転子の外周側鉄心片と回転軸側鉄心片とを結合させるための技術として、特願2010-32816号に記載されている技術を提案している。この技術では、外周側鉄心片に形成された貫通孔に鉄心片結合部材を挿入し、その鉄心片結合部材の両端を、回転子の回転軸方向における両端に配置される端板に固定するようにする。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、ハイブリッドカーや電気自動車の駆動モータでは、モータの小型化のために、モータの回転数を高くすることが望まれる。また、ハイブリッドカーや電気自動車の急加速時や急減速時には、モータの回転数が急激に変動する。このようにモータの回転数が高くなったり、モータの回転数が急激に変動したりすると、回転子に作用する遠心力が大きくなる。

しかしながら、特願2010-32816号に記載されているように鉄心片結合部材を単に端板に固定するだけでは、外周側鉄心片がガタつく虞がある。鉄心片結合部材と外周側鉄心片の貫通孔との寸法精度により、鉄心片結合部材の径よりも外周側鉄心片の貫通孔の径の方が大きくなることがあるからである。したがって、回転子に作用する遠心力が大きくなると、外周側鉄心片が回転子の外側（分割型回転子の外周面側）に変位することにより、外周側鉄心片が固定子と接触し、モータの回転が停止してしまう虞がある。

【0004】

本発明は、以上のような問題点に鑑みてなされたものであり、相対的に外周側に配置された外周側鉄心片と、相対的に回転軸側に配置された回転軸側鉄心片とのそれぞれの間に永久磁石を配置する構成の分割型回転子に作用する遠心力により、外周側鉄心片が外側に変位することを確実に防止することができるようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の分割型回転子は、相対的に外周側に配置された外周側鉄心片と、相対的に回転軸側に配置された回転軸側鉄心片と、前記外周側鉄心片と前記回転軸側鉄心片との間において、周方向で間隔を有して配置された複数の永久磁石と、前記回転軸方向における両端に配置された2つの端板と、を有し、前記外周側鉄心片と前記端板に、回転軸方向の貫通孔が形成されている分割型回転子であって、前記貫通孔に挿入される鉄心片結合部材と、前記鉄心片結合部材を固定するに際し、前記鉄心片結合部材の回転軸方向の両端側の部分で、当該鉄心片結合部材に対して前記回転軸に向かう方向の応力を付与する回転軸方向応力付与部材と、を有し、前記永久磁石の、前記分割型回転子における外周側の端面よりも当該外周側の領域における透磁率が、前記外周側鉄心片及び前記回転軸側鉄心片の透磁率よりも低いことを特徴とする。

本発明の電動機は、前記分割型回転子と、内周が前記分割型回転子の外周と間隔を有して相互に対向するように配置された固定子とを有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、外周側鉄心片の回転軸方向の貫通孔に挿入される鉄心片結合部材を固定するに際し、鉄心片結合部材の回転軸方向の両端側の部分で、当該鉄心片結合部材に対して回転軸の方向の応力を付与するようにした。したがって、分割型回転子に作用する遠

10

20

30

40

50

心力により、外周側鉄心片が外側に変位することを確実に防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明の第1の実施形態を示し、IPMモータの断面図である。

【図2】本発明の第1の実施形態を示し、分割型回転子の断面図である。

【図3】本発明の第1の実施形態を示し、外周側鉄心片の構成の一例を示す図である。

【図4】本発明の第1の実施形態を示し、回転軸側鉄心片の構成の一例を示す図である。

【図5】本発明の第2の実施形態を示し、分割型回転子の断面図である。

【図6】本発明の第2の実施形態を示し、端板の構成の一例を示す図である。

【図7】本発明の第2の実施形態を示し、回転軸方向応力付与部材の構成の一例を示す図である。 10

【図8】本発明の第3の実施形態を示し、分割型回転子の断面図である。

【図9】本発明の第3の実施形態を示し、回転軸方向応力付与部材の構成の一例を示す図である。

【図10】本発明の第4の実施形態を示し、分割型回転子の断面図である。

【図11】本発明の第5の実施形態を示し、IPMモータの断面図である。

【図12】本発明の第5の実施形態を示し、分割型回転子の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態を説明する。 20

(第1の実施形態)

まず、本発明の第1の実施形態について説明する。

図1は、分割型回転子の適用例であるIPMモータの回転軸に垂直な方向からIPMモータを切ったときの断面図の一例を示す。また、図2は、IPMモータの回転軸に沿ってIPMモータを切ったときの分割型回転子の断面図の一例を示す。具体的に図2は、図1のA-A'方向から見た分割型回転子の断面図である。尚、各図では、説明の都合上、必要な部分の概略だけを示している。

図1及び図2において、IPMモータは、固定子(ステータ)110と、分割型回転子(ロータ)120と、ケース130と、回転軸140と、端板150と、を有している。

【0009】 30

固定子110は、周方向に延在するヨークと、ヨークの内周側から軸心方向に延在する複数のティースとを有している。複数のティースは、周方向において略等間隔で設けられている(図1に示す例では、12個のティースが設けられている)。尚、ティースには、図示しない巻線が巻き回されている。

ケース130は、焼き嵌め等が行われることにより、固定子110の周囲(外周)から固定子110に密接して、固定子110を固定する。ケース130は、例えば、鉄等の磁性体あるいはアルミニウム等の非磁性体により構成される。

【0010】

分割型回転子120は、外周側鉄心片121a~121dと、回転軸側鉄心片122と、鉄心片結合部材123a~123dと、永久磁石124a~124hと、回転軸方向応力付与部材125a~125d等と、絶縁部材126a~126d等と、を有し、これらを組み合わせることにより形成される。 40

永久磁石124a~124hは、直方体形状を有している。図1に示すように、永久磁石124a~124hは、分割型回転子120の周方向において、相互に間隔を有して配設されている。また、永久磁石124a~124hにおける、分割型回転子120の周方向における両端面のうち、一端面が相対的に分割型回転子120の外周側に位置し、他端面が相対的に分割型回転子120の回転軸側に位置するようにする。このとき、分割型回転子120の周方向において、相対的に分割型回転子120の外周側に位置している端面同士が、回転軸側鉄心片122を介して相互に間隔を有して隣接し、相対的に分割型回転子120の回転軸側に位置している端面同士が相互に間隔を有して隣接するように、それ 50

ぞれの永久磁石 1 2 4 a ~ 1 2 4 h が、分割型回転子 1 2 0 の周方向において、相互に間隔を有して配置されるようにする。

【 0 0 1 1 】

このようにして配設されている永久磁石 1 2 4 a ~ 1 2 4 h のうち、相対的に分割型回転子 1 2 0 の回転軸側に位置している端面同士が相互に間隔を有して隣接している 2 つの永久磁石（例えば永久磁石 1 2 4 a、1 2 4 b）により分割型回転子 1 2 0 の 1 つのポール（極）を形成するようにしている。そして、分割型回転子 1 2 0 の周方向において、異なる極が交互に存在するようにしている。

尚、以下の説明において、外周、回転軸と称した場合には、特に断らない限り、それぞれ分割型回転子 1 1 の外周、回転軸を示すものとする。

【 0 0 1 2 】

外周側鉄心片 1 2 1 a ~ 1 2 1 d は、相対的に分割型回転子 1 2 0 の外周側に配置される鉄心片である。図 1 に示すように、本実施形態では、分割型回転子 1 2 0 の極毎に外周側鉄心片 1 2 1 a ~ 1 2 1 d が個別に設けられている。

図 3 は、外周側鉄心片 1 2 1 a の構成の一例を示す図である。具体的に説明すると、図 3 (a) は、図 1 に示した方向（回転軸 1 4 0 に沿った方向）から見た外周側鉄心片 1 2 1 a の外観図であり、図 3 (b) は、図 3 (a) の A - A ' 方向から見た外周側鉄心片 1 2 1 a の断面図である。尚、外周側鉄心片 1 2 1 a 以外の外周側鉄心片 1 2 1 b ~ 1 2 1 d は、外周側鉄心片 1 2 1 a と同じ構成を有するので、それらの図示及び説明を省略する。

【 0 0 1 3 】

外周側鉄心片 1 2 1 a は、図 3 (a) に示すような形に打ち抜かれた複数の電磁鋼板を図 3 (b) に示すように、その厚み方向に積み重ねることにより形成される。ただし、電磁鋼板以外の磁性体板を用いて外周側鉄心片 1 2 1 a を形成するようにしてもよい。

図 3 に示すように、外周側鉄心片 1 2 1 a の周方向における中央の回転軸側の領域（外周側鉄心片 1 2 1 a の外周側よりも回転軸側に近い領域であって、出来るだけ回転軸側に近い領域）には、後述する鉄心片結合部材 1 2 3 a を挿入するための貫通孔 1 2 7 が形成されている。

【 0 0 1 4 】

回転軸側鉄心片 1 2 2 は、相対的に分割型回転子 1 2 0 の回転軸側に配置される鉄心片である。図 1 に示すように、本実施形態では、単一の回転軸側鉄心片 1 2 2 が設けられている。

図 4 は、回転軸側鉄心片 1 2 2 の構成の一例を示す図である。具体的に説明すると、図 4 (a) は、図 1 に示した方向（回転軸 1 4 0 に沿った方向）から見た回転軸側鉄心片 1 2 2 の外観図であり、図 4 (b) は、図 4 (a) の A - A ' 方向から見た回転軸側鉄心片 1 2 2 の断面図である。

図 4 に示すように、回転軸側鉄心片 1 2 2 の中心の領域には、回転軸 1 4 0 を挿入するための貫通孔 1 2 8 が形成されている。

回転軸側鉄心片 1 2 2 は、図 4 (a) に示すような形に打ち抜かれた複数の電磁鋼板を図 4 (b) に示すように、その厚み方向に積み重ねることにより形成される。

そして、図 1 に示すように、本実施形態では、外周側鉄心片 1 2 1 a ~ 1 2 1 d の外周方向の端面と、回転軸側鉄心片 1 2 2 の外周方向の端面のうち、永久磁石 1 2 4 a ~ 1 2 4 h よりも外周側に突出した端面と、の間に隙間 1 2 9 a ~ 1 2 9 h ができるように、外周側鉄心片 1 2 1 a ~ 1 2 1 d、回転軸側鉄心片 1 2 2、及び永久磁石 1 2 4 a ~ 1 2 4 h を構成している。本実施形態では、このようにすることによって、永久磁石 1 2 4 a ~ 1 2 4 h の外周方向における端面のうち、相対的に外周側に位置している端面よりも外周側の領域に隙間 1 2 9 a ~ 1 2 9 h ができるようにしている。よって、当該外周側の領域（隙間 1 2 9 a ~ 1 2 9 h）の透磁率は、外周側鉄心片 1 2 1 及び回転軸側鉄心片 1 2 2 の透磁率よりも低くなる。

【 0 0 1 5 】

10

20

30

40

50

尚、本実施形態では、複数の電磁鋼板を積み重ねることにより回転軸側鉄心片 1 2 2 を形成するようにしたが、必ずしもこのようにする必要はない。例えば、図 4 に示したものと同一外形を有する磁性体（鉄等）を用いて回転軸側鉄心片を一体で形成するようにしてもよい。分割型回転子 1 2 0 の回転軸側には、直流の磁束は発生するが高周波の磁束が発生しないため、このようにしても分割型回転子 1 2 0 の性能に大きな影響を与えないからである。

【 0 0 1 6 】

鉄心片結合部材 1 2 3 a ~ 1 2 3 d の（加工前の）形状は、図 3 に示した貫通孔 1 2 7 a に合わせた形状（円柱形状）であり、外周側鉄心片 1 2 1 a ~ 1 2 1 d に形成されている貫通孔 1 2 7 a に挿入される。

10

本実施形態では、鉄心片結合部材 1 2 3 a ~ 1 2 3 d を磁性体により（一体で）形成するようにしている。ただし、鉄心片結合部材 1 2 3 を非磁性体（又は外周側鉄心片 1 2 1 及び回転軸側鉄心片 1 2 2 よりも透磁率が低い磁性体）で形成するようにしてもよい。

【 0 0 1 7 】

前述したように、貫通孔 1 2 7 a は、外周側鉄心片 1 2 1 a の回転軸側（外周側鉄心片 1 2 1 a の外周面から遠い位置）に形成されている。したがって、鉄心片結合部材 1 2 3 、端板 1 5 0 、外周側鉄心片 1 2 1 により閉回路（電気回路）が構成されるようにしても、固定子 1 1 0 からの交流磁界が、この閉回路に錯交することによる誘導起電力（誘導電流）の発生を低減できる。

また、鉄心片結合部材 1 2 3 は、分割型回転子 1 2 0 の回転により発生する遠心力によって変形しない強度を有している。

20

【 0 0 1 8 】

端板 1 5 0 a 、 1 5 0 b は、非磁性体（又は透磁率の低い磁性体）で形成される。ただし、必ずしもこのようにする必要はなく、永久磁石 1 2 4 a ~ 1 2 4 h に近い領域だけを非磁性体とし、その他の領域を磁性体とする端板を採用してもよい。本実施形態では、図 2 に示すように、端板 1 5 0 a 、 1 5 0 b には、回転軸 1 4 0 の方向に貫通する貫通孔 1 5 1 が形成されている。この貫通孔 1 5 1 は、外周側鉄心片 1 2 1 a ~ 1 2 1 d に形成されている貫通孔 1 2 7 と略同じ大きさを有している。鉄心片結合部材 1 2 3 は、外周側鉄心片 1 2 1 a ~ 1 2 1 d に形成されている貫通孔 1 2 7 と、端板 1 5 0 a 、 1 5 0 b に形成されている貫通孔 1 5 1 、 1 5 2 とを合わせた状態で当該貫通孔 1 2 7 、 1 5 1 、 1 5 2 に挿入される。本実施形態では、図 2 に示すように、当該貫通孔 1 2 7 、 1 5 1 、 1 5 2 に挿入された鉄心片結合部材 1 2 3 の両端面と、端板 1 5 0 a 、 1 5 0 b の表面とが略面一になるようにしている。また、端板 1 5 0 a 、 1 5 0 b には、端板 1 5 0 a 、 1 5 0 b の側面と、端板 1 5 0 a 、 1 5 0 b の貫通孔 1 5 1 、 1 5 2 とを繋ぐ螺子孔が形成されている。この螺子孔に合計 8 個の金属製の螺子が回転軸方向応力付与部材 1 2 5 a ~ 1 2 5 d として個別に挿入される（螺子止めされる）。尚、図 2 では表記の都合上、これらの螺子と螺子孔の部分も直線で表している。このとき、回転軸方向応力付与部材 1 2 5 a ~ 1 2 5 d （螺子）の先端面と鉄心片結合部材 1 2 3 a 、 1 2 3 c との間に絶縁部材 1 2 6 a ~ 1 2 6 d が配置される。渦電流の影響により分割型回転子 1 2 0 が絶縁不良を起こすことをより確実に防止するためである。図 2 に示すように、本実施形態では、螺子孔に挿入された回転軸方向応力付与部材 1 2 5 a ~ 1 2 5 d の露出面は、端板 1 5 0 a 、 1 5 0 b の側面と略面一になるようにしている。また、回転軸方向応力付与部材 1 2 5 a ~ 1 2 5 d は、分割型回転子 1 2 0 の回転により発生する遠心力によって変形しない強度を有している。

30

40

尚、図 2 では、鉄心片結合部材 1 2 3 a 、 1 2 3 c を固定する様子を示しているが、鉄心片結合部材 1 2 3 b 、 1 2 3 d についても、鉄心片結合部材 1 2 3 a 、 1 2 3 c と同じようにして固定される。

【 0 0 1 9 】

以上のように本実施形態では、相対的に分割型回転子 1 2 0 の外周側に位置する外周側鉄心片 1 2 1 a ~ 1 2 1 d と、相対的に分割型回転子 1 2 0 の回転軸側に位置する回転軸

50

側鉄心片 122 とに回転子の鉄心を分割し、それら外周側鉄心片 121a ~ 121d に形成された貫通孔 127 と、端板 150a、150b に形成された貫通孔 151、152 と、に鉄心片結合部材 123a ~ 123d を挿入する。そして、鉄心片結合部材 123a ~ 123d の両端側を固定するために、端板 150a、150b の側面と、当該端板 150a、150b の貫通孔 151 とを分割型回転子 110 の径方向に沿って繋ぐ螺子孔に、螺子形状の回転軸方向応力付与部材 125 を挿入する。したがって、鉄心片結合部材 123a、123c を端板 150a、150b に固定する際に、回転軸方向応力付与部材 125a ~ 125d から、鉄心片結合部材 123a、123c に対して回転軸 140 の方向（図 2 に示す矢印の方向）に応力を与えることができる。したがって、鉄心片結合部材 123a ~ 123d の固定力を、分割型回転子 110 が回転することにより発生する遠心力と反対方向に作用させることができる。よって、分割型回転子 110 に作用する遠心力により、外周側鉄心片 121a ~ 121d が外側に変位することを従来よりも確実に防止することができる。尚、回転軸 140 の方向の応力の大きさが分割型回転子 120 の遠心力に対抗できる大きさになるようにすることは勿論である。

10

【0020】

また、永久磁石 124a ~ 124h の周方向における端面のうち、相対的に外周側に位置している端面よりも外周側の領域に隙間 129a ~ 129h ができるようにしたので、当該外周側の領域を介して、永久磁石 124a ~ 124d の外周側の端面と回転軸側の端面との間で漏れ磁束が生じることを従来よりも抑制することができる。この漏れ磁束によって鉄心が飽和することを従来よりも抑制することができる。したがって、固定子 110 等で発生した磁束が永久磁石 124a ~ 124d に進入することを可及的に防止することができ、永久磁石 124a ~ 124d の温度が上昇し、永久磁石 124a ~ 124d の磁石としての機能が低下してしまうことを従来よりも抑制することができる。これにより、例えば、永久磁石 124a ~ 124d として、耐熱性を高めたネオジウム - 鉄 - ボロン (Nd - Fe - B) のような特定の材料を用いなくてもよくなる。

20

【0021】

また、永久磁石 124a ~ 124d の外周側の端面と回転軸側の端面との間で漏れ磁束が生じることを従来よりも抑制することができるようにしたことにより、永久磁石 124a ~ 124d から固定子 110 の方向に伝わる磁束を増加させることもでき、IMP モータのトルクが低下することを抑制することができる。

30

以上のように、本実施形態では、従来よりも高性能且つ高強度の IPM モータを容易に形成することができる。

【0022】

尚、本実施形態では、鉄心片結合部材 123a ~ 123d を回転軸方向応力付与部材 125 だけで固定するようにした。しかしながら、必ずしもこのようにする必要はない。例えば、回転軸方向応力付与部材 125 に加えて、ハトメ等を使用して、鉄心片結合部材 123a ~ 123d の一端と他端（回転軸 140 の方向の両端）を、それぞれ端板 150a、150b に固定してもよい。

また、本実施形態では、鉄心片結合部材 123a ~ 123d を、1つの外周側鉄心片 121a ~ 121d に対して1つずつ設けた場合を例に挙げて示したが、鉄心片結合部材 123 を1つの外周側鉄心片 121a ~ 121d に対して複数個ずつ設けるようにしてもよい。また、鉄心片結合部材 123 の横断面の形状は円に限定されるものではない。また、絶縁部材 126 の代わりに鉄心片結合部材 123 の先端に絶縁処理を施してもよい。

40

【0023】

（第2の実施形態）

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。前述した第1の実施形態では、螺子形状の回転軸方向応力付与部材 125 を個別にねじ孔に挿入して、鉄心片結合部材 123a ~ 123d を固定するようにして、鉄心片結合部材 123a ~ 123d に回転軸 140 の方向の応力を与えるようにした。これに対し、本実施形態では、楔形状の回転軸方向応力付与部材 125 を用いて鉄心片結合部材に回転軸 140 の方向の応力を与えるようにす

50

る。このように本実施形態と前述した第1の実施形態とは、鉄心片結合部材に回転軸140の方向の応力を与えるようにするための構成が主として異なる。したがって、本実施形態の説明において、前述した第1の実施形態と同一の部分については、図1～図4に付した符号と同一の符号を付す等して詳細な説明を省略する。

【0024】

本実施形態の分割型回転子220と、前述した第1の実施形態の分割型回転子120とでは、外周側鉄心片121a～121dと、回転軸側鉄心片122と、鉄心片結合部材123a～123dと、永久磁石124a～124hの構成は同じである。

よって、本実施形態の分割型回転子の適用例であるIPMモータの回転軸に垂直な方向からIPMモータを切ったときの断面図の一例は、図1に示したものと同一になる。一方、IPMモータの回転軸に沿ってIPMモータを切ったときの分割型回転子の断面図の一例は、図5のようになる。図5は、第1の実施形態で説明した図2に対応する図である。

【0025】

図5において、端板250は、第1の実施形態の端板150と同様に、非磁性体（又は透磁率の低い磁性体）で形成される。ただし、必ずしもこのようにする必要はなく、永久磁石124a～124hに近い領域だけを非磁性体とし、その他の領域を磁性体とする端板を採用してもよい。

図6は、IPMモータの回転軸に垂直な方向から端板250aを切ったときの断面図である。すなわち、図6は、図5のA-A'方向から見た端板250aの断面図である。具体的に図6(a)は、回転軸方向応力付与部材225が挿入される前の様子を示し、図6(b)は、回転軸方向応力付与部材225が挿入された後の様子を示す。尚、端板250bも端板250aと同じ構成であるので、ここでは、その図示及び説明を省略する。

【0026】

本実施形態では、図6(a)に示すように、端板250aには、その側面から、径方向（分割型回転子220の回転半径の方向）に対して斜め方向に孔251a～251dが形成されている。この孔251a～251dは、鉄心片結合部材123a～123dが挿入される回転軸方向の貫通孔252（図5を参照）の外周側の領域と繋がっている。したがって、この貫通孔252に鉄心片結合部材123a～123dが挿入されると、図6(a)に示すように、鉄心片結合部材123a～123dの外周側部分が孔251a～251dに露出する（孔251a～251dの内側に張り出す）。

図7は、回転軸方向応力付与部材225aの構成の一例を示す図である。具体的に図7(a)は、回転軸方向応力付与部材225aをその上方から見た図であり、図7(b)は、図7(a)のA-A'方向から見た断面図であり、図7(c)は、図7(a)のB-B'方向から見た断面図である。尚、その他の回転軸方向応力付与部材225も回転軸方向応力付与部材225aと同じ構成を有しているので、その図示及び説明を省略する。

【0027】

図7に示すように、回転軸方向応力付与部材225は、楔形状（水平方向の断面が同一の台形）のものである。

図6(b)に示すように、孔251a～251dに対して、図7に示すような合計8個の楔形状の回転軸方向応力付与部材225a、225c、225e、225fが、その幅狭側を先端側にして個別に挿入される。回転軸方向応力付与部材225a、225c、225e、225fの回転軸140側の側面の一部は、鉄心片結合部材123a～123dの外周側部分と接触し、且つ、回転軸方向応力付与部材225a、225c、225e、225fの外周側の側面の少なくとも一部は、孔251a～251dの外周側の側面と接触している。また、孔251a～251dに挿入された回転軸方向応力付与部材225a、225c、225e、225fの基端面が、端板250aの外周面よりも突出しないようにする。

【0028】

以上のようにして、回転軸方向応力付与部材225a、225c、225e、225fを孔251a～251dに挿入することによって、鉄心片結合部材123a～123dを

10

20

30

40

50

固定する際に、回転軸方向応力付与部材 2 2 5 から鉄心片結合部材 1 2 3 a ~ 1 2 3 d に対して、回転軸 1 4 0 の方向に応力を与えることができる。この応力の大きさが分割型回転子 2 2 0 の遠心力に対抗できる大きさになるようにすることは勿論である。また、回転軸方向応力付与部材 2 2 5 から鉄心片結合部材 1 2 3 a ~ 1 2 3 d に対して、回転軸 1 4 0 の方向に応力を与えることができるように、孔 2 5 1 a ~ 2 5 1 d の向き及び回転軸方向応力付与部材 2 2 5 の形状を決定する必要があることも勿論である。

【 0 0 2 9 】

また、回転軸方向応力付与部材 2 2 5 の材質は、分割型回転子 2 2 0 が回転しても、以上のようにして鉄心片結合部材 1 2 3 a ~ 1 2 3 d を固定することができる（変形しない程度の）強度を有していれば、どのようなものであっても良い。ただし、回転軸方向応力付与部材 2 2 5 を導体で構成する場合には、回転軸方向応力付与部材 2 2 5 と鉄心片結合部材 1 2 3 a ~ 1 2 3 d との間を電氣的に絶縁することが好ましい。渦電流の影響により分割型回転子 2 2 0 が絶縁不良を起こすことをより確実に防止するためである。

10

【 0 0 3 0 】

以上のように本実施形態では、端板 2 5 0 a、2 5 0 b の回転軸方向の貫通孔 2 5 2 に挿入された鉄心片結合部材 1 2 3 a ~ 1 2 3 d の外周側部分が露出するように、端板 2 5 0 a、2 5 0 b の側面から径方向に対して斜めの方向に形成された孔 2 5 1 a ~ 2 5 1 d に、楔形状の回転軸方向応力付与部材 2 2 5 a、2 2 5 c、2 2 5 e、2 2 5 f を挿入することによって、鉄心片結合部材 1 2 3 a ~ 1 2 3 d の両端側を、端板 2 5 0 a、2 5 0 b に固定するようにした。したがって、本実施形態のようにしても、第 1 の実施形態で説明したのと同じ効果を奏する。

20

尚、本実施形態では、楔形状の回転軸方向応力付与部材 2 2 5 として、水平方向の断面が同一の台形のものを例に挙げて説明した。しかしながら、回転軸方向応力付与部材 2 2 5 は、楔形状（先端側にいくに従って幅狭になる形状）になっていけば、どのような形状であってもよい。例えば、水平方向の断面が同一の三角形のものを楔形状の回転軸方向応力付与部材 2 2 5 として採用するようにしてもよい。

また、本実施形態でも、第 1 の実施形態で説明した変形例を採用することができる。

【 0 0 3 1 】

（第 3 の実施形態）

次に、本発明の第 3 の実施形態について説明する。前述した第 1、第 2 の実施形態では、端板 1 5 0、2 5 0 に孔を形成し、その孔に回転軸方向応力付与部材 1 2 5、2 2 5 を挿入することによって、鉄心片結合部材 1 2 3 を固定する際に、鉄心片結合部材 1 2 3 に対して回転軸 1 4 0 の方向の応力を与えた。これに対し、本実施形態では、端板の回転軸方向の外側端面に取り付けられた回転軸方向応力付与部材によって、鉄心片結合部材 1 2 3 を固定する際に、鉄心片結合部材 1 2 3 に対して回転軸 1 4 0 の方向に応力を与えるようにする。このように本実施形態と前述した第 1、第 2 の実施形態とは、鉄心片結合部材に回転軸 1 4 0 の方向の応力を与えるようにするための構成が主として異なる。したがって、本実施形態の説明において、前述した第 1、第 2 の実施形態と同一の部分については、図 1 ~ 図 7 に付した符号と同一の符号を付す等して詳細な説明を省略する。

30

【 0 0 3 2 】

本実施形態の分割型回転子 3 2 0 と、前述した第 1、第 2 の実施形態の分割型回転子 1 2 0、2 2 0 とでは、外周側鉄心片 1 2 1 a ~ 1 2 1 d と、回転軸側鉄心片 1 2 2 と、永久磁石 1 2 4 a ~ 1 2 4 h の構成は同じである。また、本実施形態の分割型回転子 3 2 3 a ~ 3 2 3 d と、前述した第 1、第 2 の実施形態の鉄心片結合部材 1 2 3 a ~ 1 2 3 d とでは、図 2、図 5、図 8 に示すように、両端部の凹部の有無が異なるだけである。

40

よって、本実施形態の分割型回転子の適用例である IPM モータの回転軸に垂直な方向から IPM モータを切ったときの断面図の一例は、図 1 に示したものと同一になる。一方、IPM モータの回転軸に沿って IPM モータを切ったときの分割型回転子の断面図の一例は、図 8 のようになる。図 8 は、第 1 の実施形態で説明した図 2 及び第 2 の実施形態で説明した図 5 に対応する図である。

50

【 0 0 3 3 】

図 8 において、端板 3 5 0 a、3 5 0 b は、第 1、第 2 の実施形態の端板 1 5 0、2 5 0 と同様に、非磁性体（又は透磁率の低い磁性体）で形成される。ただし、必ずしもこのようにする必要はなく、永久磁石 1 2 4 a ~ 1 2 4 h に近い領域だけを非磁性体とし、その他の領域を磁性体とする端板を採用してもよい。

図 9 は、IPM モータの回転軸に垂直な方向から端板 3 5 0 a を切ったときの断面図である。すなわち、図 9 は、図 8 の A - A' 方向から見た端板 3 5 0 a の断面図である。具体的に説明すると、図 9 (a) は、端板 3 5 0 a に取り付けられた後、回転軸方向応力付与部材 3 2 5 a を回転させる前の様子を示し、図 9 (b) は、回転軸方向応力付与部材 3 2 5 a を回転させた後の様子を示す。また、図 9 (c) は、回転軸方向応力付与部材 3 2 5 a に形成される孔 9 0 1 の形状の一例を示す。尚、端板 3 5 0 b、回転軸方向応力付与部材 3 2 5 b は、それぞれ端板 3 5 0 a、回転軸方向応力付与部材 3 2 5 a と同じ構成であるので、ここでは、それらの図示及び説明を省略する。

10

【 0 0 3 4 】

図 8 に示すように、端板 3 5 0 a の上面（回転軸 1 4 0 方向の外側端面）と、回転軸方向応力付与部材 3 2 5 a の上面（回転軸 1 4 0 方向の外側端面）とが略面一になると共に、端板 3 5 0 a の側面と、回転軸方向応力付与部材 3 2 5 a の側面とが略面一になるように、端板 3 5 0 a の上面外周側は、回転軸方向応力付与部材 3 2 5 a の形状に合わせて凹んでいる。

【 0 0 3 5 】

図 8 及び図 9 に示すように、回転軸方向応力付与部材 3 2 5 a は、中空円筒形状（リング形状）を有する。回転軸方向応力付与部材 3 2 5 a には、回転軸 1 4 0 方向の貫通孔 9 0 1 a ~ 9 0 1 d が、回転軸方向応力付与部材 3 2 5 a の周方向で略等間隔を有して形成されている。貫通孔 9 0 1 の数は、鉄心片結合部材 3 2 3 の数と同数となる。本実施形態では、鉄心片結合部材 3 2 3 の数は 4 つであるので、貫通孔 9 0 1 の数も 4 つとなる。

20

図 9 (c) に示すように、貫通孔 9 0 1 a は、周方向における一端が相対的に回転軸 1 4 0 側に位置し、他端が相対的に外周側に位置するように周方向に対して傾斜している。また、貫通孔 9 0 1 a の周方向における他端部（相対的に外周側に位置する端部）の幅 W_1 は、この貫通孔 9 0 1 a に挿入される鉄心片結合部材 3 2 3 a の横断面の直径よりも少し大きい。一方、貫通孔 9 0 1 a の周方向における一端部（相対的に回転軸 1 4 0 側に位置する端部）の幅 W_2 は、鉄心片結合部材 3 2 3 a の横断面の直径と略同じである。このように、貫通孔 9 0 1 a の幅 W は、他端側から一端側に向けて徐々に幅狭になっている。

30

【 0 0 3 6 】

鉄心片結合部材 3 2 3 a ~ 3 2 3 d が、それぞれ貫通孔 9 0 1 a ~ 9 0 1 d の他端部に位置するように、端板 3 5 0 a の上面外周側の凹んでいる領域に、回転軸方向応力付与部材 3 2 5 a を取り付ける。その後、回転軸方向応力付与部材 3 2 5 a を図 9 の紙面に向かって反時計回りの方向に回転させ、鉄心片結合部材 3 2 3 a ~ 3 2 3 d を、それぞれ貫通孔 9 0 1 a ~ 9 0 1 d の一端部に位置させる（図 9 (b) を参照）。

以上のようにすることによって、鉄心片結合部材 3 2 3 a ~ 3 2 3 d を固定する際に、回転軸方向応力付与部材 3 2 5 a から鉄心片結合部材 3 2 3 a ~ 3 2 3 d に対して、回転軸 1 4 0 の方向に応力を与えることができる。この応力の大きさが分割型回転子 3 2 0 の遠心力に対抗できる大きさになるようにすることは勿論である。また、回転軸方向応力付与部材 3 2 5 a から鉄心片結合部材 3 2 3 a ~ 3 2 3 d に対して、回転軸 1 4 0 の方向に応力を与えることができるように、貫通孔 9 0 1 a ~ 9 0 1 d の形状を決定する必要があることも勿論である。

40

【 0 0 3 7 】

また、回転軸方向応力付与部材 3 2 5 a、3 2 5 b を固定するために、本実施形態では、図 8 に示すように、鉄心片結合部材 3 2 3 a ~ 3 2 3 d の側面のうち、回転軸方向応力付与部材 3 2 5 a、3 2 5 b と接する領域の一部に凹部を形成しておく。一方、回転軸方向応力付与部材 3 2 5 a、3 2 5 b の孔 9 0 1 a ~ 9 0 1 d の周面のうち、鉄心片結合部

50

材 3 2 3 a ~ 3 2 3 d に形成されている凹部に対応する位置に、当該凹部に合う凸部を形成しておく。前述したようにして鉄心片結合部材 3 2 3 a ~ 3 2 3 d を回転させた際に、これらの凹部と凸部とが合わさることにより、回転軸方向応力付与部材 3 2 5 a、3 2 5 b が分割型固定子 3 2 0 に固定される。尚、回転軸方向応力付与部材 3 2 5 a、3 2 5 b と分割型固定子 3 2 0 とを固定する方法は、このような方法に限定されるものではない。また、このような凹部を形成すること以外の鉄心片結合部材 3 2 3 a ~ 3 2 3 d の構成は、第 1、第 2 の実施形態で説明したものと同一である。

【 0 0 3 8 】

また、回転軸方向応力付与部材 3 2 5 の材質は、分割型回転子 3 2 0 が回転しても、以上のようにして鉄心片結合部材 3 2 3 a ~ 3 2 3 d を固定することができ、且つ、回転軸方向応力付与部材 3 2 5 を分割型回転子 3 2 0 に固定することができる（変形しない程度の）強度を有していれば、どのようなものであっても良い。ただし、回転軸方向応力付与部材 3 2 5 を導体で構成する場合には、回転軸方向応力付与部材 3 2 5 a、3 2 5 b と鉄心片結合部材 3 2 3 a ~ 3 2 3 d との間を電氣的に絶縁することが好ましい。渦電流の影響により分割型回転子 3 2 0 が絶縁不良を起こすことをより確実に防止するためである。

【 0 0 3 9 】

以上のように本実施形態では、鉄心片結合部材 3 2 3 a ~ 3 2 3 d の両端側を、端板 3 5 0 a、3 5 0 b に固定するに際し、リング形状の回転軸方向応力付与部材 3 2 5 a、3 2 5 d に形成されている貫通孔 9 0 1 a ~ 9 0 1 b の相対的に外周側に位置する他端部に鉄心片結合部材 3 2 3 a ~ 3 2 3 d を挿入しておく。そして、回転軸方向応力付与部材 3 2 5 a、3 2 5 d を回転させ、回転軸方向応力付与部材 3 2 5 a、3 2 5 b に形成されている貫通孔 9 0 1 a ~ 9 0 1 b の相対的に回転軸 1 4 0 側に位置する一端部に鉄心片結合部材 3 2 3 a ~ 3 2 3 d を位置させる。貫通孔 9 0 1 a ~ 9 0 1 b の他端部の幅は、鉄心片結合部材 3 2 3 a ~ 3 2 3 d の横断面の直径（大きさ）よりも大きく、一端部の幅は、鉄心片結合部材 3 2 3 a ~ 3 2 3 d の横断面の直径（大きさ）と略同じになっている。よって、このように回転軸方向応力付与部材 3 2 5 a、3 2 5 d を回転させると、回転軸方向応力付与部材 3 2 5 a、3 2 5 b から、鉄心片結合部材 3 2 3 a ~ 3 2 3 d に対して回転軸 1 4 0 の方向（図 9（b）に示す矢印の方向）の応力を与えることができ、第 1 の実施形態で説明したのと同じ効果を奏する。

【 0 0 4 0 】

尚、本実施形態では、貫通孔 9 0 1 a ~ 9 0 1 d の他端（図 9（c）の紙面に向かって左側）が相対的に外周側に位置し、一端（図 9（c）の紙面に向かって右側）が回転軸 1 4 0 側に位置するようにした。しかしながら、貫通孔 9 0 1 a ~ 9 0 1 d の他端（図 9（c）の紙面に向かって左側）が相対的に回転軸 1 4 0 側に位置し、一端（図 9（c）の紙面に向かって右側）が外周側に位置するようにしてもよい。ただし、このようにした場合には、図 9 に向かって時計回りの方向に回転軸方向応力付与部材 3 2 5 a、3 2 5 b を回転させる。すなわち、鉄心片結合部材 3 2 3 a ~ 3 2 3 d を、貫通孔 9 0 1 a ~ 9 0 1 d の相対的に外周側の端部に位置させた状態で回転軸方向応力付与部材 3 2 5 a、3 2 5 b を回転させ、鉄心片結合部材 3 2 3 a ~ 3 2 3 d を、貫通孔 9 0 1 a ~ 9 0 1 d の相対的に回転軸 1 4 0 側の端部に位置させるようにする。

【 0 0 4 1 】

また、本実施形態では、回転軸方向応力付与部材 3 2 5 a、3 2 5 b を回転させるようにしたが、分割型回転子 3 2 0 の本体側を回転させるようにしてもよい。すなわち、回転軸方向応力付与部材 3 2 5 a、3 2 5 b を分割型回転子 3 2 0 の本体に対して相対的に回転させるようにしていればよい。

また、本実施形態でも、第 1 の実施形態で説明した変形例を採用することができる。

【 0 0 4 2 】

（第 4 の実施形態）

次に、本発明の第 4 の実施形態について説明する。本実施形態では、焼き嵌めを利用して、鉄心片結合部材 1 2 3 に対して回転軸 1 4 0 の方向に応力を与えるようにする。この

ように本実施形態と前述した第1～第3の実施形態とは、鉄心片結合部材に回転軸140の方向の応力を与えるようにするための構成が主として異なる。したがって、本実施形態の説明において、前述した第1～第3の実施形態と同一の部分については、図1～図9に付した符号と同一の符号を付す等して詳細な説明を省略する。

【0043】

本実施形態の分割型回転子420と、前述した第1の実施形態の分割型回転子120とでは、外周側鉄心片121a～121dと、回転軸側鉄心片122と、永久磁石124a～124hの構成は同じである。

また、第1の実施形態の鉄心片結合部材123a～123dは、その取り付け後に、その先端面が、端板150a、150bの上面（回転軸140方向の外側の端面）と略面一となる長さを有している。これに対し、本実施形態の鉄心片結合部材423a～423dは、その取り付け後に、その先端面が、端板450a、450bの上面よりも突出する長さを有している（図10を参照）。このように、本実施形態の鉄心片結合部材423a～423dと、第1の実施形態の鉄心片結合部材123a～123dは、長さのみが異なる。

10

【0044】

また、第1の実施形態の端板150a、150bには、回転軸方向応力付与部材125を挿入するための孔が形成されているが、本実施形態の端板450a、450bには、このような孔は形成されない。このように本実施形態の端板450a、450bと、第1の実施形態の端板150a、150bは、この孔の有無のみが異なる。

20

よって、本実施形態の分割型回転子の適用例であるIPMモータの回転軸に垂直な方向からIPMモータを切ったときの断面図の一例は、図1に示したものと同一になる。一方、IPMモータの回転軸に沿ってIPMモータを切ったときの分割型回転子の断面図の一例は、105のようになる。図10は、第1、第2、第3の実施形態で説明した図2、図5、図8に対応する図である。

【0045】

図10に示すように、本実施形態では、中空円筒形状（リング形状）の回転軸方向応力付与部材425a、425bを用いるようにしている。回転軸方向応力付与部材425a、425bは、（取り付け後の）鉄心片結合部材423a～423dの端板450a、450bからの突出高さと同様高さの長さを有する。また、回転軸方向応力付与部材425a、425bの内径は、回転軸140の中心から鉄心片結合部材423a～423dの外周側の側端までの最短距離と同様長さである。一方、回転軸方向応力付与部材425a、425bの外径は、分割型回転子420の外径と同様であり、回転軸方向応力付与部材425a、425bの側面と端板450a、450bの側面とが略面一になるようにしている。

30

【0046】

回転軸方向応力付与部材425a、425bは、焼き嵌めを利用して端板450a、450bの上面に取り付けられる。すなわち、回転軸方向応力付与部材425a、425bは、予め昇温して膨張した状態で、その内周面と鉄心片結合部材423a～423dの外周側とが相互に対向するように、端板450a、450bの上面に取り付けられる。その後、回転軸方向応力付与部材425a、425bの温度が低下して回転軸方向応力付与部材425a、425bが収縮すると、その内周面の一部が鉄心片結合部材423a～423dの外周面と密着するようにする。これにより、鉄心片結合部材423a～423dを鉄心片結合部材423a～423dに固定する際に、回転軸方向応力付与部材425a、425bから鉄心片結合部材423a～423dに対して、回転軸140の方向の応力を与えることができる。この応力の大きさが分割型回転子420の遠心力に対抗できる大きさになるようにすることは勿論である。

40

回転軸方向応力付与部材425a、425bの材質は、以上のような焼き嵌めを行うことができ（熱膨張及び熱収縮が可能であり）、分割型回転子420が回転しても以上のようにして鉄心片結合部材423a～423dを固定することができ、且つ、回転軸方向応

50

力付与部材 4 2 5 を分割型回転子 4 2 0 に固定することができる（変形しない程度の）強度を有していれば、どのようなものであっても良い。ただし、回転軸方向応力付与部材 4 2 5 を導体で構成する場合には、回転軸方向応力付与部材 4 2 5 a、4 2 5 b と鉄心片結合部材 4 2 3 a ~ 4 2 3 d との間を電氣的に絶縁することが好ましい。渦電流の影響により分割型回転子 4 2 0 が絶縁不良を起こすことをより確実に防止するためである。

【 0 0 4 7 】

以上のように本実施形態では、鉄心片結合部材 4 2 3 a ~ 4 2 3 d を、端板 4 5 0 a、4 5 0 b の上面よりも突出させ、この突出した部分に対して、リング状の回転軸方向応力付与部材 4 2 5 a、4 2 5 b を、焼き嵌めを行うことによって外周側から密着させるようにした。したがって、回転軸方向応力付与部材 4 2 5 a、4 2 5 b によって鉄心片結合部材 4 2 3 a ~ 4 2 3 d を外周側から回転軸 1 4 0 の方向に押さえ付けることができる。よって、本実施形態のようにしても、第 1 の実施形態で説明したのと同じ効果を奏する。

10

【 0 0 4 8 】

尚、本実施形態では、焼き嵌めを行うことにより、回転軸方向応力付与部材 4 2 5 a、4 2 5 b から、鉄心片結合部材 4 2 3 a ~ 4 2 3 d に対して、回転軸 1 4 0 の方向に応力を与えるようにした。しかしながら、嵌め合い加工を行っていれば、必ずしもこのようにする必要はない。例えば、冷やし嵌めを行うようにしてもよい。

また、本実施形態では、鉄心片結合部材 4 2 3 a ~ 4 2 3 d を用いるようにしたが、鉄心片結合部材 4 2 3 a ~ 4 2 3 d を用いずに、端板 4 5 0 a、4 5 0 b を焼き嵌めしてもよい。このようにした場合、鉄心片結合部材 4 2 3 a ~ 4 2 3 d の両端面と、端板 4 5 0 a、4 5 0 b の表面とが略面一になるようにする。あるいは、分割型回転子 4 2 0 を予め昇温して膨張した状態で構成してもよい。このような場合には、端板 4 5 0 a、4 5 0 b と、外周側鉄心片 1 2 1 a ~ 1 2 1 d 及び回転軸側鉄心片 1 2 2 との熱膨張率を異ならせるようにする。すなわち、端板 4 5 0 a、4 5 0 b の熱膨張率を、外周側鉄心片 1 2 1 a ~ 1 2 1 d 及び回転軸側鉄心片 1 2 2 の熱膨張率よりも大きくし、端板 4 5 0 a、4 5 0 b の収縮量を、外周側鉄心片 1 2 1 a ~ 1 2 1 d 及び回転軸側鉄心片 1 2 2 の収縮量よりも小さくする。

20

また、本実施形態でも、第 1 の実施形態で説明した変形例を採用することができる。

【 0 0 4 9 】

（第 5 の実施形態）

次に、本発明の第 5 の実施形態について説明する。本実施形態では、前述した第 1 の実施形態の鉄心片結合部材を他の部材と電氣的に絶縁した状態を取り付けるようにした場合について説明する。このように本実施形態と前述した第 1 の実施形態とは、鉄心片結合部材を電氣的に絶縁した状態にすることによる構成が主として異なる。したがって、本実施形態の説明において、前述した第 1 の実施形態と同一の部分については、図 1 ~ 図 4 に付した符号と同一の符号を付す等して詳細な説明を省略する。

30

【 0 0 5 0 】

図 1 1 は、分割型回転子の適用例である I P M モータの回転軸に垂直な方向から I P M モータを切ったときの断面図の一例を示す。また、図 1 2 は、I P M モータの回転軸に沿って、図 1 1 に示す I P M モータ 1 1 0 0 を切ったときの分割型回転子の断面図の一例を示す。具体的に図 1 2 は、図 1 1 の A - A ' 方向から見た分割型回転子の断面図である。

40

【 0 0 5 1 】

本実施形態の外周側鉄心片 5 2 1 a ~ 5 2 1 d は、図 3 に示した鉄心片結合部材 1 2 3 a ~ 1 2 3 d に対し、貫通孔（図 3 に示す貫通孔 1 2 7）の大きさが異なるだけである。すなわち、本実施形態の外周側鉄心片 5 2 1 a ~ 5 2 1 d に形成される貫通孔の直径（大きさ）は、図 1 2 に示す絶縁部材 5 3 0 a ~ 5 3 0 d の分だけ、図 3 に示した鉄心片結合部材 1 2 3 a ~ 1 2 3 d に形成される貫通孔 1 2 7 の直径よりも大きい。

図 1 2 に示すように、本実施形態の端板 5 5 0 a、5 5 0 b は、図 2 に示した端板 1 5 0 a、1 5 0 b に対し、回転軸 1 4 0 の方向に貫通する貫通孔の大きさ及び形状が異なるだけである。本実施形態では、鉄心片結合部材 5 2 3 a ~ 5 2 3 d を、合計 4 個の金属製

50

の螺子としている（尚、図12では表記の都合上、これらの螺子の部分を直線で表している）。また、図11、図12に示すように、鉄心片結合部材523a～523dの側周部を覆うように、合計4個の絶縁部材530a～530dが、鉄心片結合部材523a～523d毎に個別に配置される。よって、端板550a、550bの回転軸140の方向を貫通する貫通孔の大きさ及び形状は、これら鉄心片結合部材523a～523dと、その側周部を覆う絶縁部材530a～530dに合わせたものとなる。

【0052】

鉄心片結合部材523a、523cと絶縁部材530a、530cは、外周側鉄心片521a～521dに形成されている貫通孔と、端板550a、550bに形成されている貫通孔とを合わせた状態で当該貫通孔に挿入される。本実施形態では、このようにして鉄心片結合部材523a、523cを貫通孔に挿入する際に、鉄心片結合部材523a、523cの先端（螺子山のある側の先端）と端板550bとの接合点で回転軸140に沿う方向に、端板550bを加圧することにより、鉄心片結合部材523a、523cを端板550a、550bに固定する。ただし、本実施形態では、回転軸方向応力付与部材525a～525dにより鉄心片結合部材523a、523cを固定するので、この加圧による固定については、必ずしも行う必要はない。

10

【0053】

また、本実施形態では、図12に示すように、当該貫通孔に挿入された鉄心片結合部材523及び絶縁部材530の両端面と、端板550a、550bの表面とが略面一になるようにしている。また、端板550a、550bには、当該端板550a、550bの側面と、端板550a、550bの回転軸140方向の貫通孔とを繋ぐ螺子孔が形成されている。この螺子孔に合計8個の金属製の螺子が回転軸方向応力付与部材525a～525dとして個別に挿入される（螺子止めされる）。図12に示すように、本実施形態では、螺子孔に挿入された回転軸方向応力付与部材525a～525dの露出面は、端板550a、550bの側面と略面一になるようにしている。尚、図12では表記の都合上、これらの螺子と螺子孔の部分を直線で表している。

20

また、図12では、鉄心片結合部材523a、523cを固定する様子を示しているが、鉄心片結合部材523b、523dについても、鉄心片結合部材523a、523cと同じようにして固定される。

【0054】

また、本実施形態では、絶縁部材530a～530dにより、鉄心片結合部材523a～523dと、端板550a、550b及び外周側鉄心片521a～521dとが電氣的に絶縁されているので、鉄心片結合部材523a～523d及び外周側鉄心片521a～521dによる閉回路（電気回路）や、鉄心片結合部材523a～523d、外周側鉄心片521a～521d、及び端板550a、550bによる閉回路（電気回路）が形成されることはない。よって、鉄心片結合部材523a～523dは磁性体により（一体で）形成しても非磁性体（又は外周側鉄心片521及び回転軸側鉄心片122よりも透磁率が低い磁性体）により（一体で）形成してもよい。

30

また、鉄心片結合部材523a～523d及び回転軸方向応力付与部材525a～525dは、分割型回転子520の回転により発生する遠心力によって変形しない強度を有している。

40

【0055】

本実施形態では、このようにすることによって、鉄心片結合部材523a、523cを端板550a、550bに固定する際に、回転軸方向応力付与部材525a～525dから、鉄心片結合部材523a、523cに対して回転軸140の方向（図12に示す矢印の方向）の応力を与えることができる。ここで、回転軸140の方向の応力の大きさが分割型回転子520の遠心力に対抗できる大きさになるようにすることは勿論である。

【0056】

以上のように本実施形態では、絶縁部材530a～530dによって、鉄心片結合部材513a～513dが、外周側鉄心片511a～511d及び端板550a、550bと

50

電氣的に絶縁されるようにした。したがって、第1の実施形態で説明した効果に加え、鉄心片結合部材513、外周側鉄心片521、端板550による閉回路が形成されることを防止することができ、分割型固定子520からの交流磁界が回転軸側鉄心片112を通るように、回転軸側鉄心片112を永久磁石124a~124dよりも外周側に突出させても、分割型回転子310の鉄損が増加することを防止することができる。

【0057】

尚、鉄心片結合部材523a~523dを一部に含む(電氣的な)閉回路が形成されないように、鉄心片結合部材523a~523dが他の部材と電氣的に絶縁されるようにしていれば、鉄心片結合部材513a~513dが、外周側鉄心片511a~511d及び端板550a、550bと電氣的に絶縁される必要はない。例えば、鉄心片結合部材513a~513dが、外周側鉄心片511a~511dと、端板550a、550bの何れか一方と電氣的に絶縁されるようにしてもよい。

10

また、本実施形態のように、鉄心片結合部材を絶縁する構成は、前述した第2~第4の実施形態についても採用することができる。また、絶縁部材530の代わりに、鉄心片結合部材523の側周部に絶縁処理を施してもよい。この他、本実施形態でも、第1の実施形態で説明した変形例を採用することができる。

【0058】

尚、前述した各実施形態では、電動機としてIPMモータを例に挙げて説明したが、IPMモータ以外の電動機又は発電機(すなわち回転電機)であっても前述した各実施形態を適用することが可能である。

20

また、前述した各実施形態では、分割型回転子の外周方向に複数の外周側鉄心片を、永久磁石により形成されるポール(極)毎に1つの割合で間隔を有して配置する場合を例に挙げて説明した。しかしながら、永久磁石の外周方向における端面の側方を通ろうとする磁路を隙間や非磁性体等によって遮断する構成を採っていれば、外周側鉄心片は永久磁石により形成されるポール(極)毎に複数あってもよい。

【0059】

尚、以上説明した本発明の実施形態は、何れも本発明を実施するにあたっての具体化の例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されてはならないものである。すなわち、本発明はその技術思想、またはその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。

30

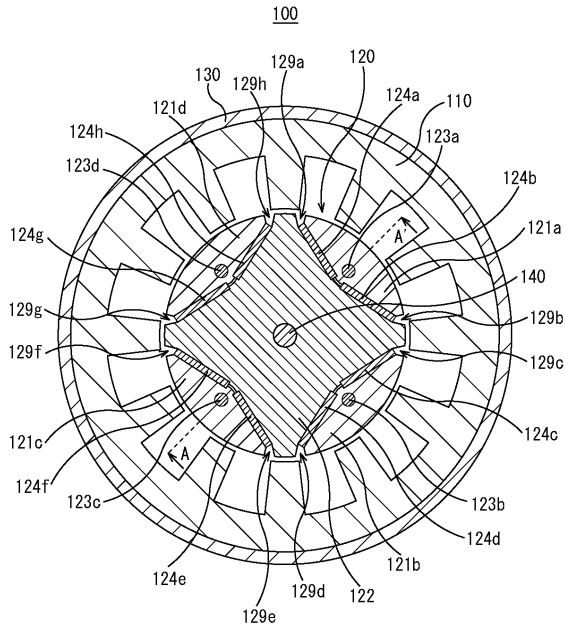
【符号の説明】

【0060】

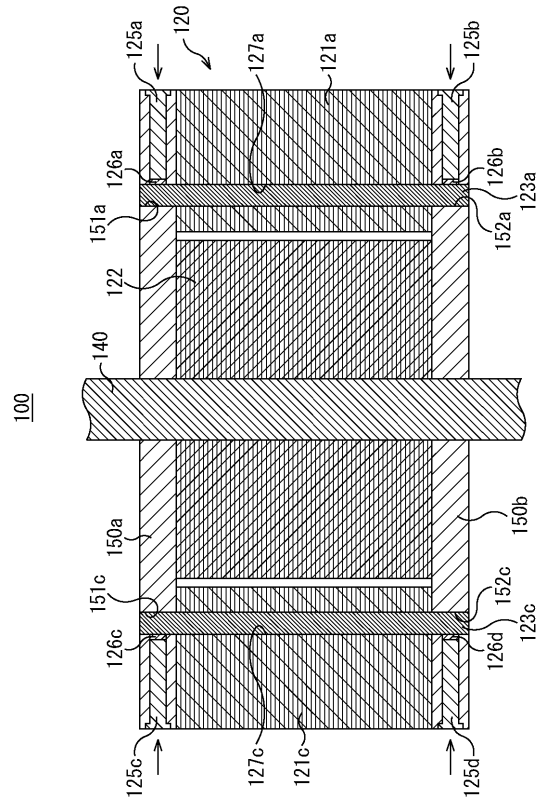
100、1100	IPMモータ
110	固定子(ステータ)
120、220、320、420、520	分割型回転子(ロータ)
121、521	外周側鉄心片
122	回転軸側鉄心片
123、323	鉄心片結合部材
124	永久磁石
130	ケース
140	回転軸
150、250、350、450、550	端板
125、225、325、425、525	回転軸方向応力付与部材
126	絶縁部材
530	絶縁部材

40

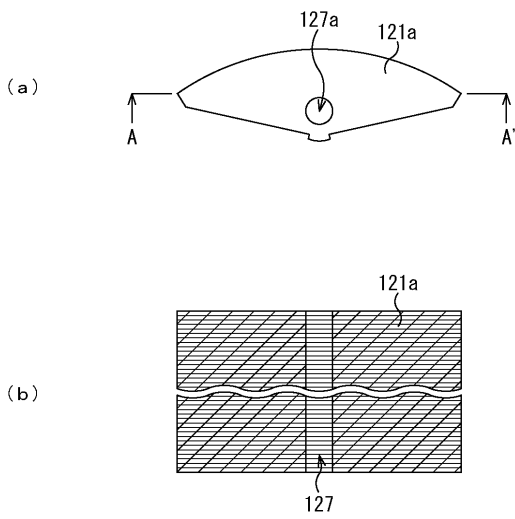
【 図 1 】



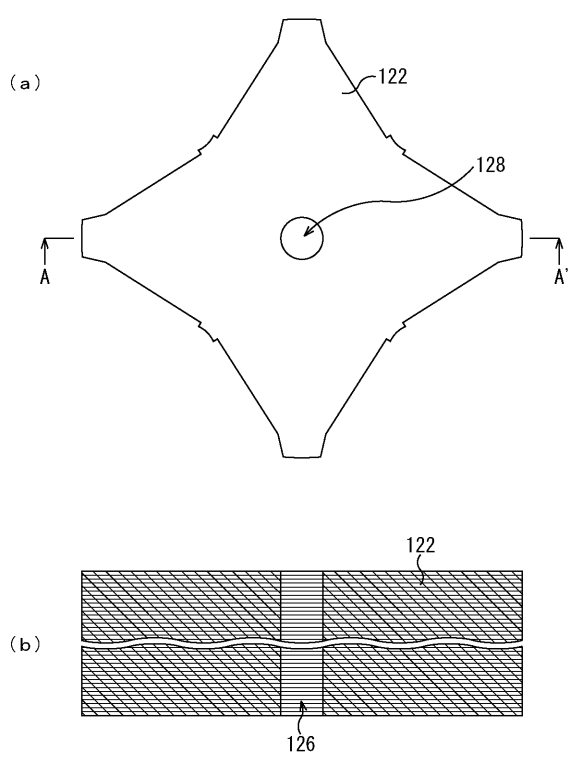
【 図 2 】



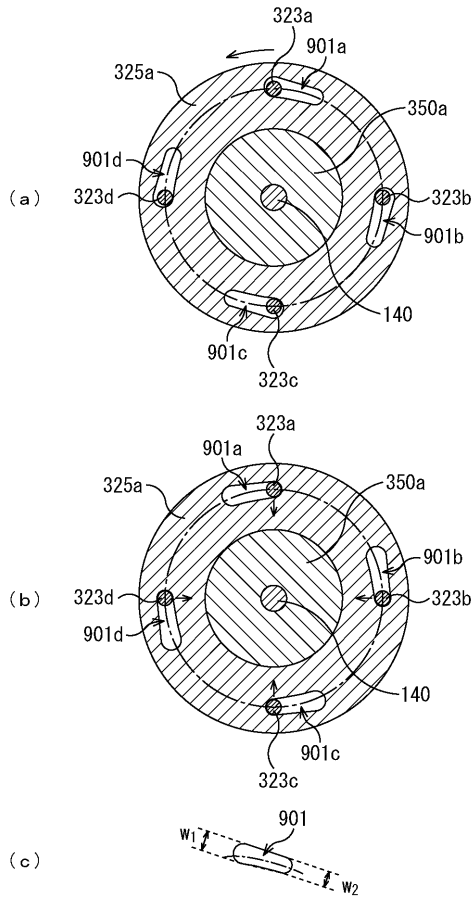
【 図 3 】



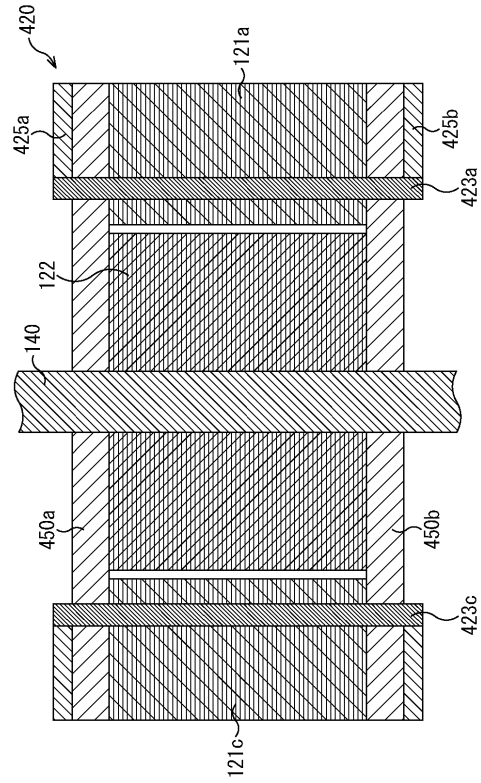
【 図 4 】



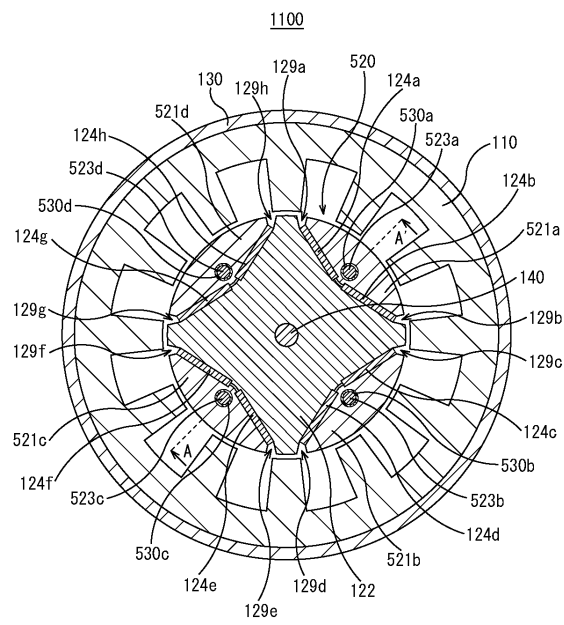
【 図 9 】



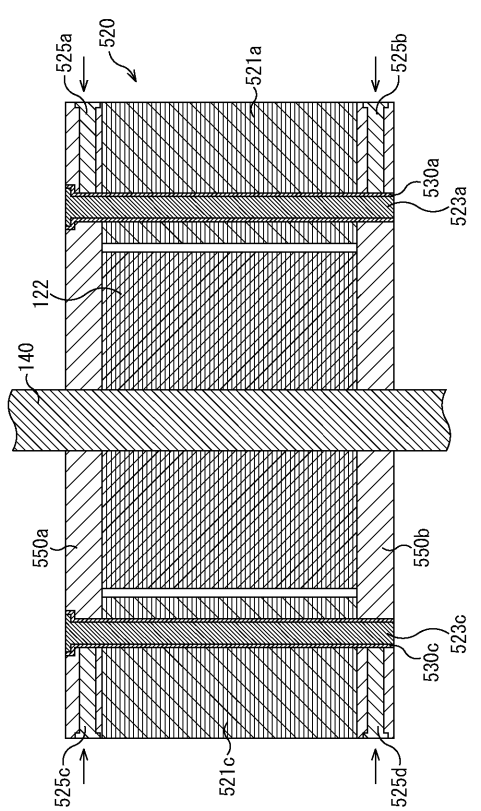
【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 12 】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H02K 1/00