

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5337548号
(P5337548)

(45) 発行日 平成25年11月6日(2013.11.6)

(24) 登録日 平成25年8月9日(2013.8.9)

(51) Int.Cl. F I
H O 2 K 1/27 (2006.01) H O 2 K 1/27 5 O 1 C

請求項の数 7 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2009-77973 (P2009-77973)	(73) 特許権者	502129933 株式会社日立産機システム 東京都千代田区神田練堀町3番地
(22) 出願日	平成21年3月27日(2009.3.27)	(74) 代理人	100100310 弁理士 井上 学
(65) 公開番号	特開2010-233346 (P2010-233346A)	(74) 代理人	100098660 弁理士 戸田 裕二
(43) 公開日	平成22年10月14日(2010.10.14)	(72) 発明者	高橋 秀一 千葉県習志野市東習志野七丁目1番1号 株式会社日立産機システム内
審査請求日	平成23年6月17日(2011.6.17)	(72) 発明者	佐藤 和雄 千葉県習志野市東習志野七丁目1番1号 株式会社日立産機システム内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 永久磁石モータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転軸方向に複数枚の平板状の磁石が長手方向に積層されるスロットが回転方向に複数設けられた積層鉄心を有する回転子と、前記回転子に回転磁界を付与する固定子とを備えた永久磁石モータにおいて、前記積層鉄心の回転軸方向の一端部に設けられ、前記スロットの一侧の開口部を覆う第1のロータ端板と、前記第1のロータ端板とは反対側の他端部に設けられ、前記スロットの他側の開口部を覆う第2のロータ端板と、前記第1のロータ端板の前記スロットの回転軸方向投影面内から前記磁石を前記第2のロータ端板へ押圧する押圧部材とを備え、

前記押圧部材で前記磁石が押圧されることで前記スロット内に積層される複数枚の前記磁石の間の隙間を無くし、隣り合った磁石間での磁束短絡を防止した永久磁石モータ。

【請求項2】

前記押圧部材の押圧端は前記スロットの開口面積より小であることを特徴とする請求項1に記載の永久磁石モータ。

【請求項3】

前記押圧部材は、前記第1のロータ端板、前記積層鉄心及び前記第2のロータ端板を固定する固定部材と別部材で構成されることを特徴とする請求項1に記載の永久磁石モータ。

【請求項4】

前記押圧部材は前記第2のロータ端板を基準面とし、回転軸方向に前記磁石を押圧する

10

20

ことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の永久磁石モータ。

【請求項 5】

固定子の磁気中心と前記回転子の磁気中心とをずらして配置した請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の永久磁石モータ。

【請求項 6】

前記押圧部材で回転軸方向に前記磁石を押圧することにより、前記固定子の磁気中心と前記回転子の磁気中心とをずらしたことを特徴とする請求項 5 に記載の永久磁石モータ。

【請求項 7】

前記押圧部材で回転軸方向に前記磁石を押圧することにより、勾配を付けた磁石を用いて軸方向の面と他の面を突き当てて固定した請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の永久磁石モータ。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は電動機に関し、特に、磁石埋込み型の永久磁石モータ（IPMモータ）に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

電動機は駆動源として種々の用途に用いられており、様々な製品の内部に組み込まれて使用されることも多い。例えば、送風機、圧縮機、さらには、自動車のパワーウィンドウやワイパー等のいわゆる補機類等にも用いられている。近年では、地球環境に対する影響の観点から、高効率化、省エネルギー化の要請が高まってきており、多くの場面で永久磁石モータが使用されることが多くなってきている。

20

【0003】

永久磁石モータにおいて、磁石の固定に係る構造が種々検討されている。例えば、特許文献 1 や特許文献 2 には永久磁石式回転子が開示されており、これらの回転子は、鉄心積層体の両端面に設けられた端板を利用して磁石固定がなされている。また、特許文献 3 には磁石の製造公差に起因する性能低下を抑えるために、端板と磁石端部との間にクッション材を備えた構成が示されている。さらには、特許文献 4 のように、永久磁石の固定方法に係る生産性の向上を図る構成として、磁石固定部材を用いた例が開示されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開平 4 - 165933 号公報

【特許文献 2】特開平 5 - 260686 号公報

【特許文献 3】特開昭 60 - 197149 号公報

【特許文献 4】特開平 9 - 308149 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

永久磁石モータは、一般に、表面に磁石が貼り付けられるいわゆるSPMモータと、磁石埋込み型のいわゆるIPMモータとに大別され、それぞれにおいて長短が認められるものの、種々の要請からIPMモータが使用される場合も数多く存在する。IPMモータは、永久磁石が回転子の内部に埋め込まれるため、SPMモータと比較して磁石の固定における課題は生じにくいとされている。しかしながら、生産性の観点からみると、内部に埋め込まれることが原因となり、むしろ課題が多いと考えられる。

40

【0006】

従来、積層鉄心に設けられた磁石挿入用のスロットと磁石との隙間を埋めるために、接着剤や樹脂注入が用いられてきた。この方式は、磁石が配置される空間に生ずる空隙を小さくすることによる対策と位置付けられるが、製造工程上のコスト高を招きやすく、他の

50

固定方式が検討されてきた。

【0007】

IPMモータにおける磁石固定において、特許文献1や特許文献2では、軸方向から磁石を押圧することにより、簡便な方式で磁石の固定を図っている。また、特許文献3では端板と磁石端部との間にクッション材を備えている。しかしながら、これらは量産上のバラつきという点では程度問題であり、押圧部材の形状と磁石位置との関係にズレが生ずると磁石が固定されないという問題があった。

【0008】

ところで、モータの大きさに応じて、当該モータに用いられる磁石の大きさは様々であり、モータのバリエーションに応じた多様な大きさの磁石を用意しておく必要があった。この結果、磁石コストの増大だけではなく、モータの製造工程においては、複数種類の大きさの磁石の中から、所望の大きさの磁石を選定し、これをスロットに挿入することが必要であり、製造コストの増大を招いていた。

【0009】

このような課題を解決するために、一のスロット内に磁石を回転軸方向に積み重ねて挿入することが考えられる。これによれば、磁石が挿入される個数（積層数）を変えることで、モータの大きさに応じた回転子を提供することが可能となる。

【0010】

しかしながら、この場合、一のスロット内に一の磁石が挿入される場合と比較して、固定がさらに困難になる。また、磁石がスロット内に十分に固定されていないと、回転時に磁石の衝突音が騒音として生じやすいものになってしまう。

【0011】

なお、複数の磁石が一のスロット内に配置する構成は、回転子の回転軸方向長さが大きいほど好適である。一方、モータの磁気特性は、通常、回転軸方向は一様であると仮定し、回転軸に直交する断面で検討されることが多い。このとき、回転軸方向の長さが大きいと両端側での寸法公差や製造誤差が大きくなり、各断面における磁気特性の相違が無視できなくなる。結果、量産時において、騒音や微振動の原因が発生する個体が生じ、歩留まりが悪化する可能性がある。すなわち、一のスロットに複数の磁石が回転軸方向に積層される場合であっても、磁石の固定を如何にして行うかが問題となる。

【0012】

また、回転軸方向に複数枚の磁石が長手方向に積層される場合、回転軸方向に隣り合った磁石間で磁石磁束が短絡し磁石磁束を有効に利用できない場合があった。さらに、磁石間部での磁束不均一を招き、電磁音や微振動の原因となり、高効率化や高信頼性を阻害する一因となる。

【0013】

本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、生産性低下を抑制しつつ永久磁石の適切な固定を図り、振動・騒音の低減及び高効率化を図った永久磁石モータを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記目的を達成するために、本発明の第一の態様は、回転軸方向に複数枚の平板状の磁石が長手方向に積層されるスロットが回転方向に複数設けられた積層鉄心を有する回転子と、前記回転子に回転磁界を付与する固定子とを備えた永久磁石モータにおいて、前記積層鉄心の回転軸方向の一端部に設けられ、前記スロットの一端側の開口部を覆う第1のロータ端板と、前記第1のロータ端板とは反対側の他端部に設けられ、前記スロットの他側の開口部を覆う第2のロータ端板と、前記第1のロータ端板の前記スロットの回転軸方向投影面内から前記磁石を前記第2のロータ端板へ押圧する押圧部材とを備え、前記押圧部材で前記磁石が押圧されることで前記スロット内に積層される複数枚の前記磁石の間の隙間を無くし、隣り合った磁石間での磁束短絡を防止するものとした。

【0015】

上記の本発明の態様において、より好ましい具体的態様は下記の通りである。

- (1) 前記押圧部材の押圧端は前記スロットの開口面積より小であること。
- (2) 前記押圧部材は、前記第1のロータ端板、前記積層鉄心及び前記第2のロータ端板を固定する固定部材と別部材で構成されること。
- (3) 前記押圧部材は前記第2のロータ端板を基準面とし、回転軸方向に前記磁石を押圧すること。
- (4) 固定子の磁気中心と前記回転子の磁気中心とをずらして回転軸方向に推力を発生させたこと。また、前記押圧部材で回転軸方向に前記磁石を押圧することにより、固定子の磁気中心と回転子の磁気中心とをずらしたこと。
- (5) 前記押圧部材で回転軸方向に前記磁石を押圧することにより、勾配を付けた磁石を用いて軸方向の面と他の面を突き当てて固定したこと。

10

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、生産性低下を抑制しつつ永久磁石の適切な固定を図り、振動・騒音の低減及び高効率化を図った永久磁石モータを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の実施形態に係る電動機のロータを示す図。

【図2】本実施形態の電動機を示す図。

【図3】磁石形状の一例を示す図。

20

【図4】磁石固定時に永久磁石に作用する力を示した図。

【発明を実施するための形態】

【0018】

本実施形態は、永久磁石を回転子（ロータ）内部に備えた電動機（永久磁石モータ）に係り、生産性の向上のみならず、電動機の使用態様を考慮した構成を開示するものである。IPMモータは、一般に、回転軸方向に積層された積層鉄心からなるロータコアにスロットを形成し、このスロット内に永久磁石が配置されることによって構成されている。

【0019】

図1は本実施形態の電動機におけるロータを示す図である。図1(a)はロータの側面断面図、図1(b)は回転軸方向から見た正面図であり、一部を断面で表示している。図1(a)において、左右に引かれた補助線は回転軸方向を示しており、図1(b)に示す回転中心Oがこれに相当する。また、図1(a)は、図1(b)に示すA-B線の断面図となっている。

30

【0020】

以下、図1を参照しながら本発明の実施形態を説明する。薄い鋼板を積層して円筒状にしたロータコア3にはスロット4が形成されており、このスロット4内に永久磁石5が配置されている。スロット4はロータコア3の周方向に等間隔で複数設けられており（図1の例では6スロット）、各スロット4に永久磁石5が同様に挿入される。これらのスロットの数/永久磁石の数は、所望の極数となるように形成/配置される。また、本実施形態では、複数の永久磁石を回転軸方向に積層するように一のスロット内に配置されている（図1の例では4つの磁石が1スロットに配置される）。

40

【0021】

ロータコア3の回転軸方向両側にはロータの端板1、2が設けられている。この端板は、ロータコア3に密着する形状のリング状のロータコア端板で、端板1には、後述するように、永久磁石5を端板2側に軸方向に押し付けるための固定部材（押圧部材）6が取り付けられる構造になっている。そして、これらの両側の端板1、2間を連絡するとともに、両端板に挟まれて配置されるロータコア3と両端板とを固定するリベット7を備えている。これにより、端板1、2、ロータコア3、及び、永久磁石5を備えたロータが構成されるが、一のスロット内に複数の永久磁石5が挿入されるため、スロット内での磁石の固定が問題となる。そこで、本実施形態では、固定部材6を用いてこれを解決している。

50

【 0 0 2 2 】

具体的には、次の構造を採用している。すなわち、ロータコア3の両側に開口するスロット4の一側の端面をロータ端板2で構成し、このロータ端板2を基準位置として他側のスロット開口部から押圧部材6にて複数積層された永久磁石5を押圧する。これに伴い、ロータ端板2とは反対側に設けられるロータ端板1には、スロット4の開口位置に押圧部材6をロータ端板2に向かって押圧するための開口部を備えるものとした。これにより、ロータ端板1のスロット4の回転軸方向投影面内から永久磁石をロータ端板2へ押圧することができる。

【 0 0 2 3 】

永久磁石の固定は、押圧部材6の押圧端部がスロット4の開口面積より小であれば、スロット4の回転軸方向投影面内から永久磁石5をロータ端板2へ簡単に押し付けることができ、この状態でリベット7により両端板1、2間が固定されるため、バラツキによらずに極めて簡単に磁石の固定が可能となる。

10

【 0 0 2 4 】

また、押圧部材6はロータ端板1と同一部材としても差し支えないが、ロータ端板1、2、積層鉄心からなるロータコア3、及びこれらを固定する部材（リベット7等）とは別部材とすることによって、各スロット間のバラツキや磁石寸法のバラツキ等にも対応することができる。

【 0 0 2 5 】

上記の構成によれば、同一スロット内に複数の磁石が挿入される場合であっても、磁石数に寄らず、磁石固定を行うことができ、生産性に優れた電動機を提供することができる。

20

【 0 0 2 6 】

ところで、永久磁石5の磁極は外周面に向かって磁化されており、磁極は同一スロットでは同じ極に磁化されている。一のスロット内で磁石間に隙間が存在すると、磁石間で磁束が短絡し、この分だけ、電動機効率の低下に繋がることになる。

【 0 0 2 7 】

本実施形態で示すように、スロット4内に回転軸方向に分割されて配置される複数枚の永久磁石を、押圧部材6で一方の側から反対側のロータ端板2に回転軸方向に押圧して固定することにより、同一スロット内で隣り合う永久磁石5の隙間を小さくすることが容易に実現できる。したがって、同じスロット内の永久磁石間で磁束が短絡することを防止でき、永久磁石の磁束を有効に活用することができる。

30

【 0 0 2 8 】

図2は、本実施形態の電動機を示す図であり、ロータをシャフト9に固定して電機子に挿入し、電動機としたものであり、駆動対象の一例としてファン10を用いた構成を示している。なお、以下の説明では、図1と同一構成は同一符号を付して詳細な説明は省略する。

【 0 0 2 9 】

本実施形態の回転子は、永久磁石5を備えたロータコア3及び端板1、2から構成され、この回転子にシャフト9が固定される。これにより、固定子（ステータ）からの回転磁界を受けてシャフト9が回転し、電動機として運転されることになる。本実施形態の電動機では、押圧部材6が配置される側（図中右側）にシャフトの出力軸を配置している。

40

【 0 0 3 0 】

すなわち、本実施形態では、ステータとロータの形状的中心を合わせつつも、ステータコア8の磁気中心とロータコア3の磁気中心とを だけずらして配置している。ファン10を備えた図2の例では、電動機運転時に回転軸方向の出力軸側に推力が働き、ファン10から受けるスラスト荷重 F_a を低減、または相殺することができる。これはファン10に限らず、ポンプや圧縮機等、回転方向が定まっている場合であれば、同様の効果が期待できる。

【 0 0 3 1 】

50

また、上述のように、本実施形態では同一スロット内の磁石間の隙間を小さく、または無くすることが可能であり、これによりロータコア3の外径表面の磁束を均一にすることができる。したがって、電磁振動や騒音の低減が可能となる。

【0032】

図2におけるファン10を備えた例で検証した場合、同一スロットの永久磁石間の隙間が0mmに対して、0.5mmの隙間があるとステータと鎖交する磁束が約1.3%減少した。本実施形態では、同一スロットの永久磁石間の隙間を小とすることができるため、磁束の均一化による効果も合わせて得ることができる。この効果は、一スロット内の磁石数が多くなる、あるいは、ロータが回転軸方向に長くなるとさらに有効であるため、磁石数によらずに容易に磁石の固定を可能とする本実施形態は、電磁振動抑制や騒音低減に有利な構造とすることができる。

10

【0033】

以上述べたとおり、片側のロータ端板に設けた押圧部材を用いて永久磁石を回転軸方向に押圧することで、反対側のロータ端板に突き当てて固定するため、生産性に優れた構成を提供できる。また、これによって、磁石間の隙間を無くすることができ、同一スロットの隣り合った磁石間での磁束短絡を防止することが可能となる。

【0034】

また、ロータとステータの磁気中心をずらすことにより回転軸にはステータとロータとの磁気中心が同一面になるように修正する軸推力が作用する。そのため、回転軸のスラスト荷重を相殺、または軽減することができる。

20

【0035】

したがって、磁石固定に接着剤を使用する必要がなく、生産性の向上が図られるとともに、モータの高効率化、低騒音化、信頼性を向上させた電動機を提供することができる。

【0036】

次に、本実施形態の電動機において、好適な磁石形状の一例を図3及び図4を参照しながら説明する。本実施形態は磁石形状を問うものではないが、より効果的な形状を採用することで上記の本実施形態の利点をより効果的に得ることができる。

【0037】

図3は磁石形状の一例を示す図、図4は磁石固定時に永久磁石に作用する力を説明する図である。この例では平板状の磁石の一側面を傾斜させた形状としている。具体的には、磁石のある面に勾配を持たせた勾配面付き磁石を用いている。この勾配面付きの磁石を互いに勾配面が対向するように配置する(図4参照)。

30

【0038】

本実施形態のように4つの永久磁石を一スロットに配置する場合、図4に示すように、磁石11、12の勾配を付けた面を対向して配置し、同じ様に磁石13、14を配置する。押圧部材6によって、回転軸方向に力Fで押圧すると永久磁石11にF1、磁石12にF2、磁石13にF3、磁石14にF4の向きに力が働く。したがって、よって、磁石は回転軸方向の面とF1、F2、F3、F4の面でロータコア3のスロット内壁と勘合し磁石が固定される。

【符号の説明】

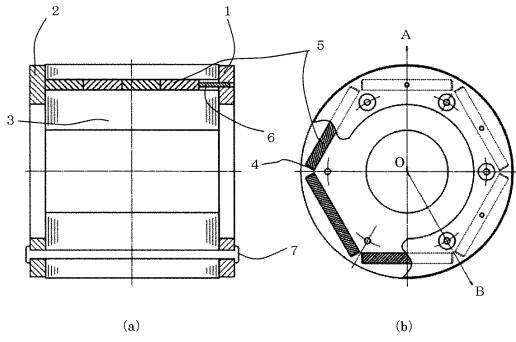
40

【0039】

1・・・ロータ端板1、2・・・ロータ端板2、3・・・ロータコア、4・・・スロット、5・・・永久磁石、6・・・押圧部材、7・・・リベット、8・・・ステータコア(ステータ)、9・・・シャフト、10・・・ファン、11～14・・・永久磁石。

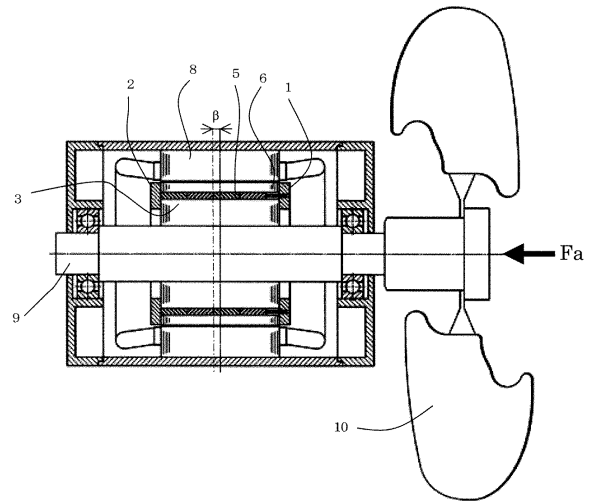
【図1】

【図1】



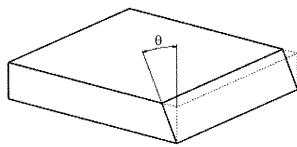
【図2】

【図2】



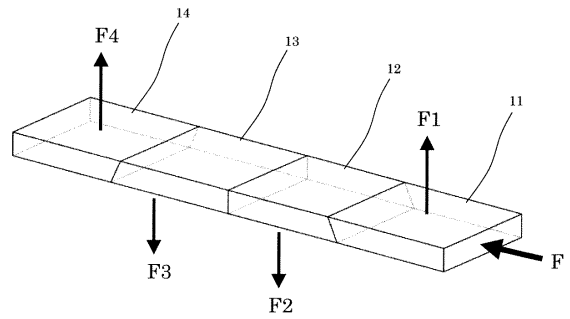
【図3】

【図3】



【図4】

【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 天池 将

千葉県習志野市東習志野七丁目1番1号 株式会社日立産機システム内

(72)発明者 安部 恵輔

千葉県習志野市東習志野七丁目1番1号 株式会社日立産機システム内

審査官 櫻田 正紀

(56)参考文献 特開2005-102437(JP,A)

特開平04-165933(JP,A)

特開平11-234931(JP,A)

特開2001-251795(JP,A)

特開平09-233747(JP,A)

特開2003-274587(JP,A)

特開平09-308149(JP,A)

特開平05-260686(JP,A)

特開昭60-197149(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 1/27