

(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2010-35264
(P2010-35264A)

(43) 公開日 平成22年2月12日 (2010.2.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 2 K 1/22 (2006.01)	H O 2 K 1/22 A	5 H 6 0 1
H O 2 K 1/18 (2006.01)	H O 2 K 1/18 B	5 H 6 2 1
H O 2 K 1/27 (2006.01)	H O 2 K 1/27 5 O 1 B	5 H 6 2 2
H O 2 K 21/14 (2006.01)	H O 2 K 21/14 M	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2008-191904 (P2008-191904)	(71) 出願人	000006105
(22) 出願日	平成20年7月25日 (2008.7.25)		株式会社明電舎
			東京都品川区大崎2丁目1番1号
		(74) 代理人	100078499
			弁理士 光石 俊郎
		(74) 代理人	100074480
			弁理士 光石 忠敬
		(74) 代理人	100102945
			弁理士 田中 康幸
		(74) 代理人	100120673
			弁理士 松元 洋
		(72) 発明者	松橋 大器
			東京都品川区大崎二丁目1番1号 株式会 社明電舎内

最終頁に続く

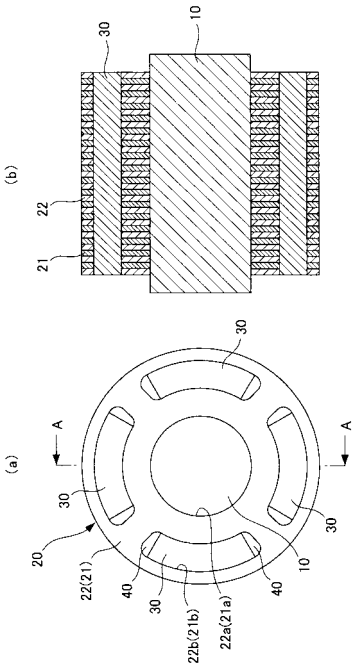
(54) 【発明の名称】 永久磁石式同期電動機

(57) 【要約】

【課題】ロータコアの強度を維持しつつ、モータ性能の向上を可能とする永久磁石式同期電動機を提供する。

【解決手段】複数の鋼板を積層してなるロータコア20と、ロータコア20に軸方向に沿って貫設された磁石孔21b、22bに挿入・固定される永久磁石30とを有する回転子を備える永久磁石式同期電動機において、前記ロータコア20を高強度部材からなる複数の第一鋼板21と、軟磁性材料からなる複数の第二鋼板22とを積層して構成するとともに、磁石孔21b、22bを該磁石孔21b、22bに挿入・固定された永久磁石30の周方向両側に空孔40が設けられるような形状とした。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の鋼板を積層してなる回転子鉄心と、前記回転子鉄心に軸方向に沿って貫設された磁石孔に挿入・固定される永久磁石とを有する回転子を備えた永久磁石式同期電動機において、

前記回転子鉄心が、高強度部材からなる複数の第一鋼板と、軟磁性材料からなる複数の第二鋼板とを積層して構成され、

前記磁石孔が、該磁石孔に挿入・固定された前記永久磁石の周方向両側に空孔を有するように形成された

ことを特徴とする永久磁石式同期電動機。

10

【請求項 2】

前記回転子鉄心は、前記第一鋼板および前記第二鋼板を、一枚ずつ又は複数枚ずつ交互に積層してなる

ことを特徴とする請求項 1 記載の永久磁石式同期電動機。

【請求項 3】

前記磁石孔に軸方向に沿って複数の永久磁石が挿入・固定されるとともに、

前記回転子鉄心が、それぞれの前記永久磁石に対して少なくとも二枚の前記第一鋼板が配されるように前記第一鋼板及び前記第二鋼板を積層してなる

ことを特徴とする請求項 1 記載の永久磁石式同期電動機。

20

【請求項 4】

前記第一鋼板は、非磁性材料からなるとともに前記永久磁石に作用する遠心力による応力集中を緩和するように前記空孔の径方向外側の角部の形状を設定され、

前記第二鋼板は、漏れ磁束を低減するように前記空孔の形状を設定される

ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の永久磁石式同期電動機

。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、永久磁石式同期電動機に関し、特に、永久磁石をロータに採用したインナーロータ構造であって、且つ、永久磁石をロータコア内に埋め込んだ構造を有する永久磁石式同期電動機に関する。

30

【背景技術】**【0002】**

永久磁石式同期電動機（永久磁石式モータ。以下、PMモータという）は、直流機やIM、RMに比べ、小型高効率を可能とする高性能なモータであり、特に永久磁石を積層鋼板からなるロータコアの内部に埋め込んだIPMモータは、磁石トルクに加えてリラクタンストルクも利用可能であり、小型で高性能なモータとして様々な分野で応用されている。このようなPMモータには、更なる小型化・高出力化のニーズが高まっている。

【0003】

上記IPMモータにおいては、ロータの軸方向に沿って漏れ磁束低減用の空孔を貫設し、故意に磁気飽和させることで漏れ磁束を低減することが周知となっている（例えば、特許文献1参照）。

40

【0004】

【特許文献1】特開2004-242462号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

近年、モータの性能向上に対する要求は非常に高くなってきており、特に小型化・高出力化の要求は高まっている。

【0006】

50

下記(1)式に示すように、モータの出力Pは回転数NとトルクTで決まる。

$$P = 2 \pi N T \quad \cdots (1)$$

通常、トルクTを増大させるためにはモータを大型化することになるため、小型化の要求に応えつつ高出力化を実現するためには高速回転化が必要となり、ロータにはますます高速回転に耐え得る強度が要求されることとなる。

【0007】

図4にIPMモータの一例として、永久磁石の周方向の両側部に漏れ磁束を低減するための空孔が設けられた四極機の例を示す。図4に示すように、IPMモータは、例えば、複数の鋼板を積層してなるロータコア102を備えている。このロータコア102にはシャフト101を挿入する軸孔102aと、永久磁石103を挿入する磁石孔102bとが軸方向に沿って貫設されている。

10

【0008】

ここで、磁石孔102bは、該磁石孔102bに挿入・固定された永久磁石103の周方向の両側部に、漏れ磁束を低減するための空孔104が形成されるようにその形状を設定されている。なお、シャフト101は、焼き嵌めまたはキー溝を設けることにより上記ロータコア102の軸孔102aに固定される。

【0009】

このようなIPMモータにおいては、回転時にはロータコア102の上記磁石孔102b間の部分であるいわゆるブリッジ102cで、遠心力が作用する永久磁石103を支持することとなる。そのため、回転速度が高速化し、永久磁石103に作用する遠心力が大きくなると、特に空孔104の径方向外側の角部(図中、C部)に面するブリッジ102cの部分に過大な引張り応力が生じる。

20

【0010】

この引張り応力に耐え得る設計とするには、空孔104の径方向外側の角部からロータコア102の外周面までの幅dを拡張して応力集中の緩和を図ることが考えられる。しかしながら、ロータコア102を構成する積層鋼板は磁性体であるので、上述した幅dを拡張すると、漏れ磁束が増加して磁石の起磁力が有効に作用せず、ギャップ磁束密度が低下し、モータ特性の低下に繋がることが考えられ、高速回転化に伴う遠心力の増大に対するロータコア102の強度を維持しつつ、モータ性能の維持・向上を図ることは困難であった。

30

【0011】

このようなことから本発明は、ロータコアの強度を維持しつつ、モータ性能の向上を可能とする永久磁石式同期電動機を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記の課題を解決するための第1の発明に係る永久磁石式同期電動機は、複数の鋼板を積層してなる回転子鉄心と、前記回転子鉄心に軸方向に沿って貫設された磁石孔に挿入・固定される永久磁石とを有する回転子を備えた永久磁石式同期電動機において、前記回転子鉄心が、高強度部材からなる複数の第一鋼板と、軟磁性材料からなる複数の第二鋼板とを積層して構成され、前記磁石孔が、該磁石孔に挿入・固定された前記永久磁石の周方向両側に空孔を有するように形成されたことを特徴とする。

40

【0013】

上記の課題を解決するための第2の発明に係る永久磁石式同期電動機は、第1の発明に係る永久磁石式同期電動機において、前記回転子鉄心は、前記第一鋼板および前記第二鋼板を、一枚ずつ又は複数枚ずつ交互に積層してなることを特徴とする。

【0014】

上記の課題を解決するための第3の発明に係る永久磁石式同期電動機は、第1の発明に係る永久磁石式同期電動機において、前記磁石孔に軸方向に沿って複数の永久磁石が挿入・固定されるとともに、前記回転子鉄心が、それぞれの前記永久磁石に対して少なくとも二枚の前記第一鋼板が配されるように前記第一鋼板及び前記第二鋼板を積層してなること

50

を特徴とする。

【0015】

上記の課題を解決するための第4の発明に係る永久磁石式同期電動機は、第1乃至第3のいずれかの発明に係る永久磁石式同期電動機において、前記第一鋼板は、非磁性材料からなるとともに前記永久磁石に作用する遠心力による応力集中を緩和するように前記空孔の径方向外側の角部の形状を設定され、前記第二鋼板は、漏れ磁束を低減するように前記空孔の形状を設定されることを特徴とする。

【発明の効果】

【0016】

上述した第1乃至第3の発明に係る永久磁石式同期電動機によれば、回転により遠心力が作用した永久磁石を、主に第一鋼板によって支持することができるため、第二鋼板に作用する応力を低減することができる。これにより、回転速度を向上させることができるとともに、空孔による漏れ磁束低減が高速回転時においても可能となりモータ性能を維持・向上させることができる。なお、誘起電圧など電気設計に関する部分は巻き線の巻き回数などで対応することができる。

10

【0017】

第4の発明に係る永久磁石式同期電動機によれば、第一鋼板、第二鋼板がそれぞれの用途において好適な形状となるように形成されるので、第一鋼板によって回転により遠心力が作用した永久磁石を高強度に支持しつつ、第二鋼板によって漏れ磁束を低減することができ、より確実に回転速度の向上、モータ性能の維持・向上が可能となる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

本発明の実施形態を以下の実施例において詳細に説明する。

【実施例1】

【0019】

図1を用いて本発明の第1の実施例を説明する。図1(a)は本実施例に係る永久磁石式同期電動機のロータの正面図、図1(b)は図1(a)のA-A矢視断面図である。本実施例は本発明の構成を四極機に適用した例である。

【0020】

図1に示すように、本実施例に係る永久磁石式同期電動機において回転子(以下、ロータ)は、主に回転軸(以下、シャフト)10と、シャフト10に一体動可能に固定される回転子鉄心(以下、ロータコア)20と、ロータコア20の内部に埋め込まれた永久磁石30とから構成されている。

30

【0021】

ロータコア20は複数の鋼板を軸方向に積層してなる積層鋼板型であり、具体的には、図1(b)に示すように相互に異なる材質からなる第一鋼板21(図1では16枚)と第二鋼板22(図1では17枚)を一枚ずつ交互に積層することにより形成されている。ここで、本実施例において、第一鋼板21は、例えば、非磁性材であるチタン、ステンレス、ジュラルミン、または磁性材である高張力鋼や高強度電磁鋼板等の永久磁石30に作用する遠心力に対して強度を維持することが可能な材料から構成し、第二鋼板22は高透磁率、高磁束密度、又は低鉄損な軟磁性材料、例えば、パーマロイ、電磁鋼板、アモルファス金属材料等から構成するものとする。

40

【0022】

ここで、第一鋼板は、遠心力に耐え得るよう一般的に高張力とされる強度、例えば、引張り強さ490MPa、降伏点294MPa以上(例えば、日本機械学会編「機械工学便覧(材料学・工業材料)」参照)とすることが望ましい。また、第二鋼板は、高透磁率、高磁束密度または低鉄損な特性が得られるようケイ素などを添加した、磁気特性の安定と性能が得られる鋼板とする。

【0023】

第一鋼板21、第二鋼板22には、図1(a)に示すようにそれぞれシャフト10を挿

50

入する軸孔 21a、22a、及び、永久磁石 30 を挿入する複数（図 1 では 4 つ）の磁石孔 21b、22b が軸方向に貫設されている。

【0024】

磁石孔 21b、22b は断面視概ね扇状に形成されて周方向に等間隔に配置されるとともに、周方向の長さが永久磁石 30 の周方向の長さに比較して長くなるように形成されている。これにより、磁石孔 21b、22b に永久磁石 30 を挿入すると永久磁石 30 の周方向両側は空孔 40 となる。本実施例では、この空孔 40 により故意に磁気飽和させて漏れ磁束を低減するようにしている。なお、永久磁石 30 は、軸方向の長さがロータコア 20 の軸方向の長さと同様となっている。

【0025】

本実施例において、軸孔 21a、22a、磁石孔 21b、22b はそれぞれ同一形状であり、これにより、第一鋼板 21 及び第二鋼板 22 は正面視同一形状となっている。

【0026】

以下に、本実施例による作用効果を説明する。上述した本実施例に係る永久磁石式同期電動機によれば、ロータコア 20 を、永久磁石 30 に作用する遠心力によって生じる引張り応力に対して強度を有する第一鋼板 21 と、磁性体からなる第二鋼板 22 とを交互に積層して構成するようにしたことにより、回転時に遠心力が作用した永久磁石 30 を主に第一鋼板 21 で支持することができるため、永久磁石 30 に作用する遠心力に対する強度を高めつつ、磁気特性に優れた電磁鋼板を主な磁路とした高性能なモータを構成することができる。

【0027】

一般的に、電磁鋼板単体に低鉄損と高強度の性質を両立させることは難しいが、本実施例では、第一鋼板 21 として高強度な薄板を用い、第二鋼板 22 として高性能な電磁鋼板を用い、これらを併用することで上述したように高性能なモータを構成することができる。

【0028】

なお、本実施例では第一鋼板 21 及び第二鋼板 22 を一枚ずつ交互に積層する例を示したが、本発明は上述した実施例に限定されるものではなく、例えば第一鋼板 21 及び第二鋼板 22 を複数枚ずつ交互に積層するなど、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能であることはいうまでもない。

【実施例 2】

【0029】

図 2 を用いて本発明の第 2 の実施例を説明する。図 2 (a) は本実施例に係る永久磁石式同期電動機のロータの正面図、図 2 (b) は図 2 (a) の B - B 矢視断面図である。

【0030】

本実施例は、実施例 1 のロータコア 20 及び永久磁石 30 に代えて、図 2 に示すロータコア 25 及び永久磁石 31 を用いる例である。その他の構成は図 1 に示し上述した構成と同様であり、以下、同様の作用を奏する部材には同一の符号を付して重複する説明は省略し、異なる点を中心に説明する。

【0031】

図 2 に示すように、本実施例に係る永久磁石式同期電動機において、永久磁石 31 は、図 1 に示し上述した永久磁石 30 を軸方向に等分に三分割した形状となっている。そして、ロータコア 25 は、それぞれの永久磁石 31 に対して少なくとも二枚（図 2 では二枚）の第一鋼板 21 が第二鋼板 22 を介して配されるように、第一鋼板 21 及び第二鋼板 22 を積層して構成されている。

【0032】

上述した本実施例に係る永久磁石式同期電動機によれば、磁場変動によって生じる渦電流損失の対策として軸方向に分割した永久磁石 31 を用いる場合であっても、分割された永久磁石 31 に対してそれぞれ軸方向の二箇所以上を第一鋼板 21 によって支持するため、それぞれの永久磁石 31 に作用する遠心力によりロータコア 25 に応力がかかったとし

10

20

30

40

50

ても、この応力に対して強度を維持することができる。

【実施例 3】

【0033】

図 3 を用いて本発明の第 3 の実施例を説明する。図 3 (a) は本実施例に係る永久磁石式同期電動機の第一鋼板の正面図、図 3 (b) は本実施例に係る永久磁石式同期電動機の第二鋼板の正面図である。

【0034】

本実施例は上述した実施例 1 または実施例 2 の第一鋼板 2 1、第二鋼板 2 2 に代えて、該第一鋼板 2 1、第二鋼板 2 2 とは磁石孔の形状が異なる、図 3 に示す第一鋼板 2 3、第二鋼板 2 4 を用いる例である。その他の構成は図 1 または図 2 に示した構成と概ね同様であり、以下、実施例 1 または実施例 2 において説明した部材と同様の作用を奏する部材には同一の符号を付して重複する説明は省略し、異なる点を中心に説明する。

【0035】

図 3 に示すように、本実施例に係る永久磁石式同期電動機において、ロータコア 2 0 (または 2 5) を構成する第一鋼板 2 3 と第二鋼板 2 4 とはその材質が相互に異なるとともに、永久磁石 3 0 を挿入するための磁石孔 2 3 b , 2 4 b の形状が相互に相違している。

【0036】

詳しくは、第一鋼板 2 3 に形成された磁石孔 2 3 b は、図 3 (a) に示すように空孔 4 1 の部分を周方向に広げたような形状となっており、図 1 または図 2 に示し上述した第一鋼板 2 1 の磁石孔 2 1 b に比較して、遠心力が作用した永久磁石 3 0 による応力集中を緩和するように、径方向外側の角部の半径 R が大きくなっている。

【0037】

また、第二鋼板 2 4 に形成された磁石孔 2 4 b は、図 3 (b) に示すようにその周方向両端部の空孔 4 2 の部分が、漏れ磁束を低減するように径方向外側に突出した形状となっている。換言すると、磁石孔 2 4 b の空孔 4 2 に対応する部分の、第二鋼板 2 4 の外周面から磁石孔 2 4 b までの厚さ d が、図 1 または図 2 に示し上述した第二鋼板 2 2 の磁石孔 2 2 b に比較して薄くなるように形成されている。

【0038】

上述した本実施例に係る永久磁石式同期電動機によれば、第一鋼板 2 3、第二鋼板 2 4 にそれぞれ貫設される磁石孔 2 3 b , 2 4 b の形状を、各々の用途に応じて好適な形状となるように相互に相違する形状としたので、実施例 1 または実施例 2 の効果に加えて、第一鋼板 2 3 によって永久磁石 3 0 に働く遠心力によりロータコア 2 0 に作用する応力の集中をより緩和することができるとともに、第二鋼板 2 4 においてより漏れ磁束を低減することができ、実施例 1 , 2 による効果に加えて、さらなる回転速度の向上及びモータ性能の維持・向上が可能になる。

【産業上の利用可能性】

【0039】

本発明は、永久磁石をロータに採用したインナーロータ構造の永久磁石式同期電動機に適用可能であり、特に、永久磁石をロータコア内に埋め込む構造を有する永久磁石式同期電動機に適用して好適なものである。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図 1】図 1 (a) は本発明の実施例 1 に係る永久磁石式同期電動機のロータ構造を示す正面図、図 1 (b) は図 1 (a) の A - A 矢視断面図である。

【図 2】図 2 (a) は本発明の実施例 2 に係る永久磁石式同期電動機のロータ構造を示す正面図、図 2 (b) は図 2 (a) の B - B 矢視断面図である。

【図 3】図 3 (a) は本発明の実施例 3 に係る永久磁石式同期電動機のロータの第一鋼板に対応する部分を示す断面図、図 3 (b) は本発明の実施例 3 に係る永久磁石式同期電動機のロータの第二鋼板に対応する部分を示す断面図である。

【図 4】永久磁石式同期電動機のロータの一例を示す正面図である。

10

20

30

40

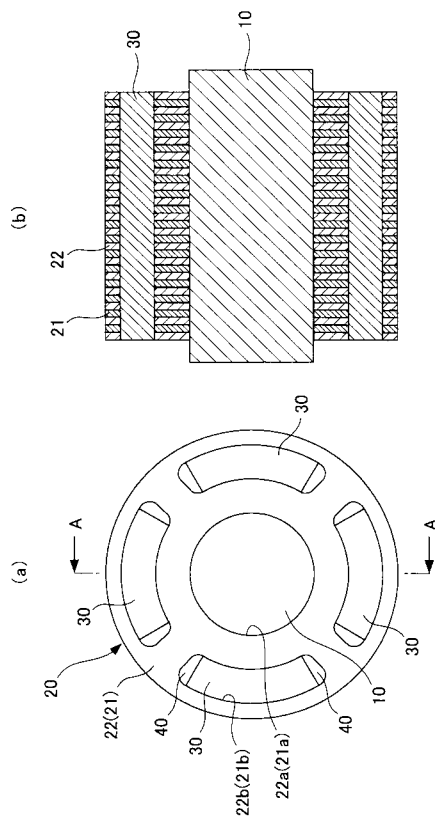
50

【符号の説明】

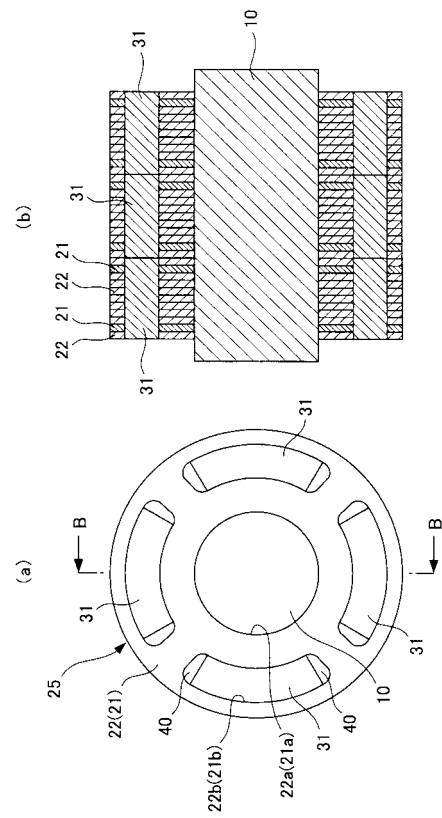
【0041】

- 10 シャフト
 20 ロータコア
 21, 23 第一鋼板
 22, 24 第二鋼板
 21a, 22a, 23a, 24a 軸孔
 21b, 22b, 23b, 24b 磁石孔
 30 永久磁石
 40, 41, 42 空孔

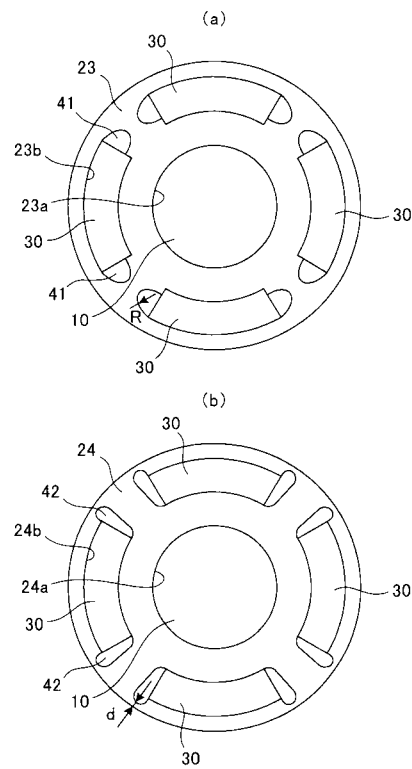
【図1】



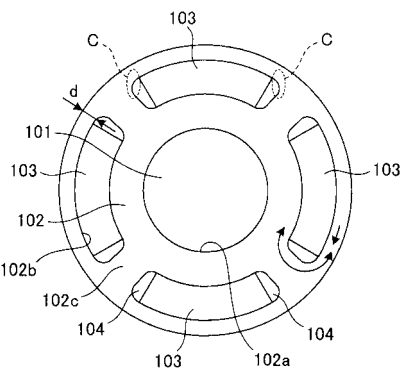
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(72)発明者 川久保 憲次

東京都品川区大崎二丁目 1 番 1 号 株式会社明電舎内

(72)発明者 沖津 隆志

東京都品川区大崎二丁目 1 番 1 号 株式会社明電舎内

F ターム(参考) 5H601 AA01 CC01 CC15 DD01 DD11 EE12 EE18 GA02 GA24 GA34
GB04 GB32 GC02 GC12 HH02 HH04
5H621 BB07 GA01 HH01
5H622 CA02 CA13 CB01 PP03 PP11