

(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2009-201343

(P2009-201343A)

(43) 公開日 平成21年9月3日(2009.9.3)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
HO2K 1/27 (2006.01)	HO2K 1/27 501A	5H621
HO2K 21/14 (2006.01)	HO2K 1/27 501C	5H622
	HO2K 21/14	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2008-129530 (P2008-129530)
 (22) 出願日 平成20年5月16日 (2008.5.16)
 (31) 優先権主張番号 特願2008-12847 (P2008-12847)
 (32) 優先日 平成20年1月23日 (2008.1.23)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (74) 代理人 100100516
 弁理士 三谷 恵
 (72) 発明者 水野 未良
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
 東芝内
 (72) 発明者 森下 明平
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
 東芝内
 (72) 発明者 三須 大輔
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
 東芝内

最終頁に続く

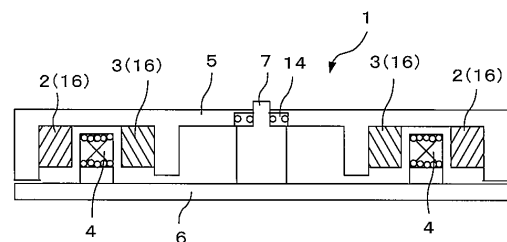
(54) 【発明の名称】 永久磁石回転電機

(57) 【要約】

【課題】 回転電機の形状を軸方向に薄くし軽量化を図り、しかも高出力が得られる永久磁石回転電機を提供することである。

【解決手段】 電機子巻線 4 を有する固定子 6 と、固定子 6 に対し回転可能に支持されハルパツ八配列された永久磁石を有する回転子 5 とからなる永久磁石回転電機において、回転子 5 の回転中心から周方向にハルパツ八配列された 2 列の永久磁石列 2、3 を設け、永久磁石列 2、3 の間に固定子 6 の電機子巻線 4 を設け、永久磁石列 2、3 は、永久磁石列 2、3 の外側永久磁石の磁極の向きと永久磁石列の内側永久磁石の磁極の向きとが、径方向の磁極の向きについては同一方向で、周方向の磁極向きについては逆方向に構成されている。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電機子巻線を有する固定子と、前記固定子に対し回転可能に支持されハルパッハ配列された永久磁石を有する回転子とからなる永久磁石回転電機において、前記回転子の回転中心から周方向にハルパッハ配列された 2 列の永久磁石列を設け、前記永久磁石列の間に前記固定子の電機子巻線を設け、前記永久磁石列は、永久磁石列の外側永久磁石の磁極の向きと永久磁石列の内側永久磁石の磁極の向きとが、径方向の磁極の向きについては同一方向で、周方向の磁極向きについては逆方向に向いていることを特徴とする永久磁石回転電機。

【請求項 2】

前記回転子にハルパッハ配列された永久磁石列は、外側に配置した永久磁石列が内側に配置した永久磁石列より径方向に長いこと、または、内側に配置した永久磁石列が外側に配置した永久磁石列より径方向に長いことを特徴とする請求項 1 記載の永久磁石回転電機。

【請求項 3】

前記固定子に配置した電機子巻線は、炭素線、超電導線または高温超電導線のいずれかを用いることを特徴とする請求項 1 記載の永久磁石回転電機。

【請求項 4】

前記外側に配置したハルパッハ配列の永久磁石列の外側、または前記内側に配置したハルパッハ配列の永久磁石列の内側、または前記外側に配置したハルパッハ配列の永久磁石列の外側及び前記内側に配置したハルパッハ配列の永久磁石列の内側の双方に強磁性部材を備えたことを特徴とする請求項 1 記載の永久磁石回転電機。

【請求項 5】

前記回転子に配置された永久磁石列は、前記回転子の周方向または軸方向に非磁性部材で構成された永久磁石押さえ機構で保持され、または永久磁石を非磁性部材で形成されたケースに収納して保持されることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の永久磁石回転電機。

【請求項 6】

前記電機子巻線は、非磁性部材で形成された巻線の巻取り部材に集中巻きされ、集中巻きされた巻取り部材ごと固定子に取付けられる構造であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の永久磁石回転電機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電機子巻線を有する固定子に対し回転可能に支持された回転子にハルパッハ配列された永久磁石を有する永久磁石回転電機に関する。

【背景技術】

【0002】

永久磁石をハルパッハ配列した永久磁石回転電機は、径方向に N 極と S 極とを交互に配置した主磁極磁石と、この主磁極磁石の周方向両面に径方向以外（例えば周方向）に着磁された補助磁石を備えたものである（例えば、特許文献 1、2 参照）。永久磁石をハルパッハ配列した永久磁石回転電機の主磁極磁石と補助磁石とは、全体で略円筒状をなしており、永久磁石をハルパッハ配列にすると、特定の方向の磁力を強めることができる。このハルパッハ配列された永久磁石を有する回転電機は、大きくすることなく高出力化を図ることが可能になる。

【0003】

図 18 は、従来のハルパッハ配列した永久磁石列を有する回転電機の磁束密度分布を示した磁束密度分布図である。ヨーク鉄心 15 に電機子巻線 4 が巻かれており、永久磁石 16、電機子巻線 4、ヨーク鉄心 15 の間に磁束が形成される。

【特許文献 1】特開 2006 - 320109 号公報（第 1 図）

【特許文献 2】特開 2004 - 350427 号公報（第 1 乃至 2 図）

10

20

30

40

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、特許文献1のものでは、固定子や回転子に鉄心を用いているため回転電機の質量が重くなり、高出力を図るには、回転電機の軸方向若しくは径方向に長くする必要がある。また、特許文献2のものにおいても、固定子に鉄心を用いているため回転電機の質量が重くなり、高出力を図るには、回転電機の軸方向若しくは径方向に長くする必要がある。

【0005】

本発明の目的は、回転電機の形状を軸方向に薄くし軽量化を図り、しかも高出力が得られる永久磁石回転電機を提供することである。

10

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の永久磁石回転電機は、電機子巻線を有する固定子と、前記固定子に対し回転可能に支持されハルパッハ配列された永久磁石を有する回転子とからなる永久磁石回転電機において、前記回転子の回転中心から周方向にハルパッハ配列された2列の永久磁石列を設け、前記永久磁石列の間に前記固定子の電機子巻線を設け、前記永久磁石列は、永久磁石列の外側永久磁石の磁極の向きと永久磁石列の内側永久磁石の磁極の向きとが、径方向の磁極の向きについては同一方向で、周方向の磁極向きについては逆方向に向いていることを特徴とする。

20

【0007】

回転子にハルパッハ配列された永久磁石列は、外側に配置した永久磁石列が内側に配置した永久磁石列より径方向に長く、または、内側に配置した永久磁石列が外側に配置した永久磁石列より径方向に長く形成される。

【0008】

ハルパッハ配列された永久磁石列を配置した回転子は、非磁性金属部材または樹脂部材で形成される。また、固定子は、非磁性金属部材または樹脂部材で形成される。さらに、固定子に配置した電機子巻線は、集中巻きの巻線またはプリント基板で形成される。また、固定子に配置した電機子巻線は、その電機子巻線に対向する永久磁石面の幅より広く形成される。

30

【0009】

固定子に配置した電機子巻線は、炭素線、超電導線または高温超電導線のいずれかを用いる。外側に配置したハルパッハ配列の永久磁石列の外側、または内側に配置したハルパッハ配列の永久磁石列の内側、または外側に配置したハルパッハ配列の永久磁石列の外側及び内側に配置したハルパッハ配列の永久磁石列の内側の双方に強磁性部材を備える。

【0010】

回転子に配置された永久磁石列は、回転子の周方向または軸方向に非磁性部材で構成された永久磁石押さえ機構で保持され、または永久磁石を非磁性部材で形成されたケースに収納して保持される。回転子に配置された永久磁石列の永久磁石押さえ機構は、帯状の板、または、ワイヤーで構成される。

40

【0011】

電機子巻線は、非磁性部材で形成された巻線の巻取り部材に集中巻きされ、集中巻きされた巻取り部材ごと固定子に取付けられる構造である。また、巻線の巻取り部材に集中巻きされた巻線は、集中巻きされた巻取り部材ごと樹脂で含浸し、固定子に固定する構造である。

【0012】

永久磁石列の永久磁石は、希土類磁石（例えばネオジウム磁石）で形成されていること、または、ネオジウム磁石の中にジスプロシウムを添加させたもので形成されている。永久磁石列の個々の永久磁石は、磁極の向きが周方向に向いた磁石と磁極の向きが径方向に向いた磁石とを別々に回転子に取付ける。磁極の向きが周方向に向いた永久磁石を回転子に取

50

付ける場合、磁極の向きが径方向に向いた永久磁石を取付ける位置に非磁性部材で形成された磁石取付けサポートを用い、磁石取付けサポートをガイドに永久磁石を取付ける。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、回転電機の形状を軸方向に薄くし軽量化を図り、しかも高出力が得られる永久磁石回転電機を提供できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

図1は本発明の実施の形態に係わる永久磁石回転電機の一例の軸方向断面図である。永久磁石回転電機1は、固定子6に電機子巻線4及びシャフト7が形成され、回転子5に永久磁石列2、3及び軸受14が形成されて構成される。

10

【0015】

固定子6には、中心にシャフト7と電機子巻線4を取付けるための凸部とが形成されている。電機子巻線4は、例えば三相交流を用いる場合、U相-V相-W相の順に巻かれている。固定子6と回転子5の間には、軸受14が構成されており、回転子5は固定子6の上で回転する構造になっている。回転子5にはハルパツハの配列で構成された略円筒形状の2列の永久磁石列2、3が周方向に設けられている。回転子5は、固定子6に対向する側に凸部を2列有し、回転子5の外側の凸部には永久磁石列(外側)2の永久磁石16を、内側の凸部には永久磁石列(内側)3の永久磁石16が例えば接着等により取付けられている。そして、回転子5に取り付けられた永久磁石列2、3の間に電機子巻線4を配置するように構成されている。

20

【0016】

図2は、本発明の実施の形態の永久磁石回転電機の一例の径方向断面図である。回転子5に取り付けられた永久磁石列2,3は、図2に示すような磁極の配列とする。つまり、径方向に着磁された磁極については、外側の永久磁石列2の磁極と内側の永久磁石列3の永久磁石の磁極とが同一方向になるように構成する。径方向に着磁された磁極の間にある周方向に着磁された永久磁石については、外側の永久磁石列2の磁極と内側の永久磁石列3の磁極とが反対方向になるように構成する。

【0017】

次に、図3は本発明の実施の形態に係わる永久磁石回転電機の磁束密度分布の一例を示す磁束密度分布図、図4は本発明の実施の形態に係わる永久磁石回転電機の磁力線分布の一例を示す磁力線分布図である。

30

【0018】

図3に示すように、永久磁石列2、3の磁束が電機子巻線4を鎖交する様子が分かる。電機子巻線4に例えば三相交流を流すことで回転子5が回転する。図3及び図4から分かるように、径方向に着磁された永久磁石に多くの磁束が発生していることが分かる。つまり、電機子巻線4に鎖交することにより大きなトルクを得ることが可能になる。周方向に着磁された永久磁石の磁束は、外側の永久磁石列2と内側の永久磁石列3とでは反対の向きになり、互いの磁束をキャンセルする働きをする。径方向の磁束密度分布について、従来例の図18と対比すると、図3の磁束密度分布は、図18の磁束密度分布に比べ約2倍の磁束が得られることが分かる。また、図18ではヨーク鉄心15に電機子巻線4を巻いた結果であり、質量増大の要因になっている。

40

【0019】

このように、回転子5にハルパツハ配列した略円筒形状の2列の永久磁石列2、3を設け、略円筒形状の永久磁石列2、3の間に固定子6の電機子巻線4を設けることで、永久磁石回転電機1の軸方向の幅を薄くすることができる。また、ハルパツハ配列した略円筒形状の永久磁石列を2列構成することで、従来例に比べ磁束密度が大きいことから、永久磁石回転電機の形状を大きくすることなく高出力化が可能になる。

【0020】

図5は本発明の実施の形態に係わる永久磁石回転電機他の一例の軸方向断面図である

50

。この図 5 に示した一例は、図 1 に示した一例に対し、回転子 5 にハルパッハ配列した略円筒形状の永久磁石列 2、3 において、外側の永久磁石列 2 の径方向の寸法を内側の永久磁石列 3 の径方向の寸法より長くしたものである。図 1 と同一要素には同一符号を付し重複する説明は省略する。

【0021】

外側の永久磁石列 2 の径方向の寸法を内側の永久磁石列 3 の径方向の寸法より長くしたことで、外側の永久磁石列 2 の永久磁石 16 の磁束密度を大きくできるため、回転電機の出力（トルク）を大きくすることができる。

【0022】

図 6 は本発明の実施の形態に係わる永久磁石回転電機の別の他の一例の軸方向断面図である。この図 6 に示した一例は、図 1 に示した一例に対し、回転子 5 にハルパッハ配列した略円筒形状の永久磁石列 2、3 の永久磁石 16 の体積をほぼ同じになるように内側の永久磁石列 3 の径方向の寸法を外側の永久磁石列 2 の径方向の寸法より長くしたものである。図 1 と同一要素には同一符号を付し重複する説明は省略する。

10

【0023】

回転子 5 にハルパッハ配列した略円筒形状の永久磁石列 2、3 の体積をほぼ同じになるようにしたことで、それぞれの永久磁石列 2、3 のエネルギー密度がほぼ同じになり、電機子巻線 4 を鎖交する磁束が均一化される。これにより、大きい出力（トルク）を得ることができる。

【0024】

次に、ハルパッハ配列された永久磁石列 2、3 を配置した回転子 5 は、非磁性金属部材や樹脂部材で形成される。一般的には回転子 5 は薄い電磁鋼板を積層して構成されるが、加工が容易な非磁性金属部材や樹脂部材とし、回転子 5 への永久磁石列 2、3 の取付けを容易にし、さらに軽量化を図るとともに製造コストを削減する。

20

【0025】

また、電機子巻線 4 を配置した固定子 6 についても、非磁性金属部材または樹脂部材で形成する。一般的には固定子 6 は回転子 5 と同様に薄い電磁鋼板を積層して構成されるが、加工が容易な非磁性金属部材や樹脂部材とし、軽量化を図るとともに製造コストを削減する。

【0026】

次に、固定子 6 に配置した電機子巻線 4 は、集中巻きの巻線またはプリント基板で形成する。図 7 は、電機子巻線 4 を集中巻きで形成した場合の永久磁石回転電機の一部切欠径方向断面図である。図 7 に示すように、電機子巻線 4 を集中巻にすることで、巻線を永久磁石列 2 と永久磁石列 3 との間に収めることが可能になる。これにより永久磁石回転電機 1 は電機子巻線 4 が軸方向に広がらない。また、永久磁石回転電機 1 の軸方向の長さを薄くすることができる。さらに、予めボビン（図示省略）に電機子巻線 4 を巻いて置き、固定子 6 に装着することができるので、製造コストを削減することができる。

30

【0027】

図 8 は、電機子巻線 4 をプリント基板で形成した場合の永久磁石回転電機の軸方向断面図である。図 8 に示すように、電機子巻線 4 をプリント基板 11 で形成しているので、従来例で用いられる銅線に比べ軽量化することができる。従って、永久磁石回転電機の小型化や軽量化が図れる。

40

【0028】

また、固定子 6 に配置した電機子巻線 4 は、その電機子巻線に対向する永久磁石面の幅より広く形成してもよい。図 9 は、電機子巻線 4 をそれに対向する永久磁石面の幅より広く形成した場合の永久磁石回転電機の軸方向断面図である。図 9 に示すように、電機子巻線 4 の軸方向長さを対向する永久磁石列 2、3 面の幅より長く（広く）形成している。電機子巻線 4 の軸方向長さを対向する永久磁石列 2、3 面の幅より長く（広く）したことで、電機子巻線 4 に対し、永久磁石列 2、3 の磁界が鎖交する量を多くすることができ、永久磁石列 2、3 の磁束を効率よく得ることができる。従って、永久磁石回転電機 1 の高出

50

力化が図れる。

【0029】

さらに、固定子6に配置した電機子巻線4は、炭素線、超電導線または高温超電導線のいずれかを用いて形成する。電機子巻線4の巻線材料に炭素線を用いた場合には、従来例で用いられる銅線に比べ軽量化することができるため、永久磁石回転電機の軽量化が図れる。図10は電機子巻線4に超電導線もしくは高温超電導線を用いた場合の永久磁石回転電機の軸方向断面図である。図10に示すように、超電導線または高温超電導線の電機子巻線は、クライオ8の中に配置されており、クライオ8には低温配管9が接続されている。低温配管9の端部は冷凍機10に接続され、冷凍機10を駆動することでクライオ8の内部が超電導状態を維持できる構成になっている。電機子巻線4の巻線材料に超電導線もしくは高温超電導線を用いていることで、電機子巻線4の電気抵抗をゼロにでき、電流の損失をなくすことができ、永久磁石回転電機の高出力化が図れる。

10

【0030】

次に、ハルパッ八配列の永久磁石列に漏れ磁束を減少させるための強磁性部材を設けるようにしてもよい。図11は外側に配置したハルパッ八配列の永久磁石列2の外側に強磁性部材12を備えた場合の永久磁石回転電機の軸方向断面図である。図11に示すように、外側に配置したハルパッ八配列の永久磁石列2の外側に強磁性部材12が設けられている。

【0031】

図12は内側に配置したハルパッ八配列の永久磁石列3の内側に強磁性部材13を備えた場合の永久磁石回転電機の軸方向断面図である。図12に示すように、内側に配置したハルパッ八配列の永久磁石列3の内側に強磁性部材13が設けられている。

20

【0032】

また、図13は外側に配置したハルパッ八配列の永久磁石列2の外側及び内側に配置したハルパッ八配列の永久磁石列3の内側の双方に強磁性部材12、13を備えた場合の永久磁石回転電機の軸方向断面図である。図13に示すように、外側に配置したハルパッ八配列の永久磁石列2の外側、及び内側に配置したハルパッ八配列の永久磁石列3の内側の双方に強磁性部材12、13が設けられている。強磁性部材12、13及び永久磁石列2、3は、例えば接着により回転子5に接続されている。

【0033】

図3に示す磁束密度分布では、外側の永久磁石列2の径方向外側と、内側の永久磁石列2の径方向内側とに、若干ではあるが磁束が発生していることが分かる。つまり、若干ではあるが、漏れ磁束が生じている。そこで、外側強磁性部材12と内側強磁性部材13とを永久磁石列2、3に取付けることで、漏れ磁束は強磁性部材12、13を経由するため、磁束の漏れを減少させることができる。漏れ磁束が減少すれば永久磁石列2、3と電機子巻線4間のギャップ中の磁束を増やすことができる。これにより、漏れ磁束が減少し、ギャップ中の磁束が増加するので、永久磁石回転電機の高出力化が図れる。

30

【0034】

次に、永久磁石列2、3が回転による遠心力で回転子5から剥がれを防止するため非磁性部材で形成した永久磁石押さえ機構17を設けてもよい。図14はハルパッ八配列の永久磁石列2、3の永久磁石16に非磁性部材で形成した永久磁石押さえ機構17を備えた場合の永久磁石回転電機の軸方向断面図である。図14に示すように、ハルパッ八配列の永久磁石列2、3の永久磁石16は非磁性部材で形成した永久磁石押さえ機構17により回転子5に保持されている。永久磁石押さえ機構17は、例えば、非磁性部材で形成された帯状の板もしくはワイヤーで構成されている。これにより、永久磁石回転電機1が回転中に永久磁石16が回転子5から剥がれたりすることを防止でき安定的に高出力が得られる。

40

【0035】

次に、永久磁石列2、3の永久磁石16は、非磁性部材で形成されたケース18の中に収められてもよい。図15はハルパッ八配列の永久磁石列2、3の永久磁石16が非磁性

50

部材で形成されたケース 18 の中に収められた場合の永久磁石回転電機の軸方向断面図である。図 15 に示すように、ハルパツ八配列の永久磁石列 2、3 が非磁性部材で形成されたケース 18 の中に収められている。ケースは回転子 5 に取り付けられている。この場合、永久磁石 16 をケース 18 に挿入して製造することから製造コストの低減が図れる。さらに、ケース 18 を容易に回転子 5 に取付けられるため製造コストの低減が図れる。

【0036】

次に、電機子巻線 4 は、非磁性部材で形成された巻線の巻取り部材 19 に集中巻きされ、集中巻きされた巻取り部材 19 ごと固定子 6 に取付けられるようにしてもよい。図 16 は永久磁石列 2、3 の永久磁石 16 と巻線の巻取り部材 19 の配置の一例を示した永久磁石回転電機の径方向断面図である。予め電機子巻線 4 を非磁性部材で形成された巻取り部材 19 に集中巻きし、その後、固定子 6 に取付けることで製造が容易になり、製造コストの低減が図れる。

10

【0037】

また、集中巻きされた複数の電機子巻線 4 は、樹脂で含浸して一体化してもよい。一体化することで取扱いを容易にできるとともに、固定子 6 への固定も容易にできる。

【0038】

次に、永久磁石列 2、3 の永久磁石 16 は、希土類磁石（例えばネオジウム磁石）で形成してもよい。または、ネオジウム磁石の中にジスプロシウムを添加させたもので形成してもよい。永久磁石に希土類磁石を用いることで磁力が増し、高出力を得ることができる。さらにジスプロシウムはネオジウム磁石の磁力を高める働きがあり、ネオジウム磁石の中にジスプロシウムを添加した永久磁石 16 を用いることで高出力化が図れる。

20

【0039】

次に、永久磁石列 2、3 の個々の永久磁石 16 は、磁極の向きが周方向に向いた磁石と磁極の向きが径方向に向いた磁石を別々に回転子 5 に取付ける製造方法としてもよい。一例として回転子 5 に永久磁石 16 の磁極の向きが周方向の永久磁石 16 を接着等により取付ける。そして、周方向の永久磁石 16 が回転子 5 に取付いた後、径方向の永久磁石 16 を接着等により取付ける。この製造方法によれば、隣接する永久磁石 16 の磁力の影響を受けることなく永久磁石 16 を回転子 5 に取付けることができ、製造コストの削減が図れる。

【0040】

また、一例として、磁極の向きが周方向に向いた永久磁石 16 を回転子 5 に取付ける場合、磁極の向きが径方向に向いた永久磁石 16 を取付ける位置に非磁性部材で形成された磁石取付けサポート 20、21 を備え、磁石取付けサポート 20、21 をガイドに永久磁石 16 を取付ける製造方法としてもよい。図 17 は永久磁石 16 を回転子 5 に取付けるための磁石取付けサポート 20、21 の一例を示した永久磁石回転電機の径方向断面図である。磁石取付けサポート 20、21 をガイドに永久磁石 16 を取付ける製造方法を用いることで隣接する永久磁石 16 の磁力の影響を受けることなく、容易に永久磁石 16 を回転子 5 に取付けることができ、製造コストの削減が図れる。

30

【0041】

本発明の実施の形態によれば、永久磁石回転電機の回転子 5 と固定子 6 に鉄心を用いないので軽量化が図れる。ハルパツ八配列された略円筒形状の永久磁石を 2 列配置し、その永久磁石 2、3 の間に電機子巻線 4 を配置するので軸方向の幅を薄くすることができる。また、ハルパツ八配列された略円筒形状の永久磁石を 2 列配置し、効率の良い磁束密度分布にしたことで高出力化が図れる。回転子 5 と固定子 6 に鉄心を用いないので、製造が容易になり製造コストを低減することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図 1】本発明の実施の形態に係わる永久磁石回転電機の一列の軸方向断面図。

【図 2】本発明の実施の形態の永久磁石回転電機の一列の径方向断面図。

【図 3】本発明の実施の形態に係わる永久磁石回転電機の磁束密度分布の一例を示す磁束

50

密度分布図。

【図 4】本発明の実施の形態に係わる永久磁石回転電機の磁力線分布の一例を示す磁力線分布図。

【図 5】本発明の実施の形態に係わる永久磁石回転電機の他の一例の軸方向断面図。

【図 6】本発明の実施の形態に係わる永久磁石回転電機の別の他の一例の軸方向断面図。

【図 7】本発明の実施の形態における電機子巻線を集中巻きで形成した場合の永久磁石回転電機の一部切欠径方向断面図。

【図 8】本発明の実施の形態における電機子巻線をプリント基板で形成した場合の永久磁石回転電機の軸方向断面図。

【図 9】本発明の実施の形態における電機子巻線をそれに対向する永久磁石面の幅より広く形成した場合の永久磁石回転電機の軸方向断面図。

【図 10】本発明の実施の形態における電機子巻線に超電導線もしくは高温超電導線を用いた場合の永久磁石回転電機の軸方向断面図。

【図 11】本発明の実施の形態における外側に配置したハルパツ八配列の永久磁石列の外側に強磁性部材を備えた場合の永久磁石回転電機の軸方向断面図。

【図 12】本発明の実施の形態における内側に配置したハルパツ八配列の永久磁石列の内側に強磁性部材を備えた場合の永久磁石回転電機の軸方向断面図。

【図 13】本発明の実施の形態における外側に配置したハルパツ八配列の永久磁石列の外側及び内側に配置したハルパツ八配列の永久磁石列の内側の双方に強磁性部材を備えた場合の永久磁石回転電機の軸方向断面図。

【図 14】本発明の実施の形態における永久磁石押さえ機構を有する永久磁石回転電機の軸方向断面図。

【図 15】本発明の実施の形態における永久磁石を収めるケースを有する永久磁石回転電機の軸方向断面図。

【図 16】本発明の実施の形態における永久磁石と巻線の巻取り部材を有する永久磁石回転電機の径方向断面図。

【図 17】本発明の実施の形態における永久磁石の製造方法の一例の永久磁石回転電機の径方向断面図。

【図 18】従来のハルパツ八配列した永久磁石列を有する回転電機の磁束密度分布を示した磁束密度分布図。

【符号の説明】

【0043】

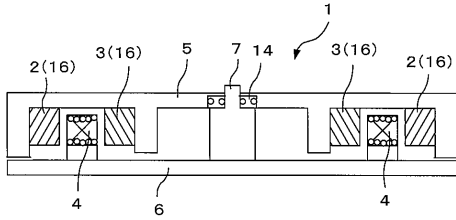
1 ... 永久磁石回転電機、 2 ... 永久磁石（外側）、 3 ... 永久磁石（内側）、 4 ... 電機子巻線、 5 ... 回転子、 6 ... 固定子、 7 ... シャフト、 8 ... クライオ、 9 ... 低温配管、 10 ... 冷凍機、 11 ... プリント基板、 12 ... 強磁性部材（外側）、 13 ... 強磁性部材（内側）、 14 ... 軸受、 15 ... ヨーク鉄心、 16 ... 永久磁石、 17 ... 永久磁石押さえ機構、 18 ... ケース、 19 ... 巻線の巻取り部材、 20 ... 永久磁石取付けサポート（外側）、 21 ... 永久磁石取付けサポート（内側）

10

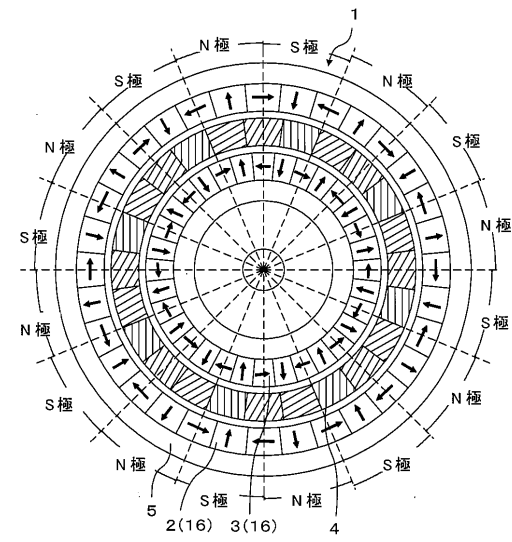
20

30

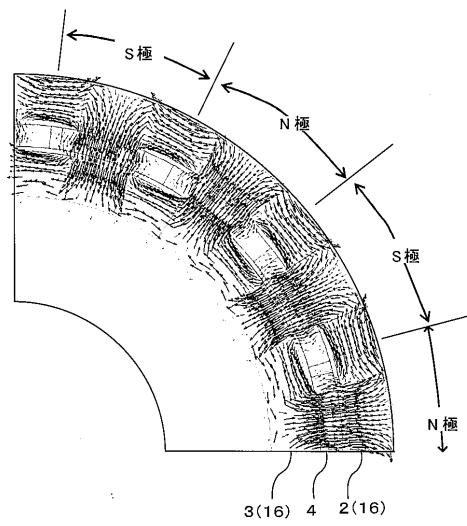
【 図 1 】



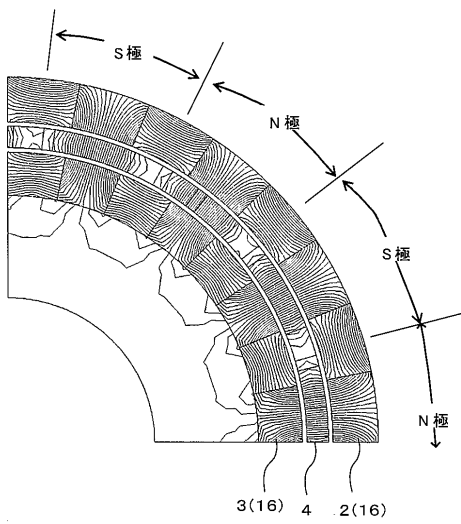
【 図 2 】



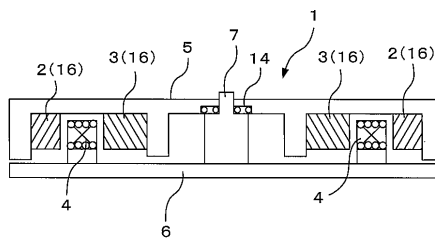
【 図 3 】



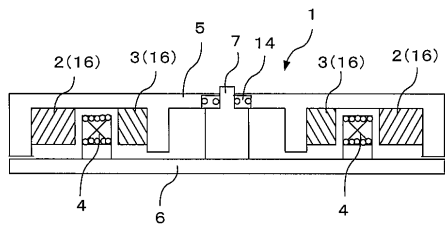
【 図 4 】



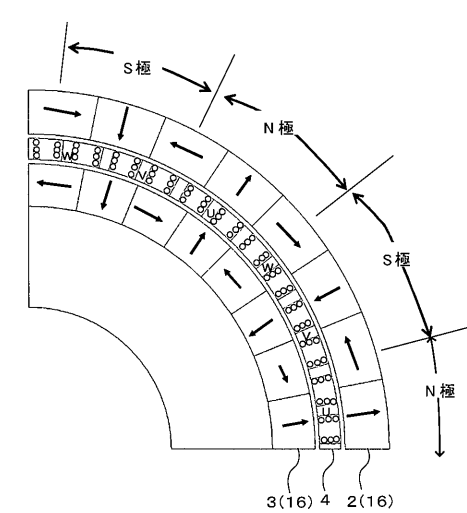
【 図 6 】



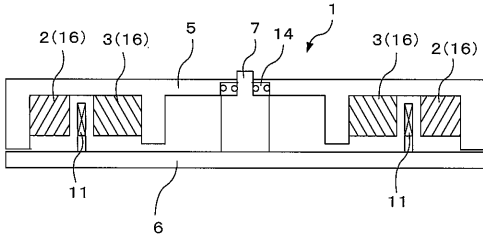
【 図 5 】



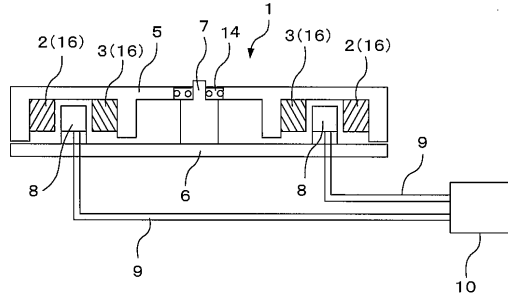
【 図 7 】



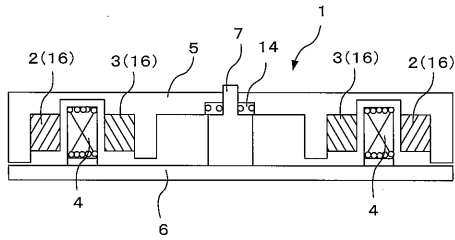
【 図 8 】



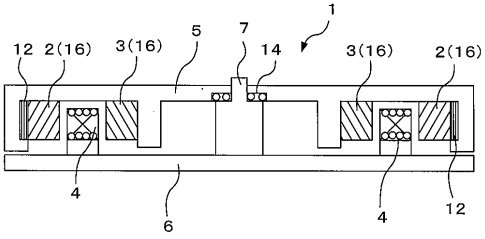
【 図 10 】



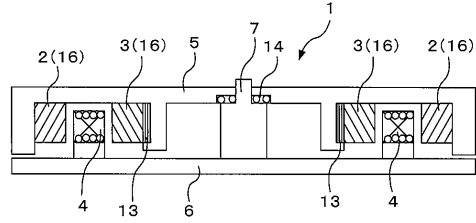
【 図 9 】



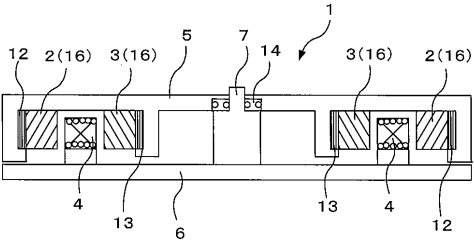
【 図 11 】



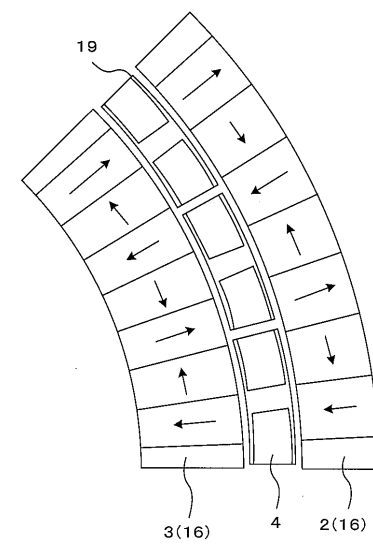
【 図 12 】



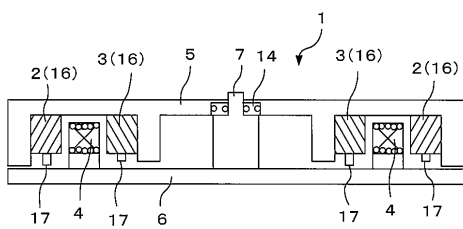
【 図 13 】



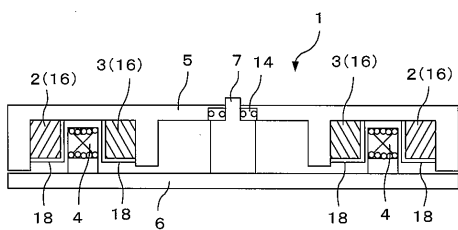
【 図 16 】



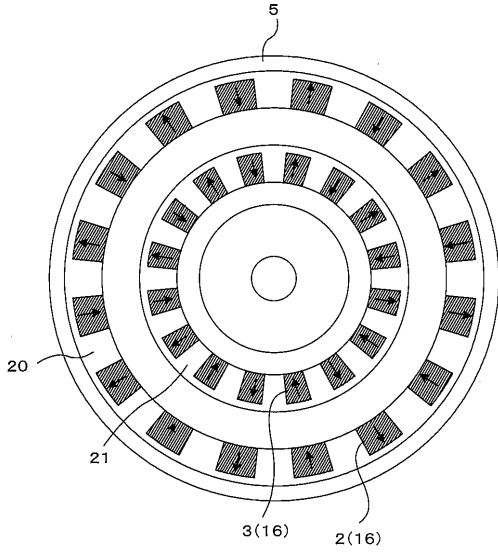
【 図 14 】



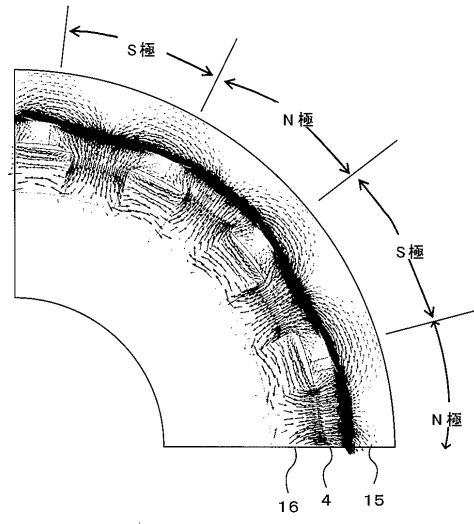
【 図 15 】



【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H621 BB06 BB10 GB08 HH01 HH03 JK02
5H622 AA03 CA02 CA05 CB04 PP03 PP17 PP19 QB02