

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7229203号
(P7229203)

(45)発行日 令和5年2月27日(2023.2.27)

(24)登録日 令和5年2月16日(2023.2.16)

(51)国際特許分類

H 0 2 K 1/22 (2006.01)

F I

H 0 2 K

1/22

A

請求項の数 10 (全13頁)

(21)出願番号	特願2020-112386(P2020-112386)	(73)特許権者	502129933 株式会社日立産機システム 東京都千代田区外神田一丁目5番1号
(22)出願日	令和2年6月30日(2020.6.30)	(74)代理人	110001829 弁理士法人開知
(65)公開番号	特開2022-11327(P2022-11327A)	(72)発明者	櫻井 裕也 東京都千代田区神田練塀町3番地 株式会社日立産機システム内
(43)公開日	令和4年1月17日(2022.1.17)	(72)発明者	野間 啓二 東京都千代田区神田練塀町3番地 株式会社日立産機システム内
審査請求日	令和4年2月18日(2022.2.18)	(72)発明者	齋藤 憲一 東京都千代田区神田練塀町3番地 株式会社日立産機システム内
		(72)発明者	小林 達也

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 永久磁石回転電機および回転子

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

巻線が巻回された円筒状の固定子コアを有する固定子と、
前記固定子に対して回転可能に設けられた回転子と、
前記回転子に備わる円筒状の回転子コアと、
前記回転子コアの周方向に配列され、前記回転子コアの軸方向に延びる複数の長孔と、
前記複数の長孔の各々に収容される複数の平板状の永久磁石と、
前記複数の長孔の内側面のうち、前記回転子コアの横断面における前記複数の長孔の長手方向に延びる第1内側面と第2内側面の各々に設けられた段差とを備え、

前記複数の長孔の各々は、前記段差により仕切られ前記永久磁石が収容される複数の磁石収容孔を有し、

前記複数の磁石収容孔のうち前記回転子コアの周方向の一方の端部に位置する第1磁石収容孔は、前記回転子の径方向における前記回転子の中心軸からの距離が前記複数の磁石収容孔のなかで最も離れており、

前記複数の磁石収容孔のうち前記第1磁石収容孔に対し前記回転子コアの周方向の他方側に位置する残りの磁石収容孔は、前記回転子コアの周方向において前記第1磁石収容孔から離れた磁石収容孔ほど、前記回転子の径方向における前記回転子の中心軸からの距離が近くなっている、

前記複数の長孔のうち前記回転子コアの周方向で隣り合う2つの長孔の形状は、前記回転子の回転軸に対して互いに回転対称であることを特徴とする永久磁石回転電機。

【請求項 2】

請求項 1 記載の永久磁石回転電機であって、

前記複数の平板状の永久磁石は、前記回転子コアの横断面において、前記複数の磁石収容孔の各々に一つずつ収容されていることを特徴とする永久磁石回転電機。

【請求項 3】

請求項 1 記載の永久磁石回転電機であって、

前記複数の長孔の各々は、前記回転子コアの横断面において、多角形の各辺を基準として配置されていることを特徴とする永久磁石回転電機。

【請求項 4】

請求項 1 記載の永久磁石回転電機であって、

前記複数の磁石収容孔は、前記回転子コアの横断面における形状が長方形であることを特徴とする永久磁石回転電機。

【請求項 5】

請求項 1 記載の永久磁石回転電機であって、

前記複数の長孔は、前記複数の磁石収容孔のうち隣合う 2 つの磁石収容孔の間に、前記隣合う 2 つの磁石収容孔を連通する連通部を備えることを特徴とする永久磁石回転電機。

【請求項 6】

請求項 5 記載の永久磁石回転電機であって、

前記段差は、傾斜面により形成され、

前記連通部は、前記傾斜面を内側面とすることを特徴とする永久磁石回転電機。

【請求項 7】

円筒状の回転子コアと、

前記回転子コアの周方向に配列され、前記回転子コアの軸方向に延びる複数の長孔と、前記複数の長孔の各々に収容される複数の平板状の永久磁石と、

前記複数の長孔の内側面のうち、前記回転子コアの横断面における前記複数の長孔の長手方向に延びる第 1 内側面と第 2 内側面の各々に設けられた段差とを備え、

前記複数の長孔の各々は、前記段差により仕切られ前記永久磁石が収容される複数の磁石収容孔を有し、

前記複数の磁石収容孔のうち前記回転子コアの周方向の一方の端部に位置する第 1 磁石収容孔は、前記回転子の径方向における前記回転子の中心軸からの距離が前記複数の磁石収容孔のなかで最も離れており、

前記複数の磁石収容孔のうち前記第 1 磁石収容孔に対し前記回転子コアの周方向の他方側に位置する残りの磁石収容孔は、前記回転子コアの周方向において前記第 1 磁石収容孔から離れた磁石収容孔ほど、前記回転子の径方向における前記回転子の中心軸からの距離が近くなっている、

前記複数の長孔のうち前記回転子コアの周方向で隣り合う 2 つの長孔の形状は、前記回転子の回転軸に対して互いに回転対称であることを特徴とする回転子。

【請求項 8】

請求項 7 記載の回転子であって、

前記複数の平板状の永久磁石は、前記複数の磁石収容孔の各々に一つずつ収容されていることを特徴とする回転子。

【請求項 9】

請求項 7 記載の回転子であって、

前記複数の長孔の各々は、前記回転子コアの横断面において、多角形の各辺を基準として配置されていることを特徴とする回転子。

【請求項 10】

請求項 7 記載の回転子であって、

前記複数の磁石収容孔は、前記回転子コアの横断面における形状が長方形であることを特徴とする回転子。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】**【0001】**

本発明は、永久磁石回転電機および回転子に関する。

【背景技術】**【0002】**

IPM (Interior Permanent Magnet) モータは、ロータの内部に磁石を埋め込んだ構造をもつ同期モータである。IPMモータには通常、平板磁石が使用されている。

【0003】

この平板磁石の寸法（幅、厚み、長さ）は、モータ体格が大きくなるのに応じて大きくなる。しかし、平板磁石の寸法を大きくすると加工寸法公差が大きくなる。これに対し、ロータの組立の歩留まりを良くするために、磁石挿入孔の寸法を広げると、平板磁石と磁石挿入孔の間の隙間が大きくなる。この隙間は磁気抵抗となり、性能低下につながる。また、複数機種のモータを生産する場合、モータの機種ごとに異なる寸法の平板磁石を用意すると製造コストがかさむ。そこで、1つの長孔に小形の平板磁石を複数埋め込んだ回転子が開示されている（例えば、特許文献1）。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【文献】特開2019-146484

10

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

特許文献1に開示されたロータ（回転子）では、長孔に挿入される複数の永久磁石（平板磁石）の間に突起状の磁石保持部を設け、複数の永久磁石が接触しないようになっている。そのため、複数の永久磁石を長孔に容易に埋め込め、生産性が高い。

【0006】

しかし、特許文献1のロータは磁石保持部で磁束が短絡し易い。そのため、特許文献1の電動機は性能が低下し得る。また、ロータコアに設けられた磁石保持部は小さな突起である。そのため、ロータコアを製作する金型の突起に対応する部位の強度の確保や、ロータコアを製作する金型の加工工数の増加が問題となる。そのため、製造コストが高くなる傾向がある。

30

【0007】

本発明の目的は、ロータの生産性を向上させるとともに、モータの製造コストの増加と性能の低下を抑制できる永久磁石回転電機および回転子を提供することにある。

【課題を解決するための手段】**【0008】**

上記目的を達成するために、本発明は、巻線が巻回された円筒状の固定子コアを有する固定子と、前記固定子に対して回転可能に設けられた回転子と、前記回転子に備わる円筒状の回転子コアと、前記回転子コアの周方向に配列され、前記回転子コアの軸方向に延びる複数の長孔と、前記複数の長孔の各々に収容される複数の平板状の永久磁石と、前記複数の長孔の内側面のうち、前記回転子コアの横断面における前記複数の長孔の長手方向に延びる第1内側面と第2内側面の各々に設けられた段差とを備え、前記複数の長孔の各々は、前記段差により仕切られ前記永久磁石が収容される複数の磁石収容孔を有し、前記複数の磁石収容孔のうち前記回転子コアの周方向の一方の端部に位置する第1磁石収容孔は、前記回転子の径方向における前記回転子の中心軸からの距離が前記複数の磁石収容孔のなかで最も離れており、前記複数の磁石収容孔のうち前記第1磁石収容孔に対し前記回転子コアの周方向の他方側に位置する残りの磁石収容孔は、前記回転子コアの周方向において前記第1磁石収容孔から離れた磁石収容孔ほど、前記回転子の径方向における前記回転子の中心軸からの距離が近くなっている、前記複数の長孔のうち前記回転子コアの周方向

40

50

で隣り合う 2 つの長孔の形状は、前記回転子の回転軸に対して互いに回転対称である永久磁石回転電機とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、ロータの生産性を向上させるとともに製造コストを抑制できる。上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の第1の実施形態による永久磁石回転電機の片側断面図である。

【図2】本発明の第1の実施形態による永久磁石回転電機の回転子の横断面図である。

【図3】本発明の第1の実施形態による永久磁石回転電機の回転子コアの横断面における長孔の形状の拡大図である。

【図4】本発明の第2の実施形態による永久磁石回転電機の回転子コアの横断面における長孔の形状の拡大図である。

【図5】本発明の第3の実施形態による永久磁石回転電機の回転子コアの横断面における長孔の形状の拡大図である。

【図6】本発明の第4の実施形態による永久磁石回転電機の回転子の横断面図である。

【図7】本発明の第5の実施形態による永久磁石回転電機の回転子の横断面図である。

【図8】本発明の第6の実施形態による永久磁石回転電機の回転子の横断面図である。

【図9】本発明の第7の実施形態による永久磁石回転電機の回転子の横断面図である。

【図10】本発明の第8の実施形態による永久磁石回転電機の回転子の横断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、図面を用いて、本発明の第1～第8の実施形態による永久磁石回転電機の構成及び動作について説明する。なお、各図において、同一符号は同一部分を示す。

【0012】

(第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態による永久磁石回転電機の片側断面図である。本発明の第1の実施形態による永久磁石回転電機10は、磁石埋込構造 (IPM: Interniore Permanent Magnet) を有する永久磁石回転電機である。

【0013】

図1に示すように、永久磁石回転電機10は、固定子1と、回転子2と、シャフト3と、軸受4と、負荷側エンドブラケット5aと、反負荷側エンドブラケット5bと、ファン6と、エンドカバー7と、ハウジング8とを備える。

【0014】

固定子1は電機子で、固定子コア11を備える。固定子コア11は電磁鋼板を積層した円筒状の鉄心で、内周には複数のティース(図示せず)が設けられ、この複数のティースにコイル12が巻回されている。固定子コア11の外周は、円筒状のハウジング8に覆われ、固定子1はハウジング8に固定されている。

【0015】

回転子2は界磁で、固定子1に回転可能に取り付けられている。回転子2は回転子コア21を備えている。回転子コア21は、電磁鋼板を積層した円筒状の鉄心である。回転子コア21の内部には、複数の平板状の永久磁石22が回転子コア21の軸方向に挿入されている。

【0016】

回転子コア21の両端には、永久磁石22を回転子コア21の内部に保持する保持部材31が取り付けられ、締結部材32により固定される。そのため、永久磁石22は保持部材31により挟まれ、回転子コア21の内部に保持される。なお、永久磁石22をより強固に回転子コア21の内部に保持したい場合には接着剤等を用いて固定してもよい。

【0017】

10

20

30

40

50

回転子コア 2 1 の中心軸 O に設けられた貫通孔であるシャフト孔 2 3 には、シャフト 3 が挿入され固定されている。シャフト 3 は、2 つの軸受 4 により回転可能に支持され、回転子コア 2 1 とともに回転する。シャフト 3 は、永久磁石回転電機 1 0 を電動機として使用する場合には回転子コア 2 1 から回転運動を出力され、永久磁石回転電機 1 0 を発電機として使用する場合には回転子コア 2 1 に回転運動を入力する。

【 0 0 1 8 】

2 つの軸受 4 は負荷側エンドブラケット 5 a と反負荷側エンドブラケット 5 b の各々に固定されている。本実施形態では軸受 4 として玉軸受を用いているが、ころ軸受でも構わない。負荷側エンドブラケット 5 a と反負荷側エンドブラケット 5 b は円盤状の部品で、ハウジング 8 の端部に取り付けられ、ハウジング 8 の開口を塞いでいる。

10

【 0 0 1 9 】

ファン 6 は、永久磁石回転電機 1 0 を冷却するための部品で、シャフト 3 の反負荷側の端部に取り付けられ、エンドカバー 7 により覆われている。

【 0 0 2 0 】

このように構成された永久磁石回転電機 1 0 は、固定子 1 に電力を供給することによりシャフト 3 からトルクを出力する電動機となり、シャフト 3 に回転動力を供給することにより固定子 1 から電力を出力する発電機となる。

【 0 0 2 1 】

次に本実施形態による回転子 2 について図面を用いて説明する。図 2 は、本実施形態による永久磁石回転電機 1 0 の回転子 2 の横断面図である。本実施形態に係る回転子 2 は、回転子コア 2 1 と複数の永久磁石 2 2 を備える。

20

【 0 0 2 2 】

回転子コア 2 1 は、1 つのシャフト孔 2 3 と複数の長孔 2 4 を備えている。シャフト孔 2 3 は、回転子コア 2 1 の横断面の中央に設けられた貫通孔で、シャフト 3 が挿入される。

【 0 0 2 3 】

複数（本実施形態では 6 個）の長孔 2 4 は、回転子コア 2 1 の外周の表層の周方向に配列され、回転子コア 2 1 の軸方向に延びる貫通孔である。複数の長孔 2 4 の各々は、回転子コア 2 1 の横断面において、多角形 H（本実施形態では正六角形）の各辺を基準とする所定幅 W の範囲内に配置されている。そして、複数の長孔 2 4 の各々には、複数（本実施形態では 2 枚）の永久磁石 2 2 が収容される。

30

【 0 0 2 4 】

本実施形態に係る回転子 2 に備わる複数の永久磁石 2 2 の各々は平板状の永久磁石である。上記のとおり、複数の永久磁石 2 2 の各々は、複数の長孔 2 4 の各々に収容される。そして、回転子 2 の横断面における複数の永久磁石 2 2 の各々の形状は長方形となっている。また、複数の長孔 2 4 の各々に収納された複数の永久磁石 2 2 は、1 つの磁極を構成する。したがって、回転子 2 には、長孔 2 4 の数だけ磁極（本実施形態では 6 極）が設けられている。

【 0 0 2 5 】

次に本実施形態による長孔 2 4 について図面を用いて詳細に説明する。図 3 は、本実施形態による永久磁石回転電機 1 0 の回転子コア 2 1 の横断面における長孔 2 4 の形状の拡大図である。

40

【 0 0 2 6 】

長孔 2 4 は、回転子コア 2 1 の横断面において、長孔 2 4 の長手方向 L に延びる第 1 内側面 2 4 a と第 2 内側面 2 4 b と、第 1 内側面 2 4 a と第 2 内側面 2 4 b の両端に備わる第 3 内側面 2 4 c と第 4 内側面 2 4 d により構成される。

【 0 0 2 7 】

第 1 内側面 2 4 a の中央には段差 2 7 が設けられ、第 2 内側面 2 4 b の中央には段差 2 8 が設けられている。段差 2 7 は、第 1 内側面 2 4 a を分離し複数の平面にする階段状の段差である。また、段差 2 8 は、第 2 内側面 2 4 b を分離し複数の平面にする階段状の段差である。

50

【0028】

このことにより、長孔24は、段差27、28により仕切られた複数（本実施形態では2つ）の磁石収容孔24e、24fを有している。そして、回転子コア21の横断面における磁石収容孔24e、24fの各々には、永久磁石22が一つずつ収容されている。また、回転子コア21の軸方向における磁石収容孔24e、24fの各々には、永久磁石22を1つ以上収容することができる。そして、複数の長孔24の各々の形状は同一となっている。

【0029】**（効果）**

以上説明したように、本実施形態によれば、回転子コア21の周方向に配列され、回転子コア21の軸方向に延びる複数の長孔24の内側面24a～24dのうち、回転子コア21の横断面における複数の長孔24の長手方向に延びる第1内側面24aと第2内側面24bの各々には段差27、28が設けられている。

10

【0030】

このことにより、永久磁石22の挿入工程において、長孔24に挿入される永久磁石22は段差27、28のいずれかにより配置が規定され、先に長孔24に挿入された永久磁石22が、後から長孔24に挿入される永久磁石22の障害になることを防止することができる。そのため、複数の永久磁石22を長孔24に挿入する作業時間を短縮でき、回転子2の生産性を向上させることができる。

【0031】

また、本実施形態による永久磁石回転電機10と回転子2は、一つの長孔24に挿入された2つの永久磁石22の間に、2つの永久磁石22の双方を保持するために回転子コア21に設けられる突起状の磁石保持部が存在しない。そのため、隣合う2つの永久磁石22の間に隙間をなくすことができ、回転子コア21の周方向に永久磁石22の幅をその分だけ大きくとることができ、モータ性能を向上させることができる。また、一つの長孔24に挿入された2つの永久磁石22の間を通って磁束が短絡することを防止でき、モータ性能の低下を抑制できる。

20

【0032】

また、長孔24に段差27、28が設けられた回転子コア21は、長孔24に突起状の磁石保持部が設けられた回転子コアに比べて、回転子コア21を加工するための金型に要求される強度を低くすることができる。また、磁石保持部を設ける必要がないため、金型の加工が容易である。そのため、製造コストを抑制できる。

30

【0033】

また、複数の長孔24は、段差27、28により仕切られた複数の磁石収容孔24e、24fを有し、複数の永久磁石22は、回転子コア21の横断面における複数の磁石収容孔24e、24fの各々に一つずつ収容され、保持されている。そのため、複数の永久磁石22の各々は、回転子コア21が回転しても回転子コア21の横断面において干渉せず、複数の永久磁石22の各々が破損することを抑制できる。

【0034】

また、複数の長孔24の各々は、回転子コア21の横断面において、多角形の各辺を基準として配置されている。そのため、回転子コア21の機械強度を確保できる。また、複数の磁石収容孔24e、24fは、回転子コアの横断面における形状が長方形である。そのため、回転子コア21の加工に用いられる金型の製造が容易で、製造コストを抑制できる。

40

【0035】**（第2の実施形態）**

図4は、本発明の第2の実施形態による永久磁石回転電機の回転子コアの横断面における長孔224の形状の拡大図である。本実施形態による長孔224が、第1実施形態による長孔24と異なる点は、複数（本実施形態では2つ）の磁石収容孔のうち隣合う2つの磁石収容孔24e、24fの間に、隣合う2つの磁石収容孔24e、24fを連通する連

50

通部 2 9 を備える点である。

【 0 0 3 6 】

このことにより、第 1 実施形態による長孔 2 4 と比べて磁石収容孔 2 4 e、2 4 f の加工精度を緩和しても、先に長孔 2 2 4 に挿入された永久磁石 2 2 が、後から長孔 2 2 4 に挿入される永久磁石 2 2 の障害にならない。そのため、製造コストを抑制できる。

【 0 0 3 7 】

また、本実施形態による永久磁石回転電機の上記以外の構成は、第 1 実施形態の永久磁石回転電機 1 0 と同様である。そのため、本実施形態による永久磁石回転電機は、第 1 実施形態の永久磁石回転電機 1 0 と同様の効果を奏する。

【 0 0 3 8 】

(第 3 の実施形態)

図 5 は、本発明の第 3 の実施形態による永久磁石回転電機の回転子コアの横断面における長孔 3 2 4 の形状の拡大図である。本実施形態による長孔 3 2 4 が、第 2 実施形態による長孔 2 2 4 と異なる点は、段差 3 2 7、3 2 8 が傾斜面により形成され、連通部 3 2 9 が傾斜面を内側面とする点である。

【 0 0 3 9 】

本実施形態による連通部 3 2 9 は、段差 3 2 7、3 2 8 が傾斜面となっているため、第 2 実施形態による連通部 2 9 より加工が容易で、段差 3 2 7、3 2 8 に発生する残留応力を第 2 実施形態による段差 2 7、2 8 より緩和できる。また、本実施形態による回転子コアの横断面における連通部 3 2 9 の面積は、第 2 実施形態による回転子コアの横断面における連通部 2 9 の面積より大きい。そのため、本実施形態による回転子コアを加工するための金型は、第 2 実施形態による回転子コアを加工するための金型に比べ、必要とされる強度を低くできるとともに加工を簡単にすることができる。そのため、製造コストを抑制できる。

【 0 0 4 0 】

また、本実施形態による永久磁石回転電機の上記以外の構成は、第 2 実施形態の永久磁石回転電機と同様である。そのため、本実施形態による永久磁石回転電機は、第 2 実施形態の永久磁石回転電機と同様の効果を奏する。

【 0 0 4 1 】

(第 4 の実施形態)

図 6 は、本発明の第 4 の実施形態による永久磁石回転電機の回転子 4 2 の横断面図である。本実施形態による回転子 4 2 が、第 1 実施形態による回転子 2 と異なる点は、複数の長孔 2 4 において隣合う 2 つの長孔 2 4 L、2 4 R の回転子コア 4 2 1 の横断面における断面形状が、左右対称である点である。

【 0 0 4 2 】

本実施形態による永久磁石回転電機の上記以外の構成は、第 1 実施形態の永久磁石回転電機と同様である。そのため、本実施形態による永久磁石回転電機は、第 1 実施形態の永久磁石回転電機と同様の効果を奏する。

【 0 0 4 3 】

(第 5 の実施形態)

図 7 は、本発明の第 5 の実施形態による永久磁石回転電機の回転子 5 2 の横断面図である。本実施形態による回転子 5 2 が、第 1 実施形態による回転子 2 と異なる点は、複数の長孔 5 2 4 の各々が 3 つの磁石収容孔 5 2 4 e ~ 5 2 4 g を有している点である。

【 0 0 4 4 】

図 7 に示す回転子 5 2 は、回転子コア 5 2 1 の周方向の一方（本実施形態による回転子 5 2 では反時計回り C C W の方向）の端部に位置する磁石収容孔 5 2 4 e が、回転子コア 2 1 の中心軸 O に対して回転子コア 5 2 1 の径方向に最も離れ、回転子コア 5 2 1 の周方向の一方の端部に位置する磁石収容孔 5 2 4 e に対して、回転子コア 5 2 1 の周方向の他方（本実施形態では時計回り C W の方向）に位置する磁石収容孔 5 2 4 f、5 2 4 g が、回転子コア 5 2 1 の周方向の一方の端部に位置する磁石収容孔 5 2 4 e に対して離れるほ

10

20

30

40

50

ど、回転子コア 521 の中心軸 O に対して回転子 52 の径方向に近くなっている。

【0045】

本実施形態による回転子 52 は、複数の長孔 524 の各々が 3 つの磁石収容孔 524e ~ 524g を有しているため、1 つの長孔 524 に 3 つの永久磁石 22 を挿入することができる。そのため、複数の長孔 524 の各々に備わる 3 つの磁石収容孔 524e ~ 524g に挿入される永久磁石 22 が、第 1 の実施形態による回転子 2 の複数の長孔 24 の各々に備わる 2 つの磁石収容孔 24e, 24f に挿入される永久磁石 22 と同じ寸法とした場合、第 1 の実施形態による回転子 2 より本実施形態による回転子 52 は外径を大きくすることができる。したがって、同一寸法の永久磁石 22 を用いて、異なる体格の永久磁石回転電機を作製することができる。

10

【0046】

また、本実施形態による永久磁石回転電機の上記以外の構成は、第 1 実施形態の永久磁石回転電機と同様である。そのため、本実施形態による永久磁石回転電機は、第 1 実施形態の永久磁石回転電機と同様の効果を奏する。

【0047】

(第 6 の実施形態)

図 8 は、本発明の第 6 の実施形態による永久磁石回転電機の回転子 62 の横断面図である。本実施形態による回転子 62 が、第 5 実施形態による回転子 52 と異なる点は、複数の長孔 624 の各々に備わる 3 つの磁石収容孔 624e ~ 624g の回転子コア 621 の周方向の配置が、第 5 の実施形態による回転子 52 の複数の長孔 524 の各々に備わる 3 つの磁石収容孔 524e ~ 524g の回転子コア 521 の周方向の配置と逆になっている点である。

20

【0048】

即ち、本実施形態による回転子 62 は、回転子 62 の中心軸 O に対して回転子 62 の径方向に最も離れる磁石収容孔 624e が、回転子コア 621 の周方向の時計回り CW の方向の端部に位置し、磁石収容孔 624e に対して、回転子コア 621 の周方向の反時計回り CCW の方向に位置する磁石収容孔 624f, 624g が、磁石収容孔 624e に対して離れた磁石収容孔 624g ほど、回転子 2 の中心軸 O に対して回転子 2 の径方向に近くなっている。

【0049】

30

本実施形態による永久磁石回転電機の上記以外の構成は、第 5 実施形態の永久磁石回転電機と同様である。そのため、本実施形態による永久磁石回転電機は、第 5 実施形態の永久磁石回転電機と同様の効果を奏する。

【0050】

(第 7 の実施形態)

図 9 は、本発明の第 7 の実施形態による永久磁石回転電機の回転子 72 の横断面図である。本実施形態による回転子 72 が、第 5 実施形態による回転子 52 と異なる点は、複数の長孔 724 の各々に備わる 3 つの磁石収容孔 724e ~ 724g の回転子コア 721 の周方向の配置が、第 5 の実施形態による回転子 52 の複数の長孔 524 の各々に備わる 3 つの磁石収容孔 524e ~ 524g の回転子コア 521 の周方向の配置と異なる点である。

40

【0051】

即ち、本実施形態による回転子 72 は、複数の長孔 724 の各々が有する 3 つの磁石収容孔 724e ~ 724g において、回転子コア 721 の周方向の中央に備わる磁石収容孔 724f が、回転子 72 の中心軸 O に対して回転子 72 の径方向に最も離れている。

【0052】

本実施形態による永久磁石回転電機の上記以外の構成は、第 5 実施形態の永久磁石回転電機と同様である。そのため、本実施形態による永久磁石回転電機は、第 5 実施形態の永久磁石回転電機と同様の効果を奏する。

【0053】

(第 8 の実施形態)

50

図10は、本発明の第8の実施形態による永久磁石回転電機の回転子82の横断面図である。本実施形態による回転子82が、第5実施形態による回転子52と異なる点は、複数の長孔824の各々に備わる3つの磁石収容孔824e～824gの回転子コア821の周方向の配置が、第5の実施形態による回転子52の複数の長孔524の各々に備わる3つの磁石収容孔524e～524gの回転子コア521の周方向の配置と異なる点である。

【0054】

即ち、本実施形態による回転子82は、複数の長孔824の各々が有する磁石収容孔824e～824gにおいて、回転子コア821の周方向の中央に備わる磁石収容孔824fが、回転子82の中心軸Oに対して回転子82の径方向に最も近い。

10

【0055】

本実施形態による永久磁石回転電機の上記以外の構成は、第5実施形態の永久磁石回転電機と同様である。そのため、本実施形態による永久磁石回転電機は、第5実施形態の永久磁石回転電機と同様の効果を奏する。

【0056】

なお、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上述した実施形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成を加えることも可能である。また、各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

20

【0057】

なお、本発明の実施形態は、極数が6極で、複数の長孔24の各々が、回転子コア21の横断面において、正六角形の各辺を基準として配置されている実施形態を示した。しかし、本発明はこれに限定されず、多極（極数n）で、複数の長孔24の各々が、回転子コア21の横断面において、正n角形の各辺を基準として配置される。

【0058】

また、上記に複数の長孔の各々に2～3個の磁石収容孔を有する実施形態を示した。しかし、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、複数の長孔の各々に4個以上の磁石収容孔を有しても良い。

30

【符号の説明】

【0059】

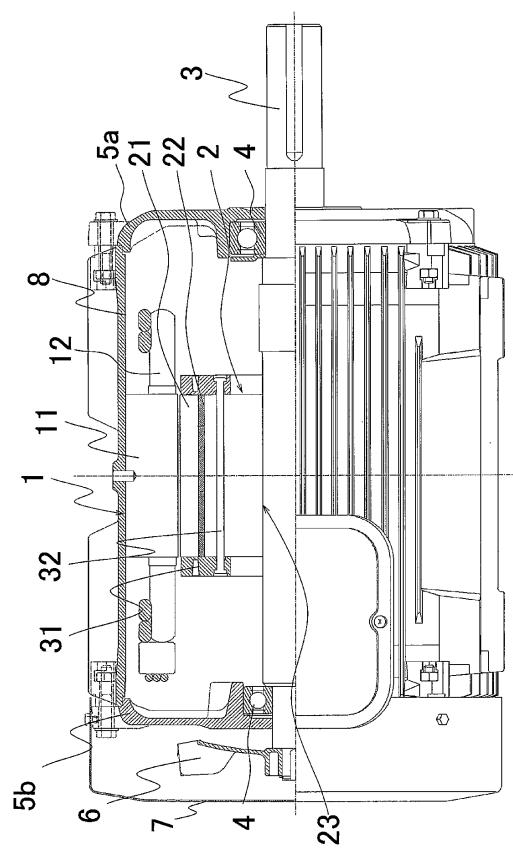
1...固定子、2, 42, 52, 62, 72, 82...回転子、21, 421, 521, 621, 721, 821...回転子コア、22...永久磁石、24, 24L, 24R, 224, 324, 424, 524, 624, 724, 824...長孔、24a...第1内側面、24b...第2内側面、24e, 24f, 524e, 524f, 524g, 624e, 624f, 624g, 724e, 724f, 724g, 824e, 824f, 824g...磁石収容孔、27, 28, 327, 328...段差、29, 329...連通部、10...永久磁石回転電機、H...多角形、O...中心軸、W...所定幅

40

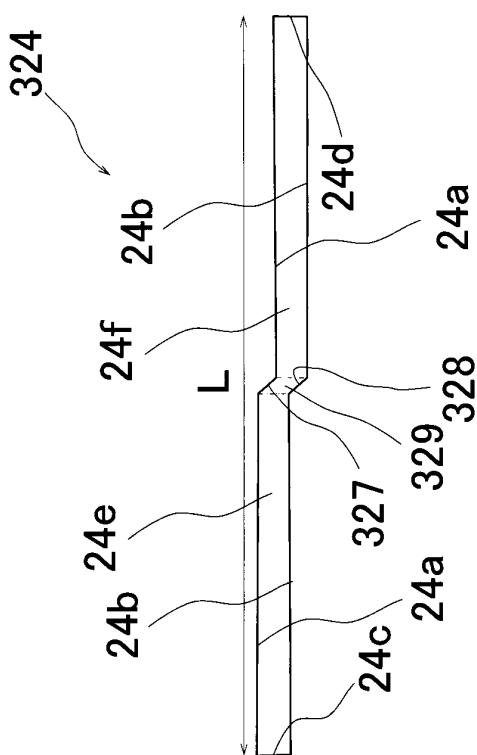
50

【図面】

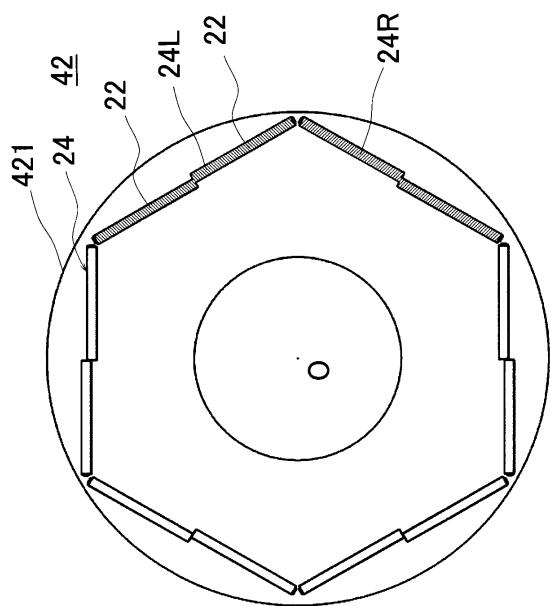
【図1】



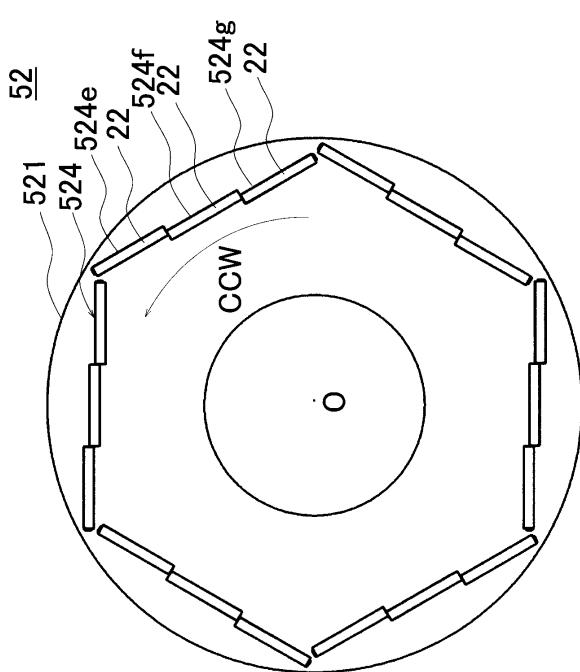
【 5 】



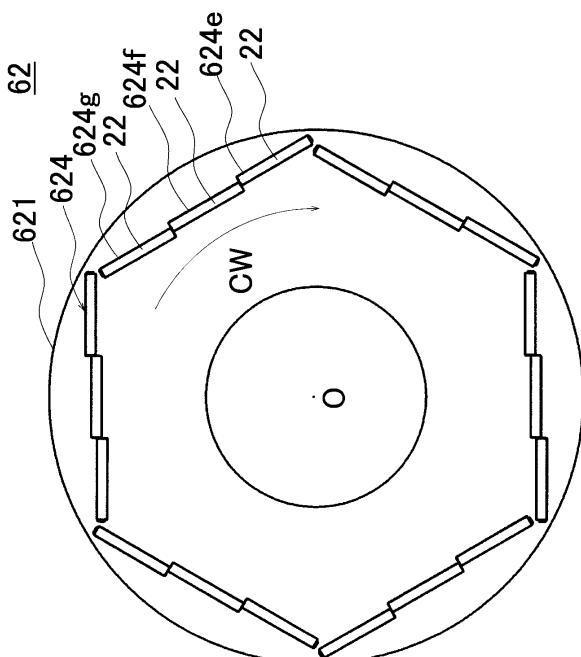
【 四 6 】



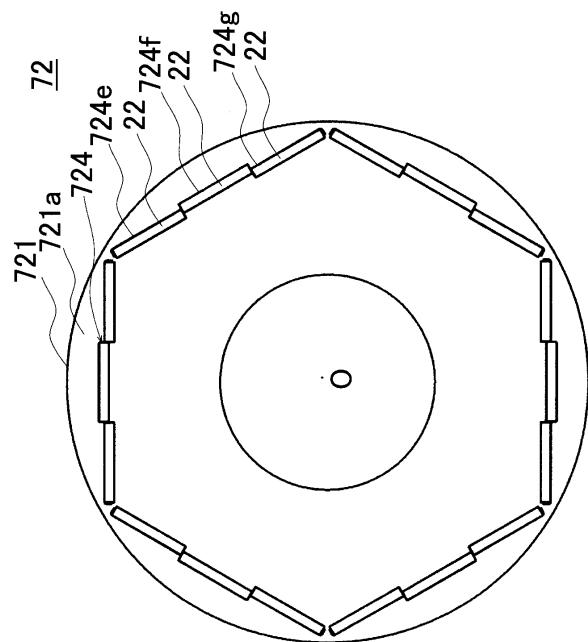
【図7】



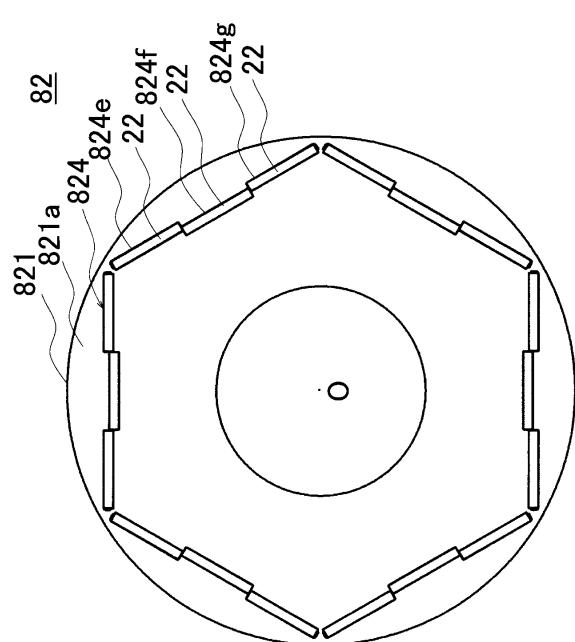
【図8】



【図9】



【図10】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

東京都千代田区神田練塀町 3 番地

株式会社日立産機システム内

審査官 三澤 哲也

- (56)参考文献
- 特開 2014 - 171372 (JP, A)
 - 特開 2009 - 038930 (JP, A)
 - 米国特許第 05838086 (US, A)
 - 特開 2019 - 193393 (JP, A)
 - 特開 2019 - 146484 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H 02 K 1 / 22