

(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2014-220901

(P2014-220901A)

(43) 公開日 平成26年11月20日(2014.11.20)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO2K 9/06 (2006.01)	HO2K 9/06 B	5H605
HO2K 5/20 (2006.01)	HO2K 5/20	5H609

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2013-98112 (P2013-98112)
 (22) 出願日 平成25年5月8日 (2013.5.8)

(71) 出願人 000006013
 三菱電機株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
 (74) 代理人 100110423
 弁理士 曾我 道治
 (74) 代理人 100111648
 弁理士 梶並 順
 (74) 代理人 100122437
 弁理士 大宅 一宏
 (74) 代理人 100147566
 弁理士 上田 俊一
 (74) 代理人 100161171
 弁理士 吉田 潤一郎
 (74) 代理人 100161115
 弁理士 飯野 智史

最終頁に続く

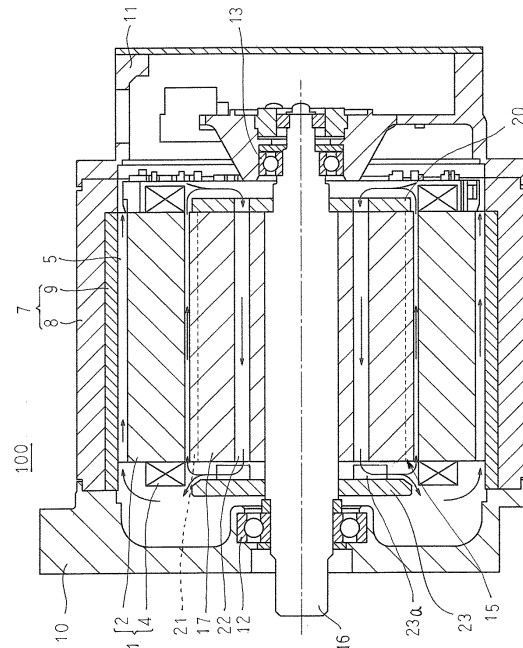
(54) 【発明の名称】 永久磁石埋込型回転電機

(57) 【要約】

【課題】この発明は、回転子鉄心の外周面に溝方向を軸方向とする回転子溝を形成し、固定子鉄心と回転子鉄心との間の隙間を流れる冷却風の風量を増大して、永久磁石を効果的に冷却できる永久磁石埋込型回転電機を得る。

【解決手段】通風穴22が、それぞれ、回転子鉄心17の内周側を軸方向に貫通して、周方向に複数形成され、回転子溝21が、それぞれ、溝方向を軸方向として回転子鉄心17の外周面に凹設されて、周方向に複数形成され、遠心ファン23が、シャフト16の回転子鉄心17のフロント側に固着され、遠心ファン23の駆動時に、リアフレーム11側から通風穴22に流入し、通風穴22を通過してフロントフレーム10側に流出し、フロントフレーム10側を径方向外方に流れて回転子溝21に流入し、回転子溝21を通過してリアフレーム11側に流出し、リアフレーム11側を径方向内方に流れて通風穴22に流入する冷却風の循環路が構成される。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

円環状の固定子鉄心、および上記固定子鉄心に巻装された固定子コイルを有する固定子と、

上記固定子鉄心を内側に配置して、上記固定子を支持する筒状のフレームと、

それぞれ、軸受を有し、上記フレームの軸方向の両端に配設されて、上記フレームとともに密閉した空間を形成する第 1 フレームおよび第 2 フレームと、

上記軸受に回転可能に支持されたシャフト、上記シャフトに固着されて上記固定子鉄心の内側に配置される回転子鉄心、およびそれぞれ、上記回転子鉄心の外周側に上記回転子鉄心を軸方向に貫通するように埋設されて周方向に複数配設された永久磁石を有する回転子と、を備えた永久磁石埋込型回転電機において、

10

それぞれ、上記回転子鉄心の内周側を軸方向に貫通して、周方向に複数形成された通風穴と、

それぞれ、溝方向を軸方向として上記回転子鉄心の外周面に凹設されて、周方向に複数形成された回転子溝と、

上記シャフトの上記回転子鉄心の上記第 1 フレーム側に固着された内扇ファンと、を備え、

上記内扇ファンの駆動時に、上記第 2 フレーム側から上記通風穴に流入し、上記通風穴を通過して上記第 1 フレーム側に流出し、上記第 1 フレーム側を径方向外方に流れて上記回転子溝に流入し、上記回転子溝を通過して上記第 2 フレーム側に流出し、上記第 2 フレーム側を径方向内方に流れて上記通風穴に流入する冷却風の循環路が構成されることを特徴とする永久磁石埋込型回転電機。

20

【請求項 2】

上記固定子鉄心の上記第 1 フレーム側に開口するように上記フレームに形成された流入穴と、

上記固定子鉄心の上記第 2 フレーム側に開口するように上記フレームに形成された流出穴と、

上記流入穴と上記流出穴とを連通するように上記フレーム内に形成された空隙部と、を備え、

上記内扇ファンの駆動時に、上記第 1 フレーム側を径方向外方に流れた上記冷却風の一部が、上記流入穴から上記空隙部に流入し、上記空隙部を流れ、上記流出穴から流出して、上記回転子溝を通過して上記第 2 フレーム側に流出した冷却風に合流するように構成されていることを特徴とする請求項 1 記載の永久磁石埋込型回転電機。

30

【請求項 3】

冷却風ガイド部が、上記第 1 フレームの内壁面の上記内扇ファンの径方向外側から上記フレームに至る領域を、径方向外方に向かって、漸次上記第 1 フレームに近づく弧状に湾曲させて形成されていることを特徴とする請求項 2 記載の永久磁石埋込型回転電機。

【請求項 4】

突起が、上記空隙部の壁面に形成されていることを特徴とする請求項 2 又は請求項 3 記載の永久磁石埋込型回転電機。

40

【請求項 5】

上記空隙部は、上記固定子鉄心を取り囲む円筒状に形成され、

螺旋状溝が上記空隙部の内周面および外周面の少なくとも一方に形成されていることを特徴とする請求項 2 又は請求項 3 記載の永久磁石埋込型回転電機。

【請求項 6】

段差が上記空隙部の壁面の上記流入穴および上記流出穴に面する領域を突出させて形成されていることを特徴とする請求項 2 又は請求項 3 記載の永久磁石埋込型回転電機。

【請求項 7】

固定子溝が、それぞれ、溝方向を軸方向として上記固定子鉄心の外周面に凹設されて、周方向に複数形成されていることを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記

50

載の永久磁石埋込型回転電機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、永久磁石を回転子鉄心の外周側に埋め込んだ永久磁石埋込型回転電機に関し、特に、回転子鉄心に埋め込まれた永久磁石の冷却構造に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の永久磁石埋込型回転電機では、固定子鉄心に固定子コイルが施された固定子と、固定子鉄心と隙間を持って対向配置され、シャフトに固定されている回転子鉄心に永久磁石が周方向に複数配置された回転子と、固定子鉄心の外周側に配置された水冷装置と、シャフトに固定されて冷却風を機内に循環させるファンと、を備え、水冷装置の外周に冷却風が通る通風路を設け、ファンにより通風路内で水冷装置と熱交換した冷却風を固定子鉄心と回転子鉄心との間の隙間を通して通風路に戻すように循環させていた（例えば、特許文献1参照）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2011-211816号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来の永久磁石埋込型回転電機では、回転子鉄心の外周面が円筒面であり、固定子鉄心と回転子鉄心との間の隙間が狭くなり、通風抵抗が大きくなる。そこで、固定子鉄心と回転子鉄心との間の隙間を流れる冷却風の風量が少なくなり、永久磁石を効果的に冷却できないという課題があった。

【0005】

この発明は、上記課題を解決するためになされたもので、回転子鉄心の外周面に溝方向を軸方向とする回転子溝を形成し、固定子鉄心と回転子鉄心との間の隙間を流れる冷却風の風量を増大して、永久磁石を効果的に冷却できる永久磁石埋込型回転電機を得ることを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

この発明に係る永久磁石埋込型回転電機は、円環状の固定子鉄心、および上記固定子鉄心に巻装された固定子コイルを有する固定子と、上記固定子鉄心を内側に配置して、上記固定子を支持する筒状のフレームと、それぞれ、軸受を有し、上記フレームの軸方向の両端に配設されて、上記フレームとともに密閉した空間を形成する第1フレームおよび第2フレームと、上記軸受に回転可能に支持されたシャフト、上記シャフトに固着されて上記固定子鉄心の内側に配置される回転子鉄心、およびそれぞれ、上記回転子鉄心の外周側に上記回転子鉄心を軸方向に貫通するように埋設されて周方向に複数配設された永久磁石を有する回転子と、を備えている。さらに、本永久磁石埋込型回転電機は、それぞれ、上記回転子鉄心の内周側を軸方向に貫通して、周方向に複数形成された通風穴と、それぞれ、溝方向を軸方向として上記回転子鉄心の外周面に凹設されて、周方向に複数形成された回転子溝と、上記シャフトの上記回転子鉄心の上記第1フレーム側に固着された内扇ファンと、を備え、上記内扇ファンの駆動時に、上記第2フレーム側から上記通風穴に流入し、上記通風穴を通過して上記第1フレーム側に流出し、上記第1フレーム側を径方向外方に流れて上記回転子溝に流入し、上記回転子溝を通過して上記第2フレーム側に流出し、上記第2フレーム側を径方向内方に流れて上記通風穴に流入する冷却風の循環路が構成される。

40

【発明の効果】

【0007】

50

この発明によれば、回転子溝が、溝方向を軸方向として回転子鉄心の外周面に形成されている。そこで、固定子鉄心と回転子鉄心との間の隙間が、回転子溝の部分では広くなり、通風抵抗が小さくなるので、冷却風の流量が多くなる。また、回転子鉄心の外周面の表面積が大きくなるので、回転子鉄心の冷却風との接触面積が大きくなる。これらにより、回転子を冷却する性能が高められ、永久磁石の温度上昇を抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】この発明の実施の形態1に係る永久磁石埋込型回転電機を示す断面図である。

【図2】この発明の実施の形態1に係る永久磁石埋込型回転電機における固定子を示す斜視図である。

10

【図3】この発明の実施の形態1に係る永久磁石埋込型回転電機における回転子鉄心を示す斜視図である。

【図4】この発明の実施の形態1に係る永久磁石埋込型回転電機における固定子に回転子鉄心を組み込んだ状態を説明する斜視図である。

【図5】この発明の実施の形態1に係る永久磁石埋込型回転電機における冷却風の流れを説明する断面図である。

【図6】この発明の実施の形態1に係る永久磁石埋込型回転電機を駆動したときの永久磁石の温度と駆動時間との関係を示す図である。

【図7】この発明の実施の形態2に係る永久磁石埋込型回転電機を示す断面図である。

【図8】この発明の実施の形態2に係る永久磁石埋込型回転電機における冷却風の流れを説明する断面図である。

20

【図9】この発明の実施の形態3に係る永久磁石埋込型回転電機を示す断面図である。

【図10】この発明の実施の形態4に係る永久磁石埋込型回転電機を示す断面図である。

【図11】この発明の実施の形態5に係る永久磁石埋込型回転電機を示す断面図である。

【図12】この発明の実施の形態6に係る永久磁石埋込型回転電機を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の永久磁石埋込型回転電機の好適な実施の形態について図面を用いて説明する。

【0010】

30

実施の形態1

図1はこの発明の実施の形態1に係る永久磁石埋込型回転電機を示す断面図、図2はこの発明の実施の形態1に係る永久磁石埋込型回転電機における固定子を示す斜視図、図3はこの発明の実施の形態1に係る永久磁石埋込型回転電機における回転子鉄心を示す斜視図、図4はこの発明の実施の形態1に係る永久磁石埋込型回転電機における固定子に回転子鉄心を組み込んだ状態を説明する斜視図、図5はこの発明の実施の形態1に係る永久磁石埋込型回転電機における冷却風の流れを説明する断面図である。なお、図2および図4では、説明の便宜上、コイルエンドが省略されている。また、図5中、矢印は空気の流れを示している。

【0011】

40

図1において、永久磁石埋込型回転電機100は、円環状の固定子1と、固定子1を内側に配置する円筒状のフレーム7と、それぞれ、軸受12, 13を備え、フレーム7の軸方向両端に配設されて、フレーム7とともに密閉する空間を形成する第1フレームとしてのフロントフレーム10および第2フレームとしてのリアフレーム11と、軸受12, 13に支持されて、固定子1の内側に回転可能に配設された回転子15と、を備えている。

【0012】

固定子1は、図2に示されるように、円環状の固定子鉄心2、および固定子鉄心2に装着された固定子コイル4を有する。固定子鉄心2は、円弧状のコアバック部3aと、コアバック部3aの内周面の周方向中央位置から径方向内方に突出したティース3bと、を有する12個の鉄心ブロック3から構成される。そして、各鉄心ブロック3のティース3b

50

には、導体線を複数回巻いて作製された集中巻コイル4aが装着されている。12個の集中巻コイル4aにより固定子コイル4が構成される。また、溝方向を軸方向とする固定子溝5が、鉄心ブロック3のコアバック部3aの外周面の周方向中央位置に、コアバック部3aの軸方向の一端から他端に至るように、形成されている。

【0013】

フレーム7は、鉄製の円筒状の外フレーム8の内側にアルミ製の円筒状の内フレーム9を嵌合、一体化して作製されている。そして、集中巻コイル4aが装着された12個の鉄心ブロック3を、コアバック部3aの周方向の側面同士を突き合わせて円環状に配列して、フレーム7内に圧入、固着して、固定子1が組み立てられる。

【0014】

回転子15は、図1および図3に示されるように、回転子鉄心17と、回転子鉄心17の軸心位置を貫通するように形成されたシャフト挿通穴18に圧入、固定されたシャフト16と、それぞれ回転子鉄心17の外周側を貫通するように装着された16個の永久磁石19と、シャフト16に圧入、固定されて、回転子鉄心17のリア側への抜けを阻止する端板20と、を備える。周方向に隣り合う永久磁石19の8対は、それぞれ、周方向に交互に磁極が異なるように配置されている。永久磁石19の対は、径方向外方に向かって開いたV字形状に配置されている。

【0015】

そして、溝方向を軸方向とする回転子溝21が、それぞれ、同じ長方形断面の溝形状で、回転子鉄心17の外周面に、回転子鉄心17の軸方向一端から他端に至るように形成されて、周方向に等角ピッチで8つ配列されている。これらの回転子溝21の周方向中心が、隣り合う磁極間に位置している。さらに、通風穴22が、それぞれ、回転子鉄心17のシャフト挿通穴18の外周側を軸方向に貫通するように形成されて、周方向に等角ピッチで8つ配列されている。

【0016】

この回転子15は、図1および図4に示されるように、シャフト16を軸受12, 13に支持されて、固定子1の内側に回転可能に配設されている。さらに、内扇ファンとしての遠心ファン23が、シャフト16に固着されて、回転子鉄心17のフロントフレーム10側に配設されている。そして、通風穴22は、遠心ファン23のブレード23aの下端に面するように、回転子鉄心17に形成されている。

【0017】

このように構成された永久磁石埋込型回転電機100は、例えば、外部電源から固定子コイル4に給電され、8極12スロットのインナーロータ型の同期電動機として動作する。そして、遠心ファン23が回転子15の回転に同期して回転し、図5に矢印で示されるように、冷却風が機内を循環する。具体的には、遠心ファン23が駆動されると、冷却風が、リア側から通風穴22内に流入し、通風穴22内を通過してフロント側に流出し、遠心ファン23により、径方向外方に曲げられ、径方向外方に流れる。そして、径方向外方に流れた冷却風の一部が、回転子溝21に流入し、回転子溝21内を通過してリア側に流出する。また、径方向外方に流れた冷却風の残部が、固定子溝5内に流入し、固定子溝5内を通過してリア側に流出する。そして、固定子溝5内を通過してリア側に流出した冷却風が、回転子溝21内を通過してリア側に流出した冷却風と合流し、通風穴22内に流入する。

【0018】

ここで、永久磁石埋込型回転電機100を駆動して、永久磁石19の温度変化を測定した結果を図6に示す。図6はこの発明の実施の形態1に係る永久磁石埋込型回転電機を駆動したときの永久磁石の温度と駆動時間との関係を示す図である。なお、図6中、比較例1は、回転子鉄心17に替えて外周面を円筒面とする回転子鉄心を用いた永久磁石埋込型回転電機における永久磁石の温度変化であり、比較例2は、回転子鉄心17に替えて外周面を円筒面とする回転子鉄心を用い、かつ遠心ファン23を省略した永久磁石埋込型回転電機における永久磁石の温度変化である。

【0019】

10

20

30

40

50

図 6 から、比較例 2 の永久磁石埋込型回転電機、比較例 1 の永久磁石埋込型回転電機、実施の形態 1 による永久磁石埋込型回転電機 100 の順に、永久磁石を冷却する性能が高くなることが確認できた。

【0020】

比較例 1 における永久磁石を冷却する性能が比較例 2 による永久磁石を冷却する性能より高くなったのは、回転子鉄心の外周面を円筒面とすることにより、固定子鉄心と回転子鉄心との間の隙間が微小となるので、遠心ファン 23 を作動させて、冷却風を固定子鉄心と回転子鉄心との間の隙間に強制的に流通させたことによるものと推考される。

【0021】

また、実施の形態 1 の永久磁石埋込型回転電機 100 による永久磁石を冷却する性能が高くなったのは、回転子鉄心 17 の外周面に回転子溝 21 を形成することにより、固定子鉄心と回転子鉄心との間の流路抵抗が小さくなり、かつ遠心ファン 23 に動作させて、冷却風を積極的に回転子溝 21 内を流通させることにより、固定子鉄心と回転子鉄心との間を流通する冷却風の流量が増加したことによるものと推考される。

【0022】

この実施の形態 1 では、溝方向を軸方向とする回転子溝 21 が回転子鉄心 17 の外周面に形成されている。そこで、固定子鉄心 2 と回転子鉄心 17 との間の隙間が、回転子溝 21 の部分では広くなり、通風抵抗が小さくなるので、冷却風の流量が多くなる。また、回転子鉄心 17 の外周面の表面積が大きくなるので、回転子鉄心 17 の冷却風との接触面積が大きくなる。これらにより、回転子 15 の冷却性が高められ、永久磁石 19 の温度上昇を抑制できる。

さらに、回転子 15 の回転時に、固定子鉄心 2 と回転子鉄心 17 との間の径方向の隙間が変化することにより、渦流が発生し、固定子 1 および回転子 15 を効果的に冷却することができる。

【0023】

また、溝方向を軸方向とする固定子溝 5 が固定子鉄心 2 の外周面に形成されているので、遠心ファン 23 の動作により、冷却風が固定子溝 5 内を流通する。そこで、固定子コイル 4 での発熱が固定子溝 5 内を流れる冷却風に放熱され、固定子 1 の過度の温度上昇が抑制される。

【0024】

実施の形態 2 .

図 7 はこの発明の実施の形態 2 に係る永久磁石埋込型回転電機を示す断面図、図 8 はこの発明の実施の形態 2 に係る永久磁石埋込型回転電機における冷却風の流れを説明する断面図である。なお、図 8 中、矢印は空気の流れを示している。

【0025】

図 7 において、流路溝 25 が、固定子鉄心 2 の軸方向長さと同程度の軸方向長さで、周方向の全周にわたって、かつ固定子鉄心 2 に対してフロント側に変位するように、外フレーム 8 の内周面を凹ませて形成されている。内フレーム 9 が、外フレーム 8 の内側に嵌合、固定され、流路溝 25 の開口を塞口して構成される円筒状の空隙部 26 が外フレーム 8 と内フレーム 9 との間に形成される。さらに、流入穴 27 と流出穴 28 が、円筒状の空隙部 26 のフロント側およびリア側に開口するように、内フレーム 9 に等角ピッチで 12 個ずつ形成されている。そして、流出穴 28 が固定子溝 5 内に位置するように、固定子鉄心 2 の周方向位置を位置決めし、固定子鉄心 2 がフレーム 7 内に圧入されている。

なお、他の構成は、上記実施の形態 1 と同様に構成されている。

【0026】

このように構成された永久磁石埋込型回転電機 101 では、遠心ファン 23 が回転子 15 の回転に同期して回転し、図 8 に矢印で示されるように、冷却風が機内を循環する。

【0027】

具体的には、遠心ファン 23 が駆動されると、冷却風が、リア側から通風穴 22 内に流入し、通風穴 22 内を通過してフロント側に流出し、遠心ファン 23 により、径方向外方に

10

20

30

40

50

曲げられ、径方向外方に流れる。そして、径方向外方に流れた冷却風の一部が、回転子溝 2 1 に流入し、回転子溝 2 1 内を通過してリア側に流出する。また、径方向外方に流れた冷却風の残部の一部が、固定子溝 5 内に流入し、固定子溝 5 内を通過してリア側に流出する。さらに、径方向外方に流れた冷却風の残部が、流入穴 2 7 から空隙部 2 6 内に流入し、空隙部 2 6 内を通過してリア側に流れ、流出穴 2 8 から固定子溝 5 内に流出する。そして、流出穴 2 8 から流出した冷却風は、固定子溝 5 内を流れる冷却風と合流して、リア側に流出する。固定子溝 5 から流出した冷却風が、回転子溝 2 1 内を通過してリア側に流出した冷却風と合流し、通風穴 2 2 内に流入する。

【 0 0 2 8 】

したがって、この実施の形態 2 においても、上記実施の形態 1 と同様の効果が得られる。 10

この実施の形態 2 においては、冷却風の通風路となる空隙部 2 6 がフレーム 7 内に形成され、フレーム 7 (外フレーム 8) の広い外周面が放熱面となるので、冷却風に蓄熱された熱はフレーム 7 (外フレーム 8) に伝達され、外気に放熱される。これにより、冷却された冷却風が回転子 1 5 のリア側に戻され、固定子 1 および回転子 1 5 の冷却に供されるので、固定子 1 および回転子 1 5 を効果的に冷却することができる。

【 0 0 2 9 】

なお、上記実施の形態 2 では、フレーム 7 に内蔵される空隙部 2 6 が固定子鉄心 2 と同等の軸方向長さに形成されているが、空隙部 2 6 の軸方向長さを固定子鉄心 2 の軸方向長さより長くし、流入穴 2 7 と流出穴 2 8 が、固定子鉄心 2 の軸方向外側に位置するようにしてもよい。 20

また、上記実施の形態 2 では、フレーム 7 に内蔵される空隙部 2 6 が固定子鉄心 2 を取り囲む円筒状に形成されているが、空隙部は、それぞれ、対応する流入穴と流出穴とを連通して直線状に形成され、周方向に離間して複数配列されてもよい。

【 0 0 3 0 】

実施の形態 3 .

図 9 はこの発明の実施の形態 3 に係る永久磁石埋込型回転電機を示す断面図である。なお、図 9 中、矢印は空気の流れを示している。

【 0 0 3 1 】

図 9 において、冷却風ガイド部 2 9 が、フロントフレーム 1 0 の内壁面の遠心ファン 2 3 の外径側からフレーム 7 に至る領域に形成されている。この冷却風ガイド部 2 9 は、フロントフレーム 1 0 の内壁面とフレーム 7 との軸方向の距離が、遠心ファン 2 3 の外径側から径方向外方に向かって漸次短くなるように、フロントフレーム 1 0 の内壁面を弧状に湾曲させて形成される。 30

なお、他の構成は上記実施の形態 2 と同様に構成されている。

【 0 0 3 2 】

このように構成された永久磁石埋込型回転電機 1 0 2 では、遠心ファン 2 3 が回転子 1 5 の回転に同期して回転し、図 9 に矢印で示されるように、冷却風が機内を循環する。このとき、遠心ファン 2 3 により径方向外方に流された冷却風は、冷却風ガイド部 2 9 の湾曲した壁面に沿ってフレーム 7 側にスムーズに流れ、固定子溝 5 および流入穴 2 7 に流れ込む。そこで、機内での冷却風の循環がスムーズとなる。 40

したがって、この実施の形態 3 では、機内での冷却風の循環がスムーズとなるので、固定子 1 および回転子 1 5 を冷却する性能が一層高められる。

【 0 0 3 3 】

なお、上記実施の形態 3 では、フレーム 7 に内蔵される空隙部 2 6 が固定子鉄心 2 を取り囲む円筒状に形成されているが、空隙部は、それぞれ、対応する流入穴と流出穴とを連通して直線状に形成され、周方向に離間して複数配列されてもよい。

【 0 0 3 4 】

実施の形態 4 .

図 1 0 はこの発明の実施の形態 4 に係る永久磁石埋込型回転電機を示す断面図である。 50

【0035】

図10において、突起30が、それぞれ、外フレーム8の流路溝25の底面から径方向内方に突き出て、周方向に一周する環状に形成されて、軸方向に複数配列されている。また、突起31が、それぞれ、内フレーム9の外周面から径方向外方に突き出て、周方向に一周する環状に形成されて、軸方向に複数配列されている。そして、突起30, 31が空隙部26の外側壁面および内側壁面に軸方向に交互に配列されている。

なお、他の構成は上記実施の形態2と同様に構成されている。

【0036】

このように構成された永久磁石埋込型回転電機103では、遠心ファン23が回転子15の回転に同期して回転し、上記実施の形態2と同様に、冷却風が機内を循環する。このとき、流入穴27から空隙部26内に流入した冷却風は、空隙部26内を軸方向に流れる際に、突起30, 31に衝突して渦流となり、空隙部26内に滞留する時間が長くなる。

したがって、この実施の形態4では、空隙部26内の冷却風の滞留時間が長くなるので、冷却風に蓄熱された熱の外フレーム8を介して外気に放熱される量が増加する。これにより、回転子15のリア側に戻される冷却風の温度が低下し、固定子1および回転子15を冷却する性能が一層高められる。

【0037】

なお、上記実施の形態4では、フレーム7に内蔵される空隙部26が固定子鉄心2を取り囲む円筒状に形成されているが、空隙部は、それぞれ、対応する流入穴と流出穴とを連通して直線状に形成され、周方向に離間して複数配列されてもよい。

【0038】

実施の形態5。

図11はこの発明の実施の形態5に係る永久磁石埋込型回転電機を示す断面図である。

【0039】

図11において、螺旋状溝32が、外フレーム8の流路溝25の底面に、周方向の位置を変えながら、軸方向の位置を漸次リア側に変位するように、螺旋状に形成されている。また、螺旋状溝33が、内フレーム9の外周面に、周方向の位置を変えながら、軸方向の位置を漸次リア側に変位するように、螺旋状に形成されている。そして、螺旋状溝32, 33は、空隙部26の外側壁面および内側壁面に溝の巻き方向を一致させて相対するように形成されている。

なお、他の構成は上記実施の形態2と同様に構成されている。

【0040】

このように構成された永久磁石埋込型回転電機104では、遠心ファン23が回転子15の回転に同期して回転し、上記実施の形態2と同様に、冷却風が機内を循環する。このとき、流入穴27から空隙部26内に流入した冷却風は、螺旋状溝32, 33により、空隙部26内を螺旋状に流れ、空隙部26内に滞留する時間が長くなる。

したがって、この実施の形態5では、空隙部26内の冷却風の滞留時間が長くなるので、冷却風に蓄熱された熱の外フレーム8を介して外気に放熱される量が増加する。これにより、回転子15のリア側に戻される冷却風の温度が低下し、固定子1および回転子15を冷却する性能が一層高められる。

【0041】

実施の形態6。

図12はこの発明の実施の形態6に係る永久磁石埋込型回転電機を示す断面図である。

【0042】

図12において、段差34が、外フレーム8の流路溝25の底面のフロント側から径方向内方に突き出て、周方向に一周する環状に形成され、段差35が、外フレーム8の流路溝25の底面のリア側から径方向内方に突き出て、周方向に一周する環状に形成されている。段差34, 35は、流入穴27および流出穴28に相対し、空隙部26の冷却風流入部および冷却風流出部を絞っている。

なお、他の構成は上記実施の形態2と同様に構成されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 3 】

このように構成された永久磁石埋込型回転電機 1 0 5 では、遠心ファン 2 3 が回転子 1 5 の回転に同期して回転し、上記実施の形態 2 と同様に、冷却風が機内を循環する。このとき、空隙部 2 6 の冷却風流入部が段差 3 4 により絞られているので、冷却風が流入穴 2 7 から空隙部 2 6 内に流入する際に、渦流となり、また、空隙部 2 6 の冷却風流出部が段差 3 5 により絞られているので、冷却風が空隙部 2 6 から流出しにくくなり、空隙部 2 6 内に滞留する時間が長くなる。

したがって、この実施の形態 6 では、空隙部 2 6 内の冷却風の滞留時間が長くなるので、冷却風に蓄熱された熱の外フレーム 8 を介して外気に放熱される量が増加する。これにより、回転子 1 5 のリア側に戻される冷却風の温度が低下し、固定子 1 および回転子 1 5 を冷却する性能が一層高められる。

10

【 0 0 4 4 】

なお、上記実施の形態 6 では、段差 3 4 , 3 5 が外フレーム 8 の流路溝 2 5 の底面に環状に形成されているが、段差 3 4 , 3 5 を環状に形成する必要はなく、段差は、流入穴 2 7 および流出穴 2 8 のそれぞれに面する領域に形成されていればよい。

また、上記実施の形態 6 では、フレーム 7 に内蔵される空隙部 2 6 が固定子鉄心 2 を取り囲む円筒状に形成されているが、空隙部は、それぞれ、対応する流入穴と流出穴とを連通して直線状に形成され、周方向に離間して複数配列されてもよい。

【 0 0 4 5 】

また、上記各実施の形態では、遠心ファンがシャフトの回転子鉄心のフロント側に固着されているが、遠心ファンはシャフトの回転子鉄心のリア側に固着されてもよい。この場合、冷却風は通風穴をフロント側からリア側に流れ、回転子溝をリア側からフロント側に流れる。

20

また、上記各実施の形態では、8 極 1 2 スロットの回転電機について説明しているが、極数およびスロット数は、8 極 1 2 スロットに限定されないことは言うまでもないことである。

また、上記各実施の形態では、磁極を構成する 2 つの永久磁石が軸心から径方向外方に向かって開いた V 字形状に配置されているものとしているが、永久磁石の配置はこれに限定されない。例えば、永久磁石を同一円筒面に接するように周方向に等角ピッチに配置し、永久磁石のそれぞれが磁極を構成するようにしてもよい。

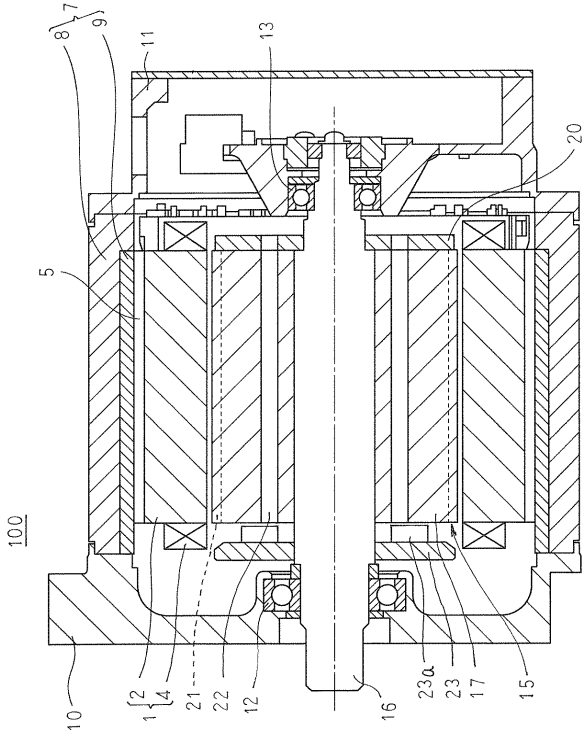
30

【 符号の説明 】

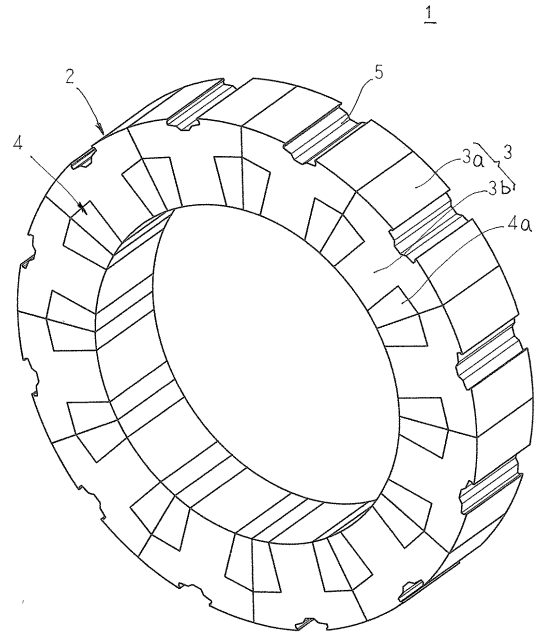
【 0 0 4 6 】

1 固定子、2 固定子鉄心、4 固定子コイル、5 固定子溝、7 フレーム、1 0 フロントフレーム（第 1 フレーム）、1 1 リアフレーム（第 2 フレーム）、1 2 , 1 3 軸受、1 5 回転子、1 6 シャフト、1 7 回転子鉄心、1 9 永久磁石、2 1 回転子溝、2 2 通風穴、2 3 遠心ファン（内扇ファン）、2 6 空隙部、2 7 流入穴、2 8 流出穴、2 9 冷却風ガイド部、3 0 , 3 1 突起、3 2 , 3 3 螺旋状溝、3 4 , 3 5 段差、1 0 0 , 1 0 1 , 1 0 2 , 1 0 3 , 1 0 4 , 1 0 5 永久磁石埋込型回転電機。

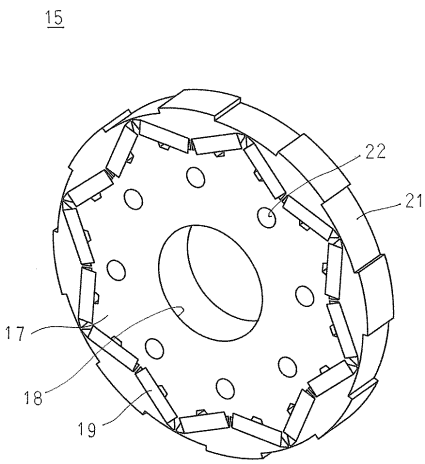
【 図 1 】



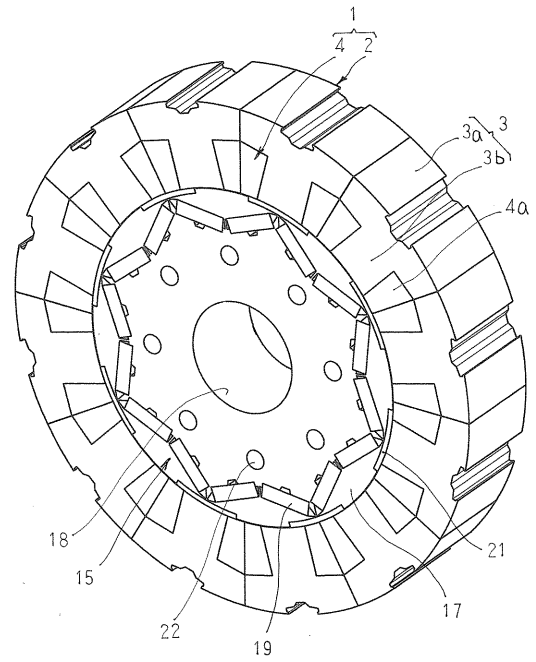
【 図 2 】



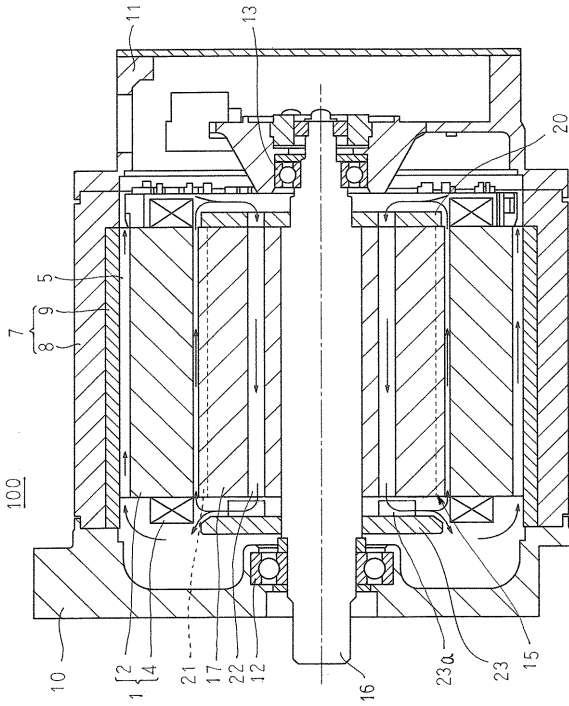
【 図 3 】



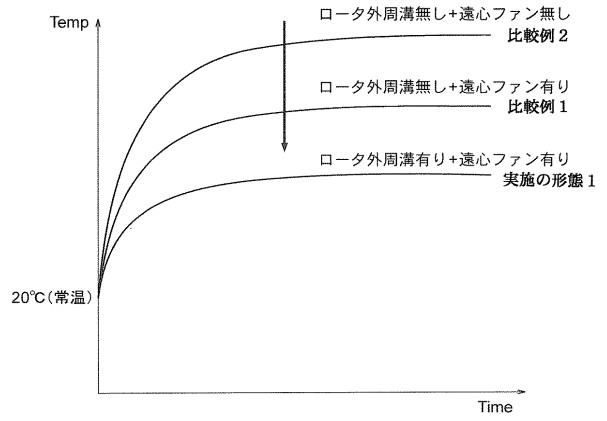
【 図 4 】



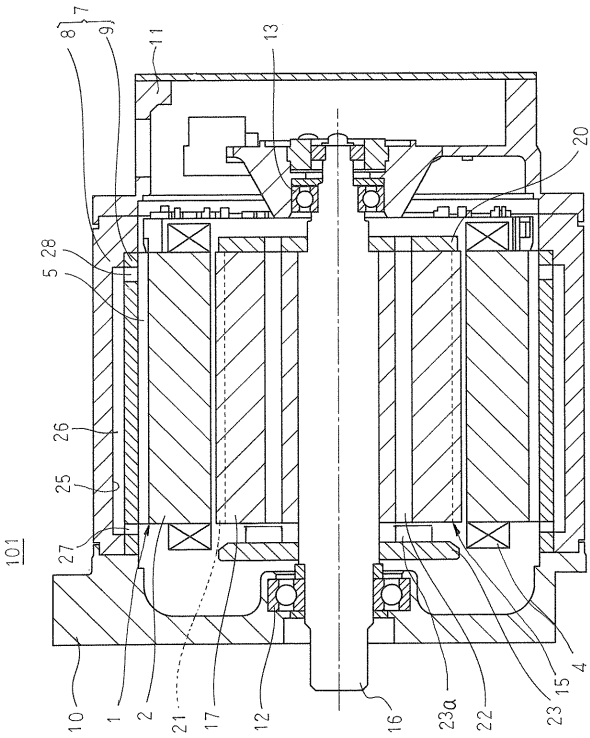
【図5】



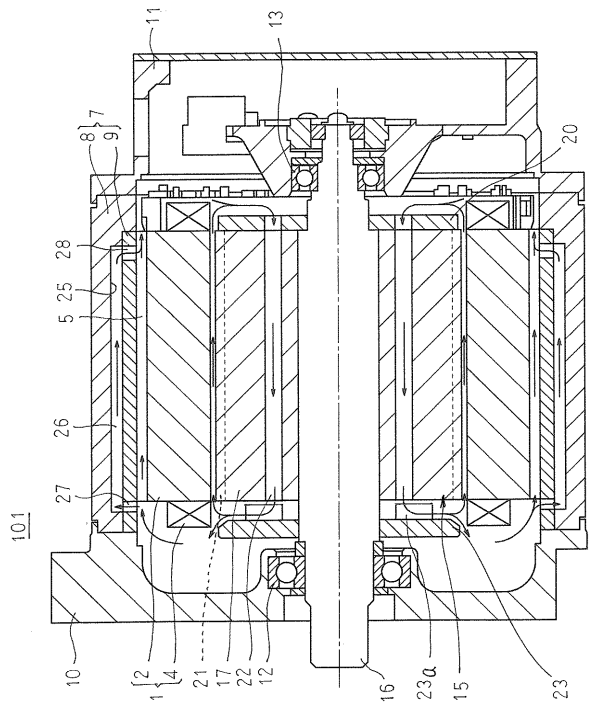
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 堀井 雅樹

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

Fターム(参考) 5H605 AA01 BB05 CC01 DD03 DD11

5H609 BB03 BB19 PP02 PP07 PP08 QQ02 QQ09 RR03 RR16 RR17