

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7088033号

(P7088033)

(45)発行日 令和4年6月21日(2022.6.21)

(24)登録日 令和4年6月13日(2022.6.13)

(51)国際特許分類

H 0 2 K 9/19 (2006.01)

F I

H 0 2 K 9/19

A

請求項の数 8 (全15頁)

(21)出願番号	特願2019-1295(P2019-1295)	(73)特許権者	000004260
(22)出願日	平成31年1月8日(2019.1.8)		株式会社デンソー
(65)公開番号	特開2020-114046(P2020-114046 A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43)公開日	令和2年7月27日(2020.7.27)	(74)代理人	100121821
審査請求日	令和3年6月25日(2021.6.25)		弁理士 山田 強
		(74)代理人	100139480
			弁理士 日野 京子
		(74)代理人	100125575
			弁理士 松田 洋
		(74)代理人	100175134
			弁理士 北 裕介
		(72)発明者	吉岡 尚平
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式
			会社デンソー内
		(72)発明者	石塚 敦朗

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 回転電機

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転軸（11）に一体回転可能に設けられた回転子（12）と、
 前記回転子に径方向に対向配置された固定子（13）と、
 径方向内側又は外側に前記固定子が組み付けられる筒状部（31）を有するハウジング（14）と、
 前記回転軸の軸方向において回転電機（10）の一端側である第1端側と他端側である第2端側とのうち第1端側に設けられ、前記回転子の回転状態を検出する回転センサ（34）と、
 を備える回転電機（10）であって、
 前記筒状部は、径方向内外に対向する内壁部（41）と外壁部（42）とを有し、それら内壁部及び外壁部の間に、冷媒を流通させる環状の冷媒通路（43）が設けられており、
 前記冷媒通路は、
 軸方向に蛇行するように形成され、かつ前記第1端側での径方向の通路幅が、前記第2端側での径方向の通路幅に比べて狭められており、
 前記第1端側に、冷媒が周方向に流れる端側通路部（57）を有しており、
 前記端側通路部は、上流側の入口部（57a）と下流側の出口部（57b）との間の中間部（57c）で、前記入口部及び前記出口部に比べて通路開口面積が拡張されている回転電機。

【請求項2】

前記端側通路部は、前記入口部及び前記出口部で軸方向の通路幅が狭く、かつ前記中間部で軸方向の通路幅が拡張されている請求項 1 に記載の回転電機。

【請求項 3】

前記端側通路部の前記中間部は、その軸方向両側において、前記入口部及び前記出口部に対して軸方向の通路幅が拡張された形状となっている請求項 2 に記載の回転電機。

【請求項 4】

前記端側通路部における軸方向両側の通路壁（6 1，6 2）のうち少なくともいずれかが、通路外側に凸となる円弧状に形成されることにより、前記中間部で軸方向の通路幅が拡張されている請求項 2 又は 3 に記載の回転電機。

【請求項 5】

前記筒状部には、前記端側通路部の軸方向外側となる通路壁（6 1）に、軸方向内側に突出する突出部（6 1 a）が形成されており、その突出部により、前記入口部と前記出口部とで軸方向の通路幅が狭められている請求項 2 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の回転電機。

【請求項 6】

前記端側通路部は、前記中間部で、前記入口部及び前記出口部よりも径方向の通路幅が拡張されている請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の回転電機。

【請求項 7】

前記冷媒通路において軸方向に冷媒が流れる軸方向通路部（5 5，5 6）の周方向の通路幅が、前記第 2 端側から前記第 1 端側に近づくにつれて徐々に狭くなっている請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の回転電機。

【請求項 8】

前記冷媒通路において軸方向に冷媒が流れる軸方向通路部（5 5，5 6）は、前記第 1 端側での折り返し部分の外周側通路壁がアール形状又は面取り形状に形成されている請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の回転電機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転電機に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、回転電機において、筒状体よりなるハウジングの筒状部に冷媒通路を設け、その冷媒通路を流れる冷媒により固定子等を冷却する構成が提案されている。例えば特許文献 1 に記載の車両電動モータでは、冷媒通路を、冷媒流入口から冷媒流出口までの間において軸方向に蛇行させて設ける構成としている。具体的には、ハウジングの筒状部において、軸方向に延びる複数の仕切り壁を周方向に互いに離間させて設けるとともに、周方向に隣り合う各仕切り壁の軸方向端部に互い違いで連通部を設けることで、蛇行して連なる直列の冷媒通路が形成されるものとなっている。この場合、冷媒が、軸方向の流れの向きを交互に反転しつつ、冷媒流入口から冷媒流出口に向けて流れる構成となっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2008-253024 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、回転電機には、回転状態を検出するためにレゾルバ等の回転センサが設けられており、その回転センサでは、回転電機における熱の影響を受けることが検出誤差の要因になると考えられる。そのため、回転センサの検出精度を維持するには、回転電機の駆動時における熱の影響を受けないようにすることが必要であると考えられる。この点、既存技術においては、回転センサを適正に冷却する上で改善の余地があると考えられる。

10

20

30

40

50

【0005】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、その主たる目的は、回転電機の冷却構造において回転センサの冷却性能を高めることにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

以下、上記課題を解決するための手段、及びその作用効果について説明する。

【0007】

手段1は、

回転軸に一体回転可能に設けられた回転子と、

前記回転子に径方向に対向配置された固定子と、

径方向内側又は外側に前記固定子が組み付けられる筒状部を有するハウジングと、

前記回転軸の軸方向において回転電機的一端側である第1端側と他端側である第2端側とのうち第1端側に設けられ、前記回転子の回転状態を検出する回転センサと、

を備える回転電機であって、

前記筒状部は、径方向内外に対向する内壁部と外壁部とを有し、それら内壁部及び外壁部の間に、冷媒を流通させる環状の冷媒通路が設けられており、

前記冷媒通路は、

軸方向に蛇行するように形成され、かつ前記第1端側での径方向の通路幅が、前記第2端側での径方向の通路幅に比べて狭められており、

前記第1端側に、冷媒が周方向に流れる端側通路部を有しており、

前記端側通路部は、上流側の入口部と下流側の出口部との間の中間部で、前記入口部及び前記出口部に比べて通路開口面積が拡張されている。

【0008】

上記構成の回転電機では、回転軸の軸方向において回転電機的一端側である第1端側と他端側である第2端側とのうち第1端側に回転センサが設けられており、その回転センサでの検出精度を維持するには、回転電機で生じる熱の影響を受けなくすることが望ましい。

この点において、ハウジングの筒状部には、径方向内外に対向する内壁部と外壁部との間に環状の冷媒通路が設けられており、その冷媒通路は、軸方向に蛇行するように形成され、かつ第1端側での径方向の通路幅が、第2端側での径方向の通路幅に比べて狭められている。この場合、冷媒通路では、第1端側での径方向の通路幅が狭められていることで、第1端側での冷媒の流速が速められ、その第1端側に設けられた回転センサを冷却する上で有利な構成となっている。

【0009】

ただし、上記のとおり第1端側での径方向の通路幅が狭められている構成では、冷媒通路の壁面付近において流れの剥離が生じ、それに起因して冷媒の流れに淀みが生じることが考えられる。より具体的には、冷媒の流れの向きが軸方向から周方向に変化する曲がり部分、及び冷媒の流れの向きが周方向から軸方向に変化する曲がり部分での淀みの発生が懸念される。この場合、冷媒通路内に形成された淀み部分に、冷媒通路内で温度上昇した冷媒（温水）が滞留することで、冷却効率の低下が懸念される。

【0010】

この点、冷媒通路における第1端側に、冷媒が周方向に流れる端側通路部を設け、その端側通路部を、上流側の入口部と下流側の出口部との間の中間部で、入口部及び出口部に比べて通路開口面積が拡張されている構成とした。かかる構成では、冷媒は、冷媒通路に沿って蛇行するように流れ、軸方向端部である第1端側で端側通路部（詳しくは端側通路部の中間部）を通過して軸方向に折り返す際に、端側通路部での通路開口面積の変化に起因する流速の減少が生じる。この場合、端側通路部で流速が減少することで、冷媒通路の壁面付近での流れの剥離に起因する冷媒の淀み（特に第1端側において冷媒の流れの向きが軸方向と周方向とで切り替わる曲がり部分での淀み）の発生が抑制され、第1端側での冷却性能の低下が抑制される。その結果、回転電機において回転センサの冷却を好適に実施することができる。

【0011】

手段2では、手段1において、前記端側通路部は、前記入口部及び前記出口部で軸方向の通路幅が狭く、かつ前記中間部で軸方向の通路幅が拡張されている。

【0012】

上記構成では、端側通路部において、中間部での軸方向の通路幅が入口部及び出口部における軸方向の通路幅よりも拡張されていることで、中間部での通路開口面積が入口部及び出口部よりも拡張されている。この場合、端側通路部は、冷媒の流れにおいて軸方向の折り返し部分であり、端側通路部の中間部で軸方向の通路幅が拡張されていることにより、その拡張部分に冷媒が流れ込み易くなる。これにより、端側通路部での流速の減少を確実に生じさせ、冷媒通路の壁面付近での冷媒の淀み抑制の効果を高めることができる。

10

【0013】

手段3では、手段2において、前記端側通路部の前記中間部は、その軸方向両側において、前記入口部及び前記出口部に対して軸方向の通路幅が拡張された形状となっている。

【0014】

この場合、端側通路部の中間部では軸方向両側に通路幅が拡張されているため、端側通路部での冷媒流速の低減効果を高めることができる。

【0015】

手段4では、手段2又は3において、前記端側通路部における軸方向両側の通路壁のうち少なくともいずれかが、通路外側に凸となる円弧状に形成されることにより、前記中間部で軸方向の通路幅が拡張されている。

20

【0016】

この場合、端側通路部の中間部では、冷媒の流れに淀み（乱れ）が生じつつも、下流側への冷媒の通過が促される。これにより、冷媒通路内で温度上昇した冷媒（温水）が滞留することを極力抑制できる。

【0017】

手段5では、手段2乃至4のいずれか1つにおいて、前記筒状部には、前記端側通路部の軸方向外側となる通路壁に、軸方向内側に突出する突出部が形成されており、その突出部により、前記入口部と前記出口部とで軸方向の通路幅が狭められている。

【0018】

冷媒通路において冷媒が第1端側で軸方向に折り返す際には、冷媒は、通路外周側、すなわち端側通路部の軸方向外側となる通路壁に沿って流れる。ここで、端側通路部の軸方向外側となる通路壁に突出部が形成されていることで、その通路壁に突出部が形成されていない構成に比べて、端側通路部での冷媒流速の低減効果を高めることができる。

30

【0019】

手段6では、手段1乃至5のいずれか1つにおいて、前記端側通路部は、前記中間部で、前記入口部及び前記出口部よりも径方向の通路幅が拡張されている。

【0020】

この場合、径方向に拡張された拡張部分に冷媒が流入することにより端側通路部での流速の減少を生じさせることができる。

【0021】

手段7では、手段1乃至6のいずれか1つにおいて、前記冷媒通路において軸方向に冷媒が流れる軸方向通路部の周方向の通路幅が、前記第2端側から前記第1端側に近づくにつれて徐々に狭くなっている。

40

【0022】

軸方向通路部において第1端側となる領域は、冷媒の流れが軸方向から周方向に切り替わる領域、又は冷媒の流れが周方向から軸方向に切り替わる領域である。上記構成によれば、冷媒通路の第1端側で冷媒の流れが軸方向と周方向とで切り替わる領域において冷媒の流れがスムーズになり、通路壁面からの流れの剥離を抑制できる。これにより、第1端側での冷却性能を高めることができる。

【0023】

50

手段 8 では、手段 1 乃至 7 のいずれか 1 つにおいて、前記冷媒通路において軸方向に冷媒が流れる軸方向通路部は、前記第 1 端側での折り返し部分の外周側通路壁がアール形状又は面取り形状に形成されている。

【0024】

軸方向通路部において第 1 端側となる領域は、冷媒の流れが軸方向から周方向に切り替わる領域、又は冷媒の流れが周方向から軸方向に切り替わる領域である。上記構成によれば、冷媒通路の第 1 端側で冷媒の流れが軸方向と周方向とで切り替わる領域において冷媒の流れがスムーズになり、通路壁面からの流れの剥離を抑制できる。これにより、第 1 端側での冷却性能を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図 1】回転電機の縦断面図。

【図 2】ハウジングから冷媒通路のみを抽出して示す冷媒通路の斜視図。

【図 3】冷媒通路を軸方向において第 1 端側から見た平面図。

【図 4】環状の冷媒通路を平面展開して示す筒状部の断面図。

【図 5】冷媒通路における周方向通路部の構成を拡大して示す断面図。

【図 6】別例において環状の冷媒通路を平面展開して示す筒状部の断面図。

【図 7】別例における回転電機の縦断面図。

【図 8】別例における回転電機の縦断面図。

【図 9】別例における冷媒通路を示す斜視図。

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、実施形態を図面に基づいて説明する。本実施形態における回転電機は、例えば車両動力源として用いられるものとなっている。ただし、回転電機は、産業用、車両用、船舶用、航空機用、家電用、OA 機器用、遊技機用などとして広く用いられることが可能となっている。なお、以下の各実施形態相互において、互いに同一又は均等である部分には、図中、同一符号を付しており、同一符号の部分についてはその説明を援用する。

【0027】

(第 1 実施形態)

本実施形態に係る回転電機 10 は、インナロータ式（内転式）の多相交流モータであり、その概要を図 1 に示す。図 1 は、回転電機 10 の回転軸 11 に沿う方向での回転電機 10 の縦断面を示す縦断面図である。回転電機 10 は、例えば同期モータ又は誘導モータである。以下の記載では、回転軸 11 の延びる方向を軸方向とし、回転軸 11 を中心とする放射状の方向を径方向とし、回転軸 11 を中心とする円周状の方向を周方向としている。

【0028】

回転電機 10 は、回転軸 11 に一体回転可能に設けられた回転子 12 と、回転子 12 を包囲する位置に設けられた固定子 13 と、これら回転子 12 及び固定子 13 を収容するハウジング 14 と、ハウジング 14 の軸方向の一端側に固定されたカバー 15 とを備えている。回転子 12 及び固定子 13 は、径方向に互いに対向した状態で同軸に配置されている。ハウジング 14 は、軸方向の一端側に開口する有底筒状をなしており、その開口端部に、ボルト等よりなる不図示の締結具によりカバー 15 が取り付けられている。ハウジング 14 及びカバー 15 には軸受 17, 18 が設けられ、この軸受 17, 18 により回転軸 11 及び回転子 12 が回転自在に支持されている。

【0029】

回転子 12 は、周知のとおり例えば、複数の電磁鋼板が軸方向に積層されてなり回転軸 11 に固定された回転子コアと、その回転子コアに保持された複数の永久磁石とを有している。また、固定子 13 は、円環状の固定子コア 21 と、固定子コア 21 に巻装状態で一体化された多相の固定子巻線 22 とを備えている。固定子コア 21 は、円環状の複数の電磁鋼板を軸方向に積層し、カシメ等により固定することで構成されている。固定子巻線 22 は、例えば 3 相巻線であり、U 相巻線、V 相巻線及び W 相巻線が星形結線（Y 結線）され

10

20

30

40

50

ることで構成されている。ただし、固定子巻線 22 は、3 相の相巻線が Δ 結線されている構成であってもよい。

【0030】

ハウジング 14 は、円筒状をなし径方向内側に固定子 13 が組み付けられる筒状部 31 と、筒状部 31 の軸方向両端側のうちカバー 15 とは逆側に設けられた端板部 32 とを有している。ハウジング 14 の筒状部 31 には、固定子 13 が焼嵌め、圧入などの手段により締め代をもって固定されている。

【0031】

端板部 32 には、回転軸 11 を挿通させる貫通孔 33 が形成されており、その貫通孔 33 内には、一対の軸受 17, 18 のうち一方の軸受 18 が固定されている。また、貫通孔 33 内には、回転子 12 の回転状態を検出する回転センサ 34 が設けられている。回転センサ 34 は、例えばレゾルバにより構成される電磁誘導式の回転角度センサであり、回転軸 11 に固定されたレゾルバロータ 34a と、そのレゾルバロータ 34a の径方向外側に対向配置されたレゾルバステータ 34b とを備えている。レゾルバロータ 34a は、円板リング状をなしており、回転軸 11 を挿通させた状態で、回転軸 11 に同軸で設けられている。レゾルバステータ 34b は、不図示のステータコアとステータコイルとを有し、ハウジング 14 の端板部 32 に固定されている。

【0032】

固定子巻線 22 の軸方向両端側にはそれぞれコイルエンド 23A, 23B が設けられており、そのうち一方の側、具体的にはハウジング 14 の端板部 32 の側のコイルエンド 23A では 3 相の相巻線が中性点接続されている。3 相の相巻線は中性点バスバーにより互いに接続されていてもよい。また、同じコイルエンド 23A の側には、相ごとに巻線端子 24 が取り付けられている。巻線端子 24 は、端板部 32 に設けられた孔 35 から、ハウジング 14 の外側に引き出されており、その巻線端子 24 に不図示の電力ハーネスが接続されるようになっている。

【0033】

本実施形態では、回転電機 10 の軸方向においてハウジング 14 の端板部 32 側とカバー 15 側とのうちハウジング 14 の端板部 32 側が「第 1 端側」であり、カバー 15 側が「第 2 端側」である。固定子巻線 22 のコイルエンド 23A, 23B で言えば、コイルエンド 23A 側が第 1 端側であり、コイルエンド 23B 側が第 2 端側である。第 1 端側及び第 2 端側のうち第 1 端側に、回転センサ 34 や、固定子巻線 22 の中性点バスバー、巻線端子 24 が設けられている。

【0034】

上記構成の回転電機 10 は、不図示のインバータや制御部により固定子巻線 22 の通電状態が制御されるようになっており、その通電制御により、力行時及び発電時のトルクが制御される。

【0035】

また、回転電機 10 は、冷却水等の冷媒を用いた冷却構造を有しており、その冷却構造について以下に説明する。なお、冷媒としては、冷却水以外に、潤滑油などの液体を用いることが可能である。

【0036】

ハウジング 14 において筒状部 31 は、径方向内外に互いに離間した状態で対向する内壁部 41 と外壁部 42 とを有しており、それら内壁部 41 及び外壁部 42 の間に、冷媒を流通させる環状の冷媒通路 43 が設けられている。本実施形態では、内壁部 41 と外壁部 42 とを互いに異なる別部材により構成しており、内壁部 41 を形成する内側筒部と、外壁部 42 を形成する外側筒部とを径方向内外に組み付けることにより、これら両者の間に冷媒通路 43 が形成されている。

【0037】

インナロータ式の回転電機 10 の場合、内壁部 41 が固定子 13 側の壁部であり、外壁部 42 が反固定子側の壁部である。冷媒通路 43 は、軸方向において固定子コア 21 と径方

10

20

30

40

50

向内外に重複する位置に設けられている。冷媒通路 4 3 の軸方向の両端では、内壁部 4 1 及び外壁部 4 2 が一体となることで、冷媒通路 4 3 が閉塞されている。

【0038】

以下に、冷媒通路 4 3 について詳しく説明する。図 2 は、ハウジング 1 4 から冷媒通路 4 3 のみを抽出して示す冷媒通路 4 3 の斜視図であり、図 3 は、冷媒通路 4 3 を軸方向において第 1 端側から見た平面図である。図 3 では、固定子 1 3 とハウジング 1 4 の筒状部 3 1 とを仮想線（一点鎖線）にて示している。また、図 4 は、環状の冷媒通路 4 3 を平面展開して示す筒状部 3 1 の断面図である。図 2、図 4 では、下側が第 1 端側であり、上側が第 2 端側である。

【0039】

冷媒通路 4 3 は、固定子 1 3 の周囲を環状に冷媒を流通させる通路として形成されており、筒状部 3 1 に設けられた入口ポート 4 4 と出口ポート 4 5 とを介して冷媒通路 4 3 内を冷媒が循環する。図 3 に示すように、これら各ポート 4 4、4 5 には、循環経路を形成する冷媒配管 4 6 が接続されており、その冷媒配管 4 6 には、ポンプ 4 7 と放熱装置 4 8 とが設けられている。ポンプ 4 7 は例えば電動ポンプである。放熱装置 4 8 は、例えば冷媒の熱を大気放出するラジエータである。冷媒は、冷媒配管 4 6 から入口ポート 4 4 を介して冷媒通路 4 3 に流入し、冷媒通路 4 3 を通過した後、出口ポート 4 5 から冷媒配管 4 6 に流出する。また、冷媒は、冷媒配管 4 6 で冷却された後、再び入口ポート 4 4 を介して冷媒通路 4 3 に流入する。

【0040】

冷媒通路 4 3 は、固定子 1 3 の周囲において軸方向に蛇行するようにして冷媒を流通させる構成となっており、ハウジング 1 4 の筒状部 3 1 において軸方向一端側と他端側（すなわち第 1 端側と第 2 端側）を交互に行き来しつつ冷媒を流通させる。より具体的には、図 4 に示すように、筒状部 3 1 には、周方向（図の左右方向）に、軸方向に延びる複数の仕切り部 5 1、5 2、5 3 が設けられており、その仕切り部 5 1～5 3 により、冷媒が、筒状部 3 1 の軸方向一端側及び他端側での折り返しを行いつつ冷媒通路 4 3 内を流通する。仕切り部 5 1～5 3 は、筒状部 3 1 を構成する内壁部 4 1 及び外壁部 4 2 のいずれかから径方向に突出するようにして形成されているとよい。また、仕切り部 5 1～5 3 は、内壁部 4 1 及び外壁部 4 2 においてそれぞれ径方向に突出する突出部により形成されていてもよい。

【0041】

仕切り部 5 1～5 3 は、第 1 端側及び第 2 端側を軸方向に繋ぐように設けられた第 1 仕切り部 5 1 と、第 1 端側から軸方向に延びかつ第 2 端側で途切れるように設けられた第 2 仕切り部 5 2 と、第 2 端側から軸方向に延びかつ第 1 端側で途切れるように設けられた第 3 仕切り部 5 3 とよりなる。このうち、第 1 仕切り部 5 1 は、冷媒通路 4 3 において入口ポート 4 4 側と出口ポート 4 5 側とを周方向に仕切るために設けられている。また、第 2 仕切り部 5 2 は、冷媒通路 4 3 において冷媒を第 2 端側で折り返させるために設けられ、第 3 仕切り部 5 3 は、冷媒通路 4 3 において冷媒を第 1 端側で折り返させるために設けられている。図 4 には、冷媒通路 4 3 内における冷媒の流れが矢印にて示されている。

【0042】

冷媒通路 4 3 は、軸方向に冷媒が流れる軸方向通路部 5 5、5 6 と、周方向に冷媒が流れる周方向通路部 5 7、5 8 とを有している。軸方向通路部 5 5、5 6 は周方向に交互に設けられ、周方向通路部 5 7、5 8 は周方向に交互に設けられている。この場合、冷媒は、軸方向通路部 5 5 において第 2 端側から第 1 端側に向けて軸方向に流れ、その後、第 1 端側の周方向通路部 5 7 を周方向に流れ、その後、軸方向通路部 5 6 において第 1 端側から第 2 端側に向けて軸方向に流れ、その後、第 2 端側の周方向通路部 5 8 を周方向に流れる。なお、周方向通路部 5 7、5 8 のうち第 1 端側の周方向通路部 5 7 が「端側通路部」に相当する。

【0043】

また、本実施形態では特に、冷媒通路 4 3 における径方向の通路幅（径方向の厚さ寸法）

10

20

30

40

50

が軸方向で異なっており、図 1 で言えば、第 1 端側（ハウジング 14 の端板部 32 側）では冷媒通路 43 の径方向の通路幅 W_1 が小さく、第 2 端側（カバー 15 側）では冷媒通路 43 の径方向の通路幅 W_2 が大きくなっている。図 1 において、 $W_1 < W_2$ である。図 3 では、冷媒通路 43 を、軸方向において第 1 端側から見ていることから、手前側が幅狭になっている。この場合、図 4 に示す冷媒の流れでは、通路開口面積の広い第 2 端側を冷媒が流れる際に流速が小さくなり、逆に通路開口面積の狭い第 1 端側を冷媒が流れる際に流速が大きくなる。そのため、冷媒通路 43 内を冷媒が流れる際には、冷媒通路 43 内に流速の大小が異なる流速分布が形成される。

【0044】

上記のとおり冷媒通路 43 において軸方向で冷媒の流速に差異を設けたことにより、ハウジング 14 において第 1 端側と第 2 端側とで冷却能力に違いが生じる。この場合、第 1 端側では、第 2 端側に比べて流速が大きいことから冷却性能が高められる。回転電機 10 では、第 1 端側に例えば回転センサ 34 が設けられており、その第 1 端側での冷媒の流速が速められていることにより、回転センサ 34 の冷却を好適に実施してその検出精度を維持できるものとなっている。

【0045】

ところで、冷媒通路 43 の第 1 端側では、冷媒の流速が速くなることでの冷却能力の向上が見込まれるが、その第 1 端側では、第 2 端側に比べて径方向の通路幅が狭められていることにより軸方向通路部 55、56 の壁面付近において流れの剥離が生じ、それに起因して冷媒の流れに淀みが生じることが考えられる。より具体的には、冷媒の流れの向きが軸方向から周方向に変化する曲がり部分、及び冷媒の流れの向きが周方向から軸方向に変化する曲がり部分での淀みの発生が懸念される。この場合、冷媒通路 43 内に形成された淀み部分に、冷媒通路 43 内で温度上昇した冷媒（温水）が留まることで、冷却効率の低下が懸念される。

【0046】

そこで本実施形態では、周方向通路部 57 を、上流側の入口部 57a と下流側の出口部 57b とで軸方向の通路幅が狭く、かつその間の中間部 57c で軸方向の通路幅が拡張される構成としている。これにより、冷媒通路 43 を流れる冷媒が周方向通路部 57 を通過して軸方向に折り返す際に、周方向通路部 57 で通路開口面積の変化に伴う流速の減少を生じさせて、冷媒の流れが軸方向と周方向とで変化する曲がり部分（軸方向通路部 55、56 における第 1 端側）での淀みの発生を抑制するものとしている。

【0047】

周方向通路部 57 のより詳細な構成を、図 5 を用いて説明する。周方向通路部 57 は、その軸方向両側に位置し互いに対向する通路壁 61、62 により軸方向に区画されており、それら通路壁 61、62 が、通路外側に凸となる円弧状に形成されていることで、中間部 57c における軸方向の通路幅が拡張されている。なお、通路壁 62 は、第 2 仕切り部 52 の軸方向先端面により構成されている。この場合、周方向通路部 57 の中間部 57c は、軸方向両側で入口部 57a 及び出口部 57b に対して通路幅が拡張された形状となっている。これにより、中間部 57c での通路開口面積が入口部 57a 及び出口部 57b よりも拡張されている。

【0048】

またこの場合、軸方向外側の通路壁 61 には、軸方向内側（相対する通路壁 62 側）に突出する一対の突出部 61a が形成されるとともに、軸方向外側の通路壁 62 には、軸方向外側（相対する通路壁 61 側）に突出する一対の突出部 62a が形成されており、これら突出部 61a、62a により、入口部 57a と出口部 57b とで軸方向の通路幅が狭められている。

【0049】

また、冷媒通路 43 においては、軸方向通路部 55、56 の周方向の通路幅が、第 2 端側から第 1 端側に近づくにつれて徐々に狭くなっている。具体的には、軸方向通路部 55、56 を周方向に区画する通路壁 63、すなわち仕切り部 52、53 の周方向側面である通

10

20

30

40

50

路壁 63 が、軸方向に斜めとなる向きで設けられており、これにより、軸方向通路部 55、56 の周方向の通路幅が、第 2 端側から第 1 端側に近づくにつれて徐々に狭くなっている。

【0050】

また、軸方向通路部 55、56 は、第 1 端側で周方向通路部 57 に繋がっており、それら各通路部 55～57 の繋がりにより冷媒の流れが折り返されるようになっている。この場合、軸方向通路部 55、56 において、第 1 端側での折り返し部分でその外周側通路壁（図の A 部分）がアール形状に形成されている。なお、当該 A 部分が、アール形状でなく面取り形状に形成されていてもよい。

【0051】

以下に、本実施形態における回転電機 10 の作用と効果とを説明する。

【0052】

上記構成の回転電機 10 では、ハウジング 14 の筒状部 31 の冷媒通路 43 が、軸方向に蛇行するように形成され、かつ第 1 端側での径方向の通路幅が、第 2 端側での径方向の通路幅に比べて狭められている。この場合、冷媒通路 43 では、第 1 端側での径方向の通路幅が狭められていることで、第 1 端側での冷媒の流速が速められ、その第 1 端側に設けられた回転センサ 34 を冷却する上で有利な構成となっている。

【0053】

また、冷媒通路 43 における第 1 端側に、冷媒が周方向に流れる周方向通路部 57 を設け、その周方向通路部 57 を、入口部 57a と出口部 57b との間の中間部 57c で、入口部 57a 及び出口部 57b に比べて通路開口面積が拡張されている構成とした。かかる構成では、冷媒通路 43 を流れる冷媒は、冷媒通路 43 に沿って蛇行するように流れ、軸方向端部である第 1 端側で周方向通路部 57 の中間部 57c を通過して軸方向に折り返す際に、周方向通路部 57 での通路開口面積の変化に起因する流速の減少が生じる。この場合、周方向通路部 57 で流速が減少することで、軸方向通路部 55、56 の壁面付近での流れの剥離に起因する冷媒の淀み（すなわち第 1 端側において冷媒の流れの向きが軸方向と周方向とで切り替わる曲がり部分での淀み）の発生が抑制され、第 1 端側での冷却性能の低下が抑制される。その結果、回転電機 10 において回転センサ 34 の冷却を好適に実施することができる。

【0054】

また、回転電機 10 の第 1 端側には、回転センサ 34 以外に、固定子巻線 22 の中性点バスバーや巻線端子 24 が設けられており、これらについても好適に冷却することができる。

【0055】

また、上記構成によれば、第 1 端側において冷媒の流れが軸方向と周方向とで切り替わる曲がり部分での淀みの発生が抑制されることにより、仮に冷媒通路 43 内に空気の泡が流れ込んでも、その泡が淀みに留まり、それに起因して冷却効率が低下するといった不都合も抑制される。

【0056】

また、冷媒通路 43 において、第 2 端側では第 1 端側に比べて径方向の通路幅が広げられているため、その第 2 端側での圧力損失が抑えられる。したがって、冷媒通路 43 に冷媒を流通させるポンプ 47 の負荷軽減を図ることができる。

【0057】

周方向通路部 57 において、入口部 57a 及び出口部 57b で軸方向の通路幅が狭く、かつ中間部 57c で軸方向の通路幅が拡張されていることで、中間部 57c での通路開口面積が入口部 57a 及び出口部 57b よりも拡張されている構成とした。この場合、周方向通路部 57 は、冷媒の流れにおいて軸方向の折り返し部分であり、周方向通路部 57 の中間部 57c で軸方向の通路幅が拡張されていることにより、その拡張部分に冷媒が流れ込み易くなる。これにより、周方向通路部 57 での流速の減少を確実に生じさせ、軸方向通路部 55、56 の壁面付近での冷媒の淀み抑制の効果を高めることができる。

【0058】

周方向通路部 5 7 の中間部 5 7 c を、その軸方向両側において、入口部 5 7 a 及び出口部 5 7 b に対して軸方向の通路幅が拡張された形状とした。これにより、周方向通路部 5 7 での冷媒流速の低減効果を高めることができる。

【 0 0 5 9 】

周方向通路部 5 7 における軸方向両側の通路壁 6 1 , 6 2 を、通路外側に凸となる円弧状に形成することで、中間部 5 7 c で軸方向の通路幅を拡張する構成とした。この場合、周方向通路部 5 7 の中間部 5 7 c では、冷媒の流れに淀み（乱れ）が生じつつも、下流側への冷媒の通過が促される。これにより、冷媒通路 4 3 内で温度上昇した冷媒（温水）が滞留することを極力抑制できる。

【 0 0 6 0 】

ハウジング 1 4 の筒状部 3 1 において、周方向通路部 5 7 の軸方向外側となる通路壁 6 1 に、軸方向内側に突出する突出部 6 1 a を形成し、その突出部 6 1 a により、入口部 5 7 a と出口部 5 7 b とで軸方向の通路幅を狭める構成とした。冷媒通路 4 3 において冷媒が第 1 端側で軸方向に折り返す際には、冷媒は、通路外周側、すなわち周方向通路部 5 7 の軸方向外側となる通路壁 6 2 に沿って流れる。ここで、周方向通路部 5 7 の軸方向外側となる通路壁 6 1 に突出部 6 1 a が形成されていることで、その通路壁 6 1 に突出部 6 1 a が形成されていない構成に比べて、周方向通路部 5 7 での冷媒流速の低減効果を高めることができる。

【 0 0 6 1 】

冷媒通路 4 3 において軸方向通路部 5 5 , 5 6 の周方向の通路幅を、第 2 端側から第 1 端側に近づくにつれて徐々に狭くした。また、冷媒通路 4 3 の軸方向通路部 5 5 , 5 6 において、第 1 端側での折り返し部分の外周側通路壁をアール形状又は面取り形状に形成した。

【 0 0 6 2 】

軸方向通路部 5 5 , 5 6 において第 1 端側となる領域は、冷媒の流れが軸方向から周方向に切り替わる領域、又は冷媒の流れが周方向から軸方向に切り替わる領域である。上記構成によれば、冷媒通路 4 3 の第 1 端側で冷媒の流れが軸方向と周方向とで切り替わる領域において冷媒の流れがスムーズになり、通路壁面からの流れの剥離を抑制できる。これにより、第 1 端側での冷却性能を高めることができる。

【 0 0 6 3 】

（他の実施形態）

上記実施形態を例えば次のように変更してもよい。

【 0 0 6 4 】

・上記実施形態の回転電機 1 0 では、図 4 に示すように、周方向通路部 5 7 における軸方向両側の通路壁 6 1 , 6 2 を、通路外側に凸となる円弧状に形成する構成としたが、これを変更してもよい。例えば、通路壁 6 1 と通路壁 6 2 のいずれかを、通路外側に凸となる円弧状に形成する構成としてもよい。図 6 には、軸方向両側の通路壁 6 1 , 6 2 のうち軸方向外側の通路壁 6 1 のみを、通路外側に凸となる円弧状に形成した構成を示す。この場合、軸方向における通路外側と通路内側とのうち通路外側に通路幅を拡張することが望ましい。また、周方向通路部 5 7 において、通路壁 6 1 , 6 2 を多角形状（三角形状、四角形状等）で突出するように形成してもよい。

【 0 0 6 5 】

図 6 では、上記以外にも構成の一部を変更しており、それらは別例として適宜用いることが可能である。すなわち、図 6 では、仕切り部 5 2 , 5 3 の周方向側面である通路壁が、軸方向に平行に形成されている。

【 0 0 6 6 】

・図 7 に示すように、ハウジング 1 4 において、筒状部 3 1 における内壁部 4 1 と外壁部 4 2 とを、別部材でなく一体部材により構成してもよい。この場合、ハウジング 1 4 を、中子を用いた鑄造により作製するとよい。

【 0 0 6 7 】

また、図 8 に示すように、ハウジング 1 4 において、筒状部 3 1 と端板部 3 2 とを別部材

10

20

30

40

50

で構成し、それらをボルト等よりなる不図示の締結具による結合するようにしてもよい。

【0068】

・冷媒通路43を図9(a)、(b)のように構成してもよい。これら図9(a)、(b)では、周方向通路部57の中間部57cで、入口部57a及び出口部57bよりも径方向の通路幅が拡張されている。この場合、周方向通路部57において、径方向に拡張された拡張部分に冷媒が流入することにより周方向通路部57での流速の減少を生じさせることができる。ここで、図9(a)には、中間部57cが軸方向及び径方向に拡張された構成を示し、図9(b)には、中間部57cが径方向にのみ拡張された構成を示している。

【0069】

なお、中間部57cにおいて径方向の通路幅を拡張する場合、径方向外側と内側とのうち径方向外側に通路幅を拡張するとよい。この場合、径方向内側に通路幅を拡張する構成に比べて周方向通路部57の拡張部分に冷媒が流れ込み易くなり、周方向通路部57での流速の減少を確実に生じさせ、軸方向通路部55、56の壁面付近での冷媒の淀み抑制の効果を高めることができる。

【0070】

・上記実施形態では、回転電機10の軸方向においてハウジング14の端板部32側を第1端側とし、カバー15側を第2端側としたが、これを変更し、カバー15側を第1端側とし、ハウジング14の端板部32側を第2端側とする構成であってもよい。この場合、カバー15側に、回転センサ34や、固定子巻線22の中性点バスバー、巻線端子24が設けられているとよい。

【0071】

・冷媒通路43内を流通させる冷媒として気体を用いることも可能である。

【0072】

・上記実施形態では、インナロータ式の回転電機10での適用例を説明したが、これに代えて、アウトロータ式の回転電機での適用も可能である。アウトロータ式の回転電機では、周知のとおり固定子13の径方向外側に回転子12が対向配置されている。この場合、固定子13の径方向内側に、ハウジング14の筒状部31が組み付けられる。また、上記と同様に筒状部31において内壁部41と外壁部42との間に冷媒通路43が設けられている。

【符号の説明】

【0073】

10…回転電機、11…回転軸、12…回転子、13…固定子、14…ハウジング、31…筒状部、34…冷媒通路、41…内壁部、42…外壁部、43…冷媒通路、57…周方向通路部（端側通路部）、57a…入口部、57b…出口部、57c…中間部。

10

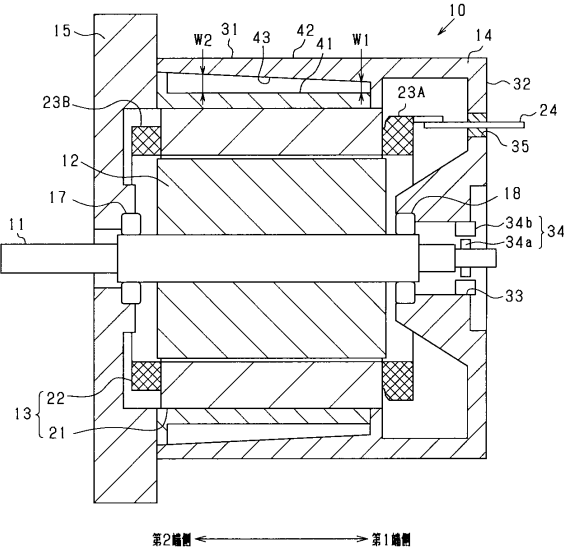
20

30

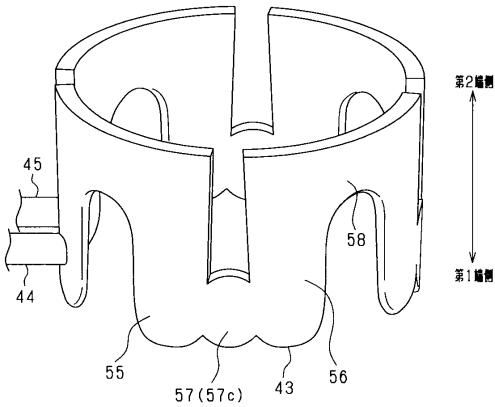
40

50

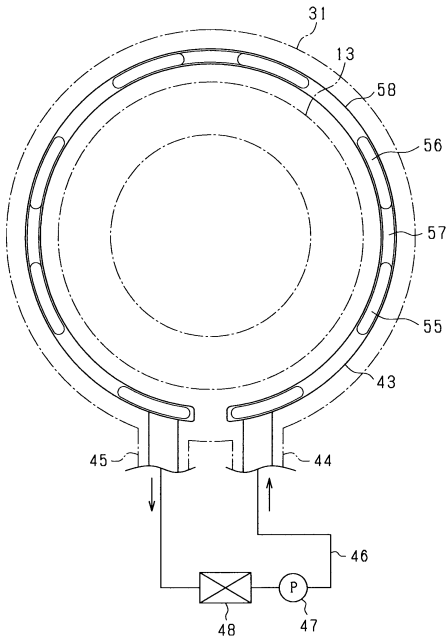
【図面】
【図 1】



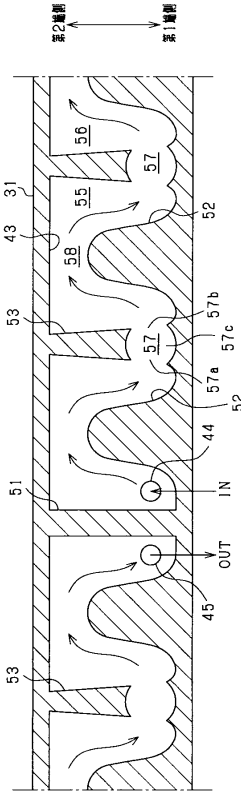
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

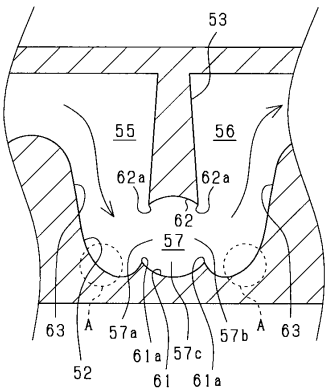
20

30

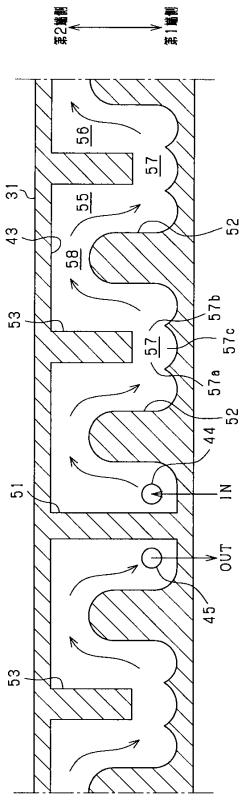
40

50

【図 5】



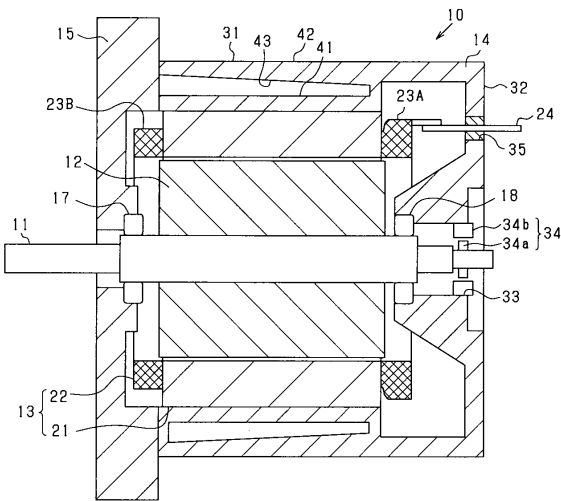
【図 6】



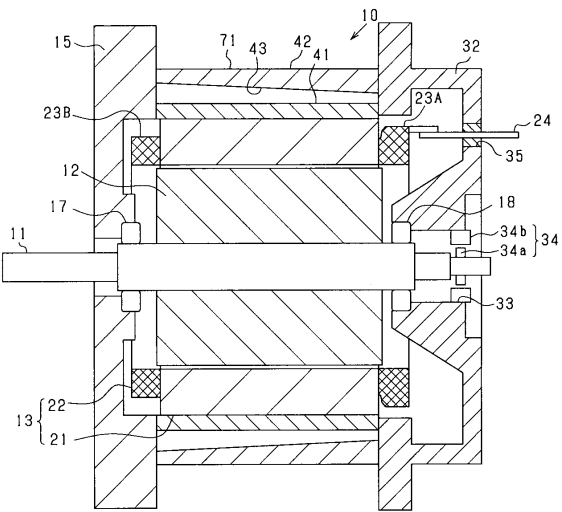
10

20

【図 7】



【図 8】

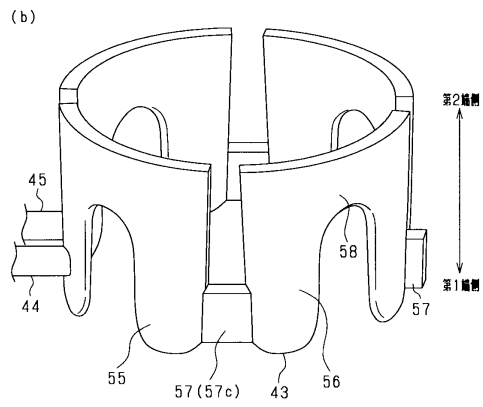
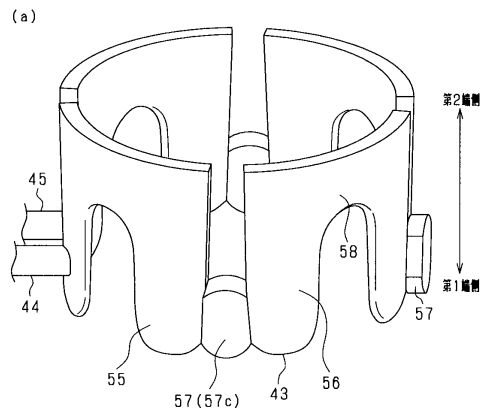


30

40

50

【圖 9】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 三澤 哲也

- (56)参考文献 特開平10-112957 (JP, A)
特開2015-211562 (JP, A)
特開2008-109817 (JP, A)
特開2017-046565 (JP, A)
特開平09-322454 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H02K 9/19