

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

to the outside in the radial direction. The groove portion is positioned on the inside of the rib in the radial direction. The width T of the rib in the circumferential direction and the width W of the groove portion in the circumferential direction satisfy the relationship of $T > W$.

(57) 要約 : ロータは、シャフトと、シャフトに固定され、磁石挿入孔を有する環状のロータコアと、磁石挿入孔に配置された永久磁石とを有する。ロータコアは、その径方向の中心に形成され、シャフトが嵌合する中心孔と、中心孔の周囲に形成され、ロータコアの周方向に長い複数のスリットと、当該複数のスリットのうち周方向に隣り合う2つのスリットの間形成されたリブと、中心孔から径方向の外側に延在するように形成された溝部とを有する。溝部は、リブの径方向の内側に位置する。リブの周方向の幅Tと、溝部の周方向の幅Wとは、 $T > W$ を満足する。

明 細 書

発明の名称：ロータ、モータ、圧縮機および冷凍サイクル装置
技術分野

[0001] 本開示は、ロータ、モータ、圧縮機および冷凍サイクル装置に関する。

背景技術

[0002] モータのロータでは、ロータコアの中心孔に、シャフトが焼嵌めによって固定される。焼嵌めの際には、ロータコアを加熱して中心孔を拡大する。例えば、特許文献1には、シャフトの中心孔への挿入を容易にするため、中心孔の内周に沿って切欠き部を形成することが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2006-254662号公報（図2参照）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、ロータコアの中心孔に切欠き部を形成すると、ロータコアとシャフトとの接触面積が小さくなり、ロータコアとシャフトとの嵌合強度が低下する。嵌合強度を高めるために焼嵌め代を大きくすると、焼嵌めに要する時間が長くなり、製造工程が長くなる。

[0005] 本開示は、上記の課題を解決するためになされたものであり、ロータコアとシャフトとの嵌合強度を高めることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示のロータは、シャフトと、シャフトに固定され、磁石挿入孔を有する環状のロータコアと、磁石挿入孔に配置された永久磁石とを有する。ロータコアは、その径方向の中心に形成され、シャフトが嵌合する中心孔と、中心孔の周囲に形成され、ロータコアの周方向に長い複数のスリットと、当該複数のスリットのうち周方向に隣り合う2つのスリットの間形成されたり溝と、中心孔から径方向の外側に延在するように形成された溝部とを有する

。溝部は、リブの径方向の内側に位置する。リブの周方向の幅 T と、溝部の周方向の幅 W とは、 $T > W$ を満足する。

発明の効果

[0007] 本開示では、リブの径方向内側に溝部が形成されているため、ロータの加熱時に中心孔を均等に拡大することができ、中心孔へのシャフトの挿入が容易になる。また、リブの幅 T と溝部の幅 W とが $T > W$ を満足するため、シャフトと中心孔との接触面積を確保し、ロータコアとシャフトとの嵌合強度を高めることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施の形態1のモータを示す断面図である。

[図2]実施の形態1のロータを示す断面図である。

[図3]実施の形態1のロータコアのスリットを含む部分を拡大して示す図である。

[図4]実施の形態1のロータコアのリブを含む部分を拡大して示す図である。

[図5]比較例1の焼嵌め工程を説明するための図(A)、(B)である。

[図6]実施の形態1の焼嵌め工程を説明するための図(A)、(B)である。

[図7]実施の形態1のモータが適用可能な圧縮機を示す縦断面図である。

[図8]図7の圧縮機を備えた冷凍サイクル装置を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 実施の形態1.

<モータ100の構成>

図1は、実施の形態1のモータ100を示す横断面図である。モータ100は、ロータ1と、ロータ1を囲むように設けられた環状のステータ3とを備えたインナロータ型のモータである。ステータ3とロータ1との間には、エアギャップが設けられている。

[0010] 以下では、ロータ1の回転中心軸を、軸線 Ax と称する。軸線 Ax の方向を「軸方向」と称する。軸線 Ax を中心とする周方向を「周方向」と称し、軸線 Ax を中心とする径方向を「径方向」と称する。

[0011] <ステータ 3 の構成>

ステータ 3 は、環状のステータコア 30 と、ステータコア 30 に巻き付けられたコイル 35 とを有する。ステータコア 30 は、軸方向に積層された複数の電磁鋼板で構成されている。電磁鋼板の板厚は、例えば、0.1 mm 以上、1.0 mm 以下である。

[0012] ステータコア 30 は、周方向に延在するヨーク 31 と、ヨーク 31 から径方向内側に延在する複数のティース 32 とを有する。隣り合うティース 32 の間には、コイル 35 を収容する空間であるスロット 33 が形成される。

[0013] ここでは 6 個のティース 32 が周方向に等間隔に設けられている。但し、ティース 32 の数は 6 個に限らず、任意である。また、ステータコア 30 とコイル 35 との間には、絶縁部が設けられている。絶縁部は、例えば、図 7 に示したインシュレータ 34、あるいは絶縁フィルム等である。

[0014] コイル 35 は、銅またはアルミニウムで構成された導体と、導体を覆う絶縁被膜とを有する。コイル 35 は、絶縁部を介してティース 32 に巻き付けられる。コイル 35 の巻き付け方法は、集中巻でもよく、分布巻でもよい。

[0015] <ロータ 1 の構成>

図 2 は、ロータ 1 を示す横断面図である。ロータ 1 は、ロータコア 10 と、永久磁石 20 と、シャフト 25 (図 1) とを有する。ロータコア 10 は、軸方向に積層された複数の電磁鋼板で構成されている。電磁鋼板の板厚は、例えば、0.1 mm 以上、1.0 mm 以下である。

[0016] ロータコア 10 の外周 18 に沿って、複数の磁石挿入孔 11 が周方向に等間隔に形成されている。各磁石挿入孔 11 には、平板状の永久磁石 20 が 1 つずつ挿入されている。永久磁石 20 はロータコア 10 の径方向に厚さを有し、その厚さ方向に着磁されている。

[0017] 永久磁石 20 は、希土類磁石で構成されている。希土類磁石は、例えば、ネオジム (Nd)、鉄 (Fe) およびホウ素 (B) を含むネオジム磁石、またはサマリウム (Sm)、鉄 (Fe) および窒素 (N) を含むサマリウム鉄窒素磁石等である。

- [0018] 各磁石挿入孔11内に配置された永久磁石20は、1磁極を構成する。磁石挿入孔11の周方向中心は、極中心Pとなる。隣り合う磁石挿入孔11の間には、極間部Mが形成される。
- [0019] ここでは磁石挿入孔11の数が4個であり、永久磁石20の数も4個である。そのため、ロータ1の極数は4である。但し、ロータ1の極数は4に限定されるものではなく、2以上であればよい。
- [0020] また、ここでは各磁石挿入孔11に1つの永久磁石20を配置しているが、各磁石挿入孔11に2つ以上の永久磁石20を配置してもよい。また、磁石挿入孔11は、ここでは直線状に延在しているが、例えばV字状に延在していてもよい。
- [0021] ロータコア10は、その径方向中心に中心孔14を有する。中心孔14は、シャフト25（図1）が焼き嵌めによって固定される円形の穴である。シャフト25は、例えば金属で構成される。
- [0022] ロータコア10の中心孔14の周囲には、周方向に長い複数のスリット12が形成されている。スリット12は周方向に円弧状に延在し、周方向に等間隔に配置されている。スリット12は、後述するシャフト25の焼嵌め時に、中心孔14側から加えられた熱が磁石挿入孔11に伝わりにくくするために形成される。
- [0023] スリット12の数は、磁石挿入孔11の数と同じ4個である。スリット12の周方向の中心は、極中心Pと一致している。但し、このような構成に限定されるものではなく、スリット12の数が磁石挿入孔11の数と異なっても良い。
- [0024] 周方向に隣り合うスリット12の間には、リブ13が形成されている。リブ13は、径方向に延在するコア領域である。リブ13の数は、スリット12の数と同数である。
- [0025] 中心孔14から径方向外側に延在するように、溝部15が形成されている。溝部15は、リブ13の径方向内側に形成されている。
- [0026] 溝部15の周方向の幅Wと、リブ13の周方向の幅Tとは、 $W < T$ を満足

する。言い換えると、溝部 15 の周方向の幅 W はリブ 13 の周方向の幅 T よりも狭い。これは、後述するように、ロータコア 10 の中心孔 14 とシャフト 25 との嵌合強度を高めるためである。

[0027] ロータコア 10 の中心孔 14 と、スリット 12 およびリブ 13 との間には、円環状のコア部分である内周コア部 16 が形成される。内周コア部 16 は、後述する焼嵌め工程で加熱されて径方向外側に広がる部分である。

[0028] 図 3 は、ロータコア 10 のスリット 12 を含む部分を拡大して示す図である。スリット 12 は、ロータコア 10 の中心孔 14 に対向する内端縁 12 a と、内端縁 12 a よりも径方向外側に位置する外端縁 12 b と、リブ 13 に対向する側端縁 12 c とを有する。

[0029] スリット 12 の内端縁 12 a および外端縁 12 b はいずれも、軸線 A_x を中心とする周方向に円弧状に延在している。スリット 12 は、径方向の幅 L を有する。幅 L は、内端縁 12 a と外端縁 12 b との距離である。

[0030] なお、スリット 12 の径方向の幅は、スリット 12 の周方向両端を除いて一定であることが望ましいが、これに限定されるものではない。スリット 12 の径方向の幅が周方向位置によって変化する場合には、リブ 13 に最も近い部分の幅を L とする。スリット 12 の周方向端部の角部は以下で説明するように湾曲しているが、幅 L は、内端縁 12 a の延長線と側端縁 12 c の延長線との交点と、外端縁 12 b の延長線と側端縁 12 c の延長線との交点との間隔に相当する。

[0031] スリット 12 の側端縁 12 c の中心孔 14 側には、湾曲角部 121 が形成されている。側端縁 12 c の外周 18 (図 2) 側には、湾曲角部 122 が形成されている。湾曲角部 121 は第 1 の湾曲角部とも称し、湾曲角部 122 は第 2 の湾曲角部とも称する。

[0032] 湾曲角部 121 は曲率半径 R_1 を有し、湾曲角部 122 は曲率半径 R_2 を有する。湾曲角部 121 の曲率半径 R_1 と、湾曲角部 122 の曲率半径 R_2 とは、 $R_1 > R_2$ を満足する。また、スリット 12 の径方向の幅 L と、湾曲角部 121 の曲率半径 R_1 とは、 $R_1 > L/2$ を満足する。

[0033] 図4は、リブ13を含む部分を拡大して示す図である。リブ13は、2つのスリット12によって周方向に挟まれた部分である。スリット12の湾曲角部121と内端縁12aとの境界点をA1とする。側端縁12cと湾曲角部121との境界点をA2とする。側端縁12cと湾曲角部122との境界点をA3とする。

[0034] 2つのスリット12の境界点A1同士の周方向間隔を、T1とする。2つのスリット12の境界点A2同士の周方向間隔を、T2とする。2つのスリット12の境界点A3同士の周方向間隔を、T3とする。これらの間隔T1, T2, T3は、 $T1 > T2 \geq T3$ を満足する。すなわち、リブ13は、その周方向の幅Tが中心孔14に近づくにつれて広がる形状を有している。

[0035] なお、これらの間隔T1, T2, T3は、溝部15の周方向の幅Wとの関係とでは、 $T1 > T2 \geq T3 > W$ を満足することが望ましい。

[0036] 図3および図4に示すように、中心孔14からスリット12の周方向中心までの距離D1と、中心孔14からスリット12の周方向端部までの距離D2とは、 $D1 < D2$ を満足する。距離D1は、中心孔14からスリット12の内端縁12aの周方向中心までの距離である。距離D2は、中心孔14から、内端縁12aと湾曲角部121との境界点A1（図4）までの距離である。

[0037] <作用>

次に、実施の形態1の作用について説明する。図5は、比較例のロータ1Cの焼嵌め工程を示す図（A）,（B）である。比較例のロータ1Cは、中心孔14の周囲に溝部15が形成されていない点で、実施の形態1のロータ1と異なる。

[0038] ロータ1Cにシャフト25を焼嵌めする際には、ロータコア10に永久磁石20を取り付けた状態で、図5（A）に示すようにロータコア10を加熱し、熱膨張により中心孔14の内径を拡大する。加熱方法には、ロータコア10を加熱炉に投入して全体的に加熱する方法と、高周波誘導加熱によってロータコア10を中心孔14側から加熱する方法とがある。

- [0039] 中心孔14の内径を拡大した状態で、ロータコア10よりも低温なシャフト25を中心孔14に挿入する。シャフト25を中心孔14に挿入した後、ロータコア10を常温または低温環境で冷却する。これにより、ロータコア10の中心孔14の内径が縮小し、図5(B)に示すようにシャフト25が中心孔14に嵌合する。
- [0040] 加熱方法として加熱炉を用いた場合には、ロータコア10には中心孔14および外周18から熱が伝わる。一方、高周波誘導加熱を用いた場合には、中心孔14から熱が供給されるため、ロータコア10の中心孔14から外周18に向けて熱が伝わる。
- [0041] いずれの加熱方法でもロータコア10内で温度差が発生するが、高周波誘導加熱の方がロータコア10内の温度差が大きくなる傾向がある。そのため、ロータコア10の全体の温度が上昇する前に、中心孔14の周囲の内周コア部16が温度上昇して熱膨張しようとする。
- [0042] 中心孔14の周囲にはスリット12が形成され、隣り合うスリット12の間にはリブ13が形成されている。内周コア部16は、スリット12の径方向内側に位置する第1部分16aと、リブ13の径方向内側に位置する第2部分16bとに分けて考えることができる。
- [0043] スリット12の内部は空気等のガスあるいは油等であるため、ロータコア10と比較して剛性が大幅に低い。そのため、内周コア部16のうち、スリット12の径方向内側に位置する第1部分16aは径方向外側に変形しやすい。
- [0044] 一方、内周コア部16のうち、リブ13の径方向内側に位置する第2部分16bは、径方向外側への変形がリブ13の存在によって制約されるため、径方向外側に変形しにくい。
- [0045] その結果、ロータコア10を中心孔14側から加熱した際には、内周コア部16の第1部分16aが第2部分16bよりも径方向に大きく広がる。その結果、中心孔14も、スリット12の径方向内側に位置する第1部分14aが、リブ13の内側に位置する第2部分14bよりも大きく径方向外側に

拡大する。言い換えると、中心孔 1 4 が不均等に拡大し、真円度が低下する。

[0046] シャフト 2 5 を中心孔 1 4 に挿入するためには、シャフト 2 5 の外径が中心孔 1 4 の最小内径よりも小さくなければならない。そのため、中心孔 1 4 の第 2 部分 1 4 b の内径がシャフト 2 5 の外径よりも大きくなるまで加熱を続けなければならない、加熱時間が長くなるという課題がある。

[0047] 図 6 は、実施の形態 1 のロータ 1 の焼嵌め工程を示す図 (A) , (B) である。実施の形態 1 のロータ 1 では、リブ 1 3 の径方向内側に、中心孔 1 4 と連続して溝部 1 5 が形成されている。

[0048] 実施の形態 1 においても、比較例と同様の加熱方法で、図 6 (A) に示すようにロータコア 1 0 を加熱し、熱膨張により中心孔 1 4 の内径を拡大する。中心孔 1 4 の内径を拡大した状態で、ロータコア 1 0 よりも低温なシャフト 2 5 を中心孔 1 4 に挿入する。ロータコア 1 0 の温度が常温に戻ることににより、図 6 (B) に示すように中心孔 1 4 の内径が収縮し、中心孔 1 4 とシャフト 2 5 とが固定される。

[0049] 比較例と同様、加熱時にはロータコア 1 0 内で温度差が発生する。特に、ロータコア 1 0 が中心孔 1 4 側から加熱される高周波誘導加熱では、ロータコア 1 0 の温度差が大きくなる傾向がある。

[0050] 内周コア部 1 6 の第 1 部分 1 6 a は径方向外側に広がりやすいが、第 2 部分 1 6 b は径方向外側に広がりにくい。そのため、中心孔 1 4 の第 1 部分 1 4 a が第 2 部分 1 4 b よりも大きく径方向外側に拡大する。

[0051] しかしながら、実施の形態 1 では、リブ 1 3 の径方向内側に、中心孔 1 4 に連続して溝部 1 5 が形成されている。言い換えると、中心孔 1 4 の第 2 部分 1 4 b が、予め径方向外側に広げられている。そのため、中心孔 1 4 の第 1 部分 1 4 a の内径がシャフト 2 5 の外径よりも大きければ、シャフト 2 5 を中心孔 1 4 に挿入することができる。

[0052] 上記の通り、中心孔 1 4 の第 1 部分 1 4 a は径方向外側に広がりやすいため、ロータコア 1 0 を加熱する時間は短くてよい。そのため、焼嵌めに要す

る時間を短縮することができる。すなわち、ロータ 1 の製造工程を短縮することができる。

[0053] ここで、中心孔 1 4 に溝部 1 5 を形成した場合、溝部 1 5 の周方向幅（すなわち図 2 に示した幅 W）が広いほど、中心孔 1 4 とシャフト 2 5 との接触面積が小さくなる。中心孔 1 4 とシャフト 2 5 との接触面積が小さいほど、ロータコア 1 0 とシャフト 2 5 との嵌合強度が低下する。ロータコア 1 0 とシャフト 2 5 との嵌合強度の低下を抑えるためには、焼嵌め代を大きくすればよいが、それでは加熱時間が長くなる。

[0054] そこで、実施の形態 1 では、図 2 に示したように、溝部 1 5 の周方向の幅 W をリブ 1 3 の周方向の幅 T よりも狭くしている。このように溝部 1 5 の幅 W をリブ 1 3 の幅 T よりも狭くすることにより、中心孔 1 4 のうち熱膨張で広がりにくい部分（すなわち第 2 部分 1 4 b）のみを径方向に広げ、それ以外の部分（すなわち第 1 部分 1 4 a）をシャフト 2 5 に接触させることができる。そのため、ロータコア 1 0 とシャフト 2 5 との十分な嵌合強度を得ることができる。

[0055] ところで、上記のように内周コア部 1 6 の第 1 部分 1 6 a が径方向外側に変形しやすく、第 2 部分 1 6 b が径方向外側に変形しにくいことから、第 1 部分 1 6 a と第 2 部分 1 6 b との間（すなわちスリット 1 2 の周方向端部に対応する部分）には応力が集中しやすい。その結果、内周コア部 1 6 の塑性変形により、中心孔 1 4 の内径歪が残る場合がある。

[0056] これは、焼嵌めをやり直した場合の作業に影響する。一般に、ロータコア 1 0 の加熱が不足していた場合、あるいはロータコア 1 0 を加熱してからシャフト 2 5 の挿入までの時間経過によってロータコア 1 0 の温度が低下した場合には、ロータコア 1 0 を再度加熱して、焼嵌めをやり直すことがある。

[0057] 焼嵌めをやり直す場合に、前回加熱時に発生した中心孔 1 4 の内径歪が残っていると、中心孔 1 4 へのシャフト 2 5 の挿入が難しくなり、中心孔 1 4 を拡大するために加熱時間を長くする等の条件変更が必要となる。そのため、中心孔 1 4 の内径歪はできるだけ小さいことが望ましい。

- [0058] 中心孔14の内径歪の抑制には、スリット12の周方向端部に対応する部分の応力集中を低減することが有効である。そこで、実施の形態1では、図3に示したように、スリット12の側端縁12cの中心孔14側の湾曲角部121の曲率半径R1と、側端縁12cの外周18側の湾曲角部122の曲率半径R2とが、 $R1 > R2$ を満足するようにしている。
- [0059] スリット12の湾曲角部121の曲率半径R1を大きくすることで、応力を分散することができ、中心孔14の内径歪を抑制することができる。そのため、上述した焼嵌めのやり直しの際に、中心孔14にシャフト25を簡単に挿入することができる。
- [0060] また、湾曲角部121の曲率半径R1をできるだけ大きくするため、上述した $R1 > R2$ を満足することに加えて、スリット12の径方向の幅Lに対して、 $R1 > L/2$ を満足することが望ましい。これにより、内周コア部16における応力集中をさらに緩和することができる。
- [0061] また、スリット12の側端縁12cと内端縁12aとのなす角が鋭角の場合、両者の間の湾曲角部121に応力が集中しやすくなる。そこで、スリット12の側端縁12cと内端縁12aとのなす角をできるだけ大きくするために、リブ13の周方向の幅Tが中心孔14側に向かうほど広がるようにしている。
- [0062] すなわち、図4を参照して説明したように、リブ13の両側の2つのスリット12の境界点A1同士の間隔T1と、境界点A2同士の間隔T2と、境界点A3同士の間隔T3とが、 $T1 > T2 \geq T3$ を満足するようにしている。これにより、湾曲角部121での応力集中を緩和することができる。
- [0063] さらに、実施の形態1では、中心孔14からスリット12の周方向端部までの距離D2と、中心孔14からスリット12の周方向中心までの距離D1とが、 $D1 < D2$ を満足している。
- [0064] 上記の通り、内周コア部16で最も応力が集中しやすいのは、スリット12の周方向端部に対応する部分である。中心孔14からスリット12の周方向端部までの距離D2を長くすることで、内周コア部16で最も応力が集中

しやすい部分の径方向幅を広げ、応力集中を緩和することができる。

[0065] 次に、永久磁石20の減磁の抑制について説明する。永久磁石20は、例えば希土類磁石で構成されている。希土類磁石は高い磁力を発生するため、モータ効率の向上に有利である。一方、希土類磁石は、他の種類の永久磁石（例えばフェライト磁石）と比較して、高温で減磁しやすい性質を有する。

[0066] そのため、ロータコア10の加熱時に永久磁石20が加熱されると、永久磁石20の減磁が生じる可能性がある。特に、ロータコア10の中心孔14に加えられた熱が磁石挿入孔11内の永久磁石20に伝わると、永久磁石20の減磁が生じる可能性がある。

[0067] なお、永久磁石20を着磁する前の段階でシャフト25の焼嵌めを行う場合もあるが、その場合であっても、永久磁石20が加熱されると、永久磁石20の性能および品質が低下する可能性がある。

[0068] そこで、実施の形態1では、中心孔14の周囲にスリット12を形成し、中心孔14から磁石挿入孔11までの伝熱経路を長くすることにより、永久磁石20の温度上昇を抑えている。特に、リブ13を極間部Mの径方向内側に配置すれば、リブ13から磁石挿入孔11までの伝熱経路が最も長くなり、永久磁石20の減磁を効果的に抑制することができる。

[0069] リブ13の周方向の幅Tは熱が伝わる幅を表しており、スリット12の径方向の幅Lは熱が伝わる長さを表している。リブ13の周方向の幅Tが小さいほど熱が伝わりにくく、スリット12の径方向の幅Lが大きいほど熱が伝わりにくい。そのため、リブ13の周方向の幅Tはできるだけ小さく、スリット12の径方向の幅Lはできるだけ大きいことが望ましい。このことから、リブ13の周方向の幅Tと、スリット12の径方向の幅Lとが、 $T \leq L$ を満足することが望ましい。

[0070] ここではリブ13の数が磁石挿入孔11の数（すなわち極数）と同じであるが、中心孔14から磁石挿入孔11までの伝熱経路を長くすることができれば、リブ13の数は磁石挿入孔11の数より多くても少なくてもよい。例えば、図2に示した4個のリブ13のうち、1～3個のリブ13だけを設け

てもよい。その場合も、各リブ13の径方向内側に溝部15が形成されていることが望ましい。

[0071] 溝部15は、リブ13の径方向内側で、中心孔14から径方向外側に形成されていればよい。溝部15の形状は、ここでは半円形であるが、他の形状であってもよい。但し、溝部15の周囲の応力集中を低減するためには、溝部15の内周が湾曲した形状であることが望ましい。

[0072] <実施の形態の効果>

以上説明したように、実施の形態1のロータ1は、シャフト25と、シャフト25に固定されて磁石挿入孔11を有する環状のロータコア10と、磁石挿入孔11に配置された永久磁石20とを有する。ロータコア10は、その径方向の中心に形成されてシャフト25が嵌合する中心孔14と、中心孔14の周囲に形成され、周方向に長い複数のスリット12と、隣り合う2つのスリット12の間に形成されたリブ13と、中心孔14から径方向外側に延在するように形成された溝部15とを有する。溝部15は、リブ13の径方向の内側に位置する。リブ13の周方向の幅Tと、溝部15の周方向の幅Wとは、 $T > W$ を満足する。

[0073] このように、リブ13の径方向内側に溝部15が形成されているため、ロータコア10の加熱時に中心孔14を均等に拡大することができ、中心孔14へのシャフト25の挿入を容易にすることができる。また、リブ13の幅Tと溝部15の幅Wとが $T > W$ を満足するため、シャフト25と中心孔14との接触面積を確保し、ロータコア10とシャフト25との嵌合強度を高めることができる。

[0074] また、各スリット12が、リブ13に対向する側端縁12cと、側端縁12cの径方向内側に形成された湾曲角部121と、側端縁12cの径方向外側に形成された湾曲角部122とを有し、湾曲角部121、122の曲率半径R1、R2が $R1 > R2$ を満足するため、ロータコア10の加熱時の内周コア部16での応力集中を緩和することができる。

[0075] また、湾曲角部121の曲率半径R1とスリット12の幅Lとが $R1 > L$

／2を満足するため、ロータコア10の加熱時の内周コア部16での応力集中をさらに緩和することができる。

[0076] また、中心孔14からスリット12の内端縁12aの周方向中心までの距離D1と、中心孔14からスリット12の内端縁12aの周方向端部までの距離D2とが、 $D1 < D2$ を満足するため、内周コア部16で応力が最も集中しやすい部分の径方向幅を広げ、応力集中を緩和することができる。

[0077] また、リブ13および溝部15が極間部Mに対して径方向内側に位置しているため、中心孔14から磁石挿入孔11までの伝熱経路を最も長くすることができ、永久磁石20の減磁の抑制効果を高めることができる。

[0078] また、リブ13の周方向の幅Tが中心孔14に近づくほど増加するため、ロータコア10におけるスリット12の湾曲角部121の周囲の応力集中を緩和することができる。

[0079] <圧縮機>

次に、モータ100が適用可能な圧縮機300について説明する。図7は、モータ100を備えた圧縮機300を示す縦断面図である。圧縮機300は、ここではロータリ圧縮機であるが、スクロール圧縮機であってもよい。

[0080] 圧縮機300は、密閉容器307と、密閉容器307内に配設された圧縮機構301と、圧縮機構301を駆動するモータ100とを備えている。

[0081] 圧縮機構301は、シリンダ室303を有するシリンダ302と、モータ100のシャフト25に固定されたローリングピストン304と、シリンダ室303内を吸入側と圧縮側に分けるベーンと、シャフト25が挿入されてシリンダ室303の軸方向端面を閉鎖する上部フレーム305および下部フレーム306とを有する。上部フレーム305および下部フレーム306には、上部吐出マフラ308および下部吐出マフラ309がそれぞれ装着されている。

[0082] 密閉容器307は円筒状の容器である。密閉容器307の底部には、圧縮機構301の各摺動部を潤滑する冷凍機油（図示せず）が貯留されている。シャフト25は、軸受部としての上部フレーム305および下部フレーム3

06によって回転可能に保持されている。

[0083] シリンダ302は、内部にシリンダ室303を備えており、ローリングピストン304は、シリンダ室303内で偏心回転する。シャフト25は偏心軸部を有し、その偏心軸部にローリングピストン304が嵌合している。

[0084] モータ100のステータ3は、焼き嵌め、圧入または溶接等の方法により、密閉容器307の内側に組み込まれている。ステータ3のコイル35には、密閉容器307に固定されたガラス端子311から電力が供給される。シャフト25は、上記の通り、ロータコア10に固定されている。

[0085] 密閉容器307の外部には、アキュムレータ310が取り付けられている。アキュムレータ310には、吸入管314を介して冷媒回路から冷媒ガスが流入する。吸入管314から冷媒ガスと共に液冷媒が流入した場合には、液冷媒がアキュムレータ310内に貯留され、冷媒ガスが圧縮機300に供給される。

[0086] 密閉容器307には吸入パイプ313が固定され、この吸入パイプ313を介してアキュムレータ310からシリンダ302に冷媒ガスが供給される。また、密閉容器307の上部には、冷媒を外部に吐出する吐出パイプ312が設けられている。

[0087] 圧縮機300の冷媒としては、例えば、R410A、R407CまたはR22等を用いてもよいが、地球温暖化防止の観点からは、GWP（地球温暖化係数）の低い冷媒を用いることが望ましい。GWPの低い冷媒としては、例えば、以下の冷媒を用いることができる。

[0088] (1) まず、組成中に炭素の二重結合を有するハロゲン化炭化水素、例えばHFO (Hydro-Fluoro-Orefin) -1234yf ($CF_3CF=CH_2$) を用いることができる。HFO-1234yfのGWPは4である。

(2) また、組成中に炭素の二重結合を有する炭化水素、例えばR1270（プロピレン）を用いてもよい。R1270のGWPは3であり、HFO-1234yfより低い、可燃性はHFO-1234yfより高い。

(3) また、組成中に炭素の二重結合を有するハロゲン化炭化水素または組成中に炭素の二重結合を有する炭化水素の少なくとも何れかを含む混合物、例えばHFO-1234yfとR32との混合物を用いてもよい。上述したHFO-1234yfは低圧冷媒のため圧損が大きくなる傾向があり、冷凍サイクル（特に蒸発器）の性能低下を招く可能性がある。そのため、HFO-1234yfよりも高圧冷媒であるR32またはR41との混合物を用いることが実用上は望ましい。

[0089] 圧縮機300の動作は、以下の通りである。アキュムレータ310から供給された冷媒ガスは、吸入パイプ313を通過してシリンダ302のシリンダ室303内に供給される。コイル35への電流供給によってモータ100が駆動されると、ロータ3と共にシャフト25が回転する。そして、シャフト25に嵌合するローリングピストン304がシリンダ室303内で偏心回転し、シリンダ室303内で冷媒が圧縮される。

[0090] シリンダ室303で圧縮された冷媒は、吐出マフラ308、309を通過し、さらにロータ1とステータ3との空隙あるいは貫通穴（図示せず）を通過して密閉容器307内を上昇する。密閉容器307内を上昇した冷媒は、吐出パイプ312から吐出され、冷凍サイクルの高圧側に供給される。

[0091] 圧縮機300では、圧縮機構301で発生する負荷変動により、モータ100にかかるトルクが脈動する。圧縮機300のモータ100が受けるトルク脈動の最大値は、通常のモータよりも大きい。実施の形態1のモータ100は、ロータ1とシャフト25との嵌合強度が高いため、圧縮機構301の負荷変動によるトルク脈動にも対応することができる。

[0092] 図7に示した圧縮機300は、単一のシリンダ302を有するシングルロータリ圧縮機であるが、偏心方向が反対の2つのシリンダを有するツインロータリ圧縮機であってもよい。実施の形態1のモータ100は、いずれのタイプの圧縮機に用いても、信頼性を向上することができる。

[0093] シングルロータリ圧縮機はツインロータリ圧縮機よりも負荷変動が大きい。そのため、実施の形態1のモータ100は、シングルロータリ圧縮機にお

いて特にその効果を発揮することができる。

[0094] <冷凍サイクル装置>

次に、図7に示した圧縮機300を有する冷凍サイクル装置400について説明する。図8は、冷凍サイクル装置400を示す図である。冷凍サイクル装置400は、例えば空気調和装置であるが、これには限定されず、例えば冷蔵庫であってもよい。

[0095] 図8に示した冷凍サイクル装置400は、圧縮機401と、冷媒を凝縮する凝縮器402と、冷媒を減圧する減圧装置403と、冷媒を蒸発させる蒸発器404とを備える。圧縮機401、凝縮器402および減圧装置403は室外機410に設けられ、蒸発器404は室内機420に設けられる。

[0096] 圧縮機401、凝縮器402、減圧装置403および蒸発器404は、冷媒配管407によって連結され、冷媒回路を構成している。圧縮機401は、図7に示した圧縮機300で構成される。冷凍サイクル装置400は、また、凝縮器402に対向する室外送風機405と、蒸発器404に対向する室内送風機406とを備える。

[0097] 冷凍サイクル装置400の動作は、次の通りである。圧縮機401は、吸入した冷媒を圧縮して高温高圧の冷媒ガスとして送り出す。凝縮器402は、圧縮機401から送り出された冷媒と、室外送風機405により送られた室外空気との熱交換を行い、冷媒を凝縮して液冷媒として送り出す。減圧装置403は、凝縮器402から送り出された液冷媒を膨張させて、低温低圧の液冷媒として送り出す。

[0098] 蒸発器404は、減圧装置403から送り出された低温低圧の液冷媒と室内空気との熱交換を行い、冷媒を蒸発させ、冷媒ガスとして送り出す。蒸発器404で熱が奪われた空気は、室内送風機406により、空調対象空間である室内に供給される。

[0099] 冷凍サイクル装置400の圧縮機401は、実施の形態1のモータ100を備えており、ロータ1とシャフト25との嵌合強度が高い。モータ100は、圧縮機401における負荷変動に十分に対応可能であるため、冷凍サイ

クル装置400の信頼性を向上することができる。

[0100] 以上、望ましい実施の形態について具体的に説明したが、本開示は上記の実施の形態に限定されるものではなく、種々の改良または変形を行なうことができる。

符号の説明

[0101] 1 ロータ、 3 ステータ、 5 ロータ、 10 ロータコア、 11 磁石挿入孔、 12 スリット、 12a 内端縁、 12b 外端縁、 12c 側端縁、 13 リブ、 14 中心孔、 14a 第1部分、 14b 第2部分、 15 溝部、 16 内周コア部、 16a 第1部分、 16b 第2部分、 18 外周、 20 永久磁石、 25 シャフト、 30 ステータコア、 31 ヨーク、 32 ティース、 33 スロット、 35 コイル、 100 モータ、 121 湾曲角部（第1の湾曲角部）、 122 湾曲角部（第2の湾曲角部）、 300 圧縮機、 301 圧縮機構、 307 密閉容器、 400 冷凍サイクル装置、 401 圧縮機、 402 凝縮器、 403 減圧装置、 404 蒸発器、 A1, A2 境界点、 A2 境界点、 D1, D2 距離、 R1, R2 曲率半径。

請求の範囲

[請求項1]

シャフトと、
前記シャフトに固定され、磁石挿入孔を有する環状のロータコアと、
、
前記磁石挿入孔に配置された永久磁石と
を有し、
前記ロータコアは、
前記ロータコアの径方向の中心に形成され、前記シャフトが嵌合する中心孔と、
前記中心孔の周囲に形成され、前記ロータコアの周方向に長い複数のスリットと、
前記複数のスリットのうち周方向に隣り合う2つのスリットの間形成されたリブと、
前記中心孔から前記径方向の外側に延在するように形成された溝部と
を有し、
前記溝部は、前記リブの前記径方向の内側に位置し、
前記リブの前記周方向の幅 T と、前記溝部の前記周方向の幅 W とが、 $T > W$ を満足する
ロータ。

[請求項2]

前記複数のスリットはいずれも、
前記リブに対向する側端縁と、
前記側端縁に対して前記径方向の内側に形成された第1の湾曲角部と、
前記側端縁に対して前記径方向の外側に形成された第2の湾曲角部と
を有し、
前記第1の湾曲角部の曲率半径 R_1 と、前記第2の湾曲角部の曲率

半径 R_2 とは、 $R_1 > R_2$ を満足する

請求項 1 に記載のロータ。

[請求項3] 前記複数のスリットはいずれも、前記径方向の幅 L を有し、
前記幅 L および前記第 1 の湾曲角部の曲率半径 R_1 は、 $R_1 > L/2$ を満足する

請求項 2 に記載のロータ。

[請求項4] 前記複数のスリットはいずれも、前記中心孔に対向する内端縁を有し、

前記中心孔から前記内端縁の前記周方向の中心までの距離 D_1 と、
前記中心孔から前記内端縁の前記周方向の端部までの距離 D_2 とが、
 $D_1 < D_2$ を満足する

請求項 1 から 3 までのいずれか 1 項に記載のロータ。

[請求項5] 前記リブおよび前記溝部は、前記磁石挿入孔と、これに前記周方向に隣接する磁石挿入孔との間の極間部に対して前記径方向の内側に位置している

請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項に記載のロータ。

[請求項6] 前記リブの前記周方向の幅 T は、前記中心孔に近づくほど増加する
請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項に記載のロータ。

[請求項7] 前記複数のスリットはいずれも、前記径方向の幅 L を有し、
前記リブの前記周方向の幅 T は、前記幅 L 以下である
請求項 1 から 6 までのいずれか 1 項に記載のロータ。

[請求項8] 前記永久磁石は、希土類磁石である

請求項 1 から 7 までのいずれか 1 項に記載のロータ。

[請求項9] 請求項 1 から 8 までの何れか 1 項に記載のロータと、
前記ロータを囲むステータと
を備える

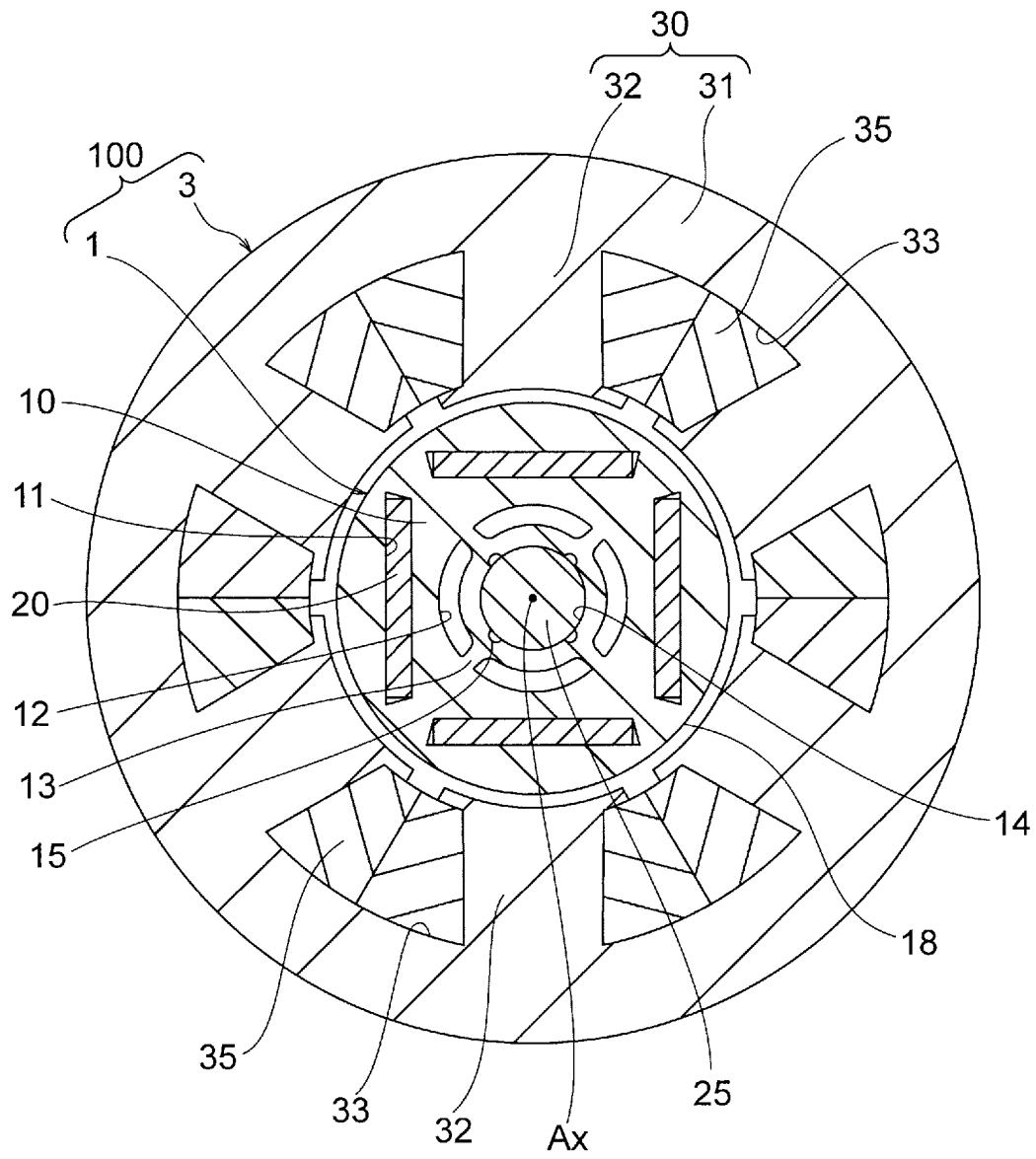
モータ。

[請求項10] 請求項 9 に記載のモータと、

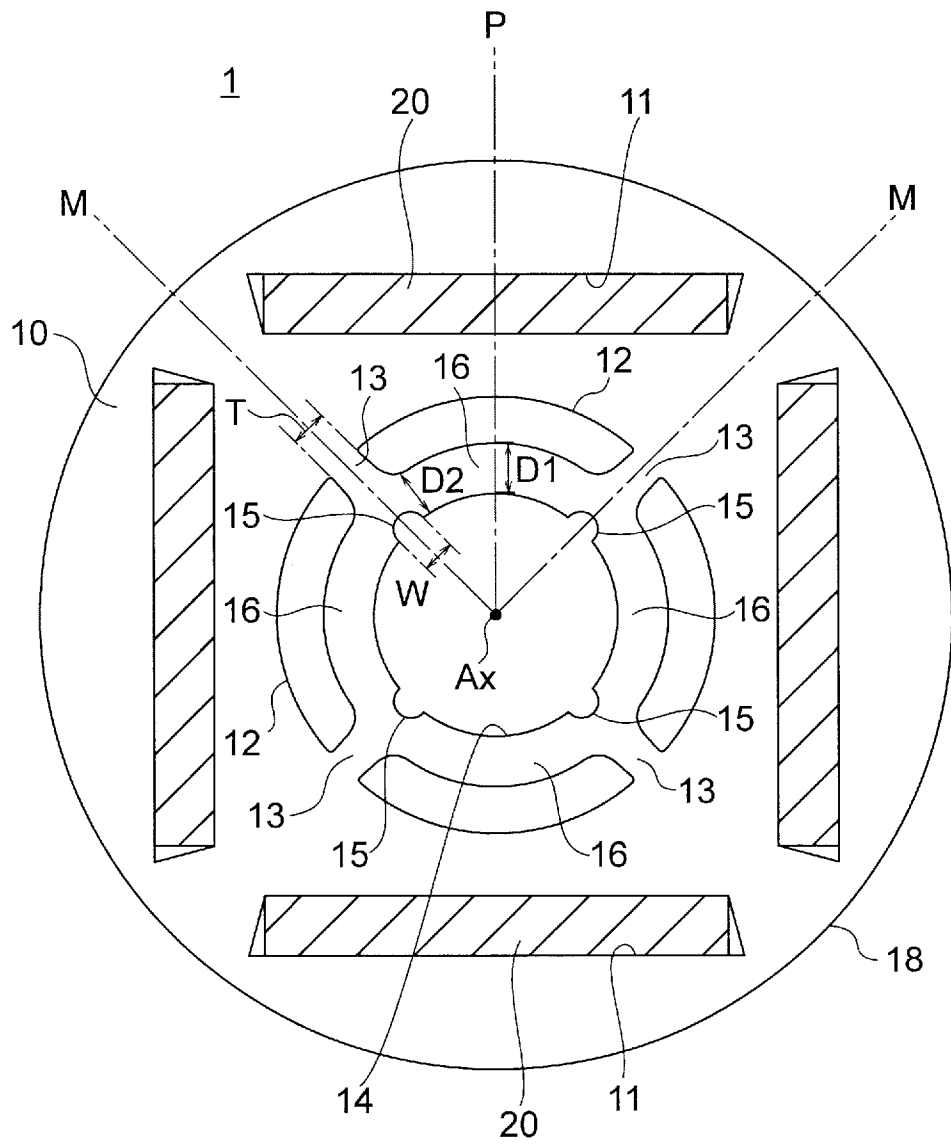
前記モータによって駆動される圧縮機構と
を備えた圧縮機。

[請求項11] 請求項10に記載の圧縮機と、凝縮器と、減圧装置と、蒸発器とを
有する
冷凍サイクル装置。

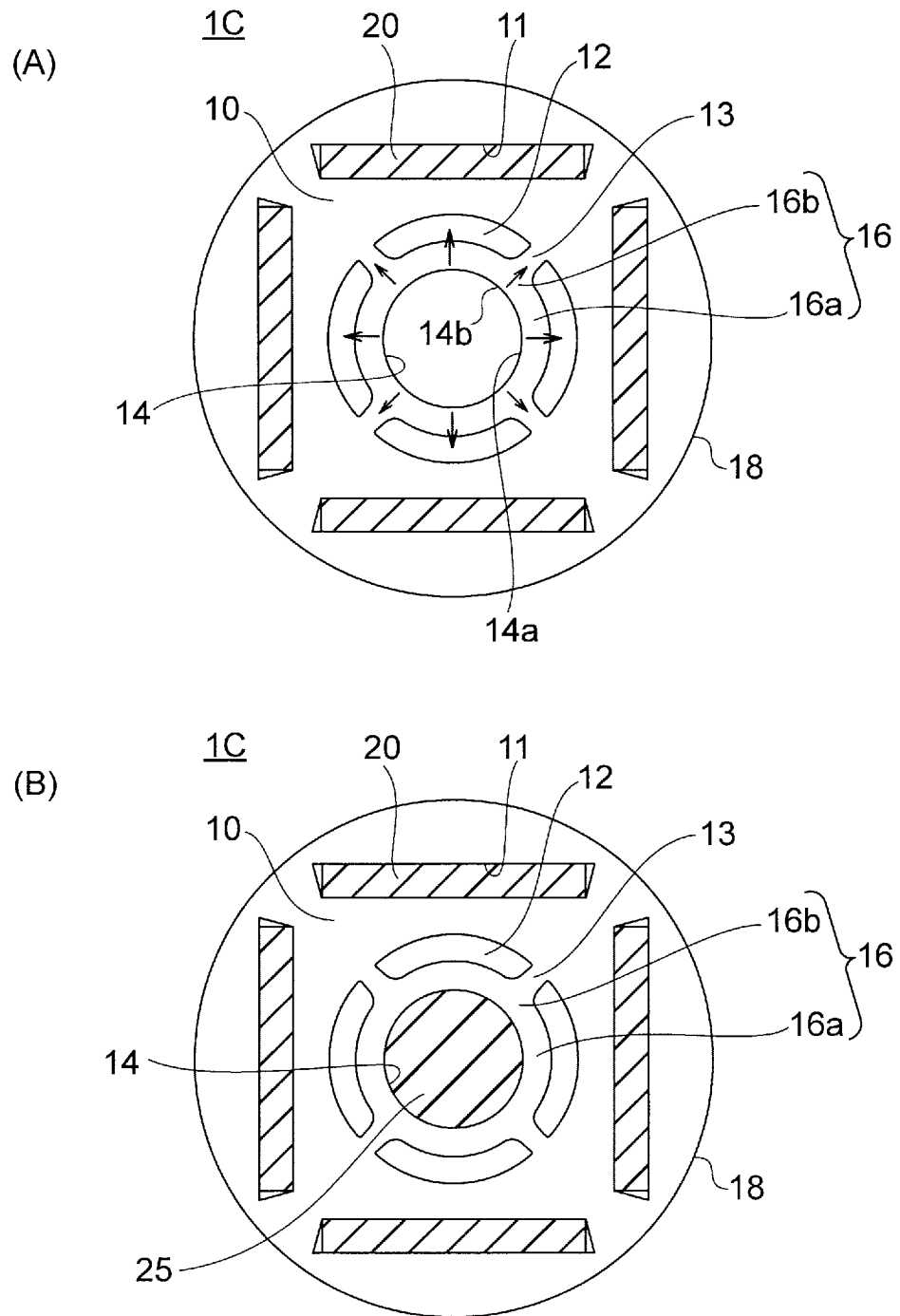
[図1]



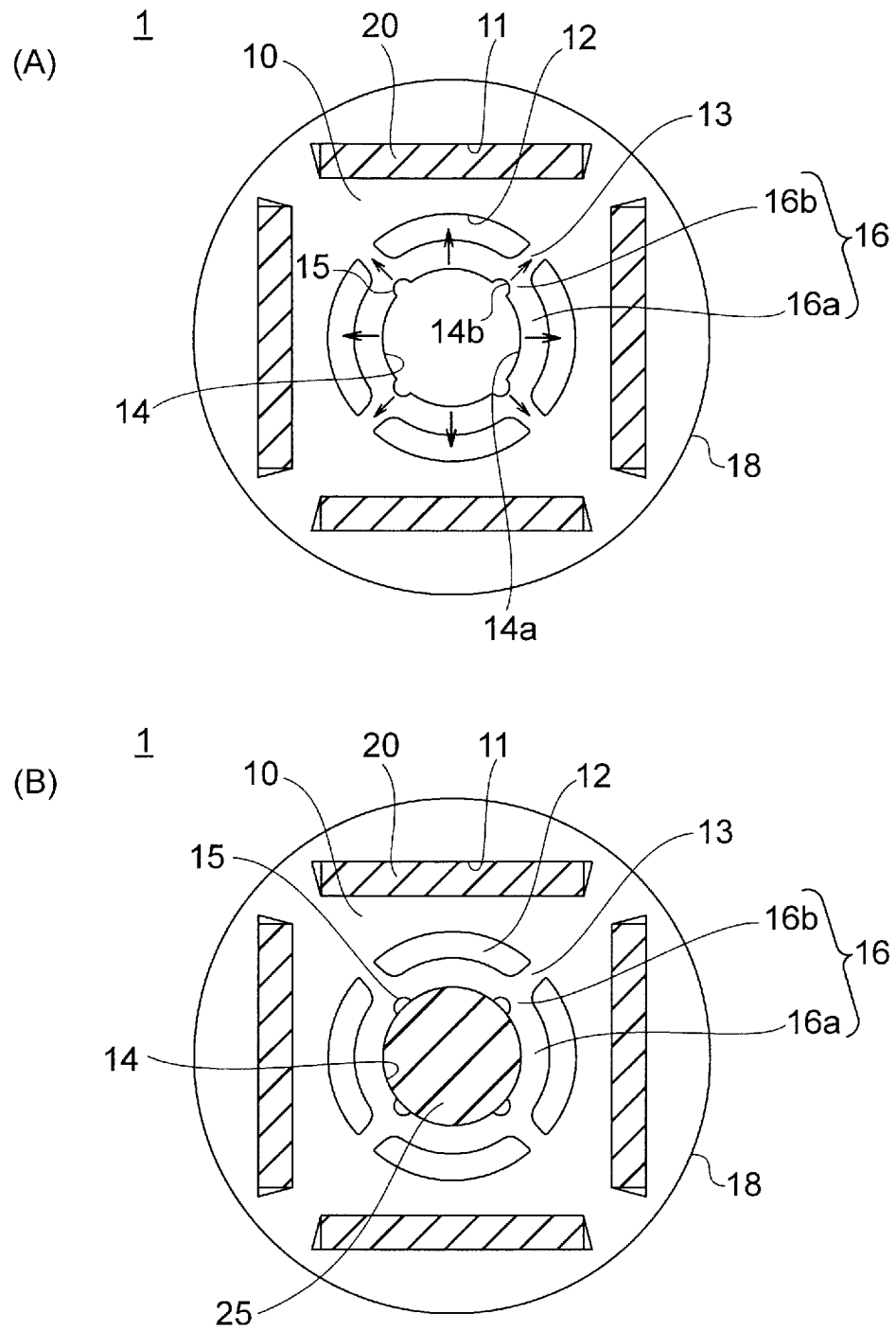
[図2]



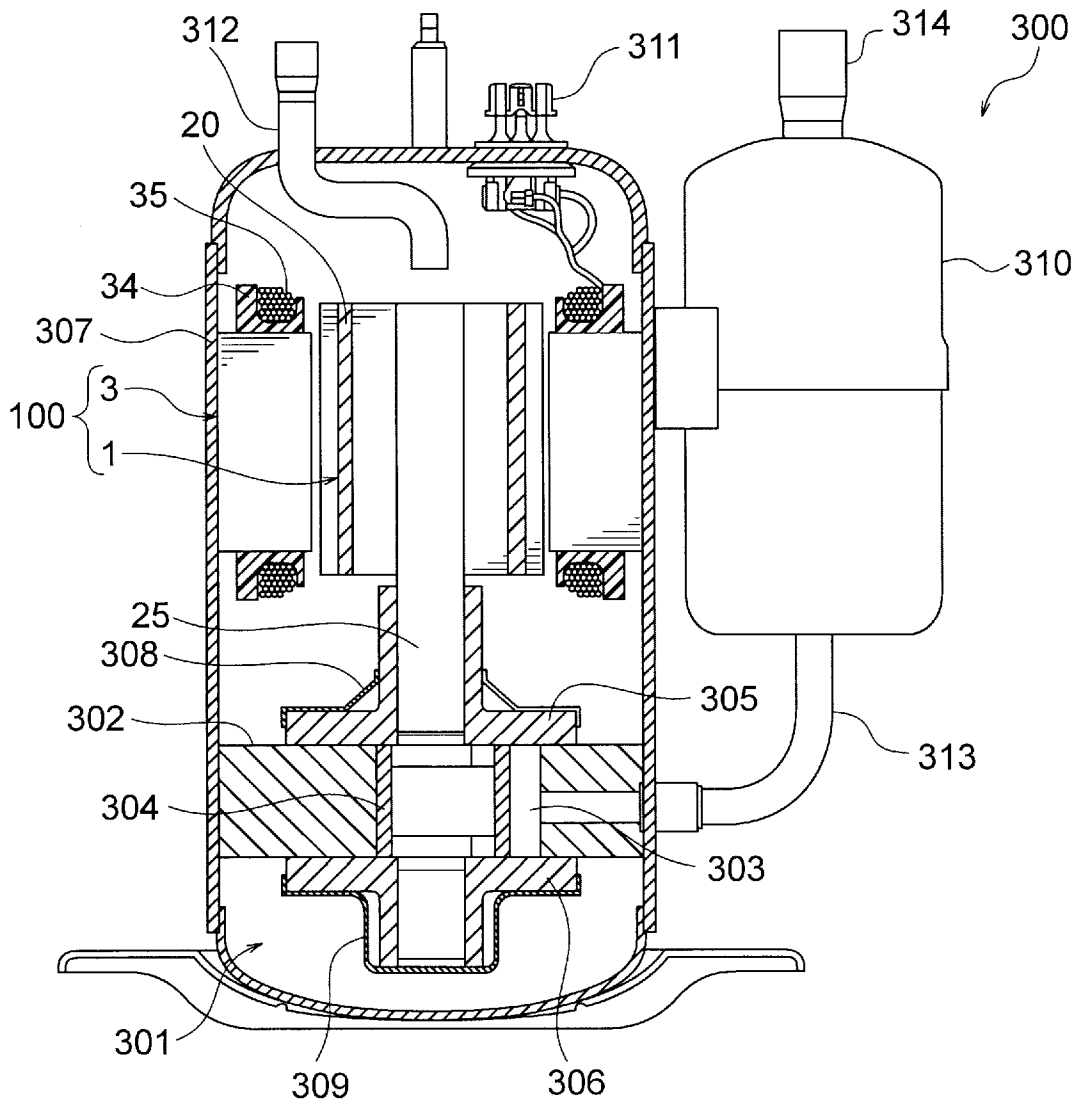
[図5]



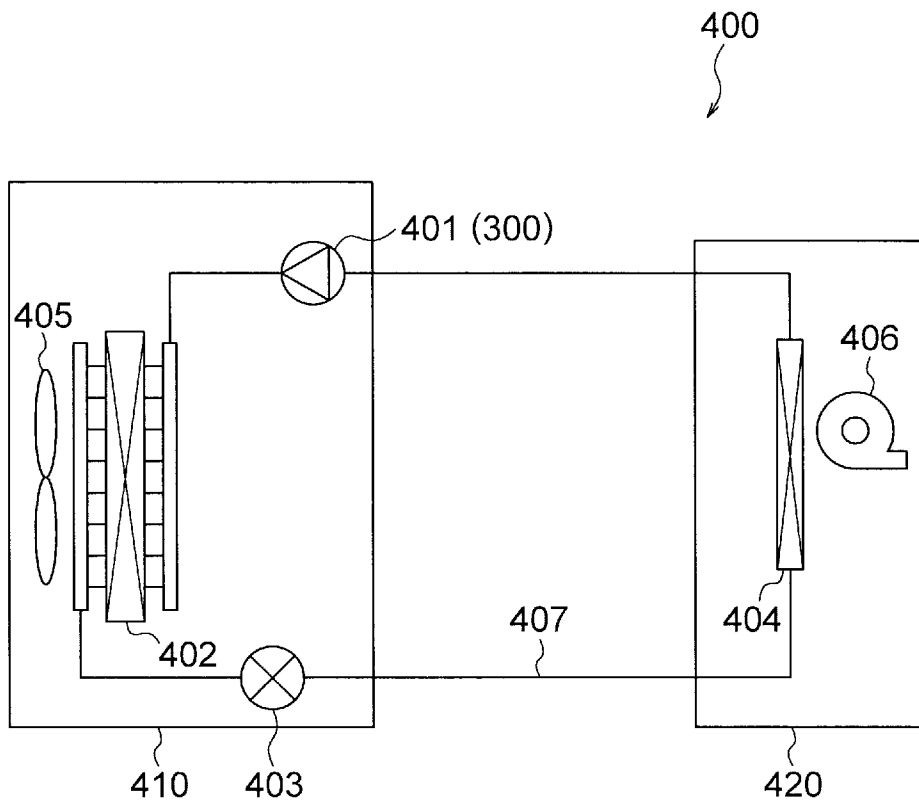
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/047253

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H02K 1/276</i> (2022.01)i FI: H02K1/276		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02K1/276		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2015-97436 A (DENSO CORP) 21 May 2015 (2015-05-21) paragraphs [0013]-[0021], [0030]-[0031], fig. 1-4	1 2-5, 7-11 6
Y A	WO 2019/088156 A1 (NIDEC CORP) 09 May 2019 (2019-05-09) paragraphs [0014]-[0023], [0045]-[0053], fig. 1-3, 10-11	1-5, 7-11 6
Y	JP 2006-166543 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 22 June 2006 (2006-06-22) paragraphs [0015]-[0016], fig. 1	1-5, 7-11
Y	WO 2018/179063 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 04 October 2018 (2018-10-04) paragraphs [0020], [0151]-[0163], fig. 2, 17-18	8-11
A	WO 2015/050010 A1 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD) 09 April 2015 (2015-04-09) paragraphs [0011]-[0017], fig. 1-6	1-11
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 02 March 2022		Date of mailing of the international search report 15 March 2022
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/047253

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 140401/1981 (Laid-open No. 46236/1983) (HITACHI LTD) 29 March 1983 (1983-03-29), specification, p. 5, line 1 to p. 6, line 1, fig. 4-5	1-11
.....		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/047253

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2015-97436	A	21 May 2015	US 2015/0137632 A1 paragraphs [0032]-[0043], [0055]-[0059], fig. 1-4	
WO	2019/088156	A1	09 May 2019	US 2020/0350793 A1 paragraphs [0029]-[0038], [0061]-[0069], fig. 1-3, 10-11 CN 111295816 A	
JP	2006-166543	A	22 June 2006	(Family: none)	
WO	2018/179063	A1	04 October 2018	US 2020/0014259 A1 paragraphs [0040], [0171]- [0183], fig. 2, 17-18 EP 3605796 A1 CN 110431726 A KR 10-2019-0112764 A	
WO	2015/050010	A1	09 April 2015	(Family: none)	
JP	58-46236	U1	29 March 1983	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02K 1/276(2022.01)i FI: H02K1/276		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H02K1/276 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2015-97436 A (株式会社デンソー) 21.05.2015 (2015-05-21) 段落[0013]-[0021], [0030]-[0031], 図1-4	1
Y		2-5, 7-11
A		6
Y	WO 2019/088156 A1 (日本電産株式会社) 09.05.2019 (2019-05-09) 段落[0014]-[0023], [0045]-[0053], 図1-3, 10-11	1-5, 7-11
A		6
Y	JP 2006-166543 A (松下電器産業株式会社) 22.06.2006 (2006-06-22) 段落[0015]-[0016], 図1	1-5, 7-11
Y	WO 2018/179063 A1 (三菱電機株式会社) 04.10.2018 (2018-10-04) 段落[0020], [0151]-[0163], 図2, 17-18	8-11
A	WO 2015/050010 A1 (日立オートモティブシステムズ株式会社) 09.04.2015 (2015-04-09) 段落[0011]-[0017], 図1-6	1-11
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 02.03.2022	国際調査報告の発送日 15.03.2022	
名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 安池 一貴 3V 9150 電話番号 03-3581-1101 内線 3357	

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	日本国実用新案登録出願56-140401号(日本国実用新案登録出願公開58-46236号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム(株式会社日立製作所) 29.03.1983 (1983-03-29) 明細書5ページ1行-6ページ1行, 図4-5	1-11

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
 PCT/JP2021/047253

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2015-97436 A	21.05.2015	US 2015/0137632 A1 段落[0032]-[0043], [0055]- [0059], 図1-4	
WO 2019/088156 A1	09.05.2019	US 2020/0350793 A1 段落[0029]-[0038], [0061]- [0069], 図1-3, 10-11 CN 111295816 A	
JP 2006-166543 A	22.06.2006	(ファミリーなし)	
WO 2018/179063 A1	04.10.2018	US 2020/0014259 A1 段落[0040], [0171]-[0183], 図2, 17-18 EP 3605796 A1 CN 110431726 A KR 10-2019-0112764 A	
WO 2015/050010 A1	09.04.2015	(ファミリーなし)	
JP 58-46236 U1	29.03.1983	(ファミリーなし)	