

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年4月28日(28.04.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/085306 A1

(51) 国際特許分類:
H02K 1/27 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/031873

(22) 国際出願日: 2021年8月31日(31.08.2021)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2020-176188 2020年10月20日(20.10.2020) JP

(71) 出願人: 日立 A s t e m o 株式会社(HITACHI
ASTEMO, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひ
たちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 後藤 英明(GOTO Hideaki); 〒3128503
茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立 A

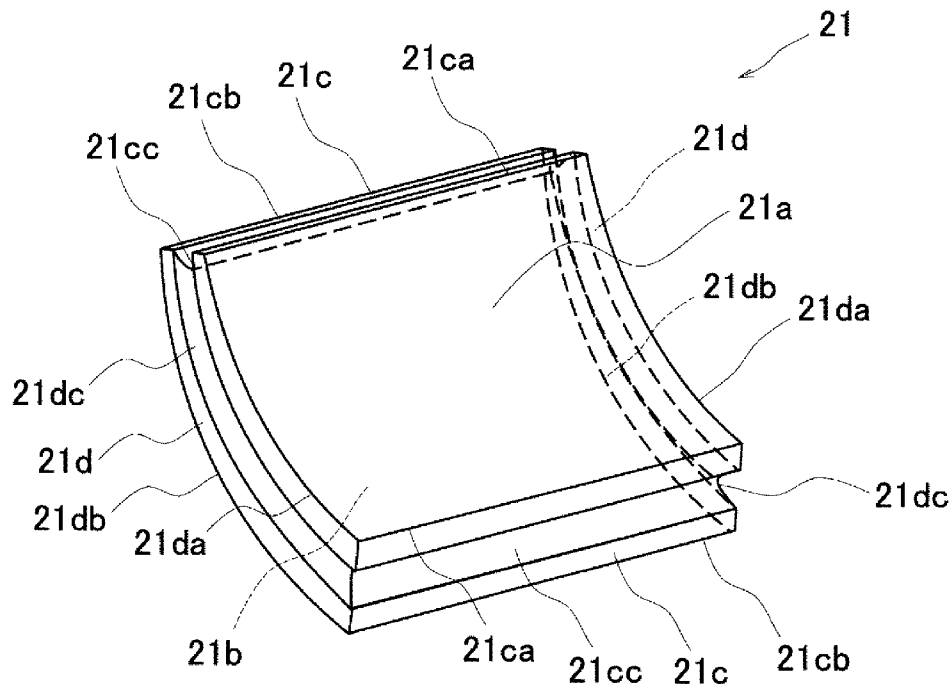
s t e m o 株式会社内 Ibaraki (JP). 青柳 滋久
(AOYAGI Shigehisa); 〒3128503 茨城県ひたち
なか市高場 2 5 2 0 番地 日立 A s t e m o 株式
会社内 Ibaraki (JP). 板谷 隆樹(ITAYA Takaki);
〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番
地 日立 A s t e m o 株式会社内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 開知国際特許事務所
(KAICHI IP); 〒1030022 東京都中央区日本橋
室町四丁目 3 番 1 6 号 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,

(54) Title: ROTARY ELECTRICAL MACHINE

(54) 発明の名称: 回転電機



KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
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：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称： 回転電機

技術分野

[0001] 本発明は、永久磁石を備える回転電機に関する。

背景技術

[0002] 永久磁石を備える回転電機では、外部から印加される磁界や温度変化により永久磁石が減磁することが知られている。特に近年開発されている小型で出力の大きい高出力密度化された回転電機では、高出力密度化に伴う磁石損失により永久磁石が高温化し、それによる減磁が問題となっている。

[0003] このことを解決するため、特許文献1には、永久磁石の非磁極面を貫通する貫通孔を永久磁石に設け、その貫通孔に冷媒を流通させて永久磁石を冷却させ、減磁を抑制する方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2019-58048

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、貫通孔を設けた永久磁石についてコンピュータで解析したところ、貫通孔の内側面と磁極面とに挟まれた部分で減磁する可能性が高いことが分かった。つまり、永久磁石に貫通孔を設けると、高温化による減磁を抑制できるものの、形状による減磁が生じ得ることが分かった。

[0006] 本発明の目的は、回転子鉄心の磁石挿入孔に挿入された永久磁石の高温化による減磁と形状による減磁の両方を抑制できる回転電機を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 上記目的を達成するために、本発明は、磁石挿入孔を有する回転子鉄心と、前記磁石挿入孔に挿入された磁石と、前記磁石の複数の非磁極面の少なく

とも1つに、冷媒が流通可能な溝とを備える。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、回転電機に備わる永久磁石の高温化による減磁と形状による減磁を抑制できる。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

[0009] [図1]本発明の第1の実施形態による回転電機の概略構成を示す断面図である。

[図2]本発明の第1の実施形態による永久磁石の斜視図である。

[図3]図1のA-A'線による回転子とシャフトの断面図である。

[図4]図1のA-A'線による回転子鉄心の断面図である。

[図5]本発明の第1の実施形態の隣合う第1磁石挿入孔と第2磁石挿入孔の1つを回転子鉄心の軸方向から見た拡大図である。

[図6]図1のA-A'線によるシャフトの断面図である。

[図7]本発明の第1の実施形態による回転子の複数の磁極の1つにおける冷媒の流路の構成を示す斜視図である。

[図8]本発明の他の実施形態による永久磁石の部分断面図である。

[図9]比較例に係る永久磁石の減磁しやすい箇所をコンピュータにより解析した断面解析図である。

[図10]本発明の第2の実施形態による回転子の複数の磁極の1つにおける冷媒の流路の構成を示す斜視図である。

[図11]本発明の第3の実施形態に係る回転子における図1のA-A'線による断面図である。

[図12]本発明の第4の実施形態に係る回転子の軸方向に隣合う永久磁石の端面の形状を示す斜視図である。

[図13]本発明の第5の実施形態に係る永久磁石の非磁極面に備わる溝の断面図である。

[図14]本発明の第6の実施形態に係る永久磁石の非磁極面に備わる溝の断面

図である。

[図15]本発明の第7実施形態に係る磁極を示す概略図である。

[図16]本発明の第8の実施形態に係る、回転子鉄心の端面に取り付けられたエンドリングの正面面である。

[図17]本発明の第8の実施形態による回転電機の概略構成を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、図面を用いて、本発明の第1～第8の実施形態による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。

[0011] (第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態による回転電機10と冷却システム100の概略構成を示す断面図である。

[0012] 本発明の第1の実施形態による回転電機10は、磁石埋込構造（IPM：Interior Permanent Magnet）を有する回転電機である。図1に示すように、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、エンドブラケット5と、ハウジング6とを備える。

[0013] 固定子1は電機子で、固定子鉄心11と、コイル12とを備える。固定子鉄心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。固定子鉄心11の外周は、円筒状のハウジング6に覆われ、固定子1はハウジング6に固定されている。

[0014] 回転子2は界磁で、固定子1の内部空間内に挿入され、固定子1に対して所定の空隙を介して回転自在に取り付けられる。回転子2は複数の永久磁石21と回転子鉄心22と2枚のエンドリング23とを備える。

[0015] 図2は、本発明の第1の実施形態による永久磁石21の斜視図である。複数の永久磁石21の各々は、図2に示すように平板を湾曲させたような形状を有し、湾曲方向の断面が略環状扇形（annular sector）と

なった所謂セグメント型磁石で、平板の厚み方向における一方向に着磁されている。なお、環状扇形とは、二つの同心円で囲まれる円環状の領域（アニユラスともいう）のうち、当該二つの同心円の径方向に延びる二つの直線で挟まれた当該円環状の領域の一部の形状のことである。したがって、複数の永久磁石 21 の各々は、湾曲凹面 21 a と湾曲凸面 21 b と、2つの矩形面 21 c と、2つの環状扇形面 21 d を有している。

[0016] 湾曲凹面 21 a は、永久磁石 21 の湾曲した2つの面のうちの凹面である。また、湾曲凸面 21 b は、永久磁石 21 の湾曲した2つの面のうちの凸面である。上記の通り、複数の永久磁石 21 の各々は、平板の厚み方向における一方向に着磁されている。そのため、湾曲凹面 21 a はS極またはN極のいずれか一方の磁極面となっており、湾曲凸面 21 b は、湾曲凹面 21 a の反対極の磁極面となっている。一方、2つの矩形面 21 c と2つの環状扇形面 21 d は、非磁極面となっている。

[0017] 2つの矩形面 21 c の各々は、永久磁石 21 の周方向における端部に位置する長方形の平面で、第1溝 21 c c を備えている。第1溝 21 c c は冷媒が流通可能な溝であり、第1溝 21 c c の断面形状は半円状となっている。2つの矩形面 21 c の各々は、湾曲凹面 21 a と交わる第1交線 21 c a と、湾曲凸面 21 b と交わる第2交線 21 c b を備える。第1溝 21 c c は、第1交線 21 c a と第2交線 21 c b との間に設けられ、第1交線 21 c a と第2交線 21 c b の各々に沿って伸びている。

[0018] 2つの環状扇形面 21 d の各々は、永久磁石 21 の軸方向における端部に位置する環状扇形の平面で、第2溝 21 d c を備えている。第2溝 21 d c も冷媒が流通可能な溝であり、第1溝 21 c c の断面形状と同様に第2溝 21 d c の断面形状は半円状となっている。2つの環状扇形面 21 d の各々は、湾曲凹面 21 a と交わる第1交線 21 d a と、湾曲凸面 21 b と交わる第2交線 21 d b を備える。第2溝 21 d c は、第1交線 21 d a と第2交線 21 d b との間に設けられ、第1交線 21 d a と第2交線 21 d b の各々に沿って伸びている。

[0019] 図3は図1のA-A'線による回転子2とシャフト3の断面図である。複数の永久磁石21の各々は、回転子鉄心22の軸方向に埋め込まれ、図3に示すよう回転子鉄心22の周方向に配列されている。そして、湾曲凹面21aの極性（N極、S極）が同じ永久磁石21が回転子鉄心22の周方向の一方で隣合うように配置されており、これにより回転子2の外周面に軸方向に伸びる複数の磁極24を形成している。この複数の磁極24は回転子鉄心22の周方向に等間隔に設けられており、回転子鉄心22の周方向において隣合う2つの磁極24の各々は極性が異なっている。

[0020] 図4は図1のA-A'線による回転子鉄心22の断面図である。回転子鉄心22は、鋼板を積層した円筒状の鉄心である。図4に示すように、回転子鉄心22には、シャフト孔22aと、複数の第1磁石挿入孔22bと、複数の第2磁石挿入孔22cと、複数の冷媒流通穴22dとを備えている。

[0021] シャフト孔22aは、回転子鉄心22の中心軸に設けられた貫通孔である。シャフト孔22aには図1と図3に示すようにシャフト3が挿入され、圧入や焼嵌め等のしまりばめにより回転子鉄心22はシャフト3と結合されている。

[0022] 複数の第1磁石挿入孔22bの各々と複数の第2磁石挿入孔22cの各々は、回転子鉄心22の軸方向に回転子鉄心22を貫通する孔で、回転子鉄心22の周方向に交互に配置されている。

[0023] 図5は、本発明の第1実施形態の隣合う第1磁石挿入孔22bと第2磁石挿入孔22cを回転子鉄心の軸方向から見た拡大図である。第1磁石挿入孔22bと第2磁石挿入孔22cの各々には、湾曲凹面21aの極性が同じ永久磁石21が挿入され、永久磁石21の湾曲凹面21aと湾曲凸面21bの少なくとも一方に塗布された発砲接着剤により固定されている。

[0024] 第1磁石挿入孔22bは、永久磁石21の湾曲凹面21aに対向する第1内側面22baと、永久磁石21の湾曲凸面21bに対向する第2内側面22bbと、永久磁石21の2つの矩形面21cの対向する2つの内周面のうち、回転子鉄心22の内径側に位置する第3内側面22bcと、回転子鉄心

２２の外径側に位置する第４内側面２２ｂｄとを備える。

[0025] また、第２磁石挿入孔２２ｃは、永久磁石２１の湾曲凹面２１ａに対向する第１内側面２２ｃａと、永久磁石２１の湾曲凸面２１ｂに対向する第２内側面２２ｃｂと、永久磁石２１の２つの矩形面２１ｃの対向する２つの内周面のうち、回転子鉄心２２の内径側に位置する第３内側面２２ｃｃと、回転子鉄心２２の外径側に位置する第４内側面２２ｃｄとを備える。

[0026] 図４、５からわかるように、複数の第１磁石挿入孔２２ｂの各々と複数の第２磁石挿入孔２２ｃの各々は、複数の永久磁石２１の各々の湾曲凹面２１ａが回転子鉄心２２の外径側に配置されるように、第１内側面２２ｂａ、２２ｃａが回転子鉄心２２の外径側に配置されている。

[0027] また、回転子鉄心２２の周方向に隣合い湾曲凹面２１ａの極性が同じ永久磁石２１が挿入され磁極２４を形成する第１磁石挿入孔２２ｂと第２磁石挿入孔２２ｃ（以下、「磁極２４を形成する第１磁石挿入孔２２ｂと第２磁石挿入孔２２ｃ」という。）の第１内側面２２ｂａ、２２ｃａは、各々の法線が回転子鉄心２２の外径側で交わる。このことにより、回転電機１０は、回転子２の外周面に形成される複数の磁極２４の磁気異方性を高めることができ、リラクタンストルクを大きくすることができる。

[0028] 複数の冷媒流通穴２２ｄの各々は、図４に示すように回転子鉄心２２のシャフト孔２２ａの内側面に設けられた穴で、シャフト孔２２ａと第１磁石挿入孔２２ｂと第２磁石挿入孔２２ｃとを連通させる。具体的には、複数の冷媒流通穴２２ｄの各々は、回転子鉄心２２のシャフト孔２２ａの内側面から回転子鉄心２２の径方向に伸び、磁極２４を形成する第１磁石挿入孔２２ｂと第２磁石挿入孔２２ｃの第３内側面２２ｂｃ、２２ｃｃの各々に開口２２ｄｂ、２２ｄｃを形成する。これらの開口２２ｄｂ、２２ｄｃと冷媒流通穴２２ｄを介して、第１磁石挿入孔２２ｂと第２磁石挿入孔２２ｃとは連通する。

[0029] ２枚のエンドリング２３は、回転子鉄心２２の両端を覆う２枚の円板で、シャフト３の軸方向において後述する冷媒流入穴３ａが設けられている側（

以下、流入側という。)のエンドリング23を流入側エンドリング231とし、反対側(以下、反流入側という。)のエンドリング23を反流入側エンドリング232とする。

[0030] 流入側エンドリング231の外径は、後述する流入側第2周方向流路25dと流入側第4周方向流路27d(図3, 7参照)の各々の回転子鉄心22の径方向における外端と回転子鉄心22の中心の距離よりも少なくとも小さく、好適には後述する流入側第2軸方向流路25bと流入側第4軸方向流路27bの第1溝ccと回転子鉄心22の中心の回転子鉄心22の径方向における最短距離と等しい。これにより、流入側エンドリング231を回転子鉄心の両端面の各々に取り付けたときに、流入側第2周方向流路25dと流入側第4周方向流路27dの各々における回転子鉄心22の外径方向の端部は、流入側エンドリング231によって覆われずに露出し、吐出口25e、27eを形成する(図1参照)。

[0031] また、反流入側エンドリング232の外径は、後述する反流入側第2周方向流路26dと反流入側第4周方向流路28dの各々の回転子鉄心22の径方向における外端と回転子鉄心22の中心の距離よりも少なくとも小さく、好適には後述する反流入側第2軸方向流路26bと反流入側第4軸方向流路28bの第1溝ccと回転子鉄心22の中心の回転子鉄心22の径方向における最短距離と等しい。これにより、反流入側エンドリング232を回転子鉄心の両端面の各々に取り付けたときに反流入側第2周方向流路26dと反流入側第4周方向流路28dの各々における回転子鉄心22の外径方向の端部は、反流入側エンドリング232によって覆われずに露出し、吐出口26e、28eを形成する(図1参照)。

[0032] また、図1に示すように、流入側エンドリング231と反流入側エンドリング232の各々には、シャフト孔23aが設けられている。シャフト孔23aは、流入側エンドリング231と反流入側エンドリング232の各々の中心に設けられた貫通孔である。シャフト孔23aの内径は、シャフト3の外径より大きい。シャフト孔23aには図1に示すようにシャフト3が挿入

される。

- [0033] 図6は図1のA-A'線によるシャフトの断面図である。シャフト3は回転軸で、図1に示すように2つの軸受4により回転可能に支持され、結合する回転子鉄心22とともに回転する。シャフト3には、図6に示すように冷媒流入穴3aと複数の冷媒流通孔3bが設けられている。
- [0034] 冷媒流入穴3aは、シャフト3の一方の端面の中心に中心軸に沿って設けられた穴で、複数の冷媒流通孔3bの各々と連通する。
- [0035] 複数の冷媒流通孔3bの各々は、冷媒流入穴3aの内周面からシャフト3の外径方向に伸び、シャフト3の外周面を貫通する孔である。複数の冷媒流通孔3bの各々によってシャフト3の外周面に形成された複数の開口3cの各々は、回転子鉄心22の複数の冷媒流通穴22dの各々によりシャフト孔22aの内側面に形成された複数の開口22da（図4参照）と重なる。このことにより、図3に示すように、シャフト3の複数の冷媒流通孔3bの各々は、回転子鉄心22の複数の冷媒流通穴22dの各々と連通する。
- [0036] 2つの軸受4の各々は、図1に示すようにラジアル玉軸受で、2枚のエンドブラケット5の各々に固定されている。なお、軸受4はラジアル玉軸受に限定されず、例えば、ラジアルころ軸受でもよい。2枚のエンドブラケット5は円盤状の部品で、ハウジング6の端部に取り付けられ、ハウジング6の開口を塞いでいる。
- [0037] ハウジング6は固定子1を覆って固定する円筒の剛体である。ハウジング6の側面には、ハウジング6の側面を貫通する1つ以上（図1では2つ）の冷媒排出孔6aが設けられている。図1に示すように、1つ以上の冷媒排出孔6aは、設置された回転電機10の下部に配置される。
- [0038] このように構成された回転電機10は、固定子1に電力を供給した場合には、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に回転動力を入力した場合には、固定子1から電力を出力する発電機となる。
- [0039] 冷却システム100は、永久磁石21を冷却し永久磁石21の減磁を抑制する冷却システムで、冷媒101と、冷媒101を回転電機10に向かって

送り出すオイルポンプ１０２と、冷媒１０１を冷却するオイルクーラー１０３とを備えている。冷媒１０１にはオイル、特にオートマチックオイル（ＡＴＦ）が用いられる。

[0040] 図７は、本発明の第１の実施形態による回転子２の複数の磁極２４の１つにおける冷媒１０１の流路の構成を示す斜視図である。以下、図７に示される流路を図２と図５を参考にしつつ詳細に説明する。

[0041] 第１磁石挿入孔２２ｂには、流入側に第１永久磁石２１１が挿入され、反流入側に第２永久磁石２１２が挿入されている。第１永久磁石２１１の２つの第１溝２１ｃｃの各々は、第１磁石挿入孔２２ｂの第３内側面２２ｂｃの間において流入側第１軸方向流路２５ａを形成し、第１磁石挿入孔２２ｂの第４内側面２２ｂｄの間において流入側第２軸方向流路２５ｂを形成する。

[0042] 一方、第２永久磁石２１２の２つの第１溝２１ｃｃの各々は、第１磁石挿入孔２２ｂの第３内側面２２ｂｃの間において反流入側第１軸方向流路２６ａを形成し、第１磁石挿入孔２２ｂの第４内側面２２ｂｄの間において反流入側第２軸方向流路２６ｂを形成する。

[0043] また、第１永久磁石２１１の２つの第２溝２１ｄｃ各々は、回転子鉄心２２の軸方向に対向する第２永久磁石２１２の環状扇形面２１ｄの間に流入側第１周方向流路２５ｃを形成し、流入側エンドリング２３１の回転子鉄心２２との対向面との間に流入側第２周方向流路２５ｄを形成する。

[0044] 一方、第２永久磁石２１２の２つの第２溝２１ｄｃ各々は、回転子鉄心２２の軸方向に対向する第１永久磁石２１１の環状扇形面２１ｄの間に反流入側第１周方向流路２６ｃを形成し、反流入側エンドリング２３２の回転子鉄心２２との対向面との間に反流入側第２周方向流路２６ｄを形成する。

[0045] なお、本実施形態では、流入側第１周方向流路２５ｃと反流入側第１周方向流路２６ｃとは対向し、流入側第１周方向流路２５ｃと反流入側第１周方向流路２６ｃとが１つの流路（第１周方向流路２５６）となっている。

[0046] また、第２磁石挿入孔２２ｃには、流入側に第３永久磁石２１３が挿入され、反流入側に第４永久磁石２１４が挿入されている。第３永久磁石２１３

の2つの第1溝21ccの各々は、第2磁石挿入孔22cの第3内側面22ccの間において流入側第3軸方向流路27aを形成し、第2磁石挿入孔22cの第4内側面22cdの間において流入側第4軸方向流路27bを形成する。

[0047] 一方、第4永久磁石214の2つの第1溝21ccの各々は、第2磁石挿入孔22cの第3内側面22ccの間において反流入側第3軸方向流路28aを形成し、第2磁石挿入孔22cの第4内側面22cdの間において反流入側第4軸方向流路28bを形成する。

[0048] また、第3永久磁石213の2つの第2溝21dc各々は、回転子鉄心22の軸方向に対向する第4永久磁石214の環状扇形面21dの間に流入側第3周方向流路27cを形成し、流入側エンドリング231の回転子鉄心22との対向面との間に流入側第4周方向流路27dを形成する。

[0049] 一方、第4永久磁石214の2つの第2溝21dc各々は、回転子鉄心22の軸方向に対向する第3永久磁石213の環状扇形面21dの間に反流入側第3周方向流路28cを形成し、反流入側エンドリング232の回転子鉄心22との対向面との間に反流入側第4周方向流路28dを形成する。

[0050] なお、第1磁石挿入孔22bと同様に、本実施形態では、流入側第3周方向流路27cと反流入側第3周方向流路28cとは対向し、流入側第3周方向流路27cと反流入側第3周方向流路28cとが1つの流路（第3周方向流路278）となっている。

[0051] 次に、冷媒101の流れを、図面を用いて説明する。なお、図1と図7では、矢印により冷媒101の流れを示している。

[0052] 図1に示すように、冷却システム100のオイルポンプ102から送り出されオイルクーラー103により冷却された冷媒101は、回転電機10のシャフト3に設けられた冷媒流入穴3aへと供給される。

[0053] 冷媒流入穴3aへと供給された冷媒101は、冷媒流入穴3aから複数の冷媒流通孔3bの各々に送られる。冷媒流通孔3bの各々に送られた冷媒101は、冷媒流通孔3bの各々を流通し、シャフト3の外周面に形成された

複数の開口 3 c の各々から、回転子鉄心 2 2 のシャフト孔 2 2 a の内側面に形成された複数の開口 2 2 d a (図 4、7 参照) の各々に送られる。

[0054] 図 4、7 に示すように、複数の開口 2 2 d a の各々に送られた冷媒 1 0 1 は、回転子鉄心 2 2 の複数の冷媒流通穴 2 2 d の各々を流通し、第 1 磁石挿入孔 2 2 b と第 2 磁石挿入孔 2 2 c の第 3 内側面 2 2 b c, 2 2 c c の各々に形成された開口 2 2 d b、2 2 d c の各々に送られる。

[0055] 開口 2 2 d b に送られた冷媒 1 0 1 は、開口 2 2 d b と連通する流入側第 1 軸方向流路 2 5 a と反流入側第 1 軸方向流路 2 6 a と第 1 周方向流路 2 5 6 とに送られる。

[0056] 流入側第 1 軸方向流路 2 5 a に送られた冷媒 1 0 1 は、第 1 永久磁石 2 1 1 の第 1 溝 2 1 c c を冷却しつつ、流入側第 2 周方向流路 2 5 d に送られる。流入側第 2 周方向流路 2 5 d に送られた冷媒 1 0 1 は、第 1 永久磁石 2 1 1 の第 2 溝 2 1 d c を冷却し、吐出口 2 5 e からコイル 1 2 に向かって吐出される。

[0057] 反流入側第 1 軸方向流路 2 6 a に送られた冷媒 1 0 1 は、第 2 永久磁石 2 1 2 の第 1 溝 2 1 c c を冷却しつつ、反流入側第 2 周方向流路 2 6 d に送られる。反流入側第 2 周方向流路 2 6 d に送られた冷媒 1 0 1 は、第 2 永久磁石 2 1 2 の第 2 溝 2 1 d c を冷却し、吐出口 2 6 e からコイル 1 2 に向かって吐出される。

[0058] 第 1 周方向流路 2 5 6 に送られた冷媒 1 0 1 は、第 1 永久磁石 2 1 1 と第 2 永久磁石 2 1 2 の第 1 溝 2 1 c c の各々を冷却しつつ、流入側第 2 軸方向流路 2 5 b と反流入側第 2 軸方向流路 2 6 b とに送られる。流入側第 2 軸方向流路 2 5 b に送られた冷媒 1 0 1 は、第 1 永久磁石 2 1 1 の第 1 溝 2 1 c c を冷却し、吐出口 2 5 e からコイル 1 2 に向かって吐出される。反流入側第 2 軸方向流路 2 6 b に送られた冷媒 1 0 1 は、第 2 永久磁石 2 1 2 の第 1 溝 2 1 c c を冷却し、吐出口 2 6 e からコイル 1 2 に向かって吐出される。

[0059] 開口 2 2 d c に送られた冷媒 1 0 1 は、開口 2 2 d c と連通する流入側第 3 軸方向流路 2 7 a と反流入側第 3 軸方向流路 2 8 a と第 3 周方向流路 2 7

8とに送られる。

[0060] 流入側第3軸方向流路27aに送られた冷媒101は、第3永久磁石213の第1溝21ccを冷却しつつ、流入側第4周方向流路27dに送られる。流入側第4周方向流路27dに送られた冷媒101は、第3永久磁石213の第2溝21dcを冷却し、吐出口27eからコイル12に向かって吐出される。

[0061] 反流入側第3軸方向流路28aに送られた冷媒101は、第4永久磁石214の第1溝21ccを冷却しつつ、反流入側第4周方向流路28dに送られる。反流入側第4周方向流路28dに送られた冷媒101は、第4永久磁石214の第2溝21dcを冷却し、吐出口28eからコイル12に向かって吐出される。

[0062] 第3周方向流路278に送られた冷媒101は、第3永久磁石213と第4永久磁石214の第1溝21ccの各々を冷却しつつ、流入側第4軸方向流路27bと反流入側第4軸方向流路28bとに送られる。流入側第4軸方向流路27bに送られた冷媒101は、第3永久磁石213の第1溝21ccを冷却し、吐出口27eからコイル12に向かって吐出される。反流入側第4軸方向流路28bに送られた冷媒101は、第4永久磁石214の第1溝21ccを冷却し、吐出口28eからコイル12に向かって吐出される。

[0063] 吐出口25e～28eの各々からコイル12に向かって吐出された冷媒101は、コイル12を冷却した後、ハウジング6の1つ以上の冷媒排出孔6aから回転電機10の外に排出され、冷却システム100を循環し、再び、回転電機10のシャフト3に設けられた冷媒流入穴3aへと供給される。

[0064] なお、本実施形態では、流入側第1周方向流路25cと反流入側第1周方向流路26cとは対向し、流入側第1周方向流路25cと反流入側第1周方向流路26cとが1つの流路（第1周方向流路256）となり、流入側第3周方向流路27cと反流入側第3周方向流路28cとは対向し、流入側第3周方向流路27cと反流入側第3周方向流路28cとが1つの流路（第3周方向流路278）となっている。しかし、流入側第1周方向流路25cと反

流入側第1周方向流路26cのいずれか一方、若しくは流入側第3周方向流路27cと反流入側第3周方向流路28cのいずれか一方が備えなくともよい。即ち、図8のように、回転子鉄心22の軸方向に隣合う2つの永久磁石21の環状扇形面21dのいずれか一方が第2溝21dcを備えてもよい。

[0065] (効果)

上記の第1実施形態の回転電機10は、磁石挿入孔（第1磁石挿入孔22bと第2磁石挿入孔22c）を有する回転子鉄心22と、磁石挿入孔（第1磁石挿入孔22bと第2磁石挿入孔22c）に挿入された永久磁石21と、永久磁石21の複数の非磁極面（2つの矩形面21cと2つの環状扇形面21d）の少なくとも1つに設けられ、冷媒101が流通可能な溝（第1溝21ccと第2溝21dc）を備える。そのため、この溝に冷媒101を流すことにより永久磁石21を冷却でき、永久磁石21の高温化による減磁を抑制できる。

[0066] 図9は、比較例に係る回転子200の減磁しやすい箇所をコンピュータにより解析し、減磁しやすさを色の分布により示した断面解析図である。なお、青→黄→赤の順に減磁しやすさが増加する。また、比較例に係る回転子200の永久磁石201では非磁極面201cに溝が設けられていない。

[0067] この比較例に係る回転子200における永久磁石201は、図8によれば、非磁極面201cの断面の中央部分で赤くなっており減磁しやすくなっている。一方、本実施形態の回転電機10の永久磁石21は、永久磁石21の複数の非磁極面（2つの矩形面21cと2つの環状扇形面21d）の少なくとも1つに冷媒101が流通可能な溝（第1溝21ccと第2溝21dc）が設けられている。すなわち、比較例に係る永久磁石201で減磁しやすいと解析された非磁極面の断面の中央に、図2に示すように、溝（第1溝21ccと第2溝21dc）が設けられ、永久磁石21の形状による減磁を抑制できる。これにより、減磁されていないトルクに寄与する永久磁石21の体積（実行磁石体積）を減らすことなく、発熱による減磁を抑制することができる。

[0068] また、比較例に係る回転子200は、永久磁石201の非磁極面201cと接する回転子鉄心のブリッジ202で漏れ磁束が生じやすい。本実施形態の回転子2は、永久磁石21の端部である複数の非磁極面（2つの矩形面21cと2つの環状扇形面21d）の少なくとも1つに溝（第1溝21ccと第2溝21dc）が設けられ、複数の非磁極面と回転子鉄心22の間に空隙が設けられている。この空隙により漏れ磁束の発生を抑制できる。

[0069] また、本実施形態の回転電機10は、冷媒101の流通可能な溝（第1溝21cc）が、永久磁石21の複数の非磁極面のうちの、第1磁石挿入孔22bと第2磁石挿入孔22cの内側面（第3内側面22bc, 22ccと第4内側面22bd, cd）に対向する非磁極面（2つの矩形面21c）の少なくとも1つに設けられている。このことにより、永久磁石21の第1溝21ccと第3内側面22bc, 22ccにより形成された流路（図7に示す流入側第1軸方向流路25a、反流入側第1軸方向流路26a、流入側第3軸方向流路27a、反流入側第3軸方向流路28a）は、回転子2の内径側に籠る熱を効率よく冷却でき、永久磁石21の高温化による減磁を抑制できる。また、永久磁石21の第1溝21ccと第4内側面22bd, cdにより形成された流路（図7に示す流入側第2軸方向流路25b、反流入側第2軸方向流路26b、流入側第4軸方向流路27b、反流入側第4軸方向流路28b）は、回転子2の外径側に発生する高調波による温度上昇を効率よく冷却でき、永久磁石21の高温化による減磁を抑制できる。

[0070] また、本実施形態の回転電機10は、永久磁石21が磁石挿入孔（第1磁石挿入孔22bと第2磁石挿入孔22c）に挿入され回転子鉄心22の軸方向に配列された複数の永久磁石21であり、流通可能な溝が、複数の非磁極面（2つの矩形面21cと2つの環状扇形面21d）のうちの、複数の永久磁石21の隣合う2つの永久磁石21において対向する非磁極面（2つの環状扇形面21d）の少なくとも一方に設けられている。複数の永久磁石21においての隣合う2つの永久磁石21において対向する非磁極面（2つの環状扇形面21d）は回転子2の内側に配置され、回転子2の外側に比べて熱

が籠りやすいが、上記の構成にすることで冷媒１０１により冷却できる。

[0071] (第２の実施形態)

図１０は、本発明の第２実施形態に係る回転子２の複数の磁極２４の１つにおける冷媒１０１の流路の構成を示す斜視図である。

[0072] 本実施形態に係る回転子２が第１実施形態と異なる点は、第１磁石挿入孔２２ｂに挿入された第１回転子鉄心２２１と第２回転子鉄心２２２、第２磁石挿入孔２２ｃに挿入された第３回転子鉄心２２３と第４回転子鉄心２２４の各々が回転子鉄心２２の軸方向に分割されている点である。即ち、第１実施形態では第１磁石挿入孔２２ｂと第２磁石挿入孔２２ｃの各々に、永久磁石２１が回転子鉄心２２の軸方向に２枚挿入されている。それに対し、本実施形態の回転子２では第１磁石挿入孔２２ｂと第２磁石挿入孔２２ｃの各々に、永久磁石２１が回転子鉄心２２の軸方向に４枚挿入されている。

[0073] これにより、本実施形態の冷媒１０１の流路は、第１実施形態の冷媒１０１の流路に加えて、回転子鉄心２２の軸方向において、第１周方向流路２５６と流入側第２周方向流路２５ｄの間に流入側第５周方向流路２５ｆと、第１周方向流路２５６と反流入側第２周方向流路２６ｄの間に反流入側第５周方向流路２６ｆと、第３周方向流路２７８と流入側第４周方向流路２７ｄの間に流入側第６周方向流路２７ｆと、第３周方向流路２７８と反流入側第４周方向流路２８ｄの間に反流入側第６周方向流路２８ｆとを備える。

[0074] なお、本実施形態では、第１周方向流路２５６と第３周方向流路２７８との間に冷媒流通穴２２ｄを備える例を示した。しかし、この実施形態に限定されず、流入側第５周方向流路２５ｆと流入側第６周方向流路２７ｆとの間や、反流入側第５周方向流路２６ｆと反流入側第６周方向流路２８ｆとの間に、冷媒流通穴２２ｄを備えてもよい。

[0075] また、本実施形態では、第１磁石挿入孔２２ｂと第２磁石挿入孔２２ｃの各々に、永久磁石２１が回転子鉄心２２の軸方向に４枚挿入されている例を示した。しかし、この実施形態に限定されず、第１磁石挿入孔２２ｂと第２磁石挿入孔２２ｃの各々に、回転子鉄心２２の軸方向に上記実施形態と異な

る枚数の永久磁石 2 1 が挿入されていてもよい。

[0076] (効果)

本実施形態に係る回転子 2 は、第 1 実施形態の冷媒 1 0 1 の流路に加えて、流入側第 5 周方向流路 2 5 f と反流入側第 5 周方向流路 2 6 f と流入側第 6 周方向流路 2 7 f と反流入側第 6 周方向流路 2 8 f とを備える。そのため、第 1 実施形態に係る回転子 2 より永久磁石 2 1 の冷却性能を向上でき、永久磁石 2 1 の減磁の発生を抑制できる。

[0077] (第 3 の実施形態)

図 1 1 は、本発明の第 3 実施形態に係る回転子 2 の図 1 の A - A '線による断面図である。本実施形態に係る回転子 2 が第 1 実施形態と異なる点は、複数の永久磁石 2 1 と複数の第 1 磁石挿入孔 2 2 b と複数の第 2 磁石挿入孔 2 2 c の回転子鉄心 2 2 の軸に対する垂直方向の断面形状である。

[0078] 即ち、第 1 実施形態では複数の永久磁石 2 1 の各々は所謂セグメント型磁石で、回転子鉄心 2 2 の軸に対する垂直方向の断面形状が略環状扇形 (a n n u l a r s e c t o r) である。一方、本実施形態の複数の永久磁石 2 1 の各々は、所謂角型磁石で回転子鉄心 2 2 の軸に対する垂直方向の断面形状が略長方形であって、第 1 実施形態の湾曲凹面 2 1 a に対応する外径側平面 2 1 a と、第 1 実施形態の湾曲凸面 2 1 b に対応する内径側平面 2 1 b と、第 1 実施形態の 2 つの矩形面 2 1 c に対応する 2 つの矩形面 2 1 c と、第 1 実施形態の 2 つの環状扇形面 2 1 d に対応する 2 つの軸方向平面 2 1 d を備える。

[0079] また、第 1 実施形態では複数の第 1 磁石挿入孔 2 2 b の各々と複数の第 2 磁石挿入孔 2 2 c の各々は、回転子鉄心 2 2 の軸に対する垂直方向の断面形状が略環状扇形 (a n n u l a r s e c t o r) の貫通孔である。一方、本実施形態の複数の第 1 磁石挿入孔 2 2 b の各々と複数の第 2 磁石挿入孔 2 2 c の各々は、回転子鉄心 2 2 の軸に対する垂直方向の断面形状が長方形の貫通孔である。また、は、第 1 実施形態では曲面だった第 1 磁石挿入孔 2 2 b の第 1 内側面 2 2 b a と第 2 内側面 2 2 b b 並びに第 2 磁石挿入孔 2 2 c

の第1内側面22caと第2内側面22cbとが本実施形態では平面になっている。

[0080] (効果)

本実施形態に係る永久磁石21は平板磁石で、磁極面の形状が同じため、第1実施形態と異なり一種類の永久磁石21ですべての磁極24を形成できる。そのため、第1実施形態に係る回転子2より製造コストを抑制できる。

[0081] (第4の実施形態)

図12は、本発明の第4実施形態に係る回転子2の軸方向に隣合う永久磁石21の端面の形状を示す斜視図である。本実施形態に係る永久磁石21が第2実施形態と異なる点は、複数の永久磁石21のうち隣合う2つの永久磁石21の対向する非磁極面21ddの各々が、回転子鉄心22の軸方向に突出する突出面21deを備え、第2溝21dcが突出面21deに設けられている点である。

[0082] 詳細には、本実施形態に係る隣合う2つの永久磁石21（第1永久磁石211と第2永久磁石212）の対向する非磁極面21dの各々は、矩形面21ddと、矩形面21ddから矩形面21ddの法線方向に突き出た突出面21deとを備える。そして、突出面21deには第2溝21dcが設けられている。

[0083] 磁石挿入孔に挿入された第1永久磁石211と第2永久磁石212の各々の非磁極面21dは、図12に示すように、第1永久磁石211の突出面21deと第2永久磁石212の矩形面21ddが当接し、第1永久磁石211の矩形面21ddと第2永久磁石212の突出面21deが当接した状態で保持される。これにより、各々の突出面21deに設けられた第2溝21dcにより周方向流路21dfが形成される。なお、本実施形態では、永久磁石21が第2実施形態の平板磁石の例を示したが、第1実施形態のセグメント型磁石でもよい。

[0084] (効果)

本実施形態では、複数の永久磁石21のうち隣合う2つの永久磁石21が

、対向する非磁極面 2 1 d が組み合い、位置決めの精度を向上させることができる。

[0085] (第 5 の実施形態)

図 1 3 は、本発明の第 5 実施形態に係る永久磁石 2 1 の非磁極面に備わる溝の断面図である。本実施形態に係る永久磁石 2 1 が第 1 実施形態と異なる点は以下の通りである。即ち、第 1 本実施形態では永久磁石 2 1 の非磁極面（2 つの矩形面 2 1 c と 2 つの環状扇形面 2 1 d）に備わる溝（第 1 溝 2 1 c c と第 2 溝 2 1 d c）の表面が平滑となっている。一方、本実施形態では、図 1 3 に示すように永久磁石 2 1 の非磁極面 2 1 c d に備わる溝 2 1 c d c の表面に凸凹を備える。

[0086] (効果)

本実施形態の永久磁石 2 1 の非磁極面の溝は、表面に凸凹を備え、溝の表面が平滑である第 1 本実施形態の永久磁石 2 1 より表面積が広く、冷却性能を向上させることができる。

[0087] (第 6 の実施形態)

図 1 4 は、本発明の第 6 実施形態に係る永久磁石 2 1 の非磁極面に備わる溝の断面図である。本実施形態に係る永久磁石 2 1 が第 1 実施形態と異なる点は以下の通りである。即ち、第 1 本実施形態では永久磁石 2 1 の非磁極面（2 つの矩形面 2 1 c と 2 つの環状扇形面 2 1 d）に備わる溝（第 1 溝 2 1 c c と第 2 溝 2 1 d c）の断面が半円状となっている。一方、本実施形態では、図 1 4 に示すように永久磁石 2 1 の非磁極面 2 1 c d に備わる溝 2 1 c d c の断面が矩形となっている。

[0088] (効果)

本実施形態の永久磁石 2 1 の非磁極面の溝は断面が矩形であるため、例えば、削りだしにより形成でき、製造コストを抑制できる。

[0089] (第 7 の実施形態)

図 1 5 は、本発明の第 7 実施形態に係る磁極 2 4 を示す概略図である。本実施形態に係る磁極 2 4 が第 1 実施形態と異なる点は、以下の通りである。

即ち、第1実施形態では磁極24は、回転子2の周方向に隣合う2つの永久磁石21により形成されている。一方、第1実施形態では磁極24は、回転子2の周方向に隣合う複数（図15は3つ）の永久磁石21により形成されている。

[0090] 詳述すると、本実施形態に係る永久磁石21は、1つの磁極24を形成する複数（図15では3つ）の永久磁石21であり、これらの複数の永久磁石21の各々は、個別の磁石挿入孔22b、22c、22eに挿入され、永久磁石21の溝（第1溝21cc、第2溝21dc）は、複数の永久磁石21の隣合う2つの永久磁石21において対向する非磁極面（矩形面21c、環状扇形面21d）の少なくとも一方（本実施形態では双方）に設けられている。

[0091] （効果）

本実施形態の磁極24を形成する複数の永久磁石21の各々は、隣合う2つの永久磁石21において対向する非磁極面の少なくとも一方に溝が設けられている。そのため、磁極24が回転子2の周方向に永久磁石21を3以上配列することにより形成され、回転子2の周方向に永久磁石21に挟まれた永久磁石21eでも非磁極面に溝を備える。

[0092] したがって、磁極24における永久磁石21の配列が第1実施形態や第2実施形態と異なり、回転子2の周方向の両側を永久磁石21に挟まれた永久磁石21eが設けられる場合であっても、永久磁石21eは、非磁極面に冷媒101の流通可能な溝を備えるため、実効磁石体積を減らすことなく発熱と形状による減磁を抑制することができる。

[0093] （第8の実施形態）

図16は、本発明の第8の実施形態に係るエンドリングを回転子鉄心の端面に取り付けた正面面であり、図17は、本発明の第8の実施形態による回転電機10の概略構成を示す断面図である。

[0094] 本実施形態に係るエンドリング23が第1実施形態と異なる点は以下の通りである。即ち、第1実施形態のエンドリング23（流入側エンドリング2

3 1 と反流入側エンドリング 2 3 2) の外径は、回転子 2 の外径側の流路（流入側第 2 周方向流路 2 5 d と流入側第 4 周方向流路 2 7 d 又は反流入側第 2 周方向流路 2 6 d と反流入側第 4 周方向流路 2 8 d）の各々の回転子鉄心 2 2 の径方向における外端と回転子鉄心 2 2 の中心の距離よりも少なくとも小さい。

[0095] 一方、本実施形態のエンドリング 2 3 の外径は、回転子 2 の外径側の流路の回転子鉄心 2 2 の径方向における外端と回転子鉄心 2 2 の中心の距離よりも少なくとも大きい。

[0096] また、本実施形態に係るエンドリング 2 3 には第 1 実施形態と異なり、複数の冷媒排出孔 2 3 b が設けられている。複数の冷媒排出孔 2 3 b の各々は、2 枚のエンドリング 2 3 の各々を回転子鉄心 2 2 の端面の各々に取り付け固定したときに、回転子鉄心 2 2 の複数の第 1 磁石挿入孔 2 2 b と複数の第 2 磁石挿入孔 2 2 c の各々に挿入された永久磁石 2 1 の第 2 溝 2 1 d c と連通する。したがって、複数の冷媒排出孔 2 3 b の各々の内径値と中心位置は、第 1 溝 2 1 c c と第 2 溝 2 1 d c の位置と幅に基づいて決められる。特に、2 枚のエンドリング 2 3 の各々を回転子鉄心 2 2 の端面の各々に取り付け固定したときに回転子鉄心 2 2 の複数の第 1 磁石挿入孔 2 2 b と複数の第 2 磁石挿入孔 2 2 c の各々に挿入された永久磁石 2 1 の第 2 溝 2 1 d c の中心線の中央に、複数の冷媒排出孔 2 3 b の各々の中心を位置させることが好適である。

[0097] また、第 1 実施形態では、回転子 2 の各流路を通過した冷媒 1 0 1 は、吐出口 2 5 e ~ 2 8 e からコイル 1 2 に向かって吐出される。一方、本実施形態では、図 1 6 に示すように、回転子 2 の各流路を通過した冷媒 1 0 1 は、複数の冷媒排出孔 2 3 b の各々からコイル 1 2 に向かって吐出される。

[0098] (効果)

本実施形態のエンドリング 2 3 は、複数の冷媒排出孔 2 3 b の各々が、2 枚のエンドリング 2 3 の各々を回転子鉄心 2 2 の端面の各々に取り付け固定したときに、回転子鉄心 2 2 の複数の第 1 磁石挿入孔 2 2 b と複数の第 2 磁

石挿入孔 22c の各々に挿入された永久磁石 21 の第 2 溝 21dc と連通する。これにより、回転子 2 の各流路を通過した冷媒 101 は、複数の冷媒排出孔 23b の各々から吐出される。そのため、本実施形態は、第 1 実施形態と異なり、回転子鉄心 22 の端面からエンドリング 23 の厚さだけ離れた位置で冷媒 101 を排出することができ、回転子 2 と固定子 1 の間の空隙に冷媒 101 が入り込むことを抑制できる。

[0099] また、2 枚のエンドリング 23 の各々を回転子鉄心 22 の端面の各々に取り付け固定し回転子 2 の軸方向からエンドリング 23 を見たときに、複数の冷媒排出孔 23b の各々と、回転子 2 の外径側の軸方向に伸びる複数の流路（回転子 2 の流入側第 2 軸方向流路 25b と反流入側第 2 軸方向流路 26b と流入側第 4 軸方向流路 27b と反流入側第 4 軸方向流路 28b）（図 7 参照）の各々とは重ならないことが好ましい。即ち、2 枚のエンドリング 23 の各々を回転子鉄心 22 の端面の各々に取り付け固定した場合、回転子 2 の外径側の軸方向に伸びる複数の流路の各々から回転子 2 の軸方向に噴出する冷媒 101 は、2 枚のエンドリング 23 の各々の回転子鉄心 22 との対向面に突き当たることが好ましい。これにより、回転子 2 の外径側の軸方向に伸びる複数の流路の各々を流れ、回転子 2 の軸方向に噴出する冷媒 101 が、そのまま複数の冷媒排出孔 23b の各々から回転子 2 の軸方向に吐出され、コイル 12 を冷却せずに回転電機 10 の外に排出されることを抑制され、コイル 12 を効率的に冷却することができる（図 17 参照）。

[0100] 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。具体的には、冷媒 101 の流路は、永久磁石 21 の非磁極面に設けられた溝（第 1

溝 2 1 c c と第 2 溝 2 1 d c の少なくとも一方) により形成された流路を含めばよく、その他の流路については上記した実施形態に限定されない。

[0101] なお、本発明の実施形態は、以下の態様であってもよい。回転子 2 の磁極 2 4 が 8 極の例を示したが他の極数でもよい。

符号の説明

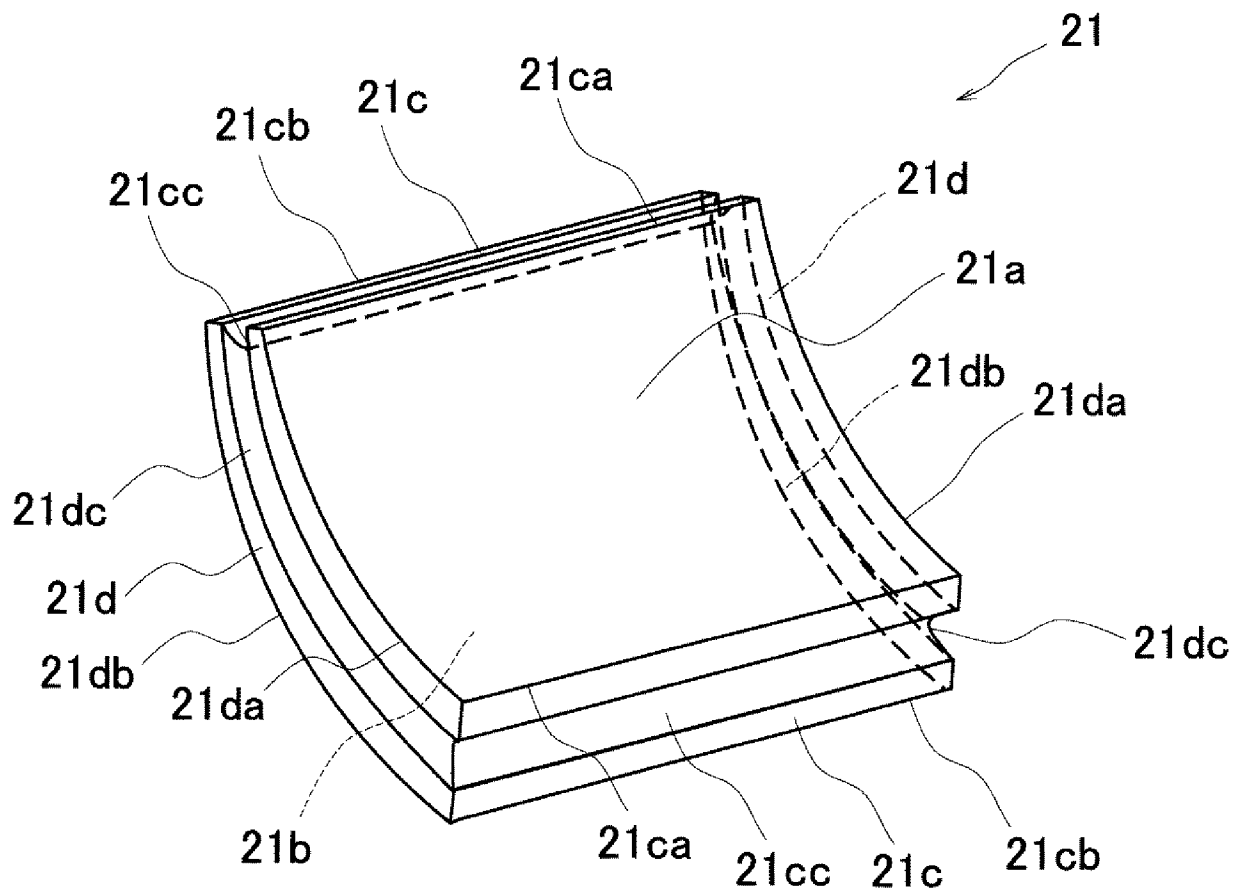
[0102] 1 0 …回転電機、2 …回転子、2 1, 2 1 1 ~ 2 1 4 …永久磁石、2 1 c (矩形面), 2 1 d (環状扇形面), …非磁極面、2 1 c c (第 1 溝), 2 1 d c (第 2 溝) …溝、2 2 …回転子鉄心、2 2 b (第 1 磁石挿入孔), 2 2 c (第 2 磁石挿入孔) …磁石挿入孔、2 2 b c, 2 2 c c (第 3 内側面), 2 2 b d, 2 2 c d (第 4 内側面) …磁石挿入孔の内側面、2 1 d e …突出面

請求の範囲

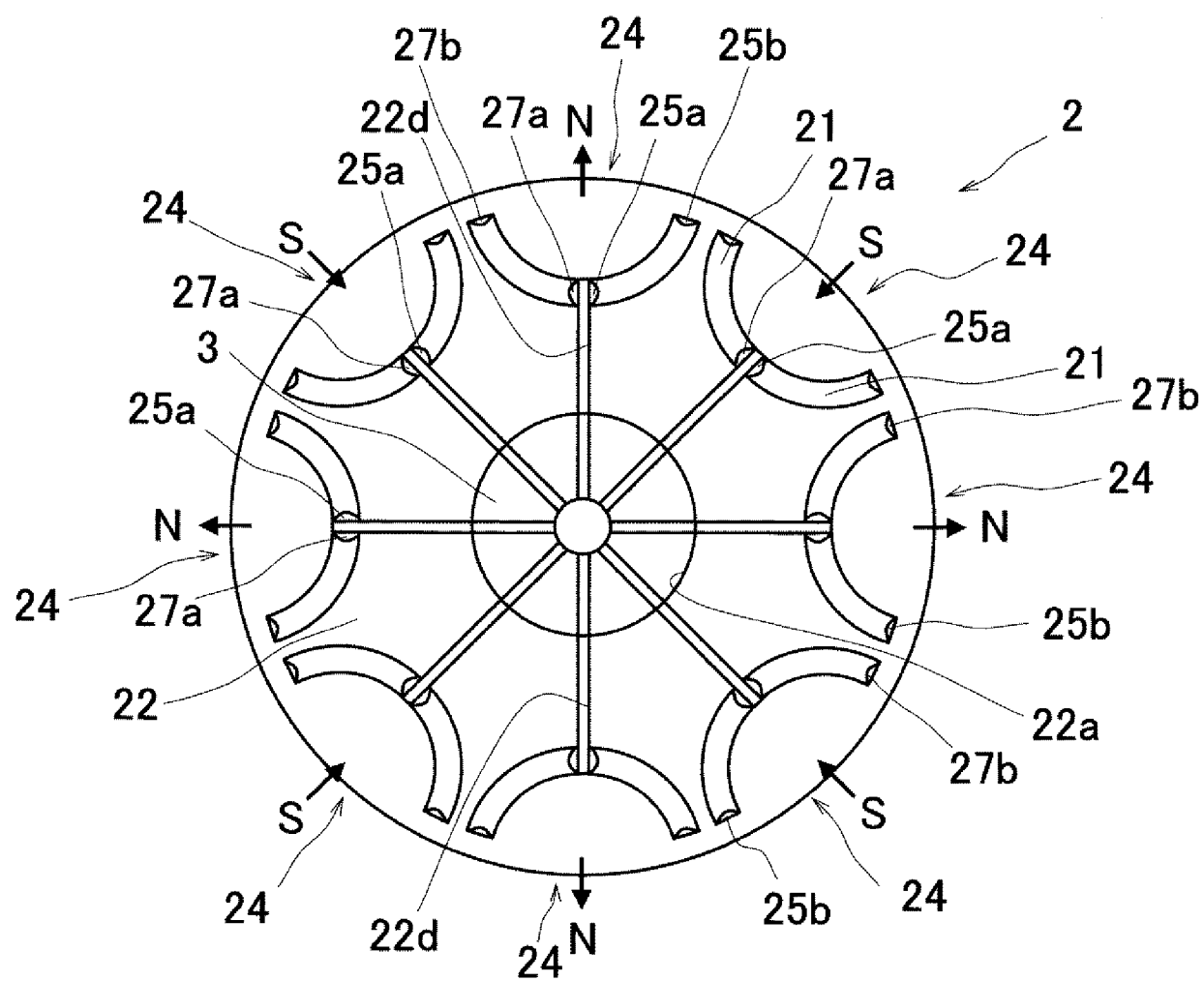
- [請求項1] 磁石挿入孔を有する回転子鉄心と、
前記磁石挿入孔に挿入された永久磁石と、
前記永久磁石の複数の非磁極面の少なくとも1つに設けられ、冷媒が流通可能な溝とを備えることを特徴とする回転電機。
- [請求項2] 請求項1に記載の回転電機において、
前記溝が、前記複数の非磁極面のうちの、前記磁石挿入孔の内側面に対向する非磁極面の少なくとも1つに設けられていることを特徴とする回転電機。
- [請求項3] 請求項1に記載の回転電機において、
前記永久磁石は、前記磁石挿入孔に挿入され前記回転子鉄心の軸方向に配列された複数の永久磁石であり、
前記溝が、前記複数の非磁極面のうちの、前記複数の永久磁石の隣合う2つの永久磁石において対向する非磁極面の少なくとも一方に設けられていることを特徴とする回転電機。
- [請求項4] 請求項3に記載の回転電機において、
前記複数の永久磁石のうち隣合う2つの永久磁石の対向する非磁極面の各々は、前記回転子鉄心の軸方向に突出する突出面を備え、
前記溝が、前記突出面に設けられていることを特徴とする回転電機。
- [請求項5] 請求項1に記載の回転電機において、
前記溝は、表面に凸凹を備えることを特徴とする回転電機。
- [請求項6] 請求項1に記載の回転電機において、
前記永久磁石は、1つの磁極を形成する複数の永久磁石であり、
前記複数の永久磁石の各々は、個別の前記磁石挿入孔に挿入され、
前記溝は、前記複数の永久磁石の隣合う2つの永久磁石において対向する非磁極面の少なくとも一方に設けられていることを特徴とする回転電機。

[請求項7] 請求項 1 に記載の回転電機において、
前記溝が、前記複数の非磁極面の全てに設けられていることを特徴
とする回転電機。

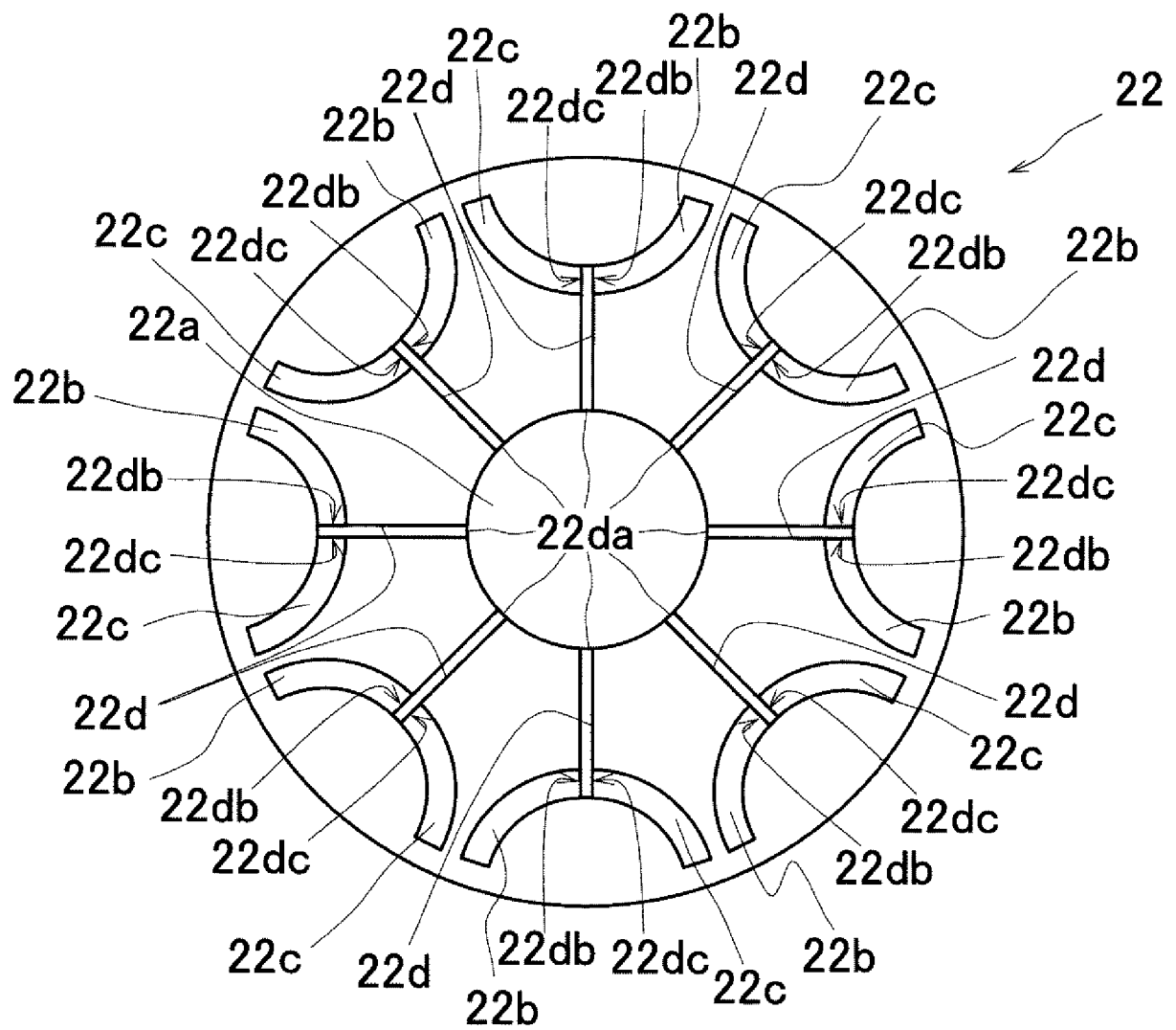
[図2]



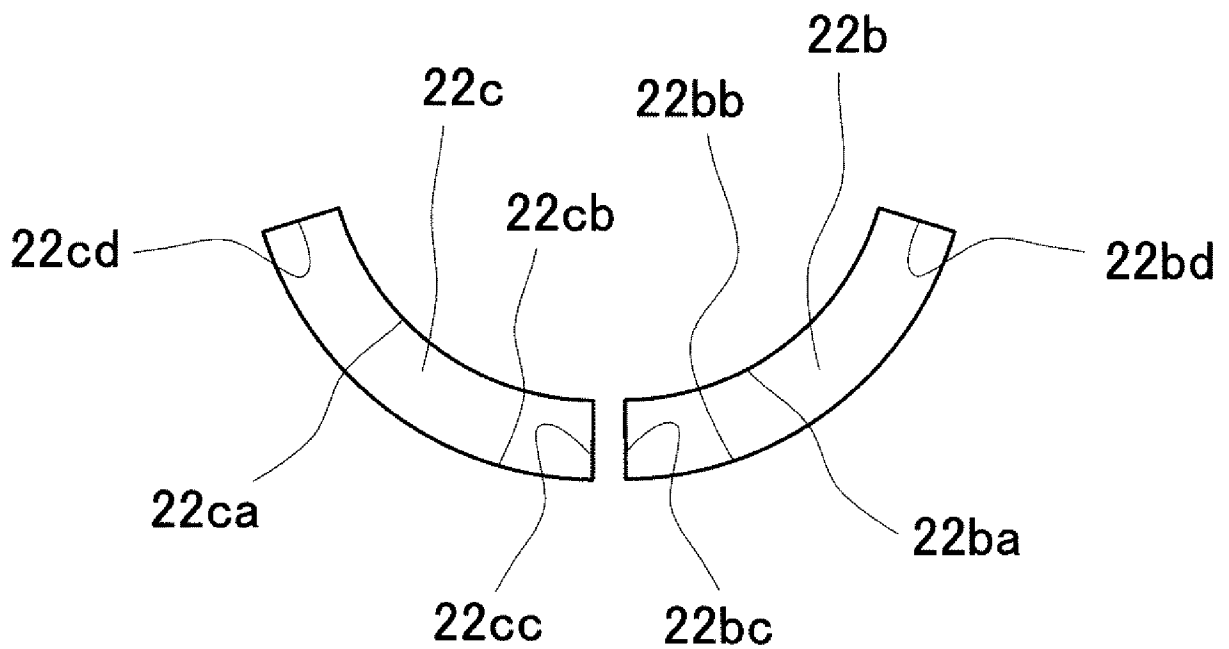
[図3]



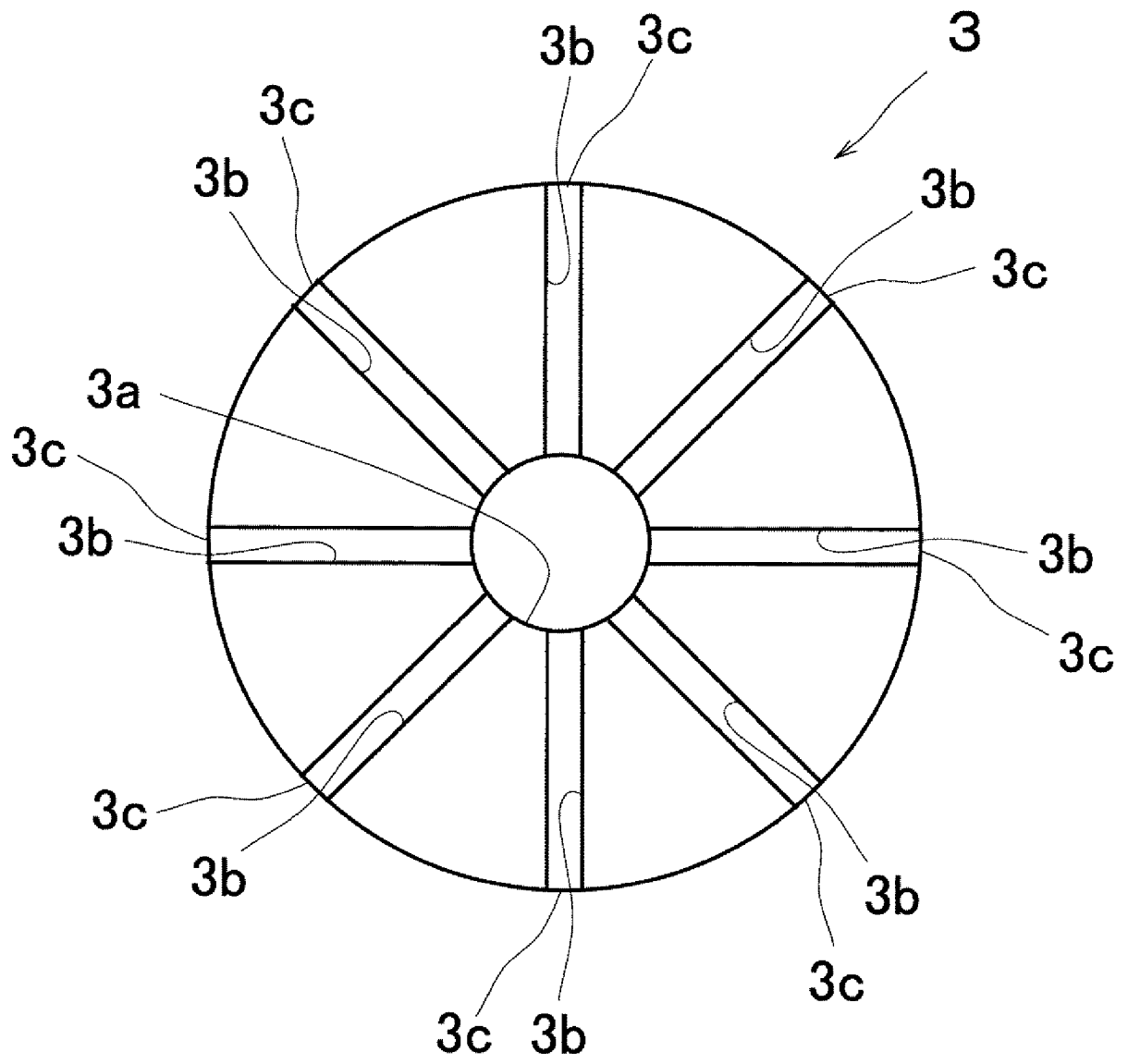
[図4]



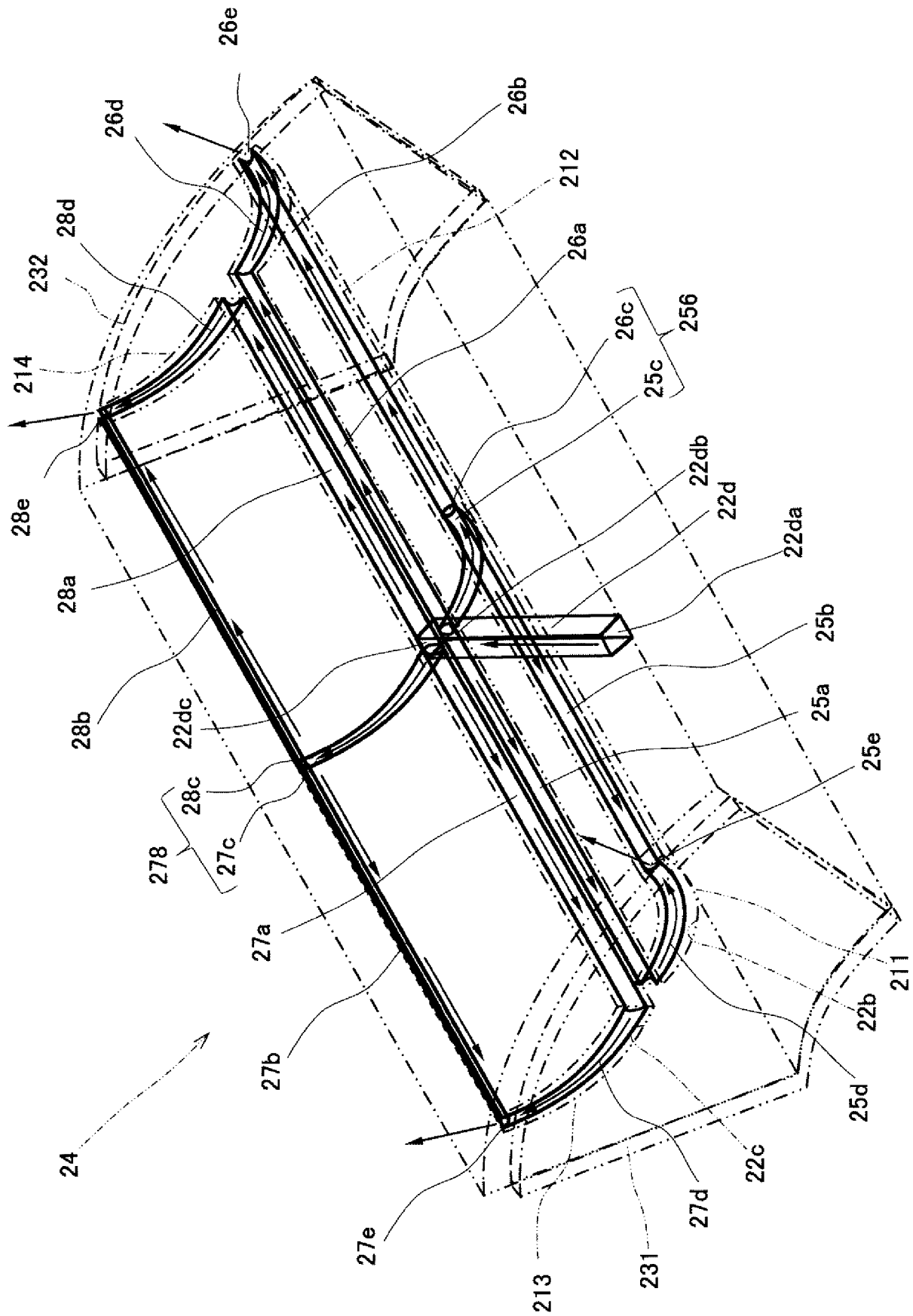
[図5]



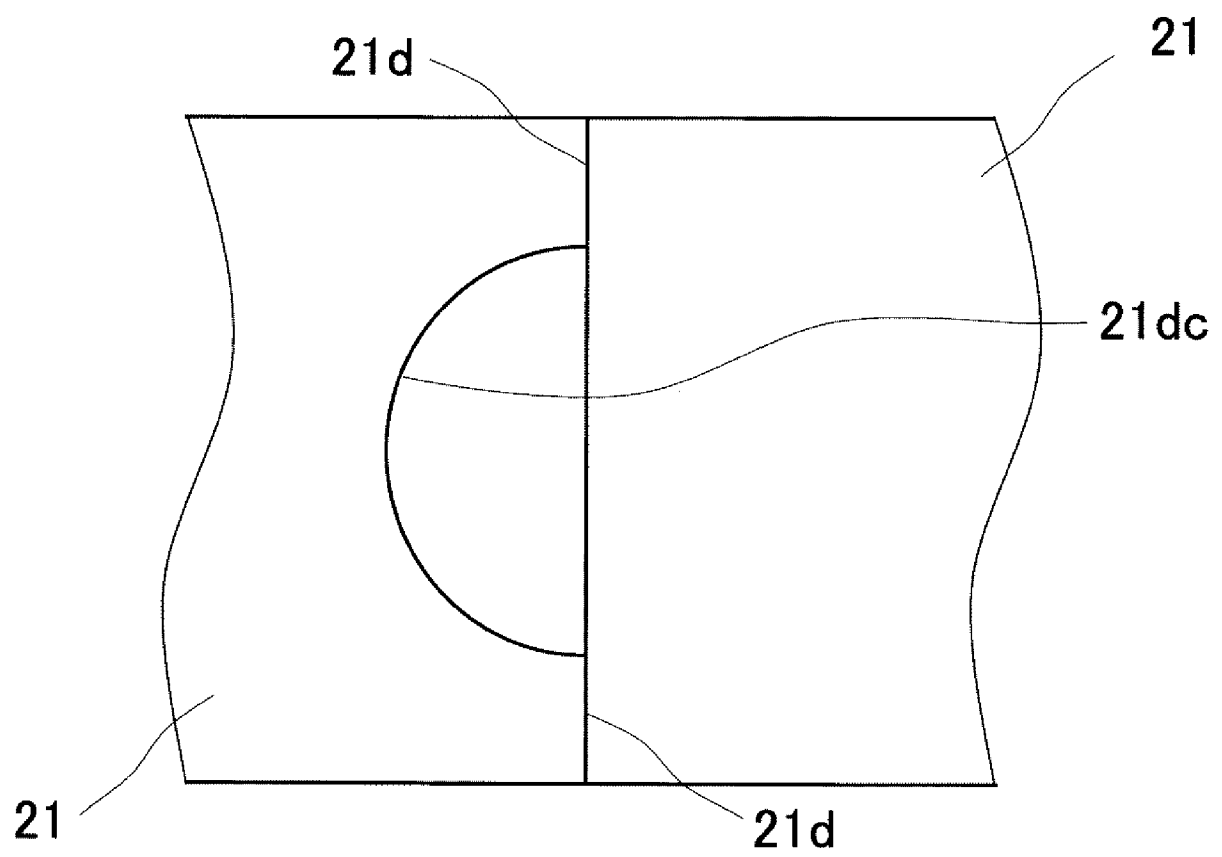
[図6]



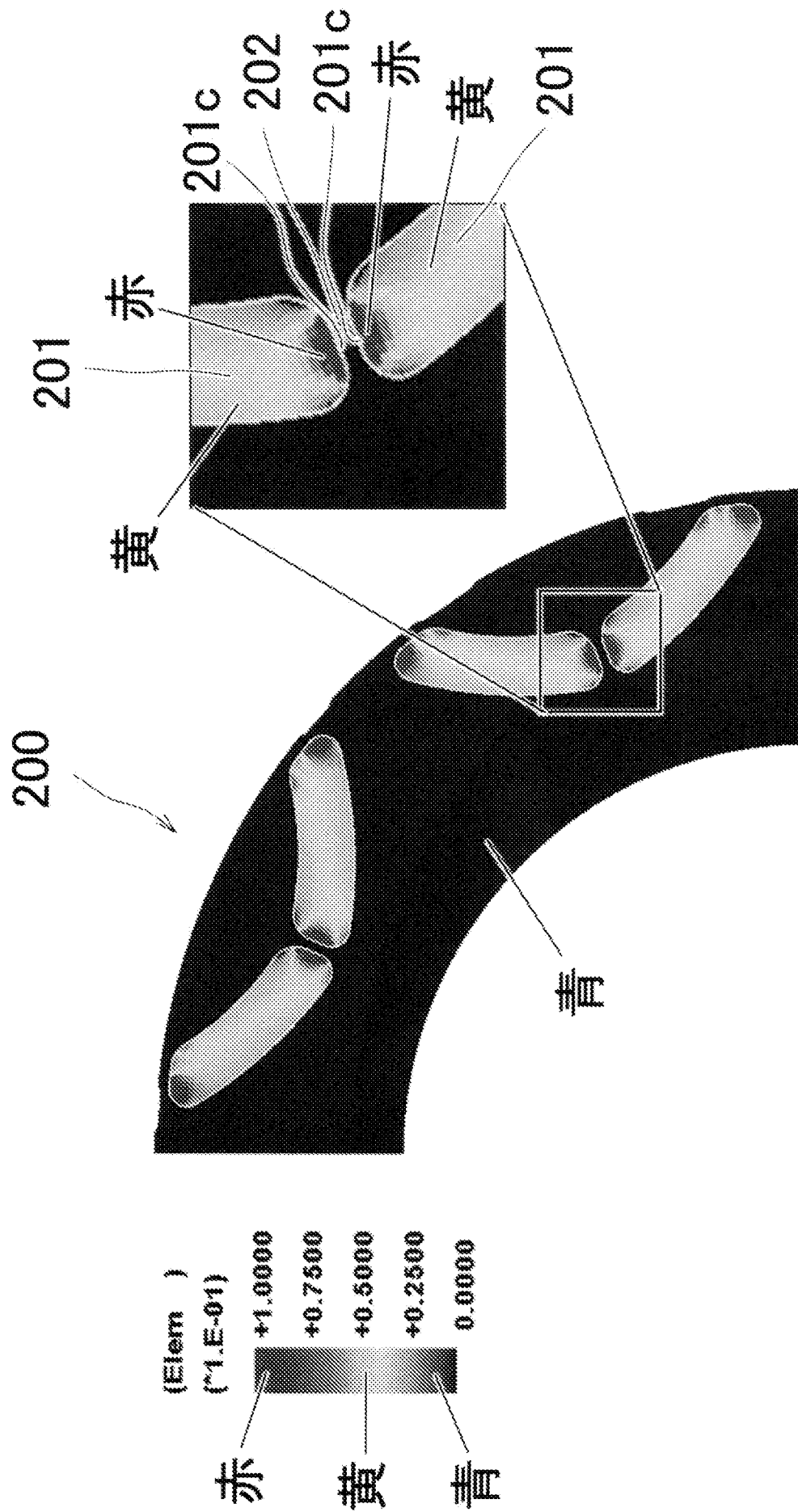
[図7]



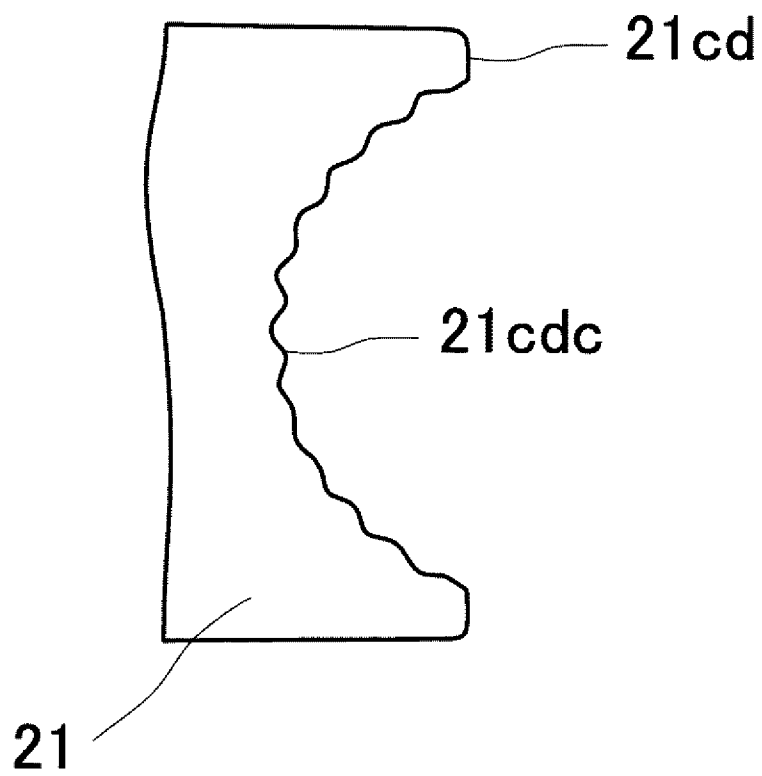
[図8]



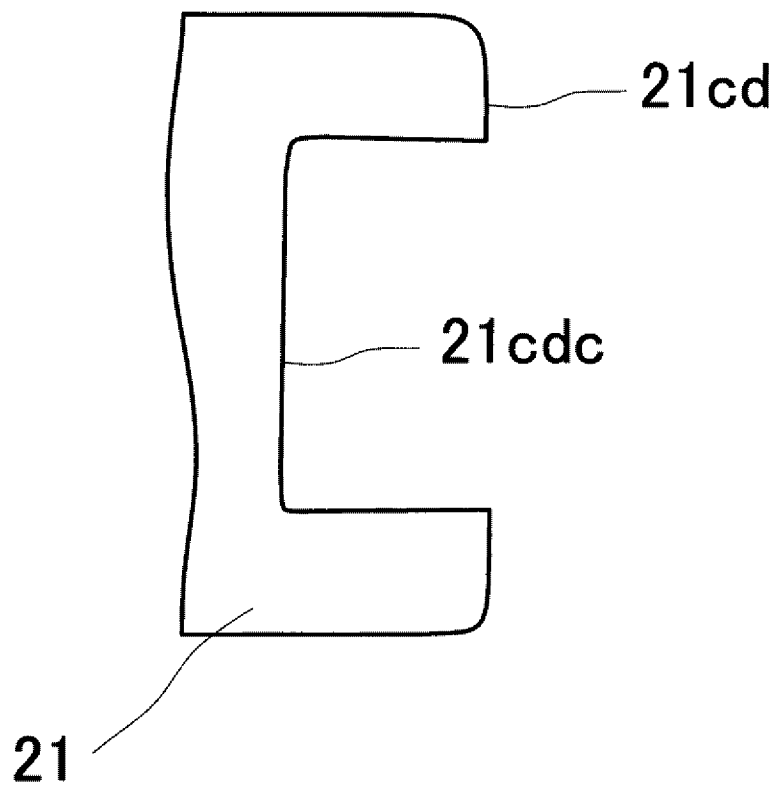
[図9]



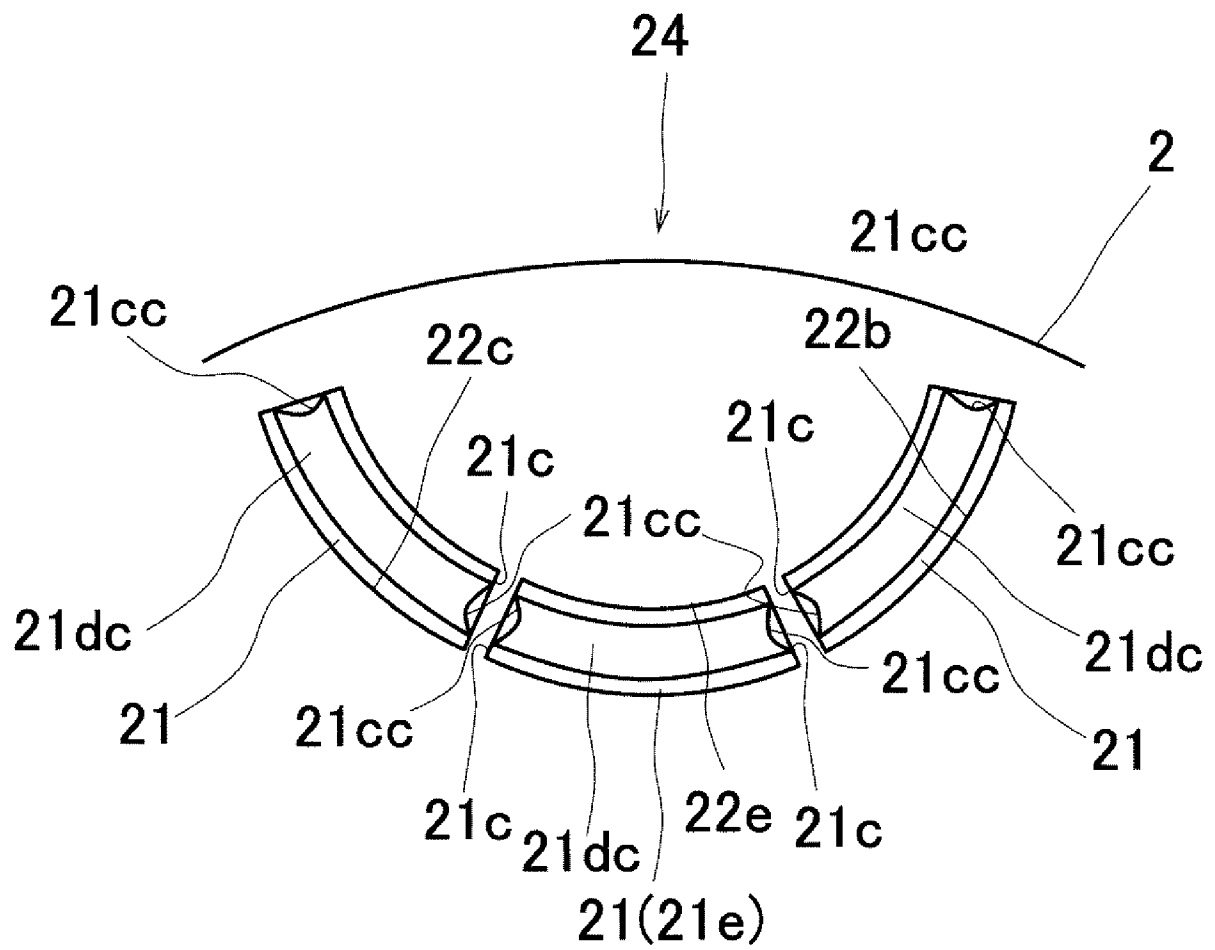
[図13]



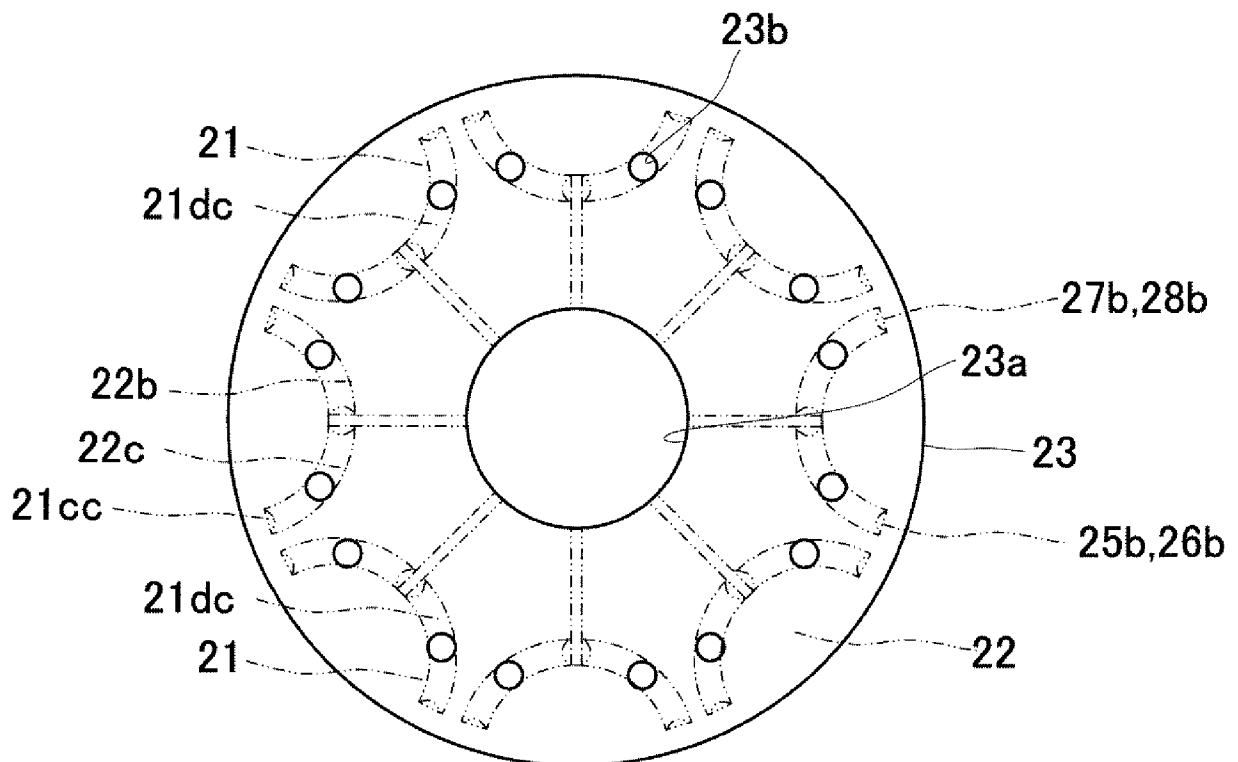
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/031873

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H02K 1/27**(2006.01)i

FI: H02K1/27 501M

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)

H02K1/27

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 1971-2021

Registered utility model specifications of Japan 1996-2021

Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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.
A	JP 2006-014399 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 12 January 2006 (2006-01-12) paragraphs [0011]-[0015], [0036]-[0037], [0041]-[0043], fig. 1-3, 8-11	1-7
A	JP 2003-061282 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 28 February 2003 (2003-02-28) paragraphs [0018], [0025], fig. 1, 4	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ 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

07 October 2021

Date of mailing of the international search report

26 October 2021

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/031873

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2006-014399	A	12 January 2006	(Family: none)	
JP	2003-061282	A	28 February 2003	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02K 1/27(2006.01)i FI: H02K1/27 501M										
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）） H02K1/27 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年									
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	JP 2006-014399 A（日産自動車株式会社）12.01.2006（2006 - 01 - 12） 段落[0011]-[0015], [0036]-[0037], [0041]-[0043], 図1-3, 8-11	1-7								
A	JP 2003-061282 A（日産自動車株式会社）28.02.2003（2003 - 02 - 28） 段落[0018], [0025], 図1, 4	1-7								
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ 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 07.10.2021	国際調査報告の発送日 26.10.2021									
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） 佐藤 彰洋 3V 3936 電話番号 03-3581-1101 内線 3357									

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/JP2021/031873

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2006-014399	A	12.01.2006	(ファミリーなし)	
JP	2003-061282	A	28.02.2003	(ファミリーなし)	