

(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
2017 年 5 月 4 日(04.05.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/072967 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 1/22 (2006.01) *H02K 1/27* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/080803
- (22) 国際出願日: 2015 年 10 月 30 日(30.10.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 仁吾 昌弘(NIGO Masahiro); 〒1008310 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 Tokyo (JP). 土田 和慶(TSUCHIDA Kazuchika); 〒1008310 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 Tokyo (JP). 木嶋 龍吉(KIJIMA Ryukichi); 〒1008310 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 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 前田 実, 外(MAEDA Minoru et al.); 〒1510053 東京都渋谷区代々木 2 丁目 1 6 番 2 号 甲田ビル 4 階 特許業務法人 前田・山形特許事務所 Tokyo (JP).

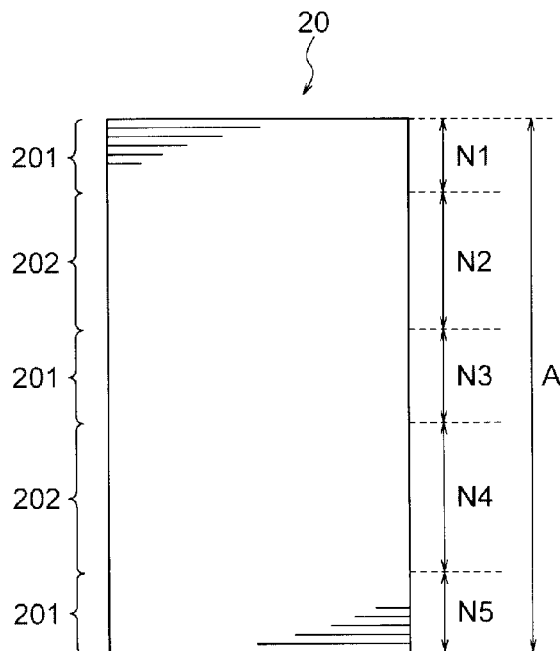
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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))

(54) Title: ELECTRIC MOTOR, ROTOR, COMPRESSOR, AND REFRIGERATION AIR CONDITIONING DEVICE

(54) 発明の名称: 電動機、ロータ、圧縮機および冷凍空調装置



(57) Abstract: This electric motor is provided with a stator, and a rotor arranged on the inward side of the stator. The rotor has a plurality of magnet insertion holes in the circumferential direction, and each magnet insertion hole has a rotor core corresponding to a one magnetic pole, and a plurality of permanent magnets provided such that at least two permanent magnets are arranged inside each magnet insertion hole. The rotor core has a first magnet holding section between adjacent permanent magnets inside the magnet insertion holes, and has a second magnet holding section at an end section of the magnet insertion holes in said circumferential direction. The rotor core is obtained by laminating a plurality of electromagnetic steel sheets in the axial direction. If the number of the plurality of electromagnetic steel sheets of the rotor core is expressed as A, and among the plurality of electromagnetic steel sheets of the rotor core, the number of electromagnetic sheets having the first magnet holding section is expressed as B, and the number of electromagnetic steel sheets having the second magnet holding section is expressed as C, the relationships of $A > B$ and $A > C$ are es-

published.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/072967 A1



電動機は、ステータと、ステータの内側に配置されたロータとを備える。ロータは、周方向に複数の磁石挿入孔を有し、各磁石挿入孔が1磁極に対応するロータコアと、各磁石挿入孔内に少なくとも2つの永久磁石が配置されるように設けられた複数の永久磁石とを有する。ロータコアは、磁石挿入孔内で隣り合う永久磁石の間に第1の磁石保持部を有し、当該周方向における磁石挿入孔の端部に第2の磁石保持部を有する。ロータコアは、複数の電磁鋼板を軸方向に積層したものである。ロータコアの複数の電磁鋼板の数をAとし、ロータコアの複数の電磁鋼板のうち、第1の磁石保持部を有する電磁鋼板の数をBとし、第2の磁石保持部を有する電磁鋼板の数をCとした場合に、 $A > B$ および $A > C$ の関係が成立する。

明 細 書

発明の名称：電動機、ロータ、圧縮機および冷凍空調装置

技術分野

[0001] 本発明は、永久磁石埋込型の電動機およびそのロータ、並びに、電動機を用いた圧縮機および冷凍空調装置に関する。

背景技術

[0002] 従来より、ロータに永久磁石を取り付けた電動機が知られている。この種の電動機は、ロータの表面に永久磁石を貼り付けた表面磁石型の電動機（例えば特許文献1参照）と、ロータの内部に永久磁石を埋め込んだ永久磁石埋込型の電動機とに大別される。永久磁石埋込型の電動機では、ロータコアに磁石挿入孔が形成され、この磁石挿入孔内に永久磁石が配置されている。磁石挿入孔には、磁石挿入孔内で永久磁石が移動しないように位置決めするための磁石保持部（突起）が設けられる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平6－70520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、磁石保持部はロータコアと同じ磁性材料で構成されるため、電動機の駆動時に、ステータからの磁束が磁石保持部に流れやすい。そのため、磁石保持部に隣接する永久磁石の端部が減磁しやすい。

[0005] 本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであり、永久磁石の減磁を抑制することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の電動機は、ステータと、ステータの内側に配置されたロータとを備える。ロータは、周方向に複数の磁石挿入孔を有し、各磁石挿入孔が1磁極に対応するロータコアと、各磁石挿入孔内に少なくとも2つの永久磁石が

配置されるように設けられた複数の永久磁石とを有する。ロータコアは、磁石挿入孔内で隣り合う永久磁石の間に第1の磁石保持部を有し、当該周方向における磁石挿入孔の端部に第2の磁石保持部を有する。ロータコアは、複数の電磁鋼板を軸方向に積層したものである。ロータコアの複数の電磁鋼板の数をAとし、ロータコアの複数の電磁鋼板のうち、第1の磁石保持部を有する電磁鋼板の数をBとし、第2の磁石保持部を有する電磁鋼板の数をCとした場合に、 $A > B$ および $A > C$ の関係が成立する。

[0007] 本発明のロータは、周方向に複数の磁石挿入孔を有し、各磁石挿入孔が1磁極に対応するロータコアと、各磁石挿入孔内に少なくとも2つの永久磁石が配置されるように設けられた複数の永久磁石とを有する。ロータコアは、磁石挿入孔内で隣り合う永久磁石の間に第1の磁石保持部を有し、当該周方向における磁石挿入孔の端部に第2の磁石保持部を有する。ロータコアは、複数の電磁鋼板を軸方向に積層したものである。ロータコアの複数の電磁鋼板の数をAとし、ロータコアの複数の電磁鋼板のうち、第1の磁石保持部を有する電磁鋼板の数をBとし、第2の磁石保持部を有する電磁鋼板の数をCとした場合に、 $A > B$ および $A > C$ の関係が成立する。

[0008] 本発明の圧縮機は、電動機と、電動機によって駆動される圧縮機構とを備える。電動機は、ステータと、ステータの内側に配置されたロータとを備える。ロータは、周方向に複数の磁石挿入孔を有し、各磁石挿入孔が1磁極に対応するロータコアと、各磁石挿入孔内に少なくとも2つの永久磁石が配置されるように設けられた複数の永久磁石とを有する。ロータコアは、磁石挿入孔内で隣り合う永久磁石の間に第1の磁石保持部を有し、当該周方向における磁石挿入孔の端部に第2の磁石保持部を有する。ロータコアは、複数の電磁鋼板を軸方向に積層したものである。ロータコアの複数の電磁鋼板の数をAとし、ロータコアの複数の電磁鋼板のうち、第1の磁石保持部を有する電磁鋼板の数をBとし、第2の磁石保持部を有する電磁鋼板の数をCとした場合に、 $A > B$ および $A > C$ の関係が成立する。

[0009] 本発明の冷凍空調装置は、圧縮機、凝縮器、減圧装置および蒸発器を備え

る。圧縮機は、電動機と、電動機によって駆動される圧縮機構とを備える。電動機は、ステータと、ステータの内側に配置されたロータとを備える。ロータは、周方向に複数の磁石挿入孔を有し、各磁石挿入孔が1磁極に対応するロータコアと、各磁石挿入孔内に少なくとも2つの永久磁石が配置されるように設けられた複数の永久磁石とを有する。ロータコアは、磁石挿入孔内で隣り合う永久磁石の間に第1の磁石保持部を有し、当該周方向における磁石挿入孔の端部に第2の磁石保持部を有する。ロータコアは、複数の電磁鋼板を軸方向に積層したものである。ロータコアの複数の電磁鋼板の数をAとし、ロータコアの複数の電磁鋼板のうち、第1の磁石保持部を有する電磁鋼板の数をBとし、第2の磁石保持部を有する電磁鋼板の数をCとした場合に、 $A > B$ および $A > C$ の関係が成立する。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、ロータコアを構成する複数の電磁鋼板のうち、磁石挿入孔内で隣り合う永久磁石の間に第1の磁石保持部を有する電磁鋼板の数B、および周方向における磁石挿入孔の端部に第2の磁石保持部を有する電磁鋼板の数Cが、いずれも電磁鋼板の総数Aよりも小さい。そのため、第1の磁石保持部および第2の磁石保持部から永久磁石に流れる磁束に起因する永久磁石の減磁を抑制することができる。また、一部の電磁鋼板に設けられた第1の磁石保持部および第2の磁石保持部により、磁石挿入孔内で永久磁石を位置決めすることができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]実施の形態1の電動機の断面図である。

[図2]実施の形態1の第1の電磁鋼板を平面視で示すロータの断面図である。

[図3]実施の形態1の第1の電磁鋼板を平面視で示すロータコアの断面図である。

[図4]実施の形態1の第2の電磁鋼板を平面視で示すロータの断面図である。

[図5]実施の形態1の第2の電磁鋼板を平面視で示すロータコアの断面図である。

[図6]実施の形態1のロータコアの積層構造を示す図である。

[図7]実施の形態1のロータコアの積層構造の他の例を示す図である。

[図8]実施の形態1の圧縮機の断面図である。

[図9]実施の形態1の冷凍空調装置の図である。

[図10]実施の形態2の第3の電磁鋼板を平面視で示すロータの断面図である。
。

[図11]実施の形態2の第3の電磁鋼板を平面視で示すロータコアの断面図である。

[図12]実施の形態2のロータコアの積層構造を示す図である。

[図13]実施の形態2の電動機および比較例の電動機の減磁率の変化を示すグラフである。

[図14]変形例の第4の電磁鋼板を平面視で示すロータの断面図である。

[図15]変形例の第4の電磁鋼板を平面視で示すロータコアの断面図である。

[図16]他の変形例の第5の電磁鋼板を平面視で示すロータの断面図である。

[図17]他の変形例の第5の電磁鋼板を平面視で示すロータコアの断面図である。
。

[図18]実施の形態3の第1の電磁鋼板を平面視で示すロータの断面図である。
。

[図19]実施の形態3の第1の電磁鋼板を平面視で示すロータコアの断面図である。

[図20]実施の形態3の第2の電磁鋼板を平面視で示すロータの断面図である。
。

[図21]実施の形態3の第2の電磁鋼板を平面視で示すロータコアの断面図である。

[図22]実施の形態4の第1の電磁鋼板を平面視で示すロータの断面図である。
。

[図23]実施の形態4の第1の電磁鋼板を平面視で示すロータコアの断面図である。

[図24]実施の形態4の第2の電磁鋼板を平面視で示すロータの断面図である。

[図25]実施の形態4の第2の電磁鋼板を平面視で示すロータコアの断面図である。

[図26]実施の形態5の第1の電磁鋼板を示すロータコアの断面図である。

[図27]実施の形態5の第2の電磁鋼板を示すロータコアの断面図である。

発明を実施するための形態

[0012] 実施の形態1.

まず、本発明の実施の形態1について説明する。実施の形態1は、永久磁石埋込型の電動機において、ロータの磁石挿入孔内で永久磁石を位置決めし、且つ永久磁石の減磁を抑制することを目的としている。

[0013] 図1は、本発明の実施の形態1の電動機100の構成を示す断面図である。この電動機100は、ロータ2に永久磁石40を埋め込んだ永久磁石埋込型電動機であり、例えばロータリー圧縮機300（図8参照）に用いられる。なお、図1は、ロータ2の回転軸に直交する面における断面図である。

[0014] 図1に示すように、電動機100は、ステータ1と、ステータ1の内側に回転可能に設けられたロータ2とを備えている。ステータ1とロータ2との間には、例えば0.3～1mmのエアギャップが形成されている。

[0015] ステータ1は、ステータコア10と、ステータコア10に巻回されたコイル15（図8）とを備えている。ステータコア10は、厚さ0.1～0.7mm（ここでは0.35mm）の複数の電磁鋼板を回転軸方向に積層し、カシメにより締結したものである。

[0016] ステータコア10は、環状のヨーク部11と、ヨーク部11から径方向内側に突出する複数（ここでは9つ）のティース12とを有している。隣り合うティース12の間には、スロットが形成される。各ティース12は、径方向内側の先端に、幅（ステータコア10の周方向の寸法）の広い歯先部13を有している。

[0017] 各ティース12には、ステータ巻線であるコイル15（図8）が巻回され

ている。コイル15は、マグネットワイヤを、絶縁体16（図8）を介してティース12に巻回すことによって形成される。また、コイル15は、3相（U相、V相およびW相）をY結線したものである。

[0018] なお、ステータコア10は、ティース12毎の複数（ここでは9つ）のブロックが薄肉部を介して連結された構成を有している。ステータコア10を帯状に展開した状態で、各ティース12に例えば直径1.0mmのマグネットワイヤ（コイル15）を例えば80ターン巻回し、その後、ステータコア10を環状に曲げて両端部を溶接する。なお、ステータコア10は、このように複数のブロックが連結された構成を有するものには限定されない。

[0019] 次に、ロータ2の構成について説明する。ロータ2は、ロータコア20と、ロータコア20に取り付けられた永久磁石40とを有している。ロータコア20は、厚さ0.1～0.7mm（ここでは0.35mm）の複数の電磁鋼板を回転軸方向に積層し、カシメにより締結したものである。ロータコア20は、ここでは2種類の電磁鋼板、すなわち第1の電磁鋼板201（図2～図3）と第2の電磁鋼板202（図4～図5）とを積層して構成されている。

[0020] 図2は、第1の電磁鋼板201を平面視で示すロータ2の断面図である。ロータコア20は、円筒形状を有しており、その径方向中心にはシャフト孔21（中心孔）が形成されている。シャフト孔21には、ロータ2の回転軸となるシャフト（例えば図8に示したロータリー圧縮機300のシャフト315）が、焼嵌または圧入等によって固定されている。

[0021] 以下では、ロータコア20の外周（円周）に沿った方向を、単に「周方向」と称する。また、ロータコア20の軸方向（回転軸の方向）を、単に「軸方向」と称する。また、ロータコア20の半径方向を、単に「径方向」と称する。

[0022] ロータコア20の外周面に沿って、永久磁石40が挿入される複数（ここでは6つ）の磁石挿入孔22が形成されている。磁石挿入孔22は空隙であり、1磁極に1つの磁石挿入孔22が対応している。ここでは6つの磁石挿

入孔 22 が設けられているため、ロータ 2 全体で 6 極となる。なお、極数は 6 極に限定されるものではなく、2 極以上であればよい。また、隣り合う磁石挿入孔 22 の間は、極間となる。

[0023] 1 つの磁石挿入孔 22 内には、2 つの永久磁石 40 が配置される。すなわち、1 磁極について 2 つの永久磁石 40 が配置される。ここでは、上記の通りロータ 2 が 6 極であるため、合計 12 個の永久磁石 40 が配置される。

[0024] 永久磁石 40 は、ロータコア 20 の軸方向に長い平板状の部材であり、ロータコア 20 の周方向に幅を有し、径方向に厚さを有している。永久磁石 40 の厚さは、例えば 2 mm である。永久磁石 40 は、例えば、ネオジウム (Nd)、鉄 (Fe) およびボロン (B) を主成分とする希土類磁石で構成されているが、これについては後述する。

[0025] 永久磁石 40 は、厚さ方向に着磁されている。また、1 つの磁石挿入孔 22 内に配置された 2 つの永久磁石 40 は、互いに同一の磁極が径方向の同じ側を向くように着磁されている。例えば、ある磁石挿入孔 22 内に配置された 2 つの永久磁石 40 は、それぞれの径方向内側が N 極となり、径方向外側が S 極となるように着磁されている。

[0026] 次に、ロータコア 20 の構成について説明する。図 3 は、第 1 の電磁鋼板 201 を平面視で示すロータコア 20 の断面図である。磁石挿入孔 22 は、ロータコア 20 の周方向に均等に配置されている。また、それぞれの磁石挿入孔 22 は、周方向の中央部が径方向内側に突出する V 字形状を有している。

[0027] また、磁石挿入孔 22 は、周方向中央部 (V 字形状の頂点をなす部分) を挟んだ両側に、第 1 の部分 22 a と第 2 の部分 22 b とを有している。磁石挿入孔 22 の第 1 の部分 22 a および第 2 の部分 22 b は、それぞれ直線状に延在しており、それぞれ永久磁石 40 (図 2) が挿入される。

[0028] すなわち、ロータ 2 の 1 磁極に 2 つの永久磁石 40 が V 字状に配置されている。このように配置することで、1 磁極に 1 つの永久磁石 40 を配置した場合と比較して、永久磁石の電気抵抗が増加し、面内渦電流損を低減するこ

とができる。その結果、電動機１００の駆動時の損失を低減し、電動機１００の効率を向上することができる。

[0029] 磁石挿入孔２２の周方向両側には、フラックスバリア２４がそれぞれ形成されている。フラックスバリア２４は、磁石挿入孔２２に連続して形成された空隙である。フラックスバリア２４は、隣り合う磁極間の漏れ磁束（すなわち、極間を通して流れる磁束）を抑制するためのものである。

[0030] ロータコア２０の外周とフラックスバリア２４との間の領域は、隣り合う磁極の永久磁石４０の間で磁束が短絡しないように、磁路が狭くなるように形成されている。ここでは、ロータコア２０の外周とフラックスバリア２４との距離は、ロータコア２０を構成する電磁鋼板の厚さと同じ（例えば０．３５ｍｍ）に設定されている。

[0031] ロータコア２０は、磁石挿入孔２２の周方向の中央部（周方向中央部）に、突起である第１の磁石保持部３１を有している。第１の磁石保持部３１は、磁石挿入孔２２内で隣り合う２つの永久磁石４０（図２）の間に配置されている。

[0032] 第１の磁石保持部３１は、永久磁石４０の厚さ方向において、永久磁石４０の板面（平坦面）よりも、永久磁石４０の内部側に突出するように形成されている。言い換えると、第１の磁石保持部３１は、２つの永久磁石４０の互いに対向する各端面に対して、当接可能に形成されている。

[0033] また、ロータコア２０は、磁石挿入孔２２の周方向の両端部（周方向端部）に、突起である第２の磁石保持部３２をそれぞれ有している。第２の磁石保持部３２は、磁石挿入孔２２内で隣り合う２つの永久磁石４０（図２）に対して、周方向の外側に配置されている。

[0034] 第２の磁石保持部３２は、永久磁石４０の厚さ方向において、永久磁石４０の板面（平坦面）よりも、永久磁石４０の内部側に突出するように形成されている。言い換えると、それぞれの第２の磁石保持部３２は、２つの永久磁石４０の互いに離れた側の各端面に対して、当接可能に形成されている。

[0035] 磁石挿入孔２２の幅（永久磁石４０の厚さ方向の寸法）は、永久磁石４０

をがたつかせずに保持することが可能な幅に設定されている。また、永久磁石40の厚さを2mmとすると、永久磁石40の厚さ方向における磁石保持部31、32の突出量は、例えば0.5mmに設定される。

[0036] 磁石保持部31、32は、ロータコア20の一部として形成され、永久磁石40を磁石挿入孔22内で周方向に移動しないように位置決め（位置規制）する。電動機100の駆動時には、ステータ1のコイル15から発生した磁束と永久磁石40との作用により、永久磁石40を磁石挿入孔22内で移動させる方向に電磁力が発生する。磁石保持部31、32を設けることで、永久磁石40の移動を抑制し、また、永久磁石40の移動に伴う振動音の発生を抑制することができる。

[0037] 永久磁石40を磁石挿入孔22内で位置決めする構成としては、他に、磁石挿入孔22の周方向中央部にブリッジ部を設けて磁石挿入孔22を2つに分断する構成がある。しかしながら、ブリッジ部は磁性材料で構成されるため、例えば、永久磁石40のN極から出た磁束が、ブリッジ部を通して同じ永久磁石40のS極に流れるといった磁束の短絡が生じる。このような磁束の短絡は、マグネットトルクの低下の原因となる。

[0038] これに対し、磁石挿入孔22内に複数の永久磁石40を配置し、突起状の磁石保持部31、32を設けた構成を採用することで、ブリッジ部を設けた場合のような磁束の短絡を抑制することができ、マグネットトルクの低下を抑制することができる。

[0039] ここでは、磁石挿入孔22の周方向中央部に設けた1つの第1の磁石保持部31によって、2つの永久磁石40の互いに対向する側を位置決めしている。しかしながら、磁石挿入孔22の周方向中央部に2つの第1の磁石保持部31を設け、それぞれが永久磁石40を位置決めするようにしてもよい。

[0040] 磁石保持部31、32は、磁石挿入孔22の径方向内側に形成されている。すなわち、磁石保持部31、32の径方向外側には、空隙が形成される。磁石保持部31、32を磁石挿入孔22の径方向外側ではなく径方向内側に形成するのは、永久磁石40の減磁を抑制する効果を高めるためである。

- [0041] ここで、永久磁石40の減磁について説明する。電動機100の駆動時には、ステータ1のコイル15で発生した磁束がロータコア20の永久磁石40の外周側を通ることによって磁気吸引力が発生し、ロータ2を回転させる回転トルクが生じる。
- [0042] ステータ1のコイル15に流れる電流が大きい場合、または電流位相を変化させた場合には、コイル15で発生した磁束が永久磁石40の磁化を打ち消す方向に作用することがある。そして、コイル15に流れる電流値が閾値を超えると、永久磁石40の磁化が反転して元に戻らなくなる減磁という現象が生じる。
- [0043] 磁石挿入孔22の径方向外側に磁石保持部31、32を設けると、磁石保持部31、32は磁性材料で構成されているため、ロータコア20における磁石挿入孔22の径方向外側の領域と一体となって磁路を形成しやすい。この領域は、コイル15で発生した磁束が特に流れやすい領域であるため、磁石保持部31、32に隣接する永久磁石40の端部が減磁しやすい。
- [0044] そのため、磁石保持部31、32は、磁石挿入孔22の径方向外側ではなく径方向内側に配置されている。このように配置すると、ロータコア20における磁石挿入孔22よりも径方向外側の領域と磁石保持部31、32との間に空隙（すなわち磁石挿入孔22の内部の空隙）が形成される。そのため、コイル15で発生した磁束が磁石保持部31、32に流れにくくなり、永久磁石40の減磁が生じにくくなる。
- [0045] 但し、磁石挿入孔22内は空隙であり、磁気抵抗が非常に大きい。磁石挿入孔22の中では、磁石保持部31、32が設けられた部分は、磁気抵抗が局所的に小さい部分となる。そのため、コイル15に流れる電流が大きくなると、コイル15で発生した磁束が磁石保持部31、32に流れる場合があり、磁石保持部31、32に隣接する永久磁石40の端部が減磁する可能性がある。
- [0046] そこで、この実施の形態1では、ロータコア20を、2種類の電磁鋼板（第1の電磁鋼板201および第2の電磁鋼板202）を積層した構成として

いる。第1の電磁鋼板201は、図3に示したように、磁石挿入孔22の周方向中央部に第1の磁石保持部31を有し、さらに、磁石挿入孔22の周方向端部に第2の磁石保持部32を有している。

[0047] 図4は、第2の電磁鋼板202を平面視で示すロータ2の断面図である。

図5は、第2の電磁鋼板202を平面視で示すロータコア20の断面図である。

[0048] 第2の電磁鋼板202は、第1の電磁鋼板201と同様、複数（ここでは6つ）の磁石挿入孔22を有している。磁石挿入孔22は、周方向中央部が径方向内側に突出するV字形状を有しており、1つの磁石挿入孔22内には、2つの永久磁石40が配置されている。但し、第2の電磁鋼板202の磁石挿入孔22には、磁石保持部31、32が設けられていない。

[0049] 図6は、ロータコア20の積層構造を示す図である。ロータコア20は、その回転軸の方向に、図6に示す上から順に、N1枚の第1の電磁鋼板201、N2枚の第2の電磁鋼板202、N3枚の第1の電磁鋼板201、N4枚の第2の電磁鋼板202、およびN5枚の第1の電磁鋼板201を積層したものである。すなわち、ロータコア20の回転軸方向（積層方向）の両端部および中央部に、第1の電磁鋼板201が配置されている。

[0050] ロータコア20を構成する電磁鋼板の総数Aは、 $N1 + N2 + N3 + N4 + N5$ である。一方、ロータコア20を構成する電磁鋼板のうち、磁石挿入孔22内で隣り合う永久磁石40の間に第1の磁石保持部31を有する電磁鋼板（第1の電磁鋼板201）の数Bは、 $N1 + N3 + N5$ である。また、磁石挿入孔22の周方向端部に第2の磁石保持部32を有する電磁鋼板（第1の電磁鋼板201）の数Cも、 $N1 + N3 + N5$ である。

[0051] すなわち、ロータコア20を構成する電磁鋼板の総数Aと、磁石挿入孔22内で隣り合う永久磁石40の間に第1の磁石保持部31を有する電磁鋼板（第1の電磁鋼板201）の数Bと、磁石挿入孔22の周方向端部に第2の磁石保持部32を有する電磁鋼板（第1の電磁鋼板201）の数Cとは、 $A > B$ 、 $A > C$ の関係を満足する。

- [0052] この実施の形態１では、ロータコア２０の第１の電磁鋼板２０１に設けられた磁石保持部３１，３２によって、永久磁石４０を磁石挿入孔２２内で位置決めすることができる。また、ロータコア２０の第２の電磁鋼板２０２には磁石保持部３１，３２が設けられていないため、ステータ１のコイル１５に流れる電流が大きくなった場合であっても、磁石保持部３１，３２から永久磁石４０に流れる磁束に起因する永久磁石４０の減磁を抑制することができる。
- [0053] このように、この実施の形態１では、ロータコア２０を構成する電磁鋼板の総数Ａと、第１の磁石保持部３１を有する電磁鋼板（第１の電磁鋼板２０１）の数Ｂと、第２の磁石保持部３２を有する電磁鋼板（第１の電磁鋼板２０１）の数Ｃとが、 $A > B$ および $A > C$ の関係を満足することにより、永久磁石４０を磁石挿入孔２２内で位置決めし、且つ永久磁石４０の減磁を抑制することができる。
- [0054] 特に、ロータコア２０の回転軸方向の少なくとも一端に第１の電磁鋼板２０１を配置することにより、永久磁石４０を磁石挿入孔２２に挿入する際に、磁石保持部３１，３２が永久磁石４０のガイドとして機能する。そのため、永久磁石４０の挿入作業が容易になる。
- [0055] また、ロータコア２０の回転軸方向の両端部および中央部に第１の電磁鋼板２０１を配置することにより、永久磁石４０がその長手方向（ロータコア２０の回転軸方向）に間隔をあけて第１の電磁鋼板２０１の磁石保持部３１，３２で保持される。そのため、磁石挿入孔２２内における永久磁石４０の傾きを効果的に抑制することができる。
- [0056] なお、ロータコア２０の積層構造は、図６に示した積層構造に限定されるものではない。例えば、図７に示すように、ロータコア２０の回転軸方向の両端部に第１の電磁鋼板２０１を積層し、それ以外の部分には第２の電磁鋼板２０２を積層してもよい。このような積層構造であっても、永久磁石４０を磁石挿入孔２２内で位置決めし、且つ永久磁石４０の減磁を抑制することができる。

- [0057] 次に、永久磁石40の構成について説明する。永久磁石40は、上記のとおり、ネオジウム（Nd）、鉄（Fe）およびボロン（B）を主成分とする希土類磁石で構成されており、ディスプロシウム（Dy）を含有しない。永久磁石40の20℃での残留磁束密度は1.27～1.42 Tであり、20℃での保磁力は1671～1922 kA/mである。
- [0058] ネオジウム、鉄およびボロンを主成分とする希土類磁石は、温度が上昇すると保磁力が低下する性質を有しており、低下率は-0.5～-0.6%/Kである。電動機100が圧縮機に用いられる場合、100～150℃の高温雰囲気で使用される。この場合、電動機100は常温（20℃）よりも130℃程度高い温度で使用されることになるため、永久磁石40の保磁力の低下率を-0.5%/Kとすると、150℃では保磁力が65%低下することになる。そのため、一般には、永久磁石にディスプロシウムを添加して保磁力の向上を図っている。保磁力は、ディスプロシウムの含有量に比例して増加する。
- [0059] 圧縮機に想定される最大負荷がかかった場合に永久磁石の減磁が生じないようにするためには、1100～1500 A/m程度の保磁力が必要である。この保磁力を150℃の雰囲気温度下で確保するためには、常温（20℃）での保磁力を1800～2300 A/mに設計する必要がある。
- [0060] ネオジウム、鉄およびボロンを主成分とする希土類磁石は、ディスプロシウムを添加していない状態では、常温での保磁力が1800 A/m程度である。そのため、2300 A/mの保磁力を得るためには、2重量%のディスプロシウムを添加する必要があった。一方、ディスプロシウムは価格が不安定であり、調達リスクを伴うことが知られている。
- [0061] また、永久磁石にディスプロシウムを添加すると、残留磁束密度が低下する。残留磁束密度が低下すると、電動機のマグネットトルクが低下し、所望の出力を得るために必要な電流が増加する。すなわち、銅損が増加して電動機の効率が低下する。これらの理由から、ディスプロシウムの添加量の低減が求められている。

[0062] そこで、この実施の形態１で用いる永久磁石４０は、ネオジウム、鉄およびボロンを主成分とする希土類磁石で構成され、ディスプロシウムを含有しない。このようにディスプロシウムを含有しない希土類磁石（ネオジウム、鉄およびボロンを主成分とするもの）は、２０℃での残留磁束密度が１．２７～１．４２Ｔであり、２０℃での保磁力が１６７１～１９２２ｋＡ／ｍである。

[0063] この実施の形態１では、ロータ２が上述した第１の電磁鋼板２０１と第２の電磁鋼板２０２とを積層した構造を有することで、永久磁石４０の減磁を抑制している。そのため、ディスプロシウムを含有しない永久磁石４０（２０℃での残留磁束密度が１．２７～１．４２Ｔであり、２０℃での保磁力が１６７１～１９２２ｋＡ／ｍ）であっても、減磁を抑制することができる。加えて、ディスプロシウムの添加に起因する残留磁束密度の低下を回避できるため、同一トルクを得るために必要な電流値を低減することができる。その結果、銅損を低減し、電動機の効率を向上することができる。

[0064] 次に、電動機１００を用いたロータリー圧縮機３００について説明する。図８は、ロータリー圧縮機３００の構成を示す断面図である。ロータリー圧縮機３００は、フレーム３０１と、フレーム３０１内に配設された圧縮機構３１０と、圧縮機構３１０を駆動する電動機１００とを備えている。

[0065] 圧縮機構３１０は、シリンダ室３１２を有するシリンダ３１１と、電動機１００によって回転するシャフト３１５と、シャフト３１５に固定されたローリングピストン３１４と、シリンダ室３１２内を吸入側と圧縮側に分けるベーン（図示せず）と、シャフト３１５が挿入されてシリンダ室３１２の軸方向端面を閉鎖する上部フレーム３１６および下部フレーム３１７とを有する。上部フレーム３１６および下部フレーム３１７には、上部吐出マフラ３１８および下部吐出マフラ３１９がそれぞれ装着されている。

[0066] フレーム３０１は、例えば厚さ３ｍｍの鋼板を絞り加工して形成された円筒形状の容器である。フレーム３０１の底部には、圧縮機構３１０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３１５は、

上部フレーム 316 および下部フレーム 317 によって回転可能に保持されている。

[0067] シリンダ 311 は、内部にシリンダ室 312 を備えている。ローリングピストン 314 は、シリンダ室 312 内で偏心回転する。シャフト 315 は偏心軸部を有しており、その偏心軸部にローリングピストン 314 が嵌合している。

[0068] 電動機 100 のステータコア 10 は、焼き嵌めによりフレーム 301 の内側に取り付けられている。ステータコア 10 に巻回されたコイル 15 には、フレーム 301 に固定されたガラス端子 305 から電力が供給される。ロータ 2 のシャフト孔 21 (図 1) には、シャフト 315 が固定されている。

[0069] フレーム 301 の外部には、冷媒ガスを貯蔵するアキュムレータ 302 が取り付けられている。フレーム 301 には吸入パイプ 303 が固定され、この吸入パイプ 303 を介してアキュムレータ 302 からシリンダ 311 に冷媒ガスが供給される。また、フレーム 301 の上部には、冷媒を外部に吐出する吐出パイプ 307 が設けられている。

[0070] 冷媒としては、例えば、R410A、R407C または R22 等を用いることができる。また、地球温暖化防止の観点からは、低 GWP (地球温暖化係数) の冷媒を用いることが望ましい。低 GWP の冷媒としては、例えば、以下の冷媒を用いることができる。

[0071] (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 ($\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2$) 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いずれかを含む混合物

、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。

[0072] ロータリー圧縮機300の動作は、以下の通りである。アキュムレータ302から供給された冷媒ガスは、吸入パイプ303を通してシリンダ311のシリンダ室312内に供給される。電動機100が駆動されてロータ2が回転すると、ロータ2と共にシャフト315が回転する。そして、シャフト315に嵌合するローリングピストン314がシリンダ室312内で偏心回転し、シリンダ室312内で冷媒が圧縮される。圧縮された冷媒は、吐出マフラ318、319を通り、さらに電動機100に設けられた風穴（図示せず）を通してフレーム301内を上昇し、吐出パイプ307から吐出される。

[0073] 次に、実施の形態1の冷凍空調装置400について説明する。図9は、実施の形態1の冷凍空調装置400の構成を示す図である。図9に示した冷凍空調装置400は、圧縮機401と、凝縮器402と、絞り装置（膨張弁）403と、蒸発器404とを備えている。圧縮機401、凝縮器402、絞り装置403および蒸発器404は、冷媒配管407によって連結されて冷凍サイクルを構成している。すなわち、圧縮機401、凝縮器402、絞り装置403および蒸発器404の順に、冷媒が循環する。

[0074] 圧縮機401、凝縮器402および絞り装置403は、室外機410に設けられている。圧縮機401は、図8に示したロータリー圧縮機300で構成されている。室外機410には、凝縮器402に室外の空気を供給する室外側送風機405が設けられている。蒸発器404は、室内機420に設けられている。この室内機420には、蒸発器404に室内の空気を供給する室内側送風機406が設けられている。

[0075] 冷凍空調装置400の動作は、次の通りである。圧縮機401は、吸入し

た冷媒を圧縮して送り出す。凝縮器４０２は、圧縮機４０１から流入した冷媒と室外の空気との熱交換を行い、冷媒を凝縮して液化させて冷媒配管４０７に送り出す。室外側送風機４０５は、凝縮器４０２に室外の空気を供給する。絞り装置４０３は、開度を変化させることによって、冷媒配管４０７を流れる冷媒の圧力等を調整する。

[0076] 蒸発器４０４は、絞り装置４０３により低圧状態にされた冷媒と室内の空気との熱交換を行い、冷媒に空気の熱を奪わせて蒸発（気化）させて、冷媒配管４０７に送り出す。室内側送風機４０６は、蒸発器４０４に室内の空気を供給する。これにより、蒸発器４０４で熱が奪われた冷風が、室内に供給される。

[0077] 冷凍空調装置４００の圧縮機４０１は高温雰囲気で使用され、また圧縮時に大きな負荷変動を生じる。高温では永久磁石４０の保磁力が低下する傾向があり、また負荷変動によってコイル１５に流れる電流の変動も大きくなる。実施の形態１の電動機１００は、上記のように永久磁石４０の減磁を抑制する構成を有しているため、このような冷凍空調装置４００の圧縮機４０１での使用に適している。

[0078] 以上説明したように、本発明の実施の形態１によれば、ロータコア２０を構成する電磁鋼板の総数Ａと、第１の磁石保持部３１を有する電磁鋼板（第１の電磁鋼板２０１）の数Ｂと、第２の磁石保持部３２を有する電磁鋼板（第１の電磁鋼板２０１）の数Ｃとが、 $A > B$ および $A > C$ を満足するように構成した。これにより、永久磁石４０を磁石挿入孔２２内で位置決めし、且つ、磁石保持部３１、３２を通る磁束に起因する永久磁石４０の減磁を抑制することができる。また、このように永久磁石４０の減磁を抑制することで、電動機１００の性能低下を抑制し、安定的な駆動制御が可能になる。

[0079] また、磁石保持部３１、３２は、永久磁石４０の厚さ方向において、永久磁石４０の板面よりも永久磁石４０の内部側に突出するように形成されている。そのため、永久磁石４０を磁石挿入孔２２内で効果的に位置決めすることができる。

- [0080] また、磁石保持部 3 1, 3 2 は、磁石挿入孔 2 2 において、ロータコア 2 0 の径方向内側に配置されている。そのため、ステータ 1 のコイル 1 5 で発生した磁束が磁石保持部 3 1, 3 2 に流れにくくなり、磁石保持部 3 1, 3 2 に流れる磁束に起因する永久磁石 4 0 の減磁を抑制することができる。
- [0081] また、第 1 の磁石保持部 3 1 を有する電磁鋼板（第 1 の電磁鋼板 2 0 1）の数 B と、第 2 の磁石保持部 3 2 を有する電磁鋼板（第 1 の電磁鋼板 2 0 1）の数 C とが同じであるため、ロータコア 2 0 を構成する電磁鋼板を、第 1 の電磁鋼板 2 0 1 および第 2 の電磁鋼板 2 0 2 の 2 種類とすることができる。これにより、電磁鋼板をプレスする金型の種類を少なくし、製造コストを低減することができる。
- [0082] また、ロータコア 2 0 の回転軸方向の少なくとも一端に、磁石保持部 3 1, 3 2 を有する第 1 の電磁鋼板 2 0 1 が配置されている。そのため、永久磁石 4 0 を磁石挿入孔 2 2 に挿入する際に、磁石保持部 3 1, 3 2 が永久磁石 4 0 のガイドとして機能し、永久磁石 4 0 の挿入作業が容易になる。
- [0083] また、永久磁石 4 0 は、ネオジウム（N d）、鉄（F e）およびボロン（B）を主成分とする希土類磁石であり、2 0℃での残留磁束密度が 1. 2 7 T ~ 1. 4 2 T の範囲内にあり、2 0℃での保磁力が 1 6 7 1 k A / m ~ 1 9 2 2 k A / m の範囲内にある。そのため、ディスプロシウムを不要にすることができ、ディスプロシウムの添加に起因する残留磁束密度の低下を回避できる。すなわち、同一トルクを得るために必要な電流値を低減し、銅損を低減して電動機の効率を向上することができる。
- [0084] また、磁石挿入孔 2 2 は、周方向中央部が径方向内側に突出する V 字形状を有し、2 つの永久磁石 4 0 が配置されている。そのため、1 磁極に 2 つの永久磁石 4 0 を V 字に配置することができ、これにより永久磁石 4 0 内の面内渦電流損を低減し、電動機の効率を向上することができ、エネルギー消費量を低減することができる。
- [0085] また、電動機 1 0 0 を用いたロータリー圧縮機 3 0 0 は、例えば冷凍空調装置 4 0 0 の圧縮機 4 0 1 として用いられる。この場合、電動機 1 0 0 は高

温雰囲気で使用され、負荷変動も受けやすい。実施の形態１の電動機１００は、上記のように永久磁石４０の減磁を抑制する構成を有しているため、このような冷凍空調装置４００の圧縮機４０１での使用に適している。

[0086] 実施の形態２．

次に、本発明の実施の形態２について説明する。実施の形態２は、磁石挿入孔２２内で隣り合う永久磁石４０の相互間の漏れ磁束に起因する減磁を効果的に抑制することを目的とする。

[0087] 実施の形態２のロータコア２０は、実施の形態１で説明した第１の電磁鋼板２０１（図２～図３）と第２の電磁鋼板２０２（図４～図５）に加えて、第３の電磁鋼板２０３を用いる。図１０は、実施の形態２の第３の電磁鋼板２０３を平面視で示すロータ２の断面図である。図１１は、第３の電磁鋼板２０３を平面視で示すロータコア２０の断面図である。

[0088] 第３の電磁鋼板２０３は、第１の電磁鋼板２０１と同様、複数（ここでは６つ）の磁石挿入孔２２を有している。磁石挿入孔２２は、周方向中央部が径方向内側に突出するＶ字形状を有しており、１つの磁石挿入孔２２内には、２つの永久磁石４０が配置されている。

[0089] 但し、図１１に示すように、第３の電磁鋼板２０３は、磁石挿入孔２２の周方向端部に第２の磁石保持部３２を有するが、周方向中央部に第１の磁石保持部３１を有さない。言い換えると、磁石挿入孔２２内で隣り合う永久磁石４０の間に、第１の磁石保持部３１が設けられていない。

[0090] 磁石挿入孔２２内で隣り合う永久磁石４０の相互間では、漏れ磁束が発生しやすい。そのため、磁石挿入孔２２の周方向端部よりも周方向中央部で永久磁石４０の減磁が進みやすい。そこで、この実施の形態２では、磁石挿入孔２２の周方向端部に第２の磁石保持部３２を有し、周方向中央部の第１の磁石保持部３１を有さない第３の電磁鋼板２０３を用いる。

[0091] 図１２は、実施の形態２におけるロータコア２０の積層構造を示す図である。ロータコア２０は、その回転軸の方向に、図１２における上から順に、Ｎ１枚の第１の電磁鋼板２０１、Ｎ２枚の第２の電磁鋼板２０２、Ｎ３枚の

第3の電磁鋼板203、N4枚の第2の電磁鋼板202、およびN5枚の第1の電磁鋼板201を積層したものである。すなわち、ロータコア20の回転軸の方向（積層方向）の両端部に第1の電磁鋼板201が配置され、中央部に第3の電磁鋼板203が配置されている。

[0092] ロータコア20を構成する電磁鋼板の総数Aは、 $N1 + N2 + N3 + N4 + N5$ である。一方、ロータコア20を構成する電磁鋼板のうち、磁石挿入孔22内で隣り合う永久磁石40の間に第1の磁石保持部31を有する電磁鋼板（第1の電磁鋼板201）の数Bは、 $N1 + N5$ である。また、ロータコア20を構成する電磁鋼板のうち、磁石挿入孔22の周方向端部に第2の磁石保持部32を有する電磁鋼板（第1の電磁鋼板201および第3の電磁鋼板203）の数Cは、 $N1 + N3 + N5$ である。

[0093] すなわち、ロータコア20を構成する電磁鋼板の総数Aと、磁石挿入孔22内で隣り合う永久磁石40の間に第1の磁石保持部31を有する電磁鋼板（第1の電磁鋼板201）の数Bと、磁石挿入孔22の周方向端部に第2の磁石保持部32を有する電磁鋼板（第1の電磁鋼板201および第3の電磁鋼板203）の数Cとは、 $A > C > B$ の関係を満足する。

[0094] この実施の形態2では、ロータコア20の第1の電磁鋼板201が、磁石挿入孔22の周方向中央部および周方向端部に磁石保持部31、32をそれぞれ有し、第3の電磁鋼板203が、磁石挿入孔22の周方向端部に第2の磁石保持部32を有するため、永久磁石40を磁石挿入孔22内で移動しないように位置決めすることができる。

[0095] また、ロータコア20の第2の電磁鋼板202が、磁石挿入孔22に磁石保持部31、32を有さないため、ステータ1のコイル15に流れる電流が大きくなった場合であっても、磁石保持部31、32から永久磁石40に流れる磁束に起因する永久磁石40の減磁を抑制することができる。

[0096] さらに、ロータコア20の第3の電磁鋼板203が、磁石挿入孔22の周方向端部に第2の磁石保持部32を有し、周方向中央部に第1の磁石保持部31を有さないため、磁石挿入孔22内で隣り合う永久磁石40の相互間の

漏れ磁束による減磁を効果的に抑制することができる。

[0097] また、実施の形態１でも説明したように、ロータコア２０の回転軸方向の少なくとも一端に第１の電磁鋼板２０１を設けることにより、永久磁石４０を磁石挿入孔２２に挿入する際に、磁石保持部３１，３２が永久磁石４０のガイドとして機能し、永久磁石４０の挿入作業が容易になる。

[0098] また、ロータコア２０の回転軸方向の両端部に第１の電磁鋼板２０１を配置し、中央部に第３の電磁鋼板２０３を配置することにより、永久磁石４０の傾きを抑制することができる。

[0099] なお、実施の形態２の電動機は、ロータコア２０の構成を除き、実施の形態１で説明した電動機１００と同様に構成されている。また、実施の形態２の電動機は、実施の形態１で説明したロータリー圧縮機３００（図８）および冷凍空調装置４００（図９）に用いることができる。

[0100] 次に、実施の形態２の電動機および比較例の電動機のそれぞれについて、電流に対する減磁率の変化を測定した結果について説明する。

[0101] 実施の形態２の電動機は、上述したように、第１の電磁鋼板２０１、第２の電磁鋼板２０２および第３の電磁鋼板２０３を図１２に示すように積層してロータコア２０を構成したものである。ロータコア２０の回転軸方向の寸法は５０ｍｍとし、最上段および最下段の第１の電磁鋼板２０１の積層厚さはそれぞれ５ｍｍとし、第３の電磁鋼板２０３の積層厚さは５ｍｍとした。比較例の電動機は、ロータコア２０を第１の電磁鋼板２０１の１種類のみで構成したものであり、それ以外は実施の形態２の電動機と同様である。

[0102] 図１３は、実施の形態２の電動機および比較例の電動機の減磁率の変化を示すグラフである。横軸はステータ１（図１）のコイル１５に流した電流（Ａ）であり、縦軸は減磁率（％）である。ここでは、ステータ１のコイル１５に流す電流を０Ａ～１５Ａと変化させ、永久磁石４０の減磁率を測定した。

[0103] 一般に、永久磁石埋込型の電動機では、永久磁石の減磁率の合否基準は－３％である。図１３のグラフから、実施の形態２の電動機では、減磁率が－

３％に達する電流（３％減磁電流）が、比較例の電動機と比較して１０％程度増加していることが分かる。すなわち、実施の形態２の電動機は、使用可能な電流の範囲が、比較例の電動機よりも広いことが分かる。

[0104] また、実施の形態２の電動機を比較例の電動機と同一の電流で駆動する場合には、より保磁力の低い永久磁石を使用することができる。すなわち、永久磁石の保磁力を向上するためのディスプロシウム等の添加量を低減し、または無くすることができる。そのため、製造コストを低減し、またディスプロシウムの添加に起因する残留磁束密度の低下を回避することで電動機の効率を向上することができる。

[0105] 以上説明したように、本発明の実施の形態２では、ロータコア２０を構成する電磁鋼板の総数Ａと、磁石挿入孔２２内で隣り合う永久磁石４０の間に第１の磁石保持部３１を有する電磁鋼板（第１の電磁鋼板２０１）の数Ｂと、磁石挿入孔２２の周方向端部に第２の磁石保持部３２を有する電磁鋼板（第１の電磁鋼板２０１および第３の電磁鋼板２０３）の数Ｃとが、 $A > C > B$ の関係を満たす。そのため、実施の形態１で説明した効果に加えて、磁石挿入孔２２内で隣り合う永久磁石４０の相互間の漏れ磁束による減磁を効果的に抑制することができる。

[0106] なお、上記の実施の形態１，２では、ロータコア２０が、第１の電磁鋼板２０１および第２の電磁鋼板２０２（実施の形態２では、さらに第３の電磁鋼板２０３）を有する場合について説明したが、さらに別の電磁鋼板を有していてもよい。

[0107] 図１４は、実施の形態１，２の変形例の第４の電磁鋼板２０４を平面視で示すロータ２の断面図である。図１５は、第４の電磁鋼板２０４を平面視で示すロータコア２０の断面図である。

[0108] 第４の電磁鋼板２０４は、第１の電磁鋼板２０１と同様、複数（ここでは６つ）の磁石挿入孔２２を有している。磁石挿入孔２２は、周方向中央部が径方向内側に突出するＶ字形状を有しており、１つの磁石挿入孔２２内には、２つの永久磁石４０が配置されている。但し、第４の電磁鋼板２０４は、

磁石挿入孔 2 2 の周方向中央部に第 1 の磁石保持部 3 1 を有するが、周方向端部に第 2 の磁石保持部 3 2 を有さない。

[0109] 第 4 の電磁鋼板 2 0 4 は、磁石挿入孔 2 2 の周方向中央部に第 1 の磁石保持部 3 1 を有しているため、永久磁石 4 0 の減磁を抑制する効果は第 3 の電磁鋼板 2 0 3（図 1 0～図 1 1）よりも小さいが、磁石挿入孔 2 2 の周方向中央部で永久磁石 4 0 を位置決めする機能を有している。そのため、例えば、実施の形態 2 のロータコア 2 0 の回転軸方向の一部に第 4 の電磁鋼板 2 0 4 を用いれば、第 1 の磁石保持部 3 1 が永久磁石 4 0 のガイドとなるため、磁石挿入孔 2 2 への永久磁石 4 0 の挿入が容易になる。

[0110] 図 1 6 は、他の変形例における第 5 の電磁鋼板 2 0 5 を平面視で示すロータ 2 の断面図である。図 1 7 は、第 5 の電磁鋼板 2 0 5 を平面視で示すロータコア 2 0 の断面図である。

[0111] 第 5 の電磁鋼板 2 0 5 は、第 1 の電磁鋼板 2 0 1 と同様、複数（ここでは 6 つ）の磁石挿入孔 2 2 を有している。磁石挿入孔 2 2 は、周方向中央部が径方向内側に突出する V 字形状を有しており、1 つの磁石挿入孔 2 2 内には、2 つの永久磁石 4 0 が配置されている。

[0112] 但し、第 5 の電磁鋼板 2 0 5 は、磁石挿入孔 2 2 の周方向中央部に第 1 の磁石保持部 3 1 を設け、周方向端部に第 2 の磁石保持部 3 2 を設けていない領域と、磁石挿入孔 2 2 の周方向端部に第 2 の磁石保持部 3 2 を設け、周方向中央部に第 1 の磁石保持部 3 1 を設けていない領域とを共に有している。ここでは、ロータコア 2 0 の周方向に、磁石挿入孔 2 2 の周方向中央部に第 1 の磁石保持部 3 1 を設けたものと、磁石挿入孔 2 2 の周方向端部に第 2 の磁石保持部 3 2 を設けたものとを交互に配置している。この第 5 の電磁鋼板 5 を、実施の形態 1 または 2 のロータコア 2 0 に加えてもよい。

[0113] 実施の形態 3.

次に、本発明の実施の形態 3 について説明する。実施の形態 3 は、直線状の磁石挿入孔 2 5 内に永久磁石 4 0 をロータ 2 A において、磁石挿入孔 2 5 内で永久磁石 4 0 を位置決めし、且つ永久磁石 4 0 の減磁を抑制することを

目的とする。

- [0114] 実施の形態3のロータ2Aのロータコア20Aは、第1の電磁鋼板206（図18～図19）と、第2の電磁鋼板207（図20～図21）とを有して構成されている。図18は、第1の電磁鋼板206を平面視で示すロータ2Aの断面図である。図19は、第1の電磁鋼板206を平面視で示すロータコア20Aの断面図である。
- [0115] 第1の電磁鋼板206は、複数（ここでは6つ）の磁石挿入孔25を有している。磁石挿入孔25は、実施の形態1のV字状の磁石挿入孔22と異なり、ロータコア20Aの外周に沿って直線状に延在している。1磁極には1つの磁石挿入孔25が対応している。磁石挿入孔25の延在方向は、磁極中心におけるロータコア20Aの径方向に直交する方向である。1つの磁石挿入孔25内には2つの永久磁石40が配置されている。
- [0116] 第1の電磁鋼板206は、磁石挿入孔25の周方向中央部に第1の磁石保持部31を有し、周方向端部に第2の磁石保持部32を有している。また、磁石挿入孔25の周方向両側には、フラックスバリア24がそれぞれ形成されている。磁石保持部31、32およびフラックスバリア24の構成は、実施の形態1で説明した通りである。
- [0117] 図20は、第2の電磁鋼板207を平面視で示すロータ2Aの断面図である。図21は、第2の電磁鋼板207を平面視で示すロータコア20Aの断面図である。
- [0118] 第2の電磁鋼板207は、第1の電磁鋼板206と同様、複数（ここでは6つ）の磁石挿入孔25を有している。磁石挿入孔25は、直線状に延在しており、1つの磁石挿入孔25内には2つの永久磁石40が配置されている。但し、第2の電磁鋼板207の磁石挿入孔25には、磁石保持部31、32が設けられていない。
- [0119] 第1の電磁鋼板206および第2の電磁鋼板207は、実施の形態1で説明した第1の電磁鋼板201および第2の電磁鋼板202と同様に積層することができる。例えば、図6を参照して説明したように、第1の電磁鋼板2

０６をロータコア２０Ａの回転軸方向の両端部および中央部（３段目）に積層し、第２の電磁鋼板２０７を２段目および４段目に積層することができる。

[0120] なお、第１の電磁鋼板２０６および第２の電磁鋼板２０７の積層構造は、図６を参照して説明した積層構造に限らず、例えば図７を参照して説明した積層構造であってもよい。また、実施の形態２で説明したように、磁石挿入孔２５の周方向端部に第２の磁石保持部３２を有し、周方向中央部に第１の磁石保持部３１を有さない電磁鋼板をさらに加えてもよい。

[0121] ロータコア２０Ａの第１の電磁鋼板２０６は、磁石挿入孔２５に磁石保持部３１，３２を有するため、磁石挿入孔２５内で永久磁石４０を位置決めすることができる。また、ロータコア２０Ａの第２の電磁鋼板２０７は、磁石挿入孔２５に磁石保持部３１，３２を有さないため、磁石保持部３１，３２から永久磁石４０に流れる磁束に起因する永久磁石４０の減磁を抑制することができる。

[0122] なお、実施の形態３の電動機は、ロータコア２０Ａの構成を除き、実施の形態１で説明した電動機１００と同様に構成されている。また、実施の形態３の電動機は、実施の形態１で説明したロータリー圧縮機３００（図８）および冷凍空調装置４００（図９）に用いることができる。

[0123] 以上説明したように、本発明の実施の形態３によれば、ロータコア２０Ａに直線状の磁石挿入孔２５を設けた構成においても、永久磁石４０を磁石挿入孔２５内で位置決めし、且つ永久磁石４０の減磁を抑制することができる。

[0124] 実施の形態４．

次に、本発明の実施の形態４について説明する。実施の形態４は、１つの磁石挿入孔２６内に３つの永久磁石４０を配置するロータ２Ｂにおいて、磁石挿入孔２６内で永久磁石４０を位置決めし、且つ永久磁石４０の減磁を抑制することを目的とする。

[0125] 実施の形態４のロータ２Ｂのロータコア２０Ｂは、第１の電磁鋼板２０８

(図22～図23)と、第2の電磁鋼板209(図24～図25)とを有して構成されている。図22は、第1の電磁鋼板208を平面視で示すロータ2の断面図である。図23は、第1の電磁鋼板208を平面視で示すロータコア20Bの断面図である。

[0126] 第1の電磁鋼板208は、複数(ここでは6つ)の磁石挿入孔26を有している。1磁極に1つの磁石挿入孔26が対応している。磁石挿入孔26内には、それぞれ3つの永久磁石40が配置されている。すなわち、1磁極について3つの永久磁石40が配置されている。ここでは、上記の通りロータ2Bが6極であるため、合計18個の永久磁石40が配置されている。

[0127] 磁石挿入孔26は、図23に示すように、ロータコア20Bの外周に沿って、第1の部分26a、第2の部分26bおよび第3の部分26cを有している。永久磁石40は、これら3つの部分26a、26b、26cのそれぞれに挿入される。

[0128] 磁石挿入孔26の第1の部分26a、第2の部分26bおよび第3の部分26cのうち、周方向中央部に位置する第2の部分26bは、最も径方向内側に位置しており、周方向に直線状に延在している。第1の部分26aおよび第3の部分26cは、第2の部分26bの両端部からそれぞれ径方向外側に向けて延在している。第1の部分26aと第3の部分26cとの間隔は、ロータコア20Bの外周に近づくほど広がっている。このような磁石挿入孔26の形状は、バスタブ形状とも呼ばれる。

[0129] 第1の電磁鋼板208は、磁石挿入孔26の周方向中央部に第1の磁石保持部31を有し、周方向端部に第2の磁石保持部32を有している。また、磁石挿入孔26の周方向両側には、フラックスバリア24がそれぞれ形成されている。磁石保持部31、32およびフラックスバリア24の構成は、実施の形態1で説明した通りである。

[0130] 図24は、実施の形態4の第2の電磁鋼板209を平面視で示すロータ2Bの断面図である。図25は、第2の電磁鋼板209を平面視で示すロータコア20Bの断面図である。

- [0131] 第2の電磁鋼板209は、第1の電磁鋼板208と同様、複数（ここでは6つ）の磁石挿入孔26を有している。磁石挿入孔26は、バスタブ形状を有しており、1つの磁石挿入孔26内には3つの永久磁石40が配置されている。但し、図25に示すように、第2の電磁鋼板209の磁石挿入孔26には、磁石保持部31、32が設けられていない。
- [0132] 第1の電磁鋼板208および第2の電磁鋼板209は、実施の形態1で説明した第1の電磁鋼板201および第2の電磁鋼板202と同様に積層することができる。例えば、図6を参照して説明したように、第1の電磁鋼板208をロータコア20Bの回転軸方向の両端部および中央部（3段目）に積層し、第2の電磁鋼板209を2段目および4段目に積層することができる。
- [0133] なお、第1の電磁鋼板208および第2の電磁鋼板209の積層構造は、図6を参照して説明した積層構造に限らず、例えば図7を参照して説明した積層構造であってもよい。また、実施の形態2で説明したように、磁石挿入孔26の周方向端部に第2の磁石保持部32を有し、磁石挿入孔26の周方向中央部に第1の磁石保持部31を有さない電磁鋼板をさらに加えてもよい。
- [0134] ロータコア20Bの第1の電磁鋼板208は、磁石挿入孔26に磁石保持部31、32を有するため、磁石挿入孔26内で永久磁石40を位置決めすることができる。また、ロータコア20Bの第2の電磁鋼板209は、磁石挿入孔26に磁石保持部31、32を有さないため、磁石保持部31、32を通る磁束に起因する永久磁石40の減磁を抑制することができる。
- [0135] なお、実施の形態4の電動機は、ロータコア20Bの構成を除き、実施の形態1で説明した電動機100と同様に構成されている。また、実施の形態4の電動機は、実施の形態1で説明したロータリー圧縮機300（図8）および冷凍空調装置400（図9）に用いることができる。
- [0136] 以上説明したように、本発明の実施の形態4によれば、ロータコア20Bにバスタブ形状の磁石挿入孔26を設け、各磁石挿入孔26内に3つの永久

磁石 40 を配置した構成においても、永久磁石 40 を磁石挿入孔 26 内で位置決めし、且つ永久磁石 40 の減磁を抑制することができる。

[0137] 実施の形態 5.

次に、本発明の実施の形態 5 について説明する。実施の形態 5 は、ロータコア 20 の磁石挿入孔 22 の径方向内側に空隙 28 を設けることで、永久磁石 40 の減磁を抑制する効果をさらに高めることを目的とする。

[0138] 実施の形態 5 のロータコア 20 は、実施の形態 1 で説明した第 1 の電磁鋼板 201 および第 2 の電磁鋼板 202 に、磁石挿入孔 22 の径方向内側の空隙 28 を加えたものである。図 26 は、実施の形態 5 の第 1 の電磁鋼板 210 を平面視で示すロータコア 20 の断面図である。図 27 は、第 2 の電磁鋼板 211 を平面視で示すロータコア 20 の断面図である。

[0139] 実施の形態 5 の第 1 の電磁鋼板 210 は、上述した第 1 の電磁鋼板 201（図 2～3）と同様に構成されているが、磁石挿入孔 22 の周方向中央部の第 1 の磁石保持部 31 の径方向内側に、空隙 28 を有している。

[0140] また、実施の形態 5 の第 2 の電磁鋼板 211 は、上述した第 2 の電磁鋼板 202（図 4～5）と同様に構成されているが、磁石挿入孔 22 の周方向中央部の径方向内側に、空隙 28 を有している。

[0141] 空隙 28 は、ロータコア 20 を回転軸方向に貫通するように設けられている。この空隙 28 は、第 1 の磁石保持部 31 の磁気抵抗を増加させることで、ステータ 1 のコイル 15 からの磁束が第 1 の磁石保持部 31 を通って流れにくくするものである。

[0142] このように空隙 28 を配置することで、第 1 の磁石保持部 31 から永久磁石 40 に流れる磁束に起因する永久磁石 40 の減磁を抑制することができる。また、空隙 28 は、例えばロータリー圧縮機 300（図 8）の冷媒を回転軸方向に通過させ、ロータコア 20 および永久磁石 40 を冷却する機能も有している。

[0143] 空隙 28 は、できるだけ磁石挿入孔 22 に近い方が望ましい。空隙 28 が磁石挿入孔 22 に近いほど、第 1 の磁石保持部 31 の磁気抵抗が高くなるた

めである。ここでは、空隙 28 から磁石挿入孔 22 までの距離が、空隙 28 からシャフト孔 21 までの距離よりも短くなるようにしている。空隙 28 から磁石挿入孔 22 までの距離の最小値は、ロータコア 20 を構成する電磁鋼板の厚さ（例えば 0.35 mm）と同じであり、最大値は 3 mm である。

[0144] 第 1 の電磁鋼板 210 および第 2 の電磁鋼板 211 の積層構造は、実施の形態 1 で図 6 または図 7 を参照して説明したとおりである。また、実施の形態 2 で説明した第 3 の電磁鋼板 203 に空隙 28 を加えたものを用いてもよい。

[0145] 実施の形態 5 の電動機は、ロータコア 20 の構成を除き、実施の形態 1 で説明した電動機 100 と同様に構成されている。また、実施の形態 5 の電動機は、実施の形態 1 で説明したロータリー圧縮機 300（図 8）および冷凍空調装置 400（図 9）に用いることができる。

[0146] 以上説明したように、本発明の実施の形態 5 によれば、磁石挿入孔 22 の周方向中央部の磁石保持部 31 の径方向内側に空隙 28 を設け、空隙 28 から磁石挿入孔 22 までの距離を、空隙 28 からシャフト孔 21 までの距離よりも短くすることにより、実施の形態 1 で説明した効果に加えて、第 1 の磁石保持部 31 の磁気抵抗を高くし、これにより永久磁石 40 の減磁を抑制する効果をさらに高めることができる。

[0147] なお、上記の実施の形態 3 および実施の形態 4 で説明したロータコア 20 に、実施の形態 5 で説明した空隙 28 を加えることも可能である。

[0148] 以上、本発明の望ましい実施の形態について具体的に説明したが、本発明は上記の実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良または変形を行なうことができる。

[0149] 例えば、上記の各実施形態では、ロータ 2（2A, 2B）が 6 つの磁石挿入孔 22（25, 26）を有していたが、磁石挿入孔の数はロータ 2（2A, 2B）の磁極数に合わせて適宜変更することができる。また、上記の各実施の形態では、1 つの磁石挿入孔 22（25, 26）に配置する永久磁石 40 の数を 2 つまたは 3 つとしたが、4 つ以上の永久磁石 40 を配置してもよ

い。

[0150] また、上記の各実施形態の電動機１００を用いた圧縮機は、図８を参照して説明したロータリー圧縮機３００に限定されるものではなく、他の種類の圧縮機であってもよい。また、電動機１００を用いた冷凍空調装置は、図９を参照して説明した冷凍空調装置４００に限定されるものではない。

符号の説明

[0151] １ ステータ、 １０ ステータコア、 １２ ティース、 １５ コイル、 ２ ロータ、 ２０ ロータコア、 ２１ シャフト孔（中心孔）、 ２２， ２５， ２６ 磁石挿入孔、 ２４ フラックスバリア、 ２８ 空隙、 ３１， ３２， ３３ 磁石保持部、 ４０ 永久磁石、 ２０１， ２０６， ２０８， ２１０ 第１の電磁鋼板、 ２０２， ２０７， ２０９， ２１１ 第２の電磁鋼板、 ２０３ 第３の電磁鋼板、 ２０４ 第４の電磁鋼板、 ２０５ 第５の電磁鋼板、 ３００ ロータリー圧縮機（圧縮機）、 ３０１ フレーム、 ３１０ 圧縮機構、 ３１５ シャフト、 ４００ 冷凍空調装置、 ４１０ 圧縮機。

請求の範囲

- [請求項1] ステータと、前記ステータの内側に配置されたロータとを備えた電動機であって、
- 前記ロータは、
- 周方向に複数の磁石挿入孔を有し、各磁石挿入孔が1磁極に対応するロータコアと、
- 各磁石挿入孔内に少なくとも2つの永久磁石が配置されるように設けられた複数の永久磁石と
- を有し、
- 前記ロータコアは、前記磁石挿入孔内で隣り合う前記永久磁石の間に第1の磁石保持部と、前記周方向における前記磁石挿入孔の端部に第2の磁石保持部とを有し、
- 前記ロータコアは、複数の電磁鋼板を軸方向に積層したものであり、
- 前記ロータコアの前記複数の電磁鋼板の数をAとし、
- 前記ロータコアの前記複数の電磁鋼板のうち、前記第1の磁石保持部を有する電磁鋼板の数をBとし、前記第2の磁石保持部を有する電磁鋼板の数をCとした場合に、
- $A > B$ および $A > C$
- の関係が成立する、電動機。
- [請求項2] 前記永久磁石は平板形状を有し、
- 前記第1の磁石保持部および前記第2の磁石保持部は、前記磁石挿入孔に配置された前記永久磁石の厚さ方向において、前記永久磁石の板面よりも前記永久磁石の内部側に突出するように形成されている、請求項1に記載の電動機。
- [請求項3] 前記第1の磁石保持部および前記第2の磁石保持部は、前記磁石挿入孔において、前記ロータコアの径方向内側に配置されている、請求項1または2に記載の電動機。

- [請求項4] さらに、 $B = C$ の関係が成立する、請求項 1 から 3 までの何れか 1 項に記載の電動機。
- [請求項5] 前記ロータコアの前記複数の電磁鋼板は、
前記第 1 の磁石保持部と前記第 2 の磁石保持部とを有する第 1 の電磁鋼板と、
前記第 1 の磁石保持部と前記第 2 の磁石保持部とをいずれも有さない第 2 の電磁鋼板と
を含む、請求項 4 に記載の電動機。
- [請求項6] さらに、 $C > B$ の関係が成立する、請求項 1 から 3 までの何れか 1 項に記載の電動機。
- [請求項7] 前記ロータコアの前記複数の電磁鋼板は、
前記第 1 の磁石保持部と前記第 2 の磁石保持部とを有する第 1 の電磁鋼板と、
前記第 1 の磁石保持部と前記第 2 の磁石保持部とをいずれも有さない第 2 の電磁鋼板と、
前記第 1 の磁石保持部を有せずに前記第 2 の磁石保持部を有する第 3 の電磁鋼板と、
を含む、請求項 6 に記載の電動機。
- [請求項8] 前記ロータコアの前記複数の電磁鋼板は、
前記第 1 の磁石保持部と前記第 2 の磁石保持部とを有する第 1 の電磁鋼板と、
前記第 1 の磁石保持部と前記第 2 の磁石保持部とをいずれも有さない第 2 の電磁鋼板と、
前記第 1 の磁石保持部を有せずに前記第 2 の磁石保持部を有する第 3 の電磁鋼板と、
前記第 2 の磁石保持部を有せずに前記第 1 の磁石保持部を有する第 4 の電磁鋼板と
を含む、請求項 1 から 3 までの何れか 1 項に記載の電動機。

- [請求項9] 前記ロータコアの前記複数の電磁鋼板のうち、積層方向の一端に配置された電磁鋼板は、前記第1の磁石保持部および前記第2の磁石保持部うちの少なくとも一方を有する、請求項1から3までの何れか1項に記載の電動機。
- [請求項10] 前記永久磁石は、ネオジウム（Nd）、鉄（Fe）およびボロン（B）を主成分とする希土類磁石であり、
前記永久磁石の20℃での残留磁束密度が1.27 T～1.42 Tの範囲内にあり、20℃での保磁力が1671 kA/m～1922 kA/mの範囲内にある、請求項1から9までの何れか1項に記載の電動機。
- [請求項11] 前記磁石挿入孔は、周方向における中央部が前記ロータコアの径方向内側に突出するV字形状を有し、前記磁石挿入孔内に2つの前記永久磁石が配置される、請求項1から10までの何れか1項に記載の電動機。
- [請求項12] 前記磁石挿入孔は、直線状に延在し、前記磁石挿入孔内に2つの前記永久磁石が配置される、請求項1から10までの何れか1項に記載の電動機。
- [請求項13] 前記磁石挿入孔には、3つの前記永久磁石が配置される、請求項1から10までの何れか1項に記載の電動機。
- [請求項14] 前記ロータコアは、前記第1の磁石保持部の径方向内側に、空隙を有し、
前記ロータコアは、さらに、径方向中心に中心孔を有し、
前記空隙から前記磁石挿入孔までの距離が、前記空隙から前記中心孔までの距離よりも短い、請求項1から13までの何れか1項に記載の電動機。
- [請求項15] 周方向に複数の磁石挿入孔を有し、各磁石挿入孔が1磁極に対応するロータコアと、
各磁石挿入孔内に少なくとも2つの永久磁石が配置されるように設

けられた複数の永久磁石と

を有し、

前記ロータコアは、前記磁石挿入孔内で隣り合う前記永久磁石の間に第1の磁石保持部と、前記周方向における前記磁石挿入孔の端部に第2の磁石保持部とを有し、

前記ロータコアは、複数の電磁鋼板を軸方向に積層したものであり、

前記ロータコアの前記複数の電磁鋼板の数をAとし、

前記ロータコアの前記複数の電磁鋼板のうち、前記第1の磁石保持部を有する電磁鋼板の数をBとし、前記第2の磁石保持部を有する電磁鋼板の数をCとした場合に、

$A > B$ および $A > C$

の関係が成立する、ロータ。

[請求項16]

電動機と、前記電動機によって駆動される圧縮機構とを備え、

前記電動機は、ステータと、前記ステータの内側に配置されたロータとを備え、

前記ロータは、

周方向に複数の磁石挿入孔を有し、各磁石挿入孔が1磁極に対応するロータコアと、

各磁石挿入孔内に少なくとも2つの永久磁石が配置されるように設けられた複数の永久磁石と

を有し、

前記ロータコアは、前記磁石挿入孔内で隣り合う前記永久磁石の間に第1の磁石保持部と、前記周方向における前記磁石挿入孔の端部に第2の磁石保持部とを有し、

前記ロータコアは、複数の電磁鋼板を軸方向に積層したものであり、

前記ロータコアの前記複数の電磁鋼板の数をAとし、

前記ロータコアの前記複数の電磁鋼板のうち、前記第 1 の磁石保持部を有する電磁鋼板の数を B とし、前記第 2 の磁石保持部を有する電磁鋼板の数を C とした場合に、

$$A > B \text{ および } A > C$$

の関係が成立する、圧縮機。

[請求項 17]

圧縮機、凝縮器、減圧装置および蒸発器を備えた冷凍空調装置であって、

前記圧縮機は、電動機と、前記電動機によって駆動される圧縮機構とを備え、

前記電動機は、ステータと、前記ステータの内側に配置されたロータとを備え、

前記ロータは、

周方向に複数の磁石挿入孔を有し、各磁石挿入孔が 1 磁極に対応するロータコアと、

各磁石挿入孔内に少なくとも 2 つの永久磁石が配置されるように設けられた複数の永久磁石と

を有し、

前記ロータコアは、前記磁石挿入孔内で隣り合う前記永久磁石の間に第 1 の磁石保持部と、前記周方向における前記磁石挿入孔の端部に第 2 の磁石保持部とを有し、

前記ロータコアは、複数の電磁鋼板を軸方向に積層したものであり、

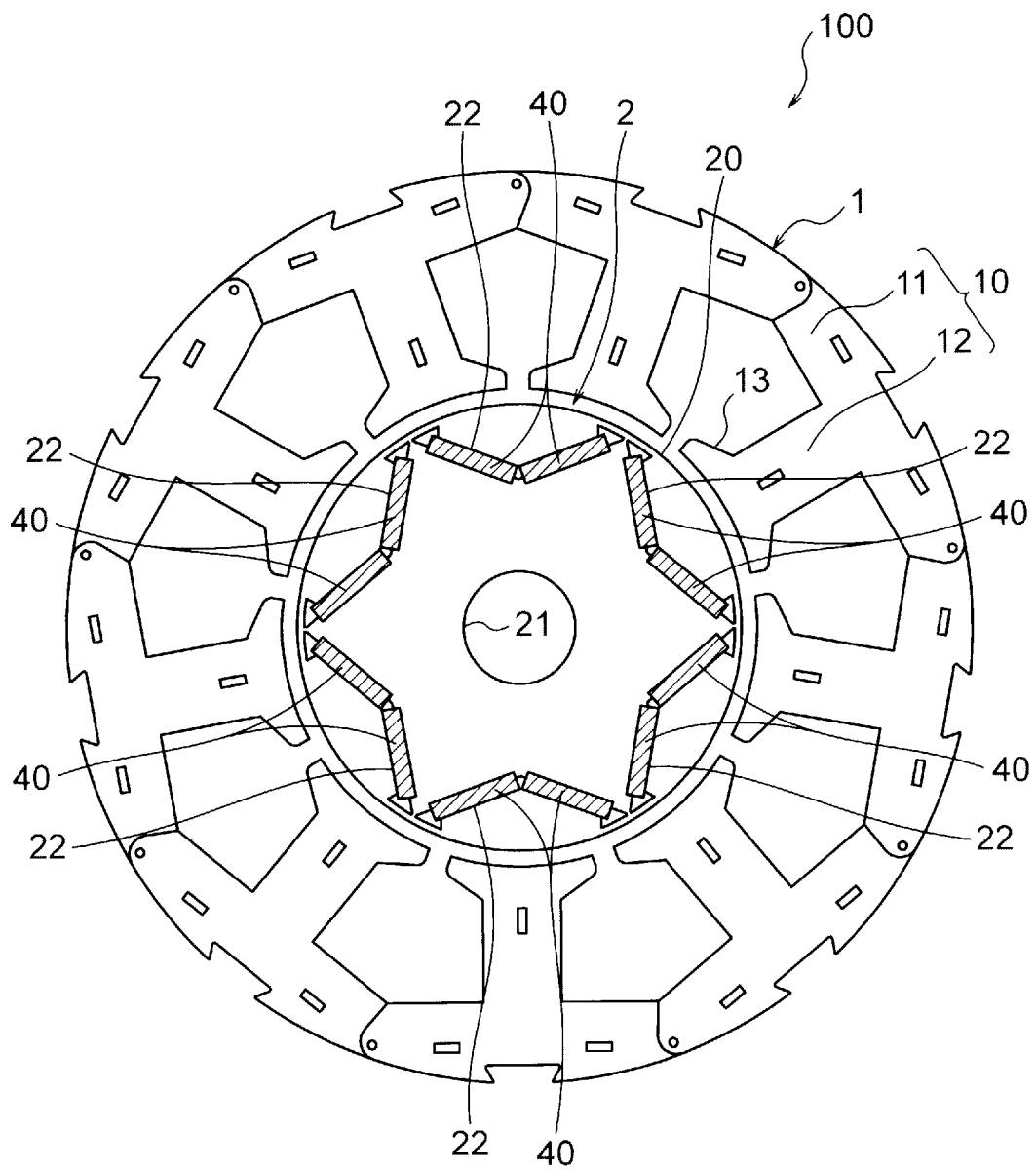
前記ロータコアの前記複数の電磁鋼板の数を A とし、

前記ロータコアの前記複数の電磁鋼板のうち、前記第 1 の磁石保持部を有する電磁鋼板の数を B とし、前記第 2 の磁石保持部を有する電磁鋼板の数を C とした場合に、

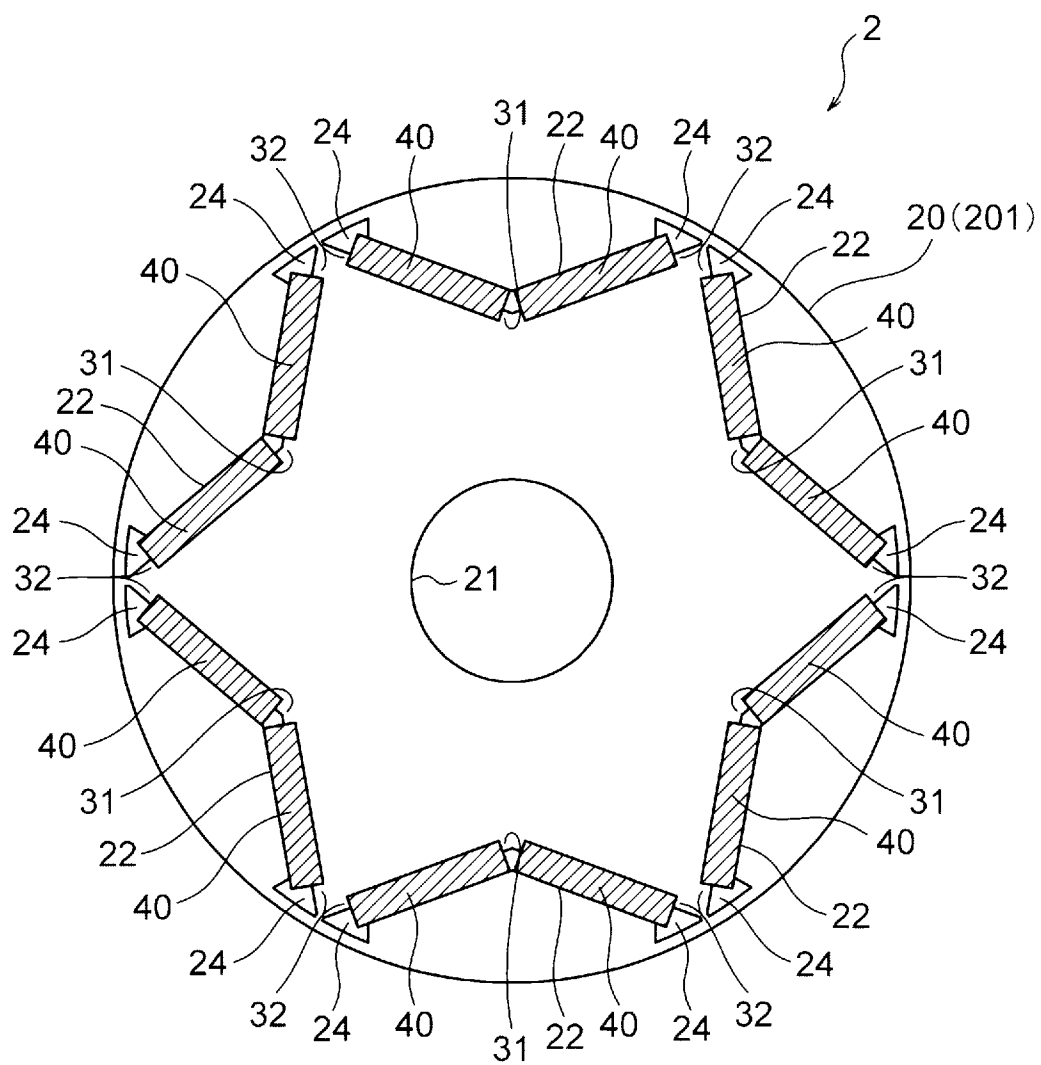
$$A > B \text{ および } A > C$$

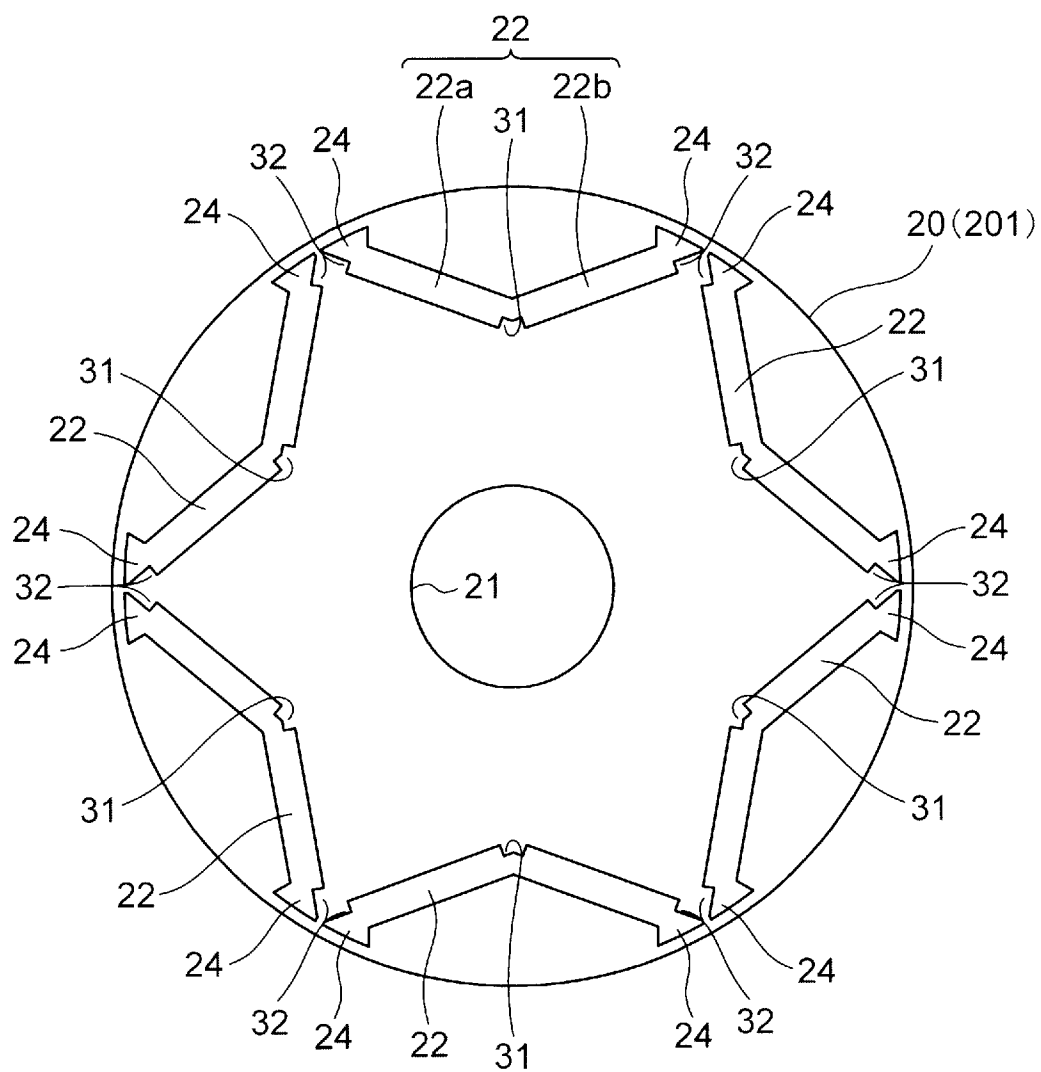
の関係が成立する、冷凍空調装置。

[図1]

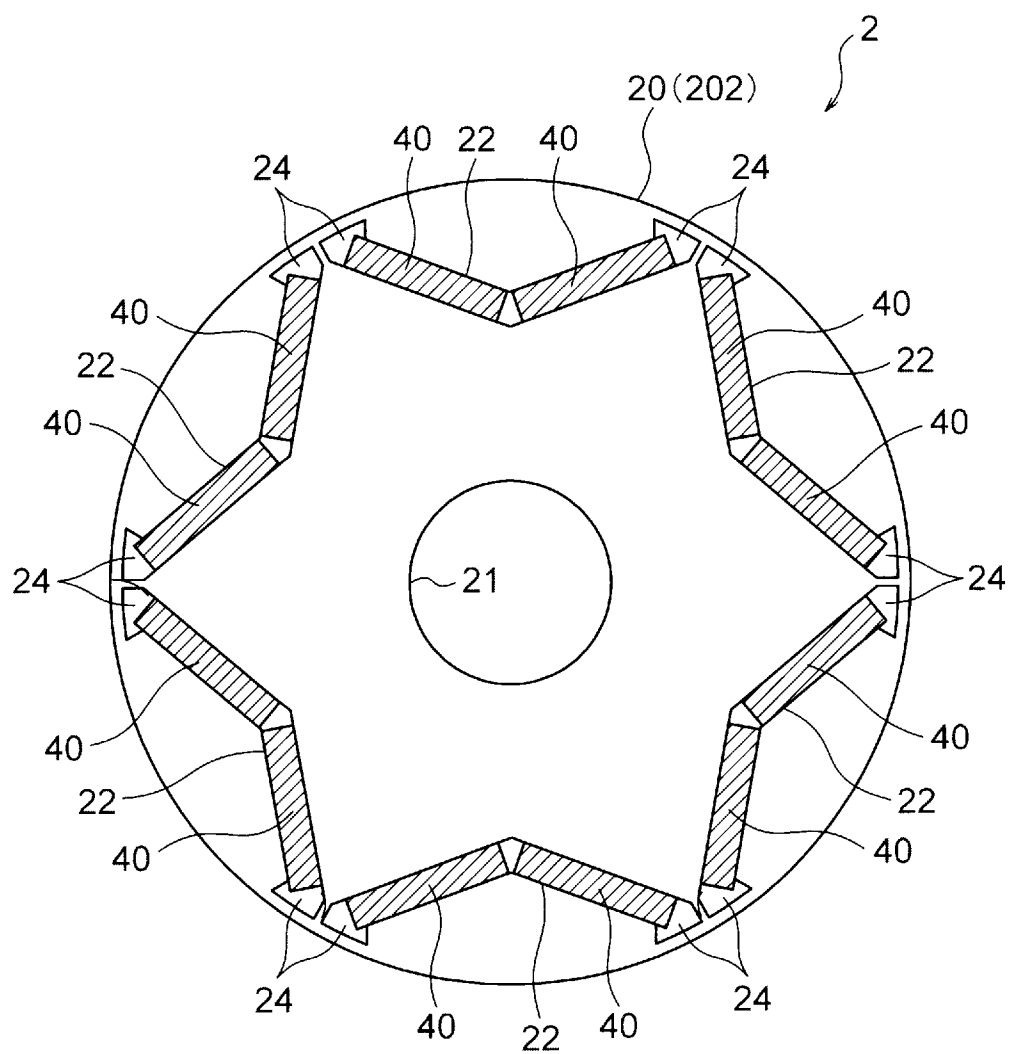


[図2]

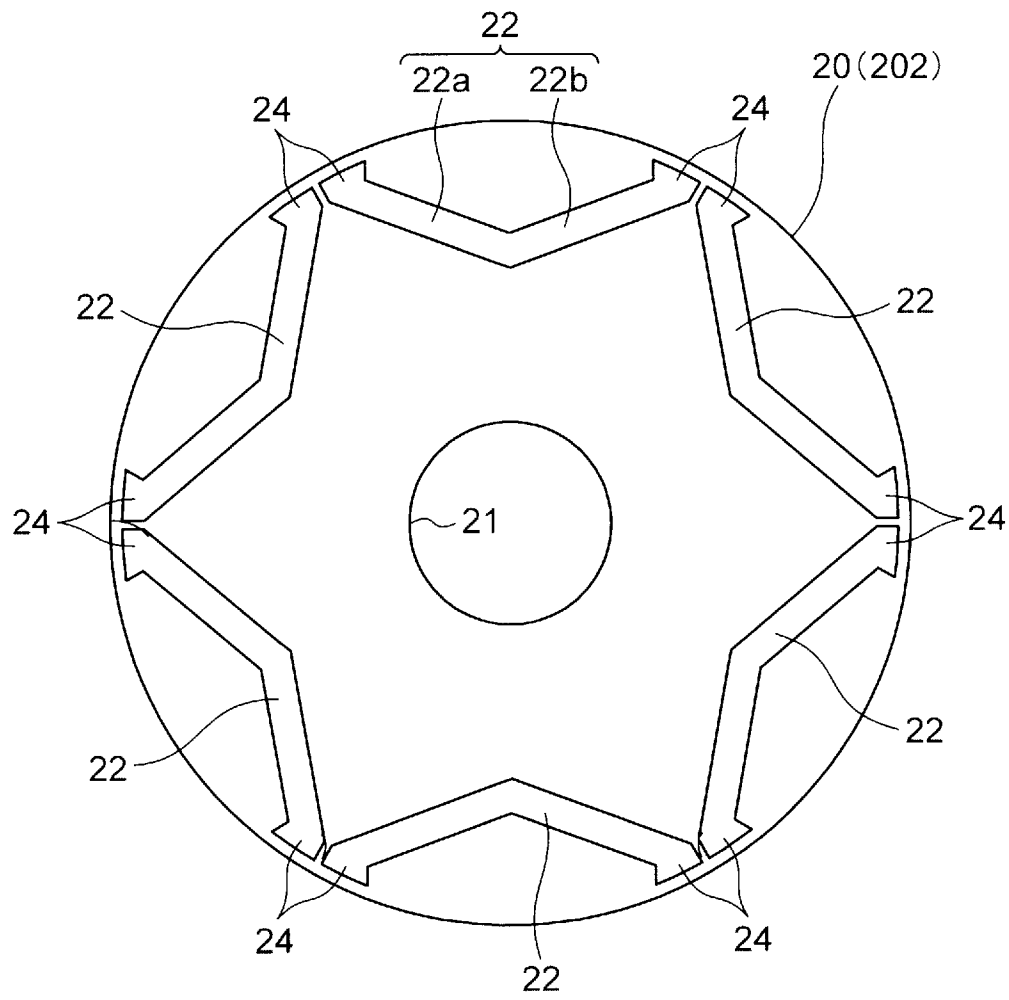




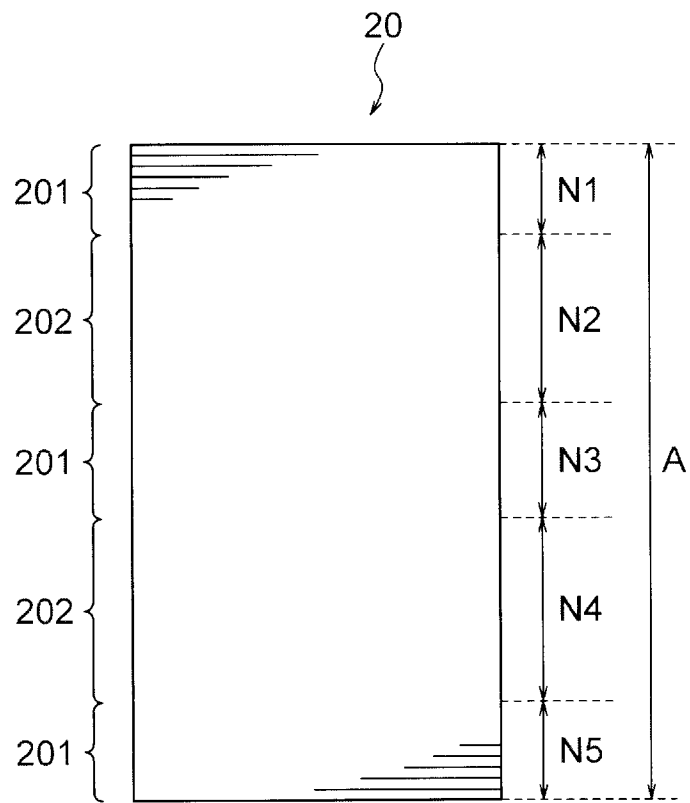
[図4]



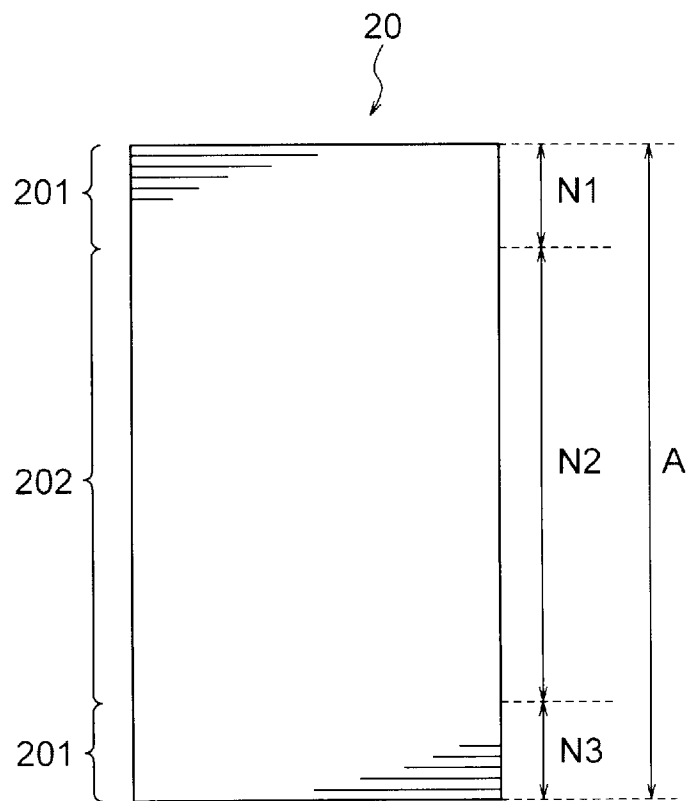
[図5]



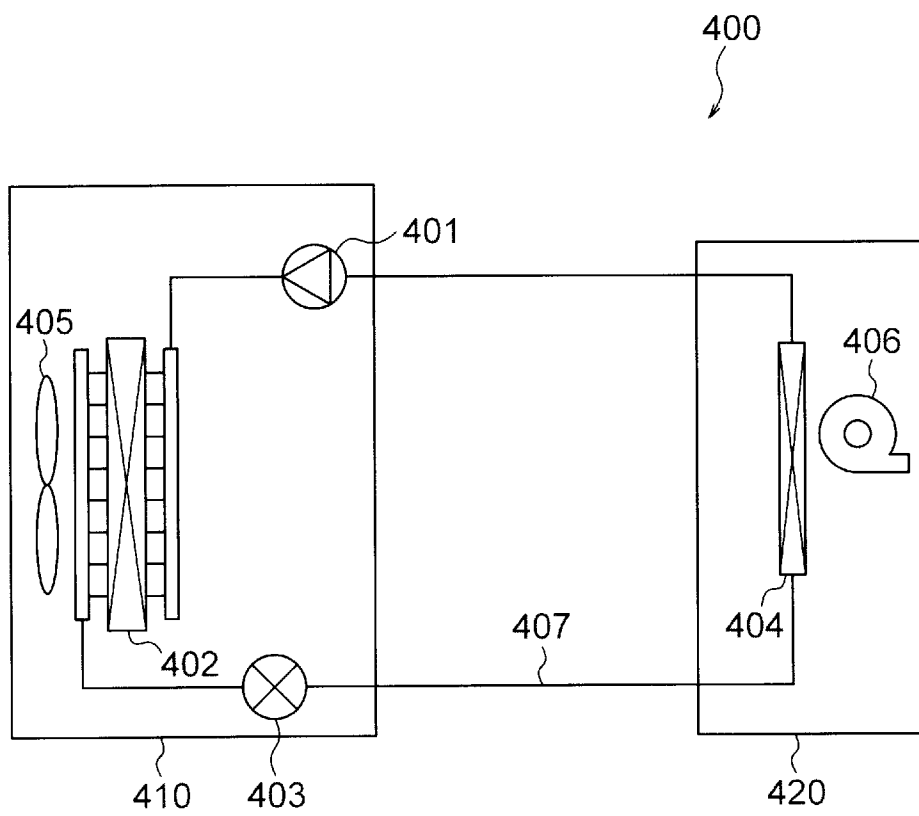
[図6]



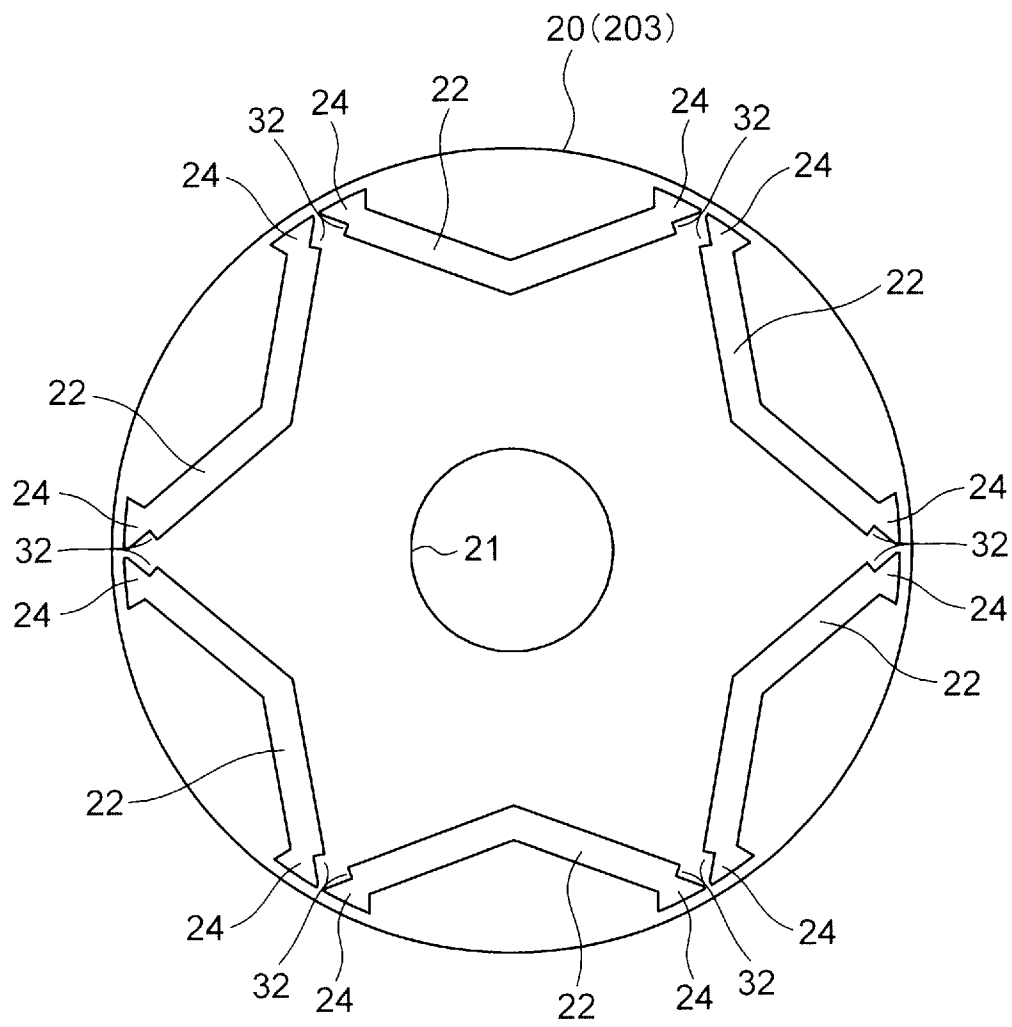
[図7]



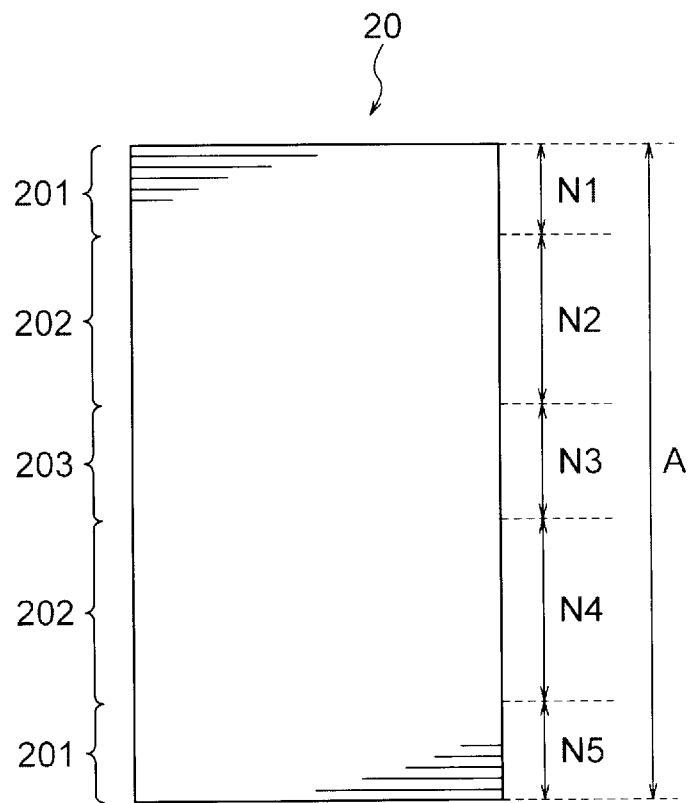
[図9]



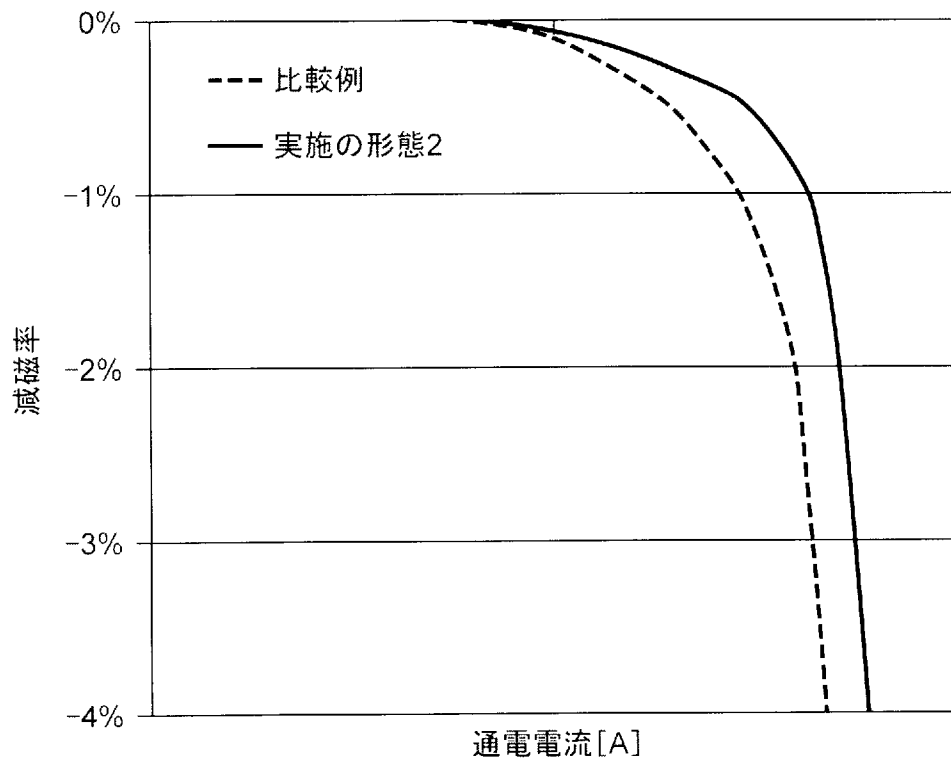
[図11]



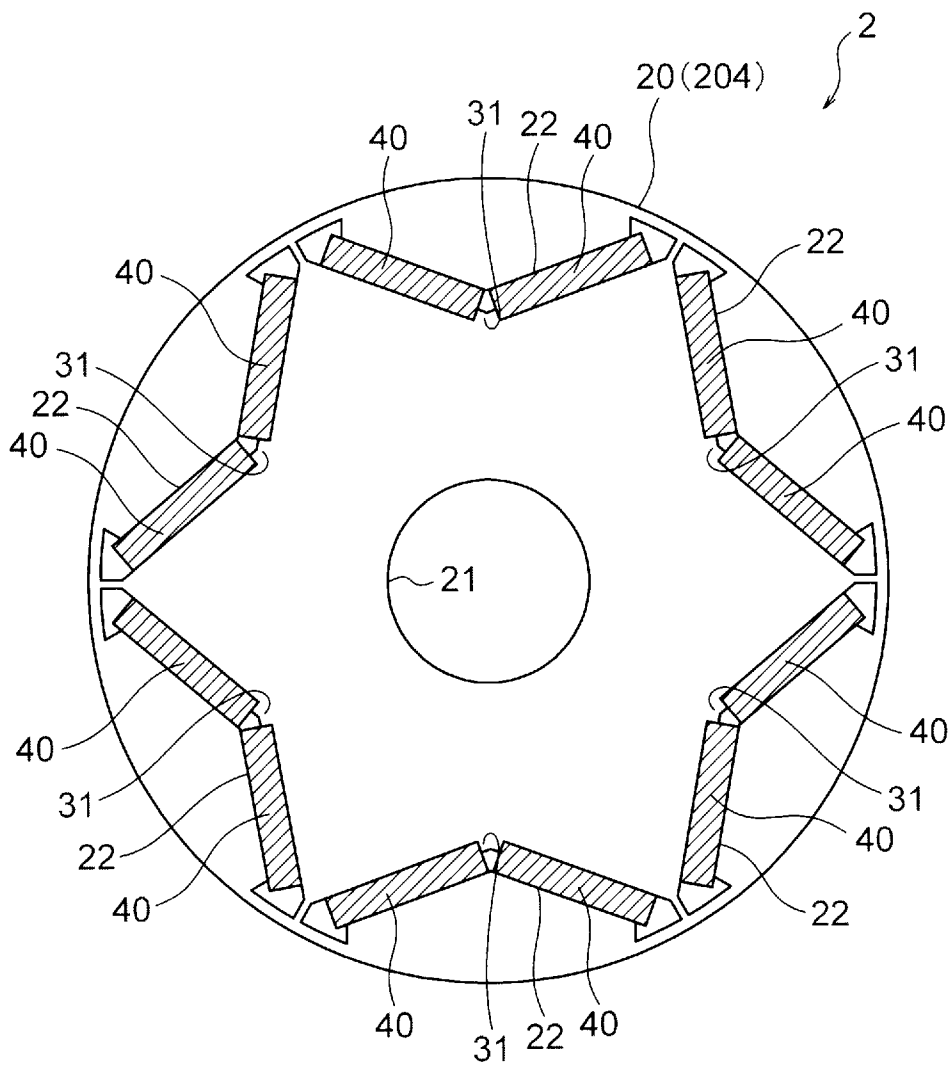
[図12]



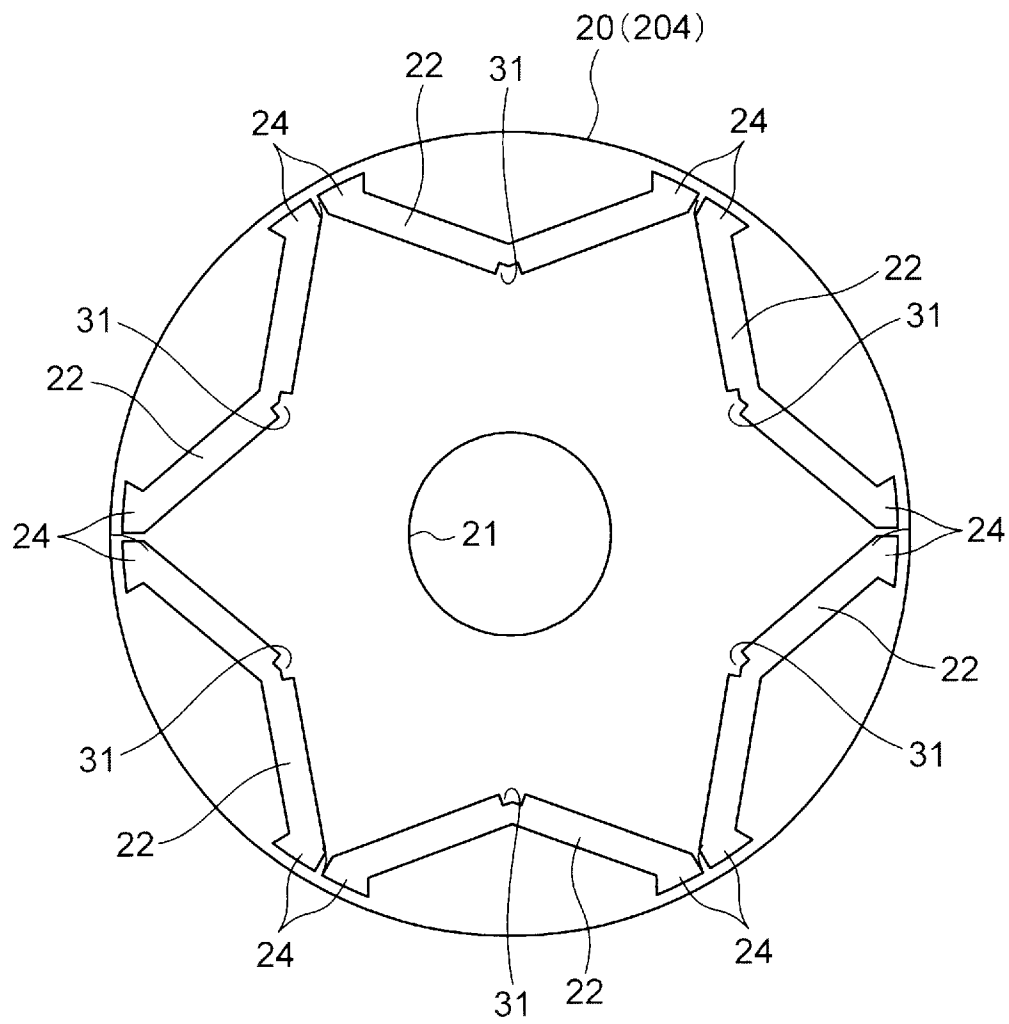
[図13]



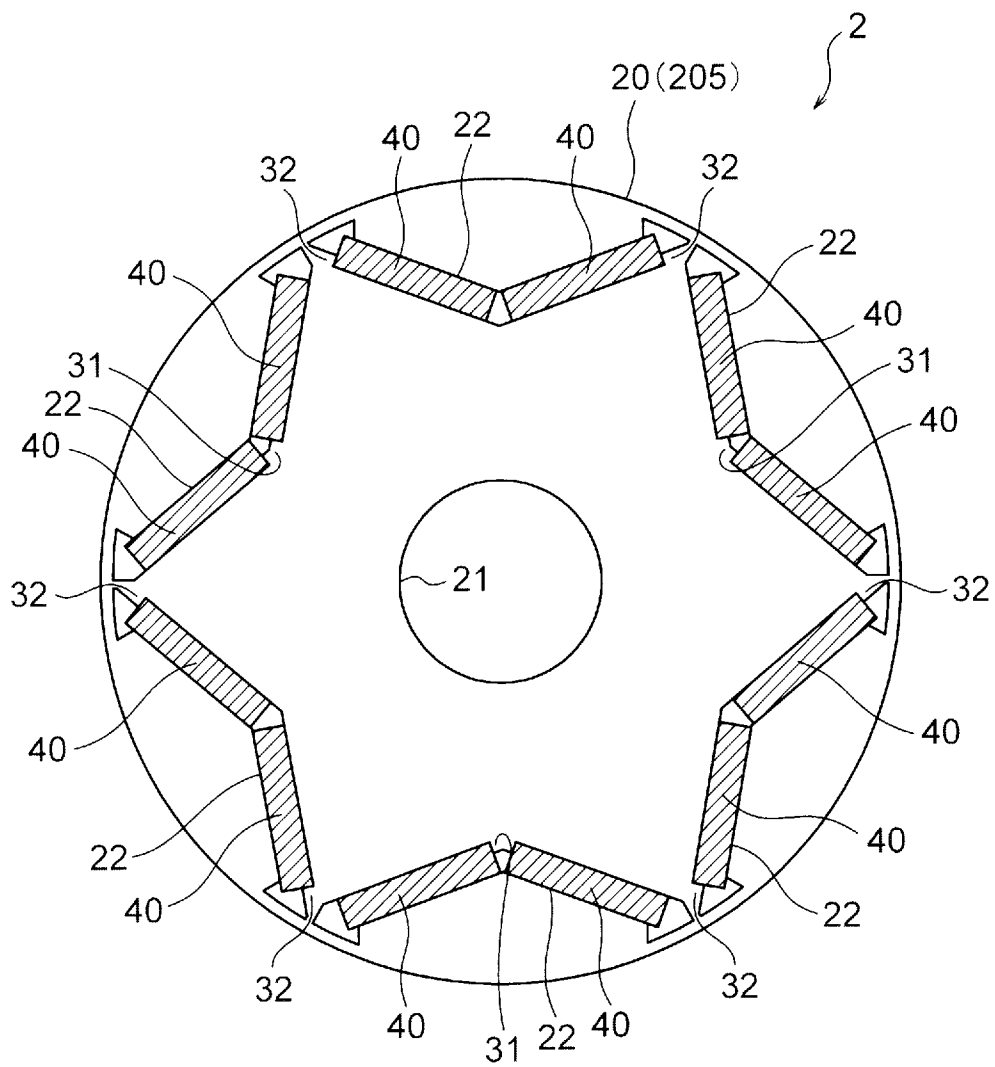
[図14]



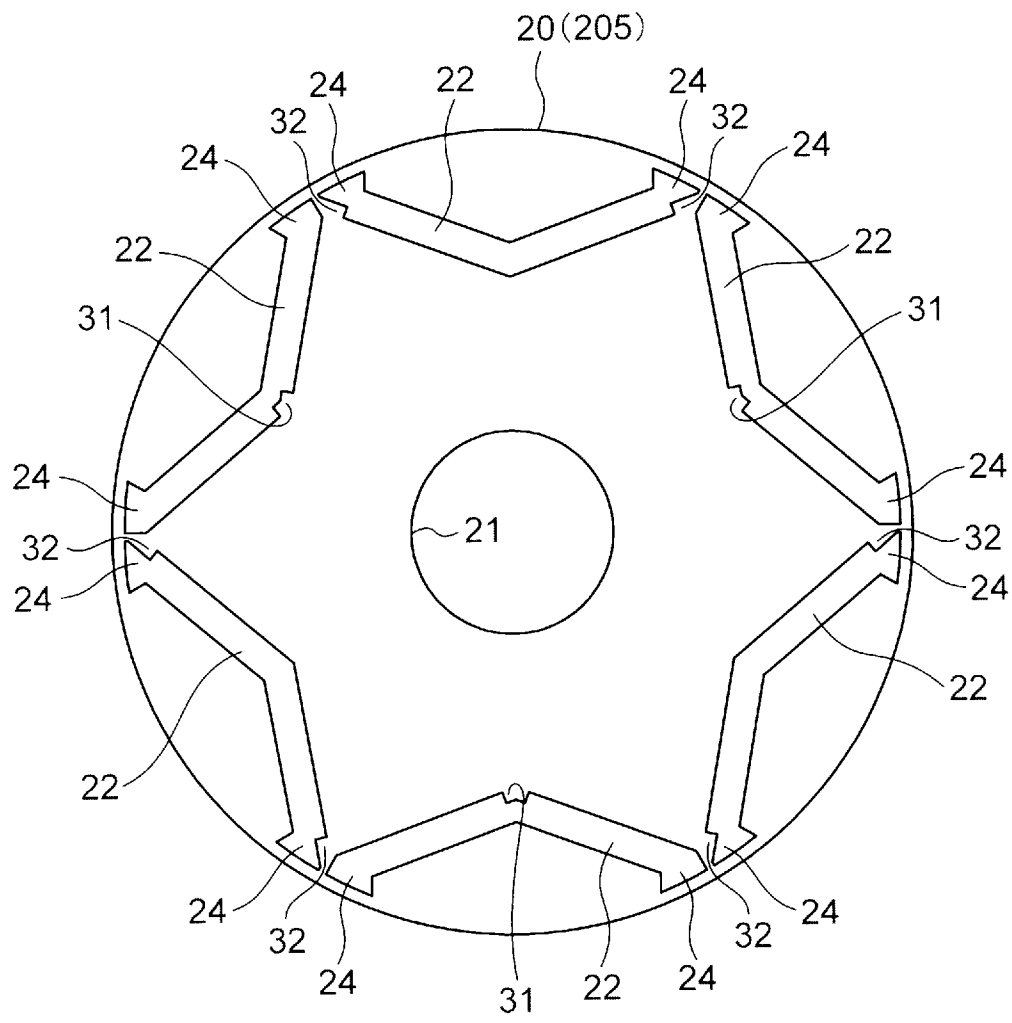
[図15]



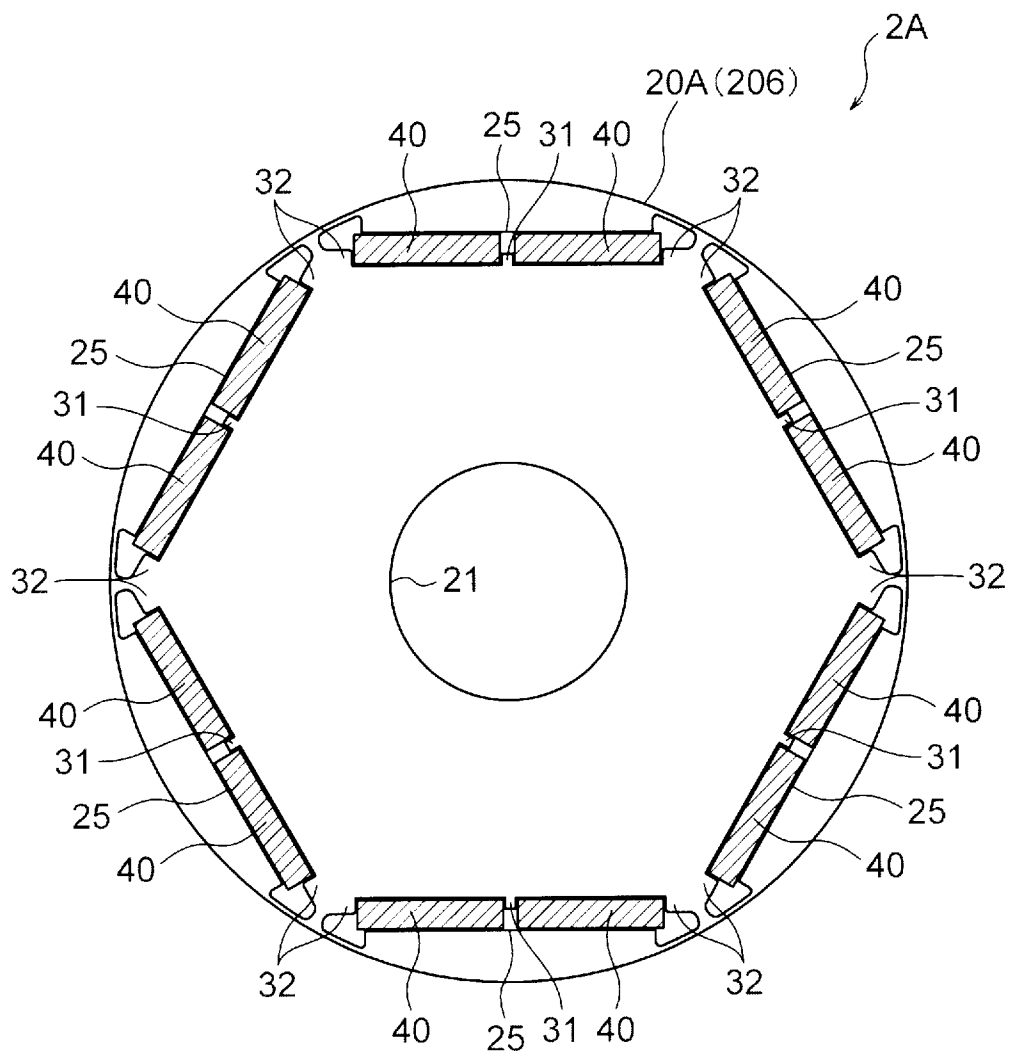
[図16]



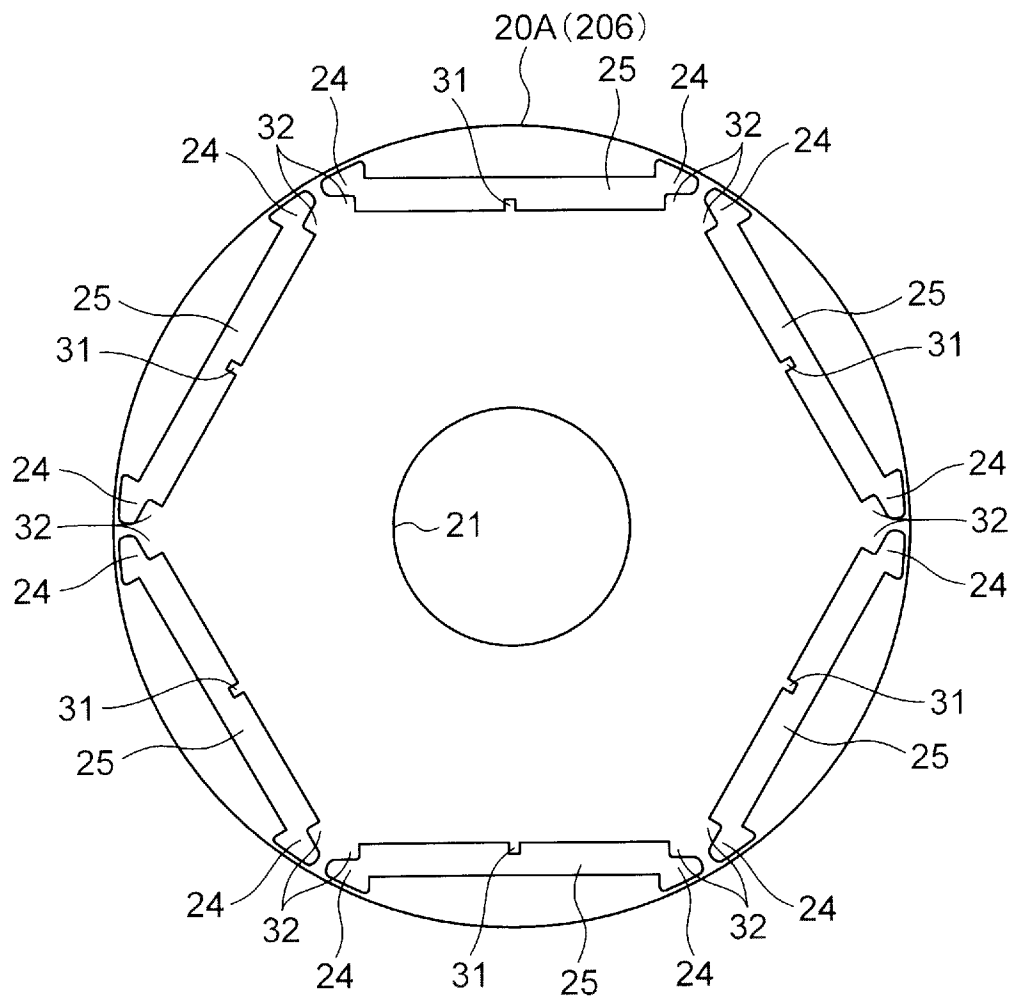
[図17]



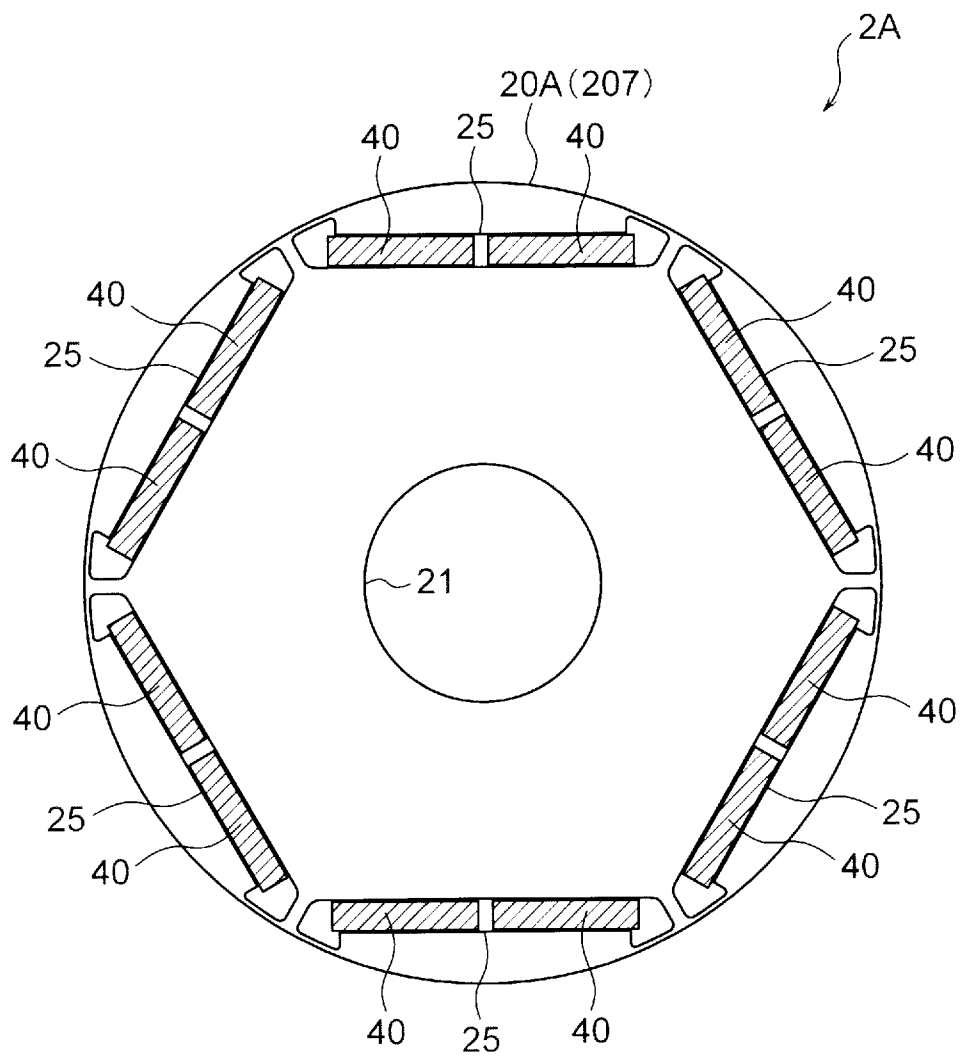
[図18]



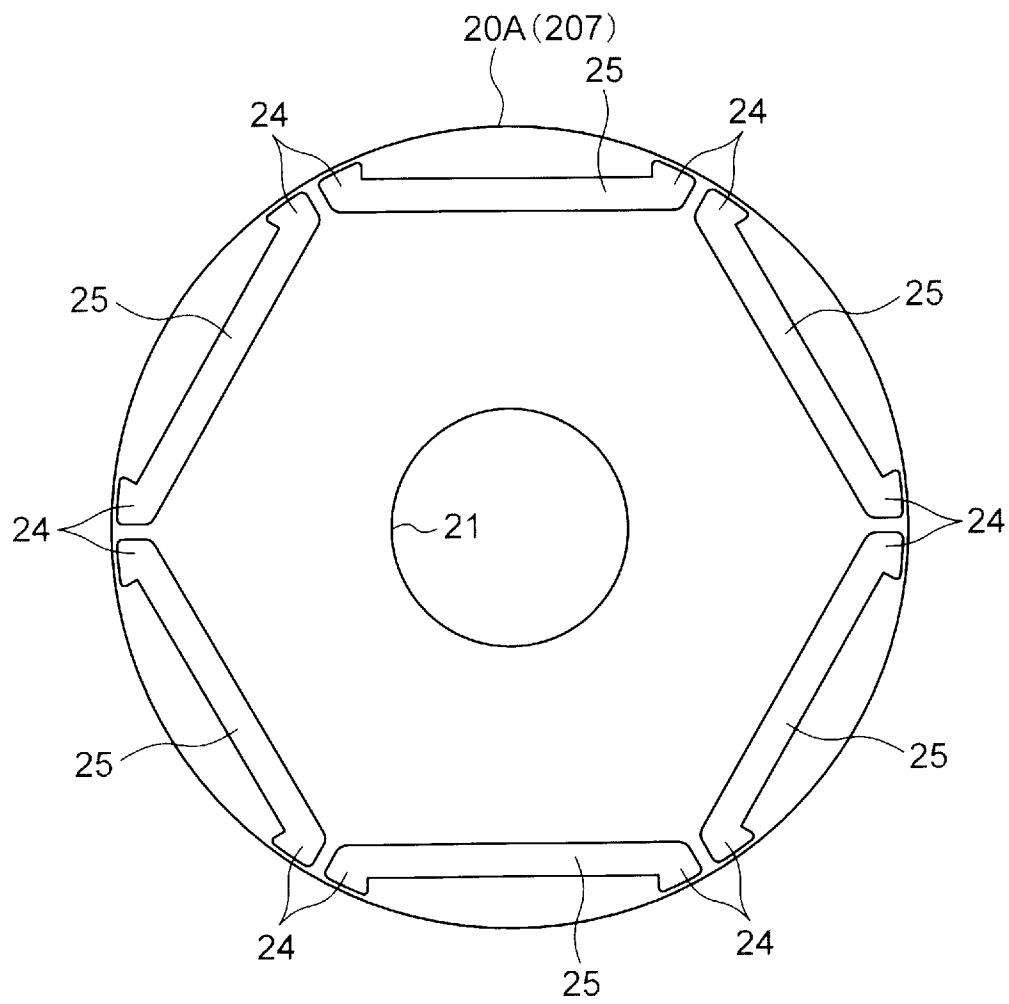
[図19]



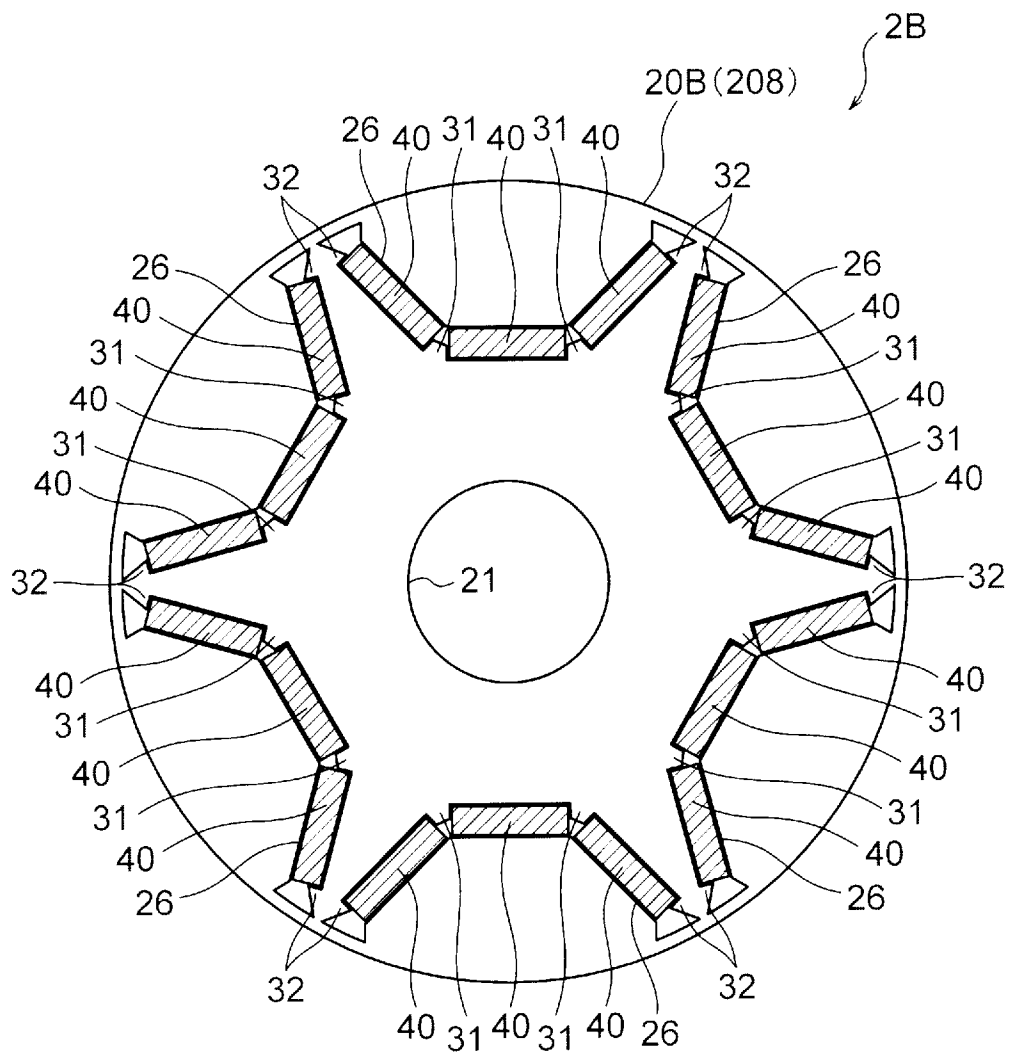
[図20]



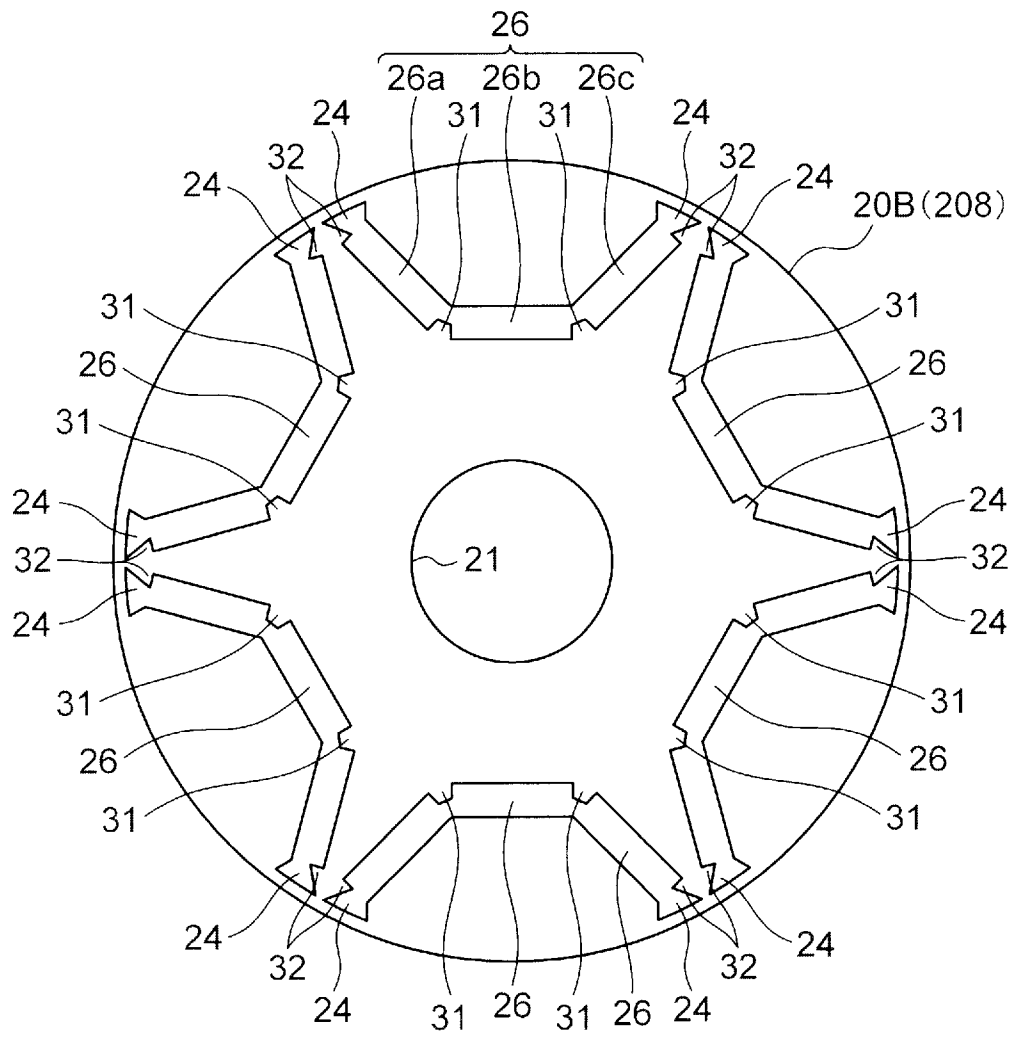
[図21]



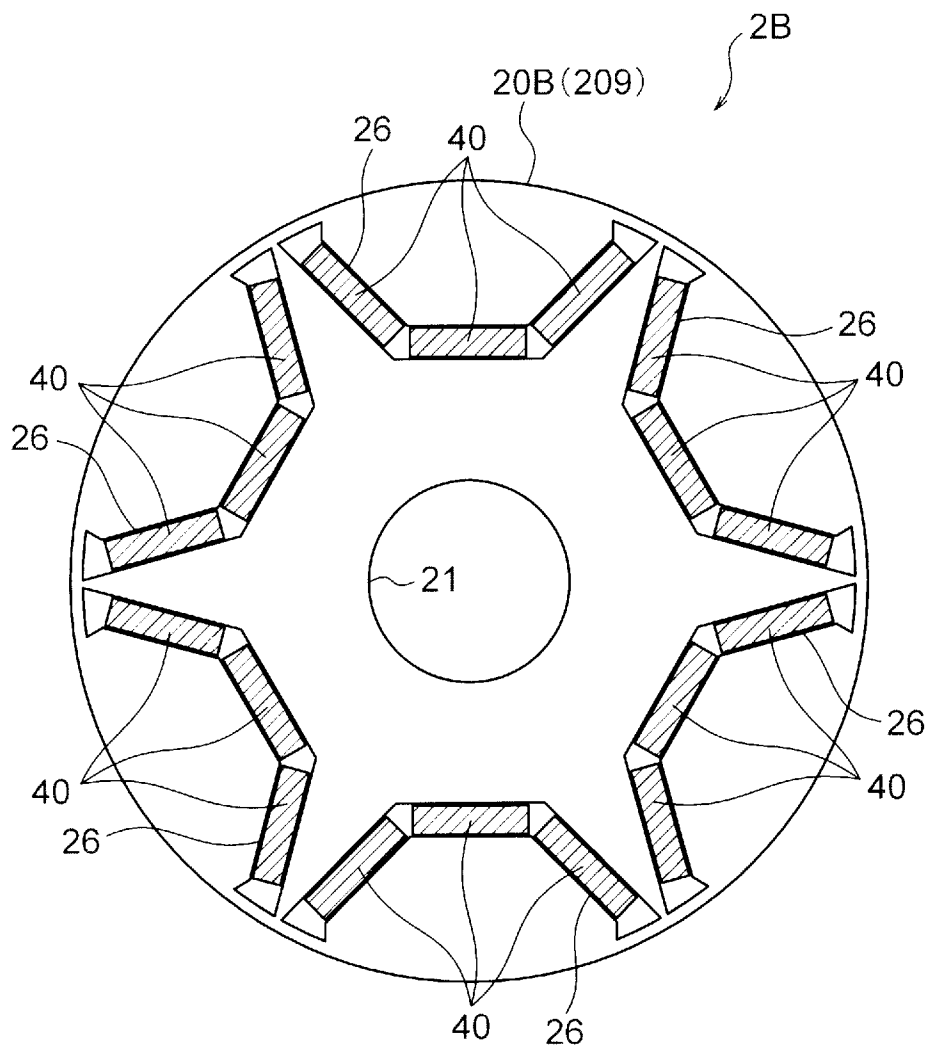
[図22]



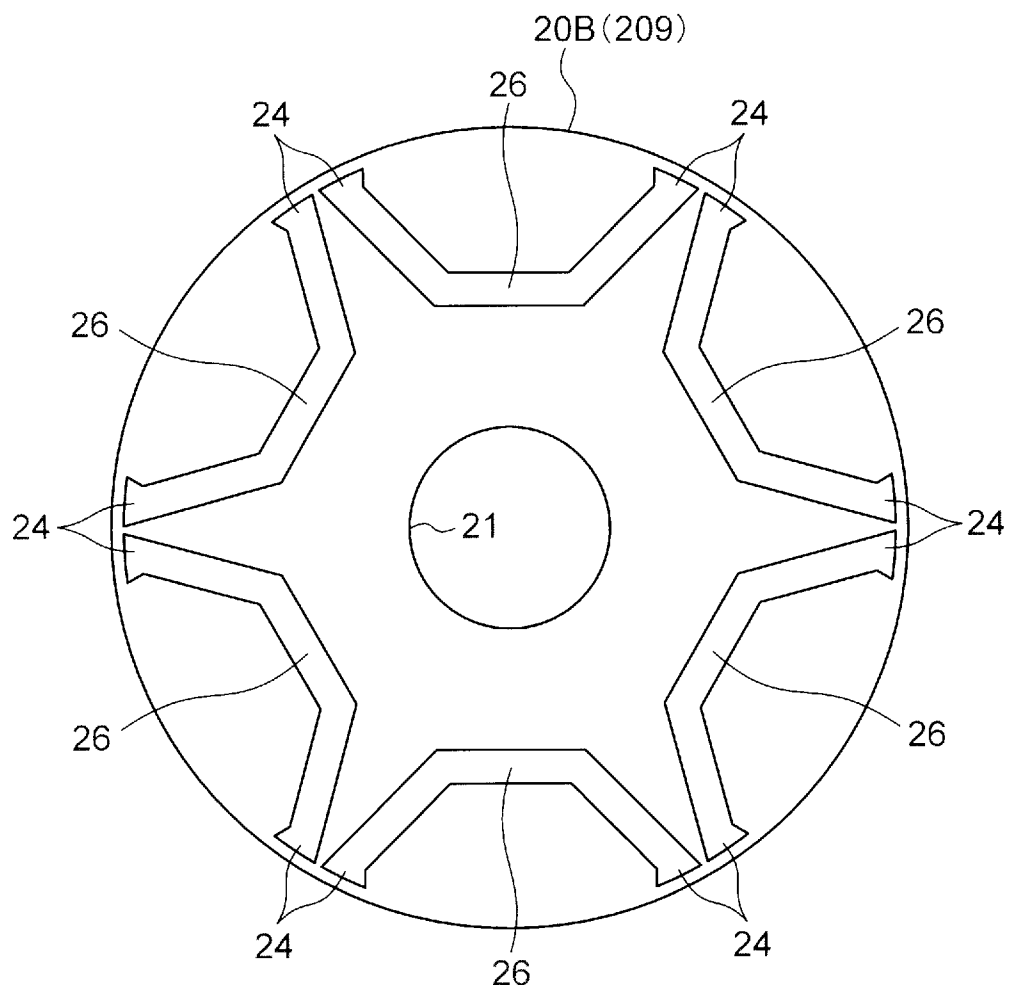
[図23]



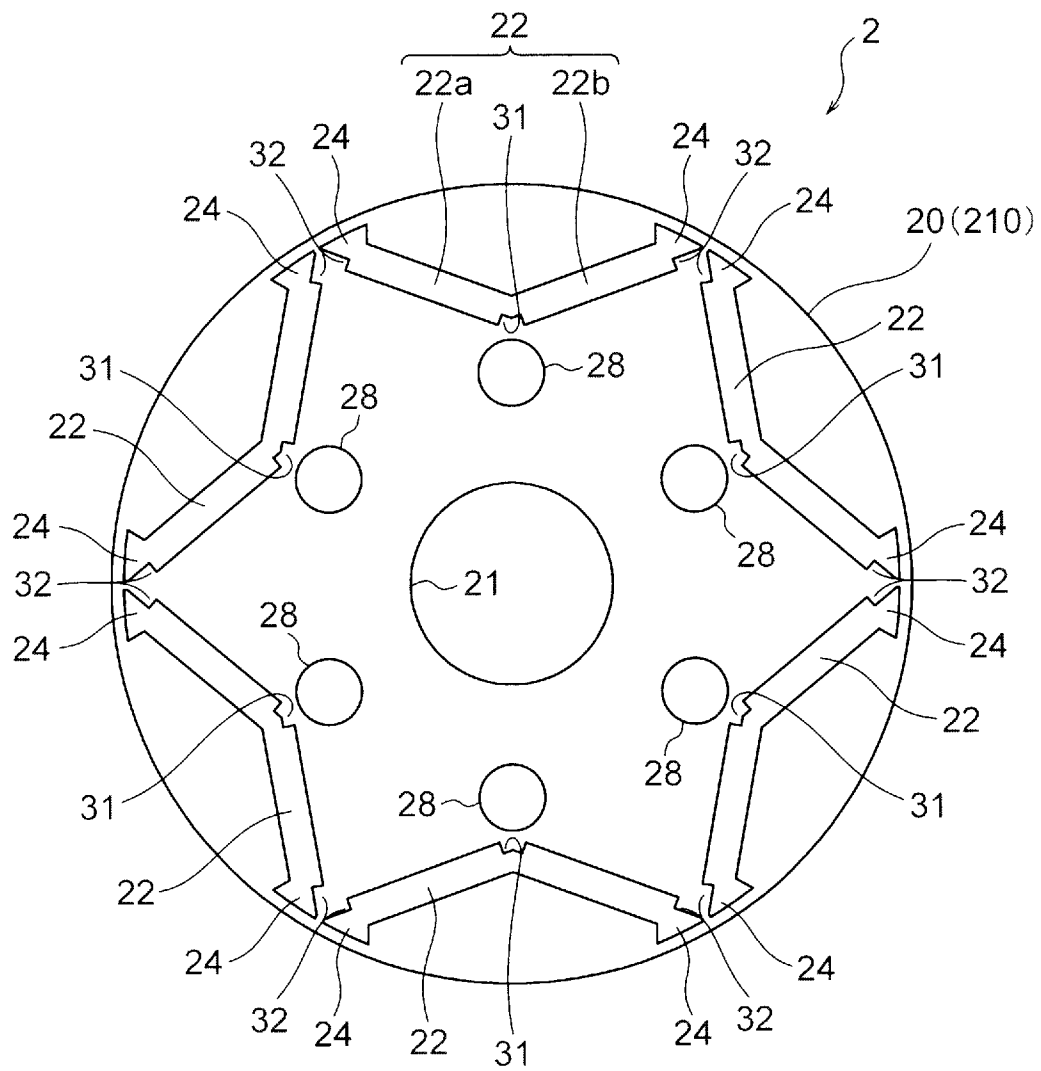
[図24]



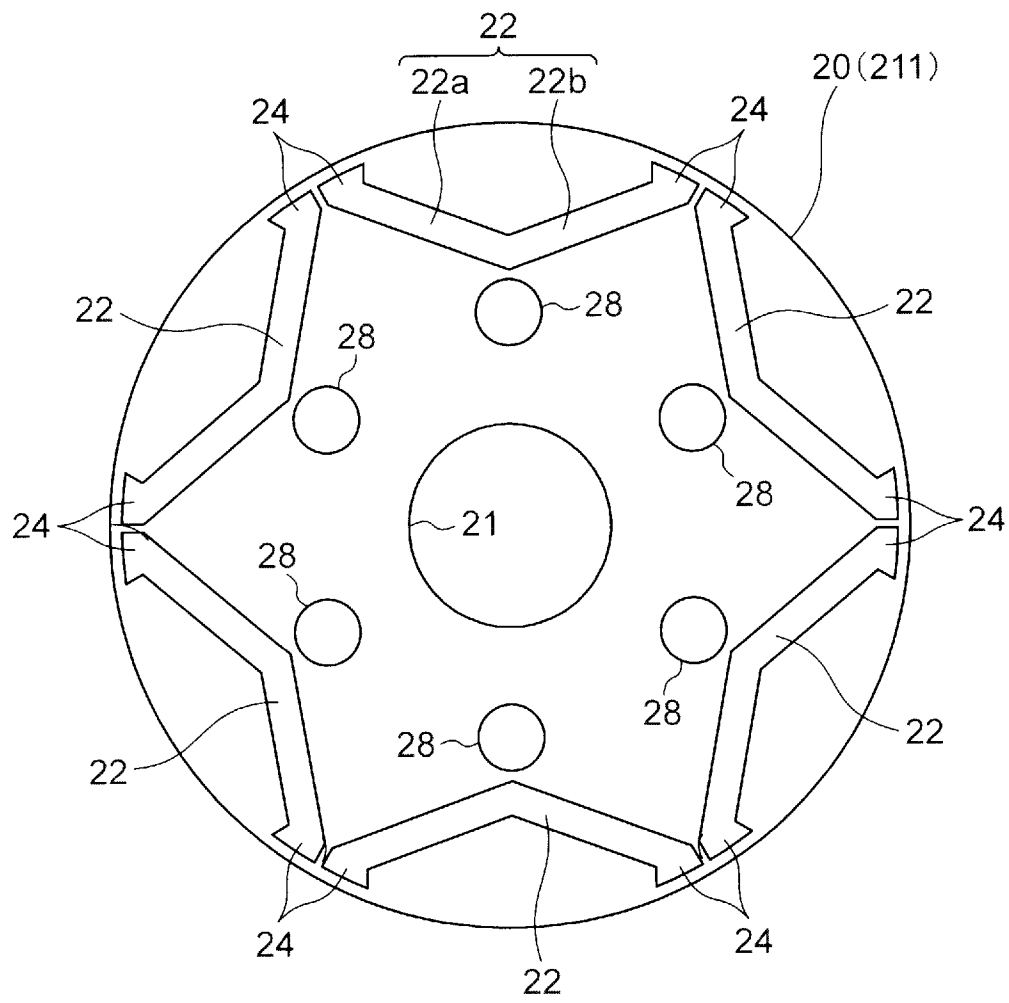
[図25]



[図26]



[図27]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/080803

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K1/22(2006.01)i, H02K1/27(2006.01)i

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)

H02K1/22, H02K1/27

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
Y A	JP 2007-181254 A (Mitsubishi Electric Corp.), 12 July 2007 (12.07.2007), paragraphs [0021] to [0027]; fig. 8 to 10 (Family: none)	1-5, 9-17 6-8
Y A	JP 2010-206882 A (Mitsubishi Electric Corp.), 16 September 2010 (16.09.2010), paragraphs [0001], [0039] to [0042], [0045] to [0050]; fig. 7 to 8 (Family: none)	1-5, 9-17 6-8
Y	WO 2015/147304 A1 (TDK Corp.), 01 October 2015 (01.10.2015), paragraphs [0250], [0276] (Family: none)	10-14

☒ 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
12 January 2016 (12.01.16)

Date of mailing of the international search report
19 January 2016 (19.01.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/080803

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 9-9537 A (Mitsubishi Electric Corp.), 10 January 1997 (10.01.1997), paragraphs [0030] to [0031]; fig. 5 to 6 (Family: none)	11, 13-14
Y	JP 2007-159196 A (Aichi Elec Co.), 21 June 2007 (21.06.2007), paragraph [0020]; fig. 3 to 4 & US 2007/0126304 A1 paragraphs [0080] to [0084]; fig. 3 to 4 & CN 1976171 A	13-14
Y	WO 2015/019402 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 12 February 2015 (12.02.2015), paragraph [0018]; fig. 2 to 3 (Family: none)	14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02K1/22(2006.01)i, H02K1/27(2006.01)i

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））

Int.Cl. H02K1/22, 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

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
Y A	JP 2007-181254 A（三菱電機株式会社）2007.07.12, 段落 [0021]-[0027], 図 8-10（ファミリーなし）	1-5, 9-17 6-8
Y A	JP 2010-206882 A（三菱電機株式会社）2010.09.16, 段落 [0001], [0039]-[0042], [0045]-[0050], 図 7-8（ファミリーなし）	1-5, 9-17 6-8
Y	WO 2015/147304 A1（TDK株式会社）2015.10.01, 段落 [0250], [0276]（ファミリーなし）	10-14

☑ 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矛盾するものではなく、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

12.01.2016

国際調査報告の発送日

19.01.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

安池 一貴

3 V

9150

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

C (続き) . 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
Y	JP 9-9537 A (三菱電機株式会社) 1997.01.10, 段落[0030]-[0031], 図 5-6 (ファミリーなし)	11, 13-14
Y	JP 2007-159196 A (アイチエレクトリック株式会社) 2007.06.21, 段落 [0020], 図 3-4 & US 2007/0126304 A1, 段落[0080]-[0084], 図 3-4 & CN 1976171 A	13-14
Y	WO 2015/019402 A1 (三菱電機株式会社) 2015.02.12, 段落[0018], 図 2-3 (ファミリーなし)	14