

(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  
2021年8月19日(19.08.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/161421 A1

- (51) 国際特許分類:  
H02K 1/27 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/005361
- (22) 国際出願日: 2020年2月12日(12.02.2020)
- (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: 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). 麻生

洋樹(ASO Hiroki); 〒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). 下川貴也(SHIMOKAWA Takaya); 〒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). ▲高▼橋 諒伍(TAKAHASHI Ryogo); 〒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).

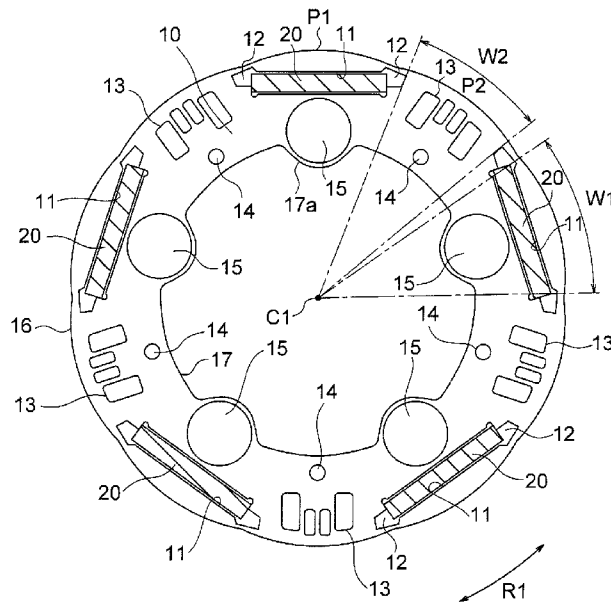
(74) 代理人: 山形 洋一, 外(YAMAGATA Yoichi et al.); 〒1510053 東京都渋谷区代々木2丁目16番2号 甲田ビル4階 特許業務法人 山形・佐藤特許事務所 Tokyo (JP).

(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,

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

(54) 発明の名称: ロータ、電動機、送風機および空気調和装置

1



(57) Abstract: This rotor has: a rotor core having an outer periphery extending in a circumferential direction about the axis line and having a magnet insertion hole; and a permanent magnet disposed in the magnet insertion hole. The permanent magnet constitutes a magnet magnetic pole, and a part of the rotor core constitutes a virtual magnetic pole. The width of the virtual magnetic pole in the circumferential direction is narrower than the width of the permanent magnet in the circumferential direction. The rotor core has at least one slit in the virtual magnetic pole.



WO 2021/161421 A1

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, JO, JP, KE, KG, KH, 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))

---

(57) 要約 : ロータは、軸線を中心とする周方向に延在する外周を有し、磁石挿入孔を有するロータコアと、磁石挿入孔に配置された永久磁石とを有する。永久磁石によって磁石磁極が構成され、ロータコアの一部によって仮想磁極が構成される。仮想磁極の周方向の幅は、永久磁石の周方向の幅よりも狭い。ロータコアは、仮想磁極に少なくとも一つのスリットを有する。

## 明 細 書

**発明の名称**：ロータ、電動機、送風機および空気調和装置

### 技術分野

[0001] 本開示は、ロータ、電動機、送風機および空気調和装置に関する。

### 背景技術

[0002] 電動機のロータには、永久磁石で構成される磁石磁極と、ロータコアで構成される仮想磁極とを備えたコンシクエントポール型のロータがある（例えば、特許文献1参照）。コンシクエントポール型のロータは、永久磁石の数が通常のロータと比べて半分であるため、製造コストを低減できるメリットがある。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2014-131376号公報（図14参照）

### 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、仮想磁極は永久磁石を有さないため、磁石磁極と比較して磁束密度が低く、磁束の流れる方向も変動しやすい。そのため、磁石磁極と仮想磁極とで磁束にアンバランスが生じ、これにより振動および騒音が発生する。

[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、コンシクエントポール型のロータにおける振動および騒音の低減を目的とする。

#### 課題を解決するための手段

[0006] 本開示のロータは、軸線を中心とする周方向に延在する外周を有し、磁石挿入孔を有するロータコアと、磁石挿入孔に配置された永久磁石とを有する。永久磁石によって磁石磁極が構成され、ロータコアの一部によって仮想磁極が構成される。仮想磁極の周方向の幅は、永久磁石の周方向の幅よりも狭い。ロータコアは、仮想磁極に少なくとも一つのスリットを有する。

## 発明の効果

[0007] 本開示によれば、永久磁石の幅に対して仮想磁極の幅が狭いため、仮想磁極に磁束が集中しやすくなり、磁束密度が高くなる。また、仮想磁極に少なくとも一つのスリットが設けられているため、仮想磁極を通過する磁束の方向を矯正することができる。これにより、磁石磁極と仮想磁極とにおける磁束のアンバランスを抑制し、振動および騒音を低減することができる。

## 図面の簡単な説明

- [0008] [図1]実施の形態1の電動機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のロータコアおよび永久磁石を示す断面図である。
- [図4]実施の形態1の磁石磁極の幅と仮想磁極の幅を説明するための断面図である。
- [図5]実施の形態1のロータコアにおける磁石挿入孔とスリットとを示す模式図である。
- [図6]実施の形態1のロータにおける磁束の流れのシミュレーション結果を示す磁束線図である。
- [図7]実施の形態1のロータの表面磁束分布を示すグラフ(A)と、磁石磁極P1および仮想磁極P2の位置を示す模式図(B)である。
- [図8]ロータの磁石磁極から出た磁束の流れを示す模式図である。
- [図9]ロータの仮想磁極を通る磁束の流れを示す模式線図である。
- [図10]実施の形態1の仮想磁極におけるスリットの配置を示す模式図である。
- [図11]実施の形態1の仮想磁極におけるスリット的作用を説明するための模式図である。
- [図12]非コンシクエントポール型のロータを示す断面図である。
- [図13]スリットとロータコア外周との距離を長くした場合の磁束の流れを示す模式図である。
- [図14]磁石挿入孔の径方向内側に空隙部を設けない場合の磁束の流れを示す

模式図である。

[図15]実施の形態1の空隙部の作用を説明するための模式図である。

[図16]実施の形態1のスリットおよび空隙部の径方向の長さを説明するための模式図である。

[図17]スリットの径方向の長さを空隙部の径方向の長さよりも長くした例を示す模式図である。

[図18]図17の例における磁束の流れを説明するための模式図である。

[図19]実施の形態1のカシメ部の配置を説明するための模式図である。

[図20]実施の形態1の電動機における磁束の流れのシミュレーション結果を示す磁束線図である。

[図21]実施の形態2のロータを示す断面図である。

[図22]実施の形態2の磁石挿入孔、スリット、空隙部およびカシメ部の配置を説明するための模式図である。

[図23]実施の形態2のカシメ部の他の例を説明するための模式図である。

[図24]各実施の形態の電動機が適用される空気調和装置を示す正面図(A)と、その室外機を示す断面図(B)である。

### 発明を実施するための形態

[0009] 実施の形態1.

#### <電動機の構成>

図1は、実施の形態1の電動機100を示す断面図である。電動機100は、回転可能なロータ1と、ロータ1を囲むように設けられた環状のステータ5とを備えたインナロータ型の電動機である。電動機100は、また、ロータ1に永久磁石20を埋め込んだ永久磁石埋込型電動機でもある。ステータ5とロータ1との間には、例えば0.4mmの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C1とする。軸線C1の方向を、「軸方向」と称する。軸線C1を中心とする周方向(図1に矢印R1で示す)を、「周方向」と称する。軸線C1を中心とする半径方向を、「径方向」

と称する。なお、図1は、ロータ1の軸線C1に直交する面における断面図である。

[0011] <ステータの構成>

ステータ5は、ステータコア50と、ステータコア50に巻き付けられたコイル55とを有する。ステータコア50は、複数の電磁鋼板を軸方向に積層し、カシメ等により固定したものである。電磁鋼板の板厚は、例えば0.1mm~0.7mmである。

[0012] ステータコア50は、軸線C1を中心とする環状のヨーク51と、ヨーク51から径方向内側に延在する複数のティース52とを有する。ティース52は、周方向に等間隔に配置されている。ティース52の数は、ここでは12であるが、12に限定されるものではない。隣り合うティース52の間には、コイル55を収容する空間であるスロットが形成される。

[0013] ティース52の径方向内側の先端部52aは、ティース52の他の部分よりも周方向の幅が広い。ティース52の先端部52aは、上述したエアギャップを介してロータ1の外周に対向する。

[0014] ステータコア50には、絶縁部としてのインシュレータ53が取り付けられている。インシュレータ53は、ステータコア50とコイル55との間に介在し、ステータコア50とコイル55とを絶縁するものである。

[0015] インシュレータ53は、例えば、ポリブチレンテレフタレート（PBT）等の絶縁性の樹脂で構成される。インシュレータ53は、樹脂をステータコア50と一体に成形するか、または別部品として成形した樹脂成形体をステータコア50に組み付けることで形成される。

[0016] コイル55は、インシュレータ53を介してティース52に巻き付けられる。コイル55は、銅またはアルミニウムで構成されている。コイル55は、ティース52毎に巻き付けてもよく（集中巻）、あるいは複数のティース52に跨って巻き付けてもよい（分布巻）。

[0017] <ロータの構成>

図2は、ロータ1を示す断面図である。図3は、ロータ1のロータコア1

0および永久磁石20を示す図である。図2に示すように、ロータ1は、回転軸であるシャフト25と、シャフト25の径方向外側に設けられたロータコア10と、ロータコア10に埋め込まれた複数の永久磁石20と、シャフト25とロータコア10との間に設けられた樹脂部30とを有する。

[0018] 図3に示すように、ロータコア10は、軸線C1を中心とする環状の部材である。ロータコア10は、外周16と内周17とを有する。外周16および内周17は、いずれも、軸線C1を中心とする周方向に延在する。

[0019] ロータコア10は、複数の電磁鋼板を軸方向に積層し、カシメ部14によって固定したものである。電磁鋼板の板厚は、例えば0.1mm~0.7mmである。

[0020] ロータコア10は、複数の磁石挿入孔11を有する。磁石挿入孔11は、周方向に等間隔で、且つ軸線C1から等距離に配置されている。磁石挿入孔11の数は、ここでは5個である。磁石挿入孔11は、ロータコア10の外周に沿って形成されている。

[0021] 磁石挿入孔11は、その周方向中心を通る径方向の直線（磁極中心線）に直交する方向に直線状に延在している。但し、磁石挿入孔11は、このような形状に限定されるものではなく、例えば、V字形状であってもよい。

[0022] 磁石挿入孔11の周方向の両側には、穴部であるフラックスバリア12が形成されている。フラックスバリア12とロータコア10の外周16との間の鉄心部分は、薄肉部（ブリッジ部とも称する）となっている。隣り合う磁極間の漏れ磁束を抑制するため、薄肉部の厚さは、ロータコア10を構成する電磁鋼板の板厚と同じであることが望ましい。

[0023] 各磁石挿入孔11には、永久磁石20が挿入されている。永久磁石20は平板状であり、軸方向に直交する断面形状は矩形状である。

[0024] 永久磁石20は、例えば、希土類磁石で構成される。より具体的には、永久磁石20は、Nd（ネオジム）-Fe（鉄）-B（ホウ素）を含むネオジム焼結磁石で構成される。

[0025] 5つの永久磁石20は、径方向外側に、互いに同一の磁極（例えばN極）

を有する。ロータコア10において、周方向に隣り合う永久磁石20の間には、上記磁極とは反対の磁極（例えばS極）が形成される。

[0026] そのため、ロータ1には、永久磁石20で構成される5つの磁石磁極P1と、ロータコア10で構成される5つの仮想磁極P2とが形成される。このような構成を、コンシクエントポール型と称する。以下では、単に「磁極」という場合、磁石磁極P1と仮想磁極P2の両方を含むものとする。ここでは、ロータ1は、10個の磁極を有する。

[0027] 磁石磁極P1および仮想磁極P2のいずれも、周方向中心が極中心となる。磁石磁極P1の極中心を通る径方向の直線を、磁極中心線M1とする。仮想磁極P2の極中心を通る径方向の直線を、磁極中心線M2とする。

[0028] ロータコア10の外周16は、軸方向に直交する断面において、いわゆる花丸形状を有する。より具体的には、ロータコア10の外周16は、磁極P1、P2のそれぞれの極中心で外径が最大となり、極間で外径が最小となり、極中心から極間までが弧状となる形状を有する。ロータコア10の外周16は、花丸形状に限らず、円形状であってもよい。

[0029] コンシクエントポール型のロータ1では、同じ極数の非コンシクエントポール型のロータと比較して、永久磁石20の数を半分にすることができる。永久磁石20の数が少ないため、ロータ1の製造コストが低減される。

[0030] ここではロータ1の極数を10としたが、極数は4以上の偶数であればよい。また、ここでは1つの磁石挿入孔11に1つの永久磁石20を配置しているが、1つの磁石挿入孔11に2つ以上の永久磁石20を配置してもよい。磁石磁極P1をS極とし、仮想磁極P2をN極としてもよい。

[0031] 図2に示すように、シャフト25とロータコア10の間には、非磁性の樹脂部30が設けられている。樹脂部30は、シャフト25とロータコア10とを連結するものである。樹脂部30は、例えば、PBT等の熱可塑性樹脂で形成される。

[0032] 樹脂部30は、シャフト25の外周に接する環状の内筒部31と、ロータコア10の内周17に接する環状の外筒部33と、内筒部31と外筒部33

とを連結する複数のリブ32とを有する。

- [0033] 樹脂部30の内筒部31には、シャフト25が軸方向に貫通している。リブ32は、周方向に等間隔で配置され、内筒部31から径方向外側に放射状に延在している。周方向に隣り合うリブ32間には、空洞部が形成される。
- [0034] リブ32の数は極数の半分であり、それぞれのリブ32の周方向位置が仮想磁極P2の極中心と一致している。但し、リブ32の数は、極数の半分に限定されるものではない。また、リブ32の周方向位置が磁石磁極P1の極中心と一致していてもよい。
- [0035] 図3に示すように、ロータコア10は、仮想磁極P2に、少なくとも一つのスリット13を有する。ここでは、磁極中心線M2の周方向両側に配置された2つのスリット13aと、2つのスリット13aの周方向両側に配置された2つのスリット13bとが形成されている。
- [0036] スリット13a, 13bは、いずれも、径方向、より具体的には磁極中心線M2と平行に延在している。すなわち、スリット13a, 13bは、いずれも、径方向の長さが周方向の幅よりも長い。
- [0037] 2つのスリット13aは、互いに同じ形状を有し、磁極中心線M2から周方向に等距離に配置されている。同様に、2つのスリット13bは、互いに同じ形状を有し、磁極中心線M2から周方向に等距離に配置されている。すなわち、4つのスリット13a, 13bは、磁極中心線M2に対して対称に配置されている。
- [0038] スリット13aの径方向の長さは、スリット13bの径方向の長さよりも短い。スリット13aの周方向の幅は、スリット13bの周方向の幅よりも狭い。スリット13aの径方向外側の端部は、スリット13bよりも径方向外側の端部よりも、径方向外側に位置している。
- [0039] なお、ここでは仮想磁極P2に4つのスリット13a, 13bを有しているが、少なくとも一つのスリット13が設けられていればよい。以下では、スリット13a, 13bを区別する必要がない場合には、これらをスリット13と称する。

- [0040] ロータコア10は、磁石挿入孔11の径方向内側に、空隙部15を有する。空隙部15は、磁石磁極P1の磁極中心線M1上に位置している。空隙部15は、軸方向に直交する面において円形状を有する。但し、空隙部15の形状は円形状に限らず、スリット状でもよい（図21参照）。
- [0041] ロータコア10の内周17において、空隙部15の形成された部分には、径方向内側に突出する突出部分17aが形成されている。内周17の突出部分17aは、空隙部15の内周に沿って円弧状に延在している。突出部分17aは、樹脂部30に対するロータコア10の回転止めとして機能する。但し、内周17には、このような突出部分17aが形成されていなくてもよい。
- [0042] カシメ部14は、ロータコア10を構成する複数の電磁鋼板を一体に固定するためのものである。カシメ部14は、仮想磁極P2の磁極中心線M2上で、スリット13よりも径方向内側に形成することが望ましい。但し、カシメ部14を他の部分に形成してもよい。
- [0043] カシメ部14は、軸方向に直交する面において円形状を有する。すなわち、カシメ部14は、丸カシメ部である。但し、カシメ部14の形状は、円形状に限らず、矩形状であってもよい。すなわち、カシメ部14は、Vカシメ部であってもよい（図21参照）。
- [0044] 図4は、永久磁石20の周方向の幅と、仮想磁極P2の周方向の幅を説明するための断面図である。永久磁石20の周方向の幅W1は、ここでは、永久磁石20の径方向外側の面の周方向の長さ（周方向の一端から他端までの距離）である。
- [0045] 仮想磁極P2の周方向の幅W2は、当該仮想磁極P2の周方向の一方の側に位置するフラックスバリア12から、当該仮想磁極P2の周方向の他方の側に位置するフラックスバリア12までの距離である。
- [0046] 仮想磁極P2の周方向の幅W2は、永久磁石20の周方向の幅W1よりも狭い。すなわち、 $W2 < W1$ が成立する。
- [0047] 永久磁石20の幅W1に対して仮想磁極P2の幅W2を狭くすると、永久

磁石 20 から出た多くの磁束が狭い仮想磁極 P2 を通過することとなるため、仮想磁極 P2 における磁束密度が高くなる。すなわち、仮想磁極 P2 が永久磁石を有さないことによる磁束密度の低下を、仮想磁極 P2 の幅 W2 を狭くすることによって補うことができる。

[0048] なお、幅 W1, W2 は、周方向の幅に限定されるものではない。すなわち、永久磁石 20 の幅 W1 を、磁極中心線 M1 (図 3) に直交する方向の幅としてもよく、仮想磁極 P2 の幅 W2 を、磁極中心線 M2 (図 3) に直交する方向の幅としてもよい。この場合も、 $W2 < W1$  が成立する。

[0049] 図 5 は、ロータコア 10 における磁石挿入孔 11 およびスリット 13 の配置を示す模式図である。極中心における磁石挿入孔 11 からロータコア 10 の外周 16 までの距離 L1 は、スリット 13 からロータコア 10 の外周 16 までの最短距離 L2 よりも短い。この例では、最短距離 L2 は、スリット 13 a, 13 b のうち、より外周 16 側に位置するスリット 13 a からロータコア 10 の外周 16 までの距離である。

[0050] <作用>

次に、実施の形態 1 の作用について説明する。図 6 は、ロータ 1 における磁束の流れのシミュレーション結果を示す磁束線図である。

[0051] 図 6 に示されているように、磁石磁極 P1 の永久磁石 20 から出た磁束は、磁極中心線 M1 を中心として対称に広がる。この磁束は、隣接する仮想磁極 P2 を径方向に通過して、磁石磁極 P1 の永久磁石 20 に戻る。

[0052] 永久磁石 20 から出た磁束が仮想磁極 P2 を通過するため、永久磁石 20 の幅 W1 に対して仮想磁極 P2 の幅 W2 を狭くすると、それだけ仮想磁極 P2 に磁束が集中することになり、仮想磁極 P2 における磁束密度が高くなる。

[0053] 図 7 (A) は、磁束密度の実測によって求めた、ロータ 1 の外周における磁束密度分布を示すグラフである。縦軸は磁束密度 [mT] であり、横軸は周方向位置、すなわち軸線 C1 を中心とする角度 [度] である。

[0054] 図 7 (B) は、図 7 (A) の磁束密度分布に対応する磁石磁極 P1 および

仮想磁極 P 2 の位置を示す模式図である。

- [0055] 図 7 (A) において、ロータ 1 の外周における磁束密度（すなわち表面磁束密度）は、磁石磁極 P 1 ではプラスで現れており、仮想磁極 P 2 ではマイナスで現れている。表面磁束密度は、フラックスバリア 1 2 に相当する位置でゼロクロスする。なお、磁石磁極 P 1 および仮想磁極 P 2 のそれぞれの極中心で表面磁束密度が低下しているのは、磁束が磁極中心線に対して対称に広がるためである（図 6 参照）。
- [0056] 上述したように、磁石磁極 P 1 は永久磁石 2 0 を有するが、仮想磁極 P 2 は永久磁石を有さない。そのため、磁石磁極 P 1 での表面磁束密度と比較すると、仮想磁極 P 2 での表面磁束密度は低い。
- [0057] 磁石磁極 P 1 での表面磁束密度に対して仮想磁極 P 2 での表面磁束密度が低いことは、ロータ 1 の振動および騒音の原因となる。これは、磁石磁極 P 1 とティース 5 2 との間に作用する磁氣的吸引力よりも、仮想磁極 P 2 とティース 5 2 との間に作用する磁氣的吸引力が小さいため、ロータ 1 に加わる径方向の力がアンバランスになり、ロータ 1 に径方向加振力が作用するためである。
- [0058] また、ロータ 1 が回転する際に、磁石磁極 P 1 が回転方向の前方のティース 5 2 および後方のティース 5 2 から受ける周方向の力と、仮想磁極 P 2 が回転方向の前方のティース 5 2 および後方のティース 5 2 から受ける周方向の力とが異なる。そのため、ロータ 1 に加わる周方向の力がアンバランスになり、ロータ 1 にトルクリップルが生じる。
- [0059] そのため、磁石磁極 P 1 での表面磁束密度に対して仮想磁極 P 2 での表面磁束密度が低いほど、ロータ 1 に作用する径方向加振力およびトルクリップルが大きくなり、振動および騒音の原因となる。
- [0060] 図 4 を参照して説明したように、永久磁石 2 0 の幅 W 1 に対して仮想磁極 P 2 の幅 W 2 を狭くすることにより、仮想磁極 P 2 への磁束の集中が促進されるため、仮想磁極 P 2 での表面磁束密度が高くなる。そのため、上述した径方向加振力およびトルクリップルを低減し、振動および騒音を低減するこ

とができる。

[0061] 次に、スリット13の作用について説明する。上述したように仮想磁極P2の幅W2を永久磁石20の幅W1より狭くしても、仮想磁極P2での磁束密度は磁石磁極P1での磁束密度には達しないため、次に説明するように、仮想磁極P2を通過する磁束が周方向に曲がりやすい。

[0062] 図8は、磁石磁極P1の永久磁石20からの磁束の流れを示す模式図である。ここでは、永久磁石20の径方向外側をN極としている。図8に示すように、磁石磁極P1では、磁束密度が高いため、磁石磁極P1から出た磁束は、矢印Fで示すように、径方向外側に進行しやすい。

[0063] 図9は、仮想磁極P2にスリット13が設けられていない場合の、仮想磁極P2での磁束の流れを示す模式図である。ここでは、永久磁石20の径方向内側をN極としている。そのため、仮想磁極P2では、径方向内側から径方向内外側に向かって磁束が流れる。

[0064] しかしながら、仮想磁極P2での磁束密度が低いため、仮想磁極P2を流れる磁束は、仮想磁極P2に対向するティース52の位置に応じて、矢印Fで示すように、周方向に曲がりやすい。このような磁束の曲がりが生じると、上述した径方向加振力およびトルクリップルが大きくなり、振動および騒音の原因となる。

[0065] 図10は、実施の形態1の仮想磁極P2におけるスリット13の配置を示す模式図である。上記の通り、実施の形態1のロータコア10は、仮想磁極P2に少なくとも一つのスリット13を有する。また、極中心における磁石挿入孔11からロータコア10の外周16までの距離L1は、スリット13からロータコア10の外周16までの最短距離L2よりも短い。

[0066] 磁石磁極P1の磁石挿入孔11とロータコア10の外周16との間には、磁束が流れるコア領域101が形成される。仮想磁極P2のスリット13とロータコア10の外周16との間には、磁束が流れるコア領域102が形成される。

[0067] 図11は、実施の形態1の仮想磁極P2におけるスリット13の作用を説

明するための模式図である。仮想磁極 P 2 を流れる磁束は、仮想磁極 P 2 に対向するティース 5 2（図 9）の位置に応じて、周方向に曲がろうとする。

[0068] しかしながら、仮想磁極 P 2 にスリット 1 3 が形成されているため、磁束が周方向に曲がることを抑制し、磁束の流れる方向を径方向に近づけることができる。言い換えると、仮想磁極 P 2 における磁束の流れを整流することができる。これにより、磁石磁極 P 1 と仮想磁極 P 2 とでの表面磁束密度の差を低減することができ、上述した振動および騒音を低減することができる。

[0069] 図 1 2 は、非コンシクエントポール型のロータ 1 C を示す断面図である。ロータ 1 C は、磁石挿入孔 1 1 1 を有するロータコア 1 1 0 と、磁石挿入孔 1 1 1 に挿入された永久磁石 1 2 0 とを有する。ロータコア 1 1 0 の中心孔 1 1 7 には、図示しないシャフトが挿入されている。隣り合う永久磁石 1 2 0 は、径方向外側に互いに反対の磁極面を有する。すなわち、ロータ 1 C の全磁極が、磁石磁極 P で形成されている。磁石挿入孔 1 1 1 からロータコア 1 1 0 の外周 1 1 6 までの距離 L 1 は、全磁極において一定である。

[0070] 図 1 3 は、コンシクエントポール型のロータにおいて、スリット 1 3 から外周 1 6 までの最短距離を、極中心における磁石挿入孔 1 1 から外周 1 6 までの距離 L 1 と同じにした構成例を示す。なお、スリット 1 3 は、各仮想磁極 P 2 につき 1 つずつ示している。

[0071] 図 1 3 に示した構成例では、スリット 1 3 から外周 1 6 までの最短距離が、極中心における磁石挿入孔 1 1 から外周 1 6 までの距離 L 1 と同じであるため、スリット 1 3 の径方向外側のコア領域 1 0 2 が広くなる。そのため、永久磁石 2 0 から出た磁束が、矢印 F で示すように、仮想磁極 P 2 のコア領域 1 0 2 を周方向に流れやすい。

[0072] これに対し、実施の形態 1 では、スリット 1 3 からロータコア 1 0 の外周 1 6 までの最短距離 L 2 が、極中心における磁石挿入孔 1 1 からロータコア 1 0 の外周 1 6 までの距離 L 1 よりも短い。そのため、図 1 1 に示したように、スリット 1 3 の径方向外側のコア領域 1 0 2 が狭くなり、磁束がコア領

域102内を周方向に流れにくくなる。従って、仮想磁極P2における磁束の流れを径方向に近付ける効果、すなわち磁束の流れを整流する効果を高めることができる。

[0073] なお、スリット13から外周16までの最短距離L2は、磁束の流れを整流する効果を高めるためには短いほど望ましいが、当該距離L2を電磁鋼板の板厚未満にすることは、加工上難しい。そのため、当該距離L2の下限値は、ロータコア10の電磁鋼板の板厚となる。

[0074] 次に、空隙部15の作用について説明する。図14は、磁石挿入孔11の径方向内側に空隙部15が形成されていない場合の磁束の流れを示す模式図である。磁石磁極P1の永久磁石20の径方向内側から出た磁束は、周方向両側の2つの仮想磁極P2を通過して、ティース52に流れる。

[0075] このとき、一方の仮想磁極P2のティース52との対向面積が、他方の仮想磁極P2よりも大きい場合、ティース52との対向面積が大きい方のティース52に磁束が多く流れやすい。このような磁束の偏りが生じると、振動および騒音の原因となる。

[0076] 実施の形態1では、図15に示すように、磁石挿入孔11の径方向内側に空隙部15が形成されている。空隙部15により、永久磁石20の径方向内側から出た磁束が、周方向の両側に均等に分流される。これにより、ティース52の位置に関わらず、永久磁石20から出た磁束が周方向に均等に流れる。

[0077] 永久磁石20から出た磁束を均等に分流する効果を高めるためには、空隙部15は、磁極中心線M1上に位置していることが望ましい。

[0078] また、永久磁石20から出た磁束を均等に分流する効果をさらに高めるためには、空隙部15と磁石挿入孔11との間隔T1、および空隙部15と内周17との間隔T2は、いずれも狭いほど望ましい。但し、間隔T1、T2を電磁鋼板の板厚未満にすることは、加工上難しい。そのため、当該間隔T1、T2の下限値は、いずれも電磁鋼板の板厚となる。

[0079] ここでは、永久磁石20の径方向内側から出た磁束の分流について説明し

たが、永久磁石 20 の径方向内側が S 極である場合には、永久磁石 20 の周方向両側から流れてきた磁束が、空隙部 15 により永久磁石 20 に周方向に均等に流入する。すなわち、空隙部 15 により、永久磁石 20 から出た磁束および永久磁石 20 に流入する磁束の偏りを抑制することができる。

[0080] 図 16 は、ロータコア 10 のスリット 13 および空隙部 15 の径方向の長さを説明するための模式図である。スリット 13 は、径方向の最大長さ L3 を有する。ここでは、スリット 13 b がスリット 13 a よりも長いため、スリット 13 b の径方向の長さを最大長さ L3 とする。

[0081] 空隙部 15 は、径方向の最大長さ L4 を有する。ここでは空隙部 15 が円形であるため、空隙部 15 の最大長さ L4 は、空隙部 15 の直径である。スリット 13 の最大長さ L3 は、空隙部 15 の最大長さ L4 より短い。

[0082] 図 17 は、スリット 13 の径方向の最大長さ L3 を、空隙部 15 の径方向の最大長さ L4 よりも長くした例を示す模式図である。図 17 に示すように、スリット 13 の径方向の最大長さ L3 を、空隙部 15 の径方向の最大長さ L4 よりも長くすると、スリット 13 は径方向内側に伸びることになる。

[0083] そのため、図 18 に示すように、永久磁石 20 から出た磁束が仮想磁極 P2 を通過してティース 52 に向かう磁路が長くなる。ロータコア 10 内の磁路が長くなることは、鉄損の増加につながるため、電動機効率の低下の一因となる。

[0084] これに対し、図 16 に示したように、スリット 13 の径方向の最大長さ L3 が、空隙部 15 の径方向の最大長さ L4 より短ければ、永久磁石 20 から仮想磁極 P2 を通過してティース 52 に向かう磁路を短くすることができ、鉄損の増加を抑制することができる。

[0085] 次に、カシメ部 14 の配置による作用について説明する。図 19 は、ロータコア 10 におけるカシメ部 14 の配置を説明するための模式図である。ロータコア 10 を構成する複数の電磁鋼板は、上記の通り、カシメ部 14 によって一体に固定されている。

[0086] カシメ部 14 は、電磁鋼板の表面にカシメ用金具を押し当てることによっ

て形成される。電磁鋼板は応力が加わると磁気特性が変化し、鉄損が増加する。そのため、カシメ部14が磁路中に形成されると、鉄損の増加の原因となる。

[0087] そこで、実施の形態1では、図19に示すように、カシメ部14を、空隙部15の径方向外側の端部15eを結んだ円18（仮想円）の内側に配置している。

[0088] 磁石磁極P1の永久磁石20から出た磁束は、空隙部15によって周方向両側に分流されて、仮想磁極P2に向かう。従って、空隙部15の径方向外側の端部15eで規定される円18の内側の領域では、磁束の流れる量が少ない。

[0089] そのため、カシメ部14を円18の内側の領域に配置すれば、カシメ部14を通る磁束は少ない。すなわち、カシメ部14を磁束が流れることによる鉄損の増加を抑制することができる。

[0090] また、カシメ部14が内周17に近い位置に形成されているほど、カシメ部14を通る磁束が少なくなるため、鉄損の増加を抑制する効果を高めることができる。そのため、カシメ部14と円18との距離D1よりも、カシメ部14と内周17との距離D2が短い方が望ましい。

[0091] なお、カシメ部14は、図19では仮想磁極P2の径方向内側に形成されているが、円18の内側であれば他の位置に形成されていてもよい。また、カシメ部14は、図19では丸カシメ部であるが、Vカシメ部（図21）あるいは他の形状のカシメ部であってもよい。

[0092] 図20は、実施の形態1の電動機100における磁束の流れのシミュレーション結果を示す磁束線図である。図20から、仮想磁極P2を流れる磁束は、ティース52の位置に応じて周方向に曲がろうとするが、スリット13によって磁束の流れが径方向に近づくように整流されていることが分かる。

[0093] また、スリット13から外周16までの最短距離L2が、極中心における磁石挿入孔11から外周16までの距離L1よりも短いため、仮想磁極P2において磁束が周方向に流れることが抑制されていることが分かる。

[0094] また、永久磁石20から出た磁束が、空隙部15によって周方向に均等に分流され、磁束の偏りが抑制されていることが分かる。また、カシメ部14を通過する磁束が少ないことも分かる。

[0095] 次に、樹脂部30の作用について説明する。コンシクエントポール型のロータ1では、仮想磁極P2を通った磁束がシャフト25に流れやすい。

[0096] すなわち、非コンシクエントポール型のロータ1C（図12）では、径方向内側がN極の永久磁石20と、径方向内側がS極の永久磁石20とが周方向に隣り合うため、ある永久磁石20のN極から出た磁束は、隣接する永久磁石20のS極に流れる。

[0097] これに対し、コンシクエントポール型のロータ1では、全ての永久磁石20の径方向内側が同一の磁極、例えばN極である。そのため、永久磁石20の径方向内側のN極から出た磁束は、仮想磁極P2に流れた磁束を除き、ロータコア10の中心に向かって流れやすい。このような磁束は、ロータコア10の中心に固定されたシャフト25に流れ込み、漏れ磁束となる。

[0098] そこで、実施の形態1では、ロータコア10とシャフト25との間に、非磁性の樹脂部30を設けている。ロータコア10とシャフト25との間に非磁性の樹脂部30が介在することにより、ロータコア10からシャフト25に磁束が流れ込むことを抑制し、漏れ磁束を低減することができる。

[0099] <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、磁石挿入孔11を有するロータコア10と、磁石挿入孔11に配置された永久磁石20とを有し、永久磁石20によって磁石磁極P1が構成され、ロータコア10の一部によって仮想磁極P2が構成されている。仮想磁極P2の周方向の幅W2は、永久磁石20の周方向の幅W1よりも狭く、仮想磁極P2には少なくとも一つのスリット13が形成されている。

[0100] 永久磁石20の幅W1に対して仮想磁極P2の幅W2を狭くすることにより、仮想磁極P2に磁束を集中させ、仮想磁極P2における磁束密度を高くすることができる。また、仮想磁極P2に設けられた一つのスリット13に

より、仮想磁極 P 2 を流れる磁束の方向を径方向に近付けることができるため、磁石磁極 P 1 と仮想磁極 P 2 とにおける磁束のアンバランスを低減することができる。その結果、振動および騒音を低減することができる。

[0101] また、スリット 1 3 からロータコア 1 0 の外周 1 6 までの最短距離 L 2 が、磁石挿入孔 1 1 の周方向中心からロータコア 1 0 の外周 1 6 までの距離 L 1 よりも短いため、仮想磁極 P 2 を流れる磁束の方向を径方向に近付ける効果がさらに高まり、振動および騒音の低減効果を高めることができる。

[0102] また、磁石挿入孔 1 1 の径方向内側に空隙部 1 5 が形成されているため、永久磁石 2 0 から出た磁束および永久磁石 2 0 に流入する磁束の偏りを抑制し、振動および騒音の低減効果をさらに高めることができる。

[0103] また、スリット 1 3 の径方向の最大長さ L 3 が、空隙部 1 5 の径方向の最大長さ L 4 より短いため、仮想磁極 P 2 を通過する磁路を短くすることができ、鉄損の増加を抑制することができる。

[0104] また、カシメ部 1 4 が、空隙部 1 5 の径方向外側の端部 1 5 e を通る円 1 8 の内側に形成されているため、磁束がカシメ部 1 4 を通過することによる鉄損の増加を抑制することができる。

[0105] また、スリット 1 3 が径方向に延在しているため、仮想磁極 P 2 を流れる磁束の方向を径方向に近付ける効果を高めることができる。加えて、磁極中心線 M 2 に対して複数のスリット 1 3 a, 1 3 b が対称に形成されているため、仮想磁極 P 2 を流れる磁束の方向を径方向に近付ける効果をさらに高めることができる。

[0106] また、ロータコア 1 0 とシャフト 2 5 との間に、非磁性の樹脂部 3 0 が設けられているため、コンシクエントポール型のロータに特有の、ロータコア 1 0 からシャフト 2 5 への漏れ磁束を効果的に抑制することができる。

[0107] 実施の形態 2.

次に、実施の形態 2 について説明する。図 2 1 は、実施の形態 2 のロータ 1 A のロータコア 1 0 A および永久磁石 2 0 を示す断面図である。実施の形態 2 のロータ 1 A は、ロータコア 1 0 A のスリット 1 3、空隙部 1 5 A およ

びカシメ部14Aの形状および配置が、実施の形態1のロータ1と異なる。

[0108] 実施の形態2では、各仮想磁極P2に、径方向に長い2つのスリット13が形成されている。2つのスリット13は、互いに同一形状を有し、磁極中心線M2の周方向両側に、磁極中心線M2から等距離に形成されている。なお、各仮想磁極P2のスリット13の数は、2つに限らず、1つでもよく（図22）、あるいは3つ以上でもよい。

[0109] また、磁石挿入孔11の径方向内側に形成される空隙部15Aは、径方向に長いスリット状である。空隙部15Aは、磁極中心線M1上に形成されていることが望ましい。

[0110] カシメ部14Aは、空隙部15Aの径方向外側の端部を結ぶ円18の内側に形成されている。カシメ部14Aは、Vカシメ部である。Vカシメ部は、電磁鋼板の表面にV字状のカシメ用金具を押し当てて形成される。そのため、カシメ部14Aは、軸方向に直交する面内では、長形状である。

[0111] カシメ部14Aは、仮想磁極P2の磁極中心線M2上に、長手方向が径方向と一致するように形成することが望ましい。カシメ部14Aをこのように配置すれば、カシメ部14Aを通過する磁束が最も少なくなり（図20参照）、鉄損の増加を効果的に抑制できるためである。

[0112] ロータコア10Aの外周16および内周17は、いずれも、軸線C1を中心とする円形である。但し、外周16は、実施の形態1のロータコア10の外周16のような花丸形状（図4）であってもよい。内周17は、実施の形態1のロータコア10の内周17のように突出部分17a（図4）を有していてもよい。

[0113] 図22は、実施の形態2のスリット13、空隙部15Aおよびカシメ部14Aの配置を説明するための模式図である。スリット13からロータコア10Aの外周16までの最短距離L2は、極中心における磁石挿入孔11からロータコア10Aの外周16までの距離L1よりも短い。また、スリット13の径方向の最大長さL3は、空隙部15Aの径方向の最大長さL4より短い。

- [0114] 実施の形態2のロータ1Aは、スリット13、空隙部15Aおよびカシメ部14Aの形状および配置を除き、実施の形態1のロータ1と同様に構成されている。
- [0115] 実施の形態2のロータ1Aにおいても、仮想磁極P2にスリット13が形成されているため、仮想磁極P2を流れる磁束の方向を径方向に近付けることができる。これにより、磁石磁極P1と仮想磁極P2とにおける磁束のアンバランスを低減することができ、振動および騒音を低減することができる。
- [0116] また、スリット13からロータコア10Aの外周16までの最短距離L2が、極中心における磁石挿入孔11からロータコア10Aの外周16までの距離L1よりも短いため、磁束が仮想磁極P2で周方向に流れにくくなり、振動および騒音の低減効果をさらに高めることができる。
- [0117] また、磁石挿入孔11の径方向内側に空隙部15Aが形成されているため、永久磁石20から出た磁束が周方向に均等に流れ、磁束のアンバランスが抑制され、振動および騒音の低減効果をさらに高めることができる。
- [0118] なお、実施の形態1のロータ1に、実施の形態2のロータ1Aの一部を組み合わせてもよい。例えば、実施の形態1のロータ1の円形の空隙部15の代わりに、実施の形態2のロータ1Aのスリット状の空隙部15Aを設けてもよい。また、実施の形態1のロータ1のカシメ部14（丸カシメ部）の代わりに、実施の形態2のロータ1Aのカシメ部14A（Vカシメ部）を設けてもよい。
- [0119] また、図23に示すように、ロータコア10Aの円18（図21）よりも内側に、軸方向に直交する面内の形状が三角形状のカシメ部14Bを形成してもよい。図23に示したカシメ部14Bの配置は、図21、22に示したカシメ部14Aと同様である。
- [0120] <空気調和装置>

次に、上述した各実施の形態の電動機を適用した空気調和装置について説明する。図24（A）は、実施の形態1の電動機100を適用した空気調和

装置500の構成を示す図である。空気調和装置500は、室外機501と、室内機502と、これらを接続する冷媒配管503とを備える。

[0121] 室外機501は、例えばプロペラファンである室外送風機510を備え、室内機502は、例えばクロスフローファンである室内送風機520を備える。室外送風機510は、羽根車505と、これを駆動する電動機100Aとを有する。

[0122] 室内送風機520は、羽根車521と、これを駆動する電動機100Bとを有する。電動機100A, 100Bは、実施の形態1で説明した電動機100で構成される。なお、図24(A)には、冷媒を圧縮する圧縮機504も示されている。

[0123] 図24(B)は、室外機501の断面図である。電動機100Aは、室外機501のハウジング508内に配置されたフレーム509によって支持されている。電動機100Aのシャフト25には、ハブ506を介して羽根車505が取り付けられている。

[0124] 室外送風機510では、電動機100Aのロータ1の回転により、羽根車505が回転し、熱交換器(図示せず)に空気を送風する。空気調和装置500の冷房運転時には、圧縮機504で圧縮された冷媒が熱交換器(凝縮器)で凝縮する際に放出された熱を、室外送風機510の送風によって室外に放出する。

[0125] 室内送風機520(図24(A))では、電動機100Bのロータ1の回転により、羽根車521が回転し、室内に送風する。空気調和装置500の冷房運転時には、冷媒が蒸発器(図示せず)で蒸発する際に熱が奪われた空気を、室内送風機520の送風によって室内に送風する。

[0126] 上述した実施の形態1で説明した電動機100は振動および騒音が少ないため、送風機510, 520の静音性を向上することができる。これにより、空気調和装置500の静音性を向上することができる。

[0127] ここでは、室外送風機510の電動機100Aおよび室内送風機520の電動機100Bに、実施の形態1の電動機100を用いたが、電動機100

A, 100Bの少なくとも一方が実施の形態1の電動機100を用いていればよい。また、実施の形態1の電動機100の代わりに、実施の形態2のロータ1A（図21）を備えた電動機を用いてもよい。

[0128] また、実施の形態1および2で説明した電動機100は、空気調和装置の送風機以外の電気機器に搭載することもできる。

[0129] 以上、本開示の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、本開示の要旨を逸脱しない範囲において、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

[0130] 1, 1A ロータ、 5 ステータ、 10, 10A ロータコア、 11 磁石挿入孔、 12 フラックスバリア（穴部）、 13, 13a, 13b スリット、 14, 14A カシメ部、 15, 15A 空隙部、 15e 端部、 16 外周、 17 内周、 17a 突出部分、 18 円、 20 永久磁石、 25 シャフト、 30 樹脂部、 31 内筒部、 32 リブ、 33 外筒部、 50 ステータコア、 51 ヨーク、 52 ティース、 52a 先端部、 53 インシュレータ（絶縁部）、 55 コイル、 100, 100A, 100B 電動機、 101, 102 コア領域、 500 空気調和装置、 501 室外機、 502 室内機、 503 冷媒配管、 504 圧縮機、 505 羽根車、 508ハウジング、 510 室外送風機（送風機）、 520 室内送風機（送風機）、 521 羽根車、 M1, M2 磁極中心線、 P1 磁石磁極、 P2 仮想磁極、 W1, W2 周方向の幅。

## 請求の範囲

- [請求項1] 軸線を中心とする周方向に延在する外周を有し、磁石挿入孔を有するロータコアと、  
前記磁石挿入孔に配置された永久磁石と  
を有し、  
前記永久磁石によって磁石磁極が構成され、前記ロータコアの一部によって仮想磁極が構成され、  
前記仮想磁極の前記周方向の幅は、前記永久磁石の前記周方向の幅よりも狭く、  
前記ロータコアは、前記仮想磁極に少なくとも一つのスリットを有する  
ロータ。
- [請求項2] 前記磁石挿入孔の前記周方向の中心から前記外周までの距離  $L_1$  と、  
前記少なくとも一つのスリットから前記外周までの最短距離  $L_2$  とが、  
 $L_1 > L_2$  を満足する  
請求項1に記載のロータ。
- [請求項3] 前記ロータコアは、前記磁石挿入孔よりも前記軸線の側に、空隙部を有する  
請求項1または2に記載のロータ。
- [請求項4] 前記少なくとも一つのスリットの前記軸線を中心とする径方向の最大長さ  $L_3$  と、  
前記空隙部の前記径方向の最大長さ  $L_4$  とが、  
 $L_3 < L_4$  を満足する  
請求項3に記載のロータ。
- [請求項5] 前記ロータコアは、カシメ部を有し、  
前記カシメ部は、前記空隙部において前記軸線から最も離れた端部を通り前記軸線を中心とする円の内側に形成されている  
請求項3または4に記載のロータ。
- [請求項6] 前記カシメ部から前記円までの距離は、前記カシメ部から前記ロー

タコアの内周までの距離よりも長い

請求項 5 に記載のロータ。

[請求項 7] 前記空隙部は、円形状またはスリット状である

請求項 3 から 6 までの何れか 1 項に記載のロータ。

[請求項 8] 前記空隙部は、前記磁石挿入孔の前記周方向の中心と前記軸線とを結ぶ直線上に位置している

請求項 3 から 7 までの何れか 1 項に記載のロータ。

[請求項 9] 前記少なくとも一つのスリットは、前記軸線を中心とする径方向に長い

請求項 1 から 8 までの何れか 1 項に記載のロータ。

[請求項 10] 前記少なくとも一つのスリットは、前記仮想磁極の前記周方向の中心を通る前記径方向の直線に対して対称に配置された複数のスリットを有する

請求項 9 に記載のロータ。

[請求項 11] 前記軸線を中心とするシャフトと、前記シャフトと前記ロータコアとの間に設けられた非磁性の樹脂部とをさらに有する

請求項 1 から 10 までの何れか 1 項に記載のロータ。

[請求項 12] 請求項 1 から 11 までの何れか 1 項に記載のロータと、前記ロータを、前記軸線を中心とする径方向の外側から囲むステータと

を備えた電動機。

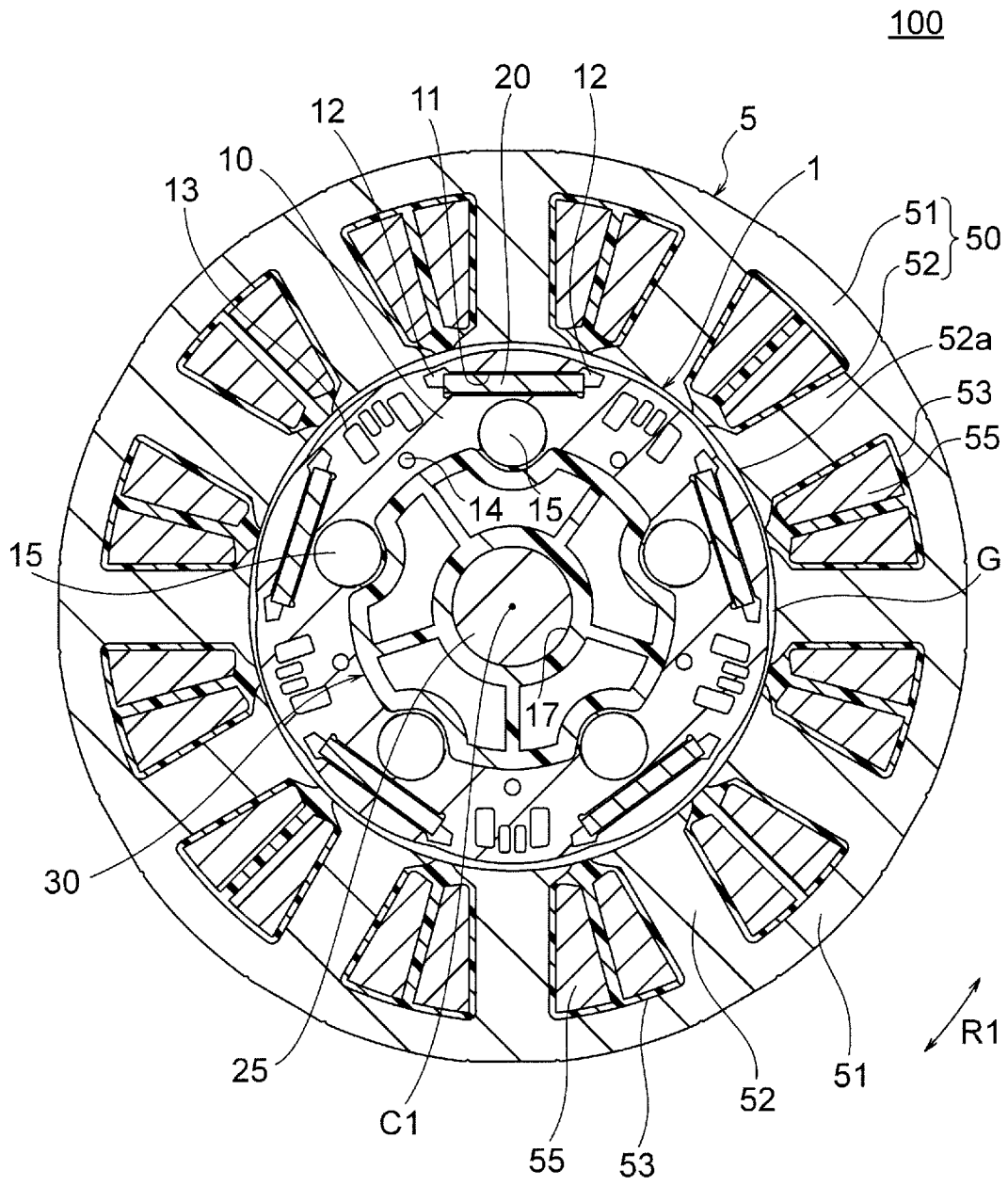
[請求項 13] 請求項 12 に記載の電動機と、前記電動機によって回転する羽根車とを備えた送風機。

[請求項 14] 室外機と、前記室外機に冷媒配管により接続された室内機とを備え、

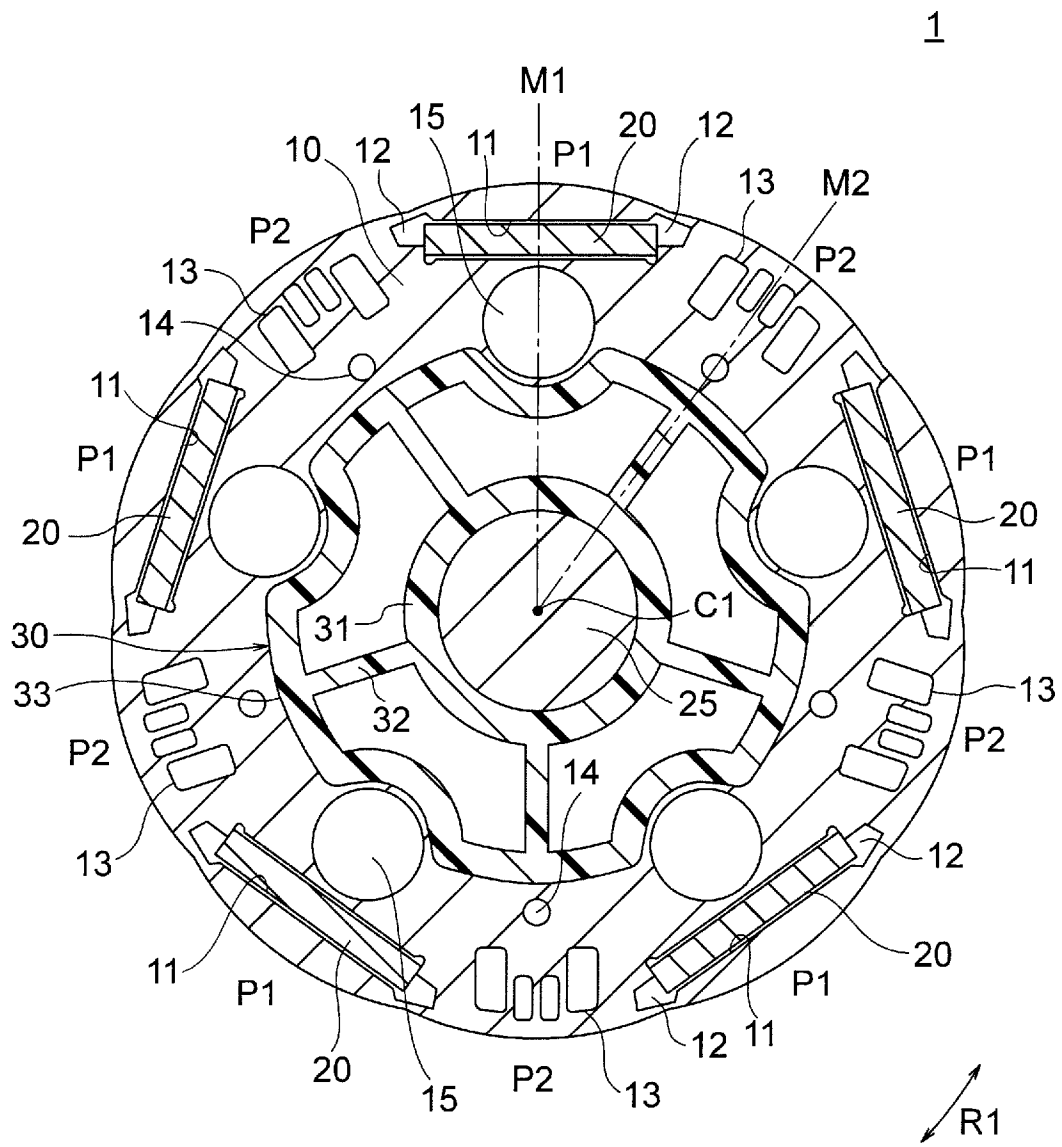
前記室外機および前記室内機の少なくとも一方は、請求項 13 に記載の送風機を有する

空気調和装置。

[図1]

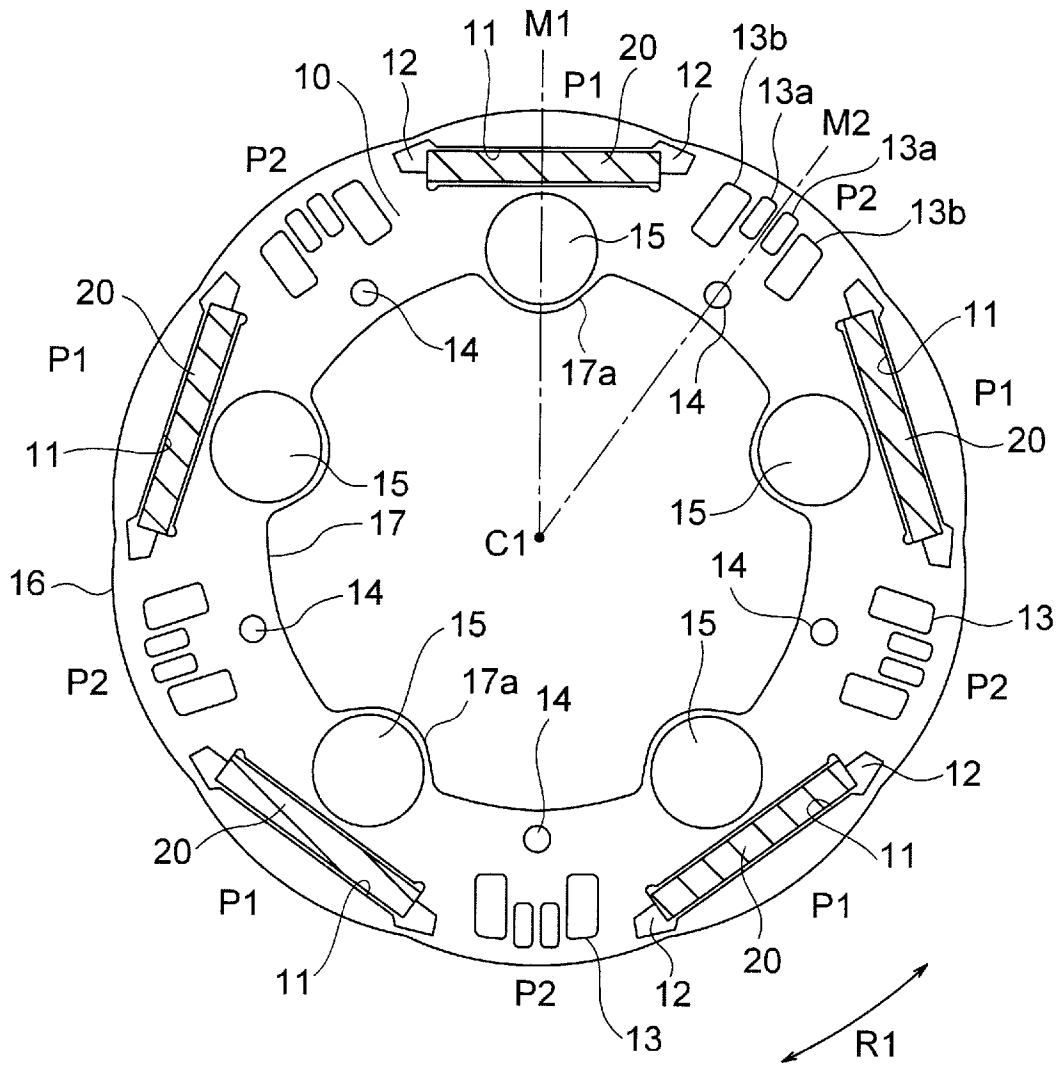


[図2]



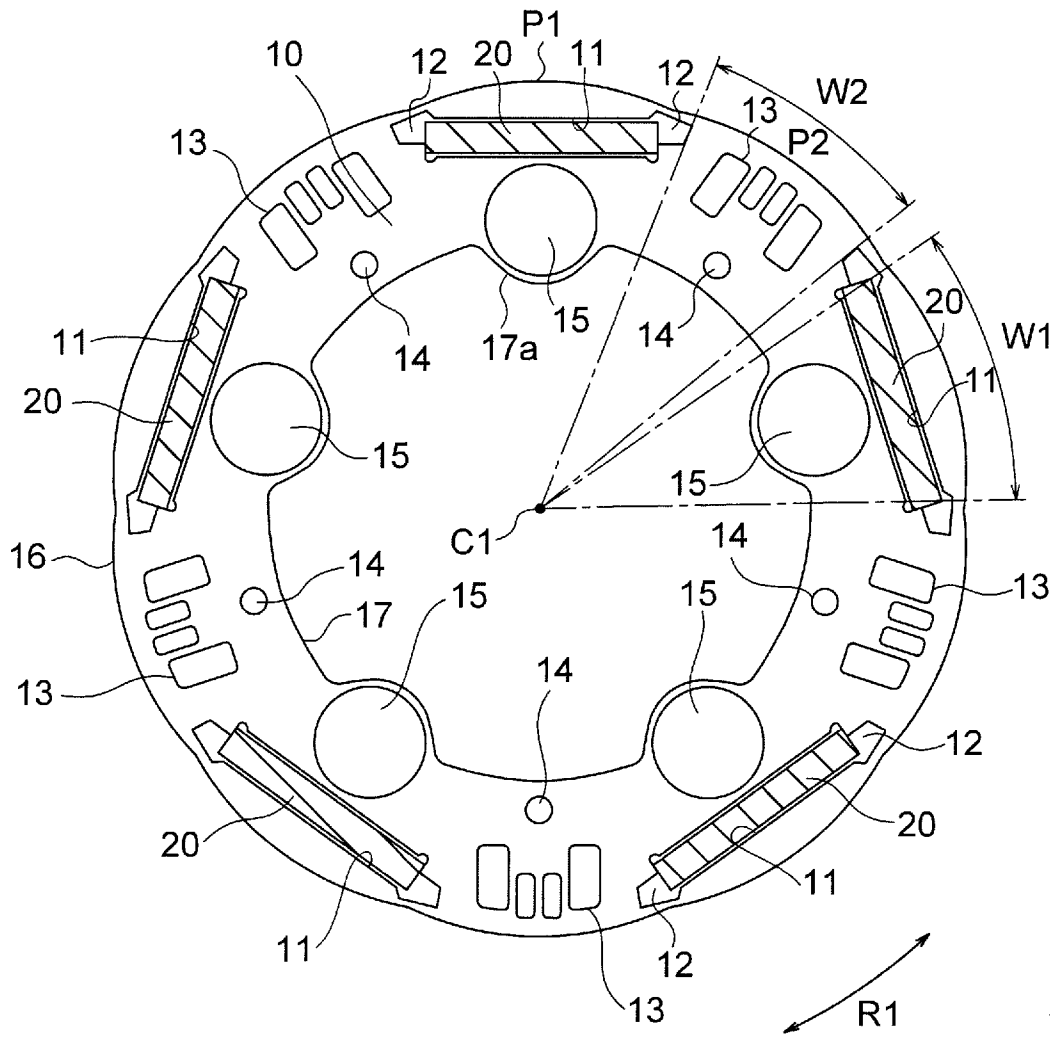
[図3]

1



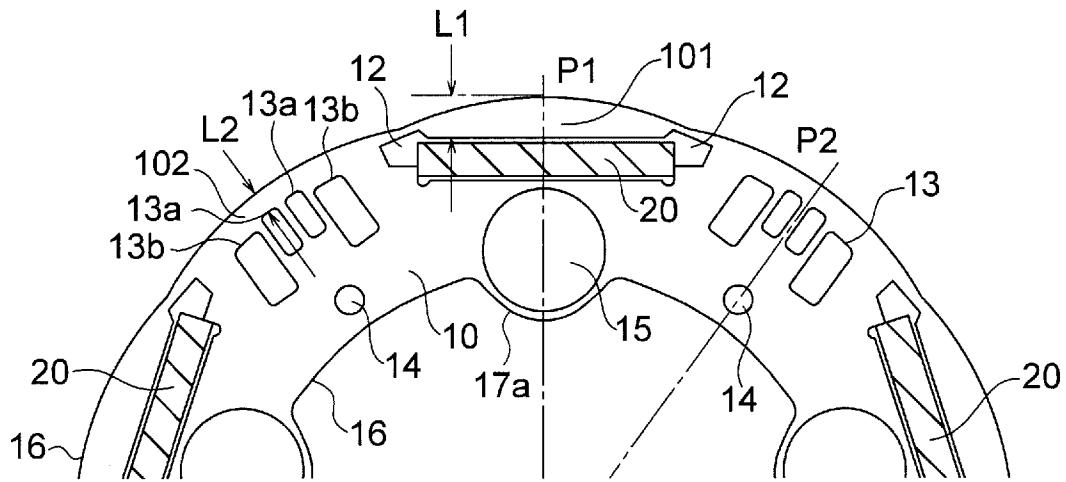
[図4]

1



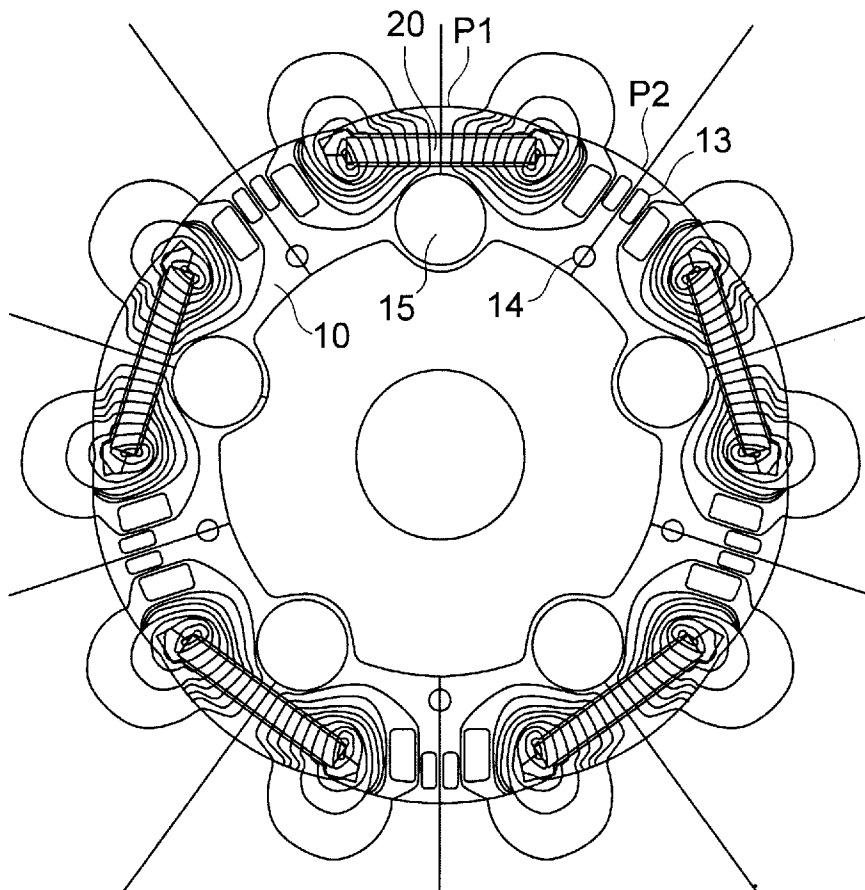
[図5]

1

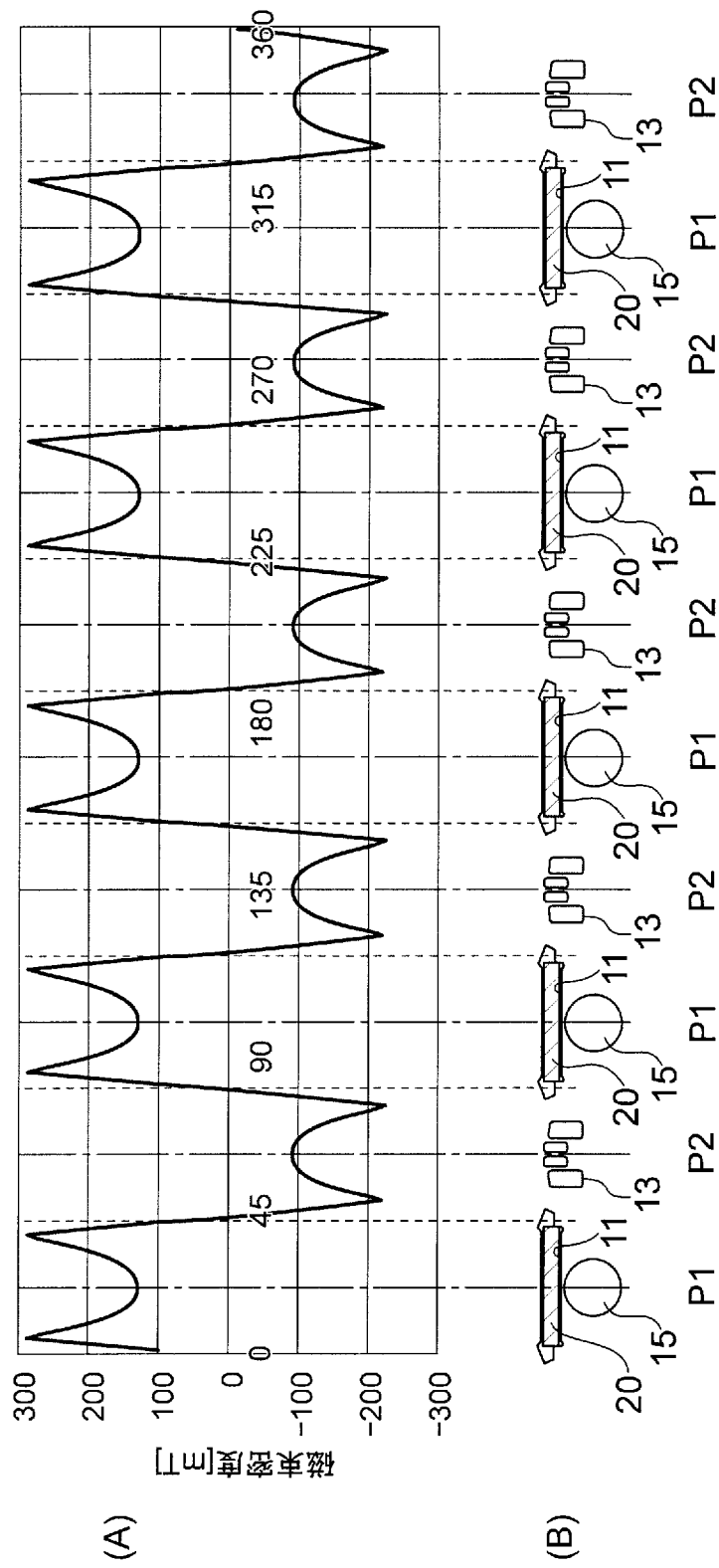


[図6]

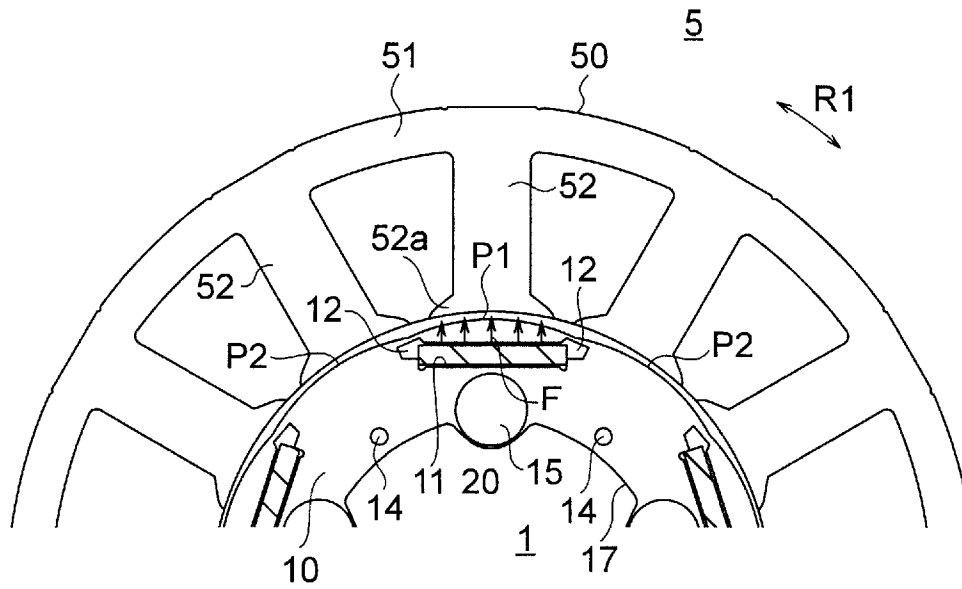
1



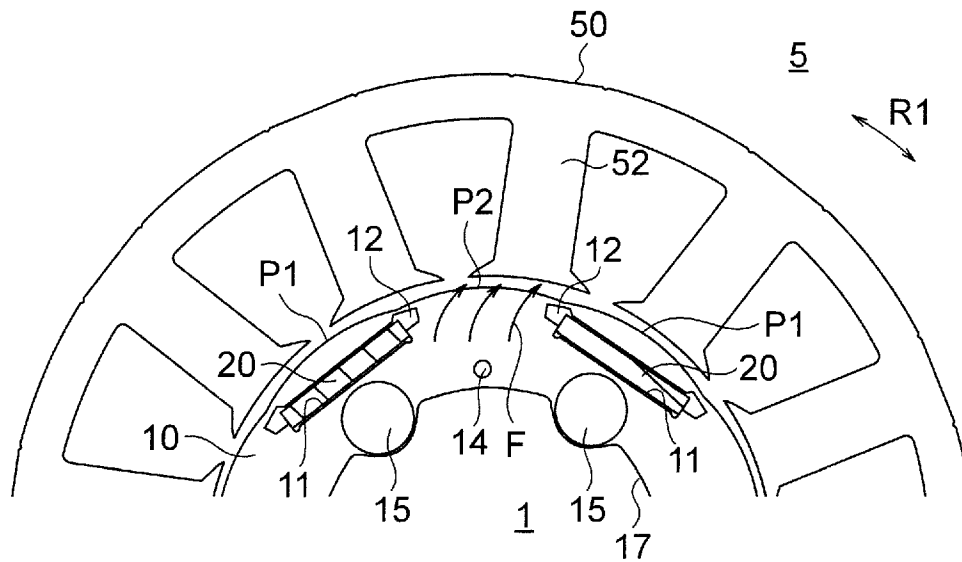
[図7]



[図8]

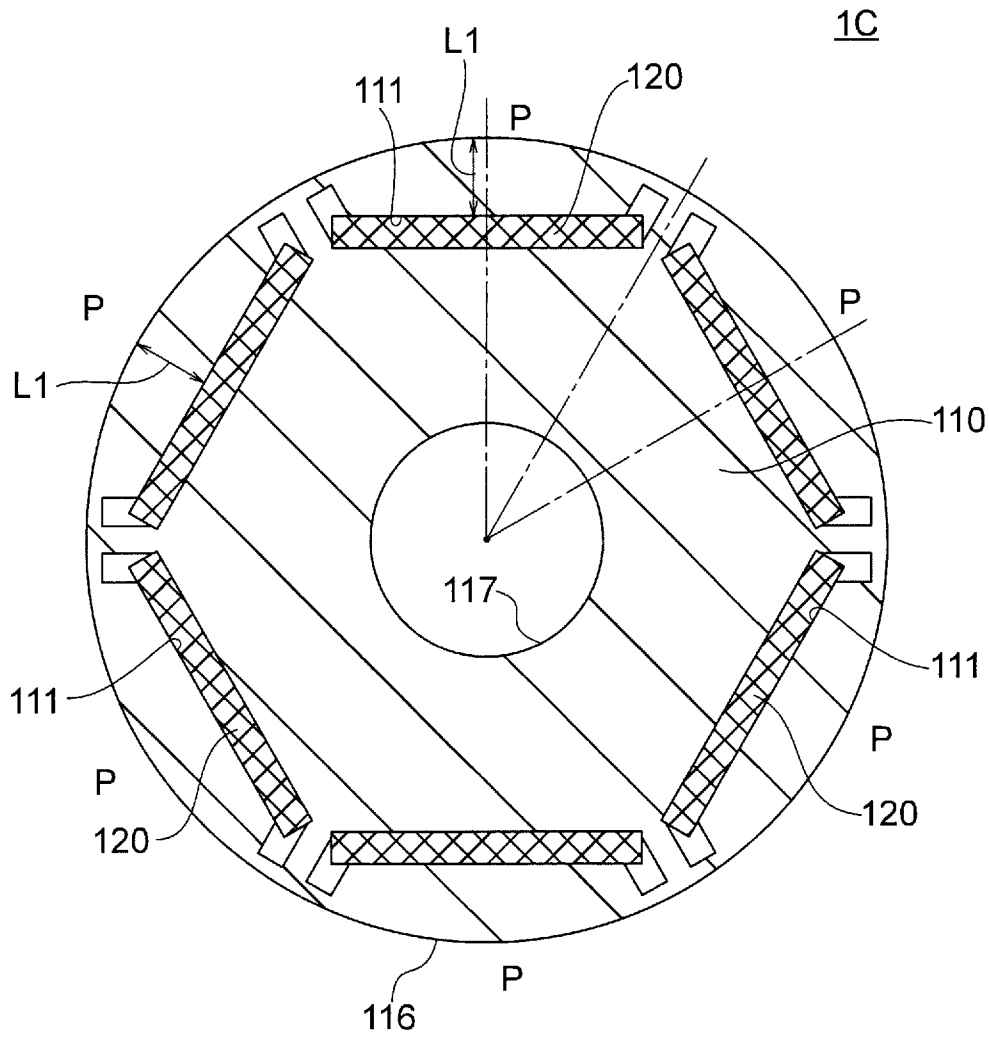


[図9]

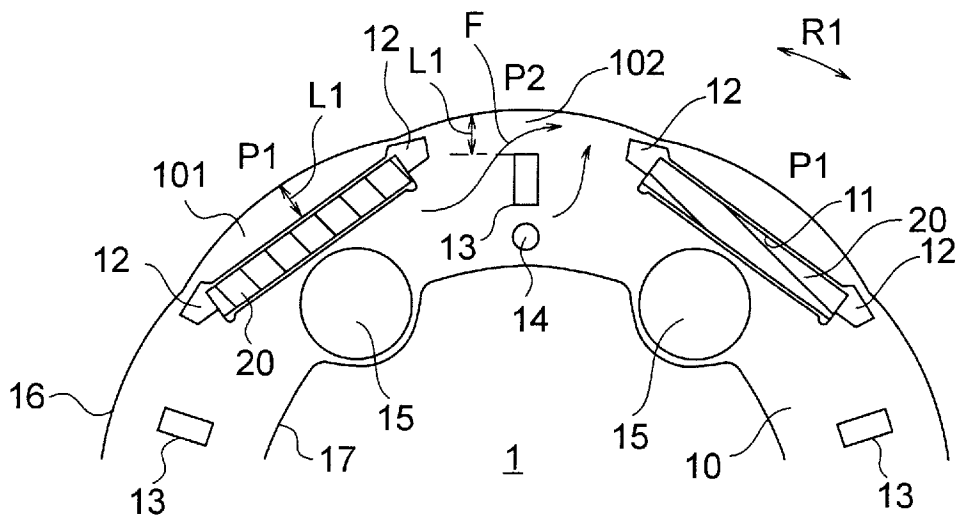




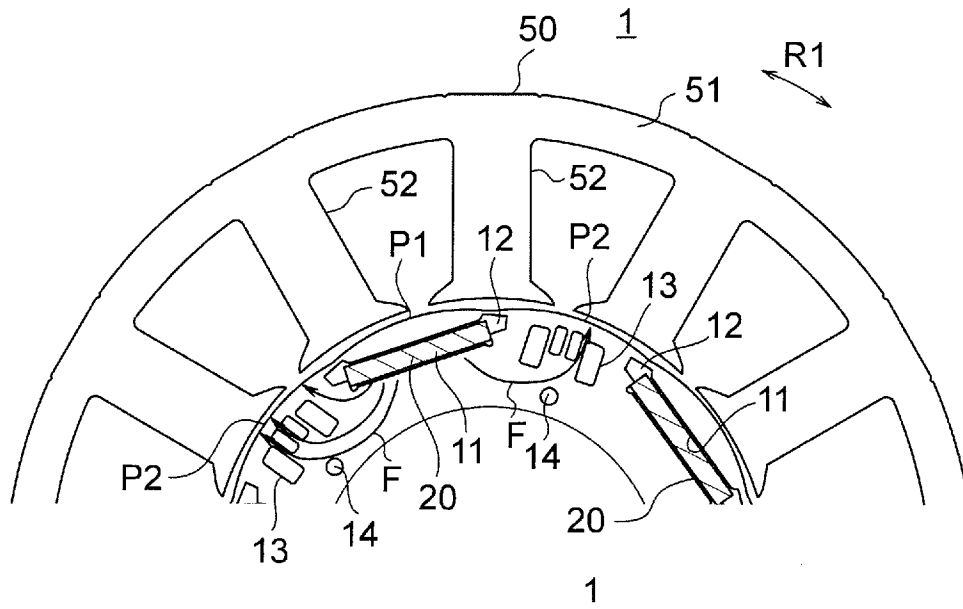
[図12]



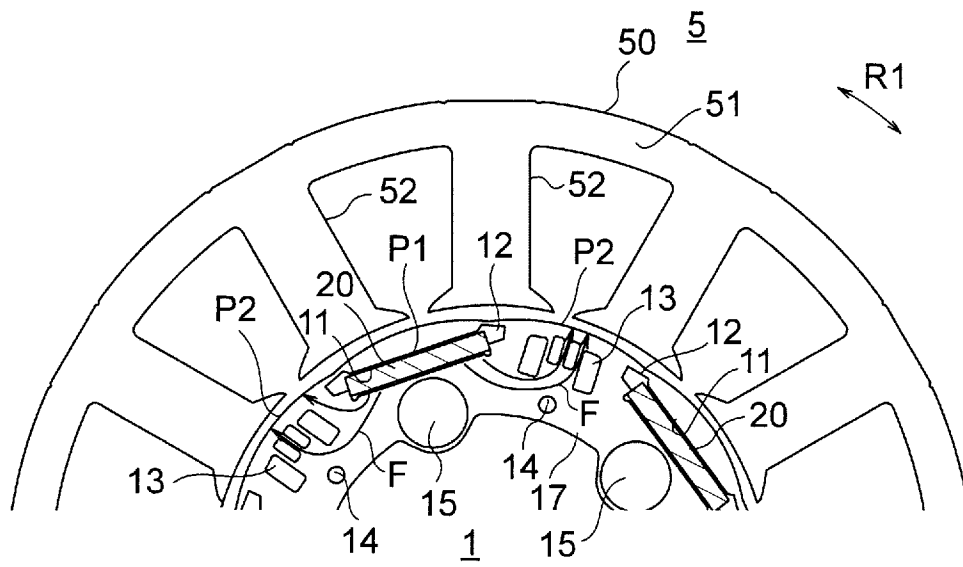
[図13]



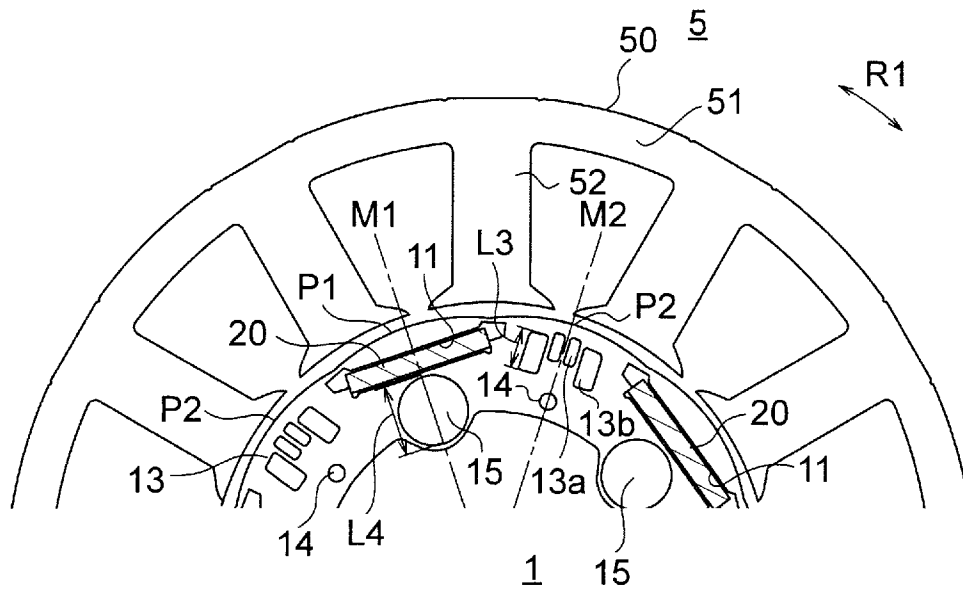
[図14]



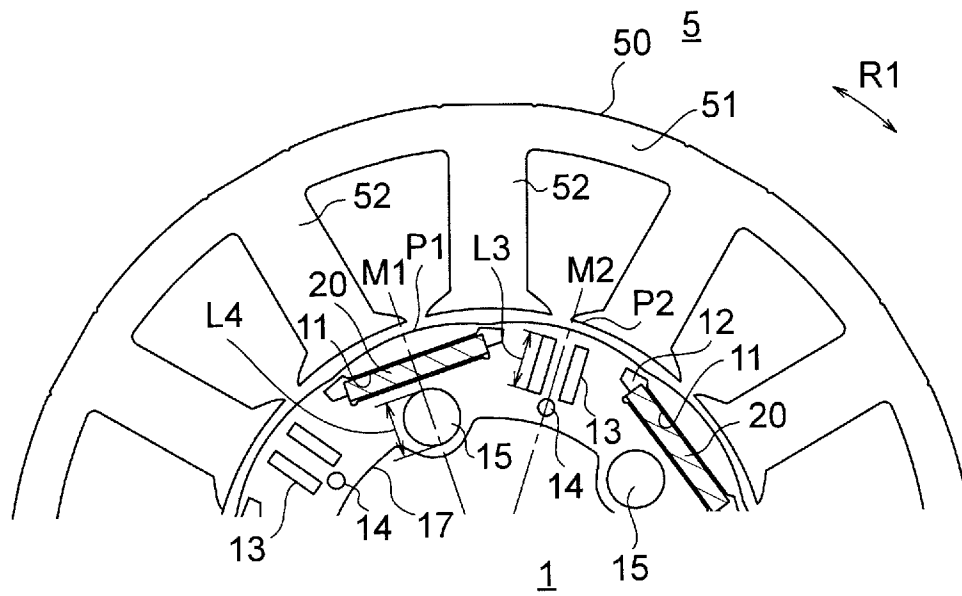
[図15]



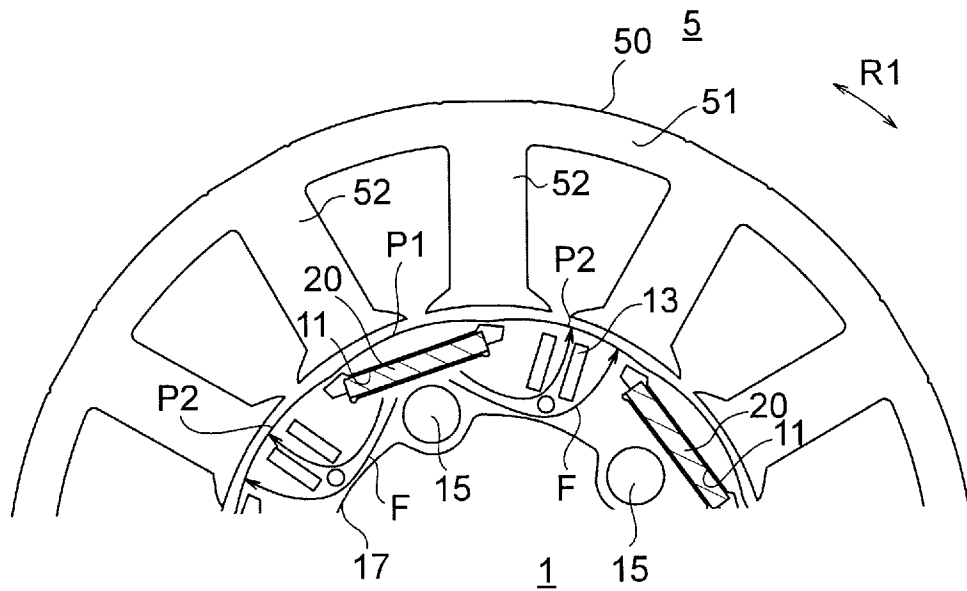
[図16]



[図17]

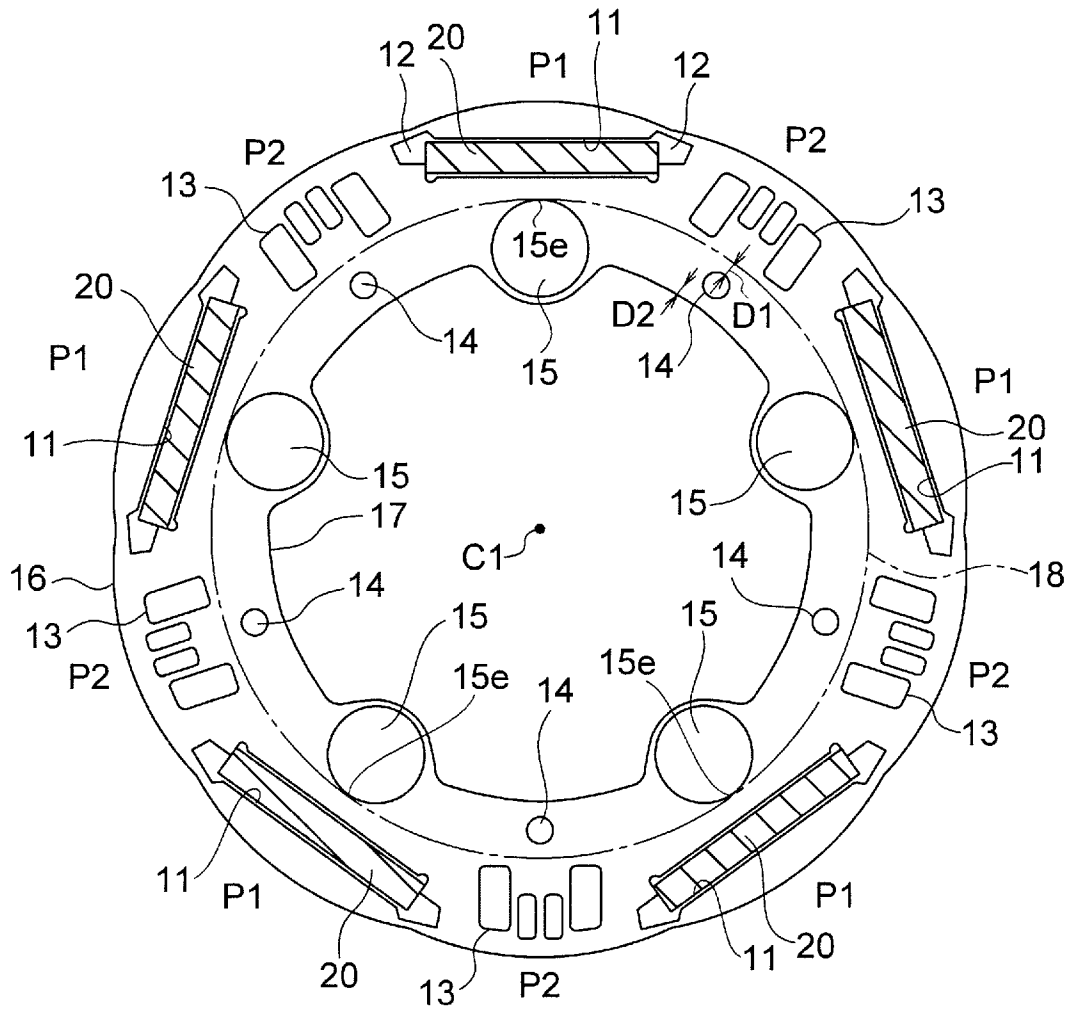


[図18]

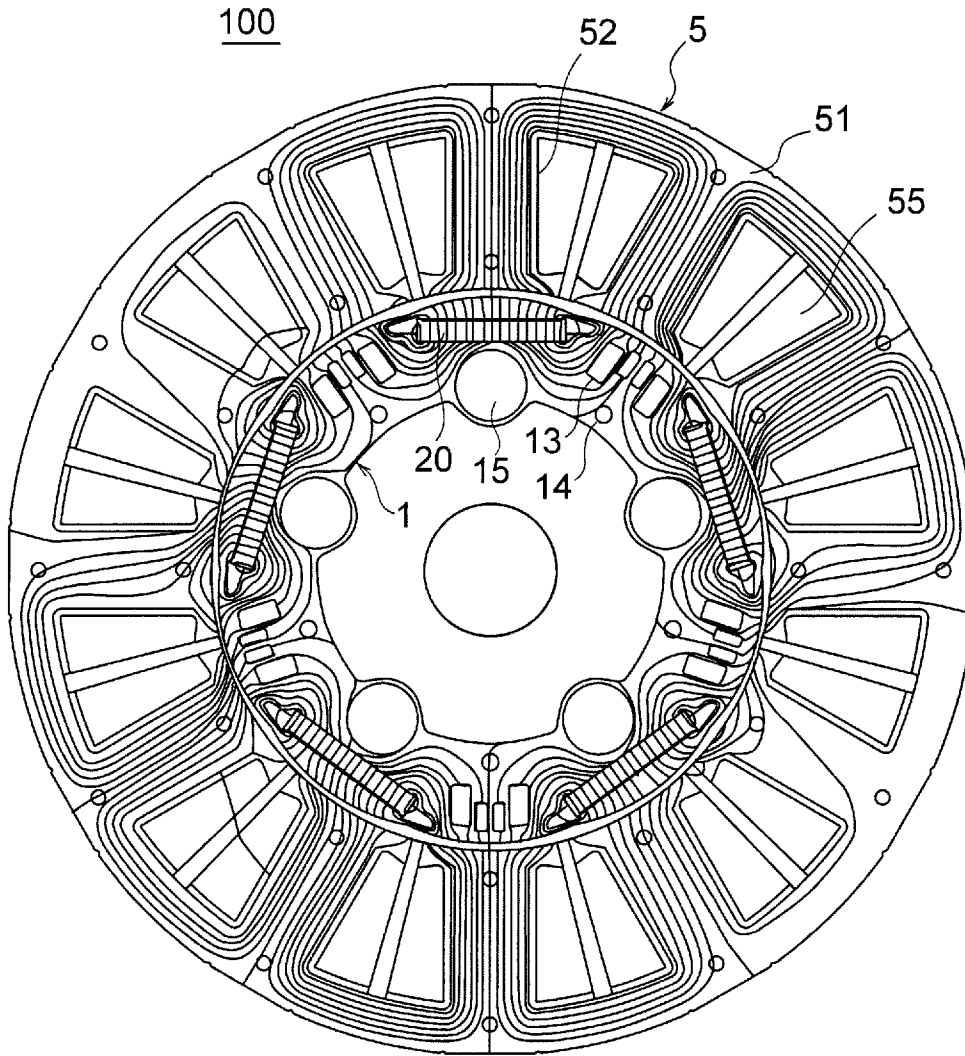


[図19]

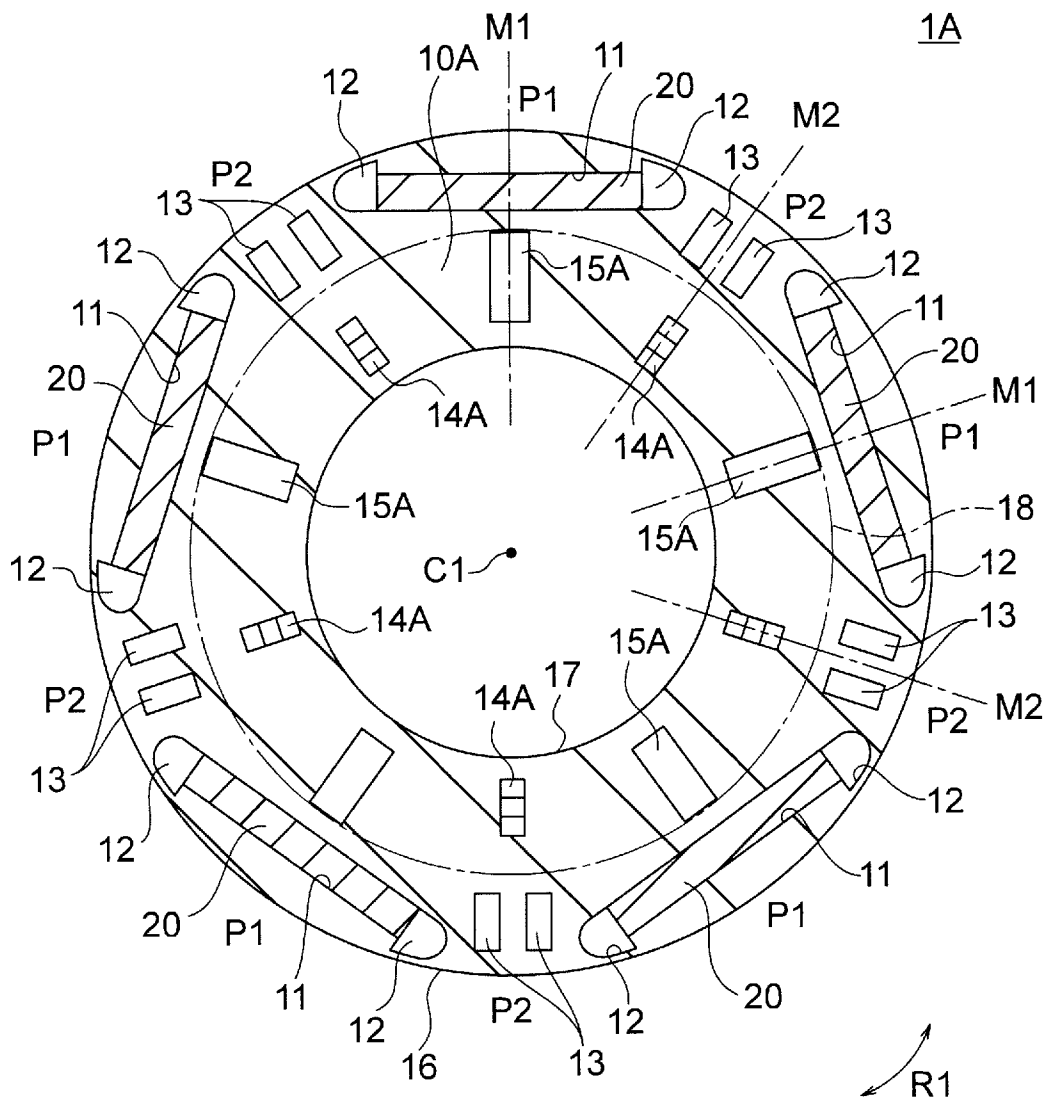
1



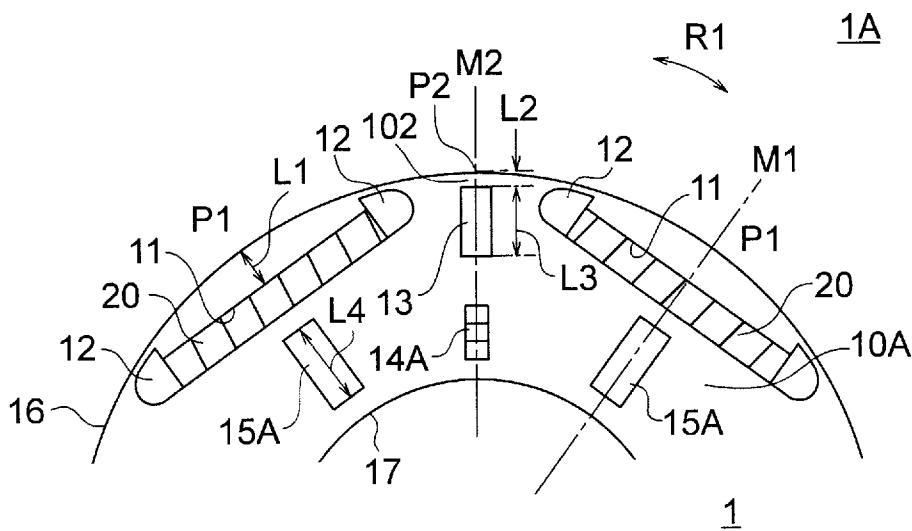
[図20]



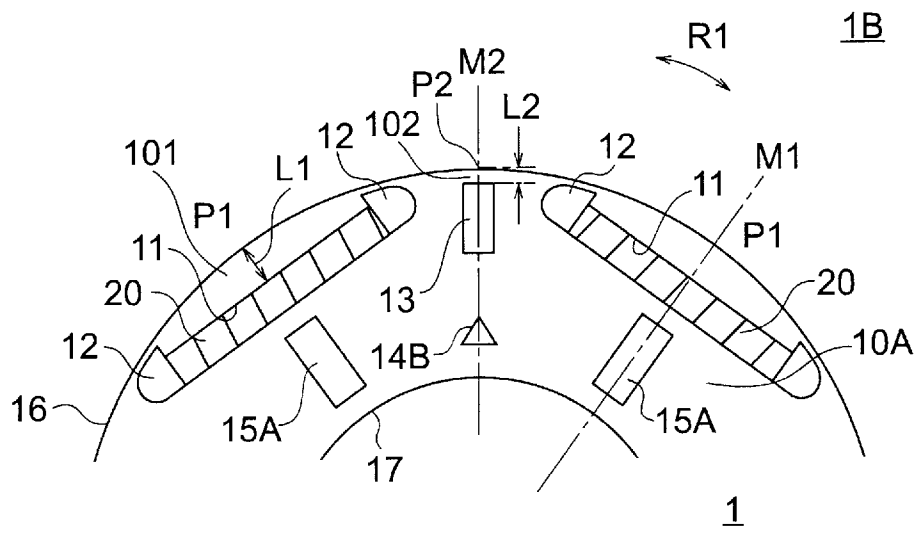
[図21]



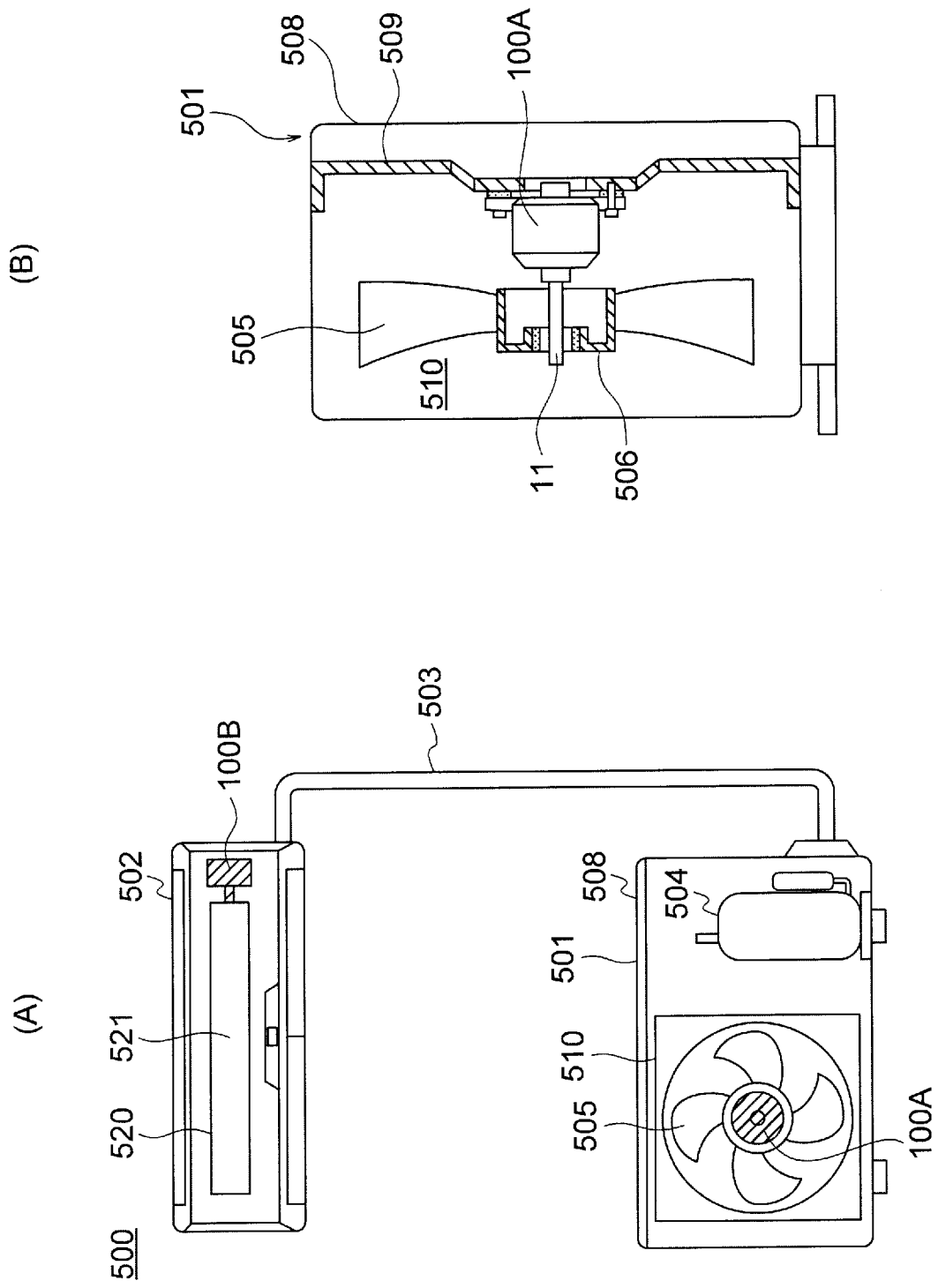
[図22]



[図23]



[図24]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2020/005361

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int. Cl. H02K1/27 (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)

Int. Cl. 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 1971-2020  
Registered utility model specifications of Japan 1996-2020  
Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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	WO 2020/003341 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 02 January 2020, paragraphs [0009], [0048], [0098]-[0103], [0131]-[0139], fig. 1-15	1-14
Y	WO 2019/123962 A1 (NIDEC CORP.) 27 June 2019, paragraphs [0010]-[0034], fig. 1-5	1-14
Y	WO 2019/026273 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 07 February 2019, paragraphs [0097], [0098], [0101]-[0107], fig. 11-13	3-14

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" 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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 03.04.2020	Date of mailing of the international search report 14.04.2020
---	--

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**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/JP2020/005361

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2020/003341 A1	02.01.2020	(Family: none)	
WO 2019/123962 A1	27.06.2019	(Family: none)	
WO 2019/026273 A1	07.02.2019	(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 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年		
国際調査でを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	WO 2020/003341 A1（三菱電機株式会社）02.01.2020（2020-01-02） 段落[0009],[0048],[0098]-[0103],[0131]-[0139], 図1-15	1-14
Y	WO 2019/123962 A1（日本電産株式会社）27.06.2019（2019-06-27） 段落[0010]-[0034], 図1-5	1-14
Y	WO 2019/026273 A1（三菱電機株式会社）07.02.2019（2019-02-07） 段落[0097]-[0098],[0101]-[0107], 図11-13	3-14
<input 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 03.04.2020	国際調査報告の発送日 14.04.2020	
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） 池田 貴俊 3V 9256 電話番号 03-3581-1101 内線 3357	

国際調査報告  
特許ファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/005361

引用文献	公表日	特許ファミリー文献	公表日
WO 2020/003341 A1	02.01.2020	(ファミリーなし)	
WO 2019/123962 A1	27.06.2019	(ファミリーなし)	
WO 2019/026273 A1	07.02.2019	(ファミリーなし)	