

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7527469号
(P7527469)

(45)発行日 令和6年8月2日(2024.8.2)

(24)登録日 令和6年7月25日(2024.7.25)

(51)国際特許分類		F I		
H 0 2 K	1/2746(2022.01)	H 0 2 K	1/2746	
H 0 2 K	15/03 (2006.01)	H 0 2 K	15/03	Z

請求項の数 14 (全23頁)

(21)出願番号	特願2023-505005(P2023-505005)	(73)特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(86)(22)出願日	令和3年3月11日(2021.3.11)	(74)代理人	100116964 弁理士 山形 洋一
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/009737	(74)代理人	100120477 弁理士 佐藤 賢改
(87)国際公開番号	WO2022/190308	(74)代理人	100135921 弁理士 篠原 昌彦
(87)国際公開日	令和4年9月15日(2022.9.15)	(74)代理人	100203677 弁理士 山口 力
審査請求日	令和5年6月27日(2023.6.27)	(72)発明者	廣澤 勇二 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
		(72)発明者	仁吾 昌弘

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ロータ、電動機、送風機、空気調和装置およびロータの製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

軸線を中心とする周方向に延在し、磁石挿入孔を有するロータコアと、
前記ロータコアの前記磁石挿入孔に取り付けられ、それぞれ第1の磁極を構成する少なくとも2つの永久磁石と
を有し、

前記ロータコアにおいて前記周方向に隣り合う前記第1の磁極の間に位置する部分が、第2の磁極を構成し、

前記ロータコアは、前記第2の磁極の前記周方向の中心に形成された分割面で、少なくとも2つのロータコア片に分割され、

前記ロータコアは、前記第2の磁極に、前記軸線を中心とする径方向に延在する2以上のスリットからなるスリット部を有し、また、前記ロータコアの前記径方向における中心位置を通り且つ前記軸線を中心とする仮想円よりも内側にカシメ部を有し、
前記カシメ部は、前記スリット部の前記径方向の内側に形成されている

ロータ。

【請求項2】

前記分割面は、前記ロータコアの内周から外周まで、前記径方向に延在している
請求項1に記載のロータ。

【請求項3】

前記少なくとも2つのロータコア片はいずれも、前記分割面に係合部を有する

10

20

請求項 1 または 2 に記載のロータ。

【請求項 4】

前記係合部は、前記径方向における前記ロータコアの中心位置を通り且つ前記軸線を中心とする仮想円よりも内側に形成されている

請求項 3 に記載のロータ。

【請求項 5】

前記係合部は、凸部または凹部である

請求項 3 または 4 に記載のロータ。

【請求項 6】

前記カシメ部は、前記係合部の前記径方向の両側に形成されている

10

請求項 3 から 5 までのいずれか 1 項に記載のロータ。

【請求項 7】

前記カシメ部は、前記分割面の前記周方向の両側に形成されている

請求項 1 から 6 までの何れか 1 項に記載のロータ。

【請求項 8】

前記 2 以上のスリットは、前記分割面を中心として前記周方向に対称に形成されている

請求項 1 から 7 までのいずれか 1 項に記載のロータ。

【請求項 9】

前記軸線から前記ロータコアの外周までの距離は、前記第 1 の磁極および前記第 2 の磁極において最大であり、前記第 1 の磁極と前記第 2 の磁極との間の極間部で最小である

20

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】

前記ロータコアの内周側に配置されたシャフトと、

前記ロータコアおよび前記シャフトを連結し、前記ロータコアの前記軸線の方向の端面を覆う樹脂部と

をさらに有し、

前記樹脂部は、前記磁石挿入孔の内部および前記 2 以上のスリットの内部に入り込んでいる

請求項 1 から 9 までの何れか 1 項に記載のロータ。

【請求項 11】

請求項 1 から 10 までの何れか 1 項に記載のロータと、

30

前記ロータを前記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 12】

請求項 11 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 13】

室外機と、室内機とを備え、

前記室外機と前記室内機の少なくとも一方は、

請求項 12 に記載の送風機を有する

40

空気調和装置。

【請求項 14】

成形金型内に、それぞれ永久磁石が取り付けられた少なくとも 2 つのロータコア片と、シャフトとを設置する工程であって、前記少なくとも 2 つのロータコア片が前記シャフトの軸線を中心とする周方向に並ぶように設置する工程と、

前記少なくとも 2 つのロータコア片と前記シャフトとを樹脂により一体に成形する工程とを有し、

前記少なくとも 2 つのロータコア片はロータコアを構成し、

前記永久磁石が第 1 の磁極を構成し、前記ロータコアにおいて前記周方向に隣り合う前記第 1 の磁極の間に位置する部分が第 2 の磁極を構成し、

50

前記ロータコアは、前記第2の磁極に、前記軸線を中心とする径方向に延在する2以上のスリットからなるスリット部を有し、また、前記ロータコアの前記径方向における中心位置を通り且つ前記軸線を中心とする仮想円よりも内側にカシメ部を有し、前記カシメ部は、前記スリット部の前記径方向の内側に形成されている。

ロータの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、ロータ、電動機、送風機、空気調和装置およびロータの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

コンシクエントポール型のロータでは、ロータコアに取り付けられた永久磁石が第1の磁極を構成し、ロータコアの一部が第2の磁極を構成する（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】国際公開WO2018/037449号（図9参照）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ロータから出た磁束は、ロータを囲むステータのコイルに鎖交し、これにより誘起電圧が発生する。電動機の振動を低減するためには、第1の磁極および第2の磁極のいずれにおいても、磁束密度分布が極中心に対して対称であることが望ましい。

【0005】

しかしながら、ロータには、ステータコイルの電流によって発生するステータ磁界が作用する。第2の磁極には永久磁石が存在しないため、第2の磁極を通過する磁束の進行方向がステータ磁界の影響で変化しやすい。その結果、第2の磁極における磁束密度分布が周方向の一方の側に偏り、これにより振動が増加する可能性がある。

【0006】

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の表面における磁束密度分布の偏りを抑制し、これにより振動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】

【0007】

本開示のロータは、軸線を中心とする周方向に延在し、磁石挿入孔を有するロータコアと、ロータコアの磁石挿入孔に取り付けられ、それぞれ第1の磁極を構成する少なくとも2つの永久磁石とを有する。ロータコアにおいて周方向に隣り合う第1の磁極の間に位置する部分が、第2の磁極を構成する。ロータコアは、第2の磁極の周方向の中心に形成された分割面で、少なくとも2つのロータコア片に分割されている。ロータコアは、第2の磁極に、軸線を中心とする径方向に延在する2以上のスリットからなるスリット部を有し、また、ロータコアの径方向における中心位置を通り且つ軸線を中心とする仮想円よりも内側にカシメ部を有する。カシメ部は、スリット部の径方向の内側に形成されている。

【発明の効果】

【0008】

本開示によれば、ロータコアの第2の磁極の中心に分割面が形成されているため、ステータ磁界の影響を受けても、第2の磁極を通過する磁束の進行方向の変化が生じにくい。そのため、ロータの表面における磁束密度分布の偏りを抑制し、これにより振動を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

10

20

30

40

50

【図 1】実施の形態 1 の電動機を示す部分断面図である。

【図 2】実施の形態 1 のステータコアを示す平面図である。

【図 3】実施の形態 1 のロータを示す横断面図である。

【図 4】実施の形態 1 のロータの 1 磁極に相当する部分を示す横断面図である。

【図 5】実施の形態 1 のロータコア片および永久磁石を示す図である。

【図 6】実施の形態 1 のロータを示す縦断面図である。

【図 7】実施の形態 1 のロータの製造工程を示すフローチャートである。

【図 8】実施の形態 1 のロータの積層要素が打ち抜かれる母材基板を示す平面図である。

【図 9】実施の形態 1 の成形金型を示す縦断面図である。

【図 10】実施の形態 1 のロータコア片とシャフトとを成形金型内に配置した状態を示す模式図である。 10

【図 11】比較例 1 のロータを示す断面図 (A) および比較例 2 のロータを示す断面図 (B) である。

【図 12】比較例 2 のロータにおける磁束の流れを示す模式図 (A), (B) である。

【図 13】実施の形態 1 のロータにおける磁束の流れを示す模式図 (A), (B) である。

【図 14】実施の形態 2 のロータを示す横断面図 (A) およびロータの一部を示す横断面図 (B) である。

【図 15】実施の形態 2 のロータにおける磁束の流れを示す模式図 (A), (B) である。

【図 16】実施の形態 3 のロータを示す横断面図 (A) およびロータの一部を示す横断面図 (B) である。 20

【図 17】実施の形態 3 のロータにおける磁束の流れを示す模式図 (A), (B) である。

【図 18】実施の形態 4 のロータを示す横断面図 (A) およびロータの一部を示す横断面図 (B) である。

【図 19】実施の形態 4 のロータにおける磁束の流れを示す模式図 (A), (B) である。

【図 20】ロータの一構成例を示す横断面図 (A) およびロータの一部を示す横断面図 (B) である。

【図 21】各実施の形態の電動機が適用可能な空気調和装置の構成例を示す図 (A) および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】

【0010】 30

実施の形態 1 .

< 電動機 1 の構成 >

図 1 は、実施の形態 1 における電動機 1 を示す縦断面図である。電動機 1 は、例えば空気調和装置の送風機に用いられ、インバータで駆動される。また、電動機 1 は、ロータ 2 に永久磁石 25 が埋め込まれた IPM (磁石埋込型) モータである。

【0011】

電動機 1 は、シャフト 11 と、シャフト 11 に取り付けられたロータ 2 と、ロータ 2 を囲むモールドステータ 5 とを有する。モールドステータ 5 は、ロータ 2 を囲む環状のステータ 5A と、ステータ 5A を覆うモールド樹脂部 56 とを有する。シャフト 11 は、ロータ 2 の回転軸である。 40

【0012】

以下の説明では、シャフト 11 の中心軸である軸線 Ax の方向を、「軸方向」と称する。また、シャフト 11 の軸線 Ax を中心とする周方向 (図 2 等に矢印 R で示す) を、「周方向」と称する。シャフト 11 の軸線 Ax を中心とする半径方向を、「径方向」と称する。軸方向に垂直な面における断面図を横断面図と称し、軸方向に平行な面における断面図を縦断面図と称する。

【0013】

シャフト 11 は、モールドステータ 5 から図 1 における左側に突出しており、その突出部に形成された取付け部 11a には、例えば送風機の羽根車 505 (図 21 (A)) が取り付けられる。そのため、シャフト 11 の突出側 (図 1 における左側) を「負荷側」と称 50

し、反対側（図 1 における右側）を「反負荷側」と称する。

【 0 0 1 4 】

< モールドステータ 5 の構成 >

モールドステータ 5 は、上記の通り、ステータ 5 A とモールド樹脂部 5 6 とを有する。ステータ 5 A は、ロータ 2 を径方向外側から囲んでいる。ステータ 5 A は、ステータコア 5 0 と、ステータコア 5 0 に設けられた絶縁部 5 4 と、絶縁部 5 4 を介してステータコア 5 0 に巻き付けられたコイル 5 5 とを有する。

【 0 0 1 5 】

モールド樹脂部 5 6 は、不飽和ポリエステル樹脂（BMC）、エポキシ樹脂等の熱硬化性のモールド樹脂で形成される。モールド樹脂部 5 6 は、軸方向の一方の側（ここでは反負荷側）に軸受支持部 5 7 を有し、他方の側（ここでは負荷側）に開口部 5 8 を有する。ロータ 2 は、開口部 5 8 からモールドステータ 5 の内部の中空部分に挿入される。

10

【 0 0 1 6 】

モールド樹脂部 5 6 の開口部 5 8 には、金属製のブラケット 1 5 が取り付けられている。このブラケット 1 5 には、シャフト 1 1 を支持する一方の軸受 1 2 が保持される。シャフト 1 1 には、ブラケット 1 5 の外側を覆うようにキャップ 1 4 が取り付けられている。モールド樹脂部 5 6 の軸受支持部 5 7 には、シャフト 1 1 を支持するもう一方の軸受 1 3 が保持される。

【 0 0 1 7 】

図 2 は、ステータコア 5 0 を示す平面図である。ステータコア 5 0 は、複数の積層要素を軸方向に積層し、カシメ、溶接または接着等によって一体化したものである。積層要素は、例えば電磁鋼板であり、板厚は 0.2 mm ~ 0.5 mm である。

20

【 0 0 1 8 】

ステータコア 5 0 は、軸線 Ax を中心とする周方向に環状に延在するヨーク 5 1 と、ヨーク 5 1 から径方向内側に延在する複数のティース 5 2 とを有する。ティース 5 2 の先端部は、ロータ 2（図 1）の外周に対向する。ティース 5 2 の数は、ここでは 12 であるが、これに限定されるものではない。

【 0 0 1 9 】

ステータコア 5 0 は、ここでは、ティース 5 2 毎に複数の分割コア 5 0 A に分割されている。分割コア 5 0 A の数は、ここでは 12 である。分割コア 5 0 A は、ヨーク 5 1 に形成された分割面 5 1 a で分割されている。分割面 5 1 a の終端とヨーク 5 1 の外周との間には、薄肉部 5 1 b が形成される。薄肉部 5 1 b の塑性変形により、ステータコア 5 0 を帯状に展開することができる。なお、ステータコア 5 0 は、分割コア 5 0 A を組み合わせたものには限定されず、環状に一体に形成されていてもよい。

30

【 0 0 2 0 】

図 1 に戻り、絶縁部 5 4 は、ポリブチレンテレフタレート（PBT）、ポリフェニレンサルファイド（PPS）、液晶ポリマー（LCP）、ポリエチレンテレフタレート（PET）等の絶縁性の樹脂で形成されている。絶縁部 5 4 は、予め成形した樹脂成形体をステータコア 5 0 に取り付けてもよく、ステータコア 5 0 と一体に成形してもよい。また、厚さ 0.35 ~ 0.4 mm の絶縁フィルムを用いてもよい。

40

【 0 0 2 1 】

コイル 5 5 は、絶縁部 5 4 を介してティース 5 2（図 2）の周囲に巻き付けられている。コイル 5 5 は、銅線またはアルミニウム線で形成された導体を有する。

【 0 0 2 2 】

ステータ 5 A に対して軸方向の一方の側（ここでは反負荷側）には、基板 6 が配置されている。基板 6 は、電動機 1 を駆動するためのパワートランジスタ等の駆動回路 6 0 および磁気センサ等が実装されたプリント基板であり、リード線 6 1 が配線されている。基板 6 のリード線 6 1 は、モールド樹脂部 5 6 の外周部分に取り付けられたリード線口出し部品 6 2 から、電動機 1 の外部に引き出される。

【 0 0 2 3 】

50

ブラケット 15 は、モールド樹脂部 56 の開口部 58 の外周縁に設けられた環状部分に圧入される。ブラケット 15 は、導電性を有する金属、例えば亜鉛メッキ鋼板で形成されるが、これに限定されるものではない。キャップ 14 は、ブラケット 15 を外側から覆い、軸受 12 への水等の侵入を防止する。

【0024】

なお、電動機 1 はモールド樹脂部 56 を有するものには限定されない。例えば、電動機 1 のステータ 5A を、鉄を主成分とする円筒状のシェルの内側に、焼嵌め等によって固定してもよい。

【0025】

<ロータ 2 の構成>

図 3 は、ロータ 2 を示す横断面図である。図 4 は、ロータ 2 の 1 磁極に相当する部分を拡大して示す横断面図である。図 5 は、ロータコア 20 を分割して示す図である。図 6 は、ロータ 2 を示す縦断面図である。

【0026】

図 3 に示すように、ロータ 2 は、回転軸であるシャフト 11 と、シャフト 11 に対して径方向外側に距離を開けて設けられたロータコア 20 と、ロータコア 20 に埋め込まれた複数の永久磁石 25 と、シャフト 11 とロータコア 20 との間に設けられた樹脂部 30 とを有する。永久磁石 25 の数は、ここでは 5 個である。

【0027】

ロータコア 20 は、軸線 Ax を中心とする環状の部材である。ロータコア 20 は、外周 20a と内周 20b とを有し、内周 20b はシャフト 11 に距離を開けて対向している。ロータコア 20 は、複数の積層要素を軸方向に積層し、カシメ、溶接または接着等によって固定したものである。積層要素は、例えば電磁鋼板であり、板厚は 0.2 mm ~ 0.5 mm である。

【0028】

ロータコア 20 は、周方向に複数の磁石挿入孔 21 を有する。磁石挿入孔 21 は、周方向に等間隔で、且つ軸線 Ax から等距離に配置されている。磁石挿入孔 21 の数は、ここでは 5 個である。磁石挿入孔 21 は、ロータコア 20 の外周 20a に沿って形成され、ロータコア 20 を軸方向に貫通している。

【0029】

各磁石挿入孔 21 には、永久磁石 25 が挿入されている。永久磁石 25 は平板状であり、軸方向に直交する面において矩形状の断面を有する。永久磁石 25 は、希土類磁石であり、より具体的には、ネオジウム (Nd)、鉄 (Fe) およびホウ素 (B) を含むネオジウム磁石、あるいはサマリウム (Sm) およびコバルト (Co) を含むサマリウム磁石である。また、希土類磁石の代わりに、フェライト磁石を用いてもよい。

【0030】

磁石挿入孔 21 は、その周方向の両端に、空隙であるフラックスバリア 22 を有する。フラックスバリア 22 とロータコア 20 の外周 20a との間には、薄肉部が形成される。薄肉部の厚さは、隣り合う永久磁石 25 の間の磁束の短絡を抑制するため、例えば積層要素の板厚と同じに設定されている。

【0031】

永久磁石 25 は、互いに同一の磁極をロータコア 20 の外周側に向けて配置されている。ロータコア 20 において、周方向に隣り合う永久磁石 25 の間の領域には、永久磁石 25 とは反対の磁極が形成される。

【0032】

そのため、ロータ 2 には、永久磁石 25 で構成される第 1 の磁極 P1 と、ロータコア 20 の一領域で構成される第 2 の磁極 P2 とが、周方向に交互に配列される。このような構成を、コンシクエントポール型と称する。ここでは、第 1 の磁極 P1 を S 極とし、第 2 の磁極 P2 を N 極とするが、逆であってもよい。周方向において磁極 P1, P2 の間には、極間部 M が形成される。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 3 】

ロータ2は、5つの第1の磁極P1と、5つの第2の磁極P2とを有する。すなわち、ロータ2は、10個の磁極を有する。ロータ2の10個の磁極P1, P2は、極ピッチを36度として、周方向に等角度間隔に配置される。以下では、単に「磁極」という場合、第1の磁極P1と第2の磁極P2の両方を含むものとする。

【 0 0 3 4 】

第1の磁極P1の周方向中心は、極中心である。第1の磁極P1の極中心を通る径方向の直線を、磁極中心線N1とする。同様に、第2の磁極P2の周方向中心は、極中心である。第2の磁極P2の極中心を通る径方向の直線を、磁極中心線N2とする。

【 0 0 3 5 】

ロータコア20の外周20a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。言い換えると、ロータコア20の外周20aは、ロータコア20の半径が磁極P1, P2の各極中心で最大となり、極間部Mで最小となるように形成されている。

【 0 0 3 6 】

ロータコア20の外周20aが上記のような花丸形状を有し、また極間部Mにフラックスバリア22が位置しているため、極間部Mを通して周方向に流れる漏れ磁束が抑制される。なお、ロータコア20の外周20aは、花丸形状に限らず、円形状を有してもよい。一方、ロータコア20の内周20bは、軸方向に直交する面において、円形状を有する。

【 0 0 3 7 】

コンシクエントポール型のロータ2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25の数を半分にすることができる。後述するように高価な永久磁石25の数が少ないため、ロータ2の製造コストが低減される。

【 0 0 3 8 】

ここではロータ2の極数を10としたが、極数は4以上であればよい。すなわち、第1の磁極P1の数(永久磁石25の数)は2つ以上であればよい。

【 0 0 3 9 】

ロータコア20は、各第2の磁極P2の極中心すなわち周方向中心に、分割面23を有する。分割面23は、ここでは、ロータコア20の内周20bから外周20aまで、径方向に延在している。ロータコア20は、分割面23で2以上のロータコア片24に分割されている。

【 0 0 4 0 】

分割面23は、第2の磁極P2の極中心、すなわち磁極中心線N2上に位置する。言い換えると、分割面23は、2つの第1の磁極P1の極中心の中間位置に位置する。さらに言い換えると、分割面23は、2つの第1の磁極P1の磁極中心線N1の2等分線上に位置する。

【 0 0 4 1 】

図4に示すように、各ロータコア片24は、その周囲に、外周20aと、内周20bと、周方向の両側の分割面23とを有する。各ロータコア片24には、永久磁石25が1つずつ形成されている。ロータコア片24の周方向中心は、第1の磁極P1の極中心と一致する。

【 0 0 4 2 】

図5に示すように、ロータコア片24の数は、第1の磁極P1の数と同じ、言い換えるとロータ2の極数の半分であり、ここでは5個である。周方向に隣り合うロータコア片24の分割面23同士は、互いに当接する。5個のロータコア片24を環状に組み合わせることで、環状のロータコア20が形成される。

【 0 0 4 3 】

5個のロータコア片24は、次に説明する樹脂部30によってシャフト11と一体に保持されている。なお、ロータコア片24に、互いに係合する係合部26(図14(A))を設けてもよいが、これについては実施の形態2で説明する。

【 0 0 4 4 】

10

20

30

40

50

図 2 に示すように、ロータコア 2 0 に対して径方向内側に、シャフト 1 1 が設けられている。シャフト 1 1 とロータコア 2 0 との間には、樹脂部 3 0 が設けられている。樹脂部 3 0 は、シャフト 1 1 とロータコア 2 0 とを連結するものであり、非磁性である。樹脂部 3 0 は、例えば、BMC、PBT、PPS、またはPETで形成される。

【0045】

樹脂部 3 0 は、ここでは、シャフト 1 1 の外周面とロータコア 2 0 の内周 2 0 b との間の空間に充填されている。非磁性の樹脂部 3 0 を設けることにより、ロータコア 2 0 からシャフト 1 1 への磁束漏れが抑制される。なお、樹脂部 3 0 には、空洞部あるいはリブを形成してもよい。

【0046】

図 6 に示すように、樹脂部 3 0 は、ロータコア 2 0 の軸方向の一端面を覆う端面部 3 3 と、ロータコア 2 0 の軸方向の他端面を覆う端面部 3 4 とを有する。なお、端面部 3 3 は、ロータコア 2 0 の一端面を完全に覆う必要はなく、少なくとも一部を覆っていればよい。端面部 3 4 も同様である。

【0047】

樹脂部 3 0 の一部は、ロータコア 2 0 の磁石挿入孔 2 1 の内部にも入り込んでいることが望ましい。樹脂部 3 0 の一部が磁石挿入孔 2 1 内に入り込むことにより、磁石挿入孔 2 1 内での永久磁石 2 5 の位置ずれが抑制される。

【0048】

樹脂部 3 0 の端面部 3 4 には、センサマグネット 3 5 が保持されている。センサマグネット 3 5 は、軸線 Ax を中心とするリング状の永久磁石である。センサマグネット 3 5 は、ロータ 2 の極数と同数の磁極を有する。センサマグネット 3 5 の磁界は、基板 6 (図 1) に搭載された磁気センサに検出され、これに基づいてロータ 2 の回転位置が検出される。ロータ 2 には、センサマグネット 3 5 を設けない場合もある。

【0049】

樹脂部 3 0 は、また、シャフト 1 1 に沿って延在する軸部 3 1 , 3 2 を有する。軸部 3 1 は、ロータコア 2 0 と軸受 1 2 (図 1) との間隔を規定し、軸部 3 2 は、ロータコア 2 0 と軸受 1 3 との間隔を規定する。

【0050】

ここでは、ロータコア 2 0 とシャフト 1 1 との間に樹脂部 3 0 を設けているが、樹脂部 3 0 を設けずに、シャフト 1 1 をロータコア 2 0 の内周 2 0 b に固定してもよい。固定方法は、圧入、焼嵌め、コーキング等である。この場合、ロータコア 2 0 からシャフト 1 1 への磁束漏れを抑制するため、シャフト 1 1 は、オーステナイト系ステンレス鋼、アルミニウム等の非磁性材料で形成することが望ましい。

【0051】

<ロータ 2 の製造方法>

次に、ロータ 2 の製造方法について説明する。図 7 は、ロータ 2 の製造方法の各工程を示すフローチャートである。まず、ロータコア片 2 4 を形成する(ステップ S 1 0 1)。

【0052】

図 8 は、ロータコア片 2 4 を構成する積層要素が打ち抜かれる母材基板 2 0 0 を示す平面図である。母材基板 2 0 0 は、板厚が 0 . 2 ~ 0 . 5 mm の電磁鋼板である。母材基板 2 0 0 の打ち抜きには、プレス装置を用いる。

【0053】

母材基板 2 0 0 から、ロータコア片 2 4 を構成する積層要素(符号 2 0 1 で示す)を打ち抜く。母材基板 2 0 0 から環状の積層要素を打ち抜く場合、積層要素の内側の部分が無駄になるが、実施の形態 1 では、母材基板 2 0 0 から円弧状の積層要素 2 0 1 を打ち抜くため、母材基板 2 0 0 の無駄が少なく、製造コストが低減される。

【0054】

このようにして打ち抜いた複数の積層要素 2 0 1 を軸方向に積層し、カシメ、溶接または接着等で一体化することにより、ロータコア片 2 4 を形成する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

次に、各ロータコア片 2 4 の磁石挿入孔 2 1 に、永久磁石 2 5 を挿入する（ステップ S 1 0 2）。永久磁石 2 5 は、例えば隙間嵌めにより、磁石挿入孔 2 1 内に固定される。

【 0 0 5 6 】

次に、成形金型 9 を用いて、各ロータコア片 2 4 とシャフト 1 1 とを樹脂でモールド成形する（ステップ S 1 0 3）。ここでは、P B T、P P S 等の熱可塑性樹脂を用いることとするが、B M C 等の熱硬化性樹脂を用いても良い。

【 0 0 5 7 】

図 9 は、成形金型 9 を示す縦断面図である。成形金型 9 は、固定金型 7 と可動金型 8 とを有する。可動金型 8 は固定金型 7 の上方に位置し、固定金型 7 に対して移動可能である。固定金型 7 および可動金型 8 は、互いに対向する金型合わせ面 7 5 , 8 5 を有する。

10

【 0 0 5 8 】

固定金型 7 は、内側に空洞部分を有するキャビティ部 7 1 と、キャビティ部 7 1 の軸方向端部に形成された平坦面 7 2 と、シャフト 1 1 の一端部が挿入されるシャフト穴 7 3 と、キャビティ部 7 1 とシャフト穴 7 3 との間に形成された筒状部 7 4 とを有する。また、キャビティ部 7 1 には、ロータコア片 2 4 の端面の外周部に当接する当接面 7 0 が形成されている。

【 0 0 5 9 】

可動金型 8 は、内側に空洞部分を有するキャビティ部 8 1 と、キャビティ部 8 1 の軸方向端部に形成された平坦面 8 2 と、シャフト 1 1 の一端部が挿入されるシャフト穴 8 3 と、キャビティ部 8 1 とシャフト穴 8 3 との間に形成された筒状部 8 4 とを有する。

20

【 0 0 6 0 】

ステップ S 1 0 3 では、固定金型 7 のキャビティ部 7 1 の内側に、シャフト 1 1 と、5 つのロータコア片 2 4 とを設置する。シャフト 1 1 は、固定金型 7 のシャフト穴 7 3 に挿入される。5 つのロータコア片 2 4 は、固定金型 7 のキャビティ部 7 1 に沿って環状に配置される。

【 0 0 6 1 】

図 1 0 は、固定金型 7 の内部に 5 つのロータコア片 2 4 を環状に並べた状態を示す。図 1 0 に示すように、5 つのロータコア片 2 4 は、分割面 2 3 同士が互いに当接するように環状に並べられる。各ロータコア片 2 4 の外周は固定金型 7 のキャビティ部 7 1 の内周面 7 1 a に当接し、各ロータコア片 2 4 の下面は当接面 7 0（図 9）に当接する。

30

【 0 0 6 2 】

これにより、固定金型 7 の内部において、5 つのロータコア片 2 4 が周方向、径方向および軸方向に位置決めされる。固定金型 7 には、各ロータコア片 2 4 を位置決めするための突起あるいはピン等を設けてもよい。

【 0 0 6 3 】

なお、図 9 に示すように、センサマグネット 3 5 は、ロータコア片 2 4 を設置する前に、固定金型 7 の平坦面 7 2 上に設置しておく。但し、センサマグネット 3 5 を、図示しない台座等を用いて、ロータコア片 2 4 の上方に設置してもよい。

【 0 0 6 4 】

その後、可動金型 8 を図 9 に矢印で示すように下降させて、金型合わせ面 7 5 , 8 5 を当接させる。可動金型 8 のキャビティ部 8 1 はロータコア片 2 4 の外周に当接し、平坦面 8 2 はロータコア片 2 4 の上面に対向する。

40

【 0 0 6 5 】

この状態で、成形金型 9 を加熱し、図示しないランナから熔融した樹脂を注入する。樹脂は、ロータコア 2 0 とシャフト 1 1 との間に充填され、磁石挿入孔 2 1 の内部にも入り込む。樹脂は、また、平坦面 7 2 , 8 2 とロータコア片 2 4 との隙間にも充填され、さらに、筒状部 7 4 , 8 4 とシャフト 1 1 との間の隙間にも充填される。

【 0 0 6 6 】

その後、成形金型 9 を冷却する。これにより、成形金型 9 内の樹脂が硬化して、図 1 に

50

示した樹脂部 30 が形成される。また、5つのロータコア片 24 が一体化して、ロータコア 20 となる。すなわち、シャフト 11 およびロータコア 20 が樹脂部 30 によって一体化され、ロータ 2 が形成される。

【0067】

その後、可動金型 8 を上昇させ、固定金型 7 からロータ 2 を取り出す。これにより、図 1 に示したロータ 2 の製造が完了する。

【0068】

一方、ステータコア 50 は、積層要素を積層し、カシメ等で固定することにより形成する。ステータコア 50 に絶縁部 54 を取り付け、コイル 55 を巻き付けることにより、ステータ 5A が得られる。さらに、リード線 61 を組み付けた基板 6 を、ステータ 5A に取り付ける。

10

【0069】

そして、基板 6 を固定したステータ 5A を別の成形金型に設置し、BMC 等のモールド樹脂を注入して加熱することにより、モールド樹脂部 56 を形成する。これにより、モールドステータ 5 が完成する。

【0070】

その後、上記のロータ 2 のシャフト 11 に軸受 12, 13 を取り付け、モールドステータ 5 の開口部 58 から内部に挿入する。次に、ブラケット 15 をモールドステータ 5 の開口部 58 に取り付け、さらにシャフト 11 にキャップ 14 を取り付ける。これにより、電動機 1 が完成する。

20

【0071】

<作用>

次に、実施の形態 1 の作用について説明する。まず、実施の形態 1 と対比する比較例 1, 2 について説明する。

【0072】

図 11 (A) は、比較例 1 のロータ 2E を示す横断面図である。比較例 1 のロータ 2E は非コンシクエントポール型であり、全ての磁極が永久磁石 25 で構成されている。

【0073】

ロータ 2E のロータコア 20 は、極数と同数の磁石挿入孔 21 を有し、各磁石挿入孔 21 には永久磁石 25 が配置されている。隣り合う永久磁石 25 は、外周側に互いに逆極性の磁極面を有する。そのため、ある永久磁石 25 を第 1 の磁極 P1 とすると、これに隣接する永久磁石 25 は第 2 の磁極 P2 となる。

30

【0074】

非コンシクエントポール型のロータ 2E は、シャフト 11 への磁束漏れが生じにくいというメリットがある。そのため、ロータコア 20 とシャフト 11 との間に樹脂部 30 を設ける必要がなく、シャフト 11 はロータコア 20 の内周 20b に固定されている。

【0075】

永久磁石 25 には、高磁力が得られる希土類磁石が用いられるが、希土類磁石は Dy (ディスプロシウム) 等を含むため、材料コストがかかる。また、永久磁石 25 はブロック状の磁石材料の切削により形成されるため、加工コストもかかる。非コンシクエントポール型のロータ 2E は、極数と同数の永久磁石 25 を有するため、製造コストが高いというデメリットがある。

40

【0076】

図 11 (B) は、比較例 2 のロータ 2F を示す横断面図である。比較例 1 のロータ 2F はコンシクエントポール型であり、実施の形態 1 と同様、第 1 の磁極 P1 は永久磁石 25 で構成され、第 2 の磁極 P2 はロータコア 20 の一部で構成されている。また、ロータコア 20 とシャフト 11 との間には、樹脂部 30 が設けられている。

【0077】

比較例 2 のロータ 2F は、比較例 1 のロータ 2E と比較して、永久磁石 25 の数が半分であるため、製造コストを大幅に低減することができる。但し、比較例 2 のロータ 2F の

50

ロータコア 20 は、第 2 の磁極 P 2 に分割面 23 を有さない。すなわち、比較例 2 のロータ 2 F のロータコア 20 はロータコア片に分割されていない。

【0078】

図 12 (A), (B) は、比較例 2 のロータ 2 F における永久磁石 25 から出た磁束の流れを示す模式図である。ここでは、第 1 の磁極 P 1 を S 極とし、第 2 の磁極 P 2 を N 極とする。永久磁石 25 の内周側の磁極面から出た磁束は、第 2 の磁極 P 2 に向かって流れる。

【0079】

図 12 (A) に示すように、第 2 の磁極 P 2 では、その両側の永久磁石 25 からの磁束が、磁極中心線 N 2 を中心として対称に流れることが望ましい。

10

【0080】

しかしながら、ロータ 2 F に対向するステータ 5 A にはコイル 55 が巻かれており、コイル 55 を流れる電流によって、図 12 (B) に矢印 W で示すステータ磁界が発生する。ロータ 2 F の第 2 の磁極 P 2 を流れる磁束は、ステータ磁界によって進行方向が変化する。すなわち、ロータ 2 F の第 2 の磁極 P 2 における磁束密度分布が周方向の一方の側に偏り、磁極中心線 N 2 に対して非対称となる。

【0081】

ロータ 2 F から出た磁束は、ステータ 5 A のコイル 55 に鎖交し、これにより誘起電圧が発生する。第 2 の磁極 P 2 における磁束密度分布が非対称になると、誘起電圧の高調波成分が増加して振動が発生する可能性がある。また、コイル 55 に鎖交する磁束量が減少して誘起電圧が低下し、モータ出力が低下する可能性がある。

20

【0082】

図 13 (A), (B) は、実施の形態 1 のロータ 2 における永久磁石 25 から出た磁束の流れを示す模式図である。図 13 (A) に示すように、永久磁石 25 の内周側の磁極面から出た磁束は、第 2 の磁極 P 2 に向かう。

【0083】

実施の形態 1 のロータ 2 では、ロータコア 20 が第 2 の磁極 P 2 に形成された分割面 23 で 2 以上のロータコア片 24 に分割されている。分割面 23 は磁気抵抗が大きいので、磁束は分割面 23 を跨いで流れにくく、磁束の周方向の流れが抑制される。そのため、第 2 の磁極 P 2 では、磁束が径方向に流れるように整流される。

30

【0084】

これにより、図 13 (B) に示すようにステータ磁界が発生しても、第 2 の磁極 P 2 を流れる磁束の進行方向の変化が抑制される。特に、分割面 23 が第 2 の磁極 P 2 の磁極中心線 N 2 上に形成されているため、第 2 の磁極 P 2 における磁束密度分布が磁極中心線 N 2 に対して対称な磁束密度分布に近づく。

【0085】

その結果、ロータ 2 の表面の磁束密度分布の偏り抑制し、これにより振動を抑制することができる。また、ロータ 2 からステータ 5 A に流入する磁束量の減少を抑制し、これによりモータ出力の低下を抑制することができる。

【0086】

40

加えて、実施の形態 1 では、ロータコア 20 が 2 以上のロータコア片 24 で形成されるため、図 8 を参照して説明したように、母材基板 200 から、ロータコア片 24 となる積層要素 201 を効率よく打ち抜くことができる。

【0087】

すなわち、比較例 2 のロータ 2 F では、ロータコア 20 が環状に一体に形成されているため、母材基板 200 から環状の積層要素を打ち抜く必要がある。母材基板 200 から環状の積層要素を打ち抜くと、その内側の部分は無駄になるため、母材基板 200 を有効に利用することができない。

【0088】

これに対し、実施の形態 1 では、母材基板 200 から円弧状の積層要素 201 を打ち抜

50

けばよいため、母材基板 200 の無駄が少なく、歩留まりが向上する。すなわち、母材基板 200 を有効に利用することができ、製造コストを低減することができる。

【0089】

なお、ここでは、ロータコア 20 の磁石挿入孔 21 が磁極中心線 N1 に直交する方向に直線状に形成されていたが、磁石挿入孔 21 は V 字状に形成されていてもよい。また、各磁石挿入孔 21 に 2 つ以上の永久磁石 25 を配置してもよい。各磁石挿入孔 21 に 2 つ以上の永久磁石 25 が配置されている場合には、当該 2 つ以上の永久磁石 25 が 1 つの第 1 の磁極 P1 を構成し、各磁石挿入孔 21 の周方向中心が極中心となる。

【0090】

また、電動機 1 は、上記の通り、ロータコア 20 の磁石挿入孔 21 に永久磁石 25 を配置した IPM モータであるが、ロータコア 20 の表面に永久磁石 25 を配置した SPM (表面磁石型) モータであってもよい。

10

【0091】

<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 2 は、永久磁石 25 で構成された第 1 の磁極 P1 と、ロータコア 20 において周方向に隣り合う第 1 の磁極 P1 の間に形成された第 2 の磁極 P2 とを有する。また、ロータコア 20 は、第 2 の磁極 P2 の周方向中心に形成された分割面 23 で、2 以上のロータコア片 24 に分割されている。これにより、第 2 の磁極 P2 を通過する磁束の進行方向の変化が生じにくくなり、その結果、ロータ 2 の表面における磁束密度分布の偏りを抑制し、振動を抑制することができる。

20

【0092】

また、ロータコア片 24 を構成する積層要素 201 を母材基板 200 から打ち抜くことにより、母材基板 200 の無駄が少なくなり、歩留まりが向上する。そのため、ロータ 2 の製造コストを低減することができる。

【0093】

また、分割面 23 が、ロータコア 20 の内周 20b と外周 20a との間で径方向に延在しているため、第 2 の磁極 P2 において磁束を径方向に流れるように効果的に整流することができる。これにより、第 2 の磁極 P2 における磁束密度分布を、磁極中心線 N2 に対して対称な磁束密度分布に近づけ、振動抑制効果を高めることができる。

【0094】

30

また、実施の形態 1 では、ロータコア 20 とシャフト 11 とが樹脂部 30 によって保持されているため、ロータコア 20 のロータコア片 24 の位置精度を向上することができる。また、ロータコア 20 からシャフト 11 への磁束漏れを抑制し、電動機効率の低下を抑制することができる。

【0095】

実施の形態 2 .

次に、実施の形態 2 について説明する。図 14 (A) は、実施の形態 2 のロータ 2A を示す横断面図である。図 14 (B) は、実施の形態 2 のロータ 2A の 1 磁極に対応する領域を拡大して示す横断面図である。

【0096】

40

図 14 (A) に示すように、実施の形態 2 のロータ 2A は、各ロータコア片 24 の分割面 23 に係合部 26 を有する。係合部 26 は、軸線 Ax を中心としロータコア 20 の径方向の中心位置を通る仮想円 C1 の径方向内側に位置する。

【0097】

図 14 (B) に示すように、各ロータコア片 24 の一方の分割面 23 には凸部 26a が形成され、他方の分割面 23 には凹部 26b が形成されている。例えば、図中左側の分割面 23 には凸部 26a が形成され、図中右側の分割面 23 には凹部 26b が形成されている。凸部 26a および凹部 26b は、互いに対応する形状を有する。凸部 26a および凹部 26b を、係合部 26 と総称する。

【0098】

50

図 1 4 (A) に示すように、ロータコア片 2 4 を組み合わせてロータコア 2 0 を形成すると、あるロータコア片 2 4 の凸部 2 6 a が、隣接するロータコア片 2 4 の凹部 2 6 b に係合する。これにより、ロータコア片 2 4 を互いに強固に固定することができる。

【 0 0 9 9 】

また、実施の形態 1 で説明したように、ロータコア 2 0 の各ロータコア片 2 4 およびシャフト 1 1 は樹脂部 3 0 で一体に保持されるため、ロータコア片 2 4 をさらに強固に固定することができる。

【 0 1 0 0 】

各ロータコア片 2 4 は、互いに同じ位置に凸部 2 6 a を有し、また、互いに同じ位置に凹部 2 6 b を有する。そのため、各ロータコア片 2 4 の形状を同じにすることができ、積層要素を同一のプレス装置で加工することができる。すなわち、製造設備を簡略化し、製造コストを低減することができる。

10

【 0 1 0 1 】

図 1 5 (A) , (B) は、実施の形態 2 のロータ 2 A における永久磁石 2 5 から出た磁束の流れを示す模式図である。図 1 5 (A) に示すように、第 1 の磁極 P 1 の永久磁石 2 5 から出た磁束は、第 2 の磁極 P 2 に向かって流れる。実施の形態 2 のロータ 2 A においても、ロータコア 2 0 の第 2 の磁極 P 2 の極中心には、分割面 2 3 が形成されている。

【 0 1 0 2 】

そのため、図 1 5 (B) に示すようにステータ磁界が発生しても、第 2 の磁極 P 2 における磁束の進行方向の変化は生じにくい。これにより、第 2 の磁極 P 2 における磁束密度分布を、磁極中心線 N 2 に対して対称な磁束密度分布に近付けることができる。

20

【 0 1 0 3 】

また、係合部 2 6 は、上記の通り、軸線 A x を中心としロータコア 2 0 の径方向の中心位置を通る仮想円 C 1 の内側に位置する。永久磁石 2 5 から第 2 の磁極 P 2 に向かって流れる磁束のうち、仮想円 C 1 の内側の領域を流れる磁束は僅かである。すなわち、ロータコア 2 0 において、仮想円 C 1 の内側は仮想円 C 1 の外側よりも磁束密度が低い。

【 0 1 0 4 】

そのため、ロータコア 2 0 の仮想円 C 1 の内側に係合部 2 6 を形成することにより、磁束が係合部 2 6 を通過することによる磁気抵抗の増加を抑制することができる。これにより、誘起電圧の低下および鉄損の増加を抑制することができる。

30

【 0 1 0 5 】

以上説明したように、実施の形態 2 では、ロータコア 2 0 のロータコア片 2 4 が分割面 2 3 に係合部 2 6 を有するため、ロータコア片 2 4 を互いに強固に固定することができる。

【 0 1 0 6 】

また、係合部 2 6 が上記の仮想円 C 1 の内側に位置するため、係合部 2 6 を磁束が通過することによる磁気抵抗の増加を抑制することができ、これにより誘起電圧の低下および鉄損の増加を抑制することができる。

【 0 1 0 7 】

実施の形態 3 .

次に、実施の形態 3 について説明する。図 1 6 (A) は、実施の形態 3 のロータ 2 B を示す横断面図である。図 1 6 (B) は、実施の形態 3 のロータ 2 B の 1 磁極に対応する領域を拡大して示す横断面図である。

40

【 0 1 0 8 】

図 1 6 (A) に示すように、実施の形態 3 のロータ 2 B は、各ロータコア片 2 4 の分割面 2 3 にカシメ部 2 7 を有する。カシメ部 2 7 は、ロータコア片 2 4 を形成する積層要素を互いに固定するものである。カシメ部 2 7 は、分割面 2 3 の周方向両側に形成されている。また、カシメ部 2 7 は、軸線 A x を中心としロータコア 2 0 の径方向中心を通る仮想円 C 1 の内側に位置する。

【 0 1 0 9 】

図 1 6 (B) に示すように、各ロータコア片 2 4 のカシメ部 2 7 は、各分割面 2 3 に沿

50

って2か所に配置されている。外周側のカシメ部27をカシメ部27aとし、内周側のカシメ部27をカシメ部27bとする。カシメ部27a, 27bは、いずれも仮想円C1の内側に形成されている。

【0110】

なお、ロータコア片24の1つの分割面23に沿って形成されるカシメ部27の数は2つに限らず、1つでもよく、3つ以上でもよい。

【0111】

カシメ部27は、分割面23のできるだけ近い位置に形成されていることが望ましい。ロータコア片24を組み合わせるとロータコア20を形成する際に、分割面23に周方向の外力が作用するが、カシメ部27を分割面23のできるだけ近い位置に形成することで、積層要素が外力によって捲れることを抑制できる。

10

【0112】

図17(A), (B)は、実施の形態3のロータ2Bにおける永久磁石25から出た磁束の流れを示す模式図である。図17(A)に示すように、第1の磁極P1の永久磁石25から出た磁束は、第2の磁極P2に向かって流れる。実施の形態3のロータ2Bにおいても、ロータコア20の第2の磁極P2の極中心には、分割面23が形成されている。

【0113】

そのため、図17(B)に示すようにステータ磁界が発生しても、第2の磁極P2における磁束の進行方向の変化は生じにくい。これにより、第2の磁極P2における磁束密度分布を、磁極中心線N2に対して対称な磁束密度分布に近付けることができる。

20

【0114】

また、カシメ部27は、上記の通り、軸線Axを中心としロータコア20の径方向の中心位置を通る仮想円C1の内側に位置する。実施の形態2で説明したように、ロータコア20の仮想円C1の内側は磁束密度が低いため、カシメ部27を磁束が通過することによる磁気抵抗の増加を抑制することができる。これにより、誘起電圧の低下および鉄損の増加を抑制することができる。

【0115】

以上説明したように、実施の形態3では、ロータコア20のロータコア片24がカシメ部27を有するため、ロータコア片24を構成する積層要素(電磁鋼板)を強固に固定することができる。

30

【0116】

また、カシメ部27が上記の仮想円C1の内側に位置するため、磁束がカシメ部27を通過することによる磁気抵抗の増加を抑制することができ、これにより誘起電圧の低下および鉄損の増加を抑制することができる。

【0117】

実施の形態4

次に、実施の形態4について説明する。図18(A)は、実施の形態4のロータ2Cを示す横断面図である。図18(B)は、実施の形態4のロータ2Cの1磁極に対応する領域を拡大して示す横断面図である。

【0118】

図18(A)に示すように、実施の形態4のロータ2Cは、第2の磁極P2にスリット部28を有する。スリット部28は、第2の磁極P2の極中心に集中しやすい磁束を周方向に分散させるものである。スリット部28は、ここでは4つのスリットであり、分割面23の周方向両側に形成されている。但し、スリット部28を構成するスリットの数は、2以上であればよい。

40

【0119】

図18(B)に示すように、スリット部28は、ロータコア片24の分割面23の周方向両側に形成されたスリット28aと、このスリット28aの周方向両側に形成されたスリット28bとを有する。スリット28a, 28bはいずれも、径方向に長い長孔である。ここでは、スリット28bの長さがスリット28aの長さよりも長い、これに限定さ

50

れるものではない。

【 0 1 2 0 】

スリット 2 8 a , 2 8 b はいずれも、径方向外側の端部がロータコア 2 0 の外周に対向するように形成されている。スリット 2 8 a , 2 8 b は、実施の形態 2 , 3 で説明した仮想円 C 1 (図 1 4 (A)) よりも外側に位置する。

【 0 1 2 1 】

スリット部 2 8 には、樹脂部 3 0 の一部 (符号 3 6 で示す) が入り込んでいることが望ましい。具体的には、樹脂部 3 0 のうち、ロータコア 2 0 の端面を覆う端面部 3 3 , 3 4 (図 6) の一部がスリット部 2 8 内に入り込んでいることが望ましい。

【 0 1 2 2 】

このように構成すれば、ロータコア 2 0 とシャフト 1 1 とを樹脂部 3 0 によってより強固に固定することができる。すなわち、ロータ 2 の回転時にロータコア片 2 4 に作用する遠心力に抗して、ロータコア片 2 4 の分離を抑制することができる。

【 0 1 2 3 】

図 1 9 (A) , (B) は、実施の形態 4 のロータ 2 C における永久磁石 2 5 から出た磁束の流れを示す模式図である。図 1 9 (A) に示すように、第 1 の磁極 P 1 の永久磁石 2 5 から出た磁束は、第 2 の磁極 P 2 に向かって流れる。実施の形態 4 のロータ 2 C においても、ロータコア 2 0 の第 2 の磁極 P 2 の極中心には、分割面 2 3 が形成されている。

【 0 1 2 4 】

そのため、図 1 9 (B) に示すようにステータ磁界が発生しても、第 2 の磁極 P 2 における磁束の進行方向の変化は生じにくい。これにより、第 2 の磁極 P 2 における磁束密度分布を、磁極中心線 N 2 に対して対称な磁束密度分布に近づけることができる。

【 0 1 2 5 】

スリット部 2 8 は、第 2 の磁極 P 2 の極中心に集中しやすい磁束を、周方向に分散させる作用を有する。そのため、分割面 2 3 の効果と合わせて、第 2 の磁極 P 2 における磁束密度分布を、より磁極中心線 N 2 に対して対称な磁束密度分布に近づけることができる。

【 0 1 2 6 】

以上説明したように、実施の形態 4 では、ロータコア 2 0 が分割面 2 3 の周方向両側にスリット部 2 8 を有するため、第 2 の磁極 P 2 における磁束密度分布を磁極中心線 N 2 に対して対称な磁束密度分布に近づけ、これにより振動を抑制することができる。

【 0 1 2 7 】

また、スリット部 2 8 に樹脂部 3 0 の一部が入り込むことにより、樹脂部 3 0 によってロータコア 2 0 とシャフト 1 1 とをより強固に固定することができる。

【 0 1 2 8 】

上述した各実施の形態は、適宜、組み合わせることができる。図 2 0 (A) に示すロータ 2 D では、ロータコア 2 0 の第 2 の磁極 P 2 に、実施の形態 2 で説明した係合部 2 6 、実施の形態 3 で説明したカシメ部 2 7 、および実施の形態 4 で説明したスリット部 2 8 が設けられている。

【 0 1 2 9 】

図 2 0 (B) は、ロータ 2 D の 1 磁極に対応する領域を拡大して示す横断面図である。係合部 2 6 およびカシメ部 2 7 は仮想円 C 1 の内側に形成され、スリット部 2 8 は仮想円 C 1 の外側に形成されている。この構成によれば、各ロータコア片 2 4 をより強固に固定すると共に、第 2 の磁極 P 2 における磁束密度分布の対称性を高め、振動をさらに抑制することができる。

【 0 1 3 0 】

< 空気調和装置 >

次に、上述した各実施の形態の電動機が適用可能な空気調和装置について説明する。図 2 1 (A) は、実施の形態 1 の電動機 1 を適用した空気調和装置 5 0 0 の構成を示す図である。空気調和装置 5 0 0 は、室外機 5 0 1 と、室内機 5 0 2 と、これらを接続する冷媒配管 5 0 3 とを備える。

10

20

30

40

50

【0131】

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1とを有する。室内送風機520は、羽根車521と、これを駆動する電動機1とを有する。電動機1はいずれも、実施の形態1で説明した構成を有する。なお、図21(A)には、冷媒を圧縮する圧縮機504も示されている。

【0132】

図21(B)は、室外機501の断面図である。電動機1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1のシャフト11には、ハブ506を介して羽根車505が取り付けられている。

10

【0133】

室外送風機510では、電動機1のロータ2の回転により、羽根車505が回転し、室外に送風する。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凝縮器(図示せず)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。

【0134】

室内送風機520(図21(A))では、電動機1のロータ2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。

20

【0135】

上述した実施の形態1の電動機1は、振動を抑制することができるため、室外送風機510および室内送風機520の静音性を向上することができ、空気調和装置500の全体の静音性を向上することができる。

【0136】

電動機1は、実施の形態1で説明した構成を有しているが、実施の形態2~4で説明した構成を有してもよい。また、各実施の形態で説明した電動機1は、ここでは室外送風機510および室内送風機520の両方に用いられているが、いずれか一方のみに用いられていてもよい。

【0137】

各実施の形態で説明した電動機1は、空気調和装置以外の電気機器、例えば、家庭用電気機器、換気扇、工作機械等に搭載してもよい。

30

【0138】

以上、望ましい実施の形態について具体的に説明したが、これらの実施の形態には各種の改良または変形を行なうことができる。

【符号の説明】

【0139】

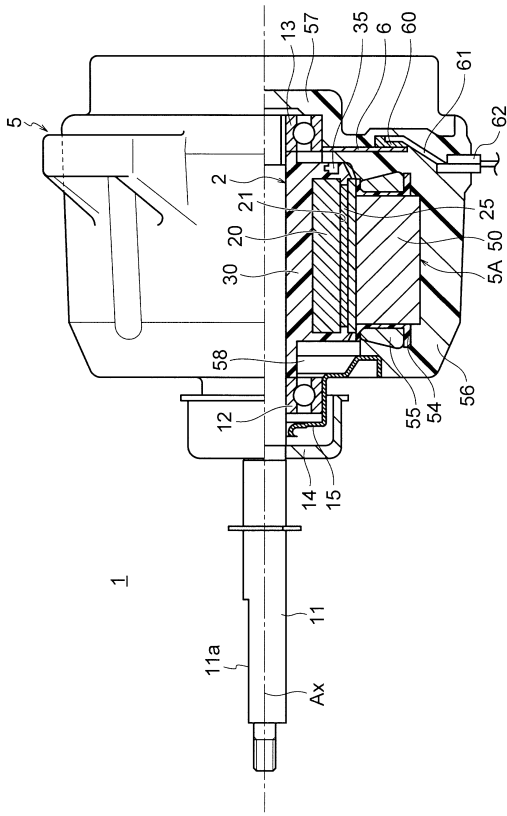
1 電動機、 2, 2A, 2B, 2C, 2D ロータ、 5A ステータ、 6 基板、 7 固定金型、 8 可動金型、 9 成形金型、 11 シャフト、 20 ロータコア、 20a 外周、 20b 内周、 21 磁石挿入孔、 22 フラックスバリア、 23 分割面、 24 ロータコア片、 25 永久磁石、 26 係合部、 26a 凸部、 26b 凹部、 27, 27a, 27b カシメ部、 28 スリット部、 28a, 28b スリット、 30 樹脂部、 33, 34 端面部、 5 モールドステータ、 50 ステータコア、 51 ヨーク、 52 ティース、 54 絶縁部、 55 コイル、 56 モールド樹脂部、 71, 81 キャビティ部、 200 母材基板、 201 積層要素、 501 室外機、 502 室内機、 503 冷媒配管、 505 羽根車、 510 室外送風機、 520 室内送風機、 521 羽根車。

40

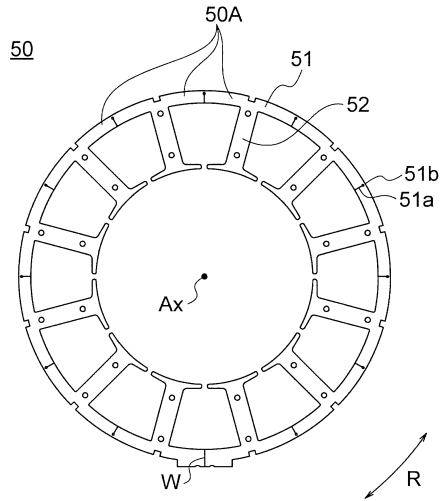
50

【図面】

【図 1】



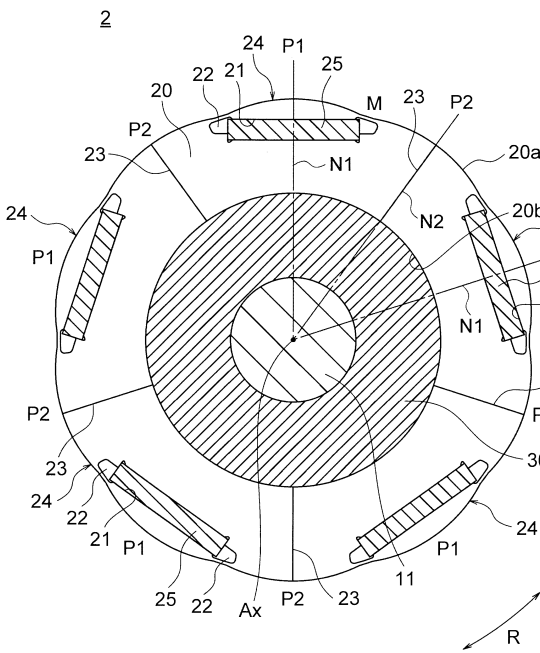
【図 2】



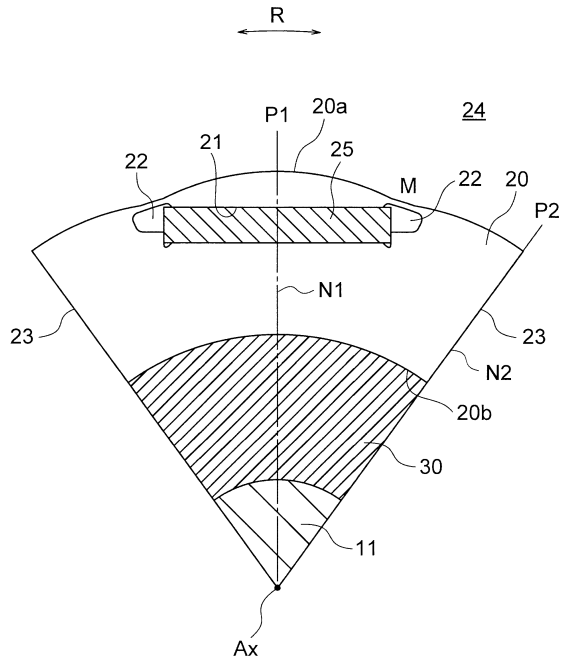
10

20

【図 3】



【図 4】

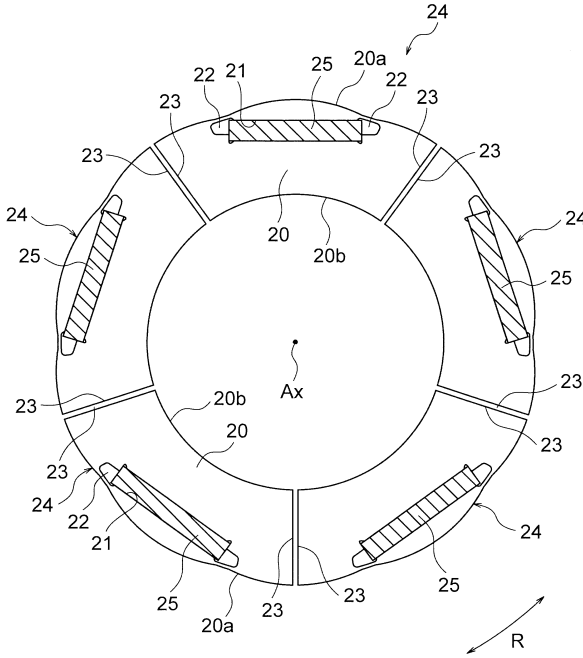


30

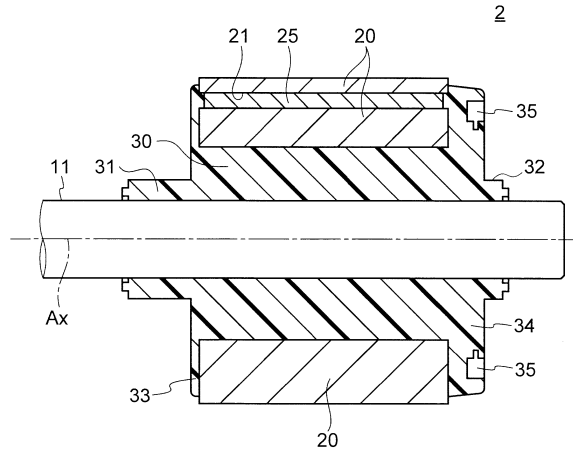
40

50

【図5】



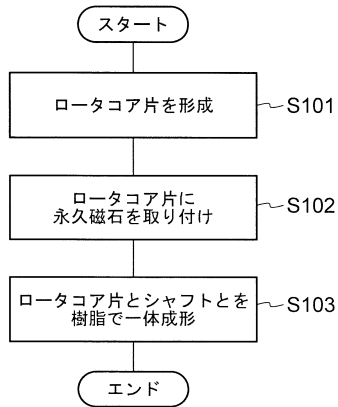
【図6】



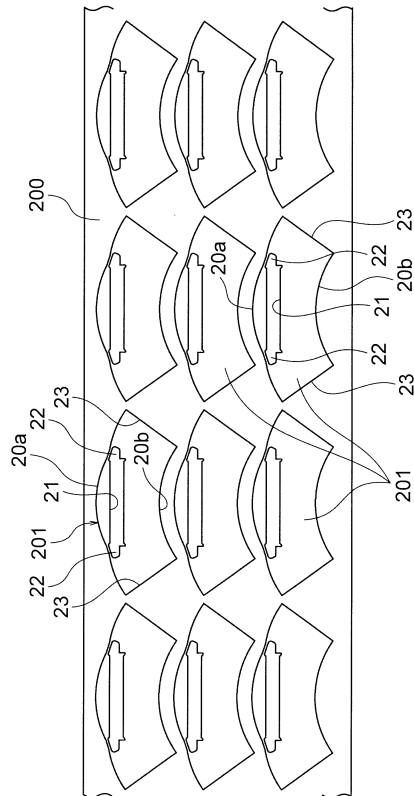
10

20

【図7】



【図8】

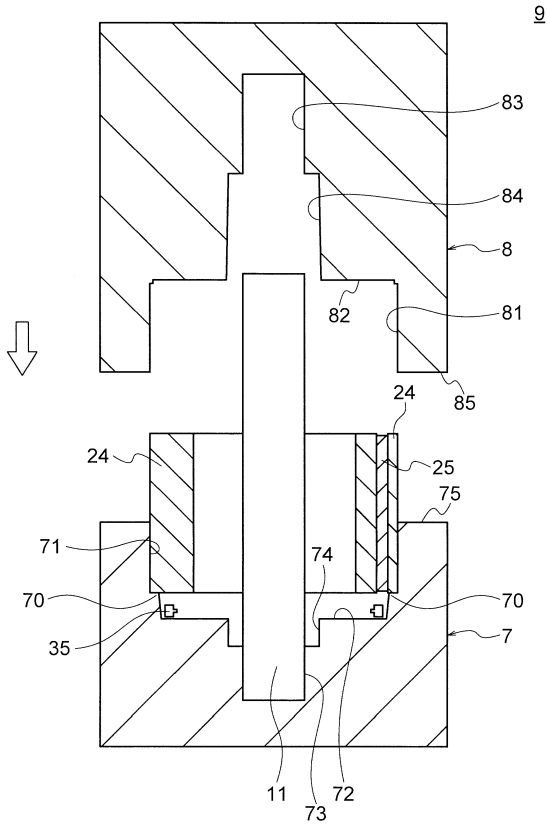


30

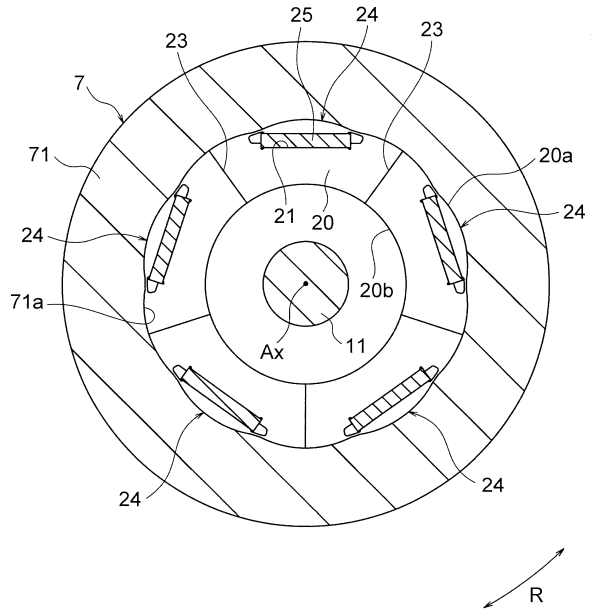
40

50

【図 9】



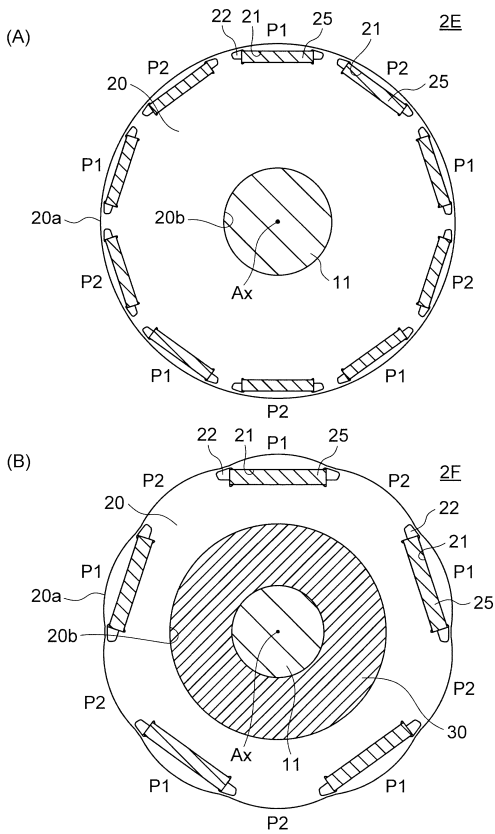
【図 10】



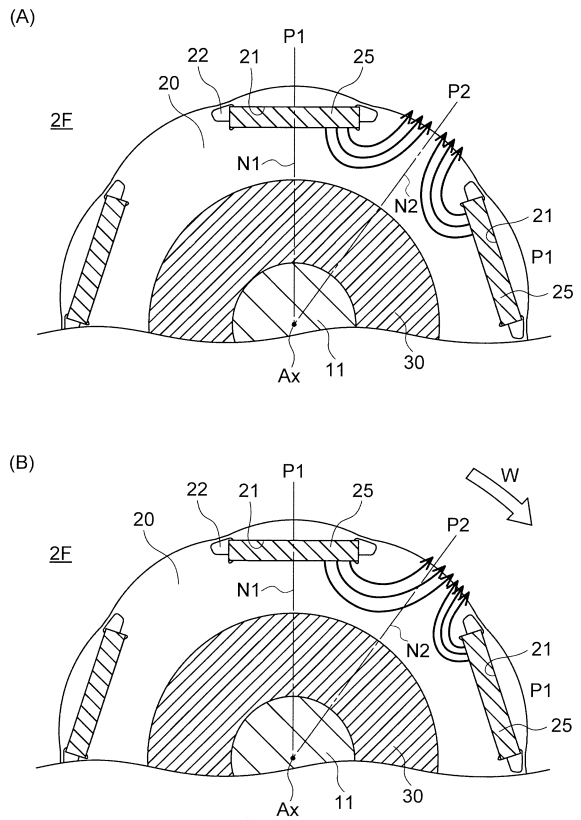
10

20

【図 11】



【図 12】

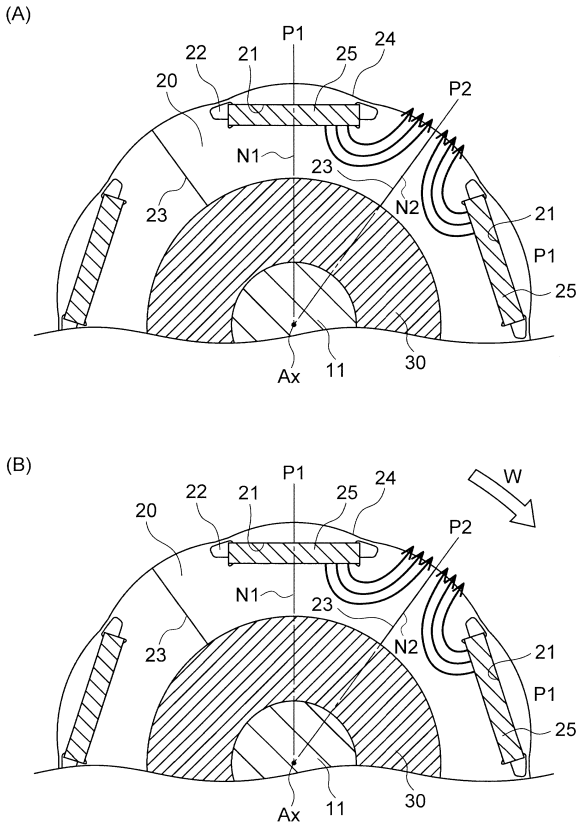


30

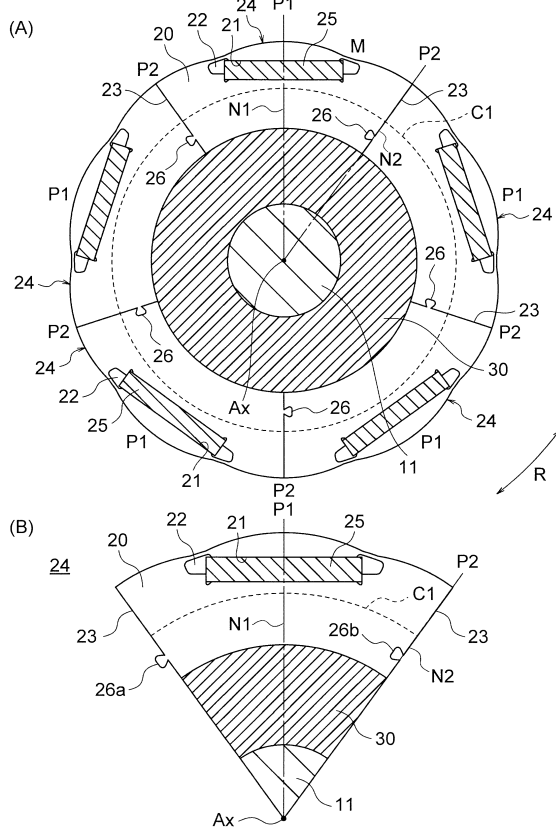
40

50

【 図 1 3 】



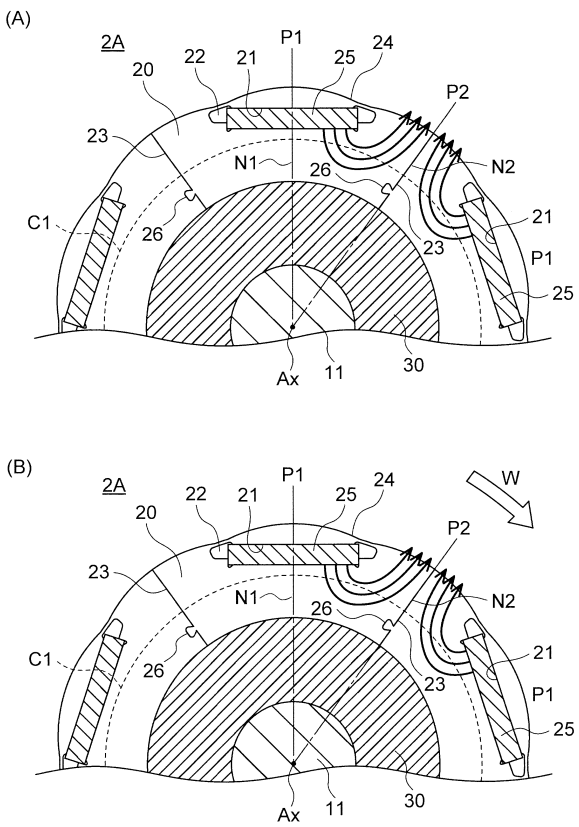
【 図 1 4 】



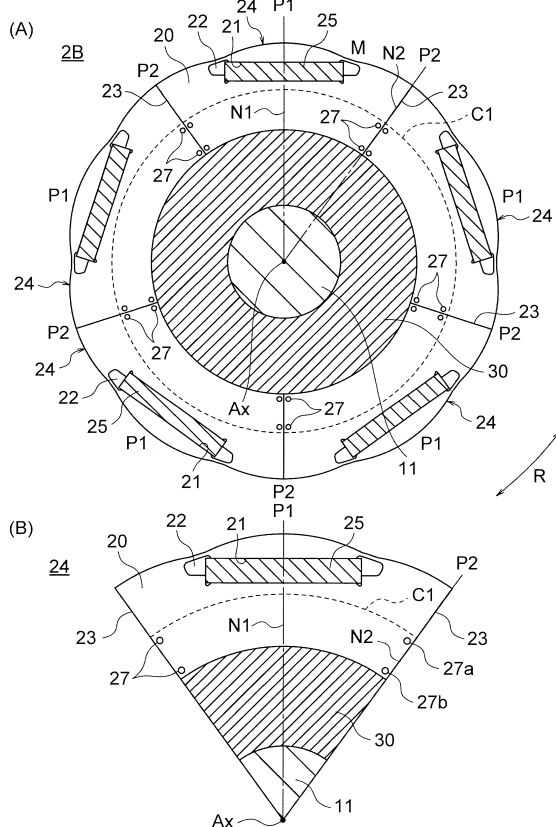
10

20

【 図 1 5 】



【 図 1 6 】

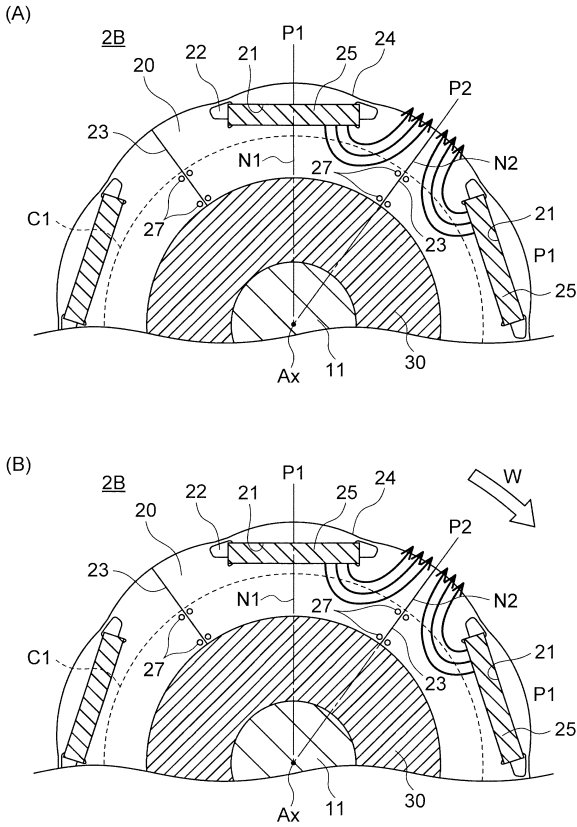


30

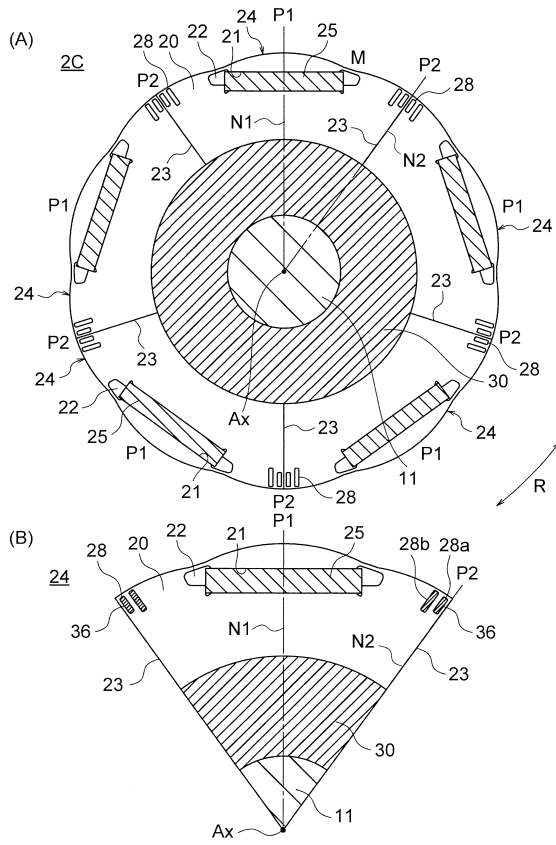
40

50

【図 17】



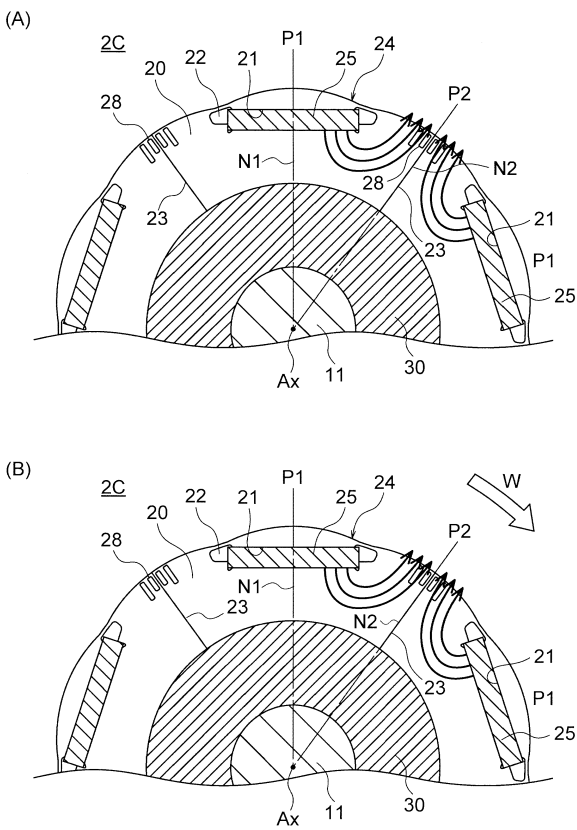
【図 18】



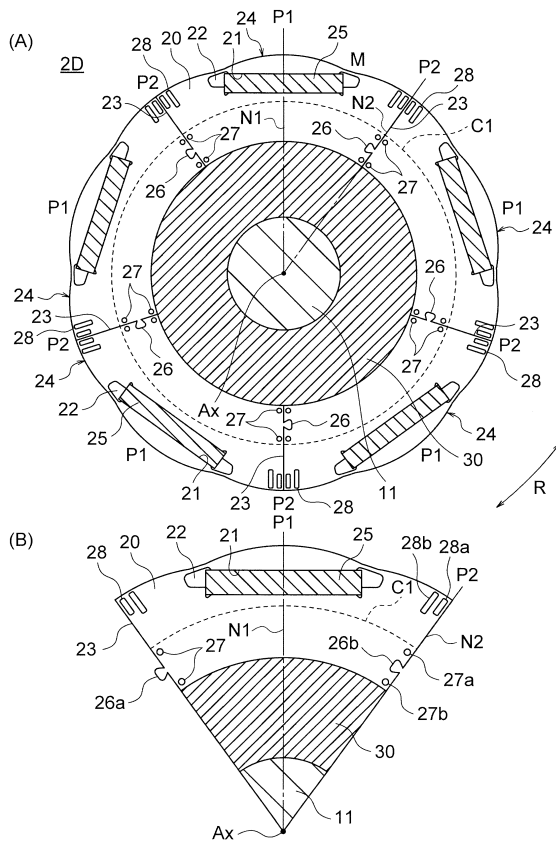
10

20

【図 19】



【図 20】

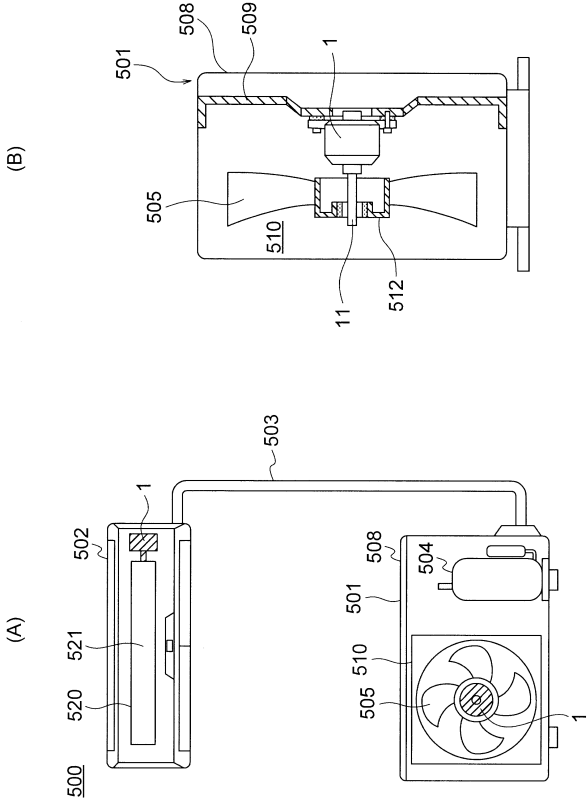


30

40

50

【 2 1 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

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

審査官 島倉 理

- (56)参考文献 国際公開第2017/085814(WO,A1)
国際公開第2020/003341(WO,A1)
国際公開第2019/016893(WO,A1)
特開2014-003815(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H02K 1/2746
H02K 15/03