

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7403685号  
(P7403685)

(45)発行日 令和5年12月22日(2023.12.22)

(24)登録日 令和5年12月14日(2023.12.14)

(51)国際特許分類 F I  
H 0 2 K 1/276(2022.01) H 0 2 K 1/276

請求項の数 18 (全22頁)

(21)出願番号	特願2022-563329(P2022-563329)	(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2年11月19日(2020.11.19)	(74)代理人	100116964 弁理士 山形 洋一
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/043191	(74)代理人	100120477 弁理士 佐藤 賢改
(87)国際公開番号	WO2022/107273	(74)代理人	100135921 弁理士 篠原 昌彦
(87)国際公開日	令和4年5月27日(2022.5.27)	(74)代理人	半田 淳一
審査請求日	令和4年11月10日(2022.11.10)	(74)代理人	100203677 弁理士 山口 力
		(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 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 回転子、電動機、送風機、空気調和装置、及び回転子の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の回転子鉄心と、

前記第1の回転子鉄心の第1の径方向外向きの面に当接する第1の面と径方向外向きの第2の面とを有する複数の永久磁石と、

径方向内向きの面を有する複数の第2の回転子鉄心であって、前記複数の第2の回転子鉄心の前記径方向内向きの面が前記複数の永久磁石の前記第2の面にそれぞれ当接する前記複数の第2の回転子鉄心と、

前記複数の第2の回転子鉄心のうちの隣接する第2の回転子鉄心の間であって、前記第2の回転子鉄心の径方向外向きの面である第2の径方向外向きの面より前記第2の回転子鉄心の径方向の内側で且つ前記第1の面より前記径方向の外側の領域に設けられた第1の樹脂部と

を有し、

前記第2の回転子鉄心の前記径方向内向きの面の周方向の長さが、前記第1の回転子鉄心の前記第1の径方向外向きの面の前記周方向の長さよりも長く、且つ、前記永久磁石の前記第2の面の前記周方向の長さよりも長い

回転子。

【請求項2】

前記第1の面及び前記第1の径方向外向きの面は、いずれも平面であって互いに密着していて、

前記第 2 の面及び前記径方向内向きの面は、いずれも平面であって互いに密着している請求項 1 に記載の回転子。

【請求項 3】

前記第 1 の面及び前記第 1 の径方向外向きの面は、同一形状の曲面であって互いに密着して、

前記第 2 の面及び前記径方向内向きの面は、同一形状の曲面であって互いに密着している請求項 1 に記載の回転子。

【請求項 4】

前記第 1 の面は、半円柱状の第 1 の凸面であり、

前記第 1 の径方向外向きの面は、前記第 1 の凸面に密着する半円柱状の第 1 の凹面であり、

前記第 2 の面は、半円柱状の第 2 の凹面であり、

前記径方向内向きの面は、前記第 2 の凹面に密着する半円柱状の第 2 の凸面である請求項 3 に記載の回転子。

【請求項 5】

前記第 2 の回転子鉄心は、

第 2 の径方向外向きの面と、

前記第 2 の径方向外向きの面と前記径方向内向きの面とを繋ぐ側面と

を更に有し、

前記永久磁石の磁極と前記回転子の回転軸とを結ぶ磁極中心線に直交し且つ前記回転子の回転軸に直交する方向に伸びる直線と前記側面とがなす角度のうち前記磁極中心線側の角度を  $\theta$  としたときに、

$\theta < 90^\circ$  である

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の回転子。

【請求項 6】

前記第 1 の回転子鉄心は、周方向に配列された複数の分割鉄心部を有する

請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の回転子。

【請求項 7】

前記複数の分割鉄心部の隣接する 2 つの分割鉄心部のうちの一方は、第 1 の嵌合部を有し、

前記 2 つの分割鉄心部のうちの他方は、前記第 1 の嵌合部に嵌合する第 2 の嵌合部を有する

請求項 6 に記載の回転子。

【請求項 8】

前記第 1 の回転子鉄心、前記永久磁石及び前記第 2 の回転子鉄心のそれぞれの前記回転子の回転軸の軸方向の端面を覆うように配置された第 2 の樹脂部を更に有する

請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の回転子。

【請求項 9】

前記第 2 の樹脂部と前記第 1 の樹脂部とは、一体に形成されている

請求項 8 に記載の回転子。

【請求項 10】

前記永久磁石は、直方体である

請求項 1 又は 2 に記載の回転子。

【請求項 11】

前記永久磁石は、焼結磁石である

請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載の回転子。

【請求項 12】

前記永久磁石は、ネオジウム希土類磁石である

請求項 1 から 11 のいずれか 1 項に記載の回転子。

【請求項 13】

10

20

30

40

50

請求項 1 から 1 2 のいずれか 1 項に記載の前記回転子と、  
固定子鉄心と  
を有する電動機。

【請求項 1 4】

前記固定子鉄心は、ティース部を有し、

前記回転子の回転軸と前記第 1 の樹脂部の径方向外向きの面である第 3 の径方向外向きの面の前記回転軸を中心とする周方向の一方の端部とを結ぶ第 1 の直線と、前記回転軸と前記第 3 の径方向外向きの面の前記周方向の他方の端部とを結ぶ第 2 の直線とがなす角度のうち前記第 1 の樹脂部側の角度を、

前記ティース部の数を T、

前記回転子の磁極の数を N としたときに、

$$> 360 \cdot (T - N) / (T \cdot N) \text{ である}$$

請求項 1 3 に記載の電動機。

10

【請求項 1 5】

前記固定子鉄心は、ヨーク部と、ティース部とを有し、

前記ティース部は、

前記ヨーク部から前記固定子鉄心の径方向の内側に伸びるティース延伸部と、前記ティース延伸部より前記径方向の内側に配置されて前記ティース延伸部より前記固定子鉄心の周方向に幅広なティース先端部とを有し、

前記第 2 の回転子鉄心の前記周方向の長さは、前記ティース先端部の前記周方向の長さ以下である

請求項 1 3 に記載の電動機。

20

【請求項 1 6】

請求項 1 3 から 1 5 のいずれか 1 項に記載の前記電動機と、

前記電動機によって駆動されるファンと

を有する送風機。

【請求項 1 7】

請求項 1 6 に記載の前記送風機を

有する空気調和装置。

【請求項 1 8】

第 1 の回転子鉄心と、前記第 1 の回転子鉄心の第 1 の径方向外向きの面に当接する第 1 の面と径方向外向きの第 2 の面とを有する複数の永久磁石と、径方向内向きの面を有する複数の第 2 の回転子鉄心であって、前記複数の第 2 の回転子鉄心の前記径方向内向きの面が前記複数の永久磁石の前記第 2 の面にそれぞれ当接する前記複数の第 2 の回転子鉄心とを有する第 1 の構造体を形成する工程と、

前記複数の第 2 の回転子鉄心のうちの隣接する第 2 の回転子鉄心の間であって、前記第 2 の回転子鉄心の径方向外向きの面である第 2 の径方向外向きの面より前記第 2 の回転子鉄心の径方向の内側で且つ前記第 2 の面より前記径方向の外側の領域に樹脂を充填して第 1 の樹脂部を形成する工程と

を有し、

前記第 2 の回転子鉄心の前記径方向内向きの面の周方向の長さが、前記第 1 の回転子鉄心の前記第 1 の径方向外向きの面の前記周方向の長さよりも長く、且つ、前記永久磁石の前記第 2 の面の前記周方向の長さよりも長い

30

40

回転子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、回転子、電動機、送風機、空気調和装置、及び回転子の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

50

電動機の回転子として、永久磁石と、永久磁石が取り付けられる回転子鉄心とを有する回転子が知られている。例えば、特許文献 1 を参照。特許文献 1 の回転子鉄心は、永久磁石が挿入される磁石挿入部を有する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2013-74660 号公報

【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、特許文献 1 の回転子では、磁気吸引力によって、永久磁石が磁石挿入部の径方向内向きの面及び径方向外向きの面のうちのいずれか一方の面に密着し、永久磁石と他方の面との間には間隙が形成される。この場合、回転子から電動機の固定子に流れる永久磁石の磁束の磁束量が低下するという課題があった。

【0005】

本開示は、永久磁石の磁束の磁束量の低下を防止することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示の一態様に係る回転子は、第 1 の回転子鉄心と、前記第 1 の回転子鉄心の第 1 の径方向外向きの面に当接する第 1 の面と径方向外向きの第 2 の面とを有する複数の永久磁石と、径方向内向きの面を有する複数の第 2 の回転子鉄心であって、前記複数の第 2 の回転子鉄心の前記径方向内向きの面が前記複数の永久磁石の前記第 2 の面にそれぞれ当接する前記複数の第 2 の回転子鉄心と、前記複数の第 2 の回転子鉄心のうちの隣接する第 2 の回転子鉄心の間であって、前記第 2 の回転子鉄心の径方向外向きの面である第 2 の径方向外向きの面より前記第 2 の回転子鉄心の径方向の内側で且つ前記第 1 の面より前記径方向の外側の領域に設けられた第 1 の樹脂部とを有する。前記第 2 の回転子鉄心の前記径方向内向きの面の周方向の長さは、前記第 1 の回転子鉄心の前記第 1 の径方向外向きの面の前記周方向の長さよりも長く、且つ、前記永久磁石の前記第 2 の面の前記周方向の長さよりも長い。

【発明の効果】

【0007】

本開示によれば、永久磁石の磁束の磁束量の低下を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図 1】実施の形態 1 に係る電動機の構成の一部を示す平面図である。

【図 2】図 1 に示される電動機の回転子の構成の一部を示す平面図である。

【図 3】実施の形態 1 に係る回転子の構成を示す側面図である。

【図 4】図 1 に示される固定子鉄心のティース先端部周辺の構成を示す拡大平面図である。

【図 5】実施の形態 1 に係る回転子の製造工程を示すフローチャートである。

【図 6】(A) ~ (C) は、回転子の中間構造体の製造工程の一例を示す模式図である。

【図 7】実施の形態 1 の変形例 1 に係る回転子の構成を示す平面図である。

【図 8】実施の形態 1 の変形例 2 に係る回転子の構成を示す平面図である。

【図 9】実施の形態 2 に係る回転子の構成を示す拡大平面図である。

【図 10】実施の形態 3 に係る回転子の構成を示す平面図である。

【図 11】実施の形態 3 の変形例に係る回転子の構成を示す平面図である。

【図 12】実施の形態 4 に係る回転子の構成を示す断面図である。

【図 13】実施の形態 5 に係る送風機の構成を示す図である。

【図 14】実施の形態 6 に係る空気調和装置の構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

10

20

30

40

50

以下に、本開示の実施の形態に係る回転子、電動機、送風機、空気調和装置、及び回転子の製造方法を、図面を参照しながら説明する。以下の実施の形態は、例にすぎず、実施の形態を適宜組み合わせること及び各実施の形態を適宜変更することが可能である。

【0010】

図面相互の関係についての理解を容易にするために、各図には、必要に応じて、 $x$   $y$   $z$  直交座標系が示されている。 $z$  軸は、回転子の軸線  $C$  に平行な座標軸である。 $x$  軸は、 $z$  軸に直交する座標軸である。 $y$  軸は、 $x$  軸及び  $z$  軸の両方に直交する座標軸である。

【0011】

《実施の形態1》

電動機

図1は、実施の形態1に係る電動機100の構成を示す平面図である。電動機100は、永久磁石同期電動機である。電動機100は、回転子1と、固定子5とを有している。回転子1は、固定子5より内側に配置されている。つまり、電動機100は、インナロータ型の電動機である。回転子1と固定子5との間には、エアギャップが形成されている。エアギャップは、例えば、 $0.3\text{mm} \sim 1.0\text{mm}$ の範囲内の予め決められた間隙である。

【0012】

回転子

回転子1は、第1の回転子鉄心10と、複数の第2の回転子鉄心20と、複数の永久磁石30と、第1の樹脂部としての樹脂部41と、シャフト50とを有している。回転子1は、シャフト50の軸線  $C$  を中心に回転可能である。

【0013】

シャフト50は、 $z$  軸方向に伸びている。シャフト50は、第1の回転子鉄心10の中空部13に連結されている。シャフト50は、例えば、焼き嵌め又は圧入等によって、中空部13に連結されている。これにより、シャフト50が回転したときに発生する回転エネルギーが、第1の回転子鉄心10に伝達される。なお、以下の説明では、 $z$  軸方向を「軸方向」とも呼ぶ。また、軸線  $C$  を中心とする円の円周に沿った方向を「周方向」（例えば、図1において、矢印で示される周方向  $R$ ）、 $z$  軸方向に直交して軸線  $C$  を通る直線方向を「径方向」と呼ぶ。

【0014】

図2は、実施の形態1に係る回転子1の構成の一部を示す平面図である。図3は、実施の形態1に係る回転子1の構成を示す側断面図である。図2及び3に示されるように、第1の回転子鉄心10は、シャフト50に支持されている。第1の回転子鉄心10は、第1の径方向外向きの面としての径方向外向きの面11と、複数の突出部12とを有している。

【0015】

実施の形態1では、径方向外向きの面11は、 $z$  軸方向に長い平面である。ここで、回転子1の永久磁石30に形成された磁極  $P$  とシャフト50の軸線  $C$  とを結ぶように径方向に伸びる磁極中心線を  $M$  としたとき、径方向内外向きの面11は、 $z$  軸方向に平行で及び磁極中心線  $M$  に直交する方向に伸びる直線にも平行な平面である。

【0016】

突出部12は、径方向外向きの面11から径方向の外側に突出している。突出部12は、永久磁石30の周方向  $R$  の端面を支持している。なお、後述の図8に示されるように、径方向外向きの面11bは、曲面（例えば、半円柱状の凹面）であってもよい。

【0017】

複数の第2の回転子鉄心20は、永久磁石30を挟んで第1の回転子鉄心10より径方向の外側に配置されている。第2の回転子鉄心20は、第2の径方向外向きの面としての径方向外向きの面21と、第2の径方向内向きの面としての径方向内向きの面22とを有している。

【0018】

実施の形態1では、径方向外向きの面21は、半円柱状の凸面である。径方向内向きの面22は、 $z$  軸方向に長い平面である。また、径方向内向きの面22は、 $z$  軸方向に平行

10

20

30

40

50

で磁極中心線 M に直交する方向に伸びる直線にも平行な平面である。なお、後述の図 8 に示されるように、径方向内向きの面 2 2 b は、曲面（例えば、半円柱状の凹凸面）であってもよい。

【 0 0 1 9 】

第 2 の回転子鉄心 2 0 は、径方向外向きの面 2 1 と径方向内向きの面 2 2 とを繋ぐ側面 2 3 を更に有している。実施の形態 1 では、径方向内向きの面 2 2 と側面 2 3 とがなす角度は、90 度である。なお、後述の図 9 に示されるように、径方向内向きの面 2 2 と側面 2 2 3 とがなす角度は、90 度より小さくてもよい。

【 0 0 2 0 】

第 1 の回転子鉄心 1 0 及び第 2 の回転子鉄心 2 0 はそれぞれ、z 軸方向に積層された複数の電磁鋼板（図示しない）を有している。第 1 の回転子鉄心 1 0 及び第 2 の回転子鉄心 2 0 に用いられる電磁鋼板の 1 枚当たりの板厚は、例えば、0.1 mm ~ 0.7 mm の範囲内の決められた厚さであり、例えば、0.35 mm である。

10

【 0 0 2 1 】

実施の形態 1 では、回転子 1 は、例えば、6 個の永久磁石 3 0 を有している。なお、永久磁石 3 0 は、第 1 の回転子鉄心 1 0 と第 2 の回転子鉄心 2 0 との間に配置されている。なお、永久磁石 3 0 の個数は 6 個に限らず、2 個以上の任意の数であればよい。

【 0 0 2 2 】

永久磁石 3 0 は、第 1 の面 3 1 と、第 2 の面 3 2 とを有している。第 1 の面 3 1 は、第 1 の回転子鉄心 1 0 の径方向外向きの面 1 1 に当接している。第 2 の面 3 2 は、第 2 の回転子鉄心 2 0 の径方向内向きの面 2 2 に当接している。これにより、永久磁石 3 0 と第 1 の回転子鉄心 1 0 との間及び永久磁石 3 0 と第 2 の回転子鉄心 2 0 との間には、空隙である空気層が存在しない。一般的に、空気層の透磁率は、金属材料の透磁率より低い。実施の形態 1 に係る回転子 1 では、永久磁石 3 0 と第 1 の回転子鉄心 1 0 との間及び永久磁石 3 0 と第 2 の回転子鉄心 2 0 との間には、空気層が存在しない。これにより、永久磁石 3 0 から固定子 5 のコイル 6 4（図 1 参照）に流れる磁束（以下、「鎖交磁束」ともいう）の磁束量の低下を防止することができる。

20

【 0 0 2 3 】

永久磁石 3 0 の第 1 の面 3 1 及び第 1 の回転子鉄心 1 0 の径方向外向きの面 1 1 は、いずれも平面であって互いに密着している。これにより、永久磁石 3 0 と第 1 の回転子鉄心 1 0 との間に、空隙が発生しない。また、永久磁石 3 0 の第 2 の面 3 2 及び第 2 の回転子鉄心 2 0 の径方向内向きの面 2 2 も、いずれも平面であって互いに密着している。これにより、永久磁石 3 0 と第 2 の回転子鉄心 2 0 との間に、空隙が発生しない。このように、永久磁石 3 0 が第 1 の回転子鉄心 1 0 及び第 2 の回転子鉄心 2 0 に密着していることにより、鎖交磁束の磁束量の低下を防止することができる。

30

【 0 0 2 4 】

実施の形態 1 では、永久磁石 3 0 は直方体である。つまり、永久磁石 3 0 の軸方向の端面の形状は、長方形である。このため、実施の形態 1 では、永久磁石 3 0 の第 1 の面 3 1 及び第 2 の面 3 2 はそれぞれ、平面である。これにより、簡易な形状によって、永久磁石 3 0 を第 1 の回転子鉄心 1 0 及び第 2 の回転子鉄心 2 0 に密着させることができる。また、永久磁石 3 0 が直方体であることによって、永久磁石 3 0 を成形するための金型の構造を簡易化することができる。なお、第 1 の面 3 1 及び第 2 の面 3 2 は平面に限らず、他の形状の面であってもよい。例えば、後述の図 8 に示されるように、第 1 の面 3 1 b 及び第 2 の面 3 2 b は半円柱状の凹面であってもよい。

40

【 0 0 2 5 】

実施の形態 1 では、永久磁石 3 0 は、焼結磁石である。つまり、実施の形態 1 では、永久磁石 3 0 は、粉末冶金法によって形成されている。一般的に、焼結磁石の密度は、樹脂を含むボンド磁石の密度より大きい。そのため、永久磁石 3 0 の磁力を向上させることができる。

【 0 0 2 6 】

50

一方、焼結磁石の寸法精度は、ボンド磁石の寸法精度より低い。そのため、磁石挿入部を有する回転子鉄心に焼結磁石が挿入された場合、磁石挿入部と焼結磁石との間に間隙が発生し易いため、永久磁石の磁石磁束量が低下する。実施の形態1では、上述した通り、永久磁石30は第1の回転子鉄心10及び第2の回転子鉄心20にそれぞれ、密着している。そのため、永久磁石30と第1の回転子鉄心10との間、及び永久磁石30と第2の回転子鉄心20との間には間隙が発生しない。よって、永久磁石30が焼結磁石である場合であっても、鎖交磁束の磁束量が低下することを防止できる。

#### 【0027】

永久磁石30は、希土類磁石である。具体的には、永久磁石30は、ネオジウム(Nd)、鉄(Fe)及びホウ素(B)を含むネオジウム希土類磁石である。これにより、ネオジウム希土類磁石の最大エネルギー積は、他の磁石の最大エネルギー積より大きい。ここで、最大エネルギー積とは、永久磁石の磁界と磁束密度の積であるエネルギー積の最大値のことである。つまり、最大エネルギー積は、1つの永久磁石から取り出せる最大磁石磁束量の目安を示す指標値である。よって、永久磁石30がネオジウム希土類磁石である場合、当該永久磁石30の磁力を向上させることができる。

10

#### 【0028】

一方、ネオジウム希土類磁石は、酸素と反応した場合に錆び易いという性質を有している。実施の形態1では、上述した通り、永久磁石30は第1の回転子鉄心10及び第2の回転子鉄心20にそれぞれ接しているため、永久磁石30が空気に晒される面積が減少する。よって、永久磁石30に錆が発生することを抑制でき、永久磁石30の良好な磁気特性を維持することができる。

20

#### 【0029】

樹脂部41は、複数の第2の回転子鉄心20のうちの周方向Rに隣接する2つの第2の回転子鉄心20の間を埋めるように設けられている。これにより、複数の第2の回転子鉄心20及び複数の永久磁石30を、第1の回転子鉄心10に固定することができる。

#### 【0030】

また、樹脂部41が、周方向Rに隣接する2つの第2の回転子鉄心20の間を埋めていることにより、当該2つの第2の回転子鉄心20の間における磁気抵抗が大きくなるため、周方向Rに隣接する磁極Pの間における漏れ磁束が抑制される。よって、永久磁石30の磁束が固定子5に流れずに、隣接する磁極Pの間において磁束が短絡することを抑制できる。これにより、鎖交磁束の磁束量が低下することを防止できる。

30

#### 【0031】

樹脂部41は、熱可塑性樹脂から形成されている。樹脂部41は、例えば、PBT(Poly Butylene Terephthalate)樹脂、PPS(Poly Phenylene Sulfide)樹脂、PET(Poly Ethylene Terephthalate)樹脂及びLCP(Liquid Crystal Polymer)樹脂のうちいずれか1つの樹脂から形成されている。なお、樹脂部41は、他の熱可塑性樹脂から形成されていてもよく、熱可塑性樹脂とは異なる他の樹脂から形成されていてもよい。

#### 【0032】

樹脂部41は、第3の径方向外向きの面としての径方向外向きの面41aを有している。径方向外向きの面41aは、曲面(図2に示す例では、半円柱状の凸面)である。ここで、軸線Cと樹脂部41の径方向外向きの面41aの周方向Rの一方の端部41bとを結ぶ直線である第1の直線をS1、軸線Cと径方向外向きの面41aの周方向Rの他方の端部41cとを結ぶ直線である第2の直線をS2とする。また、第1の直線S1と第2の直線S2とがなす角度のうち樹脂部41側の角度を $\theta$ とする。角度 $\theta$ は、周方向Rに隣接する2つの第2の回転子鉄心20の間を埋める樹脂部41の軸線Cを中心とする角度範囲である。言い換えれば、角度 $\theta$ は、隣接する磁極Pの間に位置する樹脂部41の軸線Cを中心とする角度範囲である。

40

#### 【0033】

50

ここで、固定子 5 のティース部 6 2 ( 図 1 参照 ) の数を T、回転子 1 の磁極 P の数 ( 以下、「磁極数」ともいう ) を N としたときに、角度  $\theta$  は、以下の式 ( 1 ) を満たす。

$$\theta > 360^\circ \cdot (T - N) / (T \cdot N) \quad (1)$$

これにより、複数の第 2 の回転子鉄心 2 0 及び複数の永久磁石 3 0 を第 1 の回転子鉄心 1 0 に強固に固定しつつ、永久磁石 3 0 の周方向 R の長さが十分に確保されることで回転子 1 の磁力を十分に確保することができる。

#### 【 0 0 3 4 】

図 3 に示されるように、樹脂部 4 1 の軸方向の一方の端面 4 1 e は、第 1 の回転子鉄心 1 0 の軸方向の一方の端面 1 0 e、第 2 の回転子鉄心 2 0 の軸方向の一方の端面 2 0 e 及び永久磁石 3 0 の軸方向の一方の端面 3 0 e と面一である。また、樹脂部 4 1 の軸方向の他方の端面 4 1 f は、第 1 の回転子鉄心 1 0 の軸方向の他方の端面 1 0 f、第 2 の回転子鉄心 2 0 の軸方向の他方の端面 2 0 f 及び永久磁石 3 0 の軸方向の他方の端面 3 0 f と面一である。これにより、複数の第 2 の回転子鉄心 2 0 及び複数の永久磁石 3 0 を第 1 の回転子鉄心 1 0 に強固に固定することができる。

10

#### 【 0 0 3 5 】

樹脂部 4 1 は、回転子 1 に備えられている他の樹脂部と一体に形成されていてもよい。例えば、樹脂部 4 1 は、シャフト 5 0 と第 1 の回転子鉄心 1 0 との間に埋められた他の樹脂部と連結されていてもよい。また、後述の図 1 2 に示されるように、樹脂部 4 1 は、第 1 の回転子鉄心 1 0、第 2 の回転子鉄心 2 0 及び永久磁石 3 0 のそれぞれの軸方向の端面を覆うように配置された他の樹脂部 ( 図 1 2 では、第 2 の樹脂部 4 4 2、4 4 3 ) と一体に形成されていてもよい。

20

#### 【 0 0 3 6 】

##### 固定子

次に、固定子 5 の構成について説明する。図 1 に示されるように、固定子 5 は、固定子鉄心 6 0 を有している。

#### 【 0 0 3 7 】

固定子鉄心 6 0 は、z 軸方向に積層された複数の電磁鋼板 ( 図示しない ) を有している。実施の形態 1 では、固定子鉄心 6 0 に用いられる電磁鋼板の板厚は、第 1 の回転子鉄心 1 0 及び第 2 の回転子鉄心 2 0 に用いられる電磁鋼板の板厚と同じ厚さである。z 軸方向に積層された複数の電磁鋼板のうちの z 軸方向に隣接する 2 つの電磁鋼板は、カシメ加工等によって固定されている。固定子鉄心 6 0 は、フレーム 7 に固定されている。なお、固定子鉄心 6 0 に用いられる電磁鋼板の板厚は 0 . 1 mm ~ 0 . 7 mm の範囲内の決められた厚さであれば、第 1 の回転子鉄心 1 0 及び第 2 の回転子鉄心 2 0 に用いられる電磁鋼板 1 5 の板厚と異なってもよい。

30

#### 【 0 0 3 8 】

固定子鉄心 6 0 は、ヨーク部 6 1 と、複数のティース部 6 2 と、複数のスロット部 6 3 とを有している。

#### 【 0 0 3 9 】

ヨーク部 6 1 は、周方向 R に伸びている。複数のティース部 6 2 は、周方向 R に等角度の間隔で配置されている。複数のティース部 6 2 のうちの各ティース部 6 2 には、コイル 6 4 が巻き付けられる。なお、複数のティース部 6 2 の個数は、2 個以上の任意の数である。スロット部 6 3 は、複数のティース部 6 2 のうちの周方向 R に隣接する 2 つのティース部 6 2 の間に形成された空間である。

40

#### 【 0 0 4 0 】

図 4 は、実施の形態 1 に係る電動機 1 0 0 のティース部 6 2 周辺の構成を示す拡大平面図である。図 1 及び 4 に示されるように、ティース部 6 2 は、ティース延伸部 6 2 a と、ティース先端部 6 2 b とを有している。ティース延伸部 6 2 a は、ヨーク部 6 1 の内周面 6 1 a から径方向の内側に伸びている。ティース先端部 6 2 b は、ティース延伸部 6 2 a より径方向の内側に配置されている。ティース先端部 6 2 b は、ティース部 6 2 におけるティース延伸部 6 2 a より周方向 R に幅広な部分である。

50

## 【 0 0 4 1 】

図 4 に示されるように、第 2 の回転子鉄心 2 0 の周方向 R の長さを  $W_1$ 、ティース先端部 6 2 b の周方向 R の長さを  $W_2$  としたとき、長さ  $W_1$  は、長さ  $W_2$  より小さい。これにより、永久磁石 3 0 の磁束が第 2 の回転子鉄心 2 0 を通ってティース先端部 6 2 b に流れるときに、当該磁束の漏れが発生し難くなる。つまり、永久磁石 3 0 からティース部 6 2 を通ってコイル 6 4 ( 図 1 参照 ) に流れる鎖交磁束の磁束量の低下が防止されるため、電動機 1 0 0 の出力トルクを向上させることができる。なお、長さ  $W_1$  は長さ  $W_2$  以下であればよく、長さ  $W_1$  は長さ  $W_2$  と同じであってもよい。つまり、長さ  $W_1$  及び長さ  $W_2$  は、以下の式 ( 2 ) を満たしていればよい。

$$W_1 \geq W_2 \quad ( 2 )$$

10

## 【 0 0 4 2 】

図 1 に示されるように、固定子鉄心 6 0 は、スロット部 6 3 に配置されたコイル 6 4 及び絶縁部 6 5 を更に有している。コイル 6 4 は、例えば、マグネットワイヤである。コイル 6 4 の巻線方式は、例えば、コイル 6 4 が絶縁部 6 5 を介してティース部 6 2 に直接巻き付けられる集中巻である。コイル 6 4 の巻数及び線径は、電動機 1 0 0 に要求される特性 ( 回転数及びトルク等 )、電圧仕様、及びスロット部 6 3 の断面積に基づいて定められる。コイル 6 4 に、指令回転速度に同期した周波数の電流が通電することにより、回転子 1 を回転させる回転磁界が発生する。絶縁部 6 5 は、例えば、絶縁フィルムである。

## 【 0 0 4 3 】

## 回転子の製造方法

20

次に、図 5 を用いて回転子 1 の製造方法について説明する。図 5 は、回転子 1 の製造工程を示すフローチャートである。なお、以下に説明する回転子 1 の製造方法は一例であり、他の製造方法であってもよい。

## 【 0 0 4 4 】

ステップ S T 1 では、第 1 の回転子鉄心 1 0、複数の第 2 の回転子鉄心 2 0 及び複数の永久磁石 3 0 を有する第 1 の構造体、つまり、後述の図 6 ( C ) に示される中間構造体 8 0 が形成される。中間構造体 8 0 は、回転子 1 の製造工程の途中で形成される構造体である。なお、中間構造体 8 0 を形成する製造工程の詳細については、後述する。

## 【 0 0 4 5 】

ステップ S T 2 では、複数の第 2 の回転子鉄心 2 0 のうちの隣接する第 2 の回転子鉄心 2 0 の間に樹脂を充填することで樹脂部 4 1 が形成される。このように、中間構造体 8 0 の製造工程では、永久磁石 3 0 及び第 2 の回転子鉄心 2 0 のそれぞれの位置が決められた後に、隣接する 2 つの第 2 の回転子鉄心 2 0 の間に樹脂が埋められる。これにより、永久磁石 3 0 と第 1 の回転子鉄心 1 0 との間及び永久磁石 3 0 と第 2 の回転子鉄心 2 0 との間に隙が発生することを防止できる。

30

## 【 0 0 4 6 】

次に、図 6 ( A ) ~ ( C ) を用いて、回転子 1 の中間構造体 8 0 の製造工程について説明する。図 6 ( A ) ~ ( C ) は、中間構造体 8 0 の製造工程を示す模式図である。中間構造体 8 0 の製造工程では、図 2 に示される樹脂部 4 1 を形成するための金型である成形金型が用いられる。なお、中間構造体 8 0 の工程順序は、図 6 ( A )、( B ) 及び ( C ) の順序に限らず、他の順序であってもよい。

40

## 【 0 0 4 7 】

図 6 ( A ) に示されるように、シャフト 5 0 が連結された第 1 の回転子鉄心 1 0 を成形金型に配置する。

## 【 0 0 4 8 】

図 6 ( B ) に示されるように、成形金型に配置された第 1 の回転子鉄心 1 0 の径方向外向きの面 1 1 に、複数の永久磁石 3 0 の各永久磁石 3 0 の第 1 の面 3 1 を当接させる。

## 【 0 0 4 9 】

図 6 ( C ) に示されるように、複数の永久磁石 3 0 の第 2 の面 3 2 に、複数の第 2 の回転子鉄心 2 0 の径方向内向きの面 2 2 をそれぞれ当接させる。これにより、第 1 の回転子

50

鉄心 10、複数の永久磁石 30 及び複数の第 2 の回転子鉄心 20 を有する中間構造体 80 が形成される。

【0050】

実施の形態 1 の効果

以上に説明した実施の形態 1 によれば、永久磁石 30 の第 1 の面 31 が第 1 の回転子鉄心 10 の径方向外向きの面 11 に当接し、且つ永久磁石 30 の第 2 の面 32 が第 2 の回転子鉄心 20 の径方向内向きの面 22 に当接している。これにより、永久磁石 30 と第 1 の回転子鉄心 10 との間、及び永久磁石 30 と第 2 の回転子鉄心 20 との間には、間隙が発生しない。そのため、鎖交磁束の磁束量が低減することを防止できる。

【0051】

また、実施の形態 1 によれば、樹脂部 41 が、複数の第 2 の回転子鉄心 20 の周方向 R に隣接する 2 つの第 2 の回転子鉄心 20 の間を埋めている。これにより、複数の第 2 の回転子鉄心 20 が第 1 の回転子鉄心 10 に固定されている。また、周方向 R に隣接する 2 つの第 2 の回転子鉄心 20 の間を埋めていることにより、当該 2 つの第 2 の回転子鉄心 20 の間における磁気抵抗が大きくなるため、周方向 R に隣接する 2 つの磁極間における漏れ磁束が抑制される。よって、永久磁石 30 の磁束が固定子 5 に流れずに、回転子 1 の隣接する磁極間において磁束が短絡することを抑制できる。したがって、鎖交磁束の磁束量を多くすることができる。

【0052】

また、実施の形態 1 によれば、永久磁石 30 の第 1 の面 31 及び第 1 の回転子鉄心 10 の径方向外向きの面 11 が互いに平行であり、永久磁石 30 の第 2 の面 32 及び第 2 の回転子鉄心 20 の径方向内向きの面 22 が互いに平行である。これにより、永久磁石 30 と第 1 の回転子鉄心 10 との間、及び永久磁石 30 と第 2 の回転子鉄心 20 との間に間隙が発生することを防止できる。

【0053】

また、実施の形態 1 によれば、永久磁石 30 の第 1 の面 31 及び第 1 の回転子鉄心 10 の径方向外向きの面 11 は平面であり、永久磁石 30 の第 2 の面 32 及び第 2 の回転子鉄心 20 の径方向内向きの面 22 は平面である。これにより、簡易な形状によって、永久磁石 30 と第 1 の回転子鉄心 10 との間、及び永久磁石 30 と第 2 の回転子鉄心 20 との間に間隙が発生することを防止できる。

【0054】

また、実施の形態 1 によれば、永久磁石 30 は直方体である。これにより、永久磁石 30 において、第 1 の回転子鉄心 10 の径方向外向きの面 11 に当接する第 1 の面 31 及び第 2 の回転子鉄心 20 の径方向内向きの面 22 に当接する第 2 の面 32 が平面である。したがって、簡易な形状によって、永久磁石 30 と第 1 の回転子鉄心 10 との間、及び永久磁石 30 と第 2 の回転子鉄心 20 との間に間隙が発生することを防止できる。また、永久磁石 30 が直方体であることによって、永久磁石 30 を成形するための金型の構造を簡易化することができる。

【0055】

また、実施の形態 1 によれば、永久磁石 30 は焼結磁石である。焼結磁石の磁力は、ボンド磁石の磁力より大きいいため、鎖交磁束の磁束量を多くすることができる。ここで、焼結磁石の寸法精度は、ボンド磁石の寸法精度より悪い。しかしながら、実施の形態 1 では、上述した通り、第 1 の回転子鉄心 10 の径方向外向きの面 11 に永久磁石 30 の第 1 の面 31 が当接し、当該永久磁石 30 の第 2 の面 32 に第 2 の回転子鉄心 20 の径方向内向きの面 22 が当接する。よって、永久磁石 30 が焼結磁石であっても、永久磁石 30 と回転子鉄心（つまり、第 1 の回転子鉄心 10、第 2 の回転子鉄心 20）との間に間隙が発生しないため、鎖交磁束の磁束量の低下を防止することができる。

【0056】

また、実施の形態 1 によれば、永久磁石 30 はネオジウム希土類磁石である。これにより、回転子 1 の磁力を大きくすることができる。ここで、ネオジウム希土類磁石は、他の

10

20

30

40

50

磁石に比べて酸素と反応し易いため、錆び易い。しかしながら、実施の形態 1 では、永久磁石 30 と第 1 の回転子鉄心 10 との間、及び永久磁石 30 と第 2 の回転子鉄心 20 との間に間隙が発生しないため、永久磁石 30 が酸素と反応し難い。よって、永久磁石 30 がネオジウム希土類磁石であっても、当該永久磁石 30 を錆び難くすることができる。

【0057】

また、実施の形態 1 によれば、周方向 R に隣接する 2 つの磁極 P の間に存在する樹脂部 41 の軸線 C を中心とする角度範囲を示す角度  $\theta$  が、固定子鉄心 60 のティース部 62 の数 T、及び回転子 1 の磁極 P の数 N によって示された上述した式 (1) を満たす。これにより、複数の第 2 の回転子鉄心 20 及び複数の永久磁石 30 を第 1 の回転子鉄心 10 に強固に固定しつつ、永久磁石 30 の周方向 R の長さが十分に確保されることで回転子 1 の磁力を十分に確保することができる。

10

【0058】

《実施の形態 1 の変形例 1》

図 7 は、実施の形態 1 の変形例 1 に係る回転子 1 a の構成を示す平面図である。図 7 において、図 2 に示される構成要素と同一又は対応する構成要素には、図 2 に示される符号と同じ符号が付される。実施の形態 1 の変形例 1 に係る回転子 1 a は、第 1 の回転子鉄心 10 a の形状、第 2 の回転子鉄心 20 a の形状及び永久磁石 30 a の配置の点で、実施の形態 1 に係る回転子 1 と相違する。これらの点以外に関し、実施の形態 1 の変形例 1 は、実施の形態 1 と同じである。そのため、以下の説明では、図 1 を参照する。

【0059】

図 7 に示されるように、回転子 1 a は、第 1 の回転子鉄心 10 a と、複数の第 2 の回転子鉄心 20 a と、複数の永久磁石 30 a と、樹脂部 41 と、シャフト 50 とを有している。

20

【0060】

第 1 の回転子鉄心 10 a は、径方向外向きの面 11 a を有している。径方向外向きの面 11 a の周方向 R の中央部は、面 11 a の周方向 R の端部より径方向内側に位置している。第 2 の回転子鉄心 20 a は、径方向内向きの面 22 a を有している。径方向内向きの面 22 a の周方向 R の中央部は、面 22 a の周方向 R の端部より径方向内側に位置している。

【0061】

第 1 の回転子鉄心 10 a の径方向外向きの面 11 a と第 2 の回転子鉄心 20 a の径方向内向きの面 22 a との間には、2 つの永久磁石 30 a が配置されている。これにより、実施の形態 1 の変形例 1 に係る回転子 1 a の磁力を、実施の形態 1 に係る回転子 1 の磁力より大きくすることができる。図 7 では、2 つの永久磁石 30 a は、径方向内側に凸の V 字をなすように配置されている。

30

【0062】

永久磁石 30 a は、第 1 の面 31 a と、第 2 の面 32 a とを有している。第 1 の面 31 a は、第 1 の回転子鉄心 10 a の径方向外向きの面 11 a に当接している。第 2 の面 32 a は、第 2 の回転子鉄心 20 a の径方向内向きの面 22 a に当接している。これにより、永久磁石 30 a と第 1 の回転子鉄心 10 a との間、及び永久磁石 30 a と第 2 の回転子鉄心 20 a との間には、間隙が発生しない。よって、永久磁石 30 a からコイル 64 (図 1 参照) に流れる鎖交磁束の磁束量の低下を防止することができる。

40

【0063】

実施の形態 1 の変形例 1 の効果

以上に説明した実施の形態 1 の変形例 1 によれば、永久磁石 30 a の第 1 の面 31 a が第 1 の回転子鉄心 10 a の径方向外向きの面 11 a に当接し、且つ永久磁石 30 a の第 2 の面 32 a が第 2 の回転子鉄心 20 a の径方向内向きの面 22 a に当接している。これにより、永久磁石 30 a と第 1 の回転子鉄心 10 a との間、及び永久磁石 30 a と第 2 の回転子鉄心 20 a との間には、間隙が発生しない。そのため、鎖交磁束の磁束量が低減することを防止できる。

【0064】

また、回転子 1 a は、第 1 の回転子鉄心 10 a の径方向外向きの面 11 a と第 2 の回転

50

子鉄心 20a の径方向内向きの面 22a との間には、2つの永久磁石 30a が配置されている。これにより、実施の形態 1 の変形例 1 に係る回転子 1a の磁力を、実施の形態 1 に係る回転子 1 の磁力より大きくすることができる。

【0065】

《実施の形態 1 の変形例 2》

図 8 は、実施の形態 1 の変形例 2 に係る回転子 1b の構成を示す平面図である。図 8 において、図 2 に示される構成要素と同一又は対応する構成要素には、図 2 に示される符号と同じ符号が付される。実施の形態 1 の変形例 2 に係る回転子 1b は、第 1 の回転子鉄心 10b の形状、第 2 の回転子鉄心 20b の形状、及び永久磁石 30b の形状の点で、実施の形態 1 に係る回転子 1 と相違する。これらの点以外に関し、実施の形態 1 の変形例 2 は、実施の形態 1 と同じである。そのため、以下の説明では、図 1 を参照する。

10

【0066】

図 8 に示されるように、回転子 1b は、第 1 の回転子鉄心 10b と、複数の第 2 の回転子鉄心 20b と、複数の永久磁石 30b と、樹脂部 41 と、シャフト 50 とを有している。

【0067】

永久磁石 30b の第 1 の面 31b は、第 1 の回転子鉄心 10b の径方向外向きの面 11b に当接している。実施の形態 1 の変形例 2 では、永久磁石 30b の第 1 の面 31b 及び第 1 の回転子鉄心 10b の第 1 の径方向外向きの面 11b は、同一形状の曲面であって互いに密着している。また、第 2 の面 32b は、第 2 の回転子鉄心 20b の径方向内向きの面 22b に当接している。実施の形態 1 の変形例 2 では、永久磁石 30b の第 2 の面 32b 及び第 2 の回転子鉄心 20b の径方向内向きの面 22b は、同一形状の曲面であって互いに密着している。これにより、永久磁石 30b と第 1 の回転子鉄心 10b との間、及び永久磁石 30b と第 2 の回転子鉄心 20b との間には、間隙が発生しない。よって、永久磁石 30b からコイル 64 (図 1 参照) に流れる鎖交磁束の磁束量の低下を防止することができる。

20

【0068】

図 8 では、永久磁石 30b の第 1 の面 31b は、第 1 の凸面としての半円柱状の凸面であり、第 1 の回転子鉄心 10b の径方向外向きの面 11b は、第 1 の凹面としての半円柱状の凹面である。永久磁石 30b の第 2 の面 32b は、第 2 の凹面としての半円柱状の凹面であり、第 2 の回転子鉄心 20b の径方向内向きの面 22b は、第 2 の凸面としての半円柱状の凸面である。また、上述した通り、永久磁石 30b の第 1 の面 31b 及び第 2 の面 32b が、いずれも曲面であることにより、永久磁石 30b の周方向 R の長さは、実施の形態 1 の永久磁石 30 の周方向 R の長さより長くなる。よって、実施の形態 1 の変形例 2 に係る回転子 1b の磁力を、実施の形態 1 に係る回転子 1 の磁力より大きくすることができる。

30

【0069】

実施の形態 1 の変形例 2 の効果

以上に説明した実施の形態 1 の変形例 2 によれば、永久磁石 30b の第 1 の面 31b が第 1 の回転子鉄心 10b の径方向外向きの面 11b に当接し、且つ永久磁石 30b の第 2 の面 32b が第 2 の回転子鉄心 20b の径方向内向きの面 22b に当接している。これにより、永久磁石 30b と第 1 の回転子鉄心 10b との間、及び永久磁石 30b と第 2 の回転子鉄心 20b との間には、間隙が発生しない。そのため、鎖交磁束の磁束量が低減することを防止できる。

40

【0070】

また、実施の形態 1 の変形例 2 によれば、永久磁石 30b の第 1 の面 31b 及び第 2 の面 32b はいずれも曲面である。これにより、永久磁石 30b の周方向 R の長さは、実施の形態 1 の永久磁石 30 の周方向 R の長さより長くなる。よって、実施の形態 1 の変形例 2 に係る回転子 1b の磁力を、実施の形態 1 に係る回転子 1 の磁力より大きくすることができる。

【0071】

50

## 《実施の形態 2》

図 9 は、実施の形態 2 に係る回転子 2 の構成を示す平面図である。図 9 において、図 2 に示される構成要素と同一又は対応する構成要素には、図 2 に示される符号と同じ符号が付される。実施の形態 2 に係る回転子 2 は、第 2 の回転子鉄心 220 の形状の点で、実施の形態 1 に係る回転子 1 と相違する。これらの点以外に関し、実施の形態 2 は、実施の形態 1 と同じである。そのため、以下の説明では、図 2 を参照する。

## 【0072】

図 9 に示されるように、回転子 2 は、第 1 の回転子鉄心 10 と、複数の第 2 の回転子鉄心 220 と、複数の永久磁石 30 と、樹脂部 241 とを有している。

## 【0073】

第 2 の回転子鉄心 220 は、径方向外向きの面 21 と、径方向内向きの面 22 と、径方向外向きの面 21 と径方向内向きの面 22 とを繋ぐ複数の側面 223 とを有する。

## 【0074】

図 9 に示されるように、磁極中心線 M に直交し且つシャフト 50 に直交する方向に伸びる直線を L とする。また、直線 L と側面 223 とがなす角度のうち磁極中心線 M 側の角度を  $\theta$  としたとき、角度  $\theta$  は以下の式 (3) を満たす。

$$\theta < 90^\circ \quad (3)$$

## 【0075】

角度  $\theta$  が式 (2) を満たすことにより、周方向 R に隣接する 2 つの第 2 の回転子鉄心 220 の間を埋める樹脂部 241 の量が、実施の形態 1 の樹脂部 41 の量より増える。具体的には、樹脂部 241 は、実施の形態 1 の樹脂部 41 と比較して、径方向内向きの面 22 における周方向 R の端縁 22s より径方向外側にも配置された端部 241a を更に有している。これにより、樹脂部 241 が、第 2 の回転子鉄心 20 を第 1 の回転子鉄心 10 により一層強固に固定することができる。よって、電動機 100 の回転中における遠心力による第 2 の回転子鉄心 20 の径方向外側への変位を防止することができる。

## 【0076】

## 実施の形態 2 の効果

以上に説明した実施の形態 2 によれば、磁極中心線 M に直交し且つシャフト 50 に直交する方向に伸びる直線 L と側面 223 とがなす角度のうち磁極中心線 M 側の角度  $\theta$  が、90 度より小さい。これにより、樹脂部 241 が、第 2 の回転子鉄心 20 を第 1 の回転子鉄心 10 により一層強固に固定することができる。よって、電動機 100 の回転中における遠心力による第 2 の回転子鉄心 20 の径方向の外側への変位を防止することができる。

## 【0077】

## 《実施の形態 3》

次に、実施の形態 3 に係る回転子 3 について説明する。図 10 は、実施の形態 3 に係る回転子 3 の構成を示す平面図である。図 10 において、図 1 に示される構成要素と同一又は対応する構成要素には、図 1 に示される符号と同じ符号が付される。実施の形態 3 に回転子 3 は、第 1 の回転子鉄心 310 の構成の点で、実施の形態 1 に係る回転子 1 と相違する。これ以外の点については、実施の形態 3 に係る回転子 3 は、実施の形態 1 に係る回転子 1 と同じである。そのため、以下の説明では、図 1 を参照する。

## 【0078】

図 10 に示されるように、実施の形態 3 に係る回転子 3 は、第 1 の回転子鉄心 310 と、複数の第 2 の回転子鉄心 20 と、複数の永久磁石 30 と、樹脂部 41 とを有している。

## 【0079】

第 1 の回転子鉄心 310 は、周方向 R に配列された複数の分割鉄心部 370 を有している。実施の形態 3 では、第 1 の回転子鉄心 310 は、突出部 12 において分割されている。つまり、第 1 の回転子鉄心 310 は、周方向 R に隣接する 2 つの永久磁石 30 の間の部分において分割されている。そのため、実施の形態 3 では、複数の分割鉄心部 370 の数は、回転子 3 の磁極の数 (つまり、永久磁石 30 の数) に対応している。具体的には、複数の分割鉄心部 370 の数は、回転子 3 の磁極の数と同じである。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 0 】

複数の分割鉄心部 3 7 0 のうちの各分割鉄心部 3 7 0 は、径方向外向きの面 3 1 1 を有している。永久磁石 3 0 の第 1 の面 3 1 は、分割鉄心部 3 7 0 の径方向外向きの面 3 1 1 に接している。これにより、永久磁石 3 0 と分割鉄心部 3 7 0 との間には間隙が発生しない。よって、鎖交磁束の磁束量が低減することを防止できる。

## 【 0 0 8 1 】

複数の分割鉄心部 3 7 0 は、z 軸方向に積層された複数の電磁鋼板を有する。実施の形態 3 では、第 1 の回転子鉄心 3 1 0 の製造時における、電磁鋼板の打ち抜き加工時の加工面積は、z 軸方向に見たときの分割鉄心部 3 7 0 の平面積と同じである。他方、実施の形態 1 では、電磁鋼板 1 5 の打ち抜き加工時の加工面積は、環状の第 1 の回転子鉄心 1 0 の平面積と同じである。そのため、実施の形態 3 において、電磁鋼板 1 5 の打ち抜き加工時の加工面積は、実施の形態 1 における電磁鋼板 1 5 の打ち抜き加工時の加工面積より狭い。よって、実施の形態 3 では、第 1 の回転子鉄心 3 1 0 の製造時における歩留まりを向上させることができる。

10

## 【 0 0 8 2 】

## 実施の形態 3 の効果

以上に説明した実施の形態 3 によれば、永久磁石 3 0 の第 1 の面 3 1 が第 1 の回転子鉄心 3 1 0 の径方向外向きの面 3 1 1 に当接し、且つ永久磁石 3 0 の第 2 の面 3 2 が第 2 の回転子鉄心 2 0 の径方向内向きの面 2 2 に当接している。これにより、永久磁石 3 0 と第 1 の回転子鉄心 3 1 0 との間、及び永久磁石 3 0 と第 2 の回転子鉄心 2 0 との間には、間隙が発生しない。そのため、鎖交磁束の磁束量が低減することを防止できる。

20

## 【 0 0 8 3 】

また、実施の形態 3 によれば、第 1 の回転子鉄心 3 1 0 は、複数の分割鉄心部 3 7 0 を有する。これにより、第 1 の回転子鉄心 3 1 0 の製造時における歩留まりを向上させることができる。

## 【 0 0 8 4 】

## 《実施の形態 3 の変形例 1》

次に、実施の形態 3 の変形例 1 に係る回転子 3 a について説明する。図 1 1 は、実施の形態 3 の変形例 1 に係る回転子 3 a の構成を示す平面図である。図 1 1 において、図 1 0 に示される構成要素と同一又は対応する構成要素には、図 1 0 に示される符号と同じ符号が付される。実施の形態 3 の変形例 1 に係る回転子 3 a は、第 1 の回転子鉄心 3 1 0 a の形状の点で、実施の形態 3 に係る回転子 3 と相違する。

30

## 【 0 0 8 5 】

図 1 1 に示されるように、第 1 の回転子鉄心 3 1 0 a は、周方向 R に配列された複数の分割鉄心部 3 7 0 a を有している。複数の分割鉄心部 3 7 0 a の各分割鉄心部 3 7 0 a は、第 1 の嵌合部としての凸部 3 7 1 と、周方向 R に隣接する他の分割鉄心部 3 7 0 a の凸部 3 7 1 に嵌合する第 2 の嵌合部としての凹部 3 7 2 とを有している。このように、周方向 R に隣接する 2 つの分割鉄心部 3 7 0 a のうちの一方の凸部 3 7 1 に、他方の凹部 3 7 2 が嵌合することにより、隣接する 2 つの分割鉄心部 3 7 0 a が強固に固定される。よって、第 1 の回転子鉄心 3 1 0 a の剛性を向上させることができる。

40

## 【 0 0 8 6 】

## 実施の形態 3 の変形例 1 の効果

以上に説明した実施の形態 3 の変形例 1 によれば、複数の分割鉄心部 3 7 0 a の隣接する 2 つの分割鉄心部 3 7 0 a のうちの一方は、凸部 3 7 1 を有し、2 つの分割鉄心部 3 7 0 a のうちの他方は、凸部 3 7 1 に嵌合する凹部 3 7 2 を有する。これにより、隣接する 2 つの分割鉄心部 3 7 0 a が強固に固定される。よって、第 1 の回転子鉄心 3 1 0 a の剛性を向上させることができる。

## 【 0 0 8 7 】

## 《実施の形態 4》

次に、実施の形態 4 に係る回転子 4 について説明する。図 1 2 は、実施の形態 4 に係る

50

回転子 4 の構成を示す断面図である。図 1 2 において、図 1 ~ 3 に示される構成要素と同一又は対応する構成要素には、図 1 ~ 3 に示される符号と同じ符号が付される。実施の形態 4 に係る回転子 4 は、第 1 の回転子鉄心 1 0、第 2 の回転子鉄心 2 0 及び永久磁石 3 0 のそれぞれの軸方向の端面を覆う第 2 の樹脂部 4 4 2、4 4 3 を更に有している点で、実施の形態 1 に係る回転子 1 と相違する。これ以外の点については、実施の形態 4 に係る回転子 4 は、実施の形態 1 に係る回転子 1 と同じである。そのため、以下の説明では、図 2 を参照する。

【 0 0 8 8 】

図 1 2 に示されるように、回転子 4 は、第 1 の回転子鉄心 1 0 と、複数の第 2 の回転子鉄心 2 0 と、複数の永久磁石 3 0 と、第 1 の樹脂部 4 4 1 と、シャフト 5 0 と、複数の第 2 の樹脂部 4 4 2、4 4 3 とを有している。

10

【 0 0 8 9 】

第 1 の樹脂部 4 4 1 は、複数の第 2 の回転子鉄心 2 0 のうちの周方向 R に隣接する 2 つの第 2 の回転子鉄心 2 0 ( 図 2 参照 ) の間を埋めている。

【 0 0 9 0 】

第 2 の樹脂部 4 4 2 は、第 1 の回転子鉄心 1 0、第 2 の回転子鉄心 2 0 及び永久磁石 3 0 のそれぞれの軸方向の一方の端面 1 0 e、2 0 e、3 0 e を覆うように配置されている。第 2 の樹脂部 4 4 3 は、第 1 の回転子鉄心 1 0、第 2 の回転子鉄心 2 0 及び永久磁石 3 0 のそれぞれの軸方向の他方の端面 1 0 f、2 0 f、3 0 f を覆うように配置されている。これにより、複数の第 2 の回転子鉄心 2 0 及び複数の永久磁石 3 0 を、第 1 の回転子鉄心 1 0 を一層強固に固定することができる。第 2 の樹脂部 4 4 2、4 4 3 が、永久磁石 3 0 の軸方向の端面 3 0 e、3 0 f をそれぞれ覆っていることによって、永久磁石 3 0 が空気に晒されない。永久磁石 3 0 における錆の発生を抑制でき、永久磁石 3 0 の良好な磁気特性を維持することができる。

20

【 0 0 9 1 】

第 2 の樹脂部 4 4 2、4 4 3 と第 1 の樹脂部 4 4 1 とは一体に形成されている。これにより、周方向 R に配列された複数の第 1 の樹脂部 4 4 1 が、第 2 の樹脂部 4 4 2、4 4 3 を介して互いに連結されるため、回転子 4 の剛性を向上させることができる。なお、回転子 4 は、第 2 の樹脂部 4 4 2、4 4 3 が第 1 の樹脂部 4 4 1 と一体に形成されていなくても実現することができる。また、回転子 4 は、複数の第 2 の樹脂部 4 4 2、4 4 3 のうちいずれか一方の第 2 の樹脂部のみを有していてもよい。

30

【 0 0 9 2 】

実施の形態 4 の効果

以上に説明した実施の形態 4 によれば、回転子 4 は、軸方向において、第 1 の回転子鉄心 1 0、第 2 の回転子鉄心 2 0 及び永久磁石 3 0 のそれぞれの軸方向の端面を覆うように配置された第 2 の樹脂部 4 4 2、4 4 3 を更に有している。これにより、複数の第 2 の回転子鉄心 2 0 及び複数の永久磁石 3 0 を、第 1 の回転子鉄心 1 0 に一層強固に固定することができる。

【 0 0 9 3 】

また、実施の形態 4 によれば、第 2 の樹脂部 4 4 2、4 4 3 が、永久磁石 3 0 の軸方向の端面 3 0 e、3 0 f をそれぞれ覆っている。これにより、永久磁石 3 0 が空気に晒されない。よって、永久磁石 3 0 における錆の発生を抑制でき、永久磁石 3 0 の良好な磁気特性を維持することができる。

40

【 0 0 9 4 】

また、実施の形態 4 によれば、第 2 の樹脂部 4 4 2、4 4 3 は、第 1 の樹脂部 4 4 1 と繋がっている。これにより、周方向 R に配列された複数の第 1 の樹脂部 4 4 1 が、第 2 の樹脂部 4 4 2、4 4 3 を介して互いに連結されるため、回転子 4 の剛性を向上させることができる。

【 0 0 9 5 】

《 実施の形態 5 》

50

次に、図 1 に示される電動機 100 を有する送風機 500 について説明する。図 13 は、実施の形態 5 に係る送風機 500 の構成を示す図である。

【0096】

図 13 に示されるように、送風機 500 は、電動機 100 と、電動機 100 によって駆動されるファン 501 とを有している。ファン 501 は、電動機 100 のシャフトに取り付けられている。電動機 100 のシャフトが回転すると、ファン 501 が回転し、気流が生成される。送風機 500 は、例えば、後述の図 14 に示される空気調和装置 600 の室外機 620 の室外送風機として用いられる。この場合、ファン 501 は、例えば、プロペラファンである。

【0097】

実施の形態 5 の効果

以上に説明した実施の形態 5 によれば、送風機 500 は、実施の形態 1 で説明した電動機 100 を有する。上述した通り、実施の形態 1 に係る電動機 100 では、鎖交磁束の磁束量の低下を防止できるため、電動機 100 の出力トルクが低下することを防止できる。よって、送風機 500 の出力が低下することも防止できる。

【0098】

《実施の形態 6》

次に、図 13 に示される送風機 500 を有する空気調和装置 600 について説明する。図 14 は、実施の形態 6 に係る空気調和装置 600 の構成を示す図である。

【0099】

図 14 に示されるように、空気調和装置 600 は、室内機 610 と、室外機 620 と、冷媒配管 630 とを有している。室内機 610 及び室外機 620 は、冷媒配管 630 によって接続されることで、冷媒が循環する冷媒回路を構成する。空気調和装置 600 は、例えば、室内機 610 から冷たい空気を送風する冷房運転、又は温かい空気を送風する暖房運転等の運転を行うことができる。

【0100】

室内機 610 は、室内送風機 611 と、室内送風機 611 を収容するハウジング 612 とを有している。室内送風機 611 は、電動機 611a と、電動機 611a によって駆動されるファン 611b とを有している。ファン 611b は、電動機 611a のシャフトに取り付けられている。電動機 611a のシャフトが回転することで、ファン 611b が回転し、気流が生成される。ファン 611b は、例えば、クロスフローファンである。

【0101】

室外機 620 は、室外送風機としての送風機 500 と、圧縮機 621 と、送風機 500 及び圧縮機 621 を収容するハウジング 622 とを有している。圧縮機 621 は、冷媒を圧縮する圧縮機構部 621a と、圧縮機構部 621a を駆動する電動機 621b とを有している。圧縮機構部 621a と電動機 621b とは、回転軸 621c によって互いに連結されている。なお、圧縮機 621 の電動機 621b には、実施の形態 1 に係る電動機 100 が用いられてもよい。

【0102】

例えば、空気調和装置 600 の冷房運転時に、圧縮機 621 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が、送風機 500 の送風によって室外に放出される。なお、実施の形態 5 に係る送風機 500 は、室外機 620 の室外送風機に限らず、上述した室内送風機 611 として用いられてもよい。また、送風機 500 は、空気調和装置 600 に限らず、他の機器に備えられていてもよい。

【0103】

室外機 620 は、冷媒の流れ方向を切り替える四方弁（図示しない）を更に有している。室外機 620 の四方弁は、圧縮機 621 から送り出された高温高圧の冷媒ガスを、冷房運転時には室外機 620 の熱交換器に流し、暖房運転時には、室内機 610 の熱交換器に流す。

【0104】

10

20

30

40

50

### 実施の形態 6 の効果

以上に説明した実施の形態 6 によれば、空気調和装置 600 は、送風機 500 を有している。上述した通り、送風機 500 は、実施の形態 1 で説明した電動機 100 を有しているため、送風機 500 の出力が低下することを防止できる。よって、空気調和装置 600 の出力が低下することも防止できる。

#### 【符号の説明】

#### 【0105】

1、1 a、1 b、2、3、3 a、4 回転子、10、10 a、10 b、310 第1の回転子鉄心、10 e、10 f、20 e、20 f、30 e、30 f 端面、11、11 a、11 b、311 径方向外向きの面、20、20 a、20 b、220 第2の回転子鉄心、22、22 a、22 b 径方向内向きの面、23、223 側面、30、30 a、30 b 永久磁石、31 第1の面、32 第2の面、41 樹脂部、41 a 径方向外向きの面、50 シャフト、60 固定子鉄心、61 ヨーク部、62 ティース部、62 a ティース延伸部、62 b ティース先端部、80 中間構造体、100、621 b 電動機、370、370 a 分割鉄心部、371 凸部、372 凹部、441 第1の樹脂部、442、443 第2の樹脂部、500 送風機、501 ファン、600 空気調和装置、611 室内送風機、C 軸線、L、S1、S2 直線、M 磁極中心線、P 磁極、W1、W2 周方向の長さ、  
、  
角度。

10

20

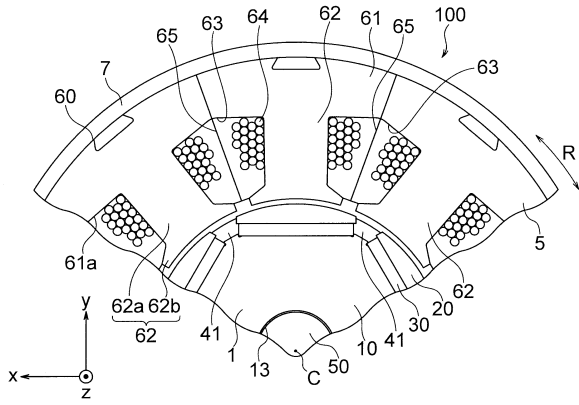
30

40

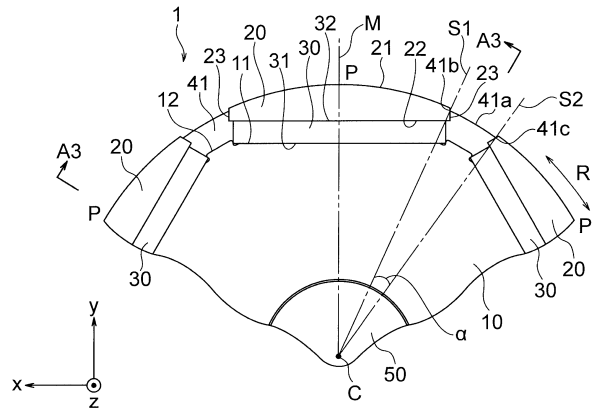
50

【図面】

【図 1】

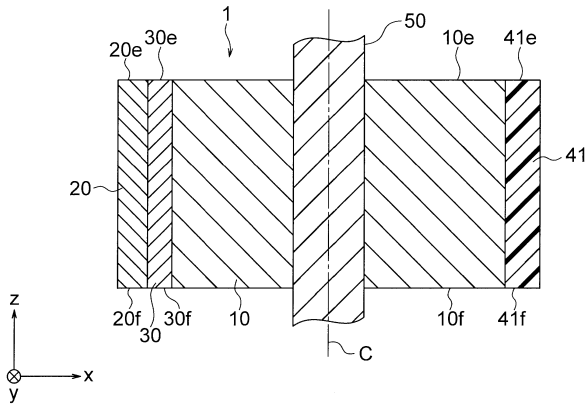


【図 2】

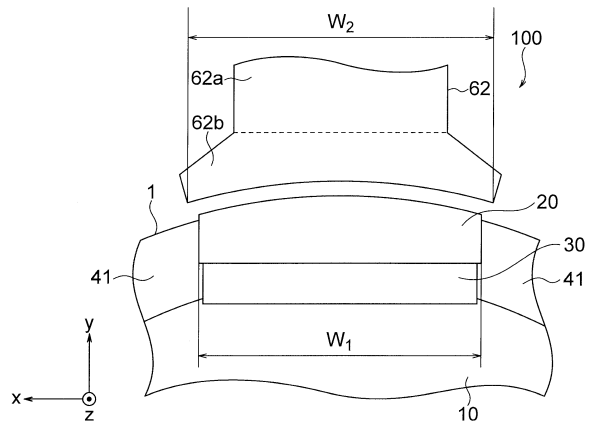


10

【図 3】



【図 4】



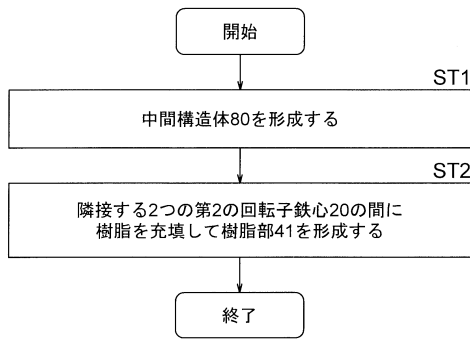
20

30

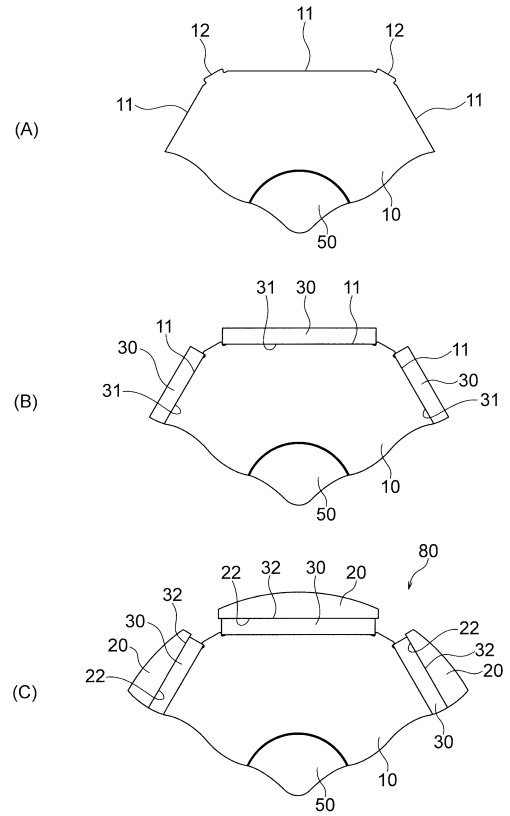
40

50

【図5】



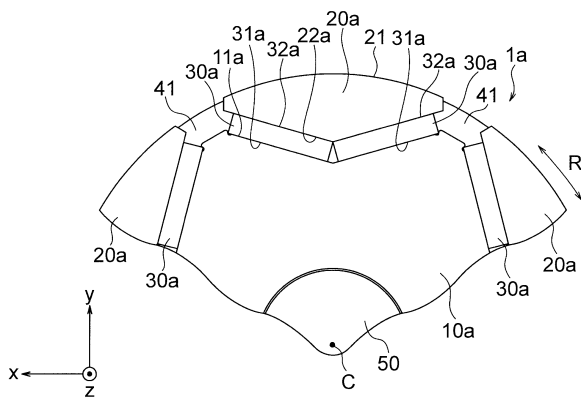
【図6】



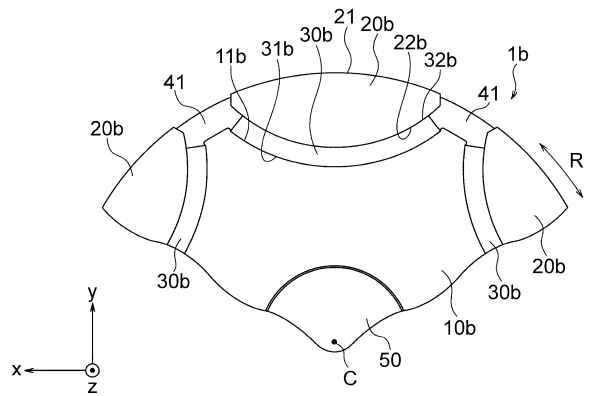
10

20

【図7】



【図8】

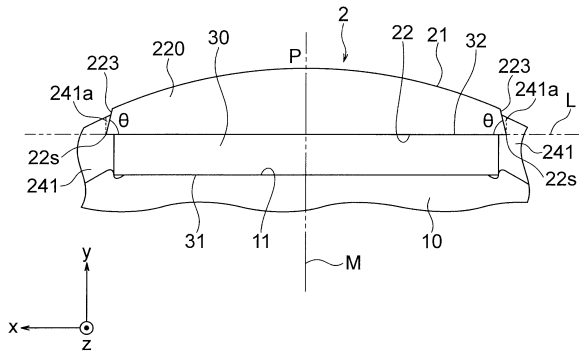


30

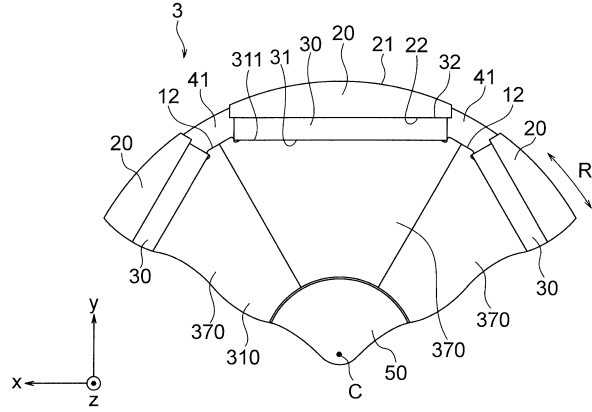
40

50

【 図 9 】

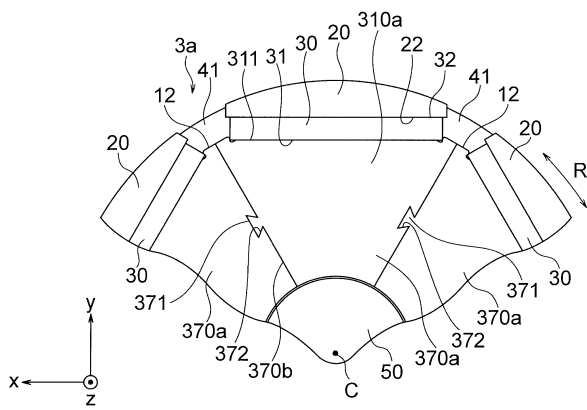


【 図 1 0 】

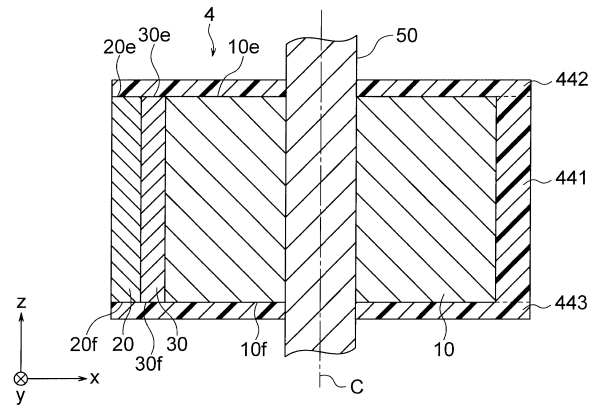


10

【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



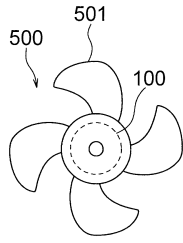
20

30

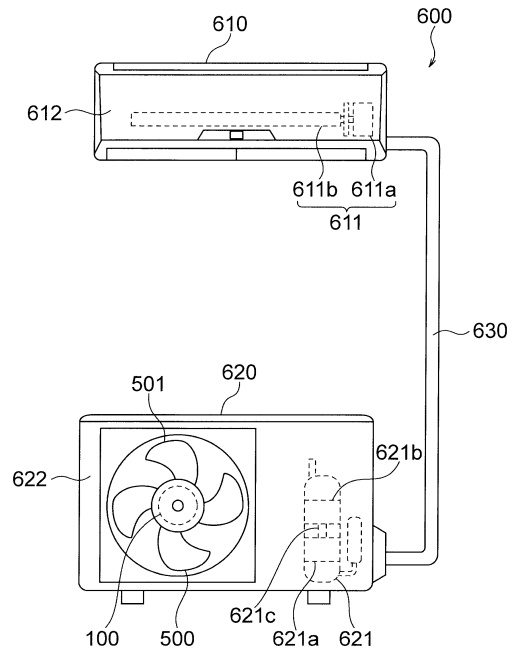
40

50

【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

三菱電機株式会社内

(72)発明者 仁吾 昌弘

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 佐藤 彰洋

- (56)参考文献 特開2001-238380(JP,A)  
特開2017-200278(JP,A)  
特開2013-176210(JP,A)  
特開2002-171702(JP,A)  
特開2008-301610(JP,A)  
特開2007-060860(JP,A)  
国際公開第2018/043026(WO,A1)  
特開2002-354729(JP,A)  
特開2012-165576(JP,A)  
特開2011-078298(JP,A)  
国際公開第2020/183523(WO,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
H02K 1/276