

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2023-67774
(P2023-67774A)

(43)公開日 令和5年5月16日(2023.5.16)

(51)国際特許分類
H 0 2 K 1/276(2022.01)

F I
H 0 2 K 1/276

テーマコード (参考)
5 H 6 2 2

審査請求 有 請求項の数 10 O L (全18頁)

(21)出願番号	特願2022-161517(P2022-161517)	(71)出願人	000002853
(22)出願日	令和4年10月6日(2022.10.6)		ダイキン工業株式会社
(11)特許番号	特許第7256432号(P7256432)		大阪府大阪市北区梅田一丁目13番1号
(45)特許公報発行日	令和5年4月12日(2023.4.12)		大阪梅田ツインタワーズ・サウス
(31)優先権主張番号	特願2021-177480(P2021-177480)	(74)代理人	110000202
(32)優先日	令和3年10月29日(2021.10.29)		弁理士法人新樹グローバル・アイピー
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	(72)発明者	片岡 義博
			大阪府大阪市北区中崎西二丁目4番12号 梅田センタービル ダイキン工業株式会社内
		(72)発明者	大辻 基史
			大阪府大阪市北区中崎西二丁目4番12号 梅田センタービル ダイキン工業株式会社内
		(72)発明者	堀 敬憲
			最終頁に続く

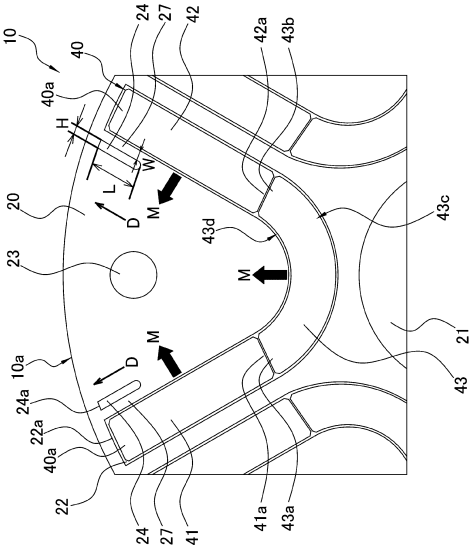
(54)【発明の名称】 回転子、モータ、圧縮機および空気調和装置

(57)【要約】

【課題】減磁の影響を低減しつつ、磁石から発生する磁束量の低下を抑制できる、モータの回転子を提供する。

【解決手段】回転子10は、回転軸Cの周りに回転可能に設けられ、永久磁石40と回転子コア20とを備える。永久磁石40は、回転軸Cに沿って見た場合に回転子10の外周面の近傍に配置される減磁部40aを有する。回転子コア20は、回転軸Cに沿って見た場合に減磁部40aの近傍に配置される孔または切り欠きである磁束バリア24を形成する。減磁部40aの磁化方向は、回転子10の周方向を向いている。回転子10は、半径Rの円筒形状を有する。回転軸Cに沿って見た場合に減磁部40aが延びる方向における磁束バリア24の寸法をLとする場合、 $0 < L/R \leq 0.08$ の関係式を満たす。

【選択図】図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回転軸（C）の周りに回転可能に設けられる、モータの回転子であって、

前記回転軸に沿って見た場合に前記回転子の外周面（10a）の近傍に配置される第1部（40a）を有する磁石（40）と、

前記回転軸に沿って見た場合に前記第1部の近傍に配置される孔または切り欠きである第1空間（24）を形成するコア（20）と、
を備え、

前記第1部の磁化方向は、前記回転子の周方向を向いており、

前記回転子は、半径Rの円筒形状を有し、

前記回転軸に沿って見た場合に前記第1部が延びる方向における前記第1空間の寸法をLとする場合、 $0 < L / R \leq 0.08$ の関係式を満たす、
回転子（10）。

10

【請求項 2】

前記磁石は、前記回転軸に沿って見た場合に前記回転子の内側に向かって凸となる形状を有し、

前記第1空間は、前記磁石の両端部である一对の前記第1部の間に位置している、
請求項1に記載の回転子。

【請求項 3】

前記磁石は、

前記回転軸に沿って見た場合に前記回転子の内側から外側に向かって延び、かつ、平板状である、第1磁石（41）および第2磁石（42）と、

前記第1磁石の前記内側の端部と、前記第2磁石の前記内側の端部との間に配置され、かつ、前記回転軸に沿って見た場合に前記内側に向かって凸となる形状を有する第3磁石（43）と、
を有し、

前記第1空間は、前記第1磁石および前記第2磁石の前記外周面側の端部である一对の前記第1部の間に位置している、
請求項1に記載の回転子。

20

【請求項 4】

前記磁石は、フェライト磁石である、

請求項1から3のいずれか1項に記載の回転子。

30

【請求項 5】

前記回転軸に沿って見た場合に、前記回転子の外側における前記第1空間の前記周方向の寸法は、前記回転子の内側における前記第1空間の前記周方向の寸法よりも長い、
請求項1から3のいずれか1項に記載の回転子。

【請求項 6】

前記コアは、前記回転軸に沿って見た場合に、前記磁石が挿入される第2空間（22）を形成し、

前記回転軸に沿って見た場合に、前記第1空間と前記第2空間との間の距離は、ゼロより大きい、
請求項1から3のいずれか1項に記載の回転子。

40

【請求項 7】

前記回転軸に沿って見た場合に、前記回転子の径方向において、前記第1空間の前記外側の端部の位置は、前記第2空間の前記外側の端部の位置と同じである、
請求項6に記載の回転子。

【請求項 8】

固定子（70）と、

請求項1から3のいずれか1項に記載の回転子と、
を備える、

50

モータ（１００）。

【請求項９】

請求項８に記載のモータを備える、
圧縮機（２００）。

【請求項１０】

請求項９に記載の圧縮機を備える、
空気調和装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

回転子、モータ、圧縮機および空気調和装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

特許文献１（特開２０１５－１１９５４７号公報）には、複数の永久磁石が内部に埋め込まれている、モータの回転子が記載されている。この回転子の永久磁石は、回転子の回転軸に沿って見た場合に、永久磁石の一方の端部が回転子の表面付近に位置するように配置されている。回転子の表面付近、かつ、永久磁石が挿入される孔の近傍には、永久磁石から発生した磁束が漏洩することを抑制するための空隙が形成されている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００３】

特許文献１（特開２０１５－１１９５４７号公報）に記載の構成において、永久磁石の長手方向における空隙の寸法が十分でないと、永久磁石は、モータの固定子から発生する磁界による減磁の影響を受けやすくなるおそれがある。

【課題を解決するための手段】

【０００４】

第１観点の回転子は、回転軸の周りに回転可能に設けられる、モータの回転子である。回転子は、磁石とコアとを備える。磁石は、回転軸に沿って見た場合に回転子の外周面の近傍に配置される第１部を有する。コアは、回転軸に沿って見た場合に第１部の近傍に配置される孔または切り欠きである第１空間を形成する。第１部の磁化方向は、回転子の周方向を向いている。回転子は、半径Ｒの円筒形状を有する。回転軸に沿って見た場合に第１部が延びる方向における第１空間の寸法をＬとする場合、 $0 < L / R \leq 0.08$ の関係式を満たす。

【０００５】

この回転子では、回転子の表面付近の磁石の近傍において減磁の影響を低減するために形成される孔または切り欠きの寸法が所定範囲内にあるので、減磁の影響を低減しつつ、磁石から発生する磁束量の低下を抑制できる。

【０００６】

第２観点の回転子は、第１観点の回転子であって、磁石は、回転軸に沿って見た場合に回転子の内側に向かって凸となる形状を有する。第１空間は、磁石の両端部である一對の第１部の間に位置している。

【０００７】

この回転子では、減磁の影響を低減しつつ、磁石から発生する磁束量の低下を抑制できる。

【０００８】

第３観点の回転子は、第１観点の回転子であって、磁石は、第１磁石、第２磁石、および第３磁石を有する。第１磁石および第２磁石は、回転軸に沿って見た場合に回転子の内側から外側に向かって延び、かつ、平板状である。第３磁石は、第１磁石の内側の端部と、第２磁石の内側の端部との間に配置され、かつ、回転軸に沿って見た場合に内側に向かって凸となる形状を有する。第１空間は、第１磁石および第２磁石の外周面側の端部であ

10

20

30

40

50

る一対の第 1 部の間に位置している。

【0009】

この回転子では、減磁の影響を低減しつつ、磁石から発生する磁束量の低下を抑制できる。

【0010】

第 4 観点の回転子は、第 1 乃至第 3 観点のいずれか 1 つの回転子であって、磁石は、フェライト磁石である。

【0011】

この回転子では、減磁の影響を低減しつつ、磁石から発生する磁束量の低下を抑制できる。

【0012】

第 5 観点の回転子は、第 1 乃至第 4 観点のいずれか 1 つの回転子であって、回転軸に沿って見た場合に、回転子の外側における第 1 空間の周方向の寸法は、回転子の内側における第 1 空間の周方向の寸法よりも長い。

【0013】

この回転子では、減磁の影響を低減しつつ、磁石から発生する磁束量の低下を抑制できる。

【0014】

第 6 観点の回転子は、第 1 乃至第 5 観点のいずれか 1 つの回転子であって、コアは、回転軸に沿って見た場合に、磁石が挿入される第 2 空間を形成する。回転軸に沿って見た場合に、第 1 空間と第 2 空間との間の距離は、ゼロより大きい。

【0015】

この回転子では、減磁の影響を低減しつつ、磁石から発生する磁束量の低下を抑制できる。

【0016】

第 7 観点の回転子は、第 6 観点の回転子であって、回転軸に沿って見た場合に、回転子の径方向において、第 1 空間の外側の端部の位置は、第 2 空間の外側の端部の位置と同じである。

【0017】

第 8 観点のモータは、固定子と、第 1 乃至第 7 観点のいずれか 1 つの回転子とを備える。

【0018】

このモータでは、固定子による減磁の影響を低減しつつ、回転子の磁石から発生する磁束量の低下を抑制することで、効率を向上させることができる。

【0019】

第 9 観点の圧縮機は、第 8 観点のモータを備える。

【0020】

この圧縮機では、モータの効率を向上させることで、圧縮効率を向上させることができる。

【0021】

第 10 観点の空気調和装置は、第 9 観点の圧縮機を備える。

【0022】

この空気調和装置では、モータの効率を向上させることで、運転効率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図 1】実施形態の回転子 10 の平面図である。

【図 2】端板 30 および締結具 50 を外した状態の回転子 10 の平面図である。

【図 3】回転子 10 の端板 30 の平面図である。

【図 4】図 1 の I V - I V 線における断面図である。

10

20

30

40

50

【図 5】回転軸 C に沿って見た場合における、磁石收容孔 22 に收容される永久磁石 40 の平面図である。

【図 6】第 1 磁石 41 および第 2 磁石 42 の外観図である。

【図 7】第 3 磁石 43 の外観図である。

【図 8】モータ 100 の横断面図である。

【図 9】圧縮機 200 の縦断面図である。

【図 10】比較例としての、磁石收容孔 22 に收容される永久磁石 140 の横断面図である。

【図 11】L / R と、磁束量および減磁耐力との関係を示すグラフである。

【図 12】第 1 変形例における、回転軸 C に沿って見た場合における、磁石收容孔 22 に收容される永久磁石 40 の平面図である。

10

【図 13】第 2 変形例における、回転軸 C に沿って見た場合における、磁石收容孔 22 に收容される永久磁石 40 の平面図である。

【図 14】第 2 変形例における、回転軸 C に沿って見た場合における、磁石收容孔 22 に收容される永久磁石 40 の平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

本開示の一実施形態の回転子、回転子を備えるモータ、および、モータを備える圧縮機について、図面を参照しながら説明する。

【0025】

20

(1) 回転子 10 の構成

図 1 ～ 図 4 に示されるように、回転子 10 は、主として、回転子コア 20、端板 30、永久磁石 40、および締結具 50 を有する。図 1 では、永久磁石 40 が省略されている。回転子 10 には、シャフト 60 を取り付けるためのシャフト貫通孔 11 が形成されている。

【0026】

(1-1) 回転子コア 20

回転子コア 20 は、複数の電磁鋼板が積層して形成されている。回転子コア 20 は、円柱形状を有する。回転子コア 20 は、その円柱形状の円形の 2 つの面の中心を通る回転軸 C を有する。回転子コア 20 には、主として、1 つのシャフト收容孔 21、複数の磁石收容孔 22、複数の締結具收容孔 23、および、複数の磁束バリア 24 が形成されている。シャフト收容孔 21、磁石收容孔 22、および締結具收容孔 23 は、回転軸 C に沿って回転子コア 20 を貫く。

30

【0027】

シャフト收容孔 21 は、シャフト 60 が貫通し、シャフト 60 を保持するための孔である。回転軸 C に沿って見た場合、シャフト收容孔 21 は、円形状を有する。シャフト收容孔 21 の円形状の中心は、回転軸 C にある。

【0028】

磁石收容孔 22 は、永久磁石 40 が收容され、永久磁石 40 を保持するための孔である。回転軸 C に沿って見た場合、磁石收容孔 22 は、略 U 字形状を有する。回転軸 C に沿って見た場合に、磁石收容孔 22 は、回転子 10 の内側に向かって凸となる形状を有する。本実施形態では、回転子コア 20 は、6 個の磁石收容孔 22 を有する。図 1 および図 2 に示されるように、6 個の磁石收容孔 22 は、回転軸 C を中心に 6 回対称となる位置に配置されている。言い換えると、回転軸 C に沿って見た場合に、隣接する 2 個の磁石收容孔 22 は、回転子 10 の周方向に沿って 60 ° 離れている。磁石收容孔 22 は、図 1 に示される I V - I V 線に対して対称となる形状を有する。

40

【0029】

締結具收容孔 23 は、締結具 50 が收容され、締結具 50 を保持するための孔である。回転軸 C に沿って見た場合、締結具收容孔 23 は、円形状を有する。本実施形態では、回転子コア 20 は、6 個の締結具收容孔 23 を有する。図 1 および図 2 に示されるように、

50

6 個の締結具収容孔 23 は、回転軸 C を中心に 6 回対称となる位置に配置されている。言い換えると、回転軸 C に沿って見た場合に、隣接する 2 個の締結具収容孔 23 は、回転子 10 の周方向に沿って 60° 離れている。締結具収容孔 23 は、図 1 に示される I V - I V 線上において、磁石収容孔 22 よりも、回転子 10 の外側に位置する。

【0030】

磁束バリア 24 は、回転軸 C に沿って見た場合に、回転子 10 の外側の表面である外周面 10a の近傍、かつ、磁石収容孔 22 の近傍に形成される、孔または切り欠きである。磁束バリア 24 が孔である場合、磁束バリア 24 は、回転軸 C に沿って回転子コア 20 を貫く。磁束バリア 24 が切り欠きである場合、磁束バリア 24 は、回転軸 C に沿って回転子コア 20 の外側の表面に形成される溝である。本実施形態では、磁束バリア 24 は、孔である。磁束バリア 24 の詳細については後述する。

【0031】

(1-2) 端板 30

端板 30 は、永久磁石 40 が磁石収容孔 22 から外れることを抑制するための部材である。図 4 に示されるように、回転子コア 20 の上面 25 および下面 26 に、それぞれ、1 枚の端板 30 が取り付けられている。端板 30 の材質は、ステンレス鋼やアルミニウム等の非磁性体である。

【0032】

図 3 に示されるように、端板 30 は円板形状を有する。端板 30 には、1 つのシャフト開口 31、および、複数の締結具開口 33 が形成されている。

【0033】

シャフト開口 31 は、シャフト 60 が通過する孔である。回転軸 C に沿って見た場合、シャフト開口 31 は、円形状を有する。シャフト開口 31 の円形状の中心は、回転軸 C にある。端板 30 が回転子コア 20 に取り付けられた状態では、回転軸 C に沿って見た場合、シャフト開口 31 は、シャフト収容孔 21 と重なり合う。シャフト開口 31 の外径は、シャフト収容孔 21 の外径より大きい。シャフト貫通孔 11 は、シャフト収容孔 21 およびシャフト開口 31 から構成される。

【0034】

締結具開口 33 は、締結具 50 が通過する孔である。回転軸 C に沿って見た場合、締結具開口 33 は、円形状を有する。端板 30 が回転子コア 20 に取り付けられた状態では、回転軸 C に沿って見た場合、締結具開口 33 は、締結具収容孔 23 と重なり合う。締結具開口 33 の外径は、締結具収容孔 23 の外径より小さい。

【0035】

図 4 に示されるように、回転軸 C の方向における磁石収容孔 22 の両端は、それぞれ端板 30 によって塞がれている。これにより、磁石収容孔 22 に収容される永久磁石 40 が磁石収容孔 22 から外れることが抑制される。また、回転軸 C の方向における磁束バリア 24 の両端は、それぞれ端板 30 によって塞がれている。

【0036】

(1-3) 永久磁石 40

永久磁石 40 は、回転子コア 20 を着磁する。永久磁石 40 は、回転軸 C に沿って見た場合に、全体として、回転子 10 の内側に向かって凸となる U 字形状を有する。以下において、回転軸 C に沿って見た場合に、永久磁石 40 の長手方向における両端部を減磁部 40a と呼ぶ。永久磁石 40 は、一対の減磁部 40a を有する。減磁部 40a は、回転子 10 の外周面 10a の近傍に位置し、回転子 10 の外側からの磁界による減磁の影響を受けやすい箇所である。

【0037】

永久磁石 40 は、第 1 磁石 41 と第 2 磁石 42 と第 3 磁石 43 とから構成される。第 1 磁石 41、第 2 磁石 42 および第 3 磁石 43 は、フェライト磁石である。第 1 磁石 41、第 2 磁石 42 および第 3 磁石 43 は、ボンド磁石であってもよい。

【0038】

10

20

30

40

50

図 5 に示されるように、各磁石収容孔 2 2 には、1 個の第 1 磁石 4 1 と、1 個の第 2 磁石 4 2 と、1 個の第 3 磁石 4 3 とが収容されている。図 5 に示される矢印 M は、永久磁石 4 0 の磁化方向を表す。

【0039】

第 1 磁石 4 1 および第 2 磁石 4 2 は、図 6 に示されるように、略平板状を有する。第 1 磁石 4 1 および第 2 磁石 4 2 の角部は、面取りされている。回転軸 C に沿って見た場合、第 1 磁石 4 1 および第 2 磁石 4 2 は、回転子 1 0 の内側から外側に向かって伸びるように配置される。図 6 には、第 1 磁石 4 1 および第 2 磁石 4 2 に関して、回転軸 C に沿う方向の寸法 L 1、回転子 1 0 の内側から外側に向かう方向の寸法 L 2、および、回転子 1 0 の周方向の寸法 L 3 が示されている。図 4 に示されるように、寸法 L 1 は、回転軸 C の方向における磁石収容孔 2 2 の寸法と等しいか、わずかに短い。寸法 L 2 は、回転子コア 2 0 の外側の表面と内側の表面との間の距離 K (図 2) の 20%~80% である。寸法 L 3 は、寸法 L 2 の 10%~100% である。寸法 L 3 は、第 1 磁石 4 1 および第 2 磁石 4 2 の面取りされている角部を除いて、回転子 1 0 の内側から外側に向かう方向において一定である。

10

【0040】

第 1 磁石 4 1 および第 2 磁石 4 2 は、それぞれ、1 つの減磁部 4 0 a を有する。減磁部 4 0 a は、回転軸 C に沿って見た場合に、磁石収容孔 2 2 に収容される第 1 磁石 4 1 および第 2 磁石 4 2 の外周面 1 0 a 側の端部に相当する。回転軸 C に沿って見た場合に、外周面 1 0 a と減磁部 4 0 a との間の距離は、回転子 1 0 の外側からの磁界の大きさに応じて設定される。例えば、外周面 1 0 a と減磁部 4 0 a との間の距離は、回転子コア 2 0 を構成する鋼板の厚みの 1 倍~4 倍である。減磁部 4 0 a の磁化方向は、回転子 1 0 の周方向と略平行である。

20

【0041】

第 3 磁石 4 3 は、図 7 に示されるように、回転軸 C に沿って見た場合に湾曲している形状を有する。第 3 磁石 4 3 の角部は、面取りされている。第 3 磁石 4 3 は、回転子 1 0 の内側における第 1 磁石 4 1 の第 1 端部 4 1 a と、回転子 1 0 の内側における第 2 磁石 4 2 の第 2 端部 4 2 a との間に配置される。第 3 磁石 4 3 は、第 1 磁石 4 1 の第 1 端部 4 1 a と接触する第 3 端部 4 3 a と、第 2 磁石 4 2 の第 2 端部 4 2 a と接触する第 4 端部 4 3 b とを有する。図 7 には、第 3 磁石 4 3 に関して、回転軸 C に沿う方向の寸法 L 4 が示されている。寸法 L 4 は、寸法 L 1 と同じである。

30

【0042】

回転軸 C に沿って見た場合に、第 3 磁石 4 3 は、回転子 1 0 の内側に向かって凸となる形状を有する。図 5 に示されるように、回転軸 C に沿って見た場合に、回転子 1 0 の内側における第 3 磁石 4 3 の縁である内縁 4 3 c、および、回転子 1 0 の外側における第 3 磁石 4 3 の縁である外縁 4 3 d は、円弧形状を有する。

【0043】

本実施形態の回転子 1 0 は、6 個の磁石収容孔 2 2 のそれぞれに永久磁石 4 0 が保持される、6 極回転子である。回転子 1 0 の極数は、6 極に限られない。例えば、回転子 1 0 の極数は、4 極、8 極または 10 極であってもよい。この場合、回転子コア 2 0 は、回転子 1 0 の極数と同じ数の磁石収容孔 2 2 を有する。

40

【0044】

(1-4) 締結具 5 0

締結具 5 0 は、回転子コア 2 0 と、2 枚の端板 3 0 とを相互に固定する。締結具 5 0 は、例えば、リベット、ボルト、およびナットである。締結具 5 0 は、回転子コア 2 0 の上面 2 5 側の端板 3 0 の締結具開口 3 3、回転子コア 2 0 の締結具収容孔 2 3、および、回転子コア 2 0 の下面 2 6 側の端板 3 0 の締結具開口 3 3、を通して配置される。その後、締結具 5 0 の下端をかしめる等の方法によって、回転子コア 2 0 と、2 枚の端板 3 0 とが相互に固定される。

【0045】

50

(1-5) 磁束バリア 24

磁束バリア 24 は、回転軸 C に沿って見た場合に、永久磁石 40 の一対の減磁部 40 a の間に位置している。具体的には、回転軸 C に沿って見た場合に、それぞれの永久磁石 40 において、第 1 磁石 41 の減磁部 40 a の近傍に 1 つの磁束バリア 24 が形成され、第 2 磁石 42 の減磁部 40 a の近傍に 1 つの磁束バリア 24 が形成されている。それぞれの永久磁石 40 において、第 1 磁石 41 の減磁部 40 a と、第 2 磁石 42 の減磁部 40 a との間には、2 つの磁束バリア 24 が形成されている。

【0046】

磁束バリア 24 は、減磁部 40 a の近傍に位置している。具体的には、回転軸 C に沿って見た場合に、磁束バリア 24 と、減磁部 40 a が收容される磁石收容孔 22 との間の距離は、ゼロより大きい。言い換えると、磁束バリア 24 は、磁石收容孔 22 と連通しておらず、図 5 に示されるように、磁束バリア 24 と磁石收容孔 22 との間にはブリッジ 27 が形成されている。回転軸 C に沿って見た場合、ブリッジ 27 の幅 W は、回転子コア 20 を構成する鋼板の厚みの 1 倍～2 倍である。ブリッジ 27 の幅 W は、磁束バリア 24 と、減磁部 40 a が收容される磁石收容孔 22 との間の距離に相当する。

10

【0047】

図 5 に示されるように、磁束バリア 24 が孔である場合、磁束バリア 24 の外周側端部 24 a の径方向位置は、磁石収納孔 22 の外周側端部 22 a の径方向位置と、ほぼ同じ位置にある。具体的には、回転子 10 の径方向において、磁束バリア 24 の外周側端部 24 a と回転軸 C との間の距離は、磁石収納孔 22 の外周側端部 22 a と回転軸 C との間の距離の 95%～105% である。回転子 10 の径方向とは、円筒形状の回転子 10 を回転軸 C に沿って見た場合における、回転子 10 の半径方向に相当する。磁束バリア 24 が孔である場合、回転子 10 の径方向において、磁束バリア 24 の外周側端部 24 a は、磁石収納孔 22 の外周側端部 22 a と同じ位置にあることが好ましい。

20

【0048】

以下、半径 R、寸法 L、および寸法 H を次のように定義する。

- ・半径 R：回転子 10 の円筒形状の半径、言い換えると、回転軸 C と外周面 10 a との間の距離（図 1）。
- ・寸法 L：回転軸 C に沿って見た場合に、減磁部 40 a が延びる第 1 方向 D における磁束バリア 24 の寸法（図 5）。
- ・寸法 H：回転軸 C に沿って見た場合に、減磁部 40 a の磁化方向（回転子 10 の周方向）における磁束バリア 24 の寸法（図 5）。

30

【0049】

第 1 方向 D は、回転軸 C に沿って見た場合、第 1 磁石 41 または第 2 磁石 42 が回転子 10 の内側から外側に向かって延びる方向に相当する。第 1 方向 D は、ブリッジ 27 の長手方向である。

【0050】

本実施形態では、磁束バリア 24 は、第 1 方向 D を長手方向とする略長方形の形状を有する。具体的には、磁束バリア 24 は、 $0 < L/R \leq 0.08$ の関係式を満たす形状を有する。好ましくは、磁束バリア 24 は、 $0.04 \leq L/R \leq 0.08$ の関係式を満たす形状を有する。これにより、磁束バリア 24 の第 1 方向 D の寸法の下限值および上限値が規制される。また、磁束バリア 24 は、 $0.1 \leq H/L \leq 0.8$ の関係式を満たす形状を有する。

40

【0051】

(2) モータ 100 の構成

図 8 に示されるように、モータ 100 は、主として、回転子 10 と、固定子 70 とを有する。回転子 10 は、回転軸 C の周りに回転可能に設けられる。回転子 10 のシャフト貫通孔 11 には、円柱形状のシャフト 60 が焼き嵌めによって固定されている。固定子 70 は、回転子 10 の外側において、回転子 10 を囲むように配置される。回転子 10 と固定子 70 との間には隙間が形成される。固定子 70 は、主として、固定子コア 71 と、コイ

50

ル 7 2 とを有する。

【 0 0 5 2 】

固定子コア 7 1 は、例えば、電磁鋼板等の強磁性体の材料から形成される。固定子コア 7 1 は、バックヨーク 7 1 a と、複数のティース 7 1 b とを有する。バックヨーク 7 1 a は、略円筒形状を有する。ティース 7 1 b は、バックヨーク 7 1 a の内周面から、バックヨーク 7 1 a の径方向に突出する。固定子コア 7 1 では、9 個のティース 7 1 b が、バックヨーク 7 1 a の周方向において、等間隔に配置される。

【 0 0 5 3 】

コイル 7 2 は、例えば、それぞれのティース 7 1 b に巻線が巻かれることによって形成される。周方向において隣接する 2 つのティース 7 1 b の間には、コイル 7 2 の巻線が収容される空間が形成されている。ティース 7 1 b とコイル 7 2 との間には、絶縁フィルム等の絶縁部材が配置される。固定子コア 7 1 は、9 個のコイル 7 2 を有する。しかし、コイル 7 2 の数は特に限定されない。

【 0 0 5 4 】

モータ 1 0 0 が駆動すると、固定子 7 0 のそれぞれのコイル 7 2 が所定のシーケンスに従って順次選択的に励磁されることにより、回転子 1 0 が、回転軸 C の周りをシャフト 6 0 と共に回転する。

【 0 0 5 5 】

(3) 圧縮機 2 0 0 の構成

圧縮機 2 0 0 は、冷凍装置に用いられる。冷凍装置は、例えば、蒸気圧縮式の冷凍サイクルを行うことによって、建物等の室内の冷房および暖房を行うことが可能な空気調和装置である。空気調和装置は、例えば、本実施形態の圧縮機 2 0 0 と、四方切替弁と、室外熱交換器と、膨張機構と、室内熱交換器とが接続される冷媒回路を備える。この場合、圧縮機 2 0 0、四方切替弁、室外熱交換器および膨張機構は、空気調和装置の室外機に搭載され、室内熱交換器は、空気調和装置の室内機に搭載される。四方切替弁は、冷房運転時の冷媒回路と、暖房運転時の冷媒回路とを切り替える。冷房運転時では、室外熱交換器は放熱器（凝縮器）として機能し、室内熱交換器 6 は吸熱器（蒸発器）として機能する。暖房運転時では、室外熱交換器 4 は吸熱器として機能し、室内熱交換器 6 は放熱器として機能する。圧縮機 2 0 0 は、空気調和装置のような冷凍装置の冷媒回路を循環する冷媒を圧縮する。圧縮機 2 0 0 は、例えば、回転式の圧縮機、または、スクロール式の圧縮機である。

【 0 0 5 6 】

図 9 に示されるように、圧縮機 2 0 0 は、主として、ケーシング 2 1 0 と、圧縮機構 2 1 5 と、モータ 1 0 0 と、シャフト 6 0 と、吸入管 2 1 9 と、吐出管 2 2 0 とを備える。ケーシング 2 1 0 は、圧縮機構 2 1 5、モータ 1 0 0 およびシャフト 6 0 が収容される密閉容器である。吸入管 2 1 9 および吐出管 2 2 0 は、ケーシング 2 1 0 を貫通し、ケーシング 2 1 0 と気密状に連結される。

【 0 0 5 7 】

圧縮機構 2 1 5 は、外部の冷媒回路から吸入管 2 1 9 を介して供給された低圧の冷媒を圧縮する。圧縮機構 2 1 5 によって圧縮された冷媒は、ケーシング 2 1 0 内部の高圧空間 S 1 に吐出され、吐出管 2 2 0 を介して外部の冷媒回路に供給される。圧縮機構 2 1 5 の内部には、圧縮室 2 1 5 a が形成される。圧縮機構 2 1 5 は、シャフト 6 0 に連結される。圧縮機構 2 1 5 は、回転するシャフト 6 0 によって供給される動力を利用して圧縮室 2 1 5 a の容積を増減させることにより、冷媒を圧縮する。

【 0 0 5 8 】

モータ 1 0 0 は、圧縮機構 2 1 5 の上方または下方に配置される。モータ 1 0 0 の固定子 7 0 は、ケーシング 2 1 0 の内壁面に固定される。モータ 1 0 0 の回転子 1 0 は、固定子 7 0 の内側において回転自在に配置される。

【 0 0 5 9 】

シャフト 6 0 は、その軸方向が鉛直方向に沿うように配置される。シャフト 6 0 は、モ

10

20

30

40

50

ータ１００の回転子１０、および、圧縮機構２１５の圧縮室２１５aを形成する部材に連結される。モータ１００の駆動によって回転子１０が回転軸Ｃ周りに回転すると、シャフト６０が回転して、圧縮機構２１５によって冷媒が圧縮される。

【００６０】

（４）特徴

永久磁石が回転子の内部に埋め込まれているモータ（ＩＰＭモータ）では、永久磁石として、例えば、フェライト磁石または希土類磁石が用いられる。しかし、フェライト磁石は、希土類磁石と比較して磁力が小さい。そのため、フェライト磁石を用いる場合、モータの性能を向上させるために、図１０に示されるように、磁石の表面積が大きくなるような電磁構造が採用される。図１０は、図５と同様の断面図であり、回転子１０の磁石収容孔２２に収容され、略Ｕ字形状を有する永久磁石１４０が示されている。永久磁石１４０は、２つの平板状磁石１４１と、１つの湾曲磁石１４２とから構成される。平板状磁石１４１は、回転子１０の外側から内側に向かって延びる。湾曲磁石１４２は、回転子１０の内側に向かって凸となる形状を有する。湾曲磁石１４２の両端部は、各平板状磁石１４１の内側の端部と接触している。

【００６１】

図１０において、回転子１０の外周面１０a付近は、固定子７０からの距離が短いので、平板状磁石１４１の外周面１０a側の端部は、コイル７２から発生する磁界（外部磁界）による減磁の影響を受けやすい。特に、図１０に示される、平板状磁石１４１の外周面１０a側の角部１４１aは、外部磁界による減磁の影響を受けやすい箇所である。

【００６２】

実施形態では、図５に示されるように、回転軸Ｃに沿って見た場合に、第１磁石４１および第２磁石４２の減磁部４０aの近傍に、磁束バリア２４が形成されている。磁束バリア２４は、回転子コア２０に形成される孔または切り欠きである。外部磁界の磁束は磁束バリア２４を通過しにくいので、減磁部４０aにおける外部磁界による減磁の影響が低減される。従って、磁束バリア２４は、永久磁石４０の減磁耐力を向上させる効果を有する。永久磁石４０の減磁耐力が高いほど減磁の影響が低減されるので、永久磁石４０の容積を小さくして、永久磁石４０の使用量を低減することができる。そのため、回転子コア２０に磁束バリア２４を形成することで、回転子１０のコストダウンを図ることができる。

【００６３】

本実施形態では、磁束バリア２４は、 $0 < L/R \leq 0.08$ の関係式を満たす形状を有する。図１１には、 L/R と、永久磁石４０の磁束量との関係が実線で示され、 L/R と、永久磁石４０の減磁耐力との関係が鎖線で示されている。図１１では、 L/R がゼロの場合、言い換えると、磁束バリア２４が存在しない場合の磁束量および減磁耐力を基準とするデータが示されている。図１１に示されるように、 L/R が０．０４以上になると、減磁耐力が飽和し始め、かつ、 L/R が０．０８を超えると、磁束量の低下が顕著になる。従って、永久磁石４０の磁束量および減磁耐力を十分に確保するためには、 L/R は０．０４から０．０８までの値であることが好ましい。

【００６４】

磁束バリア２４が磁石収容孔２２と連通して減磁部４０aの近傍に空間が形成されている場合、減磁部４０aの近傍において磁束が流れにくくなり磁気抵抗が増加して、モータ１００の効率が低下する。本実施形態では、磁束バリア２４は、磁石収容孔２２と連通しておらず、磁束バリア２４と磁石収容孔２２の間にはブリッジ２７が形成されている。そのため、ブリッジ２７を磁束が流れることにより、減磁部４０aの近傍における磁気抵抗の増加が抑制されるので、モータ１００の効率の低下が抑制される。また、ブリッジ２７の幅Ｗが大きいほど、外部磁界が減磁部４０aに到達しやすくなり減磁の影響が大きくなるので、ブリッジ２７の幅Ｗは、小さいほど好ましい。しかし、回転子コア２０の鋼板を打ち抜いて磁束バリア２４を形成する場合、鋼板の加工性を考慮すると、ブリッジ２７の幅Ｗは、回転子コア２０の鋼板の厚み以上であることが好ましい。

【００６５】

(5) 変形例

(5-1) 第1変形例

磁束バリア24の変形例について、図面を参照しながら説明する。本変形例では、磁束バリア24は孔である。図12に示されるように、回転軸Cに沿って見た場合に、回転子10の外側における磁束バリア24の周方向の寸法H1は、回転子10の内側における磁束バリア24の周方向の寸法H2よりも長い。言い換えると、磁束バリア24の周方向の寸法は、第1方向Dにおいて一定ではなく、回転子10の外側から内側に向かって徐々に短くなる。

【0066】

本変形例では、磁束バリア24は、 $0 < L/R \leq 0.08$ の関係式を満たす形状を有する。好ましくは、磁束バリア24は、 $0.04 \leq L/R \leq 0.08$ の関係式を満たす形状を有する。これにより、磁束バリア24の第1方向Dの寸法の下限值および上限値が規制される。また、磁束バリア24は、 $0.1 \leq H2/L < H1/L \leq 0.8$ の関係式を満たす形状を有する。本変形例の磁束バリア24は、実施形態の磁束バリア24と同様の効果を有する。

10

【0067】

(5-2) 第2変形例

実施形態および第1変形例では、磁束バリア24は孔であるが、磁束バリア24は、切り欠きであってもよい。磁束バリア24が切り欠きである場合、図13および図14に示されるように、磁束バリア24は、第1方向Dにおいて、回転子コア20の外側の表面まで延びている。図13に示される磁束バリア24は、図5に示される実施形態の磁束バリア24を、回転子コア20の外側の表面まで延長することで形成される切り欠きである。図14に示される磁束バリア24は、図12に示される第1変形例の磁束バリア24を、回転子コア20の外側の表面まで延長することで形成される切り欠きである。本変形例の磁束バリア24も、実施形態および第1変形例の磁束バリア24と同じ関係式を満たす。本変形例の磁束バリア24は、実施形態の磁束バリア24と同様の効果を有する。

20

【0068】

(5-3) 第3変形例

実施形態では、永久磁石40は、第1磁石41と第2磁石42と第3磁石43とから構成される。しかし、永久磁石40は、第1磁石41と第2磁石42と第3磁石43とが一体となった1つの磁石から構成されてもよい。

30

【0069】

—むすび—

以上、本開示の実施形態を説明したが、特許請求の範囲に記載された本開示の趣旨および範囲から逸脱することなく、形態や詳細の多様な変更が可能なが理解されるであろう。

【符号の説明】

【0070】

10 : 回転子
 10a : 回転子の外周面
 20 : 回転子コア (コア)
 22 : 磁石収容孔 (第2空間)
 24 : 磁束バリア (第1空間)
 40 : 永久磁石 (磁石)
 40a : 減磁部 (第1部)
 41 : 第1磁石
 42 : 第2磁石
 43 : 第3磁石
 70 : 固定子
 100 : モータ

40

50

200 : 圧縮機
C : 回転軸

【先行技術文献】

【特許文献】

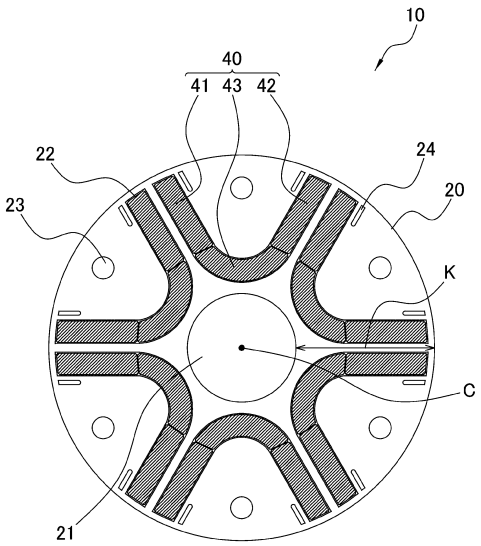
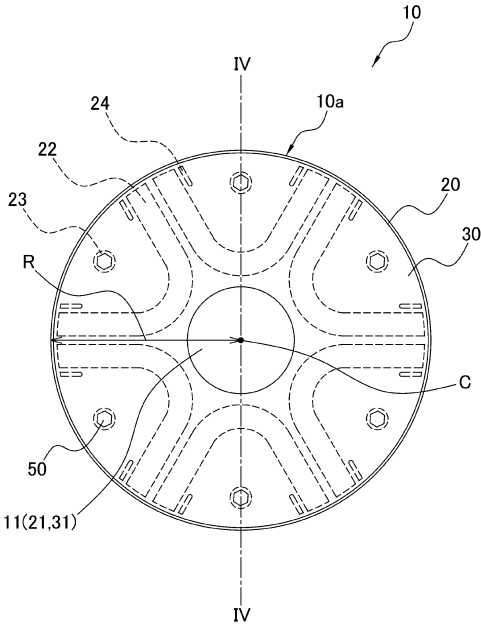
【0071】

【特許文献1】 特開2015-119547号公報

【図面】

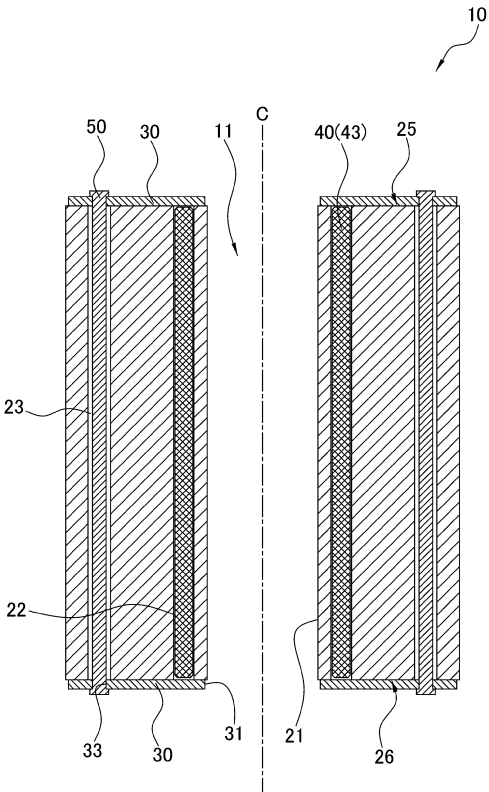
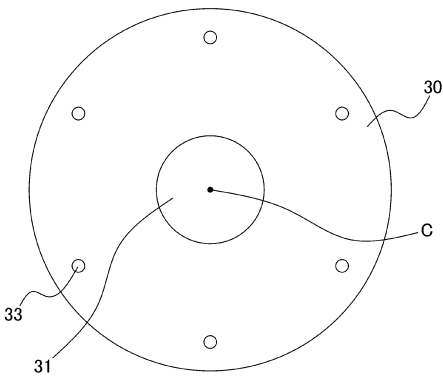
【図1】

【図2】

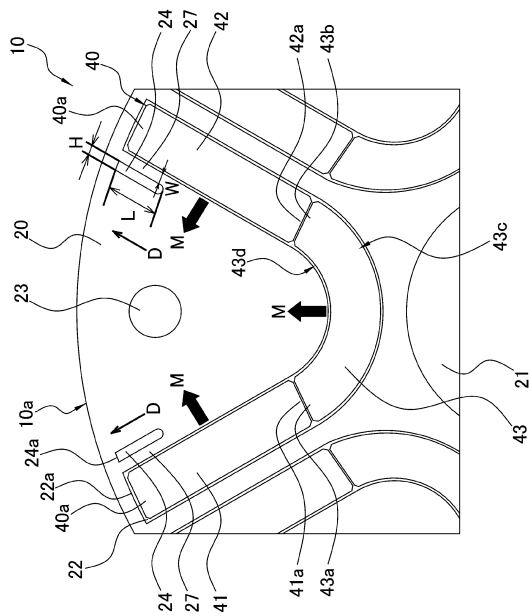


【図3】

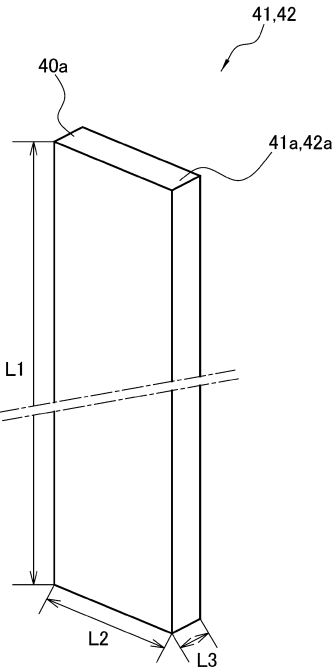
【図4】



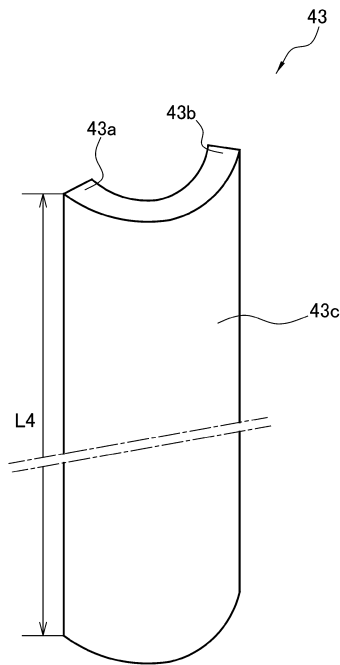
【図 5】



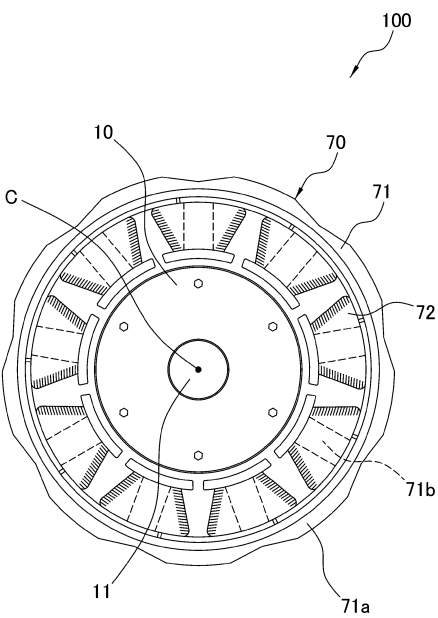
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

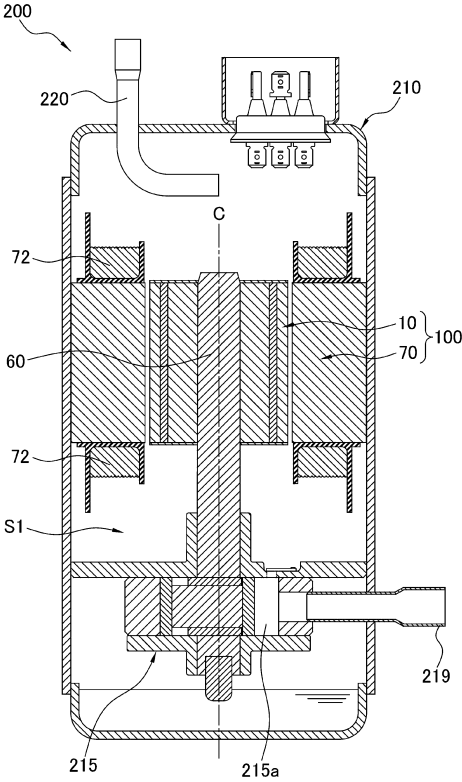
20

30

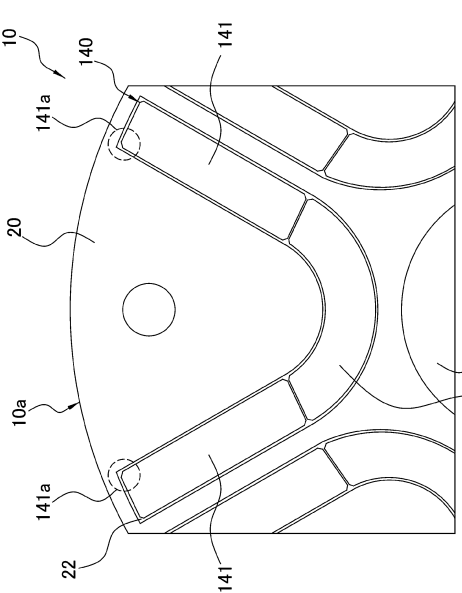
40

50

【図 9】



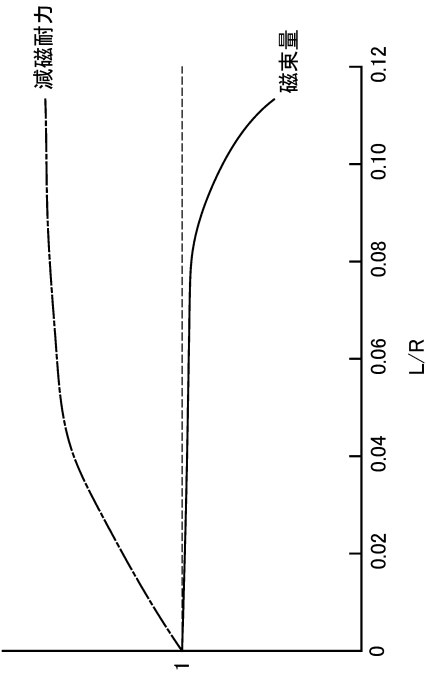
【図 10】



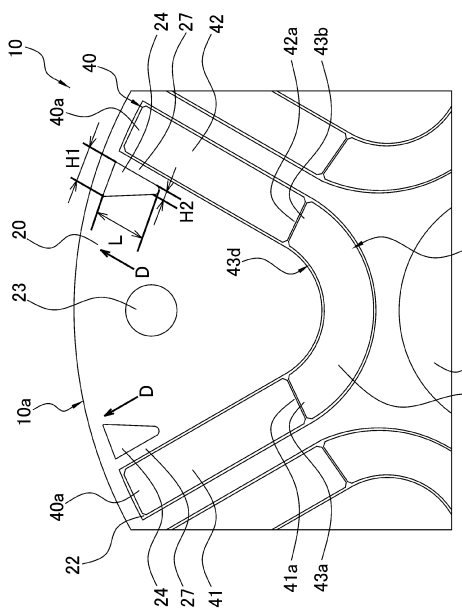
10

20

【図 11】



【図 12】



30

40

50

【手続補正書】

【提出日】令和5年1月30日(2023.1.30)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転軸（C）の周りに回転可能に設けられる、モータの回転子であって、

10

前記回転軸に沿って見た場合に前記回転子の外周面（10a）の近傍に配置される第1部（40a）を有する磁石（40）と、

前記回転軸に沿って見た場合に前記第1部の近傍に配置される孔または切り欠きである第1空間（24）を形成するコア（20）と、
を備え、

前記第1部の磁化方向は、前記回転子の周方向を向いており、

前記回転子は、半径Rの円筒形状を有し、

前記回転軸に沿って見た場合に前記第1部が延びる第1方向における前記第1空間の寸法をLとする場合、 $0 < L / R \leq 0.08$ の関係式を満たし、

前記第1空間の長手方向は、前記第1方向であり、

20

前記回転軸に沿って見た場合に、前記回転子の径方向において、前記第1空間の前記外周面の側の端部の位置は、前記第1部の前記外周面の側の端部の位置と同じである、
回転子（10）。

【請求項2】

前記磁石は、前記回転軸に沿って見た場合に前記回転子の内側に向かって凸となる形状を有し、

前記第1空間は、前記磁石の両端部である一对の前記第1部の間に位置している、
請求項1に記載の回転子。

【請求項3】

前記磁石は、

30

前記回転軸に沿って見た場合に前記回転子の内側から外側に向かって延び、かつ、平板状である、第1磁石（41）および第2磁石（42）と、

前記第1磁石の前記内側の端部と、前記第2磁石の前記内側の端部との間に配置され、かつ、前記回転軸に沿って見た場合に前記内側に向かって凸となる形状を有する第3磁石（43）と、

を有し、

前記第1空間は、前記第1磁石および前記第2磁石の前記外周面の側の端部である一对の前記第1部の間に位置している、
請求項1に記載の回転子。

【請求項4】

40

前記磁石は、フェライト磁石である、

請求項1から3のいずれか1項に記載の回転子。

【請求項5】

前記回転軸に沿って見た場合に、前記回転子の外側における前記第1空間の前記周方向の寸法は、前記回転子の内側における前記第1空間の前記周方向の寸法よりも長い、
請求項1から3のいずれか1項に記載の回転子。

【請求項6】

前記コアは、前記回転軸に沿って見た場合に、前記磁石が挿入される第2空間（22）を形成し、

前記回転軸に沿って見た場合に、前記第1空間と前記第2空間との間の距離は、ゼロよ

50

り大きい、

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の回転子。

【請求項 7】

前記回転軸に沿って見た場合に、前記回転子の径方向において、前記第 1 空間の前記外周面の側の端部の位置は、前記第 2 空間の前記外周面の側の端部の位置と同じである、請求項 6 に記載の回転子。

【請求項 8】

固定子（70）と、

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の回転子と、
を備える、

10

モータ（100）。

【請求項 9】

請求項 8 に記載のモータを備える、
圧縮機（200）。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の圧縮機を備える、
空気調和装置。

20

30

40

50

フロントページの続き

大阪府大阪市北区中崎西二丁目 4 番 1 2 号 梅田センタービル ダイキン工業株式会社内
F ターム (参考) 5H622 AA04 CA02 CA05 CA10 CB03 CB05 DD01 PP03 PP16