

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7675855号
(P7675855)

(45)発行日 令和7年5月13日(2025.5.13)

(24)登録日 令和7年5月1日(2025.5.1)

(51)国際特許分類 F I
H 0 2 K 1/2726(2022.01) H 0 2 K 1/2726
H 0 2 K 1/2733(2022.01) H 0 2 K 1/2733

請求項の数 8 (全16頁)

(21)出願番号	特願2023-570566(P2023-570566)	(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12月28日(2021.12.28)	(74)代理人	100116964 弁理士 山形 洋一
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/048762	(74)代理人	100120477 弁理士 佐藤 賢改
(87)国際公開番号	WO2023/127084	(74)代理人	100135921 弁理士 篠原 昌彦
(87)国際公開日	令和5年7月6日(2023.7.6)	(74)代理人	100203677 弁理士 山口 力
審査請求日	令和5年12月7日(2023.12.7)	(72)発明者	馬場 和彦 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	松岡 篤

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 モータ、ファン、換気扇、及び空気調和機

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ステータと、

外側ロータ部と前記外側ロータ部の内側に設けられた内側ロータ部とを有し、前記ステータの内側に配置されたロータと、

前記内側ロータ部の内側で固定された導電性シャフトと、

前記導電性シャフトを回転可能に支持する軸受と、

導電性筐体と、

前記導電性シャフトの反負荷側における端部を覆っている非導電性部材とを備え、

前記ロータ及び前記ステータは、前記導電性筐体の中に配置されており、

前記ステータの外周面は、前記導電性筐体に接触しており、

前記軸受は、内輪及び外輪を有し、

前記外輪は、前記導電性筐体に接触しており、

前記外側ロータ部は、比誘電率が40より大きく且つ200以下のボンド磁石であり、

前記内側ロータ部は、比誘電率が10以下の絶縁体であり、

前記外側ロータ部の外径をD1とし、前記外側ロータ部の内径をD2とし、前記内側ロータ部の外径をD3とし、前記内側ロータ部の内径をD4としたとき、

$D2 = D3$ 、且つ、 $0.15 < (D3 - D4) / (D1 - D2)$

を満たすモータ。

【請求項 2】

前記絶縁体は、ポリアミド系樹脂又はポリブチレンテレフタレートである請求項 1 に記載のモータ。

【請求項 3】

前記ボンド磁石は、磁性粉と樹脂とを含み、

前記磁性粉は、フェライトである

請求項 1 又は 2 に記載のモータ。

【請求項 4】

前記ボンド磁石に含まれる前記樹脂は、ポリアミド系樹脂である請求項 3 に記載のモータ。

10

【請求項 5】

前記ボンド磁石に含まれる前記樹脂は、ポリフェニレンサルファイドである請求項 3 に記載のモータ。

【請求項 6】

羽根と、

前記羽根を回転させる請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のモータとを備えるファン。

【請求項 7】

羽根と、

前記羽根を回転させる請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のモータとを備える換気扇。

20

【請求項 8】

室内機と、

前記室内機に接続される室外機と

を備え、

前記室内機、前記室外機、又は前記室内機及び前記室外機の各々は、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のモータを有する

空気調和機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本開示は、ロータ、モータ、ファン、換気扇、及び空気調和機に関する。

【背景技術】

【0002】

モータの回転体を構成するボンド磁石などの樹脂磁石の誘電率を 10 以上、且つ、40 以下に調整することでロータの静電容量を 3 pF から 12 pF に調整し、軸受における電食を防止する技術が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

40

【文献】国際公開第 2013/042282 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

一般に、比誘電率が 40 より大きいボンド磁石でロータを構成した場合、軸受の内輪と外輪との間に発生する電圧（以下「軸受電圧」とも称する。）が増加し、軸受に流れる放電電流が増加する。その結果、軸受に電食が発生し、モータにおける振動及び騒音が増加するという問題がある。

【0005】

本開示の目的は、上記の問題を解決するものであり、比誘電率が 40 よりも大きいボン

50

ド磁石をロータに用いた場合でも、軸受電圧を低減し、軸受内を流れる放電電流を抑制して、モータの振動及び騒音の増加を抑制することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示のロータは、
 外側ロータ部と、
 前記外側ロータ部の内側に設けられた内側ロータ部と
 を備え、
 前記外側ロータ部は、比誘電率が40より大きく且つ200以下のボンド磁石であり、
 前記内側ロータ部は、比誘電率が10以下の絶縁体であり、
 前記外側ロータ部の外径をD1とし、前記外側ロータ部の内径をD2とし、前記内側ロータ部の外径をD3とし、前記内側ロータ部の内径をD4としたとき、
 $D2 = D3$ 、且つ、 $0.15 < (D3 - D4) / (D1 - D2)$
 を満たす。

10

本開示のモータは、
 ステータと、
 前記ステータの内側に配置された前記ロータと
 を備える。

本開示の他の態様に係るモータは、

ステータと、

20

外側ロータ部と前記外側ロータ部の内側に設けられた内側ロータ部とを有し、前記ステータの内側に配置されたロータと、

前記内側ロータ部の内側で固定された導電性シャフトと、

前記導電性シャフトを回転可能に支持する軸受と、

導電性筐体と、

前記導電性シャフトの反負荷側における端部を覆っている非導電性部材と
を備え、

前記ロータ及び前記ステータは、前記導電性筐体の中に配置されており、

前記ステータの外周面は、前記導電性筐体に接触しており、

前記軸受は、内輪及び外輪を有し、

30

前記外輪は、前記導電性筐体に接触しており、

前記外側ロータ部は、比誘電率が40より大きく且つ200以下のボンド磁石であり、

前記内側ロータ部は、比誘電率が10以下の絶縁体であり、

前記外側ロータ部の外径をD1とし、前記外側ロータ部の内径をD2とし、前記内側ロータ部の外径をD3とし、前記内側ロータ部の内径をD4としたとき、

$D2 = D3$ 、且つ、 $0.15 < (D3 - D4) / (D1 - D2)$

を満たす。

本開示の他の態様に係るファンは、

羽根と、

前記羽根を回転させる前記モータと
 を備える。

40

本開示の他の態様に係る換気扇は、

羽根と、

前記羽根を回転させる前記モータと
 を備える。

本開示の他の態様に係る空気調和機は、

室内機と、

前記室内機に接続される室外機と

を備え、

前記室内機、前記室外機、又は前記室内機及び前記室外機の各々は、前記モータを有す

50

る。

【発明の効果】

【0007】

本開示によれば、比誘電率が40よりも大きいボンド磁石をロータに用いた場合でも、軸受電圧を低減することができ、軸受内を流れる放電電流を抑制することができ、モータの振動及び騒音の増加を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】実施の形態1に係るモータを概略的に示す断面図である。

【図2】ステータを概略的に示す斜視図である。

10

【図3】電気回路の一例を示す回路図である。

【図4】回転体の構造を概略的に示す断面図である。

【図5】比較対象のモータに対する、実施の形態1に係るモータにおける軸受電圧の低減率を示すグラフである。

【図6】実施の形態2に係るファンを概略的に示す図である。

【図7】実施の形態3に係る換気扇を概略的に示す図である。

【図8】実施の形態4に係る空気調和機の構成を概略的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

実施の形態1 .

20

実施の形態1に係るモータ1について以下に説明する。

各図に示されるx y z直交座標系において、z軸方向(z軸)は、モータ1の軸線A1と平行な方向を示し、x軸方向(x軸)は、z軸方向に直交する方向を示し、y軸方向(y軸)は、z軸方向及びx軸方向の両方に直交する方向を示す。軸線A1は、ロータ2の回転中心、すなわち、ロータ2の回転軸である。軸線A1と平行な方向は、「ロータ2の軸方向」又は単に「軸方向」とも称する。径方向は、ロータ2、ステータ3、又はステータコア31の半径の方向であり、軸線A1と直交する方向である。x y平面は、軸方向と直交する平面である。ロータ2、ステータ3、又はステータコア31の周方向を、単に「周方向」とも称する。

【0010】

30

図1は、実施の形態1に係るモータ1を概略的に示す断面図である。

モータ1は、ロータ2と、ステータ3と、非導電性部材4と、導電性筐体5とを有する。モータ1は、例えば、永久磁石同期電動機である。

【0011】

図1に示されるように、モータ1は、電気回路6と、コネクタ7とをさらに有してもよい。ロータ2及びステータ3は、導電性筐体5の中に配置されている。

【0012】

図1に示されるように、ステータ3は、ステータコア31と、少なくとも1つのインシュレータ32と、少なくとも1つのコイル33と、少なくとも1つの導通ピン34とを有する。各コイル33は、インシュレータ32に巻かれている。ステータ3は、導電性筐体5のフレーム5Aに圧入されている。すなわち、ステータ3の外周面(例えば、ステータコア31の外周面)は、導電性筐体5に接触している。

40

【0013】

ステータ3

図2は、ステータ3を概略的に示す斜視図である。

図2では、ステータコア31及びインシュレータ32の構造を示すために、コイル33がステータ3から外されている。

ステータコア31は、周方向に延在するヨーク31Aと、複数のティース31Bとを有する。本実施の形態では、ステータコア31は、12個のティース31Bを有する。各ティース31Bは、ヨーク31Aから径方向に延在している。ステータコア31は、円筒形

50

のコアである。例えば、ステータコア 3 1 は、軸方向に積層された複数の電磁鋼板で形成されている。この場合、複数の電磁鋼板の各々は、打ち抜き処理によって、予め定められた形状に形成される。これらの電磁鋼板は、かしめ、溶接、又は接着等によって互いに固定される。

【 0 0 1 4 】

コイル 3 3 は、U 相、V 相、及び W 相を持つ 3 相コイルである。

【 0 0 1 5 】

各インシュレータ 3 2 は、ティース 3 1 B に設けられている。各インシュレータ 3 2 は、例えば、ポリブチレンテレフタレート (P B T) 等の熱可塑性樹脂である。各インシュレータ 3 2 は、ステータコア 3 1 (具体的には、ステータコア 3 1 の各ティース 3 1 B) を電氣的に絶縁する。例えば、インシュレータ 3 2 は、ステータコア 3 1 と一体に成形される。ただし、予めインシュレータ 3 2 を成形し、成形されたインシュレータ 3 2 をステータコア 3 1 と組み合わせてもよい。

10

【 0 0 1 6 】

各導通ピン 3 4 は、例えば、インシュレータ 3 2 に固定される。各導通ピン 3 4 は、コイル 3 3 と電気回路 6 とを電氣的に接続している。具体的には、各導通ピン 3 4 は、コイル 3 3 と電気回路 6 のインバータ回路 6 4 のスイッチング回路 6 4 b とを電氣的に接続している。

【 0 0 1 7 】

電気回路 6

20

図 3 は、電気回路 6 の一例を示す回路図である。

図 3 に示される例では、電気回路 6 は、ヒューズ 6 1 と、フィルタ回路 6 2 と、電源回路 6 3 と、インバータ回路 6 4 とを有する。電気回路 6 は、交流電源 6 0 に電氣的に接続されるように構成されている。

【 0 0 1 8 】

交流電源 6 0 から交流 (例えば、A C 1 0 0 V から A C 2 4 0 V) が電気回路 6 に供給されると、その交流は、ヒューズ 6 1 及びフィルタ回路 6 2 を通して電源回路 6 3 に供給される。その交流は、電源回路 6 3 によって直流に変換される。

【 0 0 1 9 】

フィルタ回路 6 2 は、コンデンサ 6 2 a と、コモンモードチョークコイル 6 2 b と、Y コンデンサ 6 2 c , 6 2 d とを有する。この構成により、フィルタ回路 6 2 は、ノイズフィルタを構成する。

30

【 0 0 2 0 】

電源回路 6 3 は、整流回路 6 3 a と、平滑用コンデンサ 6 3 b と、スイッチング電源 6 3 c とを有する。電源回路 6 3 では、フィルタ回路 6 2 を通して入力された交流が、ダイオードブリッジを持つ整流回路 6 3 a によって全波整流され、これにより直流に変換される。その直流は、平滑用コンデンサ 6 3 b に蓄積される。平滑用コンデンサ 6 3 b において、スイッチング回路 6 4 b で必要とされる直流 (例えば、D C 1 4 0 V 又は D C 2 8 0 V) が生成される。スイッチング電源 6 3 c は、平滑用コンデンサ 6 3 b において生成された直流を用いて、駆動回路 6 4 a で必要とされる制御電力 (例えば、D C 1 5 V) を生成する。

40

【 0 0 2 1 】

インバータ回路 6 4 は、駆動回路 6 4 a と、スイッチング回路 6 4 b とを有する。

スイッチング回路 6 4 b は、正極母線と負極母線との間に形成される U 相、V 相、及び W 相の 3 相ブリッジを構成する。正極母線は平滑用コンデンサ 6 3 b の正極端に接続されており、負極母線は平滑用コンデンサ 6 3 b の負極端に接続されている。正極母線側の 3 個のトランジスタは上アームトランジスタである。負極母線側の 3 個のトランジスタは下アームトランジスタである。各スイッチング素子は、逆並列に還流ダイオードに接続されている。上アームトランジスタ及び下アームトランジスタの各々の接続端は、出力端を構成しており、コイル 3 3 のうちの U 相、V 相、又は W 相に接続されている。

50

【 0 0 2 2 】

駆動回路 6 4 a は、スイッチング回路 6 4 b のうちの 6 個のスイッチング素子をオンオフ駆動するための P W M 信号を生成する。

【 0 0 2 3 】

本実施の形態では、例えば、ホール I C 等の磁極位置センサを用いずに、磁極位置センサレス駆動によりモータ 1 が駆動される。この場合、モータ 1 は、ロータ 2 の磁極位置を推定するための磁極位置推定手段を有している。磁極位置推定手段は、コイル 3 3 に流れる電流及びモータ定数からロータ 2 の位置を推定し、コイル 3 3 の各相に供給される電流を制御するための P W M 信号を生成する。その結果、ロータ 2 が回転する。

【 0 0 2 4 】

ロータ 2

ロータ 2 は、ステータ 3 の内側に回転可能に配置されている。ロータ 2 とステータ 3 との間には、エアギャップが存在する。ロータ 2 は、導電性シャフト 2 1 と、回転体 2 2 と、導電性シャフト 2 1 を回転可能に支持する第 1 及び第 2 の軸受 2 3 , 2 4 とを有する。ロータ 2 は、回転軸 (すなわち、軸線 A 1) を中心として回転可能である。

【 0 0 2 5 】

回転体 2 2 は、導電性シャフト 2 1 に固定されている。回転体 2 2 は、第 1 の軸受 2 3 と第 2 の軸受 2 4 との間に位置している。導電性シャフト 2 1 は、第 1 の軸受 2 3 及び第 2 の軸受 2 4 によって回転可能に支持されている。導電性シャフト 2 1 は、例えば、鉄などの金属で作られている。

【 0 0 2 6 】

第 1 の軸受 2 3 は、回転体 2 2 に対してモータ 1 の負荷側に位置している。第 1 の軸受 2 3 は、導電性シャフト 2 1 の負荷側を回転可能に支持している。第 2 の軸受 2 4 は、回転体 2 2 に対してモータ 1 の反負荷側に位置している。第 2 の軸受 2 4 は、導電性シャフト 2 1 の反負荷側を回転可能に支持している。

【 0 0 2 7 】

図 1 に示される例では、導電性シャフト 2 1 の負荷側は導電性筐体 5 の外部に突出しており、導電性シャフト 2 1 の反負荷側は導電性筐体 5 の外部に突出していない。

【 0 0 2 8 】

本実施の形態では、導電性シャフト 2 1 の反負荷側は導電性筐体 5 の外部に突出していないが、導電性シャフト 2 1 の反負荷側が導電性筐体 5 の外部に突出していてもよい。

【 0 0 2 9 】

図 1 に示される例では、導電性シャフト 2 1 の反負荷側における端部の外径は、導電性シャフト 2 1 の他の部分の外径よりも小さい。非導電性部材 4 は、導電性シャフト 2 1 の反負荷側におけるその端部を覆っている。例えば、導電性シャフト 2 1 の負荷側には、気流を生成するための羽根が設けられる。

【 0 0 3 0 】

非導電性部材 4 が導電性シャフト 2 1 の反負荷側におけるその端部を覆っているので、第 2 の軸受 2 4 における軸受電圧を低減することができる。

【 0 0 3 1 】

導電性シャフト 2 1 の負荷側に非導電性部材が設けられていてもよい。この場合、第 1 の軸受 2 3 における軸受電圧を低減することができる。

【 0 0 3 2 】

図 4 は、回転体 2 2 の構造を概略的に示す断面図である。

回転体 2 2 は、外側ロータ部 2 2 A と、外側ロータ部 2 2 A の内側に設けられた内側ロータ部 2 2 B とを有する。外側ロータ部 2 2 A は、リング形状である。外側ロータ部 2 2 A は、内側ロータ部 2 2 B の外側に配置されており、内側ロータ部 2 2 B と一体化されている。導電性シャフト 2 1 は、内側ロータ部 2 2 B の内側で固定されている。

【 0 0 3 3 】

D 1 は、外側ロータ部 2 2 A の外径であり、D 2 は、外側ロータ部 2 2 A の内径であり

10

20

30

40

50

、D3は、内側ロータ部22Bの外径であり、D4は、内側ロータ部22Bの内径である。図4に示される例では、D2 = D3である。

【0034】

外側ロータ部22Aは、ロータ2（具体的には、回転体22）の磁極を形成する。外側ロータ部22Aの成形時に、外側ロータ部22Aに磁場を印加することで、印加された磁場に沿って外側ロータ部22Aに配向が施される。磁場の配向は、極異方性配向である。本実施の形態では、外側ロータ部22Aは、周方向においてN極及びS極が交互に形成されている。回転体22（具体的には、外側ロータ部22A）は、8極を形成している。磁極の数は8極に限定されない。例えば、磁極の数は、2以上あればよく、必ずしも8極である必要はない。

10

【0035】

外側ロータ部22Aは、回転体22の最外周部に配置されている。外側ロータ部22Aは、ボンド磁石である。内側ロータ部22Bは、樹脂、エラストマー、又は空気などを含む絶縁体である。

【0036】

内側ロータ部22Bを構成する絶縁体は、例えば、ポリアミド系樹脂又はポリブチレンテレフタレートなどの樹脂である。本実施の形態では、内側ロータ部22Bは、比誘電率が10以下の樹脂である。内側ロータ部22Bを構成する樹脂が、ポリアミド系樹脂又はポリブチレンテレフタレートである場合、内側ロータ部22Bを射出成形で製作することができ、ロータ2の形状自由度を向上させることができる。

20

【0037】

外側ロータ部22Aを構成するボンド磁石は、例えば、樹脂及び磁性粉を含む複合体からなる。例えば、このボンド磁石は、樹脂及び磁性粉を射出成形することによって得られる。ボンド磁石に用いられる磁性粉は、例えば、ストロンチウムフェライト（ $\text{SrO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ ）、バリウムフェライト（ $\text{BaO} / 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ ）などのフェライトである。磁性粉がフェライトである場合、ロータ2のコストを低減することができる。ボンド磁石に用いられる樹脂は、ポリアミド系樹脂（6PA、12PA、PA6T）、ポリフェニレンサルファイド（PPS）などの熱可塑性樹脂である。

【0038】

ボンド磁石に用いられる樹脂がポリアミド系樹脂である場合、機械的強度が高く、耐熱性が良好なロータ2（具体的には、回転体22）が得られる。また、12PAは、6PAに比べて吸水性が小さく比誘電率のばらつきの小さいボンド磁石が得られる。ボンド磁石に含まれる樹脂をポリフェニレンサルファイド（PPS）で構成することで、吸水性が小さく比誘電率のばらつきが小さく、寸法安定性の良好なロータが得られる。

30

【0039】

樹脂の比誘電率は3から10程度である。これに対し、フェライトの比誘電率は250程度であり、樹脂に比べて非常に大きい。これまで、比誘電率の小さい樹脂と比誘電率の大きいフェライト磁性粉とにより構成されたフェライトボンド磁石の比誘電率の特性分布について着目されたことはなく、マグネットの特性表へ記載されていない。

【0040】

実際に、フェライトを含むボンド磁石の比誘電率 r の測定を行った。比誘電率の測定は、サイコロ状の角ピースを製作して、角ピースの対向面にアルミ箔を貼り付けて、両端間の静電容量をLCRメータにて測定し、得られた結果から次式より比誘電率を算出した。なお、静電容量の測定条件は、周波数16kHz、電圧1.5V、温度20の場合である。

40

$$r = C \times d / (S \times \epsilon_0)$$

C：静電容量 [F]、d：対向する測定面の距離 [m]、S：測定面の面積 [m²]、
 ϵ_0 ：真空の誘電率 (8.854×10^{-12} [F/m])

【0041】

上記測定の結果、成形後からの時間経過、材料ロットなどの条件が異なる32個のサン

50

ブルのフェライトを含むボンド磁石の比誘電率は、下限値が40より大きく、上限値が200以下の範囲で幅広く分布することを発見した。すなわち、ボンド磁石の比誘電率が軸受電圧へ及ぼす影響が大きい。そのため、外側ロータ部22Aは、比誘電率が40より大きく且つ200以下のボンド磁石であることが望ましい。

【0042】

図5は、比較対象のモータに対する、実施の形態1に係るモータ1における軸受電圧の低減率を示すグラフである。

横軸は、 $(D3 - D4) / (D1 - D2)$ である。

縦軸は、比較対象のモータにおける軸受電圧を基準とした場合の、本実施の形態に係るモータ1における軸受電圧の低減率である。言い換えると、縦軸は、低減率が大きいほど軸受電圧が小さくなることを示しており、低減率100%で軸受電圧が0Vになることを示している。比較対象のロータでは、回転体の外径が42mm、回転体の内径が8mmのリング形状であり、回転体は、比誘電率が200のボンド磁石で構成される。すなわち、比較対象のモータでは、回転体がボンド磁石のみで構成されている。

10

【0043】

図5に示されるように、比較対象のロータに対する軸受電圧の低減率は、およそ80%までほぼ直線状に変化し、低減率80%以上の領域では、変化率が徐々に低減する。低減率80%のときの $(D3 - D4) / (D1 - D2)$ は0.15である。したがって、 $(D3 - D4) / (D1 - D2)$ が0.15以上である場合、軸受電圧を効果的に低減することができ、軸受の寿命を延ばすことができる。

20

【0044】

よって、本実施の形態では、外側ロータ部22Aの外径をD1とし、外側ロータ部22Aの内径をD2とし、内側ロータ部22Bの外径をD3とし、内側ロータ部22Bの内径をD4としたとき、モータ1は、 $D2 = D3$ 、且つ、 $0.15 < (D3 - D4) / (D1 - D2)$ を満たす。この構成により、軸受電圧を低減することができ、軸受内を流れる放電電流を抑制することができ、第1の軸受23又は第2の軸受24の電食によるモータ1の振動及び騒音の増加を抑制することができる。

【0045】

第1の軸受23

第1の軸受23は、第1の導電性内輪23Aと、第1の導電性外輪23Bと、2以上の玉23Cとを有する。2以上の玉23Cは、第1の導電性内輪23Aと第1の導電性外輪23Bとの間に配置されている。各玉23Cは、導電性である。各玉23Cには、潤滑材が充填されている。各玉23Cに充填されている潤滑材は、非導電性である。第1の導電性内輪23A、第1の導電性外輪23B、及び各玉23Cは、例えば、鉄などの金属で作られている。

30

【0046】

第1の導電性内輪23Aは、導電性シャフト21に固定されている。すなわち、第1の導電性内輪23Aは、導電性シャフト21に接触している。第1の導電性内輪23Aは、例えば、圧入又は接着剤で導電性シャフト21に固定されている。第1の導電性内輪23Aが導電性シャフト21と共に回転すると、第1の導電性内輪23Aの軌道面である外周面と各玉23Cとの間に薄い油膜層が形成され、第1の導電性外輪23Bの軌道面である内周面と各玉23Cとの間に薄い油膜層が形成される。その結果、第1の導電性内輪23A及び第1の導電性外輪23Bは、各玉23Cから電氣的に絶縁される。

40

【0047】

第1の軸受23（具体的には、第1の導電性外輪23B）の外径とフレーム5Aの第1のハウジング51の内径とはほぼ等しい。第1の軸受23（具体的には、第1の導電性外輪23B）は、例えば、圧入又は接着剤で第1のハウジング51に固定されている。本実施の形態では、第1の導電性外輪23Bは、導電性筐体5に接触している。第1の軸受23（具体的には、第1の導電性外輪23B）は、隙間嵌めで第1のハウジング51に配置されていてよい。

50

【 0 0 4 8 】

第 2 の軸受 2 4

第 2 の軸受 2 4 は、第 2 の導電性内輪 2 4 A と、第 2 の導電性外輪 2 4 B と、2 以上の玉 2 4 C とを有する。2 以上の玉 2 4 C は、第 2 の導電性内輪 2 4 A と第 2 の導電性外輪 2 4 B との間に配置されている。各玉 2 4 C は、導電性である。各玉 2 4 C には、潤滑材が塗布されている。各玉 2 4 C に塗布されている潤滑材は、非導電性である。第 2 の導電性内輪 2 4 A、第 2 の導電性外輪 2 4 B、及び各玉 2 4 C は、例えば、鉄などの金属で作られている。

【 0 0 4 9 】

第 2 の導電性内輪 2 4 A は、例えば、圧入又は接着剤で非導電性部材 4 に固定されている。第 2 の導電性内輪 2 4 A が導電性シャフト 2 1 及び非導電性部材 4 と共に回転すると、第 2 の導電性内輪 2 4 A の軌道面である外周面と各玉 2 4 C との間に薄い油膜層が形成され、第 2 の導電性外輪 2 4 B の軌道面である内周面と各玉 2 4 C との間に薄い油膜層が形成される。その結果、第 2 の導電性内輪 2 4 A 及び第 2 の導電性外輪 2 4 B は、各玉 2 4 C から電氣的に絶縁される。

10

【 0 0 5 0 】

第 2 の軸受 2 4 (具体的には、第 2 の導電性外輪 2 4 B) の外径とブラケット 5 B の第 2 のハウジング 5 2 の内径とはほぼ等しい。第 2 の軸受 2 4 (具体的には、第 2 の導電性外輪 2 4 B) は、例えば、圧入又は接着剤で導電性筐体 5 (具体的には、ブラケット 5 B の第 2 のハウジング 5 2) に固定されている。本実施の形態では、第 2 の導電性外輪 2 4 B は、導電性筐体 5 に接触している。第 2 の軸受 2 4 (具体的には、第 2 の導電性外輪 2 4 B) は、隙間嵌めで導電性筐体 5 (具体的には、ブラケット 5 B の第 2 のハウジング 5 2) に配置されていてもよい。

20

【 0 0 5 1 】

油膜層の厚みは、例えば、1 μm 以下であるが、ロータ 2 の回転速度又はモータ 1 内の温度などのいくつかの要因によって油膜層の厚みは変化する。

【 0 0 5 2 】

第 2 の軸受 2 4 とブラケット 5 B (具体的には、第 2 のハウジング 5 2) との間には、軸方向における予圧を第 2 の軸受 2 4 に与えるための予圧ばねが設けられている。予圧ばねによる軸方向における予圧が第 1 の軸受 2 3 及び第 2 の軸受 2 4 に与えられているので、ロータ 2 の回転中における玉 2 3 C 及び玉 2 4 C のがたつきを防止することができる。

30

【 0 0 5 3 】

本実施の形態では、第 1 の軸受 2 3 のサイズは、第 2 の軸受 2 4 のサイズと等しい。したがって、第 1 の導電性外輪 2 3 B の外径 (すなわち、直径) は、第 2 の導電性外輪 2 4 B の外径 (すなわち、直径) と等しい。第 1 の軸受 2 3 及び第 2 の軸受 2 4 の各々は、例えば、外径 22 mm、内径 8 mm、幅 7 mm の呼び番号 608 型の深溝玉軸受である。本実施の形態では、第 1 の軸受 2 3 のサイズは第 2 の軸受 2 4 のサイズと等しいが、第 1 の軸受 2 3 のサイズが第 2 の軸受 2 4 と異なってもよい。

【 0 0 5 4 】

導電性筐体 5

図 1 に示されるように、導電性筐体 5 は、ステータ 3 及びロータ 2 が配置されたフレーム 5 A と、フレーム 5 A の内部を覆うブラケット 5 B とを有する。すなわち、ステータ 3 及びロータ 2 は、導電性筐体 5 (具体的には、フレーム 5 A) に配置されている。導電性筐体 5 は、例えば、鉄などの金属で作られている。

40

【 0 0 5 5 】

フレーム 5 A は、導電性のフレームである。フレーム 5 A は、例えば、鉄などの金属で作られている。フレーム 5 A の内側表面は、ステータコア 3 1 の外周面と機械的及び電氣的に接続されている。ステータ 3 は、フレーム 5 A を介して接地されている。フレーム 5 A は、例えば、カップ状のフレームである。フレーム 5 A は、第 1 の軸受 2 3 が配置された第 1 のハウジング 5 1 を有する。第 1 のハウジング 5 1 は、フレーム 5 A の一部であり

50

、フレーム 5 A の底に設けられている。図 1 に示される例では、第 1 のハウジング 5 1 は、フレーム 5 A の底のうちの、x y 平面において軸方向及び軸方向と直交する方向に突出している部分である。図 1 に示される例では、第 1 の軸受 2 3 の第 1 の導電性外輪 2 3 B は、第 1 のハウジング 5 1 に接触している。

【 0 0 5 6 】

第 1 のハウジング 5 1 は貫通孔 5 1 A を有し、導電性シャフト 2 1 がその貫通孔 5 1 A を通してフレーム 5 A の外へ突出している。

【 0 0 5 7 】

ブラケット 5 B は、導電性のブラケットである。ブラケット 5 B は、例えば、鉄などの金属で作られている。フレーム 5 A 及びブラケット 5 B は、電氣的に接続されている。ブラケット 5 B は、第 2 の軸受 2 4 が配置された第 2 のハウジング 5 2 を有する。ブラケット 5 B のうちの第 2 のハウジング 5 2 以外の部分は、例えば、平板である。第 2 のハウジング 5 2 は、ブラケット 5 B の一部であり、ブラケット 5 B のうちの平板から軸方向に突出している部分である。図 1 に示される例では、第 2 の軸受 2 4 の第 2 の導電性外輪 2 4 B は、第 2 のハウジング 5 2 に接触している。

【 0 0 5 8 】

フレーム 5 A 及びブラケット 5 B が、機械的及び電氣的に接続されているので、簡単な構成で第 1 の軸受 2 3 の第 1 の導電性外輪 2 3 B 及び第 2 の軸受 2 4 の第 2 の導電性外輪 2 4 B を同電位にすることができ、軸受電圧を低減することができる。

【 0 0 5 9 】

図 1 に示されるように、導電性筐体 5 は、回路カバー 5 C をさらに有してもよい。回路カバー 5 C は、導電性のカバーである。回路カバー 5 C は、例えば、鉄などの金属で作られている。回路カバー 5 C は、樹脂で作られていてもよい。図 1 に示されるように、回路カバー 5 C は、電気回路 6 を覆っている。具体的には、回路カバー 5 C は、ブラケット 5 B と共に電気回路 6 を覆っている。本実施の形態では、電気回路 6 は導電性筐体 5 の内部に配置されているが、電気回路 6 の一部又は全部は、導電性筐体 5 の外に配置されていてもよい。

【 0 0 6 0 】

図 1 に示されるように、回路カバー 5 C 内に、電気回路 6 を固定するための回路ケース 5 D が配置されていてもよい。この場合、回路ケース 5 D は、回路カバー 5 C 内に配置されている。回路ケース 5 D は、例えば、ブラケット 5 B に固定されている。回路ケース 5 D は、非導電性のケースである。回路ケース 5 D は、例えば、非導電性樹脂で作られている。例えば、プレス成形で、電気回路 6 が配置される凹部を回路ケース 5 D に成形する。

【 0 0 6 1 】

フレーム 5 A、ブラケット 5 B、及び回路カバー 5 C の各々は、外周縁を形成するフランジ 5 3 を有する。フレーム 5 A、ブラケット 5 B、及び回路カバー 5 C のフランジ 5 3 は、例えば、ネジで互いに固定されている。したがって、フレーム 5 A、ブラケット 5 B、及び回路カバー 5 C は、機械的に連結されており、互いに電氣的に接続されている。すなわち、図 1 に示される例では、導電性筐体 5 は、ブラケット 5 B によって、ロータ 2 及びステータ 3 が配置されたモータ収容部 5 4 と、電気回路 6 が配置された回路収容部 5 5 とに仕切られている。

【 0 0 6 2 】

フレーム 5 A、ブラケット 5 B、及び回路カバー 5 C が互いに電氣的に接続されていてもよい。本実施の形態では、フレーム 5 A 及びブラケット 5 B は導電性材料で作られているが、フレーム 5 A とブラケット 5 B の一方が非導電性樹脂などの非導電性材料で作られていてもよく、フレーム 5 A 及びブラケット 5 B の両方が非導電性樹脂などの非導電性材料で作られていてもよい。

【 0 0 6 3 】

フレーム 5 A が導電性材料で作られている場合、第 1 の導電性内輪 2 3 A と導電性シャフト 2 1 との間に非導電性樹脂などの非導電性の部材を配置してもよい。この構成により

10

20

30

40

50

、第1の軸受23における軸受電圧を低減することができる。

【0064】

上述の非導電性樹脂は、例えば、不飽和ポリエステルなどのバルクモールドディングコンパウンド樹脂（BMC樹脂）である。この場合、部品の寸法の精度を高めることができ、モータ1の機械的強度を高めることができる。

【0065】

コネクタ7

図1に示されるように、コネクタ7は、回路カバー5Cに固定されている。コネクタ7は、例えば、配線と配線を覆う非導電性のカバーとを有する。コネクタ7の配線は、電気回路6に接続されている。

【0066】

実施の形態2 .

図6は、実施の形態2に係るファン9を概略的に示す図である。

ファン9は、羽根91と、モータ1とを有する。ファン9は、送風機とも称する。羽根91は、例えば、ガラス繊維を含むポリプロピレン（polypropylene：PP）で形成されている。羽根91は、例えば、シロッコファン、プロペラファン、クロスフローファン、又はターボファンである。

【0067】

モータ1は、実施の形態1に係るモータ1である。羽根91は、モータ1のシャフトに固定されている。モータ1は、羽根91を駆動させる。具体的には、モータ1は、羽根91を回転させる。モータ1が駆動すると、羽根91が回転し、気流が生成される。これにより、ファン9は送風することができる。

【0068】

実施の形態2に係るファン9は、実施の形態1に係るモータ1を有するので、実施の形態1で説明した利点と同じ利点を得ることができる。さらに、ファン9の性能を長期にわたって維持することができる。

【0069】

さらに、実施の形態2に係るファン9は実施の形態1に係るモータ1を有するので、ファン9における振動及び騒音を低減することができる。

【0070】

実施の形態3 .

図7は、実施の形態3に係る換気扇8を概略的に示す図である。

換気扇8は、羽根81と、羽根81を回転させるモータ1とを有する。モータ1は、実施の形態1で説明したモータ1である。羽根81は、モータ1の導電性シャフト21の負荷側に固定されている。

【0071】

換気扇8は、住宅用、業務用などの幅広い用途に使用できる。例えば、住宅用の、居間、台所、浴室、トイレで使用される。羽根81と、モータ1の少なくとも一部とは、換気扇ボディ82によって覆われている。モータ1の導電性筐体5は、換気扇ボディ82にねじ83で固定されている。換気扇ボディ82には、電源接続端子台84とアース接続端子85とが設けられている。

【0072】

モータ1のコネクタ7は、電源接続端子台84に接続されている。電源接続端子台84の外部接続端子のうち的一端は、スイッチ86を通して交流電源の電源ラインの一端に接続されており、電源接続端子台84の外部接続端子のうち他端は、交流電源のうちの電源ラインの他端と直接接続されている。すなわち、スイッチ86のオンオフにより、モータ1への電力の供給が制御される。スイッチ86をオンにすると、モータ1に電力が供給され、モータ1の導電性シャフト21に固定された羽根81が回転し、部屋が換気される。

【0073】

換気扇8は、実施の形態1に係るモータ1を有するので、実施の形態1で説明した利点

10

20

30

40

50

と同じ利点を得ることができる。その結果、換気扇 8 の性能を長期にわたって維持することができる。

【 0 0 7 4 】

さらに、換気扇 8 は実施の形態 1 に係るモータ 1 を有するので、換気扇 8 における振動及び騒音を低減することができる。

【 0 0 7 5 】

導電性筐体 5 のフランジ 5 3 は、ねじ 8 3 で換気扇 8 の換気扇ボディ 8 2 に固定されている。モータ 1 のフレーム 5 A は、換気扇ボディ 8 2 の内部に配置されている。モータ 1 の電気回路 6 は、換気扇ボディ 8 2 の外に配置されている。電気回路 6 とロータ 2 との間には、ブラケット 5 B が配置されている。したがって、電気回路 6 は、ロータ 2 から隔離されているので、電気回路 6 は、換気扇ボディ 8 2 の内部の温度及び湿度の影響を受けにくい。したがって、換気扇 8 の安定した性能を長期にわたって維持することができる。その結果、第 1 の軸受 2 3 又は第 2 の軸受 2 4 の電食による換気扇 8 における騒音の増加を防止でき、長期にわたって快適な空間を提供できる。

10

【 0 0 7 6 】

モータ 1 の導電性筐体 5 が金属製の筐体である場合、ロータ 2 を保持するためのモータ 1 の強度が向上する。したがって、モータ 1 の導電性筐体 5 が金属製の筐体である場合、大型の羽根、金属製の羽根などの重い羽根を、羽根 8 1 に適用することができる。

【 0 0 7 7 】

実施の形態 4 .

20

実施の形態 4 に係る空気調和機 1 0 (冷凍空調装置又は冷凍サイクル装置とも称する) について説明する。

図 8 は、実施の形態 4 に係る空気調和機 1 0 の構成を概略的に示す図である。

【 0 0 7 8 】

実施の形態 4 に係る空気調和機 1 0 は、送風機 (第 1 の送風機とも称する) としての室内機 1 1 と、室内機 1 1 に接続される送風機 (第 2 の送風機とも称する) としての室外機 1 3 とを有する。

【 0 0 7 9 】

本実施の形態では、空気調和機 1 0 は、室内機 1 1 と、冷媒配管 1 2 と、室外機 1 3 とを有する。例えば、室外機 1 3 は、冷媒配管 1 2 を通して室内機 1 1 に接続される。

30

【 0 0 8 0 】

室内機 1 1 は、モータ 1 1 a (例えば、実施の形態 1 に係るモータ 1) と、モータ 1 1 a によって駆動されることにより、送風する送風部 1 1 b と、モータ 1 1 a 及び送風部 1 1 b を覆うハウジング 1 1 c とを有する。送風部 1 1 b は、例えば、モータ 1 1 a によって駆動される羽根 1 1 d を有する。例えば、羽根 1 1 d は、モータ 1 1 a のシャフトに固定されており、気流を生成する。

【 0 0 8 1 】

室外機 1 3 は、モータ 1 3 a (例えば、実施の形態 1 に係るモータ 1) と、送風部 1 3 b と、圧縮機 1 4 と、熱交換器 (図示しない) と、送風部 1 3 b、圧縮機 1 4、及び熱交換器を覆うハウジング 1 3 c とを有する。送風部 1 3 b は、モータ 1 3 a によって駆動されることにより、送風する。送風部 1 3 b は、例えば、モータ 1 3 a によって駆動される羽根 1 3 d を有する。例えば、羽根 1 3 d は、モータ 1 3 a のシャフトに固定されており、気流を生成する。圧縮機 1 4 は、モータ 1 4 a (例えば、実施の形態 1 に係るモータ 1) と、モータ 1 4 a によって駆動される圧縮機構 1 4 b (例えば、冷媒回路) と、モータ 1 4 a 及び圧縮機構 1 4 b を覆うハウジング 1 4 c とを有する。

40

【 0 0 8 2 】

空気調和機 1 0 において、室内機 1 1 及び室外機 1 3 の少なくとも 1 つは、実施の形態 1 で説明したモータ 1 を有する。すなわち、室内機 1 1、室外機 1 3、又は室内機 1 1 及び室外機 1 3 の各々は、実施の形態 1 で説明したモータ 1 を有する。具体的には、送風部の駆動源として、モータ 1 1 a 及び 1 3 a の少なくとも一方に、実施の形態 1 で説明した

50

モータ 1 が適用される。すなわち、室内機 1 1、室外機 1 3、又は室内機 1 1 及び室外機 1 3 の各々に、実施の形態 1 で説明したモータ 1 が適用される。圧縮機 1 4 のモータ 1 4 a に、実施の形態 1 で説明したモータ 1 を適用してもよい。

【0083】

空気調和機 1 0 は、例えば、室内機 1 1 から冷たい空気を送風する冷房運転、温かい空気を送風する暖房運転などの空調を行うことができる。室内機 1 1 において、モータ 1 1 a は、送風部 1 1 b を駆動するための駆動源である。送風部 1 1 b は、調整された空気を送風することができる。

【0084】

室内機 1 1 において、モータ 1 1 a は、例えば、ねじによって室内機 1 1 のハウジング 1 1 c に固定されている。室外機 1 3 において、モータ 1 3 a は、例えば、ねじによって室外機 1 3 のハウジング 1 3 c に固定されている。

10

【0085】

実施の形態 4 に係る空気調和機 1 0 では、モータ 1 1 a 及び 1 3 a の少なくとも一方に、実施の形態 1 で説明したモータ 1 が適用されるので、実施の形態 1 で説明した利点と同じ利点を得ることができる。その結果、空気調和機 1 0 の性能を長期にわたって維持することができる。

【0086】

さらに、送風機（例えば、室内機 1 1）の駆動源として、実施の形態 1 に係るモータ 1 が用いられる場合、実施の形態 1 で説明した利点と同じ利点を得ることができる。その結果、送風機の性能を長期にわたって維持する。実施の形態 1 に係るモータ 1 とモータ 1 によって駆動される羽根（例えば、羽根 1 1 d 又は 1 3 d）とを有する送風機は、送風する装置として単独で用いることができる。この送風機は、空気調和機 1 0 以外の機器にも適用可能である。

20

【0087】

さらに、圧縮機 1 4 の駆動源として、実施の形態 1 に係るモータ 1 が用いられる場合、実施の形態 1 で説明した利点と同じ利点を得ることができる。その結果、圧縮機 1 4 の性能を長期にわたって維持することができる。

【0088】

実施の形態 1 で説明したモータ 1 は、空気調和機 1 0 以外に、掃除機などの家電機器に搭載できる。さらに、実施の形態 1 で説明したモータ 1 は、工作機、電気自動車、ドローン、ロボットなどの、駆動源を有するあらゆる電気機器に搭載できる。

30

【0089】

以上に説明した各実施の形態における特徴は、互いに組み合わせることができる。

【符号の説明】

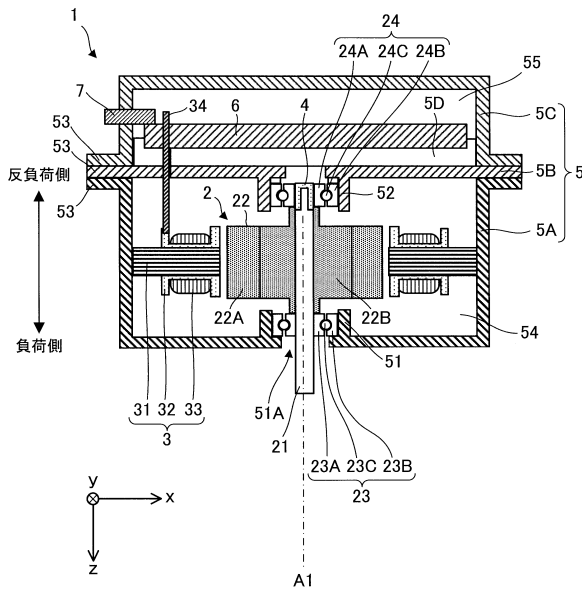
【0090】

1, 1 1 a, 1 3 a, 1 4 a モータ、 2 ロータ、 3 ステータ、 4 非導電性部材、 5 導電性筐体、 5 A フレーム、 5 B ブラケット、 6 電気回路、 7 コネクタ、 8 換気扇、 9 ファン、 1 0 空気調和機、 1 1 室内機、 1 2 冷媒配管、 1 3 室外機、 2 1 導電性シャフト、 2 2 回転体、 2 3 第 1 の軸受、 2 3 A 第 1 の導電性内輪、 2 3 B 第 1 の導電性外輪、 2 3 C, 2 4 C 玉、 2 4 第 2 の軸受、 2 4 A 第 2 の導電性内輪、 2 4 B 第 2 の導電性外輪、 3 1 ステータコア、 3 2 インシュレータ、 3 3 コイル、 5 1 第 1 のハウジング、 5 2 第 2 のハウジング、 8 1, 9 1 羽根。

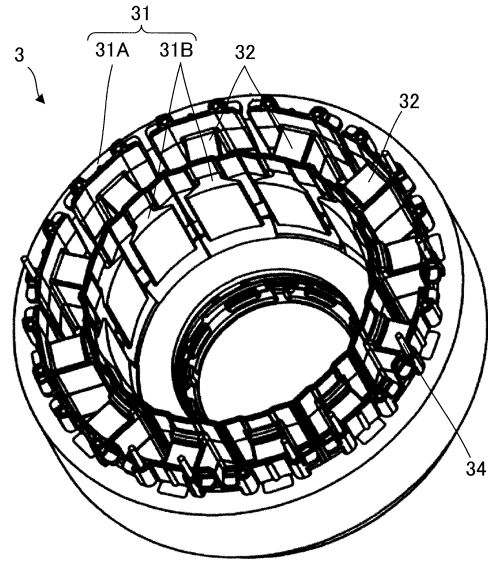
40

【図面】

【図 1】



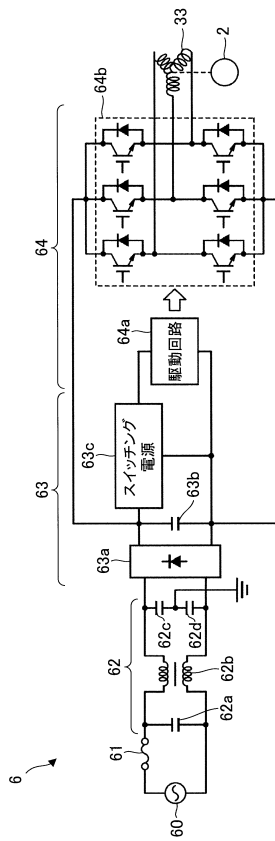
【図 2】



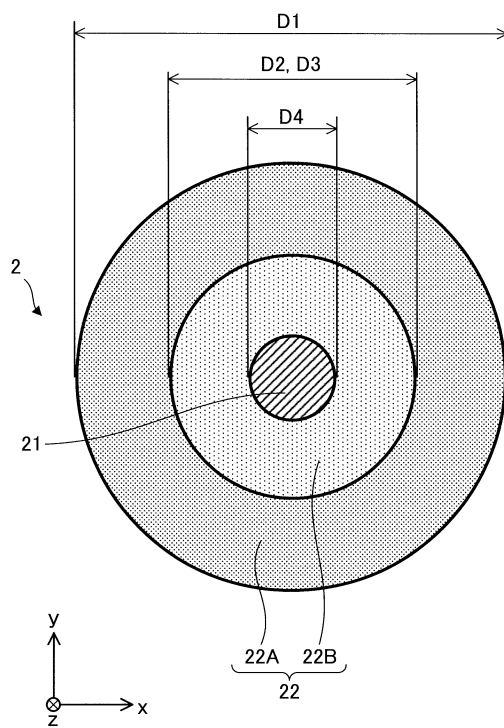
10

20

【図 3】



【図 4】

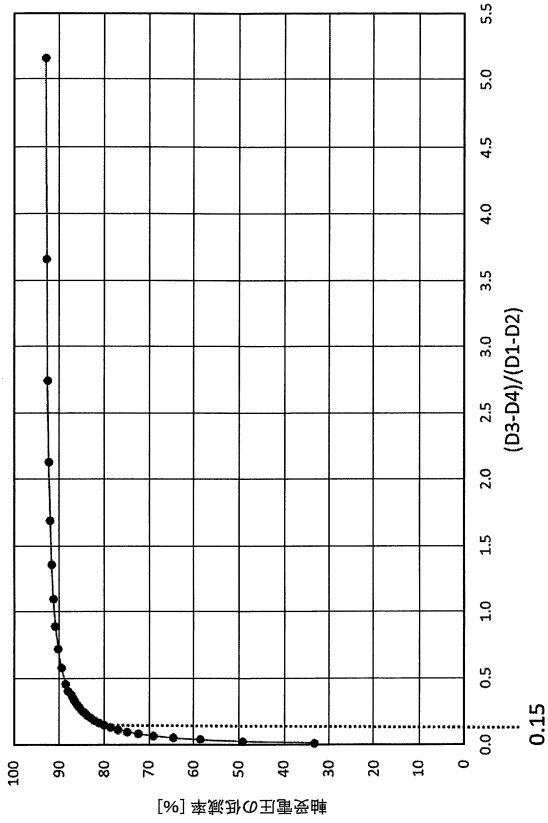


30

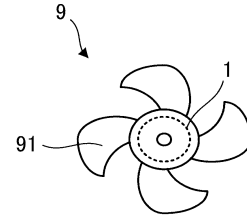
40

50

【図5】



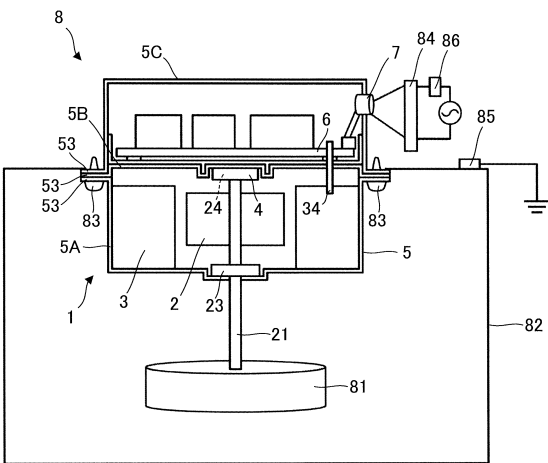
【図6】



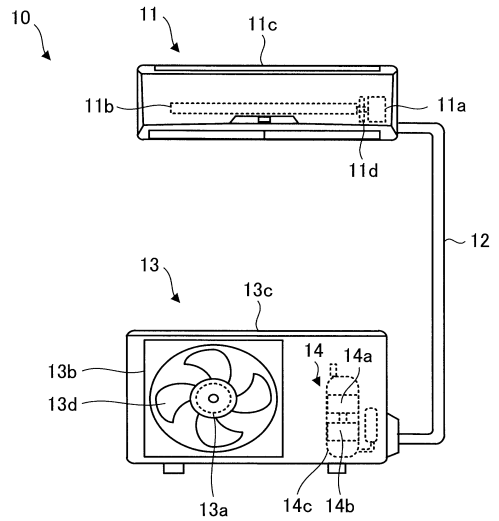
10

20

【図7】



【図8】



30

40

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

(72)発明者 尾崎 淳一

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 津久井 道夫

(56)参考文献 特開2018-201295(JP,A)

特開2018-110483(JP,A)

国際公開第2018/158930(WO,A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H02K 1/2726

H02K 1/2733