

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7331247号
(P7331247)

(45)発行日 令和5年8月22日(2023.8.22)

(24)登録日 令和5年8月14日(2023.8.14)

(51)国際特許分類 F I
H 0 2 K 1/04 (2006.01) H 0 2 K 1/04 Z
H 0 2 K 5/08 (2006.01) H 0 2 K 5/08 A

請求項の数 4 (全24頁)

(21)出願番号	特願2022-512961(P2022-512961)	(73)特許権者	391032358 平田機工株式会社 熊本県熊本市北区植木町一木111番地
(86)(22)出願日	令和2年3月31日(2020.3.31)	(74)代理人	100149548 弁理士 松沼 泰史
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/014740	(74)代理人	100140774 弁理士 大浪 一徳
(87)国際公開番号	WO2021/199236	(74)代理人	100134359 弁理士 勝俣 智夫
(87)国際公開日	令和3年10月7日(2021.10.7)	(74)代理人	100188592 弁理士 山口 洋
審査請求日	令和4年8月15日(2022.8.15)	(72)発明者	西本 怜史 熊本県熊本市北区植木町一木111番地 平田機工株式会社内
		(72)発明者	木下 博文

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 回転電機

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

筒状のステータと、
前記ステータの内部空間に配置されるロータと、
前記ステータを収容する筒状又は有底筒状のケースと、
前記ケースの一方側の開口端に取り付けられる金属製のエンドカバーと、
回転電機の駆動を制御する回路基板と、を備え、
前記ステータは、
前記ステータの中心に向けて突出する複数の突出部を有するステータコアと、
前記ステータコアに装着されるインシュレータと、
前記複数の突出部のそれぞれに前記インシュレータを介して巻線を巻回してなるコイルと、を備え、
前記エンドカバーは、軸方向に延びる円筒状の円筒部と、該円筒部の軸方向の一方側に連結される蓋部と、を備え、
前記回路基板は、前記ケースの軸方向外端よりも内側に配置され、かつ、前記ステータと前記エンドカバーの円筒部の先端との間に配置され、
前記インシュレータは、
環状部と、
前記環状部の外周側から軸方向の一方側に向けて延びる係合部と、
前記回路基板の前記ステータの側の面に当接する基板側当接部と、を有し、

前記回路基板は、前記基板側当接部と前記係合部とによって、前記インシュレータに当接され且つ係合され、

前記ケースの一方側の開口部分は、ケース筒部の軸方向の一方側に段部を有し、

前記段部は、軸方向から見て円環状のケース側環状面を有し、

前記回路基板は、前記ケース側環状面よりも軸方向内側に配置され、

前記回路基板と前記エンドカバーの円筒部の先端との間に配置され、前記回路基板と前記エンドカバーを絶縁する第二絶縁シートを更に備え、

前記第二絶縁シートは、前記ケース側環状面と前記エンドカバーの円筒部の先端とに挟まれていることを特徴とする

回転電機。

10

【請求項 2】

前記ステータと前記回路基板との間に配置され、前記回路基板と前記コイルとを絶縁する第一絶縁シートを更に備えることを特徴とする

請求項 1 に記載の回転電機。

【請求項 3】

前記インシュレータは、前記第一絶縁シートの前記ステータの側の面に当接するシート側当接部を有し、

前記シート側当接部は、前記環状部の径方向内側において周方向に間隔をあけて複数設けられており、

前記基板側当接部は、前記環状部の周方向に間隔をあけて複数設けられ、前記シート側当接部よりも長く軸方向の一方側に向けて延びており、

20

前記第一絶縁シートは、前記シート側当接部に支持されることを特徴とする

請求項 2 に記載の回転電機。

【請求項 4】

前記インシュレータは、前記環状部の外周側から軸方向の一方側に向けて延びた延在部を更に備え、

前記延在部は、前記環状部の周方向に間隔をあけて複数設けられており、

前記延在部の先端は、前記回路基板の前記ステータの側の面から離れていることを特徴とする

請求項 1 に記載の回転電機。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転電機に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、回転電機において、インナロータ型のブラシレス DC モータが知られている（例えば、特許文献 1 及び 2 参照）。

例えば、特許文献 1 には、モータのケース内に樹脂が注入された構造が開示されている。樹脂は、ロータが挿入される空間を中心部分に残し、ステータとケースとの間に充填されている。

40

例えば、特許文献 2 には、回路基板をケース内に収納した構造が開示されている。ケースは、ステータの外周に装着された金属製の筒体と、筒体とステータとを樹脂でモールドすることにより形成された樹脂成形部と、筒体の先端側に連結された金属製のカバーと、樹脂成形部の基端部に取り付けられた蓋部材と、を備える。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特許第 3 3 1 8 5 3 1 号公報

特許第 3 6 1 2 7 1 5 号公報

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、モータの動作制御を行う回路基板を内部に構成しつつ、軸方向においてモータを小型化する上で改善の余地があった。

【0005】

そこで本発明は、回路基板を内部に構成しつつ、軸方向において回転電機を小型化することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題の解決手段として、本発明の態様は以下の構成を有する。

(1) 本発明の態様に係る回転電機は、筒状のステータと、前記ステータの内部空間に配置されるロータと、前記ステータを収容する筒状又は有底筒状のケースと、前記ケースの一方側の開口端に取り付けられる金属製のエンドカバーと、回転電機の駆動を制御する回路基板と、を備え、前記ステータは、前記ステータの中心に向けて突出する複数の突出部を有するステータコアと、前記ステータコアに装着されるインシュレータと、前記複数の突出部のそれぞれに前記インシュレータを介して巻線を巻回してなるコイルと、を備え、前記エンドカバーは、軸方向に延びる円筒状の円筒部と、該円筒部の軸方向の一方側に連結される蓋部と、を備え、前記回路基板は、前記ケースの軸方向外端よりも内側に配置され、かつ、前記ステータと前記エンドカバーの円筒部の先端との間に配置され、前記インシュレータは、環状部と、前記環状部の外周側から軸方向の一方側に向けて延びる係合部と、前記回路基板の前記ステータの側の面に当接する基板側当接部と、を有し、前記回路基板は、前記基板側当接部と前記係合部とによって、前記インシュレータに当接され且つ係合され、前記ケースの一方側の開口部分は、ケース筒部の軸方向の一方側に段部を有し、前記段部は、軸方向から見て円環状のケース側環状面を有し、前記回路基板は、前記ケース側環状面よりも軸方向内側に配置され、前記回路基板と前記エンドカバーの円筒部の先端との間に配置され、前記回路基板と前記エンドカバーを絶縁する第二絶縁シートを更に備え、前記第二絶縁シートは、前記ケース側環状面と前記エンドカバーの円筒部の先端とに挟まれている。

(2) 上記(1)に記載の回転電機では、前記ステータと前記回路基板との間に配置され、前記回路基板と前記コイルとを絶縁する第一絶縁シートを更に備えてもよい。

(3) 上記(2)に記載の回転電機では、前記インシュレータは、前記第一絶縁シートの前記ステータの側の面に当接するシート側当接部を有し、前記シート側当接部は、前記環状部の径方向内側において周方向に間隔をあけて複数設けられており、前記基板側当接部は、前記環状部の周方向に間隔をあけて複数設けられ、前記シート側当接部よりも長く軸方向の一方側に向けて延びており、前記第一絶縁シートは、前記シート側当接部に支持されてもよい。

(4) 上記(1)に記載の回転電機では、前記インシュレータは、前記環状部の外周側から軸方向の一方側に向けて延びた延在部を更に備え、前記延在部は、前記環状部の周方向に間隔をあけて複数設けられており、前記延在部の先端は、前記回路基板の前記ステータの側の面から離れていることを特徴とする請求項1に記載の回転電機。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、回路基板を内部に構成しつつ、軸方向において回転電機を小型化することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】第一実施形態に係る回転電機の軸線を含む断面図である。

【図2】図1のII囲み部の拡大図である。

【図3】第一実施形態に係る回転電機を軸方向の一方側から見た図である。

10

20

30

40

50

【図 4】第一実施形態に係る回転電機を径方向外側から見た図である。

【図 5】第一実施形態に係る回転電機を回路基板の側から見た斜視図である。

【図 6】第一実施形態に係る回転電機を第一インシュレータの側から見た斜視図である。

【図 7 A】第一実施形態に係る回路基板を軸方向の一方側から見た平面図である。

【図 7 B】第一実施形態に係る回路基板を軸方向の他方側から見た平面図（図 7 A の反対側の面の平面図）である。

【図 8】第一実施形態に係る抵抗器等の配置の説明図である。

【図 9】第一実施形態に係るステータコアを軸方向から見た図である。

【図 10】第一実施形態に係るケース内の樹脂の充填構造の説明図である。

【図 11】第二実施形態に係る回転電機の断面を示す、図 1 に相当する図である。

10

【図 12】図 11 の X I I 囲み部の拡大図である。

【図 13】第一変形例に係る抵抗器等の配置を示す、図 8 に相当する図である。

【図 14】第二変形例に係る抵抗器等の配置を示す、図 8 に相当する図である。

【図 15】第三変形例に係る抵抗器等の配置を示す、図 8 に相当する図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。以下の説明では、回転電機の一例であるインナロータ型のブラシレス DC モータを挙げて説明する。

【0016】

[第一実施形態]

20

<回転電機>

図 1 に示すように、回転電機 1 は、ステータ 2 と、ロータ 3 と、ケース 4 と、エンドカバー 5 と、温度センサ 6（図 3 参照）と、回路基板 7 と、第一絶縁シート 8 と、第二絶縁シート 9 と、樹脂シート 10 と、を備える。本実施形態では、ケース 4 にステータ 2 が設けられることで、ステータユニットとして構成される。また、ステータユニットに温度センサ 6 と回路基板 7 とが設けられることで、ステータユニット組立体として構成される。

【0017】

図 1 において符号 12 は、シャフト 11 を回転可能に支持する軸受を示す。軸受 12 は、ケース 4 及びエンドカバー 5 のそれぞれに設けられている。回転電機 1 のシャフト 11 は、ケース 4 及びエンドカバー 5 にそれぞれ軸受 12 を介して回転可能に支持されている。以下、シャフト 11 の軸線 CL に沿う方向を「軸方向」、軸線 CL に直交する方向を「径方向」、軸線 CL 周りの方向を「周方向」とする。

30

【0018】

<ステータ>

ステータ 2 は、円筒状（筒状）を有する。ステータ 2 は、ステータコア 20 と、インシュレータ 21, 22 と、コイル 23 と、を備える。

【0019】

例えば、ステータコア 20 は、鉄製の薄板材（電磁鋼板）を軸方向に複数枚積層することにより形成されている。ステータコア 20 は、軸線 CL と同軸の環状を有する。ステータコア 20 は、ケース 4 の内周面に固定されている。

40

【0020】

図 9 に示すように、ステータコア 20 は、円環状のコア本体 20a と、コア本体 20a の内周面から径方向中心（ステータ 2 の中心）に向けて所定の長さで突出すると共にコア本体 20a の内周面に沿って軸方向に所定の長さで形成される複数（例えば本実施形態では 9 つ）の突出部 20b と、を備える。

突出部 20b は、径方向の内側端部である突出端部 20c から更に周方向に延びる突出フランジ部 20d を備える。本実施形態では、突出フランジ部 20d は、突出端部 20c を境に周方向両側に略同じ長さで延びている。9 つの突出部 20b は、それぞれ周方向に略同じ間隔をあけて配置されている。本実施形態では、9 つの突出部 20b は、それぞれ周方向に略 40 度（中心角）の間隔で配置されている。

50

各突出部 20b に設けられる突出フランジ部 20d は、それぞれ周方向に間隔をあけて配置されている。ステータコア 20 は、それぞれの突出部 20b の突出端部 20c で囲まれる空間 91 を有する。

【0021】

<インシュレータ>

図 1 に示すように、インシュレータ 21, 22 は、ステータコア 20 に装着されている。インシュレータ 21, 22 は、軸方向に分割可能とされている（図 5 参照）。インシュレータ 21, 22 は、コア本体 20a（図 9 参照）の内周部に装着されている。インシュレータ 21, 22 は、ステータコア 20 の軸方向の両側に装着されている。インシュレータ 21, 22 は、ステータコア 20 の軸方向の一方側に装着された第一インシュレータ 21 と、ステータコア 20 の軸方向の他方側に装着された第二インシュレータ 22 と、により構成される。本実施形態では、第一インシュレータ 21 と第二インシュレータ 22 とを組み合わせることで、インシュレータ 21, 22 が形成される。

10

【0022】

コイル 23 は、複数の突出部 20b（図 9 参照）のそれぞれにインシュレータ 21, 22 を介して巻線 24 を巻回してなる。図 3 に示すように、コイル 23 は、複数の異なる相（例えば、U 相、V 相、W 相）のコイル 23U, 23V, 23W を一組とし、三組からなる。U 相、V 相、W 相のコイル 23U, 23V, 23W は、ステータコア 20 の周方向に沿ってこの順に配列されている。周方向に隣り合うコイル 23 同士は、間隔をあけて配置されている。本実施形態では、9 つのコイル 23 は、それぞれ周方向に略 40 度（中心角）の間隔で配置されている。すなわち、三組のコイル 23U, 23V, 23W は、それぞれ周方向に略 120 度（中心角）の間隔で配置されている。図 4 に示すように、コイル 23 は、軸方向両端側で巻線 24 が屈曲した屈曲部 24a をそれぞれ有する。屈曲部 24a は、周方向に隣り合うコイル 23 の巻線 24 の軸方向両側にそれぞれ設けられている。屈曲部 24a は、U 相、V 相、W 相のコイル 23U, 23V, 23W の巻線 24 の軸方向両側にそれぞれ設けられている。

20

【0023】

<ロータ>

図 1 に示すように、ロータ 3 は、ステータ 2 の空間 91（内部空間）に配置されている。ロータ 3 は、ステータ 2 の径方向内側にステータ 2 と間隔をあけて配置されている。ロータ 3 は、シャフト 11 に固定されている。ロータ 3 は、軸線 CL 周りにシャフト 11 と一体で回転可能である。ロータ 3 は、マグネットヨーク 30 と、マグネット 31 と、を備える。

30

【0024】

例えば、マグネットヨーク 30 は、アルミニウム等の金属材料により形成されている。マグネットヨーク 30 は、軸線 CL と同軸の環状を有する。例えば、マグネットヨーク 30 の内周面は、接着剤によりシャフト 11 の外周面に固定されている。

例えば、マグネット 31 は、永久磁石である。マグネット 31 は、軸線 CL と同軸の環状を有する。マグネット 31 は、マグネット 31 に設けられた挿入孔にマグネットヨーク 30 を挿入することでマグネットヨーク 30 に固定されている。これにより、マグネット 31 は、マグネットヨーク 30 及びシャフト 11 と一体に回転できる。なお、マグネット 31 は、ステータ 2 の内周面に対向する部位に N-S 極の複数の磁極を有する。N-S 極の複数の磁極は、周方向に交互に設けられている。

40

【0025】

<ケース>

ケース 4 は、ステータ 2 を収容する有底円筒状（有底筒状）を有する。ケース 4（有底筒状ケース）は、ケース 4 の軸方向の一方側に開口端 41 を有する。ケース 4 は、ケース 4 の軸方向の他方側に底部 42 を有する。例えば、ケース 4 は、アルミニウム等の金属製である。

【0026】

50

ケース４は、軸方向に延びる円筒状の円筒部４０（以下「ケース筒部４０」ともいう。）と、ケース筒部４０の軸方向の他方側に連結される底部４２と、を備える。ケース筒部４０及び底部４２は、同一の部材で一体に形成されている。例えば、ケース４の底部４２は、アルミニウム等の金属製板材で形成された取付部材１０１（図１参照）に取り付けられる。ケース４の他方面は、取付部材１０１への取付面となる。

ケース４の底部４２は、中央部に一方の面と他方の面とに連通する連通孔を有する。ケース４の底部４２は、軸受１２が装着される軸受装着部を有する。軸受装着部に装着される軸受１２の孔と連通孔とは、互いに連通している。

【００２７】

図２に示すように、ケース４は、ケース筒部４０の軸方向の一方側に段部４３を有する。段部４３は、軸方向から見て円環状の環状面４３ａ（以下「ケース側環状面４３ａ」ともいう。）と、ケース側環状面４３ａの外周縁から軸方向の一方側に延びる周面４３ｂ（以下「ケース側周面４３ｂ」ともいう。）と、を有する。

10

ケース側周面４３ｂの軸方向の長さは、ケース側環状面４３ａの径方向の長さよりも大きい。

【００２８】

<エンドカバー>

図１に示すように、エンドカバー５は、ケース４の軸方向の一方側の開口端４１に取り付けられている。例えば、エンドカバー５は、アルミニウム等の金属製である。エンドカバー５は、軸方向に延びる円筒状の円筒部５０（以下「カバー筒部５０」ともいう。）と、カバー筒部５０の軸方向の一方側に連結される蓋部５１と、を備える。カバー筒部５０の軸方向の長さは、ケース筒部４０の軸方向の長さよりも小さい。カバー筒部５０及び蓋部５１は、同一の部材で一体に形成されている。エンドカバー５の蓋部５１は、ケース４側の中央部に軸受１２が装着される軸受装着部を有する。

20

【００２９】

図２に示すように、エンドカバー５は、カバー筒部５０の軸方向の他方側から軸方向の他方側に起立する凸部５２を有する。凸部５２は、軸方向から見て円環状の環状面５２ａ（以下「カバー側環状面５２ａ」ともいう。）と、カバー側環状面５２ａの外周縁から軸方向の一方側に延びる周面５２ｂ（以下「カバー側周面５２ｂ」ともいう。）と、を有する。

30

カバー側環状面５２ａの径方向の長さは、ケース側環状面４３ａの径方向の長さよりも大きい。

カバー側周面５２ｂの軸方向の長さは、ケース側周面４３ｂの軸方向の長さよりも小さい。

カバー側周面５２ｂの軸方向の長さは、カバー側環状面５２ａの径方向の長さよりも大きい。

【００３０】

エンドカバー５は、カバー筒部５０の凸部５２がケース筒部４０の段部４３に嵌め合わされることにより、ケース４の一方側の開口端４１に取り付けられている。カバー側周面５２ｂは、ケース側周面４３ｂに当接している。カバー側環状面５２ａは、ケース側環状面４３ａに対し軸方向に離れている。

40

【００３１】

<温度センサ>

例えば、温度センサ６は、ＰＴＣ（Positive Temperature Coefficient）サーミスタである。温度センサ６は、ステータ２のエンドカバー５の側に設けられている。

温度センサ６は、温度が一定以上になると抵抗値が急激に増加する機能を有する。温度センサ６は、不図示のモータ駆動用電源及び回路基板７のそれぞれに電氣的に接続されている。例えば、温度センサ６は、温度センサ６付近の温度が所定値以上となった場合に、回路基板７への電力供給を停止するよう抵抗値が増加する。

50

【 0 0 3 2 】

図 4 に示すように、温度センサ 6 は、隣り合うコイル 2 3 における巻線 2 4 の屈曲部 2 4 a の間に配置されている。温度センサ 6 は、巻線 2 4 の屈曲部 2 4 a に当接している。温度センサ 6 は、周方向に隣り合う 2 つのコイル 2 3 (本実施形態では隣り合うコイル 2 3 V, 2 3 W) のそれぞれの巻線 2 4 の屈曲部 2 4 a に当接している。本実施形態では、温度センサ 6 は 1 つのみ設けられている。本実施形態では、温度センサ 6 は、周方向に隣り合う V 相コイル 2 3 V と W 相コイル 2 3 W とにおける巻線 2 4 の屈曲部 2 4 a の間に配置されている。

【 0 0 3 3 】

例えば、不図示の治具により温度センサ 6 を隣り合う巻線 2 4 の屈曲部 2 4 a のそれぞれに当接させる。この状態で、不図示の充填装置により、巻線 2 4 の屈曲部 2 4 a と温度センサ 6 との当接部の周囲に樹脂を充填する。これにより、温度センサ 6 が巻線 2 4 の屈曲部 2 4 a に当接した状態を保持することができる。

10

【 0 0 3 4 】

< 回路基板 >

回路基板 7 は、回転電機 1 の駆動を制御する。図 1 に示すように、回路基板 7 は、ケース 4 の軸方向外端より内側となるケース 4 内部に配置されている。回路基板 7 は、第一インシュレータ 2 1 の上面から上方に突出して設けられる後述の当接部 8 2 により支持されている。回路基板 7 は、当接部 8 2 の支持により、第一インシュレータ 2 1 の上面から所定の間隔をあけて配置されている。回路基板 7 は、ステータ 2 とエンドカバー 5 との間に配置されている。回路基板 7 は、ケース 4 の一方側の開口端 4 1 よりも軸方向内側に配置されている。回路基板 7 は、ケース側環状面 4 3 a よりも僅かに軸方向内側に配置されている (図 2 参照)。回路基板 7 は、ケース 4 の内周面に固定されている。

20

【 0 0 3 5 】

図 7 A に示すように、回路基板 7 は、平面視で円環状の基板本体 7 0 と、コイル 2 3 (図 1 参照) に供給される電流を検出するための抵抗器 7 5 と、スイッチング素子としての電界効果トランジスタ 7 6 A ~ 7 6 C (FET: Field Effect Transistor) と、シャフト 1 1 (図 1 参照) の回転角度を検出するためのエンコーダ 7 8 と、各種の電子部品 7 9 と、モータコントローラ用 IC 1 0 2 と、を備える。

【 0 0 3 6 】

モータコントローラ用 IC 1 0 2 は、各 FET 7 6 A ~ 7 6 C を所定の順序で選択的にオン・オフさせることにより U 相、V 相、W 相のコイル 2 3 U, 2 3 V, 2 3 W の各相に電流を発生させる。

30

図 7 B は、回路基板 7 において図 7 A の反対側の面 (裏面) を平面視した図である。

図 7 B に示すように、回路基板 7 は、マグネット 3 1 の磁気の状態 (磁場の大きさ・方向) を検出するための磁気センサ 7 7 A ~ 7 7 C を備える。

【 0 0 3 7 】

基板本体 7 0 は、軸線 C L と同軸の軸孔 7 1 と、第一インシュレータ 2 1 と係合する係合部 7 2 A ~ 7 2 C (基板側係合部) と、ケーブル 1 0 0 (図 1 参照) を電氣的に接続するための接続孔 7 3 と、コイル 2 3 の引き出し線 2 5 A ~ 2 5 C (図 3 参照) を通すための切欠き 7 4 A ~ 7 4 C と、を有する。

40

【 0 0 3 8 】

平面視で、軸孔 7 1 は、円形状を有する。軸孔 7 1 の直径は、シャフト 1 1 の外径よりも大きい。回路基板 7 は、シャフト 1 1 の径方向外側にシャフト 1 1 と間隔をあけて配置されている (図 1 参照)。

【 0 0 3 9 】

平面視で、係合部 7 2 A ~ 7 2 C は、周方向に延びる長孔形状を有する。係合部 7 2 A ~ 7 2 C は、周方向に間隔をあけて複数 (例えば本実施形態では 3 つ) 設けられている。3 つの係合部 7 2 A ~ 7 2 C (第一係合部 7 2 A、第二係合部 7 2 B 及び第三係合部 7 2 C) は、それぞれ周方向に略同じ間隔をあけて配置されている。

50

【 0 0 4 0 】

平面視で、接続孔 7 3 は、円形状を有する。接続孔 7 3 は、周方向に間隔をあけて複数（例えば本実施形態では 8 つ）設けられている。8 つの接続孔 7 3 は、周方向において第一係合部 7 2 A と第三係合部 7 2 C との間に配置されている。

【 0 0 4 1 】

平面視で、切欠き 7 4 A ~ 7 4 C は、回路基板 7 の径方向外方に開口する凹形状を有する。切欠き 7 4 A ~ 7 4 C は、周方向に間隔をあけて複数（例えば本実施形態では 3 つ）設けられている。3 つの切欠き 7 4 A ~ 7 4 C（第一切欠き 7 4 A、第二切欠き 7 4 B 及び第三切欠き 7 4 C）は、周方向において第二係合部 7 2 B と第三係合部 7 2 C との間に配置されている。

10

【 0 0 4 2 】

例えば、抵抗器 7 5 は、シャント抵抗器である。本実施形態では、抵抗器 7 5 は、1 つのみ設けられている。抵抗器 7 5 は、基板本体 7 0（回路基板 7）のエンドカバー 5 の側の面に設けられている。すなわち、抵抗器 7 5 は、基板本体 7 0 のステータ 2 側の面とは反対側の面に設けられている。

【 0 0 4 3 】

F E T 7 6 A ~ 7 6 C は、周方向に間隔をあけて複数（例えば本実施形態では 3 つ）設けられている。F E T 7 6 A ~ 7 6 C は、基板本体 7 0 のエンドカバー 5 の側の面に設けられている。すなわち、F E T 7 6 A ~ 7 6 C は、基板本体 7 0 において抵抗器 7 5 と同じ側の面に設けられている。

20

【 0 0 4 4 】

3 つの F E T 7 6 A ~ 7 6 C（第一 F E T 7 6 A、第二 F E T 7 6 B 及び第三 F E T 7 6 C）は、それぞれ 3 つの切欠き 7 4 A ~ 7 4 C（第一切欠き 7 4 A、第二切欠き 7 4 B 及び第三切欠き 7 4 C）の近傍に配置されている。3 つの F E T 7 6 A ~ 7 6 C と 3 つの切欠き 7 4 A ~ 7 4 C との間には、それぞれコイル 2 3 の引き出し線 2 5 A ~ 2 5 C（図 3 参照）を半田付けするための領域 2 6 A ~ 2 6 C が設けられている。

【 0 0 4 5 】

領域 2 6 A ~ 2 6 C は、コイル 2 3 の引き出し線 2 5 A ~ 2 5 C の近傍に配置されている。これにより、コイル 2 3 の引き出し線 2 5 A ~ 2 5 C が過度に長くなることを抑制し、ノイズの発生を抑えることができる。

30

F E T 7 6 A ~ 7 6 C は、コイル 2 3 の引き出し線 2 5 A ~ 2 5 C と電氣的に接続されている。例えば、コイル 2 3 の引き出し線 2 5 A ~ 2 5 C は、領域 2 6 A ~ 2 6 C で半田付けされた後、回路基板 7 上に形成された配線によって、F E T 7 6 A ~ 7 6 C に電氣的に接続される。F E T 7 6 A ~ 7 6 C は、領域 2 6 A ~ 2 6 C の近傍に配置されていることにより、回路基板 7 上の配線の短縮化、単純化を図ることができる。

【 0 0 4 6 】

例えば、磁気センサ 7 7 A ~ 7 7 C は、ホール素子である。磁気センサ 7 7 A ~ 7 7 C は、周方向に間隔をあけて複数（例えば本実施形態では 3 つ）設けられている。磁気センサ 7 7 A ~ 7 7 C は、基板本体 7 0 のステータ 2 側の面（図 7 B の面）に設けられている。

【 0 0 4 7 】

図 7 B の平面視で、3 つの磁気センサ 7 7 A ~ 7 7 C（第一磁気センサ 7 7 A、第二磁気センサ 7 7 B 及び第三磁気センサ 7 7 C）は、それぞれマグネット 3 1 の回転による磁束の変化を、静止側の基板本体 7 0 の特定位置に置かれた磁気センサで検出する。

40

例えば、磁気センサは、平面視で見たときのマグネット 3 1 の直上であって、軸方向においてマグネット 3 1 に近接して配置されているとよい。これにより、マグネット 3 1 の回転検出感度を向上することができる。

【 0 0 4 8 】

例えば、エンコーダ 7 8 は、発光素子に赤外線発光ダイオード（I R L E D）を使用した光学式エンコーダである。例えば、エンコーダ 7 8 は、シャフト 1 1 に取り付けられた不図示の検出体用円板（スリット孔を有する円板）の回転を検出し、光のオン/オフ信

50

号を発生させる。本実施形態では、エンコーダ 78 は、1 つのみ設けられている。エンコーダ 78 は、回路基板 7 に設けられる電子部品の中で最も大きい設置面積を有する。エンコーダ 78 は、基板本体 70 のエンドカバー 5 の側に設けられている。

【0049】

図 8 に示すように、平面視で、エンコーダ 78 は、3 つの FET 76A ~ 76C のうち最も左側に位置する第一 FET 76A と抵抗器 75 との間に配置されている。すなわち、エンコーダ 78 は、周方向において第一 FET 76A と抵抗器 75 との間に配置されている。本実施形態では、平面視で、抵抗器 75 は、軸孔 71 を挟んで第二 FET 76B とは反対側に配置されている。なお、図 8 においては、基板本体 70 の軸孔 71 以外の孔、切欠き等の図示を省略している。

10

【0050】

< 第一絶縁シート >

図 1 に示すように、第一絶縁シート 8 は、ステータ 2 及びロータ 3 と回路基板 7 との間に配置されている。第一絶縁シート 8 は、少なくとも回路基板 7 とコイル 23 とを絶縁する。第一絶縁シート 8 は、軸方向から見て、円環状を有する。第一絶縁シート 8 は、中央部にシャフト 11 が挿通される挿通孔を形成する内周縁部を有する。第一絶縁シート 8 の内周縁部は、シャフト 11 の径方向外側にシャフト 11 と間隔をあけて配置されている。これにより、第一絶縁シート 8 は、シャフト 11 の回転を許容する。第一絶縁シート 8 は、第一インシュレータ 21 により支持されている。具体的には、第一絶縁シート 8 は、第一インシュレータ 21 に複数設けられる後述の当接部 81 に支持されている。

20

【0051】

< 第二絶縁シート >

第二絶縁シート 9 は、回路基板 7 とエンドカバー 5 との間に配置されている。第二絶縁シート 9 は、回路基板 7 と隣り合う位置に配置されている。第二絶縁シート 9 は、少なくとも回路基板 7 とエンドカバー 5 とを絶縁する。第二絶縁シート 9 は、軸方向から見て、第一絶縁シート 8 よりも大きい円環状を有する。第二絶縁シート 9 は、中央部にシャフト 11 が挿通される挿通孔を形成する内周縁部を有する。第二絶縁シート 9 の内周縁部は、シャフト 11 の径方向外側にシャフト 11 と間隔をあけて配置されている。これにより、第二絶縁シート 9 は、シャフト 11 の回転を許容する。

【0052】

図 2 に示すように、第二絶縁シート 9 は、内周縁から外周縁に向けて径方向全体にわたって延びている。第二絶縁シート 9 の外周縁部は、ケース側周面 43b の近傍に配置されている。第二絶縁シート 9 の外周縁部は、ケース 4 の一方側の開口部分とエンドカバー 5 の円筒部 50 の先端とに挟まれている。第二絶縁シート 9 は、ケース筒部 40 の段部 43 とカバー筒部 50 の凸部 52 とに挟まれることにより、保持されている。第二絶縁シート 9 は、ケース側環状面 43a とカバー側環状面 52a とに当接する。第二絶縁シート 9 は、ケース側周面 43b から僅かに離れている。第二絶縁シート 9 は、軸方向において回路基板 7 のエンドカバー 5 の側の面から僅かに離れている。回路基板 7 のエンドカバー 5 の側の面と第二絶縁シート 9 との間に空隙を設けることにより、回路基板 7 とエンドカバー 5 との更なる絶縁性を確保している。

30

40

【0053】

< 第一絶縁シート及び第二絶縁シートの特性 >

第一絶縁シート 8 及び第二絶縁シート 9 のそれぞれは、絶縁性及び難燃性を兼ね備えるシートである。第一絶縁シート 8 及び第二絶縁シート 9 のそれぞれは、アラミド繊維により形成されている。例えば、第一絶縁シート 8 及び第二絶縁シート 9 のそれぞれは、絶縁紙である。第一絶縁シート 8 及び第二絶縁シート 9 のそれぞれは、0.25 mm 以上の厚みを有する。例えば、第一絶縁シート 8 及び第二絶縁シート 9 のそれぞれは、0.25 mm 以上 0.35 mm 以下の厚みを有する。

【0054】

例えば、第一絶縁シート 8 及び第二絶縁シート 9 のそれぞれは、ASTM E1530

50

に準拠した測定方法での測定温度 150 における熱伝導率が 0.12 W/m・K 以上 0.14 W/m・K 以下である。

【0055】

第一絶縁シート 8 及び第二絶縁シート 9 のそれぞれは、220 環境下における LOI (Limiting Oxygen Index) 値が 20.8% より高い。ここで、LOI 値は、難燃性を測る尺度として用いられる数値であり、「JIS K7201 限界酸素指数」で規定されている。例えば、第一絶縁シート 8 及び第二絶縁シート 9 のそれぞれは、厚みが 0.25 mm の場合、220 環境下における LOI 値が 22% 以上 25% 以下である。

【0056】

<樹脂シート>

図 1 に示すように、樹脂シート 10 は、ケース 4 の底部 42 とステータ 2 との間に配置されている。樹脂シート 10 は、ケース 4 の底部 42 と第二インシュレータ 22 との間に配置されている。樹脂シート 10 は、軸方向から見て、円環状を有する。樹脂シート 10 は、中央部にシャフト 11 が挿通される挿通孔を形成する内周縁部を有する。樹脂シート 10 の内周縁部は、シャフト 11 の径方向外側にシャフト 11 と間隔をあけて配置されている。これにより、樹脂シート 10 は、シャフト 11 の回転を許容する。

【0057】

本実施形態では、樹脂シート 10 の位置ずれを抑制するために、ケース 4 の底部 42 に、樹脂シート 10 の挿通孔の内周縁と当接する円環状の環状凸部 44 が設けられている。環状凸部 44 の軸方向の高さは、樹脂シート 10 の厚さよりも僅かに大きい。例えば、樹脂シート 10 の挿通孔の内径は、環状凸部 44 の外径に合わせて設計されている。

なお、樹脂シート 10 の位置ずれを抑制するための構成は、環状凸部 44 を設けることに限らない。例えば、環状凸部 44 を設ける代わりに、樹脂シート 10 の外径をケース 4 の内径に合わせてもよい。

本実施形態では、第二インシュレータ 22 は、環状凸部 44 に当接することにより軸方向の位置が決まる。よって、軸方向において、樹脂シート 10 は、第二インシュレータ 22 から離れている。しかし、これに限らず、樹脂シート 10 は、第二インシュレータ 22 に当接していてもよい。

【0058】

樹脂シート 10 は、シリコンにより形成されている。樹脂シート 10 は、0.2 mm 以上の厚みを有する。例えば、樹脂シート 10 は、0.2 mm 以上 0.3 mm 以下の厚みを有する。

例えば、樹脂シート 10 は、ASTM D5470 に準拠した測定方法での荷重 20 psi における熱伝導率が 1.0 W/m・K 以上 1.4 W/m・K 以下である。

樹脂シート 10 は、材料の燃えにくさの度合いを表す規格である UL94 規格において V-0 を有する。

【0059】

<第一インシュレータ>

図 1 に示すように、第一インシュレータ 21 は、ステータコア 20 と同軸の環状の環状部 80 と、第一絶縁シート 8 のステータ 2 の側の面に当接する当接部 81 (以下「シート側当接部 81」ともいう。) と、回路基板 7 のステータ 2 の側の面に当接する当接部 82 (以下「基板側当接部 82」ともいう。) と、回路基板 7 のステータ 2 の側の面に向けて延びる複数の延在部 83 (図 6 参照) と、回路基板 7 の複数の係合部 72A ~ 72C のそれぞれを通じて回路基板 7 に係合する係合部 84A ~ 84C (図 5 参照) と、を備える。

【0060】

シート側当接部 81 は、環状部 80 の内周側から軸方向の一方側に向けて延びている。シート側当接部 81 の先端は、第一絶縁シート 8 のステータ 2 の側の面に当接している。シート側当接部 81 は、周方向に間隔をあけて複数 (例えば本実施形態では 9 つ) 設けられている (図 6 参照)。9 つのシート側当接部 81 は、それぞれ周方向に略同じ間隔をあ

10

20

30

40

50

けて配置されている（図 6 参照）。

【 0 0 6 1 】

基板側当接部 8 2 は、環状部 8 0 の外周側から軸方向の一方側に向けて延びている。基板側当接部 8 2 の先端は、回路基板 7 のステータ 2 の側の面に当接している。基板側当接部 8 2 は、シート側当接部 8 1 及び延在部 8 3 のそれぞれよりも長く軸方向の一方側に向けて延びている（図 6 参照）。基板側当接部 8 2 は、周方向に間隔をあけて複数（例えば本実施形態では 1 1 個）設けられている（図 6 参照）。

【 0 0 6 2 】

図 6 に示すように、延在部 8 3 は、環状部 8 0 の外周側から軸方向の一方側に向けて延びている。延在部 8 3 は、周方向に間隔をあけて複数（例えば本実施形態では 4 つ）設けられている。延在部 8 3 の先端は、回路基板 7 のステータ 2 の側の面から離れている。すなわち、延在部 8 3 は、回路基板 7 に当接していない。延在部 8 3 の先端と回路基板 7 のステータ 2 の側の面との間には、隙間が形成される。延在部 8 3 の先端と回路基板 7 との間の隙間は、ケーブル 1 0 0 の配線部 1 0 0 1（図 2 参照）を回路基板 7 に電気的に接続する際に、配線部 1 0 0 1 が収容される空間のための隙間である。この隙間は、下記の如く出っ張った配線部 1 0 0 1 の逃げとして機能する。具体的には、配線部 1 0 0 1 を接続孔 7 3 に挿通した状態で配線部 1 0 0 1 を回路基板 7 に半田付けを行う。すると、配線部 1 0 0 1 及び半田が回路基板 7 のステータ 2 の側の面からステータ 2 の側に出っ張る。この出っ張った配線部 1 0 0 1 の逃げとして隙間を設けている。

【 0 0 6 3 】

図 6 に示すように、係合部 8 4 A ~ 8 4 C（インシュレータ側係合部）は、環状部 8 0 の外周側から軸方向の一方側に向けて延びている。係合部 8 4 A ~ 8 4 C は、基板側当接部 8 2 よりも長く軸方向の一方側に向けて延びている。係合部 8 4 A ~ 8 4 C は、回路基板 7 に係合可能なフック形状を有する（図 5 参照）。係合部 8 4 A ~ 8 4 C は、環状部 8 0 から軸方向の一方側に向けて延びた後に径方向外方へ向けて屈曲している。これにより、係合部 8 4 A ~ 8 4 C は、は、回路基板 7 との係合状態を維持可能にする。

【 0 0 6 4 】

係合部 8 4 A ~ 8 4 C は、周方向に間隔をあけて複数（例えば本実施形態では 3 つ）設けられている。3 つの係合部 8 4 A ~ 8 4 C（第一係合部 8 4 A、第二係合部 8 4 B 及び第三係合部 8 4 C）は、それぞれ周方向に略同じ間隔をあけて配置されている。3 つの係合部 8 4 A ~ 8 4 C（第一係合部 8 4 A、第二係合部 8 4 B 及び第三係合部 8 4 C）は、それぞれ 3 つの係合部 7 2 A ~ 7 2 C（第一係合部 7 2 A、第二係合部 7 2 B 及び第三係合部 7 2 C）を通じて回路基板 7 に係合する（図 5 参照）。

【 0 0 6 5 】

1 1 個の基板側当接部 8 2 は、周方向において第一係合部 8 4 A と第二係合部 8 4 B との間に配置された 5 個の基板側当接部 8 2 と、周方向において第二係合部 8 4 B と第三係合部 8 4 C との間に配置された 5 個の基板側当接部 8 2 と、周方向において第一係合部 8 4 A と第三係合部 8 4 C との間に配置された 1 個の基板側当接部 8 2 と、である。

4 個の延在部 8 3 は、周方向において第一係合部 8 4 A と第三係合部 8 4 C との間に配置されている。

【 0 0 6 6 】

< ケース内の樹脂の充填構造 >

図 1 0 に示すように、ケース 4 とインシュレータ 2 1 , 2 2（第一インシュレータ 2 1 及び第二インシュレータ 2 2）との間の隙間は、樹脂 9 0 により充填されている。これにより、ケース 4 とインシュレータ 2 1 , 2 2 との間の隙間は、樹脂 9 0 で満たされている。ステータコア 2 0 における複数の突出部 2 0 b（図 9 参照）のそれぞれの間の隙間は、樹脂 9 0 により充填されている。これにより、ステータコア 2 0 における複数の突出部 2 0 b のそれぞれの間の隙間は、樹脂 9 0 で満たされている。ケース 4、ステータ 2 及び温度センサ 6（図 4 参照）は、樹脂 9 0 により一体化されている。

【 0 0 6 7 】

10

20

30

40

50

例えば、樹脂 90 をケース 4 内に充填する充填工程は、以下の手順で行う。

例えば、コイル 23 の屈曲部 24 a に温度センサ 6 を不図示の治具を用いて当接し、温度センサ 6 のリード線 60 を外に出す。その後、この状態で、ケース 4 内に樹脂 90 を充填する（図 4 参照）。これにより、ケース 4、ステータ 2 及び温度センサ 6 は、樹脂 90 により一体化される。その後、リード線 60 を回路基板 7 のスリット（不図示）に通して回路基板 7 に半田付けする。このようにして、リード線 60 を回路基板 7 に接続する配線工程が行われる。

【 0 0 6 8 】

樹脂 90 は、シャフト 11 及びロータ 3 が挿入される空間 91 を中心部分に残し、それ以外のケース 4 内の隙間に充填されている。例えば、樹脂 90 は、エポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂である。樹脂 90 は、ケース 4 内の軸方向においてコイル 23（図 1 参照）が露出しない位置まで充填されている。

【 0 0 6 9 】

例えば、樹脂 90 は、ASTM D 5470 に準拠した測定方法での荷重 20 psi における熱伝導率が $0.1 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 以上 $0.9 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 以下である。樹脂 90 は、材料の燃えにくさの度合いを表す規格である UL 94 規格において V-0 を有する。樹脂 90 は、ASTM D 257 に準拠した測定方法での 25 環境下における体積低効率が $1 \times 10^{15} \cdot \text{cm}$ であり、100 環境下における体積低効率が $1 \times 10^{15} \cdot \text{cm}$ であり、150 環境下における体積低効率が $3 \times 10^{13} \cdot \text{cm}$ である。

【 0 0 7 0 】

例えば、ケース 4 にステータ 2 を設置し、樹脂 90 をケース 4 内に充填させることにより製造するステータユニットの製造方法は、以下の手順（工程）により行う。

まず、ケース 4 内に樹脂シート 10 を入れる（シート配置工程）。

次に、ケース 4 内にステータ 2 を入れる（ステータ配置工程）。

次に、ケース 4 内にロータ 3 と略同じ大きさの円筒状の型材を入れる（第一充填準備工程）。例えば、型材は、空間 91 を形成する複数の突出端部 20 c とロータ 3 の外周面とが当接する大きさの円筒状を有する。型材は、例えば、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE: Poly tetra fluoro ethylene）のシートである。

次に、不図示の治具を用いて温度センサ 6 を隣り合うコイル 23 の屈曲部 24 a に当接した状態で隣り合うコイル 23 の屈曲部 24 a の間に配置する（第二充填準備工程）。

次に、ケース 4 の内周面と型材の外周面との間に樹脂 90 を不図示の充填装置を用いて充填する（樹脂充填工程）。

次に、樹脂 90 を充填したケース 4 を真空槽に入れてから充填させた樹脂 90 内に含まれる気泡を除去（脱気）するため真空引きし、脱気する（充填仕上げ工程）。

次に、型材を取り出す（充填完了工程）。これにより、樹脂 90 を充填したケース 4 内にロータ 3 が入る空間 91 が形成される。

【 0 0 7 1 】

< 作用効果 >

以上説明したように、上記実施形態の回転電機 1 は、筒状のステータ 2 と、ステータ 2 の内部空間に配置されるロータ 3 と、ステータ 2 を収容する有底筒状のケース 4 と、ケース 4 の一方側の開口端 41 に取り付けられるエンドカバー 5 と、回転電機 1 の駆動を制御する回路基板 7 と、を備える。ステータ 2 は、ステータ 2 の中心に向けて突出する複数の突出部 20 b を有するステータコア 20 と、ステータコア 20 に装着されるインシュレータ 21, 22 と、複数の突出部 20 b のそれぞれにインシュレータ 21, 22 を介して巻線 24 を巻回してなるコイル 23 と、を備える。回路基板 7 は、ケース 4 の軸方向外端よりも内側に配置され、かつ、ステータ 2 とエンドカバー 5 との間に配置され、回路基板 7 とステータ 2 との間に配置され、回路基板 7 とコイル 23 とを絶縁する第一絶縁シート 8 と、回路基板 7 とエンドカバー 5 との間に配置され、回路基板 7 とエンドカバー 5 とを絶縁する第二絶縁シート 9 と、を更に備える。

この構成によれば、回路基板 7 がケース 4 外（エンドカバー 5 内）に配置される場合と

比較して、回路基板 7 の組付けが容易となる。したがって、回転電機 1 の組立を効率良く行うことができる。加えて、第一絶縁シート 8 により回路基板 7 とコイル 2 3 とを絶縁すると共に遮断し、第二絶縁シート 9 により回路基板 7 とエンドカバー 5 とを絶縁することで、回路基板 7 及びコイル 2 3 並びに回路基板 7 及びエンドカバー 5 を近接して配置した場合においても、絶縁性の確保が可能となり、安全性を向上することができる。加えて、軸方向の絶縁として第一絶縁シート 8 及び第二絶縁シート 9 のそれぞれを採用することにより、封止樹脂（モールド樹脂）を絶縁材として用いた場合と比較して軸方向の厚みが小さくて済むため、軸方向において回転電機 1 を小型化することができる。したがって、回路基板 7 を内部に構成しつつ、軸方向において回転電機を小型化することができる。

加えて、ケース 4 とケース 4 内に配置されるステータ 2 との隙間に樹脂 9 0 が充填され、ステータ 2 のコイル 2 3 が樹脂 9 0 で覆われることにより絶縁性が確保されると共に、第一絶縁シート 8 により更なる絶縁性の確保が可能となる。加えて、第二絶縁シート 9 により回路基板 7 とエンドカバー 5 とが絶縁されることで、金属製のエンドカバー 5 を使用可能となり、電磁両立性（EMC：Electromagnetic Compatibility）を実現し、かつ、放熱効果を高めることができる。

【0072】

上記実施形態では、第一絶縁シート 8 及び第二絶縁シート 9 のそれぞれは、220 環境下における LOI 値が 20.8% より高いことで、以下の効果を奏する。

220 環境下における LOI 値が 20.8% より高い材料は、耐熱性、難燃性を有し、例えばコイル 2 3 の周辺温度が 200 まで上がったとしても電気的特性、機械的特性に対してほとんど影響がない。これにより、高温使用下においても、回路基板 7 及びコイル 2 3 並びに回路基板 7 及びエンドカバー 5 の絶縁性の確保が可能となり、安全性を更に向上することができる。

【0073】

上記実施形態では、ケース 4 とケース 4 内に配置されたステータ 2 のインシュレータ 2 1, 2 2 との間及びステータコア 2 0 における複数の突出部 2 0 b のそれぞれの間隙が樹脂 9 0 により満たされ、ケース 4 及びステータ 2 が一体化されていることで、以下の効果を奏する。

ケース 4 内の隙間に充填した樹脂 9 0 によりステータ 2 のコイル 2 3 から発せられた熱の熱伝導性が向上され、発せられた熱がケース 4 全体から放たれることで、回転電機 1 の昇温（コイル 2 3 の昇温）を抑制することができる。したがって、回転電機 1（コイル 2 3）の発熱による不具合をより効果的に抑制することができる。

【0074】

上記実施形態では、第一インシュレータ 2 1 は、第一絶縁シート 8 のステータ 2 の側の面に当接するシート側当接部 8 1 を有することで、以下の効果を奏する。

シート側当接部 8 1 により第一絶縁シート 8 を軸方向において支持することができる。

【0075】

上記実施形態では、第二絶縁シート 9 は、ケース 4 の一方側の開口部分とエンドカバー 5 の円筒部 5 0 の先端とに挟まれていることで、以下の効果を奏する。

ケース 4 の一方側の開口部分とエンドカバー 5 の円筒部 5 0 の先端とにより第二絶縁シート 9 を保持し、第二絶縁シート 9 を軸方向の所定の位置で位置決めすることができる。

【0076】

上記実施形態では、第一絶縁シート 8 及び第二絶縁シート 9 のそれぞれは、アラミド繊維により形成され、0.25mm 以上の厚みを有することで、以下の効果を奏する。

第一絶縁シート 8 及び第二絶縁シート 9 のそれぞれにおいて、優れた耐電圧特性（例えば、UL 規格において耐電圧 5000V）を得ることができる。

【0077】

上記実施形態では、回路基板 7 は、磁気センサ 7 7 A ~ 7 7 C を備え、磁気センサ 7 7 A ~ 7 7 C は、回路基板 7 のステータ 2 の側の面に設けられていることで、以下の効果を奏する。

10

20

30

40

50

磁気センサ 77A ~ 77C が回路基板 7 のエンドカバー 5 の側に設けられる場合と比較して、磁気センサ 77A ~ 77C をロータ 3 に近づけることができるため、磁気センサ 77A ~ 77C の検出精度を向上することができる。加えて、回路基板 7 とステータ 2 との間に第一絶縁シート 8 が設けられている場合、第一絶縁シート 8 によりコイル 23 と磁気センサ 77A ~ 77C との間の絶縁を行うことができる。

【0078】

上記実施形態では、温度センサ 6 は、ステータ 2 のエンドカバー 5 の側において、隣り合うコイル 23 における巻線 24 の屈曲部 24a の間に配置されている。

この構成によれば、温度センサ 6 は、ステータ 2 のエンドカバー 5 の側において、隣り合うコイル 23 における巻線 24 の屈曲部 24a の間に配置されていることで、回転電機 1 において最も発熱し易い屈曲部 24a の温度を検出することができる。例えば、温度センサ 6 の検出結果（回転電機 1 のコイル 23 における巻線 24 の屈曲部 24a の温度）に基づいて、回転電機 1 の駆動を最適に動作させることができる。したがって、温度センサ 6 を用いることにより、回転電機 1 の発熱による不具合を抑制することができる。

10

【0079】

上記実施形態では、温度センサ 6 は、巻線 24 の屈曲部 24a に当接していることで、巻線 24 の屈曲部 24a の温度を直に検出することができる。したがって、回転電機 1 において最も発熱し易い屈曲部 24a の温度をより高い精度で検出することができる。

【0080】

上記実施形態では、第一インシュレータ 21 は、回路基板 7 のステータ 2 の側の面に当接する基板側当接部 82 を有することで、以下の効果を奏する。

20

基板側当接部 82 により回路基板 7 をコイル 23 から離間させて軸方向の所定の位置で支持することができる。具体的には、基板側当接部 82 により回路基板 7 をコイル 23 から離間させて配置することで、発熱源であるコイル 23 から回路基板 7 を所定の間隔で離間することができる。また、ロータ 3 のマグネット 31 を 3 つの磁気センサ 77A ~ 77C により最適に検出可能な位置に設定することができる。

【0081】

上記実施形態では、回路基板 7 は、周方向に所定の間隔をあけて配置される複数の係合部 72A ~ 72C を有する。第一インシュレータ 21 は、複数の係合部 72A ~ 72C のそれぞれに対応する係合部 84A ~ 84C を有する。回路基板 7 の複数の係合部 72A ~ 72C に第一インシュレータ 21 の係合部 84A ~ 84C が挿通された状態で回路基板 7 と第一インシュレータ 21 とが係合することで、以下の効果を奏する。

30

複数の係合部 84A ~ 84C により回路基板 7 の周方向及び径方向の位置を規定しつつ回路基板 7 を保持することができる。

【0082】

上記実施形態では、ケース 4 とケース 4 内に配置されたステータ 2 のインシュレータ 21, 22 との間及びステータコア 20 における複数の突出部 20b のそれぞれの間の隙間が樹脂 90 により満たされ、ケース 4、ステータ 2 及び温度センサ 6 が一体化されていることで、以下の効果を奏する。

ケース 4 内の隙間に充填した樹脂 90 によりステータ 2 のコイル 23 から発せられた熱の熱伝導性が向上され、発せられた熱がケース 4 全体から放たれることで、回転電機 1 の昇温（コイル 23 の昇温）を抑制することができる。加えて、ステータ 2 のコイル 23 に対する温度センサ 6 の接触状態が維持されることで良好となり、温度の検出精度が向上する。したがって、温度センサ 6 を用いることにより、回転電機 1（コイル 23）の発熱による不具合をより効果的に抑制することができる。

40

【0083】

上記実施形態では、ケース 4 は、他方側に底部 42 を有する有底筒状の有底筒状ケースであり、底部 42 とステータ 2 との間に配置される樹脂シート 10 を更に備えることで、以下の効果を奏する。

ケース 4 の底部 42 とステータ 2 との間に樹脂よりも更に熱伝導率の高い樹脂シート 1

50

0を配置することにより、ケース4の底部42が取付部材101に取り付けられる場合、コイル23から発生する熱の取付部材101への熱伝導（放熱）を促進し、回転電機1（コイル23）の昇温を抑制することができる。また、ケース4の底部42とケース4内に配置されるステータ2との間の絶縁性を、樹脂シート10により確保することが可能となる。

【0084】

上記実施形態では、回路基板7は、コイル23に供給される電流を検出するための抵抗器75を有し、抵抗器75は、回路基板7のエンドカバー5の側の面に配置されていることで、以下の効果を奏する。

発熱源であるコイル23と抵抗器75との間に回路基板7が介在することで、抵抗器75をコイル23から離し、抵抗器75が熱の影響を受けることを抑制することができる。したがって、コイル23に供給される電流の検出精度の低下を抑制することができる。

10

【0085】

上記実施形態では、回路基板7は、複数のFET76A～76Cと、エンコーダ78と、を更に有し、平面視で、エンコーダ78は、複数のFET76A～76Cのうち最も左側に位置する第一FET76Aと抵抗器75との間に配置されていることで、以下の効果を奏する。

回路基板7のエンドカバー5の側の面は、複数の電子部品が取り付けられるため、各電子部品の配置スペースは限られるものの、抵抗器75、エンコーダ78及び複数のFET76A～76Cを限られた回路基板7のスペースに好適に配置することができる。

20

【0086】

[第二実施形態]

上述した第一実施形態では、ケース4が他方側に底部42を有する有底筒状の有底筒状ケースである例を挙げて説明したが、これに限らない。例えば、図11に示すように、ケース204は、筒状の筒状ケースであってもよい。図11において、上記第一実施形態と同一の構成には同一の符号を付し、その詳細説明は省略する。

【0087】

図11に示すように、回転電機201は、筒状ケース204と、筒状ケース204の他方側の開口端245に取り付けられるフロントカバー215と、フロントカバー215とステータ2との間に配置される樹脂シート10と、を備える。

30

【0088】

筒状ケース204は、上記第一実施形態の有底筒状ケース4（図1参照）よりも軸方向の長さが大きい。図12に示すように、筒状ケース204は、軸方向の他方側の部位に第二段部246を有する。第二段部246は、軸方向から見て円環状の環状面246a（以下「第二ケース側環状面246a」ともいう。）と、第二ケース側環状面246aの外周縁から軸方向の他方側に延びる周面246b（以下「第二ケース側周面246b」ともいう。）と、を有する。第二ケース側周面246bの軸方向の長さは、第二ケース側環状面246aの径方向の長さよりも大きい。

【0089】

例えば、フロントカバー215の他方側の部分は、アルミニウム等の金属製板材で形成された取付部材101に取り付けられる。フロントカバー215の他方面は、取付部材101への取付面となる。

40

【0090】

フロントカバー215は、筒状ケース204の軸方向の他方側の開口端245に取り付けられている。例えば、フロントカバー215は、アルミニウム等の金属製である。フロントカバー215は、軸方向の一方側の部分に、軸方向から見て円環状の環状面215a（以下「フロントカバー側環状面215a」ともいう。）と、フロントカバー側環状面215aの外周縁から軸方向の他方側に延びる周面215b（以下「フロントカバー側周面215b」ともいう。）と、を有する。

【0091】

50

フロントカバー側環状面 2 1 5 a の径方向の長さは、第二ケース側環状面 2 4 6 a の径方向の長さよりも大きい。

フロントカバー側周面 2 1 5 b の軸方向の長さは、第二ケース側周面 2 4 6 b の軸方向の長さよりも小さい。

フロントカバー側周面 2 1 5 b の軸方向の長さは、フロントカバー側環状面 2 1 5 a の径方向の長さよりも小さい。

【 0 0 9 2 】

フロントカバー 2 1 5 は、フロントカバー 2 1 5 の軸方向の一方側の外周部分が筒状ケース 2 0 4 の第二段部 2 4 6 に嵌め合わされることにより、筒状ケース 2 0 4 の他方側の開口端 2 4 5 に取り付けられている。フロントカバー側周面 2 1 5 b は、第二ケース側周面 2 4 6 b に当接している。フロントカバー側環状面 2 1 5 a は、第二ケース側環状面 2 4 6 a に対し軸方向に離れている。

10

【 0 0 9 3 】

樹脂シート 1 0 は、フロントカバー 2 1 5 とステータ 2 との間に配置されている。樹脂シート 1 0 は、フロントカバー 2 1 5 と第二インシュレータ 2 2 との間に配置されている。第二実施形態では、樹脂シート 1 0 の位置ずれを抑制するために、フロントカバー 2 1 5 の底部 2 1 6 に、樹脂シート 1 0 の挿通孔の内周縁と当接する円環状の環状凸部 2 1 7 が設けられている。環状凸部 2 1 7 の軸方向の高さは、樹脂シート 1 0 の厚さよりも僅かに大きい。例えば、樹脂シート 1 0 の挿通孔の内径は、環状凸部 2 1 7 の外径に合わせて設計されている。

20

なお、樹脂シート 1 0 の位置ずれを抑制するための構成は、環状凸部 2 1 7 を設けることに限らない。例えば、環状凸部 2 1 7 を設ける代わりに、樹脂シート 1 0 の外径を筒状ケース 2 0 4 の内径に合わせてもよい。

第二実施形態では、第二インシュレータ 2 2 は、環状凸部 2 1 7 に当接することにより軸方向の位置が決まる。よって、軸方向において、樹脂シート 1 0 は、第二インシュレータ 2 2 から離れている。しかし、これに限らず、樹脂シート 1 0 は、第二インシュレータ 2 2 に当接していてもよい。

【 0 0 9 4 】

第二実施形態では、ケース 2 0 4 は、筒状の筒状ケースであり、筒状ケース 2 0 4 の他方側の開口端 2 4 5 に取り付けられるフロントカバー 2 1 5 と、フロントカバー 2 1 5 とステータ 2 との間に配置される樹脂シート 1 0 と、を備えることで、以下の効果を奏する。フロントカバー 2 1 5 とステータ 2 との間に樹脂よりも更に熱伝導率の高い樹脂シート 1 0 を配置することにより、フロントカバー 2 1 5 が取付部材 1 0 1 に取り付けられる場合、コイル 2 3 から発生する熱の取付部材 1 0 1 への熱伝導（放熱）を促進し、回転電機 2 0 1（コイル 2 3）の昇温を抑制することができる。また、フロントカバー 2 1 5 とケース 2 0 4 内に配置されるステータ 2 との間の絶縁性を、樹脂シート 1 0 により確保することが可能となる。

30

【 0 0 9 5 】

< 変形例 >

なお、本発明の技術範囲は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

40

【 0 0 9 6 】

例えば、上述した第一実施形態では、平面視で、エンコーダ 7 8 は、複数の F E T 7 6 A ~ 7 6 C のうち最も左側に位置する第一 F E T 7 6 A と抵抗器 7 5 との間に配置されている例を挙げて説明したが、これに限らない。

例えば、図 1 3 に示すように、回路基板 7 A の平面視で、抵抗器 7 5 は、複数の F E T 7 6 A ~ 7 6 C のうち最も左側に位置する第一 F E T 7 6 A とエンコーダ 7 8 との間に配置されていてもよい。すなわち、抵抗器 7 5 は、周方向において第一 F E T 7 6 A とエンコーダ 7 8 との間に配置されている。本変形例では、平面視で、抵抗器 7 5 は、軸孔 7 1 を挟んで第三 F E T 7 6 C とは反対側に配置されている。本変形例では、平面視で、エン

50

コーダ 78 は、軸孔 71 を挟んで第二 FET 76 B とは反対側に配置されている。

【0097】

本変形例では、平面視で、抵抗器 75 は、複数の FET 76 A ~ 76 C のうち最も左側に位置する第一 FET 76 A とエンコーダ 78 との間に配置されていることで、以下の効果を奏する。

回路基板 7 A のエンドカバー 5 の側の面は、複数の電子部品が取り付けられるため、各電子部品の配置スペースは限られるものの、抵抗器 75、エンコーダ 78 及び複数の FET 76 A ~ 76 C を限られた回路基板 7 A のスペースに好適に配置することができる。

【0098】

上述した第一実施形態では、平面視で、抵抗器 75 は、軸孔 71 を挟んで第二 FET 76 B とは反対側に配置されている例を挙げて説明したが、これに限らない。

10

例えば、図 14 に示すように、回路基板 7 B の平面視で、抵抗器 75 は、軸孔 71 を挟んで第一 FET 76 A とは反対側に配置されていてもよい。本変形例では、平面視で、エンコーダ 78 は、軸孔 71 を挟んで第二 FET 76 B とは反対側に配置されている。

【0099】

図 13 の例では、平面視で、抵抗器 75 は、軸孔 71 を挟んで第三 FET 76 C とは反対側に配置されている例を挙げて説明したが、これに限らない。

例えば、図 15 に示すように、回路基板 7 C の平面視で、抵抗器 75 は、軸孔 71 を挟んで第二 FET 76 B とは反対側に配置されていてもよい。本変形例では、平面視で、エンコーダ 78 は、第三 FET 76 C の近傍に配置されている。

20

【0100】

上記実施形態では、温度センサ 6 は、巻線 24 の屈曲部 24 a に当接している例を挙げて説明したが、これに限らない。例えば、温度センサ 6 は、巻線 24 の屈曲部 24 a から離れていてもよい。例えば、温度センサ 6 は、樹脂 90 を介して巻線 24 の屈曲部 24 a の近傍に配置されていてもよい。これにより、樹脂 90 を介して巻線 24 の屈曲部 24 a の温度を検出することができる。

【0101】

上記実施形態では、回転電機 1 (201) の駆動を制御する回路基板 7 を備え、回路基板 7 は、ケース 4 (204) の軸方向外端よりも内側に配置され、かつ、ステータ 2 とエンドカバー 5 との間に配置されている例を挙げて説明したが、これに限らない。例えば、回路基板 7 は、ケース 4 (204) の軸方向外端よりも外側に配置されていてもよい。

30

【0102】

上記実施形態では、第一インシュレータ 21 は、回路基板 7 のステータ 2 の側の面に当接する基板側当接部 82 を有する例を挙げて説明したが、これに限らない。例えば、第一インシュレータ 21 は、基板側当接部 82 を有しなくてもよい。例えば、回路基板 7 は、基板側当接部 82 とは別の支持部により支持されていてもよい。

【0103】

上記実施形態では、回路基板 7 は、周方向に間隔をあけて配置される複数の係合部 72 A ~ 72 C を有し、第一インシュレータ 21 は、複数の係合部 72 A ~ 72 C のそれぞれを通じて回路基板 7 に係合する係合部 84 A ~ 84 C を有する例を挙げて説明したが、これに限らない。例えば、第一インシュレータ 21 は、係合部 84 A ~ 84 C を有しなくてもよい。例えば、回路基板 7 は、係合部 84 A ~ 84 C とは別の係合部により係合されていてもよい。

40

【0104】

上記実施形態では、ケース 4 (204) とインシュレータ 21, 22 との間及びステータコア 20 における複数の突出部 20 b のそれぞれの間の隙間が樹脂 90 により満たされ、ケース 4 (204)、ステータ 2 及び温度センサ 6 が一体化されている例を挙げて説明したが、これに限らない。例えば、ケース 4 とインシュレータ 21, 22 との間及びステータコア 20 における複数の突出部 20 b のそれぞれの間の隙間は、樹脂 90 が充填されていなくてもよい。例えば、ケース 4 (204)、ステータ 2 及び温度センサ 6 は、樹脂

50

90とは別の結合部材により一体化されていてもよい。

【0105】

上記実施形態では、ステータ2の軸方向他方側に樹脂シート10が設けられている例を挙げて説明したが、これに限らない。例えば、ステータ2の軸方向他方側に樹脂シート10が設けられていなくてもよい。例えば、樹脂シート10に替えて絶縁紙等の絶縁シートが設けられていてもよい。例えば、コイル23を絶縁する構成は、要求仕様に応じて変更することができる。

【0106】

上記実施形態では、回路基板7は、コイル23に供給される電流を検出するための抵抗器75を有し、抵抗器75は、回路基板7のエンドカバー5の側の面に配置されている例を挙げて説明したが、これに限らない。例えば、抵抗器75は、回路基板7のステータ2の側の面に配置されていてもよい。例えば、発熱源であるコイル23と抵抗器75との間に、回路基板7とは別の基板（例えば遮熱板）が介在していてもよい。

10

【0107】

上記実施形態では、回転電機1(201)は、回路基板7とステータ2との間に配置され、回路基板7とコイル23とを絶縁する第一絶縁シート8と、回路基板7とエンドカバー5との間に配置され、回路基板7とエンドカバー5とを絶縁する第二絶縁シート9と、を備える例を挙げて説明したが、これに限らない。例えば、回転電機1(201)は、第一絶縁シート8及び第二絶縁シート9に替えて、同様の効果を得られるものを備えていてもよい。例えば、回転電機1(201)は、第一絶縁シート8及び第二絶縁シート9のそれぞれに替えて樹脂シートを備えていてもよい。例えば、回路基板7とコイル23とを絶縁する構成、及び回路基板7とエンドカバー5とを絶縁する構成は、要求仕様に応じて変更することができる。

20

【0108】

上記実施形態では、第一絶縁シート8及び第二絶縁シート9のそれぞれは、220環境下におけるLOI値が20.8%より高い例を挙げて説明したが、これに限らない。例えば、第一絶縁シート8及び第二絶縁シート9のそれぞれは、220環境下におけるLOI値が20.8%以下であってもよい。

【0109】

上記実施形態では、第一インシュレータ21は、第一絶縁シート8のステータ2の側の面に当接するシート側当接部81を有する例を挙げて説明したが、これに限らない。例えば、第一インシュレータ21は、シート側当接部81を有しなくてもよい。例えば、第一絶縁シート8は、シート側当接部81とは別の支持部により支持されていてもよい。

30

【0110】

上記実施形態では、第二絶縁シート9は、ケース4(204)の一方側の開口部分とエンドカバー5の円筒部50の先端とに挟まれている例を挙げて説明したが、これに限らない。例えば、第二絶縁シート9は、ケース4(204)の一方側の開口部分及びエンドカバー5の円筒部50の先端とは別の支持部により支持されていてもよい。

【0111】

上記実施形態では、第一絶縁シート8及び第二絶縁シート9のそれぞれは、アラミド繊維により形成され、0.25mm以上の厚みを有する例を挙げて説明したが、これに限らない。例えば、第一絶縁シート8及び第二絶縁シート9のそれぞれの素材、厚みは、要求仕様に応じて変更することができる。

40

【0112】

上記実施形態では、温度センサ6が1つのみ設けられている例を挙げて説明したが、これに限らない。例えば、温度センサ6は、複数設けられていてもよい。例えば、温度センサ6の設置数は、要求仕様に応じて変更することができる。

【0113】

上記実施形態では、回路基板7は、1つの抵抗器75と、3つのFET76A~76Cと、3つの磁気センサ77A~77Cと、を備える例を挙げて説明したが、これに限らな

50

い。例えば、抵抗器 75 は、複数設けられていてもよい。例えば、FET 76A ~ 76C は、3つ以外の数が設けられていてもよい。例えば、磁気センサ 77A ~ 77C は、3つ以外の数が設けられていてもよい。例えば、抵抗器 75、FET 76A ~ 76C、磁気センサ 77A ~ 77C 及びエンコーダ 78 の設置数は、要求仕様に応じて変更することができる。

【0114】

その他、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、上記した実施形態における構成要素を周知の構成要素に置き換えることは可能である。また、上述した各変形例を組み合わせても構わない。

【符号の説明】

10

【0115】

1 回転電機

2 ステータ

3 ロータ

4 有底筒状ケース（ケース）

5 エンドカバー

7, 7A, 7B, 7C 回路基板

8 第一絶縁シート

9 第二絶縁シート

20 ステータコア

20

20b 突出部

21 第一インシュレータ（インシュレータ）

23 コイル

24 巻線

77A 第一磁気センサ（磁気センサ）

77B 第二磁気センサ（磁気センサ）

77C 第三磁気センサ（磁気センサ）

81 シート側当接部（当接部）

90 樹脂

91 空間（ステータの内部空間）

30

201 回転電機

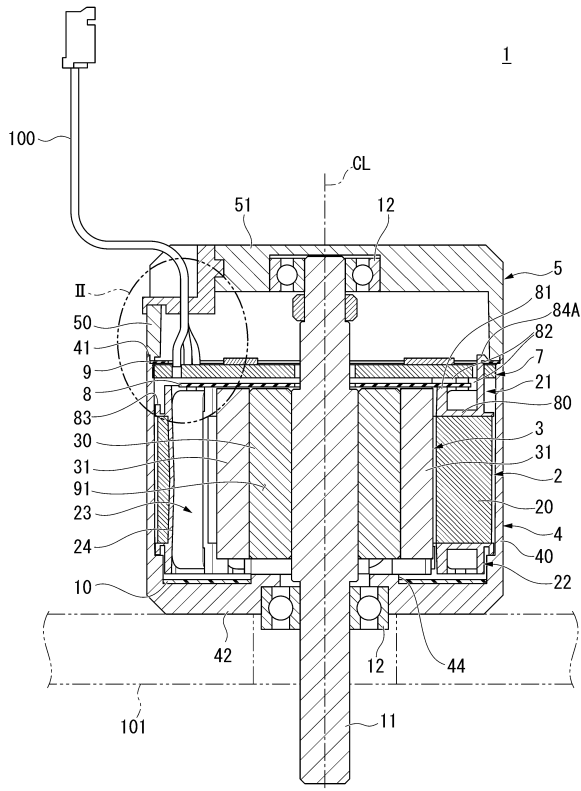
204 筒状ケース（ケース）

40

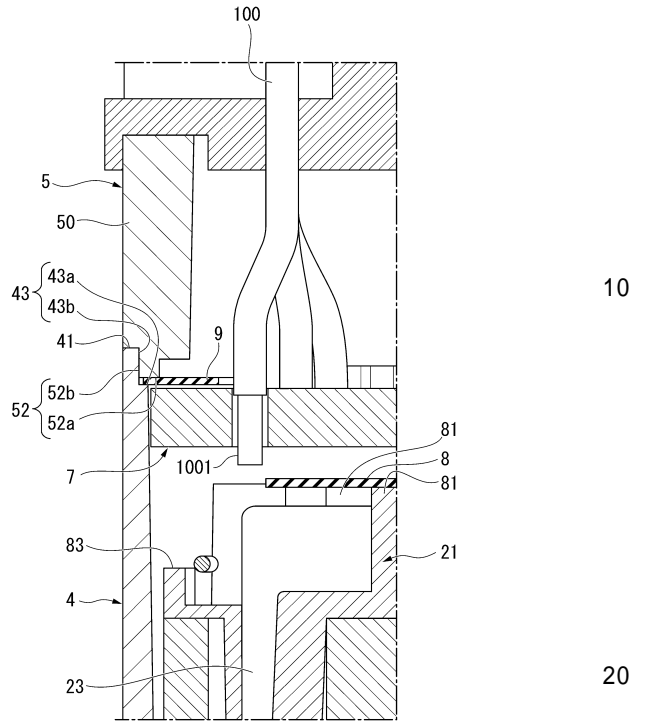
50

【図面】

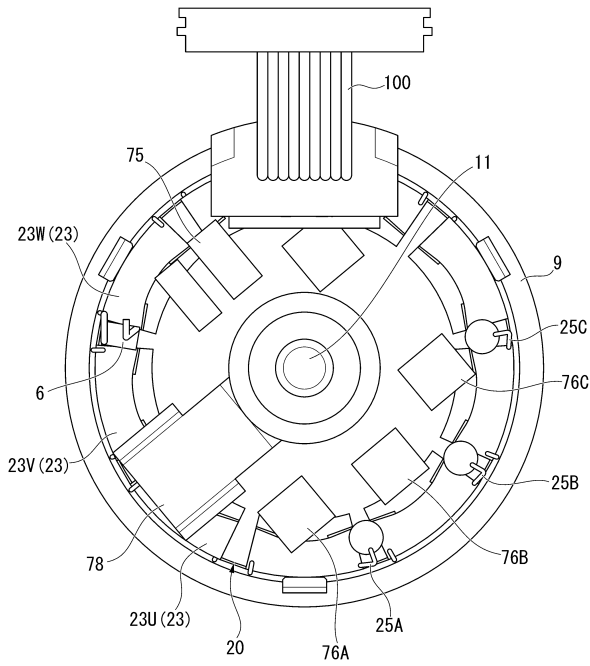
【図 1】



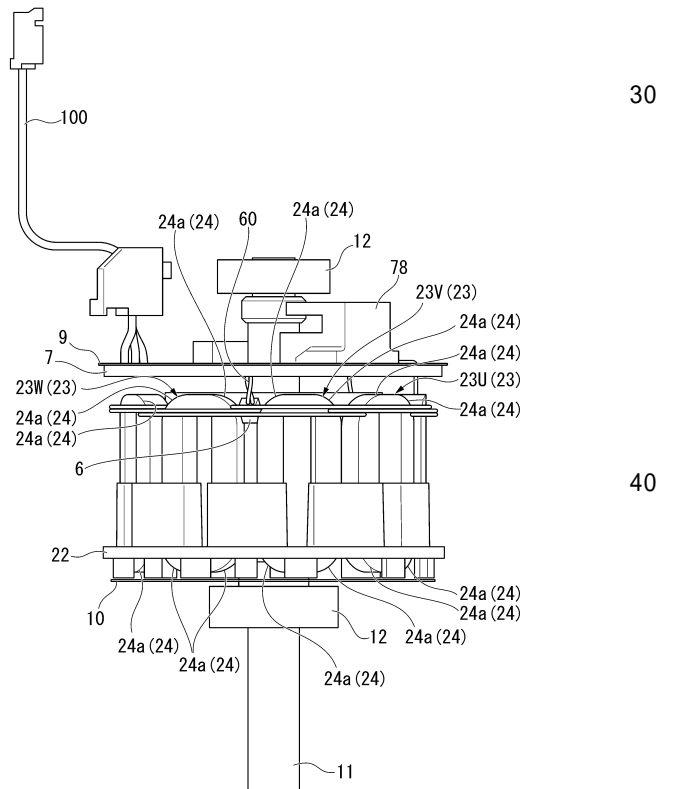
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

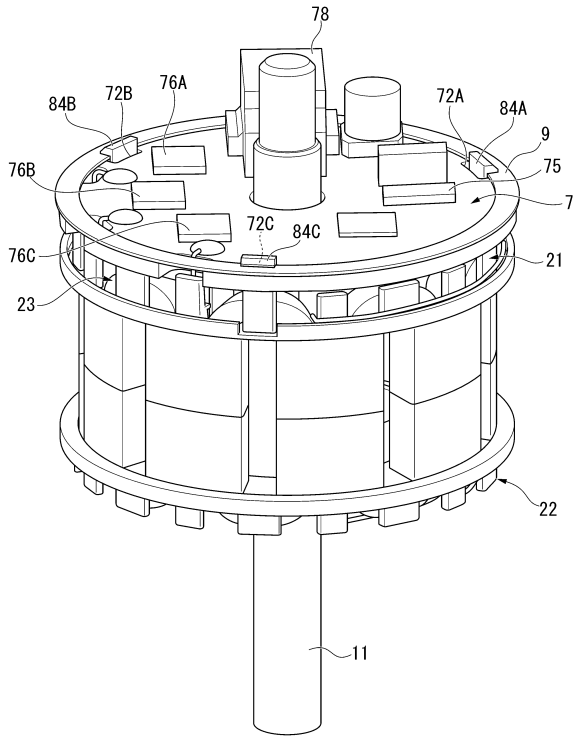
20

30

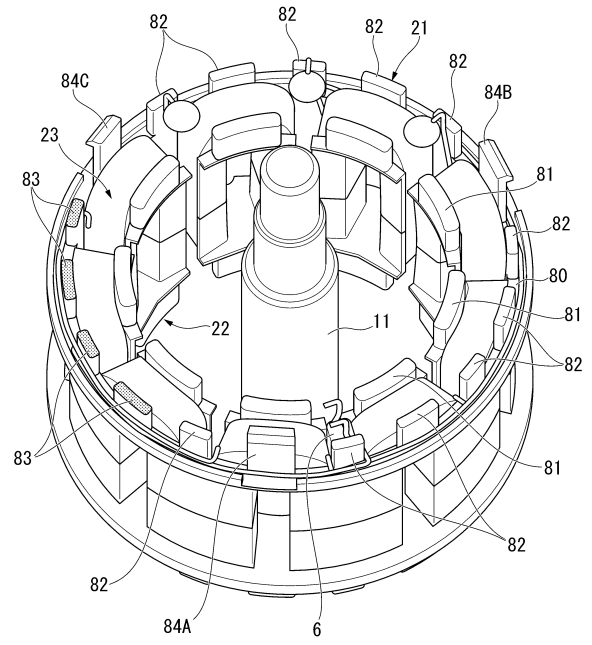
40

50

【図5】



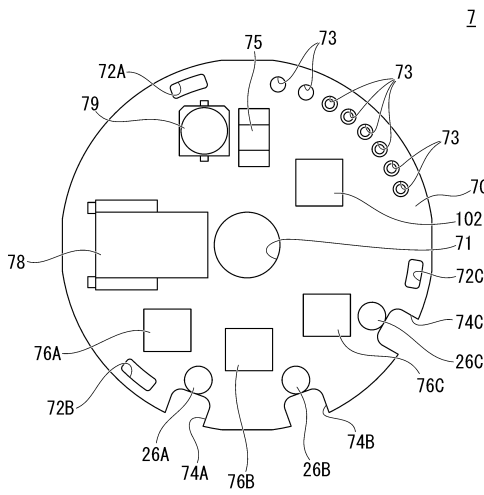
【図6】



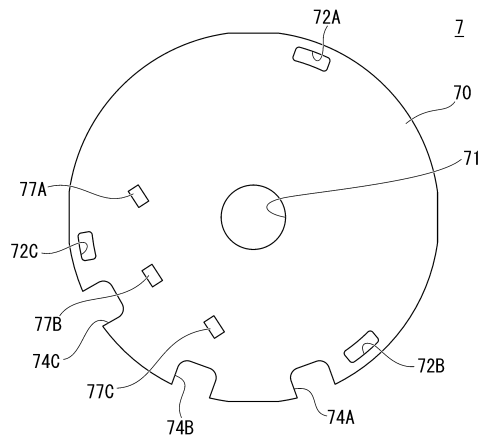
10

20

【図7A】



【図7B】

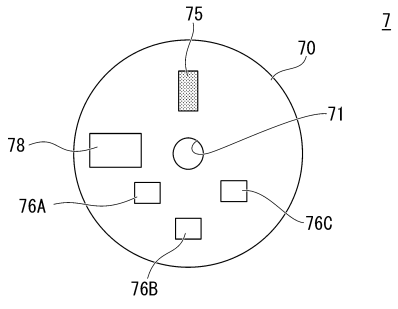


30

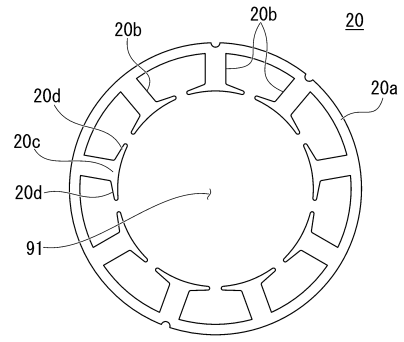
40

50

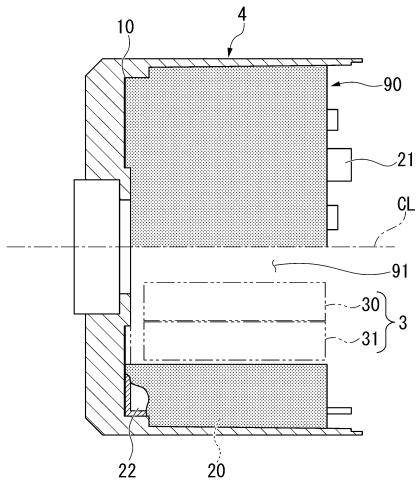
【 8 】



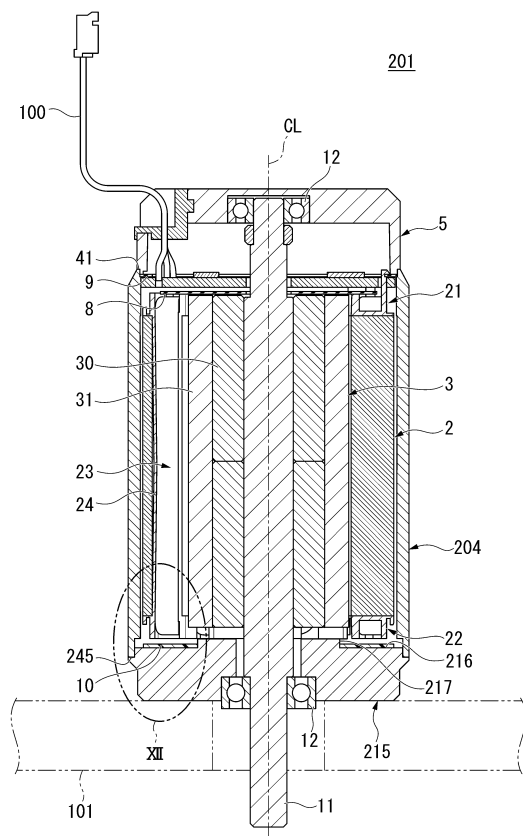
【 9 】



【 10 】



【 11 】



10

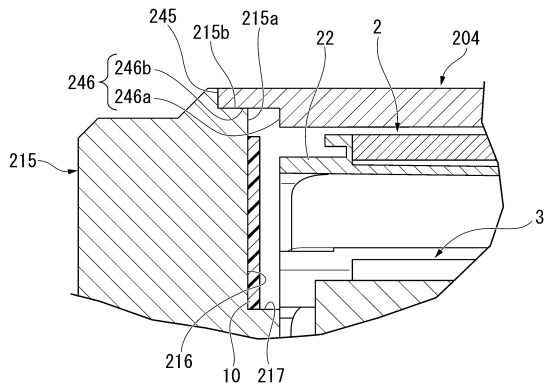
20

30

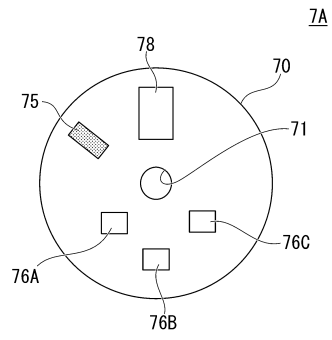
40

50

【図 1 2】

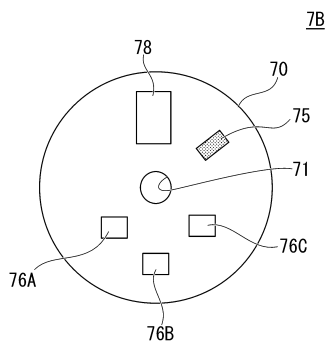


【図 1 3】

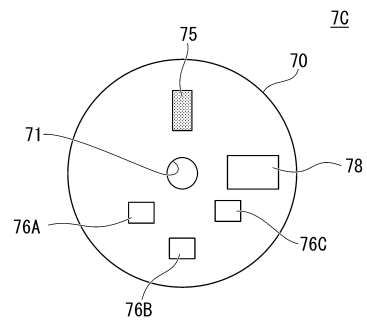


10

【図 1 4】



【図 1 5】



20

30

40

50

フロントページの続き

熊本県熊本市北区植木町一木 1 1 1 番地 平田機工株式会社内

審査官 宮崎 賢司

- (56)参考文献 特開 2 0 1 7 - 2 2 5 3 1 8 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 2 1 7 3 0 2 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 2 5 4 2 1 6 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 1 9 2 2 6 8 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 0 2 5 0 0 1 0 (U S , A 1)
特開 2 0 1 7 - 0 1 7 8 6 6 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- | | |
|---------|-------------|
| H 0 2 K | 1 / 0 4 |
| H 0 2 K | 5 / 0 0 |
| H 0 2 K | 5 / 0 8 |
| H 0 2 K | 1 1 / 3 3 |
| H 0 2 K | 1 1 / 2 1 5 |
| H 0 2 K | 3 / 4 4 |
| H 0 2 K | 3 / 4 6 |