

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7420327号
(P7420327)

(45)発行日 令和6年1月23日(2024.1.23)

(24)登録日 令和6年1月15日(2024.1.15)

(51)国際特許分類

F I

H 0 2 K 1/2733(2022.01)

H 0 2 K 1/2733

請求項の数 19 (全28頁)

(21)出願番号	特願2023-569887(P2023-569887)	(73)特許権者	000006231
(86)(22)出願日	令和5年6月16日(2023.6.16)		株式会社村田製作所
(86)国際出願番号	PCT/JP2023/022482		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
審査請求日	令和5年11月10日(2023.11.10)	(74)代理人	110000970
(31)優先権主張番号	特願2022-169931(P2022-169931)		弁理士法人 楓国際特許事務所
(32)優先日	令和4年10月24日(2022.10.24)	(72)発明者	斎藤 充浩
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
早期審査対象出願			株式会社村田製作所内
		(72)発明者	岸本 大輝
			京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
			株式会社村田製作所内
		(72)発明者	山本 亮介
			京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
			株式会社村田製作所内
		(72)発明者	南坂 拓也
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ロータ部材、ロータ、回転電気機械、ブラシレスモータ、及び、ロータ部材の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転電気機械に用いられるロータ部材であって、
軟磁性粉から形成された筒状の成形体であり、その中心軸線に沿う第1方向を向いた第1端面と前記第1方向の反対方向である第2方向を向いた第2端面とを有する軟磁性体と、
硬磁性粉から形成された筒状の成形体であり、前記第1方向を向いた第3端面と前記第2方向を向いた第4端面とを有し、前記中心軸線を中心とする径方向についての前記軟磁性体の外周面又は内周面に接触する硬磁性体と、
を備え、

前記軟磁性体と前記硬磁性体との接触面は、前記硬磁性体が前記軟磁性体の前記外周面に接触する場合には前記中心軸線を中心とする全周に亘って前記径方向の反対方向に突出する形状を有し、又は、前記硬磁性体が前記軟磁性体の前記内周面に接触する場合には前記中心軸線を中心とする全周に亘って前記径方向に突出する形状を有し、

前記軟磁性体の内の前記接触面を構成する部分の前記径方向についての幅が最小となる前記第1方向の位置は、前記第1端面の前記第1方向の位置、前記第2端面の前記第1方向の位置、前記第3端面の前記第1方向の位置、及び、前記第4端面の前記第1方向の位置と異なる、

ロータ部材。

【請求項2】

前記接触面は、前記硬磁性体が前記軟磁性体の前記外周面に接触する場合には前記中心

軸線を中心とする全周に亘って前記径方向の反対方向に突出するように湾曲する形状を有し、又は、前記硬磁性体が前記軟磁性体の前記内周面に接触する場合には前記中心軸線を中心とする全周に亘って前記径方向に突出するように湾曲する形状を有する、

請求項 1 に記載のロータ部材。

【請求項 3】

前記接触面は、前記硬磁性体が前記軟磁性体の前記外周面に接触する場合には前記中心軸線を中心とする全周に亘って前記径方向の反対方向に突出するように屈曲する形状を有し、又は、前記硬磁性体が前記軟磁性体の前記内周面に接触する場合には前記中心軸線を中心とする全周に亘って前記径方向に突出するように屈曲する形状を有する、

請求項 1 又は請求項 2 に記載のロータ部材。

10

【請求項 4】

前記第 1 端面と前記第 3 端面との間の前記第 1 方向の距離は、0 以上であり、かつ、前記ロータ部材の前記第 1 方向の長さの 5 % 以下であり、

前記第 2 端面と前記第 4 端面との間の前記第 1 方向の距離は、0 以上であり、かつ、前記ロータ部材の前記第 1 方向の長さの 5 % 以下である、

請求項 1 又は請求項 2 に記載のロータ部材。

【請求項 5】

前記第 3 端面との前記第 1 方向の距離が前記第 4 端面との前記第 1 方向の距離と等しい面を中間面と定義し、

前記軟磁性体の内の前記接触面を構成する部分の前記径方向についての幅が最小となる前記第 1 方向の位置は、前記中間面の前記第 1 方向の位置と等しい、

20

請求項 1 又は請求項 2 に記載のロータ部材。

【請求項 6】

前記第 3 端面との前記第 1 方向の距離が前記第 4 端面との前記第 1 方向の距離と等しい面を中間面と定義し、

前記軟磁性体の内の前記接触面を構成する部分の前記径方向についての幅が最小となる前記第 1 方向の位置は、前記中間面の前記第 1 方向の位置と異なる、

請求項 1 又は請求項 2 に記載のロータ部材。

【請求項 7】

前記軟磁性体の内の前記接触面を構成する部分の前記径方向についての幅が最小となる前記第 1 方向の位置は、1 つのみ存在する、

30

請求項 1 又は請求項 2 に記載のロータ部材。

【請求項 8】

前記軟磁性体の内の前記接触面を構成する部分の前記径方向についての幅が最小となる前記第 1 方向の位置は、複数存在する、

請求項 1 又は請求項 2 に記載のロータ部材。

【請求項 9】

前記接触面は、曲面であり、かつ、平面を含まない、

請求項 1 又は請求項 2 に記載のロータ部材。

【請求項 10】

40

前記軟磁性体の前記筒状は、円筒状であり、

前記硬磁性体の前記筒状は、円筒状である、

請求項 1 又は請求項 2 に記載のロータ部材。

【請求項 11】

前記硬磁性体は、前記軟磁性体の前記外周面に接触し、かつ、前記軟磁性体の前記内周面に接触しない、

請求項 1 又は請求項 2 に記載のロータ部材。

【請求項 12】

前記軟磁性粉の材料は、鉄及び樹脂を含み、

前記硬磁性粉の材料は、磁石及び樹脂を含む、

50

請求項 1 又は請求項 2 に記載のロータ部材。

【請求項 1 3】

前記磁石は、希土類磁石である、
請求項 1 2 に記載のロータ部材。

【請求項 1 4】

請求項 1 又は請求項 2 に記載のロータ部材と、
前記第 1 方向に延びる形状を有するシャフトと、を備え、
前記径方向についての前記シャフトの外周面は、前記軟磁性体の前記内周面に接触する、
ロータ。

【請求項 1 5】

請求項 1 又は請求項 2 に記載のロータ部材を備える、
回転電気機械。

10

【請求項 1 6】

請求項 1 又は請求項 2 に記載のロータ部材を備える、
ブラシレスモータ。

【請求項 1 7】

回転電気機械に用いられるロータ部材であって、
筒状を有し、かつ、その中心軸線に沿う第 1 方向を向いた第 1 端面と前記第 1 方向の反対方向である第 2 方向を向いた第 2 端面とを有する軟磁性体と、
筒状を有し、かつ、前記第 1 方向を向いた第 3 端面と前記第 2 方向を向いた第 4 端面とを有し、前記中心軸線を中心とする径方向についての前記軟磁性体の外周面又は内周面に接触する硬磁性体と、
を備える、

20

ロータ部材の製造方法であって、
等方性磁石粉及び第 1 結合材粉が混合された硬磁性粉を圧縮成形し、仮硬磁性体を形成する仮硬磁性体形成工程と、

前記仮硬磁性体形成工程の後に、鉄粉及び第 2 結合材粉が混合された軟磁性粉、及び、前記仮硬磁性体が前記径方向に並び、かつ、互いに接触するように、型に充填する充填工程と、

前記充填工程の後に、前記軟磁性粉及び前記仮硬磁性体を前記第 1 方向から圧縮成形し、ロータ部材を形成するロータ部材形成工程と、

30

を備え、
前記ロータ部材形成工程において、前記仮硬磁性体を加圧する圧力は、前記軟磁性粉を加圧する圧力よりも大きい、
ロータ部材の製造方法。

【請求項 1 8】

前記ロータ部材形成工程において、前記軟磁性粉及び前記仮硬磁性体のそれぞれを加圧する圧力を前記軟磁性体の形成に必要な圧力よりも大きく、かつ、前記硬磁性体の形成に必要な圧力よりも小さくする期間が設けられている、

請求項 1 7 に記載のロータ部材の製造方法。

40

【請求項 1 9】

前記等方性磁石粉は、希土類磁石粉であり、
前記第 1 結合材粉は、樹脂であり、
前記第 2 結合材粉は、樹脂である、
請求項 1 7 又は請求項 1 8 に記載のロータ部材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転電気機械に用いられるロータ部材、ロータ部材を備えるロータ、ロータ部材を備える回転電気機械、ロータ部材を備えるブラシレスモータ、及び、回転電気機械

50

に用いられるロータ部材の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来のロータ部材に関する発明としては、例えば、特許文献1に記載のモータ用回転子が知られている。特許文献1に記載のモータ用回転子は、軟磁性ヨーク部及び磁石部を備える。軟磁性ヨーク部の材料は、結合材を含む軟磁性粉である。磁石部の材料は、結合材を含む磁石粉である。結合材を含む軟磁性粉と結合材を含む磁石粉とは、一体的に成形されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0003】

【文献】特開2007-074888号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、特許文献1に記載のモータ用回転子において、軟磁性ヨーク部と磁石部との接着強度を向上したいという要望がある。

【0005】

そこで、本発明の目的は、軟磁性体と硬磁性体との固定強度を向上することができるロータ部材、ロータ、回転電気機械、ブラシレスモータ、及び、ロータ部材の製造方法を提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一形態に係るロータ部材は、
回転電気機械に用いられるロータ部材であって、
軟磁性粉から形成された筒状の成形体であり、その中心軸線に沿う第1方向を向いた第1端面と前記第1方向の反対方向である第2方向を向いた第2端面とを有する軟磁性体と、
硬磁性粉から形成された筒状の成形体であり、前記第1方向を向いた第3端面と前記第2方向を向いた第4端面とを有し、前記中心軸線を中心とする径方向についての前記軟磁性体の外周面又は内周面に接触する硬磁性体と、

30

を備え、

前記軟磁性体と前記硬磁性体との接触面は、前記硬磁性体が前記軟磁性体の前記外周面に接触する場合には前記径方向の反対方向に突出する形状を有し、又は、前記硬磁性体が前記軟磁性体の前記内周面に接触する場合には前記径方向に突出する形状を有し、

前記軟磁性体の内の前記接触面を構成する部分の前記径方向についての幅が最小となる前記第1方向の位置は、前記第1端面の前記第1方向の位置、前記第2端面の前記第1方向の位置、前記第3端面の前記第1方向の位置、及び、前記第4端面の前記第1方向の位置と異なる。

【0007】

本発明の一形態に係るロータ部材の製造方法は、
回転電気機械に用いられるロータ部材であって、
筒状を有し、かつ、その中心軸線に沿う第1方向を向いた第1端面と前記第1方向の反対方向である第2方向を向いた第2端面とを有する軟磁性体と、

40

筒状を有し、かつ、前記第1方向を向いた第3端面と前記第2方向を向いた第4端面とを有し、前記中心軸線を中心とする径方向についての前記軟磁性体の外周面又は内周面に接触する硬磁性体と、

を備える、

ロータ部材の製造方法であって、

等方性磁石粉及び第1結合材粉が混合された硬磁性粉を圧縮成形し、仮硬磁性体を形成する仮硬磁性体形成工程と、

50

前記仮硬磁性体形成工程の後に、鉄粉及び第２結合材粉が混合された軟磁性粉、及び、前記仮硬磁性体が前記径方向に並び、かつ、互いに接触するように、型に充填する充填工程と、

前記充填工程の後に、前記軟磁性粉及び前記仮硬磁性体を前記第１方向から圧縮成形し、ロータ部材を形成するロータ部材形成工程と、

を備え、

前記ロータ部材形成工程において前記軟磁性粉及び前記仮硬磁性体のそれぞれを加圧する圧力は、前記仮硬磁性体形成工程において前記硬磁性粉を加圧する圧力よりも大きい。

【発明の効果】

【０００８】

本発明によれば、軟磁性体と硬磁性体との固定強度を向上することができるロータ部材、ロータ、回転電気機械、ブラシレスモータ、及び、ロータ部材の製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【０００９】

【図１】図１は、ロータ１０の斜視図である。

【図２】図２は、ロータ１０のＡ－Ａにおける断面図である。

【図３】図３は、ロータ部材１の製造方法の一例を示すフローチャートである。

【図４】図４は、ロータ部材１の製造工程の一例を示すＡ－Ａにおける断面図である。

【図５】図５は、ロータ部材１の製造工程の一例を示すＡ－Ａにおける断面図である。

【図６】図６は、ロータ部材１の製造工程の一例を示すＡ－Ａにおける断面図である。

【図７】図７は、ロータ部材１の製造工程の一例を示すＡ－Ａにおける断面図である。

【図８】図８は、ロータ部材１が用いられるブラシレスモータ１００の外観斜視図である。

【図９】図９は、ロータ部材１が用いられるブラシレスモータ１００の分解斜視図である。

【図１０】図１０は、比較例に係るロータ２０のＡ－Ａにおける断面図である。

【図１１】図１１は、ロータ部材１のせん断試験のモデル図である。

【図１２】図１２は、比較例に係るロータ部材６のせん断試験のモデル図である。

【図１３】図１３は、ロータ部材１及び比較例に係るロータ部材６のそれぞれのせん断試験の結果である。

【図１４】図１４は、ロータ１０ａのＡ－Ａにおける断面図である。

【図１５】図１５は、ロータ１０ｂのＡ－Ａにおける断面図である。

【図１６】図１６は、ロータ１０ｃのＡ－Ａにおける断面図である。

【図１７】図１７は、ロータ１０ｄのＡ－Ａにおける断面図である。

【図１８】図１８は、ロータ１０ｅのＡ－Ａにおける断面図である。

【図１９】図１９は、ロータ１０ｆのＡ－Ａにおける断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

〔第１の実施形態〕

（ロータ１０の構成）

以下に、本発明の第１の実施形態に係るロータ１０の構成について、図面を参照しながら説明する。図１は、ロータ１０の斜視図である。図２は、ロータ１０のＡ－Ａにおける断面図である。

【００１１】

ロータ１０は、後述するブラシレスモータ１００に用いられる。ブラシレスモータ１００は、本発明の「回転電気機械」の一例である。

【００１２】

ロータ１０は、図１に示すように、シャフト４及びロータ部材１を備える。シャフト４は、図１に示すように、Ｚ軸の正方向であるＺ＋方向に延びる形状を有する。より詳細には、シャフト４は、円柱状である。シャフト４の中心軸線は、Ｚ軸である。また、シャフト４は、第１端Ｅ１及び第２端Ｅ２を含む。第１端Ｅ１は、ロータ部材１のＺ＋方向の端

10

20

30

40

50

よりも Z + 方向に位置する。第 2 端 E 2 は、ロータ部材 1 の Z 軸の負方向である Z - 方向の端よりも Z - 方向に位置する。なお、Z - 方向は、Z + 方向の反対方向である。また、Z + 方向は、本発明の「第 1 方向」に対応する。Z - 方向は、本発明の「第 2 方向」に対応する。Z + 方向及び Z - 方向のそれぞれは、Z 軸に沿う。

【0013】

ロータ部材 1 は、図 1 に示すように、軟磁性体 2 及び硬磁性体 3 を含む。ロータ部材 1 は、円筒状である。ロータ部材 1 の中心軸線は、Z 軸である。すなわち、ロータ部材 1 の中心軸線は、シャフト 4 の中心軸線と一致する。また、ロータ部材 1 は、Z - 方向に視て、ロータ部材 1 の内縁がシャフト 4 の外縁と一致するように配置される。すなわち、Z 軸を中心とする径方向についてのシャフト 4 の外周面 OS 4 は、図 2 に示すように、Z 軸を中心とする径方向についてのロータ部材 1 の内周面 IS 1 に接触する。

10

【0014】

軟磁性体 2 は、図 1 に示すように、円筒状である。軟磁性体 2 の中心軸線は、Z 軸である。すなわち、軟磁性体 2 の中心軸線は、シャフト 4 の中心軸線と一致する。また、Z - 方向に視た軟磁性体 2 の内縁及び軟磁性体 2 の外縁のそれぞれは、円状である。また、軟磁性体 2 は、Z - 方向に視て、軟磁性体 2 の内縁がシャフト 4 の外縁と一致するように配置される。すなわち、Z 軸を中心とする径方向についてのシャフト 4 の外周面 OS 4 は、図 2 に示すように、Z 軸を中心とする径方向についての軟磁性体 2 の内周面 IS 2 に接触する。これにより、軟磁性体 2 は、Z 軸を中心とする径方向についてのシャフト 4 の外周面 OS 4 に接触する。

20

【0015】

軟磁性体 2 は、図 2 に示すように、第 1 端面 EF 1 及び第 2 端面 EF 2 を有する。より詳細には、第 1 端面 EF 1 は、軟磁性体 2 の Z + 方向の端に位置する。また、第 1 端面 EF 1 は、Z + 方向を向いている。すなわち、第 1 端面 EF 1 の法線方向は、Z + 方向である。第 2 端面 EF 2 は、軟磁性体 2 の Z - 方向の端に位置する。また、第 2 端面 EF 2 は、Z - 方向を向いている。すなわち、第 2 端面 EF 2 の法線方向は、Z - 方向である。また、Z - 方向に視た第 1 端面 EF 1 の内縁及び Z - 方向に視た第 1 端面 EF 1 の外縁のそれぞれ、及び、Z + 方向に視た第 2 端面 EF 2 の内縁及び Z + 方向に視た第 2 端面 EF 2 の外縁のそれぞれは、円状である。

【0016】

30

軟磁性体 2 は、軟磁性体である。軟磁性体は、外部から磁界を印加されると、磁化される。その後、磁界の印加を停止すると、軟磁性体は、磁化を失う。このような軟磁性体の材料は、例えば、鉄である。

【0017】

軟磁性体 2 は、軟磁性粉 2 1 から形成された成形体である。軟磁性粉 2 1 の材料は、例えば、鉄及び結合材を含む。鉄は、軟磁性材料の一例である。結合材は、例えば、樹脂である。軟磁性粉 2 1 は、例えば、鉄粉、及び、結合材粉の一例であるエポキシ樹脂粉を混合したものである。軟磁性体 2 の形成方法については、後述する。

【0018】

硬磁性体 3 は、図 1 に示すように、円筒状である。硬磁性体 3 の中心軸線は、Z 軸である。すなわち、硬磁性体 3 の中心軸線は、シャフト 4 の中心軸線と一致する。また、Z - 方向に視た硬磁性体 3 の内縁及び硬磁性体 3 の外縁のそれぞれは、円状である。また、硬磁性体 3 は、Z - 方向に視て、硬磁性体 3 の内縁が軟磁性体 2 の外縁と一致するように配置される。すなわち、Z 軸を中心とする径方向についての硬磁性体 3 の内周面 IS 3 は、図 2 に示すように、Z 軸を中心とする径方向についての軟磁性体 2 の外周面 OS 2 に接触する。これにより、硬磁性体 3 は、Z 軸を中心とする径方向についての軟磁性体 2 の外周面 OS 2 に接触する。また、硬磁性体 3 は、図 1 及び図 2 に示すように、Z 軸を中心とする径方向についての軟磁性体 2 の内周面 IS 2 に接触しない。

40

【0019】

硬磁性体 3 は、図 2 に示すように、第 3 端面 EF 3 及び第 4 端面 EF 4 を有する。より

50

詳細には、第3端面EF3は、硬磁性体3のZ+方向の端に位置する。また、第3端面EF3は、Z+方向を向いている。すなわち、第3端面EF3の法線方向は、Z+方向である。第4端面EF4は、硬磁性体3のZ-方向の端に位置する。また、第4端面EF4は、Z-方向を向いている。すなわち、第4端面EF4の法線方向は、Z-方向である。また、Z-方向に視た第3端面EF3の内縁及びZ-方向に視た第3端面EF3の外縁のそれぞれ、及び、Z+方向に視た第4端面EF4の内縁及びZ+方向に視た第4端面EF4の外縁のそれぞれは、円状である。

【0020】

硬磁性体3は、硬磁性体である。硬磁性体は、外部から磁界を印加されると、磁化される。その後、磁界の印加を停止しても、硬磁性体は、磁化を失わない。このような硬磁性体の材料は、磁石である。

10

【0021】

硬磁性体3は、硬磁性粉31から形成された成形体である。硬磁性粉31の材料は、例えば、磁石及び結合材を含む。磁石は、例えば、ネオジム磁石等の希土類磁石である。結合材は、例えば、樹脂である。硬磁性粉31は、例えば、ネオジム磁石粉、及び、結合材粉の一例であるエポキシ樹脂粉を混合したものである。硬磁性体3の形成方法については、後述する。

【0022】

軟磁性体2の第1端面EF1のZ+方向の位置は、図2に示すように、硬磁性体3の第3端面EF3のZ+方向の位置と等しい。また、軟磁性体2の第2端面EF2のZ+方向の位置は、硬磁性体3の第4端面EF4のZ+方向の位置と等しい。

20

【0023】

Z軸を中心とする径方向についての軟磁性体2の外周面OS2の全体は、図1及び図2に示すように、Z軸を中心とする径方向についての硬磁性体3の内周面IS3の全体に面接触している。そこで、本実施形態では、Z軸を中心とする径方向についての軟磁性体2の外周面OS2、及び、Z軸を中心とする径方向についての硬磁性体3の内周面IS3のそれぞれを軟磁性体2と硬磁性体3との接触面CSと定義する。

【0024】

軟磁性体2と硬磁性体3との接触面CSは、図2に示すように、硬磁性体3が軟磁性体2の外周面OS2に接触する場合には向心方向DIRCに突出する形状を有している。ここで、向心方向DIRCは、Z軸を中心とする径方向の反対方向である。具体的には、向心方向DIRCは、Z軸に直交し、かつ、Z+方向又はZ-方向に視て、Z軸に向かう方向である。言い換えると、向心方向DIRCは、Z+方向又はZ-方向に視たときに、Z軸に向かう方向である。そして、本実施形態では、図2に示すように、軟磁性体2と硬磁性体3との接触面CSは、向心方向DIRCに突出するように湾曲する形状を有している。また、軟磁性体2と硬磁性体3との接触面CSは、曲面であり、かつ、平面を含まない。

30

【0025】

このように軟磁性体2と硬磁性体3との接触面CSが向心方向DIRCに突出する形状を有しているため、軟磁性体2と硬磁性体3との接触面CSの向心方向DIRCの位置は、図2に示すように、Z+方向において、不均一である。すなわち、軟磁性体2の内の接触面CSを構成する部分(外周面OS2)のZ軸を中心とする径方向についての幅Wは、Z+方向において、不均一である。

40

【0026】

軟磁性体2の内の接触面CSを構成する部分のZ軸を中心とする径方向についての幅Wは、言い換えると、軟磁性体2が存在するZ+方向の位置(例えば、図2における第1位置PO1)における内周面IS2と外周面OS2との間の向心方向DIRCの距離(例えば、図2における距離WC, DC)の内、第1位置PO1における内周面IS2と外周面OS2との間に軟磁性体2以外の部材(例えば、図2におけるシャフト4)又は空間等が存在しない場合の第1位置PO1における内周面IS2と外周面OS2との間の向心方向DIRCの距離(例えば、図2における距離WC)である。

50

【 0 0 2 7 】

そして、上記幅 W が最小の最小幅 W_{MIN} となる Z ＋方向の位置は、第1端面 $EF1$ の Z ＋方向の位置、第2端面 $EF2$ の Z ＋方向の位置、第3端面 $EF3$ の Z ＋方向の位置及び第4端面 $EF4$ の Z ＋方向の位置のいずれとも異なる位置である。本実施形態では、そのように幅 W が最小となる Z ＋方向の位置は、図2に示すように、1つのみ存在しており、中間面 IS の Z ＋方向の位置と等しい位置である。すなわち、幅 W が最小となる Z ＋方向の位置は、中間面 IS の Z ＋方向の位置のみである。ここで、中間面 IS は、硬磁性体3の第3端面 $EF3$ との Z ＋方向の距離 $D1$ が硬磁性体3の第4端面 $EF4$ との距離 $D2$ と等しい面である。このような中間面 IS は、第3端面 $EF3$ の法線方向が Z ＋方向であること、及び、第4端面 $EF4$ の法線方向が Z －方向であることにより、 Z 軸に垂直な平面である。

10

【 0 0 2 8 】

また、本実施形態では、軟磁性体2は、次のような構成を有している。第1端面 $EF1$ の Z ＋方向の位置における幅 W （以下、「幅 $W1$ 」と称す）は、第2端面 $EF2$ の Z ＋方向の位置における幅 W （以下、「幅 $W2$ 」と称す）と等しく、かつ、軟磁性体2の内の接触面 CS を構成する部分の最大幅 W_{MAX} となっている（ $W1 = W2 = W_{MAX}$ ）。なお、本実施形態では、第3端面 $EF3$ の Z ＋方向の位置は、第1端面 $EF1$ の Z ＋方向の位置と等しい。従って、第3端面 $EF3$ の Z ＋方向の位置における幅 W （以下、「幅 $W3$ 」と称す）は、幅 $W1$ と等しくなっている（ $W3 = W1$ ）。また、第4端面 $EF4$ の Z ＋方向の位置は、第2端面 $EF2$ の Z ＋方向の位置と等しい。従って、第4端面 $EF4$ の Z ＋方向の位置における幅 W （以下、「幅 $W4$ 」と称す）は、幅 $W2$ と等しくなっている（ $W4 = W2$ ）。

20

【 0 0 2 9 】

（ロータ部材1の製造方法）

次に、ロータ部材1の製造方法の一例について、図面を参照しながら説明する。図3は、ロータ部材1の製造方法の一例を示すフローチャートである。図4は、ロータ部材1の製造工程の一例を示す $A-A$ における断面図である。図5は、ロータ部材1の製造工程の一例を示す $A-A$ における断面図である。図6は、ロータ部材1の製造工程の一例を示す $A-A$ における断面図である。図7は、ロータ部材1の製造工程の一例を示す $A-A$ における断面図である。

30

【 0 0 3 0 】

まず、硬磁性粉31をインナーパンチ IP と型 DI の一部分であるアウターダイス ODI との間であって、アウターパンチ OP よりも Z ＋方向に充填する（図3：ステップ $S11$ ）。より詳細には、硬磁性粉31は、例えば、ネオジム磁石粉及びエポキシ樹脂粉を混合したものである。ネオジム磁石粉は、本発明の「希土類磁石粉」及び「等方性磁石粉」のそれぞれの一例である。エポキシ樹脂粉は、本発明の「樹脂」及び「第1結合材粉」のそれぞれの一例である。

【 0 0 3 1 】

インナーパンチ IP 、アウターパンチ OP 及びアウターダイス ODI のそれぞれは、円筒状である。インナーパンチ IP 、アウターパンチ OP 及びアウターダイス ODI のそれぞれの中心軸線は、 Z 軸である。アウターパンチ OP は、図4に示すように、アウターダイス ODI よりも向心方向 $DIRC$ に配置される。また、インナーパンチ IP は、アウターパンチ OP よりも向心方向 $DIRC$ に配置される。また、 Z 軸を中心とする径方向についてのアウターパンチ OP の外周面 $OSOP$ は、 Z 軸を中心とする径方向についてのアウターダイス ODI の内周面 $ISODI$ に接触する。また、 Z 軸を中心とする径方向についてのインナーパンチ IP の外周面 $OSIP$ は、 Z 軸を中心とする径方向についてのアウターパンチ OP の内周面 $ISOP$ に接触する。なお、インナーパンチ IP 及びアウターパンチ OP のそれぞれは、 Z ＋方向及び Z －方向のそれぞれに移動可能である。

40

【 0 0 3 2 】

型 DI は、前述のアウターダイス ODI 及びインナーダイス IDI を備える。インナー

50

ダイス I D I は、円柱状である。インナーダイス I D I の中心軸線は、Z 軸である。インナーダイス I D I は、図 4 に示すように、インナーパンチ I P よりも向心方向 D I R C に配置される。また、Z 軸を中心とする径方向についてのインナーダイス I D I の外周面 O S I D I は、Z 軸を中心とする径方向についてのインナーパンチ I P の内周面 I S I P に接触する。

【 0 0 3 3 】

充填された硬磁性粉 3 1 は、図 5 に示すように、硬磁性粉 3 1 よりも Z - 方向に配置されているアウターパンチ O P、及び、硬磁性粉 3 1 よりも Z + 方向に配置されているパンチ P により、Z - 方向に加圧される。パンチ P の Z - 方向の端面は、Z - 方向を向いている。すなわち、パンチ P の Z - 方向の端面の法線方向は、Z - 方向である。

10

【 0 0 3 4 】

硬磁性粉 3 1 を加圧する圧力は、例えば、3 0 0 M P a である。これにより、硬磁性粉 3 1 が圧縮成形され、仮硬磁性体 3 2 が形成される（図 3：ステップ S 1 2、仮硬磁性体形成工程）。より詳細には、仮硬磁性体 3 2 の Z 軸を中心とする径方向の厚みは、Z + 方向において、均一である。

【 0 0 3 5 】

仮硬磁性体形成工程の後に、図 6 に示すように、軟磁性粉 2 1 及び仮硬磁性体 3 2 が Z 軸を中心とする径方向に並び、かつ、互いに接触するように、型 D I に充填する（図 3：ステップ S 1 3、充填工程）。より詳細には、軟磁性粉 2 1 は、例えば、鉄粉及びエポキシ樹脂粉を混合したものである。エポキシ樹脂粉は、本発明の「樹脂」及び「第 2 結合材粉」のそれぞれの一例である。

20

【 0 0 3 6 】

充填工程の後に、充填された軟磁性粉 2 1 及び仮硬磁性体 3 2 のそれぞれは、図 7 に示すように、軟磁性粉 2 1 及び仮硬磁性体 3 2 のそれぞれよりも Z - 方向に配置されているインナーパンチ I P 及びアウターパンチ O P のそれぞれ、及び、軟磁性粉 2 1 及び仮硬磁性体 3 2 のそれぞれよりも Z + 方向に配置されているパンチ P により、Z - 方向に加圧される。ここで、仮硬磁性体 3 2 を加圧する圧力は、軟磁性粉 2 1 を加圧する圧力よりも大きい。仮硬磁性体 3 2 を加圧する圧力は、例えば、8 0 0 M P a である。これにより、軟磁性粉 2 1 及び仮硬磁性体 3 2 が Z + 方向から圧縮成形され、本成形体が形成される。形成された本成形体を熱硬化させることにより、ロータ部材 1 を形成する（図 3：ステップ S 1 4、ロータ部材形成工程）。

30

【 0 0 3 7 】

本成形体が形成されるとき、インナーパンチ I P の Z + 方向の端面の Z + 方向の位置は、アウターパンチ O P の Z + 方向の端面の Z + 方向の位置と等しい。これにより、軟磁性体 2 の第 2 端面 E F 2 の Z + 方向の位置を硬磁性体 3 の第 4 端面 E F 4 の Z + 方向の位置と等しくすることができる。なお、型 D I が撓んでいる場合であっても、インナーパンチ I P の Z + 方向の端面の Z + 方向の位置、及び、アウターパンチ O P の Z + 方向の端面の Z + 方向の位置を調整することにより、軟磁性体 2 の第 2 端面 E F 2 の Z + 方向の位置を硬磁性体 3 の第 4 端面 E F 4 の Z + 方向の位置と等しくすることができる。また、軟磁性粉 2 1 と仮硬磁性体 3 2 とが、Z - 方向の端面が Z - 方向を向いているパンチ P により Z - 方向に一体成形されることにより、軟磁性体 2 の第 1 端面 E F 1 の Z + 方向の位置を硬磁性体 3 の第 3 端面 E F 3 の Z + 方向の位置と等しくすることができる。

40

【 0 0 3 8 】

また、硬磁性体 3 の形成に必要な圧力は、軟磁性体 2 の形成に必要な圧力よりも大きい。これにより、軟磁性粉 2 1 及び仮硬磁性体 3 2 のそれぞれを加圧する圧力条件（平均圧力、加圧分布、加圧時間等）を制御することにより、軟磁性体 2 と硬磁性体 3 との接触面 C S を向心方向 D I R C に突出する形状を有するようにすることができる。より詳細には、インナーパンチ I P 及びアウターパンチ O P のそれぞれにより Z - 方向から、及び、パンチ P により Z + 方向から軟磁性粉 2 1 及び仮硬磁性体 3 2 のそれぞれを加圧するとき、軟磁性粉 2 1 及び仮硬磁性体 3 2 のそれぞれを加圧する圧力を軟磁性体 2 の形成に必要な

50

圧力よりも大きく、かつ、硬磁性体 3 の形成に必要な圧力よりも小さくする期間を設けることにより、軟磁性体 2 を形成しつつ、硬磁性体 3 を、向心方向 D I R C (例えば、図 2 における領域 A 1) に入り込ませることができる。従って、軟磁性体 2 と硬磁性体 3 との接触面 C S を向心方向 D I R C に突出する形状を有するようにすることができる。

【0039】

(ブラシレスモータ 100 の構成)

以下に、本発明の第 1 の実施形態に係るブラシレスモータ 100 の構成について、図面を参照しながら説明する。図 8 は、ロータ部材 1 が用いられるブラシレスモータ 100 の外観斜視図である。図 9 は、ロータ部材 1 が用いられるブラシレスモータ 100 の分解斜視図である。なお、図 9 では、複数のティース部 14 b、複数のコイル 15 及び複数の絶縁性部材 16 のそれぞれの内の代表的なティース部 14 b、コイル 15 及び絶縁性部材 16 のそれぞれにのみ参照符号を付した。

10

【0040】

ブラシレスモータ 100 は、図 8 及び図 9 に示すように、ステータアッシー 11、シャフト 4 及びロータ部材 1 を備える。ステータアッシー 11 は、図 9 に示すように、Z - 方向に視て、ロータ 10 の周囲に配置される。すなわち、ブラシレスモータ 100 は、インナーロータ型である。

【0041】

ステータアッシー 11 は、図 9 に示すように、軸受 12、筐体 13、磁性体コア 14、複数のコイル 15 及び複数の絶縁性部材 16 を含む。

20

【0042】

軸受 12 は、シャフト 4 が Z 軸を中心とする周方向に回転できるように支持する。より詳細には、軸受 12 は、図 9 に示すように、第 1 軸受 12 a 及び第 2 軸受 12 b を有する。第 1 軸受 12 a 及び第 2 軸受 12 b のそれぞれは、円筒状である。第 1 軸受 12 a 及び第 2 軸受 12 b のそれぞれの中心軸線は、Z 軸である。第 1 軸受 12 a 及び第 2 軸受 12 b のそれぞれの中心軸線は、シャフト 4 の中心軸線と一致する。

【0043】

第 1 軸受 12 a は、図 9 に示すように、第 2 軸受 12 b よりも Z + 方向に位置する。また、第 1 軸受 12 a は、ロータ部材 1 よりも Z + 方向に位置する。第 2 軸受 12 b は、ロータ部材 1 よりも Z - 方向に位置する。第 2 軸受 12 b は、シャフト 4 の第 2 端 E 2 を支持する。

30

【0044】

筐体 13 は、図 8 に示すように、第 1 筐体 13 a 及び第 2 筐体 13 b を有する。第 1 筐体 13 a は、図 8 及び図 9 に示すように、円筒状である。第 1 筐体 13 a の中心軸線は、Z 軸である。第 2 筐体 13 b は、第 1 筐体 13 a よりも Z - 方向に位置する。また、第 1 筐体 13 a は、開口 O P 1 を有する。これにより、シャフト 4 の第 1 端 E 1 は、開口 O P 1 から Z + 方向に突出している。すなわち、ブラシレスモータ 100 は、片軸型である。

【0045】

第 1 筐体 13 a は、第 1 軸受 12 a、磁性体コア 14、複数のコイル 15 及び複数の絶縁性部材 16 を支持する。第 2 筐体 13 b は、第 2 軸受 12 b を支持する。第 1 筐体 13 a 及び第 2 筐体 13 b のそれぞれの材料は、例えば、S U S 等の剛性が高い材料である。

40

【0046】

磁性体コア 14 は、軟磁性体である。磁性体コア 14 は、図 9 に示すように、電磁鋼板を積層することにより、作製される。磁性体コア 14 は、円筒状であるコアバック部 14 a、及び、複数のティース部 14 b を有する。コアバック部 14 a の中心軸線は、Z 軸である。ティース部 14 b の数は、9 つである。9 つのティース部 14 b は、Z 軸を中心とする周方向に並ぶ。また、9 つのティース部 14 b のそれぞれは、コアバック部 14 a の内側面から Z 軸を中心とする径方向の反対方向に延びている。磁性体コア 14 の外面には、絶縁処理が施されている。磁性体コア 14 は、硬磁性体 3 が発生する磁界及び後述するコイル 15 が発生する磁界のそれぞれにより、磁化される。

50

【 0 0 4 7 】

複数のコイル 1 5 及び複数の絶縁性部材 1 6 のそれぞれの数は、9 つである。9 つのコイル 1 5 のそれぞれ及び 9 つの絶縁性部材 1 6 のそれぞれは、9 つのティース部 1 4 b のそれぞれに対応して設けられる。より詳細には、1 つのティース部 1 4 b、1 つのコイル 1 5 及び 1 つの絶縁性部材 1 6 を含む組を 1 つのセットとすると、9 つのセットは、Z 軸を中心とする周方向に並ぶ。各セットは、硬磁性体 3 と間隔を空けて、硬磁性体 3 の周囲に配置される。なお、各セットの構造は、同じである。そのため、1 つのティース部 1 4 b、1 つのコイル 1 5 及び 1 つの絶縁性部材 1 6 を含む組を 1 つのセットについて、説明する。

【 0 0 4 8 】

コイル 1 5 は、図 9 に示すように、Z 軸を中心とする径方向に視て、ティース部 1 4 b の周囲に位置するように、ティース部 1 4 b に巻き付けられる。コイル 1 5 は、例えば、銅等の導電性材料により作製される。また、コイル 1 5 は、銅線の表面が絶縁膜により覆われた構造を有している。コイル 1 5 は、コイル 1 5 に電流が流れることにより、磁界を発生する。

【 0 0 4 9 】

絶縁性部材 1 6 は、絶縁体である。絶縁性部材 1 6 は、図 9 に示すように、磁性体コア 1 4 とコイル 1 5 との間に配置される。これにより、磁性体コア 1 4 とコイル 1 5 とは、電氣的に絶縁される。

【 0 0 5 0 】

コイル 1 5 には、電源（図示せず）から電流が供給される。ロータ 1 0 の回転は、この電流を制御することにより、制御される。

【 0 0 5 1 】

〔 効果 〕

本願発明者は、軟磁性体 2 と硬磁性体 3 との固定強度の向上を確認するために、ロータ部材 1 及び比較例に係るロータ部材 6 のそれぞれのせん断試験を行った。ロータ部材 1 及び比較例に係るロータ部材 6 のそれぞれのせん断試験について、図面を参照しながら説明する。図 1 0 は、比較例に係るロータ 2 0 の A - A における断面図である。図 1 1 は、ロータ部材 1 のせん断試験のモデル図である。図 1 2 は、比較例に係るロータ部材 6 のせん断試験のモデル図である。図 1 3 は、ロータ部材 1 及び比較例に係るロータ部材 6 のそれぞれのせん断試験の結果である。

【 0 0 5 2 】

まず、比較例に係るロータ 2 0 について説明する。なお、比較例に係るロータ 2 0 については、ロータ 1 0 と異なる部分のみ説明し、後は省略する。比較例に係るロータ 2 0 において、軟磁性体 2 と硬磁性体 3 との接触面 C S の向心方向 D I R C の位置は、図 1 0 に示すように、Z + 方向において、均一である。従って、比較例に係るロータ 2 0 において、軟磁性体 2 と硬磁性体 3 との接触面 C S は、向心方向 D I R C に突出する形状を有していない。

【 0 0 5 3 】

次に、ロータ部材 1 及び比較例に係るロータ部材 6 のそれぞれのせん断試験について説明する。ここで、コイル 1 5 に電流が流れると、ロータ 1 0 又は比較例に係るロータ 2 0 のそれぞれに回転トルクが発生する。このとき、ロータ 1 0 又は比較例に係るロータ 2 0 のそれぞれには、ロータ 1 0 又は比較例に係るロータ 2 0 のそれぞれの回転方向（Z 軸を中心とする周方向）に対し、接線方向の応力が加わる。軟磁性体 2 と硬磁性体 3 との接触面 C S には、主にせん断応力が加わる。ロータ 1 0 又は比較例に係るロータ 2 0 のそれぞれの回転速度が大きくなるにつれ、軟磁性体 2 と硬磁性体 3 との接触面 C S には、引張応力も加わるが、本発明に係るロータ部材 1 を回転電気機械のロータ 1 0 として使用する場合、軟磁性体 2 と硬磁性体 3 との接触面 C S に大きなせん断応力が加わる場合が多いことが想定される。そのため、軟磁性体 2 と硬磁性体 3 との接触面 C S のせん断強度を軟磁性体 2 と硬磁性体 3 との固定強度の指標とした。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 4 】

ロータ部材 1 及び比較例に係るロータ部材 6 のそれぞれのせん断試験では、図 1 0 及び図 1 1 のそれぞれに示すように、ロータ部材 1 及び比較例に係るロータ部材 6 のそれぞれに対し、Z - 方向に力を加えた。

【 0 0 5 5 】

ロータ部材 1 における軟磁性体 2 と硬磁性体 3 との接触面 C S のせん断強度は、図 1 3 に示すように、比較例に係るロータ部材 6 における軟磁性体 2 と硬磁性体 3 との接触面 C S のせん断強度よりも大きい。より詳細には、比較例に係るロータ部材 6 における軟磁性体 2 と硬磁性体 3 との接触面 C S のせん断強度が回転電気機械のロータ 1 0 として実用上必要とされる 2 0 M P a 以下であるのに対し、ロータ部材 1 における軟磁性体 2 と硬磁性体 3 との接触面 C S のせん断強度は、2 0 M P a 以上である。このように、ロータ部材 1 によれば、軟磁性体 2 と硬磁性体 3 との接触面 C S のせん断強度を向上することができる。その結果、ロータ部材 1 によれば、軟磁性体 2 と硬磁性体 3 との固定強度を向上することができる。

10

【 0 0 5 6 】

ロータ部材 1 によれば、軟磁性体 2 と硬磁性体 3 との固定強度をより向上することができる。より詳細には、ロータ部材 1 における軟磁性体 2 と硬磁性体 3 との接触面 C S は、向心方向 D I R C に突出するように湾曲する形状を有している。従って、軟磁性体 2 と硬磁性体 3 との接触面 C S の面積を大きくすることができる。その結果、ロータ部材 1 によれば、軟磁性体 2 と硬磁性体 3 との固定強度をより向上することができる。

20

【 0 0 5 7 】

ロータ部材 1 によれば、より少ない軟磁性体により、所望の磁気特性を得やすくなる。より詳細には、接触面 C S を構成する部分の Z 軸を中心とする径方向についての幅 W が最小となる Z + 方向の位置は、中間面 I S の Z + 方向の位置と等しい。ここで、中間面 I S は、硬磁性体 3 の第 3 端面 E F 3 との Z + 方向の距離 D 1 が硬磁性体 3 の第 4 端面 E F 4 との距離 D 2 と等しい面である。これにより、硬磁性体 3 の Z 軸を中心とする径方向についての幅が最大となる Z + 方向の位置を、中間面 I S の Z + 方向の位置と等しくしやすくなる。従って、硬磁性体 3 が発生する磁束の内、漏れ磁束を抑制しやすくなる。その結果、ロータ部材 1 によれば、より少ない軟磁性体により、所望の磁気特性を得やすくなる。

【 0 0 5 8 】

30

ロータ部材 1 によれば、より少ない軟磁性体により、所望の磁気特性を得やすくなる。より詳細には、硬磁性体 3 が発生する磁束に対するパーミアンス値が最大となる Z + 方向の位置は、1 つあればよい。そこで、接触面 C S を構成する部分の Z 軸を中心とする径方向についての幅 W が最小となる Z + 方向の位置は、1 つのみ存在する。従って、ロータ部材 1 によれば、軟磁性体を有効に活用することができる。その結果、ロータ部材 1 によれば、より少ない軟磁性体により、所望の磁気特性を得やすくなる。

【 0 0 5 9 】

ロータ部材 1 によれば、より少ない軟磁性体により、所望の磁気特性を得やすくなる。より詳細には、硬磁性体 3 が発生する磁束に対するパーミアンス値の Z + 方向の位置に対する分布は、連続である。そこで、接触面 C S は、曲面であり、かつ、平面を含まない。従って、ロータ部材 1 によれば、硬磁性体 3 が発生する磁束に対するパーミアンス値の Z + 方向の位置に対する変化に合わせて、軟磁性体 2 の形状を連続的に変化させることにより、軟磁性体を有効に活用することができる。その結果、ロータ部材 1 によれば、より少ない軟磁性体により、所望の磁気特性を得やすくなる。

40

【 0 0 6 0 】

本発明の第 1 の実施形態に係るロータ部材 1 の製造方法によれば、ロータ部材 1 を製造することができる。より詳細には、仮硬磁性体形成工程において、等方性磁石粉及び第 1 結合材粉が混合された硬磁性粉 3 1 を圧縮成形し、仮硬磁性体 3 2 を形成する。仮硬磁性体形成工程の後の充填工程において、鉄粉及び第 2 結合材粉が混合された軟磁性粉 2 1、及び、仮硬磁性体 3 2 が Z 軸を中心とする径方向に並び、かつ、互いに接触するように、

50

型 D I に充填する。充填工程の後のロータ部材形成工程において、軟磁性粉 2 1 及び仮硬磁性体 3 2 を Z + 方向から圧縮成形し、ロータ部材 1 を形成する。ここで、ロータ部材形成工程において、仮硬磁性体 3 2 を加圧する圧力は、軟磁性粉 2 1 を加圧する圧力よりも大きい。これにより、本成形体が形成される。その結果、本発明の第 1 の実施形態に係るロータ部材 1 の製造方法によれば、ロータ部材 1 を製造することができる。

【 0 0 6 1 】

本発明の第 1 の実施形態に係るロータ部材 1 の製造方法によれば、ロータ部材 1 を製造しやすくなる。より詳細には、軟磁性体 2 の形成に必要な圧力は、硬磁性体 3 の形成に必要な圧力よりも小さい。そこで、Z + 方向から軟磁性粉 2 1 及び仮硬磁性体 3 2 のそれぞれを加圧するとき、軟磁性粉 2 1 及び仮硬磁性体 3 2 のそれぞれを加圧する圧力を軟磁性体 2 の形成に必要な圧力よりも大きく、硬磁性体 3 の形成に必要な圧力よりも小さくする期間を設ける。これにより、軟磁性体 2 を形成しつつ、硬磁性体 3 を、向心方向 D I R C に入り込ませることができる。従って、軟磁性体 2 と硬磁性体 3 との接触面 C S を向心方向 D I R C に突出する形状を有するようにすることができる。その結果、本発明の第 1 の実施形態に係るロータ部材 1 の製造方法によれば、ロータ部材 1 を製造しやすくなる。

10

【 0 0 6 2 】

[第 1 の変形例]

以下に、本発明の第 1 の変形例に係るロータ部材 1 a について、図を参照しながら説明する。図 1 4 は、ロータ 1 0 a の A - A における断面図である。なお、第 1 の変形例に係るロータ部材 1 a については、第 1 の実施形態に係るロータ部材 1 と異なる部分のみ説明し、後は省略する。

20

【 0 0 6 3 】

ロータ部材 1 a は、図 1 4 に示すように、軟磁性体 2 と硬磁性体 3 との接触面 C S が向心方向 D I R C に突出するように屈曲する形状を有している点において、ロータ部材 1 と異なる。

【 0 0 6 4 】

以上のようなロータ部材 1 a においても、ロータ部材 1 と同じ効果を奏する。また、ロータ部材 1 a によれば、軟磁性体 2 と硬磁性体 3 との固定強度をより向上することができる。より詳細には、ロータ部材 1 における軟磁性体 2 と硬磁性体 3 との接触面 C S は、向心方向 D I R C に突出するように屈曲する形状を有している。従って、軟磁性体 2 と硬磁性体 3 との接触面 C S の面積を大きくすることができる。その結果、ロータ部材 1 a によれば、軟磁性体 2 と硬磁性体 3 との固定強度をより向上することができる。

30

【 0 0 6 5 】

[第 2 の変形例]

以下に、本発明の第 2 の変形例に係るロータ部材 1 b について、図を参照しながら説明する。図 1 5 は、ロータ 1 0 b の A - A における断面図である。なお、第 2 の変形例に係るロータ部材 1 b については、第 1 の変形例に係るロータ部材 1 a と異なる部分のみ説明し、後は省略する。

【 0 0 6 6 】

ロータ部材 1 b は、図 1 5 に示すように、軟磁性体 2 の内の接触面 C S を構成する部分の Z 軸を中心とする径方向についての幅 W が最小の最小幅 W M I N となる Z + 方向の位置が中間面 I S の Z + 方向の位置のみでない点において、ロータ部材 1 a と異なる。また、軟磁性体 2 と硬磁性体 3 との接触面 C S は、平面を含む。

40

【 0 0 6 7 】

以上のようなロータ部材 1 b においても、ロータ部材 1 a と同じ効果を奏する。

【 0 0 6 8 】

[第 3 の変形例]

以下に、本発明の第 3 の変形例に係るロータ部材 1 c について、図を参照しながら説明する。図 1 6 は、ロータ 1 0 c の A - A における断面図である。なお、第 3 の変形例に係るロータ部材 1 c については、第 1 の実施形態に係るロータ部材 1 と異なる部分のみ説明

50

し、後は省略する。

【0069】

ロータ部材1cは、図16に示すように、軟磁性体2の内の接触面CSを構成する部分のZ軸を中心とする径方向についての幅Wが最小の最小幅WMINとなるZ+方向の位置が中間面ISのZ+方向の位置と異なる点において、ロータ部材1と異なる。

【0070】

本変形例では、図16に示すように、軟磁性体2の内の接触面CSを構成する部分のZ軸を中心とする径方向についての幅Wが最小の最小幅WMINとなるZ+方向の位置は、中間面ISのZ+方向の位置よりもZ+方向である。

【0071】

以上のようなロータ部材1cにおいても、ロータ部材1と同じ効果を奏する。また、ロータ部材1cによれば、所望の磁気特性を得やすくなる。より詳細には、接触面CSを構成する部分のZ軸を中心とする径方向についての幅Wが最小となるZ+方向の位置は、中間面ISのZ+方向の位置と異なる。従って、磁性体コア14が非対称な形状を有する場合においても、軟磁性体2が構成する磁気回路を柔軟に設計することができる。その結果、ロータ部材1cによれば、所望の磁気特性を得やすくなる。

【0072】

[第4の変形例]

以下に、本発明の第4の変形例に係るロータ部材1dについて、図を参照しながら説明する。図17は、ロータ10dのA-Aにおける断面図である。なお、第4の変形例に係るロータ部材1dについては、第1の実施形態に係るロータ部材1と異なる部分のみ説明し、後は省略する。

【0073】

ロータ部材1dは、図17に示すように、軟磁性体2の内の接触面CSを構成する部分のZ軸を中心とする径方向についての幅Wが最小の最小幅WMINとなるZ+方向の位置が2つ存在する点において、ロータ部材1と異なる。

【0074】

具体的には、軟磁性体2の内の接触面CSを構成する部分のZ軸を中心とする径方向についての幅Wが最小の最小幅WMINとなるZ+方向の位置は、図17に示すように、中間面ISのZ+方向の位置よりもZ+方向及びZ-方向のそれぞれに存在する。

【0075】

以上のようなロータ部材1dにおいても、ロータ部材1と同じ効果を奏する。また、ロータ部材1dによれば、軟磁性体2と硬磁性体3との固定強度をより向上することができる。より詳細には、接触面CSを構成する部分のZ軸を中心とする径方向についての幅Wが最小となるZ+方向の位置は、複数存在する。従って、軟磁性体2と硬磁性体3との接触面CSの面積を大きくすることができる。その結果、ロータ部材1dによれば、軟磁性体2と硬磁性体3との固定強度をより向上することができる。

【0076】

[第5の変形例]

以下に、本発明の第5の変形例に係るロータ部材1eについて、図を参照しながら説明する。図18は、ロータ10eのA-Aにおける断面図である。なお、第5の変形例に係るロータ部材1eについては、第1の実施形態に係るロータ部材1と異なる部分のみ説明し、後は省略する。

【0077】

ロータ部材1eは、図18に示すように、軟磁性体2の第1端面EF1のZ+方向の位置が硬磁性体3の第3端面EF3のZ+方向の位置と異なる点、及び、軟磁性体2の第2端面EF2のZ+方向の位置が硬磁性体3の第4端面EF4のZ+方向の位置と異なる点において、ロータ部材1と異なる。

【0078】

また、本変形例では、第1端面EF1は、図18に示すように、第3端面EF3よりも

10

20

30

40

50

Z - 方向に位置している。従って、幅W 3は、存在しない。第1端面EF 1と第3端面EF 3との間のZ + 方向の距離H 1 3は、0よりも大きい。また、第1端面EF 1と第3端面EF 3との間のZ + 方向の距離H 1 3は、ロータ部材1 eのZ + 方向の長さH 1 eの5 %以下である。

【0079】

より詳細には、本変形例では、第2端面EF 2は、図18に示すように、第4端面EF 4よりもZ + 方向に位置している。従って、幅W 4は、存在しない。第2端面EF 2と第4端面EF 4との間のZ + 方向の距離H 2 4は、0よりも大きい。また、第2端面EF 2と第4端面EF 4との間のZ + 方向の距離H 2 4は、ロータ部材1 eのZ + 方向の長さH 1 eの5 %以下である。

10

【0080】

以上のようなロータ部材1 eにおいても、ロータ部材1と同じ効果を奏する。また、ロータ部材1 eによれば、硬磁性体3に裂け又は割れが発生することを抑制することができる。より詳細には、型D Iが撓んでいる場合、第1端面EF 1のZ + 方向の位置は、第3端面EF 3のZ + 方向の位置と異なる。また、第2端面EF 2のZ + 方向の位置は、第4端面EF 4のZ + 方向の位置と異なる。第1端面EF 1と第3端面EF 3との間のZ + 方向の距離H 1 3が大きい、又は、第2端面EF 2と第4端面EF 4との間のZ + 方向の距離H 2 4が大きいと、硬磁性体3に裂け又は割れが発生しやすくなる。そこで、ロータ部材1 eによれば、第1端面EF 1と第3端面EF 3との間のZ + 方向の距離H 1 3は、0以上であり、かつ、ロータ部材1 eのZ + 方向の長さH 1 eの5 %以下である。また、第2端面EF 2と第4端面EF 4との間のZ + 方向の距離H 2 4は、0以上であり、かつ、ロータ部材1 eのZ + 方向の長さH 1 eの5 %以下である。これらにより、ロータ部材1 eによれば、硬磁性体3に裂け又は割れが発生することを抑制することができる。

20

【0081】

[第2の実施形態]

以下に、本発明の第2の実施形態に係るロータ部材1 fについて、図を参照しながら説明する。図19は、ロータ10 fのA - Aにおける断面図である。なお、第2の実施形態に係るロータ部材1 fについては、第1の実施形態に係るロータ部材1と異なる部分のみ説明し、後は省略する。

【0082】

30

ロータ部材1 fは、アウターロータ型回転電気機械に用いられる点において、ロータ部材1と異なる。より詳細には、Z + 方向に視た軟磁性体2の第2端面EF 2の内縁は、Z - 方向に視た軟磁性体2の第1端面EF 1の内縁を囲む。アウターロータ型回転電気機械において、ステータアッシー11（図示せず）は、Z - 方向に視て、シャフト4の周囲、かつ、シャフト4と硬磁性体3との間に配置される。

【0083】

硬磁性体3は、Z - 方向に視て、硬磁性体3の外縁が軟磁性体2の内縁の一部と一致するように配置される。すなわち、Z軸を中心とする径方向についての硬磁性体3の外周面OS 3は、図19に示すように、Z軸を中心とする径方向についての軟磁性体2の内周面IS 2の一部に接触する。これにより、硬磁性体3は、Z軸を中心とする径方向についての軟磁性体2の内周面IS 2に接触する。また、硬磁性体3は、Z軸を中心とする径方向についての軟磁性体2の外周面OS 2に接触しない。

40

【0084】

軟磁性体2の第1端面EF 1のZ + 方向の位置は、図19に示すように、硬磁性体3の第3端面EF 3のZ + 方向の位置と異なる。より詳細には、第1端面EF 1は、第3端面EF 3よりもZ + 方向に位置する。また、軟磁性体2の第2端面EF 2のZ + 方向の位置は、硬磁性体3の第4端面EF 4のZ + 方向の位置と異なる。より詳細には、第2端面EF 2は、第4端面EF 4よりもZ - 方向に位置する。

【0085】

Z軸を中心とする径方向についての硬磁性体3の外周面OS 3の全体は、図19に示す

50

ように、Z軸を中心とする径方向についての軟磁性体2の内周面IS2の一部に面接触している。そこで、本実施形態では、Z軸を中心とする径方向についての硬磁性体3の外周面OS3を軟磁性体2と硬磁性体3との接触面CSと定義する。

【0086】

軟磁性体2と硬磁性体3との接触面CSは、図19に示すように、硬磁性体3が軟磁性体2の内周面IS2に接触する場合には動径方向DIRRに突出する形状を有している。ここで、動径方向DIRRは、Z軸を中心とする径方向である。そして、本実施形態では、軟磁性体2と硬磁性体3との接触面CSは、動径方向DIRRに突出するように湾曲する形状を有している。

【0087】

第1端面EF1のZ+方向の位置における軟磁性体2の内の接触面CSを構成する部分のZ軸を中心とする径方向についての幅W1は、図19に示すように、存在しない。また、第2端面EF2のZ+方向の位置における軟磁性体2の内の接触面CSを構成する部分のZ軸を中心とする径方向についての幅W2は、存在しない。

【0088】

以上のようなロータ部材1fにおいても、ロータ部材1と同じ効果を奏する。

【0089】

[その他の実施形態]

本発明に係るロータ部材は、ロータ部材1, 1a~1fに限らず、その要旨の範囲において変更可能である。また、ロータ部材1, 1a~1fの構造を任意に組み合わせてもよい。

【0090】

なお、回転電気機械は、電気によりロータが回転する構造、又は、ロータが回転することにより電気が発生する構造を有していればよい。この場合、回転電気機械は、ロータ部材1, 1a~1fの少なくともいずれかを備えていればよく、ブラシを備えていてもよい。

【0091】

なお、シャフト4は、円柱状でなくてもよい。シャフト4は、Z+方向に延びる形状を有していればよい。従って、シャフト4は、例えば、中心軸線がZ軸である角柱状又は中心軸線がZ軸である楕円柱状等であってもよい。

【0092】

なお、軟磁性体2の中心軸線は、シャフト4の中心軸線と一致していなくてもよい。

【0093】

なお、軟磁性体2は、円筒状でなくてもよい。軟磁性体2は、筒状であればよい。従って、軟磁性体2は、例えば、角筒状又は楕円筒状等であってもよい。

【0094】

なお、硬磁性体3の中心軸線は、シャフト4の中心軸線と一致していなくてもよい。

【0095】

なお、硬磁性体3は、円筒状でなくてもよい。硬磁性体3は、筒状であればよい。従って、硬磁性体3は、例えば、角筒状又は楕円筒状等であってもよい。

【0096】

なお、硬磁性粉31の材料の一つである磁石は、ネオジム磁石に限られない。硬磁性粉31の材料である磁石は、サマリウムコバルト磁石、プラセオジム磁石又はサマリウム鉄窒素磁石等の希土類磁石であってもよい。また、硬磁性粉31の材料である磁石は、希土類磁石に限られない。硬磁性粉31の材料である磁石は、フェライト磁石等であってもよい。

【0097】

なお、ロータ部材1eにおいて、第1端面EF1は、第3端面EF3よりもZ+方向に位置していてもよい。この場合においても、第1端面EF1と第3端面EF3との間のZ+方向の距離H13が、0以上であり、かつ、ロータ部材1eのZ+方向の長さH1eの5%以下であれば、ロータ部材1eと同じ効果を奏する。また、ロータ部材1eにおいて

10

20

30

40

50

、第2端面EF2は、第4端面EF4よりもZ-方向に位置していてもよい。この場合においても、第2端面EF2と第4端面EF4との間のZ+方向の距離H24が、0以上であり、かつ、ロータ部材1eのZ+方向の長さH1eの5%以下であれば、ロータ部材1eと同じ効果を奏する。

【0098】

なお、ロータ部材1、1a~1dにおいて、Z軸を中心とする径方向についての軟磁性体2の外周面OS2の全体は、Z軸を中心とする径方向についての硬磁性体3の内周面IS3の全体に面接触していなくてもよい。すなわち、Z軸を中心とする径方向についての軟磁性体2の外周面OS2の一部が、Z軸を中心とする径方向についての硬磁性体3の内周面IS3の一部に接触していればよい。

10

【0099】

なお、第1端面EF1、第2端面EF2、第3端面EF3及び第4端面EF4のそれぞれは、曲面であってもよい。

【0100】

なお、軟磁性体2と硬磁性体3との接触面CSは、平面であってもよい。

【0101】

なお、幅W1、幅W2、幅W3及び幅W4のそれぞれは、軟磁性体2の内の接触面CSを構成する部分のZ軸を中心とする径方向についての幅Wの最大である最大幅WMAXと等しくなくてもよい。

【0102】

20

なお、ロータ部材1の製造方法は、第1の実施形態において示したロータ部材1の製造方法に限られない。ロータ部材1は、例えば、あらかじめ、内周面が向心方向DIRCに突出する形状を有する仮硬磁性体32aと、外周面が向心方向DIRCに陥没する形状を有する仮軟磁性体22aと、を形成し、仮硬磁性体32aと仮軟磁性体22aとを一体成形することにより、本成形体を形成し、ロータ部材1を製造してもよい。あるいは、ロータ部材1の製造方法は、例えば、あらかじめ、内周面が向心方向DIRCに突出する形状を有する仮硬磁性体32aを形成し、仮硬磁性体32aと軟磁性粉21とを一体成形することにより、本成形体を形成し、ロータ部材1を製造してもよい。

【0103】

なお、ブラシレスモータ100は、片軸型に限られない。ブラシレスモータ100は、例えば、両軸型であってもよい。

30

【0104】

なお、第1筐体13a及び第2筐体13bのそれぞれの材料は、剛性が高い材料であればよい。

【0105】

なお、複数のティース部14b、複数のコイル15及び複数の絶縁性部材16の数は、それぞれ9つに限らない。複数のコイル15のそれぞれ及び複数の絶縁性部材16のそれぞれは、複数のティース部14bのそれぞれに対応して設けられていればよい。

【0106】

なお、磁性体コア14は、電磁鋼板を積層することにより、作製されることに限らない。磁性体コア14は、軟磁性体であればよい。

40

【0107】

なお、ロータ部材1cにおいて、軟磁性体2の内の接触面CSを構成する部分のZ軸を中心とする径方向についての幅Wが最小の最小幅WMINとなるZ+方向の位置は、中間面ISのZ+方向の位置よりもZ-方向であってもよい。

【0108】

なお、ロータ部材1dにおいて、軟磁性体2の内の接触面CSを構成する部分のZ軸を中心とする径方向についての幅Wが最小の最小幅WMINとなるZ+方向の位置は、2つに限らず、複数存在していればよい。

【0109】

50

なお、ロータ部材 1 d において、軟磁性体 2 の内の接触面 C S を構成する部分の Z 軸を中心とする径方向についての幅 W が最小の最小幅 W M I N となる Z + 方向の位置は、中間面 I S の Z + 方向の位置よりも Z + 方向のみ又は Z - 方向のみに存在していてもよい。

【 0 1 1 0 】

なお、ロータ部材 1 f において、軟磁性体 2 の第 1 端面 E F 1 の Z + 方向の位置は、硬磁性体 3 の第 3 端面 E F 3 の Z + 方向の位置と等しくてもよい。また、軟磁性体 2 の第 2 端面 E F 2 の Z + 方向の位置は、硬磁性体 3 の第 4 端面 E F 4 の Z + 方向の位置と等しくてもよい。

【 0 1 1 1 】

なお、ロータ部材 1 f において、第 1 端面 E F 1 の Z + 方向の位置における軟磁性体 2 の内の接触面 C S を構成する部分の Z 軸を中心とする径方向についての幅 W 1 は、存在してもよい。また、第 2 端面 E F 2 の Z + 方向の位置における軟磁性体 2 の内の接触面 C S を構成する部分の Z 軸を中心とする径方向についての幅 W 2 は、存在してもよい。これらの場合においても、上記幅 W が最小の最小幅 W M I N となる Z + 方向の位置が、第 1 端面 E F 1 の Z + 方向の位置、第 2 端面 E F 2 の Z + 方向の位置、第 3 端面 E F 3 の Z + 方向の位置及び第 4 端面 E F 4 の Z + 方向の位置のいずれとも異なる位置であればよい。

【 0 1 1 2 】

なお、ロータ部材 1 f において、軟磁性体 2 と硬磁性体 3 との接触面 C S は、動径方向 D I R R に突出するように屈曲する形状を有していてもよい。

【 0 1 1 3 】

なお、ロータ部材 1 f において、軟磁性体 2 の内の接触面 C S を構成する部分の Z 軸を中心とする径方向についての幅 W が最小の最小幅 W M I N となる Z + 方向の位置が中間面 I S の Z + 方向の位置と異なってもよい。

【 0 1 1 4 】

なお、ロータ部材 1 d において、軟磁性体 2 の内の接触面 C S を構成する部分の Z 軸を中心とする径方向についての幅 W が最小の最小幅 W M I N となる Z + 方向の位置が、複数存在していてもよい。

【 0 1 1 5 】

なお、軟磁性体 2 と硬磁性体 3 との接触面 C S は、軟磁性体 2 と硬磁性体 3 とが接触する面であればよい。

【 0 1 1 6 】

本発明は、以下の構成を有する。

【 0 1 1 7 】

(1)

回転電気機械に用いられるロータ部材であって、

軟磁性粉から形成された筒状の成形体であり、その中心軸線に沿う第 1 方向を向いた第 1 端面と前記第 1 方向の反対方向である第 2 方向を向いた第 2 端面とを有する軟磁性体と、硬磁性粉から形成された筒状の成形体であり、前記第 1 方向を向いた第 3 端面と前記第 2 方向を向いた第 4 端面とを有し、前記中心軸線を中心とする径方向についての前記軟磁性体の外周面又は内周面に接触する硬磁性体と、

を備え、

前記軟磁性体と前記硬磁性体との接触面は、前記硬磁性体が前記軟磁性体の前記外周面に接触する場合には前記径方向の反対方向に突出する形状を有し、又は、前記硬磁性体が前記軟磁性体の前記内周面に接触する場合には前記径方向に突出する形状を有し、

前記軟磁性体の内の前記接触面を構成する部分の前記径方向についての幅が最小となる前記第 1 方向の位置は、前記第 1 端面の前記第 1 方向の位置、前記第 2 端面の前記第 1 方向の位置、前記第 3 端面の前記第 1 方向の位置、及び、前記第 4 端面の前記第 1 方向の位置と異なる、

ロータ部材。

【 0 1 1 8 】

(2)

前記接触面は、前記硬磁性体が前記軟磁性体の前記外周面に接触する場合には前記径方向の反対方向に突出する形状を有し、又は、前記硬磁性体が前記軟磁性体の前記内周面に接触する場合には前記径方向に突出するように湾曲する形状を有する、

(1) に記載のロータ部材。

【 0 1 1 9 】

(3)

前記接触面は、前記硬磁性体が前記軟磁性体の前記外周面に接触する場合には前記径方向の反対方向に突出する形状を有し、又は、前記硬磁性体が前記軟磁性体の前記内周面に接触する場合には前記径方向に突出するように屈曲する形状を有する、

10

(1) 又は (2) に記載のロータ部材。

【 0 1 2 0 】

(4)

前記第 1 端面と前記第 3 端面との間の前記第 1 方向の距離は、0 以上であり、かつ、前記ロータ部材の前記第 1 方向の長さの 5 % 以下であり、

前記第 2 端面と前記第 4 端面との間の前記第 1 方向の距離は、0 以上であり、かつ、前記ロータ部材の前記第 1 方向の長さの 5 % 以下である、

(1) 乃至 (3) のいずれかに記載のロータ部材。

【 0 1 2 1 】

(5)

20

前記第 3 端面との前記第 1 方向の距離が前記第 4 端面との前記第 1 方向の距離と等しい面を中間面と定義し、

前記軟磁性体の内の前記接触面を構成する部分の前記径方向についての幅が最小となる前記第 1 方向の位置は、前記中間面の前記第 1 方向の位置と等しい、

(1) 乃至 (4) のいずれかに記載のロータ部材。

【 0 1 2 2 】

(6)

前記第 3 端面との前記第 1 方向の距離が前記第 4 端面との前記第 1 方向の距離と等しい面を中間面と定義し、

前記軟磁性体の内の前記接触面を構成する部分の前記径方向についての幅が最小となる前記第 1 方向の位置は、前記中間面の前記第 1 方向の位置と異なる、

30

(1) 乃至 (4) のいずれかに記載のロータ部材。

【 0 1 2 3 】

(7)

前記軟磁性体の内の前記接触面を構成する部分の前記径方向についての幅が最小となる前記第 1 方向の位置は、1 つのみ存在する、

(1) 乃至 (6) のいずれかに記載のロータ部材。

【 0 1 2 4 】

(8)

前記軟磁性体の内の前記接触面を構成する部分の前記径方向についての幅が最小となる前記第 1 方向の位置は、複数存在する、

40

(1) 乃至 (6) のいずれかに記載のロータ部材。

【 0 1 2 5 】

(9)

前記接触面は、曲面であり、かつ、平面を含まない、

(1) 乃至 (8) のいずれかに記載のロータ部材。

【 0 1 2 6 】

(1 0)

前記軟磁性体の前記筒状は、円筒状であり、

前記硬磁性体の前記筒状は、円筒状である、

50

(1) 乃至 (9) のいずれかに記載のロータ部材。

【 0 1 2 7 】

(1 1)

前記硬磁性体は、前記軟磁性体の前記外周面に接触し、かつ、前記軟磁性体の前記内周面に接触しない、

(1) 乃至 (1 0) のいずれかに記載のロータ部材。

【 0 1 2 8 】

(1 2)

前記軟磁性粉の材料は、鉄及び樹脂を含み、

前記硬磁性粉の材料は、磁石及び樹脂を含む、

10

(1) 乃至 (1 1) のいずれかに記載のロータ部材。

【 0 1 2 9 】

(1 3)

前記磁石は、希土類磁石である、

(1 2) に記載のロータ部材。

【 0 1 3 0 】

(1 4)

(1) 乃至 (1 3) のいずれかに記載のロータ部材と、

前記第 1 方向に延びる形状を有するシャフトと、を備え、

前記径方向についての前記シャフトの外周面は、前記軟磁性体の前記内周面に接触する、
ロータ。

20

【 0 1 3 1 】

(1 5)

(1) 乃至 (1 4) のいずれかに記載のロータ部材を備える、

回転電気機械。

【 0 1 3 2 】

(1 6)

(1) 乃至 (1 4) のいずれかに記載のロータ部材を備える、

ブラシレスモータ。

【 0 1 3 3 】

30

(1 7)

回転電気機械に用いられるロータ部材であって、

筒状を有し、かつ、その中心軸線に沿う第 1 方向を向いた第 1 端面と前記第 1 方向の反対方向である第 2 方向を向いた第 2 端面とを有する軟磁性体と、

筒状を有し、かつ、前記第 1 方向を向いた第 3 端面と前記第 2 方向を向いた第 4 端面とを有し、前記中心軸線を中心とする径方向についての前記軟磁性体の外周面又は内周面に接触する硬磁性体と、

を備える、

ロータ部材の製造方法であって、

等方性磁石粉及び第 1 結合材粉が混合された硬磁性粉を圧縮成形し、仮硬磁性体を形成する仮硬磁性体形成工程と、

40

前記仮硬磁性体形成工程の後に、鉄粉及び第 2 結合材粉が混合された軟磁性粉、及び、前記仮硬磁性体が前記径方向に並び、かつ、互いに接触するように、型に充填する充填工程と、

前記充填工程の後に、前記軟磁性粉及び前記仮硬磁性体を前記第 1 方向から圧縮成形し、ロータ部材を形成するロータ部材形成工程と、

を備え、

前記ロータ部材形成工程において、前記仮硬磁性体を加圧する圧力は、前記軟磁性粉を加圧する圧力よりも大きい、

ロータ部材の製造方法。

50

【 0 1 3 4 】

(1 8)

前記ロータ部材形成工程において、前記軟磁性粉及び前記仮硬磁性体のそれぞれを加圧する圧力を前記軟磁性体の形成に必要な圧力よりも大きく、かつ、前記硬磁性体の形成に必要な圧力よりも小さくする期間が設けられている、

(1 7) に記載のロータ部材の製造方法。

【 0 1 3 5 】

(1 9)

前記等方性磁石粉は、希土類磁石粉であり、

前記第 1 結合材粉は、樹脂であり、

前記第 2 結合材粉は、樹脂である、

(1 7) 又は (1 8) に記載のロータ部材の製造方法。

【 符号の説明 】

【 0 1 3 6 】

1 , 1 a , 1 b , 1 c , 1 d , 1 e , 1 f , 6 : ロータ部材

2 : 軟磁性体

3 : 硬磁性体

4 : シャフト

1 0 , 1 0 a , 1 0 b , 1 0 c , 1 0 d , 1 0 e , 1 0 f , 2 0 : ロータ

1 1 : ステータアッシー

1 2 : 軸受

1 2 a : 第 1 軸受

1 2 b : 第 2 軸受

1 3 : 筐体

1 3 a : 第 1 筐体

1 3 b : 第 2 筐体

1 4 : 磁性体コア

1 4 a : コアバック部

1 4 b : ティース部

1 5 : コイル

1 6 : 絶縁性部材

2 1 : 軟磁性粉

2 2 a : 仮軟磁性体

3 1 : 硬磁性粉

3 2 , 3 2 a : 仮硬磁性体

1 0 0 : ブラシレスモータ

A 1 : 領域

C S : 接触面

D 1 , D 2 , D C , W C : 距離

D I : 型

D I R C : 向心方向

D I R R : 動径方向

E 1 : 第 1 端

E 2 : 第 2 端

E F 1 : 第 1 端面

E F 2 : 第 2 端面

E F 3 : 第 3 端面

E F 4 : 第 4 端面

I D I : インナーダイス

I S : 中間面

10

20

30

40

50

I S 1 , I S 2 , I S 3 , I S I P , I S O D I , I S O P : 内周面
 O D I : アウターダイス
 O P : アウターパンチ
 O P 1 : 開口
 O S 2 , O S 3 , O S 4 , O S I D I , O S I P , O S O P : 外周面
 P : パンチ
 P O 1 : 第 1 位置
 S 1 1 , S 1 2 , S 1 3 , S 1 4 : ステップ
 W M A X : 最大幅
 W M I N : 最小幅

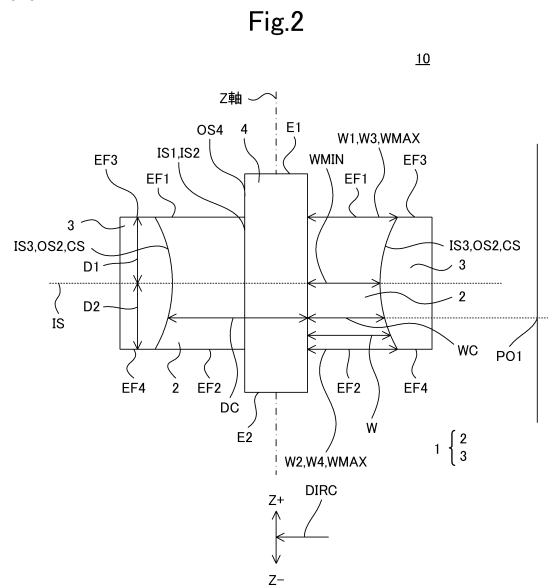
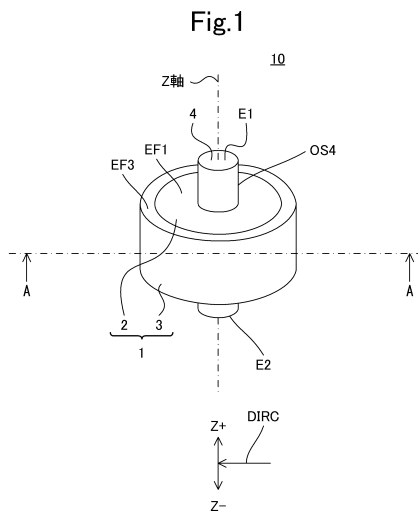
【要約】

ロータ部材は、軟磁性粉から形成された筒状の成形体であり、その中心軸線に沿う第1方向を向いた第1端面と第1方向の反対方向である第2方向を向いた第2端面とを有する軟磁性体と、硬磁性粉から形成された筒状の成形体であり、第1方向を向いた第3端面と第2方向を向いた第4端面とを有し、中心軸線を中心とする径方向についての軟磁性体の外周面に接触する硬磁性体と、を備え、軟磁性体と硬磁性体との接触面は、径方向の反対方向に突出する形状を有し、軟磁性体の内の接触面を構成する部分の径方向についての幅が最小となる第1方向の位置は、第1端面の第1方向の位置、第2端面の第1方向の位置、第3端面の第1方向の位置、及び、第4端面の第1方向の位置と異なる。

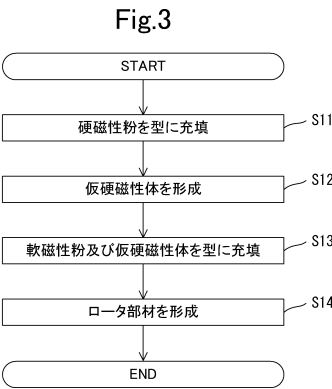
【圖面】

【 図 1 】

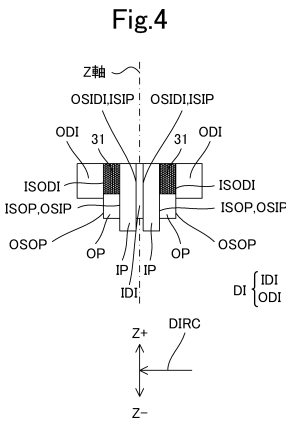
【圖 2】



【 図 3 】

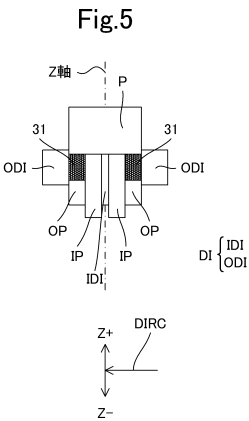


【 図 4 】

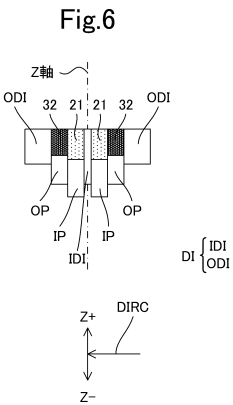


10

【 図 5 】



【 図 6 】



20

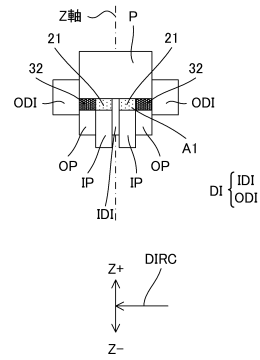
30

40

50

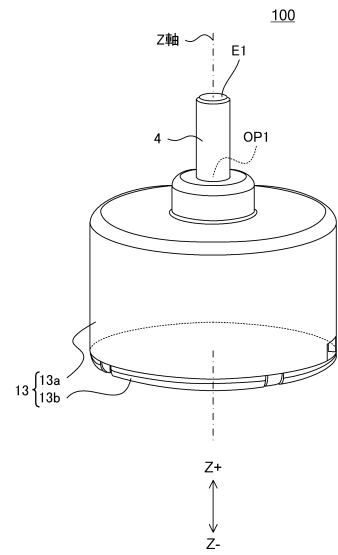
【圖 7】

Fig.7



【 図 8 】

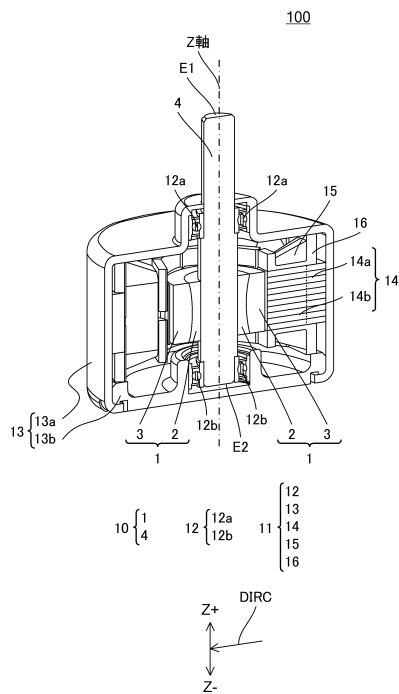
Fig.8



10

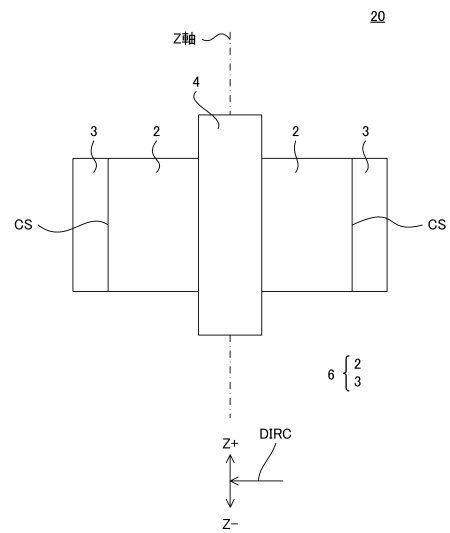
【圖 9】

Fig.9



【 図 1 0 】

Fig.10

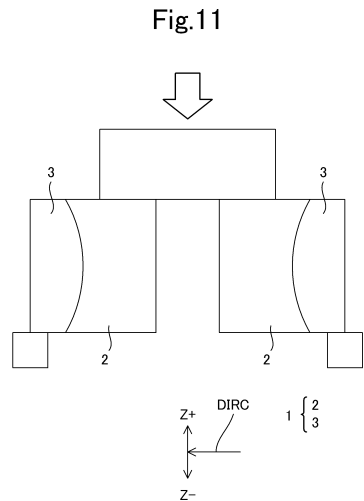


20

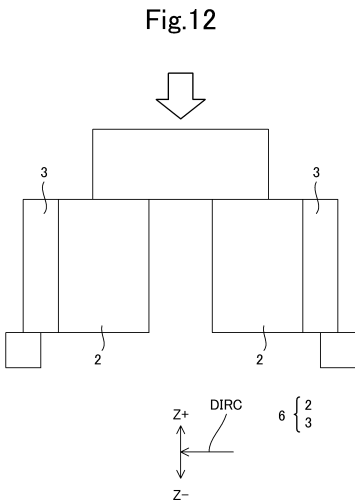
30

40

【図 1 1】

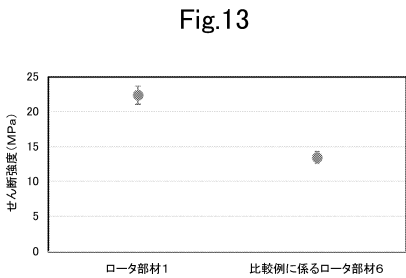


【図 1 2】

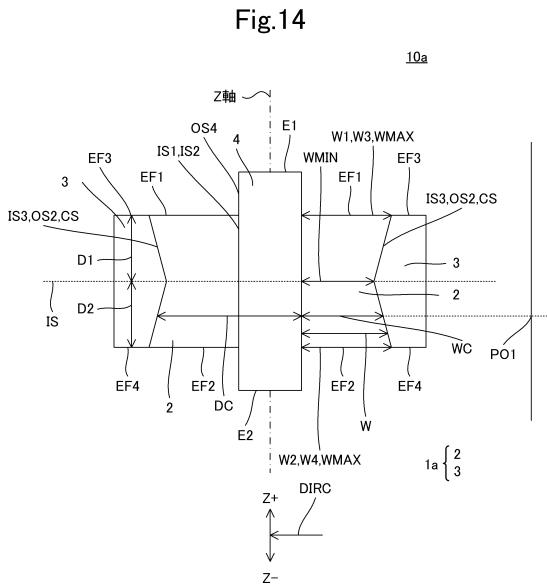


10

【図 1 3】



【図 1 4】



20

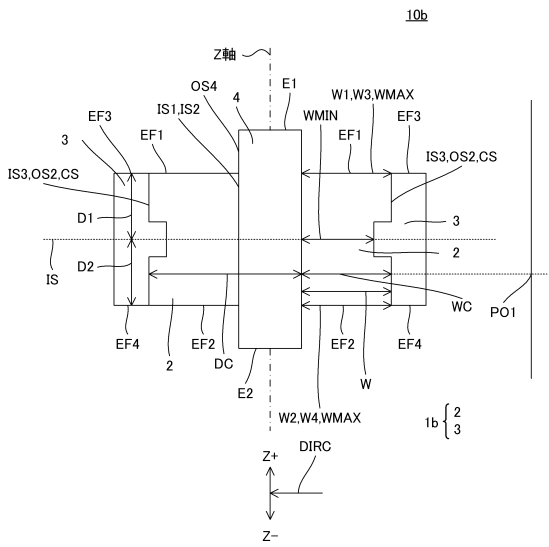
30

40

50

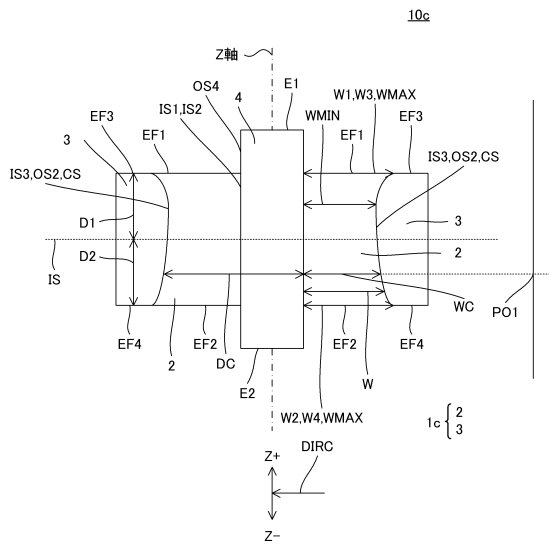
【図 1 5】

Fig.15



【図 1 6】

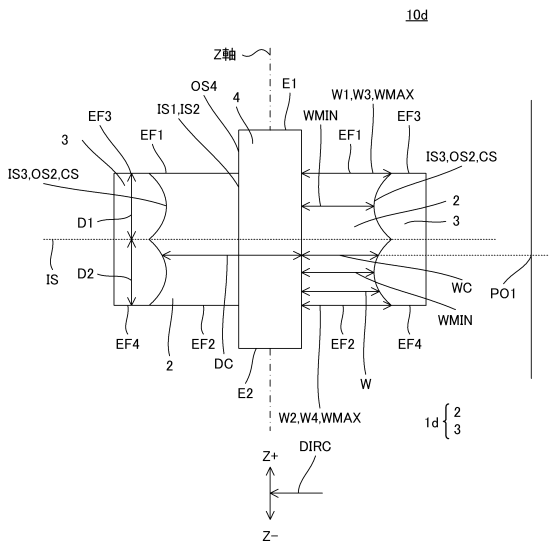
Fig.16



10

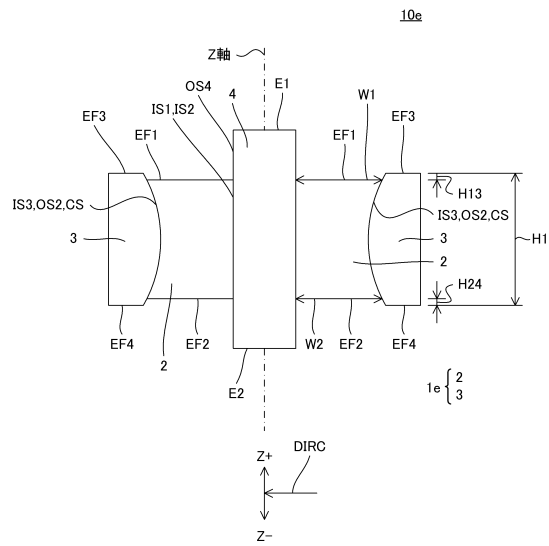
【図 1 7】

Fig.17



【図 1 8】

Fig.18



20

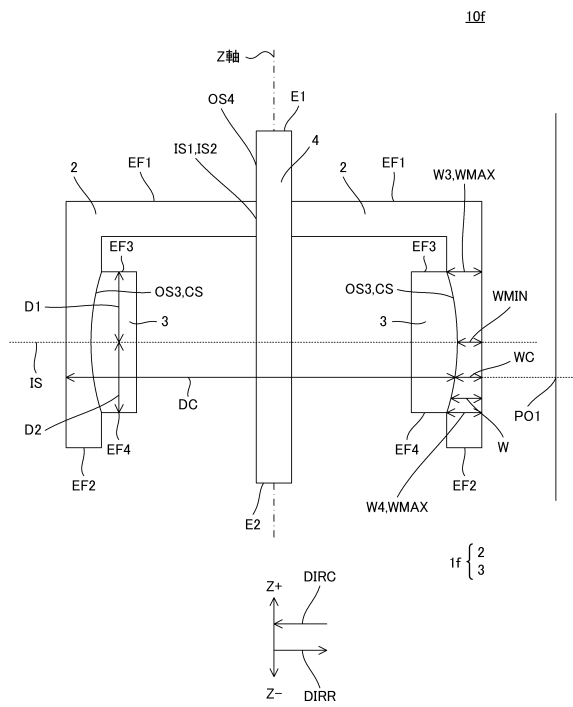
30

40

50

【 図 1 9 】

Fig.19



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
- (72)発明者 石塚 一嘉
- 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
- (72)発明者 天野 寿人
- 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
- (72)発明者 梶田 充俊
- 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
- 審査官 若林 治男
- (56)参考文献 特開2018-201295(JP,A)
- 特開2007-214393(JP,A)
- 特開2012-095476(JP,A)
- 特開2013-169085(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- H02K1/2733
- H02K15/03