

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年5月2日(02.05.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/089933 A1

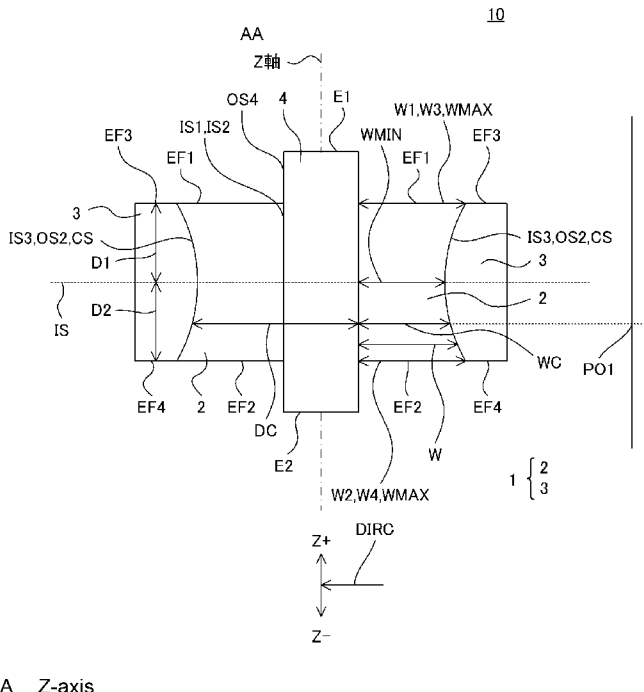
(51) 国際特許分類:
H02K 1/2733 (2022.01) H02K 15/03 (2006.01)
(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/022482
(22) 国際出願日: 2023年6月16日(16.06.2023)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願 2022-169931 2022年10月24日(24.10.2022) JP
(71) 出願人: 株式会社村田製作所
(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/
JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1
丁目 10 番 1 号 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 斎藤 充浩(SAITO Mitsuhiro); 〒6178555
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 Kyoto (JP). 岸本 大輝
(KISHIMOTO Daiki); 〒6178555 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 Kyoto (JP). 山本 亮介(YAMAMOTO
Ryosuke); 〒6178555 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 Kyoto
(JP). 南坂 拓也(NANSAKA Takuya); 〒6178555
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 Kyoto (JP). 石塚 一嘉
(ISHIZUKA Kazuyoshi); 〒6178555 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 Kyoto (JP). 天野 寿人(AMANO Hisato);
〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10

(54) Title: ROTOR MEMBER, ROTOR, ROTARY ELECTRIC MECHANISM, BRUSHLESS MOTOR, AND METHOD FOR MANUFACTURING ROTOR MEMBER

(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

[図2]



(57) Abstract: This rotor member comprises: a soft magnetic body which is a cylindrical molded body formed from soft magnetic powder, and has a first end surface facing a first direction along the center axis of the soft magnetic body and a second end surface facing a second direction which is the direction opposite the first direction; and a hard magnetic body which is a cylindrical molded body formed from hard magnetic powder, has a third end surface facing the first direction and a fourth end surface facing the second direction, and is in contact with the outer peripheral surface of the soft magnetic

番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 梶田 充俊(NATSUMEDA Mitsutoshi); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 0 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 弁 理 士 法 人 楓 国 際 特 許 事 務 所 (KAEDE PATENT ATTORNEYS' OFFICE); 〒5400011 大阪府大阪市中央区農人橋 1 丁目 4 番 3 4 号 Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

body in the radial direction centered on the center axis of the hard magnetic body. The contact surface between the soft magnetic body and the hard magnetic body has a shape protruding in the opposite direction to the radial direction. The position, which is in the first direction and at which the width in the radial direction of a portion constituting the contact surface inside the soft magnetic body is minimum, is different from the position of the first end surface in the first direction, the position of the second end surface in the first direction, the position of the third end surface in the first direction, and the position of the fourth end surface in the first direction.

(57) 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。

明 細 書

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

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

[0003] 特許文献1：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。

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、
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、
、

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、

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+方向の端よりもZ+方向に位置する。第2端E2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OS4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IS1に接触する。

[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OS4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IS2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OS4に接触する。

[0015] 軟磁性体2は、図2に示すように、第1端面EF1及び第2端面EF2を有する。より詳細には、第1端面EF1は、軟磁性体2の $Z+$ 方向の端に位置する。また、第1端面EF1は、 $Z+$ 方向を向いている。すなわち、第1端面EF1の法線方向は、 $Z+$ 方向である。第2端面EF2は、軟磁性体2の $Z-$ 方向の端に位置する。また、第2端面EF2は、 $Z-$ 方向を向いている。すなわち、第2端面EF2の法線方向は、 $Z-$ 方向である。また、 $Z-$ 方向に視た第1端面EF1の内縁及び $Z-$ 方向に視た第1端面EF1の外縁のそれぞれ、及び、 $Z+$ 方向に視た第2端面EF2の内縁及び $Z+$ 方向に視た第2端面EF2の外縁のそれぞれは、円状である。

- [0016] 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 ー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 ー方向に視て、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 I S 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 O S 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 O S 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 I S 2 に接触しない。
- [0019] 硬磁性体 3 は、図 2 に示すように、第 3 端面 E F 3 及び第 4 端面 E F 4 を有する。より詳細には、第 3 端面 E F 3 は、硬磁性体 3 の Z + 方向の端に位置する。また、第 3 端面 E F 3 は、Z + 方向を向いている。すなわち、第 3 端面 E F 3 の法線方向は、Z + 方向である。第 4 端面 E F 4 は、硬磁性体 3 の Z ー方向の端に位置する。また、第 4 端面 E F 4 は、Z ー方向を向いている。すなわち、第 4 端面 E F 4 の法線方向は、Z ー方向である。また、Z ー方向に視た第 3 端面 E F 3 の内縁及び Z ー方向に視た第 3 端面 E F 3 の外縁のそれぞれ、及び、Z + 方向に視た第 4 端面 E F 4 の内縁及び Z + 方向に視た第 4 端面 E F 4 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。
- [0021] 硬磁性体 3 は、硬磁性粉 3 1 から形成された成形体である。硬磁性粉 3 1 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 3 1 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 E F 1 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 E F 3 の Z + 方向の位置と等しい。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 + 方向の位置と等しい。
- [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 O S 2 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 I S 3 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 O S 2、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 I S 3 のそれぞれを軟磁性体 2 と硬磁性体 3 との接触面 C S と定義する。
- [0024] 軟磁性体 2 と硬磁性体 3 との接触面 C S は、図 2 に示すように、硬磁性体 3 が軟磁性体 2 の外周面 O S 2 に接触する場合には向心方向 D I R C に突出する形状を有している。ここで、向心方向 D I R C 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 D I R C 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 D I R C 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 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。また、軟磁性体 2 と硬磁性体 3 との接触面 C S は、曲面であり、かつ、平面を含まない。

[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。

[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。

[0027] そして、上記幅Wが最小の最小幅WMIN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。

[0028] 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 C S を構成する部分の最大幅 W_{MAX} となっている ($W_1 = W_2 = W_{MAX}$)。なお、本実施形態では、第 3 端面 E F 3 の Z + 方向の位置は、第 1 端面 E F 1 の Z + 方向の位置と等しい。従って、第 3 端面 E F 3 の Z + 方向の位置における幅 W (以下、「幅 W_3 」と称す) は、幅 W_1 と等しくなっている ($W_3 = W_1$)。また、第 4 端面 E F 4 の Z + 方向の位置は、第 2 端面 E F 2 の Z + 方向の位置と等しい。従って、第 4 端面 E F 4 の Z + 方向の位置における幅 W (以下、「幅 W_4 」と称す) は、幅 W_2 と等しくなっている ($W_4 = W_2$)。

[0029] (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。

[0030] まず、硬磁性粉 3 1 をインナーパンチ I P と型 D I の一部分であるアウターダイス O D I との間であって、アウターパンチ O P よりも Z + 方向に充填する (図 3 : ステップ S 1 1)。より詳細には、硬磁性粉 3 1 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。

[0031] インナーパンチ I P、アウターパンチ O P 及びアウターダイス O D I のそれぞれは、円筒状である。インナーパンチ I P、アウターパンチ O P 及びアウターダイス O D I のそれぞれの中心軸線は、Z 軸である。アウターパンチ O P は、図 4 に示すように、アウターダイス O D I よりも向心方向 D I R C に配置される。また、インナーパンチ I P は、アウターパンチ O 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アウターパンチO Pの外周面O S O Pは、Z軸を中心とする径方向についてのアウターダイスO D Iの内周面I S O D I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I Pの外周面O S I Pは、Z軸を中心とする径方向についてのアウターパンチO Pの内周面I S O Pに接触する。なお、インナーパンチI P及びアウターパンチO Pのそれぞれは、Z +方向及びZ -方向のそれぞれに移動可能である。

[0032] 型D Iは、前述のアウターダイスO D I及びインナーダイスI D Iを備える。インナーダイス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。

[0033] 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。

[0034] 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。

[0035] 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。

[0036] 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 ー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 ー方向に加圧される。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、800MPa 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）。

[0037] 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 ー方向の端面が Z ー方向を向いているパンチ P により Z ー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。

[0038] 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OP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21及び仮硬磁性体32のそれぞれを加圧するとき、軟磁性粉21及び仮硬磁性体32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、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DIRC（例えば、図2における領域A1）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CSを向心方向DIRC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14b、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14b、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。

[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。

[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12a及び第2軸受12bを有する。第1軸受12a及び第2軸受12bのそれぞれは、円筒状である。第1軸受12a及び第2軸受12bのそれぞれの中心軸線は、Z軸である。第1軸受12a及び第2軸受12b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12aは、図9に示すように、第2軸受12bよりもZ+方向に位置する。また、第1軸受12aは、ロータ部材1よりもZ+方向に位置する。第2軸受12bは、ロータ部材1よりもZ-方向に位置する。第2軸受12bは、シャフト4の第2端E2を支持する。
- [0044] 筐体13は、図8に示すように、第1筐体13a及び第2筐体13bを有する。第1筐体13aは、図8及び図9に示すように、円筒状である。第1筐体13aの中心軸線は、Z軸である。第2筐体13bは、第1筐体13aよりもZ-方向に位置する。また、第1筐体13aは、開口OP1を有する。これにより、シャフト4の第1端E1は、開口OP1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13aは、第1軸受12a、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13bは、第2軸受12bを支持する。第1筐体13a及び第2筐体13bのそれぞれの材料は、例えば、SUS等の剛性が高い材料である。
- [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14a、及び、複数のティース部14bを有する。コアバック部14aの中心軸線は、Z軸である。ティース部14bの数は、9つである。9つのティース部14b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14bのそれぞれは、コアバック部14a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の外表面には、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。
- [0047] 複数のコイル15及び複数の絶縁性部材16のそれぞれの数は、9つである。9つのコイル15のそれぞれ及び9つの絶縁性部材16のそれぞれは、9つのティース部14b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14b、1つのコイル15及び1つの絶縁性部材16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14b、1つのコイル15及び1つの絶縁性部材16を含む組を1つのセットについて、説明する。

[0048] コイル15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14bの周囲に位置するように、ティース部14bに巻き付けられる。コイル15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15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15は、コイル15に電流が流れることにより、磁界を発生する。

[0049] 絶縁性部材16は、絶縁体である。絶縁性部材16は、図9に示すように、磁性体コア14とコイル15との間に配置される。これにより、磁性体コア14とコイル15とは、電氣的に絶縁される。

[0050] コイル15には、電源（図示せず）から電流が供給される。ロータ10の回転は、この電流を制御することにより、制御される。

[0051] [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は、ロータ部材1のせん断試験のモデル図である。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。

[0052] まず、比較例に係るロータ20について説明する。なお、比較例に係るロータ20については、ロータ10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20において、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10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20において、軟磁性体2と硬磁性体3との接触面CSは、向心方向D1RCに突出する形状を有していない。

[0053] 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15に電流が流れると、ロータ10又は比較例に係るロータ20のそれぞれに回転トルクが発生する。このとき、ロータ10又は比較例に係るロータ20のそれぞれには、ロータ10又は比較例に係るロータ20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CSには、主にせん断応力が加わる。ロータ10又は比較例に係るロータ20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CS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10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CS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CS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。

[0054] 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10及び図11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。

[0055] 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CSのせん断強度は、図13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CS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CSのせん断強度が回転電気機械のロータ10として実用上必要とされる20MPa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CSのせん断強度は、20MPa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CS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。

- [0056] 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。
- [0057] 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。
- [0058] 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。
- [0059] 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。

[0060] 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、型 D 1 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。

[0061] 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 1 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 1 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。

[0062] [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14は、ロータ10a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1a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。

[0063] ロータ部材1aは、図14に示すように、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。

[0064] 以上のようなロータ部材1a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1a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CSは、向心方向DIRC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1a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。

[0065] [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1bについて、図を参照しながら説明する。図15は、ロータ10b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1bについては、第1の変形例に係るロータ部材1aと異なる部分のみ説明し、後は省略する。

[0066] ロータ部材1bは、図15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+方向の位置のみでない点において、ロータ部材1aと異なる。また、軟磁性体2と硬磁性体3との接触面CSは、平面を含む。

[0067] 以上のようなロータ部材1bにおいても、ロータ部材1aと同じ効果を奏する。

[0068] [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1cについて、図を参照しながら説明する。図16は、ロータ10c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1c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。

[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1S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Z-方向に位置している。従って、幅W3は、存在しない。第1端面EF1と第3端面EF3との間のZ+方向の距離H13は、0よりも大きい。また、第1端面EF1と第3端面EF3との間のZ+方向の距離H13は、ロータ部材1eのZ+方向の長さH1eの5%以下である。

[0079] より詳細には、本変形例では、第2端面EF2は、図18に示すように、第4端面EF4よりもZ+方向に位置している。従って、幅W4は、存在しない。第2端面EF2と第4端面EF4との間のZ+方向の距離H24は、0よりも大きい。また、第2端面EF2と第4端面EF4との間のZ+方向の距離H24は、ロータ部材1eのZ+方向の長さH1eの5%以下である。

。

[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 E F 1 の Z + 方向の位置は、第 3 端面 E F 3 の Z + 方向の位置と異なる。また、第 2 端面 E F 2 の Z + 方向の位置は、第 4 端面 E F 4 の Z + 方向の位置と異なる。第 1 端面 E F 1 と第 3 端面 E F 3 との間の Z + 方向の距離 H 1 3 が大きい、又は、第 2 端面 E F 2 と第 4 端面 E F 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 E F 1 と第 3 端面 E F 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 E F 2 と第 4 端面 E F 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。

。

[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] 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 E F 2 の内縁は、Z - 方向に視た軟磁性体 2 の第 1 端面 E F 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OS3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IS2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IS2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OS2に接触しない。

[0084] 軟磁性体2の第1端面EF1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EF3のZ+方向の位置と異なる。より詳細には、第1端面EF1は、第3端面EF3よりもZ+方向に位置する。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+方向の位置と異なる。より詳細には、第2端面EF2は、第4端面EF4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OS3の全体は、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, 1 a ~ 1 f 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, 1 a ~ 1 f 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, 1 a ~ 1 f 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 3 1 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 3 1 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 3 1 の材料である磁石は、希土類磁石に限られない。硬磁性粉 3 1 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 1 e において、第 1 端面 E F 1 は、第 3 端面 E F 3 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、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。

[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] 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。

[0104] なお、第 1 筐体 13 a 及び第 2 筐体 13 b 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 14 b、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 14 b 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。

[0107] なお、ロータ部材 1 c 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_{MIN} 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 - 方向であってもよい。

[0108] 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_{MIN} 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] 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_{MIN} 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。

[0110] 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。

[0111] 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。

[0112] 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。

[0113] 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。

[0114] 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。

[0115] 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。

[0116] 本発明は、以下の構成を有する。

[0117] (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。

[0118] (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。

[0119] (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、

(1)又は(2)に記載のロータ部材。

[0120] (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。

[0121] (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、

(1)乃至(4)のいずれかに記載のロータ部材。

[0122] (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、

(1)乃至(4)のいずれかに記載のロータ部材。

[0123] (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。

[0124] (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、

(1)乃至(6)のいずれかに記載のロータ部材。

[0125] (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。

[0126] (10)

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、

(1)乃至(9)のいずれかに記載のロータ部材。

[0127] (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、

(1) 乃至 (10) のいずれかに記載のロータ部材。

[0128] (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、

(1) 乃至 (11) のいずれかに記載のロータ部材。

[0129] (13)

前記磁石は、希土類磁石である、

(12) に記載のロータ部材。

[0130] (14)

(1) 乃至 (13) 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。

[0131] (15)

(1) 乃至 (14) のいずれかに記載のロータ部材を備える、

回転電気機械。

[0132] (16)

(1) 乃至 (14) 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。

[0133] (17)

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、

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。

[0134] (18)

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、

(17) に記載のロータ部材の製造方法。

[0135] (19)

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、

(17) 又は (18) に記載のロータ部材の製造方法。

符号の説明

[0136] 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

10, 10 a, 10 b, 10 c, 10 d, 10 e, 10 f, 20 : ロータ

11 : ステータアッシー

12 : 軸受

12 a : 第1軸受

12 b : 第2軸受

13 : 筐体

13 a : 第1筐体

13 b : 第2筐体

14 : 磁性体コア

14 a : コアバック部

14 b : ティース部

15 : コイル

16 : 絶縁性部材

21 : 軟磁性粉

22 a : 仮軟磁性体

31 : 硬磁性粉

32, 32 a : 仮硬磁性体

100 : ブラシレスモータ

A1 : 領域

CS : 接触面

D1, D2, DC, WC : 距離

DI : 型

DIRC : 向心方向

DIRR : 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

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

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。

[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、

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、

請求項 1 又は請求項 2 に記載のロータ部材。

[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 乃至請求項 3 のいずれか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、

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか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 乃至請求項 4 のいずれか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、

請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか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 乃至請求項 6 のいずれか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 乃至請求項 8 のいずれかに記載のロータ部材。
- [請求項10] 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 乃至請求項 9 のいずれか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 乃至請求項 10 のいずれか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、
請求項 1 乃至請求項 11 のいずれかに記載のロータ部材。
- [請求項13] 前記磁石は、希土類磁石である、
請求項 12 に記載のロータ部材。
- [請求項14] 請求項 1 乃至請求項 13 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。
- [請求項15] 請求項 1 乃至請求項 14 のいずれかに記載のロータ部材を備える、
回転電気機械。
- [請求項16] 請求項 1 乃至請求項 14 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。
- [請求項17] 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、

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。

[請求項18]

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17に記載のロータ部材の製造方法。

[請求項19]

前記等方性磁石粉は、希土類磁石粉であり、

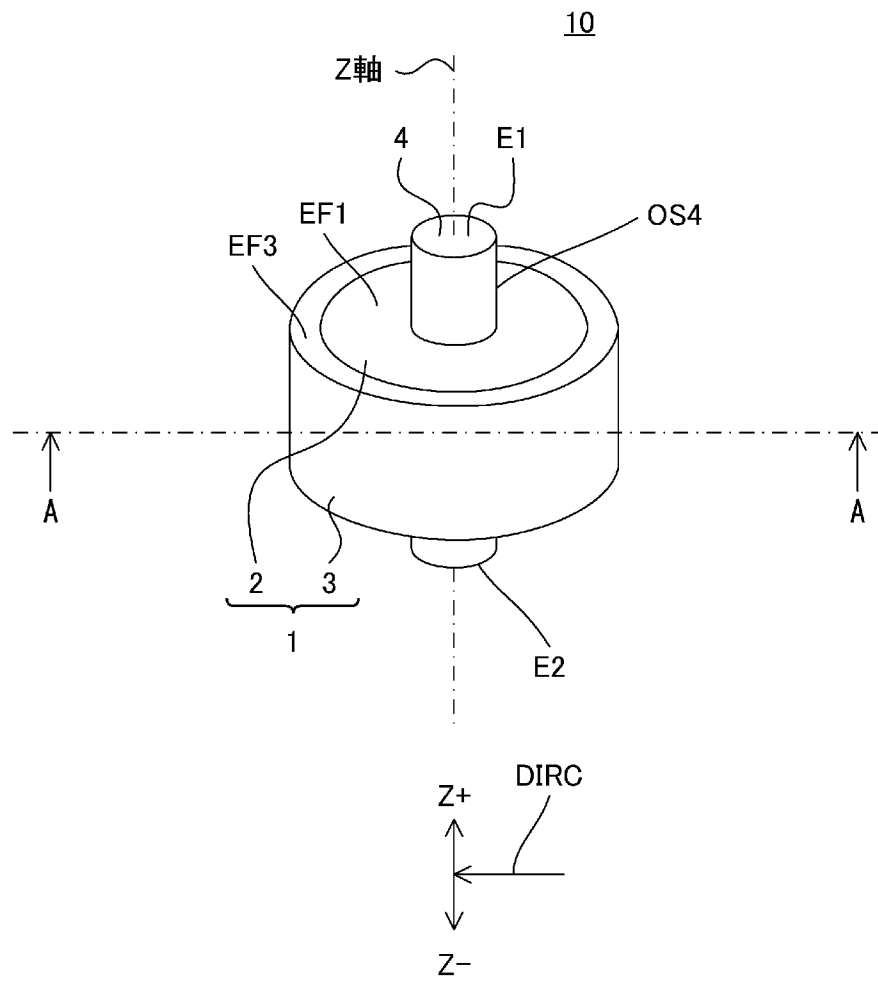
前記第1結合材粉は、樹脂であり、

前記第2結合材粉は、樹脂である、

請求項17又は請求項18に記載のロータ部材の製造方法。

[図1]

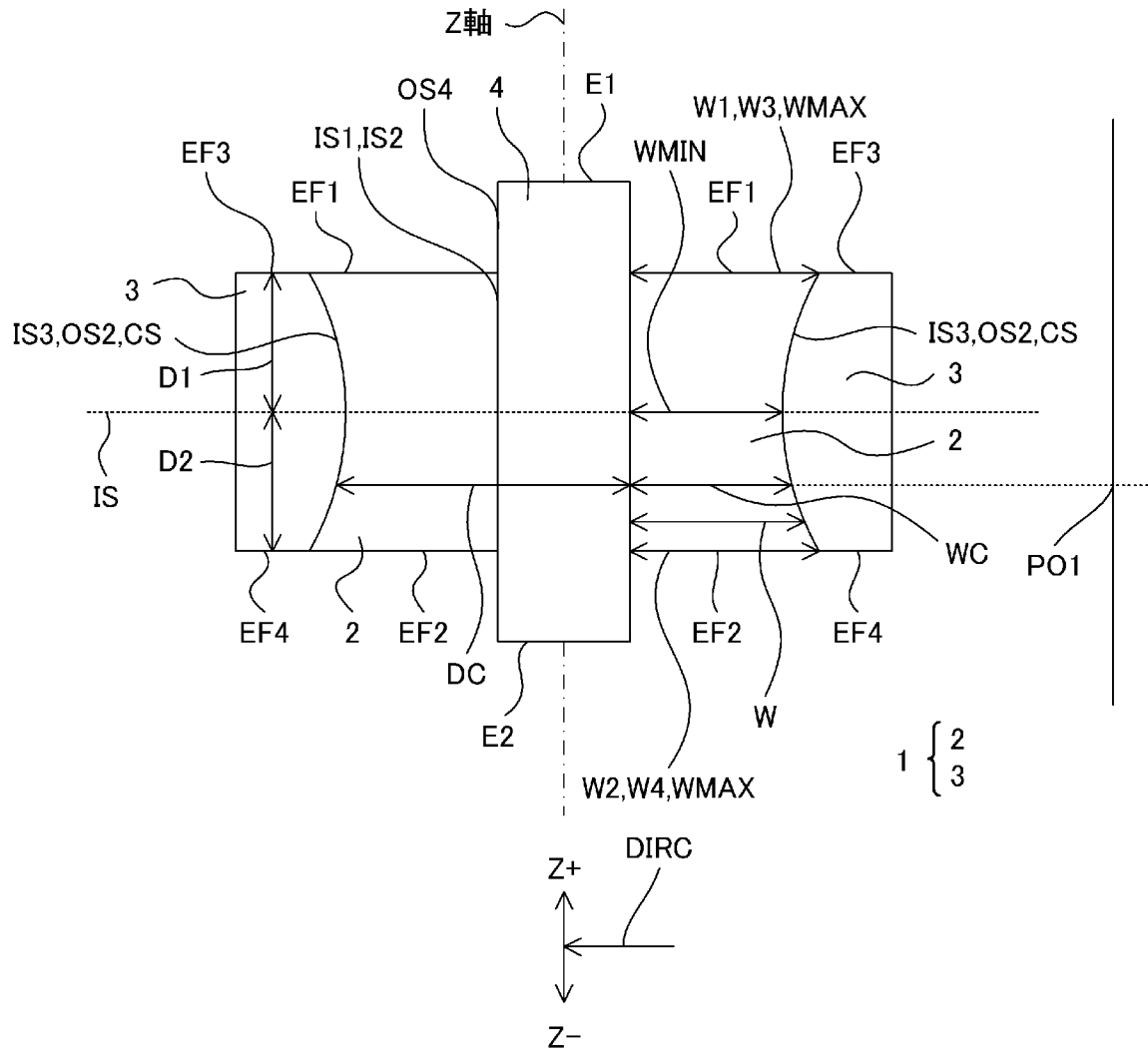
Fig.1



[図2]

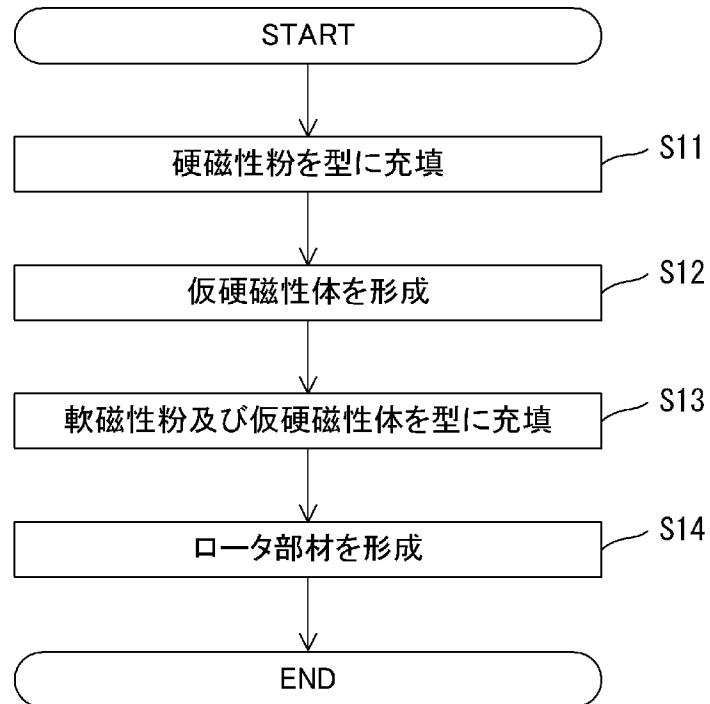
Fig.2

10



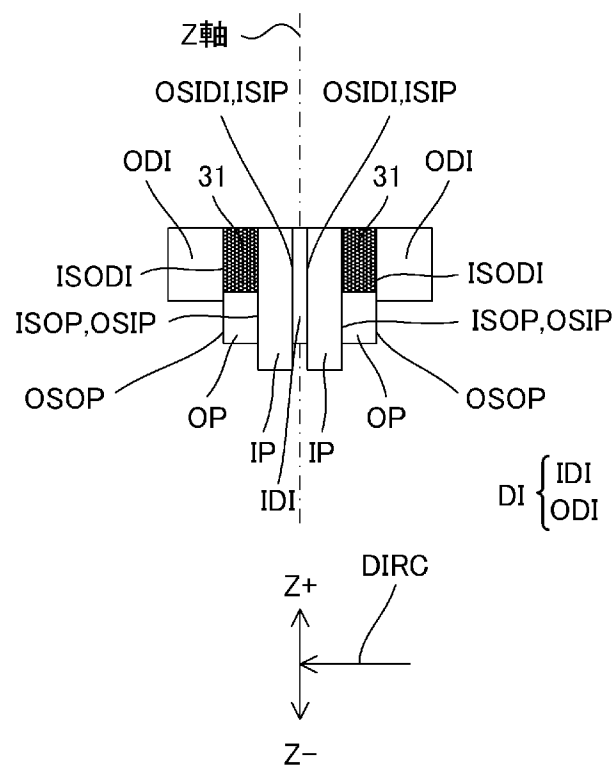
[図3]

Fig.3



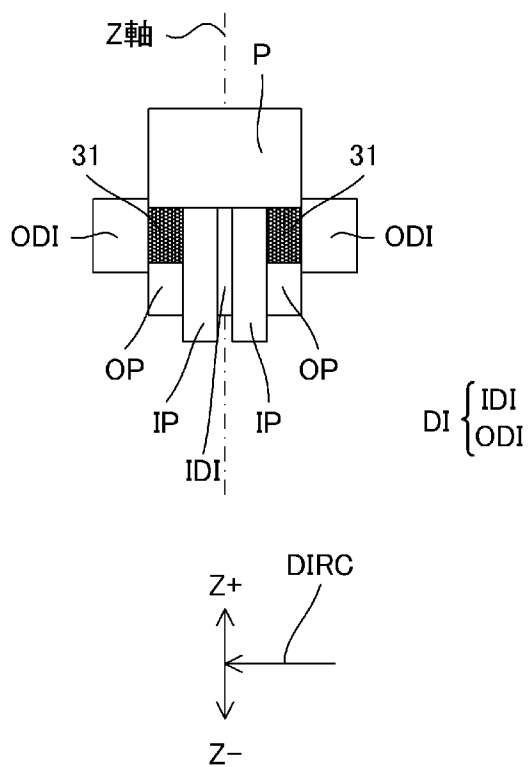
[図4]

Fig.4



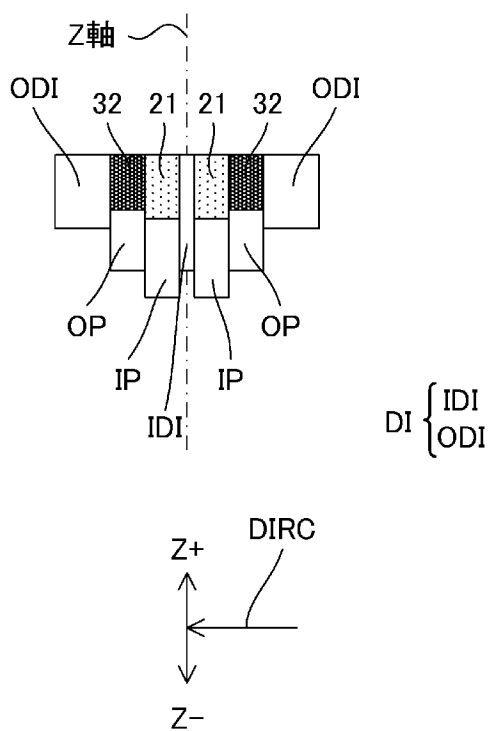
[図5]

Fig.5



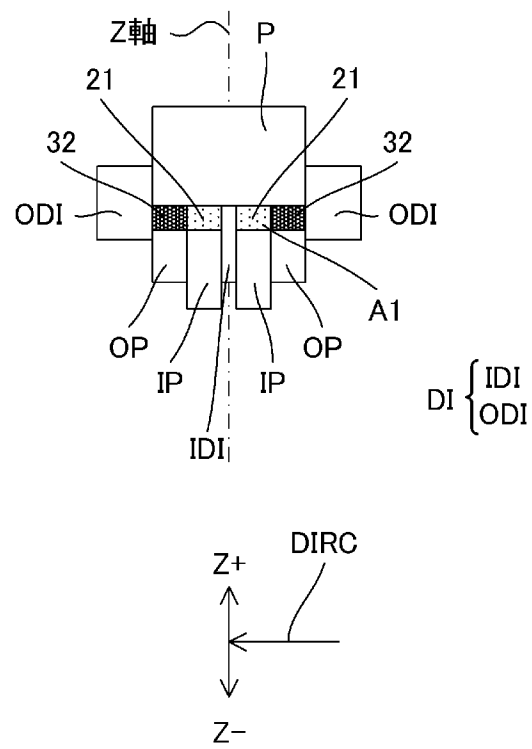
[図6]

Fig.6



[図7]

Fig.7



[図8]

Fig.8

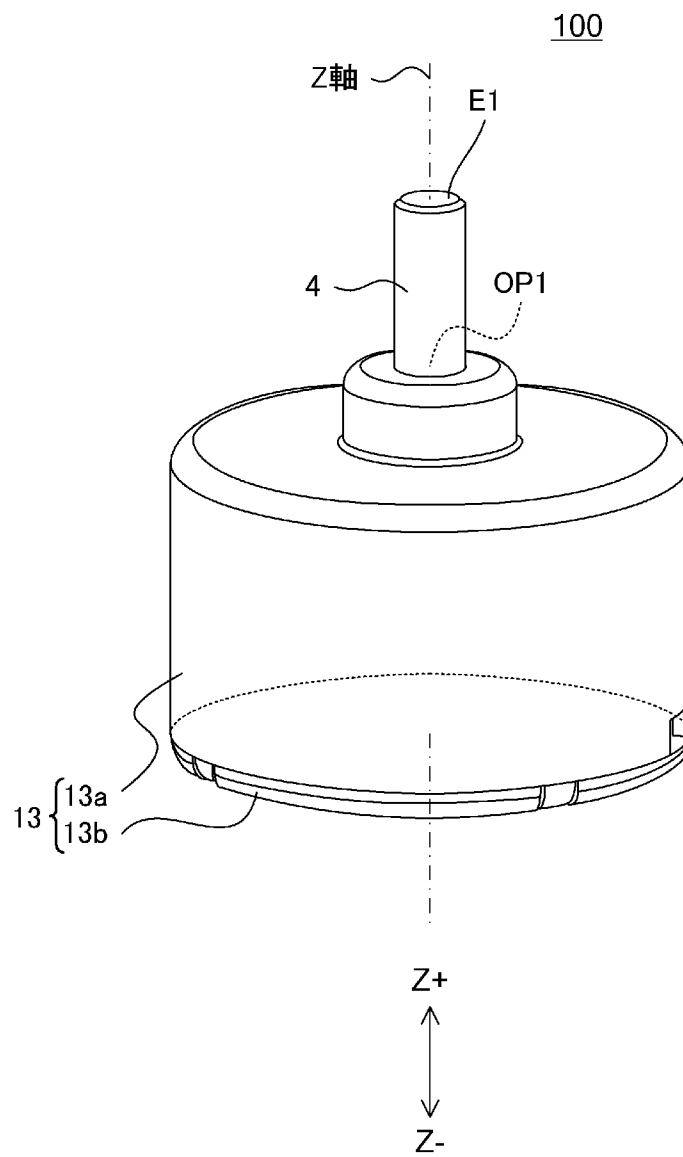
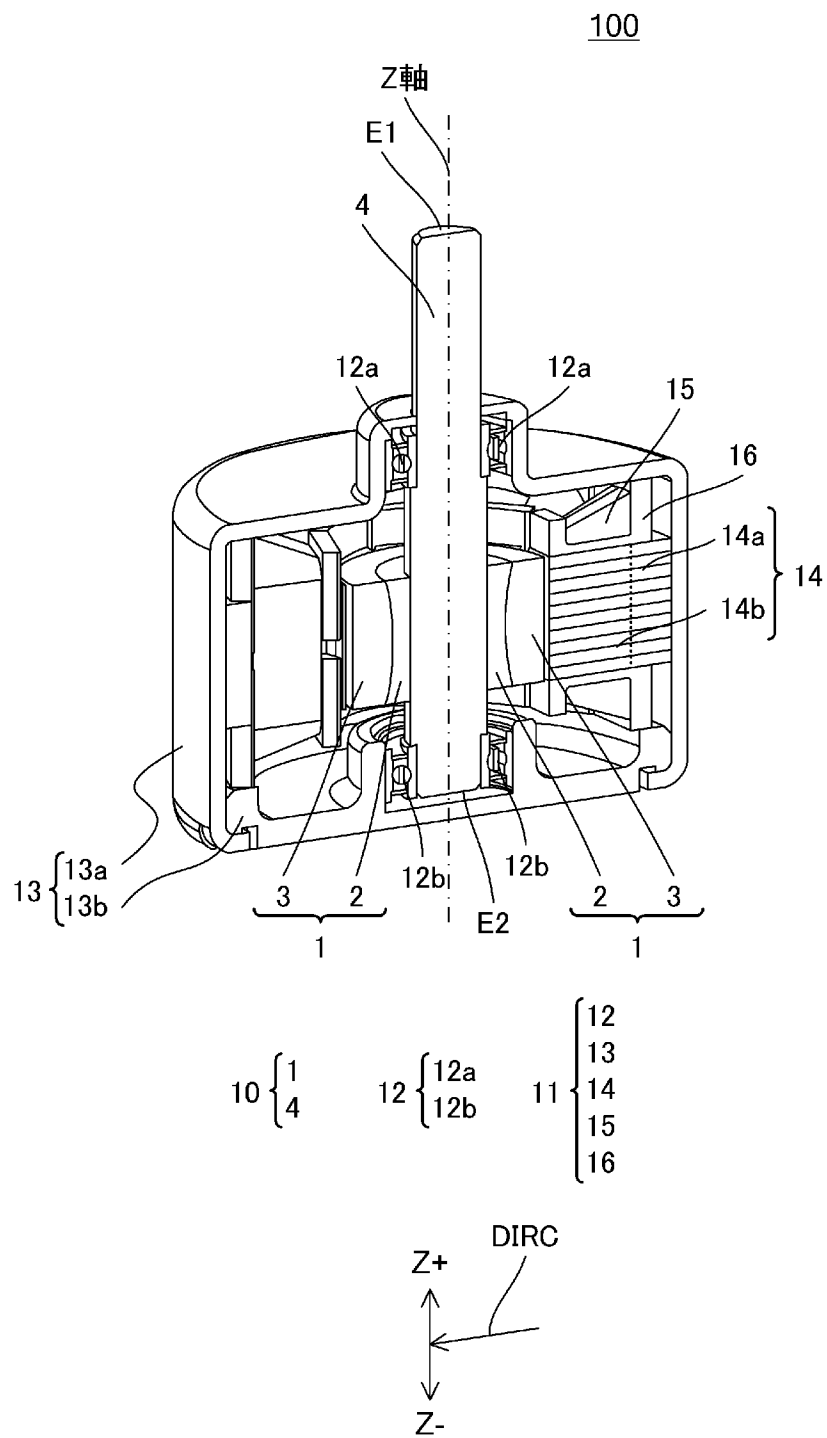
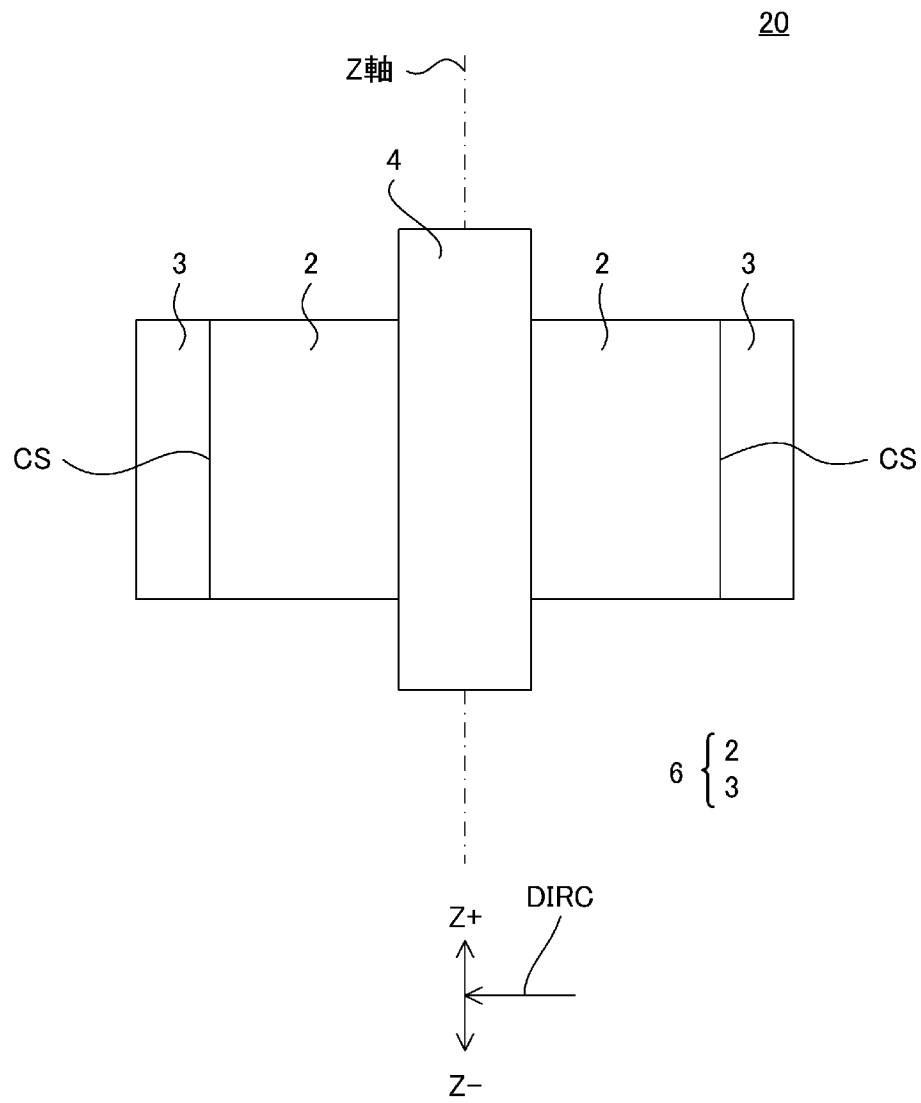


Fig.9



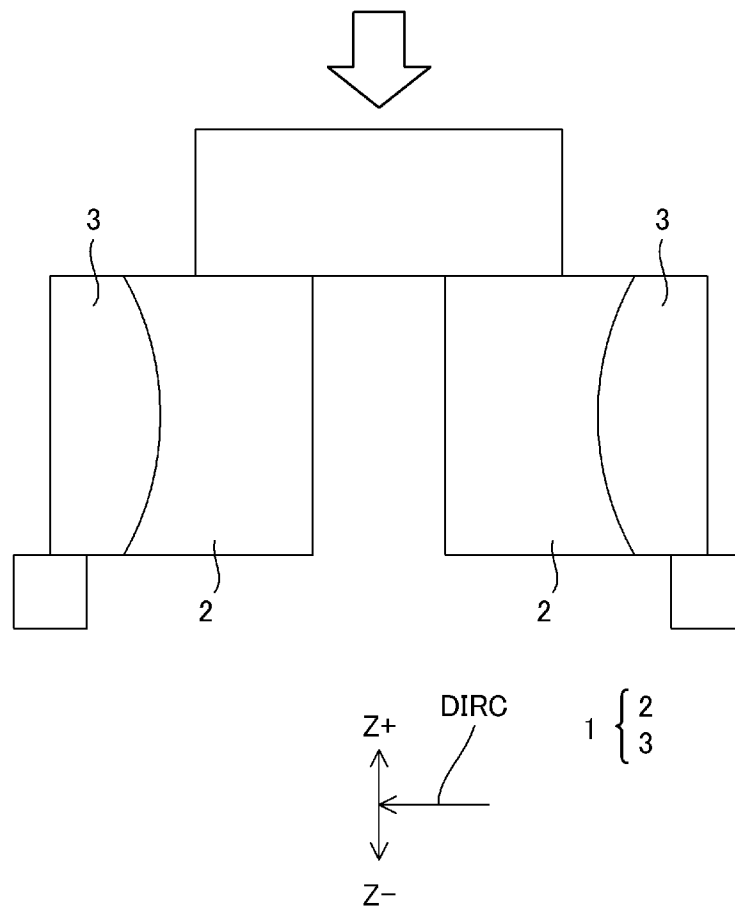
[図10]

Fig.10



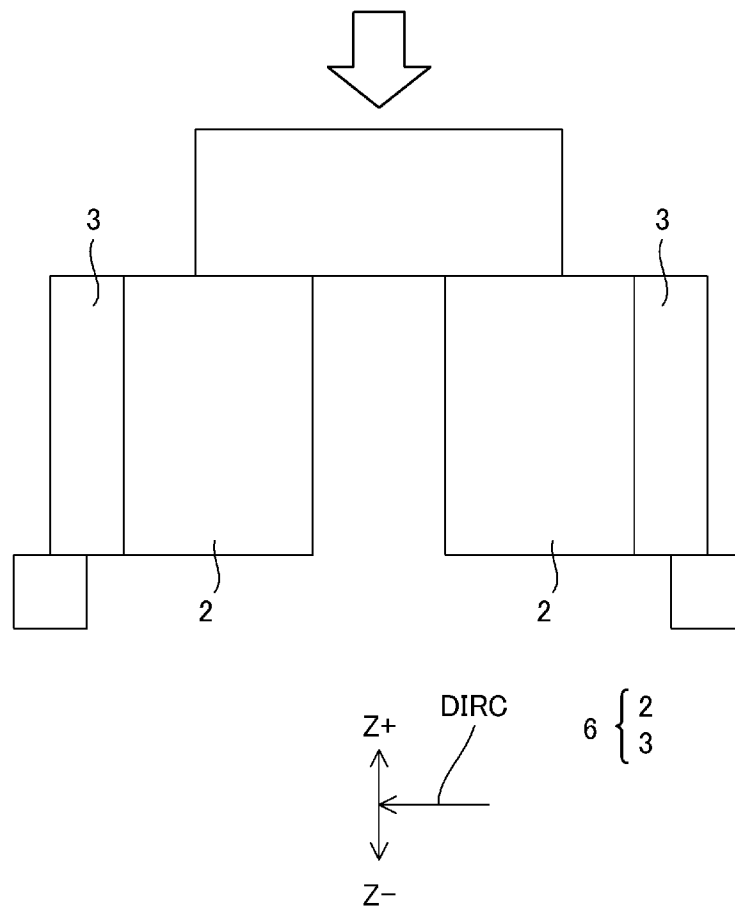
[図11]

Fig.11



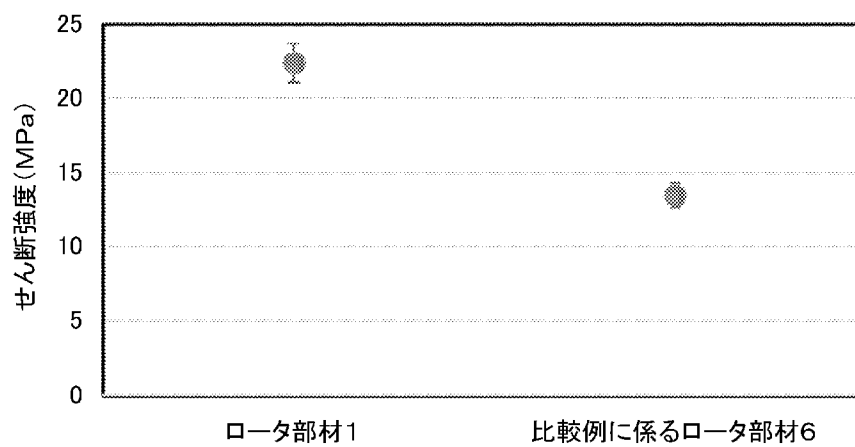
[図12]

Fig.12



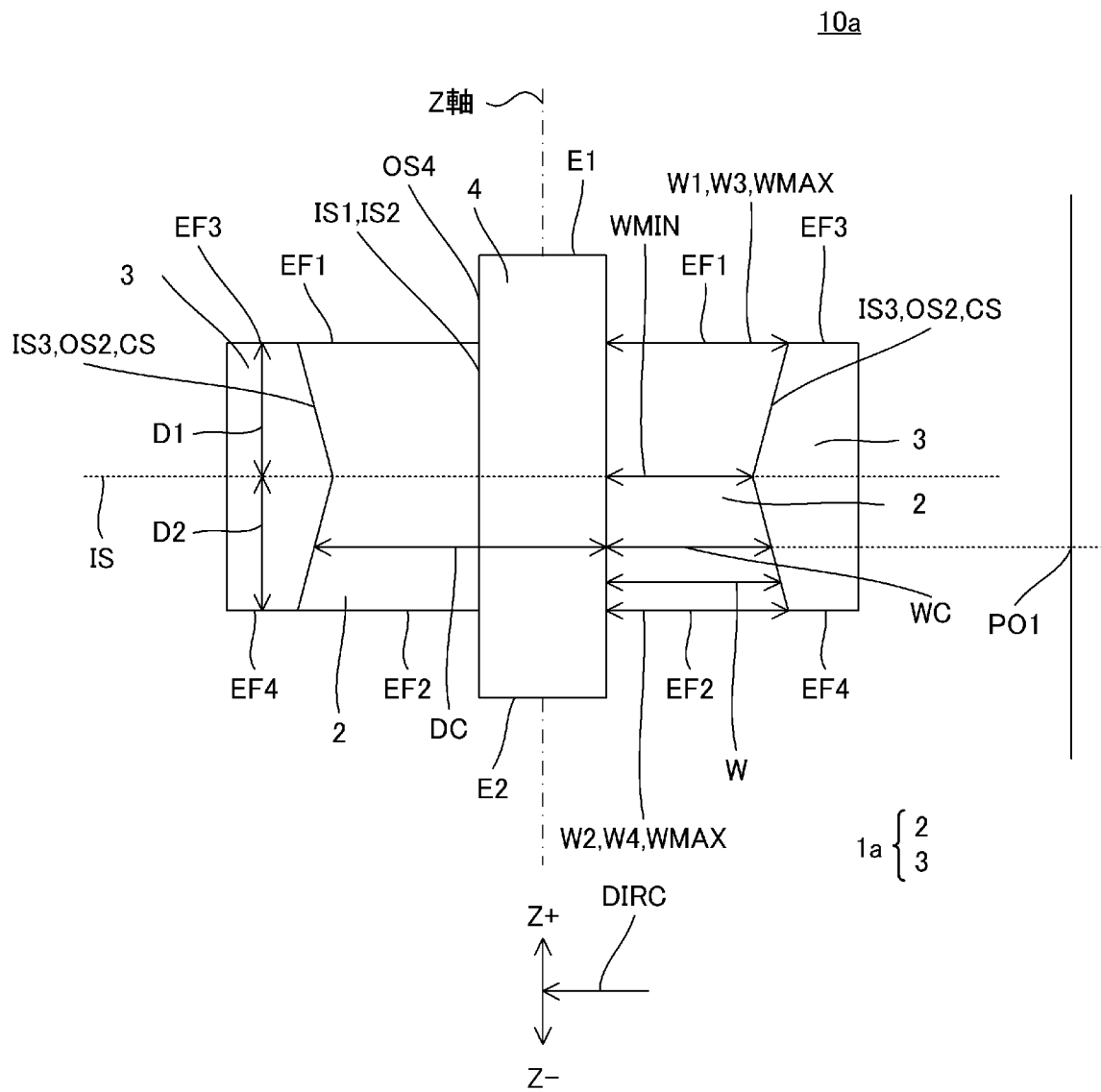
[図13]

Fig.13



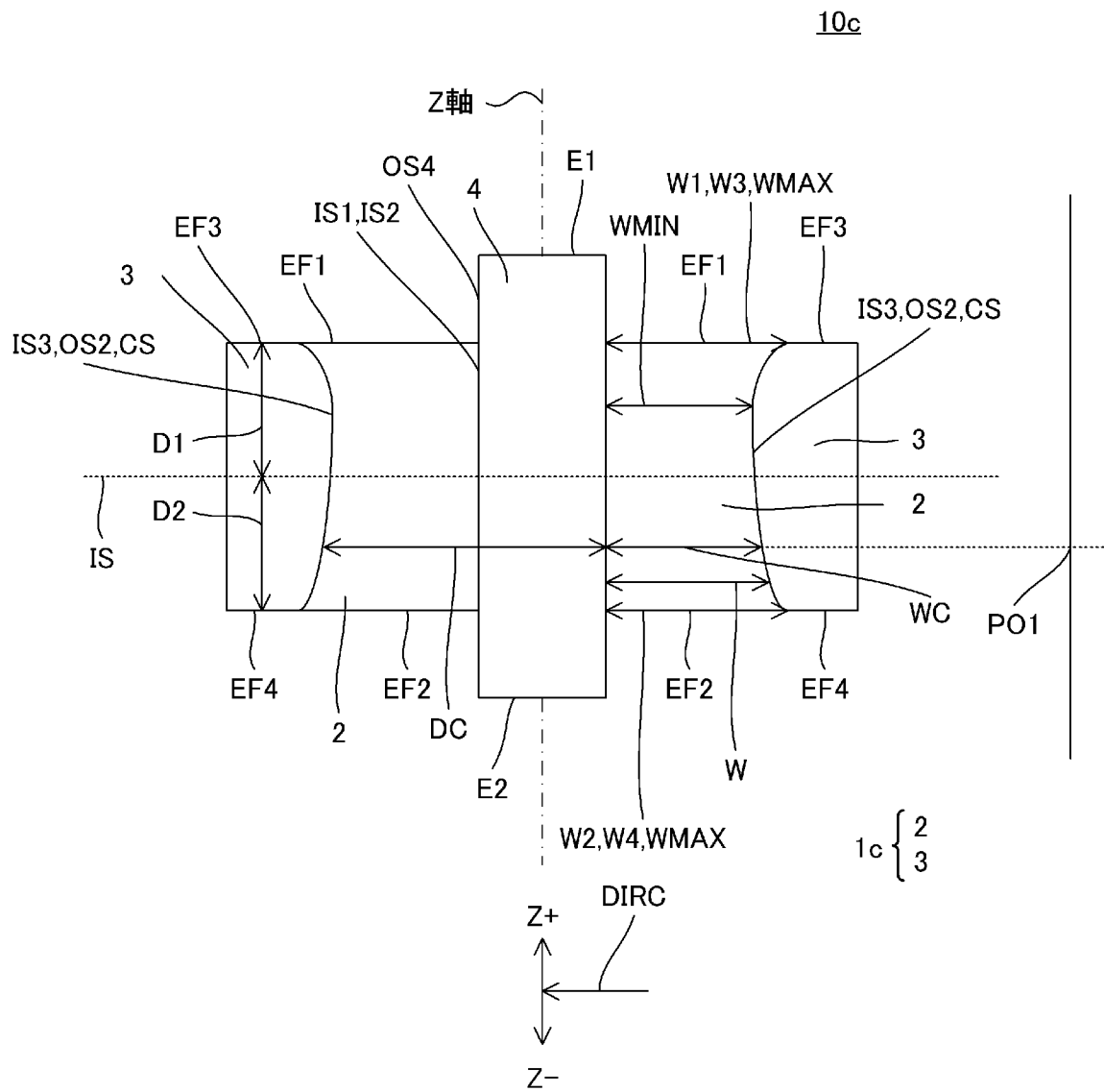
[図14]

Fig.14



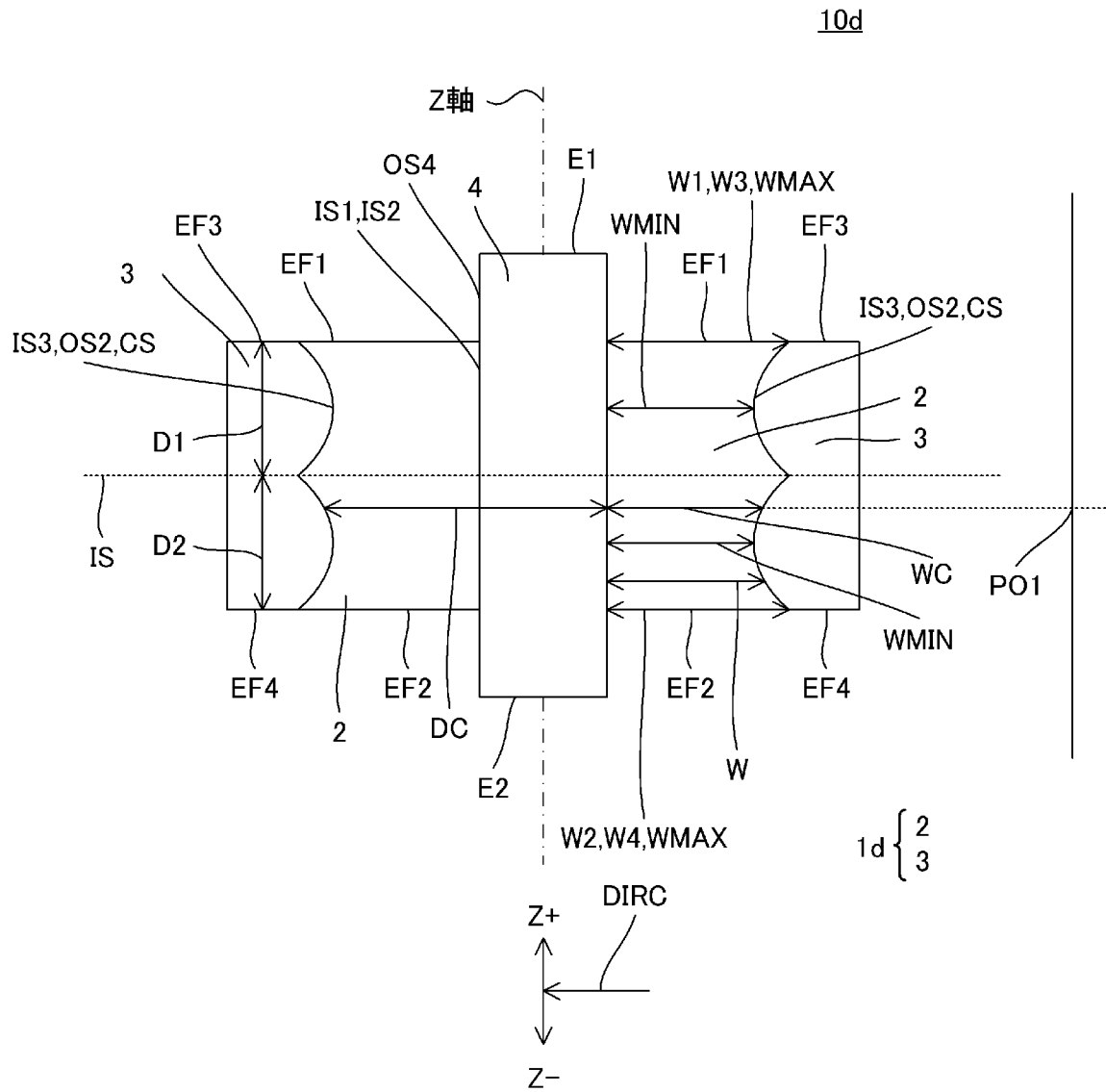
[図16]

Fig.16



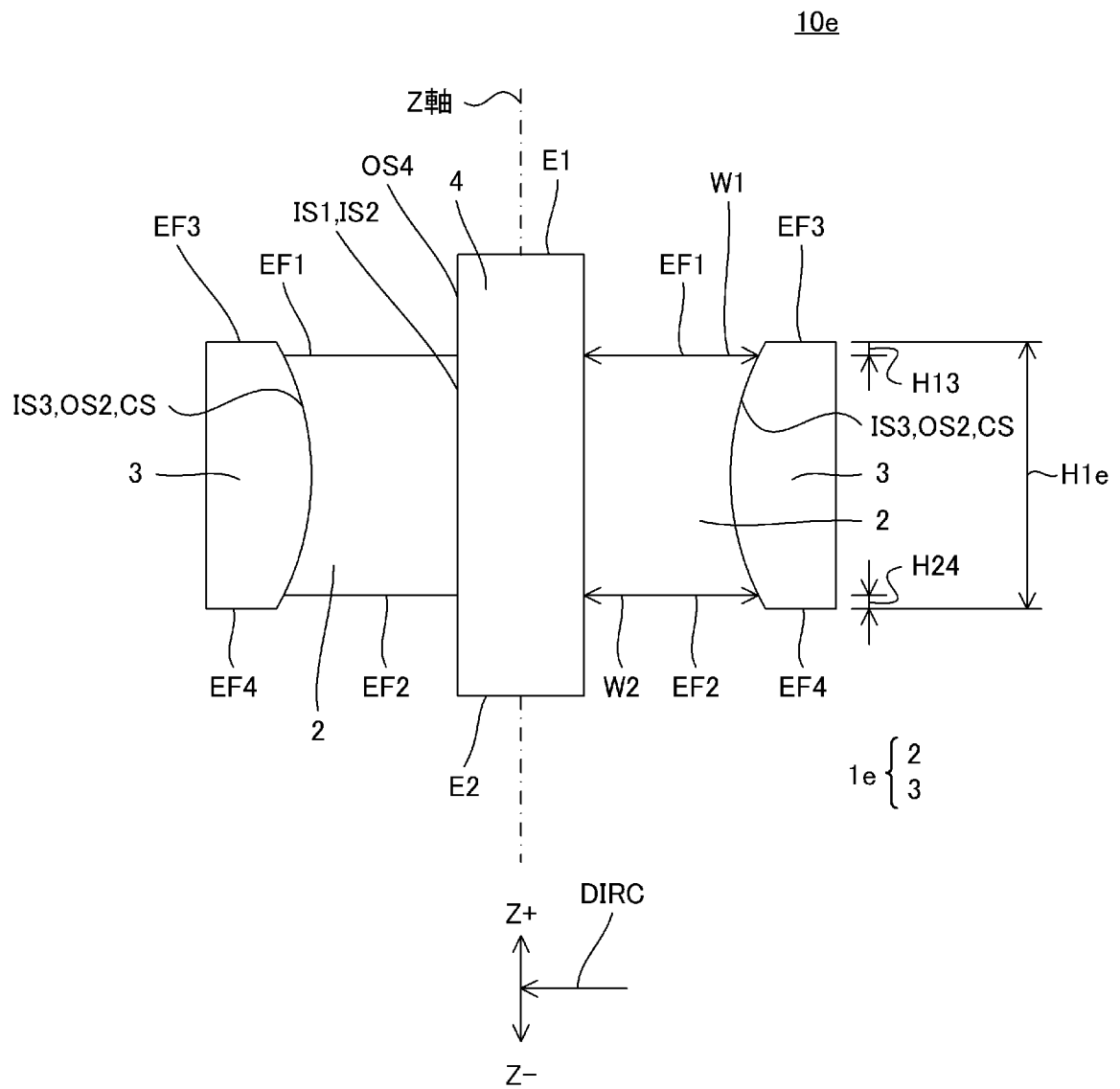
[図17]

Fig.17



[図18]

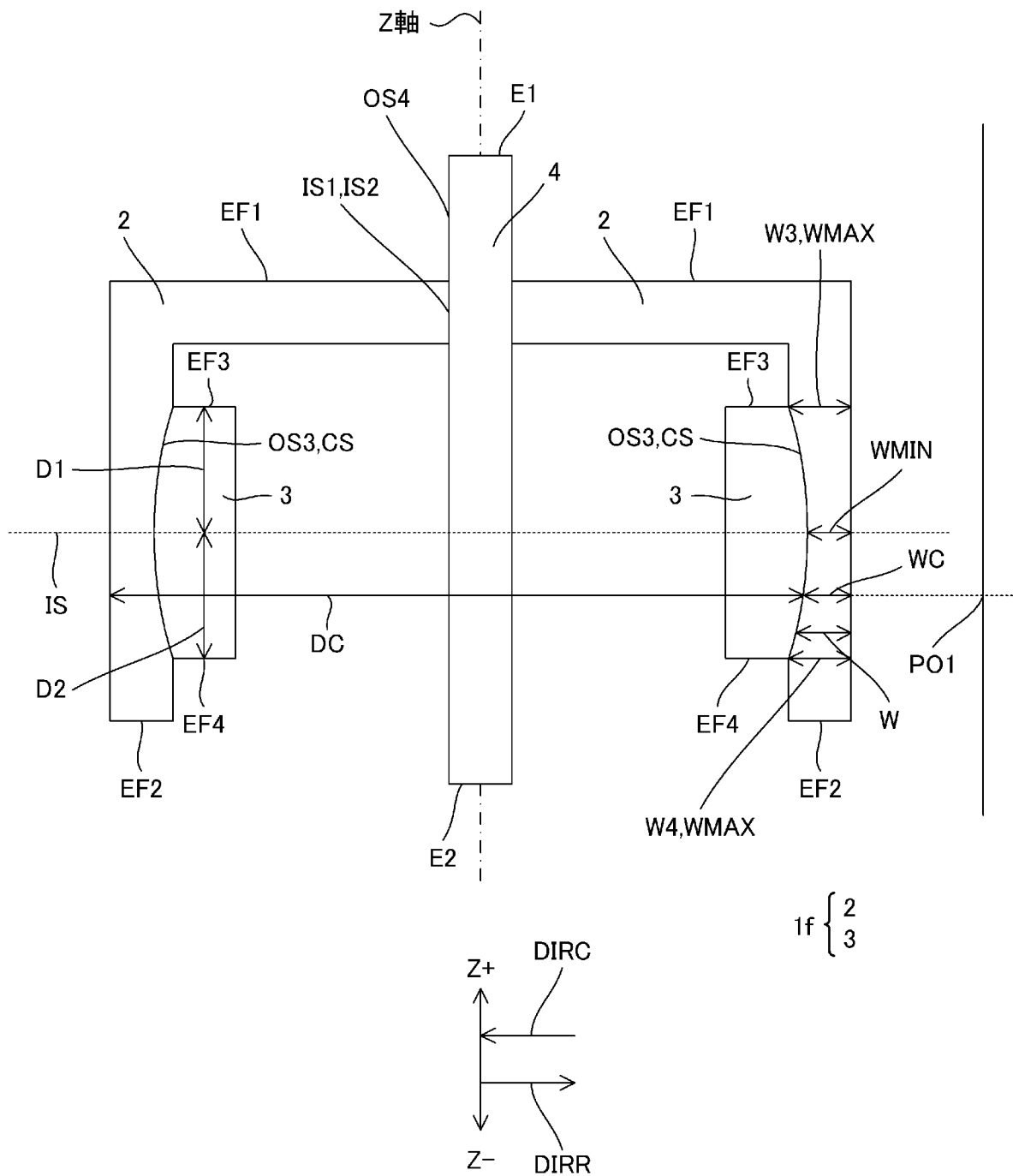
Fig.18



[図19]

Fig.19

10f



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/022482

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H02K 1/2733**(2022.01)i; **H02K 15/03**(2006.01)i

FI: H02K1/2733; H02K15/03 C

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02K1/2733; H02K15/03

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2018-201295 A (DENSO CORP.) 20 December 2018 (2018-12-20)	1-16
A	paragraphs [0017]-[0021], [0048], [0049], fig. 8	17-19
Y	JP 2007-214393 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 23 August 2007 (2007-08-23)	1-16
A	paragraph [0012], fig. 1, 2	17-19



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

05 July 2023

Date of mailing of the international search report

18 July 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915

Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/022482

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2018-201295	A	20 December 2018	(Family: none)	
JP	2007-214393	A	23 August 2007	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02K 1/2733(2022.01)i; H02K 15/03(2006.01)i FI: H02K1/2733; H02K15/03 C		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H02K1/2733; H02K15/03 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023年 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2018-201295 A（株式会社デンソー）20.12.2018（2018-12-20） 段落17-21, 48-49, 図8	1-16
A		17-19
Y	JP 2007-214393 A（三菱電機株式会社）23.08.2007（2007-08-23） 段落12, 図1-2	1-16
A		17-19
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 05.07.2023		国際調査報告の発送日 18.07.2023
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 若林 治男 3V 4190 電話番号 03-3581-1101 内線 3357

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/022482

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2018-201295	A	20.12.2018	(ファミリーなし)	
JP	2007-214393	A	23.08.2007	(ファミリーなし)	