



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))

formed when the hard magnetic body and the tooth end portion face each other.

(57) 要約: 回転電気機械は、着磁された硬磁性体を含むロータと、ティース部を含む磁性体コアと、を備えた回転電気機械であって、ティース部は、ロータの回転軸に向かう内向き又はそれとは逆の外向きに延びており、コイルが巻回されるティース本体部と、ティース本体部の先端に形成されており、硬磁性体と対向するティース先端部と、を有し、ティース先端部は、回転軸に沿う軸方向においてティース本体部から突出した第1突出部を含み、ティース本体部からの第1突出部の突出量が、硬磁性体とティース先端部とが対向したときの隙間幅の3倍よりも小さい。

明 細 書

発明の名称： 回転電気機械

技術分野

[0001] 本発明は、回転電気機械に関する。

背景技術

[0002] 従来の回転電気機械に関する発明としては、例えば、特許文献 1 に記載のモータが知られている。特許文献 1 に記載のモータは、ステータに対してロータを回転させる際の回転中心となる軸と、ロータに取り付けられ、軸を中心とする周方向において交互に異なる極に着磁されたマグネットと、ステータに取り付けられ、マグネットに対して軸を中心とする径方向に対向する鉄心と、鉄心に巻き付けられるコイルと、磁気遮蔽部材とを備えている。磁気遮蔽部材は、マグネットからコイルへの漏れ磁束を遮蔽する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：特開 2008-245427 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献 1 に記載のモータにおいて、磁気遮蔽部材を削減しつつ、逆起電力定数を大きくすることにより、コイルの両端間に発生する逆起電力を大きくしたいという要望がある。

[0005] そこで、本発明の目的は、磁気遮蔽部材を削減しつつ、逆起電力定数を大きくできる回転電気機械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回転電気機械は、
着磁された硬磁性体を含むロータと、ティース部を含む磁性体コアと、を備えた回転電気機械であって、
前記ティース部は、

前記ロータの回転軸に向かう内向き又はそれとは逆の外向きに延びており、コイルが巻回されるティース本体部と、

前記ティース本体部の先端に形成されており、前記硬磁性体と対向するティース先端部と、

を有し、

前記ティース先端部は、前記回転軸に沿う軸方向において前記ティース本体部から突出した第1突出部を含み、

前記ティース本体部からの前記第1突出部の突出量が、前記硬磁性体と前記ティース先端部とが対向したときの隙間幅の3倍よりも小さい。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、磁気遮蔽部材を削減しつつ、逆起電力定数を大きくできる回転電気機械を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は、ブラシレスモータ100の外観斜視図である。

[図2]図2は、ブラシレスモータ100の分解斜視概略図である。

[図3]図3は、磁性体コア1の斜視図である。

[図4]図4は、硬磁性体24及び1つの磁性体コア1を第1方向D1R1及び第3方向D1R3に直交する方向に視た断面図である。

[図5]図5は、硬磁性体24及び1つの比較例に係る磁性体コア6を第1方向D1R1及び第3方向D1R3に直交する方向に視た断面図である。

[図6]図6は、磁束密度の計算箇所を示した図である。

[図7]図7は、オフセット量DOが0.1mm、隙間幅DAが0.5mmの時に第1突出量D1及び第2突出量D2を変化させたときの磁束密度の変化の一例を示した図である。

[図8]図8は、オフセット量DOが0.2mm、隙間幅DAが0.5mmの時に第1突出量D1及び第2突出量D2を変化させたときの磁束密度の変化の一例を示した図である。

[図9]図9は、オフセット量DOが0.2mm、隙間幅DAが0.5mmの時

に第1突出量D1及び第2突出量D2を変化させたときの逆起電力定数KEの変化の一例を示した図である。

[図10]図10は、オフセット量DOが0.2mm、隙間幅DAが0.3mmの時に第1突出量D1及び第2突出量D2を変化させたときの逆起電力定数KEの変化の一例を示した図である。

発明を実施するための形態

[0009] [実施形態]

以下に、本発明の一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1は、ブラシレスモータ100の外観斜視図である。図2は、ブラシレスモータ100の分解斜視概略図である。図3は、磁性体コア1の斜視図である。

[0010] また、本明細書において、方向を以下のように定義する。ロータ20の回転軸に沿う軸方向のうち、シャフト21が開口OPから筐体12の外に突出している方向を第1方向DIR1と定義する。第1方向DIR1の逆方向を第2方向DIR2と定義する。ロータ20の回転軸を中心とする径方向のうちの一つであって、第1方向DIR1に視て、ティース先端部32の幾何中心からロータ20の回転軸に向かう方向を第3方向DIR3と定義する。ロータ20の回転軸を中心とする周方向のうち、第2方向DIR2に視て、ロータ20の回転軸に対して反時計回りの方向を第4方向DIR4と定義する。なお、本明細書における方向の定義は、一例である。

[0011] ブラシレスモータ100は、図2に示すように、ロータ20及びステータアッシー10を備える。ステータアッシー10は、第1方向DIR1に視て、ロータ20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。なお、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20は、図2に示すように、シャフト21及びロータ部材22を含む。シャフト21は、第1方向DIR1に延びる円柱状である。ロータ部材22は、第1方向DIR1に延びる円筒状である。シャフト21及びロータ

部材 2 2 のそれぞれの中心軸線は、Z 軸である。すなわち、ブラシレスモータ 1 0 0 の回転軸は、Z 軸である。従って、第 1 方向 D 1 R 1 及び第 2 方向 D 1 R 2 のそれぞれは、Z 軸に沿う方向である。

[0013] ロータ部材 2 2 は、図 2 に示すように、軟磁性体 2 3 及び硬磁性体 2 4 を有する。ロータ部材 2 2 は、Z 軸を中心とする径方向についてのシャフト 2 1 の外周面に取り付けられる。より詳細には、軟磁性体 2 3 は、Z 軸を中心とする径方向についてのシャフト 2 1 の外周面に取り付けられる。硬磁性体 2 4 は、Z 軸を中心とする径方向についての軟磁性体 2 3 の外周面に取り付けられる。

[0014] 軟磁性体 2 3 は、軟磁性体である。また、硬磁性体 2 4 は、着磁された硬磁性体である。硬磁性体は、外部から磁界を印加されると、着磁される。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。

[0015] ステータアッシー 1 0 は、図 2 に示すように、軸受 1 1、筐体 1 2、コイル 1 3 及び磁性体コア 1 を含む。

[0016] 軸受 1 1 は、シャフト 2 1 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 1 1 は、図 2 に示すように、第 1 軸受 1 1 a 及び第 2 軸受 1 1 b を有する。第 1 軸受 1 1 a 及び第 2 軸受 1 1 b のそれぞれは、例えば、玉軸受である。第 1 軸受 1 1 a 及び第 2 軸受 1 1 b のそれぞれは、第 1 方向 D 1 R 1 に延びる円筒状である。第 1 軸受 1 1 a 及び第 2 軸受 1 1 b のそれぞれの中心軸線は、Z 軸である。すなわち、第 1 軸受 1 1 a 及び第 2 軸受 1 1 b のそれぞれの中心軸線は、シャフト 2 1 の中心軸線と一致する。

[0017] 第 2 軸受 1 1 b は、図 2 に示すように、第 1 軸受 1 1 a よりも第 2 方向 D 1 R 2 に位置する。また、第 1 軸受 1 1 a は、ロータ部材 2 2 よりも第 1 方向 D 1 R 1 に位置する。第 2 軸受 1 1 b は、ロータ部材 2 2 よりも第 2 方向 D 1 R 2 に位置する。第 2 軸受 1 1 b は、シャフト 2 1 の第 2 方向 D 1 R 2 の端を支持する。

[0018] 筐体 1 2 は、図 1 に示すように、第 1 筐体 1 2 a 及び第 2 筐体 1 2 b を有

する。第1筐体12aは、図1及び図2に示すように、円筒状である。第1筐体12aの中心軸線は、Z軸である。第1筐体12aは、第2筐体12bよりも第1方向D1R1に位置する。また、第1筐体12aは、開口OPを有する。これにより、シャフト21は、開口OPから第1方向D1R1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。

[0019] 第1筐体12aは、第1軸受11a、複数の磁性体コア1及び複数のコイル13を支持する。第2筐体12bは、第2軸受11bを支持する。第1筐体12a及び第2筐体12b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。

[0020] コイル13の数及び磁性体コア1の数のそれぞれは、9つである。9つのコイル13及び9つの磁性体コア1のそれぞれは、Z軸を中心とする周方向に並ぶ。9つの磁性体コア1は、硬磁性体24と間隔を空けて、硬磁性体24の周囲に配置される。

[0021] 磁性体コア1は、図3に示すように、コアバック部2及びティース部3を有している。ティース部3は、コアバック部2から第3方向D1R3に延びる形状を有している。より詳細には、ティース部3は、コアバック部2から第3方向D1R3に延びているティース本体部31、及び、ティース本体部31の先端に形成されているティース先端部32を有している。ティース本体部31には、図2に示すように、コイル13が巻回される。

[0022] 磁性体コア1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。

[0023] 磁性体コア1は、軟磁性粉から形成された成形体である。すなわち、コアバック部2及びティース部3のそれぞれは、軟磁性粉から形成された成形体である。軟磁性粉の材料は、例えば、鉄及び結合材を含む。結合材は、例えば、樹脂である。軟磁性粉は、例えば、鉄粉、及び、結合材の一例であるエポキシ樹脂を混合したものである。このような磁性体コア1は、例えば、プレス成形により作製される。また、別の部材と接触する磁性体コア1の外表面

には、絶縁処理が施されている。

[0024] コアバック部2は、図3に示すように、第1方向D | R 1に並ぶ第1端面E 1及び第2端面E 2、第3方向D | R 3に並ぶ内主面及び外主面、及び、第4方向D | R 4に並ぶ2つの側面を有している。第1端面E 1は、第2端面E 2よりも第1方向D | R 1に位置している。内主面は、外主面よりも第3方向D | R 3に位置している。本実施形態では、第1端面E 1、第2端面E 2及び内主面のそれぞれは、平面である。外主面及び2つの側面のそれぞれは、曲面である。

[0025] 図4は、硬磁性体24及び1つの磁性体コア1を第1方向D | R 1及び第3方向D | R 3に直交する方向に視た断面図である。ティース先端部32は、図3及び図4に示すように、第1突出部P 1及び第2突出部P 2を含んでいる。第1突出部P 1は、第1方向D | R 1において、ティース本体部31から突出している。ティース本体部31からの第1突出部P 1の第1方向D | R 1への突出量を、第1突出量D 1と定義する。第2突出部P 2は、第2方向D | R 2において、ティース本体部31から突出している。ティース本体部31からの第2突出部P 2の第2方向D | R 2への突出量を、第2突出量D 2と定義する。第1突出部P 1は、第1端面E 1よりも第2方向D | R 2に位置している。また、第2突出部P 2は、第2端面E 2よりも第1方向D | R 1に位置している。すなわち、第1突出部P 1及び第2突出部P 2のそれぞれは、第1方向D | R 1において、第1端面E 1と第2端面E 2との間に位置している。

[0026] ティース先端部32は、図2及び図4に示すように、硬磁性体24と対向する。より詳細には、第3方向D | R 3についてのティース先端部32の内主面 | S 32は、図4に示すように、第3方向D | R 3についての硬磁性体24の外周面O S 24と対向する。また、磁性体コア1とロータ部材22との間には、図2に示すように、空隙（エアギャップ）が存在している。より詳細には、ティース先端部32の内主面 | S 32と硬磁性体24の外周面O S 24との間には、図4に示すように、空隙（エアギャップ）が存在してい

る。ティース先端部 32 と硬磁性体 24 との間の距離を、隙間幅 D_A と定義する。本実施形態では、隙間幅 D_A は、内主面 I_{S32} と外周面 O_{S24} との間の第 3 方向 D_{IR3} についての距離である。また、本実施形態では、硬磁性体 24 の磁気中心 C_{24} と磁性体コア 1 の磁気中心 C_1 とは、第 1 方向 D_{IR1} においてずれている。より詳細には、硬磁性体 24 の磁気中心 C_{24} は、磁性体コア 1 の磁気中心 C_1 よりも第 1 方向 D_{IR1} に位置している。硬磁性体 24 の磁気中心 C_{24} と磁性体コア 1 の磁気中心 C_1 との間の第 1 方向 D_{IR1} についての距離をオフセット量 D_O と定義する。

[0027] コイル 13 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 13 は、銅線の表面が絶縁被膜により覆われた構造を有している。銅線の表面が絶縁被膜により覆われた構造を有していることにより、コイル 13 と磁性体コア 1 とは、電氣的に絶縁される。

[0028] コイル 13 には、電源（図示せず）から電流が供給される。コイル 13 は、コイル 13 に電流が流れることにより、磁界を発生する。磁性体コア 1 は、硬磁性体 24 が発生する磁界及びコイル 13 が発生する磁界のそれぞれにより、磁化される。ロータ 20 の回転は、電源（図示せず）から供給される電流を制御することにより、制御される。

[0029] ところで、ブラシレスモータ 100 は、磁気遮蔽部材を削減しつつ、逆起電力定数 K_E を大きくできる構造を有している。以下にこの構造について説明する。図 5 は、硬磁性体 24 及び 1 つの比較例に係る磁性体コア 6 を第 1 方向 D_{IR1} 及び第 3 方向 D_{IR3} に直交する方向に視た断面図である。図 6 は、磁束密度の計算箇所を示した図である。図 7 は、オフセット量 D_O が 0.1 mm、隙間幅 D_A が 0.5 mm の時に第 1 突出量 D_1 及び第 2 突出量 D_2 を変化させたときの磁束密度の変化の一例を示した図である。図 8 は、オフセット量 D_O が 0.2 mm、隙間幅 D_A が 0.5 mm の時に第 1 突出量 D_1 及び第 2 突出量 D_2 を変化させたときの磁束密度の変化の一例を示した図である。図 9 は、オフセット量 D_O が 0.2 mm、隙間幅 D_A が 0.5 mm の時に第 1 突出量 D_1 及び第 2 突出量 D_2 を変化させたときの逆起電力定

数 KE の変化の一例を示した図である。図10は、オフセット量 DO が0、 2 mm 、隙間幅 DA が0、 3 mm の時に第1突出量 $D1$ 及び第2突出量 $D2$ を変化させたときの逆起電力定数 KE の変化の一例を示した図である。なお、図7乃至図10は、コンピュータシミュレーションの結果である。また、比較例に係る磁性体コア6については、磁性体コア1と異なる部分のみ説明し、後は省略する。

[0030] まず、比較例に係る磁性体コア6について説明する。比較例に係る磁性体コア6は、ティース先端部32が、図5に示すように、第1突出部 $P1$ 及び第2突出部 $P2$ を含んでいない点において、磁性体コア1と異なる。すなわち、ティース先端部32は、第1方向 $DIR1$ において、ティース本体部31から突出していない。また、ティース先端部32は、第2方向 $DIR2$ において、ティース本体部31から突出していない。

[0031] 硬磁性体24の磁気中心 $C24$ は、図5に示すように、磁性体コア1の磁気中心 $C1$ よりも第1方向 $DIR1$ に位置している。従って、硬磁性体24からティース本体部31よりも第1方向 $DIR1$ に位置する領域への漏れ磁束 $B1$ は、硬磁性体24からティース本体部31よりも第2方向 $DIR2$ に位置する領域への漏れ磁束 $B2$ よりも大きい。この漏れ磁束 $B1$ と漏れ磁束 $B2$ との違いにより、硬磁性体24は、 Z 軸に沿う軸方向に力を受ける。この力により、比較例に係る磁性体コア6を備えるブラシレスモータには、騒音及び振動が発生する。

[0032] そこで、本願発明者は、ティース先端部32が第1突出部 $P1$ 及び第2突出部 $P2$ を含むと、漏れ磁束 $B1$ と漏れ磁束 $B2$ との差が小さくなり、ブラシレスモータ100が発生する騒音及び振動を小さくすることができることを発見した。この検討結果を確認するために、本願発明者は、以下に示すコンピュータシミュレーションを行った。なお、前述のように、第1突出量 $D1$ は、ティース本体部31からの第1突出部 $P1$ の第1方向 $DIR1$ への突出量である。また、前述のように、第2突出量 $D2$ は、ティース本体部31からの第2突出部 $P2$ の第2方向 $DIR2$ への突出量である。また、前述の

ように、隙間幅 D_A は、内主面 $I S 3 2$ と外周面 $O S 2 4$ との間の第3方向 $D I R 3$ についての距離である。

[0033] 本願発明者は、第1突出量 D_1 及び第2突出量 D_2 を変化させたときの磁束密度の変化を計算した。第1領域 A_1 内の磁束密度の平均値を第1方向側磁束密度 $B_1 AVE$ と定義する。また、第2領域 A_2 内の磁束密度の平均値を第2方向側磁束密度 $B_2 AVE$ と定義する。なお、第1領域 A_1 と第2領域 A_2 とは、第1方向 $D I R 1$ に直交し、磁性体コア1の中心を含む平面に対して、互いに面对称な仮想領域である。また、図6に示すように、第1領域 A_1 は、ティース本体部31よりも第1方向 $D I R 1$ に位置する。第2領域 A_2 は、ティース本体部31よりも第2方向 $D I R 2$ に位置する。

[0034] なお、図7乃至図10において、第1突出量 D_1 及び第2突出量 D_2 が0 mmのとき、磁性体コアは、比較例に係る磁性体コア6である。また、第1突出量 D_1 及び第2突出量 D_2 が0 mmよりも大きいとき、磁性体コアは、磁性体コア1である。

[0035] 図7によれば、オフセット量 D_O が0.1 mm、かつ、隙間幅 D_A が0.5 mmの時、第1突出量 D_1 及び第2突出量 D_2 が大きくなるほど、第1方向側磁束密度 $B_1 AVE$ と第2方向側磁束密度 $B_2 AVE$ との差($B_1 AVE - B_2 AVE$)が小さくなる。従って、第1突出量 D_1 及び第2突出量 D_2 が大きくなるほど、ブラシレスモータ100が発生する騒音及び振動を小さくすることができる。その結果、ブラシレスモータ100によれば、ブラシレスモータが発生する騒音及び振動を小さくすることができる。

[0036] 図8によれば、オフセット量 D_O が0.2 mm、かつ、隙間幅 D_A が0.5 mmの時においても、第1突出量 D_1 及び第2突出量 D_2 が大きくなるほど、第1方向側磁束密度 $B_1 AVE$ と第2方向側磁束密度 $B_2 AVE$ との差($B_1 AVE - B_2 AVE$)が小さくなる。従って、第1突出量 D_1 及び第2突出量 D_2 が大きくなるほど、ブラシレスモータ100が発生する騒音及び振動を小さくすることができる。その結果、ブラシレスモータ100によれば、ブラシレスモータが発生する騒音及び振動を小さくすることができる。

。

[0037] 以上より、ブラシレスモータ100は、硬磁性体24からコイル13への漏れ磁束を遮蔽する磁気遮蔽部材を必要とせずに、ブラシレスモータが発生する騒音及び振動を小さくすることができる。

[0038] また、本願発明者は、ティース先端部32が第1突出部P1及び第2突出部P2を含むと、第1突出量D1及び第2突出量D2の変化に対応して、逆起電力定数KEが変化することを発見した。本願発明者は、第1突出量D1及び第2突出量D2を変化させたときの逆起電力定数KEの変化を計算した。なお、逆起電力定数KEは、コイル13の両端間に発生する逆起電力をロータ20の角速度で除算することで得られる定数である。

[0039] 図9によれば、オフセット量DOが0.2mm、かつ、隙間幅DAが0.5mmの時、 $0\text{ mm} \leq \text{第1突出量D1} \text{ 及び第2突出量D2} \leq 0.6\text{ mm}$ の範囲において、第1突出量D1及び第2突出量D2が大きくなるほど、逆起電力定数KEが大きくなる。また、 $0.6\text{ mm} < \text{第1突出量D1} \text{ 及び第2突出量D2} \leq 2\text{ mm}$ の範囲において、第1突出量D1及び第2突出量D2が大きくなるほど、逆起電力定数KEが小さくなる。また、 $0\text{ mm} < \text{第1突出量D1} \text{ 及び第2突出量D2} < 1.5\text{ mm}$ （＝隙間幅DAの3倍）の範囲における逆起電力定数KEは、第1突出量D1及び第2突出量D2が0mmの場合（比較例に係る磁性体コア6を備えるブラシレスモータの場合）における逆起電力定数KEよりも大きい。従って、第1突出量D1及び第2突出量D2が隙間幅DAの3倍よりも小さければ、逆起電力定数KEを大きくすることができる。

[0040] 図10によれば、オフセット量DOが0.2mm、かつ、隙間幅DAが0.3mmの時、 $0\text{ mm} \leq \text{第1突出量D1} \text{ 及び第2突出量D2} \leq 0.4\text{ mm}$ の範囲において、第1突出量D1及び第2突出量D2が大きくなるほど、逆起電力定数KEが大きくなる。また、 $0.4\text{ mm} < \text{第1突出量D1} \text{ 及び第2突出量D2} \leq 0.8\text{ mm}$ の範囲において、第1突出量D1及び第2突出量D2が大きくなるほど、逆起電力定数KEが小さくなる。また、 $0\text{ mm} < \text{第1突}$

出量 D_1 及び第2突出量 $D_2 < 0.9\text{ mm}$ （＝隙間幅 D_A の3倍）の範囲における逆起電力定数 K_E は、第1突出量 D_1 及び第2突出量 D_2 が 0 mm の場合（比較例に係る磁性体コア6を備えるブラシレスモータの場合）における逆起電力定数 K_E よりも大きい。従って、第1突出量 D_1 及び第2突出量 D_2 が隙間幅 D_A の3倍よりも小さければ、逆起電力定数 K_E を大きくすることができる。

[0041] 第1突出量 D_1 及び第2突出量 D_2 の変化に対応して、逆起電力定数 K_E が変化する理由を説明する。

[0042] 第1突出量 D_1 及び第2突出量 D_2 を0から大きくしていくと、硬磁性体24が発生する磁束のうち、ティース先端部32から磁性体コア1内に取り込まれる磁束が増加する。 $0\text{ mm} < \text{第1突出量 } D_1 \text{ 及び第2突出量 } D_2 \leq \text{隙間幅 } D_A$ の場合、増加した磁束の大部分がティース本体部31内を通過するため、逆起電力定数 K_E が大きくなっていく。一方、 $\text{隙間幅 } D_A < \text{第1突出量 } D_1 \text{ 及び第2突出量 } D_2$ の場合、増加した磁束の一部が、ティース先端部32の第1方向 D_1R_1 についての先端又はティース先端部32の第2方向 D_1R_2 についての先端に向かい、これらの先端近傍でティース先端部32内外を周回するようになり、ティース本体部31内を通過しないため、逆起電力定数 K_E が小さくなっていく。

[0043] [その他の実施形態]

本発明に係る回転電気機械は、ブラシレスモータ100に限らず、その要旨の範囲において変更可能である。

[0044] 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。回転電気機械には、ブラシレスモータ、永久磁石同期電動機、永久磁石同期発電機等を含む。この場合、回転電気機械は、ブラシを備えていてもよい。

[0045] なお、ブラシレスモータ100は、アウターロータ型であってもよい。この場合、ティース本体部31は、コアバック部2から第3方向 D_1R_3 の逆方向に延びる。この場合においても、ティース先端部32は、ティース本体

部 3 1 の先端に形成される。逆起電力定数 K_E がコイル 1 3 の両端間に発生する逆起電力をロータ 2 0 の角速度で除算することで得られる定数であることから、ブラシレスモータ 1 0 0 がアウターロータ型である場合においても、前述した実施形態と同様に、第 1 突出量 D_1 及び第 2 突出量 D_2 を隙間幅 D_A の 3 倍よりも小さくすることで、逆起電力定数 K_E を大きくすることができる。従って、ブラシレスモータ 1 0 0 がアウターロータ型の場合においても、ブラシレスモータ 1 0 0 がインナーロータ型の場合と同じ効果を奏する。

[0046] なお、ブラシレスモータ 1 0 0 がアウターロータ型の場合、隙間幅 D_A は、ティース先端部 3 2 の外主面と硬磁性体 2 4 の外周面 $O S 2 4$ との間の第 3 方向 $D \parallel R 3$ についての距離であってもよい。

[0047] なお、ブラシレスモータ 1 0 0 がインナーロータ型の場合、ティース本体部 3 1 は、コアバック部 2 から第 3 方向 $D \parallel R 3$ に延びていなくてもよい。この場合、ティース本体部 3 1 は、ロータ 2 0 の回転軸に向かう内向きに延びていればよい。逆起電力定数 K_E がコイル 1 3 の両端間に発生する逆起電力をロータ 2 0 の角速度で除算することで得られる定数であることから、ブラシレスモータ 1 0 0 がインナーロータ型の場合、ティース本体部 3 1 がロータ 2 0 の回転軸に向かう内向きに延びていれば、前述した実施形態と同様に、第 1 突出量 D_1 及び第 2 突出量 D_2 を隙間幅 D_A の 3 倍よりも小さくすることで、逆起電力定数 K_E を大きくすることができる。従って、ブラシレスモータ 1 0 0 がインナーロータ型の場合、ティース本体部 3 1 がロータ 2 0 の回転軸に向かう内向きに延びている場合においても、ティース本体部 3 1 がコアバック部 2 から第 3 方向 $D \parallel R 3$ に延びている場合と同じ効果を奏する。

[0048] なお、ブラシレスモータ 1 0 0 がアウターロータ型の場合、ティース本体部 3 1 は、コアバック部 2 から第 3 方向 $D \parallel R 3$ の逆方向に延びていなくてもよい。この場合、ティース本体部 3 1 は、外向き（ロータ 2 0 の回転軸に向かう内向きの逆）に延びていればよい。逆起電力定数 K_E がコイル 1 3 の

両端間に発生する逆起電力をロータ 20 の角速度で除算することで得られる定数であることから、ブラシレスモータ 100 がアウターロータ型の場合、ティース本体部 31 が外向きに延びていれば、前述した実施形態と同様に、第 1 突出量 D1 及び第 2 突出量 D2 を隙間幅 DA の 3 倍よりも小さくすることで、逆起電力定数 KE を大きくできると推測することができる。従って、ブラシレスモータ 100 がアウターロータ型の場合、ティース本体部 31 が外向きに延びている場合においても、ブラシレスモータ 100 がインナーロータ型の場合にティース本体部 31 がコアバック部 2 から第 3 方向 D1R3 に延びている場合と同じ効果を奏する。

[0049] 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。

[0050] なお、第 1 軸受 11a 及び第 2 軸受 11b のそれぞれは、玉軸受に限られない。

[0051] なお、第 1 筐体 12a 及び第 2 筐体 12b のそれぞれの材料は、剛性が高い材料であればよい。

[0052] なお、コイル 13 の数及び磁性体コア 1 の数のそれぞれは、9 つに限られない。

[0053] なお、磁性体コア 1 は、電磁鋼板を積層することにより、作製されていてもよい。

[0054] なお、コアバック部 2 の 2 つの端面及び内主面のそれぞれは、曲面であってもよい。また、コアバック部 2 の外主面及び 2 つの側面のそれぞれは、平面であってもよい。

[0055] 硬磁性体 24 の磁気中心 C24 と磁性体コア 1 の磁気中心 C1 とは、第 1 方向 D1R1 において一致していてもよい。この場合、オフセット量 DO は、零である。この場合においても、ブラシレスモータ 100 と同じ効果を奏する。

[0056] なお、ティース先端部 32 は、第 1 突出部 P1 及び第 2 突出部 P2 の少なくともいずれかを含んでいればよい。

[0057] なお、逆起電力定数 K_E は、誘起電圧定数、発電定数又はトルク定数であってもよい。

[0058] 本発明は、以下の構成を有する。

[0059] (1)

着磁された硬磁性体を含むロータと、ティース部を含む磁性体コアと、を備えた回転電気機械であって、

前記ティース部は、

前記ロータの回転軸に向かう内向き又はそれとは逆の外向きに延びており、コイルが巻回されるティース本体部と、

前記ティース本体部の先端に形成されており、前記硬磁性体と対向するティース先端部と、

を有し、

前記ティース先端部は、前記回転軸に沿う軸方向において前記ティース本体部から突出した第1突出部を含み、

前記ティース本体部からの前記第1突出部の突出量が、前記硬磁性体と前記ティース先端部とが対向したときの隙間幅の3倍よりも小さい、

回転電気機械。

[0060] (2)

前記ティース先端部は、前記回転軸に沿う軸方向において前記第1突出部とは逆方向へ前記ティース本体部から突出した第2突出部を含み、

前記ティース本体部からの前記第2突出部の突出量が、前記隙間幅の3倍よりも小さい、

(1)に記載の回転電気機械。

[0061] (3)

前記硬磁性体の磁気中心の位置と前記磁性体コアの磁気中心とは、前記回転軸に沿う軸方向においてずれている、

(1)又は(2)に記載の回転電気機械。

[0062] (4)

前記硬磁性体の磁気中心の位置と前記磁性体コアの磁気中心とは、前記回転軸に沿う軸方向において一致している、

(1) 又は (2) に記載の回転電気機械。

[0063] (5)

前記磁性体コアは、軟磁性粉から形成された成形体である、

(1) 乃至 (4) のいずれかに記載の回転電気機械。

符号の説明

[0064] 1 : 磁性体コア

2 : コアバック部

3 : ティース部

6 : 磁性体コア

10 : ステータアッシー

11 : 軸受

11a : 第1軸受

11b : 第2軸受

12 : 筐体

12a : 第1筐体

12b : 第2筐体

13 : コイル

20 : ロータ

21 : シャフト

22 : ロータ部材

23 : 軟磁性体

24 : 硬磁性体

31 : ティース本体部

32 : ティース先端部

100 : ブラシレスモータ

A1 : 第1領域

A 2 : 第 2 領域

B 1 , B 2 : 磁束

B 1 A V E : 第 1 方向側磁束密度

B 2 A V E : 第 2 方向側磁束密度

C 1 , C 2 4 : 磁気中心

D 1 : 第 1 突出量

D 2 : 第 2 突出量

D A : 隙間幅

D I R 1 : 第 1 方向

D I R 2 : 第 2 方向

D I R 3 : 第 3 方向

D I R 4 : 第 4 方向

D O : オフセット量

E 1 : 第 1 端面

E 2 : 第 2 端面

I S 3 2 : 内主面

K E : 逆起電力定数

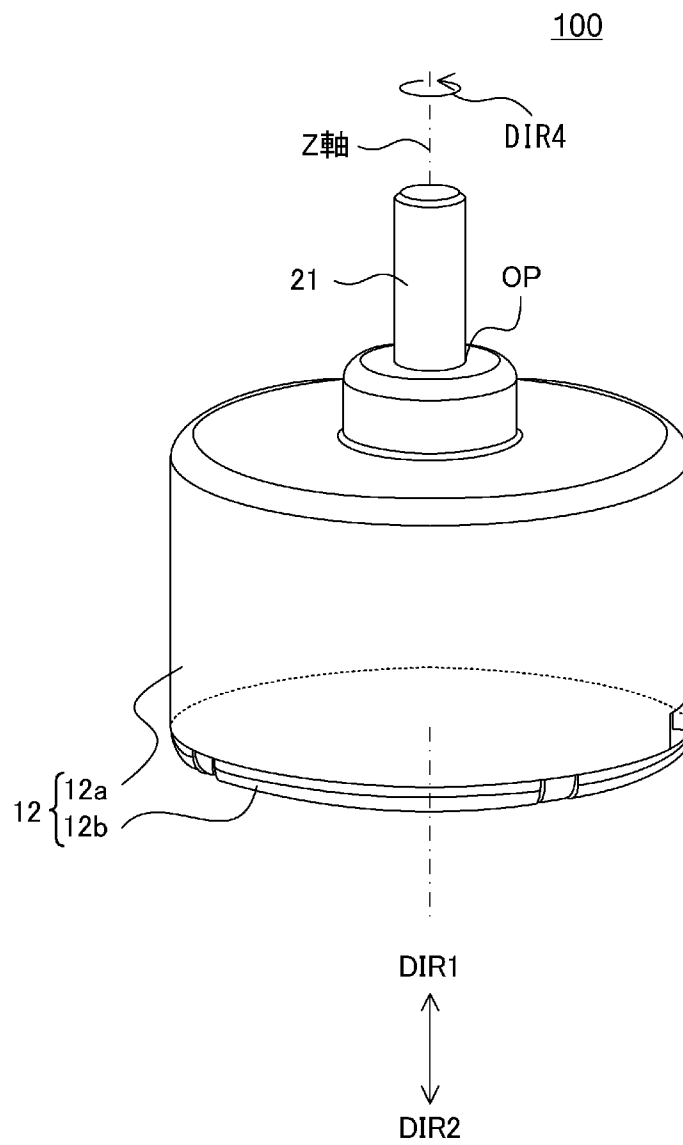
請求の範囲

- [請求項1] 着磁された硬磁性体を含むロータと、ティース部を含む磁性体コアと、を備えた回転電気機械であって、
- 前記ティース部は、
- 前記ロータの回転軸に向かう内向き又はそれとは逆の外向きに延びており、コイルが巻回されるティース本体部と、
- 前記ティース本体部の先端に形成されており、前記硬磁性体と対向するティース先端部と、
- を有し、
- 前記ティース先端部は、前記回転軸に沿う軸方向において前記ティース本体部から突出した第1突出部を含み、
- 前記ティース本体部からの前記第1突出部の突出量が、前記硬磁性体と前記ティース先端部とが対向したときの隙間幅の3倍よりも小さい、
- 回転電気機械。
- [請求項2] 前記ティース先端部は、前記回転軸に沿う軸方向において前記第1突出部とは逆方向へ前記ティース本体部から突出した第2突出部を含み、
- 前記ティース本体部からの前記第2突出部の突出量が、前記隙間幅の3倍よりも小さい、
- 請求項1に記載の回転電気機械。
- [請求項3] 前記硬磁性体の磁気中心の位置と前記磁性体コアの磁気中心とは、前記回転軸に沿う軸方向においてずれている、
- 請求項1又は請求項2に記載の回転電気機械。
- [請求項4] 前記硬磁性体の磁気中心の位置と前記磁性体コアの磁気中心とは、前記回転軸に沿う軸方向において一致している、
- 請求項1又は請求項2に記載の回転電気機械。
- [請求項5] 前記磁性体コアは、軟磁性粉から形成された成形体である、

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の回転電気機械。

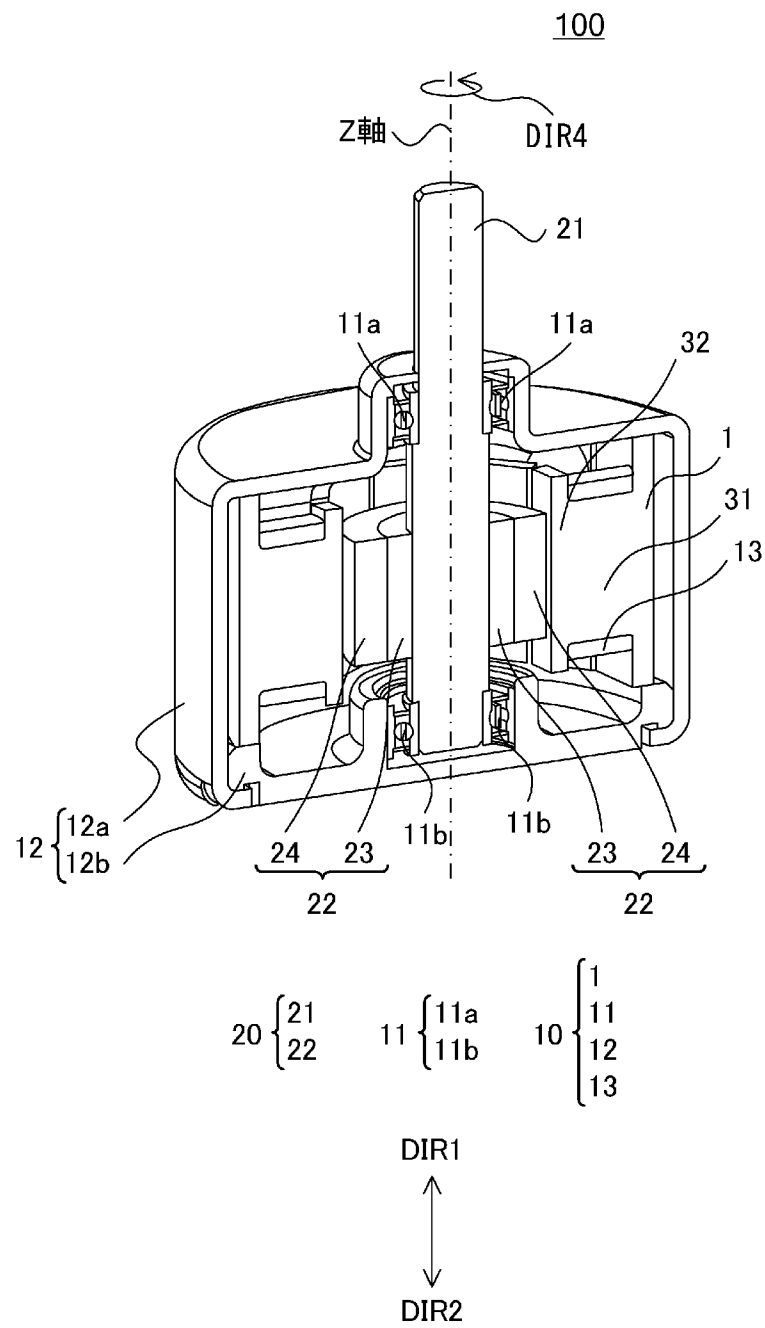
[図1]

Fig.1



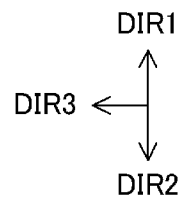
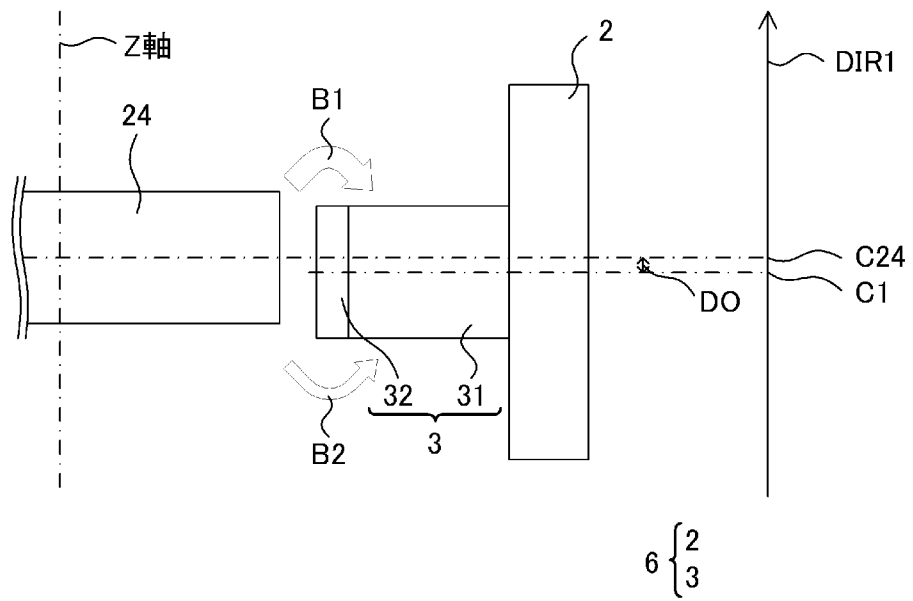
[図2]

Fig.2



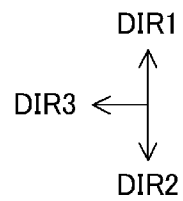
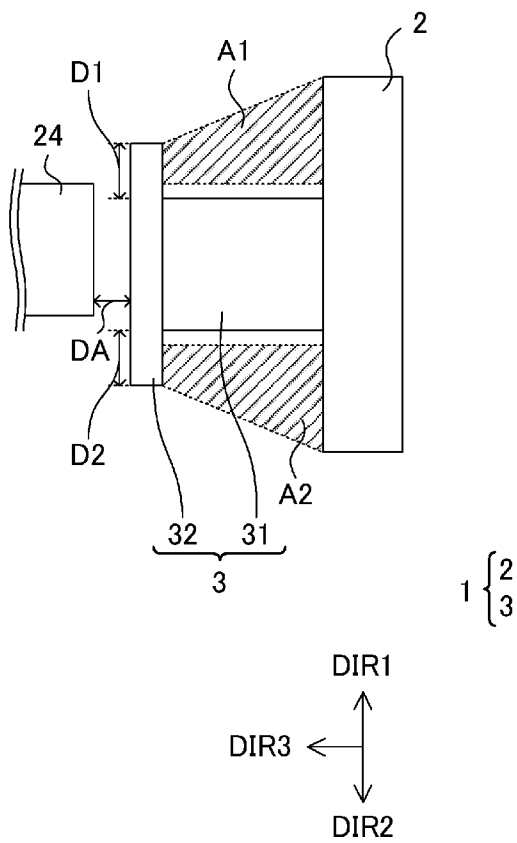
[図5]

Fig.5



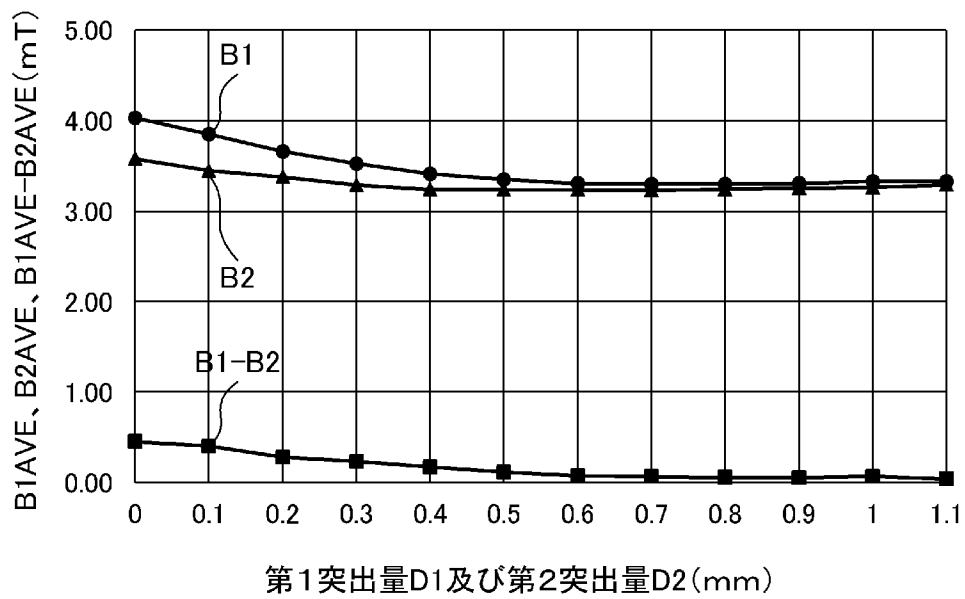
[図6]

Fig.6



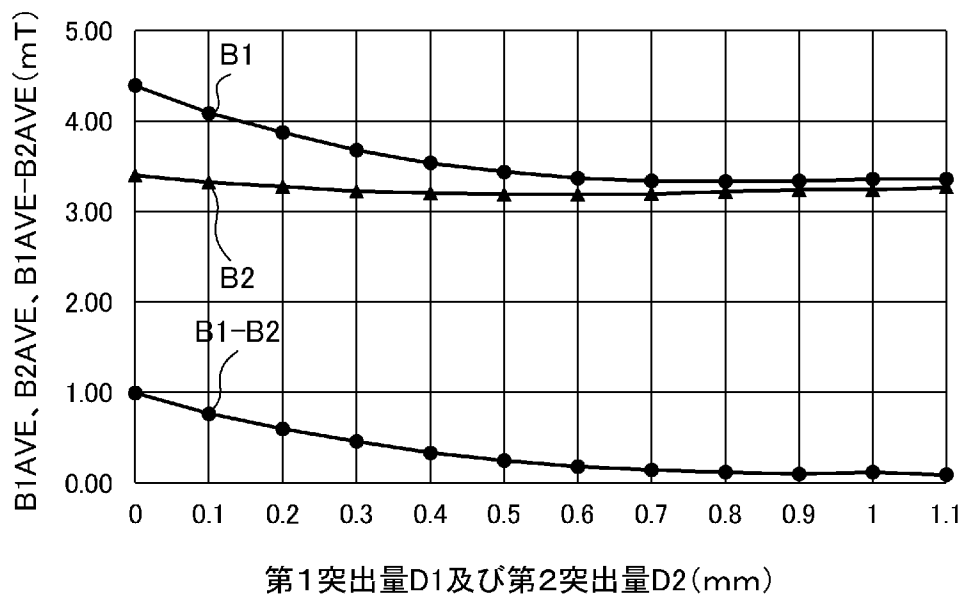
[図7]

Fig.7



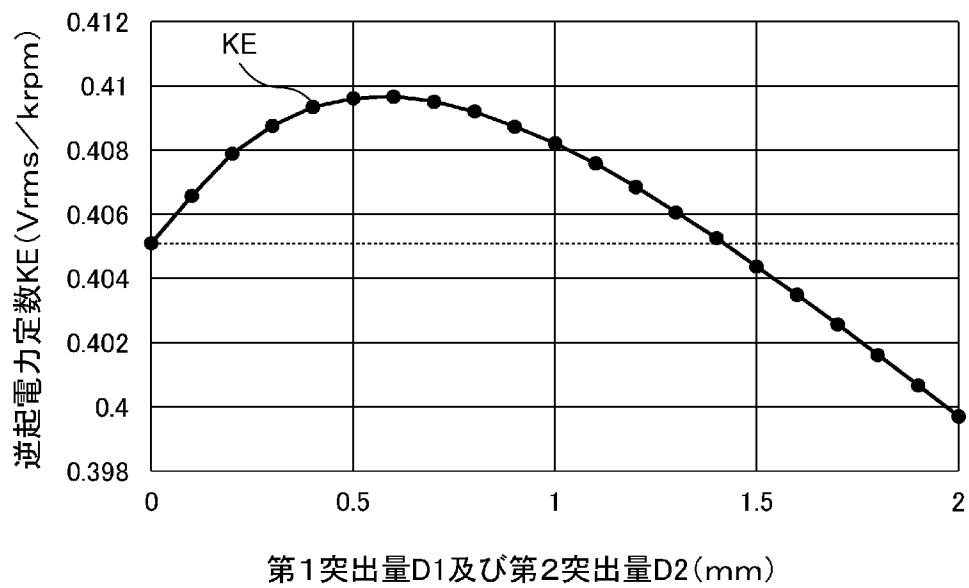
[図8]

Fig.8



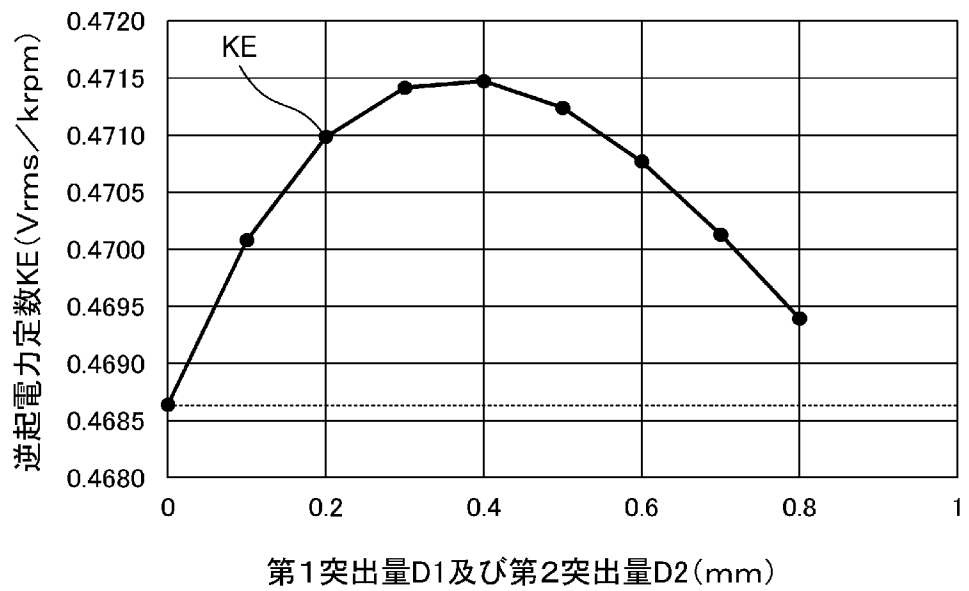
[図9]

Fig.9



[図10]

Fig.10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/047197

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H02K 1/14**(2006.01)i; **H02K 21/16**(2006.01)i

FI: H02K1/14 Z; H02K21/16 Z

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)

H02K1/14; H02K21/16

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 1971-2024

Registered utility model specifications of Japan 1996-2024

Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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.
X	JP 39-1610 B1 (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 19 February 1964 (1964-02-19) p. 1, right column, line 32 to p. 2, right column, line 9, fig. 2-3	1-2, 4
Y		3, 5
Y	WO 2019/106751 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 06 June 2019 (2019-06-06) fig. 1	3
Y	JP 2008-245427 A (SONY CORPORATION) 09 October 2008 (2008-10-09) paragraph [0044], fig. 1	3
Y	JP 2016-129450 A (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 14 July 2016 (2016-07-14) paragraph [0014]	5
A	JP 2014-147176 A (ASMO CO., LTD.) 14 August 2014 (2014-08-14) entire text, all drawings	1-5



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

“D” document cited by the applicant in the international application

“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

26 February 2024

Date of mailing of the international search report

12 March 2024

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/JP2023/047197

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	39-1610	B1	19 February 1964	(Family: none)	
WO	2019/106751	A1	06 June 2019	US 2020/0381961	A1
				fig. 1	
				CN 111373631	A
JP	2008-245427	A	09 October 2008	US 2008/0238230	A1
				paragraph [0065], fig. 1	
				CN 101277052	A
JP	2016-129450	A	14 July 2016	(Family: none)	
JP	2014-147176	A	14 August 2014	US 2014/0210284	A1
				entire text, all drawings	
				CN 103973053	A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02K 1/14(2006.01)i; H02K 21/16(2006.01)i FI: H02K1/14 Z; H02K21/16 Z		
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）） H02K1/14; H02K21/16 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 - 2024年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2024年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2024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
X	JP 39-1610 B1（三洋電機株式会社）19.02.1964（1964 - 02 - 19） 第1ページ右欄第32行－第2ページ右欄第9行及び図2－3	1-2, 4
Y		3, 5
Y	WO 2019/106751 A1（三菱電機株式会社）06.06.2019（2019 - 06 - 06） 図1	3
Y	JP 2008-245427 A（ソニー株式会社）09.10.2008（2008 - 10 - 09） 段落[0044]，図1	3
Y	JP 2016-129450 A（株式会社東芝）14.07.2016（2016 - 07 - 14） 段落[0014]	5
A	JP 2014-147176 A（アスモ株式会社）14.08.2014（2014 - 08 - 14） 全文，全図	1-5
☐ 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、一般的技术水準を示すもの “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “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 26.02.2024	国際調査報告の発送日 12.03.2024	
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） 北川 大地 3V 5365 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/JP2023/047197

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	39-1610	B1	19.02.1964	(ファミリーなし)	
WO	2019/106751	A1	06.06.2019	US 2020/0381961	A1
				図 1	
				CN 111373631	A
JP	2008-245427	A	09.10.2008	US 2008/0238230	A1
				段落 [0 0 6 5] , 図 1	
				CN 101277052	A
JP	2016-129450	A	14.07.2016	(ファミリーなし)	
JP	2014-147176	A	14.08.2014	US 2014/0210284	A1
				全文, 全図	
				CN 103973053	A