

(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
2020年10月1日(01.10.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/195006 A1

(51) 国際特許分類:
H02K 15/03 (2006.01) *H02K 1/27* (2006.01)
H02K 1/22 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/000565

(22) 国際出願日: 2020年1月10日(10.01.2020)

(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 2019-064178 2019年3月28日(28.03.2019) JP

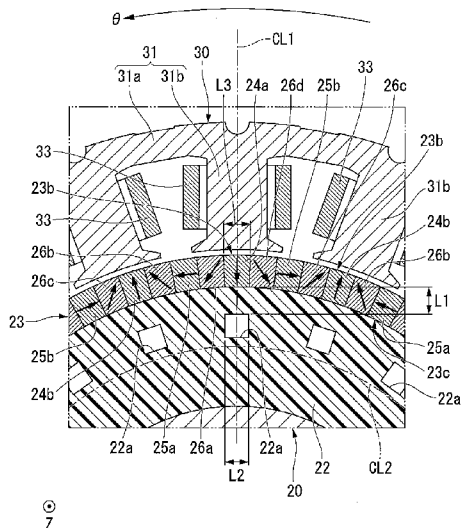
(71) 出願人: 日本電産株式会社 (NIDEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒6018205 京都府京都市南区久世殿城町 3 3 8 番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 田中 淳也(TANAKA, Junya); 〒6018205 京都府京都市南区久世殿城町 3 3 8 番地 日本電産株式会社内 Kyoto (JP). 上田 智哉(UEDA, Tomoya); 〒6018205 京都府京都市南区久世殿城町 3 3 8 番地 日本電産株式会社内 Kyoto (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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

(54) Title: ROTOR AND MOTOR

(54) 発明の名称: ロータ、およびモータ



(57) Abstract: One embodiment of the rotor according to the present invention comprises a rotor core that can rotate about a central axis and a rotor magnet that is fixed to the outer peripheral surface of the rotor core. The rotor magnet comprises a plurality of magnetized sections arranged in the circumferential direction in a Halbach array. The plurality of magnetized sections include a plurality of radial-direction magnetized sections which are magnetized in the radial direction and a plurality of non-radial-direction magnetized sections which are magnetized in directions different from the radial direction. The rotor core has hole sections that are recessed from a surface on one axial-direction side of the rotor core toward the other axial-direction side and is a non-magnetic member formed from a non-magnetic body. The hole sections are located radially inward from the radial-direction magnetized sections.

(57) 要約: 本発明のロータの一つの態様は、中心軸を中心として回転可能なロータコアと、ロータコアの外周面に固定されたロータマグネットと、を備える。ロータマグネットは、ハルバツハ配列で周方向に沿って並ぶ複数の磁化部を有する。複数の磁化部は、磁化方向が径方向である複数の径方向磁化部と、磁化方向が径方向と異なる複数の非径方向磁化部と、を含む。ロータコアは、ロータコアの軸方向一方側の面から軸方向他方側に窪む穴部を有し、かつ、非磁性体を材料とする非磁性部材である。穴部は、径方向磁化部の径方向内側に位置する。

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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：ロータ、およびモータ

技術分野

[0001] 本発明は、ロータ、およびモータに関する。

背景技術

[0002] ロータコアに固定された複数の永久磁石がハルバツハ配列とされたモータが知られる。例えば、特許文献1に記載の永久磁石は、径方向外側の磁極がN極となるN極磁石と、径方向外側の磁極がS極となるS極磁石と、N極磁石とS極磁石との間に位置し磁化方向がS極磁石からN極磁石に向かう態様に着磁された補助磁石と、で構成されてハルバツハ配列とされる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2010-98891号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記のようなハルバツハ配列とされた複数の永久磁石は、隣り合う永久磁石同士の磁化方向が異なるため、互いの磁力で反発等しやすく、磁化された状態では永久磁石をロータコアに固定しにくい。これに対して、磁性部材をロータコアに固定した後に、当該磁性部材を磁化して永久磁石を作る方法を採用すれば、ロータコアへの永久磁石の固定が容易である。しかし、この場合、磁性部材を着磁する際に着磁ヨークから放出される磁束がロータコア内を通りやすく、磁性部材を好適にハルバツハ配列とされた永久磁石にできない場合があった。

[0005] 本発明は、上記事情に鑑みて、ロータコアに固定された磁性部材を磁化して、ハルバツハ配列とされたロータマグネットを作りやすい構造を有するロータ、およびモータを提供することを目的の一つとする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明のロータの一つの態様は、中心軸を中心として回転可能なロータコアと、前記ロータコアの外周面に固定されたロータマグネットと、を備える。前記ロータマグネットは、ハルバッハ配列で周方向に沿って並ぶ複数の磁化部を有する。前記複数の磁化部は、磁化方向が径方向である複数の径方向磁化部と、磁化方向が径方向と異なる複数の非径方向磁化部と、を含む。前記ロータコアは、前記ロータコアの軸方向一方側の面から軸方向他方側に窪む穴部を有し、かつ、非磁性体を材料とする非磁性部材である。前記穴部は、前記径方向磁化部の径方向内側に位置する。

[0007] 本発明のモータの一つの態様は、上記のロータを備える。

発明の効果

[0008] 本発明の一つの態様によれば、ロータコアに固定された磁性部材を磁化して、ハルバッハ配列とされたロータマグネットを作りやすい。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、本実施形態の回転翼装置を示す断面図である。

[図2]図2は、本実施形態のロータおよびステータを示す断面図であって、図1におけるII-II断面図である。

[図3]図3は、本実施形態のロータマグネットの一部およびステータの一部を示す斜視図である。

[図4]図4は、本実施形態のロータおよびステータを示す断面図であって、図2における部分拡大図である。

[図5]図5は、本実施形態のロータの製造方法の手順の一部を示す断面図である。

[図6]図6は、本実施形態のロータの製造方法の手順の一部を示す断面図であって、図5における部分拡大図である。

発明を実施するための形態

[0010] 各図に適宜示すZ軸方向は、正の側を「上側」とし、負の側を「下側」とする上下方向である。各図に適宜示す中心軸Jは、Z軸方向と平行であり、上下方向に延びる仮想線である。以下の説明においては、中心軸Jの軸方向

、すなわち上下方向と平行な方向を単に「軸方向」と呼び、中心軸 J を中心とする径方向を単に「径方向」と呼び、中心軸 J を中心とする周方向を単に「周方向」と呼ぶ。

[0011] 上側から下側に向かって視て、周方向の反時計回りに進む側を「周方向一方側」と呼ぶ。上側から下側に向かって視て、周方向の時計回りに進む側を「周方向他方側」と呼ぶ。周方向一方側は、図 2 から図 6 に示す矢印 θ の向きに進む側である。周方向他方側は、図 2 から図 6 に示す矢印 θ の向きと反対に進む側である。

[0012] 本実施形態において下側は、軸方向一方側に相当し、上側は軸方向他方側に相当する。上下方向、上側および下側とは、単に各部の配置関係等を説明するための名称であり、実際の配置関係等は、これらの名称で示される配置関係等以外の配置関係等であってもよい。

[0013] 図 1 に示すように、本実施形態のモータ 10 は、回転翼装置 1 に搭載される。回転翼装置 1 は、例えば、無人飛行体に搭載される。回転翼装置 1 は、モータ 10 と、プロペラ 2 と、を備える。

[0014] 本実施形態においてモータ 10 は、インナーロータ型のモータである。モータ 10 は、ハウジング 40 と、ステータ 30 と、バスバーアセンブリ 60 と、ロータ 20 と、第 1 ベアリング 71 と、第 2 ベアリング 72 と、プロペラ取付部 80 と、センサアセンブリ 50 と、を備える。

[0015] ハウジング 40 は、ロータ 20、ステータ 30、センサアセンブリ 50、バスバーアセンブリ 60、第 1 ベアリング 71、および第 2 ベアリング 72 を内部に収容する。ハウジング 40 の外周面には、周方向に沿って配置される複数のフィン 45 が設けられる。

[0016] 本実施形態においてステータ 30 は、ロータ 20 の径方向外側に位置する。ステータ 30 は、ステータコア 31 と、インシュレータ 32 と、複数のコイル 33 と、を有する。図 2 および図 3 に示すように、ステータコア 31 は、コアバック 31a と、複数のティース 31b と、を有する。コアバック 31a は、中心軸 J を囲む環状である。コアバック 31a は、例えば、中心軸

Jを中心とする円環状である。複数のティース31bは、コアバック31aから径方向内側に延びる。複数のティース31bは、周方向に沿って一周に亘って等間隔に配置される。ティース31bは、例えば、18個設けられる。

[0017] 複数のコイル33は、インシュレータ32を介してステータコア31に装着される。より詳細には、複数のコイル33は、インシュレータ32を介して複数のティース31bにそれぞれ装着される。図2および図3においては、インシュレータ32の図示を省略する。

[0018] 図1に示すように、バスバーアセンブリ60は、ステータ30の下側に位置する。バスバーアセンブリ60は、センサアセンブリ50の径方向外側に位置する。バスバーアセンブリ60は、バスバーホルダ61と、バスバー62と、を有する。バスバーホルダ61は、バスバー62を保持する。バスバー62は、コイル33と電氣的に接続される。

[0019] ロータ20は、中心軸Jを中心として回転可能である。本実施形態においてロータ20は、ステータ30の径方向内側に位置する。ロータ20は、シャフト21と、ロータコア22と、ロータマグネット23と、を有する。シャフト21は、中心軸Jに沿って配置される。シャフト21は、中心軸Jを中心として軸方向に延びる円柱状である。シャフト21の上端部は、ハウジング40よりも上側に突出する。

[0020] ロータコア22は、シャフト21の外周面に固定される。ロータコア22は、中心軸Jを囲む環状である。本実施形態においてロータコア22は、中心軸Jを中心とする円環状である。ロータコア22は、シャフト21とともに、中心軸Jを中心として回転可能である。ロータコア22は、非磁性体を材料とする非磁性部材である。ロータコア22は、例えば、樹脂製である。ロータコア22は、アルミニウム等の非磁性の金属製であってもよい。

[0021] ロータコア22は、ロータコア22の上側の面から下側に窪む穴部22aを有する。本実施形態において穴部22aは、ロータコア22を軸方向に貫通する貫通孔である。図2に示すように、本実施形態において穴部22aは

、周方向に沿って間隔を空けて複数設けられる。複数の穴部 22 a は、周方向の一周に亘って等間隔に配置される。穴部 22 a は、例えば、20 個設けられる。穴部 22 a の数は、例えば、ロータ 20 の極数と同じである。

[0022] 図 4 に示すように、穴部 22 a は、軸方向に沿って視て、周方向中心線 CL 1 に対して線対称な形状である。周方向中心線 CL 1 は、軸方向に沿って視て、後述する径方向磁化部 23 b の周方向中心を通る仮想線である。穴部 22 a は、例えば、軸方向に沿って視て、正形状である。

[0023] 穴部 22 a は、ロータコア 22 の外周面から径方向内側に離れた位置に位置する。穴部 22 a は、ロータコア 22 のうち径方向外側寄りの部分に設けられる。穴部 22 a は、径方向中心線 CL 2 よりも径方向外側に位置する。径方向中心線 CL 2 は、軸方向に沿って視て、ロータコア 22 の内周面とロータコア 22 の外周面との間の径方向中心を通る仮想線である。径方向中心線 CL 2 は、中心軸 J を中心とする円環状である。本実施形態において穴部 22 a は、ロータコア 22 のうち径方向中心線 CL 2 よりも径方向外側に位置する部分における径方向内側寄りの部分に設けられる。

[0024] ロータコア 22 の外周面から穴部 22 a の径方向外側の端部までの間の径方向の距離 L 1 は、ロータコア 22 の内周面から穴部 22 a の径方向内側の端部までの間の径方向の距離よりも小さい。距離 L 1 は、径方向中心線 CL 2 から穴部 22 a の径方向内側の端部までの間の径方向の距離よりも大きい。本実施形態において距離 L 1 は、1 mm 以上、5 mm 以下である。距離 L 1 は、例えば、1.5 mm 以上、3 mm 以下がより好ましく、2 mm がさらに好ましい。距離 L 1 をこのような数値範囲にすることで、後述する着磁工程 S 2 において、第 1 磁性部材 73 を好適に磁化できる。

[0025] 穴部 22 a の周方向の寸法 L 2 は、後述する径方向磁化部 23 b の周方向の寸法 L 3 以下である。本実施形態において寸法 L 2 は、寸法 L 3 とほぼ同じである。本実施形態において穴部 22 a の周方向の寸法 L 2 は、例えば、穴部 22 a の径方向のいずれの部分においても同じである。

[0026] ロータマグネット 23 は、ロータコア 22 の外周面に固定される。図 2 に

示すように、ロータマグネット23は、ロータコア22を囲む筒状である。ロータマグネット23は、例えば、中心軸Jを中心として軸方向に延び、軸方向両側に開口する円筒状である。ロータマグネット23の内周面は、ロータコア22の外周面に例えば接着剤等により固定される。図1に示すように、本実施形態においてロータマグネット23の下側の端部は、ロータコア22の下側の端部およびステータコア31の下側の端部よりも下側に位置する。本実施形態においてロータマグネット23の上側の端部は、ロータコア22の上側の端部と軸方向において同じ位置に位置する。

[0027] 図2および図3に示すように、ロータマグネット23は、複数の磁化部23aを有する。本実施形態において複数の磁化部23aは、それぞれが単一の部材であり、別個の磁石である。ロータマグネット23は、複数の磁化部23aが周方向沿って連結されて構成される。図3に示すように、複数の磁化部23aは、例えば、軸方向に延びる四角柱状である。磁化部23aのそれぞれは、例えば、2つの磁石が軸方向に連結されて構成される。磁化部23aの周方向の寸法は、ティース31bの周方向の寸法よりも小さい。本実施形態では、1つのティース31bに対して、4つまたは5つの磁化部23aが同時に径方向に対向可能である。磁化部23aは、例えば、80個設けられる。複数の磁化部23aの材料は、例えば、互いに同じである。複数の磁化部23aの材料は、互いに異なってもよい。

[0028] 複数の磁化部23aは、径方向外側の磁界強度を強めるハルバッハ配列で周方向に沿って並ぶ。複数の磁化部23aは、複数の径方向磁化部23bと、複数の非径方向磁化部23cと、を含む。径方向磁化部23bは、磁化方向が径方向である磁化部23aである。非径方向磁化部23cは、磁化方向が径方向と異なる磁化部23aである。

[0029] 図3および図4では、磁化部23aの磁化方向を、磁化部23aの上側の端面に矢印で仮想的に示す。仮想的に示す矢印の向きは、磁化部23aにおけるS極からN極に向かう向きを示す。すなわち、磁化部23aの磁極は、仮想的に示す矢印が向く側がN極であり、仮想的に示す矢印が向く側と逆側

がS極である。以下の説明においては、仮想的に示す矢印の向き、すなわち磁化部23aにおけるS極からN極に向かう向きを、単に「磁化方向の向き」と呼ぶ。

[0030] 径方向磁化部23bは、第1径方向磁化部24aと、第2径方向磁化部24bと、を含む。第1径方向磁化部24aの磁化方向の向きは、径方向内側向きである。すなわち、第1径方向磁化部24aの磁極は、径方向内側がN極であり、径方向外側がS極である。第2径方向磁化部24bの磁化方向の向きは、径方向外側向きである。すなわち、第2径方向磁化部24bの磁極は、径方向外側がN極であり、径方向内側がS極である。第2径方向磁化部24bは、第1径方向磁化部24aに対して径方向両側の磁極が逆に配置される。

[0031] 第1径方向磁化部24aと第2径方向磁化部24bとは、少なくとも1つの非径方向磁化部23cを間に挟んで周方向に沿って互いに交互に配置される。本実施形態において第1径方向磁化部24aと第2径方向磁化部24bとは、3つの非径方向磁化部23cを間に挟んで周方向に沿って互いに交互に配置される。これにより、複数の径方向磁化部23bは、周方向に沿って間隔を空けて配置される。

[0032] 図4に示すように、第1径方向磁化部24aおよび第2径方向磁化部24bは、ロータコア22のうち穴部22aの径方向外側に位置する部分の外周面に固定される。すなわち、本実施形態において複数の穴部22aは、複数の径方向磁化部23bの径方向内側にそれぞれ位置する。

[0033] 径方向磁化部23bの周方向の寸法L3は、径方向内側から径方向外側に向かうに従って僅かに大きくなる。径方向磁化部23bの径方向内側の端部における周方向の寸法L3は、例えば、穴部22aの周方向の寸法L2と同じである。径方向磁化部23bの径方向外側の端部における周方向の寸法L3は、例えば、穴部22aの周方向の寸法L2よりも大きい。

[0034] 本明細書において「穴部の周方向の寸法が径方向磁化部の周方向の寸法以下である」とは、穴部の周方向の寸法のうちの最大値が、径方向磁化部の周

方向の寸法のうちの最大値以下であればよい。すなわち、本実施形態において「穴部22aの周方向の寸法L2が径方向磁化部23bの周方向の寸法L3以下である」とは、穴部22aの周方向の寸法L2が、径方向磁化部23bの径方向外側の端部における周方向の寸法L3以下であればよい。

[0035] 径方向磁化部23bのうち径方向内側の端部における周方向両側の縁部は、例えば、穴部22aのうち径方向外側の端部における周方向両側の縁部のそれぞれと周方向において同じ位置に位置する。

[0036] 非径方向磁化部23cは、第1非径方向磁化部25a、25bと、第2非径方向磁化部26a、26b、26c、26dと、を含む。第1非径方向磁化部25a、25bの磁化方向は、周方向である。すなわち、本実施形態において第1非径方向磁化部25a、25bは、周方向磁化部に相当する。第1非径方向磁化部25aの磁化方向の向きは、周方向一方側（+θ側）向きである。すなわち、第1非径方向磁化部25aの磁極は、周方向一方側がN極であり、周方向他方側（-θ側）がS極である。第1非径方向磁化部25bの磁化方向の向きは、周方向他方側向きである。すなわち、第1非径方向磁化部25bの磁極は、周方向他方側がN極であり、周方向一方側がS極である。第1非径方向磁化部25bは、第1非径方向磁化部25aに対して周方向両側の磁極が逆に配置される。

[0037] 第1非径方向磁化部25a、25bは、それぞれ第1径方向磁化部24aと第2径方向磁化部24bとの周方向の間に位置する。すなわち、複数の周方向磁化部としての第1非径方向磁化部25a、25bは、周方向に隣り合う径方向磁化部23b同士の間それぞれに位置する。第1非径方向磁化部25aと第1非径方向磁化部25bとは、第1径方向磁化部24aおよび第2径方向磁化部24bのいずれか一方を間に挟んで周方向に沿って互いに交互に配置される。第1非径方向磁化部25aは、第1径方向磁化部24aと第2径方向磁化部24bとの周方向の間において、第1径方向磁化部24aの周方向一方側（+θ側）に位置し、第2径方向磁化部24bの周方向他方側（-θ側）に位置する。第1非径方向磁化部25bは、第1径方向磁化部

24 a と第2 径方向磁化部 24 b との周方向の間において、第1 径方向磁化部 24 a の周方向他方側に位置し、第2 径方向磁化部 24 b の周方向一方側に位置する。

[0038] 第1 非径方向磁化部 25 a, 25 b のN極は、第1 径方向磁化部 24 a と第2 径方向磁化部 24 b との周方向の間において、第2 径方向磁化部 24 b の位置する側に配置される。第1 非径方向磁化部 25 a, 25 b のS極は、第1 径方向磁化部 24 a と第2 径方向磁化部 24 b との周方向の間において、第1 径方向磁化部 24 a の位置する側に配置される。

[0039] 第1 非径方向磁化部 25 a, 25 b は、ロータコア 22 のうち周方向位置が隣り合う穴部 22 a 同士の間となる部分の外周面に固定される。すなわち、本実施形態において穴部 22 a の全体は、周方向磁化部である第1 非径方向磁化部 25 a, 25 b と周方向に異なる位置に位置する。

[0040] 第2 非径方向磁化部 26 a, 26 b, 26 c, 26 d の磁化方向は、径方向および周方向の両方と交差する方向である。第2 非径方向磁化部 26 a, 26 b, 26 c, 26 d の磁化方向は、軸方向と直交する。本実施形態において第2 非径方向磁化部 26 a, 26 b, 26 c, 26 d の磁化方向は、径方向に対して周方向に 45° 傾く方向である。第2 非径方向磁化部 26 a, 26 c の磁化方向は、径方向内側に向かうに従って周方向一方側（ $+\theta$ 側）に位置する方向である。第2 非径方向磁化部 26 b, 26 d の磁化方向は、径方向内側に向かうに従って周方向他方側（ $-\theta$ 側）に位置する方向である。

[0041] 本実施形態において第2 非径方向磁化部 26 a, 26 b, 26 c, 26 d の磁化方向の向きは、周方向一方側（ $+\theta$ 側）に隣り合う磁化部 23 a の磁化方向の向きに対して、周方向他方側（ $-\theta$ 側）に隣り合う磁化部 23 a の磁化方向の向き側に 45° 傾いた向きである。

[0042] 第2 非径方向磁化部 26 a の磁化方向の向きは、径方向内側斜め周方向一方側（ $+\theta$ 側）向きである。すなわち、第2 非径方向磁化部 26 a は、径方向内側かつ周方向一方側がN極であり、径方向外側かつ周方向他方側（ $-\theta$

側)がS極である。第2非径方向磁化部26bの磁化方向の向きは、径方向外側斜め周方向一方側向きである。すなわち、第2非径方向磁化部26bは、径方向外側かつ周方向一方側がN極であり、径方向内側かつ周方向他方側がS極である。第2非径方向磁化部26cの磁化方向の向きは、径方向外側斜め周方向他方側向きである。すなわち、第2非径方向磁化部26cは、径方向外側かつ周方向他方側がN極であり、径方向内側かつ周方向一方側がS極である。第2非径方向磁化部26dの磁化方向の向きは、径方向内側斜め周方向他方側向きである。すなわち、第2非径方向磁化部26dは、径方向内側かつ周方向他方側がN極であり、径方向外側かつ周方向一方側がS極である。

[0043] 第2非径方向磁化部26a, 26bは、第1非径方向磁化部25aの周方向両側にそれぞれ隣り合って配置される。第2非径方向磁化部26c, 26dは、第1非径方向磁化部25bの周方向両側にそれぞれ隣り合って配置される。第2非径方向磁化部26a, 26dは、第1径方向磁化部24aの周方向両側にそれぞれ隣り合って配置される。第2非径方向磁化部26b, 26cは、第2径方向磁化部24bの周方向両側にそれぞれ隣り合って配置される。

[0044] 第2非径方向磁化部26aは、第1径方向磁化部24aと第1非径方向磁化部25aとの周方向の間に位置する。第2非径方向磁化部26bは、第2径方向磁化部24bと第1非径方向磁化部25aとの周方向の間に位置する。第2非径方向磁化部26cは、第2径方向磁化部24bと第1非径方向磁化部25bとの周方向の間に位置する。第2非径方向磁化部26dは、第1径方向磁化部24aと第1非径方向磁化部25bとの周方向の間に位置する。このように、第2非径方向磁化部26a, 26b, 26c, 26dは、径方向磁化部23bと第1非径方向磁化部25a, 25bとの周方向の間に位置する。

[0045] ロータマグネット23は、複数の磁化部23aが周方向に沿って並ぶ配列パターンが一周に亘って複数連続して構成される。ロータマグネット23を

構成する磁化部 23 a の配列パターンは、第 1 径方向磁化部 24 a と、第 2 非径方向磁化部 26 a と、第 1 非径方向磁化部 25 a と、第 2 非径方向磁化部 26 b と、第 2 径方向磁化部 24 b と、第 2 非径方向磁化部 26 c と、第 1 非径方向磁化部 25 b と、第 2 非径方向磁化部 26 d とが周方向一方側に向かってこの順に並ぶ配列パターンである。これにより、ロータマグネット 23 は、径方向外側の磁界強度を強めるハルバッハ配列とされる。そのため、ロータ 20 とステータ 30 との間に生じる磁力を大きくでき、モータ 10 の出力を向上できる。

[0046] 図 3 に示すように、本実施形態において、径方向磁化部 23 b の軸方向の寸法と第 1 非径方向磁化部 25 a, 25 b の軸方向の寸法と第 2 非径方向磁化部 26 a, 26 b, 26 c, 26 d の軸方向の寸法とは、互いに同じである。径方向磁化部 23 b の上側の端部と第 1 非径方向磁化部 25 a, 25 b の上側の端部と第 2 非径方向磁化部 26 a, 26 b, 26 c, 26 d の上側の端部とは、例えば、軸方向において互いに同じ位置に位置する。径方向磁化部 23 b の下側の端部と第 1 非径方向磁化部 25 a, 25 b の下側の端部と第 2 非径方向磁化部 26 a, 26 b, 26 c, 26 d の下側の端部とは、例えば、軸方向において互いに同じ位置に位置する。径方向磁化部 23 b の周方向の寸法 L3 と第 1 非径方向磁化部 25 a, 25 b の周方向の寸法と第 2 非径方向磁化部 26 a, 26 b, 26 c, 26 d の周方向の寸法とは、例えば、互いに同じである。

[0047] 図 1 に示すように、第 1 ベアリング 71 および第 2 ベアリング 72 は、ロータ 20 を回転可能に支持する。第 1 ベアリング 71 および第 2 ベアリング 72 は、例えば、ボールベアリングである。プロペラ取付部 80 は、プロペラ 2 が取り付けられる部分である。プロペラ取付部 80 は、シャフト 21 の上端部に固定される。プロペラ取付部 80 は、ハウジング 40 の外部に位置する。

[0048] センサアセンブリ 50 は、ロータコア 22 の下側に位置する。センサアセンブリ 50 は、センサホルダ 51 と、回路基板 53 と、磁気センサ 52 と、

を有する。すなわち、モータ１０は、センサホルダ５１と、回路基板５３と、磁気センサ５２と、を備える。

[0049] 回路基板５３は、センサホルダ５１に固定される。回路基板５３は、板面が軸方向を向く板状である。磁気センサ５２は、回路基板５３の上側に位置する。磁気センサ５２は、下側に延びる端子を有する。磁気センサ５２の端子は、回路基板５３の上側の面に接続される。これにより、磁気センサ５２は、回路基板５３と電氣的に接続される。磁気センサ５２は、センサホルダ５１に保持される。磁気センサ５２は、ロータコア２２の下側に位置する。

[0050] 磁気センサ５２は、ロータマグネット２３よりも径方向内側に位置する。本実施形態において磁気センサ５２は、ロータマグネット２３の下側の端部の径方向内側に位置する。ここで、本実施形態ではロータマグネット２３の下側の端部はロータコア２２の下側の端部よりも下側に位置する。そのため、磁気センサ５２を、ロータマグネット２３の下側の端部の径方向内側に容易に配置できる。本実施形態において磁気センサ５２は、上側部分がロータマグネット２３の下側の端部の径方向内側に位置する。磁気センサ５２は、ロータマグネット２３の下側の端部と隙間を介して径方向に対向する。

[0051] 磁気センサ５２は、ロータマグネット２３の磁界を検出可能である。本実施形態において磁気センサ５２は、ロータマグネット２３のうち磁気センサ５２と径方向に対向する下側の端部の磁界を検出可能である。すなわち、本実施形態においてロータマグネット２３のうち磁気センサ５２によって磁界を検出される軸方向の部分は、ロータマグネット２３の下側の端部である。

[0052] 本明細書において「ロータマグネットのうち磁気センサによって磁界を検出される部分」とは、磁気センサの少なくとも一部がロータマグネットの一部と同じ軸方向位置に配置される場合には、ロータマグネットのうち軸方向位置が磁気センサの軸方向位置と同じとなる部分を含む。すなわち、本実施形態においてロータマグネット２３の下側の端部は、磁気センサ５２の上側部分と軸方向位置が同じであり、磁気センサ５２によって磁界を検出される部分に含まれる。

[0053] 本明細書において「ロータマグネットのうち磁気センサによって磁界を検出される部分」とは、磁気センサがロータマグネットよりも上側または下側に位置する場合には、ロータマグネットのうち磁気センサに近い側の軸方向端部を含む。すなわち、磁気センサ52が例えばロータマグネット23よりも下側に位置する場合には、ロータマグネット23の軸方向端部のうち、磁気センサ52に近い下側の端部が、磁気センサ52によって磁界を検出される部分に含まれる。

[0054] 本実施形態において磁気センサ52は、例えば、ホールIC等のホール素子である。図示は省略するが、磁気センサ52は、周方向に沿って複数設けられる。磁気センサ52によってロータマグネット23の磁界を検出することで、ロータ20の回転を検出可能である。ロータ20の回転は、磁気センサ52自体によって検出されてもよいし、磁気センサ52の検出結果に基づいて他の部分によって検出されてもよい。他の部分とは、例えば、回路基板53に設けられた図示しない制御部等である。このように、本実施形態によれば、ロータマグネット23の磁界を利用することで、磁気センサ52で検出するためのマグネットをロータマグネット23の他に別途設けることなく、ロータ20の回転を検出できる。そのため、モータ10の部品点数を低減できる。別途設けるマグネットの取り付け精度を考慮する必要がなく、モータ10の組み立てを容易にできる。

[0055] 上述したモータ10の製造方法は、ロータ20の製造方法を含む。本実施形態においてロータ20の製造方法は、固定工程S1と、着磁工程S2と、を含む。固定工程S1は、ロータコア22に第1磁性部材73を固定する工程である。第1磁性部材73は、磁化されてロータマグネット23となる部材である。すなわち、第1磁性部材73は、磁化される前のロータマグネット23であり、磁力を帯びていない。第1磁性部材73の形状は、ロータマグネット23の形状と同じである。図5に示すように、第1磁性部材73は、ロータコア22を囲む環状である。

[0056] 第1磁性部材73は、複数の第1磁性部材ピース73aが周方向に連結さ

れて構成される。複数の第1磁性部材ピース73aは、磁化されて複数の磁化部23aのそれぞれとなる部材である。すなわち、第1磁性部材ピース73aは、磁化される前の磁化部23aであり、磁力を帯びていない。第1磁性部材ピース73aの形状は、磁化部23aの形状と同じである。図6に示すように、第1磁性部材ピース73aは、第1ピース74a, 74bと、第2ピース75a, 75bと、第3ピース76a, 76b, 76c, 76dと、を含む。

[0057] 第1ピース74aは、磁化されて第1径方向磁化部24aとなる部材である。第1ピース74bは、磁化されて第2径方向磁化部24bとなる部材である。第2ピース75aは、磁化されて第1非径方向磁化部25aとなる部材である。第2ピース75bは、磁化されて第1非径方向磁化部25bとなる部材である。第3ピース76aは、磁化されて第2非径方向磁化部26aとなる部材である。第3ピース76bは、磁化されて第2非径方向磁化部26bとなる部材である。第3ピース76cは、磁化されて第2非径方向磁化部26cとなる部材である。第3ピース76dは、磁化されて第2非径方向磁化部26dとなる部材である。

[0058] 本実施形態において第1磁性部材73は、磁気異方性を有する。第1磁性部材73の磁化容易方向は、第1磁性部材73を構成する第1磁性部材ピース73aごとに異なる。第1磁性部材ピース73aの磁化容易方向は、各第1磁性部材ピース73aが磁化されてなる磁化部23aの磁化方向と同じ方向である。第1ピース74a, 74bの磁化容易方向は、径方向である。第2ピース75a, 75bの磁化容易方向は、周方向である。第3ピース76a, 76cの磁化容易方向は、径方向内側に向かうに従って周方向一方側（ $+\theta$ 側）に位置する方向である。第3ピース76b, 76dの磁化容易方向は、径方向内側に向かうに従って周方向他方側（ $-\theta$ 側）に位置する方向である。

[0059] 固定工程S1において作業者等は、複数の第1磁性部材ピース73aをロータコア22の外周面に例えば接着剤等によってそれぞれ固定し、第1磁性

部材 7 3 をロータコア 2 2 に固定する。このとき、第 1 磁性部材ピース 7 3 a のそれぞれは、磁化されておらず磁力を帯びていないため、互いに反発等しない。したがって、複数の第 1 磁性部材ピース 7 3 a をロータコア 2 2 に容易に固定できる。

[0060] 本明細書において「作業等」とは、各作業を行う作業等および装置等を含む。各作業は、作業等のみによって行われてもよいし、装置のみによって行われてもよいし、作業等と装置とによって行われてもよい。

[0061] 本実施形態においては、第 1 磁性部材 7 3 が磁気異方性を有する。そのため、固定工程 S 1 において作業等は、着磁工程 S 2 において磁化される磁化方向に合わせて第 1 磁性部材 7 3 をロータコア 2 2 に固定する。本実施形態の固定工程 S 1 において作業等は、穴部 2 2 a を用いてロータコア 2 2 を周方向に位置決めする。これにより、作業等は、着磁工程 S 2 において磁化される磁化方向に合わせて、第 1 磁性部材 7 3 をロータコア 2 2 に対して位置精度よく固定することができる。具体的に作業等は、穴部 2 2 a に治具を挿し込む等により、ロータコア 2 2 を周方向に位置決めする。

[0062] 固定工程 S 1 において作業等は、各第 1 磁性部材ピース 7 3 a を、各第 1 磁性部材ピース 7 3 a が磁化部 2 3 a となった際の磁化方向に合わせてロータコア 2 2 の外周面に固定する。固定工程 S 1 において作業等は、ロータコア 2 2 のうち穴部 2 2 a の径方向外側に位置する部分の外周面に、第 1 径方向磁化部 2 4 a となる第 1 ピース 7 4 a、および第 2 径方向磁化部 2 4 b となる第 1 ピース 7 4 b をそれぞれ固定する。これにより、第 1 ピース 7 4 a、7 4 b は、それぞれ穴部 2 2 a の径方向外側に位置する。すなわち、複数の第 1 磁性部材ピース 7 3 a のうち穴部 2 2 a の径方向外側に位置する第 1 磁性部材ピース 7 3 a は、着磁工程 S 2 において磁化されて径方向磁化部 2 3 b となる第 1 ピース 7 4 a、7 4 b である。

[0063] 固定工程 S 1 においてロータコア 2 2 は、シャフト 2 1 に固定されていてもよいし、シャフト 2 1 に固定されていなくてもよい。固定工程 S 1 においてロータコア 2 2 がシャフト 2 1 に固定されていない場合、作業等は、固

定工程 S 1 の後においてロータコア 2 2 をシャフト 2 1 に固定する。以下の説明においては、ロータコア 2 2 は固定工程 S 1 の前にシャフト 2 1 に固定されているとする。

[0064] 着磁工程 S 2 は、ロータコア 2 2 の外周面に固定された第 1 磁性部材 7 3 を磁化させてロータマグネット 2 3 を作る工程である。本実施形態の着磁工程 S 2 における第 1 磁性部材 7 3 の磁化は、図 5 に示す着磁ヨーク Y を用いて行われる。着磁ヨーク Y は、環状のコアバック部 Y a と、コアバック部 Y a から径方向内側に延びる複数のティース部 Y b と、を有する。複数のティース部 Y b は、周方向に沿って配置される。より詳細には、複数のティース部 Y b は、周方向に沿って一周に亘って等間隔に配置される。ティース部 Y b の数は、ステータ 3 0 のティース 3 1 b の数と同じである。ティース部 Y b のそれぞれには、着磁コイル C が装着される。

[0065] 図 5 に示すように、着磁工程 S 2 において作業者等は、ロータコア 2 2 に第 1 磁性部材 7 3 が固定されたアセンブリ 9 0 を着磁ヨーク Y の内側に配置する。これにより、着磁ヨーク Y は第 1 磁性部材 7 3 の径方向外側に位置し、コアバック部 Y a は第 1 磁性部材 7 3 を囲む。着磁ヨーク Y の内側に配置された状態において、第 1 磁性部材 7 3 の外周面には、例えば、ティース部 Y b の径方向内側の端面が接触する。第 1 磁性部材 7 3 の外周面とティース部 Y b の径方向内側の端面との間には隙間が設けられてもよい。

[0066] アセンブリ 9 0 を着磁ヨーク Y の内側に配置する際、作業者等は、着磁ヨーク Y に対してロータコア 2 2 および第 1 磁性部材 7 3 を周方向に位置決めする。本実施形態の着磁工程 S 2 において作業者等は、穴部 2 2 a を用いてロータコア 2 2 および第 1 磁性部材 7 3 を周方向に位置決めする。より具体的には、作業者等は、穴部 2 2 a に磁性体を材料とする第 2 磁性部材 M を挿し込み、第 2 磁性部材 M を利用することで、ロータコア 2 2 および第 1 磁性部材 7 3 を周方向に位置決めする。

[0067] 本実施形態において第 2 磁性部材 M は、軸方向に延びる四角柱状の部材である。図示は省略するが、第 2 磁性部材 M の軸方向の寸法は、穴部 2 2 a の

軸方向の寸法以上である。第2磁性部材Mのうち穴部22aに挿し込まれる部分の形状は、穴部22aの内部形状とほぼ同じである。第2磁性部材Mは、各穴部22aのそれぞれに挿し込まれる。本実施形態において第2磁性部材Mは、穴部22aに嵌め込まれ、穴部22aの内部全体を埋める。

[0068] 作業等等は、穴部22aおよび第2磁性部材Mを利用して、ロータコア22および第1磁性部材73の周方向位置を調整し、各穴部22aを各ティース部Ybの径方向内側に配置する。すなわち、着磁工程S2において作業等々は、穴部22aがティース部Ybの径方向内側に位置する位置にロータコア22および第1磁性部材73を位置決めする。

[0069] ここで、本実施形態においてロータコア22のうち穴部22aの径方向外側に位置する部分の外周面には、第1ピース74aまたは第1ピース74bが固定されている。そのため、図6に示すように、ティース部Ybの径方向内側には、第1ピース74aまたは第1ピース74bが位置する。本実施形態において第1ピース74a、74bの径方向外側面は、ティース部Ybの径方向内側の端面と接触する。本実施形態では、第1ピース74aの周方向両側に隣り合う第3ピース76a、76dの径方向外側面、および第1ピース74bの周方向両側に隣り合う第3ピース76b、76cの径方向外側面も、ティース部Ybの径方向内側の端面と接触する。

[0070] 次に、作業等々は、着磁ヨークYのティース部Ybに装着された着磁コイルCに電流を流し、磁界を発生させる。これにより、作業等々は、第1磁性部材73を磁化させる。このとき、位置決めにした第2磁性部材Mは、穴部22aに挿し込まれたままの状態とする。すなわち、着磁工程S2において作業等々は、穴部22aに第2磁性部材Mが挿し込まれた状態で第1磁性部材73を磁化する。そのため、磁性体を材料とする第2磁性部材Mによって穴部22aを埋めた状態で第1磁性部材73の磁化を行うことができる。これにより、磁束を第2磁性部材Mによって引き寄せることができ、磁化する際に第1磁性部材73に磁束を好適に流しやすくなる。したがって、本実施形態によれば、ロータコア22に穴部22aが設けられていても、第

1 磁性部材 7 3 を磁化しやすい。

[0071] 本実施形態によれば、着磁工程 S 2 において、穴部 2 2 a を利用してロータコア 2 2 および第 1 磁性部材 7 3 を周方向に位置決めできる。そのため、着磁ヨーク Y に対して第 1 磁性部材 7 3 の周方向位置を精度よく決めることができ、第 1 磁性部材 7 3 をより好適に磁化できる。特に、本実施形態のように、第 2 磁性部材 M を穴部 2 2 a に挿し込むことを利用して、ロータコア 2 2 および第 1 磁性部材 7 3 を位置決めすることで、ロータコア 2 2 および第 1 磁性部材 7 3 の位置決めと、第 2 磁性部材 M の挿し込みと、を別々に行う場合に比べて、着磁工程 S 2 に要する工数を低減できる。

[0072] 本実施形態によれば、着磁工程 S 2 において、ロータコア 2 2 および第 1 磁性部材 7 3 は、穴部 2 2 a がティース部 Y b の径方向内側に位置する位置に位置決めされる。そのため、ティース部 Y b と第 1 磁性部材 7 3 との間で径方向に流れる磁束を、穴部 2 2 a に挿し込まれた第 2 磁性部材 M によって導きやすく、より好適に第 1 磁性部材 7 3 に磁束を流すことができる。したがって、第 1 磁性部材 7 3 をより磁化しやすい。

[0073] 図 6 に矢印で示すように、本実施形態の着磁工程 S 2 においてティース部 Y b から第 1 磁性部材 7 3 へと流れる磁束は、第 1 磁束 F 1 と、第 2 磁束 F 2 と、第 3 磁束 F 3 と、を含む。第 1 磁束 F 1 は、ティース部 Y b から径方向内側に流れて、第 1 磁性部材 7 3、ロータコア 2 2 の一部、および穴部 2 2 a に挿し込まれた第 2 磁性部材 M を通る。第 2 磁性部材 M を径方向に通過した第 1 磁束 F 1 は、周方向両側に分岐し、通過した第 2 磁性部材 M と周方向に隣り合う第 2 磁性部材 M を通って、第 1 磁束 F 1 が放出されたティース部 Y b と周方向に隣り合うティース部 Y b に入射する。

[0074] 本実施形態において第 1 磁束 F 1 は、第 1 ピース 7 4 a、7 4 b を径方向に通過する。そのため、第 1 磁束 F 1 によって、第 1 ピース 7 4 a を好適に磁化させて、第 1 径方向磁化部 2 4 a にすることができ、かつ、第 1 ピース 7 4 b を好適に磁化させて、第 2 径方向磁化部 2 4 b にすることができる。

[0075] 第 2 磁束 F 2 は、ティース部 Y b の径方向内端面から周方向一方側 (+θ

側)に流れ、第1磁性部材73を通して、周方向一方側に隣り合うティース部Ybに入射する。本実施形態において第2磁束F2は、第3ピース76a、第2ピース75a、および第3ピース76bをこの順に通る。第2磁束F2の流れは、径方向内側に湾曲する。

[0076] そのため、第3ピース76a内を通る第2磁束F2の向きは、周方向一方側(+θ側)に向かうに従って径方向内側に位置する向きとなりやすい。これにより、第3ピース76aを好適に磁化させて、第2非径方向磁化部26aにすることができる。第2ピース75a内を通る第2磁束F2の向きは、周方向一方側向きとなりやすい。これにより、第2ピース75aを好適に磁化させて、第1非径方向磁化部25aにすることができる。第3ピース76b内を通る第2磁束F2の向きは、周方向一方側に向かうに従って径方向外側に位置する向きとなりやすい。これにより、第3ピース76bを好適に磁化させて、第2非径方向磁化部26bにすることができる。

[0077] 第3磁束F3は、ティース部Ybの径方向内端面から周方向他方側(-θ側)に流れ、第1磁性部材73を通して、周方向他方側に隣り合うティース部Ybに入射する。本実施形態において第3磁束F3は、第3ピース76d、第2ピース75b、および第3ピース76cをこの順に通る。第3磁束F3の流れは、径方向内側に湾曲する。

[0078] そのため、第3ピース76d内を通る第3磁束F3の向きは、周方向他方側(-θ側)に向かうに従って径方向内側に位置する向きとなりやすい。これにより、第3ピース76dを好適に磁化させて、第2非径方向磁化部26dにすることができる。第2ピース75b内を通る第3磁束F3の向きは、周方向他方側向きとなりやすい。これにより、第2ピース75bを好適に磁化させて、第1非径方向磁化部25bにすることができる。第3ピース76c内を通る第3磁束F3の向きは、周方向他方側に向かうに従って径方向外側に位置する向きとなりやすい。これにより、第3ピース76cを好適に磁化させて、第2非径方向磁化部26cにすることができる。

[0079] 以上のようにして着磁工程S2を行うことで、第1磁性部材73の第1磁

性部材ピース 7 3 a のそれぞれを、ハルバッハ配列で周方向に沿って並ぶ磁化部 2 3 a にすることができる。これにより、ロータマグネット 2 3 が作られる。着磁工程 S 2 が終了した後、作業者等は、穴部 2 2 a に挿し込まれていた第 2 磁性部材 M を抜き出し、ロータコア 2 2 およびロータマグネット 2 3 を着磁ヨーク Y の内側から取り出す。以上により、ロータ 2 0 が製造される。

[0080] 例えば、ロータコアが磁性体を材料とする磁性部材である場合に、上述した着磁工程 S 2 と同様にして、第 1 磁性部材 7 3 を磁化させる場合について考える。この場合、ロータコアが磁性部材であるため、ティース部 Y b からの磁束は、ロータコアに流れやすくなる。これにより、第 1 磁束 F 1 の量が大きくなる一方で、第 2 磁束 F 2 の量および第 3 磁束 F 3 の量は小さくなる。したがって、第 2 磁束 F 2 または第 3 磁束 F 3 が通る第 2 ピース 7 5 a, 7 5 b および第 3 ピース 7 6 a, 7 6 b, 7 6 c, 7 6 d が磁化されにくくなる。そのため、第 1 磁性部材 7 3 を磁化して作られるロータマグネットが、ハルバッハ配列とならない、または磁界強度を十分に強くできないハルバッハ配列となる虞がある。

[0081] これに対して、本実施形態によれば、ロータコア 2 2 は、非磁性体を材料とする非磁性部材である。そのため、ロータコア 2 2 を磁性部材とする場合に比べて、磁束が第 1 磁性部材 7 3 の内部を通りやすくなり、ティース部 Y b からの磁束が周方向両側に流れやすくなる。これにより、第 2 磁束 F 2 の量および第 3 磁束 F 3 の量を大きくすることができ、第 2 ピース 7 5 a, 7 5 b および第 3 ピース 7 6 a, 7 6 b, 7 6 c, 7 6 d を磁化しやすくなる。したがって、第 1 磁性部材 7 3 を磁化して作られるロータマグネット 2 3 を、好適にハルバッハ配列としやすい。

[0082] ここで、単にロータコア 2 2 を非磁性部材とするのみでは、第 2 磁束 F 2 の量および第 3 磁束 F 3 の量を大きくできる一方で、第 1 磁束 F 1 の量が小さくなり、第 1 ピース 7 4 a, 7 4 b を好適に磁化できなくなる虞もある。これに対して、本実施形態によれば、ロータコア 2 2 は、径方向磁化部 2 3

bの径方向内側に位置する穴部22aを有する。そのため、上述したように、穴部22aに第2磁性部材Mを挿し込んだ状態で第1磁性部材73の磁化を行うことで、第2磁性部材Mによってティース部Ybからの磁束を径方向内側に導くことができる。これにより、径方向磁化部23bとなる第1ピース74a, 74bを径方向に通過する第1磁束F1の量が小さくなることを抑制できる。したがって、第1ピース74a, 74bを好適に磁化でき、径方向磁化部23bを好適に作ることができる。

[0083] 以上のようにして、本実施形態によれば、第1磁束F1、第2磁束F2および第3磁束F3のそれぞれをバランスよく好適に発生させることができ、各第1磁性部材ピース73aを好適に各磁化部23aにすることができる。したがって、ロータコア22に固定された第1磁性部材73を磁化して、ハルバッハ配列とされたロータマグネット23を作りやすい。

[0084] 例えば、第2磁性部材Mが第1磁性部材73と接触する場合、ティース部Ybからの磁束が第2磁性部材Mに流れやすくなり、第1磁束F1が大きくなる一方で、第2磁束F2および第3磁束F3が小さくなる。そのため、第2ピース75a, 75bおよび第3ピース76a, 76b, 76c, 76dを磁化しにくくなる虞がある。これに対して、本実施形態によれば、穴部22aは、ロータコア22の外周面から径方向内側に離れた位置に位置する。そのため、穴部22aに挿し込まれた第2磁性部材Mが第1磁性部材73と接触することがない。これにより、第2磁性部材Mに磁束が過剰に流れることを抑制でき、第2磁束F2および第3磁束F3が小さくなることを抑制できる。したがって、第2ピース75a, 75bおよび第3ピース76a, 76b, 76c, 76dを磁化しやすくなる。

[0085] 例えば、第2磁性部材Mが第1磁性部材73から径方向内側に離れ過ぎていと、第2磁性部材Mに導かれて径方向内側に流れる第1磁束F1が、小さくなり過ぎる虞がある。そのため、第1ピース74a, 74bを磁化しにくくなる虞がある。これに対して、本実施形態によれば、穴部22aは、ロータコア22のうち径方向外側寄りの部分に設けられる。そのため、穴部2

2 a に挿し込まれる第2磁性部材Mが第1磁性部材73から離れ過ぎることを抑制しつつ、第1磁性部材73の磁化を行うことができる。これにより、第1磁束F1が小さくなり過ぎることを抑制でき、第1ピース74a, 74bを磁化しやすくなる。

[0086] 本実施形態によれば、ロータコア22の外周面から穴部22aの径方向外側の端部までの間の径方向の距離L1は、1mm以上、5mm以下である。距離L1をこのような値とすることで、穴部22aに挿し込まれる第2磁性部材Mが、第1磁性部材73に対して、近づき過ぎることを抑制でき、かつ、離れ過ぎることを抑制できる。そのため、第1磁束F1の量と第2磁束F2の量と第3磁束F3の量とのバランスを好適にすることができ、各第1磁性部材ピース73aのそれぞれを好適に磁化できる。これにより、ロータコア22に固定された第1磁性部材73を磁化して、ハルバッハ配列とされたロータマグネット23を好適に作りやすい。距離L1を1.5mm以上、3mm以下とすることで、ハルバッハ配列とされたロータマグネット23をより好適に作りやすい。さらに、距離L1を2mmとすることで、ハルバッハ配列とされたロータマグネット23をさらに好適に作りやすい。

[0087] 例えば、穴部22aに挿し込まれた第2磁性部材Mが第2ピース75a, 75bおよび第3ピース76a, 76b, 76c, 76dの径方向内側に位置すると、第2ピース75a, 75bおよび第3ピース76a, 76b, 76c, 76dを通る磁束が、第2磁性部材Mに引き寄せられる虞がある。そのため、第2磁束F2および第3磁束F3の流れが阻害され、第1非径方向磁化部25a, 25bおよび第2非径方向磁化部26a, 26b, 26c, 26dを好適に作れない虞がある。

[0088] これに対して、本実施形態によれば、穴部22aの周方向の寸法L2は、径方向磁化部23bの周方向の寸法L3以下である。そのため、穴部22aに挿し込まれた第2磁性部材Mが、第2ピース75a, 75bおよび第3ピース76a, 76b, 76c, 76dの径方向内側に位置しにくくなる。これにより、第2磁性部材Mによって第2磁束F2および第3磁束F3の流

れが阻害されることを抑制でき、第1非径方向磁化部25a, 25bおよび第2非径方向磁化部26a, 26b, 26c, 26dを好適に作りやすい。

[0089] 本実施形態によれば、穴部22aは、軸方向に沿って視て、径方向磁化部23bの周方向中心を通る周方向中心線CL1に対して線対称な形状である。そのため、穴部22aに挿し込まれる第2磁性部材Mによって引き寄せる第1磁束F1を、周方向両側に均等に分岐させやすい。これにより、第1磁束F1による磁化にバラつきが生じることを抑制できる。したがって、ハルバッハ配列とされたロータマグネット23をより好適に作りやすい。

[0090] 本実施形態によれば、穴部22aは複数設けられ、各穴部22aが各径方向磁化部23bの径方向内側にそれぞれ位置する。そのため、複数の穴部22aに第2磁性部材Mを挿し込んで磁化を行うことで、複数の第1ピース74a, 74bのそれぞれを好適に径方向磁化部23bにすることができる。

[0091] 本実施形態によれば、穴部22aの全体は、周方向磁化部である第1非径方向磁化部25a, 25bと周方向に異なる位置に位置する。そのため、穴部22aに挿し込まれた第2磁性部材Mが、第1非径方向磁化部25a, 25bとなる第2ピース75a, 75bの径方向内側に位置することがない。これにより、第2ピース75a, 75b内の磁束の流れをより周方向にやすく、より好適に第1非径方向磁化部25a, 25bを作ることができる。

[0092] 本実施形態では、穴部22aの全体は、非径方向磁化部23cのいずれとも周方向に異なる位置に位置する。そのため、穴部22aに挿し込まれた第2磁性部材Mが、非径方向磁化部23cとなる第2ピース75a, 75bおよび第3ピース76a, 76b, 76c, 76dの径方向内側に位置することがない。これにより、第2磁性部材Mが、第2ピース75a, 75b内および第3ピース76a, 76b, 76c, 76d内の磁束の流れを阻害することを抑制できる。したがって、より好適に非径方向磁化部23cを作ることができる。

[0093] 上述した距離L1の数値範囲は、穴部22aの全体が非径方向磁化部23cのいずれとも周方向に異なる位置に位置する場合に、特に好適に効果を得

られる数値範囲である。

- [0094] 本実施形態によれば、穴部 2 2 a は、ロータコア 2 2 を軸方向に貫通する貫通孔である。そのため、穴部 2 2 a の軸方向の全体に亘って第 2 磁性部材 M を挿し込むことで、第 1 磁性部材 7 3 を軸方向の全体に亘って好適に磁化しやすい。これにより、ハルバッハ配列とされたロータマグネット 2 3 をより好適に作りやすい。
- [0095] 本発明は上述の実施形態に限られず、以下の構成および方法を採用することもできる。ロータマグネットは、ロータコアの外周面に固定され、径方向磁化部と非径方向磁化部とを有するハルバッハ配列とされるならば、特に限定されない。ロータマグネットは、単一の部材であってもよい。ロータマグネットが単一の部材である場合、ロータマグネットは、円筒状等の環状であってもよい。すなわち、上述した実施形態のように、ロータマグネットが単一の部材であり、かつ、複数の磁化部を有する場合、複数の磁化部は、それぞれ円筒状の単一部材の一部であってもよい。
- [0096] ロータコアは、穴部を有し、かつ、非磁性体を材料とする非磁性部材ならば、特に限定されない。穴部は、ロータコアの軸方向一方側の面から軸方向他方側に窪み、径方向磁化部の径方向内側に位置するならば、特に限定されない。穴部は、ロータコアを軸方向に貫通せず、底部を有する穴であってもよい。上述した実施形態においては、軸方向一方側を上側、軸方向他方側を下側としたが、これに限られない。軸方向一方側は、上述した実施形態における下側であってもよいし、軸方向他方側は、上述した実施形態における上側であってもよい。穴部は、1 つ以上設けられるならば、数は限定されない。穴部の形状は、特に限定されない。穴部の大きさは、特に限定されない。
- [0097] ロータの製造方法は、着磁工程において穴部に第 2 磁性部材を挿し込んだ状態で第 1 磁性部材を磁化するならば、特に限定されない。穴部に挿し込まれる第 2 磁性部材は、磁性体を材料とする磁性部材であれば、特に限定されない。穴部に挿し込まれた第 2 磁性部材と、穴部の内側面との間には、隙間が設けられてもよい。着磁工程において、穴部を用いてロータコアおよび第

1 磁性部材が位置決めされなくてもよい。第 1 磁性部材は、磁気異方性を有しなくてもよい。

[0098] 上述した実施形態のモータの用途は、特に限定されない。モータは、例えば、車両等に搭載されてもよい。本明細書において説明した各構成は、相互に矛盾しない範囲内において、適宜組み合わせることができる。

符号の説明

[0099] 1 0…モータ、2 0…ロータ、2 2…ロータコア、2 2 a…穴部、2 3…ロータマグネット、2 3 a…磁化部、2 3 b…径方向磁化部、2 3 c…非径方向磁化部、2 5 a…第 1 非径方向磁化部（周方向磁化部）、C L 1…周方向中心線、J…中心軸

請求の範囲

- [請求項1] 中心軸を中心として回転可能なロータコアと、
前記ロータコアの外周面に固定されたロータマグネットと、
を備え、
前記ロータマグネットは、ハルバツハ配列で周方向に沿って並ぶ複数の磁化部を有し、
前記複数の磁化部は、
磁化方向が径方向である複数の径方向磁化部と、
磁化方向が径方向と異なる複数の非径方向磁化部と、
を含み、
前記ロータコアは、前記ロータコアの軸方向一方側の面から軸方向他方側に窪む穴部を有し、かつ、非磁性体を材料とする非磁性部材であり、
前記穴部は、前記径方向磁化部の径方向内側に位置する、ロータ。
- [請求項2] 前記穴部は、前記ロータコアの外周面から径方向内側に離れた位置に位置する、請求項1に記載のロータ。
- [請求項3] 前記穴部は、前記ロータコアのうち径方向外側寄りの部分に設けられる、請求項2に記載のロータ。
- [請求項4] 前記ロータコアの外周面から前記穴部の径方向外側の端部までの間の径方向の距離は、1 mm以上、5 mm以下である、請求項2または3に記載のロータ。
- [請求項5] 前記穴部の周方向の寸法は、前記径方向磁化部の周方向の寸法以下である、請求項1から4のいずれか一項に記載のロータ。
- [請求項6] 前記穴部は、軸方向に沿って視て、前記径方向磁化部の周方向中心を通る周方向中心線に対して線対称な形状である、請求項1から5のいずれか一項に記載のロータ。
- [請求項7] 前記複数の径方向磁化部は、周方向に沿って間隔を空けて配置され、

前記穴部は、周方向に沿って間隔を空けて複数設けられ、

前記複数の穴部は、前記複数の径方向磁化部の径方向内側にそれぞれ位置する、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載のロータ。

[請求項8] 前記非径方向磁化部は、磁化方向が周方向である複数の周方向磁化部を含み、

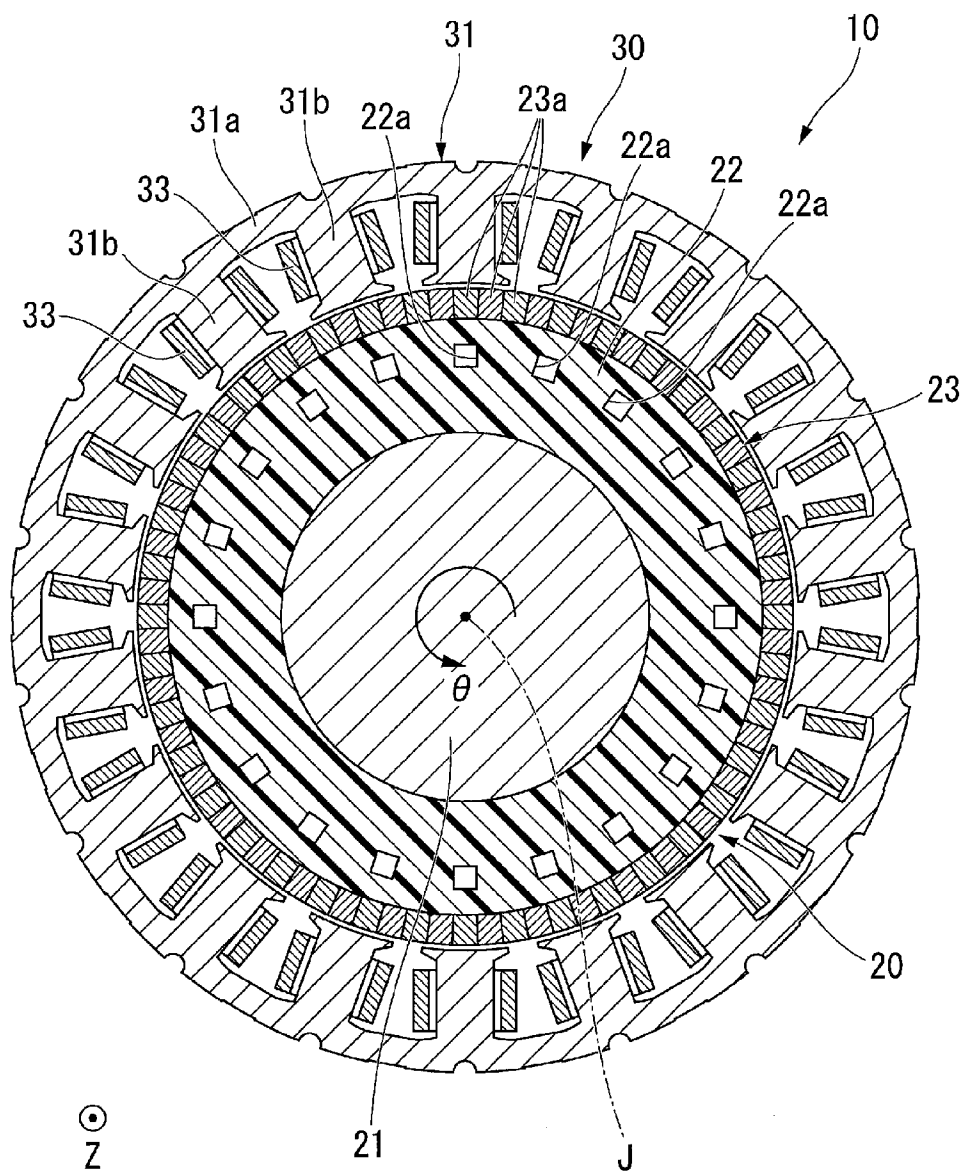
前記複数の周方向磁化部は、周方向に隣り合う前記径方向磁化部同士の間それぞれに位置し、

前記穴部の全体は、前記周方向磁化部と周方向に異なる位置に位置する、請求項 7 に記載のロータ。

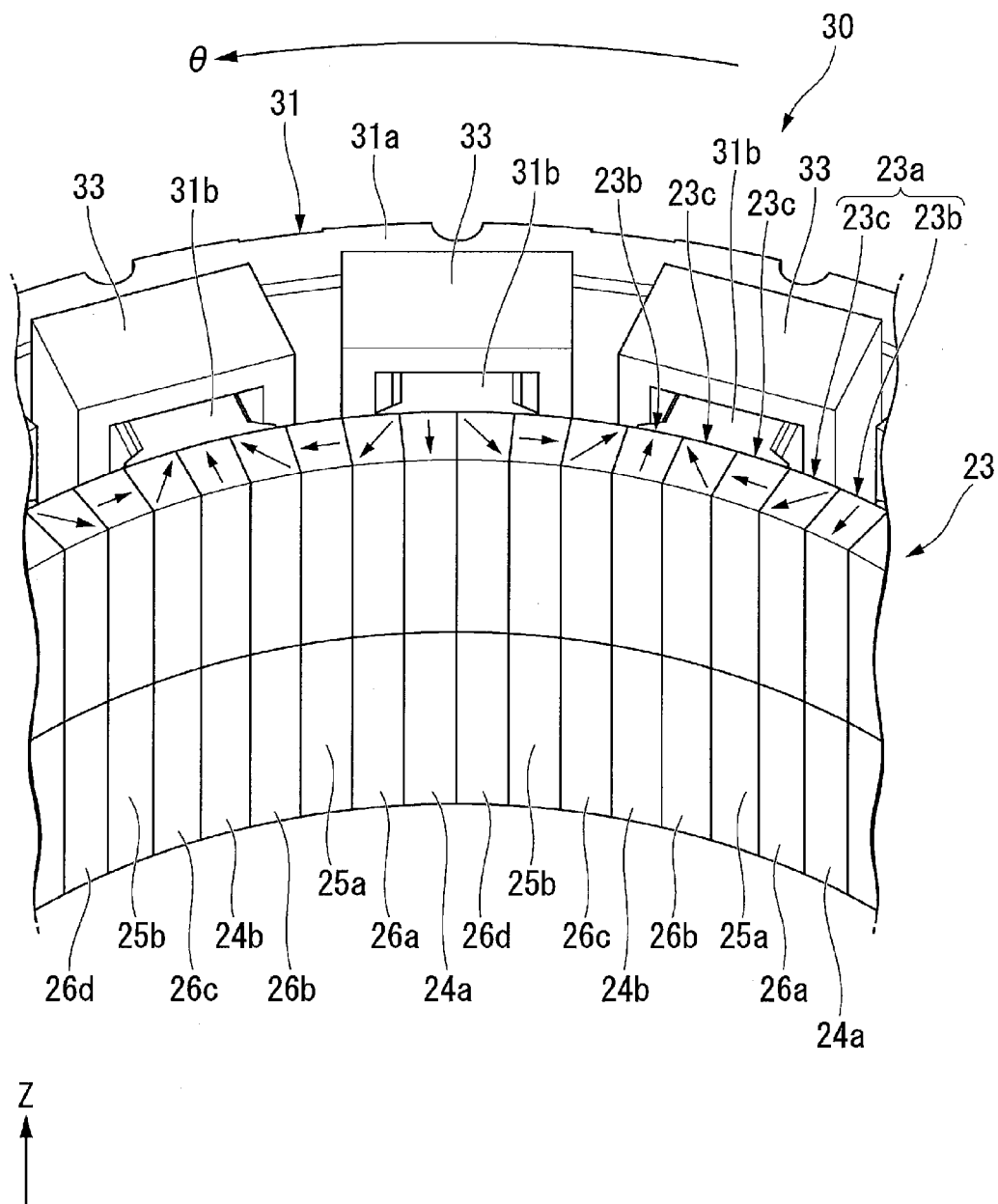
[請求項9] 前記穴部は、前記ロータコアを軸方向に貫通する貫通孔である、請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載のロータ。

[請求項10] 請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載のロータを備える、モータ。

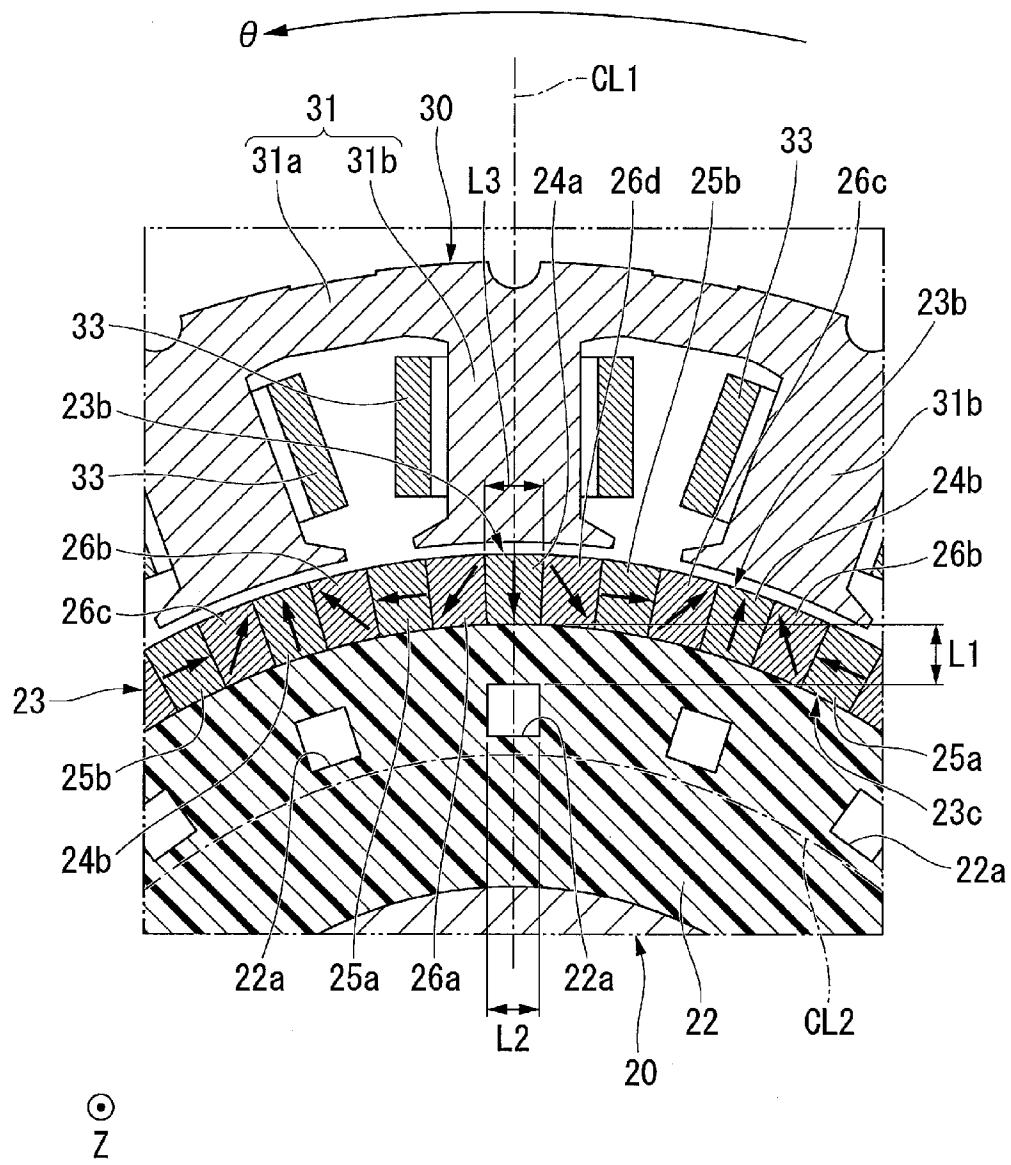
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/000565

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H02K15/03 (2006.01) i, H02K1/22 (2006.01) i, H02K1/27 (2006.01) i
FI: H02K1/27 501A, H02K15/03 G, H02K1/22 A

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)

Int. Cl. H02K15/03, H02K1/22, H02K1/27

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 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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 2005-45984 A (YASKAWA ELECTRIC CORP.) 17 February 2005, paragraphs [0005]-[0011], fig. 3, 4	1-10
Y	JP 2014-75892 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 24 April 2014, paragraphs [0021]-[0041], fig. 1, 2	1-10
A	JP 2009-38968 A (DENSO CORP.) 19 February 2009, entire text, all drawings	1-10

☐ 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
30.01.2020

Date of mailing of the international search report
10.02.2020

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
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/JP2020/000565

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2005-45984 A	17.02.2005	(Family: none)	
JP 2014-75892 A	24.04.2014	(Family: none)	
JP 2009-38968 A	19.02.2009	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02K 15/03(2006.01)i; H02K 1/22(2006.01)i; H02K 1/27(2006.01)i FI: H02K1/27 501A; H02K15/03 G; H02K1/22 A														
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）） H02K15/03; H02K1/22; H02K1/27														
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020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 2005-45984 A（株式会社安川電機）17.02.2005（2005 - 02 - 17） 段落[0005]-[0011], 図3-4	1-10												
Y	JP 2014-75892 A（トヨタ自動車株式会社）24.04.2014（2014 - 04 - 24） 段落[0021]-[0041], 図1-2	1-10												
A	JP 2009-38968 A（株式会社デンソー）19.02.2009（2009 - 02 - 19） 全文、全図	1-10												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 30.01.2020	国際調査報告の発送日 10.02.2020													
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） ▲桑▼原 恭雄 3V 4484 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/JP2020/000565

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2005-45984	A	17.02.2005	(ファミリーなし)	
JP	2014-75892	A	24.04.2014	(ファミリーなし)	
JP	2009-38968	A	19.02.2009	(ファミリーなし)	