

(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1月2日(02.01.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/004482 A1

(51) 国際特許分類:
H02K 1/14 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/025419

(22) 国際出願日: 2019年6月26日(26.06.2019)

(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 2018-123573 2018年6月28日(28.06.2018) JP

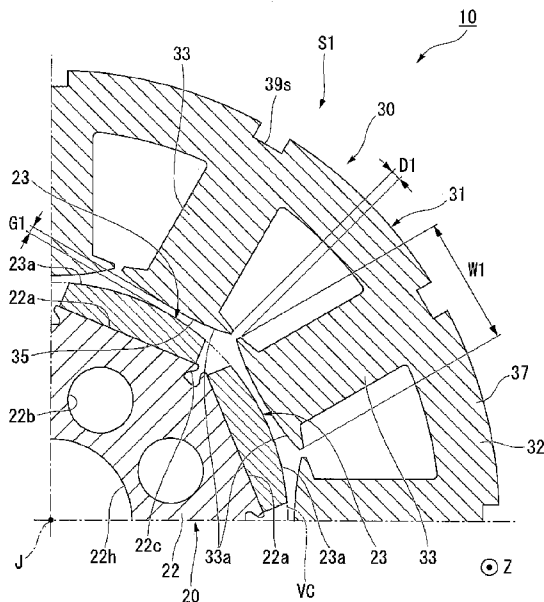
(71) 出願人: 日本電産株式会社 (**NIDEC CORPORATION**) [JP/JP]; 〒6018205 京都府京都市南区久世殿城町 3 3 8 番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 金城 秀幸(**KINJO, Hideyuki**); 〒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). 一円 明(**ICHIEN, Akira**); 〒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, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: STATOR AND MOTOR

(54) 発明の名称: ステータおよびモータ



(57) Abstract: A stator according to an aspect of the present invention is provided with: an annular core back disposed about a center axis; first teeth that extend from the radially inner surface of the core back toward the radially inner side; and second teeth that extend from the radially inner surface of the core back toward the radially inner side and that are aligned with the first teeth in the axial direction. The radially inner surface of each of the first teeth and the radially inner surface of each of the second teeth are formed in a circular-arc shape in a cross section perpendicular to the center axis. The curvature radius of the radially inner surface of the first teeth and that of the radially inner surface of the second teeth are different from each other in the cross section.

(57) 要約: 本発明のステータの一つの態様は、中心軸を中心とする環状のコアバックと、コアバックの径方向内側面から径方向内側に延びる第1ティースと、コアバックの径方向内側面から径方向内側に延び、第1ティースと軸方向に並ぶ第2ティースと、を備える。中心軸に垂直な横断面において、第1ティースの径方向内側面および第2ティースの径方向内側面は、それぞれ円弧状である。横断面において、第1ティースの径方向内側面の曲率半径と、第2ティースの径方向内側面の曲率半径とが、互いに異なる。

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, 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:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：ステータおよびモータ

技術分野

[0001] 本発明は、ステータおよびモータに関する。

背景技術

[0002] 一般に、モータは、ロータとステータとを備える。モータは、コギングトルクを低減させることにより、振動や騒音を抑えることができる。従来のモータは、例えば日本国公開公報特開 2 0 0 4 - 1 5 9 4 9 2 号公報に記載されるように、ロータおよびステータに段スキューを設けてコギングトルクを低減している。

[0003] 特許文献1：日本国公開公報：特開 2 0 0 4 - 1 5 9 4 9 2 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] スキューを掛けると製造工程が増えて、生産性が低下する。

[0005] 本発明は、上記事情に鑑みて、製造工程を複雑にすることなくコギングトルクを低減できるステ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] 本発明のステータの一つの態様は、中心軸を中心とする環状のコアバックと、前記コアバックの径方向内側面から径方向内側に延びる第1ティースと、前記コアバックの径方向内側面から径方向内側に延び、前記第1ティースと軸方向に並ぶ第2ティースと、を備え、前記中心軸に垂直な横断面において、前記第1ティースの径方向内側面および前記第2ティースの径方向内側面は、それぞれ円弧状であり、前記横断面において、前記第1ティースの径方向内側面の曲率半径と、前記第2ティースの径方向内側面の曲率半径とが、互いに異なる。

[0007] また、本発明の一つの態様は、上述のステータと、前記ステータと径方向

に隙間をあけて対向するロータと、を備えるモータであって、前記ロータの径方向外側面と前記第１ティースの径方向内側面との間に設けられる隙間の径方向の寸法と、前記ロータの径方向外側面と前記第２ティースの径方向内側面との間に設けられる隙間の径方向の寸法とが、互いに同じである。

発明の効果

[0008] 本発明の一つの態様のステータおよびモータによれば、製造工程を複雑にすることなくコギングトルクを低減できる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図１は、一実施形態のステータおよびモータの断面模式図である。

[図2]図２は、図１のII-II断面の一部を示す拡大断面図である。

[図3]図３は、図１のIII-III断面の一部を示す拡大断面図である。

[図4]図４は、一実施形態のモータのコギングトルクの波形を示すグラフである。

[図5]図５は、一実施形態のモータを用いた電動パワーステアリング装置を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0010] 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。本実施形態において、上側（＋Ｚ）は、軸方向一方側に相当し、下側（－Ｚ）は、軸方向他方側に相当する。なお、上下方向、上側および下側とは、単に各部の相對位置關係を説明するための名称であり、実際の配置關係等は、これらの名称で示される配置關係等以外の配置關係等であってもよい。

[0011] 図１に示すように、本実施形態のモータ１０は、ロータ２０と、ステータ３０と、ハウジング１１と、複数のベアリング１５、１６と、を備える。ロータ２０は、ステータ３０と径方向に隙間をあけて対向する。図１～図３に示すように、ロータ２０は、中心軸Ｊを有するシャフト２１と、ロータコア２２と、複数のマグネット部２３と、を備える。

- [0012] シャフト21は、中心軸Jに沿って上下方向に延びる。本実施形態の例では、シャフト21が、軸方向に延びる円柱状である。シャフト21は、複数のベアリング15、16により、中心軸J回りに回転自在に支持される。複数のベアリング15、16は、軸方向に互いに間隔をあけて配置され、ハウジング11に支持される。ハウジング11は、筒状である。
- [0013] シャフト21は、ロータコア22に対して、圧入や接着などによって固定される。つまりロータコア22は、シャフト21と固定される。なお、シャフト21は、ロータコア22に対して、樹脂部材などを介して固定されてもよい。すなわち、シャフト21は、ロータコア22と直接または間接的に固定される。シャフト21は、上記円柱状に限らず、例えば筒状でもよい。
- [0014] ロータコア22は、例えば、複数の電磁鋼板が軸方向に積層されて構成される積層鋼板である。ロータコア22は、筒状である。ロータコア22は、軸方向から見て、外形が多角形状である。ロータコア22の径方向外側面は、周方向に並ぶ複数の平面部22aを有する。本実施形態の例では、ロータコア22の外形が、8角形状である。ロータコア22の径方向外側面は、周方向に並ぶ8つの平面部22aを有する。平面部22aは、径方向に垂直な方向に広がる平面状である。平面部22aは、径方向外側から見て、四角形状である。平面部22aは、ロータコア22の径方向外側面において、軸方向に延びる。平面部22aは、ロータコア22の径方向外側面に、軸方向全長にわたって配置される。本実施形態の例では、平面部22aの軸方向の長さが、周方向の長さよりも大きい。
- [0015] ロータコア22は、貫通孔22hと、孔部22bと、溝部22cと、を有する。軸方向から見て、貫通孔22hは、ロータコア22の中心部に配置される。貫通孔22hは、ロータコア22を軸方向に貫通する。貫通孔22hには、シャフト21が挿入される。
- [0016] 孔部22bは、ロータコア22を軸方向に貫通する。孔部22bは、ロータコア22に周方向に互いに間隔をあけて複数配置される。本実施形態の例では、孔部22bが、ロータコア22に周方向に等間隔に配列する。軸方向

から見て、孔部 2 2 b は、円形状である。本実施形態によれば、孔部 2 2 b によりロータコア 2 2 を肉抜きして、ロータコア 2 2 の軽量化および材料費削減を図ることができる。

[0017] 溝部 2 2 c は、ロータコア 2 2 の径方向外側面から径方向内側に窪み、軸方向に延びる。溝部 2 2 c は、ロータコア 2 2 の径方向外側面に、軸方向全長にわたって配置される。溝部 2 2 c は、ロータコア 2 2 の径方向外側面において、周方向に隣り合う一対の平面部 2 2 a 同士の間配置され、径方向外側に開口する。溝部 2 2 c は、ロータコア 2 2 に周方向に互いに間隔をあけて複数配置される。溝部 2 2 c は、ロータコア 2 2 に周方向に等間隔に配列する。溝部 2 2 c は、径方向外側に向かうにしたがい溝幅が小さくなる。軸方向から見て、溝部 2 2 c は、くさび形状である。

[0018] マグネット部 2 3 は、永久磁石である。マグネット部 2 3 は、ロータコア 2 2 の径方向外側面に複数設けられる。複数のマグネット部 2 3 は、ロータコア 2 2 の径方向外側面において、周方向に配列する。複数のマグネット部 2 3 は、周方向に互いに間隔をあけて配置される。本実施形態では、複数のマグネット部 2 3 が、周方向に等間隔に配列する。マグネット部 2 3 は、ロータコア 2 2 の径方向外側面に、軸方向全長にわたって配置される。

[0019] マグネット部 2 3 は、平面部 2 2 a に設けられる。マグネット部 2 3 の軸方向の長さは、平面部 2 2 a の軸方向の長さと同じである。本実施形態の例では、マグネット部 2 3 の周方向の幅寸法が、平面部 2 2 a の周方向の幅寸法よりも小さい。つまり、平面部 2 2 a の周方向の両端の各周方向位置が、マグネット部 2 3 の周方向の両端の各周方向位置よりも、それぞれ僅かに周方向の外側に配置される。周方向に隣り合う一対のマグネット部 2 3 同士の間には、溝部 2 2 c が配置される。マグネット部 2 3 は、ロータ 2 0 の径方向外側面の一部（部分）を構成する。つまり、マグネット部 2 3 の径方向外側面 2 3 a は、ロータ 2 0 の径方向外側面の一部である。本実施形態のマグネット部 2 3 は、表面磁石型（Surface Permanent Magnet : SPM）である。

[0020] マグネット部 2 3 は、板状である。マグネット部 2 3 の板面は、径方向を

向く。マグネット部23は、径方向から見て、四角形状である。軸方向から見て、マグネット部23は、周方向の長さが径方向の長さよりも大きい。マグネット部23は、マグネット部23の周方向の両端部から、周方向の中央部側（周方向の内側）に向かうにしたがい、径方向の厚さが大きくなる。

[0021] 中心軸Jに垂直な横断面（以下、単に横断面という場合がある）において、マグネット部23の径方向内側面は、直線状である。マグネット部23の径方向内側面は、径方向に垂直な方向に広がる平面状である。マグネット部23の径方向内側面は、径方向内側から見て、四角形状である。マグネット部23の径方向内側面は、平面部22aと接触する。

[0022] 横断面において、マグネット部23の径方向外側面23aは、凸曲線状である。マグネット部23の径方向外側面23aは、横断面において径方向外側に凸となる曲面状である。図2および図3に符号VCで示すものは、横断面において、マグネット部23の径方向外側面23aの少なくとも一部を通り、中心軸Jを中心とする仮想円である。横断面において、マグネット部23の径方向外側面23aは、仮想円VCに沿って延びる。本実施形態の例では、横断面においてマグネット部23の径方向外側面23aが、径方向外側面23aの周方向の全域にわたって、仮想円VC上に位置する。つまり横断面において、径方向外側面23aの曲率半径と、仮想円VCの半径とは、互いに同じである。径方向外側面23aは、径方向外側から見て、四角形状である。径方向外側面23aは、ステータ30の後述する第1ティース33および第2ティース34と、径方向に対向する。つまり、ロータ20の径方向外側面は、第1ティース33および第2ティース34と、径方向に対向する。

[0023] ステータ30は、ステータコア31と、インシュレータ30Zと、複数のコイル30Cと、を有する。ステータコア31は、中心軸Jを中心とする環状である。ステータコア31は、ロータ20の径方向外側においてロータ20を囲む。ステータコア31は、ロータ20と径方向に隙間をあけて対向する。ステータコア31は、例えば、複数の電磁鋼板が軸方向に積層されて構

成される積層鋼板である。

[0024] ステータコア31は、コアバック32と、第1ティース33と、第2ティース34と、を有する。つまり、ステータ30は、コアバック32と、第1ティース33と、第2ティース34と、を有する。コアバック32は、中心軸を中心とする環状である。本実施形態では、コアバック32が円筒状である。コアバック32は、例えば、軸方向から見て多角形の筒状等でもよい。コアバック32の径方向外側面は、ハウジング11の周壁部の内周面と固定される。

[0025] コアバック32は、第1コアバック部37と、第2コアバック部38と、を有する。第1コアバック部37と第2コアバック部38とは、軸方向に並んで配置される。第1コアバック部37と第2コアバック部38とは、軸方向に互いに接触する。

[0026] 第1コアバック部37は、中心軸Jを中心とする環状である。第1コアバック部37は、ステータ30のうち、軸方向に沿う第1の部分（第1の段、第1の領域）S1に配置される。第1コアバック部37は、径方向外側面に第1溝39sを有する。第1溝39sは、第1コアバック部37の径方向外側面において径方向内側に窪み、軸方向に延びる。第1溝39sは、第1コアバック部37の径方向外側面において軸方向の全長にわたって延びる。第1溝39sは、第1コアバック部37の径方向外側面に、周方向に互いに間隔をあけて複数配置される。径方向から見て、第1溝39sは、第1ティース33と重なって配置される。

[0027] 第2コアバック部38は、中心軸Jを中心とする環状である。第2コアバック部38は、ステータ30のうち、軸方向に沿う第1の部分S1と異なる第2の部分（第2の段、第2の領域）S2に配置される。第2コアバック部38は、径方向外側面に第2溝39tを有する。第2溝39tは、第2コアバック部38の径方向外側面において径方向内側に窪み、軸方向に延びる。第2溝39tは、第2コアバック部38の径方向外側面において軸方向の全長にわたって延びる。第2溝39tは、第2コアバック部38の径方向外側

面に、周方向に互いに間隔をあけて複数配置される。径方向から見て、第2溝39tは、第2ティース34と重なって配置される。軸方向から見て、第1溝39sと第2溝39tとは、重なって配置される。第1溝39sと第2溝39tとは、軸方向に繋がる。

[0028] 第1ティース33は、第1コアバック部37の径方向内側面から、径方向内側に延びる。つまり第1ティース33は、コアバック32の径方向内側面から径方向内側に延びる。第1ティース33は、第1コアバック部37の径方向内側面に複数設けられる。複数の第1ティース33は、第1コアバック部37の径方向内側面に、周方向に互いに間隔をあけて複数配置される。つまり第1ティース33は、軸方向に沿う第1の部分S1に、周方向に互いに間隔をあけて複数配置される。本実施形態では、複数の第1ティース33が、周方向に等間隔に配列する。

[0029] 第1ティース33は、第1アンブレラ35を有する。第1アンブレラ35は、第1ティース33の径方向内端部に配置される。第1アンブレラ35は、第1ティース33の径方向内端部において、径方向内端部以外の部位よりも周方向の両側（一方側および他方側）に突出する。第1アンブレラ35の径方向内側面は、第1ティース33の径方向内側面33aである。周方向に隣り合う一対の第1アンブレラ35同士の間には、周方向の隙間D1が設けられる。つまり、第1の部分S1において周方向に隣り合う一対の第1ティース33間には、隙間D1が設けられる。隙間D1は、第1スロットオープンD1と言い換えてもよい。

[0030] 中心軸Jに垂直な横断面において、第1アンブレラ35の径方向内側面は、円弧状である。つまり横断面において、第1ティース33の径方向内側面33aは、円弧状である。本実施形態では、横断面において、第1ティース33の径方向内側面33aが、径方向内側に突出する円弧状である。すなわち、中心軸Jに垂直な横断面視で、径方向内側面33aは、凸円弧状である。

[0031] 第1アンブレラ35の径方向内側面は、マグネット部23の径方向外側面

23aと、径方向に対向する。つまり、第1ティース33の径方向内側面33aは、ロータ20の径方向外側面と、径方向に対向する。第1ティース33の径方向内側面33aとロータ20の径方向外側面との間には、径方向の隙間G1が設けられる。隙間G1は、例えば、第1ティース33の径方向内側面33aのうち最も径方向内側に位置する部分と、ロータ20の径方向外側面のうち最も径方向外側に位置する部分と、の間の径方向の距離である。本実施形態の例では、隙間G1が、第1ティース33の径方向内側面33aにおける周方向の中央部と、仮想円VC上に位置するマグネット部23の径方向外側面23aと、の間の径方向の距離である。

[0032] 第2ティース34は、第2コアバック部38の径方向内側面から、径方向内側に延びる。つまり第2ティース34は、コアバック32の径方向内側面から径方向内側に延びる。第2ティース34は、第2コアバック部38の径方向内側面に複数設けられる。複数の第2ティース34は、第2コアバック部38の径方向内側面に、周方向に互いに間隔をあけて複数配置される。つまり第2ティース34は、軸方向に沿う第2の部分S2に、周方向に互いに間隔をあけて複数配置される。本実施形態では、複数の第2ティース34が、周方向に等間隔に配列する。

[0033] 第2ティース34は、第2アンブレラ36を有する。第2アンブレラ36は、第2ティース34の径方向内端部に配置される。第2アンブレラ36は、第2ティース34の径方向内端部において、径方向内端部以外の部位よりも周方向の両側に突出する。第2アンブレラ36の径方向内側面は、第2ティース34の径方向内側面34aである。周方向に隣り合う一対の第2アンブレラ36同士の間には、周方向の隙間D2が設けられる。つまり、第2の部分S2において周方向に隣り合う一対の第2ティース34間には、隙間D2が設けられる。隙間D2は、第2スロットオープンD2と言い換えてもよい。

[0034] 中心軸Jに垂直な横断面において、第2アンブレラ36の径方向内側面は、円弧状である。つまり横断面において、第2ティース34の径方向内側面

34 aは、円弧状である。本実施形態では、横断面において、第2ティース34の径方向内側面34 aが、径方向内側に突出する円弧状である。すなわち、中心軸Jに垂直な横断面視で、径方向内側面34 aは、凸円弧状である。

[0035] 第2アンブレラ36の径方向内側面は、マグネット部23の径方向外側面23 aと、径方向に対向する。つまり、第2ティース34の径方向内側面34 aは、ロータ20の径方向外側面と、径方向に対向する。第2ティース34の径方向内側面34 aとロータ20の径方向外側面との間には、径方向の隙間G2が設けられる。隙間G2は、例えば、第2ティース34の径方向内側面34 aのうち最も径方向内側に位置する部分と、ロータ20の径方向外側面のうち最も径方向外側に位置する部分と、の間の径方向の距離である。本実施形態の例では、隙間G2が、第2ティース34の径方向内側面34 aにおける周方向の中央部と、仮想円VC上に位置するマグネット部23の径方向外側面23 aと、の間の径方向の距離である。

[0036] 第1ティース33と第2ティース34とは、軸方向に並ぶ。軸方向から見て、第1ティース33と第2ティース34とは、互いに重なって配置される。中心軸Jに垂直な横断面において、第1ティース33の径方向内側面33 aの曲率半径と、第2ティース34の径方向内側面34 aの曲率半径とは、互いに異なる。本実施形態の例では、横断面において第1ティース33の径方向内側面33 aの曲率半径が、第2ティース34の径方向内側面34 aの曲率半径よりも大きい。また、第1ティース33の第1アンブレラ35の径方向の厚さが、第2ティース34の第2アンブレラ36の径方向の厚さよりも小さい。

[0037] 図4は、本実施形態のステータ30を備えるモータ10の、コギングトルクの波形を示すグラフである。図4に示すように、本実施形態によれば、マグネット部23にスキューを掛けなくても、また第1ティース33および第2ティース34にスキューを掛けなくても、コギングトルクに逆位相を発生させることができる。すなわち、第1の部分S1に発生するコギングトルク

の波形C 1 と、第2の部分S 2 に発生するコギングトルクの波形C 2 とが、互いに逆位相で生じるため、これらが互いに打ち消し合い、合成コギングトルク波形C S の変動幅（合成コギングトルク波形C S の最大値と最小値との差）を、小さく抑えることができる。したがって本実施形態によれば、製造工程を複雑にすることなくコギングトルクを低減できる。そして、モータ10が発する振動および騒音を低減できる。

[0038] 第1ティース33の径方向内側面33aのうち最も径方向内側に位置する部分の径方向位置と、第2ティース34の径方向内側面34aのうち最も径方向内側に位置する部分の径方向位置とは、互いに同じである。すなわち、第1アンブレラ35の径方向内側面における周方向の中央部の径方向位置と、第2アンブレラ36の径方向内側面における周方向の中央部の径方向位置とが、互いに同じである。そして、ロータ20の径方向外側面と第1ティース33の径方向内側面33aとの間に設けられる隙間G1の径方向の寸法と、ロータ20の径方向外側面と第2ティース34の径方向内側面34aとの間に設けられる隙間G2の径方向の寸法とが、互いに同じである。したがって、上述した本実施形態の作用効果がより安定して得られる。

[0039] 第1ティース33の径方向内側面33aの周方向に沿う幅寸法W1と、第2ティース34の径方向内側面34aの周方向に沿う幅寸法W2とは、互いに同じである。すなわち、第1アンブレラ35の径方向内側面の周方向の長さ、第2アンブレラ36の径方向内側面の周方向の長さとは、互いに同じである。また、第1の部分S1において周方向に隣り合う一対の第1ティース33間に設けられる隙間D1の周方向の寸法と、第2の部分S2において周方向に隣り合う一対の第2ティース34間に設けられる隙間D2の周方向の寸法とが、互いに同じである。本実施形態によれば、ステータ30の製造時に、図示しない自動巻線機のノズルを第1ティース33および第2ティース34回りに移動させやすい。すなわち、ノズルの移動経路を簡素化でき、第1ティース33および第2ティース34にコイル30Cの導線を巻き回しやすくできる。したがって、ステータ30の製造が容易となる。

[0040] 軸方向に並ぶ第1ティース33と第2ティース34とは、それぞれの周方向の中心部同士が、軸方向から見て互いに重なって配置される。第1ティース33の径方向内側面33aにおける周方向の中心部の周方向位置と、第2ティース34の径方向内側面34aにおける周方向の中心部の周方向位置とは、互いに同じである。また、軸方向に並ぶ第1ティース33と第2ティース34とは、それぞれの周方向の両端部同士が、軸方向から見て互いに重なって配置される。第1ティース33の径方向内側面33aにおける周方向の両端部の周方向位置と、第2ティース34の径方向内側面34aにおける周方向の両端部の周方向位置とは、互いに同じである。すなわち、軸方向に並ぶ第1ティース33と第2ティース34とにおいて、第1ティース33の径方向内側面33aにおける周方向の一方側の端部の周方向位置と、第2ティース34の径方向内側面34aにおける周方向の一方側の端部の周方向位置とは、互いに同じである。また、第1ティース33の径方向内側面33aにおける周方向の他方側の端部の周方向位置と、第2ティース34の径方向内側面34aにおける周方向の他方側の端部の周方向位置とは、互いに同じである。すなわち、第1ティース33および第2ティース34にスキューは掛けられておらず、第1ティース33と第2ティース34とは、軸方向に真っ直ぐに配列する。本実施形態によれば、ティース33、34にスキューが掛けられていないので、ステータ30の製造が容易である。

[0041] ステータ30において、第1の部分S1の数と第2の部分S2の数とは、互いに同じである。第1の部分S1および第2の部分S2は、軸方向に交互に並んで同じ数ずつ配置される。本実施形態の例では、第1の部分S1の数が1つであり、第2の部分S2の数が1つである。ただしこれに限らず、第1の部分S1の数が2つ以上であり、第2の部分S2の数が2つ以上であってもよい。また、第1ティース33の軸方向の長さ、第2ティース34の軸方向の長さとは、互いに同じである。第1アンブレラ35の軸方向の長さと、第2アンブレラ36の軸方向の長さとは、互いに同じである。すなわち、第1ティース33の径方向内側面33aの軸方向の長さと、第2ティース

34の径方向内側面34aの軸方向の長さとは、同一である。本実施形態によれば、ステータ30の構造を簡素化しやすい。そして、コギングトルクを低減できるという上述の作用効果が、より安定して得られやすい。

[0042] インシュレータ30Zは、ステータコア31に装着される。インシュレータ30Zは、第1ティース33および第2ティース34を覆う部分を有する。インシュレータ30Zの材料は、例えば樹脂などの絶縁材料である。

[0043] コイル30Cは、ステータコア31に取り付けられる。複数のコイル30Cは、インシュレータ30Zを介してステータコア31に装着される。複数のコイル30Cは、インシュレータ30Zを介して、軸方向に並ぶ第1ティース33および第2ティース34の各組に導線が巻き回されることにより構成される。

[0044] 次に、本実施形態のモータ10を搭載する装置の一例について説明する。本実施形態においては、モータ10を電動パワーステアリング装置に搭載した例について説明する。

[0045] 図5に示すように、電動パワーステアリング装置100は、自動車の車輪の操舵機構に搭載される。電動パワーステアリング装置100は、操舵力を油圧により軽減する装置である。本実施形態の電動パワーステアリング装置100は、モータ10と、操舵軸114と、オイルポンプ116と、コントロールバルブ117と、を備える。

[0046] 操舵軸114は、ステアリング111からの入力を、車輪112を有する車軸113に伝える。オイルポンプ116は、車軸113に油圧による駆動力を伝えるパワーシリンダ115に油圧を発生させる。コントロールバルブ117は、オイルポンプ116のオイルを制御する。電動パワーステアリング装置100において、モータ10は、オイルポンプ116の駆動源として搭載される。

[0047] 本実施形態の電動パワーステアリング装置100は、本実施形態のモータ10を備える。このため、上述のモータ10と同様の効果を奏する電動パワーステアリング装置100が得られる。

[0048] なお、本発明は前述の実施形態に限定されず、例えば下記に説明するように、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において構成の変更等が可能である。

[0049] 前述の実施形態では、ステータ30において第1の部分S1の数と第2の部分S2の数とが、互いに同じである例を挙げたが、これに限らない。第1の部分S1の数と第2の部分S2の数とが、互いに異なってもよい。この場合においても、本発明の作用効果が得られる。具体的には、例えば、ステータ30に、少なくとも1つの第1の部分S1および少なくとも1つの第2の部分S2が、軸方向に並んで計3つ配置されてもよい。なお、各第1の部分S1の第1ティース33の径方向内側面33aの軸方向の長さの和と、各第2の部分S2の第2ティース34の径方向内側面34aの軸方向の長さの和とは、互いに同じであることが好ましい。

[0050] また、前述の実施形態では、中心軸Jに垂直な横断面において、マグネット部23の径方向外側面23aが、中心軸Jを中心とする仮想円VC上を周方向に延びる例を挙げたが、これに限らない。例えば、横断面において、径方向外側面23aの曲率半径が、仮想円VCの半径より小さくてもよい。この場合、横断面において径方向外側面23aは、例えば周方向の中央部が仮想円VC上に位置し、周方向の中央部から周方向の両側（一方側および他方側）に向かうにしたがい、仮想円VCから径方向内側に離れて位置する。すなわち、マグネット部23の径方向外側面23aは、周方向の中央部が最も径方向外側に位置し、周方向の中央部から周方向の両側に向かうにしたがい径方向内側に位置する。この場合においても、本発明の作用効果が得られる。

[0051] また、前述の実施形態では、マグネット部23が表面磁石型であり、マグネット部23の径方向外側面23aが、ロータ20の径方向外側面の一部を構成するが、これに限らない。すなわち、ロータ20は、埋込磁石型（Interior Permanent Magnet：IPM）のマグネット部を有していてもよい。この場合、ロータコア22の径方向外側面が、ロータ20の径方向外側面の一部を構成する。

[0052] また、前述の実施形態では、第1アンブレラ35が、第1ティース33の径方向内端部において、径方向内端部以外の部位よりも周方向の両側に突出する例を挙げたが、これに限らない。第1ティース33の径方向内端部の周方向の長さ（幅寸法）と、径方向内端部以外の部位の周方向の長さとは、互いに同じであってもよい。また、第2アンブレラ36が、第2ティース34の径方向内端部において、径方向内端部以外の部位よりも周方向の両側に突出する例を挙げたが、これに限らない。第2ティース34の径方向内端部の周方向の長さとは、径方向内端部以外の部位の周方向の長さとは、互いに同じであってもよい。

[0053] また、前述の実施形態では、中心軸Jに垂直な横断面において、第1ティース33の径方向内側面33aおよび第2ティース34の径方向内側面34aが、径方向内側に突出する円弧状であるが、これに限らない。中心軸Jに垂直な横断面において、第1ティース33の径方向内側面33aおよび第2ティース34の径方向内側面34aが、径方向外側に凹む円弧状であってもよい。そして横断面において、第1ティース33の径方向内側面33aの曲率半径と、第2ティース34の径方向内側面34aの曲率半径とは、互いに異なる。この場合、第1ティース33の径方向内側面33aのうち最も径方向内側に位置する部分は、例えば周方向の両端部である。また、第2ティース34の径方向内側面34aのうち最も径方向内側に位置する部分は、例えば周方向の両端部である。そして、第1ティース33の径方向内側面33aにおける周方向の両端部の径方向位置と、第2ティース34の径方向内側面34aにおける周方向の両端部の径方向位置とは、互いに同じである。

[0054] また、前述の実施形態では、モータ10が電動パワーステアリング装置100に搭載される一例を挙げたが、これに限らない。モータ10は、例えば、ポンプ、ブレーキ、クラッチ、掃除機、ドライヤ、シーリングファン、洗濯機および冷蔵庫などの多様な機器に用いることができる。

[0055] その他、本発明の趣旨から逸脱しない範囲において、前述の実施形態、変形例およびなお書き等で説明した各構成（構成要素）を組み合わせてもよく

、また、構成の付加、省略、置換、その他の変更が可能である。また本発明は、前述した実施形態によって限定されず、特許請求の範囲によってのみ限定される。

符号の説明

[0056] 10…モータ、20…ロータ、23a…径方向外側面、30…ステータ、32…コアバック、33…第1ティース、33a…第1ティースの径方向内側面、34…第2ティース、34a…第2ティースの径方向内側面、D1…周方向に隣り合う一対の第1ティース間の隙間、D2…周方向に隣り合う一対の第2ティース間の隙間、G1…第1ティースの径方向内側面とロータの径方向外側面との間の隙間、G2…第2ティースの径方向内側面とロータの径方向外側面との間の隙間、J…中心軸、S1…第1の部分、S2…第2の部分、W1…第1ティースの径方向内側面の周方向に沿う幅寸法、W2…第2ティースの径方向内側面の周方向に沿う幅寸法

請求の範囲

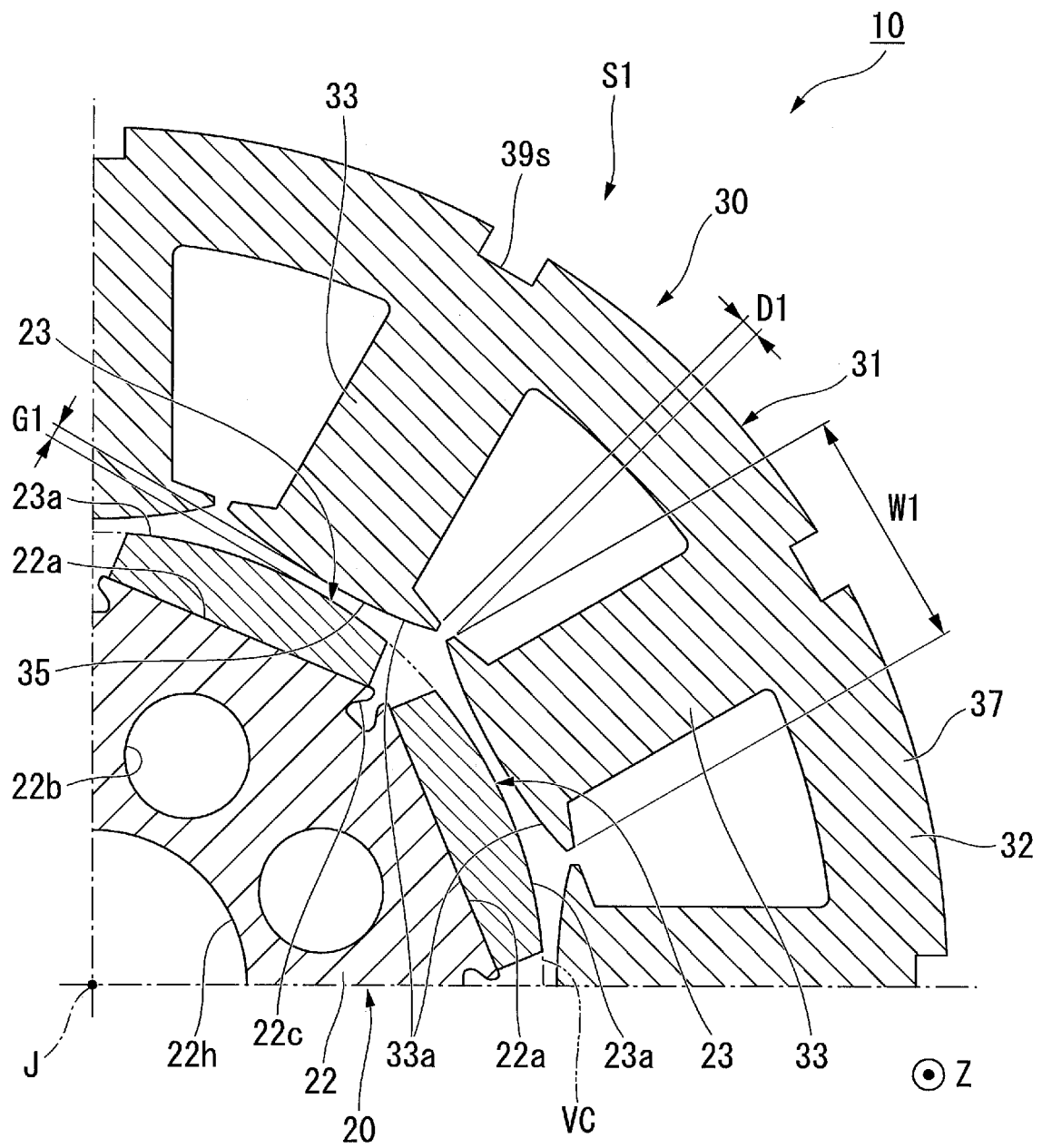
- [請求項1] 中心軸を中心とする環状のコアバックと、
 前記コアバックの径方向内側面から径方向内側に延びる第1ティースと、
 前記コアバックの径方向内側面から径方向内側に延び、前記第1ティースと軸方向に並ぶ第2ティースと、を備え、
 前記中心軸に垂直な横断面において、前記第1ティースの径方向内側面および前記第2ティースの径方向内側面は、それぞれ円弧状であり、
 前記横断面において、前記第1ティースの径方向内側面の曲率半径と、前記第2ティースの径方向内側面の曲率半径とが、互いに異なる、ステータ。
- [請求項2] 請求項1に記載のステータであって、
 前記横断面において、前記第1ティースの径方向内側面および前記第2ティースの径方向内側面が、径方向内側に突出する円弧状である、ステータ。
- [請求項3] 請求項1に記載のステータであって、
 前記横断面において、前記第1ティースの径方向内側面および前記第2ティースの径方向内側面が、径方向外側に凹む円弧状である、ステータ。
- [請求項4] 請求項1～3のいずれか一項に記載のステータであって、
 前記第1ティースの径方向内側面のうち最も径方向内側に位置する部分の径方向位置と、前記第2ティースの径方向内側面のうち最も径方向内側に位置する部分の径方向位置とが、互いに同じである、ステータ。
- [請求項5] 請求項1～4のいずれか一項に記載のステータであって、
 前記第1ティースの径方向内側面の周方向に沿う幅寸法と、前記第2ティースの径方向内側面の周方向に沿う幅寸法とが、互いに同じで

ある、ステータ。

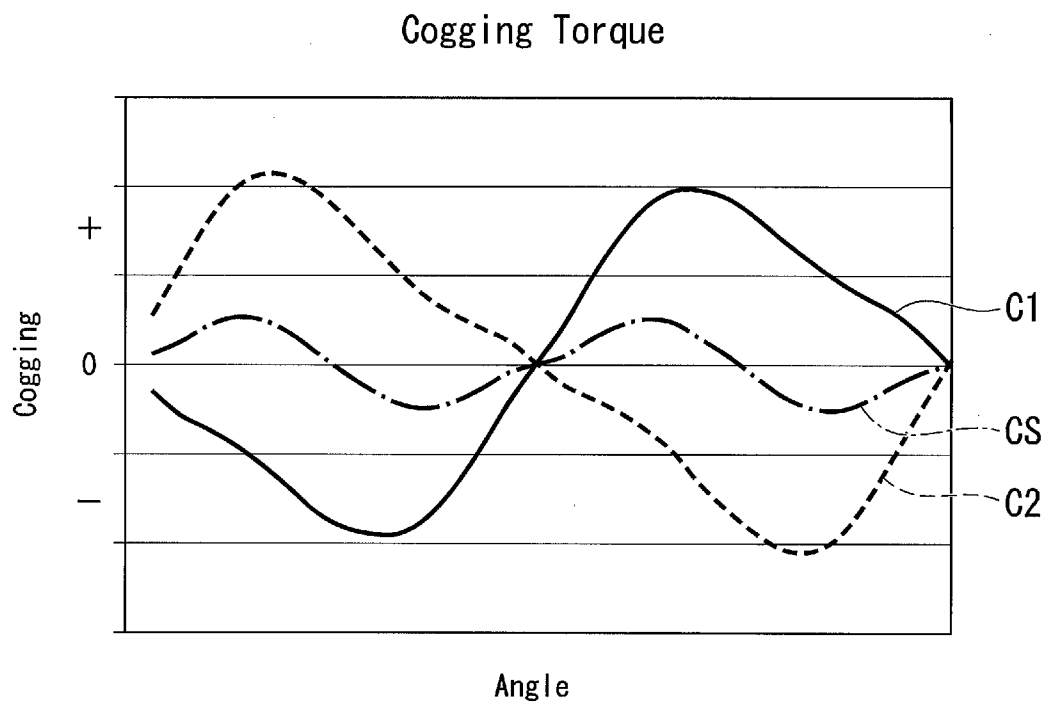
- [請求項6] 請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載のステータであって、
 前記第 1 ティースは、軸方向に沿う第 1 の部分に、周方向に互いに
 間隔をあけて複数配置され、
 前記第 2 ティースは、軸方向に沿う前記第 1 の部分と異なる第 2 の
 部分に、周方向に互いに間隔をあけて複数配置され、
 前記第 1 の部分において周方向に隣り合う一対の前記第 1 ティース
 間に設けられる隙間の周方向の寸法と、前記第 2 の部分において周方
 向に隣り合う一対の前記第 2 ティース間に設けられる隙間の周方向の
 寸法とが、互いに同じである、ステータ。
- [請求項7] 請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載のステータであって、
 前記第 1 ティースの径方向内側面における周方向の中心部の周方向
 位置と、前記第 2 ティースの径方向内側面における周方向の中心部の
 周方向位置とが、互いに同じである、ステータ。
- [請求項8] 請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載のステータであって、
 前記第 1 ティースの径方向内側面における周方向の両端部の周方向
 位置と、前記第 2 ティースの径方向内側面における周方向の両端部の
 周方向位置とが、互いに同じである、ステータ。
- [請求項9] 請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載のステータであって、
 前記第 1 ティースは、軸方向に沿う第 1 の部分に、周方向に互いに
 間隔をあけて複数配置され、
 前記第 2 ティースは、軸方向に沿う前記第 1 の部分と異なる第 2 の
 部分に、周方向に互いに間隔をあけて複数配置され、
 前記第 1 の部分の数と前記第 2 の部分の数とが、互いに同じである
 、ステータ。
- [請求項10] 請求項 9 に記載のステータであって、
 前記第 1 の部分の数が 1 つであり、前記第 2 の部分の数が 1 つであ
 る、ステータ。

- [請求項11] 請求項1～8のいずれか一項に記載のステータであって、
前記第1ティースは、軸方向に沿う第1の部分に、周方向に互いに
間隔をあけて複数配置され、
前記第2ティースは、軸方向に沿う前記第1の部分と異なる第2の
部分に、周方向に互いに間隔をあけて複数配置され、
前記第1の部分の数と前記第2の部分の数とが、互いに異なる、ス
テータ。
- [請求項12] 請求項1～11のいずれか一項に記載のステータと、
前記ステータと径方向に隙間をあけて対向するロータと、を備える
モータであって、
前記ロータの径方向外側面と前記第1ティースの径方向内側面との
間に設けられる隙間の径方向の寸法と、前記ロータの径方向外側面と
前記第2ティースの径方向内側面との間に設けられる隙間の径方向の
寸法とが、互いに同じである、モータ。

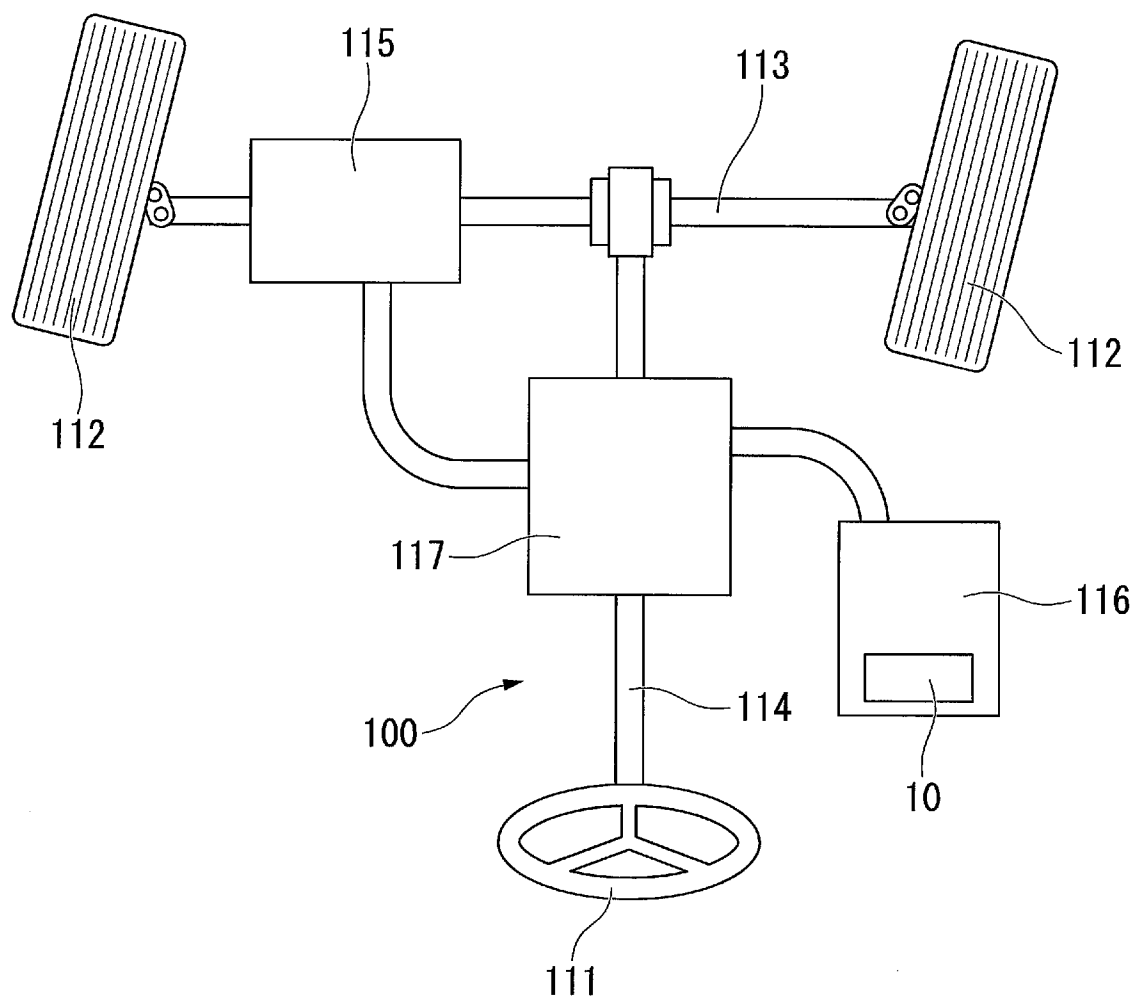
[図2]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/025419

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H02K1/14 (2006.01) i

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. H02K1/14

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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	DE 102009019555 A1 (MINEBEA CO., LTD.) 04 November 2010, paragraphs [0034]-[0044], fig. 1-3 (Family: none)	1-5
Y		6-12
Y	JP 2014-110660 A (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) 12 June 2014, paragraph [0025], fig. 2-3 (Family: none)	6-12
Y	JP 2016-167907 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 15 September 2016, paragraphs [0103]-[0108], fig. 26-28 (Family: none)	6-12
A	JP 2016-46879 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 04 April 2016, entire text, all drawings (Family: none)	6-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 21 August 2019 (21.08.2019)	Date of mailing of the international search report 03 September 2019 (03.09.2019)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H02K1/14 (2006.01) i

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))

Int.Cl. H02K1/14

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 Y	DE 102009019555 A1 (MINEBEA CO., LTD.) 2010.11.04, 段落0034-0044, 図1-3 (ファミリーなし)	1-5 6-12
Y	JP 2014-110660 A (ダイキン工業株式会社) 2014.06.12, 段落0025, 図2-3 (ファミリーなし)	6-12
Y	JP 2016-167907 A (三菱電機株式会社) 2016.09.15, 段落0103-0108, 図26-28 (ファミリーなし)	6-12

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矛盾するものではなく、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

21.08.2019

国際調査報告の発送日

03.09.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

津久井 道夫

3 V

5781

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

C (続き) . 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
A	JP 2016-46879 A (三菱電機株式会社) 2016. 04. 04, 全文, 全図 (フ ァミリーなし)	6-12