



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))

(57) 要約: 中心軸回りの周方向に連続する環状のステータコアと、ステータコアの軸方向の一部に設けられ、周方向に間隔をあけて配置された複数の第1のティースと、第1のティースの径方向内側の端部に設けられた第1のアンプレラと、ステータコアの軸方向において第1のティースとは異なる位置に設けられ、周方向に間隔をあけて配置された複数の第2のティースと、第2のティースの径方向内側の端部に設けられた第2のアンプレラと、を備え、第1のアンプレラと第2のアンプレラとは、周方向における幅寸法が互いに異なる、ステータ。

明 細 書

発明の名称：ステータ、モータ、電動パワーステアリング装置
技術分野

[0001] 本発明は、ステータ、モータ、電動パワーステアリング装置に関する。

背景技術

[0002] モータのロータは、シャフトとともに回転するロータコアと、ロータコアの周方向に複数設けられたマグネットと、を備える。このようなモータの作動時に生じるコギングトルクは、モータの振動および騒音の増大に繋がる。このため、モータにおいて、コギングトルクの発生を抑えることが望まれている。

[0003] 例えば、特許文献1には、ステータのティースを軸方向において複数段のブロックに分割し、一つの段のブロックのティースと他の段のブロックのティースとを、軸方向に対して傾斜させた構成が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2004-159492号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記のようなモータにおいて、コイル線の巻線工程が複雑化し生産性が低下してしまうという問題があった。

[0006] 本発明は、上記事情に鑑みて、コギングトルクを抑制するとともに、組み立てを簡素化できるステータ、モータ、電動パワーステアリング装置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

[0007] 本発明のステータの一つの態様は、中心軸回りの周方向に連続する環状のステータコアと、前記ステータコアの軸方向の一部に設けられ、周方向に間隔をあけて配置された複数の第1のティースと、前記第1のティースの径方

向内側の端部に設けられた第１のアンプレラと、前記ステータコアの軸方向において前記第１のティースとは異なる位置に設けられ、周方向に間隔をあけて配置された複数の第２のティースと、前記第２のティースの径方向内側の端部に設けられた第２のアンプレラと、を備え、前記第１のアンプレラと前記第２のアンプレラとは、周方向における幅寸法が互いに異なる。

[0008] 本発明のモータの一つの態様は、上記のステータと、前記ステータと径方向に隙間を介して対向するロータと、を備える。

[0009] 本発明の電動パワーステアリング装置の一つの態様は、上記のモータを備える。

発明の効果

[0010] 本発明の一つの態様によれば、コギングトルクを抑制するとともに、組み立てを簡素化できるステータ、モータ、電動パワーステアリング装置が提供される。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図１は、一実施形態のモータの断面模式図である。

[図2]図２は、一実施形態のモータの、図１におけるII-II線に沿う断面図である。

[図3]図３は、一実施形態のモータの、図２におけるIII-III線に沿う断面図である。

[図4]図４は、一実施形態のロータの一部を示す斜視図である。

[図5]図５は、一実施形態のモータの一部を示す図であり、図２の拡大断面図である。

[図6]図６は、一実施形態のモータの一部を示す図であり、図３の拡大断面図である。

[図7]図７は、一実施形態のステータの一部を示す斜視図である。

[図8]図８は、一実施形態のモータにおけるコギングトルクの波形を示す図である。

[図9]図９は、一実施形態のモータを備えた電動パワーステアリング装置の模

式図である。

[図10]図10は、一実施形態のステータの変形例を示す斜視図である。

[図11]図11は、一実施形態のロータの変形例を示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0012] 図1は、本実施形態のモータ10の断面模式図である。

図1に示すように、モータ10は、ロータ20と、ステータ30と、を備える。

[0013] 以下の説明においては、中心軸Jに平行な方向を単に「軸方向」又は「上下方向」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、すなわち、中心軸Jの軸周りを単に「周方向」と呼ぶ。さらに、以下の説明において、「平面視」とは、軸方向から見た状態を意味する。また、本明細書では、中心軸Jに沿った軸方向における図1の上側を単に「上側」と呼び、下側を単に「下側」と呼ぶ。なお、上下方向は、実際の機器に組み込まれたときの位置関係や方向を示すものではない。

また、以下の図面においては、各構成をわかりやすくするために、実際の構造と各構造における縮尺や数等を異ならせる場合がある。

[0014] [ロータ]

ロータ20は、上下方向に延びる中心軸Jに沿って配置されるシャフト21と、シャフト21に固定されたロータコア22と、第1のマグネット23と、第2のマグネット24と、を備える。

[0015] シャフト21は、モータハウジング11に設けられた複数のベアリング15、16に、中心軸J回りに回転可能に支持される。シャフト21は、中心軸Jに沿った方向に延びる円柱状である。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。また、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いてもよい。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。なお、シャフト21は、中空状の部材であってもよく、特に限定されるものではない。

[0016] 図2は、本実施形態のモータ10の、図1におけるII-II線に沿う断面図である。図3は、本実施形態のモータの、図2におけるIII-III線に沿う断面図である。図4は、本実施形態のロータの一部を示す斜視図である。図5は、本実施形態のモータの一部を示す図であり、図2の拡大断面図である。図6は、本実施形態のモータの一部を示す図であり、図3の拡大断面図である。

[0017] 図2、図3に示すように、ロータコア22は、筒状の部材である。ロータコア22は、軸方向から見たときに、外形形状が多角形である。本実施形態において、ロータコア22の外形は、八角形である。言い換えると、ロータコア22は、中空の略八角形柱である。なお、ロータコア22の外形は、円形などであってもよい。ロータコア22は、複数の電磁鋼板が軸方向に積層された積層鋼板である。ロータコア22は、平面視中央には、シャフト21を通過させる貫通孔22hが設けられる。

[0018] 図4に示すように、第1のマグネット23は、ロータコア22の軸方向の上側の一部に設けられる。第1のマグネット23は、軸方向に延びる板状の部材である。

[0019] 図2に示すように、第1のマグネット23は、周方向に間隔をあけて等間隔に配置される。軸方向から見たときに、第1のマグネット23は、周方向を向く一对の第1側面部23sと、径方向外側を向く第1外面部（外周面）23tと、径方向内側を向く第1内面部23uと、を有する。

[0020] 一对の第1側面部23sは、第1内面部23uの周方向両端部から、径方向外側にそれぞれ延びている。第1側面部23sは、軸方向から見たときに、略直線状である。

[0021] 第1内面部23uは、軸方向から見たときに、略直線状である。第1内面部23uは、ロータコア22の径方向外側を向くコア外周面22fと径方向に対向する。

[0022] 第1外面部23tの周方向両側の端部は、一对の第1側面部23sに接続される。本実施形態において、第1外面部23tは、径方向外側に凸となる

湾曲面であり、中心軸 J を中心とした円弧状をなしている。なお、第 1 外面部 2 3 t は、必ずしも湾曲面である必要はない。第 1 外面部 2 3 t は、平面であってもよい。すなわち、軸方向から見たときに、第 1 外面部 2 3 t の外形は直線状であってもよい。

[0023] 図 4 に示すように、第 2 のマグネット 2 4 は、ロータコア 2 2 の軸方向において第 1 のマグネット 2 3 とは異なる位置に設けられる。具体的には、第 2 のマグネット 2 4 は、ロータコア 2 2 の軸方向の下側の一部に設けられる。第 2 のマグネット 2 4 は、第 1 のマグネット 2 3 の下端に接するよう配置される。なお、軸方向において、第 1 のマグネット 2 3 と第 2 のマグネット 2 4 の間には、隙間があってもよく、接着剤や他の部材などが介在してもよい。

[0024] 図 3 に示すように、第 2 のマグネット 2 4 は、周方向に間隔をあけて等間隔に配置される。第 2 のマグネット 2 4 は、軸方向に延びる板状の部材である。軸方向から見たときに、第 2 のマグネット 2 4 は、周方向を向く一对の第 2 側面部 2 4 s と、径方向外側を向く第 2 外面部（外周面）2 4 t と、径方向内側を向く第 2 内面部 2 4 u と、を有する。

[0025] 一对の第 2 側面部 2 4 s は、第 2 内面部 2 4 u の周方向両端部から、径方向外側にそれぞれ延びる。第 2 側面部 2 4 s は、軸方向から見たときに、略直線状である。

[0026] 第 2 内面部 2 4 u は、軸方向から見たときに、略直線状である。第 2 内面部 2 4 u は、ロータコア 2 2 の径方向外側を向くコア外周面 2 2 f と径方向に対向する。

[0027] 第 2 外面部 2 4 t の周方向両側の端部は、一对の第 2 側面部 2 4 s に接続される。本実施形態において、第 2 外面部 2 4 t は、径方向外側に凸となる湾曲面であり、中心軸 J を中心とした円弧状をなしている。第 2 外面部 2 4 t の曲率半径は、第 1 外面部 2 3 t の曲率半径と等しい。なお、第 2 外面部 2 4 t は、必ずしも湾曲面である必要はない。第 2 外面部 2 4 t は、平面であってもよい。すなわち、軸方向から見たときに、第 2 外面部 2 4 t の外形

は直線状であってもよい。

[0028] 上記の第1のマグネット23と第2のマグネット24とは、磁束密度が同じで、形状が互いに異なる。

具体的には、第1のマグネット23と第2のマグネット24とは、体積が同じである。また、第1のマグネット23と第2のマグネット24とは、周方向、軸方向、中心軸Jを中心とした径方向のうちの少なくとも一つの方
向において、寸法が互いに異なる。

[0029] 図4に示すように、第1のマグネット23と第2のマグネット24とは、周方向の幅 $W1$ 、 $W2$ が互いに異なる。第1のマグネット23の周方向の幅 $W1$ は、第2のマグネット24の周方向の幅 $W2$ よりも小さい。軸方向に並ぶ第1のマグネット23と第2のマグネット24とを、軸方向から見たときに、第2のマグネット24は、第1のマグネット23よりも、周方向両外側に突出する。

[0030] 図5および図6に示すように、第1のマグネット23と第2のマグネット24とは、中心軸Jを中心とした径方向の厚さ $T1$ 、 $T2$ が互いに異なる。径方向において、第1のマグネット23の最も厚い部分の厚さ $T1$ は、第2のマグネット24の最も厚い部分の厚さ $T2$ よりも、大きい。

[0031] 図4に示すように、本実施形態において、第1のマグネット23の軸方向の長さ $L1$ は、第2のマグネット24の軸方向の長さ $L2$ と同じである。上述したように、第1のマグネット23と第2のマグネット24とは、体積が同じである。このため、本実施形態において、第1のマグネット23と第2のマグネット24とは、軸方向に直交する断面における断面積が等しい。

[0032] なお、第1のマグネット23の軸方向の長さ $L1$ は、第2のマグネット24の軸方向の長さ $L2$ と異なってもよい。この場合には、第1のマグネット23と第2のマグネット24とは、軸方向に直交する断面における断面積が互いに異なる。一例として、第2のマグネット24の軸方向の長さ $L2$ が、第1のマグネット23の軸方向の長さ $L1$ より大きく、第1のマグネット23の断面積が、第2のマグネット24の断面積よりも大きい構成を採用でき

る。また、他の例として、第1のマグネット23の軸方向の長さ L_1 が、第2のマグネット24の軸方向の長さ L_2 より大きく、第2のマグネット24の断面積が、第1のマグネット23の断面積よりも大きい構成を採用できる。

[0033] 第1のマグネット23の周方向における中心 M_c1 の位置は、第2のマグネット24の周方向の中心 M_c2 の位置と同一である。

なお、第1のマグネット23の周方向における中心 M_c1 の位置は、第2のマグネット24の周方向の中心 M_c2 の位置と異なってもよい。

[0034] 第1のマグネット23と第2のマグネット24とは、同じ種類の磁性材料から構成されている。第1のマグネット23、第2のマグネット24は、それぞれ、ネオジウム系材料を用いた焼結磁石およびボンド磁石、フェライト系材料を用いた磁石である。なお、第1のマグネット23と第2のマグネット24とは、互いに異なる種類の磁性材料から構成してもよい。

[0035] [ステータ]

図7は、本実施形態のステータの一部を示す斜視図である。

ステータ30は、第1ステータコア31と、第2ステータコア32と、コイル30C（図1参照）と、絶縁部材30Z（図1参照）と、を有する。第1ステータコア31と第2ステータコア32とは、中心軸Jを中心とし、軸方向に沿って並んで配置される。第1ステータコア31および第2ステータコア32の軸方向に対向する面は、互いに接触する。

[0036] 第1ステータコア31は、ステータ30において軸方向の上側の一部に配置される。第1ステータコア31は、複数の電磁鋼板が軸方向に積層された積層鋼板である。第1ステータコア31は、環状の第1コアバック部37と、複数の第1のティース33と、を有する。本実施形態において、第1ステータコア31は、いわゆる分割コアである。第1コアバック部37は、複数の扇状のコアピース39Aが周方向に接続されることにより構成される。

[0037] 第1コアバック部37を構成する各コアピース39Aは、外側面に径方向内側に向かって凹む複数の第1溝39sを有する。各第1溝39sは、各第

1のティース33の径方向外側に位置する。

なお、第1ステータコア31は、分割コアだけでなく、いわゆるストレー
トコアや丸コアなど他の種類のコアであってもよい。

[0038] 各コアピース39Aの内周面には、第1のティース33が設けられる。第
1のティース33は、第1コアバック部37の内側面から径方向外側に向か
って延びる。第1のティース33は、第1コアバック部37の内側面におい
て、周方向に間隔をあけて等間隔に配置される。第1のティース33は、ロ
ータ20と径方向で対向する。

[0039] 第1のティース33は、第1のティース33の径方向内側の端部に、第1
のアンブレラ35を有する。第1のアンブレラ35は、第1のティース33
の径方向内側の端部から周方向両側に延びる。周方向において、隣り合う第
1のアンブレラ35と第1のアンブレラ35との間には、間隙が構成される
。以下の説明では、当該間隙を第1スロットオープン40Aと呼ぶ。

第1のアンブレラ35は、第1のマグネット23に径方向で対向する。

[0040] 第2ステータコア32は、ステータ30において軸方向の下側の一部に配
置される。第2ステータコア32は、第1ステータコア31の軸方向の下端
に接して配置される。第2ステータコア32は、第1ステータコア31に、
カシメ等により接合される。第2ステータコア32は、複数の電磁鋼板が軸
方向に積層された積層鋼板である。図3、図6、図7に示すように、第2ス
テータコア32は、環状の第2コアバック部38と、複数の第2のティース
34と、を有する。

[0041] 本実施形態において、第2ステータコア32は、いわゆる分割コアである
。第2コアバック部38は、複数の扇状のコアピース39Bが周方向に接続
されることにより構成される。第2コアバック部38を構成する各コアピー
ス39Bは、外側面に径方向内側に向かって凹む複数の第2溝39tを有す
る。各第2溝39tは、各第2のティース34の径方向外側に位置する。第
2溝39tの周方向の位置は、第1溝39sの周方向の位置と同じである。

なお、第2ステータコア32は、分割コアだけでなく、いわゆるストレー

トコアや丸コアなど他の種類のコアであってもよい。

[0042] 各コアピース 39B の内周面には、第 2 のティース 34 が設けられる。第 2 のティース 34 は、第 2 コアバック部 38 の内側面から径方向外側に向かって延びる。第 2 のティース 34 は、第 2 コアバック部 38 の内側面において、周方向に間隔をあけて等間隔に配置される。第 2 のティース 34 は、ロータ 20 と径方向に対向する。

[0043] 第 2 のティース 34 は、第 2 のティース 34 の径方向内側の端部に第 2 のアンブレラ 36 を有する。第 2 のアンブレラ 36 は、第 2 のティース 34 の径方向内側の端部から周方向両側に延びる。周方向において、隣り合う第 2 のアンブレラ 36 と第 2 のアンブレラ 36 との間には、間隙が構成される。以下の説明では、当該間隙を第 2 スロットオープン 41A と呼ぶ。

第 2 のアンブレラ 36 は、第 2 のマグネット 24 に径方向に対向する。

[0044] 図 7 に示すように、第 1 のティース 33 と第 2 のティース 34 とは、軸方向で重なる。第 1 のティース 33 の周方向における幅寸法の中心 M_{c11} と、第 2 のティース 34 の周方向における幅寸法の中心 M_{c12} とは、軸方向において互いに重なる。また、第 1 のティース 33 の周方向における幅寸法 W_{21} と、第 2 のティース 34 の周方向における幅寸法 W_{22} とは、同一である。

[0045] 第 1 のアンブレラ 35 と第 2 のアンブレラ 36 とは、形状が互いに異なる。具体的には、第 1 のアンブレラ 35 と第 2 のアンブレラ 36 とは、周方向、軸方向の少なくとも一つの方角において、寸法が互いに異なる。本実施形態において、第 1 のアンブレラ 35 と第 2 のアンブレラ 36 とは、周方向における幅寸法 W_{11} 、 W_{12} が互いに異なる。第 1 のアンブレラ 35 の周方向の幅 W_{11} は、第 2 のアンブレラ 36 の周方向の幅 W_{12} よりも大きい。これにより、第 1 スロットオープン 40A の周方向の幅は、第 2 スロットオープン 41A の幅よりも、狭い。

[0046] 第 1 のアンブレラ 35 の軸方向の長さ L_{11} は、径方向に対向する第 1 のマグネット 23 の軸方向の長さ L_1 と同一である。第 2 のアンブレラ 36 の

軸方向の長さ L_{12} は、径方向で対向する第2のマグネット24の軸方向の長さ L_2 と同一である。本実施形態において、第1のアンプレラ35の軸方向の長さ L_{11} は、第2のアンプレラ36の軸方向の長さ L_{12} と同じである。

[0047] また、本実施形態において、第1ステータコア31の軸方向の寸法は、第2ステータコア32の軸方向の寸法と同じである。すなわち、軸方向において、第1コアバック部37の寸法は、第2コアバック部38の寸法と同じである。軸方向において、第1のティース33の寸法は、第2のティース34の寸法と同じである。

[0048] 絶縁部材30Z（図1参照）の材料は、絶縁性の樹脂である。コイル30C（図1参照）は、絶縁部材30Zを介して第1のティース33および第2のティース34に巻き回される。なお、絶縁部材30Zの材料は、絶縁性を有するのであれば、樹脂に限られず、他の材料が用いられてもよい。

[0049] 図8は、本実施形態のモータにおけるコギングトルクの波形を示す図である。

本実施形態のモータ10は、ロータ20およびステータ30が上述のような構成を有する。そのため、図8に示すように、第1のマグネット23と第1ステータコア31との間において生じるコギングトルクの波形は、第2のマグネット24と第2ステータコア32との間において生じるコギングトルクの波形に対し、位相が逆になる。モータ10のコギングトルクは、これらのコギングトルクを合成したものである。これにより、モータ10のコギングトルクを小さくすることができる。その結果、モータ10において生じる振動や騒音などを小さくすることができる。また、本実施形態のモータ10では、従来のモータ10と比較してトルクリップルも低減することができる。

[0050] 本実施形態によれば、ロータ20の第1のマグネット23と第2のマグネット24とは、磁束密度が同じで、形状が互いに異なる。このように、第1のマグネット23と第2のマグネット24との形状を互いに異ならせること

で、第1のマグネット23と第1のアンプレラ35との間で発生するコギングトルクの位相と、第2のマグネット24と第2のアンプレラ36との間で発生するコギングトルクの位相とを互いにずらすことができる。これにより、第1のマグネット23と第1のアンプレラ35との間で発生するコギングトルクと、第2のマグネット24と第2のアンプレラ36との間で発生するコギングトルクとを互いに打ち消し合って、ロータ20を備えたモータ10における合成コギングトルクを小さくすることができる。その結果、このようなロータ20、モータ10、および後述する電動パワーステアリング装置500は、作動時に生じる振動および騒音を抑えることが可能となる。このような構成を採用することで、第1のマグネット23と第2のマグネット24とをスキューさせる必要がないため、結果的に組み立て工程を簡素化することができる。

[0051] 本実施形態によれば、第1のマグネット23と第2のマグネット24とは、体積が同じである。また、第1のマグネット23と第2のマグネット24とは、周方向、中心軸J方向、中心軸Jを中心とした径方向のうちの少なくとも一つ方向において、寸法が互いに異なる。第1のマグネット23と第2のマグネット24とは、周方向における中心Mcの位置が同一である。また、第1のマグネット23と第2のマグネット24とは、軸方向に直交する断面における断面積が互いに異なる。また、第1のマグネット23と第2のマグネット24とは、同じ種類の磁性材料から構成されている。

このようにして、第1のマグネット23と第2のマグネット24とをスキューさせることなくとも、コギングトルクを容易に抑えることが可能となる。

[0052] 本実施形態によれば、第1のマグネット23の第1外面部23tと、第2のマグネット24の第2外面部24tとは、径方向外側を向く外周面が、中心軸Jを中心とした円弧状をなし、互いに同じ曲率半径である。これにより、ロータ20とステータ30との間のエアギャップを均一にすることができる。これにより、コギングトルクを抑えるとともに、磁束の流れがスムーズ

となり、トルクを増加させることができる。

[0053] 本実施形態によれば、ステータ３０の第１のアンプレラ３５と第２のアンプレラ３６とは、周方向における幅寸法が互いに異なる。このように、第１のアンプレラ３５と第２のアンプレラ３６との形状を互いに異ならせることで、第１のマグネット２３と第１のアンプレラ３５との間で発生するコギングトルクと、第２のマグネット２４と第２のアンプレラ３６との間で発生するコギングトルクとで、位相を互いにずらすことができる。これにより、第１のマグネット２３と第１のアンプレラ３５との間で発生するコギングトルクと、第２のマグネット２４と第２のアンプレラ３６との間で発生するコギングトルクとを互いに打ち消し合って、ステータ３０を備えたモータ１０における合成コギングトルクを小さくすることができる。その結果、モータ１０において生じる振動および騒音を抑えることが可能となる。このような構成を採用することで、ティースの周方向の位置を軸方向に沿って変化させる必要がないため、結果的に巻線工程を簡素化することができる。

[0054] 本実施形態によれば、第１のアンプレラ３５と第２のアンプレラ３６とは、周方向、軸方向の少なくとも一つの方角において、寸法が互いに異なる。これにより、第１のマグネット２３と第１のアンプレラ３５との間で発生するコギングトルクの位相と、第２のマグネット２４と第２のアンプレラ３６との間で発生するコギングトルクの位相とを互いにずらすことができる。

[0055] 本実施形態によれば、第１のティース３３と第２のティース３４とは、周方向において同一位置に配置され、周方向における幅寸法が同一である。これにより、第１のマグネット２３と第１のアンプレラ３５との間、第２のマグネット２４と第２のアンプレラ３６との間において、それぞれ発生するコギングトルクの位相を、よりずらしやすくなる。これにより、モータ１０における合成コギングトルクを小さくすることができる。その結果、モータ１０において生じる振動および騒音を抑えることが可能となる。また、第１のティース３３と第２のティース３４とは、コイル３０Ｃを構成する導線が巻かれる部位の形状が同一であるため、第１のアンプレラ３５と第２のアンプ

レラ 36 との幅寸法が互いに異なる場合であっても、第 1 のティース 33 と第 2 のティース 34 とに、容易に導線を巻き回してコイル 30C を構成することができる。

[0056] 本実施形態によれば、第 1 のアンブレラ 35 と第 2 のアンブレラ 36 とは、軸方向の長さ L_{11} 、 L_{12} が、径方向で対向する第 1 のマグネット 23 および第 2 のマグネット 24 の長さ L_1 、 L_2 と同一である。これにより、コイル 30C を構成する導線が巻かれる部位の形状が、第 1 のティース 33 および第 2 のティース 34 において同一である。このため、アンブレラの形状が異なる場合であっても、容易に導線を巻き回してコイル 30C を構成することができる。

[0057] [電動パワーステアリング装置]

図 9 は、本実施形態によるモータ 10 を備えた電動パワーステアリング装置 500 を模式的に示している。

図 9 に示すように、電動パワーステアリング装置 500 は、自動車等の車両に備えられる。電動パワーステアリング装置 500 は、ステアリング系 520 および補助トルク機構 540 を備える。

[0058] ステアリング系 520 は、例えば、ステアリングハンドル 521、ステアリングシャフト 522（「ステアリングコラム」とも称される。）、自在軸継手 523A、523B、回転軸 524（「ピニオン軸」または「入力軸」とも称される。）、ラックアンドピニオン機構 525、ラック軸 526、左右のボールジョイント 552A、552B、タイロッド 527A、527B、ナックル 528A、528B、および左右の操舵車輪（例えば左右の前輪）529A、529B を備える。

[0059] ステアリングハンドル 521 は、ステアリングシャフト 522 と自在軸継手 523A、523B とを介して回転軸 524 に連結される。回転軸 524 は、ラックアンドピニオン機構 525 を介してラック軸 526 に連結される。ラックアンドピニオン機構 525 は、回転軸 524 に設けられたピニオン 531 と、ラック軸 526 に設けられたラック 532 と、を有する。ラック

軸 5 2 6 の右端は、ボールジョイント 5 5 2 A、タイロッド 5 2 7 A およびナックル 5 2 8 A を介して右の操舵車輪 5 2 9 A に連結される。ラック軸 5 2 6 の左端は、ボールジョイント 5 5 2 B、タイロッド 5 2 7 B およびナックル 5 2 8 B を介して左の操舵車輪 5 2 9 B に連結される。ここで、右側および左側は、座席に座った運転者から見た右側および左側にそれぞれ一致する。

[0060] ステアリング系 5 2 0 は、運転者がステアリングハンドル 5 2 1 を操作することによって操舵トルクを発生する。操舵トルクは、ラックアンドピニオン機構 5 2 5 を介して左右の操舵車輪 5 2 9 A、5 2 9 B に伝達される。これにより、運転者は左右の操舵車輪 5 2 9 A、5 2 9 B を操作することができる。

[0061] 補助トルク機構 5 4 0 は、例えば、操舵トルクセンサ 5 4 1、ECU 5 4 2、モータ 5 4 3、減速機構 5 4 4 および電力変換装置 5 4 5 を備える。補助トルク機構 5 4 0 は、ステアリングハンドル 5 2 1 から左右の操舵車輪 5 2 9 A、5 2 9 B に至るステアリング系 5 2 0 に補助トルクを与える。なお、補助トルクは「付加トルク」と称されることがある。

[0062] モータ 5 4 3 は、本実施形態におけるモータ 1 0 に相当する。

[0063] 操舵トルクセンサ 5 4 1 は、ステアリングハンドル 5 2 1 によって付与されたステアリング系 5 2 0 の操舵トルクを検出する。ECU 5 4 2 は、操舵トルクセンサ 5 4 1 からの検出信号（以下、「トルク信号」と表記する。）に基づいてモータ 5 4 3 を駆動するための駆動信号を生成する。モータ 5 4 3 は、操舵トルクに応じた補助トルクを駆動信号に基づいて発生する。補助トルクは、減速機構 5 4 4 を介してステアリング系 5 2 0 の回転軸 5 2 4 に伝達される。減速機構 5 4 4 は、例えばウォームギヤ機構である。補助トルクはさらに、回転軸 5 2 4 からラックアンドピニオン機構 5 2 5 に伝達される。

[0064] 電動パワーステアリング装置 5 0 0 は、補助トルクがステアリング系 5 2 0 に付与される箇所によって、ピニオンアシスト型、ラックアシスト型、お

よびコラムアシスト型等に分類することができる。図9には、ピニオンアシスト型の電動パワーステアリング装置500を例示している。ただし、電動パワーステアリング装置500は、ラックアシスト型、コラムアシスト型等であってもよい。

[0065] ECU542には、トルク信号だけでなく、例えば車速信号も入力され得る。外部機器560は例えば車速センサである。または、外部機器560は、例えばCAN (Controller Area Network) 等の車内ネットワークで通信可能な他のECUであってもよい。ECU542のマイクロコントローラは、トルク信号や車速信号などに基づいてモータ543をベクトル制御またはPWM制御することができる。

電動パワーステアリング装置500は、運転者の操舵トルクにモータ543の補助トルクを加えた複合トルクを利用し、左右の操舵車輪529A、529Bを操作する。

[0066] (ステータの変形例)

図10は、上述の実施形態に採用可能な変形例のステータ130の部分斜視図である。本変形例において、ステータ130以外の構成は、上述の実施形態と同様である。すなわち、ステータ130は、上述の実施形態のロータ20 (図4参照) と径方向に対向する。

[0067] 図10に示すように、本変形例のステータ130は、図4に示す第1のマグネット23および第2のマグネット24に径方向に対向するアンブレラ135を有する。アンブレラ135は、一様な幅寸法で軸方向に延びる。

[0068] 本変形例に示す様にアンブレラ135の幅寸法が軸方向に沿って一様であっても、上述の実施形態に示すロータ20を用いることで、第1のマグネット23とアンブレラ135との間で発生するコギングトルクと、第2のマグネット24とアンブレラ135との間で発生するコギングトルクと、の位相を互いにずらすことができる。これにより、ロータ20を備えたモータ10における合成コギングトルクを小さくすることができる。

[0069] (ロータの変形例)

図 1 1 は、上述の実施形態の変形例のロータ 2 2 0 である。本変形例において、ロータ 2 2 0 以外の構成は、上述の実施形態と同様である。すなわち、ロータ 2 2 0 は、上述の実施形態のステータ 3 0（図 7 参照）と径方向に対向する。

[0070] 図 1 1 に示すように、本変形例のロータ 2 2 0 は、第 1 のアンブレラ 3 5 および第 2 のアンブレラ 3 6 に径方向に対向するマグネット 1 2 3 を有する。マグネット 1 2 3 は、一様な幅寸法で軸方向に延びる。

[0071] 本変形例に示す様にマグネット 1 2 3 の幅寸法が軸方向に沿って一様であっても、上述の実施形態に示すステータ 3 0 を用いることで、マグネット 1 2 3 と第 1 のアンブレラ 3 5 との間で発生するコギングトルクと、マグネット 1 2 3 と第 2 のアンブレラ 3 6 との間で発生するコギングトルクと、の位相を互いにずらすことができる。これにより、ステータ 3 0 を備えたモータ 1 0 における合成コギングトルクを小さくすることができる。

[0072] 以上に、本発明の一実施形態およびその変形例を説明したが、実施形態および変形例における各構成およびそれらの組み合わせ等は一例であり、本発明の趣旨から逸脱しない範囲内で、構成の付加、省略、置換およびその他の変更が可能である。また、本発明は実施形態によって限定されることはない。

[0073] 例えば、第 1 ステータコア 3 1 と、第 2 ステータコア 3 2 とは、軸方向における長さ L_1 、 L_2 が互いに異なってもよい。すなわち、軸方向において、第 1 コアバック部 3 7 の長さ L_1 は、第 2 コアバック部 3 8 の長さ L_2 と異なってもよい。また、第 1 のアンブレラ 3 5 の軸方向の長さ L_1 は、第 2 のアンブレラ 3 6 の軸方向の長さ L_1 と異なってもよい。

[0074] また、第 1 のマグネット 2 3 と第 2 のマグネット 2 4 とは、互いに異なる種類の磁性材料から構成されていてもよい。このような構成とすることで、第 1 のマグネット 2 3 と第 2 のマグネット 2 4 とは、互いに異なる種類の磁性材料から構成されていても、第 1 のマグネット 2 3 と第 2 のマグネット 2 4 との形状を互いに異ならせることで、コギングトルクを逆位相とすること

ができる。これにより、第1のマグネット23と第1のアンプレラ35との間で発生するコギングトルクと、第2のマグネット24と第2のアンプレラ36との間で発生するコギングトルクとを互いに打ち消し合って、ステータ30を備えたモータ10における合成コギングトルクを小さくすることができる。その結果、モータ10において生じる振動および騒音を抑えることが可能となる。

[0075] また、上述の実施形態では、互いに形状が異なり軸方向に沿って並ぶ2つのマグネット（第1のマグネット23および第2のマグネット24）を有するロータ20について説明した。しかしながら、ロータは、軸方向に沿って並ぶ3以上のマグネットを有していてもよい。この場合、軸方向に沿って並ぶ3以上のマグネットのうち、少なくとも2つのマグネットの形状が互いに異なればよい。

同様に、上述の実施形態では、周方向における幅寸法が互いに異なり軸方向に沿って並ぶ2つのアンプレラ（第1のアンプレラ35および第2のアンプレラ36）を有するステータ30について説明した。しかしながら、ステータは、軸方向に沿って並ぶ3以上のアンプレラを有していてもよい。この場合、軸方向に沿って並ぶ3以上のアンプレラのうち、少なくとも2つのアンプレラの幅寸法が互いに異なればよい。

[0076] 上述した実施形態およびその変形例のモータ10は、電動パワーステアリング装置500に限らず、例えば、掃除機、ドライヤ、シーリングファン、洗濯機、冷蔵庫などの、各種のモータを備える多様な機器に幅広く利用され得る。

符号の説明

[0077] 2…CL、10、543…モータ、20、220…ロータ、21…シャフト、22…ロータコア、23…第1のマグネット、23t…第1外面部（外周面）、24…第2のマグネット、24t…第2外面部（外周面）、30、130…ステータ、30C…コイル、31…第1ステータコア、32…第2ステータコア、33…第1のティース、34…第2のティース、35…第1

のアンブレラ、３６…第２のアンブレラ、３７…第１コアバック部、３８…第２コアバック部、１２３…マグネット、１３５…アンブレラ、５００…電動パワーステアリング装置

請求の範囲

- [請求項1] 中心軸回りの周方向に連続する環状のステータコアと、
 前記ステータコアの軸方向の一部に設けられ、周方向に間隔をあけて配置された複数の第1のティースと、
 前記第1のティースの径方向内側の端部に設けられた第1のアンプレラと、
 前記ステータコアの軸方向において前記第1のティースとは異なる位置に設けられ、周方向に間隔をあけて配置された複数の第2のティースと、
 前記第2のティースの径方向内側の端部に設けられた第2のアンプレラと、を備え、
 前記第1のアンプレラと前記第2のアンプレラとは、周方向における幅寸法が互いに異なる、ステータ。
- [請求項2] 前記第1のティースと前記第2のティースとは、周方向における幅寸法の中心が軸方向において互いに重なる位置に配置され、周方向における幅寸法が同一である、請求項1に記載のステータ。
- [請求項3] 請求項1または2に記載のステータと、
 前記ステータと径方向に隙間を介して対向するロータと、
 を備える、
 モータ。
- [請求項4] 前記ロータは、
 上下方向に沿って延びる中心軸を中心として回転するシャフトと、
 前記シャフトに固定されたロータコアと、
 前記ロータコアの軸方向の一部に設けられ、周方向に間隔をあけて配置された複数の第1のマグネットと、
 前記ロータコアの軸方向において前記第1のマグネットとは異なる位置に設けられ、周方向に間隔をあけて配置された複数の第2のマグネットと、

を備え、

前記第1のマグネットと前記第2のマグネットとは、磁束密度が同じで、形状が互いに異なる、請求項3に記載のモータ。

[請求項5] 前記第1のアンプレラと前記第2のアンプレラとは、軸方向の長さが、径方向で対向する前記第1のマグネットおよび前記第2のマグネットと同一である、請求項4に記載のモータ。

[請求項6] 前記第1のマグネットと前記第2のマグネットとは、体積が同じである、請求項4または5に記載のモータ。

[請求項7] 前記第1のマグネットと前記第2のマグネットとは、周方向、軸方向、径方向のうちの少なくとも一つの方向において、寸法が互いに異なる、請求項4～6の何れか一項に記載のモータ。

[請求項8] 前記第1のマグネットと前記第2のマグネットとは、周方向における中心の位置が同一である、請求項4～7の何れか一項に記載のモータ。

[請求項9] 前記第1のマグネットと前記第2のマグネットとは、軸方向に直交する断面における断面積が互いに異なる、請求項4～8の何れか一項に記載のモータ。

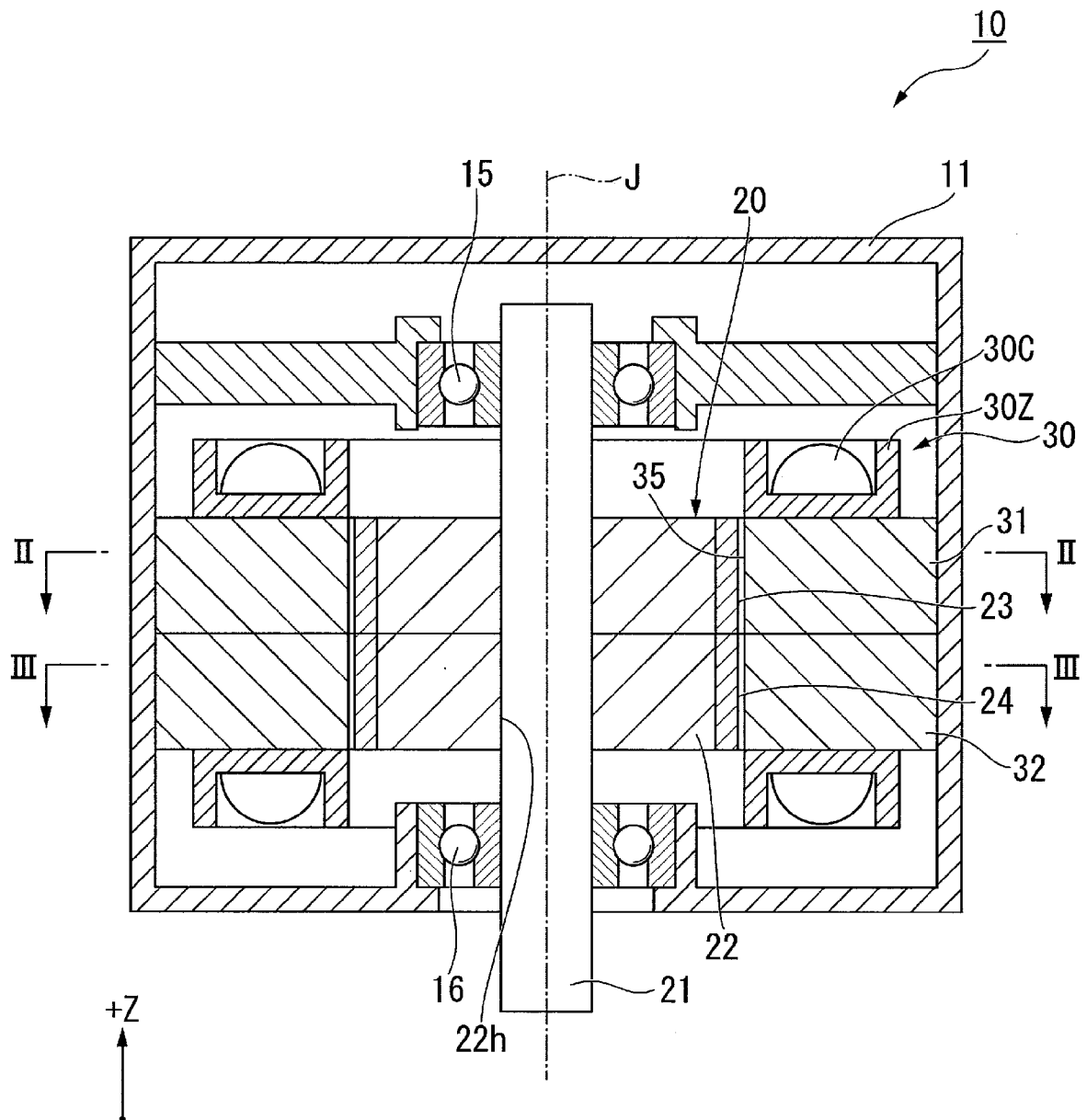
[請求項10] 前記第1のマグネットと前記第2のマグネットとは、同じ種類の磁性材料から構成されている、請求項4～9の何れか一項に記載のモータ。

[請求項11] 前記第1のマグネットと前記第2のマグネットとは、互いに異なる種類の磁性材料から構成されている、請求項4～9の何れか一項に記載のモータ。

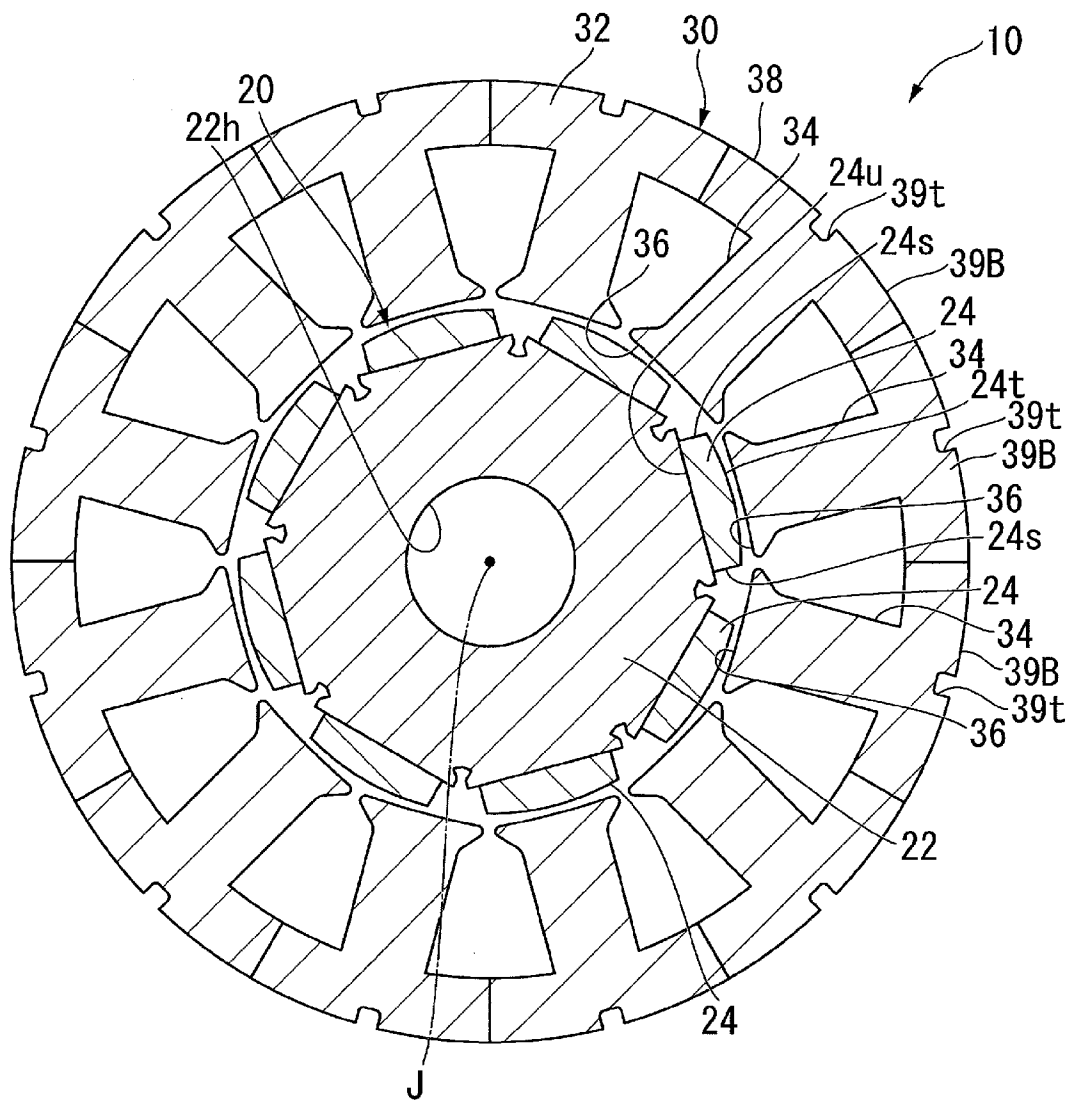
[請求項12] 前記第1のマグネットと前記第2のマグネットとは、径方向外側を向く外周面が、前記中心軸を中心とした円弧状をなし、互いに同じ曲率半径である、請求項4～11の何れか一項に記載のモータ。

[請求項13] 請求項3～12の何れか一項に記載のモータを備える電動パワーステアリング装置。

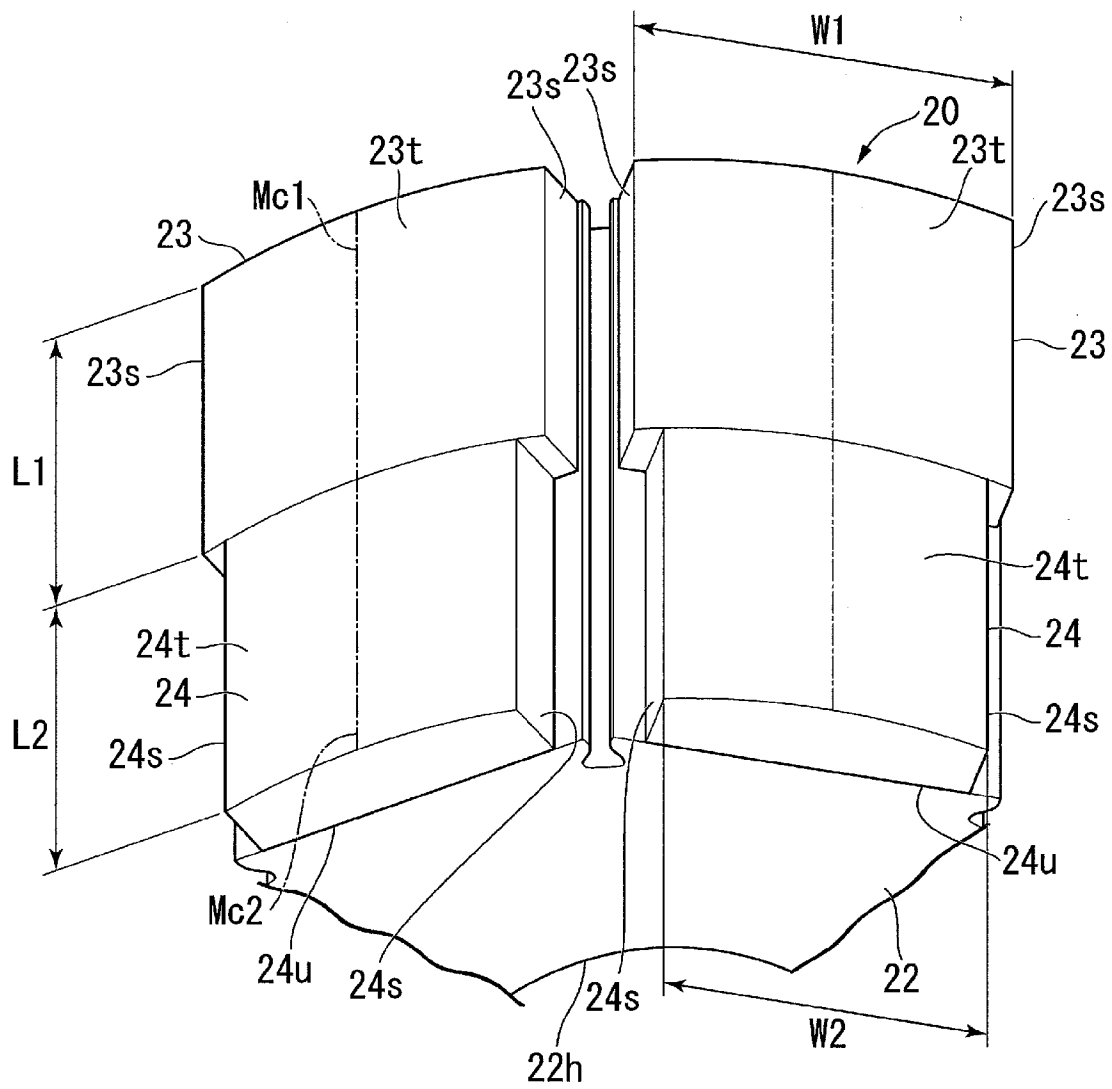
[図1]



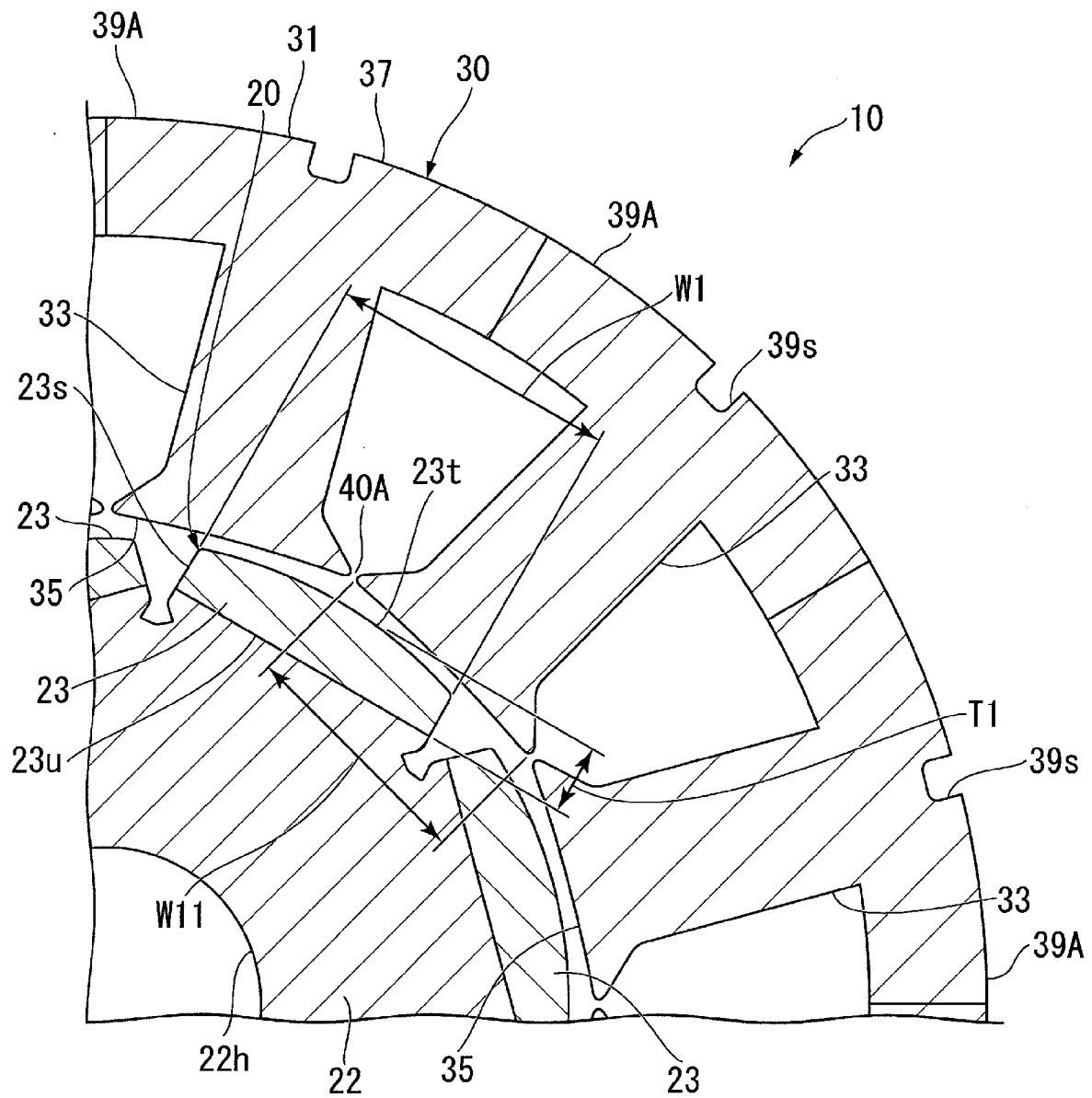
[図3]



[図4]



【図5】

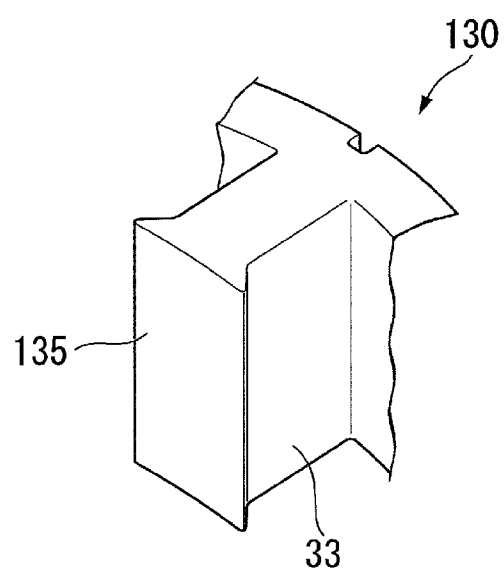


[illegible]

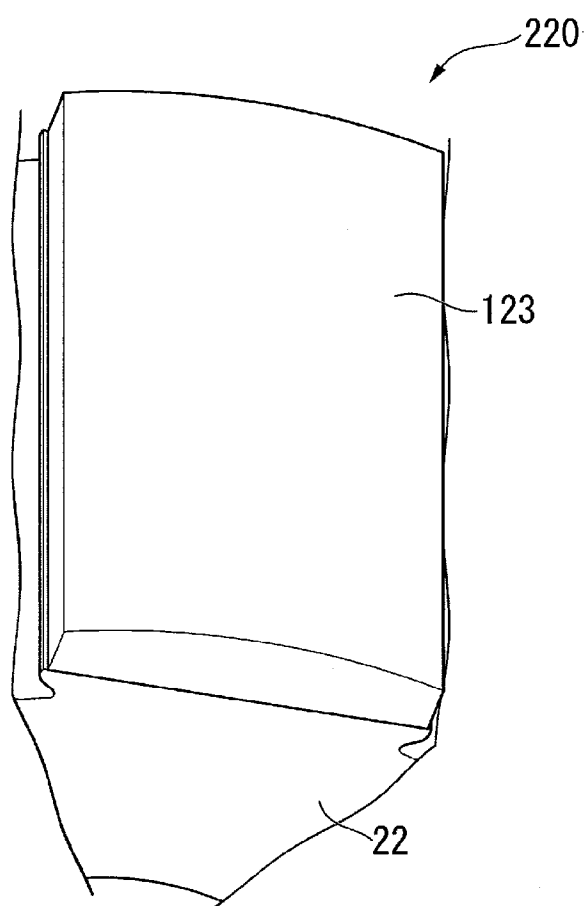
FIG. 1 is a perspective view of a first embodiment of a curved, segmented structure 30. The structure is composed of multiple segments 31, 32, 34, 35, 36, 38, and 39A, 39B. It features a central vertical axis 37 and a horizontal axis 33. Dimensions W11, W12, L11, and L12 are indicated. Other labels include 39s, 40A, 41A, Mc12, and Mc11.

Figure 1 is a graph showing the variation of torque (コギングトルク [mNm]) versus angle (角度 [deg]). The x-axis ranges from 0 to 15 degrees, and the y-axis ranges from -0.04 to 0.04 mNm. Two curves are plotted: a solid line for the first magnet (第1のマグネット) and a dashed line for the second magnet (第2のマグネット). The solid line starts at approximately 0.012 mNm at 0 degrees, peaks at about 0.028 mNm at 3 degrees, crosses zero at 7.5 degrees, reaches a minimum of about -0.03 mNm at 12 degrees, and returns to zero at 15 degrees. The dashed line starts at approximately -0.015 mNm at 0 degrees, reaches a minimum of about -0.028 mNm at 3 degrees, crosses zero at 7.5 degrees, peaks at about 0.028 mNm at 12 degrees, and returns to zero at 15 degrees. The resulting torque (合成) is shown as a solid line near the zero axis, indicating a balanced design.

[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/009641

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H02K1/11 (2006.01) i, H02K1/16 (2006.01) i, H02K1/18 (2006.01) i,
H02K1/27 (2006.01) i, H02K21/16 (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, H02K1/16, H02K1/18, H02K1/27, 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	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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 2009-5543 A (FUJI ELECTRIC SYSTEMS CO., LTD.)	1-3
Y	08 January 2009, abstract, claims, fig. 1-4 (Family: none)	4-13
X	JP 2002-136003 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 10	1-2
Y	May 2002, abstract, fig. 1 (Family: none)	3-13
Y	JP 2010-148344 A (INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE) 01 July 2010, claims, fig. 4, 5, 10 & US 2010/0156227 A1, claims, fig. 4A, 4B, 9	3-13



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
04 April 2018 (04.04.2018)

Date of mailing of the international search report
17 April 2018 (17.04.2018)

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

International application No.

PCT/JP2018/009641

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 1-122353 A (BROTHER INDUSTRIES, LTD.) 15 May 1989, fig. 6 (Family: none)	3-13

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, H02K1/16(2006.01)i, H02K1/18(2006.01)i, H02K1/27(2006.01)i, H02K21/16(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, H02K1/16, H02K1/18, H02K1/27, 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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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	JP 2009-5543 A (富士電機システムズ株式会社) 2009.01.08, 要約, 特許請求の範囲, 図 1-4 (ファミリーなし)	1-3 4-13
X Y	JP 2002-136003 A (三菱電機株式会社) 2002.05.10, 要約, 図 1 (ファミリーなし)	1-2 3-13
Y	JP 2010-148344 A (財団法人工業技術研究院) 2010.07.01, 特許請求の範囲, 図 4, 5, 10 & US 2010/0156227 A1, 特許請求の範囲, 図 4A, 4B, 9	3-13

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

04.04.2018

国際調査報告の発送日

17.04.2018

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)

小林 紀和

3 V

4 2 4 0

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
Y	JP 1-122353 A (ブラザー工業株式会社) 1989.05.15, 図 6 (ファミリーなし)	3-13