

(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
2016 年 11 月 3 日(03.11.2016)



(10) 国際公開番号

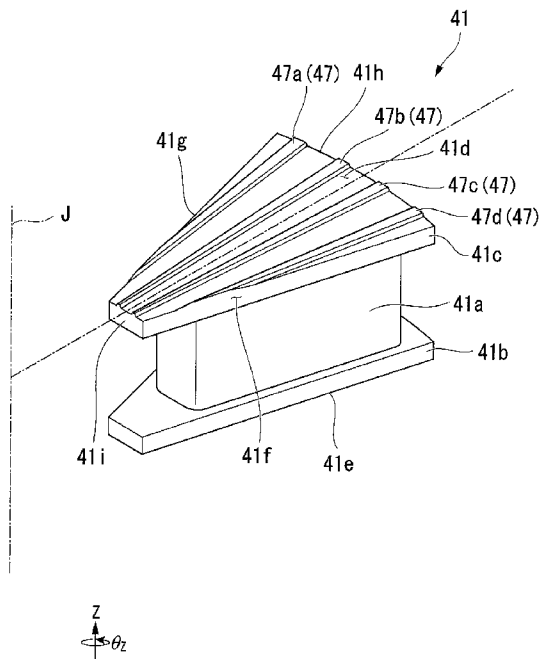
WO 2016/174895 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 21/24 (2006.01) H02K 1/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/054236
- (22) 国際出願日: 2016 年 2 月 15 日(15.02.2016)
- (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 2015-091708 2015 年 4 月 28 日(28.04.2015) 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: 金子 拓也(KANEKO, Takuya); 〒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). 牧野 祐輔(MAKINO, Yusuke); 〒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). 森田 啓介(MORITA, Keisuke); 〒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). 中川 安徳(NAKAGAWA, Yasunori); 〒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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, 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,

[続葉有]

(54) Title: MOTOR

(54) 発明の名称: モーター



(57) Abstract: One embodiment of a motor of the present invention is provided with a shaft, an upper side rotor, a stator facing the upper side rotor in the axial direction, and a bearing. The upper side rotor has an upper side magnet facing the stator in the axial direction and is positioned on the upper side of the stator. The upper side magnet has a plurality of magnetic poles arranged along the circumferential direction. The stator has a plurality of cores arranged along the circumferential direction. The cores have respective upper side rotor facing surfaces that are surfaces facing the upper side rotor. The upper side rotor facing surfaces are each provided with a plurality of upper side extending portions extending in the radial direction. The upper side extending portions are protruded portions protruded upward from the upper side rotor facing surfaces or recessed portions recessed downward from the upper side rotor facing surfaces. The number of upper side extending portions provided on each of the upper side rotor facing surfaces is obtained by subtracting one from a value obtained by dividing the least common multiple of the number of cores and the number of magnetic poles of the upper side magnet by the number of cores.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/174895 A1



MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ロシア (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))

本発明のモータの一つの態様は、シャフトと、上側ロータと、上側ロータと軸方向に対向するステータと、ベアリングと、を備える。上側ロータは、ステータと軸方向に対向する上側マグネットを有し、かつ、ステータの上側に位置する。上側マグネットは、周方向に沿って配置された複数の磁極を有する。ステータは、周方向に沿って配置された複数のコアを有する。複数のコアは、上側ロータと対向する面である上側ロータ対向面をそれぞれ有する。上側ロータ対向面には、径方向に延びる複数の上側延伸部が設けられる。上側延伸部は、上側ロータ対向面から上側に凸となる凸部、または上側ロータ対向面から下側に凹となる凹部である。上側ロータ対向面ごとに設けられる上側延伸部の数は、コアの数と上側マグネットの磁極の数との最小公倍数をコアの数で除した値から 1 を減じた数である。

明 細 書

発明の名称： モータ

技術分野

[0001] 本発明は、モータに関する。

背景技術

[0002] 例えば、日本特開 2 0 0 8 - 1 2 5 2 7 8 号公報には、アキシアルエアギャップ型電動機が記載される。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0003] 上記のようなアキシアルギャップ型電動機においては、コアとマグネットとの間に磁力による引力が生じ、ロータの回転に対する抵抗が生じる。このような抵抗をコギングトルクと呼ぶ。コギングトルクが大きいと、電動機の回転トルクのムラが大きくなり、モータに振動および騒音が生じる問題がある。

[0004] また、コギングトルクは、電動機に電流が供給されない状態でも発生する。そのため、電動パワーステアリング装置および電動アシスト付き自転車等のような、電動機に電流が供給されない状態においてもシャフトを回転させる用途に電動機が用いられる場合、コギングトルクが大きいと、使用者の操作負担が増加する問題がある。

[0005] 本発明の一つの態様は、上記問題に鑑みて、コギングトルクを低減できる構造を有する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] 本開示のモータの一つの態様は、上下方向に延びる中心軸を中心とするシャフトと、上側ロータと、ステータと、ベアリングと、を含む。上側ロータは、シャフトに取り付けられる。ステータは、上側ロータと軸方向に対向する。ベアリングは、シャフトを支持する。

上側ロータは、ステータと軸方向に対向する上側マグネットを有し、かつ

、ステータの上側に位置する。上側マグネットは、周方向に沿って配置された複数の磁極を有する。ステータは、周方向に沿って配置された複数のコアと、コアに巻き回されたコイルと、を有する。複数のコアは、上側ロータと対向する面である上側ロータ対向面をそれぞれ有する。上側ロータ対向面には、径方向に延びる複数の上側延伸部が設けられる。上側延伸部は、上側ロータ対向面から上側に凸となる凸部、または上側ロータ対向面から下側に凹となる凹部である。上側ロータ対向面ごとに設けられる上側延伸部の数は、コアの数と上側マグネットの磁極の数との最小公倍数をコアの数で除した値から1を減じた数である。

発明の効果

[0007] 本開示の一つの態様によれば、コギングトルクを低減できる構造を有するモータが提供される。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は、第1実施形態のモータを示す断面図である。

[図2]図2は、第1実施形態の上側ロータを示す平面図である。

[図3]図3は、第1実施形態のステータを示す断面図である。

[図4]図4は、第1実施形態のコアを示す平面図である。

[図5]図5は、第1実施形態のコアを示す斜視図である。

[図6]図6は、第2実施形態のコアを示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、図面を参照しながら、本開示の好適な実施形態に係るモータについて説明する。なお、本開示の範囲は、以下の実施の形態に限定されず、本開示の技術的思想の範囲内で任意に変更可能である。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、各構造における縮尺および数等を、実際の構造における縮尺および数等と異ならせる場合がある。

[0010] また、図面においては、適宜3次元直交座標系としてXYZ座標系を示す。XYZ座標系において、Z軸方向は、図1に示す中心軸Jの軸方向と平行な方向または略平行な方向とする。X軸方向は、Z軸方向と直交する方向ま

たは略直行する方向であって図1の左右方向とする。Y軸方向は、X軸方向とZ軸方向との両方と直交する方向または略直行する方向とする。

[0011] また、以下の説明においては、中心軸Jの延びる方向（Z軸方向）を上下方向とする。Z軸方向の正の側（+Z側）を「上側」と呼び、Z軸方向の負の側（-Z側）を「下側」と呼ぶ。なお、上下方向、上側および下側とは、単に説明のために用いられる名称であって、実際の位置関係や方向を限定しない。また、特に断りのない限り、中心軸Jに平行な方向または略平行な方向（Z軸方向）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（ θ_z 方向）、すなわち、中心軸Jの軸周りを単に「周方向」と呼ぶ。

[0012] なお、本明細書において、軸方向に延びる、とは、厳密に軸方向に延びる場合に加えて、軸方向に対して、45度未満の範囲で傾いた方向に延びる場合も含む。また、本明細書において、径方向に延びる、とは、厳密に径方向、すなわち、軸方向に対して垂直な方向に延びる場合に加えて、径方向に対して、45度未満の範囲で傾いた方向に延びる場合も含む。

[0013] 図1は、好適な第1実施形態のモータ10を示す断面図である。モータ10は、アキシアルギャップモータである。図1に示すように、モータ10は、ハウジング11と、シャフト20と、2つのロータである上側ロータ31および下側ロータ32と、上側ベアリング51と、下側ベアリング52と、ステータ40と、バスバーユニット70と、コネクタ71と、を備える。

[0014] ハウジング11は、モータ10のモータケースである。ハウジング11は、例えば、金属製または樹脂製である。ハウジング11は、シャフト20と、上側ロータ31と、下側ロータ32と、ステータ40と、上側ベアリング51と、下側ベアリング52と、バスバーユニット70と、を収容する。ハウジング11は、中間ハウジング12と、下側ハウジング13と、上側ハウジング14と、を有する。下側ハウジング13は、底壁部13bと、筒部13aと、下側ベアリング保持部15と、を有する。

[0015] 上側ハウジング14は、中間ハウジング12の上側に、後述するカバー4

5のカバーフランジ部45bを介して取り付けられる。上側ハウジング14は、例えば、有蓋の円筒状である。上側ハウジング14の径方向内側には、上側ロータ31、ステータ40、およびバスバーユニット70が位置する。

[0016] なお、本明細書において、モータケース、とは、例えば、モータにおけるロータ、ステータ、およびシャフト等の駆動部品を収容して保護する部品のうちモータ外部の空間と接する部品である。

[0017] シャフト20は、上下方向に延びる中心軸Jを中心とする。シャフト20は、上側ベアリング51と下側ベアリング52とによって、中心軸J周りに回転可能に支持される。すなわち、上側ベアリング51および下側ベアリング52は、シャフト20を支持するベアリングである。シャフト20の下端は、出力軸孔15aを介してハウジング11の外部に突出する。

[0018] 上側ロータ31と下側ロータ32とは、軸方向に所定の間隔を空けてシャフト20に取り付けられる。上側ロータ31は、ステータ40の上側に位置する。上側ロータ31は、上側ロータ本体34と、複数の上側マグネット33と、を有する。

[0019] 上側ロータ本体34は、例えば、径方向に延びる円板状である。上側ロータ本体34は、シャフト20の上端に固定される。上側マグネット33は、上側ロータ本体34の下面に固定されるマグネットである。図示は省略するが、複数の上側マグネット33は、周方向に沿って配置される。上側マグネット33の磁極は、N極とS極とが周方向に沿って交互に設けられる。上側マグネット33は、ステータ40と軸方向に対向する。

[0020] 下側ロータ32は、ステータ40の下側に位置する。下側ロータ32は、下側ロータ本体36と、複数の下側マグネット35と、を有する。下側ロータ本体36は、例えば、径方向に延びる円板状である。下側ロータ本体36は、シャフト20に固定される。下側マグネット35は、下側ロータ本体36の上面に固定されるマグネットである。複数の下側マグネット35は、周方向に沿って配置される。下側マグネット35の磁極は、N極とS極とが周方向に沿って交互に設けられる。下側マグネット35は、ステータ40と軸

方向に対向する。上側マグネット 33 と下側マグネット 35 とは、互いに異極が軸方向に対向する。これにより、上側ロータ 31 と下側ロータ 32 とによって回転トルクが得られるため、モータ 10 の回転トルクを大きくできる。

[0021] ステータ 40 は、2つのロータの間、すなわち、上側ロータ 31 と下側ロータ 32 との間に配置される。ステータ 40 は、複数のコア 41 と、コイル 42 と、インシュレータ 43 と、上側ベアリングホルダ 44 と、カバー 45 と、モールド樹脂部 46 と、を有する。ステータ 40 は、例えば、モールド成型品である。

[0022] 複数のコア 41 は、周方向に沿って配置される。複数のコア 41 は、上側ベアリングホルダ 44 とカバー 45 との径方向の間に位置する。複数のコア 41 は、例えば、12個設けられる。

[0023] インシュレータ 43 は、コア 41 に装着される。インシュレータ 43 は、例えば、ボビン状である。インシュレータ 43 は、例えば、樹脂材料で成型された部材である。コイル 42 は、インシュレータ 43 を介して、コア 41 に巻き回される。コイル 42 は、コイル引出線 42a を有する。コイル 42 は、コア 41 を励磁する。

[0024] コイル引出線 42a は、コイル 42 から上側に引き出される。コイル引出線 42a は、コア 41 よりも上側に延びる。コイル引出線 42a は、バスバーユニット 70 のバスバーと電氣的に接続される。コイル引出線 42a は、コイル 42 を構成する巻線の一部であってもよいし、コイル 42 を構成する巻線とは別部材であってもよい。

[0025] 筒状の上側ベアリングホルダ 44 は、上側ベアリング 51 を保持するベアリングホルダである。上側ベアリングホルダ 44 は、複数のコア 41 の径方向内側かつ、シャフト 20 の径方向外側に位置する。上側ベアリングホルダ 44 は、例えば、中心軸 J と同心の円筒状である。上側ベアリングホルダ 44 の内周面であるホルダ内周面 44e には、上側ベアリング 51 が保持される。

- [0026] 筒状のカバー４５は、複数のコア４１の径方向外側に配置される。カバー４５は、カバー筒状部４５ａと、カバーフランジ部４５ｂと、を有する。カバー筒状部４５ａは、軸方向に延び軸方向両端に開口する筒状である。カバー筒状部４５ａは、例えば、中心軸Ｊと同心の円筒状である。
- [0027] カバーフランジ部４５ｂは、カバー筒状部４５ａの下端から径方向外側に延びる。カバーフランジ部４５ｂの下面は、中間ハウジング１２の上面と接触する。カバーフランジ部４５ｂの上面は、上側ハウジング１４の下面と接触する。カバーフランジ部４５ｂは、例えば、ビスによってハウジング１１と固定される。これにより、ステータ４０がハウジング１１に固定される。カバーフランジ部４５ｂの径方向外側の端面は、モータ１０の外部に露出する。
- [0028] モールド樹脂部４６は、ステータ４０を構成する各部品の上に位置する。モールド樹脂部４６は、例えば、コイル４２およびインシュレータ４３と、上側ベアリングホルダ４４およびカバー４５との径方向の間等に位置する。
- [0029] バスバーユニット７０は、上側ロータ３１の上側に位置する。バスバーユニット７０には、コイル引出線４２ａが接続される。バスバーユニット７０は、図示しないバスバーを保持する。バスバーはコイル引出線４２ａと電氣的に接続される。バスバーの一端は、コネクタ７１を介してハウジング１１の外部に露出する。
- [0030] コネクタ７１は、例えば、上側ハウジング１４に設けられる。図示は省略するが、コネクタ７１は、上側に開口する穴部を有する。穴部の内側には、バスバーユニット７０におけるバスバーの一端が露出する。コネクタ７１には、図示しない外部電源が接続される。これにより、外部電源から、バスバーおよびコイル引出線４２ａを介してステータ４０に電源が供給される。
- [0031] 次に、上側ロータ３１および下側ロータ３２について詳細に説明する。図２は、本実施形態の上側ロータ３１を示す平面図である。図２に示すように、上側マグネット３３は、複数の上側マグネット３３Ｎと、複数の上側マグネット３３Ｓと、を含む。

[0032] 上側マグネット 33 N は、N 極に着磁されたマグネットである。上側マグネット 33 S は、S 極に着磁されたマグネットである。すなわち、各上側マグネット 33 N および各上側マグネット 33 S は、それぞれ 1 つの磁極を有する。複数の上側マグネット 33 N と複数の上側マグネット 33 S とは、マグネット間隙 G_m を介して周方向に沿って交互に配置される。これにより、上側マグネット 33 の磁極は、N 極と S 極とが周方向に沿って交互に設けられる。マグネット間隙 G_m は、周方向に隣り合う上側マグネット 33 N と上側マグネット 33 S との隙間であり、周方向に隣り合う N 極と S 極との境界である。

[0033] 上側マグネット 33 N および上側マグネット 33 S は、例えば、それぞれ 5 個ずつ設けられる。すなわち、上側マグネット 33 の磁極の数は、例えば、10 である。

[0034] 図 1 に示すように、下側マグネット 35 は、複数の下側マグネット 35 N と、複数の下側マグネット 35 S と、を含む。下側マグネット 35 N は、N 極に着磁されたマグネットである。下側マグネット 35 S は、S 極に着磁されたマグネットである。図示は省略するが、複数の下側マグネット 35 N と複数の下側マグネット 35 S とは、周方向に沿って交互に配置される。これにより、下側マグネット 35 の磁極は、N 極と S 極とが周方向に沿って交互に設けられる。下側マグネット 35 の磁極の数は、上側マグネット 33 と同様に、例えば、10 である。すなわち、上側マグネット 33 の磁極の数と下側マグネット 35 の磁極の数とは、同じである。これにより、モータ 10 のマグネットが有する磁極の数の総和は、上側マグネット 33 の磁極の数の 2 倍となる。

[0035] 下側マグネット 35 N は、上側マグネット 33 S と軸方向に対向する。下側マグネット 35 S は、上側マグネット 33 N と軸方向に対向する。これにより、上側マグネット 33 と下側マグネット 35 とは、互いに異極が軸方向に対向する。

[0036] 図 3 は、ステータ 40 を径方向に視た断面図である。図 3 に示すように、

上側マグネット 33 N, 33 S の周方向の位置と下側マグネット 35 N, 35 S の周方向の位置とは、わずかにずれる。これにより、上側マグネット 33 N, 33 S と下側マグネット 35 N, 35 S との間に生じる磁界が中心軸 J に対して周方向に傾く。すなわち、上側マグネット 33 と下側マグネット 35 との配置関係には、中心軸 J に対して周方向に傾くスキューが施される。上側マグネット 33 N, 33 S と下側マグネット 35 N, 35 S との周方向のずれ角度は、例えば、3 度以上、6 度以下である。

[0037] 図 2 に示すように、上側マグネット 33 N, 33 S の周方向両側の外形線は、平面視において、中心軸 J を通る径方向線と交差する。図示は省略するが、上側マグネット 33 N, 33 S と同様に、下側マグネット 35 N, 35 S の周方向両側の外形線は、平面視において、中心軸 J を通る径方向線と交差する。これにより、上側マグネット 33 N, 33 S および下側マグネット 35 N, 35 S のそれぞれには、径方向線に対して周方向に傾くスキューが施される。

[0038] 次に、コア 41 について詳細に説明する。図 4 および図 5 は、本実施形態のコア 41 を示す図である。図 4 は、平面図である。図 5 は、斜視図である。

[0039] なお、以下の説明において、 θ_z 方向は、+Z 側から -Z 側に向かって視て反時計回りを正の向きとし、+Z 側から -Z 側に向かって視て時計回りを負の向きとする。また、 θ_z 方向の正の向きに進む方向 (+ θ_z 方向) を、正回転方向と呼び、 θ_z 方向の負の向きに進む方向 (- θ_z 方向) を、逆回転方向と呼ぶ。

[0040] 図 4 に示すように、複数のコア 41 は、スロットオープン Gc を介して周方向に等間隔に配置される。スロットオープン Gc は、周方向に隣り合うコア 41 同士の間である。スロットオープン Gc の周方向の寸法であるスロットオープン幅 L4 は、径方向のいずれの位置においても同じである。すなわち、周方向に隣り合うコア 41 同士の間の周方向の距離は、径方向のいずれの位置においても同じである。これにより、コア 41 が上側マグネット 3

3と対向するタイミング、およびコア41が下側マグネット35と対向するタイミングを、径方向位置によって異ならせることができる。すなわち、コア41にスキューを施すことができる。

[0041] コア41は、磁性体製である。コア41は、例えば、単一の部材である。図3および図5に示すように、コア41は、コア柱状部41aと、上側コアフランジ部41cと、下側コアフランジ部41bと、上側延伸部47と、下側延伸部48と、を有する。図5に示すように、コア柱状部41aは、軸方向に延びる柱状である。コア柱状部41aには、コイル42が巻き回される。

[0042] 上側コアフランジ部41cは、コア柱状部41aの上端に接続される。上側コアフランジ部41cは、径方向に延びる板状である。上側コアフランジ部41cは、コア柱状部41aよりも径方向両側に延びる。

[0043] 図4に示すように、上側コアフランジ部41cの平面視(XY面視)形状は、径方向内側から径方向外側に向かって広がる扇形である。すなわち、上側コアフランジ部41cの上面である上側ロータ対向面41dの形状は、周方向の寸法である上側ロータ対向面幅L1が径方向内側から径方向外側に向かうに従って大きくなる扇形である。

[0044] 上側ロータ対向面41dは、コア41の上側ロータ31と対向する面である。上側ロータ対向面41dは、コア41ごとにそれぞれ設けられる。すなわち、複数のコア41は、上側ロータ31と対向する面である上側ロータ対向面41dをそれぞれ有する。

[0045] 上側コアフランジ部41cの周方向の側面であるコアフランジ部側面41f, 41gは、中心軸Jを通る径方向線と交差する。コアフランジ部側面41f, 41gは、コア41の周方向の側面である。

[0046] 上側ロータ対向面41dには、径方向に延びる複数の上側延伸部47が設けられる。上側延伸部47は、上側ロータ対向面41dから上側に凸となる凸部である。上側ロータ対向面41dごとに設けられる上側延伸部47の数は、コア41の数と上側マグネット33の磁極の数との最小公倍数をコア4

1 の数で除した値から 1 を減じた数である。

[0047] 例えば、コア 4 1 の数は 1 2 であり、上側マグネット 3 3 の磁極の数は 1 0 である。そのため、上側ロータ対向面 4 1 d ごとに設けられる上側延伸部 4 7 の数は、4 となる。これにより、上側延伸部 4 7 は、例えば、第 1 上側延伸部 4 7 a と、第 2 上側延伸部 4 7 b と、第 3 上側延伸部 4 7 c と、第 4 上側延伸部 4 7 d との 4 つの上側延伸部を含む。

[0048] 上側ロータ対向面 4 1 d ごとに設けられる上側延伸部 4 7 の数を上記のようすることで、モータ 1 0 のコギングトルクを低減できる。以下、詳細に説明する。

[0049] スロットオープン G_c とマグネット間隙 G_m とが周方向に一致すると、上側マグネット 3 3 N, 3 3 S によって、スロットオープン G_c の周方向両側のコア 4 1 が互いに異極に励磁される。そのため、上側マグネット 3 3 N, 3 3 S と、スロットオープン G_c の周方向両側のコア 4 1 との間に、磁気回路が生じる。この磁気回路によって、スロットオープン G_c とマグネット間隙 G_m とが周方向に一致する状態を保持する引力が生じる。

[0050] 例えば、上側ロータ 3 1 が正回転方向 ($+\theta_z$ 方向) に動く場合、この引力によって、上側ロータ 3 1 は、逆回転方向 ($-\theta_z$ 方向) に力を受ける。この磁気回路による引力の総和が上側ロータ 3 1 に生じるコギングトルクとなる。この引力は、スロットオープン G_c とマグネット間隙 G_m とが周方向に一致した際に、最も大きくなる。そのため、スロットオープン G_c とマグネット間隙 G_m とが周方向に一致する上側ロータ 3 1 の回転角度において、コギングトルクのピークが生じる。

[0051] 1 つのマグネット間隙 G_m は、上側ロータ 3 1 が 1 回転する間に、コア 4 1 の数だけスロットオープン G_c を通過する。すなわち、上側ロータ 3 1 が 1 回転する間に生じるスロットオープン G_c とマグネット間隙 G_m とが周方向に一致する延べ回数は、コア 4 1 の数に、マグネット間隙 G_m の数、すなわち上側マグネット 3 3 の磁極の数を乗じた数となる。一方、スロットオープン G_c とマグネット間隙 G_m とが周方向に一致する箇所は、コア 4 1 の数

と上側マグネット 33 の磁極の数との最大公約数だけ同時に生じる。

[0052] したがって、上側ロータ 31 が 1 回転する間に生じるコギングトルクのピーク数は、コア 41 の数に上側マグネット 33 の磁極の数を乗じた数を、コア 41 の数と上側マグネット 33 の磁極の数との最大公約数で除した数となる。コア 41 の数に上側マグネット 33 の磁極の数を乗じた数をコア 41 の数と上側マグネット 33 の磁極の数との最大公約数で除した数とは、コア 41 の数と上側マグネット 33 の磁極の数との最小公倍数である。

[0053] 図 3 に示すように、マグネット間隙 G_m と、上側延伸部 47、例えば図 3 では第 2 上側延伸部 47b とが周方向に一致する場合、第 2 上側延伸部 47b は磁氣的に周方向のどちらの方向にもトルクが発生しない状態となる。この状態からマグネット間隙 G_m が正回転方向側 ($+\theta_z$ 側) にわずかにずれると、第 2 上側延伸部 47b と、第 2 上側延伸部 47b の正回転方向側に位置する上側コアフランジ部 41c の部分とが、互いに異極に励磁される。

[0054] これにより、上側マグネット 33N、33S と、第 2 上側延伸部 47b と、第 2 上側延伸部 47b の正回転方向側 ($+\theta_z$ 側) に位置する上側コアフランジ部 41c の部分との間に、磁気回路が生じ、上側マグネット 33 を正回転方向側に動かす斥力が生じる。すなわち、この斥力によって、上述した引力と逆向きの力を上側ロータ 31 に加えることができる。したがって、上側延伸部 47 を設けることで、コギングトルクのピークを低減できる。

[0055] 上述したようにコギングトルクのピーク数は、コア 41 の数と上側マグネット 33 の磁極の数との最小公倍数である。そのため、コギングトルクを好適に低減し、打ち消すためには、コア 41 の数と上側マグネット 33 の磁極の数との最小公倍数の分だけ上側延伸部 47 が必要である。また、マグネット間隙 G_m およびスロットオープン G_c は、周方向に等間隔に配置される。そのため、いずれかのスロットオープン G_c といずれかのマグネット間隙 G_m とが周方向に一致する際に、その他のマグネット間隙 G_m を上側延伸部 47 と周方向に一致させるためには、上側延伸部 47 は、いずれかのスロットオープン G_c の周方向の中心を基点として、周方向に等間隔に配置されるこ

とが好ましい。

[0056] しかし、スロットオープンG cの位置には上側延伸部4 7を配置できない。そのため、実際には、複数の上側ロータ対向面4 1 dに配置される上側延伸部4 7の総和を、コア4 1の数と上側マグネット3 3の磁極の数との最小公倍数からスロットオープンG cの数を減じた数とすることが好ましい。

[0057] 本実施形態によれば、上側ロータ対向面4 1 dごとに設けられる上側延伸部4 7の数は、コア4 1の数と上側マグネット3 3の磁極の数との最小公倍数をコア4 1の数で除した値から1を減じた数である。すなわち、すべての上側ロータ対向面4 1 dに設けられる上側延伸部4 7の数の総和は、コア4 1の数と上側マグネット3 3の磁極の数との最小公倍数からコア4 1の数を減じた数である。コア4 1の数は、スロットオープンG cの数と同じである。したがって、複数の上側ロータ対向面4 1 dに配置される上側延伸部4 7の総和を、コア4 1の数と上側マグネット3 3の磁極の数との最小公倍数からスロットオープンG cの数を減じた数とできる。

[0058] これにより、上側延伸部4 7を周方向に等間隔に配置することで、いずれか1つのスロットオープンG cと、いずれか1つのマグネット間隙G mとが周方向に一致する際に、スロットオープンG cと周方向に一致しない他のすべてのマグネット間隙G mを、いずれかの上側延伸部4 7と周方向に一致させることが可能である。したがって、スロットオープンG cとマグネット間隙G mとが周方向に一致してコギングトルクのピークが生じる際に、複数の上側延伸部4 7による斥力によってコギングトルクと逆向きの力を上側ロータ3 1に加えて、コギングトルクのピークの大きさを低減しやすい。

[0059] 以上により、本実施形態によれば、コギングトルクを低減することができる構造を有するモータ1 0が得られる。

[0060] なお、本明細書において、上側延伸部4 7を周方向に等間隔に配置する、とは、上側延伸部4 7の数がコア4 1の数と上側マグネット3 3の磁極の数との最小公倍数であり、かつ、スロットオープンG cの位置にも上側延伸部4 7を配置したと仮定した場合に、上側延伸部4 7を周方向に等間隔に配置

したときの上側延伸部 4 7 の位置に、上側延伸部 4 7 を配置することを含む。実際にはスロットオープン G c には上側延伸部 4 7 を配置できないため、スロットオープン G c を挟んで周方向に隣り合う上側延伸部 4 7 同士の周方向の間隔は、1 つの上側ロータ対向面 4 1 d 上において周方向に隣り合う上側延伸部 4 7 同士の周方向の間隔よりも大きい。

[0061] また、本明細書において、ある対象同士が周方向に一致するとは、ある対象の周方向の中心同士が、軸方向に重なることを含む。

[0062] また、本実施形態によれば、上述したようにスロットオープン幅 L 4 が径方向全体において一定であるため、コア 4 1 にスキューが施される。これにより、スロットオープン G c とマグネット間隙 G m とが一致するタイミングを、径方向位置によって異ならせることができる。したがって、上側ロータ 3 1 とコア 4 1 との間にコギングトルクが生じるタイミング、および下側ロータ 3 2 とコア 4 1 との間にコギングトルクが生じるタイミングを、それぞれ径方向位置によって異ならせることができる。その結果、コギングトルクのピークを分散させることができ、モータ 1 0 に生じるコギングトルクのピークの大きさをより低減できる。

[0063] また、本実施形態によれば、上述したように上側マグネット 3 3 および下側マグネット 3 5 にはそれぞれ径方向線に対して周方向に傾くスキューが施される。そのため、スロットオープン G c とマグネット間隙 G m とが一致するタイミングを、径方向位置によってより異ならせることができる。これにより、モータ 1 0 に生じるコギングトルクのピークの大きさをより低減できる。

[0064] また、本実施形態によれば、上述したように上側マグネット 3 3 と下側マグネット 3 5 との配置関係にはスキューが施される。そのため、スロットオープン G c とマグネット間隙 G m とが一致するタイミングを、上側ロータ 3 1 と下側ロータ 3 2 とで異ならせることができる。これにより、上側ロータ 3 1 とコア 4 1 との間にコギングトルクが生じるタイミングと、下側ロータ 3 2 とコア 4 1 との間にコギングトルクが生じるタイミングとを異ならせる

ことができる。したがって、モータ 10 に生じるコギングトルクのピークの大きさをより低減できる。

[0065] 図 4 に示すように、第 1 上側延伸部 47 a と第 2 上側延伸部 47 b と第 3 上側延伸部 47 c と第 4 上側延伸部 47 d とは、この順に周方向に沿って並ぶ。第 1 上側延伸部 47 a と第 2 上側延伸部 47 b と第 3 上側延伸部 47 c と第 4 上側延伸部 47 d とは、例えば、上側ロータ対向面 41 d 上において周方向に等間隔に配置される。すなわち、上側ロータ対向面 41 d ごとに設けられる複数の上側延伸部 47 の周方向の中心は、周方向に沿って互いに等間隔に配置される。

[0066] そのため、いずれか 1 つのスロットオープン G_c と、いずれか 1 つのマグネット間隙 G_m とが周方向に一致する際に、スロットオープン G_c と周方向に一致しない他のマグネット間隙 G_m を、上側延伸部 47 のいずれかと周方向に一致させやすい。これにより、コギングトルクのピークをより低減しやすい。

[0067] 軸方向に視た際において、上側延伸部 47 の周方向の中心が、等分径方向線 C_1 と重なる。等分径方向線 C_1 は、軸方向に視た際において、ステータ 40 を周方向にコア 41 の数と上側マグネット 33 の磁極の数との最小公倍数の数に等分割する径方向線である。

[0068] これにより、いずれか 1 つのスロットオープン G_c と、いずれか 1 つのマグネット間隙 G_m とが周方向に一致する際に、スロットオープン G_c と周方向に一致しない他のすべてのマグネット間隙 G_m を、上側延伸部 47 のいずれかと周方向に一致させることができる。したがって、コギングトルクのすべてのピークを低減できる。その結果、本実施形態によれば、コギングトルクをより低減できる。

[0069] 上側延伸部 47 は、上側ロータ対向面 41 d の径方向の全体に亘って延びる。そのため、上側ロータ対向面 41 d 上における径方向のいずれの位置においても、上側延伸部 47 によってコギングトルクを低減できる。

[0070] なお、本明細書において、上側延伸部がロータ対向面の径方向の全体に亘

って延びる、とは、軸方向に視た際に、上側延伸部の径方向両端がロータ対向面の外形線と繋がることを含む。すなわち、本明細書において、上側延伸部がロータ対向面の径方向の全体に亘って延びる、とは、軸方向に視た際に、上側延伸部がロータ対向面の径方向内端から径方向外端まで延びることと、上側延伸部がロータ対向面の周方向の端部から径方向外端まで延びることと、を含む。

[0071] 図4の例では、第1上側延伸部47aは、軸方向に視た際に、コアフランジ部側面41gから、上側コアフランジ部41cの径方向外端の面であるコアフランジ部外側面41hまで延びる。第4上側延伸部47dは、コアフランジ部側面41fから、コアフランジ部外側面41hまで延びる。コアフランジ部外側面41hは、コア41の径方向外端の面である。すなわち、軸方向に視た際において、上側ロータ対向面41dごとに設けられる上側延伸部47のうちの少なくとも一つは、コア41の周方向一方側の側面からコア41の径方向外端まで延びる。コアフランジ部側面41f, 41gは、軸方向に視た際に、上側ロータ対向面41dの周方向の端部に位置する。

[0072] 本実施形態のように上側延伸部47を等分径方向線C1に沿って設ける場合、スロットオープン幅L4を径方向の全体に亘って一定となる構成を採用すると、上側延伸部47には第1上側延伸部47aおよび第4上側延伸部47dのような構成を有する上側延伸部47が含まれやすい。言い換えると、上側延伸部47がコア41の周方向一方側の側面からコア41の径方向外端まで延びる上側延伸部を含むことで、スロットオープン幅L4を径方向のいずれの位置においても同じとしやすい。

[0073] 第2上側延伸部47bおよび第3上側延伸部47cは、上側コアフランジ部41cの径方向内端であるコアフランジ部内側面41iからコアフランジ部外側面41hまで延びる。コアフランジ部内側面41iは、コア41の径方向内端の面である。

[0074] 上側延伸部47の周方向の寸法である延伸部幅L2は、例えば、径方向内側から径方向外側に向かうに従って大きくなる。

[0075] 本実施形態のモータ10のようなアキシアルギャップ型のモータにおいては、上側ロータ31が1回転する際の上側マグネット33が移動する周方向の距離が、上側マグネット33の径方向内端から上側マグネット33の径方向外端に向かって大きくなる。そのため、例えば、延伸部幅L2が径方向の全体に亘って同じ場合には、1回転する際の上側マグネット33が移動する周方向距離に対する延伸部幅L2の割合が、上側マグネット33の径方向内端から上側マグネット33の径方向外端に向かって小さくなる。これにより、上側マグネット33の径方向外端に近い部分ほど、コギングトルクの低減効果が小さくなる虞がある。

[0076] これに対して、本実施形態によれば、延伸部幅L2が径方向内側から径方向外側に向かうに従って大きくなるため、1回転する際の上側マグネット33が移動する周方向距離に対する延伸部幅L2の割合を径方向の全体に亘って同じにしやすい。これにより、本実施形態によれば、径方向位置によらずコギングトルクを低減しやすい。

[0077] 軸方向に視た際において、上側延伸部47の周方向両側の外形線である延伸部外形線VL1、VL2は、中心軸Jを通る直線上に延びる。そのため、1回転する際の上側マグネット33が移動する周方向距離に対する延伸部幅L2の割合を、径方向のいずれの位置においても同じにできる。これにより、径方向位置によらずコギングトルクをより低減しやすい。

[0078] 上側ロータ対向面41dにおける隣り合う上側延伸部47同士の間周方向の寸法である延伸部間幅L3は、延伸部幅L2よりも大きい。そのため、上側ロータ対向面41d上において、上側延伸部47が設けられない部分の面積を、上側延伸部47が設けられる部分の面積よりも大きくできる。これにより、上側ロータ対向面41dを基準として、凸部である上側延伸部47を設けることができるため、上側延伸部47によってコギングトルクを低減できる。

[0079] 上側延伸部47の径方向と直交する断面の形状は、特に限定されず、例えば、半円形状であってもよいし、多角形状であってもよい。図3の例では、

上側延伸部 4 7 の径方向と直交する断面の形状は、例えば、台形状である。

[0080] 図 5 に示すように、下側コアフランジ部 4 1 b は、コア柱状部 4 1 a の下端に接続される。下側コアフランジ部 4 1 b は、径方向に延びる板状である。下側コアフランジ部 4 1 b は、コア柱状部 4 1 a よりも径方向両側に延びる。

[0081] 下側コアフランジ部 4 1 b の平面視 (X Y 面視) 形状は、上側コアフランジ部 4 1 c の平面視形状と同様である。すなわち、下側コアフランジ部 4 1 b の下面である下側ロータ対向面 4 1 e の形状は、上側ロータ対向面 4 1 d と同様である。

[0082] 下側ロータ対向面 4 1 e は、コア 4 1 の下側ロータ 3 2 と対向する面である。下側ロータ対向面 4 1 e は、コア 4 1 ごとにそれぞれ設けられる。すなわち、複数のコア 4 1 は、下側ロータ 3 2 と対向する面である下側ロータ対向面 4 1 e をそれぞれ有する。

[0083] 図 3 に示すように、下側ロータ対向面 4 1 e には、径方向に延びる複数の下側延伸部 4 8 が設けられる。下側延伸部 4 8 は、下側ロータ対向面 4 1 e から下側に凸となる凸部である。

[0084] 上述したように、上側ロータ 3 1 に生じるコギングトルクのピーク数は、コア 4 1 の数と上側マグネット 3 3 の磁極の数とによって決まる。これは、下側ロータ 3 2 においても同様である。すなわち、下側ロータ 3 2 に生じるコギングトルクのピーク数は、コア 4 1 の数と下側マグネット 3 5 の磁極の数とによって決まる。そのため、下側ロータ 3 2 のコギングトルクを好適に低減し、打ち消すためには、上側ロータ 3 1 におけるコギングトルクの場合と同様に、コア 4 1 の数と下側マグネット 3 5 の磁極の数との最小公倍数の分だけ下側延伸部 4 8 が必要である。

[0085] また、下側マグネット 3 5 においても、マグネット間隙 G_m は、周方向に等間隔に配置される。そのため、下側マグネット 3 5 において、いずれかのスロットオープン G_c といずれかのマグネット間隙 G_m とが周方向に一致する際に、その他のマグネット間隙 G_m を下側延伸部 4 8 と周方向に一致させ

るためには、下側延伸部48は、いずれかのスロットオープンGcの周方向の中心を基点として、周方向に等間隔に配置されることが好ましい。

[0086] 下側マグネット35の磁極の数は、上側マグネット33の磁極の数と同じである。したがって、上側延伸部47の総数と下側延伸部48の総数とが同じであり、かつ、上側延伸部47の周方向の配置と下側延伸部48の周方向の配置とが同じであることが好ましい。すなわち、コア41を上側から見たときとコア41を下側からみたときとで、それぞれ延伸部の配置が同じことが好ましい。このように延伸部を配置することで、上側ロータ31に生じるコギングトルクおよび下側ロータ32に生じるコギングトルクを共に好適に低減できる。

[0087] 上述した上側延伸部47と下側延伸部48との好ましい配置関係は、本実施形態のように上側マグネット33と下側マグネット35とに中心軸Jに対して周方向に傾くスキューが施される場合であっても、スキューが施されない場合であっても同様である。すなわち、本実施形態のように上側マグネット33と下側マグネット35とに中心軸Jに対して周方向に傾くスキューが施される場合であっても、上側延伸部47の総数と下側延伸部48の総数とを同じとし、かつ、上側延伸部47の周方向の配置と下側延伸部48の周方向の配置とを同じにすることで、上側ロータ31に生じるコギングトルクおよび下側ロータ32に生じるコギングトルクを共に好適に低減できる。

[0088] 具体的に、下側ロータ対向面41eごとに設けられる下側延伸部48の数は、コア41の数と下側マグネット35の磁極の数との最小公倍数をコア41の数で除した値から1を減じた数である。

[0089] 例えば、コア41の数は12であり、下側マグネット35の磁極の数は10である。そのため、下側ロータ対向面41eごとに設けられる下側延伸部48の数は、4となる。これにより、下側延伸部48は、例えば、第1下側延伸部48aと、第2下側延伸部48bと、第3下側延伸部48cと、第4下側延伸部48dとの4つの下側延伸部を含む。

[0090] そのため、本実施形態によれば、上側ロータ31に生じるコギングトルク

と、下側ロータ 3 2 に生じるコギングトルクとの両方を低減できる。これにより、モータ 1 0 全体のコギングトルクをより低減できる。

[0091] 上側延伸部 4 7 と下側延伸部 4 8 とは、周方向において同じ位置に設けられる。言い換えると、上側延伸部 4 7 と下側延伸部 4 8 とは、それぞれ軸方向に重なる。そのため、上側延伸部 4 7 と下側延伸部 4 8 とによって、上側ロータ 3 1 とコア 4 1 との間に生じるコギングトルクと、下側ロータ 3 2 とコア 4 1 との間に生じるコギングトルクとを同じタイミングで低減できる。これにより、モータ 1 0 全体のコギングトルクをより低減できる。

[0092] 具体的には、図 3 に示すように、第 1 上側延伸部 4 7 a と第 1 下側延伸部 4 8 a とが、周方向において同じ位置に設けられる。第 2 上側延伸部 4 7 b と第 2 下側延伸部 4 8 b とが、周方向において同じ位置に設けられる。第 3 上側延伸部 4 7 c と第 3 下側延伸部 4 8 c とが、周方向において同じ位置に設けられる。第 4 上側延伸部 4 7 d と第 4 下側延伸部 4 8 d とが、周方向において同じ位置に設けられる。

[0093] 下側延伸部 4 8 のその他の構成は、上側延伸部 4 7 の構成と同様である。下側コアフランジ部 4 1 b のその他の構成は、上側コアフランジ部 4 1 c の構成と同様である。

[0094] また、本実施形態によれば、2 つのロータが設けられ、上側ロータ 3 1 とコア 4 1 および下側ロータ 3 2 とコア 4 1 とが軸方向（Z 軸方向）に対向するため、モータ 1 0 全体におけるステータ 4 0 と対向するロータの対向面積を大きくできる。これにより、モータ 1 0 の回転トルクを大きくできる。一方、2 つのロータが設けられる場合、それぞれのロータにコギングトルクが生じるため、モータ 1 0 全体に生じるコギングトルクの総和が大きくなる。

[0095] これに対して、本実施形態によれば、上述したように上側延伸部 4 7 と下側延伸部 4 8 とによって、上側ロータ 3 1 におけるコギングトルクと下側ロータ 3 2 におけるコギングトルクとの両方を好適に低減できる。したがって、本実施形態によれば、それぞれのコギングトルクを好適に低減させつつ、モータ 1 0 全体におけるステータ 4 0 と対向するロータの対向面積を大きく

できるため、モータ 10 の回転トルクをより大きくできる。

[0096] なお、以下の構成を採用することもできる。以下の説明においては、上側延伸部 47 と下側延伸部 48 とのうち、代表して上側延伸部 47 についてのみ説明する場合がある。

[0097] 上側延伸部 47 および下側延伸部 48 のうちのいずれか一方のみが設けられてもよい。

[0098] また、延伸部幅 L_2 は、径方向のいずれの位置においても同じであってもよい。この場合、延伸部外形線 VL_1 、 VL_2 は、中心軸 J を通る直線と交差する。

[0099] また、上側延伸部 47 は、上側ロータ対向面 41d の径方向の一部に設けられてもよい。

[0100] また、スロットオープン幅 L_4 は、径方向位置によって異なってもよい。スロットオープン幅 L_4 は、例えば、径方向内側から径方向外側に向かうに従って大きくなってもよい。この場合、例えば、コアフランジ部側面 41f、41g が径方向線に沿って延びる構成を採用できる。

[0101] また、上側延伸部 47 は、コア 41 の周方向一方側の側面からコア 41 の径方向外端まで延びる上側延伸部を 1 つのみ含んでもよいし、3 つ以上含んでもよい。また、上側延伸部 47 は、コア 41 の周方向一方側の側面からコア 41 の径方向外端まで延びる上側延伸部を含まなくてもよい。

[0102] また、コア 41 の各部は、それぞれ別部材であってもよい。すなわち、上側延伸部 47 は、上側コアフランジ部 41c と別部材であってもよい。

[0103] また、上側マグネット 33 の数とコア 41 の数とは、特に限定されない。上側マグネット 33 の数 : コア 41 の数を、例えば、 $2n : 3n$ 、 $4n : 3n$ 、 $8n : 9n$ 、 $10n : 12n$ とできる。ただし、 n は自然数である。図 1 から図 5 に示す例では、上側マグネット 33 の数 : コア 41 の数は、 $10 : 12$ である。

[0104] また、マグネット間隙 G_m は、設けられなくてもよい。すなわち、上側マグネット 33N と上側マグネット 33S とは、互いに接触して配置されても

よい。これは、下側マグネット 35 についても同様である。この場合、上側マグネット 33 N と上側マグネット 33 S との接触する境界が、上記コギングトルクの説明におけるマグネット間隙 G_m に相当する。すなわち、上側マグネット 33 N と上側マグネット 33 S との接触する境界とスロットオープン G_c とが周方向に一致する際に、コギングトルクのピークが生じる。

[0105] また、上側マグネット 33 および下側マグネット 35 は、それぞれ単一の部材であってもよい。この場合、上側マグネット 33 および下側マグネット 35 を例えば、周方向に沿って N 極と S 極とが交互に配置される円環状とできる。この場合においては、N 極と S 極との境界が上記コギングトルクの説明におけるマグネット間隙 G_m に相当する。

[0106] また、上側ロータ 31 と下側ロータ 32 とのうちのいずれか一方のみが設けられてもよい。

[0107] 第 2 実施形態は、第 1 実施形態に対して、上側延伸部が凹部である点において異なる。なお、第 1 実施形態と同様の構成については、適宜同一の符号を付す等により説明を省略する場合がある。

[0108] 図 6 は、本実施形態のコア 141 を示す斜視図である。図 6 に示すように、コア 141 は、コア柱状部 41 a と、上側コアフランジ部 141 c と、下側コアフランジ部 141 b と、を有する。

[0109] 上側コアフランジ部 141 c の上面である上側ロータ対向面 141 d には、径方向に延びる複数の上側延伸部 147 が設けられる。上側ロータ対向面 141 d は、上側ロータ 31 と対向する面である。上側延伸部 147 は、上側ロータ対向面 141 d から下側に凹となる凹部である。

[0110] 上側延伸部 147 の径方向と直交する断面の形状は、特に限定されない。図 6 の例では、上側延伸部 147 の径方向と直交する断面の形状は、例えば、半円弧状である。上側延伸部 147 は、第 1 上側延伸部 147 a と、第 2 上側延伸部 147 b と、第 3 上側延伸部 147 c と、第 4 上側延伸部 147 d と、を含む。第 1 上側延伸部 147 a と、第 2 上側延伸部 147 b と、第 3 上側延伸部 147 c と、第 4 上側延伸部 147 d とは、この順に周方向に

沿って並ぶ。

[0111] 第1上側延伸部147aは、凹部である点を除いて、第1実施形態の第1上側延伸部47aと同様である。第2上側延伸部147bは、凹部である点を除いて、第1実施形態の第2上側延伸部47bと同様である。第3上側延伸部147cは、凹部である点を除いて、第1実施形態の第3上側延伸部47cと同様である。第4上側延伸部147dは、凹部である点を除いて、第1実施形態の第4上側延伸部47dと同様である。

[0112] 図示は省略するが、下側コアフランジ部141bの下面である下側ロータ対向面141eには、径方向に延びる複数の下側延伸部が設けられる。下側ロータ対向面141eは、下側ロータ32と対向する面である。下側コアフランジ部141bに設けられる下側延伸部は、下側ロータ対向面141eから上側に凹となる凹部である。下側延伸部のその他の構成は、上側延伸部147の構成と同様である。コア141のその他の構成は、第1実施形態のコア41の構成と同様である。

[0113] 本実施形態によれば、第1実施形態と同様にして、凹部である上側延伸部147および図示しない下側延伸部によって、コギングトルクを低減できる。

[0114] なお、以下の構成を採用することもできる。

[0115] 上側延伸部147が、上側ロータ対向面141dから上側に凸となる凸部、または上側ロータ対向面141dから下側に凹となる凹部である構成を採用できる。また、下側延伸部が、下側ロータ対向面141eから下側に凸となる凸部、または下側ロータ対向面141eから上側に凹となる凹部である構成を採用できる。

[0116] すなわち、上側延伸部147の一部は、上側ロータ対向面141dから上側に凸となる凸部であってもよい。また、下側延伸部の一部は、下側ロータ対向面141eから下側に凸となる凸部であってもよい。

[0117] また、上側延伸部147のすべてが凸部と凹部とのうちのいずれか一方であり、下側延伸部のすべてが凸部と凹部とのうちのいずれか他方であっても

よい。

[0118] なお、上記説明した第 1 実施形態および第 2 実施形態の各構成は、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。

請求の範囲

- [請求項1] 上下方向に延びる中心軸を中心とするシャフトと、
前記シャフトに取り付けられた上側ロータと、
前記上側ロータと軸方向に対向するステータと、
前記シャフトを支持するベアリングと、
を備え、
前記上側ロータは、前記ステータと軸方向に対向する上側マグネットを有し、かつ、前記ステータの上側に位置し、
前記上側マグネットは、周方向に沿って配置された複数の磁極を有し、
前記ステータは、周方向に沿って配置された複数のコアと、前記コアに巻き回されたコイルと、を有し、
前記複数のコアは、前記上側ロータと対向する面である上側ロータ対向面をそれぞれ有し、
前記上側ロータ対向面には、径方向に延びる複数の上側延伸部が設けられ、
前記上側延伸部は、前記上側ロータ対向面から上側に凸となる凸部、または前記上側ロータ対向面から下側に凹となる凹部であり、
前記上側ロータ対向面ごとに設けられる前記上側延伸部の数は、前記コアの数と前記上側マグネットの磁極の数との最小公倍数を前記コアの数で除した値から1を減じた数であるモータ。
- [請求項2] 前記上側延伸部の周方向の寸法は、径方向内側から径方向外側に向かうに従って大きくなる、請求項1に記載のモータ。
- [請求項3] 軸方向に視た際において、前記上側延伸部の周方向両側の外形線は、中心軸を通る直線上に延びる、請求項2に記載のモータ。
- [請求項4] 前記上側延伸部は、前記上側ロータ対向面の径方向の全体に亘って延びる、請求項1から3のいずれか一項に記載のモータ。
- [請求項5] 前記上側ロータ対向面ごとに設けられる複数の前記上側延伸部の周

方向の中心は、周方向に沿って互いに等間隔に配置される、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載のモータ。

[請求項6] 軸方向に視た際において、前記上側延伸部の周方向の中心は、前記ステータを周方向に前記最小公倍数の数に等分割する径方向線と重なる、請求項 5 に記載のモータ。

[請求項7] 周方向に隣り合う前記コア同士の間周方向の距離は、径方向のいずれの位置においても同じである、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載のモータ。

[請求項8] 前記上側ロータ対向面の形状は、周方向の寸法が径方向内側から径方向外側に向かうに従って大きくなる扇形であり、

軸方向に視た際において、前記上側ロータ対向面ごとに設けられる前記上側延伸部のうちの少なくとも一つは、前記コアの周方向一方側の側面から前記コアの径方向外端まで延びる、請求項 7 に記載のモータ。

[請求項9] 前記上側ロータ対向面における隣り合う前記上側延伸部同士の間周方向の寸法は、前記上側延伸部の周方向の寸法よりも大きい、請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載のモータ。

[請求項10] 前記シャフトに取り付けられた下側ロータを備え、

前記下側ロータは、前記ステータと軸方向に対向する下側マグネットを有し、かつ、前記ステータの下側に位置し、

前記下側マグネットは、周方向に沿って配置された複数の磁極を有し、

前記上側マグネットの磁極の数と前記下側マグネットの磁極の数とは、同じであり、

前記上側マグネットと前記下側マグネットとは、互いに異極が軸方向に対向する、請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載のモータ。

[請求項11] 前記複数のコアは、前記下側ロータと対向する面である下側ロータ対向面をそれぞれ有し、

前記下側ロータ対向面には、径方向に延びる複数の下側延伸部が設けられ、

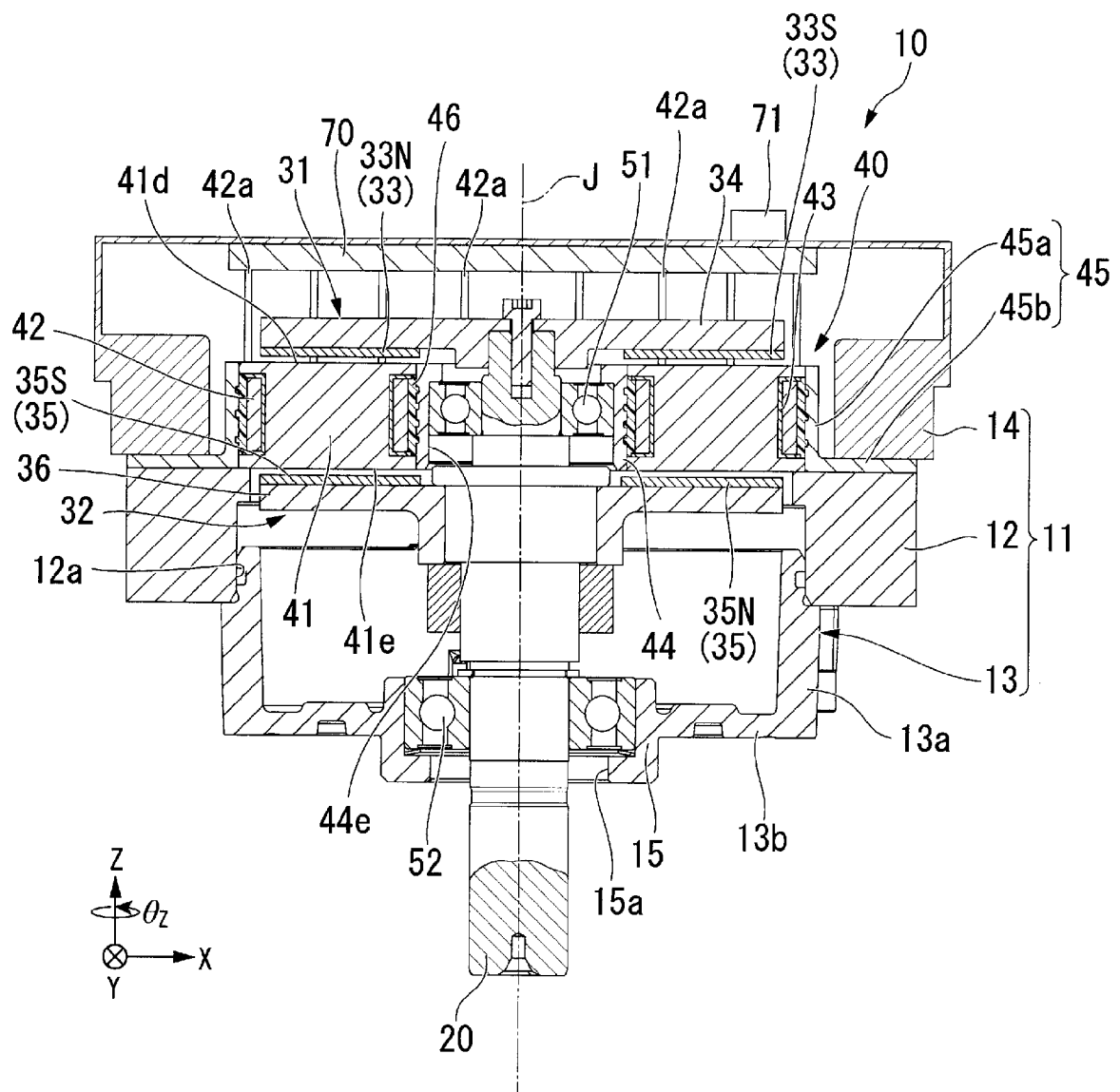
前記下側延伸部は、前記下側ロータ対向面から下側に凸となる凸部、または前記下側ロータ対向面から上側に凹となる凹部であり、

前記下側ロータ対向面ごとに設けられる前記下側延伸部の数は、前記コアの数と前記下側マグネットの磁極の数との最小公倍数を前記コアの数で除した値から1を減じた数である、請求項10に記載のモータ。

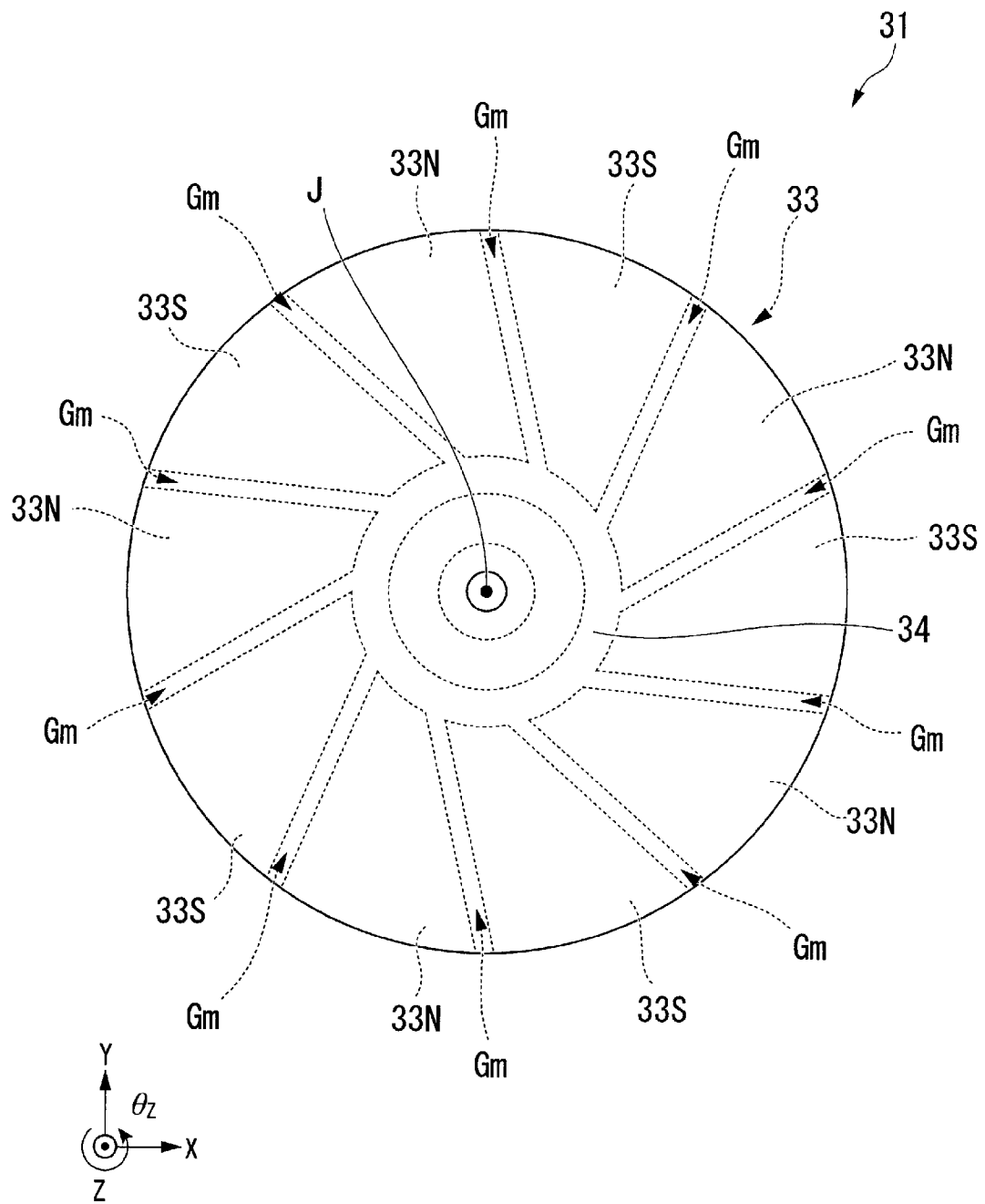
[請求項12]

前記上側延伸部と前記下側延伸部とは、周方向において同じ位置に設けられる、請求項10または11に記載のモータ。

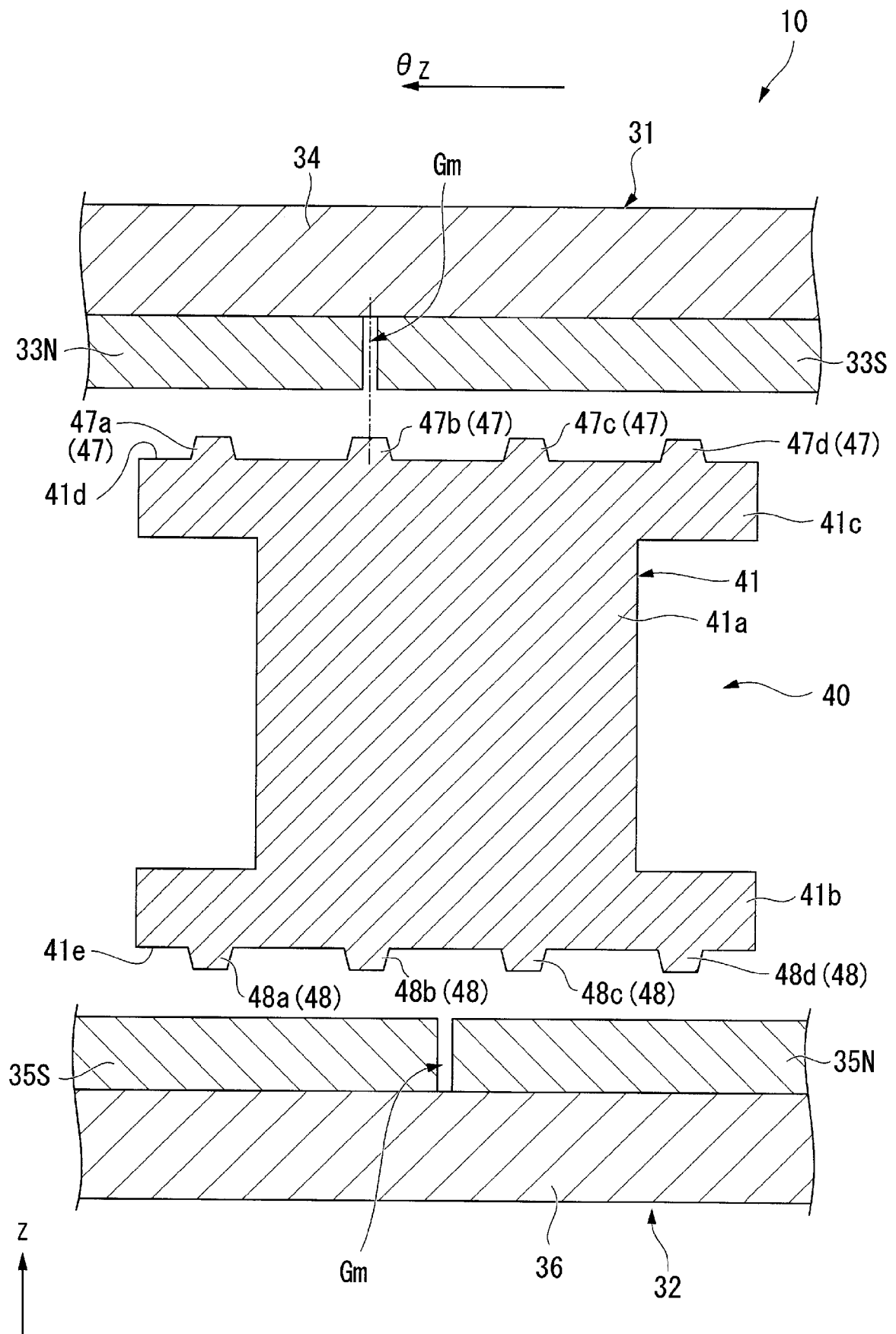
[図1]



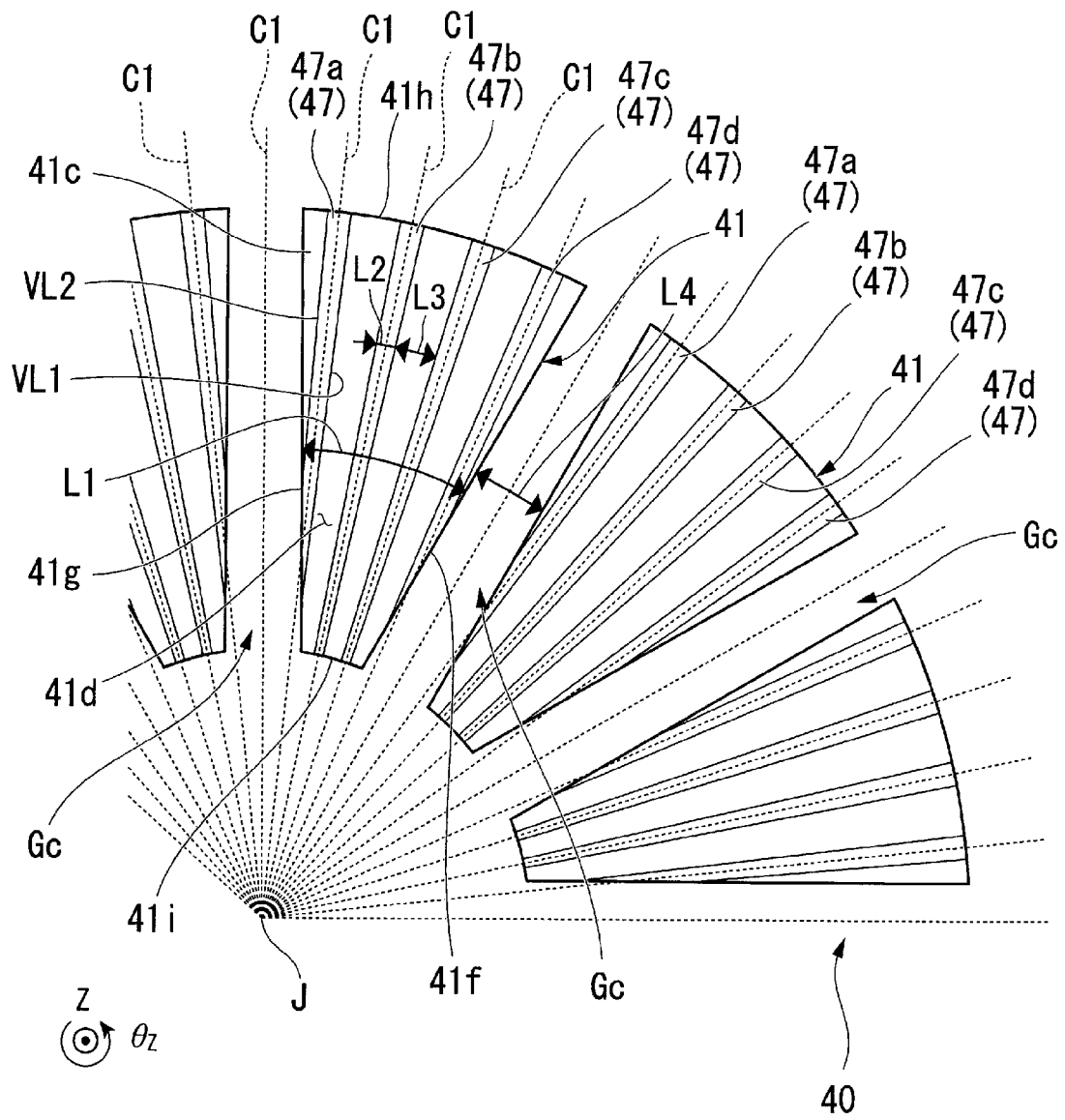
[図2]



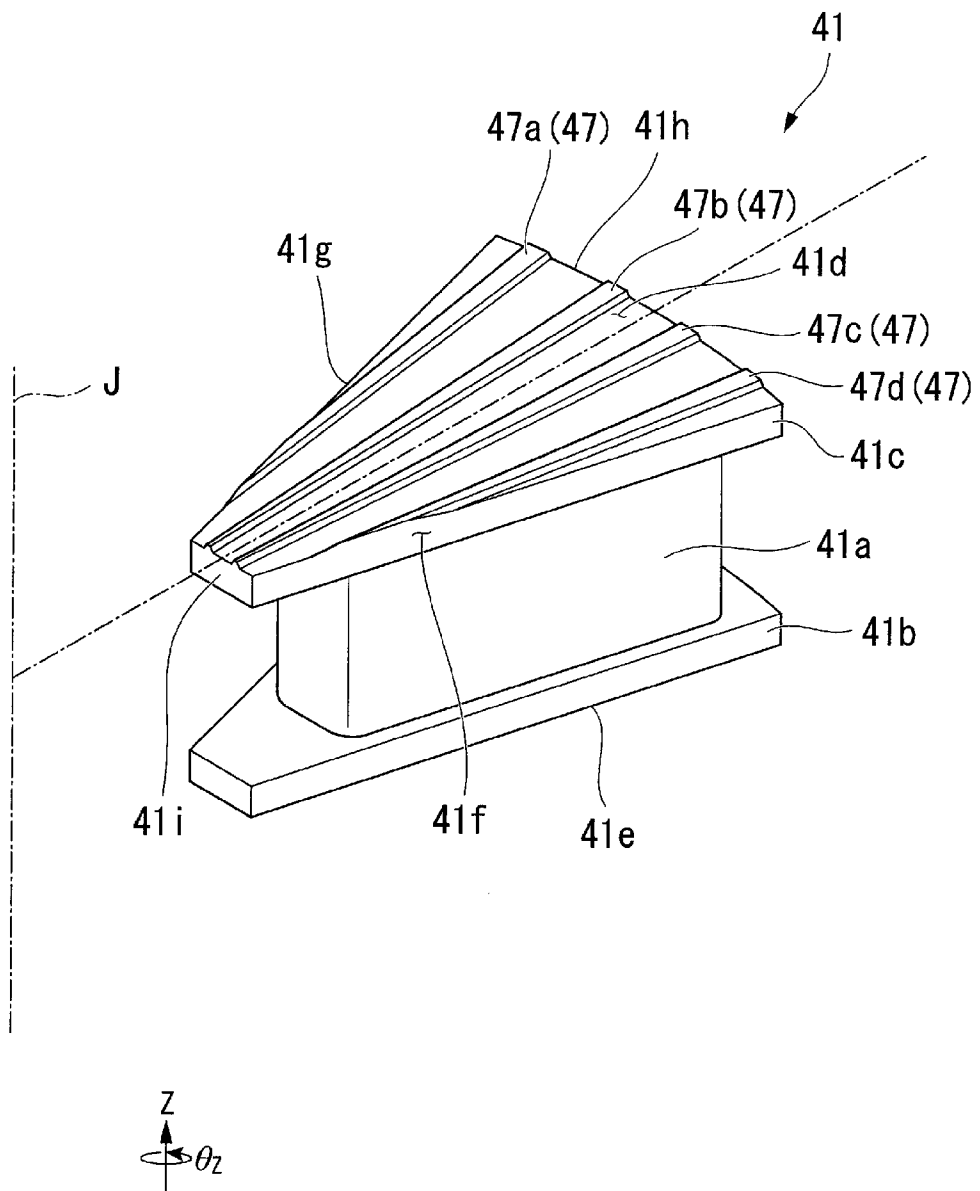
[図3]



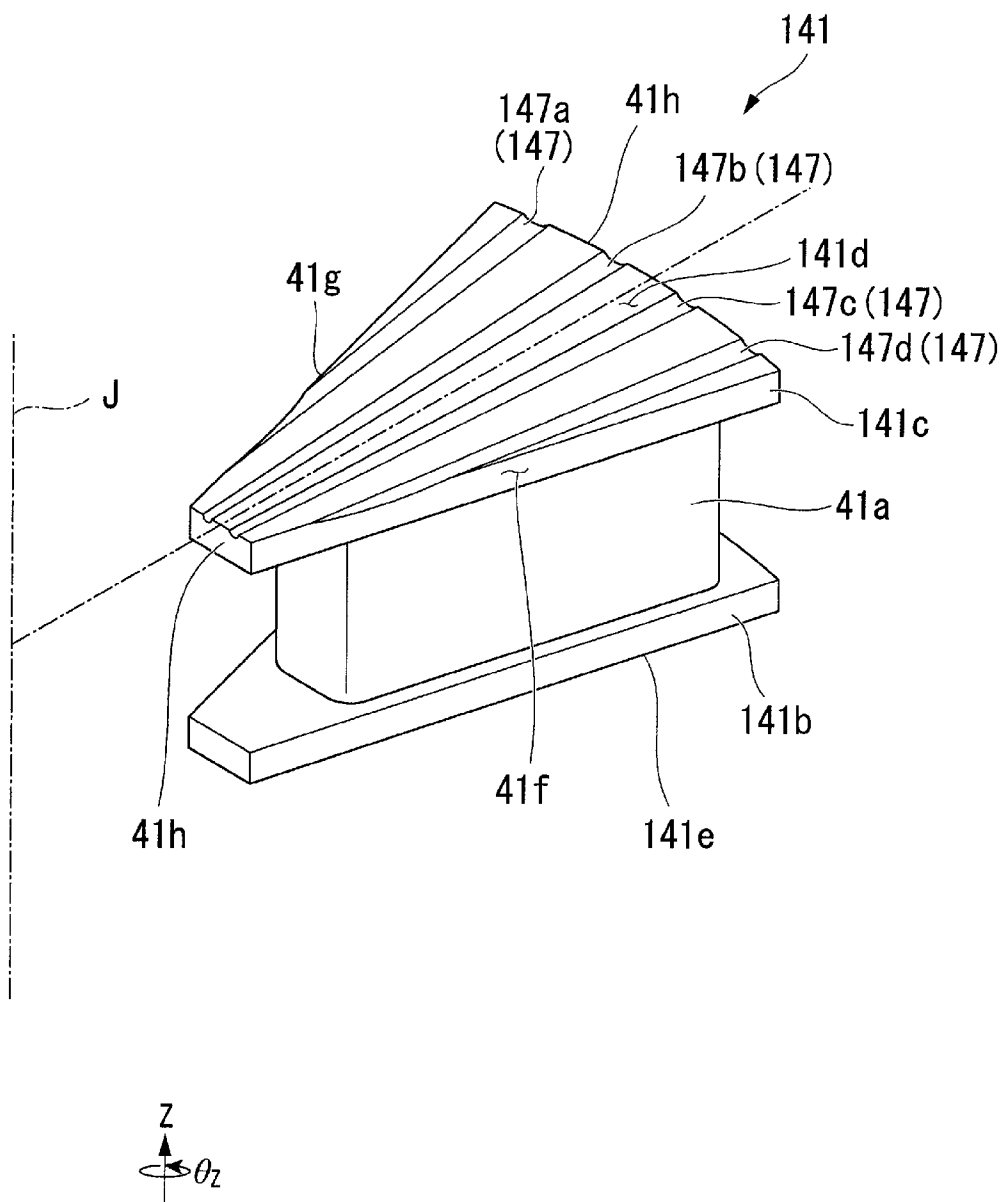
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/054236

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K21/24(2006.01) i, 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)

H02K21/24, H02K1/14

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 Y	JP 2012-249439 A (Yaskawa Electric Corp.), 13 December 2012 (13.12.2012), paragraphs [0006] to [0007], [0012] to [0015], [0017] to [0018]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-9 10-12
Y A	JP 2009-72010 A (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 02 April 2009 (02.04.2009), paragraphs [0018] to [0020]; fig. 10 & US 2010/0253173 A1 paragraphs [0062] to [0066]; fig. 10 & WO 2009/034991 A1 & EP 2190103 A1	10-12 1-9
A	JP 2009-240127 A (TDK Corp.), 15 October 2009 (15.10.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-12

☒ 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
15 April 2016 (15.04.16)

Date of mailing of the international search report
26 April 2016 (26.04.16)

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/JP2016/054236

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-318792 A (Daikin Industries, Ltd.), 10 November 2005 (10.11.2005), entire text; all drawings & US 2007/0200445 A1 paragraphs [0130] to [0255] & WO 2005/096470 A1 & EP 1732191 A1	1-12
A	US 2005/0194862 A1 (GENERAL ELECTRIC CO.), 08 September 2005 (08.09.2005), paragraphs [0012] to [0030] & US 2006/0028085 A1 paragraphs [0017] to [0037]	1-12
A	CN 102315741 A (Southeast University), 11 January 2012 (11.01.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02K21/24(2006.01)i, 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. H02K21/24, 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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 2012-249439 A（株式会社安川電機）2012.12.13,	1-9
Y	段落[0006]-[0007], [0012]-[0015], [0017]-[0018], 図 1-5 (ファミリーなし)	10-12
Y	JP 2009-72010 A（信越化学工業株式会社）2009.04.02,	10-12
A	段落[0018]-[0020], 図 10 & US 2010/0253173 A1, 段落[0062]-[0066], 図 10 & WO 2009/034991 A1 & EP 2190103 A1	1-9

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

15.04.2016

国際調査報告の発送日

26.04.2016

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）

池田 貴俊

3V

9256

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 2009-240127 A (TDK株式会社) 2009. 10. 15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2005-318792 A (ダイキン工業株式会社) 2005. 11. 10, 全文, 全図 & US 2007/0200445 A1, 段落[0130]-[0255] & WO 2005/096470 A1 & EP 1732191 A1	1-12
A	US 2005/0194862 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 2005. 09. 08, 段落[0012]-[0030] & US 2006/0028085 A1, 段落[0017]-[0037]	1-12
A	CN 102315741 A (东南大学) 2012. 01. 11, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12