

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, 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)）

outer circumferential surface 32b of the rotor core 32. The ratio of the number of magnetic poles of the permanent magnets 33 to the number of teeth is 2:3. Sloped surfaces 33e are formed on the side surfaces of the permanent magnets 33 in the circumferential direction. The angle θ_2 between lines L3 and lines L2 is an electrical angle of 13° or more, said lines L3 connecting outer circumferential corner portions 33f where the sloped surfaces 33e and the outer circumferential surface 33a are connected to each other and the shaft center C1, said lines L2 connecting the radial direction outermost side of the circumferential direction side surface of the salient pole 35 and the shaft center C1.

(57) 要約：永久磁石の磁極数とティースの数との比が2：3の場合において、最も永久磁石が減磁しやすい回転角でロータコアが停止してしまうことを防止できるモータ及びブラシレスワイパーモータを提供する。ロータコア32と、ロータコア32の外周面32bに配置され、着磁の配向が平行配向である複数の永久磁石33と、ロータコア32の外周面32bの周方向で隣り合う永久磁石33の間に突出形成された突極35と、を備え、永久磁石33の磁極数とティースの数との比は、2：3であり、永久磁石33の周方向側面には、傾斜面33eが形成されており、傾斜面33eと外周面33aとが接続される外周角部33fと軸心C1とを結ぶ直線L3と、突極35の周方向側面における径方向最外側と軸心C1とを結ぶ直線L2と、の間の角度 θ_2 は、電気角で 13° 以上である。

明 細 書

発明の名称： モータ及びブラシレスワイパーモータ

技術分野

[0001] 本発明は、モータ及びブラシレスワイパーモータに関するものである。

背景技術

[0002] ブラシレスモータ（以下、単にモータと称することがある）は、コイルが巻回されたティースを有するステータと、ステータの径方向内側に回転自在に設けられたロータと、を備えている。周方向で隣り合うティース間には、スロットが形成される。このスロットを通して各ティースにコイルが巻回される。

ステータには、コイルに給電を行うことにより鎖交磁束が形成される。ロータは、シャフトと、このシャフトに外嵌固定される略円柱状のロータコアと、ロータコアに設けられた永久磁石と、を有している。永久磁石としては、例えば、フェライト磁石が用いられる。そして、ステータに形成された鎖交磁束とロータコアに設けられた永久磁石との間に磁気的な吸引力や反発力が生じ、ロータが継続的に回転する。

[0003] ここで、ロータに永久磁石を配置する方式として、ロータコアの外周面に永久磁石を配置する方式（SPM：Surface Permanent Magnet）がある。このSPM方式のロータにおいて、高トルク化を図るためのさまざまな方法が提案されている。

[0004] 例えば、ロータコアの外周面において、周方向で隣り合う永久磁石の間に、径方向外側に向かって突出する突極を設けたロータが提案されている（例えば、特許文献1参照）。突極を設けることにより、ロータコアにおいて、ステータのコイルによる鎖交磁束（q軸磁束）が流れやすい方向と、鎖交磁束の流れにくい方向（d軸方向）とが形成される。この結果、ロータコアにリラクタンストルクが発生するので、このリラクタンストルクもロータの回転力に寄与させることができる。ここで、特許文献1のモータは、磁極数と

ティースの数（スロット数）との比が2：3である。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2002-262533号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、磁極数とティースの数との比が2：3のようなモータにおいて、上述の従来技術のように突極を設けると、この突極に向かって鎖交磁束が流れやすくなる分、永久磁石の周方向側面（突極側の側面）に鎖交磁束による永久磁石の減磁界が発生してしまうという課題があった。

[0007] また、ロータコアに突極を設けると、この突極にも永久磁石による磁束が形成される。このため、通常、モータのコギングトルクの次数が「永久磁石の磁極数×ティースの数（スロット数）」の最小公倍数で決定されるどころ、この最小公倍数のさらに2倍となってしまう可能性があった。この結果、最も永久磁石が減磁しやすい回転角でロータコアが停止してしまう可能性があった。最も永久磁石が減磁しやすい回転角でロータコアが停止してしまうと、再度モータを起動する際、所定よりも大きな電力を必要とってしまう。

[0008] そこで、本発明は、永久磁石の磁極数とティースの数との比が2：3の場合において、最も永久磁石が減磁しやすい回転角でロータコアが停止してしまうことを防止できるモータ及びブラシレスワイパーモータを提供するものである。

課題を解決するための手段

[0009] 上記の課題を解決するために、本発明に係るモータは、環状のステータコア、及び前記ステータコアの内周面から径方向内側に向かって突出する複数のティースを有するステータと、前記ティースに巻回されるコイルと、前記ステータコアの径方向内側で回転するシャフトと、前記シャフトに固定され、前記シャフトの回転軸線を径方向中心とするロータコアと、前記ロータコ

アの外周面に配置され、着磁の配向が平行配向である複数の永久磁石と、前記ロータコアの前記外周面の周方向で隣り合う前記永久磁石の間に、径方向外側に向かって突出形成され、前記永久磁石の周方向側面が当接された突極と、を備え、前記永久磁石の磁極数と前記ティースの数との比は、2 : 3であり、前記永久磁石の前記周方向側面には、前記永久磁石の径方向外側の外周面に向かうに従って、漸次前記突極から離間するように形成された斜面が形成されており、前記斜面と前記外周面とが接続される角部と前記回転軸線とを結ぶ直線と、前記突極の周方向側面における径方向最外側と前記回転軸線とを結ぶ直線と、の間の角度は、電気角で 13° 以上であることを特徴とする。

[0010] このように構成することで、永久磁石の磁極数とティースの数との比が2 : 3である場合において、突極を有するモータであっても、コギングトルクの次数が通常よりも増大してしまうことを防止できる。このため、最も永久磁石が減磁しやすい回転角でロータコアが停止してしまうことを防止できる。

また、永久磁石を平行配向とすることにより、モータのコギングを抑えるとともに、高い磁束密度を得ることができる。

[0011] 本発明に係るモータにおいて、前記永久磁石は、フェライト磁石であることを特徴とする。

[0012] このように構成することで、例えば希土類磁石と比較して、高トルクを得るために磁石の径方向寸法を大きくしても、磁石使用量増加にともなうコスト上昇を抑えることができる。

[0013] 本発明に係るモータにおいて、前記永久磁石の前記斜面は、前記永久磁石の周方向中央と前記回転軸線とを結ぶ直線と平行であることを特徴とする。

[0014] このように構成することで、永久磁石の製造を容易化でき、永久磁石のコストを低減することができる。また、永久磁石の周方向両側面が平行になるので、突極の周方向両側面も平行になる。このため、例えば、突極が回転軸線方向からみて台形の場合と比較して、突極を流れる磁束の飽和を抑えるこ

とができる。

[0015] 本発明に係るモータにおいて、前記突極の前記径方向外側の端部における周方向の幅寸法は、電気角で 40° 以下であることを特徴とする。

[0016] このように、突極の電気角を 40° 以下として、周方向における突極の周方向の幅寸法を小さくすることで、q軸方向におけるインダクタンス値を小さくすることができ、減磁界を抑えることができる。

[0017] 本発明に係るモータにおいて、前記突極の前記径方向外側の端部における周方向の幅寸法は、電気角で 20° 以上であることを特徴とする。

[0018] このように構成することで、突極の周方向の幅寸法を電気角で 20° 以上に確保することで、磁束が突極に集中することによって減磁界が永久磁石の端部に作用しにくくなるという効果を、確実に得ることができる。また、突極の電気角を 20° 以上 40° 以下とすることで、高いリラクタンストルクを得ることができる。

[0019] 本発明に係るモータは、前記突極の前記径方向外側の端面に、前記回転軸線方向に沿って溝部を1つ形成し、前記溝部は、径方向内側に向かうに従って周方向の溝幅が徐々に狭くなるように形成されていることを特徴とする。

[0020] このように構成することで、突極の径方向外側の端面に溝部があることで、突極の径方向外側の端面全体でみたとき、この端面とティースとの間隔を不均一にすることができる。この結果、ロータコアの回転中に、突極がティース間を通過する前後でティースに生じる磁束密度の急激な変化を抑制できる。このため、ロータコアの急激なトルク変動を低減でき、トルクリップルを低下させることができる。

[0021] 本発明に係るブラシレスワイパーモータは、上記に記載のモータを備えたことを特徴とする。

[0022] このように構成することで、永久磁石の磁極数とティースの数との比が2:3の場合において、最も永久磁石が減磁しやすい回転角でロータコアが停止してしまうことを防止可能なブラシレスワイパーモータを提供できる。

発明の効果

[0023] 本発明によれば、永久磁石の磁極数とティースの数との比が2 : 3である場合において、突極を有するモータであっても、コギングトルクの次数が通常よりも増大してしまうことを防止できる。このため、最も永久磁石が減磁しやすい回転角でロータコアが停止してしまうことを防止できる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]本発明の実施形態におけるワイパーモータの斜視図である。

[図2]図1のA-A線に沿う断面図である。

[図3]本発明の実施形態におけるステータ及びロータの構成図である。

[図4]図3のA部拡大図である。

[図5]本発明の実施形態におけるコギングトルクの変化を示すグラフであり、(a) ~ (d)は、永久磁石に形成されている傾斜面の電気角を変化させている。

[図6]本発明の実施形態におけるロータのq軸、d軸のインダクタンスを示すグラフであり、従来構造のロータと比較している。

[図7]本発明の実施形態におけるロータの回転数の変化を示すグラフであり、従来のIPM構造のロータと比較している。

[図8]本発明の実施形態における突極の突極幅ごとのロータのトルクの変化を示すグラフである。

[図9]本発明の実施形態における突極の突極幅ごとのロータのリプル率の変化を示すグラフである。

[図10]本発明の実施形態における突極の突極幅ごとのロータのコギングの変化を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0025] 次に、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

[0026] (ワイパーモータ)

図1は、ワイパーモータ1の斜視図である。図2は、図1のA-A線に沿う断面図である。

図1、図2に示すように、ワイパーモータ1は、例えば車両に搭載される

ワイパの駆動源となる。ワイパーモータ1は、モータ部2と、モータ部2の回転を減速して出力する減速部3と、モータ部2の駆動制御を行うコントローラ部4と、を備えている。

なお、以下の説明において、単に軸方向という場合は、モータ部2のシャフト31の回転軸線方向をいい、単に周方向という場合は、シャフト31の周方向をいい、単に径方向という場合は、シャフト31の径方向をいうものとする。

[0027] (モータ部)

モータ部2は、モータケース5と、モータケース5内に収納されている略円筒状のステータ8と、ステータ8の径方向内側に設けられ、ステータ8に対して回転可能に設けられたロータ9と、を備えている。モータ部2は、ステータ8に電力を供給する際にブラシを必要としない、いわゆるブラシレスモータである。

[0028] (モータケース)

モータケース5は、例えばアルミダイキャスト等の放熱性の優れた材料に形成されている。モータケース5は、軸方向に分割可能に構成された第1モータケース6と、第2モータケース7と、からなる。第1モータケース6及び第2モータケース7は、それぞれ有底筒状に形成されている。

第1モータケース6は、底部10が減速部3のギヤケース40と接合されるように、このギヤケース40と一体成形されている。底部10の径方向略中央には、ロータ9のシャフト31を挿通可能な貫通孔10aが形成されている。

[0029] また、第1モータケース6の開口部6aに、径方向外側に向かって張り出す外フランジ部16が形成されていると共に、第2モータケース7の開口部7aに、径方向外側に向かって張り出す外フランジ部17が形成されている。これら外フランジ部16、17同士を突き合わせて内部空間を有するモータケース5を形成している。そして、モータケース5の内部空間に、第1モータケース6及び第2モータケース7に内嵌されるようにステータ8が配置

されている。

[0030] (ステータ)

図3は、ステータ8及びロータ9の構成を示し、軸方向からみた図に相当する。

図2、図3に示すように、ステータ8は、径方向に沿う断面形状が略円形となる筒状のコア部21と、コア部21から径方向内側に向かって突出する複数(例えば、本実施形態では6つ)のティース22と、が一体成形されたステータコア20を有している。

ステータコア20は、複数の金属板を軸方向に積層することにより形成されている。なお、ステータコア20は、複数の金属板を軸方向に積層して形成する場合に限られるものではなく、例えば、軟磁性粉を加圧成形することにより形成してもよい。

[0031] ティース22は、コア部21の内周面から径方向に沿って突出するティース本体101と、ティース本体101の径方向内側端から周方向に沿って延びる鏝部102と、が一体成形されたものである。鏝部102は、ティース本体101から周方向両側に延びるように形成されている。そして、周方向で隣り合う鏝部102の間に、スロット19が形成される。

[0032] また、コア部21の内周面、及びティース22は、樹脂製のインシュレータ23によって覆われている。このインシュレータ23の上から各ティース22にコイル24が巻回されている。各コイル24は、コントローラ部4からの給電により、ロータ9を回転させるための磁界を生成する。

[0033] (ロータ)

図4は、図3のA部拡大図である。

図3、図4に示すように、ロータ9は、ステータ8の径方向内側に微小隙間を介して回転自在に設けられている。ロータ9は、減速部3を構成するウォーム軸44(図2参照)と一体成形されたシャフト31と、シャフト31に外嵌固定されこのシャフト31を軸心(回転軸線)C1とする略円柱状のロータコア32と、ロータコア32の外周面32bに設けられた4つの永久

磁石 33 と、を備えている。永久磁石 33 としては、フェライト磁石を用いるのが好ましい。

このように、モータ部 2 において、永久磁石 33 の磁極数とスロット 19 (ティース 22) の数との比は、2 : 3 である。

[0034] ロータコア 32 は、複数の金属板を軸方向に積層することにより形成されている。なお、ロータコア 32 は、複数の金属板を軸方向に積層して形成する場合に限られるものではなく、例えば、軟磁性粉を加圧成形することにより形成してもよい。

また、ロータコア 32 の径方向略中央には、軸方向に貫通する貫通孔 32 a が形成されている。この貫通孔 32 a に、シャフト 31 が圧入されている。なお、貫通孔 32 a に対してシャフト 31 を挿入とし、接着剤等を用いてシャフト 31 にロータコア 32 を外嵌固定してもよい。

[0035] さらに、ロータコア 32 の外周面 32 b には、4 つの突極 35 が周方向に等間隔で設けられている。突極 35 は、径方向外側に突出され、かつロータコア 32 の軸方向全体に延びるように形成されている。突極 35 の径方向外側で、かつ周方向両側の角部には、丸面取り部 35 a が形成されている。

[0036] また、突極 35 は、径方向外側の端部 35 t における周方向の幅寸法が、電気角 θ で 20° 以上 40° 以下である。なお、突極 35 の径方向外側の端部 35 t における周方向の幅寸法とは、突極 35 に丸面取り部 35 a が形成されていないとした場合の周方向の両角部 35 b (以下、突極 35 の径方向の角部 35 b と称する) 間の幅寸法をいう。以下の説明では、突極 35 の径方向外側の端部 35 t における周方向の幅寸法を、単に突極 35 の周方向の幅寸法と称して説明する。

[0037] また、突極 35 は、周方向で対向する両側面 35 c が平行となるように形成されている。つまり、突極 35 は、周方向の幅寸法が径方向で均一になるように形成されている。

さらに、突極 35 の径方向外側の端部 35 t には、周方向略中央に、1 つの溝部 91 が軸方向全体に渡って形成されている。溝部 91 は、径方向内側

に向かうに従って周方向の溝幅が徐々に狭くなるように、略V溝状に形成されている。

[0038] このように形成されたロータコア32の外周面32bは、周方向で隣り合う2つの突極35の間が、それぞれ磁石収納部36として構成されている。これら磁石収納部36に、それぞれ永久磁石33が配置され、例えば接着剤等によりロータコア32に固定される。

永久磁石33は、径方向外側の外周面33aの円弧中心C_o、及び径方向内側の内周面33bの円弧中心C_iが、シャフト31の軸心C₁の位置と一致している。また、突極35の端部35tを通る円の直径と、永久磁石33の外周面33aの直径は、同一である。

[0039] 永久磁石33の内周面33bは、全体がロータコア32の外周面32bに当接されている。また、永久磁石33の周方向両側面は、径方向内側に位置し、突極35の側面35cに当接された突極当接面33dと、突極当接面33dよりも径方向外側に位置する傾斜面33eと、が滑らかに連結されてなる。突極当接面33dは、円弧面33gを介して内周面33bに滑らかに連結されている。

[0040] 傾斜面33eは、突極当接面33dの径方向外端から永久磁石33の外周面33aに向かうに従って、漸次突極35から離間するように斜めで、かつ平坦に形成されている。1つの永久磁石33において、周方向両側の傾斜面33eは、永久磁石33の周方向中間部33cとシャフト31の軸心C₁とを結ぶ直線L₁と平行である。このため、2つの傾斜面33e同士も平行である。

また、突極35の径方向の角部35bとシャフト31の軸心C₁とを結ぶ直線L₂と、永久磁石33の傾斜面33eと外周面33aとが接続される外周角部33fとシャフト31の軸心C₁とを結ぶ直線L₃と、の間の角度 θ_2 は、電気角で 13° 以上である。なお、以下の説明では、この角度 θ_2 を、傾斜面33eの電気角 θ_2 と称して説明する。

[0041] また、永久磁石33は、着磁（磁界）の配向が厚み方向に沿ってパラレル

配向となるように着磁されている。そして、周方向に磁極が互い違いになるように、永久磁石33が配置されている。このため、ロータコア32の突極35は、周方向で隣り合う永久磁石33の間、つまり、磁極の境界（極境界）に位置している。

[0042] （減速部）

図1、図2に戻り、減速部3は、モータケース5が取り付けられているギヤケース40と、ギヤケース40内に収納されるウォーム減速機構41と、を備えている。ギヤケース40は、例えばアルミダイキャスト等の放熱性の優れた材料により形成されている。ギヤケース40は、一面に開口部40aを有する箱状に形成されており、内部にウォーム減速機構41を収容するギヤ収容部42を有する。また、ギヤケース40の側壁40bには、第1モータケース6が一体成形されている箇所に、この第1モータケース6の貫通孔10aとギヤ収容部42とを連通する開口部43が形成されている。

[0043] また、ギヤケース40の底壁40cには、略円筒状の軸受ボス49が突設されている。軸受ボス49は、ウォーム減速機構41の出力軸48を回転自在に支持するためのものであり、内周面に不図示の滑り軸受が設けられている。さらに、軸受ボス49の先端内周縁には、不図示のOリングが装着されている。これにより、軸受ボス49を介して外部から内部に塵埃や水が侵入してしまうことが防止される。また、軸受ボス49の外周面には、複数のリブ52が設けられている。これにより、軸受ボス49の剛性が確保されている。

[0044] ギヤ収容部42に収容されたウォーム減速機構41は、ウォーム軸44と、ウォーム軸44に噛合されるウォームホイール45と、により構成されている。ウォーム軸44は、モータ部2のシャフト31と同軸上に配置されている。そして、ウォーム軸44は、両端がギヤケース40に設けられた軸受46、47によって回転自在に支持されている。ウォーム軸44のモータ部2側の端部は、軸受46を介してギヤケース40の開口部43に至るまで突出している。この突出したウォーム軸44の端部とモータ部2のシャフト3

1との端部が接合され、ウォーム軸44とシャフト31とが一体化されている。なお、ウォーム軸44とシャフト31は、1つの母材からウォーム軸部分とシャフト部分とを成形することにより一体として形成してもよい。

[0045] ウォーム軸44に噛合されるウォームホイール45には、このウォームホイール45の径方向中央に出力軸48が設けられている。出力軸48は、ウォームホイール45の回転軸線方向と同軸上に配置されており、ギヤケース40の軸受ボス49を介してギヤケース40の外部に突出している。出力軸48の突出した先端には、不図示の電装品と接続可能なスプライン48aが形成されている。

[0046] また、ウォームホイール45の径方向中央には、出力軸48が突出されている側とは反対側に、不図示のセンサマグネットが設けられている。このセンサマグネットは、ウォームホイール45の回転位置を検出する回転位置検出部60の一方を構成している。この回転位置検出部60の他方を構成する磁気検出素子61は、ウォームホイール45のセンサマグネット側（ギヤケース40の開口部40a側）でウォームホイール45と対向配置されているコントローラ部4に設けられている。

[0047] （コントローラ部）

モータ部2の駆動制御を行うコントローラ部4は、磁気検出素子61が実装されたコントローラ基板62と、ギヤケース40の開口部40aを閉塞するように設けられたカバー63と、を有している。そして、コントローラ基板62が、ウォームホイール45のセンサマグネット側（ギヤケース40の開口部40a側）に対向配置されている。

[0048] コントローラ基板62は、いわゆるエポキシ基板に複数の導電性のパターン（不図示）が形成されたものである。コントローラ基板62には、モータ部2のステータコア20から引き出されたコイル24の末端部が接続されているとともに、カバー63に設けられたコネクタ11の端子（不図示）が電氣的に接続されている。また、コントローラ基板62には、磁気検出素子61の他に、コイル24に供給する電流を制御するFET（F i e l d E f

fect Transistor：電界効果トランジスタ）等のスイッチング素子からなるパワーモジュール（不図示）が実装されている。さらに、コントローラ基板62には、このコントローラ基板62に印加される電圧の平滑化を行うコンデンサ（不図示）等が実装されている。

[0049] このように構成されたコントローラ基板62を覆うカバー63は、樹脂により形成されている。また、カバー63は、若干外側に膨出するように形成されている。そして、カバー63の内面側は、コントローラ基板62等を収容するコントローラ収容部56とされている。

また、カバー63の外周部に、コネクタ11が一体成形されている。このコネクタ11は、不図示の外部電源から延びるコネクタ11と嵌着可能に形成されている。そして、コネクタ11の端子に、コントローラ基板62が電氣的に接続されている。これにより、外部電源の電力がコントローラ基板62に供給される。

[0050] さらに、カバー63の開口縁には、ギヤケース40の側壁40bの端部と嵌め合わされる嵌合部81が突出形成されている。嵌合部81は、カバー63の開口縁に沿う2つの壁81a, 81bにより構成されている。そして、これら2つの壁81a, 81bの間に、ギヤケース40の側壁40bの端部が挿入（嵌め合い）される。これにより、ギヤケース40とカバー63との間にラビリンス部83が形成される。このラビリンス部83によって、ギヤケース40とカバー63との間から塵埃や水が浸入してしまうことが防止される。なお、ギヤケース40とカバー63との固定は、不図示のボルトを締結することにより行われる。

[0051] （ワイパーモータの動作）

次に、ワイパーモータ1の動作について説明する。

ワイパーモータ1は、コネクタ11を介してコントローラ基板62に供給された電力が、不図示のパワーモジュールを介してモータ部2の各コイル24に選択的に供給される。すると、ステータ8（ティース22）に所定の鎖交磁束が形成され、この鎖交磁束とロータ9の永久磁石33により形成され

る有効磁束との間で磁気的な吸引力や反発力が生じる。これにより、ロータ 9 が継続的に回転する。

[0052] ロータ 9 が回転すると、シャフト 31 と一体化されているウォーム軸 44 が回転し、さらにウォーム軸 44 に噛合されているウォームホイール 45 が回転する。そして、ウォームホイール 45 に連結されている出力軸 48 が回転し、所望の電装品（例えば、車両に搭載されるワイパ駆動装置）が駆動する。

[0053] また、コントローラ基板 62 に実装されている磁気検出素子 61 によって検出されたウォームホイール 45 の回転位置検出結果は、信号として不図示の外部機器に出力される。不図示の外部機器は、ウォームホイール 45 の回転位置検出信号に基づいて、不図示のパワーモジュールのスイッチング素子等の切替えタイミングが制御され、モータ部 2 の駆動制御が行われる。なお、パワーモジュールの駆動信号の出力やモータ部 2 の駆動制御は、コントローラ部 4 で行われていても良い。

[0054] （ロータの作用、効果）

次に、ロータ 9 の作用、効果について説明する。

ここで、ロータ 9 は、ロータコア 32 の外周面 32b に、永久磁石 33 を配置した、いわゆる SPM (Surface Permanent Magnet) 方式のロータである。このため、d 軸方向のインダクタンス値を小さくすることができる。これに加え、ロータ 9 は、周方向で隣り合う永久磁石 33 間に突極 35 が設けられている。この結果、ステータ 8 の鎖交磁束による q 軸方向のインダクタンス値を突極 35 が無い場合と比較して大きくできる。よって、d 軸方向と q 軸方向とのリラクタンストルクの差も利用してロータ 9 が回転される。

[0055] このように、突極 35 を設けることにより、リラクタンストルクをロータ 9 の回転トルクに寄与できる分、突極 35 に接する永久磁石 33 の周方向両側面にステータ 8 の鎖交磁束が通りやすくなる。このため、永久磁石 33 の周方向両側面に鎖交磁束による永久磁石 33 の減磁界が発生してしまう。

また、突極 35 を設けることにより、この突極 35 にも永久磁石 33 の磁束が流れる。このため、突極 35 に形成される磁束によってモータ部 2 のコギングトルクの次数がロータ 9 の磁極数（本実施形態では 4 極）よりも増加してしまう可能性があった。しかしながら、本実施形態では、永久磁石 33 の磁極数とスロット 19（ティース 22）の数との比が 2 : 3 であるモータ部 2 において、永久磁石 33 の周方向両側に傾斜面 33 e を形成しており、この傾斜面 33 e の電気角 $\theta 2$ を 13° 以上としている。このため、突極 35 を設けた場合であっても、コギングトルクの次数の増加を抑制できる。以下、図 5 に基づいて、具体的に説明する。

[0056] 図 5 は、縦軸をロータ 9 のコギングトルク [mNm] とし、横軸をロータ 9 の回転角度としたときのコギングトルクの変化を示すグラフであり、(a) は、永久磁石 33 の傾斜面 33 e の電気角 $\theta 2$ を 5° とした場合、(b) は、永久磁石 33 の傾斜面 33 e の電気角 $\theta 2$ を 10° とした場合、(c) は、永久磁石 33 の傾斜面 33 e の電気角 $\theta 2$ を 13° とした場合、(d) は、永久磁石 33 の傾斜面 33 e の電気角 $\theta 2$ を 15° とした場合を示す。なお、図 5 に示す波形において、ピークの数コギングトルクの次数となる。

[0057] すなわち、図 5 (a) に示す傾斜面 33 e の電気角 $\theta 2$ を 5° とした場合、及び図 5 (b) に示す傾斜面 33 e の電気角 $\theta 2$ を 10° とした場合、コギングトルクの次数がロータ 9 の磁極数（4 極）よりも多い、8 次であることが確認できる。

これに対し、図 5 (c)、図 5 (d) に示すように、傾斜面 33 e の電気角 $\theta 2$ を 13° 以上とした場合、コギングトルクの次数がロータ 9 の磁極数（4 極）と同数（4 次）であることが確認できる。

[0058] したがって、永久磁石 33 の磁極数とスロット 19（ティース 22）の数との比が 2 : 3 であり、突極 35 を有するモータ部 2 において、永久磁石 33 の傾斜面 33 e の電気角 $\theta 2$ を 13° 以上とすることにより、コギングトルクの次数がロータ 9 の磁極数よりも増加してしまうこと防止できる。この

ため、最も永久磁石 33 が減磁しやすい回転角でロータコア 32 が停止してしまうことを防止できる。また、永久磁石 33 の着磁の方向を平行配向であるので、モータ部 2 のコギングを抑えるとともに、高い磁束密度を得ることができる。

[0059] しかも、ロータ 9 の突極 35 には、端部 35 t に溝部 91 が形成されている。これにより、突極 35 の端部 35 t の全体でみたとき、この端部 35 t とステータ 8 のティース 22 (鏑部 102) との間隔を不均一にできる。すなわち、突極 35 の端部 35 t とティース 22 との間隔は、溝部 91 が形成されている箇所では大きくなるが、溝部 91 が形成されていない箇所では小さくなる。この結果、ロータ 9 の回転中に突極 35 がティース 22 間を通過する前後でティース 22 (鏑部 102) に生じる磁束密度の急激な上昇を抑制できる。

[0060] また、ロータコア 32 の突極 35 は、周方向の幅寸法が電気角 θ_1 で 20° 以上 40° 以下となるように形成されている。このように、突極 35 の周方向の幅寸法を電気角 θ_1 で 40° 以下に設定することで、q 軸方向におけるインダクタンス値を小さくすることができる。これにより、減磁界を抑えるとともに、高いリラクタンストルクを得ることができる。以下、より具体的に説明する。

[0061] 図 6 は、ロータ 9 の q 軸、d 軸のインダクタンス L_q 、 L_d [mH] を示すグラフであり、本実施形態のロータ 9 と、従来構造のロータとを比較している。なお、ここでいう従来構造とは、ロータコアに複数形成したスリット内に永久磁石を配置した、いわゆる IPM (Interior Permanent Magnet) モータのロータの構造である。

同図に示すように、従来構造と比較して、本実施形態のロータ 9 は、q 軸、d 軸とも、インダクタンス値が小さくなっていることが確認できる。

[0062] 図 7 は、縦軸をロータ 9 の回転数 [rpm] とし、横軸をロータ 9 のトルク [N・m] としたときのロータ 9 の回転数の変化を示すグラフである。より具体的には、図 7 は、ロータ 9 に進角通電と広角通電とを行った場合の、

トルク $[N \cdot m]$ と回転数 $[rpm]$ との関係を示すグラフであり、本実施形態のロータ 9 と、従来の IPM 構造のロータとを比較している。

同図に示すように、従来構造と比較して、本実施形態のロータ 9 は、より高いトルク、回転数を発生していることが確認できる。

[0063] 図 8 は、縦軸をロータ 9 のトルク $[N \cdot m]$ とし、横軸をロータコア 3 2 に設けられた突極 3 5 の突極幅 $[mm]$ としたときのロータ 9 のトルクの変化を示すグラフである。より具体的には、図 8 は、突極 3 5 の周方向の幅寸法（電気角 θ ）を異ならせた場合に、本実施形態のロータ 9 で発生するトルクを示すグラフである。

図 9 は、縦軸をロータ 9 のリップル率 $[\%]$ とし、横軸をロータコア 3 2 の突極 3 5 の突極幅 $[mm]$ としたときのロータ 9 のリップル率の変化を示すグラフである。より具体的には、図 9 は、突極 3 5 の周方向の幅寸法を異ならせた場合に、本実施形態のロータ 9 で発生するリップル率を示すグラフである。

図 10 は、縦軸をロータ 9 のコギング $[mN \cdot m]$ とし、横軸をロータコア 3 2 の突極 3 5 の突極幅 $[mm]$ としたときのロータ 9 のコギングの変化を示すグラフである。より具体的には、図 10 は、突極 3 5 の周方向の幅寸法を異ならせた場合に、本実施形態のロータ 9 で発生するコギングを示すグラフである。

[0064] 図 8～図 10 に示すように、本実施形態のロータ 9 は、突極 3 5 の周方向の幅寸法が 3 mm （電気角 $\theta_1 = 20^\circ$ ）～ 5 mm （電気角 $\theta_1 = 40^\circ$ ）であるときに、高いリラクタンストルクを得ることができる。また、モータ部 2 のリップル率及びコギングトルクを抑制できていることが確認できる。

[0065] このように、突極 3 5 の電気角 θ_1 を 40° 以下に設定して、周方向における突極 3 5 の周方向の幅寸法を小さくすることで、 q 軸方向におけるインダクタンス値を小さくすることができ、減磁界を抑えることができる。また、突極 3 5 の電気角 θ_1 を 20° 以上として、周方向の幅寸法を一定以上に確保することによって、磁束が突極 3 5 に集中することで、減磁界が永久磁

石 3 3 の端部 3 3 s に作用しにくくなるという効果を、確実に得ることができる。また、突極 3 5 の電気角 $\theta 1$ を 20° 以上 40° 以下に設定することで、高いリラクタンストルクを得ることができる。

[0066] また、ロータ 9 に、永久磁石 3 3 として、希土類磁石ではなくフェライト磁石を用いることで、永久磁石 3 3 の径方向寸法を大きくしても、磁石使用量増加にともなうコスト上昇を抑えることができる。

さらに、1つの永久磁石 3 3 において、周方向両側の傾斜面 3 3 e は、永久磁石 3 3 の周方向中間部 3 3 c とシャフト 3 1 の軸心 C 1 とを結ぶ直線 L 1 と平行である。このため、2つの傾斜面 3 3 e 同士も平行である。このように構成することで、永久磁石 3 3 の製造を容易化でき、永久磁石 3 3 のコストを低減することができる。より具体的には、平行な2つの傾斜面 3 3 e を対向する2辺とした材料から永久磁石 3 3 を成形することができ、永久磁石 3 3 の製造コストを低減できる。

[0067] また、突極 3 5 は、周方向で対向する両側面 3 5 c が平行となるように形成されている。つまり、突極 3 5 は、周方向の幅寸法が径方向で均一になるように形成されている。このため、例えば、突極 3 5 が回転軸線方向からみて台形の場合と比較して、突極 3 5 を流れる磁束の飽和を抑えることができる。

[0068] なお、本発明は上述の実施形態に限られるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において、上述の実施形態に種々の変更を加えたものを含む。

例えば、上述の実施形態では、モータとして、ワイパーモータ 1 を例に挙げたが、本発明に係るモータは、ワイパーモータ 1 以外にも、車両に搭載される電装品（例えば、パワーウィンドウ、サンルーフ、電動シート等）の駆動源となるものや、その他のさまざまな用途に使用することができる。

[0069] また、上述の実施形態では、突極 3 5 の径方向外側の端部 3 5 t には、周方向略中央に、1つの溝部 9 1 が軸方向全体に渡って形成されている場合について説明した。しかしながら、これに限られるものではなく、突極 3 5 の

端部 35 t に、2 つ以上の溝部 91 を形成してもよい。

また、溝部 91 は、径方向内側に向かうに従って周方向の溝幅が徐々に狭くなるように、略 V 溝状に形成されている場合について説明した。しかしながら、これに限られるものではなく、溝部 91 は、径方向内側に向かうに従って周方向の溝幅が徐々に狭くなるように形成されていればよく、例えば、溝部 91 を略 U 字状に形成してもよい。

[0070] また、永久磁石 33 に形成された傾斜面 33 e は、突極当接面 33 d の径方向外端から永久磁石 33 の外周面 33 a に向かうに従って、漸次突極 35 から離間するように斜めで、かつ平坦に形成されている場合について説明した。しかしながら、傾斜面 33 e は、突極当接面 33 d の径方向外端から永久磁石 33 の外周面 33 a に向かうに従って、漸次突極 35 から離間するように形成されていればよい。例えば、傾斜面 33 e を湾曲状に形成してもよい。

符号の説明

[0071] 1…ワイパーモータ（モータ、ブラシレスワイパーモータ）、2…モータ部（モータ）、8…ステータ、20…ステータコア、22…ティース、24…コイル、31…シャフト、32…ロータコア、33…永久磁石、33 e…傾斜面（斜面）、33 f…外周角部（角部）、35…突極、91…溝部、91 a…底部、C1…軸心（回転軸線）、H1…溝深さ、L1, L2, L3…直線、 $\theta 1$, $\theta 2$ …電気角

請求の範囲

- [請求項1] 環状のステータコア、及び前記ステータコアの内周面から径方向内側に向かって突出する複数のティースを有するステータと、
前記ティースに巻回されるコイルと、
前記ステータコアの径方向内側で回転するシャフトと、
前記シャフトに固定され、前記シャフトの回転軸線を径方向中心とするロータコアと、
前記ロータコアの外周面に配置され、着磁の配向が平行配向である複数の永久磁石と、
前記ロータコアの前記外周面の周方向で隣り合う前記永久磁石の間に、径方向外側に向かって突出形成され、前記永久磁石の周方向側面が当接された突極と、
を備え、
前記永久磁石の磁極数と前記ティースの数との比は、 $2 : 3$ であり、
前記永久磁石の前記周方向側面には、前記永久磁石の径方向外側の外周面に向かうに従って、漸次前記突極から離間するように形成された斜面が形成されており、
前記斜面と前記外周面とが接続される角部と前記回転軸線とを結ぶ直線と、前記突極の周方向側面における径方向最外側と前記回転軸線とを結ぶ直線と、の間の角度は、電気角で 13° 以上であることを特徴とするモータ。
- [請求項2] 前記永久磁石は、フェライト磁石であることを特徴とする請求項1に記載のモータ。
- [請求項3] 前記永久磁石の前記斜面は、前記永久磁石の周方向中央と前記回転軸線とを結ぶ直線と平行であることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のモータ。
- [請求項4] 前記突極の前記径方向外側の端部における周方向の幅寸法は、電気

角で 40° 以下である

ことを特徴とする請求項1～請求項3のいずれか1項に記載のモータ

。

[請求項5] 前記突極の前記径方向外側の端部における周方向の幅寸法は、電気角で 20° 以上である

ことを特徴とする請求項1～請求項4のいずれか1項に記載のモータ

。

[請求項6] 前記突極の前記径方向外側の端面に、前記回転軸線方向に沿って溝部を1つ形成し、

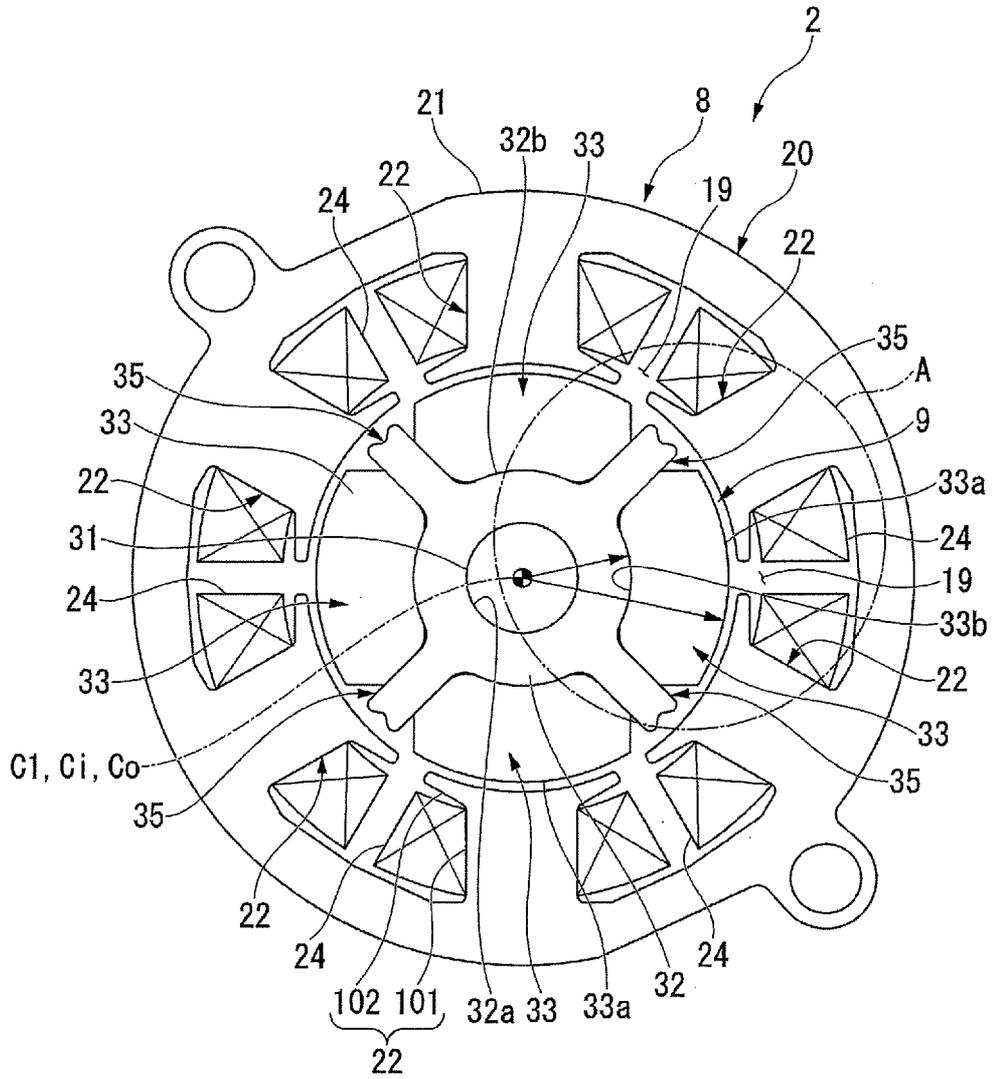
前記溝部は、径方向内側に向かうに従って周方向の溝幅が徐々に狭くなるように形成されている

ことを特徴とする請求項1～請求項5のいずれか1項に記載のモータ

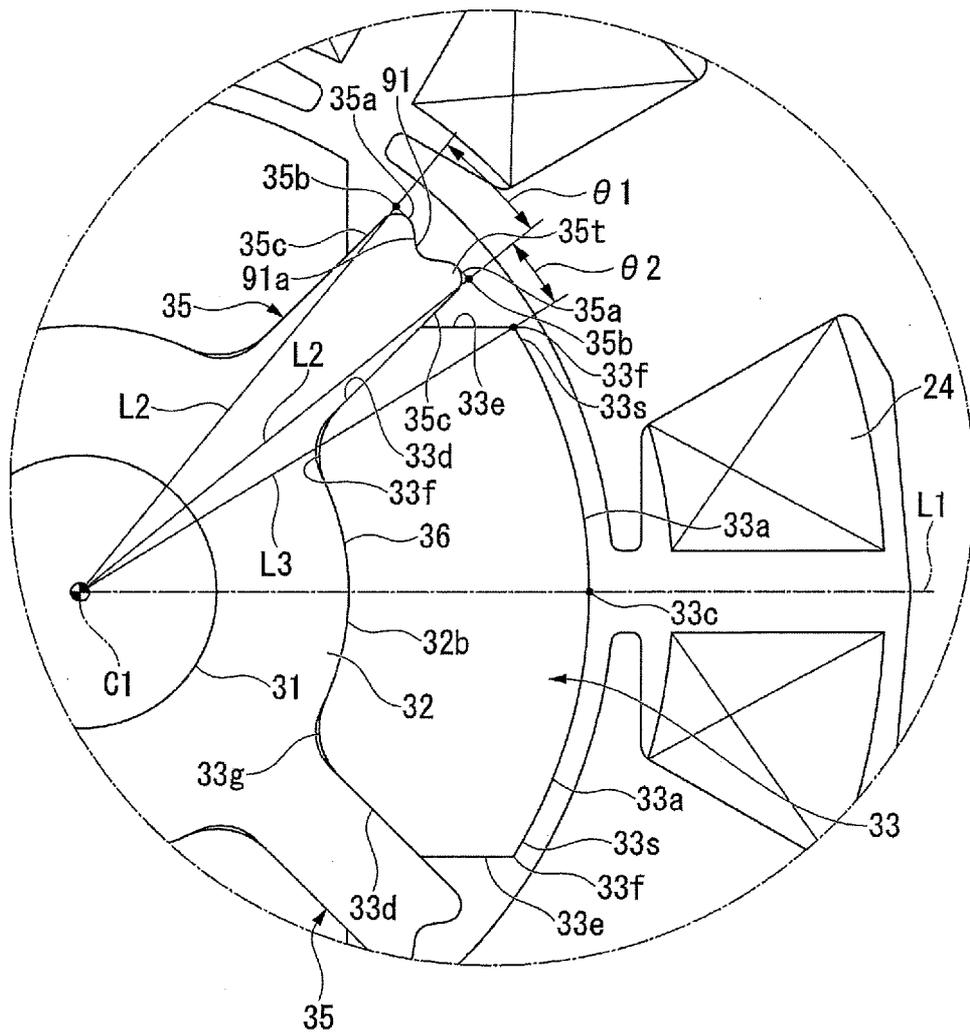
。

[請求項7] 請求項1～請求項6のいずれか1項に記載のモータを備えたことを特徴とするブラシレスワイパーモータ。

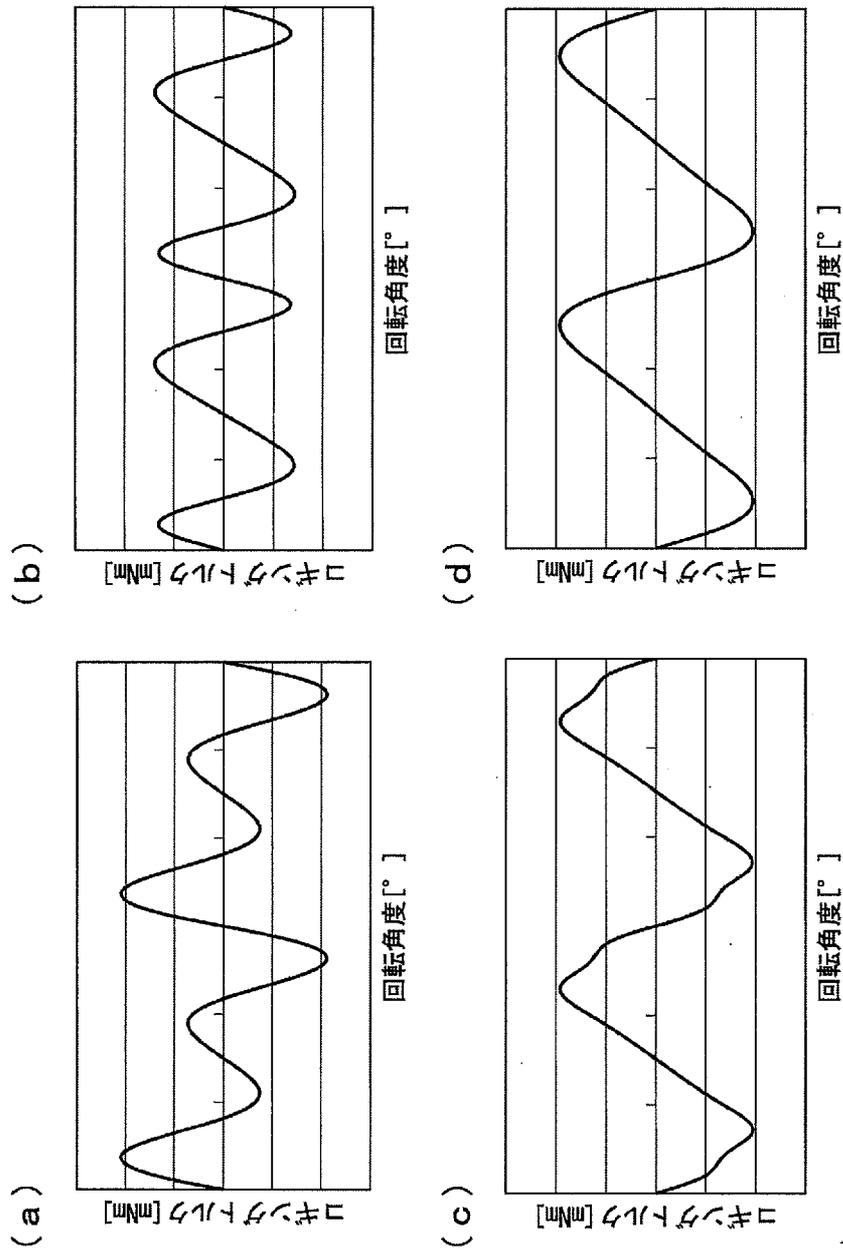
[図3]



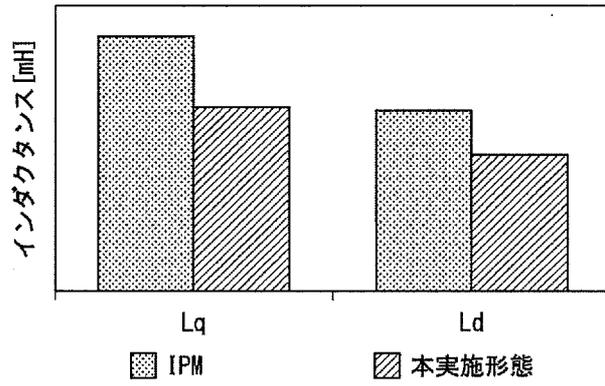
[図4]



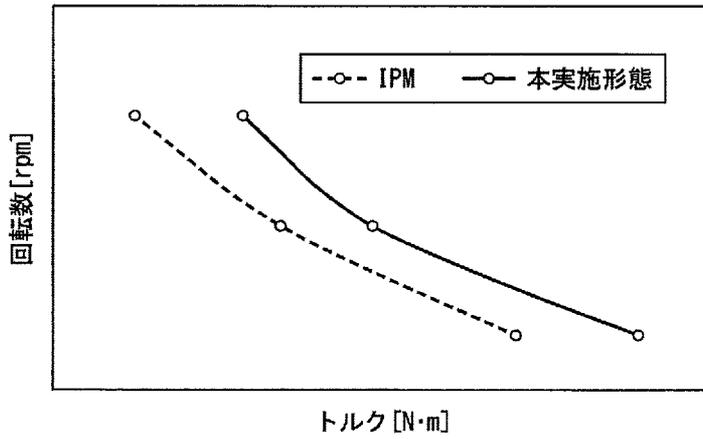
[図5]



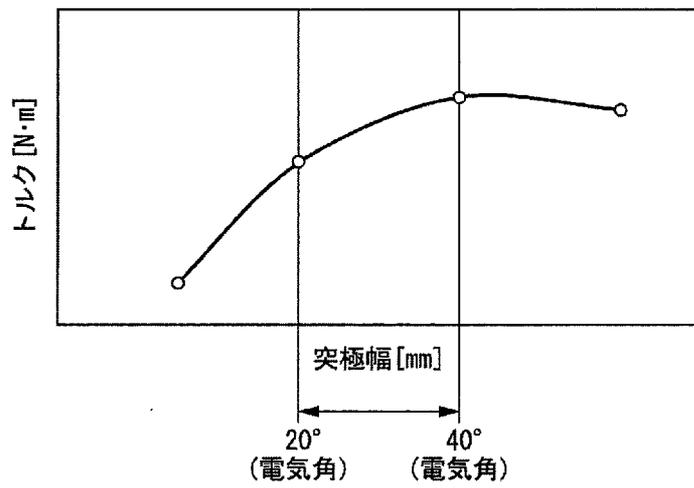
[図6]



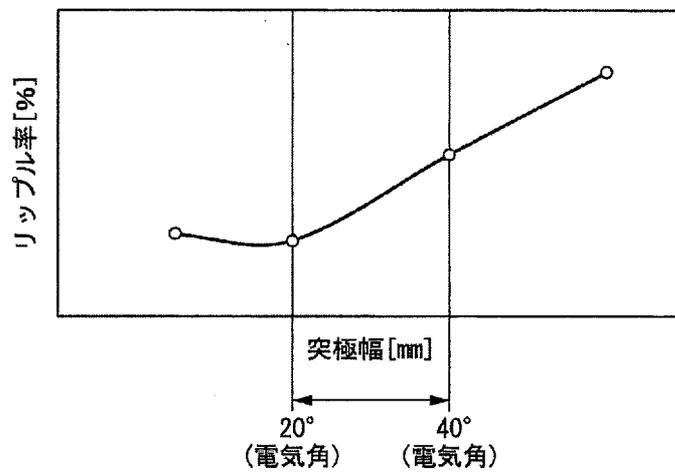
[図7]



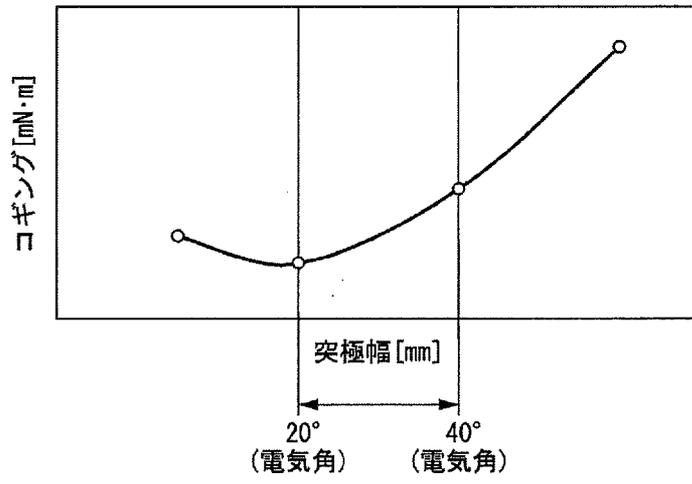
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/012074

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H02K1/22 (2006.01) i, H02K1/27 (2006.01) i, H02K21/14 (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. H02K1/22, H02K1/27, H02K21/14

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.
Y	JP 2006-81383 A (SAMSUNG GWANGJU ELECTRONICS CO., LTD.) 23 March 2006, paragraph [0021], fig. 4 & CN 101244890 A	1-7
Y	WO 2017/002873 A1 (MITSUBA CORPORATION) 05 January 2017, paragraphs [0031]-[0033], fig. 4B, 5A, 5B & US 2018/0198333 A1, paragraphs [0052]-[0054], fig. 4B, 5A, 5B	1-7

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 15.04.2019	Date of mailing of the international search report 23.04.2019
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/012074

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 2005-65417 A (AICHI ELECTRIC CO., LTD.) 10 March 2005, paragraphs [0025], [0031], fig. 1 (Family: none)	1-7
Y	JP 2008-245406 A (YASKAWA ELECTRIC CORPORATION) 09 October 2008, paragraph [0007], fig. 7 (Family: none)	1-7
Y	WO 2014/167645 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 16 October 2014, paragraphs [0010], [0012], [0014], [0024], [0046], fig. 4, 5, 8, 9 & US 2015/0333586 A1, paragraphs [0029], [0031], [0033], fig. 4, 5 & EP 2985884 A1 & EP 3382867 A1 & CN 105103411 A	4-7
Y	JP 2004-48970 A (MEIDENSHA CORPORATION) 12 February 2004, paragraphs [0012]-[0022], fig. 1, 3, 4 (Family: none)	6-7
Y	JP 2016-175638 A (MITSUBA CORPORATION) 06 October 2016, paragraphs [0001], [0029], [0037]-[0044], fig. 3 & US 2016/0276899 A1, paragraphs [0002], [0039], [0047]-[0054], fig. 3	7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. H02K1/22(2006.01)i, H02K1/27(2006.01)i, H02K21/14(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. H02K1/22, H02K1/27, H02K21/14

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
Y	JP 2006-81383 A（三星光州電子株式会社）2006.03.23, 段落 [0021]、図4 & CN 101244890 A	1-7
Y	WO 2017/002873 A1（株式会社ミツバ）2017.01.05, 段落 [0031] - [0033]、図4B, 5A, 5B & US 2018/0198333 A1, 段落 [0052] - [0054]、図4B, 5A, 5B	1-7

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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日
 15.04.2019

国際調査報告の発送日
 23.04.2019

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） 佐藤 彰洋	3V	3936
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 2005-65417 A (愛知電機株式会社) 2005. 03. 10, 段落 [0025], [0031]、図1 (ファミリーなし)	1-7
Y	JP 2008-245406 A (株式会社安川電機) 2008. 10. 09, 段落 [0007]、図7 (ファミリーなし)	1-7
Y	WO 2014/167645 A1 (三菱電機株式会社) 2014. 10. 16, 段落 [0010], [0012], [0014], [0024], [0046]、 図4-5, 8-9 & US 2015/0333586 A1, 段落 [0029], [0031], [0033]、 図4-5 & EP 2985884 A1 & EP 3382867 A1 & CN 105103411 A	4-7
Y	JP 2004-48970 A (株式会社明電舎) 2004. 02. 12, 段落 [0012] - [0022]、図1, 3-4 (ファミリーなし)	6-7
Y	JP 2016-175638 A (株式会社ミツバ) 2016. 10. 06, 段落 [0001], [0029], [0037] - [0044]、図3 & US 2016/0276899 A1, 段落 [0002], [0039], [0047] - [0054]、図3	7