

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2006年2月23日 (23.02.2006)

PCT

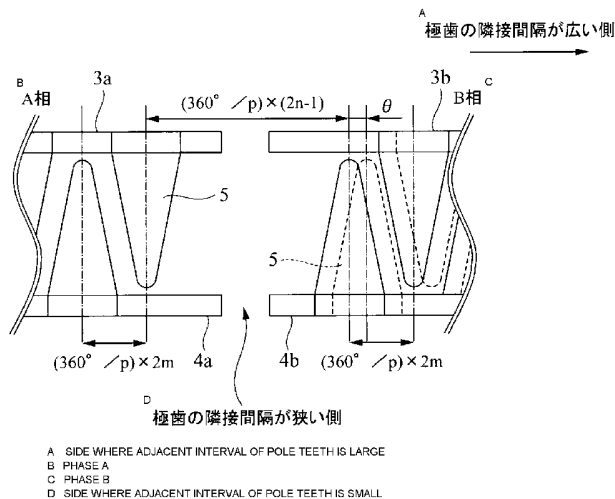
(10) 国際公開番号
WO 2006/019123 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 37/14 (2006.01) H02K 15/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/015027
- (22) 国際出願日: 2005年8月17日 (17.08.2005)
- (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2004-241667 2004年8月20日 (20.08.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): FDK 株式会社 (FDK CORPORATION) [JP/JP]; 〒1050004 東京都港区新橋5丁目3番11号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 山田 洋次 (YAMADA, Yoji) [JP/JP]; 〒1050004 東京都港区新橋5丁目3番11号 FDK株式会社内 Tokyo (JP).
- 松井 隆之 (MATSUI, Takayuki) [JP/JP]; 〒1050004 東京都港区新橋5丁目3番11号 FDK株式会社内 Tokyo (JP). 山村 喜哉 (YAMAMURA, Yoshiya) [JP/JP]; 〒1050004 東京都港区新橋5丁目3番11号 FDK株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 松井 伸一 (MATSUI, Shinichi); 〒1070052 東京都港区赤坂7丁目6番41号 赤坂七番館106 Tokyo (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: STEPPING MOTOR AND METHOD OF MANUFACTURING POLE TEETH THEREOF

(54) 発明の名称: ステッピングモータおよびその極歯製造方法



(57) Abstract: [PROBLEMS] To provide a stepping motor improved in torque characteristics by appropriating the position relation and shape of the pole teeth thereof to increase angular accuracy. [MEANS FOR SOLVING PROBLEMS] In this stepping motor, a stator (3a, 4a) of phase A and a stator (3b, 4b) of phase B are extendedly disposed on both sides of a rotor, the stators comprise coils disposed along a rotor shaft, a core is disposed at the center of the coils, and upper yoke plates (3a) and (3b) and lower yoke plates (4a) and (4b) having the comb-teeth shaped pole teeth (5) facing the rotor are disposed at both ends of the core so that the upper and lower pole teeth (5) can be meshed with each other. The pole teeth (5) of the stator are so formed that their corresponding positions between the phases A and B are set to $(360^\circ/p) \times (2n - 1) + \theta$ by machine angle, where n is an integer, p is the number of steps, and θ is a deviation angle. The deviation angle θ is set to $0^\circ < |\theta| < 0.2 \times 360^\circ/p$ by machine angle.

(57) 要約: 【課題】 極歯の位置関係および形状を適正化でき、これにより、角度精度を向上できてトルク特性を良好にし得るステッピングモータを提供すること 【解決手段】 A相, B相のステータ (3a, 4a

[続葉有]



WO 2006/019123 A1



(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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

), (3 b, 4 b) をロータの両側に張り出させて配置し、ステータはロータ軸に沿う向きにコイルを有し、コイルには中心に鉄芯を配置し、ロータに対面する櫛歯状の極歯5を有する上ヨーク板3 a, 3 bおよび下ヨーク板4 a, 4 bを鉄芯の両端に配置して極歯5を上下で噛み合う状態とするステッピングモータにおいて、ステータの各極歯5はA相, B相間での対応位置を機械角で、 $(360^\circ/p) \times (2n-1) + \theta$ に設定し、このときnは整数、pはステップ数、 θ はずらし角度であり、ずらし角度 θ は機械角で、 $0^\circ < |\theta| < 0.2 \times 360^\circ/p$ に設定する。

明 細 書

ステッピングモータおよびその極歯製造方法

技術分野

- [0001] 本発明は、ロータの両側にステータを張り出した扁平形状のステッピングモータおよびその極歯製造方法に関するものである。より具体的には、上ヨーク板および下ヨーク板をコイルの両端に挟み合わせるとともに、それら両ヨーク板の櫛歯状の極歯を上下で噛み合う状態にするステータの極歯の改良に関する。

背景技術

- [0002] ステッピングモータの形式の一つに、クローポール式のものがある。このクローポール式のステッピングモータは、ステータ側に櫛歯状の極歯を有し、その極歯を噛み合う状態にしてロータと対面させる構成をとる。このクローポール式のステッピングモータは、分解能が比較的に良好であり製造コストを低減できるメリットがある。
- [0003] また、クローポール式のステッピングモータの一形態として、特開平10-112970号(公報特許文献1)などに開示された、扁平形状にステータを張り出す構成のステッピングモータが知られている。この特許文献1のステッピングモータは、薄厚、小型化のためロータの両側にステータを配置する。各相のステータは、ロータ軸に沿う向きにコイルを配置する。当該コイルは、中心に鉄芯を配置し、上ヨーク板および下ヨーク板を鉄芯の両端に挟み合わせてそれらヨーク板の櫛歯状の極歯を上下で噛み合う状態にする構成を採っている。
- [0004] ところで、ステッピングモータは、極歯の位置関係が角度精度やトルク特性に大きく影響するため、極歯の位置関係は厳密に設定することが求められる。また、ディテントトルクの影響や磁束の干渉によって角度精度を悪くする問題もある。
- [0005] 特に、小型化の要求がある場合には、モータを構成する各部品の加工精度(誤差)が無視できなくなり、さらにトルクの向上を求めると、限られた空間において極歯の面積を最大限に確保する必要が生じる。このため、極歯の並び列が異なる相間で接近してしまい、磁束分布の偏りや磁束の干渉が著しく大きくなる。
- [0006] そこで、そうした問題の対策として、例えば特開平9-28072号公報(特許文献2)

、特許第3366487号公報(特許文献3)などに見られるような提案がなされている。
特許文献2に開示された発明は、隣接する各相の極歯を理論的な位相角と異ならせていて、これによりロータの振動を低減し、回転の円滑化を図っている。また、特許文献3に開示された発明では、極歯の形状を幅を狭める向きに略円弧状に成形し、磁束の干渉を減らすことにより、角度精度、トルク特性の向上、改善を図っている。

特許文献1:特開平10-112970号公報

特許文献2:特開平9-28072号公報

特許文献3:特許第3366487号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0007] しかし、特許文献2, 3に開示された発明は、各相のステータをロータに対して同軸に重ねて配置する構成であって、本発明に係る構成とは相違し、そのまま適用することはできない。つまり、ロータの両側にステータを略対称に張り出すような扁平形状のステッピングモータは、ロータを囲む円周上に極歯が等間隔には配置されず、特許文献2にあるような提案はそのまま適用することはできない。
- [0008] また、扁平形状のステッピングモータにあっては、ロータを中心に2つのステータが対に向き合うので、他相ステータの極歯が隣り合う配置となるため、磁束干渉が大きい。さらに、極歯の並び列は、ロータを囲む円周上に等間隔には配置されず、各極歯によって磁路長が異なるため磁束の偏りが生じる。そして、これらは小型化を図る構成において著しく現れることになる。
- [0009] しかも小型化に伴って、極歯の形状寸法の誤差は無視できなくなる。例えば、極歯の直立高さが、これと向き合うロータの軸芯までの半径に比べて長く形成する場合は、ヨーク板材の加工に絞り加工が加わるため、外形形状および板厚を規定値に成形するのが難しいという問題がある。つまり、極歯の製造は、まず、ヨーク板材に対して該当部位に絞り加工を行なってドーム形状に成形し、ドーム形状部位には打ち抜き金型により打ち抜き加工を行ない、次に、しごき兼曲げ加工を行って打ち抜き残した該当部位を立ち起こすことにより極歯に成形している。そのため、立ち起こした極歯は、打ち抜き金型の刃形よりも太く膨らんだ形状となってしまう。このため、ステータと

して組み上げた際に極歯の間隔が設計値とは相違してしまい、磁束の分布に影響があり角度精度は悪化する。

[0010] そこで、磁束の干渉を低減するため極歯の幅を狭めるという対策が考えられるが、極歯は磁束が最も集中する部分であるため、単に極歯の幅を狭めることは出力トルクを減少させてしまう問題を起こす。

[0011] 一方、特許文献3に開示された発明では、磁束の干渉を減らすために、極歯の形状を幅を狭める向きに略円弧状に成形しているが、これは寸法管理が容易ではないという問題がある。

[0012] なお、ステッピングモータでは駆動方式に係わる問題もある。すなわち、2相励磁の駆動では、各相は互いの磁束の干渉が相殺し、角度誤差は比較的に現れ難いが、1相励磁の駆動は角度誤差がA相とB相とで大きくなる問題がある。そこで、1相励磁について角度精度、トルク特性の改善を図ればよく、その場合、1-2相励磁、2相励磁、マイクロステップ駆動においても高い角度精度と滑らかな回転を実現し得るという望ましい副作用がある。

[0013] この発明は上述した課題を解決するもので、その目的は、極歯の位置関係および形状を適正化でき、これにより、角度精度を向上できてトルク特性を良好にし得るステッピングモータおよびその極歯製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0014] 上述した目的を達成するために、本発明に係るステッピングモータは、多極に着磁した永久磁石によるロータを有し、A相、B相のステータを前記ロータの両側に張り出させて配置し、前記ステータは前記ロータ軸に沿う向きにコイルを有し、前記コイルには中心に鉄芯を配置し、前記ロータに対面する櫛歯状の極歯を有する上ヨーク板および下ヨーク板を前記鉄芯の両端に配置して前記極歯を上下で噛み合う状態とするステッピングモータにおいて、

前記ステータの各極歯はA相、B相間での対応位置を機械角で、

$$(360^\circ / p) \times (2n - 1) + \theta$$

に設定し、このときnは整数、pはステップ数、 θ はずらし角度であり、ずらし角度 θ は機械角で、

$$0^\circ < |\theta| < 0.2 \times 360^\circ / p$$

に設定する。

[0015] また、前記ステータは前記ロータの両側に対称的に張り出させて配置し、前記ずらし角度 θ の設定はA相、B相間では他相ステータとの極歯の隣接間隔が広い側にそれぞれ $\theta / 2$ だけ位置をずらす構成にするとよい。

[0016] また、前記極歯は前記ヨーク板から立ち起きる直立高さを、対面する前記ロータの軸芯までの半径に比べて長く形成して、形状は基部が広く先が細い略三角形状とするが先端を挟む両側辺は幅を低減する屈曲形状に谷底点を有する設定とすることもできる。

[0017] この場合に、前記極歯における前記谷底点は、前記直立高さH、前記谷底点までの高さh、当該谷底点高さhにおける幅w、そして前記谷底点高さhにおいて前記両側辺が直線形状であるときの基準幅Wに関して、

$$0.25 \leq h/H \leq 0.75$$

$$0.7 \leq w/W < 1$$

の位置に設けるとよい。

[0018] また、多極に着磁した永久磁石によるロータと複数のステータを有し、前記ステータは前記ロータ軸に沿う向きにコイルを有し、前記ロータに対面する櫛歯状の極歯を有する上ヨーク板および下ヨーク板を前記コイルの両端に配置して前記極歯を上下で噛み合う状態とし、前記ヨーク板から立ち起きる前記極歯の直立高さを、対面する前記ロータの軸芯までの半径に比べて長く形成するようなステッピングモータの極歯製造方法であって、前記ヨーク板に加工する板部材の該当部位について、絞り加工を行ってドーム形状に成形し、前記ドーム形状部位には、前記極歯に対応する打ち抜き刃を環状に設けた打ち抜き金型により打ち抜き加工を行い、前記打ち抜き金型は後工程のしごき兼曲げ加工における伸び量を見込んだ刃形に設定し、次に打ち抜き残した各部位に対して、しごき兼曲げ加工を行って該当部位を立ち起こすことにより極歯に成形する方法を採る。

[0019] 係る構成にすることにより本発明では、極歯の位置を機械角で、ずらし角度 θ だけ理論的な位置からずらすことになり、このため他相ステータの磁束の干渉を減らすこ

とができる。その結果、角度精度を向上できる。

[0020] また、請求項2に記載の発明では、他相ステータとの磁束の干渉が減る向きに極歯をずらすことになる。したがって、異相間の磁束分布の偏りを低減でき、各極歯それぞれが少ないずらし量で角度精度を向上できる。そして、各相において対称にずらすことになり、上ヨーク板、下ヨーク板について配置を裏返しに使用することができ、部品点数を低減化できる。

[0021] また、請求項3に記載の発明では、極歯は基部が広く先が細い略三角形形状とするので、小型化した場合でも、磁束の干渉が少なく、高トルクが期待できる。しかも略三角形形状の極歯は、先端を挟む両側辺は幅を低減する屈曲形状に谷底点を有する設定とするので、極歯間での磁束干渉の最大位置に谷底点を合致させることができ、磁束の干渉を最大限に避ける設定が行なえる。そして、磁束が最も集中する極歯の基部幅は変えないので、高トルクを維持しつつ角度精度が向上できる。この場合、極歯の形状管理が容易にでき、前述した特許文献3の発明と比較して極歯の面積を大きくできる。

[0022] また、谷底点の設定は、上述した範囲が好ましく、この範囲であれば、噛み合う極歯について磁束の干渉が最低となる設定となり、高トルクを維持しつつ磁束分布の偏りや干渉を低減し得る。

[0023] また、請求項2、請求項4に記載の発明を組み合わせてもよい。つまり、極歯の対応位置を機械角で理論値よりも、ずらし角度 θ だけずらすことは、1相励磁の駆動において角度精度を向上できる。しかし、ずらし量を多くすると、2相励磁の駆動においての角度精度やトルク特性に影響があり、極歯の形状を適正化することでの角度精度の向上にも限界がある。そこで、請求項2、請求項4を組み合わせることで、極歯の対応位置のずらし量を少なくでき、そして角度精度を飛躍的に向上できる。その結果、1相励磁、1-2相励磁、2相励磁、マイクロステップ駆動において、角度精度およびトルク特性を共に良好にし得る。

[0024] また、請求項5に記載の発明は、極歯の直立高さが、これと向き合うロータの軸芯までの半径に比べて長く形成する場合に有効であり、打ち抜き金型は後工程のしごき兼曲げ加工における伸び量を見込んだ刃形に設定するので、立ち起こした極歯の

外形を適正化することができる。例えば、極歯は先端を挟む両側辺を直線形状とすることができ、あるいは両側辺には幅を低減する屈曲形状に谷底点を形成することもできる。

- [0025] 前述したように小型化を図る際は、極歯の間隔の変動がわずかであっても磁束干渉の影響は大きく、極歯間隙を設計値そのままに得ることで、極歯間の磁束の影響を小さくでき、角度精度の悪化を防ぐことができる。

発明の効果

- [0026] 本発明に係るステッピングモータおよびその極歯製造方法では、極歯の位置関係および形状を適正化することができる。その結果、角度精度を飛躍的に向上でき、出力トルクを高く得られてトルク特性を良好にできる。

発明を実施するための最良の形態

- [0027] 図1は、本発明の一実施の形態を示している。本実施の形態において、ステッピングモータは、多極に着磁した永久磁石によるロータ1を有し、2つ(A相、B相)のステータSa、Sbをロータ1の両側に対称的に張り出させて配置する構成を採る。各ステータSa、Sbは、ロータ1の軸に沿う向きにコイル2を有し、当該コイル2には中心に鉄芯20を配置し、ロータ1に対面する櫛歯状の極歯5を設けた上ヨーク板3a(3b)および下ヨーク板4a(4b)を鉄芯20の両端に挟み合わせて極歯5を上下で噛み合う状態とし、いわゆるクローポール式のステッピングモータになっている。
- [0028] A相の上ヨーク板3aとB相の下ヨーク板4bは形状、構成が同一であり、A相の下ヨーク板4aとB相の上ヨーク板3bは形状、構成が同一であって、これらは図2に示すように、裏返しの配置になっている。つまり、各ヨーク板3a、4a、3b、4bは、略円弧形状に湾曲した帯板形状であり鉄芯20を嵌め合わせる嵌合孔6を形成すると共に、ロータ1に向き合う端部には櫛歯状の極歯5の並び列を形成してあり、鉄芯20の両端に挟み合わせて極歯5を上下で噛み合わせ、当該噛み合い側をロータ1に対面させる構成になっている。
- [0029] 2つの上ヨーク板3a、3b、および2つの下ヨーク板4a、4bは、長い帯板材からA相、B相の両者を連結した状態で製造する。つまり後述する製造方法により、長い帯板材の中央に極歯5の並び列を環状に打ち抜き形成して、そのA相、B相の連結部分は、

組み立て工程の適宜な時期に切除して各パーツに分離する。

[0030] 組み付けは、上下のヨーク板3a, 4a, 3b, 4bの何れか一方に、予め鉄芯20の端部を嵌合孔6にそれぞれ嵌め込み固着させておき、各鉄芯20にコイル2を組み付ける。そして、鉄芯20の他端には対に向き合うヨーク板の嵌合孔6にそれぞれ嵌め込み固着させて各ステータ(Sa, Sb)を組み上げると共に、各ステータ(Sa, Sb)はロータ1に対して向き合わせに配置する。これにより、ロータ1の外周で櫛歯状の極歯5が噛み合って磁極(誘導子)をなすクローポール式となり、2つのステータSa, Sbがロータ軸10の両側に張り出る扁平形状のステップモータとなる。ロータ1の軸10は図示しない軸受けに嵌め合わせて支持する構成であり、ステータSa, Sbはその軸受けと相対位置を保つ支持部に取り付けることになる。

[0031] 極歯5の並び列はロータ1に対面して同心の円周上に位置する。図3はそれら極歯5の展開図であり、図4は平面図である。ステータの各極歯5については、図3に示すように、A相, B相間での対応位置を機械角で、

$$(360^\circ / p) \times (2n - 1) + \theta$$

に設定する。このときnは整数、pはステップ数、 θ はずらし角度であり、ずらし角度 θ は機械角で、

$$0^\circ < |\theta| < 0.2 \times 360^\circ / p$$

に設定する。

そして、各極歯5はA相, B相のそれぞれは、

$$(360^\circ / p) \times 2m$$

の間隔で配置している。ここで、mは整数である(mとnは無関係)。

[0032] すなわち、ステータの各極歯5は、A相, B相間での対応位置は理論的には機械角で、

$$(360^\circ / p) \times (2n - 1)$$

に設定するものであるが、本発明では、ずらし角度 θ だけ位置をずらすことにしており、これにより磁束の干渉を低減させることができる。

[0033] ずらし角度 θ の設定は、図4に示すように、A相, B相間では他相ステータとの極歯5の隣接間隔が広い側にそれぞれ $\theta / 2$ だけ位置をずらしている。つまり、ずらし角

度 θ は、A相、B相にそれぞれ $\theta / 2$ ずつ振り分ける設定にしている、このため理論的位置に対してずらし角度 θ を与える設定であっても、A相の上ヨーク板3aとB相の下ヨーク板4bは形状、構成が同一になり、そしてA相の下ヨーク板4aとB相の上ヨーク板3bは形状、構成が同一になっている。したがって、各ヨーク板は、裏返して配置することで対応でき、製造する部品点数を減らすことができるメリットがある。

[0034] 極歯5は、図5(a)に示すように、形状は基部が広く先が細い略三角形とし、先端を挟む両側辺は幅を低減する屈曲形状に谷底点7を有する設定にしている。

極歯5における谷底点7は、図5(b)に示すように、直立高さH、谷底点7までの高さh、当該谷底点7の高さhにおける幅w、そして谷底点7の高さhにおいて両側辺が直線形状であるときの基準幅Wに関して、

$$0.25 \leq h/H \leq 0.75$$

$$0.7 \leq w/W < 1$$

の位置に設ける。また、極歯5はヨーク板から立ち起きる直立高さHを、対面するロータ1の軸芯までの半径に比べて長く形成している。

[0035] このように、極歯5については、先端を挟む両側辺は幅を低減する屈曲形状に谷底点7を有する設定にするので、前述した特許文献3のものと比較して面積を大きくできる。つまり、幅を狭める向きに略円弧状に成形するよりも谷底点7を設けて直線形状とする方が面積を大きくでき、その結果、高いトルクを維持しつつ磁束の干渉を低減できる。

[0036] ところで、極歯5つまりヨーク板の製造は、図6に示すように、長い帯板材からA相、B相の両者を連結した状態で製造する。

同図に示す製造方法は、ヨーク板から立ち起きる極歯5の直立高さHを、対面するロータの軸芯までの半径rに比べて長く形成するような極歯製造方法である。

[0037] ヨーク板に加工する板部材8は(a)、その該当部位について、絞り加工を行ってドーム形状に成形し(b)、ドーム形状部位には、極歯5に対応する打ち抜き刃を環状に設けた打ち抜き金型により打ち抜き加工を行う(c)。このとき、打ち抜き金型は極歯5の側辺をなす刃形が当該極歯5の幅を低減する屈曲形状に谷底点を有する設定とする。次に、打ち抜き残した各部位に対して、しごき兼曲げ加工を行って該当部位を立

ち起こし(d)、これにより所望形状の極歯5に成形する。

[0038] なお、打ち抜き金型は、極歯5の側辺をなす刃形を適宜に設定できるが、これには次の工程のしごき兼曲げ加工における膨らみ分量を予め減じておく必要がある。したがって、打ち抜き金型を適宜に調製することにより、極歯5を立ち起こした際に、先端を挟む両側辺が直線になり形状が二等辺三角形になるようにすることもよい。

[0039] さて、図7、図8、図9は本発明に係る構成をシミュレートした諸特性である。つまり、図7は、角度誤差を示すグラフ図であり、本発明に係る極歯設定における特性を示している。また、図8は、極歯の外形設定とモータ特性との関係を示すグラフ図であり、(a)はモータ回転の角度特性、(b)はモータ回転のトルク特性との関係をそれぞれ示している。そして、図9は、ホールディングトルクを示すグラフ図であり、(a)は本発明に係る極歯設定における特性、(b)は従来の極歯設定における特性である。

極歯のずらし角度 θ は、図7から解るように、

$$0^\circ < \theta < 0.2 \times 360^\circ / p$$

において、角度誤差を低減できる。

角度誤差は、図8から解るように、極歯の外形設定を

$$0 \leq h/H \leq 0.75$$

$$w/W < 1$$

にすることにより効果的に低減できる。ただし、最大トルクは、

$$h/H < 0.25, w/W < 0.7$$

で急激に低下する傾向にある。したがって、高トルクを維持しつつ角度精度を向上させるには、

$$0.25 \leq h/H \leq 0.75$$

$$0.7 \leq w/W < 1$$

という条件に谷底点7を設定するとよい。

[0040] また、谷底点7の位置は、

$$h/H = 0.5$$

$$w/W = 0.7$$

とすることがよく、この設定が角度精度の向上に有効であり、図9(a)に示すように、ホ

ールディングトルクを良好に得ることができて最適化条件と言える。

図面の簡単な説明

[0041] [図1]本発明に係るステッピングモータの好適な一実施の形態を示す斜視図である。

[図2]図1のステッピングモータを分解して示す斜視図である。

[図3]極歯の位置関係を示す展開図である。

[図4]極歯のずらし角度を説明する平面図である。

[図5]極歯の外形を示す側面図であり、(a)は本発明に係る極歯の外形、(b)は基準となる極歯の外形である。

[図6](a)から(d)は、極歯の製造を順に示す断面図である。

[図7]角度誤差を示すグラフ図であり、本発明に係る極歯設定における特性を示している。

[図8]極歯の外形設定とモータ特性との関係を示すグラフ図であり、(a)はモータ回転の角度特性を、(b)はモータ回転のトルク特性との関係をそれぞれ示している。

[図9]ホールディングトルクを示すグラフ図であり、(a)は本発明に係る極歯設定における特性を、(b)は従来の極歯設定における特性を示している。

符号の説明

- [0042] 1 ロータ
2 コイル
3 上ヨーク板
4 下ヨーク板
5 極歯
6 嵌合孔
7 谷底点
8 板部材
10 ロータ軸
20 鉄芯
Sa, Sb ステータ

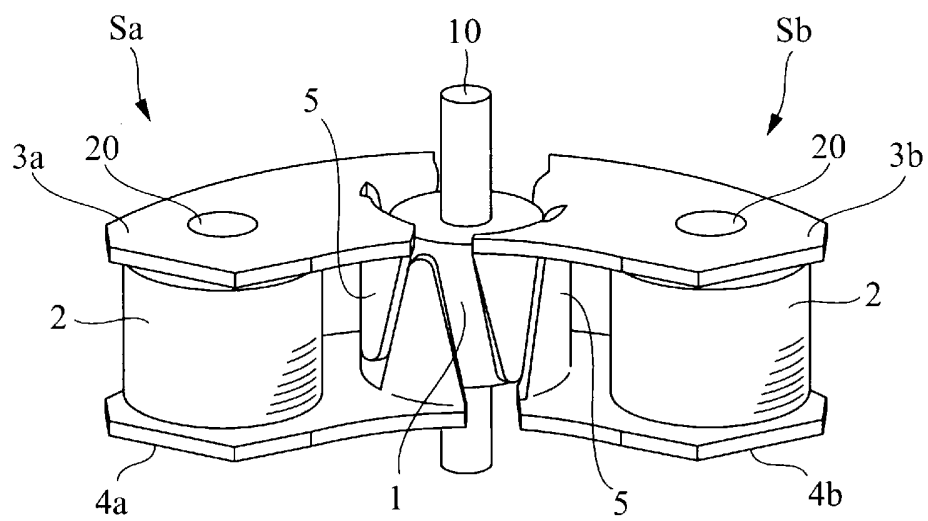
請求の範囲

- [1] 多極に着磁した永久磁石によるロータを有し、A相、B相のステータを前記ロータの両側に張り出させて配置し、前記ステータは前記ロータ軸に沿う向きにコイルを有し、前記コイルには中心に鉄芯を配置し、前記ロータに対面する櫛歯状の極歯を有する上ヨーク板および下ヨーク板を前記鉄芯の両端に配置して前記極歯を上下で噛み合う状態とするステッピングモータにおいて、
- 前記ステータの各極歯はA相、B相間での対応位置を機械角で、
- $$(360^\circ / p) \times (2n - 1) + \theta$$
- に設定し、
- このときnは整数、pはステップ数、 θ はずらし角度であり、ずらし角度 θ は機械角で、
- $$0^\circ < |\theta| < 0.2 \times 360^\circ / p$$
- に設定することを特徴とするステッピングモータ。
- [2] 前記ステータは前記ロータの両側に対称的に張り出させて配置し、前記ずらし角度 θ の設定はA相、B相間では他相ステータとの極歯の隣接間隔が広い側にそれぞれ $\theta/2$ だけ位置をずらすことを特徴とする請求項1に記載のステッピングモータ。
- [3] 前記極歯は前記ヨーク板から立ち起きる直立高さを、対面する前記ロータの軸芯までの半径に比べて長く形成して、形状は基部が広く先が細い略三角形とするが先端を挟む両側辺は幅を低減する屈曲形状に谷底点を有する設定とすることを特徴とする請求項1または2に記載のステッピングモータ。
- [4] 前記極歯における前記谷底点は、前記直立高さH、前記谷底点までの高さh、当該谷底点高さhにおける幅w、そして前記谷底点高さhにおいて前記両側辺が直線形状であるときの基準幅Wに関して、
- $$0.25 \leq h/H \leq 0.75$$
- $$0.7 \leq w/W < 1$$
- の位置に設けることを特徴とする請求項3に記載のステッピングモータ。
- [5] 多極に着磁した永久磁石によるロータと複数のステータを有し、前記ステータは前記ロータ軸に沿う向きにコイルを有し、前記ロータに対面する櫛歯状の極歯を有する上ヨーク板および下ヨーク板を前記コイルの両端に配置して前記極歯を上下で噛み

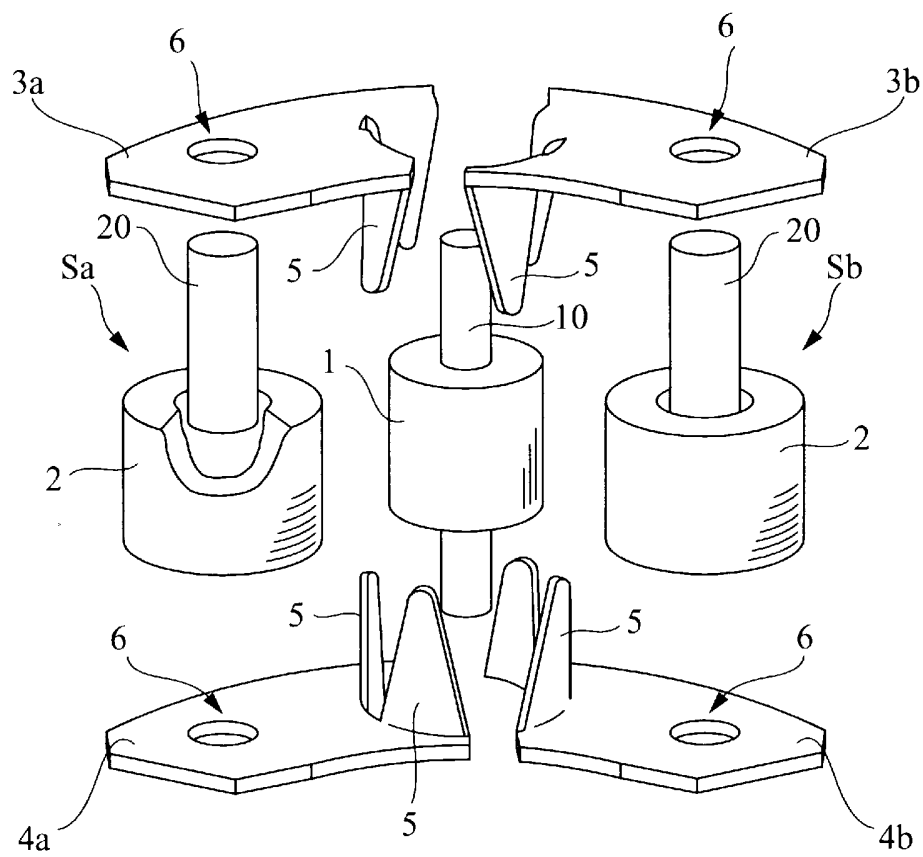
合う状態とし、前記ヨーク板から立ち起きる前記極歯の直立高さを、対面する前記ロータの軸芯までの半径に比べて長く形成するようなステッピングモータの極歯製造方法であって、

前記ヨーク板に加工する板部材の該当部位について、絞り加工を行ってドーム形状に成形し、前記ドーム形状部位には、前記極歯に対応する打ち抜き刃を環状に設けた打ち抜き金型により打ち抜き加工を行い、前記打ち抜き金型は後工程のしごき兼曲げ加工における伸び量を見込んだ刃形に設定し、次に打ち抜き残した各部位に対して、しごき兼曲げ加工を行って該当部位を立ち起こすことにより極歯に成形することを特徴とするステッピングモータの極歯製造方法。

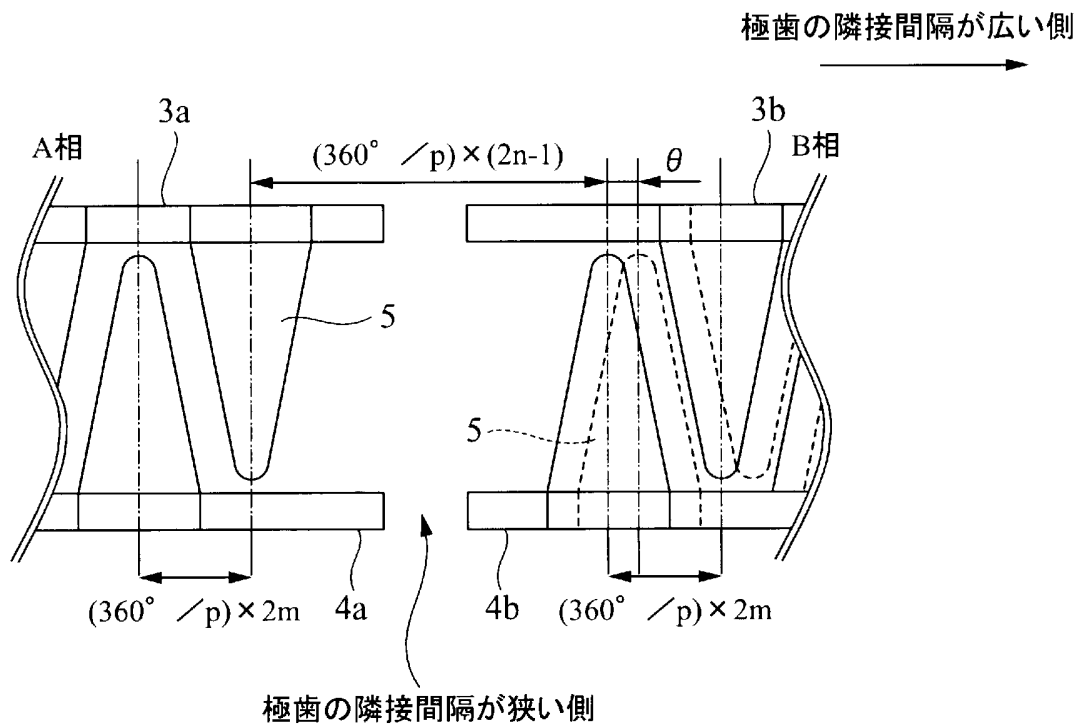
[図1]



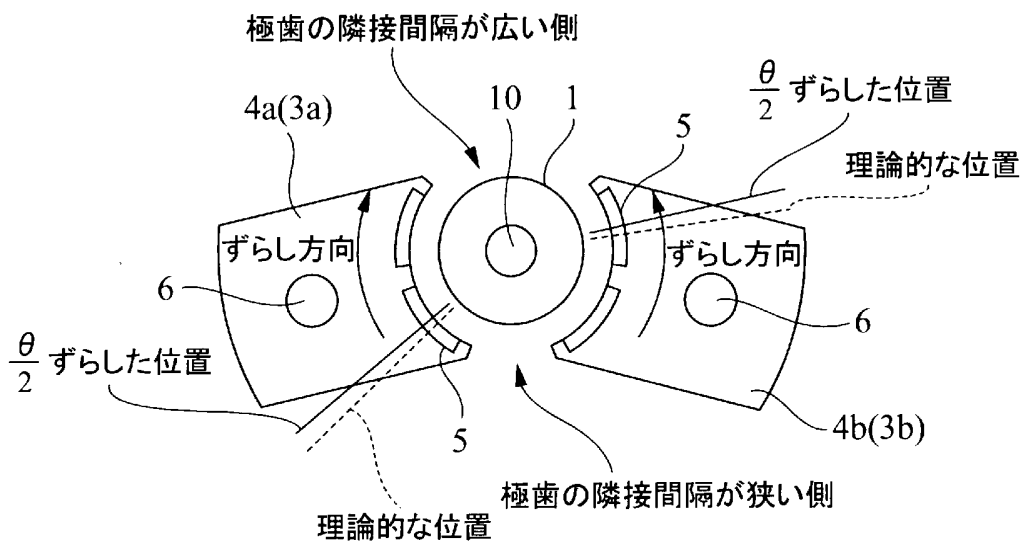
[図2]



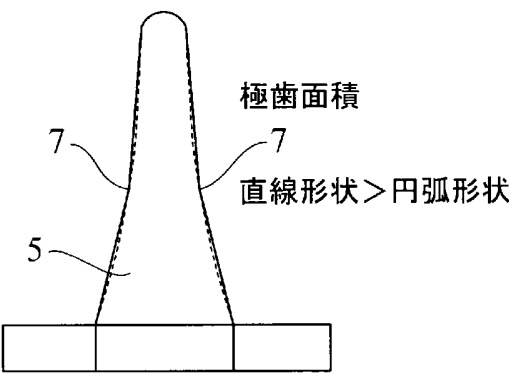
[図3]



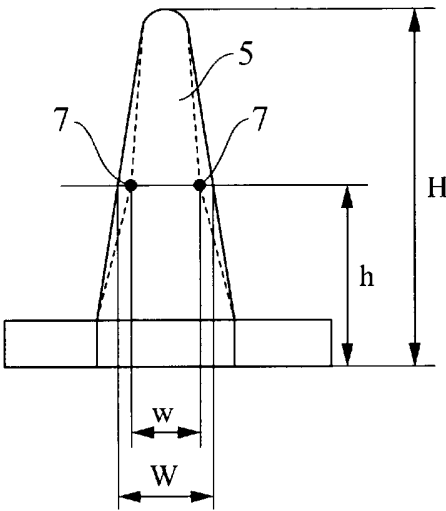
[図4]



[図5]

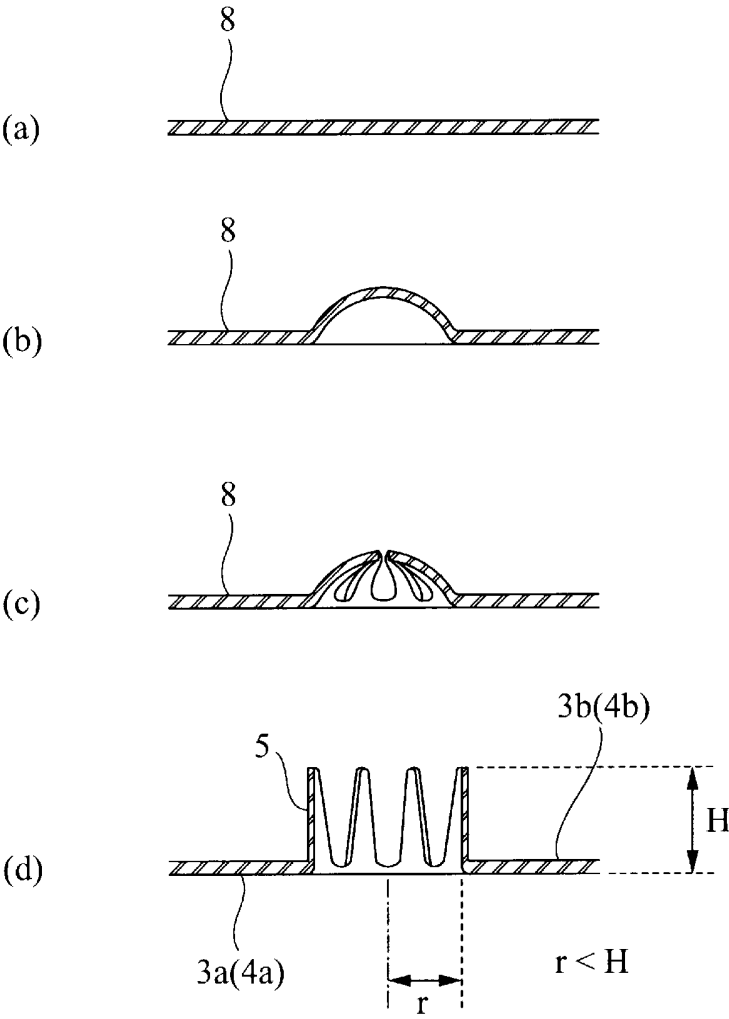


(a)

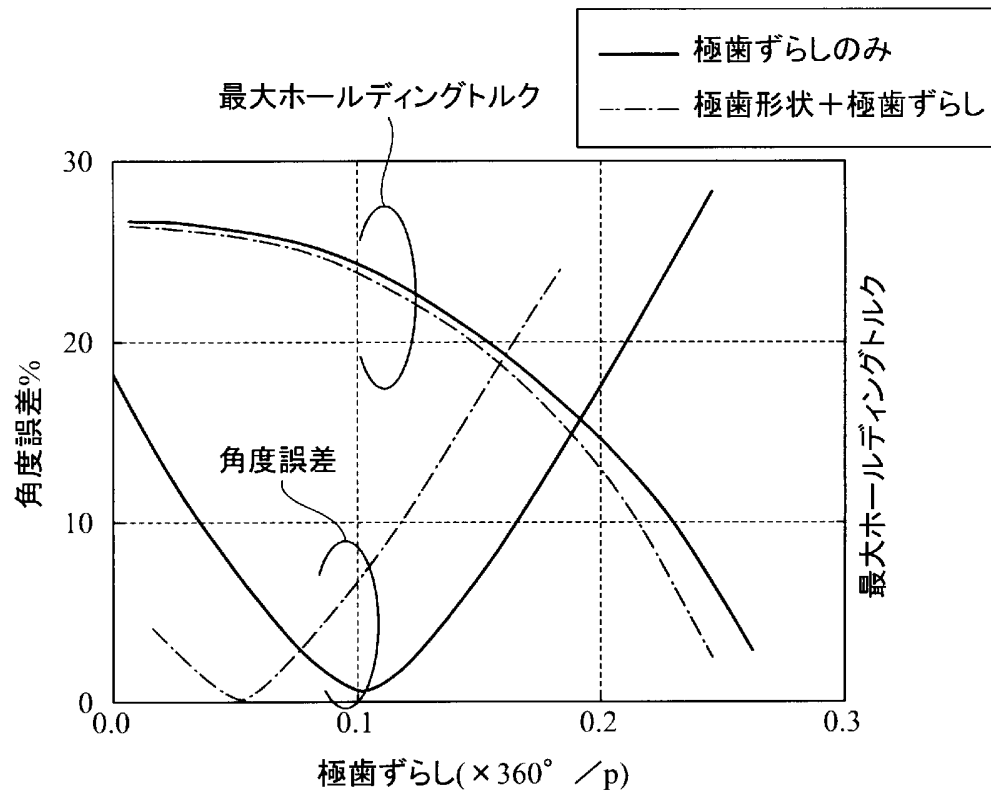


(b)

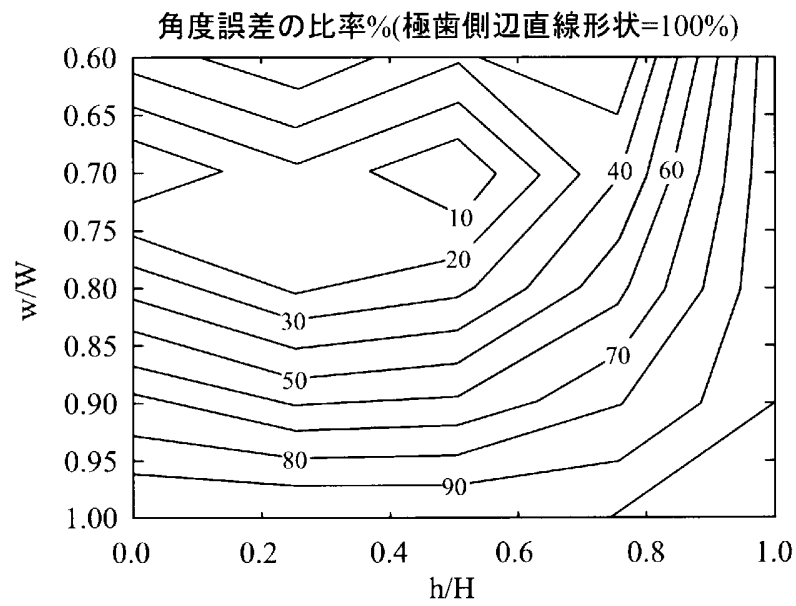
[図6]



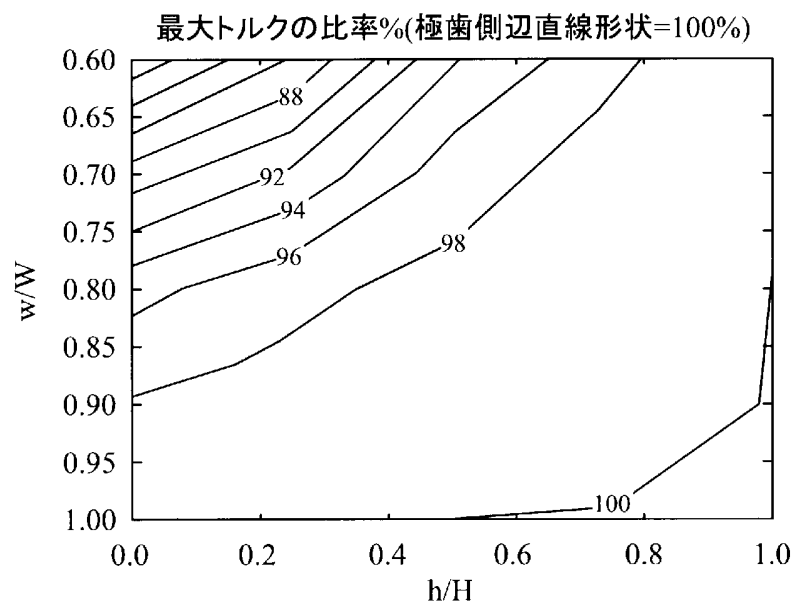
[図7]



[図8]

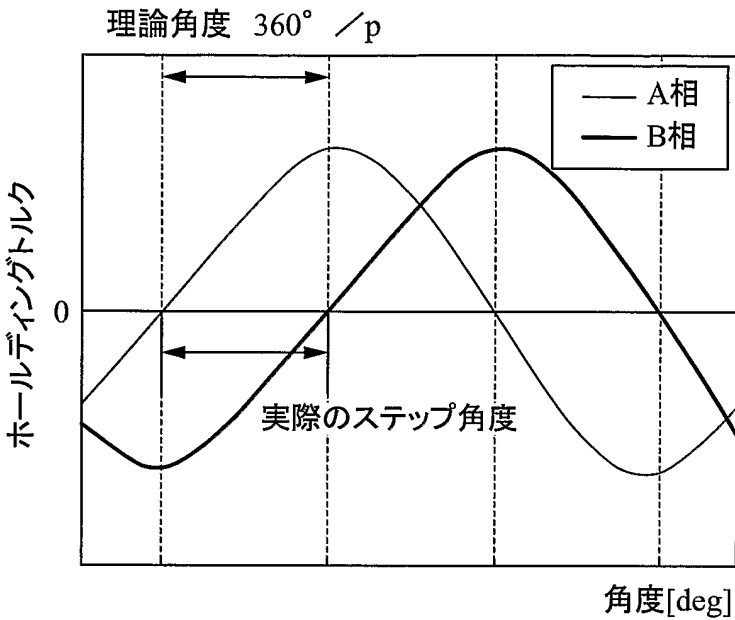


(a)



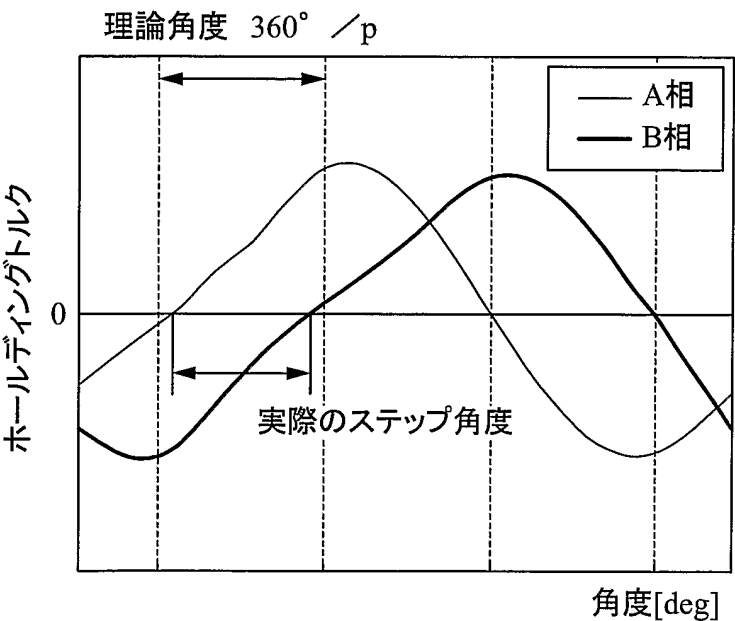
(b)

【図 9】



歯ずらし+極歯形状の最適化
($h/H=0.5$, $w/W=0.7$)

(a)



従来形状

(b)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/015027

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K37/14 (2006.01), **H02K15/02** (2006.01)

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)

H02K37/14 (2006.01), **H02K15/02** (2006.01)

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	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

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.
A	JP 2004-180446 A (Minebea Co., Ltd.), 24 June, 2004 (24.06.04), & US 2004-104626 A1 & EP 1424765 A1	1-4
A	JP 10-112970 A (Denso Corp.), 28 April, 1998 (28.04.98), (Family: none)	1-4
A	JP 1-136550 A (Canon Electronics Inc.), 29 May, 1989 (29.05.89), (Family: none)	1-4

☐ 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 November, 2005 (15.11.05)Date of mailing of the international search report
29 November, 2005 (29.11.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/015027

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The "special technical feature" of the inventions in Claims 1-4 relates to the arranged positions of the pole teeth of the stator. The "special technical feature" of the invention in Claim 5 relates to the method of manufacturing the pole teeth of the stator. Since these inventions are not so technically related as to involve one or more of the same or corresponding special technical features, they are not considered to be so linked as to form a single general inventive concept.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1 - 4

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee..
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H02K37/14 (2006.01), H02K15/02 (2006.01)											
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. H02K37/14 (2006.01), H02K15/02 (2006.01)											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2005年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2005年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2005年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2005年	日本国実用新案登録公報	1996-2005年	日本国登録実用新案公報	1994-2005年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2005年										
日本国実用新案登録公報	1996-2005年										
日本国登録実用新案公報	1994-2005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 請求の範囲の番号									
A	JP 2004-180446 A (ミネベア株式会社) 2004.06.24 & US 2004-104626 A1 & EP 1424765 A1	1-4									
A	JP 10-112970 A (株式会社デンソー) 1998.04.28 (ファミリーなし)	1-4									
A	JP 1-136550 A (キヤノン電子株式会社) 1989.05.29 (ファミリーなし)	1-4									
☐ 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 15.11.2005		国際調査報告の発送日 29.11.2005									
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) 尾家 英樹	3V 9335								
		電話番号 03-3581-1101 内線 3358									

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-4に係る発明の「特別な技術的特徴」はステータの極歯の配置位置に関し、請求の範囲5に係る発明の「特別な技術的特徴」はステータ極歯の製造方法に関するものである。これらの発明は、一又は二以上の同一又は対応する特別な技術的特徴を含む技術的な関係にないから、単一の一般的発明概念を形成するように連関しているものとは認められない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

請求の範囲1-4

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☒ 追加調査手数料の納付を伴う異議申立てがなかった。