

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003年10月9日 (09.10.2003)

PCT

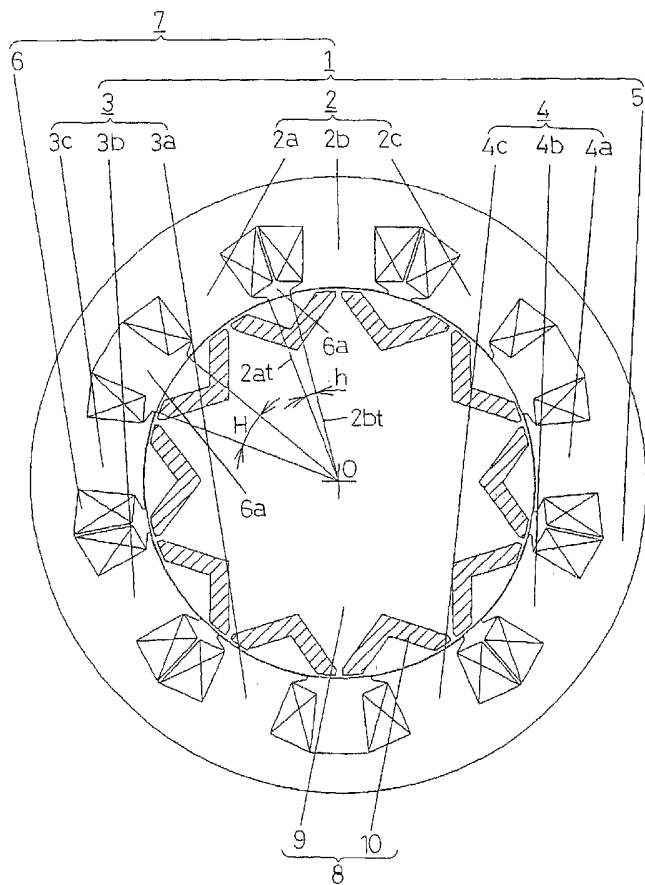
(10) 国際公開番号
WO 03/084034 A1

- (51) 国際特許分類: H02K 21/16, 1/27, 1/22, 3/18
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/03905
- (22) 国際出願日: 2003年3月27日 (27.03.2003)
- (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2002-096447 2002年3月29日 (29.03.2002) JP
特願2002-329454 2002年11月13日 (13.11.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府 門真市 大字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 角谷 直之 (KADOYA, Naoyuki) [JP/JP]; 〒590-0974 大阪府 堺市 大浜北町3-11-25 Osaka (JP). 近藤 康宏 (KONDO, Yasuhiro) [JP/JP]; 〒573-0164 大阪府 枚方市 長尾谷町2-570 Osaka (JP). 田米 正樹 (TAGOME, Masaki) [JP/JP]; 〒573-0035 大阪府 枚方市 高塚町16-1-404 Osaka (JP). 玉木 悟史 (TAMAKI, Satoshi) [JP/JP]; 〒573-1194 大阪府 枚方市 中宮北町3-10-206 Osaka (JP).

[続葉有]

(54) Title: MOTOR

(54) 発明の名称: モーター



(57) Abstract: A permanent magnet buried concentrated winding motor, wherein when a plurality of status teeth (2a, 2b, 2c, ...) are classified into, for example, three groups (2, 3, 4) with the plurality of adjacent status teeth allowing windings (6) to which a same phase voltage is applied to be wound thereon are taken as one group, the winding directions of the plurality of adjacent status teeth (2a, 2b, 2c) in the same group (2) are reversed to each other, and the angles (h) of slot opening parts between the adjacent status teeth (2a, 2b) in the same group and the angles (H) of slot opening parts between the adjacent status teeth (2a, 2c) in the different groups are formed so as to meet the relation of $h < H \leq 3h$.

(57) 要約: 永久磁石埋込型集中巻きモータにおいて、複数のステータティース (2a, 2b, 2c, ...) を、同相の電圧が印加される巻線 (6) が巻回される隣接した複数のステータティースを1つのグループとして、例えば3つのグループ (2, 3, 4) に分ける際に、同じグループ (2) にあって隣り合う複数のステータティース (2a, 2b, 2c) についてその巻線方向を互いに反対方向とし、また、同じグループ内において隣接するステータティース (2a, 2b) 間のスロット開口部の角度 h と、互いに異なるグループにおいて隣接し合うステータティース (2a, 2c) 間のスロット開口部の角度 H とが、 $h < H \leq 3h$ なる関係を満足する構成とする。

WO 03/084034 A1



(74) 代理人: 石原 勝 (ISHIHARA, Masaru); 〒530-0047 大阪府 大阪市北区 西天満 3 丁目 1 番 6 号 辰野西天満ビル 5 階 Osaka (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (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。

明 細 書

モータ

5 技術分野

本発明はモータ、たとえば電気自動車（P E V）や、ハイブリッド自動車（H E V）、燃料電池自動車（F C E V）等に好適なモータであり、家電製品やロボット等にも好適なモータに関するものである。

10 背景技術

従来、上述のような自動車等に用いられるモータの技術として、特開 2 0 0 0 - 2 4 5 0 8 5 号公報に記載のような、集中巻き埋め込み磁石型モータが使用されている例がある。

15 特開 2 0 0 0 - 2 4 5 0 8 5 号公報記載の例について、図 1 7 を用いて説明する。図 1 7 は、ステータコア、およびその複数のステータティースに巻かれた巻線で構成される集中巻きステータと、埋込み磁石型ロータとを用いたモータの主要部の断面図で、モータの回転軸中心軸に直交する平面を断面として示す。

20 図 1 7 に示すように、複数のステータティース 1 4 3 a , 1 4 3 b , 1 4 3 c、およびこれらを連結するステータヨーク 1 4 4 でステータコア 1 4 5 を構成し、それぞれのステータティース 1 4 3 a , 1 4 3 b , 1 4 3 c に巻線 1 4 6 a , 1 4 6 b , 1 4 6 c が巻かれてステータ 1 4 6 が形成されている。ステータティース 1 4 3 a , 1 4 3 b , 1 4 3 c は、ステータティース 1 4 3 a の一方の側にステータティース 1 4 3 b
25 が、他方の側にステータティース 1 4 3 c がそれぞれ設けられて一つのグループを構成し、これらステータティース 1 4 3 a , 1 4 3 b , 1 4 3 c のグループが円周方向に配設されている。各ステータティース 1 4

3 aにはそれぞれ巻線1 4 6 aが並列に巻回され、それぞれの巻線1 4 6 aの巻き終り部は共通端子（図示せず）で接続され、その共通端子からは一本の終端接続線が引き出されている。また、各ステータティース1 4 3 bについては、それぞれ巻線1 4 6 bが並列に巻かれ、さらに、
5 各ステータティース1 4 3 cについても並列にそれぞれ巻線1 4 6 cが巻かれており、ステータティース1 4 3 a、ステータティース1 4 3 bおよびステータティース1 4 3 cのそれぞれの終端接続線はさらに他の共通端子（図示せず）にて接続されている。

ロータ1 4 7には、複数の永久磁石1 4 9が、ステータ1 4 6のステータティース1 4 3 a, 1 4 3 b, 1 4 3 cの内周面に対向するよう、
10 周方向に等間隔に埋め込まれている。そして、ロータ1 4 7は、その外周面がステータ1 4 6のステータティース1 4 3 a, 1 4 3 b, 1 4 3 cの内周面との間に微小な隙間を有してロータ1 4 7の外周面と対向させて配置されている。ステータティース1 4 3 a, 1 4 3 b, 1 4 3 c
15 の内周面に対向する永久磁石1 4 9の対向面1 4 9 aとロータ1 4 7の外周面との間の距離は永久磁石1 4 9の端部1 4 9 bより中央部1 4 9 cの方が広くなるようになされている。

巻線1 4 6 a, 1 4 6 b, 1 4 6 cは、それぞれU相, V相, W相の3相を構成しており、各相の巻線に電気角で1 2 0度ずつ位相をずらした、たとえば台形波状の電流を供給すると、各相の巻線1 4 6 a, 1 4 6 b, 1 4 6 cとロータ1 4 7との間に発生するトルクは1 2 0度ずつ位相がずれて発生する。この3相の発生トルクを合成したのが総合トルクとなり、ロータ1 4 7は所定の方向へ回転することになる。すなわち、
20 回転軸中心Oの周りに回転するいわゆる3相全波駆動の回転動作を行うことになり、ロータ1 4 7の内部に永久磁石1 4 9を埋め込むことによって得られるマグネットトルクに加えて、リラクタンストルクをも利用することができる、大きなトルクを発生させる高出力（高トルク）モータ

を実現することができる。

一方、ロータ 147 が回転駆動されると、共通端子（図示せず）と U 相、V 相および W 相の各相端子間には、フレミングの右手の法則にしたがって、ほぼ正弦波状の逆起電圧が生ずる。各相の逆起電圧は周知のよ
5 うに、互いに電気角で 120 度ずつ位相がずれており、それらの位相の異なる逆起電圧を合成したものが総合逆起電圧となる。

また、環境、資源対策の面から車載モータ全般に巻線の省銅線化が求められている。自動車のリサイクル時に、銅線を含むモータが混入して
10 いると、再生された鉄の品位面で問題が残るという問題があり、自動車関係では銅線を含まないモータが強く求められている。従来の技術では、例えば特開 2000-245085 号公報に記載のようなモータの巻線を銅線からアルミ線に変更する方法や、その他一般的な整流子モータの巻線を銅線からアルミ線に変更する等の方法が試みられているが、実際の自動車での使用例は見当たらない。

15 上述のリラクタンストルクをも加えた発生トルクの大きいモータは、集中巻きモータとすることによって高トルク化することができるという利点を有する一面で、逆起電圧に波形歪が認められる。

逆起電圧の波形歪が大きいと、渦電流が増大して鉄損が増加して効率が低下する。そして、ロータに埋め込まれている永久磁石にも渦電流が
20 発生することになり、永久磁石が発熱して温度上昇し、減磁させてしまう恐れがある。

そこで本発明は、逆起電圧の波形歪を低減した構造を実現し、渦電流の発生を抑制することで高トルクで効率の高いモータを提供することを第 1 の目的とするものである。

25 また、特開 2000-245085 号公報に記載のモータ及び通常の整流子モータやブラシレスモータの巻線を銅線からアルミ線に単純に変更すると、アルミ線の抵抗率は銅線に比べて約 60% 高いために、導体

損が大きくなってしまい、効率の悪いモータとなる。一方損失を増やさないようにすると、モータ体格を大きくする必要があり、何れにしても省エネルギー、省資源からみた課題が残る。

本発明は、上記第1の目的を達成しながらも、モータ体格を増大することなく、かつ効率も悪化させることなく、銅線からアルミ線または他の銅線より抵抗率の大きな金属による巻線を持つモータを提供することを第2の目的とするものである。

発明の開示

10 上記目的を達成するために、本発明のモータは、複数のステータティース、それら複数のステータティースを連結するステータヨークからなるステータコア、および前記複数のステータティースのそれぞれに巻かれた巻線からなるステータと、ロータコア、およびそのロータコアに埋め込まれた複数の永久磁石からなるロータとを備え、同相の電圧が印加
15 される巻線が巻回された隣接する複数のステータティースにより構成されたグループを複数備え、同じグループ内において隣接する複数のステータティースの巻線を互いに逆方向に巻回し、隣接する複数のグループのそれぞれには異相の電圧が印加されたものである。

この構成によって、永久磁石が埋め込まれたロータ構成としているので、マグネットトルク以外にリラクタンストルクも活用することになり、
20 高トルクを発生させることができる。さらに、各グループ内においてそれぞれの隣接するステータティースの巻線が互いに異なる極性となるよう巻回されているので、磁界分布の偏重を緩和することができ、モータ駆動時に巻線に誘起される逆起電圧の波形の歪を低減することができる。
25 このため、ステータコアやロータコアにおける鉄損の発生を抑制することができ、また、ロータコア中の永久磁石についても、渦電流の発生が抑えられるため、それによる熱発生が軽減され、永久磁石の減磁を抑止

することができ、効率のよいモータを実現することができる。

上述のモータにおいて、さらに、ステータのステータティースを $3n$ 個（ただし、 $n =$ 正の整数）のグループに区分し、各グループのステータティースを 3 個とした構成とすることによって、各グループ内の U 相、
5 V 相、W 相のそれぞれの隣接する巻線が互いに異なる極性となり、磁界分布の偏重を緩和することができ、モータ駆動時の端子間発生電圧波形の歪を低減することができる。したがって、鉄損の発生を抑制することができ、モータ効率を向上させることができる。

上述モータにおいて、さらにまた、同じグループ内において互いに隣
10 接するステータティースの間に形成されたスロットの開口部の角度 h と、異なるグループ内において互いに隣接するステータティースの間に形成されたスロットの開口部の角度 H との関係が、

$$h < H \leq 3h$$

を満足するステータコアを有する。

15 この構成によって、磁界分布が均等になるため、巻線に誘起される逆起電圧の波形歪を低減することができ、渦電流の発生を抑えて鉄損を低減し、かつ、永久磁石での渦電流による発熱も抑えて永久磁石の減磁を抑止することができ、モータ効率を向上させることができる。

さらにまた、上述のモータにおいて、各グループ内において異なるグ
20 ループのステータティースと隣接する各グループ内両端に位置するステータティースのそれぞれの先端部の周方向中心を通る中心線が、前記各グループ内両端に位置するステータティースのそれぞれの平行部の周方向中心を通る中心線から周方向に偏移した形状であり、前記先端部の周方向端部が、いずれの方向においても、前記平行部の幅方向内方に位置
25 しない形状となる構成とする。

この構成によって、それぞれのステータティースの間に形成されるそれぞれのスロットがほぼ同等の大きさの空間となり、それぞれのステー

タティースに巻回される巻線の巻数を多くすることができ、巻数の増加に伴って発生トルクを大きくすることができ、かつ、同じグループ内の隣接する巻線の極性が異なる構成であり、発生電圧の歪を抑えることができ、したがって、鉄損も抑えられ、非常に効率のよいモータを実現することができる。

上述のモータにおいて、さらにまた、ステータコアを構成する複数のステータティースを、ロータのステータ対向面とステータティースの先端部のロータ対向面との間隔が、それぞれの前記先端部の周方向端部の近傍においてロータのステータ対向面から離れるように、それぞれ切除部を設ける。このような構成とすることによって、それぞれのステータティースにおいて急激な磁界変化を緩和することができ、モータ駆動時に巻線に発生する逆起電圧の波形を一層正弦波に近づけることが可能となり、トルクリップルおよびコギングトルクを低減させることができる。

上述のモータにおいて、さらにまた、ステータコアを、複数のグループを構成するステータティースのうち、少なくとも1つのステータティースのロータ側にある先端部に少なくとも1個の凹部を有する構成とする。また、凹部の形状をほぼ矩形状あるいは円弧状とする。無論、それ以外の形状としてもよい。

この構成によって、それらのステータティースの先端部における磁極が、見掛け上S極、N極、S極というように細分化されるため、高トルクが得られるとともに、トルクリップルを小さく抑えることができる。

上述のモータにおいて、さらにまた、ステータコアを、ロータ側とは反対側にあるステータヨークの側面が、複数のステータティースにおけるロータ側とは反対側にあるそれぞれのステータヨークの各側面に内接する円よりロータ側とは反対側方向に突出した形状で、かつ、ステータヨークの幅 w が全周にわたってほぼ等しい形状とする。さらにステータヨークの幅 w がステータティースの巻線が巻かれる平行部の幅 W に対し

て、次式の関係を有する。

$$W \times 1 / 2 \leq w \leq W \times 3 / 2$$

この構成によって、磁気抵抗のバランスをよくし、ほぼ均一な磁束を発生させ、安定した効率のよい磁界を得ることができる。

- 5 上述のモータにおいて、さらにまた、ロータを、複数の永久磁石を有し、これら永久磁石とほぼ同じ形状であって、永久磁石の厚さより小さな幅の複数のスリットを、永久磁石のステータ側とは反対側に設ける。

この構成によって、スリット部において永久磁石により生じる磁束を通過させにくくし、すなわち磁気抵抗を高め、d軸インダクタンスを減少させて、q軸インダクタンスとの差をより大きくし、より大きなリラクタンストルクを生じさせることになり、モータとしての発生トルクを増加させることができる。

上述のモータにおいて、さらにまた、永久磁石のステータ側側面とロータのステータ対向面との間の距離が、永久磁石のステータ側側面におけるそれぞれの端部よりも中央部の方が大きい形状をした複数の永久磁石を、ロータに設ける。また、永久磁石を、ロータのステータ対向面側と反対の方向に突出したほぼV字状の形状とする。あるいは、半径方向に垂直な直線状の形状をした複数の永久磁石を有するロータからなる構成を有している。あるいは、ロータに、そのステータ対向面側と反対の方向に凸の円弧状の形状をした複数の永久磁石を設ける。あるいは、ロータに、そのステータ対向面側に凸で、かつ、ロータを構成するロータコアの半径よりも大きな半径を有する円弧状の形状をした複数の永久磁石を設ける。

この構成によって、ロータのステータ対向部において磁束の通りやすい部分と通りにくい部分、すなわち磁気抵抗の比較的低い部分とそれらに比べて磁気抵抗の高い部分とを設けることによって、q軸方向のインダクタンスとd軸方向のインダクタンスとに差を作り、リラクタンストルク

クを発生させることができ、発生トルクを高トルク化することができる。

上述のモータは、一つのモータ多極化技術であり、ロータ部の極数と巻線を施すステータ部の歯極数の関係が、例えば通常のブラシレスモータである4極12歯極に比較し、10極9歯極と多極である割には少数5歯極に成し得る。

モータトルクは

$(\text{モータトルク}) = (\text{ロータ極対数}) \times (\text{鎖交磁束数}) \times (\text{モータ電流})$
で決まるため、ロータ極数を多く設定し、なおかつステータ歯極数を増加させない、つまりモータ電流を少なくさせない構成のモータである。

10 さらに上述のスロット開口部やステータティース幅を設定することによって、同一体格の従来モータに比べ、大トルクで逆起電圧波形が正弦派に近いものとするので、上述のモータは従来モータに比較して体格を増大することなく、逆起電圧波形の歪み損失が増大することなく、巻線を銅線からアルミ線に変更することができる。

15

図面の簡単な説明

図1は、本発明の実施の形態1を示すモータ主要部を説明するための主要部概略断面図であり、

20 図2は、本発明の実施の形態1における巻線の巻回方向を説明するための概略展開図であり、

図3は、本発明の実施の形態1における各巻線の接続状態を示す結線図であり、

25 図4A～図4Cは、それぞれ本発明の実施の形態1における永久磁石の他の例を示す概略断面図であり、図4Dは、本発明の実施の形態1におけるロータコアの他の一例を示す概略断面図であり、

図5は、本発明の実施の形態2におけるステータコアを説明するためのステータコア概略断面図であり、

図 6 A は、本発明の実施の形態 2 におけるステータコアを説明するための部分拡大図であり、図 6 B は、同実施の形態におけるステータコアの変形例を説明するための部分拡大図であり、

5 図 7 は、本発明として適さないステータティースの形状の一例を説明するための部分拡大図であり、

図 8 は、本発明の実施の形態 3 におけるモータ主要部を説明するための概略断面図であり、

図 9 は、本発明の実施の形態 3 におけるステータコアを説明するための部分拡大図であり、

10 図 10 A は、本発明の実施の形態 4 におけるステータコアを説明するための概略上面図であり、図 10 B は、同実施の形態における凹部の他の一例を示す部分図であり、図 10 C は、同実施の形態における凹部の形状の他の例を示す部分図であり、

15 図 11 は、本発明の実施の形態 5 におけるステータコアを説明するための概略断面図であり、

図 12 は、本発明の実施の形態 6 におけるモータの主要部を説明するための概略断面図であり、

図 13 は、本発明の実施の形態 7 におけるモータの主要部を説明するための概略断面図であり、

20 図 14 は、本発明の実施の形態 8 におけるアルミ巻線を示す概略断面図であり、

図 15 A は、本発明の実施の形態 8 におけるアルミ巻線端部を示す概略図であり、図 15 B は、同実施の形態における他の例のアルミ巻線端部を示す概略図であり、

25 図 16 A は、本発明の実施の形態 10 におけるリード線及びアルミ巻線の接続状態を示す概略図であり、図 16 B は、同実施の形態における他の例のリード線及びアルミ巻線の接続状態を示す概略図であり、図 1

6 Cは、同実施の形態における更に他の例のリード線及びアルミ巻線の接続状態を示す概略図であり、

図17は、従来のモータの主要部を示す概略断面図である。

5 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。

(実施の形態1)

図1～図4Dは、本発明の実施の形態1のモータを説明するための図であり、図1はモータ主要部を説明するための回転軸中心軸に垂直な面
10 で断面にした主要部断面図、図2はステータティースに巻回される巻線の巻回方向を説明する展開図、図3は各ステータティースに巻回されるそれぞれの巻線間の接続状態を説明する結線図、図4A～図4Dはロータコアに埋め込まれる永久磁石の形状およびロータコアの他の例を示す断面図である。

15 図1において、ステータコア1は、複数のステータティース2a, 2b, 2c、同3a, 3b, 3c、および同4a, 4b, 4cと、これらステータティース2a～4cを一方の端部で連結するステータヨーク5とで構成されている。それぞれのステータティース2a～4cには巻線
20 6が巻回され、ステータコア1および巻線6にてステータ7を構成している。

それぞれのステータティース2a～4cを、同相の電圧が印加される巻線が巻回される互いに隣接した複数のステータティースを1つのグループとして、合計3つのグループに分ける。すなわち、本実施の形態において、ステータティース2a, 2b, 2cからなる第1のグループ
25 2、ステータティース3a, 3b, 3cからなる第2のグループ3、および、ステータティース4a, 4b, 4cからなる第3のグループ4に分ける。ここで、隣り合ったステータティース間に形成されるスロット

の開口部の角度について、第1のグループ2内の隣り合ったステータティース2 a, 2 b間に形成されるスロット6 aのスロット開口部を一例として述べるならば、ステータティース2 a, 2 bの、ステータヨークとは反対側のそれぞれの先端部における周方向に突出した各端部に接し、
5 かつ、回転軸中心Oを通る接線2 a t, 2 b t間の角度hとする。他のスロット開口部の角度についても、同様に回転軸中心Oを通り、スロット側にて対向する各端部に接する接線間の角度とする。

各ステータティース間のスロット開口部の角度を、ステータティース2 b, 2 c間、ステータティース4 a, 4 b間、ステータティース4 b, 10 4 c間、ステータティース3 a, 3 b間、およびステータティース3 b, 3 c間については、ステータティース2 a, 2 b間のスロット開口部の角度hと等しくなるよう設定する。また、異なるグループにあって隣接するステータティース3 c, 2 a間のスロット6 bの開口部の角度をHとし、同様に、ステータティース2 c, 4 a間と、ステータティース4 15 c, 3 a間にあるスロットの開口部についてもそれぞれの角度をステータティース3 c, 2 a間のスロット開口部の角度Hと等しくなるように設定する。なお、この角度Hは、上述の同じグループにあって隣接し合うステータティース間のスロット開口部の角度hよりも大きい。

それぞれのステータティース2 a~4 cに巻回される巻線6について、
20 たとえばグループ2を例に説明する。図2に示すように、ステータティース2 aに対する巻線6の巻回方向が矢印2 1の方向、ステータティース2 bに対する巻線6の巻回方向は矢印2 1とは逆方向の矢印2 2の方向、ステータティース2 cに対する巻線6の巻回方向は矢印2 2とは逆方向すなわち矢印2 1と同方向の矢印2 3の方向にそれぞれの巻線6が
25 巻回されている。すなわち、各グループ内のステータティースに巻回される巻線の巻回方向は、その属するグループ内において、隣接するステータティースには巻回方向が互いに逆方向になるように巻線

隣接するステータティースの巻線の極性が互いに反転するようになっている。それぞれのステータティース 2 a, 2 b, 2 c に対する巻線 6 は並列に巻回されている。なお、直列に巻回してもよいのは言うまでもない。同様に、グループ 3 およびグループ 4 のそれぞれのステータティースに対して同じ方法で巻線 6 が巻回され、グループ 2、グループ 3 およびグループ 4 の巻線 6 が各々 U 相, V 相および W 相の 3 つの相の巻線になるように分けられ、たとえば、グループ 2 のステータティース 2 a の巻線 6 を U 相とした場合、隣接するステータティース 2 b の巻線 6 はステータティース 2 a の巻線 6 とは極性が反転しているため、その位相が反転した U 相となり、ステータティース 2 b に隣接したステータティース 2 c の巻線 6 はステータティース 2 b の巻線 6 の位相と反転、すなわち、ステータティース 2 a と同じ位相の U 相となる。グループ 3 およびグループ 4 におけるそれぞれのステータティースの巻線においても同じであり、V 相と反転した V 相、W 相と反転した W 相となる。さらに、グループ 2、グループ 3 およびグループ 4 の巻線 6 の巻き終り部が図 3 の結線図にて示されるように接続されている。なお、この図 3 において、15 u, 15 v, 15 w はそれぞれ U 相, V 相, W 相の出力端であり、16 は中性点を示し、17 はそれぞれの巻線 6 を接続する配線である。上記説明の構成により、各グループ内の U 相, V 相, W 相において、それぞれの隣接する巻線が互いに異なる極性となっているため、磁界分布の偏重を緩和することができ、モータ駆動時に端子間に発生する逆起電圧の波形の歪を低減することができ、したがって、鉄損を抑えることができる。

さらに、検討をした結果によれば、それぞれ同じグループ内において隣接するステータティースの間に形成されるスロット開口部の角度 h と、それぞれ異なるグループ内において互いに隣接するステータティースの間に形成されるスロット開口部の角度 H との関係が

$$h < H \leq 3h \quad (1)$$

を満足するように設定すれば、磁界分布が均等になるため、逆起電圧の波形の歪を低減することができ、渦電流の発生を抑制して鉄損を低減させ、かつ、永久磁石での渦電流による発熱も抑えてその減磁を抑制することができ、モータ効率を向上させることができる。

一方、ロータ 8 は、ロータコア 9 とロータコア 9 に周方向等間隔に埋め込まれた複数のほぼ V 字状の永久磁石 10 とで構成され、ロータ 8 のステータ対向面がステータ 7 のロータ対向面に微小な隙間を有して対向しており、回転軸中心 O の周りに回転可能とされている。

永久磁石 10 はロータ 8 のステータ対向面側と反対の方向に突出したほぼ V 字状になっており、永久磁石 10 のステータ側側面 10 a とロータ 8 のステータ対向面 8 a との間の距離は、永久磁石 10 のステータ側側面 10 a における端部 10 b, 10 c よりもその中央部 10 d の方が大きくなっている。したがって、ロータ 8 のステータ対向部において磁束が比較的通りやすい部分と比較的通りにくい部分とを設ける、すなわち磁気抵抗の低い部分とそれよりも磁気抵抗の高い部分とを設けることによって、q 軸方向のインダクタンスと d 軸方向のインダクタンスとに差を作り、リラクタンストルクを発生させることができ、発生トルクを高トルク化することができる。

永久磁石 10 の形状は、そのステータ側側面 10 a とロータ 8 のステータ対向面 8 a との間の距離が、それぞれの端部より中央部の方が大きくなるような形状であればよく、たとえば、図 4 A に示すような、半径方向に垂直な直線状の永久磁石 31、図 4 B に示すような、ステータ側とは反対側の方向に凸の円弧状の永久磁石 32、あるいは、図 4 C に示すような、ステータ側に凸で、かつ、ロータコア 33 の半径以上の半径を有する円弧状の永久磁石 34 であってもよい。さらには、図 4 D に示すように、ロータコア 35 に埋め込まれる永久磁石 36 と、永久磁石 3

6 の位置よりもステータ（図示せず）側とは反対側に永久磁石 36 にほぼ同じような形状で、かつ、永久磁石 36 の厚さ 36 a より小さな幅 37 a を有するスリット 37 が設けられたロータコア 35 からなるロータ 38 であってもよい。このように永久磁石の近傍にスリットを配設することによって、スリット部において永久磁石により生じる磁束を通過させにくくし、d 軸インダクタンスを減少させて、q 軸インダクタンスとの差をより大きくし、より大きなリラクタンストルクを生じさせることになり、モータとしての発生トルクを増加させることができる。そして、このスリット付ロータコア 35 の場合においても、永久磁石の形状は、
10 図 4 A ~ 図 4 C にそれぞれ示された直線状、ステータ側とは反対側の方向に凸の円弧状、あるいは、ステータ側に凸の円弧状であってもよいのは言うまでもないことである。

なお、本実施の形態 1 においては、複数のステータティース間に形成されるスロット数が 9（ステータティースの数も 9）で、ロータを構成する永久磁石が 10 個であり、U・V・W 相の 3 相の巻線一式を 1 組とした巻線組数が 1 で、かつ、1 グループにおけるステータティース数が 3（3 叉）である。すなわち、本実施の形態 1 は、3 叉・巻線組数 1・9 スロット・10 極のモータを説明したものであるが、本発明は 3 叉・巻線組数 1・9 スロット・10 極のモータに限るものではなく、n 叉・
20 巻線組数 s・t スロット・p 極のモータとしてもよい（ただし、n、s、t、p は共に正の整数）。なお、この場合、ロータ極数 p は以下の式を満足する値とする。

$$p = 2 \times (s (\pm 1 + 3k)) \text{ かつ } p > t \quad (\text{ただし、} k = \text{正の整数}) \quad (2)$$

ここで、極数を上記のように決定する理由を以下に示す。本モータ構造の特徴の 1 つは、磁石間ピッチとステータのティースピッチが同一で、かつ、ステータにデッドスペースができることにある。そこで、叉数と巻線組数が決まれば、機械的に極数を仮決めすることが出来る。例えば、
25

3相モータにおける「2又・巻線組数1」のモデルでは、スロット数(t)は又数(n)×相数×巻線組数(s)、すなわち $2 \times 3 \times 1 = 6$ スロットになる。スロット数(t)が6であることから、デッドスペースを確保するためには、上記(2)式を用いたところ、極数(p)は8以上の偶数となる。

次に、仮決めしたスロット数と極数とで、モータとして成立するかを見極める。すなわち電流をU相・V相・W相の順に流したときにスムーズに回転するかを確認する。磁石の極対数を $p/2$ とすると、磁石の誘起電圧関数は、

$$10 \quad B e = \sin(p/2 \times \theta)$$

と表すことができる。ここで、3相モータであることから、U相・V相・W相は電気角で 120° づつずれている。そこで、電気角で 120° ずらして各相を通電したときに、ロータが同じ角度で同じ方向に回転すればよいこととなり、下記の式が成立すればよいことになる。

$$15 \quad \sin(p/2 \times (\theta + 120/s)) = \sin(p/2 \times \theta \pm 120 + 360k) \quad (3)$$

上記(3)式の意味するところは、誘起電圧関数(ロータ)が、ある時刻の $B e = 0$ より電気角で 120° ずれた位置(式の表現は機械角)にあるとき、ステータ側の別軸上で、 120° (U相・V相・W相のずれ)ずれた位置を同じであれば、U相からV相、V相からW相と 120° ずれた位置で通電しても、ロータ位置 $B e$ (誘起電圧関数)は、常に電氣的に同じ値をとり、スムーズに1回転できることを表している。

上記(3)式を整理すると、極対数 $p/2$ は、

$$p/2 = s (\pm 1 + 3k)$$

となり、極数(p)は以下のようになり、巻線組数(s)の関数となる。

$$25 \quad p = 2 \times (s (\pm 1 + 3k))$$

この関係式を用いて、極数を決定する。なお、具体例としては以下の表に示すとおりである。

叉数	巻線組数	スロット数	極数
2	1	6	8
2	2	1 2	1 6
2	3	1 8	2 4
2	4	2 4	3 2
3	1	9	1 0
3	2	1 8	2 0
3	3	2 7	3 0
3	4	3 6	4 0
4	1	1 2	1 4
4	1	1 2	1 6
4	2	2 4	2 8
4	2	2 4	3 2
5	1	1 5	1 6
5	1	1 5	2 0
5	1	1 5	2 2
5	2	3 0	3 2
5	2	3 0	4 0
6	1	1 8	2 0
6	1	1 8	2 2
6	1	1 8	2 6
6	2	3 6	4 0
7	1	2 1	2 2
7	1	2 1	2 6
7	1	2 1	2 8

以上のように本実施の形態 1 によれば、ステータのそれぞれのステータティースを同相の電圧が印加される巻線が巻回される隣接するステータティース同士を 1 つのグループとしたものを、U 相、V 相および W 相の 3 グループに分け、同じグループ内において隣接するステータティースの巻線の巻回方向を互いに逆方向とし、さらに、ロータに埋め込まれた複数の永久磁石のステータ側側面とロータのステータ対向面との距離が、それぞれ永久磁石の端部側よりも中央部の方が大きくなるようなロータを構成することによって、マグネットトルク以外にリラクタンストルクも活用することになり、高トルクを発生させることができ、同時に、発生電圧の歪を抑え、したがって、鉄損を抑え、永久磁石の減磁も抑止することができる、非常に効率のよいモータを実現することができる。

(実施の形態 2)

図 5 ～ 図 7 は、本発明の実施の形態 2 のモータを説明するための図であり、図 5 はステータコアの上面図、図 6 A は図 5 の一部を拡大した部分拡大図、図 6 B はステータコアの変形例の部分拡大図、図 7 はステータティースの先端部の変形例を示す拡大図である。

図 5 において、ステータコア 4 1 はステータティース 4 2 a, 4 2 b, 4 2 c、ステータティース 4 3 a, 4 3 b, 4 3 c、およびステータティース 4 4 a, 4 4 b, 4 4 c と、これらステータティース 4 2 a ～ 4 4 c を一方の端部で連結するステータヨーク 4 5 とで構成されている。上述の実施の形態 1 と同様に、ステータティース 4 2 a, 4 2 b, 4 2 c でグループ 4 2 を、ステータティース 4 3 a, 4 3 b, 4 3 c でグループ 4 3 を、また、ステータティース 4 4 a, 4 4 b, 4 4 c でグループ 4 4 をそれぞれ構成し、それぞれのグループ 4 2, 4 3, 4 4 のステータティースに巻かれた巻線（図示せず）でそれぞれ U 相、V 相および W 相を形成する。また、前述の実施の形態 1 と同様に、同一グループ内において隣接するステータティースに巻かれた巻線の巻回方向が互いに

逆方向であり、さらに、それぞれ同じグループ内において隣接し合うステータティースの間に形成されるスロット開口部の角度 h と、互いに異なるグループ内において隣接するステータティースの間に形成されるスロット開口部の角度 H との関係が前記(1)式を満足するように設定されている。

それぞれのステータティースの間に形成されるスロットをすべてほぼ同等の大きさの空間にすることによって、それぞれのステータティースに巻回される巻線の巻数を多くすることができ、巻数の増加に伴って発生トルクを大きくすることができる。

次に、上述のグループ42を例に取って、ステータティース42a, 42b, 42cの先端部の形状について、図6Aを用いて説明する。

図6Aは、ステータコア41におけるグループ42を示す部分拡大図である。図6Aにおいて、 θ はステータティース42a平行部の周方向中心と回転軸中心Oを通る中心線51と、ステータティース42bの平行部の周方向中心と回転軸中心Oを通る中心線52とのなす角度であり、 ϕ はステータティース42aの先端部の周方向中心と回転軸中心Oを通る中心線53と、ステータティース42bの平行部の周方向中心と回転軸中心Oを通る中心線52とのなす角度であり、 α はステータティース42aの平行部におけるステータティース42bとは反対側の側面と先端部の角部56と回転軸中心Oを通る線54と、前記ステータティース42aにおける中心線51とのなす角度であり、 β はステータティース42aの先端部におけるステータティース42bとは反対側の周方向端部に接し、かつ、回転軸中心Oを通る線55と、ステータティース42aの先端部の周方向中心と回転軸中心Oを通るの中心線53とのなす角度であって、ステータティース42aの平行部の中心線51とステータティース42aの先端部の周方向中心を通る中心線53とを偏移させた形状にする。つまり、 $(\phi + \beta) > (\theta + \alpha)$ の関係が満たされることと

なる。一方、グループ 4 2 のもう一つのステータティース 4 2 c はステータティース 4 2 b の中心線 5 2 に対してステータティース 4 2 a を線対称になるようにした形状とする。

5 一般的に、それぞれのステータティースの巻線が巻回される平行部の幅は、巻線により発生する磁束密度をほぼ同一にするためにほぼ同等の幅を有するように形成されている。したがって、それぞれのステータティース間で形成される空間、すなわち、スロット空間の大きさをほぼ同一にするには

$$\begin{aligned}
 \theta &= \theta_0 = 360 / n \quad \text{度} && (n = \text{スロット数}) \\
 10 \quad &= 360 / 9 \quad \text{度} && (\text{本実施の形態 2 においては } n = 9) \\
 &= 40 \quad \text{度}
 \end{aligned}$$

となるように設定すればよい。

一方、図 6 B は、ステータコア形状の変形例を示す部分拡大図である。図 6 B において、基本的な構成は前述の図 6 A を用いて説明したものと
 15 同様であるが、本変形例においてはステータティース 6 1 a, 6 1 c の先端部の形状が、周方向両側に突出した先の例とは異なり、ステータティース 6 1 b の反対側においては周方向に突出しない、すなわち平行部の側面と同化した形状となっている。これにより、ステータティース 6 1 a の平行部におけるステータティース 6 1 b とは反対側の側面の最先
 20 端部 6 7 と回転軸中心 O を通る線 6 8 と、ステータティース 6 1 a の先端部におけるステータティース 6 1 b とは反対側の周方向端部に接し、かつ、回転軸中心 O を通る接線 6 8 とが同一のものになる。この構成の場合には、それぞれの角度の関係が $(\phi + \beta) = (\theta + \alpha)$ となり、ステータティース 6 1 b の周方向中心と回転軸中心 O を通る中心線 6 3 に対して線対称となるステータティース 6 1 a, 6 1 c それぞれの先端部の周方向中心と回転軸中心 O を通る中心線 6 4, 6 4 a が、ステータティース 6 1 a, 6 1 c のそれぞれの平行部の周方向中心と回転軸中心 O
 25

を通る中心線 6 2 a , 6 2 b から偏移することとなり、ステータティース 6 1 b とそれに隣接したステータティース 6 1 a , 6 1 c との間の各スロットの空間 6 6 は、互いにその容積が等しくなり、かつ比較的大きな空間 6 6 となるので、巻線の巻数を増加させることができる。なお、

5 このとき、それぞれ同じグループ内において隣接するステータティースの間に形成されるスロット開口部の角度 h と、それぞれ異なるグループ内において隣接するステータティースの間に形成されるスロット開口部の角度 H との関係が、前述の実施の形態 1 における (1) 式を満足するように設定する。

- 10 また、他のグループにおけるそれぞれのステータティースの先端部の形状についても、ステータティース 4 2 a ~ 4 2 c の場合と同様の方法により $(\phi + \beta) > (\theta + \alpha)$ の関係が満たされる形状とすればよい。また、ステータティース 6 1 a ~ 6 1 c の形状のモータを構成する場合には、他のグループにおけるそれぞれのステータティースの先端部の形
- 15 状が $(\phi + \beta) = (\theta + \alpha)$ の関係を満たすように決定すればよい。

しかしながら、図 7 にて示されるような形状のステータティースを構成した場合には、ステータティース 5 5 a の先端部の周方向中心がステータティース 5 5 a の平行部の周方向中心から偏移した形状となっているものの、平行部の側面 5 6 a が、先端部の周方向突出端部 5 7 a より

20 も周方向にはみ出した状態、すなわち、 $(\phi + \beta) < (\theta + \alpha)$ の関係となり、ステータティース 5 5 a の平行部とステータティース 5 5 a の先端部との境界部分 5 8 の面積が小さくなる。この境界部分 5 8 の面積が小さくなると、ステータティース 5 5 a に発生する磁束 5 9 が絞り込まれて磁束が飽和しやすくなり、かつ、磁束 5 9 の方向が急激に変化する

25 とになり、その変化が急激になる境界部分 5 8 での磁気抵抗が増して磁束の流れが非効率的となる。したがって、平行部と先端部との偏移の関係が、 $(\phi + \beta) < (\theta + \alpha)$ の関係となる形状は好ましくない。

ステータコアとステータコアの複数のステータティースに巻回された巻線からなるステータのロータ対向面に、微小な隙間を有して回転軸中心の周りに回転可能で、かつ、ロータコアとロータコアに周方向に等間隔に埋め込まれた複数の永久磁石とからなるロータのステータ対向面が
5 対向した構成については、前述の実施の形態 1 と同様である。

なお、本実施の形態においては、3 又（1 グループにおけるステータティース数が 3 本）のモータを例として説明したが、実施の形態 1 にて述べたように n 又（ただし、 $n =$ 正の整数）とした構成も実現可能である。その場合、又数の偶数・奇数にかかわらず、1 グループにおける両
10 端の 2 本のステータティースのみ、すなわち、同じグループにおいて他のグループのステータティースと隣接するステータティースのみ、先端部の周方向中心を通る中心線が平行部の中心線から偏移した形状とすればよい。なお、その際、先端部の周方向中心を通る中心線と、平行部の周方向中心を通る中心線とが、 $(\phi + \beta) \geq (\theta + \alpha)$ の範囲内において
15 偏移した形状とすることが好ましい。

以上のように本実施の形態 2 によれば、前述の実施の形態と同様に複数のステータティースを 3 つのグループに分け、同じグループ内の中央にあるステータティースの両側に隣接したそれぞれのステータティースの巻線が巻かれる平行部の回転軸中心を通る中心線をそれぞれのステータティースのステータヨークとは反対側の先端部の周方向中心を通り、
20 かつ、回転軸中心を通る中心線から偏移させたことにより、隣接するステータティースで形成されるスロット空間を大きくすることができ、それぞれのステータティースに巻かれる巻線の巻数を増加させることができる。また、前述の実施の形態 1 と同様に、ロータのステータ対向面と
25 ステータ側側面との距離がステータ側側面の端部よりも中央部の方が大きくなるような形状の複数の永久磁石が埋め込まれたロータ（以下、永久磁石埋込型ロータと言う）の構成とすることによって、マグネットト

トルク以外にリラクタンストルクも活用することになり、より一層高いトルクを発生させることができる。そして、同じグループ内において隣接するステータティースの巻線の巻回方向が互いに逆方向となった構成とすることによって、発生電圧の歪を抑えることができ、したがって、鉄損も抑えられ、非常に効率のよいモータを実現することができる。

(実施の形態 3)

図 8～図 9 は、本発明の実施の形態 3 のモータを説明するための図であり、図 8 は回転軸中心軸に垂直な面で断面にしたステータコアとその内周面に対向するロータの概略断面図、図 9 はステータコアを構成するステータティース形状を説明するためのステータコアの部分拡大図である。

図 8 において、ステータコア 7 1 はステータティース 7 2 a, 7 2 b, 7 2 c、ステータティース 7 3 a, 7 3 b, 7 3 c、およびステータティース 7 4 a, 7 4 b, 7 4 c と、ステータヨーク 7 5 とからなり、前述の実施の形態 1 と同様に、複数のステータティース 7 2 a～7 4 c がそれぞれ 3 つのグループ 7 2、グループ 7 3 およびグループ 7 4 に分けられる。同じグループ内では、隣接するステータティースに巻回される巻線 7 6 の巻回方向が互いに逆方向になるように構成されている。ステータコア 7 1 と、ステータコア 7 1 のそれぞれのステータティース 7 2 a～7 4 c に巻かれた巻線 7 6 とでステータ 7 7 が構成され、それぞれのステータティースのステータヨークとは反対側の先端部のロータ対向面に小さな隙間を有して回転軸中心 O の周りに回転可能に永久磁石埋込型ロータ 7 8 のステータ対向面が対向している。また、前述の実施の形態 1 と同様に、それぞれ同じグループ内において隣接するステータティースの間に形成されるスロット開口部の角度 h と、それぞれ異なるグループにおいて隣接するステータティースの間に形成されるスロット開口部の角度 H との関係が前述の (1) 式を満足するように設定されている。

図9は、図8のたとえばグループ72を取り出したステータコア71の部分拡大図である。以下、図9について説明する。ステータコア71を構成するステータティース72aのステータヨークとは反対側の先端部81のそれぞれの周方向端部において、ロータ78のステータ対向面82に対向するステータティース72aの先端部81のロータ対向面が、それぞれの周方向端部の近傍でロータ78のステータ対向面82から離れるような切除部83、84を有する形状に形成されている。なお、切除部83と切除部84のそれぞれの大きさはほぼ同等になるように形成するのがよい。すべてのステータティースの先端部が同様な形状を有するように形成されてステータコア71を構成している。それぞれのステータティースの先端部をこのような形状にすることにより、それぞれのステータティースにおいて急激な磁界変化を緩和することができるため、逆起電圧の波形を一層正弦波に近づけることになり、トルクリップルおよびコギングトルクを低減させる。

また、それぞれのステータティースの形状、配置を、前述の実施の形態2と同様のステータティースの形状、配置とすることによって、前述の実施の形態2と同様の効果が得られることは言うまでもないことである。

以上のように本実施の形態3によれば、ステータティースの先端部のロータ対向面が、その先端部のそれぞれの周方向端部近傍においてロータのステータ対向面から離れるような形状を有するように、ステータコアを構成するそれぞれのステータティースを形成することによって、それぞれのステータティースにおいて急激な磁界変化を緩和することができるため、高トルクを発生させることができると同時に、発生電圧の波形をより正弦波に近づけ、トルクリップルおよびコギングトルクを低減させることができ、さらに、発生電圧の歪を抑えることができ、したがって、鉄損も抑えられ、非常に効率のよいモータを実現することができ

る。

(実施の形態4)

図10Aは、本発明の実施の形態4のモータを説明するための図であり、ステータコアの概略上面図である。

5 図10Aに示すように、ステータコア91は、ステータティース92a, 92b, 92c、ステータティース93a, 93b, 93c、およびステータティース94a, 94b, 94cと、これらステータティース92a~94cを一方の端部で連結するステータヨーク95とで構成されている。前述の実施の形態1と同様に、それぞれのステータティース92a~94cを3つのグループ92、グループ93およびグループ94に分け、同一グループ内において隣接するステータティースに巻かれた巻線(図示せず)の巻回方向が互いに逆方向であり、また、それぞれ同じグループ内において隣接するステータティースの間に形成される
10 スロット開口部の角度hと、それぞれ異なるグループ内において隣接するステータティースの間に形成されるスロット開口部の角度Hとの関係が
15 前述の(1)式を満足するように設定されており、さらに、それぞれのステータティース92a~94cのロータ対向面に小さな隙間を有して永久磁石埋込型ロータ(図示せず)が対向している。

ここで、グループ92のステータティースについて詳細を説明する。
20 グループ92の中央部にあるステータティース92bのステータヨーク95とは反対側の先端部のロータ(図示せず)に対向する面に、そのロータ対向面の周方向の長さが略3等分されるような形でほぼ矩形形状の凹部96が形成されている。ステータティース92bに凹部96を形成することによって、ステータティース92bに巻かれた巻線(図示せず)
25 によってステータティース92bがたとえばS極に励磁されたとき、凹部96は見掛け上N極であるかのように振舞う。したがって、凹部96によってステータティース92bの先端部における磁極が、見掛け上S

極，N極およびS極に細分化されたものとなる。他のグループ93およびグループ94のそれぞれの中央部にあるステータティース93bおよびステータティース94bもステータティース92bと同様の凹部が形成されており、それぞれについても、その先端部における磁極が見掛け
5 上S極，N極，S極に細分化される。これによって、高トルクを発生させると同時に、トルクリップルを小さく抑えることができる。

なお、凹部は1個のステータティースに1個の凹部に限ることはなく、
図10Bに示すように、ステータティース97の先端部に2個の凹部98a，98bを形成してもよいし、さらに、3個以上であってもよい。
10 また、凹部の形状は、矩形形状に限るものではなく、図10Cに示すように、たとえば円弧状の凹部99であってもよく、当然複数個の円弧状凹部でもよい。また、それぞれのグループの中央部にあるそれぞれの先端部に限ることはなく、他のステータティースに同様の凹部を設けてもよいのは言うまでもないことである。

15 なお、前述の実施の形態2と同様のステータティースの配置、あるいは、前述の実施の形態3と同様の先端部の形状を、本実施の形態3のそれぞれのステータティースの形状とすることによって、同様の効果が得られることは言うまでもない。

また、上述の実施の形態1～実施の形態4において、ロータがステータの内側にある構造のいわゆるインナーロータ型モータについて説明しているが、ロータがステータの外側にあるいわゆるアウトロータ型モータの構造としても同様の効果が発揮されるのは言うまでもない。
20

以上のように本実施の形態4によれば、3つのグループのそれぞれの中央部にあるステータティースに凹部を形成することによって、前述の実施の形態1と同様に、マグネットトルク以外にリラクタンストルクも活用して、高トルクを発生させることができ、同時に、トルクリップルも抑えることができ、さらに、発生電圧の歪を抑えることができ、した
25

がって、鉄損を抑え、永久磁石の減磁も抑止することができて、非常に効率のよいモータを実現することができる。

(実施の形態5)

図11は、本発明の実施の形態5のモータを説明するための図であり、
5 ステータコアの概略上面図である。

図11に示すように、ステータコア101はステータティース102a, 102b, 102c、ステータティース103a, 103b, 103c、およびステータティース104a, 104b, 104cと、これらステータティース102a~104cの一方の端部を連結したステータヨーク105とで構成されており、前述の実施の形態1と同様に、それらのステータティース102a~104cが3つのグループ102, 103, 104のそれぞれに分けられている。また、それぞれのステータティース102a~104cの互いに隣接するステータティース間には巻線(図示せず)が巻回される空間となるスロット106が形成される。ステータティース102aの平行部のそれぞれの側面102aL, 102aRと、それらに連結したそれぞれのステータヨーク105のロータ側の側面105aL, 105aRのなすそれぞれの角度は、ステータティース102aに巻かれる巻線が整列巻きされ、スロット空間に対してより多くの巻線巻数を可能とするために、ほぼ直角となるように形成されている。また、ステータティース102b~104cのそれぞれの平行部における側面と、ステータヨーク105のそれぞれのロータ側の側面とのなす角は、ステータティース102aと同様に、それぞれほぼ直角である。ステータヨーク105のロータ側の側面105aRと側面105bLとは交点105abにおいて交叉し、扁平したほぼV字状の形状を有し、スロット106を構成するステータヨーク105のロータ側の側面107を形成する。さらに、ステータヨーク105のロータ側の側面107に相対する外側の側面部107sは、ステータヨーク1

10
15
20
25

05のロータ側の側面105aRと側面105bLにそれぞれ平行で、かつ、ロータ回転軸中心Oを中心とした円110の外周に接する線により、それぞれ側面107aR、側面107bLが形成される。なお、このとき、側面部107sにおける、側面105aRと側面105bLとにそれぞれ平行な面107aR、107bLが互いに交わる交点108aに、アールをつけた形状としても良い。

一方、隣り合うグループ103およびグループ104にあって、それぞれ隣り合ったステータティース103a、104c間のスロット106におけるステータヨーク105のロータ側の側面109は、前述の側面105aRの長さとしてそれぞれほぼ等しい長さを有する側面105aLと側面105cR、およびこれら側面105aLと側面105cRとを結ぶ側面105cから形成される。ここで、ステータヨーク105の側面109に相対し、スロット106とは反対側に位置する外側の側面部109sは、ステータヨーク105の側面105aLに平行で、かつ、ロータ回転軸中心Oを中心とした円110の外周に接する側面109aLと、ステータヨーク105の側面105cRに平行で、かつ、回転軸中心Oを中心とした円110の外周に接する側面109cR、ならびに側面105cに平行な側面109cから形成される。このとき、側面105cと側面109cとの間隔は、側面105aLと側面109aLとの間隔（側面105cRと側面109cRとの間隔とも同じ）と同一の間隔になるように形成される。このように形成することにより、前述の側面部107sにおける側面107aRと側面部109sにおける側面109aLとが一直線になる。なお、側面109aLと側面109cとが交差する交点108b、ならびに側面109cRと側面109cとが交差する交点108cに、前述の交点108aと同様にアールをつけた形状としても良い。

それぞれのステータティース間に形成されるそれぞれのスロットに相

対するステータヨークのロータ側とは反対側の側面を、上述と同様に形成することによって、ステータヨークの幅 w は全周にわたってほぼ等しい幅を有することになる。このとき、ステータヨークの幅 w とステータティースの平行部の幅 W との関係を、

$$5 \quad W \times 1 / 2 \leq w \leq W \times 3 / 2$$

の範囲とすることが望ましい。

また、スロット106に対向しているステータヨーク105のロータ
(図示せず)側とは反対側の側面部107sおよび側面部109sは、
それぞれのステータティース102a~104cにおけるステータヨー
10 ク105のロータ側とは反対側の側面に内接する回転軸中心Oを中心と
した円110より、ロータ側とは反対側(半径方向外側)の方向に突出
した形状になっている。

このようにスロット106に対応してロータ側とは反対側のステータ
ヨーク105の側面部107s, 109sをロータとは反対側の方向に
15 突出した形状になるようにし、かつ、ステータヨークの幅 w を全周にわ
たってほぼ等しいものになるようにすることによって、磁気抵抗のバラ
ンスをよくし、ほぼ均一な磁束を発生させ、安定した効率のよい磁界を
得ることができる。

上述のステータコア101を用いて、ステータコア101を構成する
20 複数のステータティース102a~104cを3つのグループに分け、
同一グループ内において隣接するステータティースに巻かれた巻線(図
示せず)の巻回方向が互いに逆方向であり、また、それぞれ同じグルー
プ内において隣接するステータティースの間に形成されるスロット開口
部の角度 h と、それぞれ異なるグループにおいて隣接するステータティ
25 ースの間に形成されるスロット開口部の角度 H との関係が前述の(1)
式を満足するように設定されており、さらに、それぞれのステータティ
ース102a~104cの内周面に小さな隙間を有して永久磁石埋込型

ロータ（図示せず）が対向している構成は前述の実施の形態 1 と同様である。

5 なお、前述の実施の形態 2 ～実施の形態 4 におけるステータコアのそれぞれのステータティースの形状あるいは配置を適用することができるのは言うまでもない。

また、上述の実施の形態 1 ～実施の形態 5 において説明されたようなステータとロータの構成は、ロータを回転駆動することによって周知のようにほぼ正弦波波形の電圧を発生することになり、効率のよい発電機となることは言うまでもない。

10 以上のように本実施の形態 5 によれば、複数のステータティース 102 a ～ 104 c と、幅がほぼ均一なステータヨーク 105 とによりステータコア 101 を構成することによって、磁気抵抗のバランスをよくし、ほぼ均一な磁束を発生させ、安定した効率のよい磁界を得ることができ、かつ、前述の実施の形態 1 と同様に、高トルクを発生させることができ、
15 同時に、発生電圧の歪を小さくして鉄損を抑え、永久磁石の減磁も抑止することができ、非常に効率のよいモータを実現することができる。

（実施の形態 6）

以下に、本発明の実施の形態 6 について説明する。

本発明のモータは上述した実施形態では説明の便宜上内転型モータ
20 （インナーロータ型モータ）で説明したが、外転型モータ、いわゆるアウトロータ型モータでも同様の効果が得られる。以下に、このアウトロータ型モータの実施形態を図 12 に示す。ロータとステータの位置関係は内外が逆になっただけで、他のものは基本的に同一である。アウトロータ型モータは、大型のものは作りにくい、巻線を施すステータの開口部が外向きとなるため、量産上線巻がしやすいという特徴がある。
25

図 12 において、110 はステータ、111，112，113 はそれ

5 それ同相の電圧が印加される巻線が巻回された複数のステータティースを有するグループであり、114は外転磁石、115は磁石の固定フレームであり、116は磁石114とフレーム115とからなるロータである。通常、フレーム115は磁石ヨークも兼ねている。ステータティース111a、111b、111cとステータティース112a、112b、112c及びステータティース113a、113b、113cはそれぞれ上記の3グループに区分されたU、V、W相に相当する。ここでステータ110は外部との固定板に結合され、ロータ116は軸、軸受けを介してステータ110と回転自在に結合される。117はステータ巻線である。

10 なお、図12では内転型モータで例として取り上げた埋め込み磁石型の構成、いわゆるIPMモータを例にとって説明しているが、表面磁石型モータ、いわゆるSPMモータとすることも可能であることはいうまでもない。

15 (実施の形態7)

以下に、本発明の実施の形態7について説明する。

20 上述してきた説明ではブラシレスタイプモータを例にとって説明しているが、ブラシ整流子付きモータでも同様の構成が可能であり、上述した実施形態と同様の効果が得られる。本実施形態はまさにその構成にて実現されるものである。ブラシ整流子付きモータはアウターロータブラシレスモータと似た構成であり、外部に磁石、内部に巻線を有するステータを配することが一般的である。ただ、本実施形態はアウターロータブラシレスモータと異なり、回転する部分は内側に位置する巻線側であり、このため巻線にブラシ整流子を介して給電する機構を必要とする。

25 以上の構成を用いたSPMブラシ整流子付きモータの例を図13に示す。

図13において、118はロータ、119、120、121はそれぞれ同相の電圧が印加される巻線が巻回される複数のステータティースを

有するグループ、122は磁石、123は磁石の固定フレームであり、
124は磁石122とフレーム123とからなるステータである。通常、
フレーム124は磁石ヨークも兼ねている。ステータティース118a、
118b、118cとステータティース119a、119b、119c
5 及びステータティース120a、120b、120cはそれぞれ上記の
3グループに区分されたU、V、W相に相当する。126は給電のため
のブラシ、127は整流子、128は回転軸、129はブラシ保持器、
130は給電線である。ステータ124は外部との固定板（図示せず）
に結合され、ロータ118は回転軸128、軸受け（図示せず）を介し
10 て、ステータ124と回転自在に結合される。

（実施の形態8）

以下に、本発明の実施の形態8について説明する。

モータの軽量化のためにアルミまたはアルミ合金を巻線に使用するこ
とは一般的であるが、通常、モータに使用する銅線をアルミ線に変更し
15 ようとする場合、アルミ線の抵抗値は銅線の約1.6倍であるため、モー
タの温度上昇を変えないようにするためには、ステータロータ部を銅線
モータの約26%増しの体格とする必要がある。本発明のモータは体積
当たりのトルクが通常構成のモータの2倍程度と高く設計することが可
能であるため、アルミ線またはアルミ合金巻線を使用しても、通常の銅
20 線モータより小型化が可能であり、体積、重量、コスト共に低減するこ
とができる。

アルミ線またはアルミ合金線は半田付け性が悪い、この欠点を補う目
的で、本実施形態においては、銅を含まない半田付け性の良好な金属、
例えば鉄、ニッケル、亜鉛、錫または銀、あるいはこれら2つ以上の組
25 み合わせ、もしくはこれらの金属を主成分とする合金でアルミ線または
アルミ合金線を被覆したものを使用する。

図14は上記アルミ線またはアルミ合金線の断面を示すものである。

1 3 1 はアルミ線またはアルミ合金線で、モータの巻線主要部であり、
1 3 2 はこのアルミ線またはアルミ合金線の表面を覆った、鉄、ニッケル、亜鉛、錫または銀、あるいはこれら 2 つ以上の組み合わせ、もしくはこれらの金属を主成分とする合金であり、1 3 3 は絶縁被覆膜である。

- 5 上記した金属または合金は、アルミ線またはアルミ合金線をモータに巻線した際の端部のみを覆うようにしてもかまわない。これらの金属または合金は、巻線前または巻線後に焼き嵌めまたはカシメでアルミ線またはアルミ合金線に固定することもできる。この金属または合金は円筒状または多角形上の断面を持つものであり、軸方向に途切れていてもかまわない。アルミ線またはアルミ合金線を覆う上記金属は、その目的からして巻線の結合部である端部を覆っていれば良い訳であるから、モータに巻線した際の端部に前記金属または合金を焼き嵌め、またはカシメで固定したものを使用すればいい。この例を図 1 5 A ~ 図 1 5 B を用いて説明する。図 1 5 A ~ 図 1 5 B において、1 3 4 a は焼き嵌めで固定された金属環であり、1 3 4 b はカシメ固定された金属環、1 3 5 はそのカシメ部を示す。なお、この金属は切れ目のない環状物である必要はなく、環の軸方向に一部または全部に切れ目があっても同様の効果を得ることは可能である。

(実施の形態 9)

- 20 以下に、本発明の実施の形態 9 について説明する。

ブラシレスモータは駆動回路用基板を内蔵するものが多い。よって、本実施の形態 9 では、この回路基板の配線用金属を通常の銅以外の金属で、上述してきた実施形態にて述べたような半田性の良好なものを使用することによって、他の構造に比べて小型でかつ完全に銅を含まない回路基板内蔵型ブラシレスモータを実現する。また、ブラシ整流子付きモータの場合は、通常、ブラシ整流子に含まれる銅成分を含まないものを使用することによって、完全に銅を含まないモータを実現することがで

きる。また、コネクタを持つ構造のモータについても、同様にコネクタに銅を含まない金属を使用することによって、完全に銅を含まないモータを実現することができる。

(実施の形態10)

5 以下に、本発明の実施の形態10について説明する。

モータにはリード線をつけた構造のものもあるが、完全に銅を含まないモータとする為には、このリード線もアルミ線またはアルミ合金線で構成する必要がある。このとき、銅を含まない半田付け性の良好な金属でアルミ線またはアルミ合金線の表面を被覆したものを使用するか、
10 部に銅を含まない半田付け性の良好な金属でアルミ線またはアルミ合金線をカシメまたは焼き嵌めで装着する。前述の実施の形態と同様に、この金属は円筒状または多角形上の断面を持つものであればよく、軸方向に途切れていてもかまわない。

図16A～図16Cにおいて、136は上述した金属で覆われたアルミ線またはアルミ合金線であり、モータに給電のためのリード線として
15 使用される。137は絶縁被覆、138は132または134a、134bで覆われたアルミ線であり、巻き付け半田部139で半田付けされる。140はアルミまたはアルミ合金リード線の心線、141は心線140にカシメまたは焼き嵌め固定された半田付け性の良好な金属環、
20 142はアルミまたはアルミ合金リード線の心線140と巻線138を固定するカシメ用の環である。

なお、上記した説明では、アルミ線またはアルミ合金巻線を例にとって説明したが、銅線を使わないモータという意味ではアルミ以外の金属や合金を使用することも可能なことはいうまでもない。

25 以上、実施の形態1～実施の形態10について説明した。なお、上記実施の形態1～実施の形態10のモータジェネレータをPEV(Pure Electric Vehicle: 純粋電気自動車)や、HEV

(Hybrid Electric Vehicle:ハイブリッド電気自動車)、FCEV(Fuel Cell Electric Vehicle:燃料電池自動車)等の自動車駆動用モータとして使用することにより、従来のように高圧系と低圧系の2種類のモータジェネレータを備える必要やDC-DCコンバータを別途備える必要がなくなるので、
5 省スペースでかつ低コストな電気自動車駆動システムにすることができ、従って、低コストで、車室内をより広く活用することのできる電気自動車を提供することができる。このことは、家電機器、ロボット等の内部に設けられる、機器やロボットの駆動用モータとして用いた場合にも同
10 様のことがいえ、同様の効果が発揮される。

産業上の利用可能性

以上のように本発明によれば、埋込み永久磁石型集中巻きモータとしての高トルクを発生させるとともに、ステータティースの各グループにおいて、隣り合ったステータティースの巻線が互いに異なる極性である
15 ことから、磁界分布の偏重の緩和と、モータ駆動時の端子間発生電圧の歪を抑えることに適しており、渦電流の発生を低減させて鉄損の発生を抑制することにも適している。また、永久磁石での渦電流による熱発生が小さくなることから、永久磁石の減磁を抑止することができ、非常に
20 効率の高いモータを実現することにも適している。

さらに、モータ巻線に銅線を用いず、かつモータ体積が通常の銅線モータより大きくなり、また誘起電圧波形の歪みも少なく効率のいい、省資源性に優れたモータを実現することができることから、ハイブリッド自動車のエンジン内蔵モータや、電気自動車用主動力モータ、さらには
25 車載用の各種モータ、例えば空調用モータの省銅線化を実現するうえで有用である。

請求の範囲

1. 複数のステータティース (2 a ~ 4 c)、前記複数のステータティース (2 a ~ 4 c) を連結するステータヨーク (5) からなるステータコア (1)、および前記複数のステータティース (2 a ~ 4 c) のそれぞれに巻かれた巻線 (6) からなるステータ (7) と、ロータコア (9) と前記ロータコア (9) に埋め込まれた複数の永久磁石 (10) からなるロータ (8) とを備え、

同相の電圧が印加される巻線 (6) が巻回された隣接する複数のステータティース (2 a ~ 2 c、3 a ~ 3 c、4 a ~ 4 c) により構成されたグループ (2、3、4) を複数備え、同じグループ (2、3、4) 内において隣接する複数のステータティース (2 a ~ 2 c、3 a ~ 3 c、4 a ~ 4 c) の巻線の巻回方向を互いに逆方向とし、隣接する複数のグループ (2、3、4) にはそれぞれに異相の電圧が印加されることを特徴とするモータ。

2. 3 s 個 (ただし、s = 正の整数) のグループを備え、各グループはそれぞれ n 個 (ただし、n = 正の整数) のステータティースにより構成されていることを特徴とする請求の範囲第 1 項に記載のモータ。

3. 前記ロータ (8) の極数を p、前記ステータティースの総数を t とし、U・V・W の 3 相の巻線 1 式を 1 組とした巻線組数を s (ただし、p、t、s は共に正の整数) としたときに、

$$p = 2 \times (s (\pm 1 + 3 k)) \quad \text{かつ} \quad p > t \quad (\text{ただし、} k = \text{正の整数})$$

の関係を満たすことを特徴とする請求の範囲第 2 項に記載のモータ。

4. それぞれ同じグループ (2) 内において互いに隣接するステータティース (2 a、2 b、2 b、2 c) の間に形成されるスロット開口部の角度 h と、それぞれ異なるグループ (2、3) において互いに

隣接するステータティース（2 a、3 c）の間に形成されるスロット開口部の角度Hとが

$$h < H \leq 3 h$$

の関係にあることを特徴とする請求の範囲第3項に記載のモータ。

5 5. 前記グループ内において異なるグループのステータティースと隣接する、各グループ（4 2）内の両端に位置するステータティース（4 2 a）のそれぞれの先端部の周方向中心を通る中心線（5 3）が、前記各グループ（4 2）内の両端に位置するステータティース（4 2 a）のそれぞれの平行部の周方向中心を通る中心線（5 1）から周方向に偏
10 移した形状であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載のモータ。

 6. 前記各グループ内の両端に位置するステータティース（6 1 a、6 1 c）のそれぞれの先端部の周方向端部（6 7）が、前記各グループ内の両端に位置するステータティース（6 1 a、6 1 c）のそれぞれの平行部の幅方向内方に位置しない形状であることを特徴とする請
15 求の範囲第5項に記載のモータ。

 7. 前記ステータコア（7 1）を構成する前記複数のステータティース（7 2 a）において、前記ロータ（7 8）のステータ対向面（8 2）に対向するそれぞれのステータティース（7 2 a）の先端部の周方向端部の近傍に、前記ロータ（7 8）のステータ対向面（8 2）から離
20 れるように、切除部（8 3、8 4）がそれぞれ設けられたことを特徴とする請求の範囲第1項に記載のモータ。

 8. 前記グループを構成する複数のステータティース（9 2 a ~ 9 2 c）のうち、少なくとも1つのステータティース（9 2 b）の前記ロータ側にある先端部に、少なくとも1個の凹部（9 6、9 8 a、9 8 b、9 9）を設けたことを特徴とする請求の範囲第1項に記載のモ
25 タ。

 9. 前記凹部（9 6、9 8 a、9 8 b、9 9）は、少なくとも

矩形状および円弧状（99）のいずれか一方の形状であることを特徴とする請求の範囲第8項に記載のモータ。

10. 前記ステータにおける前記ステータヨーク（105）のロータ側とは反対側の側面（107aR、107bL、109aL、109cR、109c）が、モータの回転軸中心から前記複数のステータティース（102a～104c）のロータ側とは反対側の側面までを半径とした円（110）よりもロータ側とは反対側に突出した形状で、かつ、前記複数のステータティース（102a～104c）間を連結するそれぞれのステータヨーク（105）の幅wが前記ステータコア（101）全周にわたって等しいことを特徴とする請求の範囲第1項に記載のモータ。

11. 前記ステータヨーク（105）の幅wは、前記ステータティース（102a～104c）の巻線が巻かれる平行部の幅Wに対して、

$$W \times 1/2 \leq w \leq W \times 3/2$$

の関係にあることを特徴とする請求の範囲第10項に記載のモータ。

12. 前記ロータ（8）が表面磁石型ロータであることを特徴とする請求の範囲第1項に記載のモータ。

13. 前記ロータ（8）が埋め込み磁石型ロータであることを特徴とする請求の範囲第1項に記載のモータ。

14. 前記ロータ（38）に備えられる複数の永久磁石（36）とほぼ同じ形状を有し、かつ、前記永久磁石（36）の厚さ（36a）より小さな幅（37a）を有する複数のスリット（37）が、前記複数の永久磁石（36）のステータ側とは反対側に設けられた構成のロータコア（35）を有することを特徴とする請求の範囲第1項に記載のモータ。

15. 前記複数の永久磁石（10）を備える前記ロータ（8）

において、それぞれの永久磁石（10）のステータ側側面（10a）と前記ロータ（8）のステータ対向面（8a）との間の距離が、前記複数の永久磁石（10）のそれぞれの端部（10b、10c）よりも中央部（10d）の方が大きい形状であることを特徴とする請求の範囲第1項
5 に記載のモータ。

16. 前記ロータ（8）を構成する前記複数の永久磁石（10）の形状は、前記ロータ（8）のステータ対向面側（8a）とは反対の方向に突出したほぼV字状であることを特徴とする請求の範囲第15項に記載のモータ。

10 17. 前記ロータ（8）を構成する前記複数の永久磁石（31）の形状は、前記ロータ（8）の半径方向に垂直な直線状であることを特徴とする請求の範囲第15項に記載のモータ。

15 18. 前記ロータ（8）を構成する前記複数の永久磁石（32）の形状は、前記ロータ（8）のステータ対向面側（8a）とは反対の方向に突出した円弧状であることを特徴とする請求の範囲第15項に記載のモータ。

20 19. 前記ロータ（8）を構成する前記複数の永久磁石（34）の形状は、前記ロータ（8）のステータ対向面側（8a）に突出し、かつ、前記ロータ（8）を構成する前記ロータコア（33）の半径よりも大きな半径を有する円弧状であることを特徴とする請求の範囲第15項に記載のモータ。

25 20. 前記各グループ（2、3、4）はそれぞれ3個のステータティース（2a～2c、3a～3c、4a～4c）で構成され、総ステータティース数が $9s$ 個、ロータ極数が $p = 10s$ であることを特徴とする請求の範囲第3項に記載のモータ。

21. 前記ロータ（8）がアウターロータ構造であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載のモータ。

22. 前記ロータ（118）に電機子巻線を設け、前記電機子巻線にブラシ（126）、整流子（127）を介して給電されることを特徴とする請求の範囲第1項に記載のモータ。

23. 電機子巻線としてアルミ線またはアルミ合金線（131）を用いたことを特徴とする請求の範囲第1項に記載のモータ。

24. 半田付け性の良好な金属または合金（132）によって表面が覆われたアルミ線またはアルミ合金線（131）を電機子巻線として用いたことを特徴とする請求の範囲第1項に記載のモータ。

25. 半田付け性の良好な金属または合金（132）によって端部表面が覆われたアルミ線またはアルミ合金線（131）を電機子巻線として用いたこと特徴とする請求の範囲第1項に記載のモータ。

26. 前記半田付け性の良好な金属または合金（132）によって端部表面が覆われたアルミ線またはアルミ合金線（131）において、前記半田付け性の良好な金属または合金（132）はカシメまたは焼き嵌め固定されていることを特徴とする請求の範囲第25項に記載のモータ。

27. 回路基板を内蔵し、前記回路基板の配線パターンとして、鉄、ニッケル、亜鉛、錫または銀、あるいはこれら2つ以上の組み合わせ、もしくはこれらの金属を主成分とする合金を用いたことを特徴とする請求の範囲第1項に記載のモータ。

28. ブラシ（126）や整流子（127）として、鉄、ニッケル、亜鉛、錫または銀、あるいはこれら2つ以上の組み合わせ、もしくはこれらの金属を主成分とする合金またはこれらの金属と炭素の混合物、もしくは炭素を用いたことを特徴とする請求の範囲第22項に記載のモータ。

29. 鉄、ニッケル、亜鉛、錫または銀、あるいはこれら2つ以上の組み合わせ、もしくはこれらの金属を主成分とする合金から構成

されるコネクタを更に具備したことを特徴とする請求の範囲第1項に記載のモータ。

30. 半田付け性の良好な金属または合金(132)によって端部が被覆されたアルミ線またはアルミ合金線(131)を給電用リード線として用いたことを特徴とする請求の範囲第1項に記載のモータ。

31. 半田付け性の良好な金属または合金(132)が端部にカシメまたは焼き嵌め固定されたアルミ線またはアルミ合金線(131)を給電用リード線として用いたことを特徴とする請求の範囲第1項に記載のモータ。

32. 前記半田付け性の良好な金属または合金(132)とは、鉄、ニッケル、亜鉛、錫または銀、あるいはこれら2つ以上の組み合わせ、もしくはこれらの金属を主成分とする合金であることを特徴とする請求の範囲第24から第26項および第30から第31項のいずれか1項に記載のモータ。

33. 請求の範囲第1項に記載のモータを自動車駆動用モータとして具備したことを特徴とする自動車。

34. 請求の範囲第1項に記載のモータを自動車駆動用モータとして具備したことを特徴とするハイブリッド自動車。

35. 請求の範囲第1項に記載のモータを自動車駆動用モータとして具備したことを特徴とする電気自動車。

36. 請求の範囲第1項に記載のモータを自動車駆動用モータとして具備したことを特徴とする燃料電池電気自動車。

37. 請求の範囲第1項に記載のモータを機器の駆動用モータとして具備したことを特徴とする家電機器。

38. 請求の範囲第1項に記載のモータを駆動用モータとして具備したことを特徴とするロボット。

図 1

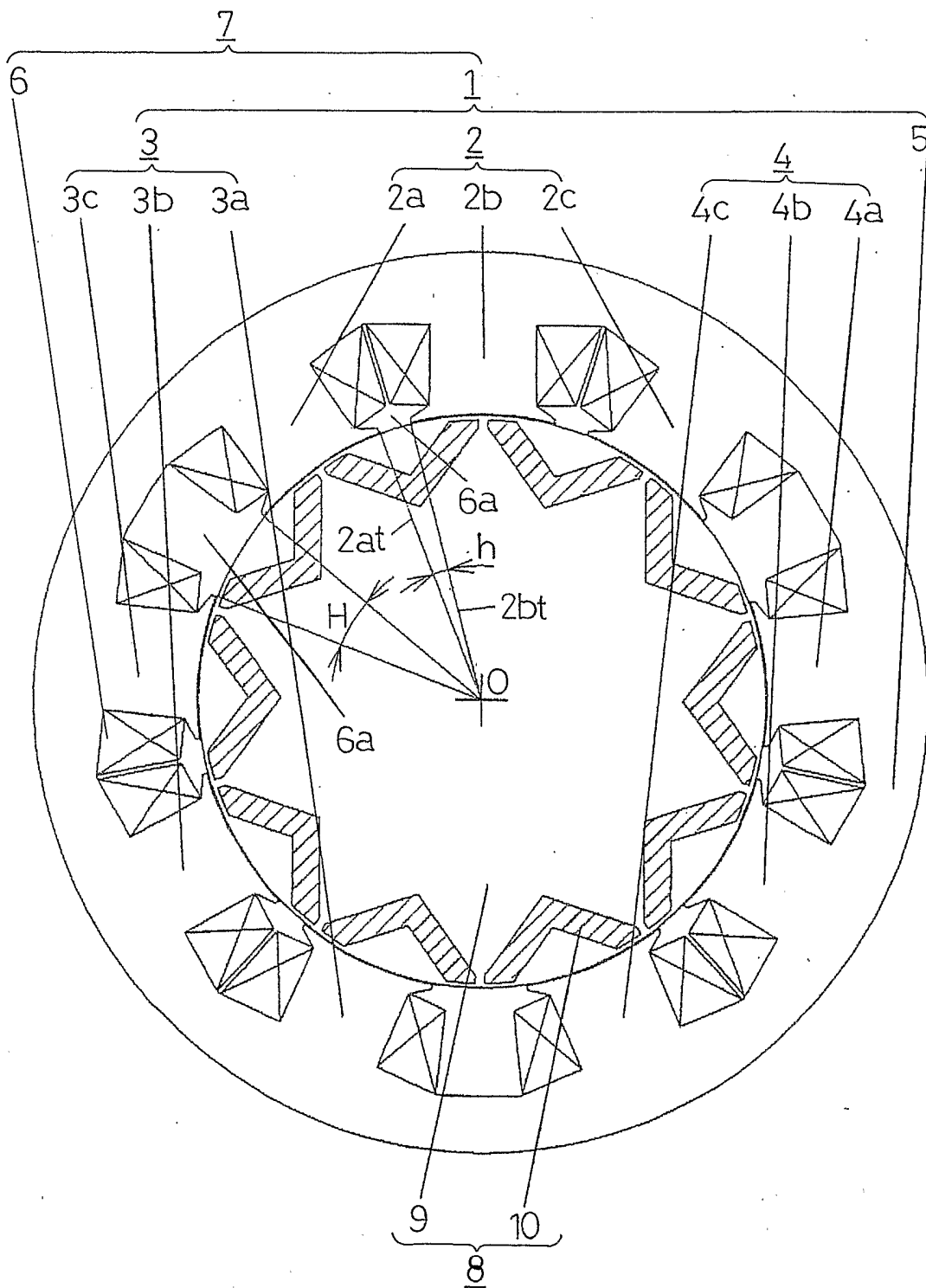


図 2

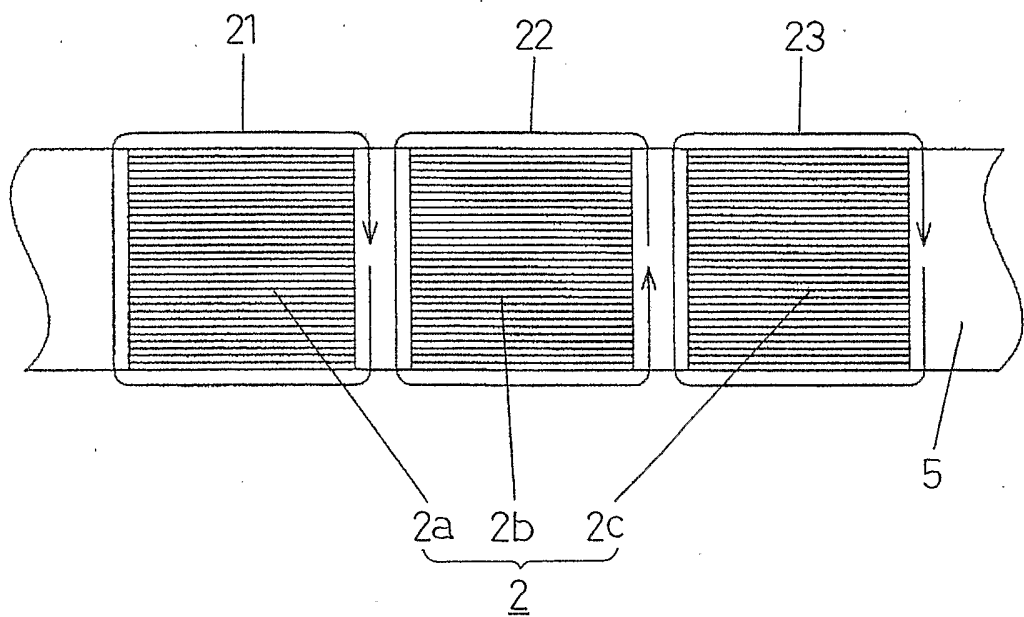


図 3

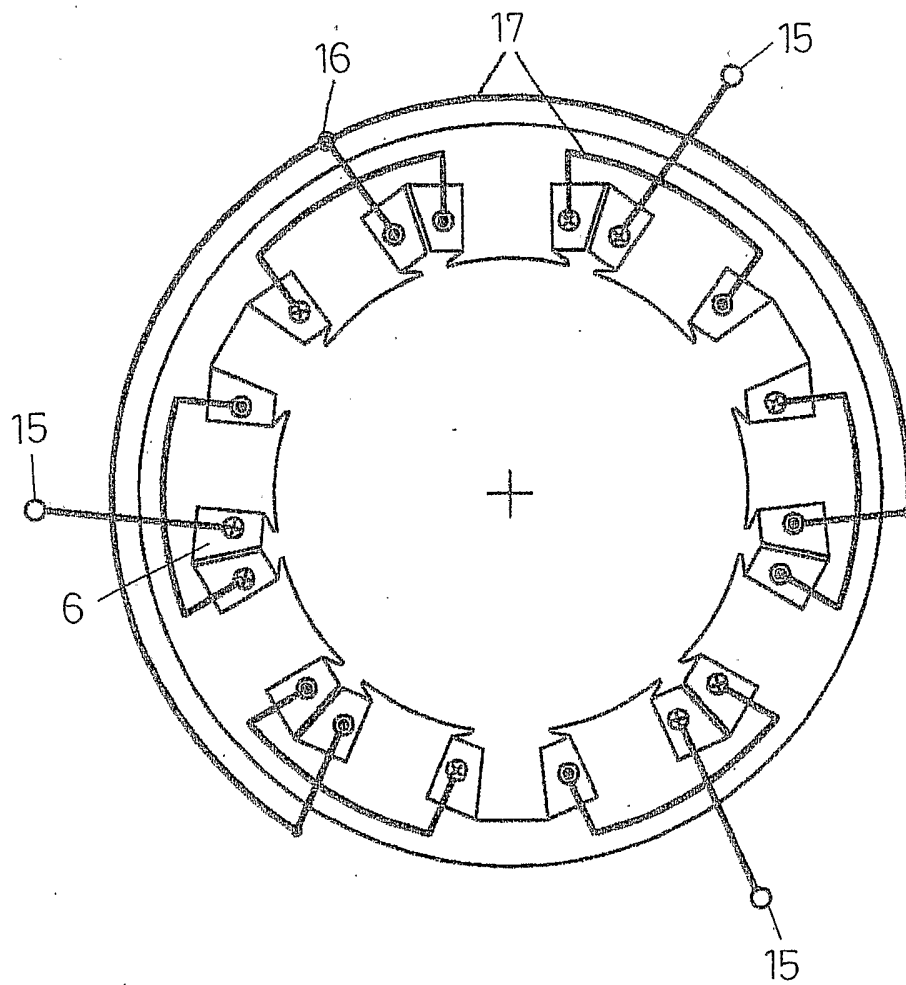


図 4 A

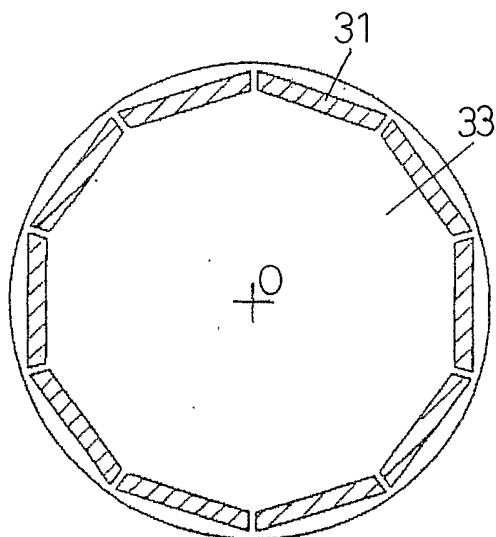


図 4 B

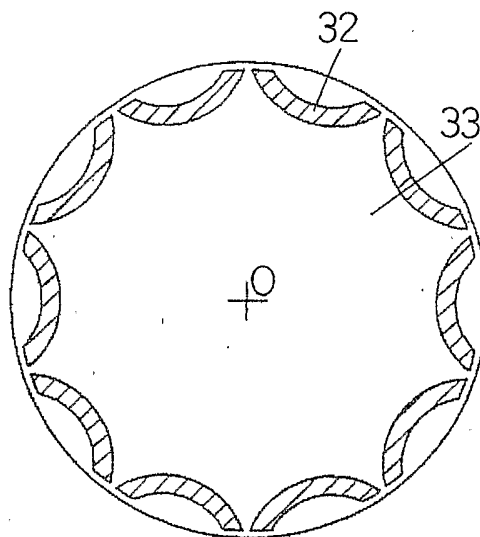


図 4 C

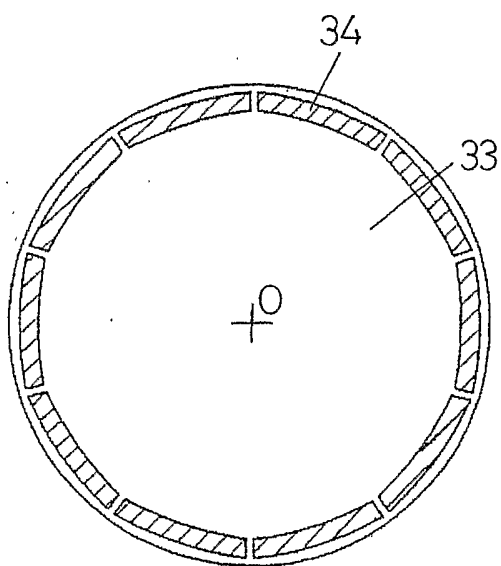


図 4 D

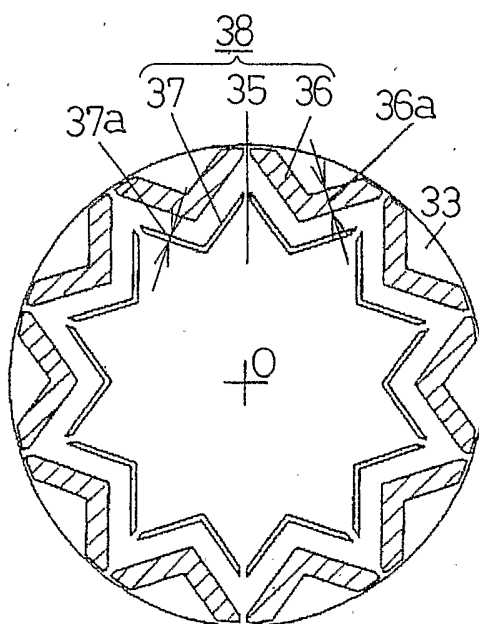


図 5

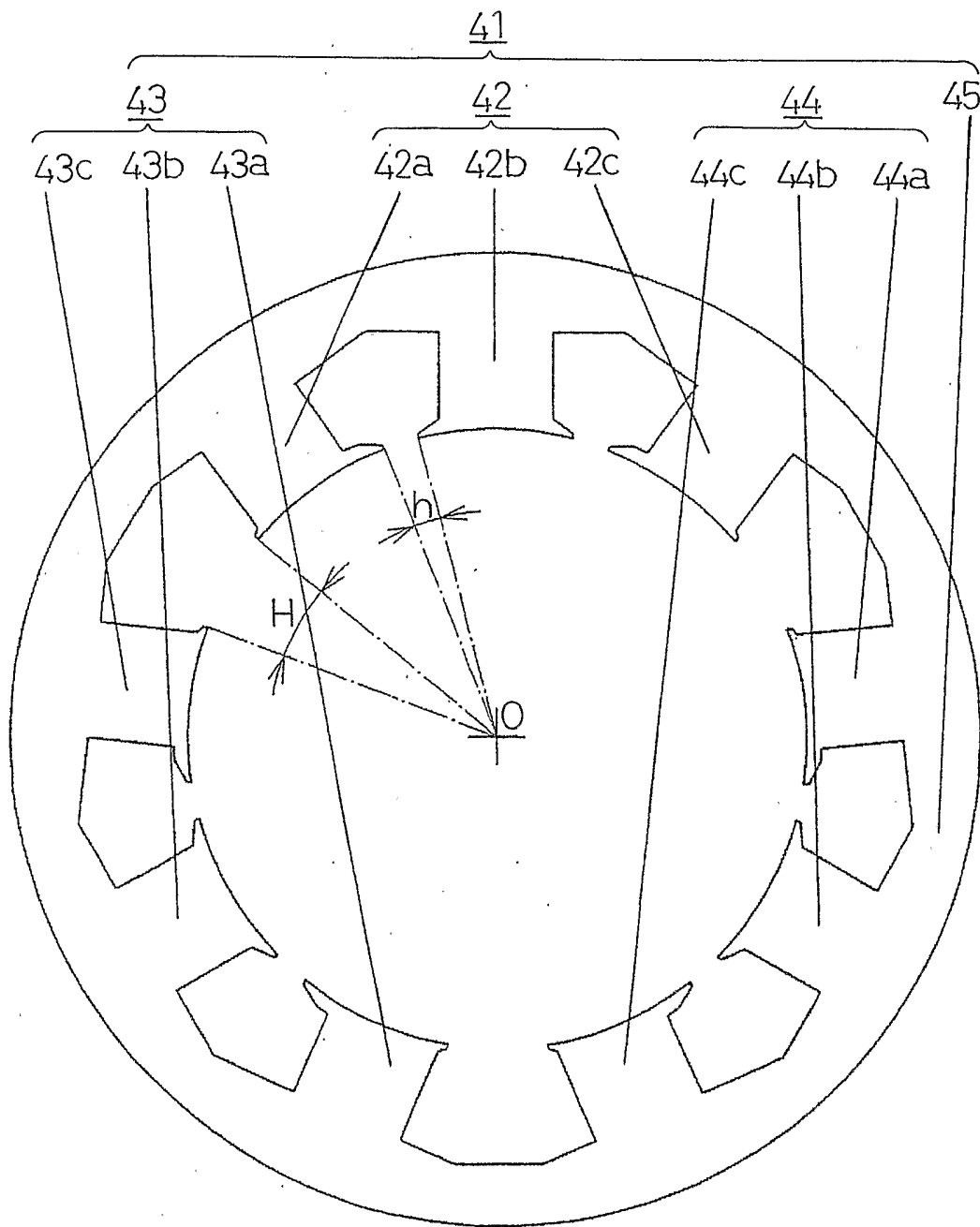


図 6 A

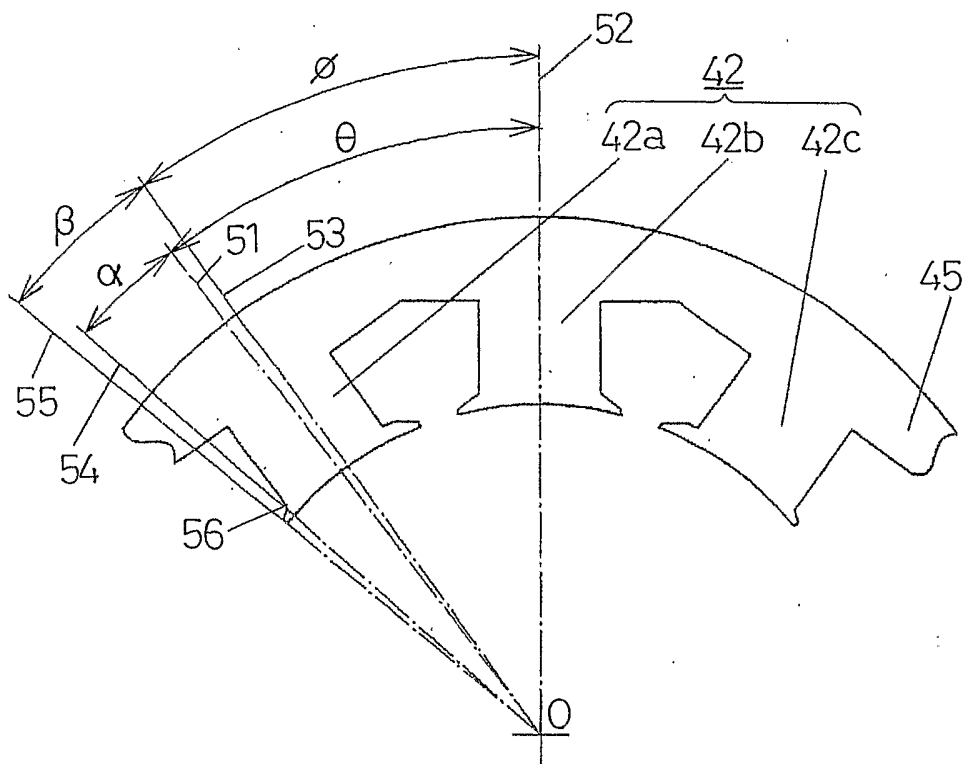


図 6 B

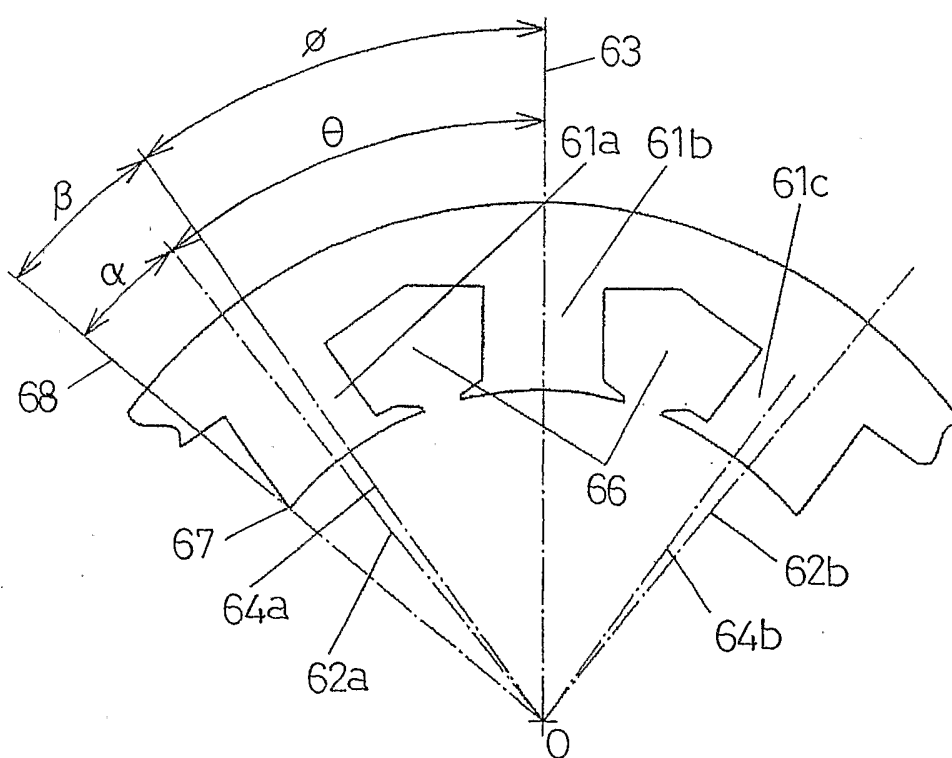


図 7

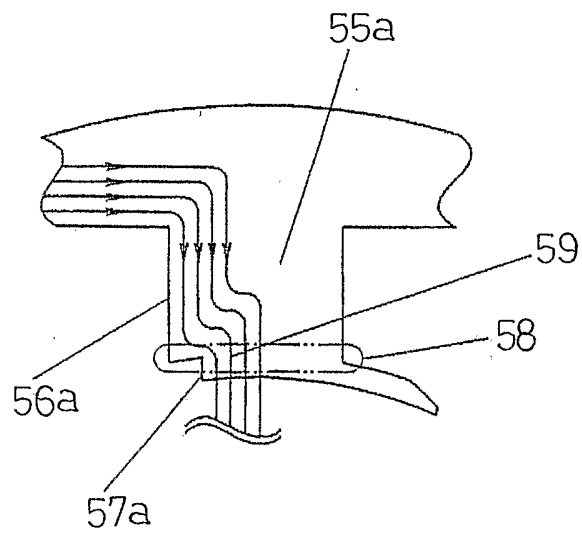


図 8

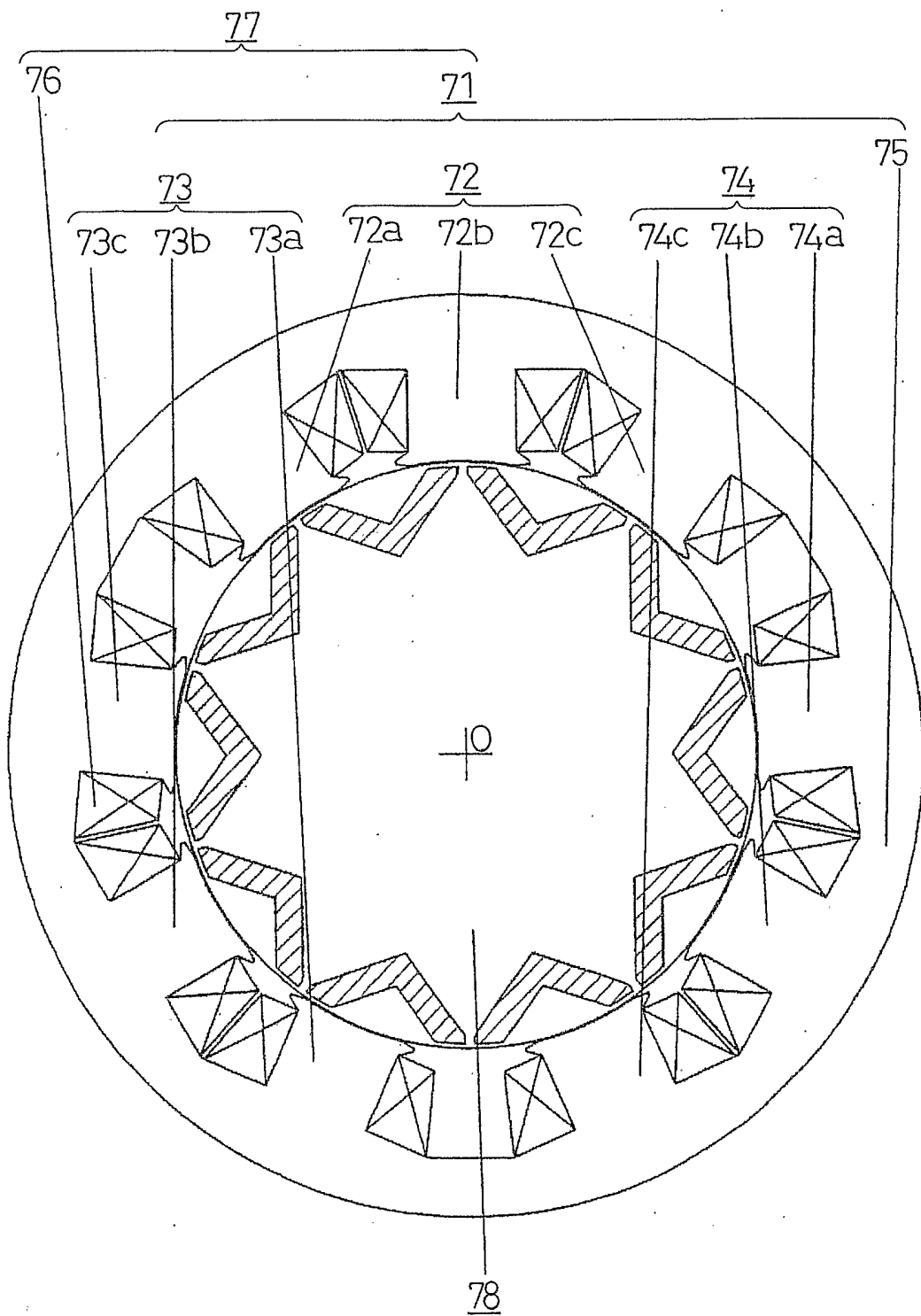


図 9

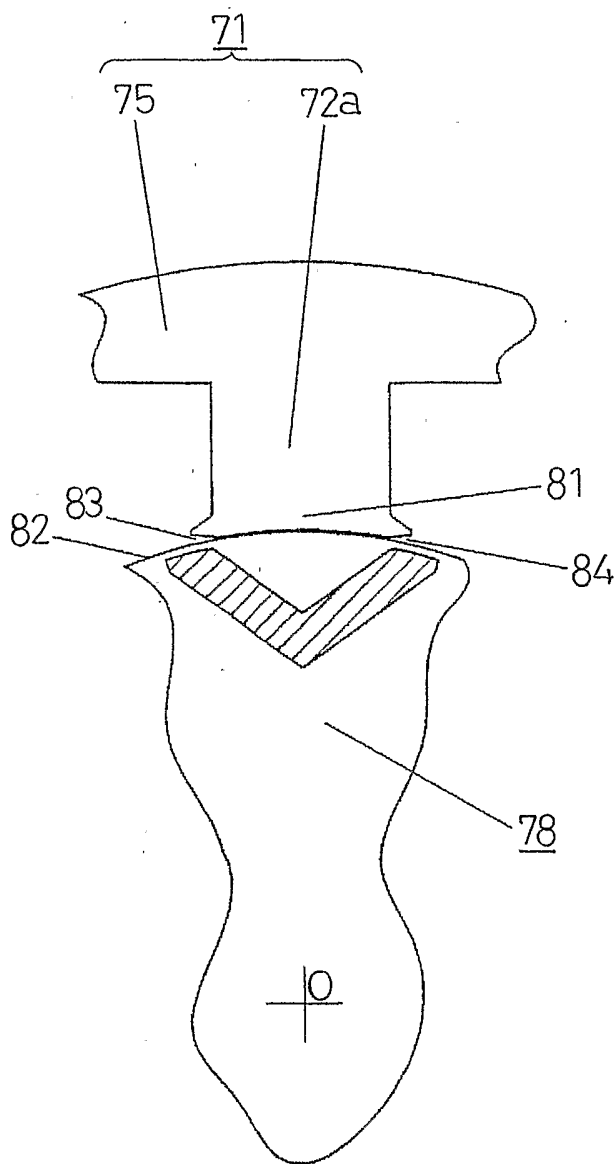


図 10 A

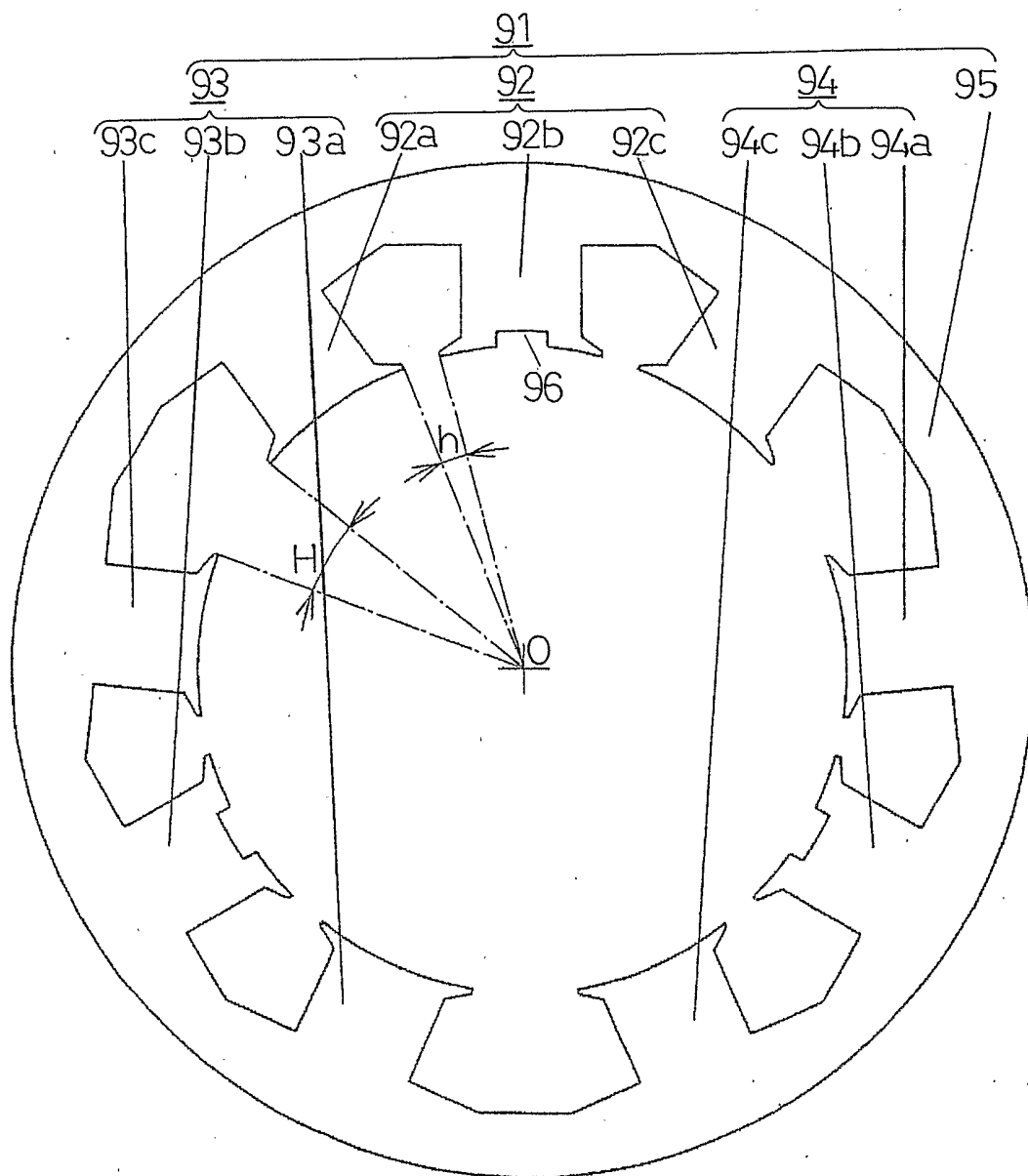


図 10 B

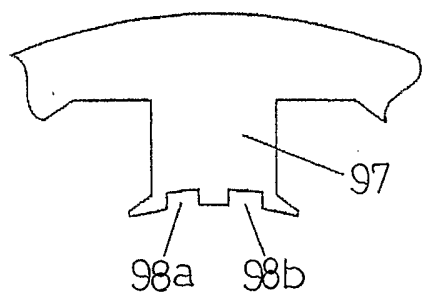


図 10 C

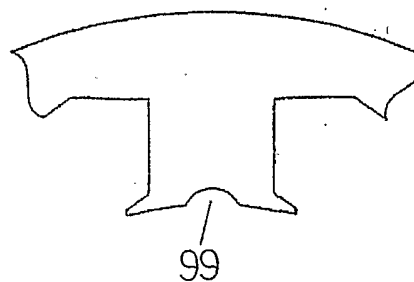


図 11

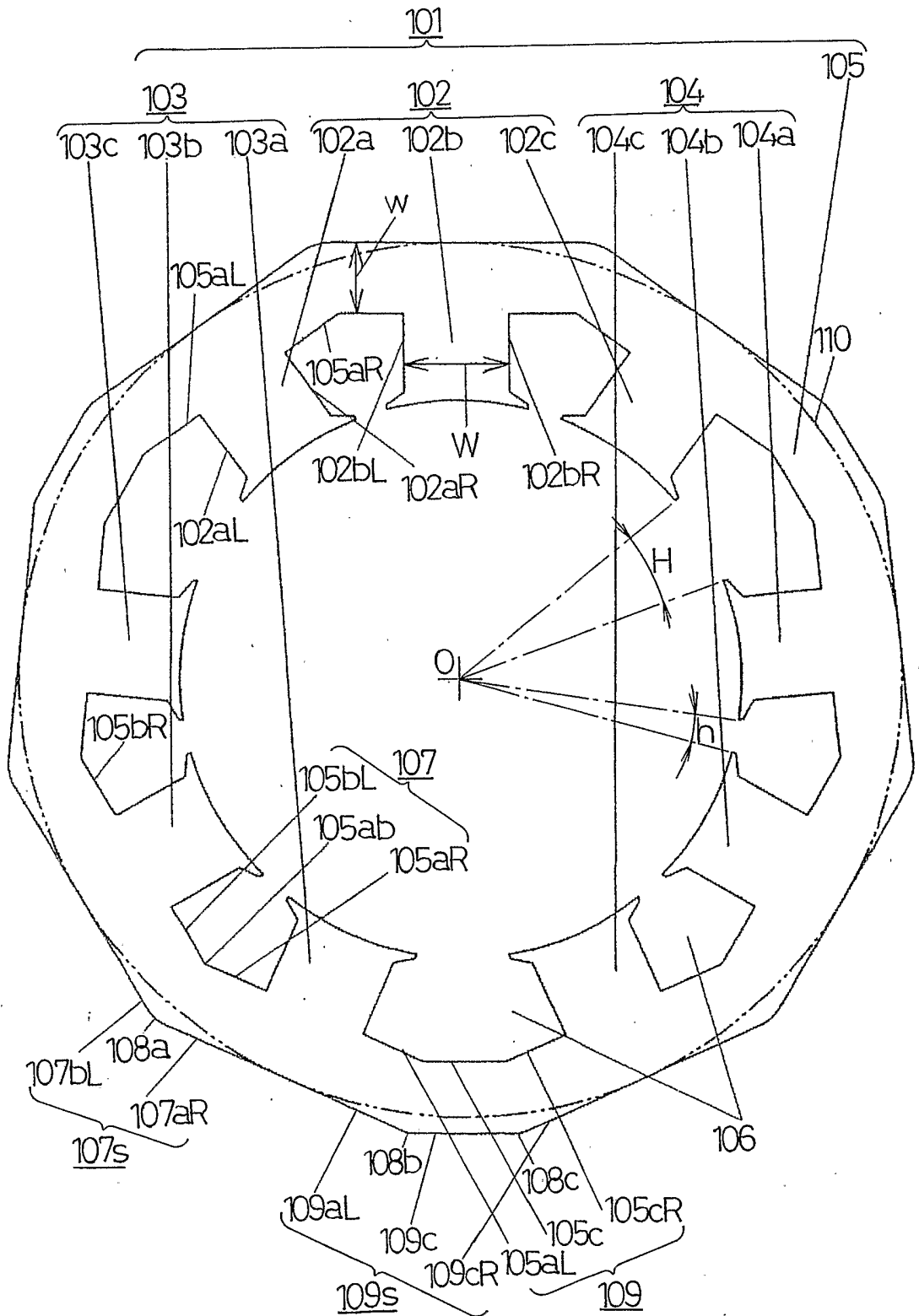


図 1 2

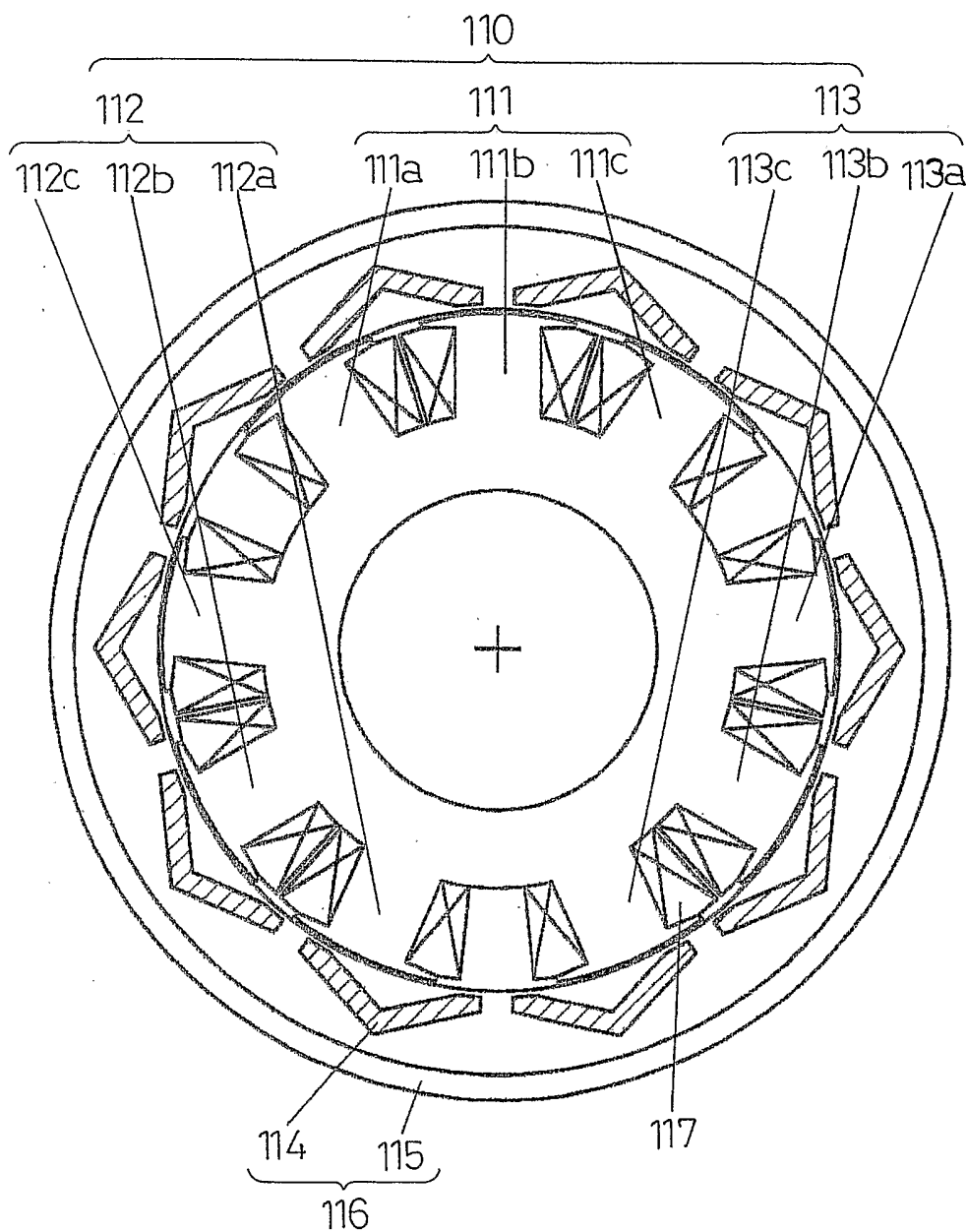


図 13

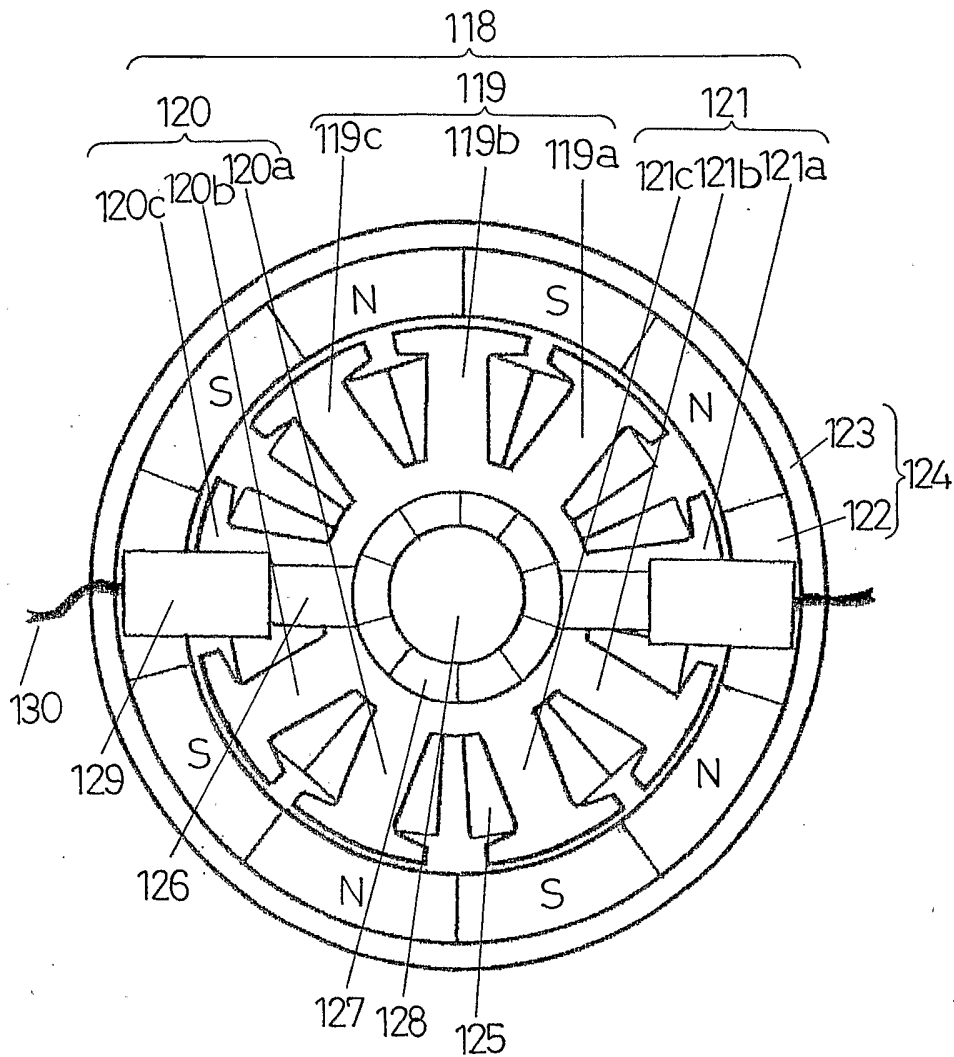


図 14

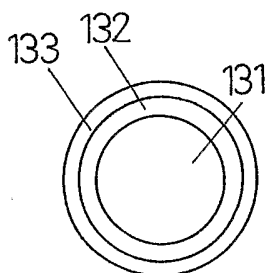


図 15 A

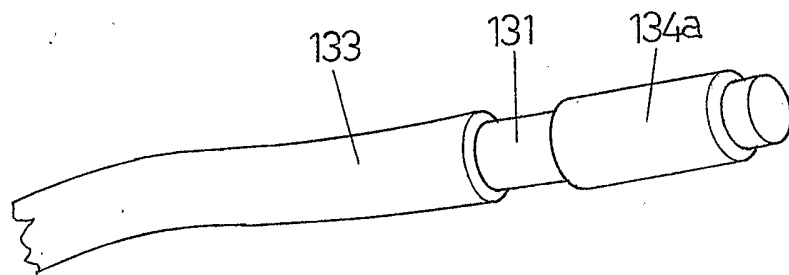


図 15 B

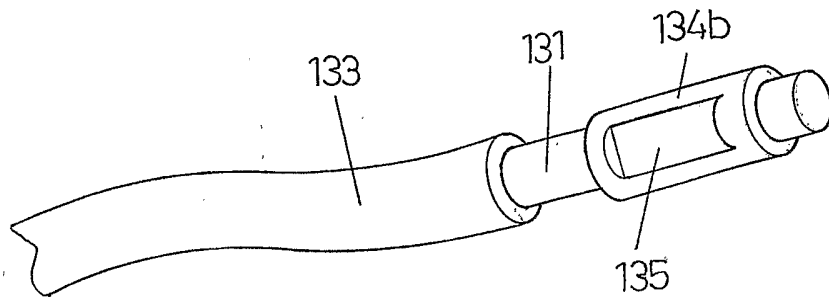


図 16 A

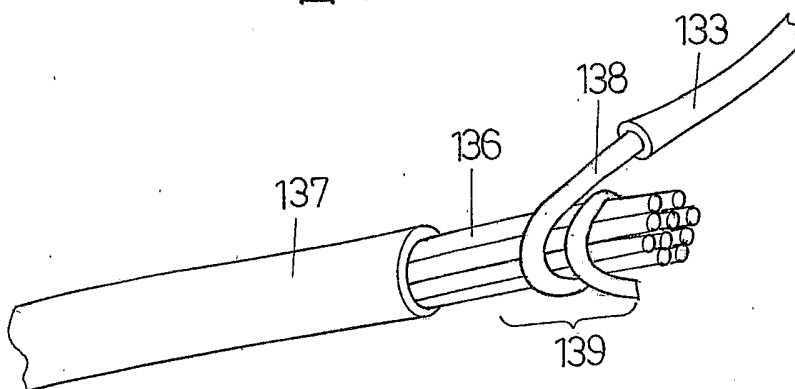


図 16 B

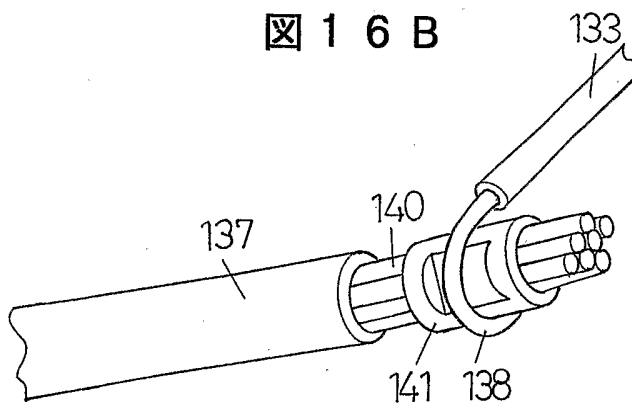


図 16 C

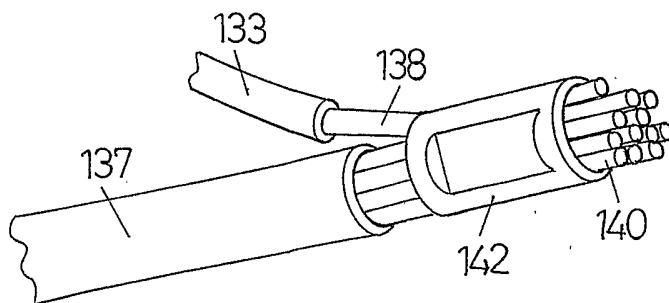
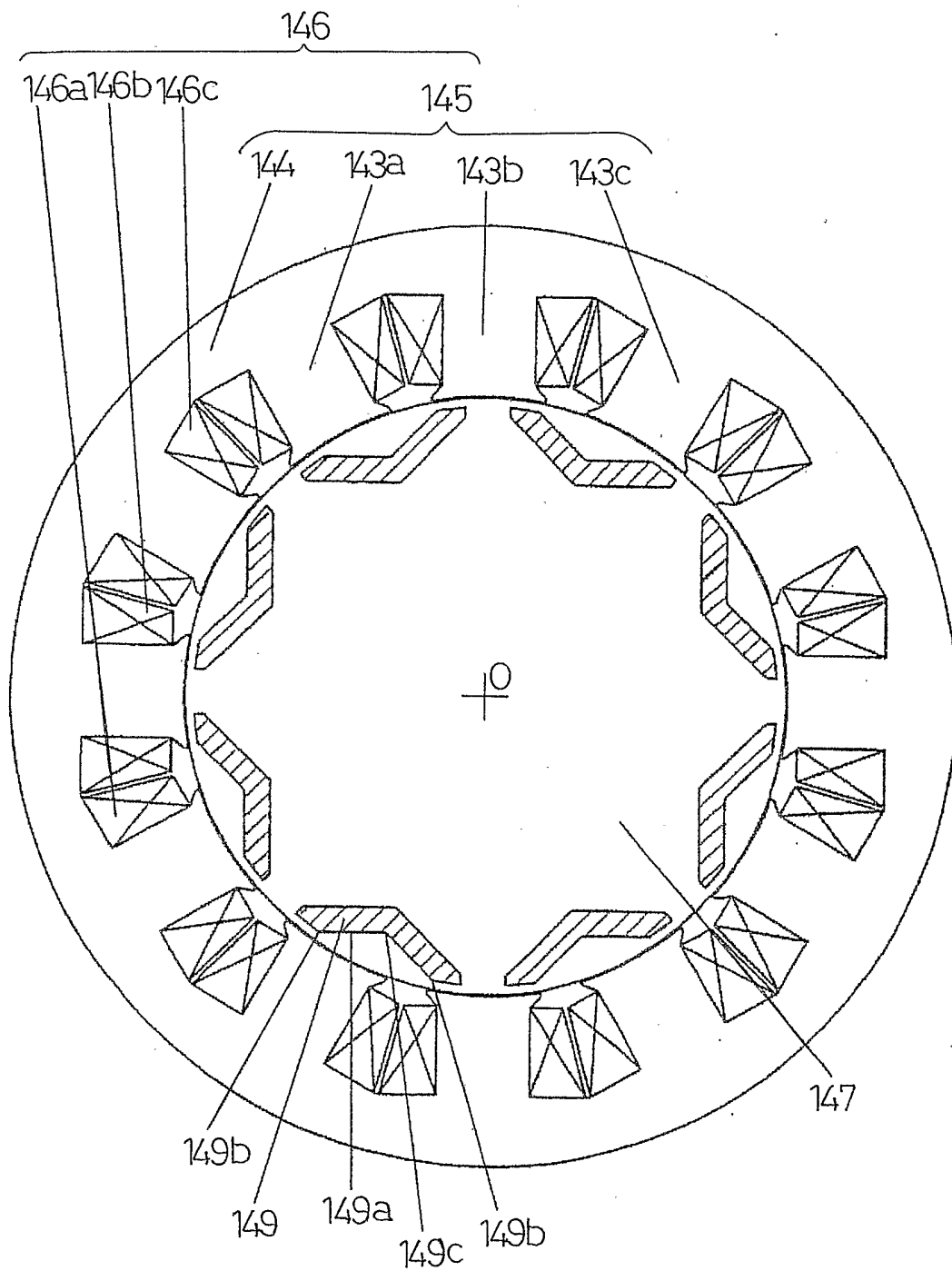


図 17



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/03905

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H02K21/16, 1/27, 1/22, 3/18

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.Cl⁷ H02K21/16, 1/27, 1/22, 3/18

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

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	US 6034460 A (Hitachi, Ltd., Hitachi Car Engineering Co., Ltd.), 07 March, 2000 (07.03.00), Column 8, line 62 to column 10, line 35; Fig. 6 & JP 9-285088 A Par. Nos. [0064] to [0074]; Fig. 6	1-38
Y	JP 2001-309625 A (Mitsubishi Electric Corp.), 02 November, 2001 (02.11.01), Par. No. [0003]; Fig. 9(a) (Family: none)	1-38
Y	JP 2-123953 A (Mitsubishi Electric Corp.), 11 May, 1990 (11.05.90), Page 3, upper left column, line 13 to upper right column, line 8; Figs. 4 to 5 (Family: none)	4

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 document 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
20 June, 2003 (20.06.03)

Date of mailing of the international search report
01 July, 2003 (01.07.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/03905

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 4-101270 U (Kokusan Denki Kabushiki Kaisha), 01 September, 1992 (01.09.92), Par. Nos. [0013] to [0020]; Figs. 1 to 2 (Family: none)	5-6
Y	US 6044737 A (Industrial Technology Research Institute), 04 April, 2000 (04.04.00), Column 4, line 24 to column 5, line 21; Fig. 3 & JP 10-285839 A Par. Nos. [0011] to [0012]; Fig. 3	7
Y	JP 2000-156958 A (Hitachi, Ltd.), 06 June, 2000 (06.06.00), Par. No. [0017]; Fig. 1 (Family: none)	8-9
Y	WO 00/72427 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.), 19 May, 2000 (19.05.00), Page 4, line 20 to page 5, line 12; Figs. 1 to 2 & JP 2000-333423 A Par. Nos. [0016] to [0018]; Figs. 1 to 2	10-11
Y	JP 2000-152538 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 30 May, 2000 (30.05.00), Par. Nos. [0018] to [0019]; Fig. 1 (Family: none)	14-15
Y	JP 6-38415 A (Hitachi Metals, Ltd.), 10 February, 1994 (10.02.94), Par. No. [0021]; Figs. 1 to 2 (Family: none)	16,18
Y	JP 8-47793 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 20 February, 1996 (20.02.96), Par. No. [0015]; Fig. 3 (Family: none)	23-26,30-32

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))			
Int. Cl ⁷ H02K21/16, 1/27, 1/22, 3/18			
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 ⁷ H02K21/16, 1/27, 1/22, 3/18			
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 1971-2003年 日本国登録実用新案公報 1994-2003年 日本国実用新案登録公報 1996-2003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	
Y	US 6034460 A (Hitachi, Ltd.; Hitachi Car Engineering CO., Ltd) 2000.03.07, 第8欄第62行-第10欄第35行, 第6 図 & JP 9-285088 A, 【0064】-【007 4】, 第6図	1-38	
Y	JP 2001-309625 A (三菱電機株式会社) 2001.11.02, 【0003】, 第9図 (a) (ファミリー なし)	1-38	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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	20.06.03	国際調査報告の発送日	01.07.03
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 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) 米山 毅	3V 3221 電話番号 03-3581-1101 内線 3356

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 請求の範囲の番号
Y	JP 2-123953 A (三菱電機株式会社) 1990.05.11, 第3頁左上欄第13行-右上欄第8行, 第4-5図 (ファミリーなし)	4
Y	JP 4-101270 U (国産電機株式会社) 1992.09.01, 【0013】-【0020】, 第1-2図 (ファミリーなし)	5-6
Y	US 6044737 A (Industrial Technology Research Institute) 2000.04.04, 第4欄第24行-第5欄第21行, 第3図 & JP 10-285839 A, 【0011】-【0012】, 第3図	7
Y	JP 2000-156958 A (株式会社日立製作所) 2000.06.06, 【0017】, 第1図 (ファミリーなし)	8-9
Y	WO 00/72427 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 2000.05.19, 第4頁第20行-第5頁第12行, 第1-2図 & JP 2000-333423 A, 【0016】-【0018】, 第1-2図	10-11
Y	JP 2000-152538 A (松下電器産業株式会社) 2000.05.30, 【0018】-【0019】, 第1図 (ファミリーなし)	14-15
Y	JP 6-38415 A (日立金属株式会社) 1994.02.10, 【0021】, 第1-2図 (ファミリーなし)	16、18
Y	JP 8-47793 A (古河電気工業株式会社) 1996.02.20, 【0015】, 第3図 (ファミリーなし)	23-26, 30-32