世界知的所有権機関
国際事務局

PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類 5 **H02K 37/04**	A1	(11) 国際公開番号	**WO 94/18745**
		(43) 国際公開日	1994年8月18日(18.08.94)

(21) 国際出願番号 PCT/JP94/00141
(22) 国際出願日 1994年2月1日(01. 02. 94)

(30) 優先権データ
特願平5/36059 1993年2月1日(01. 02. 93) JP

(71) 出願人(米国を除くすべての指定国について)
ミネベア株式会社 (MINEBEA CO., LTD)〔JP/JP〕
〒389-02 長野県北佐久郡御代田町大字御代田4106番地73
Nagano, (JP)
(72) 発明者;および
(75) 発明者/出願人(米国についてのみ)
吉村典之(YOSHIMURA, Noriyuki)〔JP/JP〕
吉田賢司(YOSHIDA, Kenji)〔JP/JP〕
〒389-02 長野県北佐久郡御代田町大字御代田4106番地73
ミネベア株式会社 軽井沢製作所内 Nagano, (JP)
(74) 代理人
弁理士 辻 實(TSUJI, Minoru)
〒101 東京都千代田区神田小川町3丁目14番地 第一万水ビル
辻特許事務所 Tokyo, (JP)

(81) 指定国
CN, KR, US, 欧州特許(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

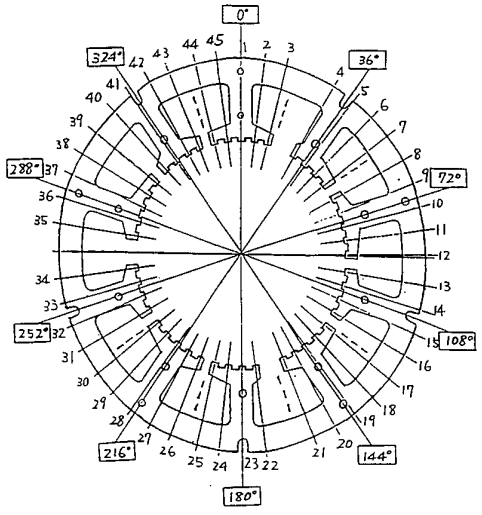
添付公開書類 国際調査報告書
請求の範囲の補正の期限前であり、補正書受領の際には再公開される。

(54) Title: METHOD FOR DRIVING STEPPING MOTOR OF MULTIPHASE HYBRID TYPE

(54) 発明の名称 多相ハイブリッド型ステッピングモータの駆動方法

(57) Abstract

A motor improved in the torque stiffness, and reduced in the resonance vibration when the motor rotates. The fixed magnetic poles each have two or more small teeth which are arranged at the same interval as the tooth pitch of the rotor. The total number (NS) of small teeth of the stators of an asymmetrical type is determined by NS = 5 x (n0 + n1) (where n0 is the number of small teeth of each of five fixed magnetic poles, and n1 is the number of small teeth of the other five fixed magnetic poles). The stators of asymmetrical type having n1 small teeth are arranged between the stators of asymmetrical type having n0 small teeth. The stators of asymmetrical type having the n0 small teeth are arranged on the side opposite to the stators of asymmetrical type having n1 small teeth across the shaft, respectively. In the winding wound on the asymmetric stator, N and S poles are generated. In both full-step and half-step modes, the numbers of the N and S poles are equal because of the magnetization of the poles in each step.



a 非対称型固定子構造
b シフト角 1/5 T_p と N_s = 50 と N_s = 45
c 3つの間隔の大きなスロット
d 7つの間隔の小さなスロット

a structure of asymmetric stator
b shift angle 1/5 T_p, and N_s = 50 and N_s = 45
c large slot having three intervals
d small slot having seven intervals

(57) 要約

ハイブリッド型ステッピングモータにおいて、トルク・スティフネスを改善し、回転時の共振振動を少なくする。

固定磁極は、ロータの歯ピッチと同間隔で設けられた2つ以上の小歯を有し、非対称型ステータ小歯の数の合計（ＮＳ）は、ＮＳ＝５×（ｎ０＋ｎ１）｛ｎ０は５つの固定磁極各々の小歯の数、ｎ１は残りの５つの固定磁極の小歯の数｝で決まり、小歯がｎ１である非対称型ステータは小歯がｎ０である非対称型ステータの間に配設され、かつ回転軸芯を中心として小歯がｎ１である非対称型ステータの反対側には小歯がｎ０である非対称型ステータが配置され、非対称型ステータに巻回された巻線にはＮ極とＳ極とを作り出し、フル・ステップ・モード時、ハーフ・ステップ・モード時での動作において、各ステップにおける各磁極への磁化でＮ極とＳ極の数が同数である。

情報としての用途のみ
PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第1頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AM アルメニア
AT オーストリア
AU オーストラリア
BB バルバドス
BE ベルギー
BF ブルキナ・ファソ
BG ブルガリア
BJ ベナン
BR ブラジル
BY ベラルーシ
CA カナダ
CF 中央アフリカ共和国
CG コンゴー
CH スイス
CI コート・ジボアール
CM カメルーン
CN 中国
CS チェッコスロヴァキア
CZ チェッコ共和国
DE ドイツ
DK デンマーク
EE エストニア
ES スペイン
FI フィンランド
FR フランス
GA ガボン
GB イギリス
GE グルジア
GN ギニア
GR ギリシャ
HU ハンガリー
IE アイルランド
IT イタリー
JP 日本
KE ケニア
KG キルギスタン
KP 朝鮮民主主義人民共和国
KR 大韓民国
KZ カザフスタン
LI リヒテンシュタイン
LK スリランカ
LT リトアニア
LU ルクセンブルグ
LV ラトヴィア
MC モナコ
MD モルドバ
MG マダガスカル
ML マリ
MN モンゴル
MR モーリタニア
MW マラウイ
NE ニジェール
NL オランダ
NO ノルウェー
NZ ニュー・ジーランド
PL ポーランド
PT ポルトガル
RO ルーマニア
RU ロシア連邦
SD スーダン
SE スウェーデン
SI スロヴェニア
SK スロヴァキア共和国
SN セネガル
TD チャード
TG トーゴ
TJ タジキスタン
TT トリニダード・トバゴ
UA ウクライナ
US 米国
UZ ウズベキスタン共和国
VN ヴィエトナム

明　細　書

多相ハイブリッド型ステッピングモータの駆動方法

技　術　分　野

本発明は、５相ハイブリッド型ステッピングモータの駆動方法の改良に関するものである。

背　景　技　術

ハイブリッド形ステッピングモータは、高精度の位置決めに適したアクチュエータとして、四半世紀以上も前からよく知られている。その応用範囲には、完全自動化生産ライン用をはじめとする各種の工作機械、およびプリンタ、プロッタ、ファクシミリ、ディスクドライブ、などのコンピュータ周辺機器が含まれている。

使用上の便利さから、上述のハイブリッド型ステッピングモータのステップ角をでき得るだけ小さくする試みがなされており、そのために相数を増加させて、現在４相あるいは５相のステッピングモータが多く使用されている。

前述のような従来の４相あるいは５相ステッピングモータには、例えばトルクスティフネスの不安定、停止位置の相違で静止トルクが変化する、高精度のステップ角が得られないなどの多くの欠点が存在する。そこで本発明は、上述のような従来の欠点を解決しようとするものである。

発　明　の　開　示

上述のような本発明の目的を達成するために、本発明

は、回転軸方向に磁化された１個以上の永久磁石を備えたロータを具備する多相ハイブリッド型ステッピングモータにおいて、前記永久磁石と、軟磁鋼製で外周に等間隔で複数個（ＮＲ個）の歯を設け該永久磁石の両端に付設されたポールキャップとを有し、これら永久磁石の両端に設けられた２つのポールキャップにそれぞれ設けられた複数個の歯は互いに１／２歯ピッチ（１／２Ｔｐ）だけずらされているロータと、該ロータの外周に配置され内側に向かって放射状に１０個の固定磁極を備えこれら固定磁極の各々にはタップを持たない捲線が付設された複数の非対称型ステータと、該非対称型ステータにそれぞれ配設され、ロータの歯ピッチと同間隔で設けられた２つ以上の小歯とを有し、非対称型ステータの小歯の数の合計（ＮＳ）は、ＮＳ＝５×（ｎ０＋ｎ１）｛ｎ０は５つの極歯各々の小歯の数、ｎ１は残りの５つの極歯の小歯の数｝で決まり、小歯がｎ１である非対称型ステータは小歯がｎ０である非対称型ステータの間に配設され、かつ回転軸芯を中心として小歯がｎ１である非対称型ステータの反対側には小歯がｎ０である非対称型ステータが配置され、ロータの歯数（ＮＲ）と該ステータの小歯の数の合計（ＮＳ）の関係は、ＮＳ≧０．８ＮＲ｛ＮＳは０．８ＮＲよりも大きいか、等しい｝であり、ＮＲとＮＳとの差は、ＮＲ－ＮＳ＝Ｋ（Ｓ０－Ｓ１）＋１０（Ｓ１－１＋Ｂ）｛Ｋは２から５の間の整数、Ｓ０とＳ１は可能な限り小さい整数であり両者が等しくとも良

い。Bは1の分数であって、10B（Bの10倍）はかならず整数となる}であり、10個の固定子コイルは、P3，P8，P6，P1，P9，P4，P2，P7，P5，P10の順序でリング状に接続され、P10とP3との間、P8とP6との間、P1とP9との間、P4とP2との間、P7とP5との間に端子が設けられており、10個の巻線には各ステップにおける各磁極への磁化で、N極とS極の数が同数であることを特徴とする多相ハイブリッド型ステッピングモータの駆動方法を提供するものである。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の一実施例の横断面図である。図2は、本発明の一実施例の縦断面図である。図3は、本発明の一実施例のステータシステムの正面図である。図4は、本発明のロータのベクトル図である。図5は、本発明の結線図である。図6は、フル・ステップ・モード時の各固定磁極の磁極の変化を示す図表図である。図7は、ハーフ・ステップ・モード時の各固定磁極の磁極の変化を示す図表図である。

発明を実施するための最良の形態

次に本発明の一実施例を、図面を用いて詳細に説明する。

図1及び図2は本発明に係るステッピングモータを示した断面図である。そのうち図1は、回転軸に直交する面で切断した断面図である。同図において、1はステー

タであり、そのステータ１には内方に向かって１０個の固定子磁極Ｓ，Ｓ'が設けられている。また、各固定子磁極Ｓ、Ｓ'には固定子コイル２が巻回されている。固定子磁極Ｓの先端には小歯３が設けられている。これら小歯の総数を一般論的にＮＳと定義する。４は回転軸で、その周囲にはロータ５が設けられている。このロータ５は図２に示すように、中央に永久磁石７を持ち、その両端にはロータ・キャップ８を持ち、その外周面には多数の歯６が設けられており、その総数を一般論的に、ＮＲと定義する。なお、図１は図２のＡ－Ａ線に沿って破断して示した断面図である。また、各固定子磁極に捲回されている１０個の固定子コイルにはそれぞれＰ１からＰ１０迄の番号を付す。

最初の実施例は、１０の固定磁極を持ち、ＮＲ＝５０である５相モータに対して、トルク・スティフネス、ステップ角精度、効率の改善をもたらすものである（隣接する固定磁極間のシフト・アングルは１／５Ｔｐ）（Ｔｐは小歯３のピッチである）。１０の固定子磁極の小歯数を全て４とする代わりに、２つ目ごとの固定磁極に小歯を１つずつ加えている（非対象型固定子磁極）。このような構成により、小歯が４つの固定磁極の反対側には常に小歯が５つの固定磁極がくる（図３）。

また、ロータの歯数と固定子磁極の小歯数の差は、５になる（４と５を掛けた数を５０から引き、余った数から５と５を掛けた数を引く）。

この設計はまた、トルク平衡点の安定性をも改善する。それは、最低２つの隣接する固定磁極がＮ極であり、他の２つの隣接する固定磁極がＳ極となるからである（図６参照）。

固定子磁極数１０個の非対称型固定子構造において、はっきりした改善を４つのエリアすべてで達成するため、４０、５０、８０、９０ないし１００といったロータの歯数に対して、次に説明する実施例は、隣接する固定磁極間のシフト角として３／１０Ｔｐないし７／１０Ｔｐという数字を採用している。２つ目ごとの固定磁極には、上記で説明したように、小歯１つを追加している。

いま、非常に重要なステップ角を持つモータを設計するためには、ロータ歯数とステータ小歯数の差を５、ないし３とすればよい。

図４を参照すると、ロータ・キャップに働く半径方向の力は、３つの方向に分散している。その力は、双方のロータ・キャップに対して等しく働いている。このような３方向への力の分散が製造公差に与える影響は、かなり低い。ステップ角精度は向上し、振動も減少する。これは、間隔の大きなスロット部分が２カ所しかないからである。図６は、２０の連続するステップに関する各固定子磁極の分極状況を示している。このステップ動作は、ハーフステップでもって回転軸４が回転する。図６から明らかなように、このステップモータは、どこのポジションすなわちステップであれ、おなじ数のＮ極とＳ極

をもっている。このことはヒステリシスの減少につながる。

次に図５及び図６を用いてステップ回転動作を説明する。図５は本発明実施例の結線図である。この発明の１０個の固定子コイルは、Ｐ３，Ｐ８，Ｐ６，Ｐ１，Ｐ９，Ｐ４，Ｐ２，Ｐ７，Ｐ５，Ｐ１０の順序でリング状に接続されている。そして、Ｐ１０とＰ３との間、Ｐ８とＰ６との間、Ｐ１とＰ９との間、Ｐ４とＰ２との間、Ｐ７とＰ５との間に青、赤、橙、緑、黒の端子が設けられている。図６は各ステップにおける各極の磁化状態を示すダイヤグラムである。なお図５においてドットをもってコイルの巻方向を示す。

図５にはスイッチング回路が示されてはいないが、各端子青、赤、橙、緑、黒には、常態では中立位置を保ち一方位置でプラスの電源に接続し他方の位置でマイナスの電源に接続する両方向スイッチが接続され、未図示の制御装置からの指令によりこれ等のスイッチは３モードの内の１つに選択的に接続される。そして各ステップ毎に、各磁極に図６に示すような極性を発生するような電流を流すことになる。この様に各ステップにおけるスイッチング動作により、図６に示すように各ステップで、両極の磁極の数が等しい。

図７は同じくハーフステップモードにおいて各ステップにおける各極の磁化状態を示すダイヤグラムである。

以上詳細に説明したように、本発明は、前記に示すよ

うな構成を具備しているが故に、トルク・スティフネスも安定し、静止トルクも平衡していて、高精度のステップ角が得られる。また、フル・ステップ・モード、ハーフ・ステップ・モード時に、S極とN極の数が等しいため、回転時の異常振動が起こらないという効果を有する。

産業上の利用可能性

上記のようなロータの歯構造と固定磁極の小歯構造を有しているため、静止トルクも平衡していて、高精度のステップ角が得られる。また、フル・ステップ・モード時及びハーフ・ステップ・モード時に、S極とN極の数が等しいために、回転時の異常振動が起こらない。

請求の範囲

回転軸方向に磁化された１個以上の永久磁石を備えたロータを具備する多相ハイブリッド型ステッピングモータにおいて、前記永久磁石と、軟磁鋼製で外周に等間隔で複数個（ＮＲ個）の歯を設け該永久磁石の両端に付設されたポールキャップとを有し、これら永久磁石の両端に設けられた２つのポールキャップにそれぞれ設けられた複数個の歯は互いに１／２歯ピッチ（１／２Ｔｐ）だけずらされているロータと、該ロータの外周に配置され内側に向かって放射状に１０個の固定磁極を備えこれら固定磁極の各々にはタップを持たない捲線が付設された複数の非対称型ステータと、該非対称型ステータにそれぞれ配設され、ロータの歯ピッチと同間隔で設けられた２つ以上の小歯とを有し、非対称型ステータの小歯の数の合計（ＮＳ）は、ＮＳ＝５×（ｎ０＋ｎ１）｛ｎ０は５つの極歯各々の小歯の数、ｎ１は残りの５つの極歯の小歯の数｝で決まり、小歯がｎ１である非対称型ステータは小歯がｎ０である非対称型ステータの間に配設され、かつ回転軸芯を中心として小歯がｎ１である非対称型ステータの反対側には小歯がｎ０である非対称型ステータが配置され、ロータの歯数（ＮＲ）と該ステータの小歯の数の合計（ＮＳ）の関係は、ＮＳ≧０．８ＮＲ｛ＮＳは０．８ＮＲよりも大きいか、等しい｝であり、ＮＲとＮＳとの差は、ＮＲ－ＮＳ＝Ｋ（Ｓ０－Ｓ１）＋１０（Ｓ１－１＋Ｂ）｛Ｋは２から５の間の整数、Ｓ０とＳ

１は可能な限り小さい整数であり両者が等しくとも良い。Ｂは１の分数であって、１０Ｂ（Ｂの１０倍）はかならず整数となる｝であり、１０個の固定子コイルは、Ｐ３，Ｐ８，Ｐ６，Ｐ１，Ｐ９，Ｐ４，Ｐ２，Ｐ７，Ｐ５，Ｐ１０の順序でリング状に接続され、Ｐ１０とＰ３との間、Ｐ８とＰ６との間、Ｐ１とＰ９との間、Ｐ４とＰ２との間、Ｐ７とＰ５との間に端子が設けられており、１０個の巻線には各ステップにおける各磁極への磁化で、Ｎ極とＳ極の数が同数であることを特徴とする多相ハイブリッド型ステッピングモータの駆動方法。

Fig. 1

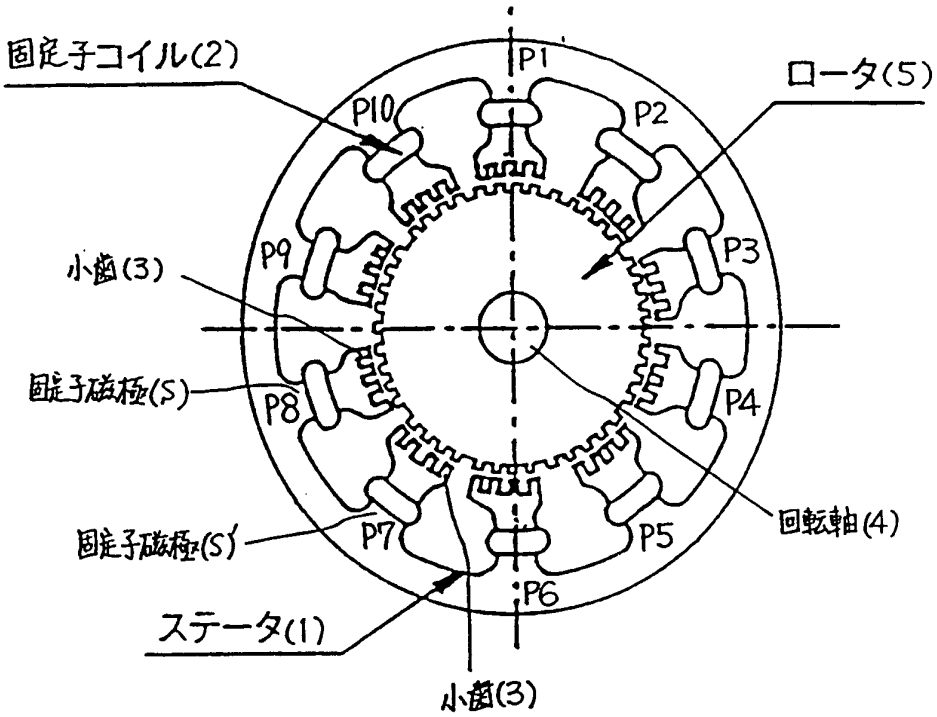

固定子コイル(2)
ロータ(5)
小歯(3)
固定子磁極(S)
固定子磁極(S)
ステータ(1)
小歯(3)
回転軸(4)
P1
P2
P3
P4
P5
P6
P7
P8
P9
P10

Fig. 2

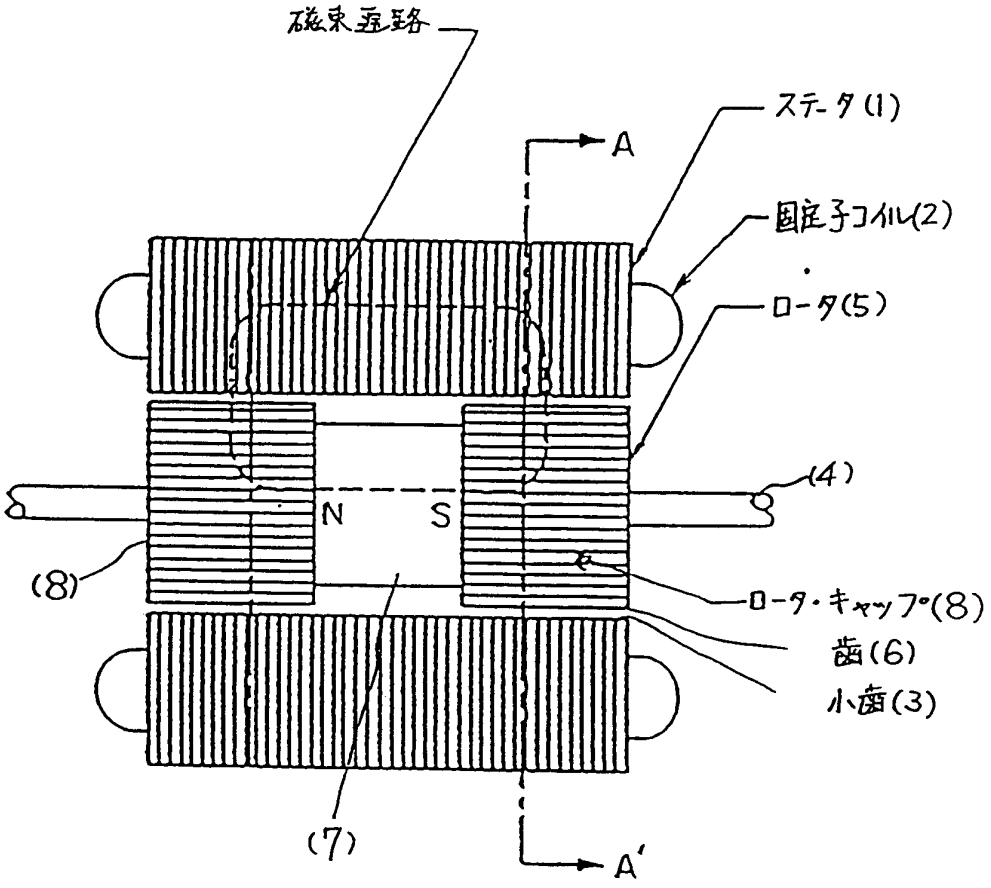
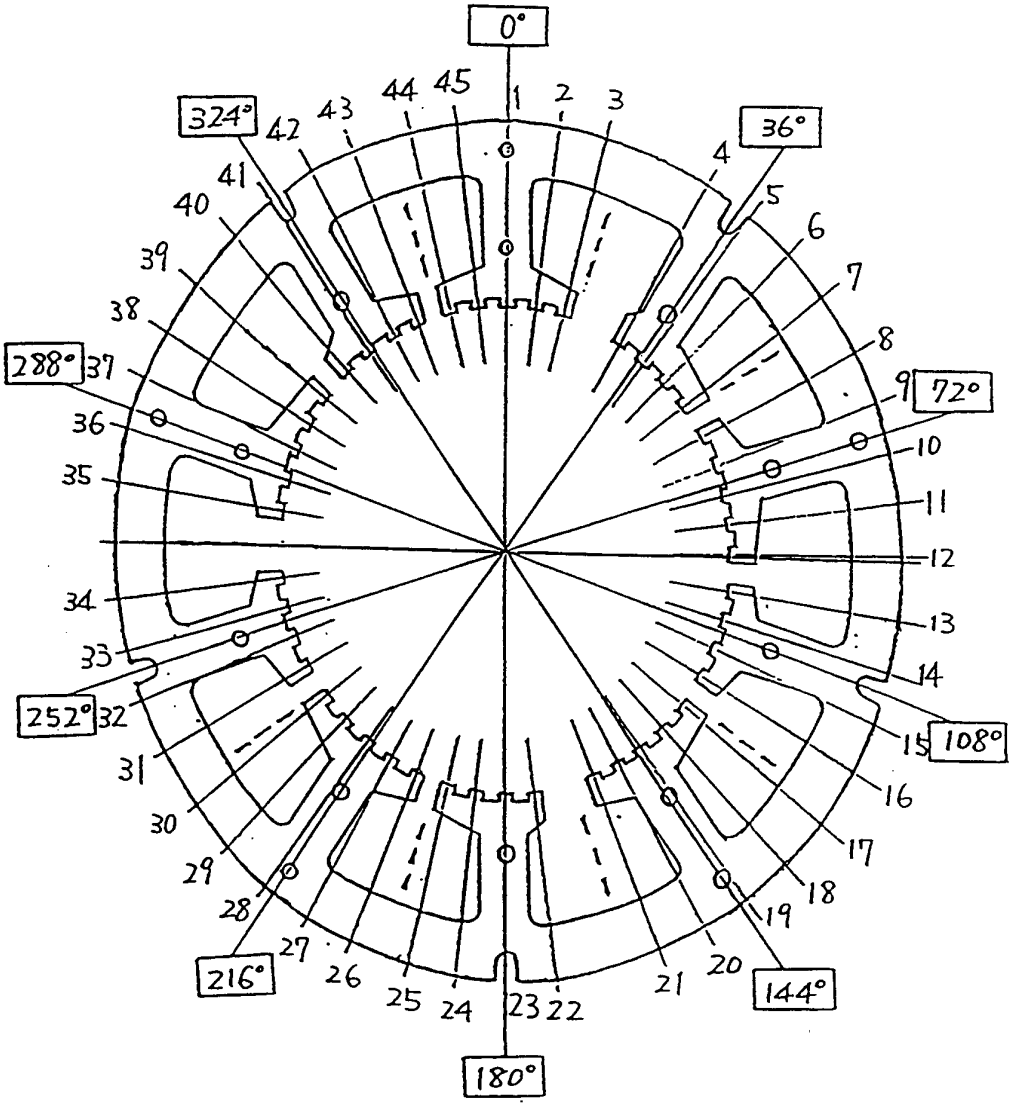


Fig.3



非対称型固定子構造

シフト角 $\frac{1}{5}T_P$ と $N_R = 50$ と $N_S = 45$
3つの間隔の大きなスロット
7つの間隔の小さなスロット

Fig. 4

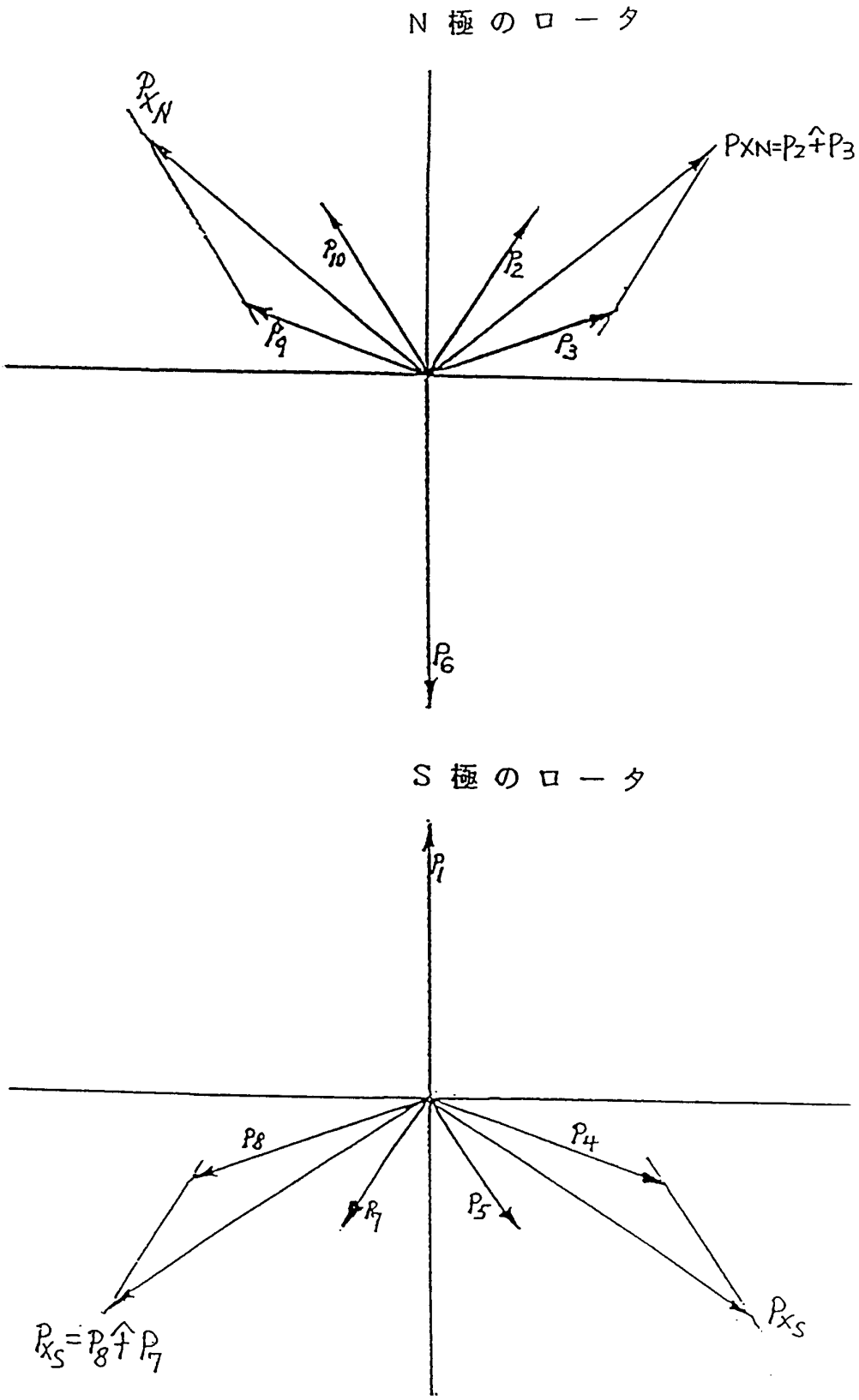

N 極 の ロ ー タ
PXN
PXN=P2+P3
P10
P2
P9
P3
P6
S 極 の ロ ー タ
P1
P8
P4
P7
P5
PXS
PXS=P8+P7

Fig. 5

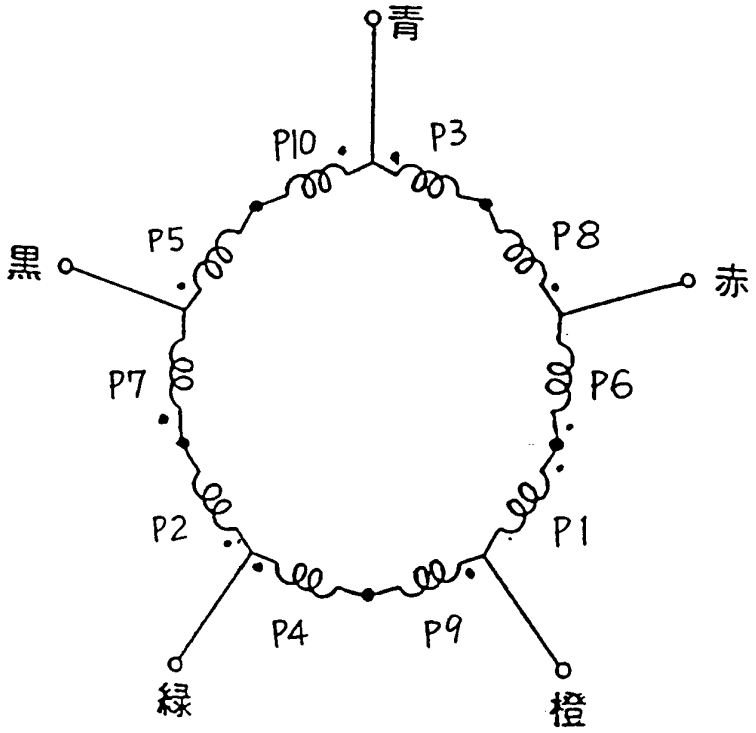


Fig. 6

STEP \ POLE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	−	S	−	N	S	−	N	−	S	N
2	N	S	−	N	−	S	N	−	S	−
3	N	−	S	N	−	S	−	N	S	−
4	N	−	S	−	N	S	−	N	−	S
5	−	N	S	−	N	−	S	N	−	S
6	−	N	−	S	N	−	S	−	N	S
7	S	N	−	S	−	N	S	−	N	S
8	S	−	N	S	−	N	−	S	N	−
9	S	−	N	−	S	N	−	S	−	N
10	−	S	N	−	S	−	N	S	−	N

Fig. 7

STEP \ POLE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	−	S	N	N	S	−	N	S	S	N
2	−	S	−	N	S	−	N	−	S	N
3	N	S	−	N	S	S	N	−	S	N
4	N	S	−	N	−	S	N	−	S	−
5	N	S	S	N	−	S	N	N	S	−
6	N	−	S	N	−	S	−	N	S	−
7	N	−	S	N	N	S	−	N	S	S
8	N	−	S	−	N	S	−	N	−	S
9	N	N	S	−	N	S	S	N	−	S
10	−	N	S	−	N	−	S	N	−	S
11	−	N	S	S	N	−	S	N	N	S
12	−	N	−	S	N	−	S	−	N	S
13	S	N	−	S	N	N	S	−	N	S
14	S	N	−	S	−	N	S	−	N	S
15	S	N	N	S	−	N	S	S	N	−
16	S	−	N	S	−	N	−	S	N	−
17	S	−	N	S	S	N	−	S	N	N
18	S	−	N	−	S	N	−	S	−	N
19	S	S	N	−	S	N	N	S	−	N
20	−	S	N	−	S	−	N	S	−	N

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP94/00141

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl^5 H02K37/04

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^5 H02K37/04, H02K37/00, H02K37/14

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

Jitsuyo Shinan Koho 1926 - 1994
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1994

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, B2, 1-32748 (Oriental Motor Co., Ltd.), July 10, 1989 (10. 07. 89), Tables 2, 5, Figs. 1, 6 & US, A, 4385247	1
Y	JP, A, 61-185056 (Merck Japan Ltd.), August 18, 1986 (18. 08. 86), Figs. 2, 6, (Family: none)	1
Y	JP, U, 60-111382 (Mitsuba Electric Mfg. Co., Ltd.), July 27, 1985 (27. 07. 85), Fig. 1(b), (Family: none)	1

☐ 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 document 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	Date of mailing of the international search report
May 27, 1994 (27. 05. 94)	June 14, 1994 (14. 06. 94)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP 94/00141

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. Cℓ[5] H02K37/04

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[5] H02K37/04, H02K37/00, H02K37/14

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 1926－1994年
日本国公開実用新案公報 1971－1994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	JP, B2, 1－32748（オリエンタルモーター株式会社）, 10. 7月. 1989（10. 07. 89）, 第2表, 第5表, 第1図, 第6図&US, A, 4385247	1
Y	JP, A, 61－185056（株式会社 メレック）, 18. 8月. 1986（18. 08. 86）, 第2図, 第6図（ファミリーなし）	1
Y	JP, U, 60－111382（株式会社 三ツ葉電機製作所）,	1

☑ 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」先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
27. 05. 94

国際調査報告の発送日
14.06.94

名称及びあて先
日本国特許庁（ISA/JP）
郵便番号100
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）
清水 稔 印
5H 9180

電話番号 03－3581－1101 内線 3532

様式PCT/ISA/210（第2ページ）（1992年7月）

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
	27. 7月. 1985(27. 07. 85), 第1図(ロ)(ファミリーなし)	