

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3665105号

(P3665105)

(45) 発行日 平成17年6月29日(2005.6.29)

(24) 登録日 平成17年4月8日(2005.4.8)

(51) Int.Cl.⁷

F I

H O 2 K 37/04

H O 2 K 37/04

5 O 1 K

H O 2 K 16/00

H O 2 K 37/04

5 O 1 B

H O 2 K 16/00

請求項の数 4 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平7-95971
 (22) 出願日 平成7年3月30日(1995.3.30)
 (65) 公開番号 特開平8-275485
 (43) 公開日 平成8年10月18日(1996.10.18)
 審査請求日 平成14年1月30日(2002.1.30)

(73) 特許権者 000228730
 日本サーボ株式会社
 東京都千代田区神田美土代町7
 (74) 代理人 100075797
 弁理士 斎藤 春弥
 (74) 代理人 100080506
 弁理士 藤本 磯
 (72) 発明者 磯崎 弘毅
 群馬県桐生市相生町3-93番地 日本サ
 ーボ株式会社桐生工場内
 審査官 尾家 英樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 6相ハイブリッド形ステッピングモータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

当該固定子の内周に求心状で等ピッチに夫々が励磁用のコイルを嵌合した6個の磁極を形成し、夫々の磁極の先端には所定数の極歯を形成した第1の単位固定子と、

前記第1の単位固定子と同一構造の第2の単位固定子とを相互に磁極ピッチの1/2回転偏位して固定した固定子と、

上記固定子の極歯に対応して外周全縁に極歯を形成した第1の回転子磁極と、

該第1の回転子磁極と同一構造の第2の回転子磁極を、前記第1の回転子磁極に対して回転子の極歯間ピッチの1/2回転偏位し、軸方向に着磁した永久磁石を挟持して前記第1の単位固定子の磁極に対向するように構成した第1の回転子と、

該第1の回転子と同一の構造を有し、前記第1の回転子に対して回転子の極歯間ピッチの1/4回転偏位し、非磁性体を挟んで前記第2の単位固定子の磁極に対向するように設けた第2の回転子とを備え、

該第1、第2の回転子を回転軸に支承するようにしたことを特徴とする6相ハイブリッド形ステッピングモータ。

【請求項2】

請求項1記載のハイブリッド形ステッピングモータにおいて、固定子の極歯間ピッチと回転子の極歯間ピッチとを、下記(1)式を満足するように形成したハイブリッド形ステッピングモータ。

$$\tau S = \tau R \cdots \cdots (1)$$

但し、上式で τS は角度で表現した固定子の極歯間ピッチ、 τR は角度で表現した回転子の極歯間ピッチである。

【請求項 3】

請求項 1 記載のハイブリッド形ステッピングモータにおいて、固定子の極歯間ピッチと回転子の極歯間ピッチとを、下記(2)式及び(3)式を満足するように形成したハイブリッド形ステッピングモータ。

$$\tau S = 360^\circ / (Z \pm 2) \cdots \cdots (2)$$

$$\tau R = 360^\circ / Z \cdots \cdots (3)$$

但し、上式で τS は角度で表現した固定子の極歯間ピッチ、 Z は回転子の極歯の数である。

10

【請求項 4】

請求項 1 記載のハイブリッド形ステッピングモータにおいて、任意の固定子の磁極と該固定子の磁極と 180° の位置にある固定子の磁極夫々のコイルを同時に励磁した場合に、上記両磁極が同極になるように各コイルを形成したハイブリッド形ステッピングモータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、例えばプリンタ、高速ファックス、PPC用複写機用等の高速運転で精密な位置決め機能等を必要とするOA機器等に最適な高分解能の6相ハイブリッド形(永久磁石形)ステッピングモータに関する。

20

【0002】

【従来の技術】

永久磁石形ステッピングモータに、可変リラクタンス形ステッピングモータの構造を組み合わせたハイブリッド形ステッピングモータは高精度、高トルク、小ステップ角が得られるが、従来のハイブリッド形ステッピングモータは図10、図11に示すような構造になっている。

各図には、上述したステッピングモータ(以下モータと略称する)の1例を一部を断面にして示していて、図10は縦断正面図、図11は図10のX-X'断面図である。

図10、図11において、21は円筒状のケーシングであって、ケーシング21は磁性体によって成型したヨーク22と一体に結合されている。ヨーク22の内方向には、このモータの構造特性に対応した所定数の磁極23が等しいピッチで求心状に形成されている。

30

各磁極23には磁極23を順次磁化するためのコイル24が嵌合されている。

また、各磁極23の先端部には、このモータの構造特性に対応した数の極歯23aが等しいピッチで形成されている。

一般に、ヨーク22と磁極23とは、一枚の磁性体板からプレス打抜きにより成型し成型板を所定枚数積層して、コイル24を嵌合して固定子を形成している。

【0003】

ケーシング21の両端にはエンドカバー25、26が一体に結合されている。エンドカバー25、26の中央部には夫々に軸受27a、27bが嵌合され、1対の軸受27a、27bは回転軸28を回転自在に軸支している。

40

回転軸28には、軸方向に着磁された永久磁石29が嵌合し固定されている。永久磁石29は円盤状の第1の回転子磁極と第2の回転子磁極である2個の回転子磁極30A、30Bによって挟持されている。

第1、第2の回転子磁極30Aと30B夫々の外周には、固定子の磁極23に形成した極歯23aの形状とピッチに対応した形状とピッチで、極歯30aを形成しており、第1の回転子磁極30Aの極歯30aと第2の回転子磁極30Bの極歯30aとは、相互に極歯を形成するピッチの1/2ずらして結合されている。

一般に、回転子の磁極も一枚の磁性体板からプレス打抜きにより成型し、成型板を所定枚数積層して回転子を形成している。

上述の構成のモータは固定子のコイル24に順次所定の順序で通電することによって、固

50

定子の各極歯 23a が順次回転磁化される。

従って、この固定子の各極歯 23a と永久磁石 29 によって磁化されている回転子の各極歯 30a との相互作用により、固定子の各極歯 23a の回転磁化とコイル 24 に対する通電の停止によって回転子は回転し、また、停止する。

【0004】

図 12 には、従来の 6 相モータのコイルをモノファイラ（ユニファイラ）巻にし、12本のリード線を引出した結線例を示している。

同図の上部に付した番号は固定子の所定の磁極を 1 とし、順次隣の磁極に対して数値を 1 ずつ加えながら 2 ~ 24 と付し、電流は各入力端子 A、A' 間、B、B' 間、C、C' 間、D、D' 間、E、E' 間、F、F' 間に流れるように図 13 に示すように順次印加される。

10

なお、図 13 は、図 12 に記した結線における 1 相励磁の場合の各入力端子に供給される励磁電流の波形を示す励磁シーケンスである。

図 13 において、縦方向には引出線に対して励磁電流を流す引出線の組別を記し、横方向には励磁ステップを記している。

また、各横方向の欄に記す上側の四辺形は、その引出線の所定方向に電流を流すことを示し、下側の四辺形は上記とは反対方向に電流を流すことを示している。即ち、ステップ 1 には図 12 に記した固定子の磁極 1、13 を同相に、磁極 7、19 は逆相になるように各磁極のコイルを直列結線した引出線の各入力端子 A - A' に電流を流す。

また、ステップ 2 には、固定子の磁極 2、14 を同相に、磁極 8、20 は逆相になるように各磁極のコイルを直列結線した引出線 B - B' に電流を流すようにする。

20

以下、同様にステップ 6 まで電流を流し、ステップ 7 からステップ 12 までは各引出線に対して、上記とは逆方向に順次電流を流して固定子の各磁極を励磁する。コイルに対して順次パルス電流を流すので、固定子の磁極に現れる磁気極性が回転し、対応する回転子の磁極を吸引してモータの回転軸 28 は回転する。

上記のものと類似構造に構成された同期誘導電動機に関するものが、米国特許第 3206623 号公報に開示されている。

同公報に記載の同期誘導電動機は、コイルを嵌合し先端部に等ピッチで極歯を設けた磁極を、内部に向けて放射状に形成した環状の電極構造体である 2 個の同一構造である固定子と、軸方向に着磁した永久磁石と、この永久磁石の両側に外周に等ピッチで極歯を設けたエンドキャップ（磁極板）により形成して回転軸に構成させ、相互の磁氣的結合を遮蔽した 2 個の同一構造の回転子と、を対向して構成し、さらに、永久磁石の両側に形成したエンドキャップ（磁極板）同士の極歯の相互位置関係は極歯を構成する 1/2 ピッチずらししている。

30

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上記のように、従来の構成によるハイブリッド形ステッピングモータのステップ角 θ は下記（4）式によって示される。

$$\theta = 360^\circ / 2 \times M \times Z \cdots \cdots (4)$$

但し、（4）式に示す M は固定子の相数、Z は回転子の極歯の数である。

40

従って、ステップ角が微小なモータを得ようとする、相数を多くするか、回転子の極歯の数を多くしなければならない。

例えば、3 相のハイブリッド形ステッピングモータで回転子の極歯の数が 50 の場合のステップ角は上記（4）式から

$$\theta = 360^\circ / 2 \times 3 \times 50 = 1.2^\circ \text{ となる。}$$

【0006】

ところで、回転子は前述したように一般にプレス打抜きにより成型しているので、回転子の極歯の数はプレス型の精度能力によって決まる。

従って、極歯の数は無制限に多くすることはできない。回転子の極歯の数を押さえてステップ角を小さくする、即ち、極歯の数をそのままモータ（ステッピングモータ）の分

50

解能を倍増するには、例えば 3 相のモータならば 6 相にするように相数を増加すれば良い。

しかし、従来のモータ構造であると 6 相のモータを得るには、固定子には 24 極の磁極（図示せず）が必要であった。ヨークの直径を同一のまま磁極の数を増大させると、スロット面積が小さくなるので、コイルの断面積が小さくなって必要な銅量がとれなくなってしまうという問題があった。

そのために、所望される分解能のモータを得ようとする必要があった。また、磁極の数が多くなるのでコイルの数も増加しコイルの巻線工数等が増大するので作業効率が下がり、コストアップの原因にもなっていた。

また、固定子のコイルに流す電流を階段状に変化させるマイクロステップ駆動という方法がある。

しかし、このマイクロステップ駆動方法によると、回転子の静止位置は各相に流れる電流の相対値で決まるので、コイルに流す電流値のばらつき、スイッチ素子の特性のばらつき等が原因して精度の良い分解能を得ることが困難であった。

また、米国特許第 3206623 号公報に開示のものは、同一構造の固定子と回転子とを軸方向に連結した誘導同期電動機であって、従来の誘導同期電動機よりも大なるトルク（2 倍のトルク）を得ようとするものである。

しかし、上記米国特許公報に記載の技術を適用した電動機はステッピングモータと同様にパルス電源による駆動も可能であるが、分解能が低く精度の良い回転を得ることはできない。

本発明は従来のものの上記課題（問題点）を解決し、磁極数を増大しないで多相化を可能にし、よって、モータのサイズを大きくすることなく、また、複雑な駆動回路を形成しないで高分解能で高精度の 6 相 ハイブリッド形ステッピングモータを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明に基づく 6 相 ハイブリッド形ステッピングモータにおいては、当該固定子の内周に求心状で等ピッチに夫々が励磁用のコイルを嵌合した 6 個の磁極を形成し、夫々の磁極の先端には、所定数の極歯を形成した第 1 の単位固定子と、この第 1 の単位固定子と同一構造の第 2 の単位固定子とを相互に磁極ピッチの $1/2$ 回転偏位して固定した固定子と、この固定子の極歯に対応して外周全縁に極歯を形成した第 1 の回転子磁極と、この第 1 の回転子磁極と同一構造の第 2 の回転子磁極を、第 1 の回転子磁極に対して回転子の極歯間ピッチの $1/2$ 回転偏位し、軸方向に着磁した永久磁石を挟持して第 1 の単位固定子の磁極に対向するように構成した第 1 の回転子と、この第 1 の回転子と同一の構造を有し、第 1 の回転子に対して回転子の極歯間ピッチの $1/4$ 回転偏位し、非磁性体を挟んで第 2 の単位固定子の磁極に対向するように構成した第 2 の回転子とを備え、これらの第 1、第 2 の回転子を回転軸に結合するように構成した。

上述した固定子の極歯間ピッチと回転子の極歯間ピッチとを、下記（1）式を満足するように形成するのが望ましい。

$$\tau S = \tau R \cdots \cdots (1)$$

但し、上式で τS は固定子の極歯間ピッチ、 τR は固定子の極歯間ピッチである。

また、固定子の極歯間ピッチと回転子の極歯間ピッチとを、下記（2）式及び（3）式を満足するように形成するのが望ましい。

$$\tau S = 360^\circ / (Z \pm 2) \cdots \cdots (2)$$

$$\tau R = 360^\circ / Z \cdots \cdots (3)$$

さらに、任意の固定子の磁極とこの固定子の磁極と 180° の位置にある固定子の磁極夫々のコイルを同時に励磁した場合に、両磁極が同極になるように各コイルを形成するのが望ましい。

【0008】

【作用】

上記構成において、固定子の磁極の数を増大することなく多相ステッピングモータとしての機能が発揮される。従って、小型で精度の良い高分解能の6相ステッピングモータが得られる。

この場合、これらの小型、高精度、高分解能の機能は上記(1)式又は(2)式及び(3)式を満足することにより、さらに確実に発揮される。

また、上記のように各磁極のコイルを形成すると励磁回路の構成が容易になる。

【0009】

【実施例】

以下、本発明の一実施例を図面を参照して詳細に説明する。

図1は本発明に基づき形成したハイブリッド形ステッピングモータの縦断正面図、図2は図(1)のX-X'方向の断面を示している。

図1及び図2において、1はケーシングであって、ケーシング1はその内部に第1及び第2の単位固定子SAとSBが結合されて構成される固定子Sが設けられている。

第1の単位固定子SAは、ヨーク部2でケーシング1とは一体に結合されている。ヨーク部2の内方向には、このモータの構造特性に対応した所定数の磁極3Aが等しい角度間隔で求心状に形成されている。

各磁極3Aには詳細を後述するように電流を流して所定方向に順次磁化するためのコイル4が装着されている。

磁極の間隔は、各磁極が円周上に配列されているため、そのピッチは計測する半径位置で変化する。

磁極の角度間隔は一定であってピッチに換算でき、また、ピッチは一般的な用語なので、以降の説明では便宜上、角度間隔をピッチと称して説明する。

従って、数値としてピッチを表現する場合は角度を単位とする。

図2には、コイルを象徴的に記し、巻方向を示すために・マークと×マークを記し、例えば、×マーク側から電流を流せば、・マーク側に流出されることを示している。

同図に示すように、巻いたコイルに同一方向に電流を流すと、180°ずれた位置にある磁極は同一極性に励磁される。

また、各磁極3Aの先端部には、このモータの構造特性に対応した数の極歯3aが等しい角度間隔で形成されている。

極歯も上述した磁極と同様なので、以降の説明では極歯の角度間隔を固定子の極歯間ピッチと称して説明し、数値としてピッチを表現する場合は角度が単位となる。

第2の単位固定子SBは第1の単位固定子SAと同一の構造に構成され、第1の単位固定子SAとは磁極ピッチの1/2の角度回転偏位させてケーシング1に結合されている。なお、第2の単位固定子の磁極を3Bと付す。

なお、第1の単位固定子SAと第2の単位固定子SBとで、このモータの全固定子を形成している。

また、従来のモータと同様、ヨーク部2と磁極3A、3Bとは一体に形成されて磁性体板からプレス打抜きにより成型し、詳細を後述するように成型板を所定枚数積層し、コイル4を嵌合して夫々の単位固定子を形成すれば良い。

【0010】

ケーシング1の両端にはエンドカバー5、6が一体に結合されている。

エンドカバー5、6の中央部には夫々に軸受7a、7bが嵌合され、1対の軸受7a、7bは回転軸8を回転自在に支承している。

回転軸8には、第1の単位固定子SAに対向させた位置に第1の単位固定子SAの内面に対して所定の間隙を設けて第1の回転子RAが結合されており、また同様に第2の単位固定子SBには第2の回転子RBが結合されている。

第1の回転子RAは、第1、第2の回転子磁極10AA、10ABと、これらの回転子磁極の中間に配置される軸方向に着磁された永久磁石9とにより構成される。

第1、第2の回転子磁極10AAと10AB夫々の外周には第1の単位固定子の磁極3Aに形成した極歯3aの形状とピッチに対応させた所定の形状とピッチで極歯10aを形成

10

20

30

40

50

しており、第1の回転子磁極10AAの極歯10aと第2の回転子磁極10ABの極歯10aとは、後述の図4に示すように、回転子の極歯間ピッチの1/2の角度回転偏位させて結合されている。

第2の回転子RBも、第1の回転子RAと同様に、第1、第2の回転子磁極10BA、10BB及び永久磁石9により構成され、各回転子磁極の極歯の形成状態は第1の回転子RAと同一である。

なお、第1の回転子RAの極歯10aに対して第2の回転子RBの極歯10aは、後述の図4に示すように、極歯を回転子の極歯間ピッチの1/4の角度回転偏位させて結合されている。

この場合、回転子も一枚の磁性体板からプレス打抜きにより成型し、成型板を所定枚数積層して各回転子磁極を形成すれば良い。

上述した回転子側の磁極のピッチ、極歯間ピッチも、各磁極、極歯が円周上に配列されているため、計測する半径位置で変化する。従って、回転子側についても前述した固定子側の場合と同様に、角度間隔を回転子の極歯間ピッチと称して説明する。

【0011】

次に、図3を参照して固定子の作成方法の例を説明する。

固定子は図3に示すように円形のヨーク部2内部に所定数の磁極3A、3Bを等ピッチで求心状に形成した磁性材板（以下固定子鉄板と称す）SPを所定枚数極歯が重なるように積層して第1の単位固定子SA及び第2の単位固定子SBの各コア部を構成する。

各磁極3A、3Bの先端部には夫々所定数の極歯3aが等ピッチで形成されている。なお、この極歯は等ピッチでなくとも良い。

第1の単位固定子SA及び第2の単位固定子SBの各コア部は、図1、図2に示したように所定巻数で同一方向に巻き回したコイルを装着してケーシング1に固定する。

【0012】

図4は、前述した各回転子の極歯の相互位置関係を示し、第1の単位固定子SAに対向して構成した第1の回転子RA及び第2の単位固定子SBに対向して構成した第2の回転子RB夫々に形成した極歯の位置関係を拡大して示すものである。第1の回転子RAと第2の回転子RBは同一構造である。

即ち、図4には、図1に示す第1の回転子RAの第1の回転子磁極10AAの極歯10a及び第2の回転子磁極10ABの極歯10aと、第2の回転子RBの第1の回転子磁極10BAの極歯10a及び第2の回転子磁極10BBの極歯10aを夫々示している。

従って、永久磁石9の極性によって、第1の回転子RAの第1の回転子磁極10AAと第2の回転子RBの第1の回転子磁極10BAの各極歯10aには、いずれもN極が、第1の回転子RAの第2の回転子磁極10ABと第2の回転子RBの第2の回転子磁極10BBの各極歯10aにはいずれもS極が現れる。

同図に示すように、同一磁極の回転子の極歯間ピッチを τ_R とすると、第1の回転子RAの第1の回転子磁極10AAの極歯10aの中心部と第2の回転子磁極10ABの極歯10aの中心部とのピッチは $\tau_R/2$ となる。

また、第2の回転子RBにおいても、第1の回転子磁極10BAの極歯10aの中心部と第2の回転子磁極10BBの極歯10aの中心部とのピッチは $\tau_R/2$ である。

また、第1の回転子RAの第1の回転子磁極10AAの極歯10aの中心部と、第2の回転子RBの第1の回転子磁極10BAの極歯10aの中心部との偏位角度（ピッチ）は $\tau_R/4$ である。

【0013】

図5には、本発明に基づいて構成した6相のハイブリッド形ステッピングモータを例としてモータの固定子と回転子との相互関係状況を示している。

同図に示す θ_S は、第1、第2の各単位固定子SAとSB夫々の磁極ピッチの1/2を示しており、図同（A）は固定子の極歯間ピッチ τ_S と回転子の極歯間ピッチ τ_R とが下記（1）式に等しい場合、図同（B）は固定子の極歯間のピッチ τ_S と回転子の極歯間のピッチ τ_R との関係が下記（2）式及び（3）式で表わされ、 $\tau_S > \tau_R$ の場合を示してい

10

20

30

40

50

50

【 0 0 1 6 】

次に図 7、図 8 によって、本発明に基づき製作したモータの励磁方法の例を示す。

図 7 は、図 1、図 2 に示した構造のモータにおいて、各励磁用のコイルをモノファイル（ユニファイル）巻とし、12 本リードでバイポーラ駆動をする場合の結線を示している。同図において、横方向に付した数値は任意の箇所から付したコイルの順序を示している。例えば、1 番目と 7 番目のように 180° ずれた位置にある磁極は同一方向に電流を流すことによって同一の磁極が発生する。

図 7 において、A、A' は夫々 1 番目と 7 番目の磁極のコイルを同一方向に直列に接続した引出線、同様に D、D' は 2 番目と 8 番目の磁極のコイルを、B、B' は 3 番目と 9 番目の磁極のコイルを、E、E' は 4 番目と 10 番目の磁極のコイルを、C、C' は 5 番目と 11 番目の磁極のコイルを、F、F' は 6 番目と 12 番目の磁極のコイルを同一方向に直列に接続した引出線を示している。

図 8 は、図 7 に示した結線においてモータを 1 相励磁する場合に各引出線に電流を供給する励磁シーケンスを示している。

同図において、縦方向に上述した引出線の名称を順次記し、上部には横方向に励磁順序を記している。

各引出線名の横方向には励磁状態を四辺形で記している。上部に記した四辺形は、例えば A から A' 方向に電流を流し、下部に記した四辺形は、逆に、A' から A 方向に電流を流すことを示している。

【 0 0 1 7 】

図 9 は、上述した 6 相モータを図 8 に示したように 1 相励磁した場合の動作状態であるタイムシーケンスを示している。

図 9 の横方向にはモータを展開して示し、最上段には固定子の磁極列を左から 1 つおきに順次、第 1 の単位固定子 S A の所定の磁極 $3A_1$ 、 $3A_2$ 、 $3A_3$ 、 $3A_4$ を夫々記し、第 1 の単位固定子 S A の磁極 $3A_1$ の隣に示す第 2 の単位固定子 S B の磁極を磁極 $3B_1$ から 1 つおきに、 $3B_2$ 、 $3B_3$ と記している。

図 7 に示したコイル番号を図 9 に示す各固定子の符号に合わせると、例えば第 1 の単位固定子 S A の磁極 $3A_1$ のコイル番号を 1 とすると、 $3A_2$ のコイル番号が 3、 $3A_3$ のコイル番号が 5、 $3A_4$ のコイル番号が 7、また、第 2 の単位固定子 S B の磁極 $3B_1$ のコイル番号が 2、 $3B_2$ のコイル番号が 4、 $3B_3$ のコイル番号が 6、 $3B_4$ のコイル番号が 8 のようになる。

最上段の磁極の配置図の下からは、所定の磁極を励磁するステップ順に各回転子の磁極の位置を例示している。

即ち、各ステップにおいて、上段から第 1 の回転子 R A の第 1 の回転子磁極 $10AA$ 、第 2 の回転子磁極 $10AB$ 、第 2 の回転子 R B の第 1 の回転子磁極 $10BA$ 、第 2 の回転子磁極 $10BB$ を夫々示している。

各回転子の極歯に記した N は永久磁石によってその極歯には N 極が、S は永久磁石によってその極歯には S 極が現れていることを示している。

また、各ステップの上部に記した (N) 又は (S) はそのステップにおいて、その列の最上段に記した固定子の磁極が励磁されて現れている磁気極性を示している。

上記のように固定子の磁極を順次励磁することによって回転子が回転する状況を示すために、上述した回転子の所定の磁極に・マークを記しており、固定子によって吸引される回転子の磁極部を破線で囲って記している。

但し、ステップ 1 の欄に記す各回転子の磁極にはステップ 2 以降に吸引される磁極部を下の欄で示すタイミングに対応させて破線で囲っている。

【 0 0 1 8 】

次に、図 9 に示すタイムシーケンスによって本モータの動作を説明する。

所定のタイミングで、第 1 の単位固定子 S A の磁極 $3A_1$ と磁極 $3A_4$ に S 極が現れるようにコイルを励磁する（図 8 においては引出線 A から A' 方向に電流を流す）と、N 極である第 1 の回転子 R A の第 1 の回転子磁極 $10AA$ の近傍の極歯 $10AAa_1$ が吸引され、

図に示した位置になる（ステップ１）。

次に、第２の単位固定子ＳＢの磁極３Ｂ_１と磁極３Ｂ_４（図示せず）にＳ極が現れるようにコイルを励磁する（図８においては引出線ＤからＤ'方向に電流を流す）と、Ｎ極である第２の回転子ＲＢの第１の回転子磁極１０ＢＡの近傍の極歯が吸引され、図に示した位置になる（ステップ２）。

次に、第１の単位固定子ＳＡの磁極３Ａ_２と磁極３Ａ_５（図示せず）にＮ極が現れるようにコイルを励磁する（図８においては引出線Ｂ'からＢ方向に電流を流す）と、Ｓ極である第１の回転子ＲＡの第２の回転子磁極１０ＡＢの近傍の極歯が吸引され、図に示した位置になる（ステップ３）。

次に、第２の単位固定子ＳＢの磁極３Ｂ_２と磁極３Ｂ_５（図示せず）にＮ極が現れるようにコイルを励磁する（図８においては引出線Ｅ'からＥ方向に電流を流す）と、Ｓ極である第２の回転子ＲＢの第２の回転子磁極１０ＢＢの近傍の極歯が吸引され、図に示した位置になる（ステップ４）。

10

次に、第１の単位固定子ＳＡの磁極３Ａ_３と磁極３Ａ_６（図示せず）にＳ極が現れるようにコイルを励磁する（図８においては引出線ＣからＣ'方向に電流を流す）と、Ｎ極である第１の回転子ＲＡの第１の回転子磁極１０ＡＡの近傍の極歯が吸引され、図に示した位置になる（ステップ５）。

次に、第２の単位固定子ＳＢの磁極３Ｂ_３と磁極３Ｂ_６（図示せず）にＳ極が現れるようにコイルを励磁する（図８においては引出線ＦからＦ'方向に電流を流す）と、Ｎ極である第２の回転子ＲＢの第１の回転子磁極１０ＢＡの近傍の極歯が吸引され、図に示した位置になる（ステップ６）。

20

上記のように順次、第１の単位固定子ＳＡの磁極と第２の単位固定子ＳＢの磁極に対し、Ｎ極又はＳ極が現れるように励磁することによって、この励磁された磁極に対応する回転子の磁極が吸引されて回転する。

【００１９】

上述の実施例は本発明の技術思想を実現する一例を示したものであって、そのモータの用途と用途に対応した回転速度や所望されるトルク、状況に適した電源条件等に対応して適切に応用変更しても良いことは当然である。

【００２０】

【発明の効果】

30

本発明に基づく６相ハイブリッド形ステッピングモータは、上述のように形成し作動するようにしたので、次のような優れた効果を有する。

(a) 従来のハイブリッド形ステッピングモータに比して、少ない磁極の数で６相のモータを得ることができる。

(b) すなわち、従来の６相ステッピングモータには２４個の固定子磁極が必要であったが、本発明のものでは１２個の固定子磁極で実現できる。

(c) 固定子磁極の数を減らすことができたので、同一相数のステッピングモータの小型化が可能になった。

(d) 固定子磁極の数を減らすことができたので、３相より分解能の高い６相ステッピングモータの実現が容易になり、従来は困難であった６相ステッピングモータが低価格で実現できる。

40

(e) 固定子磁極の数を減らすことができるので、巻線の数が減ると同時に巻線の加工費が大幅に削減できる。

(f) 固定子磁極の数を減らすことによって、回転子の極歯をピッチを小さくして多数設けなくても、従来市販されているステッピングモータよりも微少なステップ角が得られ、従ってステッピングモータの分解能が向上され、従来のマイクロステップ駆動で得られる位置精度よりも倍以上の位置精度が得られるようになった。

(g) 従って、本発明のステッピングモータを使用すれば、位置決め精度を必要とする装置や低速低回転ムラを要求されるデジタルカラーＰＰＣ等の高精度を要求されるＯＡ機器等の性能が向上し、また、コストダウンが図れる。

50

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に基づく実施例のハイブリッド形ステッピングモータの縦断正面図である。

【図 2】図 1 の X - X' 断面図である。

【図 3】本発明に基づいて固定子を形成する磁性材板（固定子鉄板）の形状を説明する平面図である。

【図 4】回転子を構成する 4 個の磁極に設けた極歯の位置関係を拡大して示している回転子磁極先端部の展開説明図である。

【図 5】本発明に基づいて構成したハイブリッド形ステッピングモータの固定子と回転子の極歯部の展開説明図であって、図 5 (A) は、固定子のピッチ（間隔角度）と回転子のピッチ（間隔角度）が等しい場合の図、同図 (B) は、固定子のピッチ（間隔角度）が、（固定子の磁極数 ± 2 ）を 360° で割った値であって固定子のピッチ（間隔角度）が回転子のピッチ（間隔角度）よりも大きい場合の図である。

10

【図 6】本発明に基づいて構成したハイブリッド形ステッピングモータにおいて、回転子の歯数とステップ角との関係を示す図表である。

【図 7】本発明に基づいて構成したハイブリッド形ステッピングモータにおけるモノファイラ巻線の接続状態を示す結線図である。

【図 8】本発明に基づいて構成したハイブリッド形ステッピングモータにおける励磁シーケンス図である。

【図 9】図 8 に示す励磁シーケンスによる実行時における固定子の極歯と回転子の極歯との位置関係を説明する固定子と回転子の極歯部の展開説明図である。

20

【図 10】従来のハイブリッド形ステッピングモータ例の縦断正面図である。

【図 11】図 10 における X - X' 断面図である。

【図 12】従来構造のハイブリッド形ステッピングモータのモノファイラ巻きでの結線図である。

【図 13】従来構造のハイブリッド形ステッピングモータの励磁シーケンス図である。

【符号の説明】

2：ヨーク部

3 A ~ 3 B₁：固定子の磁極

3 a ~ 3 B a₁：固定子の極歯

30

4：コイル

8：回転軸

9：永久磁石

10 A A ~ 10 B B：回転子磁極

10 a ~ 10 B A a_n：回転子の極歯

11：非磁性体

R A、R B：回転子

S：固定子

S A、S B：単位固定子

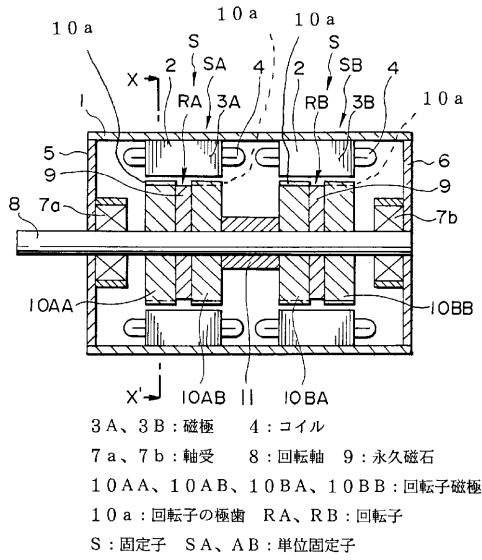
S P：磁性材板（固定子鉄板）

40

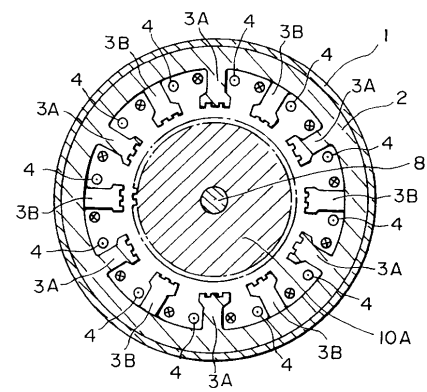
τ R：回転子の極歯間ピッチ（間隔角度）

τ S：固定子の極歯間ピッチ（間隔角度）

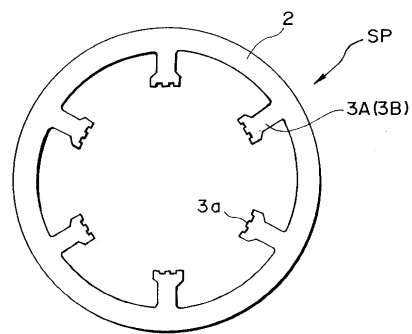
【 図 1 】



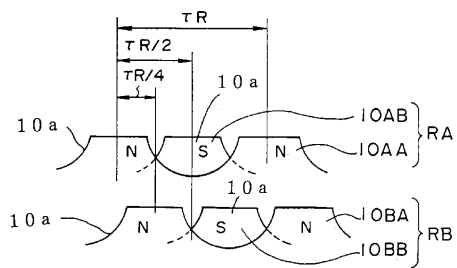
【 図 2 】



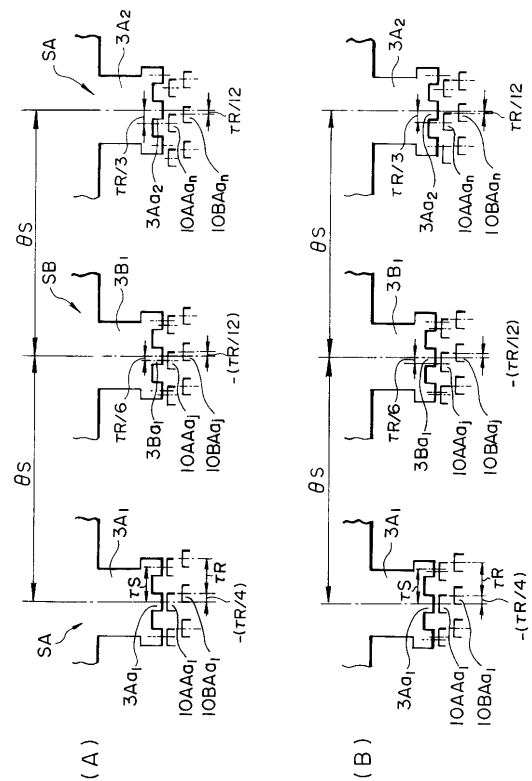
【 図 3 】



【 図 4 】



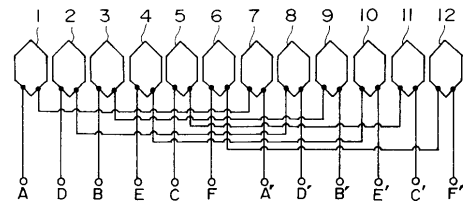
【 図 5 】



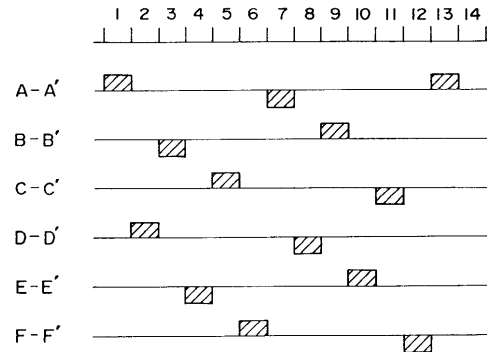
【図 6】

n	Z = 6n - 4 の場合			Z = 6n + 4 の場合		
	Z	ステップ角(度) (3相)	ステップ角(度) (6相)	Z	ステップ角(度) (3相)	ステップ角(度) (6相)
1	2	30.0	15.0	10	6.0	3.0
2	8	7.5	3.75	16	3.75	1.875
3	14	4.285	2.142	22	2.727	1.363
4	20	3.0	1.5	28	2.142	1.071
5	26	2.307	1.153	34	1.764	0.882
6	32	1.875	0.937	40	1.5	0.75
7	38	1.578	0.789	46	1.304	0.652
8	44	1.363	0.681	52	1.153	0.769
9	50	1.2	0.6	58	1.034	0.517
10	56	1.071	0.535	64	0.937	0.468
11	62	0.967	0.483	70	0.857	0.428
12	68	0.882	0.441	76	0.789	0.394
13	74	0.810	0.405	82	0.731	0.365
14	80	0.75	0.375	88	0.681	0.341
15	86	0.697	0.348	94	0.638	0.319
16	92	0.652	0.326	100	0.6	0.3
・	・	・	・	・	・	・
・	・	・	・	・	・	・

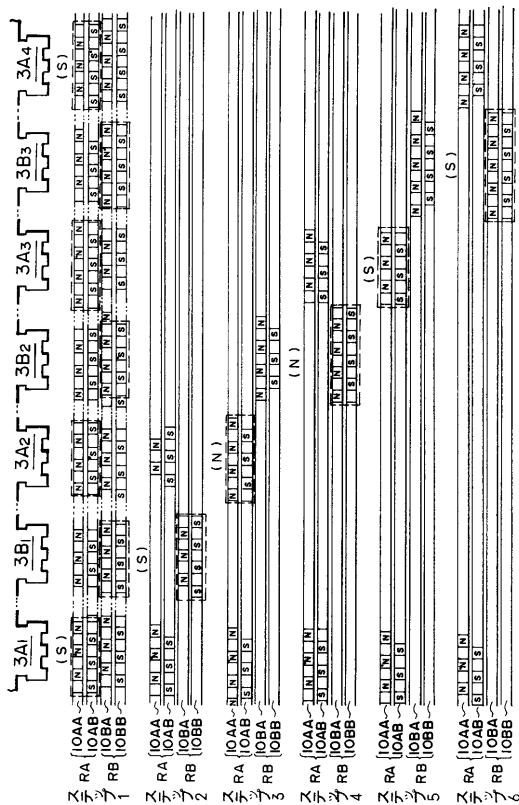
【図 7】



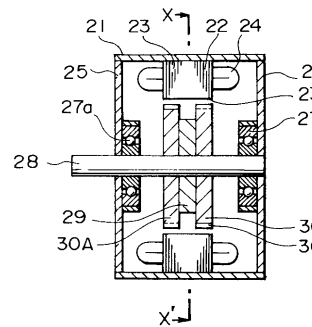
【図 8】



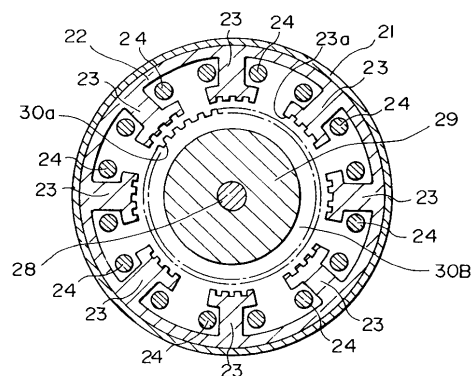
【図 9】



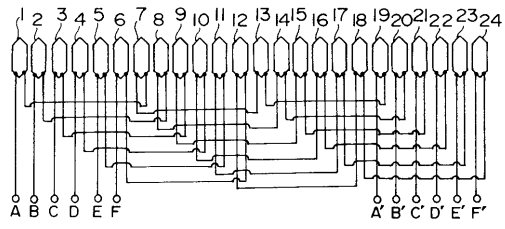
【図 10】



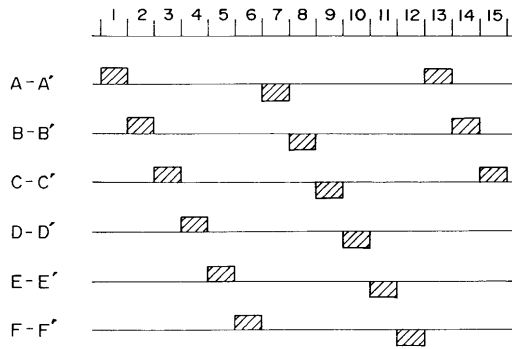
【図 11】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平6 - 086515 (JP, A)
特開平6 - 217516 (JP, A)
特開平2 - 269458 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
H02K 37/00-37/24