



特許協力条約に基づいて公開された国際出願

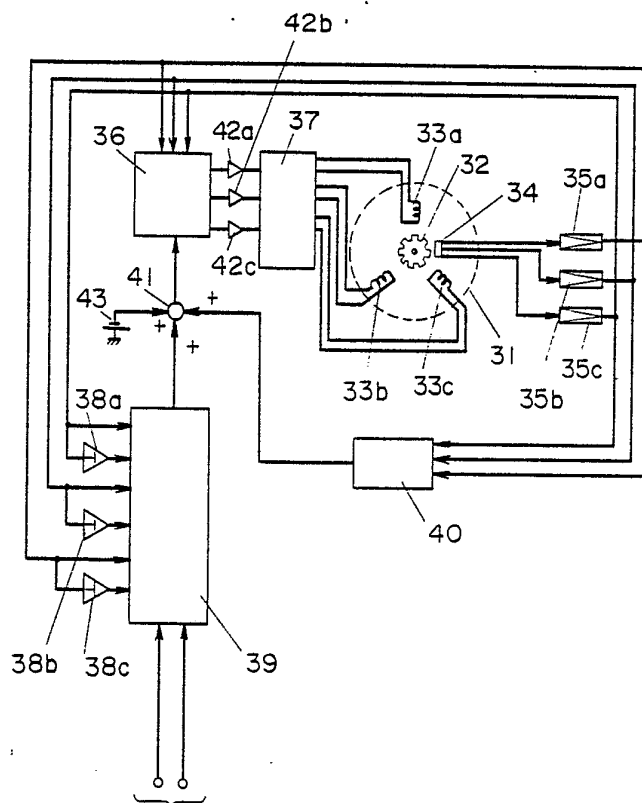
(51) 国際特許分類 ⁴ H02P 6/02	A1	(11) 国際公開番号 WO 87/01251 (43) 国際公開日 1987年2月26日 (26. 02. 87)
(21) 国際出願番号 PCT/JP85/00679 (22) 国際出願日 1985年12月10日 (10. 12. 85) (31) 優先権主張番号 特開昭60-177121 (32) 優先日 1985年8月12日 (12. 08. 85) (33) 優先権主張国 JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP] 〒571 大阪府門真市大字門真1006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) 玉江裕明 (TAMAE, Hiroaki) [JP/JP] 〒573 大阪府枚方市東中振2丁目9番1-713号 Osaka, (JP) 芦崎幸弘 (ASHIZAKI, Yoshihiro) [JP/JP] 〒576 大阪府交野市妙見坂5丁目3番106号 Osaka, (JP) (74) 代理人 弁理士 中尾敏男, 外 (NAKAO, Toshio et al.) 〒571 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内 Osaka, (JP) (81) 指定国 DE, GB, US. 添付公開書類 国際調査報告書		

(54) Title: BRUSHLESS MOTOR

(54) 発明の名称 ブラシレスモータ

(57) Abstract

A brushless motor comprising a rotor which consists of a magnetic member or a permanent magnet, a stator having a stator core and a plurality of coils, a non-contact sensor for detecting the position of the rotor, speed detector means, electronic switching means which receives a step-up input from the external unit and which switches the phase-advancing position signal, phase-advancing means for advancing the phase of position signal depending upon the instruction quantity, and a drive circuit for energizing the coils. The small brushless motor has a positioning function, and rotates at a high speed in synchronism with the step-up pulses sent from the external unit.



(57) 要約

本発明は、磁性体または永久磁石よりなる回転子と、固定子コアと複数個のコイルを備えた固定子と、回転子の位置を検出する非接触センサと、速度検出手段と、外部からの歩進入力を受けつけ、進相用位置信号を切り替える電子スイッチ手段と、指令量により位置信号を進相させる進相手段と、コイルを付勢する駆動回路とを備えたブラシレスモータであり、位置決めの機能をもち、外部の歩進パルスに同期して高速に回転する小型のブラシレスモータを提供できる。

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加盟国を特定するために使用されるコード

AT	オーストリア	FR	フランス	ML	マリ
AU	オーストラリア	GA	ガボン	MR	モーリタニア
BB	バルバドス	GB	イギリス	MW	マラウイ
BE	ベルギー	HU	ハンガリー	NL	オランダ
BR	ブラジル	IT	イタリア	NO	ノルウェー
BG	ブルガリア	JP	日本	RO	ルーマニア
CF	中央アフリカ共和国	KP	朝鮮民主主義人民共和国	SD	スーダン
CG	コンゴ	KR	大韓民国	SE	スウェーデン
CH	スイス	LI	リヒテンシュタイン	SN	セネガル
CM	カメルーン	LK	スリランカ	SU	ソビエト連邦
DE	西ドイツ	LU	ルクセンブルグ	TD	チャド
DK	デンマーク	MC	モナコ	TG	トーゴ
FI	フィンランド	MG	マダガスカル	US	米国

- 1 -

明 細 書

発 明 の 名 称

ブラシレスモータ

技 術 分 野

本発明は、位置決め動作可能で高速回転とすることのできるブラシレスモータに関する。

背景技術

近年の半導体技術及びデジタル技術の発達により産業上のあらゆる機器のデジタル化が進み、マイクロコンピュータの採用が促進されている。これらの機器の駆動源としてはデジタル的な位置決め動作が可能なモータが適しており、従来、ステッピングモータやサーボモータが使用されていた。

しかしステッピングモータはコイルのもつ時定数や、鉄損の影響により高スピードでは電流の立ち上がりが遅れてタイミング良くトルクが発生せず高速回転には向いていない。特に位置分解能を上げる為、磁極ピッチを細かくした場合は1回転当たりのスイッチング周波数が上がる為その影響が大きく出ていた。

また、ステッピングモータの上記欠点をおぎなう為、外部にエンコーダをつけ、モータのスピードに応じて、通電相の切替を時間的に早くして電流の立ち上がり遅れをカバーする方法がとれる場合もあるが、この方法ではモータ外部にエンコーダをつけている為、形状が大きくなり、またエンコーダが高価であるという欠点があった。

一方、位置決めサーボ系では、デジタル位置指令に従って高速運転でき、かつ位置決め特性を得ることができる。しかし、

- 2 -

エンコーダが高価であるということと、制御系の回路規模が大きくかつ高価であるという欠点をもっている。

上記のように、ステッピングモータは、高速回転できないという欠点を持ち、ステッピングモータにエンコーダをつけたものでは、形状が大きくエンコーダが高価であるという欠点をもっている。またサーボモータでは、制御系とエンコーダが高価であるという欠点をもっていた。

本発明は前記問題点に鑑み従来のステッピングモータと同程度の形状で、かつ比較的簡単な回路構成で、位置決め機能と、高速回転性を持ったブラシレスモータを提供するものである。

発明の開示

上記問題点を解決するために本発明のブラシレスモータは、

- (a) 磁性体または永久磁石よりなる回転子と、
- (b) 回転子と空隙を介して対向する固定子コアと複数個のコイルを少なくとも備えた固定子と、
- (c) 回転子を回転自在に支える軸受装置と、
- (d) 固定子にとりつけられ、回転子の位置の変化を検出しこれを電気信号に変換して、互いに位相の異なる略正弦波状の位置信号を出力する非接触センサと、
- (e) 位置信号の変化を速度信号に変換する速度検出手段と、
- (f) 外部からの歩進指令信号を受けつけ、歩進指令信号数により多相の位置信号を順序よく選択する電子スイッチ手段と、
- (g) 速度信号と選択された位置信号の加算値を進相量として前記位置信号の位相を進ませる進相手段と、
- (h) 進相された位置信号によって複数個のコイルを付勢する駆

動回路をそなえたものである。

本発明は前記の構成によって、モータに内蔵された非接触センサにより得られる位置信号を、電子スイッチ手段により選択された位置信号自身に応じて相切替用位置信号を進相させ、進相された位置信号によってコイルを付勢することにより歩進機能と位置決め機能をもつブラシレスモータを得ている。さらに、速度信号を進相指令量に加算することにより、速度に応じて全体的に位置信号の進相量を増して電流の立上がり遅れをカバーし高速回転を行うことができる。

図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1の実施例のブラシレスモータの原理図、第2図は第1の実施例のモータ機構部の断面図、第3図(a)、(b)は第1の実施例の非接触センサの取り付けを示す斜視図および断面図、第4図は第1の実施例の固定子コアの平面図、第5図(a)～(d)は第1の実施例の固定子コアと磁石との取り付けを示す斜視図、第6図は第1の実施例の非接触センサの固定子コアへの取り付け位置を示す図、第7図は第1の実施例の電気回路部のブロック図、第8図(a)～(d)は本発明の第1の実施例のコイル結線図とモータのトルク分布を示す図、第9図(a)～(e)は第1の実施例のセンサ位置を説明する図、第10図は第1の実施例の電子スイッチ手段の構成図、第11図は第1の実施例の歩進動作時のトルク分布を示す図である。

第12図は本発明の第2の実施例の電気回路のブロック図、第13図は第2の実施例のトルク分布を示す図である。第14図

- 4 -

(a) , (b) は本発明の第 3 の実施例の主要部の構成を示す縦断面図および平面図、第 15 図 (a) , (b) は第 3 の実施例に使用しているセンサの構造図および等価回路図、第 16 図は第 3 の実施例のセンサ出力波形図である。

第 17 図は本発明の第 4 の実施例のモータ部の断面図、第 18 図は第 17 図の A - A' 線における断面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下本発明の一実施例のブラシレスモータについて図面を参照しながら説明する。

第 1 図は本発明の第 1 の実施例のブラシレスモータの機構部の原理図を示すもので、モータを直線上に展開したものである。

固定子コア 1 は大きく分けて磁極歯群 A , B , C を有するコア 1 a と磁極歯群 A , B , C を有するコア 1 b から成る。2 は固定子コア 1 の磁極歯群に巻装したコイル、3 は固定子コア 1 a と 2 a との間に介在させた永久磁石、4 は一定の角度ピッチで複数の凹凸の磁極歯を有する回転子コアである。なお、固定子コアの磁極歯群 A , B , C は回転子コア 4 の磁極歯 (ピッチ L) に対してそれぞれ 0 ピッチ、 $L/3$ ピッチ、 $-L/3$ ピッチずれており、磁極歯群 A , B , C はそれぞれ $L/2$ ピッチ、 $L/2 - L/3$ ピッチ、 $L/2 - L/3$ ピッチずれている。このとき、それぞれの磁極歯群のパーミアンス変化は、歯形状を工夫することにより正弦波として扱うことができ、

$$P_A = P_0 + p \cdot \cos \theta$$

$$P_B = P_0 + p \cdot \cos (\theta - 120^\circ)$$

$$P_C = P_0 + p \cdot \cos (\theta - 240^\circ)$$

- 5 -

$$P_A = P_0 - p \cdot \cos \theta$$

$$P_B = P_0 - p \cdot \cos (\theta - 120^\circ)$$

$$P_C = P_0 - p \cdot \cos (\theta - 240^\circ)$$

$$P_0 = (P_{\max} + P_{\min}) / 2$$

$$P = (P_{\max} - P_{\min}) / 2$$

$P_{\max}$: 歯対向時、 $P_{\min}$: 歯非対向時、

$$\theta = 2\pi \frac{x}{L}$$

とあらわすことができる。

又、永久磁石3のつくる磁束は、

$$\phi_{MA} = \left(1 + \frac{p}{P_0} \cdot \cos \theta \right) \phi_M$$

$$\phi_{MB} = \left\{ 1 + \frac{p}{P_0} \cdot \cos (\theta - 120^\circ) \right\} \phi_M$$

$$\phi_{MC} = \left\{ 1 + \frac{p}{P_0} \cdot \cos (\theta - 240^\circ) \right\} \phi_M$$

$$\phi_{\bar{M}A} = \left(1 - \frac{p}{P_0} \cdot \cos \theta \right) \phi_M$$

$$\phi_{\bar{M}B} = \left\{ 1 - \frac{p}{P_0} \cdot \cos (\theta - 120^\circ) \right\} \phi_M$$

$$\phi_{\bar{M}C} = \left\{ 1 - \frac{p}{P_0} \cdot \cos (\theta - 240^\circ) \right\} \phi_M$$

$3\phi_M$: 永久磁石のつくる平均磁束

となる。

通常の正弦波ドライブのブラシレスモータとして用いる場合、

- 6 -

電流を次のように選ぶ。

$$I_A = I_0 \cdot \sin \theta$$

$$I_B = I_0 \cdot \sin (\theta - 120^\circ)$$

$$I_C = I_0 \cdot \sin (\theta - 240^\circ)$$

$$I_{\bar{A}} = -I_0 \cdot \sin \theta$$

$$I_{\bar{B}} = -I_0 \cdot \sin (\theta - 120^\circ)$$

$$I_{\bar{C}} = -I_0 \cdot \sin (\theta - 240^\circ)$$

これによりコイル2の作る磁束は、

$$\phi_{CA} = -N P_A I_A \quad \phi_{C\bar{A}} = -N P_{\bar{A}} I_{\bar{A}}$$

$$\phi_{CB} = -N P_B I_B \quad \phi_{C\bar{B}} = -N P_{\bar{B}} I_{\bar{B}}$$

$$\phi_{CC} = -N P_C I_C \quad \phi_{C\bar{C}} = -N P_{\bar{C}} I_{\bar{C}}$$

N : - 磁極歯群当たりのコイル巻数となる。

各相の磁束は、 ϕ_M と ϕ_C の和となり、

$$\phi_A = P_A \left(\frac{\phi_M}{P_0} - N I_A \right) \quad \phi_{\bar{A}} = P_{\bar{A}} \left(\frac{\phi_M}{P_0} - N I_{\bar{A}} \right)$$

$$\phi_B = P_B \left(\frac{\phi_M}{P_0} - N I_B \right) \quad \phi_{\bar{B}} = P_{\bar{B}} \left(\frac{\phi_M}{P_0} - N I_{\bar{B}} \right)$$

$$\phi_C = P_C \left(\frac{\phi_M}{P_0} - N I_C \right) \quad \phi_{\bar{C}} = P_{\bar{C}} \left(\frac{\phi_M}{P_0} - N I_{\bar{C}} \right)$$

一方、リラクタンス変化は、

$$R_A = R_0 - \gamma \cdot \cos \theta$$

$$R_B = R_0 - \gamma \cdot \cos (\theta - 120^\circ)$$

$$R_C = R_0 - \gamma \cdot \cos (\theta - 240^\circ)$$

$$R_{\bar{A}} = R_0 + \gamma \cdot \cos \theta$$

$$R_{\bar{B}} = R_0 + \gamma \cdot \cos (\theta - 120^\circ)$$

- 7 -

$$R \bar{c} = R_0 + \gamma \cdot \cos (\theta - 240^\circ)$$

$$R_0 = (R_{\max} + R_{\min}) / 2$$

$$\gamma = (R_{\max} - R_{\min}) / 2$$

$R_{\max}$: 歯非対向時、 $R_{\min}$: 歯対向時

各相推力は、

$$F_i = -\frac{1}{2} \phi_i^2 \frac{d R_i}{d x}$$

($i = A, B, C, \bar{A}, \bar{B}, \bar{C}$)

全推力は、

$$F = \sum F_i = \frac{2 \pi (N I_0) B_m S_m}{L} \cdot m, \quad m = \frac{p}{p_0},$$

B_m : 永久磁石動作点、 S_m : 永久磁石断面積

となり、通常の、正弦波駆動のブラシレスモータとして用いる場合には、理論的にコギング、トルクリップルのない運動を行うことができることがわかる。

第2図は本発明の第1の実施例のブラシレスモータの機構部断面図、第3図は非接触センサの取り付けを示す断面図である。

外周に同一角度ピッチで歯を形成している回転子コア12は、シャフト18に圧入され、軸受装置19を介して、ケース16、17内に装備される。一方、固定子コア11にはコイル14を巻回され、永久磁石13が取り付けられてケース16にヨーク15を介して固定される。さらに、非接触センサ20が回転子コア12の外周に若干の間隔を置いて配置されケース16に固定される。この非接触センサ20は回転子コア12の歯の凹凸を磁氣的もしくは光学的な手段によって検出する。これを電気

信号に変え、略正弦波状の位置信号を得る。

第4図に固定子コア11の形状を示す。固定子コア11は回転子コア12の外周の全周にわたって設けた磁極歯に対して、それぞれ位相の異なる6つの磁極歯群を基本単位として備えている。もちろん、同一固定子内に複数の基本単位の磁極歯群を配置してもよい。

第5図に固定子コアと磁石の取付方法を示す。(a)の様に軸方向に配した固定子コア11とヨーク15の間に永久磁石13を取り付ける方法、(b)の様に径方向に配した固定子コア11の外周とヨーク15との間に永久磁石13を取り付ける方法、(c)の様に径方向に分割した固定子コア11の間に永久磁石13を取り付ける方法、さらに(d)の様に軸方向に2分割した固定子コア11の間に永久磁石13を取り付ける方法がある。非接触センサ20は、第6図の様に固定子コア11の磁極歯群の間に配置されている。

第7図は本発明の第1の実施例のブラシレスモータの電気回路部のブロック図である。

第7図において、31は前述のモータの機構部で、32は回転子、33a、33b、33cは3相のコイル、34は磁気抵抗素子等からなる非接触センサである。35a、35b、35cは前記非接触センサ34の3相位置信号出力をそれぞれ増巾する位置信号増巾器である。

36は進相指令量に応じて3相の位置信号の位相を進ませる進相回路、37は3相モータのコイルに進相された位置信号の極性の変化に応じて電流を流す3相全波型矩形波駆動回路である。

38a, 38b, 38cは3相の位置信号を反転する増巾器である。39は外部からの歩進指令信号を受けつけ、位置信号と反転された位置信号の合計6信号から1つを選択して出力する電子スイッチ回路である。40は位置信号の変化を速度信号に変換する周波数-電圧変換(FV変換)回路、41は加算器であり、42a, 42b, 42cは位置信号の矩形化回路である。また43は進相バイアス電圧である。

以上のように構成されたブラシレスモータについて、以下動作を説明する。

第8図は本実施例のブラシレスモータのコイル結線図と、モータのトルク分布を示すものである。第8図(a)のようにコイルには一定電流が①～⑥のように切替って流れる。このとき固定子、回転子間の空隙の磁気抵抗と空間磁束密度分布が回転角に対して正弦波状に分布しているとすれば、第8図(b)のように各相トルクは回転角度に対し、回転子の磁極歯ピッチ τ を周期とする正弦波状の分布となる。

通常のブラシレスモータでは、回転子の位置を検出する非接触センサの位相を調整し第8図(c)のような連続的なトルクを得るが、本発明のブラシレスモータでは、基本的に第8図(d)のようなトルク分布になるよう非接触センサの位置を調整する。このような通電を行うと、回転子は回転せず通電相によって決まる位置に保持され、位置決め特性をもつことになる。

最初に基本的な1相分の、センサ信号と回転子とトルク分布の関係を第9図を用いて説明する。非接触センサ34に磁気抵抗素子を用いた場合、センサ出力は磁気抵抗の変化に応じて第9

- 1 0 -

図（a）のように略正弦波状になる。固定子磁極歯 11a と回転子磁極歯 12a との位置関係が第9図（b）の場合は吸引力が働いているときの安定点でトルクは0である。第9図（c）の場合は反発力が働いているときの安定点でこれもトルク0である。

トルク最大時の歯の位置関係は第9図（d）で、吸引力が働くときは回転子には右方向への回転トルクが発生し、反発力が働くときは左方向への回転トルクが発生する。

センサ信号の極性に従ってコイル電流をON・OFFする場合、通常のブラシレスモータのように連続的なトルクを発生するには第9図（e）Aのように非接触センサー相分のエレメント中

心が、固定子磁極歯の凹凸の中心から $\frac{1}{4}$ ピッチずれた位置になるようにセンサを配置すればよい。

本発明のブラシレスモータのように、位置決めの特性を得るには、第9図（b）、（c）の関係のときに通電期間の中心がくればよいので、第9図（e）Bのように非接触センサー相分のセンサエレメントの中心と固定子磁極歯の凹凸の中心が一致するように配置すれば良い。

このとき各相の発生トルクと各相のセンサ出力は $\frac{1}{4}$ ピッチずれた関係になる。

進相回路36は略正弦波の3相センサ信号の位相を進相指令電圧に応じて進ませたり遅らせたりする回路で、センサ信号のベクトル加算による方法や、指示量により正弦的な値の変化を

- 1 1 -

する基準信号とセンサ信号との乗算による方法で得られる。センサ信号は相励磁用の信号として進相回路36に導かれると同時に進相指令用としても用いられる。

第8図に示すように3相のセンサ信号はそれぞれ反転され、計6信号が電子スイッチ回路39に入力される。

電子スイッチ回路39は、第10図に示すように6進の可逆カウンタ39aと、カウンタの出力により、6つの信号から1つを選択するデコーダ39bにより構成される。

この構成により、両方向の歩進指令に対しても6つの位置信号を可逆的に順序よく選択することができるようにしている。

また、FV変換回路4.0は、センサ信号の変化から速度に応じた電圧を発生させる回路で、微分器を中心とした回路で構成される。

さて外部からのパルス指令の間隔が長く速度電圧がほとんど無視できる場合の本発明のブラシレスモータの動作を第11図にて説明する。

第11図(a)は3相のコイルA、B、Cに一定電流を流したときのトルク分布を示す。

(b)は固定子磁極歯凹凸の中心に配置された各相のセンサの出力信号を示している。前述したようにトルク分布とセンサの

出力波形は $\frac{1}{4}$ ピッチずつつずれている。第11図(c)は第8図

(a)のように結線された3相全波駆動の場合の各励磁モードのトルク分布であり、各2相トルクの合成値となっている。セ

- 1 2 -

ンサ信号はバイアス電圧で速度 0 のとき電気角で $30^\circ \left(\frac{\tau}{12} \right)$

遅相されており、矩形化回路 42 a, 42 b, 42 c により波形整形され、第 11 図 (d) に示す波形になる。

これが駆動回路に入力され、内部のロジック回路により各相コイルの通電方向と期間を決める為の、第 11 図 (e) に示す波形が合成され、これに従ってコイル電流が流れる。

いま、第 11 図 (c) の安定点①, A でのトルクが発生するように励磁されているとき、電子スイッチ回路 39 により第 11 図 (b) の位置信号 $\bar{b}$ が選択されるようにしておく。この状態で外部からの歩進指令がないときは、A でのトルク曲線によりモータは同位置を保持する。正方向歩進パルスが 1 パルスずつ入るに従って電子スイッチがセンサ信号 $\bar{b} \rightarrow a \rightarrow \bar{c} \rightarrow b \rightarrow \bar{a} \rightarrow c \rightarrow \bar{b}$ を次々選択するようにしておけば、上記 $\bar{b}$ が選ばれて安定しているときに正方向指令の 1 パルスが入ると進相用のセンサ信号は a に切替わり、進相指令電圧として第 11 図 (b) の a 上の②の点の正電圧が出力される。この②点の電圧によって相切替用センサ信号が電気角で 30° 以上 90° 以下の進相をするように進相回路 36 の電圧-進相角度係数を定めておけばコイルの相励磁が $\bar{c}$ B に切替わって正方向のトルクが発生し回転子は正方向に始動する。しかし、回転に従って進相用センサ信号 a のレベルは小さくなり、相切替用センサ進号の進相量も少なくななので、次の励磁モードである B $\bar{a}$ に切替わることなく $\bar{c}$ B のトルク分布に従って第 11 図 (c) の③で安定をする。安定点③ではセンサ出力 a による進相量は 0 である。

- 1 3 -

この状態で次の正方向指令パルスが1パルス入れば進相用センサ信号 $\overline{b}$ が選択され同じように次の安定点へ移動する。第11図(c)②の状態では逆方向指令パルスが1パルス入ると、電子スイッチ39内の6進カウンタ出力は1つ前の状態へ戻り進相用センサ信号 $\overline{b}$ が選択される。

このとき $\overline{b}$ のレベルは負であるので相切替センサ信号は遅相され、A Cのモードが選択され逆方向のトルクが働き①点で安定する。

以上のように、外部の歩進パルスに応じて1ステップずつ指令の方向に回転することがわかる。

次に外部の歩進指令の間隔が短くなり、それによって回転子のスピードが上がってくると、F V変換回路40の出力電圧が大きくなりこの速度電圧が加算器41により、進相用位置電圧と加算され、相励磁用センサ信号は、スピードの遅い場合より進相量が大きくなる。F V変換出力のレベルを適当に調節することにより、通常のブラシレスモータと同様な第11図(c)のトルク分布のピーク点に近い連続的トルクを発生させることができ、さらに進相により早めにコイル励磁を切替えてスイッチング周波数の増加に伴うコイル電流の立上がり遅れをカバーして高速の運転をすることができる。

以上のように本実施例によれば円周上に一定ピッチでぎざぎざした磁極歯を備えた磁性体よりなる回転子と、磁極歯群を備えた固定子コアと、永久磁石、多相のコイルよりなる固定子と、回転子の磁極の凹凸を検出し略正弦波状の位置信号を出力する非接触センサと、速度検出手段と、電子スイッチ手段と、進相

手段と駆動回路を設けることにより、歩進機能と位置決め機能をもち、高速で回転する小型かつ廉価なブラシレスモータを得ることができる。

以下本発明の第2の実施例について図面を参照しながら説明する。

第12図は本発明の第2の実施例のブラシレスモータの電気回路部のブロック図である。

第7図の構成と異なるのは、矩形波回路と、進相バイアス電圧をなくし、駆動回路37を3相全波正弦波駆動回路として、さらに位置微調入力端子44を設けた点である。

正弦波駆動回路の場合、位置センサ34の出力に応じた略正弦波状の電流がコイルに流れるので、回転子、固定子対向面空隙の磁束の空間分布を正弦波と仮定した場合、トルクは次式で表わせる。

$$\begin{aligned}
 T = K_1 \{ & \sin \theta \times \sin \left(\theta - \frac{\pi}{2} + \alpha \right) + \sin \left(\theta - \frac{2}{3} \pi \right) \\
 & \times \sin \left(\theta - \frac{\pi}{2} - \frac{2}{3} \pi + \alpha \right) - \sin \left(\theta - \frac{4}{3} \pi \right) \times \\
 & \sin \left(\theta - \frac{\pi}{2} - \frac{4}{3} \pi + \alpha \right) \} = \frac{3}{2} K_1 \cdot \sin \alpha
 \end{aligned}$$

T : トルク

θ : 回転子と固定子の相対角度 (電気角)

α : 位置信号の進相角度、

K_1 : 定数

連続的なトルクを発生する通常のブラシレスモータの場合は

- 1 5 -

$\alpha = \frac{\pi}{2}$ のときに相当し $T = 1.5 K_1$ となり、

正弦波駆動ではリップルのない一定のトルクが得られる。

本発明の場合、第7図や第12図に示す構成により位置信号はセンサ自身の信号により進相される。本実施例では進相量は電子スイッチ39から出力され、進相指示電圧は

$V_s = -K_2 \cdot \sin \theta$ で与えられる

K_2 : 定数 (センサ信号のピーク値)

この指示電圧をうけ、進相回路36は、3相の位置信号を全体的に $\alpha = -K_2 \cdot \beta \cdot \sin \theta$ だけ進相させる。

β = 進相回路の係数

従って本発明第2の実施例のトルク分布は

$T = \frac{3}{2} K_1 \cdot \sin (-K_2 \cdot \beta \cdot \sin \theta)$ となる。この曲線

を第13図に示すが $K_2 \beta$ の値により分布形状が変わることがわかる。

$K_2 \beta \approx 1$ で安定点付近の $T - \theta$ 特性は、トルクが正弦波分布をしている場合にほぼ等しい。

$K_2 \beta$ を大きくしていくと、安定点付近のトルク傾斜は正弦波分布に比べて大きくなり、安定点付近のトルク分布が一定の略正弦波状である実施例のブラシレスモータや、一般のステッピングモータに比べ任意に大きな $T - \theta$ 特性を得ることができ、種々の外乱がある場合の位置決め精度を良くすることができる。

また、位置微調信号入力端子44より任意の進相指令電圧 K_3 を加えると、進相指令信号は $V_s = (K_3 - K_2 \cdot \sin \theta)$ と

- 16 -

なり、トルク分布は $T = \frac{3}{2} K_1 \cdot \sin(-K_2 \beta \cdot \sin \theta +$

$K_3 \beta)$ となって、前述の位置微調入力がない場合のトルク分布より位相がずれた分布になる。

従って、トルク 0 の安定点即ち回転子の停止位置を位置微調入力の値により任意に連続的に変えることができる。

以上のように、本発明の第 2 の実施例では第 1 の実施例における 3 相全波矩形波駆動回路を 3 相全波正弦波駆動回路にし、位置微調入力端子から入力される信号を進相指示量に加算することにより、第 1 の実施例の効果に加えて、回転子の停止点付近のトルク傾斜を増して位置決め性能を向上し、かつ回転子停止位置の連続的な位置微調整ができるという効果が得られる。

なお、第 1 の実施例においても、第 2 の実施例においても、モータの機構部分にはあらゆる種類のブラシレスモータを適用することができる。

以下モータ機構部の実施例数例をあげて説明する。

第 14 図は本発明の第 3 の実施例の構成を示すものである。第 14 図において、45 は第 1 の回転子コア、46 は第 2 の回転子コア、47 は永久磁石、48 は固定子コア、49 はコイル、50 はシャフト、51 は磁気抵抗素子よりなる非接触センサ、52 はセンサ保持台、53 は固定子コア 48 に設けた突起部で、センサ保持台 52 を位置決め支持している。

電気回路は実施例 1、2 と共通であるので省略する。

以上のように構成されたブラシレスモータについて動作を説明する。第 14 図中に磁極歯はあらわしてないが回転子コア 45、

46の外周上、及び固定子磁極歯群A、B、C、 $\bar{A}$ 、 $\bar{B}$ 、 $\bar{C}$ の内周上に磁極歯が形成されている。回転子コア45と回転子コア46は永久磁石47をはさみ互いに磁極歯ピッチの $\frac{1}{2}$ ピッチだけずれて配置されている。

回転子磁石の磁束の流れは実線矢印の通りである。

次に固定子コア48の磁極歯群A、B、Cは回転子磁極歯に対して、互いに磁極歯ピッチの $\frac{1}{3}$ ずつずれている。つまり、Aに

対してBは $\frac{1}{3}$ ピッチ、Bに対してCは $\frac{1}{3}$ ピッチずれている。

さらにそれらの磁極歯にはコイル49が巻回されている。コイル磁束は永久磁石47の磁束を打ち消したり強めたりしてトルクを発生させる。

次に非接触センサであるが、本実施例のモータは3相であるので、センサ出力も3相である。第15図は非接触センサ51の構造を示す。ガラス基板51aに蒸着された磁気抵抗素子51bはそれに加わる磁界の強弱によってその抵抗値が変化する特性をもっている。1相のみについていえば、2つの磁気抵抗

素子をそれぞれ磁極歯ピッチの $\frac{1}{2}$ ピッチだけずらして配置する。

それを第15図(a)のように配線すれば、(b)の等価回路となり、得られる波形は第16図のようになる。回転子コア45、46は永久磁石47をはさんでいるので、回転子コアの外周には回転子コアの磁極歯によって強弱をつけられた磁界が存在し

- 18 -

ており、それが磁気抵抗素子 51b のバイアス磁石となって略正弦波の出力波形が得られることになる。

なお、センサの取り付け位置は、固定子磁極歯と無関係ではない。そのためセンサ非接触センサ 51 とセンサ保持台 52 を位置決めするために、固定子コア 49 に突起部を設けるか、切欠き部を設ける。

次に本発明の第 4 の実施例について説明する。これも電気回路部については第 1、第 2 の実施例と同様なので省略して、モータ機構部のみ説明する。

第 17 図は本実施例機構部の断面図、第 18 図は第 17 図の A-A' 断面図である。内周に同一角度ピッチで歯を形成している回転子コア 54 は、外フレーム 55 とともにシャフト 56 にとりつけられ、固定子コア 57 を支持する内フレーム 58 にとりつけられた軸受装置 59 により回転自在に支持される。

一方、固定子コア 57 にはコイル 60 が巻回されており、永久磁石 61 とヨーク 62 が取り付けられており、軸受装置 59 とともに内フレーム 58 に固定される。更に、非接触センサ 63 が固定子コア 57 の外周円弧上に配置され、内フレーム 58 に取り付けられる。この非接触センサ 63 は回転子磁極子の凹凸を検出するもので、磁気抵抗素子や光学的検出手段等を用いる。

第 18 図の断面図に示すように、固定子コア 57 は回転子コア 54 の磁極歯に対して位相の異なる 6 つの磁極歯群を基本単位としている。もちろん同一固定子コア内に複数の基本単位の磁極歯群を配置してもよい。本実施例では二つの基本単位の磁極歯群からなる。

以上説明した実施例の他に、本発明のモータ機構部分には、従来のブラシレスモータをすべて適用することができる。

即ち、回転子が多極着磁された磁石よりなるブラシレスモータや、円板面上に多極着磁された磁石よりなる回転子をもつブラシレスモータとしてもよい。

また、実施例では3相のコイルのブラシレスモータとしているが、他の2相以上のブラシレスモータとしても同様の効果を得ることができる。

産業上の利用可能性

以上のように本発明によれば、位置決めの機能をもち、外部の歩進パルスに同期して高速に回転する小型のブラシレスモータが得られる。

- 20 -

請 求 の 範 囲

1. 磁性体または永久磁石よりなる回転子と、該回転子と空隙を介して対向する固定子コアと複数のコイルとを少なくとも備えた固定子と、前記回転子を回転自在に支える軸受装置と、前記固定子にとりつけられ、前記回転子の位置の変化を検出しこれを電気信号に変換し、互いに位相の異なる略正弦波状の位置信号を出力する非接触センサと、前記位置信号の変化を、速度信号に変換する速度検出手段と、外部からの歩進指令信号を受けつけ、歩進指令信号数により前記多相の位置信号を順序よく選択する電子スイッチ手段と、前記速度信号と選択された位置信号の加算値を進相量として、前記位置信号の位相を進ませる進相手段と、前記進相された位置信号によって、前記複数のコイルを付勢する駆動回路を備えたブラシレスモータ。

2. 請求の範囲第1項において、回転子は円周上に一定のピッチできざまれた磁極歯を備えた磁性体よりなり、固定子は前記回転子との対向面に磁極歯群を備えた固定子コアと該固定子コアに装着された永久磁石と、前記固定子コアに巻かれた複数のコイルからなり、非接触センサは前記回転子の磁極歯の凹凸を検出しこれを電気信号に変換するブラシレスモータ。

3. 請求の範囲第1項において、回転子は永久磁石と該永久磁石を両側から積層する磁性体と、該磁性体円周上にきざまれた磁極歯を備え、固定子は前記回転子対向面に磁極歯群を備えた固定子コアと、該固定子コアに巻かれた複数のコイルからなり、非接触センサは、前記回転子の磁極歯の凹凸を検出しこれを電気信号に変換するブラシレスモータ。

- 2 1 -

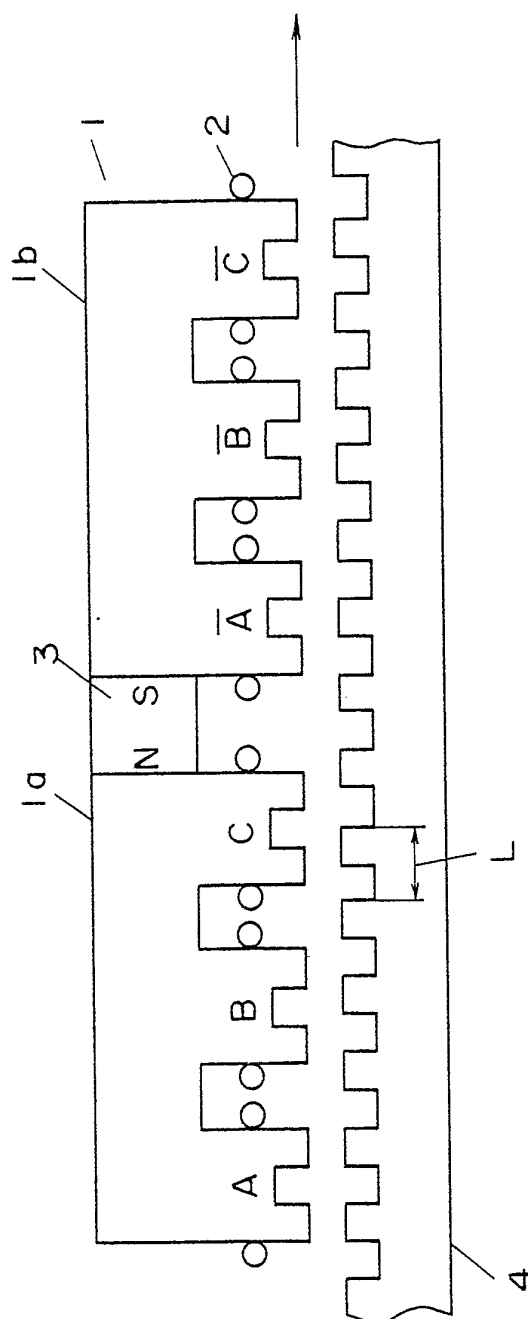
4. 請求の範囲第1項において、回転子は円周内面もしくは外面に多極着磁された永久磁石よりなり、固定子は前記回転子円周の対向面に極をもつ固定子と複数のコイルから構成され、非接触センサは前記回転子の磁極を検出しこれを電気信号に変換するブラシレスモータ。

5. 請求の範囲第1項において、回転子は円板上に多極着磁された永久磁石よりなり、固定子は前記回転子円板の対向面に配置された複数のコイルと、継鉄から構成され、非接触センサは前記回転子の磁極を検出しこれを電気信号に変換するブラシレスモータ。

6. 請求の範囲第1項において、駆動回路は、正弦波全波駆動型回路により構成され、速度信号を選択された位置信号と外部からの指令量の加算値を進相量として位置信号の位相を進ませるブラシレスモータ。

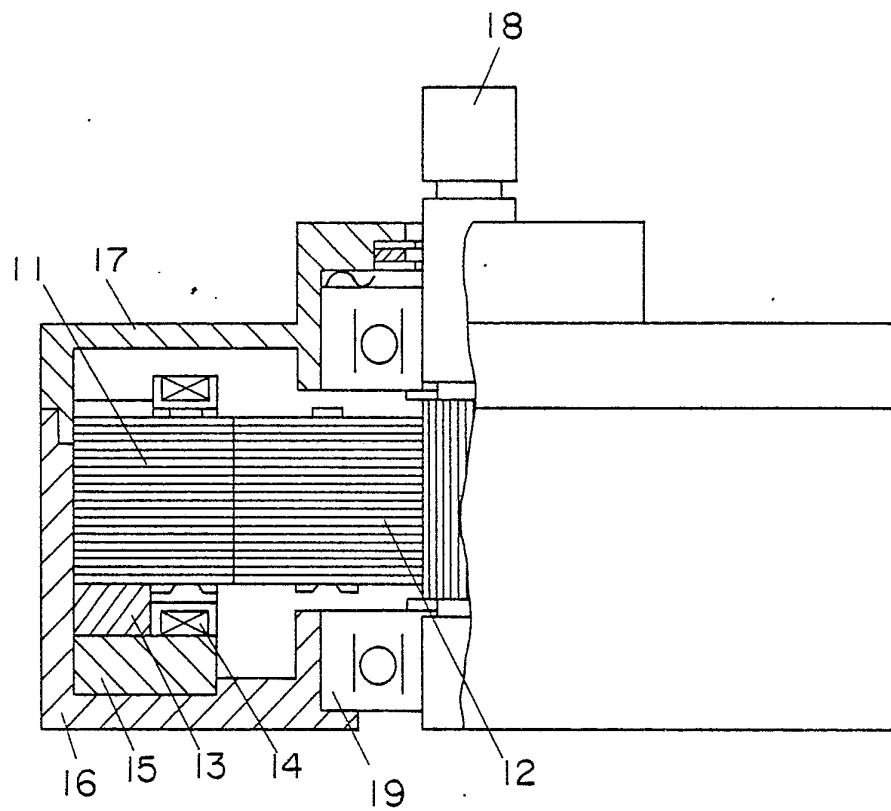
- 1/19 -

FIG. 1



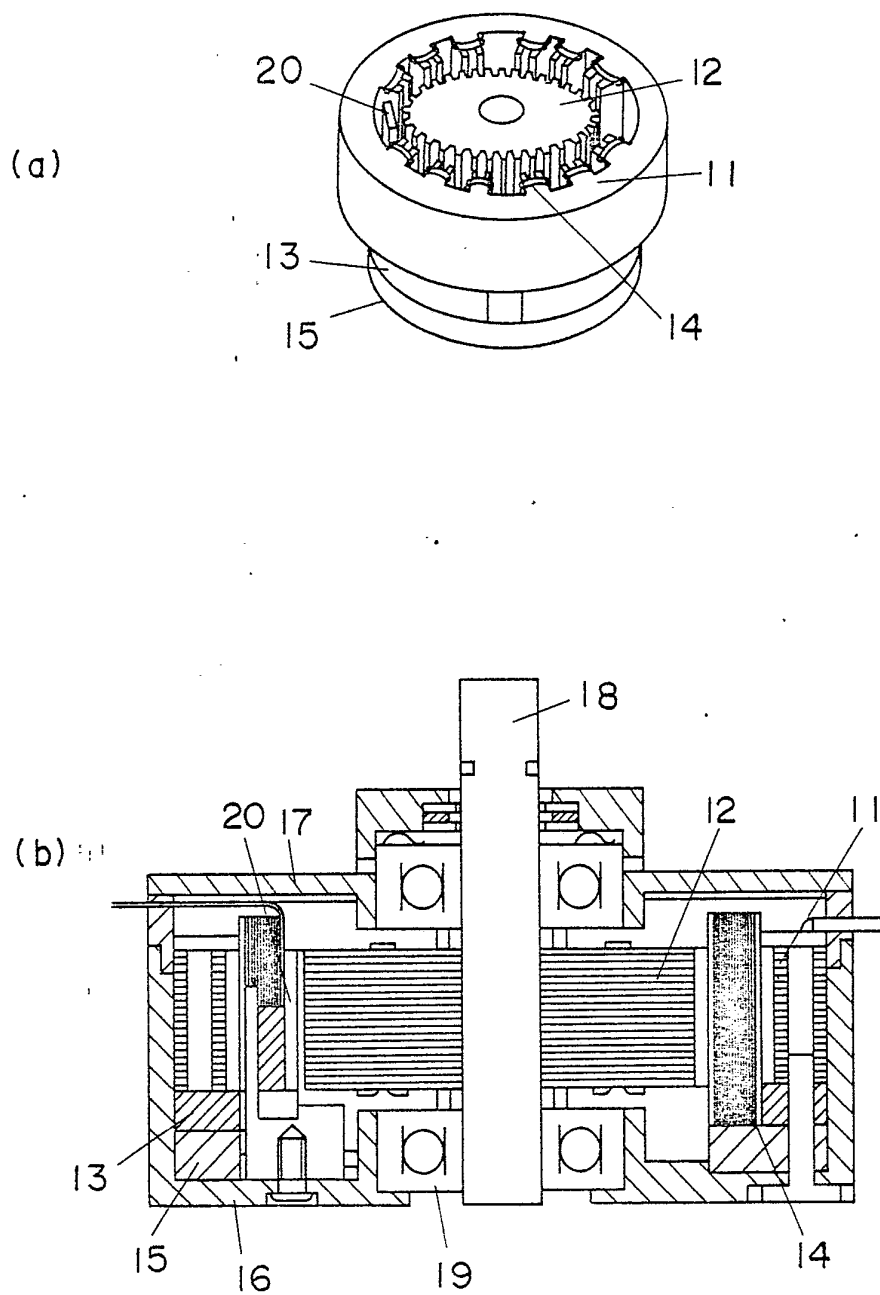
- 2/19 -

FIG. 2



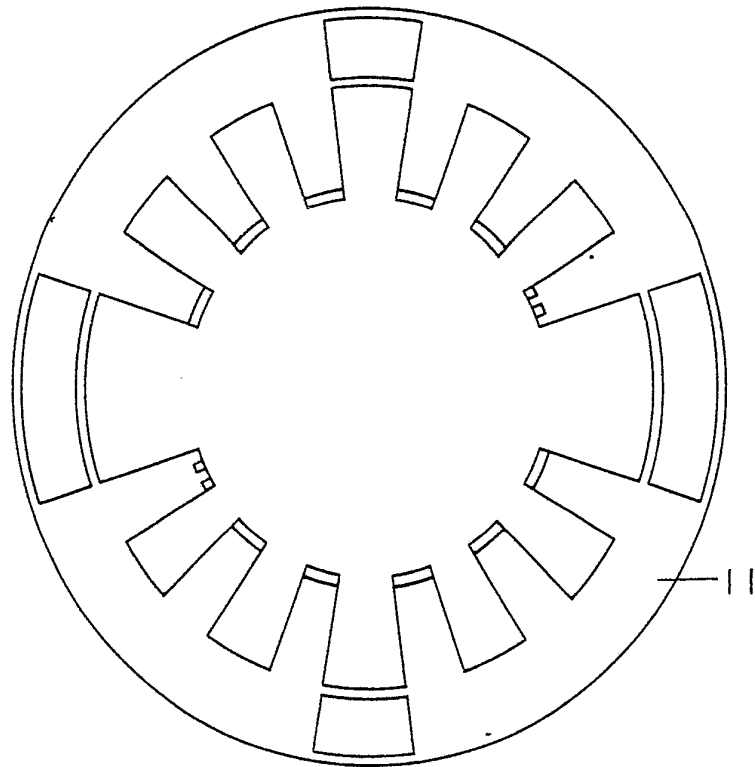
- 3/19 -

FIG. 3



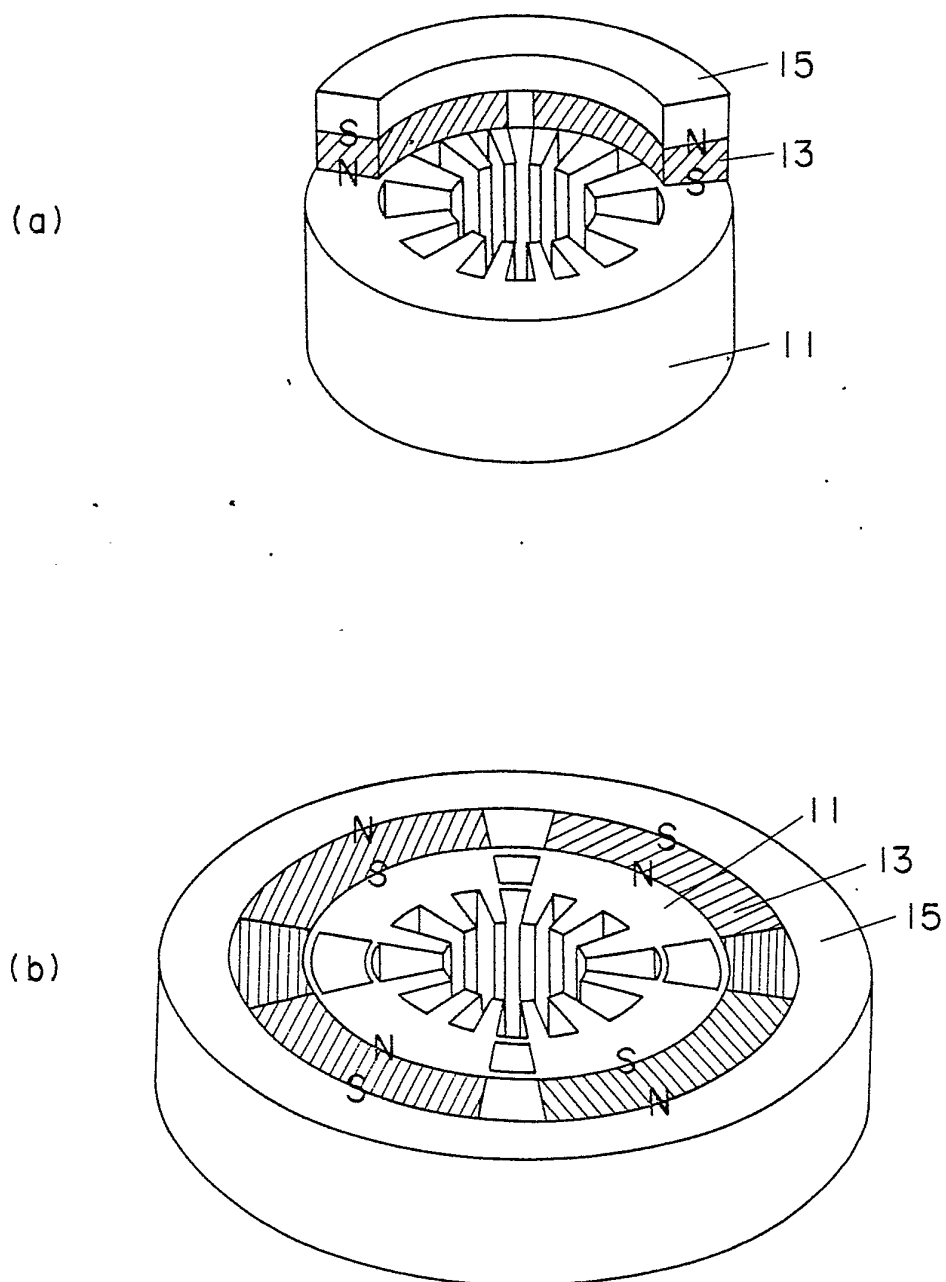
- 4/19 -

FIG. 4



- 5/19 -

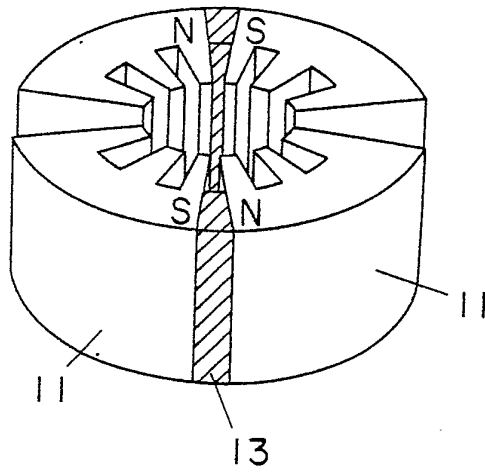
FIG. 5



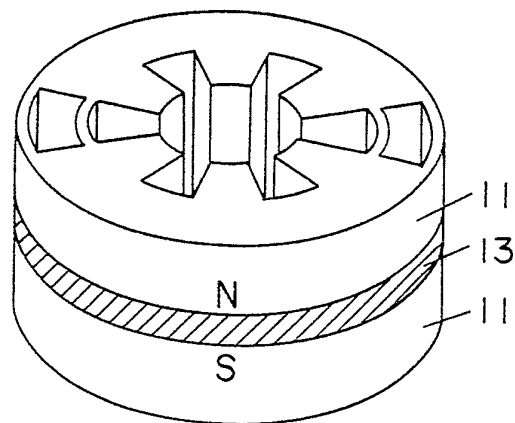
- 6/19 -

FIG. 5

(c)

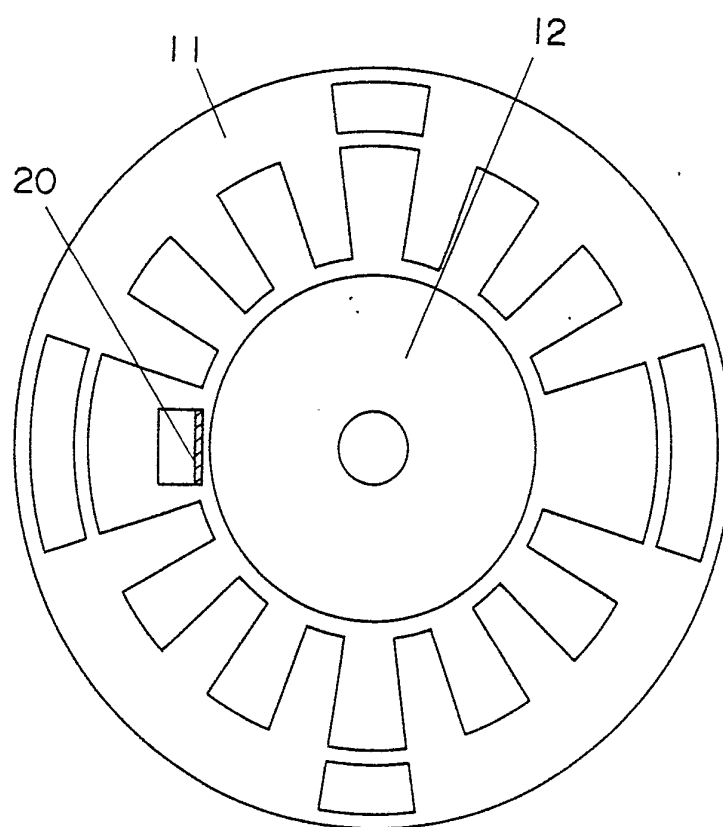


(d)



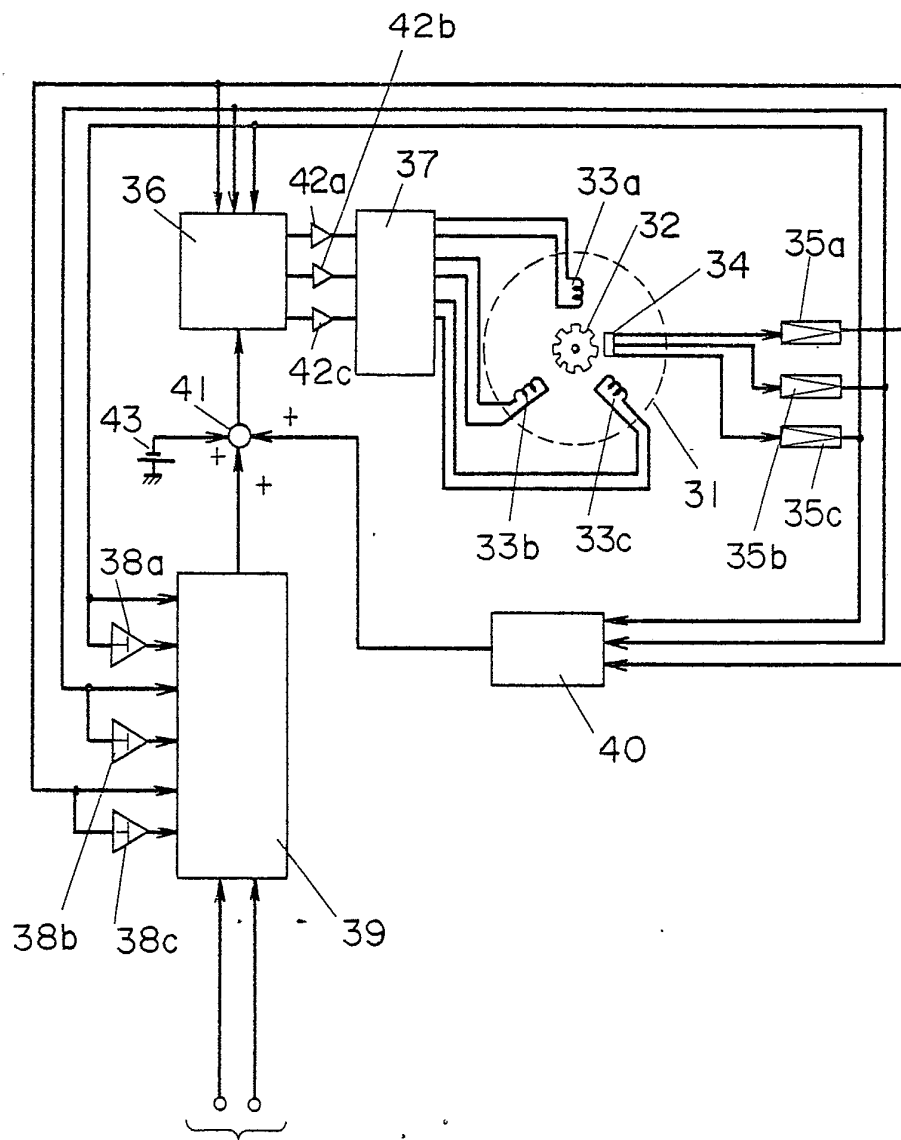
- 7/19 -

FIG. 6



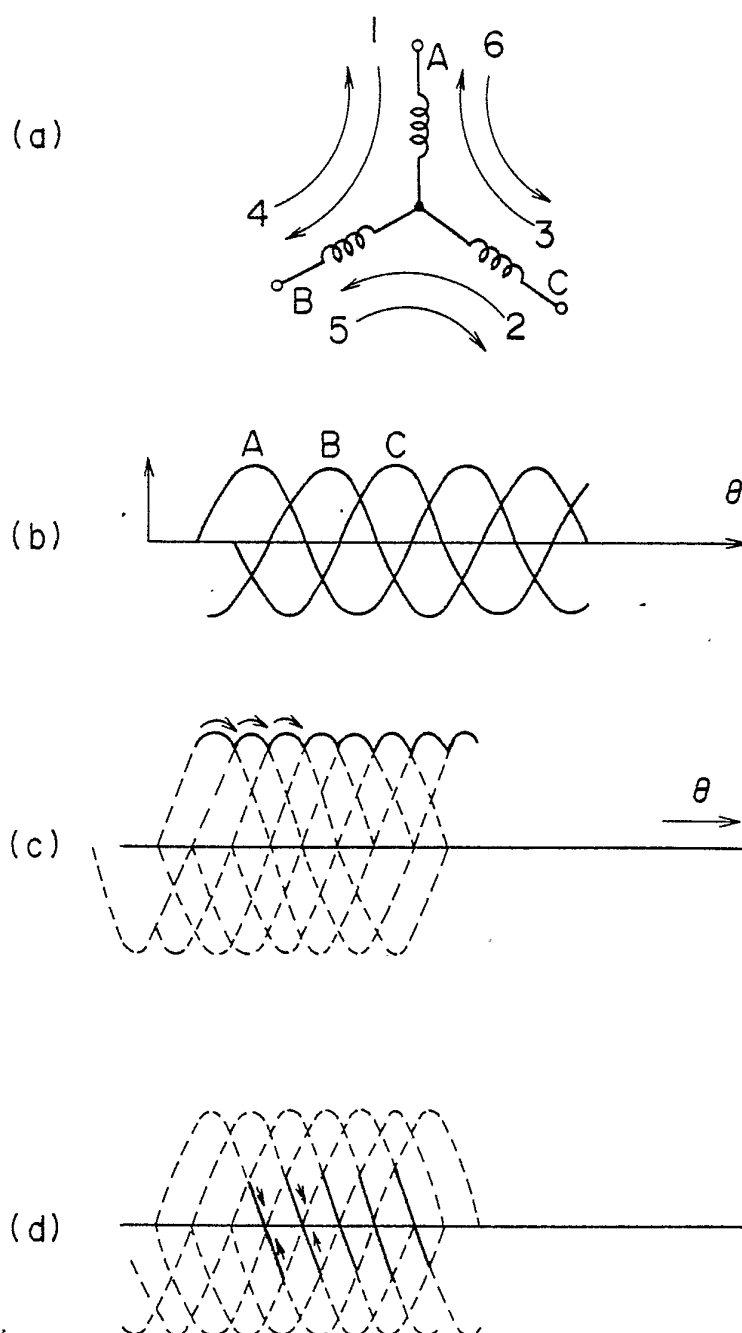
- 8/19 -

FIG. 7



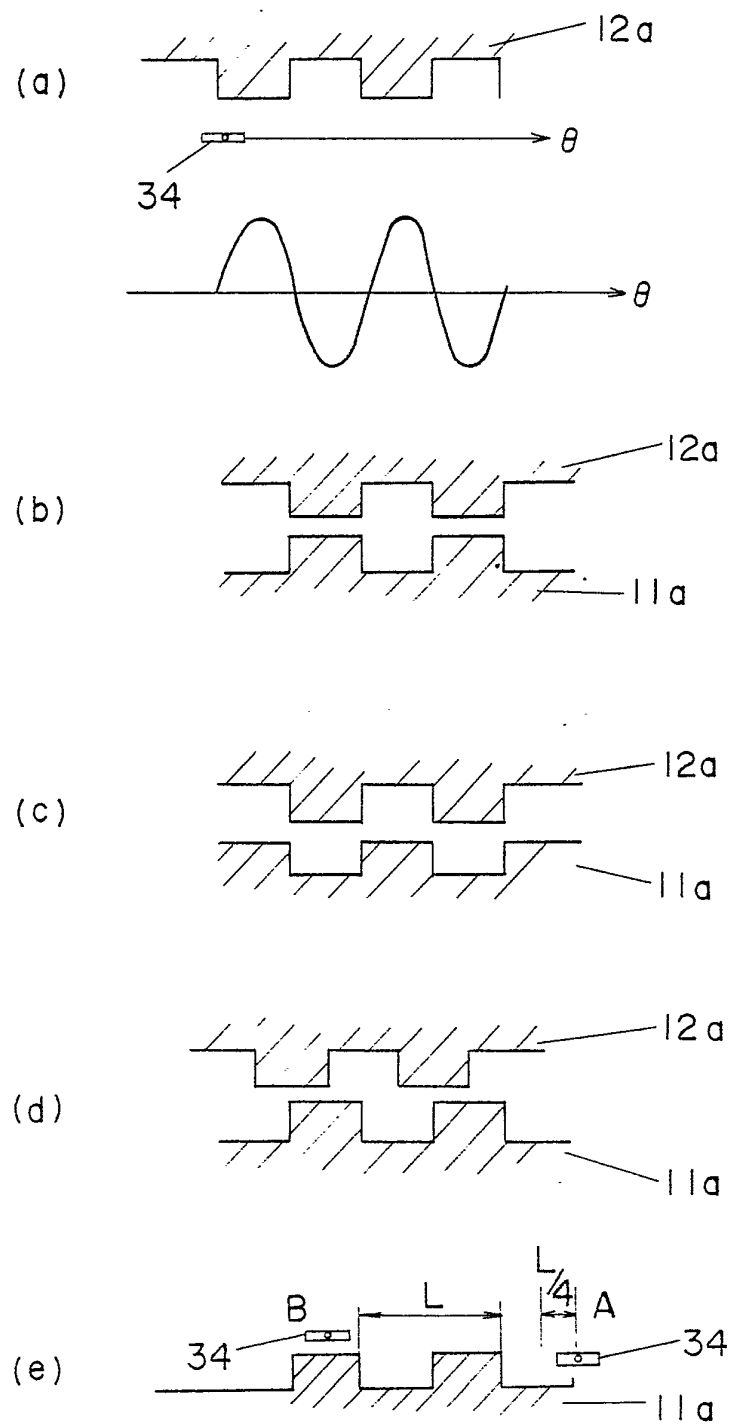
- 9/19 -

FIG. 8



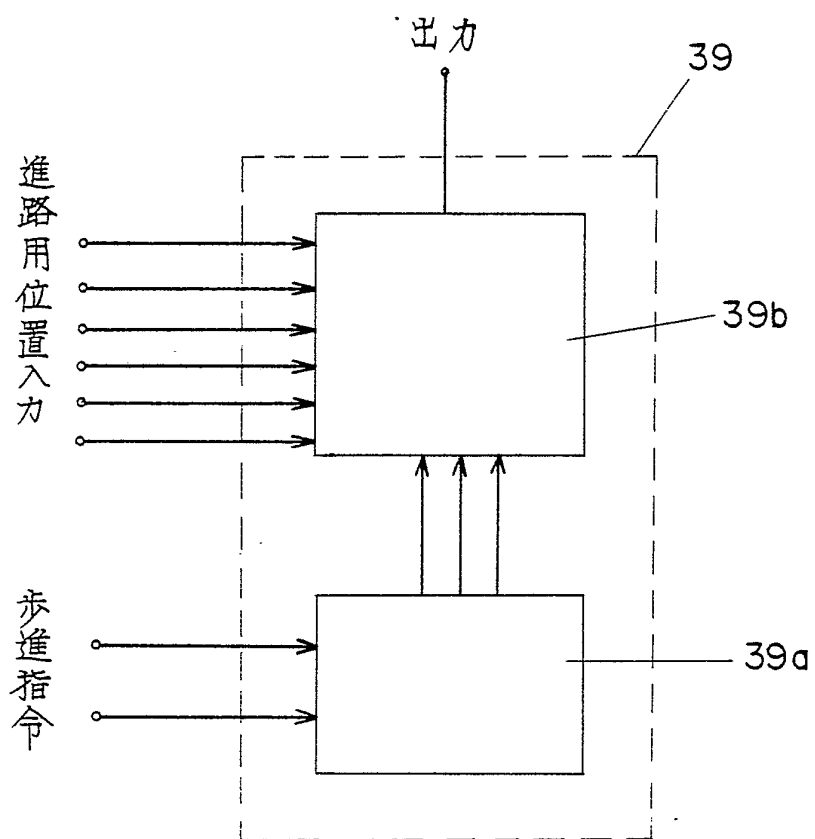
$$-10/19-$$

FIG. 9



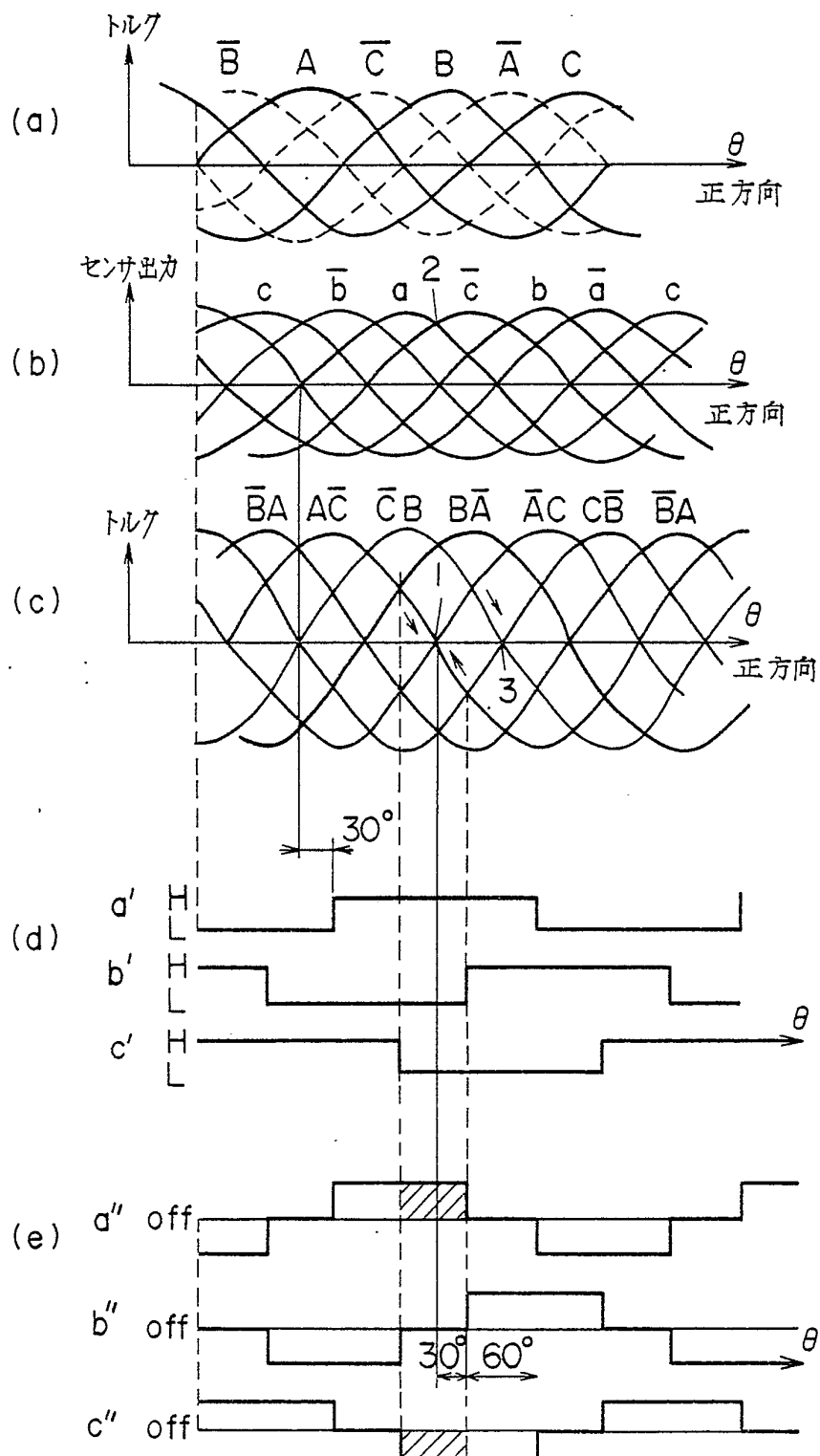
- 11/19 -

FIG. 10



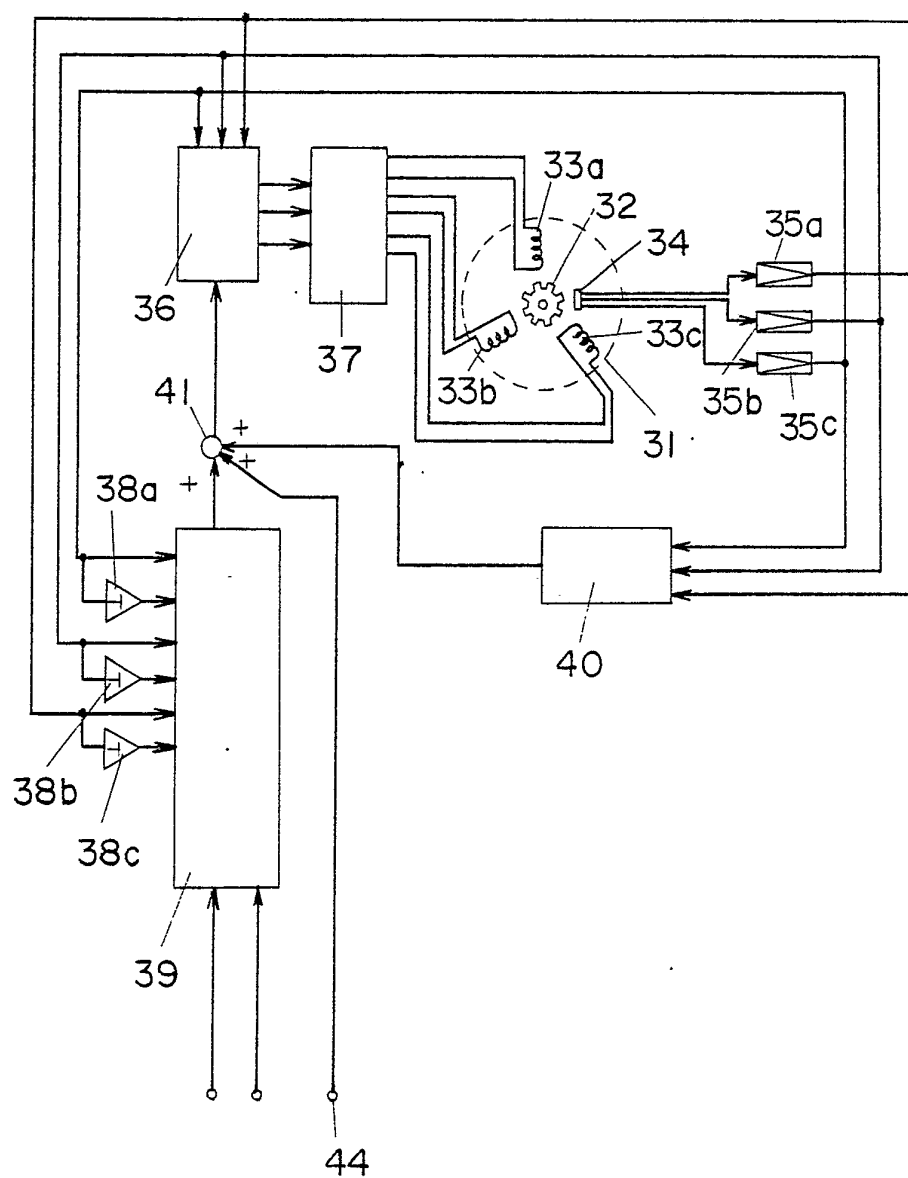
$$-12/q-$$

FIG. 11



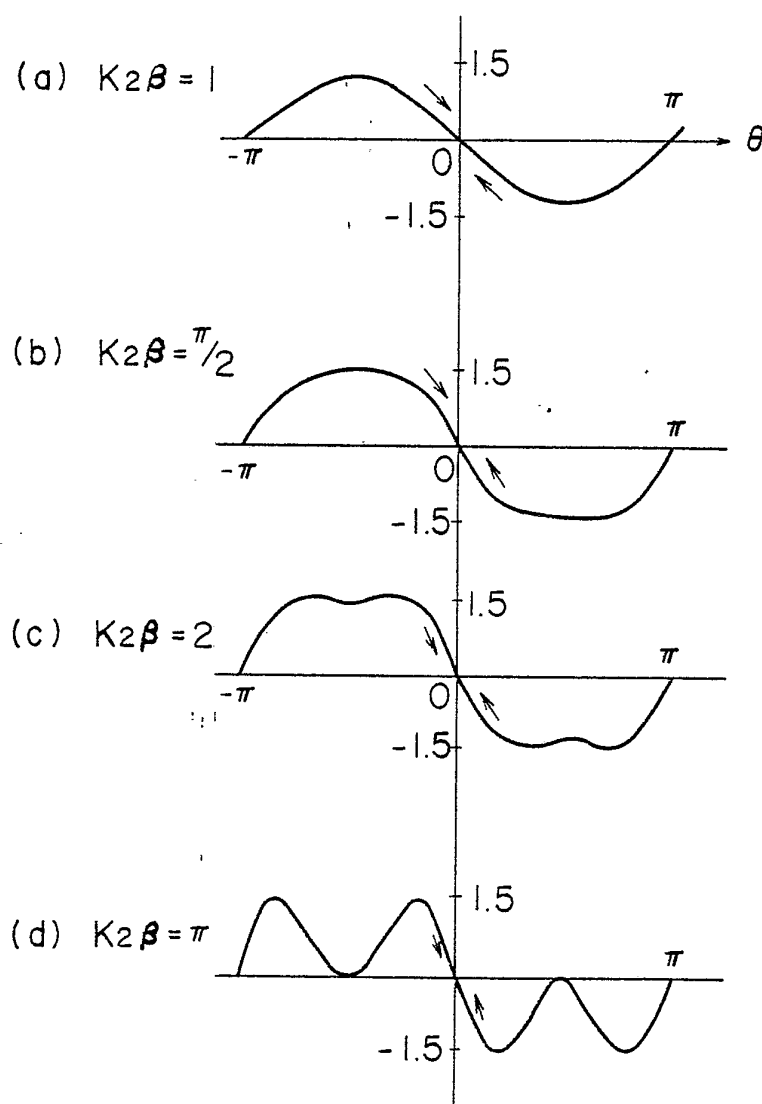
- 13/19 -

FIG. 12



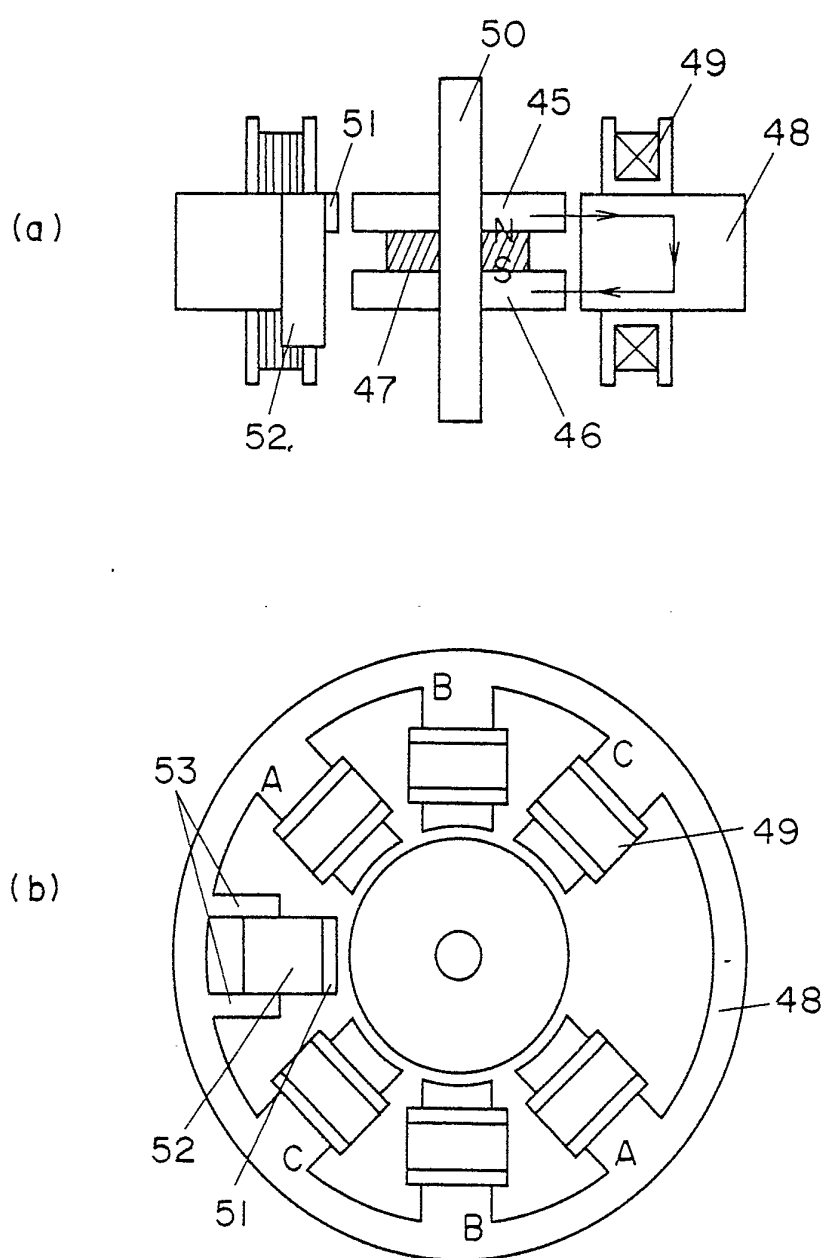
$-14/19-$

FIG. 13



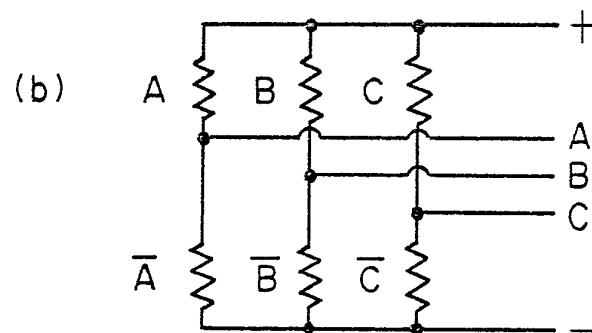
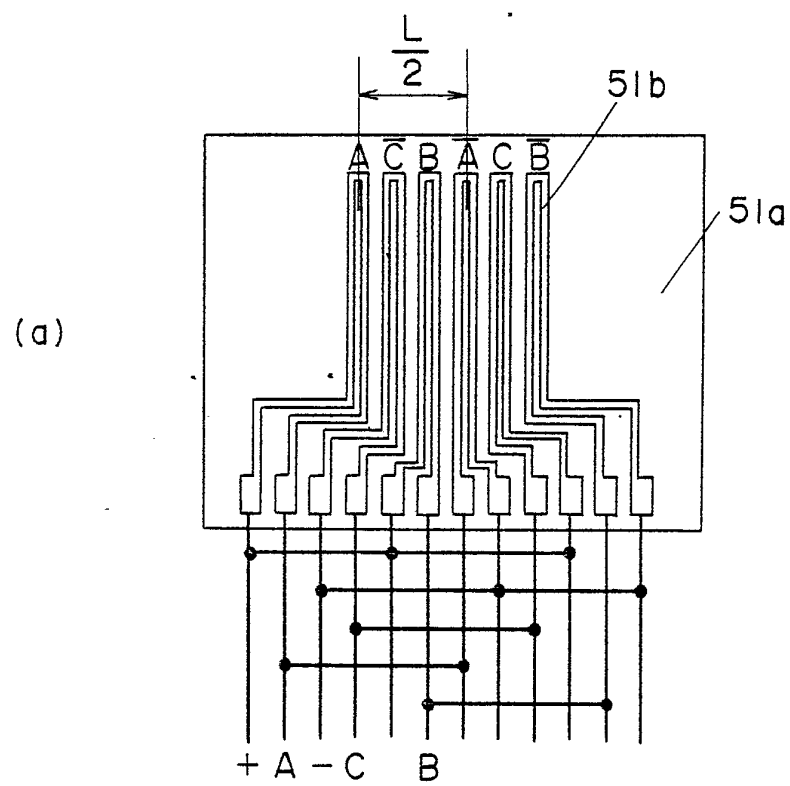
- 15/19 -

FIG. 14



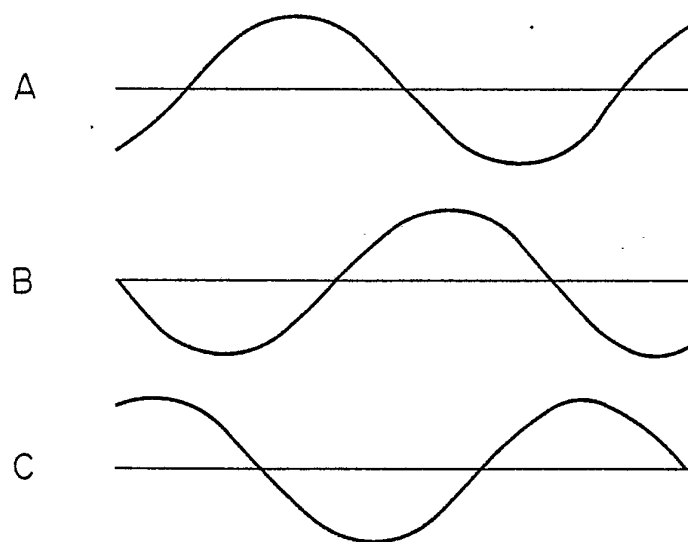
- 16/19 -

FIG. 15



$$-17/19$$

FIG. 16



- 18/19 -

FIG. 17

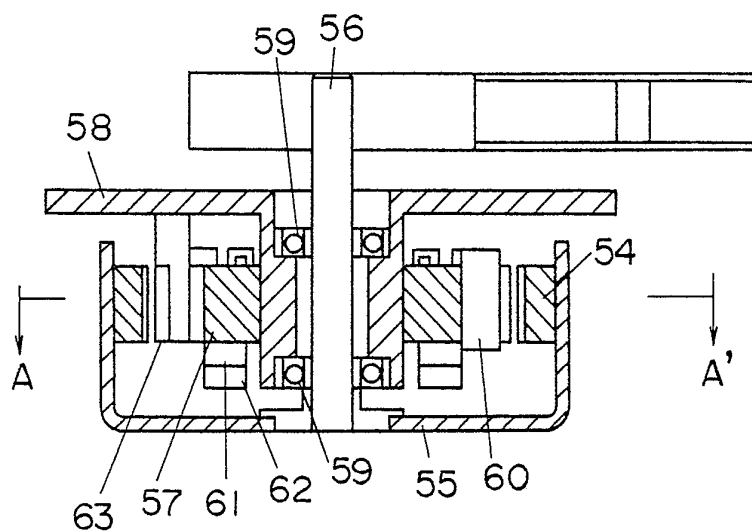
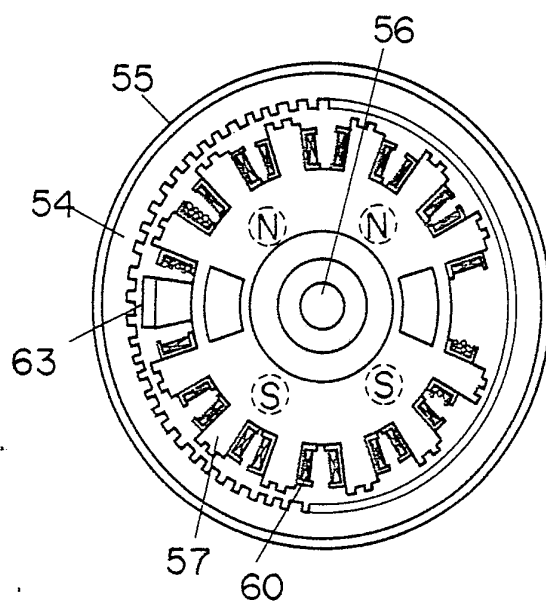


FIG. 18



図面の参照符号の一覧表

1 , 1 1 ……	固定子コア
2 , 1 4 , 3 3 a , 3 3 b , 3 3 c ……	コイル
3 , 1 3 ……	永久磁石
4 , 1 2 ……	回転子コア
1 8 ……	シャフト
1 9 ……	軸受装置
2 0 , 3 4 ……	非接触センサ
3 6 ……	進相回路
3 7 ……	駆動回路
3 9 ……	電子スイッチ回路
4 0 ……	F V 変換回路
4 1 ……	加算器

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP85/00679

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ¹		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC Int.Cl⁴ H02P6/02		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁴		
Classification System	Classification Symbols	
IPC	H02P6/02, 8/00	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁵		
Jitsuyo Shinan Koho		1965 - 1985
Kokai Jitsuyo Shinan Koho		1971 - 1985
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ¹⁴		
Category*	Citation of Document, ¹⁵ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No. ¹⁸
Y	JP, A, 54-57111 (Siemens A.G.), 8 May 1979 (08. 05.79), Page 1, lower part, right column, line 15 to page 2, upper part, left column, line 11, Fig. 2 & DE, A1, 2743411, NL, A, 7807643, FR, A1, 2404331, US, A, 4246518	1 - 6
Y	JP, A, 57-199498 (Data Products Corp.), 7 December 1982 (07. 12. 82), Page 8, lower part, left column, lines 12 to 18, Fig. 1 & EP, A1, 66159	1 - 6
[*] Special categories of cited documents: ¹⁵ "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 "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		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search ²		Date of Mailing of this International Search Report ²
February 13, 1986 (13. 02.86)		February 24, 1986 (24. 02. 86)
International Searching Authority ¹		Signature of Authorized Officer ¹⁹
Japanese Patent Office		

I. 発明の属する分野の分類		
国際特許分類 (IPC) Int. Cl. H 0 2 P 6 / 0 2		
II. 国際調査を行った分野		
調 査 を 行 っ た 最 小 限 資 料		
分 類 体 系	分 類 記 号	
I P C	H 0 2 P 6 / 0 2 , 8 / 0 0	
最小限資料以外の資料で調査を行ったもの		
日本国実用新案公報 1965-1985年 日本国公開実用新案公報 1971-1985年		
III. 関連する技術に関する文献		
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	請求の範囲の番号
Y	JP, A, 54-57111 (シーメンス・アクチエンゲゼルシヤフト), 8. 5月. 1979 (08. 05. 79), 第1頁下段右欄第15行-第2頁上段左欄第11行, 第2図 & DE, A1, 2743411, NL, A, 7807643, FR, A1, 2404331, US, A, 4246518	1-6
Y	JP, A, 57-199498 (データプロダクツ・コーポレーション), 7. 12月. 1982 (07. 12. 82), 第8頁下段左欄第12行-第18行, 第1図 & EP, A1, 66159	1-6
*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の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の文献		
IV. 認 証		
国際調査を完了した日 13. 02. 86	国際調査報告の発送日 24. 02. 86	
国際調査機関 日本国特許庁 (ISA/JP)	権限のある職員 特許庁審査官 池 田 敏 行	5 H 7 3 0 4