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		(11) 国際公開番号	WO 94/01920
H02K 29/08	A1	(43) 国際公開日	1994年1月20日 (20.01.1994)

(21) 国際出願番号 PCT/JP93/00934
(22) 国際出願日 1993年7月7日(07. 07. 93)

(30) 優先権データ
特願平4/182552 1992年7月9日(09. 07. 92) JP
特願平4/214342 1992年8月11日(11. 08. 92) JP

(71) 出願人(米国を除くすべての指定国について)
セイコーエプソン株式会社
(SEIKO EPSON CORPORATION)〔JP/JP〕
〒160 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号 Tokyo, (JP)
(72) 発明者;および
(75) 発明者/出願人(米国についてのみ)
長手 隆(NAGATE, Takashi)〔JP/JP〕
石黒明克(ISHIGURO, Akiyoshi)〔JP/JP〕
〒392 長野県諏訪市大和3丁目3番5号
セイコーエプソン株式会社内 Nagano, (JP)
(74) 代理人
弁理士 森 正澄(MORI, Masazumi)
〒164 東京都中野区本町2丁目9番10号 Tokyo, (JP)

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

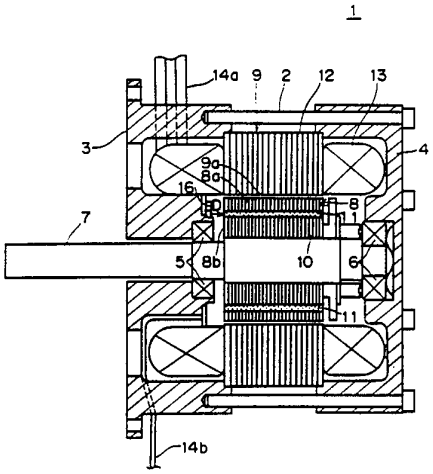
添付公開書類 国際調査報告書

(54) Title : BRUSHLESS MOTOR

(54) 発明の名称 ブラシレスモータ

(57) Abstract

A brushless motor which includes a stator (9) and a rotor (8) rotatably supported inside the stator. The rotor has a rotor yoke (10) formed by laminating a large number of steel plates, the rotor yoke has an even number of magnetic pole portions (8a) protruding outward, and a field magnet (11) is fitted to each of the magnetic pole portions or every other magnetic pole portions. A magnetic sensor (16) is disposed within the range in which the sensor (16) can directly detect a magnetic flux leaking outside from an end face (8b) of the rotor (8) and is less affected by irregular fluxes near the rotor end face (8b), so that this sensor can detect a peak point of a flux density around the rotor. A magnetic sensor is disposed within the range where the influences of the irregular fluxes are small. A magnet (17) to be detected is fitted to the rotor end face (8b), and a magnetic sensor (16X) for one direction and a magnetic sensor (16Y) for the other direction are disposed near the trajectory of rotation of the magnet to be detected, and these sensors are disposed in the opposite direction to the rotating direction of the rotor in the arrangement such that they are deviated from one another by predetermined angles.



(57) 要約

本願発明は、ステータ（９）とステータの内側に回転自在に支承されたロータ（８）とを有し、前記ロータは多数の鋼板を積層したロータヨーク（１０）を有し、前記ロータヨークは外方に突出する偶数の磁極部（８ａ）を有し、各磁極部或いは一つ置きの磁極部に界磁用磁石（１１）が挿着されているブラシレスモータであって、ロータ（８）の端面（８ｂ）の外側に漏れた磁束を直接検知でき、且つ、ロータ端面（８ｂ）近傍の不規則な磁束による影響が少ない距離範囲内に磁気センサ（１６）を設け、この磁気センサによってロータ周囲の磁束密度のピーク点を検知するようにした。また、ロータ（８）の不規則な磁束の影響の少ない範囲内に磁気センサを設けた。更に、ロータ端面（８ｂ）に被検出用磁石片（１７）を取付け、被検出用磁石片の回転軌道の近傍に一方向用磁気センサ（１６Ｘ）と他方向用磁気センサ（１６Ｙ）を設け、これらの磁気センサをそれぞれロータの回転方向に対して逆の方向にそれぞれ所定の角度をずらして配置した。

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

AT オーストリア
AU オーストラリア
BB バルバードス
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
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
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
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
LU ルクセンブルグ
LV ラトヴィア
MC モナコ
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
UA ウクライナ
US 米国
UZ ウズベキスタン共和国
VN ヴェトナム

明細書

ブラシレスモータ

技術分野

本発明は、積層した鋼板からなるロータヨークの内部に界磁用永久磁石を挿入したロータを有し、このロータの端面に対向して磁気センサを配設したブラシレスモータに関する。

背景技術

従来、積層した鋼板からなるロータヨークの内部に複数の界磁用永久磁石を挿入したロータと、このロータの磁石部の外周面と僅かな隙間を隔てて対向する磁極部を有するステータとを組合せたブラシレスモータが知られている。

この種のブラシレスモータは、ロータの回転位置を検出するため、ロータ端面にロータの回転位置を特定するための被検出用磁石片を貼着し、この被検出用磁石片の回転軌道の近傍に磁気センサを設け、この磁気センサによって被検出用磁石片の磁気を検知してロータの回転位置を検出するようにしたものが提案されている。

図３７は上記被検出用磁石片を有するブラシレスモータの縦断面を示している。ブラシレスモータ５１はボルト５２によって締結された一対のハウジング部材５３，５４を有し、このハウジング部材５３，５４はボールベアリング５５，５６によって回転軸５７を回転自在に支承している。回転軸５７にはロータ５８が固定され、回転軸５７の一端はハウジング部材５３の端面から突出してロータ５８の回転力を外部に伝達できるように構成されている。ロータ５８の周囲にはステータ５９が配設され、このステータ５９はハウジング部材５３，５４によって挟持されている。

ロータ５８は多数の鋼板を積層したロータヨーク５０と、ロー

タヨーク５０の内部に挿入された複数の界磁用永久磁石６１とによって構成されている。ステータ５９は鋼板を積層したステータヨーク６２と、このステータヨーク６２に巻着されたステータコイル６３とによって構成されている。ステータヨーク６２の内周面側の一部はステータの磁極部５９ａを構成し、このステータ磁極部５９ａはロータ５８の磁極部５８ａの外周面と僅かな距離を隔てて対向している。

ロータ５８の端面５８ｂには被検出用磁石片６４が貼着されている。この被検出用磁石片６４の回転軌道の近傍のハウジング部材５３上には、複数の磁気センサ６５が配置された磁気センサ基板６６が固定されている。

上記構成により、ブラシレスモータ５１のロータ５８の回転に伴って被検出用磁石片６４も回転し、３６０°回転するごとに磁気センサ６５に接近する。磁気センサ６５は被検出用磁石片６４の磁気を検知してロータ５８の回転位置を検出する。しかし、このブラシレスモータ５１では、界磁用永久磁石６１とステータ磁極部５９ａの間に大きな距離があるため、回転中に磁束がステータ磁極部５９ａとの相互作用によって回転方向に引き寄せられ、ロータ５８の外側空間の磁束密度ピーク点の位置と実際のロータ５８の回転位置とが一致しないことが知られている。

図３８はブラシレスモータ５１のロータ端面５８ｂ外側の空間の磁束密度の推移と、被検出用磁石片６４によって検出されたロータ５８の回転位置とのずれを示している。図３８の横軸は時間の経過を、縦軸は電気信号の強さを示している。曲線Ｌ1はロータ端面５８ｂの外側空間の磁束密度の推移を示し、同図の折れ線Ｌ2は被検出用磁石片６４によって検出されたロータ５８の回転位置を示している。この図から明らかなように、ロータヨーク内に界磁用永久磁石を有し、界磁用永久磁石とステータ磁極部との間に比較的大きな距離が存在するブラシレスモータでは、回転中

に磁束がステータ磁極部によって回転方向に引き寄せられ、磁束密度（曲線Ｌ1）は実際のロータの回転位置（折れ線Ｌ2）より進んだ波形となって、ロータ５８の周囲の空間の磁束密度のピーク点は実際のロータ５８の回転位置より回転方向に進んでいる。すなわち、実際のロータの回転位置（折れ線Ｌ2）に対し磁束密度（曲線Ｌ1）が進んでいない状態を一点鎖線で示しているが、実線で示した磁束密度（曲線Ｌ1）は、一点鎖線で示した磁束密度（曲線Ｌ1）よりも電気信号の０点の位置において時間差Ｔだけ進んでいる。この時間差Ｔは、ロータの回転角に換算でき、この回転角は磁束のずれと等しい。更に、この磁束のずれ（以下、進み角という）はモータに入力される電流の大きさにほぼ比例して大きくなることが知られている。

また、ロータ５８の外側空間の磁束密度ピーク点の位置と実際のロータ５８の回転位置とが一致しないことに関し、ホールＩＣを用いて、回転数１２００ｒｐｍを固定，トルクを変化させたとき、それぞれのトルクでの最高効率時の被検出用磁石から得られるホールＩＣの信号とロータ外側の磁束密度のピークのずれは、以下のとおりとなる。

トルク（Ｋｇｍ）	ホールＩＣと磁束密度のピークのずれ（電気角）	最高効率（％）
０．０５	２０° ±１０°	９０
０．１０	２２．５° ±１０°	８７
０．１５	２５° ±１０°	８５
０．２０	２８．５° ±９°	８２
０．２５	３０° ±９°	７９

この表から明らかなように、ロータ５８の周囲の空間の磁束密

度のピーク点は実際のロータ５８の回転位置より進んでいる。更にこの進み角は、モータのトルクにほぼ比例し、最高効率を得るためのホールＩＣの取付けの誤差は、低負荷では、レンジ２０°（±１０°）であるが、トルクが大きくなるほど公差が小さくなって取付けにくくなるものである。

図３９は三相四極のブラシレスモータの磁気センサ基板である。本例の場合、磁気センサはホールＩＣを使用した。ホールＩＣ６５は、ホール効果を利用し磁界の向きを検出する機能とアンプ機能を組合せて１つのＩＣにしたもので、ホールＩＣの上にN極を近づけると出力が約５（Ｖ）、Ｓ極だと出力が０（Ｖ）となる。ゆえに電気角の一周期はN（５Ｖ），Ｓ（０Ｖ）となるが、機械角の一周期はN，Ｓ，N，Ｓとなるため、電気角：機械角＝２：１の関係になることが知られている。（以下電気角の場合は「電気角」と表示し、機械角は表示しない。）

通常、三相四極のブラシレスモータでは、ホールＩＣ６５が周方向に６０°間隔で同一径の円周上（本例では中心軸から距離Ｒが２３㎜、以下、単に「Ｒ２３」と表示する。）に３個必要なので、これらを磁気センサ基板６６に６０°間隔で半田付けしている。更に磁気センサ基板６６にはハウジング部材に固定するための取付孔６７が２箇所設置され、取付孔６７の周りの円周部６８にはパターン６９が設けられていない。ホールＩＣ６５を駆動し又は外部に信号を出力するための接続部としてランド７０が設置され、ランド７０の中央に通し穴７１が形成されている。この通し穴７１には、磁気センサ基板６６の裏よりリード線７２が挿入され、ランド７０において半田付けされる。磁気センサ基板６６の大きさは、外周７３はコイル６３より内側に位置し、内周７４はハウジングのベアリング外周より外側に位置し、回転方向の角度は、３個のホールＩＣの配置角度の１２０°に取付孔６７の大

きさの分が付加された形状になるため、磁気センサ基板の形状が大きいわりにはパターンが密接して形成されている。

上記従来のブラシレスモータは、被検出用磁石片によってロータの回転位置のみを検出するので、モータ電流やモータトルクによって異なる磁束の進み角を検出できず、従って、検出信号に基づいてステータの磁極部を励磁すると、最も回転力を生じるステータ磁極部を励磁することができないため、モータ効率が低下するという問題があった。

これに対して、磁束の進み角を想定して被検出用磁石片或いは磁気センサを予め一方向にずらして設置することが考えられるが、この方法ではロータを両方向に回転させる必要がある両方向回転用ブラシレスモータに対応することができない。

一方、上記磁気センサを用いてロータヨークの回転位置を検出する方法に対し、ロータの回転によってステータ側に生じる逆起電力によってロータの回転位置を検出するセンサレス・ブラシレスモータが知られている。

このセンサレス・ブラシレスモータによれば、ロータ周囲の磁束密度が最も高い位置を検知することができることとなるが、ステータ側に生じる逆起電力を検知するため、電気回路が複雑化する問題があった。

発明の開示

そこで、本発明の目的は、多数の鋼板を積層したロータヨークの内部に複数枚の界磁用永久磁石を挿入したロータを有するブラシレスモータにおいて、簡単な構造により、モータ電流によって異なる磁束の進み角に対しても磁束密度のピーク点が検知でき、高いモータ効率を有するブラシレスモータを提供することである（第１群のブラシレスモータ）。

本発明の他の目的は、この種のブラシレスモータにおいて、簡

単な構造により、モータトルクによって異なる進み角に対しても磁束密度のピーク点が検知でき、高いモータ効率を有するブラシレスモータと、磁気センサ基板の小型化及び固定方法の改善によりコスト削減をしたブラシレスモータを提供することである（第２群のブラシレスモータ）。

本発明の更なる目的は、この種のブラシレスモータにおいて、簡単な構造により、いずれの方向に回転するときも、ロータ周囲の磁束密度のピーク点を検知でき、高いモータ効率を有する両方向回転用ブラシレスモータを提供することである（第３群のブラシレスモータ）。

本発明の他の目的は、これらのブラシレスモータに実施して性能向上を図り得る若干の装置を提供することである。

本発明における第１群のブラシレスモータは、ステータと、前記ステータの内側に回転自在に支承されたロータとを有し、前記ロータは多数の鋼板を積層したロータヨークを有し、前記ロータヨークは外方に突出する偶数の磁極部を有し、各磁極部或いは一つ置きの磁極部に界磁用の界磁用永久磁石が挿着されているブラシレスモータにおいて、ロータの端面の外側に漏れた磁束を検知する磁気センサを有し、前記磁気センサは前記ロータ端面から所定の距離に位置し、前記所定距離は磁気センサがロータ端面外側に漏れた磁束を直接検知できる距離以下であって、且つ、ロータ端面近傍の不規則な磁束によって検出信号にノイズが発生する距離以上の距離範囲内に設定されていることを特徴とするものである。

従って、上記本発明によるブラシレスモータは、磁気センサがロータ端面から所定距離の位置に設けられ、この磁気センサによってロータヨークを介してロータ端面外側に漏れた磁束を直接検知するので、回転中にロータの磁束がステータとの相互作用によ

って回転方向に引き寄せられたときでも、ロータ周囲の磁束密度のピーク点の位置を検知することができる。これにより、ロータ周囲の磁束密度のピーク点の位置に対応して最適なステータの磁極部を励磁することができ、磁束の進み角に拘らず高いモータ効率のブラシレスモータを得ることができる。

更に、上記本発明のブラシレスモータは、磁気センサがロータの界磁用永久磁石からの磁束を直接検知でき、且つ、ロータ端面近傍の不規則な磁束による影響が少ない距離範囲内に設けられているので、ロータの回転位置を示す電気信号のノイズが大幅に軽減され、従来のブラシレスモータに必要であった被検出用磁石片を省略して簡単な構造のブラシレスモータを得ることができる。

なお、本明細書において、磁気センサは、コイルを含む意味で用いられている。従って、前記第1群の発明のみならず、以下に示すもの全てにおいて磁気センサの概念にはコイルが含められているものである。

本発明における第2群のブラシレスモータは、ステータと、前記ステータの内側に回転自在に支承されたロータとを有し、前記ロータは多数の鋼板を積層したロータヨークを有し、前記ロータヨークは外方に突出する偶数の磁極部を有し、各磁極部或いは一つ置きの磁極部に界磁用の界磁用永久磁石が挿着されているブラシレスモータにおいて、ロータの端面の外側に漏れた磁束を検知する磁気センサを有し、前記磁気センサの回転軸中心から半径方向の距離は、前記界磁用磁石の外側で且つロータの外側端より内側の範囲内を走査するように設定されていることと、更に、磁気センサ基板においては、複数の磁気センサが異なった径の円周上に配置し、各磁気センサの円周上のピッチ間隔とステータ巻線の相のピッチ間隔を異ならしめて配置したことを特徴とするものである。

また、本発明における第２群のブラシレスモータは、ステータと、前記ステータの内側に回転自在に支承されたロータとを有し、前記ロータは多数の鋼板を積層したロータヨークを有し、前記ロータヨークは外方に突出する偶数の磁極部を有し、各磁極部或いは一つ置きの磁極部に界磁用の界磁用永久磁石が挿着され、前記ロータの端面の外側に漏れた磁束を検知する複数の磁気センサを有しているブラシレスモータにおいて、前記複数の磁気センサを異なった径の円周上に配置してロータ検出位置を進めるとともに、磁気センサの回転角度を調節して前記進み角を遅らせ、磁気センサ間の幅を狭くするようにした磁気センサの設置方法を特徴とするものである。

従って、上記本発明によるブラシレスモータは、ロータの端面から所定の距離の位置に磁気センサを配置し、この磁気センサによってロータ端面外側に漏れた界磁用永久磁石の磁束を直接検知するようにしているので、回転中にロータの磁束がステータ磁極部との相互作用によって回転方向に引き寄せられたとき、或いはこの進み角がモータ電流（モータトルク）によって変動するときに、常にロータの外部空間の磁束密度のピーク点の位置を検知してステータの最適な磁極部を励磁し、モータ効率の向上を図ることができる。更に磁気センサの回転方向の取付け誤差に対する最高効率の変化が少なく、また負荷に関係なく進み角が同じであるため、どの負荷でセットしてもよい。

また、本発明の磁気センサの設置方法は、軸からの磁気センサの距離を変えることにより、進み角も変わって磁気センサ間の角度が狭くでき、その結果、磁気センサ基板の大きさが小さくなりコストが安くなる。

本発明における第３群のブラシレスモータは、ステータと、前記ステータの内側に回転自在に支承されたロータを有し、前記ロ

ータは多数の鋼板を積層したロータヨークを有し、このロータヨークは外方に突出する偶数の磁極部を有し、各磁極部或いは一つ置きの磁極部に界磁用の界磁用永久磁石が挿着されているブラシレスモータにおいて、前記ロータの端面にロータの回転位置を特定する被検出用磁石片を取付けると共に、この被検出用磁石片の回転軌道の近傍に、一方向まわりに回転する時のロータの回転位置を検出する一方向用磁気センサと、他方向まわりに回転する時のロータの回転位置を検出する他方向用磁気センサとを設け、前記一方向用磁気センサと他方向用磁気センサはロータの所望の位置を検出するようにロータの回転方向に対して逆の方向にそれぞれ磁束の進み角とほぼ等しい所定の角度をずらして配置されている両方向回転用ブラシレスモータである。

従って、上記本発明による両方向回転用ブラシレスモータは、ロータの回転位置を特定する被検出用磁石片と、一方向まわりに回転する時のロータの回転位置を検出する磁気センサと、他方向まわりのロータの回転位置を検出する磁気センサとを有し、これらの磁気センサはロータの回転方向に対して逆の方向に磁束の進み角とほぼ等しい所定の角度がずらされて固定されているので、ロータの回転中に磁気センサは実際のロータの回転位置より磁束の進み角進んだロータ回転位置を出力する。この出力されたロータの回転位置はロータ外側空間の磁束密度のピーク点と一致しているので、この出力に基づいてステータの磁極部を励磁することによって、最も効率よくロータを回転駆動することができる。

図面の簡単な説明

【図１】

本発明のブラシレスモータの一実施例を示した縦断面図。

【図２】

本発明のブラシレスモータのロータの正面を示した図。

【図３】

本発明のブラシレスモータのロータ端面外側の磁束を示した斜視図。

【図４】

磁気センサとロータ端面の間の距離Ｄを変化させて磁気のアナログ波形を比較して示したグラフ。

【図５】

ロータ端面に非磁性板を貼着した本発明のブラシレスモータの縦断面図。

【図６】

非磁性板を有するブラシレスモータと非磁性板を有しないブラシレスモータの磁気のアナログ波形を比較して示したグラフ。

【図７】

本発明のブラシレスモータのロータを示した正面図。

【図８】

本発明の三相四極のブラシレスモータの磁気センサ基板図。

【図９】

ホールＩＣの軸中心からの距離と進み角との関係を表したグラフ。

【図１０】

ホールＩＣの軸中心からの距離と最高効率を得るためのホールＩＣの移動角度との関係を表したグラフ。

【図１１】

本発明のホールＩＣとロータ端面との側面図。

【図１２】

本発明の他の実施例のホールＩＣとロータ端面との側面図。

【図１３】

本発明の他の実施例のブラシレスモータのロータ正面を示した図。

【図１４】

本発明のブラシレスモータの他の実施例を示した縦断面図。

【図１５】

図１４のＡ－Ａ’断面図。

【図１６】

ホールＩＣのラジアル位置と効率との関係を測定した結果を示す図。

【図１７】

ホールＩＣがＲ２３mmの位置における性能を示す図。

【図１８】

ホールＩＣがＲ２１mmの位置における性能を示す図。

【図１９】

磁気センサ基板を示す図。

【図２０】

電子回路のブロック図。

【図２１】

磁気センサ基板とステータの一部を示す図。

【図２２】

ブラシレスモータとこれを固定する固定部材を示す断面図。

【図２３】

磁気センサ基板を示す図。

【図２４】

磁気センサ基板の断面を示す図。

【図２５】

シート状のコイルを用いた磁気センサ基板を示す図。

【図２６】

トロイダル巻線を施した磁気センサ基板を示す図。

【図２７】

モータの回転制御を示すフローチャート。

【図２８】

磁気センサとロータの一部を示す図。

【図２９】

磁気センサ１６とロータ端面８ｂ間の距離と、進み角との関係を示す図

【図３０】

磁気センサの位置変化と、回転数及びトルクとの関係を示す図。

【図３１】

ホール電圧と磁束密度との関係を示す図。

【図３２】

磁束密度と温度との関係を示す図。

【図３３】

ロータ回転時の磁気センサの出力電圧波形を示す図。

【図３４】

ロータ端面を示す図。

【図３５】

ロータを示す斜視図。

【図３６】

ファンを内蔵したブラシレスモータを示す縦断面図。

【図３７】

従来のブラシレスモータを示した縦断面図。

【図３８】

従来のブラシレスモータの磁束密度の推移と検出されたロータの回転位置の差異を示したグラフ。

【図３９】

従来の三相四極のブラシレスモータの磁気センサ基板図。

発明を実施するための最良の形態

以下に本発明の第１実施例を図面に基づいて説明する。

図１は本実施例によるブラシレスモータの縦断面を示している。ブラシレスモータ１はボルト２によって締結された一対のハウジング部材３，４を有し、このハウジング部材３，４はボールベアリング５，６によって回転軸７を回転自在に支承している。回転軸７にはロータ８が固定され、回転軸７の一端はハウジング部材３の端面から突出してロータ８の回転力を外部に伝達できるように構成されている。ロータ８の周囲にはステータ９が配設され、このステータ９はハウジング部材３，４によって挟持されている。

ロータ８は多数の鋼板を積層したロータヨーク１０と、ロータヨーク１０の内部に挿入された複数の界磁用永久磁石１１とによって構成されている。ステータ９は鋼板を積層したステータヨーク１２と、このステータヨーク１２に巻着されたステータコイル１３とによって構成されている。ステータヨーク１２の内側の一部はステータ９の磁極部９ａを構成し、このステータ９の磁極部９ａはロータ８の磁極部８ａの外周面と僅かな距離を隔てて対向している。ステータコイル１３はリード線１４ａによって外部の電源に接続されている。

ロータ８の端面８ｂと対向するハウジング部材３の一部には、ホール素子やホールＩＣ等の磁気センサ１６が取付けられている。磁気センサ１６とロータ端面８ｂとは所定の距離Ｄの隙間を隔てて対向している。符号１４ｂは磁気センサ１６が検出した磁気の電気信号を外部に送る電気信号用リード線を示している。

図２は、ロータ８の端面部を示している。ロータ８は９０°の角度をなして半径方向外方に突出した４つのロータ磁極部８ａと、各ロータ磁極部８ａに挿入された界磁用永久磁石１１とによって構成されている。ロータ８の中心部には回転軸７が挿着され、回転軸７とロータ８はキー７ａによって一体に回転するように構

成されている。符号１８はロータヨーク１０を構成する鋼板を一体にかしめるカシメ部を示している。

各界磁用永久磁石１１は、Ｎ極とＳ極とが交互に外側となるようにロータ磁極部８ａの基部に挿着されている。界磁用永久磁石１１の磁束は、ロータ磁極部８ａの先端部分に案内されて各ロータ磁極部８ａの外周面から出入している。このことにより、ロータ８の界磁用永久磁石１１は周方向に交互にＮ極とＳ極の磁性を帯びている。

図中の仮想線Ａ，Ａ′はロータ８の回転によって磁気センサ１６が相対的に移動する軌道を示している。一方、図中の仮想線Ｂ，Ｂ′及びその間の斜線を付して示した領域αはロータ８の外周部に存在する磁束の不安定域を示している。この磁束不安定域α内の磁束はステータ９が発生する回転磁界の影響によって磁束が常に不安定に変化する。図に示すように、磁気センサ１６の相対的な移動軌道Ａ，Ａ′は、界磁用永久磁石１１より外側にあって、且つ、磁束不安定域αの内側にあるように設定されている。

また、図２に示すように、ロータ８はロータ磁極部８ａの間に溝Ｍを有し、溝Ｍの底辺Ｍ0は磁気センサ１６の相対的な回転軌道Ａ，Ａ′とほぼ整合している。磁気センサ１６の移動の軌道Ａ，Ａ′はロータ磁極部８ａの基端交点近傍を通り、このロータ磁極部８ａの基端交点近傍には次に説明する不規則な磁束が存在しており、検出された電気信号のノイズの発生原因となることがある。

図３は磁極部８ａの交点近傍の不規則な磁束と磁気センサの位置との関係を示している。

ロータ８の外周の空間では、符号Ｗ0で示すように、Ｎ極のロータ磁極部８ａの先端面から出て隣り合うＳ極のロータ磁極部８ａの先端面に到達する磁束が存在する。一方、ロータの端面では、符号Ｗ1に示すように、界磁用永久磁石１１のＮ極からＳ極へ

連続する磁束が存在する。また、隣り合うロータ磁極部８ａの間では、Ｎ極のロータ磁極部８ａの先端部の端面から出て隣り合うＳ極のロータ磁極部８ａの先端部端面に到達する磁束W2が存在する。この磁束W2は図３に示すように、ロータ端面８ｂから離開した後、一度ロータ端面８ｂに接近して、再び離開する不規則な経路を通って隣接するＳ極のロータ磁極部８ａの先端部に到達する。この不規則な磁束W2は、ロータ端面８ｂに近い磁束ほど不規則の度合いが大きく、ロータ端面８ｂから離開した磁束W3は放物線のような滑らかな形状を有している。

本実施例の磁気センサ１６は、上記不規則な磁束W2と交叉しない程度にロータ端面８ｂより離開し、且つ、上記滑らかな形状の磁束W3と交叉する程度にロータ端面８ｂに接近した位置に設けられている。

この場合、上記不規則な磁束W2と放物線状の磁束W3の間隔は、ロータ８の溝Mの底辺M0の位置において最も大きくなり、この溝の底辺M0が磁気センサ１６の相対的な回転軌道Ａ，Ａ′とほぼ整合していることにより、磁気センサ１６がノイズのない検出信号を検出するのに最も都合がよい。

次に、上記構造に基づく本実施例の作用について説明する。

本実施例の磁気センサ１６は界磁用永久磁石１１間の不規則な磁束W2の外側にあり、且つ、滑らかな形状の磁束W3と交叉するので、磁束の不規則な部分の影響によるノイズを生じることなく、ロータ８周囲の磁束密度のピーク点の位置を検出することができる。

図４は磁気センサ１６とロータ端面８ｂとの距離Ｄを変えた時の磁気センサ１６の検出した磁気のアナログ信号を比較して示している。図４の（ａ），（ｂ），（ｃ），（ｄ）はそれぞれ距離Ｄが２mm，３mm，４mm，４．９mmのブラシレスモータに対応し、

横軸は時間の経過を示している。図４の（ａ）の点ａ0，ａ1で示すような不規則な凹凸部は上記界磁用永久磁石１１間の不規則な磁束W2の影響を示している。この磁気のアナログ信号の不規則な凹凸部は、デジタル信号に変換されるときに電気信号のノイズとなる。このノイズが大きい場合には、ステータ磁極部９ａを適当に励磁することができず、ロータ８をスムーズに回転駆動することができない。

図４（ａ）ないし図４（ｄ）を比較して明らかなように、距離Ｄが大きくなるに従って磁気のアナログ信号の不規則な凹凸部が減少し、距離Ｄを約４mm以上とした場合に検出が可能であり、図４（ｄ）に示すように距離Ｄを約４．９mmとしたとき、磁気センサ１６による磁気のアナログ信号は滑らかなサインカーブを描き、ノイズが少ないデジタル信号に変換される。

また、ロータ８の磁束W0，W1，W2，W3は、ロータ８が図３に示す方向Ｒに回転するとき、ステータ磁極部９ａとの相互作用によって同図に示す方向Ｒ′に引き寄せられる。この磁束W0，W1，W2，W3の進み角はモータ電流或いはトルクに関係し、モータ電流が大きくなるほど進み角が大きいことが知られている。本実施例では磁気センサ１６によってロータ端面８ｂの外側空間の磁束密度を直接検知するので、磁束密度のピーク点の位置を検知することができる。このことにより、磁束密度のピーク点に対応して最も回転力の生じる最適なステータ磁極部９ａを励磁することができ、モータ効率を向上させることができる。

本実施例において、磁気センサとしてホール素子を用い、距離Ｄ＝４．９mm，回転数１２００rpm，トルク０．２４kgmの条件でブラシレスモータを運転すると、被検出用磁石片を有する従来のブラシレスモータに比べて約１０％のモータ効率の向上があった。

また本実施例において、磁気センサとしてホールＩＣを用いる

こともできる。ホールＩＣは、ホール効果を利用し磁界の向きを検出する機能とアンプ機能を１つのＩＣにしたもので、ホールＩＣの上にＮ極を近づけると出力が約５（Ｖ）、Ｓ極だと出力が０（Ｖ）となり、電気ノイズに強い検出素子である。磁気センサとしてホールＩＣを用いる場合、ホールＩＣのヒステリシス特性により、ホール素子と比較して距離Ｄをより小さく設定してモータ効率の向上を図ることができる。磁気センサとしてホールＩＣを用いて、回転数１２００rpm，トルク０．２４kgmの条件で距離Ｄを変えたときのブラシレスモータのモータ効率を以下に示す。

磁気センサとロータ端面との距離　Ｄ(mm)	モータ電流 (A)	モータ効率 (%)
５．３	５．５７	７４．９
４．４	５．０８	７８．５
３．４	４．８８	８０．０
２．９	４．８８	８０．０
２．３	４．８８	８０．０

以上から、Ｄが２．３mm以上より検出が可能であり、そして、２．３～３．４mmのときモータ効率が安定していて最適であることがわかった。なお、２．３mm未満ではノイズが出て検出不可能であった。

これに対して同一条件で被検出用磁石片を有するブラシレスモータを運転するとき、モータ電流７．４０Ａ、モータ効率６３．２％を得た。すなわち、ホールＩＣを用いた本実施例ブラシレスモータ１によれば、最大約１７％のモータ効率の向上を得ることができた。

また、ロータ端面に非磁性板を取付けることによっても磁気ノ

イズを軽減することができる。

図５はロータ端面に非磁性板を取付けたブラシレスモータの縦断面を示している。図１と同一の部分については同一の符号を付して説明を省略する。本実施例のブラシレスモータ１のロータ端面８ｂにはステンレスからなる非磁性板８ｃが貼着されている。非磁性板８ｃをロータ端面８ｂに貼着することにより、ロータ端面８ｂ外側に漏れる磁束の一部がうず電流に変換され、このため、非磁性板８ｃの外側に出る磁束は全体として平滑な経路を有している。磁束の経路が平滑化されることにより、磁気センサ１６で検知される磁気のアナログ波形が平滑化され、ノイズが少ないデジタル信号に変換することができる。

図６は非磁性板８ｃを有するブラシレスモータと非磁性板を有しないブラシレスモータのそれぞれの磁気センサで検知されるアナログ波形を比較したグラフである。

図６（ａ）は非磁性板を有しないブラシレスモータの磁気のアナログ波形を示し、図６（ｂ）は非磁性板をロータ端面に貼着したブラシレスモータの磁気のアナログ波形を示している。図６の横軸は一目盛り５msの時間軸を示しており、３つの曲線はそれぞれモータのＵ相、Ｖ相、Ｗ相のアナログ波形と対応している。図６（ａ）の部分Ｎは不規則な磁束による影響を示しており、この不規則なアナログ波形Ｎはデジタル信号に変換するときにノイズとなる。これに対して、図６（ｂ）は上記の不規則な磁束が非磁性板８ｃによってうず電流に変換され、比較的平滑なアナログ波形になり、ノイズの少ないデジタル信号が得られる。

なお、上記実施例では、非磁性板８ｃはロータ端面８ｂに貼着されているが、非磁性板８ｃは磁気センサ１６とロータ端面８ｂとの間に設けられていれば良く、たとえば、磁気センサ１６の表面に非磁性板８ｃを取付けるようにしても良い。更に、非磁性板８ｃにアルミナ材を添加することにより、磁石の熱を外部へ伝達

しやすくなり、これにより磁石の熱減磁の防止に資することになる。

また、上記説明では各ロータ磁極部８ａの基部に界磁用永久磁石１１が挿着されたロータについて説明したが、本発明はこれに限られることなく、一つ置きのロータ磁極部に界磁用永久磁石が挿着され、界磁用永久磁石同士の反発によって周方向に交互にＮ極とＳ極と磁極部を有するようにしたロータについても同様であることは明らかである。

以上の説明から明らかなように、本発明の第１群のブラシレスモータによれば、ロータの端面から所定の距離の位置に磁気センサを配設し、この磁気センサによってロータ端面外側に漏れた界磁用永久磁石の磁束を直接検知するようにしているので、回転中にロータの磁束がステータの磁極部との相互作用によって回転方向に引き寄せられたとき、或いはこの磁束の進み角がモータ電流によって変動するときに、常にロータの外部空間の磁束密度のピーク点の位置を検知してステータの最適な磁極部を励磁し、モータ効率の向上を図ることができる。また、同様の作用によって、両方向に回転するブラシレスモータで一の磁気センサによって最適なステータ磁極部を励磁することができる。

また、本発明のブラシレスモータによれば、磁気センサをロータの界磁用永久磁石間の不規則な磁束の外側に、且つ、滑らかな形状の磁束と交叉する位置に配置していることにより、不規則な磁束の影響によるノイズを軽減でき、従来必要であった被検出用磁石片を省略して構造簡単なブラシレスモータを得ることができる。

次に、本発明の第２群のブラシレスモータについて説明する。

この第２群のブラシレスモータは、前掲の図１に示したものと基本的な構造は同じであり、従って共通する構成要素には同一の

符号を付してその説明を省略する。前記第１群のブラシレスモータにおいてはロータ端面と磁気センサとの間隔について考察したのに対し、この第２群のブラシレスモータでは主として磁気センサのラジアル方向における位置関係を考察している。

図７は、この発明のロータ８の端面８ｂを示している。ロータ８は、９０°の角度をなして半径方向に突出したロータ磁極部８ａと、このロータ磁極部８ａに挿入された界磁用永久磁石１１とを備えて構成されている。界磁用永久磁石１１は、その軸方向の長さはロータ８の長さと同等又はそれよりも短く、磁石端面は少なくとも磁気センサ側のロータ端面８ｂよりも内側に位置している。磁石端面がロータ端面から突出していると、磁気センサに漏れ磁束が取れないばかりでなく、ロータ端面８ｂと磁気センサとの間隔も維持できない。更に、ロータ端面８ｂとステータ端面９ｂとの長さの関係は、同等もしくはロータ端面８ｂが長い方が、漏れ磁束が助長されて取れやすくなるので、好ましいことが判明している。ロータ８の中心部には回転軸７が挿入され、回転軸７とロータ８は焼きばめ等によって一体に固定されている。

界磁用永久磁石１１は、内外側がＮ極とＳ極交互になるようにロータ磁極部８ａの基部に挿着されている。界磁用永久磁石１１の磁束はロータ磁極部８ａの先端部分に案内されて各ロータ磁極部８ａの外周面から出入りしている。この構成により、ロータ８の磁極部８ａは周方向に交互にＮ極とＳ極の磁性を帯びている。図中の仮想線Ａ－Ｂ間（本例では、中心軸からの距離Ｒが２１ｍｍからＲ２３ｍｍまで）の領域は、ロータ８の回転によって磁気センサ１６（この例ではホールＩＣ）の上辺１９ａがこの範囲に入るとロータ端面から漏れ磁束が採れ、モータ駆動ができる範囲を示している。この仮想線Ｂは、モータの大きさに拘らず概略、界磁用磁石１１の外側とロータ８の外側端との中間部位を半径とする円周上に位置している。

一方図中の仮想線Ｂ－Ｃ間（本例では、中心軸からの距離Ｒ２３ｍｍからＲ２６ｍｍまで）の領域は、ロータ８の外周部に存在する漏れ磁束の不安定領域を示している。この不安定領域内の漏れ磁束はステータ９が発生する回転磁界の影響によって漏れ磁束が常に不安定に変化し、回転はするが、低回転、低トルクの運転領域におけるモータ効率は、軌道Ａ－Ｂ間より約４％悪い結果が出ている。更に仮想線Ａ－Ｄ間（本例では、中心軸からの距離Ｒ８ｍｍからＲ２１ｍｍまで）の領域は、ロータ８の内周部に存在する不安定領域を示している。この不安定領域内の漏れ磁束においては、各界磁用永久磁石間の磁束は漏れにくく、更に溝Ｍ０でステータ９が発生する磁界に引っ張られ、磁束の切り換わり箇所が不安定となるため、モータの回転ができない。

図中、仮想線Ｅは、磁気センサ（ホールＩＣ）１６の下辺１９ｂが仮想線Ｅより外側にある場合に当該磁気センサが正常に駆動できる限界線を示している。また、カシメ部１８が仮想線Ｅと仮想線Ｄとの間にある場合は、ロータ端面の漏れ磁束を正常に採ることができるが、カシメ部１８が仮想線Ｅより外側にある場合は、カシメ部の凹凸によりロータ端面の漏れ磁束が不安定になり、特に磁束の切り換わり箇所が不安定になるので、磁気センサの信号を採ることができない。

図中に示すように、磁気センサ（ホールＩＣ）１６の上辺１９ａを、ロータ８の領域Ａ－Ｂ間にセットすることにより、また、カシメ部１８を仮想線Ｅより内部にセットすることにより、安定した漏れ磁束が得られ、安定した効率と回転を得ることが可能となる。

なお、前記の実施例では、磁気センサ１６がロータ端面から漏れ磁束が採れて、モータ駆動ができる範囲として、図７中の仮想線Ａ－Ｂ間を上げ、このＡ－Ｂ間は中心軸からの距離Ｒが２１ｍｍからＲ２３ｍｍまでの領域であるとして、「２１ｍｍ」「２３

ｍｍ」という具体的な数値を示した。上述したことは、このＡ－Ｂ間が上記数値に限定されることを意味するのではない。すなわち、モータ駆動の可能な範囲としてのＡ－Ｂ間は、種々の実験の結果、ロータ８の外径（約Ｒ２６ｍｍ）及び界磁用永久磁石１１との相対的な位置関係で把握されるものであって、中心軸から界磁用永久磁石１１への垂直線を想定した場合、線Ａは、界磁用永久磁石１１のほぼ外側面の位置、そして、線Ｂは、同想定垂直線における線Ａとロータ外側端とのほぼ中央の位置、をそれぞれ示すものであることが判明している。これらの位置は、モータ形状が大小それぞれのものであっても、一般的に妥当する普遍的な位置なのである。

そして、ホールＩＣを前記位置（Ｒ２３ｍｍ）にセットして、回転数を１２００ｒｐｍに固定し、トルクを変化させたとき、それぞれのトルクにおける最高効率のときの、ロータ端面から得られるホールＩＣの信号と、ロータ外側の磁束密度のピークとのずれを以下に示す。

トルク（Ｋｇｍ）	ホールＩＣと磁束密度のピークのずれ（電気角）	最高効率（％）
０．０５	１０°±１５°	９０
０．１０	１０°±１５°	８７
０．１５	１０°±１５°	８５
０．２０	１０°±１５°	８２
０．２５	１０°±１５°	７９

前記表において、例えばトルクが０．０５Ｋｇｍのとき、最高効率たる９０％を得るには、ホールＩＣの信号とロータ外側の磁束密度のピークとのずれを、１０°±１５°（電気角）とするこ

とが必要であり、同様に、トルクが０．１０Ｋｇｍのとき、最高効率たる８７％を得るには、ホールＩＣの信号とロータ外側の磁束密度のピークとのずれを、１０°±１５°（電気角）とすることが必要（以下、同じ）であることを示している。

前記表から明らかなように、ロータ端面から直接漏れ磁束を検知することにより、磁気センサ基板の位置を低負荷点（例えば前記の０．０５Ｋｇｍ）でセットすれば、それぞれの負荷において最高の効率が得られ、更にホールＩＣの回転方向の取付誤差に対する最高効率の変化が少なく、また負荷に関係なくずれ量が同じであるため、どの負荷においてセットしてもよい。

つまりロータ８が回転するときに、ステータ磁極部との相互作用よってロータ磁極部の磁束が引き寄せられる。この進み角はモータ電流或いはトルクに関係し、モータ電流が大きいほど（トルクが大きいほど）進み角が大きいものであり、そしてホールＩＣはロータ端面８ｂの外側空間の磁束を直接検知するので、磁束密度のピーク点に対応して最も回転力を生じる最適なステータ磁極部９ａを励磁することができ、従ってモータ効率を向上させることができる。

図８は本発明の三相四極のブラシレスモータの磁気センサ基板１５を示す図で、本実施例の場合、磁気センサにはホールＩＣを使用した。

ロータ回転方向を時計回転方向として、周方向に５２°間隔でホールＩＣ１６ａ（本例ではホールＩＣの上端が中心軸からＲ２３ｍｍ），ホールＩＣ１６ｂ（本例では中心軸からＲ２２ｍｍ），ホールＩＣ１６ｃ（本例では中心軸からＲ２１ｍｍ）を、３個異なった中心軸からの距離で、且つ、ロータ回転方向に次第にホールＩＣの位置が内側にセットされ、それぞれ半田付けにより固定されている。更に、磁気センサ基板１５をステータに固定するためのシャフト取付孔２１が２箇所、磁気センサ基板外側に設置

されている。取付孔２１の回りはランド２４が施され、ランド２４の銅箔は厚く構成され、シャフトを挿入した後ハンダ付け又は樹脂固定することにより、機械的強度を十分保てるように構成されている。更にホールＩＣを駆動するため又は外部に信号を出力するための接続部として、Ｃ型形状のランド２０が設置され、リード線１４ｂが磁気センサ基板の上下及び横から簡単に挿入でき、しかも半田付ができるように、ランド２０の面積を一部広く採っている。リード線１４ｂはフラットケーブルで、線の絶縁体が一体になっているので、ランド２０のようにＣ型形状のものに対しては極めて挿入しやすいものである。

磁気センサ基板１５の大きさは、その外周２５がステータコイル１３より内側に位置し、また、内周２３の位置は任意に設けることができる。すなわち、磁気センサ基板の固定が外周にてなされるので、当該内周２３を基準にしてハウジング部材に固定する必要がなくなり、その分、回転軸７の外径の位置まで基板を広めることが可能となり、その結果、より簡単にパターン２２を製作することができ、そしてパターン間の絶縁性距離を十分保つことができ、またランド２０の外側にパータンを引く必要がなくなり、従ってランド２０をＣ形のようにオープン型にすることができるようになった。更に、回転方向の角度は、後に詳述するようにホールＩＣのピッチ間の大きさですむため、磁気センサ基板１５の形状が非常にコンパクトになり、その製作費も安価となる。

図９は、ホールＩＣ１６を軸中心より外側に移動し、軸中心からＲ２１ｍｍの位置を基準にしたときの進み角の変化量を示している。図１０は、軸中心からＲ２１ｍｍを基準にして、ホールＩＣを外側に移動させたときの最高効率を得るためのホールＩＣの回転方向の移動角度を表している。

図８乃至図１０において、ロータ回転方向の角度を（＋）とし、反ロータ回転方向の角度を（－）とすると、図９より、Ｒ２１

ｍｍからＲ２３ｍｍまでホールＩＣを外側に単に移動させると、ステータに近い磁束であって且つ引き寄せられる漏れ磁束を拾うため、ロータ検出位置は比例的進み側となる。しかしＲ２３ｍｍを過ぎると、磁極部の形状が限られることより、次第に進み量が少なくなる傾向がある。またＲ２１ｍｍからＲ２６ｍｍにホールＩＣを外側に移動させると、進み角が進み過ぎることにより、進み角の最高効率の位置がずれ、モータ効率が低下する。しかし図１０に示されるように、それぞれの位置において、ホールＩＣを（－）側に移動させると最高効率が得られ、それぞれの得られた最高効率の差はほとんどないことが実験で得られた。またホールＩＣを軸中心からＲ２０．５ｍｍ以下及びＲ２６．５ｍｍ以上は、モータが回転しないため、図に斜線を引いている。

ホールＩＣ１６ｃ（軸中心よりＲ２１）を基準として、ホールＩＣ１６ｂ（軸中心よりＲ２２）の位置は、通常角度６０°であるが、図９に示されるように、位置が軸中心より１ｍｍ外側にあることより電気角１５°進みとなるが、他方、図１０に示されるように、ホールＩＣの回転角度を動かすことにより同一の最高効率が得られ、６０°－８°＝５２°がホールＩＣ１６ｃとホールＩＣ１６ｂ間の角度となる。同様にホールＩＣ１６ｂとホールＩＣ１６ａ間の角度（５２°）も得られ、その結果、従来のものよりホールＩＣ間の幅を１６°狭くすることが可能となり、従って、磁気センサ基板１５を小型にすることができるようになった。

図１１はホールＩＣとロータ端面の側面図を表している。ロータ８の外周の空間において磁極部８ａから漏れた磁束を検知するため、磁気センサ基板１５に設けた磁気センサ（ホールＩＣ）１６をロータ端面８ｂ側に向け、ロータ８と磁気センサ基板１５との間隔の調整には段付きシャフト２８を使って行う。すなわち、シャフト２８の一端部２８ａはＱ方向より磁気センサ基板の取付孔２１に挿入し、そしてランド側１５ａにてハンダ付けをする。

もう一端は２８ｂはステータ磁極部（図に表れていない）にて圧入固定される。ロータ端面とホールＩＣの間隔調整はシャフト２８の寸法Ｌ１によって調整される。本実施例においては、ロータ端面とホールＩＣとの軸方向の距離が２．３ｍｍ未満ではロータ端面から漏れる磁束が多いため、正常に駆動させることができない。従って、寸法Ｌ１を２．３ｍｍ以上に設定している。

また、磁束に関し、界磁用永久磁石の厚みと、ロータ端面・ホールＩＣ間との距離は比例関係にあることが実験でわかった。つまり界磁用永久磁石が厚くなればなるほど、界磁用永久磁石の漏れ磁束が多くなり、それに伴いホールＩＣの位置は、ロータ端面からの距離を離してもセンシングが可能である。更にリード線１４ｂは、磁気センサ基板１５の上側面Ｐよりランド２０に挿入され、ハンダ付け又は樹脂にて固着される。

図１２は、ホールＩＣとロータ端面の他の実施例を示す側面図で、この例では、磁気センサ基板１５及び磁気センサ（ホールＩＣ）１６を、前例の場合とは逆の向きに設けている。なお、ロータ８と磁気センサ基板１５との間隔合せは、段付きシャフト２８の寸法Ｌ２により調整され、この場合ホールＩＣの取付け間隔は寸法Ｌ２そのものとなる。更にシャフトの端部２８ａの挿入方向とハンダ付けの方向が逆のため、つまりランド１５ａが前記端面８ｂとは反対の方向に向いているため、該ランド１５ａに行うハンダ付けが容易化され得る。

また、リード線１４ｂはランド２０の面積の広い部分にそのままハンダ付けされ、ハンダ面及びホールＩＣ等の部品がすべてランド側１５ａに位置するため、製作しやすい。また、反ランド側１５ｂには、基板のノイズとロータ端面の漏れ磁束のノイズが交錯しないように、シールドシート２９を貼っている。そのため、ホールＩＣでノイズのない磁束を十分に検出することができる。このように、シールドシート２９を反ランド側につけることによ

り、安定した信号を外部へ出力できると同時に、シールドシート２９を設けない通常の場合のロータ端面・センサ基板間の距離に対し、約３０％もロータ端面の近くで磁束を測定することが可能となった。

図１３は、ロータ端面の他の実施例を示している。

ロータ３０は９０°の角度をなして半径方向に突出したロータ磁極部３０ｂとロータ磁極部３０ａに挿入された界磁用永久磁石３１とによって構成されている。ロータ３０の中心部には回転軸３２が挿入され、回転軸３２とロータ３０は焼きばめ等によって一体に嵌合されている。

各界磁用永久磁石３１はＮ極（又はＳ極）が回転軸側になるように１個おきの磁極部３０ａの基部に挿着されている。界磁用永久磁石３１の磁束はロータ磁極部３０ａの先端部分に案内されて各ロータ磁極部３０ｂの外周面から出入りしている。このことにより、ロータ３０は周方向に交互にＮ極とＳ極の磁性を帯びている。図中の仮想線Ｂ－Ｃ間（本例では、中心軸からの距離Ｒ２３ｍｍからＲ２６ｍｍまで）はロータ３０の回転によってホールＩＣ３２の上辺３３がこの範囲に入ると磁束の切り換わり箇所が安定になりモータ駆動ができる範囲を示している。

更に仮想線Ｂ－Ｄ間（本例では、中心軸からの距離Ｒ８ｍｍからＲ２３ｍｍまで）領域は、ロータ３０不安定領域を示している。この領域は界磁用永久磁石のある磁極部とない磁極部の磁束の動きが異なり、磁束の切り換わり箇所が不安定になりモータ駆動ができない。

なお、上述した説明では、ロータ端面から漏れた磁束から磁気センサ信号を採るように説明したが、本発明はこれに限られることなく、ロータにエネルギー積（BHMAX25MGOe）が高い希土類磁石を挿入し、ロータ端面部において少なくとも１箇所磁気飽和させて、ロータ外側で故意に磁束を漏らせば、磁気センサに流れる

磁気量は増加することとなるため、磁気センサの特性のバラツキがあっても良好に検出することができる。とりわけ、磁気飽和箇所が、極の切り換わる位置の付近に存することにより、不安定になりやすい箇所において安定した検知をなすことが可能となる。更に、軸方向の磁気センサとロータ端面との距離を広くすることにより、モータの信頼性が向上し、また、組立が容易化されることは言うまでもない。

以上の説明から明らかなように、本発明の第２群のブラシレスモータによれば、ロータの端面から所定の距離の位置に磁気センサを配置し、この磁気センサによってロータ端面外側に漏れた界磁用永久磁石の磁束を直接検知するようにしているので、回転中にロータの磁束がステータ磁極部との相互作用によって回転方向に引き寄せられたとき、或いはこの進み角がモータ電流（モータトルク）によって変動するときに、常にロータの外部空間の磁束密度のピーク点の位置を検知してステータの最適な磁極部を励磁し、モータ効率の向上を図ることができる。更にホールＩＣの回転方向の取付け誤差に対する最高効率の変化が少なく、また負荷に関係なく進み角が同じのため、どの負荷でセットしてもよい。

また本発明の磁気センサ基板は、センサ基板を固定するための取付孔を外周に配置することにより、センサ基板の内周を回転軸まで広めることが可能となり、より簡単にパターン配線ができるとともに、パターンの絶縁距離も十分にとれて、リード線との接続ランドの形状が変更でき、その結果リード線の挿入及び接続が簡単になった。また、ホールＩＣの軸からの距離を変えることにより、進み角も変わってホールＩＣ間の角度を狭くすることができ、その結果、磁気センサ基板の大きさが小さくなり、コストの低廉化を図ることができるようになった。

次に、本発明の第３群のブラシレスモータについて説明する。

この第３群のブラシレスモータは、図１４に示すように、前掲の図１に示したものと基本的な構造は同じであり、従って共通する構成要素には同一の符号を付してその説明を省略する。

図１４において、ロータ８の端面８ｂにはロータ８の回転位置を特定するための被検出用磁石片１７が貼着されている。この被検出用磁石片１７の回転軌道の近傍のハウジング部材３の内端面には、時計回りに回転する時のロータ８の回転位置を検出するＣＷ磁気センサ１６（１６Ｘ）と、反時計回りに回転する時のロータ８の回転位置を検出するＣＣＷ磁気センサ１６（１６Ｙ）とが取付けられている。

図１５は、図１４に示す矢印Ａ－Ａ′方向のロータ８の正面を示している。ロータ８は鋼板を積層したロータヨーク１０と界磁用永久磁石１１とからなり、ロータヨーク１０は外周部に９０°の角度をなして半径方向外方に突出した４つの部分を有している。このロータヨーク１０の突出した４つの部分は、基部に外側が交互にＮ極とＳ極となるように挿入された界磁用永久磁石１１を有し、それぞれロータ磁極部８ａを構成している。図中符号１８は鋼板を一体にかしめるカシメ部を示している。

ロータ磁極部８ａのうちの一つの端面中央には、被検出用磁石片１７が貼着されている。この被検出用磁石片１７は、ロータ８が図１５に示す時計方向ＣＷ或いは反時計方向ＣＣＷに回転するとき、回転軌道Ｒに沿って移動する。図示しないハウジング部材３の端面には、仮想線で示すＣＷ磁気センサ１６ＸとＣＣＷ磁気センサ１６Ｙが貼着されている。ＣＷ磁気センサ１６ＸとＣＣＷ磁気センサ１６Ｙは、図に示すように、回転軌道Ｒの近傍に設置され、ＣＷ磁気センサ１６ＸはＣＣＷ方向に角度$\alpha 0$ずらされて固定され、ＣＣＷ磁気センサ１６ＹはＣＣＷ方向に角度$\alpha 1$ずらされて固定されている。

ＣＷ磁気センサ１６ＸとＣＣＷ磁気センサ１６Ｙの位置をそれ

ぞれP1，P2、ロータ磁極部８ａの中心位置をP0，P3とすると、ロータ８が時計回りに回転するときは、図示しない制御回路によってCW磁気センサ１６Ｘの信号のみを受信し、CW磁気センサ１６Ｘが位置P1で磁束を検知したときに、位置P0に対応するステータ磁極部９ａを励磁するように制御する。逆にロータ８が反時計回りに回転するときは、上記制御回路により、ＣＣW磁気センサ１６Ｙの信号のみを受信し、ＣＣW磁気センサ１６Ｙが位置P2で磁束を検知したときに、位置P0に対応するステータ磁極部９ａを励磁するように制御する。

次に角度α0とα1の大きさについて前記図３８を用いて説明する。前述のように、図３８はブラシレスモータのロータ端面の外側の空間の磁束密度の推移と、被検出用磁石片によって検出されたロータの回転位置とのずれを示しており、そして、時間差Tは、ロータの回転角に換算でき、この回転角は磁束の進み角と等しいものである。

そこで、この実施例では、上記CW磁気センサ１６ＸとＣＣW磁気センサ１６Ｙのずれ角度α0とα1を、この磁束密度の進み角とほぼ等しくなるように設定したものである。

以上の構成により、本実施例のブラシレスモータ１では、ロータ８が図１５に示す時計回りCWに回転する場合、被検出用磁石片１７が位置P1到達したときにCW磁気センサ１６Ｘが被検出用磁石片１７の磁束を検出し、前述の制御回路によって位置P0に対応するステータ磁極部９ａを励磁する。このとき、ロータ８の外側空間の磁束密度のピーク点は位置P0にあるので、ロータ８を最も効率よく回転駆動させられることとなり、その結果、モータ効率を向上させることができる。

反対にロータ８が反時計回りに回転する場合は、ＣＣW磁気センサ１６Ｙによって位置P2に到達した被検出用磁石片１７の磁束を検出し、位置P3に対応するステータ磁極部９ａを励磁し、

同様にモータ効率の向上を図ることができる。

なお、本実施例のブラシレスモータ１において、ロータ８が図１５に示す時計回りＣＷに回転する場合、ＣＣＷ磁気センサ１６Ｙを用いることができる。すなわち、前述のように、ＣＣＷ磁気センサ１６Ｙは、反時計回りＣＣＷに回転する場合にＣＣＷ方向に角度α1ずらされて固定されているので、これを時計回りＣＷに回転する観点から見ると、ＣＣＷ磁気センサ１６Ｙは遅れ角になっている。従って、ＣＷに回転する場合、ＣＣＷ磁気センサ１６Ｙを遅れ角用として用いることができることとなる。また、逆に、ＣＣＷに回転する場合も、ＣＷ磁気センサ１６Ｘを遅れ角用として用いることができる。

また、搬送用機器等において、作業時に低速且つ高トルクで繰出し、収納時に素早く高速且つ低トルクで反転する必要がある両方向回転用ブラシレスモータが使用される。このような両方向回転用ブラシレスモータは、それぞれの回転方向の磁束密度の進み角が異なるので、一つの被検出用磁石片と、作業時のロータの回転位置を検出する作業用磁気センサ及び、収納時のロータの回転位置を検出する巻取用磁気センサとを設け、作業時の高トルクのときに、ロータの回転方向に対して逆方向に磁束の進み角と等しい角度をずらして作業用の磁気センサを固定し、収納時の低トルクのときのロータの回転方向（作業時とは反対の回転方向）に対して逆方向に大きな角度をずらして収納用の磁気センサを固定する。作業用・収納用磁気センサのそれぞれのトルクでの磁束の進み角を一致させることにより、回転速度とトルクが異なり、且つそれぞれの回転方向において高効率を発揮する両方向回転用ブラシレスモータを得ることができる。

以上の説明から明らかなように、本発明の第３群のブラシレスモータによれば、ロータの回転位置を特定する被検出用磁石片と、時計まわりに回転する時のロータ回転位置を検出するＣＷ磁気

センサと、反時計回りのロータ回転位置を検出するＣＣＷ磁気センサとを有し、ＣＷ磁気センサとＣＣＷ磁気センサはロータの回転方向に対して逆の方向にそれぞれ所定の角度ずらして配置されているので、ロータが時計回りと反時計回りのいずれの方向に回転するときも、実際のロータの回転位置より磁束の進み角に等しい角度の進んだステータ磁極部を励磁することができる。これにより、最も効率よくロータを回転駆動することができ、モータ効率の高い両方向回転用ブラシレスモータを得ることができる。

次に、本発明の前記第２群のブラシレスモータを用いて、前記第３群のブラシレスモータのような両回転を行う場合について説明する。

前述したとおり、通常は一方向の回転に磁気センサを３個必要とするので、両方向に回転するブラシレスモータには磁気センサが６個用いられる。本発明者等は、図１６に示すように、ホールＩＣの位置を２１mm、２３mm、２４．５mm、２６mmとし、１セット３個で時計まわり（ＣＷ）及び反時計まわり（ＣＣＷ）における同一効率の位置（進み角 0°）で定格効率、最大負荷、最大回転数 を求めてみた。この図１６から明らかなように、Ｒ２４．５mm、Ｒ２６mmではホールＩＣでセンシングすることができなかった。そして、Ｒ２３mmの場合は、更に図１７に示すように、ＣＷ及びＣＣＷに同電圧をかけると、モータ効率は異なるものの回転変動が全域において少なく、裸特性（最高回転数）は同一となる。また、同様に、Ｒ２１mmの場合は、更に図１８に示すように、ＣＷ及びＣＣＷに同電圧をかけると、裸特性は異なるもののモータ効率と高負荷時の回転数が同一となる。

図１７及び図１８において、５０％、７０％及び１００％は、デューティ（duty）で、回転数とトルクの関係を示し、丸印は回路電流とトルクの関係を示し、ともに実線はＣＣＷ、点線はＣＷの

場合である。

なお、ホールＩＣをＲ２３mmにセットして、回転数を１２００ｒｐｍに固定し、トルクを変化させたとき、それぞれのトルクにおける最高効率のときの、ロータ端面から得られるホールＩＣの信号と、ロータ外側の磁束密度のピークとのずれを以下に示す。

トルク（Ｋｇｍ）	ホールＩＣと磁束密度のピークのずれ（電気角）	最高効率（％）
０．０５	０°±５°	９０
０．１０	０°±５°	８７
０．１５	０°±５°	８５
０．２０	０°±５°	８２
０．２５	０°±５°	７９

前記表から明らかなように、Ｒ２３mmにセットすることにより、ホールＩＣの回転方向の取付誤差に対する最高効率の変化が少なく、また負荷に関係なくずれ量が同じであるため、どの負荷においてセットしてもよい。

上述した実施例は、磁気センサのセット位置を任意に選択することにより、同一構造でありながら、使用目的に適した性能を有するモータを得ることができることを示している。すなわち、正転反転の両回転に同一最大回転、同一トルクを必要とする場合は、磁気センサを、例えば前記Ｒ２３mmにセットすることとなる。また、洗濯機に用いられるモータのように、洗濯モードの場合、回転数：１２００ｒｐｍ、トルク：０．２４ｋｇｍで両回転、脱水モードの場合、回転数：２０００ｒｐｍ、トルク：０．０５ｋｇｍで片回転、といった性能が要求されるときは、磁気センサを例えば前記Ｒ２１mmにセットするものである。ここで、ホールＩ

Ｃの半径方向の位置を変更した例を挙げて説明したが、各々のＲ位置において、進み角を調整しても同様の効果が得られることは言うまでもない。

前記実施例から解ることは、磁気センサの位置を複数異ならしめた状態で、回転方向がＣＷ、ＣＣＷで予め多くのデータを集めいておいて、これらの中から前述の洗濯機用モータのように、所望回転の実施態様に適合するパターンを選択することが好ましいということである。なお、前記の表において、ホールＩＣと磁束密度のピークのずれが、前記第２群のブラシレスモータの箇所で示した表と相違するのは、こちらの表の場合は、正転反転の両回転に適した条件を模索した結果によるものである。

次に、上述した本発明の１乃至３群のブラシレスモータに実施してモータ性能の向上を図り得る装置を説明する。

図１９は磁気センサ基板を示す図で、この実施例は、磁気センサ基板１５にセンサ駆動電源を設置したものである。すなわち、磁気センサ基板１５に発電コイル３４を設けるとともに、この発電コイル３４を電子回路３５に接続し、この電子回路３５と電源３６、そして磁気センサ１６とを接続する。この磁気センサ基板１５において、ロータからの漏れ磁束により発電コイル３４に交流電圧が流れ、図２０に示すように、整流回路により全波整流又は半波整流され、昇圧回路により昇圧され、制御回路を経て電源に蓄えられる。ここで、制御回路としては１個又は複数のダイオードを用い、また、昇圧回路は必要により設けられるもので、昇圧コイルを用いて構成される。このように磁気センサ基板１５を構成した場合は、ロータの漏れ磁束を有効利用することができ、従来用いられていた外部電源、従ってこれに伴う外部配線を不要にすることができ、発電性能が大きくて、しかも磁気センサと電源を含めたコンパクト形状に形成することができるものである。

更に、図２１に示すように、発電コイル３４を、ステータ９の歯部に補助コイルを巻いて形成することもできる。なお、発電コイル３４は、好ましくは、小型化、薄型化に適したシート状コイルを用い、電源３６には、充放電が可能な大容量コンデンサや二次電池を用いる。このようにすることにより、大容量の発電を可能とするばかりでなく、電子回路電源を経由してモータの外に引き出し、外部のアクチュエータを制御するための電源として用いることも可能である。

また、前述したロータの漏れ磁束を有効利用して、外部のアクチュエータを制御するための電源として用いる他の態様として図２２に示すものがある。これは、ブラシレスモータ１を固定する取付板４０に、該ブラシレスモータ１のハウジング部材３の方向に突出する部位４１を設け、この部位４１の先端に前記発電コイル３４を取付け、この発電コイル３４よりリード線１４にて制御回路４２、電池４３へ接続する。他方、ハウジング部材３には、前記発電コイル３４に照応する箇所に孔３ａを形成し、この孔３ａに前記部位４１を挿通して、前記発電コイル３４をロータ端面８ｂに近接させて設置するものである。図２２中、４４は回転軸７を挿通するための孔である。なお、前記取付板４０と当接するハウジング部材３とは反対側のハウジング部材４の外側に、例えばシート状コイルの発電コイル３４を設けるようにしてもよい。このようにして、発電コイル３４をモータ内外の適宜の箇所に設置し、これにより得られた電源を磁気センサやモータ外部の駆動電源として用いることができるものである。なお、これらのロータ漏れ磁束を利用して逆起電力を発生させるものは、ロータが惰性で回転している場合も利用することができるものである。

図２３及び図２４は磁気センサ基板の他の実施例を示す図で、この例では、磁気センサ基板１５に空洞部１５ｃを形成し、この空洞部１５ｃに磁気センサ１６を組込ませて、磁気センサ基板１

５の表裏全体を、例えばアルミナ材等の熱伝導性の良好な材質をを含ませた非電導性の樹脂３７でモールドしたものである。このように構成した場合は、磁気センサ基板１５に空洞部１５ｃが形成されているので、磁気センサ１６の位置決めが容易化され、また、放熱性の樹脂３７でモールドされているので、磁気センサの放熱が良好になされる。なお、従来において、磁気センサ基板上に磁気センサが装着され、従って磁気センサ基板はとりわけ磁気センサにより凹凸状となっていて、これに樹脂モールドすることは困難であったが、この実施例によれば、空洞部１５ｃが形成されてこれに磁気センサ１６が組込まれるので、位置決め効果を備えるとともに基板面に凹凸がなくなり、従って樹脂モールドを行うことが容易化され、更に上述したように、この樹脂モールドによる放熱効果を得ることが可能となるものである。

図２５及び図２６は、磁気センサにコイル３８を用いたもので、図２５はシート状のコイル、図２６はトロイダル巻線を施したコイルである。この例では、ロータからの漏れ磁束がコイル３８を横切ると逆起電力が生じるので、この逆起電力を位置検出信号として利用するものである。

上述のように、逆起電力を利用して位置検出を行う場合、ロータの静止している始動時は逆起電力が発生していないので位置検出をすることができない。そこで、図２７に示す制御を行うとよい。すなわち、図２７のフローチャートにおいて、まず最初に、一定時間あるパターンの駆動信号により電流リミッタの制限値の電流で励磁する。これにより、ロータはこの励磁パターンに対応した位置に移動し、位置が確定する。次いで、電流を流した状態で転流信号を与えて出力パターンを切り換えると、モータが回転し、これによりコイルに逆起電力が発生するので、コイルによる位置検出を行うこととなる。このようなコイルを用いた場合は、ホール素子、ホールＩＣのような磁気センサが不要となり、これ

に代わるコイルは銅線のため安価に製作することができ、また、従来の磁気センサに比べて、端子が少なくてすみ、耐熱性があり、製造上ラフな公差ですむという利点がある。

図２８は、磁気センサ１６をロータ端面８ｂに対し、移動可能に設けたものである。すなわち、ハウジング部材３，４の内部適宜箇所に円筒体４５を設置し、この円筒体４５内に非磁性体の作動杆４６を軸方向に移動可能に設け、この作動杆４６のロータ側に磁気センサ１６を固定し、該作動杆４６の反対側には磁石４７を固定する。この磁石４７に対向して、ハウジング部材の外側にはフィルムコイル４８を設けてこれに電気的導通を図っている。従って、フィルムコイル４８に電流を流して励磁し、図示を省略した制御装置によりフィルムコイル４８の磁性を転換することにより、前記磁石４７の吸着と反発を行わしめ、作動杆４６従って磁気センサ１６を軸方向に動かすことによりロータ端面８ｂとの距離を調整し、これによりモータの回転領域を変化させるものである。図２９は、このようにして磁気センサ１６を移動させたとき、磁気センサ１６とロータ端面８ｂ間の距離と、進み角との関係を示す図で、磁気センサ１６がロータ端面８ｂから離れていくと、進み角は図中のａ点から比例的に進んで行く。このａ点は、実験の結果、界磁用永久磁石１１の厚みの１．５倍なる値が得られている。また、図３０において、引出し線１で示す線図は、磁石４７とフィルムコイル４８が反発しているとき、すなわち磁石４７がロータ端面８ｂに接近しているときを示し、引出し線２で示す線図は、磁石４７とフィルムコイル４８が吸着しているとき、すなわち磁石４７が前記引出し線１の場合よりもロータ端面８ｂから離れているときを示している。このように、磁石４７のロータ端面８ｂに対する位置を可変とすることにより、裸特性を変化させることができる。なお、前記第１群の発明において、磁気センサ１６をロータ端面８ｂに対し、移動可能に設けた場合は、

前記の効果のほか、磁気センサの設定位置すなわちロータ端面外側に漏れた磁束を直接検知できる距離以下であって、且つ、ロータ端面近傍の不規則な磁束によって検出信号にノイズが発生する距離以上の距離範囲内の位置、の位置決めを容易化することができる。

ところで、前述の各実施例は、温度がほぼ一定の場合を前提としているものであって、モータの回転中に温度条件が極端に変化するような場合は、これに備えて温度補償手段を用いることが期待されるものである。そして、温度補償を行うには、一般的には温度センサは必須の構成要素である。そこで、本発明者等は、温度センサを用いないでモータ温度を検出することができる技術的手段を提案するものである。

すなわち、図３１に示すように、ホール電圧と磁束密度との間には、一定の比例関係があり、そして、図３２に示すように、磁束密度と温度との間にも一定の関係がある。図３３はロータ回転時の磁気センサの出力電圧波形で、磁石の温度上昇により磁束密度が減少し、また磁束密度が減少により磁気センサの出力電圧は降下する。そこで、これらの関係を利用して、つまり、この関係を予め求めておき、制御回路内に、磁束密度・温度テーブルを例えばＲＯＭ組込みすることにより、磁気センサの出力電圧によりモータの温度をモニタすることができるものである。更に、ロータ磁石の減磁量も同様に磁気センサの出力電圧により検出することができる。このように構成することにより、モニタ温度を磁気センサのアナログ出力値の変化から検出できるので、専用の温度センサが不要となり、コストダウンを図ることが可能となる。また、温度上昇や不測の現象によるロータ磁石の減磁を磁気センサのアナログ出力値の変化から検出できるので、磁石性能劣化を把握することができる。更に、回転中の磁石の温度を、前述のよう

に温度センサを用いずに直接検出することができるものである。

次に示す実施例は、磁気センサや磁束密度が前述のように温度に影響されることに鑑み、モータ内を冷却することの可能な構造を提案するものである。すなわち、図３４乃至図３６に示すように、ファンを形成するものである。図３４及び図３５は、ロータヨーク１０の鋼板１０ａの磁極部先端１０ｂを斜めに折り曲げてファン形状に形成している。従って、ロータの回転により鋼板１０ａの磁極部先端１０ｂで送風して、磁気センサを冷却することとなり、これにより周囲の温度変化の影響が少なくなり、安定した出力電圧が得られる。図３６に示すものは、ロータ端面８ｂと磁気センサ１６との間に、回転軸７に固定したファン３９を設置するもので、前例同様、磁気センサ及びモータを冷却することとなり、これにより安定した出力電圧が得られる。なお、このファン３９は非磁性材で形成され、従ってロータ端面からの漏れ磁束には影響がないようになされているので、ファン３９を設けたからといって検出不良になることはない。

産業上の利用可能性

この発明は、磁気センサを用いてロータの回転位置を検出するブラシレスモータにおいて、ロータ周囲の磁束密度のピーク点を検知でき、高いモータ効率が要求されるブラシレスモータに最適である。

請求の範囲

1．ステータとステータの内側に回転自在に支承されたロータとを有し、前記ロータは多数の鋼板を積層したロータヨークを有し、前記ロータヨークは外方に突出する偶数の磁極部を有し、各磁極部或いは一つ置きの磁極部に界磁用磁石が挿着されているブラシレスモータにおいて、

前記ロータの端面の外側に漏れた磁束を検知する磁気センサを有し、前記磁気センサは前記ロータ端面から所定の距離に位置し、前記所定距離は磁気センサがロータ端面外側に漏れた磁束を直接検知できる距離以下であって、且つ、ロータ端面近傍の不規則な磁束によって検出信号にノイズが発生する距離以上の距離範囲内に設定されていることを特徴とするブラシレスモータ。

2．ステータとステータの内側に回転自在に支承されたロータとを有し、前記ロータは多数の鋼板を積層したロータヨークを有し、前記ロータヨークは外方に突出する偶数の磁極部を有し、各磁極部或いは一つ置きの磁極部に界磁用磁石が挿着されているブラシレスモータにおいて、

前記ロータの端面の外側に漏れた磁束を検知する磁気センサを有し、前記磁気センサは前記ロータ端面から所定の距離に位置し、前記所定距離は磁気センサがロータ端面外側に漏れた磁束を直接検知できる距離以下であって、且つ、ロータ端面近傍の不規則な磁束によって検出信号にノイズが発生する距離以上の距離範囲内に設定され、更に、前記磁気センサは、回転軸中心より前記界磁用磁石の外側に至る最短距離の地点から、前記ロータの外側端までの範囲内を走査するように設定されていることを特徴とするブラシレスモータ。

3．ステータとステータの内側に回転自在に支承されたロータとを有し、前記ロータは多数の鋼板を積層したロータヨークを有し

、前記ロータヨークは外方に突出する偶数の磁極部を有し、各磁極部或いは一つ置きの磁極部に界磁用磁石が挿着されているブラシレスモータにおいて、

前記ロータの端面の外側に漏れた磁束を検知する磁気センサを有し、前記磁気センサは前記ロータ端面から所定の距離に位置し、前記所定距離は磁気センサがロータ端面外側に漏れた磁束を直接検知できる距離以下であって、且つ、ロータ端面近傍の不規則な磁束によって検出信号にノイズが発生する距離以上の距離範囲内に設定され、更に、前記ロータヨークは各ロータ磁極部間に溝を有し、この溝は前記磁気センサの相対的な回転軌道とほぼ整合する底辺を有していることを特徴とするブラシレスモータ。

4．ステータとステータの内側に回転自在に支承されたロータとを有し、前記ロータは多数の鋼板を積層したロータヨークを有し、前記ロータヨークは外方に突出する偶数の磁極部を有し、各磁極部或いは一つ置きの磁極部に界磁用磁石が挿着されているブラシレスモータにおいて、

前記ロータの端面の外側に漏れた磁束を検知する磁気センサを有し、前記磁気センサは前記ロータ端面から所定の距離に位置し、前記所定距離は磁気センサがロータ端面外側に漏れた磁束を直接検知できる距離以下であって、且つ、ロータ端面近傍の不規則な磁束によって検出信号にノイズが発生する距離以上の距離範囲内に設定され、更に、前記磁気センサとロータ端面の間に、ノイズ軽減用の非磁性板を取付けたことを特徴とするブラシレスモータ。

5．ステータとステータの内側に回転自在に支承されたロータとを有し、前記ロータは多数の鋼板を積層したロータヨークを有し、前記ロータヨークは外方に突出する偶数の磁極部を有し、各磁極部或いは一つ置きの磁極部に界磁用磁石が挿着されているブラシレスモータにおいて、

前記ロータの端面の外側に漏れた磁束を検知する磁気センサを有し、前記磁気センサは前記ロータ端面から所定の距離に位置し、前記所定距離は磁気センサがロータ端面外側に漏れた磁束を直接検知できる距離以下であって、且つ、ロータ端面近傍の不規則な磁束によって検出信号にノイズが発生する距離以上の距離範囲内に設定され、更に、界磁用磁石の磁石端面は少なくとも磁気センサ側のロータ端面よりもロータの内側に位置していることを特徴とするブラシレスモータ。

6．ステータとステータの内側に回転自在に支承されたロータとを有し、前記ロータは多数の鋼板を積層したロータヨークを有し、前記ロータヨークは外方に突出する偶数の磁極部を有し、各磁極部或いは一つ置きの磁極部に界磁用磁石が挿着されているブラシレスモータにおいて、

前記ロータの端面の外側に漏れた磁束を検知する磁気センサを有し、前記磁気センサは前記ロータ端面から所定の距離に位置し、前記所定距離は磁気センサがロータ端面外側に漏れた磁束を直接検知できる距離以下であって、且つ、ロータ端面近傍の不規則な磁束によって検出信号にノイズが発生する距離以上の距離範囲内に設定され、更に、前記磁気センサは、軸方向に移動可能に設けられていることを特徴とするブラシレスモータ。

7．ステータとステータ内部に回転自在に支承されたロータとを有し、前記ロータは多数の鋼板を積層したロータヨークを有し、前記ロータヨークは外方に突出する偶数の磁極部を有し、各磁極部或いは一つ置きの磁極部に界磁用磁石が挿着されているブラシレスモータにおいて、前記ロータの端面の外側に漏れた磁束を検知する磁気センサを有し、前記磁気センサは、回転軸中心より前記界磁用磁石の外側に至る最短距離の地点から、前記ロータの外側端までの範囲内を走査するように設定されていることを特徴とするブラシレスモータ。

8．ステータとステータ内部に回転自在に支承されたロータとを有し、前記ロータは多数の鋼板を積層したロータヨークを有し、前記ロータヨークは外方に突出する偶数の磁極部を有し、各磁極部或いは一つ置きの磁極部に界磁用磁石が挿着されているブラシレスモータにおいて、前記ロータの端面の外側に漏れた磁束を検知する磁気センサを有し、前記磁気センサは、回転軸中心より前記界磁用磁石の外側に至る最短距離の地点から、前記ロータの外側端までの範囲内を走査するように設定され、更に、前記各鋼板を重ね合わせて固定するカシメ部を備えるとともに、前記カシメ部は、その回転軸中心からの距離が、該回転軸中心から前記界磁用磁石までの距離よりも短いことを特徴とするブラシレスモータ。

9．ステータとステータ内部に回転自在に支承されたロータとを有し、前記ロータは多数の鋼板を積層したロータヨークを有し、前記ロータヨークは外方に突出する偶数の磁極部を有し、各磁極部或いは一つ置きの磁極部に界磁用磁石が挿着されているブラシレスモータにおいて、前記ロータの端面の外側に漏れた磁束を検知する磁気センサを有し、前記磁気センサは、回転軸中心より前記界磁用磁石の外側に至る最短距離の地点から、前記ロータの外側端までの範囲内を走査するように設定され、更に、前記磁気センサは、軸方向に移動可能に設けられていることを特徴とするブラシレスモータ。

10．前記磁気センサは、回転軸中心より前記界磁用磁石の外側に至る最短距離の地点から、前記界磁用磁石の外側とロータの外側端との中間部位までの範囲内を走査するように設定されていることを特徴とする請求項7記載のブラシレスモータ。

11．ステータとステータ内部に回転自在に支承されたロータとを有し、前記ロータは多数の鋼板を積層したロータヨークを有し、前記ロータヨークは外方に突出する偶数の磁極部を有し、各磁

極部或いは一つ置きの磁極部に界磁用磁石が挿着されているブラシレスモータにおいて、前記ロータの端面の外側に漏れた磁束を検知する複数の磁気センサを有し、前記複数の磁気センサを異なった径の円周上に配置して所定の進み角を設けるとともに、磁気センサの回転角度を調節して前記進み角を修正し、これら磁気センサ間の幅を狭くするようにしたことを特徴とするブラシレスモータの磁気センサ設置方法。

１２．ステータと前記ステータの内側に回転自在に支承されたロータを有し、前記ロータは多数の鋼板を積層したロータヨークを有し、このロータヨークは外方に突出する偶数の磁極部を有し、各磁極部或いは一つ置きの磁極部に界磁用磁石が挿着されている両方向回転用ブラシレスモータにおいて、

前記ロータの端面にロータの回転位置を特定する被検出用磁石片を取付けると共に、この被検出用磁石片の回転軌道の近傍に、一方向まわりに回転する時のロータの回転位置を検出する磁気センサと、他方向まわりに回転する時のロータの回転位置を検出する磁気センサとを設け、前記一方向用磁気センサと他方向用磁気センサは、ロータの回転方向に対して逆の方向にそれぞれ磁束の進み角とほぼ等しい所定の角度をずらして配置されていることを特徴とする両方向回転用ブラシレスモータ。

１３．前記ロータの端面外側に前記磁気センサ基板を配置し、この磁気センサ基板に前記磁気センサを設けたことを特徴とする請求項１、７、１１又は１２記載のブラシレスモータ。

１４．磁気センサにホールＩＣを用い、このホールＩＣとロータ端面との距離が少なくとも界磁用磁石の厚みよりも離れていることを特徴とする請求項１、７、１１又は１２記載のブラシレスモータ。

１５．磁気センサにホール素子を用い、このホール電圧と磁束密度及び温度との関係よりモータの温度を検出することを特徴とす

る請求項１、７、１１又は１２記載のブラシレスモータ。

１６．ロータヨークの鋼板の磁極部先端を斜めに折り曲げてファン形状に形成し、ロータの回転により前記磁極部先端で送風して、磁気センサを冷却することを特徴とする請求項１、７、１１又は１２記載のブラシレスモータ。

１７．ロータ端面と磁気センサとの間に、回転軸に固定したファンを設置することを特徴とする請求項１、７、１１又は１２記載のブラシレスモータ。

１８．複数の磁気センサが磁気センサ基板を挟んでロータに対向し、更に磁気センサ基板にはシールドシートが設けられていることを特徴とする請求項１３記載のブラシレスモータ。

１９．複数の磁気センサが磁気センサ基板に埋め込まれており、更に磁気センサ基板が放熱性に優れた樹脂でモールドされていることを特徴とする請求項１３記載のブラシレスモータ。

２０．磁気センサ基板を固定するための取付孔のまわりに、固着用のランドを有することを特徴とする請求項１３記載のブラシレスモータ。

２１．磁気センサ基板に発電コイルを設け、ロータからの漏れ磁束により前記コイルで逆起電力を得ることを特徴とする請求項１３記載のブラシレスモータ。

２２．ステータの歯部に発電コイルを設け、ロータからの漏れ磁束により前記コイルで逆起電力を得ることを特徴とする請求項１３記載のブラシレスモータ。

２３．ブラシレスモータを固定する取付板に、該ブラシレスモータのハウジング部材の方向に突出する部位を設け、この部位に発電コイルを取付け、他方、前記ハウジング部材には、前記発電コイルに照応する箇所に孔を形成し、この孔に前記突出部位を挿通して、前記発電コイルをロータ端面に近接させて設置することを特徴とする請求項１３記載のブラシレスモータ。

２４．ハウジング部材の外側に発電コイルを設け、ロータからの漏れ磁束により前記コイルで逆起電力を得ることを特徴とする請求項１３記載のブラシレスモータ。

5

FIG.1

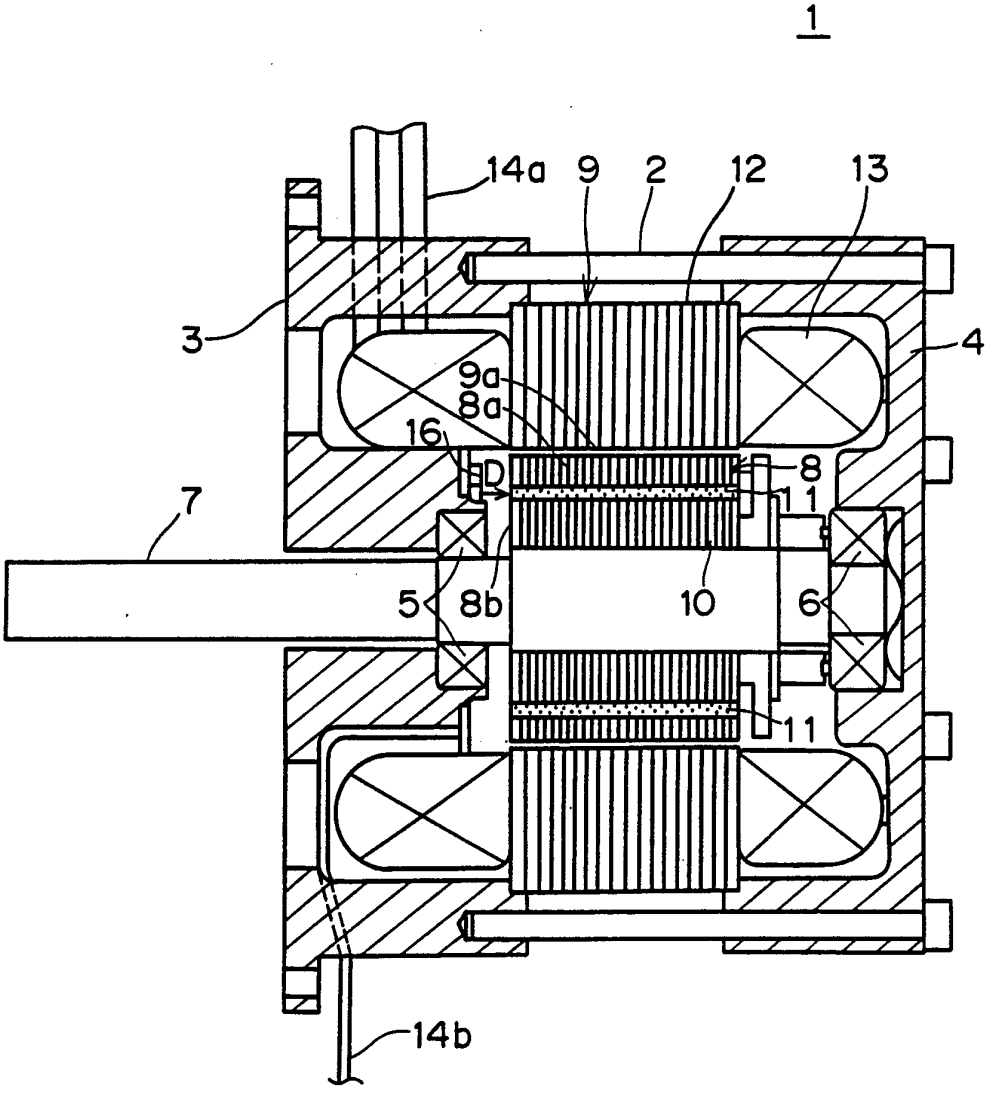


FIG.2

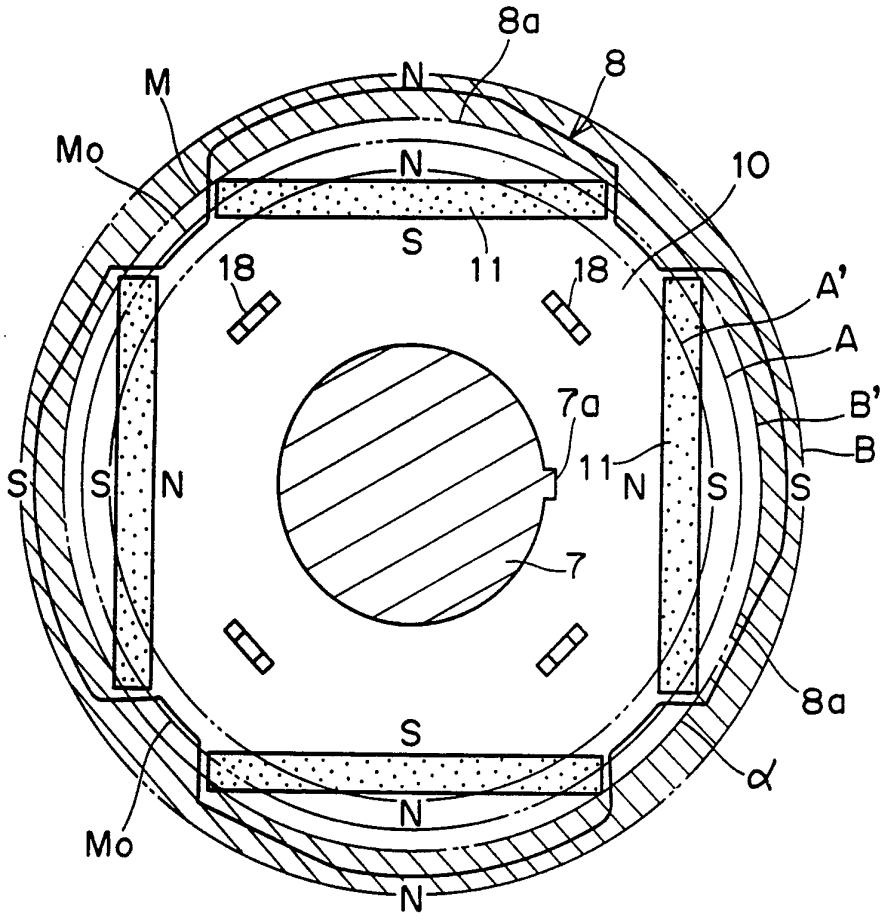


FIG.3

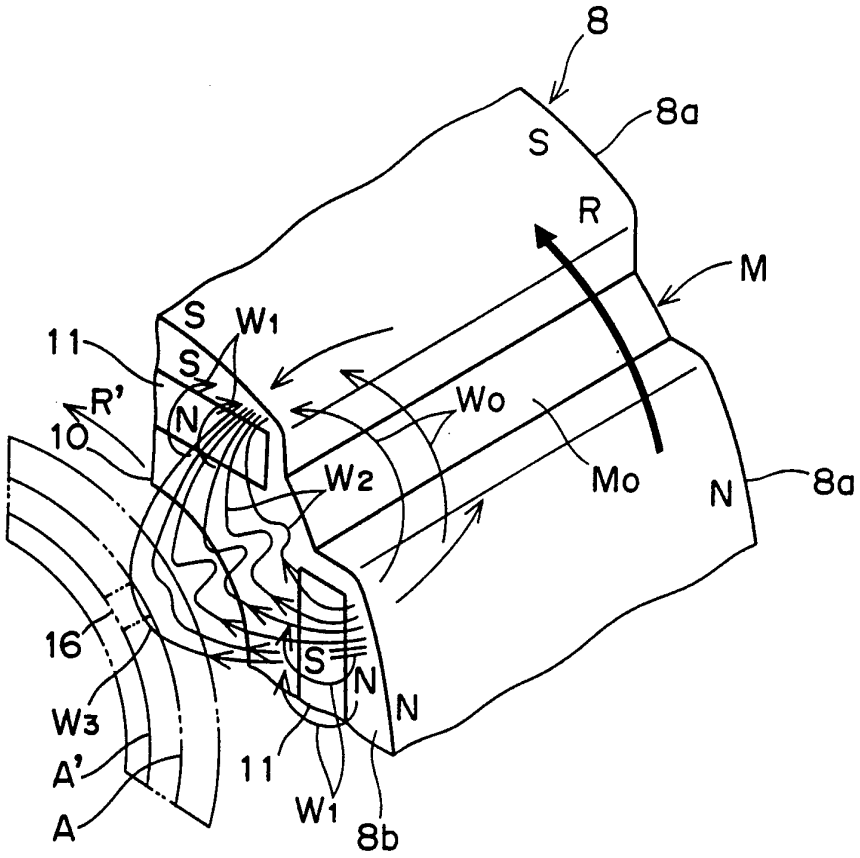
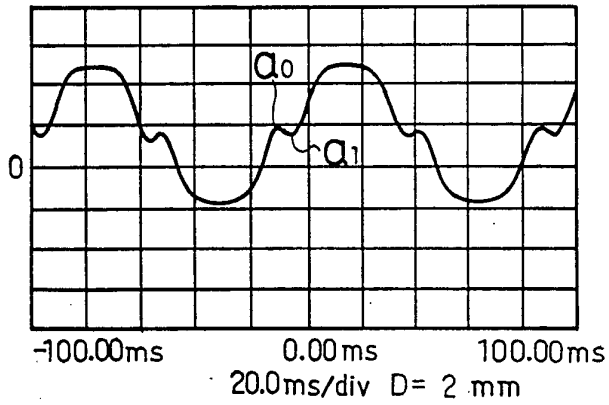
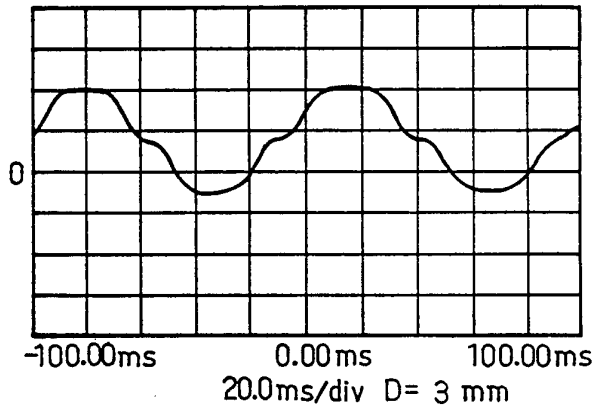


FIG.4

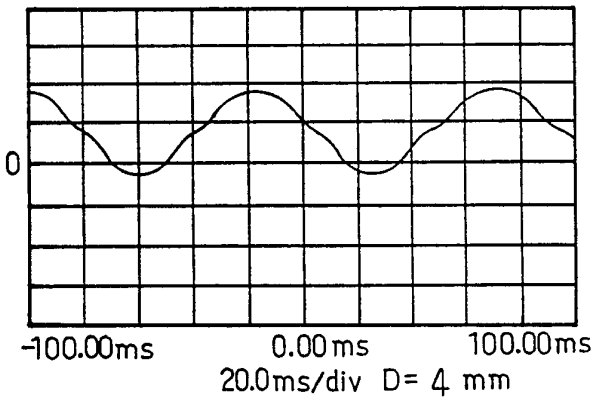
(a)


a0
a1
0
-100.00ms
0.00ms
100.00ms
20.0ms/div D= 2 mm

(b)


0
-100.00ms
0.00ms
100.00ms
20.0ms/div D= 3 mm

(c)


0
-100.00ms
0.00ms
100.00ms
20.0ms/div D= 4 mm

(d)

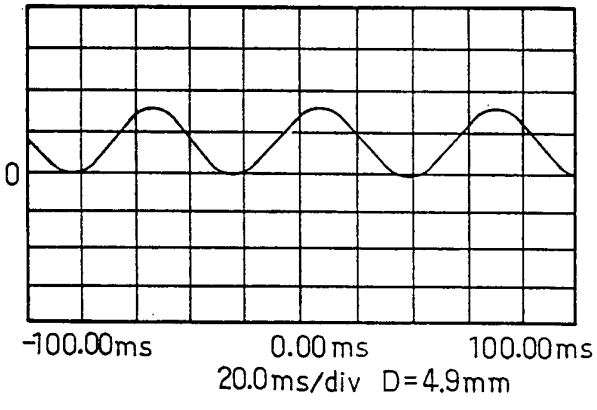

0
-100.00ms
0.00ms
100.00ms
20.0ms/div D=4.9mm

FIG.5

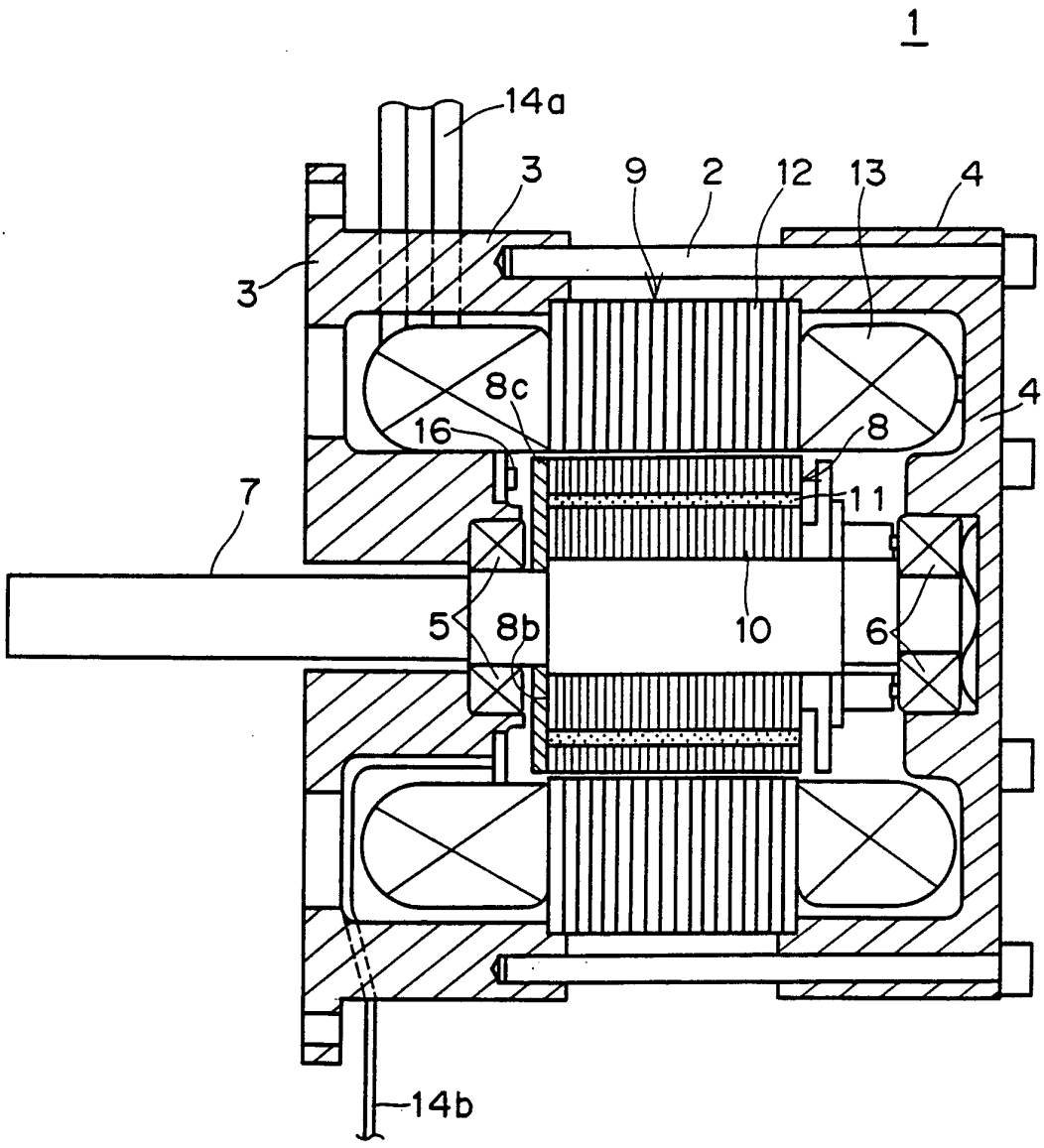
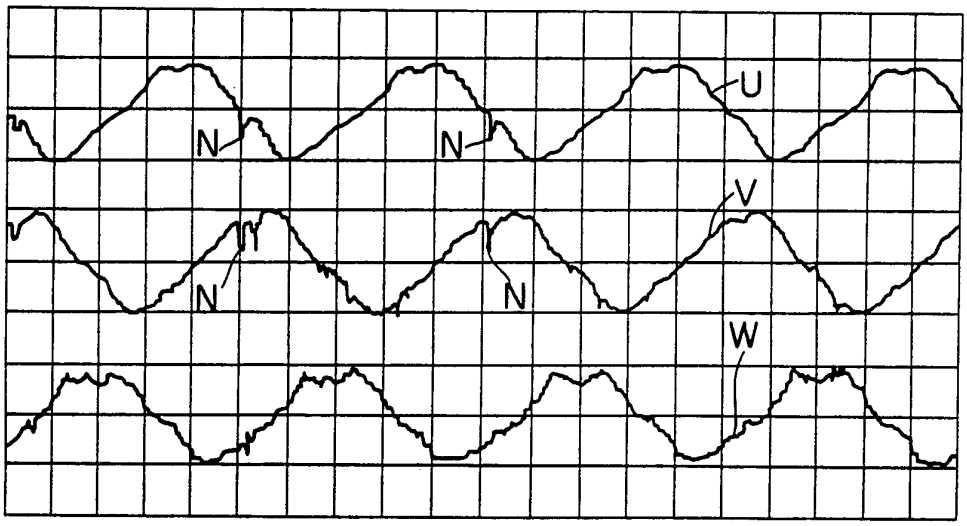
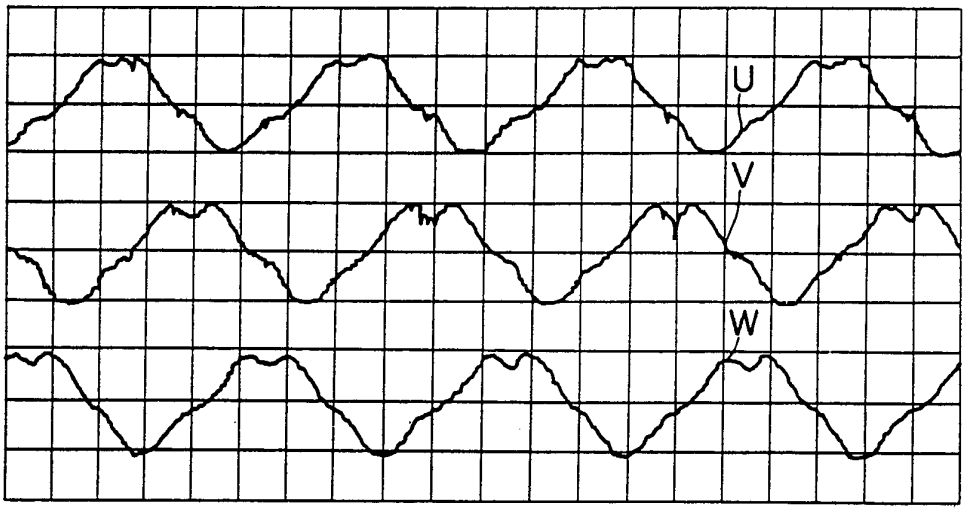


FIG.6



(a) 5ms/DIV



(b) 5ms/DIV

FIG.7

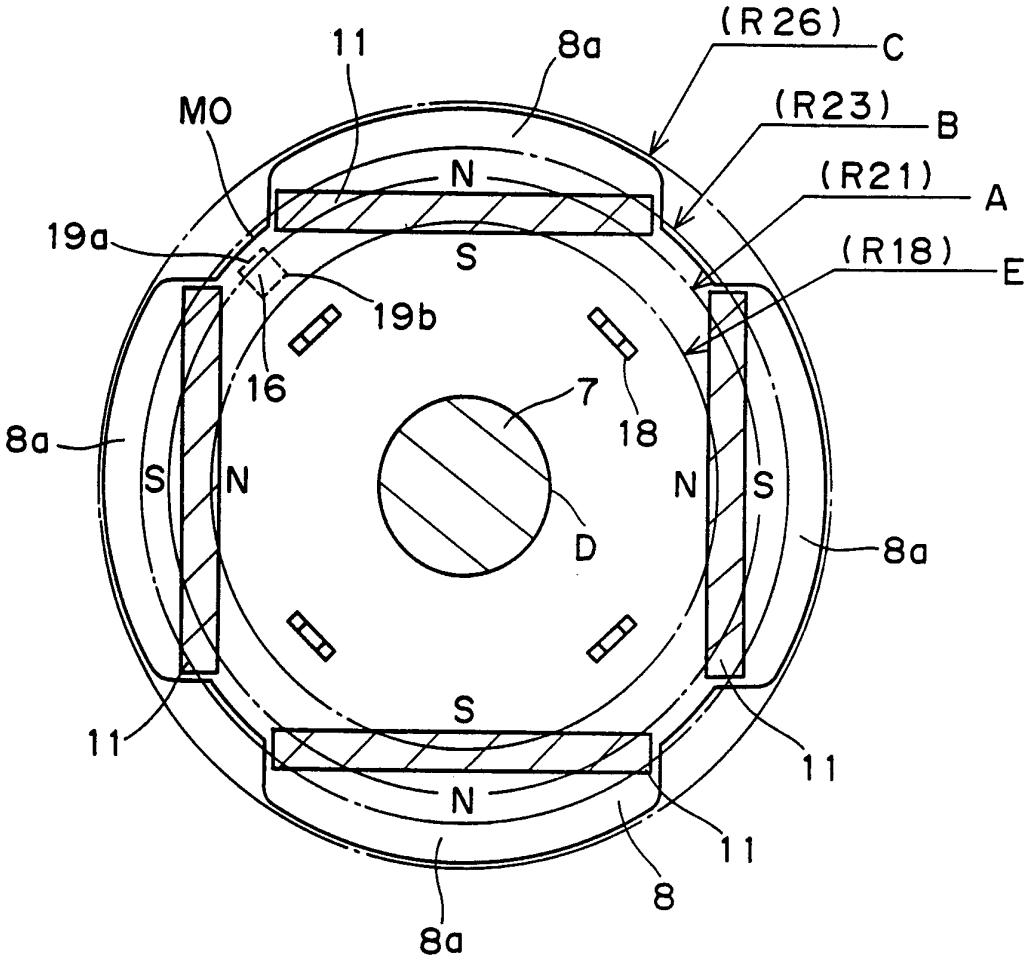

11
8a
(R26)
C
MO
(R23)
B
N
(R21)
A
19a
S
(R18)
E
19b
16
7
18
8a
S
N
N
S
D
8a
S
11
11
N
11
8
8a

FIG. 8

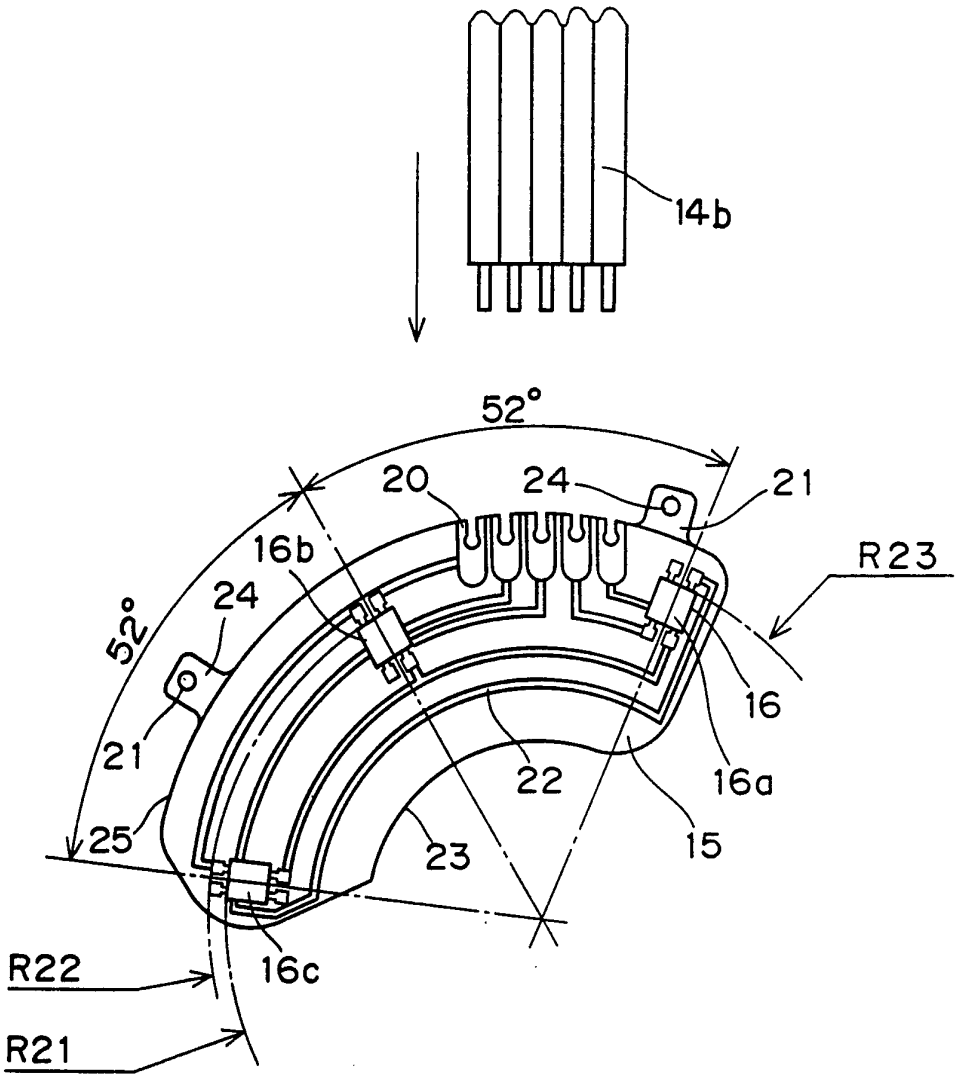


FIG.9

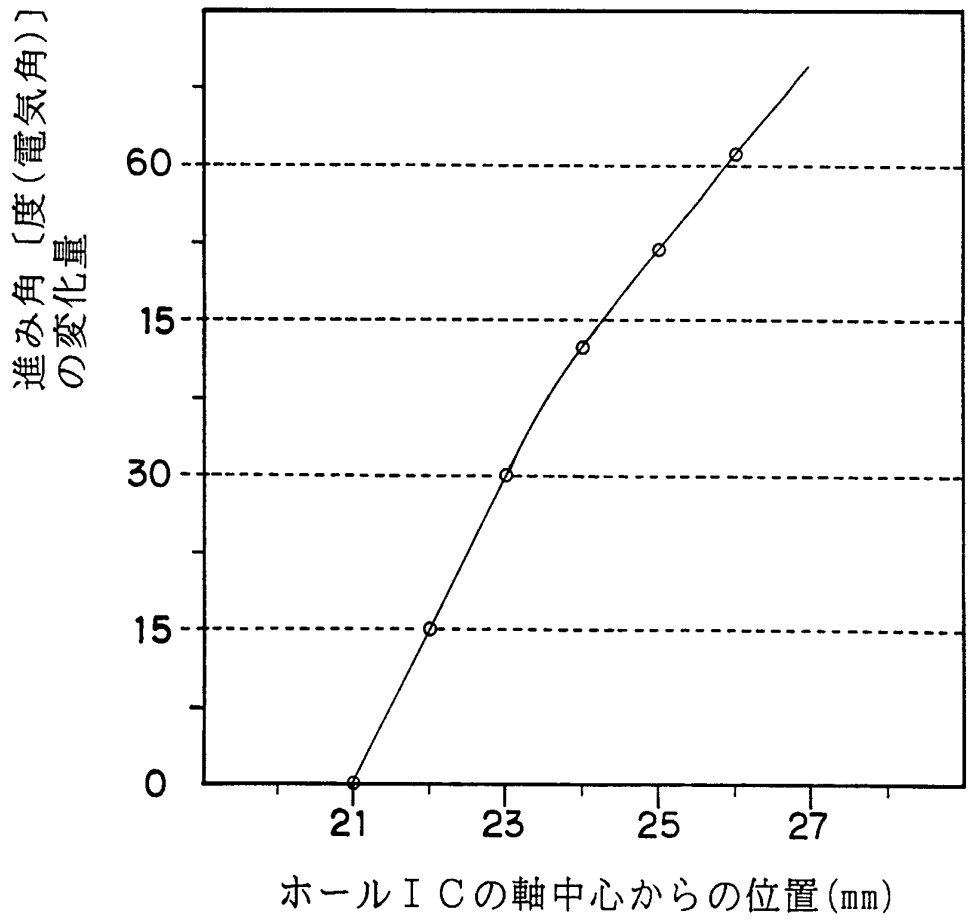


FIG.10

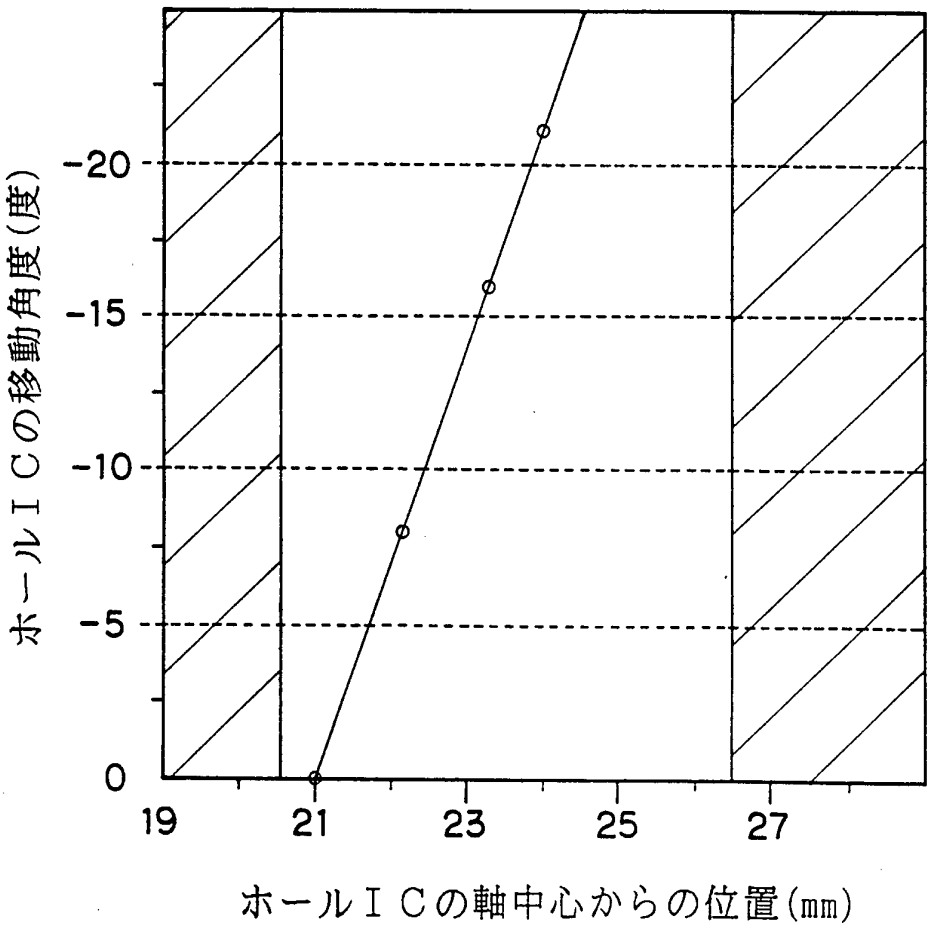


FIG.11

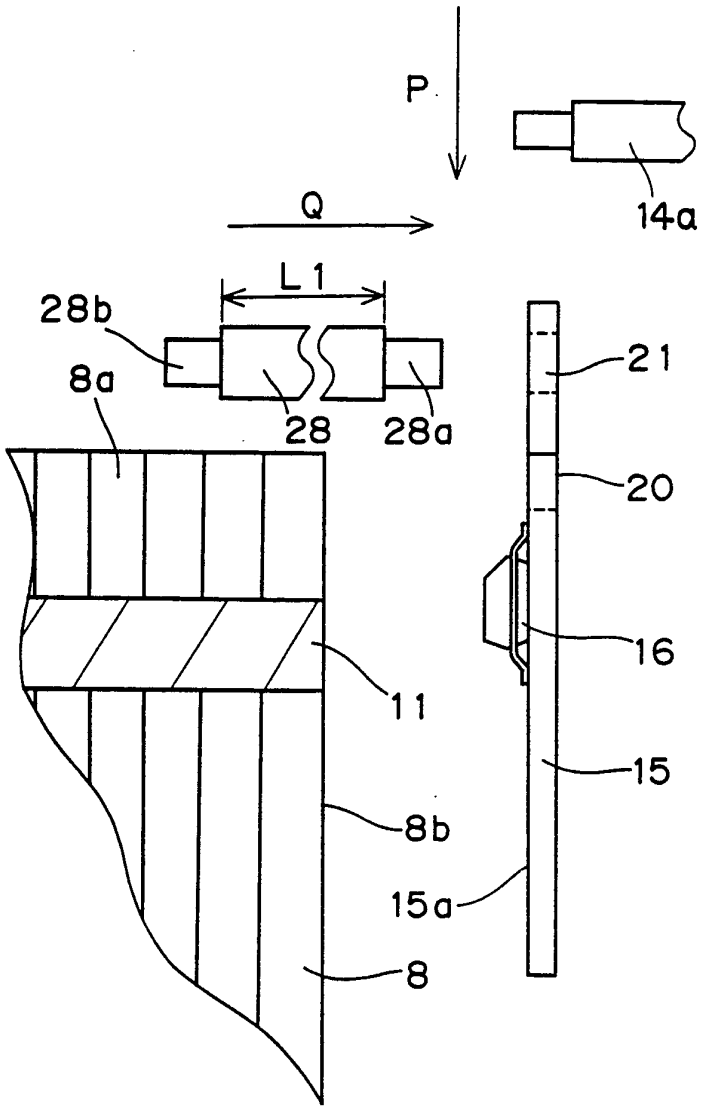


FIG.12

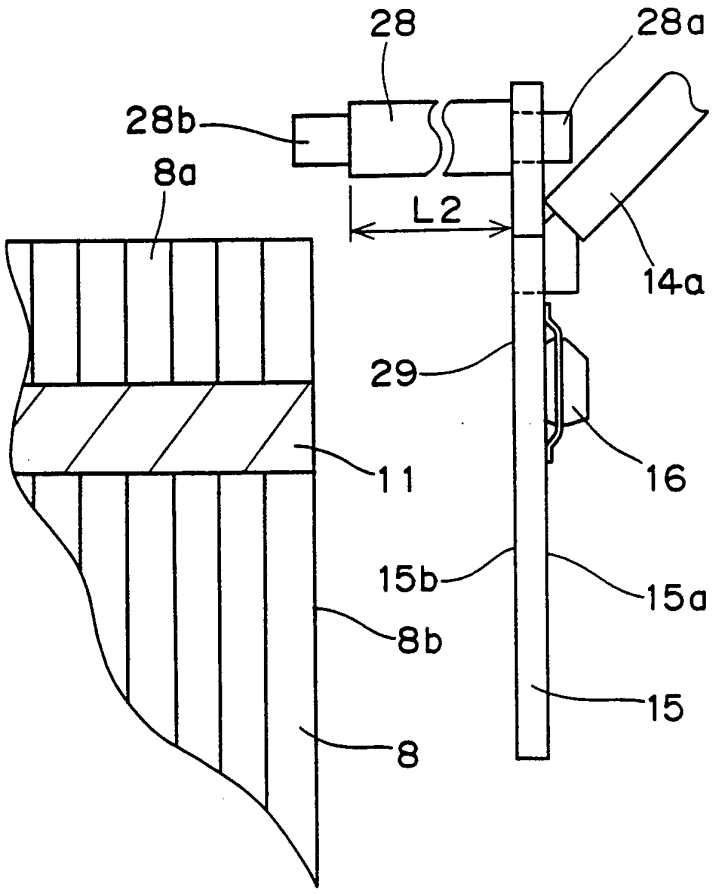


FIG.13

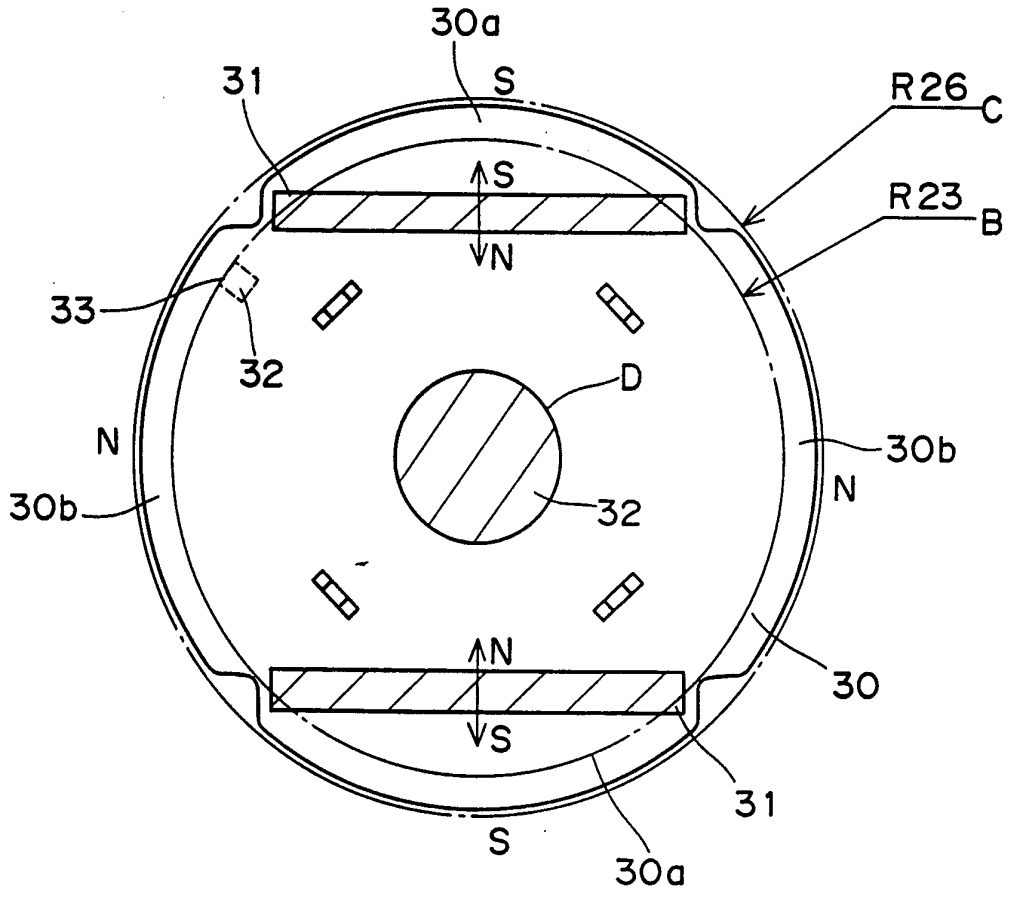


FIG.14

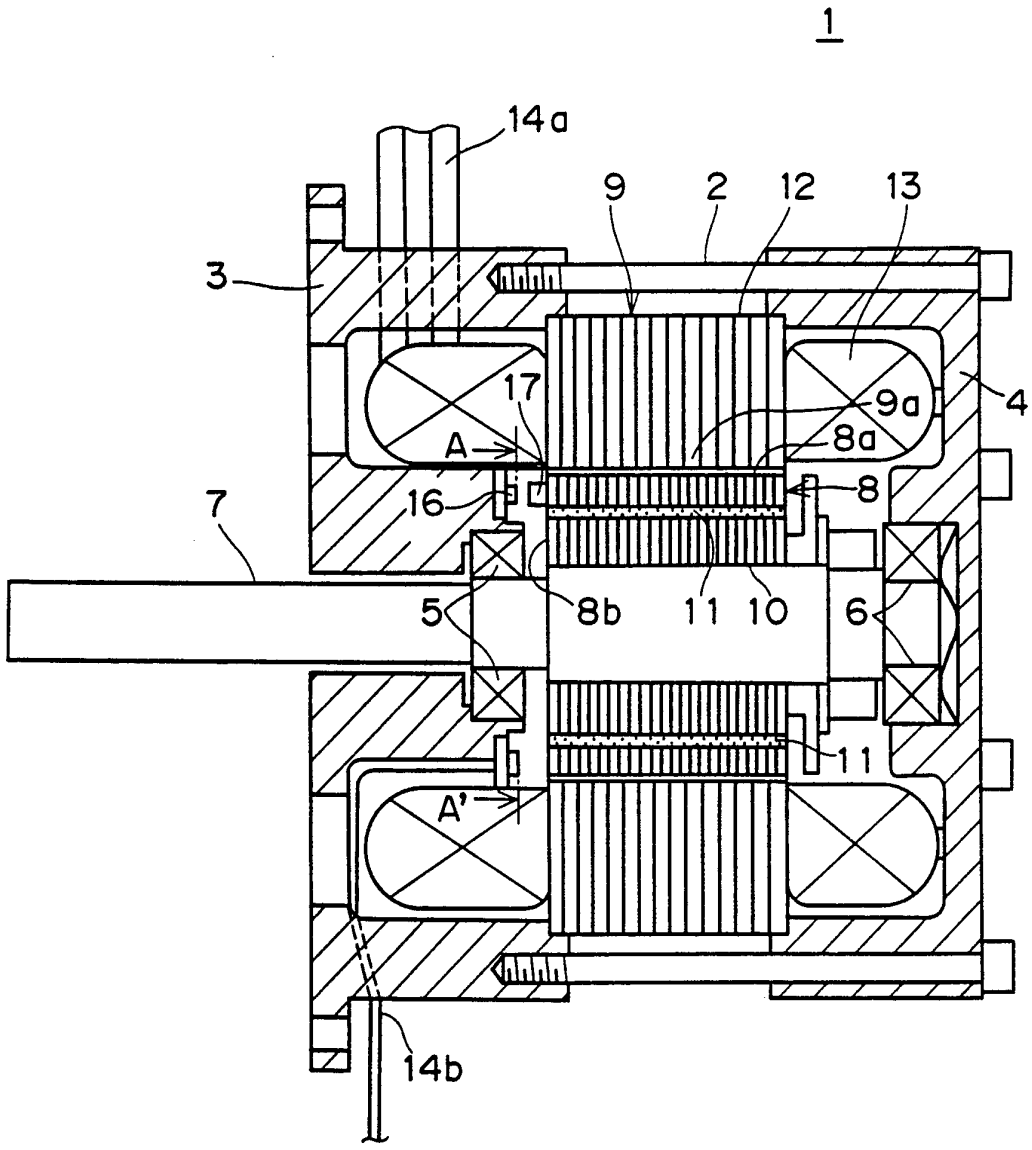


FIG.15

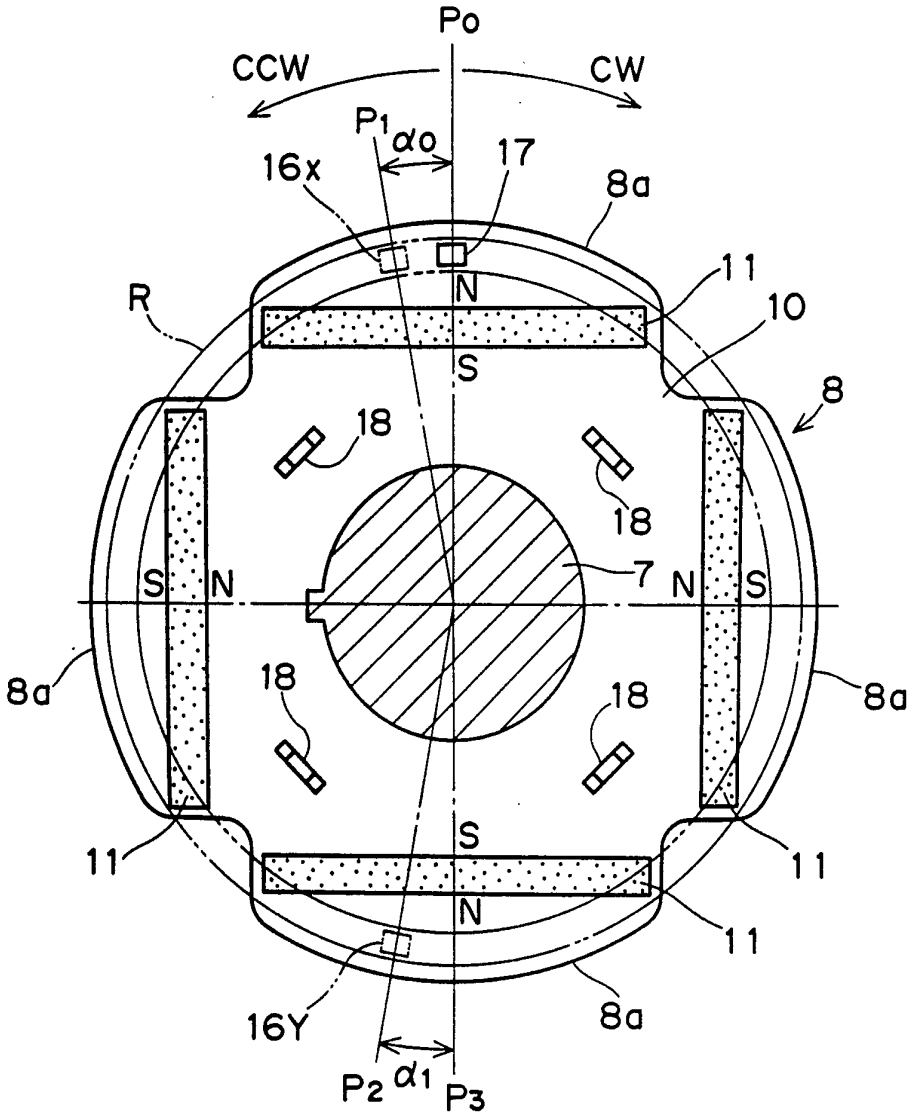

Po
CCW
CW
P1
αo
16x
17
8a
11
10
R
N
S
8
18
18
S
N
7
N
S
8a
8a
18
18
11
11
S
N
11
16Y
8a
P2
α1
P3

FIG.16

ホールIC位置 (mm)	回転方向	定格効率% (rpm-kgf·m)			最大負荷トルク※ (kgf·m)	最大回転数 (rpm-kgf·m)
		1000-0.1	1200-0.24	2000-0.10		
R=21	CCW	80.1	78.0	84.9	0.151	2849-0.020
	CW	85.0	77.2	88.9	0.153	2706-0.018
R=23	CCW	86.2	78.0	88.9	0.163	2925-0.019
	CW	86.8	77.2	90.5	0.140	2918-0.019
R=24.5	CCW	—	75.1	82.8	0.150	2868-0.018
	CW	—	74.5	—	—	—
R=26	CCW	—	73.0	88.5	0.155	2899-0.018
	CW	—	—	—	—	—

※at 2000rpm

FIG.17

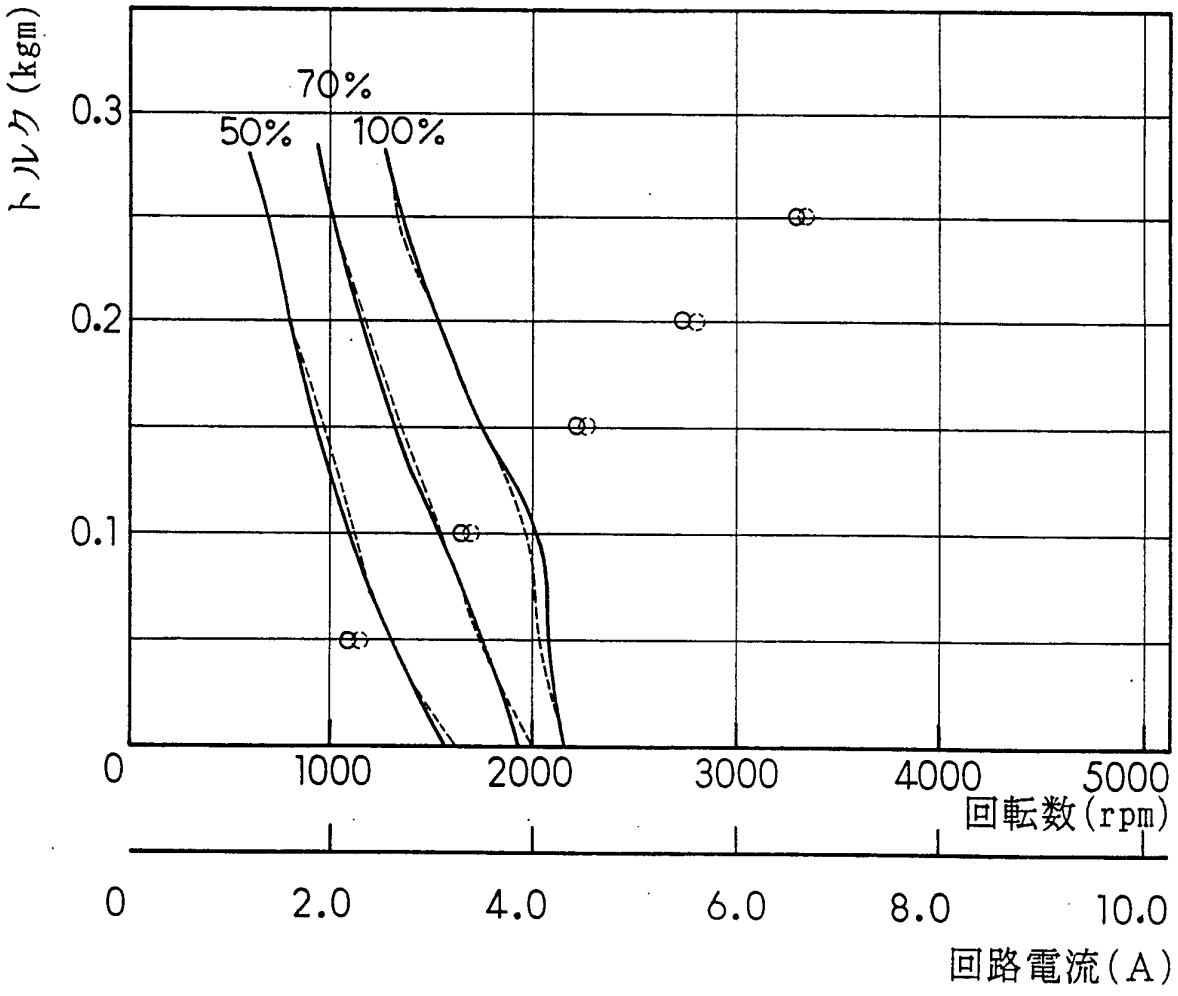

トルク (kgm)
0.3
0.2
0.1
0
70%
50%
100%
1000
2000
3000
4000
5000
回転数(rpm)
0
2.0
4.0
6.0
8.0
10.0
回路電流(A)

FIG.18

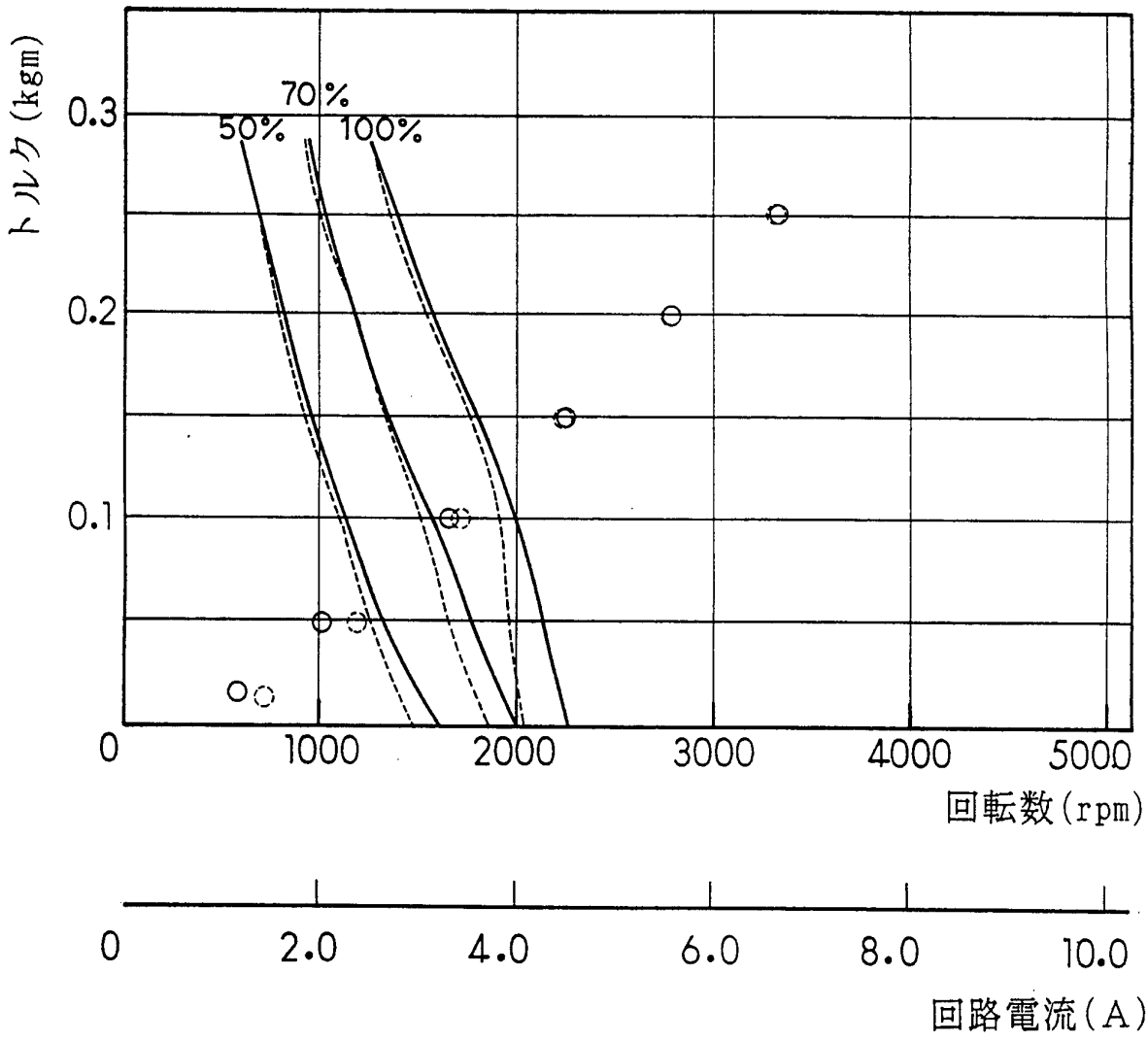

トルク (kgm)
0.3
0.2
0.1
0
70%
50%
100%
1000
2000
3000
4000
5000
回転数(rpm)
0
2.0
4.0
6.0
8.0
10.0
回路電流(A)

FIG.19

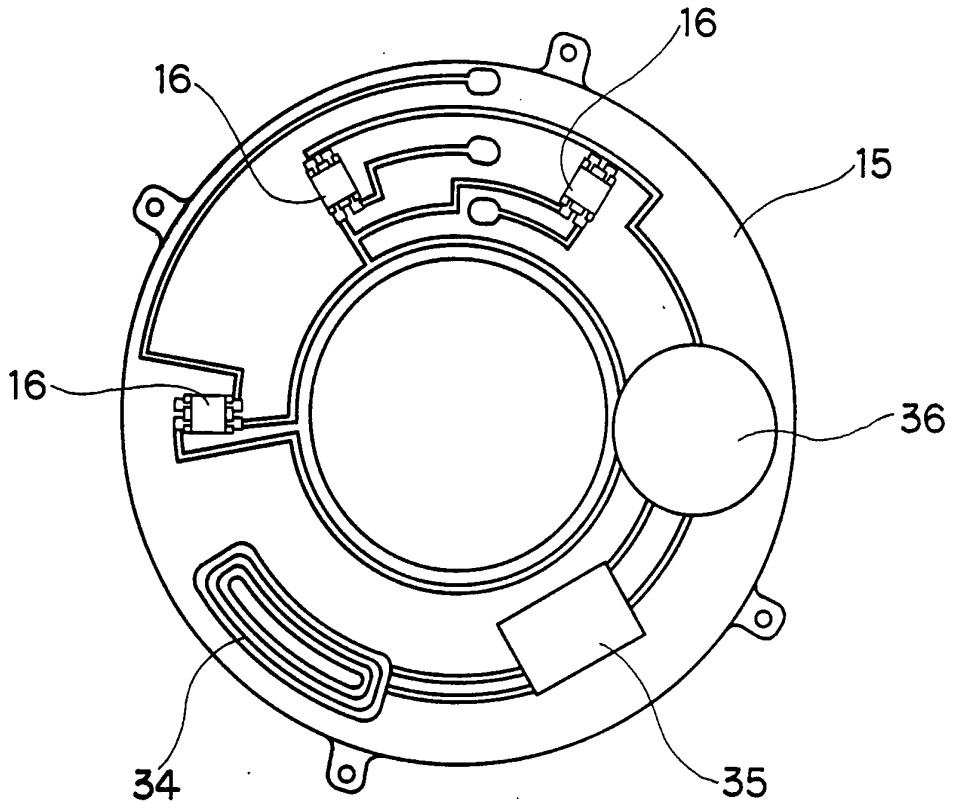


FIG.20

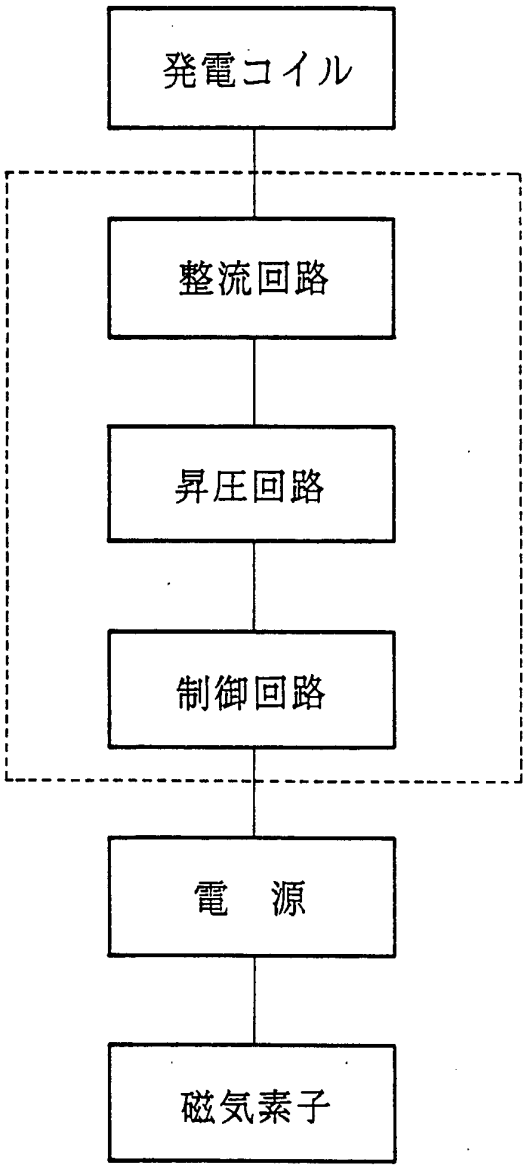
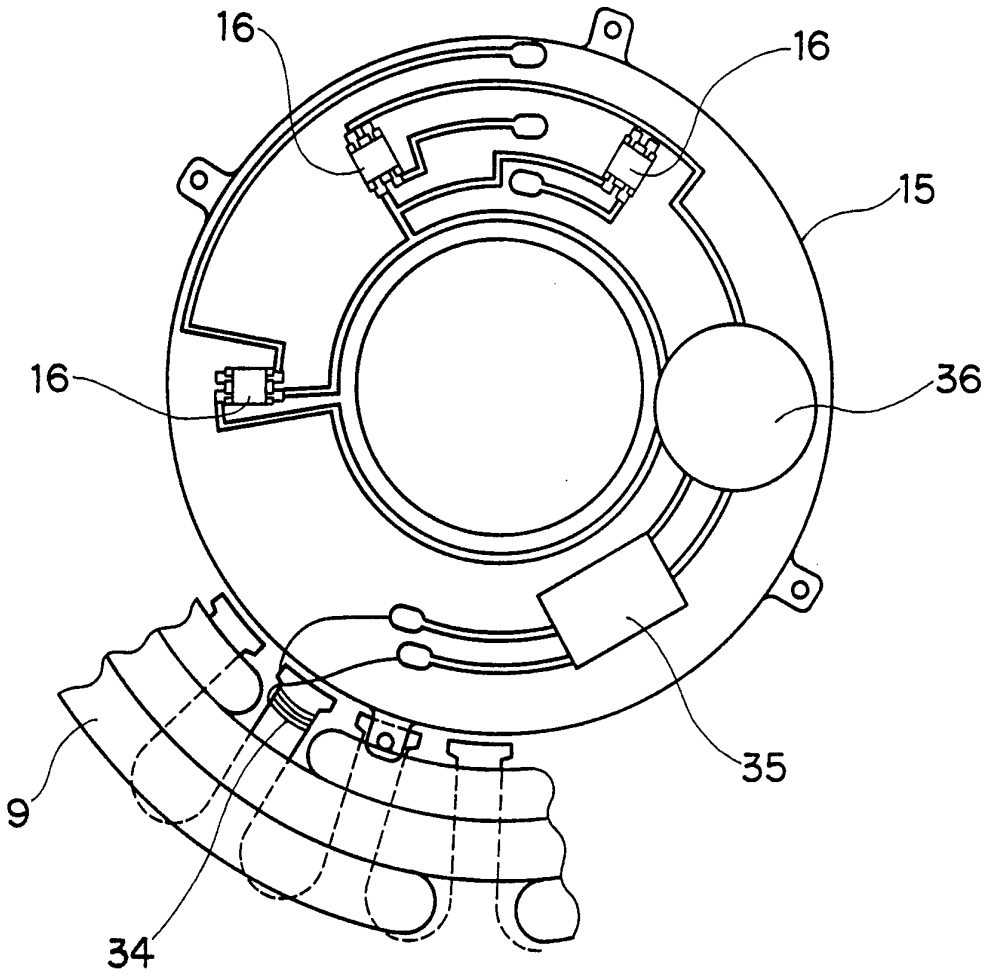


FIG.21



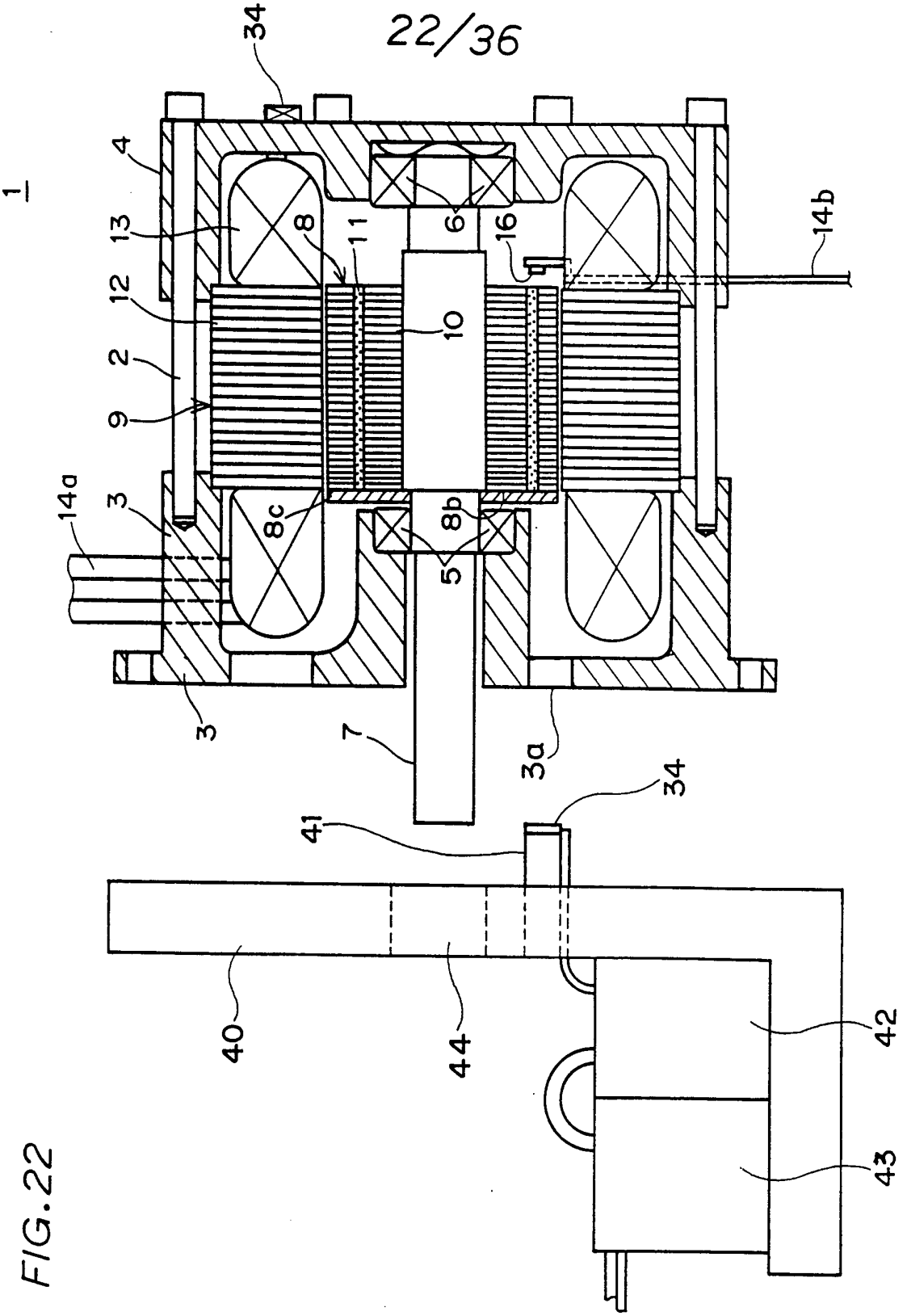


FIG. 22

FIG.23

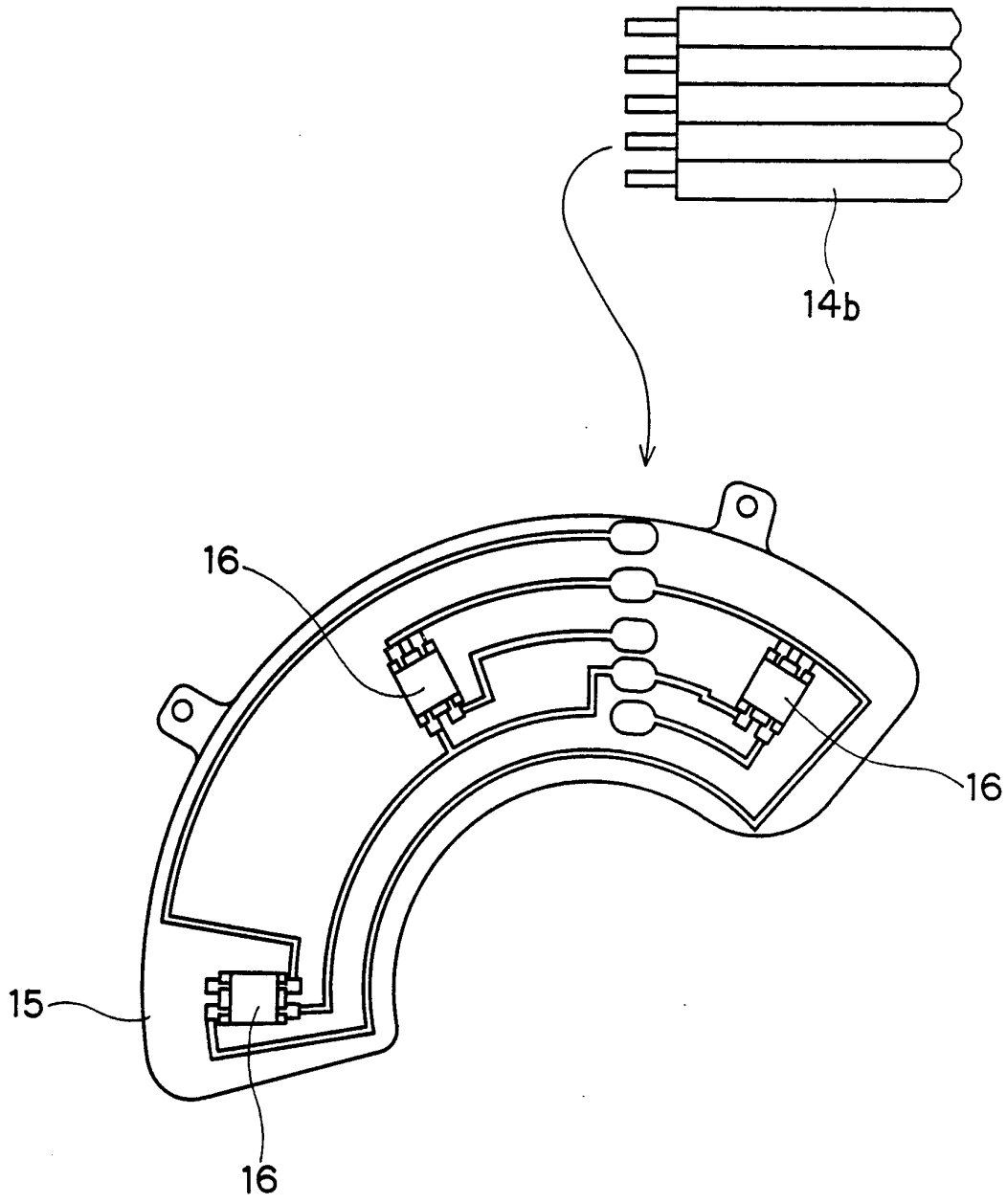


FIG.24

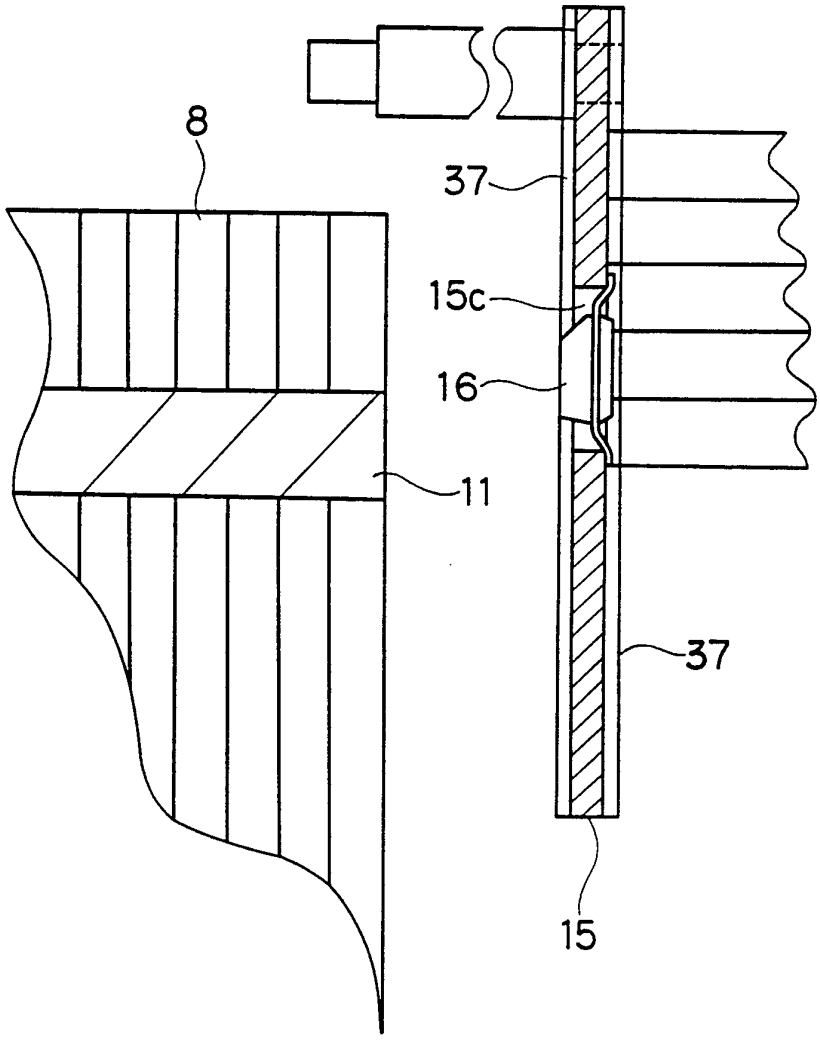


FIG.25

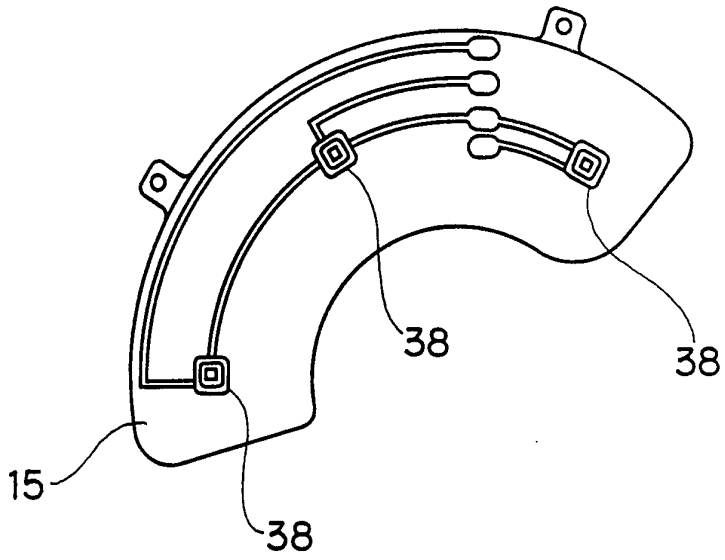


FIG.26

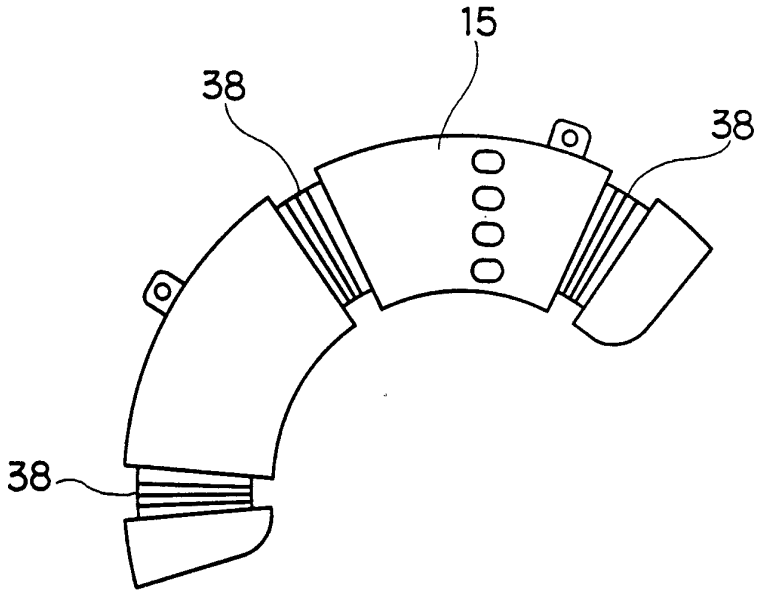


FIG.27

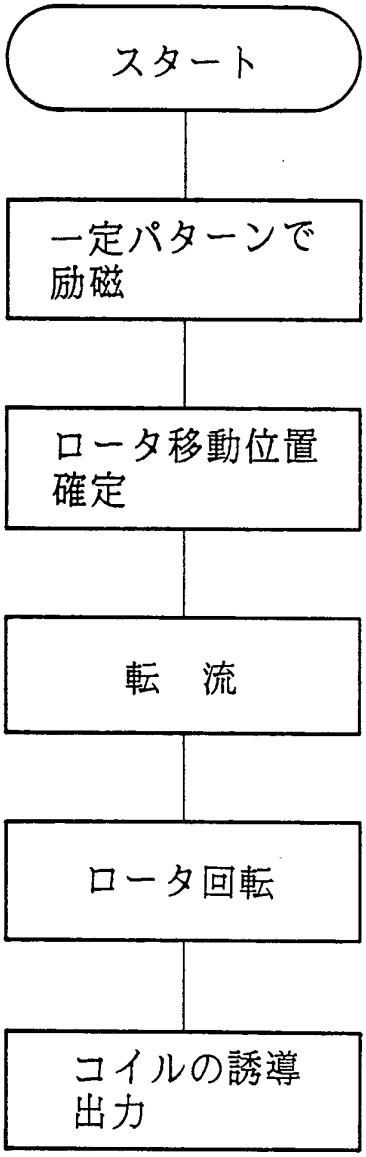


FIG. 28

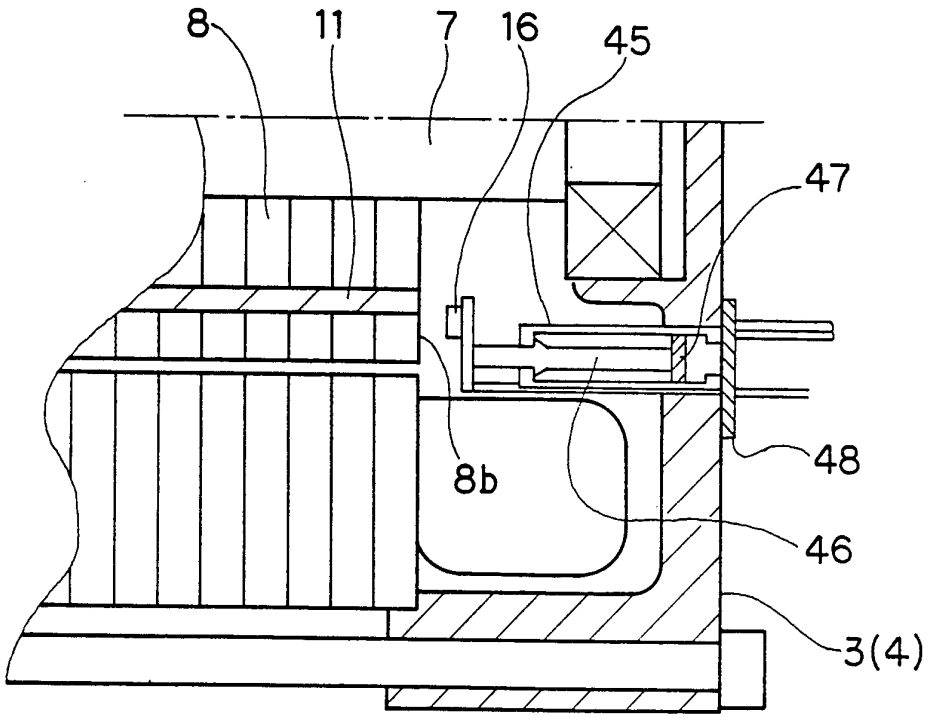


FIG. 29

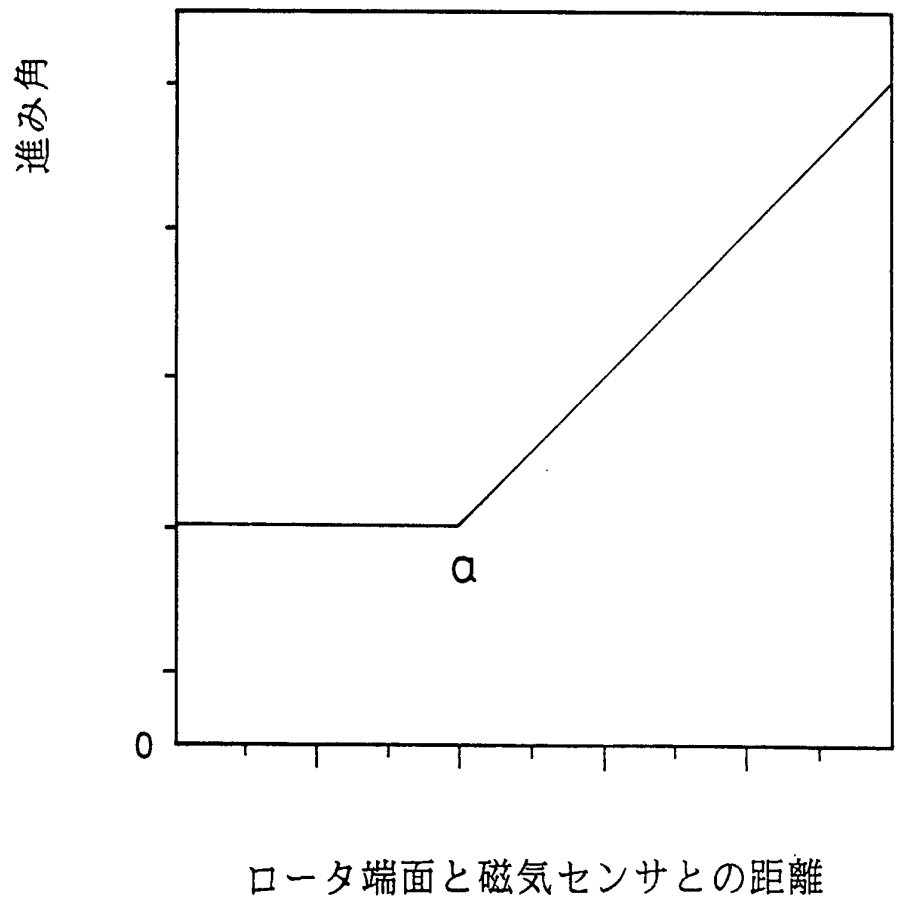


FIG.30

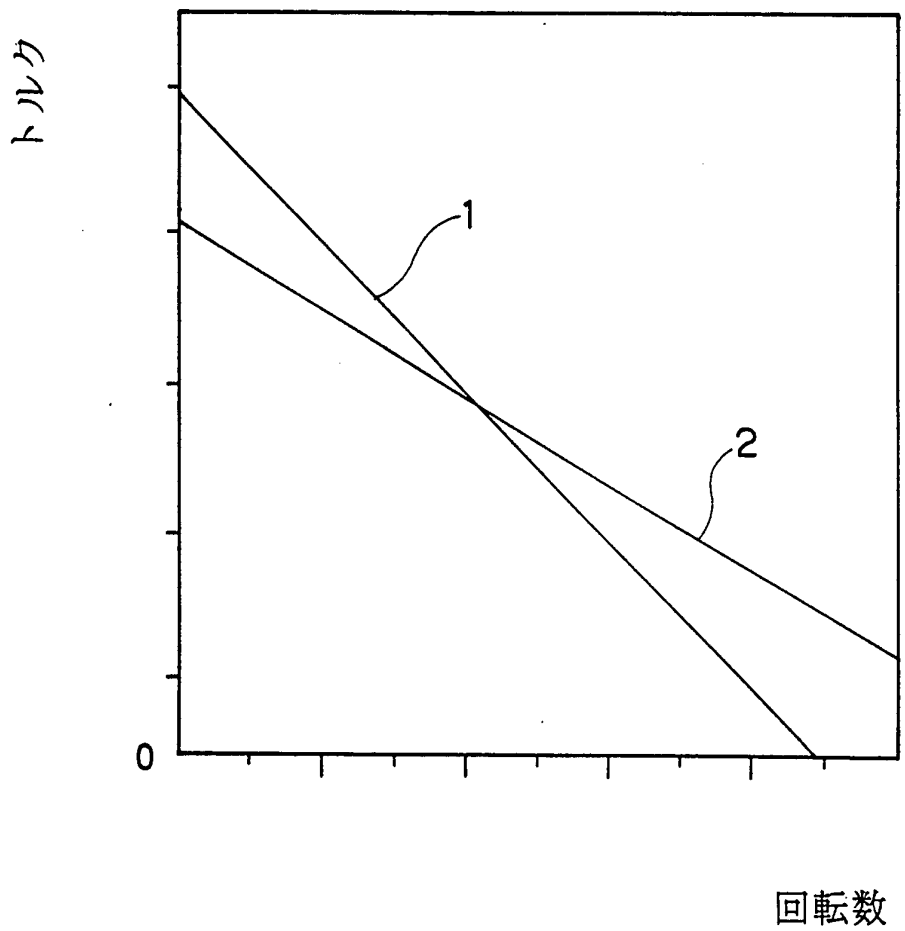


FIG.31

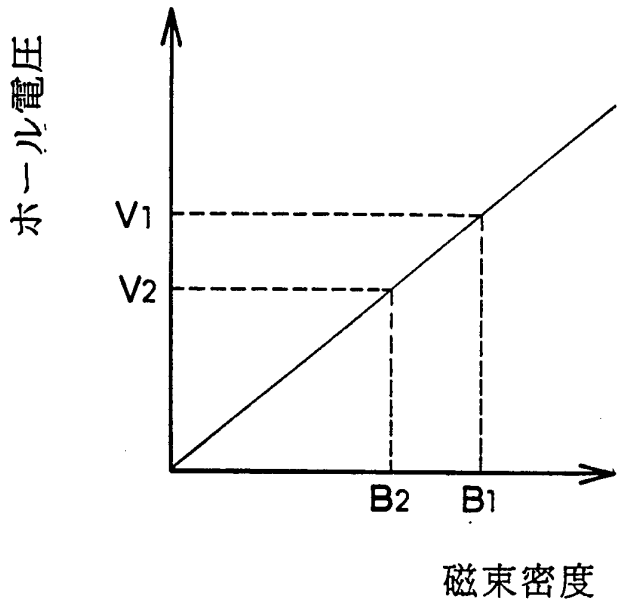


FIG.32

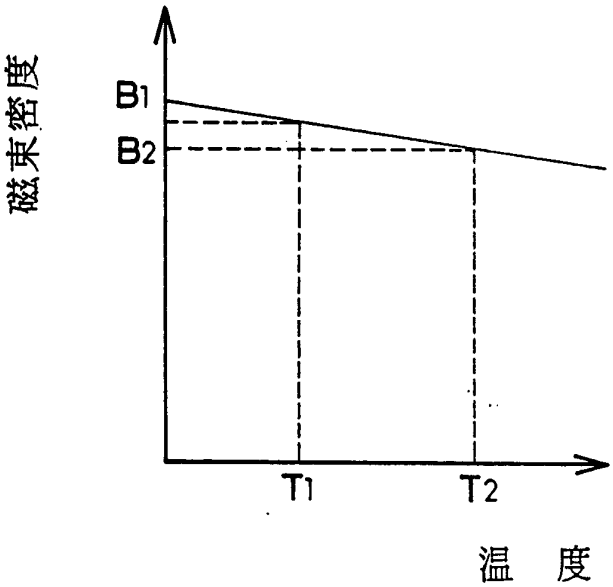


FIG.33

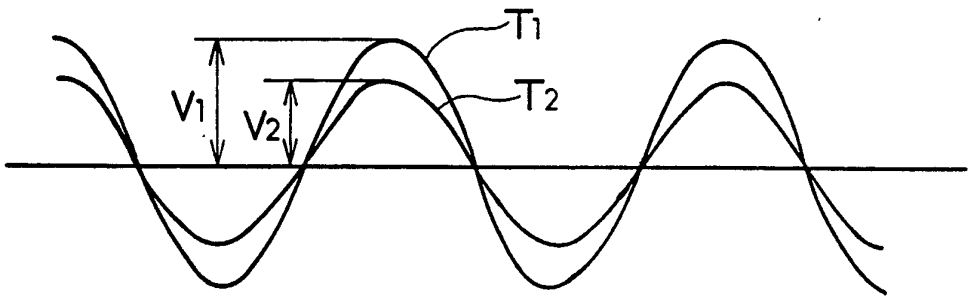


FIG.34

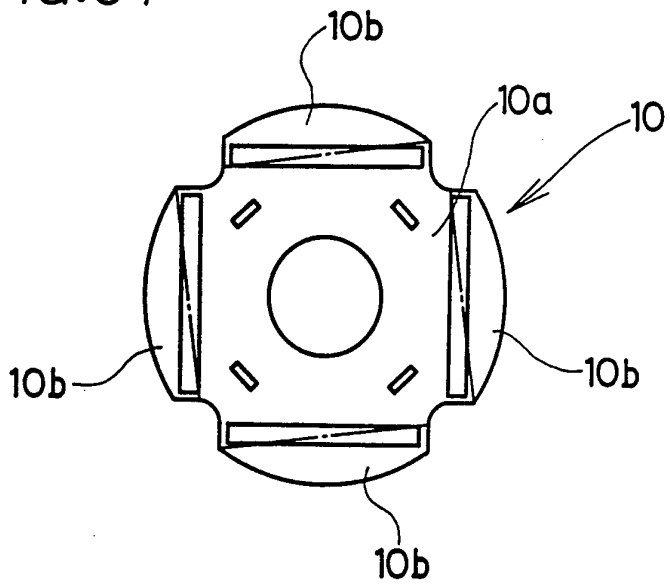


FIG.35

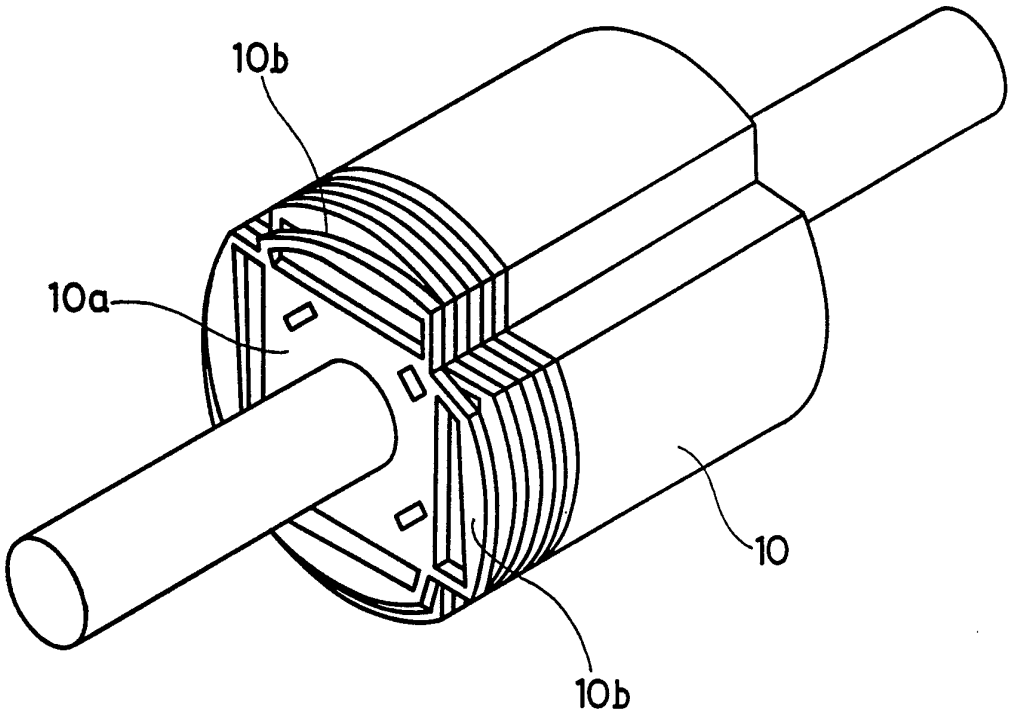


FIG.36

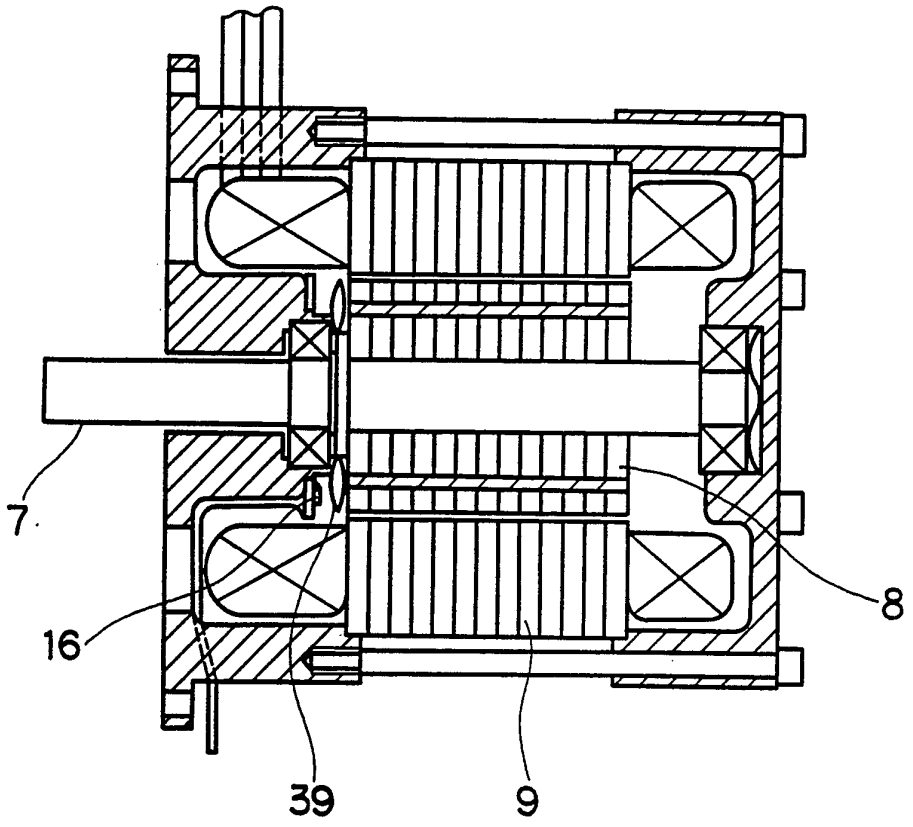


FIG.37

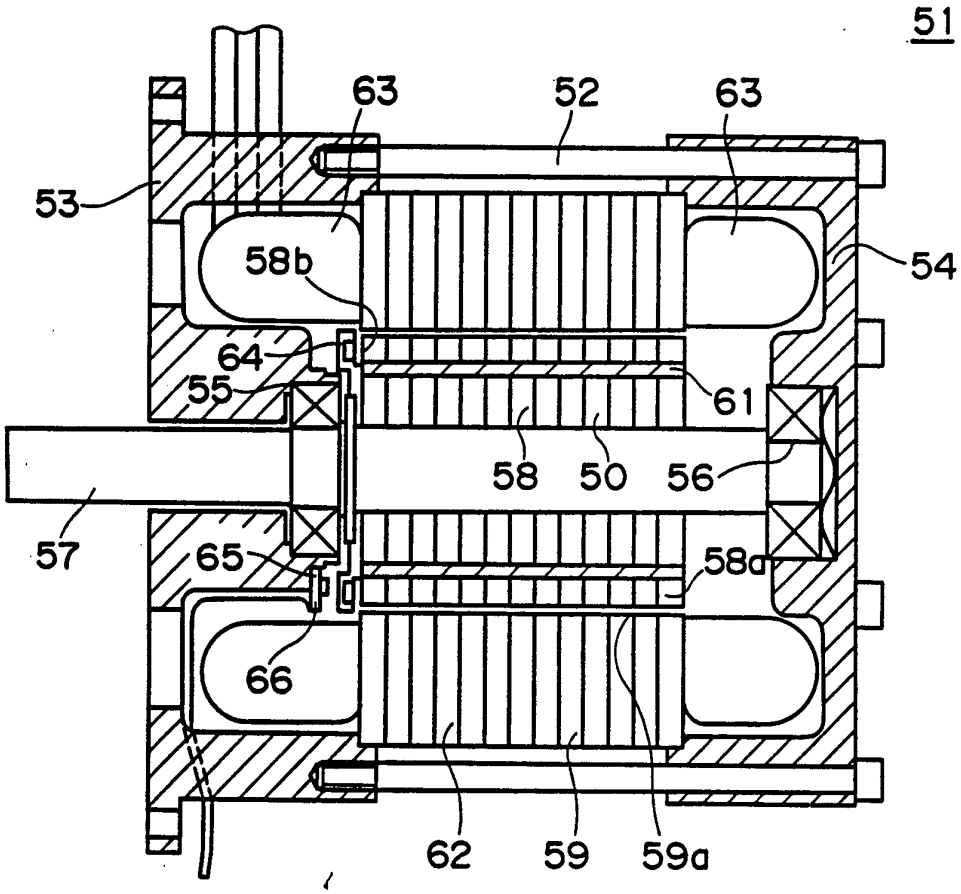


FIG. 38

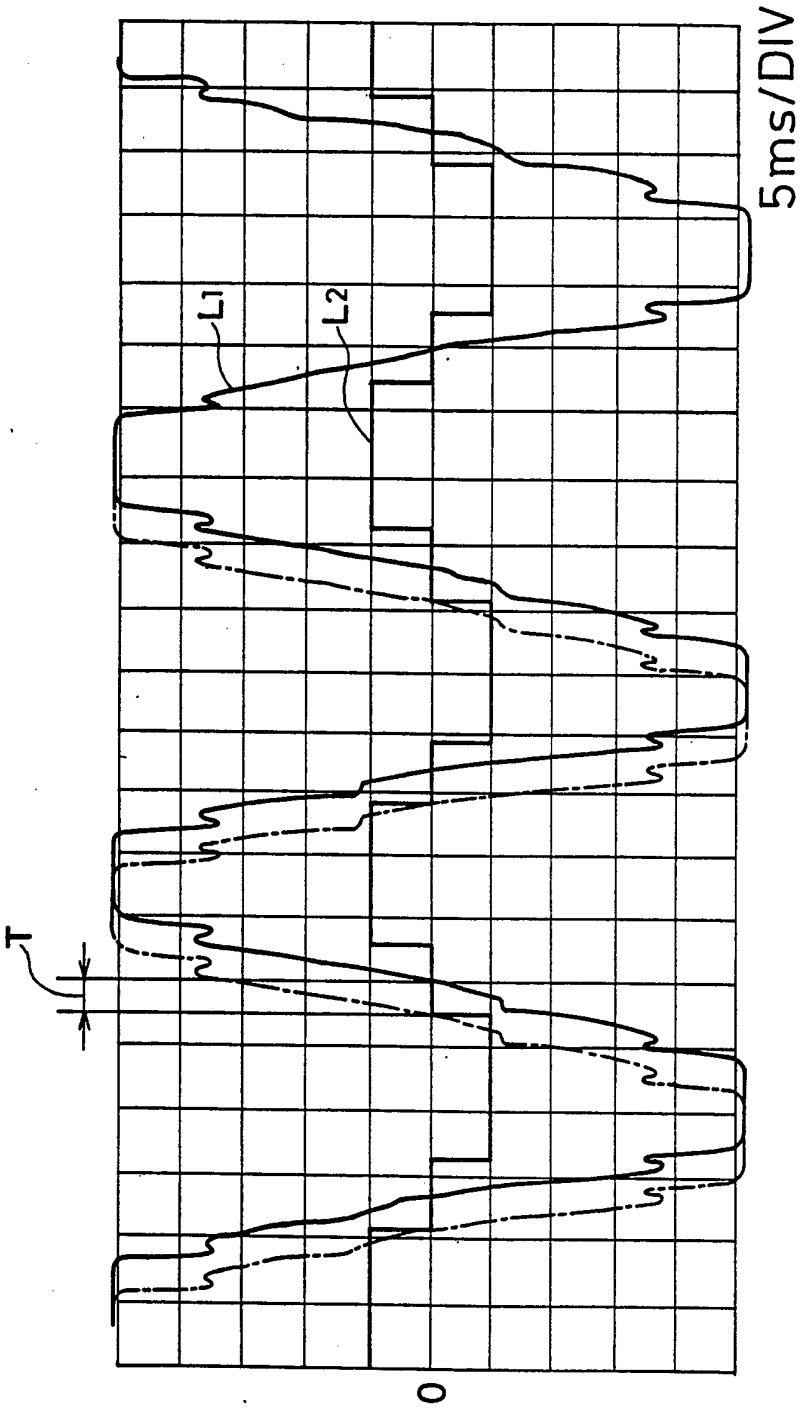
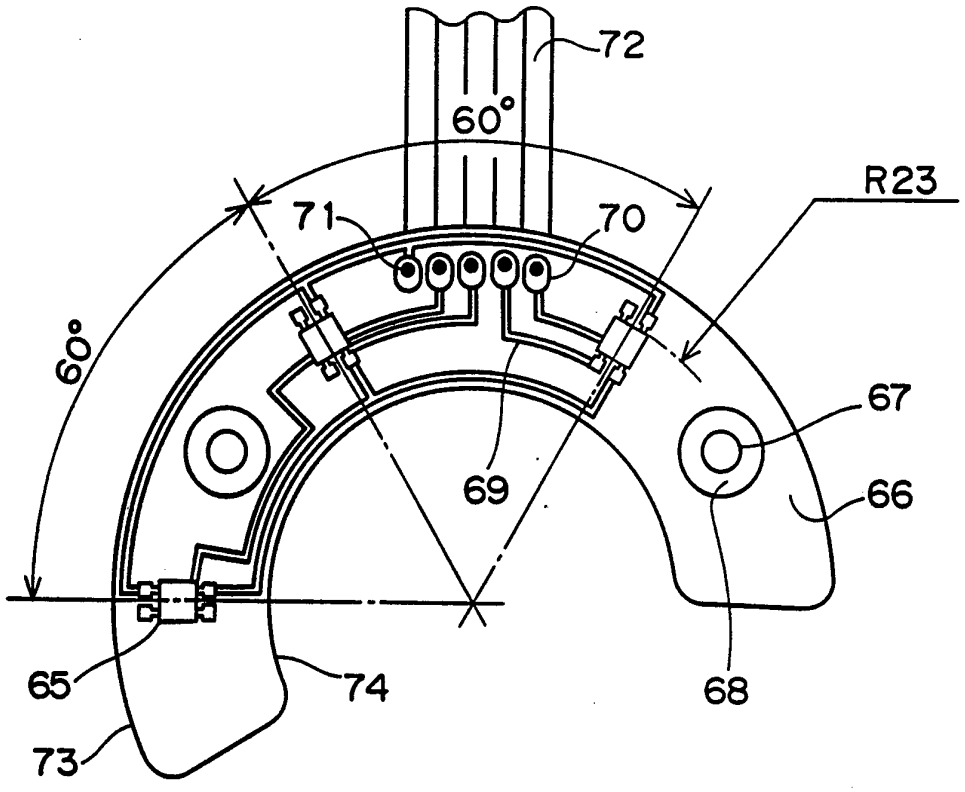


FIG.39



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP93/00934

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl^5 H02K29/08

According to International Patent Classific[illegible] (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl^5 H02K29/08, H02K11/00, H02K9/00

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

Jitsuyo Shinan Koho 1926 - 1992
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1992

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, U, 49-26009 (Mitsubishi Electric Corp.), March 6, 1974 (06. 03. 74), (Family: none)	1-24
Y	JP, A, 1-186151 (Matsushita Electric Works, Ltd.), July 25, 1989 (25. 07. 89), Line 2, lower right column, page 2 to line 3, upper right column, page 3 (Family: none)	1, 2, 7, 8, 10, 13
Y	JP, U, 62-11381 (Alpus Electric Co., Ltd.), January 23, 1987 (23. 01. 87), (Family: none)	6, 9
Y	JP, A, 62-104453 (Toshiba Corp.), May 14, 1987 (14. 05. 87), Line 16, upper left column to line 11, lower right column, page 2 (Family: none)	15
Y	JP, A, 3-218241 (Nippondenso Co., Ltd.), September 25, 1991 (25. 09. 91),	16

[X] 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
September 21, 1993 (21. 09. 93)	October 12, 1993 (12. 10. 93)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP93/00934

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	Fig. 1 Cooling front fan 20 (Family: none)	
Y	JP, A, 1-110035 (Shiko Giken K.K.), April 26, 1989 (26. 04. 89), Lines 8 to 19, upper left column, page 4 (Family: none)	17
Y	JP, U, 60-103276 (Sanyo Electric Co., Ltd.), July 13, 1985 (13. 07. 85), (Family: none)	18
Y	JP, A, 49-29406 (Suwa Seikosha K.K.), March 15, 1974 (15. 03. 74), Lines 1 to 20, upper right column, page 2 (Family: none)	19
Y	JP, U, 58-51677 (Mitsumi Denki K.K.), April 7, 1983 (07. 04. 83), Fig. 5 Bakelite substrate 55 (Family: none)	20
Y	JP, U, 59-126580 (Matsushita Electric Works, Ltd.), August 25, 1984 (25. 08. 84), Fig. 3, Auxiliary coil L_3 (Family: none)	21-22
A	JP, A, 61-76055 (Toshiba Corp.), April 18, 1986 (18. 04. 86), Lines 1 to 18, upper right column, page 2 (Family: none)	4
A	JP, A, 49-97210 (Hitachi, Ltd.), September 13, 1974 (13. 09. 74), Page 4, Fig. 2 Forward sensor 17, Reverse sensor 18 (Family: none)	12

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP 93/00934

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. Cl[5] H02K29/08

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] H02K29/08, H02K11/00, H02K9/00

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 1926－1992年
日本国公開実用新案公報 1971－1992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, U, 49－26009（三菱電機株式会社） 6. 3月. 1974（06. 03. 74）,（ファミリーなし）	1－24
Y	JP, A, 1－186151（松下電工株式会社） 25. 7月. 1989（25. 07. 89） 第2頁右下欄第2行目－第3頁右上欄第19行目, （ファミリーなし）	1, 2, 7, 8, 10, 13
Y	JP, U, 62－11381（アルプス電気株式会社）	6, 9

☑ 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
21. 09. 93

国際調査報告の発送日
12.10.93

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
	23．1月．1987（23．01．87），（ファミリーなし）	
Y	JP，A，62－104453（株式会社　東　芝） 14．5月．1987（14．05．87） 第2頁左下欄第16行目－右下欄第11行目， （ファミリーなし）	15
Y	JP，A，3－218241（日本電装株式会社） 25．9月．1991（25．09．91） 第1図冷却用フロントファン20，（ファミリーなし）	16
Y	JP，A，1－110035（株式会社　シコー技研） 26．4月．1989（26．04．89） 第4頁左上欄第8行目－第19行目，（ファミリーなし）	17
Y	JP，U，60－103276（三洋電機株式会社） 13．7月．1985（13．07．85），（ファミリーなし）	18
Y	JP，A，49－29406（株式会社　諏訪精工舎） 15．3月．1974（15．03．74） 第2頁右上欄第1行目－第20行目，（ファミリーなし）	19
Y	JP，U，58－51677（ミツミ電機株式会社） 7．4月．1983（07．04．83） 第5図ベークライト基板55，（ファミリーなし）	20
Y	JP，U，59－126580（松下電工株式会社） 25．8月．1984（25．08．84） 第3図，補助コイルL_3，（ファミリーなし）	21－22
A	JP，A，61－76055（株式会社　東　芝） 18．4月．1986（18．04．86） 第2頁右上欄第1行目－第18行目，（ファミリーなし）	4
A	JP，A，49－97210（株式会社　日立製作所） 13．9月．1974（13．09．74） 第4頁，第2図正転用検出素子17，逆転用検出素子18， （ファミリーなし）	12