

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4092128号
(P4092128)

(45) 発行日 平成20年5月28日 (2008. 5. 28)

(24) 登録日 平成20年3月7日 (2008. 3. 7)

(51) Int. Cl.	F I
H O 2 K 11/00 (2006. 01)	H O 2 K 11/00 C
H O 2 K 1/18 (2006. 01)	H O 2 K 1/18 C
H O 2 K 1/27 (2006. 01)	H O 2 K 1/27 5 O 1 C
H O 2 K 3/18 (2006. 01)	H O 2 K 3/18 P
H O 2 K 29/08 (2006. 01)	H O 2 K 29/08

請求項の数 12 外国語出願 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2002-115112 (P2002-115112)	(73) 特許権者	501488608
(22) 出願日	平成14年4月17日 (2002. 4. 17)		モートウール ルロイ-ソメ
(65) 公開番号	特開2002-369452 (P2002-369452A)		フランス国 1 6 0 0 0 アングレーム,
(43) 公開日	平成14年12月20日 (2002. 12. 20)		ブルヴァール マルセラン ルロイ
審査請求日	平成17年4月18日 (2005. 4. 18)	(74) 代理人	100064388
(31) 優先権主張番号	0105190		弁理士 浜野 孝雄
(32) 優先日	平成13年4月17日 (2001. 4. 17)	(74) 代理人	100067965
(33) 優先権主張国	フランス (FR)		弁理士 森田 哲二
		(72) 発明者	ゴーチエ パスカル
			フランス国 1 6 2 9 0 アニエール-シ
			ユール-ヌール, ル ブルク
		(72) 発明者	クーパル エリック
			フランス国 1 6 0 0 0 アングレーム,
			リュ アミラル ルノーダン 1 8

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 少なくともひとつの磁場検出器を有する電気機械

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

固定子および永久磁石磁束集中回転子を備えた電気機械において、前記回転子が磁極片 (2 3 0) 及び永久磁石 (2 7 0) を有し、前記永久磁石 (2 7 0) が磁極片 (2 3 0) 間に係合され、電気機械を回転子の回転軸線上から見た時に回転子 (2 0 0) の周辺領域 (A) と部分的に重なる位置において、前記回転子の永久磁石 (2 7 0) の磁場を検出するように、固定子に取付けられた少なくとも一つの磁場検出器 (1 9 0) を有し、前記磁場検出器 (1 9 0) が固定子の磁気回路の一方の軸線端部に固定されていることを特徴とする電気機械。

【請求項 2】

電気機械への電源が n 通りの位相を有する多相電気であり、かつ電気機械が固定子 (1 0 0) の歯 (1 3 0) に固定された n 個の検出器 (1 9 0) を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の電気機械。

【請求項 3】

前記歯 (1 3 0) が連続した歯であることを特徴とする請求項 2 に記載の電気機械。

【請求項 4】

検出器 (1 9 0) が、電気機械のケースにある開口 (1 1 1) に面してともにグループ

分けされることを特徴とする請求項 3 に記載の電気機械。

【請求項 5】

各検出器（１９０）がコイルを通過する

ことを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の電気機械。

【請求項 6】

各検出器（１９０）が 1 つの歯（１３０）の半径方向軸線（Z u、Z v、または Z w）に沿って延びる

ことを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の電気機械。

【請求項 7】

各検出器（１９０）にホール効果センサが含まれる

ことを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の電気機械。

【請求項 8】

固定子の各歯（１３０）が個別コイル（３４０）を支持する

ことを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の電気機械。

【請求項 9】

前記個別コイル（３４０）が絶縁ワイヤ（３４２）の束（３４１）を含み、

束はほぼ平坦で、複数の重ね合わせた巻線を形成するように巻線軸（W）周りに巻き付けられ、

重ね合わせた巻線の束の断面がコイルの巻線軸（W）に対してほぼ垂直に延びる長い寸法を有する

ことを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の電気機械。

【請求項 10】

個別コイル（３４０）が歯（１３０）と協動して検出器（１９０）または検出器に接続された電導体を収容するギャップを残す

ことを特徴とする請求項 8 または 9 に記載の電気機械。

【請求項 11】

回転子が非磁性材料製の少なくとも一つのチークプレート（２８０）を含み、

チークプレートの外側半径方向エッジが、検出器（複数）（１９０）によって磁場が検出され得る環状領域（A）を設けるように、磁石（２７０）および磁極片（２３０）の外側半径方向エッジからわずかにセットバックしてのびている

ことを特徴とする請求項 1 ～ 10 のいずれか一項に記載の電気機械。

【請求項 12】

固定子の温度を検出する温度センサを備えている

ことを特徴とする請求項 1 ～ 11 の何れか一項に記載の電気機械。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明が属する技術分野】

本発明は回転電気機械に関し、さらに詳細には、これに限るものではないが、永久磁石を有する同期電気機械に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】

永久磁石を有する機械では、回転子の位置を知って適当な方法で固定子の励起を制御するため、磁場検出器の使用が知られている。既知の検出器には、回転子に加えられた磁石から生ずる磁界を検出することができ、かつそれによって駆動または起電力を発生するように作用する磁石とは異質のホール効果センサが含まれる。

【０００３】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は特に永久磁石を有する電気機械の構成をより容易にしようとするものである。

【０００４】

【課題を解決するための手段】

固定子および永久磁石磁束集中回転子を含み、永久磁石が磁極片間に係合することを特徴としかつそれが、機械が回転子の回転軸に観測される場合回転子の周辺領域と部分的に重なる場所において回転子の磁石の磁場を検出するように固定子に取付けられた少なくともひとつの磁場検出器を、有することを特徴とする斬新な電気機械により、本発明はこれを実現する。

【0005】

このように、本発明では、それは検出される固定子と相互作用する磁石の磁場であるため、回転子の角度の定位を知ることのみを可能にしようとする回転子磁石を増加する必要はない。従って、これにより回転子の製造が簡単化する。

【0006】

電動機への電源が n 通りの位相を有する多相電気である場合、電動機は好ましくは固定子の n 個の歯に固定された n 個の検出器を含みその歯は都合よく連続した歯であり、これによって、検出器はすべて電動機の場合には開口に向けてまとめて組分けされるため、検出器の取付け、検出器へのやりとり、および検出器へ接続された電導体の取外しを容易にする。

特定の実施形態では、検出器が固定子の磁気回路の一方の軸線端部に固定され、かつ各々歯の軸線方向に沿って延びる。

特定の実施形態では、各検出器にはホール効果センサが含まれる。

好ましい実施形態においてなお、各歯が歯と協動する個別コイルを収容して検出器または検出器に接続された電導体を収容するギャップを残す。

【0007】

好都合なことには、各個別コイルが絶縁ワイヤの束を含み、束はほぼ平坦で、複数の重ね合わせた巻線を形成するように巻線軸周りに巻き付けられ、

重ね合わせた巻線の束の断面がコイルの巻線軸に対してほぼ垂直に延びる長い寸法を有する。ワイヤは断面が円形で、例えば、0.3ミリメートル(mm)から2.5mmの範囲にある直径を有することが好ましい。この構成により回転子の高速度回転での銅内の高周波損失を低減することが可能になる。

【0008】

本発明は磁束集中回転子を有する電動機により特定の適用するもので、永久磁石が磁極片間にはまり、回転子が非磁性材料製の少なくともひとつのチークプレートを含み、チークプレートの外側半径方向エッジが磁場が上記検出器(複数)によって検出される環状領域を設けるように磁石および磁極片の外側半径方向エッジからわずかにセットバックを拡張する。

【0009】

好都合なことには、固定子が歯に巻線を有する。歯に巻線を有する固定子では、各歯が巻線の鉄心として働く。さらに、歯数 n_{teeth} が関係式

$$n_{teeth} = n_{pairs} \times n_{phase}$$

により、スプラインにおける磁極対の数 n_{pair} および相数 n_{phase} の関数であることは好都合である。

磁束集中回転子の組合せおよび歯に巻線を備えた固定子が小さな容積で強力な機械を実現することを可能にし、従って、特に軸の端部の片持ち梁風に突き出た他の場所に電動機を取付けることにより軸受の数を低減する。歯およびコイルの数は比較的少なく、それによって機械のコスト低減に貢献する。

磁場センサの他に、各検出器には温度センサも含まれ、かつコイルと歯間の温度センサの場所が対応位相の電気回路の実温度の良好な画像を与えるように働く。

【0010】

【本発明の実施の形態】

本発明のその他の特性および利点は本発明の非制限実施形態の次の詳細な説明を読みかつ説明の不可欠部分を形成する添付図面を考察して明らかになる。

【実施例】

【0011】

図1から4に固定子100および回転子200を含む本発明の同期電動機10を示す。同期電動機10はブラシレス電動機であり、それは磁束集中回転子を有し、その固定子が歯に巻線を有し、かつそれは3相交流で動作する。

固定子100は特に固定子巻線に電力を供給する電導体を通す横方向開口111を備えた鋼製ケース100を有する。ケースの外側には固定タブ112および巻上げ目的のフック113が設けられる。

示した実施例では、固定子100がそのひとつを図6に別個に斜視的に示した複数の同一セクタ120を含む磁気回路を有する。

【0012】

通常技術を使用してクリップ留めが得られる状態で一体型組立体を構成することにより、各薄板が複数の組立体箇所121でスポット変形を受けるように、各セクタ120は重ね合わせかつ互いにクリップされる同一磁性薄板のスタックによって構成される。磁性薄板のスタックの使用は誘導電流による損失を制限するように働く。その変形体では、固定子の磁気回路が各々ほぼ環状形の薄板を重ね合わせ次に固定子の歯130のすべてをそこから切抜くことにより形成されることがある。別の変形体では、セクタの各々が複数の歯を含むことがある。まとめて組立てる場合2つの隣接セクタ120が歯130を形成し、特に図5に見られるように、歯は個別コイル340を収容するため使用される。説明した実施例における歯数 n_{teeth} は12個であり、電動機は3相交流電力を供給されるように設計され、かつ回転子は8極を有する。必然的に、回転子極数は様々であり、特に、例えばそれは12または16であってもよい。上記のようにある一定の欠点があるが、固定子は関係式

$$n_{teeth} = n_{pairs} \times n_{phase}$$

により、回転子極対の数 n_{pairs} および相数 n_{phase} に関連しない多数の固定子歯を有することができることになる。

【0013】

隣接セクタ120と協動するためのその側面123aおよび123bには、各セクタ120が逃げ部124aおよび124bにそれぞれの部分を有する。逃げ部124aおよび124bのこれらの部分は、上から見た場合一方が凸状になり他方が突き出ているほぼ三角形のプロファイルを有し、ほぼ直線から成りかつ角に丸みをつけられた部分によって相互接続される2つの側面を有する形状において相補的である。逃げ部124aおよび124bの部分間の協動はセクタの磁気回路を組立てながら相対的にセクタ120を適切に位置決めするのに寄与する。各セクタ120はその側面123aおよび123bにそれぞれの溝125aおよび125bも有し、各溝は半円形断面を有しかつ逃げ部124aおよび124bの部分の近傍に位置し、その結果、セクタ120が組立て合わされると2つの隣接溝がともに円形部の穴125を形成する。より大幅に詳細に以下説明するように、これらの穴125は3つの検出器190を収容するため働く。

【0014】

図7において、2つの隣接セクタ120間の界面の空気隙間Eが対応する歯130の中間部を占有することにより、機械が動作している間磁束は同一セクタ120内で歯の半分から隣接する歯の半分へ空気隙間に遭遇することなく流れることができるため、磁気損失を低減することができることが観測されよう。さらに、セクタが比較的小さな寸法の切抜き工具、即ち高スループットが可能な工具を使用して擦ることなく実際に切抜かれる部品で作られる。

【0015】

セクタ120は全体として円筒形ケース110に押し込まれ、かつセクタ120によって形成された磁気回路がセクタ120へケース110によって及ぼされた半径方向圧縮力によってセクタ間の支承面が比較的大きい状態でともに保持される。

各セクタ120は、その反対側141aおよび141bがスロット140底部の隣接領域142aおよび142bに関して90°より大きな角度 i をなすスロット140を形成し

10

20

30

40

50

、そのスロット領域自体は対応する歯がスロットの底部に接触する線を通過する半径に対して垂直である。示した実施形態では、角度 i は 90.4° であるが、この値は単なるひとつの例である。

【0016】

セクタの両側面 123a および 123b の各々は、逃げ部 124a、124b、125a および 125b の部分を見捨ると、概して半径にぴったりあった状態にあり、各歯 130 の幅は回転子から離れるにつれてわずかに大きくなる（回転子に面するその自由端部 131 に密接して形成された切抜部 145a および 145b を見捨る）。

半閉鎖されるスロットが存在する既知の固定子とは逆に、自由端部 131 の近傍には各歯 130 に磁極膨れはないことが例示図 7 に観測されよう。示した実施例では、自由端部 131 と切抜部 144a または 144b 間に位置した各歯 130 の末端部分 132a および 132b は両側面 141a および 141b にそれぞれぴったりあった状態にある。自由端部 131 は回転子の回転軸と同一軸上の円形筒形の部分であり、かつそれは回転子に向かって凹状になっている。

【0017】

図 7 の鎖線で表わしたように、各スロットの底部には領域 142a および 142b を相互接続しかつスロット 140 を横切る半径に垂直な半分の幅の中間領域 142c が含まれる。

上記に説明したように、各歯 130 は当該歯 130 に隣接するスロット 140 の各々の容積のほぼ半分を占有する個別コイル 340 を収容する。

図 8 に個別コイル 340 を別個に示す。このコイルは図 9 に見られるようなエナメル電線 342 の断面がほぼ平坦な束 341 を巻線軸 W 周りに巻線して形成される。

【0018】

巻線全体にわたって束 341 を断面で観ると、その長さ寸法が巻線軸 W に対してほぼ平行に延びている。

示した実施例では、束 341 は各々が円形断面の 10 本の個別導体 342 を有している。束 341 は約 20 の重ね合わせ巻線 343 を形成する。巻線内で、導体 342 はエナメルを塗布したワイヤを使用することにより互いに電氣的に絶縁される。導体 342 はそれらの端部で被覆をはがされて電気接続端部 344a および 344b を形成し、接続端部の各々がフックを形成するように巻線軸 W に対して垂直なコイルの中間面に向かって湾曲する。コイル製造プロセスの終了時、これらフックの各々がコイル本体の方へ開かれる。

【0019】

図 8 に端部 344a が上方へかつ次にコイル本体の方へ湾曲し、一方で端部 344b が下方へ次にコイル本体の方へ湾曲する状態を示す。端部 344a および 344b はコイルの 2 つの自由端部の面を越えて著しく突出しない。コイル本体を構成する巻線は樹脂が含浸されるのに先だって生地 345 の接着剤線条によって重ね合わせた状態で保持される。絶縁被覆のスリーブ 346 が端部 344a および 344b とコイル本体間に延びる束 341 の部分にはめられる。

図 10 に見られるように、コイル 340 の内側部は概して長方形形状をしている。コイル 340 は平面である 2 つの対向する大きな面を有し、各コイルの内側部の幅が一方の端面から対向面へかなり変化するよう歯の両側面 141a および 141b 間と同じ角度をそれらの間に形成する。固定子 100 の歯 130 への間違った向きのコイルを取付ける何らかの試みがなされる場合にはこれが感知される。

【0020】

固定子 100 の歯 130 に取付けられるのに先だってコイル 340 が一方または他方の電氣的接続端部 344a および 344b を介して部分的に被覆をはいだ被覆電導体 150 に電氣的接続される状態が図 10 に見られる。例えば、端部 344a および 344b によって形成されたフックが被覆をはいだ部分 151 の電導体 150 の外径のほぼ周りにはめ合わせるように配置される。絶縁プラスチック材料被覆の限られた長さを除去することにより、これらの被覆をはいだ部分は電導体 150 の両端部ばかりでなくそれらの間でも形成

10

20

30

40

50

される。

示した実施例では、2つのコイルの組が作り上げられ引き続いて図11に示すように、対応する歯130に取付けられる。絶縁シート349が歯とスロットおよびコイルの底部間に挿入される。これらのシート349の両端部が図5および11に見られる。

【0021】

なおいっそうコイル340が歯130に取付けられるにともなって、数片の支持シム160が切抜部144aおよび144bの中にスライドしてスロット140を閉鎖する。図4に見られるように、シム160のこれらの小片には対応するスロット140に収容されている2つのコイル340の部分間に延びる仕切161が含まれる。

コイル340のすべてが所定位置になると、ケーブル150が固定子の磁気回路の一方の側のほぼ円形の経路に沿って延び、図12に示すように歯の自由端部131からセットバックされ、これらのケーブルがカラーによって互いに取付けられ、次に固定子が絶縁樹脂で通常の方法により含浸される。12個のコイル間の特定な電気相互接続をそれはただひとつの実施例であるが図20に示す。

【0022】

それがコイル340の交換をより大幅に容易にするため、一定でない幅の歯に上記方法で取付けられた個別コイル340を使用することが特に有利であることが理解されよう。コイル340を交換するには、いったん回転子200が取外されると、対応する被覆をはいだ部分151からコイルの端部344aおよび344bのはんだを剥がして関連したシム160片を取外すことで十分であり、それによってコイル340が取り出される。次に、樹脂含浸コイル340が先にはずされていた歯130に係合することにより所定位置に置かれ、その後その端部344aおよび344bが被覆をはいだ部分151にはんだ付けされる。歯130の両側面141aおよび141bの回転子へ向かっての収束およびコイルの内側部のその対応形状がコイルが歯130を移動するのを防止するのに寄与する。修理はそれが機械を製造業者へ戻すことを必要とすることなく、かつ固定子を再含浸することを必要とすることなく現場で行われ、それ故、修理時間を短縮することが可能となる。電動機10がひとつまたは多数の交換コイル340とともに出荷されることは好都合である。

【0023】

回転子200を図13から18を参照して説明する。回転子は形状がほぼ環状の中心部分211を有する、図15の端面図に別個に示した非磁性軸210、およびその周辺部に磁極片230を固定するため働く複数のスプライン220であって、各々が重ね合わさりかつ互いにクリップされる同一磁性薄板のスタックによって構成されるスプラインを含む。重ね合わせ磁性薄板のスタックの使用は誘導電流による損失を制限するように働く。スプライン220は断面がほぼT字形状をしている。軸が非磁性材料製であるため、磁極片230は磁氣的に相互接続されない。

【0024】

図17に上記から理解されるような磁極片230を別個に示す。各磁極片230は回転子の回転軸に対して平行にスライドすることによりスプライン220に係合するように適合した形状の切抜部250を有する。スプライン220はこの実施例ではアルミニウムから機械加工で中央部分211に一体に形成されるが、絞り加工または射出などのその他の技術も使用される。説明した実施例の磁極片230が軸のスプライン以外のなものにもはまらなことが観測されよう。もし回転子が比較的短くかつ高速で回転するように意図されないならばスプライン220は端部片に固定される別々のバーで交換することもできる。

【0025】

示した実施例では、切抜部250はその中間を通過しかつある半径を含む中間面に関して対称である。切抜部には対応スプライン220の半径方向外側面221に接触する底部251がある。底部251は曲率半径 R_a の第1の角に丸みをつけられた部分252a、底部251の中間を通過する半径を備えたゼロでない角度 i_i で傾斜した直線から成る中間部分252b、および曲率半径 R_c の第2の角に丸みをつけられた部分252cをそれぞれ

10

20

30

40

50

れ有する対向側面 2 5 2 へつながる。説明した実施例では、R a は 3 mm、R c は 5 mm、かつ角度 $i i$ は 70° である。このように、切抜部 2 5 0 にはスプライン 2 2 0 に係合する狭い開口がある。

【0026】

一般に、角度 $i i$ は軸 2 1 0 および磁極片 2 3 0 を形成するため使用された材料の性質に依存し、かつ有限要素法を使用する演算によって決定される。各スプライン 2 2 0 部分の形状はスプライン 2 2 0 の半径方向外側面 2 2 1 のエッジでの面取り 2 2 1 a の存在を除けば、切抜部 2 5 2 のそれにほぼ相補的である。このように、スプラインの各側面 2 2 2 には同一曲率半径 R a の角に丸みをつけられた部分 2 5 2 a、磁極片 2 3 0 が軸 2 1 0 の所定位置にある場合部分 2 5 2 b に平行な直線から成る部分 2 2 2 b、および部分 2 5 2 b と同一の曲率半径 R c を有する角に丸みをつけられた部分 2 2 2 c がある。特に、図 1 7 および 1 8 に見られるように、スロット 2 5 0 のいずれかの側面に位置している磁極片 2 3 0 の半径方向内側エッジ 2 3 3 がスプライン 2 2 0 間に位置している軸 2 1 0 の領域 2 1 3 からセットバックされる。このように、2 つの隣接スプライン 2 2 0、スプラインにはまった磁極片 2 3 0、および軸 2 1 0 間にギャップ 2 6 0 が残される。

10

【0027】

図 1 8 に示すように、台形状断面の永久磁石 2 7 0 が半径方向に配置され、磁極片 2 3 0 間に挿入される。回転子の回転軸に沿って観測すると、各磁石 2 7 0 はその幅が半径方向外側へ先細りした状態でわずかにくさび形状をしている。各磁石 2 7 0 は横方向に磁化され、かつ単一片として形成されるかまたはそれは端から端まで配置された複数の磁性部品から構成される。図 1 9 に示すように、2 つの隣接磁石 2 7 0 の同一極性磁極は磁石 2 7 0 間に位置した磁極片 2 3 0 の方へ向けられる。示した実施例では、図 3 に示すように、各磁石 2 7 0 が回転子の回転軸 X に沿って端から端まで配置された 3 つの磁性部品 2 7 0 a、2 7 0 b および 2 7 0 c から構成される。示した実施例では、磁石 2 7 0 が実際には磁石 2 7 0 の両側面 2 3 8 の全半径方向大きさの全体にわたって延在し、かつそれらに接触する。

20

【0028】

磁石は低電気抵抗を示すが、磁極片によってもたらされた磁束のパルス化に対する保護のためそれらはそれらを消磁する危険をもたらし加熱は受けない。

磁極片 2 3 0 に接触する磁石 2 7 0 の対向平坦面間に形成された角度は全く小さく、数度にすぎない。図 1 6 に示した実施例の磁極片 2 3 0 の側面 2 3 8 と隣接エッジ 2 3 3 間の角度 $i i i$ は 92.4° に等しい。

30

磁極片 2 3 0 の半径方向外側 2 3 5 は断面が円形であり回転子の最大半径より小さい曲率の半径のものであり、その結果、図 1 8 に示されるように、各磁極片 2 3 0 がわずかに外側に凸状となる円い突出部を形成する外面 2 3 5 を与える。磁極片 2 3 0 の構成形状はトルクリップルを低減しかつ冷却空気の流れを作ることを可能にする。説明した実施例では、円い突出部 2 3 5 の形状およびそれらの幅全体にわたる磁石の半径方向寸法の比率は磁気抵抗効果なく電動機が回転するように

$$L_q = L_d$$

となるよう選択される。L_d は前進軸に関するインダクタンスであり、L_q は横軸に関するインダクタンスである（従来の表示法）。

40

【0029】

回転子 2 0 0 が所定速度より高速で回転する場合前記磁極片 2 3 0 との間に形成されかつ磁石 2 7 0 を収容するハウジングが遠心力の影響下でより広くなりやすく、このような広がりをもちながら回転速度が再び減少すると減じやすい方法で磁極片 2 3 0 が配置される。

【0030】

磁石 2 7 0 の半径方向寸法はそれらが回転子の対応ハウジングの所定位置になると、それらの半径方向に外側端部が磁石に隣接する磁極片の半径方向外側エッジからセットバックされる方法で選択される。

50

回転子が所定速度より高速で回転する場合上記方法で広げられた状態になったハウジングによって形成されたギャップに係合するように、回転子速度が降下し前記所定速度以下に戻った場合磁極片230が磁石270に対抗してクランプするように磁石270が取付けられる。ギャップ260の存在により磁石270を所定位置に置くことがより容易になる。これが磁石270を磁極片230に押し付ける簡単かつ効果的な手段をもたらすことが理解されよう。磁石270を固定するため、回転子200がその公称回転速度より10%大きい速度で、例えば、または前記公称速度より20%大きい速度でも回転される。なんらかの非常に大きな力で磁極片230との間にそれを最初に挿入する必要がないため、磁石270は容易に所定位置に置かれ、回転子200が回転する場合に磁石270の最終的な位置決めが自動的に行われる。さらに、回転子をより高速またはより低速で回転させることにより、磁極片230および磁石270のより大きなまたはより小さな変位が生じ回転子外径の小さな範囲に作用することが可能である。回転子をより高速またはより低速で回転させることにより、回転子200の外径を望ましい値に調整することが可能であるため、これによって大幅により緩和した製造許容差を使用して磁石270および磁極片230および固定子100をも作製することが可能になる。

10

【0031】

磁石270は低電気抵抗を示すが、高速での磁極片230により磁束のパルス化に対抗してもたらされた保護のため、それらはそれらを消磁する危険をもたらす加熱を受けない。磁石270のくさび形状がスプライン220を含む磁極片230の部分に圧縮力を及ぼさせ、その結果、増加する速度によりこの影響が増大している状態でスプライン220の上に切抜部を閉鎖しやすくなり、組立体は自己ロックングする。上記圧縮力がスプラインのいずれかの側面の磁極片の幅を低減させ、それ故、スプラインと軸間の接続のより広い幅の恩恵を受けることを可能にし、かつ軸が非磁性鋼材と同様に機械的に強くないが、アルミニウムなどの非常に費用のかからないかつ非常に軽量な材料から作製されることを可能にする。

20

【0032】

端部チークプレート280および290が軸210にその反対側端部で固定されて磁極片230および磁石270が軸線方向に移動するのを防止する。端部チークプレートは機械のステージを形成する。回転子200は中間チークプレートによって細分化された複数のステージを有することがあり、ステージに従った磁石270の数は4から64の範囲にあり、例えば、8極電動機に対して示した実施例におけるように8に等しくてよい。複数のステージが使用されかつ中間チークプレートによって切り離される場合、チークプレートの数はステージに1を加えた数に等しいことが好ましい。

30

【0033】

チークプレート280および290は例えば、アルミニウムから、または非磁性鋼材から作製される。チークプレートはボルト281により軸210に固定される。平衡スクリューが係合するように、ねじ穴500がチークプレート280および290の周辺部から形成される。

図13に見られるように、特に、ほぼ膨らむ面の端部235aのレベルにある、チークプレート280は磁極片230の半径方向外側エッジ235および磁石270の半径方向外側エッジからセットバックされる円形半径方向外側エッジ282を有する。

40

【0034】

それ故、環状領域Aが図4に示す種類の検出器190の手段により回転子の磁石270の磁場を読取ることが可能なチークプレート280の周りに設けられる。チークプレート280がわずかにセットバック位置にあるため、検出器190が小さな範囲まで回転子200を部分的に重複させられることが図4に見られる。

説明した実施例では、電動機はチークプレート280周りの回転子200の周辺領域A全体にわたって磁場を検出するように配置されたホール効果センサを含む各検出器を備えた3相電動機であるため、3つの検出器190が存在する。磁場が回転子の回転軸に平行な軸線に沿って読取られ、ホール効果センサは周辺領域Aと部分的に重なる。検出器190

50

が開口 1 1 1 の近傍に位置したそれぞれ軸線 Z_u 、 Z_v 、および Z_w の 3 つの連続した歯 1 3 0 に取付けられる。

【0035】

チークプレート 2 8 0 がわずかにセットバック位置にあるため、検出器 1 9 0 が小さな範囲まで回転子 2 0 0 を部分的に重複させられることが図 4 に見られる。

各検出器 1 9 0 は穴 1 2 5 に係合するスクリー 1 9 1 によって固定子の歯 1 3 0 に固定される。図 4 に見られるように、各検出器 1 9 0 は関連した歯の半径方向軸線 Z_u 、 Z_v 、または Z_w に沿って延び、かつその歯に係合するコイル 3 4 0 を通過する。検出器 1 9 0 を通すのに十分大きな長さの内側断面を備えたコイル 3 4 0 がこの目的のため設けられる。検出器を通すためのコイルと対応する歯間に残された空間は、例えば、このような空間が絶縁 3 4 9 のない場合の歯からコイルを絶縁するように働く状態で約 5 mm である。

10

【0036】

その唯一の目的が回転子の角度位置の読取りを可能にすることである回転子への特別な要素の追加を回避できるため、永久磁石 2 7 0 の磁場の直接読取りは有利である。これは回転子の製造を簡単化し、かつ信頼性を向上させる。さらに、コイル 3 4 0 と歯 1 3 0 間ギャップに検出器 1 9 0 を取付けることは特に小型である一方で、それにもかかわらず、それらを交換するため必ず必要な検出器 1 9 0 へのやりとりを容易にする。

【0037】

検出器 1 9 0 は所定位相のコイル 3 4 0 内側に位置決めされる。回転子のいずれの極性が関連したコイルと位置合わせ状態にあるかの検出を可能にする。各検出器 1 9 0 は、それが検出する極性に依存して「ハイ」信号または「ロー」信号を送り出す。各検出器 1 9 0 はホール効果センサによって送り出された信号を整形して干渉に対する感度を低減するための電子回路を有する。回転子の位置に依存して、検出器 1 9 0 によって送り出された様々な信号が 6 つの考えられる組合せを取り上げ、検出器 1 9 0 の状態によって構成された三対の各変化が回転子の所定角度位置に対応する。これにより回転子の角度位置を瞬時に決定して補間、即ち、その速度の所定情報によるこれらの時点間の回転子位置を演算することが可能になる。このようにして、コイルは最適な方法で所望の位相ずれにより励起される。従って、各コイルによって搬送される電流はゼロまで低減され、かつ磁石が対応する歯の軸線にある場合はいつでも方向を変えることができる。引力のみで動作する磁気抵抗電動機とは異なって、上記電動機は引力でも反発でも両方で動作し、大きなトルクを発生させることができる。

20

30

【0038】

各検出器 1 9 0 は温度センサも有する。

各種段階でのコイル 3 4 0 の温度を知ることにより電動機の考えられる誤動作を検出することができる。

そのチークプレート 2 8 0 および 2 9 0 の少なくともひとつに、回転子 2 0 0 には特に図 1 に見られる冷却フィン 2 9 1 がある。電動機内側の冷却空気の流れを発生させることができる、回転子周辺部の磁極片 2 3 0 によって形成された円い突出部 2 3 5 の存在によって付加的冷却効果が得られることが観測されよう。

【0039】

40

上記に詳細に説明したような電動機は多数の利点を提供する。即ち、

— その特に小型構造により、それを軸の端部の片持ち梁風に突き出た他の場所に取り付けることが可能になり、従って、軸受の数を低減し、摩擦による機械的損失を低減し、かつ潤滑問題を低減することが可能になる。

— 表面に誘導された電流に磁石がほとんど露出されないため、磁石が外れた状態になるかまたは磁石が過熱状態になる危険なく回転子を高速で回転させることができる。

— 個別コイルは取付けおよび交換が容易でかつ回転子を再含浸する必要がない。

— 磁石の質量が全く小さく、かつそれらを小部分に分ける必要がない。

— 歯数および回転子の数が比較的少なく、従って製造を容易にする。

— コイルヘッドが非常に小さく、従って軸線方向に小型な構造を得ることが可能になる。

50

- ー接触なくかつクロスオーバーなく位相が電氣的に分離される。
- ーコイルの巻線が接触していることにより、確実にスロットが十分に満たされる。
- ートルクリップルが無視できる。

【0040】

本発明は同期電動機に制限されるものでなく、かつゼネレータの製造にも適用可能である。回転子は内部でも外部でもよい。

機械の電力は、例えば、1キロワット(kw) から750kwの範囲にすることができる。回転子の回転速度は、例えば、1000rpmから10、000rpmの範囲にすることができる。本発明の機械により速度が1000rpm以下の場合のアプリケーションも見出すことができる。機械の外径は、例えば、50mmから1メートル(m)の範囲にすることができ、最も広範にわたるアプリケーションでは、機械の外径は100mmから600mmの範囲にすることができる。

10

【0041】

本発明は磁極のいくつかの特定数に制限されるものでなく、3相交流によって電力が供給される固定子に制限されるものでもない。電気は n_{phase} 通りを有する多相であってよい。ここで、 n は3に等しくない。

軸はアルミニウム以外の非磁性材料、例えば、アルミニウム合金で作製される。

利点は少ないが、長方形平行六面体の形状またはいくつかのその他の形状を有する磁石も、できるだけくさび形状の磁石との組合せで使用可能である。

回転子の歯には回転子軸線に関して非円形円筒形の形状の回転子に面する面があってよい。

20

スロットは自己閉鎖形である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態を構成する同期電動機の図式斜視図である。

【図2】図1の矢印に沿って見た図式平面図である。

【図3】図2の線I-Iの電動機の図式軸線方向断面図である。

【図4】図2の詳細I-Vの拡大図である。

【図5】斜視的に、かつ図式形態で別個に固定子を示す図である。

【図6】別個にかつ斜視的に固定子の磁気回路のセクタを示す図である。

【図7】図6のセクタが同一セクタにより組立てられる方法を示す図である。

30

【図8】別個にかつ斜視的に個別コイルを示す図である。

【図9】図8の線I-X-I-Xの断面図である。

【図10】固定子を作製するため使用したひと組を示す線図である。

【図11】その製造中コイルの組が固定子の所定位置に置かれる方法を示す線図である。

【図12】コイルの組のすべてが所定位置に置かれ、円形経路の後に電流供給ケーブルを示す、かなり図式的にかつ簡単化した形式の図11に類似の図である。

【図13】回転子の図式正面図である。

【図14】別個に示した回転子軸の端面図である。

【図15】図14の線X-V-X-Vの図式軸線方向断面図である。

【図16】別個に示した回転子の磁極片の平面図である。

40

【図17】磁極片が回転子軸に組立てられる方法を示す図である。

【図18】磁石および磁極片が所定位置に置かれた後の回転子軸の図式断面図である。

【図19】コイルが電氣的に相互接続されるひとつの方法を示す線図である(1から12と番号を付けたコイル)。

【符号の説明】

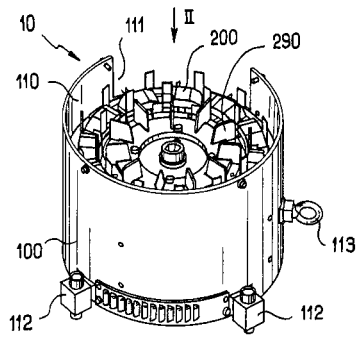
190：磁場検出器

200：回転子

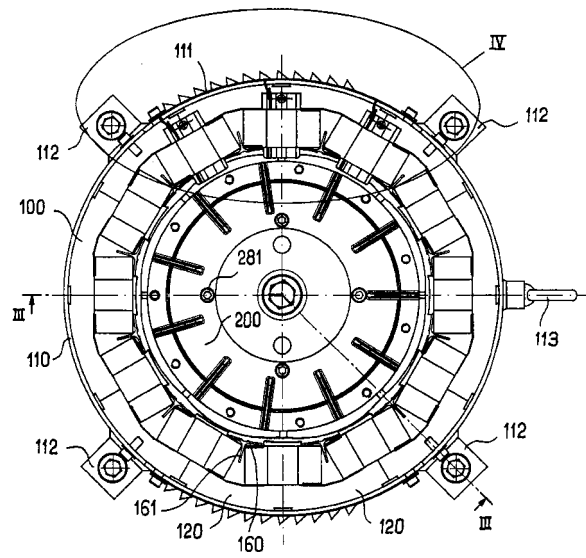
230：磁極片

270：永久磁石

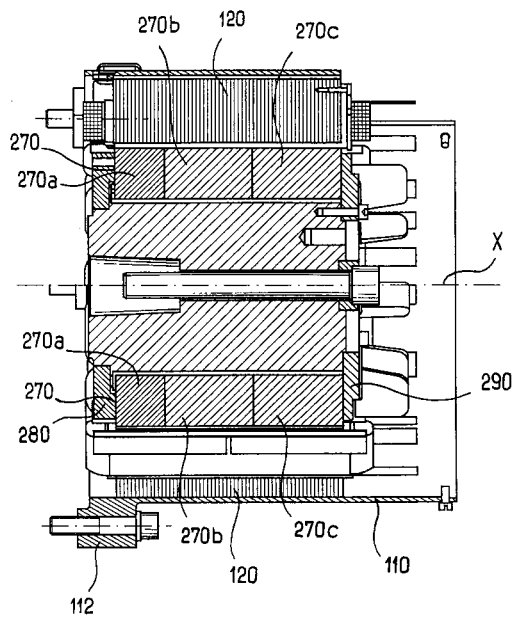
【図 1】



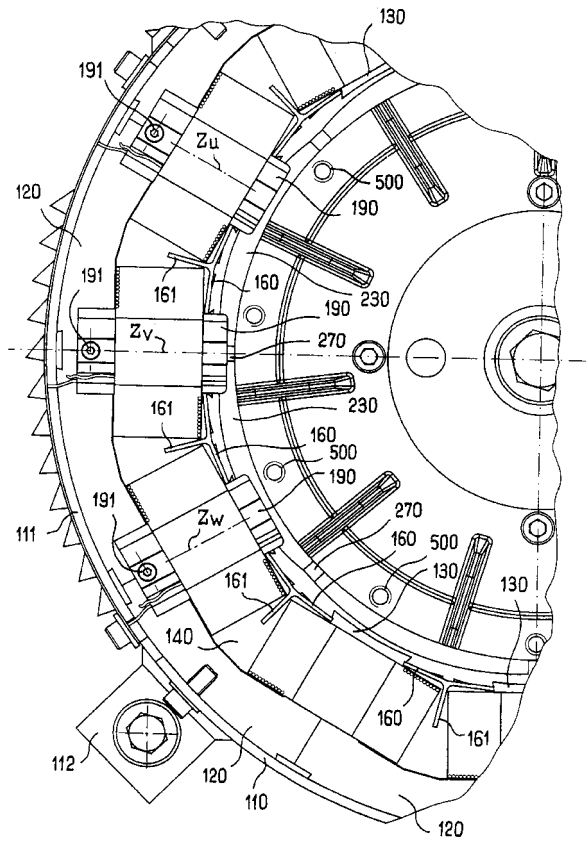
【図 2】



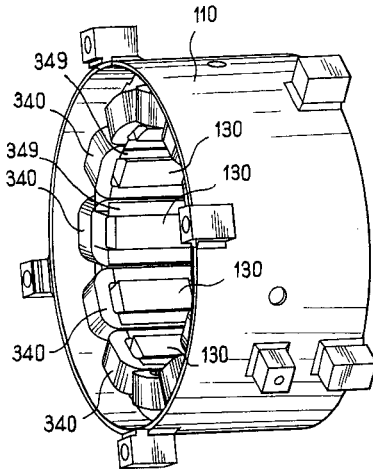
【図 3】



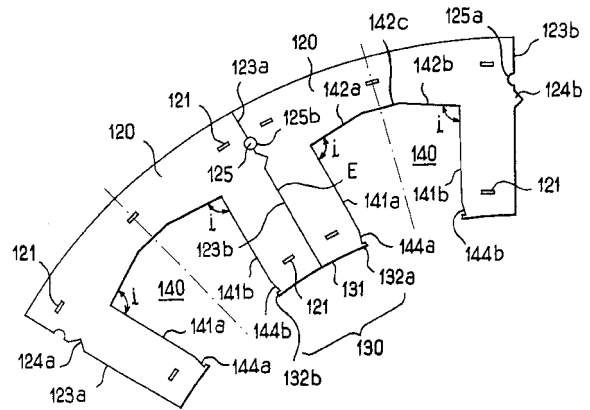
【図 4】



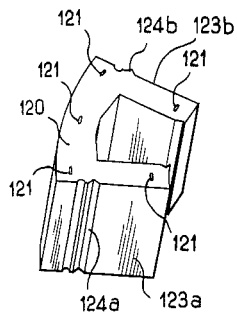
【図 5】



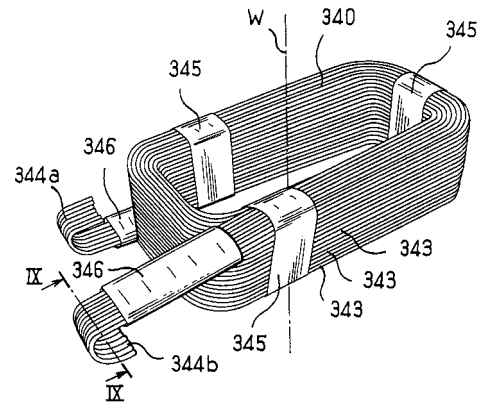
【図 7】



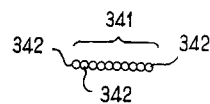
【図 6】



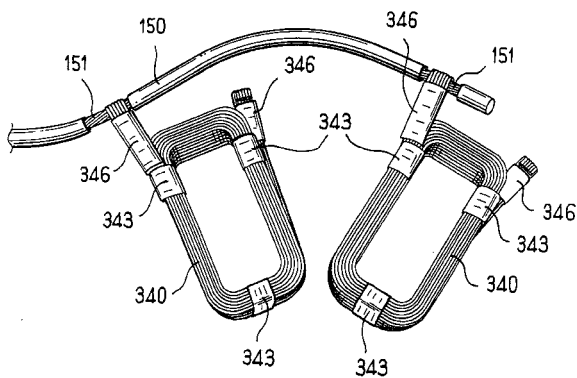
【図 8】



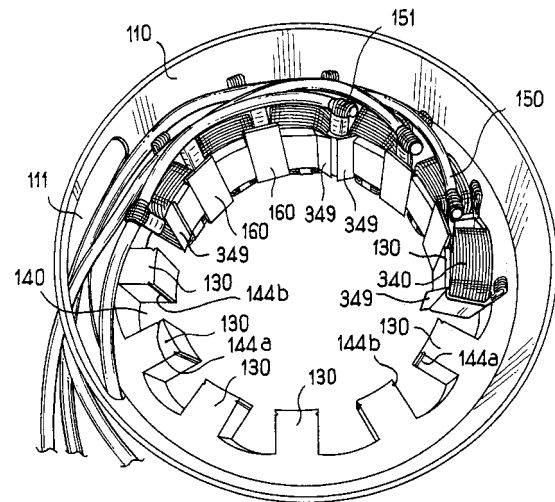
【図 9】



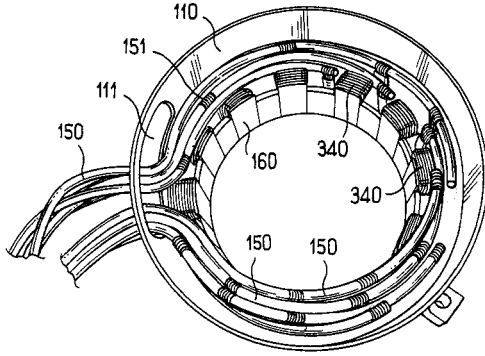
【図 10】



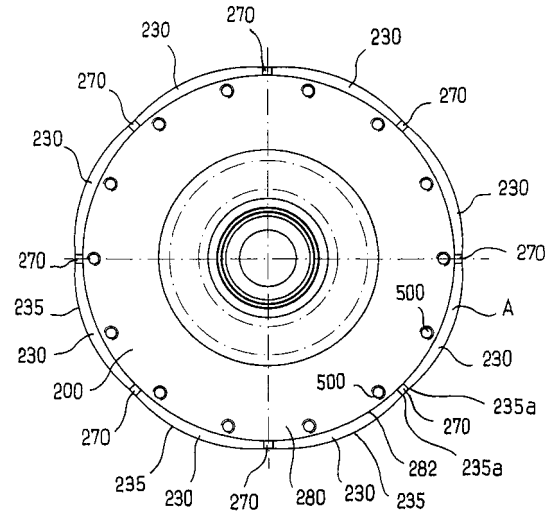
【図 11】



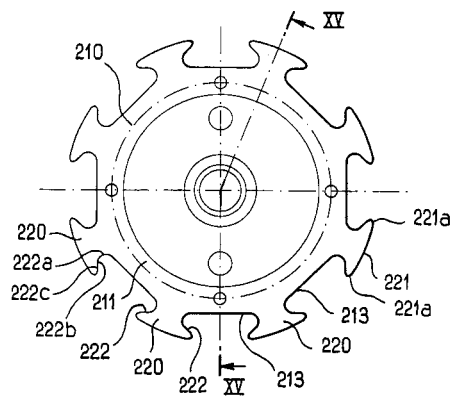
【図 1 2】



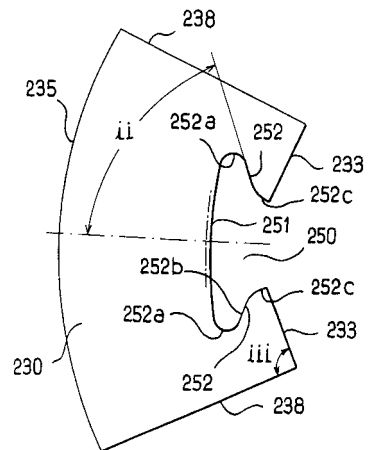
【図 1 3】



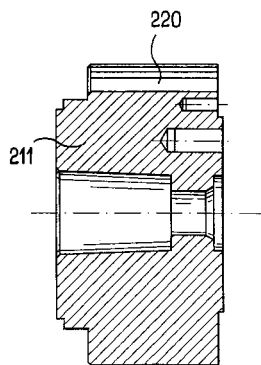
【図 1 4】



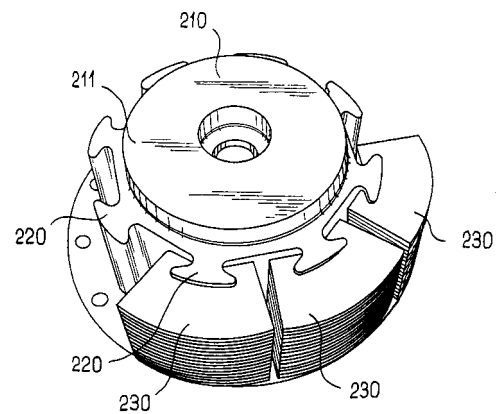
【図 1 6】



【図 1 5】



【図 1 7】



フロントページの続き

- (72)発明者 サンーミシエル ジャック
フランス国 16000 アングレーム, ランパル デセー 24
- (72)発明者 ジレ クリストフ
フランス国 16000 アングレーム, アヴニュー ガンベッタ 155

審査官 櫻田 正紀

- (56)参考文献 実開昭62-115775 (JP, U)
特許第2699655 (JP, B2)
米国特許第04617725 (US, A)
特開平03-032333 (JP, A)
特開平07-107707 (JP, A)
国際公開第98/041467 (WO, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- H02K 11/00-11/04
H02K 29/00-29/08
H02K 1/00- 1/34
H02K 3/00- 3/28