(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)特許出願公表番号
特表2015-509697
(P2015-509697A)
(43)公表日　平成27年3月30日(2015.3.30)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H02K 19/12	(2006.01)	H02K	19/12		5H505
H02P 27/02	(2006.01)	H02P	7/622	303M	5H619
H02K 19/26	(2006.01)	H02K	19/26		

審査請求 有　予備審査請求 有　（全 18 頁）

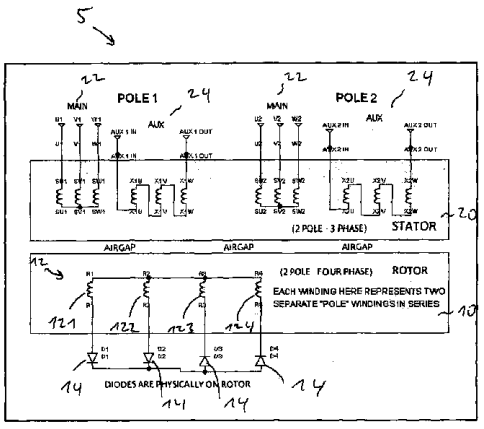
(21)出願番号　特願2014-557895 (P2014-557895)
(86)(22)出願日　平成25年2月18日 (2013.2.18)
(85)翻訳文提出日　平成26年10月9日 (2014.10.9)
(86)国際出願番号　PCT/ZA2013/000005
(87)国際公開番号　WO2013/123531
(87)国際公開日　平成25年8月22日 (2013.8.22)
(31)優先権主張番号　2012/01135
(32)優先日　平成24年2月16日 (2012.2.16)
(33)優先権主張国　南アフリカ(ZA)

(71)出願人　514204912
ジェンラ８　リミテッド
南アフリカ　ヨハネスブルグ　２１９６，ブライヤンストン，イートン　アベニュー　２５
(74)代理人　110000659
特許業務法人広江アソシエイツ特許事務所
(72)発明者　ハーバート，ラッセル
南アフリカ　ヨハネスブルグ　２０６８，ローンヒル，モーガンスター　クレセント　１
(72)発明者　メライア，ロバート
南アフリカ　ヨハネスブルグ　２１９６，ブライヤンストン，イートン　アベニュー　２５

最終頁に続く

(54)【発明の名称】同期式の電気機械

(57)【要約】
【課題】
【解決手段】
本発明は、固定子および回転子を備える同期電気機械に関する。固定子は多極固定子巻線組を備え、回転子は、固定子と同数の極を有する円筒形回転子上に設けられる少なくとも２相の回転子巻線組を有する多極円筒形回転子構造または突極型構造を有し、固定子巻線が、高調波磁束を生成する二次巻線、または、外部励磁源を有する３相巻線を用いて、固定子電流を不平衡化または重畳することにより回転子を励磁する。この発明はさらに、同期電気機械の作動方法に関する。



【特許請求の範囲】
【請求項１】
固定子および回転子を有する同期式の電気機械であって、
前記固定子は多極固定子巻線組を備え、
前記回転子は、前記固定子と同数の極を有する円筒形回転子上に設けられる少なくとも２相の回転子巻線組を有する多極円筒形回転子構造または突極構造を有し、
前記固定子巻線が、高調波磁束を生成する二次巻線、または、外部励磁源を有する３相巻線を用いて、固定子電流を不平衡化または重畳することにより回転子を励磁するものである、同期式の電気機械。
【請求項２】
外部源、好ましくは電源により、前記固定子電流を不平衡化または重畳する、請求項１に記載の電気機械。
【請求項３】
固定子巻線に直流電流を流すことで前記回転子を励磁することができる、請求項２に記載の電気機械。
【請求項４】
中性導体に交流電流を流すことで前記回転子を励磁することができる、請求項２に記載の電気機械。
【請求項５】
多相固定子巻線組の１つ以上の相における直列インピーダンスまたは抵抗により、前記固定子電流を不平衡化する、請求項１に記載の電気機械。
【請求項６】
関連の制御電子回路により、前記固定子電流を不平衡化する、請求項１に記載の電気機械。
【請求項７】
前記固定子巻線組に設けられる巻線タップを備え、前記巻線タップを短絡、または切り替えて、本質的に不平衡な固定子巻線とすることにより、前記固定子電流を不平衡化する、請求項１に記載の電気機械。
【請求項８】
１相の中性点が数個のタップを有し、前記中性点をシフトさせて不平衡状態を作りだすことで、前記固定子電流を不平衡化する、請求項１に記載の電気機械。
【請求項９】
本質的に不平衡な巻線により、前記固定子電流を不平衡化する、請求項１に記載の電気機械。
【請求項１０】
前記多相回転子の相数が２または３、好ましくは４、または４より多い、請求項１～９のいずれかに記載の電気機械。
【請求項１１】
円筒形回転子が突極型または非突極型である、請求項１～１０のいずれかに記載の電気機械。
【請求項１２】
前記電気機械が発電気機械として作動可能である、請求項１～１１のいずれかに記載の電気機械。
【請求項１３】
前記電気機械がモータとして作動可能である、請求項１～１１のいずれかに記載の電気機械。
【請求項１４】
前記回転子の整流電流を回転子の主界磁巻線に循環させ、前記回転子は、交流電流励磁巻線と、励磁巻線整流電流が流れる主界磁巻線の双方を備える、請求項１～１１のいずれかに記載の電気機械。

【請求項１５】
少なくとも２つの回転子端子にキャパシタを加え、フィルタリングまたは制御動作を行なって電気機械の性能を向上させる、請求項１４に記載の電気機械。
【請求項１６】
前記回転子および前記固定子の可動部品と固定部品が互いに逆である、請求項１４または１５に記載の電気機械。
【請求項１７】
電気機械の作動方法であって、固定子と回転子を設ける工程を備え、前記固定子は多極固定子巻線組を備え、前記回転子は、前記固定子と同数の極を有する円筒形回転子上に設けられる少なくとも２相の回転子巻線組を有する多極円筒形回転子構造または突極型構造を有し、前記固定子巻線が、高調波磁束を生成する二次巻線、または、外部励磁源を有する標準的な３相巻線を用いて、固定子電流を不平衡化または重畳することにより回転子を励磁する、電気機械の作動方法。
【請求項１８】
本明細書に概ね記載される通りの新規な電気機械。
【請求項１９】
添付の図面のいずれか一つを参照して本明細書に概ね記載される通りの電気機械。
【請求項２０】
本明細書に概ね記載される通りの、電気機械を作動させる新規な方法。
【請求項２１】
添付の図面のいずれか一つを参照して本明細書に概ね記載される通りの、電気機械を作動させる方法。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明は同期電気機械に関する。より詳しくは、同期発電気機械または同期モータとして使用することができる界磁制御可能な同期電気機械に関する。この発明はさらに、同期電気機械の作動方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
同期電気機械はモータおよび発電気機械のいずれとしても使用できることは従来から知られている。電気モータは通常、固定子および回転子といった機械用語で説明されるのに対し、電気発電気機械は電気的観点から、電気機械子および界磁という用語で説明される。用語は異なるものの、同期電気機械はいずれの機能も果たすことができ、以下では電気機械と称する。
【０００３】
今日使用されている産業用電気モータの大多数は非同期(誘導）型である。これは主に、非同期型モータは、同期直流モータに比し構造が単純で堅牢だからである。同期モータはその他のタイプの産業用電気モータより概して効率が良い一方で、一般に複雑で製造コストが高い。これは、回転子の界磁電流を変化させるための回転励磁機を必要とすることに大きく関係する。永久磁石同期モータは構造が単純で安価であるが、回転子界磁の励磁を制御する手段を有さず、励磁状態は回転子上の永久磁石によって一定となる。界磁の可変励磁が可能であって回転励磁機を有さない同期機があれば、回転励磁機のための余分なコストや信頼性の問題をともなうことなく、かつ同期機の利点を有するものとなる。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】国際特許出願第２００７／００３８６８Ａ１号

【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
発電気機械の大半は、回転型ブラシレス励磁方式を用いて制御される。この種の励磁機は発電気機械の主要回転部品と同軸／同回転子上に設置され、活物質の５～３０％を占めるため、発電気機械のコストにもその分影響する。励磁機の相対的コストは発電気機械のサイズまたは出力定格に大きく依存する。一般には、発電気機械が小さければ小さいほど励磁機の相対的コストは高い。
【０００６】
特許文献１に電気モータの一例が示されている。同文献には、少なくとも２相の電気機械子巻線対を有する電気機械子と、選択的電気スイッチ内に終端を有し、スイッチにより電気接続性が決定される界磁巻線を有する突極型回転子構造を備えるモータが記載されている。同機はまた、界磁巻線の磁化を調整し、任意の時点において、電気機械子の一方の巻線対がトルクを生成する間、他方の相の巻線対を界磁巻線の磁化に使用できるように構成された制御手段を備える。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
本発明の第１の態様によれば、固定子および回転子を備える同期電気機械が提供される。
上記固定子は多極固定子巻線組を備え、
上記回転子は、上記固定子と同数の極を有する円筒形回転子上に設けられる少なくとも２相の回転子巻線組を有する多極円筒形回転子構造または突極構造を有し、
上記固定子巻線は、高調波磁束を生成する二次巻線、または、回転子界磁励磁用の外部源を有する標準的な３相巻線を用いて、固定子電流を不平衡化または重畳することにより回転子を励磁する。
【０００８】
本発明の一実施形態によれば、外部源、好ましくは電源により、上記固定子電流を不平衡化または重畳する。
【０００９】
本発明の別の実施形態によれば、固定子巻線または中性導体（中性線）に直流電流を流すことで上記回転子を励磁することができる。
【００１０】
本発明の別の実施形態によれば、固定子巻線または中性導体に交流電流を流すことで上記回転子を励磁することができる。
【００１１】
本発明の別の実施形態によれば、多相固定子巻線組の１つ以上の相における直列インピーダンスまたは抵抗により、上記固定子電流を不平衡化する。
【００１２】
本発明の別の実施形態によれば、関連の制御電子機器により、上記固定子電流を不平衡化する。
【００１３】
本発明の別の実施形態によれば、固定子巻線組に設けられる巻線タップを備え、この巻線タップを短絡、または切り替えて、本質的に不平衡な固定子巻線とすることにより、上記固定子電流を不平衡化する。
【００１４】
本発明の別の実施形態によれば、１相の中性点が数個のタップを有し、中性点をシフトさせて不平衡状態を作りだすことで、上記固定子電流を不平衡化する。
【００１５】
本発明の別の実施形態によれば、本質的に不平衡な巻線により、上記固定子電流を不平衡化する。

【００１６】
本発明の別の実施形態によれば、上記多相回転子の相数が２または３、最も好ましくは４、または４より多い。
【００１７】
本発明の別の実施形態によれば、上記円筒形回転子が非突極型である。
【００１８】
本発明の別の実施形態によれば、上記電気機械がモータとして作動可能である。
【００１９】
本発明の別の実施形態によれば、上記電気機械が発電気機械として作動可能である。
【００２０】
本発明の別の実施形態によれば、上記円筒形回転子が突極型である。
【００２１】
本発明の別の実施形態によれば、回転子の整流電流を回転子の主界磁巻線に循環させ、上記回転子は、交流電流励磁巻線と、励磁巻線整流電流が流れる主界磁巻線の双方を備える。
【００２２】
本発明の別の実施形態によれば、少なくとも２つの回転子端子にキャパシタを加え、フィルタリングまたは制御動作を行なって電気機械性能を向上させる。
【００２３】
本発明の別の実施形態によれば、上記回転子および固定子の可動部材と固定部材を互いに逆とする。
【００２４】
本発明の第２の態様によれば、電気機械の作動方法が提供される。同方法は、固定子と回転子を設ける工程を備え、上記固定子は多極固定子巻線組を備え、上記回転子は、固定子と同数の極を有する円筒形回転子上に設けられる少なくとも２相の回転子巻線組を有する多極円筒形回転子構造を有し、上記固定子巻線は、高調波磁束を生成する二次巻線、または、回転子界磁励磁用の外部源を有する標準的な３相巻線を用いて、固定子電流を不平衡化または重畳することにより回転子を励磁する。
【００２５】
次に、以下の図面を参照しながら、非限定的な例を用いて発明をより詳しく説明する。
【図面の簡単な説明】
【００２６】
【図１】本発明の一実施形態に係る電気機械の概略図である。
【図２】本発明の別の実施形態に係る電気機械の概略図である。
【図３】本発明の別の実施形態に係る電気機械の概略図である。
【図４】本発明の別の実施形態に係る電気機械の概略図である。
【図５】本発明の別の実施形態に係る電気機械の概略図である。
【図６】本発明の別の実施形態に係る電気機械の概略図である。
【図７】本発明の一実施形態における巻線電流の概略図である。
【図８】本発明の図１～４に示す実施形態において用いる固定子巻線の概略図である。
【図９】図８の固定子の立体図である。
【図１０】本発明の別の実施形態に係る電気機械の概略図である。
【図１１】本発明の別の実施形態に係る電気機械の概略図である。
【発明を実施するための形態】
【００２７】
特に図に示すように、本明細書中で実施している発明は電気機械を含み、これを概して参照符号５で示している。図中、別段示さない限り、同一の符号は同一の部材を指す。
【００２８】
図１を参照すると、本発明の第１実施形態を概略図として示している。電気機械５は回転子１０を含む。回転子１０は多相・多極回転子巻線組１２を備える。図１に示すように

、３つの巻線１２１、１２２、１２３により生成される３相の電流が存在する。３つの巻線のうち２つ、１２１、１２２は並行接続され、１つの巻線１２３はダイオード１４の反対方向に向いており、このようにして２極が形成されている。回転子の３相各々を流れる電流の不均一分布を示すために、回転子巻線１２はここでは簡略図示している。巻線１２３に関わる１つのダイオード１４を流れる電流Ｉ３は、Ｉ１およびＩ２の（負の）合計値に等しく、つまり、この巻線相には他の２つの相の２倍の電流が流れることになる。

【００２９】

固定子２０は３相多極配置であり、３相用にそれぞれ３つのコイル２２１、２２２、２２３を備える２組の主巻線２２と、それぞれ３つのコイル２４１、２４２、２４３を備える２組の補助巻線２４を有し、高調波磁束を発生させて回転子の界磁巻線１２を励磁する。その他の励磁方式については以下で説明する。回転子１０と固定子２０の間には空隙３０が存在する。

【００３０】

図２は電気機械の別の実施形態を示す。図１とは異なり、回転子１０は巻線１２１、１２２、１２３、１２４を有する４相巻線１２を備える。回転子の４相１２１～１２４における電流分布は均一であり、より実用的で安価な巻線となっている。４相巻線１２はまた、回転子主界磁電流中の高調波成分がずっと少なく、上述の３相回転子巻線よりダイオードを１つだけ多く要するのみである。回転子回路が簡略化されていることに注目されたい。回路中の巻線は実際はそれぞれ、直列接続した２極の巻線１２からなる。

【００３１】

概して、回転子１０は円筒形回転子構造を有し、突極型ではないが、突極型として実施することもできる。回転子１０は、スロット内、またはその他の形態で円筒形回転子上に設けられる１相、２相、３相、その他多相の巻線１２として構成することができる。回転子１０を円筒形とするのは主に、多相回転子巻線１２を形成するためである。

【００３２】

最適な相数は４相であり、その理由は本明細書の後の項で明らかとなる。相数が多ければ多いほど、励起周波数に関わらず、回転子の界磁電流は平滑となる。このことが機械の性能に影響する。

【００３３】

発電気機械の主な実施形態は、回転子界磁に誘導電力を供給する補助巻線２４を有する固定子２０を備えるものである。固定子の補助巻線２４および回転子の界磁巻線１２の個々の性質によっては、回転子の界磁巻線１２を励磁して完全励磁状態を得るのに補助巻線２４がほとんど電力を必要としない場合がある。なお、固定子の補助巻線２４および回転子の界磁巻線１２は同期発電気機械として挙動するため、回転子の界磁巻線への電力の大半は、固定子の補助巻線２４からの電気的エネルギーではなく、軸を介した機械的エネルギーとして与えられる。そのため固定子の補助巻線２４そのものを極めて小さく、また断面積の小さなものとすることができる。

【００３４】

図３は２極４相の回転子１０用の回転子巻線の詳細を示す。２極の巻線１２は、２つの異なるスロット内に巻線１２１～１２４および１２１’～１２４’として分けられ、２極４相の回転子１０を構成している。

【００３５】

図４の左側に、４極４相の回転子１０用の回転子巻線の詳細を示す。４極の巻線１２は、４つの異なるスロット内に巻線１２１～１２４および１２１”～１２４”として分けられ、２極４相の回転子１０を構成している。図４の右側には４極４相の回転子１０の側面図を示し、物理的な巻線構成を示している。

【００３６】

図５は２極４相の回転子１０を固定子２０とともに示し、固定子２０は４極３相であり、４相用にそれぞれ４つのコイル２２１、２２２、２２３、２２４を備える４組の主巻線２２と、それぞれ４つのコイル２４１、２４２、２４３、２４４を備える４組の補助巻線

２４を有する。
【００３７】
これに対応する物理的な巻線構成を、４極４相の回転子１０の側面図として図６に示している。固定子２０は３つの基準相すなわち主相を備え、４つ目の相は補助巻線に相当する。
【００３８】
図７に、巻線電流の波形４１～４４を位相角の関数として示す。従来技術の単相構造では、回転子電流は概ね、巻線電流４１の正の部分に倣うのみであった。言い換えると、巻線電流は（横目盛で）０～８５°の間、１６９～２５３°の間などで流れるのみであり、これらの間の部分では電流がゼロであった。４相の巻線電流は、波形４２の０～約２１°、波形４１の２１～６５°、波形４３の６５～約１１０°、波形４４の１１０～１５０°、再び波形４２、というように４波形全ての上側包絡線／エンベロープに倣う。
【００３９】
このような４相巻線１２では、回転子誘導回路の同様のフィルタリング／平滑化動作によって、従来技術のものと比べて格段に回転子電流を平滑化できることが容易に理解できよう。この利点は非常に大きく、深刻な高調波の影響もなく発電気機械用の補助巻線２４に直流電流を用いることができる。
【００４０】
一般に、４相回転子の回転子電流波形から、本電気機械５を発電気機械またはモータとして作動させる場合、多相回転子２０を用いる方が有利であることが分かる。低周波の重畳波形４１～４４を用いることができるため、直流電流による固定子２０励起も可能であり、関連の制御電子機器における可変速駆動ファームウェアや本実施形態のモータ駆動構造は、かなり簡略化される。
【００４１】
重要なのは固定子１０を不平衡で作動させることであり、電気機械５（発電気機械またはモータ）構造そのものにおいて固定子２０の不平衡状態を実現することができるかどうかに関わっている。
【００４２】
考えられる実施形態としては、巻線の数カ所にタップを備えた固定子巻線２２があり、これを短絡する、または切り替えることで、本質的に不平衡な固定子巻線となる。別の実施形態として、１つ以上の相の巻回数を、その他の相より少なく、または多くした固定子巻線２２としてもよい。この構造では不平衡状態を変化させることはできないが、非常に簡単な構造で、多様で実用的な同期励磁運転が可能である。別の実施形態として、１相の中性点が数個のタップを有し、中性点を「シフト」させることで不平衡状態を作る構造としてもよい。タップの数や巻線における相対移動量次第で、多様な励磁制御が可能である。
【００４３】
したがって、以下の実施形態はすべて、固定子電流の不平衡または重畳に基づいている。これは、電源、１つ以上の相における直列インピーダンスまたは抵抗、関連の制御電子機器などの外部手段、あるいは、巻線タップ、中性点シフト、本質的に不平衡な巻線などの内部手段により得ることができる。
【００４４】
第１実施形態では、直流電流を固定子巻線２２に流すことで回転子１０を励磁することができる。これを実行する最も簡単な方法は、直流電流を中性回路に流すことである。これにより、補助巻線２４を設ける場合と同じ効果が得られ、複雑さは各段に低減する。
【００４５】
第２実施形態では、交流電流を固定子２０に流すことで回転子１０を励磁することができる。中性導体（中性線）を介して重畳直流電流を固定子２０に流して回転子１０を励磁することができるのと同じ方法で、交流電流も用いることができる。これはまた、上で述べたのと同じ方法で、中性導体（中性線）に電流を流して実行してもよい。本実施形態は

発電気機械よりモータに適しており、低速時のモータ性能を大きく改善させるものである。

【００４６】

第２実施形態では、補助巻線２４を交流または直流電流により励磁することができる。発電気機械には直流、モータには交流が最適であるが、モータおよび発電気機械双方にいずれを用いるものも実施形態に含まれる。

【００４７】

多相回転子巻線１２および円筒形回転子構造では、回転子の界磁電流が、その他のいかなる単相型の実施よりも平滑となるため、発電気機械またはモータ性能を大きく劣化させることなく、事実上、補助巻線２４で直流電流を用いることができる。ただし、回転子電流中の高調波成分は発電気機械またはモータのトルクまたは出力に影響するだけではないことに留意すべきである。これらはその他の態様では電気機械中の損失を増大させ、負荷定格や、言うまでもなく効率にも影響を及ぼす。

【００４８】

回転子巻線１２の理想的な相数は上で述べたように４つと考えられる。しかし、交流電流を補助巻線１２の励磁に、または界磁巻線電力の重畳に用いる場合は、２相であっても最適と考えるに充分平滑な界磁電流を得ることができる。最後の実施形態では、ダイオードが２つしかなく接続が少ないためコストが低い。

【００４９】

円筒形回転子１０構造はより安価である。より簡単、安価に大量生産することができ、スロット面積、ひいては回転子の銅をより有効に利用することができる。同寸法の電気機械５で回転子１０の銅量が増えれば、当然、効率も上がる。円筒形回転子構造はまた、突極性トルクが発生せず、トルクは回転子界磁巻線１２のみによって生成される。

【００５０】

突極型回転子構造を用いてこの構造、特に、上で述べたのと同一の補助巻線２４を有する構造を実施することもできることは言うまでもないが、突極型回転子構造では多相回転子巻線１２の利点は限られる。これは、回転子のコイルを複数相に２極以上に渡って分配する必要があるため、コイルが極間の中性域を跨がなければならないからである。

【００５１】

上で述べた概念の構造上の最も重要な特徴は、円筒形回転子の多相巻線１２と、３相の直列接続された補助巻線２４である。多相回転子の利点はすでに、回転子界磁電流の大幅な平滑化と、これに伴うモータまたは発電気機械双方の、特に発電気機械に関する運転性能改善という点について述べた。直列接続された３相補助巻線２４の利点は、これらの巻線２４に加わる誘導起電力または電圧を、固定子主巻線２２に起電力を誘導する同じ発電気機械動作によって打ち消す点である。本発明が無ければ補助巻線２４には大きな起電力が誘導されるため、これらを用いることはほぼ不可能である。相殺の原理は、３相に分配された巻線のＶ１＋Ｖ２＋Ｖ３＝０という簡単な公式に基づく。言い換えれば、３相の電圧の合計値はゼロに等しくなる。相角は入力される供給電流に関係がないため、３相の巻線の起電力ベクトルは全て同一方向に働き、回転子界磁巻線を励磁するのに必要な決定的な起電力を得ることができる。

【００５２】

次に、発明のさらなる実施形態を示す図８を参照する。本実施形態では、固定子２０の巻線をより詳細に説明する。図１～図４を参照して上述したように、固定子２０は多極多相の固定子主巻線２２と固定子補助巻線２４を備える。図８において、固定子２０の固定子主巻線２２はそれぞれ各相につきＭＵ、ＭＶ、ＭＷで示している。固定子２０の各極は、固定子２０の固定子主巻線２２の符号ＭＵ、ＭＶ、ＭＷに、各極数を付して示している。したがって、ＭＵ１は、固定子主巻線２２内の第１相第１極の巻線を示す。ＭＷ２は、固定子主巻線２２内の第３相第２極の巻線を示す。固定子補助巻線２４にも同様の方法で符号を付している。ＡＵＸＵ１、ＡＵＸＶ１、ＡＵＸＷ１はそれぞれ、固定子補助巻線２４の第１極の二次コイルを指す。図８に示すように、固定子主巻線２２と固定子補助巻線

２４は、二次コイルの巻線がそれぞれ隣接する巻線にまで及ぶ規則的パターンに配されている。固定子補助巻線２４は固定子主巻線２２と同寸法である必要はない。

【００５３】

図８の固定子２０の立体図を図９に示す。固定子２０は固定子主巻線２２と固定子補助巻線２４のコンパクトな構造を形成しており、前述の実施形態で説明したように電気機械に関連させて用いることができる。

【００５４】

次に、さらなる実施形態を示す図１０を参照する。図１０は３相回転子１０を有する電気機械５を概略図示している。回転子１０は主界磁巻線１６と３つの回転子励磁巻線１６１、１６２、１６３を備える。回転子励磁巻線１６１、１６２、１６３からの整流電流１７が、回転子１０上の主界磁巻線１６に流れる。

【００５５】

本実施形態では、回転子の整流電流１７を回転子１０の主界磁巻線１６に循環させる。回転子１０はしたがって、前述の実施形態における交流電流励磁巻線と、励磁巻線整流電流が流れる主界磁巻線１６の双方を備える。

【００５６】

固定子２０および回転子１０上の励磁巻線は、互いに異なる数でも同じ数でも、性能要件に応じていかなる数の相を有していてもよい。言い換えると、固定子２０および回転子１０上の励磁巻線の相数は、同数である必要はないが、必要であれば同数でもよい。

【００５７】

固定子２０および回転子１０上の励磁巻線は通常、互いに同じ数の極を有するが、異なる数であってもよい。

【００５８】

固定子２０および回転子１０上の励磁巻線は通常、固定子主巻線または回転子主界磁巻線１６とは異なる数の極を有するが、これらは特定の実施形態において必要に応じて選択すればよい。

【００５９】

さらなる実施形態では、図１１に示すように、回転子１０上に４相４極を備える電気機械５が示される。図１０の先の実施形態と同様に、回転子励磁巻線からの整流電流１７が、回転子１０上の主界磁巻線１６に流れる。回転子励磁系は４つの回転子励磁巻線１６１、１６２、１６３、１６４～１６１”’、１６２”’、１６３”’、１６４”’を４組含み、４相４極を形成している。

【００６０】

なお、電気機械５の性能を高めるため、（図１０および図１１には示していないが）キャパシタを少なくとも２つの回転子端子に加え、フィルタリングまたは制御動作を行なってもよい。

【００６１】

また、回転子１０および固定子２０は可動部材と固定部材について互いに逆であってもよく、これは従来技術では「反転構造」として知られている。

【００６２】

本発明の特定の実施形態についてのみ記載したが、本発明にはその他の改変、変更、可能性があり得ることは当業者には明らかである。したがってこのような改変、変更、可能性は本発明の精神および範囲内に含まれ、本明細書中で記載および／または例示される本発明の一部をなすと考えられる。

【００６３】

好ましい実施形態における本発明について説明したが、当業者の能力範囲内において、発明力を発揮することなく、数多くの改変や実施形態が可能であることは明らかである。したがって、本発明の範囲は以下の請求の範囲により規定される。

【図１】

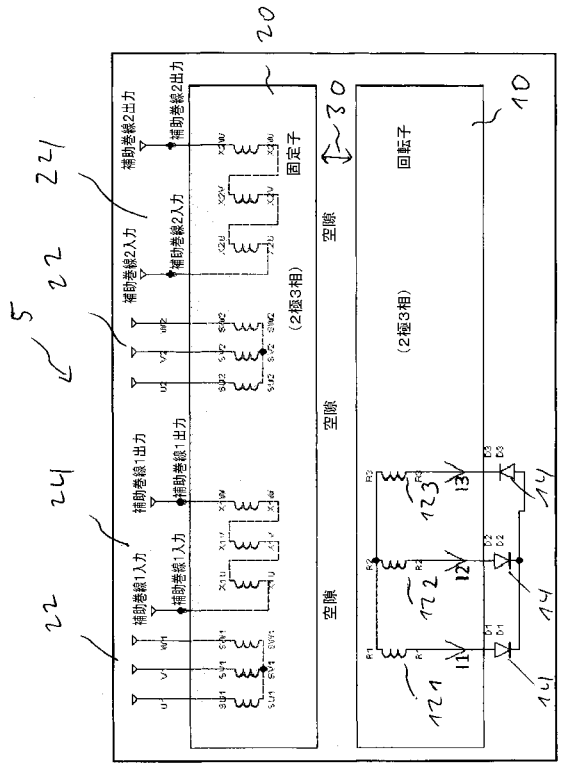


Fig. 1

【図２】

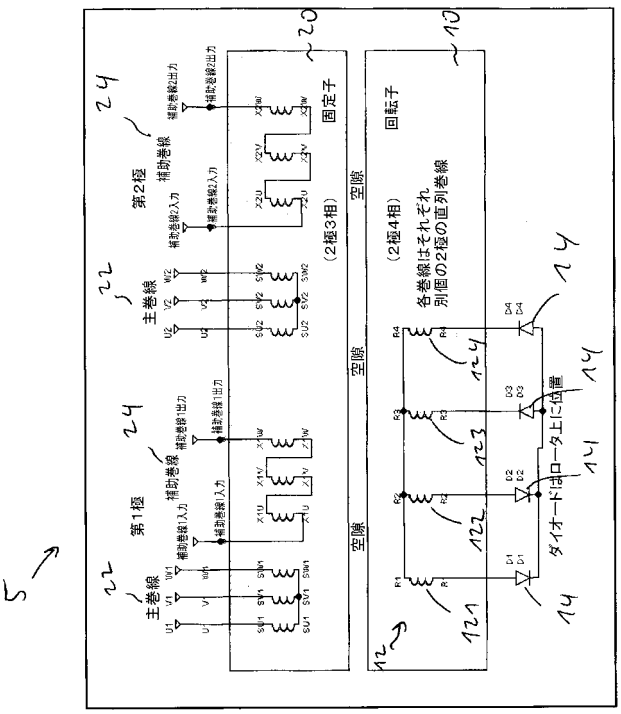


Fig. 2

【図３】

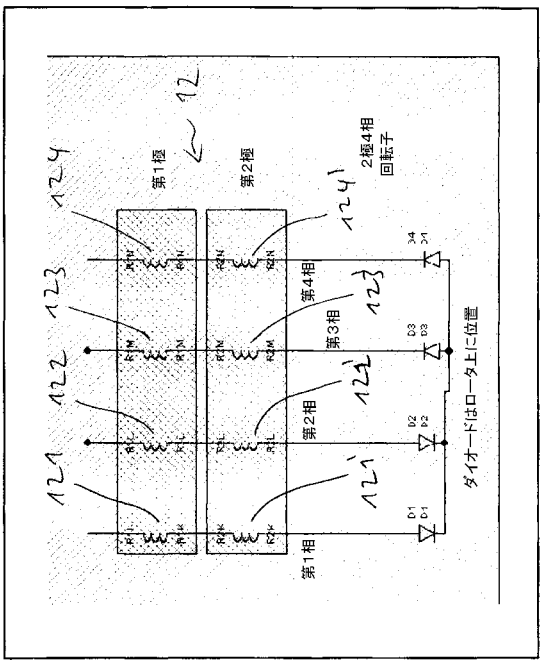


Fig. 3

【図４】

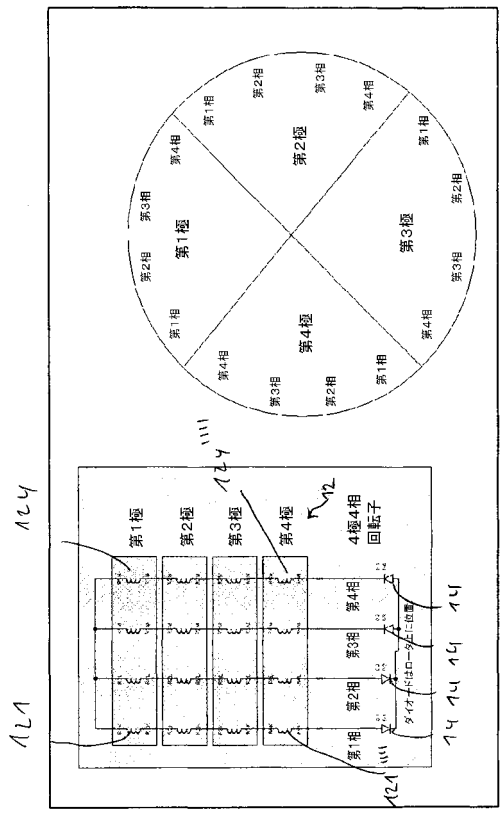


Fig. 4

【図５】

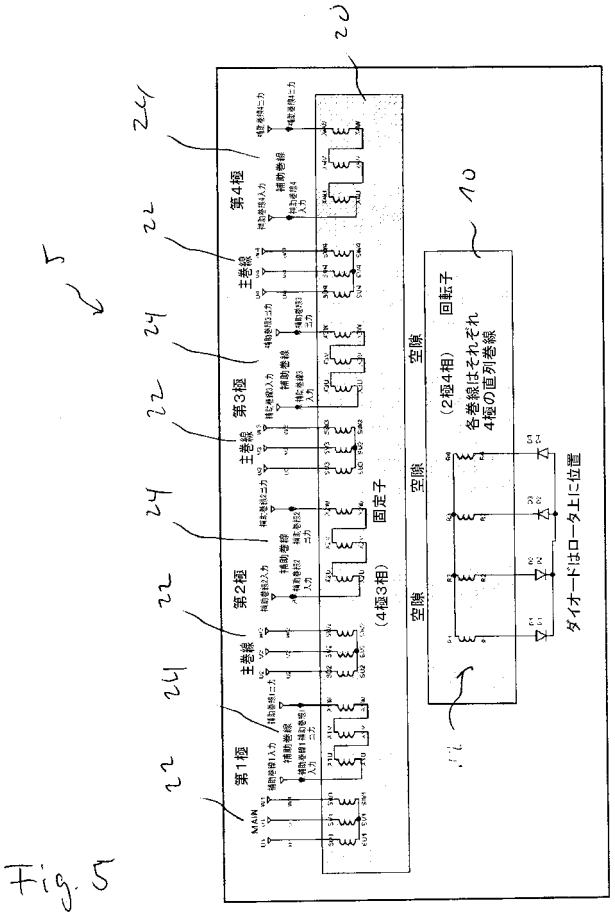


Fig. 5

【図６】

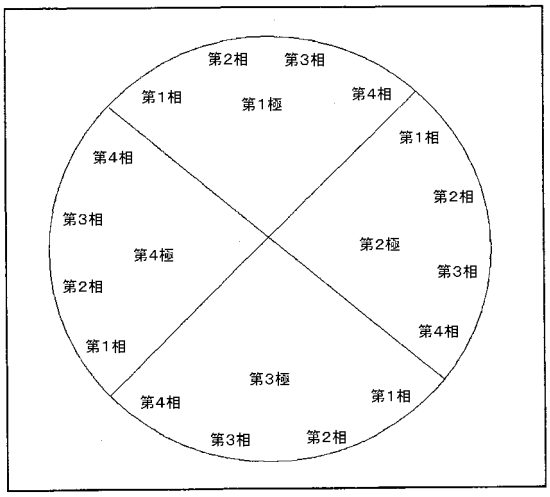


Fig. 6

【図７】

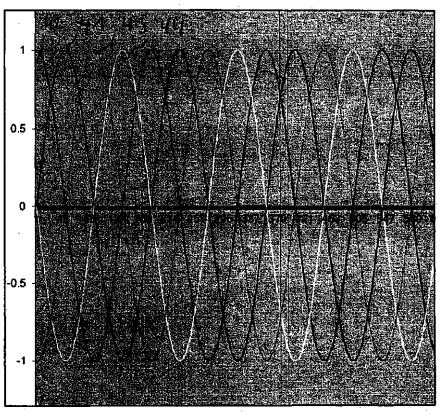


Fig. 7

【図８】

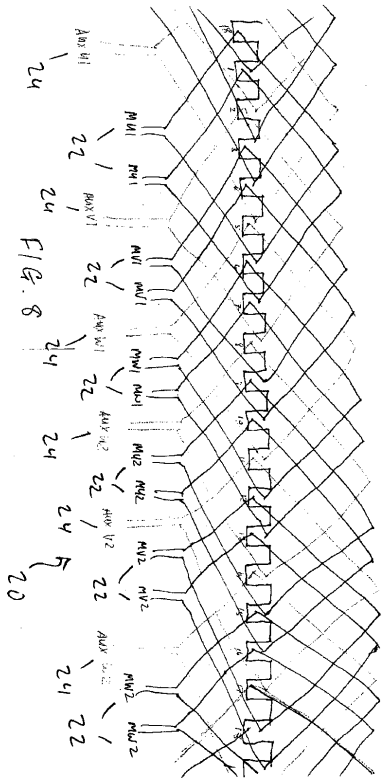


Fig. 8

【図９】

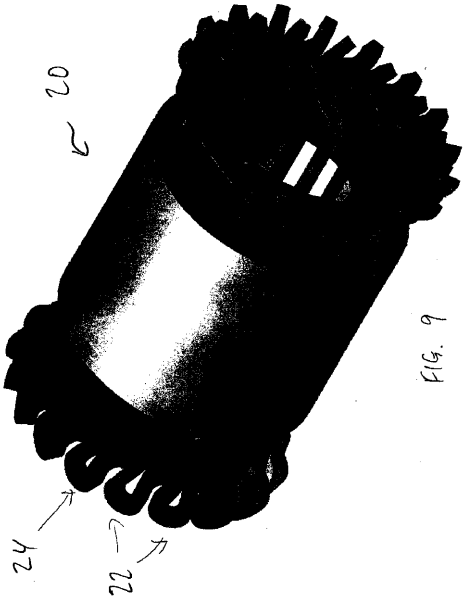


Fig. 9

【図１０】

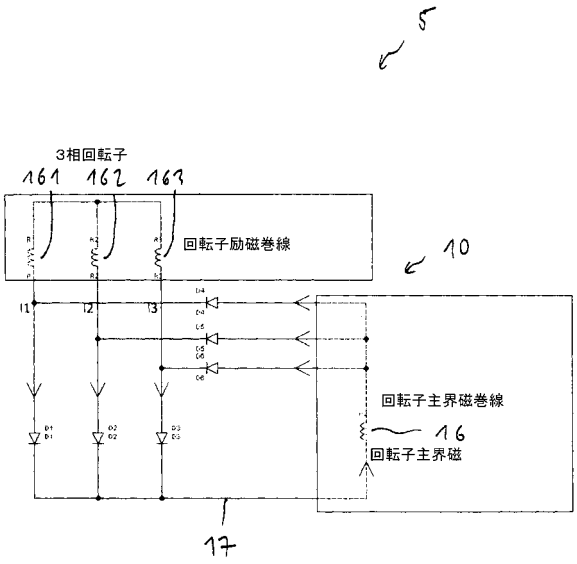


Fig. 10

【図１１】

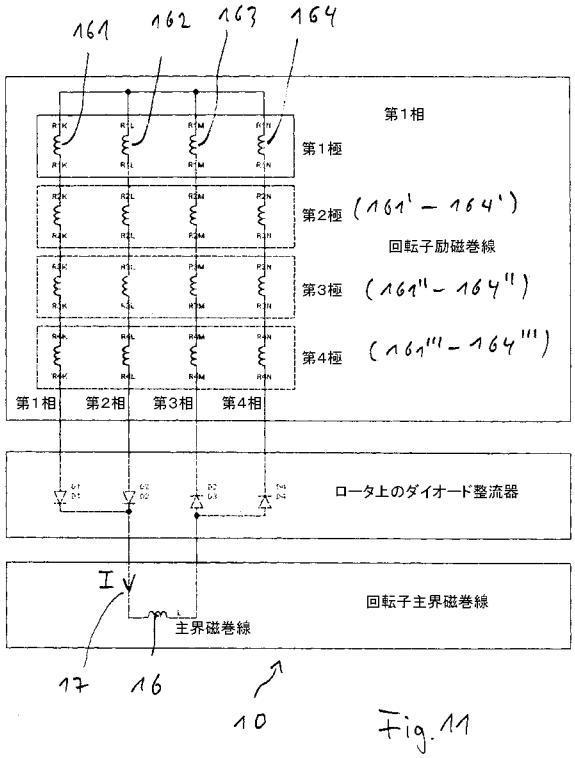


Fig. 11

【手続補正書】
【提出日】平成26年5月14日(2014.5.14)
【手続補正１】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【特許請求の範囲】
【請求項１】
固定子および回転子を有する同期式の電気機械であって、
前記固定子は多極固定子巻線組を備え、
前記回転子は、前記固定子と同数の極を有する円筒形回転子上に設けられる少なくとも２相の回転子巻線組を有する多極円筒形回転子構造または突極構造を有し、
前記固定子巻線が、高調波磁束を生成する二次巻線、または、外部励磁源を有する３相巻線を用いて、固定子電流を不平衡化または重畳することにより回転子を励磁するものであり、前記回転子巻線組のそれぞれの前記回転子巻線はダイオードを含み、前記ダイオードはそれぞれの極数を生成するように、互いに並列又は逆並列で連結する、同期式の電気機械。
【請求項２】
外部源、好ましくは電源により、前記固定子電流を不平衡化または重畳する、請求項１に記載の電気機械。
【請求項３】
固定子巻線に直流電流を流すことで前記回転子を励磁することができる、請求項２に記載の電気機械。
【請求項４】
中性導体に交流電流を流すことで前記回転子を励磁することができる、請求項２に記載の電気機械。
【請求項５】
多相固定子巻線組の１つ以上の相における直列インピーダンスまたは抵抗により、前記固定子電流を不平衡化する、請求項１に記載の電気機械。
【請求項６】
変速駆動のような、関連の制御電子回路により、前記固定子電流を励磁する、請求項１に記載の電気機械。
【請求項７】
前記固定子巻線組に設けられる巻線タップを備え、前記巻線タップを短絡、または切り替えて、本質的に不平衡な固定子巻線とすることにより、前記固定子電流を不平衡化する、請求項１に記載の電気機械。
【請求項８】
１相の中性点が数個のタップを有し、前記中性点をシフトさせて不平衡状態を作りだすことで、前記固定子電流を不平衡化する、請求項１に記載の電気機械。
【請求項９】
本質的に不平衡な巻線により、前記固定子電流を不平衡化する、請求項１に記載の電気機械。
【請求項１０】
前記多相回転子の相数が２または３、好ましくは４、または４より多い、請求項１～９のいずれかに記載の電気機械。
【請求項１１】
円筒形回転子が突極型または非突極型である、請求項１～１０のいずれかに記載の電気機械。
【請求項１２】

前記電気機械が発電気機械として作動可能である、請求項１～１１のいずれかに記載の電気機械。
【請求項１３】
前記電気機械がモータとして作動可能である、請求項１～１１のいずれかに記載の電気機械。
【請求項１４】
前記回転子の整流電流を回転子の主界磁巻線に循環させ、前記回転子は、交流電流励磁巻線と、励磁巻線整流電流が流れる主界磁巻線の双方を備える、請求項１～１１のいずれかに記載の電気機械。
【請求項１５】
少なくとも２つの回転子端子にキャパシタを加え、フィルタリングまたは制御動作を行なって電気機械の性能を向上させる、請求項１４に記載の電気機械。
【請求項１６】
前記回転子および前記固定子の可動部品と固定部品が互いに逆である、請求項１４または１５に記載の電気機械。
【請求項１７】
前記固定子巻線組は、本質的に不平衡な固定子巻線を備えるために、1つ以上の相の巻回数を、その他の相より少なく、または多くするように提供される、請求項１に記載の電気機械。
【請求項１８】
電気機械の作動方法であって、固定子と回転子を設ける工程を備え、前記固定子は多極固定子巻線組を備え、前記回転子は、前記固定子と同数の極を有する円筒形回転子上に設けられる少なくとも２相の回転子巻線組を有する多極円筒形回転子構造または突極型構造を有し、前記固定子巻線が、高調波磁束を生成する二次巻線、または、外部励磁源を有する標準的な３相巻線を用いて、固定子電流を不平衡化または重畳することにより回転子を励磁し、前記回転子巻線組のそれぞれの前記回転子巻線はダイオードを含み、前記ダイオードはそれぞれの極数を生成するように、互いに並列又は逆並列で連結する、電気機械の作動方法。
【請求項１９】
本明細書に概ね記載される通りの新規な電気機械。
【請求項２０】
添付の図面のいずれか一つを参照して本明細書に概ね記載される通りの電気機械。
【請求項２１】
本明細書に概ね記載される通りの、電気機械を作動させる新規な方法。
【請求項２２】
添付の図面のいずれか一つを参照して本明細書に概ね記載される通りの、電気機械を作動させる方法。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/ZA2013/000005

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02K19/12 H02K19/26 H02K19/28 H02P9/38 H02P25/02
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H02K H02P

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 051 953 A (VITHAYATHIL JOSEPH [US]) 18 April 2000 (2000-04-18)	1,17-21
Y	column 2, lines 13-19; figures 1,2 column 3, lines 32-49 column 4, lines 1-21	2-16

X	US 7 268 522 B1 (BAKER DONAL E [US]) 11 September 2007 (2007-09-11)	1,17-21
Y	column 2, lines 26-50; figure 3 column 2, lines 24-43	2-16

X	CN 201 956 814 U (JIANGXI QINGHUA TAIHAO SANBO ELECTRICAL MACHINE CO LTD) 31 August 2011 (2011-08-31) abstract; figures 2,3	1,17-21

	-/--	

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C. [X] 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 application or patent 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
6 February 2014	14/02/2014

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Kanelis, Konstantin

2

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/ZA2013/000005

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	SU 868 936 A1 (TS PK T B KRUPNYKH ELEKTRICHES [SU]) 30 September 1981 (1981-09-30) abstract; figure 1	1,17-21
Y	JP H04 347566 A (SHIN DAIWA KOGYO) 2 December 1992 (1992-12-02) abstract; figures 1,3	2-16
Y	JP H06 245450 A (SATAKE ENG CO LTD) 2 September 1994 (1994-09-02) abstract; figures 1-11	2-16
Y	JP H03 212143 A (SATAKE ENG CO LTD) 17 September 1991 (1991-09-17) abstract; figure 1	2-16
Y	JP H07 16000 A (HITACHI LTD) 17 January 1995 (1995-01-17) abstract; figures 1,2	2-16

2

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/ZA2013/000005

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6051953 A	18-04-2000	NONE	
US 7268522 B1	11-09-2007	NONE	
CN 201956814 U	31-08-2011	NONE	
SU 868936 A1	30-09-1981	NONE	
JP H04347566 A	02-12-1992	JP 3165968 B2 JP H04347566 A	14-05-2001 02-12-1992
JP H06245450 A	02-09-1994	NONE	
JP H03212143 A	17-09-1991	JP 2927855 B2 JP H03212143 A	28-07-1999 17-09-1991
JP H0716000 A	17-01-1995	NONE	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC

Ｆターム(参考) 5H505 BB10 DD03 DD06 EE30 HA16
5H619 AA01 BB01 BB02 BB15 PP01 PP02 PP32