(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3678736号

(P3678736)

(45)発行日　平成17年8月3日(2005.8.3)　(24)登録日　平成17年5月20日(2005.5.20)

| (51)Int.Cl.[7] | F I | |
|---|---|---|
| H02K 11/00 | H02K 11/00 | X |
| H02K 1/14 | H02K 1/14 | Z |
| H02K 21/22 | H02K 21/22 | G |
| H02K 29/06 | H02K 29/06 | Z |

請求項の数 51　(全 15 頁)

| | |
|---|---|
| (21)出願番号 | 特願2003-548377 (P2003-548377) |
| (86)(22)出願日 | 平成14年10月15日 (2002.10.15) |
| (65)公表番号 | 特表2005-510995 (P2005-510995A) |
| (43)公表日 | 平成17年4月21日 (2005.4.21) |
| (86)国際出願番号 | PCT/US2002/032666 |
| (87)国際公開番号 | WO2003/047071 |
| (87)国際公開日 | 平成15年6月5日 (2003.6.5) |
| 審査請求日 | 平成16年5月27日 (2004.5.27) |
| (31)優先権主張番号 | 09/993,596 |
| (32)優先日 | 平成13年11月27日 (2001.11.27) |
| (33)優先権主張国 | 米国(US) |

早期審査対象出願

(73)特許権者　503188243
ウェイブクレスト　ラボラトリーズ　リミテッド　ライアビリティ　カンパニー
アメリカ合衆国　バージニア州　２０１６　６　ダールズ　ターミナル　ドライヴ　４５６００
(74)代理人　100082005
弁理士　熊倉　禎男
(74)代理人　100067013
弁理士　大塚　文昭
(74)代理人　100074228
弁理士　今城　俊夫
(74)代理人　100086771
弁理士　西島　孝喜

最終頁に続く

(54)【発明の名称】各ステータ電磁石毎に個別の制御モジュールを有する回転電動機

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

回転電動機であって、

環状リング形態に配置されている複数の永久磁石を有する永久磁石ロータと、

環状リング形態に配置されている複数の分離し、強磁性的に切り離されている電磁石を含むステータと、

を含み、前記ステータを前記ロータから分離している半径方向空隙に沿って交互極性の磁極片を形成するように前記電磁石の巻線が選択的に付勢され、

前記回転電動機は複数の分離した電力モジュールを更に含み、前記各モジュールは個別のステータ電磁石に対応し、それらに付勢電流を供給し、

前記複数の分離した電力モジュールは、前記ステータ電磁石の半径方向内側のステータ内に収容されることを特徴とする回転電動機。

【請求項２】

前記各電力モジュールは、

駆動回路と、

電源と前記個別の電磁石とに接続されている電子スイッチと、

を含み、前記スイッチは、前記駆動回路に応答して電流パルスを前記電源から前記電磁石の巻線へ導くことを特徴とする請求項１に記載の回転電動機。

【請求項３】

前記各電力モジュールは、個別の駆動回路及び個別のスイッチが取り付けられている回

路基板を更に含むことを特徴とする請求項２に記載の回転電動機。
【請求項４】
前記各モジュールの駆動回路に接続され、前記駆動回路にタイミング信号を印加するシーケンスコントローラを更に含むことを特徴とする請求項３に記載の回転電動機。
【請求項５】
前記ロータの位置を表す出力信号を供給する少なくとも１つのロータ位置センサを更に含み、前記シーケンスコントローラは前記出力信号に応答することを特徴とする請求項４に記載の回転電動機。
【請求項６】
前記電源は前記ステータ内に収容される複数の電池からなり、前記各電池は前記モジュールの１つだけに電力を供給することを特徴とする請求項２に記載の回転電動機。
【請求項７】
前記各電力モジュールは、
前記個別の電力モジュールに関係するロータ位置を表す出力信号を供給するロータ位置センサと、
前記駆動回路と前記ロータ位置センサとに接続され、前記スイッチの動作を制御するためのタイミング信号を供給するシーケンスコントローラと、
を更に含むことを特徴とする請求項２に記載の回転電動機。
【請求項８】
前記各電流パルスの電流の流れの方向及び持続時間は、前記駆動回路による前記スイッチの選択的活動化によって決定されることを特徴とする請求項７に記載の回転電動機。
【請求項９】
前記電動機はシールドされたハウジング内に封入され、それによって外部電磁干渉を回避していることを特徴とする請求項１に記載の回転電動機。
【請求項１０】
回転電動機であって、
環状リング形態に配置されている複数の永久磁石を有する永久磁石ロータと、
前記ロータと同軸であって、半径方向空隙によって前記ロータから分離されているステータと、
を含み、前記ステータは複数の独立したステータユニットからなり、前記各ユニットは、その上に形成された巻線を有する強磁性的に切り離されたコアと、分離した電源とを含むことを特徴とする回転電動機。
【請求項１１】
回転電動機であって、
環状リング形態に配置されている複数の永久磁石を有する永久磁石ロータと、
前記ロータと同軸であって、半径方向空隙によって前記ロータから分離されているステータと、
を含み、前記ステータは複数の独立したステータユニットからなり、前記各ユニットは、その上に形成された巻線を有する強磁性的に切り離されたコアと、前記巻線の付勢を制御するための回路と、ロータ位置センサと、電源とを含むことを特徴とする回転電動機。
【請求項１２】
前記ロータは、前記ステータを取り囲んでいることを特徴とする請求項１１に記載の回転電動機。
【請求項１３】
前記回路は、
前記電源と前記個別の電磁石巻線とに接続されている電子スイッチと、
コントローラに応答して前記スイッチへ駆動パルスを印加し、電流パルスを前記電源から前記電磁石の巻線へ印加させるスイッチドライバと、
を含むことを特徴とする請求項１１に記載の回転電動機。
【請求項１４】

前記各ユニットは、構造的に自立型の部品であることを特徴とする請求項１２に記載の回転電動機。

【請求項１５】

前記強磁性的に切り離されている電磁石は、ステータ巻線を形成するためにその上に巻かれた個別のコイル巻線を有する複数のコアセグメントを含み、前記コアセグメントは、前記空隙側の外側半径方向周縁と、実質的に磁束が横切ることがない容積を限定する内側半径方向周縁とを有しており、

前記ステータは、前記コアセグメントを互いに強磁性的に切り離して配置し且つ複数の分離した電力モジュールを支持するための非強磁性支持構造を更に含み、前記各モジュールは個別のステータ電磁石に対応し、それらに巻線付勢電流を供給することを特徴とする請求項１に記載の回転電動機。

【請求項１６】

前記非強磁性支持構造は、

全体的に円筒状のスリーブ部分と、

各々が、第１の端において前記スリーブ部分と一体的に形成され、第２の端において静止シャフトに固定され、それによって前記スリーブを前記シャフトから固定された半径方向距離に、且つ前記シャフトと同軸に位置決めするようになっている複数の脊柱部材と、を含むことを特徴とする請求項１５に記載の回転電動機。

【請求項１７】

前記スリーブ部分は、スロットを形成するようにその外側表面上に全体的に平行な複数のリブを含み、前記各コアセグメントは、

１対の突出磁極片と、

前記磁極片を結合し、前記スロットの１つと係合するように構成されているリンキング部分と、

を含み、それによって、前記コアセグメントを前記スロットと摺動的に係合可能にし、且つ前記スロットから摺動的に取り外し可能にしたことを特徴とする請求項１６に記載の回転電動機。

【請求項１８】

前記スリーブ部分は、前記電力モジュールを摺動的に受入れるためのスロットを形成するようにその内側表面上に全体的に平行な複数のリブを含むことを特徴とする請求項１７に記載の回転電動機。

【請求項１９】

前記外側表面上のリブは前記内側表面上のリブと全体的に位置合わせされており、隣接する前記リブの組の間のスリーブ部分は、電力モジュールとステータ巻線との間の電気的接続を可能にするための切り欠きを含むことを特徴とする請求項１５に記載の回転電動機。

【請求項２０】

電動機であって、

環状リング形態に配置されている複数の永久磁石を含むロータ部材と、

環状リング形態に配置されている複数の分離しているステータコアセグメントを含むステータ部材とを含み、各ステータコアセグメントは、前記コアセグメントの一部の周りにコイルに巻かれた導電性巻線を有し、

前記ステータ部材と前記ロータ部材とは、空隙により相互に分離され、

少なくとも１つの回路基板が、少なくとも１つのステータコアセグメントの前記導電性巻線と電気的に通信し、前記電動機の内部で、前記ステータコアセグメントに隣接して位置することを特徴とする電動機。

【請求項２１】

１つ又はそれ以上の制御回路要素と、

前記１つ又はそれ以上の制御回路要素と電気的に通信する１つ又はそれ以上の電気スイッチとを含むことを特徴とする請求項２０に記載の電動機。

【請求項２２】
各々の前記少なくとも１つの回路基板は、１つだけのステータコアセグメントの導電性巻線と電気的に通信することを特徴とする請求項２１に記載の電動機。
【請求項２３】
前記少なくとも１つの回路基板と電気的に通信するモータ動作コントローラを更に含むことを特徴とする請求項２１に記載の電動機。
【請求項２４】
少なくとも１つのロータ位置センサを更に含むことを特徴とする請求項２０に記載の電動機。
【請求項２５】
少なくとも１つの電源を更に含むことを特徴とする請求項２０に記載の電動機。
【請求項２６】
前記電源は、少なくとも１つの再充電可能な電池からなることを特徴とする請求項２５に記載の電動機。
【請求項２７】
前記電源は、前記ステータコアセグメントに隣接して位置することを特徴とする請求項２５に記載の電動機。
【請求項２８】
前記電源は、前記電動機の外部に位置することを特徴とする請求項２５に記載の電動機。
【請求項２９】
電源から前記導電性巻線への各電流パルスの電流の流れの方向及び持続時間は、前記少なくとも１つの回路基板で制御されることを特徴とする請求項２５に記載の電動機。
【請求項３０】
各々の前記回路基板は、１つ又はそれ以上の電子スイッチに接続されるシーケンスコントローラを更に含むことを特徴とする請求項２１に記載の電動機。
【請求項３１】
前記シーケンスコントローラは、１つ又はそれ以上の制御回路要素とロータ位置センサとに接続されていることを特徴とする請求項３０に記載の電動機。
【請求項３２】
前記ステータコアセグメントは、共通の導電性巻線を有する２つ又はそれ以上の突出磁極片を含むことを特徴とする請求項２０に記載の電動機。
【請求項３３】
前記複数のコアセグメントは、前記空隙側の外側半径方向周縁と、容積を限定する内側半径方向周縁とを有することを特徴とする請求項２０に記載の電動機。
【請求項３４】
前記ステータコアセグメントは、支持構造に固定されることを特徴とする請求項２０に記載の電動機。
【請求項３５】
前記ステータコアセグメントは、相互に強磁性的に切り離されていることを特徴とする請求項２０に記載の電動機。
【請求項３６】
前記支持構造は、非磁性材料で形成されていることを特徴とする請求項３４に記載の電動機。
【請求項３７】
前記少なくとも１つの回路基板は、前記支持構造に固定されていることを特徴とする請求項２０に記載の電動機。
【請求項３８】
少なくとも１つ電源が、前記支持構造に固定されていることを特徴とする請求項２５に記載の電動機。

【請求項３９】
前記支持構造は、
全体的に円筒形のスリーブ部分と、
前記スリーブ部分から半径方向外側に延びる複数の放射状部材とを含み、
各部材は、第１の端において前記スリーブ部分と一体的に形成され、第２の端において支持されていないことを特徴とする請求項３４に記載の電動機。
【請求項４０】
前記支持構造は、中央孔を含むことを特徴とする請求項３４に記載の電動機。
【請求項４１】
シャフトが前記中央孔に配置されることを特徴とする請求項４０に記載の電動機。
【請求項４２】
前記支持構造は前記シャフトに固定されることを特徴とする請求項４１に記載の電動機。
【請求項４３】
前記ステータコアセグメントは、２つの磁極片を結合するリンキング部分を含むことを特徴とする請求項２０に記載の電動機。
【請求項４４】
前記リンキング部分は、前記支持構造に固定されることを特徴とする請求項４１に記載の電動機。
【請求項４５】
前記少なくとも１つの制御回路要素と前記少なくとも１つの電子スイッチとは、同じ基板に固定されることを特徴とする請求項２１に記載の電動機。
【請求項４６】
前記電動機は、外部電磁干渉をシールドされていることを特徴とする請求項２０に記載の電動機。
【請求項４７】
前記少なくとも１つの回路基板は、少なくとも１つの電源と、１つだけのステータコアセグメントの導電性巻線とに、電気的に接続されることを特徴とする請求項２５に記載の電動機。
【請求項４８】
前記モータ動作コントローラは、モータ動作入力デバイス及び前記少なくとも１つの回路基板と電気的に通信することを特徴とする請求項２３に記載の電動機。
【請求項４９】
前記少なくとも１つの電源は、１つだけのステータコアセグメントの前記導電性巻線と電気的に通信することを特徴とする請求項２５に記載の電動機。
【請求項５０】
前記少なくとも１つの再充電可能な電池は、少なくとも１つの回路基板に電気的に結合されることを特徴とする請求項２５に記載の電動機。
【請求項５１】
前記ロータは前記ステータを取り囲むことを特徴とする請求項２０に記載の電動機。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は回転電動機に関し、より特定的には、ステータが個々のモジュールに形成され、各モジュールがコア及び巻線構造、電気制御及び駆動要素、及び電源を内蔵する電動機に関する。
【背景技術】
【０００２】
電動機を制御する応用に基づくマイクロコントローラ及びマイクロプロセッサのような電子システムが漸進的に改良され、また改良されたポータブル電源が利用可能になってき

たために、内燃機関の実行可能な代替として、車両を電動機によって効率的に駆動する技術の開発への挑戦が余儀なくされてきた。電子的に制御されたパルスによって電動機の巻線を付勢することによって、電動機の特性をより柔軟に管理することが期待される。適切なステータ巻線へのパルス幅、デューティサイクル、及び電池電源のスイッチング印加を制御することによって、交流同期電動機の動作と実質的に区別することができない機能的柔軟性を達成することができる。永久磁石をこれらの巻線と共に使用すると、電流消費を制限する上で有利である。

【０００３】

Maslovらの米国特許出願第09/826,422号には、製造を簡易化し易くし、且つ効率的で柔軟な動作特性を可能にする改良された電動機が開示されている。車両駆動環境においては、広い速度範囲にわたって滑らかな動作が得られ、しかも最小の電力消費で高トルク出力能力を維持することが望ましい。このような車両電動機ドライブは、殆ど不便を感じることなく部品を交換できるようにするために、種々の構造的部品へ有利にアクセスできるようにすべきである。前記出願は、有利な効果を得るために、電磁石磁極片を、半径方向に比較的薄い環状リング形態とし、且つ切り離された透磁性構造として組み込んでいる。この配列を用いると磁束を集中させることができ、電磁コアは従来技術の実施の形態に比して損失、または有害な変成器干渉効果が実質的に存在しなくなる。この出願に開示されている構造を用いることによってトルク特性及び効率の改良を達成することはできるが、さらなる改良に対する要望が残されている。

【０００４】

この目的のために、Maslovらは彼等の米国特許出願第09/826,423号において、磁石のグレード、その磁石グレードのエネルギ密度及び総合磁気特性のようなロータパラメータ、ロータの部品として使用した時の磁石の耐久性及び総合動作状態を調整することができる磁石のサイズ及び寸法、磁石の温度安定性、意図した応用のために磁石を製造する際の仕上げ、コーティング、及び事後処理ステップ、磁石の曲面上の磁化の安定性、磁石の半径方向分極の均一性、２つの分離した磁石間の近接する空隙、磁石の縁の機械的特色、及び裏当て鉄リング区分によって与えられる磁石の戻り磁束経路の最適化を検討している。

【０００５】

可搬性及びサイズが重要なファクタであるような環境においては、複雑な制御機能を犠牲にすることなく広範な動作特性を可能にするような電動機駆動に対する要望が存在している。ブラシレス電動機システムは、複数の電子スイッチをそれぞれ制御し、転流の順序を正確にし、個々のステータ巻線へ電力を適切に印加する能力を有しているべきである。Maslovらの米国特許出願（代理人ドケット57357-016）は、制御要素（これらは複雑且つ多様であり得る）がステータ領域内に収容されている電動機構造を開示している。それにも拘わらず、要素の配置を受入れるように比較的薄い環状形態に能率化されているこのステータ磁束発生構造は適切な磁束出力を発生し、しかも低速動作で高いトルクを発生することが可能である。

【０００６】

複数の分離したステータ磁気通路を設けることによって得られるいろいろな利点を、ステータボディ内の単一の共通経路と比較して説明した。ステータ及びその中の構造的及び電気的部品の内部へ容易にアクセスできることは、動作を改善するための付加的な機会を提供する。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

本発明は上述した要望を満たすものであり、前記Maslovらの出願に開示されている切り離された個々の磁極片対配列の付加的な利点を利用するものである。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

ステータは個々の電力モジュール及び対応するコアセグメントで形成され、各モジュー

ルはステータ内に内蔵されている電源によって給電される電気制御及び駆動要素からなっている。このような並列アーキテクチャは、各モジュールに比較的独立的に制御される機能を与える。各モジュールの個々の性能は、通常動作中に、またはソフトウェア制御された診断ルーチンによるより広範囲にわたる運転中に、その定位置において測定することができる。試験結果に基づいて、モジュールを自動的に再較正したり、切離したり、または修理または交換のために合図することができる。独立モジュールの特性を組合わせることによって決定された電動機の総合性能を元の基準と比較して、いろいろな修理オプションを解析し最小限必要な動作を工夫することができる。

【０００９】

各モジュール及びステータコアセグメントは、他のユニットを妨害することなく個々に取り付けたり、取り外すことができる。もし特定のモジュールまたはステータコアセグメントが故障すれば、残余のステータモジュールの総合性能に重大な影響を与えずに、それを消勢させることができる。その後に、電動機を残されたモジュールで動作可能にしながら、その故障した要素を容易に取り外して外部で試験することができる。次いで、故障した部品を識別し、修理または交換することができる。修理済みの、または交換用ユニットは、都合の良い時にステータ区画内に容易に取り付けることができる。

【００１０】

ステータ電磁石コア要素の薄い環状リング形態は、ステータ構造の境界の中に比較的複雑な電気制御システムの全てではないにしても、実質的な部分を配置するのに十分な空間を提供する。ステータ磁束発生構造内部のシールドされた空間内に電気制御部品を組み込むと、幾つかの利点が得られる。即ち、組込みを簡易化しながら、電動機と外部環境との間の、及び制御回路とスイッチされるステータ巻線との間の電磁干渉が回避される。例えば、車両駆動のような特定の応用に使用する場合、電動機構造及び電気制御システムの両方を車両の車輪内に組み込むことによって、ユニットの重量を軽減させつつ、音響的及び機械的雑音を減少させることができる。ユーザの視点からの操作を、例えば普通の自動車の操作をシミュレートするように簡易化することができる。

【００１１】

前述した長所は、少なくとも部分的に、本発明の構造的特色内に採り入れられている。即ち、電動機はロータ及びステータを備え、これらは各々環状リング形態に配置され、環状空隙によって互いに離間されている。ステータは、複数の透磁性のコアセグメントを含み、それらの上にコイルが巻かれている。コアセグメントは、互いに直接接触しないように分離されており、半径方向の空隙に沿って配置されている。従って、セグメントは個々の電磁石である。ステータの半径方向内側の周縁は、実質的に磁束が横切らない空間を限定している。複数の別体のモジュールがステータ空間内に収納され、各モジュールはそれぞれのステータ電磁石に対応し、それらへ付勢電流を供給する。電動機は、シールドされたハウジング内に収容され、それによって外部電磁干渉が回避される。

【００１２】

各モジュールは、電源及び個別の電磁石に接続されている駆動回路及び電子スイッチを含むことができる。スイッチは、駆動回路に応答して電源から電磁石の巻線へ電流パルスを導く。ステータの内部空間は、電池または電池パックのような電源を含むことができる。ステータ内に適切に配置されたロータ位置センサは、ロータ位置信号をコントローラへ出力する。コントローラ、スイッチ駆動回路、及びスイッチは、全て１枚の回路基板上に取り付けることができる。従って、各電磁石及びその個別のモジュールは、個々に動作させることができる独立ユニットになっている。勿論、ステータユニットは、電動機を効率的に動作させるために互いに関連し合って機能する。各ユニット内の要素が同一であるので、何れか特定のユニットが故障しても残されたユニットの独立動作は妨害されない。

【００１３】

好ましい代替実施の形態においては、ユニットの動作を調和させるために、マスターコントローラをステータの境界内に設けることができる。マスターコントローラはプロセッサからなることができ、１またはそれ以上のロータ位置センサからロータ位置信号を受信

し、それらに応答して複数のステータモジュールの各々の駆動回路へタイミング信号を供給する。

【００１４】

本発明の有利な特色として各ステータは別体の電源を含むことができ、それによって電池の内部抵抗の効果を最小にすることができる。駆動要素は、電動機の動作中の任意の特定時点に、全てではないにしても、複数の巻線の付勢が重畳するように巻線相の付勢を制御する。軽量で低電圧の電池は、理想的な電流源ではない。合計電流を単一の電源から引き出すと、電源の内部抵抗によって重大な電圧降下がもたらされる。そのため、特に単一の電源から同時に複数の巻線へ駆動電流を供給しなければならない場合には、各巻線毎の付勢電流が制限される。これに対して、各モジュール巻線毎に別体のエネルギ源を設けると、電流が１つの巻線のためだけに引き出されるので、その巻線のための電源は他の巻線が付勢されていると否とに拘わりなく影響を受けることはない。付加的な長所として、個別のスイッチ式相付勢による相間の干渉が最小になる。

【００１５】

複数のモジュールの電源は各々、１またはそれ以上の交換可能な電池からなり、ユーザはこれらの電池に容易にアクセスすることができる。電池は、内部的に、またはステータから取り外した時に外部電源から再充電できるものであることができる。従って、電池は個別のユニット内に分散させるか、または中央に配置するかの何れかにより、ユーザが最もアクセスし易い領域内に配置することができる。また、電池は、電動機の動作中に回生的に再充電することもできる。

【００１６】

当業者ならば、以下の添付図面に基づく説明から本発明の付加的な長所が明白になるであろう。以下に、本発明の好ましい実施の形態だけを説明するが、これは単に本発明を実施するための最良の形態を示しているに過ぎない。本発明は、本発明から逸脱することなく、他の、及び異なる実施の形態とすることも、またはその幾つかの細部を種々に変更することも可能である。従って、添付図面及び以下の説明が本発明を限定するものではないことを理解されたい。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１７】

本発明の電動機は、自動車、オートバイ、自転車等の車両の車輪を駆動するのに適している。従って、添付図面には車両の車輪内に収容できる電動機構造が示されており、ステータは静止シャフトに堅固に取り付けられ、車輪を駆動するためのロータによって取り囲まれている。しかしながら、車両は、本発明の電動機を使用できる多くの特定の応用の中の単なる例に過ぎないことを理解されたい。

【００１８】

図１は、電動機構造のカット図であって、図示されている諸要素は図２の分解図に詳細に示されている。電動機１０は、環状永久磁石ロータ２０と、半径方向の空隙によって離間されている環状ステータ構造３０とを含む。ロータ及びステータは、静止シャフト３６上に心合わせされている回転軸を中心として同軸状に構成されている。ステータは、強磁性的に切り離されている複数の要素、即ちステータグループからなる。互いに直接接触しないように分離されている透磁性材料製のコアセグメント３２は、各磁極片上に形成されたそれぞれの巻線部分３４を有している。７つのステータグループが図示されており、各グループは、空隙に沿って円周方向に配分された２つの突出した電磁石磁極片を含んでいる。ロータは、空隙の周囲に円周方向に分布され且つ非磁性環状裏当て板２４に取り付けられている複数の永久磁石２２を備える。裏当て板は、アルミニウム、または他の非透磁性材料で形成することができる。裏当て板は、側壁２６が取り付けられている電動機ハウジングの一部である。

【００１９】

ロータ磁石が発生する磁束分布は、ロータ磁石の後に透磁性要素（図示せず）を取り付けることによって高めることができる。16個のロータ磁石が図示されている。ステータの

磁極片及びロータの磁石の数は単なる例示に過ぎず、所望の動作パラメータに依存して種々の比を使用できることを理解されたい。例えば、より少ない電磁石をより大きい距離に離間させると異なる速度特性を得ることができる。ステータコアセグメントは、シャフト３６に中心が取り付けられている堅固な骨格構造４０に確保される。ステータグループの数と同数の脊柱部材４２が、構造４０の中心からＵ字形板４４まで放射状に外向きに延びている。Ｕ字形板の側及びステータコアセグメントには、ステータセグメントを骨格構造に取り付けるための結合用孔が設けてある。各Ｕ字形板は、相接する対のステータセグメントと係合する。

【００２０】

各ステータセグメント及び脊柱部材の隣接対が一緒になって、回路要素を収納する空間を限定している。堅固な脊柱部分４２は必要な構造的支持を与え、且つ回路基板４６を受入れるための十分な表面積を有している。回路基板は、どのような普通の手法で各脊柱部分に取り付けても差し支えない。各回路基板は、脊柱部分が取り付けられているステータコアセグメントの巻線へ適切な配線接続を通して付勢電流を印加するのに必要な制御回路及びスイッチを含んでいる。空間及び重量をより大きく節約するために、全ての制御回路要素及びスイッチを単一の回路基板内に集積できることは理解されよう。電池４８によって表されている電動機電源も、ステータ空間内に内蔵することができる。電池のための適切なレセプタクル（図示せず）を脊柱部分４２に取り付けることができる。どのような種類のものであってもよいレセプタクルは、電池を交換または再充電する目的で容易に取り外すことを可能にする。各ステータモジュール毎に１つの電池を図示してあるが、これは電池パック、複数の電池、または公知のいろいろな電圧源の形状をとることができるエネルギ源の代表例である。従って、特定の電池特性及び電動機駆動要求に依存して、他の要素を位置決めするために複数のモジュール空間を使用することが可能である。

【００２１】

図３は、図１及び２の電動機システムの外形を示す斜視図である。ロータハウジング外側リング２４及び側壁２６は車輪ハブを形成するように構成され、その上にタイヤ（図示せず）を取り付けることができる。ロータ車輪ハウジングは、静止シャフト３６を中心として回転するように軸受３８によって承軸されている。円筒形のロータハウジング構造は、軸方向にロータと同じ長さの環状リング形態のステータを、空隙を挟んで取り囲んでいる。

【００２２】

図４は、図１－３に示す電動機構造を駆動するのに使用することができる典型的な制御システムのブロック図である。ステータ巻線３４は、電源５０から電子スイッチセット５２を介して供給される駆動電流によってスイッチ可能に付勢される。電流パルスのタイミングは、位置センサ６２から受信するフィードバック信号に応答するシーケンスコントローラ６０によって制御される。シーケンスコントローラは、マイクロプロセッサまたは等価なマイクロコントローラを含むことができる。位置センサ６２は単一のユニットとして略示してあるが、ロータ磁石の回転を検出するために、空隙に沿って幾つかのセンサをステータ区分に適切に分布させることができる。位置センサは、ホール効果デバイスのような公知の何等かの磁気感知センサ、ジャイアント磁気抵抗（ＭＧＲ）センサ、リードスイッチ、パルスワイヤーセンサ、アモルファスセンサ、レゾルバ、または光センサからなることができる。

【００２３】

電動機巻線へ付勢電流を印加するために電子スイッチを使用し、それらを制御する技術は当分野においては一般的である。図５は、個々のステータコアセグメント巻線のためのスイッチセット及びドライバの部分回路図である。ステータ巻線３４は、４個のＦＥＴのブリッジ回路内に接続されている。ステータ巻線３４へ駆動電流を適切な方向に導くために使用することができる公知の如何なる電子スイッチング要素（例えば、バイポーラトランジスタ）も使用できることを理解されたい。ＦＥＴ ５３及びＦＥＴ ５５は電源にまたがって直列に接続されており、ＦＥＴ ５４及びＦＥＴ ５６もまた同様である。ステータ

巻線３４は、２つの直列ＦＥＴ回路の接続ノードの間に接続されている。ゲートドライバ５８は、シーケンスコントローラ６０から受信する制御信号に応答してＦＥＴのゲート端子へ活動化信号を印加する。ＦＥＴ ５３及び５６は同時に活動化されて、電動機電流を一方向へ流す。逆方向へ電流を流すために、ＦＥＴ ５４及び５５が同時に活動化される。ゲートドライバ５８は、シーケンスコントローラ６０内に集積することも、または分離したドライバ回路からなることもできる。

【００２４】

図６は、図１に示す電動機構造配列の変形例の部分斜視図である。各ステータコアセグメントの巻線３４は、各電磁石ステータ磁極片の上に分離した巻線部分を設ける代わりに、磁極片をリンクしているコアセクション上に形成されている。各ステータコア区分の近傍には、対応するステータコア区分に対するロータ位置を表す出力信号を発生する位置センサ６２が配置されている。

【００２５】

図７ａ－７ｃに、本発明によるステータの構造配列の代替例を示す。複数（15）のコアセグメント３１が図示されており、各セグメントは１対の突出磁極片３２及びリンキング部分３３とからなる。各コアセグメントは、透磁性材料で作られている。各セグメント磁極片対は回転軸に平行な方向に位置合わせされており、各磁極片上に形成された巻線３４を有している。リンキング部分３３は比較的薄いセグメントであり、その外側周縁表面は突出磁極片３２に結合され、内側周縁表面は凹面をなしている。この凹みの程度は、コアセグメントが全体的に円周上に位置するように、回転軸からコアセグメントまでの半径方向間隔と同程度である。リンキング部分３３は、突出磁極片を越えて円周方向両側に延びている。

【００２６】

ステータコアセグメントは、中心がシャフト３６に固定されている堅固な骨格構造１４０に取り付けられている。骨格構造１４０は、プラスチックまたはアルミニウムのような非透磁性材料で形成されている。シャフト３６に固定される骨格構造は、全体的に円周方向の部分１４４と一体的に形成されている脊柱部材１４２からなる。図７ｂ及び７ｃからより明らかなように、部分１４４は、その半径方向外側周縁にリブ部材１４６を有する比較的薄い円筒形スリーブ１４５からなる。リブ部材はスリーブから外向きに延び、全体的に回転軸と平行である。各リブ部材は、その外端付近にフランジ型部分１４８を有していて、スリーブ１４５と共に溝を形成している。隣接するリブ１４６は、スリーブの一方の端に設けられている付加的なリブ付き溝部分１４９によって結合されている。

【００２７】

隣接するリブ及びそれらの間を接続している溝部分は、ステータリンキング部分３３を受入れる外側スロットを形成している。従って、ステータコアセグメントが15である場合には、骨格構造によって15のスロットが設けられる。図７ｂから明白なように、ステータセグメントは、コアセグメントリンキング部分３３を外側スロット内に摺動して入れることによって、骨格支持構造内に容易に挿入することができる。ステータセグメントは、コアセグメントリンキング部分３３を外側スロットから摺動して出すことによって、支持構造から容易に取り外すことができる。

【００２８】

同様に、スリーブ１４５の半径方向内側周縁にもリブが設けられ、溝及び内側スロットを形成している。電力モジュール４７を受入れる内側スロットは、半径方向に外側スロットと心合わせされている。各スロット対の比較的中央部分のスロット１４５内に、切り欠き１５０が設けられている。電力モジュールは、対向するスロット内のステータセグメント上に形成されているステータ巻線３４の付勢を制御するための制御及びスイッチ回路を含む。切り欠きは、電力モジュールとステータ巻線との間の電気的接続を可能にする。図７ｃから明白なように、電力モジュールパッケージは内側スロットの寸法に順応し、該スロット内へ容易に挿入し、または該スロットから容易に取り出すことができる。

【００２９】

所望の動作基準に依存して如何なる特定のステータ磁極片の数をも選択することができるので、図示したステータセグメントの数は単なる例示に過ぎないことを理解されたい。図示した実施の形態の脊柱１４２間の距離は３組のステータコアセグメント分の間隔であり、エネルギ源及び１または複数のコントローラを配置するための空間を与えている。勿論、構造的な配慮から脊椎の数は変化させることができる。

【００３０】

以上に、本発明の好ましい実施の形態とその変化の数例だけを説明した。本発明は、他の種々の組合わせ及び環境においても使用でき、上述した本発明の概念の範囲内で変化または変更が可能であることを理解されたい。例えば、本発明の電動機を車両の駆動以外の広範な応用に使用できることは明白である。更に、前述した理由から各モジュール毎に別体のエネルギ源を設けることが好ましい場合には、十分な容量の単一の源を使用して複数のステータセグメント巻線に給電することができる。

【００３１】

図７ａ－７ｃの実施の形態は、コアセグメント磁極片対の円周方向位置合わせに、及び図示した軸方向位置合わせに適用可能である。従って、例えば図１及び６に示したステータコア区分は、図７ａ－７ｃに示したようなステータ支持構造の外側スロットに形状が順応しているリンキング部分を備えることができる。電気的部品を収容するために、内側スロットを設けることができる。

【図面の簡単な説明】

【００３２】

【図１】本発明による電動機の部分斜視図である。

【図２】図１の電動機の構造的部品の分解図であって、種々の要素間の位置関係を示している。

【図３】図１及び２の電動機の外形を示す斜視図である。

【図４】図１－３の電動機に使用するのに適する制御システムのブロック図である。

【図５】図４のシステムの巻線スイッチング回路のための部分ブロック図である。

【図６】図１に示す本発明による電動機構造配列の変形の部分斜視図である。

【図７ａ】本発明による代替ステータ構造を示す図である。

【図７ｂ】本発明による代替ステータ構造を示す図である。

【図７ｃ】本発明による代替ステータ構造を示す図である。

【図１】

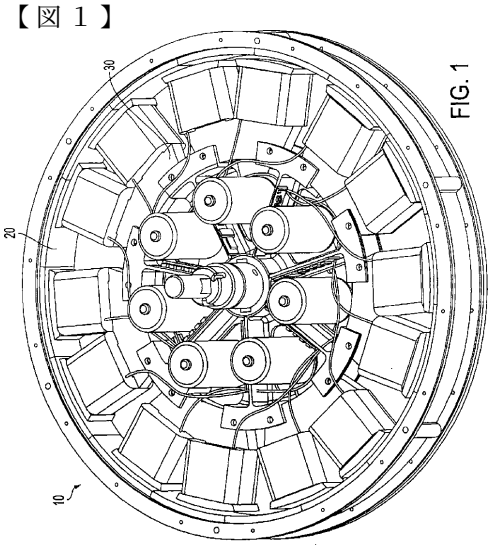



FIG. 1

【図２】

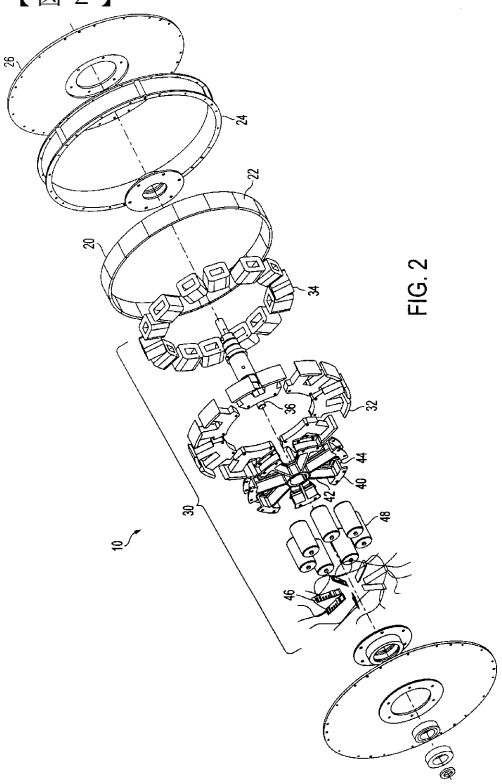



FIG. 2

【図３】

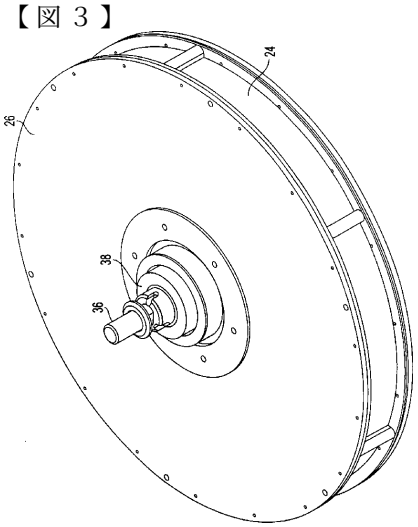



FIG. 3

【図４】

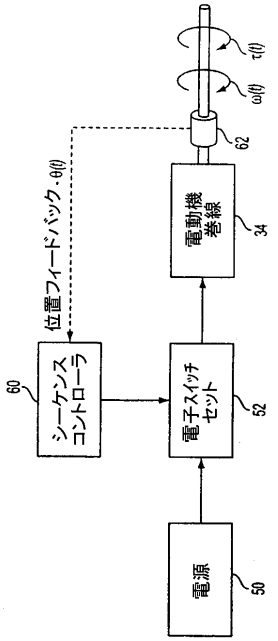



FIG. 4

【図５】

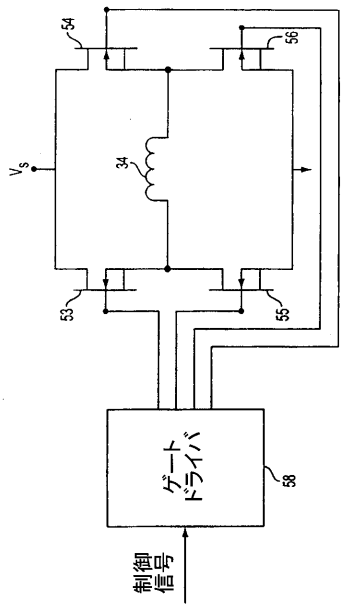



FIG. 5

【図６】

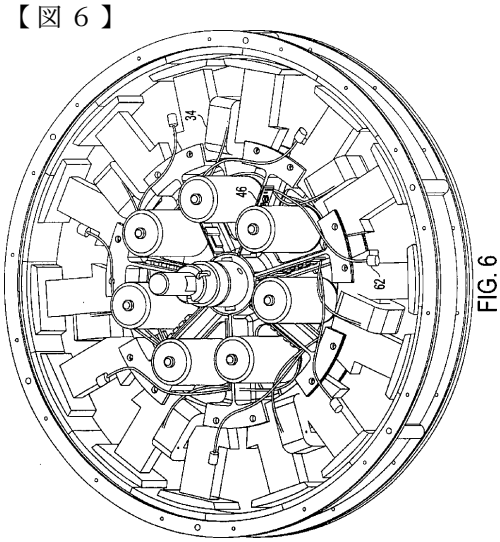



FIG. 6

【図７Ａ】

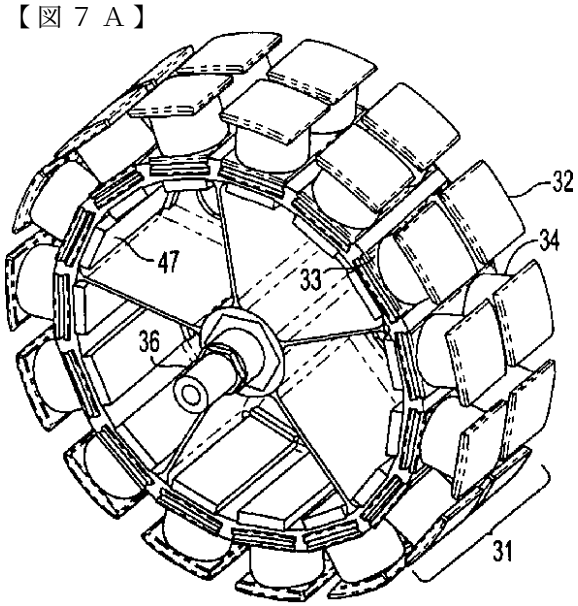



FIG. 7A

【図７Ｂ】

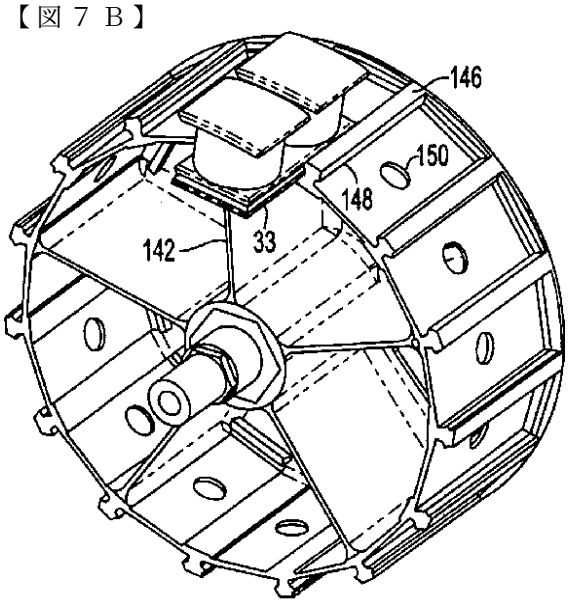



FIG. 7B

【図７Ｃ】

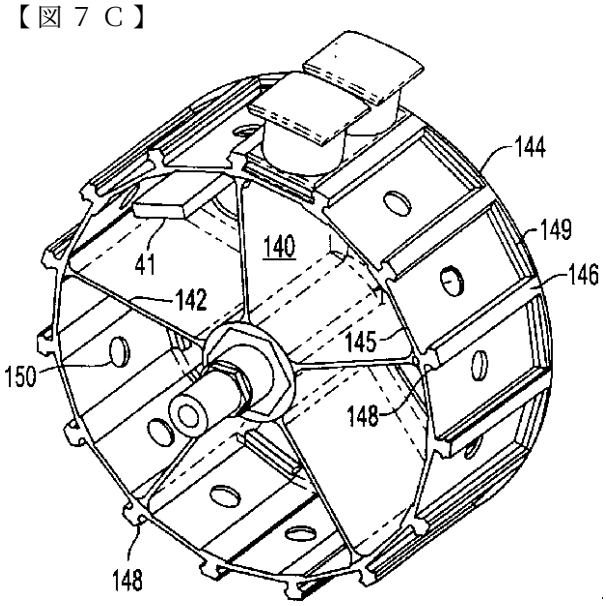



FIG. 7C

フロントページの続き

(72)発明者 ピンティコーヴ アレキサンダー ヴイ
アメリカ合衆国 バージニア州 ２０１９０ アシュバーン ティサブレス サークル ２１５３８
(72)発明者 マスローヴ ボリス エイ
アメリカ合衆国 バージニア州 ２０１９０ リストン チャンサリー ステイション サークル １２０９６
(72)発明者 ベンソン マーク エイ
アメリカ合衆国 バージニア州 ２０１７６ リースバーグ オーク レイク コート １８２６０
(72)発明者 グラッドコーヴ アレキサンダー エイ
アメリカ合衆国 バージニア州 ２２０３２ フェアーファックス ローレル ストリート ９８０８
(72)発明者 ソゴーモニアン ザリー
アメリカ合衆国 バージニア州 ２０１６４ スターリング グレイト トレイル テラス ２２３４０

審査官 櫻田 正紀

(56)参考文献 特開平１０－３２２９７３（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－２３４１５８（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－１６５４１０（ＪＰ，Ａ）
国際公開第０１／０８９０９０（WO，Ａ１）
特開２００１－２９８１５１（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－２９５８０９（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－１５９４５４（ＪＰ，Ａ）
特表２００５－５０６０２４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
H02K 11/00-11/04
H02K 1/00- 1/34
H02K 21/00-21/48
H02K 29/00-29/14