

(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2016-523508
(P2016-523508A)

(43) 公表日 平成28年8月8日(2016.8.8)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
HO2K 11/33 (2016.01)		HO2K 11/33		5H609
HO2K 11/215 (2016.01)		HO2K 11/215		5H611
HO2K 9/22 (2006.01)		HO2K 9/22	Z	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 16 頁)

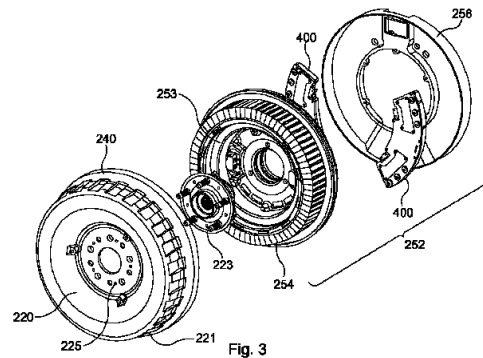
(21) 出願番号 特願2016-522919 (P2016-522919)
 (86) (22) 出願日 平成26年6月20日 (2014.6.20)
 (85) 翻訳文提出日 平成28年2月23日 (2016.2.23)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2014/062483
 (87) 国際公開番号 W02014/207637
 (87) 国際公開日 平成26年12月31日 (2014.12.31)
 (31) 優先権主張番号 1311393.1
 (32) 優先日 平成25年6月26日 (2013.6.26)
 (33) 優先権主張国 英国 (GB)

(71) 出願人 512021678
 プロティアン エレクトリック リミテッド
 PROTEAN ELECTRIC LIMITED
 イギリス ジューー10 5イーエイチ
 ハンプシャー, ファーナム, オールト
 ン ロード, ユニット 10ビー コッ
 クスブリッジ ビジネス パーク, シル
 バーツリー
 Silvertree, Unit 10
 B Coxbridge Busines
 s Park, Alton Road,
 Farnham, Hampshire
 GU10 5EH United Ki
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気モータまたは発電機

(57) 【要約】

少なくとも1個のコイル巻線を有するステータを備えた電気モータまたは発電機であって、前記ステータは第1表面と制御モジュールとを有し、前記第1表面は該第1表面から離れる方向に向かって延在する少なくとも1個のコイル巻線の領域を有し、前記制御モジュールは前記ステータの第1表面に装着するように構成された第1側付きのハウジングを有し、前記ハウジングは、電流の流れを検出する第1エレメントと、該第1エレメントにより検出された電流の流れに基づき少なくとも1個のコイル巻線の電流の流れを制御する制御デバイスと、を有し、前記第1表面から離れるように延在するように構成された前記少なくとも1個のコイル巻線の領域は、前記ハウジングの第1側に形成された開口を通して延在して前記制御デバイスに結合するように構成され、前記第1エレメントは開口に隣接するように前記ハウジング内に装着されることを特徴とする、電気モータまたは発電機。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも1個のコイル巻線を有するステータを備えた電気モータまたは発電機であって、前記ステータは第1表面と制御モジュールとを有し、前記第1表面は該第1表面から離れる方向に向かって延在する少なくとも1個のコイル巻線の領域を有し、前記制御モジュールは前記ステータの前記第1表面に装着するように構成された第1側付きのハウジングを有し、前記ハウジングは、電流の流れを検出する第1エレメントと、該第1エレメントにより検出された電流の流れに基づき少なくとも1個のコイル巻線の電流の流れを制御する制御デバイスと、を有し、前記第1表面から離れるように延在するように構成された前記少なくとも1個のコイル巻線の領域は、前記ハウジングの前記第1側に形成された開口を通過して延在して前記制御デバイスに結合するように構成され、前記第1エレメントは前記少なくとも1個のコイル巻線の領域に隣接するように前記ハウジング内に装着されていることを特徴とする、電気モータまたは発電機。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の電気モータまたは発電機であって、前記第1エレメントは、前記開口に隣接するように、または、前記制御デバイスに隣接するように、前記ハウジング内に装着されていることを特徴とする、電気モータまたは発電機。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の電気モータまたは発電機であって、前記第1エレメントは、前記ハウジング内で、前記ハウジングの第1側および前記制御デバイスの間に装着されていることを特徴とする、電気モータまたは発電機。

20

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の電気モータまたは発電機であって、前記少なくとも1個のコイル巻線は、前記ステータの第1表面から実質的に垂直方向に離れるように延在することを特徴とする、電気モータまたは発電機。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の電気モータまたは発電機であって、前記第1エレメントは、実質的に前記開口の周囲に延在するように配置されることを特徴とする、電気モータまたは発電機。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の電気モータまたは発電機であって、前記第1エレメントはホールセンサおよび軟強磁性構成要素を有することを特徴とする、電気モータまたは発電機。

30

【請求項 7】

請求項 6 に記載の電気モータまたは発電機であって、前記軟強磁性構成要素はトロイドとして構成され、該トロイドの領域は前記ホールセンサに取り替わることを特徴とする、電気モータまたは発電機。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の電気モータまたは発電機であって、前記開口を通過して延在するように構成された前記少なくとも1個のコイル巻線の領域は、実質的に前記第1エレメントの中心を通過して延在するように構成されていることを特徴とする、電気モータまたは発電機。

40

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の電気モータまたは発電機であって、前記ハウジングの第1側は、前記第1エレメントを装着する前記ステータの第1表面に隣接して装着する表面の反対側表面に形成したくぼみを有することを特徴とする、電気モータまたは発電機。

【請求項 10】

請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の電気モータまたは発電機であって、前記制御デバイスはインバータを有する回路板であることを特徴とする、電気モータまたは発電機。

50

【請求項 1 1】

請求項 1 ~ 1 0 のいずれか一項に記載の電気モータまたは発電機であって、前記ステータは前記モータの磁界を発生するように構成されたコイルセットを有し、前記コイルセットは複数のコイル巻線を備え、前記複数のコイル巻線それぞれの領域は、前記ステータの第 1 表面から離れる方向に向かって延在し、前記ステータの第 1 表面から離れて延在するように構成された前記コイル巻線それぞれの領域は、前記ハウジングの第 1 側に形成された各開口、および、前記制御デバイスに結合する各第 1 エlement に形成された開口を通して延在するように構成されることを特徴とする、電気モータまたは発電機。

【請求項 1 2】

請求項 1 ~ 1 1 のいずれか一項に記載の電気モータまたは発電機であって、前記ステータは前記モータの磁界を発生するように構成した 2 個のコイルセットを有し、各コイルセットは複数のコイル巻線を備え、前記複数のコイル巻線それぞれの領域は、前記ステータの第 1 表面から離れる方向に向かって延在し、前記ステータの第 1 表面から離れて延在するように構成された前記複数のコイル巻線それぞれの領域は、前記ハウジングの第 1 側に形成された各開口、および、制御デバイスに結合する各第 1 エlement に形成された開口を通して延在するように構成され、第 1 コイルセットの複数のコイル巻線の電流の流れは、前記制御デバイスに装着された第 1 インバータによって制御され、第 2 コイルセットの複数のコイル巻線の電流の流れは、前記制御デバイスに装着された第 2 インバータによって制御されることを特徴とする、電気モータまたは発電機。

10

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】**【0 0 0 1】**

本発明は、電気モータまたは発電機、特に、電気モータまたは発電機用制御モジュールに関する。

【背景技術】**【0 0 0 2】**

電気モータシステムは、電気モータと、この電気モータの動力を制御するよう構成した制御ユニットとを有するのが一般的である。既知のタイプの例としては、誘導モータ、同期ブラシレス永久磁石モータ、スイッチドリラクタンス・モータ、及びリニアモータがある。商業的分野において、三相電気モータが利用可能な最も一般的な種類である。

30

【0 0 0 3】

三相電気モータは、一般的に 3 個のコイルセットを有し、各コイルセットは、三相の交流電圧のうち 1 つに関連する磁界を発生するよう配列する。

【0 0 0 4】

電気モータ内に形成される磁極の数を増加するため、各コイルセットは、一般的に電気モータの周囲に分布させ、回転磁界を生ずるよう駆動される多数のコイルサブセットを有する。

【0 0 0 5】

例示として、図 1 に、3 個のコイルセット 1 4、1 6、1 8 を有する一般的な三相電気モータ 1 0 を示す。各コイルセットは直列に接続した 4 個のコイルサブセットからなり、所与のコイルセットに関し、対応するコイルサブセットにより発生した磁界は共通の相を有する。

40

【0 0 0 6】

三相電気モータの 3 個のコイルセットは、一般的にデルタ構成又は Y 構成のどちらかで構成する。

【0 0 0 7】

DC 電源を有する三相電気モータ用制御ユニットは、一般的に電気モータを駆動する三相電圧源を発生する三相ブリッジインバータを有する。対応する電圧相それぞれは電気モータの対応するコイルセットに供給される。

【0 0 0 8】

50

多相電気モータに共通して使用される制御技術は、磁界方向制御、つまりFOCの制御技術である。FOCは二座標時不変系を、三相の時間および速度に依存する系に、およびその逆に変換する投影に基づいており、ステータの電流成分または電圧成分は横軸qに位置を合わせ、磁束成分は直軸dに位置を合わせる。

【0009】

多相電気モータに関し、FOCはステータの相電流（つまり、個別ステータコイル巻線の電流の流れ）を計測し、複素空間ベクトル座標系に変換することを必要とする。

【0010】

従って、FOCを使用して多相電気モータの電流の流れを制御するために配置した制御ユニットに関し、制御ユニットは、一般的に、電流フィードバックループの使用を必要とする。

10

【0011】

電流フィードバックループは、一般的に、電気モータのコイル巻線内の電流の流れを算出する制御ユニット内の電流センサを利用する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかしながら、電気モータと関連する容量およびインダクタンスの影響により、制御ユニットを電気モータより距離を離して置くほど、制御ユニットで計測される電流の流れが電気モータのステータに装着した電気モータのコイル巻線の電流の流れとは異なる可能性は大きくなり、制御ユニットが不適切なトルク値を生成することになり得る。

20

【0013】

この状況は改善されることが望ましい。

【発明を解決しようとする手段】

【0014】

本発明の態様に従い、付随する請求項に記載の電気モータまたは発電機を提供する。

【発明の効果】

【0015】

本発明は、電気モータのコイル巻線の電流の流れを、コイル巻線を巻き付けたステータティースに隣接するコイル巻線の一部で計測できるという利点を提供する。加えて、電流制御装置の近くに電流計測手段を有することにより、電気モータの全インダクタンスを低減することを可能にする一方、制御モジュールハウジングにより電流計測手段に環境保護を提供することも可能にする。2つのサブモータを有する電気モータに関し、本発明は単一制御モジュールを使用して両サブモータのコイル巻線の電流の流れを計測し、それに応じて両サブモータの電流の流れを制御することを可能にする。

30

【0016】

本発明をここで、例示として、添付図面を参照して説明する。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】先行技術である三相電機モータを示す図である。

40

【図2】本発明を具体化するモータの分解図である。

【図3】図1に示す電気モータを別の角度から見た分解図である。

【図4】本発明の実施形態による電気モータを示す図である。

【図5】本発明の実施形態による電気モータの部分図である。

【図6】本発明の実施形態による電気モータ用制御モジュールを示す図である。

【図7】本発明の実施形態による制御モジュールハウジングの部分図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

記載する発明の実施形態は電気モータ用制御モジュールであり、電気モータは車両のホイールにおいて使用する。しかしながら、電気モータは車両内で任意の場所に配置するこ

50

とができる。モータは、車両に取り付けるためのステータの一部であるコイルのセットを有するタイプであり、これらコイルはロータによって半径方向に取り囲み、このロータはホイールに取り付けるための磁石のセットを担持する。誤解を避けるために述べると、本発明の様々な態様は、同一構成を有する発電機にも同じように適用可能である。このように、電気モータの定義は発電機を含むことを意図する。さらに、本発明の態様の幾つかは、半径方向に取り囲むコイルの中心にロータを有する構成に適用可能である。当業者であれば、本発明は他のタイプの電気モータに適用可能であることは理解できるであろう。

【0019】

図2および3に示す実施形態の実現のため、インホイール電気モータはステータ252を備えるものとし、このステータ252はヒートシンク253、複数のコイル254、コイルを駆動させるためステータ後方部分のヒートシンク253に装着した2個の制御モジュール400、および、2個の制御モジュール400の内側半径内に装着した環状コンデンサを有する。コイル254はステータ歯積層体上に形成し、コイル巻線を形成し、該ステータ歯積層体はヒートシンクに装着する。ステータカバー256をステータ252の後部に装着し、制御モジュール400を包囲してステータ252を形成し、このステータ252は次に車両に固定することができ、使用中車両に対して回転しない。

10

【0020】

各制御デバイス400は2個のインバータ410および制御ロジック420を有し、この制御ロジック420は、本実施形態において、インバータ410の動作を制御するためのプロセッサを有する。これを図4において模式的に示す。

20

【0021】

環状コンデンサは、電気モータを動作させる間、電気モータの電源線、またはいわゆるDCバスターの電圧リップルを低減するため、インバータ410および電気モータのDC電源に結合する。インダクタンスを低減するため、コンデンサは制御モジュール400に隣接して装着する。

【0022】

ロータ240は前部220、および、カバーを形成してステータ252を実質的に取り囲む筒部221を有する。ロータは、筒部221の内面に配列した複数の永久磁石242を有する。本実施形態を説明する目的のため、32個の磁石対を筒部221の内面に装着する。しかしながら、任意の数の磁石対を使用することができる。

30

【0023】

磁石はステータ252のコイル巻線に近接し、これによりコイルにより発生する磁界がロータ240の筒部221の内面に配列した磁石242と相互作用し、ロータ240を回転させる。永久磁石242を使用して電気モータを駆動する駆動トルクを発生することから、永久磁石は一般的に駆動磁石と呼ぶ。

【0024】

ロータ240は、軸受ブロック223によりステータ252に取り付ける。軸受ブロック223は、このモータ組立体を嵌合する車両で使用するような標準的な軸受ブロックとすることが可能である。軸受ブロックは2個の部分、つまり、ステータに固定する第一部分とロータに固定する第二部分とを備える。軸受ブロックはステータ252の壁の中心部253に固定し、また、ロータ240のハウジング壁220の中心部225にも固定する。ロータ240はこのように車両に回転可能に固定し、ロータ240の中心部225にある軸受ブロック223によって車両とともに使用することが可能である。これは、ホイールリムおよびタイヤをその後、標準的なホイールボルトを使用してロータの中心部225に固定して、ホイールリムをロータの中心部に固定し、その結果軸受ブロック223の回転側にしっかりと固定することが可能であるという点で有利である。ホイールボルトはロータの中心部225に通して軸受ブロック自体に嵌合することができる。ロータ240およびホイールの両方を軸受ブロック223に装着することで、ロータおよびホイールの間で回転角度が1対1に対応する。

40

【0025】

50

図3は図2に示すモータ組立体と同一のものを反対側から見た分解図である。ロータ240は外側ロータ壁220および周壁221を備え、この中に磁石242を周方向に配置する。前述したように、ステータ252はロータおよびステータ壁の中央部にある軸受ブロックによりロータ240に接続する。

【0026】

V型シールをロータの内周壁221とステータの外側端部の間に設ける。

【0027】

ロータはまた、位置検出用の、または整流磁石として知られている磁石227のセットを有し、これはステータに装着したセンサと連動してロータの磁束角度の推定を可能にする。ロータの磁束角度はコイル巻線に対する駆動磁石の位置関係を規定する。代案として、個別の磁石セットの代わりに、ロータは磁性材料のリングを有することができ、これは個別磁石のセットとして機能する複数の磁極を有するものとする。

【0028】

整流磁石を使用してロータの磁束角度を計算可能にするため、好適には、各駆動磁石は関連整流磁石を有し、測定した整流磁石の磁束角度を計算することにより、整流磁石のセットに関連する磁束角度からロータの磁束角度を導き出す。整流磁石の磁束角度とロータの磁束角度の間の相互関係を単純化するため、好適には、整流磁束のセットは駆動磁石対のセットと同数の磁石対または磁極対を有するものとし、整流磁石および関連駆動磁石は互いにほぼ半径方向に整列させる。従って、本実施形態を説明する目的のため、整流磁石のセットは32個の磁石対を有するものとし、各磁石対は対応する駆動磁石対に対しほぼ半径方向に整列させる。

【0029】

センサはこの実施形態においてはホールセンサであるが、ステータに装着する。センサは、ロータが回転する際、整流磁石リングをそれぞれ形成する各整流磁石が回転してセンサを通過するように位置決めする。

【0030】

ロータがステータに対して回転する際、それに対応して整流磁石は回転し、ホールセンサを有するセンサを通過し、該ホールセンサはAC電圧信号を出力し、センサは、センサを通過する各磁石対に対し360°にわたる電気角度の完全な電圧サイクルを出力する。

【0031】

位置検出を改善するため、好適には、センサは第1センサから電気角度で90°ずらして置いた関連第2センサを有する。

【0032】

本実施形態において、電気モータは4個のコイルセット60を有し、各コイルセット60はY構成に結合して三相サブモータを形成する3個のコイルサブセット61、62、63を有し、結果として4個の三相サブモータを有するモータとなる。対応するサブモータの動作は下記のように2個の制御デバイス400のうち1個により制御する。しかしながら、本実施形態は4個のコイルセット60（つまり、4個のサブモータ）を有する電気モータを記載するが、モータは関連制御デバイスを有する1個以上のコイルセットを均等に有してよい。好適な実施形態において、モータ40は8個のコイルセット60を有し、各コイルセット60はY構成に結合して三相サブモータを形成する3個のコイルサブセット61、62、63を有し、結果として8個の三相サブモータを有するモータとなる。同様に、各コイルセットは任意の数のコイルサブセットを有してよく、それにより各サブモータが2つ以上の相を有することを可能とする。

【0033】

図4は対応するコイルセット60と制御デバイス400の間の接続を示し、対応するコイルセット60は制御デバイス400が有する、対応する三相インバータ410に接続する。当業者に周知であるように、三相インバータは6個のスイッチを有し、三相交流電圧は6個のスイッチの動作を制御することで発生することができる。しかしながら、スイッチの数は対応するサブモータに適用する電圧相の数によって決まり、サブモータは任意の

10

20

30

40

50

数の相を有するように構成することが可能である。

【0034】

4個のコイルセットのそれぞれのコイルは、個別のステータ歯に巻き付け、これはステータの一部を形成する。コイル巻線の先端部501は、図5に示すようにステータの平面後部502を通して突出する。図5はステータの部分斜視図を示し、4個のコイルセット60のうち2個のコイルセット60が有するコイル巻線の先端部501は、ステータの平面部より離れるように延在する。

【0035】

制御モジュール400は、下記のように、ステータヒートシンク253の平面部に装着するため、ステータヒートシンク253の平面部に隣接して位置付ける。説明のため、ステータヒートシンク253より分離した単独の制御モジュール400の図を図5に示す。

10

【0036】

本実施形態を説明する目的のため、ヒートシンク253の平面部はステータの、車両に装着する予定の側に置く。

【0037】

好適には、各制御モジュール400のステータヒートシンク253への装着を容易にするため、対応するコイルセットのコイル巻線の先端領域501は、ステータのヒートシンク部より、ステータのヒートシンク部の表面に対して実質的に垂直方向に離れて延在するように構成する。

【0038】

好適には、制御デバイス400はモジュール式構造とする。図6は制御モジュール400の好適な実施形態の分解図を示し、各制御モジュール400、またはいわゆる電力モジュールは、2個の電力基板組立体510を有する電力プリント回路板500、制御プリント回路板520、DC電池に接続するための4個の電源バスバー（図示せず）、対応するコイル巻線を接続するための6個の相巻線バスバー（図示せず）、および6個の電流センサを有する。各電流センサは、ホールセンサおよびホールセンサに隣接して装着するように配置した軟強磁性材料の領域530を含み、好適には、各ホールセンサは、トロイド形状に形作った軟強磁性材料の部品の切欠領域に装着するように構成する。

20

【0039】

軟磁性材料は、容易に磁化および脱磁する材料である。軟磁性材料は、一般的に1000 A/m未満の固有保磁力を有する。軟磁性材料は、電流により生成する磁束を高め、および/または、導くために主に使用する。軟磁性材料の性能指数としてよく使用される主なパラメータは比透磁率(μ_r 、 $\mu_r = B / \mu_0 H$)であり、これは、材料が如何に容易に適用された磁界に反応するかを示す尺度である。関連する他の主なパラメータは、保磁力、飽和磁化および電気伝導性である。

30

【0040】

軟強磁性体が高透磁率、低磁気ヒステリシスおよび高飽和であるとき、ホールセンサと併用して軟強磁性体を使用することにより、ホールセンサによる電流計測の正確性を向上でき、計測信号を損なう可能性のある漂遊磁界を排除する。

【0041】

軟強磁性体の種類には、鉄-ケイ素合金、非晶質ナノ結晶合金、ニッケル-鉄合金およびソフトフェライトがある。

40

【0042】

しかしながら、インホイール電気モータ内で生じることがある高周波において、金属性軟磁性材料は渦電流損を被る可能性がある。そのため、セラミック絶縁体であるソフトフェライトが好適な材料である。

【0043】

制御モジュールの各構成要素は制御モジュールハウジング550内に装着し、4個の電源バスバーおよび6個の相巻線バスバーは、電力プリント回路板500に制御デバイスハウジング550の両側で装着する。

50

【0044】

各電力基板510は電力プリント回路板500に形成した各開口に装着するように配置し、各電力基板510は3mmの銅ベースプレート600を有し、この上に3層インバータ410を形成する。対応する開口をまた、制御モジュールハウジング550にも形成し、これにより、制御デバイスハウジング550をステータに装着する際、各電力基板510の銅ベースプレートをステータヒートシンク253と直接接触して置くようにし、これにより各電力基板510の基部を直接冷却できるようにする。

【0045】

加えて、6個のホールセンサ(図示せず)を、4個のコイルセットのうち2個のコイルセットと関連する各コイル巻線の電流を計測するため、電力基板組立体510の銅ベースプレートに隣接する電力プリント回路板500の下面に装着する。ホールセンサの読み取り値は制御プリント回路板520に提供する。

10

【0046】

電力プリント回路板500は様々な他の構成要素を有し、これには電力基板組立体510に形成したインバータスイッチ用駆動回路が含まれるが、この構成要素についてはさらに詳しく検討することはない。

【0047】

電源バスバーの第1対は、電力基板組立体510の一方に形成したインバータ410に電圧源を提供するためのものである。電源バスバーの第2対は、もう一方の電力基板組立体510に形成したインバータ410に電圧源を提供するためのものである。

20

【0048】

電源バスバーの各対に関し、電源バスバーの一方は電力回路板500の平面上に形成した第1平面に置く。もう一方の電源バスバーは第1平面の上の第2平面に置く。好適には、電源バスバーの各対は実質的に同一平面上に配置する。

【0049】

6個の相巻線バスバーは、制御モジュールハウジング550において、電源バスバーに対し対応する電力基板組立体510の反対側に置く。相巻線バスバーは、当業者には周知であるように、対応するコイル巻線に結合するため各インバータレグに結合する(つまり、相巻線バスバーは電力基板組立体510の一方に形成した三相インバータの各レグに結合し、相巻線バスバーはもう一方の電力基板組立体510に形成した三相インバータの各レグに結合する)。

30

【0050】

制御プリント回路板520は、電力プリント回路板500の上で制御モジュールハウジング550に装着するように配置する。

【0051】

制御プリント回路板520はプロセッサ420を有し、これにより、対応するインバータスイッチの動作を磁界方向制御の適用によって制御し、各コイルサブセット61、62、63の両端でPWM電圧制御を使用して、各電気モータコイルセット60に三相電圧源を供給することができる。三相電圧源は、対応するコイルサブセットに電流の流れと、それに対応する回転磁界をもたらし、これにより対応するサブモータに必要なトルクを提供する。

40

【0052】

加えて、各制御プリント回路板520はインターフェース構成を有し、電気モータの外部に装着した車両制御装置と通信するように構成した1個の制御モジュール400を有する通信バスによって、対応する制御モジュール400間での通信を可能にし、外部に装着した制御装置は、一般的に、制御モジュール400に必要なトルク値を提供する。各制御モジュール400のプロセッサ420は、インターフェース構成上の通信を処理するように構成する。

【0053】

上記のように、本実施形態は各コイルセット60が3個のコイルサブセット61、62、

50

63を有するように記載するが、本発明はこれに限定されず、各コイルセット60は1個以上のコイルサブセットを有してよいことが理解されよう。

【0054】

PWM制御は、モータインダクタンスを使用して印加パルス電圧を平均化し、必要な電流をモータコイルに流すことにより機能する。PWM制御を使用して、印加電圧をモータ巻線の両端で切り替える。電圧をモータコイルの両端で切り替える間、電流はモータコイルにおいて、インダクタンスおよび印加電圧により定まる割合で上昇する。PWM電圧制御は、電流が必要値を超えて増加する前にスイッチを切り、これにより電流の厳密な制御を達成できるようにする。

【0055】

インバータスイッチは、MOSFETまたはIGBTのような半導体デバイスを有することが可能である。本実施例において、スイッチはIGBTを備える。しかしながら、任意の適切な既知のスイッチング回路を使用して電流を制御することが可能である。このようなスイッチング回路のうちよく知られている一例として、三相電気モータを駆動するように構成した6個のスイッチを有する三相ブリッジ回路がある。6個のスイッチを2個のスイッチからなる3個の並列セットとして構成し、スイッチの各対は直列に置き三相ブリッジ回路のレグを形成する。DC電源はインバータのレグの両端に結合し、電気モータの対応するコイル巻線は、当業者に周知であるように、対応するスイッチの対の間で結合する。単相インバータの場合、インバータの2個のレグを形成するように直列に配置した二対のスイッチを有しよう。

【0056】

磁界方向制御を使用し、各コイルセットの対応する制御モジュール400により電気モータで生成した三相正弦電圧波形は、 120° 離れた各電流ベクトルによって表される。

【0057】

電流ベクトルは、三相電流基準系のA、B、およびC軸においてそれぞれのステータコイルの瞬間電流を表し、ステータの電流ベクトルは、 $i_s = i_a + i_b + i_c$ ($i_s = e^{i \cdot 2\pi / 3}$)と規定される。

【0058】

閉ループ制御システムを用いて、必要トルク（入力 i_q^* 値と表示）および必要磁束（入力 i_d^* 値と表示）を電気モータで生成する。

【0059】

閉ループ制御システム100は、一般的に、モータ入力 i_d^* 電流要求および入力 i_q^* 電流要求それぞれの間位置する比例積分(Proportional Integral、PI)制御装置を有し、これは駆動トルク要求および電気モータのコイル巻線に対応する。

【0060】

閉ループ制御システム100は、電気モータのコイル巻線の電流の流れを計測する各制御モジュール400に装着した電流センサを使用する。対応する i_d 電流値および i_q 電流値を求めるため、クラーク変換およびパーク変換を使用する。

【0061】

クラーク変換は、計測した三相電流値 i_a 、 i_b および i_c を使用して、二相直交ステータ軸系 i および i の電流を計算する。その後、パーク変換をパーク変換により実行し、二固定座標ステータ軸 i および i を二座標時不変系 i_d および i_q (d、q回転規準系を規定)に変換する。

【0062】

通常駆動状況下において、ロータ位相角 θ_r 、または、ロータ磁束ベクトル \mathbf{R} により規定される、駆動磁石のいわゆるロータ磁束角と、ステータ電氣的位相角 θ_e は、理想的には、q軸と位置を合わすべきであり、これにより、ロータ位相角 θ_r とステータ電氣的位相角 θ_e との間の同期が維持される。

【0063】

パーク変換102により時不変変換を導き出すため、ロータ位相角 θ_r をパーク変換に

10

20

30

40

50

提供する。ロータ位相角 θ_r は、ロータ整流磁石と制御デバイス 80 に装着した位置センサを使用して求める。

【0064】

計測電流値より導き出した i_d 値および i_q 値は、対応する入力 i_d^* 電流値、入力 i_q^* 電流値にフィードバックし、計測電流 i_d および i_q と、駆動トルク要求量（つまり、 i_d^* 電流要求量および i_q^* 電流要求量）との差異に基づく誤差値を計算する。

【0065】

i_d および i_q の各誤差値は、各 P I 制御装置にフィードバックする。

【0066】

各 P I 制御装置に与えられた誤差値に基づき、P I 制御装置は電気モータを駆動するための各 v_d 値および v_q 値（つまり、P I 制御装置の操作量）を求める。各コイル巻線に流れる電流 i_a 、 i_b 、 i_c を生成するのに使用する P W M 電圧は、当業者には周知であるように、逆パーク変換を使用することにより、 v_d 値および v_q 値より導き出す。

10

【0067】

F O C 計算は制御プリント回路板のプロセッサにより行う。

【0068】

制御モジュールハウジング 550 内の電流センサの構成およびその電気モータコイル巻線への磁気結合について、ここで述べる。

【0069】

4 個のコイルセット 60 のうち 2 個のコイルセットに関し、対応するコイル巻線を制御モジュールハウジング 550 内の対応する相巻線バスバーに結合できるようにするため、制御モジュールハウジング 550 は 6 個の開口 610 を有するように構成し、各開口は、コイル巻線の先端領域が、制御モジュールハウジング 550 をステータヒートシンク 253 の平面部に装着する際、制御モジュールハウジング 550 内に延在できるような大きさとする。

20

【0070】

6 個の開口 610 は、ハウジング 550 におけるステータヒートシンク 253 の平面部に隣接して装着する側にある、制御モジュールハウジング 550 の外側端部に形成する。

【0071】

制御モジュールハウジング 550 に形成した 6 個の開口 610 のサイズおよび位置は、ステータヒートシンク 253 の平面部より延在するコイル巻線の先端部の位置および寸法に適合するように構成し、これにより、対応するコイル巻線の先端部が、制御ハウジングモジュール 550 をステータヒートシンク 253 の平面部に装着する際、開口部 610 を通って延在できるようにする。

30

【0072】

制御モジュールハウジング 550 の部分斜視図を図 7 に示す。くぼみ 710 は制御モジュールハウジング 550 に形成した 6 個の開口 610 それぞれの周囲に形成し、各くぼみ 710 は、軟強磁性材料、例えばフェライト素子でできた部分的トロイド 530 をくぼみ 710 に置くことができるようなサイズにする。部分的トロイドの上端は、部分的トロイド 530 をくぼみ 710 に装着する際に、制御モジュールハウジング 550 の底領域と実質的に同じ高さになるように配置する。軟強磁性材料の部分的トロイド 530 には該トロイドから欠けている領域があり、これは、電力プリント回路板 500 に装着したホールセンサのサイズに実質的に対応する。開口 610 を通過させる際、コイル巻線の誘導を容易にするため、制御モジュールハウジング 550 は各開口 610 の周囲に形成した導管領域を有するように構成する。

40

【0073】

好適には、制御モジュールハウジング 550 の基部に形成したくぼみ 710 はキー止めし、電力プリント回路板 500 を制御モジュールハウジング 550 内に装着する際、軟強磁性材料の部分的トロイド 530 を、くぼみ 710 内で、トロイドの切欠領域が電力プリント回路板 500 に装着したホールセンサの位置と整列するような位置に確実に置けるよう

50

にする。

【0074】

軟強磁性材料の部分的トロイド530を、制御モジュールハウジング550の基部に形成した対応するくぼみ710に装着したら、電力プリント回路板500を制御モジュールハウジングの位置内に下降させる。説明のため、制御モジュールハウジング550の基部に形成したくぼみ710に装着した軟強磁性材料530が明確に見えるように、図7は、電力プリント回路板に初めに装着せずに、制御モジュールハウジング550に形成した開口511に装着した電力基板510を示す。しかしながら、上記のように、電力基板は制御モジュールハウジング550に置く前にまず電力プリント回路板に装着する。電力プリント回路板500を制御モジュールハウジング550の位置内に下降させると、電磁鋼板の部分的トロイド530と電力プリント回路板500に装着したホールセンサとが整列する結果、電力プリント回路板500に装着したホールセンサは制御モジュールハウジング550に装着した対応する部分的トロイド530の切欠領域に挿入される。

10

【0075】

各相巻線バスバーは結合領域を有するように構成し、相巻線バスバーの結合領域は、制御モジュールハウジング550の基部に形成した対応する開口610の周囲に延在するように構成する。

【0076】

組立制御モジュール400をステータヒートシンク253の平面部に装着する際、ステータヒートシンク253の平面から離れるように延在する、2個のコイルセット60のコイル巻線の各先端領域（つまり、6個のコイル巻線先端領域）は、制御モジュールハウジング550の基部に形成した対応する開口610を通して延在し、制御モジュール400に装着した各電流センサはコイル巻線の対応する先端領域に隣接して装着する。

20

【0077】

電力プリント回路板500に装着した相巻線バスバーの各結合領域はコイル巻線の対応する先端領域に結合するが、任意の適切な手段を使用して、例えば、圧着または溶接することで相巻線バスバーの結合領域をコイル巻線の対応する先端領域に結合することができる。

【0078】

一方の電力組立体510に形成したインバータ410は対応する相巻線バスバーを介して第1コイルセット60に結合し、第1コイルセットの電流を制御するように構成する。制御モジュール400のもう一方の電力組立体510に形成したもう一方のインバータ410は第2コイルセット60の電流を制御するように構成し、対応する電流センサにより行う電流測定を制御プリント回路板520のプロセッサで用いて各コイルセット60の電流を制御する。

30

【0079】

同様に、第2制御モジュール400は第3コイルセット60および第4コイルセット60の電流を制御するように構成する。

【 図 1 】

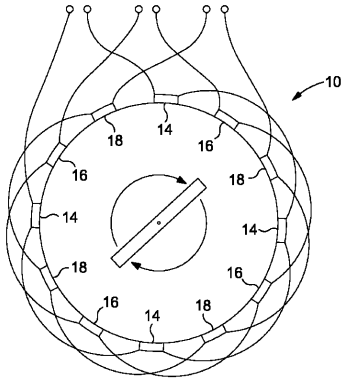


Fig. 1

【 図 2 】

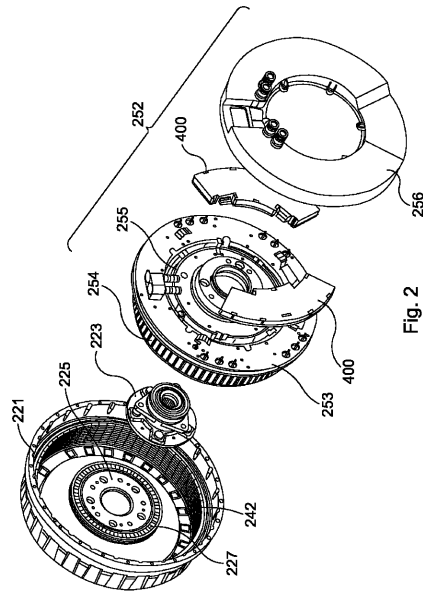


Fig. 2

【 図 3 】

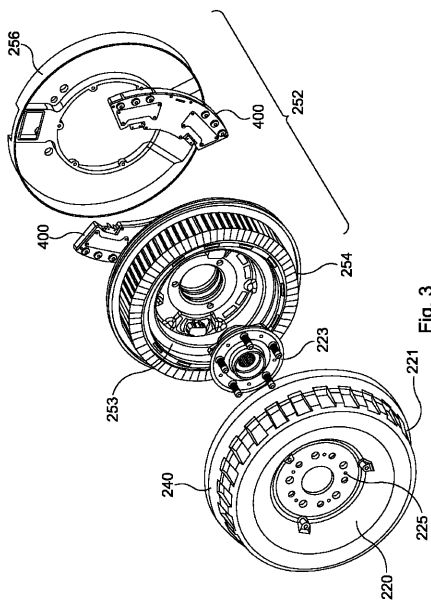
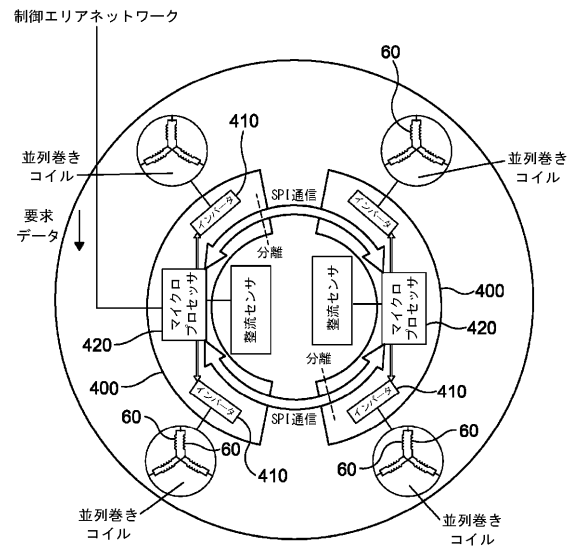


Fig. 3

【 図 4 】



【 図 5 】

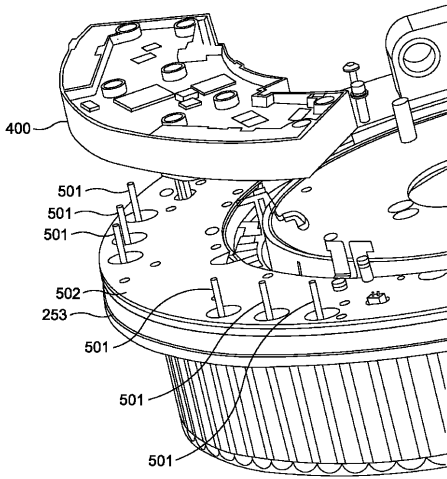


Fig. 5

【 図 6 】

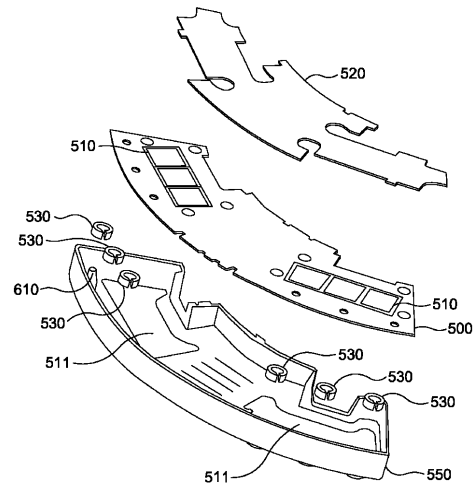


Fig. 6

【 図 7 】

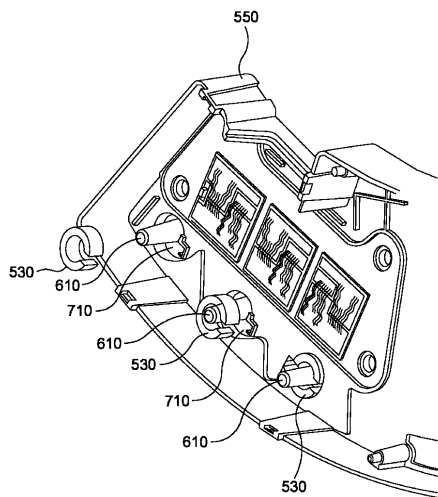


Fig. 7

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/IB2014/062483

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H02K11/00 H02K9/19 H02K9/22 ADD. H02K29/08 H02K7/14 H02K21/22		
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		
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, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2003 274606 A (DENSO CORP; TOYOTA MOTOR CORP) 26 September 2003 (2003-09-26)	1-11
Y	paragraphs [0017], [0023], [0033] - [0035]; figures 1, 2	12
Y	----- GB 2 494 797 A (PROTEAN ELECTRIC LTD [GB]) 20 March 2013 (2013-03-20)	12
A	abstract; figures 1, 5	1-11
A	----- US 2006/152095 A1 (KIKUCHI MASAO [JP] ET AL) 13 July 2006 (2006-07-13) the whole document	1-12
A	----- US 2006/125240 A1 (KATO MASAKI [JP] ET AL) 15 June 2006 (2006-06-15) the whole document	1-12

<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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
28 April 2015		08/05/2015
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Ganchev, Martin

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/IB2014/062483

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2003274606 A	26-09-2003	JP 3774862 B2 JP 2003274606 A	17-05-2006 26-09-2003
GB 2494797 A	20-03-2013	CN 103840720 A GB 2494797 A WO 2014080361 A2	04-06-2014 20-03-2013 30-05-2014
US 2006152095 A1	13-07-2006	JP 4391407 B2 JP 2006174678 A US 2006152095 A1	24-12-2009 29-06-2006 13-07-2006
US 2006125240 A1	15-06-2006	CN 1808886 A DE 102005058853 A1 FR 2881292 A1 JP 4275614 B2 JP 2006166681 A US 2006125240 A1	26-07-2006 22-06-2006 28-07-2006 10-06-2009 22-06-2006 15-06-2006

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, KM, 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, IR, IS, JP, KE, KG, 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, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(71)出願人 512021678

プロティアン エレクトリック リミテッド

PROTEAN ELECTRIC LIMITED

イギリス ジーユー10 5イーエイチ ハンプシャー, ファーナム, オールトン ロード,
ユニット 10ビー コックスブリッジ ビジネス パーク, シルバーツリー

Silvertree, Unit 10B Coxbridge Business Park
, Alton Road, Farnham, Hampshire GU10 5EH United Kingdom

(74)代理人 100147485

弁理士 杉村 憲司

(74)代理人 100149249

弁理士 田中 達也

(74)代理人 100154003

弁理士 片岡 憲一郎

(72)発明者 ジェフリー オーウェン

イギリス国 サリー ジーユー10 5イーエイチ ファーナム オールトン ロード コックスブリッジ ビジネス パーク ユニット 10ビー シルバーツリー プロティアン エレクトリック リミテッド内

Fターム(参考) 5H609 BB03 BB05 BB12 BB18 PP02 PP05 PP06 PP07 QQ23 RR63

5H611 AA09 BB01 BB02 BB07 BB08 PP05 RR02 TT01 UA04