

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6231106号  
(P6231106)

(45) 発行日 平成29年11月15日(2017.11.15)

(24) 登録日 平成29年10月27日(2017.10.27)

(51) Int.Cl. F I  
H O 2 K 11/30 (2016.01) H O 2 K 11/30

請求項の数 16 (全 20 頁)

|               |                               |           |                                   |
|---------------|-------------------------------|-----------|-----------------------------------|
| (21) 出願番号     | 特願2015-530540 (P2015-530540)  | (73) 特許権者 | 512285801<br>プロティアン エレクトリック リミテッド |
| (86) (22) 出願日 | 平成25年9月9日(2013.9.9)           |           | イギリス ジーユー10 5イー サリー               |
| (65) 公表番号     | 特表2015-528687 (P2015-528687A) |           | , ファーナム, オールトン ロード,               |
| (43) 公表日      | 平成27年9月28日(2015.9.28)         |           | ユニット 10ピー コックスブリッジ                |
| (86) 国際出願番号   | PCT/IB2013/058409             |           | ビジネス パーク, シルバーツリー                 |
| (87) 国際公開番号   | W02014/037921                 | (74) 代理人  | 110001139<br>S K特許業務法人            |
| (87) 国際公開日    | 平成26年3月13日(2014.3.13)         | (74) 代理人  | 100130328<br>弁理士 奥野 彰彦            |
| 審査請求日         | 平成28年5月23日(2016.5.23)         | (74) 代理人  | 100130672<br>弁理士 伊藤 寛之            |
| (31) 優先権主張番号  | 1216099.0                     |           |                                   |
| (32) 優先日      | 平成24年9月10日(2012.9.10)         |           |                                   |
| (33) 優先権主張国   | 英国 (GB)                       |           |                                   |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コンデンサー構成部品

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第一バスバー、第一電極及び第二電極を備え、  
前記第一電極及び前記第二電極は、誘電体フィルムによって分け隔てられ、  
前記第一電極、第二電極及び誘電体フィルムは、環状リングに配置されており、  
前記第一バスバーは、前記環状リングの外周周りに配置され、  
前記第一バスバーは、前記第一電極と電氣的に接触しており、  
前記第一バスバーは、前記第一バスバーの円周部に隙間を備える、コンデンサー構成部品。

【請求項2】

前記第一バスバーの円周部に形成された前記隙間のサイズは、前記隙間における前記バスバーの末端部分が前記コンデンサー構成部品の動作温度範囲を超えて前記第一バスバーの熱膨張により互いが接触することを防止するのに十分なサイズである、請求項1に記載のコンデンサー構成部品。

【請求項3】

前記第一バスバーの外周周りに、且つ、前記第二電極と電氣的に接触して、配置された第二バスバーを更に備え、

前記第一バスバー及び第二バスバーは、絶縁フィルムによって分け隔てられている、請求項1又は2に記載のコンデンサー構成部品。

【請求項4】

前記第二バスバーは、前記第二バスバーの円周部に隙間を備える、請求項3に記載のコンデンサー構成部品。

【請求項5】

前記第二バスバーの円周部に形成された前記隙間のサイズは、前記隙間における前記バスバーの末端部分が前記コンデンサー構成部品の動作温度範囲を超えて前記第二バスバーの熱膨張により互いが接触することを防止するのに十分なサイズである、請求項4に記載のコンデンサー構成部品。

【請求項6】

前記第一バスバーは、前記第一バスバーを前記第一電極に電氣的に接続させるための接点素子を備える、請求項1から5のいずれかに記載のコンデンサー構成部品。

10

【請求項7】

前記第二バスバーは、前記第二バスバーを前記第二電極に電氣的に接続させるための接点素子を備える、請求項3から6のいずれかに記載のコンデンサー構成部品。

【請求項8】

Yコンデンサーを更に備え、

前記第一電極、第二電極及び誘電体フィルムは、前記第一コンデンサーに対応し、

前記Yコンデンサーは、第一コンデンサーと一体化して、

前記Yコンデンサーは、第二コンデンサー及び第三コンデンサーを備え、

第二及び第三コンデンサーは、直列で、且つ、前記第一コンデンサーと並列で配置される、請求項1から7のいずれかに記載のコンデンサー構成部品。

20

【請求項9】

前記第一バスバー及び前記第二バスバーは、第一、第二及び第三コンデンサーを電氣的に接続するように構成されている、請求項8に記載のコンデンサー構成部品。

【請求項10】

前記第一コンデンサー、第二コンデンサー及び第三コンデンサーを形成する電極は、前記環状リングの外表面周りに対して実質的に平行である、請求項8又は9に記載のコンデンサー構成部品。

【請求項11】

複数の前記電極に対して実質的に直交する前記コンデンサー構成部品の第一及び第二外表面は、金属皮膜によってカバーされる、請求項10に記載のコンデンサー構成部品。

30

【請求項12】

前記第一、第二及び第三コンデンサーを形成する電極を分離する第一及び第二電気絶縁セパレーターフィルムシートを更に備える、請求項8から11のいずれかに記載のコンデンサー構成部品。

【請求項13】

前記第一電気絶縁セパレーターフィルムシートは、互いを絶縁する第一セクション及び第二セクションへと前記第一外表面上の前記金属皮膜を分離するように構成され、

第二電気絶縁セパレーターフィルムシートは、互いを絶縁する第一セクション及び第二セクションへと前記第二外表面上の金属皮膜を分離するように構成されている、請求項12に記載のコンデンサー構成部品。

40

【請求項14】

前記第一バスバーは、前記第一外表面上の前記第一セクションに電氣的に接続し、

前記第二バスバーは、前記第二外表面上の前記第一セクションに、且つ、前記第一外表面上の前記第二セクションに、接続し、

前記第二外表面の前記第二セクションは、基準電位に接続する、請求項13に記載のコンデンサー構成部品。

【請求項15】

前記第一バスバー、第二バスバー、第一コンデンサー、第二コンデンサー及び第三コンデンサーは、共通軸を囲むリングとして形成されることによって、前記第一バスバー及び第二バスバーの各々は、第一、第二及び第三コンデンサーの直径よりも直径が大きい、請

50

求項1から12のいずれかに記載のコンデンサー構成部品。

【請求項16】

請求項1から15のいずれかに記載のコンデンサー構成部品を備える電気モーター又は発電機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、コンデンサー構成部品、特にコンデンサーを有する電気モーター又は発電機に関する。

【0002】

電気モーターシステムは、一般的に、電気モーターと、電気モーターの電力を制御するように構成された制御ユニットを有する。公知のタイプの電気モーターの例としては、誘導電動機、同期ブラシ不要の永久磁石モーター、スイッチドリラクタンスモーター及びリニアモーターが挙げられる。商用の世界において、三相電気モーターは、利用可能な電気モーターの中で最も一般的な種類である。

【0003】

三相電気モーターは、一般的に3つのコイルセットを含み、各コイルセットは、交流電圧の三相の内の1つと関連した磁界を生じるように構成されている。

【0004】

電気モーター内で形成される磁極の数を増加させるために、各コイルセットは、一般的に、電気モーターの円周周りに分配されている多くのコイルサブセットを有し、それらが駆動して回転磁界を発生させる。

【0005】

実例として、図1には、3つのコイルセット14、16、18を備える典型的な三相電気モーター10を示している。各コイルセットは、直列に接続している4つのコイルサブセットからなり、所定のコイルセットに関して、各コイルサブセットによって生じる磁界は、位相が共通する。

【0006】

三相電気モーターの3つのコイルセットは、一般的にデルタ又はY字構成として構成される。

【0007】

DC電源装置を有する三相電気モーターのための制御ユニットは、一般的に、電気モーターを駆動するための三相電圧源を発生させる三相ブリッジインバーターを有する。各電圧位相は、電気モーターのそれぞれのコイルセットに印加される。

【0008】

三相ブリッジインバーターは、DC電圧源から交流電圧を発生させるために用いる、多くのスイッチング素子、例えば、電力工学的スイッチ(例、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ(IGBT)スイッチ)を備える。

【0009】

電流を切り替えたときのインバーターのインダクタンス効果を低減するために、コンデンサーを、電気モーターインバーターのためのローカル電圧源として使用する。インバーターの近くにコンデンサーを設置することによって、電圧源に関連するインダクタンスを最小限にする。従って、多重インバーターを備える電気モーターのために、環状コンデンサーリングは、コンデンサー素子とインバーターとの間の距離が最小であることが望ましい。

コンデンサーは、電荷がコンデンサープレートへ流れる及びそこから流れ出ることができるようにバスバーを備える必要がある。

【0010】

しかしながら、同心性のバスバーを製造するには、環状リングとして形成されるコンデンサーに要求される通り、バスバーの公差要求は高く、バスバーの熱膨張はコンデンサー

10

20

30

40

50

リングアセンブリに損傷を与える可能性がある。

【0011】

この状況は、改善させることが望ましい。

【0012】

本発明の態様によれば、添付の特許請求の範囲によるコンデンサー構成部品が提供される。

【0013】

本発明は、周囲の構成部品に応力を与えることなく熱的変動に起因するバスバーの膨張/収縮を許容することによって、バスバーリングの製造公差要件が低減されるという利点を提供するものである。

【0014】

本発明を、添付の図面を参照しつつ一例として以下に記載する。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】図1は、先行技術の三相電気モーターを図示している。

【図2】図2は、本発明を具体化しているモーターの分解図を図示している。

【図3】図3は、図1に示す電気モーターの分解図を別の角度で図示している。

【図4】図4は、本発明の一実施形態による電気モーターを図示している。

【図5】図5は、本発明の一実施形態による電気モーターのための制御モジュールを図示している。

【図6】図6は、本発明の一実施形態による電気モーターの部分図を図示している。

【図7】図7は、本発明の一実施形態による電気モーターのための制御モジュールを図示している。

【図8】図8は、本発明の一実施形態によるステーターの断面図を図示している。

【図9】図9は、本発明の一実施形態によるコンデンサー素子を図示している。

【図10】図10は、本発明の一実施形態によるコンデンサーの概略図を図示している。

【図11】図11は、本発明の一実施形態によるコンデンサーの断面図を図示している。

【図12】図12は、本発明の一実施形態によるコンデンサー素子を図示している。

【図13】図13は、本発明の一実施形態によるコンデンサー素子を図示している。

【図14】図14は、本発明の一実施形態によるコンデンサー素子を図示している。

【図15】図15は、本発明の一実施形態によるコンデンサー素子を図示している。

【図16】図16は、本発明の一実施形態による制御モジュールハウジングの部分図を図示している。

【0016】

記載している本発明の実施形態は、コンデンサー素子を備える電気モーターに関するものであり、上記電気モーターは、車両のホイール用である。しかしながら、電気モーターは、車両内のどこに設置してもよい。上記モーターは、車両に結合するステーターの一部であり、ホイールに結合する、一組の磁石を搭載するローターによって放射状に囲まれる一組のコイルを備えるタイプのモーターである。誤解を避けるため、本発明の様々な態様は、同じ構成の発電機に同じように適用可能である。このように、電気モーターの定義には、発電機を含むことを意図している。加えて、本発明の態様のいくつかは、放射状に囲んでいる複数のコイルの中心に搭載されたローターを備える構成に適用可能である。当業者によって理解されるように、本発明は、他のタイプの電気モーターと共に適用可能である。

【0017】

本実施形態のために、図2及び図3に図示するように、インホイール電気モーターは、ステーター252を備え、上記ステーター252は、ヒートシンク253と、複数のコイル254と、コイルを駆動するための、ステーターのリア部分上のヒートシンク253に搭載される2つの制御モジュール400と、ステーターのリア部分上に形成される凹部255内でステーターに搭載されるコンデンサー（不図示）を備える。好適な実施形態において、上記コンデンサーは

10

20

30

40

50

、環状コンデンサー素子である。コイル254は、ステータの歯様の層板構造上に形成されて、コイル巻線を形成し、上記ステータ歯薄板は、ヒートシンク253に搭載される。ヒートシンク253は、冷却するために冷却水をヒートシンク253内に流すことを可能にする少なくとも一つの冷却チャネルを備え、これによって、ヒートシンク253がヒートシンク253に結合した構成部品(例えばコイル巻線及び制御モジュール)から熱を奪うことができる。ステータカバー256は、ステータ252のリア部分に搭載され、制御モジュール400を覆い、ステータ252を形成する。次に、ステータ252を車両に固定することができる。ステータ252は、使用中、車両に対して回転しない。

【0018】

各制御モジュール400は、2つのインバータ410と、(本実施形態においては)インバータ410の動作を制御するためのプロセッサを具備する制御論理420と、を備える(図5において概略的に示している)。

10

【0019】

環状コンデンサー素子は、電気モーターの動作中、DC電力供給を複数のインバータ410に分配するために、そして、電気モーターの電源装置ライン(DCバスバーとしても知られている)の電圧リップルを低減するために、複数のインバータ410を横切って接続している。インダクタンスを低下させるために、環状コンデンサー素子は、制御モジュール400に隣接して搭載される。本実施形態の電気モーター内のコンデンサー素子は環状コンデンサーであるが、コンデンサー素子は任意の形状であってもよい。

【0020】

20

ロータ240は、ステータ252を実質的に囲む、カバーを形成する前側部分220及び円柱型部分221を備える。ロータは、円柱型部分221の内部周りに配置した複数の永久磁石242を備える。本実施形態のために、32個の磁石対を、円柱型部分221の内側に搭載する。しかしながら、任意の数の磁石対を用いてもよい。

【0021】

磁石は、ステータ252上のコイル巻線付近にあることから、コイルによって生じる磁界は、ロータ240の円柱型部分221の内部周りに配置した磁石242と相互に作用して、ロータ240を回転させる。永久磁石242を用いて電気モーターを駆動させる駆動トルクを発生させるため、永久磁石は、一般的に駆動磁石と呼ばれている。

【0022】

30

ロータ240は、ベアリングブロック223によってステータ252に取り付けられる。ベアリングブロック223は、このモーターアセンブリが取り付けられる車両において使用されるスタンダードベアリングブロックであってもよい。ベアリングブロックは、2つの部品、ステータに固定する第一部品と、ロータに固定する第二部品とを備えている。ベアリングブロックは、ステータ252の壁の中央部分253に固定され、且つ、ロータ240のハウジング壁220の中央部分225にも固定する。従って、ロータ240は、ロータ240の中央部分225でベアリングブロック223を介して、使用する車両に回転可能に固定される。そして、これには、ホイールリム及びタイヤを通常のホイールボルトを使用してロータ240に中央部分225で固定して、ホイールリムをロータの中央部分に固定し、その結果、ベアリングブロック223の回動可能側に確実に固定することができるという利点がある。ホイールボルトは、ベアリングブロック自体を通してロータの中央部分225を通じて固定されてもよい。ベアリングブロック223に搭載されるロータ240及びホイールに関して、ロータとホイールの回転角との間に1対1の関係がある。

40

【0023】

図3は、図2の反対側から図示した同じモーターアセンブリの分解図を示す。ロータ240は、アウターロータ壁220と磁石242が円周方向に配置された環状壁221とを備える。前述したように、ステータ252は、ロータ及びステータ壁の中央部分においてベアリングブロックを介してロータ240に接続する。

【0024】

V型シールは、ロータの環状壁221とステータの外縁部との間に設けられている。

50

## 【0025】

ローターは、ステーターに搭載のセンサーと連動してローター磁束角を推定することができる、位置検出のための一組の磁石227(特に、整流磁石としても知られているもの)も備える。ローター磁束角は、コイル巻線に対する駆動磁石の位置的関係を規定する。あるいは、互いに離れた一組の磁石の代わりに、ローターは、互いに離れた一組の磁石として作用する複数の磁極を有する磁性体のリングを備えてもよい。

## 【0026】

整流磁石を用いてローター磁束角を計算できるようにするために、好ましくは、各駆動磁石は、関連した整流磁石を備える。ローター磁束角は、測定された整流磁石の磁束角を較正することによって、整流磁石のセットと関連した磁束角から導き出される。整流磁石の磁束角とローター磁束角との間の相関を単純化するために、好ましくは、整流磁石のセットは駆動磁石対のセットと同じ数の磁石又は磁極対を備え、整流磁石及び関連した駆動磁石は互いに略放射状に配置される。従って、本実施形態のために、整流磁石のセットは32個の磁石対を備え、各磁石対はそれぞれの駆動磁石対と略放射状に配置される。

10

## 【0027】

センサー(本実施例においてホールセンサー)は、ステーターに搭載されている。センサーは、ローターが回転するにつれて、整流マグネットリングを形成する整流磁石の各々が各センサーを通過しながら回転するように構成される。

## 【0028】

ローターがステーターに対して回転するにつれて、整流磁石は、それに応じて、センサーを通過するように回転して、ホールセンサーがAC電圧シグナルを出力し、上記センサーは、センサーを通過する磁石対ごとに電気的角度が360度の完全な電圧周期を出力する。

20

## 【0029】

位置検出の改良のために、好ましくは、上記センサーは、第一センサーから電気角度で90度ズレて設置した関連した第二センサーを有する。

## 【0030】

図4にて図示したように、本実施形態において、電気モーターは、4つのコイルセット60を備えている。各コイルセット60は、3つのコイルサブセット61、62、63を具備し、それらがY字構成にて接続して三相サブモーターを形成することによって、4つの三相サブモーターを備えるモーターになる。後述するように、それぞれのサブモーターの動作は、2台の制御装置/制御モジュール400のうちの1台を介して制御される。しかしながら、本実施形態では4つのコイルセット60(即ち、4つのサブモーター)を備える電気モーターを記載しているが、本モーターは、関連する制御装置を具備する1又は複数のコイルセットを同時に備えることができる。好適な実施形態において、モーター40は、8つのコイルセット60を備える。各コイルセット60は、3つのコイルサブセット61、62、63を具備し、それらがY字構成にて接続して三相サブモーターを形成することによって、8つの三相サブモーターを備えるモーターになる。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備えることができることから、各サブモーターは、2又は3以上の位相を有することができる。

30

## 【0031】

図5は、それぞれのコイルセット60と制御モジュール400との間の接続を図示しており、それぞれのコイルセット60は、制御モジュール400に備わるそれぞれの三相インバーター410に接続している。当業者には周知のように、三相インバーターは、6つのスイッチを備え、三相交流電圧は、6つのスイッチの操作を制御することによって発生させることができる。しかしながら、スイッチの数は、それぞれのサブモーターに印加される電圧位相の数に依存し、上記サブモーターは、任意の数の位相を有するように構成することができる。

40

## 【0032】

4つのコイルセットのそれぞれのコイルは、個々のステーター歯に巻付けられてステーターの一部を形成している。図6にて図示したように、コイル巻線の末端部分501は、ステ

50

ーターヒートシンクの平面リア部分502を通じて突出している。図6は、ステーターの部分的な斜視図を図示するものであり、4つのコイルセット60のうちの2つのもののコイル巻線の末端部分501は、ステーターヒートシンク253の平面部分から離れるように延在している。

【0033】

制御モジュール400は、ステーターヒートシンク253の平面部分に搭載するために、ステーターヒートシンク253の平面部分に隣接して配置される。説明の便宜上、図6において、単一の制御モジュール400の図は、ステーターヒートシンク253から分け隔てて示している。上記のように、環状凹部255は、環状コンデンサー素子を収容するために、ヒートシンク253の平面部分に形成されている。

10

【0034】

本実施形態のために、ヒートシンク253の平面部分は、車両へ搭載する予定のステーター側に設置される。

【0035】

好ましくは、それぞれの制御モジュール400をステーターヒートシンク253に搭載することを容易にするために、各コイルセットのコイル巻線の端部セクション501は、ステーターのヒートシンク部分の表面に対して実質的に垂直な方向にステーターのヒートシンク部分から離れるように延在させて配置している。

【0036】

図7は、制御モジュール400の好適な実施形態の分解図と共に、制御モジュール400のモジュール構造を図示するものであり、各制御モジュール400(或いは、電力モジュールとして知られている)は、2つの電力基板アセンブリ510を搭載する電力プリント回路基板500と、制御プリント回路基板520と、環状コンデンサー素子に接続するための4つの電源バスバー(不図示)と、それぞれのコイル巻線に接続するための六相巻線バスバー(不図示)と、2つの挿入モジュール560と、6つの電流センサーとを備えている。各電流センサーは、ホールセンサーと、このホールセンサーに隣接して搭載するように構成された柔らかい強磁性体530のセクションとを備え、好ましくは、各ホールセンサーは、トロイド形状に形作られた柔らかい強磁性体断片における切欠セクションに搭載するように構成されている。

20

【0037】

制御モジュール構成部品の各々は、制御装置ハウジング550と対向する電力プリント回路基板500に、それぞれの挿入モジュールを介して4本の電源バスバー及び六相巻線バスバーを搭載した状態で制御モジュールハウジング550内に搭載させている。

30

【0038】

各電力基板510は、電力プリント回路基板500に形成されたそれぞれの開口部に搭載するように構成され、電力基板510の各々は、三相インバーター410が形成される3mmの銅製基部プレート600を備える。対応する開口部511は、制御モジュールハウジング550に形成され、制御装置ハウジング550がステーターに搭載されると、電力基板510の各々の銅製基部プレートがステーターヒートシンク253と直接接触するように設置することができることから、電力基板510の各々の基部を直接冷却することができる。

40

【0039】

4つのコイルセットのうちの2つのものと関連する各コイル巻線における電流を判断するための6つのホールセンサー(不図示)は、電力基板アセンブリ510の銅製基部プレートに近接するように、電力プリント回路基板500の下側に搭載される。ホールセンサー信号は、制御プリント回路基板520に提供される。

【0040】

電力プリント回路基板500は、電力基板アセンブリ510上に形成されたインバータースイッチ用ドライバを備える様々な他の構成部品を備えており、上記ドライバを用いて制御プリント回路基板520由来の制御シグナルを、電力プリント回路基板500に搭載されたスイッチを操作するための適切な形に変換するが、これらの構成部品は、より詳しくは記述して

50

いない。

【0041】

挿入モジュール560は、電力プリント回路基板500が制御モジュールハウジング550に搭載されると、電力プリント回路基板500を覆うように搭載するように構成される。

【0042】

各挿入モジュール560は、各挿入モジュール560がそれぞれの電力基板アセンブリ510上に形成されたインバータスイッチ周辺に広がるように配置された開口部を有した状態で、電力プリント回路基板500に搭載されたそれぞれの電力基板アセンブリ510を覆うように搭載するように構成される。

【0043】

各挿入モジュール560は、挿入モジュール560が覆うように搭載される電力基板アセンブリ510上に形成されたインバータを、環状コンデンサ素子及びコイルセットの相巻線に接続するための2つの電源バスバー及び三相巻線バスバーをそれぞれ載せるように構成されている。

【0044】

挿入モジュール560は、また、電力プリント回路基板500及び制御プリント回路基板520が制御モジュールハウジング550に搭載されると、電力プリント回路基板500から制御プリント回路基板520を分け隔てるためのスペーサとしての役割を果たす。

【0045】

挿入モジュール560のうちの1つに搭載される電源バスバーの第一ペアは、電力基板アセンブリ510の1つの上に形成される第一インバータ410に電圧源を提供するためのものである。第二挿入モジュール560に搭載される電源バスバーの第二ペアは、他の電力基板アセンブリ510の上に形成される第二インバータ410に電圧源を提供するためのものである。

【0046】

電源バスバーの各ペアについて、電源バスバーの1つは、電力回路基板500の平面上に形成される第一平面上に設置される。他の電源バスバーは、第一平面上の第二平面上に設置される。好ましくは、電源バスバーの各ペアは、実質的に同一平面上に配置される。

【0047】

六相巻線バスバーは、電源バスバーに対して各電力基板アセンブリ510の反対側の制御モジュールハウジング550に設置される。相巻線バスバーは、当業者にとって周知の通り、各コイル巻線と接続するために、各インバータレッグと接続する(即ち、相巻線バスバーは、電力基板アセンブリ510の1つの上に形成される三相インバータの各レッグに接続し、相巻線バスバーは、他の電力基板アセンブリ510の上に形成される三相インバータの各レッグと結合する)。

【0048】

制御プリント回路基板520は、電力プリント回路基板500上の、制御モジュールハウジング550に搭載するように構成される。

【0049】

制御プリント回路基板520は、各コイルサブセット61、62、63にわたるPWM電圧制御を使用して、各インバータスイッチの動作を制御して各電気モーターコイルセット60に三相電圧源を供給することができるプロセッサ420を備える。所定のトルク要件のために、各コイルセット全体に印加される三相電圧は、ベクトル制御FOCを使用して決定される。これは、生じた電流を測定するための、制御モジュールハウジング550内に搭載された電流センサーを使用して制御プリント回路基板上のプロセッサによって実行される。

【0050】

PWM制御は、モーターインダクタンスを利用して、印加パルス電圧を平均化し、モーターコイルに必要な電流を送る。PWM制御を用いて、複数のモーター巻線にわたって印加電圧を切り替える。モーターコイル間で電圧を切り替えている間に、モーターコイルにおける電流は、それらのインダクタンス及び印加電圧によって決まる割合で上昇する。PWM電

10

20

30

40

50



圧制御は、電流が要求値を越えて増加する前にスイッチをオフにすることで、電流の厳密な制御が達成される。

【0051】

インバータスイッチは、半導体装置(例えば、MOSFET又はIGBT)を備えることができる。本実施例では、スイッチは、IGBTを備える。しかしながら、任意の適切な公知のスイッチング回路を電流制御に使用されることができる。かかるスイッチング回路の1つの周知の例は、三相電気モーターを駆動するように構成された6つのスイッチを備える三相ブリッジ回路である。6つのスイッチは、2つのスイッチが3つ並列するセットとして構成され、スイッチの各対は、直列に設置され、三相ブリッジ回路のレッグを形成する。直流電源は、当業者にとって周知の通り、電気モーターのそれぞれのコイル巻線がスイッチの各ペア間で接続した状態で、インバータのレッグを横切って接続している。単相インバータは、直列に配置された2つのペアを備えて、インバータの2つのレッグを形成する。

10

【0052】

三相電圧源は、それぞれのコイルサブセットに電流を発生させ、且つ、それぞれのサブモーターが必要とするトルクを提供するための対応回転磁界を発生させる。

【0053】

加えて、各制御プリント回路基板520は、1つの制御モジュール400が電気モーターの外側に搭載される車両制御装置と通信するように構成しつつ、コミュニケーションバスを介してそれぞれの制御モジュール400間での通信を可能にするインターフェース構成を有し、外部取付けコントローラは、一般的に、制御モジュール400に必要なトルク値を与える。各制御モジュール400上のプロセッサ420は、インターフェース構成を超えての通信を扱うように構成されている。

20

【0054】

上記のように、本実施形態は、3つのコイルサブセット61、62、63を備える各コイルセット60について記述しているが、本発明は、これに限定されず、各コイルセット60が1又は複数のコイルサブセットを備えてもよいことは理解されるだろう。

【0055】

図8は、ヒートシンク253の平面部分に形成された環状凹部255内に搭載されたコンデンサー素子ハウジング810内に環状コンデンサー素子800が収容された状態にある、ステータセクションの断面図を図示している。

30

【0056】

環状コンデンサー素子800は、第一バスバーを備え、第一バスバーは、第一外側電極を介して第一内部コンデンサー電極に接続している。後述するように、第一バスバーに隣接して搭載された第二バスバーは、第二外側電極を介して第二内部コンデンサー電極に接続している。第一バスバーによって、電荷が第一内部コンデンサー電極へ流入及びそこから流出することができる。第二バスバーによって、電荷が第二内部コンデンサー電極へ流入及びそこから流出することができる。第一内部コンデンサー電極及び第二内部コンデンサー電極は、コンデンサープレートに対応する。

【0057】

図9は、環状コンデンサー素子800の分解図を図示するものであって、第一バスバー900及び第二バスバー910は、第一バスバー900及び第二バスバー910が第一絶縁フィルム930によって分け隔てられた状態で、環状コンデンサー構成部品920の外表面周りに搭載されている。第一バスバー900は、第二絶縁フィルム940によって環状コンデンサー構成部品920の外周から電氣的に絶縁されている。

40

【0058】

環状コンデンサー構成部品周りに形成された同心性のバスバー900、910(バスバー900、910は、コンデンサー素子の側面に分離して設置されたものではなく、薄い絶縁体層930によって分け隔てられている)を有することによって、インダクタンスが最小限となることから、インバータにおけるロスが低減される。

【0059】

50

第一バスバー900は、DC電源(例えば、インホイール電気モーターを収容している車両内に設置されたバッテリー)の第一端末に第一バスバー900を接続するための第一電氣的結合要素950を備える。同様に、第二バスバー910は、DC電源の第二端末に第二バスバーを接続するための第二電氣的結合要素960を備えることで、環状コンデンサー素子は、DC電源とインホイール電気モーターに搭載されたそれぞれのインバーターとの間で並列に接続することができる。

【0060】

加えて、第一バスバー及び第二バスバーは、制御モジュールに搭載されたそれぞれのインバーター電源バスバーに接続するための接続部材980を備えて、環状コンデンサー素子800が、対応するインバーターの各々に対する電圧源として作用する。これによって、単一のコンデンサーを用いて複数のインバーターをサポートすることができる。

10

【0061】

一実施形態として、第一バスバー900及び第二バスバー910は、バスバー900、910が同心性となるように環状コンデンサー構成部品920に押し込まれた、予め製造された環状構成部品であってもよい。しかしながら、バスバー900、910の寸法公差と、温度膨張の結果として生じ得るコンデンサーアセンブリに対する損傷の危険と、を最小限にするために、好ましくは、バスバー900、910のうちの少なくとも1つをC形状として製造する(バスバー900、910の各々のセクション970は、製造及び/又は温度膨張から生じる環状コンデンサー構成部品920の直径が変動することを考慮に入れるために取り除かれる)。同様に、第一バスバー900及び第二バスバー910の隙間を有することによって、周囲の構成部品に応力を与えることなくバスバーの膨張/収縮が許容される。C形状のバスバーを形成するための、第一バスバー900及び第二バスバー910に形成される隙間は、任意の適切なサイズであってもよい。しかしながら、好適な隙間のサイズは、バスバーの末端と電気モーターの熱エンベロープとの接触が回避される隙間サイズを決定するために、バスバーに使用する素材の熱膨張率の値及び技術的製作公差及び構成部品サイズを用いて算出される。

20

【0062】

後述するように、好ましくは、環状コンデンサー構成部品920は、複数のコンデンサーを組み合わせて単一のコンデンサー素子にする(環状コンデンサー構成部品920は、第一コンデンサー、第二コンデンサー及び第三コンデンサーを備える)。

【0063】

第一コンデンサーは、電気モーター上の制御モジュール400に搭載される各インバーターとDC電圧源とを接続するように構成され、第一コンデンサーは、スイッチング素子にロス及び電氣的ストレスを引き起こし、インバーター由来の高パルス電流負荷をもたらす得る、インバータースイッチ全体にわたって生じる電圧過渡現象を阻害するように構成されている。これは、電流の切り替え中に、インバーターに対するインダクタンスを低下させる効果を有する。第一コンデンサー素子は、DC電圧源とそれぞれのインバーターとの間で並列に接続している。

30

【0064】

また、インバーターによって生じる電磁気ノイズを減らすために、環状コンデンサー構成部品920は、第一コンデンサーと並んで接続する第二及び第三コンデンサーを組み込んだ状態で備える。第二及び第三コンデンサーは、Yコンデンサー素子として作用し、互いに直列に且つ第一コンデンサーと並列に接続している。第二及び第三コンデンサーは、第一コンデンサーと一体化して、環状コンデンサー素子を形成するが、第二及び第三コンデンサーは、第一コンデンサーに対して別々の要素として形成してもよい。

40

【0065】

Yコンデンサーは、電気モーター内のEMCソリューションの一部として作用する。YコンデンサーをローカルDCリンクコンデンサー(即ち、第一コンデンサー)と組み合わせて使用して、DCリンクへ逆流させるコモンモードEMC電流の経路を提供することによって電磁放射線を低減/制御する。これによって、モーターから流れ出るEMC電流が低減される。

【0066】

50

関連したインバーターと共に複数のサブモーターを備える電気モーターに関して、一般的に、2つのYコンデンサーがインバーターごとに必要である。マルチインバーター構成に関しては、電気モーターシステムのパッケージング、コスト及び信頼性に悪い影響を及ぼす可能性がある。しかしながら、本発明は、単一のYコンデンサー構成がマルチインバーターをサポートすることができる。これによって、パッケージング要件が低くなり製造工程が簡単になる。

【0067】

図10は、第一コンデンサー1010が直流電圧源のプラス電源レールとマイナス電源レールとの間で接続し、第二コンデンサー1020がマイナス電源レールと基準電位(例えば車両シャーシ)との間で接続し、第三コンデンサー1030がマイナス電源レールと基準電位との間で接続した状態の、組込まれた環状コンデンサー構成部品920に関する等価回路を図示するものである。上記のように、それぞれのインバーターは、DC電圧源のプラス電源レールとマイナス電源レールを横切って接続している。

10

【0068】

複数のインバーターは、スイッチング、タイミング及び様々なインバーター要求に起因して、同時に同じ電流を流さないため、単一のコンデンサーを用いて複数のインバーターをサポートすることによって、スペースを小さくしつつ全キャパシタンスを低下させることができる。単一のコンデンサーを環状要素として構成する場合、複数の別々のインバーターのように構成することができることから、誘起効果を低減して、スナバコンデンサーの必要がなくなる。

20

【0069】

図11は、第一バスバー900及び第二バスバー910を備える環状コンデンサー素子800の1つのセクションの断面図を図示している。

【0070】

環状コンデンサー構成部品920は、環状要素を形成するように巻かれた誘電体フィルムを少なくとも1つ備え、複数の内部電極(即ち、コンデンサープレート)は、フィルム上に形成される。内部電極は任意の適切な手段によって形成してもよいが、本実施形態のために、内部電極はフィルム上に金属化層を作製することによって形成される。別の実施形態において、複数のフィルムを、各フィルム上に形成された別々の電極と共に用いてもよい。例えば、二層のフィルムであって、それぞれのフィルムの片側に金属被膜が形成されている二層のフィルムである。これは、円筒形状に丸くくるまっている。

30

【0071】

環状コンデンサー構成部品920を形成するそれぞれのコンデンサー間の接続を単純化するために、本実施形態に関して、第三コンデンサーは、第一コンデンサーと第二コンデンサーとの間に組み込まれる。しかしながら、コンデンサーは、任意の順番で配置することができる。

【0072】

第一コンデンサー1010、第二コンデンサー1020及び第三コンデンサー1030は、第三コンデンサー1030から第一コンデンサー1010を電氣的に分け隔てるためにフィルム上に形成した絶縁領域と、第二コンデンサー1020から第三コンデンサー1030を電氣的に分け隔てるためにフィルム上に形成した絶縁領域(例えば、金属被膜を一部のフィルムから除去する)を有する単一のフィルムを使用して形成してもよい。しかしながら、本実施形態のために、第一コンデンサー1010、第二コンデンサー1020及び第三コンデンサー1030は、別々のフィルム上に形成され、第三コンデンサー1030のフィルムは、第一コンデンサー1010上に巻きつけられ、第二コンデンサー1020のフィルムは、第三コンデンサー1030上に巻きつけられ、3つの別々のフィルム層を有するコンデンサー素子を形成している(別々のフィルム層の各々は、別々のコンデンサーに対応する)。コンデンサー素子間の電氣的絶縁を増加させるために、好ましくは、別々の絶縁フィルムは、第一コンデンサー1010と第三コンデンサー1030との間、及び、第三コンデンサー1030と第二コンデンサー1020との間に設置される。

40

50

## 【0073】

誘電体フィルムは、任意の適切な素材(例えば、ポリマーフィルム)から作ることができる。

## 【0074】

第一コンデンサー1010、第二コンデンサー1020及び第三コンデンサー1030の内部電極を形成する、誘電体フィルム上に形成される金属化層は、誘電体フィルムの表面と直交する1つの誘電体フィルムエッジにまで延在するように構成されている。特に、第一電極を形成する第一金属化層は、誘電体フィルムの表面と直交する1つの誘電体フィルムエッジに延在するように構成されている。しかしながら、第一金属化層は、誘電体フィルムのその対向側エッジにまでは延在していない。これによって、誘電体フィルムのその対向側エッジ上に絶縁領域が残る。第二電極に形成される、対応する第二金属化層は、フィルムの表面と直交し、且つ、第一金属化層が延在するように構成されたエッジの反対側にある、誘電体フィルムのエッジにまで延在するように構成されている。第二金属化層は、誘電体フィルムのその対向側エッジにまでは延在していない。これによって、誘電体フィルムのその対向側エッジ上に絶縁領域が残る。

10

## 【0075】

その結果、金属化層のエッジを、コンデンサー素子のプラス及びマイナスプレートとして使用し、誘電体フィルムの表面と直交する環状コンデンサー素子のエッジは、金属層によってカバーされ、環状コンデンサー素子間の第一外側電極1110及び第二外側電極1120をそれぞれ形成する。

20

## 【0076】

一体型コンデンサー素子を有するマルチ素子コンデンサーを有するためには、個々のコンデンサー素子は、互いに分離することができ、それぞれのコンデンサー端子に対して明確に電氣的に接続することができる必要がある。

## 【0077】

それぞれのコンデンサー素子間で電氣的分離を達成するために、第一外側電極1110は、2つのセクションに分けられている。絶縁体層1130は、第一コンデンサー1010と第三コンデンサー1030との間の接合面で第一外側電極1110を分ける。絶縁体層1130は、第一コンデンサー1010と第三コンデンサー1030との間に設置される第一分離フィルムの形をとり、第一外側電極1110の2つのセクション間に絶縁体バリアを提供して、半径方向内側セクション1140及び半径方向外側セクション1150を形成している。好ましくは、フィルムコンデンサー内で使用する既存の絶縁フィルムを、この絶縁バリアを形成するために用いてもよい。第一外側電極1110の内側放射状セクション1140と外側放射状セクション1150との間の電氣的分離を改良するために、第一分離フィルム1130は、第一外側電極1110の表面から垂直に離れて延在するように構成されている。即ち、図11にて図示したように、絶縁フィルム1130は、端子面より上に突出して、空間的距離を延ばしている。

30

## 【0078】

第二外側電極1120は、2つのセクションに分けられている。絶縁体層1160は、第二コンデンサー1020と第三コンデンサー1030との間の接合面で第二外側電極1120を分けている。絶縁体層1160は、第二コンデンサー1020と第三コンデンサー1030との間に設置される第二分離フィルムの形をとり、第二外側電極1120の2つのセクション間に絶縁体バリアを提供して、半径方向内側セクション1170及び半径方向外側セクション1180を形成する。好ましくは、フィルムコンデンサー内で使用する既存の絶縁フィルムを、上記絶縁バリアを形成するために用いてもよい。第二外側電極1120の内側放射状セクション1170と外側放射状セクション1180との間の電氣的分離を改良するために、第二分離フィルム1160は、第二外側電極1120の表面から垂直に離れて延在するように構成されている。即ち、図11にて図示したように、絶縁フィルム1160は、端子面より上に突出して、空間的距離を延ばしている。

40

## 【0079】

それぞれの絶縁フィルム1130、1160が外側電極1110、1120の表面から離れるように延在可能になることによって、コンデンサー素子の外側電極1110、1120へのバスバー接続ポイ

50

ントをコンデンサー素子間の接合面/接合部付近に設置することができる。その結果、環状コンデンサー素子800のサイズ/幅を増加させる必要がなくなる。

【0080】

上記のように、第一バスバー900及び第二バスバー910は、環状コンデンサー構成部品の外表面周りに搭載され、第一バスバー900及び第二バスバー910は、それらの間に設置された絶縁フィルムを使用して互いに電氣的に分離されている。

【0081】

本実施例において、第一コンデンサー1010、第二コンデンサー1020及び第三コンデンサー1030の内部電極及び第一及び第二バスバー900、910は、軸周りに放射状に対称形である。

【0082】

第一外側コンデンサー電極1110と、第二外側コンデンサー電極1120と、第一バスバー900と、第二バスバー910との間を電氣的に接続可能とするために、第一バスバー900及び第二バスバー910は、第一外側コンデンサー電極1110と第二外側コンデンサー電極1120との電氣的接触を作るためのコンタクトアームを備える。第一バスバー900用のコンタクトアーム1210は、図12に図示している。

【0083】

バスバーコンタクトアームは、内部コンデンサー電極に対して実質的に90度で環状コンデンサー構成部品の方へと、各バスバー900、910の本体から延在する。このバスバーコンタクトアーム1210の配向によって、バスバーコンタクトアームは、各外側コンデンサー電極を通じて延在することができる。

【0084】

図11は、図10に図示される等価回路を提供する、環状コンデンサー素子を形成する各コンデンサーに対する第一バスバーと第二バスバーとの間のそれぞれの電氣的接続を図示している。

【0085】

第一バスバー900の1つの末端上に形成される第一コンタクトアーム1190は、上記第一バスバー900の反対側の末端上に形成された第二コンタクトアーム1191が第二外側コンデンサー電極1120の外側放射状部分1180に結合している状態で、第一外側コンデンサー電極1110の内側放射状部分1140に接続する。第一コンタクトアーム1190は、第一コンデンサー1010と第三コンデンサー1030との間から突出している絶縁フィルム1130を通じて延在するように構成されている。

【0086】

第二バスバー910の1つの末端上に形成される第二コンタクトアーム1192は、第二外側コンデンサー電極1120の内側放射状部分1170に結合する。第二コンタクトアーム1192は、第三コンデンサー1030と第二コンデンサー1020との間から突出している絶縁フィルム1160を通じて延在するように構成されている。

【0087】

第一外側コンデンサー電極1110の外側放射状部分1150は、基準電位(例えば、車両シャーシ)に結合するように構成されている。

【0088】

それぞれのバスバー900、910の製造原価を最小にするために、バスバー900、910は、バスバー900、910を環状コンデンサー構成部品920に電氣的に接続させるための実質的に同一のコンタクトアームの多重セクションと、各制御モジュール400に収容したインバーターにバスバー900、910を結合させるための電源結合部材980と、を備えるように構成されている。多重セクションは、一回で処理可能な単一の大きなツールを使用するよりはむしろ、より小さい/より安価なツールによってコンデンサーバスバーのセクションを繰り返しカットして反復パターンを形成する。多重反復パターンは、図12及び図13に図示している。

【0089】

10

20

30

40

50

加えて、第一バスバー900及び第二バスバー910を、第一内部コンデンサー電極及び第二内部コンデンサー電極と並列で、且つ、第一外側コンデンサー電極1110及び第二外側コンデンサー電極1120に対して垂直に、環状コンデンサー構成部品920(或いは、コンデンサーリングとして知られている)の外周周りに設置することによって、コンデンサーバスバーの表面積を増加させることにより第一バスバー900及び第二バスバー910を形成する金属板の厚さを減らすことができる。これは、コンデンサーリングの直径に対する影響を最小限にしつつ、コンデンサーリングの軸方向の幅が増加しないことを確実にする。バスバーの表面積の増加は、結果としてバスバーのインダクタンス及び温度も低下させる。加えて、バスバーの表面積を増加させることによって、バスバーを製造するために用いる金属板の断面厚さを小さくすることができることから、構成部品の製造を容易にするためにバスバーを作製する金属板を環状コンデンサー素子周りにより容易に巻くことができる。

10

## 【0090】

図14は、環状コンデンサー素子ハウジング810内に搭載される環状コンデンサー素子800の斜視図と、環状コンデンサー素子800及び環状コンデンサー素子ハウジング810の分解図を図示するものである。

## 【0091】

図15は、環状コンデンサー構成部品920の平面図及び断面図を図示するものである。

## 【0092】

4つのコイルセット60のうちのものそれぞれのコイル巻線が制御モジュールハウジング550の中のそれぞれの相巻線バスバーに接続可能とするために、制御モジュールハウジング550は、6つの開口部610を備えるように構成されている。

20

## 【0093】

6つの開口部610は、ステーターヒートシンク253の平面部分に隣接して搭載されるハウジング550側の制御モジュールハウジング550の外側エッジに形成される。

## 【0094】

制御モジュールハウジング550に形成された6つの開口部610のサイズ及び位置は、ステーターヒートシンク253の平面部分から延在するコイル巻線の末端部分の位置及び直径にマッチするように構成することによって、制御ハウジングモジュール550がステーターヒートシンク253の平面部分に搭載されると、コイル巻線のそれぞれの末端部分が開口部610を通じて延在することができる。

30

## 【0095】

図16には、制御モジュールハウジング550の部分的な斜視図を図示している。凹部710は、制御モジュールハウジング550に形成される6つの開口部610の各々の周辺に形成され、各凹部710は、柔らかい強磁性体530(例えば、フェライト素子)でできている部分的トロイドが凹部710に設置できるサイズである。部分的トロイドの上部は、部分的トロイド530が凹部710に搭載されると、制御モジュールハウジング550の底部セクションと実質的に水平となるように構成されている。強磁性体530の部分的トロイドは、電力プリント回路基板500に搭載されるホールセンサーのサイズに実質的に対応するセクションがトロイドから除かれている。コイル巻線が開口部610を通過するときコイル巻線のガイドを促進するために、制御モジュールハウジング550は、各開口部610周りに形成された導管セクションを備えるように構成されている。また、各開口部のそれぞれの周辺に形成された導管セクションは、制御モジュールハウジング550に設置されるエラストマーがエラストマーの硬化工程中に開口部を通じて逃げることを防止している。

40

## 【0096】

好ましくは、制御モジュールハウジング550の基部に形成された凹部710は、電力プリント回路基板500が制御モジュールハウジング550内に搭載されると、トロイドの欠落セクションと電力プリント回路基板500に搭載されるホールセンサーとの位置が合う場合にのみ凹部710内に柔らかい強磁性体530の部分的トロイドを設置することができることを確実にすることが重要である。

## 【0097】

50

一旦柔らかい強磁性体530の部分的トロイドが、制御モジュールハウジング550の基部に形成された各凹部710に搭載されると、電力プリント回路基板500は制御モジュールハウジングの位置まで降ろされる。電力プリント回路基板500が制御モジュールハウジング550の位置まで降ろされると、柔らかい強磁性体530の部分的トロイドと、電力プリント回路基板500に搭載したホールセンサーとの位置合わせの結果、電力プリント回路基板500に搭載したホールセンサーは、制御モジュールハウジング550に搭載された各部分的トロイド530の欠落セクションに挿入される。

【0098】

一旦電力プリント回路基板500が制御モジュールハウジングの位置まで降りると、挿入モジュールは、電力基板上に形成された各インバーターがそれぞれの電源バスバー及び相巻線バスバーに結合した状態で、それぞれの電力基板アセンブリを通じて配置される。

10

【0099】

それぞれの挿入モジュールに形成された相巻線バスバーの各々は、コイルセットのうちの1つのものの相巻線に相巻線バスバーを結合させるための接続セクションを備えるように構成されている。各相巻線バスバー用の接続セクションは、制御モジュールハウジング550の基部に形成された各開口部610周りに延在するように構成されている。

【0100】

次に、制御プリント回路基板520は、制御プリント回路基板520が電力プリント回路基板500に電氣的に接続して、制御プリント回路基板520が電力基板アセンブリ510上に形成されたインバーター上のスイッチの操作を制御できる状態で、制御モジュールハウジング550内の電力プリント回路基板500上に搭載される。

20

【0101】

制御モジュール400をステーターに搭載するために、ステーターヒートシンク253の平面表面から離れるように延在する2つのコイルセット60を形成するコイル巻線のそれぞれの端部セクション(即ち、6つのコイル巻線の端部セクション)は、制御モジュールハウジング550の基部に形成される各開口部610と位置合わせを行なう。次に、制御モジュール400をステーターの表面と同一の平面上に押し付ける。その結果、ステーターヒートシンク253の平面表面から離れるように延在する2つのコイルセット60のコイル巻線のそれぞれの端部セクション(即ち、6つのコイル巻線の端部セクション)は、制御モジュール400に搭載される電流センサーの各々がコイル巻線のそれぞれの端部セクションに隣接して搭載された状態で、制御モジュールハウジング550の基部に形成される各開口部610を通じて延在する。

30

【0102】

制御モジュールは、任意の適切な手段(例えば、制御モジュールを通じてステーターヒートシンクの表面に延在する1又は複数のボルト)によって、ステーターに搭載することができる。

【0103】

一旦制御モジュールがステーターに搭載されると、電力プリント回路基板500に搭載された相巻線バスバーの各接続セクションは、コイル巻線のそれぞれの端部セクションに接続し、任意の適切な手段(例えばクリンピング又は溶接)を用いてコイル巻線のそれぞれの端部セクションに相巻線バスバーの接続セクションを接続させてもよい。同様に、制御モジュールに収容された各電源バスバーは、任意の適切な手段(例えばクリンピング又は溶接)を使用して第一バスバー及び第二バスバー上のそれぞれの接続部材に結合する。

40

【0104】

それぞれの相巻線バスバーを介して第一コイルセット60に結合する、1つの電力アセンブリ510上に形成されたインバーター410は、第一コイルセットの電流を制御するように構成されている。制御モジュール400における他の電力アセンブリ510上に形成された他のインバーター410は、第二コイルセット60の電流を制御するように構成され、それぞれの電流センサーによる電流測定値を、制御プリント回路基板520上のプロセッサが使用して、それぞれのコイルセット60の電流を制御する。

50

【 0 1 0 5 】

同様に、第二制御モジュール400は、第三及び第四コイルセット60の電流を制御するように構成されている。

【 図 1 】

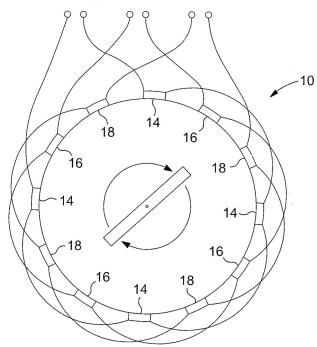


Fig. 1

【 図 2 】

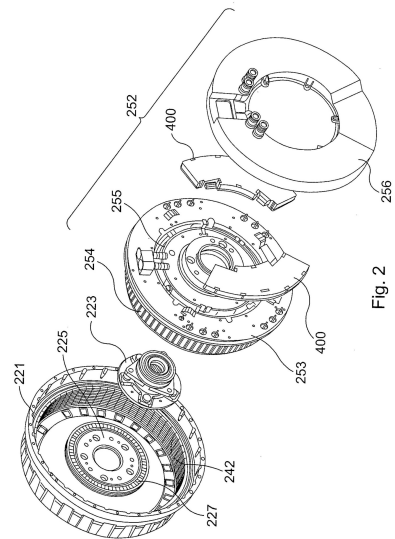


Fig. 2



【図3】

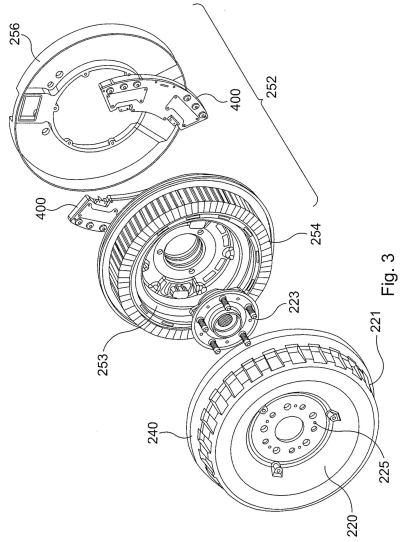


Fig. 3

【図4】

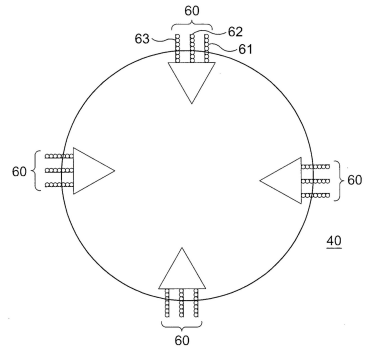


Fig. 4

【図5】

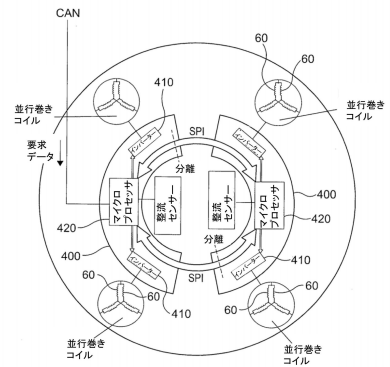


Fig. 5

【図6】

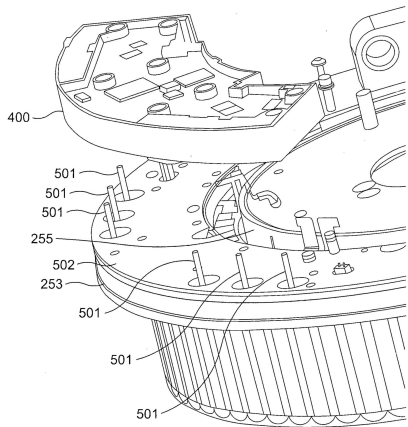


Fig. 6

【図7】

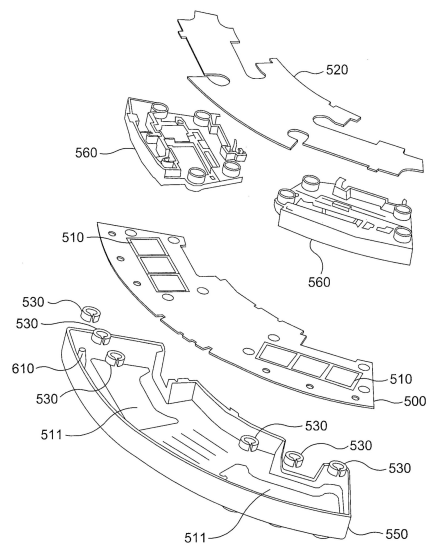


Fig. 7

【図8】

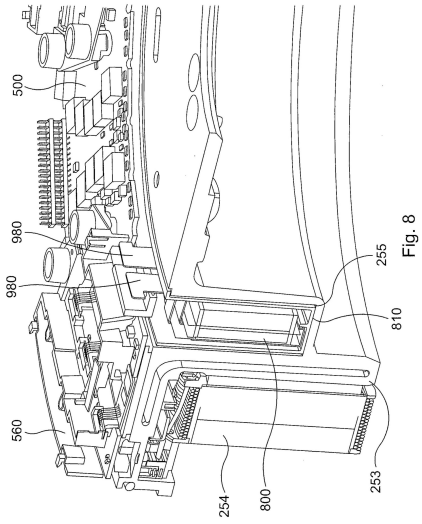


Fig. 8

【図9】

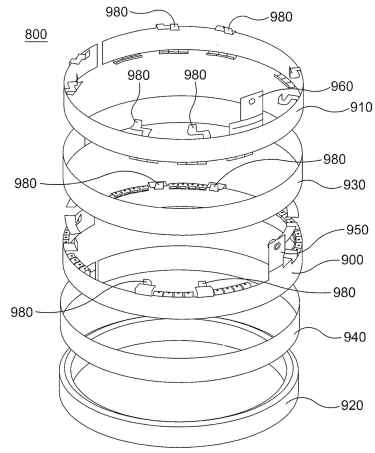


Fig. 9

【図10】

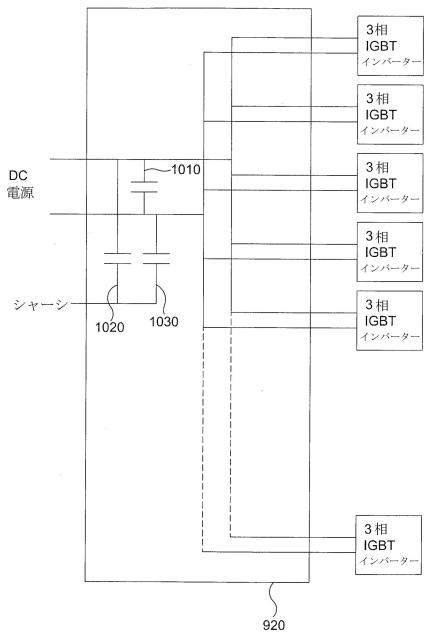


Fig. 10

【図11】

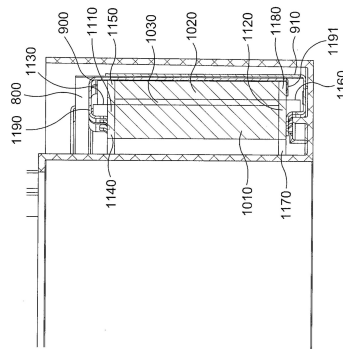


Fig. 11

【図12】

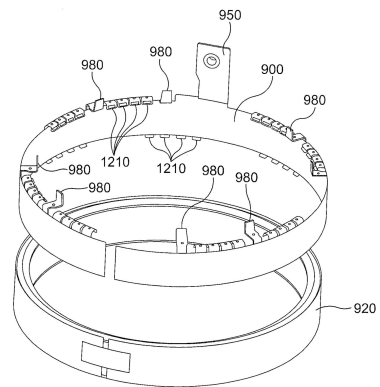


Fig. 12

【図 13】

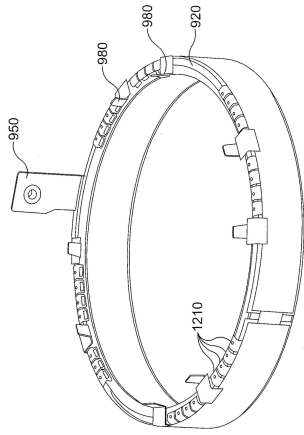


Fig. 13

【図 14】

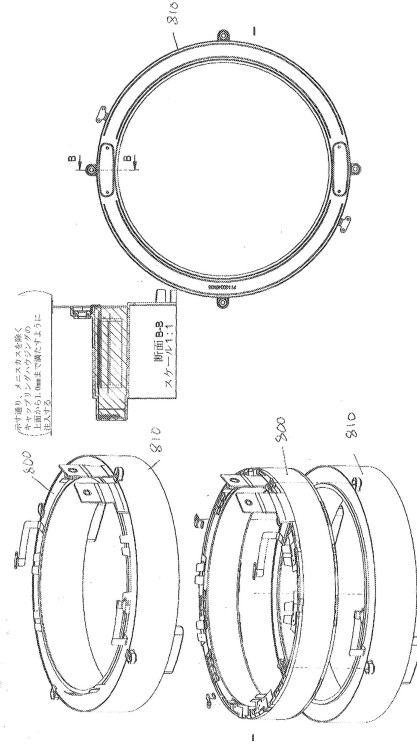


FIG. 14

【図 15】

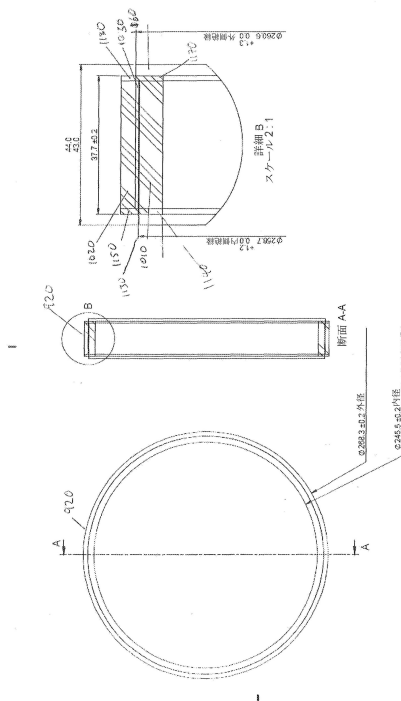


FIG. 15

【図 16】

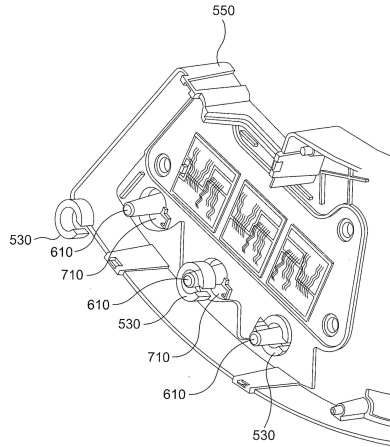


Fig. 16

---

フロントページの続き

(72)発明者 オーウェン, ジェフリー  
イギリス ジーユー10 5イーエイチ サリー 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, プロティアン エレ  
クトリック リミテッド内

審査官 田村 恵里加

(56)参考文献 米国特許出願公開第2007/0284157 (US, A1)  
米国特許第05491370 (US, A)  
特開2010-197093 (JP, A)  
特開2003-318062 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H02K 11/00 - 11/40  
B60L 1/00 - 3/12, 7/00 - 13/00,  
/00 - 15/42

15