

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7110099号

(P7110099)

(45)発行日 令和4年8月1日(2022.8.1)

(24)登録日 令和4年7月22日(2022.7.22)

(51)国際特許分類

F I

H 0 2 J 7/00 (2006.01)

H 0 2 J 7/00 3 0 2 A

B 6 0 L 50/60 (2019.01)

B 6 0 L 50/60

H 0 2 P 31/00 (2006.01)

H 0 2 J 7/00 J

H 0 2 M 3/155(2006.01)

H 0 2 J 7/00 P

H 0 2 M 7/48 (2007.01)

H 0 2 P 31/00

請求項の数 15 (全41頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2018-532486(P2018-532486)

(86)(22)出願日 平成28年9月12日(2016.9.12)

(65)公表番号 特表2018-529307(P2018-529307
A)

(43)公表日 平成30年10月4日(2018.10.4)

(86)国際出願番号 PCT/AU2016/050852

(87)国際公開番号 WO2017/041144

(87)国際公開日 平成29年3月16日(2017.3.16)

審査請求日 令和1年9月11日(2019.9.11)

(31)優先権主張番号 2015903706

(32)優先日 平成27年9月11日(2015.9.11)

(33)優先権主張国・地域又は機関
オーストラリア(AU)

前置審査

(73)特許権者 518083722

インバーテッドパワー ピーティーワイ
リミテッドオーストラリア国 ビクトリア州 3 0 8
1, ヘイデルバーグ ウェスト, パシ
フィック ドライブ 1 0

(74)代理人 100067736

弁理士 小池 晃

(74)代理人 100192212

弁理士 河野 貴明

(72)発明者 スモルナールス, ステファン

オーストラリア国 ビクトリア州 3 0 8
1, ヘイデルバーグ ウェスト, パシ
フィック ドライブ 1 0

審査官 田中 慎太郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 1 又は複数の誘導巻線を有する誘導負荷用のコントローラ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電気自動車のためのコントローラであって、前記コントローラが、
1 つ以上の誘導巻線を有する前記電気自動車のモータと、
第 1 のハーフブリッジ整流器を有する第 1 の駆動回路と、
第 2 のハーフブリッジ整流器を有する第 2 の駆動回路と、
第 3 のハーフブリッジ整流器を有する第 3 の駆動回路と、
並列に配置された前記第 1、第 2 及び第 3 の駆動回路の正の電力レール及び負の電力レールを含む同様の電力レールの各対に接続する第 1 の入力と、
前記第 1 の入力の間に接続されたエネルギーストレージデバイスの形態の第 1 の D C 電源
及び第 1 のバルクキャパシタ C b 及び第 2 のバルクキャパシタ C r と、
前記第 1、第 2 及び第 3 の駆動回路を第 1 の状態から第 2 の状態へ再設定する制御信号
を発行するように構成された制御モジュールと、
を備え、

1 つ以上の前記誘導巻線が、前記第 1、第 2 又は第 3 のハーフブリッジ整流器の 1 つの
中点から前記第 1、第 2 又は第 3 のハーフブリッジ整流器の他の 1 つの中点の間に接続さ
れており、

前記第 1 の状態において、前記制御信号に応答して、前記第 1、第 2 及び第 3 の駆動回
路が、第 1 の期間において、前記電気自動車を推進する為に前記モータを駆動し、第 2 の
期間において、前記エネルギーストレージデバイスを再充電する為に第 1 の D C 充電電流を

10

20

発生するように構成されており、

前記コントローラが前記第 1 の状態の時に、前記第 2 のバルクキャパシタ C_r は前記モータに供給される電位をフィルタリングするように構成され、

前記第 1、第 2 及び第 3 の駆動回路は、前記第 1 の入力に接続され、前記制御信号に応答して負荷電流を受け取り、1 つ以上の前記誘導巻線のうちの少なくとも 1 つを選択的に通電し、

再設定状態である前記第 2 の状態において、前記コントローラが、

第 2 の入力の間に接続され、前記エネルギーストレージデバイスを充電する外部電源の形態の第 2 の DC 電源と、

前記第 2 の駆動回路の間に接続された前記第 2 の入力と、

前記第 1 の駆動回路及び前記第 2 の駆動回路の間に、正の電力レール及び負の電力レールの少なくとも一方に配置されたスイッチと、

前記第 1 の入力の間の前記第 1 のバルクキャパシタ C_b 及び前記第 2 の入力の間の前記第 2 のバルクキャパシタ C_r と、
を備え、

前記第 2 の状態において、前記スイッチは開状態であり、前記第 2 の駆動回路は、前記第 1 の入力から切り離され、前記制御モジュールは、前記エネルギーストレージデバイスを充電する為に、第 2 の電位の前記外部電源から第 1 の電位へ、降圧変換モード、昇圧変換モード又は昇降圧変換モードにおいて、少なくとも 1 つの誘導巻線を通して、前記第 1、第 2 及び第 3 の駆動回路の少なくとも 1 つを動作させるように構成され、

前記コントローラが前記第 2 の状態の時に、前記第 2 のバルクキャパシタ C_r は前記外部電源の DC 電位をフィルタリングするように構成されるコントローラ。

【請求項 2】

さらに、前記第 2 の入力の間に備えられた AC 入力回路を含み、

前記 AC 入力回路が、力率補正及び AC 外部電源に適した能動整流器を含む、請求項 1 に記載のコントローラ。

【請求項 3】

前記第 2 のバルクキャパシタ C_r が、前記コントローラが前記第 2 の状態の時に、前記 AC 入力回路の出力の DC 電位をフィルタリングするように構成されている、請求項 2 に記載のコントローラ。

【請求項 4】

前記制御モジュールは、第 3 の状態において前記スイッチを動作させ、前記スイッチが閉状態であり、前記第 1 の入力が入力に接続され、前記外部電源の形態の前記第 2 の DC 電源は前記第 1 の DC 電源を外部から調整された充電電流で充電する、請求項 1 から 3 のいずれかに記載のコントローラ。

【請求項 5】

前記外部電源の形態の前記第 2 の DC 電源が DC 充電ステーションである、請求項 1 から 4 のいずれかに記載のコントローラ。

【請求項 6】

3 つ以上の位相誘導巻線が設けられ、

追加の位相誘導巻線のそれぞれに追加の駆動回路が含まれている、請求項 1 から 5 のいずれかに記載のコントローラ。

【請求項 7】

前記コントローラが双方向であり、前記第 2 の状態において、前記外部電源の形態の前記第 2 の DC 電源又は AC 外部電源が前記コントローラにより充電される、請求項 1 から 6 のいずれかに記載のコントローラ。

【請求項 8】

前記スイッチは、1 つ以上のスイッチを含み、前記スイッチ又は各スイッチは、少なくとも 2 つの状態を有し、前記制御信号に応答して、前記スイッチ又は各スイッチの状態を選択的に切り換える、請求項 1 から 7 のいずれかに記載のコントローラ。

10

20

30

40

50

【請求項 9】

前記スイッチは、前記制御モジュールからの 1 以上の前記制御信号に応答して、前記第 2 の入力に対して前記正の電力レール及び負の電力レールの 1 つ以上を選択的に接続及び切断し、及び前記第 1 の入力に対して前記正の電力レール及び負の電力レールのうちの少なくとも 1 つ又は他の 1 つを接続又は切断する、請求項 1 から 8 のいずれかに記載のコントローラ。

【請求項 10】

前記第 1、第 2 及び第 3 の駆動回路の前記第 1、第 2 又は第 3 のハーフブリッジ整流器のそれぞれは、前記制御モジュールからの前記制御信号に応答して、前記誘導巻線のうちの少なくとも 1 つを選択的に通電するスイッチの各対を含む、請求項 1 から 9 のいずれかに記載のコントローラ。

10

【請求項 11】

前記第 1、第 2 及び第 3 の駆動回路のうちの少なくとも 1 つは、前記誘導巻線の少なくとも 1 つを前記正の電力レール及び負の電力レールの少なくとも 1 つに選択的に接続する、請求項 1 から 10 のいずれかに記載のコントローラ。

【請求項 12】

前記モータは、複数の相互接続された誘導巻線を有する、請求項 1 から 11 のいずれかに記載のコントローラ。

【請求項 13】

前記電気自動車は、1 以上の誘導巻線を有する 1 以上のモータを有し、各追加のモータの各追加の誘導巻線に追加の駆動回路が含まれる、請求項 1 から 12 のいずれかに記載のコントローラ。

20

【請求項 14】

前記電気自動車が、前記 AC 外部電源とインタフェースする入力回路の間に備えられている第 3 の入力を含む、請求項 2 に記載のコントローラ。

【請求項 15】

前記 AC 外部電源が 3 相である、請求項 2 又は 14 に記載のコントローラ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、誘導負荷用のコントローラに関し、特に、1 つ以上の誘導巻線を有する誘導負荷用のコントローラに関する。

30

【0002】

本発明は、主にプラグイン電気自動車での使用のために開発されたものであり、以下では、その用途を参照して説明する。但し、本発明は、これらの特定の使用分野に限定されず、自家用又は社用のプラグインハイブリッド電気自動車等、他の車両用途にも適用可能である。また、本発明は、ポンプ、コンプレッサ、及び様々な分野における電気モータ又は誘導負荷の他の多くの用途等、車両以外の用途にも適用可能である。

【背景技術】**【0003】**

本明細書の背景技術の説明は、記述される技術が広く知られており、又は当分野における一般的な知識の一部を形成することを認めるものではない。

40

【0004】

電気自動車は、何十年も前から利用されており、車両の動力駆動のために 1 つ以上の電気モータを使用している。近年、この形態の車両は、自家用車及び社用車として実用化されつつある。電気自動車は、内燃機関 (internal combustion engine: ICE) 及びハイブリッド ICE / 電気モータを使用する車両に比べて多くの利点がある。しかしながら、電気自動車は、ICE を搭載した車両の再給油時間に比べて、再充電が必要になるまでの時間が比較的短く、充電時間、特にフル充電に要する時間が長いといった主な欠点がある。

50

【 0 0 0 5 】

電気自動車の販売と使用を促進するために、少なくとも 1 社の電気自動車製造業者が、様々な国の様々な場所に専用急速充電ステーションを専用に設けようと努力している。しかしながら、これは非常に高価なインフラストラクチャベースのソリューションであり、現実的な普及には、かなりの時間が必要である。

【 0 0 0 6 】

電気自動車の再充電時間を短縮するために専用充電スタンド及びその他のインフラストラクチャが必要とされる理由の一部は、このような車両に設けられている再充電回路が比較的低い電力レベルにしか対応できないために生じている。車両に搭載される回路を低電力回路にする一つの理由は、車両の製造コストを低減することである。更に、車両の重量及びサイズを低減することも他の動機である。高電力部品は、これらの部品を許容可能な動作温度範囲内に保つ必要性もあり、かなりのスペースが必要であり、重量も重くなるため、車両の性能が低下し、適合範囲が縮小する。これに加えて、再充電部品の重量は、車両が静止していて、作動していないときにのみ使用されるため、走行中の自重とみなされる。

10

【 0 0 0 7 】

この問題に対して提案されている 1 つの部分的な解決策は、電気自動車に電力変換デバイス、すなわち、電気モータの駆動回路及び車載バッテリー用の充電回路を含ませることである。このような電力変換デバイスの一例は、中国実用新案公報 C N 2 0 3 7 0 8 1 2 7 に開示されており、ここでは、スイッチトリラクタンスモータ (switched reluctance motor) の 3 つのモータ巻線の全てを使用して A C 電源からバッテリーを充電する。しかしながら、この先行技術の構成は、動作及び用途が限定的である。例えば、この構成は、充電のための A C 入力及びスイッチトリラクタンスモータに限定される。更に、複数のモータを使用する場合、複数のバージョンの変換デバイスを使用する必要があるため、スケールメリットが得られない。

20

【 0 0 0 8 】

したがって、当分野では、1 又は複数の誘導巻線を有する誘導負荷用の改良されたコントローラ及びこの負荷用のコントローラが必要とされている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【 0 0 0 9 】

本発明の目的は、従来技術の欠点の少なくとも 1 つを克服又は改善し、又は有用な代替物を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

本発明の第 1 の側面では、1 つ以上の誘導巻線を有する誘導負荷のためのコントローラが提供され、コントローラは、

第 1 の期間中に第 1 のエネルギーソースから D C 負荷電流を引き込み、第 2 の期間中に第 1 の D C 充電電流を第 1 のエネルギーソースに供給する第 1 の入力と、

第 2 の期間中に第 2 のエネルギーソースから第 2 の D C 充電電流を引き込む第 2 の入力と、制御信号を発行する制御モジュールと、

40

第 1 の期間及び第 2 の期間、第 1 の状態及び第 2 の状態で動作する第 1 の駆動回路及び第 2 の駆動回路とを備え、第 1 の状態において、駆動回路は、第 1 の入力に接続され、制御信号に応答して負荷電流を受け取り、1 つ以上の巻線のうちの少なくとも 1 つを選択的に通電し、第 2 の状態において、第 2 の駆動回路は、第 1 の入力から切り離され、第 1 の及び第 2 の駆動回路は、制御信号に応答して、

(a) 第 2 の駆動回路は、第 2 の入力に接続し、第 2 の充電電流に応答して、1 つ以上の巻線のうちの少なくとも 1 つに通電電流を選択的に流し、

(b) 第 1 の駆動回路は、通電電流に応答して、第 1 の D C 充電電流を生成する。

【 0 0 1 1 】

50

－実施形態において、第１の駆動回路及び第２の駆動回路は、それぞれ電力レールを含み、コントローラは、駆動回路内の電力レールを選択的に互いに接続し及び互いから切断するためのスイッチングデバイスを含む。

【００１２】

－実施形態において、第１の駆動回路及び第２の駆動回路は、同様の電力レールの対を含み、スイッチングデバイスは、駆動回路内の同様の電力レールを選択的に互いに接続し及び互いから切断する。

【００１３】

－実施形態において、同様の電力レールの各対は、正の電力レールと負の電力レールとを含む。

【００１４】

－実施形態において、スイッチングデバイスは、１つ以上のスイッチを含み、スイッチ又は各スイッチは、少なくとも２つの状態を有し、制御信号に応答して、スイッチ又は各スイッチの状態を選択的に切り換える。

【００１５】

－実施形態において、スイッチングデバイスは、制御信号に応答して、電力レールを選択的に接続及び切断する。

【００１６】

－実施形態において、スイッチングデバイスは、制御信号に応答して、第１の入力に対して１又は複数の電力レールを選択的に接続及び切断する。

【００１７】

－実施形態において、コントローラは、更なるエネルギーソースに接続するための第３の入力と、第２のＤＣ充電電流を第２の入力に供給するための出力とを含む入力回路を更に備える。

【００１８】

－実施形態において、入力回路は、フィルタを含む。

【００１９】

－実施形態では、外部エネルギーソースは、ＡＣ電源であり、入力回路は、整流器を含む。

【００２０】

－実施形態では、入力回路は、インバータを含み、制御信号に応答して、第２の入力からＤＣ電流を引き込み、第３の入力を介して、外部電源にＡＣ電流を供給する。

【００２１】

－実施形態では、第１の駆動回路は、供給レールの対内の供給レールの少なくとも１つと、１つ以上の巻線のうちの少なくとも１つとの間に電流経路を選択的に提供する。

【００２２】

－実施形態では、第１の駆動回路は、整流回路を含む。

【００２３】

－実施形態では、整流回路は、少なくとも１つのハーフブリッジ整流器を含む。

【００２４】

－実施形態では、整流回路は、少なくとも１つの非対称整流器を含む。

【００２５】

－実施形態では、第２の駆動回路は、供給レールの対内の供給レールの少なくとも１つと、１つ以上の巻線の少なくとも１つとの間に電流経路を選択的に提供する。

【００２６】

－実施形態では、第２の駆動回路は、整流回路を含む。

【００２７】

－実施形態では、整流回路は、少なくとも１つのハーフブリッジ整流器を含む。

【００２８】

本発明の第２の側面では、１つ以上の誘導巻線を有する誘導負荷のためのコントローラが提供され、コントローラは、

10

20

30

40

50

第 1 の期間中に第 1 のエネルギーソースから D C 負荷電流を引き込み、第 2 の期間中に第 1 の D C 充電電流を第 1 のエネルギーソースに供給する第 1 の入力と、

第 2 の期間中に第 2 のエネルギーソースから第 2 の D C 充電電流を引き込む第 2 の入力と、

第 1 の期間及び第 2 の期間、第 1 の状態及び第 2 の状態で動作する第 1 の駆動回路及び第 2 の駆動回路とを備え、第 1 の状態において、駆動回路は、第 1 の入力に接続され、負荷電流を受け取り、1 つ以上の巻線のうちの少なくとも 1 つを選択的に通電し、第 2 の状態において、第 2 の駆動回路は、第 1 の入力から切り離され、

(a) 第 2 の駆動回路は、第 2 の入力に接続し、第 2 の充電電流に応答して、1 つ以上の巻線のうちの少なくとも 1 つに通電電流を選択的に流し、

(b) 第 1 の駆動回路は、通電電流に応答して、第 1 の D C 充電電流を生成する。

10

【 0 0 2 9 】

本発明の第 3 の側面では、1 つ以上の誘導巻線を有する誘導負荷のためのコントローラが提供され、コントローラは、

駆動回路によって D C 電流が選択的に引き出され、1 つ以上の巻線のうちの少なくとも 1 つを通電する電力レールを含む少なくとも 2 つの駆動回路と、

第 1 の状態及び第 2 の状態で動作するスイッチングデバイスとを備え、第 1 の状態において、スイッチングデバイスは、電力レールを共通の D C エネルギーソースに接続し、第 2 の状態において、スイッチングデバイスは、少なくとも 1 つの電力レールを少なくとも 1 つの他の電力レールから分離し、電力レールのうちの少なくとも 1 つを更なる D C エネルギーソースに接続する。

20

【 0 0 3 0 】

一実施形態において、誘導負荷は、電動モータであり、第 1 の状態において、D C 電流は、電力レールによって引き出され、1 つ以上の巻線を通電してモータを駆動する D C 負荷電流である。

【 0 0 3 1 】

一実施形態では、電気モータは、単一の電機子巻線を有する D C モータである。

【 0 0 3 2 】

一実施形態では、電気モータは、複数の巻線を有する。

【 0 0 3 3 】

一実施形態では、電気モータは、複数の相互接続された巻線を有する。

30

【 0 0 3 4 】

一実施形態では、第 2 の状態において、少なくとも 1 つの電力レールによって引き出される D C 電流は、1 つ以上の巻線の少なくとも 1 つを介して少なくとも部分的に誘導される更なる D C エネルギーソースからの D C 充電電流である。

【 0 0 3 5 】

一実施形態では、コントローラは、制御信号を提供するための制御モジュールを含み、スイッチングデバイスは、制御信号に応答して、第 1 の状態又は第 2 の状態で動作する。

【 0 0 3 6 】

一実施形態では、駆動回路は、制御信号に応答して、1 つ以上の巻線のうちの少なくとも 1 つを選択的に通電する。

40

【 0 0 3 7 】

一実施形態では、各駆動回路は、制御信号に応答して、1 つ以上の巻線のうちの少なくとも 1 つを選択的に通電する一組のスイッチを含む。

【 0 0 3 8 】

一実施形態では、スイッチの組は、それぞれハーフブリッジ整流器を構成する。

【 0 0 3 9 】

一実施形態では、誘導負荷は、3 つの巻線と 3 つの駆動回路を含み、第 2 の状態では、2 つの電力レールが接続されたままである。

【 0 0 4 0 】

一実施形態では、コントローラは、3 つの誘導巻線と 3 つの駆動回路を含み、第 2 の状

50

態では、全ての電力レールが互いに切り離される。

【 0 0 4 1 】

一実施形態では、コントローラは、複数の巻線と、それぞれの電力レールを有する複数の駆動回路とを含み、第 2 の状態において、一方の駆動回路用の電力レールの少なくとも 1 つは、他方の駆動回路の他方の電力レールから電氣的に切り離されている。

【 0 0 4 2 】

本発明の第 4 の側面では、複数の相互接続された誘導巻線を含む電気機械のコントローラが提供され、コントローラは、

相互接続された巻線を選択的かつ集合的に通電する電流を流す電力レールをそれぞれ有する複数の駆動回路と、

第 1 の状態及び第 2 の状態で動作するためのスイッチングデバイスとを備え、第 1 の状態において、スイッチングデバイスは、電力レールを共通の D C エネルギーソース及び / 又はシンクに接続し、第 2 の状態において、スイッチングデバイスは、電力レールの少なくとも 1 つを、他の少なくとも 1 つの電力レールから切り離し、電力レールの少なくとも 1 つを更なるエネルギーソース及び / 又はシンクに接続する。

【 0 0 4 3 】

一実施形態では、更なるエネルギーソース及び / 又はシンクは、D C エネルギーソース及び / 又はシンク、及び A C エネルギーソース及び / 又はシンクを含む。

【 0 0 4 4 】

本発明の第 5 の側面では、1 つ以上の誘導巻線を有する誘導負荷を制御するための方法を提供し、この方法は、

第 1 の入力において、第 1 の期間、第 1 のエネルギーソースから D C 負荷電流を引き込み、第 2 の期間、第 1 の D C 充電電流を第 1 のエネルギーソースに供給するステップと、

第 2 の入力において、第 2 の期間、第 2 のエネルギーソースから第 2 の D C 充電電流を引き込むステップと、

制御モジュールから制御信号を発行するステップと、

第 1 の期間及び第 2 の期間、第 1 の状態及び第 2 の状態で動作する第 1 の駆動回路と第 2 の駆動回路を準備するステップとを有し、第 1 の状態において、駆動回路は、第 1 の入力に接続され、制御信号に 응답し、負荷電流を受け取り、1 つ以上の巻線のうちの少なくとも 1 つを選択的に通電し、第 2 の状態において、第 2 の駆動回路は、第 1 の入力から切り離され、第 1 の及び第 2 の駆動回路は、制御信号に 응답して、

(a) 第 2 の駆動回路は、第 2 の入力に接続し、第 2 の充電電流に 응답して、1 つ以上の巻線のうちの少なくとも 1 つに通電電流を選択的に流し、

(b) 第 1 の駆動回路は、通電電流に 응답して、第 1 の D C 充電電流を生成する。

【 0 0 4 5 】

本発明の第 6 の側面では、1 つ以上の誘導巻線を有する誘導負荷を制御するための方法を提供し、この方法は、

第 1 の入力において、第 1 の期間、第 1 のエネルギーソースから D C 負荷電流を引き込み、第 2 の期間、第 1 の D C 充電電流を第 1 のエネルギーソースに供給するステップと、

第 2 の入力において、第 2 の期間、第 2 のエネルギーソースから第 2 の D C 充電電流を引き込むステップと、

第 1 の期間及び第 2 の期間、第 1 の状態及び第 2 の状態で動作する第 1 の駆動回路と第 2 の駆動回路を準備するステップとを有し、第 1 の状態において、駆動回路は、第 1 の入力に接続され、負荷電流を受け取り、1 つ以上の巻線のうちの少なくとも 1 つを選択的に通電し、第 2 の状態において、第 2 の駆動回路は、第 1 の入力から切り離され、

(a) 第 2 の駆動回路は、第 2 の入力に接続し、第 2 の充電電流に 응답して、1 つ以上の巻線のうちの少なくとも 1 つに通電電流を選択的に流し、

(b) 第 1 の駆動回路は、通電電流に 응답して、第 1 の D C 充電電流を生成する。

【 0 0 4 6 】

本発明の第 7 の側面では、1 つ以上の誘導巻線を有する誘導負荷を制御するための方法

10

20

30

40

50

を提供し、この方法は、

各駆動回路によってＤＣ電流が選択的に引き出され、１つ以上の巻線のうちの少なくとも１つを通電する電力レールを含む少なくとも２つの駆動回路を準備するステップと、

スイッチングデバイスを第１の状態及び第２の状態で作動作させるステップとを有し、第１の状態において、スイッチングデバイスは、電力レールを共通のＤＣエネルギーソースに接続し、第２の状態において、スイッチングデバイスは、少なくとも１つの電力レールを少なくとも１つの他の電力レールから分離し、電力レールのうちの少なくとも１つを更なるＤＣエネルギーソースに接続する。

【００４７】

本発明の第８の側面では、複数の相互接続された誘導巻線を有する誘導負荷を制御する方法が提供され、方法は、

電流が引き出され、相互接続された巻線を選択的かつ集合的に通電する電力レールをそれぞれ有する複数の駆動回路を準備するステップと、

スイッチングデバイスを第１の状態及び第２の状態で作動作させるステップとを有し、第１の状態において、スイッチングデバイスは、電力レールを共通のＤＣエネルギーソースに接続し、第２の状態において、スイッチングデバイスは、少なくとも１つの電力レールを少なくとも１つの他の電力レールから分離し、電力レールのうちの少なくとも１つを更なるエネルギーソースに接続する。

【００４８】

本明細書を通じて、「一実施形態」、「幾つかの実施形態」、「実施形態」、「構成」、「１つの構成」等の表現は、実施形態又は構成に関連して記載される特定の特徵、構造又は特徵が本発明の少なくとも１つの実施形態又は構成に含まれることを意味する。したがって、本明細書の様々な箇所で使用する「一実施形態では」、「幾つかの実施形態では」、「ある実施形態では」、「１つの構成では」、「ある構成では」という表現は、同じ実施形態又は構成を意味する場合もあるが、必ずしも全てが同じ実施形態又は構成に言及するものではない。また、本開示から当業者に明かなように、更に、特定の特徵、構造又は特性は、１又は複数の実施形態又は構成において、任意の適切な手法で組み合わせることができる。

【００４９】

また、本明細書中で使用する共通の対象を記述する「第１の」、「第２の」、「第３の」等の序数の使用は、単に、一群の対象の個別の例に言及しているのみであり、このように記述された対象が、時間、空間、ランク、重要度、又は他の何らかの基準で所与の順序でなければならないことを意味するものではない。

【００５０】

また、特段の定義がない限り、本明細書で使用する全ての技術用語及び科学用語は、本発明が属する分野の当業者によって一般的に理解されるものと同じ意味を有する。本明細書では、冠詞「a」及び「an」は、文脈上、別の解釈が要求されない限り、文法的に冠詞に続く名詞が１又は複数（すなわち、少なくとも１つ）であることを意味する。例えば、「ある要素」は、通常、１つの要素又は２つ以上の要素を指す。本明細書で使用する用語「例示的」は、質を示すものではなく、例を提供する意味で使用される。すなわち、「例示的な実施形態」は、一例として提供される実施形態であり、必ずしも模範的な質の実施形態を意味しない。

【図面の簡単な説明】

【００５１】

【図１】単一の誘導巻線を有するＤＣモータ用のコントローラの電気回路図である。

【図２】Ｙ結線構成を有し、外部ＰＶアレイからＤＣ電力を受け取るように構成されている、３相インダクタンスモータ用のコントローラの電気回路図である。

【図３】外部電力グリッドから３相電力を受け取るように構成された電気自動車に使用するための図２と同様のコントローラの概略図である。

【図４】外部電力グリッドから単相電力を受け取るように構成された図３のコントローラ

10

20

30

40

50

と同様のコントローラの電気回路図である。

【図 5】電力グリッドから単相電力を受け取るための別の構成を示す、図 4 のコントローラと同様のコントローラの電気回路図である。

【図 6】外部電力グリッドから 3 相電力を受け取るように構成され、絶縁ゲートバイポーラトランジスタを含む 3 つの駆動回路を有する、電気自動車に使用されるコントローラの電気回路図である。

【図 7】第 2 の状態及び降圧モードで動作する電気自動車に使用するための別のコントローラの電気回路図である。

【図 8】第 2 の状態で動作する際、図 7 のコントローラが行うステップのフローチャートである。

【図 9】第 2 の状態及び昇圧モードで動作する図 7 のコントローラの電気回路図である。

【図 10】第 2 の状態及び昇降圧モードで動作する図 7 のコントローラの電気回路図である。

【図 11】双方向整流器 / インバータを使用する図 6 のコントローラと同様のコントローラの回路図である。

【図 12】ウルトラキャパシタ（又はスーパーキャパシタ）の複数のバンクを使用するコントローラについて、1 つのバンクのみを示す回路図である。

【図 13】ウルトラキャパシタの複数のバンクを使用する更なるコントローラの回路図である。

【図 14】スイッチトリラクタンスモータ又は個別に制御される巻線を有するモータの形態の誘導負荷用の別のコントローラの回路図である。

【図 15】複数の電気モータを含む誘導負荷用の更なるコントローラの回路図である。

【図 16】図 15 と同様であり、互い違いの接続を有する更なるコントローラの回路図である。

【図 17】複数の電気モータを含む誘導負荷用の更なるコントローラの概略図である。

【図 18】Y 結線構成で示されている 3 つの巻線を有する 3 相モータの形態の誘導負荷に接続された、双方向能力を有する能動整流器のための別のコントローラの回路図である。

【図 19】磁気エネルギー回生スイッチ（MER S）システムとして動作できる別のコントローラの回路図である。

【図 20】無線電力伝送を使用する本発明の更なる実施形態の回路図である。

【発明を実施するための形態】

【0052】

本明細書では、1 つ以上の誘導巻線を有する誘導負荷用のコントローラを開示する。

【0053】

図 1 は、誘導巻線 3 を有する DC 電気モータ 2 の形態の誘導負荷用のコントローラ 1 を示している。コントローラ 1 は、第 1 の期間、バッテリーバンク 8 の形態の第 1 のエネルギーソースから DC 負荷電流 7 を引き込む端子 5 及び端子 6 によって構成される第 1 の入力線を有する。端子 5 及び端子 6 は、第 2 の期間、第 1 の DC 充電電流 9 をバッテリー 8 に供給する。この第 2 の期間では、端子 11 及び端子 12 によって構成される第 2 の入力線が、DC 電源 15 の形態の第 2 のエネルギーソースから供給される第 2 の DC 充電電流 13 を引き込む。制御モジュール 20 は、制御ライン 21 ~ 25 に沿って制御信号を発行し、これらは、図 1 では全て破線で示している。鎖線で囲んで示す第 1 の駆動回路 31 及び第 2 の駆動回路 32 は、いずれも、第 1 の期間及び第 2 の期間、それぞれ第 1 の状態及び第 2 の状態で動作し、第 1 の状態では、回路 31 及び回路 32 が、制御信号にตอบสนองして、端子 5 及び端子 6 に接続され、負荷電流 7 を受け取り、巻線 3 を選択的に通電して、モータ 2 にトルクを発生させる。第 2 の状態では、回路 32 は、端子 5 から切り離され、回路 31 及び回路 32 は、制御信号にตอบสนองして次のような動作を行う。すなわち、回路 32 は、端子 11 に接続し、電流 13 にตอบสนองして、巻線 3 に通電電流 35 を選択的に供給し、回路 31 は、電流 35 にตอบสนองして電流 9 を生成できる。

【0054】

10

20

30

40

50

回路 3 1 は、正の電力レール 4 1 及び負の電力レール 4 2 とを含み、回路 3 2 は、正の電力レール 4 3 及び負の電力レール 4 4 を含む。駆動回路 3 1、3 2 は、それぞれ一組のスイッチを含み、これらは、この実施例では、それぞれが還流ダイオード (freewheeling diode: FWD) を備えた 2 つの MOSFET によって例示されている。他の実施形態では、駆動回路 3 1 は、1 又は複数のタイプの 1 又は複数のスイッチを含む他の構成のスイッチの組を有していてもよい。これらのスイッチは、単方向、双方向、又は多方向のスイッチであってもよく、以下に限定されるわけではないが、トランジスタ、MOSFET、HEMT、HFET、MODFET、IGBT、ダーリントン対、ダイオード、フォトダイオード、サイリスタ、接触器、継電器、又はこれらに類する他の既存のデバイス又は将来のデバイスを含む電氣的、機械的又は電気機械的デバイスによって実現される。スイッチの組の構成は、以下に限定されるわけではないが、ハーフブリッジ、フルブリッジ、Hブリッジ、非対称ブリッジ、又は直列及び / 又は並列の任意の構成の 1 又は複数のスイッチを含むことができる。コントローラ 1 は、単極単投スイッチ 4 8 の形態の双方向スイッチングデバイスを含み、電力レール 4 1 及び電力レール 4 3 を選択的に互いに接続及び互いから切断する。スイッチ 4 8 は、この実施形態では、還流ボディダイオードを有し、共通エミッタを有する直列の 2 つの IGBT によって実現されている。なお、他の実施形態では、バックツースバック MOSFET、継電器、接触器、機械式スイッチ、又は本明細書に記載されているデバイスを含むこれらに類する他のデバイス等、別の形態の単方向スイッチ又は多方向スイッチが使用される。

【0055】

この実施形態では、負の電力レール 4 2、4 4 は、接続されたままであり、常に共有される。なお、他の実施形態では、スイッチ 4 8 と同様に、電力レール 4 2 と電力レール 4 4 との間に別のスイッチを設け、電力レール 4 2 及び電力レール 4 4 を互いに選択的に接続及び切断してもよい。他の実施形態では、スイッチ 4 8 を省略し、電力レール 4 2 と電力レール 4 4 との間の別のスイッチのみが使用される。更なる実施形態では、レール 4 1、4 3 の間及びレール 4 2、4 4 の間に追加のスイッチを設け、更に選択的な接続及び切断を提供する。したがって、スイッチングデバイスは、異なる実施形態では、同様の電力レールを選択的に接続及び絶縁するための少なくとも 1 つのスイッチを含む。より具体的には、スイッチは、それぞれ少なくとも 2 つの状態を有し、制御信号に応答して、状態を選択的に変化させる。制御信号に応答する状態の変化は、電力レールを選択的に接続及び切断する効果を有する。更に、スイッチングデバイスは、どのような形態であっても、制御信号に応答して、端子 5 及び端子 6 の一方又は両方に対して電力レールの少なくとも 1 つを選択的に接続及び切断し、端子 1 1 及び端子 1 2 の一方又は両方に対して他の電力レールのうちの少なくとも 1 つを選択的に接続及び切断する。

【0056】

図 1 の実施形態では、スイッチ 4 8 が開状態 (図示の状態) であるとき、レール 4 3 は、レール 4 1 及び端子 5 から分離又は絶縁される。物理的には、レール 4 4 は、レール 4 2 に接続されたままであるが、駆動回路 3 2 は、回路 3 1 から機能的に切り離され、これらの回路が異なる機能を果たすことを可能にする。この機能の切り離しは、2 つの駆動回路内の同様の電力レールの一方又は両方を切断することによって実現できる。

【0057】

回路 3 1 は、(それぞれスイッチを構成する) 直列に接続された 2 つの MOSFET 5 1 及び MOSFET 5 2 を含み、これらは、レール 4 1 とレール 4 2 との間に設けられ、制御モジュール 2 0 から制御ライン 2 4、2 5 を介してそれぞれの制御信号を受信し、巻線 3 の第 1 の端部 5 3 とレール 4 1 及びレール 4 2 との間の電流経路を選択的に確立する。同様に、回路 3 2 は、(それぞれスイッチを構成する) 直列に接続された 2 つの MOSFET 5 5 及び MOSFET 5 6 を含み、これらは、レール 4 3 とレール 4 4 との間に設けられ、制御モジュール 2 0 から制御ライン 2 1、2 2 を介してそれぞれの制御信号を受信し、巻線 3 の第 2 の端部 5 7 とレール 4 3 及び 4 4 との間の電流経路を選択的に確立する。この構成により、及びモジュール 2 0 によって生成される制御信号によって、任意の

方向で巻線 3 に電流を流してモータ 2 を駆動でき、又は電流 3 5 から電流 9 を発生させることができる。

【 0 0 5 8 】

駆動回路 3 1 及び駆動回路 3 2 は、それぞれハーフブリッジ整流器を含むことは、当業者にとって明らかである。すなわち、M O S F E T 5 1、5 2、5 5、5 6 は、モジュール 2 0 によって生成される関連する制御信号に応答して、スイッチとしても動作する（但し、それぞれのボディダイオードによって提供される機能が追加されている）。他の実施形態では、1 又は複数の M O S F E T の代わりに、異なる組の構成及びタイプのスイッチを使用できる。代替となるスイッチの例は、他の能動又は受動電子部品、又は能動及び受動電子部品の組み合わせを含む。幾つかの実施形態では、スイッチの全体又は一部は、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ（insulated gate bipolar transistor：I G B T）、バイポーラ接合トランジスタ（bipolar junction transistor：B J T）又はダーリントン対等によって実現される。更なる実施形態は、電気接触器及び／又は機械接触器及び／又はこれらに類する他のデバイスを使用する。

10

【 0 0 5 9 】

モジュール 2 0 は、マイクロプロセッサと、メモリ、インタフェースカード、通信ポート等の関連するハードウェアとを含む。マイクロプロセッサは、広範囲の電圧及び電流入力、及びメモリ内に含まれる動作を実行するためのソフトウェアコードに응答して制御信号を生成し、この制御信号をライン 2 1 ~ 2 5 に供給し、スイッチ 4 8 及び M O S F E T 5 1、5 2、5 5、5 6 の状態を制御して、上述の機能を実現できる。この実施形態では、モジュール 2 0 は、コントローラ 1 の動作専用である。なお、他の実施形態では、モータ 2 は、電気自動車に動力を提供するためのものであり、モジュール 2 0 は、電気自動車用の制御システムであり、コントローラ 1 に直接関係する機能に加えて、電気自動車の機能を制御する。更なる実施形態では、モータ 2 は、空調ユニットの圧縮機を駆動する単相 A C モータであり、モジュール 2 0 は、建物の電力管理システムの制御システムであり、コントローラ 1 に直接関係する機能に加えて、電力管理システムの機能を制御する。

20

【 0 0 6 0 】

更なる実施形態では、モータ 2 は、地下水汲み上げポンプ（図示せず）の一部であり、モジュール 2 0 は、太陽電池パネルのレイと、取り付けられたバッテリーと、モータ 2 との間の電力管理を制御するための制御システムである。更なる実施形態では、誘導負荷は、1 又は複数の暖房要素であり、モジュール 2 0 は、経済的に効果的な暖房動作を提供するための様々な入力に응答する。この動作は、暖房要件を維持するための電力グリッド及び 1 又は複数の取り付けられたエネルギーストレージデバイスからの電流の選択的な引き込み、及び／又は 1 又は複数の他の取り付けられたエネルギーストレージデバイスの充電を含む。更に別の実施形態では、モータ 2 は、コードレス真空掃除機又は動力工具等のコードレス機器の一部であり、モジュール 2 0 は、機器又は工具の意図された使用中に機器又は工具の動作を制御し、並びに非使用時であって第 2 の入力部が適切な電源に接続されている場合には、機器又は工具の充電サイクルを制御する制御システムである。

30

【 0 0 6 1 】

本発明の様々な実施形態では、スイッチングデバイスを使用して、通常の駆動条件の間、モータに駆動電流を集合的に供給する少なくとも 2 つの駆動回路間の電力レールを遮断する。これらの通常の駆動条件は、モジュール 2 0 がコントローラ 1 を第 1 の状態で動作させている期間に相当する。

40

【 0 0 6 2 】

最も簡単な形態のスイッチングデバイスは、図 1 のスイッチ 4 8 のような単一のスイッチであり、これは、少なくとも 1 つの駆動回路を少なくとも 1 つの駆動回路に選択的に接続し、及びこれらを分離する。これにより、分離された又は絶縁された駆動回路を他の駆動回路とは異なる電源に接続し、及びこの異なる電源から電流 1 3 のような D C 電流を引き込むことができる。この分離された構成（すなわち、第 2 の状態）では、モジュール 2 0 は、2 つの回路が充電器として動作するようにこれらを制御し、モータの巻線、多巻モ

50

ータの場合は1又は複数の巻線にDC電流を流し、その巻線を、充電器の昇降圧構造（Buck-boost structure）の一部として使用する。すなわち、制御回路の分離と、分離された駆動回路間の制御された協働により、これらの回路は、巻線3と組み合わせて、例えば、電源15のような別のDC電源からバッテリー8を充電するための非反転カスケード型昇降圧コンバータを構成する。

【0063】

上述のモジュール20の動作は、第2の状態ではバッテリー8を充電する動作を参照して説明しているが、以下に説明するように、他の実施形態では、第2の状態の間に追加の又はこれに代わるオプションの動作を行ってもよい。これらのオプションは、全て、モジュール20が、少なくとも2つのDC電圧間でエネルギーを変換する能力をコントローラ1に提供することによって生じる。

10

【0064】

また、モジュール20は、スイッチ48及びMOSFET51、52、55、56を制御して、追加の機能を実現できる。具体的には、モジュール20は、制御信号を発行し、これにより、コントローラ1は、バッテリー8と電源15との間に双方向電流を生じさせることができる。すなわち、コントローラ1は、バッテリー8からエネルギーを引き込むことによって電源15を充電できる。

【0065】

更に、モータ2が発電機として駆動されている状況では、モジュール20は、制御信号を発行し、モータ2によって生成された電流をDC電流9とすることができる。これに代えて、（電源15が電流を受け取ることができる再充電可能な電源である場合）生成された電流は、電流13とは逆に、端子11から電源15に流れるDC充電電流58とすることもできる。これらの状況は、典型的には回生制動が使用される電気自動車用途において生じる。他の実施形態では、モジュール20は、制御信号を提供することによって、交互に又は同時に電流9及び電流58を生成する。

20

【0066】

コントローラ1は、回路31、32と巻線3を使用して昇降圧コンバータ構造を構成するので、モジュール20は、異なる電圧レベルで、多相アプリケーションでは、複数の電圧レベルで、DC充電を提供でき、これについては以下でより詳細に説明する。

【0067】

したがって、包括的に言えば、本発明の実施形態は、以下の能力の1つ又は全てを利用できる。

30

- ・第1の状態の間、第1の電源からモータを駆動する。
- ・第1の状態の間、第2の電源からモータを駆動する。
- ・第1の状態の間、第1の電源及び第2の電源の一方又は両方からモータを駆動する。
- ・第1の電源及び第2の電源が再充電可能な電源である場合、モータによって生成された電流から、第1の電源及び第2の電源の一方又は両方を充電する。
- ・第2の電源が再充電可能な電源である場合、第2の状態の間、第1の電源から第2の電源を充電する。
- ・第1の電源が再充電可能な電源である場合、第2の状態の間、第2の電源から第1の電源を充電する。

40

【0068】

すなわち、2つの充電式エネルギーソースとモータとを使用し、上述の全ての機能に対応する実施形態では、モータのコントローラは、モータとエネルギーソースの間に完全な双方向エネルギーフローを提供する。

【0069】

更に、任意の数のモータ位相巻線によって多相モータが適切に構成されている場合、全てのモータ巻線を含む巻線を電圧及び電力の変換に使用できる。更に、巻線は、直列又は並列（又は直列及び並列の組み合わせ）で構成でき、これらは、それぞれ、昇降圧構造により大きなインダクタンス及びより高いパワー伝達率を提供する。

50

【 0 0 7 0 】

図 1 に示すように、誘導負荷がモータである実施形態では、電圧変換動作の間、降圧、昇圧又は昇降圧インダクタとしてモータを使用する場合、通常、モータを無効にすることが有益である。これにより、その動作中にモータに余計なトルクが発生することが防止される。D C モータでは、これは、例えば、界磁巻線を切断又はバイパスすることと、電機子巻線を負荷インダクタンスとして使用することを含む。他の実施形態では、電機子巻線を切断又はバイパスし、界磁巻線を負荷インダクタンスとして使用することによって同様の効果が達成される。A C モータでは、この効果は、例えば、電流波形を制御し、モータにトルクを誘導しないようにすることを含む。幾つかの実施形態では、モータのステータ及びロータは、電力変換動作の間、機械的にロックすることが好ましい。

10

【 0 0 7 1 】

幾つかの実施形態では、モータ 2 は、間欠的又は非頻繁に動作するポンプモータであり、光源 1 5 は、P V アレイである。（この具体例は、図 2 を参照して後述する）。P V アレイが電力を生成し（すなわち、十分な日光がアレイに当たっており）、モータ 2 が動作する必要があるとき、モジュール 2 0 は、P V アレイによって生成された電力を使用してモータを直接駆動するように制御信号を提供し、バッテリー 8 は、モータ 2 によって引き込まれる電流に基づいて、不足分を供給するだけでよい。モータ 2 が動作する必要がないときに P V アレイによって電力が供給されると、モジュール 2 0 は、（巻線 3 と回路 3 1、3 2 との協働によって）昇圧又は降圧されたアレイからの D C 電流を誘導し、要求される D C 電圧で電流 9 を生じさせ、バッテリー 8 を充電するように制御信号を提供する。このようにしてコントローラ 1 を用いてバッテリー 8 を充電する間、モジュール 2 0 は、充電電流 9 を調整し、最大電力点追従（Maximum Power Point Tracking：M P P T）を可能にする。

20

【 0 0 7 2 】

P V アレイは、充電式電源ではないため、通常、P V アレイへの電流の流入を防止するための保護ダイオード又はモジュール 2 0 によって制御されるスイッチ 5 9 等のスイッチ（図示せず）のいずれかを有する。

【 0 0 7 3 】

上述の動作は、多相モータを使用する実施形態においても可能である。例えば、対応する特徴に対応する参照符号を付した図 2 には、Y 結線構成の 3 つの巻線 3 a、3 b、3 c を有する 3 相モータ 6 2 の形態の誘導負荷を制御するコントローラ 6 1 が示されている。モータ 6 2 のための 3 つの入力を駆動する必要性の観点から、コントローラ 6 1 は、回路 3 1、回路 3 2 及び回路 6 3 からなる 3 つの駆動回路を含む。また、モータ 6 2 は、3 相ポンプモータであり、電源 1 5 は、電流 1 3 を提供する P V アレイである。他の実施形態では、モータ 6 2 は、ポンプ以外で使用され、電源 1 5 は、P V アレイから直接得られるもの以外のものである。

30

【 0 0 7 4 】

なお、説明を簡潔かつ明瞭にするために、図 2（及び図面）では、幾つかの特徴を省略している。例えば、図 2 では、スイッチ 5 9 を明示していない。しかしながら、モータ、コントローラ、及び関連する回路の用途及び設計パラメータに応じて、このようなスイッチ、並びに電流制限回路、他の保護回路、アース回路等が含まれることは、当業者にとって明らかである。

40

【 0 0 7 5 】

この実施形態では、キャパシタ 6 5 の形態の更なる充電式エネルギーストレージデバイスがバッテリー 8 と並列に配置され、高電力の電流 7 と電流 9 が両方向に流れるようにしている。他の実施形態では、充電式エネルギーストレージデバイスは、複数のキャパシタ、1 つ以上のウルトラキャパシタ、1 つ以上のハイブリッドキャパシタ/ウルトラキャパシタ、又はこれらのデバイス又は他のこのようなデバイスのうちの 1 又は複数の組み合わせを含む。

【 0 0 7 6 】

50

スイッチ 48 は、（この図には示されていない）モジュール 20 からの関連する制御信号にตอบสนองして、レール 41 及びレール 43 を選択的に切断する。更に、モジュール 20 は、回路 31、32 及び 63 のための更なる制御信号を生成し、異なる動作状態の間に必要なエネルギーフローを実現する。

【0077】

図 2 の実施形態では、回路 31 及び回路 63 用の電力レールは、常に接続されたままであるが、これは、スイッチ 48 が開いているとき、幾つかの実施形態では同一の動作を行う回路 31 及び回路 63 が、必ずしも常に同様に動作しなければならないことを意味するわけではない。例えば、モータ 62 が動作する必要がなく、電源 15 からの電流 13 がバッテリー 8 を充電するために利用可能であるが、この電流がかなり小さいといった状況がある。このような場合、コントローラ 1 が昇圧モードで動作しているとき、回路 31 及び回路 63 のうちの一方の動作を停止でき、すなわち、その駆動回路内の両方の MOSFET をオフにし、回路 31 及び回路 63 のうちの他方の（モジュール 20 によって）制御されたスイッチングによって、巻線の下流側の充電機能を実行できる。他の実施形態では、軽負荷条件下において、回路 31、63 は、同時に、又は逆に位相がずれるように制御される。更なる実施形態では、以下に説明するように、コントローラの構造を変更して、インダクタンス / 電力能力 / 効率を変更する。

【0078】

他の実施形態では、スイッチ 48 を回路 31 と回路 63 との間に配置する。更なる実施形態では、回路 31 と回路 63 との間に追加の同様のスイッチを配置し、このスイッチは、モジュール 20 からの制御信号にตอบสนองして、関連する時点においてコントローラ 61 によって提供される機能、又はコントローラ 61 の動作が最適化されているパラメータに応じてスイッチ 48 と同期して又はスイッチ 48 とは別個に動作する。

【0079】

また、図 2 では、隣接する駆動回路の正の電力レール間を遮断する位置にスイッチ 48 を設けているが、他の実施形態では、これに代えて又はこれに加えて、隣接する駆動回路の負の電力レール間を遮断する位置に、このスイッチ又は追加のスイッチを設けてもよい。

【0080】

コントローラ 61 は、例えば、電気自動車にも適用可能である。この場合、モータ 62 は、車両に動力エネルギーを提供するために使用され、バッテリー 8 は、車載バッテリーである。このような実施形態では、キャパシタ 65 は、バッテリー 8 と共同して動作するウルトラキャパシタバンク等のエネルギーストレージデバイスに置換される。他の実施形態では、これに代わる代替物を使用する。モジュール 20 は、回路 31、32 及び 63 の動作を制御し、蓄電池が充放電を行うための双方向電力要件を含む必要な電圧変換及び / 又は電流整形 / 制御要件を提供すると共に、モータ 62 を作動させて、時間とともに大きく変化する必要な動力を提供する能力を維持する。この機能は、例えば、スイッチ 48 を閉状態にし、回路 31、32 及び 63 を動作させて、モータ 62 をバッテリー 8 及びウルトラキャパシタバンクに接続し、相応の電流 7 を引き込むことを可能にする第 1 の状態で動作することを含む。モータ 62 が能動的に駆動され、車両に動力を提供する期間に挟まれた期間においては、モジュール 20 は、スイッチ 48 を開状態にし、回路 32 と、回路 31 及び回路 63 の一方又は両方を動作させ、電源 15 等の外部電源からバッテリー 8（及びエネルギーストレージデバイス 65）の再充電を可能にする第 2 の状態で動作できる。幾つかの場合、例えば、V2X（vehicle-to-everything）動作のために外部電源に電力を戻すことが有益である。コントローラ 61 は、電気自動車で使用される場合、実質的に車両内の既存の駆動回路のみを使用し、これらを新たな手法で構成することによって、これらの複数の充電モードと放電モードを実現する。例えば、V2X 動作では、電力を電力グリッド（V2G）に戻すために AC 出力が必要であるが、別の電気自動車（V2V）を直接充電するためには、DC 出力が有益な場合があり、このためにバッテリーの電力が消耗してしまう可能性がある。AC 出力が必要な場合は、コントローラ 61 は、以下でより詳細に説明する追加の回路を含む。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 1 】

コントローラ 6 1 は、追加の部品の使用を最小限にしながら、既存のドライブコンポーネントのハイパワー定格を利用して、高性能の D C 電源から車載ストレージ（バッテリー 8）の高速充電を可能にするため、電気自動車での使用に適している。また、コントローラ 6 1 は、整流器及びノ又はインバータを備えた入力回路を含むことにより、例えば、標準的な 3 相グリッド接続から高出力 A C 充電電流を受け取り、A C を外部電源に戻すことができる。いずれの場合も、コントローラ 6 1 は、従来の電気自動車で必要とされる専用の車載充電器を不要にする。

【 0 0 8 2 】

なお、コントローラ 6 1 を電気自動車に適用する場合、車両のシャーシは、外部接続時に接地電位に接地する必要がある。車載エネルギーストレージデバイスと車両のシャーシとは電氣的に絶縁する必要がある。接地漏れ電流及びノ又は車載エネルギーストレージデバイスと車両のシャーシとの間の静電容量の蓄積が最小限に抑えられるように、通常の注意が必要である。本明細書の教示の利益を享受するにあたり、全ての実施形態において、その実施形態が実施される管轄区域において施行されている関連する基準に適合する適切な接地接続を行う必要があることは、当業者には明らかである。

【 0 0 8 3 】

図 3 は、電気自動車（図示せず）用の本発明の実施形態を概略的に示しており、ここでも、対応する特徴には、対応する参照符号を付している。この実施形態では、Y 結線構成の 3 つの巻線 3 a、3 b、3 c を有する 3 相モータ 7 2 の形態の誘導負荷用コントローラ 7 1 が示されている。コントローラ 7 1 は、3 相グリッド 7 7 と接続するための入力端子 7 6 を有する入力回路 7 5 を含む。回路 7 5 は、フィルタ 7 8 及び双方向インバータ及び整流回路 7 9 を含む。これにより、コントローラ 7 1 は、上述の他の電力フローに加えて、グリッド 7 7 との間で双方向の電力フローを実現する。なお、グリッド 7 7 からコントローラ 7 1 に電力が引き込まれ及びコントローラ 7 1 からグリッド 7 7 に電力が供給されるとき、端子 1 1 及び端子 1 2 の電圧は、常に D C 電圧である。

【 0 0 8 4 】

図 3 には、コントローラ 7 1 によって実現される 6 つのエネルギー／電力フロー、すなわち 3 つの双方向フローが示されている。すなわち、コントローラ 7 1 は、2 つのエネルギーソース（車載バッテリー及び外部電源）の間に電氣的に配置された完全に双方向の D C - D C コンバータ、並びに何れかの電源及びモータの間の D C - D C、D C - A C 又は A C - D C コンバータを提供する。

【 0 0 8 5 】

コントローラ 7 1 は、3 相グリッド接続を使用しているが、グリッド 7 7 への単相接続又は D C 接続も使用できることは明らかである。後者の 2 つの例は、それぞれ、図 4 及び図 5 にコントローラ 8 1 及びコントローラ 9 1 として示されている。図 5 の実施形態では、入力 A C 電流を整流するために駆動回路 9 2 を利用する。なお、この整流動作中、図 5 に示すように、モジュール 2 0（図示せず）がスイッチ 9 3 を開状態に維持することによって、回路 9 2 は、モータの巻線から絶縁される。この整流によって生成された D C 電流は、同様に図 5 に示すように、モジュール 2 0 がスイッチ 4 8 を開状態に維持することによって、他の駆動回路 9 4 から分離されている駆動回路 9 3 に供給される。これにより、2 つの巻線（又は巻き線が 3 つより多い場合、2 つより多い巻線）を用いて、昇降圧機能が提供される。巻線は、A C 電流の整流に寄与しない。

【 0 0 8 6 】

幾つかの実施形態では、コントローラは、グリッド 7 7 から単相電力又は 3 相電力のいずれかを受け取ることができる。なお、他の実施形態では、単相電力又は 3 相電力のみをグリッド 7 7 から得ることができ、又はグリッド 7 7 に供給できる。更に別の実施形態では、D C 電力をグリッド 7 7 から取得し、グリッド 7 7 に供給できる。

【 0 0 8 7 】

図 6 は、本発明の更なる実施形態を示しており、対応する特徴には、対応する参照符号

10

20

30

40

50

を付している。具体的には、モータ72の形態の誘導負荷のためのコントローラ101は、3つの駆動回路102、103及び104を有し、これらはそれぞれ正及び負の電力レール105及び106、107及び108、109及び110を有する。回路102、103及び104は、それぞれのスイッチ対を含み、モジュール20（図示せず）から制御信号を受信し、任意の時点でスイッチの状態を決定できる。この実施形態では、各スイッチは、IGBTによって実現され、制御信号は、トランジスタのゲートに供給される。3相モータの位相は、デルタ構成又はY結線構成のいずれかで接続できる。

【0088】

コントローラ101が第1の状態で作動してモータ72を駆動する場合、モジュール20は、スイッチ48に制御信号を供給し、スイッチ48を閉状態に維持する。したがって、全ての正の電力レール105、107及び109は、共通であり、全ての負の電力レール106、108及び110は、共通であり、回路102、103、104内のスイッチの状態が順次変更され、必要なタイミングと電流レベルが提供され、モータ72の3つのコイルを動作させ、電気自動車（図示せず）用の動力エネルギーが生成される。電気自動車がモータ72の駆動を必要としないとき、回路75を介してコントローラ101をグリッド77に接続し、図6に示すように、コントローラは、スイッチ48を開状態に維持することにより、第2の状態で作動できる。この結果、レール105及び109は、共通のままであり、レール107は、他のレールから切り離される。これにより、回路103は、回路102及び/又は回路104、並びにモータ72内の1つ以上の巻線と共に、必要な昇降圧機能を提供する。回路102及び回路104のうちの少なくとも1つは、モータ72から端子5又は端子6への電流経路を提供し、充電電流がバッテリー8（及び関連する蓄電池）に流れることを可能にする。グリッド77への接続が十分な容量を有する場合、回路102及び回路104の両方は、モータ72から端子5又は端子6への電流経路を同時に提供でき、これにより、バッテリー8に流入する充電電流を増加又は最適化できる。

【0089】

図6から分かるように、電気自動車の用途では、通常、電力レール間にデカップリング容量が存在する。この実施形態では、端子5及び端子6の間（ C_b として示す）、並びに端子11及び端子12の間に（ C_r として示す）キャパシタを示している。本発明の実施形態のアーキテクチャの更なる利点は、電気自動車及びこのような容量を有する他の用途で使用される場合、提供される昇降圧機能を利用して、バッテリー8から及び/又はグリッド77（又は使用されている他の電源）から C_r 及び/又は C_b を事前充電（又は放電）できるという点である。モジュール20によって制御されるこの昇降圧機能は、キャパシタ C_r 及びキャパシタ C_b の一方又は両方の電荷が低レベルであれば、突入電流による損傷を避けるための電流制限回路等の追加の保護回路を使用する必要なく、回路の異なる部分の間の電圧差を吸収できる。この実施形態では、 C_r は、駆動回路の主なバルク容量として使用され、上述の昇降圧機能によってプリチャージされる。他の実施形態では、複数のキャパシタ及び/又はスナッパ及び/又はウルトラキャパシタバンク等他のデバイスがバルク容量を構成し、これは、システム全体に分散されていてもよい。故障状態では、制御モジュールは、意図された用途に適用される規格及び/又は規制に適合するように、昇降圧能力を使用してバルク容量を速やかに放電する。

【0090】

図7は、3つの巻線123、124、125がY結線構成に配置された3相モータ122の形態の誘導負荷用の別のコントローラ121を示している。端子5及び端子6におけるDC電源は、電圧 V_1 を有するバッテリー8であり、端子11及び端子12におけるDC電源は、電圧 V_2 を有する再充電可能な電源15である。本明細書の教示から、2つのDC電源は、多種多様な電源から選択できる。また、コントローラ121は、端子11、12を介して、グリッド77に/から電気エネルギーを伝送する入力回路75（図示せず）を含む。

【0091】

この例では、コントローラ121は、電気自動車（図示せず）のための車載コントロー

10

20

30

40

50

ラであり、モジュール 20（図示せず）は、コントローラ 121 の要求された動作を実現するために機能する。コントローラ 121 は、第 2 の状態で動作する際、（モジュール 20 が制御信号を生成するために使用する）多数の入力に応答し、図 8 に示す手順を実行する。これらのステップは、モジュール 20 がローカルメモリに保存されているソフトウェアを実行することによって行われ、（現在の電圧、例えば、 V_1 、 V_2 等、及びその他、例えば、電流 7、9、13、35、58 等を含む）コントローラ 121 の現在の動作パラメータに関する情報を取得することを含む。2 つ以上の誘導巻線を含む実施形態では、システムをより正確に制御するために、通常、より多くの電流センサを使用する。同様に、2 つ以上の電力レール切り離しを含む実施形態では、通常、より多くの電圧センサを使用する。第 2 の状態で動作可能な 1 つの制御方法を簡潔に示すために、図 8 の制御ストラテジは、単純化されているが、他の制御方法も可能である。また、制御方法は、安全チェック及び／又は安全対策等のための図示されていない動作を含むことができ、これには、複数レベルの冗長性を含むことができる。幾つかの実施形態では、これらの冗長的対策は、フィードバックループ及び／又は人間の入力によって制御動作を補完するハードウェア又はソフトウェアの冗長性を含む。例えば、このフィードバックには、制御方法が図 8 に示す第 2 の動作状態に入る前に実行される、充電プラグと人為的な機械的入力スイッチの両方からの冗長なフィードバックを含ませることができる。また、制御方法は、自動車用途に使用されるような用途に適用される規格及び／又は規制に適合するために他の特徴を含むことができる。幾つかの実施形態では、制御は、例えば、電力グリッド又はインタフェースプラグと通信することによって得られる他のフィードバックにも応答して、最大許容電力レベルを引き込み又は返すことができる。用途の要件に基づいて、ここに示す制御ストラテジを拡張又は縮小できることは、当業者にとって明らかである。

10

20

【0092】

モータ 122 が動力駆動を提供することを必要としない電気自動車では、モジュール 20 は、スイッチ 48 を開状態にする。DC 入力電圧が存在する場合（例えば、電源 15 が入力回路 75 からの整流された AC 電圧である場合、又は PV アレイの出力が接続されている場合）これは、端子 11 及び端子 12 の間に存在する。

【0093】

この実施形態では、回路 75（図示せず）の端子 76 は、グリッド 77 から AC 電圧を受け取るが、他の実施形態では、端子 76 は、電気自動車のための専用の DC 充電ステーション等の DC 電源に接続される。他の実施形態では、端子 76 は、グリッドタイド双方向バッテリーストレージユニット（grid tied bidirectional battery storage unit）等の調整されていない DC 電源に接続される。他の実施形態では、入力回路 75 は、高電圧 DC（high voltage DC：HVDC）電力送電線の又はこれに派生する電圧要件を受け入れ、及びこれとインタフェースするように設計されている。したがって、この実施形態では、入力回路 75 は、端子 76 におけるいずれかの極性の DC 電圧に応答して、端子 11 と端子 12 の間に一貫した極性の DC 電圧を提供する。電流 58 を生成する際、モジュール 20 は、端子 76 における DC 電圧の極性に応答して、入力回路 75 に供給する必要がある制御信号を決定する。

30

【0094】

ステップ 126 において、モジュール 20 は、関連する入力（最も有意なものとしては、図 7 では V_1 であるバッテリー 8 の電圧、図 7 では V_2 である端子 11 及び端子 12 の間の電圧）に応答して、必要な充電をバッテリー 8 に供給するために必要とされる条件の性質を確認する。これには、駆動回路を昇圧モード、降圧モード、又は昇降圧モードで動作させることを含み、これらについては、後により詳細に説明する。モジュール 20 は、必要なモードを決定すると、制御信号を発行して、ステップ 127 において、選択されたモードを実施すると共に、供給される充電電流を調整する。この動作は、ステップ 128 において、バッテリー 8 が充電されたときモジュール 20 が評価するまで維持される。

40

【0095】

図 7 では、第 1 のエネルギーソースが第 2 のエネルギーソースから充電されているときに、

50

コントローラ 121 は、第 2 の状態において降圧モードで動作するものとして示されている。すなわち、モジュール 20 は、 $V_1 < V_2$ であることを検出し、制御信号を発行して、端子 11 及び端子 12 から端子 5 及び端子 6 への電流経路を確立し、必要な充電電流を供給する。これらの電流の流れは、図 7 では、図面に重ねられた太線として示され、ここで、実線は、電流経路における（変化するが）連続する DC 電圧レベルを示し、破線は、電流経路における切り換えられる DC 電圧レベルを示している。コントローラ 121 は、正の電力レール 135 及び負の電力レール 136 にそれぞれ接続された 2 つの MOSFET 133、134 を有する第 1 の駆動回路 131 と、正の電力レール 141 及び負の電力レール 142 にそれぞれ接続された 2 つの MOSFET 139、140 を有する第 2 の駆動回路 137 と、正の電力レール 147 及び負の電力レール 148 にそれぞれ接続された 2 つの MOSFET 145、146 を有する第 3 の駆動回路 143 とを含む。

10

【0096】

第 2 の状態において降圧モードで動作するとき、モジュール 20 は、スイッチ 48 に制御信号を供給してその開状態を維持し、MOSFET 133、134、139、140、145、146 の全てのゲートに制御信号を供給する。MOSFET に供給される制御信号は、個々の MOSFET が個別に且つ集合的に動作して、必要な降圧機能を実現するように選択される。例えば、MOSFET 134、146 に供給される制御信号は、非導通状態を維持し、これによって、これらの MOSFET を介して各レール 136、148 に電流経路が確立されないようにする。MOSFET 133、145 に供給される制御信号も、これらのスイッチをこれらの開状態に維持する（すなわち、MOSFET 自体は、導通しない）。但し、これらの MOSFET は、ボディダイオードを含むので、それぞれの供給レール 135、147 に対しては、電流経路が確立される。MOSFET 139 に供給される制御信号は、パルス幅変調（pulse width modulation：PWM）信号である。すなわち、MOSFET 139 を通る電流経路は、（PWM 制御信号のために）セグメント化されるが、連続導通モード（continuous conduction mode：CCM）で動作する場合、モータ 122 の 3 つの巻線を含む電流経路のために、MOSFET 139 の下流に示される電流経路における電流の流れは（可変であるが）連続的である。MOSFET 140 に供給される制御信号は、そのスイッチを開状態に維持する。したがって、MOSFET の順方向の導通は、存在しない。しかしながら、MOSFET 139 がオフに切り換えられて開状態になると、指示された電流経路における巻線の誘導効果のために、電流は、MOSFET 140 のボディダイオードを介して引き込まれる。これにより、MOSFET 139 及び MOSFET 140 の非同期動作が提供される。他の実施形態では、MOSFET 140 には、MOSFET 139 に供給されるものと逆の PWM 制御信号が供給され、これにより、これらの MOSFET の同期動作が実現される。これに代えて、幾つかの実施形態では、MOSFET 133、145 は、同期動作を提供するために使用され、それぞれのダイオードの順方向導通損失を低減する。

20

30

【0097】

他の実施形態では、モジュール 20 は、コントローラ 1 が CCM 以外のモードで動作するように制御信号を提供する。他のモードは、例えば、不連続導通モード（discontinuous conduction mode：DCM）、又は疑似連続導通モード（pseudo continuous conduction mode：PCCM）等のハイブリッドモードであってもよい。幾つかの実施形態では、個々の誘導巻線は、他の巻線とは異なる伝導モードで機能する。

40

【0098】

更なる実施形態では、レール 135 及びレール 147 の間にスイッチ 48 等の更なるスイッチを配置し、モジュール 20 からの制御信号に応答して、これらのレールを選択的に接続及び切断することを可能にする。これにより、MOSFET 139、145 の一方又は両方のゲートに PWM 制御信号を供給することによる多相降圧変換が実現される。

【0099】

図 7 に示す例では、降圧インダクタンスは、モータ 122 の個々の巻線の個々の位相のインダクタンスの 1.5 倍であり、昇圧インダクタンスは、個々の位相のインダクタンス

50

の 1.5 ~ 2 倍である。図 7 の巻線の Y 結線構成をデルタ構成に置き換えた場合、降圧インダクタンスは、個々の巻線インダクタンスの半分に相当し、昇圧インダクタンスは、個々の位相のインダクタンスの 0.66 倍から 1 倍の間である。したがって、個々の位相のインダクタンスの半分と 2 倍の間の昇降圧インダクタンス値の設定を得ることが可能である。

【0100】

スイッチ 48 がレール 135 とレール 147 との間に配置されている他の実施形態では、降圧インダクタンスと昇圧インダクタンスは、個々の位相のインダクタンスの 1.5 ~ 2 倍である。これと同じスイッチ 48 の代替位置及びデルタ構成を使用する場合、降圧インダクタンスと昇圧インダクタンスは、個々の位相のインダクタンスの 0.5 ~ 0.66 倍である。

10

【0101】

異なる降圧、昇圧又は昇降圧インダクタンスは、モジュール 20 (図示せず) を介して制御される駆動回路のスイッチング周波数と共に、任意の所与の時間における電力負荷条件に基づいて最適化できる。取り付けられたエネルギーストレージデバイスの意図された電圧、必要とされる DC - DC 変換の電力、及び第 2 の入力における電源の電圧に基づいて、システムアーキテクチャを最適化できる。電力グリッドから充電される電気自動車の用途では、システムアーキテクチャは、車載バッテリー電圧、充電能力、及び車両が展開されるローカルグリッド電圧に基づいて最適化される。このシステムアーキテクチャの最適化は、コンポーネントの選択、スイッチ 48 の配置の選択、電力レール遮断スイッチの数、モータのスター型又はデルタ型巻線構成、並びにモジュール 20 によって使用されるスイッチング制御方法及び周波数の選択を含む。コンポーネントの選択は、幾つかの実施形態では、電圧及び/又は電流搬送能力、上昇/下降時間、スイッチング周波数、導通抵抗、消費電力、品質、コスト、又は当該コンポーネントに応じた他の尺度の範囲によって影響される。また、最適化は、コンポーネントストレスが管理され及び/又は均一に分散されて、重要なコンポーネントの寿命が延長されるように制御ストラテジで実施することもできる。同様に、システムは、故障モードと影響分析 (failure modes and effects analysis: FMEA) に基づいて、運用上の安全性が向上し、適用される全ての規格及び/又は意図された用途における規制に準拠するように最適化できる。例えば、幾つかの実施形態では、第 1 の状態で動作している間、故障状態でモータ動作が中断されないように、短絡故障モードを有する特定のタイプのスイッチ 48 を実現することが望まれる。

20

30

【0102】

他の実施形態では、正の電力レール上で複数の中断、すなわち、切断を用いて、任意の所与の時間において複数の降圧又は昇圧インダクタンスのうちの 1 つの選択を可能にし、可変インダクタンスを実現し、これにより、異なる電圧、負荷レベル、及び充電電流の流れ方向におけるコントローラの効率を向上させる。

【0103】

他の実施形態では、スイッチング機構を用いて、取り付けられたモータ又は多相負荷を、Y 結線構成、デルタ構成及び/又は他の構成の間で、要求に応じて変化させることができる。

40

【0104】

図 9 では、コントローラ 121 は、昇圧モードで動作するものとして示されており、第 1 のエネルギーソースが第 2 のエネルギーソースから充電されているときに、第 2 の状態において、 $V_1 > V_2$ である。この実施形態では、昇圧モードは、モジュール 20 が MOSFET 139 を閉状態又は導通状態に維持し、MOSFET 134、146 のゲートに PWM 制御信号を供給することによって実現される。ここに示されている電流経路において可変インダクタンスを得るために、MOSFET 134 及び MOSFET 146 は、共に又は個別に動作する。高調波を低減し、より規則的な電流引き込みを行うために、MOSFET 134 及び MOSFET 146 は、位相シフト動作又は逆動作で動作することが好ましい。モータ 122 の巻線によって提供されるインダクタンスは、MOSFET 133 及

50

びMOSFET145のボディダイオードを介して、電流を流し、バッテリー8を充電する。
【0105】

図10では、コントローラ121は、昇降圧モードで動作するものとして示されている。これは、通常、 V_1 と V_2 の値が近く、充電中のこれらの値の変化によって、これらの値が何回も互いに交差する場合に生じる。この実施形態では、 V_2 から V_1 を充電する昇降圧モードは、モジュール20がそれぞれのPWM制御信号をMOSFET139のゲート（降圧スイッチ）及びMOSFET134、146のゲート（昇圧スイッチ）に供給することによって実現される。これらのスイッチの導通フェーズ中に最大電流を増加又は維持するために、モジュール20は、MOSFET134、146がオンになると、MOSFET139もオンになるように、降圧スイッチ及び昇圧スイッチを共に制御する。また、MOSFET139の降圧動作を使用して、昇圧フェーズで供給される電流を減少させることもできる。MOSFET134及びMOSFET146は、位相シフト動作で動作でき、MOSFET133及び/又はMOSFET145は、順方向電圧降下を低減するように（スイッチのタイプに応じて）トグル可能である。MOSFET133及び/又はMOSFET145がトグルされる場合、逆電流を防止するために、MOSFET139は、逆にトグルすることが望ましい。MOSFET140を逆にトグルすることにより、同期降圧動作を提供でき、MOSFET140のボディダイオードの順方向導通損失を低減できる。

10

【0106】

なお、この昇降圧モードは、所望の充電性能を達成するために、純粋な降圧モード又は純粋な昇圧モードの期間に入ることができることは明らかである。

20

【0107】

第2の状態では、コントローラ121は、4スイッチ非反転カスケード昇降圧コンバータとして動作でき、したがって、このトポロジ又は類似のトポロジのための既知の制御方法を使用する。

【0108】

本発明の実施形態は、車両のみでなく、次の両方を有する用途に適用される。

- ・1又は複数の接続されたエネルギーストレージデバイス。
- ・2つ以上のパワーソース/シンクに接続できる誘導負荷又は電気モータ。

【0109】

1つ以上の接続されたエネルギーストレージデバイスは、通常、蓄積されたエネルギーから電力（例えば、電流）を生成し、バッテリー又はバッテリーバンク、キャパシタ又はキャパシタバンク、ウルトラキャパシタ又はウルトラキャパシタバンク、1以上の燃料バッテリー、1以上の運動エネルギー回生システム等の1以上を含むことができる。

30

【0110】

電気モータは、通常、プラグ及び/又はケーブルを介して外部電源に接続される。なお、他の実施形態では、無線電力伝送を使用する。

【0111】

次に、図11は、3相モータ162の形態の誘導負荷用のコントローラ161を概略的に示している。このコントローラ161は、図6のコントローラ101と同様であり、対応する特徴には、対応する参照符号を付している。図11において、コントローラ161は、グリッド77と接続するように構成され、グリッド77は、電気エネルギーのAC電源を提供し、双方向 V_2 動作に対応できる。したがって、図6の3相整流器79は、3相インバータ163に置き換えられている。関連する制御信号を発行することによってモジュール20（図示せず）が実行する制御ストラテジは、図10を参照して上述したものと同じであるが、電流の流れが逆になっており、降圧スイッチ及び昇圧スイッチが逆になっている。

40

【0112】

コントローラ161の動作は、以下の通りである。まず、（図示のように）スイッチ48が開状態で、コントローラ161は、バッテリー8間の電圧、すなわち V_1 が意図される

50

ＡＣ反転電圧又はＤＣ出力電圧のピークより高いかどうかを判定する。これに該当する場合、モジュール２０は、コントローラ１６１が降圧モードに入ることによってＶ２×機能に必要な電圧を供給するように制御信号を発行する。一方、Ｖ１が意図されるＡＣ反転電圧又はＤＣ出力電圧のピークよりも小さい場合、コントローラ１６１は、昇圧モードに入ることにより、Ｖ２×機能に必要な電圧を提供する。Ｖ１が意図されるＡＣ反転電圧又はＤＣ出力電圧のピークに近い場合、コントローラ１６１が昇降圧モードで動作することによってＶ２×機能を実現できる。

【０１１３】

この実施形態では、モジュール２０は、（図に示すように）電圧Ｖ１及びＶ２に応答し、コントローラ１６１にとって必要なモードを決定する。更に、モータ位相接続上に示されている電流計を使用して、フィードバックループが引き出され、これにより、モジュール２０は、これらの巻線における電流の流れが慎重に調整されるように回路１０２、１０３、１０４を制御できる。他の実施形態では、モジュール２０は、上述の入力に代えて又は上述の入力に加えて、他の入力を用いて、制御信号を導出する。

【０１１４】

コントローラ１６１がＶ１からＶ２への降圧モードで動作しているとき、モジュール２０は、スイッチＱ３及び／又はＱ５のゲート（これを「Ｑ３／５」と示す）にＰＷＭ信号の形態の制御信号を供給する。電圧Ｖ１は、Ｖ２よりも高いので、Ｑ１の還流ダイオード（freewheeling diode：ＦＷＤ）に電流が流れる。Ｑ３／５がＯＮからＯＦＦになると、モータ１６２のインダクタンスによって電流が流れ続ける。この電流は、（非同期動作を使用する場合）Ｑ４／６の還流ダイオード（ＦＷＤ）によって、又は（同期動作が使用され、スイッチタイプが双方向動作を可能実現している場合）Ｑ４／６がＱ３／５に逆トグルされると、Ｑ４／６の順方向に供給できる。

【０１１５】

コントローラ１６１が昇圧モードで動作しているとき、モジュール２０は、制御信号を発行し、Ｑ３／５が常にＯＮになる。モジュール２０は、ＰＷＭ信号の形態の別の制御信号をスイッチＱ２のゲートに供給する。

【０１１６】

回路１０２及び回路１０４のそれぞれの正の電力レール１０５及び正の電力レール１０９の間（すなわち、Ｑ２とＱ５との間）にスイッチ４８が配置されている別の実施形態では、ゲートＱ２及び／又はＱ４にＰＷＭ信号を印加することによって、マルチインダクタンス昇圧モードを実現できる。

【０１１７】

コントローラ１６１が昇降圧モードで動作しているとき、モジュール２０は、降圧スイッチＱ３／５及び昇圧スイッチＱ２のゲートにＰＷＭ信号の形態の制御信号を供給する。このモードでの降圧動作は、同期的に行ってもよく、非同期的に行ってもよい。

【０１１８】

より多くの位相が利用可能であり、これらの位相の電力レールの間に１又は複数の追加のスイッチ４８が使用される場合、複数の昇降圧インダクタンスを実現できる。同様に、デルタ構成とＹ結線構成との間で位相の構成をオンデマンドで変更できる場合、他のインダクタンスも可能である。

【０１１９】

上述のいずれかのモードで動作するとき、端子１１及び端子１２において、及びＣ_rに亘ってＤＣ電圧が発生する。モジュール２０は、電圧が所定のレベルに達したと評価すると、制御信号をインバータ１６３に出力して、要求される電圧及び周波数で電圧を単相又は３相ＡＣ波形に反転させる。これに代えて、グリッド７７がＤＣグリッドである場合、モジュール２０は、インバータ１６３が入力７６に任意の極性のＤＣ電力を供給するように制御信号を発行する。

【０１２０】

コントローラ１６１（具体的にはモジュール２０）が回路１６３を双方向整流器／イン

10

20

30

40

50

バータとして動作させることは、バッテリー 8 の充電中に能動整流を行うことができるという付加的な利点を有する。すなわち、充電機能を提供することに加えて、モジュール 20 は、コントローラ 161 の力率を改善し、及び生成される高調波を低減できる。非常に低い高調波及び略単一の力率を達成するために、及び / 又は THD 要件を満たすために、能動整流器 / インバータ 163 とグリッド 77 との間にフィルタ 78 を使用する。幾つかの実施形態では、フィルタ 78 は、その入力に 1 つ以上のインダクタを含む。これらのインダクタは、整流器の入力に対して個々の位相昇圧インダクタとしても機能できる。この実施形態では、フィルタ 78 は、受動フィルタであるが、他の実施形態では能動素子を使用してもよい。更なる実施形態では、異なるフィルタ及び / 又は整流器 / インバータが使用され、これらの全てがコントローラの完全な双方向動作と互換性を有するわけではない。

10

【0121】

また、上述の実施形態は、様々な有利な機能を提供するためにモータのインダクタンスを使用しているが、モータのインダクタンスが使用されないようにコントローラを追加的に動作させてもよい。例えば、幾つかの実施形態では、コントローラは、外部 DC 電源（外部 DC 充電器等）がモータのインダクタンスをバイパスしてバッテリーを直接的に充電できるようにする。これにより、コントローラを、将来的に又は遡及的に、より広範な充電方式とハードウェアに対して完全に適合させることができる。

【0122】

上述した駆動回路の電力レールの選択的な接続及び切断により、設計の自由度が追加され、新たな組み合わせと利点を得ることができる。例えば、複数の双方向昇降圧機能を使用することにより、1 又は複数のウルトラキャパシタバンクをモータコントローラに組み込むことができ、これにより、高パワー遷移を補助し、ピーク電力が低い化学的バッテリーを主の蓄電池として使用できる。キャパシタ（及びウルトラキャパシタ等）に蓄えられるエネルギーは、次式で定義される。

20

【数 1】

$$E = \frac{1}{2} CV^2$$

【0123】

キャパシタから最大エネルギーを引き込むためには、キャパシタ電圧は、可能な限り変更可能である必要がある。そこで、本発明者は、容量性素子と、本発明の実施形態で利用される双方向昇降圧機能とを組み合わせることによって、著しい利益が得られることを見出した。すなわち、これらの昇降圧機能は、広範囲の電圧のみでなく、コントローラの異なる部分における異なる電圧に対応する。図 12 は、この設計自由度を利用するコントローラの例を示しており、ここでは、対応する特徴には、対応する参照符号を付している。この実施形態では、電気自動車（図示せず）用のコントローラ 171 は、3 相 Y 結線構成のモータ 172 の駆動を調整するのみでなく、バッテリーバンク 8 及びウルトラキャパシタバンク 173 の形態の車載 DC 電源の電力伝送（充電及び放電）を調整する。これらの期間中、モータ 172 が車両を推進するために使用されておらず、例えば、車両が信号機で停止しており、駆動回路によって引き込まれる電流 7 が実質的にゼロであるとき、モジュール 20（図示せず）は、スイッチ 48 に制御信号を供給してこれを（図示のように）開状態にし、3 つの駆動回路のスイッチがウルトラキャパシタ 173 から電流が引き込まれるようにし、端子 5 及び端子 6 を介して供給される電流 9 を生成し、バッテリー 8 を充電する。ウルトラキャパシタ 173 が端子 11 及び端子 12 に供給する電圧が、端子 5 及び端子 6 の間のバッテリー電圧を下回ると、モジュール 20 は、昇圧機能を提供するための制御信号を駆動回路に供給する。モジュール 20 は、バッテリー 8 が完全に充電されたと判断すると、制御信号を生成し、スイッチ 175 は、これにตอบสนองして、バッテリー 8 をコントローラ 171 の残りの部分から一時的に切り離す。この構成では、モジュール 20 は、スイッチ 48 を閉状態にして、ウルトラキャパシタ 173 から直接駆動電力を引き込んで、3 つの協働する駆動回路を使用して、モータ 172 を駆動することもできる。これにより、ウル

30

40

50

トラキャパシタ 173 によって提供される電圧、したがって、端子 5 及び端子 6 間の電圧が徐々に低下する。この電圧が、モータ 172 の必要なエネルギー需要を適切にサポートしないレベルに達すると、（スイッチ 176 をその開状態にすると共に）モジュール 20 は、スイッチ 175 を閉状態にし、バッテリー 8 から電流 7 を引き込み、バッテリー 8 が駆動回路に必要な全てのエネルギーを供給するようにする。

【0124】

電気自動車において、電気モータが駆動力を提供している期間と、回生制動が使用される減速期間とが交互に現れることは、珍しいことではない。モータ 172 が駆動期間から回生制動期間に遷移する場合、幾つかの実施形態では、モジュール 20 は、スイッチ 175 及びスイッチ 176 の状態を変更し、バッテリー 8 が再びコントローラ 171 の残りの部分から分離され、モータ 172 によって発生された回生制動電流がウルトラキャパシタ 176 に導かれるようにする。これは、ウルトラキャパシタの高パワー能力を利用している。モジュール 20 は、ウルトラキャパシタ 173 が完全充電状態に達したと判定すると、回生制動電流をバッテリー 8 に導く制御信号を発行する。何れの場合も、この制動の後に車両が完全に停止すると、モジュール 20 は、上述した昇降圧モードを使用して、再びウルトラキャパシタ 173 からバッテリー 8 を充電できる。

【0125】

幾つかの実施形態では、モジュール 20 は、ウルトラキャパシタ 173 の両端に所定の最小電圧を維持し、モータ 172 のピーク電力要求を供給するために車載エネルギーを保存する。このような実施形態では、このようなピーク電力需要を供給した後、ウルトラキャパシタ 173 の両端の電圧が所定の最小値を下回ると、（図 11 では MOSFET デバイスとして例示されている）スイッチ 176 は、部分的又は完全に開状態になり、ウルトラキャパシタ 173 への電気エネルギーの流れを調節する。ウルトラキャパシタ 173 へのこのエネルギーの流れは、モータ 172 の電力需要が低いかゼロのときに優先的に発生する。これとは別に、スイッチ 175 は、パルス動作を行ってもよく、すなわち、モジュール 20 によって提供される PWM 制御信号に応答して、開状態と閉状態とを繰り返し、ピーク電力需要のいずれかの期間中に、ウルトラキャパシタ 173 によって（駆動回路を介して）モータ 173 に供給される電流を補うために、チョップ電流（chopped current）7 にも寄与するようにしてもよい。

【0126】

幾つかの実施形態では、車両が停止している間にウルトラキャパシタ 173 を完全に充電し、車両が動き出すときの加速に関連する予想される高い電力需要又はピーク電力需要に備えて準備することが好ましい。これは、キャパシタは、通常、化学的バッテリーよりもパワー密度が高く、エネルギー密度が低いためである。このような場合、回生制動から回収されたエネルギー、すなわち、車両の減速中に運動エネルギーから変換された電気エネルギーは、スイッチ 176 を閉じ、スイッチ 175 を開くことによって、ウルトラキャパシタ 173 に蓄えられる。この回復動作中にウルトラキャパシタ 173 が完全に充電されると、スイッチ 175 を閉じ、その後に供給されるエネルギーをパック 8 に向けることができる。全ての可能な運動エネルギーが回収されても、ウルトラキャパシタ 173 がフル充電に満たない場合、モジュール 20（図示せず）は、パック 8 からウルトラキャパシタ 173 を選択的に充電できる。この動作は、スイッチ 48 を開き、スイッチ 175 及びスイッチ 176 を閉じることによって可能になる。すなわち、モジュール 20（図示せず）は、前述したように関連する駆動回路を切り換えて昇圧動作、昇圧動作及び昇降圧動作のうちの 1 つ以上を選択的に実施できる。ウルトラキャパシタ 173 が選択された上限レベルに充電され、又は車両が駆動力の生成を必要とする場合、スイッチ 175 が開かれ、スイッチ 48 が閉じられ、モータ 172 は、ウルトラキャパシタ 173 に蓄えられたエネルギーのみで動作する。ウルトラキャパシタ 173 が所定量放電すると、スイッチ 175 は、漸進的にパルスされて、バンク 8 から追加のエネルギーを供給する。すなわち、モータは、ウルトラキャパシタ 173 とバンク 8 の両方からエネルギーを引き込んでいる。ウルトラキャパシタ 173 の充電レベルが所定の最小値に達すると、スイッチ 176 が完全に開き、スイッチ 17

10

20

30

40

50

5 が完全に閉じ、全ての必要なエネルギーがバンク 8 から供給されるようになる。また、PWM と共にスイッチ 175 及び / 又はスイッチ 176 を使用することによって生じる任意のパルス電流を平滑化するためにフィルタ回路を使用してもよい。

【0127】

ウルトラキャパシタ 173 (又はこれに類するもの) を使用することによって、これらの高出力密度、並びに高い充電率及び放電率に対する耐性のために、急速充電が可能になる。これは、電気バスのような頻繁に停止する車両用途に特に好適である。車両が停止すると、高出力 DC 又は AC 電源は、(入力回路 75 を介して) ウルトラキャパシタ 173 を急速に充電できる。同時に、モジュール 20 は、コントローラ 171 の昇降圧能力を動作させ、バッテリー 8 に補充の充電 (top-up charge) を提供する。例えば、DC 電源を使用する場合、DC 電源は、端子 11 及び端子 12 (又はコントローラ 171 の 1 又は複数の電力レール) に直接的にインタフェースされ、入力回路 75 の損失をバイパスすることが好ましい。充電が完了し、又は車両が充電ポイントから移動した場合、ウルトラキャパシタ 173 は、完全に又は部分的に駆動モータ 172 に寄与することができる。これに代えて又はこれに加えて、ウルトラキャパシタ 173 は、車両が停止するたびに、ウルトラキャパシタ 173 が空になるまで又は電圧が所定の最低値まで低下するまで、コントローラ 1 の昇降圧機能によってバッテリー 8 を充電し続けることができる。停止と停止の間にウルトラキャパシタ 173 が消費されると、これらは、バッテリー 8 から、又は回生制動時にはモータ 172 によって充電できる。

【0128】

図 13 は、ウルトラキャパシタを使用する本発明の更なる実施形態を示しており、ここでは、対応する特徴には、対応する参照符号を付している。コントローラ 181 は、2 つの駆動回路の間に配置されたウルトラキャパシタバンク 173 と、モジュール 20 (図示せず) からの制御信号に応答する追加のスイッチ 182 とを含む。これにより、コントローラ 181 は、入力端子 11、12 において外部電源からウルトラキャパシタ 173 を充電するために必要とされる電力及び電圧変換を実行できる。ウルトラキャパシタ 173 は、端子 11 及び端子 12 の整流された AC 入力電圧及びバッテリーバンク 8 から端子 5 と端子 6 に供給される電圧とは異なる電圧で動作するように意図されている。但し、他の実施形態では、ウルトラキャパシタ 173 は、端子 11 及び端子 12 又は端子 5 及び端子 6 の電圧の 1 つと同様の電圧で動作する。入力 76 がグリッド 77 に接続され、端子 11、12 には充電電流 13 が供給されているときにスイッチ 48 及びスイッチ 182 が開状態になると、バッテリー 8 の充電とは異なる速度及び異なる電圧でウルトラキャパシタ 173 を充電できる。この実施形態では、スイッチ 176 は、ヘッドツータール (head-to-tail) で並列に設定されたインラインダイオードを有する 2 組の IGBT の形態を有する。このスイッチは、モジュール 20 (図示せず) からの制御信号に応答して、ウルトラキャパシタ 173 への / からの電流の制御を補助する。したがって、電力 / エネルギーは、これらの組み合わせによって 12 方向に転送できる。すなわち、第 1 の状態では、モータは、ウルトラキャパシタ 173、バッテリーバンク 8、及び / 又は第 2 の入力のいずれかの組み合わせによって、電力を供給し又は電力を受け取ることができる。第 2 の状態では、バッテリーバンク 8、ウルトラキャパシタ 173、及び第 2 の入力電源のいずれか 1 つ又は全ての組み合わせの間で、DC - DC 電力 / エネルギーを双方向に伝送できる。本明細書の教示の利点を考慮すると、ウルトラキャパシタの位置について、又はウルトラキャパシタ若しくは他のストレージ媒体の複数のバンクの使用について、他の多くの構成が可能であることは明らかである。

【0129】

図 14 は、本発明の更なる実施形態を示しており、ここでは、対応する特徴には、対応する参照符号を付している。この実施形態では、スイッチトリラクスモータ 192 の形態の誘導負荷のためのコントローラ 191 は、5 つのスイッチ K1 ~ K5 を有し、これらはモジュール 20 (図示せず) からの制御信号に応答して、モータ 192 の 3 つの巻線のための 3 つの駆動回路の間に配置された供給レールを選択的に接続及び切断する。すな

わち、本発明の実施形態は、独立して駆動されるモータコイルを有するモータにも適用される。この実施形態では、各駆動回路は、関連するコイルに駆動電流を供給するためのHブリッジを含む。他の実施形態では、非対称Hブリッジを使用する。これらのHブリッジ間の電力レールの選択的中断によって、モータ192内の個々の巻線を使用して、利用可能なDC電源電圧を直列に、又は並列に動作させ、又は直列及び並列の組み合わせとして動作させることができる。直列で動作する場合、全てのスイッチ $K_1 \sim K_5$ は、図示のように開状態になり、電圧は、端子5、6から端子11、12に、又はこの逆方向に、コントローラ191が独立して各コイルを降圧モード、昇圧モード、又は昇降圧モードで動作させることによって変換される。端子5及び端子6において別のDC電源15からバッテリー8を充電するとき、電圧は、 V_2 から V_3 、 V_4 、 V_1 に段階的に変換される。コントローラ191内には、様々なレベルの電圧が存在するので、(例えば、ウルトラキャパシタを使用することによって)これらの中間レベルの追加のエネルギーストレージを実現することもできる。

10

【0130】

並列で動作する場合、 K_1 及び K_2 は、閉じられ、 $V_2 = V_4$ 、 $V_3 = V_1$ である。したがって、降圧、昇圧、又は昇降圧の各構成の入力及び出力電圧は、同じである。これにより、コントローラ191は、特定の充電要件の間、効率及び/又は電力伝送を向上させることができる。

【0131】

上述の実施形態は、単相又は3相の実施例を参照して説明したが、本発明は、これらとは異なる位相数を有するモータに適用可能であることは明らかである。

20

【0132】

図15は、コントローラ201が2つの3相モータ202、203の形態の誘導負荷用を制御する本発明の別の実施形態を示している。他の実施形態では、3つ以上のモータが含まれる。この実施形態における両方のモータ(又は他の実施形態における全てのモータ)は、電圧変換及び双方向動作を提供するために使用できる。電圧変換の各段の電力レールは、並列に配置されているので、追加されたモータ及び関連する駆動回路毎に充電電力を増加させることができる。図15において、モータ202及びモータ203は、高電力充電を可能にするように接続され、両方のモータ及びこれに関連するパワー回路、すなわち、関連する駆動回路を使用して、2組の端子間のパワーフローを調整できる。コストの考慮が最も重要な場合、両方のモータ用の駆動回路について同じ電力レールスイッチ48、182を使用する。他の実施形態では、各モータの駆動回路の電力レールは、接続されておらず、それぞれの電力レール切り離しスイッチを備えており、したがって、各駆動回路と昇降圧機能を独立して動作させることができる。

30

【0133】

図15の実施形態では、グリッド77からの整流された3相電力は、端子5及び端子6にDC電圧を生じさせ、このDC電圧は、これはコントローラ201によって、ウルトラキャパシタ173の両端の電圧及び/又はバッテリー8の両端の電圧に変換される。コントローラ201は、双方向動作を行って端子11及び端子12にDC出力電圧を供給し、又は回路75内でインバータ整流器が使用される場合には、そのDC電圧を入力76においてAC信号に反転させる。

40

【0134】

図16に示す別の実施形態では、モータ203は、異なるデカップリングスイッチを介してモータ202に対して互い違いに配置され、これにより、モジュール20(図示せず)は、スイッチを制御して、バッテリー8及びウルトラキャパシタ173を充電/放電するために使用されるインダクタンスを変更することができる。

【0135】

複数のコントローラ及びモータを使用し、車載エネルギーストレージの2つの形態(バッテリー及び/又はウルトラキャパシタ等)に対して電流を引き込むこれらの実施形態のための直列フォーマットを図17に示す。2つのモータ用のコントローラの間には、独立した

50

電圧が供給され、ウルトラキャパシタバンク等のエネルギーストレージデバイスが動作し、又は外部電源とのインタフェースのための他の入力／出力端子が設けられている。充電モードの間、高電力DC電源又は整流された3相AC電源が提供する入力電圧は、第1のコントローラによってウルトラキャパシタに変換される。第2のコントローラは、この独立した電圧を、バッテリーを充電するために第2の電圧に変換できる。ウルトラキャパシタは、バッテリーよりも高速で充放電が可能であるため、充放電レベルは、通常、2つのストレージデバイス間で大幅に異なる。このシステムトポロジは、多くの動作モードを可能にする。例えば、バッテリーを接続及び分離するための主スイッチが開状態（バッテリーをコントローラの残りの部分から絶縁した状態）である場合、両方のモータがウルトラキャパシタに蓄えられたエネルギーを引き込むことができる。この主スイッチが閉状態である場合、モータは、バッテリー及びウルトラキャパシタの一方又は両方からエネルギーを引き込むことができる。第2のモータによって提供されるインダクタンスを使用することにより、外部電源が取り外された後であっても、ウルトラキャパシタを使用してバッテリーを充電し続けることができ、その逆も可能である。ウルトラキャパシタ、バッテリー、又は両方のハイブリッドは、ビークルツーグリッド（vehicle-to-grid：V2G）又はDC出力動作を提供するために利用できる。

10

【0136】

図17のコントローラは、概略的に示されており、全体的なアーキテクチャ及び設計コンセプトを明確に示すために、様々なコンポーネントが省略されていることは、当業者にとって明らかである。実施する場合、このコントローラは、特定の動作を実現するために更なるコンポーネントを含むことができることは、当業者にとって明らかである。

20

【0137】

他の実施形態では、独立した電圧で他のエネルギーストレージデバイスを使用する。更なる実施形態では、更なるAC又はDC入力／出力端子が独立した電圧を印加されるように配置される。これには、例えば、単層又は3相ACの整流を最適化するための他の入力回路とのインタフェースも含まれる。

【0138】

V2G機能及び／又はグリッドに利益をもたらすことができる他の動作を使用するこれらの実施形態では、例えば、図17に示すようなウルトラキャパシタバンク等、長寿命のエネルギーストレージ媒体を使用することが好ましい。これにより、システムは、システム内のコンポーネントを大幅に劣化させることなく、グリッド及び／又はユーザに利益を提供できる。これらの利益は、接続された電力グリッドの任意の1又は複数のフェーズの需要対応、電圧及び／又は周波数調整、負荷遮断、及び／又は位相平衡化を提供することによって生じさせることができる。本明細書に開示するコントローラの実施形態は、バッテリー及び／又はウルトラキャパシタ及び／又は電力グリッド間の双方向電圧及び電力変換により、ウルトラキャパシタ等と容易に統合できるように構成されており、したがって、双方向性及び／又はV2G能力を実現し、実用的かつ潜在的に利益のある技術である。

30

【0139】

以下、対応する特徴に、対応する参照符号を付した図18を参照して説明する。3相モータ222の形態の誘導負荷のためのコントローラ221は、電気エネルギーの双方向変換を提供する。具体的には、コントローラ221は、正の電力レールを切断するための2つの離間したスイッチ48、182を含む。すなわち、第1の状態において、3つの駆動回路は、共通の電力レールを有し、協働して動作し、モータ222の巻線に電流を選択的に流し、モータに正又は負のトルクを発生させる。一方、第2の状態では、3つの駆動回路をそれぞれ互いに切断でき、入力回路75において、他の場合は単方向整流器として機能する整流器を使用して、双方向昇降圧コンバータを実現できる。この実施形態では、入力回路75は、（ある実施形態で好ましいように）単方向であり、コントローラ221がグリッド77から正弦波の入力電流を、高い力率及び低い全高調波ひずみ（total harmonic distortion：THD）で引き込むことができるようにする。図18に示すように、IGBT Q7～Q12及びそれぞれのインラインダイオードの直列構成は、6つの単方向スイッ

40

50

チとして機能し、モジュール 20 は、これらを降圧スイッチとして制御し、グリッド 77 の個々の各相から入力回路 75 を介して整流された電流を制御する。これにより、バッテリー 8 を充電する際、コントローラ 221 は、各相について、より大きな電流を制御できる。ただし、コントローラ 221 が双方向能力で動作する際は、V2G 動作の電流経路は、提供されない。これに代えて、グリッド 77 に電流を供給するために、回路 75 内の 2 つの供給レール 223 及び供給レール 224 の極性は、バッテリー 8 のものと逆になる。

【0140】

この実施形態ではバッテリー 8 の充電モードとして定義される第 2 の状態では、スイッチ 48、225 及び MOSFET Q13 は、開状態になり、スイッチ 182、226 及び MOSFET Q14 は、閉状態になる。降圧動作中、Q1 は、降圧スイッチとして動作し、Q2 は、同期動作で使用される。昇圧動作中、Q4 及び Q6 は、トグルされる。他の実施形態では、昇圧動作中、スイッチ 48 は、閉状態になり、スイッチ 182 は、開状態になり、MOSFET Q1、Q3 は、降圧スイッチとして機能し、MOSFET Q6 は、昇圧スイッチとして機能する。

【0141】

双方向 V2G 動作では、スイッチ 48、182、226 及び MOSFET Q14 は、開状態になり、スイッチ 225 及び MOSFET Q1、Q2、Q13 は、閉状態になる。MOSFET Q5、Q6 は、それぞれ降圧及び同期降圧スイッチとして使用され、MOSFET Q4 は、昇圧スイッチとして使用される。スイッチ 48、及び MOSFET Q1、Q2、Q13 は、電力レール 223 及び 224 の極性を反転させるように作用し、したがって、回路 75 は、AC 出力を反転させて電力グリッド 77 に供給することができる。第 2 の状態の間、端子 11 及び端子 12 は、グリッド 77 から電流を引き込み、MOSFET Q13、並びにスイッチ 48、182 の一方／両方が開状態になり、MOSFET Q14 が閉状態になり、端子 6 は、Q14 を介してレール 224 に接続される。双方向動作の間、MOSFET Q13 は、閉状態になり、MOSFET Q14 及びスイッチ 48 は、開状態になり、端子 5 は、レール 224 に接続される。MOSFET Q1 及び Q2 は、閉状態になり、これにより、端子 6 は、端子 11 に機能的に接続される。この動作は、関連する端子の極性を反転させ、回路 75 の単方向スイッチを実現し、端子 11 及びレール 224 で受け取った DC 電力を反転させて、反転された電力をグリッド 77 に供給することができる。スイッチ 225 は、インラインキャパシタ 227 との間の充放電電流を制御するために使用される。このキャパシタは、デカップリングキャパシタ及びエネルギーストレージバッファとして機能し、V2X 動作でエネルギーを反転させる。

【0142】

回路 75 がグリッド 77 から引き込まれた電流を整流する際、スイッチ 225 は、開状態になり、モータ 222 のインダクタンスを使用して、入力電流を良好に制御し、グリッドから正弦波電流が確実に引き込まれるようにすることができる。双方向動作の間、スイッチ 225 は、閉状態になり、キャパシタ 227 は、昇降圧電圧を保存して平滑化し、回路 75 が反転させてグリッド 77 に供給するためのより安定した電圧を提供する。

【0143】

他の実施形態では、回路 75 内の付加的な一組の単方向スイッチ（それぞれのインラインダイオードを有する IGBT）を IGBT Q7 ~ Q12 に対して逆に（すなわち、反対の極性に向けて）構成し、レール 223、224 の極性を逆転させることなく、AC 電流経路を提供する。

【0144】

スイッチ 48 及びスイッチ 182 の形態の 2 つの電力レール遮断を有することにより、可変降圧及び／又は昇圧インダクタンス値を実現でき、異なる電力及び電圧レベルでコントローラ 221 の効率を改善できる。充電モードでは、例えば、スイッチ 48 が開状態にあり、スイッチ 182 及び 226 が閉状態にある場合、モータ 222 の Y 結線構成された巻線によって提供される降圧インダクタンスは、巻線の個々の位相のインダクタンスの 1.5 倍である。スイッチ 48 が閉状態にあり、スイッチ 182 が開状態にある場合、降圧

10

20

30

40

50

インダクタンスは、位相インダクタンスの 1.5 倍から 2 倍に構成できる。この実施形態では、スイッチ 48 及びスイッチ 182 の形態の独立して作動可能な 2 つの電力レール遮断を有することにより、これらの遮断の間に独立した電圧を発生させることも可能になる。これにより、上述の他の実施形態で説明したように、これらの隔離された位置に他のエネルギーストレージ媒体を容易に組み込むことができる。

【0145】

図 18 の実施形態には、例えば、中性点の整流、又はウルトラキャパシタの追加等、他の実施形態の特徴を含めることができる。例えば、スター構成のキャパシタネットワーク（図示せず）と相互接続された入力 76 において、中性点を含む整流を各相で行ってもよい。次に、スター構成の中性点と、モータから切り離されている駆動回路の共通点との間にキャパシタを接続してもよい。この特定の実施形態では、スター構成の中性点は、キャパシタを介して、 Q_1 と Q_2 によって形成された駆動回路スイッチの間に接続される。この例では、スイッチ K_2 及びスイッチ K_4 は、開状態（非導通状態）に維持され、昇降圧機能は、スイッチ $Q_3 \sim Q_6$ を用いて行われる。

【0146】

以下、対応する特徴に、対応する参照符号を付した図 19 を参照して説明する。3 相モータ 162 の形態の誘導負荷のためのコントローラ 229 は、モジュール 20（図示せず）を使用して、第 2 の入力源から充電電流 9 を生成する第 2 の状態の間、磁気エネルギー回生システム（magnetic energy recovery system: MERS）として動作する。この実施形態は、一方の駆動回路の負の電力レールを他方の入力又は駆動回路の 1 又は複数の負の電力レールから切り離すことが有利である場合の例である。第 1 の状態の間、モジュール 20 は、スイッチ 48、175、231 を閉じる信号を発行し、スイッチ 230 を介して、モータ位相巻線を第 1 の駆動回路 102 のセンタータップに接続する。第 2 の状態では、モジュール 20 は、スイッチ 48、175、231 を開く信号を発行し、スイッチ 230 を介して、端子 5 を第 1 の駆動回路のセンタータップに接続する。この実施形態では、スイッチ 231 は、FWD を有する MOSFET として示されており、コントローラ 229 により、モータ巻線からの誘導性直列入力を有する MERS 補償システムがキャパシタ 232 の周囲に形成されている。これにより、キャパシタの周囲に AC スwitch が形成され、キャパシタを回路に選択的に含ませて補償を提供でき、及び MERS システムからエネルギーを回収できる。更に、巻線を流れる電流は、降圧スイッチ Q_1 の動作によって変調できる。他の実施形態では、例えば、インライン逆流阻止ダイオード（図示せず）を備えた能動整流器等の他のシステムを使用する。昇圧機能は、 Q_4 を閉じ、スイッチ 231 に PWM 信号を発行することによって実現できる。スイッチ 231 のオフ期間中は、巻線に電流が流れ続け、したがって、キャパシタ 232 が切り換えられて回路に含まれるまで、 Q_6 のボディダイオードを介して、バッテリーバンク 8 を充電する。この実施形態では、キャパシタ 232 の両端の電圧を測定するために電圧センサを使用する。MERS システムは、充電効率、THD、PFC、及び / 又は充電リップル電流を補助するために使用できる。

【0147】

以下、対応する特徴に、対応する参照符号を付した図 20 を参照して説明する。具体的には、ここには、デルタ構成の 3 相モータ 251 の形態の誘導負荷用のコントローラ 250 が示されている。コントローラ 250 は、モジュール 20（図示せず）を使用して、一組の無線接続トランスデューサ 252 を介する無線電力伝送を制御する。この実施形態では、結合されたトランスデューサ 252 は、一次トランスデューサ及び二次トランスデューサの形態をとり、それぞれが双方向伝送を提供し、車外トランスデューサは、パドルに埋め込まれた単一の高密度コイルである。他の実施形態では、車外トランスデューサは、トラックループ又は路面の下に埋め込まれた一連のコイルである。この実施形態では、車外トランスデューサは、単相又は 3 相の電力グリッドから AC-AC コンバータ 253 を介してエネルギーを引き込み、高周波 AC 信号を生成する。他の実施形態では、他の AC 周波数及びコンバータタイプも可能である。更なる実施形態では、コンバータ 253 は、D

10

20

30

40

50

C - A Cコンバータであり、入力電源は、バッテリーバンク（図示せず）等のD Cである。電力伝送は、無線であるため、車載トランスデューサは、多くの異なる車外トランスデューサとインタフェースでき、これは、複数の一次トランスデューサからの無線転送を同時に受け取ることを含む。この実施形態では、入力回路75は、逆並列ダイオードを有するM O S F E Tで構成された双方向能動整流器インバータを含む。当業者にとって明らかのように、他の実施形態では、入力回路75は、車載トランスデューサから受信した無線電力を効率的に修正するために必要なフィルタリング機構及び/又は他のコンポーネントを含む。車両が静止しており、第2の状態では、スイッチ256を導通状態に維持し、スイッチ48（図示せず）及び/又はスイッチ182を非導通状態に維持し、前述した昇降圧動作を行うことによって、受信した無線電力を使用してバンク8を充電できる。同様に、入力回路75は、インバータ回路を含むので、車載トランスデューサにおいて高周波A Cを発生させ、無線V 2 G動作のために車外トランスデューサに伝送することによって双方向動作が可能になる。この実施形態では、車両が動いており、駆動力のためにモータを使用している間、モジュール20は、スイッチ256を非導通状態に維持し、任意の受信された無線電力は、整流してウルトラキャパシタ254に供給できる。ウルトラキャパシタ254に/から流入及び/又は流出する電力は、この実施形態では、F W Dを有する単一のM O S F E Tとして表されているスイッチ255によって制御できる。他の実施形態では、スイッチ255及び/又はスイッチ256は、還流ダイオードと共通のエミッタを有する2つの直列のI G B T又は他のスイッチング機構を含む。車両の動作中、モジュール20は、スイッチ256及び/又はスイッチ255にP W M動作信号を供給し、ウルトラキャパシタ254を選択的に充電又は放電させ、及び/又は車載トランスデューサとの間で無線電力を送信又は受信できる。第2の状態では、バッテリー8は、上述した昇降圧動作によって、ウルトラキャパシタ254を充電でき、その逆も可能である。他の実施形態では、接続されたトランスデューサコイルは、別の無線伝送法に置き換えられ、これに応じて入力回路75が適応化され、第2の入力端子11、12にD C電圧を発生させる。更なる実施形態では、結合されたトランスデューサ252は、有線A C又はD C電力伝達機構に置き換えられ、入力回路75及び車外A C - A Cコンバータ253は、これに応じて適応化される。他の実施形態では、別の車載トランスデューサを使用して、第1の車載トランスデューサが無線の、従って絶縁された電力を第2の車載トランスデューサに供給する。この第2の車載トランスデューサは、例えば、電気自動車の通常動作のための低電圧（Low voltage : L V）絶縁電力レールを提供できる。この電力レールは、専用の12 V又は24 Vの車載バッテリー又は専用のD C - D C絶縁コンバータの代わりになるものである。他の実施形態では、一次及び二次の車載トランスデューサは、共通のコア材料の周りに巻かれた一次巻線及び二次巻線を有する変圧器を構成する。更なる実施形態では、複数の巻線又はトランスデューサを使用して、複数の絶縁された電力レール及び/又は多方向の電力フローが可能な外部デバイスとの電力結合を生成する。

【0148】

特に、本明細書の教示を参照して、任意の1つの実施形態の特徴及び制御方法を、1又は複数の他の実施形態の特徴及び方法に選択的に適用し、及び組み合わせることができることは当業者にとって明らかである。任意の1つの実施形態からの任意の特徴又は方法の省略は、説明の冗長性を回避することのみを目的とし、他の組み合わせが不可能であることを意味するものではない。

【0149】

上述の好ましい実施形態及び他の実施形態に関連して、以下の点を特記する。

- ・インバータ又は整流器を置換して、任意の数の電氣的位相を整流又は反転させることができる。

- ・スイッチ48（又は同様のスイッチ）は、複数の同様の電力レールのいずれかの間に配置できる。すなわち、これは、正又は負の電力レールのいずれにも接続できる。

- ・複数の（2つ以上の）スイッチ（スイッチ48等）は、動作モードに応じて異なる点で電力レールを切断するために使用される。

10

20

30

40

50

・他の電力レールから切り離すことができる各電力レールに追加の入力／出力及び／又はエネルギーストレージデバイスを設けることができる。

・コントローラにおいて追加のセンサ又は異なるセンサを使用して、制御信号を発行する際の制御モジュールの動作を補助することができる。

・DC-DC絶縁コンバータによって、又はこれを用いずにモータ毎に整流された単相／多相を含む複数のモータ／インバータ構成が利用可能である。

・制御方法は、デルタ構成及び／又はY結線構成に設定された様々な構成の1相以上の様々な誘導負荷を使用して実行できる。

・1又は複数のモータを備えた1つの整流器を制御して、電流負荷を平準化し、高調波を低減できる。

・整流及び力率補正は、車外で行うことができる。このような実施形態では、コントローラは、通常、充電電流と、降圧、昇圧、又は昇降圧のいずれかとを制御する。

・コントローラは、需要応答、負荷遮断、位相平衡、及び／又は各相の電圧及び／又は周波数調整に準拠するように構成できる。

・コントローラは、効率、コスト、安全性、寿命、信頼性及び／又は機能等の基準を満たすように最適化できる。

【0150】

本明細書における車両とは、陸上車両のみではなく、航空機及び船舶等の他の乗り物を含む。陸上車両の典型的な例には、プラグイン電気自動車及びプラグインハイブリッド電気自動車が含まれる。これらの電気自動車は、乗用車に限定されず、トラック、バス、フォークリフト、鉱山設備、農業用機器、レクリエーション用車両等が含まれる。

【0151】

上述の実施形態は、モータ等の誘導負荷を参照して説明したが、本発明は、他の誘導負荷、例えば、電気加熱素子及びインダクタンスを有する電流導体、又はモータとこのような他の誘導負荷の組み合わせにも適用できる。

【0152】

上述の実施形態の1つ以上によって提供される主な利点は、以下のとおりである。

・更なるDC電源、単相AC電源、及び3相AC電源を含む広範囲の入力から充電式電源を充電する能力。

・降圧機能（第2の電源電圧が現在のバッテリー／充電可能エネルギーソース電圧よりも高い場合）及び／又は昇圧機能（第2の電源電圧が現在のバッテリー／充電可能エネルギーソース電圧よりも低い場合）、並びにこれら2つの組み合わせを提供。

・双方向の昇降圧機能による2つのDCソース／シンク間の双方向DCパワーフロー。

・DCソース／シンクからDC／AC両方の入出力への双方向パワーフロー。

・1又は複数のモータ、又は他の1又は複数の誘導負荷を動作及び駆動するために本来必要な部品以外に必要な追加部品が最小限。

・3相グリッドAC電源を使用して、電気自動車の充電時間をレベル3のDC急速充電に匹敵する期間に短縮可能。

・降圧、昇圧、昇降圧の機能を提供することで、普遍的な展開を実現。

・110V、240V、480V3相等の典型的な電気系統のインフラストラクチャ電圧を含む様々な入力電圧とタイプに対応。

・双方向能力により、電気自動車用の車両-グリッド、車両間、車両-ホーム、及びV2Xをサポート。

・専用の降圧／昇圧インダクタ等の大規模又は高価なコンポーネントを追加することなく効率的に動作。

・インバータ／整流器と組み合わせると、入出力は、多用途のAC入力又は出力、又は極性に依存しないDC入力又は出力になる。

・電圧変換においてインダクタンスのレベルを様々に変更できる。すなわち、1つ又は全ての巻線を有利に使用して、1又は複数のDC-DC変換を実現できる。

・エネルギー伝送の効率の向上。

10

20

30

40

50

- ・多相負荷とモータの異なる構成、例えば、Y結線構成又はデルタ構成等が可能。
- ・充電動作と電力変換の効率の向上。
- ・DC充電電流のリップルの低減。
- ・電気自動車に必要な回路全体の複雑さを軽減。モータを駆動するために使用される回路がバッテリーを充電するためにも使用されるため、コントローラの複雑さのわずかな増加は、別個の充電回路が不要になることによって相殺される。
- ・ブラシ付き及びブラシレスDCモータ、単相ACモータ、多相モータ（インダクションモータ、非同期モータ、永久磁石同期モータ等）、スイッチトリラクタンスモータを含む広範囲のモータ及び電気機械に適用可能。
- ・コイルが独立しているモータ（スイッチトリラクタンスモータ等）で使用される場合、実施形態は、巻線を選択的に並列又は直列に配置するように有利に動作できる。
- ・異なる電圧レベルの他のエネルギーストレージデバイスの充放電を可能にする。すなわち、ウルトラキャパシタ、MERS等と互換性を有する。
- ・入力電圧及びバッテリー電圧に依存しない電圧出力を含む複数の電圧入力と電圧出力を実現。これは、駆動回路の電力レール間の複数の分離を可能にすることによって可能になる。
- ・用途が必要とする様々なレベルの電力レールを提供する能力。例えば、LV制御システムの電力レールのエネルギー要件を供給することによって、電気自動車の低電圧（LV）バッテリー又はDC-DCコンバータを置き換える。
- ・車載バッテリー又は充電式エネルギーソースと直接接続することにより、誘導性の負荷又はモータを通過することなく、外部DCチャージャとのインタフェースが可能。
- ・各巻線を独立して駆動しない電気モータへの適用。すなわち、実施形態は、単相又はDCモータ、及び各位相がスター型又はデルタ型の構成でリンクされている3+相モータにも適用可能である。
- ・駆動回路の非対称ハーフブリッジの必要性を回避。
- ・複数のモータ構成に適用可能であり、直列及び/又は並列で実装可能。
- ・単相又は3相のAC電力グリッド、HVDC電気システム、無線電力トランスデューサ、整流なしのDCエネルギーストレージデバイス、又は外部DC充電器等の様々な外部電源を使用して双方向の電力フローを調整可能。
- ・力率補正、負荷平衡、需要応答、高調波音歪み低減、最大電力点追従（MPPT）等を提供するために外部ソース電源の入力を調整可能。
- ・有線又は無線の電力伝送を介して、外部電源と双方向の電力フローを調整可能。
- ・変換が必要な電圧及び電力に基づいて、制御ストラテジ、スイッチング周波数、可変昇降圧インダクタンス能力の選択的使用により、動作の効率を適応させる能力。
- ・地域及び/又は意図された用途に基づいて設計を最適化する能力。
- ・システム内の複数のコンバータの機能を、提案されたコントローラの動作に統合することによってシステムのコスト、重量、部品点数を削減する能力。
- ・部品の削減及び/又は最適化により、システムの安全性と信頼性を向上させる能力。
- ・電気自動車の再充電及び/又はV2X動作を意図した外部充電ステーション設備又は装置の必要性を排除又は低減。

10

20

30

40

【0153】

上述の実施形態の説明では、制御される信号は、第1のコンポーネントが生成した信号であり、第2のコンポーネントは、この信号に応答して所定の動作を実行し、所定の状態に変化し、或いは制御される。制御信号は、典型的には電気信号であるが、幾つかの実施形態では、これらは、光信号、熱信号、可聴信号等の他の信号を含む。制御信号は、幾つかの例ではデジタル信号であり、他の例ではアナログ信号である。制御信号は、全て同じ性質のものである必要はなく、第1のコンポーネントは、異なる第2のコンポーネントに、又は同じ第2のコンポーネントに対し、異なるフォーマットで異なる制御信号を発行できる。更に、制御信号は、第2のコンポーネントに間接的に送信してもよく、第2のコンポーネントによって受信される前に様々な変換を行ってもよい。

50

【 0 1 5 4 】

上述の開示は、1又は複数の誘導巻線を有する誘導負荷のためのコントローラにおける様々な重要な改善を提供することは明らかである。

【 0 1 5 5 】

本発明の例示的な実施形態の上述の説明では、開示を合理化し、様々な発明的側面のうちの1つ以上の理解を補助する目的で、本発明の様々な特徴を、単一の実施形態、図又はその説明に統合している場合がある。しかしながら、この開示の手法は、特許請求される発明が各請求項に明示的に記載されている特徴より多くの特徴を必要とするといった意図を反映するものではない。換言すれば、以下の請求項は、前述の単一の開示された実施形態の全ての特徴よりも少ない特徴で本発明の側面が成立することを反映している。したがって、詳細な説明に続く特許請求の範囲は、この詳細な説明に明確に組み込まれ、各請求項は、本発明の別個の実施形態として単独で成立している。

10

【 0 1 5 6 】

更に、本明細書で説明する幾つかの実施形態は、他の実施形態に含まれる幾つかの特徴又は異なる特徴を含むが、異なる実施形態の特徴の組み合わせは、本発明の範囲内にあることを意味し、異なる実施形態を構成できることは、当業者にとって明らかである。例えば、以下の特許請求の範囲において、特許請求される実施形態のいずれかは、任意の組み合わせで使用できる。

【 0 1 5 7 】

本明細書が提供する説明では、多くの具体的な詳細が述べられている。しかしながら、本発明の実施形態は、これらの特定の詳細なしで実施できることは明らかである。また、この説明を明瞭に説明するために、周知の方法、構造及び技術については、詳細には示していない。

20

【 0 1 5 8 】

また、「結合された (connected)」又は「接続された (connected)」という用語は、説明及び特許請求の範囲において使用される場合、直接接続のみに限定されていると解釈されるべきではない。「結合された」及び「接続された」という用語は、これらの派生語とともに使用できる。これらの用語は、互いに同義語として意図されていない。したがって、「デバイスBに接続されたデバイスA」という表現の範囲は、デバイスAの出力がデバイスBの入力に直接接続されているデバイス又はシステムに限定されない。すなわち、これは、Aの出力とBの入力との間に経路が存在し、この経路は、他のデバイス又は手段を含む経路であってもよいことを意味する。「接続されている」とは、2つ以上の要素が物理的又は電氣的に直接接触しているか、又は2つ以上の要素が互いに直接接触していないが、互いに協働し又はインタラクトすることを意味する。

30

【 0 1 5 9 】

したがって、以上では、好ましいと考えられる本発明の実施形態を記述しているが、本発明の思想から逸脱することなく、他の更なる変更が可能であり、このような変更及び修正は、請求される本発明の範囲内に含まれるものであることは、当業者にとって明らかである。例えば、ここに提示した任意の式又はフローチャートは、使用され得る手順の単なる代表例である。ブロック図は、機能を追加し又はブロック図から機能を削除してもよく、機能ブロック間で動作を入れ替えてもよい。本発明の範囲内で、ここに開示した方法にステップを追加してもよく、幾つかのステップを省略してもよい。

40

【 符号の説明 】

【 0 1 6 0 】

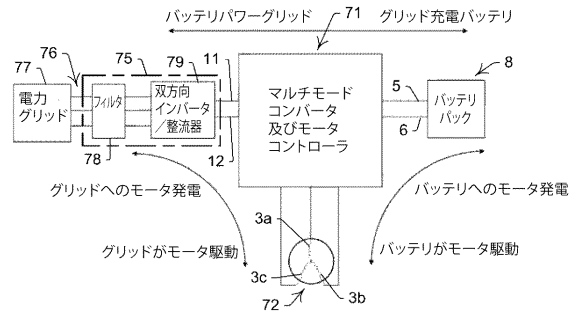
- 1 コントローラ
- 2 DC電気モータ
- 3 誘導巻線
- 3 a 巻線
- 3 b 巻線
- 3 c 巻線

50

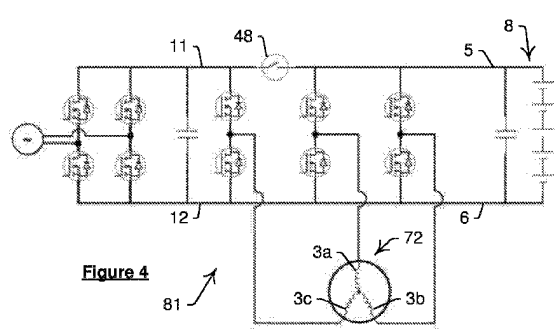
5	端子	
6	端子	
7	D C 負荷電流	
8	バッテリーバンク、バッテリー	
9	第 1 の D C 充電電流	
1 1	端子	
1 2	端子	
1 3	第 2 の D C 充電電流	
1 5	D C 電源	
2 0	制御モジュール	10
2 1	制御ライン	
2 2	制御ライン	
2 3	制御ライン	
2 4	制御ライン	
2 5	制御ライン	
3 1	第 1 の駆動回路	
3 2	第 2 の駆動回路	
3 5	通電電流	
4 1	正の電力レール	
4 2	負の電力レール	20
4 3	正の電力レール	
4 4	負の電力レール	
4 8	単極単投スイッチ	
5 1	M O S F E T	
5 2	M O S F E T	
5 3	第 1 の端部	
5 5	M O S F E T	
5 6	M O S F E T	
5 7	第 2 の端部	
5 8	D C 充電電流	30
5 9	スイッチ	
6 1	コントローラ	
6 2	3 相モータ	
6 3	回路	
6 5	キャパシタ	
7 1	誘導負荷用コントローラ	
7 2	3 相モータ	
7 5	入力回路	
7 6	入力端子	
7 7	3 相グリッド	40
7 8	フィルタ	
7 9	双方向インバータ及び整流回路	
8 1	コントローラ	
9 1	コントローラ	
9 2	駆動回路	
9 3	駆動回路、スイッチ	
9 4	駆動回路	
1 0 1	コントローラ	
1 0 2	駆動回路	
1 0 3	駆動回路	50

1 0 4	駆動回路	
1 0 5	正の電力レール	
1 0 6	負の電力レール	
1 0 7	正の電力レール	
1 0 8	負の電力レール	
1 0 9	正の電力レール	
1 1 0	負の電力レール	
1 2 1	コントローラ	
1 2 2	3 相モータ	
1 2 3	巻線	10
1 2 4	巻線	
1 2 5	巻線	
1 2 6	ステップ	
1 2 7	ステップ	
1 2 8	ステップ	
1 3 1	第 1 の駆動回路	
1 3 3	M O S F E T	
1 3 4	M O S F E T	
1 3 5	正の電力レール	
1 3 6	負の電力レール	20
1 3 7	第 2 の駆動回路	
1 3 9	M O S F E T	
1 4 0	M O S F E T	
1 4 1	正の電力レール	
1 4 2	負の電力レール	
1 4 3	第 3 の駆動回路	
1 4 5	M O S F E T	
1 4 6	M O S F E T	
1 4 7	正の電力レール	
1 4 8	負の電力レール	30
1 6 1	コントローラ	
1 6 2	3 相モータ	
1 6 3	能動整流器 / インバータ	
1 7 1	コントローラ	
1 7 2	3 相 Y 結線構成のモータ	
1 7 3	ウルトラキャパシタバンク、ウルトラキャパシタ	
1 7 5	スイッチ	
1 7 6	スイッチ	
1 8 1	コントローラ	
1 8 2	スイッチ	40
1 9 1	コントローラ	
1 9 2	スイッチトリラクタンスモータ	
2 0 1	コントローラ	
2 0 2	3 相モータ	
2 0 3	3 相モータ	
2 2 1	コントローラ	
2 2 2	3 相モータ	
2 2 3	電力レール	
2 2 4	電力レール	
2 2 5	スイッチ	50

【図 3】

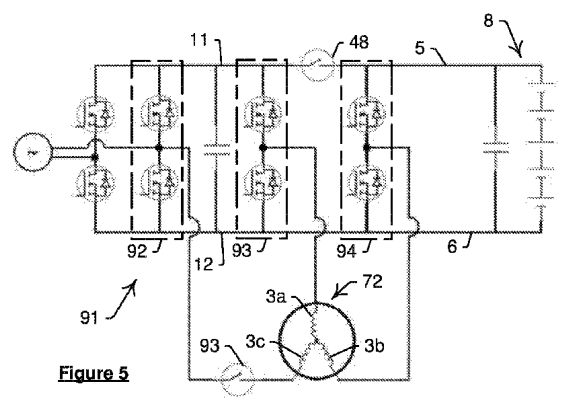


【図 4】

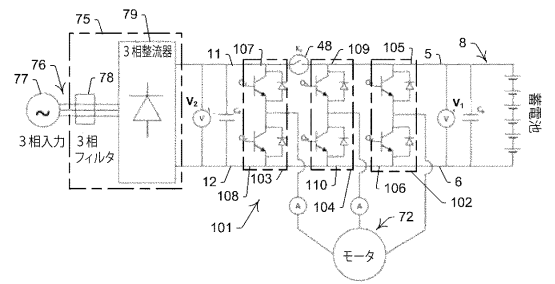


10

【図 5】



【図 6】



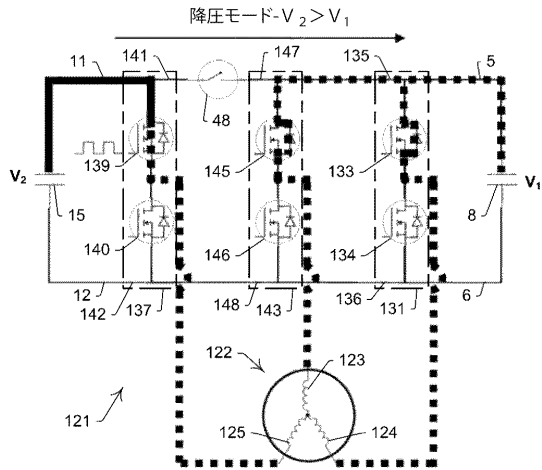
20

30

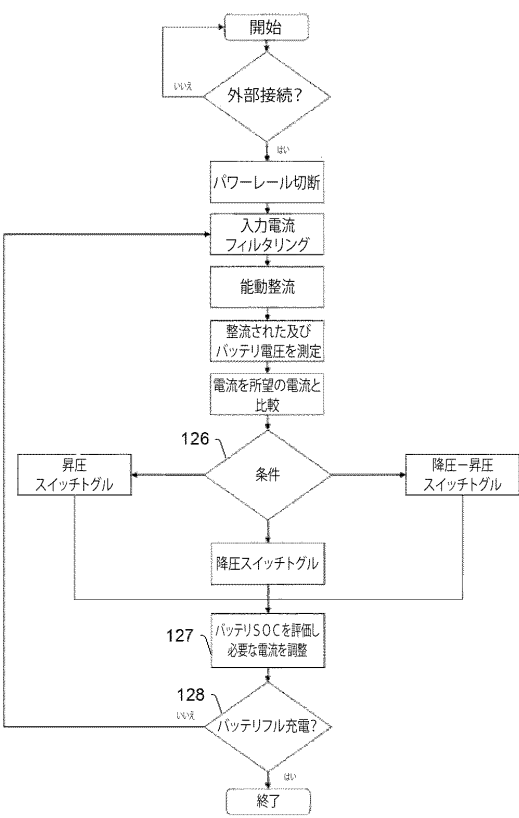
40

50

【図 7】



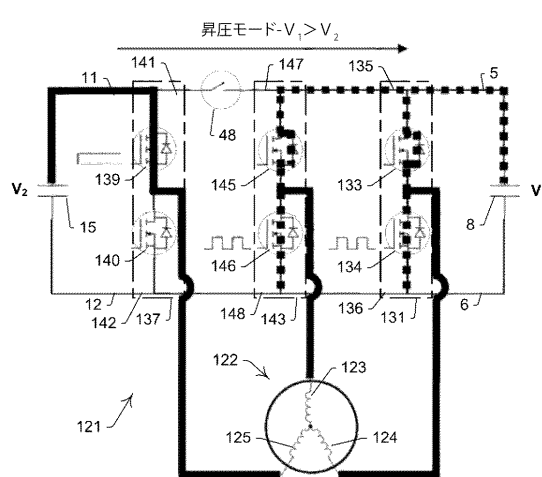
【図 8】



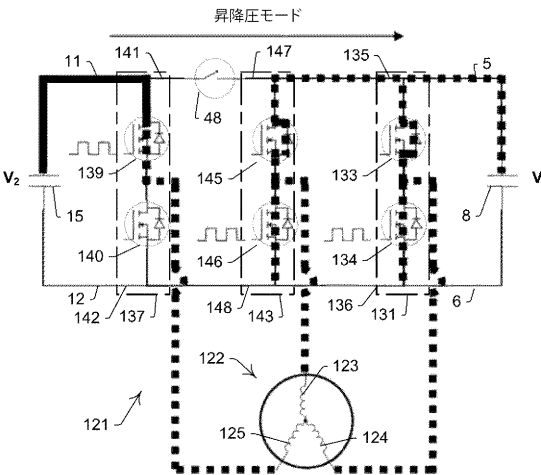
10

20

【図 9】



【図 10】

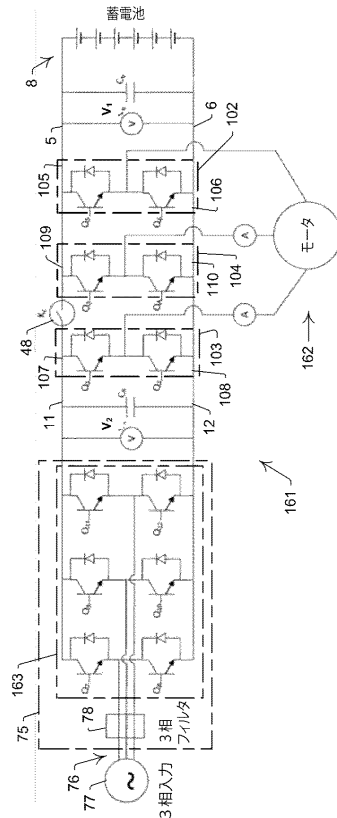


30

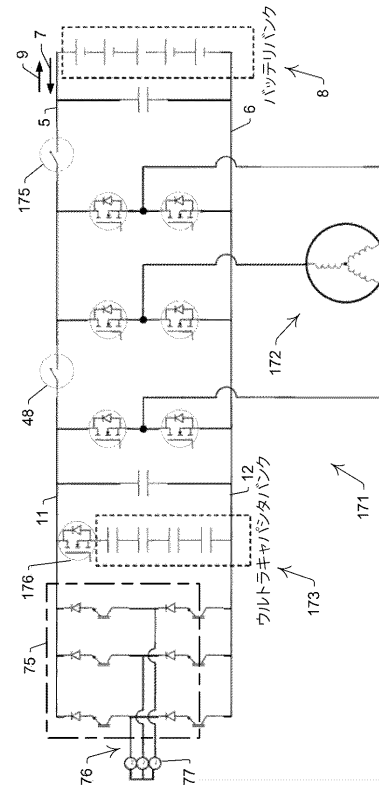
40

50

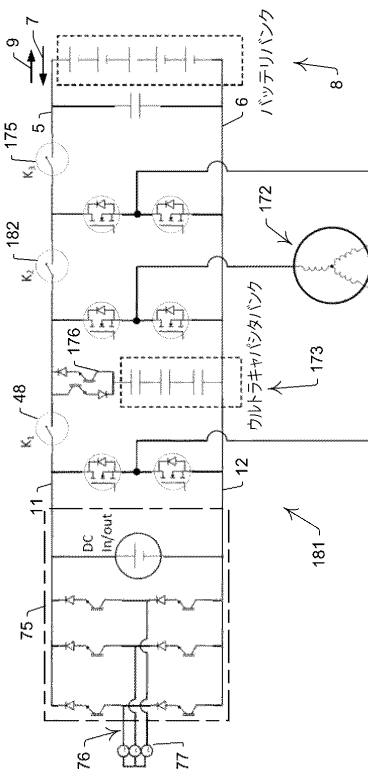
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】

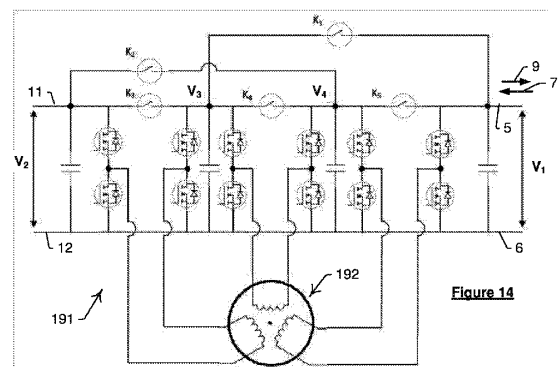
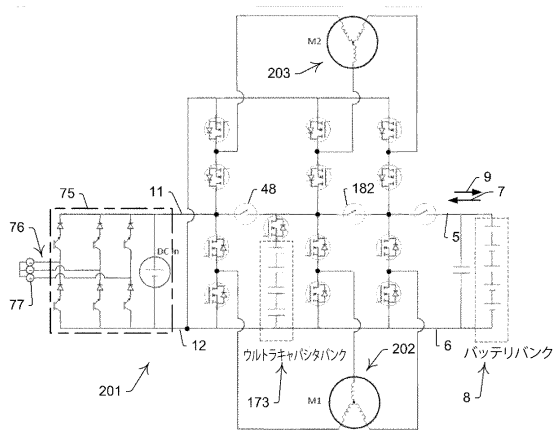
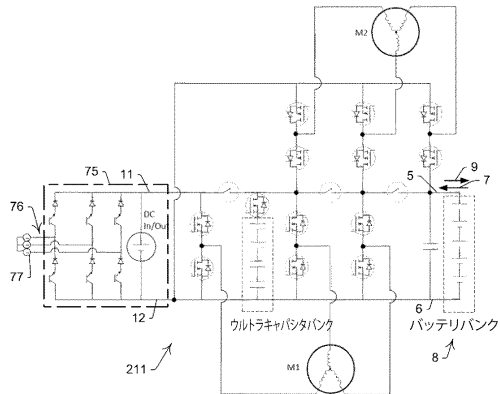


Figure 14

【図 15】

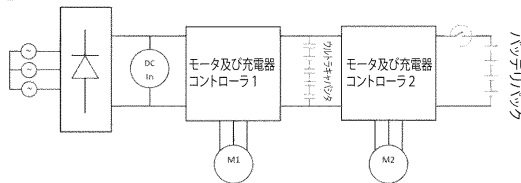


【図 16】



10

【図 17】



【図 18】

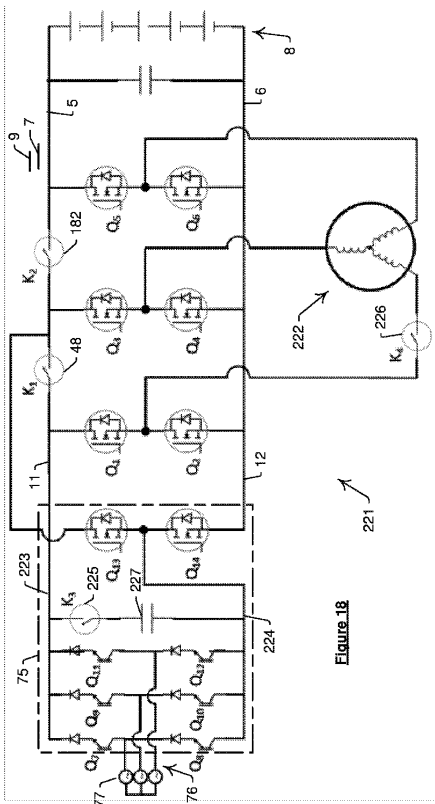


Figure 18

20

30

40

50

【図 19】

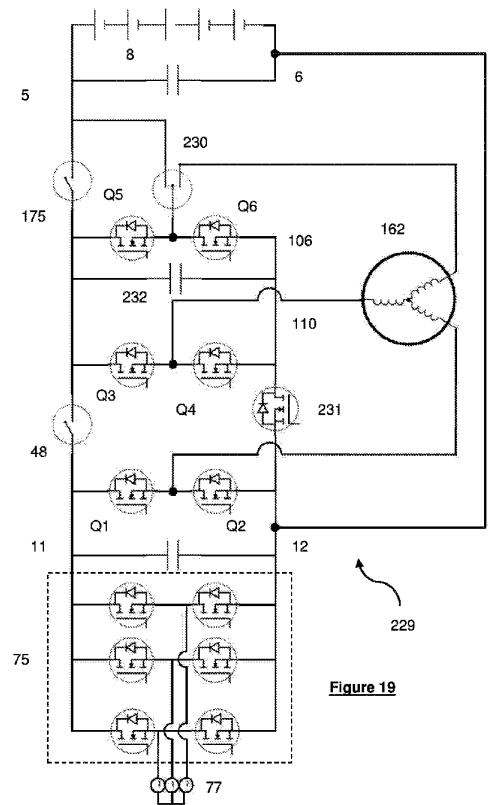
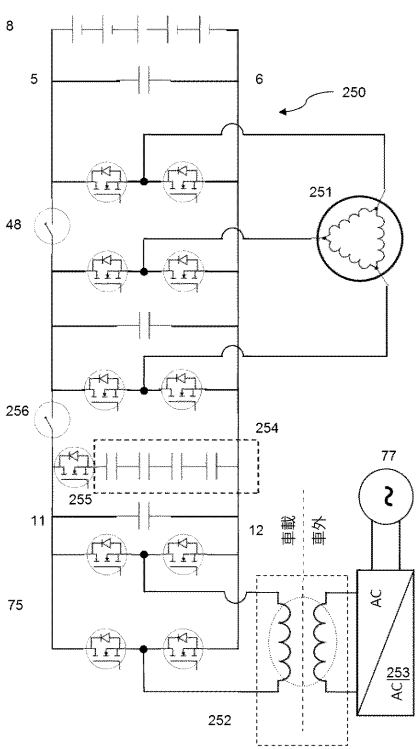


Figure 19

【図 20】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類		F I		
		H 0 2 M	3/155	H
		H 0 2 M	7/48	E
(56)参考文献		特開平 0 6 - 1 3 3 5 6 4 (J P , A)		
		特開 2 0 1 2 - 1 0 5 5 2 4 (J P , A)		
		特開 2 0 1 2 - 2 0 0 1 3 9 (J P , A)		
		米国特許出願公開第 2 0 1 5 / 0 2 3 1 9 7 8 (U S , A 1)		
(58)調査した分野		(Int.Cl. , D B 名)		
		H 0 2 J	7 / 0 0	
		H 0 2 P	3 1 / 0 0	
		B 6 0 L	5 0 / 6 0	
		H 0 2 M	3 / 1 5 5	
		H 0 2 M	7 / 4 8	