

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7440586号
(P7440586)

(45)発行日 令和6年2月28日(2024.2.28)

(24)登録日 令和6年2月19日(2024.2.19)

(51)国際特許分類		F I			
H 0 2 M	7/12 (2006.01)	H 0 2 M	7/12	Q	
H 0 2 M	3/28 (2006.01)	H 0 2 M	3/28	V	
H 0 2 M	1/12 (2006.01)	H 0 2 M	1/12		

請求項の数 2 (全18頁)

(21)出願番号	特願2022-138216(P2022-138216)	(73)特許権者	000003609 株式会社豊田中央研究所 愛知県長久手市横道4-1番地の1
(22)出願日	令和4年8月31日(2022.8.31)	(73)特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(62)分割の表示	特願2020-66049(P2020-66049)の分割	(74)代理人	110001210 弁理士法人Y K I 国際特許事務所
原出願日	令和2年4月1日(2020.4.1)	(72)発明者	高木 健一 愛知県長久手市横道4-1番地の1 株式会社豊田中央研究所内
(65)公開番号	特開2022-169772(P2022-169772 A)	(72)発明者	戸村 修二 愛知県長久手市横道4-1番地の1 株式会社豊田中央研究所内
(43)公開日	令和4年11月9日(2022.11.9)	(72)発明者	杉山 隆英
審査請求日	令和4年8月31日(2022.8.31)		
前置審査			

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電力調整回路

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

並列接続された第1スイッチングアーム、第2スイッチングアームおよび第3スイッチングアームであって、直列接続された第1スイッチング素子および第2スイッチング素子をそれぞれが含む第1スイッチングアーム、第2スイッチングアームおよび第3スイッチングアームと、

前記第1スイッチングアーム、前記第2スイッチングアームおよび前記第3スイッチングアームのそれぞれにおける第1スイッチング素子の両端に接続された第1ダイオードと、

前記第1スイッチングアーム、前記第2スイッチングアームおよび前記第3スイッチングアームのそれぞれにおける第2スイッチング素子の両端に接続された第2ダイオードと、

前記第1スイッチングアーム、前記第2スイッチングアームおよび前記第3スイッチングアームのそれぞれにおける第1スイッチング素子および第2スイッチング素子の接続点に接続されたフィルタと、

前記第1スイッチングアーム、前記第2スイッチングアームおよび前記第3スイッチングアームの両端の並列接続点の間に接続された出力コンデンサと、

第1端子から前記第1スイッチングアームにおける第1スイッチング素子および第2スイッチング素子の接続点に至る第1経路に設けられた第1インダクタと、

第2端子から前記第2スイッチングアームにおける第1スイッチング素子および第2スイッチング素子の接続点に至る第2経路に設けられた第2インダクタと、

第3端子から前記第3スイッチングアームにおける第1スイッチング素子および第2スイ

10

20

ツチング素子の接続点に至る第 3 経路に設けられた第 3 インダクタと、を備え、

前記フィルタは、

前記第 1 経路に一端が接続された第 1 コンデンサと、

前記第 2 経路に一端が接続された第 2 コンデンサと、

前記第 3 経路に一端が接続された第 3 コンデンサと、を備え、

前記第 1 コンデンサ、前記第 2 コンデンサおよび前記第 3 コンデンサのそれぞれの他端は共通に接続され、接地されており、

前記第 1 スイッチングアーム、前記第 2 スイッチングアームおよび前記第 3 スイッチングアームは、

前記第 1 端子、前記第 2 端子および前記第 3 端子に 3 相交流電圧が印加される 3 相モード、または、前記第 1 端子および前記第 2 端子と、前記第 3 端子との間に単相交流電圧が印加される単相モードのいずれかで動作し、

前記 3 相モードは、

前記第 1 端子、前記第 2 端子および前記第 3 端子における各電圧の時間波形に、前記第 1 端子、前記第 2 端子および前記第 3 端子における各電流の時間波形を近似させまたは一致させるように、前記第 1 経路、前記第 2 経路および前記第 3 経路に流れる電流をスイッチングするスイッチング動作モードであり、

前記単相モードは、

前記第 1 端子および前記第 2 端子における電圧の時間波形に、前記第 1 端子および前記第 2 端子に流れる電流の時間波形を近似させまたは一致させるように、前記第 1 経路および前記第 2 経路に流れる電流をスイッチングするスイッチング動作モードであることを特徴とする電力調整回路。

【請求項 2】

並列接続された第 1 スイッチングアーム、第 2 スイッチングアームおよび第 3 スイッチングアームであって、直列接続された第 1 スイッチング素子および第 2 スイッチング素子をそれぞれが含む第 1 スイッチングアーム、第 2 スイッチングアームおよび第 3 スイッチングアームと、

前記第 1 スイッチングアーム、前記第 2 スイッチングアームおよび前記第 3 スイッチングアームのそれぞれにおける第 1 スイッチング素子の両端に接続された第 1 ダイオードと、

前記第 1 スイッチングアーム、前記第 2 スイッチングアームおよび前記第 3 スイッチングアームのそれぞれにおける第 2 スイッチング素子の両端に接続された第 2 ダイオードと、

前記第 1 スイッチングアーム、前記第 2 スイッチングアームおよび前記第 3 スイッチングアームの両端の並列接続点の間に接続された出力コンデンサと、

第 1 端子から前記第 1 スイッチングアームにおける第 1 スイッチング素子および第 2 スイッチング素子の接続点に至る第 1 経路に設けられた第 1 インダクタと、

第 2 端子から前記第 2 スイッチングアームにおける第 1 スイッチング素子および第 2 スイッチング素子の接続点に至る第 2 経路に設けられた第 2 インダクタと、

第 3 端子から前記第 3 スイッチングアームにおける第 1 スイッチング素子および第 2 スイッチング素子の接続点に至る第 3 経路に設けられた第 3 インダクタと、を備え、

前記第 1 スイッチングアーム、前記第 2 スイッチングアームおよび前記第 3 スイッチングアームは、

前記第 1 端子、前記第 2 端子および前記第 3 端子に 3 相交流電圧が印加される 3 相モード、または、前記第 1 端子および前記第 2 端子と、前記第 3 端子との間に単相交流電圧が印加される単相モードのいずれかで動作し、

前記 3 相モードは、

前記第 1 端子、前記第 2 端子および前記第 3 端子における各電圧の時間波形に、前記第 1 端子、前記第 2 端子および前記第 3 端子における各電流の時間波形を近似させまたは一致させるように、前記第 1 経路、前記第 2 経路および前記第 3 経路に流れる電流をスイッチングするスイッチング動作モードであり、

前記単相モードは、

10

20

30

40

50

前記第 1 端子および前記第 2 端子における電圧の時間波形に、前記第 1 端子および前記第 2 端子に流れる電流の時間波形を近似させまたは一致させるように、前記第 1 経路および前記第 2 経路に流れる電流をスイッチングするスイッチング動作モードであることを特徴とする電力調整回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電力調整回路に関し、特に、フィルタを備える回路に関する。

【背景技術】

【0002】

ハイブリッド自動車や電気自動車等の電動車両が広く用いられている。電動車両には、駆動用モータに電力を供給するための電池が搭載されている。電動車両では回生制動によって発電した電力によって電池が充電され、プラグイン機能がある場合には、商用電源から供給される電力によって電池が充電される。また、ハイブリッド自動車では、エンジンによるジェネレータの駆動によって発電した電力によって電池が充電される。電池を充電するため、電動車両には電力変換装置が搭載される。電力変換装置は、入力された電圧を適切な電圧に変換して電池に印加する。

【0003】

以下の特許文献 1 には、2つのスイッチング回路を各回路に接続された巻線によって磁気的に結合させ、2つのスイッチング回路の間で電力を伝送させる電力変換装置が示されている。特許文献 2 には、第 1 および第 2 の昇圧コンバータのパルス幅変調による力率改善を行いつつ、第 1 および第 2 の昇圧コンバータの周波数を調整することにより出力電圧を制御する電力変換装置が示されている。

【0004】

特許文献 3 には、力率改善回路として動作する第 1 のハーフブリッジ回路（スイッチング回路）と、AC/DCコンバータとして動作する第 2 のハーフブリッジ回路（スイッチング回路）とをトランスによって結合した電力変換回路（電力変換装置）が記載されている。第 1 のハーフブリッジ回路は、外部交流電源から出力される交流電力の力率を調整する。第 1 のハーフブリッジ回路から第 2 のハーフブリッジ回路には、トランスを介して電力が供給され、第 2 のハーフブリッジ回路は電動車両の主機電池に電力を供給する。この電力変換装置には、さらに、第 2 のハーフブリッジ回路にトランスによって結合した第 3 のハーフブリッジ回路が設けられている。第 2 のハーフブリッジ回路から第 3 のハーフブリッジ回路にはトランスを介して電力が供給され、AC/DCコンバータとして動作する第 3 のハーフブリッジ回路は電動車両の補機電池に電力を供給する。特許文献 4 および非特許文献 1 には、3つのスイッチング回路がトランスによって相互に結合された DC/DCコンバータが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開 2011-193713 号公報

【文献】特開 2010-183726 号公報

【文献】特開 2018-14794 号公報

【文献】特開 2015-119598 号公報

【非特許文献】

【0006】

【文献】C.Zhao, " An Isolated Three-port Bidirectional DC-DC Converter With Decoupled Power Flow Management ", IEEE Transaction on Power Electronics, Volume:23, Issue:5, Sept. 2008

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【0007】

本発明の目的は、力率改善回路等の電力調整回路におけるノイズを抑制することである。本発明の関連技術として、電力変換装置における電力損失を抑制する技術がある。一般に、電動車両では、補機電池の出力電圧の方が、主機電池の出力電圧よりも小さい。そこで、特許文献3に記載された電力変換装置では、第3のハーフブリッジに接続されたトランスの巻線の巻き数が、第2のハーフブリッジに接続されたトランスの巻線の巻き数よりも少なくされる。しかし、このような設計には、第3のハーフブリッジに接続された巻線に流れる電流、および第3のハーフブリッジに流れる電流が大きくなり、電力損失が大きくなってしまふという問題がある。

【0008】

本発明の関連技術の目的は、電力変換装置における電力損失を抑制することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の関連技術は、1次巻線および2次巻線を備えるトランスと、前記1次巻線に接続された第1スイッチング回路と、前記2次巻線に接続された第2スイッチング回路と、前記第2スイッチング回路に含まれる中間コンデンサと、を備え、前記第1スイッチング回路および前記第2スイッチング回路のスイッチング動作によって、前記第1スイッチング回路から前記トランスを介して前記中間コンデンサに電力が供給され、前記第2スイッチング回路のスイッチング動作によって、前記中間コンデンサから前記2次巻線の中途点を介して電力が出力されることを特徴とする。

【0010】

望ましくは、前記第1スイッチング回路のスイッチングタイミングに応じて前記1次巻線に現れる電圧の位相と、前記第2スイッチング回路のスイッチングタイミングに応じて前記2次巻線に現れる電圧の位相との差異に応じて、前記第1スイッチング回路から前記第2スイッチング回路に電力が伝送される。

【0011】

望ましくは、前記第2スイッチング回路は、並列接続された第1スイッチングアームおよび第2スイッチングアームであって、直列接続された第1スイッチング素子および第2スイッチング素子をそれぞれが含む第1スイッチングアームおよび第2スイッチングアームを備え、前記第1スイッチングアームにおける第1スイッチング素子および第2スイッチング素子の接続点と、前記第2スイッチングアームにおける第1スイッチング素子および第2スイッチング素子の接続点との間に前記2次巻線が接続されており、前記第1スイッチングアームおよび前記第2スイッチングアームの両端の並列接続点の間に前記中間コンデンサが接続されており、前記2次巻線の中途点と、前記第1スイッチングアームおよび前記第2スイッチングアームの両端の並列接続点のうち一方との間から電力が出力される。

【0012】

望ましくは、前記第1スイッチング回路は、並列接続された第3スイッチングアームおよび第4スイッチングアームであって、直列接続された第1スイッチング素子および第2スイッチング素子をそれぞれが含む第3スイッチングアームおよび第4スイッチングアームを備え、前記第3スイッチングアームにおける第1スイッチング素子および第2スイッチング素子の接続点と、前記第4スイッチングアームにおける第1スイッチング素子および第2スイッチング素子の接続点との間に前記1次巻線が接続されており、前記第1スイッチングアーム、前記第2スイッチングアーム、前記第3スイッチングアームおよび前記第4スイッチングアームのデューティ比が等しい。

【0013】

また、本発明は、並列接続された第1スイッチングアーム、第2スイッチングアームおよび第3スイッチングアームであって、直列接続された第1スイッチング素子および第2スイッチング素子をそれぞれが含む第1スイッチングアーム、第2スイッチングアームおよび第3スイッチングアームと、前記第1スイッチングアーム、前記第2スイッチングア

10

20

30

40

50

ームおよび前記第3スイッチングアームのそれぞれにおける第1スイッチング素子の両端に接続された第1ダイオードと、前記第1スイッチングアーム、前記第2スイッチングアームおよび前記第3スイッチングアームのそれぞれにおける第2スイッチング素子の両端に接続された第2ダイオードと、前記第1スイッチングアーム、前記第2スイッチングアームおよび前記第3スイッチングアームのそれぞれにおける第1スイッチング素子および第2スイッチング素子の接続点に接続されたフィルタと、前記第1スイッチングアーム、前記第2スイッチングアームおよび前記第3スイッチングアームの両端の並列接続点の間に接続された出力コンデンサと、第1端子から前記第1スイッチングアームにおける第1スイッチング素子および第2スイッチング素子の接続点に至る第1経路に設けられた第1インダクタと、第2端子から前記第2スイッチングアームにおける第1スイッチング素子および第2スイッチング素子の接続点に至る第2経路に設けられた第2インダクタと、第3端子から前記第3スイッチングアームにおける第1スイッチング素子および第2スイッチング素子の接続点に至る第3経路に設けられた第3インダクタと、を備え、前記フィルタは、前記第1経路に一端が接続された第1コンデンサと、前記第2経路に一端が接続された第2コンデンサと、前記第3経路に一端が接続された第3コンデンサと、を備え、前記第1コンデンサ、前記第2コンデンサおよび前記第3コンデンサのそれぞれの他端は共通に接続され、接地されており、前記第1スイッチングアーム、前記第2スイッチングアームおよび前記第3スイッチングアームは、前記第1端子、前記第2端子および前記第3端子に3相交流電圧が印加される3相モード、または、前記第1端子および前記第2端子と、前記第3端子との間に単相交流電圧が印加される単相モードのいずれかで動作し、前記3相モードは、前記第1端子、前記第2端子および前記第3端子における各電圧の時間波形に、前記第1端子、前記第2端子および前記第3端子における各電流の時間波形を近似させまたは一致させるように、前記第1経路、前記第2経路および前記第3経路に流れる電流をスイッチングするスイッチング動作モードであり、前記単相モードは、前記第1端子および前記第2端子における電圧の時間波形に、前記第1端子および前記第2端子に流れる電流の時間波形を近似させまたは一致させるように、前記第1経路および前記第2経路に流れる電流をスイッチングするスイッチング動作モードであることを特徴とする。

また、本発明は、並列接続された第1スイッチングアーム、第2スイッチングアームおよび第3スイッチングアームであって、直列接続された第1スイッチング素子および第2スイッチング素子をそれぞれが含む第1スイッチングアーム、第2スイッチングアームおよび第3スイッチングアームと、前記第1スイッチングアーム、前記第2スイッチングアームおよび前記第3スイッチングアームのそれぞれにおける第1スイッチング素子の両端に接続された第1ダイオードと、前記第1スイッチングアーム、前記第2スイッチングアームおよび前記第3スイッチングアームのそれぞれにおける第2スイッチング素子の両端に接続された第2ダイオードと、前記第1スイッチングアーム、前記第2スイッチングアームおよび前記第3スイッチングアームの両端の並列接続点の間に接続された出力コンデンサと、第1端子から前記第1スイッチングアームにおける第1スイッチング素子および第2スイッチング素子の接続点に至る第1経路に設けられた第1インダクタと、第2端子から前記第2スイッチングアームにおける第1スイッチング素子および第2スイッチング素子の接続点に至る第2経路に設けられた第2インダクタと、第3端子から前記第3スイッチングアームにおける第1スイッチング素子および第2スイッチング素子の接続点に至る第3経路に設けられた第3インダクタと、を備え、前記第1スイッチングアーム、前記第2スイッチングアームおよび前記第3スイッチングアームは、前記第1端子、前記第2端子および前記第3端子に3相交流電圧が印加される3相モード、または、前記第1端子および前記第2端子と、前記第3端子との間に単相交流電圧が印加される単相モードのいずれかで動作し、前記3相モードは、前記第1端子、前記第2端子および前記第3端子における各電圧の時間波形に、前記第1端子、前記第2端子および前記第3端子における各電流の時間波形を近似させまたは一致させるように、前記第1経路、前記第2経路および前記第3経路に流れる電流をスイッチングするスイッチング動作モードであり、前記単相モードは、前記第1端子および前記第2端子における電圧の時間波形に、前記第1端子およ

10

20

30

40

50

び前記第 2 端子に流れる電流の時間波形を近似させまたは一致させるように、前記第 1 経路および前記第 2 経路に流れる電流をスイッチングするスイッチング動作モードであることを特徴とする。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、電力調整回路におけるノイズを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図 1】車載用電力変換システムを示す図である。

【図 2】第 1 セカンダリ巻線および第 2 セカンダリ巻線の各端子間電圧と、スイッチング素子 S 9 および S 10 のそれぞれに流れる電流のシミュレーション結果を示す図である。

10

【図 3】電力調整回路の具体的な構成を示す図である。

【図 4】3 相モードにおける EMI フィルタの構成を示す図である。

【図 5】単相モードにおける EMI フィルタの構成を示す図である。

【図 6】応用例に係る電力変換システムを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

各図を参照して本発明の各実施形態について説明する。複数の図面に示された同一の構成要素については同一の符号を付してその説明を簡略化する。また、以下の説明に示された上下左右の用語は、説明の便宜上、図面における上下左右の方向を示すものであり、各構成要素を配置する際の姿勢を限定するものではない。

20

【0017】

図 1 には本発明の実施形態に係る車載用電力変換システムが示されている。車載用電力変換システムは、電力調整回路 14、プライマリスイッチング回路 18、トランス 22、第 1 セカンダリスイッチング回路 30、第 2 セカンダリスイッチング回路 36 およびコントローラ 100 を備え、電動車両に搭載される。車載用電力変換システムは、交流電力源 10 から出力される電力を、主機電池 34 および補機電池 40 に供給する。また、車載用電力変換システムは、主機電池 34 から補機電池 40 に電力を供給する。交流電力源 10 は、電力供給事業者による電力供給システムであってもよいし、家庭用の発電装置であってもよい。

30

【0018】

電動車両が停車しており交流電力源 10 を用いて主機電池 34 を充電するとき、電力調整回路 14 の交流端子 12 - 1 および 12 - 2 に交流電力源 10 が接続される。電力調整回路 14 の正極端子 16 P および負極端子 16 N には、プライマリスイッチング回路 18 が接続されている。

【0019】

トランス 22 は、磁氣的に相互に結合するプライマリ巻線 24、第 1 セカンダリ巻線 26 および第 2 セカンダリ巻線 28 を備えている。プライマリ巻線 24 の両端はプライマリスイッチング回路 18 に接続されている。第 1 セカンダリ巻線 26 の両端は第 1 セカンダリスイッチング回路 30 に接続され、第 2 セカンダリ巻線 28 の両端は第 2 セカンダリスイッチング回路 36 に接続されている。

40

【0020】

第 1 セカンダリスイッチング回路 30 には主機電池 34 が接続されている。主機電池 34 は、電動車両を駆動するモータジェネレータに力行用の電力を供給すると共に、モータジェネレータの回生制動に基づく発電電力によって充電される。第 2 セカンダリスイッチング回路 36 には補機電池 40 が接続されている。補機電池 40 は、電動車両に搭載されたオーディオ機器、室内灯、空調装置等の補機に電力を供給する。

【0021】

車載用電力変換システムの動作の概要について説明する。コントローラ 100 による制御によって、電力調整回路 14、プライマリスイッチング回路 18、第 1 セカンダリスイ

50

ッチング回路 30 および第 2 セカンダリスイッチング回路 36 は次のように動作する。電力調整回路 14 は、交流端子 12 - 1 および 12 - 2 に流れる電流の時間波形を、交流電力源 10 が出力する交流電圧の時間波形に近似させ、または一致させるように、交流端子 12 - 1 および 12 - 2 に流れる電流をスイッチングする。これによって、交流電力源 10 から電力調整回路 14 に入力される電力の力率が向上する。

【0022】

電力調整回路 14 は力率を向上させる動作を実行しつつ、交流電力源 10 から出力される交流電力を直流電力に変換し、直流電圧をプライマリスイッチング回路 18 に出力する。プライマリスイッチング回路 18 は、この直流電圧に対するスイッチングによってプライマリ巻線 24 に交流電圧を出力する。第 1 セカンダリスイッチング回路 30 は、主機電池 34 が出力する電圧に対するスイッチングによって、第 1 セカンダリ巻線 26 に交流電圧を出力する。第 2 セカンダリスイッチング回路 36 は、中間コンデンサ 38 を備えている。第 2 セカンダリスイッチング回路 36 は、後述するように、プライマリスイッチング回路 18 または第 1 セカンダリスイッチング回路 30 からトランス 22 を介して供給される電力によって中間コンデンサ 38 を充電する。第 2 セカンダリスイッチング回路 36 は、中間コンデンサ 38 に対する電圧のスイッチングによって第 2 セカンダリ巻線 28 に交流電圧を出力する。

10

【0023】

プライマリスイッチング回路 18 のスイッチングタイミングと、第 1 セカンダリスイッチング回路 30 のスイッチングタイミングの相違に応じて、交流電力源 10 から電力調整回路 14、プライマリスイッチング回路 18、プライマリ巻線 24 および第 1 セカンダリ巻線 26 を介して第 1 セカンダリスイッチング回路 30 に電力が伝送される。第 1 セカンダリスイッチング回路 30 は、第 1 セカンダリ巻線 26 を介して伝送された電力によって主機電池 34 に電力を供給する。第 1 セカンダリスイッチング回路 30 は、主機電池 34 に電力を供給すると共に、主機電池 34 に接続された負荷回路（図示せず）に電力を出力してもよい。

20

【0024】

プライマリスイッチング回路 18 のスイッチングタイミングと、第 2 セカンダリスイッチング回路 36 のスイッチングタイミングの相違に応じて、交流電力源 10 から電力調整回路 14、プライマリスイッチング回路 18、プライマリ巻線 24 および第 2 セカンダリ巻線 28 を介して第 2 セカンダリスイッチング回路 36 に電力が伝送される。第 2 セカンダリスイッチング回路 36 は、第 2 セカンダリ巻線 28 を介して伝送された電力によって補機電池 40 に電力を供給する。第 2 セカンダリスイッチング回路 36 は、補機電池 40 に電力を出力すると共に、補機電池 40 に接続された補機（図示せず）に電力を出力してもよい。

30

【0025】

電動車両の走行時には、電力調整回路 14 が交流電力源 10 から切り離され、電力調整回路 14 はスイッチング動作を停止する。電動車両の走行時には、次のような動作によって主機電池 34 から補機電池 40 に電力が供給される。第 1 セカンダリスイッチング回路 30 のスイッチングタイミングと、第 2 セカンダリスイッチング回路 36 のスイッチングタイミングの相違に応じて、第 1 セカンダリスイッチング回路 30 から、第 1 セカンダリ巻線 26 および第 2 セカンダリ巻線 28 を介して第 2 セカンダリスイッチング回路 36 に電力が伝送される。第 2 セカンダリスイッチング回路 36 は、第 2 セカンダリ巻線 28 を介して伝送された電力によって補機電池 40 に電力を供給する。第 2 セカンダリスイッチング回路 36 は、補機電池 40 に電力を出力すると共に、補機電池 40 に接続された補機に電力を出力してもよい。

40

【0026】

次に、プライマリスイッチング回路 18、第 1 セカンダリスイッチング回路 30 および第 2 セカンダリスイッチング回路 36 の詳細な構成および動作について説明する。プライマリスイッチング回路 18 は、スイッチングアーム u、スイッチングアーム v およびバツ

50

ファコンデンサ 20 を備えている。スイッチングアーム u は、直列接続されたスイッチング素子 S 1 および S 2 を備え、スイッチングアーム v は、直列接続されたスイッチング素子 S 3 および S 4 を備えている。スイッチングアーム u および v は並列に接続されている。スイッチングアーム u および v には、さらに、バッファコンデンサ 20 が並列に接続されている。スイッチングアーム u、v およびバッファコンデンサ 20 の上側の並列接続点は、電力調整回路 14 の正極端子 16 P に接続され、下側の並列接続点は、電力調整回路 14 の負極端子 16 N に接続されている。スイッチング素子 S 1 および S 2 の接続点と、スイッチング素子 S 3 および S 4 の接続点との間には、プライマリ巻線 24 が接続されている。

【 0 0 2 7 】

第 1 セカンダリスイッチング回路 30 は、スイッチングアーム w、スイッチングアーム x および主機コンデンサ 32 を備えている。スイッチングアーム w は、直列接続されたスイッチング素子 S 5 および S 6 を備え、スイッチングアーム x は、直列接続されたスイッチング素子 S 7 および S 8 を備えている。スイッチングアーム w および x は並列に接続されている。スイッチングアーム w および x には、さらに、主機コンデンサ 32 が並列に接続されている。スイッチングアーム w、x および主機コンデンサ 32 の上側の並列接続点は、主機電池 34 の正極端子に接続され、下側の並列接続点は、主機電池 34 の負極端子に接続されている。スイッチング素子 S 5 および S 6 の接続点と、スイッチング素子 S 7 および S 8 の接続点との間には、第 1 セカンダリ巻線 26 が接続されている。

【 0 0 2 8 】

第 2 セカンダリスイッチング回路 36 は、スイッチングアーム y、スイッチングアーム z、中間コンデンサ 38 および補機コンデンサ 42 を備えている。スイッチングアーム y は、直列接続されたスイッチング素子 S 9 および S 10 を備え、スイッチングアーム z は、直列接続されたスイッチング素子 S 11 および S 12 を備えている。スイッチングアーム y および z は並列に接続されている。スイッチングアーム y および z には、さらに、中間コンデンサ 38 が並列に接続されている。スイッチング素子 S 9 および S 10 の接続点と、スイッチング素子 S 11 および S 12 の接続点との間には、第 2 セカンダリ巻線 28 が接続されている。第 2 セカンダリ巻線 28 の中途点と、スイッチングアーム y、z および中間コンデンサ 38 の下側の並列接続点との間には、補機コンデンサ 42 が接続されている。また、第 2 セカンダリ巻線 28 の中途点は、補機電池 40 の正極端子に接続され、スイッチングアーム y、z および中間コンデンサ 38 の下側の並列接続点は、補機電池 40 の負極端子に接続されている。第 2 セカンダリ巻線 28 の中途点は、第 2 セカンダリ巻線 28 を形成する導線の中途の点をいう。中途点は、第 2 セカンダリ巻線 28 を形成する導線の midpoint に設けられるセンタータップであってもよい。

【 0 0 2 9 】

各スイッチング素子 S 1 ~ S 12 には、各スイッチング素子 S 1 ~ S 12 の下端側にアノード端子を向けてダイオードが接続されている。各スイッチング素子 S 1 ~ S 12 には、I G B T (Insulated Gate Bipolar Transistor) や M O S F E T (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) が用いられてよい。

【 0 0 3 0 】

コントローラ 100 は、スイッチング素子 S 1 ~ S 12 に対し、それぞれ、制御信号 g 1 ~ g 12 を出力する。各スイッチング素子 S 1 ~ S 12 は、制御信号がハイのときにオンとなり、ローのときにオフとなる。

【 0 0 3 1 】

電動車両が停車しており交流電力源 10 を用いて主機電池 34 を充電するときは、電力調整回路 14、プライマリスイッチング回路 18、第 1 セカンダリスイッチング回路 30 および第 2 セカンダリスイッチング回路 36 がスイッチング動作をする。電力調整回路 14 は、交流電力源 10 が出力する交流電力を直流電力に変換し、直流電圧をプライマリスイッチング回路 18 に出力する。

【 0 0 3 2 】

スイッチングアーム u が備えるスイッチング素子 S_1 および S_2 を制御する制御信号 g_1 および g_2 は、交互にハイおよびローを繰り返す。すなわち、制御信号 g_1 がローからハイに切り換わると共に、制御信号 g_2 はハイからローに切り換わり、制御信号 g_1 がハイからローに切り換わると共に、制御信号 g_2 はローからハイに切り換わる。これによって、スイッチング素子 S_1 がオフからオンに切り換わると共に、スイッチング素子 S_2 がオンからオフに切り換わる。そして、スイッチング素子 S_1 がオンからオフに切り換わると共に、スイッチング素子 S_2 がオフからオンに切り換わる。

【0033】

スイッチング素子 S_1 および S_2 と同様、制御信号 g_3 および g_4 によって、スイッチングアーム v が備えるスイッチング素子 S_3 および S_4 も交互にオンオフする。制御信号 g_3 および g_4 は、それぞれ、制御信号 g_1 および g_2 に対し、位相が 180° 異なる。すなわち、スイッチングアーム v (スイッチング素子 S_3 および S_4) のスイッチングの位相は、スイッチングアーム u (スイッチング素子 S_1 および S_2) のスイッチングの位相に対し 180° 遅れている。これによって、プライマリ巻線 24 の両端には、電力調整回路 14 から出力された直流電圧に応じた波高値を有する交流電圧が現れる。

10

【0034】

第1セカンダリスイッチング回路 30 の動作について説明する。制御信号 g_5 および g_6 に従ってスイッチングアーム w が備えるスイッチング素子 S_5 および S_6 は交互にオンオフする。制御信号 g_7 および g_8 に従ってスイッチングアーム x が備えるスイッチング素子 S_7 および S_8 は交互にオンオフする。スイッチングアーム w および x のスイッチングの位相差は 180° である。これによって、第1セカンダリ巻線 26 の両端には、中間コンデンサ 38 の端子間電圧、すなわち主機電池 34 の出力電圧に応じた波高値を有する交流電圧が現れる。

20

【0035】

第2セカンダリスイッチング回路 36 の動作について説明する。制御信号 g_9 および g_{10} に従ってスイッチングアーム y が備えるスイッチング素子 S_9 および S_{10} は交互にオンオフする。制御信号 g_{11} および g_{12} に従ってスイッチングアーム z が備えるスイッチング素子 S_{11} および S_{12} は交互にオンオフする。スイッチングアーム y および z のスイッチングの位相差は 180° である。

【0036】

スイッチング素子 S_9 および S_{10} がオンオフを繰り返す1周期を切り換わり周期として、切り換わり周期に対するスイッチング素子 S_{10} がオンになる時間の比率を、スイッチングアーム y のデューティ比という。車載用電力変換システムでは、スイッチングアーム u, v, w, x, y および z は、同一のデューティ比 D でスイッチングをする。

30

【0037】

第2セカンダリスイッチング回路 36 の動作によって、補機電池 40 および補機コンデンサ 42 の両端には、中間コンデンサ 38 の端子間電圧の $(1 - D)$ 倍の電圧が現れる。すなわち、中間コンデンサ 38 の端子間電圧を $V_{dc, buf}$ 、補機電池 40 および補機コンデンサ 42 の両端の電圧を V_{dc3} として、 $V_{dc3} = (1 - D) \cdot V_{dc, buf}$ で表される電圧が補機電池 40 および補機コンデンサ 42 に印加される。

40

【0038】

交流電力源 10 から、電力調整回路 14、プライマリスイッチング回路 18 および第1セカンダリスイッチング回路 30 を介して主機電池 34 に供給される主機電池供給電力 P_{dc2} は、スイッチングアーム u および v のスイッチングの位相に対する、スイッチングアーム w および x のスイッチングの位相の遅れである位相差 θ_{21} を調整することで調整される。コントローラ 100 は、主機電力目標値 P_{dc2}^* から、主機電池供給電力の測定値 P_{dc2} を減算した主機電力誤差 e_1 を比例積分した値に基づいて位相差 θ_{21} を求めてよい。主機電力目標値 P_{dc2}^* は、主機電池供給電力 P_{dc2} に対する目標値である。コントローラ 100 は、位相差 θ_{21} に基づいて制御信号 $g_1 \sim g_8$ を生成し、スイッチング素子 $S_1 \sim S_8$ をオンオフ制御する。

50

【 0 0 3 9 】

なお、コントローラ 100 は、主機電池供給電力 P_{dc2} を負にし、位相差 θ_{21} を負にすることで、主機電池 34 または負荷回路から第 1 セカンダリスイッチング回路 30、プライマリスイッチング回路 18 および電力調整回路 14 を介して交流電力源 10 側に電力を伝送してもよい。

【 0 0 4 0 】

第 2 セカンダリスイッチング回路 36 における中間コンデンサ 38 の電圧 $V_{dc, buf}$ は、スイッチングアーム w および x のスイッチングの位相に対する、スイッチングアーム y および z のスイッチングの位相の遅れである位相差 θ_{32} を調整することで調整される。コントローラ 100 は、中間電圧目標値 $V_{dc, buf}^*$ から、中間電圧の測定値 $V_{dc, buf}$ を減算した中間電圧誤差 e_2 を比例積分した値に基づいて位相差 θ_{32} を求めてよい。中間電圧目標値 $V_{dc, buf}^*$ は、例えば、 $V_{dc, buf}^* = V_{dc2} / n$ として決定してよい。ここで V_{dc2} は、主機コンデンサ 32 の端子間電圧、すなわち、主機電池 34 の出力電圧である。 n は、第 2 セカンダリ巻線 28 の巻き数に対する、第 1 セカンダリ巻線 26 の巻き数の比率（巻線比 n ）である。コントローラ 100 は、位相差 θ_{32} に基づいて制御信号 $g_5 \sim g_{12}$ を生成し、スイッチング素子 $S_5 \sim S_{12}$ をオンオフ制御する。

10

【 0 0 4 1 】

中間コンデンサ 38 の電圧 $V_{dc, buf}$ は、スイッチングアーム u および v のスイッチングの位相に対する、スイッチングアーム y および z のスイッチングの位相の遅れである位相差 θ_{31} を調整することで調整されてもよい。この場合、コントローラ 100 は、中間電圧誤差 e_2 を比例積分した値に基づいて位相差 θ_{31} を求めてよい。コントローラ 100 は、位相差 θ_{31} に基づいて制御信号 $g_1 \sim g_4$ および $g_9 \sim g_{12}$ を生成し、スイッチング素子 $S_1 \sim S_4$ および $S_9 \sim S_{12}$ をオンオフ制御する。

20

【 0 0 4 2 】

各スイッチングアームのデューティ比 D は、補機電池 40 の出力電圧の測定値 V_{dc3} から補機電池電圧目標値 V_{dc3}^* を減算した補機電池電圧誤差 e_3 を比例積分した値、補機電池 40 の出力電圧の測定値 V_{dc3} 、および中間電圧の測定値 $V_{dc, buf}$ に基づいて求められる。すなわち、コントローラ 100 は、補機電池電圧誤差 e_3 を比例積分した値に、 $1 - V_{dc3} / V_{dc, buf}$ を加算した値に基づいて各スイッチングアームのデューティ比 D を求める。コントローラ 100 は、上記の各位相差に加えてデューティ比 D に基づいて制御信号 $g_1 \sim g_{12}$ を生成し、スイッチング素子 $S_1 \sim S_{12}$ をオンオフ制御する。

30

【 0 0 4 3 】

電動車両の走行時には、電力調整回路 14 が交流電力源 10 から切り離され、電力調整回路 14 はスイッチング動作を停止する。交流電力源 10 を用いて主機電池 34 を充電するときと同様に、第 1 セカンダリスイッチング回路 30 および第 2 セカンダリスイッチング回路 36 がスイッチング動作し、主機電池 34 から補機電池 40 に電力が供給され、補機電池 40 が充電される。

【 0 0 4 4 】

図 2 (a) には、スイッチング素子 $S_6 \sim S_{12}$ のオンオフのタイミングが示されている。上段には第 1 セカンダリスイッチング回路 30 のスイッチングタイミングが示されている。すなわち、スイッチング素子 S_6 および S_7 の組と、スイッチング素子 S_5 および S_8 の組が交互にオンオフすることが上段に示されている。下段には第 2 セカンダリスイッチング回路 36 のスイッチングタイミングが示されている。すなわち、スイッチング素子 S_{10} および S_{11} の組と、スイッチング素子 S_9 および S_{12} の組が交互にオンオフすることが上段に示されている。

40

【 0 0 4 5 】

図 2 (b) には、第 1 セカンダリ巻線 26 の端子間電圧 V_{wx} および第 2 セカンダリ巻線 28 の端子間電圧 V_{yz} のシミュレーション結果が示されている。横軸は時間を示し縦軸は電圧値を示す。端子間電圧 V_{wx} は、スイッチング素子 S_7 および S_8 の接続点の電

50

位を基準としたスイッチング素子 S_5 および S_6 の接続点の電圧である。端子間電圧 V_{wx} は、スイッチング素子 S_{11} および S_{12} の接続点の電位を基準としたスイッチング素子 S_9 および S_{10} の接続点の電圧である。

【0046】

図2(c)には、スイッチング素子 S_9 およびスイッチング素子 S_9 に並列接続されたダイオードに流れる電流 i_{sw9} と、スイッチング素子 S_{10} およびスイッチング素子 S_{10} に並列接続されたダイオードに流れる電流 i_{sw10} が示されている。横軸は時間を示し縦軸は電流値を示す。

【0047】

車載用電力変換システムにおいて、第1スイッチング回路としての第1セカンダリスイッチング回路30から、第2スイッチング回路としての第2セカンダリスイッチング回路36に電力が伝送される場合、車載用電力変換システム内には次のような電力変換装置が構成される。

10

【0048】

すなわち、1次巻線としての第1セカンダリ巻線26および2次巻線としての第2セカンダリ巻線28を備えるトランス22と、第1セカンダリ巻線26に接続された第1セカンダリスイッチング回路30と、第2セカンダリ巻線28に接続された第2セカンダリスイッチング回路36と、第2セカンダリスイッチング回路36に含まれる中間コンデンサ38とを備える電力変換装置が構成される。

【0049】

第2セカンダリスイッチング回路36は、第1スイッチングアームおよび第2スイッチングアームとして、スイッチングアーム y および z を備えている。第1セカンダリスイッチング回路30は、第3スイッチングアームおよび第4スイッチングアームとして、スイッチングアーム w および z を備えている。

20

【0050】

この電力変換装置では、第1セカンダリスイッチング回路30および第2セカンダリスイッチング回路36のスイッチング動作によって、第1セカンダリスイッチング回路30からトランス22を介して第2セカンダリスイッチング回路36における中間コンデンサ38に電力が供給される。さらに、第2セカンダリスイッチング回路36のスイッチング動作によって、中間コンデンサ38から第2セカンダリ巻線28の中途点を介して補機電池40に電力が出力される。

30

【0051】

第1セカンダリスイッチング回路30のスイッチングタイミングに応じて第1セカンダリ巻線26に現れる電圧の位相と、第2セカンダリスイッチング回路36のスイッチングタイミングに応じて第2セカンダリ巻線28に現れる電圧の位相との差異に応じて、第1セカンダリスイッチング回路30から第2セカンダリスイッチング回路36に電力が伝送される

【0052】

このような構成によれば、主機コンデンサ32の端子間電圧 V_{dc2} を巻線比 n で除した電圧で、中間コンデンサ38が充電される。さらに、中間コンデンサ38の端子間電圧である中間電圧 $V_{dc, buf}$ をデューティ比 D で規定される昇圧比 $1 / (1 - D)$ で除した電圧が補機電池40および補機コンデンサ42に印加される。したがって、主機コンデンサ32の端子間電圧 V_{dc2} が中間電圧 $V_{dc, buf}$ に降圧され、さらに、中間電圧 $V_{dc, buf}$ が補機電池40および補機コンデンサ42の両端の電圧 V_{dc3} に降圧される。このような段階的な降圧によって、第2セカンダリ巻線28、スイッチング素子 $S_9 \sim S_{12}$ に流れる電流が小さくなり、第2セカンダリ巻線28および第2セカンダリスイッチング回路36で消費される電力が抑制される。

40

【0053】

また、上述のように n が予め定められているのではなく、デューティ比を $D = 0.4$ 以上 0.6 以下、好ましくは $D = 0.5$ と定め、補機電池40および補機コンデンサ42の

50

両端の電圧 V_{dc3} が所望の値となるように巻線比 n を設定することで、スイッチング素子 $S1 \sim S12$ で発生するスイッチング損失が抑制される。

【0054】

なお、車載用電力変換システムにおいて、第1スイッチング回路としてのプライマリスイッチング回路18から、第2スイッチング回路としての第2セカンダリスイッチング回路36に電力が伝送される場合、車載用電力変換システム内には次のような電力変換装置が構成される。

【0055】

すなわち、1次巻線としてのプライマリ巻線24および2次巻線としての第2セカンダリ巻線28を備えるトランス22と、プライマリ巻線24に接続されたプライマリスイッチング回路18と、第2セカンダリ巻線28に接続された第2セカンダリスイッチング回路36と、第2セカンダリスイッチング回路36に含まれる中間コンデンサ38とを備える電力変換装置が構成される。

10

【0056】

第2セカンダリスイッチング回路36は、第1スイッチングアームおよび第2スイッチングアームとして、スイッチングアーム y および z を備えている。プライマリスイッチング回路18は、第3スイッチングアームおよび第4スイッチングアームとして、スイッチングアーム u および v を備えている。

【0057】

この電力変換装置では、プライマリスイッチング回路18および第2セカンダリスイッチング回路36のスイッチング動作によって、プライマリスイッチング回路18からトランス22を介して第2セカンダリスイッチング回路36の中間コンデンサ38に電力が供給される。さらに、第2セカンダリスイッチング回路36のスイッチング動作によって、中間コンデンサ38から第2セカンダリ巻線28の中途点を介して補機電池40に電力が出力される。

20

【0058】

プライマリスイッチング回路18のスイッチングタイミングに応じてプライマリ巻線24に現れる電圧の位相と、第2セカンダリスイッチング回路36のスイッチングタイミングに応じて第2セカンダリ巻線28に現れる電圧の位相との差異に応じて、プライマリスイッチング回路18から第2セカンダリスイッチング回路36に電力が伝送される。

30

【0059】

この構成では、プライマリスイッチング回路18および第2セカンダリスイッチング回路36において、バッファコンデンサ20の端子間電圧 V_{dc1} が中間電圧 $V_{dc, buf}$ に降圧され、中間電圧 $V_{dc, buf}$ が補機電池40および補機コンデンサ42の両端の電圧 V_{dc3} に降圧される。このような段階的な降圧によって、第2セカンダリ巻線28、スイッチング素子 $S9 \sim S12$ に流れる電流が小さくなり、第2セカンダリ巻線28および第2セカンダリスイッチング回路36で消費される電力が抑制される。

【0060】

図3には、本発明の実施形態に係る電力調整回路14の具体的な構成が示されている。電力調整回路14は、交流端子 a 、 b 、 c 、EMIフィルタ52、インダクタ L_1 、 L_2 、 L_3 、スイッチングアーム $Q1$ 、 $Q2$ 、出力コンデンサ56、正極端子16Pおよび負極端子16Nを備えている。スイッチングアーム $Q1$ 、 $Q2$ は、直列に接続されたスイッチング素子 $Q1$ および $Q2$ を備えている。スイッチングアーム $Q3$ 、 $Q4$ は、直列に接続されたスイッチング素子 $Q3$ および $Q4$ を備えている。スイッチングアーム $Q5$ 、 $Q6$ は、直列に接続されたスイッチング素子 $Q5$ および $Q6$ を備えている。

40

【0061】

スイッチングアーム $Q1$ 、 $Q2$ および出力コンデンサ56は並列に接続されている。スイッチングアーム $Q3$ 、 $Q4$ および出力コンデンサ56の並列接続点の上端には正極端子16Pが接続され、下端には負極端子16Nが接続されている。

【0062】

50

交流端子 a からインダクタ L の一端に至る経路、交流端子 b からインダクタ L の一端に至る経路、および交流端子 c からインダクタ L の一端に至る経路には、EMI (Electro Magnetic Interference) フィルタ 5 2 が挿入されている。インダクタ L の他端は、スイッチング素子 Q 1 および Q 2 の接続点に接続されている。インダクタ L の他端はスイッチング素子 Q 3 および Q 4 の接続点に接続され、インダクタ L の他端はスイッチング素子 Q 5 および Q 6 の接続点に接続されている。

【0063】

電力調整回路 1 4 は、3 相モードと単相モードのいずれかの動作モードで動作する。3 相モードでは、3 相交流電力源 5 0 の U 相出力端子、V 相出力端子および W 相出力端子が、それぞれ、交流端子 a、b および c に接続される。

10

【0064】

スイッチングアーム、およびはコントローラ 1 0 0 によって制御される。スイッチングアーム、およびは、交流端子 a、b および c に流れる電流の時間波形を、3 相交流電力源 5 0 が出力する 3 相交流電圧の時間波形に近似させ、または一致させるように、交流端子 a、b および c に流れる電流をスイッチングする。これによって、3 相交流電力源 5 0 から電力調整回路 1 4 に入力される電力の力率が向上する。

【0065】

電力調整回路 1 4 は、力率を向上させる動作を実行しつつ、3 相交流電力源 5 0 から出力される 3 相交流電力を直流電力に変換して出力コンデンサ 5 6 を充電し、直流電圧を正極端子 1 6 P および負極端子 1 6 N から出力する。

20

【0066】

単相モードでは、交流電力源 1 0 (単相交流電力源) の正相端子 L が交流端子 a および b に接続され、逆相端子 N が交流端子 c に接続される。スイッチングアーム、およびは、交流端子 a および b と、交流端子 c に流れる電流の時間波形を、交流電力源 1 0 が出力する交流電圧の時間波形に近似させ、または一致させるように、交流端子 a および b と交流端子 c に流れる電流をスイッチングする。これによって、交流電力源 1 0 から電力調整回路 1 4 に入力される電力の力率が向上する。

【0067】

電力調整回路 1 4 は、力率を向上させる動作を実行しつつ、交流電力源 1 0 から出力される交流電力を直流電力に変換して出力コンデンサ 5 6 を充電し、直流電圧を正極端子 1 6 P および負極端子 1 6 N から出力する。

30

【0068】

図 4 には、3 相モードにおける EMI フィルタ 5 2 の構成が示されている。交流端子 a、b および c から、インダクタ L、L および L に至るまでの 3 相の導線 (U 相線、V 相線および W 相線から構成される 3 相線) には、2 つのコモンモードチョークコイル 6 0 および 6 2 が挿入されている。3 相交流電力源 5 0 と図 4 の左側に示されたコモンモードチョークコイル 6 0 との間の 3 相線には、3 つの Y 接続コンデンサ C 1 ~ C 3 が接続されている。Y 接続コンデンサ C 1、C 2 および C 3 のそれぞれの一端は、U 相線、V 相線および W 相線に接続されている。Y 接続コンデンサ C 1、C 2 および C 3 のそれぞれの他端は、共通に接続されている。3 つの Y 接続コンデンサ C 1 ~ C 3 の容量は同一であってよい。

40

【0069】

左側に示されたコモンモードチョークコイル 6 0 と、右側に示されたコモンモードチョークコイル 6 2 との間の 3 相線の相間には、3 つの Y 接続コンデンサ C U、C V および C W が接続されている。Y 接続コンデンサ C U、C V および C W のそれぞれの一端は、U 相線、V 相線および W 相線に接続されている。Y 接続コンデンサ C U、C V および C W のそれぞれの他端は共通に接続された上で接地されている。図 4 の右側に示されたコモンモードチョークコイル 6 2 と、インダクタ L、L および L との間の 3 相線には、3 つの Y 接続コンデンサ C 4 ~ C 6 が接続されている。Y 接続コンデンサ C 4、C 5 および C 6 のそれぞれの一端は、U 相線、V 相線および W 相線に接続されている。Y 接続コンデンサ

50

C 4、C 5 および C 6 のそれぞれの他端は、共通に接続されている。3つのY接続コンデンサC 4～C 6の容量は同一であってもよい。EMIフィルタ5 2によって3相線に発生するコモンモードノイズ、3相線の相間に発生するディファレンシャルモードノイズが抑制される。

【0070】

図5には、単相モードにおけるEMIフィルタ5 2の構成が示されている。交流端子aおよびbから、インダクタL およびL に至るまでの2本の導線が、交流電力源1 0に対する一方の送電線となり、インダクタL から交流端子cに至るまでの1本の導線が交流電力源1 0に対する他方の送電線となる。

【0071】

Y接続コンデンサC U、C VおよびC Wの容量を適切に設定することで、各導線に現れるコモンモードノイズおよびディファレンシャルノイズが抑制される。Y接続コンデンサC U、C VおよびC Wのうち少なくとも1つは、可変容量コンデンサであってもよい。

【0072】

このように電力調整回路1 4は、並列接続された第1スイッチングアーム、第2スイッチングアームおよび第3スイッチングアームとして、スイッチングアーム、およびを備えている。各スイッチングアームは、直列接続された第1スイッチング素子および第2スイッチング素子をそれぞれが含む。スイッチング素子Q 1、Q 3およびQ 5が第1スイッチング素子に相当し、スイッチング素子Q 2、Q 4およびQ 6が第2スイッチング素子に相当する。

【0073】

電力調整回路1 4は、スイッチングアーム、およびのそれぞれにおける第1スイッチング素子(Q 1、Q 3、Q 5)および第2スイッチング素子(Q 2、Q 4、Q 6)の接続点に、インダクタL、L およびL を介して接続されたEMIフィルタ5 2と、各スイッチングアームの両端の並列接続点の間に接続された出力コンデンサ5 6とを備えている。

【0074】

EMIフィルタ5 2は、交流端子a(第1端子)からスイッチングアームにおけるスイッチング素子Q 1およびQ 2の接続点に至る経路に一端が接続された第1コンデンサ(C 1、C U、C 4)と、交流端子b(第2端子)からスイッチングアームにおけるスイッチング素子Q 3およびQ 4の接続点に至る経路に一端が接続された第2コンデンサ(C 2、C V、C 5)と、交流端子c(第3端子)からスイッチングアームにおけるスイッチング素子Q 5およびQ 6の接続点に至る経路に一端が接続された第3コンデンサ(C 3、C W、C 6)とを備えている。第1コンデンサ、第2コンデンサおよび第3コンデンサのそれぞれの他端は共通に接続されている。さらに、コンデンサC U、C VおよびC Wの他端は接地されている。

【0075】

スイッチングアーム、およびは、交流端子a、bおよびcに3相交流電圧が印加される3相モード、または、交流端子aおよび交流端子bと、交流端子cとの間に単相交流電圧が印加される単相モードのいずれかで動作する。

【0076】

図6(a)には、応用例に係る電力変換システムが示されている。電力変換システムは、電池7 0-1～7 0-N、スイッチング回路7 2-1～7 2-N、着脱自在巻線7 4-1～7 4-Nおよびコア6 6を備えている。電池7 0-1～7 0-Nの各正極端子および各負極端子は、それぞれ、スイッチング回路7 2-1～7 2-Nに接続されている。電池7 0-1～7 0-Nのうちいずれかには負荷回路が接続されてもよい。着脱自在巻線7 4-1～7 4-Nの各両端は、それぞれ、スイッチング回路7 2-1～7 2-Nに接続されている。各着脱自在巻線7 4-1～7 4-Nはコア6 6に対して着脱自在であり、コア6 6に固定されているときは、他の着脱自在巻線に磁氣的に結合する。

【0077】

10

20

30

40

50

スイッチング回路 72 - 1 ~ 72 - N は、図 1 に示された第 1 セカンダリスイッチング回路 30、または、第 2 セカンダリスイッチング回路 36 のいずれかと同様の構成を有してよい。図 6 (a) に示されているスイッチング回路 72 - 3 を除くスイッチング回路は、図 6 (b) に示されているように、第 1 セカンダリスイッチング回路 30 と同一の構成を有している。また、スイッチング回路 72 - 3 は、図 6 (c) に示されているように、第 2 セカンダリスイッチング回路 36 と同一の構成を有している。

【 0 0 7 8 】

第 1 セカンダリスイッチング回路 30 と同一の構成を有するスイッチング回路については、第 1 セカンダリスイッチング回路 30 において主機電池 34 が接続されていた箇所に相当する箇所に電池が接続される。第 2 セカンダリスイッチング回路 36 と同一の構成を有するスイッチング回路については、第 2 セカンダリスイッチング回路 36 において補機電池 40 が接続されていた箇所に相当する箇所に電池が接続される。

10

【 0 0 7 9 】

電力変換システムでは、ある 1 つのスイッチング回路のスイッチングの位相と、他のスイッチング回路のスイッチングの位相との差異に応じて、その 1 つのスイッチング回路と他のスイッチング回路との間で、それぞれに接続された着脱自在巻線を介して電力が授受される。すなわち、スイッチング回路 72 - 1 ~ 72 - N の相互のスイッチング位相差に応じて、スイッチング回路 72 - 1 ~ 72 - N の相互間で電力が授受される。

【 0 0 8 0 】

このような構成では、着脱自在巻線がコア 66 から着脱自在である。そのため、用いられるスイッチング回路の数を容易に増減することができる。また、第 2 セカンダリスイッチング回路 36 と同一の回路構成を採用することで、巻線およびスイッチング回路における電力損失が抑制される。

20

【 符号の説明 】

【 0 0 8 1 】

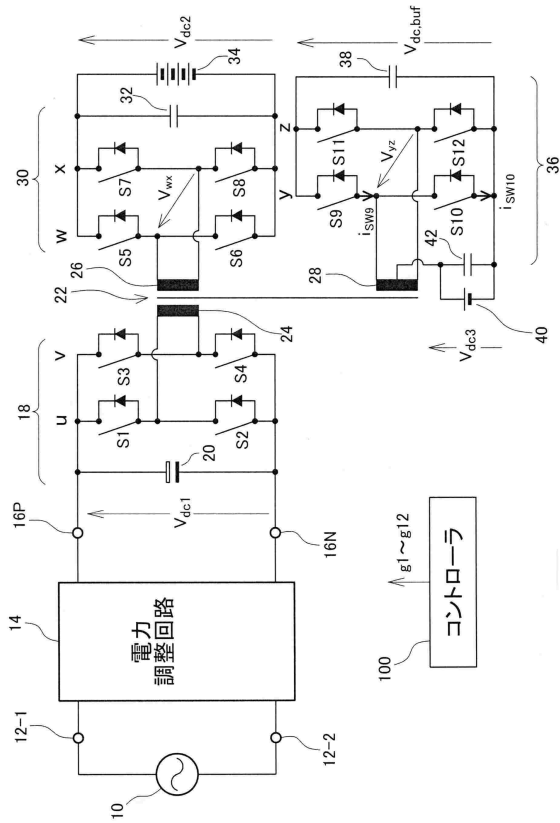
10 交流電力源、12 - 1 , 12 - 2 , a , b , c 交流端子、14 電力調整回路、16 P 正極端子、16 N 負極端子、18 プライマリスイッチング回路、20 バッファコンデンサ、22 トランス、24 プライマリ巻線、26 第 1 セカンダリ巻線、28 第 2 セカンダリ巻線、30 第 1 セカンダリスイッチング回路、32 主機コンデンサ、34 主機電池、36 第 2 セカンダリスイッチング回路、38 中間コンデンサ、40 補機電池、42 補機コンデンサ、50 3 相交流電力源、52 EMI フィルタ、56 出力コンデンサ、60 , 62 コモンモードチョークコイル、70 - 1 ~ 70 - N 電池、72 - 1 ~ 72 - N スwitching回路、74 - 1 ~ 74 - N 着脱自在巻線、100 コントローラ、S1 ~ S12 , Q1 ~ Q6 スwitching素子、u , v , w , x , y , z , , スwitchingアーム。

30

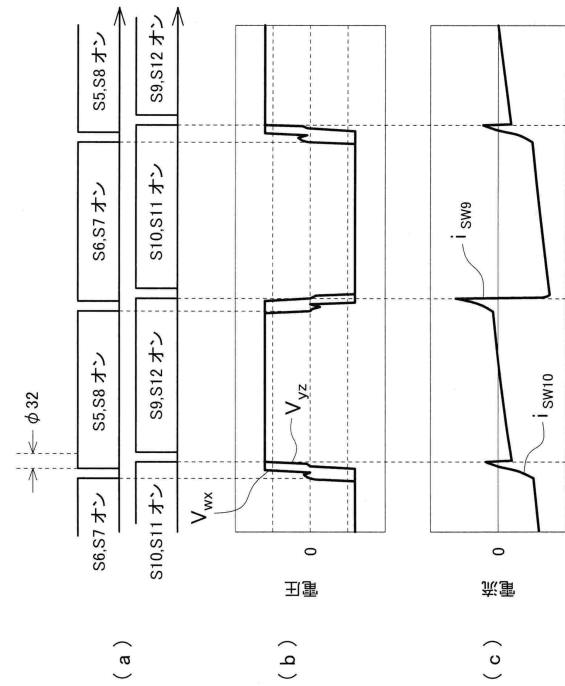
40

50

【図面】
【図 1】

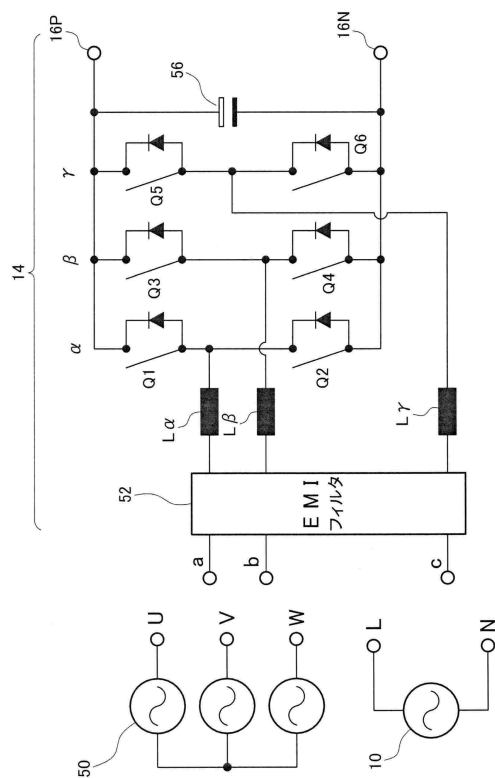


【図 2】

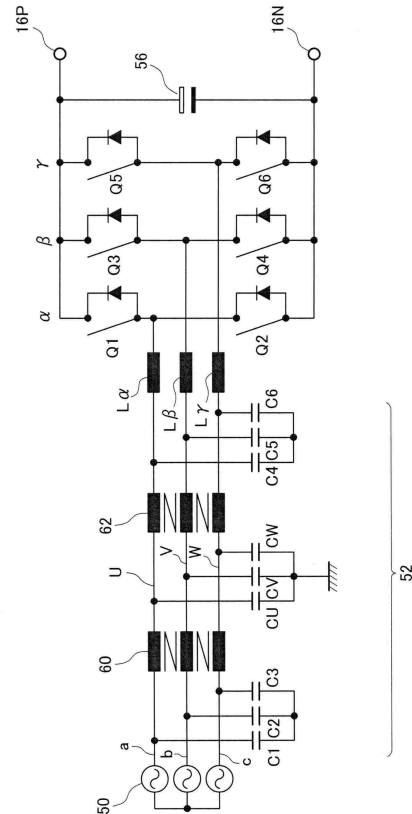


10
20

【図 3】

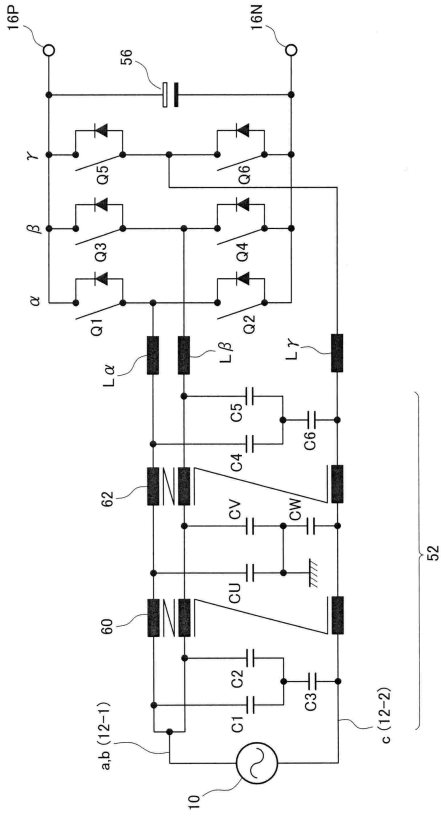


【図 4】

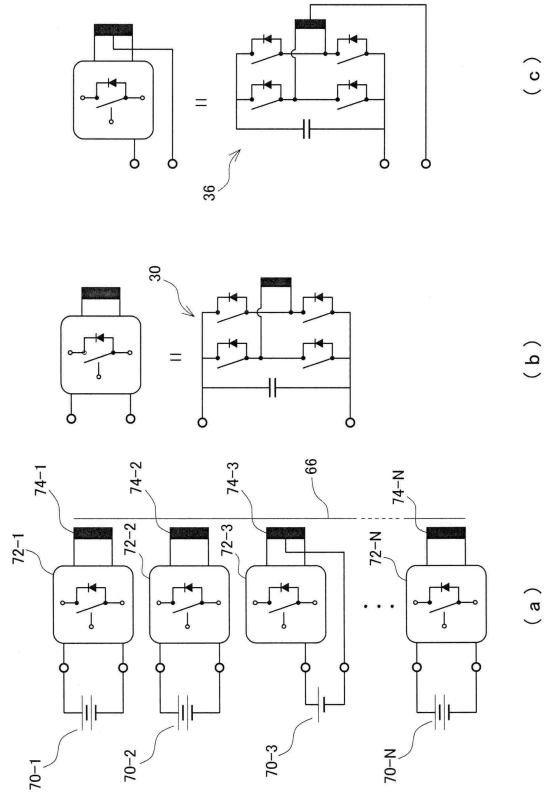


30
40
50

【 図 5 】



【 図 6 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

愛知県長久手市横道4番地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 杉本 和大

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 柳下 勝幸

(56)参考文献 特表2014-517665(JP,A)

実開昭59-056986(JP,U)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H02M 7/12

H02M 3/28

H02M 1/12