

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6036741号
(P6036741)

(45) 発行日 平成28年11月30日(2016.11.30)

(24) 登録日 平成28年11月11日(2016.11.11)

(51) Int. Cl.	F I					
HO2M	3/28	(2006.01)	HO2M	3/28	V	
B60L	1/00	(2006.01)	HO2M	3/28	H	
HO2J	7/00	(2006.01)	B60L	1/00	L	
			HO2J	7/00	P	

請求項の数 6 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2014-80487 (P2014-80487)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成26年4月9日(2014.4.9)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2015-202002 (P2015-202002A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	平成27年11月12日(2015.11.12)	(74) 代理人	100107766
審査請求日	平成27年8月25日(2015.8.25)		弁理士 伊東 忠重
		(74) 代理人	100070150
			弁理士 伊東 忠彦
		(72) 発明者	長下 賢一郎
			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	鈴木 重幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力変換装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両に搭載される補機へと電力を供給する電力変換装置であって、
 1次側ポートを備える1次側回路と、
 複数の2次側ポートを備え、前記1次側回路と変圧器で磁気結合する2次側回路と、
 前記1次側回路のスイッチングと前記2次側回路のスイッチングとの位相差を変更することによって、前記1次側回路と前記2次側回路との間で伝送される伝送電力を制御する制御部と、
 第1の2次側ポートと接続され、前記1次側ポートを介して前記補機へと電力を供給するインバータと、
 第2の2次側ポートと接続され、前記1次側ポートを介して前記補機へと電力を供給する充電器と、を有し、
 前記2次側回路は、2次側第1上アーム、2次側第2上アーム、2次側第1下アーム、2次側第2下アームとを備え、
 前記制御部は、
 前記充電器から前記補機へと電力が供給される場合、前記2次側第1上アーム及び前記2次側第2上アームをオフ固定し、前記2次側第1下アーム及び前記2次側第2下アームをオン固定する、電力変換装置。

【請求項2】

前記制御部は、

前記充電器から前記補機へと電力が供給される場合、前記充電器と前記インバータとを絶縁する、請求項 1 に記載の電力変換装置。

【請求項 3】

前記車両の駐車中に、前記充電器から前記補機へと電力が供給される、請求項 1 又は 2 に記載の電力変換装置。

【請求項 4】

前記第 1 の 2 次側ポート及び前記第 2 の 2 次側ポートと接続され、前記 1 次側ポートを介して前記補機へと電力を供給する 2 次側高電圧系電源を備え、

前記車両の走行中に、前記 2 次側高電圧系電源から前記補機へと電力が供給される、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の電力変換装置。

10

【請求項 5】

前記 2 次側高電圧系電源の故障中に、前記インバータから前記補機へと電力が供給される、請求項 4 に記載の電力変換装置。

【請求項 6】

車両に搭載される補機へと電力を供給する電力変換装置であって、
1 次側ポートを備える 1 次側回路と、
複数の 2 次側ポートを備え、前記 1 次側回路と変圧器で磁気結合する 2 次側回路と、
前記 1 次側回路のスイッチングと前記 2 次側回路のスイッチングとの位相差を変更することによって、前記 1 次側回路と前記 2 次側回路との間で伝送される伝送電力を制御する制御部と、

20

第 1 の 2 次側ポートと接続され、前記 1 次側ポートを介して前記補機へと電力を供給するインバータと、

第 2 の 2 次側ポートと接続され、前記 1 次側ポートを介して前記補機へと電力を供給する充電器と、を有し、

前記第 1 の 2 次側ポート及び前記第 2 の 2 次側ポートと接続され、前記 1 次側ポートを介して前記補機へと電力を供給する 2 次側高電圧系電源を備え、

前記車両の走行中に、前記 2 次側高電圧系電源から前記補機へと電力が供給され、

前記 2 次側高電圧系電源の故障中に、前記インバータから前記補機へと電力が供給される、電力変換装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電力変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、複数の 1 次側ポートを含む 1 次側変換回路と、複数の 2 次側ポートを含み、1 次側変換回路と変圧器で磁気結合する 2 次側変換回路との間で伝送される伝送電力を、位相差に応じて調整する電力変換装置が知られている（例えば、特許文献 1 を参照）。

40

【0003】

又、インバータに接続される D C D C コンバータと、交流入力充電器に内蔵される D C D C コンバータとを有し、適宜、補機へと電力を供給する P H V（プラグインハイブリッドカー）が知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2 0 1 1 - 1 9 3 7 1 3 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 0 5 】

しかしながら、電力供給源と接続される D C D C コンバータの個数が多い程、コストがかかる。

【 0 0 0 6 】

そこで、安価な電力変換装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

上記目的を達成するため、一態様によれば、

車両に搭載される補機へと電力を供給する電力変換装置であって、

1次側ポートを備える1次側回路と、

複数の2次側ポートを備え、前記1次側回路と変圧器で磁気結合する2次側回路と、

前記1次側回路のスイッチングと前記2次側回路のスイッチングとの位相差を変更することによって、前記1次側回路と前記2次側回路との間で伝送される伝送電力を制御する制御部と、

第1の2次側ポートと接続され、前記1次側ポートを介して前記補機へと電力を供給するインバータと、

第2の2次側ポートと接続され、前記1次側ポートを介して前記補機へと電力を供給する充電器と、を有し、

前記2次側回路は、2次側第1上アーム、2次側第2上アーム、2次側第1下アーム、2次側第2下アームとを備え、

前記制御部は、

前記充電器から前記補機へと電力が供給される場合、前記2次側第1上アーム及び前記2次側第2上アームをオフ固定し、前記2次側第1下アーム及び前記2次側第2下アームをオン固定する、電力変換装置が提供される。

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

一態様によれば、安価な電力変換装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図1】電力変換装置の実施形態である電源装置の構成例を示したブロック図

【図2】制御部の構成例を示したブロック図

【図3】1次側回路及び2次側回路のスイッチング例を示したタイミングチャート

【図4】制御部の構成例を示したブロック図

【図5】電力変換装置の実施形態である電源装置の構成例を示したブロック図

【図6】電力変換装置の実施形態である電源装置の構成例を示したブロック図

【図7】電力変換装置の実施形態である電源装置の構成例を示したブロック図

【図8】従来の電源装置の構成例を示したブロック図

【図9】従来の電源装置の構成例を示したブロック図

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

< 電源装置 1 0 1 の構成 >

図1は、電力変換装置の実施形態である電源装置 1 0 1 の構成例を示したブロック図である。電源装置 1 0 1 は、例えば、電源回路 1 0 と、制御部 5 0 と、センサ部 7 0 とを備えた電源システムである。電源装置 1 0 1 は、例えば、自動車等の車両に搭載され、車載の各負荷に配電するシステムである。このような車両の具体例として、ハイブリッド車、プラグインハイブリッド車、電気自動車などが挙げられる。

【 0 0 1 1 】

電源装置 1 0 1 は、例えば、1次側高電圧系負荷（例えば、電動パワーステアリング装

10

20

30

40

50

置（EPS）、等）61aが接続される第1入出力ポート60aと、1次側低電圧系負荷（例えば、電子制御装置（ECU）、電子制御ブレーキシステム（ECB）、等）61c及び1次側低電圧系電源62c（例えば、補機バッテリー）が接続される第2入出力ポート60cとを、1次側ポートとして有している。1次側低電圧系電源62cは、1次側低電圧系電源62cと同じ電圧系（例えば、12V系）で動作する1次側低電圧系負荷61cに電力を供給する。また、1次側低電圧系電源62cは、1次側低電圧系電源62cと異なる電圧系（例えば、12V系よりも高い48V系）で動作する1次側高電圧系負荷61aに、電源回路10に構成される1次側変換回路20によって昇圧された電力を供給する。1次側低電圧系電源62cの具体例として、鉛バッテリー等の二次電池が挙げられる。

【0012】

電源装置101は、例えば、インバータ80、2次側高電圧系負荷61b及び2次側高電圧系電源62b（例えば、主機バッテリー、電池パック、等）が接続される第3入出力ポート60bと、充電器90及び2次側低電圧系負荷61dが接続される第4入出力ポート60dとを、2次側ポートとして有している。2次側高電圧系電源62bは、2次側高電圧系電源62bと同じ電圧系（例えば、12V系及び48V系よりも高い288V系）で動作する2次側高電圧系負荷61bに電力を供給する。また、2次側高電圧系電源62bは、2次側高電圧系電源62bと異なる電圧系（例えば、288V系よりも低い72V系）で動作する2次側低電圧系負荷61dに、電源回路10に構成される2次側変換回路30によって降圧された電力を供給する。2次側高電圧系電源62bの具体例として、リチウムイオン電池等の二次電池が挙げられる。

【0013】

電源回路10は、上述の4つの入出力ポートを有し、それらの4つの入出力ポートのうちから任意の2つの入出力ポートが選択され、当該2つの入出力ポートの間で電力変換を行う機能を有する電力変換回路である。なお、電源回路10を備えた電源装置101は、少なくとも3つ以上の複数の入出力ポートを有し、少なくとも3つ以上の複数の入出力ポートのうちどの2つの入出力ポート間でも電力を変換することが可能な装置でもよい。例えば、電源回路10は、第4入出力ポート60dが無い3つの入出力ポートを有する回路でもよい。

【0014】

ポート電力 P_a 、 P_c 、 P_b 、 P_d は、それぞれ、第1入出力ポート60a、第2入出力ポート60c、第3入出力ポート60b、第4入出力ポート60dにおける入出力電力（入力電力又は出力電力）である。ポート電圧 V_a 、 V_c 、 V_b 、 V_d は、それぞれ、第1入出力ポート60a、第2入出力ポート60c、第3入出力ポート60b、第4入出力ポート60dにおける入出力電圧（入力電圧又は出力電圧）である。ポート電流 I_a 、 I_c 、 I_b 、 I_d は、それぞれ、第1入出力ポート60a、第2入出力ポート60c、第3入出力ポート60b、第4入出力ポート60dにおける入出力電流（入力電流又は出力電流）である。

【0015】

電源回路10は、第1入出力ポート60aに設けられるキャパシタC1と、第2入出力ポート60cに設けられるキャパシタC3と、第3入出力ポート60bに設けられるキャパシタC2と、第4入出力ポート60dに設けられるキャパシタC4とを備えている。キャパシタC1、C2、C3、C4の具体例として、フィルムコンデンサ、アルミニウム電解コンデンサ、セラミックコンデンサ、固体高分子コンデンサなどが挙げられる。

【0016】

キャパシタC1は、第1入出力ポート60aの高電位側の端子613と、第1入出力ポート60a及び第2入出力ポート60cの低電位側の端子614との間に挿入される。キャパシタC3は、第2入出力ポート60cの高電位側の端子616と、第1入出力ポート60a及び第2入出力ポート60cの低電位側の端子614との間に挿入される。キャパシタC2は、第3入出力ポート60bの高電位側の端子618と、第3入出力ポート60b及び第4入出力ポート60dの低電位側の端子620との間に挿入される。キャパシタ

10

20

30

40

50

C 4 は、第 4 入出力ポート 6 0 d の高電位側の端子 6 2 2 と、第 3 入出力ポート 6 0 b 及び第 4 入出力ポート 6 0 d の低電位側の端子 6 2 0 との間に挿入される。

【 0 0 1 7 】

キャパシタ C 1 , C 2 , C 3 , C 4 は、電源回路 1 0 の内部に設けられてもよいし、電源回路 1 0 の外部に設けられてもよい。

【 0 0 1 8 】

電源回路 1 0 は、1 次側変換回路 2 0 と、2 次側変換回路 3 0 とを含んで構成された電力変換回路である。なお、1 次側変換回路 2 0 と 2 次側変換回路 3 0 とは、1 次側磁気結合リアクトル 2 0 4 及び 2 次側磁気結合リアクトル 3 0 4 を介して接続され、且つ、変圧器 4 0 0 (センタータップ式変圧器) で磁気結合されている。第 1 入出力ポート 6 0 a 及び第 2 入出力ポート 6 0 c から構成される 1 次側ポートと、第 3 入出力ポート 6 0 b 及び第 4 入出力ポート 6 0 d から構成される 2 次側ポートとは、変圧器 4 0 0 を介して接続されている。

10

【 0 0 1 9 】

1 次側変換回路 2 0 は、1 次側フルブリッジ回路 2 0 0 と、第 1 入出力ポート 6 0 a と、第 2 入出力ポート 6 0 c とを含んで構成された 1 次側回路である。1 次側フルブリッジ回路 2 0 0 は、変圧器 4 0 0 の 1 次側コイル 2 0 2 と、1 次側磁気結合リアクトル 2 0 4 と、1 次側第 1 上アーム U 1 と、1 次側第 1 下アーム / U 1 と、1 次側第 2 上アーム V 1 と、1 次側第 2 下アーム / V 1 とを含んで構成された 1 次側電力変換部である。ここで、1 次側第 1 上アーム U 1 と、1 次側第 1 下アーム / U 1 と、1 次側第 2 上アーム V 1 と、1 次側第 2 下アーム / V 1 は、それぞれ、例えば、N チャネル型の MOS F E T と、当該 MOS F E T の寄生素子であるボディダイオードとを含んで構成されたスイッチング素子である。当該 MOS F E T に並列にダイオードが追加接続されてもよい。

20

【 0 0 2 0 】

1 次側フルブリッジ回路 2 0 0 は、第 1 入出力ポート 6 0 a の高電位側の端子 6 1 3 に接続される 1 次側正極母線 2 9 8 と、第 1 入出力ポート 6 0 a 及び第 2 入出力ポート 6 0 c の低電位側の端子 6 1 4 に接続される 1 次側負極母線 2 9 9 とを有している。

【 0 0 2 1 】

1 次側正極母線 2 9 8 と 1 次側負極母線 2 9 9 との間には、1 次側第 1 上アーム U 1 と、1 次側第 1 下アーム / U 1 とを直列接続した 1 次側第 1 アーム回路 2 0 7 が取り付けられている。1 次側第 1 アーム回路 2 0 7 は、1 次側第 1 上アーム U 1 及び 1 次側第 1 下アーム / U 1 のオンオフのスイッチング動作による電力変換動作が可能な 1 次側第 1 電力変換回路部 (1 次側 U 相電力変換回路部) である。さらに、1 次側正極母線 2 9 8 と 1 次側負極母線 2 9 9 との間には、1 次側第 2 上アーム V 1 と、1 次側第 2 下アーム / V 1 とを直列接続した 1 次側第 2 アーム回路 2 1 1 が 1 次側第 1 アーム回路 2 0 7 と並列に取り付けられている。1 次側第 2 アーム回路 2 1 1 は、1 次側第 2 上アーム V 1 及び 1 次側第 2 下アーム / V 1 のオンオフのスイッチング動作による電力変換動作が可能な 1 次側第 2 電力変換回路部 (1 次側 V 相電力変換回路部) である。

30

【 0 0 2 2 】

1 次側第 1 アーム回路 2 0 7 の中点 2 0 7 m と 1 次側第 2 アーム回路 2 1 1 の中点 2 1 1 m を接続するブリッジ部分には、1 次側コイル 2 0 2 と 1 次側磁気結合リアクトル 2 0 4 とが設けられている。ブリッジ部分についてより詳細に接続関係について説明すると、1 次側第 1 アーム回路 2 0 7 の中点 2 0 7 m には、1 次側磁気結合リアクトル 2 0 4 の 1 次側第 1 リアクトル 2 0 4 a の一方端が接続される。そして、1 次側第 1 リアクトル 2 0 4 a の他方端には、1 次側コイル 2 0 2 の一方端が接続される。さらに、1 次側コイル 2 0 2 の他方端には、1 次側磁気結合リアクトル 2 0 4 の 1 次側第 2 リアクトル 2 0 4 b の一方端が接続される。それから、1 次側第 2 リアクトル 2 0 4 b の他方端が 1 次側第 2 アーム回路 2 1 1 の中点 2 1 1 m に接続される。なお、1 次側磁気結合リアクトル 2 0 4 は、1 次側第 1 リアクトル 2 0 4 a と、1 次側第 1 リアクトル 2 0 4 a と結合係数 k 1 で磁気結合する 1 次側第 2 リアクトル 2 0 4 b とを含んで構成される。

40

50

【 0 0 2 3 】

中点 2 0 7 m は、1 次側第 1 上アーム U 1 と 1 次側第 1 下アーム / U 1 との間の 1 次側第 1 中間ノードであり、中点 2 1 1 m は、1 次側第 2 上アーム V 1 と 1 次側第 2 下アーム / V 1 との間の 1 次側第 2 中間ノードである。

【 0 0 2 4 】

第 1 入出力ポート 6 0 a は、1 次側正極母線 2 9 8 と 1 次側負極母線 2 9 9 との間に設けられるポートである。第 1 入出力ポート 6 0 a は、端子 6 1 3 と端子 6 1 4 とを含んで構成される。第 2 入出力ポート 6 0 c は、1 次側負極母線 2 9 9 と 1 次側コイル 2 0 2 のセンタータップ 2 0 2 m との間に設けられるポートである。第 2 入出力ポート 6 0 c は、端子 6 1 4 と端子 6 1 6 とを含んで構成される。

10

【 0 0 2 5 】

第 1 入出力ポート 6 0 a のポート電圧 V a 及び第 2 入出力ポート 6 0 c のポート電圧 V c は、1 次側低電圧系電源 6 2 c の電圧に依存して変動する。

【 0 0 2 6 】

センタータップ 2 0 2 m は、第 2 入出力ポート 6 0 c の高電位側の端子 6 1 6 に接続されている。センタータップ 2 0 2 m は、1 次側コイル 2 0 2 に構成される 1 次側第 1 巻線 2 0 2 a と 1 次側第 2 巻線 2 0 2 b との間接続点である。

【 0 0 2 7 】

2 次側変換回路 3 0 は、2 次側フルブリッジ回路 3 0 0 と、第 3 入出力ポート 6 0 b と、第 4 入出力ポート 6 0 d とを含んで構成された 2 次側回路である。2 次側フルブリッジ回路 3 0 0 は、変圧器 4 0 0 の 2 次側コイル 3 0 2 と、2 次側磁気結合リアクトル 3 0 4 と、2 次側第 1 上アーム U 2 と、2 次側第 1 下アーム / U 2 と、2 次側第 2 上アーム V 2 と、2 次側第 2 下アーム / V 2 とを含んで構成された 2 次側電力変換部である。ここで、2 次側第 1 上アーム U 2 と、2 次側第 1 下アーム / U 2 と、2 次側第 2 上アーム V 2 と、2 次側第 2 下アーム / V 2 は、それぞれ、例えば、N チャンネル型の MOS F E T と、当該 MOS F E T の寄生素子であるボディダイオードとを含んで構成されたスイッチング素子である。当該 MOS F E T に並列にダイオードが追加接続されてもよい。

20

【 0 0 2 8 】

2 次側フルブリッジ回路 3 0 0 は、第 3 入出力ポート 6 0 b の高電位側の端子 6 1 8 に接続される 2 次側正極母線 3 9 8 と、第 3 入出力ポート 6 0 b 及び第 4 入出力ポート 6 0 d の低電位側の端子 6 2 0 に接続される 2 次側負極母線 3 9 9 とを有している。

30

【 0 0 2 9 】

2 次側正極母線 3 9 8 と 2 次側負極母線 3 9 9 との間には、2 次側第 1 上アーム U 2 と、2 次側第 1 下アーム / U 2 とを直列接続した 2 次側第 1 アーム回路 3 0 7 が取り付けられている。2 次側第 1 アーム回路 3 0 7 は、2 次側第 1 上アーム U 2 及び 2 次側第 1 下アーム / U 2 のオンオフのスイッチング動作による電力変換動作が可能な 2 次側第 1 電力変換回路部（2 次側 U 相電力変換回路部）である。さらに、2 次側正極母線 3 9 8 と 2 次側負極母線 3 9 9 との間には、2 次側第 2 上アーム V 2 と、2 次側第 2 下アーム / V 2 とを直列接続した 2 次側第 2 アーム回路 3 1 1 が 2 次側第 1 アーム回路 3 0 7 と並列に取り付けられている。2 次側第 2 アーム回路 3 1 1 は、2 次側第 2 上アーム V 2 及び 2 次側第 2 下アーム / V 2 のオンオフのスイッチング動作による電力変換動作が可能な 2 次側第 2 電力変換回路部（2 次側 V 相電力変換回路部）である。

40

【 0 0 3 0 】

2 次側第 1 アーム回路 3 0 7 の中点 3 0 7 m と 2 次側第 2 アーム回路 3 1 1 の中点 3 1 1 m を接続するブリッジ部分には、2 次側コイル 3 0 2 と 2 次側磁気結合リアクトル 3 0 4 とが設けられている。ブリッジ部分についてより詳細に接続関係について説明すると、2 次側第 1 アーム回路 3 0 7 の中点 3 0 7 m には、2 次側磁気結合リアクトル 3 0 4 の 2 次側第 1 リアクトル 3 0 4 a の一方端が接続される。そして、2 次側第 1 リアクトル 3 0 4 a の他方端には、2 次側コイル 3 0 2 の一方端が接続される。さらに、2 次側コイル 3 0 2 の他方端には、2 次側磁気結合リアクトル 3 0 4 の 2 次側第 2 リアクトル 3 0 4 b の

50

一方端が接続される。それから、2次側第2リアクトル304bの他方端が2次側第2アーム回路311の中点311mに接続される。なお、2次側磁気結合リアクトル304は、2次側第1リアクトル304aと、2次側第1リアクトル304aと結合係数 k_2 で磁気結合する2次側第2リアクトル304bとを含んで構成される。

【0031】

中点307mは、2次側第1上アームU2と2次側第1下アーム/U2との間の2次側第1中間ノードであり、中点311mは、2次側第2上アームV2と2次側第2下アーム/V2との間の2次側第2中間ノードである。

【0032】

第3入出力ポート60bは、2次側正極母線398と2次側負極母線399との間に設けられるポートである。第3入出力ポート60bは、端子618と端子620とを含んで構成される。第4入出力ポート60dは、2次側負極母線399と2次側コイル302のセンタータップ302mとの間に設けられるポートである。第4入出力ポート60dは、端子620と端子622とを含んで構成される。

10

【0033】

第3入出力ポート60bのポート電圧Vb及び第4入出力ポート60dのポート電圧Vdは、2次側低電圧系電源62bの電圧に依存して変動する。

【0034】

センタータップ302mは、第4入出力ポート60dの高電位側の端子622に接続されている。センタータップ302mは、2次側コイル302に構成される2次側第1巻線302aと2次側第2巻線302bとの中間接続点である。

20

【0035】

図1において、電源装置101は、センサ部70を備えている。センサ部70は、第1乃至第4入出力ポート60a, 60c, 60b, 60dの少なくとも一つのポートにおける入出力値Yを所定の検出周期で検出し、その検出した入出力値Yに対応する検出値Ydを制御部50に対して出力する検出手段である。検出値Ydは、入出力電圧を検出して得られた検出電圧でもよいし、入出力電流を検出して得られた検出電流でもよいし、入出力電力を検出して得られた検出電力でもよい。センサ部70は、電源回路10の内部に備えられても外部に備えられてもよい。

【0036】

30

センサ部70は、例えば、第1乃至第4入出力ポート60a, 60c, 60b, 60dの少なくとも一つのポートに生ずる入出力電圧を検出する電圧検出部を有している。センサ部70は、例えば、入出力電圧Vaと入出力電圧Vcの少なくとも一方の検出電圧を1次側電圧検出値として出力する1次側電圧検出部と、入出力電圧Vbと入出力電圧Vdの少なくとも一方の検出電圧を2次側電圧検出値として出力する2次側電圧検出部とを有している。

【0037】

センサ部70の電圧検出部は、例えば、少なくとも一つのポートの入出力電圧値をモニタする電圧センサと、該電圧センサによってモニタされた入出力電圧値に対応する検出電圧を制御部50に対して出力する電圧検出回路とを有している。

40

【0038】

センサ部70は、例えば、第1乃至第4入出力ポート60a, 60c, 60b, 60dの少なくとも一つのポートに流れる入出力電流を検出する電流検出部を有している。センサ部70は、例えば、入出力電流Iaと入出力電流Icの少なくとも一方の検出電流を1次側電流検出値として出力する1次側電流検出部と、入出力電流Ibと入出力電流Idの少なくとも一方の検出電流を2次側電流検出値として出力する2次側電流検出部とを有している。

【0039】

センサ部70の電流検出部は、例えば、少なくとも一つのポートの入出力電流値をモニタする電流センサと、該電流センサによってモニタされた入出力電流値に対応する検出電

50

流を制御部 50 に対して出力する電流検出回路とを有している。

【0040】

電源装置 101 は、制御部 50 を備えている。制御部 50 は、例えば、CPU を内蔵するマイクロコンピュータを備えた電子回路である。制御部 50 は、電源回路 10 の内部に備えられても外部に備えられてもよい。

【0041】

制御部 50 は、所定の制御パラメータ X の値を変化させることによって、電源回路 10 で行われる電力変換動作をフィードバック制御し、電源回路 10 の第 1 乃至第 4 の各入出力ポート 60a, 60c, 60b, 60d における入出力値 Y を調整できる。主な制御パラメータ X として、位相差 及びデューティ比 D (オン時間) の 2 種類の制御変数が挙げられる。

10

【0042】

位相差 は、1 次側フルブリッジ回路 200 と 2 次側フルブリッジ回路 300 との間で同じ相の電力変換回路部間でのスイッチングタイミングのずれ (タイムラグ) である。デューティ比 D (オン時間) は、1 次側フルブリッジ回路 200 及び 2 次側フルブリッジ回路 300 に構成される各電力変換回路部でのスイッチング波形のデューティ比 (オン時間) である。

【0043】

これらの 2 つの制御パラメータ X は、互いに独立に制御されることが可能である。制御部 50 は、位相差 及びデューティ比 D (オン時間) を用いた 1 次側フルブリッジ回路 200 及び 2 次側フルブリッジ回路 300 のデューティ比制御及び / 又は位相制御によって、電源回路 10 の各入出力ポートにおける入出力値 Y を変化させる。

20

【0044】

制御部 50 は、第 1 乃至第 4 入出力ポート 60a, 60c, 60b, 60d の少なくとも一つのポートにおける入出力値 Y の検出値 Yd が、該ポートに設定された目標値 Yo に収束する値に、位相差 又はデューティ比 D が変化するように、電源回路 10 による電力変換動作をフィードバック制御する。目標値 Yo は、例えば、各入出力ポートに接続される負荷 (例えば、1 次側低電圧系負荷 61c 等) 毎に規定される駆動条件に基づいて、制御部 50 又は制御部 50 以外の所定の装置によって設定される指令値である。目標値 Yo は、電力がポートから出力されるときには出力目標値として機能し、電力がポートに入力されるときには入力目標値として機能し、目標電圧値でもよいし、目標電流値でもよいし、目標電力値でもよい。

30

【0045】

また、制御部 50 は、1 次側変換回路 20 と 2 次側変換回路 30 との間で変圧器 400 を介して伝送される伝送電力 P が、設定された目標伝送電力に収束する値に、位相差 が変化するように、電源回路 10 による電力変換動作をフィードバック制御する。伝送電力は、電力伝送量とも呼ばれる。目標伝送電力は、例えば、いずれかのポートにおける検出値 Yd と目標値 Yo との偏差に基づいて、制御部 50 又は制御部 50 以外の所定の装置によって設定される指令値である。

【0046】

図 1 において、電源装置 101 は、インバータ 80 と、充電器 90 とを備えている。

40

【0047】

インバータ 80 は、例えば、第 3 入出力ポート 60b と接続され、電源回路 10、第 2 入出力ポート 60c を介して、補機へと電力を供給する。インバータ 80 を備えることにより、電源装置 101 は、2 次側高電圧系電源 62b を使用できない場合 (例えば、故障等) であっても、補機へと電力を供給することが可能になる。

【0048】

充電器 90 は、例えば、第 4 入出力ポート 60d と接続され、電源回路 10、第 2 入出力ポート 60c を介して、補機へと電力を供給する。充電器 90 を備えることにより、電源装置 101 は、2 次側高電圧系電源 62b 及びインバータ 80 を使用できない場合であ

50

っても、補機へと電力を供給することが可能になる。

【 0 0 4 9 】

図 2 は、制御部 5 0 のブロック図である。制御部 5 0 は、1 次側変換回路 2 0 の 1 次側第 1 上アーム U 1 等の各スイッチング素子と 2 次側変換回路 3 0 の 2 次側第 1 上アーム U 2 等の各スイッチング素子のスイッチング制御を行う機能を有する制御部である。制御部 5 0 は、電力変換モード決定処理部 5 0 2 と、位相差 決定処理部 5 0 4 と、オン時間 決定処理部 5 0 6 と、1 次側スイッチング処理部 5 0 8 と、2 次側スイッチング処理部 5 1 0 等を含んで構成される。制御部 5 0 は、例えば、CPU を内蔵するマイクロコンピュータを備えた電子回路である。

【 0 0 5 0 】

電力変換モード決定処理部 5 0 2 は、例えば、所定の外部信号（例えば、いずれかのポートにおける検出値 Y_d と目標値 Y_o との偏差を表す信号）に基づいて、次に述べる電源回路 1 0 の電力変換モード A ~ L の中から動作モードを選択して決定する。電力変換モードは、第 1 入出力ポート 6 0 a から入力された電力を変換して第 2 入出力ポート 6 0 c へ出力するモード A と、第 1 入出力ポート 6 0 a から入力された電力を変換して第 3 入出力ポート 6 0 b へ出力するモード B と、第 1 入出力ポート 6 0 a から入力された電力を変換して第 4 入出力ポート 6 0 d へ出力するモード C がある。

【 0 0 5 1 】

そして、第 2 入出力ポート 6 0 c から入力された電力を変換して第 1 入出力ポート 6 0 a へ出力するモード D と、第 2 入出力ポート 6 0 c から入力された電力を変換して第 3 入出力ポート 6 0 b へ出力するモード E と、第 2 入出力ポート 6 0 c から入力された電力を変換して第 4 入出力ポート 6 0 d へ出力するモード F がある。

【 0 0 5 2 】

さらに、第 3 入出力ポート 6 0 b から入力された電力を変換して第 1 入出力ポート 6 0 a へ出力するモード G と、第 3 入出力ポート 6 0 b から入力された電力を変換して第 2 入出力ポート 6 0 c へ出力するモード H と、第 3 入出力ポート 6 0 b から入力された電力を変換して第 4 入出力ポート 6 0 d へ出力するモード I がある。

【 0 0 5 3 】

それから、第 4 入出力ポート 6 0 d から入力された電力を変換して第 1 入出力ポート 6 0 a へ出力するモード J と、第 4 入出力ポート 6 0 d から入力された電力を変換して第 2 入出力ポート 6 0 c へ出力するモード K と、第 4 入出力ポート 6 0 d から入力された電力を変換して第 3 入出力ポート 6 0 b へ出力するモード L がある。

【 0 0 5 4 】

位相差 決定処理部 5 0 4 は、電源回路 1 0 を DC - DC コンバータ回路として機能させるために、1 次側変換回路 2 0 と 2 次側変換回路 3 0 との間でのスイッチング素子のスイッチング周期運動の位相差 を設定する機能を有する。

【 0 0 5 5 】

オン時間 決定処理部 5 0 6 は、1 次側変換回路 2 0 と 2 次側変換回路 3 0 をそれぞれ昇降圧回路として機能させるために、1 次側変換回路 2 0 と 2 次側変換回路 3 0 のスイッチング素子のオン時間 を設定する機能を有する。

【 0 0 5 6 】

1 次側スイッチング処理部 5 0 8 は、電力変換モード決定処理部 5 0 2 と位相差 決定処理部 5 0 4 とオン時間 決定処理部 5 0 6 の出力に基づいて、1 次側第 1 上アーム U 1 と、1 次側第 1 下アーム / U 1 と、1 次側第 2 上アーム V 1 と、1 次側第 2 下アーム / V 1 の各スイッチング素子をスイッチング制御する機能を有する。

【 0 0 5 7 】

2 次側スイッチング処理部 5 1 0 は、電力変換モード決定処理部 5 0 2 と位相差 決定処理部 5 0 4 とオン時間 決定処理部 5 0 6 の出力に基づいて、2 次側第 1 上アーム U 2 と、2 次側第 1 下アーム / U 2 と、2 次側第 2 上アーム V 2 と、2 次側第 2 下アーム / V 2 の各スイッチング素子をスイッチング制御する機能を有する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 8 】

制御部 5 0 は、図 2 に示す処理に限定されず、1 次側変換回路 2 0 と 2 次側変換回路 3 0 との間で伝送される伝送電力を制御するために必要とされる様々な処理を行うことが可能である。

【 0 0 5 9 】

< 電源装置 1 0 1 の動作 >

上記電源装置 1 0 1 の動作について、図 1 及び図 2 を用いて説明する。例えば、電源回路 1 0 の電力変換モードをモード F として動作させることを要求する外部信号が入力されてきた場合には、制御部 5 0 の電力変換モード決定処理部 5 0 2 は、電源回路 1 0 の電力変換モードをモード F として決定する。このとき、第 2 入出力ポート 6 0 c に入力された電圧が 1 次側変換回路 2 0 の昇圧機能によって昇圧され、その昇圧された電圧の電力が電源回路 1 0 の DC - DC コンバータ回路としての機能によって第 3 入出力ポート 6 0 b 側へと伝送され、さらに、2 次側変換回路 3 0 の降圧機能によって降圧されて第 4 入出力ポート 6 0 d から出力される。

10

【 0 0 6 0 】

ここで、1 次側変換回路 2 0 の昇降圧機能について詳細に説明する。第 2 入出力ポート 6 0 c と第 1 入出力ポート 6 0 a について着目すると、第 2 入出力ポート 6 0 c の端子 6 1 6 は、1 次側第 1 巻線 2 0 2 a と、1 次側第 1 巻線 2 0 2 a に直列接続される 1 次側第 1 リアクトル 2 0 4 a を介して、1 次側第 1 アーム回路 2 0 7 の中点 2 0 7 m に接続される。そして、1 次側第 1 アーム回路 2 0 7 の両端は、第 1 入出力ポート 6 0 a に接続されているため、第 2 入出力ポート 6 0 c の端子 6 1 6 と第 1 入出力ポート 6 0 a との間には昇降圧回路が取り付けられていることとなる。

20

【 0 0 6 1 】

さらに、第 2 入出力ポート 6 0 c の端子 6 1 6 は、1 次側第 2 巻線 2 0 2 b と、1 次側第 2 巻線 2 0 2 b に直列接続される 1 次側第 2 リアクトル 2 0 4 b を介して、1 次側第 2 アーム回路 2 1 1 の中点 2 1 1 m に接続される。そして、1 次側第 2 アーム回路 2 1 1 の両端は、第 1 入出力ポート 6 0 a に接続されているため、第 2 入出力ポート 6 0 c の端子 6 1 6 と第 1 入出力ポート 6 0 a との間には、昇降圧回路が並列に取り付けられていることとなる。なお、2 次側変換回路 3 0 は、1 次側変換回路 2 0 とほぼ同様の構成を有する回路であるため、第 4 入出力ポート 6 0 d の端子 6 2 2 と第 3 入出力ポート 6 0 b との間には、2 つの昇降圧回路が並列に接続されていることとなる。したがって、2 次側変換回路 3 0 は、1 次側変換回路 2 0 と同様に昇降圧機能を有する。

30

【 0 0 6 2 】

次に、電源回路 1 0 の DC - DC コンバータ回路としての機能について詳細に説明する。第 1 入出力ポート 6 0 a と第 3 入出力ポート 6 0 b について着目すると、第 1 入出力ポート 6 0 a には、1 次側フルブリッジ回路 2 0 0 が接続され、第 3 入出力ポート 6 0 b は、2 次側フルブリッジ回路 3 0 0 が接続されている。そして、1 次側フルブリッジ回路 2 0 0 のブリッジ部分に設けられる 1 次側コイル 2 0 2 と、2 次側フルブリッジ回路 3 0 0 のブリッジ部分に設けられる 2 次側コイル 3 0 2 とが結合係数 k_T で磁気結合することで、変圧器 4 0 0 が巻き数 1 : N のセンタータップ式変圧器として機能する。したがって、1 次側フルブリッジ回路 2 0 0 と 2 次側フルブリッジ回路 3 0 0 でのスイッチング素子のスイッチング周期運動の位相差を調整することで、第 1 入出力ポート 6 0 a に入力された電力を変換して第 3 入出力ポート 6 0 b に伝送させ、あるいは、第 3 入出力ポート 6 0 b に入力された電力を変換して第 1 入出力ポート 6 0 a に伝送させることができる。

40

【 0 0 6 3 】

図 3 は、制御部 5 0 の制御によって、電源回路 1 0 に構成される各アームのオンオフのスイッチング波形のタイミングチャートを示す図である。図 3 において、U 1 は、1 次側第 1 上アーム U 1 のオンオフ波形であり、V 1 は、1 次側第 2 上アーム V 1 のオンオフ波形であり、U 2 は、2 次側第 1 上アーム U 2 のオンオフ波形であり、V 2 は、2 次側第 2 上アーム V 2 のオンオフ波形である。1 次側第 1 下アーム / U 1、1 次側第 2 下アーム /

50

V 1、2次側第1下アーム/U 2、2次側第2下アーム/V 2のオンオフ波形は、それぞれ、1次側第1上アームU 1、1次側第2上アームV 1、2次側第1上アームU 2、2次側第2上アームV 2のオンオフ波形を反転した波形である(図示省略)。なお、上下アームの両オンオフ波形間には、上下アームの両方がオンすることで貫通電流が流れないようにデッドタイムが設けられているとよい。また、図3において、ハイレベルがオン状態を表し、ローレベルがオフ状態を表している。

【0064】

ここで、U 1とV 1とU 2とV 2の各オン時間 を変更することで、1次側変換回路20と2次側変換回路30の昇降圧比を変更することができる。例えば、U 1とV 1とU 2とV 2の各オン時間 を互いに等しくすることで、1次側変換回路20の昇降圧比と2次側変換回路30の昇降圧比を等しくできる。

10

【0065】

オン時間 決定処理部506は、1次側変換回路20と2次側変換回路30の昇降圧比が互いに等しくなるように、U 1とV 1とU 2とV 2の各オン時間 を互いに等しくする(各オン時間 = 1次側オン時間 11 = 2次側オン時間 12 = 時間値)。

【0066】

1次側変換回路20の昇降圧比は、1次側フルブリッジ回路200に構成されるスイッチング素子(アーム)のスイッチング周期Tに占めるオン時間 の割合であるデューティ比Dによって決まる。同様に、2次側変換回路30の昇降圧比は、2次側フルブリッジ回路300に構成されるスイッチング素子(アーム)のスイッチング周期Tに占めるオン時間 の割合であるデューティ比Dによって決まる。1次側変換回路20の昇降圧比は、第1入出力ポート60aと第2入出力ポート60cとの間の変圧比であり、2次側変換回路30の昇降圧比は、第3入出力ポート60bと第4入出力ポート60dとの間の変圧比である。

20

【0067】

したがって、例えば、

1次側変換回路20の昇降圧比

= 第2入出力ポート60cの電圧 / 第1入出力ポート60aの電圧

= 11 / T = / T

2次側変換回路30の昇降圧比

= 第4入出力ポート60dの電圧 / 第3入出力ポート60bの電圧

= 12 / T = / T

30

と表される。つまり、1次側変換回路20と2次側変換回路30の昇降圧比は互いに同じ値(= / T)である。

【0068】

なお、図3のオン時間 は、1次側第1上アームU 1及び1次側第2上アームV 1のオン時間 11を表すとともに、2次側第1上アームU 2及び2次側第2上アームV 2のオン時間 12を表す。また、1次側フルブリッジ回路200に構成されるアームのスイッチング周期Tと2次側フルブリッジ回路300に構成されるアームのスイッチング周期Tは等しい時間である。

40

【0069】

また、U 1とV 1との位相差は、180度()で動作させ、U 2とV 2との位相差も180度()で動作させる。さらに、U 1とU 2の位相差 を変更することで、1次側変換回路20と2次側変換回路30の間の電力伝送量Pを調整することができ、位相差 > 0であれば、1次側変換回路20から2次側変換回路30に伝送し、位相差 < 0であれば、2次側変換回路30から1次側変換回路20に伝送することができる。

【0070】

位相差 は、1次側フルブリッジ回路200と2次側フルブリッジ回路300との間で同じ相の電力変換回路部間でのスイッチングタイミングのずれ(タイムラグ)である。例えば、位相差 は、1次側第1アーム回路207と2次側第1アーム回路307との間で

50

のスイッチングタイミングのずれであり、1次側第2アーム回路211と2次側第2アーム回路311との間でのスイッチングタイミングのずれである。それらのずれは互いに等しいまま制御される。つまり、U1とU2の位相差及びV1とV2の位相差は、同じ値に制御される。

【0071】

したがって、例えば、電源回路10の電力変換モードをモードFとして動作させることを要求する外部信号が入力されてきた場合に、電力変換モード決定処理部502はモードFを選択することを決定する。そして、オン時間決定処理部506は、1次側変換回路20を第2入出力ポート60cに入力された電圧を昇圧して第1入出力ポート60aに出力する昇圧回路として機能させる場合の昇圧比を規定するオン時間を設定する。なお、2次側変換回路30では、オン時間決定処理部506によって設定されたオン時間によって規定された降圧比で第3入出力ポート60bに入力された電圧を降圧して第4入出力ポート60dに出力する降圧回路として機能する。さらに、位相差決定処理部504は、第1入出力ポート60aに入力された電力を所望の電力伝送量Pで第3入出力ポート60bに伝送するための位相差を設定する。

10

【0072】

1次側スイッチング処理部508は、1次側変換回路20を昇圧回路として、かつ、1次側変換回路20をDC-DCコンバータ回路の一部として機能させるように、1次側第1上アームU1と、1次側第1下アーム/U1と、1次側第2上アームV1と、1次側第2下アーム/V1の各スイッチング素子をスイッチング制御する。

20

【0073】

2次側スイッチング処理部510は、2次側変換回路30を降圧回路として、かつ、2次側変換回路30をDC-DCコンバータ回路の一部として機能させるように、2次側第1上アームU2と、2次側第1下アーム/U2と、2次側第2上アームV2と、2次側第2下アーム/V2の各スイッチング素子をスイッチング制御する。

【0074】

上記のように、1次側変換回路20および2次側変換回路30を昇圧回路あるいは降圧回路として機能させることができ、かつ、電源回路10を双方向DC-DCコンバータ回路としても機能させることができる。したがって、電力変換モードA~Lの全てのモードの電力変換を行うことができ、換言すれば、4つの入出力ポートのうちから選択された2つの入出力ポート間で電力変換をすることができる。

30

【0075】

制御部50により位相差、等価インダクタンスL、等に応じて調整される伝送電力P（電力伝送量Pともいう）は、1次側変換回路20と2次側変換回路30において一方の変換回路から他方の変換回路に変圧器400を介して送られる電力であり、

$$P = (N \times V_a \times V_b) / (\omega \times L) \times F(D, \theta)$$

・・・式1

で表される。

【0076】

なお、Nは、変圧器400の巻き数比、V_aは、第1入出力ポート60aの入出力電圧（1次側変換回路20の1次側正極母線298と1次側正極母線299との間の電圧）、V_bは、第3入出力ポート60bの入出力電圧（2次側変換回路30の1次側正極母線398と1次側正極母線399との間の電圧）である。は、円周率、 $\omega = 2\pi \times f = 2\pi / T$ は、1次側変換回路20及び2次側変換回路30のスイッチングの角周波数である。fは、1次側変換回路20及び2次側変換回路30のスイッチング周波数、Tは、1次側変換回路20及び2次側変換回路30のスイッチング周期、Lは、磁気結合リアクトル204、304と変圧器400の電力伝送に関わる等価インダクタンスである。F(D, θ)は、デューティ比Dと位相差 θ を変数とする関数であり、デューティ比Dに依存せずに、位相差 θ が増加するにつれて単調増加する変数である。デューティ比D及び位相差 θ は、所定の上下限值に挟まれた範囲内で変化するように設計された制御パラメータであ

40

50

る。

【0077】

等価インダクタンス L は、1次側磁気結合リアクトル204及び/又は2次側磁気結合リアクトル304が接続された変圧器400の簡易等価回路上で定義できる。等価インダクタンス L は、簡易等価回路において、1次側磁気結合リアクトル204の漏れインダクタンス及び/又は2次側磁気結合リアクトルの漏れインダクタンスと、変圧器400の漏れインダクタンスとを合成した合成インダクタンスである。

【0078】

例えば、2次側変換回路30側から測定される等価インダクタンス L (2次側換算値 L_{EQ2})は、

$$L_{EQ2} = 2L_1(1 - k_1)N^2 + 2L_2(1 - k_2) + L_{T2}(1 - k_T^2)$$

・・・式2

と表すことができる。

【0079】

L_1 は、1次側磁気結合リアクトル204の自己インダクタンス、 k_1 は、1次側磁気結合リアクトル204の結合係数、 N は、変圧器400の巻き数比、 L_2 は、2次側磁気結合リアクトル304の自己インダクタンス、 k_2 は、2次側磁気結合リアクトル304の結合係数、 L_{T2} は、変圧器400の2次側の励磁インダクタンス、 k_T は、変圧器400の結合係数である。なお、第2入出力ポート60c又は第4入出力ポート60dを使用しない場合、式2において、第1項又は第2項で表される漏れインダクタンスが無い場合もありうる。

【0080】

又、制御部50は、1次側ポートと2次側ポートのうち少なくとも一つの所定のポートにおけるポート電圧 V_p が目標ポート電圧 V_o に収束するように、位相差を変更することによって、伝送電力 P を調整する。したがって、当該所定のポートに接続される負荷の消費電流が増えても、制御部50は、位相差を変化させることにより伝送電力 P を調整することによって、ポート電圧 V_p が目標ポート電圧 V_o に対して落ち込むことを防止できる。

【0081】

例えば、制御部50は、1次側ポートと2次側ポートのうち伝送電力 P の伝送先である片方のポートにおけるポート電圧 V_p が目標ポート電圧 V_o に収束するように、位相差を変更することによって、伝送電力 P を調整する。したがって、伝送電力 P の伝送先のポートに接続される負荷の消費電流が増えても、制御部50は、位相差を上昇変化させることにより伝送電力 P を増加方向に調整することによって、ポート電圧 V_p が目標ポート電圧 V_o に対して落ち込むことを防止できる。

【0082】

図4は、PID算出値を算出する制御部50の構成例を示したブロック図である。制御部50は、PID制御部51、等を有している。PID算出値は、例えば、位相差の指令値 θ 、デューティ比 D の指令値 D_o である。

【0083】

PID制御部51は、PID制御によって、1次側ポートと2次側ポートの少なくとも一つのポートのポート電圧を目標電圧に収束させるための位相差の指令値 θ を、スイッチング周期 T 毎に生成する位相差指令値生成部を有する。例えば、PID制御部51の位相差指令値生成部は、ポート電圧 V_a の目標電圧とセンサ部70によって取得されたポート電圧 V_a の検出電圧との偏差に基づいてPID制御を行うことによって、当該偏差を零に収束させるための指令値 θ をスイッチング周期 T 毎に生成する。

【0084】

制御部50は、PID制御部51によって生成された指令値 θ に従って、1次側変換回路20及び2次側変換回路30のスイッチング制御を行うことによって、ポート電圧が

10

20

30

40

50

目標電圧に収束するように、式 1 によって定められる伝送電力 P を調整する。

【 0 0 8 5 】

また、PID 制御部 5 1 は、PID 制御によって、1 次側ポートと 2 次側ポートの少なくとも一つのポートのポート電圧を目標電圧に収束させるためのデューティ比 D の指令値 D_o を、スイッチング周期 T 毎に生成するデューティ比指令値生成部を有する。例えば、PID 制御部 5 1 のデューティ比指令値生成部は、ポート電圧 V_c の目標電圧とセンサ部 7 0 によって取得されたポート電圧 V_c の検出電圧との偏差に基づいて PID 制御を行うことによって、当該偏差を零に収束させるための指令値 D_o をスイッチング周期 T 毎に生成する。

【 0 0 8 6 】

なお、PID 制御部 5 1 は、デューティ比 D の指令値 D_o に代えて、オン時間 の指令値 o を生成するオン時間指令値生成部を有してもよい。

【 0 0 8 7 】

PID 制御部 5 1 は、積分ゲイン I_1 、微分ゲイン D_1 、比例ゲイン P_1 に基づいて、位相差 の指令値 o を調整し、積分ゲイン I_2 、微分ゲイン D_2 、比例ゲイン P_2 に基づいて、デューティ比 D の指令値 D_o を調整する。

【 0 0 8 8 】

なお、ポート電圧 V_a 、ポート電圧 V_c 、デューティ比 D の間には、ポート電圧 $V_a \times$ デューティ比 $D =$ ポート電圧 V_c という関係が成立する。従って、一定のポート電圧 V_a (例えば、10V) を降圧して、ポート電圧 V_c を増やしたい場合 (例えば、1V から 5V) は、デューティ比 D を増加させれば良い (例えば、10% から 50%)。逆に、一定のポート電圧 V_c (例えば、5V) を昇圧して、ポート電圧 V_a を増やしたい場合 (例えば、10V から 50V) は、デューティ比 D を減少させれば良い (例えば、50% から 10%)。つまり、PID 制御部 5 1 は、制御対象 (第 1 入出力ポート 6 0 a 又は第 2 入出力ポート 6 0 c) を切り替えることによって、デューティ比 D の制御方向 (デューティ比 D を増減させる方向) を、昇圧動作する場合と、降圧動作する場合とで、逆にする。

【 0 0 8 9 】

< 補機に対する電力供給 >

図 5 乃至図 7 は、補機 5 0 0 に対する電力供給の一例を示す図である。図 5 は、電池パック 6 2 b から補機 5 0 0 へと電力が供給される場合を示す図である。図 6 は、充電器 9 0 から補機 5 0 0 へと電力が供給される場合を示す図である。図 7 は、インバータ 8 0 から補機 5 0 0 へと電力が供給される場合を示す図である。

【 0 0 9 0 】

電池パック (2 次側高電圧系電源) 6 2 b は、車両を駆動させるためのエネルギーを蓄電する高圧バッテリーであって、SMR (システムメインリレー)、即ち、インバータ 8 0 側に設けられる SMR 1 と、充電器 9 0 側に設けられる SMR 2 と、を含む。電池パック 6 2 b と、インバータ 8 0 及び電源回路 1 0 との接続 / 非接続は、SMR 1 のオンオフにより制御される。又、電池パック 6 2 b と、充電器 9 0 及び電源回路 1 0 との接続 / 非接続は、SMR 2 のオンオフにより制御される。

【 0 0 9 1 】

なお、補機 5 0 0 とは、車両に搭載され、電池パック 6 2 b、充電器 9 0、インバータ 8 0、等から電力が供給される様々な装置や器具等を指し、例えば、電子制御装置、ランプ、ライトワイパー、等を挙げることができる。

【 0 0 9 2 】

[電池パック 6 2 b から補機 5 0 0 へと電力が供給される場合]

図 5 に示すように、車両の走行中は、電池パック 6 2 b から、電源回路 1 0 を介して、補機 5 0 0 へと電力が伝送される (図中矢印 A 参照)。

【 0 0 9 3 】

車両の走行中は、SMR 1 はオンし、SMR 2 はオフするため、電池パック 6 2 b とインバータ 8 0 とは接続となり、電池パック 6 2 b と充電器 9 0 とは非接続となる。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 4 】

各アームのオンオフタイミングは、図 3 に示すスイッチング波形のタイミングチャートを参照できる。1 次側第 1 上アーム U 1、1 次側第 2 上アーム V 1 のオンオフ波形は、図 3 に示すスイッチング波形である。又、1 次側第 1 下アーム / U 1、1 次側第 2 下アーム / V 1 のオンオフ波形は、図 3 に示すスイッチング波形において、1 次側第 1 上アーム U 1、1 次側第 2 上アーム V 1 のオンオフ波形を反転した波形である（図示省略）。

【 0 0 9 5 】

又、2 次側第 1 上アーム U 2、2 次側第 2 上アーム V 2 のオンオフ波形は、図 3 に示すスイッチング波形である。又、2 次側第 1 下アーム / U 2、2 次側第 2 下アーム / V 2 のオンオフ波形は、図 3 に示すスイッチング波形において、2 次側第 1 上アーム U 2、2 次側第 2 上アーム V 2 のオンオフ波形を反転した波形である（図示省略）。

10

【 0 0 9 6 】

制御部 5 0 が、電池パック 6 2 b に含まれる S M R 1、S M R 2 のオンオフ、各アームのオンオフを適切に制御することにより、車両の走行中は、電池パック 6 2 b から補機 5 0 0 へと電力を供給することが可能になる。

【 0 0 9 7 】

[充電器 9 0 から補機 5 0 0 へと電力が供給される場合]

図 6 に示すように、車両の駐車中は、充電器 9 0 から、電源回路 1 0 を介して、補機 5 0 0 へと電力が伝送される（図中矢印 B 参照）。

【 0 0 9 8 】

車両の駐車中は、S M R 1 及び S M R 2 はオフするため、電池パック 6 2 b とインバータ 8 0 及び充電器 9 0 とは非接続となる。

20

【 0 0 9 9 】

各アームのオンオフタイミングは、図 3 に示すスイッチング波形のタイミングチャートを参照できる。1 次側第 1 上アーム U 1、1 次側第 2 上アーム V 1 のオンオフ波形は、図 3 に示すスイッチング波形である。又、1 次側第 1 下アーム / U 1、1 次側第 2 下アーム / V 1 のオンオフ波形は、図 3 に示すスイッチング波形において、1 次側第 1 上アーム U 1、1 次側第 2 上アーム V 1 のオンオフ波形を反転した波形である（図示省略）。

【 0 1 0 0 】

又、2 次側第 1 上アーム U 2、2 次側第 2 上アーム V 2 のオンオフ波形は、図 3 に示すスイッチング波形において、2 次側第 1 上アーム U 2、2 次側第 2 上アーム V 2 のオンオフ波形をオフ固定した波形である（図示省略）。又、2 次側第 1 下アーム / U 2、2 次側第 2 下アーム / V 2 のオンオフ波形は、図 3 に示すスイッチング波形において、2 次側第 1 下アーム / U 2、2 次側第 2 下アーム / V 2 のオンオフ波形をオン固定した波形である（図示省略）。

30

【 0 1 0 1 】

制御部 5 0 が、2 次側第 1 上アーム U 2、2 次側第 2 上アーム V 2 をオフ固定し、2 次側第 1 下アーム / U 2、2 次側第 2 下アーム / V 2 をオン固定することにより、充電器 9 0 とインバータ 8 0 とは絶縁される。これにより、車両の駐車中は、充電器 9 0 から補機 5 0 0 へと電力を供給することが可能になる。

40

【 0 1 0 2 】

[インバータ 8 0 補機 5 0 0 へと電力が供給される場合]

図 7 に示すように、電池パック 6 2 b の故障中（車両は走行中である）は、インバータ 8 0 から、電源回路 1 0 を介して、補機 5 0 0 へと電力が伝送される（図中矢印 C 参照）。

【 0 1 0 3 】

電池パック 6 2 b の故障により、S M R 1 及び S M R 2 はオフするため、電池パック 6 2 b とインバータ 8 0 及び充電器 9 0 とは非接続となる。

【 0 1 0 4 】

各アームのオンオフタイミングは、図 3 に示すスイッチング波形のタイミングチャート

50

を参照できる。1次側第1上アームU1、1次側第2上アームV1のオンオフ波形は、図3に示すスイッチング波形である。又、1次側第1下アーム/U1、1次側第2下アーム/V1のオンオフ波形は、図3に示すスイッチング波形において、1次側第1上アームU1、1次側第2上アームV1のオンオフ波形を反転した波形である(図示省略)。

【0105】

又、2次側第1上アームU2、2次側第2上アームV2のオンオフ波形は、図3に示すスイッチング波形である。又、2次側第1下アーム/U2、2次側第2下アーム/V2のオンオフ波形は、図3に示すスイッチング波形において、2次側第1上アームU2、2次側第2上アームV2のオンオフ波形を反転した波形である(図示省略)。

【0106】

制御部50が、各アームのオンオフを適切に制御することにより、電池パック62bの故障中であっても、インバータ80から補機500へと電力を供給することが可能になる。このため、車両の走行中に、電池パック62bから補機500への電力供給が途絶えた場合であっても、インバータ80を利用して(電源の2重系)、フェールセーフ機能を十分に働かせることが可能になる。

【0107】

図5乃至図7に示すように、電源装置101は、車両の走行中には、電池パック62bから電源回路10を介した補機500への電力供給(例えば、12V電力)、車両の駐車中には、充電器90から電源回路10を介した補機500への電力供給(例えば、12V電力)、電池パック62bの故障中には、インバータ80から電源回路10を介した補機500への電力供給(例えば、12V電力)を行うことができる。

【0108】

[従来の電源装置の構成例]

図8に従来の電源装置の構成例を示す。

【0109】

従来の電源装置600は、充電器601と、充電器601に内蔵されるDCDCコンバータ602(0.2kW程度)と、インバータ603と、インバータ603に接続されるDCDCコンバータ(補機DCDCコンバータ)604(1.5kW程度)と、電池パック605と、を含む。従来の電源装置600の構成は、2個のDCDCコンバータを有するためコストがかかっていた。従って、DCDCコンバータの個数を減らし、例えば、図9に示す構成とする場合について考える。

【0110】

例えば、図9(A)に示すように、充電器607の外部にDCDCコンバータ606を設け、インバータ603に接続される補機DCDCコンバータ604を取り除く構成650とする。

【0111】

図9(A)に示す構成では、電池パック605が故障すると、インバータ603とDCDCコンバータ606との間の経路が完全に遮断されてしまうため、インバータ603から補機へと電力を供給することができなくなってしまう。又、電池パック605から補機へと電力を供給する際には、充電器607側のSMRをオンさせ、インバータ603から補機へと電力を供給する際には、充電器607側のSMR及びインバータ603側のSMRを、オンさせなければならない。このため、SMRの切り替え回数が増加し、電池パック605は、劣化し易くなってしまう。なお、SMRの切り替え回数には、上限があり、通常は、電源投入回数(10万回程度)と一致するように設定される。

【0112】

又、例えば、図9(B)に示すように、電池パック608の内部に、充電器601を設け、インバータ603に接続される補機DCDCコンバータ604を取り除く構成660とする。

【0113】

図9(B)に示す構成においても、電池パック608が故障すると、インバータ603

10

20

30

40

50

とDCDCコンバータ602との間の経路が完全に遮断されてしまうため、インバータ603から補機へと電力を供給することができなくなってしまう。

【0114】

つまり、図9(A)に示す構成650及び図9(B)に示す構成660は、従来の構成と比較して、DCDCコンバータの個数は減らしているが、従来の構成と同様の機能を実現することはできていない。

【0115】

本実施の形態に係る電力変換装置の構成によれば、安価でありながら(複数のDCDCコンバータを利用することなく)、従来の構成と同様の機能を実現できる。

【0116】

以上、電力変換装置を実施形態例により説明したが、本発明は上記実施形態例に限定されるものではない。他の実施形態例の一部又は全部との組み合わせや置換などの種々の変形及び改良が、本発明の範囲内で可能である。

【0117】

例えば、上述の実施形態では、スイッチング素子の一例として、オンオフ動作する半導体素子であるMOSFETを挙げた。しかしながら、スイッチング素子は、例えば、IGBT、MOSFETなどの絶縁ゲートによる電圧制御型パワー素子でもよいし、バイポーラトランジスタでもよい。

【0118】

また、第1入出力ポート60a、第4入出力ポート60dに電源が接続されてもよい。

【0119】

また、2次側を1次側と定義し、1次側を2次側と定義してもよい。

【0120】

また、本発明は、少なくとも3つ以上の複数の入出力ポートを有し、少なくとも3つ以上の複数の入出力ポートのうちどの2つの入出力ポート間でも電力を変換することが可能な電力変換装置に適用できる。例えば、本発明は、図1に例示された4つの入出力ポートのうちいずれか一つの入出力ポートが無い構成を有する電源装置に対しても適用できる。

【符号の説明】

【0121】

- 20 1次側変換回路
- 30 2次側変換回路
- 50 制御部
- 60a 第1入出力ポート
- 60b 第3入出力ポート(第1の2次側ポート)
- 60c 第2入出力ポート(1次側ポート)
- 60d 第4入出力ポート(第2の2次側ポート)
- 62b 2次側高電圧系電源
- 62c 1次側低電圧系電源
- 80 インバータ
- 90 充電器
- 101 電源装置(電力変換装置の一例)
- 400 変圧器
- 500 補機
- U*, V* 上アーム
- /U*, /V* 下アーム

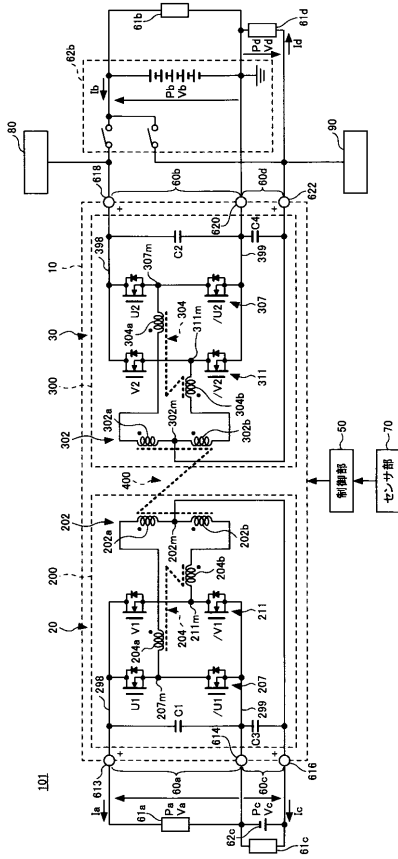
10

20

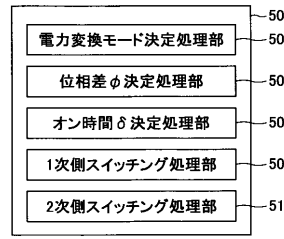
30

40

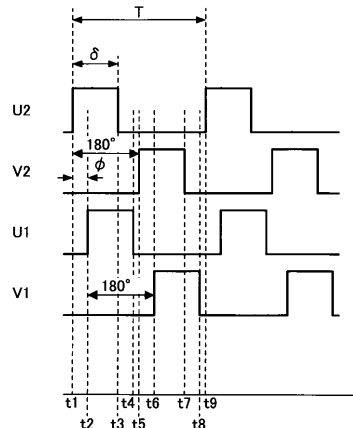
【図1】



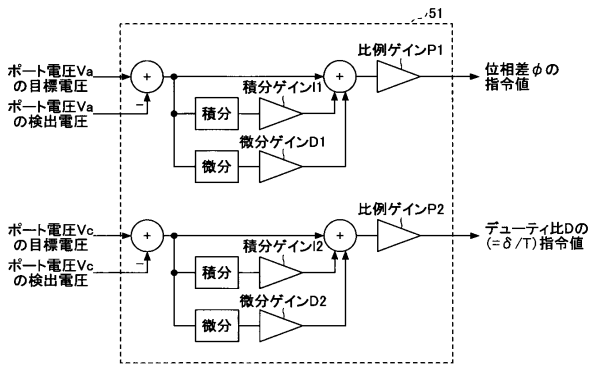
【図2】



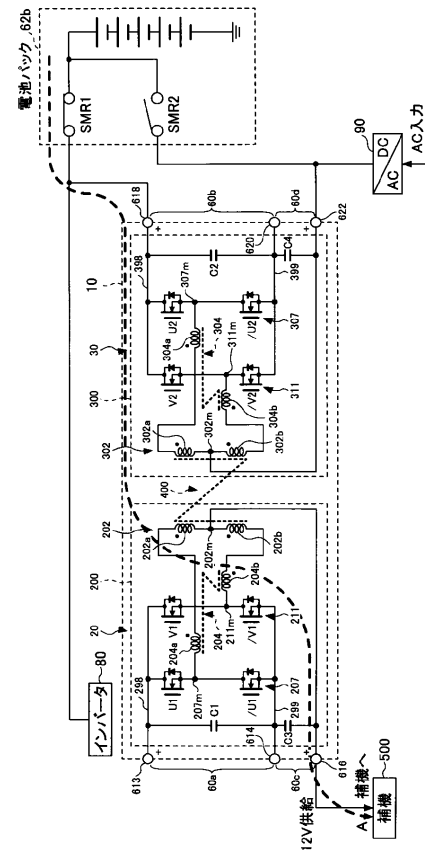
【図3】



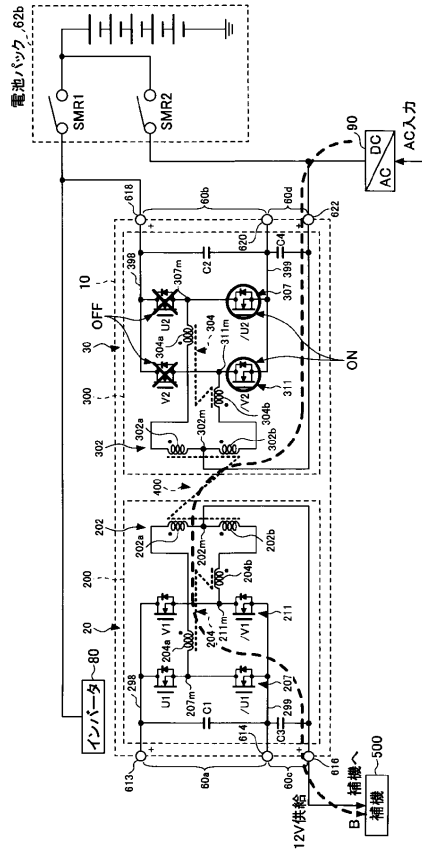
【図4】



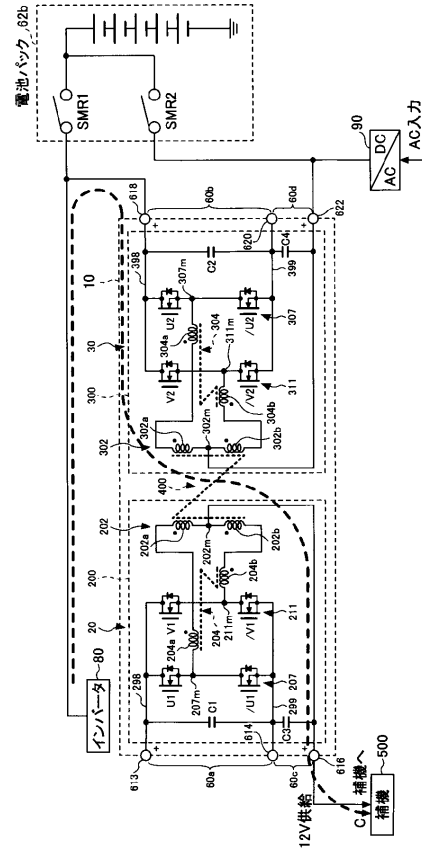
【図5】



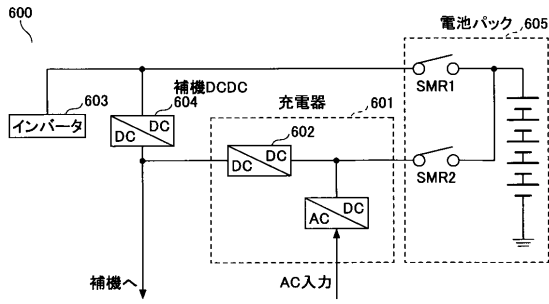
【図6】



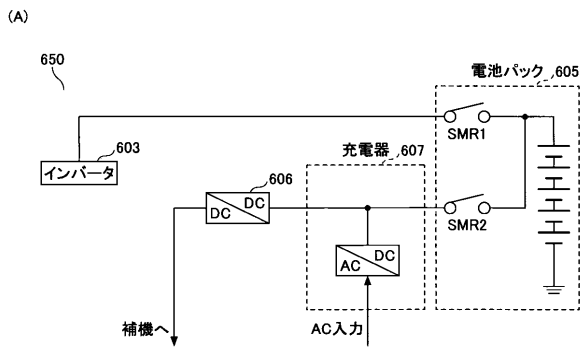
【図7】



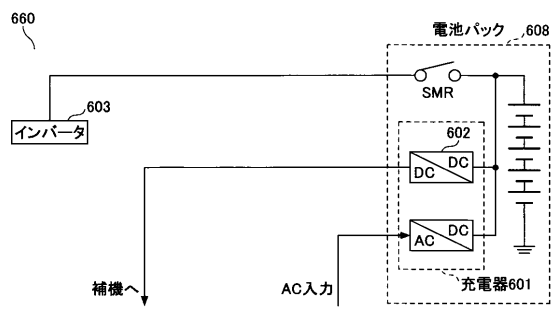
【図8】



【図9】



(B)



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2012-125040(JP,A)
特開2013-150524(JP,A)
特開2008-109754(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 3/00 - 3/44
H02J 7/00 - 7/12
H02J 7/34 - 7/36
B60L 1/00 - 3/12
B60L 7/00 - 13/00
B60L15/00 - 15/42
B60K 6/20 - 6/547