

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-175810

(P2012-175810A)

(43) 公開日 平成24年9月10日(2012.9.10)

(51) Int.Cl.

H02M 3/155 (2006.01)

F I

H02M 3/155

U

テーマコード (参考)

5H730

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2011-35475 (P2011-35475)
(22) 出願日 平成23年2月22日 (2011. 2. 22)

(71) 出願人 000002130
住友電気工業株式会社
大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(74) 代理人 110000682
特許業務法人ワンディーIPパートナーズ
(72) 発明者 馬場 猛
大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号
住友電気工業株式会社大阪製作所内
(72) 発明者 大橋 紳悟
大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号
住友電気工業株式会社大阪製作所内
Fターム(参考) 5H730 AA15 AS06 BB04 CC01 EE60
FD01 FF19 FG01

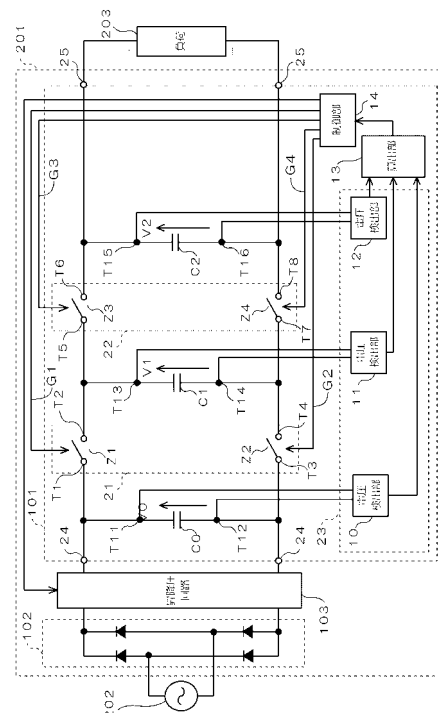
(54) 【発明の名称】 電力伝達用絶縁回路及び電力変換装置

(57) 【要約】

【課題】製造コストの上昇及び回路規模の増大を抑制しつつ、回路に流れる電流を簡易に検出することが可能な電力伝達用絶縁回路を得る。

【解決手段】電力伝達用絶縁回路101は、キャパシタC1と、出力端25へ電力を出力するキャパシタC2と、入力端24から入力された電力をキャパシタC1に供給するか否かを切り替える入力スイッチ部21と、入力スイッチ部21がキャパシタC1に電力を供給していないときに、キャパシタC1に蓄積された電力をキャパシタC2に供給するか否かを切り替える出力スイッチ部22と、キャパシタC2の両端電圧V2を検出する検出部23と、検出部23が検出する電圧に基づいて電力伝達用絶縁回路101の出力電流の電流値 i_L を算出する算出部13と、を備える。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

入力端から入力された電力を出力端に伝達しつつ絶縁を行う電力伝達用絶縁回路であって、

第 1 の蓄電素子と、

前記出力端へ電力を出力する第 2 の蓄電素子と、

前記入力端から入力された電力を前記第 1 の蓄電素子に供給するか否かを切り替える入力スイッチ部と、

前記入力スイッチ部が前記第 1 の蓄電素子に電力を供給していないときに、前記第 1 の蓄電素子に蓄積された電力を前記第 2 の蓄電素子に供給するか否かを切り替える出力スイッチ部と、

前記第 2 の蓄電素子の両端電圧を検出する電圧検出部と、

前記電圧検出部が検出する両端電圧に基づいて、前記電力伝達用絶縁回路に流れる電流の値を算出する算出部と、

を備える電力伝達用絶縁回路。

【請求項 2】

前記電力伝達用絶縁回路は、前記入力スイッチ部及び前記出力スイッチ部がともにオフである第 1 期間、前記入力スイッチ部がオンで前記出力スイッチ部がオフである第 2 期間、前記入力スイッチ部及び前記出力スイッチ部がともにオフである第 3 期間、及び前記入力スイッチ部がオフで前記出力スイッチ部がオンである第 4 期間を、この順に周期的に繰り返す、

前記電圧検出部は、前記第 1 期間の始点である第 1 時点において、前記両端電圧である第 1 電圧を検出し、前記第 1 時点より後、前記第 3 期間の終了以前の第 2 時点において、前記両端電圧である第 2 電圧を検出し、

前記算出部は、前記第 1 電圧と前記第 2 電圧とに基づいて、前記電力伝達用絶縁回路に流れる電流の値を算出する、請求項 1 に記載の電力伝達用絶縁回路。

【請求項 3】

前記第 1 の蓄電素子は第 1 端と第 2 端とを有し、

前記第 2 の蓄電素子は第 1 端と第 2 端とを有し、

前記入力スイッチ部は、前記入力端の一方端側に接続される第 1 端と前記第 1 の蓄電素子の第 1 端に接続される第 2 端とを有する第 1 のスイッチ素子、及び前記入力端の他方端側に接続される第 1 端と前記第 1 の蓄電素子の第 2 端に接続される第 2 端とを有する第 2 のスイッチ素子を含み、

前記出力スイッチ部は、前記第 1 の蓄電素子の第 1 端に接続される第 1 端と前記第 2 の蓄電素子の第 1 端に接続される第 2 端とを有する第 3 のスイッチ素子、及び前記第 1 の蓄電素子の第 2 端に接続される第 1 端と前記第 2 の蓄電素子の第 2 端に接続される第 2 端とを有する第 4 のスイッチ素子を含む、請求項 1 又は 2 に記載の電力伝達用絶縁回路。

【請求項 4】

前記電圧検出部はフォトカプラを有する、請求項 1 ～ 3 のいずれか一つに記載の電力伝達用絶縁回路。

【請求項 5】

入力電圧を昇圧又は降圧し、昇圧又は降圧した電圧を出力する昇降圧回路と、

前記昇降圧回路が昇圧又は降圧した前記電圧を受けて、絶縁を行いつつ出力側に電力を伝達する、請求項 1 に記載の電力伝達用絶縁回路と、
を備える電力変換装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、電力伝達用絶縁回路及び電力変換装置に関し、特に、入力端と出力端との間を絶縁しながら電力を伝達する電力伝達用絶縁回路、及びそれを備えた電力変換装置に関

10

20

30

40

50

する。

【背景技術】

【0002】

電気自動車（EV：Electric Vehicle）及びプラグイン方式のハイブリッドカー（HV：Hybrid Vehicle）等の駆動用の主電池を、一般家庭の交流電力を用いて充電するための電力変換装置が開発されている。

【0003】

すなわち、電気自動車及びプラグイン方式のハイブリッドカーの特長の一つは、家庭用コンセント等の外部電源を用いて主電池である車載バッテリーを充電できることである。そして、AC100V又はAC200Vの家庭用コンセントを用いて車載バッテリーを充電するには、交流電圧（AC）をバッテリー用の直流電圧（DC）に変換するためのAC/DCコンバータが必要となる。

【0004】

このようなAC/DCコンバータにおいては、安全対策上、入力側と出力側とを絶縁するのが望ましい。しかしながら、入力側と出力側との絶縁を行うために絶縁トランスを用いた場合、絶縁トランスのコイル部品などの体積及び重量が大きいので、AC/DCコンバータの大型化及び重量化を招くことになる。

【0005】

このような課題を解決するための構成として、下記特許文献1には、絶縁トランスを用いずに入力側と出力側との絶縁を行ったDC/DCコンバータが開示されている。当該DC/DCコンバータは、電源側の入力電圧を変圧して負荷側に出力するDC/DCコンバータであって、直流電源電圧が充電される第1キャパシタと、第1キャパシタに充電された電荷が放電される第2キャパシタと、第1キャパシタの両側に接続される2つのスイッチ素子と、第2キャパシタの両側に接続される2つのスイッチ素子と、負荷側に流れる電流を平滑化するリアクトルと、を備える。

【0006】

下記特許文献1に記載の構成を用いれば、これら4つのスイッチ素子を用いて回路を絶縁することができ、第1キャパシタが充放電する電荷の移動によって入力側から出力側に電力の伝達を行うことが可能である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2004-222379号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

AC/DCコンバータなどの電力変換装置においては、過電流が出力されることを防ぐために、電力伝達用絶縁回路の出力電流を検出することが求められている。特に車載バッテリーに用いられる電力変換装置においては大電力が扱われるため、大電流に対応した電流検出を行わなければならない。大電流を検出可能な電流検出方法として、電力伝達用絶縁回路にシャント抵抗を取り付けて、シャント抵抗に流れる電流をアイソレーションアンプによって絶縁しつつ検出する方法がある。

【0009】

しかしながら、シャント抵抗を用いた方法は、シャント抵抗に電流が流れることで損失が発生したり、アイソレーションアンプが高価であるという問題点があった。また、これらの電流検出用の素子を追加することで、回路の大型化を招くという問題点もあった。

【0010】

本発明は、かかる事情に鑑みて成されたものであり、製造コストの上昇及び回路規模の増大を抑制しつつ、回路に流れる電流を簡易に検出することが可能な電力伝達用絶縁回路、及びそれを備えた電力変換装置を得ることを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の第1の態様に係る電力伝達用絶縁回路は、入力端から入力された電力を出力端に伝達しつつ絶縁を行う電力伝達用絶縁回路であって、第1の蓄電素子と、前記出力端へ電力を出力する第2の蓄電素子と、前記入力端から入力された電力を前記第1の蓄電素子に供給するか否かを切り替える入力スイッチ部と、前記入力スイッチ部が前記第1の蓄電素子に電力を供給していないときに、前記第1の蓄電素子に蓄積された電力を前記第2の蓄電素子に供給するか否かを切り替える出力スイッチ部と、前記第2の蓄電素子の両端電圧を検出する電圧検出部と、前記電圧検出部が検出する両端電圧に基づいて、前記電力伝達用絶縁回路に流れる電流の値を算出する算出部と、を備えることを特徴とするものである。

10

【0012】

第1の態様に係る電力伝達用絶縁回路によれば、入力スイッチ部は、入力端から入力された電力を第1の蓄電素子に供給するか否かを切り替える。出力スイッチ部は、入力スイッチ部が第1の蓄電素子に電力を供給していないときに、第1の蓄電素子に蓄積された電力を第2の蓄電素子に供給するか否かを切り替える。第2の蓄電素子は、第1の蓄電素子から供給された電力を蓄積しつつ、出力端に電力を出力する。よって、入力端から入力された電力は、第1の蓄電素子と第2の蓄電素子とを介して出力端に伝達される。また、出力スイッチ部は、入力スイッチ部が第1の蓄電素子に電力を供給していないときに第2の蓄電素子に電力を供給するので、出力端と入力端とを絶縁することができる。さらに、電圧検出部は、第2の蓄電素子の両端電圧を検出し、算出部は、電圧検出部が検出する両端電圧に基づいて、電力伝達用絶縁回路に流れる電流値を算出する。したがって、第2の蓄電素子の両端電圧を用いた演算によって、電力伝達用絶縁回路に流れる電流の値を簡易に求めることができる。その結果、アイソレーションアンプ等を用いた電流検出回路は不要となるため、製造コストの上昇及び回路規模の増大を抑制することが可能となる。

20

【0013】

本発明の第2の態様に係る電力伝達用絶縁回路は、第1の態様に係る電力伝達用絶縁回路において特に、前記電力伝達用絶縁回路は、前記入力スイッチ部及び前記出力スイッチ部がともにオフである第1期間、前記入力スイッチ部がオンで前記出力スイッチ部がオフである第2期間、前記入力スイッチ部及び前記出力スイッチ部がともにオフである第3期間、及び前記入力スイッチ部がオフで前記出力スイッチ部がオンである第4期間を、この順に周期的に繰り返し、前記電圧検出部は、前記第1期間の始点である第1時点において、前記両端電圧である第1電圧を検出し、前記第1時点より後、前記第3期間の終了以前の第2時点において、前記両端電圧である第2電圧を検出し、前記算出部は、前記第1電圧と前記第2電圧とに基づいて、前記電力伝達用絶縁回路に流れる電流の値を算出することを特徴とするものである。

30

【0014】

第2の態様に係る電力伝達用絶縁回路によれば、電圧検出部は、第1期間の始点である第1時点において第1電圧を検出し、第1時点より後、第3期間の終了以前の第2時点において第2電圧を検出する。そして、算出部は、第1電圧と第2電圧とに基づいて、電力伝達用絶縁回路に流れる電流の値を算出する。第1電圧及び第2電圧をパラメータとする所定の式を用いて演算を行うことにより、電力伝達用絶縁回路に流れる電流の値を精度良く求めることが可能となる。

40

【0015】

本発明の第3の態様に係る電力伝達用絶縁回路は、第1又は第2の態様に係る電力伝達用絶縁回路において特に、前記第1の蓄電素子は第1端と第2端とを有し、前記第2の蓄電素子は第1端と第2端とを有し、前記入力スイッチ部は、前記入力端の一方端側に接続される第1端と前記第1の蓄電素子の第1端に接続される第2端とを有する第1のスイッチ素子、及び前記入力端の他方端側に接続される第1端と前記第1の蓄電素子の第2端に接続される第2端とを有する第2のスイッチ素子を含み、前記出力スイッチ部は、前記第

50

１の蓄電素子の第１端に接続される第１端と前記第２の蓄電素子の第１端に接続される第２端とを有する第３のスイッチ素子、及び前記第１の蓄電素子の第２端に接続される第１端と前記第２の蓄電素子の第２端に接続される第２端とを有する第４のスイッチ素子を含むことを特徴とするものである。

【００１６】

第３の態様に係る電力伝達用絶縁回路によれば、入力スイッチ部は、第１のスイッチ素子及び第２のスイッチ素子をオンすることで、入力端から入力された電力を第１の蓄電素子に供給することができる。出力スイッチ部は、第３のスイッチ素子及び第４のスイッチ素子をオンすることで、第１の蓄電素子に蓄積された電力を第２の蓄電素子に供給することができる。したがって、第１～第４のスイッチ素子のオン／オフを制御することで、算出部により電流値を算出しつつ、入力端と出力端との絶縁、及び入力端から出力端への電力の伝達を簡易に行うことが可能となる。

10

【００１７】

本発明の第４の態様に係る電力伝達用絶縁回路は、第１～第３のいずれか一つの態様に係る電力伝達用絶縁回路において特に、前記電圧検出部はフォトカプラを有することを特徴とするものである。

【００１８】

第４の態様に係る電力伝達用絶縁回路によれば、フォトカプラの発光素子と受光素子との間は絶縁されているため、電圧を検出する対象である電力伝達系回路と、電圧値から電流値の算出などを行う信号処理系回路との絶縁を行うことが可能となる。

20

【００１９】

本発明の第５の態様に係る電力変換装置は、入力電圧を昇圧又は降圧し、昇圧又は降圧した電圧を出力する昇降圧回路と、前記昇降圧回路が昇圧又は降圧した前記電圧を受けて、絶縁を行いつつ出力側に電力を伝達する、第１の態様に係る電力伝達用絶縁回路と、を備えることを特徴とするものである。

【００２０】

第５の態様に係る電力変換装置は、第１の態様に係る電力伝達用絶縁回路を備える。従って、電力変換装置全体としても、製造コストの上昇及び回路規模の増大を抑制することが可能となる。

【発明の効果】

30

【００２１】

本発明によれば、製造コストの上昇及び回路規模の増大を抑制しつつ、回路に流れる電流を簡易に検出することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【００２２】

【図１】本発明の実施の形態に係る電力変換装置の構成を概略的に示す回路図である。

【図２】電圧検出部の構成を示す図である。

【図３】スイッチ素子のオンオフ状態とキャパシタの両端電圧との関係を示したタイムチャートである。

【図４】キャパシタ及び負荷を示す回路図である。

40

【発明を実施するための形態】

【００２３】

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。なお、異なる図面において同一の符号を付した要素は、同一又は相応する要素を示すものとする。

【００２４】

図１は、本発明の実施の形態に係る電力変換装置２０１の構成を概略的に示す回路図である。図１の接続関係で示すように電力変換装置２０１は、電力伝達用絶縁回路１０１、整流部１０２、及び昇降圧回路１０３を備えて構成されている。電力伝達用絶縁回路１０１は、キャパシタＣ０～Ｃ２、入力スイッチ部２１、出力スイッチ部２２、入力端２４、出力端２５、検出部２３、算出部１３、及び制御部１４を含む。入力スイッチ部２１は、

50

スイッチ素子 Z 1 , Z 2 を含む。出力スイッチ部 2 2 は、スイッチ素子 Z 3 , Z 4 を含む。検出部 2 3 は、電圧検出部 1 0 ~ 1 2 を含む。

【 0 0 2 5 】

電力変換装置 2 0 1 は、交流電源 2 0 2 から供給された交流電力を直流電力に変換して負荷 2 0 3 に供給する。負荷 2 0 3 は、例えば、E V 及びプラグイン方式の H V 等の駆動用のバッテリーである。

【 0 0 2 6 】

整流部 1 0 2 は、例えばダイオードブリッジを含んで構成されており、交流電源 2 0 2 から入力された交流電力を全波整流することにより、直流電力を出力する。

【 0 0 2 7 】

昇降圧回路 1 0 3 は、整流部 1 0 2 から入力された直流電力を昇圧又は降圧することにより、任意の電圧レベルの直流電力に変換して出力する。

【 0 0 2 8 】

電力伝達用絶縁回路 1 0 1 において、スイッチ素子 Z 1 は、キャパシタ C 0 の第 1 端である端子 T 1 1 と電氣的に接続された第 1 端である端子 T 1、及びキャパシタ C 1 の第 1 端である端子 T 1 3 と電氣的に接続された第 2 端である端子 T 2 を有する。スイッチ素子 Z 2 は、キャパシタ C 0 の第 2 端である端子 T 1 2 と電氣的に接続された第 1 端である端子 T 3、及びキャパシタ C 1 の第 2 端である端子 T 1 4 と電氣的に接続された第 2 端である端子 T 4 を有する。スイッチ素子 Z 3 は、端子 T 1 3 と電氣的に接続された第 1 端である端子 T 5、及びキャパシタ C 2 の第 1 端である端子 T 1 5 と電氣的に接続された第 2 端である端子 T 6 を有する。スイッチ素子 Z 4 は、端子 T 1 4 と電氣的に接続された第 1 端である端子 T 7、及びキャパシタ C 2 の第 2 端である端子 T 1 6 と電氣的に接続された第 2 端である端子 T 8 を有する。

【 0 0 2 9 】

キャパシタ C 0 は、昇降圧回路 1 0 3 から入力された直流電力を蓄える。入力スイッチ部 2 1 は、スイッチ素子 Z 1 の端子 T 1 及びスイッチ素子 Z 2 の端子 T 3 において受けた電力をキャパシタ C 1 に供給するか否かを切り替える。出力スイッチ部 2 2 は、キャパシタ C 1 に蓄積された電荷をキャパシタ C 2 及び負荷 2 0 3 に供給するか否かを切り替える。キャパシタ C 2 に蓄積された電荷は、放電されて出力端 2 5 から負荷 2 0 3 に供給される。

【 0 0 3 0 】

制御部 1 4 は、ゲート駆動信号 G 1 ~ G 4 をスイッチ素子 Z 1 ~ Z 4 に入力することにより、スイッチ素子 Z 1 ~ Z 4 のオンオフを切り替える。電力伝達用絶縁回路 1 0 1 は、制御部 1 4 のスイッチ制御により、整流部 1 0 2 及び負荷 2 0 3 間を絶縁しながら、キャパシタ C 0 に蓄えられた電力を負荷 2 0 3 に伝達する。

【 0 0 3 1 】

電圧検出部 1 0 は、スイッチ素子 Z 1 の端子 T 1 及びスイッチ素子 Z 2 の端子 T 3 間の電圧 V 0、すなわちキャパシタ C 0 の両端電圧 V 0 を検出する。電圧 V 0 は、昇降圧回路 1 0 3 が出力する直流電圧の電圧であり、電力伝達用絶縁回路 1 0 1 の入力電圧でもある。電圧検出部 1 1 は、キャパシタ C 1 の両端電圧 V 1 を検出する。電圧検出部 1 2 は、キャパシタ C 2 の両端電圧 V 2 を検出する。

【 0 0 3 2 】

図 2 は、電圧検出部 1 0 の構成を示す図である。図 2 では電圧検出部 1 0 の構成を代表的に示しているが、電圧検出部 1 1 , 1 2 の構成もこれと同様である。

【 0 0 3 3 】

図 2 を参照して、電圧検出部 1 0 は、フォトカブラ X 1、入力抵抗 R 1、及び出力抵抗 R 2 を含む。キャパシタ C 0 の端子 T 1 1 及び端子 T 1 2 間に、入力抵抗 R 1 とフォトカブラ X 1 の発光素子とが直列に接続されている。フォトカブラ X 1 の電源電圧 V c c が供給されるノードと接地電圧が供給されるノードとの間に、フォトカブラ X 1 の受光素子と出力抵抗 R 2 とが直列に接続されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 4 】

キャパシタ C 0 の両端に電圧が印加されたとき、当該電圧に応じた量の電流がフォトカブラ X 1 の発光素子を通して流れ、この電流量がフォトカブラ X 1 の受光素子に伝達される。すなわち、キャパシタ C 0 の両端電圧に応じた量の電流が、フォトカブラ X 1 における受光素子を通して流れる。これにより、電圧検出部 1 0 は、キャパシタ C 0 の両端電圧 V 0 の電圧値を検出することができる。フォトカブラ X 1 の発光素子と受光素子との間に電氣的接続はなく、絶縁されている。そのため、算出部 1 3 とキャパシタ C 0 との間は絶縁され、キャパシタ C 0 の両端電圧に応じた大きさの電圧が、安全に算出部 1 3 へ伝達される。同様に、電圧検出部 1 1 は、キャパシタ C 1 の両端電圧 V 1 の電圧値を検出し、両端電圧 V 1 に応じた大きさの電圧が算出部 1 3 へ伝達される。また、電圧検出部 1 2 は、

10

【 0 0 3 5 】

算出部 1 3 は、電圧検出部 1 2 が検出したキャパシタ C 2 の両端電圧 V 2 の電圧値に基づいて、電力伝達用絶縁回路 1 0 1 の出力電流の電流値を算出する。この電流値の算出手法の詳細については後述する。算出部 1 3 は、算出した出力電流の電流値を制御部 1 4 に入力する。

【 0 0 3 6 】

次に、電力伝達用絶縁回路 1 0 1 が行う電力伝達におけるスイッチ素子 Z 1 ~ Z 4 の動作と、キャパシタ C 0 ~ C 2 の両端電圧 V 0 ~ V 2 との関係について説明する。図 3 は、スイッチ素子 Z 1 ~ Z 4 のオンオフの状態とキャパシタ C 0 ~ C 2 の両端電圧 V 0 ~ V 2 との関係を示したタイムチャートである。電力伝達用絶縁回路 1 0 1 は、この順に連続する期間 P 1 ~ P 4 を一周期として繰り返す定常動作を行うことで、昇降圧回路 1 0 3 及び負荷 2 0 3 間の電力伝達を行っている。なお、図 3 においては、直流電圧である電圧 V 0 の大きさは電圧値 V_{00} である。期間 P 1 開始時の電圧 V 1 の大きさは電圧値 V_{10} であり、期間 P 4 開始時の電圧 V 1 の大きさは電圧値 V_{11} である。期間 P 1 開始時の電圧 V 2 の大きさは電圧値 V_{20} であり、期間 P 4 開始時の電圧 V 2 の大きさは電圧値 V_{21} である。

20

【 0 0 3 7 】

図 3 を参照して、まず制御部 1 4 は、期間 P 1 において、スイッチ素子 Z 1 ~ Z 4 をオフする。これにより、電力伝達用絶縁回路 1 0 1 の入力側と出力側との間の絶縁を確保するためのデッドタイムが設けられる。つまり、このデッドタイムを設けることにより、入力スイッチ部 2 1 及び出力スイッチ部 2 2 の各スイッチ素子を介して電力伝達用絶縁回路 1 0 1 の入力側と出力側との間が短絡することが防止されている。これにより、昇降圧回路 1 0 3 と負荷 2 0 3 との間の絶縁が確保される。またこのとき、キャパシタ C 2 に蓄積されていた電荷は、放電されて負荷 2 0 3 に供給される。キャパシタ C 2 に蓄積されている電荷が減少することにより、キャパシタ C 2 の両端電圧 V 2 は徐々に低下する。

30

【 0 0 3 8 】

次に制御部 1 4 は、期間 P 2 において、スイッチ素子 Z 1 , Z 2 をオンし、スイッチ素子 Z 3 , Z 4 をオフする。これにより、キャパシタ C 0 から放電された電荷によってキャパシタ C 1 が充電される。キャパシタ C 1 に蓄積されている電荷が増加することにより、キャパシタ C 1 の両端電圧 V 1 は徐々に上昇する。また、スイッチ素子 Z 3 , Z 4 がオフされていることにより、昇降圧回路 1 0 3 と負荷 2 0 3 との間の絶縁は確保されている。またこのとき、キャパシタ C 2 に蓄積されていた電荷は、放電されて負荷 2 0 3 に供給される。キャパシタ C 2 に蓄積されている電荷が減少することにより、キャパシタ C 2 の両端電圧 V 2 は徐々に低下する。

40

【 0 0 3 9 】

次に制御部 1 4 は、期間 P 3 において、スイッチ素子 Z 1 ~ Z 4 をオフする。これにより、期間 P 1 と同様に、電力伝達用絶縁回路 1 0 1 の入力側と出力側との間の絶縁を確保するためのデッドタイムが設けられる。またこのとき、キャパシタ C 2 に蓄積されていた

50

電荷は、放電されて負荷 203 に供給される。キャパシタ C2 に蓄積されている電荷が減少することにより、キャパシタ C2 の両端電圧 V2 は徐々に低下する。

【0040】

次に制御部 14 は、期間 P4 において、スイッチ素子 Z1, Z2 をオフし、スイッチ素子 Z3, Z4 をオンする。これにより、キャパシタ C1 から放電された電荷によってキャパシタ C2 が充電される。キャパシタ C1 に蓄積されている電荷が減少することにより、キャパシタ C1 の両端電圧 V1 は徐々に低下する。また、キャパシタ C2 に蓄積されている電荷が増加することにより、キャパシタ C2 の両端電圧 V2 は徐々に上昇する。また、スイッチ素子 Z1, Z2 がオフされていることにより、昇降圧回路 103 と負荷 203 との間の絶縁は確保されている。

10

【0041】

このように、期間 P2 の開始時から終了時までの間で、電圧 V1 は電圧値 V_{10} から電圧値 V_{11} に上昇する。期間 P4 の開始時から終了時までの間で、電圧 V1 は電圧値 V_{11} から電圧値 V_{10} に低下する。また、期間 P1 の開始時から期間 P3 の終了時までの間で、電圧 V2 は電圧値 V_{20} から電圧値 V_{21} に低下する。期間 P4 の開始時から終了時までの間で、電圧 V2 は電圧値 V_{21} から電圧値 V_{20} に上昇する。電圧 V1 及び電圧 V2 は、このような電圧値の上昇及び低下を繰り返し行うことで脈動している。この期間 P1 ~ P4 を作り出す、スイッチ素子 Z1 ~ Z4 のスイッチングの周波数は、例えば数 kHz ~ 数十 kHz である。

【0042】

20

以下、算出部 13 による電力伝達用絶縁回路 101 の出力電流の算出手法について説明する。図 4 は、キャパシタ C2 及び負荷 203 を示す回路図である。図 4 に示すように、キャパシタ C2 の静電容量を C_2 、キャパシタ C2 の両端電圧 V2 の電圧値を V_2 、負荷 203 の抵抗値を R_L 、電力伝達用絶縁回路 101 の出力電流の電流値を i_L とする。また、図 3 を参照して、期間 P1 の開始点である第 1 時点におけるキャパシタの両端電圧 V2 の電圧値は V_{20} である。そして、第 1 時点よりも後、かつ期間 P3 の終了以前である第 2 時点におけるキャパシタ C2 の両端電圧 V2 の電圧値を $V_2(t)$ とする。ここで「t」は、第 1 時点と第 2 時点との間の時間間隔であり、期間 P1 ~ P3 の合計時間より短い。

【0043】

30

このとき、図 3 に示した期間 P1 ~ P3 においては、抵抗値 R_L は一定とみなすことができるため、電圧値 $V_2(t)$ は下記式 (1) によって表される。

【0044】

【数 1】

$$V_2(t) = V_{20} e^{-\frac{t}{C_2 R_L}} \quad \dots (1)$$

【0045】

従って、抵抗値 R_L は下記式 (2) によって表され、電流値 i_L は下記式 (3) によって表される。

40

【0046】

【数 2】

$$R_L = -\frac{t}{C_2 \ln(V_2(t) / V_{20})} \quad \dots (2)$$

【0047】

【数 3】

$$i_L = - \frac{C_2 V_2(t) \ln(V_2(t) / V_{20})}{t} \dots (3)$$

【0048】

式(3)より、電圧値 V_{20} と電圧値 $V_2(t)$ とが分かれば、電流値 i_L を求めることができる。

【0049】

そこで、まず電圧検出部12は、期間P1の開始点である第1時点において、キャパシタC2の両端電圧V2を検出する。そして、その検出結果である電圧値 V_{20} を算出部13に入力する。次に電圧検出部12は、第1時点よりも後、かつ期間P3の終了以前である第2時点において、キャパシタC2の両端電圧V2を検出する。そして、その検出結果である電圧値 $V_2(t)$ を算出部13に入力する。そして算出部13は、入力された電圧値 V_{20} 及び電圧値 $V_2(t)$ を用いて式(3)の演算を行うことにより、電流値 i_L を算出する。

10

【0050】

このような電流値 i_L の算出処理は例えば100ミリ秒間隔で定期的に行われることにより、出力電流の異常の有無が監視される。この出力電流の監視において、出力電流の電流値が異常値を示した場合には、制御部14は、スイッチ素子Z1~Z4をオフすることにより、負荷203に異常な電流が流れることを防止する。

20

【0051】

また、負荷203がバッテリー等である場合には、バッテリーの充電が進行してバッテリーの電圧と電力伝達用絶縁回路101の出力電圧との差が小さくなったときに、バッテリーへ供給される電力伝達用絶縁回路101の出力電流が小さくなって、充電がそれ以上進行しにくい状態となることがある。このような場合、算出部13によって電力伝達用絶縁回路101の出力電流の電流値 i_L を算出し、充電の進行に伴って電流値 i_L が小さくなってきたことを検出した場合には、昇降圧回路103によって電力伝達用絶縁回路101の出力電圧をより高いレベルに設定することで、バッテリーに押し込み充電を行うことが可能となる。この押し込み充電により、バッテリーの充電を速やかに完了することができる。

30

【0052】

このように本実施の形態に係る電力伝達用絶縁回路101によれば、入力スイッチ部21は、入力端24から入力された電力をキャパシタC1に供給するか否かを切り替える。出力スイッチ部22は、入力スイッチ部21がキャパシタC1に電力を供給していないときに、キャパシタC1に蓄積された電力をキャパシタC2に供給するか否かを切り替える。キャパシタC2は、キャパシタC1から供給された電力を蓄積しつつ、出力端25に電力を出力する。よって、入力端24から入力された電力は、キャパシタC1とキャパシタC2とを介して出力端25に伝達される。また、出力スイッチ部22は、入力スイッチ部21がキャパシタC1に電力を供給していないときにキャパシタC2に電力を供給するので、出力端25と入力端24とを絶縁することができる。さらに、電圧検出部12は、キャパシタC2の両端電圧V2を検出し、算出部13は、電圧検出部12が検出する両端電圧V2に基づいて、電力伝達用絶縁回路101に流れる電流値 i_L を算出する。したがって、キャパシタC2の両端電圧V2を用いた演算によって、電力伝達用絶縁回路101に流れる電流の電流値 i_L を簡易に求めることができる。その結果、アイソレーションアンプ等を用いた電流検出回路は不要となるため、製造コストの上昇及び回路規模の増大を抑制することが可能となる。

40

【0053】

また、本実施の形態に係る電力伝達用絶縁回路101によれば、電圧検出部12は、第1期間P1の始点である第1時点において電圧値 V_{20} (第1電圧)を検出し、第1時点より後、第3期間P3の終了以前の第2時点において電圧値 $V_2(t)$ (第2電圧)を検

50

出する。そして、算出部 13 は、電圧値 V_{20} と電圧値 $V_2(t)$ とに基づいて、電力伝達用絶縁回路 101 に流れる電流の電流値 i_L を算出する。電圧値 V_{20} 及び電圧値 $V_2(t)$ をパラメータとする式 (3) を用いて演算を行うことにより、電力伝達用絶縁回路 101 に流れる電流の電流値 i_L を精度良く求めることが可能となる。

【0054】

また、本実施の形態に係る電力伝達用絶縁回路 101 によれば、入力スイッチ部 21 は、スイッチ素子 Z1 (第1のスイッチ素子) 及びスイッチ素子 Z2 (第2のスイッチ素子) をオンすることで、入力端 24 から入力された電力をキャパシタ C1 に供給することができる。出力スイッチ部 22 は、スイッチ素子 Z3 (第3のスイッチ素子) 及びスイッチ素子 Z4 (第4のスイッチ素子) をオンすることで、キャパシタ C1 に蓄積された電力をキャパシタ C2 に供給することができる。したがって、スイッチ素子 Z1 ~ Z4 のオン/オフを制御することで、算出部 13 により電流値 i_L を算出しつつ、入力端 24 と出力端 25 との絶縁、及び入力端 24 から出力端 25 への電力の伝達を簡易に行うことが可能となる。

10

【0055】

また、本実施の形態に係る電力伝達用絶縁回路 101 によれば、フォトカプラ X1 の発光素子と受光素子との間は絶縁されているため、電圧を検出する対象である電力伝達系回路と、電圧値から電流値の算出などを行う信号処理系回路 (算出部 13 及び制御部 14 等) との絶縁を行うことが可能となる。

【0056】

20

また、本実施の形態に係る電力変換装置 201 は、電力伝達用絶縁回路 101 を備える。従って、電力変換装置 201 全体としても、製造コストの上昇及び回路規模の増大を抑制することが可能となる。

【0057】

なお、今回開示された実施の形態は、すべての点で例示であり制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した意味ではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。例えば、本実施の形態に係る電力伝達用絶縁回路 101 は蓄電素子としてキャパシタ C0 ~ C2 を備えるが、蓄電素子はキャパシタに限らず、コイル (インダクタ) 等の他の蓄電素子であってもよい。

30

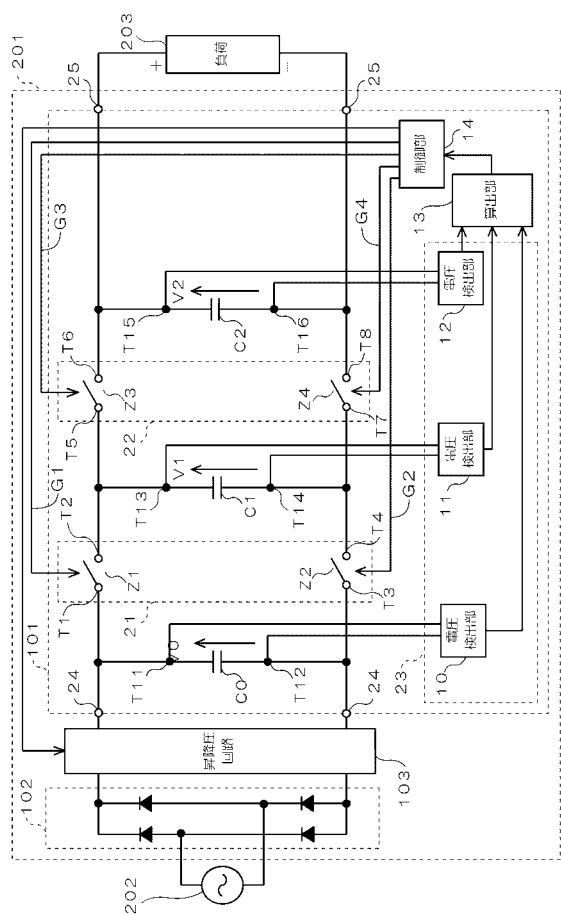
【符号の説明】

【0058】

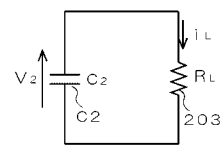
- C0 ~ C2 キャパシタ
- Z1 ~ Z4 スイッチ素子
- 10 ~ 12 電圧検出部
- 13 算出部
- 14 制御部
- 21 入力スイッチ部
- 22 出力スイッチ部
- 23 検出部
- 101 電力伝達用絶縁回路
- 102 整流部
- 103 昇降圧回路
- 201 電力変換装置

40

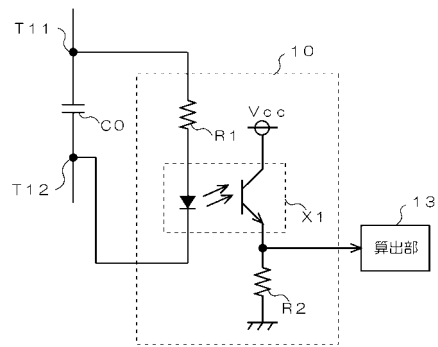
【図 1】



【図 4】



【図 2】



【図 3】

