

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7201264号
(P7201264)

(45)発行日 令和5年1月10日(2023.1.10)

(24)登録日 令和4年12月26日(2022.12.26)

(51)国際特許分類

F I

H 0 2 J 7/00 (2006.01)

H 0 2 J 7/00

Q

H 0 2 J 7/10 (2006.01)

H 0 2 J 7/10

B

H 0 1 M 10/44 (2006.01)

H 0 2 J 7/10

H

H 0 1 M 10/48 (2006.01)

H 0 1 M 10/44

P

G 0 1 R 31/385 (2019.01)

H 0 1 M 10/48

P

請求項の数 5 (全14頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2021-94564(P2021-94564)

(22)出願日 令和3年6月4日(2021.6.4)

(65)公開番号 特開2022-186381(P2022-186381
A)

(43)公開日 令和4年12月15日(2022.12.15)

審査請求日 令和4年6月16日(2022.6.16)

早期審査対象出願

(73)特許権者 595098011

東洋システム株式会社

福島県いわき市常磐西郷町銭田106番
地の1

(74)代理人 110000800

特許業務法人創成国際特許事務所

(72)発明者 富澤 豊

福島県いわき市常磐西郷町銭田106-
1 東洋システム株式会社内

(72)発明者 中嶋 茂樹

福島県いわき市常磐西郷町銭田106-
1 東洋システム株式会社内

(72)発明者 高木 利彦

福島県いわき市常磐西郷町銭田106-
1 東洋システム株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 バッテリー試験装置及びバッテリー充電試験方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

直流電圧を出力する直流電源部と、

複数のスイッチング素子と、前記直流電圧が印加される2つの入力端子と、バッテリーの正端子及び負端子が接続される2つの出力端子とを有するフルブリッジ回路と、

前記フルブリッジ回路の前記複数のスイッチング素子各々のオンオフを所定の周期でデューティ比制御し、充電試験モード時に前記フルブリッジ回路を介して前記バッテリーに充電電流を供給させることにより前記バッテリーを充電させる制御部と、を備えるバッテリー試験装置であって、

前記制御部は、

前記充電試験モードにおける定電流・定電圧制御の開始指令に応答して前記充電電流が設定電流値に等しくなるように前記充電電流を前記バッテリーに供給させる定電流充電制御を実行し、

前記定電流充電制御の実行中に前記バッテリーの前記正端子及び前記負端子の端子間電圧が設定電圧値まで上昇したときに前記定電流充電制御を停止し、前記端子間電圧が前記設定電圧値に維持されるように前記充電電流を前記バッテリーに供給させる定電圧充電制御を実行し、

前記定電圧充電制御の実行中に前記充電電流が0[A]まで低下したときに前記定電圧充電制御を停止し、前記充電電流を0[A]に維持させるゼロアンペア制御を実行し、

前記ゼロアンペア制御の実行中に前記端子間電圧が前記設定電圧値より上昇したときに

前記ゼロアンペア制御を停止し、前記バッテリーから微小の放電電流を流し出させる微小放電制御を実行することを特徴とするバッテリー試験装置。

【請求項 2】

前記制御部は、前記微小放電制御の実行中に前記端子間電圧が前記設定電圧値まで低下したときに前記微小放電制御を停止し、前記ゼロアンペア制御を実行することを特徴とする請求項 1 記載のバッテリー試験装置。

【請求項 3】

前記フルブリッジ回路は、第 1 スイッチング素子、第 2 スイッチング素子、第 3 スイッチング素子及び第 4 スイッチング素子からなり、

前記第 1 スイッチング素子の一端と前記第 3 スイッチング素子の一端とが前記 2 つの入力端子の一方に接続され、

前記第 2 スイッチング素子の一端と前記第 4 スイッチング素子の一端とが前記 2 つの入力端子の他方に接続され、

前記第 1 スイッチング素子の他端と前記第 2 スイッチング素子の他端とが前記 2 つの出力端子の一方に接続され、

前記第 3 スイッチング素子の他端と前記第 4 スイッチング素子の他端とが前記 2 つの出力端子の他方に接続され、

前記 2 つの出力端子がインダクタ及びキャパシタを含む平滑回路を介して前記バッテリーの前記正端子及び前記負端子に各々接続され、

前記制御部は、

前記所定の周期内に充電電流期間、前記充電電流期間の終了直後の第 1 転流電流期間、放電電流期間、前記放電電流期間の終了直後の第 2 転流電流期間を構成し、

前記充電電流期間において前記第 1 スイッチング素子及び前記第 4 スイッチング素子をオンに制御し、前記第 2 スイッチング素子及び前記第 3 スイッチング素子をオフに制御して前記バッテリーに前記充電電流を供給させ、

前記第 1 転流電流期間において前記第 1 乃至前記第 4 スイッチング素子をオフに制御して前記インダクタに蓄積されたエネルギーにより前記充電電流の方向に第 1 転流電流を前記第 2 スイッチング素子及び前記第 3 スイッチング素子各々の還流ダイオードを介して流させ、

前記放電電流期間において前記第 1 スイッチング素子及び前記第 4 スイッチング素子をオフに制御し、前記第 2 スイッチング素子及び前記第 3 スイッチング素子をオンに制御して前記バッテリーから前記放電電流を流させ、

前記第 2 転流電流期間において前記第 1 乃至前記第 4 スイッチング素子をオフに制御して前記インダクタに蓄積されたエネルギーにより前記放電電流の方向に第 2 転流電流を前記第 1 スイッチング素子及び前記第 4 スイッチング素子各々の還流ダイオードを介して流させ、

前記充電電流期間と前記放電電流期間との比率によって前記デューティ比制御を行うことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のバッテリー試験装置。

【請求項 4】

前記ゼロアンペア制御の実行中には前記充電電流期間は前記放電電流期間より大であることを特徴とする請求項 3 記載のバッテリー試験装置。

【請求項 5】

直流電圧を出力する直流電源部と、

複数のスイッチング素子と、前記直流電圧が印加される 2 つの入力端子と、バッテリーの正端子及び負端子が接続される 2 つの出力端子とを有するフルブリッジ回路と、

前記フルブリッジ回路の前記複数のスイッチング素子各々のオンオフを所定の周期でデューティ比制御し、充電試験モード時に前記フルブリッジ回路を介して前記バッテリーに充電電流を供給させることにより前記バッテリーを充電させる制御部と、を備えるバッテリー試験装置のバッテリー充電試験方法であって、

前記制御部は、

10

20

30

40

50

前記充電試験モードにおける定電流・定電圧制御の開始指令に応答して前記充電電流が設定電流値に等しくなるように前記充電電流を前記バッテリーに供給させる定電流充電制御を実行するステップと、

前記定電流充電制御の実行中に前記バッテリーの前記正端子及び前記負端子の端子間電圧が設定電圧値まで上昇したときに前記定電流充電制御を停止し、前記端子間電圧が前記設定電圧値に維持されるように前記充電電流を前記バッテリーに供給させる定電圧充電制御を実行するステップと、

前記定電圧充電制御の実行中に前記充電電流が0[A]まで低下したときに前記定電圧充電制御を停止し、前記充電電流を0[A]に維持させるゼロアンペア制御を実行するステップと、

前記ゼロアンペア制御の実行中に前記端子間電圧が前記設定電圧値より上昇したときに前記ゼロアンペア制御を停止し、前記バッテリーから微小の放電電流を流し出させる微小放電制御を実行するステップと、を含むことを特徴とするバッテリー充電試験方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、バッテリーの特性試験のためにバッテリーの充電を制御するバッテリー試験装置及びバッテリー充電試験方法に関する。

【背景技術】

【0002】

バッテリー試験装置は、試験対象のバッテリーに対して充電試験及び放電試験を各々行つての充放電特性を測定するものである。バッテリー試験装置としては、特許文献1に開示されているように、双方向DC-DCコンバータが用いられているものがある。双方向DC-DCコンバータは、4つのスイッチング素子をブリッジ接続したフルブリッジ回路からなる。双方向DC-DCコンバータの一方の端子に直流電源が接続され、他方の端子にチョークコイルを介してバッテリーが接続される。双方向DC-DCコンバータの各スイッチング素子のオンオフは制御部によって所定の周期でデューティ比制御される。デューティ比制御では、直流電源から双方向DC-DCコンバータのフルブリッジ回路、そしてチョークコイルを介してバッテリーに充電電流を供給する充電電流期間と、バッテリーからの放電電流をチョークコイル、そして双方向DC-DCコンバータのフルブリッジ回路を介して直流電源側の回路に供給する放電電流期間との割合が制御される。通常、バッテリーに対する充電試験モードでは充電電流期間が放電電流期間より大きくなり、所定の周期毎にバッテリーが充電され、バッテリーに対する放電試験モードでは放電電流期間が充電電流期間より大きくなり、所定の周期毎にバッテリーが放電される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2008-35620号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

バッテリー試験装置においては、充電試験モードにおける定電流・定電圧制御では、バッテリーの端子間電圧が予め定められた設定電圧値に達するまでバッテリーを充電させ、その後、バッテリーの端子間電圧を設定電圧値のままで長時間に亘って維持させることが行われている。

【0005】

しかしながら、充電試験モードにおける定電流・定電圧制御では時間経過と共にバッテリーが設定電圧値まで充電された後は微小な充電電流の増減により、端子間電圧が比較的変動し易くなるので、バッテリーの充電制御及びその後のバッテリーの端子間電圧の維持制御が高精度で実行されることが望まれていた。

10

20

30

40

50

【0006】

そこで、本発明の目的は、充電試験モードにおいてバッテリーの充電制御及びその後のバッテリーの端子間電圧の維持制御を高精度で実行することができるバッテリー試験装置及びバッテリー充電試験方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明のバッテリー試験装置は、直流電圧を出力する直流電源部と、複数のスイッチング素子と、前記直流電圧が印加される2つの入力端子と、バッテリーの正端子及び負端子が接続される2つの出力端子とを有するフルブリッジ回路と、前記フルブリッジ回路の前記複数のスイッチング素子各々のオンオフを所定の周期でデューティ比制御し、充電試験モード時に前記フルブリッジ回路を介して前記バッテリーに充電電流を供給させることにより前記バッテリーを充電させる制御部と、を備えるバッテリー試験装置であって、前記制御部は、前記充電試験モードの開始指令に応答して前記充電電流が設定電流値に等しくなるように前記充電電流を前記バッテリーに供給させる定電流充電制御を実行し、前記定電流充電制御の実行中に前記バッテリーの前記正端子及び前記負端子の端子間電圧が設定電圧値まで上昇したときに前記定電流充電制御を停止し、前記端子間電圧が前記設定電圧値に維持されるように前記充電電流を前記バッテリーに供給させる定電圧充電制御を実行し、前記定電圧充電制御の実行中に前記充電電流が0[A]まで低下したときに前記定電圧充電制御を停止し、前記充電電流を0[A]に維持させるゼロアンペア制御を実行し、前記ゼロアンペア制御の実行中に前記端子間電圧が前記設定電圧値より上昇したときに前記ゼロアンペア制御を停止し、前記バッテリーから微小の放電電流を流し出させる微小放電制御を実行することを特徴としている。

【0008】

本発明のバッテリー充電試験方法は、直流電圧を出力する直流電源部と、複数のスイッチング素子と、前記直流電圧が印加される2つの入力端子と、バッテリーの正端子及び負端子が接続される2つの出力端子とを有するフルブリッジ回路と、前記フルブリッジ回路の前記複数のスイッチング素子各々のオンオフを所定の周期でデューティ比制御し、充電試験モード時に前記フルブリッジ回路を介して前記バッテリーに充電電流を供給させることにより前記バッテリーを充電させる制御部と、を備えるバッテリー試験装置のバッテリー充電試験方法であって、前記制御部は、前記充電試験モードの開始指令に応答して前記充電電流が設定電流値に等しくなるように前記充電電流を前記バッテリーに供給させる定電流充電制御を実行するステップと、前記定電流充電制御の実行中に前記バッテリーの前記正端子及び前記負端子の端子間電圧が設定電圧値まで上昇したときに前記定電流充電制御を停止し、前記端子間電圧が前記設定電圧値に維持されるように前記充電電流を前記バッテリーに供給させる定電圧充電制御を実行するステップと、前記定電圧充電制御の実行中に前記充電電流が0[A]まで低下したときに前記定電圧充電制御を停止し、前記充電電流を0[A]に維持させるゼロアンペア制御を実行するステップと、前記ゼロアンペア制御の実行中に前記端子間電圧が前記設定電圧値より上昇したときに前記ゼロアンペア制御を停止し、前記バッテリーから微小の放電電流を流し出させる微小放電制御を実行するステップと、を含むことを特徴としている。

【発明の効果】

【0009】

本発明のバッテリー試験装置及びバッテリー充電試験方法によれば、定電流充電制御及び定電圧充電制御を実行してバッテリーの端子間電圧が設定電圧値に達するようにバッテリーを効率良くかつ高精度で充電させることができ、定電流充電制御及び定電圧充電制御の終了後、ゼロアンペア制御及び微小放電制御を実行するのでバッテリーの端子間電圧を設定電圧値に高精度で維持させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明が適用されたバッテリー充放電試験装置の回路構成を示す図である。

【図 2】図 1 の装置内のフルブリッジ回路内の各スイッチング素子のオンオフ状態を示すタイムチャートである。

【図 3】図 2 の充電電流期間 T A におけるバッテリー充放電試験装置内の充電電流経路を示す図である。

【図 4】図 2 の転流電流期間 T B におけるバッテリー充放電試験装置内の転流電流経路を示す図である。

【図 5】図 2 の放電電流期間 T C におけるバッテリー充放電試験装置内の放電電流経路を示す図である。

【図 6】図 2 の転流電流期間 T D におけるバッテリー充放電試験装置内の転流電流経路を示す図である。

【図 7】図 1 のバッテリー充放電試験装置内の制御部の制御動作を示すフローチャートである。

【図 8】ゼロアンペア制御中のフルブリッジ回路内のスイッチング素子のオンオフ状態を示すタイムチャートである。

【図 9】制御部の制御動作によるバッテリーの端子間電圧及びバッテリーを流れる電流の変化を示す図である。

【図 10】微小放電制御を設けない充電試験モードでの制御動作の場合にバッテリーの端子間電圧及びバッテリーを流れる電流の変化を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の実施例を、図面を参照しつつ詳細に説明する。

【0012】

図 1 は本発明が適用されたバッテリー充放電試験装置を示している。このバッテリー充放電試験装置は、バッテリーに対して充電試験と共に放電試験を可能にしている。バッテリー充放電試験装置は、1 次電源である交流電源 11 の供給を受けて試験対象のバッテリー 15 に対して充放電試験を行う部分である。バッテリー 15 の定格電圧は例えば、4.0 [V] であるが、それ以下の電圧でも良い。

【0013】

バッテリー充放電試験装置は、AC/DC 変換部 21 と、フルブリッジ回路 35 と、チョークコイル 36、37、コンデンサ 38、39、電流検出部 40 と、電圧検出部 50 と、制御部 51 とを含む。

【0014】

AC/DC 変換部 21 は、直流電源部を構成し、交流電源 11 に接続されている。AC/DC 変換部 21 は、交流電源 11 の出力交流電圧が入力端子 21A、21B に入力されると、交流電圧を整流することにより所定の直流電圧に変換し、その直流電圧を出力端子 21C、21D から出力する。交流電源 11 の交流電圧は例えば、100 [V]、又は 200 [V] である。AC/DC 変換部 21 の出力直流電圧は例えば、24.0 [V] である。

【0015】

AC/DC 変換部 21 の正極側の出力端子 21C と負極側の出力端子 21D との間には、コンデンサ 38 が接続されている。また、その正極側及び負極側の出力端子 21C、21D 間には、フルブリッジ回路 35 が接続されている。フルブリッジ回路 35 は、4 個の IGBT（絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ）等の半導体スイッチング素子 31～34（第 1～第 4 スwitchング素子）からなる。

【0016】

フルブリッジ回路 35 では、スイッチング素子 31、33 の一端（入力端子 35A）が出力端子 21C に接続され、スイッチング素子 32、34 の一端（入力端子 35B）が出力端子 21D に接続されている。スイッチング素子 31、32 の他端（出力端子 35C）が互いに接続され、その接続点がチョークコイル 36、そして電流検出部 40 を直列に介してバッテリー 15 の正端子に接続されている。また、スイッチング素子 33、34 の他端（出力端子 35D）が互いに接続され、その接続点がチョークコイル 37 を介してバッ

10

20

30

40

50

テリー 15 の負端子に接続されている。バッテリー 15 の正端子及び負端子間にはコンデンサ 39 が接続されている。インダクタであるチョークコイル 36、37 とキャパシタであるコンデンサ 39 は平滑回路を構成している。

【0017】

スイッチング素子 31～34 は、構造上の理由から寄生ダイオード(ボディダイオード)が形成されるため、ターンオフ時の破損を防ぐ還流ダイオード(フリーホイーリングダイオード) 41～44 を各々有している。具体的にはスイッチング素子 31～34 に環流ダイオード 41～44 が各々並列接続されている。この還流ダイオードは、半導体スイッチング素子として IGBT を用いた場合には、IGBT のコレクタに環流ダイオードのカソードを接続し、エミッタに環流ダイオードのアノードを接続している。

10

【0018】

フルブリッジ回路 35 は、基本的に、スイッチング素子 31、34 がオンであり、スイッチング素子 32、33 がオフである充電電流期間 TA と、スイッチング素子 31～34 がオフであり、ダイオード 42、43 がオンとなる転流電流期間 TB と、スイッチング素子 31、34 がオフであり、スイッチング素子 32、33 がオンである放電電流期間 TC と、スイッチング素子 31～34 がオフであり、ダイオード 41、44 がオンとなる転流電流期間 TD とかなる期間を 1 周期 T_1 (所定の周期) とし、それを繰り返す。スイッチング素子 31～34 のオンオフ(スイッチング)は制御部 51 によって制御される。充電電流期間 TA と放電電流期間 TC とはデューティ比制御される。本実施例では、この制御部 51 のデューティ比は DR で表され、充電電流期間 TA と転流期間 TB と放電電流期間 TC と転流期間 TD との合計期間に対応する充電電流期間 TA の割合である。

20

【0019】

電流検出部 40 はフルブリッジ回路 35 とバッテリー 15 との間を流れる電流値を検出し、それをバッテリー電流 I_{dec} として出力する。すなわち、充電試験モードではバッテリー 15 を充電させる充電電流値を検出し、放電試験モードではバッテリー 15 の放電の際の放電電流値を検出する。電流検出部 40 は例えば、抵抗や電流センサからなる。電圧検出部 50 はバッテリー 15 の正負の端子間電圧 V_{dec} を検出する。

【0020】

制御部 51 は例えば、マイクロコンピュータから構成される。制御部 51 には電流検出部 40 及び電圧検出部 50 の各々の検出出力が接続され、電流検出部 40 によって検出されたバッテリー電流 I_{dec} 及び電圧検出部 50 によって検出された端子間電圧 V_{dec} が供給される。制御部 51 はフルブリッジ回路 35 に接続され、フルブリッジ回路 35 内の半導体スイッチング素子 31～34 のオンオフを制御する制御信号を生成する。制御信号はフルブリッジ回路 35 内において半導体スイッチング素子 31～34 のゲートに供給される。

30

【0021】

次に、このような構成を有する本発明によるバッテリー充放電試験装置の動作について説明する。

【0022】

交流電源 11 の出力交流電圧が AC/DC 変換部 21 に供給されると、AC/DC 変換部 21 は直流電圧を出力する。AC/DC 変換部 21 の出力直流電圧はフルブリッジ回路 35 の入力端子 35A、35B 間に供給される。入力端子 35A に正電位 24.0[V] が印加され、入力端子 35B に電位 0[V] が印加される。

40

【0023】

制御部 51 は、例えば、一定間隔毎に、電流検出部 40 から得られる充電電流又は放電電流であるバッテリー電流 I_{dec} と、電圧検出部 50 から得られるバッテリー 15 の端子間電圧 V_{dec} とに応じて、例えば、バッテリー 15 の端子間電圧 V_{dec} が予め定められた設定電圧値になるように、又は充電電流及び放電電流の各々が予め定められた設定電流値になるようにデューティ比 DR を決定し、そのデューティ比 DR を示す制御信号をフルブリッジ回路 35 に供給する。

【0024】

50

図 2 に示すように、フルブリッジ回路 3 5 ではスイッチング素子 3 1 ~ 3 4 のオンオフ制御は充電電流期間 T A、転流電流期間 T B（第 1 転流電流期間）、放電電流期間 T C、転流電流期間 T D（第 2 転流電流期間）を 1 周期 T_1 として繰り返し行われている。充電電流期間 T A ではスイッチング素子 3 1、3 4 がオンであり、スイッチング素子 3 2、3 3 がオフであり、放電電流期間 T C ではスイッチング素子 3 1、3 4 がオフであり、スイッチング素子 3 2、3 3 がオンである。充電電流期間 T A の終了直後の転流電流期間 T B ではスイッチング素子 3 1 ~ 3 4 が全てオフとなる。同様に放電電流期間 T C の終了直後の転流電流期間 T D でもスイッチング素子 3 1 ~ 3 4 が全てオフとなる。デューティ比 D R が例えば、50 % である場合の制御では、充電電流期間 T A と放電電流期間 T B とは互いに等しい長さ $\{T_1 - (T_B + T_D)\} / 2$ である。

10

【0025】

図 3 に矢印 M A で示すように、充電電流期間 T A には充電電流が A C / D C 変換部 2 1 の出力端子 2 1 C、スイッチング素子 3 1、チョークコイル 3 6、電流検出部 4 0 を順に介してバッテリー 1 5 の正端子からバッテリー 1 5 内に流れ込み、そして、バッテリー 1 5 の負端子からチョークコイル 3 7、スイッチング素子 3 4、そして A C / D C 変換部 2 1 の出力端子 2 1 D の順に流れる。この充電電流の流れによりバッテリー 1 5 は充電され、バッテリー 1 5 に電荷が蓄電される。

【0026】

図 4 に矢印 M B で示すように、転流電流期間 T B には、充電電流期間 T A にチョークコイル 3 6、3 7 に蓄積されたエネルギーが充電電流の流れ方向に転流電流を流す。この転流電流期間 T B にはダイオード 4 2、4 3 がオンとなり、転流電流は A C / D C 変換部 2 1 の出力端子 2 1 D、ダイオード 4 2、チョークコイル 3 6、電流検出部 4 0、バッテリー 1 5、チョークコイル 3 7、ダイオード 4 3、そして A C / D C 変換部 2 1 の出力端子 2 1 C の経路を流れ、バッテリー 1 5 を充電させる。

20

【0027】

図 5 に矢印 M C で示すように、放電電流期間 T C には放電電流が A C / D C 変換部 2 1 の出力端子 2 1 C、スイッチング素子 3 3、チョークコイル 3 7、バッテリー 1 5 の負端子に流れ、更にバッテリー 1 5 の正端子から電流検出部 4 0、チョークコイル 3 6、スイッチング素子 3 2 を順に介して A C / D C 変換部 2 1 の出力端子 2 1 D に至る。この放電電流はバッテリー 1 5 から流れ出る電流であり、バッテリー 1 5 の蓄電電荷を放電させる。

30

【0028】

図 6 に矢印 M D で示すように、転流電流期間 T D には、放電電流期間 T C にチョークコイル 3 6、3 7 に蓄積されたエネルギーが放電電流の流れ方向に転流電流を流す。転流電流期間 T D にはダイオード 4 1、4 4 がオンとなり、転流電流は A C / D C 変換部 2 1 の出力端子 2 1 D からダイオード 4 4、チョークコイル 3 7、バッテリー 1 5、電流検出部 4 0、チョークコイル 3 6、ダイオード 4 1、そして A C / D C 変換部 2 1 の出力端子 2 1 C の経路を流れ、出力端子 2 1 C、2 1 D 間において転流による放電電力が回生電力として得られる。出力端子 2 1 C、2 1 D 間には、チョークコイル 3 6 の端子間電圧、バッテリー 1 5 の端子間電圧、及びチョークコイル 3 7 の端子間電圧の合算電圧が回生電圧として生じる。

40

【0029】

上記した充電電流期間 T A と放電電流期間 T C との 1 周期 T_1 内の比率であるデューティ比 D R に応じて 1 周期 T_1 の動作が充電試験モードとなるか、逆に放電試験モードとなるかが決定される。充電試験モードのデューティ比 D R の制御では、1 周期 T_1 において充電電流期間 T A が増大される一方、放電電流期間 T C が減少されるので、充電電流期間 T A の充電電流によるバッテリー 1 5 への充電電荷量が放電電流期間 T C の放電電流によるバッテリー 1 5 からの放電電荷量を越える。よって、結果的に 1 周期 T_1 においてバッテリー 1 5 には充電電流が流れ込んだこととなり、バッテリー 1 5 は充電される。

【0030】

逆に放電試験モードのデューティ比 D R の制御では、1 周期 T_1 において充電電流期間

50

T_A が減少される一方、放電電流期間 T_C が増大されるので、放電電流期間 T_C の放電電流によるバッテリー15からの放電電荷量が充電電流期間 T_A の充電電流による充電電荷量を越える。よって、結果的に1周期 T_1 においてバッテリー15から放電電流が流れ出したこととなり、バッテリー15は放電される。

【0031】

制御部51は、定電流・定電圧制御の充電試験開始の指令を外部から受けると、定電圧・定電流充電試験モードとなる。充電試験モードでは、図7に示すように、制御部51は、まず、定電流充電制御を実行する（ステップS11）。定電流充電制御はバッテリー15に供給される充電電流が定電流値、すなわち設定電流値 I_{set} に等しくなるように充電電流を供給させることによりバッテリー15を充電させる制御である。定電流充電制御では一定間隔毎に電流検出部40によって検出されるバッテリー電流 I_{dec} が設定電流値 I_{set} 、例えば、1[A]となるようにデューティ比 DR が制御される。例えば、バッテリー電流 I_{dec} が設定電流値 I_{set} より高ければデューティ比 DR が制御変位値 ΔDR_1 だけ低下され、バッテリー電流 I_{dec} が設定電流値 I_{set} より低ければデューティ比 DR が制御変位値 ΔDR_1 だけ増加され、バッテリー電流 I_{dec} が設定電流値 I_{set} に等しければ、そのときのデューティ比 DR が維持される。

【0032】

制御部51は、定電流充電制御の実行中には、バッテリー15の端子間電圧（バッテリー電圧） V_{dec} が設定電圧値 V_{set} に達したか否かを判別する（ステップS12）。バッテリー15の端子間電圧 V_{dec} は上記したように電圧検出部50によって検出される。 $V_{dec} < V_{set}$ ならば、ステップS11の定電流充電制御を継続する。 $V_{dec} \geq V_{set}$ ならば、制御部51は、定電流充電制御を停止し、定電圧充電制御を実行する（ステップS13）。定電圧充電制御はバッテリー15の端子間電圧 V_{dec} が定電圧値、すなわち設定電圧値 V_{set} に維持されるようにバッテリー15に充電電流を供給させることによりバッテリー15を充電させる制御である。定電圧充電制御では一定間隔毎に電圧検出部50によって検出される端子間電圧 V_{dec} が設定電圧値 V_{set} 、例えば、4.0[V]となるようにデューティ比 DR が制御される。例えば、端子間電圧 V_{dec} が設定電圧値 V_{set} より高ければデューティ比 DR が制御変位値 ΔDR_2 だけ低下され、検出電圧 V_{dec} が設定電圧値 V_{set} より低ければデューティ比 DR が制御変位値 ΔDR_2 だけ増加され、検出電圧 V_{dec} が設定電圧値 V_{set} に等しければ、そのときのデューティ比 DR が維持される。

【0033】

制御部51は、定電圧充電制御の実行中には、電流検出部40によって検出されるバッテリー電流 I_{dec} が0[A]に達したか否かを判別する（ステップS14）。 $I_{dec} > 0[A]$ ならば、ステップS13の定電圧充電制御を継続する。一方、 $I_{dec} \leq 0[A]$ ならば、制御部51は、ゼロアンペア制御を実行する（ステップS15）。ゼロアンペア制御はバッテリー15への充電電流を0[A]とし、バッテリー15に対して充電をほぼ行わない制御である。ゼロアンペア制御では、周期 T_1 毎のデューティ比 DR は現在値に維持される。しかしながら、バッテリー電流 I_{dec} が0[A]より低下するとデューティ比 DR を制御変位値 ΔDR_3 だけ増加することが可能である。制御変位値 ΔDR_3 は制御変位値 ΔDR_1 、 ΔDR_2 に比べて非常に小さい微小値である。

【0034】

ゼロアンペア制御中においては、バッテリー15の端子間電圧 V_{dec} が設定電圧値 V_{set} 、例えば、4.0[V]になっているので、バッテリー15に流れる電流を0[A]に維持させるためには、図8に示すように、1周期 T_1 内のスイッチング素子31～34のオンオフによって定まる充電電流期間 T_A は放電電流期間 T_C より大きくなる。すなわち $T_A > T_C$ となるようにデューティ比 DR が設定される。

【0035】

制御部51は、ゼロアンペア制御の実行中には、バッテリー15の端子間電圧 V_{dec} が設定電圧値 V_{set} より高いか否かを判別する（ステップS16）。 $V_{dec} > V_{set}$ であるならば、制御部51は、ゼロアンペア制御を停止し、微小放電制御を実行する（ステップS

17)。微小放電制御はバッテリー15から微小の放電電流を流し出させる制御である。微小放電制御では、周期 T_1 毎のデューティ比 DR は現在値から制御変位値 ΔDR_4 だけ減少される。 ΔDR_4 は制御変位値 ΔDR_3 と同じ微小値でも良い。

【0036】

制御部51は、微小放電制御の実行中には、ステップS16に進んでバッテリー15の端子間電圧 V_{dec} が設定電圧値 V_{set} より高いか否かを判別する。微小放電制御の実行中に $V_{dec} > V_{set}$ であるならば、微小放電制御が継続される。

【0037】

制御部51は、ステップS16において $V_{dec} \leq V_{set}$ ならば、充電試験の終了であるかを判別する(ステップS18)。制御部51は、充電試験終了の指令を外部から受けた場合、或いは予め決められた充電試験時間が経過した場合には充電試験の終了と判別する。制御部51は、充電試験終了の指令を外部から受けていない場合には充電試験の終了ではないと判別し、ステップS15のゼロアンペア制御を実行する。よって、微小放電制御の実行によって $V_{dec} \leq V_{set}$ となり、更に充電試験終了でない場合には微小放電制御が停止され、ゼロアンペア制御が再開されることになる。

【0038】

制御部51は、ステップS18において充電試験の終了と判別した場合には、ゼロアンペア制御又は微小放電制御を含む充電試験の制御動作を停止する(ステップS19)。

【0039】

上記した制御部51の制御動作によって充電試験モードにおけるバッテリー15の端子間電圧 V_{dec} 及びバッテリー電流 I_{dec} 各々は図9に示すように時間経過と共に変化する。図9において充電試験が時点 t_0 において開始されると、まず、ステップS11の定電流充電制御が実行される。定電流充電制御中においてはバッテリー15に供給される充電電流が設定電流値 I_{set} に制御され、一定とされる。このような一定の充電電流が供給されるバッテリー15の端子間電圧 V_{dec} は徐々に増加する。

【0040】

時点 t_1 においてバッテリー15の端子間電圧 V_{dec} が設定電圧値 V_{set} に達すると、定電流充電制御が停止され、代わってステップS13の定電圧充電制御が開始される。定電圧充電制御中においてはバッテリー15の端子間電圧 V_{dec} が設定電圧値 V_{set} に維持されるように充電電流がバッテリー15に供給される。これにより充電電流、すなわちバッテリー電流 I_{dec} は低下していくことになる。

【0041】

時点 t_2 において充電電流が0[A]まで低下すると、定電圧充電制御が停止され、代わってステップS15のゼロアンペア制御が開始される。ゼロアンペア制御中においては周期 T_1 における実質的に充電電流を流さない。しかしながら、ゼロアンペア制御においてもフルブリッジ回路35のスイッチング素子31～34のオンオフ動作は続けて行われるので、そのオンオフ動作によるノイズ等により微小の充電電流がバッテリー15に流れることが起きることがある。そのように微小の充電電流が流れると、バッテリー15は充電されるのでバッテリー15の端子間電圧 V_{dec} が設定電圧値 V_{set} より上昇する。この端子間電圧 V_{dec} の上昇は電圧検出部50を介して制御部51に伝わるので、ゼロアンペア制御が停止され、代わってステップS17の微小放電制御が開始される。

【0042】

ところで、ステップS17の微小放電制御を設けない充電試験モードでは、図10に示すように、時点 t_2 以降においてゼロアンペア制御が継続されるので、スイッチング素子31～34のオンオフ動作によるノイズ等により微小の充電電流(図10の符号X)がバッテリー15に断続的に流れる。その断続的な微小の充電電流はバッテリー15は充電させるので、図10に符号Yで示すようにバッテリー15の端子間電圧 V_{dec} が設定電圧値 V_{set} より徐々に上昇していくことになる。よって、バッテリー15の端子間電圧 V_{dec} を設定電圧値 V_{set} に維持させることができなくなる。

【0043】

10

20

30

40

50

一方、本発明の実施例ではステップ S 1 7 の微小放電制御を設けたので、ゼロアンペア制御中にバッテリー 1 5 の端子間電圧 V_{dec} が設定電圧値 V_{set} より上昇すると、上記したようにゼロアンペア制御に代わってステップ S 1 7 の微小放電制御が開始される。図 9 においては微小放電制御中の電流特性の一部分の特性 P 1 が拡大されて特性 P 2 として示されている。その拡大特性 P 2 に符号 Z で示すように、微小放電制御中に $V_{dec} > V_{set}$ であるとバッテリー 1 5 から微小の放電電流が流れ出るので、バッテリー 1 5 は僅かに放電されることになり、バッテリー 1 5 の端子間電圧 V_{dec} は低下する。よって、図 9 に示すように、時点 t_2 以降においては、ゼロアンペア制御と微小放電制御とが繰り返されることにより、0 [A] を境界にして微小充電電流と微小放電電流とが流れるので、その結果、バッテリー 1 5 の端子間電圧 V_{dec} を設定電圧値 V_{set} に高精度で維持させることができる。

10

【0044】

なお、上記した実施例では、ステップ S 1 6 においてバッテリー 1 5 の端子間電圧 V_{dec} が設定電圧値 V_{set} より高くなると微小放電制御が実行されるが、設定電圧値 V_{set} に許容幅を設けても良い。すなわち、バッテリー 1 5 の端子間電圧 V_{dec} が設定電圧値 $V_{set} + \Delta V$ より高くなった場合に微小放電制御を実行するようにしても良い。

【0045】

また、上記した実施例における AC / DC 変換部 2 1 の出力直流電圧値、設定電圧値 V_{set} 、設定電流値 I_{set} 等の具体的な数値は本発明における一例に過ぎず、本発明はそれらの数値に限定されない。本発明においてそれらの数値が、使用されるバッテリーの特性や充電放電条件等によって変更されても良いことは勿論である。

20

【符号の説明】

【0046】

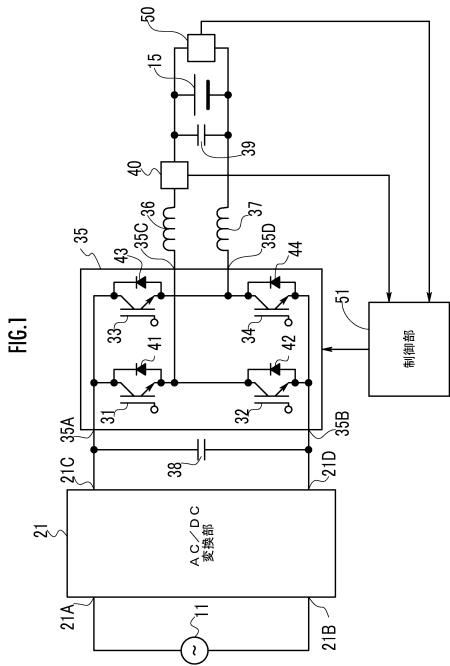
- 1 1 交流電源
- 1 5 バッテリー
- 2 1 AC / DC 変換部
- 3 1 ~ 3 4 半導体スイッチング素子
- 3 5 フルブリッジ回路
- 3 6、3 7 チョークコイル
- 3 8、3 9 コンデンサ
- 4 0 電流検出部
- 4 1 ~ 4 4 還流ダイオード
- 5 0 電圧検出部
- 5 1 制御部

30

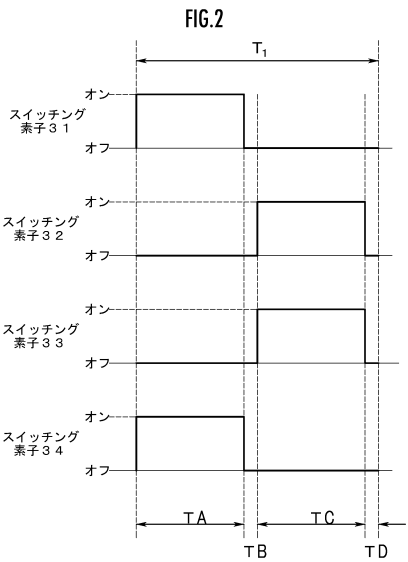
40

50

【図面】
【図 1】



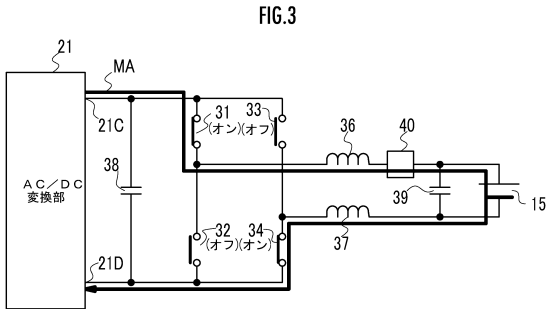
【図 2】



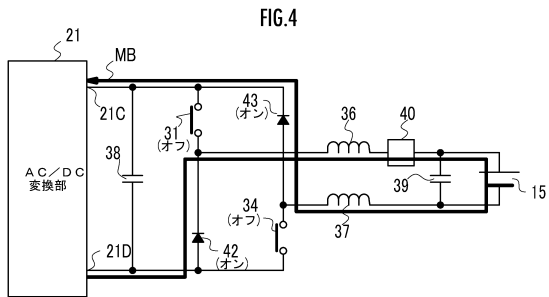
10

20

【図 3】



【図 4】

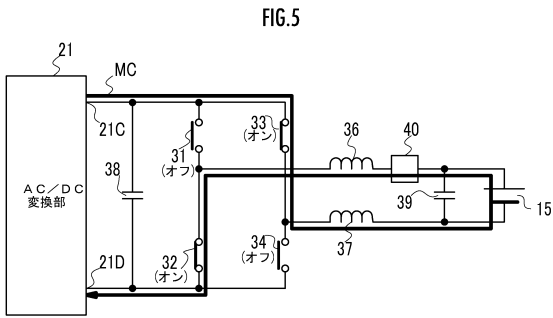


30

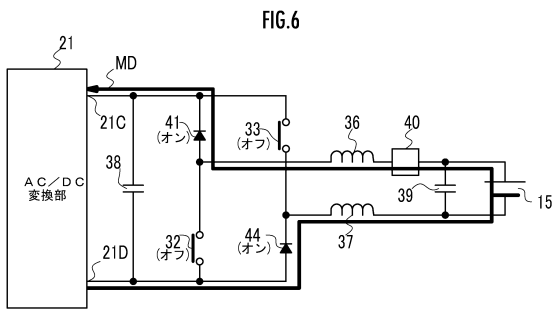
40

50

【図 5】

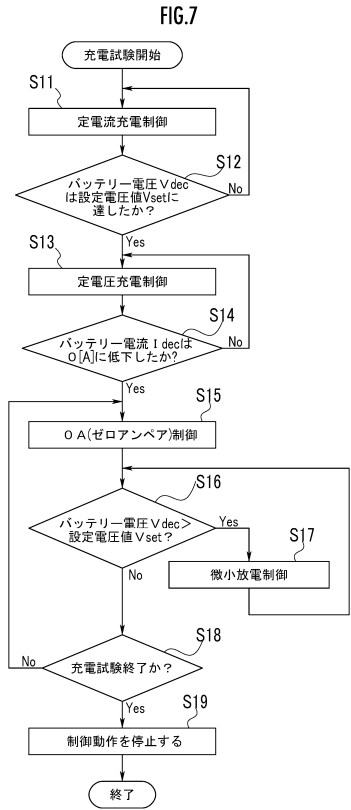


【図 6】

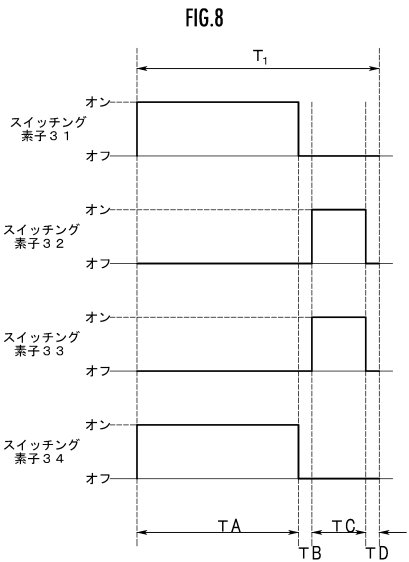


10

【図 7】



【図 8】



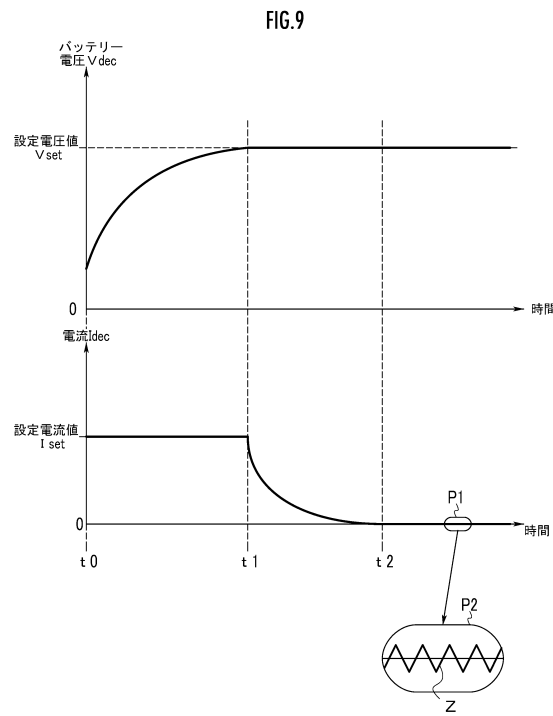
20

30

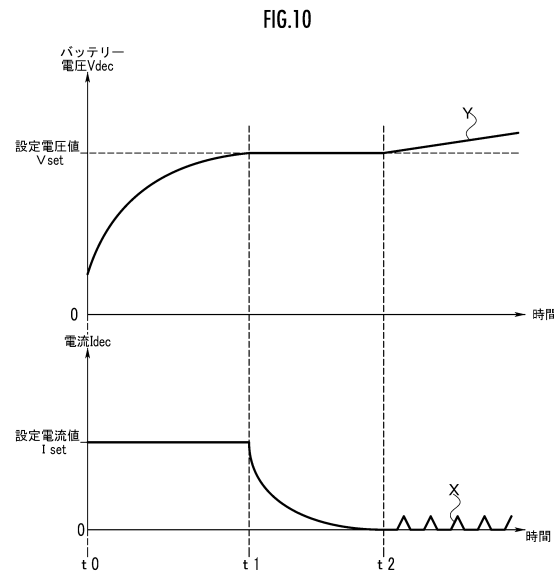
40

50

【図 9】



【図 10】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類 F I
G 0 1 R 31/385

(72)発明者 庄司 秀樹
福島県いわき市常磐西郷町銭田１０６－１ 東洋システム株式会社内

審査官 山本 香奈絵

(56)参考文献 特開２０１４－２２０８９６（ＪＰ，Ａ）
特開２０１４－１０２８９０（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－１４１４７５（ＪＰ，Ａ）
特開２０２０－１８４８８０（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－２５９６３２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B名)
H 0 2 J 7 / 0 0
H 0 2 J 7 / 1 0
H 0 1 M 1 0 / 4 4
H 0 1 M 1 0 / 4 8
G 0 1 R 3 1 / 3 8 5