

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 4 月 10 日(10.04.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/054504 A1

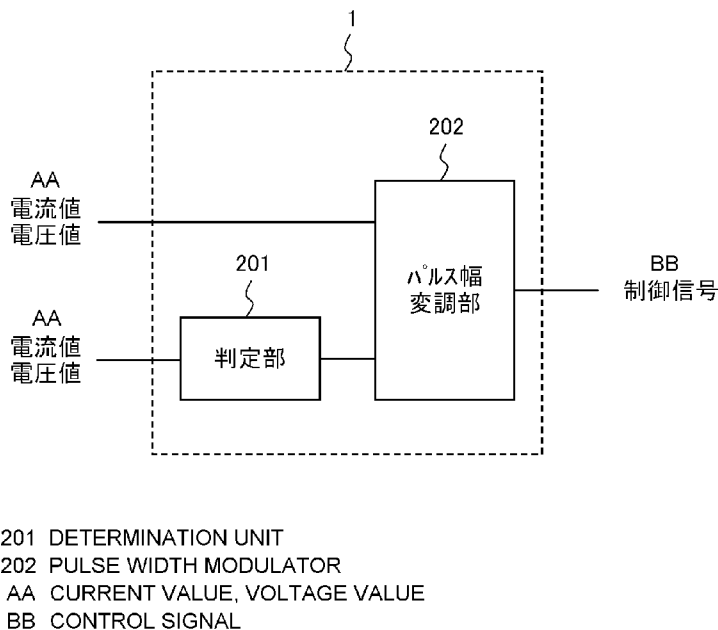
- (51) 国際特許分類:
H02J 7/02 (2006.01) H02J 7/04 (2006.01)
H01M 10/44 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/076126
- (22) 国際出願日: 2013 年 9 月 26 日(26.09.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-221796 2012 年 10 月 4 日(04.10.2012) JP
- (71) 出願人: 株式会社豊田自動織機 (KABUSHIKI KAISHA TOYOTA JIDOSHOKKI) [JP/JP]; 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 広瀬 慎司(HIROSE, Shinji); 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 株式会社豊田自動織機内 Aichi (JP). 牧志 渉(MAKISHI, Wataru); 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 株式会社豊田自動織機内 Aichi (JP). 山本 悟士(YAMAMOTO, Satoshi); 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 株式会社豊田自動織機内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 大菅 義之(OSUGA, Yoshiyuki); 〒1020084 東京都千代田区二番町 8 番地 2 O 二番町ビル 3 F Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: VOLTAGE EQUALIZATION DEVICE AND VOLTAGE EQUALIZATION METHOD

(54) 発明の名称: 電圧均等化装置および電圧均等化方法



(57) Abstract: Provided are a voltage equalization device and a voltage equalization method in which the precision of equalizing cell voltage is improved. The voltage equalization device comprises: a determination unit for finding the average voltage of a cell, finding the voltage difference between the average voltage and the cell, and determining whether or not the voltage difference is higher than a first threshold established according to an allowable error value of a voltage measurement unit; and a pulse width modulator for executing a pulse width modulation process for performing voltage equalization when the voltage difference is higher than the first threshold, and executing the pulse width modulation process with the pulse width changed to a duty of 50% when the voltage difference is equal to or less than the first threshold.

(57) 要約: 電池電圧を均等にする精度を向上させる電圧均等化装置および電圧均等化方法を提供する。電池の平均電圧を求め、平均電圧と電池との電圧差を求め、電圧差が電圧計測部の許容誤差値により決まる第 1 の閾値より高いか否かを判定する判定部と、電圧差が、第 1 の閾

値より高い場合に、電圧均等化を行うパルス幅変調処理を実行し、電圧差が第 1 の閾値以下になると、パルス幅をデューティ 50% に変更してパルス幅変調処理を実行するパルス幅変調部と、を備える電圧均等化装置。

WO 2014/054504 A1

明 細 書

発明の名称 : 電圧均等化装置および電圧均等化方法

技術分野

[0001] 本発明は、複数の電池の電圧を均等にする電圧均等化装置および電圧均等化方法に関する。

背景技術

[0002] 直列に接続される複数の電池に対して、各電池の電圧を均等にする電圧均等化処理を実行した際の均等化の精度は、放電または充電の際に計測される電池各々の電圧計測精度に左右される。そのため、精度よく電圧を計測するためには精度のよい高価な電圧計を用いて電圧を計測しなければならない。

[0003] 関連する技術として、複数のリチウムイオン二次電池を直列に接続している組電池を定電流・定電圧充電して満充電にする組電池の充電方法が知られている。この充電方法によれば、組電池のトータル電圧がトータル設定電圧に上昇するまでは定電流充電し、トータル電圧がトータル設定電圧に上昇した後は、定電流充電を定電圧充電に切り換えて満充電されるまで充電する。さらに、充電される各々の電池電圧を検出し、いずれかの電池電圧が設定電圧を超えた後、パルス充電に切り換えて充電する。その結果、簡単な充電回路を使用しながら、直列に接続している電池がアンバランスな状態となる組電池を、劣化した電池に与える悪影響を少なくしながら、できる限り大容量に充電する。

[0004] また、関連する技術として、複数のセルを直列に接続してなる組電池を対象として各セルの充電状態を均等化する充電状態均等化装置が知られている。充電状態均等化装置は各セルに対して並列に接続されて各セルの放電を行なう複数の放電回路、各放電回路に接続されて各セルの両端電圧を測定する複数の電圧測定回路および制御回路を具えている。制御回路は、放電開始前の測定電圧に基づいて均等化目標電圧を算出する手段と、両端電圧が該均等化目標電圧を越えるセルについて放電を開始する手段と、を具えている。さ

らに、それらのセルについて夫々、放電開始前の測定電圧と放電開始から一定時間経過後の測定電圧との差に基づいて均等化目標電圧に補正を施すことにより補正後均等化目標電圧を算出する手段と、測定電圧が補正後均等化目標電圧に達したときに放電を終了する手段と、を具えている。

[0005] また、関連する技術として、PWM (Pulse Width Modulation : パルス幅変調) 制御においてデューティを50%にする技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1 : 特開2008-210694号公報

特許文献2 : 特開2009-159794号公報

特許文献3 : 特開昭61-193380号公報

特許文献4 : 特開2010-220373号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明は上記のような実情に鑑みてなされたものであり、精度良く電池電圧を均等にする電圧均等化装置および電圧均等化方法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

[0008] 実施の態様のひとつである電圧均等化装置は、組電池、インダクタ、スイッチ、電圧計測部、判定部、パルス幅変調部を有している。

[0009] 組電池は複数の電池が直列に接続される。インダクタは、電池の負極端子とその電池に隣接する電池の正極端子とに一方の端子が接続され。一方のスイッチは、電池の正極端子とインダクタの他方の端子との間に接続され、他方のスイッチは、電池に隣接する電池の負極端子とインダクタの他方の端子との間に接続される。

[0010] 電圧計測部は、電池それぞれの電圧を計測する。

[0011] パルス幅変調部は、一方のスイッチと他方のスイッチの開閉を制御して電

圧均等化を行うためのパルス幅変調処理を実行させる。

[0012] 判定部は、電池の平均電圧を求め、平均電圧と電池との電圧差を求め、電圧差が電圧計測部の許容誤差値により決まる第１の閾値より高いか否かを判定する。

[0013] また、パルス幅変調部は、電圧差が、第１の閾値より高い場合に、電圧均等化を行うパルス幅変調処理を実行し、電圧差が、第１の閾値以下になると、パルス幅をデューティ５０％に変更してパルス幅変調処理を実行させる。

[0014] 実施の他の態様のひとつである電圧均等化装置は、組電池、インダクタ、スイッチ、電圧計測部、調整電圧算出部、目標電圧算出部、判定部、パルス幅変調部を有している。

[0015] 組電池は複数の電池が直列に接続される。インダクタは、電池の負極端子とその電池に隣接する電池の正極端子とに一方の端子が接続される。一方のスイッチは、電池の正極端子とインダクタの他方の端子との間に接続され、他方のスイッチは、電池に隣接する電池の負極端子とインダクタの他方の端子との間に接続される。

[0016] 電圧計測部は、電池それぞれの電圧を計測する。

[0017] パルス幅変調部は、一方のスイッチと他方のスイッチの開閉を制御して電圧均等化を行うためのパルス幅変調処理を実行させる。

[0018] 調整電圧算出部は、パルス幅変調処理の開始前の電池の開始電圧と決められた時間経過後の電池の電圧との差である調整電圧を求める。

[0019] 目標電圧算出部は、電池と隣接する電池との平均電圧を求め、平均電圧と電池の調整電圧を用いて電池の目標電圧を求める。

[0020] 判定部は、電池の平均電圧を求め、平均電圧と電池との電圧差を求め、電圧差が電圧計測部の許容誤差値により決まる第１の閾値より高いか否かを判定する。

[0021] また、パルス幅変調部は、電圧差が、第１の閾値より高い場合に、パルス幅変調処理を実行し、電池の電圧が目標電圧になると、パルス幅変調処理を停止し、停止したのちに、パルス幅をデューティ５０％に変更してパルス幅

変調処理を実行させる。

発明の効果

[0022] 本実施の態様によれば、電池電圧を均等にする精度を向上させることができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]電圧均等化装置の一実施例を示す図である。

[図2]実施形態1における制御部の一実施例を示す図である。

[図3]1組の放電する電池と充電する電池の関係を示す図である。

[図4]実施形態1における電圧均等化装置の動作の一実施例を示すフロー図である。

[図5]実施形態1における電圧と電流の変化を示す図である。

[図6]実施形態2における制御部の一実施例を示す図である。

[図7]実施形態2における電圧均等化装置の動作の一実施例を示すフロー図である。

[図8]実施形態2における電圧と電流の変化を示す図である。

[図9]実施形態3の電圧均等化の一実施例を示す図である。

[図10]電池を2グループに分けたときの平均電圧の一実施例を示す図である。

[図11]実施形態3における電圧均等化の動作の一実施例を示すフロー図である。

[図12]実施形態3の動作を説明するための図である。

[図13]デューティ50%のパルス幅変調処理への切り替える動作の一実施例を示すフロー図である。

発明を実施するための形態

[0024] 以下図面に基づいて、実施形態について詳細を説明する。

[0025] 実施形態1について説明する。

[0026] 図1は、電圧均等化装置の一実施例を示す図である。図1の電圧均等化装置は組電池と電圧均等化回路を有する。組電池は複数の電池3a～3dが直

列に接続されている回路である。電圧均等化回路は、制御部 1、記憶部 2、電圧計測部 4 a～4 d、電流計測部 5 a～5 c、コイル L 1～L 3（インダクタ）、スイッチ SW 1～SW 6 を有している。図 1 に示したアクティブ方式の電圧均等化回路では、スイッチ SW 1～SW 6 を制御部 1 が PWM（Pulse Width Modulation：パルス幅変調）制御することにより、コイル L 1～L 3 を用いて電池 3 a～3 d の電圧を均等にする。

[0027] 電圧均等化装置の構成について説明する。

[0028] 図 1 の制御部 1 は、Central Processing Unit（CPU）、マルチコア CPU、プログラマブルなデバイス（Field Programmable Gate Array（FPGA）、Programmable Logic Device（PLD）など）を用いることが考えられる。制御部 1 は、例えば、後述する判定部 201、パルス幅変調部 202 など を有している。

[0029] 記憶部 2 は、例えば Read Only Memory（ROM）、Random Access Memory（RAM）などのメモリやハードディスクなどが考えられる。なお、記憶部 2 にはパラメータ値、変数値などのデータを記録してもよいし、実行時のワークエリアとして用いてもよい。

[0030] 電池 3 a～3 d は二次電池などを用いることが考えられる。二次電池として、例えば、リチウムイオン二次電池、ニッケル水素二次電池などが考えられる。なお、本例では 4 つの電池を用いて説明しているが 4 つに限定されるものではない。

[0031] 電圧計測部 4 a～4 d、電池 3 a～3 d 各々の電圧を計測する。例えば、電圧計などが考えられる。また、電圧計測部 4 a～4 d が計測したデータは制御部 1 に出力される。

[0032] 電流計測部 5 a～5 c は電流を計測する。例えば、電流計などが考えられる。また、電流計測部 5 a～5 c が計測したデータは制御部 1 に出力される。

[0033] なお、図 1 の例では電池 3 a～3 d 各々に充放電時に流れる電流を、電流計測部 5 a～5 c の計測した電流を用いて求めているが、電池 3 a～3 d 各

々に流れる電流の求め方は上記方法に限定されるものではない。例えば、電池 3 a ~ 3 d 各々の負極側に電流計をそれぞれ直列に接続して、電池 3 a ~ 3 d 各々に流れる電流を計測して求めてもよい。

[0034] コイル L 1 ~ L 3 は、各組ごとの放電する電池から放電された電力がコイル L 1 ~ L 3 に蓄積され、その後コイル L 1 ~ L 3 に蓄積された電力を充電する電池に供給して充電するために用いる。

[0035] スイッチ SW 1 ~ SW 6 は、電圧均等化処理を行うために用いられるスイッチである。スイッチ SW 1 ~ SW 6 は、例えば、M O S F E T (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) やリレーを用いる。

[0036] 電圧均等化装置の接続について説明する。

[0037] 図 1 の電圧均等化装置は、電池 3 a ~ 3 d の両端には電圧計測部 4 a ~ 4 d がそれぞれ接続されている。

[0038] 電池 3 a の負極端子と電池 3 b の正極端子と電流計測部 5 a の一方の端子が接続され、電流計測部 5 a の他方の端子はコイル L 1 の一方の端子に接続されている。コイル L 1 の他方の端子はスイッチ SW 1、SW 2 の一方の端子に接続され、スイッチ SW 1 の他方の端子は電池 3 a の正極端子に接続される。スイッチ SW 2 の他方の端子は電池 3 b の負極端子に接続される。

[0039] 電池 3 b の負極端子と電池 3 c の正極端子と電流計測部 5 b の一方の端子が接続され、電流計測部 5 b の他方の端子はコイル L 2 の一方の端子に接続されている。コイル L 2 の他方の端子はスイッチ SW 3、SW 4 の一方の端子に接続され、スイッチ SW 3 の他方の端子は電池 3 b の正極端子に接続される。スイッチ SW 4 の他方の端子は電池 3 c の負極端子に接続される。

[0040] 電池 3 c の負極端子と電池 3 d の正極端子と電流計測部 5 c の一方の端子が接続され、電流計測部 5 c の他方の端子はコイル L 3 の一方の端子に接続されている。コイル L 3 の他方の端子はスイッチ SW 5、SW 6 の一方の端子に接続され、スイッチ SW 5 の他方の端子は電池 3 c の正極端子に接続される。スイッチ SW 6 の他方の端子は電池 3 d の負極端子に接続される。

[0041] 制御部について図 2 と図 3 を用いて説明する。

- [0042] 図2は、制御部の一実施例を示す図である。図3は、1組の放電する電池と充電する電池の関係を示す図である。
- [0043] 制御部1は、電圧計測部4a～4dの計測した電圧と、電流計測部5a～5cの計測した電流を取得する。
- [0044] 図2の判定部201は、直列に接続されている第1の電池と第2の電池の電圧を取得する。電圧は、第1の電池と第2の電池の電圧を均等にするための後述するパルス幅変調処理（電圧均等化処理）を開始する前の電圧計測部が計測した値である。
- [0045] 続いて、第1の電池の電圧と第2の電池の電圧の平均電圧を求め、平均電圧 V_{avg} と第1の電池の電圧との電圧差または平均電圧と第2の電池の電圧との電圧差を求める。その後、電圧差が電圧計測部の電圧計測における許容誤差値により決まる第1の閾値以上か否かを判定する。
- [0046] 第1の閾値は、例えば、電圧計測部の許容誤差を用いて決めてもよいし、実験やシミュレーションにより電圧計測部の最大許容誤差を用いて決めてもよい。また、隣り合う電圧計測部それぞれの許容誤差を加算して第1の閾値としてもよい。例えば、電圧計測部4aの許容誤差と電圧計測部4bの許容誤差を加算して用いてもよい。また、第1の閾値は記憶部2に記憶しておくことが考えられる。
- [0047] 第1の電池の電圧が第2の電池の電圧より高い場合について、図3を用いて説明する。すなわち、電池3aが放電をしてコイルL1を介して電流ILを電池3bに供給して充電をする場合について説明する。
- [0048] 判定部201は、パルス幅変調処理の開始前の電池3a（第1の電池）の電圧 V_{01} と電池3b（第2の電池）の電圧 V_{02} を、それぞれの電圧計測部4a、4bから取得する。なお、電圧 V_{01} 、 V_{02} には許容誤差が含まれている。
- [0049] 続いて、判定部201は、電池3aの電圧 V_{01} と電池3bの電圧 V_{02} の平均電圧 $V_{avg} = (V_{01} + V_{02}) / 2$ を求める。続いて、平均電圧 V_{avg} と電圧 V_{01} との電圧差 $V_1 = |V_{01} - V_{avg}|$ または平均電

圧 V_{avg} と電圧 V_{02} との電圧差 $V_2 = |V_{02} - V_{avg}|$ を求める。

[0050] その後、判定部 201 は電圧差 V_1 または電圧差 V_2 が第 1 の閾値より高いか否かを判定し、判定結果をパルス幅変調部 202 に送信する。

[0051] パルス幅変調部 202 は、電圧差 V_1 または電圧差 V_2 が第 1 の閾値より高い場合に、電圧均等化を行うパルス幅変調処理を実行する。また、電圧均等化を行うパルス幅変調処理中に、第 1 の電池の電圧 V_{n1} と平均電圧 V_{avg} との電圧差 $V_{s1} = |V_{n1} - V_{avg}|$ と、第 2 の電池の電圧 V_{n2} と平均電圧 V_{avg} との電圧差 $V_{s2} = |V_{avg} - V_{n2}|$ と、を求める。電圧差 V_{s1} または電圧差 V_{s2} が第 1 の閾値以下になると、パルス幅をデューティ 50% に変更し、デューティ 50% のパルス幅変調処理（電圧均等化処理）を実行する。なお、本例では最適値としてデューティ 50% にすることを提案しているが、実際には電圧均等化装置の回路や周辺環境を加味してデューティを 50% 近傍に決めることが望ましい。

[0052] ここで、パルス幅をデューティ 50% に変更する理由は、デューティ 50% にすることで第 1 の電池の電圧と第 2 の電池の電圧との電圧差に応じて流れる成り行きの電流が、第 1 の電池の電圧と第 2 の電池の電圧との電圧差を 0V にするためである。

[0053] また、パルス幅変調部 202 はデューティ 50% に変更してパルス幅変調処理を決められた時間だけ実行するとパルス幅変調処理を停止させる。決められた時間は、例えば、実験やシミュレーションにより電圧差 V_{s1} または電圧差 V_{s2} が第 1 の閾値になってから略ゼロになるまでの時間を求めて、記憶部 2 に記憶してもよい。

[0054] 実施形態 1 の動作について説明する。

[0055] 図 4 は、実施形態 1 における電圧均等化装置の動作の一実施例を示すフロー図である。図 5 は、実施形態 1 における電圧と電流の変化を示す図である。電池 3a と電池 3b の組について説明をする。図 5 の制御 A は定電流で電圧均等化した後に定電圧の制御に移行する制御で、定電圧の制御においては電圧計測部 4a、4b の計測した電圧値に基づいて制御を行う。図 5 の制

御Bは定電流で電圧均等化をした後にデューティ50%のパルス幅変調処理に移行する制御で、電圧計測部4a、4bの計測した電圧値を参照しない制御を行う。

- [0056] ステップS401では、制御部1が各電池3a、3bの電圧V01、V02を電圧計測部4a、4bから取得する。図5の制御Aと制御Bのパルス幅変調処理を開始する前である時間t0から時間t1より前の期間において電圧V01、V02を取得する。
- [0057] ステップS402では、制御部1が取得した電圧V01、V02の平均電圧（実施形態1の目標電圧）Vavgを求める。
- [0058] ステップS403では、制御部1が平均電圧Vavgと電圧V01との電圧差V1または平均電圧Vavgと電圧V02との電圧差V2を求める。
- [0059] ステップS404では、制御部1が電圧差V1または電圧差V2が第1の閾値より高いか否かを判定し、第1の閾値より高い場合（Yes）にはステップS405に移行し、第1の閾値以下の場合（No）にはステップS407に移行する。
- [0060] ステップS405では電圧差V1または電圧差V2が第1の閾値より高い場合に、制御部1が定電流で電圧均等化を行うパルス幅変調処理を開始する。図5の制御Aと制御Bの時間t1から定電流で電圧均等化を行うパルス幅変調処理を行う。図5の制御Aと制御Bにおいて、501、505は電池3aの電圧変化を示し、502、506は電池3bの電圧変化を示す。図5の制御Aの504は電流ILの電流変化を示し、図5の制御Bの507は電流ILの電流変化を示している。
- [0061] ステップS406では、制御部1は現在の電池3aの電圧Vn1と平均電圧Vavgとの電圧差Vs1または現在の電池3bの電圧Vn2と平均電圧Vavgとの電圧差Vs2が第1の閾値以下か否かを判定する。電圧差Vs1または電圧差Vs2が第1の閾値以下の場合（Yes）にはステップS407に移行し、第1の閾値より高い場合（No）にはステップS406に移行する。

- [0062] ステップS 4 0 7で制御部1はデューティ50%でパルス幅変調処理を開始する。制御Bでは時間t 2以降にデューティ50%でパルス幅変調処理を行うため、時間t 3において電池3 aと電池3 bの電圧は均等になる。
- [0063] 図5の制御Bではデューティ50%でパルス幅変調処理を時間t 2以降で行うため、時間t 3で収束する。一方、図5の制御Aではデューティ50%でパルス幅変調処理を時間t 2以降に行わず電圧計測部4 a、4 bの計測結果に基づいているため、破線範囲5 0 3に示すように時間t 2以降になっても、求めた平均電圧 V_{avg} または実際の平均電圧（目標電圧）に収束せずに、電池3 a、3 bの電圧はばらついてしまう。
- [0064] ここで、ステップS 4 0 2で求めた平均電圧 V_{avg} は電圧計測部4 a、4 bの許容誤差を含んでいるため、実際の平均電圧（目標電圧）とは異なるが、デューティ50%でパルス幅変調処理を行うことで電圧 V_{n1} 、 V_{n2} を目標電圧に近づけることができる。すなわち、高価な計測精度のよい電圧計測部を用いることなく、電池3 aと電池3 bの電圧を精度よく均等にできる。一方、制御Aでは電池3 aと電池3 bの電圧を精度よく均等にするには計測精度のよい電圧計測部が必要になる。
- [0065] ステップS 4 0 8では、制御部1がデューティ50%でパルス幅変調処理を開始してから決められた時間を経過したか否かを判定し、決められた時間を経過した場合（Y e s）にはステップS 4 0 9に移行する。決められた時間を経過していない場合に（N o）にはステップS 4 0 8においてデューティ50%でパルス幅変調処理を継続する。決められた時間は、図5の制御Bの時間t 2と時間t 3により表される期間である。
- [0066] ステップS 4 0 9では、制御部1はデューティ50%のパルス幅変調処理を終了する。
- [0067] なお、実施形態1では定電流で電圧均等化を行うためのパルス幅変調処理を実行させているが定電流に限定されるものではなく、例えば、定電圧などを用いてよい。
- [0068] 実施形態1によれば、計測精度のよい高価な電圧計測部を用いなくても、

電池電圧を均等にする精度を向上させることができるという効果を奏する。

[0069] 実施形態2について説明する。

[0070] 実施形態2の電圧均等化回路の制御部1は、電池3a～3dの電圧を均等にする時間を短縮する制御と、電池電圧を均等にする精度を向上させるパルス幅をデューティ50%に固定してパルス幅変調処理を行う。

[0071] 図1の電池3a、3bの組、電池3b、3cの組、電池3c、3dの組について電圧均等化処理を行う際に、電圧計測部4a～4dで計測した電圧が均等になった時点で電圧均等化処理を停止させると、目標とする平均電圧 V_{avg} から実際の電池3a～3dの電圧はずれてしまう。すなわち、それぞれの組の電池の平均電圧 V_{avg} から、電池3a～3d各々の内部抵抗と電池3a～3d各々に流れる電流により決まる電圧だけ、電池3a～3d各々の電圧が均等になった時点から時間の経過とともにずれてしまう。そして、この電圧のずれを調整するために、繰り返し電圧均等化処理を行うと、電池3a～3dの電圧が均等になるまでに時間がかかる。そこで、電池3a～3dの内部抵抗を推定し、推定した内部抵抗に応じて調整電圧を求め、各組における放電をする電池と充電をする電池の目標電圧を、調整電圧を用いて後述する式1、式2に示す目標電圧にする。そして、各組における放電をする電池の電圧と充電をする電池の電圧の大小関係が逆転したのち、目標電圧になるまで定電流で電圧均等化を行う。電圧均等化を停止したのち推定した内部抵抗の緩和を利用して電池の電圧を均等にする。このような定電流で電圧均等化をすることで電池3a～3dの電圧を均等にする時間を短縮できる。

[0072] 実施形態2の制御部1は、図6に示す調整電圧算出部601、目標電圧算出部602、判定部603、パルス幅変調部604などを有している。図6は、制御部の一実施例を示す図である。また、制御部1は定電流で電圧均等化をする際に電池3a～3dに一定の電流が供給されているかを監視する。

[0073] 制御部1の調整電圧算出部601は、定電流で電圧均等化を行うパルス幅変調処理の開始前の第1の電池の開始電圧と定電流で電圧均等化を行うパルス幅変調処理の開始後の決められた時間経過後の第1の電池の電圧との差で

ある第1の調整電圧を求める。また、定電流で電圧均等化を行うパルス幅変調処理の開始前の第2の電池の開始電圧と定電流で電圧均等化を行うパルス幅変調処理の開始後の決められた時間経過後の第2の電池の電圧との差である第2の調整電圧を求める。

[0074] 電池3a（第1の電池）の開始電圧 V_{01} が電池3b（第2の電池）の開始電圧 V_{02} より高い場合、パルス幅変調処理の開始前の電池3aの開始電圧 V_{01} と決められた時間経過後の電池3aの電圧との差である調整電圧 ΔV_1 を求める。パルス幅変調処理の開始前の電池3bの開始電圧 V_{02} と決められた時間経過後の電池3bの電圧との差である調整電圧 ΔV_2 （第2の調整電圧）を求める。

[0075] 制御部1の目標電圧算出部602は、第1の電池の電圧と第2の電池の電圧の平均から平均電圧を求め、平均電圧と第1の電池の調整電圧を用いて第1の電池の第1の目標電圧を求め、平均電圧と第2の電池の調整電圧を用いて第2の電池の第2の目標電圧を求める。

[0076] 放電する電池3aと充電する電池3bの組の場合、電池3aの電圧と電池3bの電圧の平均から平均電圧 V_{avg} を求める。そして、平均電圧 V_{avg} と電池3aの調整電圧 ΔV_1 を用いて電池3aの目標電圧 V_{t1} を求め、平均電圧 V_{avg} と電池3bの調整電圧 ΔV_2 を用いて電池3bの目標電圧 V_{t2} を求める。

[0077] 放電をする電池の目標電圧 V_{t1} と充電をする電池の目標電圧 V_{t2} は式1、2により求める。

[0078] 目標電圧 V_{t1} = 平均電圧 V_{avg} - 調整電圧 ΔV_1 式1

目標電圧 V_{t2} = 平均電圧 V_{avg} + 調整電圧 ΔV_2 式2

V_{t1} : 放電をする電池の目標電圧

V_{t2} : 充電をする電池の目標電圧

V_{avg} : 組ごとの電池の平均電圧

ΔV_1 : 内部抵抗に応じて決まる電圧

ΔV_2 : 内部抵抗に応じて決まる電圧

制御部 1 の判定部 603 は、直列に接続されている第 1 の電池と第 2 の電池の電圧を取得する。続いて、第 1 の電池の電圧と第 2 の電池の電圧の平均電圧を求め、平均電圧と第 1 の電池の電圧との電圧差または平均電圧と第 2 の電池の電圧との電圧差を求める。

[0079] その後、電圧差が電圧計測部の電圧計測における許容誤差値により決まる第 1 の閾値以上か否かを判定する。第 1 の閾値は、例えば、電圧計測部の許容誤差を用いて決めてもよいし、実験やシミュレーションにより電圧計測部の最大許容誤差を求めて用いて決めてもよい。また、隣り合う電圧計測部それぞれの許容誤差を加算して第 1 の閾値としてもよい。例えば、電圧計測部 4a の許容誤差と電圧計測部 4b の許容誤差を加算して用いてもよい。また、第 1 の閾値は記憶部 2 に記憶しておくことが考えられる。

[0080] 第 1 の電池の電圧が第 2 の電池の電圧より高い場合について、図 3 を用いて説明する。すなわち、電池 3a が放電をしてコイル L1 を介して電流 IL を電池 3b に供給して充電をする場合について説明する。

[0081] 判定部 603 は、パルス幅変調処理の開始前の電池 3a（第 1 の電池）の開始電圧 V_{01} と電池 3b（第 2 の電池）の開始電圧 V_{02} をそれぞれの電圧計測部 4a、4b から取得する。なお、開始電圧 V_{01} 、 V_{02} には許容誤差が含まれている。

[0082] 続いて、判定部 603 は、電池 3a の開始電圧 V_{01} と電池 3b の開始電圧 V_{02} の平均電圧 $V_{avg} = (V_{01} + V_{02}) / 2$ を求める。続いて、平均電圧 V_{avg} と開始電圧 V_{01} との電圧差 $V_1 = |V_{01} - V_{avg}|$ または平均電圧 V_{avg} と開始電圧 V_{02} との電圧差 $V_2 = |V_{02} - V_{avg}|$ を求める。

[0083] その後、判定部 603 は電圧差 V_1 または電圧差 V_2 が第 1 の閾値より高いか否かを判定し、判定結果をパルス幅変調部 604 に送信する。

[0084] パルス幅変調部 604 は、電圧差 V_1 または電圧差 V_2 が第 1 の閾値より高い場合に、定電流で電圧均等化を行うパルス幅変調処理（電圧均等化処理）を実行する。続いて、制御部 1 のパルス幅変調部 604 は、第 1 の電池の

電圧が第 1 の目標電圧になるか、または第 2 の電池の電圧が第 2 の目標電圧になると、パルス幅変調処理を停止する。

[0085] また、停止したのちに分極が解消していく際に、現在の電池 3 a の電圧 V_{n1} と平均電圧との電圧差 V_{s1} または現在の電池 3 b の電圧 V_{n2} と平均電圧との電圧差 V_{s2} が第 1 の閾値以下になるとパルス幅をデューティ 50 % に変更し、デューティ 50 % のパルス幅変調処理を実行する。

[0086] また、停止したのちに分極が解消するのを待ち、分極が解消されるとパルス幅をデューティ 50 % に変更し、デューティ 50 % のパルス幅変調処理を実行してもよい。

[0087] なお、本例では最適値としてデューティ 50 % にすることを提案しているが、実際には電圧均等化装置の回路や周辺環境を加味してデューティを 50 % 近傍に決めることが望ましい。

[0088] また、パルス幅変調部 604 はデューティ 50 % に変更してパルス幅変調処理を決められた時間だけ実行するとパルス幅変調処理を停止させる。決められた時間は、例えば、実験やシミュレーションにより電圧差 V_{s1} または電圧差 V_{s2} が第 1 の閾値になってから略ゼロになるまでの時間を求めて、記憶部 2 に記憶してもよい。

[0089] 実施形態 2 の動作について説明する。

[0090] 図 7 は、実施形態 2 における電圧均等化装置の動作の一実施例を示すフロー図である。図 8 は、実施形態 2 における電圧と電流の変化を示す図である。図 8 の制御 C の 806 は電流 I_L の電流変化を示し、図 8 の制御 D の 807 は電流 I_L の電流変化を示している。

[0091] 電池 3 a と電池 3 b の組について説明をする。実施形態 1 で説明したステップ S401 ~ S404 と同じ処理を行う。ただし、実施形態 2 のステップ S404 では電圧差 V_1 または電圧差 V_2 が第 1 の閾値より高いか否かを判定し、第 1 の閾値より高い場合 (Yes) にはステップ S701 に移行する。電圧差 V_1 または電圧差 V_2 が第 1 の閾値以下の場合 (No) にはステップ S706 に移行する。

- [0092] ステップS701では制御部1が定電流で電圧均等化を行うパルス幅変調処理を開始する。図8の制御C、Dの図の時間t1においてパルス幅変調処理を開始する。ステップS702で決められた時間を経過した後、制御部1が調整電圧 $\Delta V1$ 、 $\Delta V2$ を求める。
- [0093] ステップS703では、電池3aの現在の計測した電圧 V_{n1} が目標電圧 V_{t1} （＝平均電圧 V_{avg} －調整電圧 $\Delta V1$ ）になったか、または電池3bの現在の計測した電圧 V_{n2} が目標電圧 V_{t2} （＝平均電圧 V_{avg} ＋調整電圧 $\Delta V2$ ）になったか、制御部1が判定をする。電圧 V_{n1} が目標電圧 V_{t1} になるかまたは電圧 V_{n2} が目標電圧 V_{t2} になる場合（Yes）にはステップS704に移行する。電圧 V_{n1} が目標電圧 V_{t1} にならず、かつ電圧 V_{n2} が目標電圧 V_{t2} にならない場合（No）にはステップS703では定電流で電圧均等化を行うパルス幅変調処理を継続する。図8の制御C、Dの図の時間t1からパルス幅変調処理を開始する。
- [0094] ステップS704では、制御部1がパルス幅変調処理を終了し、ステップS705では制御部1が分極解消を待つ。図8の制御C、Dの図の時間t3でパルス幅変調処理を終了し、図8の制御Dの図の時間t4まで分極解消を待つ。次にステップS706に移行する。
- [0095] 分極解消を待つとは、停止したのちに分極が解消していく際に、現在の電池3aの電圧 V_{n1} と平均電圧との電圧差 V_{s1} または現在の電池3bの電圧 V_{n2} と平均電圧との電圧差 V_{s2} が第1の閾値以下になるとパルス幅をデューティ50%に変更し、デューティ50%のパルス幅変調処理を実行する。
- [0096] また、停止したのちに分極が解消するのを待ち、分極が解消されるとパルス幅をデューティ50%に変更し、デューティ50%のパルス幅変調処理を実行してもよい。
- [0097] 図8の制御Cでは、図の803に示すように時間t4以降になっても、平均電圧 V_{avg} または実際の平均電圧（目標電圧）に収束せずに、電池3a、3bの電圧はばらついてしまう。

- [0098] ステップS706で制御部1はデューティ50%でパルス幅変調処理を開始する。制御Dの図では時間t4以降にデューティ50%でパルス幅変調処理を行うため、時間t5において電池3aと電池3bの電圧は均等になる。ここで、ステップS402で求めた平均電圧 V_{avg} は電圧計測部4a、4bの許容誤差を含んでいるため、実際の平均電圧（目標電圧）とは異なるが、デューティ50%でパルス幅変調処理を行うことで電圧 V_{n1} 、 V_{n2} を目標電圧に近づけることができる。すなわち、計測精度のよい高価な電圧計測部を用いることなく、電池3aと電池3bの電圧を精度よく均等にできる。一方、制御Cでは電池3aと電池3bの電圧を精度よく均等にするには計測精度のよい電圧計測部が必要になる。
- [0099] ステップS707では、制御部1がデューティ50%でパルス幅変調処理を開始してから決められた時間を経過したか否かを判定し、決められた時間を経過した場合（Yes）にはステップS708に移行する。決められた時間を経過していない場合に（No）にはステップS707においてデューティ50%でパルス幅変調処理を継続する。決められた時間は、図8の制御Dの図の時間t4と時間t5により表される期間である。
- [0100] ステップS708では、制御部1はデューティ50%のパルス幅変調処理を終了する。
- [0101] なお、実施形態2では定電流で電圧均等化を行うためのパルス幅変調処理を実行させているが定電流に限定されるものではない。
- [0102] 実施形態2によれば、計測精度のよい高価な電圧計測部を用いなくても、電池電圧を均等にする精度を向上させることができるという効果を奏する。
- [0103] また、実施形態2によれば電池の電圧を均等にする時間を短縮でき、さらに電池電圧を均等にする精度を向上させることができるという効果を奏する。
- [0104] また、本発明は、実施形態1、2に限定されるものでなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内で種々の改良、変更が可能である。
- [0105] 実施形態3について説明する。

- [0106] 3個以上の電池が直列接続された組電池に対して、従来のスイッチングコンバータによる電圧均等化処理（定電流充電でのパルス幅変調処理）は、隣接する2つの電池同士で電圧を比較し、その比較結果により電荷移動の方向を決定し、決定した方向に電荷を移動するようにスイッチングコンバータを制御している。そのため、周辺の電池の電圧変動の影響を受け、隣接する電池とで電圧の高低が反転を繰り返したり、電荷の無駄な往復移動を繰り返したりするなど、全体として効率良く電荷移動が行われず、電圧均等化処理に多くの時間を要する。
- [0107] 実施形態3では、電圧均等化処理の動作効率を向上させ、電圧均等化処理に要する時間の短縮化を図ることができる電圧均等化装置および電圧均等化方法を提供するとともに、実施形態1、2の技術を、その電圧均等化装置および電圧均等化方法に適用する。
- [0108] 実施形態3によれば、電圧均等化処理のための電荷の移動方向が、周辺の電池の電圧変動に影響されることなく、一意に決定されるため、隣接する電池で電荷の無駄な往復移動を繰り返すことがなく、電荷の移動量を最少に抑え、効率良く電圧均等化処理を行うことができる。さらに、電池電圧の均等化効率の向上および電圧均等化処理に要する時間の短縮化が可能になる。
- [0109] また、実施形態1、2で説明したデューティ50%のパルス幅変調処理を適用することで、計測精度のよい高価な電圧計測部を用いなくても、電池電圧を均等にする精度を向上させることができる。
- [0110] また、実施形態2で説明した各電池の平均電圧と調整電圧により決まる目標電圧になるまでパルス幅変調処理を行うことと、実施形態1、2で説明したデューティ50%のパルス幅変調処理と、を用いて、さらに電池の電圧を均等にする時間を短縮でき、電池電圧を均等にする精度を向上させることができる。
- [0111] 以下の実施形態3では、5個の直列接続の電池に対する電圧均等化処理の動作例について説明するが、これに限定されるものではなく、少なくとも3個以上の直列に接続された電池に対する電圧均等化処理に適用が可能である

。

[0112] 実施形態3の構成について説明をする。

[0113] 図9は、実施形態3における電圧均等化装置の一実施例を示す図である。

図9の電圧均等化装置は、スイッチングコンバータSC12、SC23、SC34、SC45と制御部1を備える。制御部1は、平均電圧算出部901、比較部902、パルス幅変調部903および判定部904を備える。

[0114] スwitchングコンバータSC12は、スイッチSW12、SW21、ダイオードD21、D12およびコイルL12を有し、コイルL12を介して電池Ce1、Ce2の電荷移動を行う。スイッチングコンバータSC23は、スイッチSW23、SW32、ダイオードD32、D23およびコイルL23を有し、コイルL23を介して電池Ce2、Ce3の電荷移動を行う。スイッチングコンバータSC34は、スイッチSW34、SW43、ダイオードD43、D34およびコイルL34を有し、コイルL34を介して電池Ce3、Ce4の電荷移動を行う。スイッチングコンバータSC45は、スイッチSW45、SW54、ダイオードD54、D45およびコイルL45を有し、コイルL45を介して電池Ce4、Ce5の電荷移動を行う。

[0115] 平均電圧算出部901、比較部902およびパルス幅変調部903は、スイッチングコンバータSC12、SC23、SC34、SC45のコイル（インダクタ）L12、L23、L34、L45を境にして、全電池を2つのグループに分け、2つのグループの平均電圧を比較して電荷の移動方向を決定し、該移動方向に電荷を移動させる制御に用いられる。

[0116] 平均電圧算出部901は、各電池Ce1、Ce2、Ce3、Ce4、Ce5の電圧計測部（図示省略）から各電池Ce1、Ce2、Ce3、Ce4、Ce5の電池電圧を入力する。平均電圧算出部901は、直列接続された少なくとも3個の電池を、該直列接続の列順を維持したまま、順次、2つのグループに分け、各グループ内の電池の平均電圧を算出する。平均電圧の算出については後述する図10のA～Dを用いて説明する。ただし、グループ分けは予め記憶部に記憶しておいてもよい。

- [0117] 比較部 902 は、平均電圧算出部 901 で計算した 2 つのグループの平均電圧を比較する。
- [0118] パルス幅変調部 903 は、比較部 902 の比較結果を基に、平均電圧の高いグループの境界に位置する電池から、平均電圧の低いグループの境界に位置する隣接する電池へ、電荷を移動させるよう、スイッチのオン／オフ制御を行う。例えば、スイッチングコンバータ SC12、SC23、SC34、SC45 それぞれに対して、電荷の移動方向と移動量に基づいてパルス幅を決定し、電流スイッチのオン／オフ制御をする。
- [0119] また、パルス幅変調部 903 はデューティ 50% のパルス幅変調処理を実行する。
- [0120] 判定部 904 は、電荷移動を終了して停止しているスイッチングコンバータを検出し、停止している 2 つのスイッチングコンバータがある場合で、且つ停止している 2 つのスイッチングコンバータが共通して制御している電池があると判定された場合に、対象のスイッチングコンバータにデューティ 50% のパルス幅変調処理をさせる指示を、パルス幅変調部 903 に出力する。対象のスイッチングコンバータは、例えば、図 9 のスイッチングコンバータ SC23 がパルス幅変調処理中で、スイッチングコンバータ SC34、SC45 が停止している場合、電池 Ce4 と電池 Ce4 に接続される電池 Ce5 の間では電荷の移動がされていないので、スイッチングコンバータ SC45 を対象とする。なお、電池 Ce3 はスイッチングコンバータ SC23 により電荷の移動がされているので、スイッチングコンバータ SC34 は対象のスイッチングコンバータにはならない。
- [0121] 電池のグループに分けと、グループの平均電圧について説明をする。
- [0122] 図 10 は、電池を 2 グループに分けたときの平均電圧の一実施例を示す図である。グループ分けは、直列接続された 5 個の電池 Ce1～Ce5 を、該直列接続の列順を維持したまま、順々に、2 つのグループに分けたことを示している。また、各グループ内の電池の平均電圧を示している。
- [0123] 図 10 では、電池全体の平均電圧 V_{avg} を基準電圧とし、電池 Ce1 は

平均電圧 V_{avg} に対して -1 V 、電池 $Ce2$ は平均電圧 V_{avg} に対して -2 V 、電池 $Ce3$ は平均電圧 V_{avg} に対して $+1\text{ V}$ 、電池 $Ce4$ は平均電圧 V_{avg} に対して $+3\text{ V}$ 、電池 $Ce5$ は平均電圧 V_{avg} に対して -1 V であったとする。

[0124] 図10のAは、電池 $Ce1$ のみのグループと、電池 $Ce2 \sim Ce5$ のグループとに分けたとき、電池 $Ce1$ のみのグループの平均電圧 $V_{avg} - 1\text{ V}$ 、電池 $Ce2 \sim Ce5$ のグループの平均電圧 $V_{avg} + 0.25\text{ V}$ と計算された例を示している。この場合、グループの境界は電池 $Ce1$ と電池 $Ce2$ との間で、電池 $Ce1$ と電池 $Ce2$ はグループの境界に位置する隣接する電池である。

[0125] 図10のBは、電池 $Ce1 \sim Ce2$ のグループと、電池 $Ce3 \sim Ce5$ のグループとに分けたとき、電池 $Ce1 \sim Ce2$ のグループの平均電圧 $V_{avg} - 1.5\text{ V}$ 、電池 $Ce3 \sim Ce5$ のグループの平均電圧 $V_{avg} + 1\text{ V}$ と計算された例を示している。この場合、グループの境界は電池 $Ce2$ と電池 $Ce3$ との間で、電池 $Ce2$ と電池 $Ce3$ はグループの境界に位置する隣接する電池でもある。

[0126] 図10のCは、電池 $Ce1 \sim Ce3$ のグループと、電池 $Ce4 \sim Ce5$ のグループとに分けたとき、電池 $Ce1 \sim Ce3$ のグループの平均電圧 $V_{avg} - 0.67\text{ V}$ 、電池 $Ce4 \sim Ce5$ のグループの平均電圧 $V_{avg} + 1\text{ V}$ と計算された例を示している。この場合、グループの境界は電池 $Ce3$ と電池 $Ce4$ との間で、電池 $Ce3$ と電池 $Ce4$ はグループの境界に位置する隣接する電池でもある。

[0127] 図10のDは、電池 $Ce1 \sim Ce4$ のグループと、電池 $Ce5$ のみのグループとに分けたとき、電池 $Ce1 \sim Ce4$ のグループの平均電圧 $V_{avg} + 0.25\text{ V}$ 、電池 $Ce5$ のみのグループの平均電圧 $V_{avg} - 1\text{ V}$ と計算された例を示している。この場合、グループの境界は電池 $Ce4$ と電池 $Ce5$ との間で、電池 $Ce4$ と電池 $Ce5$ はグループの境界に位置する隣接する電池でもある。

- [0128] 電荷移動の処理について説明する。
- [0129] 電池C e 1と電池C e 2との間には、スイッチングコンバータSC 1 2が介在し、電池C e 2と電池C e 3との間には、スイッチングコンバータSC 2 3が介在し、電池C e 3と電池C e 4との間には、スイッチングコンバータSC 3 4が介在し、電池C e 4と電池C e 5との間には、スイッチングコンバータSC 4 5が介在する。
- [0130] 一例としてスイッチングコンバータSC 2 3に注目すると、図10のBに示すように、電池C e 1と電池C e 2の平均電圧 -1.5 V と、電池C e 3～C e 5の平均電圧 $+1\text{ V}$ とを比較し、平均電圧の低い方のグループの電池C e 2（平均電圧の低いグループの境界に位置する隣接する電池）へ、平均電圧の高い方のグループの電池C e 3（平均電圧の高いグループの境界に位置する電池）から電流をスイッチングコンバータSC 2 3により流す。
- [0131] スwitchングコンバータSC 2 3による電流の流出／流入は、電池C e 1と電池C e 2の平均電圧が電池C e 3～C e 5の平均電圧と等しくなったとき又はそれを越えたときに停止する。
- [0132] 同様に、その他のスイッチングコンバータSC 1 2、SC 3 4、SC 4 5についても、両側のグループの電池の平均電圧を基に電荷の移動方向を決定する。各スイッチングコンバータSC 1 2、SC 2 3、SC 3 4、SC 4 5は、同時に又は並行して各スイッチを駆動する構成とすることができる。
- [0133] このとき、各スイッチングコンバータの動作は、他のスイッチングコンバータの動作による影響を受けない。例えば、スイッチングコンバータSC 2 3に着目すると、スイッチングコンバータSC 2 3の動作は、電池C e 2と電池C e 3との間だけの電荷移動であり、この電荷移動によって、他のグループ分けによるグループの平均電圧は変化しないからである。
- [0134] すなわち、電池C e 2と電池C e 3との間の電荷移動だけでは、図10のAのグループ分けによる電池C e 2～C e 5のグループでは、同一グループ内の電池間での電荷移動となるため、電池C e 2～C e 5のグループの平均電圧に変化は生じない。同様に、図10のCのグループ分けによる電池C e

1～Ce3のグループでも、同一グループ内の電池間での電荷移動となるため、電池Ce1～Ce3のグループの平均電圧に変化は生じない。また、図10のDのグループ分けによる電池Ce1～Ce4のグループでも、同一グループ内の電池間での電荷移動となるため、電池Ce1～Ce4のグループの平均電圧に変化は生じない。

[0135] また、他のスイッチングコンバータSC12、SC34、SC45による電荷移動も、スイッチングコンバータSC23の動作に影響を与えない。すなわち、スイッチングコンバータSC12による電荷移動は、電池Ce1と電池Ce2との間だけの電荷移動であり、スイッチングコンバータSC34による電荷移動は、電池Ce3と電池Ce4との間だけの電荷移動であり、スイッチングコンバータSC45による電荷移動は、電池Ce4と電池Ce5との間だけの電荷移動であるため、電池Ce1と電池Ce2のグループと、電池Ce3～電池Ce5のグループの各平均電圧に影響を与えない。

[0136] 従って、スイッチングコンバータSC12、SC23、SC34、SC45を、独立に駆動することができ、制御部1は、各スイッチングコンバータSC12、SC23、SC34、SC45を同時に又は並行して駆動することにより、電池バランスの動作時間を短縮することが可能となる。

[0137] なお、図10のA～Dに示したように2つのグループの境界に位置する隣接する2つの電池と、2つの電池に対応するスイッチングコンバータと、を関連付けて予め記憶部に記憶しておく。例えば図10のAの場合、電池Ce1のグループと電池Ce2～5のグループの境界に位置する隣接する2つの電池Ce1と電池Ce2とスイッチングコンバータSC12とを関連付けて予め記憶部に記憶しておく。

[0138] 実施形態3の動作について説明する。

[0139] 図11は、実施形態3における電圧均等化の動作の一実施例を示すフロー図である。図11は、直列接続された電池のm番目とm+1番目の列順の隣接電池に対する電荷移動の動作例を示している。なお、電池の全個数はn個であるとする。なお、図11の例は図9のスイッチングコンバータSC12

、SC 23、SC 34、SC 45それぞれを同時に又は並行して動作させることが可能な制御部の動作を示している。例えば、スイッチングコンバータSC 12、SC 23、SC 34、SC 45それぞれに対して4つのCPUを用意して同時に又は並行して動作させてもよい。また、スイッチングコンバータSC 12、SC 23、SC 34、SC 45に対してマルチコアCPUまたはプログラマブルなデバイスなどを用意して同時に又は並行して動作させてもよい。

[0140] ステップS 1101では、制御部1が第1番目から第m番目までの電池のグループの平均電圧 A_{vm} と、 $m+1$ 番目からn番目までの電池のグループの平均電圧 A_{vm+1} とを算出する。

[0141] ステップS 1102では、制御部1が A_{vm} と A_{vm+1} との大小比較をし、 $A_{vm} > A_{vm+1}$ の場合(Yes)にはステップS 1103に移行し、 $A_{vm} < A_{vm+1}$ の場合(No)にはステップS 1106に移行する。なお、 $A_{vm} = A_{vm+1}$ の場合には、電荷の移動をしない。

[0142] ステップS 1103では、比較の結果、 A_{vm} が A_{vm+1} より大きい場合、m番目の電池から $m+1$ 番目の電池へ電荷を移動させるよう、制御部1がスイッチのオン／オフ制御を行う。

[0143] ステップS 1104では、制御部1が電荷移動後の A_{vm} と A_{vm+1} とを算出する。

[0144] ステップS 1105では、制御部1が A_{vm} と A_{vm+1} との大小比較をし、 $A_{vm} > A_{vm+1}$ の場合(Yes)にはステップS 1103に移行し、 $A_{vm} \leq A_{vm+1}$ の場合(No)には処理を終了する。

[0145] ステップS 1106では、比較の結果、 A_{vm} が A_{vm+1} より小さい場合、 $m+1$ 番目の電池からm番目の電池へ電荷を移動させるよう、制御部1がスイッチのオン／オフ制御を行う。

[0146] ステップS 1107では、制御部1が電荷移動後の A_{vm} と A_{vm+1} とを算出する。

[0147] ステップS 1108では、制御部1が A_{vm} と A_{vm+1} との大小比較を

し、 $A_{vm} < A_{vm+1}$ の場合 (Yes) にはステップ S 1 1 0 6 に移行し、 $A_{vm} \geq A_{vm+1}$ の場合 (No) には処理を終了する。

[0148] 図 1 2 は、目標電圧になるまで電荷移動をする場合の動作を説明するための図である。

[0149] 図 1 0 の A の電池 C e 1 のみのグループと電池 C e 2 ~ C e 5 のグループの場合、電池 C e 1 のみのグループの平均電圧 $V_{avg-1V} (A_{vm})$ は電池 C e 2 ~ C e 5 のグループの平均電圧 $V_{avg+0.25V} (A_{vm+1})$ より小さいので、ステップ S 1 1 0 6 に移行する。そうすると、グループの境界は電池 C e 1 と電池 C e 2 との間であるから、電池 C e 2 から隣接する電池 C e 1 へ電荷の移動をさせる制御を制御部 1 がスイッチングコンバータ S C 1 2 に開始させる。

[0150] 図 1 0 の B の電池 C e 1 ~ C e 2 のグループと、電池 C e 3 ~ C e 5 のグループの場合、電池 C e 1 ~ C e 2 のグループの平均電圧 $V_{avg-1.5V} (A_{vm})$ は電池 C e 3 ~ C e 5 のグループの平均電圧 $V_{avg+1V} (A_{vm+1})$ より小さいので、ステップ S 1 1 0 6 に移行する。そうすると、グループの境界は電池 C e 2 と電池 C e 3 との間であるから、電池 C e 3 から隣接する電池 C e 2 へ電荷の移動をさせる制御を制御部 1 がスイッチングコンバータ S C 2 3 に開始させる。

[0151] 図 1 0 の C の電池 C e 1 ~ C e 3 のグループと、電池 C e 4 ~ C e 5 のグループの場合、電池 C e 1 ~ C e 3 のグループの平均電圧 $V_{avg-0.67V} (A_{vm})$ は電池 C e 4 ~ C e 5 のグループの平均電圧 $V_{avg+1V} (A_{vm+1})$ より小さいので、ステップ S 1 1 0 6 に移行する。そうすると、グループの境界は電池 C e 3 と電池 C e 4 との間であるから、電池 C e 4 から隣接する電池 C e 3 へ電荷の移動をさせる制御を制御部 1 がスイッチングコンバータ S C 3 4 に開始させる。

[0152] 図 1 0 の D の電池 C e 1 ~ C e 4 のグループと、電池 C e 5 のみのグループの場合、電池 C e 1 ~ C e 4 のグループの平均電圧 $V_{avg+0.25V} (A_{vm})$ は電池 C e 5 のみのグループの平均電圧 $V_{avg-1V} (A_{vm+1})$ より大きいので、ステップ S 1 1 0 6 に移行する。そうすると、グループの境界は電池 C e 4 と電池 C e 5 との間であるから、電池 C e 5 から隣接する電池 C e 4 へ電荷の移動をさせる制御を制御部 1 がスイッチングコンバータ S C 4 5 に開始させる。

+1) より小さいので、ステップS 1 1 0 3に移行する。そうすると、グループの境界は電池C e 4 と電池C e 5 との間であるから、電池C e 4 から隣接する電池C e 5 へ電荷の移動をさせる制御を制御部1がスイッチングコンバータS C 4 5に開始させる。

[0153] ステップS 1 1 0 3に移行した場合、ステップS 1 1 0 5の条件を満たしているか否かを判定する。ステップS 1 1 0 6に移行した場合、ステップS 1 1 0 8の条件を満たしているか否かを判定する。

[0154] 図10のAの電池C e 1 のみのグループと電池C e 2 ~C e 5 のグループの場合、図12の時間t i m e 1でステップS 1 1 0 8の条件を満たさないで、スイッチングコンバータS C 1 2を停止させる。すなわち、電池C e 1 のみのグループの平均電圧(A v m)は電池C e 2 ~C e 5 のグループの平均電圧(A v m+1)と等しくなるので、スイッチングコンバータS C 1 2の電荷移動の制御を停止させる。

[0155] 図10のBの電池C e 1 ~C e 2 のグループと、電池C e 3 ~C e 5 のグループの場合、図12の時間t i m e 1でステップS 1 1 0 8の条件を満たすので、スイッチングコンバータS C 2 3を停止させない。すなわち、電池C e 1 ~C e 2 のグループの平均電圧V a v g - 1. 0 V (A v m)は電池C e 3 ~C e 5 のグループの平均電圧V a v g + 1. 0 V (A v m+1)より小さいので、スイッチングコンバータS C 2 3の電荷移動の制御を継続させる。

[0156] 図10のCの電池C e 1 ~C e 3 のグループと、電池C e 4 ~C e 5 のグループの場合、図12の時間t i m e 1でステップS 1 1 0 8の条件を満たすので、スイッチングコンバータS C 3 4を停止させない。すなわち、電池C e 1 ~C e 3 のグループの平均電圧V a v g - 0. 3 3 V (A v m)は電池C e 4 ~C e 5 のグループの平均電圧V a v g + 0. 5 V (A v m+1)より小さいので、スイッチングコンバータS C 3 4の電荷移動の制御を継続させる。

[0157] 図10のDの電池C e 1 ~C e 4 のグループと、電池C e 5 のみのグループ

プの場合、図12の時間 t_{ime1} でステップ S1105 の条件を満たさないで、スイッチングコンバータ SC45 を停止させる。すなわち、電池 $C_{e1} \sim C_{e4}$ のグループの平均電圧 (A_{vm}) は電池 C_{e5} のみのグループの平均電圧 (A_{vm+1}) と等しくなるので、スイッチングコンバータ SC45 の電荷移動の制御を停止させる。

[0158] 図12の時間 t_{ime1} までの期間において、電池 C_{e2} の電圧に変化がないのは、一方で電池 C_{e2} から電池 C_{e1} に電荷移動させているが、他方で電池 C_{e3} から電池 C_{e2} に電荷移動がされているためである。同じように、電池 C_{e3} の電圧に変化がないのは、一方で電池 C_{e3} から電池 C_{e2} に電荷移動させているが、他方で電池 C_{e4} から電池 C_{e3} に電荷移動がされているためである。

[0159] 図12の時間 t_{ime1} から時間 t_{ime2} になるまでの期間について説明する。

[0160] 図12の時間 t_{ime0} から時間 t_{ime1} の期間においてスイッチングコンバータ SC23、SC34 が電荷移動の制御を継続している。

[0161] 図10のBの電池 $C_{e1} \sim C_{e2}$ のグループと、電池 $C_{e3} \sim C_{e5}$ のグループの場合、図12の時間 t_{ime2} でステップ S1108 の条件を満たすので、スイッチングコンバータ SC23 を停止させない。すなわち、電池 $C_{e1} \sim C_{e2}$ のグループの平均電圧 $V_{avg-0.5V} (A_{vm})$ は電池 $C_{e3} \sim C_{e5}$ のグループの平均電圧 $V_{avg+0.33V} (A_{vm+1})$ より小さいので、スイッチングコンバータ SC23 の電荷移動の制御を継続させる。

[0162] 図10のCの電池 $C_{e1} \sim C_{e3}$ のグループと、電池 $C_{e4} \sim C_{e5}$ のグループの場合、図12の時間 t_{ime2} でステップ S1108 の条件を満たさないで、スイッチングコンバータ SC34 を停止させる。すなわち、電池 $C_{e1} \sim C_{e3}$ のグループの平均電圧 (A_{vm}) は電池 $C_{e4} \sim C_{e5}$ のグループの平均電圧 (A_{vm+1}) と等しくなるので、スイッチングコンバータ SC34 の電荷移動の制御を停止させる。

- [0163] 図12の時間time1から時間time2になるまでの期間において、電池Ce3の電圧に変化がないのは、一方で電池Ce3から電池Ce2に電荷移動させているが、他方で電池Ce4から電池Ce3に電荷移動がされているためである。
- [0164] 図12の時間time2から時間time3になるまでの期間について説明する。
- [0165] 図12の時間time1から時間time2においてスイッチングコンバータSC23だけが電荷移動の制御を継続している。
- [0166] 図10のBの電池Ce1～Ce2のグループと、電池Ce3～Ce5のグループの場合、図12の時間time3でステップS1108の条件を満たさいので、スイッチングコンバータSC23を停止させる。すなわち、電池Ce1～Ce2のグループの平均電圧(Avm)は電池Ce3～Ce5のグループの平均電圧(Avm+1)と等しいので、スイッチングコンバータSC23の電荷移動の制御を停止させる。
- [0167] このように、制御することで、隣接する電池で電荷の無駄な往復移動を繰り返すことがなく、電荷の移動量を最少に抑え、効率良く電圧均等化処理を行うことができる。さらに、電池電圧の均等化効率の向上および電圧均等化処理に要する時間の短縮化が可能になる。
- [0168] デューティ50%のパルス幅変調処理への切り替える場合について説明する。
- [0169] 図13は、デューティ50%のパルス幅変調処理への切り替える動作の一実施例を示すフロー図である。ステップS1301では、制御部1が電荷移動を終了して停止しているスイッチングコンバータを検出する。電荷移動を終了して停止しているスイッチングコンバータを検出した場合(Yes)にはステップS1302に移行し、検出しない場合(No)にはいずれかのスイッチングコンバータが停止するのを待つ。
- [0170] ステップS1302では、制御部1がステップS1301で検出したスイッチングコンバータとで共通の電池を有する停止しているスイッチングコン

バータがあるかを検出する。ただし、既にデューティ 50% のパルス幅変調処理をしているスイッチングコンバータまたはデューティ 50% のパルス幅変調処理を終了したスイッチングコンバータは、ステップ S 1302 の検出する対象から外す。共通の電池を有する停止しているスイッチングコンバータがある場合 (Yes) にはステップ S 1303 に移行する。共通の電池を有する停止しているスイッチングコンバータがない場合 (No) にはステップ S 1301 に移行する。

[0171] ステップ S 1303 では、制御部 1 が対象となるスイッチングコンバータに、決められた時間デューティ 50% でパルス幅変調処理をさせる指示をする。

[0172] ステップ S 1304 では、制御部 1 がすべてのスイッチングコンバータが停止をしているか否かを検出し、すべてのスイッチングコンバータが停止している場合 (Yes) にはステップ S 1305 に移行する。停止していない場合 (No) にはステップ S 1301 に移行する。

[0173] ステップ S 1305 では、制御部 1 が停止をした最後のスイッチングコンバータに、決められた時間デューティ 50% でパルス幅変調処理をさせる指示をする。

[0174] このように、停止している 2 つのスイッチングコンバータがある場合で、且つ 2 つのスイッチングコンバータが共通して制御している電池があると判定された場合に、デューティ 50% のパルス幅変調処理をさせる指示を、パルス幅変調部 903 に出力する。

[0175] 図 12 の例では、時間 $t_{ime 2}$ 以降からスイッチングコンバータ SC 45 がデューティ 50% のパルス幅変調処理を決められた時間行う。また、時間 $t_{ime 3}$ でスイッチングコンバータ SC 12、SC 23、SC 34 がデューティ 50% のパルス幅変調処理を決められた時間行う。

[0176] このように制御することで、計測精度のよい高価な電圧計測部を用いなくても、電池電圧を均等にする精度を向上させることができる。

[0177] なお、本発明は、以上に述べた実施の形態に限定されるものではなく、本

発明の要旨を逸脱しない範囲内で種々の構成または実施形態を取ることができる。

[0178] 例えば、実施形態3で、2つのグループの平均電圧を比較したが、一方のグループの平均電圧と全電池の平均電圧を比較しても良い。この場合、比較部902は、2つのグループのうちの一方のグループの平均電圧と全電池の平均電圧とを比較する。パルス幅変調部903は、比較部の比較結果を基に、一方のグループの平均電圧が全電池の平均電圧より高いときは、一方のグループの境界に位置する電池から、他方のグループの境界に位置する隣接電池へ電荷を移動させ、一方のグループの平均電圧が全セルの平均電圧より低いときは、一方のグループの境界に位置する電池へ、他方のグループの境界に位置する隣接電池から電荷を移動させるよう制御を行う。

[0179] また、実施形態3でステップS1301～1303を省き、全てのスイッチングコンバータが停止してから（時間time3）、全てのスイッチングコンバータにデューティ50%のパルス幅変調処理をさせても良い。

請求の範囲

[請求項1]

複数の電池が直列に接続される組電池と、
前記電池の負極端子と前記電池に隣接する電池の正極端子とに一方の端子が接続されるインダクタと、
前記電池の正極端子と前記インダクタの他方の端子との間に接続される一方のスイッチと、
前記電池に隣接する電池の負極端子と前記インダクタの他方の端子との間に接続される他方のスイッチと、
前記電池それぞれの電圧を計測する電圧計測部と、
前記一方のスイッチと前記他方のスイッチを制御して電圧均等化を行うためのパルス幅変調処理を実行させるパルス幅変調部と、
前記電池の平均電圧を求め、前記平均電圧と前記電池との電圧差を求め、前記電圧差が電圧計測部の許容誤差値により決まる第1の閾値より高いか否かを判定する判定部と、
を備え、
前記パルス幅変調部は、
前記電圧差が、前記第1の閾値より高い場合に、電圧均等化を行うパルス幅変調処理を実行し、前記電圧差が、前記第1の閾値以下になると、パルス幅をデューティ50%に変更してパルス幅変調処理を実行させる、
ことを特徴とする電圧均等化装置。

[請求項2]

前記パルス幅変調部は、定電流で電圧均等化を行うためのパルス幅変調処理を実行させることを特徴とする請求項1に記載の電圧均等化装置。

[請求項3]

決められた時間を経過するとパルス幅がデューティ50%の前記パルス幅変調処理を停止させる、ことを特徴とする請求項1または2に記載の電圧均等化装置。

[請求項4]

複数の電池が直列に接続される組電池と、

前記電池の負極端子と前記電池に隣接する電池の正極端子とに一方の端子が接続されるインダクタと、

前記電池の正極端子と前記インダクタの他方の端子との間に接続される一方のスイッチと、

前記電池に隣接する電池の負極端子と前記インダクタの他方の端子との間に接続される他方のスイッチと、

前記電池それぞれの電圧を計測する電圧計測部と、

前記一方のスイッチと前記他方のスイッチを制御して電圧均等化を行うためのパルス幅変調処理を実行させるパルス幅変調部と、

前記パルス幅変調処理の開始前の前記電池の開始電圧と決められた時間経過後の前記電池の電圧との差である調整電圧を求める調整電圧算出部と、

前記電池の平均電圧を求め、前記平均電圧と前記電池の調整電圧を用いて前記電池の目標電圧を求める目標電圧算出部と、

前記電池の平均電圧を求め、前記平均電圧と前記電池との電圧差を求め、前記電圧差が電圧計測部の許容誤差値により決まる第1の閾値より高いか否かを判定する判定部と、

を備え、

前記パルス幅変調部は、

前記電圧差が、前記第1の閾値より高い場合に、前記パルス幅変調処理を実行し、前記電池の電圧が前記目標電圧になると、前記パルス幅変調処理を停止し、停止したのちに、パルス幅をデューティ50%に変更してパルス幅変調処理を実行させる、

ことを特徴とする電圧均等化装置。

[請求項5] 決められた時間を経過するとパルス幅がデューティ50%の前記パルス幅変調処理を停止させる、ことを特徴とする請求項4に記載の電圧均等化装置。

[請求項6] 直列に接続される前記電池を、該直列接続の列順を維持したまま、

2つのグループに分け、前記2つのグループそれぞれの平均電圧を算出する平均電圧算出部と、

前記2つのグループの平均電圧を比較する比較部と、

前記比較部の比較結果を基に、前記平均電圧の高いグループの境界に位置する電池から、前記平均電圧の低いグループの境界に位置する前記電池に隣接する電池へ、電荷を移動させるよう、前記一方のスイッチと前記他方のスイッチの制御を行うパルス幅変調部と、

を備える、

を特徴とする請求項1～5のいずれか1つに記載の電圧均等化装置

。

[請求項7]

直列に接続される前記電池を、該直列接続の列順を維持したまま、2つのグループに分け、前記2つのグループそれぞれの平均電圧を算出する平均電圧算出部と、

前記2つのグループのうち一方のグループの平均電圧と全電池の平均電圧とを比較する比較部と、

前記比較部の比較結果を基に、一方のグループの平均電圧が全電池の平均電圧より高いときは、該一方のグループの境界に位置する電池から、他方のグループの境界に位置する隣接電池へ電荷を移動させ、前記一方のグループの平均電圧が全セルの平均電圧より低いときは、該一方のグループの境界に位置する電池へ、前記他方のグループの境界に位置する隣接電池から電荷を移動させるよう、前記一方のスイッチと前記他方のスイッチの制御を行うパルス幅変調部と、

を備える、

ことを特徴とする請求項1～5のいずれか1つに記載の電圧均等化装置。

[請求項8]

複数の電池が直列に接続される組電池と、前記電池の負極端子と前記電池に隣接する電池の正極端子とに一方の端子が接続されるインダクタと、前記電池の正極端子と前記インダクタの他方の端子との間に

接続される一方のスイッチと、前記電池に隣接する電池の負極端子と前記インダクタの他方の端子との間に接続される他方のスイッチと、前記電池それぞれの電圧を計測する電圧計測部と、前記一方のスイッチと前記他方のスイッチを制御して電圧均等化を行うためのパルス幅変調処理を実行させる制御部と、を有する電圧均等化回路の電圧均等化方法であって、

制御部は、

前記電池の平均電圧を求め、前記平均電圧と前記電池との電圧差を求め、前記電圧差が電圧計測部の許容誤差値により決まる第 1 の閾値より高いか否かを判定し、

前記電圧差が、前記第 1 の閾値より高い場合に、電圧均等化を行うパルス幅変調処理を実行し、

前記電圧差が、前記第 1 の閾値以下になると、パルス幅をデューティ 50%に変更してパルス幅変調処理を実行させる、

ことを特徴とする電圧均等化方法。

[請求項9]

複数の電池が直列に接続される組電池と、前記電池の負極端子と前記電池に隣接する電池の正極端子とに一方の端子が接続されるインダクタと、前記電池の正極端子と前記インダクタの他方の端子との間に接続される一方のスイッチと、前記電池に隣接する電池の負極端子と前記インダクタの他方の端子との間に接続される他方のスイッチと、前記一方のスイッチと前記他方のスイッチを制御して電圧均等化を行うためのパルス幅変調処理を実行させる制御部と、を有する電圧均等化回路の電圧均等化方法であって、

制御部は、

前記電池の平均電圧を求め、前記平均電圧と前記電池との電圧差を求め、前記電圧差が電圧計測部の許容誤差値により決まる第 1 の閾値より高いか否かを判定し、

前記電圧差が、前記第 1 の閾値より高い場合に、前記パルス幅変調

処理を実行し、

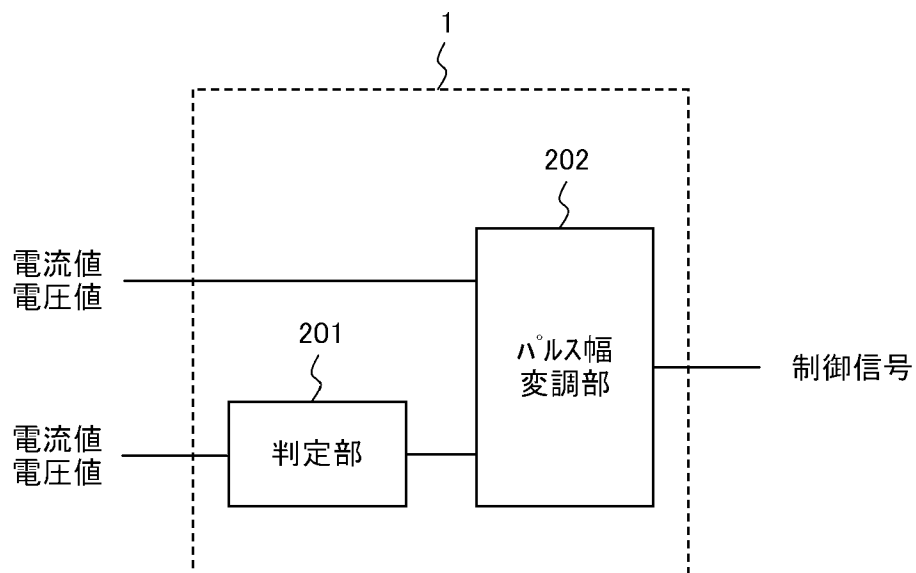
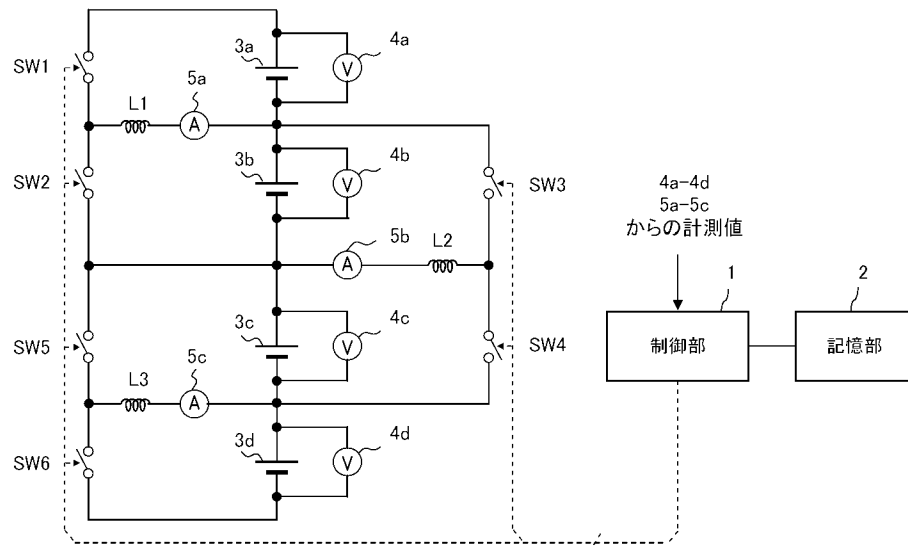
前記パルス幅変調処理の開始前の前記電池の開始電圧と決められた時間経過後の前記電池の電圧との差である調整電圧を求め、

前記電池の平均電圧を求め、前記平均電圧と前記電池の調整電圧を用いて前記電池の目標電圧を求め、

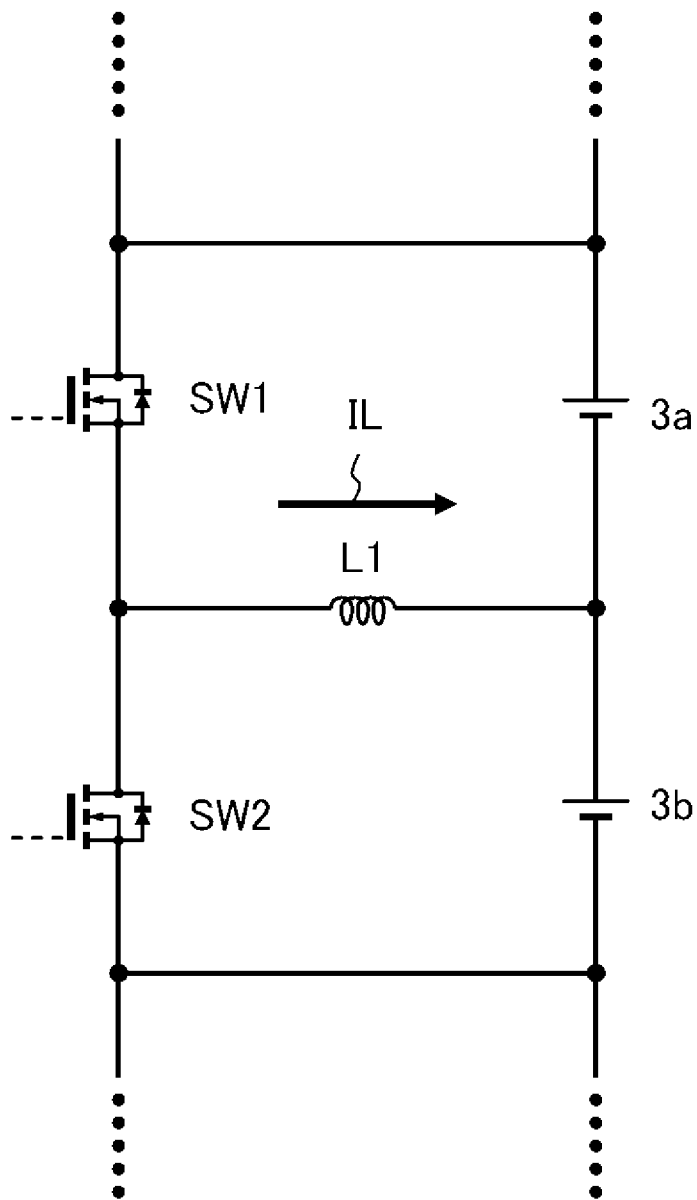
前記電池の電圧が前記目標電圧になると、前記パルス幅変調処理を停止し、

停止したのちに、パルス幅をデューティ 50 % に変更してパルス幅変調処理を実行させる、

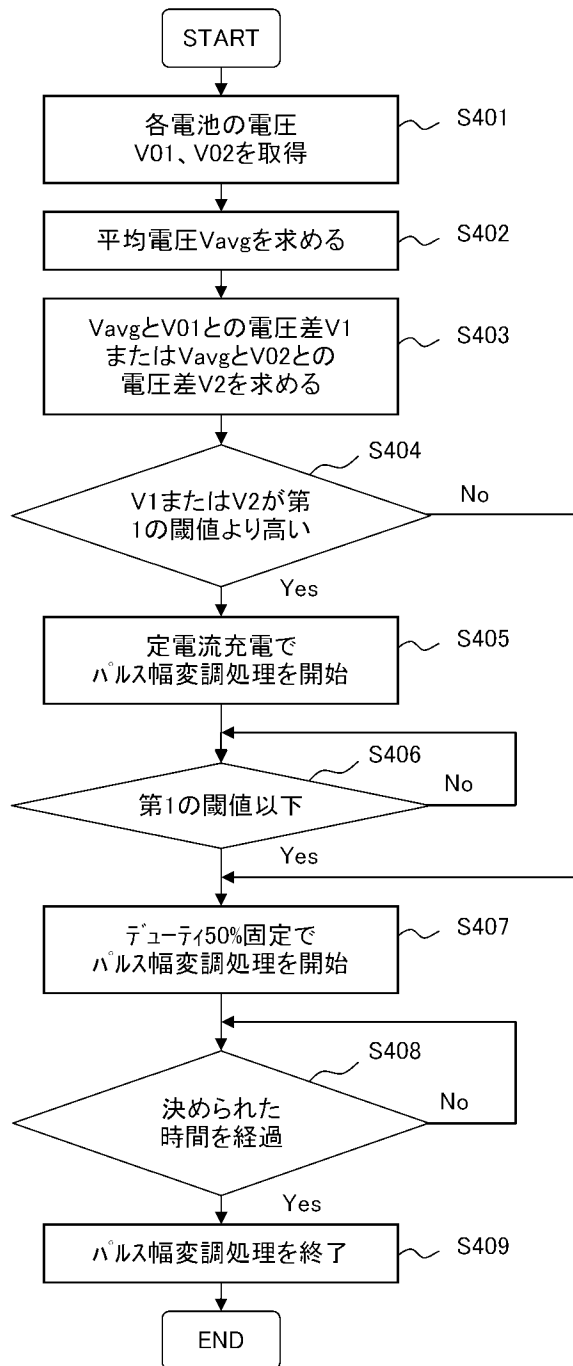
ことを特徴とする電圧均等化方法。



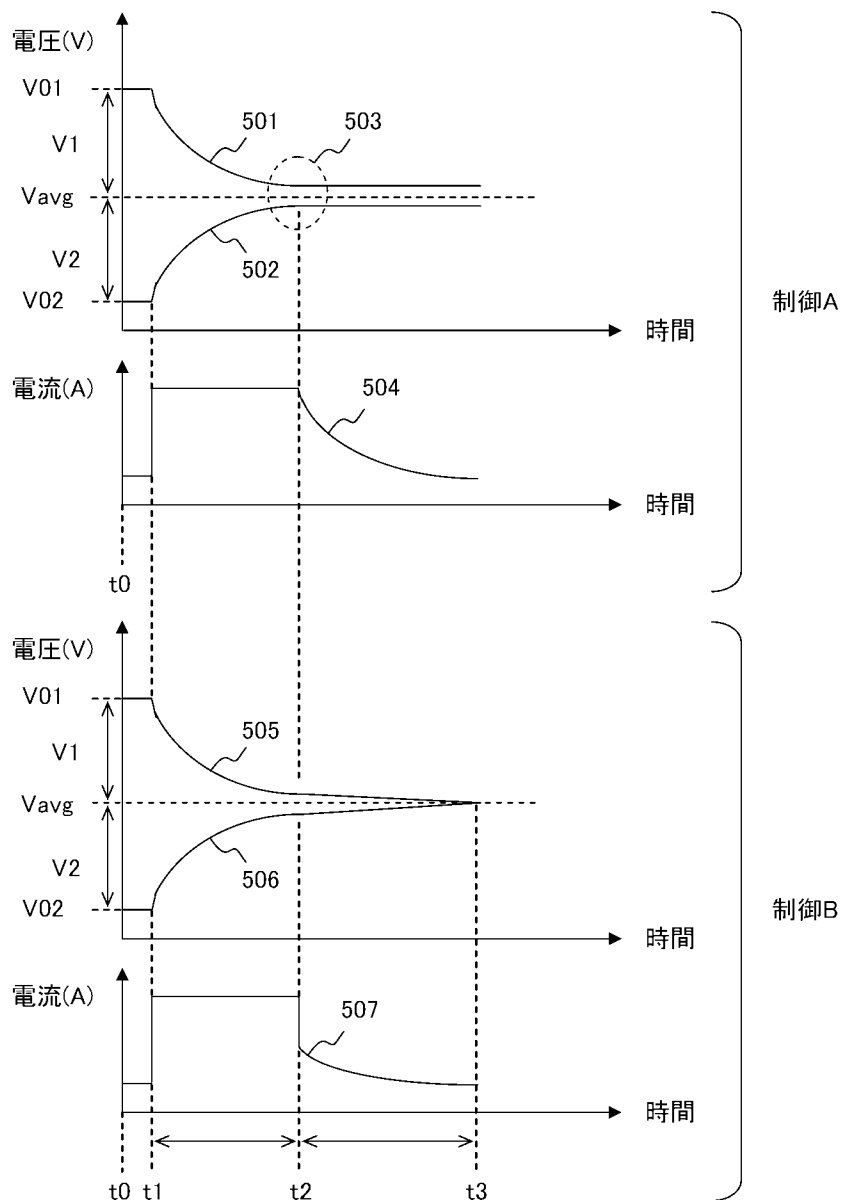
[図3]



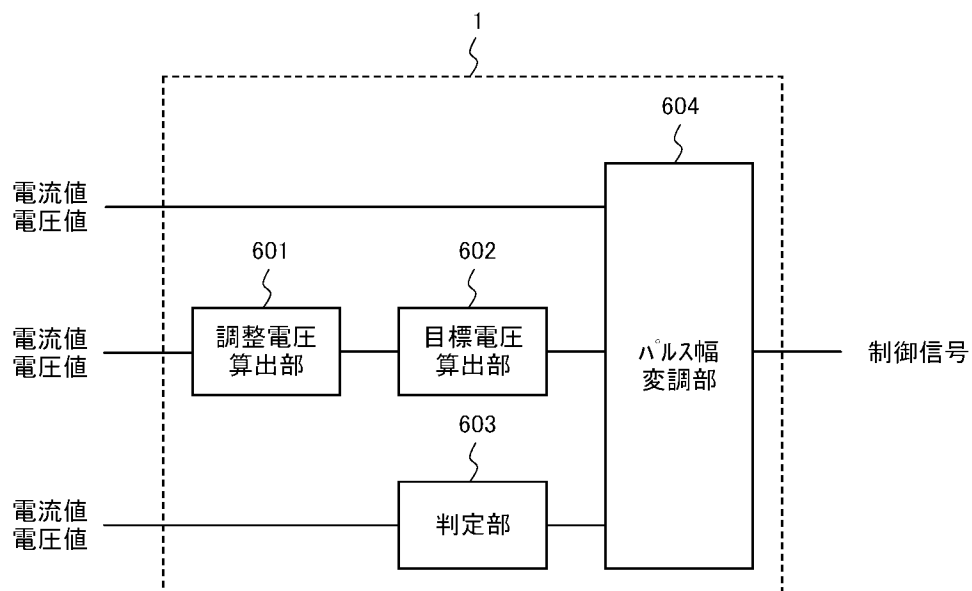
[図4]



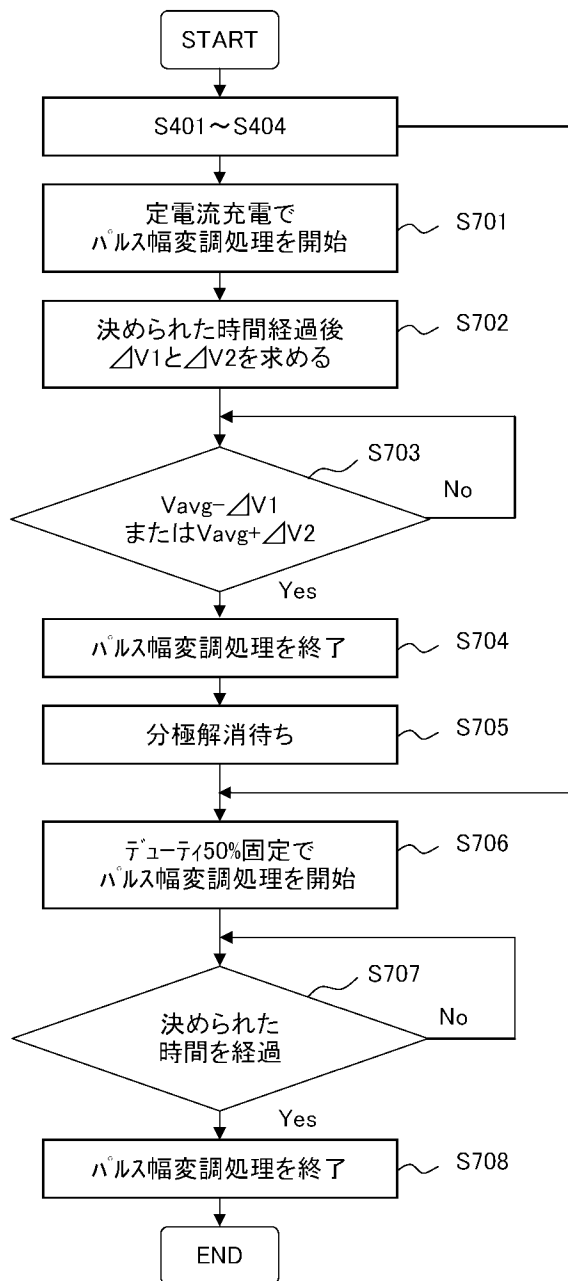
[図5]



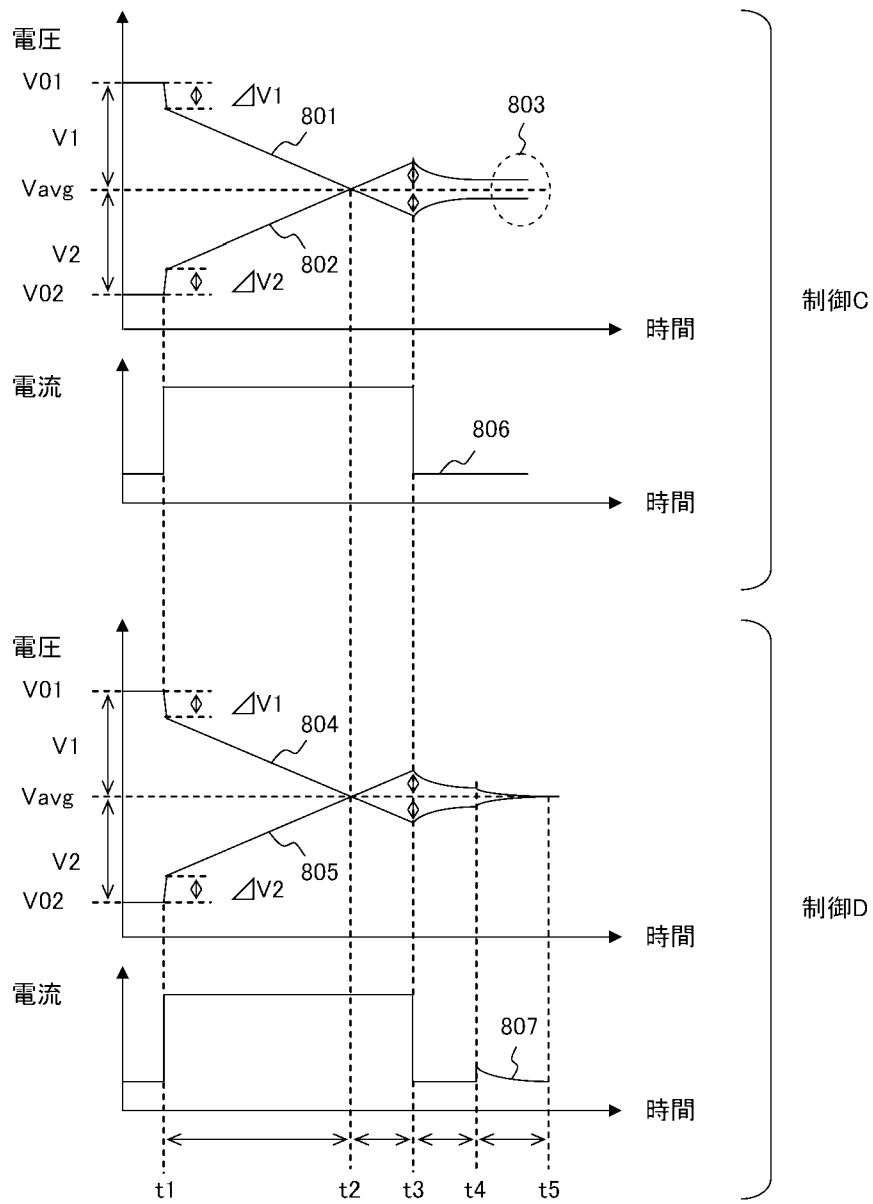
[図6]



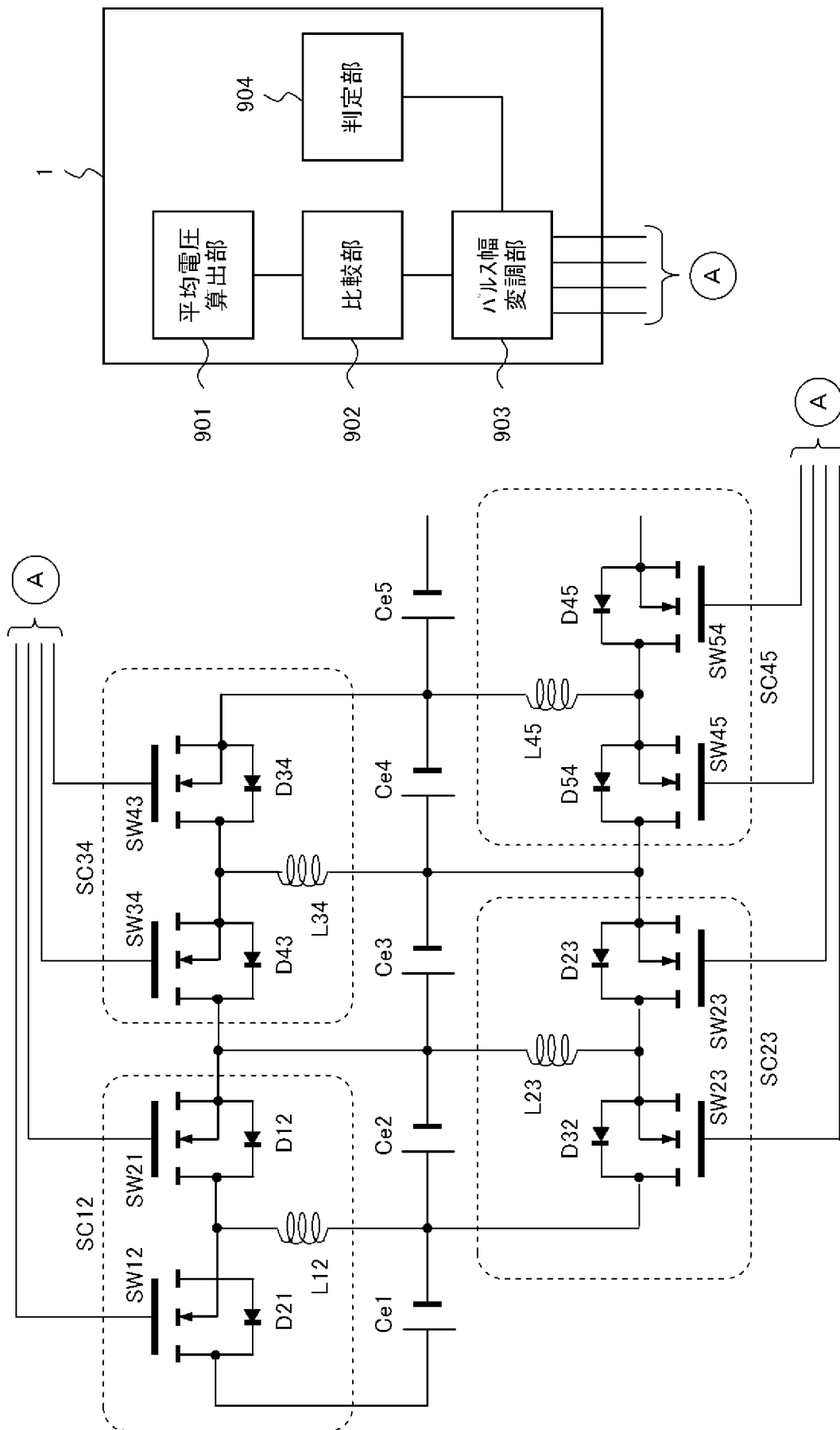
[図7]



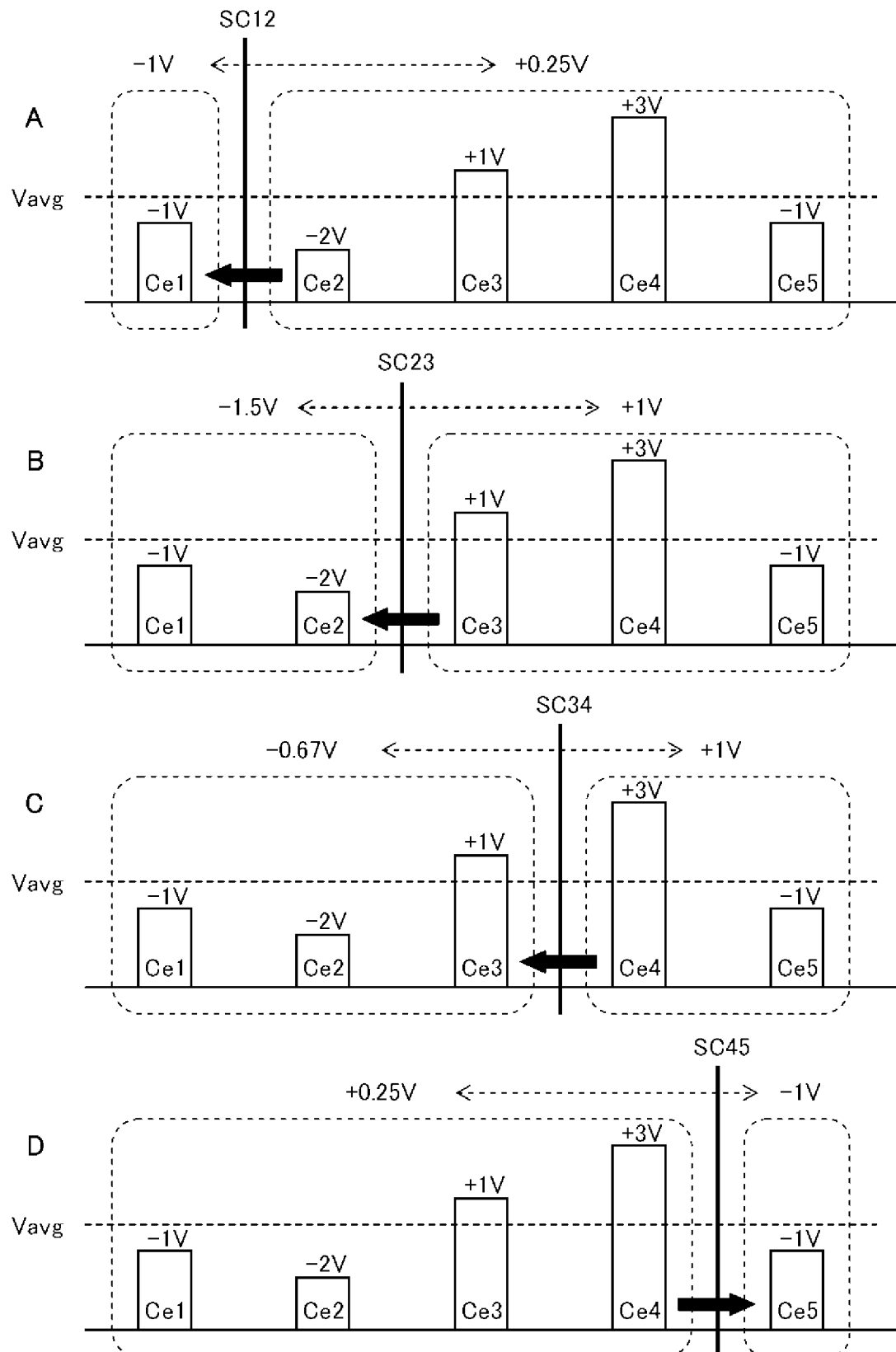
[図8]



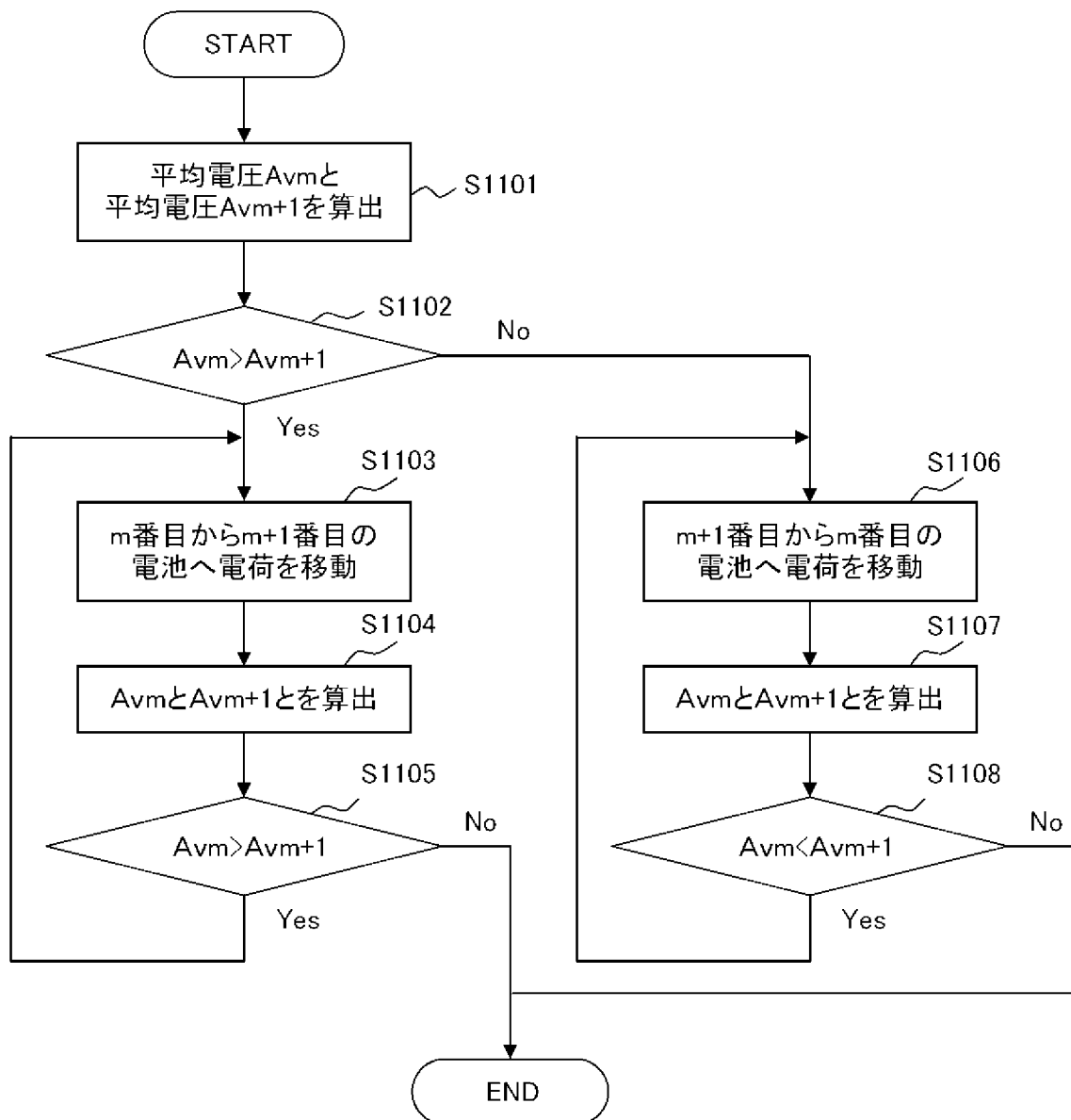
[図9]



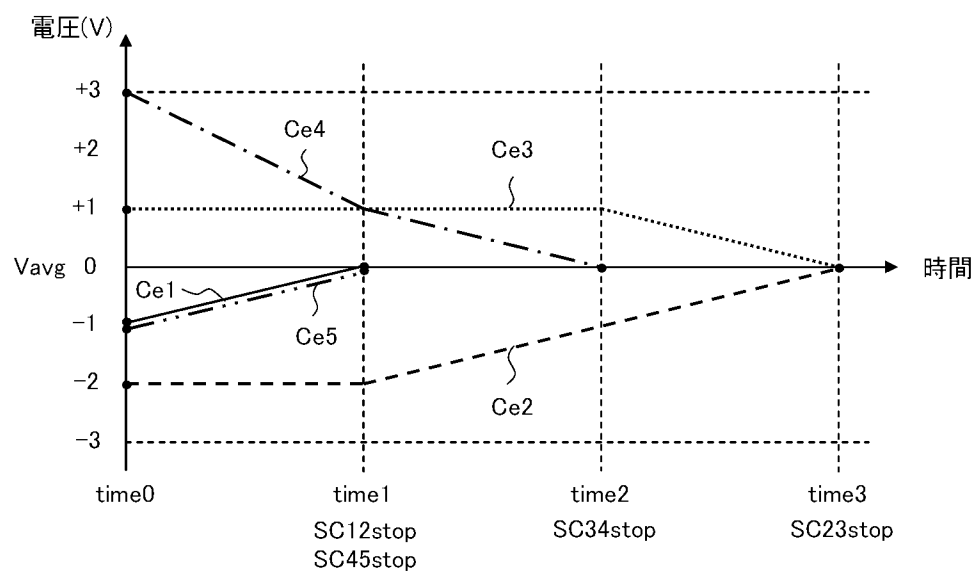
[図10]



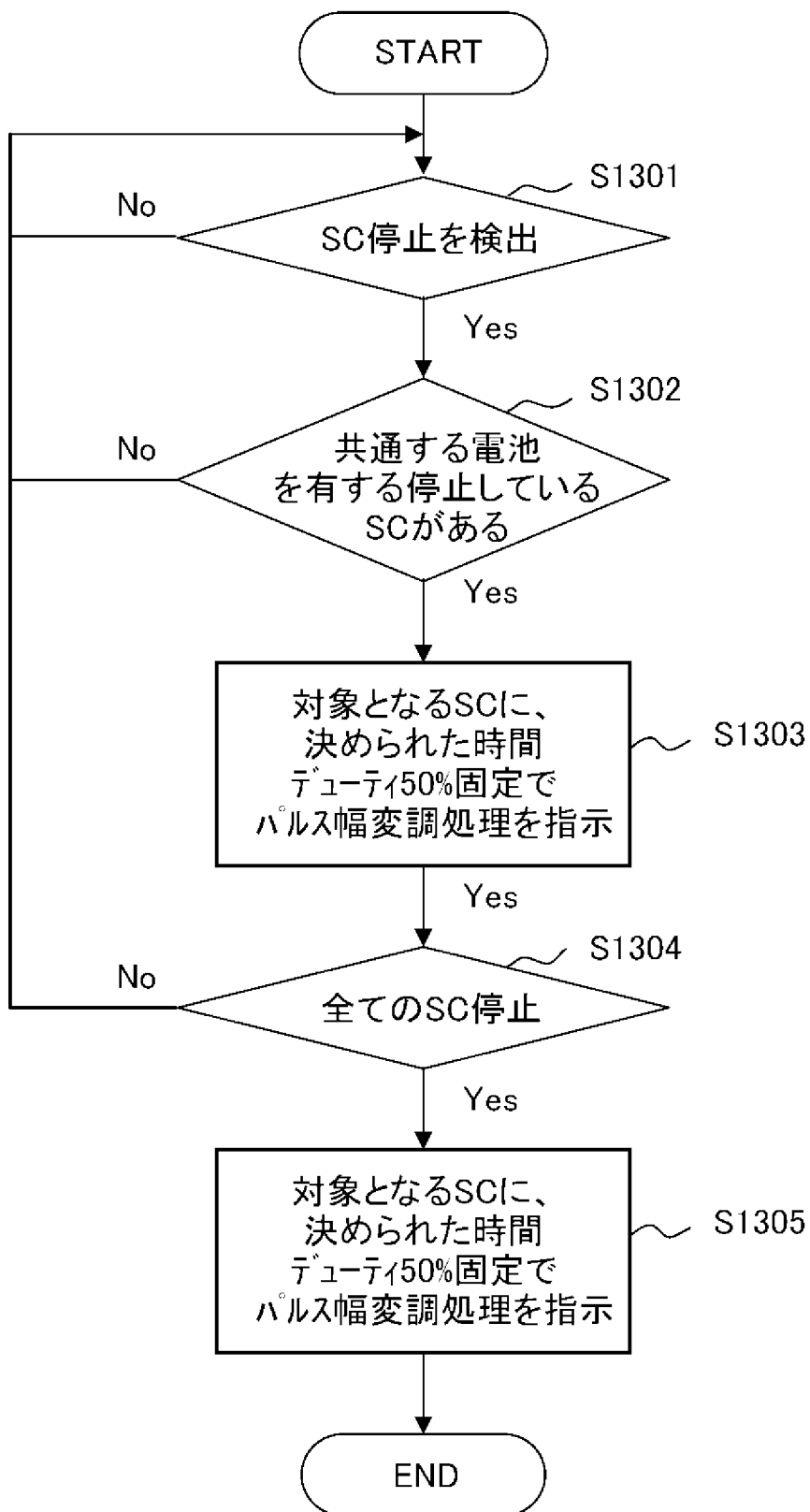
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/076126

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J7/02(2006.01)i, H01M10/44(2006.01)i, H02J7/04(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02J7/02, H01M10/44, H02J7/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-158828 A (Japan Storage Battery Co., Ltd.), 30 May 2003 (30.05.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 October, 2013 (18.10.13)

Date of mailing of the international search report
29 October, 2013 (29.10.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02J7/02(2006.01)i, H01M10/44(2006.01)i, H02J7/04(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02J7/02, H01M10/44, H02J7/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2003-158828 A（日本電池株式会社）2003.05.30, 全文、全図 （ファミリーなし）	1-9

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 8 . 1 0 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 9 . 1 0 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

相澤 祐介

5 T

3 4 6 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 6 8