

(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
2009年12月10日(10.12.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/147809 A1

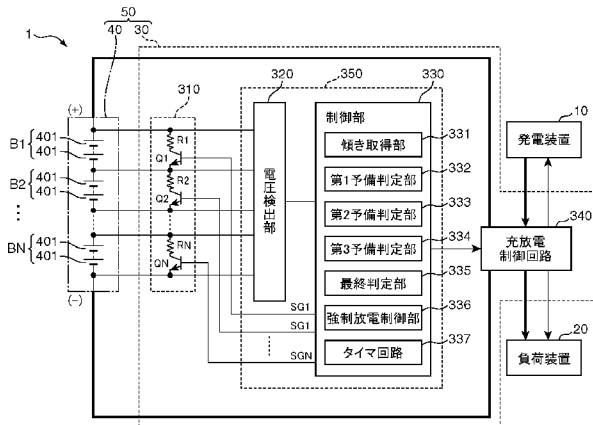
- (51) 国際特許分類:
H01M 10/42 (2006.01) H02J 7/00 (2006.01)
H01M 4/58 (2006.01) H02J 7/02 (2006.01)
H01M 10/48 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/002393
- (22) 国際出願日: 2009年5月29日(29.05.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2008-144906 2008年6月2日(02.06.2008) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社(PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 飯田琢磨(IIDA, Takuma), 谷口明宏(TANIGUCHI, Akihiro), 中嶋琢也(NAKASHIMA, Takuya).
- (74) 代理人: 小谷悦司, 外(KOTANI, Etsuji et al.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島2丁目2番2号大阪中之島ビル2階 Osaka (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, KE, KG, KM, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: IMBALANCE IDENTIFYING CIRCUIT, POWER SOURCE APPARATUS AND IMBALANCE IDENTIFICATION METHOD

(54) 発明の名称: 不均衡判定回路、電源装置、及び不均衡判定方法

[図1]



- 10 generator device
- 20 load device
- 320 voltage detection unit
- 330 control unit
- 331 gradient acquisition unit
- 332 first reserve identification unit
- 333 second reserve identification unit
- 334 third reserve identification unit
- 335 final identification unit
- 336 forcible discharge control unit
- 337 timer circuit
- 340 charging and discharging control circuit

(57) Abstract: Disclosed is a circuit for identifying imbalance, comprising: a voltage detection unit that respectively detects the terminal voltages at a plurality of accumulator bodies; a gradient acquisition unit that stops charging during charging of the plurality of accumulator bodies and performs gradient information acquisition processing to acquire respective voltage gradient information indicating the amount of change per prescribed time of the voltages of these terminals from the voltages of these terminals detected by the voltage detection unit during this stoppage of charging; and an imbalance identification unit that identifies whether or not imbalance has been generated in the amount of charge stored in the plurality of accumulator bodies using the plurality of items of voltage gradient information corresponding to the voltages of the terminals acquired by the gradient acquisition unit.

(57) 要約: 複数の蓄電体における端子電圧をそれぞれ検出する電圧検出部と、前記複数の蓄電体の充電中に当該充電を停止させると共に当該充電の停止中において前記電圧検出部により検出される各端子電圧から当該各端子電圧の所定時間あたりの変化量を示す電圧傾き情報をそれぞれ取得する傾き情報取得処理を行う傾き取得部と、前記複数の蓄電体における蓄電量の不均衡が生じているか否かを、前記傾き取得部により取得される前記各端子電圧に対応する複数の電圧傾き情報を用いて判定する不均衡判定部とを備えることにより、不均衡判定回路を構成

した。

WO 2009/147809 A1

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：不均衡判定回路、電源装置、及び不均衡判定方法 技術分野

[0001] 本発明は、複数の蓄電体における蓄電量の不均衡が生じているか否かを判定する不均衡判定回路、電源装置、及び不均衡判定方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、二次電池等の蓄電装置は、太陽電池や発電装置と組み合わせられ、電源システムとして広く利用されている。発電装置は、風力や水力といった自然エネルギーや内燃機関等の人工的な動力によって駆動される。このような蓄電装置を組み合わせた電源システムは、余剰な電力を蓄電装置に蓄積し、負荷装置が必要な時に蓄電装置から電力を供給することによって、エネルギー効率の向上を図っている。

[0003] このようなシステムの一例としては、太陽光発電システムが挙げられる。太陽光発電システムは、太陽光による発電量が、負荷装置の電力消費量に比べて大きい場合には、余剰電力で蓄電装置に充電を行う。逆に、発電量が負荷装置の消費電力より小さい場合には、不足の電力を補うために蓄電装置から出力して、負荷装置を駆動する。

[0004] このように、太陽光発電システムにおいては、従来利用されていなかった余剰電力を蓄電装置に蓄積できるため、蓄電装置を用いない電源システムに比べて、エネルギー効率を高めることができる。

[0005] このような太陽光発電システムにおいては、蓄電装置が満充電になってしまうと余剰電力を充電できなくなって、損失が生じる。そこで、余剰電力を効率よく蓄電装置に充電するため、二次電池の充電状態（以下、SOC：State Of Charge）が100%とならないように、充電制御が行われている。また、必要なときに負荷装置を駆動できるように、SOCが0（ゼロ）%とならないようにも充電制御が行われている。具体的には、通常、蓄電装置においては、SOCが20%～80%の範囲で推移するように

充電制御が行われている。

- [0006] また、エンジンとモータとを用いたハイブリット自動車（HEV；Hybrid Electric Vehicle）もこのような原理を利用している。HEVは、走行に必要な動力に対してエンジンからの出力が大きい場合には、余剰のエンジン出力で発電機を駆動し、蓄電装置を充電する。また、HEVは、車両の制動や減速時には、モータを発電機として利用することによって蓄電装置を充電する。
- [0007] さらに、夜間電力の有効活用をした負荷平準化電源やプラグインハイブリット車も最近注目されている。負荷平準化電源は、電力消費が少なく、電力料金が安い夜間に蓄電装置に電力を貯蔵し、電力消費がピークとなる日中に、貯蔵した電力を活用するシステムである。電力の消費量を平滑化することにより、電力の発電量を一定にし、電力設備の効率的運用や設備投資の削減に貢献することを目的としている。
- [0008] また、プラグインハイブリット車は夜間電力を活用し、燃費が悪い市街地走行時には蓄電装置から電力を供給するEV走行が主体に、長距離走行時には、エンジンとモータを活用したHEV走行を行うことにより、トータルのCO₂の排出量の削減を目的としている。
- [0009] ところで、このような蓄電装置は、所望の出力電圧を得るために、複数の蓄電素子（単電池等）を直列に接続することによって構成されている。このような蓄電素子では、個々の蓄電素子の蓄電電荷量がバラついた状態で深い放電が行われると、蓄電電荷量が少ない蓄電素子がより過放電され、蓄電素子が劣化して蓄電装置全体の寿命を低下させることとなる。
- [0010] このような蓄電装置の寿命の劣化を抑制するために、蓄電電荷量（SOC）にバラツキが発生すると、均等化手段を用いて蓄電電荷量のバラツキを解消する技術が知られている。均等化する手段として、最低電圧と各蓄電素子の端子電圧とを比較し、電圧差が所定値を超えると均等化させる方法が開示されている（例えば、特許文献1参照。）。
- [0011] しかしながら、上述の特許文献1に開示の方法では、均等化する手段とし

ては、最低電圧と各蓄電素子の端子電圧とを比較し、電圧差が所定値以上になった場合に均等化判定をするため、SOCの変化に対するOCV (Open Circuit Voltage : 開放電圧) の変化が小さい特性を有する蓄電素子では、蓄電電荷量が電圧差に反映されないため、電圧差による検出では蓄電電荷量のバラツキの検出精度が低下する。

[0012] 図10は、二次電池（例えばリチウムイオン二次電池）のSOCと端子電圧との関係を示すグラフである。図10の横軸はSOC、縦軸は二次電池の無負荷時の端子電圧、すなわちOCVを示している。二次電池の端子電圧は、図10のグラフG101で示すように、一般的には充電が進んでSOCが増大するにつれて二次電池の端子電圧が上昇する。

[0013] 従って、グラフG101に示すような性質を有する蓄電素子の場合、蓄電電荷量の変化が容易に端子電圧に反映されるため、蓄電電荷量のバラツキの検知精度は良好となる。

[0014] しかし、蓄電素子の中には、例えば図10のグラフG102で示すように、SOC、すなわち蓄電電荷量の変化に対して端子電圧の変化が小さく、平坦な電圧特性を有するものがある。このようにSOCの変化に対して端子電圧の変化が平坦な蓄電素子の場合、SOCの変化に対して端子電圧が緩やかに変化するため、端子電圧に基づいてSOCを検出すると、蓄電電荷量のバラツキの検知精度が低下することになる。例えば、実際のSOCが20%であるのに80%と誤検知したりするおそれがあるからである。

[0015] そして、蓄電電荷量のバラツキの検知精度が低下すると、蓄電電荷量のバラツキが発生したまま蓄電装置が充放電されて、複数の蓄電素子のうち、蓄電電荷量が少ないものが過放電され、蓄電電荷量の多いものが過充電される結果、蓄電素子が劣化し、蓄電装置全体の寿命劣化を加速してしまうという不都合があった。

先行技術文献

特許文献

[0016] 特許文献1：特開平8—19188号公報

発明の概要

- [0017] 本発明の目的は、複数の蓄電体における各蓄電量に不均衡が生じているか否かの判定精度を向上することができる不均衡判定回路、不均衡判定方法、及びこれを用いた電源装置を提供することである。
- [0018] 本発明の一局面に従う不均衡判定回路は、複数の蓄電体における端子電圧をそれぞれ検出する電圧検出部と、前記複数の蓄電体の充電中に当該充電を停止させると共に当該充電の停止中において前記電圧検出部により検出される各端子電圧から当該各端子電圧の所定時間あたりの変化量を示す電圧傾き情報をそれぞれ取得する傾き情報取得処理を行う傾き取得部と、前記複数の蓄電体における蓄電量の不均衡が生じているか否かを、前記傾き取得部により取得される前記各端子電圧に対応する複数の電圧傾き情報を用いて判定する不均衡判定部とを備える。
- [0019] また、本発明の一局面に従う不均衡判定方法は、電圧検出部が、複数の蓄電体における端子電圧をそれぞれ検出するステップと、傾き取得部が、前記複数の蓄電体の充電中に当該充電を停止させると共に当該充電の停止中において前記電圧検出部により検出される各端子電圧から当該各端子電圧の所定時間あたりの変化量を示す電圧傾き情報をそれぞれ取得する傾き情報取得処理を行うステップと、不均衡判定部が、前記複数の蓄電体における蓄電量の不均衡が生じているか否かを、前記傾き取得部により取得される前記各端子電圧に対応する複数の電圧傾き情報を用いて判定するステップとを含む。
- [0020] このような構成の不均衡判定回路、及び不均衡判定方法は、傾き取得部によって、複数の蓄電体の充電中に当該充電が停止され、当該充電の停止中において電圧検出部により検出される各端子電圧から当該各端子電圧の所定時間あたりの変化量を示す電圧傾き情報がそれぞれ取得される。そして、不均衡判定部によって、傾き取得部により取得される電圧傾き情報を用いて、複数の蓄電体における蓄電量の不均衡が生じているか否かが判定される。この場合、蓄電量の変化に対して端子電圧の変化が小さい蓄電体を用いた場合であっても、電圧傾き情報に基づいて複数の蓄電体における蓄電量の不均衡が

生じているか否かを判定することにより、背景技術のように端子電圧から直接換算されたSOCに基づき不均衡の有無を判定する場合よりも各蓄電量に不均衡が生じているか否かの判定精度を向上することができる。

図面の簡単な説明

- [0021] [図1]本発明の一実施形態に係る不均衡判定方法を用いた不均衡判定回路、及びこの不均衡判定回路を備えた電源装置、電源システムの構成の一例を示すブロック図である。
- [図2]蓄電素子に充電電流を流した後、充電電流をゼロにしたときの、端子電圧の変化を説明するための説明図である。
- [図3]図1に示す電圧検出部の構成の一例を示すブロック図である。
- [図4]図1に示す電圧検出部の構成の他の一例を示すブロック図である。
- [図5]図1に示す電源装置の、第1予備判定処理を含む動作の一例を示すフローチャートである。
- [図6]第2予備判定処理の一例を示すフローチャートである。
- [図7]第3予備判定処理の一例を示すフローチャートである。
- [図8]最終判定処理の一例を示すフローチャートである。
- [図9]均等化処理の一例を示すフローチャートである。
- [図10]二次電池のSOCと端子電圧との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

- [0022] 以下、本発明に係る実施形態を図面に基づいて説明する。なお、各図において同一の符号を付した構成は、同一の構成であることを示し、その説明を省略する。図1は、本発明の一実施形態に係る不均衡判定方法を用いた不均衡判定回路、及びこの不均衡判定回路を備えた電源装置、電源システムの構成の一例を示すブロック図である。
- [0023] 図1に示す電源システム1は、発電装置10、電源制御装置30、及び蓄電装置40を備えて構成されている。そして、電源制御装置30及び蓄電装置40によって、電源装置50が構成されている。電源装置50は、例えば、電池パック、無停電電源装置、自然エネルギーを活用した発電装置やエン

ジンを動力源とする発電装置の余剰電力を蓄電する電力調整用の蓄電装置、及び負荷平準化電源等、種々の電源装置として用いられる。そして、電源装置50には、発電装置10や蓄電装置40から電力供給を受ける負荷装置20が接続されている。

[0024] 発電装置10は、具体的には、例えば、太陽光発電装置（太陽電池）などの自然エネルギーを活用した発電装置やエンジンを動力源とする発電機などである。なお、電源装置50は、発電装置10の代わりに商用電源から電力供給を受ける構成であってもよい。

[0025] 蓄電装置40は、N個の蓄電体B1、B2、・・・、BNを直列に接続して構成されている。蓄電体B1、B2、・・・、BNは、図略のボックスに収納されている。また、蓄電体B1、B2、・・・、BNのそれぞれは、複数個の蓄電素子401を電氣的に直列に接続して構成されている。各蓄電素子401としては、ニッケル水素電池などのアルカリ蓄電池、リチウムイオン電池などの有機電池、及び電気二重層キャパシタ等の蓄電素子を用いることができる。

[0026] 蓄電素子401は、例えば図10のグラフG102に示すように、SOCの変化に対して端子電圧の変化が少なく、平坦な特性を有している。蓄電素子401は、図2のグラフG1、G2に示すように、充電停止後定常値になるまでの端子電圧の低下量が、蓄電量が増大するほど、すなわち満充電に近いほど大きい蓄電素子が用いられている。

[0027] 具体的には、蓄電素子401として、例えば正極活物質として、オリビン系リチウム複合リン酸塩の一例である LiFePO_4 を用いたリチウムイオン二次電池を好適に用いることができる。なお、正極活物質は、例えば、 $\text{Li}_x\text{A}_y\text{B}_z\text{PO}_4$ （Aは、Me、Fe、Mn、Co、Ni、Cuのうち少なくとも一種、Bは、Mg、Ca、Sr、Sc、Y、Ti、Zr、V、Nb、Cr、Mo、W、Ag、Zn、In、Sn、Sbのうち少なくとも一種、 $0 < x \leq 1$ 、 $0.9 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq z \leq 0.1$ ）であってもよく、より好ましくは Li_xFePO_4 （ $0 < x \leq 1$ ）であってもよい。

- [0028] 正極活物質として LiFePO_4 を用いたリチウムイオン二次電池は、例えば図10のグラフG102に示すように、広い領域でSOCの変化に対して端子電圧の変化が小さく平坦である。例えば、蓄電素子401として、SOCが10%から95%まで変化した場合における端子電圧の変化量が、0.01V以上、0.3V未満となる二次電池を用いることができる。
- [0029] また、本願発明者らは、図2に示すように、正極活物質として LiFePO_4 を用いたリチウムイオン二次電池は、充電を停止した後における端子電圧の所定時間あたりの低下量が、SOCが大きくなるほど大きくなる性質を有することを、実験的に見出した。
- [0030] 図2は、蓄電素子401に充電電流を流した後、充電電流をゼロにしたとき（充電を停止したとき）の、端子電圧（OCV）の変化を説明するための説明図である。グラフG1はSOCが100%で充電を停止した場合を示し、グラフG2はSOCが70%で充電を停止した場合を示している。図2の縦軸は、蓄電素子401の端子電圧（OCV）を示し、横軸は、充電を停止してからの経過時間を示している。
- [0031] このとき、本願発明者らは、充電を停止した後の端子電圧の低下カーブの傾き、すなわち充電を停止した後における端子電圧の所定時間あたりの低下量は、図2に示すように、蓄電素子401のSOCが小さいとき（グラフG2）よりも、蓄電素子401が満充電のとき（グラフG1）の方が、大きくなることを、実験的に見出した。
- [0032] なお、蓄電体の数、蓄電素子401の数、接続状態は、特に限定されるものではない。例えば、各蓄電体は、複数の蓄電素子401が直列、並列、あるいは直列と並列とが混在して接続されて、構成されていてもよい。また、各蓄電体が、それぞれ一つの蓄電素子401であってもよい。また、蓄電装置40の構成も上記に限定されるものではない。
- [0033] 電源制御装置30は、例えば車載用のECU（Electric Control Unit）として構成されている。電源制御装置30は、放電部310、不均衡判定回路350、及び充放電制御回路340を備えている。

また、不均衡判定回路 350 は、電圧検出部 320、及び制御部 330 を備えている。

[0034] 充放電制御回路 340 は、例えば発電装置 10 で生じた余剰電力や負荷装置 20 で発生する回生電力を蓄電装置 40 へ充電する。また、負荷装置 20 の消費電流が急激に増大したり、または、発電装置 10 の発電量が低下し、負荷装置 20 が要求する電力が発電装置 10 の出力を超えたりすると、充放電制御回路 340 によって、蓄電装置 40 から不足した電力が負荷装置 20 へ供給される。また、充放電制御回路 340 は、制御部 330 からの制御信号に応じて、蓄電装置 40 の充電を停止したり、許可したりするようになっている。

[0035] このように、充放電制御回路 340 によって蓄電装置 40 の充放電が制御されることで、通常の場合、蓄電装置 40 の SOC が 20~80% 程度の範囲になるようにされている。あるいは、夜間電力の有効活用をした負荷平準化電源やプラグインハイブリット車などでは、蓄電装置 40 が、SOC 100% の状態まで充電されて、負荷装置 20 でエネルギーが必要な時に放電されるようになっている。

[0036] 電圧検出部 320 は、蓄電体 B1、B2、・・・、BN の各端子電圧 V1、V2、・・・、VN を検出し、その検出値を制御部 330 へ出力する。図 3 は、図 1 に示す電圧検出部 320 の構成の一例を示すブロック図である。図 3 に示す電圧検出部 320 は、例えば、アナログデジタルコンバータ 321（電圧測定部）と、切換回路 322（切換部）とを備えている。なお、電圧測定部は、アナログデジタルコンバータに限られず、例えばコンパレータ等の電圧検出回路であってもよい。

[0037] 切換回路 322 は、例えば複数のスイッチング素子を用いて構成されている。そして、切換回路 322 は、制御部 330 からの制御信号に応じて複数のスイッチング素子をオン、オフすることにより、蓄電体 B1、B2、・・・、BN の各端子電圧 V1、V2、・・・、VN のうち、いずれか一つを選択し、アナログデジタルコンバータ 321 へ出力する。

- [0038] アナログデジタルコンバータ 3 2 1 は、切換回路 3 2 2 から出力された電圧をデジタル値に変換して制御部 3 3 0 へ出力する。
- [0039] これにより、制御部 3 3 0 は、切換回路 3 2 2 によって、端子電圧 V_1 、 V_2 、 \dots 、 V_N を順次選択させることにより、端子電圧 V_1 、 V_2 、 \dots 、 V_N をアナログデジタルコンバータ 3 2 1 によってデジタル値に変換させて、端子電圧 V_1 、 V_2 、 \dots 、 V_N を示すデータを取得するようにされている。
- [0040] これにより、蓄電体の数に関わりなくアナログデジタルコンバータ 3 2 1 等の電圧測定部を一つ設けるだけでよいので、省スペース化や低コスト化が容易となる。
- [0041] なお、例えば図 4 に示すように、電圧検出部 3 2 0 a を、端子電圧 V_1 、 V_2 、 \dots 、 V_N をそれぞれ検出する N 個の電圧測定部 3 2 3 によって、構成してもよい。この場合、端子電圧 V_1 、 V_2 、 \dots 、 V_N を同時に検出することができるので、端子電圧 V_1 、 V_2 、 \dots 、 V_N の検出時間を短縮することができる。
- [0042] 放電部 3 1 0 は、 N 個の抵抗 R_1 、 R_2 、 \dots 、 R_N と、 N 個のトランジスタ Q_1 、 Q_2 、 \dots 、 Q_N とを備えている。そして、抵抗 R_1 とトランジスタ Q_1 との直列回路が蓄電体 B_1 と並列に接続され、抵抗 R_2 とトランジスタ Q_2 との直列回路が蓄電体 B_2 と並列に接続され、以下同様に、抵抗とトランジスタとの直列回路が各蓄電体と並列に接続されている。
- [0043] トランジスタ Q_1 、 Q_2 、 \dots 、 Q_N は、制御部 3 3 0 からの均等化放電信号 SG_1 、 SG_2 、 \dots 、 SG_N に応じて、それぞれオン、オフされるようになっている。そして、トランジスタ Q_1 、 Q_2 、 \dots 、 Q_N がオンされると、当該オンされたトランジスタと並列接続されている蓄電体が、抵抗を介して放電されるようになっている。
- [0044] 制御部 3 3 0 は、例えば所定の演算処理を実行する CPU (Central Processing Unit) と、所定の制御プログラムが記憶された ROM (Read Only Memory) と、データを一時的に記憶する RAM (Random Access Memory) と、タ

イマ回路 337 と、これらの周辺回路等とを備えて構成されている。

- [0045] そして、制御部 330 は、例えば ROM に記憶された制御プログラムを実行することにより、傾き取得部 331、第 1 予備判定部 332、第 2 予備判定部 333、第 3 予備判定部 334、最終判定部 335、及び強制放電制御部 336 として機能する。この場合、第 1 予備判定部 332、第 2 予備判定部 333、第 3 予備判定部 334、及び最終判定部 335 が、不均衡判定部の一例に相当している。なお、充放電制御回路 340 や負荷装置 20 が、制御部 330 の一部、又は全部を含んで構成されていてもよい。
- [0046] 傾き取得部 331 は、蓄電装置 40 の充電中に充放電制御回路 340 によって当該充電を停止させ、当該充電の停止中において、電圧検出部 320 により検出される蓄電体 B1、B2、・・・、BN の端子電圧から当該端子電圧の所定時間、例えば単位時間あたりの低下量を示す電圧傾き情報を取得する。
- [0047] 第 1 予備判定部 332 は、第 1 予備判定処理として、充電の停止直後において、傾き取得部 331 によって取得された各電圧傾き情報相互間の差が、予め設定された第 1 判定値 γ_1 を超えたとき、蓄電体 B1、B2、・・・、BN の蓄電量の不均衡が生じていると予備的に判定する。
- [0048] 第 2 予備判定部 333 は、第 2 予備判定処理として、充電の停止から予め設定された設定時間 β が経過したときにおいて、傾き取得部 331 によって取得された各電圧傾き情報相互間の差が、予め設定された第 2 判定値 γ_2 を超えたとき、蓄電体 B1、B2、・・・、BN の蓄電量の不均衡が生じていると予備的に判定する。
- [0049] 第 3 予備判定部 334 は、第 3 予備判定処理として、傾き取得部 331 により取得される各電圧傾き情報が予め設定された基準値 ε と等しくなったときの、充電の停止からの経過時間の相互間の差が、予め設定された第 3 判定値 γ_3 を超えたとき、蓄電体 B1、B2、・・・、BN の蓄電量の不均衡が生じていると予備的に判定する。
- [0050] 最終判定部 335 は、最終判定処理として、第 1 予備判定部 332、第 2

予備判定部 333、及び第 3 予備判定部 334 の全てが、不均衡が生じていると予備的に判定したとき、蓄電体 B1、B2、・・・、BN の蓄電量に不均衡が生じていると最終的に判定する。

[0051] 強制放電制御部 336 は、最終判定部 335 によって不均衡が生じていると判定されたとき、電圧検出部 320 により検出される端子電圧 V1、V2、・・・、VN が、それぞれ予め設定された目標電圧 $\alpha 2$ 以下になるまで、放電部 310 によって蓄電体 B1、B2、・・・、BN をそれぞれ放電させることにより、蓄電体 B1、B2、・・・、BN における蓄電電荷量のばらつき、すなわち不均衡を低減する。

[0052] タイマ回路 337 は、電圧検出部 320 によって、周期的に、例えば単位時間毎に端子電圧 V1、V2、・・・、VN を検出させたり、充電停止からの経過時間を計時したりするために用いられる。

[0053] 次に、図 1 に示す電源装置 50 の動作について説明する。図 5～図 9 は、図 1 に示す電源装置 50 の動作の一例を示すフローチャートである。まず、充放電制御回路 340 によって、発電装置 10 から蓄電装置 40 へ充電電流が供給されて、蓄電装置 40 の充電が開始される（ステップ S1）。

[0054] 次に、制御部 330 からの制御信号に応じて、切換回路 322 によって、検出対象の端子電圧が順次切り替えられることで、電圧検出部 320 によって、蓄電体 B1、B2、・・・、BN の各端子電圧 V1、V2、・・・、VN が検出される（ステップ S2）。なお、電圧検出部 320a によって、端子電圧 V1、V2、・・・、VN が同時に検出されるようにしてもよい。

[0055] 次に、第 1 予備判定部 332 によって、端子電圧 V1、V2、・・・、VN が予め設定された基準電圧 $\alpha 1$ と比較される（ステップ S3）。そして、端子電圧 V1、V2、・・・、VN のうちいずれか一つでも基準電圧 $\alpha 1$ に満たなければステップ S2 へ戻って充電を継続しつつ端子電圧 V1、V2、・・・、VN の検出を繰り返す（ステップ S3 で NO）。一方、端子電圧 V1、V2、・・・、VN のすべてが基準電圧 $\alpha 1$ 以上であれば（ステップ S3 で YES）、蓄電量の不均衡の予備的な判定を行うべくステップ S4 へ移

行する。

- [0056] これにより、蓄電体 B 1、B 2、・・・、B Nのすべてが、基準電圧 $\alpha 1$ 以上に充電されてから、不均衡の判定が行われる。
- [0057] 後述するように、最終判定部 3 3 5によって不均衡が生じていると判定されたとき、強制放電制御部 3 3 6は、端子電圧が、それぞれ目標電圧 $\alpha 2$ 以下になるまで蓄電体 B 1、B 2、・・・、B Nをそれぞれ放電させることにより、不均衡を低減する。従って、強制放電制御部 3 3 6による放電の開始前に、蓄電体 B 1、B 2、・・・、B Nの端子電圧が目標電圧 $\alpha 2$ を下回っていた場合には、放電によって不均衡を低減することができない。
- [0058] しかし、基準電圧 $\alpha 1$ を、目標電圧 $\alpha 2$ 以上の電圧値に設定しておくことにより、蓄電体 B 1、B 2、・・・、B Nの端子電圧を目標電圧 $\alpha 2$ 以上とし、放電により不均衡を低減することが可能にされている。
- [0059] ステップ S 4において、第 1 予備判定部 3 3 2によって、充電の停止を要求する制御信号が充放電制御回路 3 4 0へ出力され、充放電制御回路 3 4 0によって、蓄電装置 4 0の充放電電流がゼロにされて、充電が停止される（ステップ S 4）。
- [0060] そして、第 1 予備判定部 3 3 2は、タイマ回路 3 3 7の計時を開始させる（ステップ S 5）。そして、タイマ回路 3 3 7によって、充電の停止からの経過時間が計時される。
- [0061] 次に、傾き取得部 3 3 1は、電圧測定部 3 2 3によって、所定時間毎、例えば単位時間毎に端子電圧 V 1、V 2、・・・、V Nを測定させる。そして、傾き取得部 3 3 1は、単位時間毎に、端子電圧 V 1、V 2、・・・、V Nの前回測定値と、今回の測定値との差を、電圧傾き情報の一例である電圧変化量 dV/dt として算出する（ステップ S 6）。以降、第 1、第 2、及び第 3 予備判定処理が実行されている間、電圧変化量 dV/dt の算出が継続的に実行される。
- [0062] なお、電圧変化量 dV/dt は単位時間毎に測定される例に限られず、傾き取得部 3 3 1が単位時間あたりの電圧変化量に換算してもよく、所定時間

あたりの変化量のまま電圧傾き情報として用いてもよい。以下、端子電圧 V_1 、 V_2 、 \dots 、 V_N の各電圧変化量 dV/dt を、電圧変化量 $dV(1)$ 、 $dV(2)$ 、 \dots 、 $dV(N)$ と称する。

[0063] 次に、第1予備判定部332によって、変数 n に、「1」が代入される（ステップS7）。そして、第1予備判定部332によって、 $dV(n) - dV(n+1)$ の絶対値、すなわち隣り合う蓄電体における電圧変化量 dV/dt の差が、第1判定値 γ_1 と比較される（ステップS8）。

[0064] そして、 $dV(n) - dV(n+1)$ の絶対値が第1判定値 γ_1 より大きければ（ステップS8でYES）、蓄電電荷量に是正が必要な程度の不均衡が生じていると判定されて、第1判定フラグ $Flag_1$ がオンされ（ステップS9）、第2、第3予備判定処理へ移行する。第2、第3予備判定処理は、並行して実行される。

[0065] 一方、 $dV(n) - dV(n+1)$ の絶対値が第1判定値 γ_1 以下であれば（ステップS8でNO）、第1予備判定部332によって、変数 n に「1」が加算される（ステップS10）。次に、第1予備判定部332によって、変数 n と蓄電体数 N とが比較される（ステップS11）。

[0066] そして、変数 n が蓄電体数 N に満たなければ（ステップS11でNO）、次の蓄電体について不均衡の判定を行うべく、再びステップS8へ移行する。一方、変数 n が蓄電体数 N 以上であれば（ステップS11でYES）、すべての蓄電体についての不均衡の判定が終了したので、ステップS12へ移行する。

[0067] 次に、ステップS12において、第1予備判定部332によって、タイマ回路337のタイマ値 T が、予め設定された監視時間 T_{lim} と比較される（ステップS12）。監視時間 T_{lim} は、例えば、充電を停止してから蓄電体 B_1 、 B_2 、 \dots 、 B_N の端子電圧 V_1 、 V_2 、 \dots 、 V_N が定常状態になるまでの時間が設定されている。

[0068] すなわち、充電停止後、監視時間 T_{lim} 以上の時間が経過すると、端子電圧 V_1 、 V_2 、 \dots 、 V_N が定常状態になって変化しなくなる。そうす

ると、端子電圧の変化量に基づき不均衡の判定を行うことができなくなる。

[0069] そこで、タイマ値 T が監視時間 T_{lim} 以上になると（ステップ S_{12} で YES）、第 2、第 3 予備判定処理に移行することなく強制終了する。一方、タイマ値 T が監視時間 T_{lim} に満たなければ（ステップ S_{12} で NO）、第 2、第 3 予備判定処理へ移行する。

[0070] 次に、第 2 予備判定処理について説明する。図 6 は、第 2 予備判定処理の一例を示すフローチャートである。第 2 予備判定処理では、まず、第 2 予備判定部 333 によって、第 1 判定フラグ $Flag_1$ が ON しているか否かが判定される（ステップ S_{21} ）。そして、第 1 判定フラグ $Flag_1$ が ON していなければ（ステップ S_{21} で NO）、第 2 予備判定処理を終了して最終判定処理へ移行する。

[0071] なお、均等化処理のために充電が停止される時間が長時間になると、電源システム 1 の使用に支障が生じるため、監視時間 T_{lim} は、電源システム 1 の使用上、均等化処理のために充電を停止しても差し支えない程度の時間を設定するようにしてもよい。

[0072] 最終判定処理では、最終判定部 335 は、第 1 予備判定部 332、第 2 予備判定部 333、及び第 3 予備判定部 334 の全てが、不均衡が生じていると予備的に判定したとき、すなわち第 1 判定フラグ $Flag_1$ 、第 2 判定フラグ $Flag_2$ 、及び第 3 判定フラグ $Flag_3$ のすべてがオンしているとき、蓄電体 B_1 、 B_2 、 \dots 、 B_N の蓄電量に不均衡が生じていると判定されるから、第 1 判定フラグ $Flag_1$ が ON していなければ（ステップ S_{21} で NO）、この時点で最終判定部 335 で不均衡が生じていない判定がされることが明らかなので、ステップ $S_{22} \sim S_{28}$ の実行を省略して処理負荷を軽減するようになっている。

[0073] 一方、第 1 判定フラグ $Flag_1$ が ON していれば（ステップ S_{21} で YES）、ステップ S_{22} へ移行する。

[0074] 次に、ステップ S_{22} において、第 2 予備判定部 333 によって、タイマ回路 337 のタイマ値 T が、設定時間 β と比較される（ステップ S_{22} ）。

そして、タイマ値 T が設定時間 β 以上になると（ステップ $S22$ で YES ）、第2予備判定部 333 によって、変数 n に、「1」が代入される（ステップ $S23$ ）。

[0075] そして、第2予備判定部 333 によって、タイマ値 T が設定時間 β 以上になったとき、すなわち充電の停止から設定時間 β が経過したときに、傾き取得部 331 で得られた電圧変化量 dV/dt に基づき、 $dV(n) - dV(n+1)$ の絶対値、すなわち隣り合う蓄電体における電圧変化量 dV/dt の差が算出され、第2判定値 $\gamma 2$ と比較される（ステップ $S24$ ）。

[0076] そして、 $dV(n) - dV(n+1)$ の絶対値が第2判定値 $\gamma 2$ より大きければ（ステップ $S24$ で YES ）、蓄電電荷量に是正が必要な程度の不均衡が生じていると判定されて、第2判定フラグ $Flag 2$ がオンされ（ステップ $S25$ ）、最終判定処理へ移行する。

[0077] 一方、 $dV(n) - dV(n+1)$ の絶対値が第2判定値 $\gamma 2$ 以下であれば（ステップ $S24$ で NO ）、第2予備判定部 333 によって、変数 n に「1」が加算される（ステップ $S26$ ）。次に、第2予備判定部 333 によって、変数 n と蓄電体数 N とが比較される（ステップ $S27$ ）。

[0078] そして、変数 n が蓄電体数 N に満たなければ（ステップ $S27$ で NO ）、次の蓄電体について不均衡の判定を行うべく、再びステップ $S24$ へ移行する。一方、変数 n が蓄電体数 N 以上であれば（ステップ $S27$ で YES ）、すべての蓄電体についての不均衡の判定が終了したので、ステップ $S28$ へ移行する。

[0079] 次に、ステップ $S28$ において、第2予備判定部 333 によって、ステップ $S12$ と同様に、タイマ回路 337 のタイマ値 T が監視時間 $Tlim$ と比較される（ステップ $S28$ ）。そして、タイマ値 T が監視時間 $Tlim$ 以上になると（ステップ $S28$ で YES ）、最終判定処理に移行することなく強制終了する。一方、タイマ値 T が監視時間 $Tlim$ に満たなければ（ステップ $S28$ で NO ）、最終判定処理へ移行する。

[0080] 次に、第3予備判定処理について説明する。図7は、第3予備判定処理の

一例を示すフローチャートである。第3予備判定処理では、まず、第3予備判定部334によって、ステップS21と同様、第1判定フラグFlag1がONしているか否かが判定される（ステップS31）。そして、第1判定フラグFlag1がONしていなければ（ステップS31でNO）、第3予備判定処理を終了して最終判定処理へ移行する。

[0081] 一方、第1判定フラグFlag1がONしていれば（ステップS31でYES）、ステップS32へ移行する。ステップS32では、第3予備判定部334によって、変数nに、「1」が代入される（ステップS32）。

[0082] 次に、第3予備判定部334によって、傾き取得部331で得られた最新の電圧変化量 $dV(n)$ が、予め設定された基準値 ε と比較される（ステップS33）。そして、電圧変化量 $dV(n)$ が基準値 ε 以下であれば（ステップS33でYES）、第3予備判定部334によって、そのときのタイマ回路337のタイマ値Tが検出経過時間 $T(n)$ として例えばRAMに記憶されて（ステップS34）、ステップS35へ移行する。

[0083] 電圧変化量 $dV(n)$ は、時間の経過に伴い徐々に減少するから、検出経過時間 $T(n)$ は、電圧変化量 $dV(n)$ が基準値 ε に達するまでの、充電停止からの経過時間を示している。

[0084] 一方、電圧変化量 $dV(n)$ が基準値 ε を超えていれば（ステップS33でNO）、ステップS34を実行することなくステップS35へ移行する。

[0085] ステップS35では、第3予備判定部334によって、変数nに「1」が加算される（ステップS35）。次に、第3予備判定部334によって、変数nと蓄電体数Nとが比較される（ステップS36）。

[0086] そして、変数nが蓄電体数N以下であれば（ステップS36でNO）、次の蓄電体について検出経過時間 $T(n)$ を取得するべく、再びステップS33へ移行する。一方、変数nが蓄電体数Nを超えていれば（ステップS36でYES）、ステップS37へ移行する。

[0087] 次に、ステップS37において、第3予備判定部334によって、すべての蓄電体について、検出経過時間 $T(n)$ が記憶されたか否かが確認される

(ステップS37)。そして、まだ検出経過時間 $T(n)$ が記憶されていない蓄電体があれば(ステップS37でNO)再びステップS33へ戻って検出経過時間 $T(n)$ の取得を続行する。一方、すべての蓄電体について、検出経過時間 $T(n)$ が記憶されていれば(ステップS37でYES)ステップS38へ移行する。

[0088] 次に、ステップS38において、第3予備判定処理によって、変数 n が、 $1 \sim$ (蓄電体数 $N-1$)の範囲について、 $T(n) - T(n+1)$ の絶対値、すなわち隣り合う蓄電体における検出経過時間の差が、第3判定値 γ_3 と比較される(ステップS38)。検出経過時間は、充電を停止したときの蓄電量によって変化するため、各蓄電体の蓄電量の差が大きいほど、 $T(n) - T(n+1)$ の絶対値も大きくなる。

[0089] そして、 $T(n) - T(n+1)$ の絶対値が第3判定値 γ_3 より大きければ(ステップS38でYES)、蓄電電荷量に是正が必要な程度の不均衡が生じていると判定されて、第3判定フラグ $Flag_3$ がオンされ(ステップS39)、最終判定処理へ移行する。

[0090] 一方、 $T(n) - T(n+1)$ の絶対値が第3判定値 γ_3 以下であれば(ステップS38でNO)、第3予備判定部334によって、ステップS12と同様に、タイマ回路337のタイマ値 T が監視時間 T_{lim} と比較される(ステップS40)。そして、タイマ値 T が監視時間 T_{lim} 以上になると(ステップS40でYES)、最終判定処理に移行することなく第3予備判定処理を強制終了する。一方、タイマ値 T が監視時間 T_{lim} に満たなければ(ステップS40でNO)、最終判定処理へ移行する。

[0091] なお、ステップS38において、各蓄電体の電圧変化量 dV/dt が、基準値 ε に至るまでの到達時間差を、隣接する蓄電体間の到達時間差として求める例を示したが、各蓄電体における最大到達時間(T_{max})と最小到達時間(T_{min})との差としてもよく、平均到達時間(T_{ave})と各蓄電体の到達時間の差としてもよく、最大および最小到達時間と平均到達時間の差としてもよい。

[0092] 次に、最終判定処理の一例について説明する。図8は、最終判定処理の一例を示すフローチャートである。最終判定処理では、まず、最終判定部335によって、第1判定フラグFlag1、第2判定フラグFlag2、及び第3判定フラグFlag3がすべてオンされているか否かが判定される（ステップS51）。

[0093] そして、第1判定フラグFlag1、第2判定フラグFlag2、及び第3判定フラグFlag3がすべてオンの場合（ステップS51でYES）、各蓄電体間に均等化が必要な不均衡が生じていると判定されて、均等化フラグFlag4がオンされ（ステップS52）、均等化処理へ移行する。一方、第1判定フラグFlag1、第2判定フラグFlag2、及び第3判定フラグFlag3のうち、ひとつでもオフの場合、各蓄電体間には均等化が必要な不均衡は生じていないと判定されて、均等化フラグFlag4がオフされ（ステップS53）、均等化処理へ移行する。

[0094] 次に、均等化処理の一例について説明する。図9は、均等化処理の一例を示すフローチャートである。まず、強制放電制御部336が、均等化フラグFlag4がオンされているかどうか判定する（ステップS61）。次に均等化フラグFlag4がオンしていると判定された場合（ステップS61でYES）、強制放電制御部336は、均等化放電信号SG1、SG2、・・・、SGNをすべてオンしてトランジスタQ1、Q2、・・・、QNをオンさせることで、均等化処理を開始する（ステップS62）。

[0095] これにより、上述の最終判定処理において、異なる3つの第1予備判定処理、第2予備判定処理、及び第3予備判定処理のすべてで各蓄電体間に均等化が必要な不均衡が生じていると判定されて、均等化フラグFlag4がオンされた場合のみ、ステップS62以降の均等化処理が開始されるので、不均衡の判定の確実性が向上し、誤判定による均等化処理の多発を防止することができる。

[0096] 均等化処理による放電の実行中は、発電装置10から負荷装置20へ電力供給できない。また、均等化処理による放電の実行が多発すると、蓄電体が

頻繁に放電されることとなり、エネルギーの損失増大や、蓄電体の充放電サイクル数の増大による劣化を招くこととなるが、誤判定による均等化処理の多発を防止することで、このような不都合が生じるおそれを低減することができる。

[0097] なお、上述の最終判定処理において、第1予備判定処理、第2予備判定処理、及び第3予備判定処理のうち、いずれかひとつにおいて各蓄電体間に均等化が必要な不均衡が生じていると判定された場合に、均等化フラグ $Flag_4$ をオンする構成としてもよい。この場合、不均衡の検出の漏れを低減することができる。

[0098] 次に、強制放電制御部 336 は、均等化処理を開始後、端子電圧 V_1 、 V_2 、 \dots 、 V_N の検査を開始し（ステップ S63）、それと同時にタイマ回路 337 をスタートさせる（ステップ S64）。そして、強制放電制御部 336 は、変数 n に「1」を代入して1番目の蓄電体から電圧検査を開始し（ステップ S65）、 n 番目の均等化放電信号 SG_n がオンしているか否かを判定する（ステップ S66）。

[0099] そして、均等化放電信号 SG_n がオフであれば（ステップ S66 で NO）ステップ S69 へ移行する一方、均等化放電信号 SG_n がオンしていれば（ステップ S66 で YES）、強制放電制御部 336 は、 n 番目の端子電圧 V_n が目標電圧 α_2 以下かどうか判定する（ステップ S67）。そして、端子電圧 V_n が目標電圧 α_2 を超えていれば（ステップ S67 で NO）ステップ S69 へ移行する一方、端子電圧 V_n が目標電圧 α_2 以下であれば（ステップ S67 で YES）、強制放電制御部 336 は、均等化放電信号 SG_n をオフ（トランジスタ Q_n をオフ）して蓄電体 B_n の放電を終了し、その蓄電体番号 n と終了時刻を保存する（ステップ S68）。

[0100] ステップ S69 において、強制放電制御部 336 は、変数 n に「1」加算し（ステップ S69）、変数 n と蓄電体数 N とを比較する（ステップ S70）。

[0101] そして、変数 n が蓄電体数 N 以下であれば（ステップ S70 で NO）、次

の蓄電体について端子電圧の検査をするべくステップS66へ移行する。一方、変数nが蓄電体数Nを超えていれば（ステップS70でYES）、ステップS71へ移行する。

[0102] 次に、ステップS71において、ステップS12と同様に、強制放電制御部336によって、タイマ回路337のタイマ値Tが監視時間Tlimと比較される（ステップS71）。そして、タイマ値Tが監視時間Tlim以上になると（ステップS71でYES）、均等化処理を強制的に終了する。一方、タイマ値Tが監視時間Tlimに満たなければ（ステップS71でNO）、まだオンしている均等化放電信号が有るか否か、すなわちまだ放電中の蓄電体があるか否かが判定される（ステップS72）。

[0103] そして、まだ放電中の蓄電体があれば（ステップS72でYES）、ステップS65～S72の処理を繰り返す一方、放電中の蓄電体が無ければ（ステップS72でNO）、均等化処理を終了する。

[0104] 以上、ステップS1～S53の処理により、従来の蓄電素子およびブロック間の電圧差ではなく、蓄電量に応じて変化する電圧変化量 dV/dt に基づく複数の検査方法である第1予備判定処理、第2予備判定処理、及び第3予備判定処理に基づいて、蓄電体の蓄電量のバラツキを判定するので、蓄電量（SOC）の変化に対するOCV（開放電圧）の変化が小さい蓄電素子を用いた場合であっても、蓄電量のバラツキの判定精度を向上することができる。

[0105] なお、第1予備判定処理、第2予備判定処理、及び第3予備判定処理、すなわち充電停止直後の電圧変化、所定時間後の電圧変化量、及び所定量の電圧変化量になるまでの時間を活用する例を示したが、第1予備判定処理、第2予備判定処理、及び第3予備判定処理のうち任意の2つの処理のみを用いて、2つの処理において蓄電量の不均衡が予備判定された場合に、最終的に蓄電量の不均衡が生じていると判定するようにしてもよい。また、第1予備判定処理、第2予備判定処理、及び第3予備判定処理以外の判定方法を組み合わせてもよい。

- [0106] また、必ずしも複数の予備判定部を備える必要はない。例えば、不均衡判定部として、第1予備判定部332、第2予備判定部333、及び第3予備判定部334のうちいずれか1つを備え、最終判定部335を備える代わりに当該1つの予備判定部で第1判定フラグFlag 1、第2判定フラグFlag 2、及び第3判定フラグFlag 3の代わりに均等化フラグFlag 4をオンするようにしてもよい。
- [0107] そして、蓄電量の不均衡のバラツキを検出した場合、均等化処理によって不均衡を低減することができるので、蓄電装置40の寿命劣化を抑制することが可能となる。これにより、電源装置50を長寿命化することが容易となる。
- [0108] なお、判定に用いた第1判定値 γ_1 、第2判定値 γ_2 、及び第3判定値 γ_3 は、蓄電装置40の蓄電量(SOC)により補正された値を用いてもよく、特に蓄電装置40の蓄電量(SOC)及び温度に応じて補正されるのが好ましい。
- [0109] なお、図1に示す電源装置50の構成は上記に限定されるものではなく、同等の機能を有するものであればかまわない。例えば、制御部330は、上述の各種処理を具現化させるプログラムをインストールし、このプログラムを実行することによって実現することができる。
- [0110] 更に、充放電制御回路340が、制御部330としても機能する態様が考えられる。この態様においては、制御部330は、充放電制御回路340を構成するマイクロコンピュータに、図5～図9に示す各種処理を具現化させるプログラムをインストールし、このプログラムを実行することによって、実現することができる。
- [0111] また、蓄電装置の均等化開始判定は、制御部330に限定するものでなく、制御部330から蓄電素子情報を得て充放電制御回路340や負荷装置20で行ってもよく、その他であっても問題ない。
- [0112] 尚、本実施例の判定に使用した dV/dt の算出周期を1秒ごととしたが、任意の値としてよく、さらに所定間隔の dV/dt 値の平均値としてもよい。

- 。
- [0113] さらに蓄電体間の電圧差を求める方法としては、隣接する蓄電体間の差としたが、蓄電体間の最大電圧降下量と最小電圧降下量の差としてもよく、平均の電圧降下量と各蓄電体の電圧降下量の差としてもよく、最大および最小電圧降下量と平均電圧降下量の差としてもよい。
- [0114] また、均等化処理において、固定抵抗を用いた抵抗放電により、電圧データを監視しながら目標電圧値まで定抵抗放電を行う例を示したが、可変抵抗を用いて放電量を調節することで均等化処理を行ってもよく、あるいは所定電圧値まで充電することで均等化処理を行うようにしてもよい。
- [0115] 今回開示した本発明の実施の形態は、例示であってこれに限定されるものではない。
- [0116] 即ち、本発明の一局面に従う不均衡判定回路は、複数の蓄電体における端子電圧をそれぞれ検出する電圧検出部と、前記複数の蓄電体の充電中に当該充電を停止させると共に当該充電の停止中において前記電圧検出部により検出される各端子電圧から当該各端子電圧の所定時間あたりの変化量を示す電圧傾き情報をそれぞれ取得する傾き情報取得処理を行う傾き取得部と、前記複数の蓄電体における蓄電量の不均衡が生じているか否かを、前記傾き取得部により取得される前記各端子電圧に対応する複数の電圧傾き情報を用いて判定する不均衡判定部とを備える。
- [0117] また、本発明の一局面に従う不均衡判定方法は、電圧検出部が、複数の蓄電体における端子電圧をそれぞれ検出するステップと、傾き取得部が、前記複数の蓄電体の充電中に当該充電を停止させると共に当該充電の停止中において前記電圧検出部により検出される各端子電圧から当該各端子電圧の所定時間あたりの変化量を示す電圧傾き情報をそれぞれ取得する傾き情報取得処理を行うステップと、不均衡判定部が、前記複数の蓄電体における蓄電量の不均衡が生じているか否かを、前記傾き取得部により取得される前記各端子電圧に対応する複数の電圧傾き情報を用いて判定するステップとを含む。
- [0118] この構成によれば、傾き取得部によって、複数の蓄電体の充電中に当該充

電が停止され、当該充電の停止中において電圧検出部により検出される各端子電圧から当該各端子電圧の所定時間あたりの変化量を示す電圧傾き情報がそれぞれ取得される。そして、不均衡判定部によって、傾き取得部により取得される電圧傾き情報を用いて、複数の蓄電体における蓄電量の不均衡が生じているか否かが判定される。この場合、蓄電量の変化に対して端子電圧の変化が小さい蓄電体を用いた場合であっても、電圧傾き情報に基づいて複数の蓄電体における蓄電量の不均衡が生じているか否かを判定することにより、背景技術のように端子電圧から直接換算されたSOCに基づき不均衡の有無を判定する場合よりも各蓄電量に不均衡が生じているか否かの判定精度を向上することができる。

[0119] また、前記不均衡判定部は、前記複数の蓄電体における蓄電量の不均衡が生じているか否かを、前記傾き取得部により取得される複数の電圧傾き情報を用いて、互いに異なる判定処理によって予備的に判定する複数の予備判定部と、前記複数の判定処理部による判定結果に基づいて、前記複数の蓄電体における蓄電量の不均衡が生じているか否かを最終的に判定する最終判定部とを備えることが好ましい。

[0120] この構成によれば、複数の予備判定部によって、傾き取得部により各端子電圧に対応して取得される複数の電圧傾き情報を用いて、互いに異なる判定処理によって複数の蓄電体における蓄電量の不均衡が生じているか否かが予備的に判定される。そして、最終判定部によって、互いに異なる判定処理による複数の予備的な判定結果に基づいて、複数の蓄電体における蓄電量の不均衡が生じているか否かが最終的に判定されるので、1つの判定処理結果に基づき蓄電量の不均衡の有無を判定する場合よりも、各蓄電量に不均衡が生じているか否かの判定精度を向上することができる。

[0121] また、前記複数の予備判定部のうち一つは、前記充電の停止直後において、前記傾き取得部によって取得された各電圧傾き情報相互間の差が、予め設定された第1判定値を超えたとき、前記不均衡が生じていると予備的に判定することが好ましい。

- [0122] この構成によれば、複数の予備判定部のうち一つは、充電の停止直後に傾き取得部によって取得された各電圧傾き情報相互間の差に基づいて、不均衡が生じているか否かの予備的な判定を実行することができるので、判定時間を短縮することが容易である。
- [0123] また、前記複数の予備判定部のうち一つは、前記充電の停止から予め設定された設定時間経過したときにおいて、前記傾き取得部によって取得された各電圧傾き情報相互間の差が、予め設定された第2判定値を超えたとき、前記不均衡が生じていると予備的に判定することが好ましい。
- [0124] この構成によれば、充電の停止から予め設定された設定時間経過したとき、各蓄電体から得られる電圧傾き情報と、各蓄電体の蓄電量とは相関関係があるから、複数の予備判定部のうち一つは、充電の停止から予め設定された設定時間経過したときにおいて、傾き取得部によって取得された各電圧傾き情報相互間の差が予め設定された第2判定値を超える場合、不均衡が生じていると予備的に判定することができる。
- [0125] また、前記複数の予備判定部のうち一つは、前記傾き取得部により取得される各電圧傾き情報が予め設定された基準値と等しくなったときの、前記充電の停止からの経過時間の相互間の差が、予め設定された第3判定値を超えたとき、前記不均衡が生じていると予備的に判定することが好ましい。
- [0126] この構成によれば、傾き取得部により取得される各電圧傾き情報が予め設定された基準値と等しくなったときの、充電の停止からの経過時間と、各蓄電体の蓄電量とは相関関係があるから、複数の予備判定部のうち一つは、傾き取得部により取得される各電圧傾き情報が予め設定された基準値と等しくなったときの、充電の停止からの経過時間の相互間の差が、予め設定された第3判定値を超える場合、不均衡が生じていると予備的に判定することができる。
- [0127] また、前記最終判定部は、前記複数の予備判定部の全てが、前記不均衡が生じていると判定したとき、前記不均衡が生じていると最終的に判定することが好ましい。

- [0128] この構成によれば、複数の予備判定部の全てが、不均衡が生じていると判定したとき、最終判定部が、不均衡が生じていると最終的に判定するので、不均衡の判定の確実性が向上し、誤判定による均等化処理の多発を防止することができる。
- [0129] また、前記最終判定部は、前記複数の予備判定部のうち少なくとも一つが、前記不均衡が生じていると判定したとき、前記不均衡が生じていると最終的に判定するようにしてもよい。
- [0130] この構成によれば、複数の予備判定部のうち少なくとも一つが、不均衡が生じていると判定したとき、最終判定部が、不均衡が生じていると最終的に判定するので、不均衡の検出漏れが生じるおそれを低減することができる。
- [0131] また、前記蓄電体は、充電を停止した後における端子電圧の所定時間あたりの低下量が、蓄電量が増大するほど大きくなるものであることが好ましい。
- [0132] この構成によれば、各蓄電体における蓄電量の差が、充電を停止した後における各蓄電体の端子電圧の所定時間あたりの低下量の差として得られるので、各蓄電体における蓄電量の不均衡が生じているか否かを判定することが容易となる。
- [0133] また、前記蓄電体は、正極活物質として、オリビン系リチウム複合リン酸塩を用いたリチウムイオン二次電池であることが好ましい。
- [0134] 正極活物質として、オリビン系リチウム複合リン酸塩を用いたリチウムイオン二次電池は、充電を停止したときに生じる端子電圧の低下量が、蓄電量が大きいほど大きくなるので、上述の蓄電体として好適である。
- [0135] また、前記正極活物質は、 $Li_xA_yB_zPO_4$ （Aは、Me、Fe、Mn、Co、Ni、Cuのうち少なくとも一種、Bは、Mg、Ca、Sr、Sc、Y、Ti、Zr、V、Nb、Cr、Mo、W、Ag、Zn、In、Sn、Sbのうち少なくとも一種、 $0 < x \leq 1$ 、 $0.9 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq z \leq 0.1$ ）であることが好ましい。
- [0136] 正極活物質として、 $Li_xA_yB_zPO_4$ （Aは、Me、Fe、Mn、Co、

Ni、Cuのうち少なくとも一種、Bは、Mg、Ca、Sr、Sc、Y、Ti、Zr、V、Nb、Cr、Mo、W、Ag、Zn、In、Sn、Sbのうち少なくとも一種、 $0 < X \leq 1$ 、 $0.9 \leq Y \leq 1$ 、 $0 \leq Z \leq 0.1$)を用いたリチウムイオン二次電池は、充電を停止したときに生じる端子電圧の低下量が、蓄電量が大きいほど大きくなるので、上述の蓄電体として好適である。

[0137] また、前記傾き取得部は、前記電圧検出部によって検出された各端子電圧が、予め設定された基準電圧を超えた場合、前記傾き情報取得処理を行うことが好ましい。

[0138] 各蓄電体の蓄電量が少ないときは、蓄電量の不均衡を低減する必要性は少ないと考えられる。そこで、電圧検出部によって検出された各端子電圧が、予め設定された基準電圧を超え、ある程度以上の蓄電量があると考えられるときに、傾き情報取得処理を行うことで、傾き情報取得処理の実行頻度を減少させることが可能となる。そして、傾き情報取得処理では充電を停止するので、傾き情報取得処理の実行頻度が減少すれば、充電が停止される機会が減少する結果、本来蓄電体に充電されるべき電力が充電停止によって充電されず、損失となってしまうおそれが低減される。

[0139] また、前記電圧検出部は、前記各蓄電体の端子電圧を検出する複数の電圧測定部を備えることが好ましい。

[0140] この構成によれば、各蓄電体の端子電圧を同時に検出することができるので、各蓄電体の端子電圧の検出時間を短縮することが容易となる。

[0141] また、前記電圧検出部は、前記各蓄電体の端子電圧を検出する一つの電圧測定部と、前記電圧測定部と前記各蓄電体との接続関係を切り換えて、前記電圧測定部により前記各蓄電体の端子電圧をそれぞれ検出させる切換部とを備えるようにしてもよい。

[0142] この構成によれば、電圧測定部を一つ設けるだけで、各蓄電体の端子電圧を検出できるので、省スペース化や低コスト化が容易となる。

[0143] また、本発明の一局面に従う電源装置は、上述の不均衡判定回路と、前記

複数の蓄電体と、前記複数の蓄電体を、それぞれ放電させる放電部と、前記不均衡判定部によって、前記不均衡が生じていると判定されたとき、前記電圧検出部により検出される端子電圧が、それぞれ予め設定された目標電圧以下になるまで、前記放電部によって前記各蓄電体を放電させる強制放電制御部とを備える。

- [0144] この構成によれば、各蓄電体の蓄電量の不均衡が上述の不均衡判定回路によって検出されると、放電部によって、各蓄電体の端子電圧がそれぞれ目標電圧以下になるまで放電されて、不均衡が低減される。

産業上の利用可能性

- [0145] 本発明の一局面に従う蓄電装置の不均衡判定回路、これを用いた電源装置、及び不均衡判定法は、蓄電装置の均等化処理を有する電源および機器に有効であり、産業上の利用可能性を有するものである。

請求の範囲

- [請求項1] 複数の蓄電体における端子電圧をそれぞれ検出する電圧検出部と、
前記複数の蓄電体の充電中に当該充電を停止させると共に当該充電の停止中において前記電圧検出部により検出される各端子電圧から当該各端子電圧の所定時間あたりの変化量を示す電圧傾き情報をそれぞれ取得する傾き情報取得処理を行う傾き取得部と、
前記複数の蓄電体における蓄電量の不均衡が生じているか否かを、前記傾き取得部により取得される前記各端子電圧に対応する複数の電圧傾き情報を用いて判定する不均衡判定部と
を備えることを特徴とする不均衡判定回路。
- [請求項2] 前記不均衡判定部は、
前記複数の蓄電体における蓄電量の不均衡が生じているか否かを、前記傾き取得部により取得される複数の電圧傾き情報を用いて、互いに異なる判定処理によって予備的に判定する複数の予備判定部と、
前記複数の判定処理部による判定結果に基づいて、前記複数の蓄電体における蓄電量の不均衡が生じているか否かを最終的に判定する最終判定部と
を備えることを特徴とする請求項1記載の不均衡判定回路。
- [請求項3] 前記複数の予備判定部のうち一つは、
前記充電の停止直後において、前記傾き取得部によって取得された各電圧傾き情報相互間の差が、予め設定された第1判定値を超えたとき、前記不均衡が生じていると予備的に判定すること
を特徴とする請求項2記載の不均衡判定回路。
- [請求項4] 前記複数の予備判定部のうち一つは、
前記充電の停止から予め設定された設定時間経過したときにおいて、前記傾き取得部によって取得された各電圧傾き情報相互間の差が、予め設定された第2判定値を超えたとき、前記不均衡が生じていると予備的に判定すること

を特徴とする請求項 2 又は 3 記載の不均衡判定回路。

[請求項5]

前記複数の予備判定部のうち一つは、

前記傾き取得部により取得される各電圧傾き情報が予め設定された基準値と等しくなったときの、前記充電の停止からの経過時間の相互間の差が、予め設定された第 3 判定値を超えたとき、前記不均衡が生じていると予備的に判定すること

を特徴とする請求項 2 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の不均衡判定回路

。

[請求項6]

前記最終判定部は、

前記複数の予備判定部の全てが、前記不均衡が生じていると判定したとき、前記不均衡が生じていると最終的に判定すること

を特徴とする請求項 2 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の不均衡判定回路

。

[請求項7]

前記最終判定部は、

前記複数の予備判定部のうち少なくとも一つが、前記不均衡が生じていると判定したとき、前記不均衡が生じていると最終的に判定すること

を特徴とする請求項 2 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の不均衡判定回路

。

[請求項8]

前記蓄電体は、

充電を停止した後における端子電圧の所定時間あたりの低下量が、蓄電量が増大するほど大きくなるものであること

を特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の不均衡判定回路

。

[請求項9]

前記蓄電体は、

正極活物質として、オリビン系リチウム複合リン酸塩を用いたリチウムイオン二次電池であること

を特徴とする請求項 8 記載の不均衡判定回路。

- [請求項10] 前記正極活物質は、
 $Li_xA_yB_zPO_4$
(Aは、Me、Fe、Mn、Co、Ni、Cuのうち少なくとも一種、
、
Bは、Mg、Ca、Sr、Sc、Y、Ti、Zr、V、Nb、Cr、Mo、W、Ag、Zn、In、Sn、Sbのうち少なくとも一種、
 $0 < x \leq 1$ 、 $0.9 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq z \leq 0.1$) であること
を特徴とする請求項9記載の不均衡判定回路。
- [請求項11] 前記傾き取得部は、
前記電圧検出部によって検出された各端子電圧が、予め設定された基準電圧を超えた場合、前記傾き情報取得処理を行うこと
を特徴とする請求項1～10のいずれか1項に記載の不均衡判定回路。
- [請求項12] 前記電圧検出部は、
前記各蓄電体の端子電圧を検出する複数の電圧測定部を備えること
を特徴とする請求項1～11のいずれか1項に記載の不均衡判定回路。
- [請求項13] 前記電圧検出部は、
前記各蓄電体の端子電圧を検出する一つの電圧測定部と、
前記電圧測定部と前記各蓄電体との接続関係を切り換えて、前記電圧測定部により前記各蓄電体の端子電圧をそれぞれ検出させる切換部とを備えること
を特徴とする請求項1～11のいずれか1項に記載の不均衡判定回路。
- [請求項14] 請求項1～13のいずれか1項に記載の不均衡判定回路と、
前記複数の蓄電体と、
前記複数の蓄電体を、それぞれ放電させる放電部と、
前記不均衡判定部によって、前記不均衡が生じていると判定された

とき、前記電圧検出部により検出される端子電圧が、それぞれ予め設定された目標電圧以下になるまで、前記放電部によって前記各蓄電体を放電させる強制放電制御部と

を備えることを特徴とする電源装置。

[請求項15]

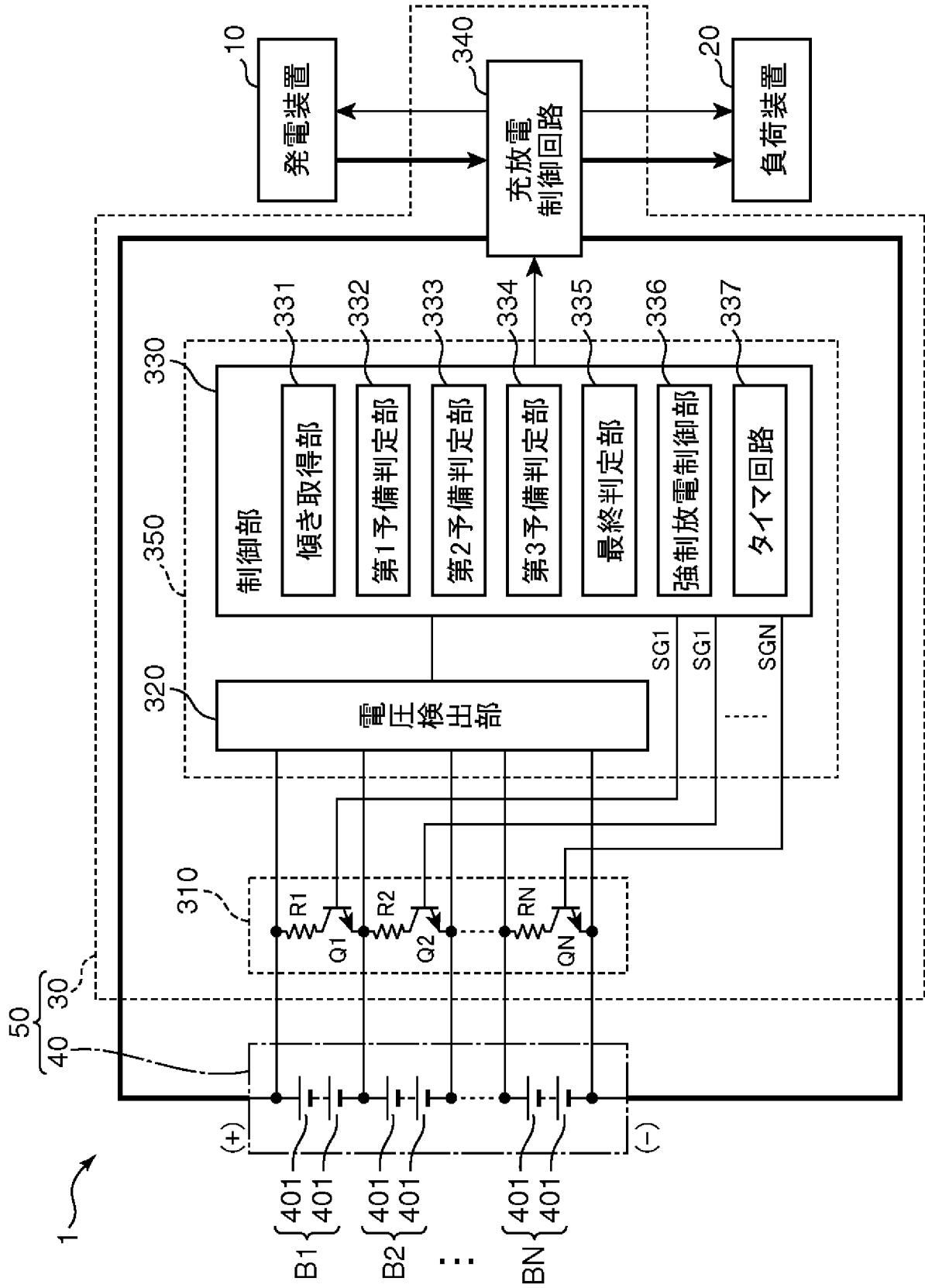
電圧検出部が、複数の蓄電体における端子電圧をそれぞれ検出するステップと、

傾き取得部が、前記複数の蓄電体の充電中に当該充電を停止させると共に当該充電の停止中において前記電圧検出部により検出される各端子電圧から当該各端子電圧の所定時間あたりの変化量を示す電圧傾き情報をそれぞれ取得する傾き情報取得処理を行うステップと、

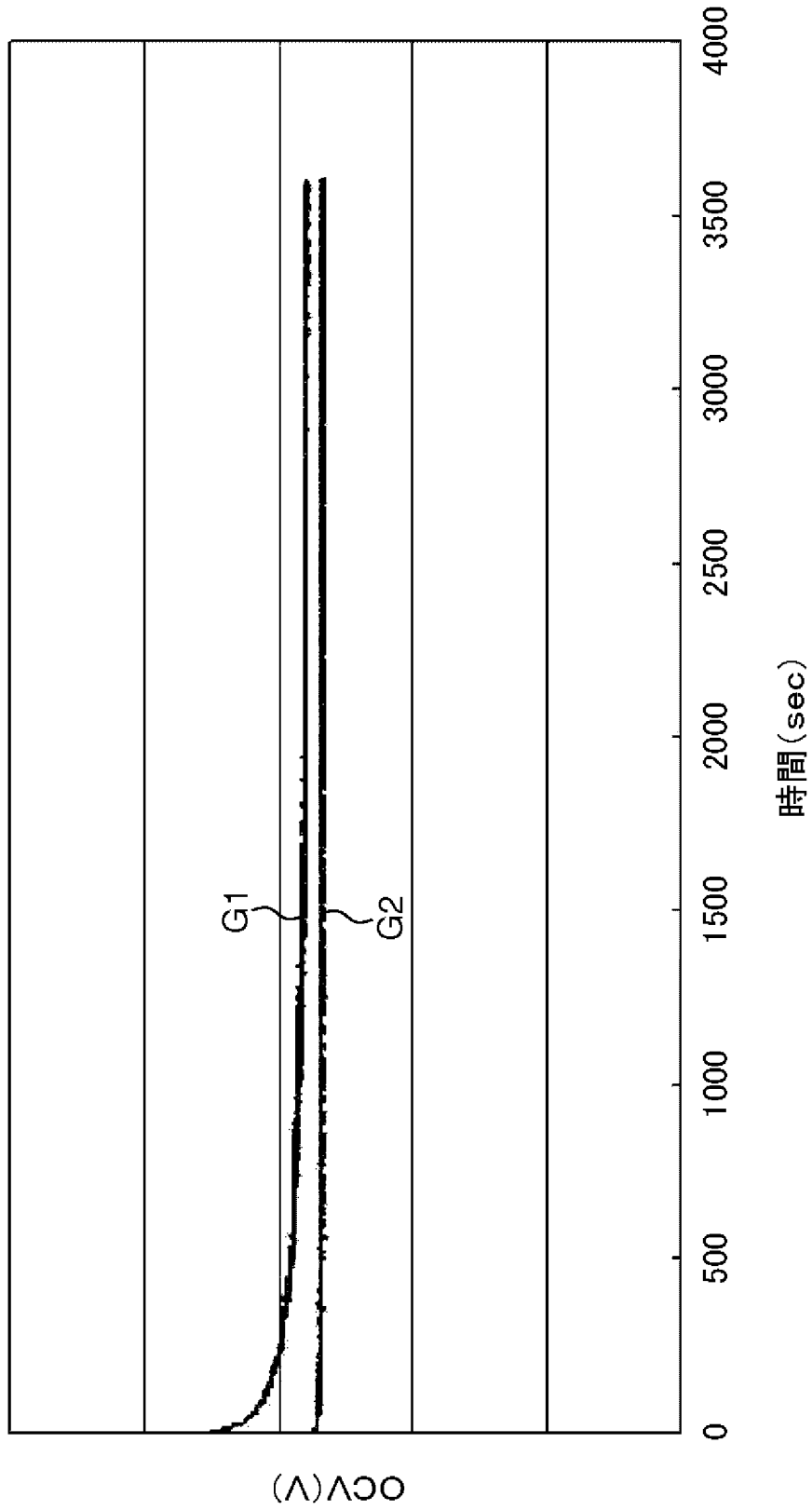
不均衡判定部が、前記複数の蓄電体における蓄電量の不均衡が生じているか否かを、前記傾き取得部により取得される前記各端子電圧に対応する複数の電圧傾き情報を用いて判定するステップと

を含むことを特徴とする不均衡判定方法。

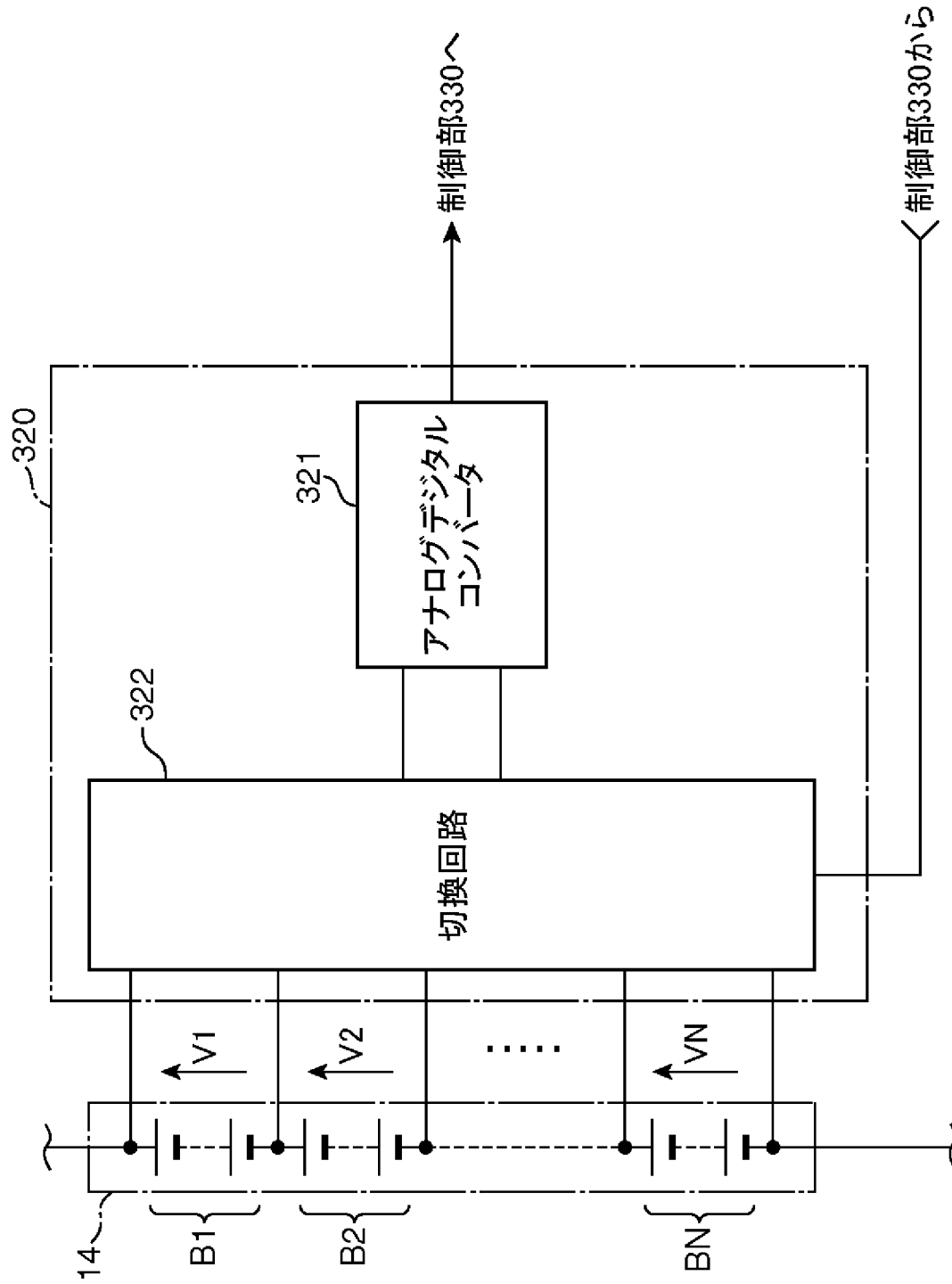
[図1]



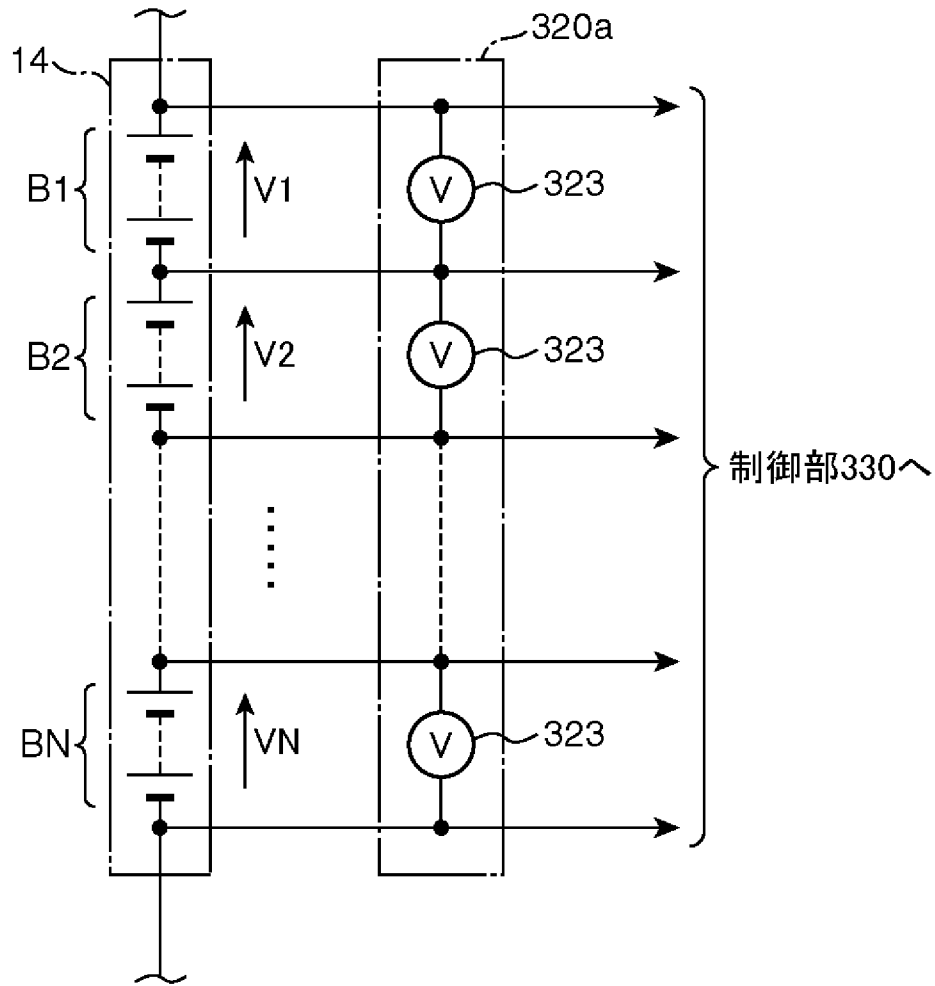
[図2]



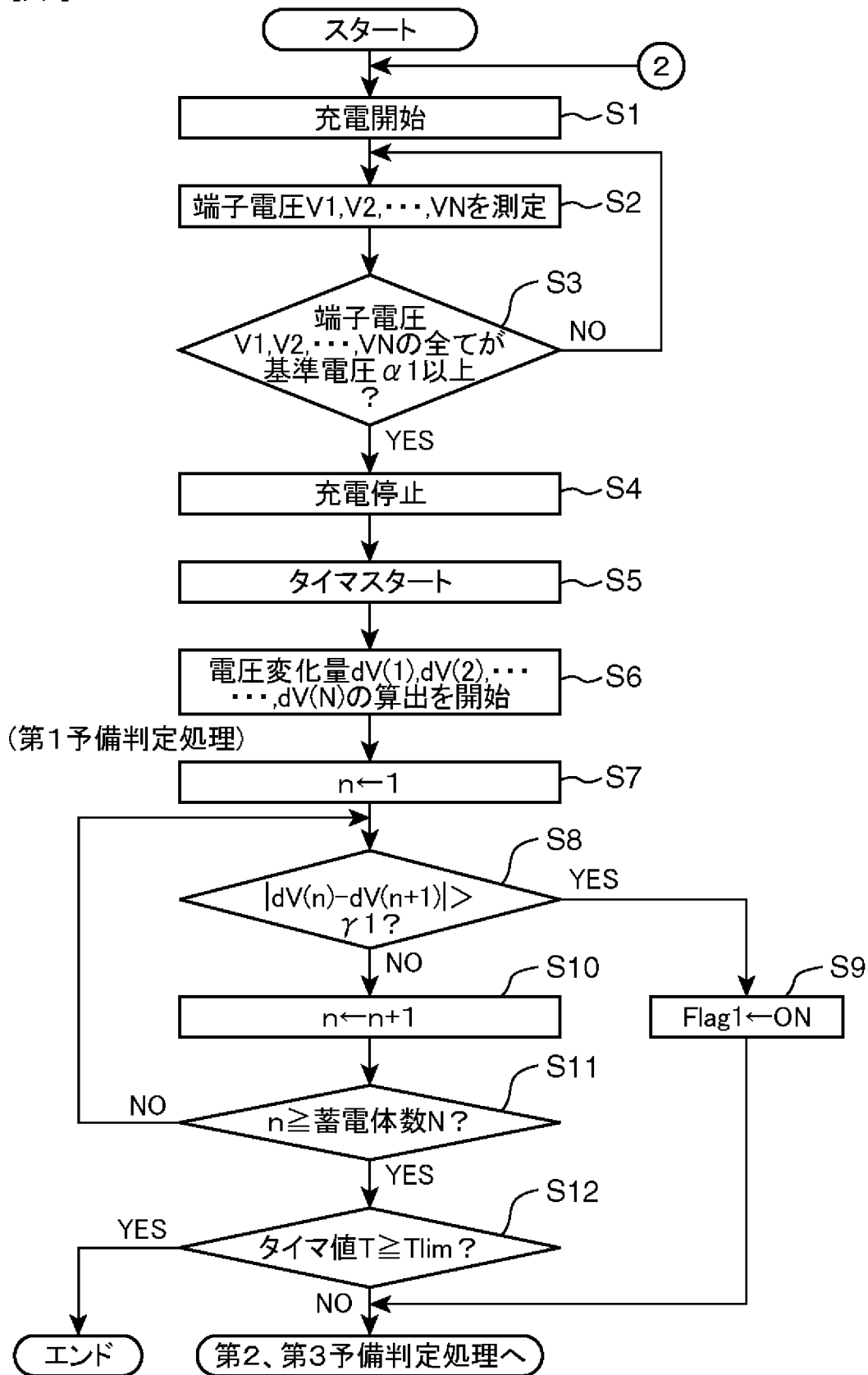
[図3]



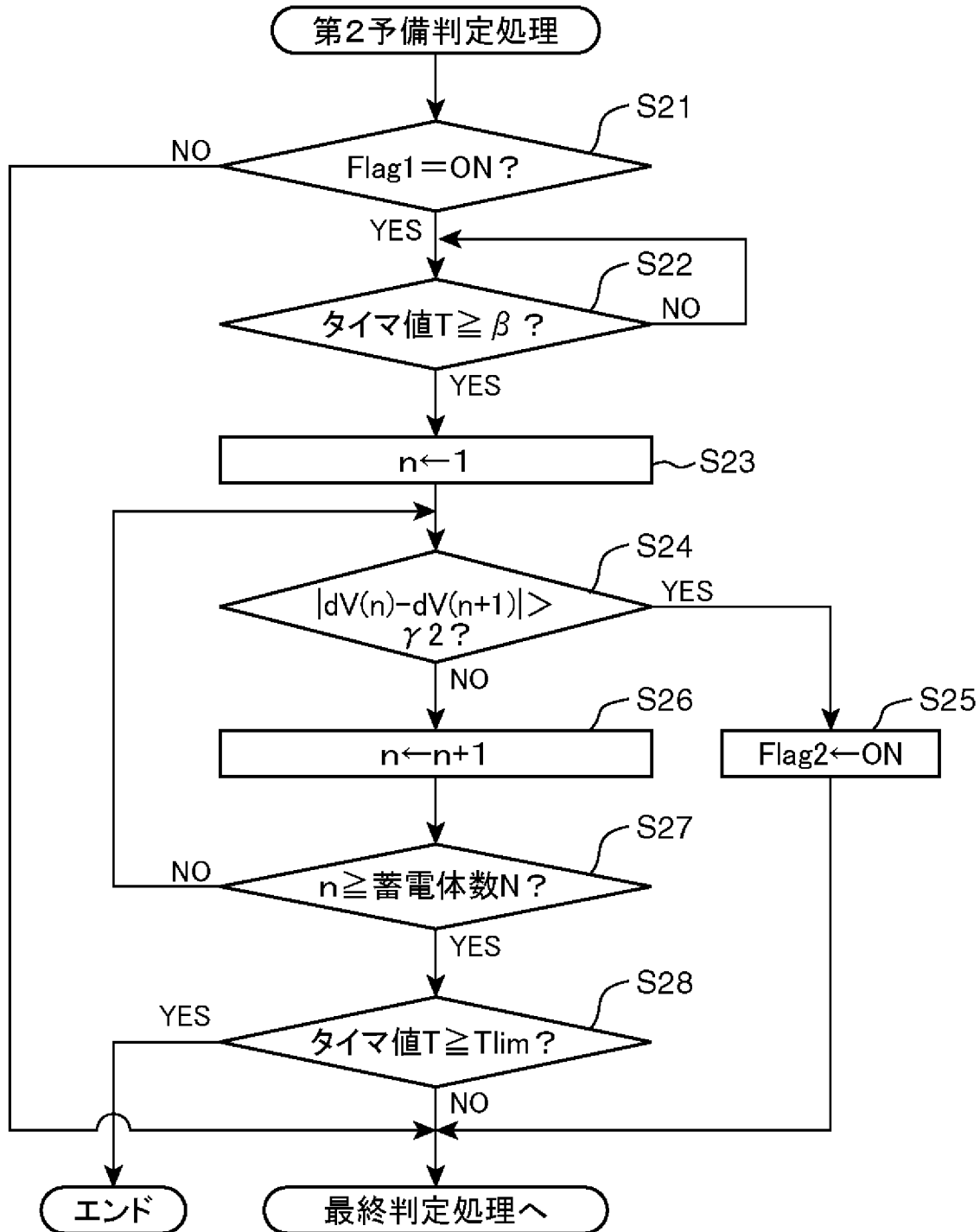
[図4]



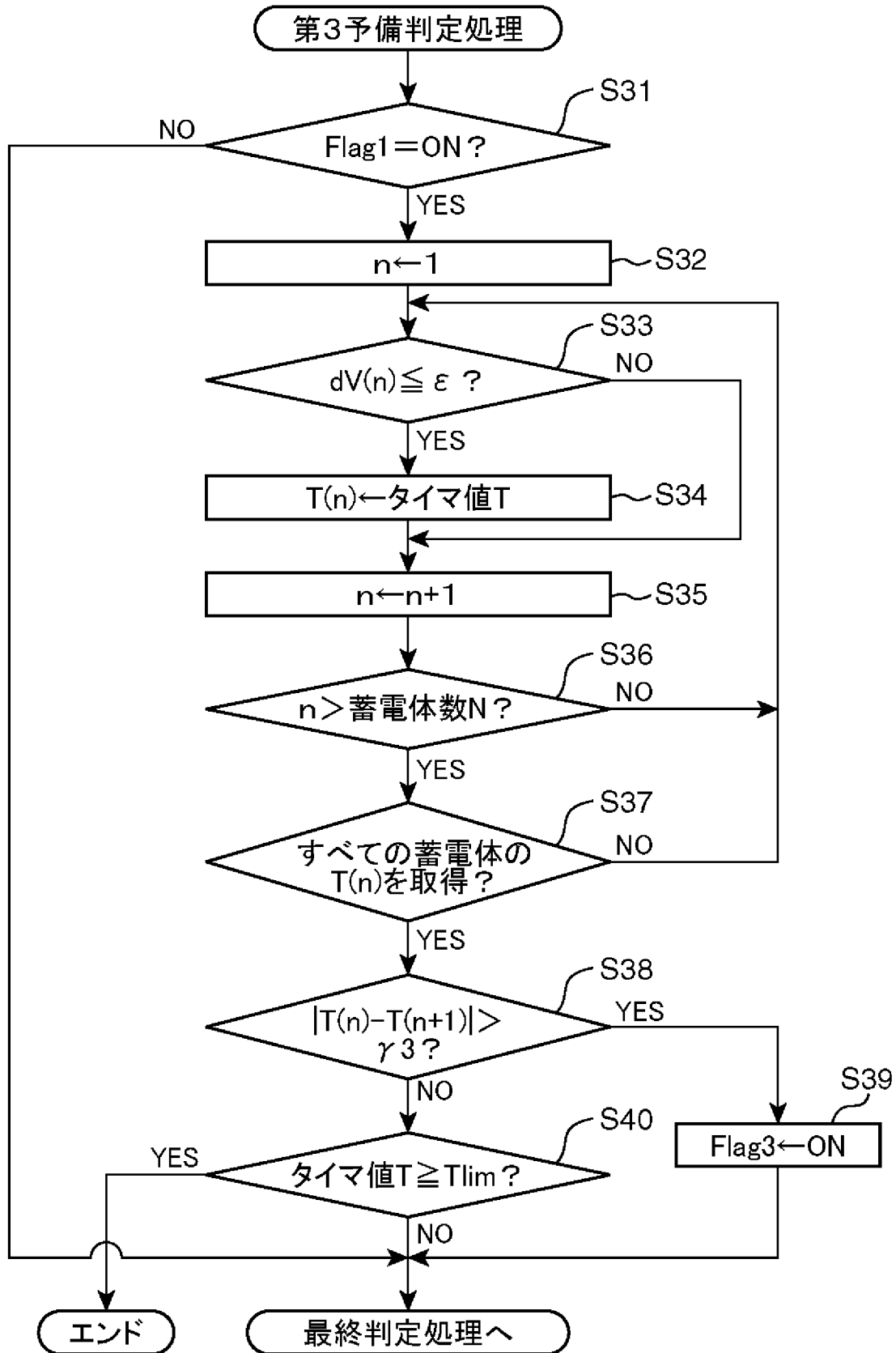
[図5]



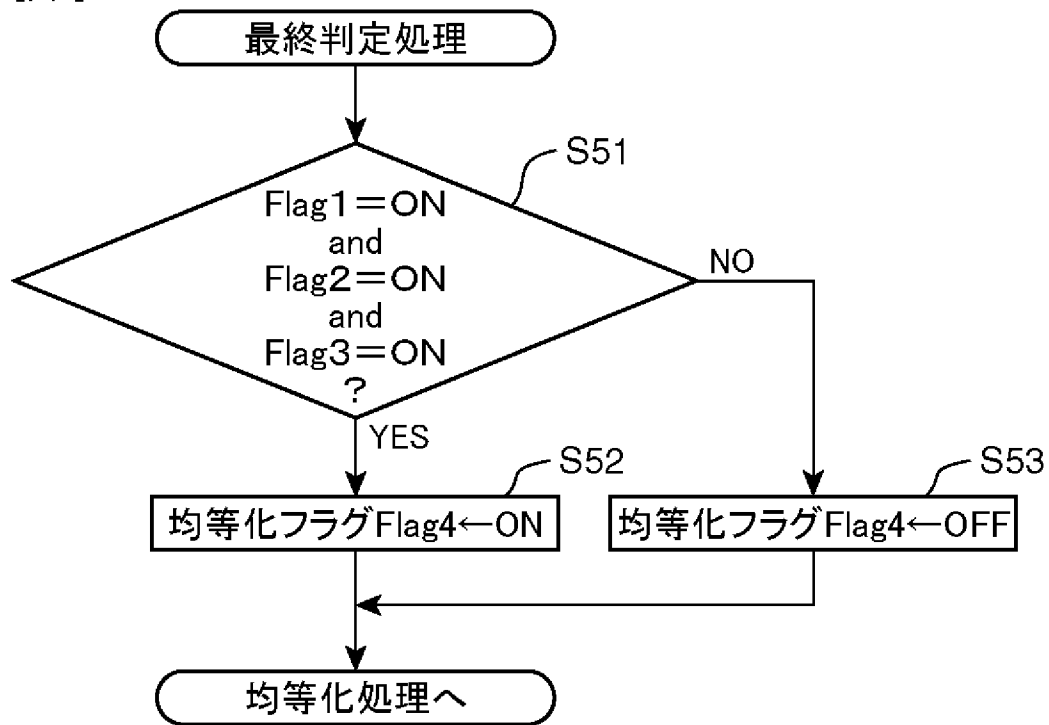
[図6]



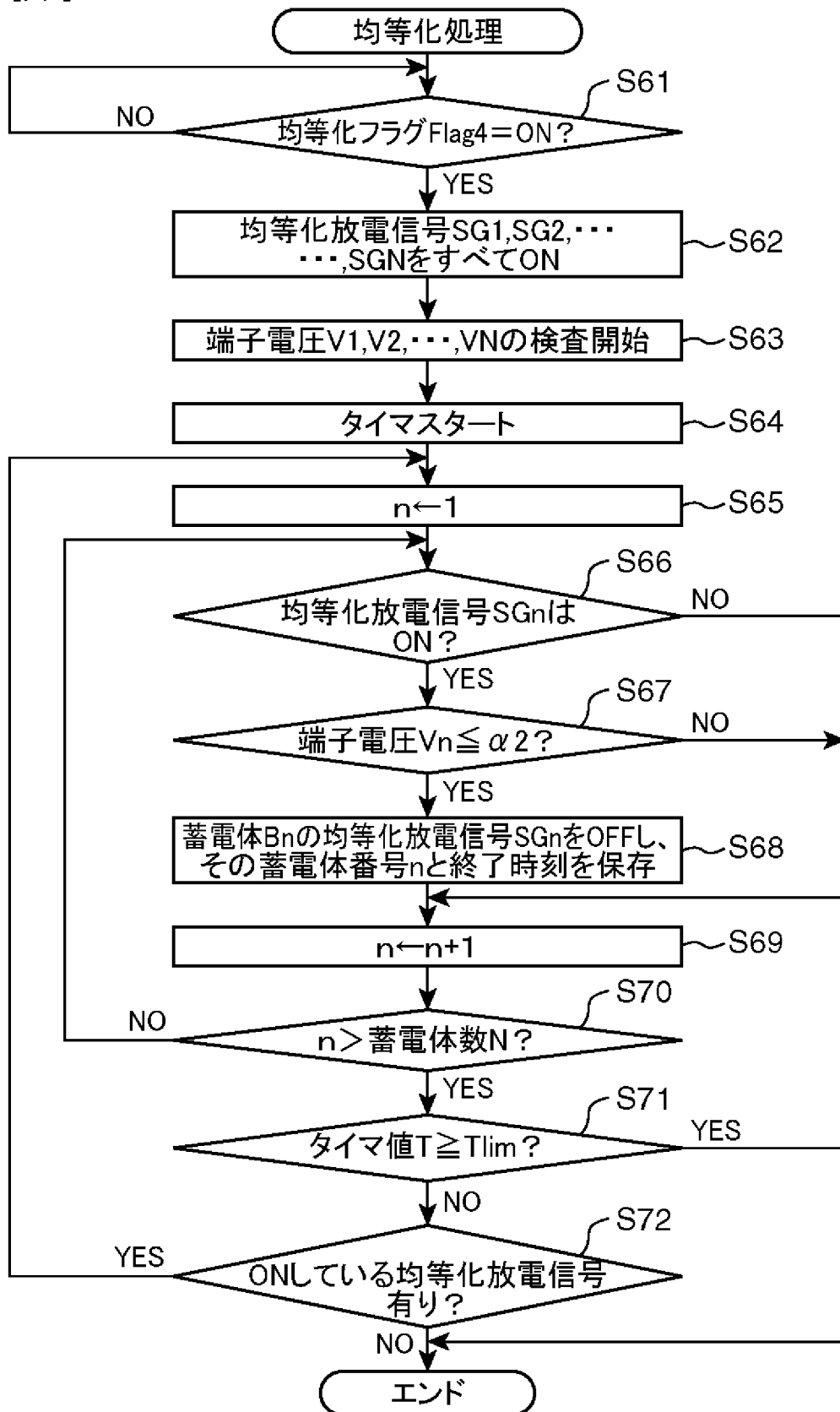
[図7]



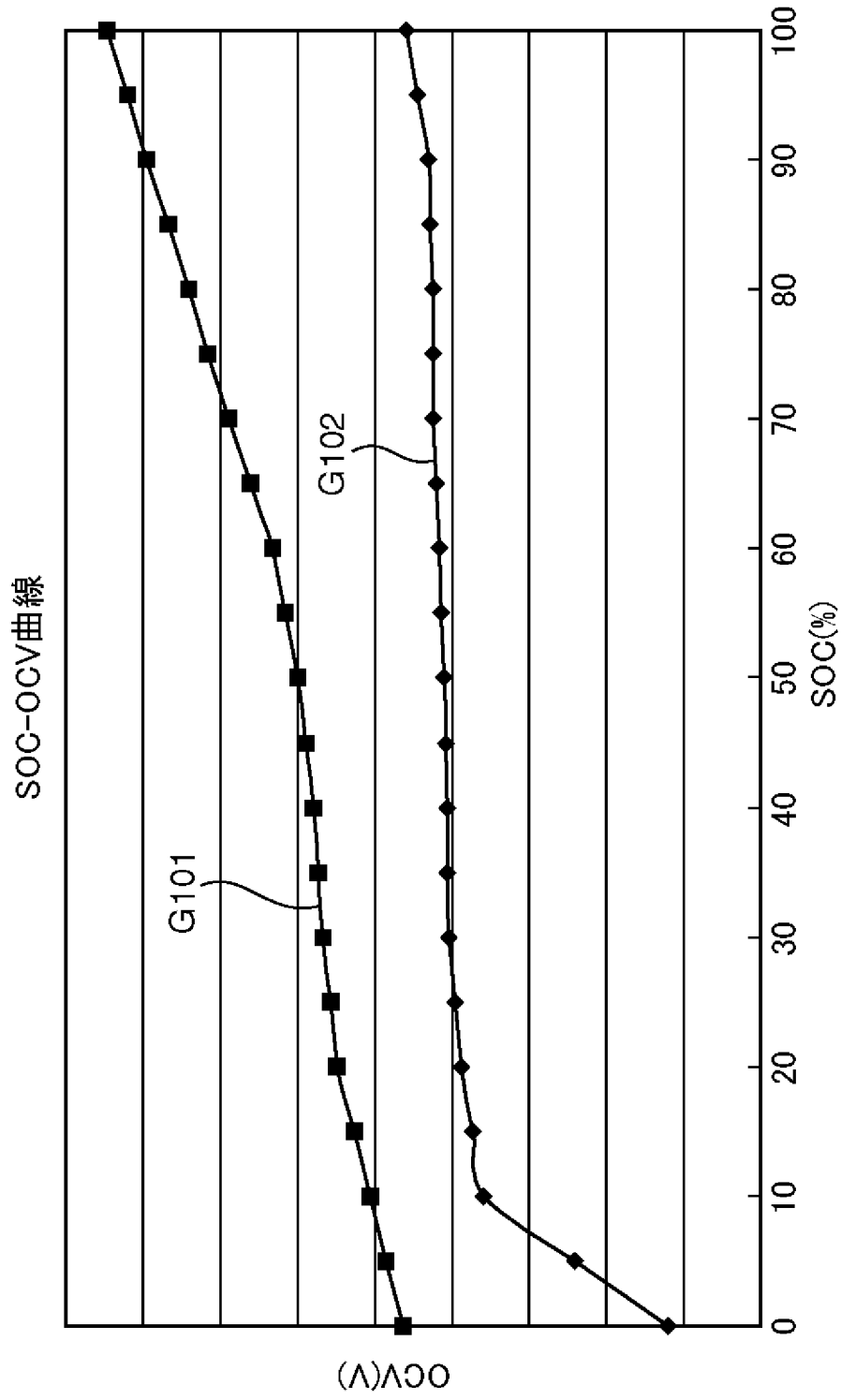
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No. PCT/JP2009/002393
--

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01M10/42(2006.01)i, H01M4/58(2006.01)i, H01M10/48(2006.01)i, H02J7/00(2006.01)i, H02J7/02(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)
H01M10/42, H01M4/58, H01M10/48, H02J7/00, H02J7/02

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	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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 2001-231178 A (Shin-Kobe Electric Machinery Co., Ltd.), 24 August, 2001 (24.08.01), Full text (Family: none)	1-15
A	JP 2004-111242 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 08 April, 2004 (08.04.04), Full text (Family: none)	1-15
A	JP 2008-98149 A (Toshiba Corp.), 24 April, 2008 (24.04.08), Full text & US 2008/0067972 A1 & EP 1901389 A2 & CN 101150209 A	1-15

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" 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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 26 August, 2009 (26.08.09)	Date of mailing of the international search report 08 September, 2009 (08.09.09)
---	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/002393

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	JP 2009-2691 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 08 January, 2009 (08.01.09), Full text (Family: none)	1-15

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01M10/42(2006.01)i, H01M4/58(2006.01)i, H01M10/48(2006.01)i, H02J7/00(2006.01)i, H02J7/02(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 (IPC))

Int.Cl. H01M10/42, H01M4/58, H01M10/48, H02J7/00, H02J7/02

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2009年
日本国実用新案登録公報	1996-2009年
日本国登録実用新案公報	1994-2009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 2001-231178 A (新神戸電機株式会社) 2001.08.24, 全文 (ファミリーなし)	1-15
A	JP 2004-111242 A (日産自動車株式会社) 2004.04.08, 全文 (ファミリーなし)	1-15
A	JP 2008-98149 A (株式会社東芝) 2008.04.24, 全文 & US 2008/0067972 A1 & EP 1901389 A2 & CN 101150209 A	1-15

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、一般的な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

26.08.2009

国際調査報告の発送日

08.09.2009

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 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)	4 X	3 5 5 8
須田 裕一		
電話番号 03-3581-1101 内線 3477		

C (続き) . 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
P, A	JP 2009-2691 A (古河電気工業株式会社) 2009.01.08, 全文 (ファ ミリーなし)	1-15