

【特許請求の範囲】

【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、

前記各蓄電体に充電電流が供給されたことにより、前記各蓄電体の端子電圧に分極が生じている期間中に、前記電圧検出部によって検出された各蓄電体の端子電圧を、当該各蓄電体にそれぞれ対応する複数の第 1 端子電圧として取得する第 1 端子電圧取得部と、

前記第 1 端子電圧取得部によって前記複数の第 1 端子電圧が取得された後の充電の停止期間中において前記電圧検出部によって検出された各蓄電体の端子電圧を、当該各蓄電体にそれぞれ対応する複数の第 2 端子電圧として取得する第 2 端子電圧取得部と、

前記第 1 端子電圧取得部により取得された複数の第 1 端子電圧と前記第 2 端子電圧取得部により取得された複数の第 2 端子電圧とに基づいて、当該各第 1 端子電圧と各第 2 端子電圧との間での各蓄電体に対応する値毎の差を、それぞれ前記各蓄電体に対応する電圧変化量として算出する電圧変化量算出部と、

前記電圧変化量算出部によって算出された各電圧変化量の相互間における差のうち、少なくとも一つが予め設定された判定閾値を超えたとき、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と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】

前記第 1 端子電圧取得部は、

前記分極が生じている期間として、前記各蓄電体が充電されている充電期間を用いること

を特徴とする請求項 1 記載の不均衡判定回路。

【請求項 3】

前記第 1 端子電圧取得部は、

前記複数の蓄電体を、充電する充電部に、前記充電の実行を要求することにより前記充電を実行させ、

前記第 2 端子電圧取得部は、

前記充電部に、前記充電の停止を要求することにより前記充電を停止させること

を特徴とする請求項 1 又は 2 記載の不均衡判定回路。

【請求項 4】

前記第 1 端子電圧取得部は、

前記分極が生じている期間における、前記充電電流による充電が停止した直後のタイミングで、前記複数の第 1 端子電圧を取得すること

を特徴とする請求項 1 記載の不均衡判定回路。

【請求項 5】

前記第 1 端子電圧取得部は、

前記充電電流による充電が停止した後、まだ分極が残留している期間として予め設定された分極残留期間中に、前記複数の第 1 端子電圧を取得すること

を特徴とする請求項 1 記載の不均衡判定回路。

【請求項 6】

前記第 2 端子電圧取得部は、

前記第 1 端子電圧取得部によって前記第 1 端子電圧が取得された後に、前記充電の停止状態が予め設定された設定時間継続した後、前記第 2 端子電圧を取得すること

を特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の不均衡判定回路。

【請求項 7】

前記第 1 端子電圧取得部は、

前記分極が生じている期間中において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に、前記複数の第 1 端子電圧を取得すること

を特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の不均衡判定回路。

【請求項 8】

10

20

30

40

50

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 ~ 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 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の不均衡判定回路。

【請求項 10】

前記複数の蓄電体は、充電を停止してから所定時間経過するまでの端子電圧の低下量が、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 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の不均衡判定回路。

10

【請求項 11】

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 10 記載の不均衡判定回路。

【請求項 12】

前記正極活物質は、



(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、 $0 < X < 1$ 、 $0.9 < Y < 1$ 、 $0 < Z < 0.1$) であることを特徴とする請求項 11 記載の不均衡判定回路。

20

【請求項 13】

請求項 1 ~ 12 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。

30

【請求項 14】

前記各蓄電体に充電電流が供給されたことにより、前記各蓄電体の端子電圧に分極が生じている期間中に、検出された各蓄電体の端子電圧を当該各蓄電体にそれぞれ対応する複数の第 1 端子電圧として取得する第 1 端子電圧取得工程と、

前記第 1 端子電圧取得工程において前記複数の第 1 端子電圧が取得された後の充電の停止期間中において検出された各蓄電体の端子電圧を、当該各蓄電体にそれぞれ対応する複数の第 2 端子電圧として取得する第 2 端子電圧取得工程と、

前記複数の第 1 端子電圧と前記複数の第 2 端子電圧とに基づいて、当該各第 1 端子電圧と各第 2 端子電圧との間での各蓄電体に対応する値毎の差を、それぞれ前記各蓄電体に対応する電圧変化量として算出する電圧変化量算出工程と、

前記算出された各電圧変化量の相互間における差のうち、少なくとも一つが予め設定された判定閾値を超えたとき、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と判定する不均衡判定工程と

を備えることを特徴とする不均衡判定方法。

40

【発明の詳細な説明】

50

【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、蓄電体等を用いた蓄電装置は、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。

10

【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。

20

【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、蓄電体の充電状態（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。

30

【0007】

さらに、夜間電力を有効活用するために用いられる負荷平準化電源や、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。

40

【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走行を主体とし、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の排出量を削減することを目的としている。

【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

50

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、すなわち不均衡が発生すると、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。）。

【特許文献1】特開平8 19188号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0011】

しかしながら、上述の特許文献1に開示の方法では、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不均衡が生じていると判定し、均等化が必要との判定をする。そして、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。その結果、このような方法により電圧差に基づき不均衡を検出すると、蓄電電荷量のバラツキの検出精度が低下する。

【0012】

図8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8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。図8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。

20

【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8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。

30

【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生じ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。

【0016】

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、電源装置、及び不均衡判定方法を提供することである。

40

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明に係る不均衡判定回路は、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、前記各蓄電体に充電電流が供給されたことにより、前記各蓄電体の端子電圧に分極が生じている期間中に、前記電圧検出部によって検出された各蓄電体の端子電圧を、当該各蓄電体にそれぞれ対応する複数の第1端子電圧として取得する第1端子電圧取得部と、前記第1端子電圧取得部によって前記複数の第1端子電圧が取得された後の充電の停止期間中において前記電圧検出部によって検出された各蓄電体の端子電圧を、当該各蓄電体にそれぞれ対応する複数の第2端子電圧として取得する第2端子電圧取得部と、前記

50

第1端子電圧取得部により取得された複数の第1端子電圧と前記第2端子電圧取得部により取得された複数の第2端子電圧とに基づいて、当該各第1端子電圧と各第2端子電圧との間での各蓄電体に対応する値毎の差を、それぞれ前記各蓄電体に対応する電圧変化量として算出する電圧変化量算出部と、前記電圧変化量算出部によって算出された各電圧変化量の相互間における差のうち、少なくとも一つが予め設定された判定閾値を超えたとき、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と判定する不均衡判定部とを備える。

【0018】

また、本発明に係る不均衡判定方法は、前記各蓄電体に充電電流が供給されたことにより、前記各蓄電体の端子電圧に分極が生じている期間中に、検出された各蓄電体の端子電圧を当該各蓄電体にそれぞれ対応する複数の第1端子電圧として取得する第1端子電圧取得工程と、前記第1端子電圧取得工程において前記複数の第1端子電圧が取得された後の充電の停止期間中において検出された各蓄電体の端子電圧を、当該各蓄電体にそれぞれ対応する複数の第2端子電圧として取得する第2端子電圧取得工程と、前記複数の第1端子電圧と前記複数の第2端子電圧とに基づいて、当該各第1端子電圧と各第2端子電圧との間での各蓄電体に対応する値毎の差を、それぞれ前記各蓄電体に対応する電圧変化量として算出する電圧変化量算出工程と、前記算出された各電圧変化量の相互間における差のうち、少なくとも一つが予め設定された判定閾値を超えたとき、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と判定する不均衡判定工程とを備える。

10

【0019】

この構成によれば、各蓄電体に充電電流が供給されたことで、安定状態のOCV (Open circuit voltage) から端子電圧がズれる分極が生じている期間中において検出された各蓄電体の端子電圧が、当該各蓄電体にそれぞれ対応する複数の第1端子電圧として取得される。次に、複数の第1端子電圧が取得された後に、充電の停止期間中において検出された各蓄電体の端子電圧が、当該各蓄電体にそれぞれ対応する複数の第2端子電圧として取得される。そして、各第1端子電圧と各第2端子電圧との間での各蓄電体に対応する値毎の差が、それぞれ各蓄電体に対応する電圧変化量として算出される。本願発明者らは、蓄電体のSOCに応じて、充電により分極が生じた蓄電体の端子電圧と充電停止後に分極が少なくとも減少した蓄電体の端子電圧との差が、異なることを見出した。そうすると、第1端子電圧と第2端子電圧との差は、蓄電体のSOCに応じて変化するため、SOC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、第1端子電圧と第2端子電圧との差に基づいて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、蓄電体間の端子電圧の差から直接不均衡の有無を判定する場合よりも、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。

20

30

【0020】

また、前記第1端子電圧取得部は、前記分極が生じている期間として、前記各蓄電体が充電されている充電期間を用いることが好ましい。

【0021】

充電期間中は、充電電流により分極が生じることが明らかであるから分極が生じている期間として適している。

40

【0022】

また、前記第1端子電圧取得部は、前記複数の蓄電体を、充電する充電部に、前記充電の実行を要求することにより前記充電を実行させ、前記第2端子電圧取得部は、前記充電部に、前記充電の停止を要求することにより前記充電を停止させることが好ましい。

【0023】

この構成によれば、第1及び第2端子電圧取得部が自律的に第1及び第2端子電圧の取得を開始し、実行することができるので、複数の蓄電体における各蓄電量の不均衡を判定しようとするときに、不均衡判定回路が自律的に不均衡の判定処理を開始することが可能となる。

【0024】

50

また、前記第1端子電圧取得部は、前記分極が生じている期間における、前記充電電流による充電が停止した直後のタイミングで、前記複数の第1端子電圧を取得するようにしてもよい。

【0025】

充電電流により生じた分極は、充電電流がゼロになった後、徐々に減少するので、充電が停止した直後のタイミングでは、まだ分極が残っている。従って、充電電流による充電が停止した直後のタイミングを、前記分極が生じている期間として用いることができる。

【0026】

また、前記第1端子電圧取得部は、前記充電電流による充電が停止した後、まだ分極が残留している期間として予め設定された分極残留期間中に、前記複数の第1端子電圧を取得するようにしてもよい。

10

【0027】

充電電流がゼロになった後、分極がゼロになるまで時間がかかるから、分極が残留していることが予め判っている分極残留期間は、前記分極が生じている期間として用いることができる。

【0028】

また、前記第2端子電圧取得部は、前記第1端子電圧取得部によって前記第1端子電圧が取得された後に、前記充電の停止状態が予め設定された設定時間継続した後、前記第2端子電圧を取得することが好ましい。

【0029】

蓄電体の端子電圧は、充電が停止してから徐々に低下し、一定の電圧で安定するまで、ある程度の時間を要する。そこで、第2端子電圧取得部が、充電の停止状態が予め設定された設定時間継続した後、第2端子電圧を取得することで、蓄電体の端子電圧が安定してから第2端子電圧を取得することができるので、第2端子電圧の精度を向上することができる。

20

【0030】

また、前記第1端子電圧取得部は、前記分極が生じている期間中において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に、前記複数の第1端子電圧を取得することが好ましい。

【0031】

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、第1端子電圧の取得を行うことで、第1端子電圧が取得された後に実行される第2端子電圧の取得処理、電圧変化量の算出処理、及び不均衡の判定処理の実行頻度を減少させることができる。特に、第2端子電圧が充電部に充電の停止を要求することにより充電を停止させる構成においては、第2端子電圧の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。さらに、各蓄電体の端子電圧が基準電圧を超えるまで充電させておけば、蓄電量に不均衡が生じていた場合、各蓄電体を基準電圧以下の目標電圧まで放電させることで、不均衡を低減できる確実性が増大する。

30

【0032】

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。

【0033】

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。

【0034】

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

40

50

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が好ましい。

【0035】

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。

【0036】

また、前記複数の蓄電体は、充電を停止してから所定時間経過するまでの端子電圧の低下量が、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。

【0037】

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。

10

【0038】

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。

【0039】

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。

【0040】

また、前記正極活物質は、 $Li_x A_y B_z PO_4$ (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、 $0 < X < 1$ 、 $0 < Y < 1$ 、 $0 < Z < 1$)であることが好ましい。

20

【0041】

正極活物質として、 $Li_x A_y B_z PO_4$ (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、 $0 < X < 1$ 、 $0 < Y < 1$ 、 $0 < Z < 1$)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。

30

【0042】

また、本発明に係る電源装置は、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。

【0043】

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。

40

【発明の効果】

【0044】

このような構成の不均衡判定回路、電源装置、及び不均衡判定方法によれば、蓄電体のSOCに応じて充電中における蓄電体の端子電圧と充電停止後の蓄電体の端子電圧との差が異なる現象を利用して、各蓄電池における蓄電量に不均衡が生じているか否かを判定するので、SOC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においても、背景技術のように蓄電体間の端子電圧の差から直接不均衡の有無を判定する場合よりも、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。

【発明を実施するための最良の形態】

【0045】

50

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。

【0046】

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。

10

【0047】

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。

【0048】

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を電気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などのキャパシタ、等の蓄電素子を用いることができる。

20

【0049】

蓄電素子401は、例えば図8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。

【0050】

図2は、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、当該二次電池の端子電圧（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。

30

【0051】

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（所定時間での低下量）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。

【0052】

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、 $0 < x < 1$ 、 $0.9 < y < 1$ 、 $0 < z < 0.1$ ）であってもよく、より好ましくは Li_xFePO_4 （ $0 < x < 1$ ）であってもよい。

40

【0053】

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8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未満となる蓄電体を用いること

50

ができる。

【0054】

本願発明者らは、図2に示すように、正極活物質としてLiFePO₄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。

【0055】

すなわち、充電を停止する直前の端子電圧と、充電を停止してから所定時間経過後の端子電圧との差は、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。換言すると、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。

10

【0056】

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組み合わされて接続されることにより、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。

【0057】

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。

20

【0058】

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。

30

【0059】

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。この場合、充放電制御回路340や、あるいは発電装置10が、充電部の一例に相当している。

【0060】

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。

40

【0061】

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。

【0062】

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

50

、オフすることにより、蓄電体 B_1, B_2, \dots, B_N の各端子電圧 V_1, V_2, \dots, V_N 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。

【0063】

アナログデジタルコンバータ 321 は、切換回路 322 から出力された電圧をデジタル値に変換して制御部 330 へ出力する。

【0064】

これにより、制御部 330 は、切換回路 322 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 321 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。

10

【0065】

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 321 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。

【0066】

なお、例えば図 4 に示すように、電圧検出部 320a 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 323 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。

20

【0067】

放電部 310 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。

【0068】

トランジスタ Q_1, Q_2, \dots, Q_N は、制御部 330 からの均等化放電信号 SG_1, SG_2, \dots, SGN 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。

30

【0069】

制御部 330 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 336 と、これらの周辺回路等とを備えて構成されている。

【0070】

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、第 1 端子電圧取得部 331、第 2 端子電圧取得部 332、電圧変化算出部 333、不均衡判定部 334、及び強制放電制御部 335 として機能する。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。

40

【0071】

第 1 端子電圧取得部 331 は、充放電制御回路 340 から蓄電装置 40 へ充電電流が供給されて充電されている充電期間中に、電圧検出部 320 によって検出された蓄電体 B_1, B_2, \dots, B_N の端子電圧 V_1, V_2, \dots, V_N を、蓄電体 B_1, B_2, \dots, B_N にそれぞれ対応する複数の第 1 端子電圧 $V_{1a}, V_{2a}, \dots, V_{Na}$ として取得し、例えば RAM に記憶させる。

【0072】

なお、第 1 端子電圧取得部 331 は、充電期間中に第 1 端子電圧 $V_{1a}, V_{2a}, \dots, V_{Na}$ を取得する例に限られず、例えば充電が停止された直後、あるいは充電が停止

50

した後まだ分極が残留している期間として予め設定された分極残留期間中に、第1端子電圧 V_{1a} , V_{2a} , \dots , V_{Na} を取得するようにしてもよい。

【0073】

第2端子電圧取得部332は、第1端子電圧取得部331によって第1端子電圧 V_{1a} , V_{2a} , \dots , V_{Na} が取得された後に充放電制御回路340から蓄電装置40へ供給される充電電流が略ゼロになって充電が停止したとき、当該充電の停止期間中において電圧検出部320によって検出された蓄電体 B_1 , B_2 , \dots , B_N の端子電圧 V_1 , V_2 , \dots , V_N を、蓄電体 B_1 , B_2 , \dots , B_N にそれぞれ対応する複数の第2端子電圧 V_{1b} , V_{2b} , \dots , V_{Nb} として取得し、例えばRAMに記憶させる。

【0074】

第2端子電圧取得部332は、充電が停止して蓄電体 B_1 , B_2 , \dots , B_N で生じる分極が完全に解消してから第2端子電圧 V_{1b} , V_{2b} , \dots , V_{Nb} を取得するようにしてもよいが、分極が解消していなくても、第1端子電圧取得部331によって第1端子電圧 V_{1a} , V_{2a} , \dots , V_{Na} が取得されてから予め設定された設定時間、例えば1秒経過後に第2端子電圧 V_{1b} , V_{2b} , \dots , V_{Nb} を取得するようにしてもよい。

【0075】

電圧変化算出部333は、第1端子電圧取得部331により取得された第1端子電圧 V_{1a} , V_{2a} , \dots , V_{Na} と第2端子電圧取得部332により取得された第2端子電圧 V_{1b} , V_{2b} , \dots , V_{Nb} とに基づいて、第1端子電圧 V_{1a} , V_{2a} , \dots , V_{Na} と第2端子電圧 V_{1b} , V_{2b} , \dots , V_{Nb} とにおける各蓄電体に対応する値毎の差を、それぞれ蓄電体 B_1 , B_2 , \dots , B_N に対応する電圧変化量 V_1 , V_2 , \dots , V_N として算出し、例えばRAMに記憶させる。

【0076】

第2端子電圧取得部332が、第1端子電圧取得部331によって第1端子電圧 V_{1a} , V_{2a} , \dots , V_{Na} が取得されてから予め設定された設定時間経過後に第2端子電圧 V_{1b} , V_{2b} , \dots , V_{Nb} を取得するようにした構成においては、電圧変化量 V_1 , V_2 , \dots , V_N は、分極が解消する過程における電圧の降下速度を反映することとなる。この降下速度もSOCの影響を受けるから、SOCの不均衡を判定するために利用できる。

【0077】

不均衡判定部334は、電圧変化算出部333によって算出された電圧変化量 V_1 , V_2 , \dots , V_N のうちから2つの電圧変化量を選択するすべての組み合わせのうち、少なくとも一つの組み合わせにおいて当該2つの電圧変化量の差が、予め設定された判定閾値を超えたとき、蓄電体 B_1 , B_2 , \dots , B_N における蓄電量の不均衡が生じていると判定し、不均衡が生じた旨を強制放電制御部335、及び充放電制御回路340へ通知する。

【0078】

強制放電制御部335は、不均衡判定部334から不均衡が生じた旨通知されたとき、電圧検出部320により検出される端子電圧 V_1 , V_2 , \dots , V_N が、それぞれ予め設定された目標電圧 V_{tg} 以下になるまで、放電部310によって各蓄電体を放電させることにより、蓄電体 B_1 , B_2 , \dots , B_N 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。

【0079】

タイマ回路336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 V_1 , V_2 , \dots , V_N 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。

【0080】

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7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、第1端子電圧取得部331

10

20

30

40

50

は、充放電制御回路 340 へ充電の実行を要求する要求信号を出力することにより、充放電制御回路 340 によって、発電装置 10 から蓄電装置 40 へ予め設定された設定電流値 I_{cc} の充電電流を供給させる。そうすると、蓄電装置 40 の充電が開始される（ステップ S1）。

【0081】

なお、必ずしも第 1 端子電圧取得部 331 からの要求信号に応じて蓄電装置 40 の充電が開始される例に限られず、例えば、第 1 端子電圧取得部 331 が充放電制御回路 340 から充電を開始する旨の信号を受信したり、図略の電流検出回路によって、蓄電装置 40 に充電電流が流れていることが検出されたりしたときに、第 1 端子電圧取得部 331 がステップ S2 へ移行するようにしてもよい。

10

【0082】

次に、例えば第 1 端子電圧取得部 331 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 $V_1, V_2, …, V_N$ が検出される。なお、電圧検出部 320a によって、端子電圧 $V_1, V_2, …, V_N$ が同時に検出されるようにしてもよい。そして、第 1 端子電圧取得部 331 は、このようにして得られた端子電圧 $V_1, V_2, …, V_N$ を、第 1 端子電圧 $V_{1a}, V_{2a}, …, V_{Na}$ として仮に取得する（ステップ S2）。

【0083】

次に、第 1 端子電圧取得部 331 によって、第 1 端子電圧 $V_{1a}, V_{2a}, …, V_{Na}$ が予め設定された基準電圧と比較される（ステップ S3）。そして、第 1 端子電圧 $V_{1a}, V_{2a}, …, V_{Na}$ のうちいずれか一つでも基準電圧に満たなければステップ S2 へ戻って充電を継続しつつ第 1 端子電圧 $V_{1a}, V_{2a}, …, V_{Na}$ の仮取得を繰り返す（ステップ S3 で NO）。一方、第 1 端子電圧 $V_{1a}, V_{2a}, …, V_{Na}$ のすべてが基準電圧以上であれば（ステップ S3 で YES）、第 1 端子電圧取得部 331 は、当該仮に取得した第 1 端子電圧 $V_{1a}, V_{2a}, …, V_{Na}$ を確定的に取得し、第 2 端子電圧 $V_{1b}, V_{2b}, …, V_{Nb}$ を取得するべくステップ S4 へ移行する。

20

【0084】

これにより、蓄電体 B1, B2, …, BN のすべてが、基準電圧以上に充電されてから、不均衡の判定が行われる。

30

【0085】

蓄電体 B1, B2, …, BN 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、端子電圧 $V_1, V_2, …, V_N$ 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、不均衡判定処理を継続するべくステップ S4 へ移行することで、ステップ S4 における充電の停止機会を減少させることができる。そして、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。

【0086】

また、後述するように、不均衡判定部 334 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 335 は、各端子電圧が目標電圧 V_{tg} 以下になるまで蓄電体 B1, B2, …, BN 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 335 による放電の開始前に、端子電圧 $V_1, V_2, …, V_N$ が目標電圧 V_{tg} 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。

40

【0087】

しかし、基準電圧を、目標電圧 V_{tg} 以上の電圧値に設定しておくことにより、蓄電体 B1, B2, …, BN の端子電圧を目標電圧 V_{tg} 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。

【0088】

50

ステップS4において、第2端子電圧取得部332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340へ出力され、充放電制御回路340によって、蓄電装置40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S4)。

【0089】

そして、第2端子電圧取得部332は、タイマ回路336の計時を開始させる(ステップS5)。そして、タイマ回路336によって、充電の停止からの経過時間が計時される。

【0090】

なお、必ずしも第2端子電圧取得部332からの要求信号に応じて蓄電装置40の充電が停止される例に限られない。例えば、第2端子電圧取得部332が充放電制御回路340から充電を停止する旨の信号を受信したり、図略の電流検出回路によって、蓄電装置40に流れる充電電流が略ゼロになったことが検出されたりしたときに、第2端子電圧取得部332がステップS5へ移行してタイマ回路336の計時を開始させるようにしてもよい。

【0091】

次に、タイマ回路336で計時された経過時間が予め設定された設定時間を超えて継続すると(ステップS6でYES)、ステップS2と同様に、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。そして、第2端子電圧取得部332は、このようにして得られた端子電圧V1, V2, ..., VNを、第2端子電圧V1b, V2b, ..., VNbとして取得する(ステップS7)。

【0092】

設定時間は、例えば図2に示すように、SOCが大きいグラフG1において、充電電流がゼロになってから端子電圧V1, V2, ..., VNが安定するのに掛かる時間 t_w 以上の時間が予め設定されている。これにより、端子電圧V1, V2, ..., VNが安定してから第2端子電圧V1b, V2b, ..., VNbが取得されるので、第2端子電圧V1b, V2b, ..., VNbの精度が向上する。

【0093】

次に、電圧変化算出部333によって、変数nに、「1」が代入される(ステップS8)。そして、電圧変化算出部333によって、第1端子電圧Vnaから第2端子電圧Vnbが減算されて、電圧変化量 V_n が算出される(ステップS9)。

【0094】

次に、電圧変化算出部333によって、変数nに1が加算された後(ステップS10)、変数nが蓄電体数Nと比較される(ステップS11)。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電圧変化量 V_n を算出するべく、再びステップS9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電圧変化量 V_1, V_2, \dots, V_N の算出が終了したので、ステップS21へ移行する。

【0095】

次に、電圧変化算出部333によって、電圧変化量 V_1, V_2, \dots, V_N の最大値が最大電圧変化量 V_{max} として取得され(ステップS21)、電圧変化量 V_1, V_2, \dots, V_N の最小値が最小電圧変化量 V_{min} として取得される(ステップS22)。

【0096】

次に、不均衡判定部334は、最大電圧変化量 V_{max} と最小電圧変化量 V_{min} との差を、判定閾値と比較する(ステップS23)。そして、最大電圧変化量 V_{max} と最小電圧変化量 V_{min} との差が判定閾値以下であれば(ステップS23でNO)、均等化が必要なほどの不均衡は生じていないと考えられるので、不均衡が生じている旨の判定を行うことなく不均衡判定処理を終了する。

【0097】

10

20

30

40

50

一方、最大電圧変化量 V_{max} と最小電圧変化量 V_{min} との差が判定閾値を超えていれば（ステップ S 2 3 で YES）、均等化が必要な不均衡が生じていると考えられるので、不均衡が生じていると判定し、不均衡が生じた旨を強制放電制御部 3 3 5、及び充放電制御回路 3 4 0 へ通知して、均等化処理へ移行する。

【0098】

ステップ S 2 1 ~ S 2 3 によれば、電圧変化量 V_1, V_2, \dots, V_N 相互間の差のうち、少なくとも一つが判定閾値を超えた場合、必ず不均衡判定部 3 3 4 によって不均衡が生じていると判定されて、均等化処理へ移行することとなる。

【0099】

なお、ステップ S 2 1 ~ S 2 3 において、電圧変化量 V_1, V_2, \dots, V_N から 2 つを選択するすべての組み合わせにおいて得られる差のうち、少なくとも一つが判定閾値を超えた場合に、不均衡判定部 3 3 4 が、不均衡が生じていると判定する構成としてもよい。

10

【0100】

以上、ステップ S 1 ~ S 2 3 の処理によれば、第 1 端子電圧 $V_{1a}, V_{2a}, \dots, V_{Na}$ と第 2 端子電圧 $V_{1b}, V_{2b}, \dots, V_{Nb}$ との差に基づいて、蓄電体 B_1, B_2, \dots, B_N における蓄電量の不均衡（バラツキ）が生じているか否かが判定される。そうすると、第 1 端子電圧と第 2 端子電圧との差は、蓄電体の SOC に応じて変化するから、SOC 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、第 1 端子電圧と第 2 端子電圧との差に基づいて不均衡が生じているか否かを判定することにより、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、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。

20

【0101】

なお、蓄電素子 4 0 1 として、充電を停止したときに生じる端子電圧の低下量が、SOC が大きくなるほど大きくなる蓄電素子を用いる例を示したが、充電を停止したときに生じる端子電圧の低下量が、SOC が大きくなるほど小さくなる蓄電素子を、蓄電素子 4 0 1 として用いることもできる。

【0102】

図 7 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 3 3 5 は、均等化放電信号 SG_1, SG_2, \dots, SG_N をすべてオンしてトランジスタ Q_1, Q_2, \dots, Q_N をオンさせることで、均等化処理を開始する（ステップ S 3 1）。

30

【0103】

均等化処理による放電の実行中は、発電装置 1 0 から負荷装置 2 0 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。しかしながら、ステップ S 1 ~ S 2 3 の処理によれば、上述したように、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ので、誤判定による均等化処理の多発を低減できる結果、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。

【0104】

次に、強制放電制御部 3 3 5 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 S 3 2）、それと同時にタイマ回路 3 3 6 をスタートさせる（ステップ S 3 3）。そして、強制放電制御部 3 3 5 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 S 3 4）、 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 S 3 5）。

40

【0105】

そして、均等化放電信号 SG_n がオフであれば（ステップ S 3 5 で NO）ステップ S 3 8 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 S 3 5 で YES）、強制放電制御部 3 3 5 は、 n 番目の端子電圧 V_n が目標電圧 V_{tg} 以下かどうか判定する（ステップ S 3 6）。そして、端子電圧 V_n が目標電圧 V_{tg} を超えていれば（ステップ S 3 6 で NO）ステップ S 3 8 へ移行する一方、端子電圧 V_n が目標電圧 V_{tg} 以下で

50

あれば(ステップS36でYES)、強制放電制御部335は、均等化放電信号SGnをオフ(トランジスタQnをオフ)して蓄電体Bn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S37)。

【0106】

ステップS38において、強制放電制御部335は、変数nに「1」加算し(ステップS38)、変数nと蓄電体数Nとを比較する(ステップS39)。

【0107】

そして、変数nが蓄電体数N以下であれば(ステップS39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S35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S39でYES)、ステップS40へ移行する。

10

【0108】

次に、ステップS40において、強制放電制御部335によって、タイマ回路336のタイマ値Tが監視時間Tlimと比較される(ステップS40)。そして、タイマ値Tが監視時間Tlim以上になると(ステップS40でYES)、均等化処理を強制的に終了する。

【0109】

均等化処理中は、発電装置10や負荷装置20に対する充放電ができないので、均等化処理のために充放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。ステップS40によれば、均等化処理の時間が監視時間Tlim以上になると、均等化処理が強制的に終了されて、蓄電装置40による発電装置10や負荷装置20に対する充放電が可能となるので、均等化処理が電源システム1の使用に支障を及ぼすおそれが低減される。監視時間Tlimは、電源システム1の使用上、均等化処理のために充放電を停止しても差し支えない程度の時間に設定することが望ましい。

20

【0110】

一方、タイマ値Tが監視時間Tlimに満たなければ(ステップS40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S41)。

【0111】

そして、まだ放電中の蓄電体があれば(ステップS41でYES)、ステップS34～S41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S41でNO)、均等化処理を終了する。

30

【0112】

なお、不均衡の判定に用いた判定閾値は、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。

【0113】

以上、ステップS1～S41の処理により、蓄電体B1, B2, …, BNにおける蓄電量の不均衡のパ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。

40

【0114】

なお、不均衡判定部334によって不均衡が生じていると判定された場合、均等化処理によって不均衡を低減する例を示したが、必ずしも均等化処理を行う例に限らない。例えば、充放電制御回路340が、不均衡判定部334から不均衡が生じている旨の信号を受信すると、蓄電装置40全体のSOCを、不均衡が生じていない場合よりも上限を減少させSOCの下限を増大させて、狭い範囲に維持するように、充放電を制御するようにしてもよい。例えば、不均衡判定部334は、蓄電装置40全体のSOCを、不均衡が生じていない場合に20～80%の範囲に維持し、不均衡が生じた場合に30～70%に維持するようにしてもよい。

【0115】

50

あるいは、不均衡判定部 334 は、不均衡判定部 334 から不均衡が生じている旨の信号を受信すると、蓄電装置 40 の充電を禁止するようにしてもよい。

【0116】

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。

【0117】

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 7 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。

10

【0118】

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。

【0119】

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。

20

【0120】

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。

【産業上の利用可能性】

【0121】

本発明に係る不均衡判定回路、これを用いた電源装置、及び不均衡判定方法は、携帯型パーソナルコンピュータやデジタルカメラ、携帯電話機等の電子機器、電気自動車やハイブリッドカー等の車両、太陽電池や発電装置と二次電池とを組み合わされた電源システム等の電池搭載装置、システム等において、好適に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

30

【0122】

【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 に示す電源装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【図 6】図 1 に示す電源装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【図 7】図 1 に示す電源装置の動作の一例を示すフローチャートである。

40

【図 8】蓄電体の SOC と端子電圧との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

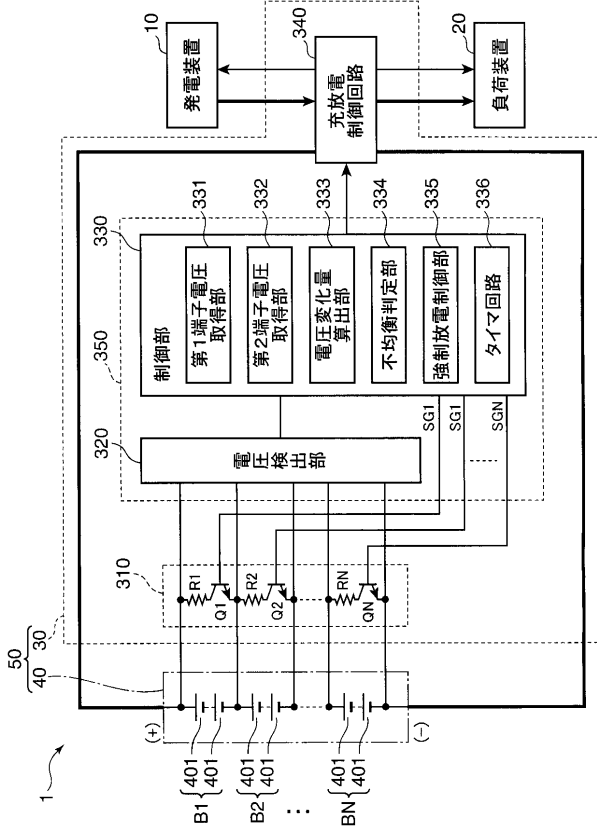
【0123】

- 1 電源システム
- 10 発電装置
- 20 負荷装置
- 30 電源制御装置
- 40 蓄電装置
- 50 電源装置
- 310 放電部

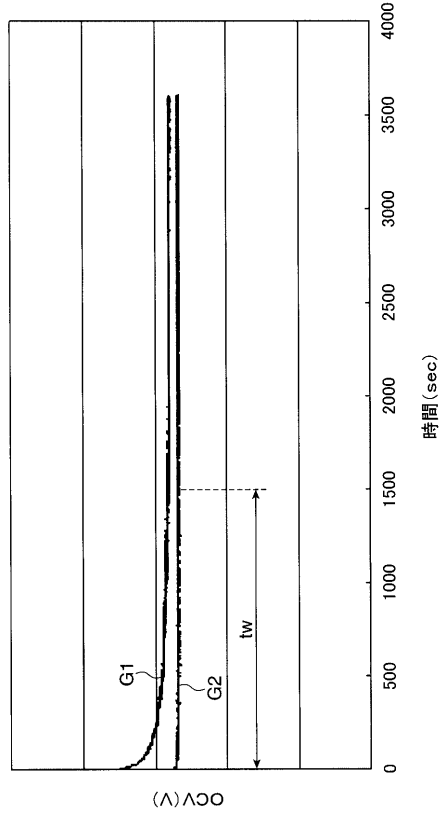
50

3 2 0 , 3 2 0 a	電圧検出部	
3 2 1	アナログデジタルコンバータ	
3 2 2	切換回路	
3 2 3	電圧測定部	
3 3 0	制御部	
3 3 1	第 1 端子電圧取得部	
3 3 2	第 2 端子電圧取得部	
3 3 3	電圧変化算出部	
3 3 4	不均衡判定部	
3 3 5	強制放電制御部	10
3 3 6	タイマ回路	
3 4 0	充放電制御回路	
3 5 0	不均衡判定回路	
4 0 1	蓄電素子	
B 1 , B 2 , . . . , B N	蓄電体	
I c c	設定電流値	
N	蓄電体数	
Q 1 , Q 2 , . . . , Q N	トランジスタ	
R 1 , R 2 , . . . , R N	抵抗	
S G 1 , S G 2 , . . . , S G N	均等化放電信号	20
T l i m	監視時間	
V 1 , V 2 , . . . , V N	端子電圧	
V 1 a , V 2 a , . . . , V N a	第 1 端子電圧	
V 1 b , V 2 b , . . . , V N b	第 2 端子電圧	
V t g	目標電圧	
	基準電圧	
	設定時間	
	判定閾値	

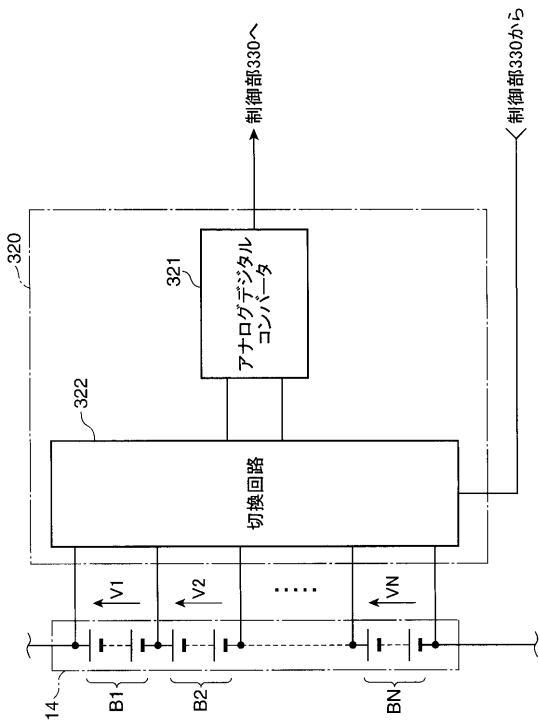
【 図 1 】



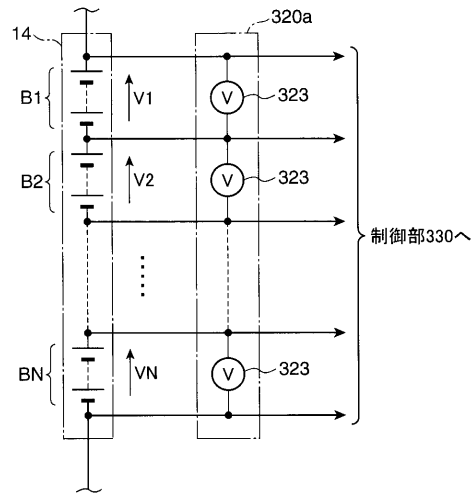
【 図 2 】



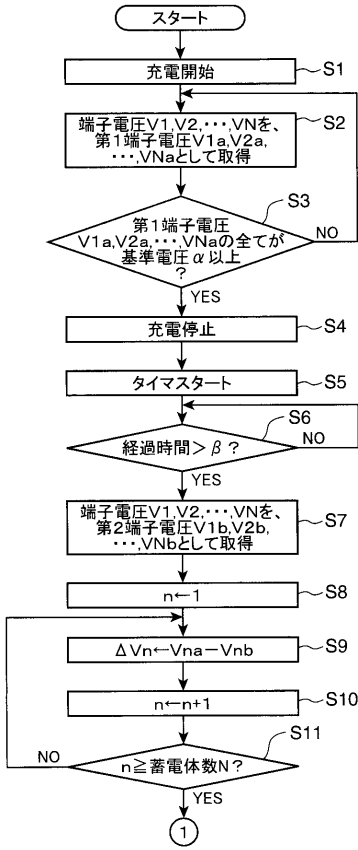
【 図 3 】



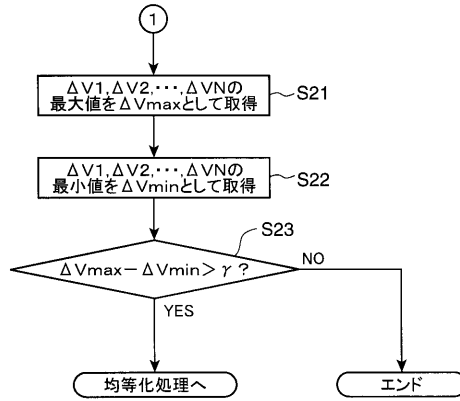
【 図 4 】



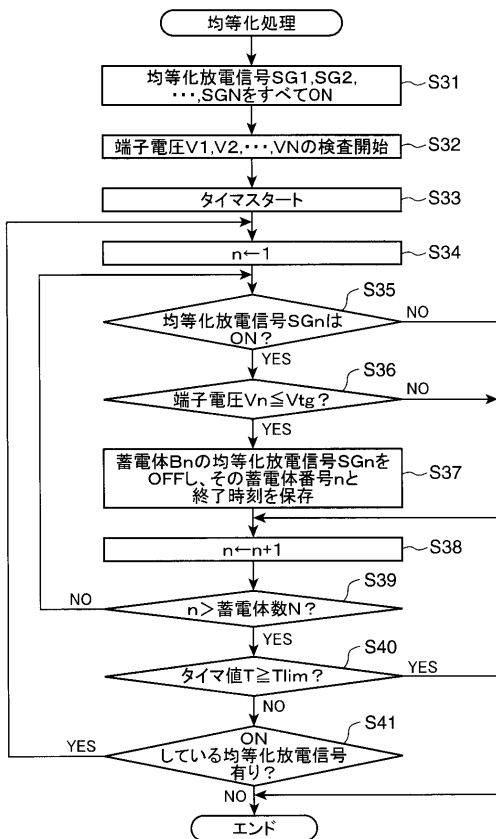
【図5】



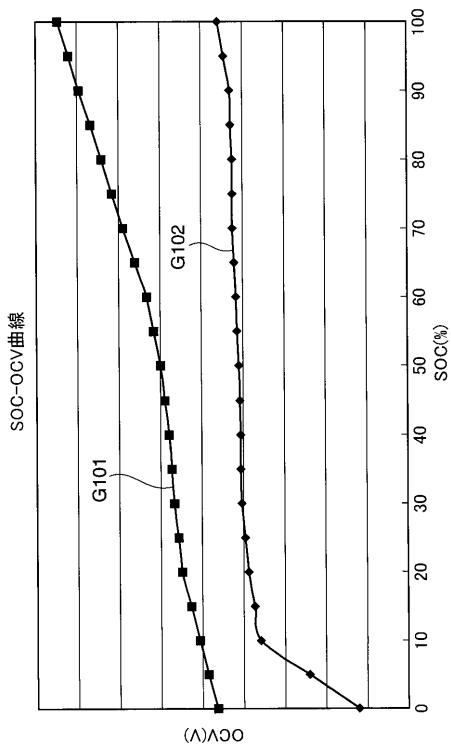
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 中嶋 琢也

大阪府守口市松下町1番1号 松下電池工業株式会社内

Fターム(参考) 2G016 CB01

5G503 BB01 HA01

5H030 AA03 AA04 AS01 AS08 BB00 BB07 FF42 FF44

5H050 AA02 BA17 CA01 GA28 HA18