

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-8338
(P2010-8338A)

(43) 公開日 平成22年1月14日(2010.1.14)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
GO 1 R 31/36 (2006.01) GO 1 R 31/36 A 2 G O 1 6
HO 1 M 10/48 (2006.01) HO 1 M 10/48 P 5 H O 3 0

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2008-170498 (P2008-170498)
 (22) 出願日 平成20年6月30日 (2008. 6. 30)

(71) 出願人 000005821
 パナソニック株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (74) 代理人 100067828
 弁理士 小谷 悦司
 (74) 代理人 100115381
 弁理士 小谷 昌崇
 (74) 代理人 100143373
 弁理士 大西 裕人
 (72) 発明者 飯田 琢磨
 大阪府守口市松下町1番1号 松下電池工業株式会社内
 (72) 発明者 谷口 明宏
 大阪府守口市松下町1番1号 松下電池工業株式会社内

最終頁に続く

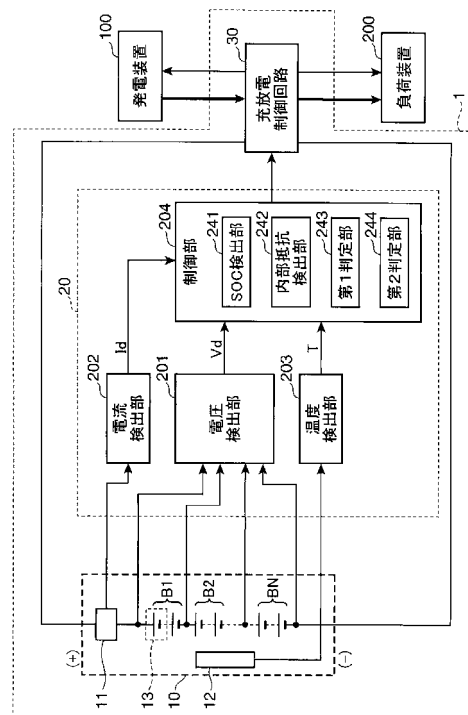
(54) 【発明の名称】 劣化判定回路、電源装置、及び二次電池の劣化判定方法

(57) 【要約】

【課題】二次電池の劣化の検出精度を向上させることができる劣化判定回路、電源装置、及び二次電池の劣化判定方法を提供する。

【解決手段】SOC検出部241で検出されたSOCが、第1範囲の範囲内である場合、内部抵抗検出部242によって検出された内部抵抗値に基づいて、二次電池10の劣化の有無を判定する第1判定部243と、SOC検出部241によって検出されたSOCが、二次電池10のSOCの変化量に対する当該二次電池の内部抵抗の変化量が第1範囲とは異なるSOCの範囲として予め設定された第2範囲の範囲内である場合、内部抵抗検出部242によって検出された内部抵抗値に基づいて、二次電池10の劣化の有無を判定する第2判定部244とを備え、第1判定部243と第2判定部244との両方において劣化有りと判定された場合に、最終的に二次電池が劣化していると判定するようにした。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

二次電池のSOCを検出するSOC検出部と、
前記二次電池の内部抵抗値を検出する内部抵抗検出部と、
前記SOC検出部によって検出されたSOCが、予め設定された第1範囲の範囲内である場合、前記内部抵抗検出部によって検出された内部抵抗値に基づいて、前記二次電池の劣化の有無を判定する第1判定部と、

前記SOC検出部によって検出されたSOCが、前記二次電池のSOCの変化量に対する当該二次電池の内部抵抗の変化量が前記第1範囲とは異なるSOCの範囲として予め設定された第2範囲の範囲内である場合、前記内部抵抗検出部によって検出された内部抵抗値に基づいて、前記二次電池の劣化の有無を判定する第2判定部と、

前記第1判定部において前記劣化有りと判定され、かつ前記第2判定部において前記劣化有りと判定された場合に、最終的に前記二次電池が劣化していると判定する最終判定部と

を備えることを特徴とする劣化判定回路。

【請求項 2】

前記第2判定部は、

前記第1判定部によって、前記二次電池が劣化していると判定された場合に前記劣化の有無を判定し、

前記最終判定部は、

前記第2判定部によって、前記二次電池が劣化していると判定された場合に最終的に前記二次電池が劣化していると判定すること

を特徴とする請求項1記載の劣化判定回路。

【請求項 3】

前記第2範囲は、

前記第1範囲よりも、前記二次電池のSOCの変化量に対する当該二次電池の内部抵抗の変化量が大いこと

を特徴とする請求項2記載の劣化判定回路。

【請求項 4】

前記第2範囲は、

前記第1範囲よりも、前記二次電池のSOCの変化量に対する当該二次電池の内部抵抗の変化量が小さいこと

を特徴とする請求項2記載の劣化判定回路。

【請求項 5】

前記第1判定部は、

前記二次電池が劣化していないときの内部抵抗値に対する、前記内部抵抗検出部によって検出された内部抵抗値の比率が、予め設定された第1劣化基準値を超える場合、前記二次電池が劣化していると判定し、

前記第2判定部は、

前記二次電池が劣化していないときの内部抵抗値に対する、前記内部抵抗検出部によって検出された内部抵抗値の比率が、予め設定された第2劣化基準値を超える場合、前記二次電池が劣化していると判定すること

を特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の劣化判定回路。

【請求項 6】

請求項1～5のいずれか1項に記載の劣化判定回路と、

前記二次電池と、

前記最終判定部による前記劣化の判定結果に応じて、前記二次電池の充電及び放電のうち少なくとも一方を制御する充放電制御部と

を備えることを特徴とする電源装置。

【請求項 7】

10

20

30

40

50

二次電池のSOCを検出するSOC検出工程と、
前記二次電池の内部抵抗値を検出する内部抵抗検出工程と、
前記SOC検出工程において検出されたSOCが、予め設定された第1範囲の範囲内である場合、前記内部抵抗検出工程において検出された内部抵抗値に基づいて、前記二次電池の劣化の有無を判定する第1判定工程と、

前記SOC検出工程によって検出されたSOCが、前記二次電池のSOCの変化量に対する当該二次電池の内部抵抗の変化量が前記第1範囲とは異なるSOCの範囲として予め設定された第2範囲の範囲内である場合、前記内部抵抗検出工程において検出された内部抵抗値に基づいて、前記二次電池の劣化の有無を判定する第2判定工程と、

前記第1判定工程において前記劣化有りと判定され、かつ前記第2判定工程において前記劣化有りと判定された場合に、最終的に前記二次電池が劣化していると判定する最終判定工程と

を含むことを特徴とする二次電池の劣化判定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、二次電池の劣化の有無を判定する劣化判定回路、この劣化判定回路を備えた電源装置、及び二次電池の劣化判定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、二次電池は、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。このような二次電池を組み合わせた電源システムは、余剰な電力を二次電池に蓄積し、負荷装置が必要な時に二次電池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、余剰電力で二次電池に充電を行う。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二次電池から出力して、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二次電池に蓄積できるため、二次電池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、二次電池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二次電池に充電するため、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、二次電池においては、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、二次電池を充電する。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二次電池を充電する。

【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

10

20

30

40

50

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二次電池に電力を貯蔵し、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二次電池から電力を供給するEV走行を主体とした走行を行い、長距離走行時にはエンジンとモータとを活用した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】

このような電源システムに搭載される二次電池は、多くの場合、複数の二次電池（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。

【0010】

ところで、このような二次電池は、劣化が進むと内部抵抗が増大する。そして、二次電池の内部抵抗が増大すると、二次電池の発熱量が増大する。そのため、劣化が進んでいない初期と同じ使い方をしている場合でも、劣化が進むと二次電池の発熱による温度上昇が大きくなり、安全性が低下する。

【0011】

従って、二次電池の安全性確保するためには、二次電池の劣化を検出し、例えば劣化が進んでいる場合には二次電池に入出力する電流値を制限する等、その劣化状態に応じた二次電池の使い方をすることが望ましい。

【0012】

二次電池の劣化を検出する手段として、二次電池の内部抵抗を算出し、この内部抵抗が所定値を超えると劣化が生じていると判定する方法が知られている（例えば、特許文献1参照。）

【特許文献1】特開2001-174532号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

ところで、二次電池の内部抵抗は、劣化とは無関係にSOCに応じて変化する。そのため、特許文献1に記載のように、SOCと無関係に内部抵抗値に基づいて、二次電池の劣化を判定すると、劣化判定の精度が低下するという不都合があった。

【0014】

そして、二次電池が誤って劣化判定された場合には、二次電池に入出力される電流が制限される等する結果、例えば発電装置から供給された余剰電力を十分に蓄えることができなかつたり、負荷装置への電力供給が不足するなどして上位機器の利便性を低下させたりするおそれもあった。

【0015】

本発明の目的は、二次電池の劣化の検出精度を向上させることができる劣化判定回路、電源装置、及び二次電池の劣化判定方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明に係る劣化判定回路は、二次電池のSOCを検出するSOC検出部と、前記二次電池の内部抵抗値を検出する内部抵抗検出部と、前記SOC検出部によって検出されたSOCが、予め設定された第1範囲の範囲内である場合、前記内部抵抗検出部によって検出された内部抵抗値に基づいて、前記二次電池の劣化の有無を判定する第1判定部と、前記SOC検出部によって検出されたSOCが、前記二次電池のSOCの変化量に対する当該二次電池の内部抵抗の変化量が前記第1範囲とは異なるSOCの範囲として予め設定された第2範囲の範囲内である場合、前記内部抵抗検出部によって検出された内部抵抗値に基づいて、前記二次電池の劣化の有無を判定する第2判定部と、前記第1判定部において前

10

20

30

40

50

記劣化有り」と判定され、かつ前記第2判定部において前記劣化有り」と判定された場合に、最終的に前記二次電池が劣化していると判定する最終判定部とを備える。

【0017】

また、本発明に係る二次電池の劣化判定方法は、二次電池のSOCを検出するSOC検出工程と、前記二次電池の内部抵抗値を検出する内部抵抗検出工程と、前記SOC検出工程において検出されたSOCが、予め設定された第1範囲の範囲内である場合、前記内部抵抗検出工程において検出された内部抵抗値に基づいて、前記二次電池の劣化の有無を判定する第1判定工程と、前記SOC検出工程によって検出されたSOCが、前記二次電池のSOCの変化量に対する当該二次電池の内部抵抗の変化量が前記第1範囲とは異なるSOCの範囲として予め設定された第2範囲の範囲内である場合、前記内部抵抗検出工程において検出された内部抵抗値に基づいて、前記二次電池の劣化の有無を判定する第2判定工程と、前記第1判定工程において前記劣化有り」と判定され、かつ前記第2判定工程において前記劣化有り」と判定された場合に、最終的に前記二次電池が劣化していると判定する最終判定工程とを含む。

10

【0018】

この構成によれば、二次電池のSOCが、第1範囲の範囲内であるときに検出された内部抵抗値に基づいて、二次電池の劣化の有無が判定される。また、二次電池のSOCが、二次電池のSOCの変化量に対する当該二次電池の内部抵抗の変化量が第1範囲とは異なるSOCの範囲として予め設定された第2範囲の範囲内であるときに検出された内部抵抗値に基づいて、二次電池の劣化の有無が判定される。そして、SOCが第1範囲の範囲内であるときに検出された内部抵抗値に基づく劣化の判定結果と、SOCが第2範囲の範囲内であるときに検出された内部抵抗値に基づく劣化の判定結果とが、共に劣化していることを示すものであった場合に、最終的に二次電池が劣化していると判定される。

20

【0019】

二次電池の内部抵抗値は、劣化が進むにつれて増大する他、SOCに応じて変化する場合がある。そこで、第1判定部（第1判定工程）、第2判定部（第2判定工程）、及び最終判定部（最終判定工程）によれば、二次電池のSOCが、SOCの変化量に対する当該二次電池の内部抵抗の変化量が互いに異なり、すなわちSOCが内部抵抗値に及ぼす影響の程度が互いに異なる第1範囲と第2範囲とにおいて、それぞれ得られた内部抵抗値が共に二次電池の劣化を示す場合に、最終的に二次電池が劣化していると判定されるので、SOCが、最終的な劣化判定結果に及ぼす影響が低減される結果、二次電池の劣化判定の精度を向上することができる。

30

【0020】

また、前記第2判定部は、前記第1判定部によって、前記二次電池が劣化していると判定された場合に前記劣化の有無を判定し、前記最終判定部は、前記第2判定部によって、前記二次電池が劣化していると判定された場合に最終的に前記二次電池が劣化していると判定することが好ましい。

【0021】

この構成によれば、第1判定部によって二次電池が劣化していると判定されなかった場合には、第2判定部は劣化の有無を判定する処理を実行しないので、第2判定部の処理を低減することが可能となる。また、第2判定部によって二次電池が劣化していると判定された場合には、既に第1判定部によって二次電池が劣化しているとの判定がされていることになるから、第2判定部による二次電池の劣化判定結果をそのまま最終的な二次電池の劣化判定結果として用いることができるので、最終判定部による判定処理を低減することが可能となる。

40

【0022】

また、前記第2範囲は、前記第1範囲よりも、前記二次電池のSOCの変化量に対する当該二次電池の内部抵抗の変化量が大きいことが好ましい。

【0023】

二次電池のSOCの変化量に対する当該二次電池の内部抵抗の変化量が第2範囲よりも

50

小さい第1範囲では、劣化していない状態からの劣化に伴う内部抵抗の変化も小さい。そのため、第1範囲において得られた内部抵抗値に基づく劣化の判定精度は、第2範囲において得られた内部抵抗値に基づく劣化の判定精度より低くなる。そこで、この構成によれば、まず第1判定部によって精度の低い劣化判定を行い二次電池が劣化していると判定された場合に、第2判定部によってさらに精度の高い劣化判定を行うことで、最終的に誤って劣化判定してしまうおそれが低減される。

【0024】

また、前記第2範囲は、前記第1範囲よりも、前記二次電池のSOCの変化量に対する当該二次電池の内部抵抗の変化量が小さいように、してもよい。

【0025】

二次電池のSOCの変化量に対する当該二次電池の内部抵抗の変化量が第2範囲よりも大きい第1範囲では、劣化していない状態からの劣化に伴う内部抵抗の変化も大きい。そのため、第1範囲において得られた内部抵抗値に基づく劣化の判定精度は、第2範囲において得られた内部抵抗値に基づく劣化の判定精度より高くなる。そこで、この構成によれば、まず第1判定部によって精度の高い劣化判定を行い二次電池が劣化していると判定された場合にのみ、第2判定部によって精度の低い劣化判定を行うので、最終的に劣化していると判定される確率の高い場合にのみ第2判定部の処理が実行されることとなり、第2判定部の実行機会を減少させて、劣化判定処理量を低減することが容易となる。

【0026】

また、前記第1判定部は、前記二次電池が劣化していないときの内部抵抗値に対する、前記内部抵抗検出部によって検出された内部抵抗値の比率が、予め設定された第1劣化基準値を超える場合、前記二次電池が劣化していると判定し、前記第2判定部は、前記二次電池が劣化していないときの内部抵抗値に対する、前記内部抵抗検出部によって検出された内部抵抗値の比率が、予め設定された第2劣化基準値を超える場合、前記二次電池が劣化していると判定することが好ましい。

【0027】

二次電池の内部抵抗値には、個体差によるバラツキがある。そのため、内部抵抗値を直接、判定基準値と比較して劣化を判定した場合には、劣化の判定精度が低下するおそれがある。そこで、この構成によれば、第1及び第2判定部は、二次電池が劣化していないときの内部抵抗値に対する、前記内部抵抗検出部によって検出された内部抵抗値の比率に基づいて、劣化の判定を行うので、二次電池の個体差による内部抵抗値のバラツキが吸収される結果、二次電池の劣化の判定精度を向上させることが可能となる。

【0028】

本発明に係る電源装置は、上述の劣化判定回路と、前記二次電池と、前記最終判定部による前記劣化の判定結果に応じて、前記二次電池の充電及び放電のうち少なくとも一方を制御する充放電制御部とを備える。

【0029】

この構成によれば、劣化判定回路における劣化の判定精度が向上するので、精度の高い劣化の判定結果に応じて、二次電池の充電及び放電のうち少なくとも一方が制御される結果、二次電池が劣化した場合において安全性が低下するおそれを精度よく低減することが可能となる。

【発明の効果】

【0030】

このような劣化判定回路、電源装置、及び二次電池の劣化判定方法によれば、二次電池のSOCが、SOCの変化量に対する当該二次電池の内部抵抗の変化量が互いに異なり、すなわちSOCが内部抵抗値に及ぼす影響の程度が互いに異なる第1範囲と第2範囲とにおいて、それぞれ得られた内部抵抗値が共に二次電池の劣化を示す場合に、最終的に二次電池が劣化していると判定されるので、SOCが、最終的な劣化判定結果に及ぼす影響が低減される結果、二次電池の劣化判定の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】

10

20

30

40

50

【0031】

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二次電池の劣化判定方法を用いた劣化判定回路、及びこれを用いた電源装置の構成の一例を示すブロック図である。

【0032】

図1に示す電源装置1は、二次電池10と、劣化判定回路20と、充放電制御回路30（充放電制御部）とを備えている。電源装置1は、太陽光発電システムやUPS等のバックアップ用電源装置の他、携帯型パーソナルコンピュータ、デジタルカメラ、携帯電話機、電気自動車、ハイブリットカー等、種々の電池駆動機器やシステムにおける電源システムに用いられる。

10

【0033】

劣化判定回路20は、例えばECU（Electric Control Unit）として構成されている。劣化判定回路20は、電圧検出部201と、電流検出部202と、温度検出部203と、制御部204とを備えている。そして、充放電制御回路30には、発電装置100と、負荷装置200とが接続されている。発電装置100は、例えば太陽光発電装置（太陽電池）や、例えば風力や水力といった自然エネルギーやエンジン等の人工的な動力によって駆動される発電機等である。なお、充放電制御回路30は、発電装置100の代わりに例えば商用電源に接続されていてもよい。

20

【0034】

負荷装置200は、電源装置1から供給される電力により駆動される各種の負荷であってもよく、例えばモータやバックアップ対象の負荷機器であってもよい。

【0035】

充放電制御回路30は、発電装置100からの余剰電力や負荷装置200で発生する回生電力を二次電池10に充電する。また、充放電制御回路30は、また、負荷装置200の消費電流が急激に増大したり、あるいは発電装置100の発電量が低下して負荷装置200の要求する電力が発電装置100の出力を超えたりすると、二次電池10から不足の電力を負荷装置200へ供給する。

【0036】

また、充放電制御回路30は、制御部204から送信される二次電池10のSOCに基づいて、通常、二次電池10のSOCが20～80%程度の範囲内になるように二次電池10の充放電を制御する。なお、電源装置1が、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用の電源装置等として用いられる場合は、充放電制御回路30は、二次電池10のSOCが100%になるまで充電し、負荷装置200でエネルギーが必要な時に二次電池10を放電させる。

30

【0037】

さらに、充放電制御回路30は、制御部204から二次電池10の劣化を示す信号を受信すると、二次電池10の充放電電流を減少させて、安全性を向上させるようになっている。

【0038】

二次電池10は、例えば、直列に接続されたN個の電池ブロックB1, B2, …, BNと、電流センサ11と、温度センサ12とが図略の筐体（ボックス）に收容された電池パックとして構成されている。また、電池ブロックB1, B2, …, BNのそれぞれは、複数個の単電池13を電氣的に直列に接続して構成されている。

40

【0039】

単電池13としては、ニッケル水素電池などのアルカリ蓄電池やリチウムイオン電池などの有機電池を用いることができる。なお、二次電池10は、単電池13を少なくとも一つ含んでいればよく、電池ブロックの数Nや単電池13の数は特に限定されるものではない。また、単電池13や電池ブロックは、並列接続されていてもよく、直列と並列とが組み合わされていてもよい。

50

【 0 0 4 0 】

この場合、請求項における二次電池は、二次電池 1 0 であってもよく、電池ブロック B 1 , B 2 , . . . , B N であってもよく、単電池 1 3 であってもよい。なお、以下の説明において、電池ブロック B 1 , B 2 , . . . , B N を総称する場合には添え字を省略して電池ブロック B と記載し、個別の構成を指す場合には添え字を付した参照符号で示す。

【 0 0 4 1 】

ところで、ニッケル水素電池などのアルカリ蓄電池やリチウムイオン電池などの有機電池は、SOC の変化量に対する当該二次電池の内部抵抗の変化量が、劣化の程度に応じて変化する性質を有している。

【 0 0 4 2 】

図 2 は、このような二次電池の、SOC と内部抵抗との関係の一例を示すグラフである。図 2 は、横軸が SOC (%)、縦軸が二次電池の内部抵抗 () を示している。そして、グラフ G 1 は、まだ劣化していない初期状態における SOC と内部抵抗との関係を示し、グラフ G 2 は、劣化した後の SOC と内部抵抗との関係を示している。

【 0 0 4 3 】

まず、グラフ G 2 は、グラフ G 1 より全体に抵抗値が大きくなっており、二次電池は、劣化が進むほど内部抵抗値が増大することが判る。また、SOC が 3 0 % 以上の領域では、グラフ G 1 , G 2 のいずれも、SOC の変化に対して内部抵抗がほぼ一定の値 (グラフ G 1 , G 2 の傾きが略ゼロ) となっている。

【 0 0 4 4 】

一方、SOC が 3 0 % 未満の領域では、グラフ G 1 , G 2 のいずれも、SOC が小さくなるほど内部抵抗が大きくなり (グラフ G 1 , G 2 の傾きがマイナス)、かつ劣化が進んだグラフ G 2 の方が、初期状態のグラフ G 1 より変化量大きい (マイナス方向に傾きが大きい)。

【 0 0 4 5 】

ここで、例えば、SOC の変化に対して内部抵抗がほぼ一定の値となる領域である SOC 3 0 % を超える領域のうち、例えば境界値となる 3 0 % に余裕を持たせた 4 0 % を超える領域が、第 1 範囲に設定されている。そして、第 1 範囲よりも、二次電池の SOC の変化量に対する当該二次電池の内部抵抗の変化量大きい領域である SOC 3 0 % 未満の領域が、第 2 範囲に設定されている。

【 0 0 4 6 】

電流センサ 1 1 は、例えば、電池ブロック B と直列接続された抵抗素子や電流変成器等で構成されており、電池ブロック B を流れる電流を検出し、その電流値を電圧信号として電流検出部 2 0 2 へ出力する。温度センサ 1 2 は、例えば熱電対やサーミスタ等が用いられ、電池ブロック B の温度に応じた電圧や抵抗値等のアナログ情報を温度検出部 2 0 3 へ出力する。

【 0 0 4 7 】

電圧検出部 2 0 1 は、例えばアナログデジタル変換器を用いて構成されており、電池ブロック B 1 , B 2 , . . . , B N のそれぞれの端子電圧 V_{t1} , V_{t2} , . . . , V_{tN} を測定する。そして、電圧検出部 2 0 1 は、測定した端子電圧 V_{t1} , V_{t2} , . . . , V_{tN} を、予め設定された周期でデジタル値に変換して制御部 2 0 4 へ出力する。なお、以下の説明において、端子電圧 V_{t1} , V_{t2} , . . . , V_{tN} を総称する場合には添え字を省略して端子電圧 V_t と記載し、個別の構成を指す場合には添え字を付した参照符号で示す。

【 0 0 4 8 】

なお、電圧検出部 2 0 1 は、端子電圧を電池ブロック毎に測定する例を示したが、単電池 1 3 毎に端子電圧値を測定するようにしてもよく、二次電池 1 0 全体の端子電圧を測定するようにしてもよい。

【 0 0 4 9 】

電流検出部 2 0 2 は、例えばアナログデジタル変換器を用いて構成されており、電流セ

10

20

30

40

50

ンサ 1 1 を用いて二次電池 1 0 の充放電電流 I を所定の周期で測定する。電流検出部 2 0 2 は、測定された充放電電流 I をアナログ信号からデジタル信号に変換して、充電方向 (+) と放電方向 (-) を示す C (Charge) / D (Discharge) 符号を含む充放電電流値 I_d として出力する。電流検出部 2 0 2 から制御部 2 0 4 へのデータ出力も、電圧検出部 2 0 1 からのデータ出力と同様、予め定められた周期で行われる。

【0050】

温度検出部 2 0 3 は、例えばアナログデジタル変換器や抵抗値測定回路等を用いて構成されており、温度センサ 1 2 を用いて二次電池 1 0 内の温度を所定の周期で測定する。そして、温度検出部 2 0 3 は、測定された温度をアナログ信号からデジタル信号に変換して温度値 T として予め定められた周期で制御部 2 0 4 へ出力する。

10

【0051】

制御部 2 0 4 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不揮発性の ROM (Read Only Memory) と、データを一時的に記憶する RAM (Random Access Memory) と、タイマ回路と、その周辺回路等とを備えて構成されている。

【0052】

また、制御部 2 0 4 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、SOC 検出部 2 4 1、内部抵抗検出部 2 4 2、第 1 判定部 2 4 3、及び第 2 判定部 2 4 4 として機能する。

【0053】

20

制御部 2 0 4 は、SOC 検出部 2 4 1 で検出された SOC と、内部抵抗検出部 2 4 2 で検出された内部抵抗とに基づいて、SOC が例えば第 1 範囲のときの、内部抵抗値に応じて二次電池 1 0 の劣化を予備判定する。そして、予備判定で内部抵抗が初期状態より上昇しており、劣化していると判定された場合、制御部 2 0 4 は、SOC が例えば第 2 範囲のときの、内部抵抗値に応じて二次電池 1 0 の劣化を本判定する。

【0054】

そして、本判定においても、内部抵抗が初期状態より上昇しており、劣化していると判定された場合、すなわち予備仮判定 (SOC が第 1 範囲)、本判定 (SOC が第 2 範囲) のいずれにおいても二次電池 1 0 が劣化していると判定された場合、最終的に二次電池 1 0、及び二次電池 1 0 を構成する単電池 1 3 が劣化したものと判定し、劣化判定を示す信号を充放電制御回路 3 0 へ出力する。

30

【0055】

SOC 検出部 2 4 1 は、電流検出部 2 0 2 から出力された充放電電流値 I_d を、継続的に積算することによって、積算電荷量 Q を算出する。この積算の際、充放電電流値 I_d とともに受け取った符号 C / D が充電方向 (+) を示す場合、充放電電流値 I_d に充電効率 (1 よりも小さい係数、例えば 0.8) を乗算してから積算する。そして、SOC 検出部 2 4 1 は、例えば二次電池 1 0 の満充電容量に対する積算電荷量 Q の比率を算出することで、二次電池 1 0 の SOC を算出し、RAM に記憶させる。

【0056】

なお、SOC 検出部 2 4 1 は、電池ブロック B 1, B 2, ..., B N の SOC をそれぞれ SOC 1, SOC 2, ..., SOC N として電池ブロック毎に算出するようにしてもよく、単電池 1 3 毎に SOC を算出するようにしてもよく、二次電池 1 0 全体の SOC を一括して算出するようにしてもよい。

40

【0057】

また、SOC 検出部 2 4 1 は、上記のように積算電荷量 Q を用いて SOC を求める例を示したが、他の方法により SOC を検出するようにしてもよい。図 3 は、SOC 検出部 2 4 1 による他の SOC 算出方法の一例を説明するための説明図である。

【0058】

SOC 検出部 2 4 1 は、例えば、端子電圧 V_t と充放電電流値 I_d との組を複数取得して回帰直線を生成する。図 3 では、充放電電流値 I_d が I_1 、端子電圧 V_t が V_1 のデー

50

タ P 1 と、充放電電流値 I_d が I_2 、端子電圧 V_t が V_2 のデータ P 2 と、充放電電流値 I_d が I_3 、端子電圧 V_t が V_3 のデータ P 3 とを取得して、データ P 1, P 2, P 3 から回帰直線 L を生成する例を示している。

【0059】

次に、SOC 検出部 241 は、回帰直線 L において、充放電電流値 I_d がゼロとなる電圧値を、無負荷電圧 V_o として取得する。そして、SOC 検出部 241 は、内部抵抗検出部 242 で算出された二次電池 10 の内部抵抗及び分極成分により生じる電圧降下を、無負荷電圧 V_o から減算することにより、二次電池 10 の起電力 V_{emf} を算出する。さらに、SOC 検出部 241 は、予め実験により求められている二次電池 10 の起電力 V_{emf} と SOC との対応関係を示す起電力 - SOC 特性テーブルを参照し、算出された起電力 V_{emf} に対応する SOC を取得することで、二次電池 10 の SOC を求めるようにしてもよい。

10

【0060】

ここで、起電力 V_{emf} と SOC との対応関係は、二次電池 10 の温度に応じて変化するるので、温度毎に起電力 - SOC 特性テーブルや、温度に応じた補正係数を例えば ROM に記憶しておくようにしてもよい。そして、二次電池 10 の温度が大きく変化するような用途では、温度検出部 203 から出力された温度値 T に基づいて、当該温度値 T に応じた起電力 - SOC 特性テーブルを用いたり、当該温度値 T に応じた補正係数を用いたりすることで、温度の影響を補正して、SOC の算出精度を向上させるようにしてもよい。

【0061】

20

内部抵抗検出部 242 は、電流検出部 202 から出力された充放電電流値 I_d と電圧検出部 201 から出力された端子電圧 V_t とから、例えば端子電圧 V_t を充放電電流値 I_d で除算することにより、電池ブロック B 1, B 2, ..., B N の内部抵抗を算出する。

【0062】

あるいは、内部抵抗検出部 242 は、上述の SOC 検出部 241 と同様にして、例えば図 3 に示す回帰直線 L を各電池ブロック毎に生成する。そして、この各回帰直線 L の傾きを、電池ブロック B 1, B 2, ..., B N の内部抵抗値 $R_1, R_2, ..., R_N$ として取得するようにしてもよい。

【0063】

第 1 判定部 243 は、予備判定処理として、SOC 検出部 241 によって検出された各電池ブロックの SOC が、第 1 範囲の範囲内である場合、例えば初期状態における各電池ブロックの初期内部抵抗値に対する内部抵抗検出部 242 によって検出された各電池ブロックの内部抵抗値の比率を、第 1 劣化度 D_1 として算出する。そして、この第 1 劣化度 D_1 が、予め設定された劣化基準値を超えた場合、第 1 判定部 243 は、予備的に当該電池ブロックが劣化していると判定する。

30

【0064】

第 2 判定部 244 は、第 1 判定部 243 によって、各電池ブロックのうち少なくとも一つが劣化していると判定された場合に本判定を開始する。第 2 判定部 244 は、本判定を開始すると、SOC 検出部 241 によって検出された各電池ブロックの SOC が、第 2 範囲の範囲内である場合、例えば初期状態における各電池ブロックの初期内部抵抗値に対する内部抵抗検出部 242 によって検出された各電池ブロックの内部抵抗値の比率を、第 2 劣化度 D_2 として算出する。そして、この第 2 劣化度 D_2 が、劣化基準値を超えた場合、第 2 判定部 243 は、最終的に当該電池ブロックが劣化していると判定する。この場合、第 2 判定部 244 は、最終判定部の一例にも相当している。

40

【0065】

次に、図 1 に示す電源装置 1 における、二次電池の劣化判定方法の実行動作について説明する。図 4 は、図 1 に示す第 1 判定部 243 の動作の一例を示すフローチャートである。まず、電圧検出部 201 によって、端子電圧 $V_{t1}, V_{t2}, ..., V_{tN}$ が取得され、温度検出部 203 によって、温度値 T が取得され、電流検出部 202 によって、充放電電流値 I_d が取得され、これら端子電圧 $V_{t1}, V_{t2}, ..., V_{tN}$ 、温度値 T、

50

充放電電流値 I_d が SOC 検出部 241 及び内部抵抗検出部 242 へ出力される (ステップ S1)。

【0066】

次に、端子電圧 V_{t1} , V_{t2} , ..., V_{tN} 、温度値 T 、及び充放電電流値 I_d に応じて、SOC 検出部 241 によって各電池ブロックの SOC_1 , SOC_2 , ..., SOC_N が算出され、内部抵抗検出部 242 によって各電池ブロックの内部抵抗値 R_1 , R_2 , ..., R_N が算出される (ステップ S3)。

【0067】

次に、第1判定部 243 は、 SOC_1 , SOC_2 , ..., SOC_N が予め設定された第1範囲識別基準値 を超えているか否かを判定する (ステップ 4)。ここで、第1範囲識別基準値 は、第1範囲の下限値を示し、例えば 40% が設定されている。そして、 SOC_1 , SOC_2 , ..., SOC_N のいずれかが第1範囲識別基準値 より大きい場合、すなわち第1範囲内である場合、第1判定部 243 は、劣化判定を実行するべくステップ S5 へ移行する (ステップ S4 で YES)。

10

【0068】

その一方、 SOC_1 , SOC_2 , ..., SOC_N のいずれもが第1範囲識別基準値 に満たない場合 (ステップ S4 で NO)、すなわち SOC_1 , SOC_2 , ..., SOC_N のいずれもが第1範囲外である場合、第1判定部 243 は、ステップ S1 に戻って、電圧検出部 201、電流検出部 202、及び温度検出部 203 によって、端子電圧 V_t 、充放電電流値 I_d 、及び温度値 T の再測定を実行させる。

20

【0069】

ステップ S5 において、第1判定部 243 は、内部抵抗検出部 242 によって算出された内部抵抗値 R_1 , R_2 , ..., R_N を、それぞれ初期内部抵抗値 R_i で除算することにより、SOC が第1範囲内にある条件での各電池ブロックの第1劣化度 D_1 を、それぞれ算出する (ステップ S5)。初期内部抵抗値 R_i は、例えば製品出荷時に、劣化していない状態の電池ブロックの内部抵抗値を予め測定し、ROM に記憶されている。

【0070】

次に、第1判定部 243 は、変数 M に 1 を代入して初期化する (ステップ S6)。そして、第1判定部 243 は、 M 番目の電池ブロック B_M の第1劣化度 D_1 を、劣化基準値 と比較する (ステップ S7)。劣化基準値 は、例えば、予め劣化が進んで充放電電流を制限すべき単電池 13 の内部抵抗値と、劣化していない初期状態の単電池 13 の内部抵抗値とを、SOC が第1範囲内になるように充電した状態で測定し、劣化が進んだ単電池 13 の内部抵抗値を初期状態の内部抵抗値で除算することにより、得られる。このようにして得られた劣化基準値 が、例えば予め ROM に記憶されている。

30

【0071】

そして、電池ブロック B_M の第1劣化度 D_1 が、劣化基準値 以下の場合 (ステップ S7 で NO)、次の電池ブロックの劣化判定を行うべく、変数 M に 1 を加算して (ステップ S8)、ステップ S9 へ移行する。

【0072】

ステップ S9 において、第1判定部 243 は、変数 M を、電池ブロック B のブロック数 N と比較する。そして、変数 M がブロック数 N を超えた場合 (ステップ S9 で YES)、すなわち全ての電池ブロックについて劣化判定を終了した場合、第1判定部 243 は、正常に予備判定処理が終了したと判定して本判定に移行する。

40

【0073】

他方、ステップ S7 で、第1判定部 243 によって、第1劣化度 D_1 が劣化基準値 を超えていると判定された場合にのみ、本判定が必要であると判定されて、予備判定フラグがオンにされ (ステップ S11)、本判定へ移行する。一方、ステップ S9 で、変数 M がまだ電池ブロックのブロック数 N を超えていない場合 (ステップ S9 で NO)、ステップ S7 へ戻って次の電池ブロックについて劣化判定を実行する。

【0074】

50

以上のように、ステップS7における予備判定で、電池ブロックのいずれかが劣化状態と判定され、予備判定フラグがオンにされた場合のみ、後述する本判定処理において、本判定が実行される。

【0075】

図5は、図1に示す第2判定部244の動作の一例を示すフローチャートである。まず、第2判定部244は、本判定処理を開始すると、予備判定フラグがオンされているか否かを判定する(ステップS21)。そして、予備判定フラグがオフであれば(ステップS21でNO)、本判定を実行することなくステップS33へ移行し、二次電池10の劣化無しと判定して劣化フラグをオフ(ステップS33)した後、処理を終了する。一方、予備判定フラグがオンであれば(ステップS21でYES)、ステップS23へ移行する。

10

【0076】

以下、ステップS23, S24の処理により、各電池ブロックのSOC1, SOC2, …, SOCNと、各電池ブロックの内部抵抗値R1, R2, …, RNが算出される。なお、ステップS23, S24については、ステップS1, S3と同様であるのでその説明を省略する。

【0077】

次に、第2判定部244は、SOC1, SOC2, …, SOCNが予め設定された第2範囲識別基準値を超えているか否かを判定する(ステップS25)。ここで、第2範囲識別基準値は、第2範囲の上限値を示し、例えば30%が設定されている。そして、SOC1, SOC2, …, SOCNのいずれかが第2範囲識別基準値より小さい場合、すなわち第2範囲内である場合、第2判定部244は、劣化判定を実行するべくステップS26へ移行する(ステップS25でYES)。

20

【0078】

ステップS26において、第2判定部244は、内部抵抗検出部242によって算出された内部抵抗値R1, R2, …, RNを、それぞれ初期内部抵抗値Riで除算することにより、SOCが第2範囲内にある条件での各電池ブロックの第2劣化度D2を、それぞれ算出する(ステップS26)。

【0079】

次に、第2判定部244は、変数Mに1を代入して初期化する(ステップS27)。そして、第2判定部244は、M番目の電池ブロックBMの第2劣化度D2を、劣化基準値と比較する(ステップS28)。劣化基準値は、例えば、予め劣化が進んで充放電電流を制限すべき単電池13の内部抵抗値と、劣化していない初期状態の単電池13の内部抵抗値とを、SOCが第2範囲内になるように充電した状態で測定し、劣化が進んだ単電池13の内部抵抗値を初期状態の内部抵抗値で除算することにより、得られる。このようにして得られた劣化基準値が、例えば予めROMに記憶されている。

30

【0080】

そして、電池ブロックBMの第2劣化度D2が、劣化基準値以下の場合(ステップS28でNO)、次の電池ブロックの劣化判定を行うべく、変数Mに1を加算して(ステップS29)、ステップS30へ移行する。

【0081】

ステップS30において、第2判定部244は、変数Mを、電池ブロックBのブロック数Nと比較する。そして、変数Mがブロック数Nを超えた場合(ステップS30でYES)、すなわち全ての電池ブロックについて本劣化判定を終了した場合、第2判定部244は、正常に本判定処理が終了したと判定してステップS33へ移行し、二次電池10の劣化無しと判定して劣化フラグをオフ(ステップS33)した後、処理を終了する。

40

【0082】

他方、ステップS28で、第2判定部244によって、第2劣化度D2が劣化基準値を超えていると判定された場合にのみ、本判定において二次電池10の劣化有りと判定されて、劣化フラグがオンにされ(ステップS32)、二次電池10の劣化判定処理を終了する。

50

【 0 0 8 3 】

そして、劣化フラグがオンされると、充放電制御回路 3 0 は、例えば二次電池 1 0 の充放電電流を減少させる。これにより、二次電池 1 0 の劣化により電源装置 1 の安全性が低下するおそれが低減する。

【 0 0 8 4 】

以上、ステップ S 1 ~ S 3 3 の処理により、二次電池の S O C の変化量に対する当該二次電池の内部抵抗の変化量が、互いに異なる S O C の範囲である第 1 及び第 2 範囲において、二次電池の内部抵抗値に基づいて劣化の予備判定及び本判定をそれぞれ実行するようにしたため、二次電池の S O C が、S O C の変化量に対する当該二次電池の内部抵抗の変化量が互いに異なり、すなわち S O C が内部抵抗値に及ぼす影響の程度が互いに異なる第 1 範囲と第 2 範囲とにおいて、それぞれ得られた内部抵抗値が共に二次電池の劣化を示す場合に、最終的に二次電池が劣化していると判定されるので、S O C が、最終的な劣化判定結果に及ぼす影響が低減される結果、二次電池の劣化判定の精度を向上することができる。

10

【 0 0 8 5 】

また、電流、電圧、温度のバラツキ等による内部抵抗の算出誤差の影響が少なくなり、二次電池 1 0 の劣化判定の精度が向上する。そして、劣化判定の精度が向上すると、充放電制御回路 3 0 による充放電電流の制御精度も向上するので、電源装置 1 の安全性を向上することが可能となる。

【 0 0 8 6 】

また、ステップ S 2 1 において、予備判定フラグがオンのとき、すなわち第 1 判定部 2 4 3 による予備判定で二次電池 1 0 が劣化していると判定された場合にのみ、第 2 判定部 2 4 4 が、劣化の本判定を実行するようにしたので、第 1 判定部 2 4 3 による予備判定で二次電池 1 0 の劣化が検出されなかったときは、第 2 判定部 2 4 4 はステップ S 2 2 ~ S 3 2 の処理を実行しないので、二次電池の劣化判定に要する演算処理量を低減することができる。

20

【 0 0 8 7 】

また、第 2 判定部 2 4 4 による劣化判定が実行される（ステップ S 2 8 ）ときは、既に第 1 判定部 2 4 3 による予備判定で二次電池の劣化有りと判定されているので、ステップ S 3 2 において第 2 判定部 2 4 4 による劣化有りと判定された場合は、第 1 判定部 2 4 3 において劣化有りと判定され、かつ第 2 判定部 2 4 4 において劣化有りと判定されたことを意味する。この場合、第 2 判定部 2 4 4 は、最終判定部の一例に相当している。

30

【 0 0 8 8 】

なお、ステップ S 2 1 の処理を実行せず、代わりに第 1 判定部 2 4 3 において劣化有りと判定され、かつ第 2 判定部 2 4 4 において劣化有りと判定された場合に、最終的に二次電池 1 0 が劣化していると判定して劣化フラグをオンする最終判定部を備える構成としてもよい。

【 0 0 8 9 】

また、予備判定と本判定とで、S O C が第 1 範囲である状態の単電池 1 3 から得られた劣化基準値 と、S O C が第 2 範囲である状態の単電池 1 3 から得られた劣化基準値 とを使い分けることで、劣化基準値を二次電池の S O C に応じて補正する例を示したが、劣化基準値 と劣化基準値 とを、第 1、第 2 範囲のいずれにおいても劣化を示すような同一の値に設定してもよい。

40

【 0 0 9 0 】

また、単電池 1 3 の内部抵抗値には温度依存性があるので、温度検出部 2 0 3 によって検出された温度 T に応じて、劣化基準値 を補正することで、温度の影響を低減することが好ましい。

【 0 0 9 1 】

また、図 2 に示すように、S O C の変化に対する二次電池の内部抵抗の変化量が小さい方の S O C の領域を第 1 範囲とし、S O C の変化に対する二次電池の内部抵抗の変化量が

50

大きい方のSOCの領域を第2範囲とすることで、先にSOCの変化に対する二次電池の内部抵抗の変化量が小さい領域において予備的に劣化判定を行う例を示したが、SOCの変化に対する二次電池の内部抵抗の変化量が小さい方のSOCの領域を第2範囲とし、SOCの変化に対する二次電池の内部抵抗の変化量が大きい方のSOCの領域を第1範囲とすることで、先にSOCの変化に対する二次電池の内部抵抗の変化量が大きい領域において予備的に劣化判定を行うようにしてもよい。

【0092】

また、劣化判定回路20は、電源装置1に用いられるものに限られず、二次電池を用いる種々の機器装置に組み込まれて用いられるものであってもよい。また、制御部204を備えず、例えば充放電制御回路30に、SOC検出部241、内部抵抗検出部242、第1判定部243、及び第2判定部244として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させることによって実現してもよい。

10

【0093】

また、二次電池の劣化判定は、電源装置1によって実行されるものに限定されない。例えば、電源装置1から二次電池10に関する情報を得て、外部に接続されたパーソナルコンピュータ等の端末装置で劣化判定を行ってもよく、発電装置100や負荷装置200で行ってもよく、その他であっても問題ない。また、今回開示した実施形態は、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】

【0094】

太陽光発電システムやUPS等のバックアップ用電源装置の他、携帯型パーソナルコンピュータ、デジタルカメラ、携帯電話機、電気自動車、ハイブリットカー等、二次電池を用いる種々の機器、装置において、二次電池の劣化を判定する劣化判定方法、劣化判定回路、およびこれらの電源装置として好適である。

20

【図面の簡単な説明】

【0095】

【図1】本発明の一実施形態に係る二次電池の劣化判定方法を用いた劣化判定回路、及びこれを用いた電源装置の構成の一例を示すブロック図である。

【図2】二次電池のSOCと内部抵抗との関係の一例を示すグラフである。

【図3】SOC検出部による他のSOC算出方法の一例を説明するための説明図である。

30

【図4】図1に示す第1判定部の動作の一例を示すフローチャートである。

【図5】図1に示す第2判定部の動作の一例を示すフローチャートである。

【符号の説明】

【0096】

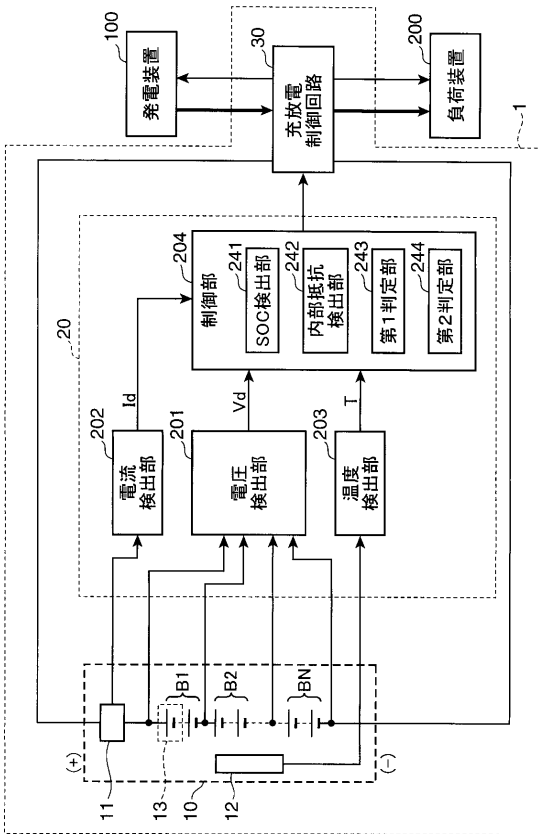
- 1 電源装置
- 10 二次電池
- 11 電流センサ
- 12 温度センサ
- 13 単電池
- 20 劣化判定回路
- 30 充放電制御回路
- 100 発電装置
- 200 負荷装置
- 201 電圧検出部
- 202 電流検出部
- 203 温度検出部
- 204 制御部
- 241 SOC検出部
- 242 内部抵抗検出部
- 243 第1判定部

40

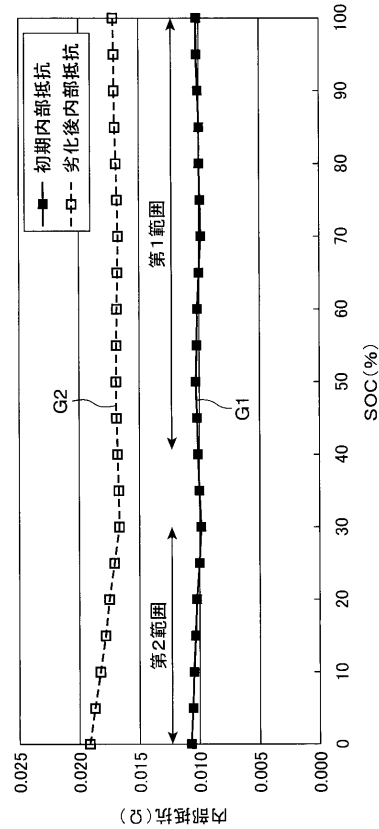
50

- 2 4 4 第 2 判 定 部
- B , B 1 , B 2 , . . . , B N 電 池 ブ ロ ッ ク
- D 1 第 1 劣 化 度
- D 2 第 2 劣 化 度
- I d 充 放 電 電 流 値
- N ブ ロ ッ ク 数
- R i 初 期 内 部 抵 抗 値
- V e m f 起 電 力
- V o 無 負 荷 電 圧
- V t , V t 1 , V t 2 , . . . , V t N 端 子 電 圧
- 第 1 範 圍 識 別 基 準 値 基 準 値
- 第 2 範 圍 識 別 基 準 値 基 準 値
- , 劣 化 基 準 値

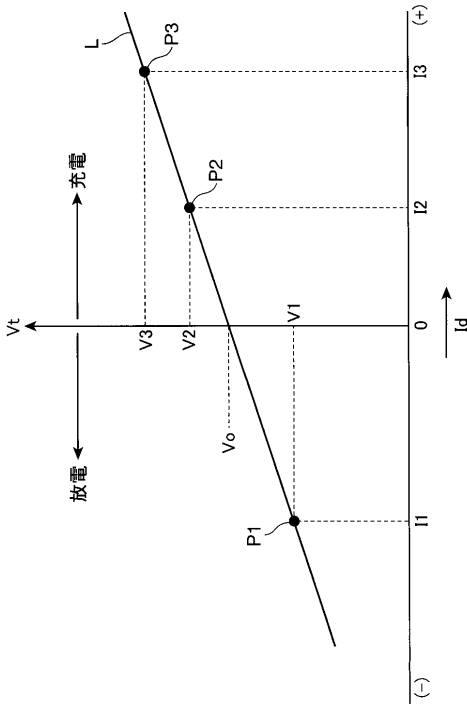
【 図 1 】



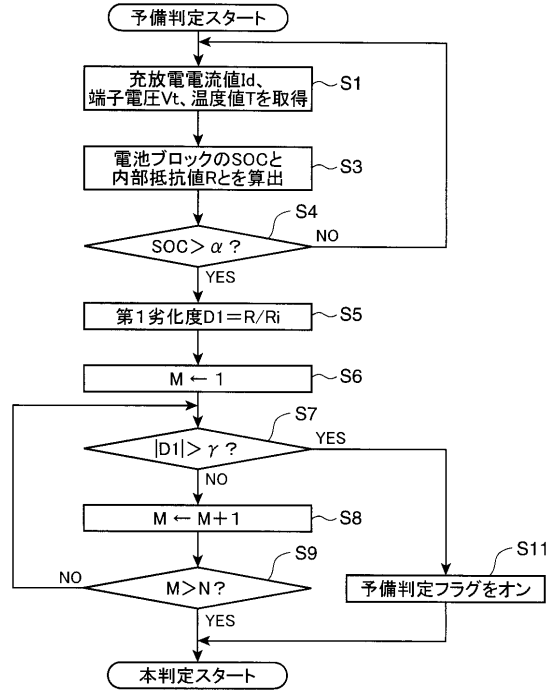
【 図 2 】



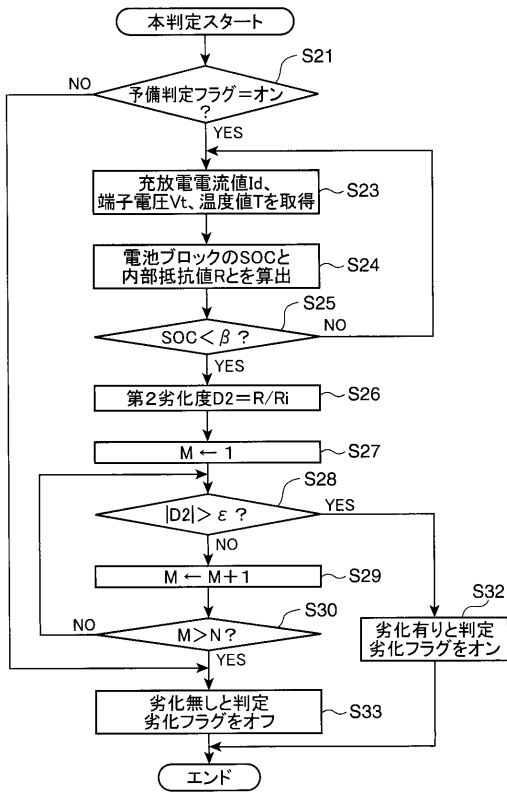
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



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 CA03 CA04 CA07 CB05 CB06 CB12 CB13 CB22 CB31 CB32
CC01 CC02 CC03 CC04 CC06 CC07 CC10 CC13 CC16 CC27
CC28 CD14 CF06
5H030 AA01 AS01 AS08 BB00 FF41