

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5439126号  
(P5439126)

(45) 発行日 平成26年3月12日(2014.3.12)

(24) 登録日 平成25年12月20日(2013.12.20)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 R 31/36 (2006.01)  
 HO 1 M 10/48 (2006.01)  
 HO 2 J 7/00 (2006.01)  
 HO 2 J 7/10 (2006.01)  
 HO 1 M 10/44 (2006.01)

GO 1 R 31/36 A  
 HO 1 M 10/48 P  
 HO 1 M 10/48 3 O 1  
 HO 2 J 7/00 Y  
 HO 2 J 7/10 B

請求項の数 15 (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2009-258894 (P2009-258894)  
 (22) 出願日 平成21年11月12日(2009.11.12)  
 (65) 公開番号 特開2010-256323 (P2010-256323A)  
 (43) 公開日 平成22年11月11日(2010.11.11)  
 審査請求日 平成24年3月14日(2012.3.14)  
 (31) 優先権主張番号 特願2009-87007 (P2009-87007)  
 (32) 優先日 平成21年3月31日(2009.3.31)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000005108  
 株式会社日立製作所  
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号  
 (73) 特許権者 505083999  
 日立ピークルエナジー株式会社  
 茨城県ひたちなか市稲田1410番地  
 (74) 代理人 100084412  
 弁理士 永井 冬紀  
 (72) 発明者 河原 洋平  
 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
 式会社日立製作所日立研究所内  
 (72) 発明者 青嶋 芳成  
 茨城県ひたちなか市稲田1410番地 日  
 立ピークルエナジー株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電源装置用状態検知装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

充放電可能な蓄電手段の電流、電圧および温度を計測値として取得する計測手段と、  
 前記蓄電手段の特性情報を格納した記憶手段と、  
 前記計測値と前記記憶手段に格納された前記特性情報とに基づいて、前記蓄電手段の充  
 電状態をそれぞれ示す第一の充電状態および第二の充電状態を異なる方法を用いて求める  
 演算手段と、  
 前記蓄電手段の充電または放電中に、前記演算手段による充電状態の算出結果を監視し  
 、前記第一の充電状態と前記第二の充電状態との差が所定の閾値以上である場合に矛盾と  
 して検知する矛盾検知手段と、  
 前記蓄電手段の充電または放電中に、前記矛盾検知手段により検知された矛盾に応じて  
 、前記記憶手段に格納されている前記特性情報を補正する補正手段とを備え、  
 前記閾値は、第一の閾値、第二の閾値、第三の閾値および第四の閾値を含み、  
 前記矛盾検知手段は、前記蓄電手段の充電中に前記第一の充電状態が前記第二の充電状  
 態よりも前記第一の閾値以上大きい場合、または前記蓄電手段の放電中に前記第一の充電  
 状態が前記第二の充電状態よりも前記第二の閾値以上小さい場合に、前記矛盾として第一  
 の矛盾を検知し、前記蓄電手段の充電中に前記第一の充電状態が前記第二の充電状態より  
 も前記第三の閾値以上小さい場合、または前記蓄電手段の放電中に前記第一の充電状態が  
 前記第二の充電状態よりも前記第四の閾値以上大きい場合に、前記矛盾として第二の矛盾  
 を検知することを特徴とする電源装置用状態検知装置。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の電源装置用状態検知装置において、

前記演算手段は、前記蓄電手段の開回路電圧に基づいて前記第一の充電状態を求め、前記蓄電手段の積算電流に基づくか、または前記第一の充電状態と積算電流の重み付け平均に基づいて前記第二の充電状態を求めることを特徴とする電源装置用状態検知装置。

## 【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の電源装置用状態検知装置において、

前記補正手段は、前記矛盾検知手段が前記第一の矛盾を検知した場合は前記特性情報を上げる方向へ補正し、前記矛盾検知手段が前記第二の矛盾を検知した場合は前記特性情報を下げる方向へ補正することを特徴とする電源装置用状態検知装置。

10

## 【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の電源装置用状態検知装置において、

前記閾値は、前記計測値に含まれるオフセット誤差、ゲイン誤差、温度特性誤差、量子化誤差およびヒステリシス誤差のいずれか少なくとも一つに基づいて決定されることを特徴とする電源装置用状態検知装置。

## 【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の電源装置用状態検知装置において、

前記補正手段は、前記蓄電手段の充電または放電開始から所定時間を経過した後は、前記特性情報の補正を禁止することを特徴とする電源装置用状態検知装置。

## 【請求項 6】

請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の電源装置用状態検知装置において、

前記特性情報は前記蓄電手段の内部抵抗値であることを特徴とする電源装置用状態検知装置。

20

## 【請求項 7】

請求項 6 に記載の電源装置用状態検知装置において、

前記補正手段による前記内部抵抗値の補正結果に基づいて、前記蓄電手段が寿命であるか否かを判定する劣化判定手段をさらに備えることを特徴とする電源装置用状態検知装置。

## 【請求項 8】

請求項 7 に記載の電源装置用状態検知装置において、

前記劣化判定手段は、前記内部抵抗値の補正結果と前記内部抵抗値の初期値とに基づいて前記内部抵抗値の上昇率を計算し、その計算結果に基づいて前記蓄電手段が寿命であるか否かを判定することを特徴とする電源装置用状態検知装置。

30

## 【請求項 9】

請求項 8 に記載の電源装置用状態検知装置において、

前記劣化判定手段は、前記上昇率が所定値以上となった場合に前記蓄電手段が寿命であると判定することを特徴とする電源装置用状態検知装置。

## 【請求項 10】

請求項 8 に記載の電源装置用状態検知装置において、

前記劣化判定手段は、前記上昇率に基づいて前記蓄電池が入出力可能な電流または電力を求め、これが所定の所要性能値を下回る場合に前記蓄電手段が寿命であると判定することを特徴とする電源装置用状態検知装置。

40

## 【請求項 11】

請求項 1 ～ 10 のいずれか一項に記載の電源装置用状態検知装置において、

前記計測手段は、前記計測値として周囲温度をさらに取得し、

前記矛盾検知手段は、前記周囲温度が所定範囲外である場合は、前記矛盾の検知を禁止することを特徴とする電源装置用状態検知装置。

## 【請求項 12】

請求項 1 ～ 11 のいずれか一項に記載の電源装置用状態検知装置において、

前記演算手段は、前記蓄電手段の状態検知を行うと共に前記蓄電手段が入出力可能な電

50

流値または電力値を求め、

前記演算手段により求められた電流値または電力値を出力する出力手段と、

前記蓄電手段の充電または放電中に、前記演算手段による状態検知の結果が所定の条件を満たす場合に、前記出力手段により出力される電流値または電力値を制限する充放電制限手段とをさらに備えることを特徴とする電源装置用状態検知装置。

【請求項 13】

充放電可能な蓄電手段の電流、電圧および温度を計測値として取得する計測手段と、

前記蓄電手段の特性情報を格納した記憶手段と、

前記計測値と前記記憶手段に格納された前記特性情報とに基づいて、前記蓄電手段の充電状態をそれぞれ示す第一の充電状態および第二の充電状態を異なる方法を用いて求めると共に前記蓄電手段が入出力可能な電流値または電力値を求める演算手段と、

前記演算手段により求められた電流値または電力値を出力する出力手段と、

前記蓄電手段の充電または放電中に前記第一の充電状態と前記第二の充電状態との差が所定の閾値以上である場合に、前記出力手段により出力される電流値または電力値を制限する充放電制限手段とを備えることを特徴とする電源装置用状態検知装置。

【請求項 14】

充放電可能な蓄電手段の電流、電圧および温度を計測値として取得する計測手段と、

前記蓄電手段の特性情報を格納した記憶手段と、

前記計測値と前記記憶手段に格納された前記特性情報とに基づいて、前記蓄電手段の充電状態をそれぞれ示す第一の充電状態および第二の充電状態を異なる方法を用いて求める演算手段と、

前記蓄電手段の充電または放電中に、前記演算手段による充電状態の算出結果を監視し、前記第一の充電状態と前記第二の充電状態との差が所定の閾値以上である場合に矛盾として検知する矛盾検知手段と、

前記蓄電手段の充電または放電中に、前記矛盾検知手段により検知された矛盾に応じて、前記記憶手段に格納されている前記特性情報を補正する補正手段とを備え、

前記補正手段は、前記蓄電手段の充電または放電開始から所定時間を経過した後は、前記特性情報の補正を禁止することを特徴とする電源装置用状態検知装置。

【請求項 15】

充放電可能な蓄電手段の電流、電圧および温度を計測値として取得する計測手段と、

前記蓄電手段の内部抵抗値を前記蓄電手段の特性情報として格納した記憶手段と、

前記計測値と前記記憶手段に格納された前記特性情報とに基づいて、前記蓄電手段の充電状態をそれぞれ示す第一の充電状態および第二の充電状態を異なる方法を用いて求める演算手段と、

前記蓄電手段の充電または放電中に、前記演算手段による充電状態の算出結果を監視し、前記第一の充電状態と前記第二の充電状態との差が所定の閾値以上である場合に矛盾として検知する矛盾検知手段と、

前記蓄電手段の充電または放電中に、前記矛盾検知手段により検知された矛盾に応じて、前記記憶手段に前記特性情報として格納されている前記内部抵抗値を補正する補正手段と、

前記補正手段による前記内部抵抗値の補正結果に基づいて、前記蓄電手段が寿命であるか否かを判定する劣化判定手段とを備え、

前記劣化判定手段は、前記内部抵抗値の補正結果と前記内部抵抗値の初期値とに基づいて前記内部抵抗値の上昇率を計算し、計算した前記上昇率に基づいて前記蓄電池が入出力可能な電流または電力を求め、これが所定の所要性能値を下回る場合に前記蓄電手段が寿命であると判定することを特徴とする電源装置用状態検知装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、リチウム二次電池やニッケル水素電池、鉛電池、電気二重層キャパシタなどの蓄電手段を用いた電源装置において、その蓄電手段の状態を検知する電源装置用状態検知装置に関する。

【背景技術】

【0002】

電池等の蓄電手段を用いた電源装置、分散型電力貯蔵装置、電気自動車では、蓄電手段を安全に、且つ有効に使用するために、蓄電手段の状態を検知する状態検知装置が用いられている。蓄電手段の状態としては、どの程度まで充電されているか、あるいはどの程度放電可能な電荷量が残っているのかを示す充電状態(State Of Charge: SOC)や、どの程度まで劣化や弱っているのかを示す健康状態(State Of Health: SOH)などがある。

10

【0003】

蓄電手段のそれらの状態を検知するために、状態検知装置は予め把握した蓄電手段の特性情報(内部抵抗等)を記憶しており、これに基づきSOCやSOHなどを求める処理を実行する。しかしながら、蓄電手段の特性は個体差があり、又、劣化に応じて特性も変化するため、高精度に電池状態検知を行うためには特性情報を蓄電手段に合うよう最適化が必要がある。

【0004】

このような問題を解決するために、電池の状態検知結果を監視し、その結果が所定の閾値を超えた場合に理論値から外れる矛盾として検知し、検知された矛盾に応じて特性情報を補正する電源装置用状態検知装置が知られている。(特許文献1)

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2006-242880号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

状態検知結果の矛盾を検知して特性情報を補正すると、蓄電手段の個体差、現在の劣化の進行に応じて特性情報を最適化することができ、電池状態検知の高精度化を図ることができる。この特性情報の補正を高頻度を実現できれば、蓄電手段に最適となる特性情報を短時間で得ることができる。特に、蓄電手段の真の特性情報と、状態検知装置が管理する特性情報との間に開きがある場合は、状態検知装置側の特性情報を極力短時間で最適化するために、これを高頻度で補正することが望ましい。本発明の目的は、蓄電手段の状態検知を行った結果に理論値から外れる矛盾が生じた場合にその矛盾を検知し、状態検知を行うのに必要な特性情報を高頻度で補正することが可能な電源装置用状態検知装置を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様による電源装置用状態検知装置は、充放電可能な蓄電手段の電流、電圧および温度を計測値として取得する計測手段と、蓄電手段の特性情報を格納した記憶手段と、計測値と記憶手段に格納された特性情報とに基づいて、蓄電手段の充電状態をそれぞれ示す第一の充電状態および第二の充電状態を異なる方法を用いて求める演算手段と、蓄電手段の充電または放電中に、演算手段による充電状態の算出結果を監視し、第一の充電状態と第二の充電状態との差が所定の閾値以上である場合に矛盾として検知する矛盾検知手段と、蓄電手段の充電または放電中に、矛盾検知手段により検知された矛盾に応じて、記憶手段に格納されている特性情報を補正する補正手段とを備える。この電源装置用状態検知装置において、閾値は、第一の閾値、第二の閾値、第三の閾値および第四の閾値を含み、矛盾検知手段は、蓄電手段の充電中に第一の充電状態が第二の充電状態よりも第一の閾値以上大きい場合、または蓄電手段の放電中に第一の充電状態が第二の充電状態よりも第二の閾値以上小さい場合に、矛盾として第一の矛盾を検知し、蓄電手段の充電中に第一

40

50

の充電状態が第二の充電状態よりも第三の閾値以上小さい場合、または蓄電手段の放電中に第一の充電状態が第二の充電状態よりも第四の閾値以上大きい場合に、矛盾として第二の矛盾を検知する。

また、本発明の一態様による電源装置用状態検知装置は、充放電可能な蓄電手段の電流、電圧および温度を計測値として取得する計測手段と、蓄電手段の特性情報を格納した記憶手段と、計測値と記憶手段に格納された特性情報とに基づいて、蓄電手段の充電状態をそれぞれ示す第一の充電状態および第二の充電状態を異なる方法を用いて求めると共に蓄電手段が入出力可能な電流値または電力値を求める演算手段と、演算手段により求められた電流値または電力値を出力する出力手段と、蓄電手段の充電または放電中に第一の充電状態と第二の充電状態との差が所定の閾値以上である場合に、出力手段により出力される電流値または電力値を制限する充放電制限手段とを備える。

10

また、本発明の一態様による電源装置用状態検知装置は、充放電可能な蓄電手段の電流、電圧および温度を計測値として取得する計測手段と、蓄電手段の特性情報を格納した記憶手段と、計測値と記憶手段に格納された特性情報とに基づいて、蓄電手段の充電状態をそれぞれ示す第一の充電状態および第二の充電状態を異なる方法を用いて求める演算手段と、蓄電手段の充電または放電中に、演算手段による充電状態の算出結果を監視し、第一の充電状態と第二の充電状態との差が所定の閾値以上である場合に矛盾として検知する矛盾検知手段と、蓄電手段の充電または放電中に、矛盾検知手段により検知された矛盾に応じて、記憶手段に格納されている特性情報を補正する補正手段とを備える。この電源装置用状態検知装置において、補正手段は、蓄電手段の充電または放電開始から所定時間を経過した後は、特性情報の補正を禁止する。

20

また、本発明の一態様による電源装置用状態検知装置は、充放電可能な蓄電手段の電流、電圧および温度を計測値として取得する計測手段と、蓄電手段の内部抵抗値を蓄電手段の特性情報として格納した記憶手段と、計測値と記憶手段に格納された特性情報とに基づいて、蓄電手段の充電状態をそれぞれ示す第一の充電状態および第二の充電状態を異なる方法を用いて求める演算手段と、蓄電手段の充電または放電中に、演算手段による充電状態の算出結果を監視し、第一の充電状態と第二の充電状態との差が所定の閾値以上である場合に矛盾として検知する矛盾検知手段と、蓄電手段の充電または放電中に、矛盾検知手段により検知された矛盾に応じて、記憶手段に特性情報として格納されている内部抵抗値を補正する補正手段と、補正手段による内部抵抗値の補正結果に基づいて、蓄電手段が寿命であるか否かを判定する劣化判定手段とを備える。この電源装置用状態検知装置において、劣化判定手段は、内部抵抗値の補正結果と内部抵抗値の初期値とに基づいて内部抵抗値の上昇率を計算し、計算した上昇率に基づいて蓄電池が入出力可能な電流または電力を求め、これが所定の所要性能値を下回る場合に蓄電手段が寿命であると判定する。

30

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、電源装置用状態検知装置において所定の演算を行った後に理論値から外れる矛盾が生じた場合、その所定の演算のための特性情報を高頻度で補正することができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0009】

【図1】本発明の第1の実施の形態による電源装置用状態検知装置の構成図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態による電源装置用状態検知装置の動作フローを示す図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態に係る蓄電手段の等価回路を示す回路図である。

【図4】本発明の第1の実施の形態に係る蓄電手段のOCVとSOCの特性情報を示す線図である。

【図5】本発明の第1の実施の形態に係る状態検知の結果が理論値から外れる場合を示す線図である。

【図6】本発明の第1の実施の形態に係る矛盾検知手段と補正手段の処理内容を示す線図

50

である。

【図 7】本発明の第 1 の実施の形態に係る状態検知の結果が理論値から外れる場合を示す線図である。

【図 8】本発明の第 1 の実施の形態に係る矛盾検知手段と補正手段の処理内容を示す線図である。

【図 9】本発明の第 1 の実施の形態に係る矛盾検知手段と補正手段の処理内容を示す線図である。

【図 10】本発明の第 2 の実施の形態による電源装置用状態検知装置の構成図である。

【図 11】本発明の第 2 の実施の形態に係る蓄電手段が劣化した場合に検知される矛盾を示す線図である。

10

【図 12】本発明の第 2 の実施の形態に係る劣化判定手段の動作フローの一例を示す図である。

【図 13】本発明の第 2 の実施の形態に係る劣化判定手段の動作フローの他の例を示す図である。

【図 14】本発明の第 3 の実施の形態に係る計測手段の温度特性を示す線図である。

【図 15】本発明の第 4 の実施の形態による電源装置用状態検知装置の構成図の一例である。

【図 16】本発明の第 4 の実施の形態による電源装置用状態検知装置の構成図の他の例である。

【図 17】本発明の第 4 の実施の形態に係る蓄電手段のSOCと許容充放電電流との関係を示す線図である。

20

【図 18】本発明の第 4 の実施の形態に係る充放電制限手段の許容充放電電流制限に関する説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

- 第 1 の実施の形態 -

図 1 に示すのは、本発明の第 1 の実施の形態による電源装置用状態検知装置の構成図である。本実施形態による状態検知装置は、電気を蓄えて放電を行う蓄電手段 101 の状態を検知するものである。この状態検知装置は、蓄電手段 101 を計測して計測値を取得する計測手段 102 と、蓄電手段 101 の特性を示す特性情報を記憶するために用いる記憶手段 103 と、記憶手段 103 から特性情報を読み出して演算を行う演算手段 104 と、演算手段 104 で求めた演算結果を監視して矛盾を検知する矛盾検知手段 105 と、矛盾検知手段 105 による矛盾検知結果に応じて記憶手段 103 に格納された特性情報の補正を行う補正手段 106 と、演算手段 104 で求めた結果を外部に出力させるための出力手段 107 とから成る。

30

【0011】

蓄電手段 101 はリチウムイオン電池、ニッケル水素電池、鉛電池、電気二重層キャパシタなどの蓄電デバイスから成る。蓄電手段 101 は単セルであっても良いし、単セルを複数組合せたモジュール構造にしても良い。

【0012】

40

計測手段 102 は各種センサ類と電気回路から成り、蓄電手段 101 の状態を検知するために用いられる計測値を取得する。計測手段 102 が取得する計測値は、蓄電手段 101 の電圧、電流および温度を少なくとも含む。計測手段 102 は、これらの計測値を蓄電手段 101 の外部に設けられた各種センサにより取得した後、電気回路を用いて演算手段 104 へ出力する。

【0013】

記憶手段 103 はフラッシュメモリ、EEPROM、または磁気ディスク等のメモリ装置から成る。記憶手段 103 は、図 1 のように演算手段 104 の外部に備えられても良いし、あるいは、演算手段 104 の内部に備えられたメモリ装置として実現しても良い。記憶手段 103 は、蓄電手段 101 の特性情報と、蓄電手段 101 の状態検知を行うための演算手

50

順とを、それぞれ１種類以上格納する。なお、本実施形態による状態検知装置は、記憶手段１０３を複数有していても良い。

【００１４】

記憶手段１０３を状態検知装置から取り外し可能にしても良い。取り外し可能にした場合、記憶手段１０３を取り替えることによって、特性情報と演算手順とを簡単に更新することができる。また、状態検知装置に取替え可能な記憶手段１０３を複数設置し、特性情報と演算手順とを別々の記憶手段１０３に分散して格納しても良い。このようにすれば、特性情報と演算手順を様々な組み合わせにより更新することが可能となる。

【００１５】

記憶手段１０３は、蓄電手段１０１の内部抵抗値を特性情報として格納している。さらに、蓄電手段１０１の分極抵抗、充電効率、許容電流、全容量などを特性情報として記憶手段１０３に格納しても良い。これらの特性情報の内容は、蓄電手段１０１の特性に応じて予め定められる。なお、特性情報では、充電時と放電時に対してそれぞれ別々の値を設定しても良いし、さらに蓄電手段１０１の状態、たとえば充電状態や温度などに応じて異なる値を設定しても良い。あるいは、蓄電手段１０１の状態に関わらず、共通の１つの値を特性情報として設定してもよい。

10

【００１６】

また記憶手段１０３は、蓄電手段１０１の状態検知を行うための演算手順として、蓄電手段１０１の充電状態を求める演算手順を格納している。さらに、蓄電手段１０１の許容電流、連続充放電時間、温度制御、過充電、過放電検知などの処理を記憶手段１０３に格納しても良い。これらの演算手順は、演算手段１０４によって実行される。

20

【００１７】

演算手段１０４はマイクロプロセッサやコンピュータなどから成る。演算手段１０４は、計測手段１０２により取得された計測値と、記憶手段１０３に格納された特性情報とに基づいて、記憶手段１０３に格納された演算手順に基づく演算を行うことにより、蓄電手段１０１の状態検知を行う。

【００１８】

矛盾検知手段１０５は、演算手段１０４による状態検知の結果を監視して、理論値から外れる矛盾が生じていないか監視を行う。演算手段１０４で求めた結果が理論値から外れている場合、矛盾検知手段１０５はその結果を矛盾として検知する。

30

【００１９】

補正手段１０６は、矛盾検知手段１０５が検知した理論値から外れる矛盾に応じて、記憶手段１０３に格納された特性情報を補正する。この補正手段１０６は、矛盾検知手段１０５が理論値から外れる矛盾を検知した場合にのみ起動させても良いし、理論値から外れる矛盾の有無に関わらず起動させても良い。矛盾の有無に関わらず補正手段１０６を起動させる場合、矛盾検知手段１０５が矛盾を検知した際には所定の補正量で特性情報の補正を行い、理論値から外れる矛盾が無い場合は補正量を０とすれば良い。

【００２０】

出力手段１０７は、イーサネット（登録商標）、CAN、無線LAN、短距離無線通信などにより信号を外部へ出力するためのデバイスや回路から成る。なお、出力手段１０７は、有線通信と無線通信のどちらで信号を出力しても良い。あるいは、ディスプレイなどの表示装置を出力手段１０７として用いても良い。この場合、たとえば、計測手段１０２の計測値、演算手段１０４による蓄電手段１０１の状態検知の結果、記憶手段１０３に格納した特性情報などを出力手段１０７により出力できる。さらに、これらの時系列的な変化の様子をグラフなどにより表示しても良い。

40

【００２１】

以上説明した状態検知装置の動作フローを図２に示す。演算手段１０４、矛盾検知手段１０５および補正手段１０６は、この動作フローに従ってそれぞれ処理を行う。ステップ２００において、演算手段１０４は、計測手段１０２により取得された計測値と、記憶手段１０３に格納された特性情報とに基づいて、蓄電手段１０１の状態検知を行う。この状

50

態検知の具体的な方法については後述する。

【 0 0 2 2 】

ステップ 2 0 1 において、演算手段 1 0 4 は、蓄電手段 1 0 1 が充電中または放電中であるか否かを判定する。蓄電手段 1 0 1 が充電中または放電中である場合はステップ 2 0 2 へ進み、充電中または放電中でない場合はステップ 2 0 5 へ進む。

【 0 0 2 3 】

ステップ 2 0 2 において、矛盾検知手段 1 0 5 は、計測手段 1 0 2 により取得された計測値と、演算手段 1 0 4 による状態検知の結果とに基づいて、理論値から外れる矛盾がないか否かを判定する。矛盾があると判定した場合はステップ 2 0 3 へ進み、矛盾がないと判定した場合はステップ 2 0 5 へ進む。

10

【 0 0 2 4 】

ステップ 2 0 3 において、補正手段 1 0 6 は、記憶手段 1 0 3 に格納されている特性情報を補正する。補正された特性情報は、それまでの特性情報に替わって記憶手段 1 0 3 に格納され、特性情報の内容が更新される。

【 0 0 2 5 】

ステップ 2 0 4 において、演算手段 1 0 4 は、計測手段 1 0 2 により取得された計測値と、記憶手段 1 0 3 に格納された補正後の特性情報とに基づいて、ステップ 2 0 0 と同様にして蓄電手段 1 0 1 の状態検知を再度行う。

【 0 0 2 6 】

ステップ 2 0 5 において、演算手段 1 0 4 は、得られた状態検知の結果を最新情報として更新し、出力手段 1 0 7 へ送信する。演算手段 1 0 4 から状態検知の結果が送信されると、出力手段 1 0 7 は、その結果を前述のようにして外部へ出力する。ステップ 2 0 5 を実行すると、図 2 の動作フローが完了する。前述した図 2 の動作フローは、状態検知装置によって予め定められた時間間隔毎に実行されるものであり、これにより、出力手段 1 0 7 は最新の状態検知の結果を送信し続けることができる。

20

【 0 0 2 7 】

なお、矛盾検知手段 1 0 5 及び補正手段 1 0 6 は、それぞれが前述した処理を行う別個のマイクロプロセッサやコンピュータとして実現しても良いし、矛盾検知手段 1 0 5 と補正手段 1 0 6 の処理をまとめて実行する 1 つのマイクロプロセッサやコンピュータとして実現しても良い。この場合、演算手段 1 0 4 と矛盾検知手段 1 0 5 と補正手段 1 0 6 は情報及び命令のやり取りを行う通信手段で接続される。

30

【 0 0 2 8 】

また、図 1 において矛盾検知手段 1 0 5 及び補正手段 1 0 6 は演算手段 1 0 4 の外部に設置してあるが、演算手段 1 0 4 により実行される前述した処理内容のプログラムモジュールやサブルーチンとしてそれぞれを実現しても良い。あるいは、前述した矛盾検知手段 1 0 5 と補正手段 1 0 6 の処理を 1 つにまとめた演算手続きとして実現しても良い。この場合、矛盾検知手段 1 0 5 及び補正手段 1 0 6 は記憶手段 1 0 3 に格納され、演算手段 1 0 4 によって読み出される。

【 0 0 2 9 】

次に、図 2 のステップ 2 0 0 および 2 0 4 において蓄電手段 1 0 1 の状態検知を行うための演算手順の詳細を説明する。図 3 は蓄電手段 1 0 1 の等価回路を示す回路図である。図 3 において、3 0 1 は蓄電手段 1 0 1 の起電力すなわち開回路電圧 (OCV)、3 0 2 は内部抵抗 (R)、3 0 3 はインピーダンス (Z)、3 0 4 はキャパシタンス成分 (C) である。図 3 に示すように、蓄電手段 1 0 1 は、インピーダンス 3 0 3 とキャパシタンス成分 3 0 4 の並列接続対、内部抵抗 3 0 2 および起電力 3 0 1 の直列接続で表される。この蓄電手段 1 0 1 に電流  $I$  を印加すると、蓄電手段 1 0 1 の端子間電圧 (CCV) は下記 (式 1) で表される。

40

$$CCV = OCV + I \cdot R + V_p \quad (\text{式 1})$$

ここで、 $V_p$  は分極電圧であり、 $Z$  と  $C$  の並列接続対の電圧に相当する。

【 0 0 3 0 】

50



OCVはSOC（充電状態）の演算に用いられるが、蓄電手段101が充放電されている状況では、OCVを直接測定することが不可能である。このため、下記（式2）の様にCCVからIRドロップとVpを差し引くことにより、OCVが算出される。

$$\text{OCV} = \text{CCV} - \text{IR} - \text{Vp} \quad (\text{式2})$$

#### 【0031】

（式2）において、RとVpは記憶手段103に格納された特性情報から求めることができる。RとVpの値は、蓄電手段101の充電状態や温度などに応じて決定される。一方、電流値Iは計測手段102で取得した計測値から得られる。このIとRとVpを用いて（式2）でOCVを算出することで、予め設定されたOCVとSOCの関係から蓄電手段101のSOC（SOCv）を推定することができる。すなわち、蓄電手段101の起電力（開回路電圧）OCVに基づいて、蓄電手段101の充電状態を示すSOCvが求められる。たとえば図4に示すように、OCVが符号401に示す値であり、OCVとSOCの関係が符号402に示すカーブで表される場合には、符号403に示すようにSOCの値が推定される。

#### 【0032】

また、演算手段104は前述した演算手順に加えて、（式3）（式4）に示すSOCの計算も行うものとする。ここで、Iは計測手段102で計測した蓄電手段101に出入りする電流値であり、Qmaxは蓄電手段101の満充電時の容量である。（式4）のWは両SOC（SOCv、SOCi）値の重み付けを行う係数である。それぞれのSOCに発生し得るSOC誤差を予め求め、最もSOC誤差が小さくなるよう最適化した重み付け係数Wが予め記憶手段103に格納される。なお、本重み付け係数Wは、リアルタイムにそれぞれのSOCに発生し得る誤差を求めて誤差が最小となるように演算手段104において決定しても良い。あるいは、蓄電手段101の温度やSOC、蓄電手段101の特性情報、蓄電手段101に出入りする電流値に代表される蓄電手段101の使用状態、計測手段102の異常状態など、これら1つ以上の情報に基づいて重み付け係数Wを決定しても良い。このように、SOCvとSOCiとを誤差が最小となるよう組合せることによって、SOCvよりも高精度な別のSOC（SOCc）を計算することができる。

$$\text{SOCi} = \text{SOC} + 100 \times \text{Idt} / \text{Qmax} \quad (\text{式3})$$

$$\text{SOCc} = W \times \text{SOCv} + (1 - W) \times \text{SOCi} \quad (\text{式4})$$

#### 【0033】

（式3）において、SOCiは蓄電手段101の積算電流を表す I dtに基づいて求められる。（式4）において、SOCcはこのSOCiと、SOCvに基づいて求められる。すなわち、蓄電手段101の充電状態を示すSOCiとSOCcは、いずれも前述のSOCvとは異なる方法か、異なる方法の特徴も組み合わせた蓄電手段101の充電状態の計算結果である。

#### 【0034】

なお、本実施形態において、演算手段104は（式3）によるSOCiから（式4）を用いてSOCcを計算しているが、計測手段102から取得した電流値が高精度な場合、若しくは電流値に含まれる誤差が無視できる条件に限定して処理を行う場合は、（式4）を適用する必要はない。このような場合、単純に（式2）及び図4で説明したSOCvの計算と、（式3）によるSOCiの計算だけでも良いものとする。すなわち、演算手段104は、蓄電手段101の充電状態として、SOCvと、SOCiまたはSOCcと、2種類のSOCを求める。

#### 【0035】

また、本実施形態においてはSOCiまたはSOCcを用いているが、SOCvとは異なる方法でSOCを計算し、SOCvよりも誤差がより小さくなるようなものであれば、どのような方法でSOCを計算してもよい。

#### 【0036】

演算手段104は、以上説明したような演算手順を用いて異なる2種類のSOCを求めることにより、図2のステップ200および204において蓄電手段101の状態検知を行う。こうして行った状態検知の結果は、演算手順104から矛盾検知手段105に送信される。

#### 【0037】

10

20

30

40

50

矛盾検知手段 105 は、演算手順 104 において上記のような演算手順により蓄電手段 101 の状態検知の結果として求められた 2 種類の SOC を監視する。そして、図 2 のステップ 202 において、その結果に矛盾が生じているか否かを判定する。以下に矛盾検知手段 105 が行う矛盾検知の動作を説明する。

#### 【0038】

矛盾検知手段 105 は、計測手段 102 で取得した蓄電手段 101 の計測値のうち電流値を取得する。この電流値が充電を示すとき、SOC は充電した分だけ増加するのが自然である。しかしながら、SOCv の計算で使用する蓄電手段 101 の特性情報の内部抵抗 (R) が、真の蓄電手段 101 の特性と比較して小さい場合、SOCv は真値と比較して急峻に増加し、その後は真値よりも高い計算結果が得られてしまう。又、放電時ではこれとは逆に、SOCv は真値と比較して急峻に減少し、その後は真値よりも低い計算結果が得られる。矛盾検知手段 105 はこれを理論値から外れる矛盾として検知する。

10

#### 【0039】

図 5 を用いて、矛盾検知手段 105 の詳細な処理内容を、充電時を例にして説明する。ここで、図 5 の符号 501 はパルス充電中の SOCv、符号 502 は SOCc である。前述したように、記憶手段 103 に特性情報として記憶されている内部抵抗 R の値が真の蓄電手段 101 の内部抵抗値と比較して小さい場合、蓄電手段 101 の充電が開始されると SOCv は急峻に増加し、充電中はそのまま真値よりも大きな値として計算される。一方、SOCc は電流積算による SOCi とも組合せているため真値に近く、符号 501 に示す SOCv のように大きな誤差は生じない。これを利用して、矛盾検知手段 105 は、記憶手段 103 に格納された特性情報の R が小さ過ぎる場合に発生する SOCv 誤差を、符号 503 に示す基準値を用いて検出する。具体的には、符号 502 の SOCc に所定の検出閾値 Th だけ加算してこれを基準値 SOCc\_+th とし、充電中に SOCv と基準値 SOCc\_+th とを比較して、両者が同じか SOCv の方が大きい場合には理論値から外れる矛盾として検出する。すなわち、SOCv が SOCc よりも閾値 Th 以上大きい場合に、理論値から外れる矛盾が生じたと判断する。

20

#### 【0040】

閾値 Th は、計測手段 102 の計測値に含まれる誤差に基づいて決定することが好ましい。これは、SOCv の誤差が計測手段 102 の計測値に含まれる誤差によって生じ得る範囲内であれば、記憶手段 103 に格納した R が小さ過ぎる、または計測手段 102 による計測値に誤差が含まれているという両方の可能性があるため、矛盾検知手段 105 はここでの SOCv 誤差は許容し、矛盾としては検出しないことが望ましいからである。計測手段 102 の計測値に含まれる誤差とは、オフセット誤差、ゲイン誤差、量子化誤差、ヒステリシス誤差、温度特性による誤差などである。これら 1 つ以上の誤差に基づき SOCv に発生する SOC 誤差を見積もり、閾値 Th として設定することができる。なお、閾値 Th は電流に応じて複数の値を設定しても良いし、蓄電手段 101 の温度や充電状態、劣化状態などに応じて複数の値を設定しても良い。

30

#### 【0041】

一方、放電時は、記憶手段 103 に特性情報として記憶されている R の値が真の蓄電手段 101 の内部抵抗値と比較して小さい場合、蓄電手段 101 の放電が開始されると、SOCv は真値と比較して急峻に減少し、その後は真値よりも低い計算結果が得られる。SOCc は電流積算による SOCi とも組合せているため真値に近く、SOCv のように大きな誤差は生じない。これを利用して、矛盾検知手段 105 は、記憶手段 103 に格納された特性情報の R が小さ過ぎる場合に発生する SOCv 誤差を検出する。具体的には、SOCc から前述の検出閾値 Th を減算してこれを基準値 SOCc\_-th とし、放電中に SOCv と基準値 SOCc\_-th とを比較して、両者が同じか SOCv の方が小さい場合には理論値から外れる矛盾として検出する。すなわち、SOCv が SOCc よりも閾値 Th 以上小さい場合に、理論値から外れる矛盾が生じたと判断する。

40

#### 【0042】

矛盾検知手段 105 が以上説明したような理論値から外れる矛盾を検知した場合、補正手段 106 は記憶手段 103 に格納された特性情報を補正し、補正された特性情報を新た

50

に記憶手段 103 に格納する。この場合の補正手段 106 の動作を、図 6 を用いて説明する。尚、図 6 中の符号 501 はパルス充電中のSOCv、符号 502 はSOCc、符号 503 はSOCv誤差検出用の基準値であり、それぞれの機能は図 5 と同様である。図 6 では内部抵抗Rの変化と、内部抵抗Rの変化に伴うSOCv変化（図 6 中の符号 601）を含めている。

#### 【0043】

上記のように理論値から外れる矛盾が検知された場合、すなわち蓄電手段 101 の充電中にSOCvがSOCcよりも閾値Th以上大きい場合、または蓄電手段 101 の放電中にSOCvがSOCcよりも閾値Th以上小さい場合は、特性情報における内部抵抗Rの値を上げることで解決することができる。従って、補正手段 106 は補正対象を内部抵抗Rとし、図 6 に示すように内部抵抗Rを上げる補正を施す。補正された内部抵抗Rは新たな特性情報として記憶手段 103 に格納され、次の演算では補正された内部抵抗Rを用いてSOCvは計算される。

#### 【0044】

補正手段 106 が特性情報において内部抵抗Rを補正するタイミングは、矛盾検知手段 105 がSOCv誤差を検出している間全てに適用しても良い。この場合はSOCvを計算している単位時間毎にSOCv誤差が解消するまで補正が繰り返されるため（図 6 中の符号 601 はRの補正によりSOCv誤差が解消する様子を示す）、比較的短時間で内部抵抗Rを蓄電手段 101 の真の特性情報に合うよう最適化することができる。また、計測手段 102 の計測値に含まれる誤差以外での要因によってSOCv誤差の発生が想定される場合などは、蓄電手段 101 の充電または放電開始から所定時間を経過した後は特性情報の補正を禁止することで時間的な制限を設けても良い。たとえば、1秒、5秒、10秒、20秒間と限定して特性情報の補正を行うことができる。

#### 【0045】

1回の補正における内部抵抗Rの補正量は、1%などの割合に応じた値や、1、0.1、0.01mなどの固定値とすることができる。あるいは、SOCvの誤差に応じて内部抵抗Rの補正量を変化させても良い。記憶手段 103 において内部抵抗Rの値が温度や充電状態などに応じてテーブル状に記憶されている場合は、そのテーブルのうち一つの値のみを補正対象としても良く、テーブル全体を一度に補正しても良い。また、温度に応じたテーブル、充電状態に応じたテーブルなど、電池状態を一つに絞ってテーブル全体を補正することも可能である。

#### 【0046】

次に、前述の場合とは反対に、計測手段 102 で取得した電流値が充電を示し、演算手段 104 が実行した状態検知の結果がSOCの減少を示した場合、或いは電流値が放電を示し、演算手段 104 による状態検知の結果がSOCの増加を示した場合の矛盾検知手段 105 の動作を説明する。

#### 【0047】

計測手段 102 で取得した電流値が充電を示すとき、SOCは充電した分だけ増加するのが自然である。しかしながら、記憶手段 103 に蓄電手段 101 の特性情報として記憶されている内部抵抗Rの値が、真の蓄電手段 101 の内部抵抗値と比較して大きい場合、SOCvは真値と比較して逆方向に急峻に変化し、充電中は真値よりも低く、放電中は真値よりも高いSOC計算結果が得られてしまう。矛盾検知手段 105 はこれを理論値から外れる矛盾として検知する。

#### 【0048】

図 7 を用いて、矛盾検知手段 105 の詳細な処理内容を、充電時を例にして説明する。ここで、図 7 の符号 701 はパルス充電中のSOCv、符号 702 はSOCcである。前述したように、記憶手段 103 に特性情報として記憶されている内部抵抗Rの値が真の蓄電手段 101 の内部抵抗値と比較して大きい場合、蓄電手段 101 の充電が開始されるとSOCvは急峻に真値とは逆方向に変化し、充電中は真値よりも小さな値として計算され続ける。一方、SOCcは電流積算によるSOCiとも組合せているため真値に近く、符号 701 に示すSOCvのように大きな誤差は生じない。これを利用して、矛盾検知手段 105 は、記憶手段 103 に格納された特性情報のRが大き過ぎる場合に発生するSOCv誤差を、符号 703 に示す基

準値を用いて検出する。具体的には、符号 7 0 2 のSOCcから所定の検出閾値Thを減算してこれを基準値SOCc\_-thとし、充電中にSOCvと基準値SOCc\_-thとを比較して、両者が同じかSOCvの方が小さい場合には理論値から外れる矛盾として検出する。すなわち、SOCvがSOCcよりも閾値Th以上小さい場合に、理論値から外れる矛盾が生じたと判断する。この検出閾値Thは、前述したように計測手段 1 0 2 の計測値に含まれる誤差に基づいて決定することができる。

#### 【 0 0 4 9 】

一方、放電時は、記憶手段 1 0 3 に特性情報として記憶されているRの値が真の蓄電手段 1 0 1 の内部抵抗値と比較して大きい場合、蓄電手段 1 0 1 の放電が開始されるとSOCvは急峻に真値とは逆方向に変化し、放電中はそのまま真値よりも大きな値として計算される。一方、SOCcは電流積算によるSOCiとも組合せているため真値に近く、SOCvのように大きな誤差は生じない。これを利用して、矛盾検知手段 1 0 5 は、記憶手段 1 0 3 に格納された特性情報のRが大き過ぎる場合に発生するSOCv誤差を検出する。具体的には、SOCcに前述の検出閾値Thだけ加算してこれを基準値SOCc\_+thとし、放電中にSOCvと基準値SOCc\_+thとを比較して、両者が同じかSOCvの方が大きい場合には理論値から外れる矛盾として検出する。すなわち、SOCvがSOCcよりも閾値Th以上大きい場合に、理論値から外れる矛盾が生じたと判断する。

#### 【 0 0 5 0 】

上記のように理論値から外れる矛盾が検知された場合、すなわち蓄電手段 1 0 1 の充電中にSOCvがSOCcよりも閾値Th以上小さい場合、または蓄電手段 1 0 1 の放電中にSOCvがSOCcよりも閾値Th以上大きい場合は、特性情報における内部抵抗Rの値を下げることで解決することができる。従って、補正手段 1 0 6 は内部抵抗Rを下げる補正を施す。補正された内部抵抗Rは新たな特性情報として記憶手段 1 0 3 に格納され、次の演算から用いられる。

#### 【 0 0 5 1 】

前述した矛盾検知手段 1 0 5 と補正手段 1 0 6 の動作を、図 8 を用いて説明する。尚、図 8 中の符号 7 0 1、7 0 2、7 0 3 は、図 7 中のものと同じである。又、符号 8 0 1 はRが大き過ぎる際に発生するSOCv誤差を矛盾検知手段 1 0 5 が検知し、補正手段 1 0 6 が内部抵抗Rを下げる補正を施し、結果としてSOCv誤差が解消する様子を示している。このように、SOCv誤差が基準値以内になるまで補正手段 1 0 6 によりRの補正が繰り返される。前述した内部抵抗Rの値を上げる補正の場合と同様に、特性情報における内部抵抗Rの値を下げる場合も、矛盾検知手段 1 0 5 がSOCv誤差の発生を検知している間全てにおいて行うことができる。あるいは、蓄電手段 1 0 1 の充電または放電開始から所定時間を経過した後は特性情報の補正を禁止してもよい。すなわち、1 秒、5 秒、1 0 秒、2 0 秒間と限定して補正を行うなど、時間的な制限を設けても良いものである。

#### 【 0 0 5 2 】

表 1 に、以上説明した矛盾検知手段 1 0 5 が理論値から外れる矛盾を検知する動作と、その矛盾が生じた原因と、その矛盾を解決するために行う補正手段 1 0 6 の動作との関係を示す。このように、Rが小さすぎるときに発生するSOCv誤差と、Rが大きすぎるときに発生するSOCv誤差とを、理論値から外れる矛盾として矛盾検知手段 1 0 5 が検知し、その矛盾内容に応じて補正手段 1 0 6 がRを補正するので、SOCv誤差が少なく、その後のSOCcの計算も更に誤差が小さくすることが可能な状態検知装置を実現できる。更に、充放電の継続中においても矛盾検知手段 1 0 5 による矛盾検知と補正手段 1 0 6 による特性情報の補正処理が可能であるため、記憶手段 1 0 3 に格納された特性情報と蓄電手段 1 0 1 における真の値との間で大きな差があった場合でも、比較的短時間で記憶手段 1 0 3 の特性情報を蓄電手段 1 0 1 における真の値へと収束させることが可能となる。

## 【表 1】

## 【表 1】

表 1 内部抵抗に関する矛盾検知手段と補正手段の動作

矛盾検知手段の動作	原因	補正手段の動作
SOCvが大幅に変化したことを検知	Rが小さすぎる	Rを上げる補正
SOCvが逆方向に変化したことを検知	Rが大きすぎる	Rを下げる補正

## 【 0 0 5 3 】

図 9 を用いて、前述した本実施例における矛盾検知手段 1 0 5 と補正手段 1 0 6 の動作を、充放電パターンの違いに注目して説明する（ここでは例として R が小さ過ぎる場合を示した）。図 9 中の符号 9 0 1 は R の補正によって誤差が改善される SOCv の変化、符号 9 0 2 は SOCc、符号 9 0 3 は SOCv 誤差検出用の基準値である。充放電の切り替わりが多い（図 9（a））、充放電の切り替わりが少ない（図 9（b））両条件において、SOCv が SOCv 誤差検出用の基準値から外れる期間に違いはないため、補正手段 1 0 6 の動作に時間の制限等の制約を設けなければ、SOCv 誤差が改善、即ち内部抵抗 R が最適値に収束する時間はほぼ同等と考えられる。一般的に、図 9（b）のように充放電の切り替わりが少ない、若しくは充放電電流が大きく変化するタイミングが少ないパターンでは、内部抵抗 R の検出タイミングも少ない。検出した内部抵抗 R を複数蓄えて平均化した結果を内部抵抗検出の最終値とする処理を適用した場合は、図 9（b）では平均化するのに必要な R の数が蓄えられるまで長い時間が必要となるため、結果として図 9（a）とは R 最適値が求まる（SOCv 誤差が改善する）時間に大きな違いが出る。本発明では、電流変化が少ない条件でも比較的速く内部抵抗 R を収束させることが出来き、前記蓄電手段 1 0 1 の現在の内部抵抗 R を用いて行う各種演算に対して好適である。

## 【 0 0 5 4 】

また、前述したように、計測手段 1 0 2 の電流センサが極めて高精度で、これに基づき（式 3）で計算した SOCi が長期にわたってほぼ SOC 誤差が含まれない場合、矛盾検知手段 1 0 5 での SOCc を用いた処理は、全て SOCi を代わりに用いて行うことが可能である。さらに、SOCi の積分計算で生じる累積誤差が無視できるほど短い時間での状態検知装置の動作においても、SOCc の代わりに SOCi を用いることができる。例えば、車両起動時のエンジン始動に伴う蓄電手段 1 0 1 の大電流放電時に対して矛盾検知手段 1 0 5 及び補正手段 1 0 6 の処理を適用する場合、エンジン始動に伴う大電流放電は短時間で終了するため、電流積算の累積誤差はほぼ無視できるものとして、SOCc に代えて SOCi を適用できる。このように SOCc に代えて SOCi を用いる場合は、閾値 Th を SOCi に加算、減算して SOCv がこれから外れる SOC 値を持つ場合は矛盾検知手段 1 0 5 がこれを検知し、補正手段 1 0 6 が特性情報を補正することとなる。

## 【 0 0 5 5 】

以上のように、OCV を基準とした SOCv と電流積算を基準とした SOCi の比較によって、SOCv が使用する特性情報を蓄電手段 1 0 1 の真の特性情報に合うよう最適化することができる。矛盾検知手段 1 0 5 と補正手段 1 0 6 の前述した矛盾検知及び特性情報の補正処理は充放電継続中においても可能なため、比較的速く記憶手段 1 0 3 に格納された特性情報を収束させることが可能な電源装置用状態検知装置を実現することができる。

## 【 0 0 5 6 】

なお、以上説明した実施の形態において、検出閾値 Th は全て共通の値としてもよいし、それぞれ異なる値としてもよい。すなわち、特性情報の内部抵抗（R）が真の蓄電手段 1 0 1 の特性と比較して小さい場合に、図 5 で説明したような充電時の判定に用いる閾値 Th と、放電時の判定に用いる閾値 Th とは、それぞれ別個に設定することができる。また、特性情報の内部抵抗（R）が真の蓄電手段 1 0 1 の特性と比較して大きい場合に、図 7 で説明したような充電時の判定に用いる閾値 Th と、放電時の判定に用いる閾値 Th とについても、それぞれ別個に設定することができる。これら 4 種類の閾値 Th を全て異なる値としても

よい。更には、SOCや温度などの蓄電手段101の状態に応じて検出閾値Thを決定することも可能である。

【0057】

- 第2の実施の形態 -

図10は本発明の第2の実施の形態による電源装置用状態検知装置の構成図である。符号1001に示す部分は、図1に示した第1の実施の形態による電源装置用状態検知装置と同一の構成である。本実施形態による電源装置用状態検知装置は、この状態検知装置1001に加えて、記憶手段103を定期的に監視する劣化判定手段1002をさらに有する。

【0058】

蓄電手段101が劣化した場合の動作を以下に説明する。蓄電手段101が劣化した場合、一般的に蓄電手段101の内部抵抗は上昇する。内部抵抗が上昇した蓄電手段101では、電流Iを印加した場合に生じるIRドロップは初期の蓄電手段101と比較して大きくなる。

【0059】

初期の蓄電手段101に対して設定された特性情報を用いて劣化した蓄電手段101のSOC推定を行うと、前述の第1の実施の形態において説明したように、得られる結果に理論値から外れる矛盾が生じる。すなわち、図11に示すように、蓄電手段101が劣化するとSOCvが急峻に変化し、充電中は真値よりも大きなSOC値を示すようになる。放電中はこれとは逆に、真値よりも小さいSOC値を示す(図示せず)。

【0060】

矛盾検知手段105は、前述した処理によって発生したSOC誤差を理論値から外れる矛盾として検知する。矛盾として検知されると補正手段106が起動され、前述した処理によって特性情報の補正を行う。この場合、特性情報として記憶手段103に格納された内部抵抗Rの値を上げる補正を行い、その補正結果を新たな特性情報として記憶手段103に格納する。

【0061】

蓄電手段101が劣化すると状態検知装置1001は上記のような動作を行う。さらに蓄電手段101が劣化すると、再度SOCv誤差が検知され、内部抵抗Rの値が補正される。蓄電手段101が劣化するに従って、状態検知装置1001は上記の手順を繰り返す。

【0062】

劣化判定手段1002は、補正手段106による特性情報の補正結果、すなわち補正された内部抵抗Rの値を監視し、その監視結果に基づいて、蓄電手段101が寿命であるかを判定する機能を有する。図12に、劣化判定手段1002の動作フローを示す。ステップ1201において劣化判定手段1002は、補正後の特性情報、すなわち本実施形態では補正後の内部抵抗Rの値を監視する。なお、特性情報において内部抵抗Rは、蓄電手段101の充電状態や温度などに応じて様々な値が設定されている。ステップ1202において劣化判定手段1002は、ステップ1201で監視した補正後の内部抵抗Rの中に、予め設定された所定の閾値を超えているものがないかを調べる。閾値を超える内部抵抗Rが存在する場合、劣化判定手段1002は蓄電手段101が寿命であると判定する。この閾値は、たとえば内部抵抗Rの初期値の2倍や3倍などの値として任意に決定することができる。

【0063】

劣化判定手段1002の動作フローの他の例を図13に示す。この場合、記憶手段103は、補正前の初期の特性情報と、別の記憶領域に補正された現在の特性情報とが格納されているものとする。補正手段106が特性情報の補正を行う際は、記憶手段103の初期の特性情報を格納している記憶領域ではなく、記憶手段103内の別の記憶領域に格納している前回の補正結果を更新することで実現する。ステップ1301において劣化判定手段1002は、記憶手段103から初期の特性情報による内部抵抗Rの値と、補正された現在の特性情報による内部抵抗Rの値とを入手する。

## 【 0 0 6 4 】

ステップ 1 3 0 2 において劣化判定手段 1 0 0 2 は、下記（式 5）により、特性情報の上昇率、この場合は蓄電手段 1 0 1 の内部抵抗 R の上昇率を計算する。ここで計算する内部抵抗 R の上昇率は、R が温度や充電状態などに応じてテーブル状に記憶手段 1 0 3 に格納されている場合は、テーブル全体で比較して上昇率の平均値を求めても良く、現在の温度や充電状態に応じた範囲に限定して比較しても良い。一方、温度や充電状態に関わらず共通の R 値が記憶手段 1 0 3 に格納されている場合は、その R について（式 5）により上昇率を計算する。なお（式 5）では、R の補正結果を R の初期値で除算した値に 100 を乗算することで、内部抵抗上昇率の初期値を 100 とし、蓄電手段 1 0 1 が劣化するに従って 100 から値が上昇するようにしている。しかし、100 を乗算せずに、内部抵抗上昇率の初期値が 1 で蓄電手段 1 0 1 の劣化に応じて 1 よりも大きな値となるようにしても良い。

10

$$R \text{ 上昇率} = 100 \times R \text{ 補正結果} / R \text{ 初期値} \quad (\text{式 5})$$

## 【 0 0 6 5 】

ステップ 1 3 0 3 において劣化判定手段 1 0 0 2 は、ステップ 1 3 0 2 で計算した内部抵抗 R の上昇率が所定の閾値を超えるか否かを判定する。内部抵抗 R の上昇率が所定の閾値を超える場合、劣化判定手段 1 0 0 2 は蓄電手段 1 0 1 が寿命であると判定する。

## 【 0 0 6 6 】

あるいは、ステップ 1 3 0 3 において劣化判定手段 1 0 0 2 は、ステップ 1 3 0 2 で計算した内部抵抗 R の上昇率に基づいて、蓄電手段 1 0 1 が入出力可能な電流または電力を求め、これが所定の閾値を下回る場合に蓄電手段 1 0 1 が寿命であると判定してもよい。この場合の閾値は、蓄電手段 1 0 1 が電源として使用されるシステムにおける所要性能値などに応じて決定することができる。

20

## 【 0 0 6 7 】

劣化判定手段 1 0 0 2 は、前述した処理を行うマイクロプロセッサやコンピュータとして実現できる。図 1 0 に示したように、劣化判定手段 1 0 0 2 から直接記憶手段 1 0 3 にアクセスして特性情報の補正結果を監視しても良いし、演算手段 1 0 4 が読み出した特性情報を監視しても良い。また、劣化判定手段 1 0 0 2 に表示装置を備えれば、劣化の進行状況や寿命と判定された結果をディスプレイなどに表示させることができる。

## 【 0 0 6 8 】

図 1 0 の劣化判定手段 1 0 0 2 は状態検知装置 1 0 0 1 外に設置してあるが、前述した処理内容を行うプログラムモジュールやサブルーチンとして実現しても良い。この場合、劣化判定手段 1 0 0 2 は、記憶手段 1 0 3 に格納されて演算手段 1 0 4 で実行される演算手順として実装することができる。劣化判定手段 1 0 0 2 が演算手段 1 0 4 により実行されると、劣化判定手段 1 0 0 2 は直接記憶手段 1 0 3 を監視するか、記憶手段 1 0 3 に格納される特性情報を読み出し、前述した処理によって特性情報の監視を行う。劣化判定手段 1 0 0 2 が判定した蓄電手段 1 0 1 の劣化進行状況や寿命判定結果は、蓄電手段 1 0 1 の状態検知の結果と合わせて演算手段 1 0 4 から出力手段 1 0 7 に送信される。その場合、出力手段 1 0 7 から出力される蓄電手段 1 0 1 の劣化進行状況や寿命判定結果は、出力手段 1 0 7 に接続された他のマイクロプロセッサやコンピュータなどにより表示しても良いし、各種制御に活用しても良い。

30

40

## 【 0 0 6 9 】

このように、本実施形態では蓄電手段 1 0 1 の劣化に合わせて特性情報が補正され、その補正結果を監視することによって、蓄電手段 1 0 1 の寿命を定量的に判定できる電源装置用状態検知装置が実現可能である。

## 【 0 0 7 0 】

## - 第 3 の実施の形態 -

本発明の第 3 の実施の形態による電源装置用状態検知装置を以下に説明する。本実施形態による状態検知装置は、図 1 に示す第 1 の実施の形態による状態検知装置、または図 1 0 に示す第 2 の実施の形態による状態検知装置において、計測手段 1 0 2 および矛盾検知手段 1 0 5 の動作に変更を加えたものである。

50

## 【 0 0 7 1 】

本実施形態において、計測手段 1 0 2 は、前述したような機能に加えて、状態検知装置が設置されている環境下での周囲温度を計測し、その計測値を矛盾検知手段 1 0 5 へ出力する機能をさらに有する。

## 【 0 0 7 2 】

本実施形態において、矛盾検知手段 1 0 5 は、前述したような動作に加えて、次に説明するような動作をさらに行う。この矛盾検知手段 1 0 5 が行う動作を、図 1 4 を用いて説明する。一般的に、計測手段 1 0 2 はある温度 (T0) を中心に最も精度が高く、T0 から温度が外れるに従って計測誤差が拡大する (T1 や T2 で誤差が大)。そこで、矛盾検知手段 1 0 5 は、計測手段 1 0 2 が計測した周囲温度を受信し、その周囲温度が所定範囲内であるか否かを判定する。この判定に用いる周囲温度の範囲は、たとえば、図 1 4 のデータを参照して前述の動作を行った際に発生する誤差を予め求め、その誤差が許容範囲内の精度となる範囲の温度として決定することができる。こうして周囲温度が所定範囲外であると判定された場合、矛盾検知手段 1 0 5 は第 1 の実施の形態で説明したような矛盾検知の条件外であると判断し、矛盾検知を禁止してこれを行わないものとする。

## 【 0 0 7 3 】

あるいは、記憶手段 1 0 3 に図 1 4 の計測手段 1 0 2 の特性を予め記憶しておき、演算手段 1 0 4 がリアルタイムに誤差計算を行って、その計算結果に基づいて矛盾検知手段 1 0 5 を動作させるか否かを判定しても良い。この場合、矛盾検知手段 1 0 5 を動作させるか否かの信号を演算手段 1 0 4 から矛盾検知手段 1 0 5 に送信し、これに応じて矛盾検知手段 1 0 5 が動作する。

## 【 0 0 7 4 】

本実施形態によれば、計測手段 1 0 2 の温度に応じた誤差特性を考慮することによって、高精度に蓄電手段 1 0 1 の状態検知が可能な電源装置用状態検知装置を実現することができる。

## 【 0 0 7 5 】

## - 第 4 の実施の形態 -

図 1 5、1 6 は本発明の第 4 の実施の形態による電源装置用状態検知装置の構成図である。図 1 5 に示す状態検知装置は、図 1 に示す第 1 の実施の形態による状態検知装置において、演算手段 1 0 4 の処理内容を変更すると共に、新規に充放電制限手段 1 5 0 1 を備えている。図 1 6 に示す状態検知装置は、図 1 0 に示す第 2 の実施の形態による状態検知装置において、演算手段 1 0 4 の処理内容を変更すると共に、充放電制限手段 1 5 0 1 を備えている。なお、図 1 6 において、符号 1 6 0 1 に示す部分は図 1 5 と同じである。いずれの場合においても、演算手段 1 0 4 の処理内容と充放電制限手段 1 5 0 1 の動作は同じである。

## 【 0 0 7 6 】

本実施形態において、演算手段 1 0 4 は、前述したような処理に加えて、さらに蓄電手段 1 0 1 が入出力可能な電流値または電力値を求める。一般的に、蓄電手段 1 0 1 の充電状態が高い場合は、蓄電手段 1 0 1 が出力可能な電流値および電力値が大きく、入力可能な電流値および電力値が小さくなる。これとは逆に、蓄電手段 1 0 1 の充電状態が低い場合は、蓄電手段 1 0 1 が出力可能な電流値および電力値が小さく、入力可能な電流値および電力値が大きくなる。演算手段 1 0 4 において求められた蓄電手段 1 0 1 が入出力可能な電流値または電力値は、出力手段 1 0 7 によって外部に設置されたコントローラに出力される。外部のコントローラは、受信した電流値または電力値の範囲内で蓄電手段 1 0 1 が充放電されるように制御を行う。ここでは蓄電手段 1 0 1 が入力可能な電流値を許容充電電流  $I_{cmax}$ 、電力値を許容充電電力  $P_{cmax}$  とし、蓄電手段 1 0 1 が出力可能な電流値を許容放電電流  $I_{dmax}$ 、電力値を許容放電電力  $P_{dmax}$  とする。

## 【 0 0 7 7 】

許容充電電流  $I_{cmax}$ 、許容放電電流  $I_{dmax}$  は以下の式により計算される。

$$I_{cmax} = (V_{max} - OCV) / RZ \quad (\text{式 6})$$

10

20

30

40

50



$$I_{dmax} = (OCV - V_{min}) / RZ \quad (\text{式 7})$$

ここで、 $V_{max}$ は蓄電手段 101 の上限電圧、 $V_{min}$ は蓄電手段 101 の下限電圧、 $OCV$ は蓄電手段 101 の現在の起電力、 $RZ$ は現在の蓄電手段 101 における図 3 の  $R$ 、 $Z$ 、 $C$  の等価インピーダンスである。なお、図 16 に示すように状態検知装置が劣化判定手段 1002 を備える場合は、蓄電手段 101 の劣化の進行に応じて  $RZ$  を更新し、蓄電手段 101 の性能に合わせた許容充放電電流を計算することが好ましい。図 17 に、(式 6)、(式 7) で求められる許容電流の概念図を示す。

#### 【0078】

(式 6) で表される許容充電電流  $I_{cmax}$  に、その許容充電電流  $I_{cmax}$  が得られる時の蓄電手段 101 の電圧  $V_{chg}$  を乗算することで、下記(式 8) に示すように許容充電電力  $P_{cmax}$  が得られる。また、(式 7) で表される許容放電電流  $I_{dmax}$  に、その許容放電電流  $I_{dmax}$  が得られる時の蓄電手段 101 の電圧  $V_{dis}$  を乗算することで、下記(式 9) に示すように許容放電電力  $P_{dmax}$  が得られる。

$$P_{cmax} = V_{chg} \times I_{cmax} \quad (\text{式 8})$$

$$P_{dmax} = V_{dis} \times I_{dmax} \quad (\text{式 9})$$

#### 【0079】

前述のように矛盾検知手段 105 は、演算手段 104 により(式 2) を用いて求められた  $SOC_v$  と、(式 4) または(式 3) を用いて求められた  $SOC_c$  または  $SOC_i$  とに基づいて、両  $SOC$  に所定の閾値  $Th$  以上の差が発生した場合に補正手段 106 を起動させる。これに対して、充放電制限手段 1501 は、演算手段 104 が求めた  $SOC_v$  と、 $SOC_c$  または  $SOC_i$  との間の差が、所定の閾値  $Th'$  以上であることを検出した場合に、前述した許容充放電電流または許容充放電電力の制限を行うものである。

#### 【0080】

充放電制限手段 1501 の詳細な処理内容を、図 18 を用いて説明する。図 18 において、符号 1801 は  $SOC_v$ 、符号 1802 は  $SOC_c$  または  $SOC_i$ 、符号 1803 は符号 1802 に示す  $SOC_c$  または  $SOC_i$  に閾値  $Th'$  を加算した  $SOC_{c+Th'}$  または  $SOC_{i+Th'}$  をそれぞれ示す。演算手段 104 において(式 6)、(式 7) により許容充電電流  $I_{cmax}$  および許容放電電流  $I_{dmax}$  がそれぞれ計算される場合、充放電制限手段 1501 は、蓄電手段 101 の充電中に  $SOC_v$  が  $SOC_{c+Th'}$  または  $SOC_{i+Th'}$  を越え、符号 1804 に示す許容充電電流  $I_{cmax}$  を符号 1806 に示す値に、符号 1805 に示す許容放電電流  $I_{dmax}$  を符号 1807 に示す値に、それぞれ制限する。また、蓄電手段 101 の放電中に  $SOC_v$  が  $SOC_{c-Th'}$  または  $SOC_{i-Th'}$  を下回った場合も同様に、符号 1804 に示す許容充電電流  $I_{cmax}$  を符号 1806 に示す値に、符号 1805 に示す許容放電電流  $I_{dmax}$  を符号 1807 に示す値に、それぞれ制限する。

#### 【0081】

一方、演算手段 104 において(式 8)、(式 9) により許容充電電力  $P_{cmax}$  および許容放電電力  $P_{dmax}$  がそれぞれ計算される場合は、この許容充放電電力を制限することとなる。すなわち、充放電制限手段 1501 は、蓄電手段 101 の充電中に  $SOC_v$  が  $SOC_{c+Th'}$  または  $SOC_{i+Th'}$  を越えた場合、および蓄電手段 101 の放電中に  $SOC_v$  が  $SOC_{c-Th'}$  または  $SOC_{i-Th'}$  を下回った場合に、許容充電電力  $P_{cmax}$  および許容放電電力  $P_{dmax}$  を所定の値にそれぞれ制限する。

#### 【0082】

上記の判定において用いる閾値  $Th'$  は、矛盾検知手段 105 が前述の矛盾検知に用いる閾値  $Th$  と同じ値か、それ以上の値を設定することが好ましい。 $SOC_v$  に所定以上の誤差が発生した場合とは、記憶手段 103 に格納した蓄電手段 101 の特性情報と、蓄電手段 101 の真の特性情報との間で大きな差が生じていることを意味する。この特性情報の差から生じる許容充放電電流または許容充放電電力の誤差を計算し、許容される誤差を超える特性情報の差から生じる  $SOC_v$  誤差を求め、これを閾値  $Th'$  としても良い。なお、許容充放電電流または許容充放電電力の制限は、単純に元の値を  $1/2$  や  $1/3$  としても良いし、あるいは、蓄電手段 101 が最も劣化して入出力が取れない状況下となった場合の許容充放電電流

10

20

30

40

50

または許容充放電電力とすることもできる。さらに、SOCvに生じた誤差の量に応じて制限する値を設定することも可能である。

【0083】

以上より、本実施形態によれば、充放電制限手段1501を備えることで、蓄電手段101の特性情報と記憶手段103の特性情報との間で大きな差が発生した場合に、SOCvとSOCcまたはSOCiとを比較することでこれを検出し、的確に許容充放電電流または許容充放電電力を制限することが可能となる。これにより、蓄電手段101を確実に充放電制御するための動作を行うことが可能な電源装置用状態検知装置を実現することができる。

【0084】

本発明による電源装置用状態検知装置は、蓄電手段の充電状態を高精度に推定できると共に、定量的に蓄電手段の劣化の進行若しくは寿命を判定できる。更に、確実に蓄電手段を充放電制御するための動作を行うことができる。この電源装置用状態検知装置は、モバイル、UPS、HEV又はEVなどの車両など、幅広い分野に適用可能である。

【0085】

なお、以上説明した各実施形態と変形例の一つ、もしくは複数を組み合わせることも可能である。変形例をどのように組み合わせることも可能である。

【0086】

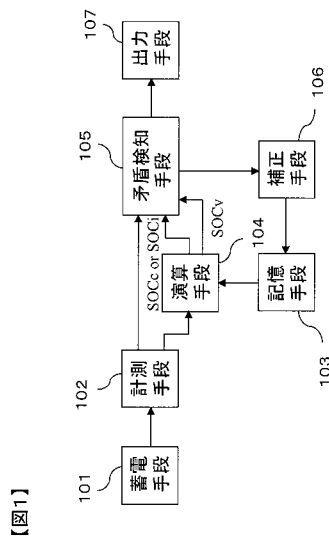
以上の説明はあくまで一例であり、本発明は上記実施形態の構成に何ら限定されるものではない。

【符号の説明】

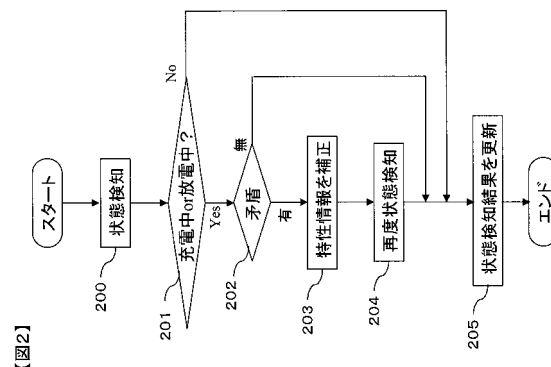
【0087】

101...蓄電手段、102...計測手段、103...記憶手段、104...演算手段、105...矛盾検知手段、106...補正手段、107...出力手段、301...起電力、302...内部抵抗、303...インピーダンス、304...キャパシタンス成分、1002...劣化判定手段、1501...充放電制限手段

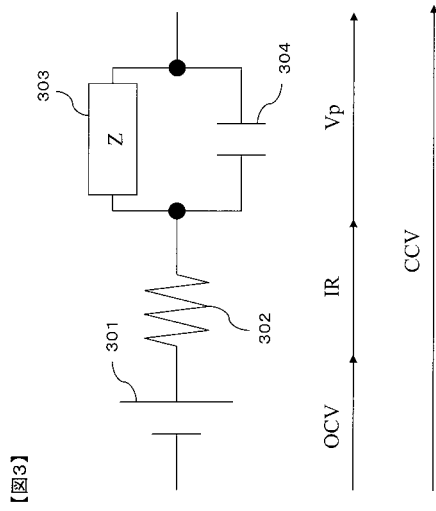
【図1】



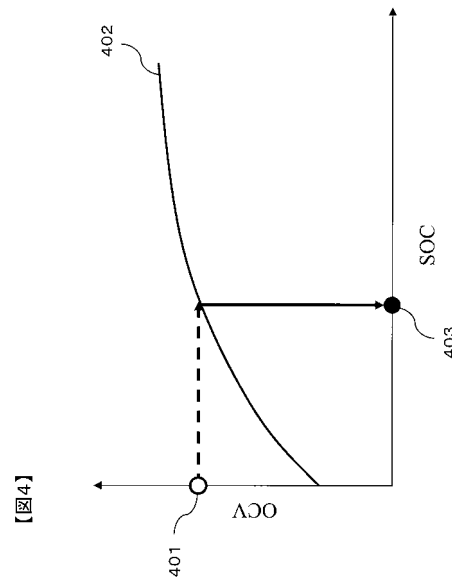
【図2】



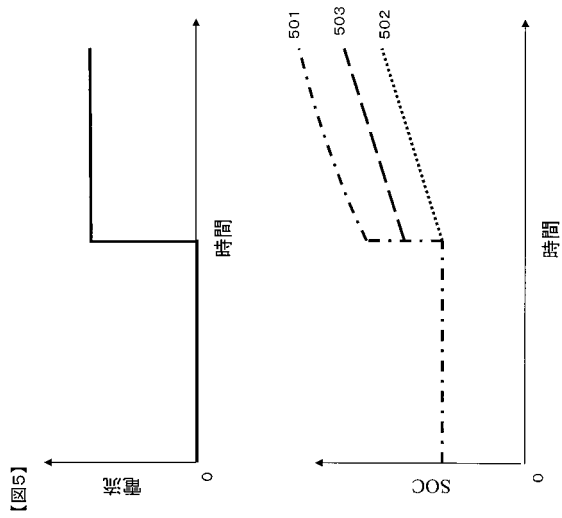
【図 3】



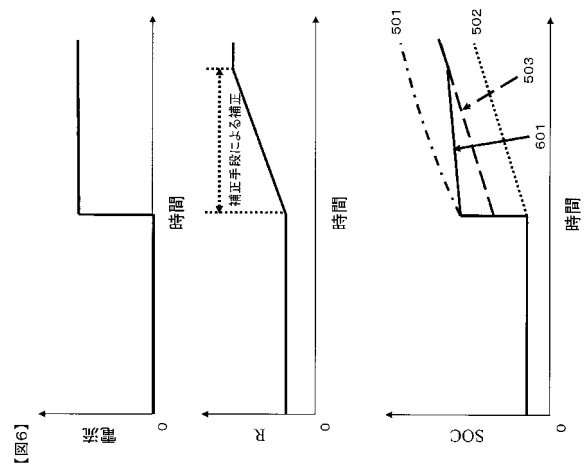
【図 4】



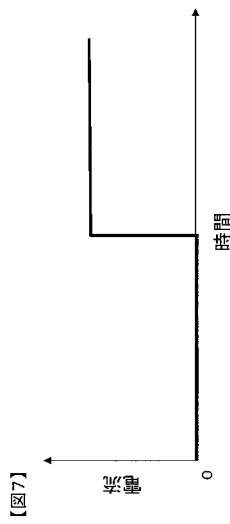
【図 5】



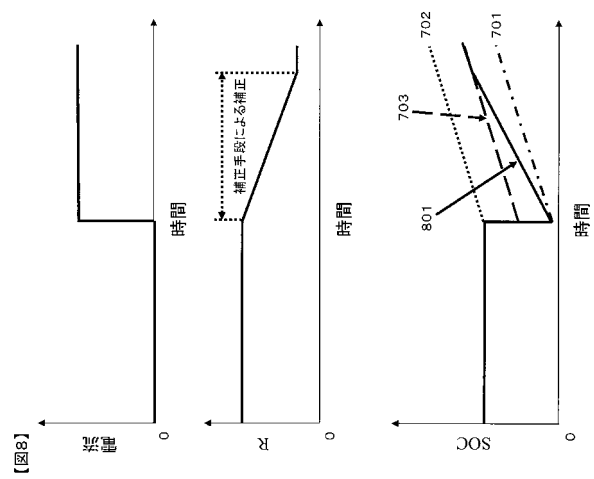
【図 6】



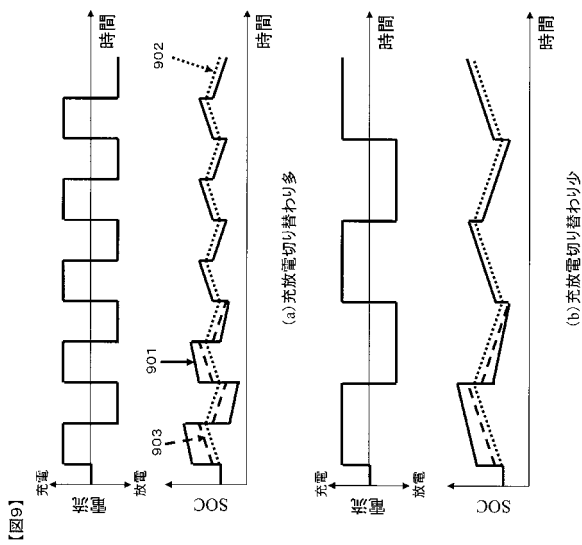
【図7】



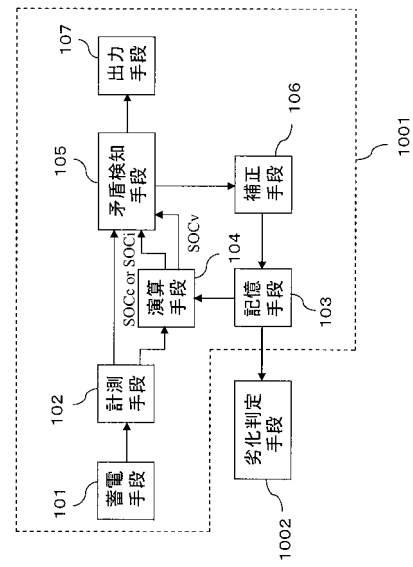
【図8】



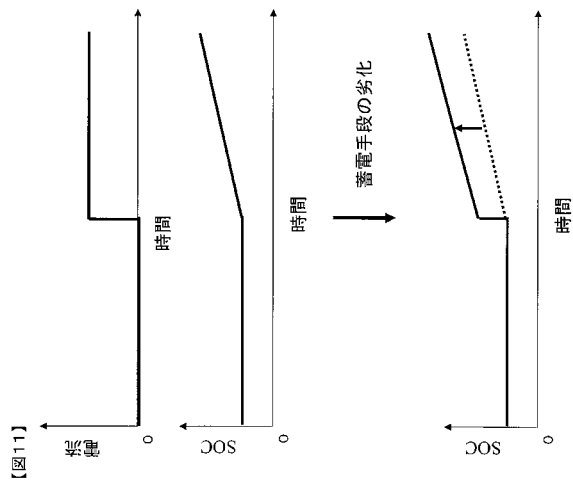
【図9】



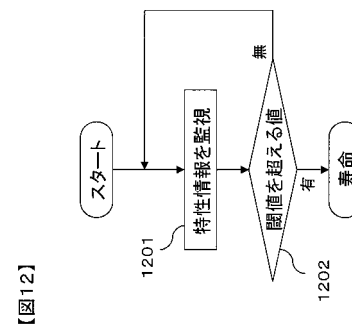
【図10】



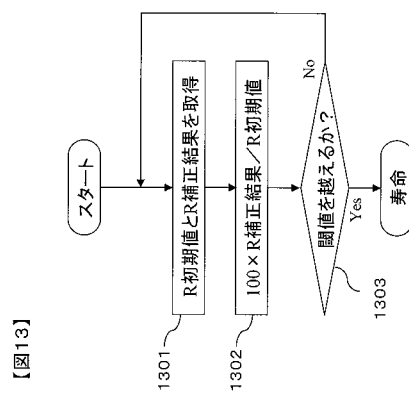
【図 1 1】



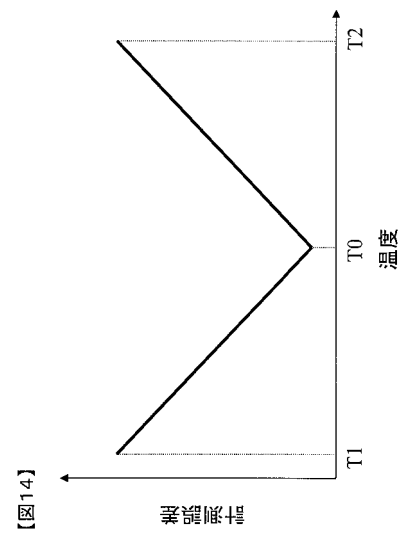
【図 1 2】



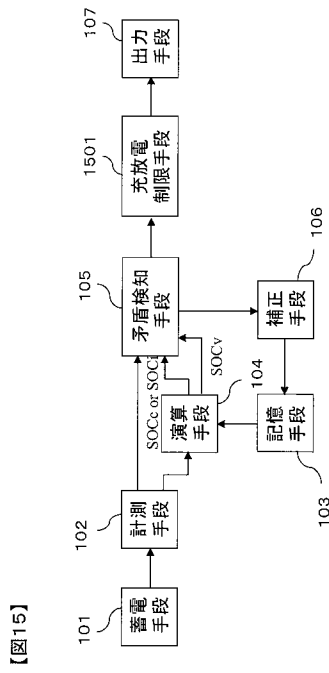
【図 1 3】



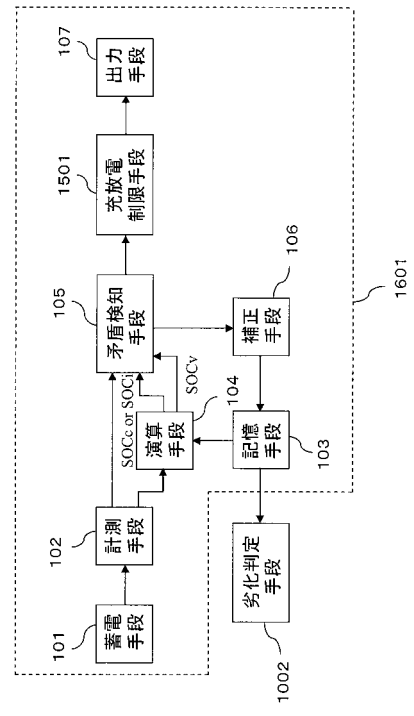
【図 1 4】



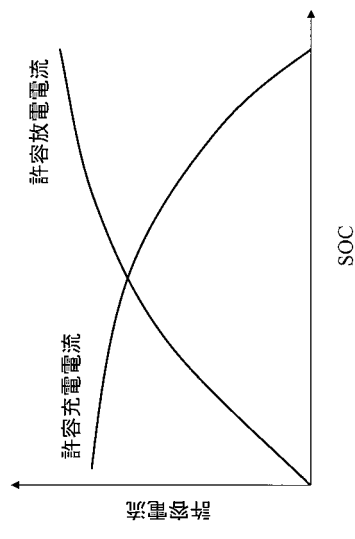
【図15】



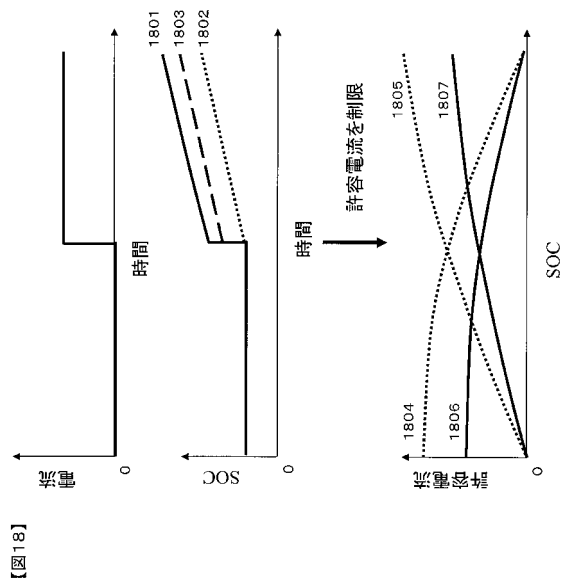
【図16】



【図17】



【図18】



## フロントページの続き

- (51)Int.Cl. F I  
H 0 2 J 7/10 H  
H 0 2 J 7/10 L  
H 0 1 M 10/44 P  
H 0 1 M 10/44 1 0 1
- (72)発明者 水流 憲一郎  
茨城県ひたちなか市稲田 1 4 1 0 番地 日立ピークルエナジー株式会社内
- (72)発明者 工藤 彰彦  
茨城県ひたちなか市稲田 1 4 1 0 番地 日立ピークルエナジー株式会社内
- (72)発明者 江守 昭彦  
茨城県ひたちなか市稲田 1 4 1 0 番地 日立ピークルエナジー株式会社内
- (72)発明者 山内 辰美  
茨城県ひたちなか市稲田 1 4 1 0 番地 日立ピークルエナジー株式会社内

審査官 吉岡 一也

- (56)参考文献 特開 2 0 0 8 - 1 8 5 5 0 0 ( J P , A )  
特開 2 0 0 1 - 1 3 6 6 6 6 ( J P , A )  
特開 2 0 0 8 - 2 7 3 5 1 8 ( J P , A )  
特開 2 0 0 6 - 2 4 2 8 8 0 ( J P , A )  
特開 2 0 0 0 - 1 5 0 0 0 3 ( J P , A )  
特開 2 0 0 0 - 2 2 1 2 4 9 ( J P , A )  
特開 2 0 0 0 - 2 1 5 9 2 3 ( J P , A )

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
G 0 1 R 3 1 / 3 6  
H 0 1 M 1 0 / 4 8  
H 0 2 J 7 / 0 0  
H 0 2 J 7 / 1 0  
H 0 1 M 1 0 / 4 4