

(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2020-3218

(P2020-3218A)

(43) 公開日 令和2年1月9日(2020.1.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 R 31/36 (2020.01)	GO 1 R 31/36 A	2 G 2 1 6
HO 1 M 10/48 (2006.01)	HO 1 M 10/48 P	5 G 0 6 6
HO 2 J 7/00 (2006.01)	HO 2 J 7/00 Y	5 G 5 0 3
HO 2 J 3/32 (2006.01)	HO 2 J 3/32	5 H 0 3 0
HO 2 J 3/38 (2006.01)	HO 2 J 3/38 1 3 0	
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 17 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2018-119657 (P2018-119657)
 (22) 出願日 平成30年6月25日 (2018. 6. 25)

(71) 出願人 000004455
 日立化成株式会社
 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号
 (74) 代理人 100088155
 弁理士 長谷川 芳樹
 (74) 代理人 100128381
 弁理士 清水 義憲
 (74) 代理人 100169454
 弁理士 平野 裕之
 (74) 代理人 100144440
 弁理士 保坂 一之
 (72) 発明者 宇田川 悠
 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 日
 立化成株式会社内

最終頁に続く

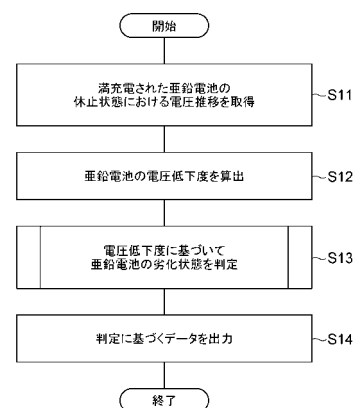
(54) 【発明の名称】 亜鉛電池の劣化の判定方法

(57) 【要約】

【課題】より簡単に亜鉛電池の劣化を判定すること。

【解決手段】一実施形態に係る亜鉛電池の劣化の判定方法は、満充電された亜鉛電池の休止状態における電圧推移を取得する取得ステップと、電圧推移に基づいて亜鉛電池の電圧低下度を算出する算出ステップと、電圧低下度に基づいて亜鉛電池の劣化を判定する判定ステップとを含む。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

満充電された亜鉛電池の休止状態における電圧推移を取得する取得ステップと、
前記電圧推移に基づいて前記亜鉛電池の電圧低下度を算出する算出ステップと、
前記電圧低下度に基づいて前記亜鉛電池の劣化を判定する判定ステップと
を含む亜鉛電池の劣化の判定方法。

【請求項 2】

前記判定ステップでは、前記電圧低下度が閾値以上である場合に前記亜鉛電池が劣化状態であると判定する、
請求項 1 に記載の亜鉛電池の劣化の判定方法。

10

【請求項 3】

前記判定ステップでは、
前記電圧低下度が第 1 閾値以上である場合に、前記亜鉛電池が第 1 劣化状態であると判定し、
前記電圧低下度が第 2 閾値以上かつ前記第 1 閾値未満である場合に、前記亜鉛電池が、前記第 1 劣化状態よりも劣化の度合いが小さい第 2 劣化状態であると判定する、
請求項 2 に記載の亜鉛電池の劣化の判定方法。

【請求項 4】

前記取得ステップでは、前記亜鉛電池が満充電されている第 1 時点での第 1 電圧と、該第 1 時点から予め定められた時間が経過した第 2 時点での第 2 電圧とを取得することで、
前記電圧推移を取得し、
前記算出ステップでは、前記第 1 電圧と前記第 2 電圧との差に基づいて前記電圧低下度を算出する、
請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の亜鉛電池の劣化の判定方法。

20

【請求項 5】

前記取得ステップでは、前記亜鉛電池が満充電されている第 1 時点と、前記亜鉛電池の電圧が、予め定められた基準値まで下がった第 2 時点とを取得することで、前記電圧推移を取得し、
前記算出ステップでは、前記第 1 時点から前記第 2 時点までの経過時間に基づいて前記電圧低下度を算出する、
請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の亜鉛電池の劣化の判定方法。

30

【請求項 6】

前記判定ステップでは、前記電圧低下度が閾値以上であるという監視対象状態が発生した回数に基づいて前記亜鉛電池の劣化を判定する、
請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の亜鉛電池の劣化の判定方法。

【請求項 7】

前記判定ステップでは、前記監視対象状態が連続して発生した回数が、予め定められた閾値以上である場合に、前記亜鉛電池が劣化状態であると判定する、
請求項 6 に記載の亜鉛電池の劣化の判定方法。

【請求項 8】

前記判定ステップでは、前記監視対象状態が発生した累積の回数が、予め定められた閾値以上である場合に、前記亜鉛電池が劣化状態であると判定する、
請求項 6 または 7 に記載の亜鉛電池の劣化の判定方法。

40

【請求項 9】

亜鉛電池がニッケル亜鉛電池である、
請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の亜鉛電池の劣化の判定方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明の一側面は、亜鉛電池の劣化の判定方法に関する。

50

【背景技術】

【0002】

従来から、蓄電池の劣化を判定する手法が知られている。例えば、特許文献1には、充電式のバッテリーの劣化状態の推定方法が記載されている。この方法は、バッテリーの充放電電流を積算することによりクーロンカウント値を生成するステップと、バッテリーの状態を監視するステップと、クーロンカウント値に基づいて、バッテリーが所定電荷量だけ充放電されたことを検出するステップと、所定電荷量の充放電が検出されるたびに、バッテリーの劣化を示す指標 X を、所定電荷量が充放電された期間において測定されたバッテリーの状態に応じた変化量 ΔX だけ変化させるステップとを含む。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2017-116522号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記の推定方法は積算値を考慮するため、亜鉛電池をその推定方法で監視しようとする長い時間を要してしまう。そこで、より簡単に亜鉛電池の劣化を判定することが望まれている。

【課題を解決するための手段】

20

【0005】

本発明の一側面に係る亜鉛電池の劣化の判定方法は、満充電された亜鉛電池の休止状態における電圧推移を取得する取得ステップと、電圧推移に基づいて亜鉛電池の電圧低下度を算出する算出ステップと、電圧低下度に基づいて亜鉛電池の劣化を判定する判定ステップとを含む。

【0006】

このような側面においては、満充電され且つ休止状態にある亜鉛電池の電圧低下度に基づいて、亜鉛電池が劣化しているか否かが判定される。亜鉛電池を休止させた時間で得られる情報に基づいてその判定を実行できるので、より簡単に亜鉛電池の劣化を判定することができる。

30

【発明の効果】

【0007】

本発明の一側面によれば、より簡単に亜鉛電池の劣化を判定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】蓄電システムおよびその周辺の構成の一例を模式的に示す図である。

【図2】実施形態に係る統括コントローラの機能構成を示す図である。

【図3】実施形態に係る統括コントローラの動作を示すフローチャートである。

【図4】判定処理の具体例を示すフローチャートである。

【図5】電圧推移の一例を示すグラフである。

40

【図6】電圧推移の別の例を示すグラフである。

【図7】判定処理の具体例を示すフローチャートである。

【図8】判定処理の具体例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、添付図面を参照しながら本発明の実施形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一または同等の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0010】

〔蓄電システムの全体構成〕

蓄電システム1は、生成された電気を蓄え、その蓄えた電気を必要に応じて供給するシ

50

システムである。蓄電システム 1 が適用される場面は限定されず、例えば、蓄電システム 1 は不動産にも動産にも適用可能である。不動産への適用の例として、蓄電システム 1 は、再生可能エネルギーを利用して生成された電気を管理してもよく、例えば家庭、オフィス、工場、農場等の様々な場所で利用され得る。動産への適用の例として、蓄電システム 1 は自動車等の移動体に動力源として搭載されてもよい。

【0011】

図 1 を参照しながら、蓄電システム 1 を含む電力システムの全体像を説明する。図 1 は、蓄電システム 1 およびその周辺の構成の一例を模式的に示す図である。蓄電システム 1 は、蓄電システム 1 に電力を供給可能な供給要素 2 と、蓄電システム 1 から電力を受け取ることが可能な需要要素 4 との間に設けられる。蓄電システム 1 および供給要素 2 を含む直流系統と、需要要素 4 を含む交流系統とは、PCS (パワーコンディショニングシステム) 3 を介して電氣的に接続される。蓄電システム 1、供給要素 2、および PCS 3 は、直流電流が流れる DC (Direct Current) バス 6 を介して電氣的に接続される。需要要素 4 および PCS 3 は、交流電流が流れる AC (Alternating Current) バス 7 を介して電氣的に接続される。供給要素 2 により生成された電気、または蓄電システム 1 に蓄えられた電気は需要要素 4 に供給される。蓄電システム 1 は、蓄電池をクッションのように利用することで供給要素 2 から需要要素 4 への電力供給の変動を緩和する役割を担ってもよい。

【0012】

供給要素 2 は、蓄電システム 1 に電力を供給可能な装置または設備である。供給要素 2 の種類は何ら限定されない。例えば、供給要素 2 は、再生可能エネルギーを利用して発電を行う発電装置であってもよい。発電方法および発電装置の種類は何ら限定されず、例えば、発電装置は太陽光発電装置でもよいし風力発電機でもよい。あるいは、供給要素 2 は、移動体に搭載されたモータであってもよい。

【0013】

需要要素 4 は、蓄電システム 1 から電力を受け取ることが可能な装置または設備である。需要要素 4 の種類も何ら限定されない。例えば、供給要素は、発電、変電、送電、および配電を統合した商用電源の設備である外部の電力系統であってもよい。例えば、外部の電力系統は電力会社により提供される。あるいは、需要要素 4 は、電力を消費する 1 以上の機器または装置の集合である負荷であってもよい。負荷の例として、1 以上の家庭用または業務用の様々な電気機器の集合と、任意の装置の任意の構成要素とが挙げられる。

【0014】

PCS 3 は、直流の電気を交流に変換する装置であり、電力変換器の一種である。PCS 3 は、DC バス 6 に接続する DC 端子と、AC バス 7 に接続する AC 端子とを有する。

【0015】

蓄電システム 1 は、蓄電装置 10、電力変換器 20、および統括コントローラ 30 を備える。一つの蓄電装置 10 には一つの電力変換器 20 が対応し、これら二つの装置は DC バスを介して電氣的に接続する。対応し合う蓄電装置 10 および電力変換器 20 の組を蓄電ユニットということもできる。図 1 の例では蓄電システム 1 は 3 組の蓄電装置 10 および電力変換器 20 (3 個の蓄電ユニット) を備えるが、その組数は限定されず、1 でも 2 でも 4 以上でもよい。複数の蓄電ユニットが存在する場合に、蓄電装置 10 の性能 (例えば、定格容量、応答速度など) および電力変換器 20 の性能 (例えば、定格出力、応答速度など) は統一されてもよいし、統一されなくてもよい。統括コントローラ 30 は、通信線 40 を介して各蓄電装置 10 および各電力変換器 20 と通信可能に接続される。

【0016】

蓄電装置 10 は、供給要素 2 から提供される電気を化学エネルギーに変えて蓄える装置であり、充放電が可能である。蓄電装置 10 は、供給要素 2 から提供された直流電力の変動を緩和 (平準化) するためにも用いられ得る。蓄電装置 10 は、直列に接続された複数のセルを含んで構成される亜鉛電池 (亜鉛二次電池) 11 を備える。亜鉛電池 11 の例として、ニッケル亜鉛電池、酸化銀・亜鉛電池等が挙げられるが、これらに限定されない。亜

10

20

30

40

50

鉛電池 11 を構成するセルの個数は限定されず、例えば、7 個または 8 個でもよい。蓄電装置 10 はさらに、バッテリー・コントロール・ユニット (Battery Control Unit: BCU) などの制御機能を含み、この制御機能により、蓄電装置 10 に関するデータを統括コントローラ 30 に送信することができる。

【0017】

電力変換器 20 は、蓄電装置 10 の充放電を制御する装置である。電力変換器 20 は、統括コントローラ 30 から指示信号 (データ信号) を受信し、その指示信号に基づいて蓄電装置 10 の充放電を制御する。電力変換器 20 は、充電モードでは、供給要素 2 から流れてきた電気を蓄電装置 10 に蓄え、放電モードでは、蓄電装置 10 を放電させて外部に電力を供給し、停止状態では充放電を行わない。電力変換器 20 は、例えば DC / DC コンバータであり得る。

10

【0018】

統括コントローラ 30 は蓄電装置 10 および電力変換器 20 を制御するコンピュータ (例えばマイクロコンピュータ) である。図 2 は、統括コントローラ 30 の機能構成を示す図である。この図に示すように、統括コントローラ 30 はハードウェア装置としてプロセッサ 101、メモリ 102、および通信インタフェース 103 を備える。プロセッサ 101 は例えば CPU であり、メモリ 102 は例えばフラッシュメモリで構成されるが、統括コントローラ 30 を構成するハードウェア装置の種類はこれらに限定されず、任意に選択されてよい。統括コントローラ 30 の各機能は、プロセッサ 101 が、メモリ 102 に格納されているプログラムを実行することで実現される。例えば、プロセッサ 101 は、メモリ 102 から読み出したデータまたは通信インタフェース 103 を介して受信したデータに対して所定の演算を実行し、その演算結果を他の装置に出力することで、該他の装置を制御する。あるいは、プロセッサ 101 は受信したデータまたは演算結果をメモリ 102 に格納する。統括コントローラ 30 は 1 台のコンピュータで構成されてもよいし、複数のコンピュータの集合 (すなわち分散システム) で構成されてもよい。

20

【0019】

統括コントローラ 30 は、通信ネットワーク 41 を介して監視コンピュータ 8 と接続してもよい。通信ネットワーク 41 の構成は限定されず、例えば、インターネットおよびイントラネットのうちの少なくとも一方を用いて構築されてもよい。監視コンピュータ 8 は、蓄電システム 1 の状況を監視するコンピュータである。監視コンピュータ 8 の種類は限定されない。例えば、監視コンピュータ 8 は携帯型または据置型のパーソナルコンピュータであってもよい。あるいは、監視コンピュータ 8 は、高機能携帯電話機 (スマートフォン)、携帯電話機、携帯情報端末 (PDA)、タブレットなどの携帯端末でもよい。監視コンピュータ 8 は蓄電システム 1 の一部でもよいし、蓄電システム 1 とは別のコンピュータシステムに設けられてもよい。

30

【0020】

蓄電システム 1 の特徴の一つは亜鉛電池の劣化の判定方法にあり、この特徴は特に統括コントローラ 30 により実現される。以下では、その判定処理に関する統括コントローラ 30 の機能および構成を説明する。

【0021】

プロセッサ 101 は取得部 31、算出部 32、判定部 33、および出力部 34 として機能する。取得部 31 は、亜鉛電池 11 の電圧を取得する機能要素である。算出部 32 は、取得された電圧に基づいて亜鉛電池 11 の電圧低下度を算出する機能要素である。電圧低下度とは、亜鉛電池 11 の電圧がどのくらい下がったかを示す指標である。判定部 33 はその電圧低下度に基づいて亜鉛電池 11 の劣化状態を判定する機能要素である。出力部 34 はその判定に基づくデータを出力する機能要素である。劣化状態とは、亜鉛電池 11 の性能が初期状態 (製造時の状態) からどのくらい低下したかを示す概念である。亜鉛電池 11 の劣化の典型は、負極 (亜鉛電極) の表面から成長するデンドライト (針状または樹枝状の結晶) がセパレータを突き破って正極まで達することで発生する内部短絡である。亜鉛電池 11 の劣化の程度は、デンドライトの成長の程度に左右され得る。

40

50

【 0 0 2 2 】

メモリ 1 0 2 はプロセッサ 1 0 1 の動作に必要な情報を記憶する。例えば、メモリ 1 0 2 は判定規則 3 5 を記憶する。判定規則 3 5 は、劣化状態の判定に用いられる情報である。判定規則 3 5 の記述方法は限定されない。例えば、判定規則 3 5 は数式、閾値、アルゴリズム、および対応表のいずれかで表されてもよいし、数式、閾値、アルゴリズム、および対応表のうちの任意の 2 以上の組合せで表されてもよい。あるいは、判定規則 3 5 は、プロセッサ 1 0 1 により実行されるプログラムの一部であってもよい。

【 0 0 2 3 】

判定規則 3 5 は書き換え可能であってもよい。例えば、蓄電装置 1 0 または亜鉛電池 1 1 が別の型のものに交換されたり新しい型の蓄電装置 1 0 または亜鉛電池 1 1 が追加されたりした場合には、管理者がその構成の変更に応じてメモリ 1 0 2 内の判定規則 3 5 を書き換える。この場合、管理者は所定の通信ネットワーク（図示せず）を介して管理用のコンピュータ（図示せず）で統括コントローラ 3 0 にアクセスし、構成の変更を反映した新たな判定規則 3 5 を統括コントローラ 3 0 に転送してもよい。この転送により、メモリ 1 0 2 内の判定規則 3 5 が書き換えられる。

【 0 0 2 4 】

通信インタフェース 1 0 3 はプロセッサ 1 0 1 と連携してデータの送受信を実行する。例えば、通信インタフェース 1 0 3 は取得部 3 1 と連携して、亜鉛電池 1 1 に関するデータを受信する。また、通信インタフェース 1 0 3 は出力部 3 4 と連携して、判定に基づくデータを送信する。

【 0 0 2 5 】

〔 統括コントローラの動作 〕

図 3 ~ 図 8 を参照しながら、統括コントローラ 3 0 の動作を説明するとともに本実施形態に係る、亜鉛電池の劣化の判定方法について説明する。図 3 は統括コントローラ 3 0 の動作の例を示すフローチャートであり、具体的には、一つの蓄電装置 1 0 に対する処理を示す。図 4、図 7、および図 8 は、判定処理の具体例を示すフローチャートである。図 5 および図 6 は電圧推移の例を示すグラフである。

【 0 0 2 6 】

ステップ S 1 1 では、取得部 3 1 が、満充電された亜鉛電池 1 1 の休止状態における電圧推移を取得する（取得ステップ）。この処理は、満充電された亜鉛電池 1 1 が休止状態である場合の該亜鉛電池 1 1 の電圧推移を取得することを意味する。満充電とは、亜鉛電池 1 1 に十分に電気が蓄えられた状態のことをいい、例えば、亜鉛電池 1 1 の能力または仕様により決定される最大限にまで電気が蓄えられた状態のことをいう。休止状態とは、亜鉛電池 1 1 が稼働していない状態のことをいい、より具体的には、亜鉛電池 1 1 が充電も放電もしていない状態のことをいう。したがって、取得部 3 1 により取得される電圧は開回路電圧（通電していないときの亜鉛電池 1 1 の電圧）である。電圧推移とは、時間の経過に伴って生ずる亜鉛電池 1 1 の電圧（開回路電圧）の変化のことをいう。

【 0 0 2 7 】

取得部 3 1 は、二つの時点における電圧を取得することで電圧推移を取得できる。本実施形態では、その二つの時点を実第 1 時点および第 2 時点ともいう。第 1 時点は、亜鉛電池 1 1 が満充電されている時点、またはほぼ満充電されている時点でもよい。例えば、第 1 時点は、亜鉛電池 1 1 の満充電が完了した時点でもよい。第 2 時点は、第 1 時点から予め定められた時間（例えば 3 0 分、4 0 分、5 0 分、1 時間など）が経過した時点である。例えば、取得部 3 1 は、亜鉛電池 1 1 の満充電が完了した第 1 時点と、該第 1 時点から 1 時間経過した第 2 時点とにおいて亜鉛電池 1 1 の電圧を取得することで、電圧推移を取得してもよい。

【 0 0 2 8 】

ステップ S 1 2 では、算出部 3 2 が電圧推移に基づいて亜鉛電池 1 1 の電圧低下度を算出する（算出ステップ）。電圧がどのくらい下がったかを示す限り、電圧低下度の計算方法は限定されない。例えば、算出部 3 2 は第 1 時点での電圧（第 1 電圧）と第 2 時点での

10

20

30

40

50

電圧（第２電圧）との差 ΔV に基づいて電圧低下度を算出してもよい。差 ΔV は電圧推移の一例である。より具体的には、算出部３２はその差 ΔV そのものを電圧低下度として求めてもよい。あるいは、算出部３２は、満充電である場合の電圧（第１電圧）に対する差 ΔV の割合を電圧低下度として求めてもよい。あるいは、算出部３２は、亜鉛電池１１の公称電圧に対する差 ΔV の割合を電圧低下度として求めてもよい。なお、亜鉛電池１１がニッケル亜鉛電池であれば、満充電である場合の電圧（第１電圧）は１．９Ｖであり、公称電圧は１．６Ｖである。

【００２９】

ステップＳ１３では、判定部３３が電圧低下度に基づいて亜鉛電池１１の劣化状態を判定する（判定ステップ）。劣化状態を判定する具体的な手法は一つに限定されず、判定部３３は様々な手法を用いて劣化状態を判定してもよい。

10

【００３０】

図４は判定処理（判定ステップ）の一例を示す。ステップＳ１１１では、判定部３３が電圧低下度を閾値Ｔ_aと比較する。電圧低下度がＴ_a未満であれば（ステップＳ１１１においてＮＯ）、処理はステップＳ１１２に移り、判定部３３は亜鉛電池１１が正常状態であると判定する。正常状態とは、亜鉛電池１１が劣化していないか、または劣化の度合いが無視できる程度に小さいことを意味する。一方、電圧低下度がＴ_a以上であれば（ステップＳ１１１においてＹＥＳ）、処理はステップＳ１１３に移り、判定部３３はさらに電圧低下度を閾値Ｔ_bと比較する。この閾値Ｔ_bは閾値Ｔ_aよりも大きい値である。

【００３１】

20

閾値Ｔ_aおよび閾値Ｔ_bの具体的な値は限定されない。本発明の発明者は、亜鉛電池１１の特性を考慮してそれらの閾値を以下のように設定できることを見出した。すなわち、亜鉛電池１１が満充電されている時点を第１時点とし、該第１時点から１時間経過した時点を第２時点として、この１時間で生ずる差 ΔV が０．０３Ｖ以下である場合には、亜鉛電池１１は正常であるといえる。差 ΔV がそれよりも高い値（例えば０．０４Ｖ以上）を超えると、亜鉛電池１１内でデンドライトが成長している可能性があり、したがって、内部短絡の可能性を意識し始める必要が生ずる。差 ΔV がさらに高い場合（例えば０．１３Ｖ以上である場合）には、デンドライトがだいぶ成長している可能性があり、比較的近い将来に内部短絡が生ずる蓋然性が高いと見込まれる。

【００３２】

30

図５および図６を参照しながら、このような電圧の変化に関する実際の試験結果について説明する。図５は第１の試験の結果を示し、図６は第２の試験の結果を示す。

【００３３】

第１の試験では、亜鉛電池の一例である、定格容量が８Ａｈであるニッケル亜鉛電池を、環境温度２５℃の状況下で稼働させた。まず、ニッケル亜鉛電池の初期放電容量を確認した（ステップＳ１）。この確認の条件（これを「チェック条件」という。）を以下に示す。

〔チェック条件（放電）〕

- ・ ＤＣバスへの放電
- ・ 放電深度（ＤＯＤ）：１００％
- ・ 電流：８Ａ
- ・ 終止電圧：１．１Ｖ
- ・ サンプリング間隔：１秒

40

〔チェック条件（充電）〕

- ・ 定電流定電圧（ＣＣ－ＣＶ：Constant Current - Constant Voltage）
- ・ 電流：８Ａ（カットオフ電流：０．４Ａ）
- ・ 電圧：１．９Ｖ
- ・ 充電後の休止時間：１２時間以上
- ・ サンプリング間隔：１秒

50

【 0 0 3 4 】

その後、D O D が 5 0 % であるサイクルを 5 0 回実行し、各サイクルにおいて、満充電後に 1 時間休止させた時点での電圧を確認した（ステップ S 2）。各サイクルでの確認の条件（これを「サイクル条件」という。）を以下に示す。

〔 サイクル条件（放電） 〕

- ・ D C バスへの放電
- ・ D O D : 5 0 %
- ・ 電流 : 2 A
- ・ 放電容量 : 4 A h
- ・ 放電後の休止時間 : 1 時間
- ・ サンプルング間隔 : 1 秒

10

〔 サイクル条件（充電） 〕

- ・ 定電流定電圧（C C - C V）
- ・ 電流 : 8 A（カットオフ電流 : 0 . 4 A）
- ・ 電圧 : 1 . 9 V
- ・ 充電後の休止時間 : 1 時間
- ・ サンプルング間隔 : 1 秒

【 0 0 3 5 】

上述した、D O D が 5 0 % であるサイクルを 5 0 回実施する毎に、上記のチェック条件により放電容量を確認した（ステップ S 3）。この処理において放電容量が 4 A h 未満になった場合にニッケル亜鉛電池の寿命が来たと判定し、放電容量が 4 A h を維持する場合にはステップ S 2 および S 3 を繰り返した（ステップ S 4）。

20

【 0 0 3 6 】

図 5 は、これらのステップ S 1 ~ S 4 で構成される第 1 の試験により得られた、休止時間中の電圧推移を示し、具体的には、1 サイクル目、5 0 サイクル目、1 0 0 サイクル目、2 0 0 サイクル目、2 0 5 サイクル目、および 2 2 3 サイクル目での結果を示す。グラフの縦軸は電池の電圧（V）を示し、横軸は休止時間（h）を示す。

【 0 0 3 7 】

上記の 6 サイクルにおける、休止時間が 1 時間である時点（すなわち、第 2 時点）での電圧 V_w と、その 1 時間で生じた差 ΔV とを以下に示す。第 1 の試験では最終的に電池が短絡した。

30

- ・ 1 サイクル目 : $V_w = 1 . 8 7 V$ 。 $\Delta V = 0 . 0 3 V$ 。
- ・ 5 0 サイクル目 : $V_w = 1 . 8 7 V$ 。 $\Delta V = 0 . 0 3 V$ 。
- ・ 1 0 0 サイクル目 : $V_w = 1 . 8 7 V$ 。 $\Delta V = 0 . 0 3 V$ 。
- ・ 2 0 0 サイクル目 : $V_w = 1 . 8 5 V$ 。 $\Delta V = 0 . 0 5 V$ 。
- ・ 2 0 5 サイクル目 : $V_w = 1 . 8 1 V$ 。 $\Delta V = 0 . 0 9 V$ 。
- ・ 2 2 3 サイクル目 : $V_w = 1 . 7 7 V$ 。 $\Delta V = 0 . 1 3 V$ 。

【 0 0 3 8 】

第 2 の試験でも、亜鉛電池の一例である、定格容量が 8 A h であるニッケル亜鉛電池を、環境温度 2 5 の状況下で稼働させた。第 1 の試験と同様に、第 2 の試験もステップ S 1 ~ S 4 で構成した。ただし、サイクル条件（放電）の D O D を 5 0 % ではなく 1 0 0 % に設定した。この点のみが第 1 の試験と異ならせた点である。

40

【 0 0 3 9 】

図 6 は、そのステップ S 1 ~ S 4 で構成される第 2 の試験により得られた、休止時間中の電圧推移を示し、具体的には、1 サイクル目、5 0 サイクル目、1 0 0 サイクル目、および 2 0 0 サイクル目での結果を示す。グラフの縦軸は電池の電圧（V）を示し、横軸は休止時間（h）を示す。

【 0 0 4 0 】

上記の 4 サイクルにおける、休止時間が 1 時間である時点（すなわち、第 2 時点）での電圧 V_w と、その 1 時間で生じた差 ΔV とを以下に示す。第 2 の試験では電池は短絡しな

50

かった。

- ・ 1 サイクル目： $V_w = 1.87 \text{ V}$ 。 $\Delta V = 0.03 \text{ V}$ 。
- ・ 50 サイクル目： $V_w = 1.84 \text{ V}$ 。 $\Delta V = 0.06 \text{ V}$ 。
- ・ 100 サイクル目： $V_w = 1.83 \text{ V}$ 。 $\Delta V = 0.07 \text{ V}$ 。
- ・ 200 サイクル目： $V_w = 1.83 \text{ V}$ 。 $\Delta V = 0.07 \text{ V}$ 。

【 0 0 4 1 】

第 1 および第 2 の試験等から得られた知見に基づき、閾値（第 2 閾値） T_a は、差 ΔV が $0.04 \text{ V} \sim 0.13 \text{ V}$ の間（例えば 0.04 V 、 0.05 V 、または 0.1 V ）であることに基づいて設定される値であってもよい。また、閾値（第 1 閾値） T_b は、差 ΔV が 0.13 V 以上（例えば 0.13 V 、 0.14 V 、または 0.15 V ）であることに基づいて設定される値であってもよい。

10

【 0 0 4 2 】

例えば、差 ΔV そのものを電圧低下度として用いる場合には、閾値 T_a は $0.04 \text{ V} \sim 0.13 \text{ V}$ の間の値であってもよく、例えば 0.04 V 、 0.05 V 、または 0.1 V でもよい。閾値 T_b は 0.13 V 以上の値であってもよく、例えば 0.13 V 、 0.14 V 、または 0.15 V でもよい。この例も、差 ΔV に基づいて閾値 T_a および T_b を設定することに相当する。上記のように差 ΔV に関する割合を電圧低下度として用いる場合には、閾値 T_a および T_b は、差 ΔV に基づく割合で表されてもよい。

【 0 0 4 3 】

図 4 に戻る。電圧低下度が T_b 以上であれば（ステップ S_{113} において YES）、処理はステップ S_{114} に移り、判定部 33 は亜鉛電池 11 が第 1 劣化状態であると判定する。第 1 劣化状態は、亜鉛電池 11 の劣化の度合いが比較的大きい状態のことをいう。一方、電圧低下度が T_b 未満であれば（ステップ S_{113} において NO）、すなわち、電圧低下度が T_a 以上かつ T_b 未満であれば、処理はステップ S_{115} に移り、判定部 33 は亜鉛電池 11 が第 2 劣化状態であると判定する。第 2 劣化状態は、亜鉛電池 11 の劣化の度合いが第 1 劣化状態よりも小さい状態のことをいう。この関係を維持する限り、第 1 劣化状態および第 2 劣化状態のそれぞれの具体的な意味は限定されない。例えば、第 1 劣化状態は、比較的近い将来に内部短絡が生ずる蓋然性が高い程にデンドライトが成長していると見込まれる状態に対応してもよい。第 2 劣化状態は、デンドライトは存在するものの、亜鉛極の放電によるデンドライトの溶解により亜鉛電池 11 の性能が改善する可能性がある状態に対応してもよい。

20

30

【 0 0 4 4 】

図 4 に示す例では判定部 33 が第 1 劣化状態および第 2 劣化状態という 2 段階で亜鉛電池 11 の劣化を判定するが、判定部 33 は、その第 1 劣化状態および第 2 劣化状態を含む 3 以上の段階で亜鉛電池の劣化を判定してもよい。

【 0 0 4 5 】

図 7 は判定処理（判定ステップ）の別の例を示す。ステップ S_{121} では、判定部 33 が電圧低下度を閾値 T_a と比較する。電圧低下度が T_a 未満であれば（ステップ S_{121} において NO）、処理はステップ S_{122} に移り、判定部 33 は亜鉛電池 11 が正常状態であると判定する。

40

【 0 0 4 6 】

一方、電圧低下度が T_a 以上であれば（ステップ S_{121} において YES）、処理はステップ S_{123} に移り、判定部 33 は、「電圧低下度が閾値 T_a 以上である」という状態（監視対象状態）が連続して発生した回数 n を取得する。言い換えると、判定部 33 は、その監視対象状態が何サイクル連続して発生したかを特定する。サイクルとは、ある時間にわたって行われる一回の充電と、該充電の前または後において、ある時間にわたって行われる一回の放電との組合せである充放電サイクルのことをいう。本実施形態では、各サイクルにおいて、亜鉛電池 11 は、満充電された後に電圧推移の取得のために休止状態に移り、その後に電力供給のために放電される。判定部 33 は、亜鉛電池 11 の状態を判定する度にその判定結果を履歴としてメモリ 102 に記録し、ステップ S_{123} においてそ

50

の履歴を参照することで、その回数 n を求めることができる。

【0047】

回数 n が閾値 T_c 未満であれば（ステップ S_{124} において NO ）、処理はステップ S_{122} に移り、判定部 33 は亜鉛電池 11 が正常状態であると判定する。一方、回数 n が閾値 T_c 以上であれば（ステップ S_{124} において YES ）、処理はステップ S_{125} に移り、判定部 33 は亜鉛電池 11 が第 1 劣化状態であると判定する。閾値 T_c の具体的な値は限定されず、任意の基準に基づいて設定されてよい。例えば、閾値 T_c は、亜鉛電池 11 の特性などの様々な要因を考慮して設定されてもよい。

【0048】

負極を構成する亜鉛は析出と溶解とを繰り返すので、デンドライトは時間の経過に伴って単調に成長するとは限らず、デンドライトが一時的に解消する（負極表面からのデンドライトの突出量が一時的に下がる）場合があり得る。したがって、デンドライトのこのような特性を考慮し、判定部 33 は、連続する複数の充放電サイクルにおける複数の電圧低下度に基づいて亜鉛電池 11 の劣化状態を判定してもよい。電圧低下度が比較的高い状態が続いている場合には、デンドライトがある程度大きく成長していると予想されるので、亜鉛電池 11 の劣化がある程度進んでいると判定することができる。

【0049】

図 8 は判定処理（判定ステップ）のさらに別の例を示す。ステップ S_{131} では、判定部 33 が電圧低下度を閾値 T_a と比較する。電圧低下度が T_a 未満であれば（ステップ S_{131} において NO ）、処理はステップ S_{132} に移り、判定部 33 は亜鉛電池 11 が正常状態であると判定する。一方、電圧低下度が T_a 以上であれば（ステップ S_{131} において YES ）、処理はステップ S_{133} に移り、判定部 33 はさらに電圧低下度を閾値 T_b （ $T_b > T_a$ ）と比較する。閾値 T_a および閾値 T_b の具体的な値は、図 4 の例と同様に設定してよい。

【0050】

電圧低下度が T_b 以上であれば（ステップ S_{133} において YES ）、処理はステップ S_{134} に移り、判定部 33 は亜鉛電池 11 が第 1 劣化状態であると判定する。

【0051】

一方、電圧低下度が T_b 未満であれば（ステップ S_{133} において NO ）、処理はステップ S_{135} に移り、判定部 33 は、「電圧低下度が閾値 T_a 以上である」という状態（監視対象状態）が連続して発生した回数 n を取得する。

【0052】

回数 n が閾値 T_c 未満であれば（ステップ S_{136} において NO ）、処理はステップ S_{132} に移り、判定部 33 は亜鉛電池 11 が正常状態であると判定する。一方、回数 n が閾値 T_c 以上であれば（ステップ S_{136} において YES ）、処理はステップ S_{134} に移り、判定部 33 は亜鉛電池が第 1 劣化状態であると判定する。

【0053】

図 8 に示す例は、図 4 および図 7 に示す二つの手法の組合せであるともいえる。

【0054】

図 7 および図 8 は、監視対象状態が発生した回数に基づいて亜鉛電池 11 の劣化を判定する処理を含む。この処理の変形として、判定部 33 は、「電圧低下度が閾値 T_a 以上である」という状態（監視対象状態）が連続して発生した回数 n に代えて、「電圧低下度が閾値 T_a 以上である」という状態（監視対象状態）が発生した累積の回数 m に基づいて劣化状態を判定してもよい。すなわち、判定部 33 は、累積発生回数 m が閾値 T_d 未満であれば亜鉛電池 11 が正常状態であると判定し、累積発生回数 m が閾値 T_d 以上であれば亜鉛電池 11 が第 1 劣化状態であると判定してもよい。上述したように、デンドライトは一時的に解消する場合があり得る。しかし、電圧低下度の比較的高い状態が連続して発生したか不連続で発生したかにかかわらず、該状態を多く検知してきた場合には、デンドライトがある程度大きく成長していると予想される。したがって、判定部 33 はこのような場合に、亜鉛電池 11 の劣化がある程度進んでいると判定してもよい。閾値 T_d の具体的な

値は限定されず、任意の基準に基づいて設定されてよい。例えば、閾値 T_d は、亜鉛電池 11 の特性などの様々な要因を考慮して設定されてもよい。

【0055】

あるいは、判定部 33 は、連続発生回数と累積発生回数との双方を用いて劣化状態を判定してもよい。例えば、判定部 33 は連続発生回数 n および累積発生回数 m の双方をカウントする。そして、判定部 33 は、連続発生回数 n が閾値 T_c 以上であるかまたは累積発生回数 m が閾値 T_d 以上である場合には、亜鉛電池 11 が第 1 劣化状態であると判定し、それ以外の場合には、亜鉛電池 11 が正常状態であると判定してもよい。

【0056】

連続発生回数および累積発生回数の少なくとも一方を用いる場合に、判定部 33 は、第 1 劣化状態だけでなく第 2 劣化状態も判定してもよい。連続発生回数 n については、判定部 33 は二つの閾値 T_{c_low} および T_{c_high} を用いる（ただし、 $T_{c_low} < T_{c_high}$ ）。そして判定部 33 は、 $n < T_{c_low}$ の場合には亜鉛電池 11 が正常状態と判定し、 $T_{c_low} \leq n < T_{c_high}$ の場合には亜鉛電池 11 が第 2 劣化状態と判定し、 $n \geq T_{c_high}$ の場合には亜鉛電池 11 が第 1 劣化状態と判定してもよい。累積発生回数 m については、判定部 33 は二つの閾値 T_{d_low} および T_{d_high} を用いる（ただし、 $T_{d_low} < T_{d_high}$ ）。そして判定部 33 は、 $m < T_{d_low}$ の場合には亜鉛電池 11 が正常状態と判定し、 $T_{d_low} \leq m < T_{d_high}$ の場合には亜鉛電池 11 が第 2 劣化状態と判定し、 $m \geq T_{d_high}$ の場合には亜鉛電池 11 が第 1 劣化状態と判定してもよい。連続発生回数および累積発生回数の少なくとも一方を用いる場合においても、判定部 33 は、第 1 劣化状態および第 2 劣化状態を含む 3 以上の段階で亜鉛電池の劣化を判定してもよい。

【0057】

このように劣化状態の判定については様々な手法を採用し得る。いずれにしても、判定部 33 は、予め定められた判定規則 35（例えば、上記の閾値を含む判定規則 35）を用いて亜鉛電池 11 の劣化状態を判定することができる。

【0058】

図 3 に戻り、ステップ S14 では、出力部 34 が、判定部 33 による判定に基づくデータを出力する。データの内容は限定されない。例えば、出力部 34 は、判定結果（例えば、正常状態、第 1 劣化状態、または第 2 劣化状態のいずれか）を通信ネットワーク 41 を介して監視コンピュータ 8 に送信してもよい。監視コンピュータ 8 はその判定結果をモニタ上に表示したりデータベースに格納したりするなどの任意の処理を実行してよい。あるいは、出力部 34 は判定結果が第 1 劣化状態である場合に停止指示を生成し、対応する蓄電装置 10 に向けてその停止指示を送信してもよい。「蓄電装置に向けて停止指示を送信する」とは、亜鉛電池 11 に充放電をさせないために、該蓄電装置 10 に、または該蓄電装置 10 に対応する他の装置に、停止指示を送信することをいう。例えば、出力部 34 は、蓄電装置 10 に対応する電力変換器 20 に通信線 40 を介して停止指示を送信してもよい。停止させられた蓄電装置 10 の亜鉛電池 11 は、例えば人手により、新しいものに交換される。

【0059】

蓄電システム 1 が複数の蓄電装置 10 を備える場合には、統括コントローラ 30 はすべての蓄電装置 10 についてステップ S11 ~ S14 の処理を実行する。一つの蓄電装置 10 について、ステップ S11 ~ S14 の処理は繰り返し（例えば個々の充放電サイクルにおいて）実行される。

【0060】

[プログラム]

コンピュータを統括コントローラ 30 として機能させるための判定プログラムは、該コンピュータを取得部 31、算出部 32、判定部 33、および出力部 34 として機能させるためのプログラムコードを含む。この判定プログラムは、CD-ROM、DVD-ROM、半導体メモリ等の有形の記録媒体に固定的に記録された上で提供されてもよい。あるい

は、判定プログラムは、搬送波に重畳されたデータ信号として通信ネットワークを介して提供されてもよい。提供された判定プログラムは例えばメモリ 102 に記憶される。プロセッサ 101 がメモリ 102 と協働してその判定プログラムを実行することで、上記の各機能要素が実現する。

【0061】

〔効果〕

以上説明したように、本発明の一側面に係る亜鉛電池の劣化の判定方法は、満充電された亜鉛電池の休止状態における電圧推移を取得する取得ステップと、電圧推移に基づいて亜鉛電池の電圧低下度を算出する算出ステップと、電圧低下度に基づいて亜鉛電池の劣化を判定する判定ステップとを含む。

10

【0062】

このような側面においては、満充電され且つ休止状態にある亜鉛電池の電圧低下度に基づいて、亜鉛電池が劣化しているか否かが判定される。亜鉛電池を休止させた時間で得られる情報に基づいてその判定を実行できるので、より簡単に亜鉛電池の劣化を判定することができる。亜鉛電池の性能が劣化する際には休止状態における電圧が大きく変化する傾向があるので、電圧低下度からだけでも劣化状態を判定できるこの手法は、亜鉛電池の特定に合ったものといえる。

【0063】

他の側面に係る亜鉛電池の劣化の判定方法では、判定ステップでは、電圧低下度が閾値以上である場合に亜鉛電池が劣化状態であると判定してもよい。電圧低下度を閾値と比較するという簡単な処理により、亜鉛電池の劣化を判定することができる。

20

【0064】

他の側面に係る亜鉛電池の劣化の判定方法では、判定ステップでは、電圧低下度が第 1 閾値以上である場合に、亜鉛電池が第 1 劣化状態であると判定し、電圧低下度が第 2 閾値以上かつ第 1 閾値未満である場合に、亜鉛電池が、第 1 劣化状態よりも劣化の度合いが小さい第 2 劣化状態であると判定してもよい。亜鉛電池の劣化状態はデンドライトの成長の程度に左右され得る。複数の閾値を用いて劣化状態を多段階で判定することで、亜鉛電池のそのような特性を考慮して劣化状態を正確に判定することができる。

【0065】

他の側面に係る亜鉛電池の劣化の判定方法では、取得ステップでは、亜鉛電池が満充電されている第 1 時点での第 1 電圧と、該第 1 時点から予め定められた時間が経過した第 2 時点での第 2 電圧とを取得することで、電圧推移を取得し、算出ステップでは、第 1 電圧と第 2 電圧との差に基づいて電圧低下度を算出してもよい。これら二つの時点の電圧から電圧低下度を導出できるので、電圧低下度が簡単な計算で得られる。

30

【0066】

他の側面に係る亜鉛電池の劣化の判定方法では、判定ステップでは、電圧低下度が閾値以上であるという監視対象状態が発生した回数に基づいて亜鉛電池の劣化を判定してもよい。亜鉛電池の中でデンドライトは徐々に成長する。複数サイクルにおける電圧低下度の履歴（電圧低下度が閾値以上であった状態の発生回数）に基づいて劣化状態を判定することで、そのような亜鉛電池の劣化状態を正確に判定することができる。

40

【0067】

他の側面に係る亜鉛電池の劣化の判定方法では、判定ステップでは、監視対象状態が連続して発生した回数が、予め定められた閾値以上である場合に、亜鉛電池が劣化状態であると判定してもよい。監視対象状態の連続発生回数を考慮することで、亜鉛電池の劣化状態を正確に判定することができる。

【0068】

他の側面に係る亜鉛電池の劣化の判定方法では、判定ステップでは、監視対象状態が発生した累積の回数が、予め定められた閾値以上である場合に、亜鉛電池が劣化状態であると判定してもよい。監視対象状態の累積発生回数を考慮することで、亜鉛電池の劣化状態を正確に判定することができる。

50

【 0 0 6 9 】

他の側面に係る亜鉛電池の劣化の判定方法では、亜鉛電池がニッケル亜鉛電池であってもよい。この場合には、より簡単にニッケル亜鉛電池の劣化を判定できる。

【 0 0 7 0 】

〔 変形例 〕

以上、本発明をその実施形態に基づいて詳細に説明した。しかし、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。本発明は、その要旨を逸脱しない範囲で様々な変形が可能である。

【 0 0 7 1 】

上記実施形態では、亜鉛電池 1 1 が満充電されている第 1 時点における第 1 電圧と、第 1 時点から予め定められた時間が経過した第 2 時点における第 2 電圧との差 ΔV に基づいて電圧低下度を算出する。しかし、その差 ΔV とは異なる指標に基づいて電圧低下度が算出されてもよい。例えば、満充電されて休止状態に遷移した亜鉛電池 1 1 の電圧が、満充電時の値から予め定められた基準値まで下がるまでの経過時間に基づいて、電圧低下度が算出されてもよい。亜鉛電池 1 1 が満充電されている時点を実時点とし、亜鉛電池 1 1 の電圧が基準値まで下がった時点を実時点とすると、その経過時間は第 2 時点と第 1 時点との差である。その経過時間が短いということは、電圧が早く低下することを意味する。したがって、経過時間が短いほど電圧低下度は大きくなる。基準値は任意に設定されてよい。例えば、亜鉛電池 1 1 がニッケル亜鉛電池であれば、その基準値は 1 . 8 5 V であってもよい。

【 0 0 7 2 】

経過時間に基づいて電圧低下度を算出する場合にも、閾値（例えば、第 1 閾値および第 2 閾値）と比較して亜鉛電池 1 1 の劣化を判定することができる。また、監視対象状態の連続発生回数および累積発生回数の少なくとも一方を用いて亜鉛電池 1 1 の劣化を判定することもできる。

【 0 0 7 3 】

すなわち、他の側面に係る亜鉛電池の劣化の判定方法では、取得ステップでは、亜鉛電池が満充電されている第 1 時点と、亜鉛電池の電圧が、予め定められた基準値まで下がった第 2 時点とを取得することで、電圧推移を取得し、算出ステップでは、第 1 時点から第 2 時点までの経過時間に基づいて電圧低下度を算出してもよい。予め定められた量だけ電圧が低下するのに要した時間から電圧低下度を導出できるので、電圧低下度が簡単な計算で得られる。

【 0 0 7 4 】

例えば少なくとも一つのプロセッサにより実行される、亜鉛電池の劣化の判定方法の処理手順は上記実施形態での例に限定されない。例えば、上述したステップ（処理）の一部が省略されてもよいし、別の順序で各ステップが実行されてもよい。また、上述したステップのうちの任意の 2 以上のステップが組み合わされてもよいし、ステップの一部が修正又は削除されてもよい。あるいは、上記の各ステップに加えて他のステップが実行されてもよい。

【 0 0 7 5 】

蓄電システム 1 内で二つの数値の大小関係を比較する際には、「以上」および「よりも大きい」という二つの基準のどちらを用いてもよく、「以下」および「未満」の二つの基準のうちのどちらを用いてもよい。このような基準の選択は、二つの数値の大小関係を比較する処理についての技術的意義を変更するものではない。

【 0 0 7 6 】

上記実施形態では統括コントローラ 3 0 が亜鉛電池の劣化の判定方法を実行するが、この方法の一部または全部が人手により行われてもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 7 】

1 ... 蓄電システム、 2 ... 供給要素、 3 ... P C S、 4 ... 需要要素、 6 ... D C バス、 7 ... A

10

20

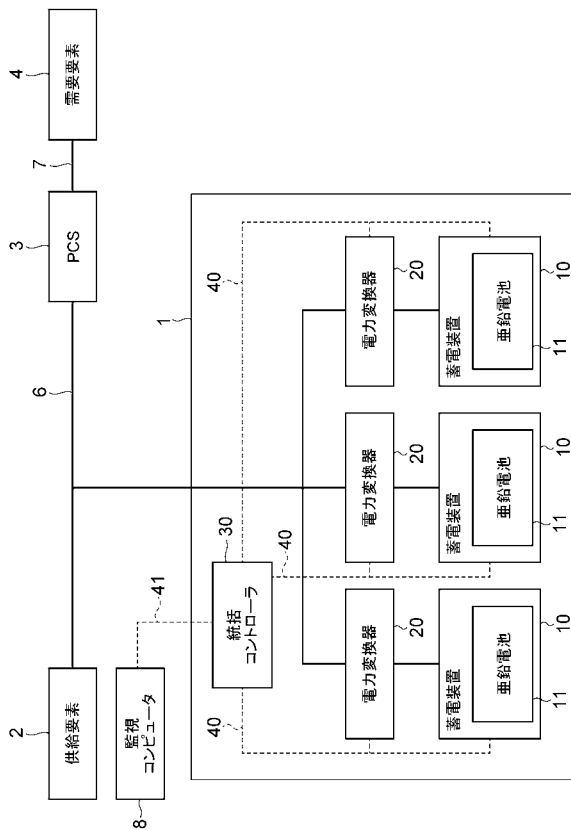
30

40

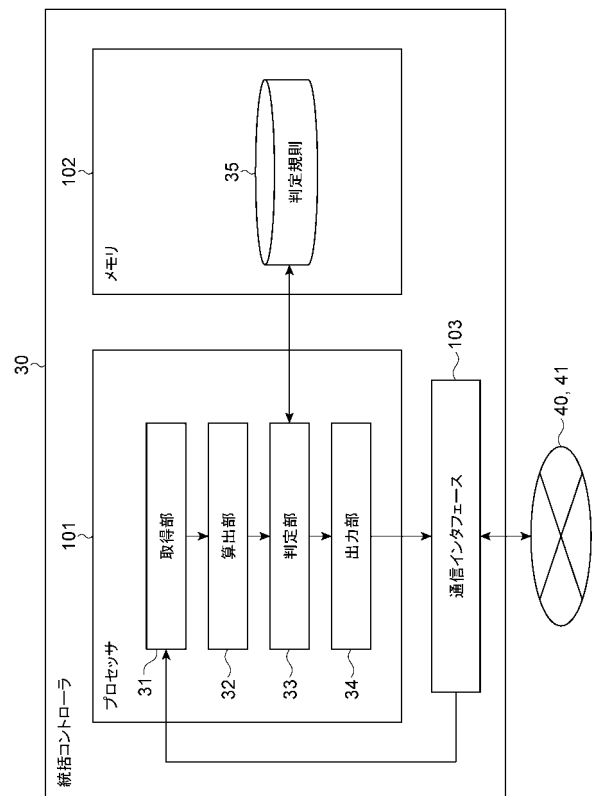
50

Cバス、8...監視コンピュータ、10...蓄電装置、11...亜鉛電池、20...電力変換器、30...統括コントローラ、31...取得部、32...算出部、33...判定部、34...出力部、35...判定規則、40...通信線、41...通信ネットワーク。

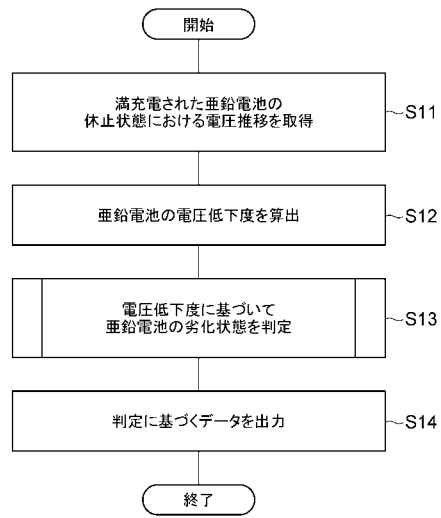
【図1】



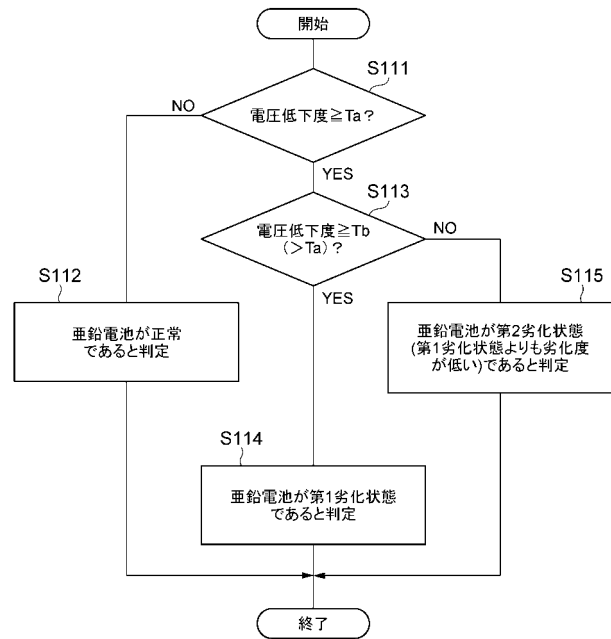
【図2】



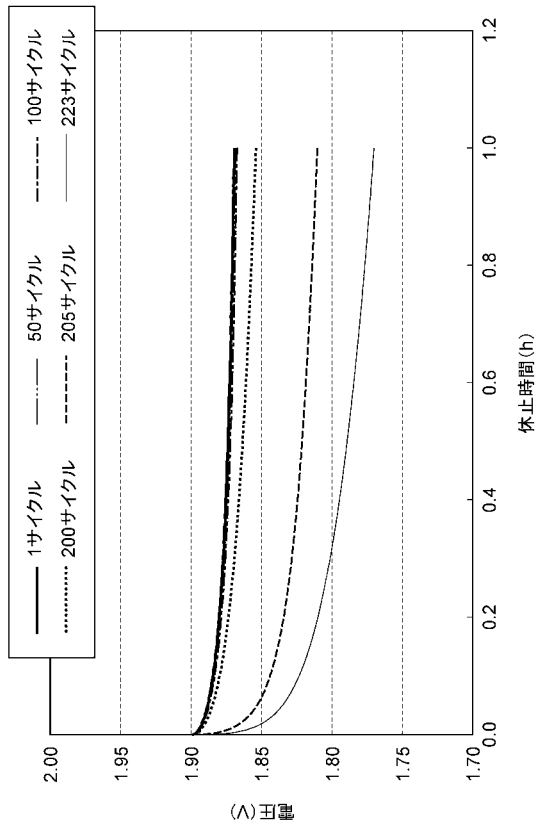
【図 3】



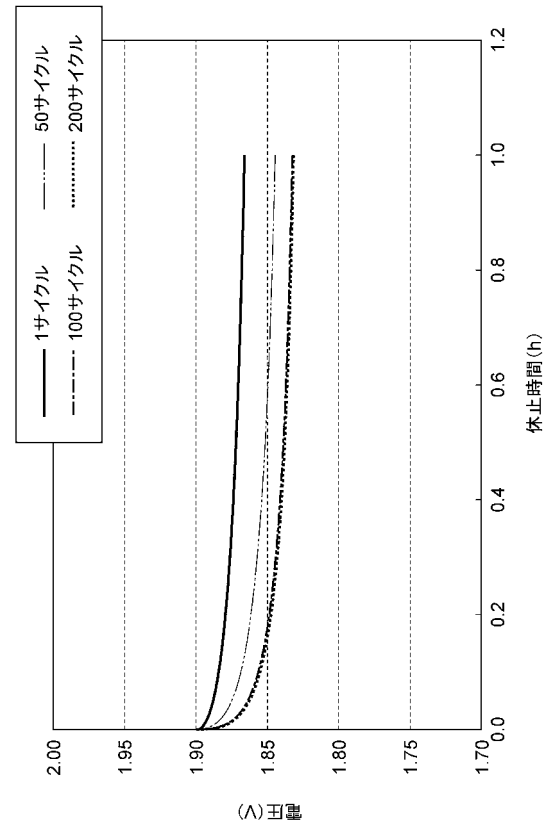
【図 4】



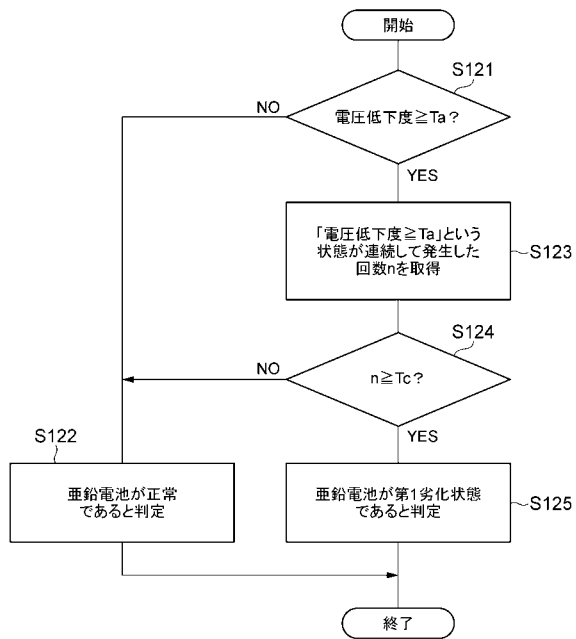
【図 5】



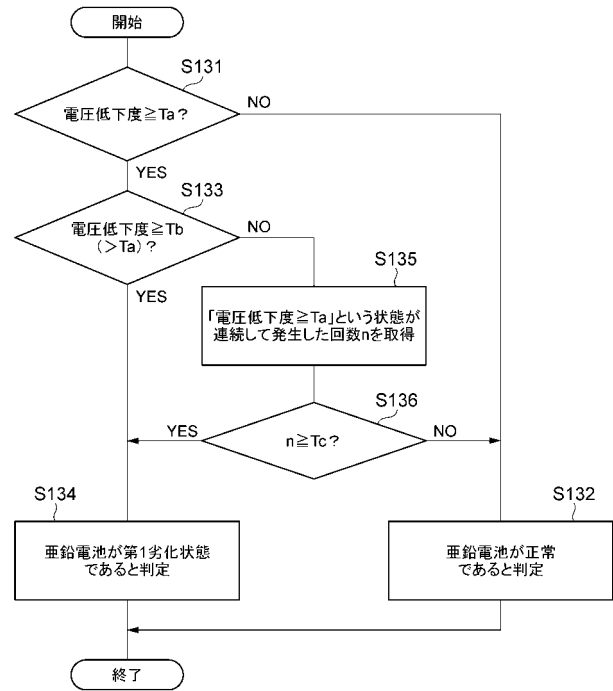
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
H 0 2 J 3/38 1 6 0

(72)発明者 大沼 孟光

東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 日立化成株式会社内

Fターム(参考) 2G216 AB01 AB05 BA24 BA25 BA42 CA11 CB02 CB55 CC04 CD04
5G066 HB06 HB09 JB03
5G503 AA01 AA06 AA07 BA04 BB01 CA11 EA08 GB06 GD06
5H030 AA01 FF41 FF43 FF44