

(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2016-143580

(P2016-143580A)

(43) 公開日 平成28年8月8日(2016.8.8)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01M 10/0587 (2010.01)	H01M 10/0587	5E078
H01M 10/04 (2006.01)	H01M 10/04 W	5E082
H01G 11/84 (2013.01)	H01G 11/84	5H028
H01G 13/00 (2013.01)	H01G 13/00 361D	5H029

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2015-19178 (P2015-19178)	(71) 出願人	309042864 株式会社ジェイ・イー・ティ 岡山県浅口郡里庄町大字新庄字金山6078番
(22) 出願日	平成27年2月3日(2015.2.3)	(74) 代理人	100137800 弁理士 吉田 正義
(11) 特許番号	特許第5927623号 (P5927623)	(74) 代理人	100148253 弁理士 今枝 弘充
(45) 特許公報発行日	平成28年6月1日(2016.6.1)	(74) 代理人	100148079 弁理士 梅村 裕明
		(72) 発明者	橋本 茂樹 岡山県浅口郡里庄町新庄金山6078 株式会社ジェイ・イー・ティ内
		Fターム(参考)	5E078 AA15 LA07 LA08 5E082 AB10 MM32 MM35 MM37 最終頁に続く

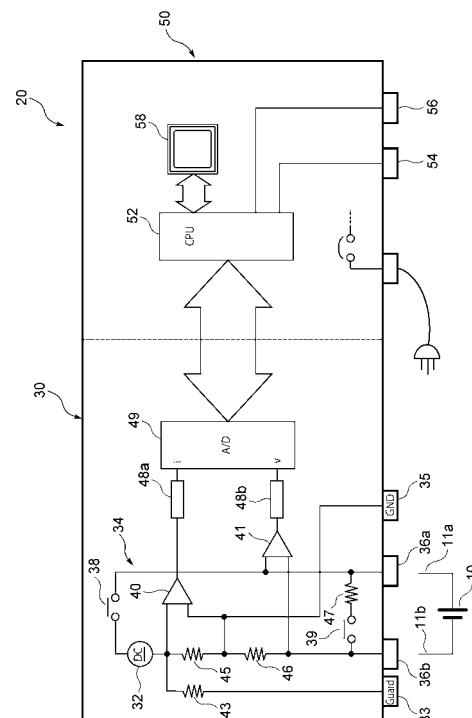
(54) 【発明の名称】 蓄電装置の製造方法、構造体の検査装置

(57) 【要約】

【課題】 予め設定した参照値を用いずに、集電体の良否を判定することができる蓄電装置の製造方法、及び集電体の検査装置を提供する。

【解決手段】 一対の電極と前記一対の電極の間に配置されたセパレータとを含む集電体10を検査する検査装置20であって、前記一対の電極の間に印加する一定の検査用電圧を発生する直流定電圧発生器32、および前記検査用電圧の印加に伴う前記一対の電極の間の電気特性を検出する検出回路34を含む測定部30と、検出された前記電気特性に基づき、前記集電体10の良否を判定する処理部50とを備え、前記処理部50は、前記検査用電圧を印加した直後から前記電気特性が一定になるまでに、時間変化量(Δt)に対する特性値変化量(ΔX)の比(ΔX/Δt)が0以上の値から負の値に変化する点が2点以上観測された場合に、前記集電体10を不良品と判定することを特徴とする。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

一対の電極と前記一対の電極の間に配置されたセパレータとを含む集電体を検査する工程を含む蓄電装置の製造方法であって、

前記集電体を検査する工程では、

前記一対の電極の間に一定の検査用電圧を印加しつつ、前記検査用電圧の印加に伴う前記一対の電極の間の電気特性を所定の間隔で測定し、

前記検査用電圧を印加した直後から前記電気特性が一定になるまでに、時間変化量 (Δt) に対する特性値変化量 (ΔX) の比 ($\Delta X / \Delta t$) が 0 以上の値から負の値に変化する点が 2 点以上観測された場合に、前記集電体を不良品と判定することを特徴とする蓄電装置の製造方法。

10

【請求項 2】

一対の電極と前記一対の電極の間に配置されたセパレータとを含む集電体を検査する検査装置であって、

前記一対の電極の間に印加する一定の検査用電圧を発生する直流定電圧発生器、および前記検査用電圧の印加に伴う前記一対の電極の間の電気特性を検出する検出回路を含む測定部と、

検出された前記電気特性に基づき、前記集電体の良否を判定する処理部とを備え、

前記処理部は、前記検査用電圧を印加した直後から前記電気特性が一定になるまでに、時間変化量 (Δt) に対する特性値変化量 (ΔX) の比 ($\Delta X / \Delta t$) が 0 以上の値から負の値に変化する点が 2 点以上観測された場合に、前記集電体を不良品と判定することを特徴とする検査装置。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、蓄電装置の製造方法および集電体の検査装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

電池等の蓄電装置は、セパレータを介して配置された正極および負極を含む集電体を備えている。集電体の不良は蓄電装置の不良につながることから、蓄電装置の製造においては、正極と負極間に短絡や開放などの異常事象が内部に発生した集電体を検出することが求められる。

30

【0003】

一般的には、集電体の内部に生じた異常事象の検出は、メガオームテスターなどを用いて絶縁抵抗を測定することにより行われている。メガオームテスターを用いた場合には、検査用電圧印加後の電流値が収束する直前の限られた時間帯における抵抗値に基づいて、合否判定が行われる。具体的には、集電体に直流電圧を印加して、一定時間後の印加電圧値と流れる電流値とを測定し、測定された印加電圧値と電流値とから抵抗値が算出される。合否判定に用いられるのは、こうして算出された一定時間後の抵抗値であるため、メガオームテスターを用いた場合には、集電体の検査途中に発生した異常事象を完全に検出することは困難である。

40

【0004】

集電体のような二次電池前駆体に検査用電圧を印加しながら、検査用電圧の印加に伴って流れる電流を所定時間ごとに測定して、正極と負極間の異常事象を検出する方法が提案されている（例えば、特許文献 1）。これにおいては、測定された結果を、予め設定された参照値に基づく許容範囲と比較して、この許容範囲を超える値となった場合に、当該前駆体を不良品と判定している。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0005】**

50

【特許文献 1】特許第 4 3 1 3 6 2 5 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記特許文献 1 に記載の方法では、上述したような許容範囲との比較を行うために、良品について得られた参照値が予め必要とされる。しかも、特許文献 1 に記載の方法では、直流電圧発生器や電流、電圧検出器は、各々、別個の機器を準備して行う必要がある。

【0007】

そこで、本発明は、予め設定した参照値を用いずに、集電体の良否を判定することができる蓄電装置の製造方法、及び集電体の検査装置を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係る蓄電装置の製造方法は、一対の電極と前記一対の電極の間に配置されたセパレータとを含む集電体を検査する工程を含む蓄電装置の製造方法であって、前記集電体を検査する工程では、前記一対の電極の間に一定の検査用電圧を印加しつつ、前記検査用電圧の印加に伴う前記一対の電極の間の電気特性を所定の間隔で測定し、前記検査用電圧を印加した直後から前記電気特性が一定になるまでに、時間変化量 (Δt) に対する特性値変化量 (ΔX) の比 ($\Delta X / \Delta t$) が 0 以上の値から負の値に変化する点が 2 点以上観測された場合に、前記集電体を不良品と判定することを特徴とする。

20

【0009】

本発明に係る検査装置は、一対の電極と前記一対の電極の間に配置されたセパレータとを含む集電体を検査する検査装置であって、前記一対の電極の間に印加する一定の検査用電圧を発生する直流定電圧発生器、および前記検査用電圧の印加に伴う前記一対の電極の間の電気特性を検出する検出回路を含む測定部と、検出された前記電気特性に基づき、前記集電体の良否を判定する処理部とを備え、前記処理部は、前記検査用電圧を印加した直後から前記電気特性が一定になるまでに、時間変化量 (Δt) に対する特性値変化量 (ΔX) の比 ($\Delta X / \Delta t$) が 0 以上の値から負の値に変化する点が 2 点以上観測された場合に、前記集電体を不良品と判定することを特徴とする。

【発明の効果】

30

【0010】

本発明によれば、一対の電極と前記一対の電極の間に配置されたセパレータとを含む集電体を検査する工程において、一対の電極の間に一定の検査用電圧を印加しつつ前記検査用電圧の印加に伴う前記一対の電極の間の電気特性を所定の間隔で測定する。時間変化量 (Δt) に対する特性値変化量 (ΔX) の比 ($\Delta X / \Delta t$) に着目して、検査用電圧を印加した直後から前記電気特性が一定になるまでに、この比 ($\Delta X / \Delta t$) 0 以上の値から負の値に変化する点が 2 点以上観測された場合に、集電体は不良品であると判定している。このため、不良品を判定するための良品に基づく参照値は不要であり、集電体の内部の短絡や開放を簡便に検出して、信頼性の高い蓄電装置を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0011】

【図 1】本実施形態に係る検査装置で検査される集電体の一例を模式的に示す図である。

【図 2】巻回型構造の集電体を作製するための積層体を示す断面図である。

【図 3】本実施形態に係る集電体の検査装置の制御構成を示すブロックダイアグラムである。

【図 4】良品の集電体の電流波形の一例を示す図である。

【図 5】良品の集電体の電圧波形の一例を示す図である。

【図 6】不良品の集電体の電流波形の一例を示す図である。

【図 7】不良品の集電体の電圧波形の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 1 2 】

以下、図面を参照して本発明に係る実施形態について詳細に説明する。

【 0 0 1 3 】

1. 全体構成

(集電体)

まず、本実施形態に係る検査装置に適用される集電体について説明する。集電体としては、例えば、図 1 に示すような巻回型構造の集電体 10 を用いることができる。集電体 10 は、図 2 に示すように、帯状のセパレータ 16 を介して帯状の正極 12 と負極 14 とを積層して積層体 10a を形成し、この積層体 10a を巻き取り心を中心にして多数回巻回した後、巻き取り心除去して作製される。集電体 10 には、正極リード 11a および負極リード 11b が設けられている。正極リードの 11a 一端は正極 12 に接続され、負極リード 11b の一端は負極 14 に接続されている。

10

【 0 0 1 4 】

(検査装置)

本実施形態の集電体 10 の検査装置について説明する。図 3 において、20 は全体として検査装置を示し、測定部 30 と処理部 50 とを含む。測定部 30 は、処理部 50 から送出された測定指示信号に基づき、正極 12 および負極 14 間の電気特性を測定し、測定信号を処理部 50 へ出力する。処理部 50 は、測定部 30 から出力された測定信号に基づき、集電体 10 の良否を判定する。

【 0 0 1 5 】

測定部 30 は、直流定電圧発生器 32、電流検出回路 34、2つの端子 36a、36b、ガード電極 33 および GND 電極 35 を備えている。2つの端子 36a、36b には、集電体 10 の正極リード 11a、負極リード 11b が接続される。直流定電圧発生器 32 は、50 ~ 1000 V の電圧を印加することができる。

20

【 0 0 1 6 】

一方の端子 36b は、抵抗 46、45 を介して直流定電圧発生器 32 に接続されている。直流定電圧発生器 32 は、電圧発生スイッチ 38 の一端に接続されている。他方の端子 36a は、オペアンプ 41 の反転入力端子および電圧発生スイッチ 38 の他端に接続されている。このオペアンプ 41 の非反転入力端子は一方の端子 36 に接続されている。オペアンプ 41 は、出力端子がフィルター 48b を介してアナログ / デジタル (A / D) 変換器 49 に接続されている。端子 36a、36b 間には、放電用スイッチ 39 と抵抗 47 が直列に接続されている。

30

【 0 0 1 7 】

ガード電極 33 は、抵抗 43 を介してオペアンプ 40 の反転入力端子に接続されている。このオペアンプ 40 の非反転入力端子は GND 電極 35 に接続されている。オペアンプ 40 は、出力端子がフィルター 48a を介してアナログ / デジタル (A / D) 変換器 49 に接続されている。アナログ / デジタル (A / D) 変換器 49 は、オペアンプ 40、41 から出力されたアナログの出力信号を所定の時間間隔 (以下、測定間隔という) でサンプリングしてデジタルの測定信号に変換して処理部 50 へ出力する。

【 0 0 1 8 】

測定部 30 は、集電体 10 に検査用電圧を印加し、検査用電圧の印加に伴う正極 12 および負極 14 間の電気特性、本実施形態の場合、正極 12 および負極 14 間に流れる電流値を、所定の検査時間が終了するまで測定する。そして測定部 30 は、測定された電流値を測定信号として処理部 50 に出力する。

40

【 0 0 1 9 】

処理部 50 は、制御部 52 とタッチパネル 58 とを備えている。制御部 52 は、CPU (Central Processing Unit) や ROM (Read Only Memory) 及び RAM (Random Access Memory) 等を含み、検査装置 20 全体を統括的に制御する。タッチパネル 58 は、検査パラメータの設定、状態表示、測定結果および検査結果の表示などの機能を備えている。

【 0 0 2 0 】

50

タッチパネル 58 において設定される検査パラメータとしては、例えば、集電体 10 に印加される検査用電圧、電流値の測定間隔、および検査時間が挙げられる。検査用電圧は、集電体 10 のタイプに応じて適宜設定することができるが、一般的には 50 ~ 750 V 程度である。電流値の測定間隔は、1 μ sec ~ 1 msec 程度の間で適宜設定することができる。より精度の高い測定結果を得るためには、1 msec 以下で電流値を測定することが好ましい。検査時間は、集電体 10 のタイプによって異なるが、通常、数 msec ~ 10 sec 程度である。

【0021】

上記のように構成された制御部 52 は、測定部 30 から出力された測定信号を受け取ると、良否判定処理を行う。まず制御部 52 は、測定信号に基づき、測定開始から検査時間の終了まで所定の測定間隔における、特性値変化量としての電流値変化量 ($\Delta I = I_{n+1} - I_n$) を求める (n は整数)。次いで制御部 52 は、電流値が測定された測定間隔を時間変化量 (Δt) として、時間変化量 (Δt) に対する電流変化量 (ΔI) の比 ($\Delta I / \Delta t$) を順次求める。そして制御部 52 は、時間変化量 (Δt) に対する電流変化量 (ΔI) の比 ($\Delta I / \Delta t$) が 0 以上の値から負の値に変化した回数を計測する。測定開始から測定時間が終了するまでの間に、比 ($\Delta I / \Delta t$) が 0 以上の値から負の値に変化した回数が 2 回以上であった場合、制御部 52 は、検査対象である集電体 10 が不良品であると判定する。制御部 52 は、判定結果に基づき、判定信号を生成し、タッチパネル 58 に出力する。タッチパネル 58 は、判定信号に基づき、判定結果を表示し得る。

【0022】

またタッチパネル 58 は、測定部 30 において測定された時間 t の経過における電流値 I の変化を表す電流波形を表示することができる。集電体 10 が不良品であると判定された場合には、電流波形は、異常事象を反映した一時的な変動を含む異常波形として表示することができる。設定によっては、タッチパネル 58 は、検査した集電体 10 を良品と判定した場合、その電流波形を表示することもできる。タッチパネル 58 は、異常波形における一時的な変動を拡大して表示する機能を備えることができる。

【0023】

測定部 30 から出力される測定信号、および制御部 52 から出力される判定信号は、インターフェース 54, 56 を介して外部機器 (図示しない) へ出力することができる。外部機器へ出力された測定信号は、メモリーカード等の媒体に複写することができる。この場合には、一定間隔で測定された電流値を、検査装置 20 とは別のコンピュータで確認することができる。

【0024】

2. 動作および効果

上記のように構成された検査装置 20 の動作および効果について説明する。一対の端子 36a, 36b に集電体 10 の正極 12 および負極 14 を、正極リード 11a および負極リード 11b を介して接続し、検査を開始する。まず測定部 30 は、処理部 50 から送出された測定指示信号に基づき、所定の検査用電圧を正極 12 および負極 14 間に印加する。検査用電圧が印加されると、正極 12 と負極 14 に電荷が溜り、電流が流れる。当該電流は、検査用電圧の印加直後から大きくなり、正極 12 と負極 14 に十分電荷が溜まると、徐々に小さくなり、一定になる。例えば、正極 12 と負極 14 との間に短絡や開放といった異常事象のない良品の集電体 10 の場合には、図 4 に示すように、電圧印加後、時間 $t = t_{peak}$ においてピーク電流値 I_{peak} が観測される。ピーク電流値 I_{peak} に達した後、電流値は減少し続け、微小な電流値が流れ続けたあと、やがてゼロになる。

【0025】

測定部 30 は、検査用電圧を印加すると同時に、検査用電圧を印加したことに伴う正極 12 および負極 14 間に流れる電流値を測定し、測定信号として処理部 50 へ出力する。

【0026】

処理部 50 は測定信号に基づき時間変化量 (Δt) に対する電流変化量 (ΔI) の比 ($\Delta I / \Delta t$) を順次求める。図 4 に示した電流波形においては、電圧印加後、 $t < t_{peak}$

10

20

30

40

50

の時間では、時間変化量 (Δt) に対する電流値変化量 (ΔI) の比 ($\Delta I / \Delta t$) は 0 以上の値である。一方、それ以降の $t_{peak} < t < t_e$ の時間では、時間変化量 (Δt) に対する電流値変化量 (ΔI) の比 ($\Delta I / \Delta t$) は負の値である。図 4 に示した電流波形においては、比 ($\Delta I / \Delta t$) が 0 以上の値から負の値に変化する点は 1 点のみである。

【0027】

こうした電流波形を示す良品の集電体 10 の場合、測定される電圧は、図 5 に示すように、検査用電圧の印加開始から徐々に増加し、所定の時間で最大電圧値 V_{max} に到達する。最大電圧値 V_{max} は、印加された検査用電圧値とほぼ等しい値である。電圧値は、図示するように検査用電圧の印加が終了するまでは変化せずに一定値 (V_{max}) を示す。

【0028】

一方、同様の構成の集電体 10 であっても、正極 12 と負極 14 間に短絡または開放といった異常事象が検査中に生じた場合、同様にして得られる電流波形には、例えば、図 6 に示すような一時的な変動が生じる。図示する電流波形には、 $t = t_{a1}$ に第 1 の極大点 a 1 が表れ、 $t = t_{b1}$ に第 1 の極小点 b 1 が表れている。また、 $t = t_{b2}$ に第 2 の極小点 b 2 が表れ、 $t = t_{a2}$ に第 2 の極大点 a 2 が表れている。

【0029】

極大点や極小点のような変動は、図 4 に示した良品の集電体 10 の電流波形には存在しない。図 6 に示す電流波形に発生した極大点 a 1, a 2 は、集電体 10 の正極 12 と負極 14 間に短絡が生じたことを反映している。一方、極小点 b 1, b 2 は、集電体 10 の正極 12 と負極 14 間に開放が生じたことを反映している。なお、集電体 10 の正極 12 と負極 14 間の開放状態が続いた場合には、電流値がゼロとなる。電流値がゼロの状態が所定時間以上経過した場合、集電体 10 の開放状態を確認することもできる。

【0030】

このように、電流波形に発生した変動から、集電体 10 内部に短絡または開放といった異常事象が生じたことを確認することができる。具体的には、電流波形における極大点から、集電体 10 内の正極 12 と負極 14 間に短絡が生じたことを確認することができ、極小点からは、集電体 10 内の正極 12 と負極 14 間に開放が生じたことを確認することができる。

【0031】

図 6 に示した電流波形において、第 1 の極大点 a 1 が生じた $t = t_{a1}$ の前後に着目すると、時間変化量 (Δt) に対する電流値変化量 (ΔI) の比 ($\Delta I / \Delta t$) は、 $t < t_{a1}$ では 0 以上の値であり、 $t > t_{a1}$ では負の値となる。時間変化量 (Δt) に対する電流値変化量 (ΔI) の比 ($\Delta I / \Delta t$) は、 $t = t_{a1}$ において 0 以上の値から負の値に変化している。第 2 の極大点 a 2 が生じた $t = t_{a2}$ においても同様に、時間変化量 (Δt) に対する電流値変化量 (ΔI) の比 ($\Delta I / \Delta t$) は、0 以上の値から負の値に変化している。

【0032】

図 4 を参照して説明したように、良品の集電体 10 の場合には、電流波形において比 ($\Delta I / \Delta t$) が 0 以上の値から負の値に変化する点は、ピーク電流値 I_{peak} における 1 点のみである。図 6 に示す電流波形においては、この 1 点に加えて、さらに 2 点で、時間変化量 (Δt) に対する電流値変化量 (ΔI) の比 ($\Delta I / \Delta t$) が、0 以上の値から負の値に変化していることがわかる。

【0033】

このように、時間変化量 (Δt) に対する電流値変化量 (ΔI) の比 ($\Delta I / \Delta t$) が 0 以上の値から負の値に変化する点が 2 点以上観測された場合に、当該集電体 10 は不良品であると判定される。

【0034】

なお、図 6 に示した電流波形において、第 1 の極小点 b 1 が生じた $t = t_{b1}$ の前後に着目すると、 t_{b1} はピーク電流値 I_{peak} が生じる前であるので、時間変化量 (Δt) に対する電流値変化量 (ΔI) の比 ($\Delta I / \Delta t$) は、 $t < t_{b1}$ への過程において 0 以上から負

10

20

30

40

50

の値に変化している。また第2の極小点 b_2 が生じた $t = t_{b_2}$ は、ピーク電流値 I_{peak} が生じた後であるので、第2の極小点 b_2 から復帰する過程において、時間変化量 (Δt) に対する電流値変化量 (ΔI) の比 $(\Delta I / \Delta t)$ は、0以上の値から負の値に変化している。このように極小点が生じた場合でも、極大点が生じた場合と同様に、時間変化量 (Δt) に対する電流値変化量 (ΔI) の比 $(\Delta I / \Delta t)$ が0以上の値から負の値に変化する点が2点以上観測された場合に、当該集電体10は不良品であると判定することができる。

【0035】

以上において、民生用リチウムイオン二次電池等の小型電池に含まれる集電体10について説明したが、車載用リチウムイオン二次電池等の大型電池に含まれる集電体10の場合も同様である。

10

【0036】

本実施形態に係る検査装置は、電流波形を観測して、時間変化量 (Δt) に対する電流値変化量 (ΔI) の比 $(\Delta I / \Delta t)$ が0以上の値から負の値に変化する点によって、集電体10の良否を判定することとしたので、予め設定された参照値を用いることなく、当該集電体10を検査することができる。

【0037】

さらに、本実施形態の検査装置20においては、制御部52は、電流波形における所定のパラメータの値を、予め設定された閾値と比較するという付属機能を備えてもよい。例えば、良品の集電体10の電流波形においては、図4に示すようにピーク電流値 I_{peak} がピーク電流発生時間 t_{peak} に表れる。この場合、検査用電圧印加から検査終了時点 t_e までの電流面積 S_I は、図中の斜線で示す領域の面積となる。

20

【0038】

付属機能を用いる場合には、良品の集電体10の電流波形におけるピーク電流値 I_{peak} 、ピーク電流発生時間 t_{peak} 、および電流面積 S_I といった各パラメータを基準値とし、各パラメータについて、許容される上限値および下限値を閾値として予め設定する。良品の集電体10とは、例えば、初期の電池特性および充放電サイクルを50サイクル以上行っても特性に問題が無かった集電体10である。また、各パラメータの基準値とは、複数個の良品の集電体10を測定することによって得られた複数個の充電電流波形を、平均化して得られた値とすることができる。

30

【0039】

ピーク電流値 I_{peak} については、上限値 I_{upper} と下限値 I_{lower} とを設定し、ピーク電流発生時間 t_{peak} については、上限値 t_{upper} と下限値 t_{lower} とを設定する。さらに、電流面積 S_I については、上限値 S_{upper} と下限値 S_{lower} とを設定する。各パラメータにおいて許容される上限値および下限値は、集電体10のタイプ等に応じて適宜設定することができる。上限値および下限値からなる閾値は、処理部50のタッチパネル58において検査パラメータとして設定することができる。設定された閾値は、制御部52の記憶部に記憶される。

【0040】

制御部52の記憶部は、ピーク電流値 I_{peak} およびその閾値(上限値 I_{upper} 、下限値 I_{lower})、ピーク電流発生時間 t_{peak} およびその閾値(上限値 t_{upper} 、下限値 t_{lower})、電流面積 S_I およびその閾値(上限値 S_{upper} および下限値 S_{lower})を、予め保持していてもよい。この場合には、測定部30において複数個の良品について測定した際、得られた複数個の結果が測定信号として処理部50に出力され、制御部50における制御部52の記憶部に記憶される。制御部52は、複数個の測定結果を平均して各基準値(ピーク電流値 I_{peak} 、ピーク電流発生時間 t_{peak} 、電流面積 S_I)を求め、複数個の測定結果に基づいて閾値を設定して記憶部に記憶する。

40

【0041】

制御部52は、測定結果から得られたピーク電流値、ピーク電流発生時間、あるいは電流面積の値を各閾値と比較して、閾値から外れた場合にも当該集電体10が不良品である

50

と判定する。

【0042】

以上のようにして検査された集電体10は、蓄電装置としてリチウムイオン電池に適用することができる。例えば、検査で良品と判定された集電体10を、非水電解液とともに外装缶内に配置する。そして、外装缶を密閉する。このようにしてリチウムイオン電池が製造される。なお、集電体10の検査は、集電体10を外装缶に収納した後、電解液を外装缶内に注入する前に行ってもよい。

【0043】

本実施形態の製造方法によれば、内部に短絡や開放事象の生じた不良品の集電体10を検出し、良品の集電体10を用いて蓄電装置を生産するので、蓄電装置の信頼性および生産性を向上することができる。

【0044】

3. 変形例

本実施形態の検査装置20で検査される集電体10として、巻回型構造の例を挙げて説明したが、これに限定されない。セパレータ16を挟んで複数の正極12と複数の負極14とを交互に積層して構成された積層型構造の集電体を用いることもできる。

【0045】

なお、本実施形態で説明した電池は本発明の方法で製造される蓄電装置の一例であり、本発明はこれに限定されない。蓄電装置としては、例えば、リチウムイオン電池、リチウムイオンキャパシタ、コンデンサ、およびニッケル電池等が挙げられる。

【0046】

本実施形態の製造方法における集電体10を検査する工程においては、時間変化量(Δt)に対する電流変化量(ΔI)の比($\Delta I / \Delta t$)を調べ、比($\Delta I / \Delta t$)が0以上の値から負の値に変化する点が2点以上観測された場合に、当該集電体10を不良品と判定することとしている。電流波形において、ピーク電流値 I_{peak} とは別に一時的な変動が観測された場合、当該集電体10は不良品である。

【0047】

電流波形における一時的な変動は、例えば、 n 番目(n は正数)に測定された電流値 I_n を、 $n-1$ 番目に測定された電流値 I_{n-1} 、および $n+1$ 番目に測定された電流値 I_{n+1} と比較することによって確認することとしてもよい。具体的には、電流値 I_{n-1} と電流値 I_n との変化量を ΔI_n として、電流値 I_n と電流値 I_{n+1} との変化量を ΔI_{n+1} とする。変化量 ΔI_n に対して変化量 ΔI_{n+1} が200%以上増減した場合には、電流波形に一時的な変動が生じたと判断することができる。あるいは、 n 番目に測定された電流値 I_n を、 $n-2$ 番目に測定された電流値 I_{n-2} 、および $n+2$ 番目に測定された電流値 I_{n+2} を上述と同様の要領で比較して、その結果に基づいて同様に判断してもよい。

【0048】

さらに、例えば指数平滑移動平均を採用して電流波形の移動平均値を算出し、それに基づいて一時的な変動を確認することとしてもよい。具体的には、 $n+3$ 番目に測定された電流値 I_{n+3} と、 $n+2$ 番目に測定された電流値 I_{n+2} と、 $n+1$ 番目に測定された電流値 I_{n+1} と、 n 番目に測定された電流値 I_n との平均を求めて、平均電流値 I_{av1} とする。また、 $n+4$ 番目に測定された電流値 I_{n+4} と、 $n+3$ 番目に測定された電流値 I_{n+3} と、 $n+2$ 番目に測定された電流値 I_{n+2} と、 $n+1$ 番目に測定された電流値 I_{n+1} との平均を求めて、平均電流値 I_{av2} とする。さらに、 $n+5$ 番目に測定された電流値 I_{n+5} と、 $n+4$ 番目に測定された電流値 I_{n+4} と、 $n+3$ 番目に測定された電流値 I_{n+3} と、 $n+2$ 番目に測定された電流値 I_{n+2} との平均を求めて、平均電流値 I_{av3} とする。

【0049】

平均電流値 I_{av1} と平均電流値 I_{av2} との変化量 ΔI_{av1} とし、平均電流値 I_{av2} と平均電流値 I_{av3} との変化量 ΔI_{av2} とする。 ΔI_{av1} に対して ΔI_{av2} が200%以上増減した場合には、電流波形に一時的な変動が生じたと判断することができる。なお、平均値を求める電流値の数は、4つに限定されず、適宜設定すればよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 0 】

平均値としては、 n 番目に測定された電流値 I_n と、 $n - j$ 番目 (j は正数) に測定された電流値 I_{n-j} と、 $n + j$ 番目 (j は正数) に測定された電流値 I_{n+j} との平均値を用いてもよい。この場合、 j の値は任意に設定することができる。

【 0 0 5 1 】

あるいは、 $n + 3$ 番目に測定された電流値 I_{n+3} を、 $n + 2$ 番目に測定された電流値 I_{n+2} と、 $n + 1$ 番目に測定された電流値 I_{n+1} と、 n 番目に測定された電流値 I_n との平均電流値 I_{av3} と比較してもよい。上述の場合と同様、平均電流値 I_{av3} に対して電流値 I_{n+3} が 200 % 以上増減した場合には、電流波形に一時的な変動が生じたと判断することができる。このように、電流波形における一時的な変動は、任意の手法によって調べることが可能である。電流波形に一時的な変動が生じたと判断する変化量の増減 (%) は、200 % に固定されるものではない。不良と判断する範囲に応じて、適宜設定することができる。また、変化量の増減 (%) ではなく、変化量の絶対値で比較して、電流波形における一時的な変動を判断してもよい。

【 0 0 5 2 】

上述したような手法で電流波形の一時的な変動を調べるには、例えば、検査装置 20 の処理部 50 におけるタッチパネル 58 において、電流値の比較に用いられる所定のパラメータが、検査パラメータとして設定される。

【 0 0 5 3 】

図 3 に示した検査装置 20 の測定部 30 では、電気特性として電流値を用いる場合について説明したが、電圧値を用いることもできる。この場合には、検査装置 20 の処理部 50 におけるタッチパネル 58 には、電圧波形を表示することができる。例えば、図 6 に示した電流波形を示す集電体 10 の場合には、集電体 10 の正極 12 と負極 14 間の短絡は、図 7 に示すように電圧波形の時間 t_{a1} 、 t_{a2} における極小点 $c1$ 、 $c2$ として表れる。

【 0 0 5 4 】

図 7 では、極小点を除く電圧波形において時間変化量 (Δt) に対する電圧変化量 (ΔV) の比 ($\Delta V / \Delta t$) が 0 以上の値から負の値に変化する点は 1 点である。そして各極小点に至る過程において、比 ($\Delta V / \Delta t$) が 0 以上の値から負の値に変化している。したがって電圧値を用いた場合、上記実施形態と同様に、比 ($\Delta V / \Delta t$) が 0 以上の値から負の値に変化する点が 2 点以上の場合、集電体 10 を不良と判定することができるので、上記実施形態と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 5 5 】

電流波形を表示する場合と同様、タッチパネル 58 は、検査した集電体 10 を良品と判断した場合、その電圧波形を表示することもできる。また、測定信号としての電圧値は、電流値の場合と同様、外部機器へ出力することができる。さらには、所定の媒体に複写して、一定期間で測定された電圧を、検査装置 20 とは別のコンピュータで確認することができる。

【 0 0 5 6 】

なお、集電体 10 の正極 12 と負極 14 間の短絡状態が続いた場合には、電圧値がゼロとなる。電圧値がゼロの状態が所定時間以上経過した場合、集電体 10 の短絡状態を確認することもできる。

【 0 0 5 7 】

集電体 10 の正極 12 と負極 14 間の短絡状態または開放状態が復帰しない場合には、集電体 10 の内部抵抗値を測定することによって、検出することもできる。電流波形および電圧波形の場合と同様、良品に基づく参照値は必要とされない。抵抗波形の異常な変化を捉えることによって、集電体 10 の不良を判定することも可能である。

【 0 0 5 8 】

本実施形態の蓄電装置の製造方法においては、集電体 10 を検査装置 20 で検査する前に、プレス機等で一定の力で圧力をかけて、正極 12 と負極 14 との間の極間距離を一定にすることができる。集電体 10 において、正極 12 とセパレータ 16 との間、あるいは

セパレータ 16 と負極 14 と間に異物が混入した場合には、正極 12 と負極 14 との間の極間距離が正常の範囲から逸脱することがある。電極バリが発生した際にも、極間距離に異常が生じる。極間距離が異常に長い場合、または異常に短い場合には、集電体 10 の静電容量に差異が生じてしまう。

【 0 0 5 9 】

集電体 10 をプレスすることによって、正極 12 と負極 14 との間の極間距離を一定にして、正確な静電容量を得ることができる。プレスの際の圧力は、集電体 10 のタイプに応じて適宜設定することができるが、一般的には、1 ～ 3 , 0 0 0 P a 程度とすることができる。

【 符号の説明 】

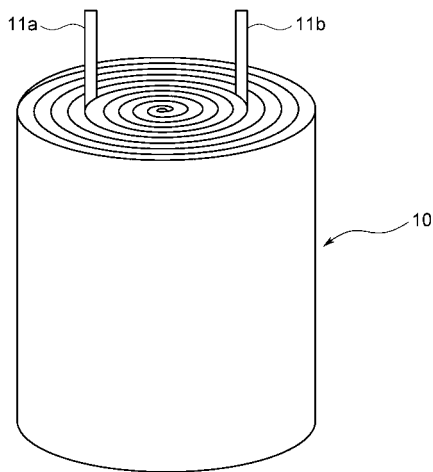
【 0 0 6 0 】

- 10 集電体
- 11 a 正極リード
- 11 b 負極リード
- 12 正極
- 14 負極
- 16 セパレータ
- 20 検査装置
- 30 測定部
- 50 処理部

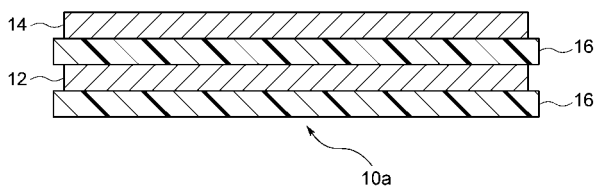
10

20

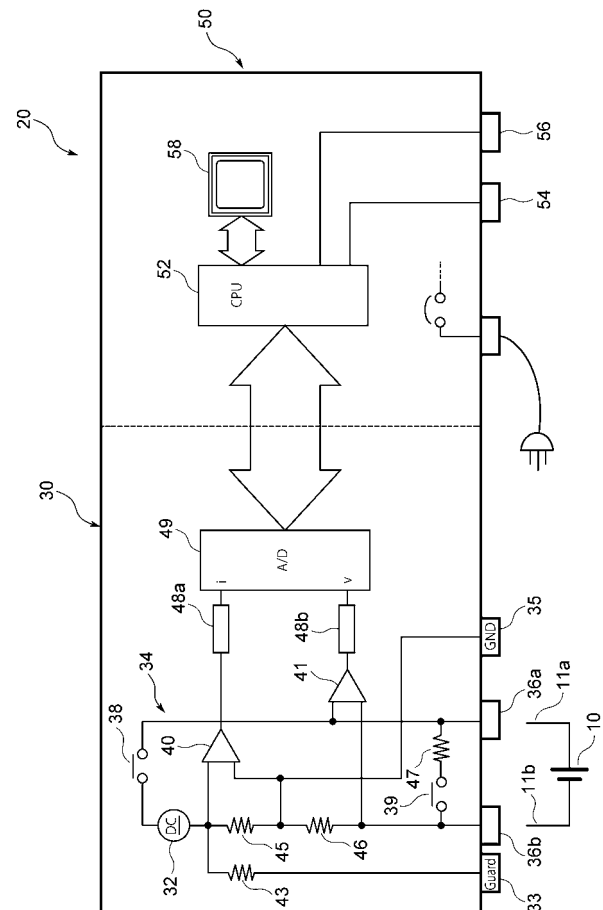
【 図 1 】



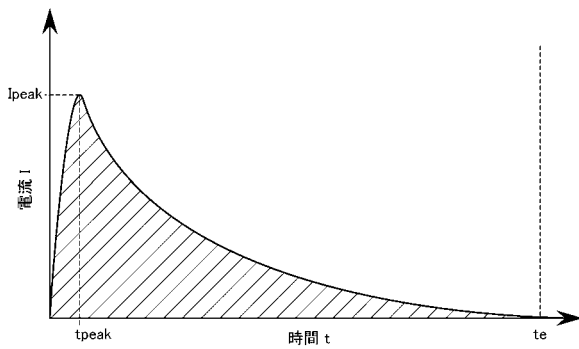
【 図 2 】



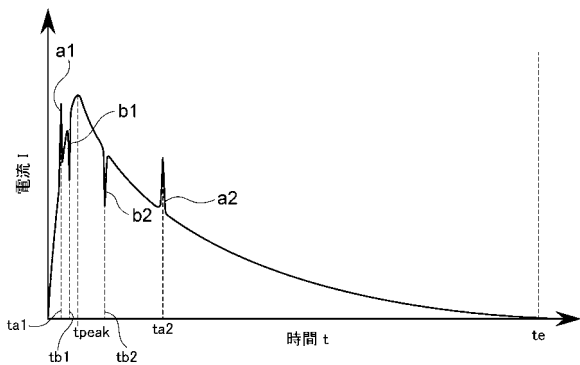
【 図 3 】



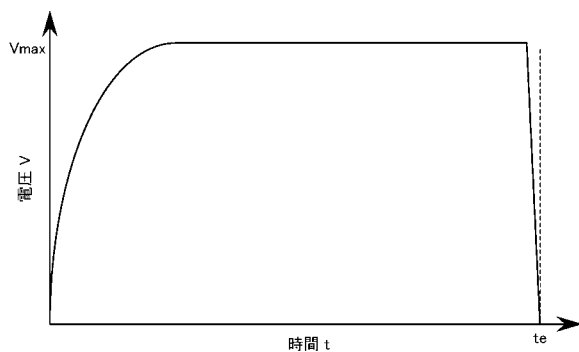
【図 4】



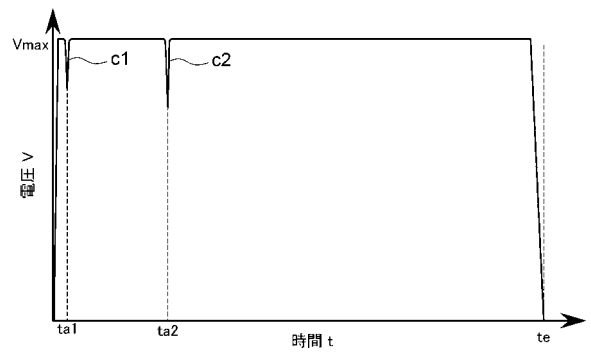
【図 6】



【図 5】



【図 7】



【手続補正書】

【提出日】平成27年12月9日(2015.12.9)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一対の電極と前記一対の電極の間に配置されたセパレータとを含む構造体を検査する工程を含む蓄電装置の製造方法であって、

前記構造体を検査する工程では、

前記一対の電極の間に一定の検査用電圧を印加しつつ、前記検査用電圧の印加に伴う前記一対の電極の間の電流値を所定の間隔で測定し、

前記検査用電圧を印加した直後から前記電流値が一定になるまでに、時間変化量 (Δt) に対する電流値変化量 (ΔI) の比 ($\Delta I / \Delta t$) が 0 以上の値から負の値に変化する点が 2 点以上観測された場合に、前記構造体を不良品と判定する工程と、

時間 t の経過における電流値 I の変化を表す電流波形において、ピーク電流値 I_{peak} 、ピーク電流発生時間 t_{peak} 、および電流面積 S_I のいずれか 1 つが、上限値と下限値とを有する予め設定された閾値から外れた場合に、前記構造体を不良品と判定する付属工程とを有することを特徴とする蓄電装置の製造方法。

【請求項 2】

一対の電極と前記一対の電極の間に配置されたセパレータとを含む構造体を検査する検査装置であって、

前記一対の電極の間に印加する一定の検査用電圧を発生する直流定電圧発生器、および

前記検査用電圧の印加に伴う前記一対の電極の間の電流値を検出する検出回路を含む測定部と、

検出された前記電流値に基づき、前記構造体の良否を判定する処理部とを備え、

前記処理部は、

前記検査用電圧を印加した直後から前記電流値が一定になるまでに、時間変化量 (Δt) に対する電流値変化量 (ΔI) の比 ($\Delta I / \Delta t$) が 0 以上の値から負の値に変化する点が 2 点以上観測された場合に、前記構造体を不良品と判定する機能と、

時間 t の経過における電流値 I の変化を表す電流波形において、ピーク電流値 I_{peak} 、ピーク電流発生時間 t_{peak} 、および電流面積 S_I のいずれか 1 つが、上限値と下限値とを有する予め設定された閾値から外れた場合に、前記構造体を不良品と判定する付属機能とを有することを特徴とする検査装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、蓄電装置の製造方法および構造体の検査装置に関する。

【背景技術】

【0002】

電池等の蓄電装置は、セパレータを介して配置された正極および負極を含む構造体を備えている。構造体の不良は蓄電装置の不良につながることから、蓄電装置の製造においては、正極と負極間に短絡や開放などの異常事象が内部に発生した構造体を検出することが求められる。

【0003】

一般的には、構造体の内部に生じた異常事象の検出は、メガオームテスターなどを用いて絶縁抵抗を測定することにより行われている。メガオームテスターを用いた場合には、検査用電圧印加後の電流値が収束する直前の限られた時間帯における抵抗値に基づいて、合否判定が行われる。具体的には、構造体に直流電圧を印加して、一定時間後の印加電圧値と流れる電流値とを測定し、測定された印加電圧値と電流値とから抵抗値が算出される。合否判定に用いられるのは、こうして算出された一定時間後の抵抗値であるため、メガオームテスターを用いた場合には、構造体の検査途中に発生した異常事象を完全に検出することは困難である。

【0004】

構造体のような二次電池前駆体に検査用電圧を印加しながら、検査用電圧の印加に伴って流れる電流を所定時間ごとに測定して、正極と負極間の異常事象を検出する方法が提案されている（例えば、特許文献 1）。これにおいては、測定された結果を、予め設定された参照値に基づく許容範囲と比較して、この許容範囲を超える値となった場合に、当該前駆体を不良品と判定している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特許第 4313625 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記特許文献 1 に記載の方法では、上述したような許容範囲との比較を行うために、良品について得られた参照値が予め必要とされる。しかも、特許文献 1 に記

載の方法では、直流電圧発生器や電流、電圧検出器は、各々、別個の機器を準備して行う必要がある。

【 0 0 0 7 】

そこで、本発明は、予め設定した参照値を用いずに、構造体の良否を判定することができる蓄電装置の製造方法、及び構造体の検査装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明に係る蓄電装置の製造方法は、一对の電極と前記一对の電極の間に配置されたセパレータとを含む構造体を検査する工程を含む蓄電装置の製造方法であって、前記構造体を検査する工程では、前記一对の電極の間に一定の検査用電圧を印加しつつ、前記検査用電圧の印加に伴う前記一对の電極の間の電気特性を所定の間隔で測定し、前記検査用電圧を印加した直後から前記電気特性が一定になるまでに、時間変化量 (Δt) に対する特性値変化量 (ΔX) の比 ($\Delta X / \Delta t$) が 0 以上の値から負の値に変化する点が 2 点以上観測された場合に、前記構造体を不良品と判定することを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

本発明に係る検査装置は、一对の電極と前記一对の電極の間に配置されたセパレータとを含む構造体を検査する検査装置であって、前記一对の電極の間に印加する一定の検査用電圧を発生する直流定電圧発生器、および前記検査用電圧の印加に伴う前記一对の電極の間の電気特性を検出する検出回路を含む測定部と、検出された前記電気特性に基づき、前記構造体の良否を判定する処理部とを備え、前記処理部は、前記検査用電圧を印加した直後から前記電気特性が一定になるまでに、時間変化量 (Δt) に対する特性値変化量 (ΔX) の比 ($\Delta X / \Delta t$) が 0 以上の値から負の値に変化する点が 2 点以上観測された場合に、前記構造体を不良品と判定することを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、一对の電極と前記一对の電極の間に配置されたセパレータとを含む構造体を検査する工程において、一对の電極の間に一定の検査用電圧を印加しつつ前記検査用電圧の印加に伴う前記一对の電極の間の電気特性を所定の間隔で測定する。時間変化量 (Δt) に対する特性値変化量 (ΔX) の比 ($\Delta X / \Delta t$) に着目して、検査用電圧を印加した直後から前記電気特性が一定になるまでに、この比 ($\Delta X / \Delta t$) 0 以上の値から負の値に変化する点が 2 点以上観測された場合に、構造体は不良品であると判定している。このため、不良品を判定するための良品に基づく参照値は不要であり、構造体の内部の短絡や開放を簡便に検出して、信頼性の高い蓄電装置を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図 1】本実施形態に係る検査装置で検査される構造体の一例を模式的に示す図である。

【図 2】巻回型構造体の構造体を作製するための積層体を示す断面図である。

【図 3】本実施形態に係る構造体の検査装置の制御構成を示すブロックダイアグラムである。

【図 4】良品の構造体の電流波形の一例を示す図である。

【図 5】良品の構造体の電圧波形の一例を示す図である。

【図 6】不良品の構造体の電流波形の一例を示す図である。

【図 7】不良品の構造体の電圧波形の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

以下、図面を参照して本発明に係る実施形態について詳細に説明する。

【 0 0 1 3 】

1. 全体構成

(構造体)

まず、本実施形態に係る検査装置に適用される構造体について説明する。構造体として

は、例えば、図 1 に示すような巻回型構造の構造体 10を用いることができる。構造体 10は、図 2 に示すように、帯状のセパレータ 16 を介して帯状の正極 12 と負極 14 とを積層して積層体 10a を形成し、この積層体 10a を巻き取り心を中心にして多数回巻回した後、巻き取り心除去して作製される。構造体 10には、正極リード 11a および負極リード 11b が設けられている。正極リードの 11a 一端は正極 12 に接続され、負極リード 11b の一端は負極 14 に接続されている。

【0014】

(検査装置)

本実施形態の構造体 10の検査装置について説明する。図 3 において、20 は全体として検査装置を示し、測定部 30 と処理部 50 とを含む。測定部 30 は、処理部 50 から送出された測定指示信号に基づき、正極 12 および負極 14 間の電気特性を測定し、測定信号を処理部 50 へ出力する。処理部 50 は、測定部 30 から出力された測定信号に基づき、構造体 10の良否を判定する。

【0015】

測定部 30 は、直流定電圧発生器 32、電流検出回路 34、2 つの端子 36a、36b、ガード電極 33 および GND 電極 35 を備えている。2 つの端子 36a、36b には、構造体 10の正極リード 11a、負極リード 11b が接続される。直流定電圧発生器 32 は、50 ~ 1000 V の電圧を印加することができる。

【0016】

一方の端子 36b は、抵抗 46、45 を介して直流定電圧発生器 32 に接続されている。直流定電圧発生器 32 は、電圧発生スイッチ 38 の一端に接続されている。他方の端子 36a は、オペアンプ 41 の反転入力端子および電圧発生スイッチ 38 の他端に接続されている。このオペアンプ 41 の非反転入力端子は一方の端子 36 に接続されている。オペアンプ 41 は、出力端子がフィルター 48b を介してアナログ/デジタル (A/D) 変換器 49 に接続されている。端子 36a、36b 間には、放電用スイッチ 39 と抵抗 47 が直列に接続されている。

【0017】

ガード電極 33 は、抵抗 43 を介してオペアンプ 40 の反転入力端子に接続されている。このオペアンプ 40 の非反転入力端子は GND 電極 35 に接続されている。オペアンプ 40 は、出力端子がフィルター 48a を介してアナログ/デジタル (A/D) 変換器 49 に接続されている。アナログ/デジタル (A/D) 変換器 49 は、オペアンプ 40、41 から出力されたアナログの出力信号を所定の時間間隔 (以下、測定間隔という) でサンプリングしてデジタルの測定信号に変換して処理部 50 へ出力する。

【0018】

測定部 30 は、構造体 10に検査用電圧を印加し、検査用電圧の印加に伴う正極 12 および負極 14 間の電気特性、本実施形態の場合、正極 12 および負極 14 間に流れる電流値を、所定の検査時間が終了するまで測定する。そして測定部 30 は、測定された電流値を測定信号として処理部 50 に出力する。

【0019】

処理部 50 は、制御部 52 とタッチパネル 58 とを備えている。制御部 52 は、CPU (Central Processing Unit) や ROM (Read Only Memory) 及び RAM (Random Access Memory) 等を含み、検査装置 20 全体を統括的に制御する。タッチパネル 58 は、検査パラメータの設定、状態表示、測定結果および検査結果の表示などの機能を備えている。

【0020】

タッチパネル 58 において設定される検査パラメータとしては、例えば、構造体 10に印加される検査用電圧、電流値の測定間隔、および検査時間が挙げられる。検査用電圧は、構造体 10のタイプに応じて適宜設定することができるが、一般的には 50 ~ 750 V 程度である。電流値の測定間隔は、1 μ sec ~ 1 msec 程度の間で適宜設定することができる。より精度の高い測定結果を得るためには、1 msec 以下で電流値を測定することが好ましい。検査時間は、構造体 10のタイプによって異なるが、通常、数 msec

～ 10 sec 程度である。

【0021】

上記のように構成された制御部52は、測定部30から出力された測定信号を受け取ると、良否判定処理を行う。まず制御部52は、測定信号に基づき、測定開始から検査時間の終了まで所定の測定間隔における、特性値変化量としての電流値変化量 ($\Delta I = I_{n+1} - I_n$) を求める (n は整数)。次いで制御部52は、電流値が測定された測定間隔を時間変化量 (Δt) として、時間変化量 (Δt) に対する電流変化量 (ΔI) の比 ($\Delta I / \Delta t$) を順次求める。そして制御部52は、時間変化量 (Δt) に対する電流変化量 (ΔI) の比 ($\Delta I / \Delta t$) が0以上の値から負の値に変化した回数を計測する。測定開始から測定時間が終了するまでの間に、比 ($\Delta I / \Delta t$) が0以上の値から負の値に変化した回数が2回以上であった場合、制御部52は、検査対象である構造体10が不良品であると判定する。制御部52は、判定結果に基づき、判定信号を生成し、タッチパネル58に出力する。タッチパネル58は、判定信号に基づき、判定結果を表示し得る。

【0022】

またタッチパネル58は、測定部30において測定された時間tの経過における電流値Iの変化を表す電流波形を表示することができる。構造体10が不良品であると判定された場合には、電流波形は、異常事象を反映した一時的な変動を含む異常波形として表示することができる。設定によっては、タッチパネル58は、検査した構造体10を良品と判定した場合、その電流波形を表示することもできる。タッチパネル58は、異常波形における一時的な変動を拡大して表示する機能を備えることができる。

【0023】

測定部30から出力される測定信号、および制御部52から出力される判定信号は、インターフェース54, 56を介して外部機器 (図示しない) へ出力することができる。外部機器へ出力された測定信号は、メモリーカード等の媒体に複写することができる。この場合には、一定間隔で測定された電流値を、検査装置20とは別のコンピュータで確認することができる。

【0024】

2. 動作および効果

上記のように構成された検査装置20の動作および効果について説明する。一対の端子36a, 36bに構造体10の正極12および負極14を、正極リード11aおよび負極リード11bを介して接続し、検査を開始する。まず測定部30は、処理部50から送出された測定指示信号に基づき、所定の検査用電圧を正極12および負極14間に印加する。検査用電圧が印加されると、正極12と負極14に電荷が溜り、電流が流れる。当該電流は、検査用電圧の印加直後から大きくなり、正極12と負極14に十分電荷が溜まると、徐々に小さくなり、一定になる。例えば、正極12と負極14との間に短絡や開放といった異常事象のない良品の構造体10の場合には、図4に示すように、電圧印加後、時間 $t = t_{peak}$ においてピーク電流値 I_{peak} が観測される。ピーク電流値 I_{peak} に達した後、電流値は減少し続け、微小な電流値が流れ続けたあと、やがてゼロになる。

【0025】

測定部30は、検査用電圧を印加すると同時に、検査用電圧を印加したことに伴う正極12および負極14間に流れる電流値を測定し、測定信号として処理部50へ出力する。

【0026】

処理部50は測定信号に基づき時間変化量 (Δt) に対する電流変化量 (ΔI) の比 ($\Delta I / \Delta t$) を順次求める。図4に示した電流波形においては、電圧印加後、 $t < t_{peak}$ の時間では、時間変化量 (Δt) に対する電流値変化量 (ΔI) の比 ($\Delta I / \Delta t$) は0以上の値である。一方、それ以降の $t_{peak} < t < t_e$ の時間では、時間変化量 (Δt) に対する電流値変化量 (ΔI) の比 ($\Delta I / \Delta t$) は負の値である。図4に示した電流波形においては、比 ($\Delta I / \Delta t$) が0以上の値から負の値に変化する点は1点のみである。

【0027】

こうした電流波形を示す良品の構造体10の場合、測定される電圧は、図5に示すよう

に、検査用電圧の印加開始から徐々に増加し、所定の時間で最大電圧値 V_{max} に到達する。最大電圧値 V_{max} は、印加された検査用電圧値とほぼ等しい値である。電圧値は、図示するように検査用電圧の印加が終了するまでは変化せずに一定値 (V_{max}) を示す。

【0028】

一方、同様の構成の構造体 10であっても、正極 12 と負極 14 間に短絡または開放といった異常事象が検査中に生じた場合、同様にして得られる電流波形には、例えば、図 6 に示すような一時的な変動が生じる。図示する電流波形には、 $t = t_{a1}$ に第 1 の極大点 a_1 が表れ、 $t = t_{b1}$ に第 1 の極小点 b_1 が表れている。また、 $t = t_{b2}$ に第 2 の極小点 b_2 が表れ、 $t = t_{a2}$ に第 2 の極大点 a_2 が表れている。

【0029】

極大点や極小点のような変動は、図 4 に示した良品の構造体 10 の電流波形には存在しない。図 6 に示す電流波形に発生した極大点 a_1 , a_2 は、構造体 10 の正極 12 と負極 14 間に短絡が生じたことを反映している。一方、極小点 b_1 , b_2 は、構造体 10 の正極 12 と負極 14 間に開放が生じたことを反映している。なお、構造体 10 の正極 12 と負極 14 間の開放状態が続いた場合には、電流値がゼロとなる。電流値がゼロの状態が所定時間以上経過した場合、構造体 10 の開放状態を確認することもできる。

【0030】

このように、電流波形に発生した変動から、構造体 10 内部に短絡または開放といった異常事象が生じたことを確認することができる。具体的には、電流波形における極大点から、構造体 10 内の正極 12 と負極 14 間に短絡が生じたことを確認することができ、極小点からは、構造体 10 内の正極 12 と負極 14 間に開放が生じたことを確認することができる。

【0031】

図 6 に示した電流波形において、第 1 の極大点 a_1 が生じた $t = t_{a1}$ の前後に着目すると、時間変化量 (Δt) に対する電流値変化量 (ΔI) の比 ($\Delta I / \Delta t$) は、 $t < t_{a1}$ では 0 以上の値であり、 $t > t_{a1}$ では負の値となる。時間変化量 (Δt) に対する電流値変化量 (ΔI) の比 ($\Delta I / \Delta t$) は、 $t = t_{a1}$ において 0 以上の値から負の値に変化している。第 2 の極大点 a_2 が生じた $t = t_{a2}$ においても同様に、時間変化量 (Δt) に対する電流値変化量 (ΔI) の比 ($\Delta I / \Delta t$) は、0 以上の値から負の値に変化している。

【0032】

図 4 を参照して説明したように、良品の構造体 10 の場合には、電流波形において比 ($\Delta I / \Delta t$) が 0 以上の値から負の値に変化する点は、ピーク電流値 I_{peak} における 1 点のみである。図 6 に示す電流波形においては、この 1 点に加えて、さらに 2 点で、時間変化量 (Δt) に対する電流値変化量 (ΔI) の比 ($\Delta I / \Delta t$) が、0 以上の値から負の値に変化していることがわかる。

【0033】

このように、時間変化量 (Δt) に対する電流値変化量 (ΔI) の比 ($\Delta I / \Delta t$) が 0 以上の値から負の値に変化する点が 2 点以上観測された場合に、当該構造体 10 は不良品であると判定される。

【0034】

なお、図 6 に示した電流波形において、第 1 の極小点 b_1 が生じた $t = t_{b1}$ の前後に着目すると、 t_{b1} はピーク電流値 I_{peak} が生じる前であるので、時間変化量 (Δt) に対する電流値変化量 (ΔI) の比 ($\Delta I / \Delta t$) は、 $t < t_{b1}$ への過程において 0 以上から負の値に変化している。また第 2 の極小点 b_2 が生じた $t = t_{b2}$ は、ピーク電流値 I_{peak} が生じた後であるので、第 2 の極小点 b_2 から復帰する過程において、時間変化量 (Δt) に対する電流値変化量 (ΔI) の比 ($\Delta I / \Delta t$) は、0 以上の値から負の値に変化している。このように極小点が生じた場合でも、極大点が生じた場合と同様に、時間変化量 (Δt) に対する電流値変化量 (ΔI) の比 ($\Delta I / \Delta t$) が 0 以上の値から負の値に変化する点が 2 点以上観測された場合に、当該構造体 10 は不良品であると判定することが

できる。

【0035】

以上において、民生用リチウムイオン二次電池等の小型電池に含まれる構造体10について説明したが、車載用リチウムイオン二次電池等の大型電池に含まれる構造体10の場合も同様である。

【0036】

本実施形態に係る検査装置は、電流波形を観測して、時間変化量(Δt)に対する電流値変化量(ΔI)の比($\Delta I / \Delta t$)が0以上の値から負の値に変化する点によって、構造体10の良否を判定することとしたので、予め設定された参照値を用いることなく、当該構造体10を検査することができる。

【0037】

さらに、本実施形態の検査装置20においては、制御部52は、電流波形における所定のパラメータの値を、予め設定された閾値と比較するという付属機能を備えてもよい。例えば、良品の構造体10の電流波形においては、図4に示すようにピーク電流値 I_{peak} がピーク電流発生時間 t_{peak} に表れる。この場合、検査用電圧印加から検査終了時点 t_e までの電流面積 S_I は、図中の斜線で示す領域の面積となる。

【0038】

付属機能を用いる場合には、良品の構造体10の電流波形におけるピーク電流値 I_{peak} 、ピーク電流発生時間 t_{peak} 、および電流面積 S_I といった各パラメータを基準値とし、各パラメータについて、許容される上限値および下限値を閾値として予め設定する。良品の構造体10とは、例えば、初期の電池特性および充放電サイクルを50サイクル以上行っても特性に問題が無かった構造体10である。また、各パラメータの基準値とは、複数個の良品の構造体10を測定することによって得られた複数個の充電電流波形を、平均化して得られた値とすることができる。

【0039】

ピーク電流値 I_{peak} については、上限値 I_{upper} と下限値 I_{lower} とを設定し、ピーク電流発生時間 t_{peak} については、上限値 t_{upper} と下限値 t_{lower} とを設定する。さらに、電流面積 S_I については、上限値 S_{upper} と下限値 S_{lower} とを設定する。各パラメータにおいて許容される上限値および下限値は、構造体10のタイプ等に応じて適宜設定することができる。上限値および下限値からなる閾値は、処理部50のタッチパネル58において検査パラメータとして設定することができる。設定された閾値は、制御部52の記憶部に記憶される。

【0040】

制御部52の記憶部は、ピーク電流値 I_{peak} およびその閾値(上限値 I_{upper} 、下限値 I_{lower})、ピーク電流発生時間 t_{peak} およびその閾値(上限値 t_{upper} 、下限値 t_{lower})、電流面積 S_I およびその閾値(上限値 S_{upper} および下限値 S_{lower})を、予め保持していてもよい。この場合には、測定部30において複数個の良品について測定した際、得られた複数個の結果が測定信号として処理部50に出力され、制御部50における制御部52の記憶部に記憶される。制御部52は、複数個の測定結果を平均して各基準値(ピーク電流値 I_{peak} 、ピーク電流発生時間 t_{peak} 、電流面積 S_I)を求め、複数個の測定結果に基づいて閾値を設定して記憶部に記憶する。

【0041】

制御部52は、測定結果から得られたピーク電流値、ピーク電流発生時間、あるいは電流面積の値を各閾値と比較して、閾値から外れた場合にも当該構造体10が不良品であると判定する。

【0042】

以上のようにして検査された構造体10は、蓄電装置としてリチウムイオン電池に適用することができる。例えば、検査で良品と判定された構造体10を、非水電解液とともに外装缶内に配置する。そして、外装缶を密閉する。このようにしてリチウムイオン電池が製造される。なお、構造体10の検査は、構造体10を外装缶に収納した後、電解液を外

装缶内に注入する前に行ってもよい。

【0043】

本実施形態の製造方法によれば、内部に短絡や開放事象の生じた不良品の構造体10を検出し、良品の構造体10を用いて蓄電装置を生産するので、蓄電装置の信頼性および生産性を向上することができる。

【0044】

3. 変形例

本実施形態の検査装置20で検査される構造体10として、巻回型構造の例を挙げて説明したが、これに限定されない。セパレータ16を挟んで複数の正極12と複数の負極14とを交互に積層して構成された積層型構造の構造体を用いることもできる。

【0045】

なお、本実施形態で説明した電池は本発明の方法で製造される蓄電装置の一例であり、本発明はこれに限定されない。蓄電装置としては、例えば、リチウムイオン電池、リチウムイオンキャパシタ、コンデンサ、およびニッケル電池等が挙げられる。

【0046】

本実施形態の製造方法における構造体10を検査する工程においては、時間変化量(Δt)に対する電流変化量(ΔI)の比($\Delta I / \Delta t$)を調べ、比($\Delta I / \Delta t$)が0以上の値から負の値に変化する点が2点以上観測された場合に、当該構造体10を不良品と判定することとしている。電流波形において、ピーク電流値 I_{peak} とは別に一時的な変動が観測された場合、当該構造体10は不良品である。

【0047】

電流波形における一時的な変動は、例えば、 n 番目(n は正数)に測定された電流値 I_n を、 $n-1$ 番目に測定された電流値 I_{n-1} 、および $n+1$ 番目に測定された電流値 I_{n+1} と比較することによって確認することとしてもよい。具体的には、電流値 I_{n-1} と電流値 I_n との変化量を ΔI_n として、電流値 I_n と電流値 I_{n+1} との変化量を ΔI_{n+1} とする。変化量 ΔI_n に対して変化量 ΔI_{n+1} が200%以上増減した場合には、電流波形に一時的な変動が生じたと判断することができる。あるいは、 n 番目に測定された電流値 I_n を、 $n-2$ 番目に測定された電流値 I_{n-2} 、および $n+2$ 番目に測定された電流値 I_{n+2} を上述と同様の要領で比較して、その結果に基づいて同様に判断してもよい。

【0048】

さらに、例えば指数平滑移動平均を採用して電流波形の移動平均値を算出し、それに基づいて一時的な変動を確認することとしてもよい。具体的には、 $n+3$ 番目に測定された電流値 I_{n+3} と、 $n+2$ 番目に測定された電流値 I_{n+2} と、 $n+1$ 番目に測定された電流値 I_{n+1} と、 n 番目に測定された電流値 I_n との平均を求めて、平均電流値 I_{av1} とする。また、 $n+4$ 番目に測定された電流値 I_{n+4} と、 $n+3$ 番目に測定された電流値 I_{n+3} と、 $n+2$ 番目に測定された電流値 I_{n+2} と、 $n+1$ 番目に測定された電流値 I_{n+1} との平均を求めて、平均電流値 I_{av2} とする。さらに、 $n+5$ 番目に測定された電流値 I_{n+5} と、 $n+4$ 番目に測定された電流値 I_{n+4} と、 $n+3$ 番目に測定された電流値 I_{n+3} と、 $n+2$ 番目に測定された電流値 I_{n+2} との平均を求めて、平均電流値 I_{av3} とする。

【0049】

平均電流値 I_{av1} と平均電流値 I_{av2} との変化量 ΔI_{av1} とし、平均電流値 I_{av2} と平均電流値 I_{av3} との変化量 ΔI_{av2} とする。 ΔI_{av1} に対して ΔI_{av2} が200%以上増減した場合には、電流波形に一時的な変動が生じたと判断することができる。なお、平均値を求める電流値の数は、4つに限定されず、適宜設定すればよい。

【0050】

平均値としては、 n 番目に測定された電流値 I_n と、 $n-j$ 番目(j は正数)に測定された電流値 I_{n-j} と、 $n+j$ 番目(j は正数)に測定された電流値 I_{n+j} との平均値を用いてもよい。この場合、 j の値は任意に設定することができる。

【0051】

あるいは、 $n+3$ 番目に測定された電流値 I_{n+3} を、 $n+2$ 番目に測定された電流値 I_n

$+2$ と、 $n + 1$ 番目に測定された電流値 I_{n+1} と、 n 番目に測定された電流値 I_n との平均電流値 I_{av3} と比較してもよい。上述の場合と同様、平均電流値 I_{av3} に対して電流値 I_{n+3} が 200 % 以上増減した場合には、電流波形に一時的な変動が生じたと判断することができる。このように、電流波形における一時的な変動は、任意の手法によって調べることが可能である。電流波形に一時的な変動が生じたと判断する変化量の増減 (%) は、200 % に固定されるものではない。不良と判断する範囲に応じて、適宜設定することができる。また、変化量の増減 (%) ではなく、変化量の絶対値で比較して、電流波形における一時的な変動を判断してもよい。

【0052】

上述したような手法で電流波形の一時的な変動を調べるには、例えば、検査装置 20 の処理部 50 におけるタッチパネル 58 において、電流値の比較に用いられる所定のパラメータが、検査パラメータとして設定される。

【0053】

図 3 に示した検査装置 20 の測定部 30 では、電気特性として電流値を用いる場合について説明したが、電圧値を用いることもできる。この場合には、検査装置 20 の処理部 50 におけるタッチパネル 58 には、電圧波形を表示することができる。例えば、図 6 に示した電流波形を示す構造体 10 の場合には、構造体 10 の正極 12 と負極 14 間の短絡は、図 7 に示すように電圧波形の時間 t_{a1} 、 t_{a2} における極小点 $c1$ 、 $c2$ として表れる。

【0054】

図 7 では、極小点を除く電圧波形において時間変化量 (Δt) に対する電圧変化量 (ΔV) の比 ($\Delta V / \Delta t$) が 0 以上の値から負の値に変化する点は 1 点である。そして各極小点に至る過程において、比 ($\Delta V / \Delta t$) が 0 以上の値から負の値に変化している。したがって電圧値を用いた場合、上記実施形態と同様に、比 ($\Delta V / \Delta t$) が 0 以上の値から負の値に変化する点が 2 点以上の場合、構造体 10 を不良と判定することができるので、上記実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0055】

電流波形を表示する場合と同様、タッチパネル 58 は、検査した構造体 10 を良品と判断した場合、その電圧波形を表示することもできる。また、測定信号としての電圧値は、電流値の場合と同様、外部機器へ出力することができる。さらには、所定の媒体に複写して、一定期間で測定された電圧を、検査装置 20 とは別のコンピュータで確認することができる。

【0056】

なお、構造体 10 の正極 12 と負極 14 間の短絡状態が続いた場合には、電圧値がゼロとなる。電圧値がゼロの状態が所定時間以上経過した場合、構造体 10 の短絡状態を確認することもできる。

【0057】

構造体 10 の正極 12 と負極 14 間の短絡状態または開放状態が復帰しない場合には、構造体 10 の内部抵抗値を測定することによって、検出することもできる。電流波形および電圧波形の場合と同様、良品に基づく参照値は必要とされない。抵抗波形の異常な変化を捉えることによって、構造体 10 の不良を判定することも可能である。

【0058】

本実施形態の蓄電装置の製造方法においては、構造体 10 を検査装置 20 で検査する前に、プレス機等で一定の力で圧力をかけて、正極 12 と負極 14 との間の極間距離を一定にすることができる。構造体 10 において、正極 12 とセパレータ 16 との間、あるいはセパレータ 16 と負極 14 との間に異物が混入した場合には、正極 12 と負極 14 との間の極間距離が正常の範囲から逸脱することがある。電極バリが発生した際にも、極間距離に異常が生じる。極間距離が異常に長い場合、または異常に短い場合には、構造体 10 の静電容量に差異が生じてしまう。

【0059】

構造体 10 をプレスすることによって、正極 12 と負極 14 との間の極間距離を一定に

して、正確な静電容量を得ることができる。プレスの際の圧力は、構造体 10のタイプに応じて適宜設定することができるが、一般的には、 $1 \sim 3, 000 \text{ Pa}$ 程度とすることができる。

【符号の説明】

【0060】

10 構造体

11a 正極リード

11b 負極リード

12 正極

14 負極

16 セパレータ

20 検査装置

30 測定部

50 処理部

【手続補正書】

【提出日】平成28年2月16日(2016.2.16)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

一対の電極と前記一対の電極の間に配置されたセパレータとを含む構造体を検査する工程を含む蓄電装置の製造方法であって、

前記構造体を検査する工程では、

前記一対の電極の間に一定の検査用電圧を印加しつつ、前記検査用電圧の印加に伴う前記一対の電極の間の電流値を所定の間隔で測定し、

前記検査用電圧を印加した直後から前記電流値が一定になるまでに、時間変化量(Δt)に対する電流値変化量(ΔI)の比($\Delta I / \Delta t$)が0以上の値から負の値に変化する点が2点以上観測された場合に、前記構造体を不良品と判定する工程と、

時間 t の経過における電流値 I の変化を表す電流波形において、ピーク電流値 I_{peak} 、ピーク電流発生時間 t_{peak} 、および電流面積 S_I を求め、前記ピーク電流値 I_{peak} 、前記ピーク電流発生時間 t_{peak} 、および前記電流面積 S_I のいずれか1つが、上限値と下限値とを有する予め設定された閾値から外れた場合に、前記構造体を不良品と判定する付属工程と

を有することを特徴とする蓄電装置の製造方法。

【請求項2】

一対の電極と前記一対の電極の間に配置されたセパレータとを含む構造体を検査する検査装置であって、

前記一対の電極の間に印加する一定の検査用電圧を発生する直流定電圧発生器、および前記検査用電圧の印加に伴う前記一対の電極の間の電流値を検出する検出回路を含む測定部と、

検出された前記電流値に基づき、前記構造体の良否を判定する処理部とを備え、

前記処理部は、

前記検査用電圧を印加した直後から前記電流値が一定になるまでに、時間変化量(Δt)に対する電流値変化量(ΔI)の比($\Delta I / \Delta t$)が0以上の値から負の値に変化する点が2点以上観測された場合に、前記構造体を不良品と判定する機能と、

時間 t の経過における電流値 I の変化を表す電流波形において、ピーク電流値 I_{peak} 、

ピーク電流発生時間 t_{peak} 、および電流面積 S_I を求め、前記ピーク電流値 I_{peak} 、前記
ピーク電流発生時間 t_{peak} 、および前記電流面積 S_I のいずれか 1 つが、上限値と下限値
とを有する予め設定された閾値から外れた場合に、前記構造体を不良品と判定する付属機能と
を有することを特徴とする検査装置。

フロントページの続き

F ターム(参考) 5H028 BB07 BB11 CC12 HH10
5H029 AJ14 BJ14 CJ30 HJ16