

(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2017-199577

(P2017-199577A)

(43) 公開日 平成29年11月2日(2017.11.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 M 10/04 (2006.01)	H O 1 M 10/04 Z	5 H O 2 8
H O 1 M 10/48 (2006.01)	H O 1 M 10/48 P	5 H O 2 9
H O 1 M 10/0587 (2010.01)	H O 1 M 10/48 3 O 1	5 H O 3 0
	H O 1 M 10/04 W	
	H O 1 M 10/0587	
審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 11 頁)		

(21) 出願番号 特願2016-89834 (P2016-89834)
(22) 出願日 平成28年4月27日 (2016. 4. 27)

(71) 出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
(74) 代理人 110000291
特許業務法人コスモス特許事務所
(72) 発明者 松山 嘉夫
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(72) 発明者 小林 極
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
Fターム(参考) 5H028 AA07 BB12 BB14 BB17 CC12
CC24 HH08 HH10

最終頁に続く

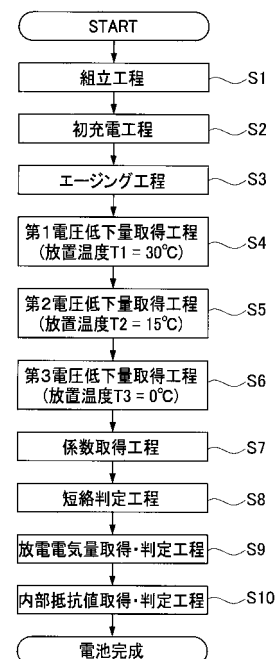
(54) 【発明の名称】 二次電池の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 製造過程で短絡が生じている電池を精度良く検出できる二次電池の製造方法を提供すること。

【解決手段】 二次電池1の製造方法は、所定の放置温度下でかつ端子開放した状態で二次電池1を所定の放置時間D aにわたって放置し、電圧低下量 ΔV 1等を取得する電圧低下量取得工程を、互いに異なる放置温度T1等で行う複数の電圧低下量取得工程S4, S5, S6と、複数の電圧低下量 ΔV 1等に基づいて、放置温度Tと電圧低下量 ΔV についての指数近似曲線 $\Delta V = a e^{bT}$ の係数bを取得する係数取得工程S7と、係数bが基準係数Bよりも小さい場合に、当該二次電池1に内部短絡が生じていると判定する短絡判定工程S8とを備える。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定の放置温度下でかつ端子開放した状態で二次電池を所定の放置時間にわたって放置し、上記放置前後の電池電圧の電圧低下量を取得する電圧低下量取得工程を、互いに異なる上記放置温度下で行う複数の電圧低下量取得工程と、

得られた複数の上記電圧低下量に基づいて、上記放置温度 T と上記電圧低下量 ΔV についての指数近似曲線 $\Delta V = a e^{bT}$ (a , b は係数、但し、 $a > 0$, $b > 0$) の係数 b を取得する係数取得工程と、

得られた上記係数 b が基準係数 B よりも小さい ($b < B$) 場合に、当該二次電池に内部短絡が生じていると判定する短絡判定工程と、を備える

10

二次電池の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、二次電池の内部短絡の有無を判定する短絡判定工程を備える二次電池の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

リチウムイオン二次電池などの二次電池（以下、単に電池ともいう）の製造過程において、電池に内部短絡（以下、単に短絡ともいう）が生じているか否かの短絡検査を行うことが知られている。具体的には、所定の放置温度下で電池を所定の放置時間にわたって自己放電させ（端子開放した状態で放電させ）、この自己放電前後にそれぞれ測定した電池電圧から自己放電による電圧低下量 ΔV を求める。そして、この電圧低下量 ΔV が基準電圧低下量 ΔV_r よりも大きい場合に ($\Delta V > \Delta V_r$)、その電池に短絡が生じていると判定する。

20

【0003】

更に、この短絡検査の精度を向上させるため、電池の製造ロットやその他の製造条件、検査条件に基づいて電池を細かく分類し、これらの検査ロット毎に基準電圧低下量 ΔV_r をそれぞれ設定して短絡検査を行うことも知られている。例えば特許文献 1 に、このように、電池を細かく分類した検査ロット毎に電池の短絡検査を行うことが記載されている（特許文献 1 の特許請求の範囲等を参照）。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2013-165029 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、短絡検査の精度をより向上させるべく、電池の分類をより細かく行くと、同一検査ロットに属する電池の個数が少なくなる場合がある。すると、電池の個数が少ない検査ロットでは、適切に基準電圧低下量 ΔV_r を設定するのが難しくなるため、精度良く短絡検査を行えない場合が生じ得る。このように従来は、組み立てたすべての電池について精度良く短絡検査を行うことが難しかった。

40

【0006】

本発明は、かかる現状に鑑みてなされたものであって、製造過程で短絡が生じている電池を精度良く検出できる二次電池の製造方法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】

【0007】

上記課題を解決するための本発明の一態様は、所定の放置温度下でかつ端子開放した状態で二次電池を所定の放置時間にわたって放置し、上記放置前後の電池電圧の電圧低下量

50

を取得する電圧低下量取得工程を、互いに異なる上記放置温度下で行う複数の電圧低下量取得工程と、得られた複数の上記電圧低下量に基づいて、上記放置温度 T と上記電圧低下量 ΔV についての指数近似曲線 $\Delta V = a e^{bT}$ (a , b は係数、但し、 $a > 0$, $b > 0$) の係数 b を取得する係数取得工程と、得られた上記係数 b が基準係数 B よりも小さい ($b < B$) 場合に、当該二次電池に内部短絡が生じていると判定する短絡判定工程と、を備える二次電池の製造方法である。

【0008】

所定の放置温度下で所定の放置時間にわたって自己放電させたときの電圧低下量 ΔV には、化学反応（負極活物質粒子の粒子表面で被膜が成長する反応など）に起因する電圧低下量 ΔV_a と、物理反応（内部短絡）に起因する電圧低下量 ΔV_b が含まれる ($\Delta V = \Delta V_a + \Delta V_b$)。化学反応に起因する電圧低下量 ΔV_a は、電池温度が高くなるほど大きくなる一方、内部短絡に起因する電圧低下量 ΔV_b は、電池温度に依存せず、ほぼ一定である。このため、正常な（内部短絡が生じていない）電池は、電圧低下量 ΔV の温度依存性が大きい一方、内部短絡が生じている電池は、電圧低下量 ΔV の温度依存性が小さいことが判ってきた。

【0009】

上述の二次電池の製造方法では、互いに異なる放置温度 T (T_1 , T_2 , ...) で得た複数の電圧低下量 ΔV (ΔV_1 , ΔV_2 , ...) に基づいて、放置温度 T と電圧低下量 ΔV についての指数近似曲線 $\Delta V = a e^{bT}$ の係数 b を取得し、得られた係数 b が基準係数 B よりも小さい場合に ($b < B$)、当該電池に短絡が生じていると判定する。上述のように、短絡が生じている電池は、正常な電池に比べて電圧低下量 ΔV の温度依存性が小さいため、短絡が生じている電池で取得される指数近似曲線の係数 b は、正常な電池で取得される指数近似曲線の係数 b に比べて小さい。その上、ある特定の放置温度 T で得られる電圧低下量 ΔV では、正常な電池と短絡が生じている電池とで殆ど差がなく、これらを判別できない場合でも、指数近似曲線の係数 b について見ると、正常な電池と短絡が生じている電池とで大きな差が生じることが判ってきた。このため、取得した指数近似曲線の係数 b を基準係数 B と比較することにより、短絡が生じている電池を精度良く検出できる。

【0010】

なお、「放置温度」 T は、いずれも $T = 0^\circ\text{C}$ 以上の温度とするのが好ましい。放置温度 T を 0°C 以上とすることにより、電池を冷却しつつ放置するための設備を簡略化或いは無くすることができ、生産コストを抑制できる。また、放置温度 T は、後述するように、 $T = 30^\circ\text{C}$ 以下とするのが好ましい。

また、「放置時間」 D_a は、 $D_a = 1.0 \sim 7.0$ 日の範囲内とするのが好ましい。放置時間 D_a を 1.0 日以上とすることにより、放置前後間の電圧低下量 ΔV を大きくできる。一方、放置時間 D_a を 7.0 日以下とすることにより、電圧低下量取得工程に掛かる時間を抑制して、電池製造の生産性を向上させることができる。

【0011】

更に、上記の二次電池の製造方法であって、前記複数の電圧低下量取得工程は、いずれも、前記放置温度が 30°C 以下である二次電池の製造方法とするのが好ましい。

【0012】

放置温度 T を高くしすぎると、具体的には放置温度 T を 30°C よりも高くすると、自己放電による電圧低下量 ΔV のうち、化学反応に起因する電圧低下量 ΔV_a の割合が、内部短絡に起因する電圧低下量 ΔV_b に比べて大きくなりすぎる。このため、放置温度 T を 30°C 以上として電圧低下量取得工程を行った場合には、測定される電圧低下量 ΔV に含まれる電圧低下量 ΔV_b が相対的に小さくなるため、電圧低下量 ΔV を用いて電圧低下量 ΔV_b の大小を判定するのが難しくなる。

【0013】

これに対し、上述の二次電池の製造方法では、いずれの電圧低下量取得工程も、放置温度 T を 30°C 以下とするので、各々の電圧低下量 ΔV は、いずれも、化学反応に起因する電圧低下量 ΔV_a の割合が、内部短絡に起因する電圧低下量 ΔV_b に比べて大きくなりす

10

20

30

40

50

ぎない。このため、内部短絡が生じている電池で取得される指数近似曲線の係数 b と、正常な電池で取得される指数近似曲線の係数 b との差が明確になる。従って、短絡判定工程で、内部短絡が生じている電池をより精度良く検出できる。

【0014】

また、他の態様は、所定の放置温度下でかつ端子開放した状態で二次電池を所定の放置時間にわたって放置し、上記放置前後の電池電圧の電圧低下量を取得する電圧低下量取得工程を、互いに異なる上記放置温度下で行う複数の電圧低下量取得工程と、得られた複数の上記電圧低下量に基づいて、上記放置温度 T と上記電圧低下量 ΔV についての指数近似曲線 $\Delta V = a e^{bT}$ (a , b は係数、但し、 $a > 0$, $b > 0$)の係数 b を取得する係数取得工程と、得られた上記係数 b が基準係数 B よりも小さい ($b < B$) 場合に、当該二次電池に内部短絡が生じていると判定する短絡判定工程と、を備える二次電池の検査方法である。

10

【0015】

上述の二次電池の検査方法では、互いに異なる放置温度 T で得た複数の電圧低下量 ΔV に基づいて、放置温度 T と電圧低下量 ΔV についての指数近似曲線 $\Delta V = a e^{bT}$ の係数 b を取得し、得られた係数 b が基準係数 B よりも小さい場合に ($b < B$)、当該電池に短絡が生じていると判定する。このようにすることで、短絡が生じている電池を精度良く検出できる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

20

【図1】実施形態に係る二次電池の斜視図である。

【図2】実施形態に係る二次電池の縦断面図である。

【図3】実施形態に係る二次電池の製造工程を示すフローチャートである。

【図4】放置温度 T と電圧低下量比 $\Delta V h$ との関係と示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の実施形態を、図面を参照しつつ説明する。図1及び図2に、本実施形態に係る二次電池（以下、単に「電池」ともいう）1の斜視図及び縦断面図を示す。なお、以下では、電池1の電池厚み方向 BH 、電池横方向 CH 及び電池縦方向 DH を、図1及び図2に示す方向と定めて説明する。

30

この電池1は、ハイブリッドカーやプラグインハイブリッドカー、電気自動車等の車両などに搭載される角型で密閉型のリチウムイオン二次電池である。電池1は、電池ケース10と、この内部に収容された電極体20と、電池ケース10に支持された正極端子部材50及び負極端子部材60等から構成される。また、電池ケース10内には、非水電解液19が収容されており、その一部は電極体20内に含浸されている。

【0018】

このうち電池ケース10は、直方体箱状で金属（本実施形態ではアルミニウム）からなる。この電池ケース10は、上側のみが開口した有底角筒状のケース本体部材11と、このケース本体部材11の開口を閉塞する形態で溶接された矩形板状のケース蓋部材13とから構成される。ケース蓋部材13には、アルミニウムからなる正極端子部材50がケース蓋部材13と絶縁された状態で固設されている。この正極端子部材50は、電池ケース10内で電極体20の正極板21に接続し導通する一方、ケース蓋部材13を貫通して電池外部まで延びている。また、ケース蓋部材13には、銅からなる負極端子部材60がケース蓋部材13と絶縁された状態で固設されている。この負極端子部材60は、電池ケース10内で電極体20の負極板31に接続し導通する一方、ケース蓋部材13を貫通して電池外部まで延びている。

40

【0019】

電極体20は、扁平状をなし、横倒しにした状態で電池ケース10内に収容されている。電極体20と電池ケース10との間には、絶縁フィルムからなる袋状の絶縁フィルム包囲体17が配置されている。電極体20は、帯状の正極板21と帯状の負極板31とを、

50

带状の一对のセパレータ 4 1, 4 1 を介して互いに重ね、軸線周りに捲回して扁平状に圧縮したものである。正極板 2 1 は、带状のアルミニウム箔からなる正極集電箔の両主面の所定位置に、正極活物質層を带状に設けてなる。また、負極板 3 1 は、带状の銅箔からなる負極集電箔の両主面の所定位置に、負極活物質層を設けてなる。また、セパレータ 4 1 は、樹脂からなる多孔質膜であり、带状でフィルム状をなす。

【0020】

次いで、上記電池 1 の製造方法について説明する（図 3 参照）。まず、「組立工程 S 1」において、電池 1 を組み立てる。具体的には、正極板 2 1 及び負極板 3 1 を、一对のセパレータ 4 1, 4 1 を介して互いに重ねて捲回し、扁平状に圧縮して電極体 2 0 を形成する。次に、ケース蓋部材 1 3 を用意し、これに正極端子部材 5 0 及び負極端子部材 6 0 を固設する（図 1 及び図 2 参照）。その後、正極端子部材 5 0 及び負極端子部材 6 0 を、電極体 2 0 の正極板 2 1 及び負極板 3 1 にそれぞれ溶接する。次に、電極体 2 0 に絶縁フィルム包囲体 1 7 を被せて、これらをケース本体部材 1 1 内に挿入すると共に、ケース本体部材 1 1 の開口をケース蓋部材 1 3 で塞ぐ。そして、ケース本体部材 1 1 とケース蓋部材 1 3 とを溶接して電池ケース 1 0 を形成する。その後、非水電解液 1 9 を、注液孔 1 3 h から電池ケース 1 0 内に注液して電極体 2 0 内に含浸させる。その後、注液孔 1 3 h を封止する。

【0021】

次に、初充電工程 S 2 を行うのに先立ち、電池 1 を拘束する。具体的には、電池ケース 1 0 の幅広い側面を一对の板状の押圧治具で電池厚み方向 B H に挟んで、電池 1 を電池厚み方向 B H に押圧した状態で拘束する。なお、本実施形態では、以下に説明する「初充電工程 S 2」から「内部抵抗値取得・判定工程 S 10」までを、このように電池 1 を拘束した状態で行う。

【0022】

電池 1 を拘束した後、「初充電工程 S 2」において、電池 1 を初充電する。具体的には、電池 1 を室温（ $25 \pm 5^\circ\text{C}$ ）下において、定電流定電圧充電（C C C V 充電）により、S O C 100 % まで初充電する。なお、この初充電工程 S 2 は、室温下以外で行うこともできる。但し、室温下で行うと、電池 1 を加熱または冷却しなくて済むため、生産コストを低減できる。

【0023】

次に、「エージング工程 S 3」において、電池 1 を放置してエージングする。具体的には、初充電後の電池 1 を 60°C の温度下において、端子開放した状態で、20 時間にわたって放置しエージングする。

【0024】

次に、「第 1 電圧低下量取得工程 S 4」において、自己放電による第 1 電圧低下量 ΔV_1 を取得する。具体的には、この電池 1 を 30°C 以下の第 1 放置温度 T_1 （本実施形態では $T_1 = 30^\circ\text{C}$ ）の環境下において、端子開放した状態で、所定の放置時間 D_a （本実施形態では $D_a = 3.0$ 日間）放置する（自己放電させる）。この放電前後の電池電圧 V_c （ V_{c1s} , V_{c1e} ）をそれぞれ測定して、第 1 電圧低下量 ΔV_1 （ $\Delta V_1 = V_{c1s} - V_{c1e}$ ）を取得する。

【0025】

次に、「第 2 電圧低下量取得工程 S 5」において、自己放電による第 2 電圧低下量 ΔV_2 を取得する。具体的には、この電池 1 を 30°C 以下の第 1 放置温度 T_1 とは異なる第 2 放置温度 T_2 （本実施形態では $T_2 = 15^\circ\text{C}$ ）の環境下において、端子開放した状態で、所定の放置時間 D_a （ $D_a = 3.0$ 日間）放置する。この放電前後の電池電圧 V_c （ V_{c2s} , V_{c2e} ）をそれぞれ測定して、第 2 電圧低下量 ΔV_2 （ $\Delta V_2 = V_{c2s} - V_{c2e}$ ）を取得する。

【0026】

次に、「第 3 電圧低下量取得工程 S 6」において、自己放電による第 3 電圧低下量 ΔV_3 を取得する。具体的には、この電池 1 を 30°C 以下で、かつ、第 1, 第 2 放置温度 T_1

T 2とは異なる第3放置温度T 3（本実施形態ではT 3 = 0℃）の環境下において、端子開放した状態で、所定の放置時間D a（D a = 3. 0日間）放置する。この放電前後の電池電圧V c（V c 3 s, V c 3 e）をそれぞれ測定して、第3電圧低下量 $\Delta V 3$ （ $\Delta V 3 = V c 3 s - V c 3 e$ ）を取得する。

【0027】

次に、「係数取得工程S 7」において、当該電池1についての指数近似曲線の係数bを取得する。具体的には、得られた複数（本実施形態では3つ）の電圧低下量 ΔV （第1～第3電圧低下量 $\Delta V 1$, $\Delta V 2$, $\Delta V 3$ ）に基づいて、放置温度Tと電圧低下量 ΔV についての指数近似曲線 $\Delta V = a e^{bT}$ （a, bは係数、但し、 $a > 0$, $b > 0$ ）を求め、係数bを取得する。

10

【0028】

但し、複数の電圧低下量 ΔV を用いて、指数近似曲線のグラフを描いた場合に、正常な電池と内部短絡が生じている電池とでは、係数aにも係数bにも違いが生じ、係数bによる違いが分かり難くなる。そこで、本実施形態では、両者の係数bの違いを理解し易くするため、次述するように、第3放置温度T 3 = 0℃における第3電圧低下量 $\Delta V 3$ を基準として、第1～第3電圧低下量 $\Delta V 1$, $\Delta V 2$, $\Delta V 3$ をそれぞれ規格化した電圧低下量比 $\Delta V h 1$, $\Delta V h 2$, $\Delta V h 3$ （= 1. 0）について、 $\Delta V h = e^{bT}$ （bは係数、但し、 $b > 0$ ）の指数近似曲線（図4参照）を求め、係数bを取得した。なおこのようにすると、いずれの場合も、T = 0℃で、 $\Delta V h = 1$ を通る。

【0029】

20

一方、本実施形態のように電圧低下量比 $\Delta V h 1$, $\Delta V h 2$, $\Delta V h 3$ を用いて得た $\Delta V h = e^{bT}$ の指数近似曲線の係数bと、第1～第3電圧低下量 $\Delta V 1$, $\Delta V 2$, $\Delta V 3$ を直接用いて、指数近似曲線（ $\Delta V = a e^{bT}$ ）を求めることにより得られる係数bとは、ほぼ同じ値となる。

従って、第1～第3電圧低下量 $\Delta V 1$, $\Delta V 2$, $\Delta V 3$ を直接用いて、指数近似曲線（ $\Delta V = a e^{bT}$ ）を求めた場合でも、係数bを基準指数曲線の基準係数Bと比較することにより、当該電池1に短絡が生じているか否かを判定できることが判る。

【0030】

具体的には、まず、第3電圧低下量 $\Delta V 3$ を基準とした、第1電圧低下量 $\Delta V 1$ の第1電圧低下量比 $\Delta V h 1 = \Delta V 1 / \Delta V 3$ を算出する。

30

また、第3電圧低下量 $\Delta V 3$ を基準とした、第2電圧低下量 $\Delta V 2$ の第2電圧低下量比 $\Delta V h 2 = \Delta V 2 / \Delta V 3$ を算出する。

なお、第3電圧低下量 $\Delta V 3$ を基準とした、第3電圧低下量 $\Delta V 3$ の第3電圧低下量比 $\Delta V h 3$ は、 $\Delta V h 3 = \Delta V 3 / \Delta V 3 = 1. 00$ である。

【0031】

次に、得られた電圧低下量比 $\Delta V h$ （第1, 第2電圧低下量比 $\Delta V h 1$, $\Delta V h 2$ ）から、前述の指数近似曲線 $\Delta V = a e^{bT}$ における係数 $a = 1. 00$ として、放置温度Tと電圧低下量比 $\Delta V h$ についての指数近似曲線 $\Delta V h = e^{bT}$ （bは係数、但し、 $b > 0$ ）を求め、係数bを取得する。

なお、係数 $a = 1. 00$ としているのは、前述のように、第3放置温度T 3 = 0℃における第3電圧低下量 $\Delta V 3$ の第3電圧低下量比 $\Delta V h 3 = 1. 00$ であるため、T = 0、 $\Delta V h = 1. 00$ を、 $\Delta V h = a e^{bT}$ に代入すると、 $a = 1. 00$ と求まるからである。

40

【0032】

ここで、図4に指数近似曲線 $\Delta V h = e^{bT}$ のグラフを示す。正常な（内部短絡が生じていない）電池1の平均的な電圧低下量比 $\Delta V h$ （第1, 第2電圧低下量比 $\Delta V h 1$, $\Delta V h 2$ ）からは、図4に細い実線で示す指数近似曲線（係数 $b = 0. 075$ ）が得られる。これに対し、短絡が生じている電池1では、例えば、図4に不良品1として破線で示す指数近似曲線（係数 $b = 0. 040$ ）や、図4に不良品2として一点鎖線で示す指数近似曲線（係数 $b = 0. 020$ ）、図4に不良品3として二点鎖線で示す指数近似曲線（係数b

50

= 0.007) などが得られる。

【0033】

これらのグラフから明らかなように、短絡が生じている各電池1では、正常な電池1に比べて、得られた指数近似曲線の係数 b の値が明らかに小さい。そこで、短絡が生じている電池1と正常な電池1とを区別するための基準指数曲線を設定する（本実施形態では、係数 $b = B = 0.060$ ）。そして、検査した電池1で得られた指数近似曲線の係数 b と基準指数曲線の基準係数 $B (= 0.060)$ との大きさを比較することにより、当該電池1に短絡が生じているか否かを判定する。

【0034】

具体的には、「短絡判定工程S8」において、得られた係数 b と予め決めておいた基準係数 $B (= 0.060)$ とを比較する。そして、得られた係数 b が基準係数 B よりも小さい場合に ($b < B$)、当該電池1に内部短絡が生じている（不良品）と判定し、その電池1を除去する。一方、得られた係数 b が基準係数 B よりも大きい ($b \geq B$) 場合には、当該電池1を正常（内部短絡が生じていない良品）と判定する。

【0035】

次に、「放電電気量取得・判定工程S9」を行う。即ち、短絡判定工程S8で正常と判定された電池1について、充放電装置を接続して、SOC30%まで強制的に放電させる。また、この放電期間中に、SOC70%からSOC30%に至るまでの間に放電された放電電気量 Q_a を測定する。そして、この放電電気量 Q_a を基準放電電気量 Q_k と比較し、放電電気量 Q_a が基準放電電気量 Q_k よりも小さい場合に ($Q_a < Q_k$)、当該電池1を不良品と判定し、当該電池1を除去する。一方、得られた放電電気量 Q_a が基準放電電気量 Q_k よりも大きい場合には ($Q_a \geq Q_k$)、当該電池1を正常（良品）と判定する。

【0036】

次に、「内部抵抗値取得・判定工程S10」を行う。即ち、放電電気量取得・判定工程S9で正常と判定された電池1について、その内部抵抗値（IV抵抗値） R_a を測定する。具体的には、電池1をSOC40%まで充電する。その後、この電池1を、4Cの定電流で4秒間だけ放電させ、放電前後の電池電圧 V_c をそれぞれ測定する。その後、放電により変化した電池電圧 V_c の変化量 ΔV_f を放電電流値（4C）で除して、IV抵抗値（内部抵抗値） R_a を取得する。そして、得られた内部抵抗値 R_a が、予め決めておいた基準範囲から外れている場合に、当該電池1を不良品として判定し、当該電池1を除去する。一方、得られた内部抵抗値 R_a が基準範囲内である場合には、当該電池1を正常（良品）と判定する。

【0037】

内部抵抗値取得・判定工程S10を終えた後は、電池1を拘束している拘束治具を取り外し、電池1の拘束状態を解除する。かくして、電池1が完成する。

【0038】

以上で説明したように、電池1の製造方法では、互いに異なる放置温度 T_1 、 T_2 、 T_3 で得た複数の電圧低下量 ΔV_1 、 ΔV_2 、 ΔV_3 に基づいて、放置温度 T と電圧低下量 ΔV についての指数近似曲線 $\Delta V = a e^{bT}$ の係数 b を取得する。より具体的には、本実施形態では、放置温度 T と 0°C を基準とした電圧低下量比 ΔV_h についての指数近似曲線 $\Delta V_h = e^{bT}$ の係数 b を取得する。そして、得られた係数 b が基準係数 B よりも小さい場合に ($b < B$)、当該電池1に短絡が生じていると判定する。前述のように、短絡が生じている電池1は、正常な電池1に比べて電圧低下量 ΔV の温度依存性が小さいため、短絡が生じている電池1で取得される指数近似曲線の係数 b は、正常な電池1で取得される指数近似曲線の係数 b に比べて小さい。その上、ある特定の放置温度 T で得られる電圧低下量 ΔV では、正常な電池1と短絡が生じている電池1とで殆ど差がなく、これらを判別できない場合でも、指数近似曲線の係数 b について見ると、正常な電池1と短絡が生じている電池1とで大きな差が生じる。このため、取得した指数近似曲線の係数 b と基準係数 B とを比較することにより、短絡が生じている電池1を精度良く検出できる。

【0039】

更に、本実施形態では、第1～第2電圧低下量取得工程S4, S5, S6のいずれの工程も、放置温度T1, T2, T3を30℃以下としているので、各々の電圧低下量 ΔV_1 , ΔV_2 , ΔV_3 は、いずれも、化学反応に起因する電圧低下量 ΔV_a の割合が、内部短絡に起因する電圧低下量 ΔV_b に比べて大きくならない。このため、内部短絡が生じている電池1で取得される指数近似曲線の係数bと、正常な電池1で取得される指数近似曲線の係数bとの差が明確になる。従って、短絡判定工程S8で、内部短絡が生じている電池1をより精度良く検出できる。

【0040】

以上において、本発明を実施形態に即して説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で、適宜変更して適用できることは言うまでもない。

例えば、実施形態では、放置温度Tを第1放置温度T1 = 30℃、第2放置温度T2 = 15℃、第3放置温度T3 = 0℃として、第1～第3電圧低下量取得工程S4, S5, S6を行ったが、各々の放置温度Tは適宜変更でき、また、放置温度Tに0℃を含めなくてもよい。

また、実施形態では、電圧低下量取得工程を3回（第1電圧低下量取得工程S4、第2電圧低下量取得工程S5及び第3電圧低下量取得工程S6）行ったが、電圧低下量取得工程は、2回または4回以上とすることもできる。

【0041】

また、実施形態の係数取得工程S7では、一旦、第3電圧低下量 ΔV_3 を基準とした、第1電圧低下量比 ΔV_{h1} ($= \Delta V_1 / \Delta V_3$) 及び第2電圧低下量比 ΔV_{h2} ($= \Delta V_2 / \Delta V_3$) を算出した。その上で、放置温度Tと電圧低下量比 ΔV_h についての、係数 $a = 1.00$ とした指数近似曲線 $\Delta V_h = e^{bT}$ を求めて、係数bを取得した。しかし、第1～第3電圧低下量取得工程S4～S6で得られた第1～第3電圧低下量 ΔV_1 , ΔV_2 , ΔV_3 を直接用いて、指数近似曲線 $\Delta V = a e^{bT}$ を求めて、係数a, bを取得してもよい。

【0042】

また、実施形態では、初充電工程S2から内部抵抗値取得・判定工程S10までを、電池1を拘束した状態で行ったが、これらの工程S2～S10を電池1を拘束することなく行うこともできる。

また、実施形態では、初充電工程S2において、この電池1をSOC100%まで充電したが、例えば、SOC80%まで充電するなど初充電するSOCの値は適宜変更できる。

また、実施形態では、エージング工程S3を、電池1を端子開放した状態で行ったが、電池1に電源を接続し定電圧に維持した状態で行ってもよい。

【0043】

また、実施形態では、電池1の製造過程において、第1電圧低下量取得工程S4～短絡判定工程S8までを行って、電池1に内部短絡が生じているか否かを検査したが、製造後の電池1について内部短絡の検査を行うこともできる。即ち、工場から出荷された後の電池1について、前述の第1電圧低下量取得工程S4～短絡判定工程S8までを行って、内部短絡の有無を検査することもできる。この場合も、内部短絡が生じている電池1を精度良く検出できる。

【符号の説明】

【0044】

- 1 電池
- 10 電池ケース
- 20 電極体
- 50 正極端子部材
- 60 負極端子部材
- S1 組立工程

10

20

30

40

50

S 2 初充電工程
 S 3 エージング工程
 S 4 第 1 電圧低下量取得工程
 S 5 第 2 電圧低下量取得工程
 S 6 第 3 電圧低下量取得工程
 S 7 係数取得工程
 S 8 短絡判定工程

T 放置温度

T 1 第 1 放置温度

T 2 第 2 放置温度

T 3 第 3 放置温度

D a 放置時間

V_c , V_{c1s} , V_{c1e} , V_{c2s} , V_{c2e} , V_{c3s} , V_{c3e} 電池電圧

ΔV 電圧低下量

$\Delta V 1$ 第 1 電圧低下量

$\Delta V 2$ 第 2 電圧低下量

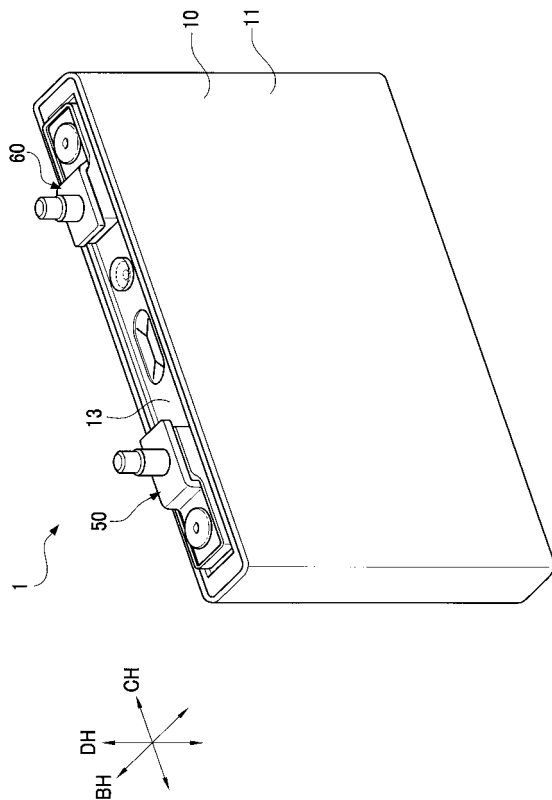
$\Delta V 3$ 第 3 電圧低下量

a, b 係数

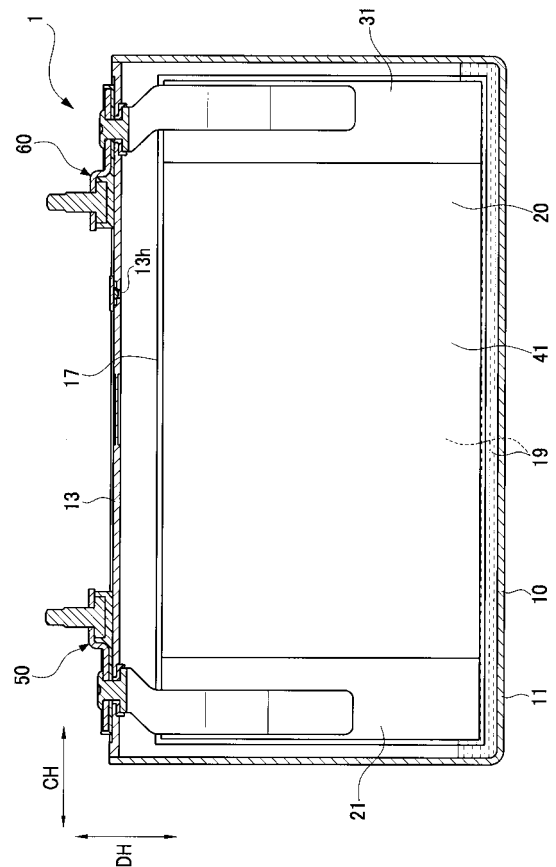
B 基準係数

10

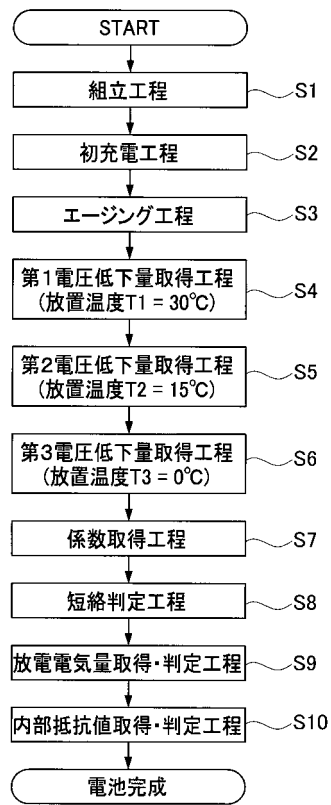
【図 1】



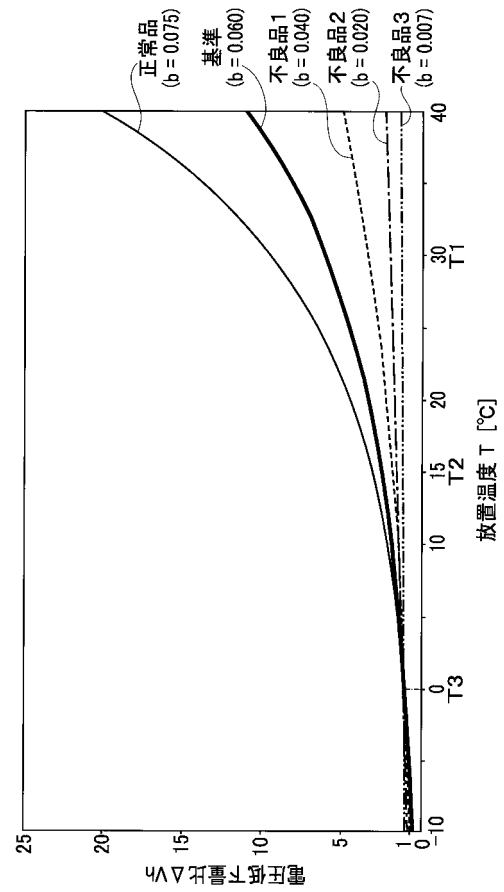
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H029 AJ14 AK03 AL06 AM02 AM07 BJ02 BJ14 CJ07 CJ22 CJ28
HJ14 HJ18 HJ20
5H030 AA09 AA10 AS08 FF22 FF43 FF44 FF52