

(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2018-91631

(P2018-91631A)

(43) 公開日 平成30年6月14日(2018.6.14)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G O 1 R 31/36 (2006.01)	G O 1 R 31/36 A	2 G 2 1 6
H O 1 M 10/44 (2006.01)	H O 1 M 10/44 P	5 G 5 0 3
H O 1 M 10/48 (2006.01)	H O 1 M 10/48 P	5 H 0 3 0
H O 2 J 7/00 (2006.01)	H O 2 J 7/00 Q	

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2016-232479 (P2016-232479)	(71) 出願人	000153018
(22) 出願日	平成28年11月30日(2016.11.30)		株式会社日本マイクロニクス
			東京都武蔵野市吉祥寺本町2丁目6番8号
		(74) 代理人	100103894
			弁理士 冢入 健
		(72) 発明者	佐野 雅規
			東京都武蔵野市吉祥寺本町2丁目6番8号
			株式会社日本マイクロニクス内
		(72) 発明者	植木 勲
			東京都武蔵野市吉祥寺本町2丁目6番8号
			株式会社日本マイクロニクス内
		(72) 発明者	五十嵐 正之
			東京都武蔵野市吉祥寺本町2丁目6番8号
			株式会社日本マイクロニクス内
		Fターム(参考)	2G216 BB21 CA02 CA03 CA05
			最終頁に続く

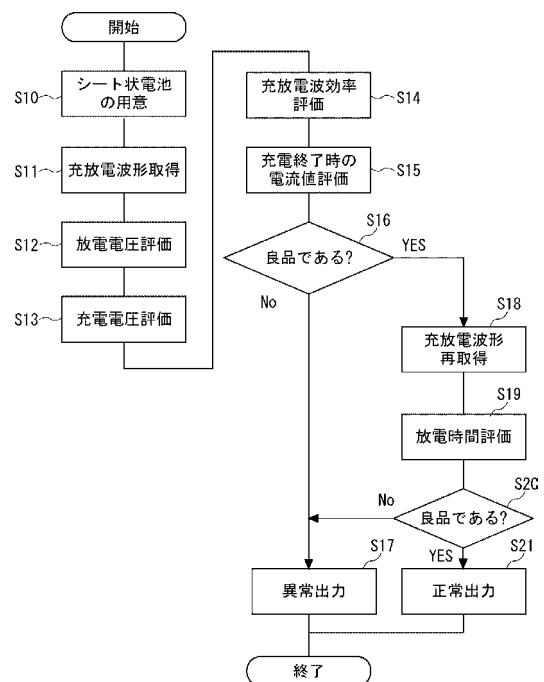
(54) 【発明の名称】 スクリーニング方法、スクリーニング装置、及び二次電池の製造方法

(57) 【要約】

【課題】単位電池を適切にスクリーニングすることができる技術を提供すること。

【解決手段】本発明にかかるスクリーニング方法は、シート状電池21をスクリーニングするスクリーニング方法であって、シート状電池21を充放電することで、シート状電池21の充放電波形を取得する充放電波形取得ステップS11と、充放電波形に基づいて、シート状電池における放電中の放電電圧の時間変化量を評価するステップS12と、充放電波形に基づいて、シート状電池における充電中の充電電圧の時間変化量を評価するステップS13と、充放電波形に基づいて、シート状電池の充電効率を評価するステップS14と、充放電波形に基づいて、シート状電池の充電終了時の電流値を評価するステップS15と、ステップS12～ステップS15の評価結果に基づいて、シート状電池21をスクリーニングするスクリーニングステップS16と、を備えるものである。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

単位電池をスクリーニングするスクリーニング方法であって、

前記単位電池を充放電することで、前記単位電池の充放電波形を取得する充放電波形取得ステップと、

前記充放電波形に基づいて、前記単位電池における放電中の放電電圧の時間変化量を評価する第 1 ステップと、

前記充放電波形に基づいて、前記単位電池における充電中の充電電圧の時間変化量を評価する第 2 ステップと、

前記充放電波形に基づいて、前記単位電池の充電効率を評価する第 3 ステップと、

前記充放電波形に基づいて、前記単位電池の充電終了時の電流値を評価する第 4 ステップと、

前記第 1 ステップ、前記第 2 ステップ、前記第 3 ステップ、及び前記第 4 ステップの評価結果に基づいて、前記単位電池をスクリーニングするスクリーニングステップと、を備えたスクリーニング方法。

【請求項 2】

前記充放電波形取得ステップでは、前記単位電池を所定時間だけ、CC - CV (定電流 - 定電圧) 充電した後、CC (定電流) 放電することで前記充放電波形を取得する請求項 1 に記載のスクリーニング方法。

【請求項 3】

前記第 1 ステップでは、前記放電中の前記放電電圧の時間変化量が予め設定された放電電圧閾値以上である否かに基づいて、前記放電電圧の時間変化量を評価する請求項 1 又は 2 に記載のスクリーニング方法。

【請求項 4】

前記第 2 ステップでは、前記充電中の充電電圧の時間変化量が予め設定された充電電圧閾値以上であるか否かに基づいて、前記充電電圧の時間変化量を評価する請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のスクリーニング方法。

【請求項 5】

前記第 4 ステップでは、前記充電終了時の電流値が予め定められた電流閾値以上であるか否かに基づいて、前記充電終了時の電流値を評価する請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のスクリーニング方法。

【請求項 6】

記第 1 ステップ、前記第 2 ステップ、前記第 3 ステップ、及び前記第 4 ステップの評価が良好であった前記単位電池に対して、前記充放電波形を再取得し、

前記単位電池に対する複数の前記充放電波形における放電時間のばらつきを評価し、

前記放電時間のばらつきの評価結果に基づいて、前記単位電池をスクリーニングする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載のスクリーニング方法。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載されたスクリーニング方法でスクリーニングされた複数の単位電池を接続することで、二次電池を製造する二次電池の製造方法。

【請求項 8】

単位電池をスクリーニングするスクリーニング装置であって、

前記単位電池を充放電する充放電器と、

前記充放電器で前記単位電池を充放電することで、前記単位電池の充放電波形を取得する充放電波形取得部と、

前記充放電波形に基づいて、前記単位電池における放電中の放電電圧の時間変化量を評価する放電電圧評価部と、

前記充放電波形に基づいて、前記単位電池における充電中の充電電圧の時間変化量を評価する充電電圧評価部と、

前記充放電波形に基づいて、前記単位電池の充電効率を評価する充電効率評価部と、

前記充放電波形に基づいて、前記単位電池の充電終了時の電流値を評価する電流値評価部と、

を備えたスクリーニング装置。

【請求項 9】

前記充放電器が前記単位電池を所定時間だけ、CC - CV 充電した後、CC 放電することで、前記充放電波形取得部が前記充放電波形を取得する請求項 8 に記載のスクリーニング装置。

【請求項 10】

前記放電電圧評価部は、前記放電中の前記放電電圧の時間変化量が予め設定された放電電圧閾値以上である否かに基づいて、前記放電電圧の時間変化量を評価する請求項 8 又は 9 に記載のスクリーニング装置。

10

【請求項 11】

前記充電電圧評価部は、前記充電中の充電電圧の時間変化量が予め設定された充電電圧閾値以上であるか否かに基づいて、前記充電電圧の時間変化量を評価する請求項 8 ~ 10 のいずれか 1 項に記載のスクリーニング装置。

【請求項 12】

前記電流値評価部は、前記充電終了時の電流値が予め定められた電流閾値以上であるか否かに基づいて、前記充電終了時の電流値を評価する請求項 8 ~ 11 のいずれか 1 項に記載のスクリーニング装置。

【請求項 13】

20

前記放電電圧評価部、前記充電電圧評価部、前記充電効率評価部、及び電流値評価部での評価が良好であった前記単位電池に対して、前記充放電器が充放電を行うことで、前記充放電波形取得部が前記充放電波形を再取得し、

前記単位電池に対する複数の前記充放電波形における放電時間のばらつきを評価し、

前記放電時間のばらつきの評価結果に基づいて、前記単位電池をスクリーニングする請求項 8 ~ 12 のいずれか 1 項に記載のスクリーニング装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、単位電池をスクリーニングする技術に関する。

30

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 ~ 3 には、二次電池が開示されている。特許文献 1 ~ 3 に開示された二次電池は、基板上に、第 1 電極、n 型金属酸化物半導体層、充電層、p 型金属酸化物半導体層、及び第 2 電極が積層された積層構造を有している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】国際公開第 2013 / 065093 号

【特許文献 2】国際公開第 2013 / 161926 号

40

【特許文献 3】国際公開第 2013 / 161927 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

また、特許文献 2、3 には、複数の電池を組み合わせて使用する事が記載されている。例えば、特許文献 2、3 ではシート状の電池を積層することで、必要な容量の電池を製作している。

【0005】

複数枚のシート状電池を組み合わせる場合、例えば、組み合わせ後の電池の容量のばらつきを小さくするために、組み合わせ対象のシート状電池をスクリーニング（選別）し、

50

一定の容量以上の電池を積層している。そのため、適切にシート状電池をスクリーニングして、二次電池を製造する技術が望まれる。

【 0 0 0 6 】

本実施形態は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、適切にシート状電池をスクリーニングすることができるスクリーニング方法、スクリーニング装置、及び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】

【 0 0 0 7 】

本実施形態に係るスクリーニング方法は、単位電池をスクリーニングするスクリーニング方法であって、前記単位電池を充放電することで、前記単位電池の充放電波形を取得する充放電波形取得ステップと、前記充放電波形に基づいて、前記単位電池における放電中の放電電圧の時間変化量を評価する第1ステップと、前記充放電波形に基づいて、前記単位電池における充電中の充電電圧の時間変化量を評価する第2ステップと、前記充放電波形に基づいて、前記単位電池の充電効率を評価する第3ステップと、前記充放電波形に基づいて、前記単位電池の充電終了時の電流値を評価する第4ステップと、前記第1ステップ、前記第2ステップ、前記第3ステップ、及び前記第4ステップの評価結果に基づいて、前記単位電池をスクリーニングするスクリーニングステップと、を備えたものである。

【 0 0 0 8 】

上記のスクリーニング方法において、前記充放電波形取得ステップでは、前記単位電池を所定時間だけ、CC - CV（定電流 - 定電圧）充電した後、CC（定電流）放電することで前記充放電波形を取得するようにしてもよい。

【 0 0 0 9 】

上記のスクリーニング方法において、前記第1ステップでは、前記放電中の前記放電電圧の時間変化量が予め設定された放電電圧閾値以上である否かに基づいて、前記放電電圧の時間変化量を評価するようにしてもよい。

【 0 0 1 0 】

上記のスクリーニング方法において、前記第2ステップでは、前記充電中の充電電圧の時間変化量が予め設定された充電電圧閾値以上であるか否かに基づいて、前記充電電圧の時間変化量を評価するようにしてもよい。

【 0 0 1 1 】

上記のスクリーニング方法において、前記第4ステップでは、前記充電終了時の電流値が予め定められた電流閾値以上であるか否かに基づいて、前記充電終了時の電流値を評価するようにしてもよい。

【 0 0 1 2 】

上記のスクリーニング方法において、記第1ステップ、前記第2ステップ、前記第3ステップ、及び前記第4ステップの評価が良好であった前記単位電池に対して、前記充放電波形を再取得し、前記単位電池に対する複数の前記充放電波形における放電時間のばらつきを評価し、前記放電時間のばらつきの評価結果に基づいて、前記単位電池をスクリーニングするようにしてもよい。

【 0 0 1 3 】

本実施形態に係る二次電池の製造方法は、上記のスクリーニング方法でスクリーニングされた複数の単位電池を接続することで、二次電池を製造するものである。

【 0 0 1 4 】

本実施形態に係るスクリーニング装置は、単位電池をスクリーニングするスクリーニング装置であって、前記単位電池を充放電する充放電器と、前記充放電器で前記単位電池を充放電することで、前記単位電池の充放電波形を取得する充放電波形取得部と、前記充放電波形に基づいて、前記単位電池における放電中の放電電圧の時間変化量を評価する放電電圧評価部と、前記充放電波形に基づいて、前記単位電池における充電中の充電電圧の時間変化量を評価する充電電圧評価部と、前記充放電波形に基づいて、前記単位電池の充電効率を評価する充電効率評価部と、前記充放電波形に基づいて、前記単位電池の充電終了

10

20

30

40

50

時の電流値を評価する電流値評価部と、を備えたものである。

【0015】

上記のスクリーニング装置において、前記充放電器が前記単位電池を所定時間だけ、C-C充電した後、C-C放電することで、前記充放電波形取得部が前記充放電波形を取得するようにしてもよい。

【0016】

上記のスクリーニング装置において、前記放電電圧評価部は、前記放電中の前記放電電圧の時間変化量が予め設定された放電電圧閾値以上である否かに基づいて、前記放電電圧の時間変化量を評価するようにしてもよい。

【0017】

上記のスクリーニング装置において、前記充電電圧評価部は、前記充電中の充電電圧の時間変化量が予め設定された充電電圧閾値以上であるか否かに基づいて、前記充電電圧の時間変化量を評価するようにしてもよい。

【0018】

上記のスクリーニング装置において、前記電流値評価部は、前記充電終了時の電流値が予め定められた電流閾値以上であるか否かに基づいて、前記充電終了時の電流値を評価するようにしてもよい。

【0019】

上記のスクリーニング装置において、前記放電電圧評価部、前記充電電圧評価部、前記充電効率評価部、及び電流値評価部での評価が良好であった前記単位電池に対して、前記充放電器が充放電を行うことで、前記充放電波形取得部が前記充放電波形を再取得し、前記単位電池に対する複数の前記充放電波形における放電時間のばらつきを評価し、前記放電時間のばらつきの評価結果に基づいて、前記単位電池をスクリーニングするようにしてもよい。

【発明の効果】

【0020】

適切にシート状電池をスクリーニングすることができるスクリーニング方法、スクリーニング装置、及び二次電池の製造方法を提供することを目的とする。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本実施形態にかかるシート状電池とそのスクリーニング装置を示す図である。

【図2】スクリーニング装置のパーソナルコンピュータの制御構成を示すブロック図である。

【図3】本実施形態にかかるスクリーニング方法を示すフローチャートである。

【図4】放電電圧の評価を説明するための充放電波形を示す図である。

【図5】充電電圧の評価を説明するための充放電波形を示す図である。

【図6】充放電効率の評価を説明するための充放電波形を示す図である。

【図7】充電電流の評価を説明するための充放電波形を示す図である。

【図8】放電時間のばらつき評価を説明するための充放電波形を示す図である。

【図9】放電時間のばらつき評価を説明するための充放電波形を示す図である。

【図10】評価するための閾値を入力する画面を示す図である。

【図11】シート状電池を組み合わせて製造された二次電池を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。以下の説明は、本発明の好適な実施の形態を示すものであって、本発明の範囲が以下の実施の形態に限定されるものではない。以下の説明において、同一の符号が付されたものは実質的に同様の内容を示している。

【0023】

本実施の形態にかかる二次電池とそのスクリーニング装置について、図1、図2を用い

10

20

30

40

50

て説明する。図 1 は、シート状電池 2 1 とそのスクリーニング装置 5 0 の構成を示す図である。図 2 スクリーニング装置 5 0 のパーソナルコンピュータ 5 1 の制御構成を示すブロック図である。

【 0 0 2 4 】

スクリーニング装置 5 0 は、単位電池であるシート状電池 2 1 に対して充放電試験を行うことで、スクリーニングを行う。具体的には、複数枚のシート状電池 2 1 に対して同様の充放電試験を行い、それぞれのシート状電池 2 1 に対する充放電試験の結果が所定の条件を満たすか否かを判定する。そして、充放電試験の結果に基づいて、シート状電池 2 1 の良否判定を行う。

【 0 0 2 5 】

例えば、スクリーニング装置 5 0 は、シート状電池 2 1 に対して充放電試験を行うことで、シート状電池 2 1 毎に充放電波形を取得する。スクリーニング装置 5 0 は、取得した充放電波形が所定の条件を満たすシート状電池を良品と判定し、満たさないシート状電池 2 1 を不良品と判定する。そして、ユーザは、良品と判定されたシート状電池 2 1 のみを用いて、二次電池を製造する。すなわち、良品と判定されたシート状電池 2 1 を並列接続又は直列接続することで、二次電池が完成する。不良品と判定されたシート状電池 2 1 は、廃棄、又は再試験等の対象となる。

【 0 0 2 6 】

図 1 において、シート状電池 2 1 は、基材 1 1 上に、n 型酸化物半導体層 1 3、充電層 1 4、p 型酸化物半導体層 1 6、及び第 2 電極 1 7 がこの順序で積層された積層構造を有している。

【 0 0 2 7 】

基材 1 1 は金属などの導電性物質などにより形成され、第 1 電極として機能する。本実施形態では、基材 1 1 が負極となっている。基材 1 1 としては、例えば、アルミニウムシートなどの金属箔シートを用いることができる。

【 0 0 2 8 】

絶縁材料からなる基材 1 1 を用意して、基材 1 1 上に第 1 電極を形成することもできる。すなわち、基材 1 1 は第 1 電極を含む構成であればよい。基材 1 1 の上に、第 1 電極を形成する場合、第 1 電極の材料として、クロム (Cr) 又はチタン (Ti) 等の金属材料を用いることができる。第 1 電極の材料として、アルミニウム (Al)、銀 (Ag) 等を含む合金膜を用いてもよい。第 1 電極を基材 1 1 上に形成する場合、後述する第 2 電極 1 7 と同様に形成することができる。

【 0 0 2 9 】

基材 1 1 の上には、n 型酸化物半導体層 1 3 が形成されている。n 型酸化物半導体層 1 3 は n 型酸化物半導体材料 (第 2 の n 型酸化物半導体材料) を含んで構成される。n 型酸化物半導体層 1 3 としては、例えば、二酸化チタン (TiO₂)、酸化スズ (SnO₂) 又は酸化亜鉛 (ZnO) 等を使用することが可能である。例えば、n 型酸化物半導体層 1 3 は、スパッタリング又は蒸着により、基材 1 1 上に成膜することができる。n 型酸化物半導体層 1 3 の材料として、二酸化チタン (TiO₂) を用いることが好ましい。

【 0 0 3 0 】

n 型酸化物半導体層 1 3 の上には、充電層 1 4 が形成されている。充電層 1 4 は、絶縁材料と n 型酸化物半導体材料とを混合した混合物により形成されている。例えば、充電層 1 4 の n 型酸化物半導体材料 (第 1 の n 型酸化物半導体材料) として、微粒子の n 型酸化物半導体を使用することが可能である。n 型酸化物半導体は、紫外線照射により光励起構造変化して、充電機能を備えた層となる。充電層 1 4 の絶縁材料としては、シリコン樹脂を用いることができる。例えば、絶縁材料としては、シリコン酸化物などのシロキサン結合による主骨格を持つシリコン化合物 (シリコン) を使用することが好ましい。

【 0 0 3 1 】

例えば、充電層 1 4 は、第 1 の n 型酸化物半導体材料を二酸化チタンとして、酸化シリコンと二酸化チタンとによって形成される。この他に、充電層 1 4 で使用可能な n 型酸化

10

20

30

40

50

物半導体材料としては、酸化スズ (SnO_2)、又は酸化亜鉛 (ZnO) が好適である。二酸化チタン、酸化スズ、及び酸化亜鉛の2つ又は全てを組み合わせた材料を使用することも可能である。

【0032】

充電層14の製造工程について説明する。まず、酸化チタン、酸化スズ、又は酸化亜鉛の前駆体と、シリコンオイルとの混合物に溶媒を混合した塗布液を用意する。脂肪酸チタンとシリコンオイルを溶媒に混合した塗布液を用意する。そして、スピン塗布法、スリットコート法などにより、塗布液がn型酸化物半導体層13上に塗布される。塗布膜に対して、乾燥、及び焼成を行うことで、n型酸化物半導体層13上に充電層14を形成することができる。なお、前駆体の一例として、例えば酸化チタンの前駆体であるチタニウムステアレートが使用できる。酸化チタン、酸化スズ、酸化亜鉛は、金属酸化物の前駆体である脂肪酸塩から分解して形成される。乾燥、及び焼成した後の、充電層14に対して、紫外線照射を行いUV硬化させてもよい。

10

【0033】

なお、酸化チタン、酸化スズ、酸化亜鉛などについては、前駆体を用いずに、酸化物半導体の微細な粒子を用いることも可能である。酸化チタン、又は酸化亜鉛のナノ粒子をシリコンオイルと混合することで、混合液が生成される。さらに、混合液に溶媒を混合することで、塗布液が生成される。スピン塗布法、スリットコート法などにより、塗布液がn型酸化物半導体層13上に塗布される。塗布膜に対して、乾燥、焼成、及びUV照射を行うことで、充電層14を形成することができる。

20

【0034】

充電層14に含まれる第1のn型酸化物半導体材料と、n型酸化物半導体層13に含まれる第2のn型酸化物半導体材料とは、同じであってもよく、異なってもよい。例えば、n型酸化物半導体層13に含まれるn型酸化物半導体材料が酸化スズである場合、充電層14のn型酸化物半導体材料は酸化スズであってもよいし、酸化スズ以外のn型酸化物半導体材料であってもよい。

【0035】

充電層14の上には、p型酸化物半導体層16が形成されている。p型酸化物半導体層16は、p型酸化物半導体材料を含んで構成される。p型酸化物半導体層16の材料としては、酸化ニッケル (NiO)、及び銅アルミ酸化物 (CuAlO_2) 等を使用することが可能である。例えば、p型酸化物半導体層16は、厚さ400nmの酸化ニッケル膜となっている。p型酸化物半導体層16は、蒸着又はスパッタリング等の成膜方法によって、充電層14の上に成膜されている。

30

【0036】

第2電極17は、導電膜によって形成されていればよい。また、第2電極17の材料としては、クロム (Cr) 又は銅 (Cu) 等の金属材料を用いることができる。他の金属材料として、アルミニウム (Al) を含む銀 (Ag) 合金等がある。その形成方法としては、スパッタリング、イオンプレーティング、電子ビーム蒸着、真空蒸着、化学蒸着等の気相成膜法を挙げることができる。また、金属電極は電解メッキ法、無電解メッキ法等により形成することができる。メッキに使用される金属としては、一般に銅、銅合金、ニッケル、アルミ、銀、金、亜鉛又はスズ等を使用することが可能である。例えば、第2電極17は、厚さ300nmのAl膜となっている。

40

【0037】

シート状電池21は、その他の層を有してもよい。シート状電池21は、全固体型の電池である。シート状電池21を単位電池とも称する。すなわち、単位電池であるシート状電池21を複数組み合わせることで二次電池が製造される。

【0038】

なお、上記の説明では、充電層14の下にn型酸化物半導体層13が配置され、充電層14の上にp型酸化物半導体層16が配置されている構成としたが、n型酸化物半導体層13とp型酸化物半導体層16とは反対の構成になっていてもよい。すなわち、充電層1

50

4の上にn型酸化物半導体層13が配置され、下にp型酸化物半導体層16が配置されている構成であってもよい。この場合、基材11が正極、第2電極17が負極となる。すなわち、充電層14がn型酸化物半導体層13とp型酸化物半導体層16に挟まれている構成であれば、充電層14の上にn型酸化物半導体層13が配置されていても、p型酸化物半導体層16が配置されていてもよい。換言すると、シート状電池21は、第1電極(基材11)、第1導電型酸化物半導体層(n型酸化物半導体層13、又はp型酸化物半導体層16)、充電層14、第2導電型半導体層(p型酸化物半導体層16、又はn型酸化物半導体層13)、第2電極17の順番で積層されている構成であればよい。

【0039】

さらに、シート状電池21は第1電極(基材11)、第1導電型酸化物半導体層(n型酸化物半導体層13、又はp型酸化物半導体層16)、充電層14、第2導電型半導体層(p型酸化物半導体層16、又はn型酸化物半導体層13)、第2電極17以外の層を含む構成であってもよい。

10

【0040】

次に、シート状電池21と接続されたスクリーニング装置50の構成について、再び図1、図2を参照して説明する。スクリーニング装置50は、充放電器61と、パーソナルコンピュータ(以下、PC)51とを備えている。PC51は、充放電波形取得部52と、放電電圧評価部53と、放電時間評価部54と、充電電圧評価部56と、充電効率評価部57と、電流値評価部58と、判定部59とを備えている。

【0041】

充放電波形取得部52、放電電圧評価部53、放電時間評価部54、充電電圧評価部56、充電効率評価部57、電流値評価部58、判定部59は、CPU(Central Processing Unit)、メモリ等の記憶媒体、キーボードなどの入力デバイス、及びモニタなどを有するPC51で実現することができる。PC51は、メモリに格納されたコンピュータプログラムを実行することで、後述する放電電圧評価部53、放電時間評価部54、充電電圧評価部56、充電効率評価部57、及び電流値評価部58による評価、及び、判定部59による判定の処理を実行する。

20

【0042】

充放電器61は、シート状電池21を充放電する。具体的には、充放電器61は、シート状電池21を所定時間、CC-CV(Constant Current-Constant Voltage)充電した後、CC(Constant Current)放電する。CC-CV充電では、まず、定電流充電して、充電電圧が所定電圧に到達すると、電圧を所定電圧で一定として定電圧充電する。CC法では、定電流で放電を行う。充放電器61は、充放電時の電圧と電流を制御、及び計測する。

30

【0043】

充放電波形取得部52は、充放電器61による充放電試験の充放電波形を取得する。すなわち、充放電時に計測した電圧又は電流に応じて、充放電波形取得部52は、電圧波形及び電流波形を取得する。充放電波形取得部52は充放電電流、及び充放電電圧に時間に対応付けてメモリなどに記憶する。なお、充放電器61は、1枚のシート状電池21に対して複数回充放電波形を行ってもよい。この場合、充放電波形取得部52は、1枚のシート状電池21に対して、複数の充放電波形を取得する。

40

【0044】

放電電圧評価部53は放電中の放電電圧を評価する。放電時間評価部54は、充放電波形における放電時間のばらつきを評価する。充電電圧評価部56は、充電中の充電電圧を評価する。充電効率評価部57は、充放電波形に基づいて、充電効率を評価する。電流値評価部58は、充電終了時の電流値を評価する。放電電圧評価部53、放電時間評価部54、充電電圧評価部56、充電効率評価部57、電流値評価部58における評価については後述する。

【0045】

判定部59は、放電電圧評価部53、放電時間評価部54、充電電圧評価部56、充電

50

効率評価部 5 7、及び電流値評価部 5 8 における評価に基づいて、シート状電池 2 1 の良否判定を行う。すなわち、放電電圧、放電時間、充電電圧、充電効率、及び充電終了時の電流値の全ての評価について、良好な評価が得られた場合、判定部 5 9 は、シート状電池 2 1 を良品と判定する。一方、放電電圧、放電時間、充電電圧、充電効率、及び充電終了時の電流値の一つ以上について、良好な評価が得られなかった場合、判定部 5 9 は、シート状電池 2 1 を不良品と判定する。以上、スクリーニング装置 5 0 は、このように取得した充放電波形に基づいて、シート状電池 2 1 のスクリーニングを行う。

【 0 0 4 6 】

次に、スクリーニング装置 5 0 によるスクリーニング方法について、図 3 ~ 図 9 を用いて説明する。図 3 は、本実施の形態にかかるスクリーニング方法を示すフローチャートである。図 4 ~ 図 9 は、シート状電池 2 1 に対するそれぞれの評価を説明するための充放電波形である。図 4 ~ 図 7 には、充放電電圧及び充放電電流の時間変化が示されている。図 8、及び図 9 には、充放電電圧の時間変化が示されている。

【 0 0 4 7 】

上記のように、充放電器 6 1 は、まず、シート状電池 2 1 に対して、CC - CV 充電を所定時間だけ行った後、CC 放電を行っている。例えば、充放電器 6 1 が、CC - CV 充電と CC 放電を 1 セットして、充放電を行うと、充放電波形取得部 5 2 が 1 枚の充放電波形を取得する（下記フローチャートの S 1 1）。

【 0 0 4 8 】

例えば、充放電器 6 1 は、シート状電池 2 1 に対して、充電時の設定を 2 . 7 V、5 0 m A として、充電時間を 3 0 秒として、充電することができる。この場合、充放電器 6 1 は、シート状電池 2 1 の電圧 2 . 7 V に達するまでは 5 0 m A の定電流で充電を行い、シート状電池 2 1 の電圧が 2 . 7 V に到達すると、電流量を絞り 2 . 7 V の定電圧で充電を行っている。放電時は、充放電器 6 1 は、シート状電池 2 1 の電池容量が 0 % になるまで定電流で放電する。

【 0 0 4 9 】

まず、シート状電池 2 1 を用意する（S 1 0）。具体的に S 1 0 では、図 1 に示すような積層構造を有するシート状電池 2 1 を複数枚用意する。次に、充放電器 6 1 がシート状電池 2 1 に対して充放電試験を行い、充放電波形取得部 5 2 がシート状電池 2 1 の充放電波形を取得する（S 1 1）。具体的には、S 1 1 では、充放電器 6 1 が 1 枚のシート状電池 2 1 に対して 1 回、充放電を行う。これにより、充放電波形取得部 5 2 が、1 枚のシート状電池 2 1 に対して、1 つの充放電波形を取得する。例えば、充放電波形において、1 秒間隔で電圧値と電流値とが取得されているとする。

【 0 0 5 0 】

次に、放電電圧評価部 5 3 は、放電中の放電電圧の時間変化を評価する（S 1 2）。S 1 2 において、放電電圧評価部 5 3 は、放電時に電圧上昇があるか否かを評価する。図 4 に放電電圧の上昇がある充放電波形を示す。図 4 では C 1 で放電時の電圧上昇がある。

【 0 0 5 1 】

具体的には、S 1 2 において、放電電圧評価部 5 3 は、放電中における異なるタイミングの電圧値を比較して、その比較結果に基づいて、放電電圧が上昇しているか否かを評価する。すなわち、放電電圧評価部 5 3 は、放電電圧の挙動に基づいて異常の有無を検知する。

【 0 0 5 2 】

放電電圧評価部 5 3 は、放電電圧の時間変化量が予め定められた放電電圧閾値（以下、放電電圧閾値 V_{th1} ）以上であるか否かに基づいて、放電電圧の時間変化量の評価を行う。具体的に、例えば、放電中の任意のタイミングの電圧値（以下、電圧値 V_2 ）とその直前のタイミングの電圧値（以下、電圧値 V_1 ）の差分値（ $V_2 - V_1$ ）が放電電圧の時間変化量に対応する。放電電圧の差分値（ $V_2 - V_1$ ）が放電電圧閾値 V_{th1} 以上となっている場合、放電電圧評価部 5 3 は、放電電圧が上昇したと判定する。一方、2 つの電圧値 V_2 、 V_1 の差分値（ $V_2 - V_1$ ）が放電電圧閾値 V_{th1} 未満の場合、放電電圧評

10

20

30

40

50

価部 5 3 は、放電電圧が上昇していないと判定する。このように、放電電圧評価部 5 3 は、連続する 2 つのタイミングの放電電圧の差分値に基づいて、放電電圧の時間変化量の評価を行う。

【 0 0 5 3 】

放電電圧評価部 5 3 は、放電中において、差分値 ($V_2 - V_1$) が放電電圧閾値 V_{th1} 以上となる箇所が 1 か所でもあれば、放電時に電圧上昇があると評価する。図 4 では、例えば、C 1 に放電電圧の上昇がある。このように、放電電圧評価部 5 3 は、差分値 ($V_2 - V_1$) と放電電圧閾値 V_{th1} との比較結果に基づいて、異常の有無を検知する。なお、放電電圧閾値 V_{th1} は、正の値であり、例えば、0.02 V とすることができる。

【 0 0 5 4 】

次に、充電電圧評価部 5 6 は、シート状電池 2 1 における充電中の充電電圧の時間変化を評価する (S 1 3)。具体的には、充電電圧評価部 5 6 は、充電時に電圧降下があるか否かを判定する。図 5 に充電電圧の電圧降下がある充放電波形を示す。図 5 では D 1 で充電時の電圧降下がある。充電電圧評価部 5 6 は、充電中における異なるタイミングの電圧値を比較して、その比較結果に基づいて、充電電圧が下降しているか否かを評価する。すなわち、充電電圧評価部 5 6 は、充電電圧の挙動に基づいて異常の有無を検知する。

【 0 0 5 5 】

充電電圧評価部 5 6 は、充電電圧の時間変化量が充電電圧閾値 V_{th2} 以上であるか否かに基づいて、充電電圧の時間変化量の評価を行う。具体的に、例えば、充電中の任意のタイミングの電圧値 (以下、電圧値 V_3) と直後のタイミングの電圧値 (以下、電圧値 V_4) の差分値 ($V_3 - V_4$) が充電電圧の時間変化量に対応する。充電電圧の差分値 ($V_3 - V_4$) が充電電圧閾値 (以下、充電電圧閾値 V_{th2}) 以上高くなっている場合、充電電圧評価部 5 6 は充電電圧が下降したと判定する。一方、2 つの電圧値 V_3 、 V_4 の差分値 ($V_3 - V_4$) が充電電圧閾値 V_{th2} 未満の場合、充電電圧評価部 5 6 は、充電電圧が下降していないと判定する。このように、充電電圧評価部 5 6 は、連続する 2 つのタイミングの充電電圧の差分値に基づいて、充電中の充電電圧の時間変化を評価する。

【 0 0 5 6 】

充電電圧評価部 5 6 は、充電中において、($V_3 - V_4$) が充電電圧閾値 V_{th2} 以上となる箇所が 1 か所でもあれば、充電時に電圧降下があると評価する。図 5 では、例えば、D 1 に充電電圧の下降がある。このように、充電電圧評価部 5 6 は、差分値 ($V_3 - V_4$) と充電電圧閾値 V_{th2} との比較結果に基づいて、異常の有無を検知する。なお、充電電圧閾値 V_{th2} は、正の値であり、例えば、0.1 V とすることができる。

【 0 0 5 7 】

次に、充電効率評価部 5 7 は、充放電波形に基づいて、充電効率を評価する (S 1 4)。そして、充電効率評価部 5 7 は、シート状電池 2 1 の充電効率が効率閾値よりも高いか低いかを評価する。次に、図 6 を参照して、充電効率を算出する方法を具体的に説明する。

【 0 0 5 8 】

充電に要した電力量

各タイミングでの充電電圧と充電電流との積が充電電力になる。また、充電時 (図 6 の充電期間 P 1) における充電電力の時間積分が充電に要した電力量となる。

充電で得られる電力量

各タイミングでの放電電圧と放電電流の積が放電電力になる。また、放電時 (図 6 の放電期間 P 2) における放電電力の時間積分が放電で得られる電力量になる。

充電効率

充電効率は (放電で得られる電力量) / (充電に要した電力量) で算出される。

【 0 0 5 9 】

充電効率評価部 5 7 は、上記の様に、充放電波形に基づいて、充電に要した電力量と放電で得られる電力量を求めて、充電効率 E を算出する。そして、充電効率評価部 5 7 は、算出した充電効率を、効率閾値 E_{th} と比較する。充電効率評価部 5 7 は、充電効率 E が

効率閾値 E_{th} 以上であれば、充電効率が低いと判定し、効率閾値 E_{th} 未満であれば、充電効率が低いと判定する。効率閾値 E_{th} は、例えば 80 % とすることができる。充電効率評価部 57 は、充電効率に基づいて、異常の有無を検知する。

【0060】

次に、電流値評価部 58 が、充放電波形に基づいて、充電終了時の電流値を評価する (S15)。例えば、充電時間が 30 秒の場合、電流値評価部 58 は、充電開始から 30 秒後の充電電流値を充電終了時の電流値 I として取得する (図 7 参照)。すなわち、充電終了時の電流値 I とは、定電圧充電の最後のタイミングで取得された電流値である。そして、電流値評価部 58 は、電流値 I と、電流閾値 I_{th} とを比較して、電流値 I が電流閾値 I_{th} 以下の場合、電流値 I が正常であると判定し、電流閾値 I_{th} よりも大きい場合、電流値 I が異常であると判定する。このように、電流値評価部 58 は、電流値 I と電流閾値 I_{th} との比較結果に基づいて、異常の有無を検知する。

10

【0061】

次に、判定部 59 が、上記の評価結果に基づいて、良品であるか否かの判定を行う (S16)。具体的には、放電電圧評価部 53、放電時間評価部 54、充電電圧評価部 56、充電効率評価部 57、及び電流値評価部 58 の評価において、1 項目でも異常が検知されたシート状電池を不良品と判定する (S16 の No)。そして、スクリーニング装置 50 は、PC のモニタ画面上に異常であることを出力する (S17)。異常の出力後、処理を終了する。

【0062】

判定部 59 は、放電電圧評価部 53、放電時間評価部 54、充電電圧評価部 56、充電効率評価部 57、及び電流値評価部 58 の全ての評価をパスしたシート状電池 21 を良品と判定する (S16 の Yes)。

20

【0063】

S16 で良品と判定された場合、充放電波形取得部 52 が充放電波形を再取得する (S18)。ここでは、S12 と同様に、充放電器 61 が CC - CV 充電、CC 放電を行い、充放電波形取得部 52 が充放電波形を取得する。これにより、シート状電池 21 に対して 2 つ目の充放電波形が取得される。S11、及び S18 のステップによって、1 枚のシート状電池 21 に対して、複数の充放電波形が取得される。S18 では、充放電波形取得部 52 が複数回充放電波形を取得してもよい。

30

【0064】

放電時間評価部 54 が、充放電波形における放電時間の評価を行う (S19)。具体的には、放電時間評価部 54 は、S11、及び S18 で取得した複数の充放電波形に対して、放電時間を算出する。そして、放電時間評価部 54 は、1 枚のシート状電池 21 における放電時間のばらつきを評価する。

【0065】

図 8、図 9 を用いて、放電時間評価部 54 における評価について説明する。図 8 は、放電時間のばらつきが大きい場合の電圧波形を示し、図 9 は放電時間のばらつきが小さい場合の電圧波形を示す。図 8、図 9 とともに、それぞれ 3 つの充放電波形を示している。図 8 の充放電波形を取得したシート状電池 21 をサンプル A とし、図 9 の充放電波形を取得したシート状電池 21 をサンプル B とする。サンプル A とサンプル B とは異なるサンプル (シート状電池 21) である。

40

【0066】

図 8 では、3 つの充放電波形における放電時間を $A_1 \sim A_3$ とし、図 9 では、3 つの放電時間を $B_1 \sim B_3$ として示している。なお、放電時間 $A_1 \sim A_3$ 、及び放電時間 $B_1 \sim B_3$ は、放電が終了した時間、すなわち、放電により電池容量が 0 % となった時間に対応する。すなわち、CC 放電で電圧が 0 V になった時間を放電終了時間としている。

【0067】

放電時間 $A_1 \sim A_3$ の差が大きいため、放電時間評価部 54 は、サンプル A を放電時間のばらつきが大きい単位電池と評価する。放電時間 $B_1 \sim B_3$ の差が小さいため、放電時

50

間評価部 54 は、サンプル B を放電時間のばらつきが小さい単位電池と評価する。なお、放電時間のばらつきの評価には、最大放電時間と最小放電時間との差分、あるいは、放電時間の標準偏差を用いればよい。放電時間評価部 54 は、放電時間のばらつきに基づいて異常の有無を検知する。

【0068】

そして、判定部 59 は、放電時間に基づいて、良品であるか否かの判定を行う (S20)。判定部 59 は、放電時間のばらつきが大きいシート状電池 21 を不良品と判定する (S20 の No)。スクリーニング装置 50 は、PC のモニタ画面上に異常であることを出力する (S17)。異常の出力後、処理を終了する。判定部 59 は、放電時間のばらつきが小さいシート状電池 21 を良品と判定する (S20 の Yes)。そして、スクリーニング装置 50 は、PC のモニタ画面上に正常であることを出力する (S21)。正常の出力後、処理を終了する。

10

【0069】

このように、放電電圧評価部 53、放電時間評価部 54、充電電圧評価部 56、充電効率評価部 57、及び電流値評価部 58 が充放電波形の異常を検知している。そして、判定部 59 は、異常な充放電波形が得られたシート状電池 (単位電池) 21 を不良品と判定している。このようにすることで、良否判定を適切に行うことができる。すなわち、充電効率、充電波形、放電波形の乱れがあるシート状電池 21 を適切に排除することができる。4 項目に基づいて、シート状電池 21 をスクリーニングしているため、適切なスクリーニングが可能となる。

20

【0070】

また、放電電圧評価部 53、充電電圧評価部 56、充電効率評価部 57、及び電流値評価部 58 における評価が良好であったシート状電池 21 に対して、S18 で充放電波形を再取得している。換言すると、1 項目でも評価が良好ではなかったシート状電池 21 には、充放電波形の再取得が行われない。よって、不要な充放電試験を行わないようにすることができ、より効率よくスクリーニングを行うことができる。もちろん、S11 において、複数の充放電波形を取得して、放電時間評価部 54 による評価を放電電圧評価部 53、充電電圧評価部 56、充電効率評価部 57、及び電流値評価部 58 による評価と合わせて行ってもよい。

【0071】

なお、上記した放電電圧閾値 V_{th1} 、充電電圧閾値 V_{th2} 、効率閾値 E_{th} 、及び電流閾値 I_{th} はユーザが設定するようにしてもよい。例えば、スクリーニング装置 50 が、図 10 に示すような設定ウィンドウ 70 をモニタに表示させる。そして、ユーザが各閾値をキーボードやマウスなどの入力デバイスで入力する。

30

【0072】

例えば、入力欄 71 には、放電電圧閾値 V_{th1} として 0.02 V が入力されている。入力欄 72 は、効率閾値 E_{th} として 80 % が入力されている。入力欄 73 には、電流閾値 I_{th} として 30 mA が入力されている。入力欄 74 には、充電電圧閾値として 0.1 V が入力されている。スクリーニング装置 50 は、ユーザが入力した値を読み込み、閾値に設定する。そして、閾値に基づいて、良否判定を行う。もちろん、上記の電流、電圧、効率等の値は、一例を示すものであり、特に限定されるものではない。例えば、シート状電池 21 の大きさや積層構造に応じて、適切な閾値を設定することができる。

40

【0073】

そして、ユーザは、良品と選別されたシート状電池 21 のみを用いて二次電池を製作する。すなわち、ユーザは、不良品と判定されたシート状電池 21 を排除する。複数枚の良品のシート状電池 21 を接続する。図 11 は、5 枚のシート状電池 (単位電池) 21 を有する二次電池 30 を模式的に示す断面図である。二次電池 30 は、複数枚のシート状電池 21 が積層されたセルシートとなる。

【0074】

図 11 では、シート状電池 21 を単位電池 211 又は単位電池 212 として示している

50

。複数枚のシート状電池 2 1 のうち、基材 1 1 が下側に位置し、第 2 電極 1 7 が上側に位置するものを単位電池 2 1 1 として示している。また、複数枚のシート状電池 2 1 のうち、基材 1 1 が上側に位置し、第 2 電極 1 7 が下側に位置するものを単位電池 2 1 2 として示している。

【 0 0 7 5 】

二次電池 3 0 は、負極端子 3 2 と正極端子 3 3 とを備えている。負極端子 3 2 と正極端子 3 3 を介して、複数枚のシート状電池 2 1 は並列に接続されている。負極端子 3 2 は、シート状電池 2 1 の基材（負極） 1 1 にそれぞれ接続される。正極端子 3 3 は、シート状電池 2 1 の第 2 電極（正極） 1 7 にそれぞれ接続される。そして、単位電池 2 1 1 と単位電池 2 1 2 とは交互に積層されている。単位電池 2 1 1 の第 2 電極 1 7 と単位電池 2 1 2 の第 2 電極 1 7 との間には正極端子 3 3 が配置されている。単位電池 2 1 1 の基材 1 1 と単位電池 2 1 2 の基材 1 1 との間には負極端子 3 2 が配置されている。

10

【 0 0 7 6 】

積層された単位電池 2 1 1、2 1 2 のうち、最も外側（図 1 1 中の最も上側と最も下側）に位置する単位電池 2 1 1、2 1 2 については、基材 1 1 が外側に位置している場合にはその上に負極端子 3 2 が重ねられ、第 2 電極 1 7 が外側に位置している場合にはその上に正極端子 3 3 が重ねられている。正極端子 3 3、及び負極端子 3 2 は、充電時には充電装置に接続され、放電時（電池使用時）には、負荷となる電気機器に接続される。

【 0 0 7 7 】

図 1 1 では、5 枚のシート状電池 2 1 を有する二次電池 3 0 について示しているが、二次電池 3 0 には、6 枚以上のシート状電池 2 1 が設けられていてもよいし、2 枚以上、又は 4 枚枚のシート状電池 2 1 が設けられていてもよい。すなわち、二次電池 3 0 では、複数のシート状電池 2 1 が並列に接続されている。このように、複数枚のシート状電池 2 1 を接続することで大容量の二次電池 3 0 を製造することができる。もちろん、各端子は、図 1 1 に示す構成に限られるものではない。

20

【 0 0 7 8 】

本実施の形態にかかる二次電池 3 0 の製造方法は、上記のスクリーニング方法で良品と評価されたシート状電池を積層して二次電池 3 0 を製造している。すなわち、良品のシート状電池 2 1 のみを接続していくことで、二次電池 3 0 が製造される。二次電池 3 0 を構成するシート状電池 2 1 は、全ての評価で異常がないものとなる。すなわち、充電電圧、放電電圧、充電効率、充電電流、及び放電時間の評価で異常がないシート状電池 2 1 のみで、二次電池 3 0 が構成されている。よって、性能のばらつきがある単位電池（シート状電池 2 1）を含まない二次電池 3 0 を製造することができる。

30

【 0 0 7 9 】

このようにすることで、二次電池 3 0 の歩留まりを改善することができる。よって、高性能な二次電池 3 0 の高い生産性で製造することができる。安定した二次電池 3 0 の製作が可能となる。また、複数の判定条件を組み合わせるスクリーニングを行っている。よって、判定のための閾値を適切に設定することができる。

【 0 0 8 0 】

なお、放電時間評価部 5 4 による評価を実施しなくてもよい。すなわち、判定部 5 9 は、放電電圧評価部 5 3、充電電圧評価部 5 6、充電効率評価部 5 7、及び電流値評価部 5 8 の少なくとも 4 項目に基づいて、良否判定を行えばよい。放電時間評価部 5 4 による評価を実施しない場合、1 枚のシート状電池（単位電池）2 1 に対する充放電試験は 1 回のみとすることも可能である。この場合、S 1 8 ~ S 2 0 のステップを省略することができる。放電電圧評価部 5 3、充電電圧評価部 5 6、充電効率評価部 5 7、及び電流値評価部 5 8 による評価の順番は特に限定されるものではない。例えば、図 3 のステップ S 1 2 ~ S 1 5 の順番は入れ替わってもよく、2 以上のステップを同時に行ってもよい。

40

【 0 0 8 1 】

上記の説明では 1 枚のシート状電池 2 1 を単位電池として、スクリーニング装置 5 0 がスクリーニングを行ったが、単位電池はシート状電池 2 1 に限られるものではない。例え

50

ば、単位電池としては、複数枚のシート状電池 2 1 が積層されたセルシートを単位電池とすることもできる。

【 0 0 8 2 】

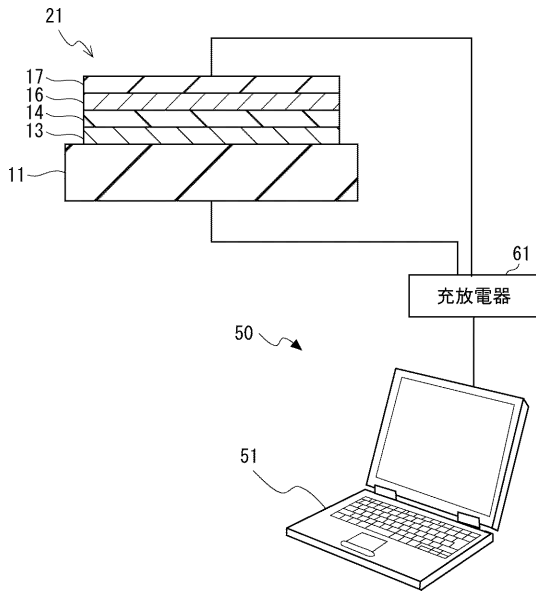
以上、本発明の実施形態を説明したが、本発明はその目的と利点を損なうことのない適宜の変形を含み、更に、上記の実施形態による限定は受けない。

【 符号の説明 】

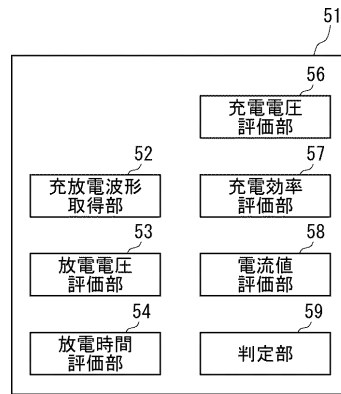
【 0 0 8 3 】

1 1	基材 (第 1 電極)	
1 3	n 型酸化物半導体層	
1 4	充電層	10
1 6	p 型酸化物半導体層	
1 7	第 2 電極	
2 1	シート状電池	
3 0	二次電池	
3 2	負極端子	
3 3	正極端子	
5 0	スクリーニング装置	
5 1	P C	
5 2	充放電波形取得部	
5 3	放電電圧評価部	20
5 4	放電時間評価部	
5 6	充電電圧評価部	
5 7	充電効率評価部	
5 8	電流値評価部	
5 9	判定部	
6 1	充放電器	

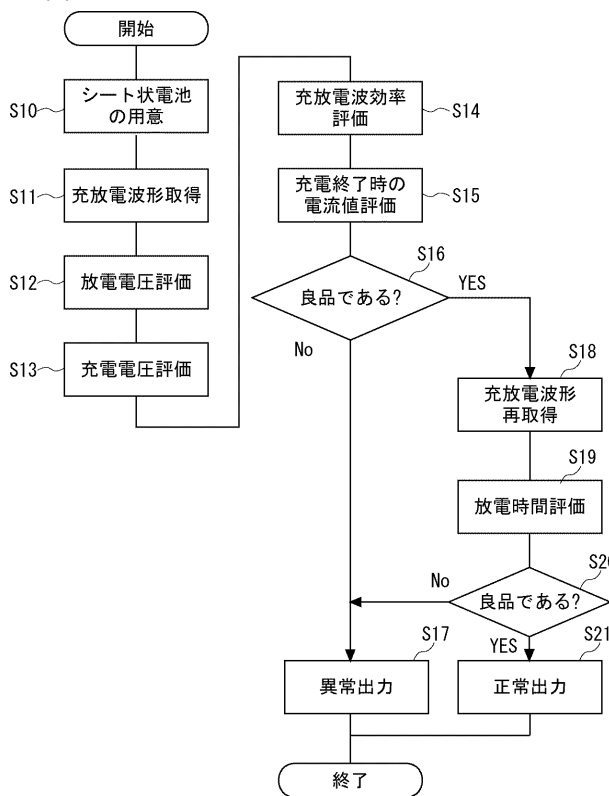
【図 1】



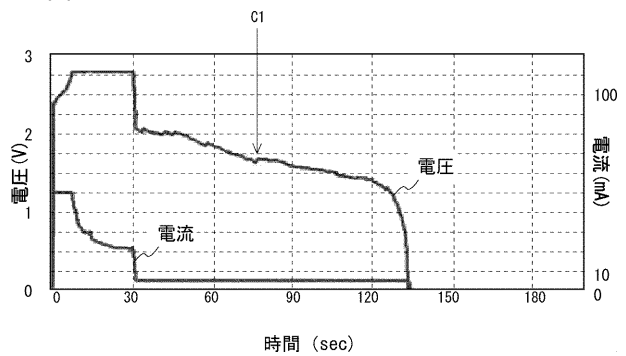
【図 2】



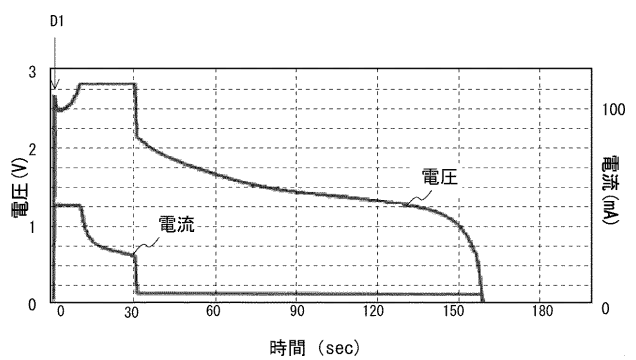
【図 3】



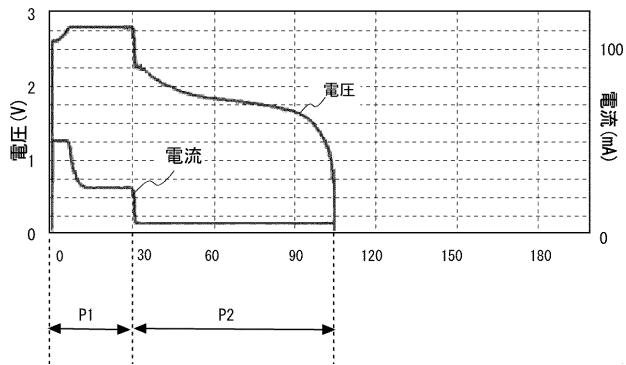
【図 4】



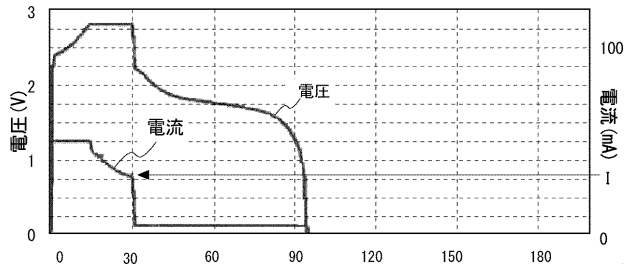
【図 5】



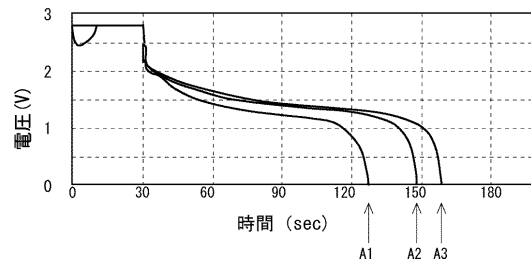
【図 6】



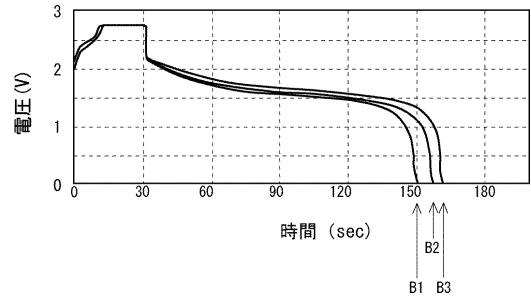
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【図 10】

70

閾値設定

放電電圧判定
71 ~ 0.02 V

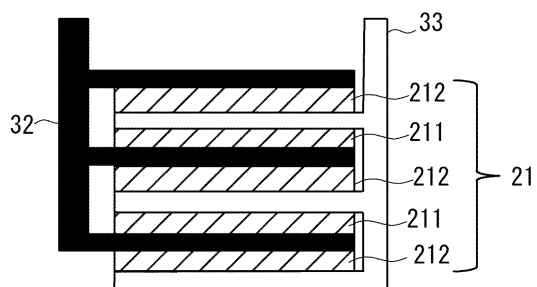
充放電効率判定
72 ~ 80 %

最終充電電流判定
73 ~ 30 mA

充電電圧判定
74 ~ 0.1 V

【図 11】

30



フロントページの続き

F ターム(参考) 5G503 BA01 BB01 CA03 DA07 EA02 EA09 GD06
5H030 AA09 AS20 BB02 BB03 BB21 FF42 FF43 FF44