

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02016/136788

発行日 平成29年11月30日 (2017.11.30)

(43) 国際公開日 平成28年9月1日 (2016.9.1)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 R 31/36 (2006.01)	GO 1 R 31/36 A	2 G 2 1 6
HO 1 M 10/48 (2006.01)	HO 1 M 10/48 3 O 1	5 H O 3 0
HO 1 M 10/42 (2006.01)	HO 1 M 10/48 P	
	HO 1 M 10/42 P	

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 23 頁)

出願番号 特願2017-502416 (P2017-502416)	(71) 出願人 503027931 学校法人同志社 京都府京都市上京区今出川通烏丸東入玄武町601番地
(21) 国際出願番号 PCT/JP2016/055374	
(22) 国際出願日 平成28年2月24日 (2016.2.24)	
(31) 優先権主張番号 特願2015-33944 (P2015-33944)	(74) 代理人 110000475 特許業務法人みのり特許事務所
(32) 優先日 平成27年2月24日 (2015.2.24)	(72) 発明者 長岡 直人 京都府京田辺市多々羅部谷1-3 同志社大学内
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)	(72) 発明者 吉岡 直之 京都府京田辺市多々羅部谷1-3 同志社大学内
	(72) 発明者 成田 直哉 京都府京田辺市多々羅部谷1-3 同志社大学内

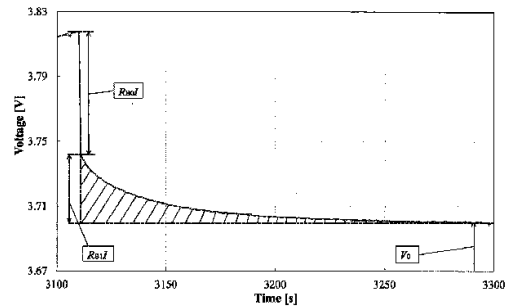
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電池劣化診断方法および電池劣化診断装置

(57) 【要約】

比較的安価で実用性のある電池劣化診断方法および電池劣化診断装置を提供する。

過渡特性を有する二次電池の電池劣化を診断する電池劣化診断方法であって、二次電池に対して充電を行う充電ステップと、充電の終了後、二次電池の電池端子間電圧が二次電池の電池内部電圧 V_0 に収束する過程において、電池端子間電圧から電池内部電圧 V_0 を差し引いた電位差を積分し、電位差の積分値を算出する演算ステップと、積分値に基づいて二次電池の電池劣化を診断する診断ステップと、を含むことを特徴とする。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

過渡特性を有する二次電池の電池劣化を診断する電池劣化診断方法であって、
前記二次電池に対して充電を行う充電ステップと、
前記充電の終了後、前記二次電池の電池端子間電圧が前記二次電池の電池内部電圧に収束する過程において、前記電池端子間電圧から前記電池内部電圧を差し引いた電位差を積分し、前記電位差の積分値を算出する演算ステップと、
前記積分値に基づいて前記二次電池の電池劣化を診断する診断ステップと、を含むことを特徴とする電池劣化診断方法。

【請求項 2】

前記演算ステップでは、前記二次電池の周囲温度の上昇に伴い指数関数的に大きくなる補正関数により、前記積分値の補正を行い、
前記診断ステップでは、補正後の前記積分値に基づいて前記二次電池の電池劣化を診断することを特徴とする請求項 1 に記載の電池劣化診断方法。

【請求項 3】

過渡特性を有する二次電池の電池劣化を診断する電池劣化診断装置であって、
前記二次電池の充電の終了後、前記二次電池の電池端子間電圧が前記二次電池の電池内部電圧に収束する過程において、前記電池端子間電圧から前記電池内部電圧を差し引いた電位差を積分し、前記電位差の積分値を算出する演算部と、
前記積分値の電池劣化特性に関する第 1 データが格納された記憶部と、
前記演算部で算出された前記積分値と、前記記憶部に格納された前記第 1 データとに基づいて、前記二次電池の電池劣化を診断する診断部と、を含むことを特徴とする電池劣化診断装置。

【請求項 4】

前記記憶部には、前記二次電池の周囲温度の上昇に伴い指数関数的に大きくなる補正関数と、前記補正関数により補正された前記積分値の電池劣化特性に関する第 2 データとが格納されており、
前記演算部は、前記補正関数により前記積分値の補正を行い、
前記診断部は、補正後の前記積分値と前記第 2 データとに基づいて前記二次電池の電池劣化を診断することを特徴とする請求項 3 に記載の電池劣化診断装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、二次電池の電池劣化を診断するための電池劣化診断方法および電池劣化診断装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

二次電池、特にリチウムイオン二次電池は、内部インピーダンスが小であるため、短絡事故時に大電流が生じ火災を引き起こす危険性を有する。このため、リチウムイオン二次電池は、充放電時の電圧範囲が厳格に定められ、電圧・電流・表面温度等の監視を行う保護装置により充放電制御が行われ、異常動作が抑制されている。

【0003】

ところで、リチウムイオン二次電池の特性は、電池劣化にも依存する。しかしながら、保護装置はリチウムイオン二次電池の電池劣化を診断することができないため、保護装置が機能せずリチウムイオン二次電池が発火する等の事故が相次いでいる。そこで、電池劣化による事故を抑制するためには、電池劣化を診断し、適切な時期にリチウムイオン二次電池を交換する必要がある。

【0004】

10

20

30

40

50

リチウムイオン二次電池の電池劣化を診断する方法としては、交流重畳法による専用機器を用いた電池劣化診断方法が知られている。しかしながら、この電池劣化診断方法は、専用機器が高価であり、しかもリチウムイオン二次電池を使用機器から取り外して専用機器に接続する必要があるため、汎用性が低い。

【0005】

また、リチウムイオン二次電池の電池劣化を診断する別の方法としては、リチウムイオン二次電池の稼働中の電圧・電流波形から内部インピーダンスを導出し、内部インピーダンスに基づいて電池劣化を診断する電池劣化診断方法が知られている（例えば、非特許文献1参照）。しかしながら、この電池劣化診断方法は、充電率（SOC）の依存性が大きく、精度等に問題があるため、実用化には至っていない。

10

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】岡田修平、外3名、「リチウムイオン電池の劣化診断技術の開発」、横河技報、横河電機株式会社、Vol.56 No.2(2013)、p27-30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであって、その課題とするところは、比較的安価で実用性のある電池劣化診断方法および電池劣化診断装置を提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、本発明に係る電池劣化診断方法は、
 過渡特性を有する二次電池の電池劣化を診断する電池劣化診断方法であって、
 前記二次電池に対して充電を行う充電ステップと、
 前記充電の終了後、前記二次電池の電池端子間電圧が前記二次電池の電池内部電圧に収束する過程において、前記電池端子間電圧から前記電池内部電圧を差し引いた電位差を積分し、前記電位差の積分値を算出する演算ステップと、
 前記積分値に基づいて前記二次電池の電池劣化を診断する診断ステップと、を含むことを特徴とする。

30

【0009】

上記電池劣化診断方法は、
 前記演算ステップでは、前記二次電池の周囲温度の上昇に伴い指数関数的に大きくなる補正関数により、前記積分値の補正を行い、
 前記診断ステップでは、補正後の前記積分値に基づいて前記二次電池の電池劣化を診断することが好ましい。

【0010】

上記課題を解決するために、本発明に係る電池劣化診断装置は、
 過渡特性を有する二次電池の電池劣化を診断する電池劣化診断装置であって、
 前記二次電池の充電の終了後、前記二次電池の電池端子間電圧が前記二次電池の電池内部電圧に収束する過程において、前記電池端子間電圧から前記電池内部電圧を差し引いた電位差を積分し、前記電位差の積分値を算出する演算部と、
 前記積分値の電池劣化特性に関する第1データが格納された記憶部と、
 前記演算部で算出された前記積分値と、前記記憶部に格納された前記第1データとに基づいて、前記二次電池の電池劣化を診断する診断部と、を含むことを特徴とする。

40

【0011】

上記電池劣化診断装置では、
 前記記憶部には、前記二次電池の周囲温度の上昇に伴い指数関数的に大きくなる補正関数と、前記補正関数により補正された前記積分値の電池劣化特性に関する第2データとが格

50

納されており、

前記演算部は、前記補正関数により前記積分値の補正を行い、

前記診断部は、補正後の前記積分値と前記第2データとに基づいて前記二次電池の電池劣化を診断することが好ましい。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、比較的安価で実用性のある電池劣化診断方法および電池劣化診断装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明に係る電池劣化診断装置の構成概略図である。

【図2】リチウムイオン二次電池の電池放電容量のサイクル特性図である。

【図3】リチウムイオン二次電池の等価回路図である。

【図4】パルス電流で充電したときのリチウムイオン二次電池の電圧・電流波形図である。

【図5】図4に示した電圧波形の充電終了直後の拡大図である。

【図6】等価回路から求めた電池端子間電圧の理論波形図である。

【図7】電圧積分値（面積 S ）の抵抗 R_{B1} 特性図である。

【図8】ノイズの影響を考慮して等価回路から求めた電池端子間電圧の理論波形図である。

【図9】ノイズの影響を考慮した電圧積分値（面積 S ）の抵抗 R_{B1} 特性図である。

【図10】新品電池および各劣化電池の電圧・電流波形図であって、(a)はサンプリング周波数を1 [Hz]とした場合、(b)はサンプリング周波数を2 [kHz]とした場合の図である。

【図11】サンプリング周波数を1 [Hz]および2 [kHz]とした場合における新品電池および各劣化電池の電圧積分値（面積 S ）のサイクル特性図である。

【図12】充電時間を15秒間、サンプリング周波数を1 [Hz]とした場合における新品電池および各劣化電池の電圧・電流波形図である。

【図13】充電時間を15秒間および100秒間とした場合における新品電池および各劣化電池の電圧積分値（面積 S ）のサイクル特性図である。

【図14】充電終了時のSOCが異なる新品電池の電圧・電流波形図であって、(a)は充電時間を15秒間とした場合、(b)充電時間を100秒間とした場合の図である。

【図15】新品電池および各劣化電池における電圧積分値（面積 S ）のSOC特性図であって、(a)は充電時間を15秒間とした場合、(b)充電時間を100秒間とした場合の図である。

【図16】周囲温度が異なる新品電池の電圧・電流波形図であって、(a)は充電時間を15秒間とした場合、(b)充電時間を100秒間とした場合の図である。

【図17】新品電池および各劣化電池における電圧積分値（面積 S ）の温度特性図であって、(a)は充電時間を15秒間とした場合、(b)充電時間を100秒間とした場合の図である。

【図18】図17(b)に、最小二乗法による近似曲線を追加した図である。

【図19】図18から求めた係数Aのサイクル特性図である。

【図20】新品電池および各劣化電池における電圧積分値の平均値（面積 S の平均値）の温度特性図である。

【図21】図20に、最小二乗法による近似曲線を追加した図である。

【図22】図21から求めた係数Aのサイクル特性図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、添付図面を参照して、本発明に係る電池劣化診断方法および電池劣化診断装置の実施形態について説明する。なお、以下では、二次電池としてリチウムイオン二次電池を

10

20

30

40

50

例に挙げて説明する。

【 0 0 1 5 】

[概要]

本発明の一実施形態に係る電池劣化診断方法は、(1)リチウムイオン二次電池に対して充電を行う「充電ステップ」と、(2)充電の終了後、リチウムイオン二次電池の電池端子間電圧が電池内部電圧に収束する過程において、電池端子間電圧から電池内部電圧を差し引いた電位差を積分し、電位差の積分値を算出する「演算ステップ」と、(3)算出した積分値に基づいてリチウムイオン二次電池の電池劣化を診断する「診断ステップ」とを含む。

【 0 0 1 6 】

詳細は後述するが、本願発明者は、リチウムイオン二次電池の特性として、電池劣化が進むにつれて上記積分値が大となることを見出した。本実施形態に係る電池劣化診断方法は、この特性に着目し、上記積分値に基づいてリチウムイオン二次電池の電池劣化を診断するものである。

【 0 0 1 7 】

本発明の一実施形態に係る電池劣化診断装置は、本実施形態に係る電池劣化診断方法を行うための装置であり、例えばマイコンにより構成することができる。図1に示すように、本実施形態に係る電池劣化診断装置1は、電圧検出手段3から取得したリチウムイオン二次電池の電池端子間電圧に関する信号に基づいて上記積分値を算出する演算部11と、上記積分値の電池劣化特性に関するデータが格納された記憶部12と、演算部11で算出された上記積分値および記憶部12に格納されたデータに基づいて電池劣化を診断する診断部13とを含む。なお、電池劣化診断方法の「充電ステップ」は電池劣化診断装置1とは別に設けられた充電回路2により行われるが、「演算ステップ」は電池劣化診断装置1の演算部11で行われ、「診断ステップ」は診断部13で行われる。

【 0 0 1 8 】

[リチウムイオン二次電池]

本実施形態では、リチウムイオン二次電池として、Panasonic社製円筒型リチウムイオン二次電池CGR18650CHを使用した。この電池の仕様を表1に示す。

【表1】

Capacity	2.25 Ah
Nominal Voltage	3.6 V
Weight	44 g
Max Discharge Current	10 A (25°C)

【 0 0 1 9 】

リチウムイオン二次電池の充電状態を表現する指標として、SOCが一般的に用いられている。SOCは、電池公称容量(充電容量) Q_{Br} に対して、蓄えられている電荷量 $q(t)$ を百分率で表したものである。 $q(t)$ の定義式を(1)式に示し、SOCの定義式を(2)式に示す。ここで、 I_B は電池充電電流、 $q(t)$ は充放電開始 t 秒後の電荷量、 $q(0)$ は充放電開始時の初期充電電荷量である。

【数1】

$$q(t) = \int_0^t I_B(t) dt + q(0) \quad [C] \quad (1)$$

【数2】

$$SOC(t) = \frac{q(t)}{Q_{Br}} \times 100 \quad [\%] \quad (2)$$

10

20

30

40

50

【 0 0 2 0 】

本実施形態では、1 [C] (2 . 2 5 [A]) で定電流充電を行い、リチウムイオン二次電池の電池端子間電圧が上限電圧 4 . 2 [V] に達した後、4 . 2 [V] で定電圧充電を行い、定電圧充電時に充電電流 I_B が 0 . 0 5 [C] まで絞り込まれた状態を SOC 100 % とする。また、1 [C] (2 . 2 5 [A]) で定電流放電を行い、リチウムイオン二次電池の電池端子間電圧が下限電圧 2 . 7 5 [V] に達した状態を SOC 0 % とする。なお、後述する特性試験では、周囲温度を 2 5 [] とした状態で、上述の定電流充電および定電圧充電を行い SOC 100 % とした後、上述の定電流放電を行い、(1) 式および(2) 式から電池放電容量に基づき SOC を設定する。

【 0 0 2 1 】

ここで、新品のリチウムイオン二次電池（以下、新品電池）と、新品（0 サイクル）から 100 サイクル充放電毎に 500 サイクルまでの充放電を行ったリチウムイオン二次電池（以下、劣化電池）とを準備し、電気的特性の検討を行う。新品電池および各劣化電池において、SOC 100 % の状態から SOC 0 % まで 1 [C] (2 . 2 5 [A]) で定電流放電を行ったときの電流積分値を電池放電容量とし、電池放電容量と電池劣化の相関性を図 2 に示す。図 2 から、電池放電容量は電池劣化に伴い一次関数的に減少することが分かる。すなわち、リチウムイオン二次電池の電池公称容量 $Q_{B,r}$ は、電池劣化に伴い変化する。このため、電池劣化特性試験時には SOC の設定に注意を要する。なお、リチウムイオン二次電池の電流・電圧制御には、NF 回路設計ブロック製リチウムイオン電池評価システム As - 510 - LB4 を使用した。また、試験におけるリチウムイオン二次電池の周囲温度の管理には、ETAC 製恒温槽 HIFLEX KEYLESS TL401 を使用した。

【 0 0 2 2 】

図 3 (a) および (b) に、リチウムイオン二次電池の等価回路を示す。図 3 (a) に示す等価回路は、内部電圧 V_0 と内部抵抗 $R_{B,0}$ を直列接続した最も簡易な等価回路である。しかしながら、実際のリチウムイオン二次電池（以下、実電池）は、定電流充放電を行った場合においても電池内部インピーダンスによる電位降下 V_Z は一定にならない。また、実電池は、電池端子間電圧が充電開始時に急激に立ち上がった後、時間経過に伴い徐々に上昇する一方、放電開始時に急激に立ち下がった後、時間経過に伴い徐々に下降する過渡特性を有する。これらのことから、リチウムイオン二次電池の等価回路として、図 3 (b) に示す直列抵抗 $R_{B,0}$ と多段接続した CR 並列回路からなる等価回路を用いて、内部インピーダンスにより生じる過渡特性、さらには電圧波形の遅れを表現することが好ましい。ここで、充電時の電流を正とすると、電池内部インピーダンスによる電位降下 V_Z は、電池端子間電圧 V_B および電池内部電圧 V_0 を用いて (3) 式により表現される。

【 数 3 】

$$v_Z(t) = v_B(t) - v_0(t) \quad (3)$$

【 0 0 2 3 】

[電池劣化診断方法]

以下、本実施形態に係る電池劣化診断方法について、詳しく説明する。本実施形態に係る電池劣化診断方法は、充電終了後、電池端子間電圧 V_B が充電率 (SOC) で定まる電池内部電圧 V_0 に収束する過程において、電池端子間電圧 V_B から電池内部電圧 V_0 を差し引いた電位差を積分した面積 (積分値) S を用いて、リチウムイオン二次電池の電池劣化を診断する。この電池劣化診断方法は、数値積分を主とする簡単な四則演算のみを用いて電池劣化を診断することができるため、比較的安価で実用性が高い。

【 0 0 2 4 】

図 4 に、時間幅 100 秒、振幅 1 [C] (2 . 2 5 [A]) のパルス電流 (矩形波電流) でリチウムイオン二次電池を充電したときの電流・電圧波形を示す。図 4 に示す充電終了後の過渡応答電圧波形 (電池端子間電圧波形) V_B は、図 3 (b) において CR 並列回路を 1 段にした等価回路、すなわち直列抵抗 $R_{B,0}$ および 1 つの CR 並列回路 (抵抗 R_B

10

20

30

40

50

1 およびキャパシタ C_{B1} からなる CR 並列回路) を直列接続した等価回路を用いると、
(4) 式で与えられる。

【数4】

$$V_B = R_{B1} I \left\{ \exp\left(-\frac{t}{\tau_1}\right) \right\} + V_0 \quad (\because \tau_1 = C_{B1} R_{B1}) \quad (4)$$

【0025】

図4に示すように、電池内部電圧 V_0 は充電中に上昇し、充電終了後は一定となる。このため、充電率 (SOC) が変化せず電池内部電圧 V_0 の変動分を考慮する必要のない充電終了後の電池端子電圧波形 V_B を電池劣化診断に用いる。なお、電池内部電圧 V_0 は、本来 SOC の関数であるが、SOC が変化しない充電終了後の過渡応答電圧波形においては、充電終了後の SOC が定める定数とみなすことができる。すなわち、充電終了後の SOC が大であれば電池内部電圧 V_0 は大となり、充電終了後の SOC が小であれば電池内部電圧 V_0 は小となる。図4に示した電圧波形 V_B の充電終了後の拡大波形を、図5に示す。電池端子間電圧 V_B から電池内部電圧 V_0 を差し引いて積分した面積 S は、図5に示す斜線部に相当する。

10

【0026】

等価回路における直列抵抗 R_{B0} および CR 並列回路の抵抗 R_{B1} 、 CR 並列回路の抵抗 R_{B1} とキャパシタ C_{B1} の積である時定数 τ_1 は、電池劣化に伴い大となる。しかしながら、直列抵抗 R_{B0} は接触抵抗による影響が大であり、電池劣化診断に用いるパラメータとして有用でない。本実施形態に係る電池劣化診断方法では、充電終了直後における直列抵抗 R_{B0} による急峻な電位降下を用いないため、等価回路から直列抵抗 R_{B0} を分離することが可能となる。

20

【0027】

電池劣化に伴い抵抗 R_{B1} が大となると、充電終了後の電池端子間電圧 V_B から電池内部電圧 V_0 を差し引いた電位差が大となる。また、電池劣化に伴い抵抗 R_{B1} とキャパシタ C_{B1} の積である時定数 τ_1 が大となると、充電終了後における電池端子間電圧 V_B が電池内部電圧 V_0 に収束していく傾きが小となる。したがって、電池劣化に伴い、電池端子間電圧 V_B から電池内部電圧 V_0 を差し引いて積分した斜線部の面積 S が大となるため、面積 S の比較により電池劣化診断が可能となる。

30

【0028】

電池端子間電圧 V_B が電池内部電圧 V_0 に収束したときの時間を T_{max} とした場合、電池端子間電圧 V_B から電池内部電圧 V_0 を差し引いて積分した面積 S は、(5) 式により与えられる。

【数5】

$$S = \int_{t=0}^{T_{max}} \{V_B(t) - V_B(T_{max})\} dt = R_{B1} I \left\{ \tau_1 - (T_{max} + \tau_1) \exp\left(-\frac{T_{max}}{\tau_1}\right) \right\} \quad (5)$$

$$\because V_B(T_{max}) = R_{B1} I \left\{ \exp\left(-\frac{T_{max}}{\tau_1}\right) \right\} + V_0$$

40

(5) 式において時間 T_{max} を無限大とすると、面積 S は(6) 式により与えられる。

【数6】

$$S = \int_{t=0}^{\infty} \{V_B(t) - V_B(\infty)\} dt = \tau_1 R_{B1} I = C_{B1} R_{B1}^2 I = q R_{B1} \quad (6)$$

50

(6)式より、面積 S は、充電中に蓄えられた電荷を充電終了後に放出する電荷量 q と、抵抗 R_{B1} との積で表される。電荷量 q は、抵抗 R_{B1} 、キャパシタ C_{B1} および充電電流 I の積で表される。したがって、電池劣化に伴う面積 S の比較は、電池劣化に伴う電荷量 q と抵抗 R_{B1} の変化を比較することと同義である。

【0029】

[電池劣化診断方法の精度検証]

まず、理論波形による検証について説明する。電池端子間電圧 V_B の理論波形を計算するにあたり、直列抵抗 R_{B0} とCR並列回路を直列に接続したCR並列1段の等価回路を用いる。充電終了後の電池端子間電圧 V_B が電池内部電圧 V_0 に収束する過程において、電池内部電圧 V_0 は、一定であるため考慮しない。このため、電池端子間電圧 V_B の理論波形は、電池端子間電圧 V_B から電池内部電圧 V_0 を除いた波形により表現できる。等価回路における各回路定数は、直列抵抗 R_{B0} を30[m]とし、CR並列回路のキャパシタ C_{B1} を1[F]とし、CR並列回路の抵抗 R_{B1} を8[m]から16[m]まで2[m]毎に変化させることとした。また、充電電流を1[C](2.25[A])のパルス電流とし、充電中における電池端子間電圧 V_B が定常状態となるよう、充電時間を10秒間とした。このような条件の下、充電終了後の過渡応答電圧波形(電池端子間電圧波形) V_B の観測を行い、充電終了後に電池端子間電圧 V_B が電池内部電圧 V_0 に収束する過程において、電池端子間電圧 V_B から電池内部電圧 V_0 を差し引いて積分した面積 S の比較を行う。サンプリング周波数を2[kHz]とし、面積 S を(7)式により求める。ここで、 t を時間刻みとする。

10

20

【数7】

$$S = \sum_{n=0}^{m-1} \{V_B(n\Delta t) - V_B(m\Delta t)\} \Delta t \quad (7)$$

【0030】

図6に、抵抗 R_{B1} を8[m]とした場合における充電終了後の電池端子間電圧 V_B の理論波形を示す。また、図7に、(5)式により計算した面積 S の理論値(Theoretical value)の抵抗 R_{B1} 特性、および理論波形から(7)式により計算した面積 S (Without noise)の抵抗 R_{B1} 特性を示す。図7から、抵抗 R_{B1} が大となるに伴い、抵抗 R_{B1} に比例して面積 S が大となることが分かる。また、(5)式により算出した面積 S の理論値と、理論波形から(7)式により算出した面積 S とが良好に一致していることも分かる。

30

【0031】

次に、ノイズによる検証について説明する。ノイズによる検証時の条件は、上述した理論波形による検証時の条件と同じものとする。重畳するノイズは、1[C](2.25[A])のパルス電流により充電を行った実測波形結果から、 ± 1 [mV]の乱数により表現する。ノイズの振幅は、充電終了後の電圧($R_{B1}I$)の13.2%にあたる。

【0032】

図8に、抵抗 R_{B1} を8[m]とした場合における充電終了後のノイズによる影響を考慮した電池端子間電圧 V_B の理論波形を示す。また、図9に、ノイズによる影響を考慮した場合と考慮しない場合における面積 S の抵抗 R_{B1} 特性を示す。図9から、ノイズによる影響を考慮した場合においても、抵抗 R_{B1} が大となるに伴い、面積 S がほぼ直線的に増加することが分かる。したがって、本実施形態に係る電池劣化診断方法は、ノイズに強く、安定性が高いため、電池劣化を診断する手法として有用であるといえる。

40

【0033】

[電池劣化診断方法を用いた特性試験]

実電池はSOCや温度等の運用状況により特性が変化することから、各特性試験を行うことにより、本実施形態に係る電池劣化診断方法の有用性を検討する。併せて、本実施形態に係る電池劣化診断方法に必要な電流パルス幅、サンプリング周波数、最大観測時間等

50

を検討する。各特性試験において数値積分は、充電終了後 T_{max} 秒間（例えば、30 秒間）実施するものとし、充電終了後 T_{max} 秒経過時の電池端子間電圧 V_B を電池内部電圧 $V_{T_{max}}$ と定義し、(7) 式を用いて計算する。すなわち、 T_{max} は、必ずしも電池端子間電圧 V_B が電池内部電圧 V_0 に収束したときの時間である必要はなく、電池端子間電圧 V_B が電池内部電圧 V_0 に収束する途中の時間であってもよい。したがって、本実施形態に係る電池劣化診断方法は、電池端子間電圧 V_B が電池内部電圧 $V_{T_{max}}$ に収束する過程において、電池端子間電圧 V_B から電池内部電圧 $V_{T_{max}}$ を差し引いた電位差を積分した積分値（面積 S ）により、電池劣化を診断することができる。

【0034】

（電池劣化依存性）

電池劣化依存性に関する試験条件は、周囲温度を 25 []、新品電池および各劣化電池における充電終了時の SOC を 50%、充電電流を振幅 1 [C]（2.25 [A]）のパルス電流とする。まず、電池劣化診断が可能な時間刻みを検討するため、サンプリング周波数を 1 [Hz] および 2 [kHz] とし、特性試験を行う。このときの充電時間は 100 秒間とする。

【0035】

図 10 (a) に、サンプリング周波数を 1 [Hz] とした場合、図 10 (b) に、サンプリング周波数を 2 [kHz] とした場合の新品電池および各劣化電池における充電終了前後の電池端子間電圧 V_B を示す。また、図 11 に、サンプリング周波数を 1 [Hz] および 2 [kHz] とした場合の面積 S の電池劣化特性を示す。図 11 から、サンプリング周波数を 2 [kHz] から 1 [Hz] と低下させても、面積 S は 500 サイクル劣化電池において最大で 9.15% の差異であるため、サンプリング周波数を 1 [Hz] にしても電池劣化診断が可能であることが分かる。

【0036】

次に、充電時間を 15 秒間および 100 秒間として、面積 S の充電時間依存性および電池劣化依存性を検討する。図 12 に、充電時間を 15 秒間とし、サンプリング周波数を 1 [Hz] とした場合の充電終了前後における新品電池および各劣化電池の電池端子間電圧 V_B を示す。また、図 13 に、充電時間を 15 秒間および 100 秒間とし、サンプリング周波数を 1 [Hz] とした場合における新品電池および各劣化電池の面積 S の電池劣化依存性を示す。図 13 から、電池劣化に比例して面積 S が大となることが分かる。また、新品電池と 500 サイクル電池における面積 S を比較すると、15 秒間の充電を行った場合では面積が 37.1% 大となり、100 秒間の充電を行った場合では面積が 77.4% 大となることが分かる。したがって、図 13 から、充電時間を 15 秒間とした場合においても電池劣化診断が可能であるが、充電時間を大とすることにより電池劣化による面積 S の変化が顕著となることから、充電時間を 100 秒間とした場合の方が電池劣化診断の精度が高まることが分かる。

【0037】

（SOC 依存性）

SOC 依存性に関する特性試験条件は、周囲温度を 25 []、新品電池および各劣化電池における充電終了時の SOC を 20% ~ 80%、充電電流を振幅 1 [C]（2.25 [A]）のパルス電流、サンプリング周波数を 1 [Hz] とする。

【0038】

図 14 に、充電時間を 15 秒間および 100 秒間とし、充電終了時の SOC を 20% ~ 80% まで 10% 刻みに変化させた充電終了前後における新品電池の電池端子間電圧 V_B を示す。図 15 に、新品電池および各劣化電池に対して 15 秒間および 100 秒間の充電を行った場合における、面積 S の SOC 特性を示す。図 15 (a) に示すように、充電時間を 15 秒間とした新品電池の場合、面積 S の SOC による最大の差異は、SOC 20% における面積 S に対して SOC 60% における面積 S が 23.0% 大となる点で観測される。また、新品電池と 500 サイクル劣化電池において計算した面積 S の差が最小となるのは、SOC 60% において 500 サイクル劣化電池の面積 S が 18.7% 大となる点で

10

20

30

40

50

ある。

【 0 0 3 9 】

また、図 1 5 (b) に示すように、充電時間を 1 0 0 秒間とした新品電池の場合、面積 S の SOC による最大の差異は、SOC 4 0 % における面積に対して SOC 8 0 % における面積 S が 1 4 . 7 % 大となる点で観測される。また、新品電池と 5 0 0 サイクル劣化電池において計算した面積 S の差が最小となるのは、SOC 5 0 % において 5 0 0 サイクル劣化電池の面積が 6 5 . 4 % 大となる点である。

【 0 0 4 0 】

図 1 5 (a) および図 1 5 (b) から、充電時間を長くすると、面積 S は SOC による影響が相対的に小となることが分かり、また、充電時間を大とする方が電池劣化に伴う面積 S の変化が相対的に大となることが分かる。しかしながら、充電時間を大とした場合であっても、面積 S の SOC 依存性は小であるといえる。したがって、本実施形態に係る電池劣化診断方法によれば、SOC にかかわらず (SOC を推定することなく) 電池劣化を診断することができる。これに対して、充電終了後の電池端子間電圧 V_B が電池内部電圧 V_0 に収束する過程において、電池端子間電圧 V_B を積分した面積 (積分値) S' を用いて電池劣化診断を行う場合、電池内部電圧 V_0 が充電終了後の SOC に概ね比例することから、面積 S' の SOC 依存性は極めて大となる。したがって、面積 S' を用いて電池劣化診断を行う場合、リチウムイオン二次電池の SOC を推定しなければ電池劣化を診断することができない。

10

【 0 0 4 1 】

20

(温度依存性)

温度依存性に関する試験条件は、周囲温度を - 1 0 [] ~ + 4 0 [] まで 1 0 [] 毎に変化させ、新品電池および各劣化電池における充電終了時の SOC を 5 0 % とし、充電電流を振幅 1 [C] (2 . 2 5 [A]) のパルス電流とする。また、サンプリング周波数を 1 [H z] とし、充電時間を 1 5 秒間および 1 0 0 秒間とする。

【 0 0 4 2 】

図 1 6 に、周囲温度が異なる新品電池に対して、1 5 秒間および 1 0 0 秒間の充電を行った場合における充電終了前後の電池端子間電圧 V_B を示す。図 1 7 に、新品電池および各劣化電池に対して 1 5 秒間および 1 0 0 秒間の充電を行った場合における、面積 S の温度特性を示す。図 1 7 から、充電時間を 1 5 秒間および 1 0 0 秒間とした場合の双方において、温度の上昇に伴い面積 S が指数関数的に小となることが分かる。したがって、充電時の温度が一定でない場合、本実施形態に係る電池劣化診断方法による電池劣化判定は困難になるため、温度補正を行うことが好ましい。また、図 1 7 から、充電時間を大とする方が電池劣化に伴う面積 S の変化が大となることが分かる。このため、充電時間を、電池劣化特性が十分に観測される 1 0 0 秒間以上設けることが好ましい。

30

【 0 0 4 3 】

(温度補正)

次に、充電時間を 1 0 0 秒間として温度補正の検討を行う。図 1 7 に示すように、温度の上昇に伴い面積 S が指数関数的に小となるため、図 1 7 (b) に示す実測データから、最小二乗法により近似曲線を求める。面積 S は、周囲温度 T を用いて (8) 式に示す指数関数で表現することができる。

40

【 数 8 】

$$S = A \exp\left(-\frac{T}{T_t}\right) \quad (8)$$

【 0 0 4 4 】

図 1 7 (b) に示す面積 S の温度特性データに、最小二乗法による近似曲線を追加したものを図 1 8 に示す。また、(8) 式に示す近似曲線の各係数 A および $1 / T_t$ の電池劣化特性を表 2 に示す。

【表 2】

Cycle	A	$1/T_t$
0	0.514	0.0195
100	0.590	0.0216
200	0.606	0.0206
300	0.657	0.0196
400	0.693	0.0198
500	0.725	0.0175

10

【0045】

表 2 に示すように、係数 A は電池劣化に伴い大となる。係数 $1/T_t$ は、電池劣化に依存せず、差が最大となる 100 サイクルと 500 サイクルにおいて 0.0041 [1/] の差をもつ。(8) 式における $\exp(-T/T_t)$ は、電池劣化に依存せず一定であるとみなす。係数 $1/T_t$ を、表 2 に示す新品電池および各劣化電池の平均値である 0.0198 とし、(8) 式に代入して得られた(9) 式を、温度を考慮した面積 S の補正式とする。すなわち、 A は、温度補正後の面積となる。

【数 9】

$$A = S \exp(0.0198T) \quad (9)$$

20

図 17 (b) に示した面積 S を(9) 式に代入して得られた係数 A の電池劣化特性を、図 19 に示す。図 19 から、電池劣化に伴い係数 A が大となることが分かる。このため、(9) 式の係数 A を求めることにより、リチウムイオン二次電池の電池劣化診断が可能となる。

【0046】

面積 S は、SOC により若干変化する。高精度の温度補正式の導出を行うためには、周囲温度を変化させた場合の各 SOC における面積 S の平均値を用いて、温度補正式の導出を行うことが好ましい。

30

【0047】

高精度の温度補正式導出に関する試験条件は、周囲温度を $-10 [] \sim +40 []$ まで $10 []$ 毎に変化させ、新品電池および各劣化電池における充電終了時の SOC を 20% ~ 80% まで 10% 刻みに変化させ、充電電流を振幅 1 [C] ($2.25 [A]$)、充電時間 100 秒のパルス電流とし、サンプリング周波数を 1 [Hz] とする。図 20 に、各 SOC において計算した面積 S の平均値を示す。

【0048】

図 20 から、充電終了時の SOC を 50% とした場合における温度補正式の導出と同様に(図 18 参照)、最小二乗法を用いて近似曲線を求める。図 20 に示す面積 S の温度特性データに、最小二乗法による近似曲線を追加したものを図 21 に示す。また、(8) 式に示す近似曲線の各係数 A および $1/T_t$ の電池劣化特性を表 3 に示す。

40

【表 3】

Cycle	A	1/T _t
0	0.498	0.0204
100	0.550	0.0184
200	0.572	0.0181
300	0.610	0.0168
400	0.629	0.0159
500	0.706	0.0161

10

【0049】

表 3 に示すように、係数（温度補正後の面積）A は電池劣化に伴い大となる。係数 1 / T_t は、電池劣化に伴う依存性は観測されず、差が最大となる新品電池と 400 サイクル劣化電池において 0.0045 [1 /] の差をもつ。係数 1 / T_t を表 3 に示す各劣化電池の平均値である 0.0176 とし、(8) 式に代入して得られた (10) 式を、高精度の温度補正式とする。

【数 10】

$$A = S \exp(0.0176T) \quad (10)$$

20

【0050】

(10) 式に示す温度補正式により計算した係数 A の電池劣化特性を、図 2 2 に示す。ここで、プロットの色濃淡は SOC の変化を表現している。図 2 2 から、電池劣化に伴い係数 A が大となることが分かる。したがって、(10) 式の係数 A を求めることにより、リチウムイオン二次電池の電池劣化診断が可能となる。

【0051】

[電池劣化診断装置]

図 1 に示す電池劣化診断装置 1 は、本実施形態に係る電池劣化診断方法を行うための装置であり、演算部 1 1 と、記憶部 1 2 と、診断部 1 3 とを含む。なお、図 1 では、リチウムイオン二次電池の充電を行う充電回路 2 と電池劣化診断装置 1 とを別々に設けているが、電池劣化診断装置 1 を充電回路 2 もしくは充電回路 2 の保護装置（図示略）に内蔵してもよい。電池劣化診断装置 1 には、電圧測定手段 3 により測定されたリチウムイオン二次電池の電池端子間電圧 V_B に関する信号と、周囲温度測定手段 4 により測定されたリチウムイオン二次電池の周囲温度（外気温度）に関する信号が入力される。なお、図 1 では、電圧測定手段 3 および周囲温度測定手段 4 を電池劣化診断装置 1 に含めていないが、これらの測定手段 3、4 を電池劣化診断装置 1 に含めてもよい。

30

【0052】

演算部 1 1 は、リチウムイオン二次電池の充電の終了後（充電ステップ終了後）、リチウムイオン二次電池の電池端子間電圧 V_B が電池内部電圧 V₀（電池内部電圧 V_{Tmax}）に収束する過程において、電池端子間電圧 V_B から電池内部電圧 V₀（電池内部電圧 V_{Tmax}）を差し引いた電位差を積分し、当該電位差の積分値（面積 S）を算出する。例えば、演算部 1 1 は、(7) 式に従って積分値（面積 S）を算出することができる。この場合、t は電圧測定手段 3 のサンプリング間隔であり、n は電圧測定手段 3 のサンプリング数であり、m は電池端子間電圧 V_B が電池内部電圧 V₀（電池内部電圧 V_{Tmax}）に収束するまでの総サンプリング数である。n = 0 のときの電池端子間電圧 V_B は、上記の等価回路を用いて算出すると V_B = R_{B1} I + V₀ となるが（図 5 参照）、充電の終了直後（直列抵抗 R_{B0} による急峻な電位降下の直後）に電圧測定手段 3 で測定してもよい。また、演算部 1 1 は、周囲温度測定手段 4 による周囲温度の測定結果から、温度補正後

40

50

の積分値（温度補正後の面積 A ）を算出する。

【0053】

記憶部12には、積分値（面積 S ）とリチウムイオン二次電池の充放電サイクル数との関係を示す第1データ（例えば、図11に示すプロファイル）と、リチウムイオン二次電池の周囲温度の上昇に伴い指数関数的に大きくなる補正関数、例えば（9）式や（10）式における $\exp(T/T_t)$ と、補正関数により補正された積分値（温度補正後の面積 A ）とリチウムイオン二次電池の充放電サイクル数との関係を示す第2データ（例えば、図22に示すプロファイル）とが格納されている。

【0054】

記憶部12に補正関数および第2データが格納されている場合、演算部11は、周囲温度測定手段4による周囲温度の測定結果および補正関数により積分値（面積 S ）の補正を行い、診断部13は、補正後の積分値（温度補正後の面積 A ）および第2データに基づいてリチウムイオン二次電池の電池劣化を診断する。一方、記憶部12に補正関数および第2データが格納されていない場合、診断部13は、演算部11で算出された積分値（面積 S ）および第1データに基づいてリチウムイオン二次電池の電池劣化を診断する。

10

【0055】

結局、本実施形態に係る電池劣化診断方法および電池劣化診断装置1によれば、リチウムイオン二次電池を使用機器から取り外す必要がなく、計算負荷が小さく、電池稼働中に電池劣化診断が可能であるため、実用性が高く有用である。したがって、本実施形態に係る電池劣化診断装置1は、民生品として実用性が高く、バッテリーマネジメントシステム（BMS）等の保護装置への搭載による安全運用への貢献が期待される。ところで、充電終了後の電池端子間電圧 V_B が電池内部電圧 V_0 （電池内部電圧 V_{Tmax} ）に収束する過程において、電池端子間電圧 V_B を積分した面積（積分値） S' を用いて電池劣化診断を行う場合、電池内部電圧 V_0 が充電終了後のSOCに概ね比例することから、面積 S' はSOCによる影響が極めて大きくなる。このため、面積 S' を用いて電池劣化診断を行う場合、リチウムイオン二次電池のSOCを推定しなければ電池劣化を診断することができない。これに対して、電池端子間電圧 V_B から電池内部電圧 V_0 （電池内部電圧 V_{Tmax} ）を差し引いた電位差を積分した面積（積分値） S を用いて電池劣化診断を行う本実施形態では、面積 S のSOC依存性が小であることから、リチウムイオン二次電池のSOCにかかわらず（SOCを推定することなく）電池劣化を診断することができる。

20

30

【0056】

以上、本発明に係る電池劣化診断方法および電池劣化診断装置の実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。

【0057】

例えば、上記実施形態では、二次電池としてリチウムイオン二次電池を例に挙げて説明したが、本発明に係る電池劣化診断方法および電池劣化診断装置は、リチウムイオン二次電池以外の二次電池にも適用することができる。

【0058】

また、上記実施形態では、充電ステップにおいてパルス電流を用いたが、充電終了時に電流値が瞬時にゼロになるのであれば、任意の電流を用いることができる。

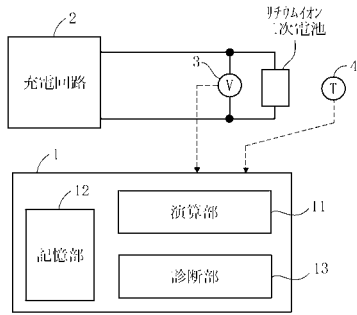
40

【符号の説明】

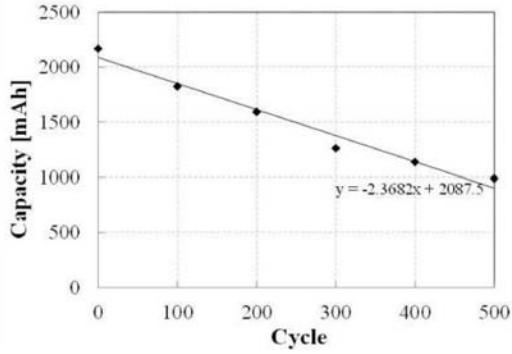
【0059】

- 1 電池劣化診断装置
- 2 充電回路
- 3 電圧検出手段
- 4 周囲温度測定手段
- 11 演算部
- 12 記憶部
- 13 診断部

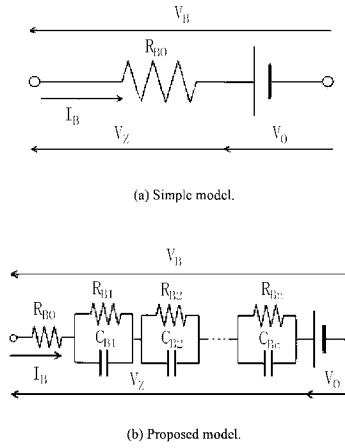
【 図 1 】



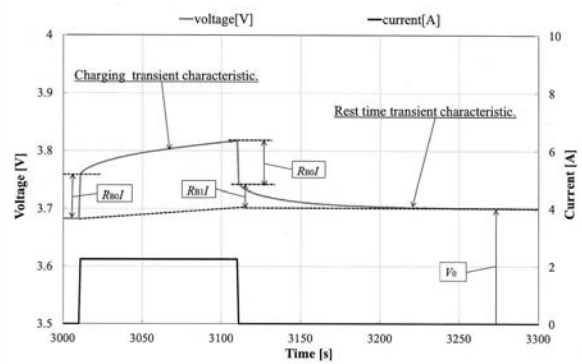
【 図 2 】



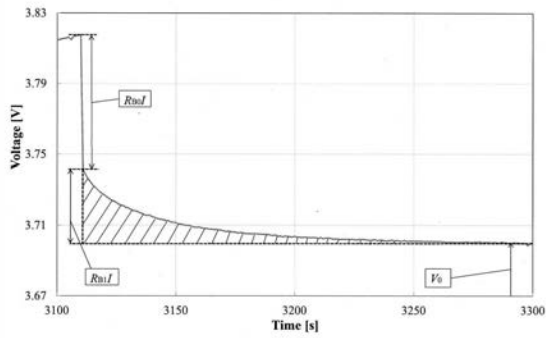
【 図 3 】



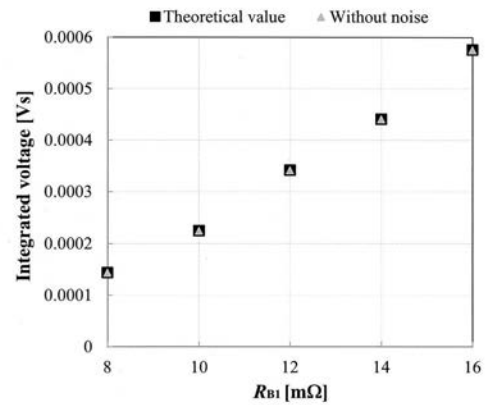
【 図 4 】



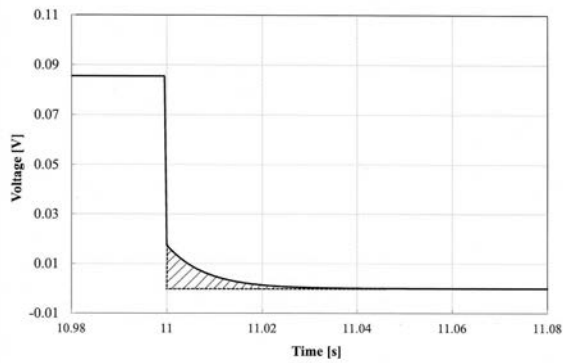
【 図 5 】



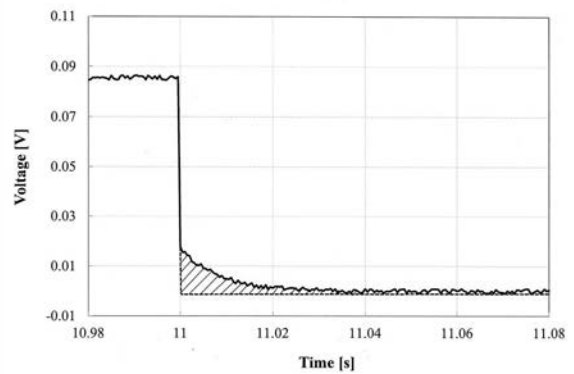
【 図 7 】



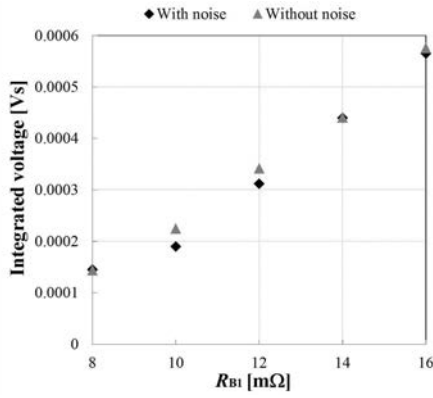
【 図 6 】



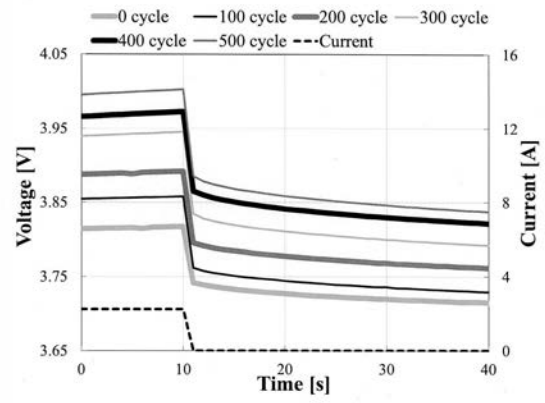
【 図 8 】



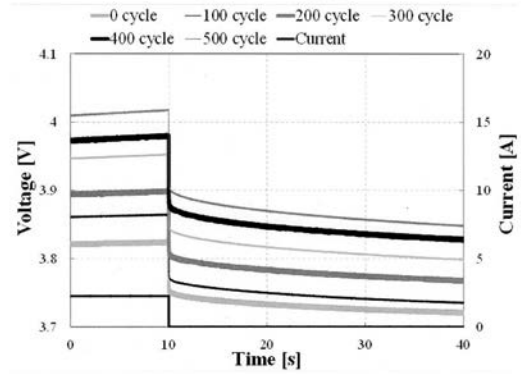
【 図 9 】



【 図 10 】

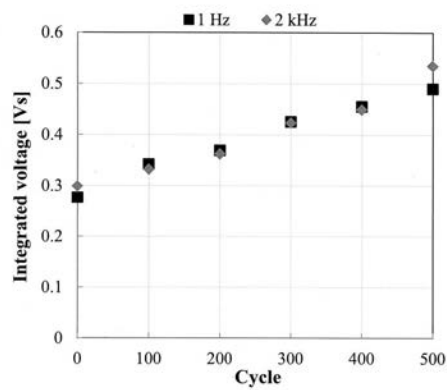


(a) 1 Hz, 100 sec charging.

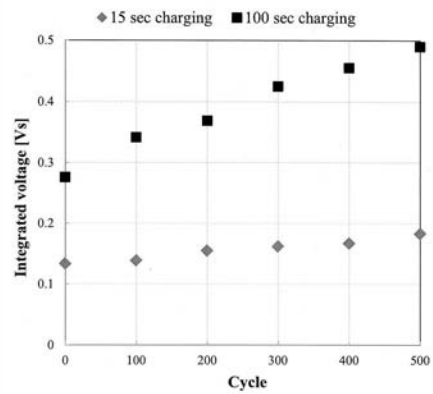


(b) 2 kHz, 100 sec charging.

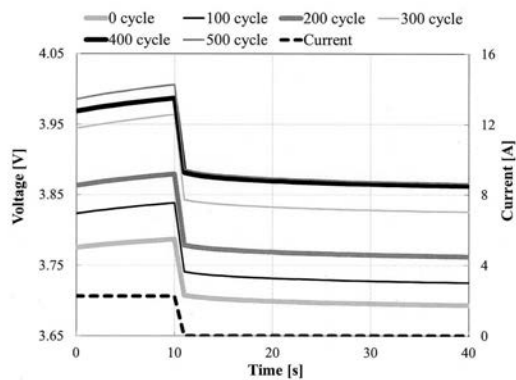
【 図 11 】



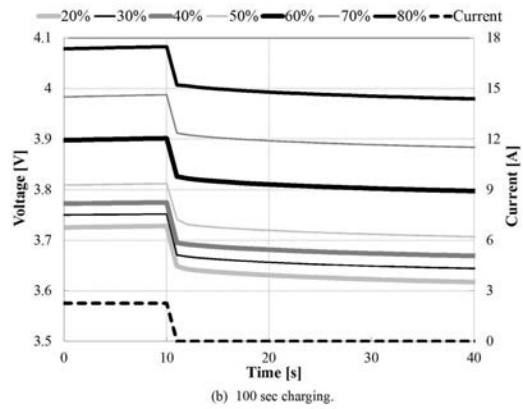
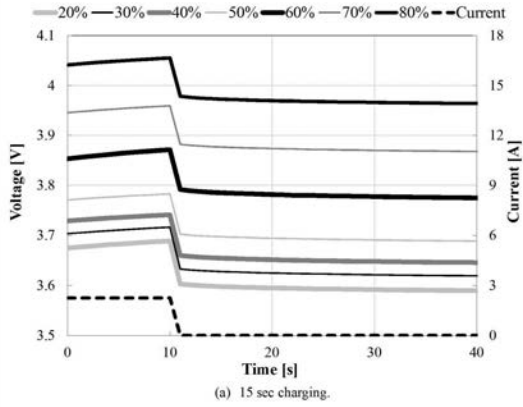
【 図 13 】



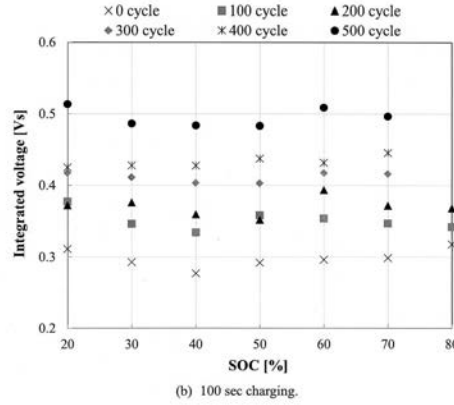
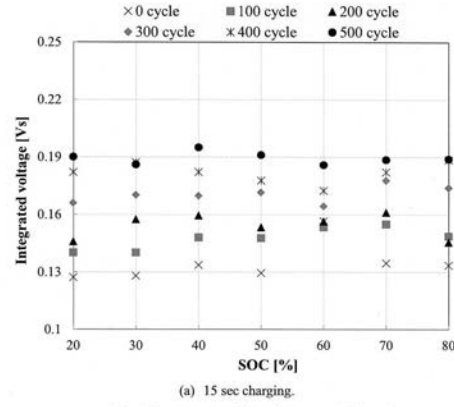
【 図 12 】



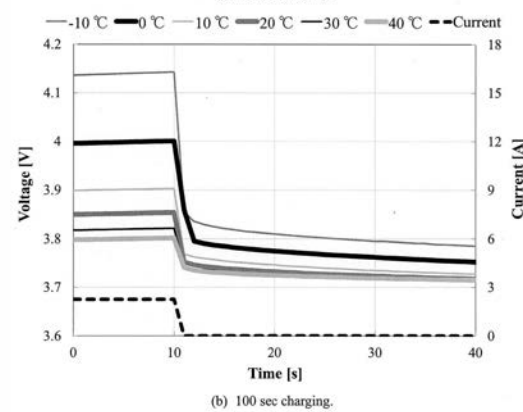
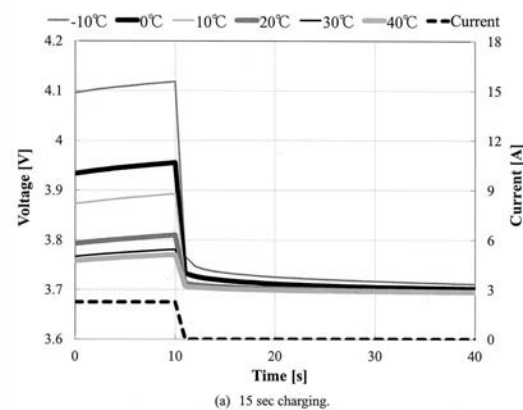
【 図 1 4 】



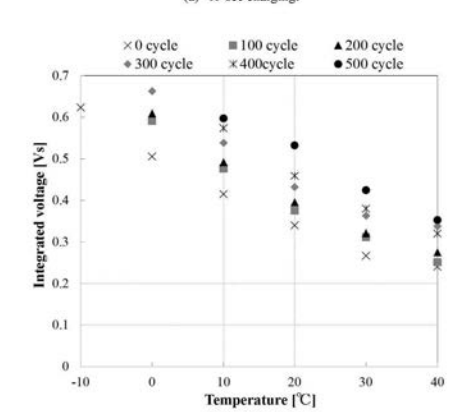
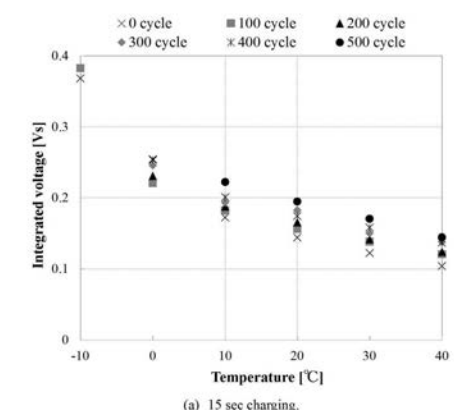
【 図 1 5 】



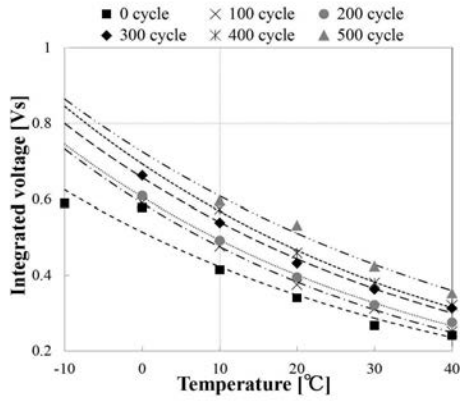
【 図 1 6 】



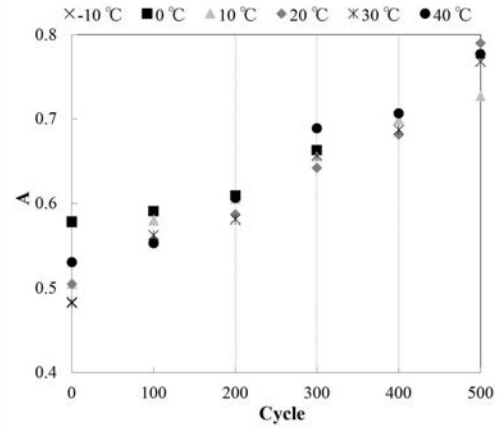
【 図 1 7 】



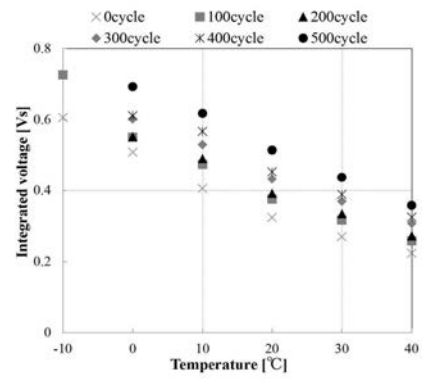
【 図 1 8 】



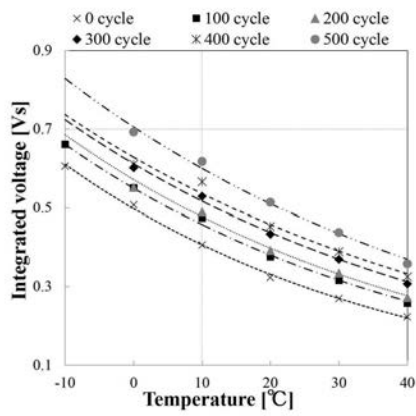
【 図 1 9 】



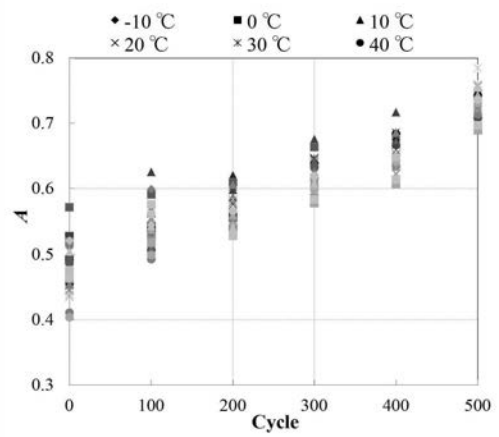
【 図 2 0 】



【 図 2 1 】



【 図 2 2 】



【手続補正書】

【提出日】平成28年6月30日(2016.6.30)

【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】

過渡特性を有する二次電池の電池劣化を診断する電池劣化診断方法であって、
前記二次電池に対して充電を行う充電ステップと、
前記充電の終了後、前記二次電池の電池端子間電圧が前記二次電池の電池内部電圧に収束する過程において、前記電池端子間電圧から前記電池内部電圧を差し引いた電位差を積分し、前記電位差の積分値を算出する演算ステップと、
前記積分値に基づいて前記二次電池の電池劣化を診断する診断ステップと、を含み、
前記演算ステップでは、
前記充電の終了後から前記電池端子間電圧が前記電池内部電圧に収束するまでの間、所定のサンプリング周波数で前記電池端子間電圧を測定し、前記充電の終了後から前記電池端子間電圧が前記電池内部電圧に収束するまでの区間において、前記電位差を積分することを特徴とする電池劣化診断方法。

【請求項2】

前記演算ステップでは、前記二次電池の周囲温度の上昇に伴い指数関数的に大きくなる補正関数により、前記積分値の補正を行い、
前記診断ステップでは、補正後の前記積分値に基づいて前記二次電池の電池劣化を診断することを特徴とする請求項1に記載の電池劣化診断方法。

【請求項3】

過渡特性を有する二次電池の電池劣化を診断する電池劣化診断装置であって、
前記二次電池の充電の終了後、前記二次電池の電池端子間電圧が前記二次電池の電池内部電圧に収束する過程において、前記電池端子間電圧から前記電池内部電圧を差し引いた電位差を積分し、前記電位差の積分値を算出する演算部と、
前記積分値の電池劣化特性に関する第1データが格納された記憶部と、
前記演算部で算出された前記積分値と、前記記憶部に格納された前記第1データとに基づいて、前記二次電池の電池劣化を診断する診断部と、
前記充電の終了後から前記電池端子間電圧が前記電池内部電圧に収束するまでの間、所定のサンプリング周波数で前記電池端子間電圧を測定する電圧測定手段と、を含み、
前記演算部は、前記充電の終了後から前記電池端子間電圧が前記電池内部電圧に収束するまでの区間において、前記電位差を積分することを特徴とする電池劣化診断装置。

【請求項4】

前記記憶部には、前記二次電池の周囲温度の上昇に伴い指数関数的に大きくなる補正関数と、前記補正関数により補正された前記積分値の電池劣化特性に関する第2データとが格納されており、
前記演算部は、前記補正関数により前記積分値の補正を行い、
前記診断部は、補正後の前記積分値と前記第2データとに基づいて前記二次電池の電池劣化を診断することを特徴とする請求項3に記載の電池劣化診断装置。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2016/055374
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01R31/36(2006.01)i, H01M10/42(2006.01)i, H01M10/48(2006.01)i, H02J7/00(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01R31/36, H01M10/42, H01M10/48, H02J7/00 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2016 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2011-54413 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 17 March 2011 (17.03.2011), paragraphs [0001], [0010] to [0041], [0055] to [0070]; fig. 1, 3, 5, 9, 11 (Family: none)	1 2-4
Y	JP 2007-178333 A (Toyota Motor Corp.), 12 July 2007 (12.07.2007), paragraphs [0001], [0006] to [0010], [0018] to [0026]; fig. 2, 3, 4 (Family: none)	2-4
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 10 May 2016 (10.05.16)		Date of mailing of the international search report 17 May 2016 (17.05.16)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/055374

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2013-239328 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 28 November 2013 (28.11.2013), paragraphs [0001], [0032] to [0034], [0069]; fig. 1, 5 (Family: none)	3-4

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 6 / 0 5 5 3 7 4													
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01R31/36(2006.01)i, H01M10/42(2006.01)i, H01M10/48(2006.01)i, H02J7/00(2006.01)i															
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01R31/36, H01M10/42, H01M10/48, H02J7/00															
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2016年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2016年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2016年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2016年	日本国実用新案登録公報	1996-2016年	日本国登録実用新案公報	1994-2016年				
日本国実用新案公報	1922-1996年														
日本国公開実用新案公報	1971-2016年														
日本国実用新案登録公報	1996-2016年														
日本国登録実用新案公報	1994-2016年														
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)															
C. 関連すると認められる文献															
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号													
X Y	JP 2011-54413 A (日産自動車株式会社) 2011.03.17, 段落【0001】、【0010】 - 【0041】、 【0055】 - 【0070】、【図1】、【図3】、【図5】、【図9】、 【図11】 (ファミリーなし)	1 2-4													
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。															
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>の日の後に公表された文献</td> </tr> <tr> <td>「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)</td> <td>「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td>「&」同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</td> <td></td> </tr> </table>				* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献	「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献	「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	
* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献														
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの														
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの														
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの														
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献														
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願															
国際調査を完了した日 10.05.2016		国際調査報告の発送日 17.05.2016													
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 菅藤 政明 電話番号 03-3581-1101 内線 3216	2 S 5701												

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2016/055374
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2007-178333 A (トヨタ自動車株式会社) 2007.07.12, 段落【0001】、【0006】－【0010】、 【0018】－【0026】、【図2】、【図3】、【図4】 (ファミリーなし)	2-4
Y	JP 2013-239328 A (古河電気工業株式会社) 2013.11.28, 段落【0001】、【0032】－【0034】、 【0069】、【図1】、【図5】 (ファミリーなし)	3-4

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(出願人による申告)平成23年度、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「安全・低コスト大規模蓄電システム技術開発/共通基盤研究/過渡現象を利用する大規模蓄電システムの非破壊劣化診断技術の開発」に係る委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

Fターム(参考) 2G216 BA21 BA34 BA45 CA07 CB12 CB13 CB34 CB51
5H030 AA10 FF22 FF41 FF43 FF44 FF52

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。