

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2018-524602
(P2018-524602A)

(43) 公表日 平成30年8月30日(2018.8.30)

(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	P 5 H O 3 O
HO 1 M 10/42 (2006.01)	HO 1 M 10/42	P

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2018-504137 (P2018-504137)
 (86) (22) 出願日 平成28年7月21日 (2016.7.21)
 (85) 翻訳文提出日 平成30年3月15日 (2018.3.15)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2016/067371
 (87) 国際公開番号 WO2017/016966
 (87) 国際公開日 平成29年2月2日 (2017.2.2)
 (31) 優先権主張番号 102015214128.4
 (32) 優先日 平成27年7月27日 (2015.7.27)
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(71) 出願人 501125231
 ローベルト ボッシュ ゲゼルシャフト
 ミット ベシュレンクテル ハフツング
 ドイツ連邦共和国 70442 シュトゥ
 ットガルト ポストファッハ 30 02
 20
 (74) 代理人 100095957
 弁理士 亀谷 美明
 (74) 代理人 100096389
 弁理士 金本 哲男
 (74) 代理人 100101557
 弁理士 萩原 康司
 (74) 代理人 100128587
 弁理士 松本 一騎

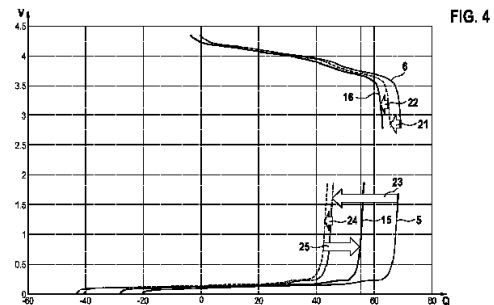
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電池の現在の開路電圧曲線を推定するための方法及び装置

(57) 【要約】

本発明は、電池の現在の開路電圧曲線を推定する方法であって、電池の実際の開路電圧曲線(1)の一区间(2)を記録する工程と、実際の開路電圧曲線(1)の記録された一区间(2)において特徴点(3)を検出し又は定義する工程と、電池のアノード電位の特性曲線(5)において及び/又は電池のカソード電位の特性曲線(6)において、特徴点(3)に対応する点(4)を識別する工程と、上記対応する点(4)に対する特徴点(3)の位置に基づいて、アノード電位の特性直線(5)及び/又はカソード電位の特性曲線(6)を移動させ及び/又はスケール変更する工程であって、特性曲線(5、6)の移動及び/又は特性曲線(5、6)のスケール変更を組み合わせることにより、記録された一区间(2)が再現されるまで、上記移動させ及び/又はスケール変更する工程と、移動させられ及び/又はスケール変更された特性曲線に基づいて、現在の開路電圧曲線を算出する工程と、を含む、上記方法に関する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電池の現在の開路電圧曲線を推定する方法であって、
 前記電池の実際の開路電圧曲線（１）の一区間（２）を記録する工程と、
 前記実際の開路電圧曲線（１）の記録された前記一区間（２）において特徴点（３）を検出し又は定義する工程と、
 前記電池のアノード電位の特性曲線（５）において及び／又は前記電池のカソード電位の特性曲線（６）において、前記特徴点（３）に対応する点（４）を識別する工程と、
 前記対応する点（４）に対する前記特徴点（３）の位置に基づいて、前記アノード電位の前記特性直線（５）及び前記カソード電位の前記特性曲線（６）を移動させ及び／又はスケール変更する工程であって、前記特性曲線（５、６）の前記移動及び／又は前記特性曲線（５、６）の前記スケール変更を組み合わせることにより、前記記録された一区間（２）が再現されるまで、前記移動させ及び／又は前記スケール変更する工程と、
 前記移動させられ及び／又はスケール変更された特性曲線に基づいて、前記現在の開路電圧曲線を算出する工程と、
 を含む、方法。

10

【請求項 2】

前記実際の開路電圧曲線（１）の前記一区間（２）は、複数の測定点の記録によって記録されることを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記特徴点（３）の前記検出は、記録された前記複数の測定点の補間を含むことを特徴とする、請求項 2 に記載の方法。

20

【請求項 4】

前記特徴点（３）は、前記実際の開路電圧曲線（１）の勾配若しくは湾曲における最大値若しくは最小値であり、又は、前記実際の開路電圧曲線（１）の変曲点であることを特徴とする、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 5】

前記方法は、
 前記実際の開路電圧曲線に基づいてバッテリー容量を決定する工程、
 をさらに含む、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の方法。

30

【請求項 6】

最初に、２つの前記特性曲線（５、６）の一方の移動及び／又はスケール変更が行われ、続いて、前記２つの特性曲線（５、６）の他方が、対応する規模でスケール変更され及び／又は移動させられることを特徴とする、請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 7】

請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の方法を実行するよう構成された装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電池の現在の開路電圧曲線を推定するための方法及び装置に関する。

40

【背景技術】

【0002】

現在の電池システムは、付属する電池の現在の容量及び現在の劣化状態を定めて提供することが可能である。このためには、電池の電池電圧及び電池電流の時間変化を記録する必要がある。

【0003】

電池の電池電圧の時間変化及び開路電圧曲線から、電池の充電状態変化量を定めることが可能である。電池電流の時間変化から、電池の放出又は受容された電荷量を定めることが可能であり、この電荷量は以下では電荷変化量と呼ばれる。

50

【0004】

電荷変化量及び充電状態変化量から、電池の現在の容量を推定することが可能である。電池の現在の容量及び電池の本来の容量から、電池の劣化状態を推定することが可能である。

【0005】

その際に、電池の容量及び劣化状態を精確に計算するためには、正確な情報を得るために電荷変化量及び対応する充電状態変化量が非常に大きくなければならないという問題が出る。これにより、上記情報の正確な計算のためには、ほぼ完全な充電サイクル及び放電サイクルを必要とする。

【0006】

さらに、電池の開路電圧曲線が電池の寿命に亘って一定ではなく、計算の土台となる開路電圧曲線がもはや現在のものではないため容量の計算が不精確になるという問題が出て来る。

【0007】

特開2012-137330号明細書には、アノード電位の特性曲線及びカソード電位の特性曲線に基づいて電池の開路電圧が定められる方法が開示されている。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0008】

電池の現在の開路電圧曲線を推定するための本発明に係る方法は、電池の実際の開路電圧曲線の一区間を記録する工程と、実際の開路電圧曲線の記録された一区間において特徴点を検出し又は定義する工程と、電池のアノード電位の特性曲線において及び/又は電池のカソード電位の特性曲線において、特徴点に対応する点を識別する工程と、上記対応する点に対する特徴点の位置に基づいて、アノード電位の特性直線及びカソード電位の特性曲線を移動させ及び/又はスケール変更する工程であって、特性曲線の移動及び/又は特性曲線のスケール変更を組み合わせることにより、記録された一区間が再現されるまで、上記移動させ及び/又は上記スケール変更する工程と、移動させられ及び/又はスケール変更された特性曲線に基づいて、現在の開路電圧曲線を算出する工程と、を含む。

【0009】

このようにして、事前に電池のほぼ完全な充電又は放電を行うことなく、電池の現在の開路電圧曲線を推定することが可能となる。さらに、電池の開路電圧曲線を短期間で更新し、これにより、電池の寿命の間の変化に対して調整することが可能となる。特定の点が検出される際には、所定の特性に基づいて点が識別される。特定の点が定義される際には、任意の又は特定の点が特徴点として選択される。

【0010】

本発明に係る装置は、本発明に係る方法を実行するよう構成され、本発明に係る方法の全ての利点を有している。

【0011】

従属請求項によって、本発明の好適な発展形態が示される。

【0012】

実際の開路電圧曲線の一区間が、複数の測定点の記録によって記録される場合には有利である。このようにして、さらに利用するまで第1の開路電圧曲線を最小のメモリ容量を費やして保持することが可能である。

【0013】

さらに、特徴点の検出が、記録された複数の測定点の補間を含む場合には有利である。このようにして、特徴点の位置が特に正確に特定されうる。

【0014】

さらに、特徴点が、実際の開路電圧曲線の勾配若しくは湾曲における最大値若しくは最小値であり、又は、実際の開路電圧曲線の変曲点である場合には有利である。このような点は特に特徴的であり、従って、アノード電位の特性曲線及びカソード電位の特性曲線で

10

20

30

40

50

も特に信頼性高く見つけられる。さらに、このような特徴点は、数学的なやり方で特に簡単に識別することが可能であり、これにより必要な計算コストが低減される。

【0015】

さらに、本方法が、実際の開路電圧曲線に基づいてバッテリー容量を決定する工程をさらに含む場合には有利である。これにより、電池容量に関する推定精度が著しく向上する。

【0016】

最初に、2つの特性曲線の一方の移動及び/又はスケール変更が行われ、続いて、2つの特性曲線の他方が、対応する規模でスケール変更され及び/又は移動させられる場合には有利である。このようにして、本方法のために必要な計算コストが最小に抑えられる。

【図面の簡単な説明】

10

【0017】

以下では、本発明の実施例を、添付の図面を参照して詳細に説明する。

【図1】アノード電位の2つの例示的な特性曲線、及び、カソード電位の2つの例示的な特性曲線を示すグラフである。

【図2】2つの例示的な開路電圧曲線を示すグラフである。

【図3】第1の実施形態における本発明に係る方法のフロー図である。

【図4】本発明の一実施形態に係るアノード電位の特性曲線及びカソード電位の特性曲線の移動及びスケール変更を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0018】

20

本発明の根底には、電池の各開路電圧曲線が電池のアノード電位の対応する特性曲線及び電池のカソード電位の対応する特性曲線を介して計算可能であるという原則がある。このことは、電池の各劣化状態、即ち、電池の寿命初期 (BOL: Begin of life) から電池の寿命の終り (EOL: End of life) までの各劣化状態について当てはまる。

【0019】

電池のアノード電位又はカソード電位の特性曲線は、OCP (Open Circuit Potential、開路電位)とも呼ばれる。電池の開路電圧曲線は、OCV (Open Circuit Voltage、開路電圧)とも呼ばれる。

【0020】

30

図1は、アノード電位の第1の特性曲線10aと、アノード電位の第2の特性曲線10bと、カソード電位の第1の特性曲線11aと、カソード電位の第2の特性曲線11bが提示されたグラフを示している。ここでは、アノード電位の第1の特性曲線10a及びカソード電位の第1の特性曲線11aが、第1の劣化状態にある電池を表している。アノード電位の第2の特性曲線10b及びカソード電位の第2の特性曲線11bは、第2の劣化状態にある電池を表している。

【0021】

図2は、第1の開路電圧曲線12aと第2の開路電圧曲線12bとが提示されたグラフを示している。第1の開路電圧曲線12aは、第1の劣化状態にある電池の開路電圧曲線である。第2の開路電圧曲線12bは、第2の劣化状態にある電池の開路電圧曲線である。

40

【0022】

アノード電位の第1の特性曲線10aと、カソード電位の第1の特性曲線11aと、から、第1の開路電圧曲線12aを定めることが可能である。

【0023】

数学的に見れば、アノード電位の第1の特性曲線10aは、電池の充電状態Qについての関数である。充電状態Qは、図2に示されるグラフではX軸に示されている。その際に、充電状態は、電池が最大電荷量 (maximal charge) からスタートして放出した電荷量を例えばアンペア時により表す値によって表される。従って、アノード電位の第1の特性曲線10aは、関数 $f_{a_n}(Q)$ によって表される。同じことが、カソー

50

ド電位の第1の特性曲線11aについても当てはまり、カソード電位の第1の特性曲線11aは、従って、関数 $f_{cat}(Q)$ によって表される。

【0024】

アノード電位の第1の特性曲線10a及びカソード電極の第1の特性曲線11aから第1の開路電圧曲線12aを定めるために、カソード電位からアノード電位が減算される。従って、以下のことが有効である。即ち、

$$OCV_1(Q) = f_{cat}(Q) - f_{an}(Q)$$

【0025】

ここで、 $OCV_1(Q)$ は、第1の開路電圧曲線12aを記述する関数を表す。

【0026】

図1を参照すると、アノード電位の第1の特性曲線10aと、アノード電位の第2の特性曲線10bとはその推移が類似しており、アノード電位の第1の特性曲線10aは、スケール変更して移動させると、アノード電位の第2の特性曲線10bに変えられることが分かる。従って、アノード電位の第2の特性曲線10bは、移動させられスケール変更された関数 $f_{an}(Q)$ に相当する関数 $f_{an}(a_n Q + a_n)$ によって表すことが可能である。ここでは、要素 (Factor) a_n は、スケール変更についての要素であり、要素 a_n は、アノード電位の第1の特性曲線10aに対するアノード電位の第2の特性曲線10bの移動についての要素である。

【0027】

対応するやり方で、カソード電位の第1の特性曲線11aは、スケール変更して移動させると、カソード電位の第2の特性曲線11bに変えられる。従って、カソード電位の第2の特性曲線11bは、移動させられスケール変更された関数 $f_{cat}(Q)$ に相当する関数 $f_{cat}(cat Q + cat)$ によって表される。ここでは、要素 cat は、スケール変更についての要素であり、要素 cat は、カソード電位の第1の特性曲線11aに対するカソード電位の第2の特性曲線11bの移動についての要素である。

【0028】

第2の開路電圧曲線12bは、アノード電位の第2の特性曲線10b及びカソード電位の第2の特性曲線11bから定められるため、以下のことが有効である。即ち、

$$OCV_2(Q) = f_{cat}(cat Q + cat) - f_{an}(a_n Q + a_n)$$

【0029】

ここで、 $OCV_2(Q)$ は、第2の開路電圧曲線12bを記述する関数を表す。

【0030】

本発明によれば、先に記載した原則に基づいて、例えば電池が或る程度劣化した後に現れる電池の現在の開路電圧曲線が、電池のアノード電位の特性曲線及び電池のカソード電位の特性曲線のスケール変更及び移動によって定められる。

【0031】

図3は、第1の実施形態における本発明に係る方法のフロー図を示している。本方法の開始に際して、最初に、第1の工程S1が実行される。

【0032】

第1の工程S1において、電池の実際の開路電圧曲線1の一区間2の記録が行われる。実際の開路電圧曲線1は、本発明に係る方法が実行される時点で電池が実際に有している開路電圧曲線である。電池の電圧と、電池により放出又は受容された電流と、が測定される。これらの値から、電池の充電状態変化量が算出され、当該充電状態変化量の範囲内の複数の充電状態について、それぞれ対応する電圧値が格納される。各電圧値は、測定点を表している。従って、実際の開路電圧曲線1の一区間2は、複数の測定点の記録によって

10

20

30

40

50

記録される。

【0033】

実際の開路電圧曲線1の一区間2の記録時に記録される一区間2は、電池の現在の開路電圧曲線の対応する区間とほぼ一致している。しかしながら、実際の開路電圧曲線の一区間のみ記録されたため、更なる処理において、電池の現在の開路電圧曲線を推定するために完全な開路電圧曲線が定められる。

【0034】

第1の工程S1の後で、第2の工程S2が実行される。第2の工程S2では、実際の開路電圧曲線の記録された一区間2における特徴点3の検出が行われる。第2の工程S2は、第1の部分工程S21と、第2の部分工程S22と、第3の部分工程S23と、に分けられる。

10

【0035】

最初に、第1の部分工程S21が実行される。第1の部分工程S21では、記録された複数の測定点の補間が行われる。ここでは、記録された測定点の間に存在する電圧値が補間され、従って、連続する曲線の形態により電池の実際の開路電圧曲線の一区間2が獲得される。

【0036】

後続の第2の部分工程S22では、実際の開路電圧曲線の記録された一区間2についての第1の導関数及び第2の導関数が算出される。

【0037】

後続の第3の部分工程S23では、一区間2について計算された実際の開路電圧曲線の導関数に基づいて特徴点3が定められ、従って検出される。

20

【0038】

図2は、電池の実際の開路電圧曲線の記録された一区間2を例示している。ここでは、第2の開路電圧曲線12bが電池の実際の開路電圧曲線に対応すると仮定する。この実際の開路電圧曲線の一区間2は、第1の工程S1において記録されたものである。第2の工程S2で定められた導関数によって特徴点3が定められ、この特徴点3は、図2に示される例では、実際の開路電圧曲線2に変曲点が発生していることにより際立っている。この変曲点は、おおよそ、値「30」で表される電池の充電状態Qのところに生じている。このような変曲点は、例えば、第2の導関数の零点によって識別されうる。

30

【0039】

ここで例示的に特徴点3として選択された変曲点の代わりに、記録された一区間2では、特に、第2の開路電圧曲線12bの勾配又は湾曲における極大値又は極小値が、特徴点3として選択されるために適している。本発明によれば、特徴点3は、互いに接する複数の点の特性によっても、即ち、曲線としての流れ(Kurvenverlauf)によっても定義されうる。

【0040】

代替的な特徴点として、図2では、第2の開路電圧曲線12bの湾曲における最大値3aが示されており、この最大値3aは、例えば、実際の開路電圧曲線の記録された一区間2の第1の導関数の最大値から定められる。更なる別の代替的な特徴点3として、図2では、第2の開路電圧曲線12bの勾配における極大値3bが示されており、この極大値3bは、例えば、第2の開路電圧曲線12bの記録された一区間2の第1の導関数の最大値から定められる。さらに、様々な特徴点を選択することも可能であり、従って、様々な特徴点に基づいて、アノード電位の特性曲線及びアノード電位の特性曲線における対応する点が識別される。さらに、複数の特徴点を定義し又は識別することも有利である。

40

【0041】

本発明の代替的な実施形態において、第2の開路電圧曲線1の記録された一区間2の任意の点が、特徴点3として定義される。その際に、対応する点4は、特徴点3の領域及び対応する点の領域における、例えば曲線としての流れによって識別されうる。

【0042】

50

工程 S 2 に続いて、第 3 の工程 S 3 が実行される。第 3 の工程 S 3 では、電池のアノード電位の特性曲線 5 及び電池のカソード電位の特性曲線 6 における、特徴点 3 に対応する点 4 の識別が行われる。アノード電位の特性曲線 5 と、カソード電位の特性曲線 6 とは、本実施形態では、電池の製造時に一度測定されて格納された特性曲線である。アノード電位の特性曲線 5 は、図 1 に示されたアノード電位の第 1 の特性曲線 1 0 a に対応しており、カソード電位の特性曲線 6 は、図 1 に示されたカソード電位の第 1 の特性曲線 1 1 a に対応していると仮定する。

【 0 0 4 3 】

先に記載したように、特徴点 3 は、本第 1 の実施形態では、実際の開路電圧曲線における変曲点である。従って本第 1 の実施形態では、第 3 の工程 S 3 において、同じように、アノード電位の特性曲線 5 及びカソード電位の特性曲線 6 で変曲点が探されて識別される。その際に、上記特性曲線に複数の変曲点がある場合の区別を可能とするために、アノード電位の特性曲線 5 及びカソード電位の特性曲線 6 の所定の範囲に探索が限定される。図 1 から分かるように、これら特性曲線は、対応する変曲点を有している。従って、アノード電位の特性曲線及びカソード電位の特性曲線における上記対応する点 4 は、特徴点 3 に対応する変曲点であって、やはり上記特性曲線 5、6 に現れている上記変曲点である。

10

【 0 0 4 4 】

図 1 及び図 2 での変曲点は、曲線が平らに流れていて識別が困難なため、実際の開路電圧曲線の記録された一区間 2 が、さらに、全ての特性曲線に現れる屈曲点 7 を経由して伸びている可能性もあることに注意されたい。ここでは、上記屈曲点 7 が、描かれる全ての特性曲線で生じており識別可能であることが容易に分かる。

20

【 0 0 4 5 】

第 3 の工程 S 3 が実行された後で、第 4 の工程 S 4 が実行される。第 4 の工程 S 4 では、対応する点 4 に対する特徴点 3 の位置に基づいて、アノード電位の特性曲線 5 及び / 又はカソード電位の特性曲線の移動及び / 又はスケール変更が行われ、即ち、特性曲線 5、6 の移動を組み合わせることにより、記録された一区間 2 が可能な限り最良に再現されるまで、上記移動及び / 又はスケール変更が行われる。

【 0 0 4 6 】

このために、本実施形態では、アノード電位の特性曲線 5 及びカソード電位の特性曲線 6 が、最初に、以下のように移動させられてスケール変更され、即ち、アノード電位の特性曲線 5 の対応する点 4 及びカソード電位の特性曲線 6 の対応する点 4 が、特徴点 3 に対応する充電状態の位置に来るように、移動させられてスケール変更される。その後で、このように移動させられスケール変更された特性曲線から、一区間 2 についての対応する暫定的な開路電圧曲線が定められる。実際の開路電圧曲線の一区間 2 と、暫定的な開路電圧曲線の対応する一区間と、の間の平均二乗偏差 (*quadratische Abweichung*) が定められる。このように定められた偏差は、アノード電位の特性曲線 5 及びカソード電位の特性曲線 6 の移動及びスケール変更を調整することにより最小化される。アノード電位の特性曲線 5 及びカソード電位の特性曲線 6 の移動及びスケール変更は、先に要素 a_n 、 c_{at} 、 a_n 、及び a_n により例示的に形成された対応する移動要素及びスケール変更要素に依存しているため、本第 4 の工程では、上記要素ごとに値が定められる。

30

40

【 0 0 4 7 】

第 4 の工程 S 4 が実行された後で、第 5 の工程 S 5 が実行される。第 5 の工程 S 5 では、移動させられ及び / 又はスケール変更された特性曲線に基づいて、現在の開路電圧曲線の算出が行われる。このことは、第 2 の開路電圧曲線 $OCV_2(Q)$ に関して既に記載された、発明の土台となる関係性に基づいて行われる。対応して、関数 $OCV_{act}(Q)$ により表される現在の開路電圧曲線について、以下ようになる。即ち、

$$OCV_{act}(Q) = f_{cat}(c_{at}Q + c_{at}) - f_{an}(a_nQ + a_n)$$

50

【 0 0 4 8 】

土台となる関数 $f_{c a t}(Q)$ 、 $f_{a n}(Q)$ はそれぞれ、電池の製造時に格納されたカソード電位の特性曲線 6、電池の製造時に格納されたアノード電位の特性曲線 5 を表している。このように算出された現在の開路電圧曲線は、推定される現在の開路電圧曲線である。

【 0 0 4 9 】

第 5 の工程 S 5 が実行された後で、第 6 の工程 S 6 が実行される。第 6 の工程 S 6 では、現在の開路電圧曲線に基づいて、電池容量の決定が行われる。このために、定められた現在の開路電圧曲線において、電池の対応する充電状態 Q であって、所定の最小電池電圧に対応する上記充電状態 Q が定められる。電池の上記対応する充電状態 Q が、電池の電池容量を表している。

10

【 0 0 5 0 】

図 4 は、本発明の好適な実施形態におけるアノード電位の特性曲線及びカソード電位の特性曲線の移動及びスケール変更を例示している。

【 0 0 5 1 】

最初に、カソード電位の特性曲線 6 がスケール変更され、このことが矢印 2 1 によって示されている。その後で、カソード電位の特性曲線 6 が移動させられ、このことが矢印 2 2 によって示されている。ここでは、カソード電位の特性曲線 6 が以下のように移動させられ、即ち、満充電状態にある電池での、カソード電位の特性曲線 6 により表わされる電池のアノードの電位が保持されるように、カソード電位の特性曲線 6 が移動させられる。従って、カソード電位の特性曲線 6 のスケール変更によって、要素 $c a t$ が少なくとも暫定的に定められる。カソード電位の特性曲線 6 の移動によって、これにより要素 $c a t$ が少なくとも暫定的に定められる。

20

【 0 0 5 2 】

従って、以下で $O C P_{c a t}$ とも呼ばれるカソード電位の特性曲線 6 について、以下のことが有効である。即ち、

$$O C P_{c a t} = f_{c a t}(Q \cdot \quad)$$

30

【 0 0 5 3 】

ここで、 \quad は要素 $c a t$ の定められた値を表し、従って、第 1 の矢印 2 1 で示されたスケール変更を表わしている。さらに、 \quad は、要素 $c a t$ の定められた値を表し、従って、第 2 の矢印 2 2 で示された移動を表わしている。

【 0 0 5 4 】

続いて、アノード電位の特性曲線 5 がスケール変更されて移動させられる。アノード電位の特性曲線 5 は、以下では $O C P_{a n}$ とも称される。アノード電位 5 の移動及びスケール変更は、以下の数式に基づいて行われる。即ち、

$$O C P_{a n} = f_{a n}([Q - p B O L] \cdot \quad + p A C T)$$

40

【 0 0 5 5 】

ここで、値 $p B O L$ は、電池が未だライフサイクルの初期 (B e g i n o f L i f e) にある場合に、バッテリーの開路電圧曲線において特徴点 3 がそこで発生する充電状態を表わしている。値 $p A C T$ は、電池の実際の開路電圧曲線において特徴点 3 がそこで発生する充電状態を表している。図 4 では、項 $[Q - p B O L]$ から得られる重み付けが施された移動が、第 3 の矢印 2 3 で示されている。要素 \quad によるスケール変更は、第 4 の矢印 2 4 によって示されている。値 $p A C T$ 分の移動が、第 5 の矢印 2 5 によって示されている。

【 0 0 5 6 】

50

図4により記載される例では、特性曲線の移動が予め固定的に定められていることが分かる。アノード電位の特性曲線5とカソード電位の特性曲線6との双方が依存する個々のスケール変更要素のみが、実際の開路電圧曲線2の一区間2と暫定的な開路電圧曲線の対応する一区間との間の偏差を最小化するために変更される。

【0057】

更なる別の代替的な実施形態において、電池の実際の容量がアノードの充電状態 Q^+ 及びカソードの充電状態 Q^- から定められる。本方法は第1の実施形態に対応しているが、アノード電位の特性曲線と、カソード電位の特性曲線と、は互いに独立して考察される。即ち、カソードとアノードとは、互いに異なる充電状態にありうる。

【0058】

既に記載したように、電池の開路電圧、特に電池セルの開路電圧が、アノード電位の特性曲線及びカソード電位の特性曲線から定められる。従って、以下のことが有効である。即ち、

$$OCV_{cell} = OCP^+(SOC^+) - OCP^-(SOC^-)$$

【0059】

ここで、 OCV_{cell} は、電池の開路電圧である。 $OCP^+(SOC^+)$ は、電池のカソード側の充電率 SOC^+ ($SOC = state\ of\ charge$) に依存するカソード電位の特性極線である。 $OCP^-(SOC^-)$ は、電池のアノード側の充電率 SOC^- に依存するアノード電位の特性曲線である。電池の充電率とは、電池の充電状態 Q に対する電池の容量 C の比率である。従って、以下のことが有効である。即ち、

$$OCV_{cell} = OCP^+(Q^+/C^+) - OCP^-(Q^-/C^-)$$

【0060】

電池のカソード側の容量 C^+ は、電池の寿命初期の電池のカソード側の容量と、カソードの劣化状態と、から得られる。電池のアノード側の容量 C^- は、電池の寿命初期の電池のアノード側の容量と、アノードの劣化状態と、から得られる。

【0061】

ここで、アノードの劣化度とカソードの劣化度との間の関係性も考慮することが可能である。カソード側の容量 C^+ とアノード側の容量 C^- とを別々に考察することによって、電池の劣化を特に正確に再現することが可能である。

【0062】

或る劣化状態にある電池の最大容量は、アノードの充電状態 Q_+ 及びカソードの充電状態 Q_- から定められる。その際には、アノード及びカソードが未だ達しうる最大充電状態が定められる。上記未だ達しうる最大充電状態は、電池の放電度に基づいて定められる。この放電度は、特徴点3に基づいて定められる。このことは例えば、実際の開路電圧曲線1における特徴点3の位置を、その寿命初期(BOL)の開路電圧曲線における特徴点3の位置と比較することで行うことが可能である。

【0063】

本発明に係る方法の全ての実施形態において、電池のアノード電位の特性曲線5での対応する点4及び電池のカソード電位の特性曲線6での対応する点4が定められ、かつ各上記特性曲線が各対応する点4の位置に基づいて移動させられ及び/又はスケール変更された場合には、現在の開路電圧曲線の推定の際に特に高い精度が実現される。しかしながら本発明に基づいて、電池のアノード電位の特性曲線5又は電池のカソード電位の特性曲線6で対応する点4が定められ、かつ当該対応する点4に対する特徴点3の位置に基づいて一方又は双方の特性曲線が移動させられた場合には十分である。このことの根底には、上記特性曲線の必要な移動及びスケール変更が少なくとも類似しているという原則がある。

【0064】

10

20

30

40

50

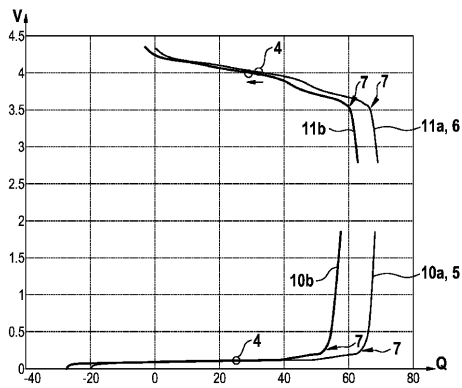
同様に、特性曲線のスケール変更と移動の双方が行われる場合には、現在の開路電圧曲線の推定の際に特に高い精度が実現される。しかしながら発明に基づいて、特性曲線のスケール変更又は移動のみ行われた場合には十分である。このようにして、本発明に係る方法を実行するために必要な計算能力が著しく下げられる。

【 0 0 6 5 】

上記の書面による開示の他に、図 1 ~ 図 4 による開示が明示的に参照される。

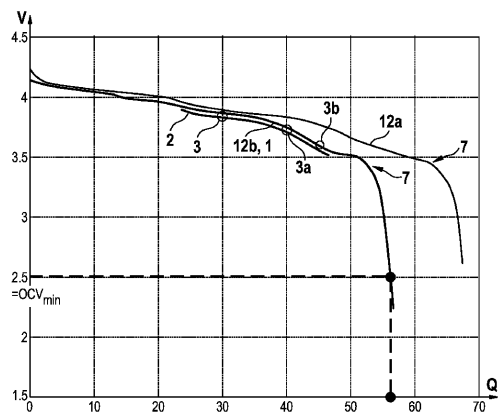
【 図 1 】

FIG. 1



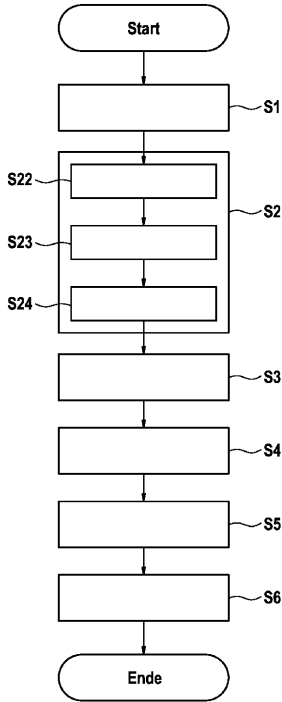
【 図 2 】

FIG. 2



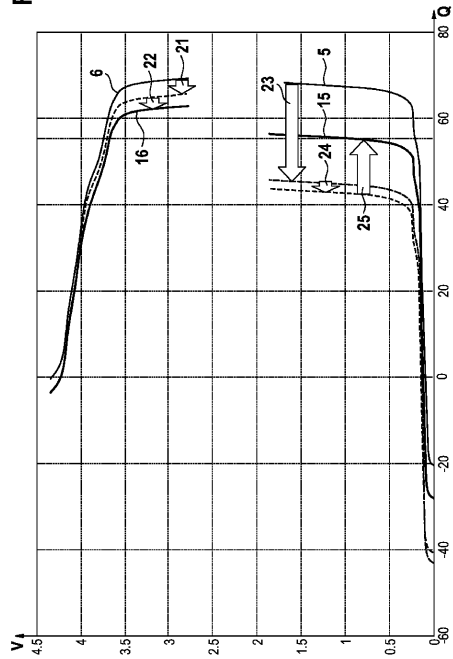
【 図 3 】

FIG. 3



【 図 4 】

FIG. 4



【 手続補正書 】

【 提出日 】 平成30年3月15日 (2018.3.15)

【 手続補正 1 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 0 3 8

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 0 0 3 8 】

図 2 は、電池の実際の開路電圧曲線の記録された一区間 2 を例示している。ここでは、第 2 の開路電圧曲線 1 2 b が電池の実際の開路電圧曲線に対応すると仮定する。この実際の開路電圧曲線の一区間 2 は、第 1 の工程 S 1 において記録されたものである。第 2 の工程 S 2 で定められた導関数によって特徴点 3 が定められ、この特徴点 3 は、図 2 に示される例では、実際の開路電圧曲線 1 に変曲点が発生していることにより際立っている。この変曲点は、おおよそ、値「30」で表される電池の充電状態 Q のところに生じている。このような変曲点は、例えば、第 2 の導関数の零点によって識別されうる。

【 手続補正 2 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 0 4 0

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 0 0 4 0 】

代替的な特徴点として、図 2 では、第 2 の開路電圧曲線 1 2 b の湾曲における最大値 3 a が示されており、この最大値 3 a は、例えば、実際の開路電圧曲線の記録された一区間 2 の第 1 の導関数の最大値から定められる。更なる別の代替的な特徴点 3 として、図 2 では、第 2 の開路電圧曲線 1 2 b の勾配における極大値 3 b が示されており、この極大値 3

b は、例えば、第 2 の開路電圧曲線 1 2 b の記録された一区間 2 の第 1 の導関数の最大値から定められる。さらに、様々な特徴点を選択することも可能であり、従って、様々な特徴点に基づいて、アノード電位の特性曲線及びカソード電位の特性曲線における対応する点が識別される。さらに、複数の特徴点を定義し又は識別することも有利である。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 4 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 4 1】

本発明の代替的な実施形態において、第 2 の開路電圧曲線 1 2 b の記録された一区間 2 の任意の点が、特徴点 3 として定義される。その際に、対応する点 4 は、特徴点 3 の領域及び対応する点の領域における、例えば曲線としての流れによって識別されうる。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 4 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 4 6】

このために、本実施形態では、アノード電位の特性曲線 5 及びカソード電位の特性曲線 6 が、最初に、以下のように移動させられてスケール変更され、即ち、アノード電位の特性曲線 5 の対応する点 4 及びカソード電位の特性曲線 6 の対応する点 4 が、特徴点 3 に対応する充電状態の位置に来るように、移動させられてスケール変更される。その後で、このように移動させられスケール変更された特性曲線から、一区間 2 についての対応する暫定的な開路電圧曲線が定められる。実際の開路電圧曲線の一区間 2 と、暫定的な開路電圧曲線の対応する一区間と、の間の平均二乗偏差 (quadratische Abweichung) が定められる。このように定められた偏差は、アノード電位の特性曲線 5 及びカソード電位の特性曲線 6 の移動及びスケール変更を調整することにより最小化される。アノード電位の特性曲線 5 及びカソード電位の特性曲線 6 の移動及びスケール変更は、先に要素 a_n 、 c_{at} 、 a_n 、及び c_{at} により例示的に形成された対応する移動要素及びスケール変更要素に依存しているため、本第 4 の工程では、上記要素ごとに値が定められる。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 5 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 5 1】

最初に、カソード電位の特性曲線 6 がスケール変更され、このことが矢印 2 1 によって示されている。その後で、カソード電位の特性曲線 6 が移動させられ、このことが矢印 2 2 によって示されている。ここでは、カソード電位の特性曲線 6 が以下のように移動させられ、即ち、満充電状態にある電池での、カソード電位の特性曲線 6 により表わされる電池のカソードの電位が保持されるように、カソード電位の特性曲線 6 が移動させられる。従って、カソード電位の特性曲線 6 のスケール変更によって、要素 c_{at} が少なくとも暫定的に定められる。カソード電位の特性曲線 6 の移動によって、これにより要素 c_{at} が少なくとも暫定的に定められる。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 5 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0054】

続いて、アノード電位の特性曲線5がスケール変更されて移動させられる。アノード電位の特性曲線5は、以下では OCP_{an} とも称される。アノード電位5の特性曲線の移動及びスケール変更は、以下の数式に基づいて行われる。即ち、

$$OCP_{an} = f_{an}([Q - pBOL] \cdot + pACT)$$

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0056

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0056】

図4により記載される例では、特性曲線の移動が予め固定的に定められていることが分かる。アノード電位の特性曲線5とカソード電位の特性曲線6との双方が依存する個々のスケール変更要素のみが、実際の開路電圧曲線1の一区間2と暫定的な開路電圧曲線の対応する一区間との間の偏差を最小化するために変更される。

【手続補正8】

【補正対象書類名】図面

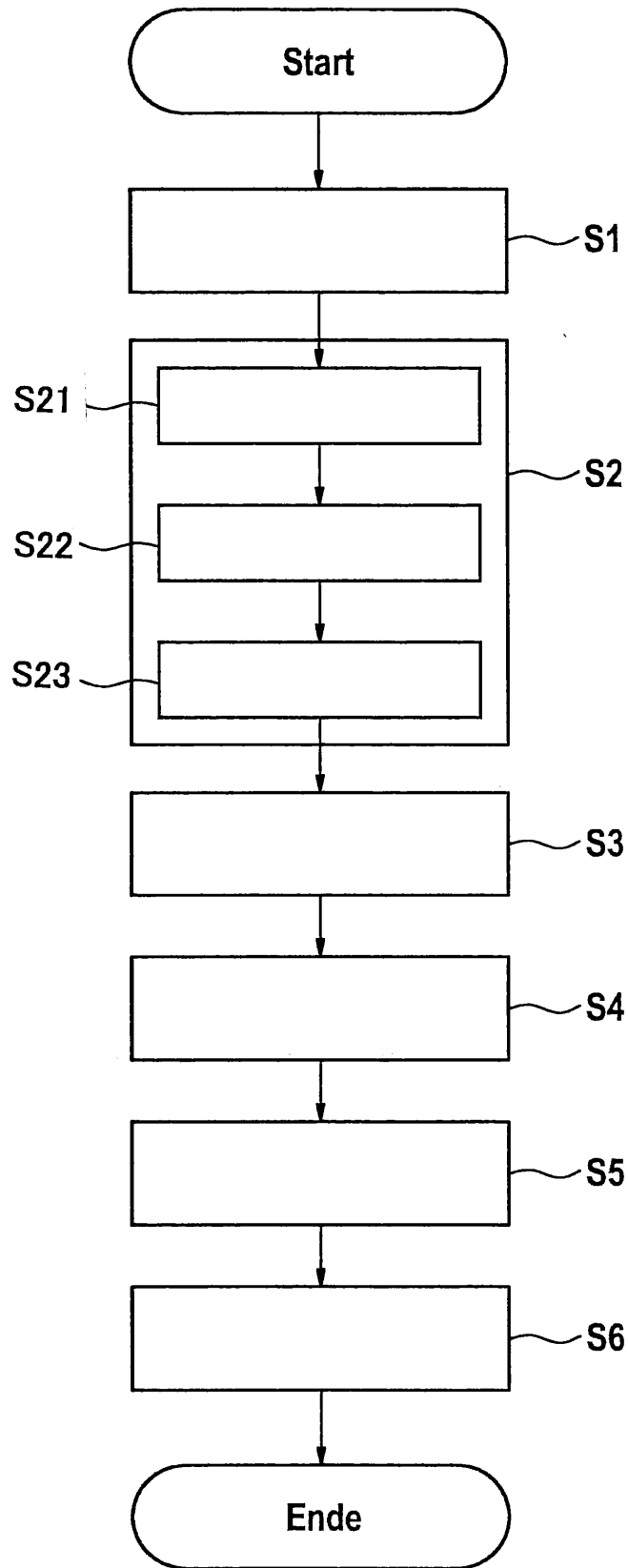
【補正対象項目名】図3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 図 3 】

FIG. 3



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2016/067371

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H01M10/48 G01R31/36 G01R19/165 ADD.		
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) H01M G01R Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2010 051008 A1 (DAIMLER AG [DE]) 10 May 2012 (2012-05-10) paragraphs [0002], [0008] - [0011], [0032] - [0036] figures 2-4	1-7
A	JP 2012 137330 A (GS YUASA CORP) 19 July 2012 (2012-07-19) cited in the application the whole document ----- ----- -/--	1-7
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" 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		Date of mailing of the international search report
9 September 2016		29/09/2016
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Knoflachner, Andreas

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/067371

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>LIU GUANGMING ET AL: "Online estimation of lithium-ion battery remaining discharge capacity through differential voltage analysis", JOURNAL OF POWER SOURCES, ELSEVIER SA, CH, vol. 274, 28 October 2014 (2014-10-28), pages 971-989, XP029104412, ISSN: 0378-7753, DOI: 10.1016/J.JPOWSOUR.2014.10.132 the whole document -----</p>	1-7

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/067371

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102010051008 A1	10-05-2012	NONE	
JP 2012137330 A	19-07-2012	JP 5673083 B2	18-02-2015
		JP 2012137330 A	19-07-2012

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/067371

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01M10/48 G01R31/36 G01R19/165 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01M G01R		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2010 051008 A1 (DAIMLER AG [DE]) 10. Mai 2012 (2012-05-10) Absätze [0002], [0008] - [0011], [0032] - [0036] Abbildungen 2-4	1-7
A	JP 2012 137330 A (GS YUASA CORP) 19. Juli 2012 (2012-07-19) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-7
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 9. September 2016		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 29/09/2016
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Knoflacher, Andreas

1

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (April 2005)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP2016/067371

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>LIU GUANGMING ET AL: "Online estimation of lithium-ion battery remaining discharge capacity through differential voltage analysis", JOURNAL OF POWER SOURCES, ELSEVIER SA, CH, Bd. 274, 28. Oktober 2014 (2014-10-28), Seiten 971-989, XP029104412, ISSN: 0378-7753, DOI: 10.1016/J.JPOWSOUR.2014.10.132 das ganze Dokument -----</p>	1-7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/067371

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102010051008 A1	10-05-2012	KEINE	
JP 2012137330 A	19-07-2012	JP 5673083 B2	18-02-2015
		JP 2012137330 A	19-07-2012

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

(72)発明者 ベッカー、イェンス

ドイツ連邦共和国 6 7 0 7 1 ルードヴィヒスハーフェン アム ライン アイヒガッセ 1 0

(72)発明者 ザフィリディス、トリアンタフィロス

ドイツ連邦共和国 7 4 0 7 2 ハイльブロン オストシュトラッセ 2 3

(72)発明者 コワ、オリヴィエ

ドイツ連邦共和国 7 1 3 9 4 ケルネン シュールヴァルトシュトラッセ 2 6

(72)発明者 エルデン、ミハエル

ドイツ連邦共和国 3 6 1 7 9 ペプラ フリードリヒロデールシュトラッセ 3 4

Fターム(参考) 2G216 BA03 BA25 BA41 CB51 CB55

5H030 AA09 AS20 FF42 FF43 FF44