

(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2020-514757
(P2020-514757A)

(43) 公表日 令和2年5月21日(2020.5.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 R 31/367 (2019.01)	GO 1 R 31/367	2G216
HO 1 M 10/48 (2006.01)	HO 1 M 10/48 3 O 1	5G503
GO 1 R 31/389 (2019.01)	HO 1 M 10/48 P	5H030
GO 1 R 31/392 (2019.01)	GO 1 R 31/389	
GO 1 R 31/387 (2019.01)	GO 1 R 31/392	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 36 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2019-551571 (P2019-551571)
 (86) (22) 出願日 平成30年11月15日(2018.11.15)
 (85) 翻訳文提出日 令和1年9月24日(2019.9.24)
 (86) 国際出願番号 PCT/KR2018/014037
 (87) 国際公開番号 W02019/098722
 (87) 国際公開日 令和1年5月23日(2019.5.23)
 (31) 優先権主張番号 10-2017-0154009
 (32) 優先日 平成29年11月17日(2017.11.17)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関 韓国 (KR)

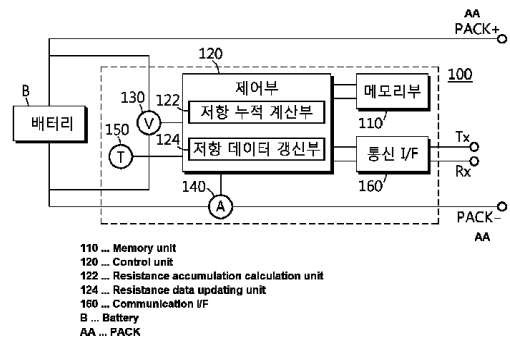
(71) 出願人 500239823
 エルジー・ケム・リミテッド
 大韓民国 07336 ソウル, ヨンドウ
 ンポグ, ヨイデロ 128
 (74) 代理人 110000877
 龍華国際特許業務法人
 (72) 発明者 セオ、ポーキュン
 大韓民国 07336 ソウル, ヨンドウ
 ンポグ, ヨイデロ 128 エルジー
 ・ケム・リミテッド内
 Fターム(参考) 2G216 BA02 BA23 BA52 BA59
 5G503 BA01 BB01 EA05 EA09
 5H030 AA09 AS06 AS08 FF22 FF42
 FF43 FF44

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バッテリー抵抗推定装置及び方法

(57) 【要約】

本発明によるバッテリー抵抗推定装置は、バッテリーの充電状態 - 温度 (SOC - T) 条件に応じて抵抗データを記録している抵抗ルックアップテーブルが保存されたメモリ部、及び制御部を含み、上記制御部は、バッテリーが充放電する間に I - V データを測定し、 dV/dI によって周期的に抵抗を繰り返して計算して上記メモリ部に保存するが、SOC - T 条件毎に区分して累積保存する抵抗累積計算部、及び上記メモリ部に SOC - T 条件毎に保存された複数の抵抗データの平均値、最大値と最小値との平均値、または最大値のうちいずれか一つである新規抵抗データと、以前に保存された抵抗データとの加重平均値を算出した後、該当する SOC - T 条件に対応する抵抗データを上記加重平均値に更新する抵抗データ更新部を含む。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

バッテリーの充電状態 - 温度 (SOC - T) 条件に応じて抵抗データを記録している抵抗ルックアップテーブルが保存されたメモリ部と、

制御部とを含み、

前記制御部は、

バッテリーが充放電する間に I - V データを測定し、 dV / dI によって周期的に抵抗を繰り返して計算して前記メモリ部に保存するが、SOC - T 条件毎に区分して累積保存する抵抗累積計算部と、

前記メモリ部に SOC - T 条件毎に保存された複数の抵抗データの平均値、最大値と最小値との平均値、または最大値のうちいずれか一つである新規抵抗データと、以前に保存された抵抗データとの加重平均値を算出した後、前記抵抗ルックアップテーブルにおける該当する SOC - T 条件に対応する抵抗データを前記加重平均値に更新する抵抗データ更新部とを含むバッテリー抵抗推定装置。

10

【請求項 2】

前記抵抗データ更新部は、加重平均値を算出する抵抗データが取り集められていない SOC - T 条件に対しては、隣接する SOC - T 条件に対して計算された抵抗データの加重平均値を用いて内挿法または外挿法によって抵抗データを更新するように構成された請求項 1 に記載のバッテリー抵抗推定装置。

【請求項 3】

前記抵抗データ更新部は、SOC - T 条件毎に保存された抵抗データがリアルタイムで計算された抵抗データであるか、それとも、内挿法または外挿法によって推定された抵抗データであるかを区分するフラグ値を SOC - T 条件毎に割り当てて保存する請求項 2 に記載のバッテリー抵抗推定装置。

20

【請求項 4】

前記新規抵抗データと以前に保存された抵抗データとの差が大きいほど、加重平均値を算出するために前記新規抵抗データに付けられる加重値が増加する請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のバッテリー抵抗推定装置。

【請求項 5】

(a) バッテリーの充電状態 - 温度 (SOC - T) 条件に応じて抵抗データを記録している抵抗ルックアップテーブルをメモリ部に保存する段階と、

(b) バッテリーが充放電する間に I - V データを測定し、 dV / dI によって周期的に抵抗を繰り返して計算して前記メモリ部に保存するが、SOC - T 条件毎に区分して累積保存する段階と、

(c) 前記メモリ部に SOC - T 条件毎に保存された複数の抵抗データの平均値、最大値と最小値との平均値、または最大値のうちいずれか一つである新規抵抗データと、以前に保存された抵抗データとの加重平均値を算出する段階と、

(d) 前記メモリ部の前記抵抗ルックアップテーブルに SOC - T 条件毎に保存された抵抗データを前記加重平均値に更新する段階とを含むバッテリー抵抗推定方法。

30

【請求項 6】

前記 (d) 段階において、加重平均値を算出する抵抗データが取り集められていない SOC - T 条件に対しては、隣接する SOC - T 条件に対して計算された抵抗データの加重平均値を用いて内挿法または外挿法によって抵抗データを更新する請求項 5 に記載のバッテリー抵抗推定方法。

40

【請求項 7】

前記 (d) 段階において、SOC - T 条件毎に保存された抵抗データがリアルタイムで計算された抵抗データであるか、それとも、内挿法または外挿法によって推定された抵抗データであるかを区分するフラグ値を SOC - T 条件毎に割り当てて保存する請求項 6 に記載のバッテリー抵抗推定方法。

【請求項 8】

50

前記(c)段階において、前記新規抵抗データと以前に保存された抵抗データとの差が大きいほど、加重平均値を算出するために前記新規抵抗データに付けられる加重値が増加する請求項5から7のいずれか一項に記載のバッテリー抵抗推定方法。

【請求項9】

請求項1～請求項4のうちいずれか一項に記載のバッテリー抵抗推定装置を含むバッテリー管理システム。

【請求項10】

請求項5～請求項8のうちいずれか一項に記載のバッテリー抵抗推定方法をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、バッテリーの健康状態(State Of Health: SOH)を示すファクターのうち一つである抵抗を推定できる装置及び方法に関する。

【0002】

本出願は、2017年11月17日出願の韓国特許出願第10-2017-0154009号に基づく優先権を主張し、該当出願の明細書及び図面に開示された内容は、すべて本出願に組み込まれる。

【背景技術】

【0003】

20

繰り返して充放電可能なバッテリーが化石エネルギーの代替手段として脚光を浴びている。バッテリーは、携帯電話、ビデオカメラ、電動工具のような伝統的な携帯機器に主に使われた。しかし、近年、電気で駆動される自動車(EV、HEV、PHEV)、大容量の電力貯蔵装置(ESS)、無停電電源供給システム(UPS)などにその応用分野が徐々に広がっている。

【0004】

バッテリーは、正極及び負極、電極の間に介在された分離膜、正極及び負極にコーティングされた活物質と電気化学的に反応する電解質を含むが、充放電回数が増えるほど容量が減少する。容量の減少は、電極にコーティングされた活物質の劣化、電解質の副反応、分離膜の気孔の減少などからその原因を探ることができる。

30

【0005】

バッテリーの容量が減少すれば、抵抗が増加し、熱として消失する電気エネルギーが増加する。したがって、バッテリーの容量が臨界値以下に減少すれば、バッテリーの性能が著しく劣化し発熱量が増加して、点検または交替が必要になる。

【0006】

バッテリー技術分野において、バッテリーの容量減少の程度はSOHというファクターによって定量的に示すことができる。

【0007】

SOHは様々な方法で計算できるが、その一つが現時点を基準にしたバッテリーの抵抗がBOL(Beginning Of Life)状態の抵抗に比べて増加した程度を定量化することで計算する方法である。例えば、バッテリーの抵抗がBOL状態の抵抗に比べて20%ほど増加したとすれば、SOHは80%と推定することができる。

40

【0008】

バッテリーの抵抗は、充電状態(State Of Charge: SOC)が低いとき相対的に大きく、温度が高いとき相対的に小くなる傾向がある。バッテリーのSOCが低くなれば、作動イオンと反応できる活物質の量が減少して活物質内における作動イオンの拡散抵抗が増加し、バッテリーの温度が高くなれば、作動イオンの移動度(mobility)が増加するためである。参考までに、作動イオンはバッテリーを構成する化学種(chemical species)の種類によって変わるが、リチウム系列バッテリーの場合はリチウムイオンが作動イオンに該当する。

50

【 0 0 0 9 】

バッテリーの寿命は、SOHによって許容する最大電流を制御することで延ばすことができる。それを実現するためには、バッテリーの抵抗を正確に検出しなければならない。このように、バッテリーの抵抗はバッテリーの充電出力又は放電出力の計算において必須な重要パラメータである。

【 0 0 1 0 】

従来は事前に測定された抵抗データに基づいて、特定温度、特定SOCの条件で抽出された抵抗データがBOL状態の抵抗に比べて増加した分、すなわち抵抗退化率を計算する。他の温度、他のSOC条件でも同一レベルで退化したとの仮定の下、該抵抗退化率をすべての条件に適用してSOH、出力の推定に使用している。すなわち、SOC及び温度毎にバッテリーの抵抗を予め測定してルックアップテーブルを構成した後、抵抗退化率を一括して反映し、リアルタイム使用環境でSOC及び温度に応じた抵抗を取り出す方式を使用する。

10

【 0 0 1 1 】

しかし、この方式ではリアルタイム抵抗を推定できず、一括して適用した抵抗退化率が高温または低温では当てはまらずにバッテリーの寿命を誤判断する恐れがある。このようなバッテリーテストデータに基づいたバッテリー抵抗退化率の限界を超えようとして、RLS (Recursive Least Square) 方式に従ってダイナミックに変化するI-Vデータに基づいてリアルタイム抵抗を計算し、SOH、出力の推定に用いる方案も提案されている。すなわち、 dV/dI をリアルタイムで計算して抵抗を推定する。しかし、I-Vデータがあまり変化しない安定した(stable)入力ではRLSを使用することができない。例えば、電圧の変化はあるものの電流の変化がなければ、抵抗を計算することができない。このような場合、データは推定された最後の抵抗値に維持され、再び電流が変動することになれば、実際の抵抗を計算するために大きい抵抗誤謬が発生するという問題もある。

20

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 2 】

本発明が解決しようとする課題は、簡単なアルゴリズムでバッテリーの抵抗を信頼性高く推定できる装置を提供することである。

30

【 0 0 1 3 】

本発明が解決しようとする他の課題は、簡単なアルゴリズムでバッテリーの抵抗を信頼性高く推定できる方法を提供することである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 4 】

上記の課題を解決するため、本発明によるバッテリー抵抗推定装置は、バッテリーの充電状態-温度(SOC-T)条件に応じて抵抗データを記録している抵抗ルックアップテーブルが保存されたメモリ部、及び制御部を含む。上記制御部は、バッテリーが充放電する間にI-Vデータを測定し、 dV/dI によって周期的に抵抗を繰り返して計算して上記メモリ部に保存するが、SOC-T条件毎に区分して累積保存する抵抗累積計算部、及び上記メモリ部にSOC-T条件毎に保存された複数の抵抗データの平均値、最大値と最小値との平均値、または最大値のうちいずれか一つである新規抵抗データと、以前に保存された抵抗データとの加重平均値を算出した後、該当するSOC-T条件に対応する抵抗データを上記加重平均値に更新する抵抗データ更新部を含む。

40

【 0 0 1 5 】

望ましくは、上記抵抗データ更新部は、加重平均値を算出する抵抗データが取り集められていないSOC-T条件に対しては、隣接するSOC-T条件に対して計算された抵抗データの加重平均値を用いて内挿法または外挿法によって抵抗データを更新するように構成され得る。

【 0 0 1 6 】

50

より望ましくは、上記抵抗データ更新部は、SOC-T条件毎に保存された抵抗データがリアルタイムで計算された抵抗データであるか、それとも、内挿法または外挿法によって推定された抵抗データであるかを区分するフラグ値をSOC-T条件毎に割り当てて保存し得る。

【0017】

望ましくは、上記新規抵抗データと以前に保存された抵抗データとの差が大きいほど、加重平均値を算出するために上記新規抵抗データに付けられる加重値が増加し得る。加重値は、Pre R/R@BOLとNew R/R@BOLとの差が大きいほど増加する。Pre RはSOC-Tに対して以前に保存された抵抗値であり、R@BOLはバッテリー初期状態の抵抗値であり、New Rは新規抵抗データである。

10

【0018】

望ましくは、本発明によるバッテリー抵抗推定装置は、バッテリーの電圧を測定する電圧測定部と、バッテリーの電流を測定する電流測定部と、バッテリーの温度を測定する温度測定部とをさらに含み、上記制御部は、電圧測定値、電流測定値及び温度測定値を上記メモリ部に保存するように構成され得る。

【0019】

このとき、上記制御部は、上記メモリ部に保存された電流測定値を積算してバッテリーの充電状態を決定するように構成され得る。

【0020】

本発明によるバッテリー抵抗推定装置において、上記制御部は、上記更新された抵抗データを用いてバッテリーの出力を決定するか、または、上記更新された抵抗データを外部デバイスに伝送するように構成され得る。

20

【0021】

上記の他の課題を解決するため、本発明によるバッテリー抵抗推定方法は、(a)バッテリーの充電状態-温度(SOC-T)条件に応じて抵抗データを記録している抵抗ルックアップテーブルをメモリ部に保存する段階と、(b)バッテリーが充放電する間にI-Vデータを測定し、 dV/dI によって周期的に抵抗を繰り返して計算して上記メモリ部に保存するが、SOC-T条件毎に区分して累積保存する段階と、(c)上記メモリ部にSOC-T条件毎に保存された複数の抵抗データの平均値、最大値と最小値との平均値、または最大値のうちいずれか一つである新規抵抗データと、以前に保存された抵抗データとの加重平均値を算出する段階と、(d)上記メモリ部にSOC-T条件毎に保存された抵抗データを上記加重平均値に更新する段階とを含む。

30

【0022】

本発明の課題は、上記バッテリー抵抗推定装置を含むバッテリー管理システム(Battery Management System)、及び上記バッテリー抵抗推定方法をプログラム化して書き込んだコンピューター可読の記録媒体によっても達成され得る。

【発明の効果】

【0023】

本発明の一態様によれば、バッテリーの初期データから環境条件に合う抵抗を計算し、その蓄積データを保存することで、入力条件の制約なく(リアルタイム抵抗推定が不可能な環境条件に対しても)、SOC-T条件毎に累積した抵抗値又はBOL状態の抵抗に比べて増加した程度を用いてSOH、出力を推定することができる。

40

【0024】

本発明の一態様によれば、SOC-T条件毎に相異なる抵抗退化率が考慮されるため、それによる正確な抵抗値を推定してバッテリー状態及び寿命の推定の正確度を高めることができる。そして、I-Vデータの変化が小さい安定した入力の場合にも、リアルタイム抵抗値と類似の抵抗値を使用することができる。

【0025】

特に、本発明の一態様によれば、バッテリーの抵抗推定に用いられる抵抗ルックアップテーブルを変更するとき、新規抵抗データに加重値を付けて反映することで、バッテリー

50

の劣化を考慮した安定性確保の観点で保守的に接近する。これによって、バッテリーの退化状態に応じたバッテリーの抵抗を常に信頼性高く推定することができる。

【0026】

本明細書に添付される次の図面は、本発明の望ましい実施例を例示するものであり、発明の詳細な説明とともに本発明の技術的な思想をさらに理解させる役割をするため、本発明は図面に記載された事項だけに限定されて解釈されてはならない。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本発明の一実施例によるバッテリー抵抗推定装置の構成を概略的に示したブロック図である。

【0028】

【図2】本発明の実施例により、相異なる退化条件を有するバッテリーに対して充電状態毎に抵抗を測定して示したグラフである。

【0029】

【図3】本発明の一実施例によるバッテリー抵抗推定方法を示すフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、添付された図面を参照して本発明の実施例を説明する。これに先立ち、本明細書及び請求範囲に使われた用語や単語は通常的や辞書的な意味に限定して解釈されてはならず、発明者自らは発明を最善の方法で説明するために用語の概念を適切に定義できるという原則に則して本発明の技術的な思想に応ずる意味及び概念で解釈されねばならない。したがって、本明細書に記載された実施例及び図面に示された構成は、本発明のもっとも望ましい一実施例に過ぎず、本発明の技術的な思想のすべてを代弁するものではないため、本出願の時点においてこれらに代替できる多様な均等物及び変形例があり得ることを理解せねばならない。

【0031】

後述する実施例において、バッテリーとはリチウムバッテリーを称する。ここで、リチウムバッテリーとは、充電及び放電が行われる間にリチウムイオンが作動イオンとして作用し、正極及び負極で電気化学的反応を引き起こすバッテリーを総称する。

【0032】

一方、リチウムバッテリーに使用された電解質や分離膜の種類、バッテリーの包装に使用された包装材の種類、リチウムバッテリーの内部または外部の構造などによってバッテリーの名称が変わってもリチウムイオンが作動イオンとして使用されるバッテリーであれば、すべて上記リチウムバッテリーの範疇に含まれると解釈されねばならない。

【0033】

本発明は、リチウムバッテリー以外の他のバッテリーにも適用可能である。したがって、作動イオンがリチウムイオンではなくても本発明の技術的思想が適用できるバッテリーであれば、その種類に関わらず、全て本発明の範疇に含まれると解釈されねばならない。

【0034】

また、バッテリーは、それを構成する要素の個数によって限定されない。したがって、バッテリーは、一つの包装材内に正極/分離膜/負極の組立体及び電解質が含まれた単一セルだけでなく、単一セルのアセンブリ、複数のアセンブリが直列及び/または並列で連結されたモジュール、複数のモジュールが直列及び/または並列で連結されたパック、複数のパックが直列及び/または並列で連結された電池システムなども含むと解釈されねばならない。

【0035】

図1は、本発明の一実施例によるバッテリー抵抗推定装置の構成を概略的に示したブロック図である。

【0036】

図1を参照すれば、本発明によるバッテリー抵抗推定装置100は、バッテリーBの抵

10

20

30

40

50

抗を推定できる装置であって、少なくともメモリ部 110 及び制御部 120 を含む。

【0037】

上記制御部 120 は、論理演算を実行できるプロセッサを含み、後述する制御ロジックによってバッテリー B の充電状態及び温度に対応する抵抗を推定する機能を果たす。

【0038】

上記メモリ部 110 は、電氣的、磁氣的、光学的または量子力学的にデータを記録して消去できる記憶媒体であり、非制限的な例として、RAM、ROM またはレジスタであり得る。

【0039】

望ましくは、上記メモリ部 110 は、上記制御部 120 によってアクセスできるように、例えばデータバスなどを通じて上記制御部 120 と連結される。

10

【0040】

上記メモリ部 110 は、上記制御部 120 によって実行される各種の制御ロジックを含むプログラムと予め定義されたパラメータ、及び/または、上記制御ロジックの実行時に発生するデータを保存及び/または更新及び/または消去することができる。

【0041】

上記メモリ部 110 は、論理的に二つ以上に分割可能であり、上記制御部 120 内に含まれることもある。

【0042】

望ましくは、上記メモリ部 110 は、バッテリー B の充電状態 - 温度 (SOC - T) 条件に応じて抵抗データを記録している抵抗ルックアップテーブルを予め保存している。望ましくは、抵抗ルックアップテーブルは、SOC (または電圧) と T によって抵抗をマッピングできるデータ構造を含む。すなわち、抵抗データは、 $m [SOC (または電圧)] \times n [温度]$ マトリクスを構成する。

20

【0043】

表 1 にこのような抵抗ルックアップテーブルの一例を示した。

【表 1】

抵抗ルックアップテーブルの例		温度 (T) [°C]			
		10	20	30	40
SOC (%)	...	...	...	...	...
	15	1.58	1.5	1.46	1.41
	20	1.57	1.49	1.45	1.4
	25	1.56	1.48	1.45	1.4
	30	1.55	1.47	1.45	1.39
	35	1.54	1.46	1.44	1.39
...	

10

20

30

40

【 0 0 4 4 】

表 1 において、行には SOC (%) が示され、列には温度 (T、) が示されている。
 各セルの抵抗の単位は m である。表 1 にはそれぞれの条件毎に抵抗値が保存された場合

50

を挙げたが、抵抗ルックアップテーブルに保存される抵抗データはBOL状態の抵抗に比べて増加した程度（単位なし）で示すこともできる。また、SOC-T条件に応じて抵抗をマッピングした構造を挙げたが、電圧-Tに応じて抵抗をマッピングできるデータ構造であっても良い。

【0045】

抵抗ルックアップテーブルを構成するデータは、バッテリーBに対する充放電実験を通じて事前に測定され得る。

【0046】

例えば、図2は、 LiMnO_2 とグラファイトを正極と負極にそれぞれ含むリチウムバッテリーにおいて、抵抗が充電状態によって如何に変化するかを示したグラフである。

10

【0047】

図2において、実線はリチウムバッテリーがBOL状態であるときに測定された抵抗プロファイルであり、点線はリチウムバッテリーの容量が20%ほど退化したMOL (Middle Of Life) 状態で測定された抵抗プロファイルである。

【0048】

それぞれの抵抗プロファイルは、HPPC (Hybrid Pulse Power Characterization) 放電テストを通じて得られ、HPPCテストにおいて、放電時間は10秒、放電パルスの大きさは5C-レートに設定し、HPPCテスト中にリチウムバッテリーの温度は25℃に維持した。

【0049】

20

図2に示されたように、リチウムバッテリーの抵抗はSOCの減少とともに増加し、SOCが40~80%範囲のときは抵抗の変化が相対的に大きくないことが確認できる。そして、リチウムバッテリーの容量が退化すれば、BOL状態に比べて抵抗が増加することが確認できる。

【0050】

表1の抵抗ルックアップテーブルのうち25℃の抵抗データは、図2の実験結果のうちのBOL状態を反映したものであると言える。このように様々な温度毎に図2のような抵抗プロファイルを実験的に測定して取り集め、表1のような抵抗ルックアップテーブルを構成することができる。

【0051】

30

望ましくは、上記制御部120は、バッテリーBの充電状態及び抵抗を決定するため、電圧測定部130、電流測定部140及び温度測定部150と電氣的に結合される。

【0052】

上記電圧測定部130は公知の電圧測定回路を含み、上記制御部120の統制の下、時間間隔を置いてバッテリーBの電圧を周期的に測定し、測定された電圧値を上記制御部120に出力する。すると、上記制御部120は周期的に入力される電圧測定値を上記メモリ部110に保存する。

【0053】

上記電流測定部140は、センス抵抗やホールセンサーを含み、上記制御部120の統制の下、時間間隔を置いてバッテリーBの充電電流または放電電流の大きさを測定し、電流測定値を上記制御部120に出力する。すると、上記制御部120は周期的に入力される電流測定値を上記メモリ部110に保存する。

40

【0054】

上記温度測定部150は、温度センサーの一種である熱電対 (thermocouple) を含み、上記制御部120の統制の下、時間間隔を置いてバッテリーBの温度を周期的に測定し、温度測定値を上記制御部120に出力する。すると、上記制御部120は周期的に入力される温度測定値を上記メモリ部110に保存する。

【0055】

望ましくは、上記制御部120は、上記メモリ部110に保存された電流測定値を参照して、周期的に電流積算法によってバッテリーBのSOCを決定することができる。

50

【 0 0 5 6 】

具体的に、上記制御部 1 2 0 は、バッテリー B の充電または放電が開始される時、電圧測定部 1 3 0 を制御してバッテリー B の開放電圧 (Open Circuit Voltage : OCV) を測定し、上記メモリ部 1 1 0 に予め保存されている「OCV - SOC ルックアップテーブル」を参照して測定された開放電圧に対応する初期充電状態 (SOC 0) を決定し、充電または放電中には充電電流と放電電流の積算値を初期充電状態 (SOC 0) に合算して現在の充電状態を決定し、決定された充電状態を上記メモリ部 1 1 0 に保存することができる。

【 0 0 5 7 】

勿論、バッテリー B の充電状態は、電流積算法の外に他の方法によっても決定し得る。一例として、上記制御部 1 2 0 は、周期的に電圧測定値、電流測定値及び温度測定値を適応フィルタ、例えば拡張カルマンフィルタに入力してバッテリー B の充電状態を適応的に決定することができる。

10

【 0 0 5 8 】

上記制御部 1 2 0 の抵抗累積計算部 1 2 2 は、バッテリー B が充放電する間に、すなわち動作サイクル (Operating Cycle) の間、例えば車両を運行する間、SOC 及び温度毎に I - V データを測定して上記メモリ部 1 1 0 に保存した値から、 dV/dI によって抵抗データを周期的に計算して累積する。

【 0 0 5 9 】

表 2 は、本発明によるバッテリー抵抗推定装置 1 0 0 の抵抗累積計算部 1 2 2 によって周期的に繰り返して計算した抵抗を SOC - T 条件毎に区分して累積保存したテーブルを例示したものである。

20

【表 2】

〈周期的に繰り返して計算した抵抗をSOC-T条件毎に区分して累積保存したテーブルの例〉

T(°C)/SOC(%)	10	20	30	40	...
...
15	1.58, 1.6, 1.61, 1.64	1.5, 1.53, 1.57, 1.62	1.46, 1.47, 1.48	1.41, 1.43	...
20	1.57, 1.59, 1.6	1.49, 1.5, 1.52, 1.53	1.45, 1.47	1.4, 1.41, 1.42	...
25	1.56, 1.57, 1.58, 1.59	1.48, 1.49	1.45, 1.46	1.4, 1.46	...
30	1.55, 1.57	1.47, 1.48, 1.49	1.45, 1.46	1.39, 1.42	...
35	1.54, 1.56	1.46, 1.48	1.44, 1.45	1.38, 1.4, 1.41, 1.42	...
...

10

20

30

40

【0060】

表 2 を参照すれば、SOC - T 条件毎に周期的に繰り返して計算した抵抗が保存されている。

【0061】

上記制御部 120 の抵抗データ更新部 124 は、バッテリー B が充放電する間に累積し

50

たデータを、SOC-T条件毎に保存されている既存の抵抗データに加重値比率で反映する。このような抵抗データの更新（アップデート）は、車両の始動キーがオフ（key off）されたときのようにバッテリーBの充放電が終わったときに行われ得る。

【0062】

このとき、上記抵抗データ更新部124は、上記メモリ部110にSOC-T条件毎に保存された複数の抵抗データの平均値、最大値と最小値との平均値、または最大値のうちいずれか一つである新規抵抗データと、以前に保存された抵抗データとの加重平均値を算出した後、該当するSOC-T条件に対応する抵抗データを上記加重平均値に更新する。

【0063】

加重平均値とは、平均を算出する対象の重要度に差等をつけて重要な対象が平均により大きい影響を及ぼすようにするものであり、重要な対象には加重値を付けて平均を算出する方式である。すなわち、N個の数値の平均値を求めるとき、重要度や影響度に該当するそれぞれの加重値を掛けて算出した平均値である。

10

【0064】

例えば、N個の数値 x_1 、 x_2 、…、 x_n の算術平均Mは、 $M = (x_1 + x_2 + \dots + x_n) / N$ で求めることができる。ところで、このN個のうち x_1 が f_1 個、 x_2 が f_2 個、…、 x_n が f_n 個あるとすれば、 $f_1 + f_2 + \dots + f_n = N$ になって、このN個の数値の合計は $f_1 x_1 + f_2 x_2 + \dots + f_n x_n$ になるため、Mの式は $M = (f_1 x_1 + f_2 x_2 + \dots + f_n x_n) / N$ になる。これを相異なるn個の数値 x_1 、 x_2 …、 x_n にそれぞれ f_1 、 f_2 …、 f_n との加重値が付けられたと見做して、Mの式を加重平均とする。これは数値 x_1 、 x_2 、…、 x_n の重要度や影響度がそれぞれ f_1 、 f_2 、…、 f_n ほどあると見做しても良い。

20

【0065】

本発明では、新規抵抗データと、以前に保存された抵抗データとの加重平均値を算出する。Aは以前に保存された抵抗値、Bは新規抵抗データであり、加重値を とすれば、加重値 を用いたAとBとの加重平均は $(1 -) \times A + \times B$ になる。このように新規抵抗データに加重値を付けて抵抗の推定に用いる。

【0066】

ここで、新規抵抗データを既存の抵抗データに加重値()の比率で反映する方式は様々であり得る。

30

【0067】

第1実施例として、運行周期中に計算された複数の抵抗データに対して平均値を計算した後、該平均値を新規抵抗データとし、当該平均値と以前に保存された抵抗値との加重平均値を当該SOC-Tの抵抗データとして保存することができる。値はPre R/R@BOLとNew R/R@BOLとの差が大きいほど増加するように設定する。このような基準は、抵抗推定がバッテリーの退化及び安定性に直結するため、保守的に接近するという意味である。すなわち、最近計算された抵抗データをさらに信頼するという意味である。例えば、Pre R/R@BOLとNew R/R@BOLとの差に応じて予め 値を決定しておく。

【0068】

表3は、新規抵抗データと以前に保存された抵抗データとの加重平均値を算出するとき、新規抵抗データに適用される加重値の一例を示したものであり、Pre R/R@BOLとNew R/R@BOLとの差によって予め定められた 値の一例を示している。ここで、Pre RはSOC-Tに対して以前に保存された抵抗値であり、R@BOLはバッテリー初期状態の抵抗値であり、New Rは新規抵抗データである。これら値はすべてメモリ部110に保存されている。

40

【0069】

【表 3】

＜新規抵抗データに適用される加重値の一例＞

Pre R/R@BOLと New R/R@BOLとの差	加重値(α)
0～0.01	0.5
0.01～0.02	0.6
0.02～0.03	0.7
0.03～0.04	0.8
0.04～0.05	0.9
0.05～	1

10

20

【0070】

表3に示した例では、 α 値が0.5～1の値を有する。本実施例による場合、表1のルックアップテーブルを、表2のような累積テーブル及び表3の加重値を用いて加重平均値に更新した後のSOC-T毎の抵抗データは表4のようである。

【0071】

【表 4】

〈第1実施例によって表1を加重平均値に更新した後のSOC-T抵抗データ〉

T(°C)/SOC(%)	10	20	30	40	...
15	...	...	...	...	...
20	1.6	1.54	1.47	1.42	...
25	1.58	1.5	1.46	1.41	...
30	1.57	1.48	1.45	1.42	...
35	1.56	1.48	1.45	1.4	...
...	1.55	1.47	1.44	1.39	...
...

10

20

30

40

【0072】

表4のように更新される理由を説明すれば、例えば、表2においてSOC-Tが10%-15%の条件は運行周期中に計算された複数の抵抗データに対する平均値が(1.58+1.6+1.61+1.64)/4であるため1.608に計算される。1.608はSOC-Tが10%-15%の条件におけるNew Rになる。表1を参照すれば、SOC-Tが10%-15%の条件におけるPre Rは1.58である。Pre R/R@BOLとNew R/R@BOLとの差は0.017程度であり、表3を参照すれば、このような差に該当する値は0.6である。したがって、新規抵抗データと以前に保存され

50

た抵抗値との加重平均値は、 $0.4 \times 1.58 + 0.6 \times 1.608$ であって、その値は1.6になる。加重平均値である1.6が、SOC-Tが10%-15%の条件における推定抵抗データとして更新保存される。

【0073】

同様に、表2を再度参照すれば、SOC-Tが20%-15%の条件において、運行周期中に計算された複数の抵抗データに対する平均値は $(1.5 + 1.53 + 1.57 + 1.62) / 4$ であるため、1.555になる。1.555はSOC-Tが20%-15%の条件におけるNew Rである。表1を参照すれば、SOC-Tが20%-15%の条件におけるPre Rは1.5である。Pre R/R@BOLとNew R/R@BOLとの差は0.037程度と計算され、表3によれば、この場合の値は0.8である。したがって、新規抵抗データと以前に保存された抵抗値との加重平均値は、 $0.2 \times 1.5 + 0.8 \times 1.555$ であって、計算結果1.54になる。加重平均値である1.54が、SOC-Tが20%-15%の条件における推定抵抗データとして表4のように更新保存される。

10

【0074】

他の例として、表2を再度参照すれば、SOC-Tが20%-25%の条件において、運行周期中に計算された複数の抵抗データに対する平均値は $(1.48 + 1.49) / 2$ であるため、1.485になる。1.485はSOC-Tが20%-25%の条件におけるNew Rである。表1を参照すれば、SOC-Tが20%-25%の条件におけるPre Rは1.48である。Pre R/R@BOLとNew R/R@BOLとの差は0.003程度になり、表3を参照すれば、該当する値は0.5である。したがって、新規抵抗データと以前に保存された抵抗値との加重平均値は、 $0.5 \times 1.48 + 0.5 \times 1.485$ であって、計算して四捨五入すれば、1.48になる。加重平均値である1.48が、SOC-Tが20%-25%の条件における推定抵抗データとして表4のように更新保存される。

20

【0075】

ここに例示していない他のSOC-T条件に対しても上記のような計算及び更新保存が行われ、最終的に表4のような新たな抵抗データテーブルを得ることができる。このように推定された抵抗データはSOH、出力推定などに用いることができる。

【0076】

第2実施例として、運行周期中に計算された複数の抵抗データに対して最大値と最小値との平均値を計算した後、該平均値を新規抵抗データとし、該当平均値と以前に保存された抵抗値との加重平均値を当該SOC-Tの抵抗データとして保存することができる。運行周期中に計算された複数の抵抗データに対して最大値と最小値との平均値が新規抵抗データになる点を除き、加重平均値で抵抗データを更新する点は上述した第1実施例と同一である。

30

【0077】

第2実施例による場合、表1のルックアップテーブルを、表2の累積テーブル及び表3の加重値を用いて更新した後のSOC-T毎の抵抗データは表5のようである。

【0078】

40

【表 5】

T(°C)/SOC(%)		〈第2実施例によって表1を加重平均値に更新した後のSOC-T抵抗データ〉				
		10	20	30	40	...
...
15	...	1.6	1.55	1.47	1.42	...
20	...	1.58	1.5	1.46	1.41	...
25	...	1.57	1.48	1.45	1.42	...
30	...	1.56	1.48	1.45	1.4	...
35	...	1.55	1.47	1.44	1.39	...
...

10

20

30

40

【0079】

表5のようになる理由は、次のようである。

【0080】

表2を参照すれば、SOC-Tが10% - 15% の条件で、運行周期中に計算された複

50

数の抵抗データに対して最大値と最小値との平均値は $(1.58 + 1.64) / 2$ であるため、1.61になる。1.61はSOC-Tが10% - 15 の条件におけるNew Rである。表1を参照すれば、SOC-Tが10% - 15 の条件におけるPre Rは1.58である。Pre R / R@BOLとNew R / R@BOLとの差が0.019程度であるため、表3を参照すれば、値は0.6である。したがって、新規抵抗データと以前に保存された抵抗値との加重平均値は、 $0.4 \times 1.58 + 0.6 \times 1.61$ であり、計算結果1.6になる。加重平均値である1.6がSOC-Tが10% - 15 の条件における推定抵抗データとして更新保存される。

【0081】

同様に、SOC-Tが20% - 15 の条件は、表2を参照すれば、運行周期中に計算された複数の抵抗データに対して最大値と最小値との平均値が $(1.5 + 1.62) / 2$ であるため、1.56になる。1.56はSOC-Tが20% - 15 の条件におけるNew Rである。表1を参照すれば、SOC-Tが20% - 15 の条件におけるPre Rは1.5である。Pre R / R@BOLとNew R / R@BOLとの差が0.04程度であるため、表3によれば、該当値は0.9である。したがって、新規抵抗データと以前に保存された抵抗値との加重平均値は、 $0.1 \times 1.5 + 0.9 \times 1.56$ であり、計算結果1.55になる。このように加重平均値である1.55が、SOC-Tが20% - 15 の条件における推定抵抗データとして表5に更新保存される。

10

【0082】

他の例として、SOC-Tが20% - 25 の条件において、表2を参照すれば、運行周期中に計算された複数の抵抗データに対して最大値と最小値との平均値は $(1.48 + 1.49) / 2$ であって、計算すれば1.485になる。1.485はSOC-Tが20% - 25 の条件におけるNew Rである。表1を参照すれば、SOC-Tが20% - 25 の条件におけるPre Rは1.48である。Pre R / R@BOLとNew R / R@BOLとの差が0.003程度であるため、表3を参照すれば、値は0.5である。したがって、新規抵抗データと以前に保存された抵抗値との加重平均値は、 $0.5 \times 1.48 + 0.5 \times 1.485$ であって、計算して四捨五入すれば、1.48になる。加重平均値である1.48が、SOC-Tが20% - 25 の条件における推定抵抗データとして表5のように更新保存される。

20

【0083】

他のSOC-T条件に対しても上記のような計算及び更新保存が行われ、表5のような新たな抵抗データテーブルを得ることができる。第1実施例と第2実施例との新規抵抗データの選定基準が異なることから、表4と表5とも若干の相違点があることが分かる。

30

【0084】

第3実施例として、運行周期中に計算された複数の抵抗データのうち最大値を新規抵抗データにして、当該最大値と以前に保存された抵抗値との加重平均値を該当SOC-Tの抵抗データとして保存することができる。運行周期中に計算された複数の抵抗データのうち最大値が新規抵抗データになる点を除き、加重平均値で抵抗データを更新する点は上述した第1実施例及び第2実施例と同一である。

【0085】

第3実施例による場合、表1のルックアップテーブルを、表2の累積テーブル及び表3の加重値を用いて更新した後のSOC-T抵抗データは表6のようである。

40

【0086】

【表 6】

〈第3実施例によって表1を加重平均値に更新した後のSOC-T抵抗データ〉

T(°C)/SOC(%)	10	20	30	40	...
...	...	...	...	40	...
...
15	1.63	1.62	1.47	1.42	...
20	1.59	1.5	1.46	1.41	...
25	1.58	1.49	1.46	1.45	...
30	1.56	1.48	1.46	1.41	...
35	1.55	1.47	1.45	1.41	...
...

10

20

30

40

【0087】

表2を参照すれば、SOC-Tが10%-15%の条件において、運行周期中に計算された複数の抵抗データのうち最大値は1.64である。本例によれば、1.64はSOC-Tが10%-15%の条件におけるNew Rである。表1を参照すれば、SOC-Tが10%-15%の条件におけるPre Rは1.58である。Pre R/R@BOLと

50

New R / R@BOLとの差が0.038程度であるため、表3を参照すれば、値は0.8である。したがって、新規抵抗データと以前に保存された抵抗値との加重平均値は、 $0.2 \times 1.58 + 0.8 \times 1.64$ であり、計算結果1.63になる。加重平均値である1.63が、SOC-Tが10% - 15%の条件における推定抵抗データとして更新保存される。

【0088】

同様に、表2を参照すれば、SOC-Tが20% - 15%の条件において、運行周期中に計算された複数の抵抗データのうち最大値は1.62である。1.62はSOC-Tが20% - 15%の条件におけるNew Rである。表1を参照すれば、SOC-Tが20% - 15%の条件におけるPre Rは1.5である。Pre R / R@BOLとNew R / R@BOLとの差が0.08程度であるため、表3を参照すれば、値は1である。したがって、新規抵抗データと以前に保存された抵抗値との加重平均値は、 $0 \times 1.5 + 1 \times 1.62$ であり、計算結果1.62になる。加重平均値である1.62が、SOC-Tが20% - 15%の条件における推定抵抗データとして更新保存される。

10

【0089】

他の例として、表2からSOC-Tが20% - 25%の条件を見れば、運行周期中に計算された複数の抵抗データのうち最大値は1.49である。1.49はSOC-Tが20% - 25%の条件におけるNew Rである。表1を参照すれば、SOC-Tが20% - 25%の条件におけるPre Rは1.48である。Pre R / R@BOLとNew R / R@BOLとの差が0.007程度であるため、表3を参照すれば、値は0.5である。したがって、新規抵抗データと以前に保存された抵抗値との加重平均値は、 $0.5 \times 1.48 + 0.5 \times 1.49$ であり、計算すれば1.49になる。加重平均値である1.49が、SOC-Tが20% - 25%の条件における推定抵抗データとして更新保存される。

20

【0090】

他のSOC-T条件に対しても上記のような計算及び更新保存が行われ、最終的に表6のような抵抗データテーブルを得ることができる。第1実施例～第3実施例を比較してみれば、新規抵抗データの選定基準が変わることで、表4～表6にも若干の相違点があることが分かる。最も保守的な接近は最大値を用いる第3実施例である。

【0091】

上述したように、更新された抵抗データはSOH、出力の推定に用いられる。一方、表4～表6のように一回更新された後、再びバッテリーBの使用が始まれば、バッテリーBが充放電する間にSOC及び温度毎にI-Vデータを再度測定し、メモリ部110に保存した値から dV/dI によって抵抗データを周期的に計算して累積するなど、抵抗データ累積する段階、及び、バッテリーBのキーオフ時の抵抗データを更新する段階を再び行って抵抗データを更新する。

30

【0092】

例えば、表4のように一回更新された抵抗データを有するバッテリーを再度充放電して使用しながら周期的に繰り返して計算された抵抗をSOC-T条件毎に区分して再び累積保存すれば、表7のようなテーブルが得られると仮定しよう。

40

【0093】

【表 7】

〈表4に対し、周期的に繰り返して計算された抵抗をSOC-T条件毎に区分して累積保存したテーブルの例〉

T(°C)/SOC(%)	10	20	30	40	...
...
15	1.6, 1.62	1.54, 1.55, 1.56	1.47, 1.49	1.42, 1.44, 1.46	...
20	1.58, 1.59, 1.6, 1.61	1.5, 1.52	1.46, 1.47, 1.48	1.41, 1.44	...
25	1.57, 1.58, 1.6	1.48, 1.5, 1.51	1.45, 1.48	1.42, 1.43	...
30	1.56, 1.59	1.48, 1.51	1.45, 1.47	1.4, 1.42, 1.43	...
35	1.55, 1.56	1.47, 1.48, 1.5, 1.51	1.44, 1.45	1.39, 1.42	...
...

10

20

30

40

【 0 0 9 4 】

表 4 のルックアップテーブルに保存された抵抗データが P r e R になる。表 7 の累積
 テーブル及び表 3 の加重値を用いて、複数の抵抗データの平均値を新規抵抗データとして

50

選択する第1実施例によって表4のルックアップテーブルを更新する場合、更新後のSOC-T抵抗データは表8のようである。

【0095】

【表8】

〈第1実施例によって表4を加重平均値に更新した後のSOC-T抵抗データ〉

T(°C)/SOC(%)	10	20	30	40	...
...
15	1.61	1.55	1.48	1.43	...
20	1.59	1.51	1.47	1.42	...
25	1.58	1.49	1.46	1.42	...
30	1.57	1.49	1.46	1.41	...
35	1.55	1.48	1.44	1.4	...
...

10

20

30

40

50

【0096】

例えば、表 7 を参照すれば、SOC - T が 10% - 15 の条件において、運行周期中に計算された複数の抵抗データに対する平均値は $(1.6 + 1.62) / 2$ であって、1.61 になる。1.61 は SOC - T が 10% - 15 の条件における New R である。表 4 を参照すれば、SOC - T が 10% - 15 の条件における Pre R は 1.6 であり、表 1 を参照すれば、R@BOL は 1.58 である。Pre R / R@BOL と New R / R@BOL との差が 0.006 程度であるため、表 3 を参照すれば、値は 0.5 になる。したがって、新規抵抗データと以前に保存された抵抗値との加重平均値は、 $0.5 \times 1.6 + 0.5 \times 1.61$ であり、計算結果 1.61 になる。加重平均値である 1.61 が、SOC - T が 10% - 15 の条件における推定抵抗データとして更新保存される。

10

【0097】

同様に、表 7 において、SOC - T が 20% - 15 の条件に対しては、運行周期中に計算された複数の抵抗データに対する平均値が $(1.54 + 1.55 + 1.56) / 3$ であって、1.55 になる。1.55 は SOC - T が 20% - 15 の条件における New R である。表 4 を参照すれば、SOC - T が 20% - 15 の条件における Pre R は 1.54 であり、表 1 を参照すれば、R@BOL は 1.5 である。Pre R / R@BOL と New R / R@BOL との差が 0.007 程度であるため、表 3 を参照すれば、値は 0.5 である。したがって、新規抵抗データと以前に保存された抵抗値との加重平均値は、 $0.5 \times 1.54 + 0.5 \times 1.55 = 1.55$ になる。加重平均値である 1.55 が、SOC - T が 20% - 15 の条件における推定抵抗データとして更新保存される。

20

【0098】

他の例として、SOC - T が 20% - 25 の条件において、表 7 を参照すれば、運行周期中に計算された複数の抵抗データに対する平均値は $(1.48 + 1.5 + 1.51) / 3 = 1.5$ である。1.5 は SOC - T が 20% - 25 の条件における New R である。表 4 を参照すれば、SOC - T が 20% - 25 の条件における Pre R は 1.48 であり、表 1 によれば、R@BOL も 1.48 である。Pre R / R@BOL と New R / R@BOL との差が 0.01 であるため、表 3 を参照すれば、値は 0.6 である。したがって、新規抵抗データと以前に保存された抵抗値との加重平均値は、 $0.4 \times 1.48 + 0.6 \times 1.5 = 1.49$ になる。加重平均値である 1.49 が、SOC - T が 20% - 25 の条件における推定抵抗データとして更新保存される。

30

【0099】

他の SOC - T 条件に対しても上記のような計算及び更新保存が行われ、表 8 のような新たな抵抗データテーブルが得られる。

【0100】

このようにバッテリーを充放電しながら使用する間に累積された抵抗データを用いて、バッテリーを使用しない間に加重値を適用、更新する過程をバッテリー交替前まで繰り返して行うことで、常に最も信頼性高い抵抗データを保有できるようにする。

【0101】

場合によっては、I - V データの変化が小さい安定した入力のため、抵抗の累積データを取り集められないこともある。また、バッテリー B が使用されていない SOC 条件では累積データを取り集められない。このように抵抗累積データが取り集められていない一部の SOC - T 条件に対しては、抵抗データが取り集められた他の SOC - T 条件の推定抵抗データに基づいて拡散推定する。すなわち、隣接する SOC - T 条件に対応する推定された新たな抵抗データを用いて SOC、T によって抵抗 (R) を算出する関数を算出した後、該関数に基づいた内挿法または外挿法によって抵抗データが取り集められていない SOC - T 条件に対する抵抗データを更新及び保存する。

40

【0102】

例えば、表 9 は、表 2 から一部の SOC - T 条件に対しては抵抗の累積データが取り集められていない場合である。

50

【 0 1 0 3 】

【 表 9 】

〈一部SOC-T条件に対し、抵抗の累積データが取り集められていない場合の抵抗データ〉

T(°C)/SOC(%)	10	20	30	40	...
...
15	1.58, 1.60, 1.61, 1.64	1.5, 1.53, 1.57, 1.62	1.46, 1.47, 1.48	1.41, 1.43	...
20	1.57, 1.59, 1.6	1.49, 1.5, 1.52, 1.53	1.45, 1.47	1.4, 1.41, 1.42	...
25	1.56, 1.57, 1.58, 1.59	1.48	1.45, 1.46	1.4, 1.46	...
30	1.55, 1.57	1.47, 1.48, 1.49	1.45, 1.46	1.39, 1.42	...
35	1.54, 1.56	1.46, 1.48	1.44	1.38, 1.4, 1.41, 1.42	...
...

10

20

30

40

【 0 1 0 4 】

例示したように、表9において、SOC-Tが10%-25 の場合と30%-25 の場合は抵抗の累積データが表2と同様に取り集められたが、20%-25 の場合は抵

50

抗の累積データが収集されていない（以前の抵抗データのみが保存されていることを太字で示した）。このような場合、SOC - Tが20% - 25 の場合に隣接する10% - 25 及び30% - 25 の更新抵抗データを用いて、SOC、TによってRを算出する関数を算出した後、該関数に基づいた内挿法で20% - 25 の抵抗データを更新する。

【0105】

まず、抵抗の累積データが収集されたSOC - T条件に対しては、表1～表4を参照して上述したような過程を経て抵抗データを更新保存する。すると、抵抗の累積データが収集されたSOC - T条件に対しては、表10のような中間段階の新たな抵抗推定値が得られるはずである。

【0106】

【表 10】

〈表9のうち、抵抗の累積データが取り集められたSOC-T条件に対して更新した抵抗データ〉

T(°C)/SOC(%)	10	20	30	40	...
...
15	1.6	1.54	1.47	1.42	...
20	1.58	1.5	1.46	1.41	...
25	1.57		1.45	1.42	...
30	1.56	1.48	1.45	1.4	...
35	1.55	1.47		1.39	...
...

10

20

30

40

【0107】

表10を参照すれば、25 でSOCが10%の場合の更新抵抗データは1.57であり、SOCが30%の場合の更新抵抗データは1.45である。この二つの条件において、最も簡単には、抵抗(R) = 1.63 - 0.006 × SOCとの公式を求めることがで

50

きる。累積データが取り集められていないSOC 20%の場合、この公式のSOCに20を代入すれば、抵抗が1.51に計算される。したがって、SOC-Tが20%-25の条件では、表1のように保存されていた直前抵抗1.48を、拡散推定した値である新たな抵抗1.51に更新して表11を得る。

【0108】

【表11】

〈表9のうち抵抗の累積データが取り集められていないSOC-T条件に対し、拡散推定して更新した抵抗データ〉

T(°C)/SOC(%)	10	20	30	40	...
...
15	1.6	1.54	1.47	1.42	...
20	1.58	1.5	1.46	1.41	...
25	1.57	1.51	1.45	1.42	...
30	1.56	1.48	1.45	1.4	...
35	1.55	1.47	1.39	1.39	...
...

10

20

30

40

50

【0109】

また、表9を再度参照すれば、35 でSOCが10%の場合及びSOCが20%の場合は抵抗の累積データが取り集められたが、SOCが30%の場合は抵抗の累積データが取り集められていない。このような場合、SOCが30%の場合に隣接するSOC10%の場合とSOC20%の場合の更新抵抗データを用いて、SOC、TによってRを算出する関数を算出した後、該関数に基づいた外挿法でSOC30%の場合の抵抗データを更新する。

【0110】

表10を参照すれば、35 でSOC10%の場合の更新抵抗データは1.55であり、SOC20%の場合の更新抵抗データは1.47である。この二つの条件から、抵抗(R) = $1.63 - 0.008 \times SOC$ との公式を求めることができる。この公式によれば、SOC30%の場合の抵抗は1.39と計算される。したがって、SOC-Tが30%-35の条件に表1に保存されていた直前抵抗1.44を、ここでは新たな抵抗1.39に更新して表11を得る。

10

【0111】

このように、表11は、表1のルックアップテーブルを表9の累積テーブルと表3の加重値を用いて更新し、上記方法によって拡散推定まで終えたSOC-T抵抗データを示す。このとき、リアルタイム推定された抵抗が拡散推定されたデータに優先することから、拡散推定データであるかそれともリアルタイム推定データであるかを区分するフラグ値を設定して抵抗データを保存することが望ましい。フラグ値の保存に関連するフラグレジスタは通常の知識を持つ者であれば具現できるため、詳しい説明は省略する。

20

【0112】

このように本発明によれば、バッテリーの初期データから環境条件に合う抵抗を計算し、その蓄積データを保存することで、入力条件の制約なく(リアルタイム抵抗推定が不可能な環境条件に対しても)、SOC-T条件毎に累積した抵抗値又はBOL状態の抵抗に比べて増加した程度を用いてSOH、出力を推定することができる。

【0113】

本発明によれば、SOC-T条件毎に相異なる抵抗退化率が発生することを考慮し、それに応じた抵抗値を推定してバッテリー状態及び寿命の推定に正確度を高めることができる。そして、I-Vデータの変化が小さい安定した入力の場合のように抵抗データが得られない条件でも、リアルタイム抵抗値と類似の抵抗値を使用することができる。

30

【0114】

特に、本発明によれば、バッテリーの抵抗推定に用いられる抵抗ルックアップテーブルを変更するとき、新規抵抗データに加重値を付けて反映することで、バッテリーの劣化を考慮した安定性確保の観点で保守的に接近する。これによって、バッテリーの退化状態に応じたバッテリーの抵抗を信頼性高く推定することができる。

【0115】

上記制御部120は、また、上記のように推定して更新したバッテリーBの抵抗を活用してバッテリーBの出力を決定し、決定された出力情報を上記メモリ部110に保存することもできる。

40

【0116】

一例として、バッテリーBの出力は、下記数式を用いて計算することができる。

【数 1】

$$\text{バッテリーの出力} = I \times \frac{|OCV_{@SOC} - V_{cut_off}|}{R_{@SOC,T}}$$

【0117】

10

上記数式において、IはバッテリーBの充電電流または放電電流の大きさを示す。OCV_{@SOC}はバッテリーBの現在充電状態に対応する開放電圧であって、メモリ部110に保存された「OCV-SOCルックアップテーブル」から参照することができる。V_{cut_off}はバッテリーの充電または放電が遮断される電圧であって、バッテリーBの充電時には最大充電電圧(V_{max})を、バッテリーBの放電時には最小放電電圧(V_{min})を示す。R_{@SOC,T}はバッテリーBの現在充電状態及び温度に対応する抵抗を示し、本発明によって推定されたもの、すなわち新規抵抗データと以前に保存された抵抗データとの加重平均値に更新されたものである。

【0118】

20

また、上記制御部120は、上記推定されたバッテリーBの抵抗を用いてバッテリーBのSOHを定量的に推定することができる。

【0119】

一例として、バッテリーBの健康状態(%)は下記数式を用いて計算することができる。

$$\text{健康状態(SOH)} = 100 \times (R@BOL / R@SOC, T)$$

【0120】

上記数式において、R_{@SOC,T}はバッテリーBの現在充電状態及び温度に対応するバッテリーBの抵抗であって、本発明によって推定されたもの、すなわち新規抵抗データと以前に保存された抵抗データとの加重平均値に更新されたものである。

【0121】

30

他の態様によれば、上記制御部120は、通信インタフェース(I/F)160と結合され、推定された抵抗値、出力値及び健康状態値のうち少なくとも一つを上記通信インタフェース160を通じて外部デバイス(図示せず)側に出力することができる。

【0122】

望ましくは、上記外部デバイスは、バッテリーBから電気エネルギーの供給を受ける負荷装置の制御器であり得るが、これに限定されることはない。

【0123】

一方、上記制御部120は、本明細書に開示された多様な制御ロジックを実行するために当業界に知られたプロセッサ、ASIC(application-specific integrated circuit)、他のチップセット、論理回路、レジスタ、通信モデム、データ処理装置などを選択的に含み得る。

40

【0124】

また、上記制御ロジックがソフトウェアとして具現されるとき、上記制御部120はプログラムモジュールの集合として具現され得る。このとき、プログラムモジュールは、上記メモリ部110に保存され、プロセッサによって実行され得る。上記メモリ部110は、プロセッサの内部または外部にあり得、周知の多様な手段でプロセッサと連結され得る。

【0125】

以下、上述した構成に基づき、図3を参照して本発明によるバッテリー抵抗推定方法を具体的に説明する。

50

【0126】

図3は、本発明の一実施例によるバッテリー抵抗推定方法を示すフロー図である。

【0127】

まず、制御部120は、メモリ部110に保存されたバッテリーBの電流測定値を参照してバッテリーBの充放電が開始されたか否かをチェックする(S10)。

【0128】

もし、充放電が開始されていれば、制御部120は、電圧測定部130、電流測定部140及び温度測定部150を制御してバッテリーBの電圧、電流及び温度を測定し、電圧測定値、電流測定値及び温度測定値をメモリ部110に保存する(S20)。メモリ部110には、バッテリーBの充電状態-温度(SOC-T)条件に応じて抵抗データを記録している抵抗ルックアップテーブルが予め保存されている。

10

【0129】

次いで、制御部120の抵抗累積計算部122は、メモリ部110に保存された値からSOCと抵抗を計算し、SOC-T条件毎に区分してメモリ部110に累積保存する(S30)。制御部120は、メモリ部110に保存された電流測定値を参照して、周期的に電流積算法によってバッテリーBの充電状態であるSOCを決定することができる。抵抗は dV/dI から計算することができる。

【0130】

その後、制御部120は、バッテリーBの充放電が続いているか否かをチェックする(S40)。制御部120は、電流測定部140を通じてバッテリーBの充電または放電電流の大きさを測定することで、バッテリーBの充放電が継続しているかを判断することができる。

20

【0131】

バッテリーBの充放電が続いている間は、段階S20及びS30を周期的に繰り返して実行する。

【0132】

一方、バッテリーBの充放電が止まり、例えば、バッテリーキーオフの場合、抵抗データ更新部124は、メモリ部110にSOC-T条件毎に保存された複数の抵抗データの平均値、最大値と最小値との平均値、または最大値のうちいずれか一つである新規抵抗データと、以前に保存された抵抗データとの加重平均値を算出する(S60)。加重平均値を算出する詳しい方法は上述したようであり、ここに用られる加重値は予めメモリ部110に保存されている。このとき、加重平均値を算出する抵抗データが取り集められていないSOC-T条件に対してはスキップする。すなわち、加重平均値を算出する抵抗データが取り集められていないSOC-T条件であるか否かを予め判断し(S50)、抵抗データが取り集められたSOC-T条件のみに対して段階S60を行う。

30

【0133】

その後、抵抗データ更新部124は、メモリ部110にSOC-T条件毎に保存された抵抗データを上記加重平均値に更新する(S70)。段階S50で抵抗データが取り集められていないSOC-T条件であると判断された条件に対しては、内挿法または外挿法を用いて、段階S60で求めた隣接条件の推定抵抗値から拡散推定して更新する(S80)。

40

【0134】

また、制御部120は、S60、S70及びS80段階で推定された抵抗をメモリ部110に保存するか、通信インタフェース160を通じて外部デバイス側に伝送するか、または、推定された抵抗を用いてバッテリーBの出力や健康状態のような他のパラメータを推定することができる。

【0135】

制御部120は、すべてのSOC-T条件に対して上記のような抵抗データの更新が行われたか否かを判断し(S90)、すべての条件に対する更新完了と判断したとき、本発明による抵抗推定プロセスを終了する。

50

【0136】

図3に例示された制御ロジックは、少なくとも一つ以上が組み合わせられ、組み合わせられた制御ロジックはコンピューター可読のコード体系で作成されてコンピューター可読の記録媒体に書き込まれ得る。上記記録媒体は、コンピューターに含まれたプロセッサによってアクセス可能なものであればその種類に特に制限がない。一例として、上記記録媒体は、ROM、RAM、レジスタ、CD-ROM、磁気テープ、ハードディスク、フロッピーディスク及び光データ記録装置を含む群から選択された少なくとも一つ以上を含む。また、上記コード体系はキャリア信号に変調されて特定の時点で通信キャリアに含まれ得、ネットワークで連結されたコンピューターに分散して保存されて実行され得る。また、上記組み合わせられた制御ロジックを具現するための機能的なプログラム、コード及びコードセグメントは本発明が属する技術分野のプログラマによって容易に推論され得る。

10

【0137】

本発明によるバッテリー抵抗推定装置は、BMSと呼ばれるシステムの一部として含まれ得る。また、上記BMSは、バッテリーBが提供する電気エネルギーで動作可能な多様な種類の電気駆動装置に搭載され得る。

【0138】

一態様として、上記電気駆動装置は、携帯電話、ラップトップパソコン、タブレットパソコンなどのモバイルコンピューター装置、またはデジタルカメラ、ビデオカメラ、オーディオ/ビデオ再生装置などを含むハンドヘルドマルチメディア装置であり得る。

【0139】

他の態様として、上記電気駆動装置は、電気自動車、ハイブリッド自動車、電気自転車、電気バイク、電気列車、電気船、電気飛行機などのように電気によって移動可能な電気動力装置、または電気ドリル、電気グラインダーなどのようにモーターが含まれたパワーツールであり得る。

20

【0140】

さらに他の態様として、上記電気駆動装置は、電力グリッドに設けられて新材生エネルギーや剰余発電電力を貯蔵する大容量電力貯蔵装置、または停電などの非常状況でサーバーコンピューターや移動通信装置などを含む各種の情報通信装置の電源を供給する無停電電源供給装置であり得る。

【0141】

本発明の多様な実施形態の説明において、「～部」と称された構成要素は、物理的に区分される要素ではなく、機能的に区分される要素として理解されねばならない。したがって、それぞれの構成要素は他の構成要素と選択的に統合されるか、または、それぞれの構成要素が制御ロジックの効率的な実行のためにサブ構成要素に分割され得る。しかし、構成要素が統合または分割されても機能の同一性が認められれば、統合または分割された構成要素も本発明の範囲に属すると解釈されることは当業者にとって自明である。

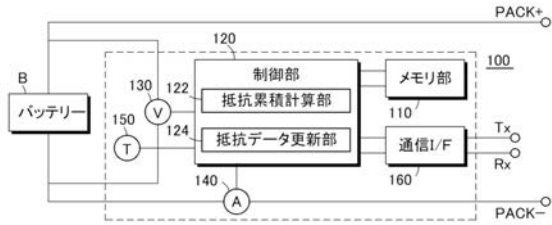
30

【0142】

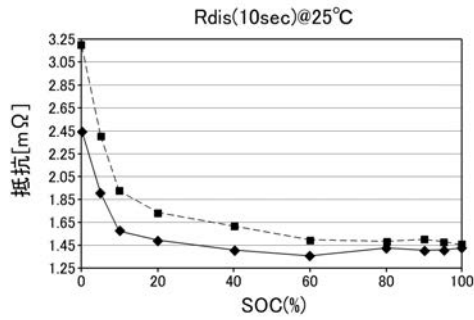
以上のように、本発明を限定された実施例と図面によって説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、本発明の属する技術分野で通常知識を持つ者によって本発明の技術思想と特許請求の範囲の均等範囲内で多様な修正及び変形が可能であることは言うまでもない。

40

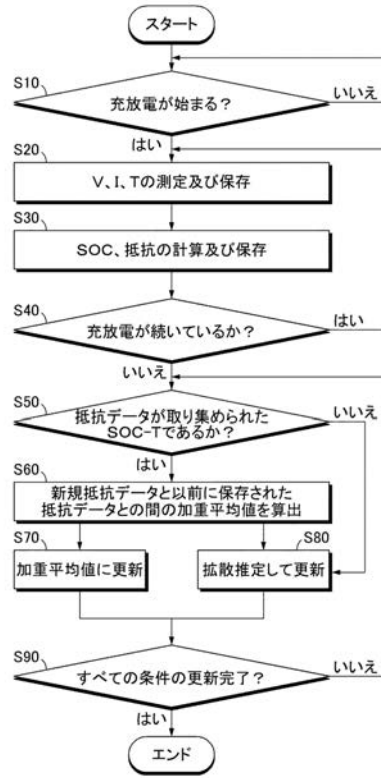
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】




【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2018/014037

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01R 31/36(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) G01R 31/36; B60L 11/12; B60L 3/00; G01R 19/00; H01M 10/48; H01M 8/00; H01M 8/04 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: battery, lookup table, resistance, weighted average, update		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2014-211307 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 13 November 2014 See paragraphs [29], [88], claims 8, 11 and figures 4, 10(a), 10(b).	1-10
Y	KR 10-0927541 B1 (LG CHEM, LTD.) 17 November 2009 See claims 1, 10.	1-10
A	JP 5297751 B2 (HITACHI LTD.) 25 September 2013 See the entire document.	1-10
A	JP 2007-048628 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 22 February 2007 See the entire document.	1-10
A	JP 2008-256673 A (HITACHI LTD.) 23 October 2008 See the entire document.	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 08 MARCH 2019 (08.03.2019)		Date of mailing of the international search report 11 MARCH 2019 (11.03.2019)
Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongse-ro, Seo-gu, Daejeon, 35208, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2018/014037

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 2014-211307 A	13/11/2014	WO 2013-031558 A1	07/03/2013
KR 10-0927541 B1	17/11/2009	BR P10912595 A2	13/10/2015
		CN 102124354 A	13/07/2011
		CN 102124354 B	18/09/2013
		EP 2325658 A1	25/05/2011
		EP 2325658 B1	07/01/2015
		JP 2011-530709 A	22/12/2011
		JP 5661625 B2	28/01/2015
		TW 201007191 A	16/02/2010
		TW 1384246 B	01/02/2013
		US 2010-0042345 A1	18/02/2010
		US 2011-0256434 A1	20/10/2011
		US 7996167 B2	09/08/2011
		US 8185332 B2	22/05/2012
		WO 2010-018919 A1	18/02/2010
JP 5297751 B2	25/09/2013	JP 2010-093875 A	22/04/2010
JP 2007-048628 A	22/02/2007	JP 5146898 B2	20/02/2013
JP 2008-256673 A	23/10/2008	GB 2461350 A	06/01/2010
		GB 2461350 B	30/03/2011
		JP 5017084 B2	05/09/2012

국제조사보고서		국제출원번호 PCT/KR2018/014037
A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))		
G01R 31/36(2006.01)i		
B. 조사된 분야		
조사된 최소문헌(국제특허분류들 기재) G01R 31/36; B60L 11/12; B60L 3/00; G01R 19/00; H01M 10/48; H01M 8/00; H01M 8/04		
조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC		
국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 배터리, 독립 테이블, 저항, 가중 평균, 갱신		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	JP 2014-211307 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 2014.11.13 문단번호 [29],[88], 청구항 8,11 및 도면 4,10(a),10(b) 참조.	1-10
Y	KR 10-0927541 B1 (주식회사 엘지화학) 2009.11.17 청구항 1,10 참조.	1-10
A	JP 5297751 B2 (HITACHI LTD.) 2013.09.25 전체 문헌 참조.	1-10
A	JP 2007-048628 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 2007.02.22 전체 문헌 참조.	1-10
A	JP 2008-256673 A (HITACHI LTD.) 2008.10.23 전체 문헌 참조.	1-10
<input type="checkbox"/> 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. <input checked="" type="checkbox"/> 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: "A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 "E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 "L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 "O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 "P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 "T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 "X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신구성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. "Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. "&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2019년 03월 08일 (08.03.2019)		국제조사보고서 발송일 2019년 03월 11일 (11.03.2019)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 김연경 전화번호 +82-42-481-3325

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호

PCT/KR2018/014037

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2014-211307 A	2014/11/13	WO 2013-031558 A1	2013/03/07
KR 10-0927541 B1	2009/11/17	BR PI0912595 A2	2015/10/13
		CN 102124354 A	2011/07/13
		CN 102124354 B	2013/09/18
		EP 2325658 A1	2011/05/25
		EP 2325658 B1	2015/01/07
		JP 2011-530709 A	2011/12/22
		JP 5661625 B2	2015/01/28
		TW 201007191 A	2010/02/16
		TW 1384246 B	2013/02/01
		US 2010-0042345 A1	2010/02/18
		US 2011-0256434 A1	2011/10/20
		US 7996167 B2	2011/08/09
		US 8185332 B2	2012/05/22
		WO 2010-018919 A1	2010/02/18
JP 5297751 B2	2013/09/25	JP 2010-093875 A	2010/04/22
JP 2007-048628 A	2007/02/22	JP 5146898 B2	2013/02/20
JP 2008-256673 A	2008/10/23	GB 2461350 A	2010/01/06
		GB 2461350 B	2011/03/30
		JP 5017084 B2	2012/09/05

フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
G 0 1 R 31/3828 (2019.01)	G 0 1 R 31/387	
H 0 2 J 7/00 (2006.01)	G 0 1 R 31/3828	
	H 0 2 J 7/00	Q
	H 0 2 J 7/00	Y

(81) 指定国・地域 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, 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