

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-96851  
(P2017-96851A)

(43) 公開日 平成29年6月1日(2017.6.1)

(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	Z H V A 2 G 2 1 6
HO 1 M 10/48 (2006.01)	HO 1 M 10/48	P 3 D 2 0 2
HO 2 J 7/00 (2006.01)	HO 2 J 7/00	P 5 G 5 0 3
B 6 0 L 3/00 (2006.01)	HO 2 J 7/00	M 5 H 0 3 0
B 6 0 W 10/26 (2006.01)	B 6 0 L 3/00	S 5 H 1 2 5
審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 23 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2015-231016 (P2015-231016)  
(22) 出願日 平成27年11月26日 (2015.11.26)

(71) 出願人 000002130  
住友電気工業株式会社  
大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号  
(74) 代理人 100114557  
弁理士 河野 英仁  
(74) 代理人 100078868  
弁理士 河野 登夫  
(72) 発明者 片岡 智美  
大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号  
住友電気工業株式会社 大阪製作所内  
(72) 発明者 武智 裕章  
大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号  
住友電気工業株式会社 大阪製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 満充電容量算出装置、コンピュータプログラム及び満充電容量算出方法

(57) 【要約】

【課題】二次電池の満充電容量を精度よく算出することができる満充電容量算出装置、コンピュータプログラム及び満充電容量算出方法を提供する。

【解決手段】満充電容量算出装置は、二次電池の内部抵抗及び放電容量を関連付けた関連情報を記憶する記憶部と、二次電池の充放電の切替前後の電圧及び電流に基づいて内部抵抗を算出する内部抵抗算出部と、算出した内部抵抗及び関連情報に基づいて二次電池の第1満充電容量を推定する第1推定部と、二次電池の放電時の積算時間に亘って放電電流の積算値を算出する積算値算出部と、積算時間での二次電池の充電率の減少量を算出する減少量算出部と、算出した積算値及び減少量に基づいて二次電池の第2満充電容量を推定する第2推定部と、算出した第1満充電容量及び第2満充電容量に基づいて二次電池の満充電容量を算出する満充電容量算出部とを備える。

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

車両に搭載される二次電池の満充電容量を算出する満充電容量算出装置であって、  
前記二次電池の内部抵抗及び放電容量を関連付けた関連情報を記憶する記憶部と、  
前記二次電池の充放電の切替前後の電圧及び電流に基づいて内部抵抗を算出する内部抵抗算出部と、

該内部抵抗算出部で算出した内部抵抗及び前記関連情報に基づいて前記二次電池の第 1 満充電容量を推定する第 1 推定部と、

前記二次電池の放電時の積算時間に亘って放電電流の積算値を算出する積算値算出部と

、  
前記積算時間での前記二次電池の充電率の減少量を算出する減少量算出部と、

前記積算値算出部で算出した積算値及び前記減少量算出部で算出した減少量に基づいて前記二次電池の第 2 満充電容量を推定する第 2 推定部と、

前記第 1 推定部で推定した第 1 満充電容量及び前記第 2 推定部で推定した第 2 満充電容量に基づいて前記二次電池の満充電容量を算出する満充電容量算出部と

を備える満充電容量算出装置。

**【請求項 2】**

前記満充電容量算出部は、

前記第 1 推定部で推定した第 1 満充電容量及び前記第 2 推定部で推定した第 2 満充電容量の差分が所定の差分閾値以下である場合、前記二次電池の満充電容量を算出する請求項 1 に記載の満充電容量算出装置。

**【請求項 3】**

前記車両の停止時間を取得する取得部と、

前記車両の停止に基づく前記二次電池の放電の開始の有無を判定する判定部と

を備え、

前記内部抵抗算出部、前記第 1 推定部、前記積算値算出部、前記減少量算出部、前記第 2 推定部及び前記満充電容量算出部は、

前記判定部で前記二次電池の放電有りと判定し、前記取得部で取得した停止時間が前記積算時間より長い場合、それぞれの処理を行う請求項 1 又は請求項 2 に記載の満充電容量算出装置。

**【請求項 4】**

前記判定部で前記二次電池の放電有りと判定した場合、前記二次電池の放電開始時点から前記二次電池の充電率が所定の下限値に下降する時点までの下降時間を算出する下降時間算出部を備え、

前記内部抵抗算出部、前記第 1 推定部、前記積算値算出部、前記減少量算出部、前記第 2 推定部及び前記満充電容量算出部は、

前記車両の停止時間が前記下降時間より長い場合、それぞれの処理を行う請求項 3 に記載の満充電容量算出装置。

**【請求項 5】**

前記判定部で前記二次電池の放電有りと判定した場合、前記二次電池の放電開始時点から所定の経過時間が経過した時点の前記積算時間の開始時点として特定する開始時点特定部を備える請求項 3 又は請求項 4 に記載の満充電容量算出装置。

**【請求項 6】**

前記判定部で前記二次電池の放電有りと判定した場合、前記二次電池の充電率が所定の下限値に下降する時点より前の時点の前記積算時間の終了時点として特定する終了時点特定部を備える請求項 3 から請求項 5 までのいずれか 1 項に記載の満充電容量算出装置。

**【請求項 7】**

前記第 1 推定部で推定した第 1 満充電容量に第 1 の重み付け係数を付与し、前記第 2 推定部で推定した第 2 満充電容量に第 2 の重み付け係数を付与する重み付け部を備え、

前記満充電容量算出部は、

10

20

30

40

50

前記重み付け部で重み付け係数を付与して前記二次電池の満充電容量を算出する請求項 1 から請求項 6 までのいずれか 1 項に記載の満充電容量算出装置。

【請求項 8】

前記二次電池の充放電の切替前後の電流の差分を算出する電流差分算出部を備え、  
前記重み付け部は、

前記電流差分算出部で算出した電流の差分が所定の電流閾値以上である場合、前記第 1 の重み付け係数を前記第 2 の重み付け係数より大きくする請求項 7 に記載の満充電容量算出装置。

【請求項 9】

前記重み付け部は、

前記積算値算出部で算出した積算値が所定の積算閾値以上である場合、前記第 2 の重み付け係数を前記第 1 の重み付け係数より大きくする請求項 7 に記載の満充電容量算出装置。

【請求項 10】

コンピュータに、車両に搭載された二次電池の満充電容量を算出させるためのコンピュータプログラムであって、

コンピュータを、

前記二次電池の充放電の切替前後の電圧及び電流に基づいて内部抵抗を算出する内部抵抗算出部と、

前記二次電池の内部抵抗及び放電容量を関連付けた関連情報及び算出した内部抵抗に基づいて前記二次電池の第 1 満充電容量を推定する第 1 推定部と、

前記二次電池の放電時の積算時間に亘って放電電流の積算値を算出する積算値算出部と

、前記積算時間での前記二次電池の充電率の減少量を算出する減少量算出部と、

算出した積算値及び減少量に基づいて前記二次電池の第 2 満充電容量を推定する第 2 推定部と、

推定した第 1 満充電容量及び第 2 満充電容量に基づいて前記二次電池の満充電容量を算出する満充電容量算出部と

して機能させるコンピュータプログラム。

【請求項 11】

車両に搭載された二次電池の満充電容量を算出する満充電容量算出方法であって、

前記二次電池の内部抵抗及び放電容量を関連付けた関連情報を記憶部に記憶し、

前記二次電池の充放電の切替前後の電圧及び電流に基づいて内部抵抗を内部抵抗算出部が算出し、

算出された内部抵抗及び前記関連情報に基づいて前記二次電池の第 1 満充電容量を第 1 推定部が推定し、

前記二次電池の放電時の積算時間に亘って放電電流の積算値を積算値算出部が算出し、

前記積算時間での前記二次電池の充電率の減少量を減少量算出部が算出し、

算出された積算値及び減少量に基づいて前記二次電池の第 2 満充電容量を第 2 推定部が推定し、

推定された第 1 満充電容量及び第 2 満充電容量に基づいて前記二次電池の満充電容量を満充電容量算出部が算出する満充電容量算出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両に搭載される二次電池の満充電容量を算出する満充電容量算出装置、該満充電容量算出装置を実現するためのコンピュータプログラム及び満充電容量算出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

近年、H E V ( Hybrid Electric Vehicle : ハイブリッド自動車 ) 及び E V ( Electric Vehicle : 電気自動車 ) 等の車両が普及しつつある。H E V 及び E V は二次電池を搭載している。このような車両の走行に伴って、二次電池の充電と放電の切り替えが繰り返される。そして、車両の走行中の充放電によって二次電池の充電状態が大きく変動するため、二次電池の充電状態 ( S O C ) の上限値、すなわち満充電容量の低下を精度よく検出することができない場合がある。

【 0 0 0 3 】

そこで、二次電池の充電開始前の第 1 の充電状態を推定し、充電が開始されてから充電が完了するまでの充電電流の積算値を算出し、充電完了時の第 2 の充電状態を推定し、推定した第 1 の充電状態、第 2 の充電状態及び算出した積算値に基づいて二次電池の充電状態の上限値 ( 満充電容量 ) を推定する充電状態推定装置が開示されている ( 特許文献 1 参照 ) 。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特許第 4 9 7 8 6 6 2 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

しかし、特許文献 1 のような装置は、外部電源を用いた充電により充電状態の上限値を推定するため、外部電源を用いずに二次電池の充電を繰り返し行う H E V のような車両には適用することができない。また、特許文献 1 のような方法を、仮に外部電源を用いずに充電を行う場合に適用すると、充電電流が変動する場合には、積算値だけを用いる手法では、精度よく充電電流の積算値を算出することができず、結果として充電状態を精度よく求めることができない。

20

【 0 0 0 6 】

本発明は、斯かる事情に鑑みてなされたものであり、二次電池の満充電容量を精度よく算出することができる満充電容量算出装置、該満充電容量算出装置を実現するためのコンピュータプログラム及び満充電容量算出方法を提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

30

【 0 0 0 7 】

本発明の実施の形態に係る満充電容量算出装置は、車両に搭載される二次電池の満充電容量を算出する満充電容量算出装置であって、前記二次電池の内部抵抗及び放電容量を関連付けた関連情報を記憶する記憶部と、前記二次電池の充放電の切替前後の電圧及び電流に基づいて内部抵抗を算出する内部抵抗算出部と、該内部抵抗算出部で算出した内部抵抗及び前記関連情報に基づいて前記二次電池の第 1 満充電容量を推定する第 1 推定部と、前記二次電池の放電時の積算時間に亘って放電電流の積算値を算出する積算値算出部と、前記積算時間での前記二次電池の充電率の減少量を算出する減少量算出部と、前記積算値算出部で算出した積算値及び前記減少量算出部で算出した減少量に基づいて前記二次電池の第 2 満充電容量を推定する第 2 推定部と、前記第 1 推定部で推定した第 1 満充電容量及び前記第 2 推定部で推定した第 2 満充電容量に基づいて前記二次電池の満充電容量を算出する満充電容量算出部とを備える。

40

【 0 0 0 8 】

本発明の実施の形態に係るコンピュータプログラムは、コンピュータに、車両に搭載された二次電池の満充電容量を算出させるためのコンピュータプログラムであって、コンピュータを、前記二次電池の充放電の切替前後の電圧及び電流に基づいて内部抵抗を算出する内部抵抗算出部と、前記二次電池の内部抵抗及び放電容量を関連付けた関連情報及び算出した内部抵抗に基づいて前記二次電池の第 1 満充電容量を推定する第 1 推定部と、前記二次電池の放電時の積算時間に亘って放電電流の積算値を算出する積算値算出部と、前記積算時間での前記二次電池の充電率の減少量を算出する減少量算出部と、算出した積算値

50

及び減少量に基づいて前記二次電池の第2満充電容量を推定する第2推定部と、推定した第1満充電容量及び第2満充電容量に基づいて前記二次電池の満充電容量を算出する満充電容量算出部として機能させる。

【0009】

本発明の実施の形態に係る満充電容量算出方法は、車両に搭載された二次電池の満充電容量を算出する満充電容量算出方法であって、前記二次電池の内部抵抗及び放電容量を関連付けた関連情報を記憶部に記憶し、前記二次電池の充放電の切替前後の電圧及び電流に基づいて内部抵抗を内部抵抗算出部が算出し、算出された内部抵抗及び前記関連情報に基づいて前記二次電池の第1満充電容量を第1推定部が推定し、前記二次電池の放電時の積算時間に亘って放電電流の積算値を積算値算出部が算出し、前記積算時間での前記二次電池の充電率の減少量を減少量算出部が算出し、算出された積算値及び減少量に基づいて前記二次電池の第2満充電容量を第2推定部が推定し、推定された第1満充電容量及び第2満充電容量に基づいて前記二次電池の満充電容量を満充電容量算出部が算出する。

10

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、二次電池の満充電容量を精度よく算出することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本実施の形態の満充電容量算出装置としての電池監視装置を搭載した車両の要部の構成の一例を示すブロック図である。

20

【図2】本実施の形態の満充電容量算出装置としての電池監視装置の構成の一例を示すブロック図である。

【図3】信号待ち等で車両が停止した場合の二次電池ユニットの電流の変化の一例を示す模式図である。

【図4】信号待ち等で車両が停止した場合の二次電池ユニットのSOCの変化の一例を示す模式図である。

【図5】信号待ち等で車両が停止した場合の二次電池ユニットの電圧の変化の一例を示す模式図である。

【図6】本実施の形態の電池監視装置による内部抵抗の換算テーブルの一例を示す説明図である。

30

【図7】本実施の形態の電池監視装置の二次電池ユニットの関連情報としての内部抵抗増加率と放電容量比との相関関係の一例を示す説明図である。

【図8】本実施の形態の電池監視装置の二次電池ユニットの開放電圧と充電率との相関関係の一例を示す説明図である。

【図9】本実施の形態の電池監視装置の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図10】本実施の形態の電池監視装置の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図11】本実施の形態の電池監視装置の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

[本願発明の実施形態の説明]

40

本発明の実施の形態に係る満充電容量算出装置は、車両に搭載される二次電池の満充電容量を算出する満充電容量算出装置であって、前記二次電池の内部抵抗及び放電容量を関連付けた関連情報を記憶する記憶部と、前記二次電池の充放電の切替前後の電圧及び電流に基づいて内部抵抗を算出する内部抵抗算出部と、該内部抵抗算出部で算出した内部抵抗及び前記関連情報に基づいて前記二次電池の第1満充電容量を推定する第1推定部と、前記二次電池の放電時の積算時間に亘って放電電流の積算値を算出する積算値算出部と、前記積算時間での前記二次電池の充電率の減少量を算出する減少量算出部と、前記積算値算出部で算出した積算値及び前記減少量算出部で算出した減少量に基づいて前記二次電池の第2満充電容量を推定する第2推定部と、前記第1推定部で推定した第1満充電容量及び前記第2推定部で推定した第2満充電容量に基づいて前記二次電池の満充電容量を算出す

50

る満充電容量算出部とを備える。

【0013】

本発明の実施の形態に係るコンピュータプログラムは、コンピュータに、車両に搭載された二次電池の満充電容量を算出させるためのコンピュータプログラムであって、コンピュータを、前記二次電池の充放電の切替前後の電圧及び電流に基づいて内部抵抗を算出する内部抵抗算出部と、前記二次電池の内部抵抗及び放電容量を関連付けた関連情報及び算出した内部抵抗に基づいて前記二次電池の第1満充電容量を推定する第1推定部と、前記二次電池の放電時の積算時間に亘って放電電流の積算値を算出する積算値算出部と、前記積算時間での前記二次電池の充電率の減少量を算出する減少量算出部と、算出した積算値及び減少量に基づいて前記二次電池の第2満充電容量を推定する第2推定部と、推定した第1満充電容量及び第2満充電容量に基づいて前記二次電池の満充電容量を算出する満充電容量算出部として機能させる。

10

【0014】

本発明の実施の形態に係る満充電容量算出方法は、車両に搭載された二次電池の満充電容量を算出する満充電容量算出方法であって、前記二次電池の内部抵抗及び放電容量を関連付けた関連情報を記憶部に記憶し、前記二次電池の充放電の切替前後の電圧及び電流に基づいて内部抵抗を内部抵抗算出部が算出し、算出された内部抵抗及び前記関連情報に基づいて前記二次電池の第1満充電容量を第1推定部が推定し、前記二次電池の放電時の積算時間に亘って放電電流の積算値を積算値算出部が算出し、前記積算時間での前記二次電池の充電率の減少量を減少量算出部が算出し、算出された積算値及び減少量に基づいて前記二次電池の第2満充電容量を第2推定部が推定し、推定された第1満充電容量及び第2満充電容量に基づいて前記二次電池の満充電容量を満充電容量算出部が算出する。

20

【0015】

記憶部は、二次電池の内部抵抗及び放電容量を関連付けた関連情報を記憶する。関連情報は、二次電池の内部抵抗と放電容量とを関連付けたものであり、内部抵抗は、絶対値で表してもよく、あるいは新品の二次電池の内部抵抗に対する内部抵抗増加率で表してもよい。放電容量は、二次電池が放電することができる容量であり、満充電容量に相当する。放電容量は、絶対値で表してもよく、あるいは新品の二次電池の放電容量に対する比率で表してもよい。なお、関連情報を記憶するとは、テーブルのような形式で記憶すること、あるいは関連付けを演算式のような形式で求めることも含む。

30

【0016】

内部抵抗算出部は、二次電池の充放電の切替前後の電圧及び電流に基づいて内部抵抗を算出する。充放電の切替前後の2点間の電圧、電流から求められる直線の傾きの絶対値が、二次電池の内部抵抗を示す。例えば、二次電池の充放電の切替前の電圧を $V_b$ とし、電流を $I_b$ とし、二次電池の充放電の切替後の電圧を $V_c$ とし、電流を $I_c$ とすると、内部抵抗 $R$ は、 $R = (V_c - V_b) / (I_c - I_b)$ という式で算出することができる。

【0017】

第1推定部は、内部抵抗算出部で算出した内部抵抗及び関連情報に基づいて二次電池の第1満充電容量 $C_1$ を推定する。すなわち、記憶部に記憶した関連情報を参照して、算出した内部抵抗に対応する放電容量を第1満充電容量 $C_1$ として求めることができる。

40

【0018】

積算値算出部は、二次電池の放電時の積算時間に亘って放電電流の積算値を算出する。すなわち、積算時間の開始時点から終了時点までの間、所定のサンプリング周期でサンプリングした放電電流を積算することにより、積算値を算出する。

【0019】

減少量算出部は、積算時間での二次電池の充電率の減少量を算出する。充電率は、SOC (State of Charge) である。SOCは、満充電容量に対する残量の割合で表すことができる。積算時間の開始時点 $t_a$ での充電率を $SOC(t_a)$ とし、積算時間の終了時点 $t_b$ での充電率を $SOC(t_b)$ とすると、減少量は、 $SOC(t_a) - SOC(t_b)$ で表すことができる。

50

## 【 0 0 2 0 】

第2推定部は、積算値算出部で算出した積算値及び減少量算出部で算出した減少量に基づいて二次電池の第2満充電容量 $C_2$ を推定する。例えば、放電電流の積算値を $I$ とし、減少量を、 $SOC(t_a) - SOC(t_b)$ とすると、第2満充電容量 $C_2$ は、 $C_2 = I / \{SOC(t_a) - SOC(t_b)\}$ で推定することができる。

## 【 0 0 2 1 】

満充電容量算出部は、第1推定部で推定した第1満充電容量 $C_1$ 及び第2推定部で推定した第2満充電容量 $C_2$ に基づいて二次電池の満充電容量 $C$ を算出する。例えば、第1満充電容量 $C_1$ 及び第2満充電容量 $C_2$ の平均値を算出し、算出した平均値を満充電容量 $C$ とすることができる。

10

## 【 0 0 2 2 】

上述の構成により、外部電源による充電を行うという制限が不要になる。また、2種類の異なる手法（内部抵抗を用いる手法、及び放電電流の積算値を用いる手法）に基づく第1満充電容量 $C_1$ 及び第2満充電容量 $C_2$ を推定して二次電池の満充電容量 $C$ を算出するので、1種類の手法だけを用いる場合に比べて信頼性を高めることができ、二次電池の満充電容量を精度よく算出することができる。

## 【 0 0 2 3 】

本発明の実施の形態に係る満充電容量算出装置は、前記満充電容量算出部は、前記第1推定部で推定した第1満充電容量及び前記第2推定部で推定した第2満充電容量の差分が所定の差分閾値以下である場合、前記二次電池の満充電容量を算出する。

20

## 【 0 0 2 4 】

満充電容量算出部は、第1算出部で算出した第1満充電容量及び第2算出部で算出した第2満充電容量の差分が所定の差分閾値以下である場合、二次電池の満充電容量を算出する。第1満充電容量及び第2満充電容量の差分が所定の差分閾値を超える場合には、第1満充電容量及び第2満充電容量の少なくとも一方の値の信頼性が高くないと考えられる。そこで、第1満充電容量及び第2満充電容量の差分が所定の差分閾値以下である場合、二次電池の満充電容量を算出することにより、満充電容量の算出値の精度をさらに高めることができる。

## 【 0 0 2 5 】

本発明の実施の形態に係る満充電容量算出装置は、前記車両の停止時間を取得する取得部と、前記車両の停止に基づく前記二次電池の放電の開始の有無を判定する判定部とを備え、前記内部抵抗算出部、前記第1推定部、前記積算値算出部、前記減少量算出部、前記第2推定部及び前記満充電容量算出部は、前記判定部で前記二次電池の放電有りと判定し、前記取得部で取得した停止時間が前記積算時間より長い場合、それぞれの処理を行う。

30

## 【 0 0 2 6 】

取得部は、車両の停止時間を取得する。車両の停止時間は、例えば、停止時間を算出する車載装置又は外部の路側装置などから取得することができる。なお、車両の停止時間 $T_s$ は、例えば、車両の下流にある交差点の信号情報（例えば、青信号開始時刻 $t_g$ など）、交差点までの距離 $L$ 、青信号開始後の発進波の速度 $V$ を用いて、 $T_s = (t - t_g) + L / V$ で求めることができる。ここで $t$ は現在時刻であり、現在時刻 $t$ は、青信号開始時刻 $t_g$ よりも時間的に後であるとする。

40

## 【 0 0 2 7 】

判定部は、車両の停止に基づく二次電池の放電の開始の有無を判定する。すなわち、判定部は、車両停止によりアイドルリングストップが開始され、二次電池の放電が開始されたか否かを判定する。

## 【 0 0 2 8 】

判定部で二次電池の放電有りと判定し、取得部で取得した停止時間が積算時間より長い場合、内部抵抗算出部、第1推定部、積算値算出部、減少量算出部、第2推定部及び満充電容量算出部は、それぞれの処理を行う。すなわち、放電電流の積算値を算出するための積算時間より長く車両が停止する場合には、満充電容量の算出に係る各処理を行う。また

50

、車両の停止時間が、放電電流の積算値を算出するための積算時間より短い場合には、満充電容量の算出に係る各処理を行わない。これにより、車両の停止中に満充電容量算出（特に第2満充電容量推定）の可否を事前に判定できるので、無駄な処理負荷が発生することを防止することができる。

**【0029】**

本発明の実施の形態に係る満充電容量算出装置は、前記判定部で前記二次電池の放電有りと判定した場合、前記二次電池の放電開始時点から前記二次電池の充電率が所定の下限值に下降する時点までの下降時間を算出する下降時間算出部を備え、前記内部抵抗算出部、前記第1推定部、前記積算値算出部、前記減少量算出部、前記第2推定部及び前記満充電容量算出部は、前記車両の停止時間が前記下降時間より長い場合、それぞれの処理を行う。

10

**【0030】**

下降時間算出部は、判定部で二次電池の放電有りと判定した場合、二次電池の放電開始時点から二次電池の充電率が所定の下限值に下降する時点までの下降時間を算出する。二次電池のSOCが下限値に達すると二次電池は、放電状態から充電状態へ切り替わる。すなわち、放電から充電への切替前後の電圧、電流をサンプリングして取得することにより、二次電池の内部抵抗を算出することができる。

**【0031】**

車両の停止時間が下降時間より長い場合、内部抵抗算出部、第1推定部、積算値算出部、減少量算出部、第2推定部及び満充電容量算出部は、それぞれの処理を行う。すなわち、充放電の切替が車両の停止中に行われる場合には、満充電容量の算出に係る各処理を行う。また、充放電の切替が車両の停止中に行われない場合には、満充電容量の算出に係る各処理を行わない。これにより、内部抵抗を算出（特に第1満充電容量推定）するための充放電の切替が車両の停止中に行われるか否かを事前に判定できるので、無駄な処理負荷が発生することを防止することができる。

20

**【0032】**

本発明の実施の形態に係る満充電容量算出装置は、前記判定部で前記二次電池の放電有りと判定した場合、前記二次電池の放電開始時点から所定の経過時間が経過した時点の前記積算時間の開始時点として特定する開始時点特定部を備える。

**【0033】**

開始時点特定部は、判定部で二次電池の放電有りと判定した場合、二次電池の放電開始時点から所定の経過時間が経過した時点を経算時間の開始時点として特定する。放電開始直後（例えば、数秒程度）は、二次電池の電圧が変動して安定しないので、経過時間（例えば、10秒程度）が経過した時点を経算時間の開始時点とする。二次電池の積算時間の開始時点での充電率（SOC）を算出する場合、積算時間の開始時点でのOCV（開回路電圧、開放電圧）を求めておく必要がある。二次電池の電圧が安定するまでの経過時間を設けることにより、積算時間の開始時点でのOCVを精度よく求めることができ、結果として、充電率（SOC）及び第2満充電容量を精度よく算出することができ、満充電容量の算出の信頼性を高めることができる。

30

**【0034】**

本発明の実施の形態に係る満充電容量算出装置は、前記判定部で前記二次電池の放電有りと判定した場合、前記二次電池の充電率が所定の下限值に下降する時点より前の時点の前記積算時間の終了時点として特定する終了時点特定部を備える。

40

**【0035】**

終了時点特定部は、判定部で二次電池の放電有りと判定した場合、二次電池の充電率が所定の下限值に下降する時点より前の時点を経算時間の終了時点として特定する。所定の下限值に下降する時点より前の時点は、例えば、下降する時点より1秒前の時点とすることができるが、1秒に限定されるものではない。これにより、二次電池の充電率が所定の下限值に下降して放電から充電に切り替わる直前まで放電電流の積算を行うことができる。放電電流を積算する時間を長くすることができれば、算出される積算値が大きくなり、

50

第2満充電容量を算出する際の、充電率の減少量に対する積算値を大きくすることができ、算出する第2満充電容量の誤差を小さくすることができる。

【0036】

本発明の実施の形態に係る満充電容量算出装置は、前記第1推定部で推定した第1満充電容量に第1の重み付け係数を付与し、前記第2推定部で推定した第2満充電容量に第2の重み付け係数を付与する重み付け部を備え、前記満充電容量算出部は、前記重み付け部で重み付け係数を付与して前記二次電池の満充電容量を算出する。

【0037】

重み付け部は、第1推定部で推定した第1満充電容量に第1の重み付け係数を付与し、第2推定部で推定した第2満充電容量に第2の重み付け係数を付与する。満充電容量算出部は、重み付け部で重み付け係数を付与して二次電池の満充電容量を算出する。

10

【0038】

例えば、第1満充電容量 $C_1$ に対する第1の重み付け係数を $\alpha_1$ とし、第2満充電容量 $C_2$ に対する第2の重み付け係数を $\alpha_2$ とする。ここで、 $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$ とする。二次電池の満充電容量 $C$ は、例えば、 $C = C_1 \times \alpha_1 + C_2 \times \alpha_2$ で算出することができる。これにより、信頼性がより高い方に大きな重み付け係数を付与して全体として信頼性の高い満充電容量を算出することができる。

【0039】

本発明の実施の形態に係る満充電容量算出装置は、前記二次電池の充放電の切替前後の電流の差分を算出する電流差分算出部を備え、前記重み付け部は、前記電流差分算出部で算出した電流の差分が所定の電流閾値以上である場合、前記第1の重み付け係数を前記第2の重み付け係数より大きくする。

20

【0040】

電流差分算出部は、二次電池の充放電の切替前後の電流の差分を算出する。例えば、二次電池の充放電の切替前の電流を $I_b$ とし、二次電池の充放電の切替後の電流を $I_c$ とすると、電流の差分は $(I_c - I_b)$ で算出することができる。

【0041】

重み付け部は、電流差分算出部で算出した電流の差分が所定の電流閾値以上である場合、第1の重み付け係数を第2の重み付け係数より大きくする。電流の差分 $(I_c - I_b)$ が所定の電流閾値以上である場合、内部抵抗の算出精度がよくなり、第1満充電容量の信頼性が高くなる。そこで、第1満充電容量に対応する第1の重み付け係数を、第2の重み付け係数より大きくすることにより、全体として信頼性の高い満充電容量を算出することができる。

30

【0042】

本発明の実施の形態に係る満充電容量算出装置は、前記重み付け部は、前記積算値算出部で算出した積算値が所定の積算閾値以上である場合、前記第2の重み付け係数を前記第1の重み付け係数より大きくする。

【0043】

重み付け部は、積算値算出部で算出した積算値が所定の積算閾値以上である場合、第2の重み付け係数を第1の重み付け係数より大きくする。積算値が所定の積算閾値以上である場合、第2満充電容量を算出する際の、充電率の減少量に対する積算値を大きくすることができ、第2満充電容量の信頼性が高くなる。そこで、第2満充電容量に対応する第2の重み付け係数を、第1の重み付け係数より大きくすることにより、全体として信頼性の高い満充電容量を算出することができる。

40

【0044】

[本願発明の実施形態の詳細]

以下、本発明に係る内部抵抗算出装置の実施の形態を示す図面に基づいて説明する。図1は本実施の形態の満充電容量算出装置としての電池監視装置100を搭載した車両の要部の構成の一例を示すブロック図である。図1に示すように、車両は、電池監視装置100の他に、二次電池ユニット50、リレー61、62、63、発電機(ALT)71、ス

50

タータモータ ( S T ) 7 2、電池 7 3、電気負荷 7 4、7 5などを備える。

【 0 0 4 5 】

二次電池ユニット 5 0 は、例えば、リチウムイオン電池であり、複数のセル 5 1 が直列又は直並列に接続されている。二次電池ユニット 5 0 には、電圧センサ 5 2、電流センサ 5 3、温度センサ 5 4 を備える。電圧センサ 5 2 は、二次電池ユニット 5 0 の両端電圧及び各セル 5 1 の電圧を検出し、電圧検出線 5 0 a を介して検出した電圧を電池監視装置 1 0 0 へ出力する。電流センサ 5 3 は、例えば、シャント抵抗又はホールセンサ等で構成され、二次電池ユニット 5 0 の充電電流及び放電電流を検出する。電流センサ 5 3 は、電流検出線 5 0 b を介して検出した電流を電池監視装置 1 0 0 へ出力する。温度センサ 5 4 は、例えば、サーミスタで構成され、セル 5 1 の温度を検出する。温度センサ 5 4 は、温度検出線 5 0 c を介して検出した温度を電池監視装置 1 0 0 へ出力する。

10

【 0 0 4 6 】

電池 7 3 は、例えば、鉛電池であり、車両の電気負荷 7 4 (例えば、ライト、各種モータ、各種コントローラ等) への電力供給を行うとともに、リレー 6 3 がオンした場合には、スタータモータ 7 2 を駆動するための電力供給を行う。発電機 7 1 は、車両のエンジンの回転により発電し、内部に設けられた整流回路により直流を出力して電池 7 3 を充電する。また、発電機 7 1 は、リレー 6 1、6 2 がオンしている場合、電池 7 3 及び二次電池ユニット 5 0 を充電する。二次電池ユニット 5 0 は、リレー 6 1 がオンした場合には、電気負荷 7 5 (例えば、エンジン系電装、オーディオ等) へ電力を供給する。なお、リレー 6 1、6 2、6 3 のオン・オフは、電池 7 3 及び二次電池ユニット 5 0 の充放電バランスや負荷の程度に応じて、供給する電力を分配すべく不図示のリレー制御部が行う。

20

【 0 0 4 7 】

図 2 は本実施の形態の満充電容量算出装置としての電池監視装置 1 0 0 の構成の一例を示すブロック図である。電池監視装置 1 0 0 は、装置全体を制御する制御部 1 0、電圧取得部 1 1、電流取得部 1 2、温度取得部 1 3、切替判定部 1 4、待機時間特定部 1 5、抵抗算出部 1 6、電流積算値算出部 1 7、充電率算出部 1 8、第 1 推定部 1 9、第 2 推定部 2 0、停止情報取得部 2 1、開放電圧算出部 2 2、満充電容量算出部 2 3、下降時間算出部 2 4、特定部 2 5、重み付け部 2 6、電流差分算出部 2 7、記憶部 2 8、計時用のタイマ 2 9などを備える。

【 0 0 4 8 】

制御部 1 0 は、C P U 等で構成される。

30

【 0 0 4 9 】

電圧取得部 1 1 は、二次電池ユニット 5 0 の電圧 (二次電池ユニット 5 0 の両端電圧及び各セル 5 1 の電圧) を取得する。また、電流取得部 1 2 は、二次電池ユニット 5 0 の電流 (充電電流及び放電電流) を取得する。

【 0 0 5 0 】

より具体的には、電流取得部 1 2 は、A D 変換器を備え、取得した電流を、所定のサンプリング周期でデジタル値に変換し、変換したデジタル値を制御部 1 0 へ出力する。サンプリング周期は、例えば、1 0 m s とすることができるが、これに限定されるものではない。制御部 1 0 は、所定のサンプリング周期で二次電池ユニット 5 0 の電流値を読み取ることができる。

40

【 0 0 5 1 】

また、電圧取得部 1 1 は、A D 変換器を備え、取得した電圧を、所定のサンプリング周期でデジタル値に変換し、変換したデジタル値を制御部 1 0 へ出力する。制御部 1 0 は、所定のサンプリング周期で二次電池ユニット 5 0 の電圧値を読み取ることができる。

【 0 0 5 2 】

温度取得部 1 3 は、二次電池ユニット 5 0 の温度を取得する。より具体的には、温度取得部 1 3 は、A D 変換器を備え、取得した温度を、所定のサンプリング周期でデジタル値に変換し、変換したデジタル値を制御部 1 0 へ出力する。制御部 1 0 は、所定のサンプリング周期で二次電池ユニット 5 0 の温度を読み取ることができる。

50

## 【 0 0 5 3 】

切替判定部 1 4 は、電流取得部 1 2 で取得した電流に基づいて二次電池ユニット 5 0 の充放電の切り替えの有無を判定する。例えば、充電の場合の電流取得部 1 2 で取得した電流を正と定めると、充電と放電とでは、電流の方向が反対であるので、電流取得部 1 2 で取得した電流が負の場合には、放電であると判定することができる。すなわち、充電又は放電の一方を正と定めておき、電流が正から負又は 0 になった場合、電流が 0 から正又は負になった場合、あるいは電流が負から正又は 0 になった場合、充放電の切り替えがあったと判定することができる。

## 【 0 0 5 4 】

待機時間特定部 1 5 は、二次電池ユニット 5 0 のインピーダンススペクトルにて、所定のイオンの拡散過程に起因する拡散インピーダンスが二次電池ユニット 5 0 のインピーダンスに寄与する境界周波数域に基づいて待機時間を特定する。インピーダンススペクトルは、コールコール (Cole Cole) プロット又はナイキストプロットとも称し、交流インピーダンス法を用いて二次電池ユニット 5 0 のインピーダンスを複数の周波数で測定した値をプロットしたものである。また、所定のイオンは、リチウム (Li) イオンである。境界周波数域とは、周波数に所要の幅を持たせることを意味するものであり、一点の周波数に限定されないことを意味する。

## 【 0 0 5 5 】

二次電池ユニット 5 0 は、電解液バルクの抵抗  $R_s$ 、界面電荷移動抵抗  $R_c$ 、電気二重層キャパシタンス  $C$ 、拡散インピーダンス  $Z_w$  で構成される等価回路で表すことができる。そして、二次電池ユニット 5 0 の内部抵抗は、電解液バルクの抵抗  $R_s$  及び界面電荷移動抵抗  $R_c$  が主要部分を占める。一方、交流インピーダンス法を用いて二次電池ユニット 5 0 のインピーダンスを複数の周波数で測定した値をプロットしたインピーダンススペクトルにおいて、周波数を高周波数から低周波数へ変化させた場合、上述の境界周波数域で、拡散インピーダンス  $Z_w$  が増加し、二次電池ユニット 5 0 のインピーダンスが増加する。そして、待機時間  $T_w$  は、拡散インピーダンス  $Z_w$  が増加する境界周波数域に基づいて求めることができる。待機時間  $T_w$  は、例えば、100ms とすることができるが、これに限定されるものではない。

## 【 0 0 5 6 】

交流インピーダンス法での周波数  $f$  と、直流を通電してから測定するまでの待機時間  $T_w$  との間には、 $T_w = 1 / (2 \times f)$  という関係がある。すなわち、待機時間  $T_w$  は、例えば、周波数  $f$  の 2 倍の逆数という関係から特定することができる。例えば、周波数  $f$  が 5 Hz の場合、待機時間  $T_w$  は 0.1 秒となる。なお、待機時間  $T_w$  を周波数  $f$  の 2 倍の逆数とするのは一例であって、例えば、待機時間  $T_w$  を周波数  $f$  の 4 倍の逆数としてもよい。

## 【 0 0 5 7 】

抵抗算出部 1 6 は、内部抵抗算出部としての機能を有し、二次電池ユニット 5 0 の充放電の切替前後の電圧及び電流に基づいて内部抵抗を算出する。充放電の切替前後の 2 点間の電圧、電流から求められる直線の傾きの絶対値が、二次電池ユニット 5 0 の内部抵抗を示す。例えば、二次電池ユニット 5 0 の充放電の切替前の電圧を  $V_b$  とし、電流を  $I_b$  とし、二次電池ユニット 5 0 の充放電の切替後の電圧を  $V_c$  とし、電流を  $I_c$  とすると、内部抵抗  $R$  は、 $R = (V_c - V_b) / (I_c - I_b)$  という式で算出することができる。

## 【 0 0 5 8 】

より具体的には、抵抗算出部 1 6 は、二次電池ユニット 5 0 の充放電の切替時点前に取得した電圧  $V_b$  及び電流  $I_b$ 、並びに二次電池ユニット 5 0 の充放電の切替時点から所定の待機時間  $T_w$  (例えば、100ms) 経過後に取得した電圧  $V_c$  及び電流  $I_c$  に基づいて、二次電池ユニット 5 0 の内部抵抗  $R$  を算出する。

## 【 0 0 5 9 】

記憶部 2 8 は、二次電池ユニット 5 0 の内部抵抗及び放電容量を関連付けた関連情報を記憶する。関連情報は、二次電池ユニット 5 0 の内部抵抗と放電容量とを関連付けたもの

10

20

30

40

50

であり、内部抵抗は、絶対値で表してもよく、あるいは新品の二次電池ユニット50の内部抵抗に対する内部抵抗増加率で表してもよい。放電容量は、二次電池ユニット50が放電することができる容量であり、満充電容量に相当する。放電容量は、絶対値で表してもよく、あるいは新品の二次電池ユニット50の放電容量に対する比率で表してもよい。なお、関連情報を記憶するとは、テーブルのような形式で記憶すること、あるいは関連付けを演算式のような形式で求めることも含む。関連情報の具体例は後述する。

#### 【0060】

第1推定部19は、抵抗算出部16で算出した内部抵抗R及び関連情報に基づいて二次電池ユニット50の第1満充電容量C1を推定する。すなわち、記憶部28に記憶した関連情報を参照して、算出した内部抵抗Rに対応する放電容量を第1満充電容量C1として求めることができる。

10

#### 【0061】

電流積算値算出部17は、積算値算出部としての機能を有し、二次電池ユニット50の放電時の積算時間に亘って放電電流の積算値を算出する。すなわち、積算時間の開始時点から終了時点までの間、所定のサンプリング周期でサンプリングした放電電流を積算することにより、積算値を算出する。

#### 【0062】

充電率算出部18は、二次電池ユニット50の充電率を算出する。充電率は、SOC (State of Charge) である。SOCは、満充電容量に対する残量の割合で表すことができる。また、充電率算出部18は、減少量算出部としての機能を有し、積算時間での二次電池ユニット50の充電率の減少量を算出する。例えば、積算時間の開始時点 $t_a$ での充電率を $SOC(t_a)$ とし、積算時間の終了時点 $t_b$ での充電率を $SOC(t_b)$ とすると、減少量は、 $SOC(t_a) - SOC(t_b)$ で表すことができる。

20

#### 【0063】

第2推定部20は、電流積算値算出部17で算出した積算値及び充電率算出部18で算出した減少量に基づいて二次電池ユニット50の第2満充電容量C2を推定する。例えば、放電電流の積算値を $I$ とし、減少量を、 $SOC(t_a) - SOC(t_b)$ とすると、第2満充電容量C2は、 $C2 = I / \{SOC(t_a) - SOC(t_b)\}$ で推定することができる。

#### 【0064】

満充電容量算出部23は、第1推定部19で推定した第1満充電容量C1及び第2推定部20で推定した第2満充電容量C2に基づいて二次電池ユニット50の満充電容量Cを算出する。例えば、第1満充電容量C1及び第2満充電容量C2の平均値を算出し、算出した平均値を満充電容量Cとすることができる。

30

#### 【0065】

上述の構成により、満充電容量を算出する場合に外部電源による充電を行うという制限が不要になる。また、2種類の異なる手法(内部抵抗を用いる手法、及び放電電流の積算値を用いる手法)に基づく第1満充電容量C1及び第2満充電容量C2を推定して二次電池ユニット50の満充電容量Cを算出するので、1種類の手法だけを用いる場合に比べて信頼性を高めることができ、二次電池ユニット50の満充電容量を精度よく算出することができる。

40

#### 【0066】

また、満充電容量算出部23は、第1推定部19で推定した第1満充電容量及び第2推定部20で推定した第2満充電容量の差分が所定の差分閾値以下である場合、二次電池ユニット50の満充電容量を算出する。差分閾値は、例えば、二次電池ユニット50が新品である場合の初期満充電容量に対して3%に相当する容量とすることができるが、これに限定されるものではない。

#### 【0067】

第1満充電容量及び第2満充電容量の差分が所定の差分閾値を超える場合には、第1満充電容量及び第2満充電容量の少なくとも一方の値の信頼性が高くないと考えられる。そ

50

ここで、第1満充電容量及び第2満充電容量の差分が所定の差分閾値以下である場合、二次電池ユニット50の満充電容量を算出することにより、満充電容量の算出値の精度をさらに高めることができる。

【0068】

次に、本実施の形態の電池監視装置100による二次電池ユニット50の満充電容量の算出方法について詳細に説明する。

【0069】

図3は信号待ち等で車両が停止した場合の二次電池ユニット50の電流の変化の一例を示す模式図であり、図4は信号待ち等で車両が停止した場合の二次電池ユニット50のSOCの変化の一例を示す模式図であり、図5は信号待ち等で車両が停止した場合の二次電池ユニット50の電圧の変化の一例を示す模式図である。

10

【0070】

図3において、横軸は時間を示し、縦軸は電流を示す。電流が正の場合は充電電流を示し、電流が負の場合は放電電流を示す。また、各時点 $t_1 \sim t_5$ での電流値を $I(t_1) \sim I(t_5)$ で表す。図3において、時点 $t_1$ は、車両が停止した時点を表し、アイドリングストップが開始されることにより、二次電池ユニット50の放電が開始される。時点 $t_2$ は、時点 $t_1$ を起点として、電圧安定待ち時間(所定の経過時間)が経過する時点である。すなわち、 $(t_2 - t_1)$ は、所定の経過時間としての電圧安定待ち時間を表す。時点 $t_4$ は、二次電池ユニット50のSOCが下限値まで低下した時点を示し、時点 $t_4$ にて二次電池ユニット50は、放電状態から充電状態に切り替わる。時点 $t_3$ は、時点 $t_4$ より所定時間だけ前の時点であり、所定時間は、例えば、1秒とすることができるが、これに限定されない。時点 $t_5$ は、車両の走行開始時点であり、二次電池ユニット50の充電が終了し、充電状態から充放電無しの状態へ移行する。

20

【0071】

すなわち、車両の停止時間は、時点 $t_1$ から時点 $t_5$ までの時間である。所定の経過時間としての電圧安定待ち時間は、時点 $t_1$ から時点 $t_2$ までの時間である。積算時間は、時点 $t_2$ から時点 $t_3$ までの時間である。すなわち、積算時間の開始時点は $t_2$ であり、終了時点は $t_3$ となる。また、下降時間は、時点 $t_1$ から時点 $t_4$ までの時間である。

【0072】

図4において、横軸は時間を示し、縦軸はSOCを示す。なお、図4では、SOCを模式的に示している。時点 $t$ でのSOC( $t$ )は、電流積算値算出部17で算出した時点 $t$ での電流積算値を、時点 $t$ での満充電容量で除算して算出したものである。また、各時点 $t_1 \sim t_5$ でのSOCをSOC( $t_1$ ) $\sim$ SOC( $t_5$ )で表す。図4の例では、時点 $t_1$ で車両が停止すると、アイドリングストップが開始され、二次電池ユニット50の放電が開始するので、SOCは徐々に低下し始める。時点 $t_4$ は、SOCが下限値に到達する時点であり、放電から充電へ切り替わる。時点 $t_4$ 以降、SOCが増加し始める。時点 $t_5$ では、車両が走行開始し、充電状態から充放電無しの状態となるので、SOCは略一定の値を維持する。なお、車両が停止中に稼働している負荷が決まっているので、時点 $t_1$ 以降の放電電流は予め分かっている。これにより、SOC( $t_1$ )が分かれば、SOCが下限値に到達する時点 $t_4$ は、予測することができる。

30

40

【0073】

図5において、横軸は時間を示し、縦軸は電圧を示す。また、各時点 $t_1 \sim t_5$ での電圧値を $V(t_1) \sim V(t_5)$ で表す。時点 $t_1$ で充放電無しの状態から放電状態に切替わる場合、切替時点の直後で電圧が変化し、安定しない時間帯(例えば、数秒程度)が発生している。しかし、電圧安定待ち時間が経過すると(時点 $t_2$ )、二次電池ユニット50の電圧は安定している。

【0074】

図3～図5に示す例において、二次電池ユニット50の満充電容量がどのように算出されるかを以下に説明する。まず、第1満充電容量 $C_1$ の推定方法について説明する。

【0075】

50

まず、抵抗算出部 16 は、二次電池ユニット 50 の充放電の切替時点前に取得した電圧  $V_b$  及び電流  $I_b$  として、時点  $t_4$  の直前にサンプリングした電圧、電流を用いる。そして、抵抗算出部 16 は、二次電池ユニット 50 の充放電の切替時点から所定の待機時間  $T_w$  (例えば、100ms) 経過後に取得した電圧  $V_c$  及び電流  $I_c$  として、時点  $t_4$  から待機時間  $T_w$  経過した時点でサンプリングした電圧、電流を用いる。前述のとおり、内部抵抗  $R$  は、 $R = (V_c - V_b) / (I_c - I_b)$  という式で算出することができる。

【0076】

なお、上述の例では、抵抗算出部 16 は、放電から充電への切替時点  $t_4$  の前後の電圧、電流に基づいて内部抵抗  $R$  を算出しているが、内部抵抗  $R$  の算出タイミングは時点  $t_4$  の前後に限定されるものではない。例えば、車両が停止する時点  $t_1$  より前に内部抵抗  $R$  を算出して記憶する機会がある場合には、その機会に得られた内部抵抗  $R$  を用いてもよい。ただし、時点  $t_4$  前後の電圧、電流を用いて内部抵抗  $R$  を算出することにより、第 1 満充電容量  $C_1$  の推定、及び第 2 満充電容量  $C_2$  の推定タイミングを内部抵抗の算出タイミングに近づけることができるので、推定精度を高めることができる。

【0077】

また、抵抗算出部 16 は、算出した内部抵抗  $R$  を、基準条件下での内部抵抗基準値  $R_z$  に換算する。

【0078】

図 6 は本実施の形態の電池監視装置 100 による内部抵抗の換算テーブルの一例を示す説明図である。図 6 は、SOC が 50%、温度が 25 の場合を基準条件とし、内部抵抗  $R$  を算出したときの SOC 及び温度に基づいて、内部抵抗  $R$  を基準条件下での内部抵抗基準値  $R_z$  に換算するためのものである。なお、図 6 では、簡便のため、数値は主なものだけを記載している。算出した内部抵抗を、図 6 内の数値で除算することにより、内部抵抗基準値  $R_z$  に換算することができる。例えば、温度 10、SOC が 90% の状態で算出された内部抵抗  $R$  を 1.5 で除算すると内部抵抗基準値  $R_z$  となる。

【0079】

図 7 は本実施の形態の電池監視装置 100 の二次電池ユニット 50 の関連情報としての内部抵抗増加率と放電容量比との相関関係の一例を示す説明図である。図 7 において、横軸は内部抵抗増加率を示し、縦軸は放電容量比を示す。また、温度は 25、充電率は 50% である。なお、図 7 において、内部抵抗増加率に代えて内部抵抗の絶対値を用いてもよく、放電容量比に代えて放電容量の絶対値を用いてもよい。図 7 に示すように、二次電池ユニット 50 の内部抵抗増加率が大きいほど放電容量比が減少する。なお、図 7 に例示する内部抵抗増加率と放電容量比との相関関係は、記憶部 28 に記憶してもよく、あるいは演算回路で演算するようにしてもよい。

【0080】

抵抗算出部 16 は、算出した内部抵抗基準値  $R_z$  と二次電池ユニット 50 の新品時の内部抵抗値とから内部抵抗増加率を算出することができる。第 1 推定部 19 は、図 7 に示すような関連情報を参照することにより、抵抗算出部 16 で算出された内部抵抗増加率に対応する放電容量比を求めることができる。放電容量は、満充電から放電可能な容量であり、満充電容量と同値とすることができる。これにより、算出された内部抵抗  $R$  (より具体的には、内部抵抗基準値  $R_z$ ) に対応する放電容量を第 1 満充電容量  $C_1$  として推定することができる。

【0081】

次に、第 2 満充電容量  $C_2$  の推定方法について説明する。

【0082】

電流積算値算出部 17 は、積算時間の開始時点  $t_2$  から終了時点  $t_3$  までの間、所定のサンプリング周期でサンプリングした放電電流を積算することにより放電電流の積算値  $I$  を算出する。

【0083】

開放電圧算出部 22 は、積算時間の開始時点  $t_2$ 、及び終了時点  $t_3$  それぞれの二次電

10

20

30

40

50

池ユニット50の開放電圧(OCV)を算出する。例えば、開始時点 $t_2$ のOCV( $t_2$ )は、 $OCV(t_2) = V(t_2) - I(t_2) \times R$ という式で算出することができ、終了時点 $t_3$ のOCV( $t_3$ )は、 $OCV(t_3) = V(t_3) - I(t_3) \times R$ という式で算出することができる。ここで、 $R$ は、抵抗算出部16で算出した内部抵抗である。

#### 【0084】

上述のように、開放電圧算出部22が開放電圧を算出する際に、抵抗算出部16で算出した内部抵抗 $R$ を使用する。当該内部抵抗 $R$ は、第1満充電容量 $C_1$ を推定する際に用いる内部抵抗 $R$ と共用することができる。これにより、温度又はSOCに依存する内部抵抗 $R$ の変化が小さく、演算精度を高めることができる。また、演算処理の量を削減し、演算処理部の処理負荷を軽減することができる。

10

#### 【0085】

図8は本実施の形態の電池監視装置100の二次電池ユニット50の開放電圧と充電率との相関関係の一例を示す説明図である。図8において、横軸は開放電圧(OCV)を示し、縦軸は充電率(SOC)を示す。なお、図8は、簡便のため、グラフを直線で示している。図8に示すように、二次電池ユニット50の開放電圧が大きいほど充電率が増加する。なお、図8に例示する開放電圧と充電率との相関関係は、記憶部28に記憶してもよく、あるいは演算回路で演算するようにしてもよい。

#### 【0086】

充電率算出部18は、図8に例示した開放電圧と充電率との相関関係を参照して、開放電圧算出部22で算出したOCVに基づいてSOCを算出する。積算時間の開始時点 $t_2$ 、及び終了時点 $t_3$ それぞれの二次電池ユニット50のSOCを、それぞれ $SOC(t_2)$ 、 $SOC(t_3)$ とする。

20

#### 【0087】

第2推定部20は、電流積算値算出部17で算出した積算値及び充電率算出部18で算出したSOCの減少量に基づいて二次電池ユニット50の第2満充電容量 $C_2$ を推定する。例えば、放電電流の積算値を $I$ とし、減少量を、 $SOC(t_2) - SOC(t_3)$ とすると、第2満充電容量 $C_2$ は、 $C_2 = I / \{SOC(t_2) - SOC(t_3)\}$ で推定することができる。例えば、 $SOC(t_2)$ が30%、 $SOC(t_3)$ が20%であるとすると、 $\{SOC(t_2) - SOC(t_3)\} = 10\%$ となるので、第2満充電容量 $C_2$ は、積算値 $I$ を10倍すればよい。

30

#### 【0088】

停止情報取得部21は、取得部としての機能を有し、車両の停止時間を取得する。停止情報取得部21は、不図示の車載装置との通信機能を有し、停止時間を算出する車載装置から取得する停止時間を取得する。また、停止情報取得部21は、不図示の路側装置との通信機能を有し、停止時間を算出する外部の路側装置などから取得することができる。

#### 【0089】

なお、車両の停止時間 $T_s$ は、例えば、車両の下流にある交差点の信号情報(例えば、青信号開始時刻 $t_g$ など)、交差点までの距離 $L$ 、青信号開始後の発進波の速度 $V$ を用いて、 $T_s = (t - t_g) + L / V$ で求めることができる。ここで $t$ は現在時刻であり、現在時刻 $t$ は、青信号開始時刻 $t_g$ よりも時間的に後であるとする。

40

#### 【0090】

切替判定部14は、判定部としての機能を有し、車両の停止に基づく二次電池ユニット50の放電の開始の有無を判定する。すなわち、切替判定部14は、車両停止によりアイドリングストップが開始され、二次電池ユニット50の放電が開始されたか否かを判定する。

#### 【0091】

切替判定部14で二次電池ユニット50の放電有りと判定し、停止情報取得部21で取得した停止時間(図3~図5の例では、時点 $t_1$ から時点 $t_5$ までの時間)が積算時間(図3~図5の例では、時点 $t_2$ から時点 $t_3$ までの時間)より長い場合、抵抗算出部16、第1推定部19、電流積算値算出部17、充電率算出部18、第2推定部20及び満充

50

電容量算出部 23 は、それぞれの処理を行う。すなわち、車両の停止時間が、放電電流の積算値を算出するための積算時間より長い場合には、満充電容量の算出に係る各処理を行う。また、車両の停止時間が、放電電流の積算値を算出するための積算時間より短い場合には、満充電容量の算出に係る各処理を行わない。これにより、車両の停止中に満充電容量算出（特に第 2 満充電容量算出）の可否を事前に判定できるので、無駄な処理負荷が発生することを防止することができる。

#### 【0092】

なお、車両の停止時間が、放電電流の積算値を算出するための積算時間より短い場合に、抵抗算出部 16、第 1 推定部 19、電流積算値算出部 17、充電率算出部 18、第 2 推定部 20 及び満充電容量算出部 23 のすべての処理を行わないようにする構成に代えて、一部の処理を行わないようにすることもできる。

10

#### 【0093】

下降時間算出部 24 は、切替判定部 14 で二次電池ユニット 50 の放電有りと判定した場合、二次電池ユニット 50 の放電開始時点から二次電池ユニット 50 の充電率が所定の下限值に下降する時点までの下降時間（図 3～図 5 の例では、時点 t1 から時点 t4 までの時間）を算出する。二次電池ユニット 50 の SOC が下限値に達すると二次電池ユニット 50 は、放電状態から充電状態へ切り替わる。すなわち、放電から充電への切替前後の電圧、電流をサンプリングして取得することにより、二次電池ユニット 50 の内部抵抗を算出することができる。

#### 【0094】

車両の停止時間が下降時間より長い場合、抵抗算出部 16、第 1 推定部 19、電流積算値算出部 17、充電率算出部 18、第 2 推定部 20 及び満充電容量算出部 23 は、それぞれの処理を行う。すなわち、充放電の切替が車両の停止中に行われる場合には、満充電容量の算出に係る各処理を行う。また、充放電の切替が車両の停止中に行われない場合には、満充電容量の算出に係る各処理を行わない。これにより、内部抵抗を算出（特に第 1 満充電容量算出）するための充放電の切替が車両の停止中に行われるか否かを事前に判定できるので、無駄な処理負荷が発生することを防止することができる。

20

#### 【0095】

なお、充放電の切替が車両の停止中に行われない場合に、抵抗算出部 16、第 1 推定部 19、電流積算値算出部 17、充電率算出部 18、第 2 推定部 20 及び満充電容量算出部 23 のすべての処理を行わないようにする構成に代えて、一部の処理を行わないようにすることもできる。

30

#### 【0096】

特定部 25 は、開始時点特定部としての機能を有し、切替判定部 14 で二次電池ユニット 50 の放電有りと判定した場合、二次電池ユニット 50 の放電開始時点から所定の経過時間（図 3～図 5 の例では、時点 t1 から時点 t2 までの時間）が経過した時点を積算時間の開始時点として特定する。

#### 【0097】

放電開始直後（例えば、数秒程度）は、二次電池ユニット 50 の電圧が変動して安定しないので、経過時間（例えば、10 秒程度）が経過した時点を積算時間の開始時点とする。二次電池ユニット 50 の積算時間の開始時点での充電率（SOC）を算出する場合、積算時間の開始時点での OCV（開回路電圧、開放電圧）を求めておく必要がある。二次電池ユニット 50 の電圧が安定するまでの経過時間を設けることにより、積算時間の開始時点での OCV を精度よく求めることができるので、充電率（SOC）及び第 2 満充電容量を精度よく算出することができ、満充電容量の算出の信頼性を高めることができる。

40

#### 【0098】

特定部 25 は、終了時点特定部としての機能を有し、切替判定部 14 で二次電池ユニット 50 の放電有りと判定した場合、二次電池ユニット 50 の充電率が所定の下限值に下降する時点（図 3～図 5 の例では、時点 t4）より前の時点（図 3～図 5 の例では、時点 t3）を積算時間の終了時点として特定する。所定の下限值に下降する時点より前の時点は

50

、例えば、下降する時点より1秒前の時点とすることができるが、1秒に限定されるものではない。

【0099】

これにより、二次電池ユニット50の充電率が所定の下限值に下降して放電から充電に切り替わる直前まで放電電流の積算を行うことができる。放電電流を積算する時間を長くすることができるれば、算出される積算値が大きくなり、第2満充電容量を推定する際の、充電率の減少量に対する積算値を大きくすることができ、推定する第2満充電容量の誤差を小さくすることができる。

【0100】

重み付け部26は、第1推定部19で推定した第1満充電容量に第1の重み付け係数を付与し、第2推定部20で推定した第2満充電容量に第2の重み付け係数を付与する。満充電容量算出部23は、重み付け部26で重み付け係数を付与して二次電池ユニット50の満充電容量を算出する。

10

【0101】

例えば、第1満充電容量C1に対する第1の重み付け係数を $\alpha_1$ とし、第2満充電容量C2に対する第1の重み付け係数を $\alpha_2$ とする。ここで、 $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$ とする。二次電池ユニット50の満充電容量Cは、例えば、 $C = C1 \times \alpha_1 + C2 \times \alpha_2$ で算出することができる。これにより、信頼性がより高い方に大きな重み付け係数を付与して全体として信頼性の高い満充電容量を算出することができる。

【0102】

電流差分算出部27は、二次電池ユニット50の充放電の切替前後の電流の差分を算出する。例えば、二次電池ユニット50の充放電の切替前の電流を $I_b$ とし、二次電池ユニット50の充放電の切替後の電流を $I_c$ とすると、電流の差分は $(I_c - I_b)$ で算出することができる。

20

【0103】

重み付け部26は、電流差分算出部27で算出した電流の差分が所定の電流閾値以上である場合、第1の重み付け係数を第2の重み付け係数より大きくする。電流の差分 $(I_c - I_b)$ が所定の電流閾値以上である場合、内部抵抗の算出精度がよくなり、第1満充電容量の信頼性が高くなる。そこで、第1満充電容量に対応する第1の重み付け係数を、第2の重み付け係数より大きくすることにより、全体として信頼性の高い満充電容量を算出することができる。

30

【0104】

重み付け部26は、電流積算値算出部17で算出した積算値が所定の積算閾値以上である場合、第2の重み付け係数を第1の重み付け係数より大きくする。積算値が所定の積算閾値以上である場合、第2満充電容量を推定する際の、充電率の減少量に対する積算値を大きくすることができ、第2満充電容量の信頼性が高くなる。そこで、第2満充電容量に対応する第2の重み付け係数を、第1の重み付け係数より大きくすることにより、全体として信頼性の高い満充電容量を算出することができる。

【0105】

次に、本実施の形態の電池監視装置100の動作について説明する。図9、図10及び図11は本実施の形態の電池監視装置100の処理手順の一例を示すフローチャートである。以下では便宜上、処理の主体を制御部10として説明する。制御部10は、所定のサンプリング周期で二次電池ユニット50の電圧、電流を取得し(S11)、車両の停止情報を取得する(S12)。なお、取得する停止情報には、停止開始予測時間、停止時間などを含めることができる。

40

【0106】

制御部10は、車両が停止したか否かを判定し(S13)、車両が停止しない場合(S13でNO)、ステップS13の処理を続ける。車両が停止した場合(S13でYES)、制御部10は、車両停止時間が容量算出必要時間以上であるか否かを判定する(S14)。なお、容量算出必要時間は、図3～図5に例示した積算時間でもよく、積算時間に電

50

圧安定待ち時間を加算したものでよく、積算時間に所定時間を加算したものでよく、積算時間に電圧安定待ち時間及び所定時間を加算したものでよい。

【 0 1 0 7 】

車両停止時間が容量算出必要時間以上である場合 ( S 1 4 で Y E S )、制御部 1 0 は、車両の停止中に S O C の下限値に到達するか否かを判定する ( S 1 5 )。車両の停止中に S O C の下限値に到達する場合 ( S 1 5 で Y E S )、制御部 1 0 は、放電開始時点から電圧安定待ち時間が経過したか否かを判定する ( S 1 6 )。

【 0 1 0 8 】

電圧安定待ち時間が経過していない場合 ( S 1 6 で N O )、制御部 1 0 は、ステップ S 1 6 の処理を続ける。電圧安定待ち時間が経過した場合 ( S 1 6 で Y E S )、制御部 1 0 は、積算時間の開始時点  $t_2$  の電圧  $V(t_2)$ 、電流  $I(t_2)$  を取得し ( S 1 7 )、放電電流を積算する ( S 1 8 )。

【 0 1 0 9 】

制御部 1 0 は、現在の時点が、S O C の下限値の到達時点  $t_4$  より所定時間だけ前の時点  $t_3$  であるか否かを判定し ( S 1 9 )、現在の時点が時点  $t_3$  でない場合 ( S 1 9 で N O )、ステップ S 1 8 以降の処理を続ける。現在の時点が時点  $t_3$  である場合 ( S 1 9 で Y E S )、制御部 1 0 は、放電電流の積算値が閾値以上であるか否かを判定する ( S 2 0 )。なお、ステップ S 2 0 で使用する閾値は、重み付けを決定する際の積算閾値より小さい値とすることができる。

【 0 1 1 0 】

放電電流の積算値が閾値以上である場合 ( S 2 0 で Y E S )、積算値の誤差が少ないと判定し、制御部 1 0 は、積算時間の終了時点  $t_3$  の電圧  $V(t_3)$ 、電流  $I(t_3)$  を取得し ( S 2 1 )、積算時間に亘る電流積算値  $I$  を算出する ( S 2 2 )。

【 0 1 1 1 】

制御部 1 0 は、放電から充電への切替の有無を判定し ( S 2 3 )、切替がない場合 ( S 2 3 で N O )、ステップ S 2 3 の処理を続ける。放電から充電への切替があった場合 ( S 2 3 で Y E S )、制御部 1 0 は、切替直前にサンプリングした電圧  $V_b$ 、電流  $I_b$  を取得する ( S 2 4 )。

【 0 1 1 2 】

制御部 1 0 は、放電から充電への切替時点から待機時間  $T_w$  が経過したか否かを判定し ( S 2 5 )、待機時間  $T_w$  が経過していない場合 ( S 2 5 で N O )、ステップ S 2 5 の処理を続ける。待機時間  $T_w$  が経過した場合 ( S 2 5 で Y E S )、制御部 1 0 は、待機時間  $T_w$  経過後にサンプリングした電圧  $V_c$ 、電流  $I_c$  を取得し ( S 2 6 )、内部抵抗  $R$  を算出する ( S 2 7 )。

【 0 1 1 3 】

制御部 1 0 は、算出した内部抵抗  $R$  を内部抵抗基準値  $R_z$  に換算し ( S 2 8 )、第 1 満充電容量  $C_1$  を推定する ( S 2 9 )。制御部 1 0 は、積算時間の開始時点  $t_2$ 、終了時点  $t_3$  での O C V を算出し ( S 3 0 )、積算時間の開始時点  $t_2$ 、終了時点  $t_3$  での各 O C V から積算時間の開始時点  $t_2$ 、終了時点  $t_3$  での各 S O C に換算し ( S 3 1 )、第 2 満充電容量  $C_2$  を推定する ( S 3 2 )。

【 0 1 1 4 】

制御部 1 0 は、第 1 満充電容量  $C_1$  と第 2 満充電容量  $C_2$  との差分の絶対値が差分閾値以下であるか否かを判定し ( S 3 3 )、差分の絶対値が差分閾値以下である場合 ( S 3 3 で Y E S )、満充電容量  $C$  を算出し、後述のステップ S 3 5 の処理を行う。差分の絶対値が差分閾値以下でない場合 ( S 3 3 で N O )、制御部 1 0 は、ステップ S 3 4 の処理を行うことなく後述のステップ S 3 5 の処理を行う。

【 0 1 1 5 】

また、車両停止時間が容量算出必要時間以上でない場合 ( S 1 4 で N O )、車両の停止中に S O C の下限値に到達しない場合 ( S 1 5 で N O )、あるいは、放電電流の積算値が閾値以上でない場合 ( S 2 0 で N O )、制御部 1 0 は、後述のステップ S 3 5 の処理を行

10

20

30

40

50

う。

【0116】

制御部10は、処理を終了するか否かを判定し(S35)、処理を終了しない場合(S35でNO)、ステップS11以降の処理を続け、処理を終了する場合(S35でYES)、処理を終了する。

【0117】

本実施の形態の満充電容量算出装置(電池監視装置100)は、CPU(プロセッサ)、RAM(メモリ)などを備えた汎用コンピュータを用いて実現することもできる。すなわち、図9~図11に示すような、各処理の手順を定めたコンピュータプログラムをコンピュータに備えられたRAM(メモリ)にロードし、コンピュータプログラムをCPU(プロセッサ)で実行することにより、コンピュータ上で満充電容量算出装置(電池監視装置100)を実現することができる。

10

【0118】

上述のように、本実施の形態によれば、2種類の異なる手法で第1満充電容量C1及び第2満充電容量C2を推定し、第1満充電容量C1と第2満充電容量C2との差分の絶対値を判定し、判定結果に応じて二次電池ユニット50の満充電容量を算出するので、二次電池ユニット50の満充電容量を精度よく算出することができる。

【0119】

また、信号停止予測時間を活用することで、車両停止中に二次電池ユニット50の満充電容量算出の可否を事前に判定することができ、無駄な処理負荷が発生することを防止することができる。

20

【0120】

また、信号停止予測時間(停止情報)から得られる車両停止時点を起点に、電圧安定待ち時間を設け、電圧安定待ち時間が経過した時点を積算時間の開始時点として、第2満充電容量C2の推定又は放電電流の積算値の算出に必要な時間を設定するので、必要な積算時間を確保しつつ、放電後の安定した電圧をサンプリングして取得することができる。

【0121】

上述の実施の形態では、二次電池ユニット50をリチウムイオン電池として説明したが、二次電池ユニット50はリチウムイオン電池に限定されるものではなく、例えば、ニッケル水素電池、ニッカド電池などにも提供することができる。

30

【0122】

開示された実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【符号の説明】

【0123】

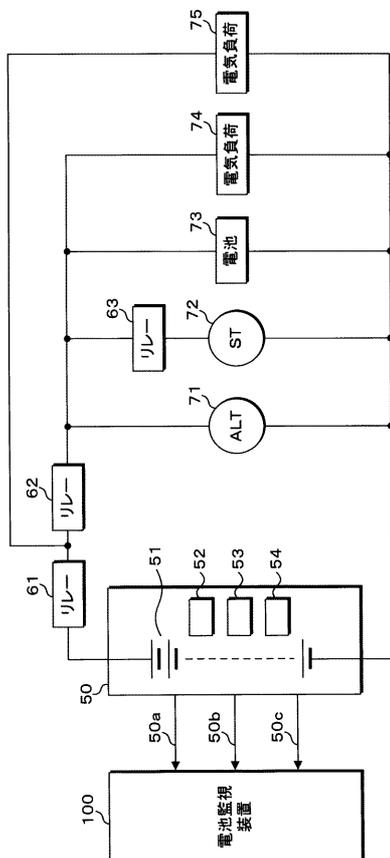
- 10 制御部
- 11 電圧取得部
- 12 電流取得部
- 13 温度取得部
- 14 切替判定部
- 15 待機時間特定部
- 16 抵抗算出部
- 17 電流積算値算出部
- 18 充電率算出部
- 19 第1推定部
- 20 第2推定部
- 21 停止情報取得部
- 22 開放電圧算出部
- 23 満充電容量算出部

40

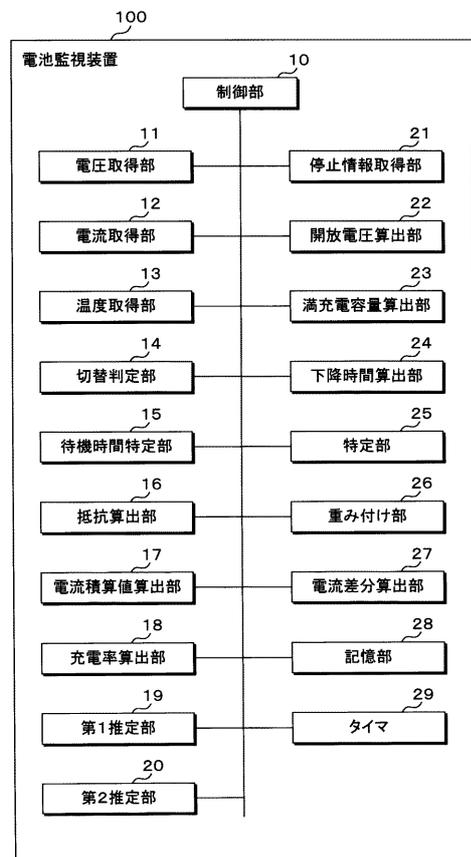
50

- 2 4 下降時間算出部
- 2 5 特定部
- 2 6 重み付け部
- 2 7 電流差分算出部
- 2 8 記憶部
- 2 9 タイマ
- 5 0 二次電池ユニット
- 5 1 セル
- 5 2 電圧センサ
- 5 3 電流センサ
- 5 4 温度センサ
- 1 0 0 電池監視装置

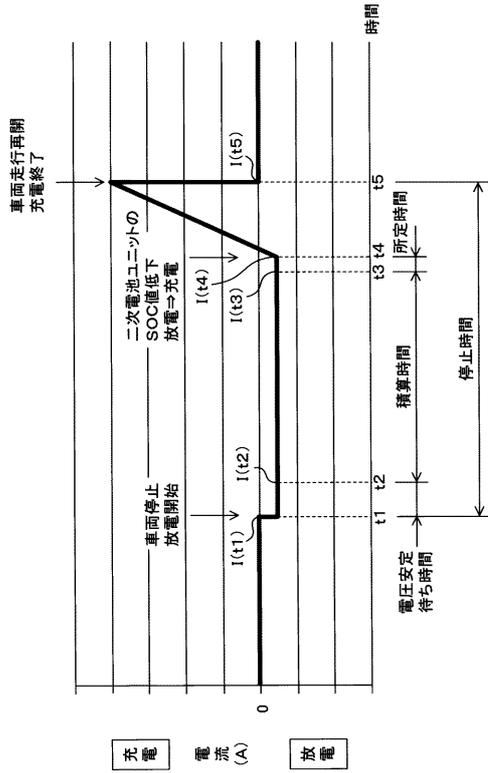
【 図 1 】



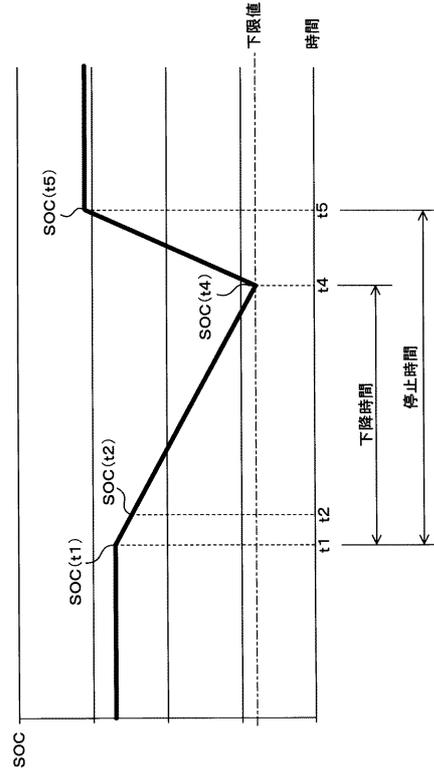
【 図 2 】



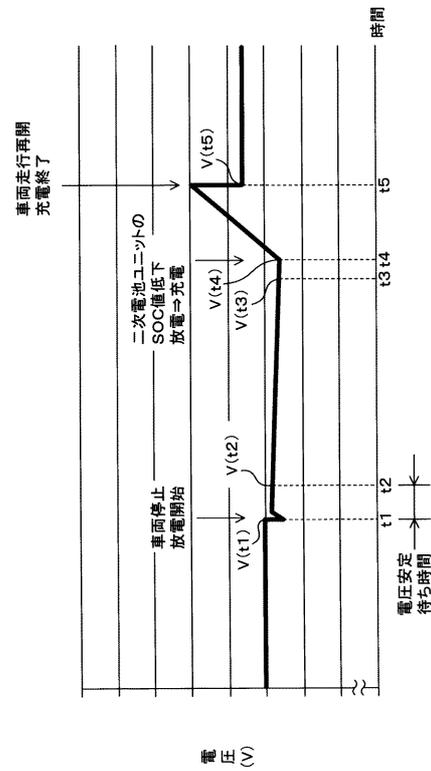
【 図 3 】



【 図 4 】



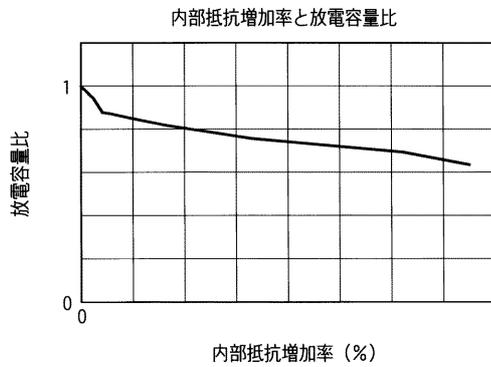
【 図 5 】



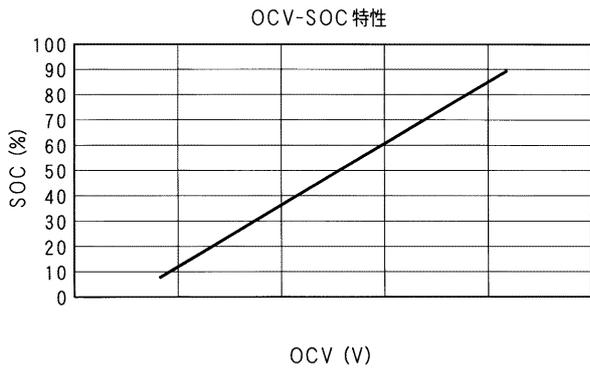
【 図 6 】

換算比率		SOC						
		100%	90%	...	50%	...	20%	10%
温度	...	...	...	...	...	...	...	...
	0°C		2.3		2.5		2.7	
	10°C		1.5		1.5		1.7	
	25°C		1.0		1.0		1.0	
	...	...	...	...	...	...	...	

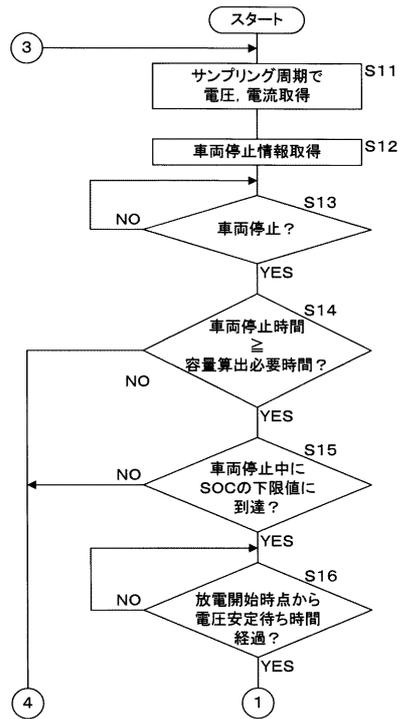
【 図 7 】



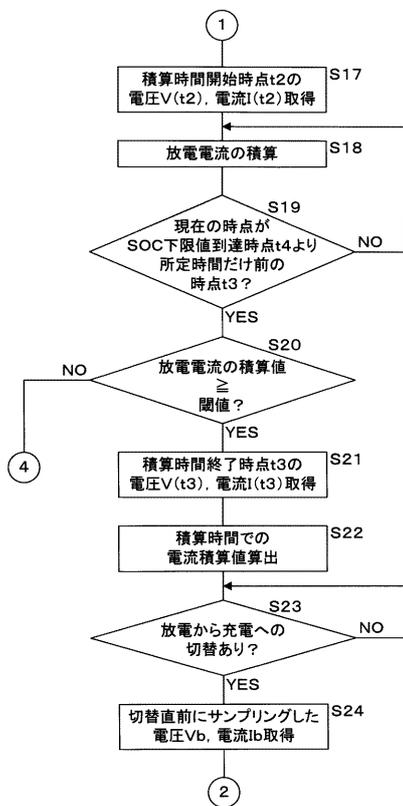
【図8】



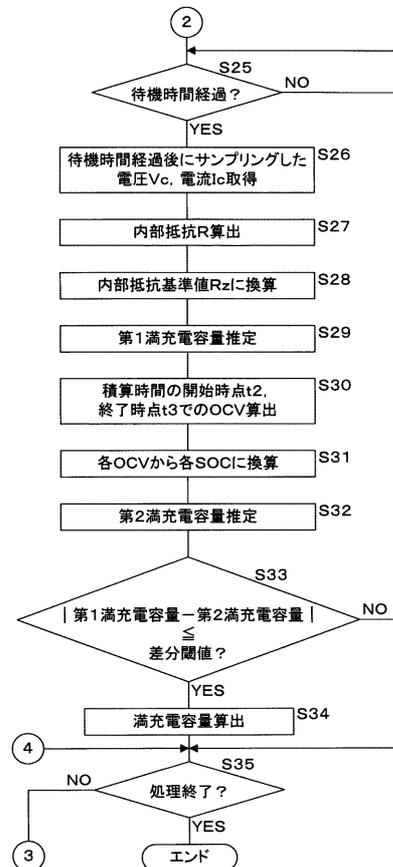
【図9】



【図10】



【図11】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
B 6 0 W 20/00 (2016.01) B 6 0 K 6/20 3 3 0

(72)発明者 山口 洋平

大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社 大阪製作所内

Fターム(参考) 2G216 AB01 BA46 BA53 BA56 BA65 BA67 CA01 CA04 CA12 CB15  
CB51  
3D202 BB19 CC57 DD45 DD46 DD47 DD48 EE00  
5G503 AA01 AA07 BA03 BB02 CA05 CA08 CA11 CB11 CB16 CC02  
DA08 EA02 EA05 EA07 FA06 GB06 GC04  
5H030 AA10 AS08 FF22 FF41 FF42 FF43 FF44 FF51 FF52  
5H125 AA01 AC12 BC08 BC09 DD01 EE22 EE23 EE24 EE27 EE30  
EE51