

(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2012-108046

(P2012-108046A)

(43) 公開日 平成24年6月7日(2012.6.7)

(51) Int.Cl.			F I	テーマコード (参考)		
<b>GO1R</b>	<b>31/36</b>	<b>(2006.01)</b>	GO1R 31/36	A	2G016	
<b>HO1M</b>	<b>10/48</b>	<b>(2006.01)</b>	HO1M 10/48	P	5G503	
<b>HO1M</b>	<b>10/44</b>	<b>(2006.01)</b>	HO1M 10/44	Q	5H030	
<b>HO2J</b>	<b>7/00</b>	<b>(2006.01)</b>	HO2J 7/00	X		

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2010-257986 (P2010-257986)  
 (22) 出願日 平成22年11月18日 (2010.11.18)

(71) 出願人 00005326  
 本田技研工業株式会社  
 東京都港区南青山二丁目1番1号  
 (74) 代理人 100064414  
 弁理士 磯野 道造  
 (74) 代理人 100111545  
 弁理士 多田 悦夫  
 (72) 発明者 川北 幸治  
 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会  
 社本田技術研究所内  
 Fターム(参考) 2G016 CA03 CB00 CB11 CB32 CB33  
 CC01 CC03 CC04 CC10 CC20  
 CC21 CC23 CC26 CC27 CC28  
 CF06  
 5G503 EA05

最終頁に続く

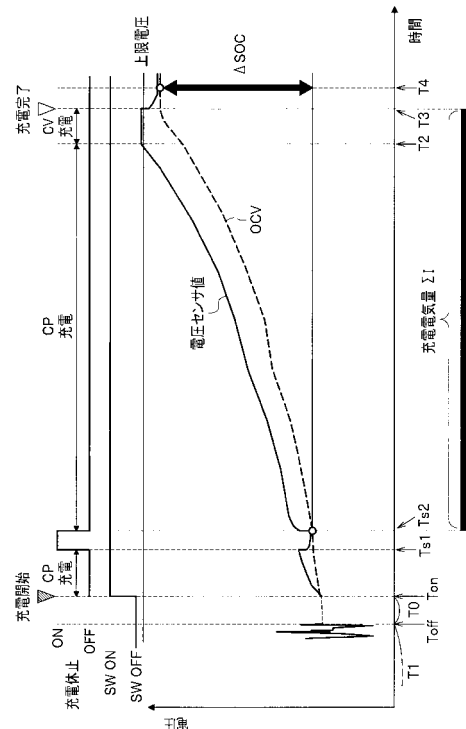
(54) 【発明の名称】 電池容量推定装置および電池容量推定方法

(57) 【要約】

【課題】 充電時間を延長せずに電池の総容量を推定可能な電池容量推定装置および電池容量推定方法を提供する。

【解決手段】 充電スイッチON直後、電池内のイオン濃度にばらつきがあるか否かを、前回イグニッションスイッチをOFFにしてから、充電スイッチがONになるまでの経過時間  $T_0$  を基に推定したイオン拡散状態から判定する。このときのイオン濃度にバラつきがあると判定された場合は、OCVを取得せずに充電を開始し、イオン濃度がほぼ均一になったと判定されると、充電を一時休止して(時刻  $T_{s1}$ )、OCVを取得する(時刻  $T_{s2}$ )。OCVの取得後、充電を再開する。

【選択図】 図4



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

充放電可能な電池を充電する充電装置を制御する制御部と、  
前記電池の残容量を推定する残容量推定部と、  
満充電状態における前記電池の充電量である総容量を推定する総容量推定部と、  
を有する電池容量推定装置であって、  
前記制御部は、  
前記電池における開放電圧の時系列値にバラツキがあるか否かを判定し、前記開放電圧の時系列値にバラツキがあると判定した場合には、前記充電装置を、充電開始から充電終了の間に充電を一時休止し、  
前記残容量推定部は、  
前記一時休止後の前記開放電圧に基づき、第 1 の残容量を推定し、  
充電終了後の前記開放電圧に基づき、第 2 の残容量を推定し、  
前記充電一時休止後の充電再開から、前記充電終了までの電流積算値を取得し、  
前記総容量推定部は、  
前記第 1 の残容量、前記第 2 の残容量および前記電流積算値に基づき、前記総容量を推定する

10

ことを特徴とする電池容量推定装置。

**【請求項 2】**

前記制御部は、  
前記開放電圧の時系列値のバラツキを、前記電池における充放電停止から前記充電装置により充電を開始するまでの時間に基づき判定し、  
前記時間が所定値以下の場合、前記充電装置に、充電開始から充電終了までの間において、前記充電開始から所定時間後に充電を一時休止させる  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の電池容量推定装置。

20

**【請求項 3】**

前記制御部は、  
前記開放電圧の時系列値のバラツキを、活性物質のイオン拡散状態に基づいて判定し、  
前記イオン拡散状態にバラツキがある場合、前記充電装置に、充電開始から充電終了までの間において、前記充電開始から所定時間後に充電を一時休止させる  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の電池容量推定装置。

30

**【請求項 4】**

充放電可能な電池を充電する充電装置を制御する制御部と、  
前記電池の残容量を推定する残容量推定部と、  
満充電状態における前記電池の充電量である総容量を推定する総容量推定部と、  
を有する電池容量推定装置による電池容量推定方法であって、  
前記制御部が、  
前記電池の開放電圧の時系列値にバラツキがあるか否かを判定し、前記開放電圧の時系列値にバラツキがあると判定した場合には、前記充電装置を、充電開始から充電終了の間に充電を一時休止し、  
前記残容量推定部は、  
前記充電一時休止後の前記開放電圧に基づき、第 1 の残容量を推定し、  
充電終了後の前記開放電圧に基づき、第 2 の残容量を推定し、  
前記充電一時休止後の充電再開から、前記充電終了までの電流積算値を取得し、  
前記総容量推定部が、  
前記第 1 の残容量、前記第 2 の残容量および前記電流積算値に基づき、前記総容量を推定する

40

ことを特徴とする電池容量推定方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】**

50

## 【 0 0 0 1 】

本実施形態は、電池容量推定装置および電池容量推定方法の技術に関する。

## 【 背景技術 】

## 【 0 0 0 2 】

二次電池(バッテリー：以下、電池と称する)への充電に関して充電前のOCV(Open Circuit Voltage：開放電圧)と、充電後のOCVとから、充電前のSOC(State Of Charge)と、充電後のSOCとを推定し、このSOCの変化分SOCからバッテリーの総容量(電池容量)を算出することができる。

## 【 0 0 0 3 】

例えば、特許文献1に開示されている車載バッテリー(電池)の劣化度演算装置は、外部電源によるバッテリーの充電時に、充電電流(アンペア：A)の積算に基づく充電容量Aを算出するとともに、現在の開回路電圧に基づく現在のSOCと、充電開始直前のSOCである初期SOCに基づいて、バッテリーが未劣化の場合の容量変化分Bを算出する。そして、劣化度演算装置は、この容量変化分Bと、充電容量Aとの差分を算出し、この差分の充電容量Aに対する比率を劣化度Rとしている。

具体的には、劣化度演算装置は、以下の式(a1)、(a2)を用いて計算を行っている。

## 【 0 0 0 4 】

$$B = AH \times SOC / 100 \cdots (a1)$$

$$R = (B - A) / A \cdots (a2)$$

## 【 0 0 0 5 】

ここで、Aと、Bとは、前記したものであり、AHは充電前の初期電池容量であり、SOCは充電によるSOCの変化分である。なお、初期電池容量AHの単位は、アンペアアワー(Ah)であり、SOCの単位は%である。

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 6 】

【 特許文献1 】特開2009-71986号公報

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 7 】

しかしながら、充放電停止直後では、電池内部のイオン吸蔵状態が、拡散遅れの影響で不均一になっているため、SOCを推定するために必要なOCVの誤差が大きくなってしまい、正確なOCVを計測できない。つまり、車両を運転した直後に充電を開始するような場合は、充電開始直前に計測されるOCVが正確ではないので、OCVから算出されるSOCも正確ではない。

電圧が安定するまで充電開始を待機させると、その分充電完了時間が延長してしまうという問題がある。なお、一般的に、イオンの拡散状態が均一になるまでの時間は30分~1時間程度である。

特に、低温時の走行停止直後(すなわち、バッテリーの充放電停止直後)において、イオンの拡散遅れが顕著になるため、OCVが安定(イオン拡散状態が安定)するまでに時間を要することになる。

## 【 0 0 0 8 】

そこで、本発明の課題は、充電時間を延長せずに電池の総容量を推定可能な電池容量推定装置および電池容量推定方法を提供することにある。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 9 】

前記課題を解決する本発明のうち請求項1に記載の発明は、充放電可能な電池を充電する充電装置を制御する制御部と、前記電池の残容量を推定する残容量推定部と、満充電状態における前記電池の充電量である総容量を推定する総容量推定部と、を有する電池容量

10

20

30

40

50

推定装置であって、前記制御部は、前記電池における開放電圧の時系列値にバラツキがあるか否かを判定し、前記開放電圧の時系列値にバラツキがあると判定した場合には、前記充電装置を、充電開始から充電終了の間に充電を一時休止し、前記残容量推定部は、前記一時休止後の前記開放電圧に基づき、第1の残容量を推定し、充電終了後の前記開放電圧に基づき、第2の残容量を推定し、前記充電一時休止後の充電再開から、前記充電終了までの電流積算値を取得し、前記総容量推定部は、前記第1の残容量、前記第2の残容量および前記電流積算値に基づき、前記総容量を推定することを特徴とする。

【0010】

請求項1に係る発明によれば、開放電圧の時系列値にバラツキがある場合は、正確な開放電圧が計測できないため、充電を開始し、充電開始から充電終了の間に充電を一時休止し、この一時休止後の開放電圧からSOCを求めることにより、充電時間を延長せずに電池の総容量を推定することが可能となる。

10

【0011】

また、請求項2に係る発明は、請求項1に記載の電池容量推定装置であって、前記制御部は、前記開放電圧の時系列値のバラツキを、前記電池における充放電停止から前記充電装置により充電を開始するまでの時間に基づき判定し、前記時間が所定値以下の場合、前記充電装置に、充電開始から充電終了までの間において、前記充電開始から所定時間後に充電を一時休止させることを特徴とする。

【0012】

請求項2に係る発明によれば、開放電圧の時系列値のバラツキを充電を開始するまでの時間を基に判定するため、処理負荷を軽減することができる。

20

【0013】

そして、請求項3に係る発明は、請求項1に記載の電池容量推定装置であって、前記制御部は、前記開放電圧の時系列値のバラツキを、活性物質のイオン拡散状態に基づいて判定し、前記イオン拡散状態にバラツキがある場合、前記充電装置に、充電開始から充電終了までの間において、前記充電開始から所定時間後に充電を一時休止させることを特徴とする。

【0014】

請求項3に係る発明によれば、開放電圧の時系列値のバラツキを活性物質のイオン拡散状態に基づいて判定するため、精度の高い開放電圧の時系列値のバラツキの判定が可能となる。

30

【0015】

そして、請求項4に係る発明は、充放電可能な電池を充電する充電装置を制御する制御部と、前記電池の残容量を推定する残容量推定部と、満充電状態における前記電池の充電量である総容量を推定する総容量推定部と、を有する電池容量推定装置による電池容量推定方法であって、前記制御部が、前記電池の開放電圧の時系列値にバラツキがあるか否かを判定し、前記開放電圧の時系列値にバラツキがあると判定した場合には、前記充電装置を、充電開始から充電終了の間に充電を一時休止し、前記残容量推定部は、前記充電一時休止後の前記開放電圧に基づき、第1の残容量を推定し、充電終了後の前記開放電圧に基づき、第2の残容量を推定し、前記充電一時休止後の充電再開から、前記充電終了までの電流積算値を取得し、前記総容量推定部が、前記第1の残容量、前記第2の残容量および前記電流積算値に基づき、前記総容量を推定することを特徴とする。

40

【0016】

請求項4に係る発明によれば、開放電圧の時系列値にバラツキがある場合は、正確な開放電圧が計測できないため、充電を開始し、充電開始から充電終了の間に充電を一時休止し、この一時休止後の開放電圧からSOCを求めることにより、充電時間を延長せずに電池の総容量を推定することが可能となる。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、充電時間を延長せずに電池の総容量を推定可能な電池容量推定装置お

50

よび電池容量推定方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】第1実施形態に係る電池容量推定システムの構成例を示す機能ブロック図である。

【図2】第1実施形態に係る開放電圧バラツキ判定処理部の構成例を示す機能ブロック図である。

【図3】第1実施形態に係るイオン拡散状態の算出方法を説明するための図である。

【図4】第1実施形態に係る充電制御の概要を示す図である。

【図5】第1実施形態に係る電池の総容量の推定処理の手順を示すフローチャートである（その1）。

【図6】第1実施形態に係る電池の総容量の推定処理の手順を示すフローチャートである（その2）。

【図7】第1実施形態に係る充電一時休止時OCV取得処理の手順を示すフローチャートである。

【図8】第1実施形態に係る充電完了時OCV取得処理の手順を示すフローチャートである。

【図9】第2実施形態に係る開放電圧バラツキ判定処理部の構成例を示す機能ブロック図である。

【図10】第2実施形態に係る充電制御の概要を示す図である。

【図11】第2実施形態に係る電池の総容量の推定処理の手順を示すフローチャートである（その1）。

【図12】第2実施形態に係る電池の総容量の推定処理の手順を示すフローチャートである（その2）。

【図13】第2実施形態に係る充電一時休止時OCV取得処理の手順を示すフローチャートである。

【図14】第2実施形態に係る充電完了時OCV取得処理の手順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】

【0019】

次に、本発明を実施するための形態（「実施形態」という）について、適宜図面を参照しながら詳細に説明する。なお、本実施形態に係る電池容量推定システムは、燃料電池自動車や、電気自動車などの車両に搭載されることを想定しているが、これに限らず、自動二輪車、船舶などに搭載することも可能である。

【0020】

[第1実施形態]

まず、図1～図8を参照して、本実施形態の第1実施形態について説明する。第1実施形態では電池における活性物質のイオン拡散状態を算出し、算出したイオン拡散状態を基に、充電モードを決定する。

（システム構成）

図1は、第1実施形態に係る電池容量推定システムの構成例を示す機能ブロック図である。

電池容量推定システム10は、充放電可能なバッテリーである電池3の容量を推定する電池容量推定装置1と、電池3を充電するための充電器（充電装置）2とを有している。

電池3は、複数のセル電池が直列に接続されている組電池である。電池3の端子間開放電圧（OCV）を計測する電圧センサ4、各セル電池あるいは電池3における所定の場所の温度を計測する温度センサ5、および電池3の電流を計測する電流センサ6により計測された値が電池容量推定装置1へ入力されるようになっている。

また、電池容量推定装置1は、車両のイグニッションスイッチ7（図面中ではIG（Ignition）と記載する）が入力されるようになっている。

10

20

30

40

50

さらに、車両の充電スイッチ 8（図面中では SW と記載する）が ON になると、充電制御部 21 は充電を開始するよう充電電流供給回路 22 を制御する。このため、電池容量推定装置 1 は、充電スイッチ 8 の状態が入力されるようになっている。

#### 【0021】

電池容量推定装置 1 は、電圧センサ 4、温度センサ 5、電流センサ 6 から入力された電圧値、電池温度、電流値から、電池 3 内のイオン拡散状態（活性物質のイオン拡散状態）を考慮しつつ電池 3 の総容量を算出・推定する装置である。ここで、電池 3 の総容量とは、満充電状態における充電量であり、単位はアンペアアワー（Ah）である。

開放電圧バラツキ判定処理部（制御部）100 は、電流値、電池温度、電圧値から算出される SOC などを基に、電池 3 内部のイオン拡散状態を算出・推定し、算出したイオン拡散状態から開放電圧（OCV）の時系列値のバラツキを推定するものである。イオン拡散状態の算出方法については後記して説明する。なお、開放電圧（OCV）の時系列値とは、所定時間あたり、あるいは所定時間毎に測定された複数の開放電圧値（OCV）のことである。

充電モード決定部（制御部）201 は、開放電圧バラツキ判定処理部 100 が算出した結果を基に、充電停止や、充電継続や、充電一時休止などの充電モードを判定・決定するものである。

#### 【0022】

OCV 取得部（残容量推定部）202 は、充電モード決定部 201 の判定結果に従って電圧センサ 4 から OCV を取得するものである。

電流積算算出部 203 は、充電モード決定部 201 の判定結果が、充電継続の場合に電流センサ 6 から得られる電流値（アンペア：A）を積算し、充電電流量  $I$  を算出するものである。

SOC 変換処理部（残容量推定部）204 は、予め記憶部 207 に記憶されている OCV - SOC 変換マップ（図示せず）を参照して、OCV 取得部 202 が取得した OCV から SOC を算出し、さらに SOC の変化分  $\Delta SOC$  を算出するものである。

電池総容量算出部（総容量推定部）205 は、電流積算算出部 203 が算出した充電電流量  $I$  と、SOC 変換処理部 204 が算出した SOC の変化分  $\Delta SOC$  を基に、電池 3 の総容量を算出するものである。

#### 【0023】

記憶部 207 は、RAM（Random Access Memory）などの記憶素子であり、各値や、算出値や、各種フラグや、各種マップなどを記憶している。

通信部 206 は、充電モード決定部 201 が決定した充電モードに関する情報などを充電器 2 へ通知するものである。

#### 【0024】

充電器 2 は、充電制御部 21 および充電電流供給回路 22 を有する。

充電制御部 21 は、電池容量推定装置 1 から通知された充電モードに従って、充電電流供給回路 22 の制御を行うものである。

充電電流供給回路 22 は、充電制御部 21 による制御に従って、電池 3 へ電流を供給するものである。

#### 【0025】

（開放電圧バラツキ判定処理部）

図 2 は、第 1 実施形態に係る開放電圧バラツキ判定処理部の構成例を示す機能ブロック図である。なお、図 2 において、図 1 と同様の構成要素については、同一の符号を付して説明を省略する。

開放電圧バラツキ判定処理部 100 は、各種処理を行う処理部 110 を有しており、この処理部 110 はイオン拡散状態処理部 101、平均 SOC 算出部 102、拡散係数決定部 103、時刻処理部 104、経過時間算出部 105、開放電圧バラツキ推定部 106 を有している。

#### 【0026】

10

20

30

40

50

イオン拡散状態処理部 101 は、開放電圧バラツキ推定部 106 が算出したイオン拡散状態に関する情報を記憶部 207 (図 1) に記憶するものである。また、イオン拡散状態処理部 101 は、イグニッションスイッチ 7 が OFF になったときのイオン拡散状態の情報 (適宜、イオン拡散状態と記述する) も記憶する。

平均 SOC 算出部 102 は、イオン拡散状態を基に、電池 3 を複数の層に分割した場合における各層の平均 SOC を算出する。

拡散係数決定部 103 は、平均 SOC 算出部 102 が算出した平均 SOC と、温度センサ 5 から取得した電池温度を基に、予め設定してある拡散係数マップ (不図示) を参照して拡散係数を算出するものである。

#### 【0027】

時刻処理部 104 は、イグニッションスイッチ 7 が OFF になった時刻や、充電スイッチ 8 が ON になった時刻を記憶部 207 に記憶するものである。

経過時間算出部 105 は、充電スイッチ 8 が ON になった時刻と、イグニッションスイッチ 7 が OFF になった時刻との差分を算出して、イグニッションスイッチ 7 が OFF になってから、充電スイッチ 8 が ON になるまでの経過時間を算出するものである。

開放電圧バラツキ推定部 106 は、イオン拡散状態を算出することによって、開放電圧 (OCV) の時系列値のバラツキを推定し、充電モード決定部 201 (図 1) へ出力するとともに、イオン拡散状態処理部 101 に算出した新たなイオン状態情報を出力するものである。

#### 【0028】

なお、電池容量推定装置 1 は車両の ECU (Engine Control Unit) などに搭載される装置であり、各部 100, 201 ~ 205 および処理部 110、各部 101 ~ 106 は、RAM に格納されているプログラムが、CPU (Central Processing Unit) によって実行されることで具現化する。

#### 【0029】

(イオン拡散状態算出方法)

次に、図 3 を参照して、第 1 実施形態に係るイオン拡散状態の算出方法を説明する。

図 3 (a) は電池 3 の断面を模式的に示す図である。本実施形態では、図 3 (a) に示すように電池 3 の外側から内側までを複数の層に分割して、各層毎のイオン拡散状態の時系列を計算する。なお、図 3 (a) では、例示として巻回型電池を示している。

図 3 では、電池 3 を 8 層に分割した例を示しているが、何層に分割してもよい。なお、実際には、3 ~ 4 層程度に分割するのが一般的である。

#### 【0030】

図 3 (b) ~ 図 3 (d) に示す図 3 (a) に示す各層におけるイオン拡散状態を、イオン濃度を縦軸とする棒グラフで示したものであり、図面左側の棒が最も外側の層に対応し、図面右側の棒が最も内側の層に対応する。

図 3 (b) では、イグニッションスイッチ 7 が OFF になった直後などにおけるイオン拡散状態を示す棒グラフであり、一番内側の層のイオン濃度が最も高く、一番外側の層のイオン濃度が最も低い。中間の各層は、内側から外側に行くにつれてイオン濃度が低くなっている。このように、イオン拡散状態が不均一な状態では正確な OCV を計測することができない。つまり、図 3 (b) のように、イオン濃度にバラツキがある状態では、OCV の時系列値にバラツキが生じることとなる (OCV が不安定となる)。

#### 【0031】

図 3 (c) は、充電中におけるイオン拡散状態を示す棒グラフである。時間経過とともに、イオン濃度は、高い方から低い方へと拡散するイオン拡散が生じる。また、充電中であるため、一番外側の層には充電電流の影響が生じている。

#### 【0032】

図 3 (d) は、イオン拡散が進み、イオン拡散状態が均一となったときを示す棒グラフである。図 3 (d) のような状態になると、OCV を計測することが可能となる。つまり、図 3 (d) のようにイオン拡散状態にバラツキがなくなると、OCV の時系列値にバラ

10

20

30

40

50

ツキがなくなる（OCVが安定する）。

なお、実際には図3（d）に示すように、正確に均一である必要はなく、各層におけるイオン濃度にある程度の小さなバラツキがあってもよい。

【0033】

具体的には、以下のような式によってイオン拡散状態を算出する。

式（1）は、ある時刻kにおけるイオン拡散状態X（k）を示す式であり、 $C_m(k)$ はm層（mは1～nの整数）におけるイオン濃度を示しており、 $C_1(k)$ が一番外側の層を示し、 $C_n(k)$ が一番内側の層を示している。なお、以下の各式では、電池3をn層に分割した場合について説明する。

【0034】

【数1】

$$X(k) = \begin{bmatrix} C_1(k) \\ C_2(k) \\ \vdots \\ C_n(k) \end{bmatrix} \quad \dots \quad (1)$$

10

20

【0035】

そして、時刻kのイオン拡散状態X（k）は、1つ前の時刻k-1のイオン拡散状態X（k-1）を用いた式（2）によって算出される。

【0036】

$$X(k) = A \cdot X(k-1) \quad \dots \quad (2)$$

【0037】

ここで、Aは式（3）に示すような行列である。

【0038】

【数2】

$$A = \begin{bmatrix} 1-D & D & 0 & \dots & 0 & 0 \\ D & 1-2D & D & \dots & 0 & 0 \\ 0 & D & 1-2D & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1-2D & D \\ 0 & 0 & 0 & \dots & D & 1-D \end{bmatrix} \quad \dots \quad (3)$$

30

40

【0039】

式（3）におけるDはイオン拡散係数であり、 $0 < D < 0.5$ の値をとる。なお、Dの実際の値は0.01～0.1程度のオーダーである。イオン拡散係数は、平均SOCおよび電池温度を基に、予め設定されている拡散係数マップ（不図示）を参照して決定する。

【0040】

ここで、ECUの演算周期をTzとし、イオン拡散状態の初期値をX（0）とすると、経過時間T0後のイオン拡散状態は式（4）で示すことができる。なお、イオン拡散状態

50

の初期値とは、イグニッションスイッチ7がOFFになった直後のイオン拡散状態のことである。なお、式(4)における $T_0/T_z$ の値は、小数点を切り捨てた値となる。

【0041】

【数3】

$$X\left(\frac{T_0}{T_z}\right) = A^{T_0/T_z} \cdot X(0) \quad \dots \quad (4)$$

10

【0042】

式(2)は、充電が行われていないときのイオン拡散状態の算出式であるが、充電が行われている場合における時刻kにおけるイオン拡散状態 $X(k)$ は、時刻kにおける電流値 $I(k)$ の項を加えた式(5)となる。

【0043】

$$X(k) = A \cdot X(k-1) + B \cdot I(k) \quad \dots \quad (5)$$

【0044】

ここで、Bは式(6)によって定義される行列である。

【0045】

【数4】

$$B = \begin{bmatrix} \frac{T_z}{(Capa/n) \cdot 3600} \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} \quad \dots \quad (6)$$

20

30

【0046】

式(6)において、Capaは電池3の充電総容量(単位: Ah)を示している。なお、ここでの充電総容量とは前回算出した充電総容量が使用される。

【0047】

(充電制御の概要)

図4は、第1実施形態に係る充電制御の概要を示す図である。

図4において、一番上の線は充電休止のON・OFFを示す線である。

充電休止のON・OFFを示す線の下は、充電スイッチ8のON・OFFを示す線である。

40

その下のグラフは、横軸が時間、縦軸が電圧を示すグラフであり、破線がOCV、実線が電圧センサ4から得られる電圧値(電圧センサ値)を示している。OCVは電池3の電流が「0」となったときの電圧値であるため、充電中の電圧センサ値は真のOCVからずれた値となっている。

そして、その下が充電電気量Iの取得状態を示す線である。充電電気量Iは電流積算値である。

【0048】

まず、期間T1では、車両が走行しているなどの状態で、電池3の放電や、回生電力の回収などによる充電が繰り返されている。この期間においても開放電圧バラツキ判定処理部100は電池3内のイオン拡散状態を算出している。

50

そして、時刻  $T_{off}$  において、イグニッションスイッチ 7 が OFF になると、開放電圧パラッキ判定処理部 100 は、イグニッションスイッチ 7 が OFF になった直後のイオン拡散状態  $X(t_{off})$  を記憶部 207 に記憶する。

そして、時刻  $T_{on}$  で充電スイッチ 8 が ON になると、開放電圧パラッキ判定処理部 100 は、時刻  $T_{on}$  と、時刻  $T_{off}$  との差分を算出し、充放電が停止していた経過時間（以降、経過時間と証する） $T_0$  を算出する。

経過時間  $T_0$  が十分に長ければ、イオン拡散が十分に進んでいると考えられるので、電池容量推定装置 1 は、OCV の計測を行った後、充電を開始する。

#### 【0049】

しかしながら、経過時間  $T_0$  が短い場合、イオン拡散が不十分であり、イオン濃度が不均一であると考えられる。このような状態では、正確な OCV を計測することはできない。従って、図 4 に示すように OCV を計測することなく充電（図 4 では、CP（定電力充電））を開始する。

#### 【0050】

充電中も開放電圧パラッキ判定処理部 100 は、イオン拡散状態  $X(k)$  を算出しつづけ、各層におけるイオン濃度  $C_m(k)$  のパラッキが、所定の範囲内に収まったとき（図 4 の時刻  $T_{s1}$ ）、電池容量推定装置 1 は、充電を一時休止させて、電圧センサ 4 から OCV を取得する。このとき、電池容量推定装置 1 は、充電を一時休止してから、すぐに OCV を取得するのではなく、電池 3 の電圧が安定するまで待ってから OCV を取得する（時刻  $T_{s2}$ ）。このとき、電圧センサ値は OCV と一致する。OCV 取得後、電池容量推定装置 1 は充電を再開させ、電圧センサ 4 から得られる電圧値が上限電圧値（満充電電圧値）に達すると（時刻  $T_2$ ）、充電方法を、例えば CP 充電から CV（定電圧）充電に切り換え、一定時間 CV 充電を行い、充電電流が次第に下がっていき、予め設定されている充電終了電流未満になると、充電を完了する（時刻  $T_3$ ）。なお、充電方法は、CP 充電、CV 充電に限定されず、CC（定電流充電）、CCC（定電流 - 定電圧）充電、電力パータベーション充電、電流パータベーション充電などを使用してもよい。

#### 【0051】

充電が完了後（時刻  $T_3$ ）、電池容量推定装置 1 は、電池 3 の電圧が安定するまで待った後、再び OCV を取得し（時刻  $T_4$ ）、一回目（時刻  $T_{s2}$ ）の OCV と、二回目（時刻  $T_4$ ）の OCV の各 OCV を基に、OCV - SOC 変換マップ（図示せず）から、時刻  $T_{s2}$  および時刻  $T_4$  のときの SOC を算出し、算出した各 SOC から時刻  $T_{s2}$  から、時刻  $T_4$  までの SOC の変化分  $\Delta SOC$  を算出する。

#### 【0052】

なお、充電電気量は、SOC の変化量  $\Delta SOC$  の取得時間に対応させるため充電再開時（時刻  $T_{s2}$ ）から積算を始める。

#### 【0053】

##### 《フローチャート》

次に、図 1 および図 2 を参照しつつ、図 5 ~ 図 8 に沿って第 1 実施形態に係る電池の総容量の推定処理を説明する。

##### （全体処理）

図 5 および図 6 は、第 1 実施形態に係る電池容量推定装置が行う処理の手順を示すフローチャートである。

処理部 110 は、充電スイッチ 8（SW）が ON であるか否かを判定する（図 5 の S101）。

ステップ S101 の結果、充電スイッチ 8 が OFF である場合（S101 No）、処理部 110 は、現在の時刻について、イグニッションスイッチ 7 が OFF になってから所定時間が経過しているか否かを判定して、イグニッションスイッチ 7 が OFF になった直後（IG OFF 直後）であるか否かを判定する（S102）。

ステップ S102 の結果、イグニッションスイッチ 7 が OFF になった直後ではない場合（S102 No）、処理部 110 はステップ S101 へ処理を戻す。

10

20

30

40

50

## 【0054】

ステップS102の結果、イグニッションスイッチ7がOFFになった直後である場合（S102 Yes）、車両のECU（ここでは、電池容量推定装置1）には、まだ電流が流れており、演算が可能な状態であるので、時刻処理部207は、現在時刻、つまりイグニッションスイッチ7がOFFになった時刻T<sub>off</sub>を記憶部207に記憶し（S103）、イオン拡散状態処理部101がイグニッションスイッチ7がOFF（IG OFF）直後のイオン拡散状態X(0)を記憶部207に記憶する（S104）。X(0)は、式(1)において、k=0のときの状態である。なお、k=0とは、イグニッションスイッチ7がOFFになった時刻t<sub>off</sub>のことである。従って、X(0) = X(t<sub>off</sub>)である。

10

## 【0055】

そして、処理部110がOCV取得要求フラグを「ON」にセットし（S105）、充電完了時OCV取得済フラグを「OFF」にセットし（S106）、充電停止カウンタCTを「0」にセットし（S107）、充電電気量Iを「0」にリセットし（S108）、処理部110がステップS101へ処理を戻す。

## 【0056】

ステップS101の結果、充電スイッチ8がONである場合（S101 Yes）、拡散係数決定部103が温度センサ5から電池温度を取得する（S109）。

そして、処理部110が現在時刻がイグニッションスイッチ7のOFFから所定時間経過しているか否かを判定することによって、現在時刻が充電スイッチ8がONになった直後（SW ON直後）であるか否かを判定する（S110）。

20

ステップS110の結果、充電スイッチ8がONになった直後である場合（S110 Yes）、平均SOC算出部102が、ステップS104で記憶しておいたイグニッションスイッチ7がOFF直後のイオン拡散状態X(0)を基に平均SOCを算出する（S111）。ここで、「平均」とは、電池3を分割した各層におけるSOCの平均という意味である。なお、各層におけるイオン濃度の最大値に対する、現在のイオン濃度の割合がSOCとなる。

## 【0057】

次に、拡散係数決定部103が、ステップS111で算出した平均SOCおよびステップS109で取得した電池温度を基に、記憶部207に記憶されている拡散係数マップ（不図示）を参照してイオン拡散係数Dを決定する（S112）。

30

そして、時刻処理部207が現在時刻、すなわち充電スイッチ8がON（SW ON）になった時刻T<sub>on</sub>を記憶部207に記憶し（S113）、経過時間算出部105がステップS113で記憶したT<sub>on</sub>と、ステップS103で記憶したT<sub>off</sub>との差分（T<sub>on</sub> - T<sub>off</sub>）を算出することによって、経過時間T<sub>0</sub>を算出する（S114）。

そして、開放電圧バラツキ判定処理部100が、決定されたイオン拡散係数Dや、経過時間T<sub>0</sub>および、イグニッションスイッチ7がOFF直後のイオン拡散状態X(0)を基に、式(4)を計算することにより、現在のイオン拡散状態X(k)を算出して（S115）、処理部110は図6のステップS119へ処理を進める。

## 【0058】

40

ステップS110の結果、充電スイッチ8がONになった直後ではない場合（S110 No）、平均SOC算出部102は、前回演算時のイオン拡散状態X(k-1)から平均SOCを算出する（S116）。

そして、拡散係数決定部103が、平均SOCおよびステップS109で取得した電池温度を基に、拡散係数マップ（不図示）を参照してイオン拡散係数Dを決定する（S117）。

そして、開放電圧バラツキ判定処理部100が、決定されたイオン拡散係数Dや、前回のイオン拡散状態X(k-1)、現在の電流値を基に、式(5)を計算することにより、現在のイオン拡散状態X(k)を算出して（S118）、処理部110は図6のステップS119へ処理を進める。

50

## 【 0 0 5 9 】

ステップ S 1 1 5 またはステップ S 1 1 8 の後、充電モード決定部 2 0 1 は、電圧センサ 4 から取得される電圧値が、所定の値であるか否かを判定することによって、充電完了条件が成立したか否かを判定する（図 6 の S 1 1 9 ）。

## 【 0 0 6 0 】

ステップ S 1 1 9 の結果、充電完了条件が成立していない場合（ S 1 1 9 N o ）、つまり、充電が完了していない場合、充電モード決定部 2 0 1 は、OCV 取得要求フラグが「ON」であるか否かを判定する（ S 1 2 0 ）。

ステップ S 1 2 0 の結果、OCV 取得要求フラグが「OFF」である場合（ S 1 2 0 N o ）、OCV の取得が要求されていないので、充電モード決定部 2 0 1 は、通信部 2 0 6 を介して、充電制御部 2 1 に充電継続の指示を通知し、充電制御部 2 1 は、電池 3 の充電を継続する（ S 1 2 1 ）。そして、電流積算算出部 2 0 3 は、以下の式（ 7 ）を計算することによって、充電電気量  $I$  を算出し（ S 1 2 2 ）、処理部 1 1 0 は図 5 のステップ S 1 0 1 へ処理を戻す。

## 【 0 0 6 1 】

$$I = I + I \times T_s \dots (7)$$

## 【 0 0 6 2 】

ステップ S 1 2 0 の結果、OCV 取得要求フラグが「ON」である場合（ S 1 2 0 Y e s ）、充電モード決定部 2 0 1 は、現在のイオン拡散濃度からイオン濃度最大値  $C_{max}$  およびイオン濃度最小値  $C_{min}$  を取得する（ S 1 2 3 ）。

次に、充電モード決定部 2 0 1 は、現在のイオン拡散濃度からイオン濃度分散値  $C_d$  を算出する（ S 1 2 4 ）。

そして、充電モード決定部 2 0 1 は、 $C_{max} - C_{min}$  の値が、所定値未満であるか否かを判定する（ S 1 2 5 ）。

ステップ S 1 2 5 の結果、 $C_{max} - C_{min}$  の値が、所定値未満でない場合（所定値以上である場合： S 1 2 5 N o ）、充電モード決定部 2 0 1 は、イオン拡散濃度のバラツキが未だ大きいと判定して、前記したステップ S 1 2 1 およびステップ S 1 2 2 の処理を行う。

## 【 0 0 6 3 】

ステップ S 1 2 5 の結果、 $C_{max} - C_{min}$  の値が、所定値未満である場合（ S 1 2 5 Y e s ）、充電モード決定部 2 0 1 は、 $C_d$  の値が所定値未満であるか否かを判定する（ S 1 2 6 ）。

$C_d$  の値が所定値未満でない場合（所定値以上である場合： S 1 2 6 N o ）、充電モード決定部 2 0 1 は、イオン拡散濃度のバラツキが未だ大きいと判定して、前記したステップ S 1 2 1 およびステップ S 1 2 2 の処理を行う。

## 【 0 0 6 4 】

ステップ S 1 2 6 の結果、 $C_d$  の値が所定値未満である場合（ S 1 2 6 Y e s ）、充電モード決定部 2 0 1 は、通信部 2 0 6 を介して、充電制御部 2 1 に充電一時休止の指示を通知し、充電制御部 2 1 は、電池 3 の充電を一時休止する（ S 1 2 7 ）。

そして、OCV 取得部 2 0 2 は、充電一時休止時の電池 3 の OCV を取得する充電一時休止時 OCV 取得処理を行い（ S 1 2 8 ）、処理部 1 1 0 は図 5 のステップ S 1 0 1 へ処理を戻す。ステップ S 1 2 8 の充電一時休止時 OCV 取得処理は、図 7 を参照して後記する。

## 【 0 0 6 5 】

ステップ S 1 1 9 の結果、充電完了条件が成立している場合（ S 1 1 9 Y e s ）、つまり、充電が完了している場合、充電モード決定部 2 0 1 は、通信部 2 0 6 を介して、充電制御部 2 1 に充電停止の指示を通知し、充電制御部 2 1 は、電池 3 の充電を停止する（ S 1 2 9 ）。

そして、OCV 取得部 2 0 2 は、充電完了時の電池 3 の OCV を取得する充電完了時 OCV 取得処理を行い（ S 1 3 0 ）、電池総容量算出部 2 0 5 が電池の総容量を推定し（ S

10

20

30

40

50

131)、処理部110は図5のステップS101へ処理を戻す。ステップS130の充電完了時OCV取得処理は、図8を参照して後記する。

【0066】

ステップS131の電池3の総容量推定は、以下の手順で行われる。

まず、SOC変換処理部204がステップS128およびステップS130で取得したOCVを基に、図示しないOCV-SOC変換マップを参照することによって、それぞれのOCVに該当するSOCを取得する。そして、電池総容量算出部205が取得したSOCの差分を算出して、SOCの変化分SOCを算出する。

そして、電池総容量算出部205は電流積算算出部203から充電電気量Iを取得すると、以下の式(8)を計算することにより、電池の総容量を算出する。

【0067】

電池の総容量 =  $I / SOC \cdots (8)$

【0068】

なお、ステップS123およびステップS124の処理は、どちらか一方が実行されればよい。ステップS123の処理が省略された場合は、ステップS125の処理も省略され、ステップS124の処理が省略された場合は、ステップS126の処理も省略される。

【0069】

(充電一時休止時OCV取得処理)

図7は、図6のステップS128における充電一時休止時OCV取得処理の手順を示すフローチャートである。

まず、OCV取得部202は充電停止カウンタCTを1加算する( $CT = CT + 1$ ; S201)。

次に、OCV取得部202は、CTが所定値CTsより大きいかなかを判定する(S202)。ステップS201およびステップS202は、充電一時休止時OCV取得処理開始後、電池3の電圧が安定するのを待つため、一定時間経過してからOCVを取得するための処理である。

ステップS202の結果、CTが所定値CTsより大きくない場合(CTs以下である場合: S202 No)、OCV取得部202は図6のステップS128に処理を戻す。

ステップS202の結果、CTが所定値CTsより大きい場合(S202 Yes)、OCV取得部202は電圧センサ4からOCVを取得し(S203)、現在の充電電気量Iを「0」にリセットする(S204)。これは、前記したように充電電気量Iの取得期間をSOCの変化量SOCの期間に対応させるための処理である。

そして、OCV取得部202は、OCV取得要求フラグを「OFF」にセットし(S205)、充電停止カウンタCTを「0」にセットして(S206)、図6のステップS128に処理を戻す。

【0070】

(充電完了時OCV取得処理)

図8は、図6のステップS130における充電完了時OCV取得処理の手順を示すフローチャートである。

まず、OCV取得部202は充電完了時OCV取得済フラグが「OFF」であるかなかを判定する(S301)。

ステップS301の結果、充電完了時OCV取得済フラグが「ON」である場合(S301 No)、充電完了時のOCVが既に取得されているので、OCV取得部202は図6のステップS130に処理を戻す。

【0071】

ステップS301の結果、充電完了時OCV取得済フラグが「OFF」である場合(S301 Yes)、まだ充電完了時のOCVが取得されていないことを示しているので、OCV取得部202は充電停止カウンタCTを1加算する( $CT = CT + 1$ ; S302)

。

10

20

30

40

50

そして、OCV取得部202は、CTが所定値CTsより大きいかなんかを判定する(S303)。ステップS302およびステップS303は、充電完了時OCV取得処理開始後、電池3の電圧が安定するのを待つため、一定時間経過してからOCVを取得するための処理である。

#### 【0072】

ステップS303の結果、CTが所定値CTsより大きくない場合(CTs以下である場合：S303 No)、OCV取得部202は図6のステップS130に処理を戻す。

ステップS303の結果、CTが所定値CTsより大きい場合(S303 Yes)、OCV取得部202は電圧センサ4からOCVを取得し(S304)、現在の充電電流量Iを記憶部207に記憶する(S305)。

そして、OCV取得部202は、充電完了時OCV取得済フラグを「ON」にセットし(S306)、OCV取得要求フラグを「OFF」にセットし(S307)、充電停止カウンタCTを「0」にセットして(S308)、図6のステップS130に処理を戻す。

#### 【0073】

(第1実施形態のまとめ)

第1実施形態で、充電スイッチ8のON時において、電池3におけるイオン濃度のバラツキが大きいと推定されるときは、OCVの取得を行わずに、あるいはOCVを取得してもSOCの算出には使用せずに充電を開始し、イオン濃度のバラツキが小さくなったと判定されると、充電を一時休止してOCVを取得する。これによって、充電時間の短縮が可能となり、かつ正確なOCVの取得が可能となる。

#### 【0074】

[第2実施形態]

次に、図9～図14を参照して本発明の第2実施形態を説明する。第2実施形態では、イオン拡散状態を算出せずに、経過時間T0を求め、この経過時間T0が十分に長い時間であればOCVを取得するが、十分に長い時間でなければOCVを取得することなく、あるいはOCVを取得してもSOCの算出には使用せずに充電を開始する。

そして、充電開始後、イオン濃度が均一になったと推定されるとき、充電を一時休止してOCVを取得する。充電の一時休止タイミングは、充電開始してからの経過時間や、充電電流量を基に決定する。

なお、第2実施形態において、第1実施形態と同様の構成については同一の符号を付して説明を省略する。

#### 【0075】

(開放電圧バラツキ判定処理部の構成)

図9は、第2実施形態に係る開放電圧バラツキ判定処理部の構成例を示す機能ブロック図である。

図9における開放電圧バラツキ判定処理部100aが、図2の開放電圧バラツキ判定処理部100と異なる点は、処理部110aにおいて開放電圧バラツキ推定部106の代わりに、経過時間や、充電経過時間や、充電電流量Iからイオン拡散状態を推定する開放電圧バラツキ推定部106aが備えられている点である。そして、図2におけるイオン拡散状態処理部101、平均SOC算出部102および拡散係数決定部103が省略されている。

#### 【0076】

なお、処理部110a、各部104, 105, 106aは、RAMに格納されているプログラムが、CPUによって実行されることで具現化する。

#### 【0077】

(充電制御の概要)

図10は、第2実施形態に係る充電制御の概要を示す図である。

図10は、図4と同様の図であるが、経過時間T0や、充電を開始(時刻Ton)後からの経過時間である充電経過時間を予め設定してある所定時間と比較し、経過時間T0が所定時間より短ければ、イオン拡散のための十分な時間が経過していないため、OCVの

10

20

30

40

50

時系列値にバラツキが生じている（OCVが不安定）と判定して、OCVの取得を行わずに電池3の充電を開始する。そして、充電経過時間が予め設定してある所定時間より長くなるか、充電開始してからの充電電気量  $I$ （太破線A1）が十分な値になったら、イオン拡散のための十分な時間が経過し、OCVの時系列値のバラツキがなくなった（OCVが安定）ものと判定して、充電を一時休止して（時刻  $T_{s1}$ ）OCVを取得し（時刻  $T_{s2}$ ）、その後充電を開始する。

【0078】

また、充電電気量  $I$  は、充電経過時間の間も算出するが、SOCの変化量  $SOC$  の取得期間と、充電電気量  $I$  の取得期間を対応させるため、最初のOCV取得時にリセットする。

10

【0079】

《フローチャート》

次に、図1および図10を参照しつつ、図11～図14に沿って第2実施形態に係る電池の総容量の推定処理を説明する。

（全体処理）

図11および図12は、第2実施形態に係る電池容量推定装置が行う処理の手順を示すフローチャートである。

処理部110aは、充電スイッチ8（SW）がONであるか否かを判定する（S401）。

ステップS401の結果、充電スイッチ8がONでない（OFFである）場合（S401 No）、処理部110aは、イグニッションスイッチ7がOFFになってから所定時間が経過しているか否かを判定して、イグニッションスイッチ7がOFFになった直後（IG OFF直後）であるか否かを判定する（S402）。

20

ステップS402の結果、イグニッションスイッチ7がOFFになった直後ではない場合（S402 No）、処理部110aはステップS401へ処理を戻す。

【0080】

ステップS402の結果、イグニッションスイッチ7がOFFになった直後である場合（S402 Yes）、車両のECUには、まだ電流が流れており、演算が可能な状態であるので、時刻処理部207は、現在時刻、つまりイグニッションスイッチ7がOFFになった時刻  $T_{off}$  を記憶部207に記憶し（S403）、充電一時休止フラグを「OFF」にセットする（S404）。

30

【0081】

そして、処理部110aがOCV取得要求フラグを「ON」にセットし（S405）、充電完了時OCV取得済フラグを「OFF」にセットし（S406）、充電停止カウンタCTを「0」にセットし（S407）、充電経過時間Tを「0」にセットし（S408）、充電電気量  $I$  を「0」にリセットし（S409）、処理部110aがステップS401へ処理を戻す。

【0082】

ステップS401の結果、充電スイッチ8がONである場合（S401 Yes）、処理部110aが現在時刻が充電スイッチ8がONの時刻から所定時間経過しているか否かを判定することによって、現在時刻が充電スイッチ8がONになった直後（SW ON直後）であるか否かを判定する（S410）。

40

ステップS410の結果、充電スイッチ8がONになった直後ではない場合（S410 No）、処理部110aは図12のステップS417へ処理を進める。

ステップS410の結果、充電スイッチ8がONになった直後である場合（S410 Yes）、時刻処理部207が現在時刻、すなわち充電スイッチ8がONになった時刻  $T_{on}$  を記憶部207に記憶し（S411）、経過時間算出部105がステップS413で記憶した  $T_{on}$  と、ステップS403で記憶した  $T_{off}$  との差分（ $T_{on} - T_{off}$ ）を算出することによって、経過時間  $T_0$  を算出する（S412）。

続いて、開放電圧バラツキ推定部106aが温度センサ5から電池温度を取得する（S

50

4 1 3 )。

次に、開放電圧バラツキ推定部 1 0 6 a はステップ S 4 1 3 で取得した電池温度を基に、予め設定されている安定時間マップ ( 不図示 ) を参照して、イオン拡散遅れ安定時間  $T_c$  を決定する ( S 4 1 4 )。

そして、開放電圧バラツキ推定部 1 0 6 a は、ステップ S 4 1 2 で算出した経過時間  $T_0$  がイオン拡散遅れ安定時間  $T_c$  より大きいか否かを判定する ( S 4 1 5 )。

ステップ S 4 1 5 の結果、 $T_0$  が  $T_c$  より大きくない場合 (  $T_c$  以下の場合 : S 4 1 5 No )、開放電圧バラツキ推定部 1 0 6 a は、イオンが安定するのに十分な時間が経過していないと判定して、処理部 1 1 0 a はステップ S 4 1 6 をスキップしてステップ図 1 2 の S 4 1 7 へ処理を進める。

10

【 0 0 8 3 】

ステップ S 4 1 5 の結果、 $T_0$  が  $T_c$  より大きい場合 ( S 4 1 5 Yes )、開放電圧バラツキ推定部 1 0 6 a は、イオンが安定するのに十分な時間が経過したと判定して、充電一時休止フラグを「 ON 」にセットする ( S 4 1 6 )。

【 0 0 8 4 】

ステップ S 4 1 5 またはステップ S 4 1 6 の後、充電モード決定部 2 0 1 は、電圧センサ 4 から取得される電圧値が、所定の値であるか否かを判定することによって、充電完了条件が成立したか否かを判定する ( 図 1 2 の S 4 1 7 )。

ステップ S 4 1 7 の結果、充電完了条件が成立していない場合 ( S 4 1 7 No )、つまり、充電が完了していない場合、充電モード決定部 2 0 1 は、充電一時休止フラグが「 ON 」であるか否かを判定する ( S 4 1 8 )。

20

ステップ S 4 1 8 の結果、充電一時休止フラグが「 ON 」である場合 ( S 4 1 8 Yes )、イオン拡散のための十分な時間が経過しているので、充電モード決定部 2 0 1 はステップ S 4 2 5 へ処理を進める。

ステップ S 4 1 8 の結果、充電一時休止フラグが「 OFF 」である場合 ( S 4 1 8 No )、充電モード決定部 2 0 1 は O C V 取得要求フラグが「 ON 」であるか否かを判定する ( S 4 1 9 )。

【 0 0 8 5 】

ステップ S 4 1 9 の結果、O C V 取得要求フラグが「 OFF 」である場合 ( S 4 1 9 No )、O C V の取得が要求されていないので、充電モード決定部 2 0 1 は、通信部 2 0 6 を介して、充電制御部 2 1 に充電継続の指示を通知し、充電制御部 2 1 は、電池 3 の充電を継続する ( S 4 2 0 )。そして、充電電気量算出部は、以下の式 ( 9 ) を計算することによって、充電経過時間  $T$  を算出する ( S 4 2 1 )。

30

【 0 0 8 6 】

$$T = T + T_s \cdot \cdot \cdot \quad ( 9 )$$

【 0 0 8 7 】

続いて、充電電気量算出部は、前記した式 ( 7 ) を計算することによって、充電電気量  $I$  を算出し ( S 4 2 2 )、ステップ S 4 0 1 へ処理を戻す。

【 0 0 8 8 】

ステップ S 4 1 9 の結果、O C V 取得要求フラグが「 ON 」である場合 ( S 4 1 9 Yes )、充電モード決定部 2 0 1 は、充電経過時間  $T$  が所定時間  $T_w$  より大きいか否かを判定する ( S 4 2 3 )。

40

この所定時間は、安定時間  $T_c$  から経過時間  $T_0$  を減算した値 (  $T_c - T_0$  ) である。

ステップ S 4 2 3 の結果、充電経過時間  $T$  が所定時間以下の場合 ( S 4 2 3 No )、充電モード決定部 2 0 1 は、未だイオン拡散状態が安定していないと判定し、処理部 1 1 0 a はステップ S 4 2 0 へ処理を進める。

【 0 0 8 9 】

ステップ S 4 2 3 の結果、充電経過時間  $T$  が所定時間より大きい場合 ( S 4 2 3 Yes )、充電モード決定部 2 0 1 は充電電気量  $I$  が所定値より大きいか否かを判定する ( S 4 2 4 )。

50

ステップS 4 2 4の結果、充電電気量 I が所定値以下の場合 ( S 4 2 4 N o )、充電モード決定部 2 0 1 は、O C V 取得のための十分な時間が経過していないと判定して、ステップS 4 2 0へ処理を進める。

ステップS 4 2 4の結果、充電電気量 I が所定値より大きい場合 ( S 4 2 4 Y e s )、充電モード決定部 2 0 1 は、O C V 取得のための十分な時間が経過と判定して、通信部 2 0 6 を介して、充電制御部 2 1 に充電一時休止の指示を通知し、充電制御部 2 1 は、電池 3 の充電を一時休止する ( S 4 2 5 )。

そして、O C V 取得部 2 0 2 は、充電一時休止時の電池 3 の O C V を取得する充電一時休止時 O C V 取得処理を行い ( S 4 2 6 )、処理部 1 1 0 a は図 1 1 のステップS 4 0 1 へ処理を戻す。ステップS 4 2 6 の充電一時休止時 O C V 取得処理は、図 1 3 を参照して後記する。

10

#### 【 0 0 9 0 】

ステップS 4 1 7の結果、充電完了条件が成立している場合 ( S 4 1 7 Y e s )、つまり、充電が完了している場合、充電モード決定部 2 0 1 は、通信部 2 0 6 を介して、充電制御部 2 1 に充電停止の指示を通知し、充電制御部 2 1 は、電池 3 の充電を停止する ( S 4 2 7 )。

そして、O C V 取得部 2 0 2 は、充電完了時の電池 3 の O C V を取得する充電完了時 O C V 取得処理を行い ( S 4 2 8 )、電池総容量算出部 2 0 5 が電池の総容量を推定し ( S 4 2 9 )、処理部 1 1 0 a は図 1 1 のステップS 4 0 1 へ処理を戻す。ステップS 4 2 8 の充電完了時 O C V 取得処理は、図 1 4 を参照して後記する。

20

#### 【 0 0 9 1 】

ステップS 4 2 9における電池の総容量の推定は、ステップS 4 2 6およびステップS 4 2 8で取得したO C Vを使用すること以外は、第 1 実施形態において説明した内容と同様であるため説明を省略する。

#### 【 0 0 9 2 】

なお、ステップS 4 2 3およびステップS 4 2 4の処理は、どちらか一方が行われればよい。

#### 【 0 0 9 3 】

( 充電一時休止時 O C V 取得処理 )

図 1 3 は、図 1 2 のステップS 4 2 6 における充電一時休止時 O C V 取得処理の手順を示すフローチャートである。

30

まず、O C V 取得部 2 0 2 は充電停止カウンタ C T を 1 加算する (  $C T = C T + 1$  : S 5 0 1 )。

次に、O C V 取得部 2 0 2 は、C T が所定値 C T s より大きいか否かを判定する ( S 5 0 2 )。ステップS 5 0 1 およびステップS 5 0 2 は、充電一時休止時 O C V 取得処理開始後、電池 3 の電圧が安定するのを待つため、一定時間経過してから O C V を取得するための処理である。

ステップS 5 0 2 の結果、C T が所定値 C T s より大きくない場合 ( C T s 以下である場合 : S 5 0 2 N o )、O C V 取得部 2 0 2 は図 1 2 のステップS 4 2 6 へ処理を戻す。

40

ステップS 5 0 2 の結果、C T が所定値 C T s より大きい場合 ( S 5 0 2 Y e s )、O C V 取得部 2 0 2 は電圧センサ 4 から O C V を取得し ( S 5 0 3 )、現在の充電電気量 I を「 0 」にリセットする ( S 5 0 4 )。これは、充電電気量 I の取得期間を S O C の変化量 S O C の取得期間に対応させるための処理である。

そして、O C V 取得部 2 0 2 は、充電一時休止フラグを「 O F F 」にセットし ( S 5 0 5 )、O C V 取得要求フラグを「 O F F 」にセットし ( S 5 0 6 )、充電停止カウンタ C T を「 0 」にセットして ( S 5 0 7 )、図 1 2 のステップS 4 2 6 へ処理を戻す。

#### 【 0 0 9 4 】

( 充電完了時 O C V 取得処理 )

図 1 4 は、図 1 2 のステップS 4 2 8 における充電完了時 O C V 取得処理の手順を示す

50

フローチャートである。

まず、OCV取得部202は充電完了時OCV取得済フラグが「OFF」であるか否かを判定する(S601)。

ステップS601の結果、充電完了時OCV取得済フラグが「ON」である場合(S601 No)、充電完了時のOCVが既に取得されているので、OCV取得部202は図12のステップS428に処理を戻す。

【0095】

ステップS601の結果、充電完了時OCV取得済フラグが「OFF」である場合(S601 Yes)、まだ充電完了時のOCVが取得されていないことを示しているので、OCV取得部202は充電停止カウンタCTを1加算する( $CT = CT + 1$ ; S602)

10

そして、OCV取得部202は、CTが所定値CTsより大きいかなかを判定する(S603)。ステップS602およびステップS603は、充電完了時OCV取得処理開始後、電池3の電圧が安定するのを待つため、一定時間経過してからOCVを取得するための処理である。

【0096】

ステップS603の結果、CTが所定値CTsより大きくない場合(CTs以下である場合:S603 No)、OCV取得部202は図12のステップS428へ処理を戻す。

ステップS603の結果、CTが所定値CTsより大きい場合(S603 Yes)、OCV取得部202は電圧センサ4からOCVを取得し(S604)、現在の充電電流量Iを記憶部207に記憶する(S605)。

20

そして、OCV取得部202は、充電完了時OCV取得済フラグを「ON」にセットし(S606)、充電一時休止フラグを「OFF」にセットし(S607)、OCV取得要求フラグを「OFF」にセットし(S608)、充電停止カウンタCTを「0」にセットして(S609)、図12のステップS428へ処理を戻す。

【0097】

(第2実施形態のまとめ)

第2実施形態によれば、第1実施形態の効果に加えて、イオン拡散状態の算出を行わないので、処理負荷を軽減することができる。

30

【0098】

なお、第1実施形態および第2実施形態では、開放電圧(OCV)の時系列値のバラツキを、イオン拡散状態や時間に基づいて判定したが、直接OCVの時系列値を測定し、その時系列値のバラツキから判定してもよい。例えば、開放電圧バラツキ判定処理部100が1秒間隔でOCVを2回測定し、測定した2つのOCVの差分の絶対値が予め設定されている所定値以上の場合に、開放電圧バラツキ判定処理部100は、バラツキありと判定することなどが考えられる。

【符号の説明】

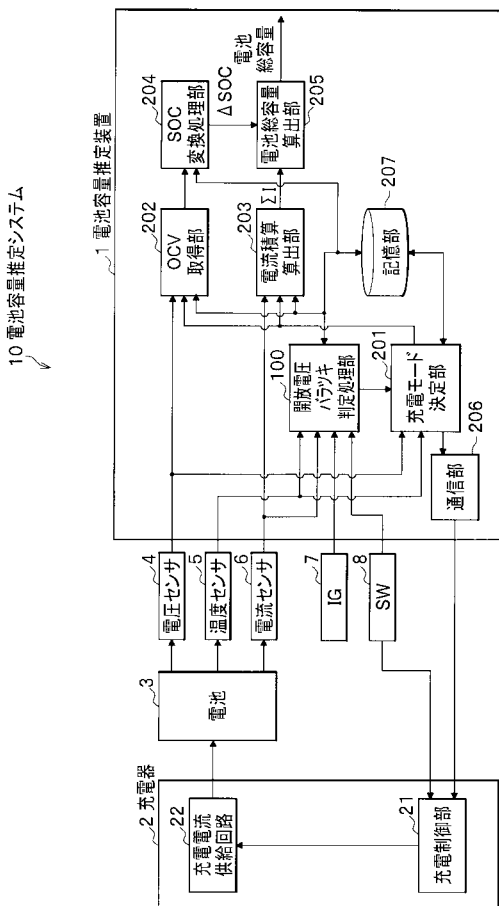
【0099】

- |    |             |    |
|----|-------------|----|
| 1  | 電池容量推定装置    | 40 |
| 2  | 充電器(充電装置)   |    |
| 3  | 電池          |    |
| 4  | 電圧センサ       |    |
| 5  | 温度センサ       |    |
| 6  | 電流センサ       |    |
| 7  | イグニッションスイッチ |    |
| 8  | 充電スイッチ      |    |
| 10 | 電池容量推定装置    |    |
| 21 | 充電制御部       |    |
| 22 | 充電電流供給回路    | 50 |

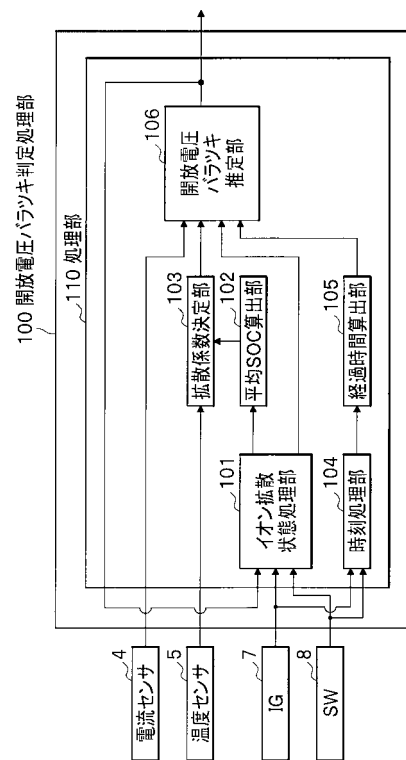
50

- 100, 100a 開放電圧バラツキ判定処理部 (制御部)
- 101 イオン拡散状態処理部
- 102 平均SOC算出部
- 103 拡散係数決定部
- 104 時刻処理部
- 105 経過時間算出部
- 106, 106a 開放電圧バラツキ推定部
- 201 充電モード決定部 (制御部)
- 202 OCV取得部 (残容量推定部)
- 203 電流積算算出部
- 204 SOC変換処理部
- 205 電池総容量算出部 (総容量推定部)
- 206 通信部
- 207 記憶部

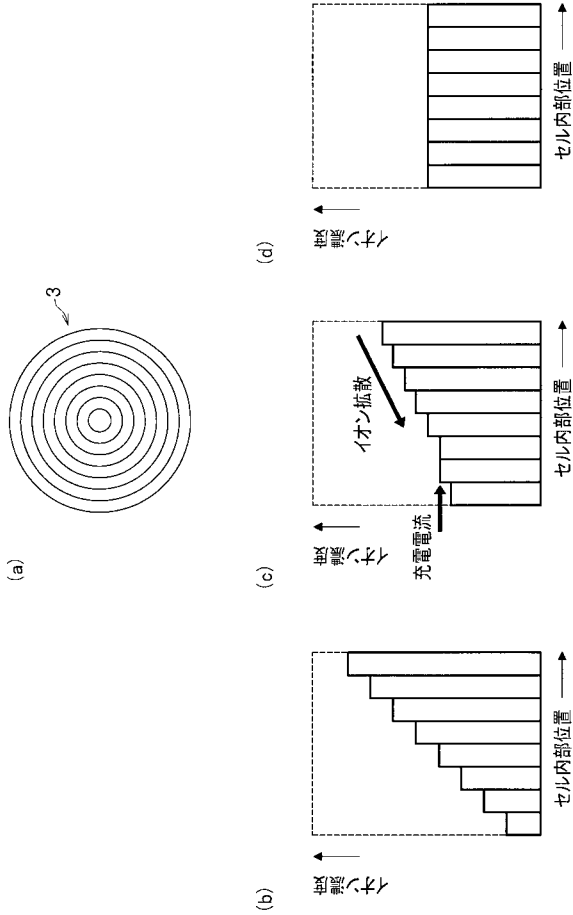
【 図 1 】



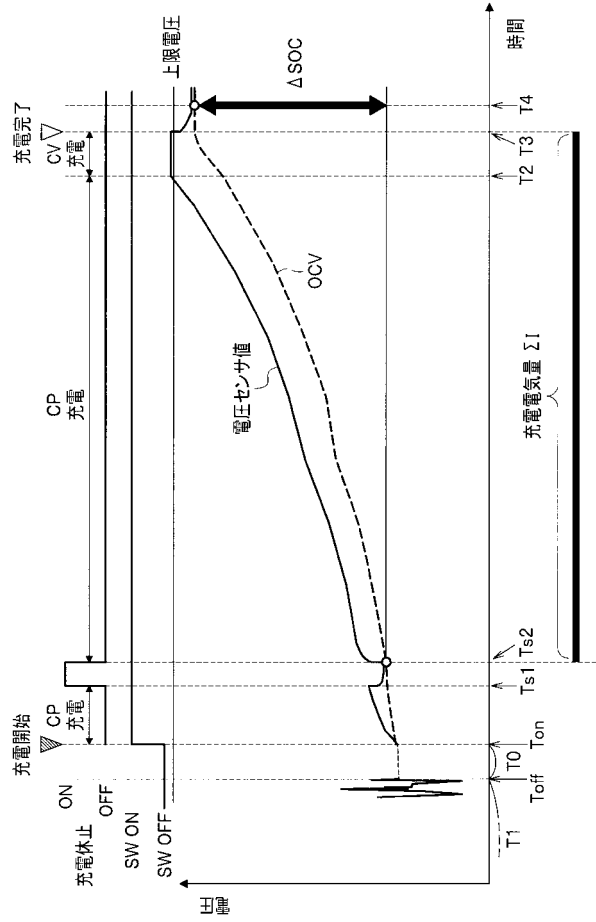
【 図 2 】



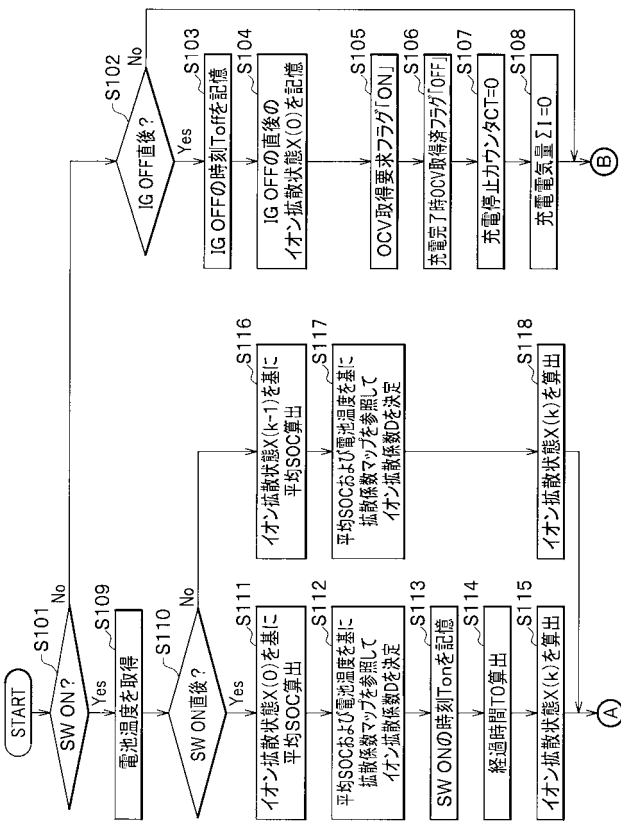
【 図 3 】



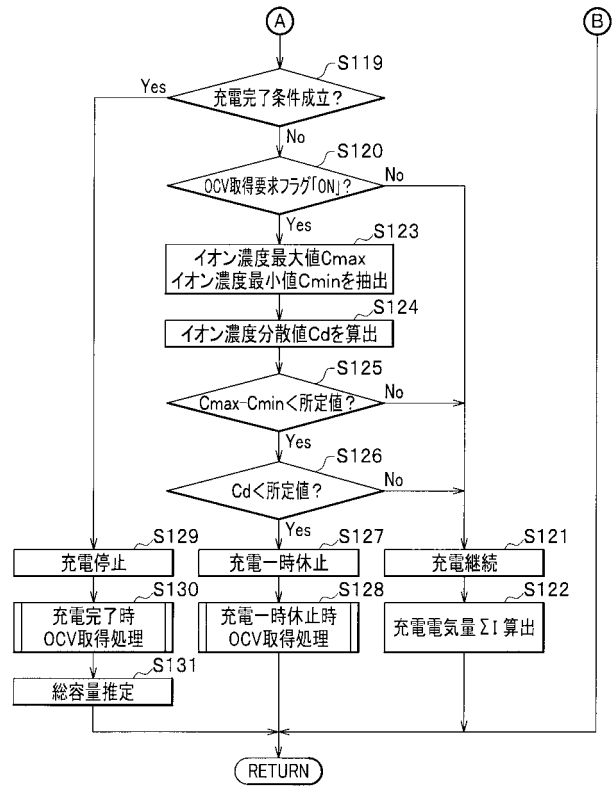
【 図 4 】



【 図 5 】

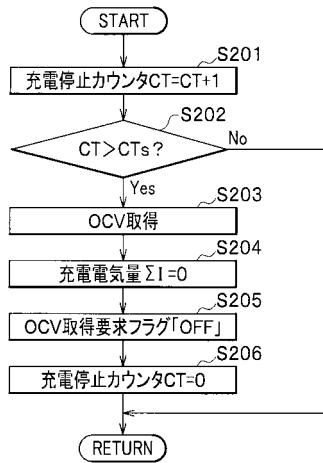


【 図 6 】



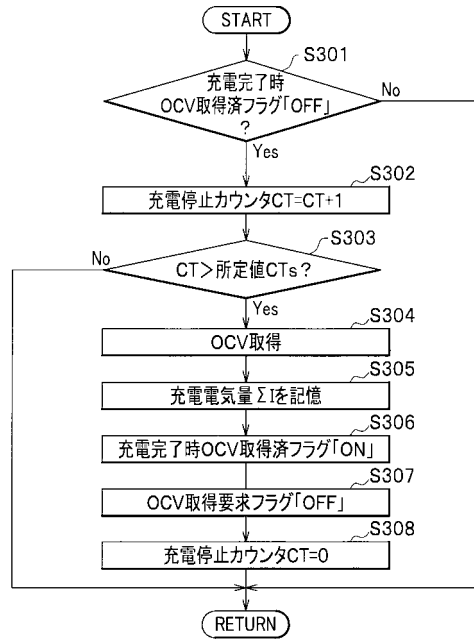
【 図 7 】

S128 充電一時休止時OCV取得処理

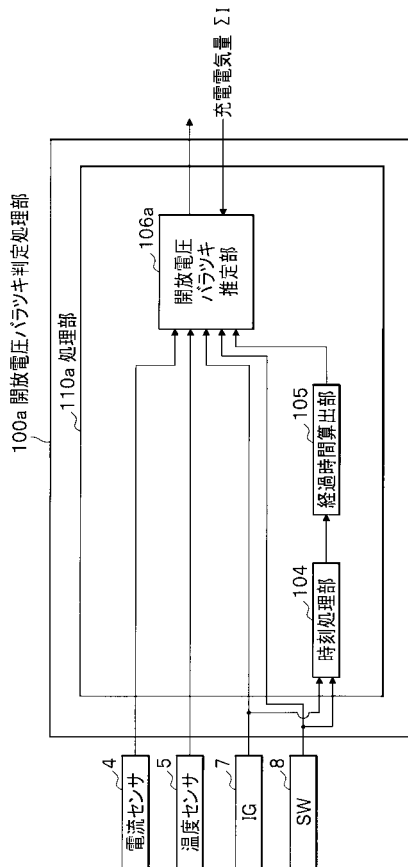


【 図 8 】

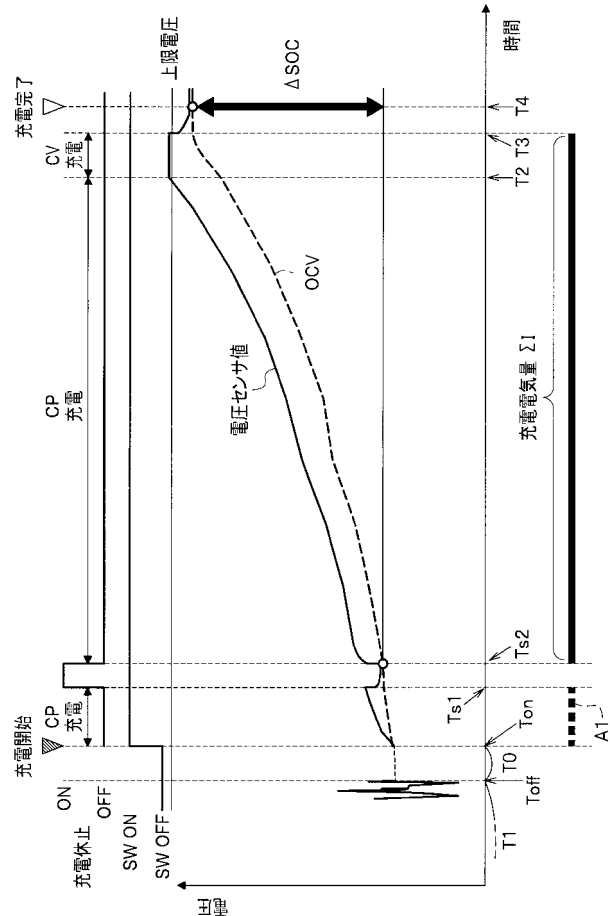
S130 充電完了時OCV取得処理



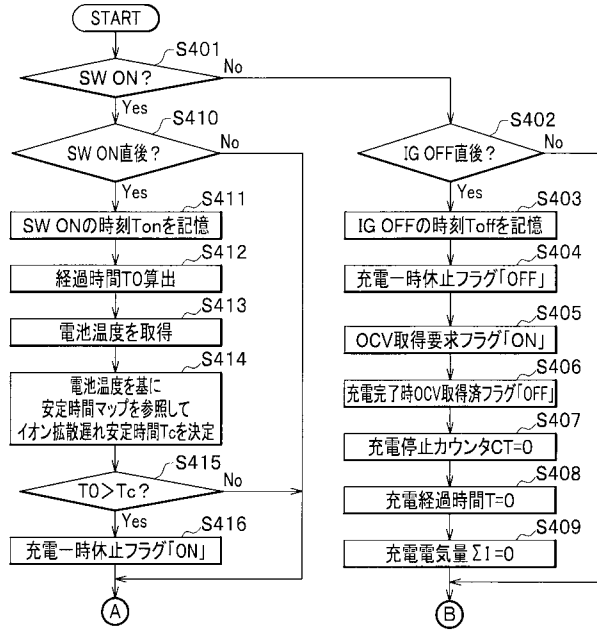
【 図 9 】



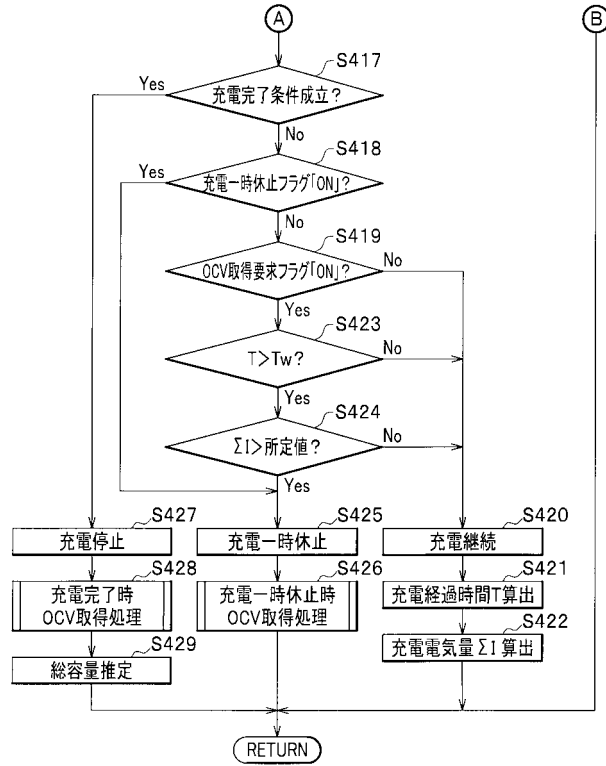
【 図 10 】



【 図 1 1 】

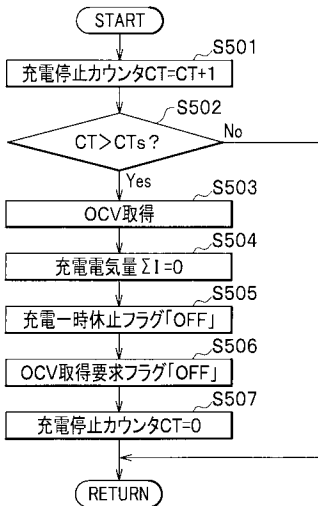


【 図 1 2 】



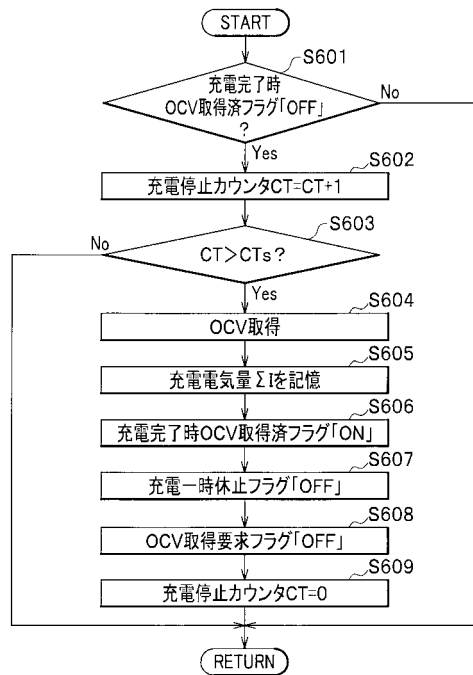
【 図 1 3 】

S426 充電一時休止時OCV取得処理



【 図 1 4 】

S428 充電完了時OCV取得処理



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H030 AA01 AA03 AS18 BB01 BB04 BB09 FF22 FF41 FF42 FF43