

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6033155号
(P6033155)

(45) 発行日 平成28年11月30日(2016.11.30)

(24) 登録日 平成28年11月4日(2016.11.4)

(51) Int.Cl.

F 1

GO 1 R	31/36	(2006.01)
HO 1 M	10/48	(2006.01)
HO 2 J	7/00	(2006.01)
B 6 O L	3/00	(2006.01)

GO 1 R	31/36	Z H V A
HO 1 M	10/48	P
HO 2 J	7/00	X
B 6 O L	3/00	Q

S 請求項の数 10 (全 22 頁)

(21) 出願番号

特願2013-73505 (P2013-73505)

(22) 出願日

平成25年3月29日 (2013.3.29)

(65) 公開番号

特開2014-196985 (P2014-196985A)

(43) 公開日

平成26年10月16日 (2014.10.16)

審査請求日

平成27年4月28日 (2015.4.28)

(73) 特許権者

509186579

日立オートモティブシステムズ株式会社

茨城県ひたちなか市高場2520番地

(74) 代理人

100091096

弁理士 平木 祐輔

(74) 代理人

100105463

弁理士 関谷 三男

(74) 代理人

100102576

弁理士 渡辺 敏章

(72) 発明者

中尾 亮平

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内

(72) 発明者

今井 伸治

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電池制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電池の開回路電圧と充電状態との対応関係を示す S O C - O C V 特性を記述した S O C - O C V データを記憶する S O C - O C V 特性記憶部、

前記 S O C - O C V 特性を用いて、前記電池の電圧或いは複数の前記電池が電気的に接続されて構成された組電池の電圧に応じた前記電池或いは前記組電池の充電状態に関する情報を出力する制御部、

を備え、

前記 S O C - O C V データは、前記電池或いは前記組電池の電圧及び前記電池に流れる電流のいずれか一方又は両方に基づいて求められる前記電池或いは前記組電池の状態量と、前記電池或いは前記組電池の開回路電圧との対応関係を示す特性ごとに、前記 S O C - O C V 特性をそれぞれ記述しており、

前記制御部は、

前記電池或いは前記組電池の電圧及び前記電池に流れる電流のいずれか一方又は両方に基づいて求められた前記電池或いは前記組電池の状態量と、この状態量に対応するよう求められた前記電池或いは前記組電池の開回路電圧とを一つのペアとして、このペアを複数取得し、

この取得された複数のペアと、前記電池或いは前記組電池の状態量と開回路電圧との対応関係を示す特性に対応する前記 S O C - O C V 特性を特定し、

前記特定した S O C - O C V 特性に基づき前記電池の充電状態を出力することにより、

前記電池或いは前記組電池の電圧が同一でも、時間経過に応じて異なる値の充電状態を出力する、

電池制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の電池制御装置において、

前記制御部は、

前記電池の開回路電圧を演算する OCV 演算部と、

前記電池に流れる電流を積算し、前記電池の残容量を前記状態量として演算する残容量演算部と、

前記電池の残容量と前記電池の開回路電圧との対応関係を示す Q - OCV 特性が記憶された Q - OCV 特性記憶部と、

前記残容量と、この残容量に対応するように求められた前記電池の開回路電圧とを一つのペアとして、このペアを複数取得し、この取得された複数のペアと前記 Q - OCV 特性との関係に基づいて、前記 SOC - OCV 特性を、前記電池の劣化状態に対応するように修正する修正部と、を有する、

電池制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の電池制御装置において、

前記制御部は、

前記電池の開回路電圧を演算する OCV 演算部と、

前記電池の電圧と前記電池に流れる電流とに基づいて、前記電池の内部抵抗を前記状態量として演算する内部抵抗演算部と、

前記電池の内部抵抗と前記電池の開回路電圧との対応関係を示す R - OCV 特性が記憶された R - OCV 特性記憶部と、

前記内部抵抗と、この内部抵抗に対応するように求められた前記電池の開回路電圧とを一つのペアとして、このペアを複数取得し、この取得された複数のペアと前記 R - OCV 特性との関係に基づいて、前記 SOC - OCV 特性を、前記電池の劣化状態に対応するように修正する修正部と、を有する、

電池制御装置。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の電池制御装置において、

前記制御部は、さらに、前記電池を充電する充電器の動作を制御する充電器制御部を有し、

前記修正部は、前記充電器制御部が前記充電器を動作させて前記電池の充電を実施させている期間において、前記複数のペアを取得する、

電池制御装置。

【請求項 5】

請求項 3 に記載の電池制御装置において、

前記制御部は、さらに、前記電池を充電する充電器の動作を制御する充電器制御部を有し、

前記修正部は、前記充電器制御部が前記充電器を動作させて前記電池の充電を実施させている期間において、前記複数のペアを取得する、

電池制御装置。

【請求項 6】

請求項 4 又は 5 に記載の電池制御装置において、

前記充電器制御部は、前記充電器を動作させて前記電池の充電を実施させている期間において、前記充電器による前記電池の充電動作と、この充電動作を一時的に中断する動作とを繰り返すように、前記充電器の動作を制御しており、

前記修正部は、前記充電器制御部が前記充電動作を一時的に中断させている時点において、前記ペアを取得する、

10

20

30

40

50

電池制御装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の電池制御装置において、

前記充電器制御部は、前記電池の劣化状態が所定程度に達したか否かを判定するモード判定部を有し、

前記充電器に前記電池の充電を実施させる前に、前記電池の劣化状態が前記所定程度に達したと前記モード判定部が判定した場合に、前記充電動作と、前記充電動作を一時的に中断する動作とを繰り返すように、前記充電器の動作を制御する、

電池制御装置。

【請求項 8】

10

請求項 7 に記載の電池制御装置において、

前記充電器制御部は、前記電池の劣化状態が前記所定程度に達していないと前記モード判定部が判定した場合に、前記充電動作を一時的に中断する動作を前記充電器にさせない、

電池制御装置。

【請求項 9】

請求項 2 から 8 のいずれか 1 項に記載の電池制御装置において、

前記 S O C - O C V 特性は前記電池の劣化特性に対応して複数用意されており、

前記修正部は、前記複数の S O C - O C V 特性のなかから、前記電池の劣化状態に応じた S O C - O C V 特性を選択する、

20

電池制御装置。

【請求項 10】

請求項 2 から 8 のいずれか 1 項に記載の電池制御装置において、

前記修正部は、前記電池の劣化状態に応じて、前記 S O C - O C V 特性を所定値補正する、

電池制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電池制御装置に関し、特に電池の充電状態を求める技術に関する。

30

【背景技術】

【0002】

電気自動車(E V)、プラグインハイブリッド自動車(P H E V)、ハイブリッド自動車(H E V)に搭載する電池システムは、電池システムを構成する電池を安全に使用し、かつ電池の性能を最大限に引き出すために、電池の電圧、温度、電流を検出し、これらに基づいて電池の充電状態(S t a t e O f C h a r g e : S O C)や劣化状態(S t a t e O f H e a l t h : S O H)などの電池パラメータを演算する電池制御装置を備えている。

【0003】

電池の S O C と開回路電圧(O p e n C i r c u i t V o l t a g e : O C V)との関係や内部抵抗特性などの電池パラメータは、電池の S O H や劣化モードによって様々に変化する。電池パラメータを正確に把握するためには、劣化とともに電池特性の変化を検知し、電池パラメータを演算する際にその変化を反映させる必要がある。

40

【0004】

下記特許文献 1 は、 S O C と O C V の対応関係の変化率(d O C V / d S O C)を検出し、電池が劣化する前の変化率と比較することにより、 S O C と O C V の対応関係が電池の劣化とともに変化したことを検知する技術を記載している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

50

【特許文献 1】特開 2010 - 66232 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

電池は、時間の経過に伴い、経過時間内での電池の保存状態や使用履歴に応じて劣化が進んでいく。電池が劣化したときの SOC と OCV の対応関係は、電池が劣化していないときのものとは異なる特性を有する。電池パラメータは SOC と OCV の対応関係に基づき演算されるため、劣化時に変化した SOC と OCV の対応関係を電池パラメータの演算に反映させる必要がある。上記特許文献 1 は、電池の劣化を検出する技術については開示しているものの、劣化時に変化した SOC と OCV の対応関係を電池パラメータの演算に反映させる方法については開示していない。10

【0007】

本発明は、上記のような課題に鑑みてなされたものであり、電池の劣化にともなって SOC と OCV の対応関係が変化しても、SOC を始めとする電池パラメータを精度よく検知することができる電池制御装置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】

【0008】

本発明に係る電池制御装置は、電池の SOC と OCV の対応関係を記述したマップデータを備え、電池の電圧に基づき、時間の経過に伴って異なる SOC を出力する。

【発明の効果】

【0009】

本発明に係る電池制御装置によれば、電池の劣化に応じて、OCV と SOC の対応関係を変化させてるので、劣化の進行に追随して充電状態を求めることができる。

【0010】

上記した以外の課題、構成、および効果は、以下の実施形態の説明により明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図 1】実施形態 1 に係る電池システム 100 とその周辺の構成を示す図である。

【図 2】単電池制御部 121 の回路構成を示す図である。30

【図 3】組電池制御部 150 の構成図である。

【図 4】記憶部 180 が格納している SOC テーブル 181 の構成例を示す図である。

【図 5】SOC テーブル 181 の別構成例を示す図である。

【図 6】OCV カーブ決定部 151 の構成図である。

【図 7】OCV 演算部 1511 が OCV を演算する手順を説明する図である。

【図 8】OCV カーブ判定部 1513 の構成図である。

【図 9】Q - OCV カーブ記憶部 15132 が格納している、残容量と OCV の対応関係を記述した Q - OCV カーブを例示する図である。

【図 10】判定部 15131 が Q - OCV カーブを特定する手順を説明する図である。

【図 11】OCV カーブ修正部 1514 の構成図である。40

【図 12】SOC - OCV カーブ記憶部 15142 が格納している SOC - OCV カーブを例示する図である。

【図 13】OCV カーブ決定部 151 の別構成例を示す図である。

【図 14】電池制御システム 100 の全体動作を説明するフローチャートである。

【図 15】ステップ S130 の詳細を説明するフローチャートである。

【図 16】ステップ S150 の詳細を説明するフローチャートである。

【図 17】ステップ S130 において OCV カーブ決定部 151 が残容量 Q と OCV のペアを取得する際の動作イメージを示す図である。

【図 18】実施形態 2 における OCV カーブ決定部 151 の構成図である。

【図 19】実施形態 2 における OCV カーブ判定部 1513 の構成図である。50

【図20】R - OCVカーブ記憶部15133が格納している、電池の内部抵抗RとOCVの対応関係を記述したR - OCVカーブを例示する図である。

【図21】実施形態3における組電池制御部150の構成図である。

【図22】充電器制御部153の構成図である。

【図23】充電器制御部153の動作フローチャートである。

【図24】ステップS350の詳細を説明するフローチャートである。

【図25】ステップS353において充電器制御部153が残容量QとOCVのペアを取得する動作を例示する図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

10

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。以下の実施形態では、プラグインハイブリッド自動車（PHEV）の電源を構成する電池システムに対して本発明を適用した場合を例に挙げて説明する。以下に説明する実施形態の構成は、ハイブリッド自動車（HEV）、電気自動車（EV）などの乗用車やハイブリッド鉄道車両といった産業用車両の電源を構成する蓄電装置の蓄電器制御回路にも適用できる。

【0013】

20

以下の実施形態では、リチウムイオン電池を採用した場合を例に挙げて説明するが、他にもニッケル水素電池、鉛電池、電気二重層キャパシタ、ハイブリッドキャパシタなどを用いることもできる。なお、以下の実施形態では単電池を直列に接続して組電池を構成しているが、単電池を並列接続したものを直列接続して組電池を構成してもよいし、直列接続した単電池を並列接続して組電池を構成してもよい。

【0014】

<実施の形態1：システム構成>

図1は、本発明の実施形態1に係る電池システム100とその周辺の構成を示す図である。電池システム100はリレー300と310を介してインバータ400に接続され、リレー320と330を介して充電器420に接続される。電池システム100は、組電池110、単電池管理部120、電流検知部130、電圧検知部140、組電池制御部150、記憶部180を備える。

【0015】

30

組電池110は、複数の単電池111から構成される。単電池管理部120は、単電池111の状態を監視する。電流検知部130は、電池システム100に流れる電流を検知する。電圧検知部140は、組電池110の総電圧を検知する。組電池制御部150は、組電池110の状態を検知し、状態の管理等も行う。

【0016】

組電池制御部150は、単電池管理部120が送信する単電池111の電池電圧や温度、電流検知部130が送信する電池システム100に流れる電流値、電圧検知部140が送信する組電池110の総電圧値を受け取る。組電池制御部150は、受け取った情報をもとに組電池110の状態を検知する。組電池制御部150による状態検知の結果は、単電池管理部120や車両制御部200に送信される。

【0017】

40

組電池110は、電気エネルギーの蓄積および放出（直流電力の充放電）が可能な複数の単電池111を電気的に直列に接続して構成されている。組電池110を構成する単電池111は、状態の管理・制御を実施する上で、所定の単位数にグループ分けされている。グループ分けされた単電池111は、電気的に直列に接続され、単電池群112a、112bを構成している。単電池群112を構成する単電池111の個数は、全ての単電池群112において同数でもよいし、単電池群112毎に単電池111の個数が異なっていてもよい。

【0018】

単電池管理部120は、組電池110を構成する単電池111の状態を監視する。単電池管理部120は、単電池群112毎に設けられた単電池制御部121を備える。図1で

50

は、単電池群 112a と 112b に対応して、単電池制御部 121a と 121b が設かれている。単電池制御部 121 は、単電池群 112 を構成する単電池 111 の状態を監視および制御する。

【0019】

本実施形態 1 では、説明を簡略化するために、4 個の単電池 111 を電気的に直列接続して単電池群 112a と 112b を構成し、単電池群 112a と 112b をさらに電気的に直列接続して合計 8 個の単電池 111 を備える組電池 110 とした。

【0020】

組電池制御部 150 と単電池管理部 120 は、フォトカプラに代表される絶縁素子 170 および信号通信手段 160 を介して信号を送受信する。絶縁素子 170 を設けるのは、組電池制御部 150 と単電池管理部 120 は、動作電源が異なるためである。すなわち、単電池管理部 120 は、組電池 110 から電力をうけて動作するのに対して、組電池制御部 150 は、車載補機用のバッテリ（例えば 14V 系バッテリ）を電源として用いている。絶縁素子 170 は、単電池管理部 120 を構成する回路基板に実装してもよいし、組電池制御部 150 を構成する回路基板に実装してもよい。システム構成によっては、絶縁素子 170 を省略することもできる。

10

【0021】

組電池制御部 150 と、単電池管理部 120 を構成する単電池制御部 121a および 121b との間の通信手段について説明する。単電池制御部 121a および 121b は、それぞれが監視する単電池群 112a および 112b の電位の高い順にしたがって直列に接続されている。組電池制御部 150 が単電池管理部 120 に送信した信号は、絶縁素子 170 および信号通信手段 160 を介して単電池制御部 121a に入力される。単電池制御部 121a の出力は信号通信手段 160 を介して単電池制御部 121b に入力され、最下位の単電池制御部 121b の出力は絶縁素子 170 および信号通信手段 160 を介して組電池制御部 150 へと伝送される。本実施形態 1 では、単電池制御部 121a と単電池制御部 121b の間は絶縁素子 170 を介していないが、絶縁素子 170 を介して信号を送受信することもできる。

20

【0022】

記憶部 180 は、組電池 110、単電池 111、および単電池群 112 の内部抵抗特性、満充電時の容量、分極特性、劣化特性、個体差情報、SOC と OCV の対応関係などの情報を格納する。尚、本実施形態 1 では、記憶部 180 は組電池制御部 150 または単電池管理部 120 の外部に設置されている構成としたが、組電池制御部 150 または単電池管理部 120 が記憶部を備える構成とし、これに上記情報を格納してもよい。

30

【0023】

車両制御部 200 は、組電池制御部 150 が送信する情報を用いて、リレー 300 と 310 を介して電池システム 100 と接続されるインバータ 400 を制御する。また、リレー 320 と 330 を介して電池システム 100 に接続される充電器 420 を制御する。車両走行中には、電池システム 100 はインバータ 400 と接続され、組電池 110 が蓄えているエネルギーを用いて、モータジェネレータ 410 を駆動する。充電の際には、電池システム 100 は充電器 420 と接続され、家庭用の電源または電気スタンドからの電力供給によって充電される。

40

【0024】

充電器 420 は、家庭または電気スタンドに代表される外部の電源を用いて組電池 110 を充電する際に用いられる。本実施形態 1 では、充電器 420 は車両制御部 200 からの指令に基づき充電電圧や充電電流などを制御する構成としているが、組電池制御部 150 からの指令に基づき制御を実施してもよい。また、充電器 420 は車両の構成、充電器 420 の性能、使用目的、外部の電源の設置条件などに応じて車両内部に設置してもよいし、車両の外部に設置することもできる。

【0025】

電池システム 100 を搭載した車両システムが始動して走行する場合には、車両制御部

50

200の管理のもと、電池システム100はインバータ400に接続され、組電池110が蓄えているエネルギーを用いてモータジェネレータ410を駆動し、回生時はモータジェネレータ410の発電電力により組電池110が充電される。電池システム100を備える車両が家庭用または電気スタンドに代表される外部の電源と接続された際には、車両制御部200が発信する情報に基づき電池システム100と充電器420とが接続され、組電池110が所定の条件になるまで充電される。充電によって組電池110に蓄えられたエネルギーは、次回の車両走行時に利用されるか、車両内外の電装品等を動作させるためにも利用される。さらに必要に応じて、家庭用の電源に代表される外部電源へも放出する場合がある。

【0026】

10

図2は、単電池制御部121の回路構成を示す図である。単電池制御部121は、電圧検出回路122、制御回路123、信号入出力回路124、温度検知部125を備える。電圧検出回路122は、各単電池111の端子間電圧を測定する。制御回路123は、電圧検出回路122および温度検知部125から測定結果を受け取り、信号入出力回路124を介して組電池制御部150に送信する。なお、単電池制御部121に一般的に実装される、自己放電や消費電流ばらつき等に伴い発生する単電池111間の電圧やSOCばらつきを均等化する回路構成は、周知のものであると判断して記載を省略した。

【0027】

図2における単電池制御部121が備える温度検知部125は、単電池群112の温度を測定する機能を有する。温度検知部125は、単電池群112全体として1つの温度を測定し、単電池群112を構成する単電池111の温度代表値としてその温度を取り扱う。温度検知部125が測定した温度は、単電池111、単電池群112、または組電池110の状態を検知するための各種演算に用いられる。図2はこれを前提とするため、単電池制御部121に1つの温度検知部125を設けた。単電池111毎に温度検知部125を設けて単電池111毎に温度を測定し、単電池111毎の温度に基づいて各種演算を実行することもできるが、この場合は温度検知部125の数が多くなる分、単電池制御部121の構成が複雑となる。

【0028】

20

図2では、簡易的に温度検知部125を示した。実際は温度測定対象に温度センサが設置され、設置した温度センサが温度情報を電圧として出力し、これを測定した結果が制御回路123を介して信号入出力回路124に送信され、信号入出力回路124が単電池制御部121の外に測定結果を出力する。この一連の流れを実現する機能が単電池制御部121に温度検知部125として実装され、温度情報（電圧）の測定には電圧検出回路122を用いることができる。

【0029】

30

図3は、組電池制御部150の構成図である。組電池制御部150は、OCVカーブ決定部151、電池状態検知部152を備える。組電池制御部150は、単電池管理部120が出力する単電池111の電池電圧と温度の計測値、電流検知部130が出力する電池電流値、電圧検出部140が出力する組電池110の総電圧値、車両制御部200が出力する制御信号が入力される。

【0030】

40

電池状態検知部152は、入力された各情報と、記憶部180が記憶している単電池111の内部抵抗、後述の図4で説明するSOCとOCVの対応関係に基づいて、単電池111のSOCやSOHを演算する。演算結果やこれに基づく指令は、単電池管理部120や車両制御部200に出力される。OCVカーブ決定部151の構成については後述の図6で説明する。

【0031】

図4は、記憶部180が格納しているSOCとOCVの対応関係の一例を示す図である。電池状態検知部152は、例えば、閉回路電圧CCVからIRドロップとV_pを差し引くことでOCVを求め、図4に示すSOCとOCVの対応関係に基づき、求めたOCVか

50

ら S O C を求める。ただしこの S O C は单電池 1 1 1 の劣化状態に応じて変化するため、後述する手法によって劣化状態に応じた値を改めて求める必要がある。

【 0 0 3 2 】

S O C テーブル 1 8 1 は、单電池 1 1 1 の O C V と、单電池 1 1 1 の S O C との対応関係をテーブルや関数などの形式で記述したデータである。図 5 は、S O C テーブル 1 8 1 の構成例を示す図である。S O C テーブル 1 8 1 は、单電池 1 1 1 の O C V と单電池 1 1 1 の S O C との対応関係を单電池 1 1 1 の温度に応じて記述したデータテーブルとして構成されている。

【 0 0 3 3 】

図 6 は、O C V カーブ決定部 1 5 1 の構成図である。O C V カーブ決定部 1 5 1 は、O C V 演算部 1 5 1 1 、残容量演算部 1 5 1 2 、O C V カーブ判定部 1 5 1 3 、O C V カーブ修正部 1 5 1 4 を備える。
10

【 0 0 3 4 】

O C V 演算部 1 5 1 1 は、单電池 1 1 1 の電流、電圧、温度を入力として、单電池 1 1 1 の O C V を演算する。残容量演算部 1 5 1 2 は、電流検知部 1 3 0 が検知した電池電流を積算することにより、单電池 1 1 1 の残容量を演算する。O C V カーブ判定部 1 5 1 3 は、O C V と残容量を入力として、後述の図 9 で説明する S O C - O C V カーブの特性が変化したか否かを判定する。O C V カーブ修正部 1 5 1 4 は、S O C - O C V カーブの特性が変化したことを O C V カーブ判定部 1 5 1 3 が検知した場合、変化後の特性に対応する S O C - O C V カーブを選択し直して出力する。S O C - O C V カーブは、S O C と O C V の対応関係を温度毎に記述したマップデータとして記述することができる。
20

【 0 0 3 5 】

図 7 は、O C V 演算部 1 5 1 1 が O C V を演算する手順を説明する図である。单電池 1 1 1 は、図 7 に例示するような等価回路として表すことができる。すなわち单電池 1 1 1 は、電池の開回路電圧を模擬した直流電源、電極や電解液などの電気抵抗を表す R o 、電池の電気化学的な反応に伴う損失分を表す R p と C の並列回路、を直列に接続した回路として表すことができる。電圧検知部 1 4 0 または電圧検出回路 1 2 2 が検知する電圧は、図 7 における C C V (閉回路電圧) に相当する。図 7 に示す等価回路に電流 I が通電した場合の O C V は、下記式 1 で表すことができる。

【 0 0 3 6 】

30

【 数 1 】

$$OCV(t) = CCV(t) - V_o(t) - V_p(t) \quad \cdots \text{式 1}$$

$$V_o(t) = I(t) \times R_o \times SOHR/100$$

$$V_p(t) = I_p(t) \times R_p \times SOHR/100$$

【 0 0 3 7 】

R o と R p は、記憶部 1 8 0 にあらかじめ格納しておくデータテーブルに基づき定めることができる。S O H R は、電池の内部抵抗に基づき求めた S O H であり、電池の劣化にともない上昇する電池内部抵抗の上昇率を表しており、以下の式 2 で定義される。O C V 演算部 1 5 1 1 は、上記式 1 を用いて O C V を演算する。式 1 において、電流 I が 0 の場合は、右辺第 2 項は 0 となり、右辺第 3 項も通電終了時から所定時間経過後に 0 となる。つまり、電流 I が 0 で通電終了から所定時間が経過した後の電圧は、電圧検知部 1 4 0 または電圧検出回路 1 2 2 が検知する電圧は O C V とみなすことができるので、O C V を取得するには好適である。
40

【 0 0 3 8 】

【 数 2 】

$$SOHR = 100 \times R_1(SOC, T) / R_0(SOC, T) \quad \cdots \text{式 2}$$

【 0 0 3 9 】

R 1 (S O C , T) は、現在 (劣化後) の单電池 1 1 1 の内部抵抗 [] を示す。R 0
50

(S O C, T) は、新品時の単電池 111 の内部抵抗 [] を示す。R 1 (S O C, T) は、例えば、下記式 3 に示すように、充放電期間中の電流変化 (I = I 2 - I 1) と電圧変化 (V = V 2 - V 1) の比に基づき算出することができる。

【0040】

【数3】

$$R_1 = \Delta V / \Delta I \quad \dots \text{式3}$$

【0041】

R 0 の値は、単電池 111 の S O C と温度に応じて記述したデータテーブルとしてあらかじめ記憶部 180 に格納しておくことができ、下記式 4 にしたがって、充放電期間中の S O C と温度に対応した R 0 を得ることができる。式 3 と式 4 によって得られる R 1 と R 0 の値を式 2 に適用することにより、単電池 111 の S O H R を求めることができる。
10

【0042】

【数4】

$$R_0 = RMap(SOC(t), T(t)) \quad \dots \text{式4}$$

【0043】

残容量演算部 1512 は、充放電期間中に電流検知部 130 が取得した電流値を積算することにより、組電池 110 または組電池 110 を構成する各単電池 111 に蓄えられている残容量を演算する。
20

【0044】

図 8 は、O C V カーブ判定部 1513 の構成図である。O C V カーブ判定部 1513 は、判定部 15131、Q - O C V カーブ記憶部 15132 を備える。判定部 15131 は、残容量演算部 1512 が演算した残容量、O C V 演算部 1511 が演算した O C V、Q - O C V カーブ記憶部 15132 が格納している残容量と O C V の対応関係を記述した Q - O C V カーブを用いて、S O C と O C V の対応関係が変化しているか否かを判定する。

【0045】

図 9 は、Q - O C V カーブ記憶部 15132 が格納している、残容量と O C V の対応関係を記述した Q - O C V カーブを例示する図である。図 9 の横軸は残容量 Q (A h)、縦軸は O C V (V) である。
30

【0046】

電池の劣化が進行すると、S O C - O C V カーブが変化するだけでなく、満充電容量も減少する。このため、残容量と O C V の関係は図 9 (a) に示すように劣化にともなって変化し、同じ残容量に対応する O C V の値は劣化度に応じて異なる。そこで、あらかじめ劣化状態に応じた残容量と O C V の関係を測定し、それぞれ Q - O C V カーブ記憶部 15132 に記憶しておく。

【0047】

図 9 (b) は、Q - O C V カーブが電池劣化にともなって変化するその他の例を示している。図 9 (b) の満充電時における値が示すように、満充電容量が同一であっても Q - O C V カーブが異なる特性を示す場合があるので、単に満充電容量が減少していないということのみをもって、S O C と O C V の対応関係が変化していないと判断することはできない。
40

【0048】

図 10 は、O C V カーブ判定部 15131 が Q - O C V カーブを特定する手順を説明する図である。O C V カーブ判定部 15131 は、残容量と O C V の組み合せを複数点取得し、Q - O C V カーブ記憶部 15132 が格納している Q - O C V カーブのうちいずれが、取得した残容量と O C V に合致するかを判定する。判定結果は、例えば Q - O C V カーブ記憶部 15132 が格納している Q - O C V カーブの識別番号などの形態で、O C V カーブ修正部 1514 に出力される。

【0049】

10

20

30

40

50

図11は、OCVカーブ修正部1514の構成図である。OCVカーブ修正部1514は、OCVカーブ選択部15141とSOC-OCVカーブ記憶部15142を備える。OCVカーブ選択部15141は、OCVカーブ判定部1513の判定結果を受け取り、判定結果に対応するSOC-OCVカーブをSOC-OCVカーブ記憶部15142から選択して出力する。

【0050】

図12は、SOC-OCVカーブ記憶部15142が格納しているSOC-OCVカーブを例示する図である。SOC-OCVカーブ記憶部15142は、図9で例示したQ-OCVカーブの様々なパターンに対応する複数のSOC-OCVカーブを記憶している。個々のSOC-OCVカーブは、SOCとOCVの対応関係を温度毎に記述したマップデータとして記述することができる。OCVカーブ選択部15141は、判定部15131が出力したQ-OCVカーブの判定結果（例えばQ-OCVカーブの識別番号）に対応するSOC-OCVカーブを選択する。両者の対応関係は、あらかじめ定義しておくものとする。

【0051】

図13は、OCVカーブ決定部151の別構成例を示す図である。組電池110を構成する単電池111においては、個体差によるばらつきや劣化特性のばらつきが生じる。そこで、図13に示すように単電池管理部120が取得する単電池111それぞれの電圧をOCVカーブ決定部151へ入力することにより、単電池111毎にSOCとOCVの対応関係を決定することができる。この場合、Q-OCVカーブ記憶部15132とSOC-OCVカーブ記憶部15142は、個体差によるばらつき情報と関連付けて各データを記憶しておくことが望ましい。

【0052】

なお、単電池111個々の特性を考慮せず組電池110毎の電池電圧を計測値として用いる場合は、例えば個々の単電池111の両端電圧を合算したものを組電池110の両端電圧として用いればよい。

【0053】

<実施の形態1：システム動作>

図14は、電池制御システム100の全体動作を説明するフローチャートである。以下図14の各ステップについて説明する。

【0054】

(図14：ステップS100)

組電池制御部150は、車両が起動したことを示す信号を受信したか否かを判定する。受信した場合はステップS110へ進み、受信していない場合は受信するまで待機する。

【0055】

(図14：ステップS110)

OCV演算部1511は、組電池110と負荷が接続される前の無負荷状態における電池電圧、すなわちOCVを取得し、SOCテーブル181を用いてOCVをSOCへ変換する。本ステップにおいて求めるSOCは、以下のステップにおいて修正される暫定的なものであることに留意されたい。

【0056】

(図14：ステップS120)

残容量演算部1512は、ステップS110において取得したSOCと電池の満充電容量Q_{max}(Ah)を用いて、下記式5にしたがって電池の残容量Qを演算する。

【0057】

【数5】

$$Q = Q_{\max} \times SOC / 100 \quad \dots \text{式5}$$

【0058】

(図14：ステップS130)

10

20

30

40

50

判定部 15131 は、Q - OCV カーブの特性が変化しているかどうかを判定するためには残容量 Q と OCV のペアを複数点取得する。本ステップの詳細は後述の図 15 で改めて説明する。

【0059】

(図 14 : ステップ S140)

判定部 15131 は、ステップ S130 で取得した残容量 Q と OCV のペアの個数が所定個数以上に達したか否かを判定する。所定個数以上であればステップ S150 に進み、所定個数以上に達していない場合はステップ S130 を繰り返す。

【0060】

(図 14 : ステップ S150)

判定部 15131 は、ステップ S130 において取得した残容量 Q と OCV のペアに基づき、Q - OCV カーブの特性が変化したか否かを判定する。変化している場合は、変化後の Q - OCV カーブに対応する SOC - OCV カーブを選択する。本ステップの詳細は後述の図 16 で改めて説明する。

【0061】

図 15 は、ステップ S130 の詳細を説明するフローチャートである。以下、図 15 の各ステップについて説明する。

【0062】

(図 15 : ステップ S131)

残容量演算部 1512 は、充放電期間中の電池電流値を積算し、その積算結果をステップ S120 において算出された残容量 Q に加算することにより、複数時点における電池の残容量 (Q1 ~ Qn) を算出する。

【0063】

(図 15 : ステップ S132 ~ S133)

残容量演算部 1512 は、車両停止信号を受信したか否かを判定する (S132)。受信した場合はステップ S131 において算出した残容量を記憶部 180 に格納し (S133)、受信していない場合はステップ S131 に戻る。

【0064】

(図 15 : ステップ S132 ~ S133 : 補足)

車両が停止した時点において残容量を記憶部 180 に格納するのは、残容量とペアで取得する OCV を次回、車両起動時に取得するためである。車両が走行している間は電池の電圧 (CCV) から OCV を演算する際に電流センサの誤差や図 7 に示す分極電圧 (Vp) のモデリング誤差などにより、OCV 演算結果に誤差が生じるためである。次回、車両起動時の安定した条件であれば OCV を精度良く取得出来る。このため、本実施例では、車両停止時に記録した残容量と次回起動時に取得した安定した OCV のペアで SOC と OCV の対応関係の変化を検知する構成とした。後述の図 17 において具体的な動作イメージを例示する。

【0065】

(図 15 : ステップ S134 ~ S135)

OCV 演算部 1511 は、車両起動信号を受信したか否かを判定する (S134)。受信した場合は無負荷時の電圧すなわち OCV を取得して記憶部 180 に格納し (S135)、受信していない場合はステップ S134 に戻る。なお、OCV を記憶部 180 に格納するとき、ステップ S133 において記憶部 180 に格納した残容量とペアにしておく。後述の図 17 においてペアの具体的なイメージを例示する。

【0066】

図 16 は、ステップ S150 の詳細を説明するフローチャートである。以下、図 16 の各ステップについて説明する。

【0067】

(図 16 : ステップ S151 ~ S152)

判定部 15131 は、ステップ S130 において記憶部 180 に格納された残容量 Q と

10

20

30

40

50

O C V のペアを読み出す (S 1 5 1)。判定部 1 5 1 3 1 は、Q - O C V カーブ記憶部 1 5 1 3 2 が格納している Q - O C V カーブの中から、ステップ S 1 5 1 において読み出した残容量 Q と O C V のペアに適合するものを検索する (S 1 5 2)。

【 0 0 6 8 】

(図 1 6 : ステップ S 1 5 3)

判定部 1 5 1 3 1 は、ステップ S 1 5 2 における Q - O C V カーブについての判定結果を O C V カーブ修正部 1 5 1 4 へ出力する。この判定結果は、例えばステップ S 1 5 2 において特定した Q - O C V カーブの識別番号などでもよいし、当該 Q - O C V カーブがどのような条件で計測されたものであるのか (例えば、電池の S O C 、温度、使用状況) についての情報でもよい。すなわち、次のステップ S 1 5 4 において、当該 Q - O C V カーブに対応する S O C - O C V カーブを特定することができる情報であればよい。10

【 0 0 6 9 】

(図 1 6 : ステップ S 1 5 4)

O C V カーブ修正部 1 5 1 4 は、ステップ S 1 5 3 において特定された Q - O C V カーブに対応する S O C - O C V カーブを、 S O C - O C V カーブ記憶部 1 5 1 4 2 から選択する。O C V カーブ修正部 1 5 1 4 は、選択した S O C - O C V カーブを修正前のものと置き換える。

【 0 0 7 0 】

図 1 7 は、ステップ S 1 3 0 において O C V カーブ決定部 1 5 1 が残容量 Q と O C V のペアを取得する際の動作イメージを示す図である。図 1 7 は、車両が走行と停止を繰り返し、最後に充電器 4 2 0 によって満充電まで充電する動作パターンを示している。20

【 0 0 7 1 】

O C V カーブ決定部 1 5 1 は、走行終了時点または充電終了時点における残容量 Q と、走行終了から所定時間経過後または充電終了から所定時間経過後の O C V を取得する。電池の劣化は時間経過に応じて進行していくため、 S O C と O C V の関係を取得する際に用いる残容量 Q と O C V のペアは、ある程度の長さを有する期間、例えば 1 ヶ月の間に取得することが望ましい。

【 0 0 7 2 】

なお、図 1 7 に示す例においては、 O C V を精度よく検知することができるよう、車両起動後に電池電圧が安定した時点において O C V を取得することとしたが、式 1 にしたがって、通電中においても O C V を演算し、残容量 Q と O C V の関係を取得するようにしてもよい。30

【 0 0 7 3 】

< 実施の形態 1 : まとめ >

以上のように、本実施形態 1 に係る電池制御装置は、残容量 Q と O C V の対応関係 (Q - O C V カーブ) が変化したことを検知し、変化後の Q - O C V カーブに対応する S O C - O C V カーブを用いる。これにより、電池の劣化に応じて充放電特性が変化しても、 S O C を精度よく検知することができる。またこれにより、 S O C を用いて演算する S O H などの電池パラメータについても精度よく演算することができるので、信頼性を確保した電池制御システムを提供することができる。40

【 0 0 7 4 】

< 実施の形態 2 >

実施形態 1 では、残容量 Q と O C V の対応関係 (Q - O C V カーブ) が変化したことを探知することにより、電池の劣化にともなって S O C - O C V カーブが変化したことを検知することを説明した。電池の劣化にともなって変化するその他の電池パラメータとしては、電池の内部抵抗が考えられる。そこで本発明の実施形態 2 では、電池の内部抵抗が変化したことを検知することにより、電池の劣化にともなって S O C - O C V カーブが変化したことを検知する構成例を説明する。電池の内部抵抗の変化を検知する構成以外については実施形態 1 と同様であるため、以下では差異点を中心に説明する。

【 0 0 7 5 】

10

20

30

40

50

図18は、本実施形態2におけるOCVカーブ決定部151の構成図である。本実施形態2において、OCVカーブ決定部151は、残容量演算部1512に代えて内部抵抗演算部1515を備える。内部抵抗演算部1515は、例えば式2～式3で説明したR1(SOC,T)などを用いて、単電池111の内部抵抗を演算する。

【0076】

図19は、本実施形態2におけるOCVカーブ判定部1513の構成図である。本実施形態2において、OCVカーブ判定部1513は、Q-OCVカーブ記憶部15132に代えて、R-OCVカーブ記憶部15133を備える。

【0077】

図20は、R-OCVカーブ記憶部15133が格納している、電池の内部抵抗RとOCVの対応関係を記述したR-OCVカーブを例示する図である。電池の内部抵抗は電池の劣化にともなって変化するので、内部抵抗の変化を検知することにより、電池の劣化を検知することができる。そこでR-OCVカーブ記憶部15133は、複数パターンのR-OCVカーブを格納しておき、判定部15131は実施形態1において残容量Qを用いてQ-OCVカーブを特定した動作と同様に、現在の劣化状態に対応するR-OCVカーブを特定する。OCVカーブ修正部1514は、特定されたR-OCVカーブに対応するSOC-OCVカーブを選択する。

【0078】

<実施の形態3>

実施形態1においては、次回、車両起動時の安定した無負荷電圧と前回車両停止時に取得した残容量とのペアを取得することとした。SOC-OCVカーブの変化を検知するためには、残容量が少ない点から残容量が大きい点の幅広い範囲の中で略均等になるようにペアを取得するのが望ましい。但し、電池の使われ方は車両のユーザにより様々に異なるため、車両停止時の残容量とOCVとのペアは上記のようにSOC-OCVカーブを取得するのに適した点で取得出来ることは限らない。実施形態2の内部抵抗とOCVとのペアの取得についても同様のことが言える。これに対し、充電器420を用いて充電をしている間は、電池制御装置の側で充電動作を制御することができる。

【0079】

そこで本発明の実施形態3では、充電器420を用いて充電をしている間において、実施形態1で説明した動作を実施する構成例を説明する。その他の構成は実施形態1と同様であるため、以下では差異点を中心に説明する。本実施形態3では、実施形態2で説明した動作も同様に実施することができる。

【0080】

図21は、本実施形態3における組電池制御部150の構成図である。本実施形態3において、組電池制御部150は、実施形態1で説明した構成に加えて充電器制御部153を備える。充電器制御部153は、充電器420の動作を制御する。実施形態2で説明した構成においても充電器制御部153が加わることになる。

【0081】

図22は、充電器制御部153の構成図である。充電器制御部153は、モード判定部1531、メンテナンスマード用制御部1532、通常モード用制御部1533を備える。モード判定部1531は、電池の劣化状態（電池の内部抵抗を用いて演算したSOHRまたは電池の満充電容量を用いて演算したSOHQ）に基づき、後述の図25で例示するメンテナンスマードを実施するか否かを判断する。メンテナンスマードを実施している間はメンテナンスマード用制御部1532が充電器420の動作を制御し、それ以外の通常モードにおいては通常モード用制御部1533が充電器420の動作を制御する。モード切替する理由については後述の図25で説明する。

【0082】

図23は、充電器制御部153の動作フローチャートである。以下、図23の各ステップについて説明する。尚、以下に示すフローチャートでは、SOHRもしくはSOHQを充電開始前に取得し、記憶部180に記憶されていることを前提とする。

10

20

30

40

50

【0083】

(図23：ステップS300)

充電器制御部153は、充電器に接続されたかどうかを示す充電開始信号を受信したか否かを判定する。受信した場合はステップS310へ進み、受信していない場合は受信するまで待機する。

【0084】

(図23：ステップS310)

充電器制御部153は、予め取得した現在のSOHRもしくはSOHQを読み出す。

【0085】

(図23：ステップS320)

10

モード判定部1531は、ステップS310で演算してSOHRとSOHQが、前回SOC-OCVテーブルを選択し直したとき（初回である場合は出荷時）から所定値以上変化したか否か、すなわち電池の劣化が所定値以上進行したか否かを判定する。所定値以上変化している場合はステップS330へ進み、それ以外であればステップS340にスキップする。SOHRとSOHQは、いずれか一方のみを用いてもよい。

【0086】

(図23：ステップS330～S350)

モード判定部1531は、メンテナンスモードを実施すべき旨を指示するメンテナンスマード要求フラグを「1」にセットする（S330）。後述の図24で説明するフローチャートにしたがって充電を実施する（S340）。

20

【0087】

図24は、ステップS340の詳細を説明するフローチャートである。以下、図24の各ステップについて説明する。

【0088】

(図24：ステップS341)

充電器制御部153は、メンテナンスマード要求フラグが「1」になっているか否かを確認する。「1」になっている場合はステップS342へ進み、それ以外であればステップS346へスキップする。

【0089】

(図24：ステップS342)

30

充電器制御部153は、充電器420によって充電を開始した後、電池電圧が後述の図25で例示する充電一時停止電圧に到達したか否かを判定する。到達していればステップS343へ進み、到達していない場合は充電を継続する。

【0090】

(図24：ステップS343～S344)

充電器制御部153は、充電を一時停止し、残容量QとOCVのペアを取得する（S343）。取得した残容量QとOCVのペアが所定個数以上に到達した場合はステップS345へ進み、到達していない場合はステップS342に戻る（S344）。

【0091】

(図24：ステップS345～S346)

40

判定部15131は、ステップS150と同様の手法を用いて、SOC-OCVカーブを選択し直す（S345）。充電器制御部153は充電を再開し、電池電圧が充電終始電圧に到達するまで充電を継続する（S346）。

【0092】

図25は、ステップS343において充電器制御部153が残容量QとOCVのペアを取得する動作を例示する図である。本実施形態3においては、車両が停止したことに代えて充電器420が充電を停止した時点で残容量QとOCVのペアを取得する。充電器420の動作は充電器制御部153によって制御することができるので、より自由に残容量QとOCVのペアを取得することができる。

【0093】

50

ただし図25に例示するように、残容量QとOCVのペアを取得するためには充電を一時停止する必要があるので、通常の充電動作と比較して充電時間が長くかかる。そこで、電池劣化が進行していると考えられる時点までは図25の動作を保留しておき、ステップS320において電池劣化が判定された時点で図25の動作を実施する。これにより通常モード時においては充電動作を妨げずにおくことができる。

【0094】

<実施の形態3：まとめ>

以上のように、本実施形態3に係る電池制御装置は、電池の劣化状態がある程度進行した時点において充電器制御部153の動作モードを切り替え、残容量QとOCVのペアを取得してSOC-OCVカーブを選択し直す。これにより、車両の走行状態に依拠することなくSOC-OCVカーブをより正確なものに改めることができる。10

【0095】

<実施の形態4>

実施形態1～3では、SOC-OCVカーブ記憶部15142にあらかじめ複数パターンのSOC-OCVカーブを格納しておき、残容量Qまたは内部抵抗Rの劣化度合いに対応するSOC-OCVカーブを選択する手法を説明した。これに代えて、SOC-OCVカーブ記憶部15142には単一のSOC-OCVカーブのみを格納しておき、残容量とOCVの関係に所定値以上のズレがあるのを検知した場合に所定値だけOCVカーブを修正する構成とすることも可能である。

【0096】

具体的には、SOC-OCVカーブのズレを検知した場合に補正量（例えば、1mVずつ）だけもとのSOC-OCVカーブに加算する。この処理を予め実装してある残容量とOCVの関係との間の差異が十分小さくなるまで繰り返す。但し、SOC-OCVカーブのズレの方向（極性）はSOCに応じて異なる可能性があるため、予めSOC-OCVカーブを調査しておき、補正量を設定する必要がある。20

【0097】

本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。上記実施形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換えることもできる。また、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成を加えることもできる。また、各実施形態の構成の一部について、他の構成を追加・削除・置換することもできる。30

【0098】

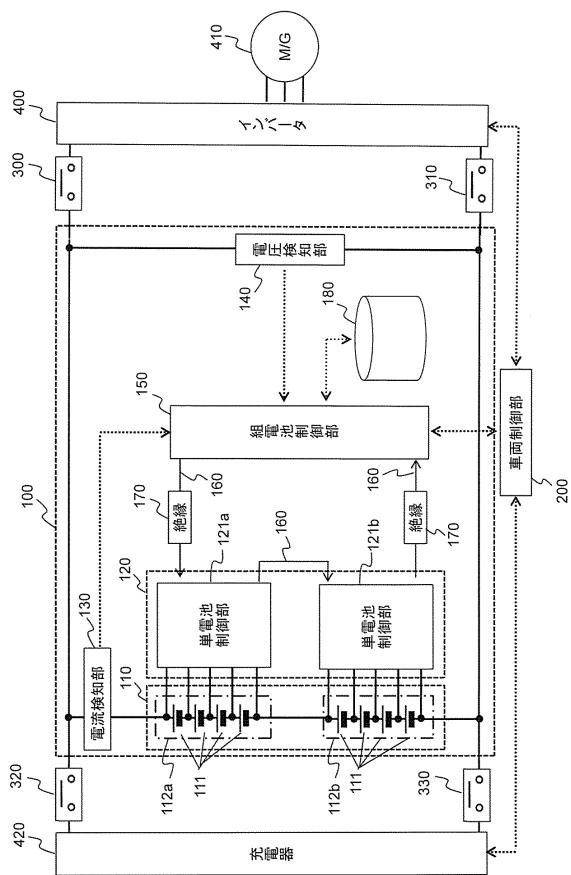
上記各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部や全部を、例えば集積回路で設計する等によりハードウェアで実現してもよい。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリ、ハードディスク、SSD(Solid State Drive)等の記録装置、I Cカード、SDカード、DVD等の記録媒体に格納することができる。

【符号の説明】

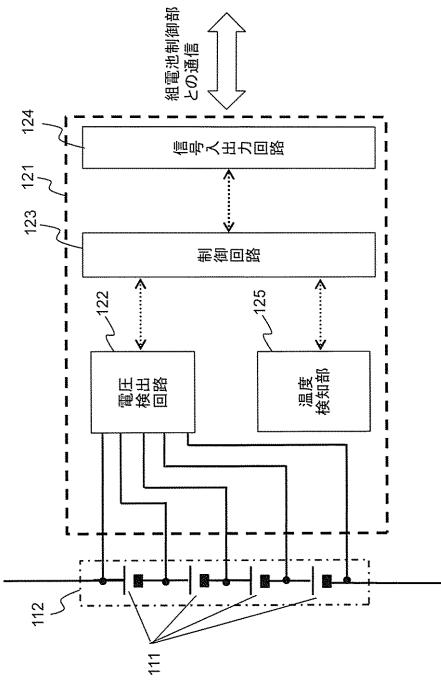
【0099】

100：電池システム、110：組電池、111：単電池、112：単電池群、120：単電池管理部、121：単電池制御部、122：電圧検出回路、123：制御回路、124：信号入出力回路、125：温度検知部、130：電流検知部、140：電圧検知部、150：組電池制御部、151：OCVカーブ決定部、152：電池状態検知部、153：充電器制御部、160：信号通信手段、170：絶縁素子、180：記憶部、200：車両制御部、300～330：リレー、400：インバータ、410：モータジェネレータ、420：充電器。40

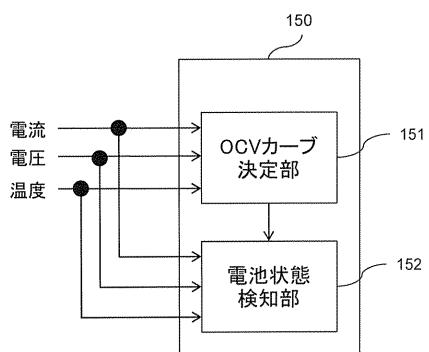
【図1】



【図2】

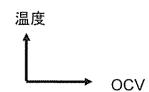


【図3】

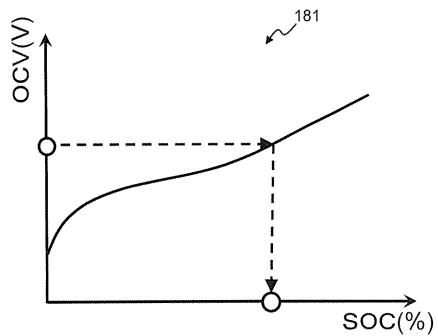


【図5】

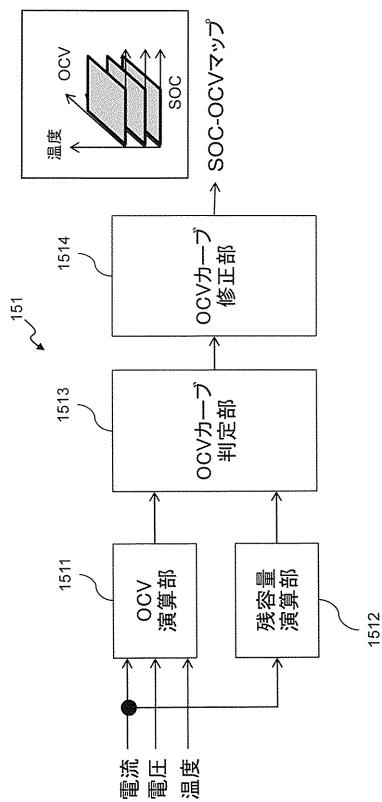
SOC_{00}	SOC_{01}	...	SOC_{0n}
SOC_{10}	SOC_{11}	...	SOC_{1n}
...
SOC_{m0}	SOC_{m1}	...	SOC_{mn}



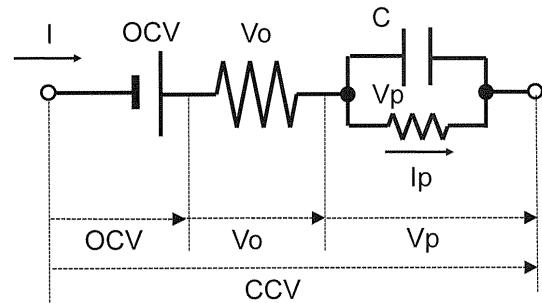
【図4】



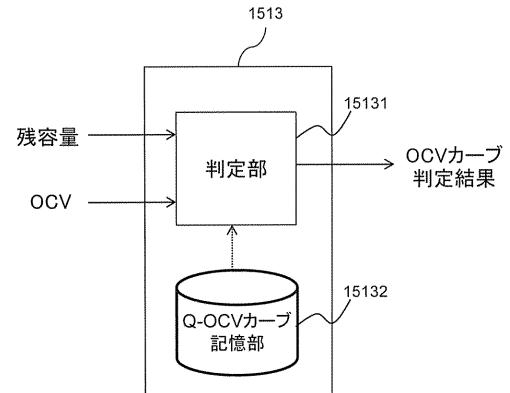
【図 6】



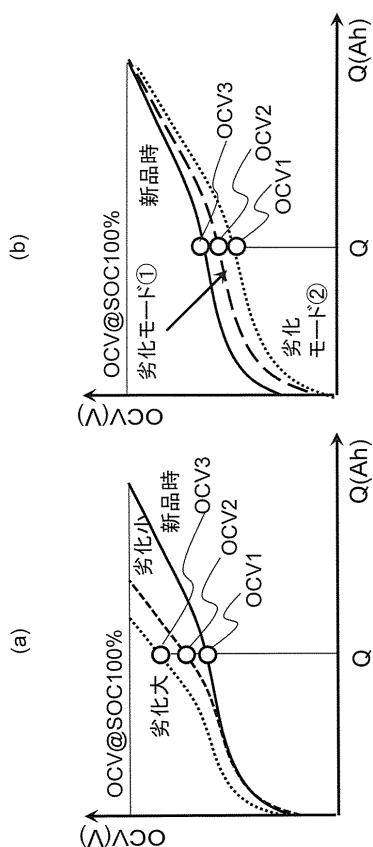
【図 7】



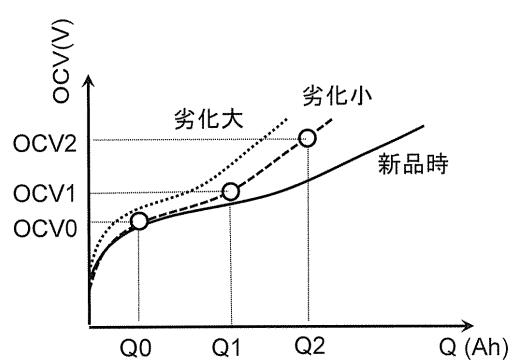
【図 8】



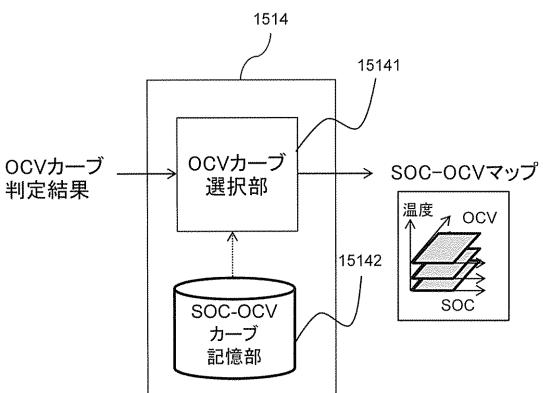
【図 9】



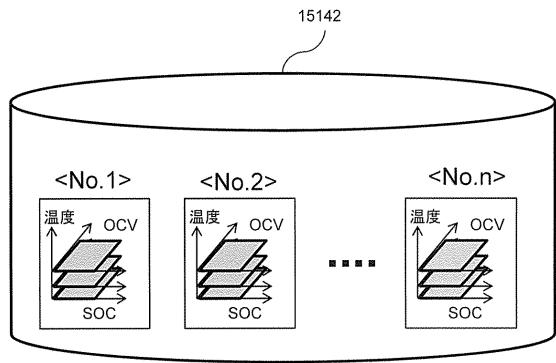
【図 10】



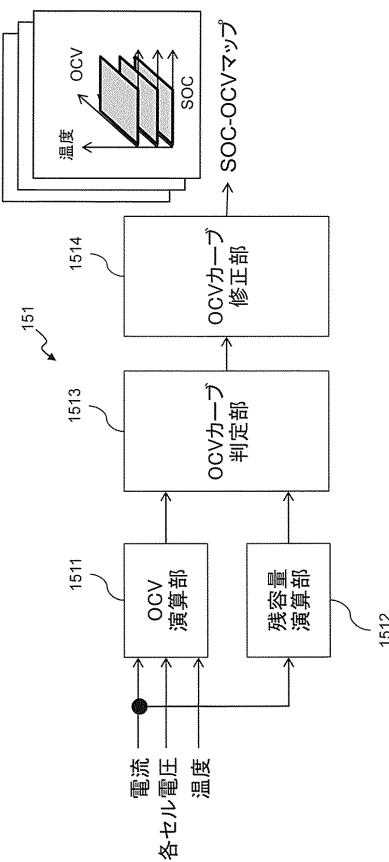
【図 11】



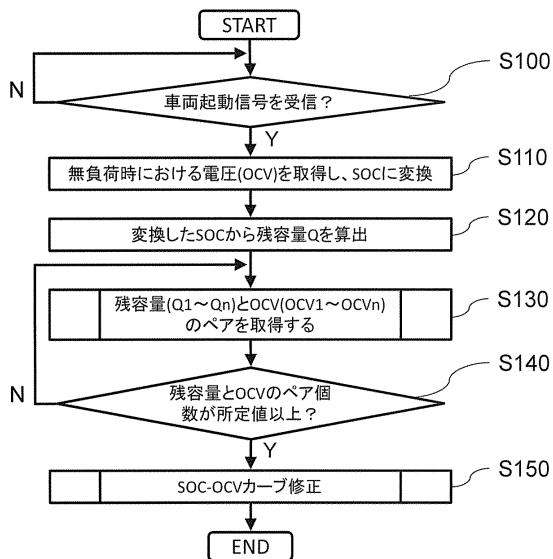
【図12】



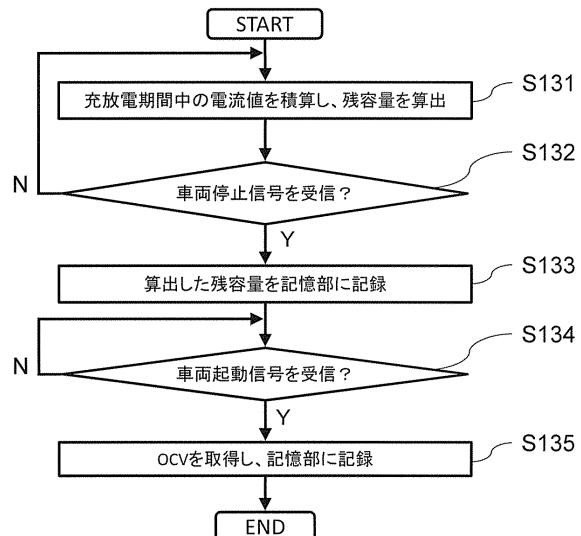
【図13】



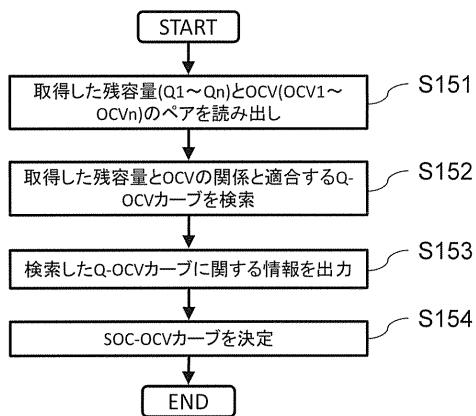
【図14】



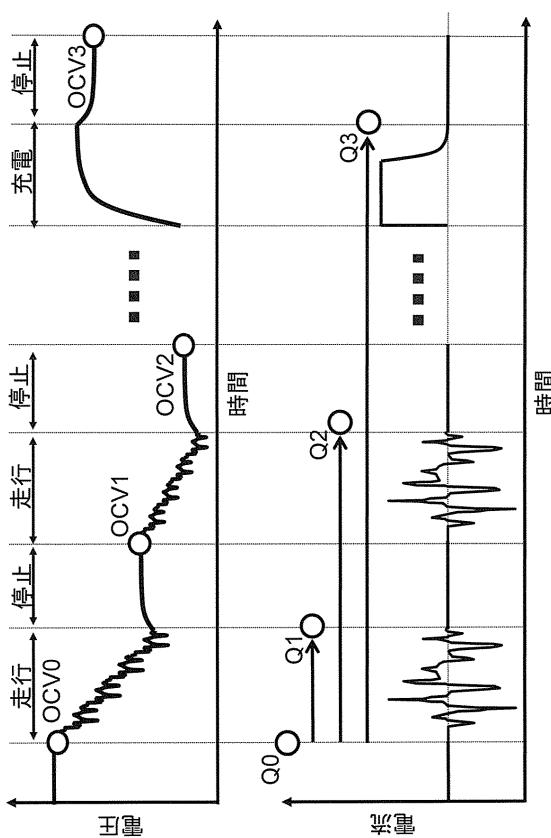
【図15】



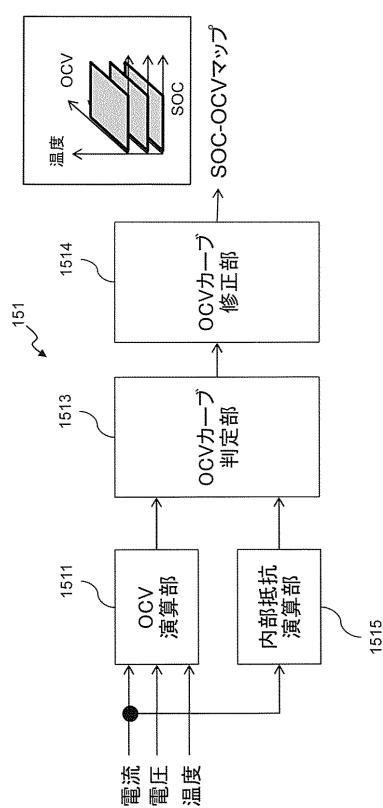
【図16】



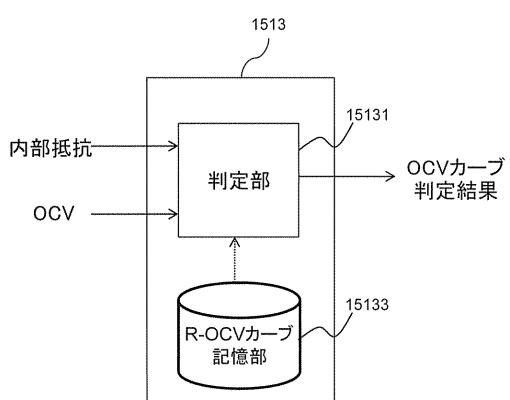
【図17】



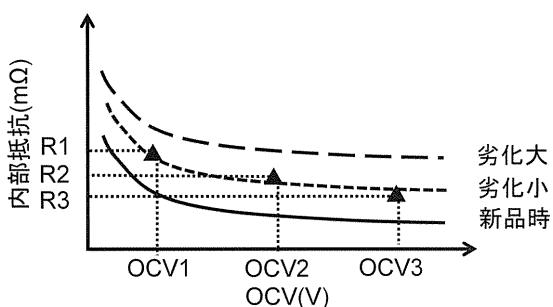
【図18】



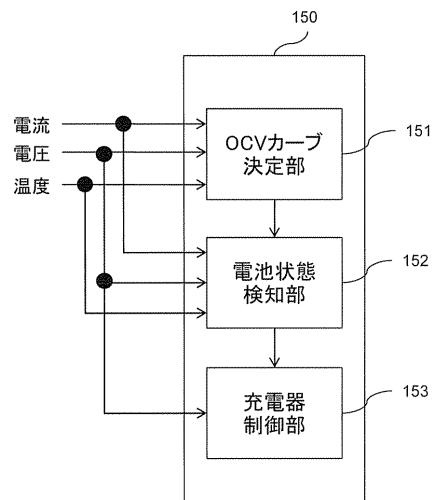
【図19】



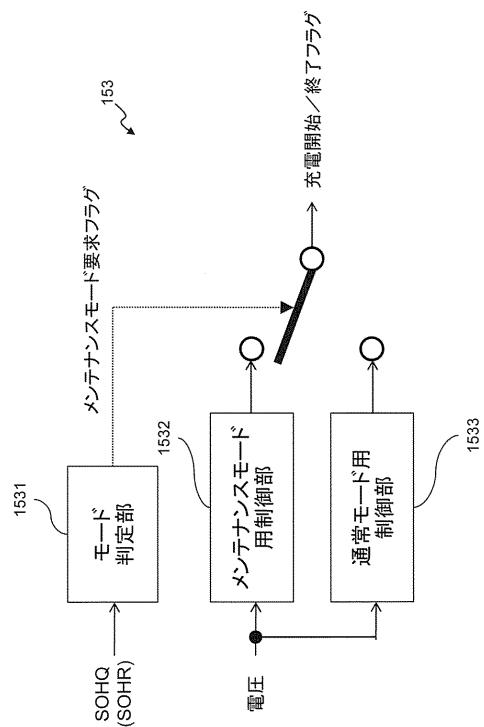
【図20】



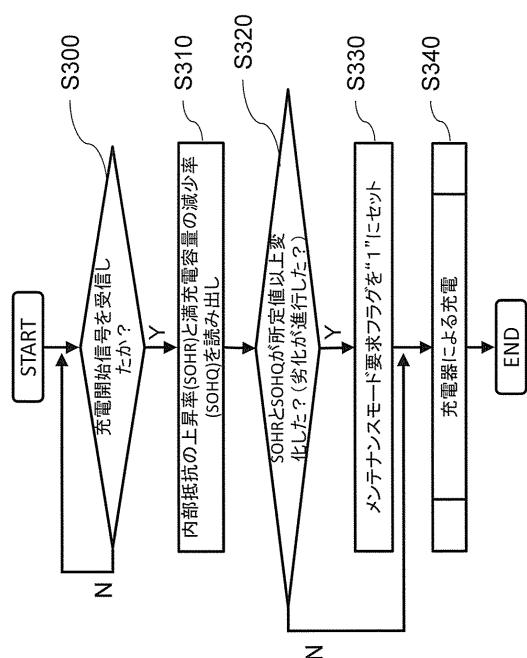
【図21】



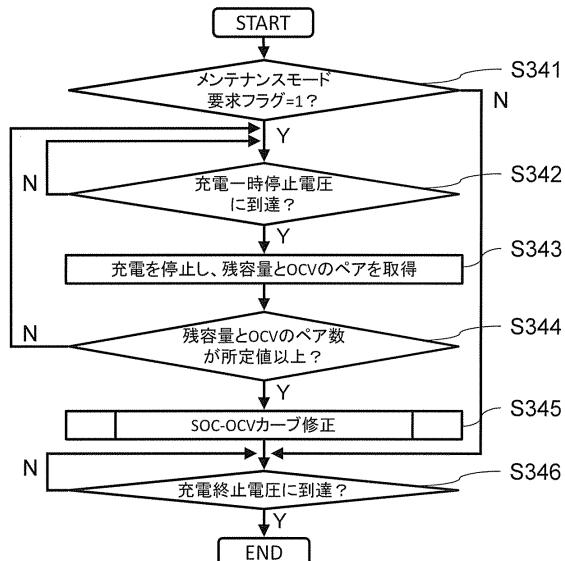
【図22】



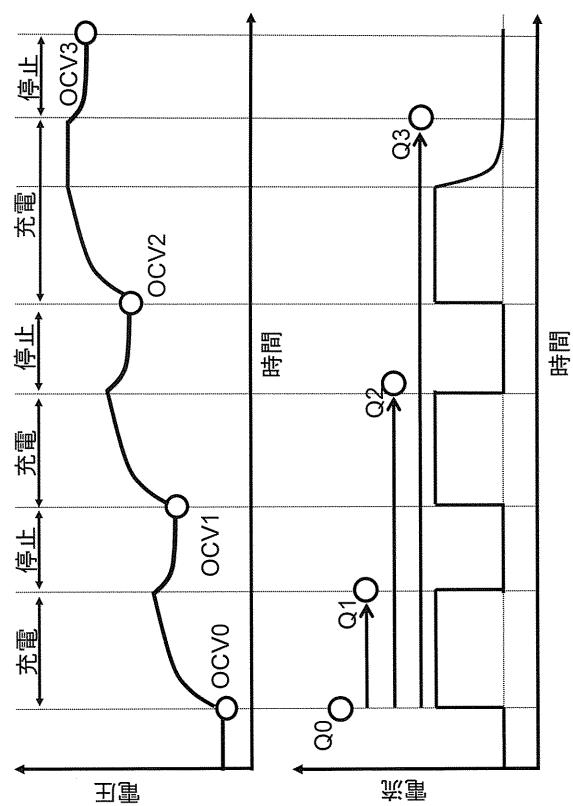
【図23】



【図24】



【図 25】



フロントページの続き

(72)発明者 大川 圭一郎
茨城県ひたちなか市稻田1410番地 日立ビーグルエナジー株式会社内

(72)発明者 五十嵐 直行
茨城県ひたちなか市稻田1410番地 日立ビーグルエナジー株式会社内

(72)発明者 相馬 貴宏
茨城県ひたちなか市稻田1410番地 日立ビーグルエナジー株式会社内

審査官 菅藤 政明

(56)参考文献 特開2013-70478 (JP, A)
特開2011-151983 (JP, A)
特開2012-57956 (JP, A)
特開2009-236629 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 01 R 31 / 36

H 01 M 10 / 48

H 02 J 7 / 00

B 60 L 3 / 00