

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6830318号
(P6830318)

(45) 発行日 令和3年2月17日(2021.2.17)

(24) 登録日 令和3年1月28日(2021.1.28)

(51) Int.Cl.		F I	
GO 1 R 31/3842 (2019.01)		GO 1 R 31/3842	
GO 1 R 31/388 (2019.01)		GO 1 R 31/388	
HO 1 M 10/48 (2006.01)		HO 1 M 10/48	P
HO 2 J 7/00 (2006.01)		HO 2 J 7/00	M

請求項の数 9 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2016-6353 (P2016-6353)	(73) 特許権者	507151526 株式会社GSユアサ 京都府京都市南区吉祥院西ノ庄猪之馬場町 1番地
(22) 出願日	平成28年1月15日(2016.1.15)	(74) 代理人	110001036 特許業務法人暁合同特許事務所
(65) 公開番号	特開2017-125813 (P2017-125813A)	(72) 発明者	瀬島 賢一 京都市南区吉祥院西ノ庄猪之馬場町1番地 株式会社GSユアサ内
(43) 公開日	平成29年7月20日(2017.7.20)		
審査請求日	平成30年10月9日(2018.10.9)		
審判番号	不服2019-15635 (P2019-15635/J1)		
審判請求日	令和1年11月21日(2019.11.21)		
		合議体	
		審判長	中塚 直樹
		審判官	岸 智史
		審判官	濱野 隆

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 蓄電素子管理装置、蓄電素子モジュール、車両および蓄電素子管理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

蓄電素子の充電状態を示すSOC範囲を決定する蓄電素子管理装置であって、
第1の方法により決定される第1SOC範囲と、前記第1SOC範囲が決定される段階において第2の方法により決定される第2SOC範囲とに基づいてSOC範囲を決定する情報処理部を備え、

前記第1の方法は、前記蓄電素子の電流積算値に基づいてSOCを推定する電流積算法であり、

前記第2の方法は、前記蓄電素子の電圧と前記蓄電素子のSOC-V相関関係とに基づいてSOCを推定する方法であり、

前記情報処理部は、前記第1SOC範囲と前記第2SOC範囲とが重複する場合には、前記第1SOC範囲と前記第2SOC範囲との重複範囲を、前記SOC範囲に決定する蓄電素子管理装置。

【請求項2】

前記情報処理部は、前記第1SOC範囲と前記第2SOC範囲とが重複しない場合には、前記第2SOC範囲を前記SOC範囲として決定する請求項1に記載の蓄電素子管理装置。

【請求項3】

前記情報処理部は、前記蓄電素子の電圧と電圧計測誤差とに基づいて、前記蓄電素子の電圧の上限値と下限値をそれぞれ求め、

求めた上限値と下限値をもとに、前記蓄電素子のSOC-V相関関係から前記第2SOC範囲を決定する、請求項1又は請求項2に記載の蓄電素子管理装置。

【請求項4】

前記SOC-V相関関係は、無電流状態の前記蓄電素子における開放電圧と充電状態との相関関係であるSOC-OCV相関関係であり、

前記情報処理部は、前記SOC-OCV相関関係に基づいて、前記第2SOC範囲を決定する請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の蓄電素子管理装置。

【請求項5】

前記情報処理部は、前記蓄電素子の充電後におけるSOC-OCV相関関係および前記蓄電素子の放電後におけるSOC-OCV相関関係に基づいて、前記第2SOC範囲を決定する請求項4に記載の蓄電素子管理装置。

10

【請求項6】

前記情報処理部は、前回のSOC範囲の上限値と下限値に対して、前記電流積算法により推定したSOCの増減量と電流計測値の累積誤差をそれぞれ加算することによって、前記第1SOC範囲を決定する、請求項1から請求項5のいずれか一項に記載の蓄電素子管理装置。

【請求項7】

蓄電素子と、

前記蓄電素子に流れる電流を検出する電流計測部と、

前記蓄電素子の電圧を検出する電圧計測部と、

前記蓄電素子の電圧とSOCとの相関関係の情報を記憶するメモリと、

請求項1から請求項6のいずれか一項に記載の蓄電素子管理装置とを備えた蓄電素子モジュール。

20

【請求項8】

請求項7に記載の蓄電素子モジュールと、

前記蓄電素子モジュールから電力供給される車両負荷と、

前記車両負荷を制御し、かつ前記蓄電素子モジュールと通信可能な車両側電子制御部とを有する車両。

【請求項9】

蓄電素子の充電状態を示すSOC範囲を決定するための蓄電素子管理方法であって、第1の方法により決定される第1SOC範囲と、第2の方法により決定される第2SOC範囲とに基づいてSOC範囲を決定し、

30

前記第1の方法は、前記蓄電素子の電流積算値に基づいてSOCを推定する電流積算法であり、

前記第2の方法は、前記蓄電素子の電圧と前記蓄電素子のSOC-V相関関係とに基づいてSOCを推定する方法であり、

前記第1SOC範囲と前記第2SOC範囲とが重複する場合には、前記第1SOC範囲と前記第2SOC範囲との重複範囲を、前記SOC範囲に決定する、蓄電素子管理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本明細書によって開示される技術は、蓄電素子管理装置、蓄電素子モジュール、車両および蓄電素子管理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、リチウムイオン二次電池などの二次電池における蓄電素子のSOC(State Of Charge)を推定する方法として、二次電池の開放電圧であるOCV(Open Circuit Voltage)とSOCとの相関関係に基づいて決定されるOCV法や、蓄電素子の充放電電流を積算して決定される電流積算法がある。このような技術としては、特開2007-178215号公報(下記特許文献1)に記載のものが知られている。

50

【 0 0 0 3 】

ところで、電流積算法においてSOCを算出する場合、電流積算が長期継続されると、電流センサの計測誤差が蓄積してSOCの推定誤差が大きくなる。そのため、電流積算が長期継続した場合には、OCV法によりSOCを推定して、誤差の蓄積をリセットする。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 7 - 1 7 8 2 1 5 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

10

【 0 0 0 5 】

しかしながら、蓄電素子のSOC - OCV特性において、OCVの変化が小さいプラトー領域が存在する場合、このプラトー領域においてOCV法によりSOCを推定すると、SOCの推定誤差が大きくなってしまふ。このため、SOC - OCV特性においてOCVの変化に傾きのある領域で、OCV法によりSOC値を推定することが考えられる。ところが、このような場合、OCV法の適用は、OCVの変化に傾きのある場合にのみ限られるため、OCV法の適用頻度が低下し、結局、電流積算法の累積誤差が大きくなってしまふ。

【 0 0 0 6 】

本明細書では、蓄電素子のSOCの推定精度を向上させる技術を開示する。

20

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

本明細書によって開示される技術は、蓄電要素の充電状態を示すSOC範囲を決定する蓄電要素管理装置であって、第1の方法により決定される第1SOC範囲と、前記第1SOC範囲が決定される段階において第2の方法により決定される第2SOC範囲とに基づいてSOC範囲を決定する情報処理部を備える構成とした。

【 発明の効果 】

【 0 0 0 8 】

本明細書によって開示される技術によれば、蓄電素子のSOCの推定誤差が低減され、SOCの推定精度を向上させることができる。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 9 】

【 図 1 】 実施形態 1 における自動車を示す図

【 図 2 】 電池モジュールの斜視図

【 図 3 】 電池モジュールの斜視断面図

【 図 4 】 電池モジュールのブロック図

【 図 5 】 二次電池のSOC - OCV相関関係を示す図

【 図 6 】 二次電池のSOC - OCV相関関係における各領域のSOC範囲を示す図

【 図 7 】 SOC決定処理を示すフローチャート図

【 図 8 】 電流積算法処理を示すフローチャート図

40

【 図 9 】 SOC範囲の決定過程を示す図

【 図 1 0 】 図 9 の (a) におけるSOC - OCV相関関係を示す図

【 図 1 1 】 図 9 の (b) におけるSOC - OCV相関関係を示す図

【 図 1 2 】 図 9 の (c) におけるSOC - OCV相関関係を示す図

【 図 1 3 】 図 9 の (d) におけるSOC - OCV相関関係を示す図

【 図 1 4 】 SOC領域変更処理を示すフローチャート図

【 図 1 5 】 二次電池の放電SOC - OCV相関関係と充電SOC - OCV相関関係を示す図

【 図 1 6 】 図 1 5 の一部拡大図

【 図 1 7 】 実施形態 2 における二次電池の充電中におけるRC - V1相関関係を示す図

50

【図 18】二次電池の放電中における R C - V 2 相関関係を示す図

【発明を実施するための形態】

【0010】

(本実施形態の概要)

初めに、本実施形態にて開示する蓄電素子管理装置および蓄電素子管理方法の概要について説明する。

本明細書により開示される蓄電素子管理装置は、例えばリチウムイオン電池等の蓄電素子の充電状態を示す SOC 範囲を決定する蓄電要素管理装置であって、第 1 の方法により決定される第 1 SOC 範囲と、第 1 SOC 範囲が決定される段階において第 2 の方法により決定される第 2 SOC 範囲とに基づいて新たな SOC 範囲を決定する情報処理部を備える。

10

【0011】

また、本明細書により開示される蓄電素子モジュールは、蓄電素子と、前記蓄電素子に流れる電流を検出する電流計測部と、前記蓄電素子の電圧を検出する電圧計測部と、前記蓄電素子の電圧と SOC との相関関係の情報を記憶するメモリと、前記蓄電素子管理装置とを備える構成とした。

【0012】

また、本明細書により開示される車両は、前記蓄電素子モジュールと、前記蓄電素子モジュールからの電力供給される車両負荷と、前記車両負荷を制御し、かつ前記蓄電素子モジュールと通信可能な車両側電子制御部とを有する構成とした。

20

【0013】

また、本明細書により開示される蓄電素子管理方法は、蓄電素子の充電状態を示す値である SOC の推定値を決定するための蓄電素子管理方法であって、第 1 の方法により決定される第 1 SOC 範囲と、第 2 の方法により決定される第 2 SOC 範囲とに基づいて SOC 範囲を決定する構成とした。

【0014】

一方、各種の蓄電素子の中には、例えばリチウムイオン電池等のように、その電圧 (V) と充電状態 (SOC) との間に比較的再現性が高い相関関係を有するものがある。そこで、そのような蓄電素子について予めその相関関係を SOC - V 相関関係としてテーブル化してメモリに記憶させてある。そして、例えば CPU と、所要の動作プログラムを記憶したメモリとを備えた情報処理部が設けられている。そして、情報処理部は、電流センサにより検出した電流の時間積算により充放電電力量を求めて蓄電素子の SOC を決定する電流積算法と、電圧センサの検出結果から前記 SOC - V 相関関係に基づき SOC を決定する OCV 法とが実行可能である。そして、情報処理部は、それぞれの方法によって決定された各 SOC が、どのような関係にあるかによって SOC 推定値を決定する。

30

【0015】

しかしながら、蓄電素子の SOC - V 相関関係において、OCV の変化が小さいプラトー領域が存在する場合、このプラトー領域において OCV 法により SOC を推定すると、SOC の推定誤差が大きくなってしまいう問題があり、SOC - V 相関関係において OCV の変化に傾きのある領域でのみ OCV 法を適用する場合、適用頻度が低下するといった問題があった。

40

【0016】

そこで、本発明者は、上記課題を解決するために鋭意検討した結果、従来は、機器の誤差範囲などを含む幅をもった SOC 範囲内における特定の値(平均値など)を SOC として捉えていたところを、機器の誤差範囲などを含む SOC のデータ範囲を SOC 範囲として捉えることを試みた。

【0017】

そして、発明者は、第 1 の方法により決定される第 1 SOC 範囲と、第 2 の方法により決定される第 2 SOC 範囲との双方の SOC 範囲に基づいて SOC 範囲を決定する着想に至り、プラトー領域を有する蓄電素子であっても、SOC 範囲の推定誤差が大きくなるこ

50

とを防ぎつつ、高頻度にSOC範囲を推定することができることを突き止めた。そして、蓄電素子におけるSOC範囲の推定精度を向上させることができることを見いだした。

【0018】

本明細書によって開示される蓄電素子管理装置は、以下の構成としてもよい。

本明細書により開示される技術の一実施態様として、前記情報処理部は、前記第1SOC範囲と前記第2SOC範囲とが重複する場合には、前記第1SOC範囲と、前記第2SOC範囲との重複範囲を前記SOC範囲に決定する構成にしてもよい。

【0019】

このような構成によると、第1SOC範囲と前記第2SOC範囲とが重複する場合には、第1SOC範囲と第2SOC範囲との重複範囲をSOC範囲として絞り込んでSOC範囲に設定するから、SOC範囲の推定誤差が大きくなることを防ぎつつ、高頻度にSOC範囲を推定することができ、蓄電素子におけるSOC範囲の推定精度を向上させることができる。

10

【0020】

また、本明細書により開示される技術の一実施態様として、前記第1の方法は、前回のSOC範囲から時間経過に伴う前記蓄電素子の状態に基づいて第1SOC範囲を決定し、前記第2の方法は、前記第1SOC範囲が決定された段階の前記蓄電要素の状態に基づいて前記第2SOC範囲を決定し、前記第1SOC範囲と前記第2SOC範囲とが重複しない場合には、前記第2SOC範囲を前記SOC範囲として決定する構成としてもよい。

【0021】

20

このような構成によると、第1SOC範囲と第2SOC範囲とが重複しない場合には、第1SOC範囲が決定される段階において決定される第2SOC範囲がSOC範囲として決定される。つまり、第1SOC範囲と第2SOC範囲とが重複しない場合には、直近に得られた第2SOC範囲をSOC範囲として採用することにより、蓄電素子におけるSOC範囲の推定誤差が大きくなることを防ぐことができる。

【0022】

また、本明細書により開示される技術の一実施態様として、前記第1SOC範囲は、前記蓄電素子に流れる電流の時間積算により決定され、前記第2SOC範囲は、前記蓄電素子の電圧と、前記蓄電素子のSOC-V相関関係とにより決定される構成としてもよい。

【0023】

30

また、前記情報処理部は、無電流状態の前記蓄電素子の開放電圧と充電状態との相関関係であるSOC-OCV相関関係に基づいて第2SOC範囲を決定する構成としてもよい。

すなわち、電流の時間積算に基づく第1の方法（電流積算法）により決定される第1SOC範囲と、電圧とSOC-OCV相関関係とに基づく第2の方法（OCV法）により決定される第2SOC範囲とが重複する場合には、その重複部分をSOC範囲として決定することで、SOC範囲の推定誤差が大きくなることを防ぐことができる。

【0024】

また、第1SOC範囲と第2SOC範囲とが重複しない場合には、第1の方法（電流積算法）による累積誤差などに問題があるとして、第2の方法（OCV法）により得られた直近の第2SOC範囲をSOC範囲として決定し、蓄電素子におけるSOC範囲の推定誤差が大きくなることを防ぐことができる。ここで、「第1SOC範囲」の具体例としては、計測機器の誤差範囲や電流の時間積算による自己放電および暗電流などの累積など含むSOCのデータ範囲をいい、「第2SOC範囲」の具体例としては、計測機器の誤差などを含むSOCのデータ範囲をいう。

40

【0025】

また、本明細書により開示される技術の一実施態様として、前記情報処理部は、前記蓄電素子の充電後における充電SOC-OCV相関関係および前記蓄電素子の放電後における放電SOC-OCV関係に基づいて第2SOC範囲を決定する構成にしてもよい。

【0026】

50

ところで、蓄電素子において電圧とSOCとの対応関係が、電圧の検出前における蓄電素子の充放電の履歴によって影響を受けることが知られている。具体的には、蓄電素子の電流が放電傾向であった場合の方が、充電傾向であった場合よりもSOCに対する開放電圧が低くなる傾向にある。しかしながら、一般に、蓄電素子における充放電は、電流値や通電時間など様々な要因によって決定されるため、充放電の履歴を推定することは困難である。したがって、充放電の履歴の影響によっては、実際のSOCが含まれないSOC範囲を推定してしまう虞がある。

【0027】

ところが、上記のような構成によると、SOC範囲の上限値を放電SOC - OCV関係、下限値を充電SOC - OCV関係から求めることで、SOC範囲が実際のSOCを含まない範囲に決定されることを防ぐことができる。

10

【0028】

また、本明細書により開示される技術の一実施態様として、前記情報処理部は、前記蓄電要素の充電中における充電電圧と残存容量との相関関係であるC - V相関関係に基づいて第2SOC範囲を決定するようになっており、充電電流が所定の電流値よりも低く、かつ充電電圧が所定の電圧値よりも高い場合、前記第2SOC範囲を、前記蓄電素子が満充電状態に近い状態である満充電SOC範囲に決定する構成としてもよい。

【0029】

また、前記情報処理部は、充電電流が所定の電流値よりも高く、かつ充電電圧が所定の電圧値よりも低い場合、前記第2SOC範囲を、前記満充電SOC範囲とは異なる範囲である非満充電SOC範囲に決定する構成としてもよい。

20

【0030】

このような構成によると、充電中における蓄電素子の充電電圧および充電電流を検出し、充電電流が所定の電流値よりも低く、かつ充電電圧が所定の電圧値よりも高いか判定することにより、第2SOC範囲が満充電SOC範囲であるか否かを容易に決定することができる。また、充電電流が所定の電流値よりも高く、かつ充電電圧が所定の電圧値よりも低いかが判定することにより、第2SOC範囲が非満充電SOC範囲であるか否かを決定することができる。これにより、充電中の蓄電素子であっても高頻度にSOC範囲を推定し、SOC範囲の推定精度をさらに高めることができる。

【0031】

30

また、本明細書により開示される技術の一実施態様として、前記情報処理部は、前記蓄電素子の放電中における放電電圧と残存容量の相関関係であるC - V相関関係に基づいて第2SOC範囲を決定するようになっており、放電電流が所定の電流値よりも低く、かつ放電電圧が所定の電圧値よりも低い場合、前記第2SOC範囲を、前記蓄電素子が放電終止状態に近い状態である放電終止SOC範囲に決定する構成にしてもよい。

【0032】

また、前記情報処理部は、放電電流が所定の電流値よりも高く、かつ放電電圧が所定の電圧値よりも高い場合、前記第2SOC範囲を、前記放電終止SOC範囲とは異なる範囲である非放電終止SOC範囲に決定する構成にしてもよい。

【0033】

40

このような構成によると、放電中における蓄電素子の放電電圧および放電電流を検出し、放電電流が所定の電流値よりも低く、かつ放電電圧が所定の電圧値よりも低いかが判定することにより、第2SOC範囲が放電終止SOC範囲であるか否かを容易に決定することができる。また、放電電流が所定の電流値よりも高く、かつ放電電圧が所定の電圧値よりも高いかが判定することにより、第2SOC範囲が非放電終止SOC範囲であるか否かを決定することができる。これにより、放電中の蓄電素子であっても高頻度にSOC範囲を推定し、SOC範囲の推定精度をさらに高めることができる。

【0034】

また、本明細書により開示される技術の一実施態様として、前記情報処理部は、前記蓄電素子の蓄電状態を複数のSOC領域に区分し、前記複数のSOC領域のうちSOCの変

50

化量に対する電圧の変化量が他よりも小さいSOC領域を低変化領域としたとき、前記第1SOC範囲が、所定期間の間、前記低変化領域に属する場合には、前記蓄電素子を充放電し、前記第2SOC範囲を前記第1SOC範囲と異なる範囲となるように変化させる構成としてもよい。

このような構成によると、意図的に蓄電素子に対して充放電を行うことで、第1SOC範囲から第2SOC範囲に移動した分、新たなSOC範囲が絞り込まれることになり、SOC範囲の推定精度を向上させることができる。

また、本明細書により開示される技術の一実施態様として、前記情報処理部は、前記第2SOC範囲を、現在属している前記低変化領域とは異なる領域に属するように変化させる構成にしてもよい。

10

【0035】

このような構成によると、意図的に蓄電素子に対して充放電を行うことで、電圧を、現在属している低変化領域とは異なる領域に変化させ、蓄電素子のSOC範囲を決定するから、SOC範囲の推定精度をさらに向上させることができる。

【0036】

<実施形態1>

本明細書で開示される技術を自動車10などの車両に適用した実施形態1について図1から図16を参照して説明する。

本実施形態の自動車10は、図1に示すように、エンジンルーム11に設置されるエンジン始動用のスターターモータや電装品などの車両負荷12と、車両負荷12に接続されたバッテリーモジュール20と、車両負荷12およびバッテリーモジュール20に接続された図示しないオルターネータと、車両負荷12の動作を制御する車両側電子制御部(以下、「ECU」という)13などを備えて構成されている。

20

【0037】

車両負荷12は、バッテリーモジュール20およびオルターネータから電力供給されることで動作するようになっており、オルターネータからの電力供給量が少ない場合にバッテリーモジュール20から電力供給を受けることで動作する。

オルターネータは、自動車10のエンジンの駆動に伴って回転することで発電し、車両負荷12およびバッテリーモジュール20に電力供給を行う。

【0038】

車両側電子制御部13は、車両負荷12、オルターネータ、バッテリーモジュール20などと通信線Wによって接続されており、自動車10の状態やバッテリーモジュール20の状態などに基づいてエンジンや車両負荷12の動作制御を行う。

30

【0039】

バッテリーモジュール20は、図2および図3に示すように、ブロック状の電池ケース21を有しており、電池ケース21内には、図3および図4に示すように、直列に接続された複数の二次電池(「蓄電素子」の一例)30と、これら二次電池30を管理する電池管理装置(以下、「BMU」という)50と、二次電池30に流れる電流を検出する電流センサ40などが収容されている。

【0040】

なお、BMU50が「蓄電素子管理装置」の一例であり、図3では、電池ケース21構成を分かりやすくするために、電流センサ40を図示省略すると共に、電池ケース21の内部構造を図示簡略化している。また、以下の説明において、図2および図3を参照する場合、電池ケース21が設置面に対して傾きなく水平に置かれた時の電池ケース21の上下方向をY方向とし、電池ケース21の長辺方向に沿う方向をX方向とし、電池ケース21の奥行き方向をZ方向として説明する。

40

【0041】

電池ケース21は、合成樹脂製であって、電池ケース21の上面壁21Aは、図2および図3に示すように、平面視略矩形状をなし、Y方向に高低差を付けた形状とされている。上面壁21Aにおいて低い部分のX方向両端部には、図示しないハーネス端子が接続さ

50

れる一対の端子部 2 2 が上面壁 2 1 A に埋設された状態で設けられている。一対の端子部 2 2 は、例えば、鉛合金等の金属からなり、一対の端子部 2 2 のうち、一方が正極側端子部 2 2 P とされ、他方が負極側端子部 2 2 N とされている。そして、各端子部 2 2 の下端部が、電池ケース 2 1 内に收容された二次電池 3 0 に接続されている。

【 0 0 4 2 】

また、電池ケース 2 1 は、図 3 に示すように、上方に開口する箱型のケース本体 2 3 と、複数の二次電池 3 0 を位置決めする位置決め部材 2 4 と、ケース本体 2 3 の上部に装着される中蓋 2 5 と、中蓋 2 5 の上部に装着される上蓋 2 6 とを備えて構成されている。

ケース本体 2 3 内には、図 3 に示すように、複数の二次電池 3 0 が個別に收容される複数のセル室 2 3 A が X 方向に並んで設けられている。

10

【 0 0 4 3 】

位置決め部材 2 4 は、図 3 に示すように、複数のバスバー 2 7 が上面に配置されており、位置決め部材 2 4 がケース本体 2 3 内に配置された複数の二次電池 3 0 の上部に配置されることで、複数の二次電池 3 0 が、位置決めされると共に複数のバスバー 2 7 によって直列に接続されるようになっている。

中蓋 2 5 は、図 3 に示すように、BMU 5 0 が内部に收容可能とされており、中蓋 2 5 がケース本体 2 3 に装着されることで、二次電池 3 0 と BMU 5 0 とが接続されるようになっている。

【 0 0 4 4 】

二次電池 3 0 は、例えばグラファイト系材料の負極活物質と、LiFePO₄などのリン酸鉄系の正極活物質を使用したリチウムイオン電池であって、例えばその開放電圧 (OCV : Open Circuit Voltage) と充電状態 (SOC : State Of Charge) との間には図 5 に示す相関関係 (以下、「SOC - OCV 相関関係」という) がある。この SOC - OCV 相関関係では、図 5 および図 6 に示すように、二次電池 3 0 の充電状態を次の 5 つの領域に分けて考えることができる。

20

【 0 0 4 5 】

これらの領域のうち 3 つの領域 I , I I I , V は、二次電池 3 0 の OCV の変化が SOC に対して所定値以上変化する右上がりの傾きを有する、すなわち、OCV の変化が SOC に対して比較的大きい (以下、これらの領域を「電圧傾斜領域」I , I I I , V という)。具体的には、電圧傾斜領域は、例えば、SOC が 1 % 変化するのに対して、OCV の変化が 2 ~ 6 mV 以上の領域である。

30

【 0 0 4 6 】

これに対して、領域 I I , I V (電圧傾斜領域 I , I I I , V 以外の領域) では、二次電池 3 0 の OCV の変化が、SOC に対して所定値未満の傾斜を有する、すなわち、OCV の変化が SOC の変化に対して極めて小さい、(以下、これらの領域を「電圧平坦領域」I I , I V という)。具体的には、電圧平坦領域は、例えば、SOC が 1 % 変化するのに対して、OCV の変化が 2 ~ 6 mV 未満の領域である。

【 0 0 4 7 】

BMU 5 0 は、図 4 に示すように、制御部 6 0 と、電圧計測部 7 0 と、電流計測部 8 0 とを備えて構成されている。制御部 6 0 は、情報処理部としての中央処理装置 (以下、「CPU」という) 6 1 と、メモリ 6 3 とを有する。メモリ 6 3 には、BMU 5 0 の動作を制御するための各種のプログラムが記憶されており、CPU 6 1 はメモリ 6 3 から読み出したプログラムに従って、後述する「SOC 決定処理」、「電流積算法処理」、「電圧参照法処理」および「SOC 領域変更処理」等からなる SOC 決定処理を実行する。

40

【 0 0 4 8 】

また、メモリ 6 3 には、SOC 決定処理の実行に必要なデータ、例えば、二次電池 3 0 のテーブル化した SOC - OCV 相関関係、各領域 I ~ V の充電状態の上限値および下限値、二次電池 3 0 の満充電容量等が記憶されている。

【 0 0 4 9 】

電圧計測部 7 0 は、電圧検知線を介して二次電池 3 0 の両端にそれぞれ接続されており

50

、各二次電池 30 の電圧 V を所定期間毎に測定する。

電流計測部 80 は、電流センサ 40 を介して二次電池 30 に流れる電流を計測する。

【0050】

さて、次に二次電池 30 の SOC を決定する SOC 決定処理について図 7 を参照して説明する。

SOC 決定処理は、例えば、自動車 10 が始動され、ECU 13 から出力された実行指令を BMU 50 が受信することにより開始される。

【0051】

処理開始後は、制御部 60 の指令により、まず、測定機器の誤差範囲などを含む幅をもった初期の SOC 範囲を決定する。

そして、図 9 に示すように、この初期の SOC 範囲 (a) を基に、電流の時間積算により二次電池の SOC 範囲 (b) を決定する電流積算法と、電流積算法によって SOC 範囲 (b) が決定された段階における二次電池の SOC 範囲 (c) を決定する電圧参照法との 2 つの方法によって決定された SOC 範囲の重複範囲を新たな SOC 範囲 (d) に決定する。

【0052】

そして、この操作を繰り返すことにより、累積誤差や機器の計測誤差を含む幅を持った SOC 範囲を絞り込み、SOC 範囲の推定精度を向上させる。

【0053】

以下に SOC 決定処理を図 7 から図 9 を参照しつつ詳しく説明する。

初期の SOC 範囲 (a) を決定する場合、まず、制御部 60 の指令により、前回決定された SOC 範囲がメモリに記憶されているか判定する (S10)。

【0054】

メモリに SOC 範囲が記憶されていれば、メモリから SOC 範囲を読み出し、初期の SOC 範囲として決定する (S11)。メモリに SOC 範囲が記憶されていない場合、電圧参照法 (OCV 法) により決定する。

【0055】

以下に、電圧参照法 (OCV 法) により初期の SOC 範囲を決定する方法を説明する。

電圧参照法 (OCV 法) では、まず、充放電が停止されて安定した状態の二次電池 30 の OCV (電流が流れていない状態の開放電圧) を電圧計測部 70 によって計測する (S12)。ここで、電圧計測部 70 の計測では、セル電圧計測誤差が生じるため、セル電圧計測誤差を考慮して OCV 範囲を決定する。つまり、二次電池 30 の OCV の計測値とセル電圧計測誤差から OCV 範囲の上限値と下限値を算出する。算出した OCV 範囲の上限値と下限値をもとに、図 5 に示す SOC - OCV の相関関係を参照することにより、SOC 範囲の上限値と下限値を求めて、初期の SOC 範囲 R0 として決定する (S13)。つまり、図 9 に示すように、初期の SOC 範囲 R0 を、SOC 推定誤差 M を含む幅をもったデータとして取り扱う。

【0056】

具体的には、図 10 に示すように、二次電池 30 の OCV が 3.31 V であり、セル電圧計測誤差が例えば、10 mV だった場合、OCV 範囲の上限値は、 $3.31\text{ V} + 0.01\text{ V} = 3.32\text{ V}$ となり、OCV 範囲の下限値は、 $3.31\text{ V} - 0.01\text{ V} = 3.3\text{ V}$ となる。

【0057】

そして、この OCV 範囲の上限値および下限値をもとに、図 10 に示す SOC - OCV の相関関係を参照することで、初期の SOC 範囲 R0 は下限値が 35%、上限値が 65% (SOC 範囲 35 - 65%) と決定される。また、このときの初期の SOC 範囲 R0 の平均値は 50%、SOC 推定誤差は $\pm 15\%$ として決定される。そして、この初期の SOC 範囲 R0 が、図 9 の (a) の状態に相当する。

【0058】

10

20

30

40

50

次に、初期のSOC範囲R0が決定したところで、制御部60は、初期のSOC範囲R0に基づいて電流積算法処理により電流積算SOC範囲R1を決定する(S20)。

電流積算法処理は、図8に示すように、S21からS23の動作を規定周期Tで繰り返し実行する。

【0059】

電流積算法処理では、まず、制御部60が、電流計測部80に指令を与え、二次電池30に流れる電流を電流センサ40により検出して電流を計測する処理を実行する(S21)。そして、電流計測部80にて計測された電流値はメモリ63に記憶される。

【0060】

次に、制御部60は、電流計測部80で計測した電流値Iに規定周期Tを乗算して電流積算値ZIを算出する。

10

そして、この算出した電流積算値ZIを、放電をプラス、充電をマイナスとして、加算又は減算することで、累積充放電量Cを算出する(S22)。このとき、累積充放電量Cには、電流計測部80の誤差が累積することに起因した累積誤差m1が含まれることになる。

【0061】

次に、累積充放電量Cが算出されたところで、二次電池30が放電もしくは充電により通電中であるか判定する(S23)。そして、二次電池30に対して放電もしくは充電が継続され、二次電池30に対して所定値よりも大きな電流が流れている通電中の間は、規定周期Tで、S21からS23の動作を繰り返し実行する。

20

【0062】

一方、例えば、自動車10が停止するなど二次電池30の充電もしくは放電が終了したことによって、制御部60が、二次電池30に流れる電流Iが所定値(電流が概ねゼロとみなせる値)よりも小さくなったと判定した場合、無電流状態になったとして経過時間のカウントを開始する(S24)。

【0063】

そして、制御部60は、二次電池30の放置により、予め設定された所定時間(安定時間)が経過したかどうか判定する(S25)。ここで、安定時間は、二次電池30のOCVが安定するのを待つための時間であり、例えば、制御部60は、メモリ63に記憶された所定時間を安定時間として採用してもよく、二次電池30の温度状況により、メモリ63に記憶された温度と安定時間の相関関係から、安定時間を採用することもできる。

30

【0064】

経過時間が安定時間に至ると、経過時間が安定時間に至るまでの間に、積算された暗電流(例えば、車両負荷12による微弱な電力消費や自己放電などに基づいて積算された電流)を、累積充放電量Cに加え、暗電流を含んだ累積充放電量Cとして更新する(S26)。

【0065】

そして、累積充放電量Cが更新されたところで、累積充放電量Cを、メモリ63に記憶された満充電容量Cfで除算することにより、SOCの増減量SOCを算出($C/Cf = SOC$)し(S27)、このSOCの増減量SOCを初期のSOC範囲R0に加えることで、電流積算法による電流積算SOC範囲R1を決定する(S28)。つまり、電流積算SOC範囲R1は、図9に示すように、電流計測部80による累積誤差m1を含むと共に、SOC推定誤差Mを含む幅をもったデータとなる。なお、電流積算SOC範囲を、以後、「SOC範囲(i)」と表記する。

40

【0066】

具体的には、図11に示すように、初期のSOC範囲R0の下限値が35%、上限値が65%であり、そのときのSOC範囲R0の平均値が50%、SOC推定誤差が $\pm 15\%$ であると、電流積算法により算出されたSOCが15%、電流積算法による累積誤差が $\pm 3\%$ の場合、SOC範囲(i)R1は、下限値が $50\% \pm 3\%$ 、上限値が $80\% \pm 3\%$ となる。つまり、SOC範囲(i)R1は、47 - 83%であり、平均値65%、その時

50

のSOC推定誤差は $\pm 18\%$ となる。そして、このSOC範囲(i)R1が、図9の(b)の状態に相当する。

【0067】

次に、制御部60は、SOC範囲(i)R1が決定された段階における二次電池30の電圧参照SOC範囲R2を電圧参照法処理(OCV法処理)により決定する(S30)。

電圧参照法処理では、初期のSOC範囲R0を求めるのと同様に、制御部60の指令により、充放電が停止されて安定した状態の二次電池30のOCVを電圧計測部70によって計測し、図5に示すSOC-OCVの相関関係を参照することによりOCV範囲を決定する。そして、OCV範囲が領域IからVのうちのどの領域に属するか判定し、判定された領域の上限から下限までの範囲を電圧参照SOC範囲R2として決定する。なお、以後

10

【0068】

具体的には、図12に示すように、二次電池30のOCVが 3.34V であり、セル電圧計測誤差が例えば、 10mV だった場合、OCV範囲の上限値は、 $3.34\text{V} + 0.01\text{V} = 3.35\text{V}$ となり、OCV範囲の下限値は、 $3.34\text{V} - 0.01\text{V} = 3.33\text{V}$ となる。

【0069】

そして、このOCV範囲の上限値および下限値をもとに、図12に示すSOC-OCVの相関関係を参照することで、SOC範囲(v)R2は、 $67 - 98\%$ と決定され、SOC範囲(v)R2の平均値 82.5% 、SOC推定誤差 $\pm 15.5\%$ と決定される。そして、このSOC範囲(v)R2が、図9の(c)の状態に相当する。

20

【0070】

次に、SOC範囲(i)R1と、SOC範囲(v)R2とが決定されたところで、これら2つのSOC範囲が重複するか判定する(S14)。

【0071】

SOC範囲(i)R1と、SOC範囲(v)R2とが重複する場合、その重複部分を新たなSOC範囲R3として決定する(S15)。つまり、図13SOC範囲(i)R1の $47 - 83\%$ と、SOC範囲(v)R2の $67 - 98\%$ との重複範囲は、図9および図13に示すように、 $67 - 83\%$ で、新たなSOC範囲R3の平均値は、 75% 、推定誤差は $\pm 8\%$ となる。そして、この新たなSOC範囲R3が、図9の(d)の状態に相当する

30

【0072】

一方、例えば、SOC決定処理の電流積算処理において、累積誤差 $m1$ が大きくなるなどして、SOC範囲(i)R1と、SOC範囲(v)R2が重複しない場合は、直近に得られた電圧参照SOC範囲であるSOC範囲(v)R2を新たなSOC範囲R3として決定する(S16)。

【0073】

そして、このようにして決定されたSOC範囲をメモリに記憶し、SOC決定処理は終了する。そして、このSOC決定処理は、規定の周期で繰り返し実行される。

【0074】

40

すなわち、例えば、電流積算による累積誤差をリセットするために、電圧参照法(OCV法)を用いることで、SOCの値を、幅をもった範囲とせず、重複範囲を新たなSOC範囲として取り扱わない場合には、電圧参照法でリセットすると、新たなSOCが 82.5% 、推定誤差が $\pm 15.5\%$ (最大 31%)となってしまうところ、本実施形態によると、SOC範囲が $67 - 83\%$ 、平均値 75% でその推定誤差が $\pm 8\%$ (最大 16%)となる。つまり、本実施形態によると、SOCの値を、幅を持ったSOC範囲として採用し、2つの方法によって得られたSOC範囲の重複部分を新たなSOC範囲として捉えているから、上記のケースの場合によると、電圧参照法(OCV法)でリセットする場合に比べて、SOCの推定誤差を約半分にするのができ、SOC推定精度を飛躍的に向上させることができる。

50

【 0 0 7 5 】

また、仮に、SOC 決定処理の電流積算処理において、累積誤差が大きくなるなどして、SOC 範囲 (i) R 1 と、SOC 範囲 (v) R 2 とが重複しない場合には、SOC 範囲 (v) R 2 を新たな SOC 範囲として決定することで、その累積誤差を解消することができる。

【 0 0 7 6 】

さらに、例えば、電圧参照法のみ用いてリセットする場合、電圧参照法を適用できる領域が、電圧傾斜領域 I , I I I , V に限られてしまうところ、本実施形態によると、電圧傾斜領域 I , I I I , V のみに限られず、電圧平坦領域 I I , I V を含む全ての領域において SOC 決定処理を実施することができるから、SOC 決定処理の実施頻度を向上させることができ、SOC 推定精度をさらに向上させることができる。

10

【 0 0 7 7 】

ところで、SOC 決定処理において、SOC 範囲 (i) R 1 と、SOC 範囲 (v) R 2 との重複部分を新たな SOC 範囲 R 3 として決定する際に、電流積算法処理によって算出される SOC 範囲 (i) R 1 と、電圧参照法処理によって算出する SOC 範囲 (v) R 2 とが SOC - O C V 相関関係において、同一の電圧平坦領域に属する場合がある。このような場合、SOC 範囲 (i) R 1 と、SOC 範囲 (v) R 2 とにより、新たな SOC 範囲 R 3 を絞り込むことができるものの、重複範囲が大きくなり、その結果、新たに決定される SOC 範囲 R 3 が大きくなってしまう。

【 0 0 7 8 】

具体的には、SOC 決定処理の電流積算処理過程における二次電池 3 0 の O C V が電圧平坦領域 I I に属しており、例えば、オルターネータによる発電量と、車両負荷 1 2 による電力消費とがほぼ同じ場合、SOC 範囲が長時間の間、同一の電圧平坦領域 I I に属することとなる。

20

そこで、本実施形態では、制御部 6 0 は、SOC 領域変更処理を行うことができるようになっている。

【 0 0 7 9 】

以下に、SOC 領域変更処理について、図 1 4 を参照しつつ、説明する。

SOC 領域変更処理は、電流積算法処理において SOC 範囲 (i) R 1 が算出され、無電流状態になってからの経過時間が安定時間に至ったところで、制御部 6 0 が、電圧計測部 7 0 に指令を与え、電圧計測部 7 0 が各二次電池 3 0 の電圧を計測する処理を実行する (S 3 1) 。

30

そして、電圧が所定の期間の間、同一の電圧平坦領域に属しているか判定し (S 3 2) 、SOC 範囲 (i) R 1 が、同一の電圧平坦領域に属していない場合には、SOC 領域変更処理を終了する。

【 0 0 8 0 】

一方、SOC 範囲 (i) R 1 が、所定の期間の間、同一の電圧平坦領域に属している場合には、SOC 範囲を現在属している電圧平坦領域とは異なる領域に属するように二次電池 3 0 を充放電させる (S 3 3) 。

【 0 0 8 1 】

具体的には、SOC 決定処理の電流積算処理中に計測された O C V が、電圧平坦領域 I I に属しており、所定の期間の間、O C V が同一の電圧平坦領域 I I に属している場合には、制御部 6 0 が、図示しない放電回路によって二次電池 3 0 を放電させたり、E C U 1 3 を通じてオルターネータにより二次電池 3 0 を充電したりする。

40

【 0 0 8 2 】

つまり、意図的に二次電池 3 0 に対して充放電を行うことで、電圧を、現在属している低変化領域とは異なる領域に変化させ、異なる領域に変化した電圧を基に電圧参照法処理によって SOC 範囲 (v) R 2 を決定するから、新たな SOC 範囲がより絞り込まれることになり、SOC 範囲の推定精度をさらに向上させることができる。

なお、充放電した結果、異なる領域に変化しない場合においても、SOC 範囲 (i) R 1 は充

50

放電により移動する。そのため、移動後のSOC範囲 (i) R1とSOC範囲 (v) R2は、同じ範囲を示すことはなく、SOC範囲 (i) R1が移動した分、新たなSOC範囲がより絞り込まれる。すなわち、充放電によって必ずしも異なる領域に変化しなくても、SOC範囲の推定精度を向上させることができる。

【 0 0 8 3 】

ところで、二次電池における開放電圧 (OCV : Open Circuit Voltage) と充電状態 (SOC : State Of Charge) との間には、図 5 に示す SOC - OCV 相関関係があるものの、二次電池の OCV と SOC との対応関係が、開放電圧の検出前における二次電池の充放電の履歴によって影響を受けることが知られている。

【 0 0 8 4 】

具体的には、図 1 5 に示すように、二次電池 3 0 の電流が放電傾向であった場合の放電 SOC - OCV 相関関係 L 2 が、充電傾向であった場合の充電 SOC - OCV 相関関係 L 1 よりも OCV に対する SOC が高くなる傾向にある。

【 0 0 8 5 】

しかしながら、一般に、二次電池における充放電が、電流値や通電時間など様々な要因によって決定されるため、本実施形態のように、車両などに搭載されるバッテリーモジュールにおいて、充放電の履歴を推定することは困難であり、充放電の履歴によっては、実際の SOC を含まない範囲に逸脱した SOC 範囲を推定してしまう虞がある。

【 0 0 8 6 】

そこで、本実施形態は、図 1 5 および図 1 6 に示すように、二次電池 3 0 の放電の傾向を示す放電 SOC - OCV 相関関係 L 2 と、充電の傾向を示す充電 SOC - OCV 相関関係 L 1 とを予めメモリに記憶しておく。そして、SOC - OCV の相関関係を参照する際に、SOC 範囲の上限値は、放電の傾向を示す放電 SOC - OCV 関係を参照することで推定でき、SOC 範囲の下限値は、充電の傾向を示す充電 SOC - OCV 関係を参照することで推定できるようになっている。

【 0 0 8 7 】

つまり、例えば、二次電池 3 0 の OCV の傾向が放電側になっているにも関わらず、SOC 範囲が実際の値よりも低い値に決定されたり、二次電池 3 0 の OCV の傾向が充電側になっているにも関わらず、SOC 範囲が実際の値よりも高い値に決定されることを防ぐことができる。

【 0 0 8 8 】

具体的には、図 1 6 に示すように、制御部 6 0 の指令により、電圧計測部 7 0 によって計測された OCV が 3 . 2 7 V で、セル電圧計測誤差が 1 0 m V の場合、OCV の上限値は、放電 SOC - OCV 相関関係により、3 5 % と決定され、OCV の下限値は、充電 SOC - OCV 相関関係により、1 9 % と決定される。

【 0 0 8 9 】

これにより、例えば、放電 SOC - OCV 相関関係と、充電 SOC - OCV 相関関係との平均値である SOC - OCV 相関関係を参照する場合に比べて、SOC 範囲が実際の SOC を含まない範囲に逸脱してしまうことを防ぐことができる。

【 0 0 9 0 】

< 実施形態 2 >

次に、実施形態 2 について図 1 7 および図 1 8 を参照して説明する。

実施形態 2 の SOC 決定処理における電圧参照 SOC 範囲の決定方法は、実施形態 1 と異なり、二次電池 3 0 の充電中もしくは放電中における電圧および電流に基づいて SOC を決定するものであって、実施形態 1 と共通する構成、作用、および効果については重複するため、その説明を省略する。また、実施形態 1 と同じ構成については同一の符号を用いるものとする。

【 0 0 9 1 】

ところで、二次電池 3 0 は、実施形態 1 に示す開放電圧 (OCV : Open Circuit Voltage) と充電状態 (SOC : State Of Charge) との間の相関関係以外にも、充電電圧 V 1

10

20

30

40

50

と残存容量 R C との間、放電電圧 V 2 と残存容量 R C との間に、図 1 7 および図 1 8 に示すように、C - V 相関関係がある。ここで、残存容量 R C とは、二次電池 3 0 が所定の放電終止電圧まで低下する間に電池から放電できる電気量であり、電流と時間の積からなるアンペア時[A h]で表される。

【 0 0 9 2 】

そこで、この充電電圧 V 1 と残存容量 R C との間の R C - V 1 相関関係に対して、満充電状態に近い状態であるか否か判定するための基準となる電流閾値および電圧閾値を設定し、電流計測部 7 0 において計測された電流および電圧を基に二次電池 3 0 の残存容量 R C の状態を決定する。そして、決定された残存容量 R C を、満充電容量 C f で除算することにより、二次電池 3 0 の S O C 範囲の状態を決定する。

10

【 0 0 9 3 】

以下に、充電中の二次電池 3 0 における S O C 範囲の決定方法について説明する。

二次電池 3 0 の充電中において、電流計測部 8 0 によって計測された電流が電流閾値よりも小さく、かつ、電圧計測部 7 0 によって計測された電圧が電圧閾値よりも高い場合には、二次電池 3 0 の残存容量 R C が満充電状態に近い状態であると決定し、二次電池 3 0 の S O C 範囲が満充電 S O C 範囲であると決定する。

【 0 0 9 4 】

また、二次電池 3 0 の充電中において、電流計測部 8 0 によって計測された電流が電流閾値よりも大きく、かつ、電圧計測部 7 0 によって計測された電圧が電圧閾値よりも低い場合には、二次電池 3 0 の残存容量 R C が満充電状態ではないと決定し、二次電池 3 0 の S O C 範囲が満充電 S O C 範囲とは異なる非満充電 S O C 範囲であると決定する。

20

【 0 0 9 5 】

具体的には、図 1 7 に示すように、2 5 における充電電圧 V 1 と残存容量 R C との間の R C - V 1 相関関係において、電流閾値を 6 0 [A]、電圧閾値 S V を 3 . 4 5 [V]とした場合、二次電池 3 0 の電流が電流閾値よりも小さいにも関わらず、二次電池 3 0 の電圧が電圧閾値よりも高い時には、二次電池 3 0 の残存容量 R C が満充電状態から約 8 A h 以内の満充電に近い状態 R 1 0 であると決定される。

【 0 0 9 6 】

つまり、例えば、充電中に計測した電流が 5 8 [A]で、かつ、電圧が 3 . 4 7 [V]（二次電池 3 0 の電流が電流閾値よりも小さいにも関わらず、二次電池 3 0 の電圧が電圧閾値よりも高い）とすると、二次電池 3 0 の残存容量 R C が満充電状態から約 8 A h 以内の満充電に近い状態であると決定される。そして、二次電池 3 0 の S O C 範囲は、例えば 9 0 % を超える満充電 S O C 範囲であると決定される。

30

【 0 0 9 7 】

また、例えば、充電中に計測した電流が 6 2 [A]で、電圧が 3 . 4 0 [V]（二次電池 3 0 の電流が電流閾値よりも大きいにも関わらず、二次電池 3 0 の電圧が電圧閾値よりも低い）とすると、二次電池 3 0 の残存容量 R C が満充電状態とは異なる非満充電状態（満充電状態ではない）R 1 1 であると決定し、二次電池 3 0 の S O C 範囲が満充電 S O C 範囲とは異なる範囲である 9 0 % 以下の非満充電 S O C 範囲であると決定される。

【 0 0 9 8 】

なお、充電中に計測された電流が電流閾値よりも小さく、かつ、計測された電圧が電圧閾値よりも低い場合や、充電中に計測された電流が電流閾値よりも大きく、かつ、計測された電圧が電圧閾値よりも高い場合は、O C V がいずれの状態であるか決定できず、S O C 範囲を決定することができないため、S O C 決定処理では、S O C 範囲 (i) R 1 を新たな S O C 範囲として決定する。

40

【 0 0 9 9 】

次に、放電中の二次電池 3 0 における S O C 範囲の決定方法について説明する。

二次電池 3 0 が放電中の場合、電流計測部 8 0 によって計測された電流が電流閾値よりも小さく、かつ、電圧計測部 7 0 によって計測された電圧が電圧閾値よりも低い時には、二次電池 3 0 の残存容量 R C が放電終止状態に近い状態であると決定し、二次電池 3 0 の

50

S O C 範囲が放電終止 S O C 範囲であると決定する。

【 0 1 0 0 】

また、二次電池 3 0 の放電中において、電流計測部 8 0 によって計測された電流が電流閾値よりも大きく、かつ、電圧計測部 7 0 によって計測された電圧が電圧閾値よりも高い時には、二次電池 3 0 の残存容量 R C が放電終止状態ではないと決定し、二次電池 3 0 の S O C 範囲が放電終止 S O C 範囲とは異なる非放電終止 S O C 範囲であると決定する。

【 0 1 0 1 】

具体的には、図 1 8 に示すように、0 における放電電圧 V 2 と残存容量 R C との間の R C - V 2 相関関係において、電流閾値を 5 5 [A]、電圧閾値 S V を 2 . 8 [V] とした場合、二次電池 3 0 の電流が電流閾値よりも小さいにも関わらず、二次電池 3 0 の電圧が電圧閾値よりも低い時には、二次電池 3 0 の残存容量 R C が放電終止状態から約 1 3 A h 以内の放電終止状態 R 2 0 に近い状態であると決定される。

10

【 0 1 0 2 】

つまり、例えば、放電中に計測した電流が 5 4 [A] で、電圧が 2 . 6 [V] (二次電池 3 0 の電流が電流閾値よりも小さいにも関わらず、二次電池 3 0 の電圧が電圧閾値よりも低い) とすると、二次電池 3 0 の残存容量 R C が放電終止状態から約 1 3 A h 以内の放電終止状態に近い状態であると決定される。そして、二次電池 3 0 の S O C 範囲が、例えば 1 7 % を下回る放電終止 S O C 範囲であると決定される。

【 0 1 0 3 】

そして、例えば、放電中に計測した電流が 5 7 [A] で、電圧が 3 . 0 [V] (二次電池 3 0 の電流が電流閾値よりも大きいにも関わらず、二次電池 3 0 の電圧が電圧閾値よりも高い) とすると、二次電池 3 0 の残存容量 R C が放電終止状態とは異なる非放電終止状態 (放電終止状態ではない) R 2 1 と決定し、二次電池 3 0 の S O C 範囲が放電終止 S O C 範囲とは異なる範囲である 1 7 % 以上の非放電終止 S O C 範囲であると決定される。

20

【 0 1 0 4 】

なお、放電中に計測された電流が電流閾値よりも小さく、かつ、計測された電圧が電圧閾値よりも高い場合や、充電中に計測された電流が電流閾値よりも大きく、かつ、計測された電圧が電圧閾値よりも低い場合は、O C V がいずれの状態であるか決定できず、S O C 範囲も決定することができないため、S O C 決定処理では、S O C 範囲 (i) R 1 を新たな S O C 範囲として決定する。

30

【 0 1 0 5 】

すなわち、本実施形態によると、充電電圧 V 1 と残存容量 R C との間の R C - V 1 相関関係に基づいて二次電池 3 0 の S O C 範囲の状態を決定しているものの、その基準は、電流閾値および電圧閾値となっているから、充電中の電流と電圧を計測するだけで、二次電池 3 0 の S O C 範囲が、満充電 S O C 範囲や非満充電 S O C 範囲であるか決定することができる。

【 0 1 0 6 】

また、二次電池 3 0 が放電中の場合においても、電流閾値および電圧閾値を基準に、放電中の電流と電圧を計測するだけで、二次電池 3 0 の S O C 範囲が、放電終止 S O C 範囲や非放電終止 S O C 範囲であるか決定することができる。

40

すなわち、満充電 S O C 範囲、非満充電 S O C 範囲、放電終止 S O C 範囲または非放電終止 S O C 範囲であるか決定できる場合には、S O C の推定誤差を解消し、S O C 推定精度を向上させることができる。

【 0 1 0 7 】

< 他の実施形態 >

本明細書で開示される技術は上記記述及び図面によって説明した実施形態に限定されるものではなく、例えば次のような種々の態様も含まれる。

【 0 1 0 8 】

(1) 上記実施形態では、蓄電素子の一例としてリン酸鉄系の正極活物質を使用したりチウムイオン二次電池を示した。しかしながら、これに限らず、蓄電素子としては、リチ

50

ウムイオン二次電池以外の二次電池や、電気化学現象を伴うキャパシタ等でもよく、SOC - V 相関関係において電圧平坦領域を有するものに好適であり、その電圧平坦領域が二カ所にあるものに限らず、1種類の電圧平坦領域のみ有するタイプの蓄電素子であってもよいし、3種類以上の電圧平坦領域を有するタイプの蓄電素子であってもよい。

【0109】

(2) 上記実施形態では、制御部60の一例としてCPU61を例示した。しかしながら、これに限らず、制御部は、複数のCPUを備える構成や、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) などのハード回路でもよく、マイコン、FPGA、MPU、また、それらが組み合わされた構成でもよい。つまり、制御部は、SOC決定処理を、ソフトウェアまたはハード回路を利用して実行するものであればよい。

10

【0110】

(3) 上記実施形態では、二次電池30のOCVがSOC - OCV相関関係においてどの領域にあるかを判定する際に、測定したOCVから領域を判断している。しかしながら、これに限らず、測定したOCVからSOCを求め、求めたSOCから領域を判定する構成にしてもよい。

【0111】

(4) 上記実施形態では、第1の方法として、計測した電流値Iから算出する電流積算法を用い、第2の方法として電圧参照法(OCV法)や充放電中の電圧および電流を利用したSOC推定法を用いた構成とした。しかしながら、これに限らず、第1の方法として、電流値が一定と見なせる場合の時間積算法などを用いてもよく、第2の方法としては、カルマンフィルタを用いたOCV法などを用いてもよい。

20

【0112】

(5) 上記実施形態では、SOC範囲(i)R1とSOC範囲(v)R2との2つのSOC範囲から新たなSOC範囲R3を決定する構成とした。しかしながら、これに限らず、2つのSOC範囲から新たなSOC範囲を決定し、新たなSOC範囲と、他の方法によって算出されたSOC範囲とから、さらに新たなSOC範囲を推定する構成にしてもよい。

【0113】

(6) 上記実施形態では、2つのSOC範囲を決定し、それらの重複範囲を新たなSOC範囲R3とする構成とした。しかしながら、これに限らず、2つのSOC範囲とは異なる範囲を特定し、これら2つの異なる範囲ではない範囲を特定することにより、SOC範囲を特定してもよい。

30

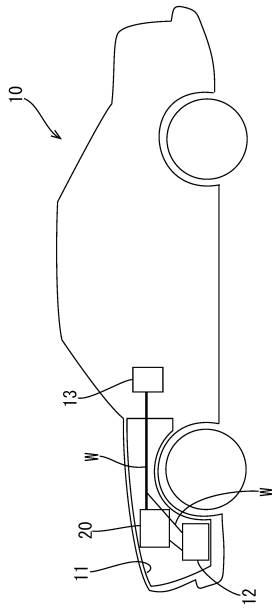
【符号の説明】

【0114】

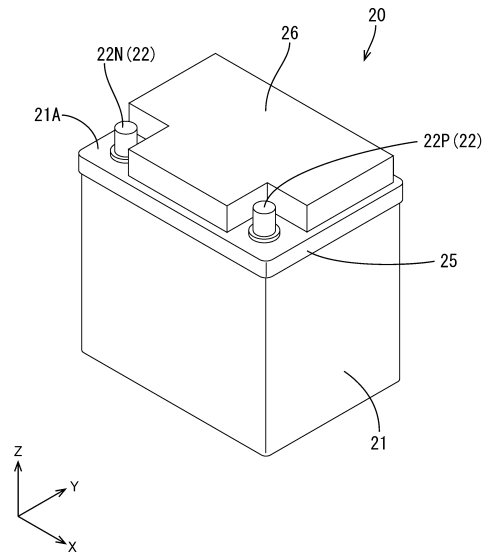
- 10：自動車(「車両」の一例)
- 12：車両負荷
- 13：車両側電子制御部
- 20：バッテリーモジュール(「蓄電素子モジュール」の一例)
- 30：二次電池(「蓄電素子」の一例)
- 50：電池管理装置(「蓄電素子管理装置」の一例)
- 61：中央処理装置(「情報処理部」の一例)
- 63：メモリ
- 70：電圧計測部
- 80：電流計測部
- R1：SOC範囲(i)(「第1SOC範囲」の一例)
- R2：SOC範囲(v)(「第2SOC範囲」の一例)
- R3：SOC範囲

40

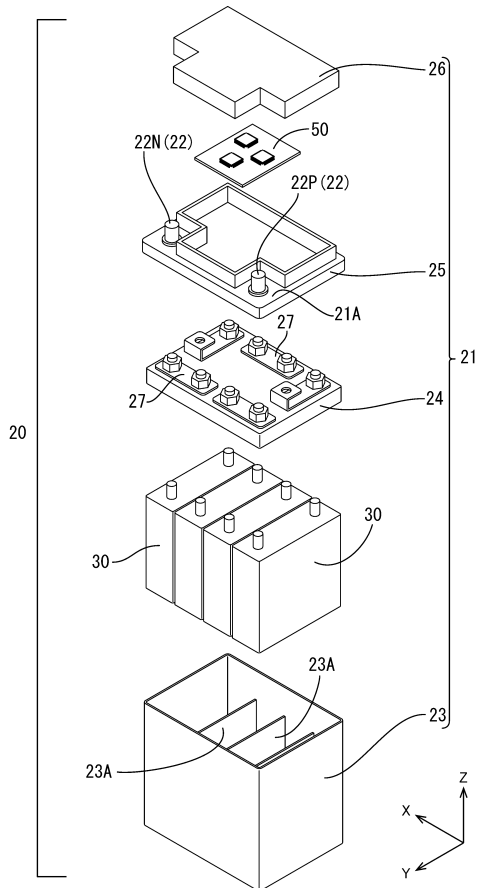
【図1】



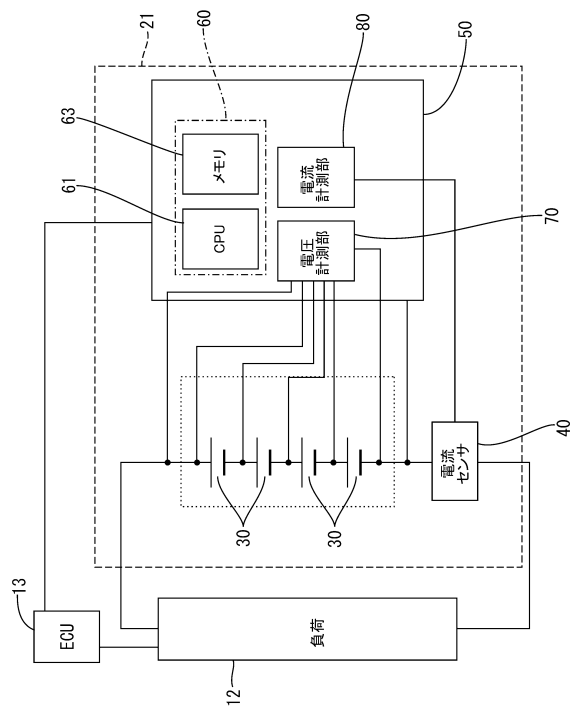
【図2】



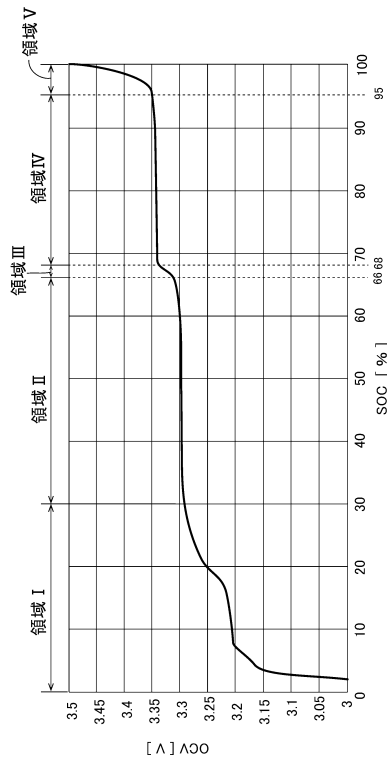
【図3】



【図4】



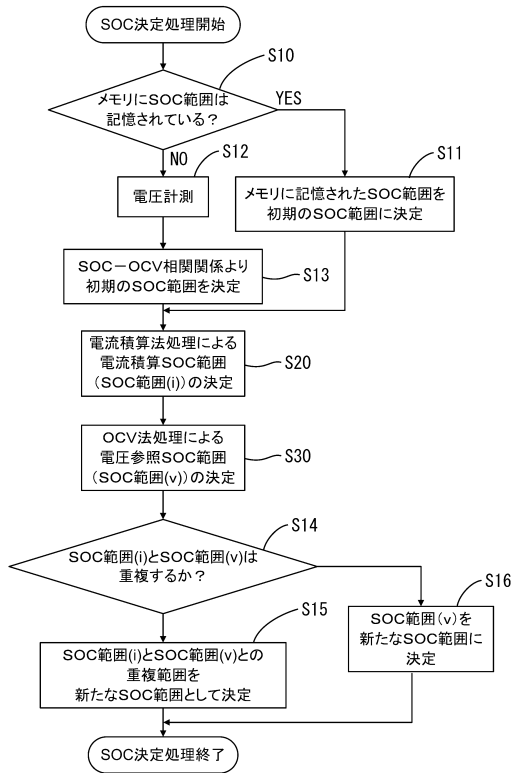
【図5】



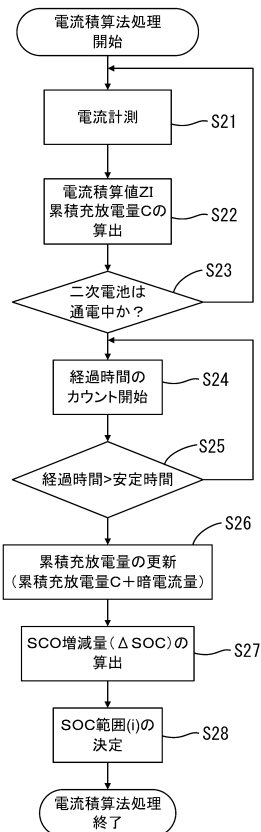
【図6】

領域	SOCの範囲
領域 I	30%未満
領域 II	30% - 66%未満
領域 III	66% - 68%未満
領域 IV	68% - 95%未満
領域 V	95%以上

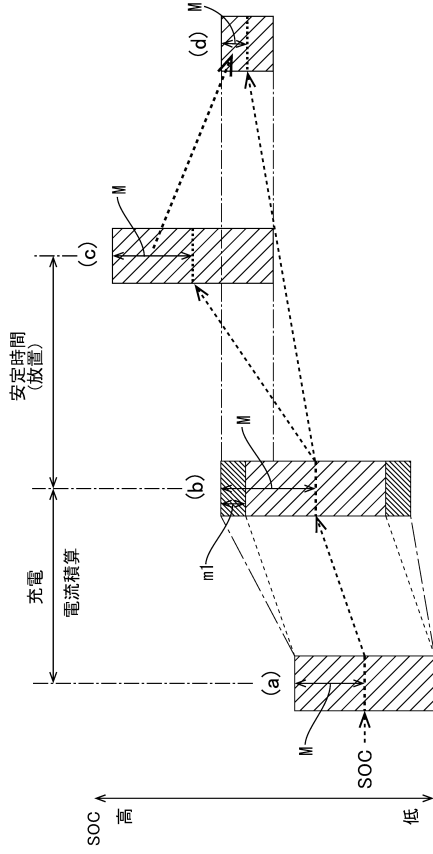
【図7】



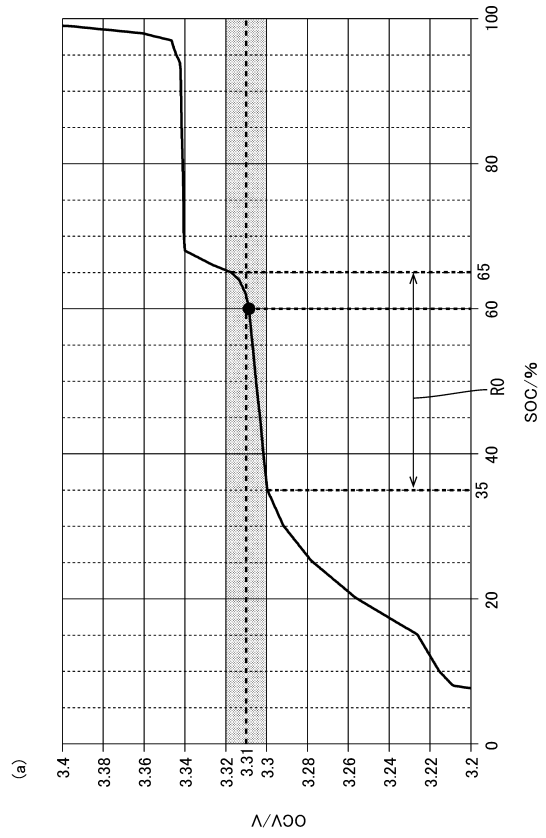
【図8】



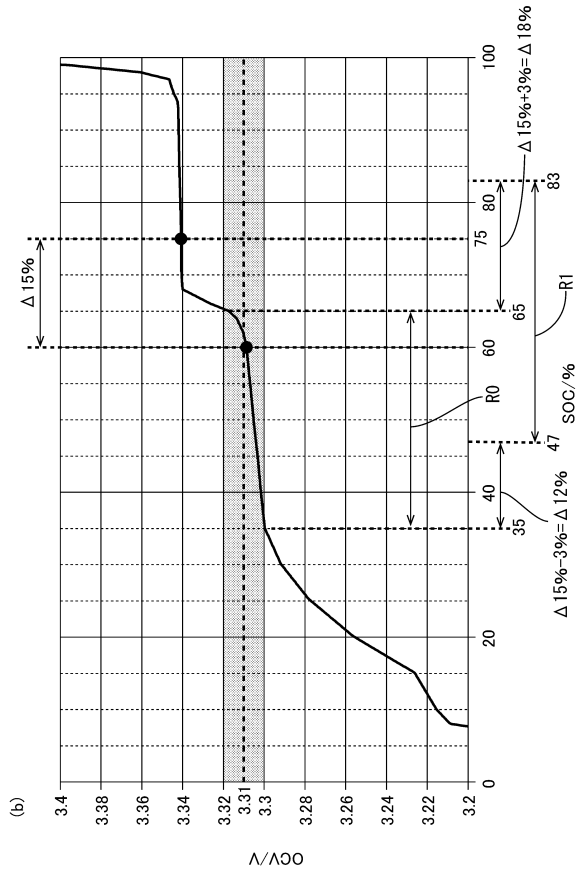
【 図 9 】



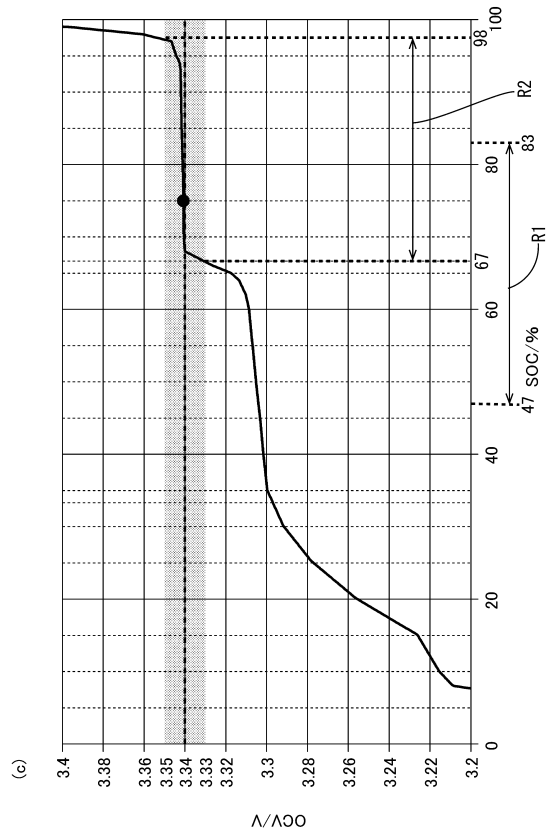
【 図 10 】



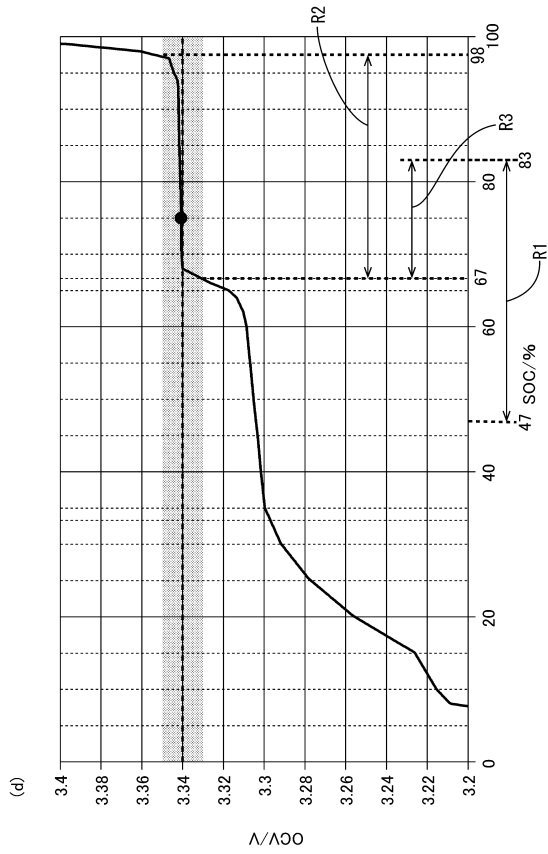
【 図 11 】



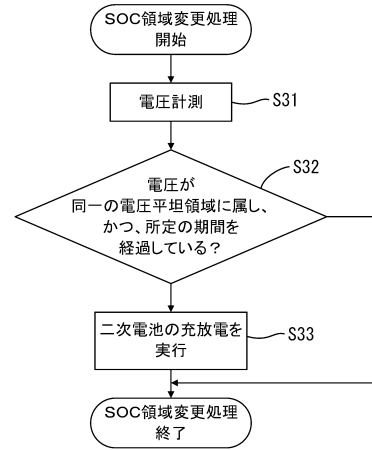
【 図 12 】



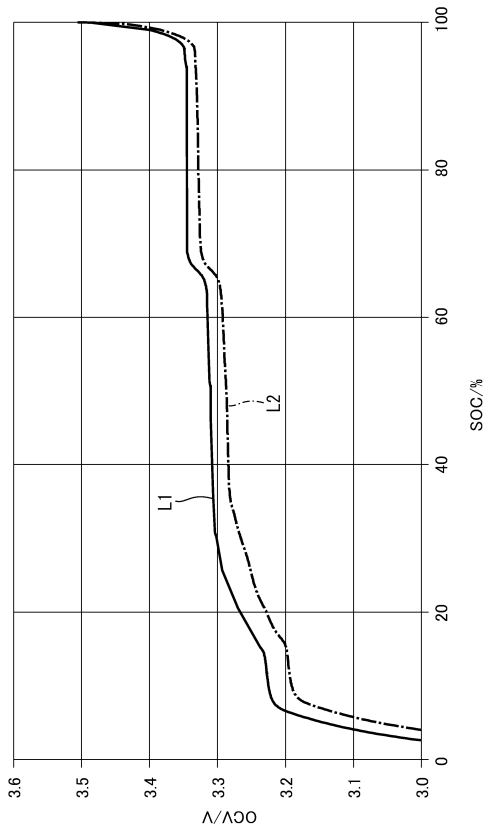
【図13】



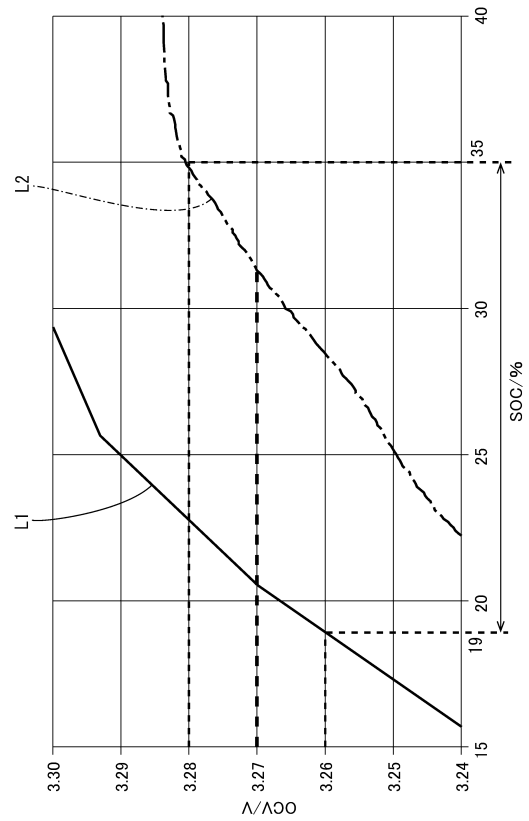
【図14】



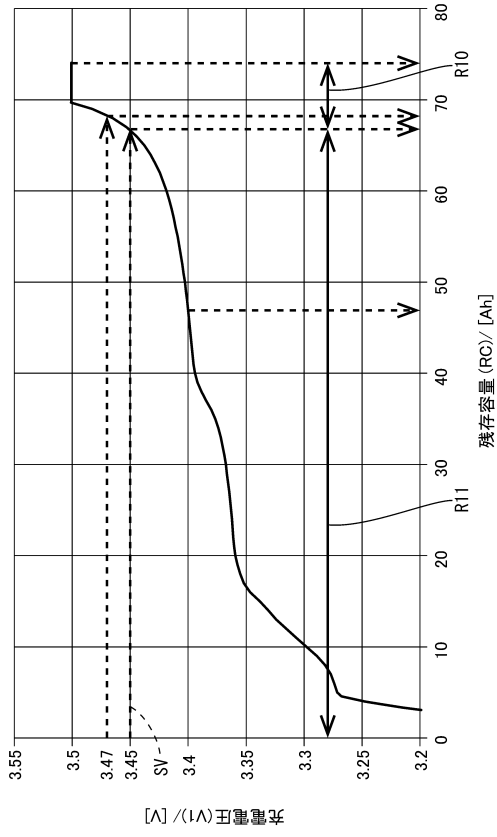
【図15】



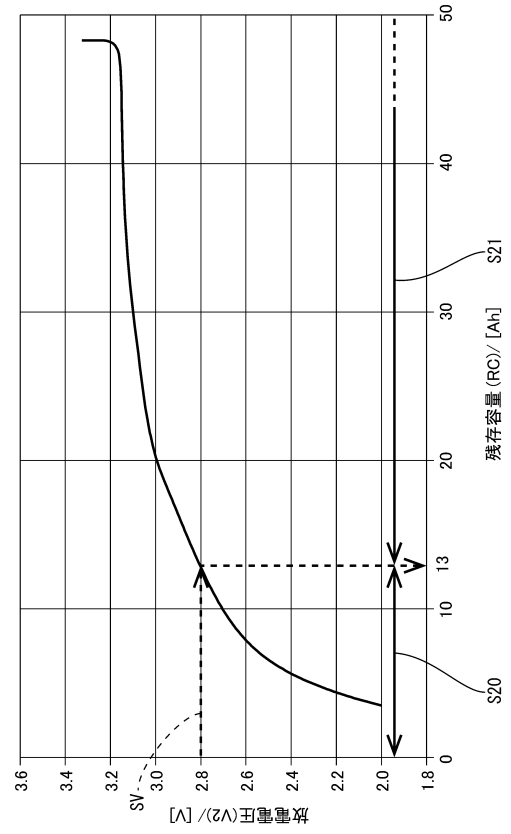
【図16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2013-134962(JP,A)
国際公開第2011/104752(WO,A1)
特開2011-169817(JP,A)
特開2014-59206(JP,A)
特開2002-58171(JP,A)
特開2012-239290(JP,A)
特開2012-57998(JP,A)
国際公開第2010/140235(WO,A1)
特開2013-57537(JP,A)
特開2016-9657(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R 31/36-31/396