

(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2014-220236
(P2014-220236A)

(43) 公開日 平成26年11月20日(2014.11.20)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
HO 1 M	10/48	(2006.01)	HO 1 M	10/48	P	2 G 0 1 6		
GO 1 R	31/36	(2006.01)	GO 1 R	31/36	A	5 G 5 0 3		
HO 2 J	7/00	(2006.01)	HO 1 M	10/48	3 O 1	5 H 0 3 0		
			HO 2 J	7/00	X			

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2014-82280 (P2014-82280)
 (22) 出願日 平成26年4月11日 (2014. 4. 11)
 (31) 優先権主張番号 特願2013-82780 (P2013-82780)
 (32) 優先日 平成25年4月11日 (2013. 4. 11)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (74) 代理人 100108855
 弁理士 蔵田 昌俊
 (74) 代理人 100109830
 弁理士 福原 淑弘
 (74) 代理人 100103034
 弁理士 野河 信久
 (74) 代理人 100075672
 弁理士 峰 隆司
 (74) 代理人 100153051
 弁理士 河野 直樹
 (74) 代理人 100140176
 弁理士 砂川 克

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 二次電池装置

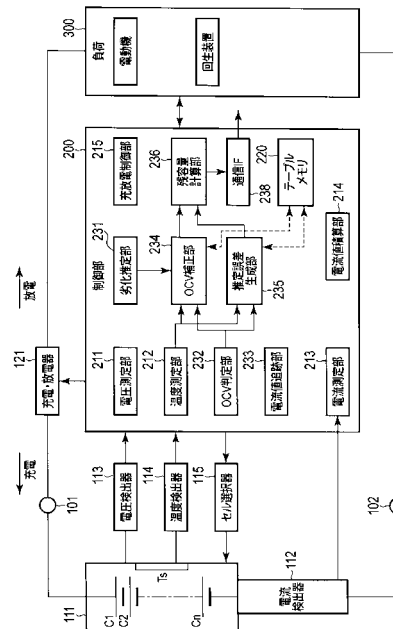
(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 推定残容量の誤差が小さく、充放電が短い間隔で行われる装置であっても有用な、二次電池装置を提供する。

【解決手段】 制御部 200 は、二次電池 (電池モジュール 111) の開放回路電圧を測定する測定部 211 と、所定温度における二次電池の開放回路電圧に対する第 1 残容量の値を格納した SOC 推定テーブルと、所定温度における二次電池の充電又は放電が停止したときの二次電池の開放回路電圧に対応する、第 1 残容量の値に含まれる誤差を格納した残容量推定誤差テーブルと、を含むテーブルメモリ 220 と、SOC 推定テーブルを用いて二次電池の開放回路電圧に対する第 1 残容量を取得する補正部 234 と、残容量推定誤差テーブルを用いて第 1 残容量に含まれる推定誤差を取得する推定誤差生成部 235 と、第 1 残容量と推定誤差とから二次電池の残容量の推定値を演算する残容量計算部 236 と、を備える。

【選択図】 図 1

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

二次電池の開放回路電圧を測定する測定部と、

所定温度における前記二次電池の開放回路電圧に対する第 1 残容量の値を格納した SOC 推定テーブルと、前記所定温度における前記二次電池の充電又は放電が停止したときの前記二次電池の開放回路電圧に対応する、前記第 1 残容量の値に含まれる誤差を格納した残容量推定誤差テーブルと、を含むテーブルメモリと、

前記 SOC 推定テーブルを用いて前記二次電池の開放回路電圧に対する第 1 残容量を取得する補正部と、

前記残容量推定誤差テーブルを用いて前記第 1 残容量に含まれる推定誤差を取得する推定誤差生成部と、

前記第 1 残容量と前記推定誤差とから前記二次電池の残容量の推定値を演算する残容量計算部と、を備えた二次電池装置。

10

【請求項 2】

前記残容量推定誤差テーブルは、前記開放回路電圧、前記温度及び電流に基づいて予め作成されている請求項 1 記載の二次電池装置。

【請求項 3】

前記残容量推定誤差テーブルは、前記開放回路電圧、前記温度及び前記二次電池の劣化状態に基づいて予め作成されている請求項 1 記載の二次電池装置。

【請求項 4】

前記残容量推定誤差テーブルは、前記開放回路電圧、前記温度、電流及び前記二次電池の劣化状態に基づいて予め作成されている請求項 1 記載の二次電池装置。

20

【請求項 5】

前記予め作成されている残容量推定誤差テーブルの誤差データは、一定の温度環境のもとで、二次電池への充電停止直後又は前記二次電池の放電停止直後の電池電圧と、前記二次電池への充電停止直後又は前記二次電池の放電停止直後から一定時間経過後に測定した電池電圧と、から求めた誤差データである、

請求項 1 記載の二次電池装置。

【請求項 6】

二次電池の開放回路電圧を測定する測定部と、

前記二次電池の開放回路電圧に対する第 1 残容量の値を格納した SOC 推定テーブルと、前記二次電池の充電又は放電が停止してから所定時間経過するまでの前記二次電池の開放回路電圧の変化率に少なくとも対応する、前記第 1 残容量の値に含まれる誤差を格納した残容量推定誤差テーブルと、を含むテーブルメモリと、

前記 SOC 推定テーブルを用いて、前記所定温度および前記二次電池の開放回路電圧に対する第 1 残容量を取得する補正部と、

前記残容量推定誤差テーブルを用いて、前記所定温度および前記二次電池の開放回路電圧の変化率に対応する前記第 1 残容量に含まれる推定誤差を取得する推定誤差生成部と、

前記第 1 残容量と前記推定誤差とから前記二次電池の残容量の推定値を演算する残容量計算部と、を備えた二次電池装置。

30

40

【請求項 7】

前記残容量推定誤差テーブルには、複数の温度環境のもとで得られた複数の残容量推定誤差テーブルが含まれる請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の二次電池装置。

【請求項 8】

前記開放回路電圧の変化から求めた電圧変化率が一定値以上の場合、前記第 1 推定容量を前記二次電池の残容量の推定値とする、請求項 6 記載の二次電池装置。

【請求項 9】

前記開放回路電圧の変化から求めた電圧変化率が一定値以下の場合、前記二次電池の充電電流および放電電流の積算値を前記二次電池の残容量とする請求項 6 記載の二次電池装置。

50

【請求項 10】

前記推定誤差生成部は、前記残容量推定誤差テーブルを参照して前記所定温度および前記二次電池の開放回路電圧に対応する値が無い場合に、近似式を用いて前記第1推定容量の誤差の値を計算する請求項1乃至請求項9のいずれかに記載の二次電池装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は二次電池装置に関する。

【背景技術】

【0002】

二次電池を使用するシステムにおいては、二次電池の残エネルギー容量（以下残容量（SOC：State Of Charge）と称する）が監視される。二次電池の残容量を監視して、二次電池が有効に利用されるように、二次電池の充電、放電を制御している。

【0003】

二次電池の残容量を演算する方法としては、種々の技術が提案されている。例えば、二次電池に流れる電流を、所定のアルゴリズムに従って積算して求める。次に予め測定している電流積算値と残容量との所定の関係から残容量の推定値を演算する。

【0004】

また他の例として、二次電池の開放回路電圧（OCV：Open Circuit Voltage）（二次電池に電流が流れていないときの電圧）を実際に測定して、この開放回路電圧から残容量の推定値を演算する方法もある。即ち、二次電池における開放回路電圧と残容量との関係は、予め測定したデータに基づき、テーブル化しておくことができる。二次電池の開放回路電圧を測定し、該テーブルを参照することにより、残容量の推定値を演算することが可能となる。

【0005】

なお、電流積算値に基づいて残容量の推定値を演算することも可能であるが、電流積算値のみを用いると電流計測誤差により残容量の誤差が拡大する可能性があった。そこで開放回路電圧を用いて、残容量の誤差を補正する方法（OCV補正）も提案されている。

【0006】

また別の例では、電流積算値に基づいて演算した残容量の推定値（=SOC1）と、開放回路電圧に基づいて演算した残容量の推定値（=SOC2）との2つを求めている。そして、SOC1とSOC2とを比較して、残容量の推定値を求めたときの二次電池の状態が充電状態の場合は小さい方を残容量として採用し、放電状態の場合は大きい方の残容量として採用している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2012-58088号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

二次電池の開放回路電圧に対する、残容量には一定の関係がある。このため、二次電池の開放回路電圧を測定すれば、その残容量を求めることが出来る。ただし、二次電池は充電および放電（以下充放電と称する）が繰り返されている間に、二次電池の電圧が本来の開放回路電圧からずれてくる。よって、充放電充電および放電を停止した直後の二次電池の電圧は、安定しない本来の開放回路電圧とは一致しない。充電および放電を停止した直後の二次電池の電圧は、時間の経過とともに徐々に開放回路電圧に近づいていく。言い換えると、充放電停止直後の二次電池の電圧を使用して、予め測定した二次電池の開放回路電圧と残容量との関係に基づいてOCV補正をすると、実際の残容量と異なる値となる。

【0009】

10

20

30

40

50

残容量の推定値の演算精度を上げるために、二次電池の充電および放電が終了した後、電圧が安定するまで待ってから、二次電池の開放回路電圧を測定してOCV補正をする手法が考えられる。しかしながら充電および放電を停止した直後から二次電池の電圧が安定する前までに、二次電池の充電あるいは放電が再開される場合がある。または、二次電池の充電または放電を停止した直後から二次電池の電圧が安定する前に、二次電池の充電あるいは放電が再開されるように運用されるシステムもある。このような場合、OCV補正が実施されない状況が続き、残容量の誤差が拡大する。

【0010】

本発明の実施形態は、短時間で二次電池の残容量の推定値を演算可能な二次電池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】

【0011】

実施形態による二次電池装置は、二次電池の開放回路電圧を測定する測定部と、所定温度における前記二次電池の開放回路電圧に対する第1残容量の値を格納したSOC推定テーブルと、前記所定温度における前記二次電池の充電又は放電が停止したときの前記二次電池の開放回路電圧に対応する、前記第1残容量の値に含まれる誤差を格納した残容量推定誤差テーブルと、を含むテーブルメモリと、前記SOC推定テーブルを用いて前記二次電池の開放回路電圧に対する第1残容量を取得する補正部と、前記残容量推定誤差テーブルを用いて前記第1残容量に含まれる推定誤差を取得する推定誤差生成部と、前記第1残容量と前記推定誤差とから前記二次電池の残容量の推定値を演算する残容量計算部と、を備える。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】図1は、一実施形態に係る二次電池装置の概略構成を説明する図である。

【図2】図2は、図1の一実施形態に係る二次電池装置の動作例を示すフローチャートである。

【図3】図3は、一実施形態において使用されたSOCの残容量推定誤差テーブルの一例を示す図である。

【図4】図4は、充電（あるいは放電）が停止した直後からの電池の電圧変化率と電池温度との相関に基づく残容量推定誤差テーブルの一例を示す図である。

【図5】図5は、図4の一実施形態に係る二次電池装置の動作例を示すフローチャートである。

【図6】図6は、一実施形態の二次電池装置で用いる残容量推定誤差テーブルのデータを作成する方法の一例を説明するための図である。

【図7】図7は、一実施形態において用いるSOCの残容量推定誤差テーブルを作成する際のSOC推定誤差の測定結果の一例を示す図である。

【図8】図8は、二次電池の電圧（OCV）に対するSOC推定誤差の関係の一例を示す図である。

【図9】図9は、図7に示すSOCの推定誤差の測定結果のうち省略可能な項目の例を説明する図である。

【図10】図10は、SOCの残容量推定誤差テーブルを作成する際の、複数の温度環境におけるSOC推定誤差の結果の一例を示す図である。

【図11】図11は、図10に示すSOC推定誤差の結果から網掛けした部分を間引きして作成した残容量推定誤差テーブルである。

【図12】図12は、充電（あるいは放電）が停止した直後からの電池の電圧変化率と電池温度との相関に基づく残容量推定誤差テーブルの他の例を示す図である。

【図13】図13は、図12に示すSOC推定誤差の結果から所定の項目を間引きして作成した残容量推定誤差テーブルである。

【発明を実施するための形態】

【0013】

10

20

30

40

50

以下、実施形態について図面を参照して説明する。

図1は、一実施形態に係る二次電池装置の概略構成を説明する図である。図1には、電池モジュール111と、二次電池装置と、負荷300と、を示している。

【0014】

電池モジュール111は、複数の二次電池C1、C2、...Cnと、プラス端子101と、マイナス端子102と、電流検出器112と、温度センサTsと、を備えている。

【0015】

複数の二次電池C1、C2、...Cnは、例えば直列接続され、直列回路を形成した状態で筐体に収納されている。二次電池C1、C2、...Cnの各々は、単一の二次電池セルであってもよく、複数の二次電池セルを組み合わせた構成であっても構わない。なお、ここでは電池モジュールを代表して説明するが、本実施形態は、二次電池の全般に適用可能であり単セル・パックに適用できる。二次電池C1、C2、...Cnも直列接続に限定されず並列接続であってもよく、さらに直列接続と並列接続との組み合わせであっても構わない。

10

【0016】

プラス端子101およびマイナス端子102は、負荷300と電氣的に接続されている。プラス端子101およびマイナス端子102を介して、複数の二次電池C1、C2、...Cnへ負荷300からの充電電流が供給され、負荷300で消費されるエネルギーに応じて複数の二次電池C1、C2、...Cnから負荷300へ放電電流が出力される。

【0017】

電流検出器112は、電池モジュール111のマイナス端子102側の主回路には、複数の二次電池C1、C2、...Cnと直列に挿入されている。電流検出器112は、例えばシャント抵抗器を用いることができる。

20

【0018】

温度センサTsは、複数の二次電池C1、C2、...Cnの近傍に少なくとも1つ配置されている。温度センサTsは、例えば、複数の二次電池C1、C2、...Cnを収容する図示しない筐体に取り付けられてもよく、複数の二次電池C1、C2、...Cnのいずれかに取り付けられてもよい。

【0019】

二次電池装置は、電圧検出器113と、温度検出器114と、セル選択器115と、充電・放電器121と、制御部200と、を備えている。

30

【0020】

電圧検出器113は、例えば、電池モジュール111のプラス端子101およびマイナス端子102の電圧や、複数の二次電池C1、C2、...Cnのそれぞれの正極端子および負極端子の電圧を検出可能に電池モジュール111と接続している。電圧検出器113は、検出した電圧の値を制御部200へ出力する。

【0021】

温度検出器114は、温度センサTsと接続して複数の二次電池C1、C2、...Cn近傍の少なくとも1ヶ所の温度を検出する。

【0022】

電圧検出器113により測定された電圧データ、温度検出器114により検出された温度データ、電流検出器112により検出された電流データは、制御部200に供給され、それぞれの値が測定される。

40

【0023】

セル選択器115は、例えば、複数の二次電池C1、C2、...Cnと電圧検出器113および電流検出器112との接続を切り替える。

【0024】

充電・放電器121は、電池モジュール111のプラス端子101側の主回路に配置されている。充電・放電器121は、制御部200により制御され、電池モジュール111からの放電電流が負荷300に供給される状態と、負荷300からの回生電流を充電電流

50

として電池モジュール 1 1 1 に供給される状態とを形成する。

【 0 0 2 5 】

制御部 2 0 0 は、電圧測定部 2 1 1 と、温度測定部 2 1 2 と、電流測定部 2 1 3 と、電流値積算部 2 1 4 と、充放電制御部 2 1 5 と、テーブルメモリ 2 2 0 と、OCV 判定部 2 3 2 と、電流値追跡部 2 3 3 と、OCV 補正部 2 3 4 と、推定誤差生成部 2 3 5 と、残容量計算部 2 3 6 と、を備えている。

【 0 0 2 6 】

電圧測定器 2 1 1 は、電圧検出器 1 1 3 からの検出データを取得する。電圧測定器 2 1 1 は、取得した電圧値から電池モジュール 1 1 1 の出力電圧および複数の二次電池 C 1、C 2、... C n 夫々の電圧を測定可能である。また、電圧検出器 1 1 3 及び電圧測定部 2 1 1 により、個々のセルの電圧が測定される場合は、セル選択器 1 1 5 が、個々のセルの電圧を取り出して測定できるように、電池モジュール 1 1 1 内のスイッチ（図示せず）を制御する。

10

【 0 0 2 7 】

温度測定器 2 1 2 は、温度検出器 1 1 4 からの検出データを取得する。温度測定器 2 1 2 は、温度センサ T s により感知された電池モジュール 1 1 1 内の温度データを温度検出器 1 1 4 から取得することができる。

【 0 0 2 8 】

なお、電圧検出器 2 1 1 と温度検出器 2 1 2 とは制御部 2 0 0 とは別の基板に搭載されてもよく、更に、電池モジュール 1 1 1 に含まれていても構わない。

20

【 0 0 2 9 】

電流測定部 2 1 3 は、電流検出器 1 1 2 からの検出データを取得する。電流検出器 1 1 2 と制御部 2 0 0 とは、二次電池 C 1 - C n の直列回路の出力電流を測定することができる。また、必要に応じて個々の二次電池 C 1 - C n に流れる電流も測定することができる。このときはセル選択器 1 1 5 が、個々の二次電池の電流を取り出して測定できるように、電池モジュール 1 1 1 内のスイッチ（図示せず）を制御する。電流測定部 2 1 3 で測定される電流値は、充電電流又は放電電流として見なすことができる。

【 0 0 3 0 】

電流値積算部 2 1 4 は、電流値積算部 2 1 4 にて電流測定部 2 1 3 で測定された電流値を積算処理する。電流値の積算結果は SOC を算出するために利用される。

30

【 0 0 3 1 】

なお電圧、電流及び温度の測定手段、測定方法は、各種の構成が可能であり、ここで説明する構成に限定されるものではない。

【 0 0 3 2 】

充放電制御部 2 1 5 は、プラス端子 1 0 1 側に接続された充電・放電器 1 2 1 を制御することができる。充電・放電器 1 2 1 が制御されるとことで、電池モジュール 1 1 1 からの放電電流が負荷 3 0 0 に供給される状態、或いは、負荷 3 0 0 からの回生電流を充電電流として電池モジュール 1 1 1 に供給する状態を形成することができる。なお電池モジュール 1 1 1 への充電は、専用の充電装置が行う場合もある。

【 0 0 3 3 】

また、制御部 2 0 0 は、個々の二次電池の電圧を検出し、個々の二次電池の電圧が等しくなるように均等化処理を実施することもできる。

40

【 0 0 3 4 】

テーブルメモリ 2 2 0 は、各種のテーブル（SOC 推定テーブル、残容量推定誤差テーブルなど）のデータが格納されている。テーブルメモリ 2 2 0 は、書き込み可能なメモリであって、後で説明する残容量推定誤差テーブル等のデータを、必要に応じて書き換えることが可能である。電池の性能、装置の仕様、基準などが変更され、データの調整を必要とする場合には、このテーブルメモリ 2 2 0 に格納されているデータが書き換えられる。データの変更又は書き換え作業は、メモリ自体のチップを交換する方法、或いは外部から通信線を介して書き換える方法などがある。

50

【 0 0 3 5 】

劣化推定部 2 3 1 は、使用履歴、使用環境、使用年数、充放電特性などの電池劣化情報から二次電池の劣化状態を判断する。ここで、二次電池の劣化状態は、例えば、二次電池の出荷時に対して低下した電池容量 [%] や、二次電池の出荷時に対して上昇した内部抵抗 [%] の情報である。

【 0 0 3 6 】

OCV 判定部 2 3 2 は、電流測定部 2 1 3 から電流計測結果をもらい、一定値以下の場合、電圧測定部 2 1 1 での電圧計測結果を OCV とみなして OCV 補正部 2 3 4 に電圧の値を送信する。なお、制御部 2 0 0 に電流計測機能がない場合、OCV 判定部 2 3 2 は電圧測定部 2 1 1 での電圧計測結果を常に OCV とみなして、OCV 補正部 2 3 4 へ電圧計測結果を送信する。

10

【 0 0 3 7 】

電流値追跡部 2 3 3 は、電流測定部 2 1 3 で検出した電流値を追跡し一定期間毎の電流の変化を監視する。電流値追跡部 2 3 3 は、電流向き検出部と称しても良い。この電流追跡部 2 3 3 は、充電電流および放電電流が停止する直前の電流の大きさと、電流の向き（充電状態か放電状態か）を計測して記録し、一定期間保存することができる。

【 0 0 3 8 】

OCV 補正部 2 3 4 は、OCV 判定部 2 3 2 の測定結果 (OCV) を用いて SOC を補正する。OCV 補正部 2 3 4 は、第 1 の補正部と称されても良い。このとき得られる SOC は、第 1 残容量 (SOC_C) と称してもよい。

20

【 0 0 3 9 】

第 1 残容量 (SOC_C) は、予め作成して用意されている SOC 推定テーブルのデータを利用して生成される。SOC 推定テーブルは、複数の温度環境下における、二次電池の OCV と SOC との相関性を測定したデータを有する。即ち、二次電池の OCV の変化に対応する SOC が予め測定され、OCV を測定すれば SOC を推定可能とした SOC 推定テーブルである。二次電池の OCV と SOC との関係は、電池温度に応じて異なるので、複数の電池温度ごとに SOC 推定テーブルが用意されている。さらにまた、二次電池の劣化状態（例えば二次電池の出荷時に対して低下した電池容量 [%] や、二次電池の出荷時に対して上昇した内部抵抗 [%] ）によっても、二次電池の OCV と SOC との関係が変わってくる。そのために、劣化状態に応じて利用する SOC 推定テーブルおよび残容量推定誤差テーブルが用意されている。劣化状態の判断方法としては、各種の方法があり、電池使用時間、二次電池の充放電特性などの情報から判断されてもよい。また使用している二次電池の種類によっても SOC 変化特性が異なるので、使用する二次電池の種類に応じた SOC 推定テーブルが用いられる。

30

【 0 0 4 0 】

推定誤差生成部 2 3 5 は、残容量の推定誤差 (SOC_E) を生成する。推定誤差生成部 2 3 5 は、測定された OCV と測定された温度、さらに測定時の電流（電流の向き）に基づいて、予め用意されている残容量推定誤差テーブルのデータを用いた計算により推定誤差 (SOC_E) を生成する。この推定誤差 (SOC_E) は、先の推定された第 1 残容量 (SOC_C) を調整するのに利用するデータ（誤差）である。

40

【 0 0 4 1 】

残容量計算部 2 3 6 は、例えば、次のような計算を実行する。

$$SOC = \text{第 1 残容量 (SOC_C)} + \text{推定誤差 (SOC_E)}$$

本実施形態の二次電池装置は、この計算により得られた SOC が、最終的な残容量の推定値 (SOC) であるものとして出力する。この残容量の推定値 (SOC) は、SOC の状態を表示するための通知要素として利用される。また残容量の推定値 (SOC) の通知が、充電や放電が実施された回数の判断の情報として利用されてもよい。

【 0 0 4 2 】

図 1 の例は、制御部 2 0 0、電池モジュール 1 1 1、電流検出器 1 1 2、電圧検出器 1 1 3、温度検出器 1 1 4、セル選択器 1 1 5 の 1 組が示されているが、これらのブロック

50

が複数組存在して、電池パックを形成してもよい。本装置は充電と放電を指示するだけで充電器・放電器を有さない場合もある。つまり充電器・放電器は別途設けている場合もある。

【0043】

図2は、図1の一実施形態に係る二次電池装置の動作例を示すフローチャートである。

制御部200は、複数のコードで記述されたプログラムを実行することができる。制御部200は、演算装置、演算器、プロセッサなどと称されてもよい。また各動作ブロックはモジュール、ユニットなどと称されてもよい。制御部200の内部の各ブロックは、ソフトウェアを実行するコード（又はインストラクション）により実現できる。

【0044】

図2を参照して制御部200が、最終的な推定残容量(SOC)を得るまでの動作を説明する。

【0045】

ステップSA1では、制御部200は、電池モジュール111の充電又は放電が停止する直前の電流の大きさ、電流の向きを計測・記録する。すなわち、制御部200は、充放電制御部215により充電・放電器121を制御して充電又は放電を停止する前に、電流測定部213により電池モジュール111に流れる電流を計測し、電流値およびその向き(充電又は放電)を電流値追跡部233に記録する。その後、充放電制御部215により電池モジュール111の充電又は放電を停止する。

【0046】

次のステップSA2では、制御部200は、OCV判定部232により充電又は放電が停止した直後の電池電圧(OCV)を測定するとともに、温度測定部212により電池温度(T)を測定する。OCV判定部232および温度測定部212は、測定した値を例えば図示しないメモリに保存する。

【0047】

次のステップSA3では、制御部200は、OCV補正部234により、制御部200は、計測した電池電圧(OCV)、電池温度(T)、さらに測定時の電流(電流の向き)に基づいて、予め作成しているSOC推定テーブルのデータを利用して第1残容量(SOC_C)を取得する。

【0048】

次のステップSA4では、制御部200は、推定誤差生成部235により、計測した電池電圧(OCV)、電池温度(T)、及び電流に基づいて、予め作成して用意している残容量推定誤差テーブルのデータを利用して推定誤差(SOC_E)を生成する。

【0049】

この残容量推定誤差テーブルのデータは、ステップSA3で取得した第1残容量SOC_Cに含まれている誤差を補正するためのデータである。この残容量推定誤差テーブルを利用する理由は、以下の通りである。電圧(OCV)と残容量(SOC)との間には一定の関係がある。このため、二次電池の電圧(OCV)を測定すれば、その残容量(SOC)を推定することが出来る。

【0050】

しかし、二次電池は充放電が繰り返されている間に、二次電池の電圧が本来の電圧からずれてくる。すなわち、充電および放電を行っているときと、充電および放電を停止して時間が経過したときとで、二次電池の電圧は異なっている。よって、充電および放電を停止したとき(又は停止した直後の電圧)は、二次電池の電圧が安定したときの本来の電圧とは一致していない。充電および放電を停止したとき(又は停止した直後の電圧)は、時間経過とともに徐々に本来の電圧に近づいていく。

【0051】

言い換えると、充電および放電を停止したときの(停止直後の)開放回路電圧(OCV)を使用してSOCに対するOCV補正を実施すると、上記のようにSOC推定テーブルを用いて推定された残容量(SOC_C)は誤差を含む値となり、実際の二次電池の残容

10

20

30

40

50

量と異なることになる。

そこで本実施形態では、残容量推定誤差テーブルを用いて、ステップ S A 3 で推定された第 1 残容量 (S O C _ C) に含まれている推定誤差 (S O C _ E) を生成している。

【 0 0 5 2 】

図 3 は、本実施形態において使用された S O C の残容量推定誤差テーブルの一例を示す図である。

図 3 の残容量推定誤差テーブルは、電流 (1 C) で電池モジュール 1 1 1 に対して充電が行われた場合の残容量の誤差を示している。例えば、温度が 2 5 °C であり、充電が停止した直後の測定電圧 (O C V) が例えば 3 V であった場合、第 1 残容量 (S O C _ C) に含まれている推定誤差 (S O C _ E) が - 4 5 % であることを示している。また、温度が 2 5 °C のときに、充電が停止した直後の測定電圧 (O C V) として 3 . 1 V、3 . 2 V、3 . 3 V、3 . 4 V、3 . 5 V、3 . 6 V、3 . 7 V が得られたときの誤差 (S O C _ E) は、それぞれ - 4 3 %、- 4 3 %、- 4 2 %、- 4 2 %、- 4 1 %、- 4 1 %、- 4 0 % であることを示している。

10

【 0 0 5 3 】

同様に、電池温度が 0 °C の場合、5 5 °C の場合の各電圧での誤差が、予め計測されて用意されている。この残容量推定誤差テーブルは一例であり、実際には、充電電流 (或いは放電電流) の大きさに応じて複数の残容量推定誤差テーブルが用意されている。

【 0 0 5 4 】

上記したような残容量推定誤差テーブルが存在した場合、測定した電池温度と電圧とに対応する S O C 推定誤差に基づいて、残容量の推定値を計算により求めることができる。

20

【 0 0 5 5 】

すなわち、ステップ S A 5 では、制御部 2 0 0 は、残容量計算部 2 3 6 により下記のように残容量の推定値を演算する。

$$\text{残容量の推定値 (S O C)} = \text{第 1 残容量 (S O C _ C)} + \text{推定誤差 (S O C _ E)}$$

ここで予め用意した残容量推定誤差テーブルに、実際に測定した電池温度及び電圧に該当する誤差が全て用意されているとは限らない。このような場合は、測定した電池温度及び電圧に近い残容量推定誤差テーブルのデータを用いて誤差を、近似式により計算して求める。

【 0 0 5 6 】

この発明は上記した実施形態に限定されるものではない。本発明の装置では、充放電直後から電池電圧 (O C V) が安定するまでの時間を費やす必要がないように、残容量を推定するための誤差テーブルが用意されている。先の実施形態の残容量推定誤差テーブルには、電池電圧と電池温度の相関に基づいた誤差がパーセントで格納されている。

30

【 0 0 5 7 】

しかし、電池電圧と電池温度の相関に限らず、充電および放電が停止した直後からの電池電圧の変化率 dV と電池温度との相関に基づいて、誤差を作成することもできる。充電および放電が停止した直後からの電池電圧の変化率 dV を求めるためには、少なくとも 2 回の電圧測定が必要であるが、しかし、O C V が安定するまでは待つ必要はない。

【 0 0 5 8 】

そこで、以下に説明する第 2 実施形態では、充電および放電が停止した直後からの電池の電圧変化率 dV と電池温度との相関が分かれば、O C V が安定するまで待ったときに得られると思われる S O C 誤差を予測することに注目している。

40

【 0 0 5 9 】

図 4 は、充放電が停止した直後からの電池の電圧変化率 dV と電池温度との相関に基づく残容量推定誤差テーブルの一例を示す図である。

【 0 0 6 0 】

このテーブルでは、2 5 °C の環境のもとで、電圧変化率 dV が例えば 0 . 5 % のときは、- 3 1 % の誤差が、第 1 残容量 (S O C _ C) に存在することを示している。さらに電圧変化率 dV が 0 . 9 %、1 . 3 %、1 . 7 %、2 . 1 %、2 . 5 %、2 . 9 %、3 . 3

50

%のときは、それぞれ - 3 2 %、 - 3 4 %、 - 3 5 %、 - 4 7 %、 - 4 7 %、 - 4 9 %、
4 5 %の誤差があることを示している。

【 0 0 6 1 】

ここでは1つのテーブルを示しているが、電池温度の違いに応じて複数の残容量推定誤差テーブルが用意されている。また実際に、計測・記録した電圧変化率・電池温度の値が、複数のテーブル上で見つからない場合は、計測した電圧変化率・電池温度の値に近い、電圧変化率・電池温度の値が利用され、近似式により残量推定誤差データが計算される。

【 0 0 6 2 】

さらにまた、計測した電圧変化率の値が、残容量推定誤差テーブルに格納されている電圧変化率の最小値未満の場合には、電圧変化が微小（ほとんど無い）と見なすことができる。この場合は、誤差補正はされず、計測したOCVにより得られた第1残容量（SOC__C）がそのままOCV補正したSOCとして採用される。

10

【 0 0 6 3 】

さらにまた、計測した電圧変化率の値が、残容量推定誤差テーブルに格納されている最大値より大きい場合には、OCV補正の誤差が大きいとみなす。この場合は、OCV補正は行われず、以前のSOC（OCV補正前の電流積算値）が維持される。

【 0 0 6 4 】

即ち開放回路電圧の変化から求めた電圧変化率が一定値以下の場合には、二次電池の充電又は放電の停止直後の開放回路電圧により得られた第1残容量を残容量の推定値として採用する。逆に、開放回路電圧の変化から求めた電圧変化率が一定値以上の場合には、第1残容量（SOC__C）の誤差補正を行わないようにしている。なお、後述するように制御部200が電流計測機能を有していない場合には、前回のOCV補正により得られた残容量とする。

20

【 0 0 6 5 】

図5は、制御部200が残容量の推定値（SOC）を得るまでの動作を説明するために示したフローチャートである。

【 0 0 6 6 】

まず、制御部200は、充電および放電が停止した直後からの電池電圧（OCV）および電池温度を、温度測定部212、および、OCV判定部232により定期的に計測するとともに記録する。（ステップSB1）

30

次に、制御部200は、計測した電池電圧（OCV）や温度に基づいて、テーブルメモリ220に格納された対応するSOC推定テーブルを用いて、OCV補正部234により第1残容量（SOC__C）を取得する。（ステップSB2）

続いて、制御部200は、電圧測定部211により、ステップSB1で計測した複数の電池電圧（OCV）を用いて、電池電圧変化率dVを計算する。（ステップSB3）

次に、制御部200は、推定誤差生成部235により、求めた電池電圧変化率dVと電池温度の値とに基づいて、テーブルメモリ220に格納された対応する残容量推定誤差テーブルから対応する残容量推定誤差のデータを選択する。更に、推定誤差生成部235は、選択した残容量推定誤差のデータを利用して、推定誤差（SOC__E）を計算する。（ステップSB4）

40

次のステップSB5では、制御部200は残容量計算部236により、

残容量の推定値（SOC）= 第1残容量（SOC__C）+ 推定誤差（SOC__E）の計算より残容量の推定値（SOC）を得ることができる。

【 0 0 6 7 】

上記した第2実施形態の場合、制御部200が電流計測機能を有していない場合でも上記の残容量の推定値（SOC）を得ることができる。

その代わりに、電圧変化率dVを計算する計算部を必要とする。しかし電圧変化率dVの計算は、電圧測定部211の処理プログラムの軽微な変更で容易に対応できる。

【 0 0 6 8 】

上記した本実施形態の装置では、充電直後および放電直後のOCVを利用して第1残容

50

量 $SO C_C$ を得ることができるので、残容量の推定値 ($SO C$) を計算するために開放回路電圧 OCV が安定するまでの時間を必要としない。このために、早い時期に残容量の推定値 $SO C$ を得ることができる。

【0069】

すなわち、本実施形態の二次電池装置によれば、充放電が停止してから二次電池の電圧が安定する前に残容量を補正することができ、この補正が実行されたとしても推定残容量の誤差が小さく、充放電が短い間隔で行われ充放電が開始から止まるまでの期間が短い装置であっても、効果的に用いることができる、二次電池装置を提供することができる。

【0070】

また上記の実施形態の装置によれば、図3および図4で示したテーブルに、予め誤差を計算した $SO C$ の値を用意し、この値を直接用いるようにすれば、最終的な残容量の推定値 ($SO C$) の取得を容易にすることができる。すなわち、制御部200は、第1残容量 $SO C_C$ を計算し、さらに残容量誤差を計算する工程を省略可能となる。

10

【0071】

上記の制御部220の内部の各ブロックは、ソフトウェアを実行するコード（又はインストラクション）により実現できることは勿論のことである。

【0072】

したがって、この場合プログラムが、二次電池に対して行われる充電及び放電及び前記二次電池の温度を監視する制御部にインストールされる。そしてこのプログラムは、二次電池の充電又は放電の停止時の開放回路電圧に基づいて、電池残容量を推定した第1残容量を求めるインストラクションと、開放回路電圧と温度に基づいて、予め作成されている残容量推定誤差テーブルの誤差データを用いて、第1残容量の推定誤差を求めるインストラクションとを含む。さらに前記第1残容量を前記推定誤差で補正して、二次電池の推定残容量を決定するインストラクションを含むことになる。

20

【0073】

次に残容量推定誤差テーブルの作成に関して一例を説明する。残容量推定誤差テーブルは、複数の温度環境下において、充電電流、放電電流の値を各種変えて（各種の充放電パターンにより）、電池電圧を測定することにより、データ収集される。

【0074】

例えば、測定条件として以下のような条件を設定する。

30

環境温度として、例えば0、25、55

電流値として、1Cの充電の実施と、-1Cの放電の実施、である。

例えば、充電を行った場合のデータを収集したい場合は、次の手順をとる。

(a1) 選択した電池に対して常温で完放電を行う、(b1) 次に、 $SO C$ の例えば10%単位で前記電池に100%まで充電を行った場合の評価を下記のように行う、

例えば、電流積算値に基づいて $SO C$ の10%の充電を前記電池に行い、その後1時間休止する。例えば、電池の容量が100Ahである場合には、10%分の電池容量は10Ahであるので、10Aで1時間充電し、その後1時間は充電および放電を休止する。

【0075】

ここで、評価データを得るために、充電後の電圧の変化を計測し、電圧変化パターンを得る。

40

【0076】

(a2) 次に前記選択した電池に対して常温で完放電を行う、(b2) 次に、例えば電流積算値に基づいて $SO C$ の20%の充電を前記電池に行い、その後1時間休止する。

ここで、評価データを得るために、充電後の電圧の変化を計測し、電圧変化パターンを得る。

【0077】

(a3) 次に前記選択した電池に対して常温で完放電を行う、(b3) 次に、例えば電流積算値に基づいて $SO C$ の30%の充電を前記電池に行い、その後1時間休止する。

ここで、評価データを得るために、充電後の電圧の変化を計測し、電圧変化パターンを

50

得る。

【0078】

上記のように、充電パーセントごとに、充電後の電圧の変化パターンの計測を繰り返すことで、評価データを収集することができる。

【0079】

図6は、一実施形態の二次電池装置で用いる残容量推定誤差テーブルのデータを作成する方法の一例を説明するための図である。図6(A)、図6(B)及び図6(C)は、たとえば環境温度25℃で、SOC50%、SOC65%、SOC85%の充電を実施した後、電圧変化パターンを得たときのサンプルを示している。なお、ここで示す電圧変化パターンのサンプルは、充電を停止した時点をもととし、二次電池の開放回路電圧の変化を時系列で計測した結果を示している。

10

【0080】

このようなサンプルにおいて、例えば環境温度25℃で、電流積算値に基づいてSOC65%にあわせる充電を前記電池に対して行った場合、充電後の電圧変化パターンを検査する。この電圧変化パターンにおいては、充電後30秒経過すると、開放回路電圧は2.7Vとなった。一方、この計測電圧2.7Vに対して、OCV補正をした場合のSOC計算結果は、75.5%であった。

【0081】

つまり、単純にOCV補正を行うと、この場合は誤差15.5%が生じることを意味する。

20

したがって、OCV補正した第1残容量(SOC_C)は、本来得られるべきSOCよりも+15.5%も大きい値であることが分かる。従って、推定誤差(SOC_E)をデータとしては、15.5%を残容量推定誤差テーブルに記述する。

【0082】

他の各種の推定誤差についても、上記と同様にそれぞれのケースの電圧変化パターンから誤差を補正するためのデータを構築することができる。さらに、環境温度25℃の場合のみならず、複数の温度の場合においても、上記と同様にそれぞれのケースの電圧変化パターンから誤差を補正するためのデータを構築することができる。

【0083】

電圧変化率と温度との相関を示す、図4の残容量推定誤差テーブルのデータが構築される場合には、以下のように構築される。

30

即ち、予め作成しているSOC推定テーブルのデータに基づく電圧(OCV)と、前記電圧パターンにおける充電或いは放電後の測定電圧とを比較して、変化率が計算される。この変化率は、温度毎に、それぞれのSOCパーセント(例えばSOC60%、SOC70%、SOC80%)に対応する電圧(OCV)と、実際にSOC60%、SOC70%、SOC80%へそれぞれ充電或いは放電を行った後に測定した測定電圧と、を用いて計算される。

【0084】

例えば、所定の環境温度でSOC70%に充電したときの電圧変化率dVは、充電を行った後直ぐに測定した開放回路電圧と、所定の環境温度でSOC70%に充電した後に時間が経過して安定したときの開放回路電圧(SOC推定テーブルより取得)との差分により計算される。

40

【0085】

例えば図3に示す残容量推定誤差テーブルの列の項目である電圧値は0.1V単位で均等間隔に定義していたが、これは均等間隔にこだわる必要はない。また、温度を0℃、25℃、55℃に限定する必要もない。

【0086】

上記の実施形態では、図3に示す残容量推定誤差テーブルを作成するに当たり、下記の条件の下で電池電圧を測定することにより、データ収集している。

【0087】

50

環境温度として、例えば 0、25、55

電流値として、1 C の充電の実施と、-1 C の放電の実施、である。

例えば、充電を行った場合のデータを収集したい場合は、次の手順をとる。

(a1) 選択した電池に対して常温で完放電を行う、(b1) 次に、SOC の例えば 10 % 単位で前記電池に 100 % まで充電を行った場合の評価を下記のように行う、

例えば、電流積算値に基づいて (?) SOC の 10 % の充電を前記電池に行い、その後 1 時間休止する。

図 7 は、一実施形態において用いる SOC の残容量推定誤差テーブルを作成する際の SOC 推定誤差の測定結果の一例を示す図である。

電池電圧の測定条件は、例えば下記のように変更しても構わない。

10

【0088】

環境温度として、-30 ~ 70 で 5 刻みとする。

電流値として、0.1 C, 0.3 C, 0.5 C ~ 1.0 C の間で 0.5 C 間隔の値で充電し、-0.1 C, -0.3 C, -0.5 C ~ -1.0 C の間で 0.5 C 間隔で放電する。

【0089】

例えば、充電を行った場合のデータを収集したい場合は、次の手順をとる。

(a1) 選択した電池に対して常温で完放電を行う、(b1) 次に、SOC の例えば 5 % 単位で前記電池に 100 % まで充電を行い、上述の実施形態と同様に電池電圧の測定を行う。

【0090】

20

上記のように温度、電流値、充放電パターンをより細かく設定し、充電終了から n 秒後の電圧で OCV 補正により得られる SOC と、充電終了から十分時間が経過した時点での OCV 補正により得られる SOC (SOC 推定テーブルより取得) との差分が、温度 / 電流 / 設定の変化に対して一定の傾向にあるのであれば、算出した SOC の差分は前後の値から推測できるため、例えば図 3 に示すテーブルのように、行 (温度) と列 (電圧) との値を一定間隔で定義する必要はない。

【0091】

図 8 は、二次電池の電圧 (OCV) に対する SOC 推定誤差の関係の一例を示す図である。

たとえば、ある温度での評価結果として図 8 に示す結果が得られた場合について説明する。図 8 に示すグラフでは、電圧 2.5 ~ 3.1 V, 3.1 ~ 3.4 V, 3.4 ~ 3.5 V, 3.5 ~ 4.3 V で変化の傾向が変わる。言い換えると、それぞれの範囲内では両端の値とその範囲における SOC 推定誤差の変化率が分かれば、その範囲に含まれる変化率は近似式により計算できる。したがって、テーブルとしては 2.5, 3.1, 3.4, 3.5, 4.3 V の 5 点に対応する SOC を列として用意すれば十分になる。

30

【0092】

図 9 は、図 7 に示す SOC の推定誤差の測定結果のうち省略可能な項目の例を説明する図である。

すなわち、図 9 の網掛けした部分の SOC 推定誤差はその前後の値から推測できるためテーブルで省略することが可能である。たとえば、2.7 V の場合の SOC 推定誤差は、その前後の表の値 (2.5, 20) と (3.1, 8) から直線近似により、下記のように簡単に推測することが出来る。

40

$$\{ (-20 - (-8)) / (2.5 - 3.1) \} * (2.7 - 2.5) + (-20) = 20 * 0.2 + (-20) = 4 + (-20) = -16$$

なお、ここでは直線近似としたが、多項式近似でも良い。多項式近似を行う場合には、省略する値の前後の値と、省略した範囲に適用する多項式とが必要となる。

【0093】

なお、上記図 7 乃至図 9 に示す例は所定の温度に対しての評価をまとめたものであるが、温度を変えた場合や充放電レートを変えた場合にも同様の評価を行い、その結果の傾向にしたがって、テーブルを間引くことが出来る。

50

【0094】

図10は、SOCの残容量推定誤差テーブルを作成する際の、複数の温度環境におけるSOC推定誤差の結果の一例を示す図である。

【0095】

たとえば、図7乃至図9に示す例が環境温度25の場合とすると、他の温度の評価により、図10に示すSOC推定誤差[%]が得られたとする。なお、それぞれの温度で評価したときの電圧は同じとしたが、異なる電圧になっても残容量推定誤差テーブルの作成方法には影響しない。

【0096】

このとき、例えば20のときのSOC推定誤差は、それぞれの電圧において、25と15の場合から推定できるため、20の行は残容量推定誤差テーブルから削除することが出来る。

10

【0097】

図11は、図10に示すSOC推定誤差の結果から網掛けした部分を間引きして作成した残容量推定誤差テーブルである。

たとえば、環境温度20で電池電圧3.4Vの場合、SOCの推定誤差は下記のように演算できる。

$$\{(-8 - (-5)) / (15 - 25)\} * (20 - 15) + (-8) = 0.3 * 5 + (-8) = 1.5 + (-8) = -6.5$$

なお、図10に示す例では、15と25とでは間引ける部分(網掛けした部分)の電池電圧が異なっている。このときの残容量推定誤差テーブルの作成方法としては、電池制御方法の簡易さを優先し、両者同時に間引ける部分だけ間引いてもよい。

20

【0098】

例えば図11に示す残容量推定誤差テーブルを用いて二次電池の残容量の推定値を演算する際には、図2に示すフローチャートのステップSA4において、残容量推定誤差テーブルを参照し、環境温度および電池電圧に対応する値が残容量推定誤差テーブルにない場合には、近似式を用いて推定誤差(SOC_E)を演算する。この場合、演算した推定誤差(SOC_E)の値を用いてステップSA5でSOCの推定値を演算することができる。

【0099】

例えば、テーブルの項目数が多くなると、テーブルメモリ220の容量が大きくなってしまふ。そこで、上記のように残容量推定誤差テーブルの項目を減らすことにより、テーブルメモリ220の容量を減らすことができ、電池制御装置の価格を下げる事ができる。

30

【0100】

なお、上記の構成には記載していないが、算出したSOCの推定値は、通信IF238を介して電池制御装置外部(例えば上位装置)に通知しても良く、算出したSOCの推定値により充放電許可・停止制御しても良く、これらを組み合わせても構わない。

【0101】

通信IFを介す通信方式としてはCAN、RS485、PLC(Power Line Communication)などを適用可能である。この場合、上位装置にSOCの推定値そのものを通知する。

40

【0102】

充放電制御方法としては、たとえばSOCの推定値が基準値よりも大きくなった場合または基準値よりも小さくなった場合にリレー、コンタクト、MCCBなど遮断器を開くことにより、電池を主回路から切り離すといった方法がある。

【0103】

図12は、充電(あるいは放電)が停止した直後からの電池の電圧変化率と電池温度との相関に基づく残容量推定誤差テーブルの他の例を示す図である。

図13は、図12に示すSOC推定誤差の結果から所定の項目を間引きして作成した残

50

容量推定誤差テーブルである。

【0104】

第2実施形態で用いた残容量推定誤差テーブルについても、例えば図11に示すテーブルと同様にサイズを削減することが出来る。すなわち第2実施形態で用いた残容量推定誤差テーブルでは、図4に示すように電圧変化率が一定間隔であったが、電圧変化率および温度の間隔を細かく設定してもよい。

【0105】

図12に示す例では、例えば電圧変化率0.3%以上0.6%以下のSOCの推定誤差の変化が一定であるため、図13に示したテーブルのようにテーブルの項目を間引くことが出来る。なお、温度や充放電レートについても、例えば図11に示すテーブルと同様に項目を間引くことが可能である。

10

【0106】

なお、図11および図13に示す例では、予め作成した残容量推定誤差テーブルの一部の間引いてテーブルを作成したが、二次電池の特性により間引ける範囲が予め分かっている場合には、間引く範囲については推定誤差を算出することなく残容量推定誤差テーブルを作成しても構わない。

【0107】

本実施形態が適用される二次電池としては、特定されるわけではないが、リチウムイオン電池、ニッケル水素電池、など各種開発されており、いずれの電池が使用されても可能である。またSOCの変化に対してOCVの変化も追従するような特性の場合、OCVからSOCの推定が比較的精度良くできる。

20

【0108】

以下二次電池の負極、正極、電解液などの材料の例を示す。

【0109】

1) 負極・・・負極は、負極集電体と、負極活物質含有層とを有する。負極活物質含有層は、負極活物質、導電剤および結着剤を含む。負極集電体は、アルミニウム合金箔等の金属箔を用いることができる。アルミニウム合金としては、アルミニウムの他に、例えば、Al-Fe合金、Al-Mn系合金およびAl-Mg系合金である。

【0110】

負極活物質としては、リチウムを吸蔵放出する物質を使用することができ、中でも、金属酸化物、金属硫化物、金属窒化物、合金などが挙げられる。負極活物質のリチウム吸蔵電位は、リチウム金属の開回路電位に対して開回路電位で0.4V以上であることが好ましい。これにより、負極集電体のアルミニウム成分とリチウムとの合金化反応の進行および負極集電体の微粉化を抑制できる。さらに、リチウム吸蔵電位は、リチウム金属の開回路電位に対して開回路電位で0.4V以上、3V以下の範囲であることが好ましい。これにより、電池電圧を向上させることができる。さらに好ましい電位範囲は、0.4V以上、2V以下である。0.4V以上、3V以下の範囲でリチウムを吸蔵することが可能な金属酸化物としては、チタン酸化物、例えばリチウムチタン酸化物、タングステン酸化物、アモルファススズ酸化物、スズ珪素酸化物、酸化珪素などが挙げられる。中でも、リチウムチタン酸化物が好ましい。

30

40

【0111】

0.4V以上、3V以下の範囲でリチウムを吸蔵することが可能な金属硫化物としては、硫化リチウム、硫化モリブデン、硫化鉄等が挙げられる。

【0112】

0.4V以上、3V以下の範囲でリチウムを吸蔵することが可能な金属窒化物としては、リチウムコバルト窒化物等が挙げられる。

【0113】

導電剤として、炭素材料を用いることができる。例えば、アセチレンブラック、カーボンブラック、コークス、炭素繊維、黒鉛等を挙げることができる。

【0114】

50

2) 正極・・・正極は、正極集電体と、正極活物質含有層とを有する。正極活物質含有層は、正極集電体 19a の片面もしくは両面に担持され、正極活物質、導電剤および結着剤を含む。

【0115】

正極集電体は、アルミニウム合金箔等の金属箔を用いることができる。正極活物質としては、酸化物、硫化物、ポリマーなどが挙げられる。

【0116】

酸化物として、例えば、二酸化マンガン (MnO_2)、酸化鉄、酸化銅、酸化ニッケル、リチウムマンガン複合酸化物、リチウムニッケル複合酸化物、リチウムコバルト複合酸化物、リチウムニッケルコバルト複合酸化物、リチウムマンガンコバルト複合酸化物、スピネル型リチウムマンガンニッケル複合酸化物、オリピン構造を有するリチウムリン酸化物、硫酸鉄、バナジウム酸化物などが挙げられる。

10

【0117】

例えば、ポリマーとしては、ポリアニリンやポリピロールなどの導電性ポリマー材料、ジスルフィド系ポリマー材料などが挙げられる。その他に、イオウ (S)、フッ化カーボンなども使用できる。

【0118】

好ましい正極活物質としては、高い正極電圧が得られるため、リチウムマンガン複合酸化物、リチウムニッケル複合酸化物、リチウムコバルト複合酸化物、リチウムニッケルコバルト複合酸化物、スピネル型リチウムマンガンニッケル複合酸化物、リチウムマンガンコバルト複合酸化物、リチウムリン酸鉄などが挙げられる。

20

【0119】

電子伝導性を高め、集電体との接触抵抗を抑えるための導電剤としては、例えば、アセチレンブラック、カーボンブラック、黒鉛等を挙げることができる。

【0120】

3) 電解液・・・電解液は、電解質を有機溶媒に溶解することにより調製される。電解質濃度は、 $0.5 \sim 2 \text{ mol/L}$ の範囲内にすることができる。

【0121】

電解質としては、 $LiBF_4$ が挙げられる。有機溶媒としては、例えば、エチレンカーボネート (EC)、プロピレンカーボネート (PC)、ビニレンカーボネート (VC) などの環状カーボネート、ジメチルカーボネート (DMC)、メチルエチルカーボネート (MEC)、ジエチルカーボネート (DEC) などの鎖状カーボネート、テトラヒドロフラン (THF)、2メチルテトラヒドロフラン (2MeTHF) などの環状エーテル、ジメトキシエタン (DME) などの鎖状エーテル、 γ -ブチロラクトン (BL)、アセトニトリル (AN)、スルホラン (SL)、リン酸エステル等を挙げることができる。これらの有機溶媒は、単独または2種以上の混合物の形態で用いることができる。

30

【0122】

上記した説明において、検出器、制御部など用語において「器」、「部」は、「装置」、「ブロック」、「モジュール」、「演算手段」などに置き換えても本発明の範疇であることは勿論である。さらにまた、請求項の各構成要素において、構成要素を分割して表現した場合、或いは複数を合わせて表現した場合、或いはこれらを組み合わせる場合であっても本発明の範疇である。また請求項を方法として表現した場合であっても本発明の装置を適用したものである。

40

【0123】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

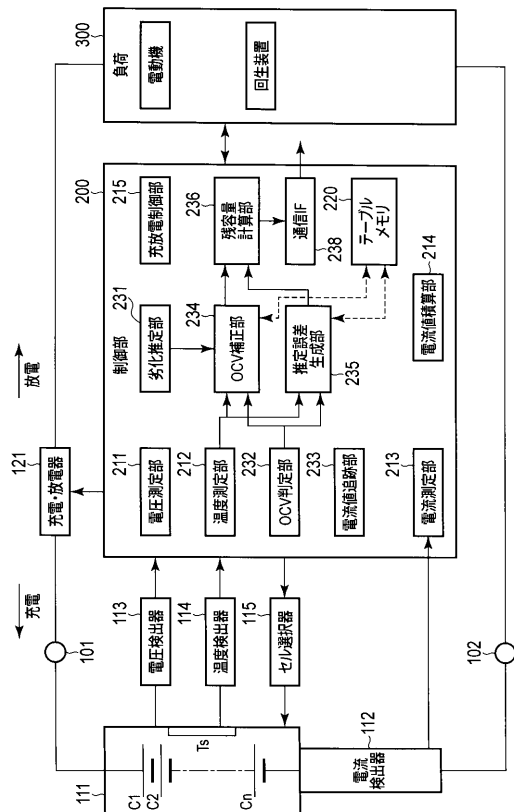
50

【 0 1 2 4 】

1 1 1 . . . 電池モジュール、 1 1 2 . . . 電流検出器、 1 1 3 . . . 電圧検出器、 1 1 4 . . . 温度検出器、 1 1 5 . . . セル選択器、 1 2 1 . . . 充電・放電器、 2 0 0 . . . 制御部、 2 1 1 . . . 電圧測定部、 2 1 2 . . . 温度測定部、 2 1 3 . . . 電流測定部、 2 1 4 . . . 電流値積算部、 2 3 2 . . . OCV判定部、 2 3 3 . . . 電流値追跡部、 2 3 4 . . . SOC補正部、 2 3 6 . . . 残容量計算部、 2 2 0 . . . テーブルメモリ、 3 0 0 . . . 負荷。

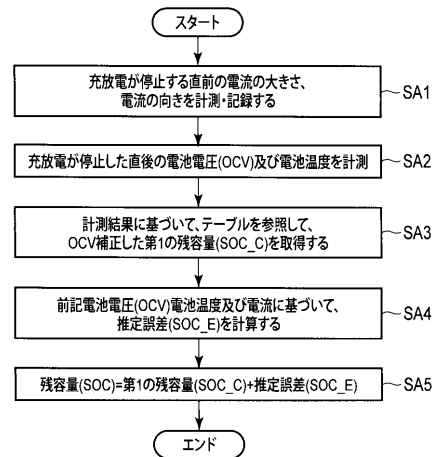
【 図 1 】

図 1



【 図 2 】

図 2



【 図 3 】

図 3

温度/電圧	3V	3.1V	3.2V	3.3V	3.4V	3.5V	3.6V	3.7V
0°C	-35%	-35%	-36%	-36%	-37%	-38%	-40%	-42%
25°C	-45%	-43%	-43%	-42%	-42%	-41%	-41%	-40%
55°C	-45%	-44%	-44%	-43%	-42%	-40%	-38%	-37%

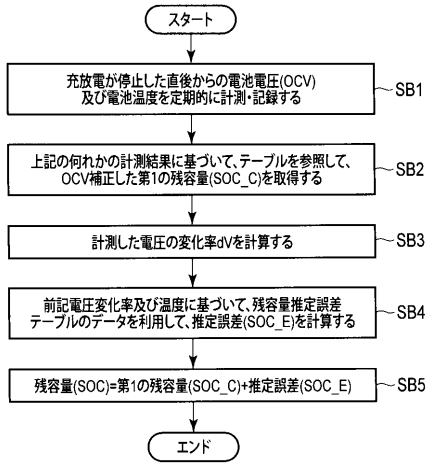
【 図 4 】

図 4

温度 \ 電圧変化率	0.50%	0.90%	1.30%	1.70%	2.10%	2.50%	2.90%	3.30%
25°C	-31%	-32%	-34%	-35%	-47%	-47%	-49%	-45%

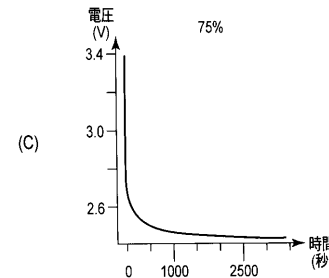
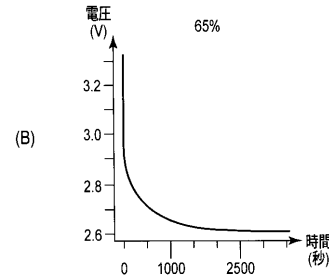
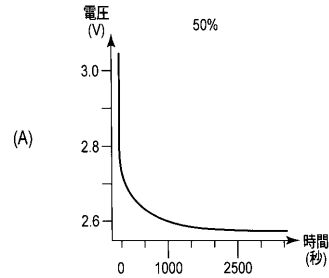
【 図 5 】

図 5



【 図 6 】

図 6



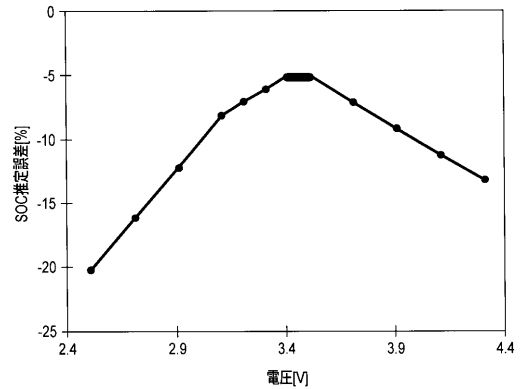
【 図 7 】

図 7

電圧[V]	SOC推定誤差[%]
2.5	-20
2.7	-16
2.9	-12
3.1	-8
3.2	-7
3.3	-6
3.4	-5
3.41	-5
3.42	-5
3.43	-5
3.44	-5
3.45	-5
3.46	-5
3.47	-5
3.48	-5
3.49	-5
3.5	-5
3.7	-7
3.9	-9
4.1	-11
4.3	-13
⋮	⋮

【 図 8 】

図 8



【 図 9 】

図 9

電圧[V]	SOC推定誤差[%]
2.5	-20
2.7	-16
2.9	-12
3.1	-8
3.2	-7
3.3	-6
3.4	-5
3.41	-5
3.42	-5
3.43	-5
3.44	-5
3.45	-5
3.46	-5
3.47	-5
3.48	-5
3.49	-5
3.5	-5
3.7	-7
3.9	-9
4.1	-11
4.3	-13
⋮	⋮

【 図 1 0 】

図 10

電圧	2.5V	2.7V	2.9V	3.1V	3.2V	3.3V	3.4V	3.41V	3.42V	3.43V	3.44V	3.45V	3.46V	3.47V	3.48V	3.49V	3.5V	3.7V	3.9V	4.1V	4.3V
15°C	-30%	-24%	-18%	-14%	-10%	-9%	-8%	-7%	-7%	-7%	-7%	-7%	-8%	-8%	-10%	-12%	-14%	-16%	-19%	-22%	-25%
20°C	-25%	-20%	-15%	-11%	-8.5%	-7.5%	-6%	-6%	-6%	-6%	-6%	-6%	-6.5%	-6.5%	-7.5%	-8.5%	-9.5%	-11.5%	-14%	-16.5%	-19%
25°C	-20%	-16%	-12%	-8%	-7%	-6%	-5%	-5%	-5%	-5%	-5%	-5%	-5%	-5%	-5%	-5%	-5%	-7%	-9%	-11%	-13%

【 図 1 1 】

図 11

温度 \ 電圧	2.5V	2.9V	3.2V	3.41V	3.45V	3.48V	3.7V	4.3V
15°C	-30%	-18%	-10%	-7%	-7%	-10%	-16%	-25%
温度 \ 電圧	2.5V	3.1V	3.4V	3.5V	4.3V			
25°C	-20%	-8%	-5%	-5%	-13%			

【 図 1 2 】

図 12

温度 \ 電圧変化率	0.3%	0.4%	0.5%	0.6%	0.7%	0.8%	0.9%	1.0%
25°C	-0.8%	-1.0%	-1.2%	-1.4%	-1.9%	-2.9%	-4.4%	-6.0%

【 図 1 3 】

図 13

温度 \ 電圧変化率	0.3%	0.6%	0.7%	0.8%	0.9%	1.0%
25°C	-0.8%	-1.4%	-1.9%	-2.9%	-4.4%	-6.0%

フロントページの続き

- (74)代理人 100158805
弁理士 井関 守三
- (74)代理人 100179062
弁理士 井上 正
- (74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
- (72)発明者 内田 勝也
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 塚原 宏享
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 岡部 令
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 金子 典広
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 佐藤 誠
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- Fターム(参考) 2G016 CA03 CB00 CB05 CB11 CB22 CB32 CC01 CC03 CC04 CC07
CC10 CC13 CC20 CC24 CC26 CC27 CF06
5G503 AA07 BA03 BB01 CA01 CA11 CB11 DA08 EA05 GD03 GD04
GD06
5H030 AA01 AA08 AS03 AS08 AS18 FF22 FF41 FF42 FF43 FF44
FF52