

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7326659号
(P7326659)

(45)発行日 令和5年8月16日(2023.8.16)

(24)登録日 令和5年8月7日(2023.8.7)

(51)国際特許分類		F I			
H 0 2 J	7/02 (2016.01)	H 0 2 J	7/02		H
H 0 1 M	10/48 (2006.01)	H 0 1 M	10/48		P
H 0 1 M	10/44 (2006.01)	H 0 1 M	10/48	3 0 1	
		H 0 1 M	10/44		P

請求項の数 4 (全13頁)

(21)出願番号	特願2020-50805(P2020-50805)	(73)特許権者	000005382 古河電池株式会社 神奈川県横浜市保土ヶ谷区星川2丁目4番1号
(22)出願日	令和2年3月23日(2020.3.23)	(74)代理人	100104204 弁理士 峯岸 武司
(65)公開番号	特開2021-151147(P2021-151147 A)	(72)発明者	斉藤 直広 福島県いわき市常磐下船尾町杭出作23-6 古河電池株式会社 いわき事業所内
(43)公開日	令和3年9月27日(2021.9.27)	(72)発明者	五十嵐 良仁 福島県いわき市常磐下船尾町杭出作23-6 古河電池株式会社 いわき事業所内
審査請求日	令和4年10月14日(2022.10.14)	(72)発明者	蒲生 良次 福島県いわき市常磐下船尾町杭出作23-6 古河電池株式会社 いわき事業所内 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 二次電池モジュールのセルバランス制御装置および制御方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のセルが接続されて構成される二次電池モジュールにおける各前記セルの電圧および温度をそれぞれ測定する測定手段と、

複数の前記セルの中で前記測定手段によって最も高く測定される温度の前記セルと最も低く測定されるものから順に低く測定される各温度の前記セルとの各第1温度差をそれぞれ算出する第1温度差算出手段と、

各前記第1温度差の継続時間を計時する計時手段と、

前記第1温度差算出手段によって算出される前記第1温度差が所定の温度以上で、かつ、前記計時手段によって計時される前記第1温度差の継続時間が所定の時間以上の前記セルの対がある場合、前記二次電池モジュールへの充電時に前記測定手段によって測定される電圧が複数の前記セルの中で最も高い所定の電圧に最先に達する最先セルが、前記測定手段によって最も高く測定される温度の前記セルであるか判断する判断手段と、

前記最先セルが前記測定手段によって最も高く測定される温度の前記セルでないと前記判断手段によって判断された場合、前記最先セルについて放電するようにセルバランス回路を制御する制御手段と、

を備える二次電池モジュールのセルバランス制御装置。

【請求項2】

複数の前記セルの中で最も電圧の高い最高電圧セルと複数の前記セルの中で最も電圧の低い最低電圧セルとの各電圧差毎に、前記最高電圧セルと前記最低電圧セルとの複数の各

第 2 温度差に応じて予め定められた放電時間を記憶する記憶手段を備え、

前記制御手段は、前記最先セルが前記測定手段によって最も高く測定される温度の前記セルでないと前記判断手段によって判断された場合、前記最先セルと前記最低電圧セルとについての前記電圧差および前記第 2 温度差に応じて前記記憶手段に記憶される前記放電時間だけ、前記最先セルについて放電するようにセルバランス回路を制御する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の二次電池モジュールのセルバランス制御装置。

【請求項 3】

前記制御手段は、前記最先セルが前記測定手段によって最も高く測定される温度の前記セルであると前記判断手段によって判断された場合、前記最先セルについて放電しないようにセルバランス回路を制御する、

10

ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の二次電池モジュールのセルバランス制御装置。

【請求項 4】

二次電池モジュールを構成する各セルの電圧および温度をそれぞれ測定する電圧および温度測定ステップと、

複数の前記セルの中で最も高く測定される温度の前記セルと最も低く測定されるものから順に低く測定される各温度の前記セルとの各第 1 温度差をそれぞれ算出する第 1 温度差算出ステップと、

各前記第 1 温度差の継続時間を計時する計時ステップと、

前記第 1 温度差算出ステップで算出される前記第 1 温度差が所定の温度以上で、かつ、前記計時ステップで計時される前記第 1 温度差の継続時間が所定の時間以上の前記セルの対がある場合、前記二次電池モジュールへの充電時に測定される電圧が複数の前記セルの中で最も高い所定の電圧に最先に達する最先セルが、最も高く測定される温度の前記セルであるか判断する判断ステップと、

20

前記最先セルが最も高く測定される温度の前記セルでないと前記判断ステップで判断された場合、前記最先セルについて放電するようにセルバランス回路を制御する制御ステップと、

を備える二次電池モジュールのセルバランス制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、複数のセルが接続されて構成される二次電池モジュールのセルバランス制御装置および制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、この種の二次電池モジュールのセルバランス制御装置および制御方法としては、例えば、特許文献 1 に開示された状態管理装置および蓄電素子の均等化方法がある。

【0003】

同文献には、オリビン鉄系リチウムイオン二次電池を蓄電素子（以下、セルと呼ぶ）とする二次電池モジュールにおける、各セルに充電される電池容量を均等化する技術がセルバランス制御技術として開示されている。このセルバランス制御技術では、各セルの電圧が、セルの充電容量を示す充電率（SOC：State Of Charge）の 90% 以上の基準電圧に到達する時間を監視する。そして、各セルの電圧が基準電圧に到達すると、到達順位に対応する放電時間にわたって、到達順位順に各セルの放電を行わせる。したがって、個々のセルに対して設定された放電時間にわたって各セルが確実に放電するため、各セルへの充電が均等化して行われる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特許第 6106991 号公報

50

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

上記従来のセルバランス制御技術においては、上記のように、各セルの充電容量を各セルの電圧を基に判断し、基準電圧への到達順位が早いセルは充電容量が大きいものとして、早い時間から長い固定時間にわたって放電を行うことで、各セルへの充電の均等化を図っている。しかしながら、基準電圧への到達順位が早い順だけにしたがって各セルの放電を行うと、劣化が進んで充電容量が小さくなったセルについても、早い順から放電が行われてしまうことがある。このため、上記従来のセルバランス制御技術においては、各セルへの充電を健全に均等化して行うことは難しい。

10

【0006】

本発明は、このような点を鑑みてなされたもので、各セルの劣化を反映して各セルへの充電の均等化を健全に行うことができる二次電池モジュールのセルバランス制御装置および制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0007】**

このために本発明は、複数のセルが接続されて構成される二次電池モジュールにおける各セルの電圧および温度をそれぞれ測定する測定手段と、複数のセルの中で測定手段によって最も高く測定される温度のセルと最も低く測定されるものから順に低く測定される各温度のセルとの各第1温度差をそれぞれ算出する第1温度差算出手段と、各第1温度差の継続時間を計時する計時手段と、第1温度差算出手段によって算出される第1温度差が所定の温度以上で、かつ、計時手段によって計時される第1温度差の継続時間が所定の時間以上のセルの対がある場合、二次電池モジュールへの充電時に測定手段によって測定される電圧が複数のセルの中で最も高い所定の電圧に最先に達する最先セルが、測定手段によって最も高く測定される温度のセルであるか判断する判断手段と、最先セルが測定手段によって最も高く測定される温度のセルでないと判断手段によって判断された場合、最先セルについて放電するようにセルバランス回路を制御する制御手段とを備えて、二次電池モジュールのセルバランス制御装置を構成した。

20

【0008】

また、本発明は、二次電池モジュールを構成する各セルの電圧および温度をそれぞれ測定する電圧および温度測定ステップと、複数のセルの中で最も高く測定される温度のセルと最も低く測定されるものから順に低く測定される各温度のセルとの各第1温度差をそれぞれ算出する第1温度差算出ステップと、各第1温度差の継続時間を計時する計時ステップと、第1温度差算出ステップで算出される第1温度差が所定の温度以上で、かつ、計時ステップで計時される第1温度差の継続時間が所定の時間以上のセルの対がある場合、二次電池モジュールへの充電時に測定部によって測定される電圧が複数のセルの中で最も高い所定の電圧に最先に達する最先セルが、最も高く測定される温度のセルであるか判断する判断ステップと、最先セルが最も高く測定される温度のセルでないと判断ステップで判断された場合、最先セルについて放電するようにセルバランス回路を制御する制御ステップとを備えて、二次電池モジュールのセルバランス制御方法を構成した。

30

40

【0009】

本構成によれば、複数のセルの中で最も高く測定される温度のセルと、最も低く測定されるものから順に低く測定される各温度のセルとの各第1温度差が、それぞれ算出される。また、算出された各第1温度差の継続時間が計時される。第1温度差が所定の温度以上で、かつ、第1温度差の継続時間が所定の時間以上のセルの対がある場合、二次電池モジュールにおける複数のセルの中のいずれかのセルについて、劣化が進行しているものが存在する可能性があるとして判断される。この場合、二次電池モジュールへの充電時に測定手段によって測定される電圧が複数のセルの中で最も高い所定の電圧に最先に達する最先セルが、最も高く測定される温度のセルであるかの判断が行われる。この最先セルが、最も高く測定される温度のセルでないと判断される場合、その最先セルは劣化が更に進んでいな

50

いものと判断され、最先セルについて放電するようにセルバランス回路の制御が行われて、二次電池モジュールのセルバランス制御が行われる。

【0010】

本構成では、このように、充電時に所定の電圧に最先に達する最先セルについて、放電によるセルバランス制御が行われる前に、その最先セルが最も高く測定される温度のセルであるかの判断が行われることで、その最先セルが、劣化が更に進んだために満充電時の容量が小さくなって、充電時に所定の電圧に最先に達しているかの判断が行われる。セルの放電によるセルバランス制御は、充電時に所定の電圧に最先に達する最先セルであって、しかも、劣化の更なる進行によって満充電時の容量が小さくなったものでないセルについて行われる。このため、本構成によれば、各セルの劣化を反映して各セルへの充電の均等化を健全に行うことができるようになる。

10

【0011】

また、本発明は、複数のセルの中で最も電圧の高い最高電圧セルと複数のセルの中で最も電圧の低い最低電圧セルとの各電圧差毎に、最高電圧セルと最低電圧セルとの複数の各第2温度差に応じて予め定められた放電時間を記憶する記憶手段を備え、制御手段が、最先セルが測定手段によって最も高く測定される温度のセルでないと判断手段によって判断された場合、最先セルと最低電圧セルとについての電圧差および第2温度差に応じて記憶手段に記憶される放電時間だけ、最先セルについて放電するようにセルバランス回路の制御を行うことを特徴とする。

【0012】

本構成によれば、記憶手段には、最高電圧セルと最低電圧セルとの各電圧差毎に、最高電圧セルと最低電圧セルとの複数の各第2温度差に応じて、劣化の進行度合いに応じて最適な値に予め定められた、最先セルの放電時間が記憶される。制御手段による最先セルの放電は、最高電圧セルである最先セルと最低電圧セルとの電圧差および第2温度差に応じて記憶手段に記憶される放電時間だけ行われる。このため、制御手段による最先セルについての放電が劣化状態に応じた最適な時間だけ行われるようになり、各セルの充電容量は各セルの劣化状態が考慮されてバランス良く均等化されるようになる。

20

【0013】

また、本発明は、制御手段が、最先セルが測定手段によって最も高く測定される温度のセルであると判断手段によって判断された場合、最先セルについて放電しないようにセルバランス回路の制御を行うことを特徴とする。

30

【0014】

本構成によれば、最先セルが測定手段によって最も高く測定される温度のセルであると判断手段によって判断された場合、その最先セルは劣化が更に進んでいるものと判断され、制御手段によるセルバランス制御はその最先セルについて行われず。このため、劣化が更に進んだ最先セルが過放電状態に陥ることが防止され、二次電池モジュールの製品寿命が短命化することが防げる。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、各セルの劣化を反映して各セルへの充電の均等化を健全に行うことができる二次電池モジュールのセルバランス制御装置および制御方法を提供することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の一実施形態による二次電池モジュールのセルバランス制御装置を用いて構成されるバッテリーマネジメントシステムの概略構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示す二次電池モジュールを構成する各セルの充電特性を示すグラフである。

【図3】図1に示すバッテリーマネジメントユニットの記憶手段に記憶される経過時間管理テーブルを示す表図である。

【図4】図1に示すバッテリーマネジメントユニットの記憶手段に記憶される放電時間テ-

50

ブルを示す表図である。

【図5】本発明の一実施形態による二次電池モジュールのセルバランス制御方法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】

【0017】

次に、本発明の一実施の形態による二次電池モジュールのセルバランス制御装置および制御方法を、オリビン鉄系リチウムイオン二次電池モジュールのセルバランス制御装置および制御方法に適用した場合について説明する。

【0018】

図1は、本発明の一実施形態による二次電池モジュールのセルバランス制御装置を用いて構成されるバッテリーマネジメントシステム（以下、BMS（Battery Management System）と記す）1の概略構成を示すブロック図である。

10

【0019】

BMS1は、複数のバッテリーユニット2、バッテリーマネジメントユニット（以下、BMU（Battery Management Unit）と記す）3、充放電制御部4および充放電切替スイッチ5を備えて構成される。各バッテリーユニット2は、セルNo.1～No.8の8個の複数のセル21a, 21b, ..., 21h（以下、総称するときにはセル21）が直列に接続されて構成される二次電池モジュール22、各二次電池モジュール22に並列に接続されたセルバランス回路23、および、モジュールモニタリングユニット（以下、MMU（Module Monitoring Unit）と記す）24を備える。

20

【0020】

二次電池モジュール22は、オリビン鉄系リチウムイオン二次電池モジュールであり、各セル21の正極にオリビン型リン酸鉄、負極にグラファイト系材料が用いられている。オリビン鉄系リチウムイオン二次電池モジュールでは、電極としてコバルト系の電極材料を用いる必要がなく、コバルト系の電極材料を用いる二次電池モジュールと比べて安価で安全性が高い長所を有している。

【0021】

セルバランス回路23は、セル21に充電された電荷を放電する図示しない抵抗およびスイッチを各セル21毎に有し、MMU24からの放電制御信号に応じてスイッチを閉じることによって、各セル21に充電された電荷を抵抗を介して個別に放電する。MMU24は、各セル21の端子間電圧、通電電流および温度等の測定、および、BMU3からの指示に応じてセルバランス回路23の放電制御を行う。MMU24は、各セル21の電圧および温度をそれぞれ測定する測定手段を構成し、測定した各セル21の電圧および温度をBMU3へ出力する。

30

【0022】

BMU3は、内蔵している図示しないRAM（読み書き可能メモリ）に記憶されているデータ、および、内蔵している図示しないROM（読み出し専用メモリ）に記憶されている制御プログラムに従って、内蔵している図示しないCPU（中央演算装置）が、本実施形態に係る二次電池モジュール22のセルバランス制御を後述するように行う。

【0023】

40

また、BMU3は、充放電切替スイッチ5の切替制御を行って、各バッテリーユニット2の充放電制御を充放電制御部4によって行う。すなわち、充放電切替スイッチ5の切替接続状態がBMU3の切替制御によって図示する状態に切り替えられると、各バッテリーユニット2に充電された電荷が充放電制御部4を構成する放電制御部41によってソケット6に接続される図示しない負荷へ放電される。また、充放電切替スイッチ5の切替接続状態がBMU3の切替制御によって図示する状態と反対側に切り替えられると、充放電制御部4を構成する充電制御部42により、プラグ7に接続される図示しない電源から各バッテリーユニット2へ充電が行われる。

【0024】

図2は、オリビン鉄系リチウムイオン二次電池モジュール22を構成する各セル21の

50

充電特性を示すグラフである。同グラフの横軸は充電率（以下、SOCと記す）[%]、縦軸はセル21の端子間電圧[V]である。また、各特性線25a, 25b, 25c, ...は、各セル21の充電率変化に対する端子間電圧の電圧特性である。オリビン鉄系リチウムイオン二次電池モジュール22の充電特性として、セル21の端子間電圧は、SOCが約20~80%程度の充電中期の領域Aにおいて平坦な電圧特性を示し、SOCが約80%程度以上の充電末期の領域Bにおいて急激に増加する電圧特性を示す。同グラフには図示していないが、SOCが約20%程度以下の充電初期においても、セル21の端子間電圧は急激に増加する電圧特性を示す。

【0025】

本実施形態では、BMU3のCPUは、ROMに記憶されるコンピュータプログラムにしたがうソフトウェア制御により、第1温度差算出手段、計時手段、判断手段および制御手段を構成する。なお、電子回路を回路基板に組むことで形成される電子回路のハードウェア構成によっても、これら各手段を同様に構成することができる。

10

【0026】

第1温度差算出手段は、複数のセル21a, 21b, ..., 21hの中でMMU24によって最も高く測定される温度の最高温度セル21THと、最も低く測定されるものから順に低く測定される各温度の最低温度セル21TLとの各第1温度差を、それぞれ算出する。計時手段は、BMU3が内蔵している図示しないカウンタのカウンタ値により、各第1温度差の継続時間Hを計時する。判断手段は、第1温度差算出手段によって算出される第1温度差が所定の温度以上で、かつ、計時手段によって計時される第1温度差の継続時間Hが所定の時間以上のセル21の対がある場合、充電制御部42による二次電池モジュール22への充電時にMMU24によって測定される端子間電圧が、複数のセル21a, 21b, ..., 21hの中で最も高い所定の電圧Kに最先に達する最先セル21nが、最高温度セル21THであるか否かを判断する。

20

【0027】

本実施形態では、第1温度差についての所定の温度が3.0[V]、第1温度差の継続時間Hについての所定の時間が30[sec]に設定され、BMU3の記憶手段に予め記憶されている。また、最先セル21nが最先に達する所定の電圧Kは、図2のグラフに示される、領域Bにおける電圧K[V]に設定されている。この電圧Kの値は、各二次電池モジュール22を充電している間に、セルバランス制御を行うためのセル21の放電が行える、領域Bにおける値、例えば、SOCが80~90[%]程度の範囲内の値に設定される。具体的には、領域Aの平坦領域におけるセル21の電圧が3.0~3.1[V]程度の場合には、電圧Kは、3.1[V]よりも大きい、SOCが上記範囲内の値の3.7[V]に設定される。電圧Kの値はBMU3の記憶手段に予め記憶されている。

30

【0028】

最先セル21nがMMU24によって最も高く測定される温度の最高温度セル21THでないとBMU3の判断手段によって判断された場合、BMU3の制御手段は、最先セル21nについて放電するようにセルバランス回路23の制御を行う。また、BMU3、MMU24は、二次電池モジュール22のセルバランス制御装置を構成する。

【0029】

図3は、BMU3に内蔵されるRAMに記憶される経過時間管理テーブルを例示する表図である。この経過時間管理テーブルには、充電制御部42による二次電池モジュール22への充電時に、複数のセル21a, 21b, ..., 21hの中でMMU24によって最も高く測定される温度の最高温度セル21THのセルNo.およびその温度、最も低く測定されるものから順に低く測定される各温度の最低温度セル21TLのセルNo.およびその温度、その最高温度セル21THと最低温度セル21TLとのセル対の第1温度差、並びに、その第1温度差の継続時間Hが記憶される。経過時間管理テーブルに記憶されるこれら各値はBMU3によって定期的に更新される。

40

【0030】

図3に示される経過時間管理テーブルの1行目には、セルバランス制御が最初に行われ

50

るセル対の候補の一例として、最高温度セル 2 1 TH であるセル 2 1 d のセル No . 4 およびその温度 3 7 . 0 []、最低温度セル 2 1 TL であるセル 2 1 h のセル No . 8 およびその温度 3 3 . 8 []、それら最高温度セル 2 1 TH および最低温度セル 2 1 TL のセル対の第 1 温度差 3 . 2 []、並びに、その第 1 温度差 3 . 2 [] の継続時間 3 3 [s e c] が記憶されている。また、2 行目には、セルバランス制御が次に行われるセル対の候補の一例として、最高温度セル 2 1 TH であるセル 2 1 d のセル No . 4 およびその温度 3 7 . 0 []、温度が最も低く測定されるセル No . 8 のセル 2 1 h から次に低く測定されるセル 2 1 a のセル No . 1 およびその温度 3 4 . 0 []、それら最高温度セル 2 1 TH および最低温度セル 2 1 TL のセル対の第 1 温度差 3 . 0 []、並びに、その第 1 温度差 3 . 0 [] の継続時間 3 0 [s e c] が記憶されている。

10

【 0 0 3 1 】

図 4 は、B M U 3 に内蔵される R A M に記憶される放電時間テーブルを例示する表図である。この放電時間テーブルには、複数のセル 2 1 a , 2 1 b , ... , 2 1 h の中で最も電圧の高い最高電圧セル 2 1 VH と、複数のセル 2 1 a , 2 1 b , ... , 2 1 h の中で最も電圧の低い最低電圧セル 2 1 VL との各電圧差 V_d 毎に、最高電圧セル 2 1 VH と最低電圧セル 2 1 VL との複数の各第 2 温度差 に応じて予め定められた放電時間 T が記憶されている。B M U 3 に内蔵される R A M は、この放電時間 T を記憶する記憶手段を構成する。

【 0 0 3 2 】

図 4 に示される放電時間テーブルには、最高電圧セル 2 1 VH と最低電圧セル 2 1 VL との 0 . 1 [V] の電圧差 V_d について、最高電圧セル 2 1 VH と最低電圧セル 2 1 VL との複数の各第 2 温度差 1 . 0 []、1 . 1 []、1 . 2 [] および 1 . 3 [] に応じてそれぞれ予め定められた放電時間 1 0 [s e c]、1 5 [s e c]、2 0 [s e c] および 2 5 [s e c] が、記憶されている。また、最高電圧セル 2 1 VH と最低電圧セル 2 1 VL との 0 . 3 [V] の電圧差 V_d について、最高電圧セル 2 1 VH と最低電圧セル 2 1 VL との複数の各第 2 温度差 3 . 0 []、3 . 1 []、3 . 2 [] および 3 . 3 [] に応じてそれぞれ予め定められた放電時間 4 0 [s e c]、4 5 [s e c]、5 0 [s e c] および 5 5 [s e c] が、記憶されている。

20

【 0 0 3 3 】

B M U 3 の制御手段は、最先セル 2 1 n が最高温度セル 2 1 TH でないと、判断手段を構成する B M U 3 によって判断された場合、最先セル 2 1 n と最低電圧セル 2 1 VL とについての電圧差 V_d および第 2 温度差 に応じて放電時間テーブルに記憶される放電時間 T だけ、最先セル 2 1 n について放電するようにセルバランス回路 2 3 の制御を行う。また、制御手段は、最先セル 2 1 n が最高温度セル 2 1 TH であると判断手段によって判断された場合、最先セル 2 1 n について放電しないようにセルバランス回路 2 3 を制御する。

30

【 0 0 3 4 】

図 5 は、本発明の一実施形態による二次電池モジュール 2 2 のセルバランス制御方法を示すフローチャートである。

【 0 0 3 5 】

充電制御部 4 2 による二次電池モジュール 2 2 への充電時、最初に、図 5、ステップ (以下、S と記す) 1 0 1 の温度測定ステップにおいて、二次電池モジュール 2 2 を構成する各セル 2 1 のそれぞれの端子間電圧および温度が M M U 2 4 によって測定される。次に、S 1 0 2 の第 1 温度差算出ステップにおいて、複数のセル 2 1 a , 2 1 b , ... , 2 1 h の中で M M U 2 4 によって最も高く測定される温度の最高温度セル 2 1 VH と、最も低く測定されるものから順に低く測定される各温度の最低温度セル 2 1 VL との各第 1 温度差 が、それぞれ、B M U 3 の第 1 温度差算出手段によって算出される。次に、S 1 0 3 の計時ステップにおいて、各第 1 温度差 の継続時間 H が B M U 3 の計時手段によって計時される。次に、S 1 0 4 において、S 1 0 2 で算出された最高温度セル 2 1 VH と最低温度セル 2 1 VL とのセル対についての第 1 温度差 、および S 1 0 3 で計時されたその第 1 温度差 の継続時間 H についてのデータが、B M U 3 の C P U によって経過時間管理テーブルに記憶される。

40

50

【 0 0 3 6 】

次に、S 1 0 5 の判断ステップにおいて、経過時間管理テーブル（図 3 参照）が参照されて、S 1 0 2 で算出される第 1 温度差 ΔT_1 が所定の温度 $3.0 []$ 以上で、かつ、S 1 0 3 で計時される第 1 温度差 ΔT_1 の継続時間 H が所定の時間 $30 [s e c]$ 以上のセル 2 1 の対があるか否か、B M U 3 の判断手段によって判断される。このセル 2 1 の対が無くて、S 1 0 5 の判断結果が N o の場合、処理は S 1 0 1 に戻って S 1 0 1 ~ S 1 0 5 の処理が繰り返される。一方、このセル 2 1 の対が有る場合、例えば、経過時間管理テーブルが図 3 に示されるときには、セル N o . 4 のセル 2 1 d とセル N o . 8 のセル 2 1 h との第 1 候補のセル対が有るので、S 1 0 5 の判断結果は Y e s となる。この場合、次に、S 1 0 6 の判断ステップにおいて、複数のセル 2 1 a , 2 1 b , ... , 2 1 h の中でいずれかのセル 2 1 が、最も高い所定の電圧 K に最先に達したか否か、B M U 3 の判断手段によって判断される。いずれのセル 2 1 も所定の電圧 K に達するものが無く、S 1 0 6 の判断結果が N o の場合、S 1 0 6 の処理が繰り返される。

10

【 0 0 3 7 】

一方、いずれかのセル 2 1 が所定の電圧 K に最先に達すると、そのセル 2 1 が最先セル 2 1 n とされて、S 1 0 6 の判断結果が Y e s になる。S 1 0 6 の判断結果が Y e s になると、次に、S 1 0 7 の判断ステップにおいて、最先セル 2 1 n が、M M U 2 4 によって最も高く測定される温度の最高温度セル 2 1 T H であるか否か、B M U 3 の判断手段によって判断される。

【 0 0 3 8 】

最高電圧セル 2 1 V H となる最先セル 2 1 n は、通常、典型的には温度が低くて充電可能な容量が小さい。このため、最先セル 2 1 n が最高温度セル 2 1 T H で無くて、S 1 0 7 の判断結果が N o の場合、次に、S 1 0 8 の制御ステップで、放電時間テーブル（図 4 参照）が参照されて、最先セル 2 1 n と最低電圧セル 2 1 V L との電圧差 $V d$ および第 2 温度差 ΔT_2 に応じて、放電時間 T が B M U 3 の制御手段により決定される。次に、S 1 0 9 の制御ステップで、S 1 0 8 で決定された放電時間 T だけ、最先セル 2 1 n について放電するようにセルバランス回路 2 3 を制御する処理が B M U 3 の制御手段によって行われる。

20

【 0 0 3 9 】

一方、通常、温度が高いセル 2 1 は典型的には充電可能な容量が大きくて、充電時に直ぐには所定の電圧 K に達しない。しかし、温度が高いためにセル 2 1 の劣化が更に進んで満充電時の容量が小さくなり、図 2 に例示される平坦領域 A が縮小することで、充電時に直ぐには所定の電圧 K に達するものがある。したがって、最高電圧セル 2 1 V H となる最先セル 2 1 n であっても、最高温度セル 2 1 T H であっても、かつ、最低温度セル 2 1 V L との第 1 温度差 ΔT_1 が所定時間 T 継続するものがある。この場合、例えば、図 3 の経過時間管理テーブルに示すセルの中でセル N o . 4 のセル 2 1 d が、劣化が更に進んでいるものと判断されるとする。この場合には、最先セル 2 1 n が最高温度セル 2 1 T H であっても、S 1 0 7 の判断結果が Y e s であり、S 1 1 0 の処理で、最先セル 2 1 n について放電しないようにセルバランス回路 2 3 を制御する処理が、B M U 3 の制御手段により行われる。

30

【 0 0 4 0 】

S 1 0 9 の処理、または、S 1 1 0 の処理の後、次に、S 1 1 1 の判断ステップにおいて、経過時間管理テーブル（図 3 参照）が参照されて、第 1 温度差 ΔT_1 が所定の温度 $3.0 []$ 以上で、かつ、第 1 温度差 ΔT_1 の継続時間 H が所定の時間 $30 [s e c]$ 以上のセル 2 1 の対が残っているか否か、B M U 3 の判断手段によって判断される。このセル 2 1 の対が無くて、S 1 1 1 の判断結果が N o の場合、B M U 3 によるセルバランス制御処理が終了する。一方、このセル 2 1 の対が有って、S 1 1 1 の判断結果が Y e s の場合、例えば、図 3 に示す経過時間管理テーブルのように、第 1 温度差 ΔT_1 が所定の温度 $3.0 []$ 以上で、かつ、第 1 温度差 ΔT_1 の継続時間 H が所定の時間 $30 [s e c]$ 以上の、セル N o . 4 のセル 2 1 d とセル N o . 1 のセル 2 1 a との第 2 候補のセル対がある場合、S 1 0 6 ~ S 1 1 0 の上述した処理が繰り返される。

40

【 0 0 4 1 】

50

このような本実施形態による二次電池モジュール 2 2 のセルバランス制御装置および制御方法によれば、上記のように、複数のセル 2 1 a , 2 1 b , ... , 2 1 h の中で最も高く測定される温度の最高温度セル 2 1 TH と、最も低く測定されるものから順に低く測定される各温度の最低温度セル 2 1 TL との各第 1 温度差 ΔT_1 が、S 1 0 2 で第 1 温度差算出手段によってそれぞれ算出される。また、算出された各第 1 温度差 ΔT_1 の継続時間が、S 1 0 3 で計時手段によって計時される。第 1 温度差 ΔT_1 が所定の温度 $3.0 [^\circ\text{C}]$ 以上で、かつ、第 1 温度差 ΔT_1 の継続時間 H が所定の時間 $30 [\text{s e c}]$ 以上のセル 2 1 の対があると S 1 0 5 で判断された場合、二次電池モジュール 2 2 における複数のセル 2 1 a , 2 1 b , ... , 2 1 h の中のいずれかのセル 2 1 について、劣化が進行しているものが存在する可能性があるとして、B M U 3 の判断手段を構成する C P U によって判断される。

10

【 0 0 4 2 】

この場合、二次電池モジュール 2 2 への充電時に所定の電圧 K に最先に達する最先セル 2 1 n が最高温度セル 2 1 TH であるかの判断が、判断手段によって S 1 0 6 および S 1 0 7 でさらに行われる。この最先セル 2 1 n が、最高温度セル 2 1 TH でないと判断される場合、その最先セル 2 1 n は劣化が更に進んでいないものと判断され、最先セル 2 1 について放電するようにセルバランス回路 2 3 を制御する処理が制御手段により S 1 0 8 で行われて、二次電池モジュール 2 2 のセルバランス制御が行われる。

【 0 0 4 3 】

本実施形態による二次電池モジュール 2 2 のセルバランス制御装置および制御方法では、このように、二次電池モジュール 2 2 への充電時に所定の電圧 K に最先に達する最先セル 2 1 n について、放電によるセルバランス制御が行われる前に、その最先セル 2 1 n が最高温度セル 2 1 TH であるかの判断が行われることで、その最先セル 2 1 n が、劣化が更に進んだために満充電時の容量が小さくなって、充電時に所定の電圧 K に最先に達しているかの判断が行われる。セル 2 1 の放電によるセルバランス制御は、充電時に所定の電圧 K に最先に達する最先セル 2 1 n であって、しかも、劣化の更なる進行によって満充電時の容量が小さくなったものでないセル 2 1 について行われる。このため、本実施形態による二次電池モジュール 2 2 のセルバランス制御装置および制御方法によれば、各セル 2 1 の劣化を反映して各セル 2 1 への充電の均等化を健全に行うことができるようになる。

20

【 0 0 4 4 】

また、本実施形態による二次電池モジュール 2 2 のセルバランス制御装置および制御方法によれば、B M U 3 の記憶手段には、最高電圧セル 2 1 VH と最低電圧セル 2 1 VL との各電圧差 V_d 毎に、最高電圧セル 2 1 VH と最低電圧セル 2 1 VL との複数の各第 2 温度差 ΔT_2 に応じて、劣化の進行度合いに応じて最適な値に予め定められた、最先セル 2 1 n の放電時間 T が、図 4 に示す放電時間テーブルのように記憶される。制御手段による最先セル 2 1 n の放電は、最高電圧セル 2 1 VH である最先セル 2 1 n と最低電圧セル 2 1 VL との電圧差 V_d および第 2 温度差 ΔT_2 に応じて、放電時間テーブルに記憶される放電時間 T だけ行われる。このため、制御手段による最先セル 2 1 n についての放電が劣化状態に応じた最適な時間だけ行われるようになり、各セル 2 1 の充電容量は各セル 2 1 の劣化状態が考慮されてバランス良く均等化されるようになる。

30

【 0 0 4 5 】

また本実施形態による二次電池モジュール 2 2 のセルバランス制御装置および制御方法によれば、最先セル 2 1 n が M M U 2 4 によって最も高く測定される温度の最高温度セル 2 1 TH であると判断手段によって判断された場合、その最先セル 2 1 n は劣化が更に進んでいるものと判断され、制御手段によるセルバランス制御はその最先セル 2 1 n について行われず、このため、劣化が更に進んだ最先セル 2 1 n が過放電状態に陥ることが防止され、二次電池モジュール 2 2 の製品寿命が短命化することが防げる。

40

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 4 6 】

上記の実施形態による二次電池モジュール 2 2 のセルバランス制御装置および制御方法は、オリビン鉄系リチウムイオン二次電池モジュールのセルバランス制御装置および制御

50

方法に適用した場合について説明した。しかし、本発明は、オリビン鉄系リチウムイオン二次電池モジュール以外の二次電池モジュールのセルバランス制御装置および制御方法にも、同様に適用することができる。そして、その場合にも、上記の実施形態によるセルバランス制御装置および制御方法と同様な作用効果が奏される。

【符号の説明】

【 0 0 4 7 】

- 1 : バッテリマネジメントシステム (B M S)
- 2 : 電池ユニット
- 2 1 a , 2 1 b , ... , 2 1 h : セル
- 2 2 : 二次電池モジュール
- 2 3 : セルバランス回路
- 2 4 : モジュールモニタリングユニット (M M U)
- 3 : バッテリマネジメントユニット (B M U)
- 4 : 充放電制御部
- 4 1 : 放電制御部
- 4 2 : 充電制御部
- 5 : 放電切替スイッチ
- 6 : ソケット
- 7 : プラグ

10

20

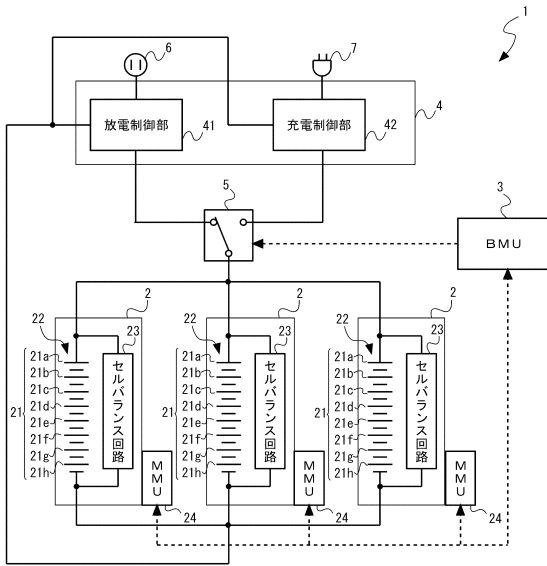
30

40

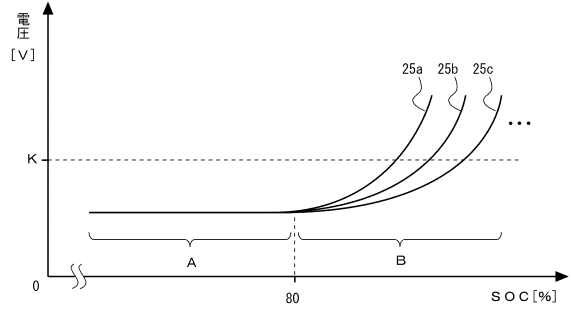
50

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

20

【図 3】

	最高温度セルNo.	最低温度セルNo.	第 1 温度差 [°C]	経過時間 [SEC]
1	37.0 - No. 4	33.8 - No. 8	3.2	33
2	37.0 - No. 4	34.0 - No. 1	3.0	30
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•

【図 4】

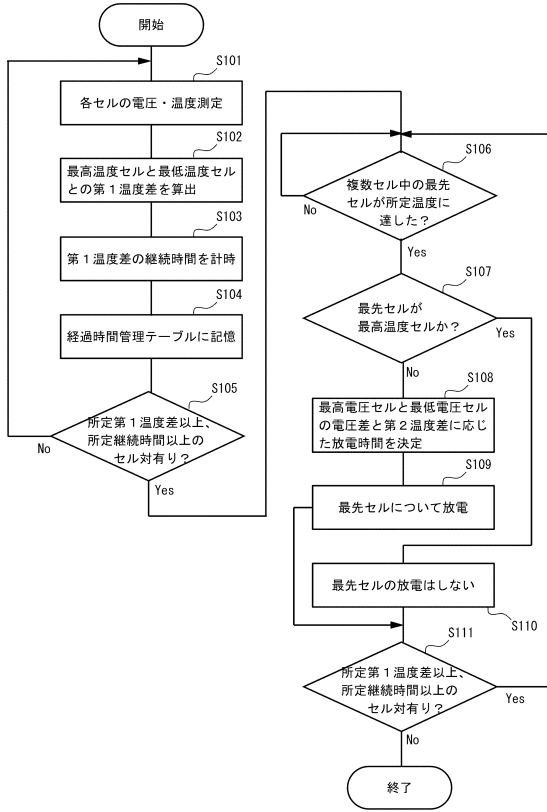
電圧差 [V]	第 2 温度差 [°C]	放電時間 [SEC]
•	•	•
•	•	•
•	•	•
0.1	1.0	10
0.1	1.1	15
0.1	1.2	20
0.1	1.3	25
•	•	•
•	•	•
•	•	•
0.3	3.0	40
0.3	3.1	45
0.3	3.2	50
0.3	3.3	55
•	•	•
•	•	•
•	•	•

30

40

50

【図 5】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

審査官 辻丸 詔

- (56)参考文献 特開2011-019329(JP,A)
特開2013-070600(JP,A)
特開2014-187734(JP,A)
国際公開第2013/128809(WO,A1)
特開2015-104165(JP,A)
特開2008-125158(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H02J 7/02
H01M 10/48
H01M 10/44