

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7375437号
(P7375437)

(45)発行日 令和5年11月8日(2023.11.8)

(24)登録日 令和5年10月30日(2023.10.30)

(51)国際特許分類	F I	
H 0 2 J 7/00 (2006.01)	H 0 2 J 7/00	X
H 0 2 J 7/04 (2006.01)	H 0 2 J 7/04	
H 0 2 J 7/10 (2006.01)	H 0 2 J 7/10	Q
H 0 1 M 10/44 (2006.01)	H 0 1 M 10/44	Q
H 0 1 M 10/48 (2006.01)	H 0 1 M 10/48	P

請求項の数 3 (全12頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2019-182316(P2019-182316)	(73)特許権者	000003218 株式会社豊田自動織機 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地
(22)出願日	令和1年10月2日(2019.10.2)	(74)代理人	100074099 弁理士 大菅 義之
(65)公開番号	特開2021-58071(P2021-58071A)	(74)代理人	100121083 弁理士 青木 宏義
(43)公開日	令和3年4月8日(2021.4.8)	(74)代理人	100138391 弁理士 天田 昌行
審査請求日	令和4年1月18日(2022.1.18)	(72)発明者	三宅 圭二 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内
		(72)発明者	波多野 順一 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 充電率設定方法、充電率設定装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

定電流充電制御が実行された後に定電圧充電制御が実行される二次電池の充電率設定方法であって、
前記定電圧充電制御時に前記二次電池を構成する複数の電池セルのうちの少なくとも1つの電池セルの電圧が基準電圧以上で、かつ、前記少なくとも1つの電池セルに流れる電流が終了電流以下になると、前記複数の電池セルへの電力供給を停止して前記定電圧充電制御を終了する第1ステップと、
前記第1ステップにより前記定電圧充電制御が終了したときから前記二次電池の分極解消時間よりも短い所定時間が経過した時点において、前記複数の電池セルのうち、電圧が前記基準電圧以下で、かつ、推定電圧より高い電池セルの充電率を100%に設定する第2ステップと、
 を有し、
前記推定電圧は、実験により蓄積された実測値に基づき算出され、予め記憶部に記憶されている値であり、前記定電流充電制御が終了したときから前記所定時間が経過した時点における前記電池セルの電圧であり、
前記電池セルは、正極材料をリン酸鉄リチウムとするリチウムイオン二次電池であり、前記二次電池は、産業用の車両に電力を供給することを特徴とする充電率設定方法。

【請求項2】

前記所定時間は、前記電池セルの温度により変動するパラメータであることを特徴とする請求項 1 に記載の充電率設定方法。

【請求項 3】

二次電池の定電流充電制御を実行した後に定電圧充電制御を実行する充電制御部と、前記二次電池の充電率を推定する推定部と、を備え、

前記充電制御部は、前記定電圧充電制御時に前記二次電池を構成する複数の電池セルのうちの少なくとも 1 つの電池セルの電圧が基準電圧以上で、かつ、前記少なくとも 1 つの電池セルに流れる電流が終了電流以下になると、前記複数の電池セルへの電力供給を停止して前記定電圧充電制御を終了し、

10

前記推定部は、前記充電制御部により前記定電圧充電制御が終了したときから前記二次電池の分極解消時間よりも短い所定時間が経過した時点において、前記複数の電池セルのうち、電圧が前記基準電圧以下で、かつ、推定電圧より高い電池セルの充電率を 100% に設定し、

前記推定電圧は、実験により蓄積された実測値に基づき算出され、予め記憶部に記憶されている値であり、前記定電流充電制御が終了したときから前記所定時間が経過した時点における前記電池セルの電圧であり、

前記電池セルは、正極材料をリン酸鉄リチウムとするリチウムイオン二次電池であり、前記二次電池は、産業用の車両に電力を供給する

ことを特徴とする充電率設定装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、充電率設定方法、充電率設定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

車両に搭載される電池パックとして、充電率 - 開回路電圧曲線 (SOC - OCV 曲線) を用いて、電池の放電終了後または充電終了後、電池の開回路電圧 (OCV (Open Circuit Voltage)) から電池の充電率 (SOC (State Of Charge)) を推定するものがある。

30

【0003】

例えば、電池電圧がある一定電圧以上となった時点で、その電池の充電率を 100% と判定するものがある。例えば、特許文献 1 参照。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2017 - 198455 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

40

電池の電圧 V は、開回路電圧 V_{ocv} と、内部抵抗 r と、電流 I を用いて算出される。したがって、充電率の推定に電池の電圧 V だけを考慮すると、電池の内部抵抗 (rI 成分) が含まれるため、誤差が生じる可能性がある。また、充電終了後に取得される電池の開回路電圧 V_{ocv} は、電池の分極の影響を受けるため、正確な値でない可能性がある。そのため、充電が終了してから一定の時間が経過するまでは、電池の残容量の推定精度が低くなるおそれがある。特に、例えば産業車両のような頻りに継ぎ足し充電が行われるような使われ方では、残容量の推定精度の向上を早期に実施できることが求められる。

【0006】

本発明の一側面に係る目的は、電池の充電率を早期に推定することができるとともに、充電率の推定精度を向上することが可能な充電率設定方法を提供することである。

50

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明に係る一つの態様の充電率設定方法は、二次電池の電圧が基準電圧に上昇したときに定電圧充電制御が実行される充電率設定方法であって、第1ステップと、第2ステップと、第3ステップとを有する。第1ステップは、定電圧充電制御が終了してから所定時間が経過したことを判定する。第2ステップは、所定時間が経過した後の二次電池の電圧が、基準電圧よりも低く、かつ、二次電池に対し定電流充電制御のみが実行された場合に推定される定電流充電制御が終了した後の二次電池の推定電圧よりも高いことを検出する。第3ステップは、所定時間が経過した後の二次電池の電圧が、基準電圧よりも低く、かつ、推定電圧よりも高い場合に、二次電池の充電率を100%に設定する。

10

【0008】

上記の充電率設定方法において、二次電池の電圧が基準電圧よりも低い場合には、充電制御が終了し分極が解消したことを判定することができる。また、二次電池の電圧が定電流充電制御のみが実行された場合に推定される推定電圧よりも高い場合には、定電流充電制御ではなく、定電圧充電制御が実行されたことを判定することができる。したがって、二次電池の電圧が基準電圧よりも低く、推定電圧よりも高い場合には、定電圧充電制御が実行されたと判定して、二次電池の充電率を100%に設定(リセット)する。これにより、二次電池の内部抵抗(rI 成分)の影響により生じた誤差をリセットすることができ、二次電池の充電率の推定精度を向上することができる。さらに、分極解消まで待たずに二次電池の充電率を100%に設定することができるため、二次電池の充電率を早期に推定することができる。

20

【0009】

また、第1ステップは、定電圧充電制御が終了してから二次電池の分極解消時間よりも短い所定時間が経過したことを判定してもよい。

【0010】

上記の充電率設定方法において、所定時間は二次電池の分極解消時間よりも短いため、分極解消まで待たずに二次電池の充電率を100%に設定することができる。このため二次電池の充電率を早期に推定することができる。

【0011】

また、二次電池は、直列に配置された複数のセルにより構成される。また、第2ステップは、所定時間が経過した後の二次電池の各セルの電圧が、それぞれ、基準電圧よりも低く、かつ、推定電圧よりもそれぞれ高いことを検出する。そして、第3ステップは、所定時間が経過した後の二次電池のセルの電圧が、基準電圧よりも低く、かつ、推定電圧よりも高いと判定された二次電池のセルの充電率を100%に設定する。このため、セル単位で二次電池の充電率を設定することができるため、充電率の推定精度を向上することができる。

30

【0012】

また、二次電池は、正極材料をリン酸鉄リチウムとするリチウムイオン二次電池であってもよい。リン酸鉄リチウムを正極材料とするリチウムイオン電池は、充電率の変化に伴う開回路電圧の変化が微小な範囲が広く、開回路電圧から充電率を推定すると測定誤差の影響を受けやすい。しかしながら、本発明に係る充電率設定方法は、定電圧充電制御が実行されたと判定された場合には、二次電池の充電率を100%に設定(リセット)する。これにより、充電率の推定が難しい二次電池に対する充電率の推定精度を向上することができる。

40

【0013】

また、二次電池は、産業用の車両に電力を供給していてもよい。産業用の車両は、継ぎ足し充電が頻繁に行われることが求められるため、より効果的に二次電池の充電率の推定精度を向上することができる。

【0014】

また、所定時間は、二次電池の温度により変動するパラメータであってもよい。したが

50

って、二次電池の温度が変化することにより二次電池の内部抵抗が変動した場合であっても、温度に追従して充電率を100%に設定することができるため、充電率の推定精度を向上することができる。

【0015】

また、本発明に係る一つの態様の充電率設定装置は、充電制御部と、推定部とを備える。充電制御部は、二次電池の電圧が基準電圧に上昇したときに定電圧充電制御を実行する。推定部は、定電圧充電制御が終了してから所定時間が経過したことを判定し、所定時間が経過した後の二次電池の電圧が、基準電圧よりも低く、かつ、二次電池に対し定電流充電制御のみが実行された場合に推定される定電流充電制御が終了した後の二次電池の推定電圧よりも高いことを検出し、所定時間が経過した後の二次電池の電圧が、基準電圧よりも低く、かつ、推定電圧よりも高い場合に、二次電池の充電率を100%に設定する。

10

【0016】

上記構成の充電率設定装置において、電池の電圧が基準電圧よりも低い場合には、推定部は、定電圧充電制御が終了したことを判定することができる。また、電池の電圧が定電流充電制御のみが実行された場合に推定される推定電圧よりも高い場合には、推定部は、定電流充電制御ではなく、定電圧充電制御が実行されたことを判定することができる。したがって、電池の電圧が基準電圧よりも低く、推定電圧よりも高い場合には、推定部は、定電圧充電制御が実行されたと判定して、二次電池の充電率を100%に設定(リセット)する。これにより、二次電池の内部抵抗(rI 成分)の影響により生じた誤差をリセットすることができ、二次電池の充電率の推定精度を向上することができる。さらに、分極解消まで待たずに二次電池の充電率を100%に設定することができるため、二次電池の充電率を早期に推定することができる。

20

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、電池の充電率を早期に推定することができるとともに、充電率の推定精度を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の実施形態に係わる電池パックの使用例を示す図である。

【図2】CCCV充電を説明するための図である。

30

【図3】開回路電圧に基づき充電率を推定する方法を説明するための図である。

【図4】電池の充電率を100%に設定する方法を説明するための図である。

【図5】電池の充電率を100%に設定する一例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下図面に基づいて実施形態について詳細を説明する。

図1は、実施形態の充電率設定装置を含む電池パックの一例を示す図である。

【0020】

図1に示す電池パック1は、例えば、電動フォークリフトなどの産業用の車両Veに搭載され、駆動用モータを駆動するインバータなどの負荷へ電力を供給する。

40

【0021】

また、電池パック1は、複数の電池モジュール2と、電池ECU(充電率設定装置)3と、記憶部4とを備える。なお、記憶部4は、例えば、RAM(Random Access Memory)やROM(Read Only Memory)などにより構成される。

【0022】

各電池モジュール2は、それぞれ、電池スタックSと、スイッチSWと、電流検出部21と、温度検出部22と、監視ECU23とを備える。なお、各電池モジュール2のそれぞれの電池スタックSは、互いに並列接続され、組電池を構成する。

【0023】

電池スタックSは、直列接続される複数の電池セルB(例えば、リチウムイオン電池、

50

ニッケル水素電池などの充放電可能な二次電池)により構成される。なお、以下の記載では、各電池モジュール2または各電池セルBを単に「電池B」と呼ぶことがある。なお、各電池スタックSは、それぞれ、1つの電池セルBで構成されてもよい。また、電池B、スイッチSWのそれぞれの数は3つに限定されない。

【0024】

スイッチSWは、例えば、MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) などの半導体リレーや電磁式リレーにより構成される。充電器Chから電池パック1へ電力が供給されているとき、スイッチSWがオンしている電池モジュール2が有する電池Bが充電され、その電池Bの電圧が上昇する。

【0025】

電流検出部21は、例えば、ホール素子やシャント抵抗により構成され、各電池Bに流れる電流を検出する。

【0026】

温度検出部22は、例えば、サーミスタにより構成され、各電池Bの温度を電池セルB単位で検出する。

【0027】

監視ECU23は、例えば、CPU (Central Processing Unit) またはプログラマブルデバイス (FPGA (Field Programmable Gate Array) やPLD (Programmable Logic Device) など) により構成され、各電池セルBの電圧を検出する。また、監視ECU23は、電池ECU3から送られてくる指示により、スイッチSWのオン、オフを制御する。また、監視ECU23は、各電池Bの電圧、電流検出部21により検出される電流、及び温度検出部22により検出される温度を示す電池状態情報を電池ECU3に送る。

【0028】

電池ECU3は、所定の充電制御を行うことで各電池Bを充電させる充電制御部31と、各電池Bの充電率を設定する推定部32とを備える。充電制御部31は、所定の充電制御として、例えば、定電流定電圧充電制御 (以下、「CCCV (Constant Current Constant Voltage) 充電」とも呼ぶ)、定電流充電制御 (以下、「CC (Constant Current) 充電」とも呼ぶ)、定電圧充電制御 (以下、「CV (Constant Voltage) 充電」とも呼ぶ) などを実行する。なお、電池ECU3は、例えば、CPUまたはプログラマブルなデバイス (FPGAやPLD) などにより構成される。電池ECU3は、CPUまたはプログラマブルデバイスが所定のプログラムを実行することによって、充電制御部31及び推定部32が実現される。また、充電率設定装置は、例えば、少なくとも充電制御部31及び推定部32を備えて構成される。

【0029】

図2は、CCCV充電を説明するための図である。なお、図2(a)に示すグラフの横軸は時間を示し、縦軸は電池Bの電圧Vを示している。また、図2(b)に示すグラフの横軸は時間を示し、縦軸は電池Bに流れる電流Iを示している。

【0030】

まず、充電制御部31は、充電開始から電圧Vが基準電圧Vcに上昇するまでの間 (t0 ~ t1)、電流Iを一定電流Icに保ちつつ、電池Bの電圧Vが基準電圧Vcまで徐々に上昇するように、電流指令値を充電器Chへ送ることで電池Bを充電させるCC充電を実行する。

【0031】

次に、充電制御部31は、電圧Vが基準電圧Vcまで上昇してから電流Iが終了電流Ifに減少するまでの間 (t1 ~ t2)、電圧Vを基準電圧Vc以上に保ちつつ、電流Iが終了電流Ifまで徐々に減少するように、電流指令値を充電器Chへ送ることで電池Bを充電させるCV充電を実行する。また、充電器Chは電源の電圧等の情報を充電制御部31に送る。

【0032】

そして、充電制御部31は、組電池の各電池Bのうちの少なくとも1つの電池Bの電圧

10

20

30

40

50

Vが基準電圧 V_c 以上で、かつ、その電池Bに流れる電流Iが終了電流 I_f 以下になると、その電池Bが満充電判定条件を満たしたと判断しCV充電を終了する。

【0033】

CV充電が終了すると、充電制御部31は、CCCV充電を終了し、充電停止指示を充電器Chに送るとともに、すべてのスイッチSWをオンからオフに切り替える。充電器Chは、充電停止指示を受け取ると、電池パック1への電力供給を停止する。

【0034】

図3は、開回路電圧に基づき充電率を推定する方法を説明するための図である。図3に示すグラフの横軸は充電率(SOC)を示し、図3に示すグラフの縦軸は開回路電圧(OCV)を示している。図3に示す一点鎖線は、曲線V1を示し、二点鎖線は、曲線C2を示している。

10

【0035】

曲線V1は、LFP(リン酸鉄リチウム: LiFePO_4)を正極材料として使用しているリチウムイオン電池(以下、「LFP系電池」と呼ぶ)の充電率-開回路電圧曲線を示している。曲線V2は、NMC(三元系: $\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z\text{O}_2$)を正極材料として使用しているリチウムイオン電池(以下、「NMC系電池」と呼ぶ)の充電率-開回路電圧曲線を示している。

【0036】

図3に示すように、LFP系電池はNMC系電池などと比較して、充電率の変化に伴う開回路電圧の変化が微小な範囲(以下「フラット領域」と呼ぶ)が広く、開回路電圧から充電率を推定すると測定誤差の影響を受けやすい。このため、特にLFP系電池は、NMC系電池などと比較して測定誤差が蓄積されやすい。

20

【0037】

また、電池の電圧Vは、開回路電圧 V_{ocv} と、内部抵抗rと、電流Iを用いて算出される。式1参照。

$$V = V_{ocv} + rI \quad \text{式1}$$

【0038】

したがって、充電率の推定に電池Bの電圧Vだけを考慮すると、電池Bの内部抵抗(rI成分)が含まれるため、誤差が生じる可能性がある。また、充電終了後に取得される電池の開回路電圧 V_{ocv} は、電池Bの分極の影響を受けるため、正確な値でない可能性がある。そのため、充電が終了してから一定の時間が経過して分極が解消するまでは、電池Bの残容量の推定精度が低くなるおそれがある。

30

【0039】

また、LFP系電池は、NMC系電池などと比較して分極解消時間が長いため、電池Bの電圧を測定するまでに時間がかかるという問題がある。特に、電動フォークリフトなどの産業用の車両では、朝から晩まで休みなく使用されるため継ぎ足し充電が頻繁に行われることが求められるため、充電終了後から分極解消まで待たずに早期に充電率を推定することが望まれる。そこで本実施形態においては、制御部31は、CCCV充電が実行されたと判定された場合には、電池Bの充電率を100%に設定(リセット)する。

【0040】

図4は、電池の充電率を100%に設定する方法を説明するための図である。なお、図4に示すグラフの横軸は時間を示し、縦軸は電池Bの電圧Vを示している。時間 t_a は、充電制御部31が充電を終了した時間を示している。図4に示す点線は、電圧波形C1を示し、一点鎖線は、電圧波形C2を示している。

40

【0041】

電圧波形C1は、電池Bに対しCCCV充電のCV充電が実行された場合に測定されるCCCV充電が終了した後の電池Bの測定電圧の波形の一例を示している。CCCV充電では、CV充電が実行された後にCV充電が実行される。したがって、電圧波形C1はCCCV充電のうちCV充電が終了した後の波形を示している。

【0042】

50

図 4 に示す電圧波形 C 2 は、電池 B に対し C C 充電のみが実行された場合に推定される C C 充電が終了した後の電池 B の推定電圧の波形の一例を示している。電圧波形 C 2 の情報は、実験により蓄積された実測値に基づき算出された情報であり、予め記憶部 4 に記憶されている。なお、電圧波形 C 2 の情報は、電池 B の温度に依存するパラメータである。記憶部 4 には、複数の温度に基づき異なる電圧波形 C 2 の情報を記憶していてもよい。したがって、例えば屋外で使用されるフォークリフトは外気の影響を強く受けやすい。このような場合に電池 B の温度が変化して電池 B の内部抵抗が変動した場合であっても、温度に追従して充電率を 100% に設定することができるため、充電率の推定精度を向上することができる。

【0043】

電池 B に対する C C C V 充電の C V 充電が終了すると、C C 充電が実行された後の電圧は、図 4 の電圧波形 C 1 に示すように、基準電圧 V_c から緩やかに下降し、分極解消時間 t_b を経過すると電圧 V_x に収束する。電圧波形 C 1 の電圧の下降は、主に電池 B の分極解消に伴う電圧降下に起因するものである。分極の特性は、予め既知であり、分極解消に伴う電圧 V_x の値は、予め見込み量が記憶部 4 に記憶されている。

【0044】

これに対し、C C 充電のみが実行された後に推定される推定電圧は、図 4 の電圧波形 C 2 に示すように、電圧波形 C 1 の電圧と比較して基準電圧 V_c から短時間で急峻に下降する。電圧波形 C 2 の電圧の急峻な下降は、主に電池 B の内部抵抗 (r_I 成分) が減ることにより起こる電圧降下の影響に起因するものである。その後、電圧波形 C 2 の電圧波形は、緩やかに下降する。その後の電圧波形 C 2 の緩やかな電圧波形の下降は、主に電池 B の分極の解消に伴う電圧降下に起因するものである。

【0045】

したがって、図 4 に示すように、C V 充電が終了してから所定時間 t_c における電圧波形 C 1 の電圧 V_1 は、基準電圧 V_c よりも低く、かつ、電圧波形 C 2 の推定電圧 V_2 よりも高くなる。所定時間 t_c は、電池 B の分極解消時間 t_b よりも短い時間が設定される。

【0046】

したがって、所定時間 t_c が経過した後の電池 B の電圧が、基準電圧 V_c よりも低く、かつ、電圧波形 C 2 に示す推定電圧 V_2 よりも高い場合、すなわち、基準電圧 V_c と推定電圧 V_2 の範囲 V_d 内である場合には、推定部 3 2 は充電制御部 3 1 により C C C V 充電が実行されたと判定する。また、推定部 3 2 は、所定時間 t_c が経過した後の電池 B の電圧が、基準電圧 V_c よりも所定の電圧分低く、かつ、電圧波形 C 2 に示す推定電圧 V_2 よりも所定の電圧分高い場合に、充電制御部 3 1 により C C C V 充電が実行されたと判定してもよい。なお、C C 充電の条件は無数に存在するため、判定に用いる推定電圧は、電圧波形 C 2 の推定電圧 V_2 よりも高い値に設定することも含まれる。その場合、どの程度高い値に設定するかを、電圧波形 C 2 の結果を基に統計的処理等を用いることにより導き出すのが好ましい。

【0047】

C C C V 充電が実行されたと判定された場合、推定部 3 2 は、電池 B の充電率を 100% に設定 (リセット) する。具体的には、推定部 3 2 は、所定時間 t_c から分極解消時間 t_b までに変動する電池 B の電圧幅 ($V_1 - V_x$) の情報を記憶部 4 から取り出し、その取り出した情報を参照して、分極解消時間 t_b における分極が解消した後の電池 B の電圧 V_x を 100% に設定する。所定時間 t_c から分極解消時間 t_b までに変動する電池 B の電圧幅 ($V_1 - V_x$) の情報は、予め記憶部 4 に記憶されている。

【0048】

図 5 は、電池の充電率を 100% に設定する一例を示すフローチャートである。まず、電池 E C U 3 の充電制御部 3 1 は、C C 充電を開始する (S 101)。充電制御部 3 1 は、電池 B の電圧 V が基準電圧 V_c (図 2 (a) 参照) に上昇するまで処理を待機し (S 102: NO)、電池 B の電圧 V が基準電圧 V_c まで上昇すると C C 充電を終了する (S 103)。C C 充電を終了すると、充電制御部 3 1 は、C V 充電を開始する (S 104)。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 9 】

充電制御部 3 1 は、電池 B の電圧 V が基準電圧 V_c まで上昇してから電流 I が終了電流 I_f に減少するまで処理を待機し (S 1 0 5 : N O)、電流 I が終了電流 I_f に減少すると (S 1 0 5 : Y E S)、C V 充電を終了する (S 1 0 6)。

【 0 0 5 0 】

推定部 3 2 は、C V 充電が終了してから所定時間 t_c (図 4 参照) が経過したか否かを判定する (S 1 0 7)。S 1 0 7 の処理は、本実施形態の第 1 ステップに相当する。C V 充電が終了してから所定時間 t_c (図 4 参照) が経過していない場合 (S 1 0 7 : N O) には、推定部 3 2 は、所定時間 t_c が経過するまで処理を待機する。C V 充電が終了してから所定時間 t_c が経過した場合 (S 1 0 7 : Y E S) には、推定部 3 2 は、電池 B の電圧が基準電圧 V_c よりも低いかなかを判定する (S 1 0 8)。この場合、推定部 3 2 は、電池セル B 単位で、電池 B の電圧が基準電圧 V_c よりも低いかなかを判定する。

10

【 0 0 5 1 】

電池 B の電圧が基準電圧 V_c よりも高い場合 (S 1 0 8 : N O) には、推定部 3 2 は、電池 B に異常があると判定して、処理を終了する。このため、推定部 3 2 は、電池セル B 単位で電池の充電率を設定することができるため、充電率の推定精度を向上することができる。また、推定部 3 2 は、電池セル B 単位で電池 B の異常を判定してもよい。推定部 3 2 は、電池 B に異常があると判定した場合には、車両 E C U 5 に接続されたランプを通じて整備士やユーザに異常を通知してもよい。また、1 つ 1 つの電池セル B が、直列で接続されているときであっても、電池セル B 単位で電圧を判定することによって、異常の電池セル B を具体的に特定することができる。これにより、異常がある電池セル B のみを交換することができ、電池パック 1 または電池スタック S 単位で電池 B を交換する場合と比較して、コストの低減を図ることができる。これによりユーザの金銭的負担を軽減することができる。

20

【 0 0 5 2 】

電池 B の電圧が基準電圧 V_c よりも低い場合 (S 1 0 8 : Y E S) には、推定部 3 2 は、電池 B の電圧が推定電圧より高いかなかを判定する (S 1 0 9)。電池 B の電圧が推定電圧より低い場合 (S 1 0 9 : N O) には、推定部 3 2 は、C C 充電が実行されたと判定し、処理を終了する。S 1 0 8、S 1 0 9 の処理は本実施形態の第 2 ステップに相当する。電池 B の電圧が推定電圧より高い場合 (S 1 0 9 : Y E S) には、推定部 3 2 は、C C C V 充電が実行されたと判定 (S 1 1 0) し、電池 B の充電率を 1 0 0 % の設定 (リセット) する (S 1 1 1)。S 1 1 1 の処理は、本実施形態の第 3 ステップに相当する。この処理が終了すると、処理は終了となる。

30

【 0 0 5 3 】

以上の構成から、推定部 3 2 は、C V 充電が終了してから所定時間 t_c が経過したことを判定する。そして推定部 3 2 は、所定時間 t_c が経過した後の電池 B の電圧が、基準電圧 V_c よりも低く、かつ、電池 B に対し C C 充電のみが実行された場合に推定される C V 充電が終了した後の電池 B の推定電圧 V_2 よりも高いことを検出する。そして推定部 3 2 は、所定時間 t_c が経過した後の電池 B の電圧が、基準電圧 V_c よりも低く、かつ、推定電圧 V_2 よりも高い場合に、電池 B の充電率を 1 0 0 % に設定する。

40

【 0 0 5 4 】

推定部 3 2 は、電池 B の電圧が基準電圧 V_c よりも低い場合には、C V 充電が終了したことを判定することができる。また、電池 B の電圧が C C 充電のみが実行された場合に推定される推定電圧 V_2 よりも高い場合には、C C 充電ではなく、C V 充電が実行されたことを判定することができる。したがって、電池 B の電圧が基準電圧 V_c よりも低く、推定電圧 V_2 よりも高い場合には、C V 充電が実行されたと判定して、電池 B の充電率を 1 0 0 % に設定 (リセット) する。これにより、電池 B の内部抵抗 (r_I 成分) の影響により生じた誤差をリセットすることができ、電池 B の推定精度を向上することができる。さらに、分極解消まで待たずに電池 B の充電率を 1 0 0 % に設定することができるため、電池 B の充電率を早期に推定することができる。

50

【 0 0 5 5 】

また、電池 B は、直列に配置された複数の電池セル B により構成される。また、推定部 3 2 は、所定時間 t_c が経過した後の電池 B の各電池セル B の電圧が、それぞれ、基準電圧 V_c よりも低く、かつ、推定電圧 V_2 よりもそれぞれ高いことを検出する。そして、推定部 3 2 は、所定時間 t_c が経過した後の電池 B の電池セル B の電圧が、基準電圧 V_c よりも低く、かつ、推定電圧 V_2 よりも高いと判定された電池 B の電池セル B の充電率を 1 0 0 % に設定する。このため、電池セル B 単位で電池 B の充電率を設定することができるため、充電率の推定精度を向上することができる。

【 0 0 5 6 】

また、推定部 3 2 は、所定時間 t_c が経過した後の電池 B の電圧が、基準電圧 V_c よりも低く、かつ、推定電圧 V_2 よりも高い場合に、電池 B が C C C V 充電により充電されたと判定して、電池 B の充電率を 1 0 0 % に設定する。これにより、電池 B の内部抵抗 (r_I 成分) の影響により生じた誤差をリセットすることができ、電池 B の推定精度を向上することができる。

10

【 0 0 5 7 】

また、電池 B は、正極材料をリン酸鉄リチウムとするリチウムイオン二次電池である。リン酸鉄リチウムを正極材料とするリチウムイオン電池は、充電率の変化に伴う開回路電圧の変化が微小な範囲が広く、開回路電圧から充電率を推定すると測定誤差の影響を受けやすい。この点本実施形態の推定部 3 2 は、C V 充電が実行されたと判定された場合には、電池 B の充電率を 1 0 0 % に設定 (リセット) する。これにより、電池の種別によらずに充電率の推定精度を向上することができる。

20

【 0 0 5 8 】

また、所定時間 t_c は、電池 B の温度により変動するパラメータである。したがって、電池 B の温度が変化することにより電池 B の内部抵抗が変動した場合であっても、温度に追従して充電率を 1 0 0 % に設定することができるため、充電率の推定精度を向上することができる。

【 0 0 5 9 】

また、電池パック 1 は駆動用モータを駆動するインバータなどの負荷へ電力を供給する例を示したが、油圧ポンプを駆動する荷役用モータ等であってもよい。

【 0 0 6 0 】

また、本発明は、以上の実施の形態に限定されるものでなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内で種々の改良、変更が可能である。

30

【 符号の説明 】

【 0 0 6 1 】

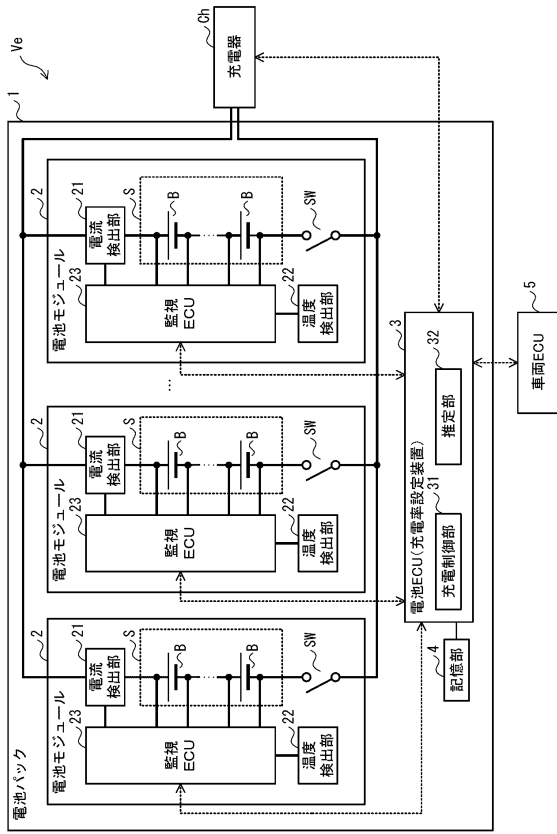
- 1 電池パック
- 2 電池モジュール
- 3 電池 E C U (充電率推定装置)
- 4 記憶部
- 5 車両 E C U
- 2 1 電流検出部
- 2 2 温度検出部
- 2 3 監視 E C U
- 3 1 充電制御部
- 3 2 推定部
- S 電池スタック
- B 電池セル
- S W スイッチ
- C h 充電器
- V e 車両

40

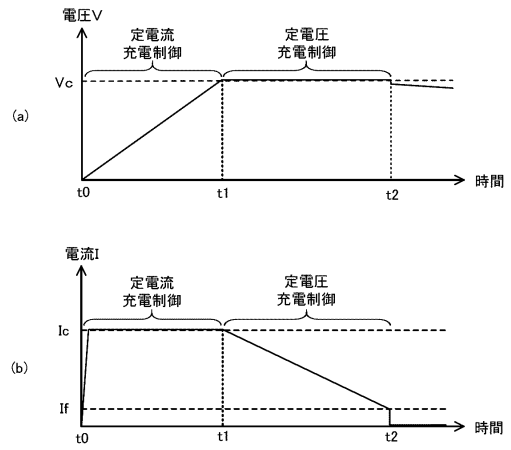
50

【図面】

【図1】



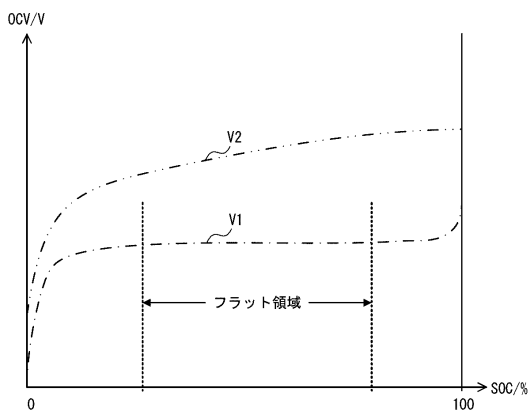
【図2】



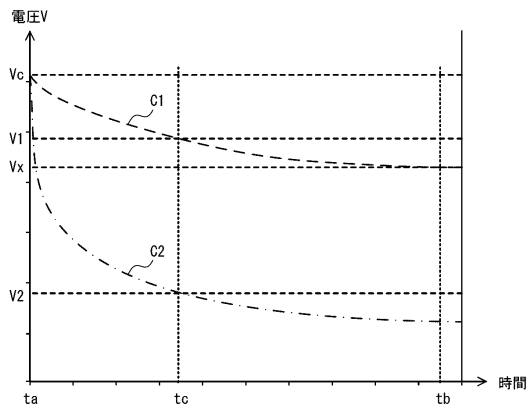
10

20

【図3】



【図4】

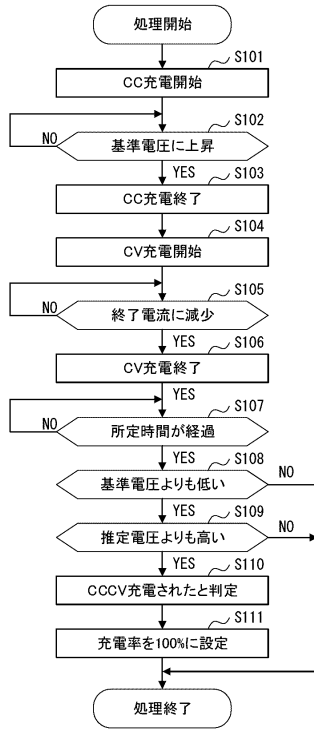


30

40

50

【図5】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (51)国際特許分類 F I
H 0 1 M 4/58 (2010.01) H 0 1 M 10/48 3 0 1
 H 0 1 M 4/58
- (72)発明者 安谷屋 皓子
 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 株式会社豊田自動織機内
- (72)発明者 須藤 勇一郎
 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 株式会社豊田自動織機内
- (72)発明者 大和 宏樹
 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 株式会社豊田自動織機内
- 審査官 高野 誠治
- (56)参考文献 国際公開第 2 0 1 8 / 1 8 1 4 8 9 (W O , A 1)
 特開 2 0 1 7 - 1 9 8 4 5 5 (J P , A)
 特開平 0 7 - 0 9 8 3 6 7 (J P , A)
 国際公開第 2 0 1 3 / 0 5 4 4 1 4 (W O , A 1)
 特開 2 0 1 6 - 0 7 5 5 7 2 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)
 G 0 1 R 3 1 / 3 6 - 3 1 / 4 4
 H 0 1 M 4 / 0 0 - 4 / 6 2
 H 0 1 M 1 0 / 4 2 - 1 0 / 4 8
 H 0 2 J 7 / 0 0 - 7 / 1 2
 H 0 2 J 7 / 3 4 - 7 / 3 6