

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5379535号
(P5379535)

(45) 発行日 平成25年12月25日(2013.12.25)

(24) 登録日 平成25年10月4日(2013.10.4)

(51) Int.Cl.

F 1

H02J 7/10 (2006.01)
H01M 10/44 (2006.01)H02J 7/10
H01M 10/44B
P

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2009-83230 (P2009-83230)
 (22) 出願日 平成21年3月30日 (2009.3.30)
 (65) 公開番号 特開2010-239705 (P2010-239705A)
 (43) 公開日 平成22年10月21日 (2010.10.21)
 審査請求日 平成23年11月8日 (2011.11.8)

(73) 特許権者 399107063
 プライムアースEVエナジー株式会社
 静岡県湖西市岡崎20番地
 (74) 代理人 100075258
 弁理士 吉田 研二
 (74) 代理人 100096976
 弁理士 石田 純
 (72) 発明者 豊田 将義
 静岡県湖西市岡崎20番地 パナソニック
 EVエナジー株式会社内

審査官 馬場 慎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】二次電池の充電制御方法及び充電器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

二次電池の充電制御方法であって、
 前記二次電池の充電開始前の開路電圧OCVを測定するステップと、
 予め作成されてメモリに保持された、異なる温度条件下において保管された複数の二次電池をそれぞれ異なる温度条件下において所望の充電状態SOCまで充電することで得られる、開路電圧OCVと所望の充電状態SOCに到達するまでの端子電圧変化量Vとの関係と、測定された前記開路電圧OCVとに基づいて、目標端子電圧Vmapを算出するステップと、

前記二次電池の充電を開始するステップと、
 前記二次電池の充電を開始した後の前記二次電池の端子電圧Vbと前記目標端子電圧Vmapとを比較するステップと、

前記二次電池の端子電圧Vbが前記目標端子電圧Vmapに到達するまでは前記充電を継続し、前記二次電池の端子電圧Vbが前記目標端子電圧Vmapに到達した場合に前記充電を終了するステップと、

を備えることを特徴とする二次電池の充電制御方法。

【請求項 2】

請求項1記載の方法において、

前記目標端子電圧Vmapは、測定された前記開路電圧OCVに対応する前記端子電圧変化量Vを、測定された前記開路電圧OCVに加算することにより算出されることを特

徴とする二次電池の充電制御方法。

【請求項 3】

二次電池を充電する充電器であって、

異なる温度条件下において保管された複数の二次電池をそれぞれ異なる温度条件下において所望の充電状態 S O C まで充電することで予め作成された、開路電圧 O C V と所望の充電状態 S O C に到達するまでの端子電圧変化量 V との関係を記憶する記憶手段と、

充電すべき二次電池の充電開始前の開路電圧 O C V と、前記記憶手段に記憶された前記関係に基づいて、目標端子電圧 V m a p を算出する演算手段と、

充電開始後の二次電池の端子電圧 V b と、前記目標端子電圧 V m a p とを比較する手段と、

前記二次電池の端子電圧 V b が前記目標端子電圧 V m a p に到達するまでは充電を継続し、前記二次電池の端子電圧 V b が前記目標端子電圧 V m a p に到達した場合に充電を終了する制御手段と、

を有することを特徴とする充電器。

【請求項 4】

請求項 3 記載の充電器において、

前記演算手段は、前記開路電圧 O C V に対応する前記端子電圧変化量 V を、前記開路電圧 O C V に加算することにより前記目標端子電圧 V m a p を算出することを特徴とする充電器。

10

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は二次電池の充電制御方法及び充電器に関し、特に二次電池が所望の充電状態 (S O C : S t a t e o f C h a r g e) となるように充電するための技術に関する。

【背景技術】

【0002】

ニッケル水素電池やリチウムイオン電池等の二次電池は、ハイブリッド自動車や電気自動車等の電動車両の電源として搭載されるようになっている。二次電池は、工場出荷時には満充電状態あるいは所望の充電状態 (例えば S O C = 6 0 %) で出荷されるが、倉庫等で比較的長期間放置された場合、自己放電により容量が低下してしまう。このような場合、定期的に補充電を行うことが必要となるが、所望の充電状態 (例えば S O C = 6 0 %) となるように高精度に補充電できることが望まれる。

30

【0003】

特許文献 1 には、鉛蓄電池に関する技術であるが、蓄電池の放電時における開路電圧 O C V を測定し、予め設定された蓄電池の O C V と S O C との関係に基づいて S O C を算出し、算出された S O C に基づいて所望の S O C となるように蓄電池を充電することが開示されている。

【0004】

特許文献 2 には、充電電流が同一であれば、容量の小さい電池ほど電池電圧はより上昇することを用いて、二次電池を所定の充電電流で充電したときの電池電圧を測定することで、二次電池の電池容量を推定することが開示されている。また、放電電流が同一であれば、容量の小さい電池ほど電池電圧はより下降することを用いて、二次電池を所定の放電電流で放電したときの電池電圧を測定することで、二次電池の電池容量を推定することが開示されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2001 - 351698 号公報

【特許文献 2】特開平 8 - 17477 号公報

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、OCVとSOCとの関係に基づいてSOCを算出し、算出したSOCに基づいて補充電を行う場合、OCVに基づいてSOCが高精度に算出されることを前提としており、SOCの算出精度が低下すると、所望のSOCまで補充電することができない問題がある。特に、OCVに基づいて算出されたSOCが実際のSOCよりも低い場合、この低いSOCに基づいて補充電を継続することになるから、結果として二次電池を過充電してしまうことになる。初期状態（製造直後）におけるOCVとSOCとの間にはある程度の関係は存在するが、この関係は二次電池の使用履歴、特に長期間保管するような場合には、保管時の温度に大きな影響を受け得る。

【0007】

図6に、複数の二次電池を種々の保管条件で保管した場合の、OCV値（充電開始前OCV値）とSOC値（充電前容量値）との関係を示す。それぞれの二次電池を所定環境下において定電流（例えば1A）で適量だけ充電し、その後単電池当たり所定の放電終止電圧（例えばニッケル水素電池では1.0V）まで放電する。この充放電に伴う放電容量と充電容量とから、SOC値（充電前容量値）を算出する。種々の保管条件とは、具体的には保管温度をそれぞれ0、25、45とした場合である。OCV値とSOC値とのペアをプロットし、最小自乗法で一次近似すると、

$$y = 7.2028x - 54.21$$

但し、xはOCV値、yはSOC値（充電前容量値）となり、相関係数は $R^2 = 0.6432$ となる。

【0008】

また、図6には、併せてこの近似直線から算出されたSOC値から、所望のSOC値（SOC = 60%であり、これは3.9Ahに相当するものとする）となるまで補充電した場合の実際のSOC値をプロットして示す。図に示すように、近似直線から算出して得られたSOC値に基づいて補充電しても、実際のSOC値は必ずしもSOC = 60%に一致せず、49.9%～72.2%の間でバラツキが生じてしまう。

【0009】

このように、OCVとSOCとの関係に基づいてSOCを算出し、このSOCに基づいて補充電を実行しても、種々の温度条件下において保管された二次電池の全てに対して高精度に補充電を行うことは困難である。

【0010】

一方、図7に、複数の二次電池を同様に種々の保管温度条件下で保管した場合の、OCV値（充電開始前OCV値）と、端子電圧8.43V（SOC = 60%に相当する端子電圧値）に到達するまで補充電した時の実際のSOCとの関係を示す。それぞれの二次電池を所定環境下において定電流（例えば1A）で適量だけ充電し、その後単電池当たり所定の放電終止電圧（例えばニッケル水素電池では1.0V）まで放電する。この充放電に伴う放電容量と充電容量とから、SOC値（充電前容量値）を求め、このSOC値に端子電圧8.43Vまでの充電電気量を加算して8.43V到達時SOC値を算出する。なお、同図には、併せて端子電圧8.43Vに到達するまで補充電した時の充電電気量を示す。図に示すように、端子電圧とSOCとの間に一定の関係があることを前提とし、端子電圧が所定値（この場合には8.43V）になるまで補充電したとしても、実際のSOC値は必ずしも60%に一致せず、49.6%～72.8%の間でバラツキが生じてしまう。このようにバラツキが生じるのは、二次電池の保管条件が異なると、端子電圧とSOCとの関係も異なることが原因の一つと考えられる。

【0011】

図8に、二次電池を種々の保管温度条件下で保管した後に補充電した場合の、SOCと端子電圧との関係を示す。図において、電池容量値がSOCであり、3.9AhがSOC = 60%に相当する。なお、保管温度及び補充電時の充電条件は以下のとおりである。

10

20

30

40

50

(1) 25 で保管し、25 で補充電
 (2) 25 で保管し、30 で補充電
 (3) 25 で保管し、20 で補充電
 (4) 25 で保管し、35 で補充電
 (5) 25 で保管し、15 で補充電
 (6) 45 で保管し、25 で補充電
 (7) 0 で保管し、25 で補充電

【0012】

図から分かるように、保管温度が異なると、SOC = 60% に対応する端子電圧も一義的に定まるのではなく、バラツキが生じる。このように、端子電圧とSOCとの間の関係も変化し得ることから、端子電圧に基づいて補充電しても、所望のSOCを得ることが困難である。

10

【0013】

本発明は、二次電池を種々の温度条件下で保管した場合においても、所望のSOCまで高精度に補充電することができる方法及び装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明は、二次電池の充電制御方法であって、前記二次電池の充電開始前の開路電圧OCVを測定するステップと、予め作成されてメモリに保持された、異なる温度条件下において保管された複数の二次電池をそれぞれ異なる温度条件下において所望の充電状態SOCまで充電することで得られる、開路電圧OCVと所望の充電状態SOCに到達するまでの端子電圧変化量Vとの関係と、測定された前記開路電圧OCVとに基づいて、目標端子電圧Vmapを算出するステップと、前記二次電池の充電を開始するステップと、前記二次電池の充電を開始した後の前記二次電池の端子電圧Vbと前記目標端子電圧Vmapとを比較するステップと、前記二次電池の端子電圧Vbが前記目標端子電圧Vmapに到達するまでは前記充電を継続し、前記二次電池の端子電圧Vbが前記目標端子電圧Vmapに到達した場合に前記充電を終了するステップとを備えることを特徴とする。

20

【0015】

本発明の1つの実施形態では、前記目標端子電圧Vmapは、測定された前記開路電圧OCVに対応する前記端子電圧変化量Vを、測定された前記開路電圧OCVに加算することにより算出される。

30

【0018】

また、本発明は、二次電池を充電する充電器であって、異なる温度条件下において保管された複数の二次電池をそれぞれ異なる温度条件下において所望の充電状態SOCまで充電することで予め作成された、開路電圧OCVと所望の充電状態SOCに到達するまでの端子電圧変化量Vとの関係を記憶する記憶手段と、充電すべき二次電池の充電開始前の開路電圧OCVと、前記記憶手段に記憶された前記関係とに基づいて、目標端子電圧Vmapを算出する演算手段と、充電開始後の二次電池の端子電圧Vbと、前記目標端子電圧Vmapとを比較する手段と、前記二次電池の端子電圧Vbが前記目標端子電圧Vmapに到達するまでは充電を継続し、前記二次電池の端子電圧Vbが前記目標端子電圧Vmapに到達した場合に充電を終了する制御手段とを有することを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、二次電池を種々の温度条件下で保管した場合においても、所望のSOCまで高精度に補充電することができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】実施形態の充電器の構成ブロック図である。

【図2】本実施形態の処理フローチャートである。

【図3】SOC 60% 補充電時のOCVと電圧変化量Vとの関係を示すグラフ図である

50

- 。
- 【図4】S O C 6 5 % 補充電時のO C Vと電圧変化量 Vとの関係を示すグラフ図である。
- 。
- 【図5】S O C 7 0 % 補充電時のO C Vと電圧変化量 Vとの関係を示すグラフ図である。
- 。

【図6】O C VとS O Cとの関係を示すグラフ図である。

【図7】O C Vと所望の端子電圧到達時の実S O Cとの関係を示すグラフ図である。

【図8】S O Cと端子電圧との関係を示すグラフ図である。

【発明を実施するための形態】

【0 0 2 1】

以下、図面に基づき本発明の実施形態について説明する。

10

【0 0 2 2】

図1に、本実施形態における二次電池の補充電器の構成ブロック図を示す。補充電器10は、コンタクタ11と、充電回路12と、通信インターフェースI/F14と、演算部16と、充電終了条件保持部18と、比較部22と、制御出力部24とを備える。

【0 0 2 3】

また、同図には、補充電器10により補充電されるバッテリパック30も併せて示す。バッテリパックについて簡単に説明すると、バッテリパック30は、二次電池32と、コンタクタ34と、バッテリE C U 36とを備える。

【0 0 2 4】

20

バッテリE C U 36は、コンタクタ34のオンオフを制御するコンタクタ制御部38と、二次電池32のO C V、端子電圧及び温度を入力し、通信データとして補充電器10側に送信する通信インターフェースI/Fを備える。

【0 0 2 5】

二次電池32は、複数の電池ブロックを直列に接続して構成される。それぞれの電池ブロックは、複数の電池モジュールを電気的に直列接続して構成され、各電池モジュールは、複数（例えば6個）の単電池を電気的に直列に接続して構成される。各単電池は、ニッケル水素電池やリチウムイオン電池である。

【0 0 2 6】

30

バッテリパック30は、例えばハイブリッド自動車や電気自動車等の電動車両に搭載されるが、工場出荷後、輸送にかかる期間に加え、所定期間だけ倉庫等に保管された後に電動車両に搭載されるため、輸送や保管中に自己放電によりS O Cが低下する。どのような温度条件下で保管されるかは任意である。補充電器10は、自己放電したバッテリパック30を所望のS O Cまで補充電するために用いられる。

【0 0 2 7】

一方、補充電器10の構成において、通信インターフェースI/F14は、バッテリパック30側の通信インターフェースI/F40とデータを送受信する。通信インターフェースI/F14は、バッテリパック30が補充電器10に接続されると、通信インターフェースI/F40から送信された電圧データを受信する。通信インターフェースI/F14から要求コマンドをバッテリE C U 36に送信し、この要求コマンドに応じてバッテリE C U 36の通信インターフェースI/F40から返信された電圧データを受信してもよい。通信インターフェースI/F14は、補充電開始前の二次電池32の開路電圧O C VであるV_sを受信すると、このデータを演算部16に出力する。また、通信インターフェースI/F14は、補充電実行時の端子電圧であるV_bを受信すると、このデータを比較部22に出力する。二次電池32のO C V及び充電時の電圧V_bは、それぞれ二次電池32の所定位置に設けられた電圧センサにより検出され、バッテリE C U 36に供給される。電圧センサは所定間隔で二次電池32の電圧を検出し、少なくとも、補充電開始前の開路電圧O C V、及び補充電開始後に所定間隔で二次電池32の端子電圧V_bを検出する。

40

【0 0 2 8】

充電終了条件保持部18は、フラッシュメモリ等の不揮発性メモリであり、予め作成さ

50

れた充電開始前のO C Vと所望のS O C (S O C = 6 0 %)に到達するまでの端子電圧の変化量 Vとの関係をマップあるいは一次近似式として記憶する。この関係は、複数の保管温度下で所定期間だけ保管した二次電池を実際に補充電して得られるものであり、この関係についてはさらに後述する。

【0029】

演算部16は、通信インターフェースI/F14から供給された補充電開始前のO C VであるV_sに基づいて、充電終了条件保持部18にアクセスし、記憶されたマップあるいは一次近似式からこのV_sに対応する電圧変化 Vを読み出し、さらに、この電圧変化 Vを補充電開始前のO C VであるV_sに加算して、目標となる端子電圧V_{m a p} = V_s + Vを算出して比較部22に出力する。

10

【0030】

比較部22は、通信インターフェースI/F14から供給された補充電時の端子電圧V_bと、演算部16から供給された目標端子電圧V_{m a p}とを比較し、両者が一致するか否かを判定する。両者が一致しない場合、補充電を継続して実行し、両者が一致する場合、すなわち端子電圧V_bが目標端子電圧V_{m a p}に到達した場合に、比較部22は制御出力部24に補充電停止信号を出力する。

【0031】

なお、図では演算部16及び比較部22が別個な機能ブロックとして示されているが、演算部16と比較部22を一体で構成して演算・比較部としてもよい。この場合、演算・比較部には通信インターフェースI/F14から二次電池32の補充電開始前のO C V及び補充電開始後の端子電圧V_bが供給され、O C Vに基づいて目標端子電圧V_{m a p}を算出し、端子電圧V_bと目標端子電圧V_{m a p}とを比較する。演算部16、比較部22、あるいは演算比較部はマイクロコンピュータで構成される。

20

【0032】

制御出力部24は、バッテリパック30が補充電器10に接続され、図示しない充電開始スイッチがオンされると、コンタクタ10をオン制御するとともに、通信インターフェースI/F14に補充電開始指令を出力する。通信インターフェースI/F14は、通信インターフェースI/F40に補充電開始指令を送信する。通信インターフェースI/F40は、受信した補充電開始指令をコンタクタ制御部38に供給する。コンタクタ制御部38は、補充電開始指令に基づいて、コンタクタ34をオン制御し、補充電を開始する。

30

【0033】

また、制御出力部24は、比較部22から補充電停止指令を受け取ると、コンタクタ11をオフ制御して補充電を終了する。また、通信インターフェースI/F14に補充電停止指令を出力する。通信インターフェースI/F14は、通信インターフェースI/F40に補充電停止指令を送信する。通信インターフェースI/F40は、受信した補充電停止指令をコンタクタ制御部38に供給する。コンタクタ制御部38は、補充電停止指令に基づいて、コンタクタ34をオフ制御する。

【0034】

このような構成において、以下、バッテリパック30の二次電池32を補充電する際の手順について説明する。

40

【0035】

バッテリパック30の二次電池32を所望のS O Cまで補充電する場合、バッテリパック30を補充電器10に接続し、補充電器10に設けられた図示しない充電スイッチをオンする。もちろん、バッテリパック30が物理的に補充電器10に接続されたことを検知するスイッチにより自動的に充電スイッチがオン制御されるように構成してもよい。

【0036】

補充電器10の充電スイッチがオンされると、補充電器10からバッテリパック30のバッテリE C U 36に動作電力として12Vが供給され、バッテリE C U 36が動作を開始する。バッテリE C U 36は、二次電池32に設けられた電圧センサから二次電池32の補充電開始前のO C VであるV_sを受信する。そして、通信インターフェースI/F40

50

及び通信インターフェース I / F 1 4 を介して、二次電池 3 2 の V s が補充電器 1 0 側に供給される。

【 0 0 3 7 】

演算部 1 6 は、供給された V s に基づき、予め作成され充電終了条件保持部 1 8 に記憶されている関係を用いて、この V s に対応する電圧変化量 V を読み出し、さらに、 V m a p = V s + V を演算することで目標端子電圧 V m a p を算出する。目標端子電圧 V m a p は、比較部 2 2 に供給される。

【 0 0 3 8 】

目標端子電圧 V m a p を算出した後、制御出力部 2 4 及びコンタクタ制御部 3 8 によりコンタクタ 1 1 及びコンタクタ 3 4 がそれぞれオン制御され、充電回路 1 2 により補充電が開始される。

【 0 0 3 9 】

補充電が開始されると、通信インターフェース I / F 1 4 及び通信インターフェース I / F 4 0 を介して、補充電実行中の二次電池 3 2 の端子電圧 V b が所定間隔で補充電器 1 0 側に供給される。比較部 2 2 は、補充電中の端子電圧 V b と目標端子電圧 V m a p とを比較する。両者が一致しない、つまり V m a p > V b である限り、補充電は継続して実行される。一方、両者が一致した場合、つまり V m a p = V b となった場合、制御出力部 2 4 及びコンタクタ制御部 3 8 によりコンタクタ 1 1 及びコンタクタ 3 4 がそれぞれオフ制御され、補充電が終了する。

【 0 0 4 0 】

以上により、バッテリバック 3 0 の二次電池 3 2 は、所望の S O C となるまで補充電される。

【 0 0 4 1 】

このように、本実施形態の補充電器 1 0 は、充電開始前の O C V と、この O C V に対応する電圧変化量 V との関係をマップあるいは一次近似式として記憶し、この関係を用いて補充電終了となる目標端子電圧を算出する。本願出願人は、種々の保管温度で保管した複数の二次電池に対して補充電を行ってその端子電圧及び S O C を測定した結果、補充電開始前の O C V と、所望の S O C に到達するまでの電圧変化量 V との間に一定の関係があることを見出したものであり、しかも、この関係は保管時の保管温度によらずに高い相関関係を有することを見出したものである。

【 0 0 4 2 】

図 2 に、補充電前の O C V と電圧変化量 V との関係を算出する処理フローチャートを示す。まず、種々の保管温度条件下において保管（例えば 6 ヶ月間）された複数の二次電池のそれについて、O C V を測定する（S 1 0 1）。

【 0 0 4 3 】

次に、それぞれの二次電池を所定環境下において定電流（例えば 1 A）で適量だけ充電し（S 1 0 2）、その後に単電池当たり所定の放電終止電圧（例えば、ニッケル水素電池では 1 . 0 V）まで放電する（S 1 0 3）。

【 0 0 4 4 】

この充放電に伴う放電容量と充電容量とから、補充電開始前の二次電池の S O C を算出する（S 1 0 4）。

【 0 0 4 5 】

次に、この S O C 値から、所定環境下において、定電流（例えば 1 A）で適量だけ充電した場合の 3 . 9 A h (S O C = 6 0 % に相当) 到達時の端子電圧を測定する（S 1 0 5）。

【 0 0 4 6 】

これにより、補充電開始前の O C V と所望の S O C に到達するまでの端子電圧の電圧変化量 V が得られる。

【 0 0 4 7 】

最後に、S 1 0 1 で測定された補充電開始前の O C V と、S 1 0 5 で算出された電圧変

10

20

30

40

50

化量 V とのペアをプロットし、複数の二次電池についてのこれらのペアデータを一次近似して関係式を算出する (S 1 0 6)。算出された関係式は、上記のように補充電器 10 の充電終了条件保持部 18 に記憶される。

【0 0 4 8】

図 3 に、図 2 の処理フローチャートにより算出される関係式の一例を示す。所望の SOC を $SOC = 60\%$ とした場合の関係式である。図において、横軸は補充電開始前の OCV であり、左縦軸は $3.9 A h$ ($SOC = 60\%$ に相当) に到達するまでの電圧変化量 V である。各プロット点の条件は以下のとおりである。

- (1) 25 で保管し、25 で補充電
- (2) 25 で保管し、30 で補充電
- (3) 25 で保管し、20 で補充電
- (4) 25 で保管し、35 で補充電
- (5) 25 で保管し、15 で補充電
- (6) 45 で保管し、25 で補充電
- (7) 0 で保管し、25 で補充電

【0 0 4 9】

このように、種々の温度条件で保管するとともに補充電して得られたペアデータに対し、最小自乗法で一次近似すると、

$$y = -1.3382x + 11.065$$

但し、 y は電圧変化量、 x は OCV (充電開始前) となり、相関係数 $R^2 = 0.8659$ が得られる。

【0 0 5 0】

従来における OCV と SOC との関係式と比較すると、より高い相関が得られることが分かる。

【0 0 5 1】

また、図における右縦軸は、補充電開始前の電圧値を近似式に代入して補充電を制御した場合の、補充電終了時の実際の SOC 値を示す。補充電終了後の実際の SOC 値は $50.6\% \sim 67.8\%$ の範囲内におさまっており、保管時の温度や補充電時の温度によらず、従来に比べてより高精度に所望の SOC まで補充電できる。

【0 0 5 2】

図 4 に、図 2 の処理フローチャートにより算出される関係式の他の例を示す。所望の SOC を $SOC = 65\%$ とした場合の関係式である。図において、横軸は補充電開始前の OCV であり、左縦軸は $4.225 A h$ ($SOC = 65\%$ に相当) に到達するまでの電圧変化量 V である。各プロット点の条件は以下のとおりである。

- (1) 25 で保管し、25 で補充電
- (2) 25 で保管し、30 で補充電
- (3) 25 で保管し、20 で補充電
- (4) 25 で保管し、35 で補充電
- (5) 25 で保管し、15 で補充電
- (6) 45 で保管し、25 で補充電
- (7) 0 で保管し、25 で補充電

【0 0 5 3】

このように、種々の温度条件で保管するとともに補充電して得られたペアデータに対し、最小自乗法で一次近似すると、

$$y = -1.1375x + 9.5172$$

但し、 y は電圧変化量、 x は OCV (充電開始前) となり、相関係数 $R^2 = 0.9056$ が得られる。

【0 0 5 4】

従来における OCV と SOC との関係式と比較すると、さらに高い相関が得られることが分かる。

10

20

30

40

50

【0055】

図5に、図2の処理フローチャートにより算出される関係式のさらに他の例を示す。所望のSOCをSOC = 70%とした場合の関係式である。図において、横軸は補充電開始前のOCVであり、左縦軸は4.55Ah (SOC = 70%に相当)に到達するまでの電圧変化量Vである。各プロット点の条件は以下のとおりである。

- (1) 25 で保管し、25 で補充電
- (2) 25 で保管し、30 で補充電
- (3) 25 で保管し、20 で補充電
- (4) 25 で保管し、35 で補充電
- (5) 25 で保管し、15 で補充電
- (6) 45 で保管し、25 で補充電
- (7) 0 で保管し、25 で補充電

10

【0056】

このように、種々の温度条件で保管するとともに補充電して得られたペアデータに対し、最小自乗法で一次近似すると、

$$y = -1.0318x + 8.7091$$

但し、yは電圧変化量、xはOCV(充電開始前)

となり、相関係数 $R^2 = 0.9018$ が得られる。

【0057】

従来におけるOCVとSOCとの関係式と比較すると、より高い相関が得られることが分かる。

20

【0058】

以上説明したように、本実施形態では、補充電開始前のOCVと、所望のSOCに到達するまでの電圧変化量との間に、保管温度や補充電時の温度によらずに高い相関関係があることに着目し、この関係を用いて二次電池を補充電することで、高精度な補充電が可能となる。本実施形態では、補充電中は、二次電池の端子電圧Vを目標端子電圧Vampと比較するだけでよいので、補充電時の制御が簡易化されるという効果も奏する。

【0059】

なお、本発明は上記の実施形態に限定されるものではなく、種々の変更が可能である。例えば、本実施形態では、補充電器10の充電終了条件保持部18には、充電開始前のOCVと所望のSOC (SOC = 60%)に到達するまでの端子電圧の変化量Vとの関係をマップあるいは一次近似式として記憶しているが、二次電池32によっては所望のSOCが60%ではなく、65%、あるいは70%となることがあり得る。したがって、充電終了条件保持部18には、所望のSOC毎のマップあるいは一次近似式を記憶しておき、ユーザが適宜、所望のSOCに応じてどのマップあるいは一次近似式を用いるかを選択できるように構成してもよい。具体的には、図3、図4、図5に示された各一次近似式を充電終了条件保持部18に記憶しておけばよい。

30

【0060】

また、本実施形態では、充電開始前のOCVと所望のSOC (SOC = 60%)に到達するまでの端子電圧の変化量Vとの関係を算出する際に、種々の保管温度で保管された複数の二次電池を種々の温度条件で補充電しているが、補充電時の温度を一定に維持し、保管温度のみを変化させた複数の二次電池を用いて関係を算出してもよく、この場合にはより高精度の補充電が可能となる。本願出願人は、補充電時の温度を20 ~ 30に制限した場合、補充電後の実際のSOCのバラツキが52.1% ~ 67.8%と小さくなることを確認している。

40

【0061】

すなわち、充電終了条件保持部18に記憶される、充電開始前のOCVと所望のSOC (SOC = 60%)に到達するまでの端子電圧の変化量Vとの関係は、以下の2つの方法のいずれかで作成することができる。

- (1) 複数の二次電池に対し、種々の保管温度で保管した後で、種々の温度条件で補充電

50

する。

(2) 複数の二次電池に対し、種々の保管温度で保管した後で、一定の温度条件で補充電する。

【0062】

保管温度は、工場出荷後の保管場所における温度管理の有無や、夏期、冬季などの季節要因で変動し得る。また、補充電時において、補充電すべき二次電池がどのような保管温度で保管されていたかを事前に知ることは困難である。一方、補充電時の温度は、ある程度ユーザがコントロールできる可能性がある。したがって、補充電時の温度をコントロールできる場合には(2)を用い、そうでない場合には(1)を用いることが好適である。
(1)及び(2)の場合の関係をともに充電終了条件保持部18に記憶しておき、ユーザが補充電時の温度コントロールの有無に応じて適宜選択することも可能であろう。

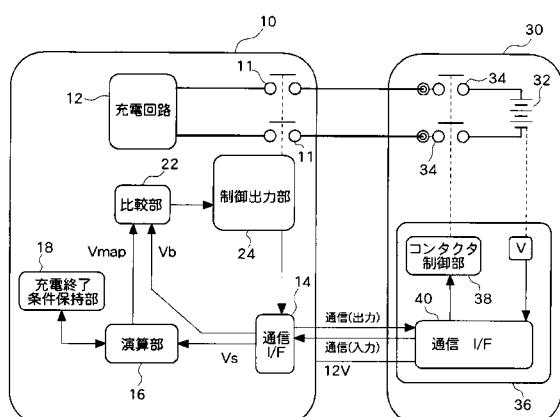
10

【符号の説明】

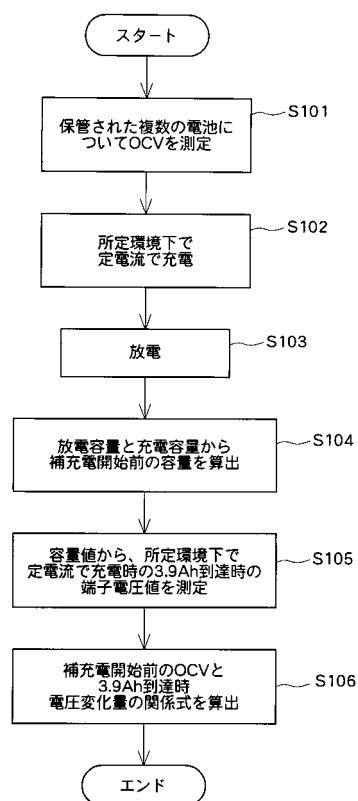
【0063】

10 補充電器、11, 34 コンタクタ、12 充電回路、14, 40 通信インターフェース、18 充電終了条件保持部、22 比較部、24 制御出力部、30 バッテリパック、32 二次電池、36 バッテリECU、38 コンタクタ制御部。

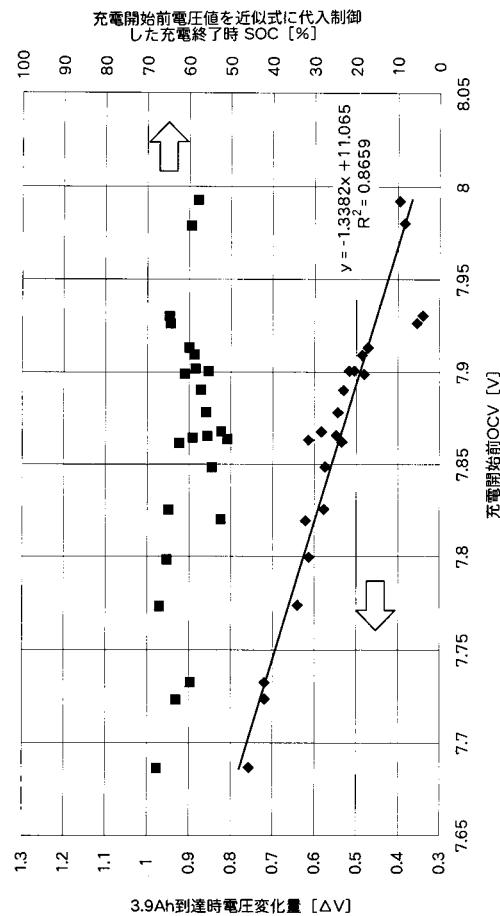
【図1】



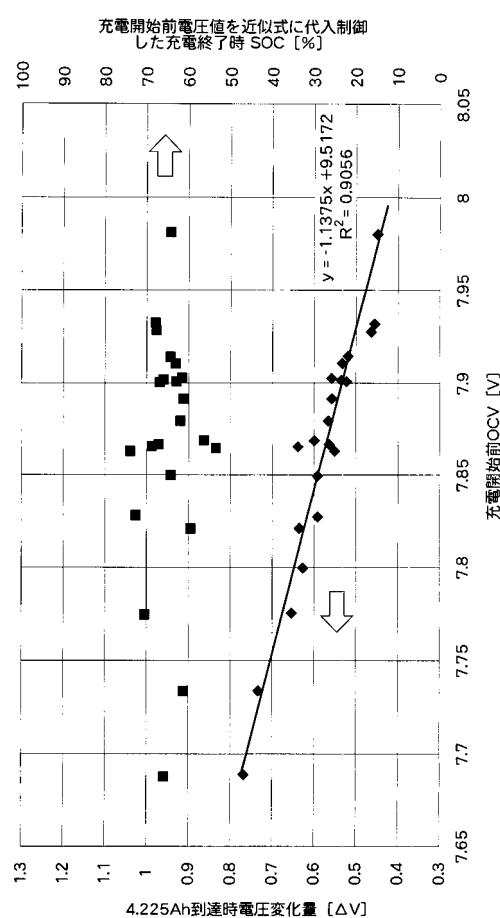
【図2】



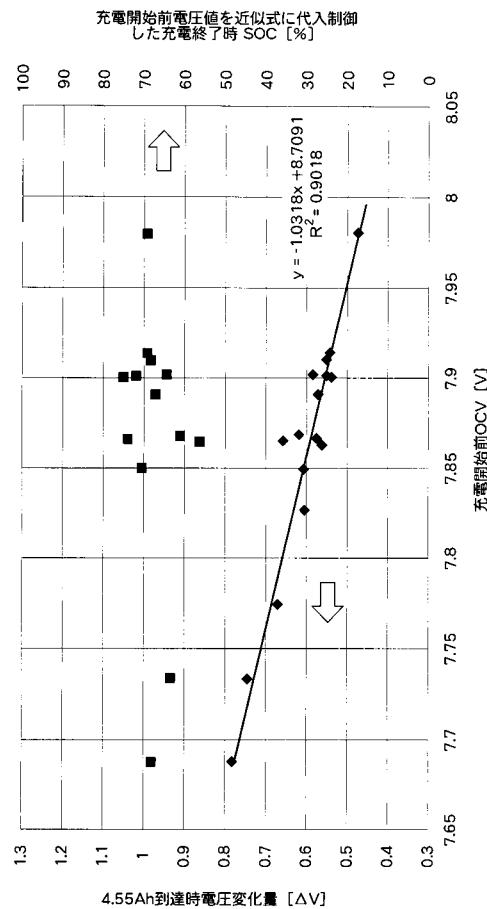
【図3】



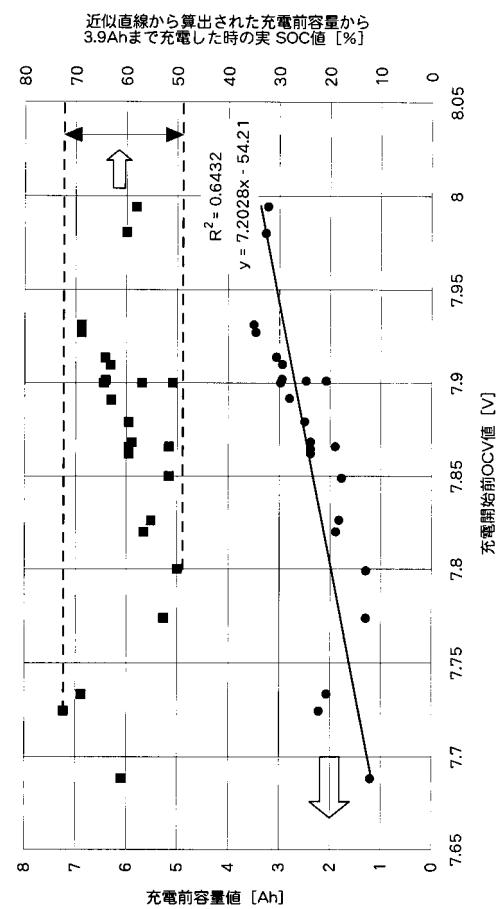
【図4】



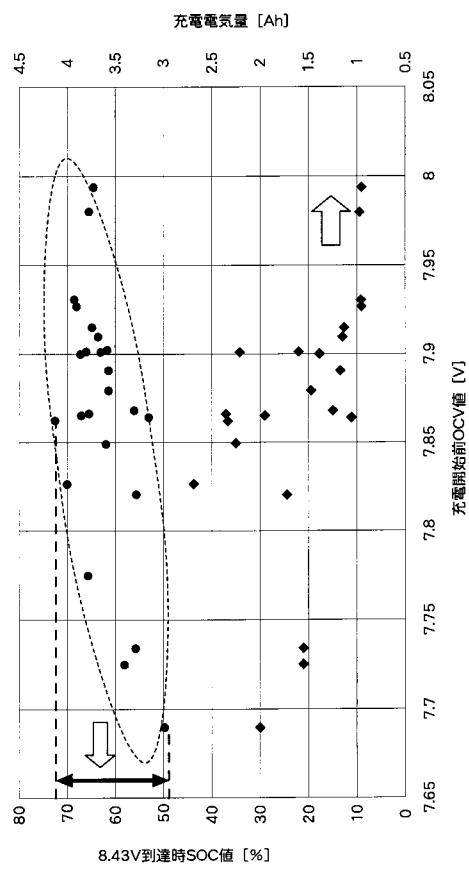
【図5】



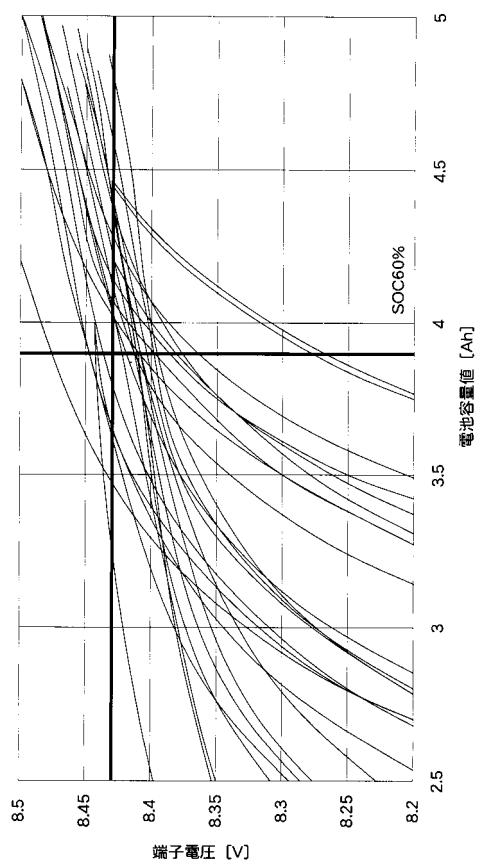
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平8-17477 (JP, A)
特開2003-75517 (JP, A)
特開2001-292533 (JP, A)
特開2010-136488 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 02 J	7 / 00	-	7 / 12
H 02 J	7 / 34	-	7 / 36
H 01 M	10 / 42	-	10 / 48