

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

**特許第3979397号
(P3979397)**

(45) 発行日 平成19年9月19日(2007.9.19)

(24) 登録日 平成19年7月6日(2007.7.6)

(51) Int. Cl.

H02J 7/04 (2006.01)

F I

H02J 7/04

F

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2004-61103 (P2004-61103)
 (22) 出願日 平成16年3月4日(2004.3.4)
 (65) 公開番号 特開2005-253210 (P2005-253210A)
 (43) 公開日 平成17年9月15日(2005.9.15)
 審査請求日 平成17年3月14日(2005.3.14)

(73) 特許権者 000002185
 ソニー株式会社
 東京都港区港南1丁目7番1号
 (74) 代理人 100122884
 弁理士 角田 芳末
 (74) 代理人 100113516
 弁理士 磯山 弘信
 (72) 発明者 三瓶 晃
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
 ニー株式会社内

審査官 宮本 秀一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 二次電池の充電方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

二次電池を定電流で充電しながら、前記二次電池の端子電圧を所定の第1設定電圧と比較し、

前記端子電圧が前記第1設定電圧以上になったとき、前記二次電池を所定の第1設定時間だけ充電した後充電を休止するパルス充電を行い、

前記パルス充電における充電の休止中に、休止開始からの経過時間 A_n と該経過時間 A_n における前記端子電圧 B_n とを複数回測定するとともに、前記端子電圧 B_n を所定の第2設定電圧と比較し、前記端子電圧 B_n が前記第2設定電圧以下である場合には再び前記パルス充電を行い、他方、前記端子電圧 B_n が前記第2設定電圧よりも大きく、且つ、前記経過時間 A_n が所定の第2設定時間に達した場合には、該第2設定電圧以下に下降するか否かが判明するまで休止を続けることなく、前記経過時間 A_n 及び前記端子電圧 B_n の測定結果に基づいて、前記端子電圧が前記第2設定電圧以下に下降するか否かを推定し、

前記第2設定電圧以下に下降すると推定された場合には前記パルス充電と前記端子電圧の推定とを繰り返し、

前記第2設定電圧以下に下降しないと推定された場合には充電を終了することを特徴とする二次電池の充電方法。

【請求項2】

請求項1に記載の二次電池の充電方法において、

前記パルス充電における充電の休止中に、前記経過時間 A_n 及び前記端子電圧 B_n から

10

20

成るデータ群 (A_n, B_n) に基づき、下記の計算方法によって、休止開始からの経過時間 A_n が前記第 2 設定時間よりも長い所定の第 3 設定時間 T₃ になるときの前記端子電圧 B_n を計算し、

前記端子電圧 B_n の計算値が前記第 2 設定電圧以下である場合には前記パルス充電と前記端子電圧 B_n の計算とを繰り返し、

前記端子電圧 B_n の計算値が前記第 2 設定電圧よりも大きい場合には充電を終了することを特徴とする二次電池の充電方法。

【数 1】

〔第 3 設定時間 T₃ での端子電圧 B_n の計算方法〕

10

データ群 (A_n, B_n) から

$$C_n = 1 / \sqrt{A_n}$$

としたデータ群 (C_n, B_n) を作成。

データ群 (C_n, B_n) から、最小二乗法により D, E を

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n \left[C_i - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n C_i \right) \right] \left[B_i - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n B_i \right) \right]}{\sum_{i=1}^n \left[C_i - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n C_i \right) \right]^2} \quad 20$$

$$E = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n B_i \right) - D \cdot \left[\frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n C_i \right) \right] \quad 30$$

として求める。

B_n を C_n の 1 次式

$$B_n = D \cdot C_n + E$$

40

と想定し、A_n = T₃ (C_n = 1 / √T₃) のときの B_n を計算。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の二次電池の充電方法において、

前記第 3 設定時間が無限大の時間であることを特徴とする二次電池の充電方法。

【請求項 4】

請求項 2 または 3 に記載の二次電池の充電方法において、

前記端子電圧 B_n の計算値が、パルス N 個分 (N は 2 以上の整数) のパルス充電の間連続して第 2 設定電圧よりも大きくなるまで、前記パルス充電と前記端子電圧 B_n の計算と

50

を繰り返し、

前記端子電圧 B_n の計算値が、前記パルス N 個分のパルス充電の間連続して第 2 設定電圧よりも大きくなった場合に、充電を終了することを特徴とする二次電池の充電方法。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の二次電池の充電方法において、

複数個の二次電池を接続した電池パックを充電する場合、前記複数個の二次電池の端子電圧をそれぞれ測定し、そのうちの最も高い端子電圧を前記第 1 設定電圧、前記第 2 設定電圧と比較する

ことを特徴とする二次電池の充電方法。

10

【請求項 6】

二次電池を充電するための充電手段と、

前記二次電池の端子電圧を検出する電圧検出手段と、

前記二次電池の充電を制御する制御手段と

を備え、

前記制御手段は、

前記充電手段を用いて前記二次電池を定電流で充電しながら、前記電圧検出手段の検出結果を用いて前記二次電池の端子電圧を所定の第 1 設定電圧と比較する処理と、

前記端子電圧が前記第 1 設定電圧以上になったとき、前記充電手段を用いて所定の第 1 設定時間だけ前記二次電池を充電した後充電を休止するパルス充電を行う処理と、

20

前記パルス充電における充電の休止中に、前記電圧検出手段の検出結果を用いて、休止開始からの経過時間 A_n と該経過時間 A_n における前記端子電圧 B_n とを複数回測定するとともに、前記端子電圧 B_n を所定の第 2 設定電圧と比較し、前記端子電圧 B_n が前記第 2 設定電圧以下である場合には再び前記パルス充電を行い、他方、前記端子電圧 B_n が前記第 2 設定電圧よりも大きく、且つ、前記経過時間 A_n が所定の第 2 設定時間に達した場合には、該第 2 設定電圧以下に下降するか否かが判明するまで休止を続けることなく、前記経過時間 A_n 及び前記端子電圧 B_n の測定結果に基づいて、前記端子電圧が前記第 2 設定電圧以下に下降するか否かを推定する処理と、

前記第 2 設定電圧以下に下降すると推定された場合には前記パルス充電と前記端子電圧の推定とを繰り返し、前記第 2 設定電圧以下に下降しないと推定された場合には充電を終了する処理と

30

を行うことを特徴とする二次電池の充電装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、リチウムイオン系の二次電池を充電するのに適した充電方法及び充電装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、ノート型パーソナルコンピュータや携帯電話等の電源に用いる二次電池として、ニッカド電池やニッケル水素電池よりもエネルギー密度が高く且つ軽量なりチウムイオン電池が普及している。

40

【0003】

ニッカド電池やニッケル水素電池は、満充電状態で端子電圧が若干低下するという特性を有している。そこで、それらの電池の充電方法としては、定電流で充電を行いながら端子電圧の時間的な変化を測定し、その変化量が負になったとき（ $-V$ の検出時）、満充電になったと判定して充電を終了するという方法が採られている。

【0004】

これに対し、リチウムイオン電池は、満充電状態でも端子電圧が低下しない。そのため、ニッカド電池やニッケル水素電池のような方法で充電すると、満充電の判定ができず、

50

充電不足または過充電になって性能が低下しまう。そこで、従来、リチウムイオン電池の充電方法としては、次の(a)または(b)のような方法が採られていた。

【 0 0 0 5 】

(a) 充電開始当初には、定電流で充電を行いながら、端子電圧を測定する。その後、端子電圧が所定の電圧に達すると、定電圧での充電に切り替えるとともに、充電電流の測定を開始する。そして、充電電流が所定の基準値以下になったとき、満充電になったと判定して充電を終了する。

【 0 0 0 6 】

(b) 充電開始当初には、定電流で充電を行いながら、端子電圧を測定する。その後、端子電圧が所定の電圧に達すると、定電流での充電を間欠的に行う。この間欠充電は、一定時間充電を行った後、端子電圧が低下してほぼ一定の値に安定するまで充電を休止し、その安定した電圧が基準値以上(満充電電圧と等しいかそれに近い値)であるか否かを検出する、という処理を繰り返すものである。そして、充電休止中に安定した電圧が上記基準値以上になると、満充電になったと判定して充電を終了する(例えば、特許文献1参照。)。

【特許文献1】特開平6 - 3 2 5 7 9 5号公報(段落番号0 0 1 3 ~ 0 0 2 3、図1 ~ 5)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

しかし、上記(a)のように定電流充電に続けて定電圧充電を行う方法には、充電が終了するまでに長い時間を要してしまうという不都合があった。

【 0 0 0 8 】

また、上記(b)の方法にも、間欠充電時の休止時間が長くなる(端子電圧が安定するまで休止を続ける)ので、やはり、充電が終了するまでに長い時間を要してしまうという不都合があった。

【 0 0 0 9 】

本発明は、上述の点に鑑み、リチウムイオン電池や、さらにはリチウム電池、鉛電池といった、満充電状態でも端子電圧が低下しない二次電池であるリチウムイオン系の二次電池を、短時間で充電できるようにすることを課題としてなされたものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

この課題を解決するために、本発明による二次電池の充電方法は、二次電池を定電流で充電しながら、二次電池の端子電圧を所定の第1設定電圧と比較し、端子電圧が第1設定電圧以上になったとき、二次電池を所定の第1設定時間だけ充電した後充電を休止するパルス充電を行い、このパルス充電における充電の休止中に、休止開始からの経過時間 A_n とその経過時間 A_n における端子電圧 B_n とを複数回測定するとともに、端子電圧 B_n を所定の第2設定電圧と比較し、端子電圧 B_n が第2設定電圧以下である場合には再びパルス充電を行い、他方、端子電圧 B_n が第2設定電圧よりも大きく、且つ、経過時間 A_n が所定の第2設定時間に達した場合には、第2設定電圧以下に下降するか否かが判明するまで休止を続けることなく、これらの経過時間 A_n 及び端子電圧 B_n の測定結果に基づいて、端子電圧が第2設定電圧以下に下降するか否かを推定し、第2設定電圧以下に下降すると推定された場合にはこのパルス充電と端子電圧の推定とを繰り返し、第2設定電圧以下に下降しないと推定された場合には充電を終了することを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

この充電方法では、二次電池を第1設定電圧まで定電流で充電した後パルス充電を行うが、このパルス充電における充電の休止中に、休止開始からの経過時間 A_n とその経過時間 A_n における端子電圧 B_n とを複数回測定するとともに、端子電圧 B_n を第2設定電圧と比較し、端子電圧 B_n が第2設定電圧以下である場合には再びパルス充電を行い、他方、端子電圧 B_n が第2設定電圧よりも大きく、且つ、経過時間 A_n が所定の第2設定時間

10

20

30

40

50

に達した場合には、第2設定電圧以下に下降するか否かが判明するまで休止を続けることなく、これらの経過時間 A_n 及び端子電圧 B_n の測定結果に基づいて、端子電圧が第2設定電圧以下に下降するか否かを推定する。

【0012】

第2設定電圧以下に下降すると推定された場合には、パルス充電と端子電圧の推定とを繰り返す。そして、第2設定電圧以下に下降しないと推定されるようになると、満充電になったと判定して充電を終了する。

【0013】

このように、この充電方法では、端子電圧が一定の電圧（第1設定電圧）になるまで定電流で充電を行った後パルス充電を行うとともに、このパルス充電において、充電の休止を開始してからの経過時間が一定の時間（第2設定時間）に達しても端子電圧が一定の電圧（第2設定電圧）以下に下降しない場合、実際に第2設定電圧以下に下降するか否かが判明するまで休止を続けることなく、第2設定電圧以下に下降するか否かを休止中の複数回の経過時間及び端子電圧の測定結果に基づいて推定して、パルス充電を繰り返すか充電を終了するかを決定する。

10

【0014】

これにより、前述の充電方法（a）のように定電流充電に続けて定電圧充電を行う方法や、前述の充電方法（b）のように定電流充電に続けて定電流で間欠充電を行うが間欠充電時の休止時間が長くなる（端子電圧が安定するまで休止を続ける）方法と比較して、リチウムイオン系の二次電池を短時間で充電することができる。

20

【0015】

なお、この充電方法において、一例として、パルス充電における充電の休止中に、経過時間 A_n 及び端子電圧 B_n から成るデータ群（ A_n ， B_n ）に基づき、下記の計算方法によって、休止開始からの経過時間 A_n が第2設定時間よりも長い所定の第3設定時間 T_3 になるときの端子電圧 B_n を計算し、この端子電圧 B_n の計算値が第2設定電圧以下である場合にはこのパルス充電と端子電圧 B_n の計算とを繰り返し、この端子電圧 B_n の計算値が第2設定電圧よりも大きい場合には充電を終了することが好適である。さらには、この第3設定時間 T_3 を無限大の時間とすることが好適である。

【数 2】

〔第3設定時間T3での端子電圧Bnの計算方法〕

データ群(A_n, B_n)から

$$C_n = 1/\sqrt{A_n}$$

としたデータ群(C_n, B_n)を作成。データ群(C_n, B_n)から、最小二乗法によりD, Eを

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n \left[C_i - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n C_i \right) \right] \left[B_i - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n B_i \right) \right]}{\sum_{i=1}^n \left[C_i - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n C_i \right) \right]^2}$$

$$E = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n B_i \right) - D \cdot \left[\frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n C_i \right) \right]$$

として求める。

B_nをC_nの1次式

$$B_n = D \cdot C_n + E$$

と想定し、A_n=T3(C_n=1/√T3)のときのB_nを計算。

【0016】

このように、休止開始からの経過時間A_nが第2設定時間よりも長い第3設定時間になるときの端子電圧B_nを、最小二乗法を用いるとともにC_nの1次式と想定して求めたり、さらには第3設定時間を無限大の時間とすることにより、端子電圧が第2設定電圧以下に下降するか否かを、簡単な計算によって高い精度で推定することができる。これにより、充電不足や過充電による性能の低下を招くことなく、短時間で充電を行うことができるようになる。

【0017】

また、端子電圧B_nを計算する場合において、一例として、端子電圧B_nの計算値が、パルスN個分(Nは2以上の整数)のパルス充電の間連続して第2設定電圧よりも大きくなるまで、このパルス充電と端子電圧B_nの計算とを繰り返し、端子電圧B_nの計算値が、パルスN個分のパルス充電の間連続して第2設定電圧よりも大きくなった場合に、充電を終了することが好適である。

【0018】

10

20

30

40

50

このように、端子電圧 B_n の値が第 2 設定電圧よりも 1 回大きくなっただけでなく、端子電圧 B_n の計算値が N 回連続して第 2 設定電圧よりも大きくなったときに初めて充電を終了することにより、満充電状態をより一層高い精度で判定することができる。これにより、二次電池の性能をより一層高めることができるようになる。

【0019】

また、この充電方法において、複数個の二次電池を接続した電池パックを充電する場合には、一例として、それらの複数個の二次電池の端子電圧をそれぞれ測定し、そのうちの最も高い端子電圧を第 1 設定電圧、第 2 設定電圧と比較することが好適である。

【0020】

次に、本発明による二次電池の充電装置は、二次電池を充電するための充電手段と、この二次電池の端子電圧を検出する電圧検出手段と、この二次電池の充電を制御する制御手段とを備え、この制御手段は、充電手段を用いて二次電池を定電流で充電しながら、電圧検出手段の検出結果を用いて二次電池の端子電圧を所定の第 1 設定電圧と比較する処理と、端子電圧が第 1 設定電圧以上になったとき、充電手段を用いて所定の第 1 設定時間だけ二次電池を充電した後充電を休止するパルス充電を行う処理と、このパルス充電における充電の休止中に、電圧検出手段の検出結果を用いて、休止開始からの経過時間 A_n とその経過時間 A_n における端子電圧 B_n とを複数回測定するとともに、端子電圧 B_n を所定の第 2 設定電圧と比較し、端子電圧 B_n が第 2 設定電圧以下である場合には再びパルス充電を行い、他方、端子電圧 B_n が第 2 設定電圧よりも大きく、且つ、経過時間 A_n が所定の第 2 設定時間に達した場合には、第 2 設定電圧以下に下降するか否かが判明するまで休止 10
20
を続けることなく、経過時間 A_n 及び端子電圧 B_n の測定結果に基づいて、端子電圧が前記第 2 設定電圧以下に下降するか否かを推定する処理と、第 2 設定電圧以下に下降すると推定された場合にはこのパルス充電と端子電圧の推定とを繰り返し、第 2 設定電圧以下に下降しないと推定された場合には充電を終了する処理とを行うことを特徴とする。

【0021】

この充電装置は、制御手段が充電手段及び電圧検出手段を用いて前述の本発明に係る充電方法を実行するものであり、リチウムイオン系の二次電池を短時間で充電することができる。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、端子電圧が一定の電圧（第 1 設定電圧）になるまで定電流で充電を行った後パルス充電を行うとともに、このパルス充電における充電の休止中に、実際に端子電圧が第 2 設定電圧以下に下降するか否かを、複数回の経過時間及び端子電圧の測定結果に基づいて推定するので、リチウムイオン系の二次電池を短時間で充電できるという効果が得られる。

【0023】

また、休止開始からの経過時間 A_n が第 2 設定時間よりも長い第 3 設定時間になるときの端子電圧 B_n を、最小二乗法を用いるとともに C_n の 1 次式と想定して求めたり、さらには第 3 設定時間を無限大の時間とすることにより、端子電圧が第 2 設定電圧以下に下降するか否かを、簡単な計算によって高い精度で推定することができるので、充電不足や過充電による性能の低下を招くことなく、短時間で充電を行うことができるという効果が得られる。

【0024】

また、端子電圧 B_n の値が第 2 設定電圧よりも 1 回大きくなっただけでなく、端子電圧 B_n の計算値が N 回連続して第 2 設定電圧よりも大きくなったときに初めて充電を終了することにより、満充電状態をより一層高い精度で判定することができるので、二次電池の性能をより一層高めることができるという効果が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、本発明を図面を用いて具体的に説明する。図 1 は、本発明を適用した充電装置の

10

20

30

40

50

構成を示すブロック図である。この充電装置は、満充電電圧 $4.2(V)$ ・容量 $2000(mAh)$ のリチウムイオン電池 10 を充電するためのものであり、定電流回路 1 と、スイッチ 2 と、電圧検出回路 3 と、制御回路 4 とから成っている。

【0026】

定電流回路 1 は、外部から供給される電力（例えば商用電力）に基づき、 $1.6A$ の定電流を生成する回路である。

【0027】

充電対象のリチウムイオン電池 10 は、スイッチ 2 を介して定電流回路 1 に接続される。スイッチ 2 は、制御回路 4 によってオン/オフが制御されるようになっている。

【0028】

電圧検出回路 3 は、リチウムイオン電池 10 の端子電圧を検出する回路である。電圧検出回路 3 の検出出力は、制御回路 4 に送られる。

【0029】

制御回路 4 は、マイクロプロセッサから成っている。図 2 は、この制御回路 4 が実行する処理を示すフローチャートである。この処理では、最初に、スイッチ 2 をオンにすることにより、この充電装置に装着されたリチウムイオン電池 10 を、定電流回路 1 によって定電流で充電する（ステップ S1）。

【0030】

続いて、この充電中に、電圧検出回路 3 の検出出力からリチウムイオン電池 10 の端子電圧を測定して、その端子電圧が第 1 設定電圧 $V1 = 4.25(V)$ （リチウムイオン電池 10 の満充電時の電圧よりも若干大きい電圧）に達したか否かを判断する（ステップ S2）。

【0031】

ノーであれば、ステップ S1 に戻る。他方、イエスになると、 $n = 1$ に設定する（ステップ S3）。そして、第 1 設定時間 $T1 = 1.0(sec)$ だけスイッチ 2 をオンにして定電流で充電を行い（ステップ S4）、その後、スイッチ 2 をオフにすることによって充電を休止する（ステップ S5）。すなわち、1 パルス分のパルス充電を行う。

【0032】

続いて、マイクロプロセッサ内のタイマーによって休止開始からの経過時間 $An = 0.25 \times n(sec)$ になったことを測定すると、電圧検出回路 3 の検出結果からその経過時間 An におけるリチウムイオン電池 10 の端子電圧 Bn を測定する（ステップ S6）。

【0033】

続いて、測定した端子電圧 Bn が、第 2 設定電圧 $V2 = 4.2(V)$ （リチウムイオン電池 10 の満充電時の電圧）よりも大きいか否かを判断する（ステップ S7）。ノーであれば、ステップ S3 に戻る。他方、イエスであれば、測定した経過時間 An が、第 2 設定時間 $T2 = 4.0(sec)$ 以上であるか否かを判断する（ステップ S8）。

【0034】

ステップ S8 でノーであれば、 n の値を 1 だけインクリメントし（ステップ S9）、ステップ S5 に戻る。そして、ステップ S8 でイエスになると、それまでに測定した経過時間 An 及び端子電圧 Bn から成るデータ群（ An, Bn ）に基づき、下記の計算方法によって、休止開始からの経過時間 An が第 2 設定時間 $T2$ よりも長い所定の第 3 設定時間 $T3$ （ここでは $T3 =$ とする）になったときのリチウムイオン電池 10 の端子電圧 Bn の値を計算する（ステップ S10）。

10

20

30

40

【数 3】

〔第3設定時間T3での端子電圧Bnの計算方法〕

データ群(A_n, B_n)から

$$C_n = 1/\sqrt{A_n} \quad \dots\dots\dots(1)$$

としたデータ群(C_n, B_n)を作成。

データ群(C_n, B_n)から、最小二乗法によりD, Eを

10

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n \left[C_i - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n C_i \right) \right] \left[B_i - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n B_i \right) \right]}{\sum_{i=1}^n \left[C_i - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n C_i \right) \right]^2} \quad \dots\dots\dots(2)$$

20

$$E = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n B_i \right) - D \cdot \left[\frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n C_i \right) \right] \quad \dots\dots\dots(3)$$

として求める。

B_nをC_nの1次式

30

$$B_n = D \cdot C_n + E \quad \dots\dots\dots(4)$$

と想定し、A_n=T3(C_n=1/√T3)のときのB_nを計算。

【0035】

続いて、この端子電圧B_nの計算値が第2設定電圧V₂=4.2(V)よりも大きいかな否かを判断する(ステップS11)。このようにして、充電休止中の複数回の経過時間A_n及び端子電圧B_nの測定結果に基づき、今回の充電の休止によってリチウムイオン電池10の端子電圧が第2設定電圧V₂=4.2(V)以下に下降するか否かの推定を行う。

40

【0036】

ステップS11でノーであれば、ステップS3に戻る。他方、ステップS11でイエスになると、満充電になったと判定して充電を終了する。

【0037】

次に、この充電装置に装着されたリチウムイオン電池10が充電される様子を説明する。この充電装置では、まず、リチウムイオン電池10の端子電圧が第1設定電圧V₁=4.25(V)に達するまで、定電流回路1によって定電流で充電が行われる(図2のステップS1及びS2)。

【0038】

端子電圧が第1設定電圧V₁=4.25(V)に達すると、第1設定時間T₁=1.0

50

(sec) だけ定電流で充電を行った後、充電が休止される。すなわち、1パルス目のパルス充電が行われる。そして、休止開始からの経過時間 $A_1 = 0.25$ (sec), $A_2 = 0.5$ (sec), ... 毎の端子電圧 B_1, B_2, \dots が測定される (図2のステップ S3 ~ S9)。図3は、このパルス充電時の端子電圧、充電電流の時間的变化を示すものであり、パルス充電開始時までの経過時間を T_0 としている。

【0039】

休止開始からの経過時間が第2設定時間 $T_2 = 4.0$ (sec) に達しても端子電圧 B_n が第2設定電圧 $V_2 = 4.2$ (V) よりも大きい場合には、前述の計算式 (1) ~ (4) から、休止開始からの経過時間 A_n が第3設定時間 $T_3 =$ になるときの端子電圧 B_n が、最小二乗法を用いるとともに C_n の1次式と想定して求められる。そして、この端子電圧 B_n の計算値から、今回の充電の休止によって端子電圧が第2設定電圧 $V_2 = 4.2$ (V) 以下に下降するか否かが推定される (図2のステップ S10 ~ S11)。

10

【0040】

図4は、図3に示した経過時間 A_n 及び端子電圧 B_n の測定結果例に基づいて計算式 (1) ~ (3) で求められた C_n, D, E の値と、端子電圧 B_n の測定値との関係を示す。この図にも、端子電圧 B_n を計算式 (4) のように C_n の1次式と想定できることが表れている。

【0041】

端子電圧が第2設定電圧 $V_2 = 4.2$ (V) 以下に下降すると推定されると、2パルス目のパルス充電が行われるとともに端子電圧の推定が繰り返される (図2のステップ S11 ステップ S3)。

20

【0042】

なお、休止開始からの経過時間が第2設定時間 $T_2 = 4.0$ (sec) に達する前に端子電圧 B_n が第1設定電圧 $V_2 = 4.2$ (V) 以下に下降した場合には、図5に示すように、第2設定時間 T_2 に達する前に2パルス目のパルス充電が行われる (図2のステップ S7 ステップ S3)。

【0043】

こうしてパルス充電が繰り返されることにより、次第に端子電圧の下降の度合いが小さくなっていく (端子電圧 B_n の値が大きくなっていく) ので、最終的に、端子電圧が第2設定電圧 $V_2 = 4.2$ (V) 以下に下降しないと推定されて、充電が終了する。

30

【0044】

このように、この充電装置では、リチウムイオン電池 10 の端子電圧が一定の電圧 (第1設定電圧 V_1) になるまで定電流で充電を行った後定電流でパルス充電を行うとともに、このパルス充電において、充電の休止を開始してからの経過時間が一定の時間 (第2設定時間 T_2) に達しても端子電圧が一定の電圧 (第2設定電圧 V_2) 以下に下降しない場合、実際に第2設定電圧 V_2 以下に下降するか否かが判明するまで休止を続けることなく、第2設定電圧 V_2 以下に下降するか否かを休止中の複数回の経過時間 P_n 及び端子電圧 B_n の測定結果に基づいて推定して、パルス充電を繰り返すか充電を終了するかを決定する。

【0045】

40

これにより、従来のような、定電流充電に続けて定電圧充電を行う方法や、定電流充電に続けて定電流で間欠充電を行うが間欠充電時の休止時間が長くなる (端子電圧が安定するまで休止を続ける) 方法と比較して、短時間でリチウムイオン電池 10 を充電することができる。

【0046】

また、前述の式 (2) ~ (4) のように、休止開始からの経過時間 A_n が第3設定時間 T_3 になるときの端子電圧 B_n を、最小二乗法を用いるとともに C_n の1次式と想定して求めたり、さらには第3設定時間 T_3 を無限大の時間とするので、端子電圧が第2設定電圧 T_2 以下に下降するか否かを、簡単な計算によって高い精度で推定することができる。これにより、充電不足や過充電による性能の低下を招くことなく、短時間で充電を行うこ

50

とができる。

【0047】

なお、以上の例では、図2に示したように、端子電圧 B_n の計算値が第2設定電圧 V_2 よりも1回大きくなっただけで充電を終了している。しかし、別の例として、端子電圧 B_n の計算値が N 回（ N は2以上の整数）連続して第2設定電圧 V_2 よりも大きくなったときに初めて充電を終了するようにしてもよい。

【0048】

図6は、そうした例において制御回路4が実行する処理を示すフローチャートであり、図2と共通する部分には同一のステップ番号を付している。この処理では、ステップS2とステップS3との間で、 $k = 0$ に設定する（ステップS21）。また、ステップS7で

10

【0049】

また、ステップS11でイエスになると、 k の値を1だけインクリメントし（ステップS24）、 $k = N$ になったか否かを判断する（ステップS25）。ノーであれば、ステップS3に戻る。他方、イエスであれば、満充電になったと判定して充電を終了する。

【0050】

このように、端子電圧 B_n の値が第2設定電圧よりも1回大きくなっただけでなく、端子電圧 B_n の計算値が N 回連続して第2設定電圧 V_2 よりも大きくなったときに初めて充電を終了することにより、満充電状態をより一層高い精度で判定することができる。これ

20

【0051】

また、以上の例では、1個のリチウムイオン電池10を充電しているが、複数個のリチウムイオン電池10を接続した電池パックを充電するようにしてもよい。そして、その場合には、それらの複数個のリチウムイオン電池10の端子電圧をそれぞれ測定し、そのうちの最も高い端子電圧を第1設定電圧 V_1 、第2設定電圧 V_2 と比較することが好適である。

【0052】

また、以上の例における第1設定電圧 V_1 、第2設定電圧 V_2 、第1設定時間 T_1 、第2設定時間 T_2 、経過時間 A_n の値はあくまで一例であり、充電対象となるリチウムイオン電池の満充電電圧等に応じて適宜別の値に変更してもよい。また、第3設定時間 T_3 も、無限大ではなく、第2設定時間 T_2 よりも長い適宜の有限の時間に設定してもよい。

30

【0053】

また、以上の例では、パルス充電を定電流で行っている。しかし、これに限らず、リチウムイオン電池を過電圧から保護するために、リチウムイオン電池の最大許容印加電圧を定電圧値に設定し、パルス充電時に、印加電圧がこの定電圧値を超えないように充電電流を制御する（定電圧定電流充電を行う）ようにしてもよい。

【0054】

また、以上の例では、リチウムイオン電池を充電するために本発明を適用しているが、それ以外のリチウムイオン系の二次電池（リチウム電池や鉛電池）を充電するために本発明を適用してもよい。

40

【図面の簡単な説明】

【0055】

【図1】本発明を適用した充電装置の構成を示すブロック図である。

【図2】図1の制御回路が実行する処理を示すフローチャートである。

【図3】図1の充電装置での充電時の端子電圧、充電電流の時間的变化を示す図である。

【図4】端子電圧 B_n の測定値と C_n 、 D 、 E の値との関係を示す図である。

【図5】充電の休止開始からの経過時間が第2設定時間 T_2 に達する前に端子電圧 B_n が第1設定電圧 V_2 以下に下降した場合の端子電圧、充電電流の時間的变化を示す図である。

。

50

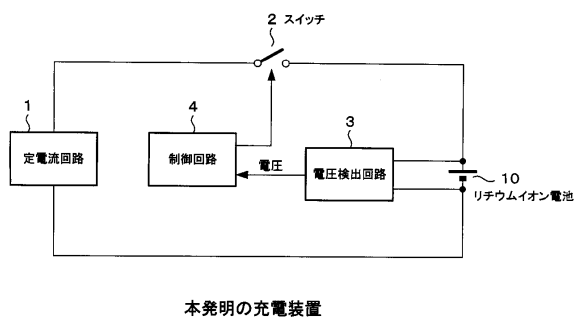
【図6】図1の制御回路が実行する処理の別の例を示すフローチャートである。

【符号の説明】

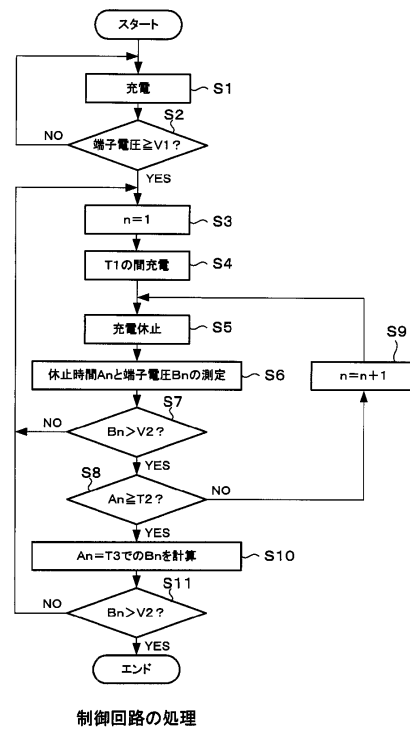
【0056】

- 1 定電流回路
- 2 スイッチ
- 3 電圧検出回路
- 4 制御回路
- 10 リチウムイオン電池

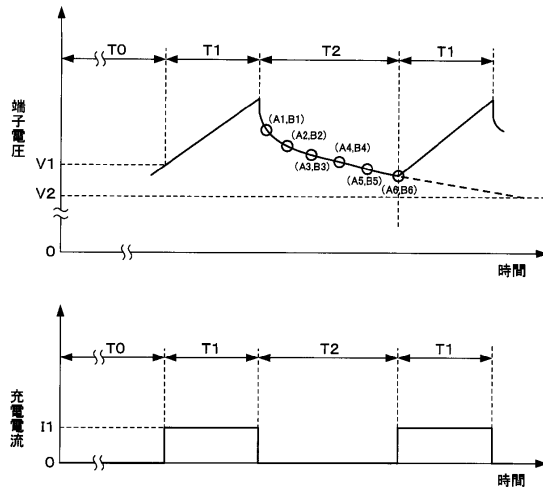
【図1】



【図2】

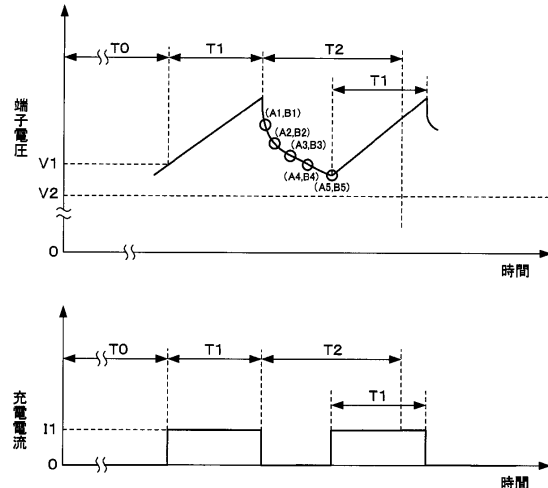


【図 3】

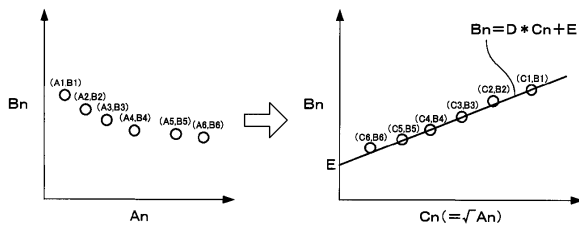


端末電圧、充電電流の時間的変化

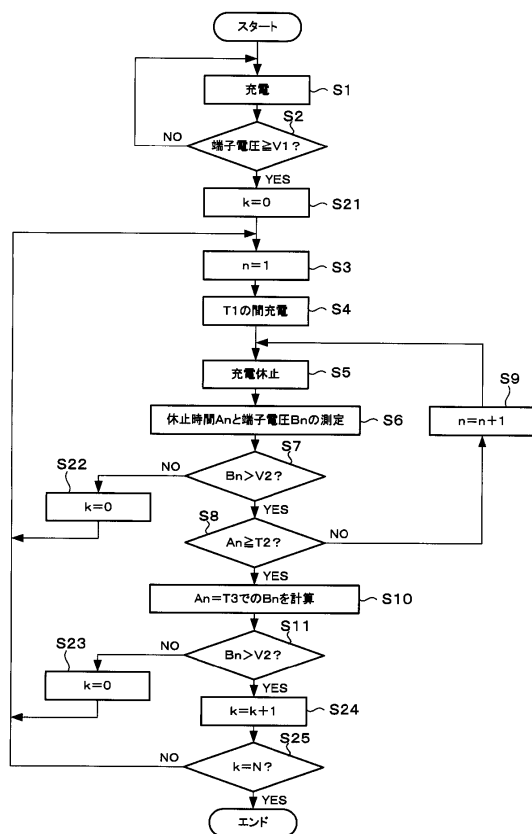
【図 5】

端末電圧、充電電流の時間的変化
(T2に達する前にV2以下に加工した場合)

【図 4】

端末電圧 B_n の測定値と C_n , D , E の値との関係

【図 6】



制御回路の処理

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平06-325795(JP,A)
特開2003-307556(JP,A)
特開平07-098367(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R 31/327 - 31/36、
H01M 10/42 - 10/48、
H02J 7/00 - 7/12、 7/34 - 7/36