

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3634612号

(P3634612)

(45) 発行日 平成17年3月30日(2005.3.30)

(24) 登録日 平成17年1月7日(2005.1.7)

(51) Int. Cl.⁷

F I

HO 2 J	7/00	HO 2 J	7/00	M
GO 1 R	31/36	GO 1 R	31/36	A
HO 1 M	10/42	HO 1 M	10/42	P
HO 1 M	10/44	HO 1 M	10/44	A
HO 2 J	7/04	HO 2 J	7/04	A

請求項の数 9 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平10-21490
 (22) 出願日 平成10年1月19日(1998.1.19)
 (65) 公開番号 特開平11-206024
 (43) 公開日 平成11年7月30日(1999.7.30)
 審査請求日 平成14年3月12日(2002.3.12)

(73) 特許権者 000005821
 松下電器産業株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (74) 代理人 100105050
 弁理士 鷲田 公一
 (72) 発明者 仲辻 俊之
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下
 電器産業株式会社内
 (72) 発明者 松田 啓太
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下
 電器産業株式会社内
 審査官 吉村 伊佐雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 二次電池の充電完了時間予測方法、二次電池の充電完了時間予測装置、電池パック及び電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

充放電電流を積算して二次電池の現在の容量を算出し、前記二次電池の全容量から前記現在の容量を減算して残充電容量を求め、その残充電容量を現在の電流値で除算し、その除算により求められた値に、前記現在の電流値から満充電に至るまでの定電圧充電期間における充電電流の変化を示す特性線の形状に基づいた、その除算により求められた値の時点から満充電に至る時間を、補正值として加算して満充電までに必要な時間を求めることを特徴とする二次電池の充電完了時間予測方法。

【請求項2】

前記補正值はテーブル化されていることを特徴とする請求項1記載の二次電池の充電完了時間予測方法。

【請求項3】

充電末期において、前記残充電容量を現在の電流値で除算した値に代えて前記残充電容量を所定の固定電流値で除算した値を用い、前記現在の電流値から満充電に至るまでの定電圧充電期間における充電電流の変化を示す特性線の形状に基づいた、その除算により求められた値の時点から満充電に至る時間を、補正值として加算して充電末期における補正を行うことを特徴とする請求項1又は請求項2記載の二次電池の充電完了時間予測方法。

【請求項4】

充放電電流を積算して二次電池の現在の容量を算出し、前記二次電池の全容量から前記現在の容量を減算して残充電容量を求め、その残充電容量を現在の電流値で除算して求めら

10

20

れる値と前記残充電容量を所定の固定電流値で除算して得られる値のうちの小さい方を選択し、その選択された値に、前記現在の電流値から満充電に至るまでの定電圧充電期間における充電電流の変化を示す特性線の形状に基づいた、その除算により求められた値の時点から満充電に至る時間を、補正值として加算して満充電までに必要な時間を求めることを特徴とする請求項3記載の二次電池の充電完了時間予測方法。

【請求項5】

前記二次電池は、定電流充電の後に定電圧充電を行う必要があるタイプの電池であることを特徴とする請求項1～請求項4のいずれかに記載の二次電池の充電完了時間予測方法。

【請求項6】

請求項1～請求項5のいずれかに記載の方法を実行して充電完了時間を予測する二次電池の充電完了時間予測装置。

10

【請求項7】

請求項6記載の二次電池の充電完了時間予測装置と、予測された充電完了時間を示す信号を外部へ出力するための出力インタフェースとを具備する電池パック。

【請求項8】

請求項7記載の電池パックから送られてくる充電完了時間を示す信号を入力するための入力インタフェースと、充電完了時間を表示する表示手段と、を有することを特徴とする電子機器。

【請求項9】

パワーオン状態において、電池パックの二次電池を定電流モード又は定電圧モードで充電することができる充電器を搭載したことを特徴とする請求項8記載の電子機器。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、二次電池の充電完了時間を求める方法、二次電池の充電完了時間予測装置、電池パック及び電子機器に関する。

【0002】

【従来の技術】

二次電池（充電可能な電池）の市場は急速に拡大しており、ノート型パソコンや携帯電話などの携帯型電子機器におけるバッテリーとして広く使用されるようになった。

30

【0003】

バッテリーの充電において、満充電状態となるまでに要する時間を知ることは電池を管理する上で重要なことである。特に、最近のパーソナルコンピュータの分野では、OS（オペレーティングシステム）の電池管理能力を強化する傾向にあり、したがって、全容量から現容量を引き算した満充電に必要な残充電容量（以下、単に残充電容量とする）を満充電まで充電するのに必要な時間（充電完了時間）を正確に把握することの要求が高まっている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

二次電池の中でも、非水系二次電池、例えばリチウムイオン電池は、安全性を考慮して過充電を防止する必要があり、このために充電電圧を無制限に上昇させることはできない。

40

【0005】

したがって、充電に際しては図10に示すように、最初は定電流モードによる充電（充電電流を一定に保ちながら行う充電であり、電池電圧は時間の経過と共に上昇する）を行い、所定の電圧に達すると、定電圧モードによる充電に切り換え、充電電圧を固定しつつ充電電流を流して満充電状態とするという2段階の充電制御が行われる。

【0006】

図10において、時刻 $t_0 \sim t_1$ が定電流モードによる充電期間（図中、CC期間と示されている。CCはConstant Currentの略である。）であり、時刻 $t_1 \sim t_2$ が定電圧モードによる充電期間（図中、CV期間と示されている。CVはConst

50

ant Voltageの略である。)である。CC期間では充電電流が I_1 に固定され、一方、CV期間では充電電圧が V_1 に固定されていることがわかる。

【0007】

このように、2段階の充電制御がなされるため、満充電までの時間(要充電時間)を求めるのに際し、電池の残充電容量(単位: $mA \cdot hr$)を電流値(mA)でわり算するという単純な方法は採用できない。

【0008】

電池電圧をウォッチングして満充電までの時間を予測することも考えられるが、このような手法が有効なのは、開放時の電池電圧が電池の容量に比例している場合だけであり、例えば、充電期間中において、広範囲にわたって電池電圧がほぼフラットとなる特性を示すような場合には、電池電圧から満充電までの時間を予測することはできない。

10

【0009】

図11は、本発明前に本発明者が検討した、満充電までの時間を予測するための方法を説明するための図(電池の満充電に至るまでの電流と時間との関係を示す特性図)である。

【0010】

図11の方法は、現在がCC期間であるかCV充電期間であるかを判定し、それぞれの期間用に準備された算出式を用いて満充電までの時間を求めるものである。すなわち、図11(a)に示すように、時刻 t_1 (現時点)がCC期間に属する場合は、満充電までの時間 T_S (時刻 t_1 から時刻 t_3 までの時間)は、 $T_1 + T_2$ で求められる。 T_1 はCC期間における残充電時間であり、 T_2 はCV期間における充電時間である。

20

【0011】

そして、 T_1 は A_2 / I_1 で求められ、 T_2 は既知であり、 A_2 は($A_4 - A_1 - A_3$)で求められる。ここで、 A_4 は電池の全容量(特性曲線によって囲まれる部分の全面積)であり、 A_3 はCV期間の容量(既知)であり、 A_1 は時刻 t_1 における電池の容量(つまり現容量)であり、 I_1 はCC期間における充電電流である。

【0012】

また、図11(b)に示すように、時刻 t_4 (現時点)がCV期間に属する場合には、満充電までの時間(時刻 t_4 から時刻 t_5 までの時間)は T_3 (つまり、CV期間における残充電時間)である。そして、この時間 T_3 は、CV期間における電流 I_2 に応じて一義的に定まるものである。なお、図11(b)において、 A_4 は電池の全容量であり、 A_1

30

【0013】

このようにして、図11の方法によれば、リチウムイオン電池の満充電までの時間を予測することができる。但し、この方法は、現在がCC期間に属するのか、あるいはCV期間に属するのかの判定を行うことが前提であり、その判定結果に基づき、それぞれの期間用に準備されている算出式を適用するので、CC期間/CV期間の判定を誤ると、予測値が実際の時間から大きくずれてしまうという問題を有している。

【0014】

つまり、CC期間/CV期間の判定は電池パック側で行うが、実際のCC/CVの各モードの充電の切換は携帯機器側の充電器により行うので、電池パック側の判断と携帯機器側の切換との間に必ずタイムラグが生じる。例えば、電池パック側でCC期間と判断しても、そのときには携帯機器側ではCVモードの充電に切り換えていたという事態がおり得る。したがって、CC期間/CV期間の判定ミスによる予測値の誤差の発生の危険性は常に存在する。

40

【0015】

以上説明したように、リチウムイオン電池のようなCC/CVの2段階の充電を行う場合の充電完了時間の正確な予測は困難である。

【0016】

また、上述の問題に加えて、コンピュータに使用される電池パックの場合には、フロート充電に伴う問題がさらに存在する。

50

【0017】

「フロート充電」とは、ACアダプタがコンセントに接続されているときに、プログラムやCDROMドライブ（負荷）を動作させながら（つまり、パワーオン状態で）、余った電力で二次電池を充電する充電形態をいう。携帯電話のように専用の充電器により非動作状態（パワーオフ状態）で一定の電流によって二次電池を充電する場合と異なり、フロート充電の場合には、負荷の大きさ（コンピュータ上で動作させているプログラムの種類やCDROMドライブの使用/不使用等により決定される）に応じて充電電流は随時に、しかも瞬時的に変動する。

【0018】

先に説明した充電完了時間の予測方法は、固定の充電電流によって一義的に定まる電池の充電特性カーブを利用して充電完了時間を予測するので、途中で充電電流が変化したのでは、充電完了時間の予測値は現実とは大きな隔たりを持った値となる。つまり、上述の充電完了時間の予測方法では、フロート充電時の充電完了時間の予測にはまったく対応できていないのである。この点につき、図12を用いて説明する。

10

【0019】

図12に示すように、フロート充電中の時刻 t_1 において、負荷の変化に伴い充電電流の値が I_1 から I_2 に瞬時的に変化したとする。この場合、時刻 t_1 から満充電までの時間は、本当は T_b （つまり、時刻 t_4 に充電完了）である。なお、 T_b の位置は図12の2箇所の斜線で囲まれた面積が等しくなる位置である。

【0020】

ところが、従来例では、電池パック側で、CC期間の固定の充電電流より低い電流値であるため現在がCV期間であると判定すると（つまり、図12の実線で示される充電特性カーブ上の X_{11} の位置にあると判定してしまうと）、残り時間は T_a であると予測することになる。

20

【0021】

一方、電池パック側で、仮に現在がCC期間であると判定したままである場合（つまり、太い点線で示される充電特性カーブの X_{10} の位置にあると判定した場合）は、本来の充電電流である I_2 より大きい固定電流値 I_1 でわり算を行って計算するため残り時間予測は不正確である。

【0022】

いずれにしろ、本当の充電完了時間とは一致せず、しかも、CC期間/ CV期間の判定によって予測される結果の差がきわめて大きく、電池管理上、問題が大きい。

30

【0023】

このように、リチウムイオン電池のような定電流充電/定電圧充電の2段階の充電制御（つまり、種類の異なる充電制御）を行う必要がある二次電池について、フロート充電時にも対応できる充電完了時間の予測を行うことは考慮されていなかった。

【0024】

本発明は、このような現状の問題点を解消するためになされたものであり、異なる種類の充電制御やフロート充電時の充電電流の変化に追従して、常に、正確な充電完了時間の予測を行うことを可能とすることを目的とする。

40

【0025】

【課題を解決するための手段】

上述の目的を達成するために、請求項1記載の二次電池の充電完了時間予測方法の発明は、充放電電流を積算して二次電池の現在の容量を算出し、前記二次電池の全容量から前記現在の容量を減算して残充電容量を求め、その残充電容量を現在の電流値で除算し、その除算により求められた値に、前記現在の電流値から満充電に至るまでの定電圧充電期間における充電電流の変化を示す特性線の形状に基づいた、その除算により求められた値の時点から満充電に至る時間を、補正值として加算して満充電までに必要な時間を求めるようにした。

【0026】

50

これにより、二次電池のC V期間における充電特性カーブの形状と電流値とから、加算すべき補正値を正確に求めることができると共に、この補正値により電池の残充電容量と現在の電流値とをパラメータとして、C C充電モード/C V充電モード/フロート充電モードのいずれのモードを問わず、統一した算出式を用いて充電完了時間を求めることが可能となる。

【0029】

請求項2記載の二次電池の充電完了時間予測方法の発明は、請求項1の発明において、前記補正値をテーブル化した。

【0030】

これにより、加算すべき補正値を簡易に得ることができる。二次電池の全容量やC V期間における充電特性カーブの形状は温度に依存して変化するので、例えば、温度と電流をアドレス変数としてROMテーブルをアクセスする構成とすればよい。

10

【0031】

請求項3記載の二次電池の充電完了時間予測方法の発明は、請求項1又は請求項2の発明において、充電末期において、前記残充電容量を現在の電流値で除算した値に代えて前記残充電容量を所定の固定電流値で除算した値を用い、前記現在の電流値から満充電に至るまでの定電圧充電期間における充電電流の変化を示す特性線の形状に基づいた、その除算により求められた値の時点から満充電に至る時間を、補正値として加算して充電末期における補正を行うようにした。

【0032】

請求項1記載の方法では、残充電容量を電流(I)でわり算するが、この電流(I)は充電末期にはその絶対値自体が小さく、さらに充電完了時刻に近づくにつれて電流値が減少していくので、残充電容量の誤差が支配的となって正確な時間予測ができない場合がある。したがって、充電末期では、電流値として所定の固定値を用いることにより逆に充電完了に要する時間が増大してしまうことを防止し、より正確な時間予測を行うものである。

20

【0033】

請求項4記載の二次電池の充電完了時間予測方法の発明は、請求項3記載の発明において、充放電電流を積算して二次電池の現在の容量を算出し、前記二次電池の全容量から前記現在の容量を減算して残充電容量を求め、その残充電容量を現在の電流値で除算して求められる値と前記残充電容量を所定の固定電流値で除算して得られる値のうちの小さい方を選択し、その選択された値に、前記現在の電流値から満充電に至るまでの定電圧充電期間における充電電流の変化を示す特性線の形状に基づいた、その除算により求められた値の時点から満充電に至る時間を、補正値として加算して満充電までに必要な時間を求めるようにした。

30

【0034】

これにより、充電末期の補正を含めて、一つの算出式で充電完了時間を予測できるようになる。

【0035】

請求項5記載の二次電池の充電完了時間予測方法の発明は、請求項1～請求項4のいずれかに記載の発明において、前記二次電池は、定電流充電の後に定電圧充電を行う必要があるタイプの電池とした。

40

【0036】

これにより、リチウムイオン電池のような電池電圧の厳重な管理が必要な電池についても、正確な充電完了時間の予測を行える。

【0037】

請求項6記載の二次電池の充電完了時間予測装置の発明は、請求項1～請求項5のいずれかに記載の方法を実行して充電完了時間を予測する構成とした。

【0038】

これにより、電池管理装置の電池管理能力を向上させることができる。

【0039】

50

請求項7記載の電池パックの発明は、請求項6記載の二次電池の充電完了時間予測装置と、予測された充電完了時間を示す信号を外部へ出力するための出力インタフェースとを具備する構成とした。

【0040】

これにより、充電完了時間の通知を行う機能をもつ、新規な電池パックが実現される。

【0041】

請求項8記載の電子機器の発明は、請求項7記載の電池パックから送られてくる充電完了時間を示す信号を入力するための入力インタフェースと、充電完了時間を表示する表示手段と、を有する構成とした。

【0042】

これにより、負荷の状態にかかわらず、電池の充電完了時間を常に正確に表示できる機能がコンピュータ等の電子機器に付加され、ユーザーの使い勝手が向上する。

【0043】

請求項9記載の電子機器の発明は、請求項8の発明において、パワーオン状態において、電池パックの二次電池を定電流モード又は定電圧モードで充電することができる充電器を搭載した構成とした。

【0044】

これにより、負荷を駆動しながら電池パックの二次電池を充電している場合（つまり、フロート充電時）でも、正確な充電完了時間の表示が可能となり、電子機器の高機能化が達成される。

【0045】

【発明の実施の形態】

（実施の形態1）

次に、本発明の実施の形態1について図面を参照して説明する。なお、本実施の形態においては、二次電池としてリチウムイオン電池を用い、その充電特性カーブに対しての図面を用いて説明を行っているが、本発明は二次電池の電池系を問わず、ニッケル水素蓄電池やリチウムポリマ二次電池等の他の種類の電池を用いた場合でも、本発明をその電池系の充電特性カーブに合わせて適宜に変形して適用することができる。

【0046】

図1～図3はそれぞれ、二次電池の充電完了時間予測方法の原理を説明するための図（満充電までの充電電流の変化を示す充電特性図）である。

【0047】

本実施の形態では、CC期間/ CV期間の判定を行うことなく、残りの容量と電流値より充電完了時間を一律に算出する。

【0048】

図1は、CC期間にある時刻 t_1 から充電完了までの時間（ T_1 ）を求める例を示す。

【0049】

図1(a)において、「 A_3 」は電池の全容量であり、満充電から放電終了までの放電量を検出して予め求められている。この全容量は充電特性カーブで囲まれる部分の全面積に相当する。また、「 A_1 」は現容量であり、充電電流（ I_1 ）と時間（ T_0 ）の積により求められる。この現容量は、斜線部分の面積に相当する。また、「 A_2 」は残りの容量（残充電容量）である。

【0050】

したがって、残充電容量「 A_2 」は、 $A_3 - A_1$ （単位： $\text{mA} \cdot \text{hr}$ ）で求められる。

【0051】

次に、残充電容量「 A_2 」を充電電流 I_1 でわり算する。つまり、 $(A_3 - A_1) / I_1$ を計算する。この計算によって求められるのは、図1(b)の太い点線で囲まれて示される仮想的な四角形の横の辺の長さに対応する時間「 T_2 」である。なお、太い点線で示される四角形の面積を「 A_4 」とすれば、 $A_4 = A_2 = I_1 \cdot T_2$ である。また、図1(b)中、斜線が施されている部分（ア）、（イ）の面積は等しい。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 2 】

次に、時間「 T_2 」に補正時間「 T_3 」を加算する。これによって、時刻 t_1 から満充電の時刻（ t_3 ）までの時間（充電完了時間）「 T_1 」が求められる。ここで、補正時間「 T_3 」は次のように求められる。すなわち、まず、太い点線で示される四角形の右側の縦の辺と、充電特性を示す特性線の CV 期間のカーブとの交点「 X_2 」を求める。この結果、この交点「 X_2 」に相当する充電電流「 I_2 」が判明する。

【 0 0 5 3 】

ここで、充電特性を示す特性線の CV 期間におけるカーブの形状は、温度が固定されれば一義的に定まり、しかも、電流値は時間に対して単調減少を示すので、電流「 I_2 」が定まれば、交点「 X_2 」に対応する時刻 t_2 から満充電完了時刻 t_3 までの時間「 T_3 」は一義的に定まることになる。したがって、温度を固定して、電流値（例えば「 I_2 」）をパラメータとして対応する CV 期間における時間（例えば「 T_3 」）を逐次に測定し、その測定データを予め記憶しておけば、電流値「 I_2 」から、対応する補正時間「 T_3 」を求めることができる。

10

【 0 0 5 4 】

以上説明したように、 CC 期間に属する時刻 t_1 から満充電までの時間「 T_1 」は、残充電容量を現在の充電電流の電流値でわり算し、その結果（ T_2 ）に、 CV カーブと電流値から定まる補正值（ T_3 ）を加算して求めることができる。

【 0 0 5 5 】

次に、図 2 を用いて、 CV 期間に属する時刻 t_4 （現在）から充電完了時刻 t_6 までの時間 T_6 を求める例を説明する。

20

【 0 0 5 6 】

この場合も、上述の例とまったく同じ過程を経て充電完了時間を求めることができる。

【 0 0 5 7 】

つまり、図 2 に示すように、全容量（ A_3 ）から現容量（ A_5 ：斜線部分）を減算して残充電容量を求め、その残充電容量を現在の電流値（ I_3 ）でわり算して太い点線で囲まれる仮想的な四角形の横の辺の長さに相当する時間「 T_4 」を求め、そして、その時間「 T_4 」に、 CV カーブと四角形の右の縦の辺との交点（ X_4 ）に対応する電流「 I_4 」から一律に定まる補正時間「 T_5 」を加算して、充電完了時間「 T_6 」が求められる。

【 0 0 5 8 】

なお、図 2 中、太い点線の四角形の面積 A_6 は、 $A_3 - A_5$ （ $= I_2 \cdot T_4$ ）であり、また、斜線を施して示される部分（ウ）、（エ）の面積は等しい。

30

【 0 0 5 9 】

次に、図 3 を用いて、フロート充電時における満充電完了時間の予測方法を説明する。

【 0 0 6 0 】

図 3 の時刻 t_2 において、充電電流が「 I_1 」から「 I_3 」へと瞬時的に変化したとする。このときの、時刻 t_2 から充電完了に至るまでの時間を求める場合について考察する。

【 0 0 6 1 】

この場合の予測時間を求める方法も、上述の方法とまったく同じである。但し、ここで重要なのは、リチウムイオン電池（二次電池）の CV 期間における充電特性カーブは、過去の充電電流の履歴によらず充電電流と温度が特定されればほとんど同じ形状を示すという、本発明者の実験によって見いだされた新規な知見に基づき、本時間予測方法が成立しているということである。

40

【 0 0 6 2 】

つまり、図 3 において、実線で示される特性線のように、電流「 I_1 」による定電流充電（ CC ）の後、時刻 t_3 から定電圧充電（ CV ）に移行して時刻 t_6 に充電が完了する場合における CV 期間のカーブの形状と、太い点線で示す特性線のように、電流「 I_3 」による定電流充電（ CC ）の後、時刻 t_7 から定電圧充電（ CV ）に移行して時刻 t_9 に充電が完了する場合における CV 期間のカーブの形状とは、ほぼ同じである。

【 0 0 6 3 】

50

したがって、どちらの場合も、例えば、電流値「 I_3 」と「 I_5 」が決まれば、「 I_3 」から「 I_5 」に至るまでの時間は「 T_4 」となり、その後、充電完了に至るまでの時間も「 T_5 」となり、それ以前の充電電流の履歴によらず、電流値により一義的に時間を算出することが可能である。なお、図3中、斜線が施された部分(ウ)と(エ)の面積はほぼ同じである。

【0064】

このような二次電池の特性を利用して、フロート充電時においても、上述の方法で充電完了時間を求めることができる。

【0065】

つまり、時刻 t_2 において充電電流が「 I_1 」から「 I_3 」に変化した場合、その時刻 t_2 における電池の現容量は「 A_7 (斜線部)」であり、したがって、残充電容量は、全容量「 A_3 」から現容量「 A_7 」を引き算して求められる。

10

【0066】

次に、残充電容量($A_3 - A_7$)を、現在の充電電流の電流値「 I_3 」でわり算することにより、電流「 I_3 」を縦の辺とする仮想的な四角形と、電流「 I_3 」で当初から定電流充電(CC)した場合の太い点線で示される特性線のCV期間におけるカーブとの交点(X_9)に対応する時刻 t_8 までの時間「 T_9 」が求められる。

【0067】

次に、交点(X_9)に対応する電流値「 I_5 」から、これに対応する補正時間「 T_5 」が求められる。

20

【0068】

そして、「 T_9 」に補正時間「 T_5 」を加算して、時刻 t_2 から満充電に至るまでの時間(充電完了予測時間)が求められる。

【0069】

このように、現在がCC充電モードにあるか、CV充電モードにあるか、あるいはフロート充電モードにあるかを問わず、どの場合も、「残充電容量を現電流値で除算し、所定の補正時間を加算する」という統一した算出式を用いて一律に充電完了時間を求めることができる。

【0070】

これにより、CC/CVの各充電モードの判断が不要となって誤判定の危険が解消され、かつ、フロート充電時にどのように充電電流が変動しても、任意の時点から充電完了に至るまでの時間を正確に求めることができる。

30

【0071】

(実施の形態2)

次に、上述の方法を用いて充電完了時間の予測を行う装置の構成について説明する。

【0072】

図4は、電池管理装置を内蔵する電池パックの構成を示す図である。

【0073】

図示されるように、電池パック1の出力電圧端子19、21は、機器本体(携帯型のパーソナルコンピュータ)2の電池端子22、24に接続されて使用される。

40

【0074】

機器本体2は、ACアダプタ3によって交流電圧を直流電圧に変換した電源電圧が供給されているときは、その電源電圧で内部負荷26を動作させると共に、余った電力で電池パック1内の二次電池5を充電し、一方、ACアダプタ3からの電源電圧の供給がないときは、電池パック1から供給される電池電圧を電源電圧として内部負荷26を動作させる。

【0075】

電池パック1は、リチウムイオン電池(二次電池)5と、このリチウムイオン電池5の充放電を管理する電池管理装置34とを具備する。リチウムイオン電池5の正極、負極はそれぞれ、電池管理装置34の電池端子6、7に接続されている。

【0076】

50

電池パック 1 は、電池電圧検出回路 8 と、温度検出回路 9 と、電流検出抵抗 R 1 の電圧降下から充放電電流の電流値を測定する電流検出回路 10 と、電流の向き（充電・放電）を検出するためのコンパレータ 11、12 と、温度と電流の情報から充電完了時間を求める充電完了時間検出回路 13 と、情報出力端子 20 を介して充電完了時間を示す信号を本体機器 2 に通知するインタフェース回路 14 と、充放電制御回路 15 と、スイッチ制御回路 16 と、充放電制御用のスイッチとして機能する n 型パワー MOS F E T 17、18 と、を具備する。

【 0 0 7 7 】

なお、コンパレータ 11、12 の反転端子と非反転端子にはそれぞれ、基準電圧 E 1、E 2 が接続されており、充放電経路 L 1 の電圧とこれらの基準電圧との比較から電流の向き（充電 / 放電）を検出する。

10

【 0 0 7 8 】

電池電圧検出回路 8 により過充電又は過放電が検出されると、充放電制御回路 15 は、スイッチ制御回路 16 に指示してパワー MOS F E T 17、18 のいずれか、あるいは双方をオフさせて充電又は放電を禁止する。

【 0 0 7 9 】

充電完了時間検出回路 13 は、実施の形態 1 で説明した方法を実行してリチウムイオン電池 5 の充電完了時間を算出する。この充電完了時間検出回路 13 の具体的構成と動作は後述する。

【 0 0 8 0 】

20

また、機器本体 2 は、リチウムイオン電池 5 の充電（C C / C V）を行う D C - D C コンバータ 25 と、内部負荷（プログラム等）26 と、D C - D C コンバータ 25 の動作を制御する制御回路 27 と、電流検出抵抗 R 2 の電圧降下から充放電電流の電流値を検出する電流検出回路 28 と、モニター 4 の表示を制御する表示制御回路 35 と、を具備する。

【 0 0 8 1 】

表示制御回路 35 は、負荷 26 の状態と、電池パック 1 側から送られてくる充電完了時間を示す信号とに基づいて表示制御信号を生成し、その表示制御信号を、表示制御端子 31 を介してモニター 4 に送信する。これにより、モニター 4 の所定の位置 36 には、電池パック 1 側から送られてきた情報に基づく充電完了時間が適宜に表示される。

【 0 0 8 2 】

30

次に、図 5 を用いて充電完了時間検出回路 13 の具体的構成（機能ブロックの構成）を説明する。

【 0 0 8 3 】

図 5 に示すように、充電完了時間検出回路 13 は、リチウムイオン電池 5 の全容量を記憶している全容量テーブル 40 と、時間軸に対する充放電電流の変化を積算（積分）してリチウムイオン電池の現容量を検出する積算手段（現容量検出手段）41 と、全容量から現容量を減算して残充電容量を求める残充電容量検出手段 42 と、残充電容量を電流検出回路 10 で検出された現在の電流値でわり算する除算手段 43 と、残充電容量を所定の固定値でわり算する除算手段 44 と、除算手段 43、44 の出力値の大小を判定し、小さい方を出力する大小判定手段 45 と、除算手段 43 の出力値又は大小判定手段 45 の出力値のいずれかを選択する選択手段 46 と、補正時間を求めるのに必要な電流値を算出する電流算出手段 47 と、補正時間を記憶しているテーブル（ROM テーブル）48 と、加算手段 49 と、を有する。

40

【 0 0 8 4 】

除算手段 44 と大小判定手段 45 は、充電末期における充電完了時間の予測値の誤差増大を防止するための補正用に設けられているものである。この点については後述する。なお、選択手段 46 は、通常は除算手段 43 からの情報を優先して選択するが、充電末期になると、大小判定手段 45 からの情報を優先して出力する。

【 0 0 8 5 】

上述の全容量テーブル 40 には、予め、満充電状態から放電完了までの全放電量を測定し

50

た結果（これが全容量である）が格納されている。

【0086】

積算手段41は、リチウムイオン電池5が充電されている場合には内蔵するコンデンサを充電し、放電の場合にはコンデンサを放電することによって、充放電電流を時間で積分して、電池の現容量を求める。

【0087】

除算手段43によって、残充電容量を電流値（ I ）でわり算した値は、図1（b）の太い点線で示される仮想的な四角形の横の辺の長さを示す時間（ T_1 ）に相当する。

【0088】

電流算出回路47は、図1（b）における、太い点線の四角形の右側の縦の辺と、CV期間における充電特性カーブとの交点X2に対応する電流値（ I_2 ）を求めるものである。 10

【0089】

補正時間テーブル48は、図6に示すように、補正時間を温度（ T ）と電流値（ I ）の関数として記憶している。温度をパラメータとするのは、上述したように、リチウムイオン電池5のCV（定電圧充電）期間における充電特性カーブの形状が温度に依存して変化するからである。そして、温度と電流が決まれば、補正時間（図1（b）における時間「 T_3 」）が一義的に定まり、補正時間テーブル48からその補正時間を示すデータが出力される。

【0090】

そして、加算手段4において、除算手段43からの時間データ（図1（a）の「 T_2 」）に補正時間（図1（b）の「 T_3 」）が加算され、充電完了時間が求められる。この充電完了時間を示すデータはインタフェース回路14を介して機器本体2に送出される。 20

【0091】

以上が通常の動作であり、これによって、上述のように充電のモードを問わずに、正確に充電完了時間を予測することができる。

【0092】

但し、本発明者の検討によると、充電末期において、誤差が増大する場合があることが明らかとなった。

【0093】

すなわち、図7の太い二点鎖線で示す部分（P3）のように、充電末期で充電完了が近くなってくると、予測時間が実際の時間（本当の時間）よりも増大して誤差が拡大する現象が生じる場合があることがわかった。 30

【0094】

この原因は、充電末期においては電流値の絶対値が小さくなるため、相対的に残充電容量の誤差が支配的となるからである。つまり、本発明の充電完了時間予測方法では、残充電容量（＝全容量－現容量）／電流という計算を行うが、残充電容量（分子）も電流（分母）も時間の経過と共に減少していくので、通常は充電時間の経過とともに予測時間は順調に減少していく。しかし、充電末期では、電流値自体が小さくなるので、相対的に残充電容量の誤差（多くは現容量を求める際の充放電電流の積算時の誤差である）が支配的となり、場合によっては、充電が進行しているにもかかわらず、時間の経過と共に予測時間が増大するという逆転現象が生じるのである。 40

【0095】

したがって、この充電末期の誤差を抑制するために、充電末期においては、残充電容量を所定の固定値でわり算して、その結果を優先的に採用することにする。

【0096】

つまり、残充電容量／固定値ならば、分母は一定のまま、時間の経過と共に分子が必ず減少していくので、結果的に、充電時間の経過と共に予測時間も必ず減少していくことになる。これによって、図7の太い二点鎖線で示される部分（P3）のような予測時間が増大していくという逆転現象の発生が確実に防止されることになる。

【0097】

すなわち、図5の大小判定手段45は、実際の電流で除算した値と、所定の固定値で除算した値のいずれか小さい方を出力し、選択手段46は、充電末期においては、大小判定手段45の出力値を優先的に選択するのである。

【0098】

本実施の形態では、上述の所定の固定値として、「900mA」を採用した。このような充電末期の補正を含めた本実施の形態の効果が、図7に示される。図7において、実線で示される特性線P1が本実施の形態における予測時間の変化を示し、点線で示される特性線P2が理想的な予測時間（本来の充電完了時間）を示している。

【0099】

図7から明らかなように、本実施の形態の予測時間は本来の充電完了時間とほぼ一致しており、充電初期から充電末期に至るまで、きわめて正確に充電完了時間の予測を行うことができることがわかる。

【0100】

上述の充電末期の補正を含めて考えた場合、本発明の充電完了時間の予測に用いられる算出式は、以下のように表される。

【0101】

$\min \{ (\text{全容量} - \text{現容量}) / \text{電流}, (\text{全容量} - \text{現容量}) / \text{固定値} \} \dots (1)$

(1)式において、minは、いずれか小さい方を優先的に選択するという意味である。

【0102】

本実施の形態で実行される充電完了時間の予測の手順をまとめると、図8に示すようになる。

【0103】

すなわち、まず、全容量と現容量から残充電容量を算出し（ステップ50）、現在の電流値で除算し（ステップ51）、補正値を加算して（ステップ52）、充電完了時間が求められる。

【0104】

また、充電末期には、固定値で除算し（ステップ53）、ステップ51の結果とステップ53の結果のいずれか小さい方を選択し（ステップ54）、その選択された値に対して補正値（補正時間）を加算して（ステップ52）充電完了時間が求められる。

【0105】

（実施の形態3）

図9のノート型パソコン60では、バッテリー挿入口61を介して機器本体に搭載される電池パック1の充電完了時間の予測値を、表示画面62の右下の箇所63に必要な応じて表示する構成となっている。

【0106】

これにより、ユーザーは、二次電池の充電に必要な時間や電池の残充電容量を適宜に知ることができる。

【0107】

また、例えば、フロート充電時において、電池の残容量が少ない状態で重いプログラムを起動した場合等に、充電完了までの予測時間を自動的に所定期間だけ表示するようにしても良い。

【0108】

この充電完了までの予測時間表示は、モバイル通信用途のパームトップ型パソコンのユーザー等にとっては、あとどれぐらいの時間充電すれば満充電状態で携帯して外出できるかが容易にわかる意味で便利である。

【0109】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、リチウムイオン電池のような複雑な充電制御が必要な場合や、携帯型パソコンに内蔵された二次電池をフロート充電する場合においても、リアルタイムで正確に充電完了時間を予測することが可能となる。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【図 1】(a) リチウムイオン電池の充電電流の変化を示す充電特性図

(b) 本発明の実施の形態 1 に係る充電完了時間予測方法の原理を説明するための充電特性図

【図 2】実施の形態 1 に係る充電完了時間予測方法の原理を説明するための充電特性図

【図 3】実施の形態 1 に係る充電完了時間予測方法の原理を説明するための充電特性図

【図 4】本発明の実施の形態 2 に係る電池パックと機器本体の構成を示すブロック図

【図 5】実施の形態 2 に係る充電完了時間検出回路の構成を示す機能ブロック図

【図 6】実施の形態 2 に係る補正テーブルの構成の一例を示す図

【図 7】実施の形態 2 に係る充電完了時間検出回路の予測値と実際の充電完了時間との関係を示す図 10

【図 8】本発明の充電完了時間予測方法における処理手順を示すフローチャート

【図 9】本発明の実施の形態 3 に係るノート型パソコンの概観を示す斜視図

【図 10】リチウムイオン電池の充電電流と電池電圧との関係を示す特性図

【図 11】(a) 本発明前に本発明者が検討した充電完了時間の予測方法を説明するための充電特性図

(b) 本発明前に本発明者が検討した充電完了時間の予測方法を説明するための充電特性図

【図 12】フロート充電の場合の充電完了時間予測の問題点を説明するための充電特性図

【符号の説明】 20

A 1 現容量

A 2 残充電容量

A 3 全容量

A 4 現在の電流を縦軸とする仮想的な四角形

T 1 充電完了時間の予測値

T 2 仮想的な四角形の横の辺の長さに相当する時間

T 3 補正時間

1 電池パック

2 機器本体

3 ACアダプタ 30

4 モニター

5 リチウムイオン電池(二次電池)

8 電池電圧検出回路

9 温度検出回路

10 電流検出回路

11、12 コンパレータ

13 充電完了時間検出回路

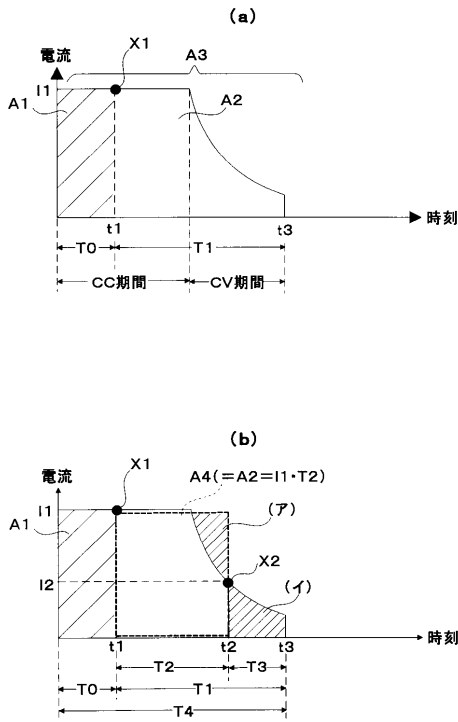
14 出力インタフェース

15 充放電制御回路

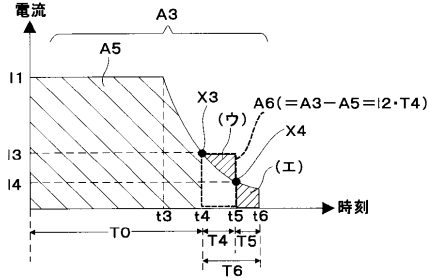
16 スイッチ回路 40

17、18 パワーMOSFET

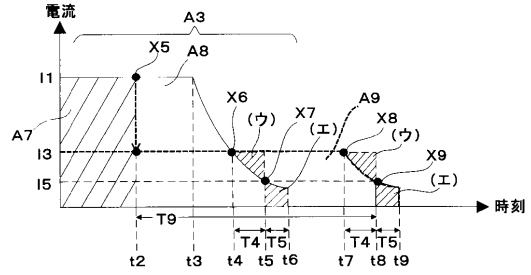
【図1】



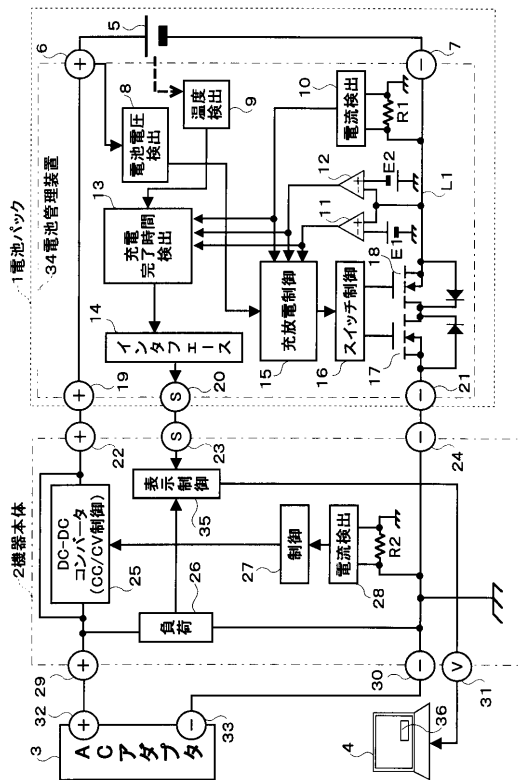
【図2】



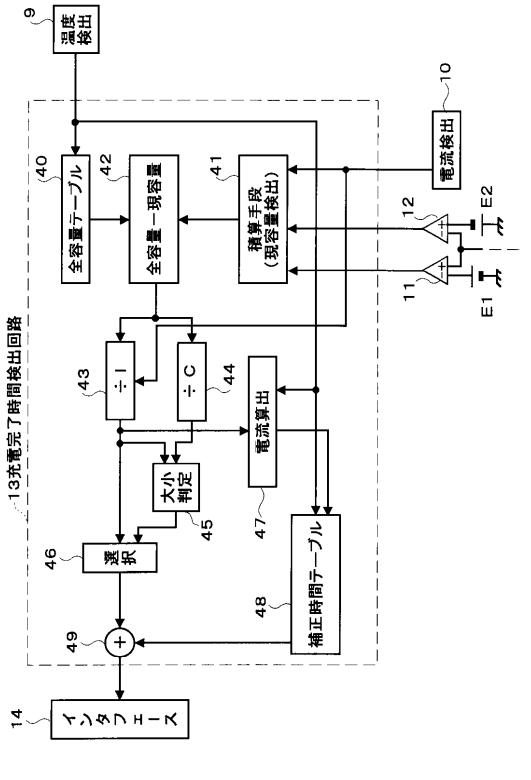
【図3】



【図4】



【図5】

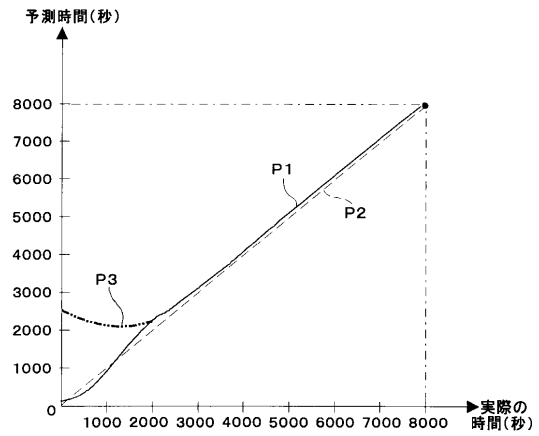


【 図 6 】

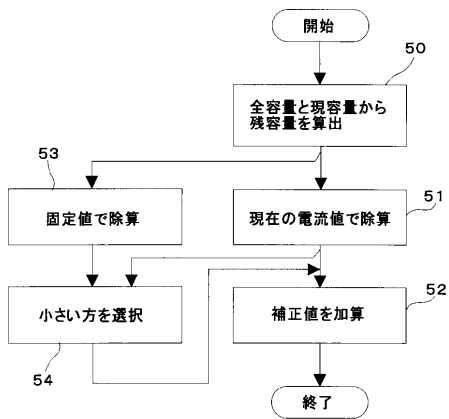
46補正

T I(mA)	5°C	20°C	60°C
3000	6450 (秒)	4470	3000
1000	3420	2250	
600	1200		
400	600		
250			

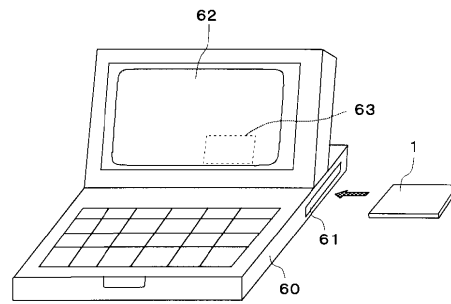
【 図 7 】



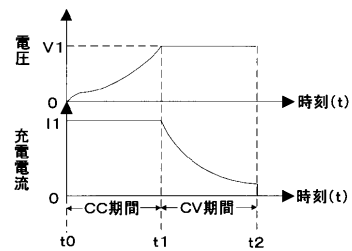
【 図 8 】



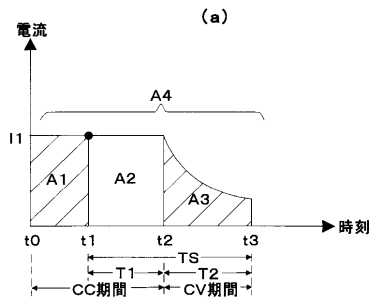
【 図 9 】



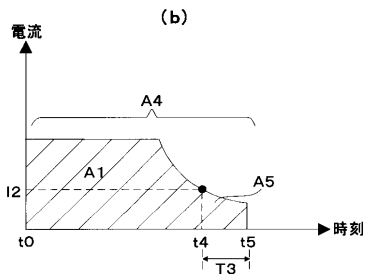
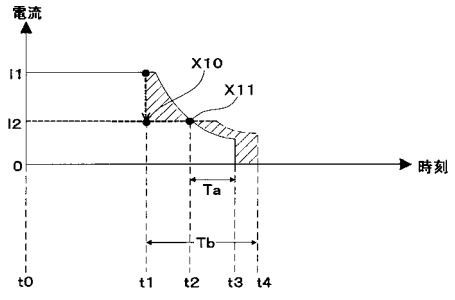
【 図 10 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平07-274408(JP,A)
特開平05-244729(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

G01R 31/327-31/36

H01M 10/42-10/48

H02J 7/00- 7/12

H02J 7/34- 7/36