

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-253129

(P2008-253129A)

(43) 公開日 平成20年10月16日(2008.10.16)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
HO2J	7/10	(2006.01)	HO2J	7/10	B	2G016		
HO1M	10/44	(2006.01)	HO1M	10/44	Q	5G503		
HO1M	4/02	(2006.01)	HO1M	4/02	1O1	5H030		
GO1R	31/36	(2006.01)	HO2J	7/10	Q	5H050		
			GO1R	31/36	A			

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2008-32054 (P2008-32054)
 (22) 出願日 平成20年2月13日 (2008.2.13)
 (31) 優先権主張番号 特願2007-57073 (P2007-57073)
 (32) 優先日 平成19年3月7日 (2007.3.7)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 00005821
 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 100067828
 弁理士 小谷 悦司
 (74) 代理人 100115381
 弁理士 小谷 昌崇
 (74) 代理人 100143373
 弁理士 大西 裕人
 (72) 発明者 朝倉 淳
 大阪府守口市松下町1番1号 松下電池工業株式会社内
 (72) 発明者 飯田 琢磨
 大阪府守口市松下町1番1号 松下電池工業株式会社内

最終頁に続く

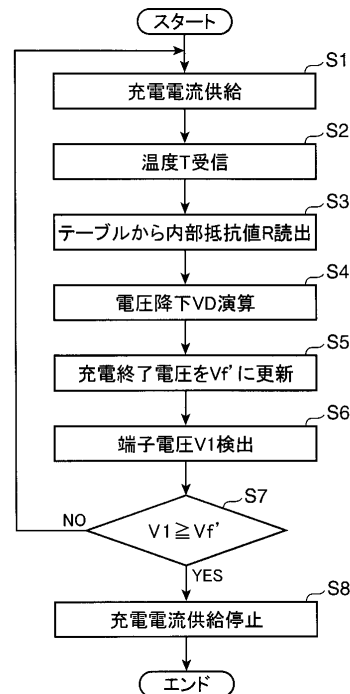
(54) 【発明の名称】 リチウム系二次電池の急速充電方法およびそれを用いる電子機器

(57) 【要約】

【課題】 リチウム系二次電池を急速充電する。

【解決手段】 充電電流は予め定める一定の急速充電電流に維持し (S1)、満充電の判定を端子電圧V1 (S6) が充電終了電圧Vf' に達した時点とし (S7)、その充電終了電圧Vf' を、予め定められる初期充電終了電圧Vf に、二次電池の温度T (S2) から推定した内部抵抗値 (S3) に急速充電電流値を乗算した電圧降下量VD (S4) を加算した電圧 (S5) とする。したがって、従来のCC-CV充電に代わって、過充電となることを防止しつつ、始めから終わりまで一定の大電流を供給し、満充電まで急速充電を行うことができる。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

リチウム系二次電池と、
 前記リチウム系二次電池を急速充電するための充電電流供給部と、
 前記充電電流供給部による充電電流を制御する充電制御部と、
 前記リチウム系二次電池の温度を検出する温度検出部と、
 前記リチウム系二次電池の端子電圧を検出する電圧検出部と、
 前記充電制御部における充電終了電圧を設定する設定部とを備え、
 前記充電制御部は、
 前記充電電流供給部によって前記リチウム系二次電池へ予め定める一定の急速充電電流を供給させて、前記電圧検出部で検出される前記端子電圧が、前記設定部により設定された充電終了電圧になると前記急速充電電流の供給を終了させ、
 前記設定部は、
 前記温度検出部で検出されたリチウム系二次電池の温度から前記二次電池の内部抵抗値を推定する内部抵抗推定部と、
 前記内部抵抗推定部により推定された内部抵抗値および前記急速充電電流値から前記内部抵抗による電圧降下量を推定し、予め設定された基準電圧に前記電圧降下量を加算することにより前記充電終了電圧を算出する終了電圧算出部とを備えること
 を特徴とする電子機器。

10

【請求項 2】

20

前記基準電圧は、
 前記リチウム系二次電池が満充電になったときの開路電圧であることを特徴とする請求項 1 記載の電子機器。

【請求項 3】

前記リチウム系二次電池は、負極と正極との間に耐熱層を有する非水系電解質二次電池であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の電子機器。

【請求項 4】

前記耐熱層は、
 樹脂結着剤と無機酸化物フィラーとを含む多孔性保護膜であることを特徴とする請求項 3 記載の電子機器。

30

【請求項 5】

前記リチウム系二次電池の SOC を示す情報を取得する SOC 取得部をさらに備え、
 前記内部抵抗推定部は、
 前記リチウム系二次電池の温度に加えて、前記 SOC 取得部により取得された SOC を示す情報から、前記内部抵抗値を推定すること
 を特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の電子機器。

【請求項 6】

前記内部抵抗推定部は、
 前記リチウム系二次電池の温度、及び前記 SOC を示す情報と前記内部抵抗値との対応関係を示すデータテーブルを用いて、前記内部抵抗値を推定すること
 を特徴とする請求項 5 記載の電子機器。

40

【請求項 7】

前記リチウム系二次電池の劣化の程度を示す劣化度を検出する劣化検出部をさらに備え、
 前記内部抵抗推定部は、
 前記リチウム系二次電池の温度及び前記 SOC を示す情報に加えて、前記劣化検出部により検出された劣化度から、前記内部抵抗値を推定すること
 を特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の電子機器。

【請求項 8】

50

前記劣化検出部は、

前記充電電流供給部から前記リチウム系二次電池へ供給される電流がゼロのときに、前記電圧検出部により検出される端子電圧を開路端子電圧として取得するOCV取得部と、

前記充電電流供給部から前記リチウム系二次電池へ前記急速充電電流が供給されているときに、前記電圧検出部により検出される端子電圧を閉路端子電圧として取得するCCV取得部と、

前記CCV取得部により取得された閉路端子電圧と前記OCV取得部により取得された开路端子電圧との差を、前記急速充電電流値で除することにより、前記リチウム系二次電池の実際の内部抵抗値を実内部抵抗値として算出する実内部抵抗算出部と、

前記内部抵抗推定部によって推定された内部抵抗値と前記実内部抵抗算出部により算出された実内部抵抗値との差異が大きいほど、大きな劣化の程度を示すように前記劣化度を算出する劣化度算出部とを備え、

前記終了電圧算出部は、

前記劣化度算出部により算出された劣化度で示される劣化の程度が大きくなるほど、前記充電終了電圧が低下するように、当該充電終了電圧を補正すること

を特徴とする請求項5又は6記載の電子機器。

【請求項9】

前記SOCを示す情報は、

前記リチウム系二次電池の端子電圧であること

を特徴とする請求項5～8のいずれか1項に記載の電子機器。

【請求項10】

所定の充電終了電圧までリチウム系二次電池を急速充電するための方法において、

予め定める一定の急速充電電流を供給し続けるステップと、

前記二次電池の少なくとも温度を検出するステップと、

検出された温度から前記二次電池の内部抵抗値を推定するステップと、

推定された前記内部抵抗値および前記急速充電電流値から前記内部抵抗による電圧降下量を推定するステップと、

予め設定された基準電圧に前記電圧降下量を加算することにより前記充電終了電圧を算出するステップと

を含むことを特徴とするリチウム系二次電池の急速充電方法。

【請求項11】

前記リチウム系二次電池は、負極と正極との間に耐熱層を有する非水系電解質二次電池であることを特徴とする請求項10記載のリチウム系二次電池の急速充電方法。

【請求項12】

前記リチウム系二次電池の劣化の程度を示す劣化度を検出するステップをさらに備え、

前記内部抵抗値を推定するステップは、前記リチウム系二次電池の温度に加えて、端子電圧および劣化度から前記内部抵抗値を推定することを特徴とする請求項10又は11記載のリチウム系二次電池の急速充電方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、リチウム系二次電池を急速充電するための方法およびそれを用いる電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

リチウム系二次電池の典型的な従来技術の充電方法としては、たとえば図7に示すようなCCC V（定電流定電圧：Constant Current Constant Voltage）充電方式が知られている。CCC V充電方式では、まず、たとえば満充電状態の電池を1時間でSOC（State Of Charge）が0%になるまで放電可能な電流値を1Cとするとき、0.7～1C程度の電流で、CC（定電流）充電を行う。そして、電池の端子電圧が予め定められる充電終

10

20

30

40

50

了電圧、たとえば4.2Vになってからは、その充電終了電圧を維持するように充電電流を減少させてゆくCV(定電圧)充電に切替わるのが標準的である。図7の(a)はセル電圧の変化を示すグラフであり、図7(b)は充電電流の変化を示すグラフである。

【0003】

しかしながら、前記のように4.2Vを印加しても、内部抵抗の影響で、実際に充電に寄与する電圧はそれより小さく、一杯(満充電)まで充電できないのが実状である。そこで、典型的な従来技術である特許文献1では、大電流(CC)充電でセル電圧が或る程度上がると、各セルに並列に設けたスイッチおよび抵抗から成る直列回路の前記スイッチをONする。そして、充電が進むにつれてこのバイパス経路で電流が流れることで、内部抵抗の影響を小さくして、満充電にすることが示されている。一方、特許文献2には、電池パックの電圧が、 V_f (電池本体の電圧) + R (保護素子等の電池本体以外抵抗) × I (充電電流)の電圧に達する毎に、電流 I を減少させてゆくことが示されている。

10

【特許文献1】特開平11-285162号公報

【特許文献2】特開2005-185060号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上述の従来技術では、いずれも充電末期に充電電流を大幅に減少させることで、過充電を防止しつつ、満充電まで充電を行うようになっており、充電時間の短縮が充分でないという問題がある。

20

【0005】

本発明の目的は、過充電となることを防止しつつ、満充電まで急速充電を行うことができるリチウム系二次電池の急速充電方法および電子機器を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る電子機器は、リチウム系二次電池と、前記リチウム系二次電池を急速充電するための充電電流供給部と、前記充電電流供給部による充電電流を制御する充電制御部と、前記リチウム系二次電池の温度を検出する温度検出部と、前記リチウム系二次電池の端子電圧を検出する電圧検出部と、前記充電制御部における充電終了電圧を設定する設定部とを備え、前記充電制御部は、前記充電電流供給部によって前記リチウム系二次電池へ予め定める一定の急速充電電流を供給させて、前記電圧検出部で検出される前記端子電圧が、前記設定部により設定された充電終了電圧になると前記急速充電電流の供給を終了させ、前記設定部は、前記温度検出部で検出されたリチウム系二次電池の温度から前記二次電池の内部抵抗値を推定する内部抵抗推定部と、前記内部抵抗推定部により推定された内部抵抗値および前記急速充電電流値から前記内部抵抗による電圧降下量を推定し、予め設定された基準電圧に前記電圧降下量を加算することにより前記充電終了電圧を算出する終了電圧算出部とを備える。

30

【0007】

また、本発明に係るリチウム系二次電池の急速充電方法は、所定の充電終了電圧までリチウム系二次電池を急速充電するための方法において、予め定める一定の急速充電電流を供給し続けるステップと、前記二次電池の少なくとも温度を検出するステップと、検出された温度から前記二次電池の内部抵抗値を推定するステップと、推定された前記内部抵抗値および前記急速充電電流値から前記内部抵抗による電圧降下量を推定するステップと、予め設定された基準電圧に前記電圧降下量を加算することにより前記充電終了電圧を算出するステップとを含む。

40

【0008】

この構成によれば、従来は予め定められる充電終了電圧まではCC(定電流)充電を行い、その充電終了電圧となつてからはCV(定電圧)充電に切替わるのが標準であったりリチウムイオン電池などの二次電池の急速充電方法およびそれを用いる電子機器において、急速充電を実現するにあたって、充電制御部は、充電電流供給部から電池パックに供給す

50

る充電電流を予め定める一定の急速充電電流に維持する。

【0009】

そして、前記充電制御部は、電圧検出部で検出される端子電圧が前記充電終了電圧に達したとき、二次電池が満充電になったと判定して充電電流供給部による急速充電電流の供給を終了させる。その充電終了電圧は、通常、固定値ではなく電池温度や環境温度などに応じて適宜設定されるが、本発明においては、内部抵抗による電圧降下分を考慮して充電終了電圧が設定される。さらにその内部抵抗は、温度による変化（温度が高くなる程小さくなる）が補償される。

【0010】

具体的には、温度検出部で検出された二次電池の温度に基づいて、設定部は、二次電池の内部抵抗値を推定し、その推定された前記内部抵抗値および予め求められる急速充電電流値から前記内部抵抗による電圧降下量を推定し、予め設定された基準電圧に前記電圧降下量を加算することにより前記充電終了電圧を算出して設定する。

10

【0011】

したがって、充電電流が二次電池の内部抵抗に流れることにより生じる電圧降下量相当の電圧だけ、二次電池の端子電圧が基準電圧より高くなるまで充電されることになる結果、二次電池の開路電圧が基準電圧を超えて過充電になることがない。これにより、過充電となることを防止しつつ、始めから終わりまで一定の大電流を供給し、急速充電を行うことができる。また、内部抵抗値は、二次電池の温度に基づいて推定されるので、内部抵抗値を測定するために充電を中断する必要がないので、内部抵抗値を測定するために充電時間

20

【0012】

また、前記基準電圧は、前記リチウム系二次電池が満充電になったときの開路電圧であることが好ましい。

【0013】

この構成によれば、リチウム系二次電池は、満充電になるまで一定の充電電流で定電流充電されるので、充電時間を短縮することが可能となる。

【0014】

また、前記リチウム系二次電池は、負極と正極との間に耐熱層を有する非水系電解質二次電池であることが好ましい。

30

【0015】

また、前記耐熱層は、樹脂結着剤と無機酸化物フィラーとを含む多孔性保護膜であることが好ましい。

【0016】

この構成によれば、負極と正極との間に樹脂結着剤と無機酸化物フィラーとを含む多孔性保護膜などから成る耐熱層を有する非水系電解質二次電池では、万が一、過充電状態となって金属リチウムが樹木状に析出することがあっても、前記耐熱層によって、それが負極と正極との間を短絡してしまうことを防止することができ、前記一定の電流による急速充電に好適である。

【0017】

40

特に、リチウム系二次電池が満充電になったときの開路電圧である満充電電圧が、前記基準電圧として設定されている場合、リチウム系二次電池の開路電圧が満充電電圧を超えて充電されることになるため、満充電電圧で定電圧充電する従来の充電方法より充電電圧が高くなる。しかし、耐熱層を備えることにより、充電電圧が従来の充電方法より高くなっても、十分な安全性を確保することが可能となる。

【0018】

また、前記リチウム系二次電池のSOCを示す情報を取得するSOC取得部をさらに備え、前記内部抵抗推定部は、前記リチウム系二次電池の温度に加えて、前記SOC取得部により取得されたSOCを示す情報から、前記内部抵抗値を推定することが好ましい。

【0019】

50

リチウム系二次電池の内部抵抗値は、温度だけでなく、SOCにも依存して変化する。そこで、この構成によれば、内部抵抗推定部は、リチウム系二次電池の温度に加えて、SOCを示す情報を用いてリチウム系二次電池の内部抵抗値を推定することで、内部抵抗値の推定精度を向上することができる。

【0020】

また、前記内部抵抗推定部は、前記リチウム系二次電池の温度、及び前記SOCを示す情報と前記内部抵抗値との対応関係を示すデータテーブルを用いて、前記内部抵抗値を推定することが好ましい。

【0021】

この構成によれば、内部抵抗推定部は、データテーブルにおいて、温度検出部で検出されたリチウム系二次電池の温度、及びSOC取得部により取得されたSOCを示す情報と対応付けられている内部抵抗値を参照することにより、リチウム系二次電池の内部抵抗値を推定することができるので、内部抵抗値の推定が容易である。

10

【0022】

また、前記リチウム系二次電池の劣化の程度を示す劣化度を検出する劣化検出部をさらに備え、前記内部抵抗推定部は、前記リチウム系二次電池の温度及び前記SOCを示す情報に加えて、前記劣化検出部により検出された劣化度から、前記内部抵抗値を推定することが好ましい。

【0023】

リチウム系二次電池の内部抵抗値は、リチウム系二次電池の劣化の程度に応じて変化する。そこで、この構成によれば、内部抵抗推定部は、リチウム系二次電池の温度及びSOCを示す情報に加えて、劣化度を用いてリチウム系二次電池の内部抵抗値を推定することで、内部抵抗値の推定精度を向上することができる。

20

【0024】

また、前記劣化検出部は、前記充電電流供給部から前記リチウム系二次電池へ供給される電流がゼロのときに、前記電圧検出部により検出される端子電圧を開路端子電圧として取得するOCV取得部と、前記充電電流供給部から前記リチウム系二次電池へ前記急速充電電流が供給されているときに、前記電圧検出部により検出される端子電圧を開路端子電圧として取得するCCV取得部と、前記CCV取得部により取得された閉路端子電圧と前記OCV取得部により取得された开路端子電圧との差を、前記急速充電電流値で除することにより、前記リチウム系二次電池の実際の内部抵抗値を実内部抵抗値として算出する実内部抵抗算出部と、前記内部抵抗推定部によって推定された内部抵抗値と前記実内部抵抗算出部により算出された実内部抵抗値との差異が大きいほど、大きな劣化の程度を示すように前記劣化度を算出する劣化度算出部とを備え、前記終了電圧算出部は、前記劣化度算出部により算出された劣化度で示される劣化の程度が大きくなるほど、前記充電終了電圧が低下するように、当該充電終了電圧を補正するようにしてもよい。

30

【0025】

この構成によれば、リチウム系二次電池の開路電圧が、OCV取得部によって取得され、リチウム系二次電池の閉路電圧が、CCV取得部によって取得される。そうすると、開路電圧と閉路電圧との差は内部抵抗における電圧降下で生じているから、実内部抵抗算出部は、閉路端子電圧と開路端子電圧との差を急速充電電流値で除することにより、リチウム系二次電池の実際の内部抵抗値を実内部抵抗値として算出することができる。そして、リチウム系二次電池の劣化が進むほど、内部抵抗値は増大する。

40

【0026】

一方、内部抵抗推定部が内部抵抗値を推定する際に用いるパラメータは、劣化を反映しないので、内部抵抗推定部によって推定される内部抵抗値は、劣化していないリチウム系二次電池の内部抵抗値となる。従って、リチウム系二次電池の劣化が進むほど、内部抵抗推定部によって推定される内部抵抗値と実内部抵抗算出部により算出される実内部抵抗値との差異が増大することになる。そこで、劣化度算出部によって、内部抵抗推定部によって推定された内部抵抗値と実内部抵抗算出部により算出された実内部抵抗値との差異が大

50

きいほど、大きな劣化の程度を示すように劣化度が算出される。そして、終了電圧算出部によって、劣化度で示される劣化の程度が大きくなるほど、充電終了電圧が低下するように、当該充電終了電圧が補正される。

【0027】

リチウム系二次電池は、劣化が進むほど充電電圧が増大したときに劣化が進みやすくなる。従って、もし仮に、リチウム系二次電池の劣化の程度に関わらず一定の端子電圧になるまで充電した場合には、劣化が進んでいる電池ほどさらに劣化の進行が増大し、劣化が加速されることになる。しかしながら、この構成によれば、劣化度で示される劣化の程度が大きくなるほど、充電終了電圧が低下するように、当該充電終了電圧が補正されるので、リチウム系二次電池の劣化が加速されるおそれが低減される。

10

【0028】

また、本発明に係るリチウム系二次電池の急速充電方法は、前記リチウム系二次電池の劣化度を検出するステップをさらに備え、前記内部抵抗値を推定するステップは、前記リチウム系二次電池の温度に加えて、端子電圧および劣化度から前記内部抵抗値を推定することが好ましい。

【0029】

この構成によれば、たとえば予め格納しておいた3次元テーブルから、温度、端子電圧および劣化度に一致する内部抵抗値を読み出したり、一致するデータが無い場合には補間演算によって求めたり、或いは温度に対応した内部抵抗値のデータを端子電圧および劣化度に応じて補正したりして、前記リチウム系二次電池の温度だけでなく、端子電圧および劣化度を考慮して内部抵抗値を求める。

20

【0030】

したがって、リチウム系二次電池の内部抵抗値、すなわち充電終了電圧をより正確に求めることができる。

【発明の効果】

【0031】

本発明のリチウム系二次電池の急速充電方法およびそれを用いる電子機器は、以上のように、従来のCC-CV充電に代わって、充電電流は予め定める一定の急速充電電流に維持するとともに、端子電圧が充電終了電圧に達したとき、充電を終了する。そして、その充電終了電圧を、二次電池の温度から推定した内部抵抗値に急速充電電流値を乗算した電圧降下量を、予め定められる基準電圧に加算した電圧とする。

30

【0032】

それゆえ、過充電となることを防止しつつ、充電の始めから終わりまで一定の大電流を供給し、急速充電を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0033】

[実施の形態1]

図1は、本発明の実施の形態1に係る電子機器の電気的構成を示すブロック図である。この電子機器は、電池パック1に、それを充電する充電器2および図示しない負荷機器を備えて構成される。電池パック1は、図1では充電器2から充電が行われるけれども、該電池パック1が前記負荷機器に装着されて、負荷機器を通して充電が行われてもよい。電池パック1および充電器2は、給電を行う直流ハイ側の端子T11、T21と、通信信号の端子T12、T22と、給電および通信信号のためのGND端子T13、T23とによって相互に接続される。前記負荷機器が設けられる場合も、同様の端子が設けられる。

40

【0034】

電池パック1内で、端子T11から延びる直流ハイ側の充放電経路11には、充電用と放電用とで、相互に導電形式が異なるFET12、13が介在されており、その充放電経路11が二次電池14のハイ側端子に接続される。二次電池14のロー側端子は、直流ロー側の充放電経路15を介してGND端子T13に接続され、この充放電経路15には、充電電流および放電電流を電圧値に変換する電流検出抵抗16が介在されている。

50

【 0 0 3 5 】

二次電池 1 4 は、1 または複数のセルが直並列に接続されて成り、そのセルの温度は温度センサ 1 7 によって検出され、制御 IC 1 8 内のアナログ/デジタル変換器 1 9 に入力される。また、各セルの端子間電圧は電圧検出回路 2 0 によって検出され、制御 IC 1 8 内のアナログ/デジタル変換器 1 9 に入力される。さらにまた、電流検出抵抗 1 6 によって検出された電流値も、制御 IC 1 8 内のアナログ/デジタル変換器 1 9 に入力される。アナログ/デジタル変換器 1 9 は、各入力値をデジタル値に変換して、制御部 2 1 へ出力する。

【 0 0 3 6 】

制御部 2 1 は、マイクロコンピュータおよびその周辺回路などを備えて構成されている。そして、制御部 2 1 は、所定の制御プログラムを実行することにより、SOC 取得部として機能する。

10

【 0 0 3 7 】

そして、制御部 2 1 は、アナログ/デジタル変換器 1 9 からの各入力値に応答して、電流検出抵抗 1 6 によって検出された電流値を積算したり、電圧検出回路 2 0 によって検出された端子電圧を SOC に換算したりすることにより、二次電池 1 4 の残量 (SOC) を演算する。そして、制御部 2 1 は、通信部 2 2 から端子 T 1 2 , T 2 2 ; T 1 3 , T 2 3 を介して充電器 2 へ、各セルの電圧および温度に、異常の有無を送信する。制御部 2 1 は、正常に充放電が行われているときには、FET 1 2 , 1 3 を ON して充放電を可能にし、異常が検出されると OFF して充放電を禁止する。

20

【 0 0 3 8 】

充電器 2 では、前記の温度や異常の有無を制御 IC 3 0 の通信部 3 2 で受信し、充電制御部 3 1 が充電電流供給回路 3 3 を制御して、充電電流を供給させる。充電電流供給回路 3 3 は、AC - DC コンバータや DC - DC コンバータなどから構成されている。そして、充電電流供給回路 3 3 は、外部から供給された入力電圧を、予め定める電圧値および電流値に変換して、端子 T 2 1 , T 1 1 ; T 2 3 , T 1 3 を介して、充放電経路 1 1 , 1 5 へ供給する。

【 0 0 3 9 】

充電制御部 3 1 は、例えば所定の演算処理を実行する CPU (Central Processing Unit) と、所定の制御プログラムが記憶された ROM (Read Only Memory) と、データを一時的に記憶する RAM (Random Access Memory) と、これらの周辺回路等とを備えて構成されている。そして、充電制御部 3 1 は、ROM に記憶された制御プログラムを実行することにより、内部抵抗推定部及び終了電圧算出部を含む設定部として機能する。

30

【 0 0 4 0 】

上述のように構成される電子機器において、注目すべきは、以下の点である。すなわち、本実施の形態では、充電制御部 3 1 は、二次電池 1 4 に急速充電を行うにあたって、充電電流供給回路 3 3 によって、予め定める一定の急速充電電流 I を供給させつつ、アナログ/デジタル変換器 3 5 を介して、電圧検出回路 3 4 によって検出される端子 T 2 1 (T 1 1) , T 2 3 (T 1 3) 間の電圧 V_1 をモニタする。そして、電圧 V_1 が予め定められる充電終了電圧 $V_{f'}$ となると、充電電流供給回路 3 3 による急速充電電流 I の供給を終了させる。

40

【 0 0 4 1 】

すなわち、注目すべきは、従来のように CC (定電流) 充電の後に CV (定電圧) 充電を行うことなく、CC (定電流) 充電のままに充電を終了し、さらにその充電を終了する電圧 $V_{f'}$ を、温度センサ 1 7 によって検出され、通信部 2 2 , 3 2 を介して入力されるセル温度 T に応じて決定することである。

【 0 0 4 2 】

具体的には、充電制御部 3 1 は、図 2 で示すように、温度 T が高くなる程、小さくなる二次電池 1 4 の内部抵抗値 R のデータを、例えば ROM 等の不揮発性記憶素子に、データテーブルとして予め記憶している。そして、電池パック 1 側から温度データが入力される

50

と、充電制御部 31 は、それに対応した内部抵抗値 R を前記テーブルから読出す。このデータテーブルに該当するデータが無い場合には、前後のデータを補間して求めてもよく、或いは温度 T に対する内部抵抗値 R の変化を近似する式を格納しておき、温度データが入力される毎に、逐次演算によって内部抵抗値 R を求めるようにしてもよい。

【0043】

そして、充電制御部 31 (内部抵抗推定部) は、求められた内部抵抗値 R に急速充電電流値 I を乗算することで前記内部抵抗による電圧降下量 V_D を推定する。さらに、充電制御部 31 (終了電圧算出部) は、初期充電終了電圧 V_f (基準電圧) に、電圧降下量 V_D を加算した電圧 V_f' を、充電終了電圧として設定する。

【0044】

初期充電終了電圧 V_f としては、二次電池 14 が満充電になったときの開放電圧 (OCV)、すなわち満充電電圧が、予め設定されている。

【0045】

満充電電圧は、二次電池 14 がリチウムイオン二次電池の場合、例えば、二次電池 14 の負極電位が実質的に 0 V になったときの、正極電位と負極電位との電位差すなわち二次電池 14 の端子電圧が用いられる。満充電電圧は、リチウムイオン二次電池の場合、正極活物質としてコバルト酸リチウムを用いたときに約 4.2 V、正極活物質としてマンガン酸リチウムを用いたときに約 4.3 V となる。

【0046】

図 3 は、充電制御部 31 によるそのような充電動作を詳しく説明するためのフローチャートである。充電制御部 31 は、先ずステップ S1 では、急速充電電流 I の供給を開始させ、ステップ S2 では電池パック 1 側から温度 T のデータを受信する。充電制御部 31 は、ステップ S3 では、受信されたデータに対応した内部抵抗値 R を前記データテーブルから読出したり、演算したりすることにより求め、ステップ S4 では $I \times R$ から内部抵抗による電圧降下量 V_D を求め、さらにステップ S5 では $V_f + V_D$ から充電終了電圧 V_f' を求める。

【0047】

続いて、充電制御部 31 は、ステップ S6 では実際の端子電圧 V_1 を検出し、ステップ S7 で、その電圧 V_1 が充電終了電圧 V_f' 以上となっているか否かを判断する。充電制御部 31 は、ステップ S7 で、電圧 V_1 が充電終了電圧 V_f' 以上とないときにはステップ S1 に戻って大電流 I による充電を継続し、充電終了電圧 V_f' 以上となっているときにはステップ S8 に移って、充電電流 I の供給を停止するとともに、インジケータなどがある場合には、満充電表示を行う。

【0048】

したがって、たとえばリチウムイオン二次電池の場合、初期充電終了電圧 V_f は、一般には、セル当り 4.2 V や 4.25 V に設定されているのに対して、本実施の形態では、内部抵抗による電圧降下量 V_D を考慮して、たとえば $I = 2 \text{ A}$ 、 $R = 25 \text{ m}\Omega$ の場合で、それが 4.25 V や 4.3 V になる。このように構成することで、過充電となることを防止しつつ、始めから終わりまで一定の大電流 I を供給し、満充電まで急速充電を行うことができる。図 4 に、そのような本実施の形態による充電方法を示す。図 7 と同様に、図 4 (a) はセル電圧の変化を示すグラフであり、図 4 (b) は充電電流の変化を示すグラフである。

【0049】

また、二次電池 14 を、負極と正極との間に樹脂結着剤と無機酸化物フィラーとを含む多孔性保護膜などから成る耐熱層を有する非水系電解質二次電池とすることが好ましい。そのような二次電池は、たとえば特許第 3371301 号公報などに示されている。無機酸化物フィラーは、粒径が $0.1 \mu\text{m} \sim 50 \mu\text{m}$ の範囲にあるアルミナ粉末または SiO_2 粉末 (シリカ) より選ばれる。また、前記多孔性保護膜の厚みは、 $0.1 \mu\text{m} \sim 200 \mu\text{m}$ に設定され、該多孔性保護膜は、樹脂結着剤と無機酸化物フィラーとを含む微粒子スラリーが、負極または正極の表面の少なくとも一方に塗布されて構成されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 0 】

このような構成の二次電池を用いることで、万が一、過充電状態となって金属リチウムが樹木状に析出することがあっても、耐熱層によって、それが負極と正極との間を短絡してしまうことを防止することができるので、上述のような一定の大電流 I による急速充電に特に好適である。

【 0 0 5 1 】

[実施の形態 2]

図 5 は、本発明の実施の形態 2 に係る電子機器における充電動作を詳しく説明するためのフローチャートである。本実施の形態には、前述の図 1 で示す電子機器の構成を用いることができ、この図 5 の処理において、前述の図 3 の処理に類似し、対応する部分には同一のステップ番号付して示し、その説明を省略する。注目すべきは、本実施の形態では、前記充電終了電圧 $V_{f'}$ は、前記内部抵抗値 R だけでなく、端子電圧 V_1 および二次電池 14 の実容量 W を考慮して決定されることである。前記内部抵抗値 R ($DC - IR$) は、図 2 で示すように、温度が高くなる程、小さくなるだけでなく、図 6 で示すように、SOC (State of Charge) によって変化する。また、内部抵抗値 R は、充放電の繰返しによって劣化が進むと、増大する。

10

【 0 0 5 2 】

したがって、充電制御部 31 は、ステップ S_2' において、セル温度 T のデータだけでなく、制御部 21 が積算している SOC (= 端子電圧) のデータ、および制御部 21 が管理している充放電の繰返しによって減少した実容量 (満充電状態での Ah) W (= 劣化度) のデータも取込む。そして、充電制御部 31 は、ステップ S_3' では、それらのデータの全部をパラメータとして対応する内部抵抗値が格納されたテーブルを読み出したり、或いはそれらのデータの幾つかをパラメータとして対応する内部抵抗値が格納されたデータテーブルを読み出した後、残りのパラメータで、読み出した値を補正して以降に使用する値を作成するなどして、内部抵抗値 R が求められる。

20

【 0 0 5 3 】

このように内部抵抗値 R を推定するにあたって、前記セル温度 T だけでなく、SOC (= 端子電圧) および実容量 W (= 劣化度) も併せて考慮することで、前記内部抵抗値 R 、すなわち充電終了電圧 $V_{f'}$ をより正確に求めることができる。

【 0 0 5 4 】

なお、端子電圧 V_1 は、電圧検出回路 34 によって検出するのではなく、電池パック 1 側の電圧検出回路 20 によって検出されたデータを充電器 2 側へ送信するようにしてもよい。また、リチウム系二次電池においては、SOC の増大に伴って、端子電圧 V_1 が増大するので、SOC 値は、端子電圧 V_1 を代用するようにしてもよい。

30

【 0 0 5 5 】

また、上述の実施形態では、電池パック 1 側にアナログ/デジタル変換器 19 を実装し、通信部 22, 32 を介して充電器 2 側の充電制御部 31 へ電池温度や電池電圧の情報を送付しているが、充電制御部 31 にアナログ/デジタル変換器を実装し、直接読み取ってもよい。さらにまた、上述の実施形態では、電池パック 1 とは別に充電制御部 31 を設けているが、電池パック 1 に充電制御部 31 を一体とした充電制御機能搭載電池パックとしてもよい。

40

【 0 0 5 6 】

ここで、特開 2005 - 261020 号公報には、充電のたびに、OCV (開放回路電圧), CCV (閉回路電圧) の電圧差を求めておくとともに、定電流充電中にその差分の電圧だけ端子電圧が上昇する時間を計測しておき、予め定められる充電終了電圧に達しても、その時点から前記計測した時間だけ充電を継続することで、内部抵抗による影響を受けずに満充電まで急速充電することが示されている。また、この従来技術には、端子電圧が充電終了電圧に達する直前に前記 OCV, CCV を測定することで、充電による温度上昇に伴う内部抵抗値の変化に対応することが示されている。

【 0 0 5 7 】

50

しかしながら、この従来技術では、過充電となることを防止しつつ、満充電まで充電でき、また従来のC V充電をC C充電に切換えて充電時間を短縮することができるけれども、O C V測定のために充電電流を流さない期間が必要であり、本実施の形態に比べて充電時間が長くなる。

【0058】

その点、特開平10-214643号公報では、充電電流を振ってみて、前後の電圧、電流値から内部抵抗を測定し、それによる電圧降下分の電圧を充電電圧に加えることが示されている。したがって、前記O C V測定のために充電電流を完全に停止する必要は無く、或る程度充電時間を短縮できるが、充電電流をC Cレベルより減少させているので、始めから終わりまで一定の前記C Cレベルで充電を行う本実施の形態に比べて、依然として充電時間は長い。

10

【0059】

[実施の形態3]

図8は、本発明の実施の形態3に係る電子機器の構成の一例を示すブロック図である。図8において、図1に示す電子機器と同様の構成には同一の符号を付し、その説明を省略する。図8に示す電子機器と図1に示す電子機器とは、下記の点で異なる。すなわち、図8に示す電子機器では、制御部21aが、充電制御部210、内部抵抗推定部211、及び終了電圧算出部212として機能する。

【0060】

また、充電制御部31aは、内部抵抗値Rの検出や、充電終了電圧の設定、充電終了の判定を行わない。また、端子T21と端子T23との間には、負荷機器4が接続されている。そして、二次電池4の放電電流や充電電流供給回路33から出力された電流が、負荷機器4の駆動電流として供給されるようになっている。

20

【0061】

図9は、図8に示す電子機器の動作の一例を示すフローチャートである。なお、以下のフローチャートにおいて、同一の動作には同一のステップ番号を付して、その説明を省略する。まず、終了電圧算出部212によって、初期充電終了電圧Vfとして、例えば二次電池14の満充電電圧が初期設定される(ステップS11)。次に、内部抵抗推定部211は、電圧検出回路20で検出された端子電圧V1を、開路電圧V1'として取得する(ステップS12)。

30

【0062】

次に、内部抵抗推定部211は、通信部22, 32を介して充電制御部31aへ、予め設定された電流値I(急速充電電流)の電流出力を要求する。そうすると、充電制御部31aからの制御信号に応じて、充電電流供給回路33から二次電池14へ、電流値Iの充電電流が供給されて、定電流充電が開始される(ステップS13)。

【0063】

次に、内部抵抗推定部211は、電流検出抵抗16によって検出された電流値Iと、電圧検出回路20によって検出された端子電圧V1とを取得する(ステップS14, S15)。そして、下記の式(1)に基づいて、内部抵抗値R'を算出する(ステップS16)。

40

【0064】

$$R' = (V1 - V1') / I \quad \dots (1)$$

【0065】

次に、終了電圧算出部212は、下記の式(2)に基づいて、電圧降下量VDを算出する(ステップS17)。

【0066】

$$VD = R' \times I \quad \dots (2)$$

【0067】

次に、終了電圧算出部212は、下記の式(3)に基づいて、充電終了電圧Vf'を算出し、設定する(ステップS18)。

50

【 0 0 6 8 】

$$V f ' = V f + V D \quad \cdot \cdot \cdot (3)$$

【 0 0 6 9 】

次に、充電制御部 2 1 0 は、端子電圧 $V 1$ と充電終了電圧 $V f '$ とを比較する（ステップ $S 1 9$ ）。そして、端子電圧 $V 1$ が充電終了電圧 $V f '$ 以上であれば（ステップ $S 1 9$ で $Y E S$ ）、充電制御部 2 1 0 は、充電制御部 3 1 a へ、充電終了の指示信号を送信する。そうすると、充電制御部 3 1 a からの制御信号に応じて充電電流供給回路 3 3 は、充電電流の供給を停止し、充電が終了する（ステップ $S 2 0$ ）。

【 0 0 7 0 】

一方、ステップ $S 1 9$ において、端子電圧 $V 1$ が充電終了電圧 $V f '$ に満たなければ（ステップ $S 1 9$ で $N O$ ）、充電制御部 2 1 0 は、1 秒の時間待ちを行うと共に時間をカウントするための変数 t に、1 を加算する（ステップ $S 2 1$ ）。

10

【 0 0 7 1 】

そして、1 秒経過後、充電制御部 2 1 0 は、変数 t と 3 0 0 とを比較する（ステップ $S 2 2$ ）。そして、変数 t が 3 0 0 に満たず（ステップ $S 2 2$ で $N O$ ）、5 分経過していなければ、再びステップ $S 1 4 \sim S 1 9$ を 1 分毎に繰り返し、充電終了電圧 $V f '$ を更新しつつ、ステップ $S 1 9$ における充電終了判定を実行する。

【 0 0 7 2 】

一方、変数 t が 3 0 0 以上となって（ステップ $S 2 2$ で $Y E S$ ）、5 分以上経過した場合、充電制御部 2 1 0 は、変数 t を初期化し（ステップ $S 2 3$ ）、充電制御部 3 1 a へ、充電電流をゼロにすべき旨の指示信号を送信する。そうすると、充電制御部 3 1 a からの制御信号に応じて充電電流供給回路 3 3 は、充電電流の供給を停止する（ステップ $S 2 4$ ）。そして、再びステップ $S 1 2 \sim S 1 9$ を繰り返し、開路電圧 $V 1 '$ を測定し直すことで、例えば温度環境の変化などによる開路電圧 $V 1 '$ の変化を補正しつつ、充電終了電圧 $V f '$ を更新し、ステップ $S 1 9$ における充電終了判定を実行する。

20

【 0 0 7 3 】

[実施の形態 4]

図 1 0 は、本発明の実施の形態 4 に係る電子機器の構成の一例を示すブロック図である。図 1 0 において、図 1、図 8 に示す電子機器と同様の構成には同一の符号を付し、その説明を省略する。図 1 0 に示す電子機器と図 8 に示す電子機器とは、下記の点で異なる。すなわち、図 1 0 に示す電子機器では、制御部 2 1 b が、さらに、SOC 取得部 2 1 3、及び劣化検出部 2 1 4 として機能する。また、劣化検出部 2 1 4 は、OCV 取得部、CCV 取得部、及び実内部抵抗算出部として機能する。さらに、内部抵抗推定部 2 1 1 b、及び終了電圧算出部 2 1 2 b の動作が異なる。また、制御部 2 1 b は、二次電池 1 4 の温度 T 、及び SOC と、二次電池 1 4 の内部抵抗値 R との対応関係を示すデータテーブルが予め記憶された ROM 等の不揮発性記憶素子を備えている。

30

【 0 0 7 4 】

その他の構成は図 9 に示す電子機器と同様であるのでその説明を省略し、図 1 0 に示す電子機器の特徴的な動作について説明する。図 1 1、図 1 2、図 1 3 は、図 1 0 に示す電子機器の動作の一例を示すフローチャートである。

40

【 0 0 7 5 】

まず、図 8 に示すフローチャートと同様、ステップ $S 1 1 \sim S 1 3$ が実行された後、劣化検出部 2 1 4（実内部抵抗算出部）によって、二次電池 1 4 の実際の内部抵抗値である実内部抵抗値 R' が検出される。図 1 2 は、実内部抵抗値 R' の検出動作の一例を示すフローチャートである。

【 0 0 7 6 】

劣化検出部 2 1 4 は、電流検出抵抗 1 6 によって検出された電流値 I を取得する（ステップ $S 3 1$ ）。また、劣化検出部 2 1 4（CCV 取得部）は、電圧検出回路 2 0 によって検出された端子電圧 $V 1$ を閉路端子電圧として取得する（ステップ $S 3 2$ ）。また、劣化検出部 2 1 4（OCV 取得部）は、ステップ $S 1 2$ において検出された開路電圧 $V 1'$ を

50

、開路端子電圧として取得する。

【0077】

そして、劣化検出部214（実内部抵抗算出部）は、下記の式（4）に基づいて、内部抵抗値 R' を算出し、実内部抵抗値 R' の検出動作を終了する（ステップS33）。

【0078】

$$R' = (V1 - V1') / I \quad \dots (4)$$

【0079】

次に、図11に戻って劣化係数 P が算出される（ステップS40）。図13は、劣化係数 P の算出動作の一例を示すフローチャートである。まず、温度センサ17によって、二次電池14の温度 T が検出される（ステップS41）。次に、SOC取得部213によって、二次電池14のSOCが算出される（ステップS42）。

10

【0080】

SOC取得部213は、例えば、電流検出抵抗16で検出される充放電電流を常時積算することにより、二次電池14のSOCを算出してもよく、電圧検出回路20で検出される二次電池14の端子電圧 $V1$ をSOCに換算することで、SOCを算出してもよい。

【0081】

次に、内部抵抗推定部211bによって、例えばROMに記憶されているデータテーブルによって、ステップS41、S42において取得された温度 T 及びSOCと対応付けられている内部抵抗値 R が取得される（ステップS43）。

【0082】

そうすると、内部抵抗値 R は、二次電池14が劣化していないときの内部抵抗値に相当するから、二次電池14の劣化が進むほど、内部抵抗値 R と実内部抵抗値 R' との差異が増大することになる。

20

【0083】

そこで、劣化度算出部214によって、内部抵抗値 R と実内部抵抗値 R' との差異が大きいほど、例えば R/R' が小さくなるほど、大きな劣化の程度を示すように劣化度 P が算出される（ステップS44）。

【0084】

具体的には、劣化度 P は、例えば予め設定された関数やデータテーブルを用いて、“1”以下の数値であって、かつ R/R' が小さくなるほど値が小さくなるように、取得される。

30

【0085】

次に、図11に戻って、終了電圧算出部212bによって、下記の式（5）に基づいて、充電終了電圧 Vf' が算出される（ステップS50）。

【0086】

$$Vf' = P \times Vf + VD \quad \dots (5)$$

【0087】

これにより、充電終了電圧 Vf' は、劣化度 P で示される劣化の程度が大きくなるほど、充電終了電圧が低下するように、補正される。

【0088】

リチウム系二次電池は、劣化が進むほど充電電圧が増大したときに劣化が進みやすくなる。従って、もし仮に、リチウム系二次電池の劣化の程度に関わらず一定の端子電圧になるまで充電した場合には、劣化が進んでいる電池ほどさらに劣化の進行が増大し、劣化が加速されることになる。しかしながら、図10に示す電子機器によれば、劣化度 P で示される劣化の程度が大きくなるほど、充電終了電圧 Vf' が低下するように、当該充電終了電圧 Vf' が補正されるので、二次電池14の劣化が加速されるおそれが低減される。

40

【0089】

以下、ステップS19～S24の動作は図9に示すフローチャートと同様であるのでその説明を省略する。

【0090】

50

なお、例えば図 1 4 に示すように、SOC 取得部 2 1 3、劣化検出部 2 1 4、内部抵抗推定部 2 1 1 (2 1 1 b)、及び終了電圧算出部 2 1 2 (2 1 2 b) の少なくとも一部を、充電器 2 c が備える構成としてもよい。

【 0 0 9 1 】

リチウム系二次電池を充電するにあたって、従来の CC - CV 充電に代わって、充電電流を予め定める一定の急速充電電流に維持するとともに、満充電の判定を端子電圧が充電終了電圧に達した時点とし、その充電終了電圧を、予め定められる充電終了電圧に、二次電池の温度から推定した内部抵抗値に急速充電電流値を乗算して得られる電圧降下量を加算した電圧とするので、過充電となることを防止しつつ、始めから終わりまで一定の大電流を供給し、満充電まで急速充電を行うことができ、前記リチウム系二次電池の急速充電に好適である。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 9 2 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態 1 に係る電子機器の電氣的構成を示すブロック図である。

【 図 2 】 負極と正極との間に樹脂結着剤と無機酸化物フィラーとを含む多孔性保護膜から成る耐熱層を有する非水系電解質二次電池の温度変化に対する内部抵抗値の変化を説明するためのグラフである。

【 図 3 】 本発明の実施の形態 1 に係る電子機器における充電動作を詳しく説明するためのフローチャートである。

【 図 4 】 本発明の実施の形態 1 に係る充電方法を説明するためのグラフである。

20

【 図 5 】 本発明の実施の形態 2 に係る電子機器における充電動作を詳しく説明するためのフローチャートである。

【 図 6 】 SOC 変化に対する内部抵抗値の変化を示すグラフである。

【 図 7 】 典型的な従来技術の充電方法を説明するためのグラフである。

【 図 8 】 本発明の実施の形態 3 に係る電子機器の構成の一例を示すブロック図である。

【 図 9 】 図 8 に示す電子機器の動作の一例を示すフローチャートである。

【 図 1 0 】 本発明の実施の形態 4 に係る電子機器の構成の一例を示すブロック図である。

【 図 1 1 】 図 1 0 に示す電子機器の動作の一例を示すフローチャートである。

【 図 1 2 】 図 1 0 に示す電子機器の動作の一例を示すフローチャートである。

【 図 1 3 】 図 1 0 に示す電子機器の動作の一例を示すフローチャートである。

30

【 図 1 4 】 図 8、図 1 0 に示す電子機器の変形例を示すブロック図である。

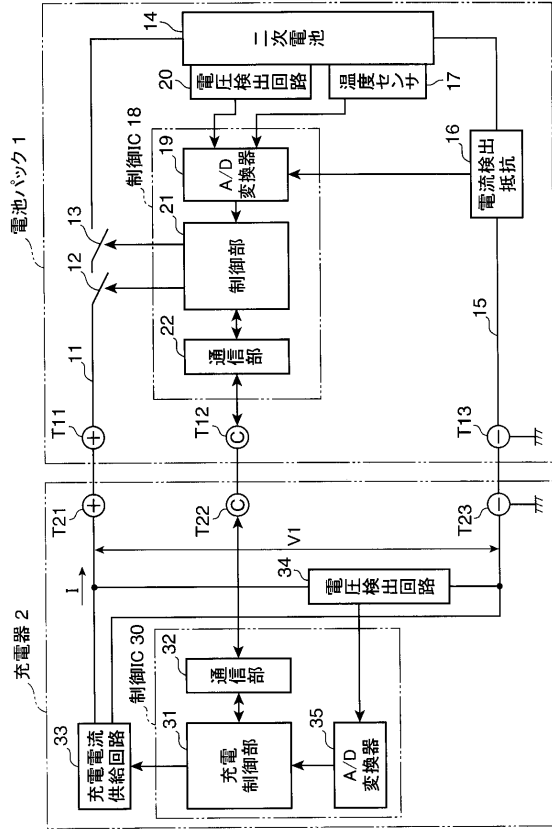
【 符号の説明 】

【 0 0 9 3 】

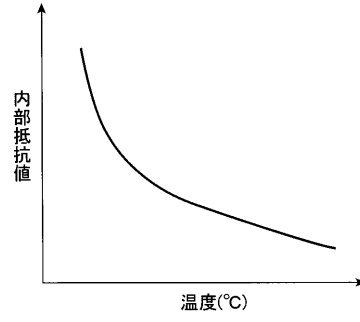
- 1 電池パック
- 2 充電器
- 1 1 , 1 5 充放電経路
- 1 2 , 1 3 F E T
- 1 4 二次電池
- 1 6 電流検出抵抗
- 1 7 温度センサ
- 1 8 , 3 0 制御 I C
- 1 9 , 3 5 アナログ / デジタル変換器
- 2 0 , 3 4 電圧検出回路
- 2 1 制御部
- 2 2 , 3 2 通信部
- 3 1 充電制御部
- 3 3 充電電流供給回路

40

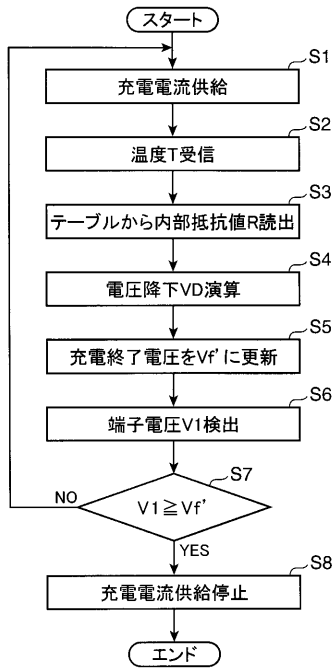
【図1】



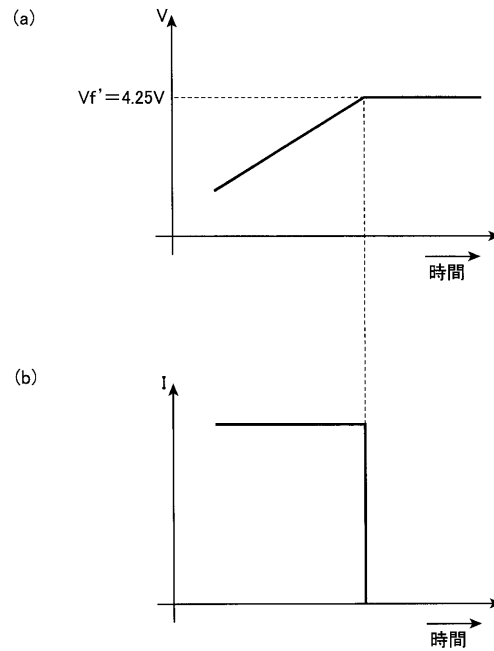
【図2】



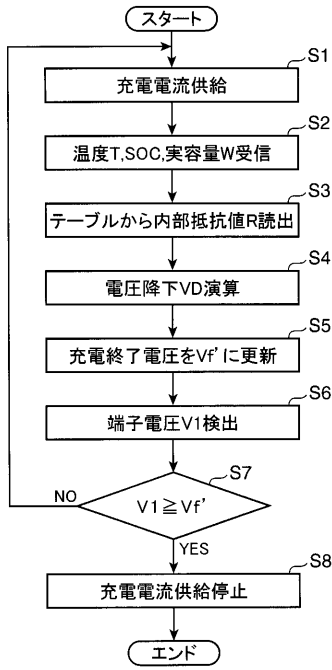
【図3】



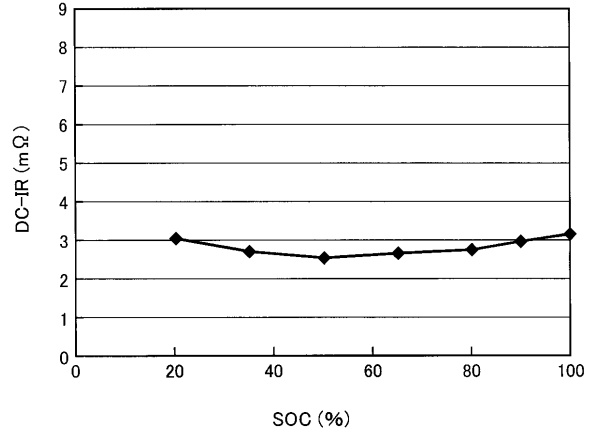
【図4】



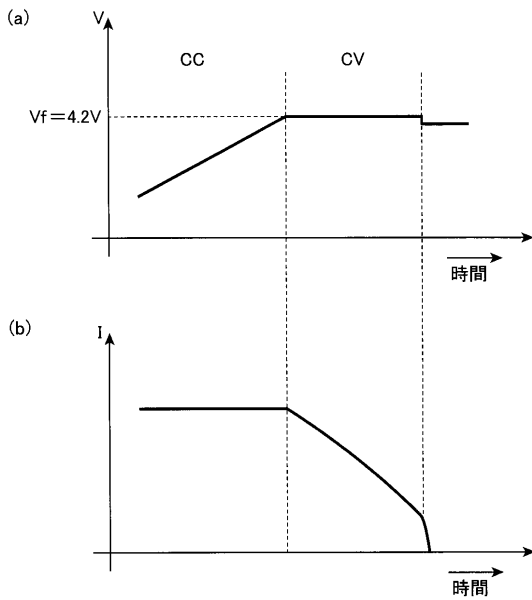
【 図 5 】



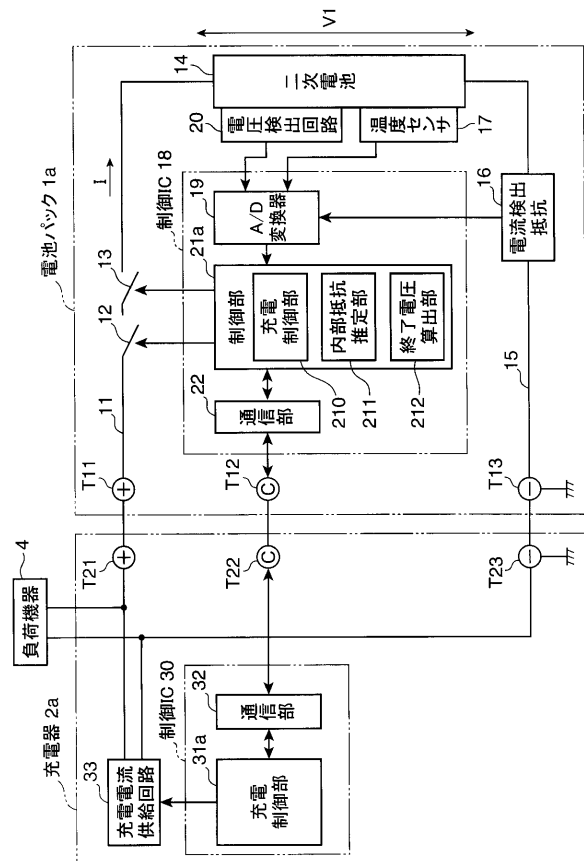
【 図 6 】



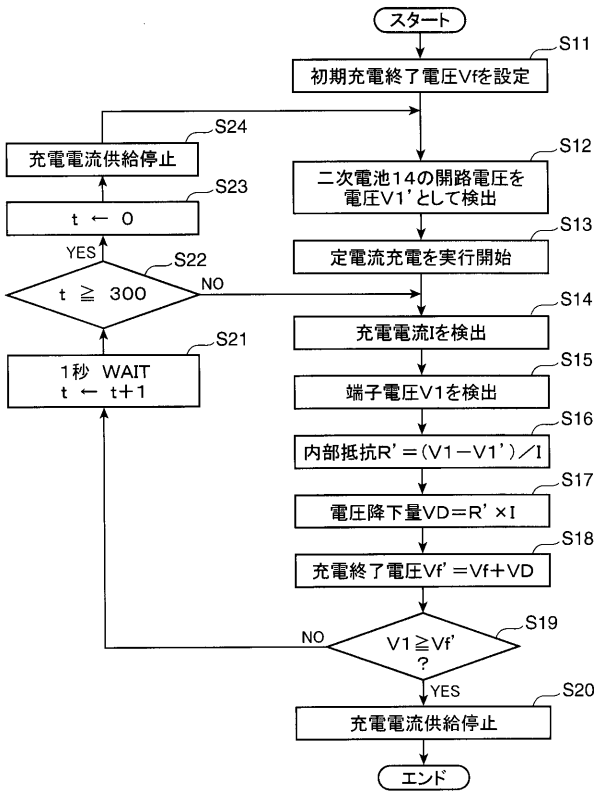
【 図 7 】



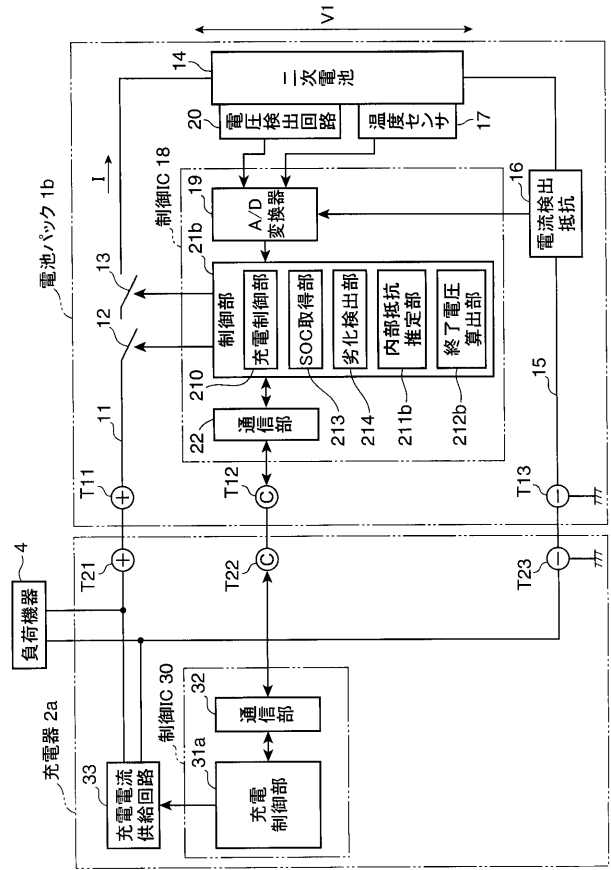
【 図 8 】



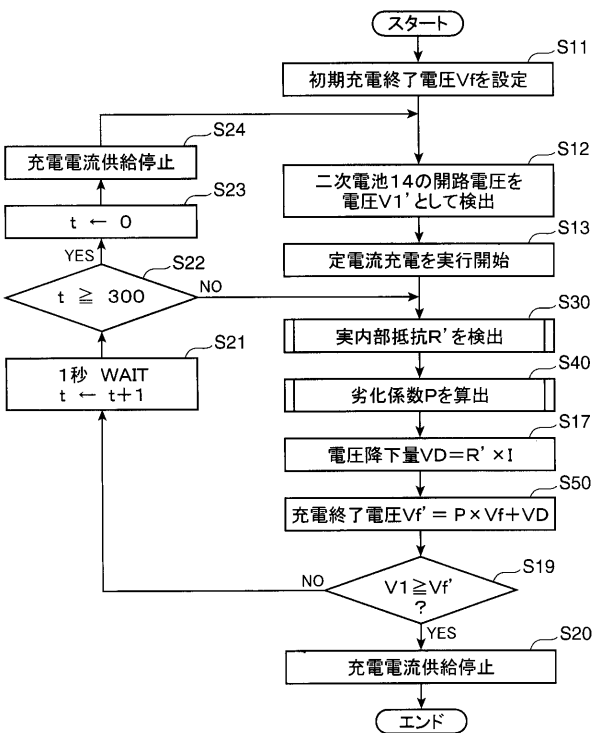
【 図 9 】



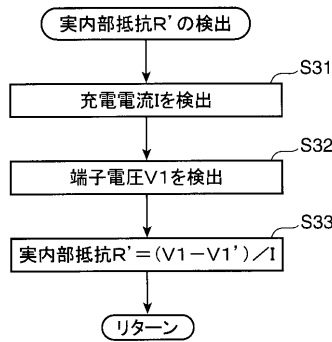
【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 西野 肇

大阪府守口市松下町1番1号 松下電池工業株式会社内

Fターム(参考) 2G016 CB05 CB06 CB11 CB12 CB22 CB31 CB32 CC01 CC03 CC04
CC07 CC12 CC16 CC23 CC27 CC28 CD14 CF06
5G503 AA00 BA02 BB02 CA02 CA11 CA20 CB11 GD04
5H030 AA02 AA10 AS11 FF22 FF41 FF42 FF43 FF44
5H050 AA02 BA15 DA09 EA14 FA04