

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電池エネルギー残量を示す残存容量が 10% ~ 90% の間に、電池電圧が当該残存容量との間の相関関係が明確となる変化を示す変極点を少なくとも 1 つ以上有するリチウムイオン二次電池の電池容量検出装置において、

リチウムイオン二次電池の電池電圧及び電圧変化率を検出する電圧検出手段と、

前記電圧検出手段で検出された電圧変化率が所定の閾値を超えた点を前記変極点と検出する変極点検出手段と、

前記リチウムイオン二次電池の充放電電流を、電流積算値として積算する電流積算手段と、

前記変極点と前記リチウムイオン二次電池の電池容量とが対応付けられたテーブルを有し、前記変極点検出手段で変極点が検出された時点で当該変極点に対応する電池容量を前記テーブルから検索して第 1 電池容量とし、当該変極点の検出時点から、前記電圧検出手段で検出された電池電圧が満充電電圧となった時点までの前記電流積算手段での電流積算値を第 2 電池容量とし、この第 2 電池容量と前記第 1 電池容量とを加算して満充電容量を求める電池容量検出手段と

を備えることを特徴とするリチウムイオン二次電池の電池容量検出装置。

【請求項 2】

前記変極点が前記電池容量の 0 側から順に第 1 及び第 2 変極点と少なくとも 2 つ以上ある場合に、前記変極点検出手段で前記第 1 変極点が検出された後、前記電圧検出手段での前記電池電圧が満充電電圧とならず、前記変極点検出手段で第 2 変極点が検出された場合、前記電池容量検出手段は、前記第 2 変極点に対応する電池容量を前記テーブルから検索して第 1 電池容量とすることを特徴とする請求項 1 に記載のリチウムイオン二次電池の電池容量検出装置。

【請求項 3】

前記電池容量が、前記変極点よりも小さくなる状態に放電を行う制御手段

を更に備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のリチウムイオン二次電池の電池容量検出装置。

【請求項 4】

前記リチウムイオン二次電池の初期時の満充電容量を予め保持し、前記電池容量検出手段で検出された満充電容量を、前記保持された満充電容量で除算した結果に応じて当該リチウムイオン二次電池の電池容量の劣化度を求める劣化算出手段

を更に備えることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のリチウムイオン二次電池の電池容量検出装置。

【請求項 5】

前記リチウムイオン二次電池は、正極にオリビン構造を有するリチウム金属リン酸塩の内の少なくとも 1 つを含むものであることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のリチウムイオン二次電池の電池容量検出装置。

【請求項 6】

前記リチウム金属リン酸塩は、 LiMPO_4 であって、M が Mn、Fe、Co、Ni の少なくとも 1 つであることを特徴とする請求項 5 に記載のリチウムイオン二次電池の電池容量検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、二次電池の使用経過に伴い満電池容量が減少した際に、減少時の満充電容量を高精度に検知することが可能なリチウムイオン二次電池の電池容量検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、リチウムイオン二次電池の使用経過に伴い電池劣化によって満杯に充電可能な容

10

20

30

40

50

量を示す満電池容量が減少した場合、二次電池の交換等を行うために、初期時の満充電容量に比較してどの位充電容量が減少したかを知る必要がある。そのためには、電池劣化後の満充電容量を高精度に検知する必要があり、この電池容量を高精度に検知する従来技術として、例えば特許文献 1 及び 2 に記載のものがある。

【0003】

特許文献 1 の技術は、二次電池の充電中に当該充電を停止し、さらに当該充電の停止後に検出される二次電池の端子電圧から当該端子電圧の所定時間当りの低下量を示す電圧傾き情報を取得する。その充電停止時の端子電圧の低下量は傾きが急になるので、その低下量と充電状態としての SOC との間に相関関係が明確に見出せることになる。これによって SOC を検知することを可能としている。

10

【0004】

特許文献 2 の技術は、内部抵抗の SOC 依存性が小さいオリビン型正極材を用いることで、広い SOC 領域で安定した IV (電流 - 電圧) 特性を示す電池を実現している。この電池の端子間電圧 (V) と SOC (%) との関係を示す特性曲線において、所定の閾値を設定し、この閾値以下の電圧フラット領域では電流積算で SOC 推定を行い、電圧の電気量変化率が閾値を超えると電圧によって SOC 推定を行うことによって、SOC を検知している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

20

【特許文献 1】特開 2009 - 296699 号公報

【特許文献 2】特開 2009 - 129644 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、上記の特許文献 1 の技術では、二次電池の SOC を検知する際に一旦充放電を停止しなければならず、このため二次電池を使用する負荷装置の使い勝手が悪くなるという問題がある。

【0007】

特許文献 2 の技術では、閾値以下で電圧がフラットな SOC 領域、例えば SOC 15% ~ 95% の領域では電流積算により SOC 推定を行うので、SOC 検知の精度が低下する可能性があり、このため、SOC 15% ~ 95% 以外の完全放電又は完全充電に近い状態で SOC 補正を行う必要がある。しかし、実使用時に完全放電又は完全充電とするには使用上支障を来す程の時間が掛かってしまうか、使用条件によっては SOC 15% ~ 95% 内のみで電池を使用する可能性があり、この場合、SOC を高精度に検知することができない。このため、二次電池の使用経過に伴い満電池容量が劣化で減少した際に、劣化後の満充電容量を高精度に検知することができないという問題がある。

30

【0008】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、二次電池を使用する負荷装置の使い勝手を阻害することなく、二次電池の使用経過に伴い劣化した満電池容量を高精度に検知することができるリチウムイオン二次電池の電池容量検出装置を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するためになされた請求項 1 に記載の発明は、電池エネルギー残量を示す残存容量が 10% ~ 90% の間に、電池電圧が当該残存容量との間の相関関係が明確となる変化を示す変極点を少なくとも 1 つ以上有するリチウムイオン二次電池の電池容量検出装置において、リチウムイオン二次電池の電池電圧及び電圧変化率を検出する電圧検出手段と、前記電圧検出手段で検出された電圧変化率が所定の閾値を超えた点を前記変極点と検出する変極点検出手段と、前記リチウムイオン二次電池の充放電電流を、電流積算値

50

として積算する電流積算手段と、前記変極点と前記リチウムイオン二次電池の電池容量とが対応付けられたテーブルを有し、前記変極点検出手段で変極点が検出された時点で当該変極点に対応する電池容量を前記テーブルから検索して第 1 電池容量とし、当該変極点の検出時点から、前記電圧検出手段で検出された電池電圧が満充電電圧となった時点までの前記電流積算手段での電流積算値を第 2 電池容量とし、この第 2 電池容量と前記第 1 電池容量とを加算して満充電容量を求める電池容量検出手段とを備えることを特徴とする。

【0010】

この構成によれば、変極点検出手段で変極点が検出された時点で、予め変極点と電池容量とが対応付けられたテーブルから電池容量を検索し、これを第 1 電池容量とするので、第 1 電池容量はリチウムイオン二次電池の充電容量（充電された容量）が 0 から変極点までの正確な充電容量に対応するものとなる。また、変極点の検出時点から満充電電圧となった時点までの電流積算値を第 2 電池容量とするので、第 2 電池容量は変極点の検出時点から満充電電圧となった時点までの正確な充電容量に対応するものとなる。従って、第 1 電池容量と第 2 電池容量とを加算すると、リチウムイオン二次電池の正確な満充電容量となる。このように満充電容量を求めた場合、従来技術のようにリチウムイオン二次電池の充放電を一旦停止しなくてもよいので、二次電池を使用する負荷装置の使い勝手を阻害することは無い。また、二次電池の使用経過に伴い満電池容量が劣化で減少した場合でも、上述のように正確に満充電容量を求めることが出来る。言い換えれば、二次電池の使用経過に伴い劣化した満電池容量を高精度に検知することができる。

【0011】

請求項 2 に記載の発明は、前記変極点が前記電池容量の 0 側から順に第 1 及び第 2 変極点と少なくとも 2 つ以上ある場合に、前記変極点検出手段で前記第 1 変極点が検出された後、前記電圧検出手段での前記電池電圧が満充電電圧とならず、前記変極点検出手段で第 2 変極点が検出された場合、前記電池容量検出手段は、前記第 2 変極点に対応する電池容量を前記テーブルから検索して第 1 電池容量とすることを特徴とする。

【0012】

この構成によれば、一旦第 1 変極点が検出され、この際の電池容量が第 1 電池容量として求められるが、その後、満充電電圧とならない間に第 2 変極点が検出されると、この第 2 変極点に対応する電池容量が第 1 電池容量として上書きされる。つまり、変極点が複数ある場合は、電池劣化により初期時の満充電容量に最も近い側の変極点（第 2 変極点）未満に満充電容量が減少してなければ、一旦、電池容量が 0 側の変極点（第 1 変極点）が検出されても、その後、満充電電圧とならない間に第 2 変極点が検出されるので、この第 2 変極点に対応する電池容量が第 1 電池容量として用いられる。従って、変極点が複数ある場合でも、満充電容量を変極点の検出を契機にして正確に求めることが出来る。

【0013】

請求項 3 に記載の発明は、前記電池容量が、前記変極点よりも小さくなる状態に放電を行う制御手段を更に備えることを特徴とする。

【0014】

この構成によれば、制御手段によって、リチウムイオン二次電池の電池容量が変極点よりも 0 側となる状態に放電を行ってから、満充電容量の検出を行えば、確実に変極点を検出することができるので、適正に満充電容量の検出を行うことができる。

【0015】

請求項 4 に記載の発明は、前記リチウムイオン二次電池の初期時の満充電容量を予め保持し、前記電池容量検出手段で検出された満充電容量を、前記保持された満充電容量で除算した結果に応じて当該リチウムイオン二次電池の電池容量の劣化度を求める劣化算出手段を更に備えることを特徴とする。

【0016】

この構成によれば、電池容量検出手段で検出された現在の満充電容量（例えば 4 A h）を、予め保持された初期時の満充電容量（例えば 5 . 5 A h）で除算する。この除算結果（0 . 7 3）である初期時に対する現在の満充電容量の百分率 7 3 % を算出し、この算出

10

20

30

40

50

結果の 73 % を 100 % から減算することにより電池容量劣化度の 27 % を算出することができる。従って、リチウムイオン二次電池の劣化度を適正に把握することが可能となる。

【0017】

請求項 5 に記載の発明は、前記リチウムイオン二次電池は、正極にオリビン構造を有するリチウム金属リン酸塩の内の少なくとも 1 つを含むものであることを特徴とする。

【0018】

この構成によれば、正極にオリビン構造を有するリチウム金属リン酸塩の内の少なくとも 1 つを含むリチウムイオン二次電池においても、上記請求項 1 ~ 3 のいずれかと同様の作用効果を得ることが出来る。

10

【0019】

請求項 6 に記載の発明は、前記リチウム金属リン酸塩は、 LiMPO_4 であって、M が Mn、Fe、Co、Ni の少なくとも 1 つであることを特徴とする。

【0020】

この構成によれば、正極にオリビン構造を有するリチウム金属リン酸塩が、 LiMPO_4 であって、M が Mn、Fe、Co、Ni の少なくとも 1 つであるリチウムイオン二次電池においても、上記請求項 1 ~ 3 のいずれかと同様の作用効果を得ることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図 1】本発明の実施形態に係るリチウムイオン二次電池の電池容量検出装置を用いた電池システムの構成を示すブロック図である。

20

【図 2】リチウムイオン二次電池の SOC (%) に対する電池電圧 V を示す端子開放電圧曲線 VL を表した図である。

【図 3】リチウムイオン二次電池の電圧変化率 dV/dt と電池容量 (Ah) との関係と、第 1 電池容量 Ih_1 及び第 2 電池容量 Ih_2 の一例を示す図である。

【図 4】リチウムイオン二次電池の電圧変化率 dV/dt と電池容量 (Ah) との関係と、第 1 電池容量 Ih_1 及び第 2 電池容量 Ih_2 の他例を示す図である。

【図 5】リチウムイオン二次電池の満充電容量検出動作を説明するためのフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

30

【0022】

以下、本発明の実施形態を、図面を参照して説明する。但し、本明細書中の全図において相互に対応する部分には同一符号を付し、重複部分においては後述での説明を適時省略する。

【0023】

図 1 は、本発明の実施形態に係るリチウムイオン二次電池の電池容量検出装置を用いた電池システムの構成を示すブロック図である。

【0024】

図 1 に示す電池システム 10 は、各々が直列接続された複数のセル (リチウムイオン二次電池) 11a, 11b, ..., 11m, 11n が直列接続された組電池としてのリチウムイオン二次電池 11 と、リチウムイオン二次電池 11 の電池容量検出装置としての CPU (Central Processing Unit) 21 と、リチウムイオン二次電池 11 の充電電流又は放電電流である充放電電流 I を検出する電流検出部 31 と、この電流検出部 31 を介してリチウムイオン二次電池 11 に接続された充放電制御部 41 とを備えて構成されている。充放電制御部 41 は負荷装置 51 に接続されると共に、商用電源 52 に着脱自在に接続されている。

40

【0025】

但し、リチウムイオン二次電池 11 は、本実施形態では、正極にオリビン構造を有するリチウム金属リン酸塩の内の少なくとも 1 つを含むものであるとする。更に言及すれば、リチウム金属リン酸塩が LiMPO_4 であって、M が Mn、Fe、Co、Ni の少なくと

50

も１つであるとする。

【００２６】

そのオリビン構造のリチウムイオン二次電池１１の場合、図２に示すように、縦軸に電池端子間電圧としての電池電圧（ V ）を示し、横軸に電池のエネルギー残量を示す残存容量としての SOC （％）を示した場合、 SOC （％）に対する電池電圧（ V ）を示す特性曲線（端子開放電圧曲線）は V_L のように表される。この端子開放電圧曲線 V_L で示すように電池電圧が満充電電圧 FV の例えば $3.6V$ となった場合に SOC が 100% の満充電状態となる。また、端子開放電圧曲線 V_L において SOC $10\% \sim 90\%$ の間は、電池電圧 V の傾きが殆ど変化しない滑らかな曲線となるが、この曲線 V_L において、破線枠 $P1a$ 、 $P2a$ で囲んで示すように、電池電圧（ V ）が SOC （％）との間に、他の部分よりも傾斜角度が大きく相関関係が明確となる傾斜の変極部分を有する。

10

【００２７】

なお、本例のオリビン構造のリチウムイオン二次電池１１の場合は、変極点が $P1a$ 、 $P2a$ と２つあるが、本実施形態の特徴としては、リチウムイオン二次電池１１がオリビン構造でなくても、 SOC $10\% \sim 90\%$ の間に電池電圧に少なくとも１つ以上の変極部分を有するものであれば良い。

【００２８】

負荷装置５１は、車両用のモータやハイブリッドモータ、家庭や商業用のエアコン、動力源等の電力負荷を消費する装置であり、充放電制御部４１を介して供給されるリチウムイオン二次電池１１からの電力に応じて所定の動作を行う。

20

【００２９】

充放電制御部４１は、 CPU ２１の充放電命令に応じて、リチウムイオン二次電池１１から負荷装置５１へ電力を供給（放電）すると共に、商用電源５２からの電力をリチウムイオン二次電池１１へ出力する。この出力によりリチウムイオン二次電池１１が充電される。但し、その充電は一定電流量で充電（定電流充電）されるようになっている。また、負荷装置５１が車両用のハイブリッドモータのような発電機能を伴う装置であれば、この装置からの電力がリチウムイオン二次電池１１に定電流充電されるように制御を行う。

【００３０】

CPU ２１は、電圧検出部２２と、変極点検出部２３と、電流積算部２４と、電池容量検出部２５と、電池容量劣化算出部２６とを備えて構成されている。

30

【００３１】

電圧検出部２２は、リチウムイオン二次電池１１の両端電圧（電池電圧ともいう） V_T を検出し、この検出された電池電圧 V_T を電池容量検出部２５へ出力すると共に、電池電圧 V_T の単位時間当たりの変化率である電圧変化率 dV/dt を変極点検出部２３へ出力する。本例では、電池電圧 V_T が、例えば図２に示すように SOC （％）との関係において端子開放電圧曲線 V_L を描く電圧であるとする、その電圧変化率 dV/dt は例えば図３に示すように、リチウムイオン二次電池１１の電池容量（ Ah ）との関係において $\Delta V1$ 又は $\Delta V2$ で示す曲線（電圧変化率曲線）となる。

【００３２】

電圧変化率曲線 $\Delta V1$ は、リチウムイオン二次電池１１があまり使用されていない初期時の電圧変化率 dV/dt を示し、 $\Delta V2$ は所定年数経過した経年劣化時の電圧変化率 dV/dt を示す。リチウムイオン二次電池１１の初期時には、図２に端子開放電圧曲線 V_L で示すように、満充電電圧 $FV = 3.6V$ の際に SOC が 100% となり、この際、図３に電圧変化率曲線 $\Delta V1$ で示すように、電池容量が $5.5Ah$ で満充電状態となる。

40

【００３３】

一方、所定の経年劣化時には、電圧変化率曲線 $\Delta V2$ で示すように電池容量が $4Ah$ で満充電状態となる。但し、電圧変化率曲線 $\Delta V2$ は、経年劣化で満充電容量が $4Ah$ と初期時の電圧変化率曲線 $\Delta V1$ で示される満充電容量 $5.5Ah$ よりも減少しているが、その減少時の満充電容量となる前の $3Ah$ をやや経過した付近までは初期時の電圧変化率曲線 $\Delta V1$ と略同じ軌跡となる。

50

【0034】

変極点検出部23は、電圧検出部22から入力される電圧変化率 dV/dt から変極点を検出するものである。これは図3に示すように、電圧変化率曲線 $\Delta V1$ 又は $\Delta V2$ で示す電圧変化率 dV/dt が、所定の閾値 V_{th} を超えた時点で変極点P1又はP2と検出し、この検出した変極点Pを電池容量検出部25へ出力する。但し、所定の閾値 V_{th} とは、電圧変化率 dV/dt が電池容量Ahとの間に、他の部分よりも傾斜角度が大きくなって相関関係が明確に見出せる傾斜角度で変化する位置を検出するためのものである。従って、その閾値 V_{th} を超えた点に変極点P1又はP2となる。これら変極点P1又はP2は、図2に示した変極部分P1a, P2aに存在し、電圧変化率 dV/dt と電池容量Ahとの間に相関関係が明確に見出せる点となる。

10

【0035】

電流積算部24は、リチウムイオン二次電池11への充電時にその充電電流を逐次加算し、放電時にその放電電流を逐次減算するといった充放電電流Iの積算を行い、この積算により得られる電流積算値Ihを電池容量検出部25へ出力する。

【0036】

電池容量検出部25は、図3に示す第1変極点P1と、これに対応する電池容量(例えば1Ah)とが対応付けられると共に、第2変極点P2と、これに対応する電池容量(例えば4.3Ah)とが対応付けられた容量テーブル25aを備える。そして、変極点検出部23から変極点Pが入力された時点で、電流積算部24から入力される電流積算値Ihが、図3に示すように予め定められた第1電池容量幅W1(例えば1.5Ah~2.5Ah)に入っていれば第1変極点P1と判定し、第2電池容量幅W2(例えば3.8Ah~4.8Ah)に入っていれば第2変極点P2と判定する。この判定結果が第1変極点P1である場合、容量テーブル25aを参照して第1変極点P1に対応付けられた電池容量の1Ahを、図3に示す第1電池容量Ih1として保持する。また、変極点検出部23から変極点Pが入力された時点の電流積算値Ihaを保持し、電圧検出部22からの電池電圧VTが満充電電圧FVとなった時点の電流積算値Ihbから、その保持した電流積算値Ihaを減算して図3に示す第2電池容量Ih2(例えば3Ah)を求め、この第2電池容量Ih2の3Ahと先に保持した第1電池容量Ih1の1Ahとを加算して満充電容量IhFbの4Ahを求める。これを現在の満充電容量IhFbとして電池容量劣化算出部26へ出力する。

20

30

【0037】

一方、変極点の判定結果が第2変極点P2である場合、容量テーブル25aを参照して第2変極点P2に対応付けられた電池容量の4.3Ahを、図4に示す第1電池容量Ih1として保持する。また、変極点検出部23から変極点Pが入力された時点の電流積算値Ihaを保持し、電圧検出部22からの電池電圧VTが満充電電圧FVとなった時点の電流積算値Ihbから、その保持した電流積算値Ihaを減算して図4に示す第2電池容量Ih2(例えば1.2Ah)を求め、この第2電池容量Ih2の1.2Ahと先に保持した第1電池容量Ih1の4.3Ahとを加算して満充電容量IhFaの5.5Ahを求める。

【0038】

40

更に、電池容量検出部25は、第1変極点P1と判定した後に、電池電圧VTが満充電電圧FVとならず、変極点検出部23から次の変極点Pが入力され、これにより第2変極点P2が検出された場合、一旦保持した第1変極点P1に対応する第1電池容量Ih1に、第2変極点P2に対応する第1電池容量Ih1を上書きして保持する。以降は上記同様に第2電池容量Ih2を求めた後、満充電容量IhFaを求める。

【0039】

電池容量劣化算出部26は、リチウムイオン二次電池11の初期時の満充電容量IhFaを予め保持しており、電池容量検出部25からの現在の満充電容量IhFb(例えば4Ah)を、保持された初期時の満充電容量IhFa(例えば5.5Ah)で除算し、この除算結果である初期時に対する現在の満充電容量の百分率73%を算出し、この算出結果

50

の 73 % を 100 % から減算することにより電池容量劣化度の 27 % を算出する。

【0040】

また、CPU21は、リチウムイオン二次電池11の満充電容量検出を行う際に、充放電命令によって、リチウムイオン二次電池11から充放電制御部41を介して負荷装置51へ電力を放電し、電圧検出部22で検出される電池電圧VTが第1変極点P1を下回る電圧とした後に、上述の電池容量検出を行うように制御してもよい。

【0041】

このような電池システム10におけるリチウムイオン二次電池11の満充電容量検出動作を、図5に示すフローチャートを参照して説明する。

【0042】

但し、前提条件として、リチウムイオン二次電池11は初期時に図2に示す端子開放電圧曲線VLの特性を有しており、これによってCPU21の容量テーブル25aには、図3に示す第1変極点P1に電池容量 = 1 Ah が対応付けられると共に、第2変極点P2に電池容量 = 4.3 Ah が対応付けられている。また、電池容量劣化算出部26には、満充電容量IhFaとして5.5 Ah が保持されているものとする。

【0043】

また、リチウムイオン二次電池11は、ある年月の使用経過に伴い満電池容量が劣化で減少した状態であるとする。このようなリチウムイオン二次電池11の満充電容量検出を行うに当たって、例えば夜間等の負荷装置51を稼動しない時間帯において、充放電制御部41のプラグが商用電源52のコンセントに差し込まれて接続されているとする。

【0044】

まず、ステップS1において、CPU15の放電命令によって、リチウムイオン二次電池11から充放電制御部41を介して負荷装置51へ電力が放電される。これによって、ステップS2において、CPU21で電圧検出部22で検出されるリチウムイオン二次電池11の電池電圧VTが第1変極点P1を下回ったか否かが判定される。下回ったと判定された場合、ステップS3において、CPU21の充電命令により商用電源52から充放電制御部41を介してリチウムイオン二次電池11に一定電流量で充電が行われる。

【0045】

ステップS4において、その充電時に、電圧検出部22で、リチウムイオン二次電池11の両端電圧である電池電圧VTが検出されると共に、この電池電圧VTの単位時間当たりの変化率である電圧変化率 dV/dt が検出される。この電圧変化率 dV/dt は、図3に示す電池容量Ahとの関係において電圧変化率曲線 $\Delta V1$ を描き、変極点検出部23へ出力される。電池電圧VTは電池容量検出部25へ出力される。

【0046】

ステップS5において、変極点検出部23で、電圧変化率 dV/dt が所定の閾値 Vth を超えて変極点Pが検出されると、この変極点Pが電池容量検出部25に入力される。この入力時点において電池容量検出部25で、電流積算部24から入力される電流積算値Ihが、図3に示す1.5 Ah ~ 2.5 Ahの第1電池容量幅W1に入っていれば第1変極点P1であると判定される。

【0047】

第1変極点P1と判定された場合、ステップS6において、電池容量検出部25で容量テーブル25aが参照され、第1変極点P1に対応付けられた電池容量の1 Ah が検索され、この1 Ah が第1電池容量Ih1として保持される。同時に、変極点検出部23から変極点Pが入力された時点の電流積算値Ihaが保持される。

【0048】

次に、ステップS7において、電池容量検出部25で、電圧検出部22からの電池電圧VTが満充電電圧FVとなったか否かが判定される。満充電電圧FVとなると、ステップS8において、その満充電電圧FVとなった時点で電流積算部24から入力された電流積算値Ihbから、上記ステップS6で保持した電流積算値Ihaが減算されて第2電池容量Ih2（例えば3 Ah）が求められる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 9 】

次に、ステップ S 9 において、第 2 電池容量 $I h 2$ の 3 A h と先に保持された第 1 電池容量 $I h 1$ の 1 A h とが加算され、満充電容量 $I h F b$ の 4 A h が求められる。これは現在の満充電容量 $I h F b$ として電池容量劣化算出部 2 6 へ出力される。

【 0 0 5 0 】

そして、電池容量劣化算出部 2 6 で、その現在の満充電容量 $I h F b$ の 4 A h が、予め保持された初期時の満充電容量 $I h F a$ の 5 . 5 A h で除算、つまり、 $4 \div 5 . 5$ が計算され、0 . 7 3 が求められる。この 0 . 7 3 は百分率 7 3 % に変換され、1 0 0 % から減算される。つまり、1 0 0 % - 7 3 % の計算により電池容量劣化度の 2 7 % が求められる。

10

【 0 0 5 1 】

このように本実施形態のリチウムイオン二次電池 1 1 は、電池エネルギー残量を示す残存容量が 1 0 % ~ 9 0 % の間に、電池電圧が当該残存容量との間の相関関係が明確となる変化を示す変極点を少なくとも 1 つ以上有する。

【 0 0 5 2 】

このリチウムイオン二次電池 1 1 の電池容量検出装置としての C P U 2 1 において、リチウムイオン二次電池 1 1 の電池電圧 $V T$ 及び電圧変化率 $d V / d t$ を検出する電圧検出手段としての電圧検出部 2 2 と、電圧検出部 2 2 で検出された電圧変化率 $d V / d t$ が所定の閾値を超えた点を変極点 $P 1$ と検出する変極点検出手段としての変極点検出部 2 3 と、リチウムイオン二次電池 1 1 の充放電電流 I を、電流積算値 $I h$ として積算する電流積算手段としての電流積算部 2 4 とを有する。更に、変極点 $P 1$ とリチウムイオン二次電池 1 1 の電池容量とが対応付けられた容量テーブル 2 5 a を有し、変極点検出部 2 3 で変極点 $P 1$ が検出された時点で当該変極点 $P 1$ に対応する電池容量を容量テーブル 2 5 a から検索して第 1 電池容量 $I h 1$ とし、その変極点 $P 1$ の検出時点から、電圧検出部 2 2 で検出された電池電圧 $V T$ が満充電電圧 $F V$ となった時点までの電流積算部 2 4 での電流積算値 $I h$ を第 2 電池容量 $I h 2$ とし、この第 2 電池容量 $I h 2$ と第 1 電池容量 $I h 1$ とを加算して満充電容量 $I h F b$ を求める電池容量検出手段としての電池容量検出部 2 5 とを備えて構成した。

20

【 0 0 5 3 】

この構成によって、変極点検出部 2 3 で変極点 $P 1$ が検出された時点で、予め変極点 $P 1$ と電池容量（例えば 1 A h）とが対応付けられた容量テーブル 2 5 a から電池容量を検索し、これを第 1 電池容量 $I h 1$ とするので、第 1 電池容量 $I h 1$ はリチウムイオン二次電池 1 1 の充電容量（充電された容量）が 0 から変極点 P までの正確な充電容量 1 A h に対応するものとなる。また、変極点 $P 1$ の検出時点から満充電電圧となった時点までの電流積算値 $I h$ を第 2 電池容量 $I h 2$ とするので、第 2 電池容量 $I h 2$ は変極点の検出時点から満充電電圧となった時点までの正確な充電容量に対応するものとなる。従って、第 1 電池容量 $I h 1$ と第 2 電池容量 $I h 2$ とを加算すると、リチウムイオン二次電池 1 1 の正確な満充電容量 $I h F b$ となる。

30

【 0 0 5 4 】

このように満充電容量 $I h F b$ を求めた場合、従来技術のようにリチウムイオン二次電池 1 1 の充放電を一旦停止しなくてもよいので、二次電池 1 1 を使用する負荷装置の使い勝手を阻害することは無い。また、二次電池 1 1 の使用経過に伴い満電池容量が劣化で減少した場合でも、上述のように正確に満充電容量 $I h F b$ を求めることが出来る。言い換えれば、二次電池 1 1 の使用経過に伴い劣化した満電池容量を高精度に検知することができる。

40

【 0 0 5 5 】

また、変極点 P が電池容量の 0 側から順に第 1 及び第 2 変極点 $P 1$, $P 2$ と少なくとも 2 つ以上ある場合に、変極点検出部 2 3 で第 1 変極点 $P 1$ が検出された後、電圧検出部 2 2 での電池電圧が満充電電圧とならず、変極点検出部 2 3 で第 2 変極点 $P 2$ が検出された場合、電池容量検出部 2 5 は、第 2 変極点 $P 2$ に対応する電池容量を容量テーブル 2 5 a

50

から検索して第 1 電池容量 I_{h1} とするようにした。

【0056】

この構成によって、一旦第 1 変極点 P_1 が検出され、この際の電池容量が第 1 電池容量 I_{h1} として求められるが、その後、満充電電圧とならない間に第 2 変極点 P_2 が検出されると、この第 2 変極点 P_2 に対応する電池容量が第 1 電池容量 I_{h1} として上書きされる。つまり、変極点 P が複数ある場合は、電池劣化により初期時の満充電容量 I_{hfb} に最も近い側の変極点（第 2 変極点 P_2 ）未満に満充電容量 I_{hfb} が減少してなければ、一旦、電池容量が 0 側の変極点（第 1 変極点 P_1 ）が検出されても、その後、満充電電圧とならない間に第 2 変極点 P_2 が検出されるので、この第 2 変極点 P_2 に対応する電池容量が第 1 電池容量 I_{h1} として用いられる。従って、変極点 P が複数ある場合でも、満充電容量 I_{hfb} を変極点 P の検出を契機にして正確に求めることが出来る。

10

【0057】

また、電池容量が変極点 P_1 よりも小さくなる状態に放電を行う制御手段としての CPU 21 及び充放電制御部 41 を更に備える。

【0058】

この構成によって、CPU 21 及び充放電制御部 41 によって、リチウムイオン二次電池 11 の電池容量が変極点 P_1 よりも小さくなる状態に放電を行ってから、満充電容量 I_{hfb} の検出を行えば、確実に変極点 P_1 を検出することができるので、適正に満充電容量 I_{hfb} の検出を行うことができる。

【0059】

20

また、リチウムイオン二次電池 11 の初期時の満充電容量を予め保持し、電池容量検出手段で検出された満充電容量を、保持された満充電容量で除算した結果に応じて当該リチウムイオン二次電池 11 の電池容量の劣化度を求める劣化算出手段としての電池容量劣化算出部 26 を更に備える。

【0060】

この構成によって、電池容量検出部 25 で検出された現在の満充電容量（例えば 4 Ah）を、予め保持された初期時の満充電容量（例えば 5.5 Ah）で除算する。この除算結果である初期時に対する現在の満充電容量の百分率 73% を算出し、この算出結果の 73% を 100% から減算することにより電池容量劣化度の 27% を算出することができる。従って、リチウムイオン二次電池 11 の劣化度を適正に把握することが可能となる。

30

【0061】

また、リチウムイオン二次電池 11 は、正極にオリビン構造を有するリチウム金属リン酸塩の内の少なくとも 1 つを含むものとしても良い。更に、リチウム金属リン酸塩は、 $LiMPO_4$ であって、 M が Mn 、 Fe 、 Co 、 Ni の少なくとも 1 つであってもよい。これらのリチウムイオン二次電池 11 においても、上記同様の作用効果を得ることが出来る。

【符号の説明】

【0062】

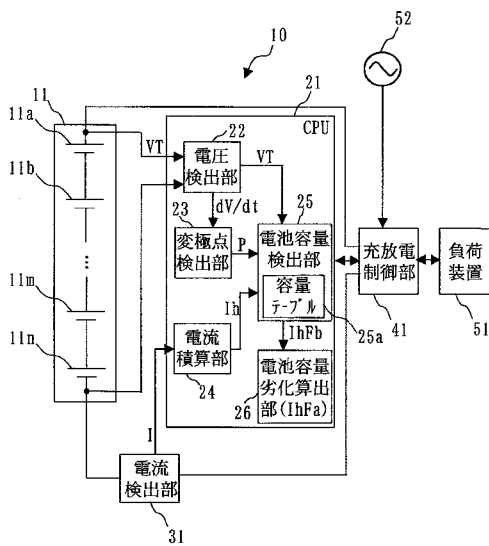
- 10 電池システム
- 11 リチウムイオン二次電池
- 11a ~ 11n セル
- 21 CPU
- 22 電圧検出部
- 23 変極点検出部
- 24 電流積算部
- 25 電池容量検出部
- 25a 容量テーブル
- 26 電池容量劣化算出部
- 41 充放電制御部
- 51 負荷装置

40

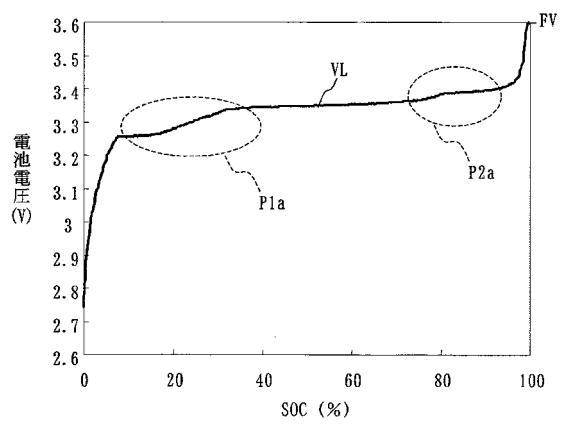
50

5 2 商用電源

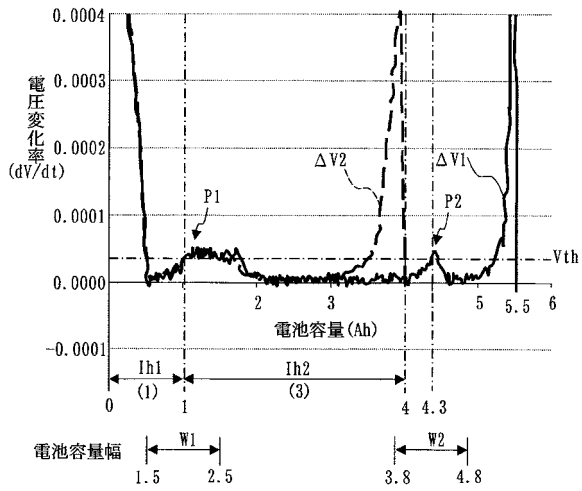
【図 1】



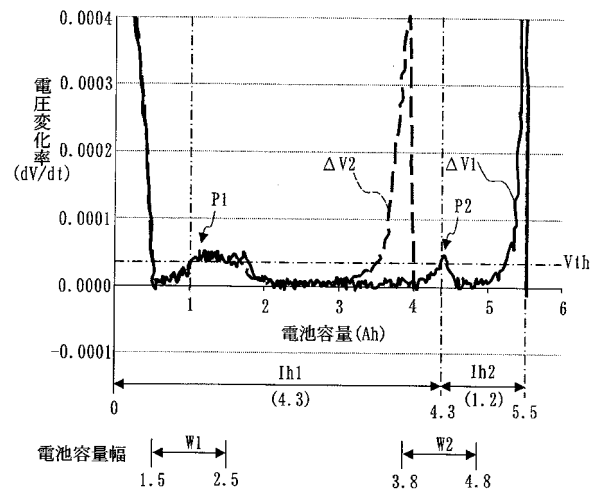
【図 2】



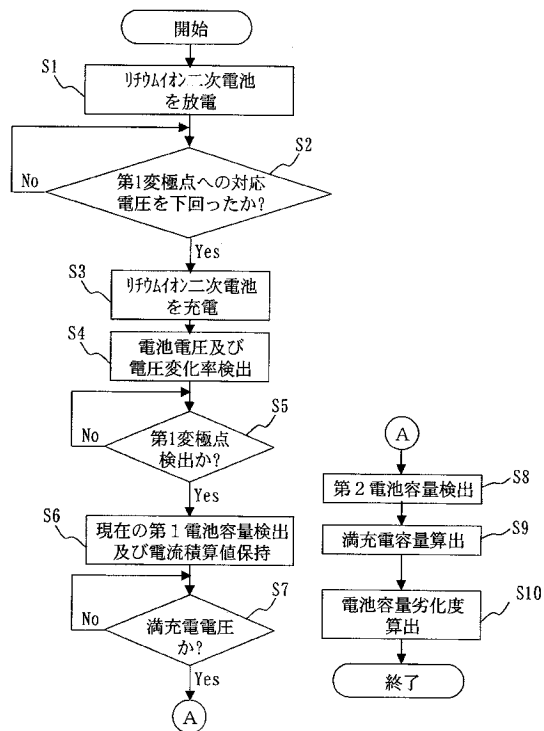
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 M 4/58 1 0 1

F ターム(参考) 2G016 CA03 CB00 CB05 CB22 CB32 CC01 CC03 CC04 CC20 CC27
5G503 BA01 BB02 CA05 CA17 EA05 EA08
5H030 AA10 FF41 FF42 FF43 FF44
5H050 AA19 BA17 CA01 GA28 HA17 HA18 HA19