

(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2016-186487  
(P2016-186487A)

(43) 公開日 平成28年10月27日(2016.10.27)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 R 31/36 (2006.01)	GO 1 R 31/36	A 2G216
HO 1 M 10/48 (2006.01)	HO 1 M 10/48	P 5G503
HO 1 M 4/36 (2006.01)	HO 1 M 4/36	E 5H030
HO 2 J 7/00 (2006.01)	HO 2 J 7/00	Q 5H050
	HO 2 J 7/00	M

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2016-74370 (P2016-74370)  
 (22) 出願日 平成28年4月1日(2016.4.1)  
 (62) 分割の表示 特願2011-550907 (P2011-550907)の分割  
 原出願日 平成23年1月18日(2011.1.18)  
 (31) 優先権主張番号 特願2010-9011 (P2010-9011)  
 (32) 優先日 平成22年1月19日(2010.1.19)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 507151526  
 株式会社GSユアサ  
 京都府京都市南区吉祥院西ノ庄猪之馬場町1番地  
 (74) 代理人 110001036  
 特許業務法人暁合同特許事務所  
 (72) 発明者 中村 将司  
 京都府京都市南区吉祥院西ノ庄猪之馬場町1番地 株式会社GSユアサ内  
 (72) 発明者 長谷川 英史  
 京都府京都市南区吉祥院西ノ庄猪之馬場町1番地 株式会社GSユアサ内  
 Fターム(参考) 2G216 BA02 BA03 BA04 BA21 BA25  
 BA42 CB32 CB34 CB52 CB54  
 CC02

最終頁に続く

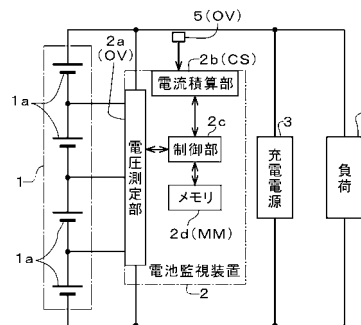
(54) 【発明の名称】 二次電池の充電状態測定装置及び二次電池の充電状態測定方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 二次電池のSOCを精度良く測定できる充電状態測定装置及び測定方法を提供する。

【解決手段】 開路電圧 - 充電状態特性における、二次電池1aの劣化によっても開路電圧と充電状態との関係は変化しないとみなす容量低下推定用開路電圧領域において、複数の開路電圧値間で充電状態が変化する過程における充電電流又は放電電流を積算して積算電流を測定し、その測定結果に基づいて前記基準時点からの電池容量の低下度合いを推定し、推定した電池容量の低下度合いと、予め求められている基準時点からの前記二次電池1aの電池容量の低下度合いと開路電圧 - 充電状態特性との対応関係とに基づいて開路電圧 - 充電状態特性を特定し、特定した開路電圧 - 充電状態特性を適用して、開路電圧の測定結果から充電状態を求める。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

二次電池の開路電圧を測定する開路電圧測定手段と、  
前記二次電池の充電電流又は放電電流を積算する電流積算手段と、  
基準時点からの前記二次電池の電池容量の低下度合いと開路電圧 - 充電状態特性との対応関係及び前記基準時点での電池容量の値又は前記基準時点での電池容量の値に対応する値を記憶している記憶手段と、

基準時点からの二次電池の劣化によっても開路電圧と充電状態との関係は変化しないと見なす容量低下推定用開路電圧領域において、複数の開路電圧値間で充電状態が変化する過程における充電電流又は放電電流の積算電流値を前記電流積算手段に測定させ、前記積算電流値と前記基準時点での電池容量の値又は前記基準時点での電池容量の値に対応する値とを用いて電池容量の低下度合いを推定し、推定した電池容量の低下度合いと前記対応関係とに基づいて開路電圧 - 充電状態特性を特定し、特定した開路電圧 - 充電状態特性を適用して、前記開路電圧測定手段による開路電圧の測定結果から充電状態を求める充電状態演算手段と、  
が備えられた二次電池の充電状態測定装置。

10

**【請求項 2】**

同一の充電状態における前記基準時点と劣化による容量低下後との開路電圧のずれが 10 mV 以下の領域を、前記容量低下推定用開路電圧領域とする請求項 1 記載の二次電池の充電状態測定装置。

20

**【請求項 3】**

同一の充電状態における前記基準時点と劣化による容量低下後との開路電圧のずれが 2 mV 以下の領域を、前記容量低下推定用開路電圧領域とする請求項 1 記載の二次電池の充電状態測定装置。

**【請求項 4】**

開路電圧 - 充電状態特性における充電状態が 100% より小さい開路電圧領域において、前記積算電流値を測定する請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の二次電池の充電状態測定装置。

**【請求項 5】**

開路電圧が 3 . 4 V 以下もしくは 3 . 8 V 以上の領域において、前記積算電流値を測定する請求項 1 記載の二次電池の充電状態測定装置。

30

**【請求項 6】**

前記二次電池は、2 種類以上のリチウム含有金属酸化物を混合してなる正極活物質を有する電池である請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の二次電池の充電状態測定装置。

**【請求項 7】**

前記二次電池は、スピネル構造を有するリチウム含有金属酸化物と層状構造を有するリチウム含有金属酸化物とを混合してなる正極活物質を有する二次電池である請求項 6 記載の二次電池の充電状態測定装置。

**【請求項 8】**

前記充電状態演算手段は、  
前記容量低下推定用開路電圧領域において、前記開路電圧測定手段にて複数の開路電圧値を測定させ、

40

前記開路電圧測定手段にて開路電圧を測定した前記複数の開路電圧値間で充電状態が変化する過程における充電電流又は放電電流の積算電流値を測定させ、

前記複数の開路電圧値と前記積算電流値と前記基準時点での電池容量の値又は前記基準時点での電池容量の値に対応する値とを用いて電池容量の低下度合いを推定する請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の二次電池の充電状態装置。

**【請求項 9】**

二次電池の開路電圧を測定する開路電圧測定装置と、  
前記二次電池の充電電流又は放電電流を積算する電流積算装置と、

50

基準時点からの前記二次電池の電池容量の低下度合いと開路電圧 - 充電状態特性との対応関係及び前記基準時点での電池容量の値又は前記基準時点での電池容量の値に対応する値を記憶している記憶装置と、

基準時点からの二次電池の劣化によっても開路電圧と充電状態との関係は変化しないと見なす容量低下推定用開路電圧領域において、複数の開路電圧値間で充電状態が変化する過程における充電電流又は放電電流の積算電流値を前記電流積算装置に測定させ、前記積算電流値と前記基準時点での電池容量の値又は前記基準時点での電池容量の値に対応する値とを用いて電池容量の低下度合いを推定し、推定した電池容量の低下度合いと前記対応関係とに基づいて開路電圧 - 充電状態特性を特定し、特定した開路電圧 - 充電状態特性を適用して、前記開路電圧測定装置による開路電圧の測定結果から充電状態を求める充電状態演算装置と、  
が備えられた二次電池の充電状態測定装置。

10

【請求項 10】

基準時点からの二次電池の劣化によっても開路電圧と充電状態との関係は変化しないと見なす容量低下推定用開路電圧領域において、複数の開路電圧値間で充電状態が変化する過程における充電電流又は放電電流を積算して積算電流値を測定し、

前記積算電流値と前記基準時点での電池容量の値とを用いて電池容量の低下度合いを推定し、

推定した電池容量の低下度合いと、予め求められている基準時点からの前記二次電池の電池容量の低下度合いと開路電圧 - 充電状態特性との対応関係とに基づいて開路電圧 - 充電状態特性を特定し、

20

特定した開路電圧 - 充電状態特性を適用して、開路電圧の測定結果から充電状態を求める二次電池の充電状態測定方法。

【請求項 11】

同一の充電状態における前記基準時点と劣化による容量低下後との開路電圧のずれが 10 mV 以下の領域を、前記容量低下推定用開路電圧領域とする請求項 10 記載の二次電池の充電状態測定方法。

【請求項 12】

同一の充電状態における前記基準時点と劣化による容量低下後との開路電圧のずれが 2 mV 以下の領域を、前記容量低下推定用開路電圧領域とする請求項 10 記載の二次電池の充電状態測定方法。

30

【請求項 13】

開路電圧 - 充電状態特性における充電状態が 100% より小さい開路電圧領域において、前記積算電流値を測定する請求項 10 ~ 12 のいずれか 1 項に記載の二次電池の充電状態測定方法。

【請求項 14】

開路電圧が 3.4 V 以下もしくは 3.8 V 以上の領域において、前記積算電流値を測定する請求項 10 記載の二次電池の充電状態測定方法。

【請求項 15】

前記二次電池は、2 種類以上のリチウム含有金属酸化物を混合してなる正極活物質を有する電池である請求項 10 ~ 12 のいずれか 1 項に記載の二次電池の充電状態測定方法。

40

【請求項 16】

前記二次電池は、スピネル構造を有するリチウム含有金属酸化物と層状構造を有するリチウム含有金属酸化物とを混合してなる正極活物質を有する二次電池である請求項 15 記載の二次電池の充電状態測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、予め求められている開路電圧 - 充電状態特性に基づいて、二次電池の充電状態を測定する二次電池の充電状態測定装置、及び、二次電池の充電状態測定方法に関する

50

。

【背景技術】

【0002】

かかる二次電池の充電状態測定装置及び充電状態測定方法は、二次電池の充放電制御等に必要となる充電状態（以下、「SOC」とも記す。SOCは、State of Chargeの略記である。）の値を測定するための装置及び方法である。

ここで、SOCは、満充電時の二次電池の残存容量（いわゆる、電池容量）に対する各時点の二次電池の残存容量の比率をいう。

二次電池のSOCを測定するための手法として、一般に、下記特許文献1に記載されているように、開路電圧 - 充電状態特性を利用して、開路電圧（以下、「OCV」とも記す。OCVは、Open circuit voltageの略記である。）の測定値からSOCを求める手法と、二次電池の充放電電流を積算して、その積算値の二次電池の総容量に対する比率として求める手法とがある。

10

【0003】

後者の二次電池の充放電電流を積算する手法では、SOCを求める際の分母となる二次電池の総容量として、通常は二次電池の初期の総容量を使用するため、二次電池が劣化して電池容量が低下すると、求めたSOCが誤差を含んでしまうことになる。

この点、前者の開路電圧 - 充電状態特性（以下、「OCV - SOC特性」とも記す。）を利用する手法では、通常、二次電池が劣化して二次電池の総容量が変化してもOCV - SOC特性自体は変化しないと考えられており、良く利用されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2003 - 68369号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記のOCV - SOC特性を利用して、OCVの測定値から単純にSOCを求める方法では、必ずしも正確にSOCを測定できない場合もあり得ることが判ってきた。

30

本発明は、かかる実情に鑑みてなされたものであって、その目的は、二次電池のSOCを精度良く測定できるようにする点にある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明による二次電池の充電状態測定装置の第1の特徴構成は、二次電池の充電状態測定装置が、二次電池の開路電圧を測定する開路電圧測定手段と、前記二次電池の充電電流又は放電電流を積算する電流積算手段と、基準時点からの前記二次電池の電池容量の低下度合いと開路電圧 - 充電状態特性との対応関係及び前記基準時点での電池容量の値又は前記基準時点での電池容量の値に対応する値を記憶している記憶手段と、基準時点からの二次電池の劣化によっても開路電圧と充電状態との関係は変化しないと見なす容量低下推定用開路電圧領域において、複数の開路電圧値間で充電状態が変化する過程における充電電流又は放電電流の積算電流値を前記電流積算手段に測定させ、前記積算電流値と前記基準時点での電池容量の値又は前記基準時点での電池容量の値に対応する値とを用いて電池容量の低下度合いを推定し、推定した電池容量の低下度合いと前記対応関係とに基づいて開路電圧 - 充電状態特性を特定し、特定した開路電圧 - 充電状態特性を適用して、前記開路電圧測定手段による開路電圧の測定結果から充電状態を求める充電状態演算手段とが備えられて構成されている点にある。

40

【0007】

通常は二次電池の劣化によっても変化しないと考えられているOCV - SOC特性も、二次電池によっては変化してしまう場合もあることが判ってきた。しかもその変化の態様

50

には一定の特徴が存在することが判った。

すなわち、二次電池の劣化によってOCV - SOC特性が全域でばらばらに変化してしまうのではなく、ある領域ではOCV - SOC特性が二次電池の劣化によって変化するが、それ以外の領域では従来の理解通りOCV - SOC特性が二次電池の劣化によっても変化しないのである。この傾向は、正極活物質として、2種類以上のリチウム含有金属酸化物を混合してなる二次電池において顕著である。

【0008】

二次電池のOCV - SOC特性が二次電池の劣化によって変化しても、二次電池の劣化状態に応じてOCV - SOC特性がどのように変化するかを予め把握しておけば、二次電池の劣化状態を検出することで、OCV - SOC特性を利用したSOCの測定は行える。

10

この二次電池の劣化状態の検出に、OCV - SOC特性が二次電池の劣化によっても変化しない領域を利用する。

【0009】

具体的には、OCV - SOC特性が二次電池の劣化によっても変化しない開路電圧領域において、複数の開路電圧値間で充電状態が変化する過程で充電電流又は放電電流を積算して積算電流を測定する。

この開路電圧領域では、開路電圧と充電状態との関係が二次電池の劣化状態に拘わらず一意に決まるので、上記の積算電流が充電状態の変化分に相当することになり、実質的にはその測定時点の電池容量を求めたことになっている。

それを基準時点のものと比較することで、基準時点からの電池容量の低下度合いを推定できる。

20

尚、この基準時点としては、二次電池を製造したときの初期とすることが好適であるが、ユーザ側で実際に二次電池の使用を開始した時点等を適宜に基準時点として設定できるものである。

【0010】

電池容量の低下度合いとOCV - SOC特性との対応関係を予め求めておくことで、推定した電池容量の低下度合いから適切なOCV - SOC特性を特定できる。

基準時点からの電池容量の低下度合いは二次電池の劣化の程度に対応するので、上記のようにして特定したOCV - SOC特性を使用して、開路電圧の測定結果から充電状態を求めれば、二次電池の劣化によるOCV - SOC特性の変化も考慮に入れた状態で充電状態を測定できることになる。

30

【0011】

ここに、同一の充電状態における前記基準時点と劣化による容量低下後との開路電圧のずれが10mV以下の領域を、前記容量低下推定用開路電圧領域とすることが好ましい。

また、同一の充電状態における前記基準時点と劣化による容量低下後との開路電圧のずれが2mV以下の領域を、前記容量低下推定用開路電圧領域とすることが好ましい。

さらに、開路電圧 - 充電状態特性における充電状態が100%より小さい開路電圧領域において、前記積算電流値を測定することが好ましい。

開路電圧が3.4V以下もしくは3.8V以上の領域において、前記積算電流値を測定することが好ましい。

40

【0012】

前記二次電池は、2種類以上のリチウム含有金属酸化物を混合してなる正極活物質を有する電池であることが好ましく、スピネル構造を有するリチウム含有金属酸化物と層状構造を有するリチウム含有金属酸化物とを混合してなる正極活物質を有する二次電池であることがより好ましい。

【0013】

前記充電状態演算手段は、前記容量低下推定用開路電圧領域において、前記開路電圧測定手段にて複数の開路電圧値を測定させ、前記開路電圧測定手段にて開路電圧を測定した前記複数の開路電圧値間で充電状態が変化する過程における充電電流又は放電電流の積算電流値を測定させ、前記複数の開路電圧値と前記積算電流値と前記基準時点での電池容量

50

の値又は前記基準時点での電池容量の値に対応する値とを用いて電池容量の低下度合いを推定することが好ましい。

【0014】

本発明による二次電池の充電状態測定装置の第2の特徴構成は、二次電池の開路電圧を測定する開路電圧測定装置と、前記二次電池の充電電流又は放電電流を積算する電流積算装置と、基準時点からの前記二次電池の電池容量の低下度合いと開路電圧 - 充電状態特性との対応関係及び前記基準時点での電池容量の値又は前記基準時点での電池容量の値に対応する値を記憶している記憶装置と、基準時点からの二次電池の劣化によっても開路電圧と充電状態との関係は変化しないと見なす容量低下推定用開路電圧領域において、複数の開路電圧値間で充電状態が変化する過程における充電電流又は放電電流の積算電流値を前記電流積算装置に測定させ、前記積算電流値と前記基準時点での電池容量の値又は前記基準時点での電池容量の値に対応する値とを用いて電池容量の低下度合いを推定し、推定した電池容量の低下度合いと前記対応関係とに基づいて開路電圧 - 充電状態特性を特定し、特定した開路電圧 - 充電状態特性を適用して、前記開路電圧測定装置による開路電圧の測定結果から充電状態を求める充電状態演算装置と、が備えられた点にある。

10

【0015】

本発明による二次電池の充電状態測定方法の特徴構成は、基準時点からの二次電池の劣化によっても開路電圧と充電状態との関係は変化しないと見なす容量低下推定用開路電圧領域において、複数の開路電圧値間で充電状態が変化する過程における充電電流又は放電電流を積算して積算電流値を測定し、前記積算電流値と前記基準時点での電池容量の値とを用いて電池容量の低下度合いを推定し、推定した電池容量の低下度合いと、予め求められている基準時点からの前記二次電池の電池容量の低下度合いと開路電圧 - 充電状態特性との対応関係とに基づいて開路電圧 - 充電状態特性を特定し、特定した開路電圧 - 充電状態特性を適用して、開路電圧の測定結果から充電状態を求める点にある。

20

【0016】

すなわち、上記の充電状態測定装置の第1の特徴構成について説明したように、OCV - SOC特性が二次電池の劣化によっても変化しない開路電圧領域において、複数の開路電圧値間で充電状態が変化する過程で充電電流又は放電電流を積算して積算電流を測定する。

この積算電流が充電状態の変化分に相当することになり、実質的にその測定時点の電池容量を求めたことになっているので、それを基準時点のものと比較することで、基準時点からの電池容量の低下度合いを推定する。

30

【0017】

予め求められている電池容量の低下度合いとOCV - SOC特性との対応関係を利用して、推定した電池容量の低下度合いから適切なOCV - SOC特性を特定できる。

基準時点からの電池容量の低下度合いは二次電池の劣化の程度に対応するので、上記のようにして特定したOCV - SOC特性を使用して、開路電圧の測定結果から充電状態を求めれば、二次電池の劣化によるOCV - SOC特性の変化も考慮に入れた状態で充電状態を測定できることになる。

【0018】

ここに、同一の充電状態における前記基準時点と劣化による容量低下後との開路電圧のずれが10mV以下の領域を、前記容量低下推定用開路電圧領域とすることが好ましい。

また、同一の充電状態における前記基準時点と劣化による容量低下後との開路電圧のずれが2mV以下の領域を、前記容量低下推定用開路電圧領域とすることが好ましい。

さらに、開路電圧 - 充電状態特性における充電状態が100%より小さい開路電圧領域において、前記積算電流値を測定することが好ましい。

開路電圧が3.4V以下もしくは3.8V以上の領域において、前記積算電流値を測定することがさらに好ましい。

【0019】

前記二次電池は、2種類以上のリチウム含有金属酸化物を混合してなる正極活物質を有

40

50

する電池であることが好ましく、前記二次電池は、スピネル構造を有するリチウム含有金属酸化物と層状構造を有するリチウム含有金属酸化物とを混合してなる正極活物質を有する二次電池であることがより好ましい。

【発明の効果】

【0020】

本発明による二次電池の充電状態測定装置及び装置によれば、OCV - SOC特性に基づいてSOCを測定するのを基本としながら、二次電池の劣化状態も考慮に入れたOCV - SOC特性を利用するので、二次電池のSOCを精度良く測定することができようになった。

【図面の簡単な説明】

10

【0021】

【図1】図1は本発明の実施の形態にかかる全体構成を示すブロック図である。

【図2】図2はOCV - SOC特性の変化を示す説明図である。

【図3】図3は二次電池の容量低下を説明する特性図である。

【図4】図4は本発明の実施の形態にかかるフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

本実施の形態の二次電池の充電状態測定装置は、図1に概略的に示すように、組電池1を構成する各単電池1aを監視する電池監視装置2内の一機能として備えられており、換言すると、電池監視装置2自体が充電状態測定装置として機能している。

20

本実施の形態では、上記各単電池1aが二次電池である。

【0023】

より具体的には、各単電池1aは、リチウムイオン電池、特に、正極活物質として2種類以上のリチウム含有金属酸化物を用いたリチウムイオン電池を例示して説明する。

尚、上記のリチウム含有金属酸化物としては、例えば、Co, MnあるいはNi等の各元素を1種類又は2種類以上含むものがある。

【0024】

結晶構造で言うと、例えば、正極活物質としてスピネル構造を有するリチウム含有金属酸化物と層状構造を有するリチウム含有金属酸化物とを混合してなるものを用いても良い。層状構造を有する代表的なリチウム含有金属酸化物としては、コバルト系のLiCoO<sub>2</sub>、ニッケル系のLiNiO<sub>2</sub>、あるいは、Li-Co-Ni-Mn系酸化物(いわゆる三成分系)がある。又、スピネル構造を有する代表的なリチウム含有金属酸化物としては、LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>がある。

30

【0025】

本実施の形態では、組電池1に対して充電電源3にて充電すると共に、それらと並列に接続されている負荷4に対して、組電池1あるいは充電電源3から電力を供給する場合を例示して説明する。

電池監視装置2には、A/Dコンバータ等を備えて各単電池1aの電圧(セル電圧)を測定する電圧測定部2aと、組電池1からの放電電流及び組電池1への充電電流を検出する電流センサ5の検出情報に基づいて上記放電電流及び充電電流を測定して積算する電流積算手段CSである電流積算部2bと、電池監視装置2の動作を制御する制御部2cと、各単電池1aの充電状態を測定するために必要となる各種のデータを記憶保持する記憶手段MMであるメモリ2d等が備えられている。

40

電池監視装置2は、充電状態測定装置としての機能によって得た充電状態(SOC)のデータをもとに、組電池1が適正に動作しているかを監視し、必要に応じて充電電源3へ各種の制御信号を送る。

【0026】

電池監視装置2は、開路電圧 - 充電状態特性(以下、単に「OCV - SOC特性」とも記す。)を用いて、各単電池1aの開路電圧の測定値から充電状態を測定するのを基本と

50

する。

但し、本実施の形態のリチウムイオン電池では、OCV - SOC特性が不変ではなく、単電池1aの劣化の程度によって変動してしまうことを確認している。

【0027】

この単電池1aの劣化によるOCV - SOC特性の変化について更に詳細に説明する。

図2に、本実施の形態のリチウムイオン電池のOCV - SOC特性の一例を示す。図2のOCV - SOC特性は、1つの単電池1aについての特性を示すもので、図2中では、4段階に強制劣化試験（加速劣化試験）を行い、各段階でのOCV - SOC特性を、初期（電池の製造当初）のデータと併せて記載している。尚、図2で示す例では、開路電圧が4.1Vのときを、満充電としている。

10

【0028】

図2中で、符号「A」で示すデータは初期のOCV - SOC特性であり、符号「B」～符号「E」で示すデータは、夫々、300回、700回、1000回及び1500回の充放電サイクルで強制的に劣化させたときのOCV - SOC特性を示している。

図2から特徴的に把握できることは、OCV - SOC特性は単電池1aの劣化によって変化していること、及び、そのOCV - SOC特性の変化は、OCV - SOC特性の全域に亘って変化しているのではなく、図2中で「 」で示す劣化の程度が異なってもOCV - SOC特性にほとんど変化がない領域と、図2中で「 」で示す単電池1aの劣化の程度によってOCV - SOC特性が変化する領域とが存在することである。

20

【0029】

次に、上記の強制劣化試験を行って、単電池1aの電池容量がどのように変化するかを測定した結果を図3に示す。図3では、縦軸に「開路電圧」をとり、横軸に「放電容量」をとって、満充電の状態から縦軸の「開路電圧」に低下するまでに、どれだけの電気量を放電できたかを横軸で示している。

図3では、符号「A'」で示すデータは初期のデータであり、符号「B'」～符号「E'」で示すデータは、夫々、300回、700回、1000回及び1500回の充放電サイクルで強制的に劣化させたときのデータを示している。

図3からは、単電池1aの劣化の程度に依存して、電池容量が低下した様子が理解できる。

【0030】

30

以上から、電池監視装置2は、基準時点からの電池容量の低下の度合いを求めることによって、単電池1aの劣化の程度を推定し、その劣化の程度に応じたOCV - SOC特性を特定して、その特定したOCV - SOC特性を利用して「開路電圧」の測定値から「充電状態」を得る。本実施の形態では、この「基準時点」として、上述のように「初期」すなわち組電池1の製造当初を設定しているが、各種のデータの基準時点が統一されてさえいれば任意の時点を「基準時点」を設定できる。

【0031】

上記の初期（基準時点）からの電池容量の低下の度合いを得るために、組電池1の使用開始後の適宜のタイミングでの電池容量を求める。

このために、図2に示すOCV - SOC特性における「 」の領域に対応する開路電圧領域を利用する。

40

この「 」で示す領域は、単電池1aの劣化によってもOCV - SOC特性が変化しないとみなす領域であり、単電池1aの劣化の状態に拘わらず、「開路電圧」の測定値の変化から一義的に「充電状態」の変化を特定できる。

従って、複数の「開路電圧」間で充電状態が変化する過程における組電池1への充電電流又は組電池1からの放電電流を積算して積算電流を測定することで、「開路電圧」の測定値の変化に対応する「充電状態」の変化がどれだけの電気量（積算電流値）に相当するかがわかり、その時点の電池容量が得られる。尚、本実施の形態では、上記複数の「開路電圧」として、処理の簡素化のために2点の「開路電圧」を使用する。

上記のようにして得られた電池容量を初期（基準時点）の電池容量と対比して初期から

50



の電池容量の低下度合いを推定することで、単電池 1 a の劣化の度合いが把握でき、その劣化の度合い（実際には、初期からの電池容量の低下度合い）に対応して予め設定されている OCV - SOC 特性を、充電状態の測定のために利用する。

すなわち、上記「 」で示す領域を、容量低下推定用開路電圧領域としている。

厳密には、上記「 」で示す領域は、同一の充電状態における前記基準時点と劣化による容量低下後との開路電圧のずれが最大で 30 mV 程度であり、30 mV 以下の領域を前記容量低下推定用開路電圧領域としている。

同一の充電状態における前記基準時点と劣化による容量低下後との開路電圧のずれが 10 mV 以下の領域を、前記容量低下推定用開路電圧領域とすれば、充電状態の検出精度を更に向上させることができ、同一の充電状態における前記基準時点と劣化による容量低下後との開路電圧のずれが 2 mV 以下の領域を、前記容量低下推定用開路電圧領域とすれば、より一層充電状態の検出精度を向上させることができる。

#### 【0032】

この一連の処理のために、初期（基準時点）の電池容量の値がメモリ 2 d に記憶保持され、更に、初期（基準時点）からの電池容量の低下度合いと OCV - SOC 特性との対応関係が予め求められ、メモリ 2 d に記憶保持されている。

この初期（基準時点）からの電池容量の低下度合いと OCV - SOC 特性との対応関係は、図 2 に示すような強制劣化試験で OCV - SOC 特性を求めると共に、各劣化段階での電池容量を測定し、初期（基準時点）からの電池容量の低下度合いを例えば「初期の電池容量」 - 「劣化後の電池容量」で表現し、それと OCV - SOC 特性との対応関係をメモリ 2 d 上でデータテーブル化しておく。

#### 【0033】

上記の処理を数式を利用して説明する。

組電池 1 を運用中のある時点で、開路電圧： $V_p$  が得られると（図 2 参照）、その時点で使用している OCV - SOC 特性から充電状態： $S_p$  を求めて、それと同時に組電池 1 への充電電流又は組電池 1 からの放電電流の積算を開始する。充電電流と放電電流とが混在する状況では、両者間で正負の符号を異ならせて積算する。

この充電電流又は放電電流の積算動作を継続しながら、次ぎに、開路電圧： $V_q$  が得られたときに（図 2 参照）、その時点で使用している OCV - SOC 特性から充電状態： $S_q$  を求めると同時に、充電電流又は放電電流の積算を停止して積算電流値： $C_i$  を得る。

#### 【0034】

この  $V_q - V_p$  間の充電状態の差： $S_q - S_p$  (%) が、この間の積算電流値： $C_i$  に相当するので、この時点の電池容量： $C_{rt}$  は、 $C_{rt} = C_i * 100 / (S_q - S_p)$  (\* は、積を意味する演算子) で求まる。

初期の電池容量： $C_{ini}$  は既知であり、初期からの電池容量の低下度合いを、例えば、 $C_{ini} - C_{rt}$  として特定する。

電池容量の低下度合いに応じた OCV - SOC 特性を予め求めておくことで、それらの OCV - SOC 特性の中から、上記のようにして測定した電池容量の低下度合いに対応する OCV - SOC 特性を選択し、それを充電状態の測定に用いる。

#### 【0035】

次ぎに、電池監視装置 2 の制御部 2 c による処理を図 4 のフローチャートを用いて説明する。

電池監視装置 2 は、上述のように、測定した「開路電圧 (OCV)」に基づいて OCV - SOC 特性から「充電状態 (SOC)」を求めるのを基本動作とし、充電状態演算手段として機能する。

但し、1 つの OCV - SOC 特性を永続的に使用するのではなく、単電池 1 a の劣化状態に応じて、使用する OCV - SOC 特性を変更する。

図 4 に示す「テーブル更新処理」は、上記の電池容量の低下度合いを測定して、その時点で使用すべき OCV - SOC 特性を特定する処理である。

図 4 の処理は、高速に常時実行されており、電池監視装置 2 における他の処理部におい

10

20

30

40

50

て「更新実行フラグ」を適宜のタイミングで「1」にセットすると、実質的に処理を開始する（ステップ#1）。

先ず、電流センサ5の検出情報に基づいて、組電池1に流れる電流がほぼ「0」になっているか否かを確認して（ステップ#2）、ほぼ「0」になっていれば開路状態になっているものと見なして、この時点での電圧測定部2aによる各単電池1aの測定電圧を「開路電圧」として扱う（ステップ#3）。従って、電圧測定部2a及び電流センサ5は各単電池1aの開路電圧を測定する開路電圧測定手段OVとして機能する。

#### 【0036】

次ぎに、測定した電圧が、電池容量の低下度合いの測定に利用できる電圧範囲にあるか否かを確認する（ステップ#4）。

具体的には、図2のOCV-SOC特性において、「 $\square$ 」領域に対応する「開路電圧」の電圧範囲が、電池容量の低下度合いの測定に利用できる開路電圧領域（前記容量低下推定用開路電圧領域）であり、その範囲内にあるか否かを確認する。具体的な開路電圧値というと、開路電圧が3.4V以下の領域と3.8V以上の領域である。

上記範囲内（開路電圧が3.4V以下もしくは3.8V以上の領域）に入っていれば、「更新中フラグ」が「1」か否かを確認する（ステップ#5）。本実施の形態では、上述のように、2個の「開路電圧」間での電流積算値とSOC差とから電池容量を求めるので、「開路電圧」を未だ測定していない状態を「更新中フラグ」=0、1個目の「開路電圧」を測定した状態を「更新中フラグ」=1として、管理している。

#### 【0037】

「更新中フラグ」=0の状態であったとすると、ステップ#3で測定した「開路電圧」とその時点で使用しているOCV-SOC特性から、その時点での充電状態（SOC）を求めてメモリ2dに記憶する（ステップ#6）。例えば、図2において、測定した「開路電圧」が $V_p$ であれば、充電状態： $S_p$ をメモリ2dに記憶する。

その後、電流積算部2bに対して、電流センサ5の検出情報によって組電池1からの放電電流と組電池1への充電電流を積算する処理を開始させ（ステップ#7）、「更新中フラグ」を「1」にセットする。尚、電流積算部2bは、放電電流と充電電流とを符号を考慮して（符号を異ならせて）積算する。

#### 【0038】

この状態で、次ぎに、組電池1に流れる電流がほぼ「0」になったときに（ステップ#2）、上記と同様に「開路電圧」を測定して、その測定電圧（仮に、 $V_q$ であったものとする）が上述の所定の電圧範囲内にあるか否かを確認する（ステップ#3、#4）。

ここでは、「更新中フラグ」=1になっているので（ステップ#5）、前回の「開路電圧」の測定値 $V_p$ と今回の「開路電圧」の測定値 $V_q$ との差が設定値以上となっているか否かを確認する（ステップ#9）。すなわち、 $V_p$ と $V_q$ とがあまりに近い電圧値であると、充電状態の差を求めても精度良く電池容量に換算できないため、ある程度の電圧差を必要とする。上記の設定値は、求める電池容量の精度との関係で適切な値を設定すれば良い。

#### 【0039】

$V_q$ と $V_p$ との差が設定値以上であれば（ステップ#9）、「開路電圧」 $V_q$ とその時点で使用しているOCV-SOC特性から、その時点での充電状態（すなわち $S_q$ ）を求めてメモリ2dに記憶し（ステップ#10）、電流積算部2bに対して電流の積算動作を停止させる（ステップ#11）。

次ぎに、電流積算部2bから電流積算値： $C_i$ を取得して、電池容量の低下度合いを求める（ステップ#12）。

具体的には、上述のように、 $C_{rt} = C_i * 100 / (S_q - S_p)$ の関係式で、その時点の電池容量： $C_{rt}$ を求め、メモリ2dに記憶している初期の電池容量： $C_{ini}$ との差（ $C_{ini} - C_{rt}$ ）を、電池容量の低下度合いとして求める。

このように、SOCが100%より小さい開路電圧領域において、積算電流値を測定することで、満充電になるのを待たずに測定でき、測定機会が確保し易い。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 0 】

そして、求めた電池容量の低下度合いに対応するOCV - SOC特性をメモリ2dの上記データテーブルから選び出し、その選び出したOCV - SOC特性によってその時点で使用しているOCV - SOC特性を更新する(ステップ#13)。

これで一連の処理が終了したので、「更新中フラグ」及び「更新実行フラグ」を「0」にリセットする(ステップ#14, #15)。

これ以降は、ステップ#13で更新されたOCV - SOC特性を利用して「開路電圧」の測定値から充電状態を求める。

## 【 0 0 4 1 】

〔別実施形態〕

以下、本発明の別実施形態を列記する。

(1) 上記実施の形態では、電流センサ5の検出情報に基づいて、「開路電圧」として測定できる程度に電流がほぼ「0」になるのを待つ場合を例示して説明しているが、スイッチ装置等で組電池1と充電電源3との間の回路接続を遮断して、強制的に「開路電圧」を測定するようにしても良い。

このようにして「開路電圧」を測定する場合は、適宜のタイミングで「開路電圧」を測定することで、測定時点の電池容量を求めるための「開路電圧」(上記実施の形態における $V_p$ ,  $V_q$ )を固定的に予め設定しておくこともできる。

## 【 0 0 4 2 】

測定時点の電池容量を求めるための「開路電圧」 $V_p$ ,  $V_q$ を固定的に設定すると、上記実施の形態のように、充電状態の差( $S_q - S_p$ )から電池容量: $C_{rt}$ を求める必要は必ずしもない。

「開路電圧」 $V_p$ ,  $V_q$ 間に対応する充電状態の差( $S_q - S_p$ )も固定的に設定されるので、この間の積算電流量で電池容量を代表させることができる。

上記実施の形態における「初期(基準時点)の電池容量: $C_{ini}$ 」の代わりに、「初期(基準時点)での電池容量に対応する値」として、初期の充電状態 $S_p$ と充電状態 $S_q$ との間の積算電流量をメモリ2dに記憶保持しておき、上記実施の形態における $C_i$ との直接比較で初期からの電池容量の低下度合いを求めるのである。

この場合、初期(基準時点)からの電池容量の低下度合いとOCV - SOC特性との対応関係を記憶するメモリ2dのデータテーブルの内容も、充電状態 $S_p$ と充電状態 $S_q$ との間の積算電流量を基礎としたデータ内容となる。

## 【 0 0 4 3 】

(2) 上記実施の形態では、組電池1を充電電源3及び負荷4と接続した状態で、充電状態を測定する場合を例示しているため、組電池1への充電電流及び組電池1からの放電電流の双方を、正負の符号を異ならせて積算しているが、組電池1を負荷4にのみ接続して放電状態でのみ使用するケースであれば、放電電流だけを積算すれば良いし、逆に、組電池1を充電電源3にのみ接続して充電状態でのみ使用するケースであれば、充電電流だけを積算すれば良い。

(3) 上記実施の形態では、電池容量の低下度合いを評価するものとして、初期の電池容量と測定時点の電池容量との差( $C_{ini} - C_{rt}$ )を用いているが、電池容量の低下度合いを両者の比( $C_{rt} / C_{ini}$ )で評価する等、評価値の具体的な演算手法は種々に変更可能である。

## 【 0 0 4 4 】

(4) 上記実施の形態では、予め求めた電池容量の低下度合いとOCV - SOC特性との対応関係をデータテーブルに記憶保持する場合を例示しているが、例えば、図2に「」で示す領域において、SOCの値に対応するOCVの値が、電池容量の低下度合いの変化に伴ってどのように変化するかをSOC値毎に関数近似して求めておき、得られた電池容量の低下度合いから、各SOC値に対応するOCV値を上記関数によって求めることで、使用するOCV - SOC特性を構成するようにしても良い。

(5) 上記実施の形態では、得られた電池容量の低下度合いから、それに対応するOCV

10

20

30

40

50

- SOC特性を選んで、充電状態の測定に用いるOCV - SOC特性を更新する場合を例示しているが、OCV - SOC特性の全体を更新するのではなく、OCV - SOC特性が変化する図2の「 $\alpha$ 」で示す領域のデータのみを更新するように構成しても良い。

【0045】

(6) 上記実施の形態では、二次電池として組電池1を構成する単電池1aを例示しているが、組電池ではなく単電池だけで使用する場合にも本発明を適用できる。

(7) 上記実施の形態では、VpとVqとの2つの開路電圧間で充電状態が変化する過程における充電電流及び放電電流の積算電流を測定する場合を例示しているが、3つ以上の開路電圧間で充電状態が変化する過程における充電電流等の積算電流を測定するようにしても良い。

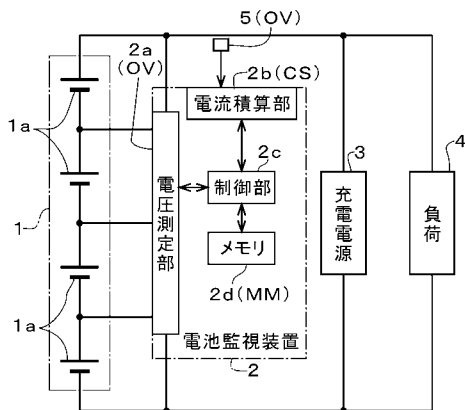
この場合、積算電流値と充電状態とをグラフにプロットし、最小二乗法等によって検出誤差を極力小さくして、充電状態と積算電流値との対応関係を特定することができる。

【符号の説明】

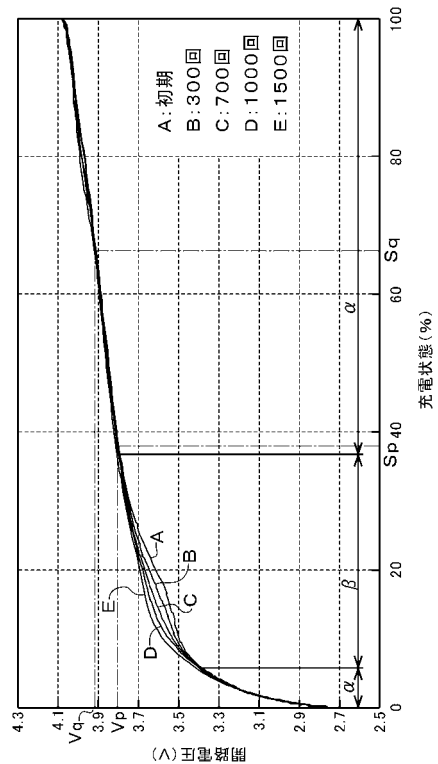
【0046】

- 1 a 二次電池
- C S 電流積算手段
- M M 記憶手段
- O V 開路電圧測定手段

【図1】

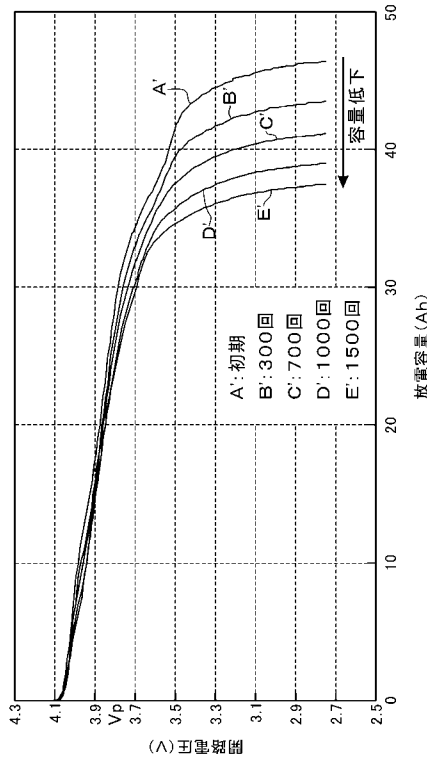


【図2】

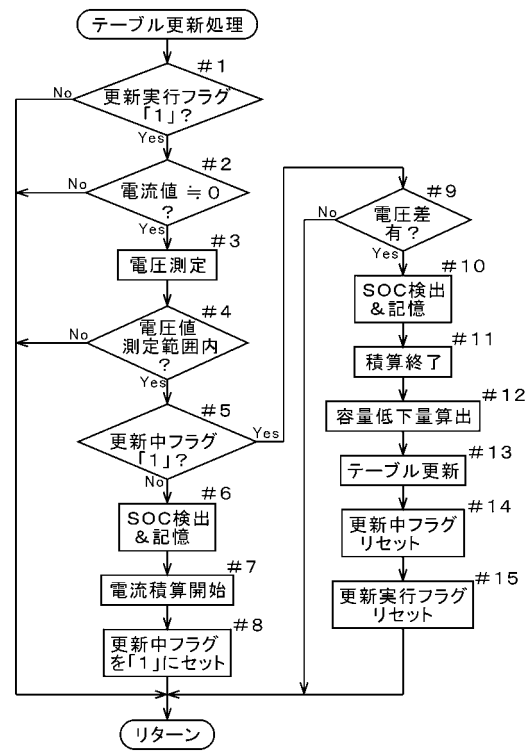


(入)五電機

【 図 3 】



【 図 4 】



【 手続補正書 】

【 提出日 】平成28年5月25日 (2016.5.25)

【 手続補正 1 】

【 補正対象書類名 】特許請求の範囲

【 補正対象項目名 】全文

【 補正方法 】変更

【 補正の内容 】

【 特許請求の範囲 】

【 請求項 1 】

二次電池の開路電圧 - 充電状態特性において、前記二次電池の劣化に伴うその特性の変化が相対的に大きい変化領域と相対的に小さい非変化領域とを備える二次電池の充電状態測定装置において、

前記二次電池の開路電圧を測定する開路電圧測定手段と、

前記開路電圧測定手段により測定された開路電圧に基づいて前記二次電池の充電状態を求める充電状態演算手段とを備え、

前記充電状態演算手段は、前記開路電圧測定手段によって測定された前記開路電圧に基づき前記二次電池の状態が前記非変化領域にあることを判断すると共に、前記非変化領域で測定された開路電圧を用いて前記開路電圧 - 充電状態特性から充電状態を求めるように構成されている二次電池の充電状態測定装置。

【 請求項 2 】

前記二次電池の充電電流又は放電電流の積算電流値を測定する電流積算手段をさらに備え、

前記充電状態演算手段は、前記電流積算手段により測定された前記非変化領域での積算電流値と基準時点での電池容量値またはそれに対応する値に基づいて前記二次電池の電池容量の低下度合いを推定し、推定した低下度合いに対応した開路電圧 - 充電状態特性に基

づいて前記開路電圧測定手段により測定された開路電圧に対応する充電状態を求めるように構成されている請求項1記載の二次電池の充電状態測定装置。

【請求項3】

前記電流積算手段により測定された前記非変化領域での積算電流値は、前記非変化領域での異なる開路電圧値の間で充電状態が変化する過程で測定された充電電流又は放電電流の積算電流値である請求項2記載の二次電池の充電状態測定装置。

【請求項4】

前記二次電池の前記基準時点での電池容量値、及び、前記基準時点からの電池容量の低下度合いに対応した複数の開路電圧 - 充電状態特性を記憶する記憶手段をさらに備え、前記充電状態演算手段は、前記記憶手段に記憶された複数の開路電圧 - 充電状態特性のうち、前記推定した低下度合いに対応する開路電圧 - 充電状態特性に基づいて、前記開路電圧測定手段により測定された開路電圧に対応する充電状態を求めるように構成されている請求項2または3記載の二次電池の充電状態測定装置。

【請求項5】

前記非変化領域は、開路電圧が3.4V以下及び/または3.8V以上の領域である請求項1から4の何れかに記載の二次電池の充電状態測定装置。

【請求項6】

前記二次電池は、2種類以上のリチウム含有金属酸化物を混合してなる正極活物質を有する電池である請求項1から5の何れかに記載の二次電池の充電状態測定装置。

【請求項7】

前記二次電池は、スピネル構造を有するリチウム含有金属酸化物と層状構造を有するリチウム含有金属酸化物とを混合してなる正極活物質を有する二次電池である請求項6記載の二次電池の充電状態測定装置。

【請求項8】

二次電池の開路電圧 - 充電状態特性において、二次電池の劣化に伴うその特性の変化が相対的に大きい変化領域と相対的に小さい非変化領域とを備える二次電池の充電状態測定方法であって、

前記二次電池の開路電圧を測定する開路電圧測定ステップと、

前記開路電圧測定ステップにより測定された開路電圧に基づいて前記二次電池の充電状態を求める充電状態演算ステップと、を実行し、

前記充電状態演算ステップでは、前記開路電圧測定ステップによって測定された前記開路電圧に基づき前記二次電池の状態が前記非変化領域にあることを判断すると共に、前記非変化領域で測定された開路電圧を用いて前記開路電圧 - 充電状態特性から充電状態を求めるように構成されている二次電池の充電状態測定方法。

【請求項9】

前記充電状態演算ステップでは、前記二次電池が前記非変化領域にあるときの積算電流値と基準時点での電池容量値またはそれに対応する値に基づいて前記二次電池の電池容量の低下度合いを推定し、推定した低下度合いに対応した開路電圧 - 充電状態特性に基づいて前記開路電圧測定ステップによって測定された前記開路電圧に対応する充電状態を求めるように構成されている請求項8記載の二次電池の充電状態測定方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、予め求められている開路電圧 - 充電状態特性に基づいて、二次電池の充電状態を測定する二次電池の充電状態測定装置、及び、二次電池の充電状態測定方法に関する

。

【背景技術】

【0002】

かかる二次電池の充電状態測定装置及び充電状態測定方法は、二次電池の充放電制御等に必要となる充電状態（以下、「SOC」とも記す。SOCは、State of Chargeの略記である。）の値を測定するための装置及び方法である。

ここで、SOCは、満充電時の二次電池の残存容量（いわゆる、電池容量）に対する各時点の二次電池の残存容量の比率をいう。

二次電池のSOCを測定するための手法として、一般に、下記特許文献1に記載されているように、開路電圧 - 充電状態特性を利用して、開路電圧（以下、「OCV」とも記す。OCVは、Open circuit voltageの略記である。）の測定値からSOCを求める手法と、二次電池の充放電電流を積算して、その積算値の二次電池の総容量に対する比率として求める手法とがある。

【0003】

後者の二次電池の充放電電流を積算する手法では、SOCを求める際の分母となる二次電池の総容量として、通常は二次電池の初期の総容量を使用するため、二次電池が劣化して電池容量が低下すると、求めたSOCが誤差を含んでしまうことになる。

この点、前者の開路電圧 - 充電状態特性（以下、「OCV - SOC特性」とも記す。）を利用する手法では、通常、二次電池が劣化して二次電池の総容量が変化してもOCV - SOC特性自体は変化しないと考えられており、良く利用されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2003 - 68369号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記のOCV - SOC特性を利用して、OCVの測定値から単純にSOCを求める方法では、必ずしも正確にSOCを測定できない場合もあり得ることが判ってきた。

本発明は、かかる実情に鑑みてなされたものであって、その目的は、二次電池のSOCを精度良く測定できるようにする点にある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明による二次電池の充電状態測定装置の第1の特徴構成は、二次電池の開路電圧 - 充電状態特性において、前記二次電池の劣化に伴うその特性の変化が相対的に大きい変化領域と相対的に小さい非変化領域とを備える二次電池の充電状態測定装置において、前記二次電池の開路電圧を測定する開路電圧測定手段と、前記開路電圧測定手段により測定された開路電圧に基づいて前記二次電池の充電状態を求める充電状態演算手段とを備え、前記充電状態演算手段は、前記開路電圧測定手段によって測定された前記開路電圧に基づき前記二次電池の状態が前記非変化領域にあることを判断すると共に、前記非変化領域で測定された開路電圧を用いて前記開路電圧 - 充電状態特性から充電状態を求めるように構成されている点にある。

【0007】

通常は二次電池の劣化によっても変化しないと考えられているOCV - SOC特性も、二次電池によっては変化してしまう場合もあることが判ってきた。しかもその変化の態様には一定の特徴が存在することが判った。

すなわち、二次電池の劣化によってOCV - SOC特性が全域でばらばらに変化してしまうのではなく、ある領域ではOCV - SOC特性が二次電池の劣化によって変化するが、それ以外の領域では従来の理解通りOCV - SOC特性が二次電池の劣化によっても変

化しないのである。この傾向は、正極活物質として、2種類以上のリチウム含有金属酸化物を混合してなる二次電池において顕著である。

【0008】

二次電池のOCV-SOC特性が二次電池の劣化によって変化しても、二次電池の劣化状態に応じてOCV-SOC特性がどのように変化するかを予め把握しておけば、二次電池の劣化状態を検出することで、OCV-SOC特性を利用したSOCの測定は行える。

この二次電池の劣化状態の検出に、OCV-SOC特性が二次電池の劣化によっても変化しない領域即ち非変化領域を利用し、当該非変化領域で測定された開路電圧に基づいて充電状態を求めるとする。

【0009】

本発明の二次電池の充電状態測定装置において、前記二次電池の充電電流又は放電電流の積算電流値を測定する電流積算手段をさらに備え、前記充電状態演算手段は、前記電流積算手段により測定された前記非変化領域での積算電流値と基準時点での電池容量値またはそれに対応する値に基づいて前記二次電池の電池容量の低下度合いを推定し、推定した低下度合いに対応した開路電圧-充電状態特性に基づいて前記開路電圧測定手段により測定された開路電圧に対応する充電状態を求めるとするよう構成されていることが好ましい。

また、前記電流積算手段により測定された前記非変化領域での積算電流値は、前記非変化領域での異なる開路電圧値の間で充電状態が変化する過程で測定された充電電流又は放電電流の積算電流値であることが好ましい。

さらに、前記二次電池の前記基準時点での電池容量値、及び、前記基準時点からの電池容量の低下度合いに対応した複数の開路電圧-充電状態特性を記憶する記憶手段をさらに備え、前記充電状態演算手段は、前記記憶手段に記憶された複数の開路電圧-充電状態特性のうち、前記推定した低下度合いに対応する開路電圧-充電状態特性に基づいて、前記開路電圧測定手段により測定された開路電圧に対応する充電状態を求めるとするよう構成されていることが好ましい。

OCV-SOC特性が二次電池の劣化によっても変化しない開路電圧領域（非変化領域）において、複数の開路電圧値間で充電状態が変化する過程で充電電流又は放電電流を積算して積算電流を測定する。

この開路電圧領域では、開路電圧と充電状態との関係が二次電池の劣化状態に拘わらず一意に決まるので、上記の積算電流が充電状態の変化分に相当することになり、実質的にはその測定時点の電池容量を求めたことになっている。

それを基準時点のものと比較することで、基準時点からの電池容量の低下度合いを推定できる。

尚、この基準時点としては、二次電池を製造したときの初期とすることが好適であるが、ユーザ側で実際に二次電池の使用を開始した時点等を適宜に基準時点として設定できるものである。

【0010】

電池容量の低下度合いとOCV-SOC特性との対応関係を予め求めておくことで、推定した電池容量の低下度合いから適切なOCV-SOC特性を特定できる。

基準時点からの電池容量の低下度合いは二次電池の劣化の程度に対応するので、上記のようにして特定したOCV-SOC特性を使用して、開路電圧の測定結果から充電状態を求めれば、二次電池の劣化によるOCV-SOC特性の変化も考慮に入れた状態で充電状態を測定できることになる。

【0011】

ここに、同一の充電状態における前記基準時点と劣化による容量低下後との開路電圧のずれが10mV以下の領域を、二次電池の劣化に伴うその特性の変化が相対的に大きい変化領域とすることができる。

また、同一の充電状態における前記基準時点と劣化による容量低下後との開路電圧のずれが2mV以下の領域を、二次電池の劣化に伴うその特性の変化が相対的に小さい非変化領域とすることができる。



さらに、開路電圧 - 充電状態特性における充電状態が 100% より小さい開路電圧領域において、前記積算電流値を測定することが好ましい。

開路電圧が 3.4 V 以下もしくは 3.8 V 以上の領域を非変化領域として、ここで前記積算電流値を測定することが好ましい。

【0012】

前記二次電池は、2種類以上のリチウム含有金属酸化物を混合してなる正極活物質を有する電池であることが好ましく、スピネル構造を有するリチウム含有金属酸化物と層状構造を有するリチウム含有金属酸化物とを混合してなる正極活物質を有する二次電池であることがより好ましい。

【0013】

前記充電状態演算手段は、前記非変化領域において、前記開路電圧測定手段にて複数の開路電圧値を測定させ、前記開路電圧測定手段にて開路電圧を測定した前記複数の開路電圧値間で充電状態が変化する過程における充電電流又は放電電流の積算電流値を測定させ、前記複数の開路電圧値と前記積算電流値と前記基準時点での電池容量の値又は前記基準時点での電池容量の値に対応する値とを用いて電池容量の低下度合いを推定することが好ましい。

【0014】

本発明による二次電池の充電状態測定方法の特徴構成は、二次電池の開路電圧 - 充電状態特性において、二次電池の劣化に伴うその特性の変化が相対的に大きい変化領域と相対的に小さい非変化領域とを備える二次電池の充電状態測定方法であって、前記二次電池の開路電圧を測定する開路電圧測定ステップと、前記開路電圧測定ステップにより測定された開路電圧に基づいて前記二次電池の充電状態を求める充電状態演算ステップと、を実行し、前記充電状態演算ステップでは、前記開路電圧測定ステップによって測定された前記開路電圧に基づき前記二次電池の状態が前記非変化領域にあることを判断すると共に、前記非変化領域で測定された開路電圧を用いて前記開路電圧 - 充電状態特性から充電状態を求めるように構成されている点にある。

【0015】

また、前記充電状態演算ステップでは、前記二次電池が前記非変化領域にあるときの積算電流値と基準時点での電池容量値またはそれに対応する値に基づいて前記二次電池の電池容量の低下度合いを推定し、推定した低下度合いに対応した開路電圧 - 充電状態特性に基づいて前記開路電圧測定ステップによって測定された前記開路電圧に対応する充電状態を求めるように構成されていることが好ましい。

【0016】

すなわち、上記の充電状態測定装置の第1の特徴構成について説明したように、OCV - SOC特性が二次電池の劣化によっても変化しない開路電圧領域において、複数の開路電圧値間で充電状態が変化する過程で充電電流又は放電電流を積算して積算電流を測定する。

この積算電流が充電状態の変化分に相当することになり、実質的にその測定時点の電池容量を求めたことになっているので、それを基準時点のものと比較することで、基準時点からの電池容量の低下度合いを推定する。

【0017】

予め求められている電池容量の低下度合いとOCV - SOC特性との対応関係を利用して、推定した電池容量の低下度合いから適切なOCV - SOC特性を特定できる。

基準時点からの電池容量の低下度合いは二次電池の劣化の程度に対応するので、上記のようにして特定したOCV - SOC特性を使用して、開路電圧の測定結果から充電状態を求めれば、二次電池の劣化によるOCV - SOC特性の変化も考慮に入れた状態で充電状態を測定できることになる。

【0018】

ここに、同一の充電状態における前記基準時点と劣化による容量低下後との開路電圧のずれが10mV以下の領域を、二次電池の劣化に伴うその特性の変化が相対的に小さい非

変化領域とすることが好ましい。

また、同一の充電状態における前記基準時点と劣化による容量低下後との開路電圧のずれが2 mV以下の領域を、二次電池の劣化に伴うその特性の変化が相対的に小さい非変化領域とすることもできる。

さらに、開路電圧 - 充電状態特性における充電状態が100%より小さい開路電圧領域において、前記積算電流値を測定することが好ましい。

開路電圧が3.4 V以下もしくは3.8 V以上の領域において、前記積算電流値を測定することがさらに好ましい。

【0019】

前記二次電池は、2種類以上のリチウム含有金属酸化物を混合してなる正極活物質を有する電池であることが好ましく、前記二次電池は、スピネル構造を有するリチウム含有金属酸化物と層状構造を有するリチウム含有金属酸化物とを混合してなる正極活物質を有する二次電池であることがより好ましい。

【発明の効果】

【0020】

本発明による二次電池の充電状態測定装置及び装置によれば、OCV - SOC特性に基づいてSOCを測定するのを基本としながら、二次電池の劣化状態も考慮に入れたOCV - SOC特性を利用するので、二次電池のSOCを精度良く測定することができようになった。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】図1は本発明の実施の形態にかかる全体構成を示すブロック図である。

【図2】図2はOCV - SOC特性の変化を示す説明図である。

【図3】図3は二次電池の容量低下を説明する特性図である。

【図4】図4は本発明の実施の形態にかかるフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

本実施の形態の二次電池の充電状態測定装置は、図1に概略的に示すように、組電池1を構成する各単電池1aを監視する電池監視装置2内の一機能として備えられており、換言すると、電池監視装置2自体が充電状態測定装置として機能している。

本実施の形態では、上記各単電池1aが二次電池である。

【0023】

より具体的には、各単電池1aは、リチウムイオン電池、特に、正極活物質として2種類以上のリチウム含有金属酸化物を用いたリチウムイオン電池を例示して説明する。

尚、上記のリチウム含有金属酸化物としては、例えば、Co, MnあるいはNi等の各元素を1種類又は2種類以上含むものがある。

【0024】

結晶構造で言うと、例えば、正極活物質としてスピネル構造を有するリチウム含有金属酸化物と層状構造を有するリチウム含有金属酸化物とを混合してなるものを用いても良い。層状構造を有する代表的なリチウム含有金属酸化物としては、コバルト系のLiCoO<sub>2</sub>、ニッケル系のLiNiO<sub>2</sub>、あるいは、Li-Co-Ni-Mn系酸化物(いわゆる三成分系)がある。又、スピネル構造を有する代表的なリチウム含有金属酸化物としては、LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>がある。

【0025】

本実施の形態では、組電池1に対して充電電源3にて充電すると共に、それらと並列に接続されている負荷4に対して、組電池1あるいは充電電源3から電力を供給する場合を例示して説明する。

電池監視装置2には、A/Dコンバータ等を備えて各単電池1aの電圧(セル電圧)を測定する電圧測定部2aと、組電池1からの放電電流及び組電池1への充電電流を検出す

る電流センサ5の検出情報に基づいて上記放電電流及び充電電流を測定して積算する電流積算手段CSである電流積算部2bと、電池監視装置2の動作を制御する制御部2cと、各単電池1aの充電状態を測定するために必要となる各種のデータを記憶保持する記憶手段MMであるメモリ2d等が備えられている。

電池監視装置2は、充電状態測定装置としての機能によって得た充電状態(SOC)のデータをもとに、組電池1が適正に動作しているかを監視し、必要に応じて充電電源3へ各種の制御信号を送る。

#### 【0026】

電池監視装置2は、開路電圧-充電状態特性(以下、単に「OCV-SOC特性」とも記す。)を用いて、各単電池1aの開路電圧の測定値から充電状態を測定するのを基本とする。

但し、本実施の形態のリチウムイオン電池では、OCV-SOC特性が不変ではなく、単電池1aの劣化の程度によって変動してしまうことを確認している。

#### 【0027】

この単電池1aの劣化によるOCV-SOC特性の変化について更に詳細に説明する。

図2に、本実施の形態のリチウムイオン電池のOCV-SOC特性の一例を示す。図2のOCV-SOC特性は、1つの単電池1aについての特性を示すもので、図2中では、4段階に強制劣化試験(加速劣化試験)を行い、各段階でのOCV-SOC特性を、初期(電池の製造当初)のデータと併せて記載している。尚、図2で示す例では、開路電圧が4.1Vのときを、満充電としている。

#### 【0028】

図2中で、符号「A」で示すデータは初期のOCV-SOC特性であり、符号「B」～符号「E」で示すデータは、夫々、300回、700回、1000回及び1500回の充放電サイクルで強制的に劣化させたときのOCV-SOC特性を示している。

図2から特徴的に把握できることは、OCV-SOC特性は単電池1aの劣化によって変化していること、及び、そのOCV-SOC特性の変化は、OCV-SOC特性の全域に亘って変化しているのではなく、図2中で「 」で示す劣化の程度が異なってもOCV-SOC特性にほとんど変化がない領域と、図2中で「 」で示す単電池1aの劣化の程度によってOCV-SOC特性が変化する領域とが存在することである。

#### 【0029】

次ぎに、上記の強制劣化試験を行って、単電池1aの電池容量がどのように変化するかを測定した結果を図3に示す。図3では、縦軸に「開路電圧」をとり、横軸に「放電容量」をとって、満充電の状態から縦軸の「開路電圧」に低下するまでに、どれだけの電気を放電できたかを横軸で示している。

図3では、符号「A'」で示すデータは初期のデータであり、符号「B'」～符号「E'」で示すデータは、夫々、300回、700回、1000回及び1500回の充放電サイクルで強制的に劣化させたときのデータを示している。

図3からは、単電池1aの劣化の程度に依存して、電池容量が低下した様子が理解できる。

#### 【0030】

以上から、電池監視装置2は、基準時点からの電池容量の低下の度合いを求めることによって、単電池1aの劣化の程度を推定し、その劣化の程度に応じたOCV-SOC特性を特定して、その特定したOCV-SOC特性を利用して「開路電圧」の測定値から「充電状態」を得る。本実施の形態では、この「基準時点」として、上述のように「初期」すなわち組電池1の製造当初を設定しているが、各種のデータの基準時点が統一されてさえいれば任意の時点を「基準時点」を設定できる。

#### 【0031】

上記の初期(基準時点)からの電池容量の低下の度合いを得るために、組電池1の使用開始後の適宜のタイミングでの電池容量を求める。

このために、図2に示すOCV-SOC特性における「 」の領域に対応する開路電圧

領域を利用する。

この「 」で示す領域は、単電池 1 a の劣化によっても O C V - S O C 特性の変化が相対的に小さいために O C V - S O C 特性が変化しないとみなす非変化領域であり、単電池 1 a の劣化の状態に拘わらず、「開路電圧」の測定値の変化から一義的に「充電状態」の変化を特定できる。

従って、複数の「開路電圧」間で充電状態が変化する過程における組電池 1 への充電電流又は組電池 1 からの放電電流を積算して積算電流を測定することで、「開路電圧」の測定値の変化に対応する「充電状態」の変化がどれだけの電気量（積算電流値）に相当するかがわかり、その時点の電池容量が得られる。尚、本実施の形態では、上記複数の「開路電圧」として、処理の簡素化のために 2 点の「開路電圧」を使用する。

上記のようにして得られた電池容量を初期（基準時点）の電池容量と対比して初期からの電池容量の低下度合いを推定することで、単電池 1 a の劣化の度合いが把握でき、その劣化の度合い（実際には、初期からの電池容量の低下度合い）に対応して予め設定されている O C V - S O C 特性を、充電状態の測定のために利用する。

厳密には、上記「 」で示す領域は、同一の充電状態における前記基準時点と劣化による容量低下後との開路電圧のずれが最大で 30 m V 程度であり、30 m V 以下の領域を前記非変化領域としている。

同一の充電状態における前記基準時点と劣化による容量低下後との開路電圧のずれが 10 m V 以下の領域を、前記非変化領域とすれば、充電状態の検出精度を更に向上させることができ、同一の充電状態における前記基準時点と劣化による容量低下後との開路電圧のずれが 2 m V 以下の領域を、前記非変化領域とすれば、より一層充電状態の検出精度を向上させることができる。

#### 【0032】

この一連の処理のために、初期（基準時点）の電池容量の値がメモリ 2 d に記憶保持され、更に、初期（基準時点）からの電池容量の低下度合いと O C V - S O C 特性との対応関係が予め求められ、メモリ 2 d に記憶保持されている。

この初期（基準時点）からの電池容量の低下度合いと O C V - S O C 特性との対応関係は、図 2 に示すような強制劣化試験で O C V - S O C 特性を求めると共に、各劣化段階での電池容量を測定し、初期（基準時点）からの電池容量の低下度合いを例えば「初期の電池容量」 - 「劣化後の電池容量」で表現し、それと O C V - S O C 特性との対応関係をメモリ 2 d 上でデータテーブル化しておく。

#### 【0033】

上記の処理を数式を利用して説明する。

組電池 1 を運用中のある時点で、開路電圧： $V_p$  が得られると（図 2 参照）、その時点で使用している O C V - S O C 特性から充電状態： $S_p$  を求めて、それと同時に組電池 1 への充電電流又は組電池 1 からの放電電流の積算を開始する。充電電流と放電電流とが混在する状況では、両者間で正負の符号を異ならせて積算する。

この充電電流又は放電電流の積算動作を継続しながら、次ぎに、開路電圧： $V_q$  が得られたときに（図 2 参照）、その時点で使用している O C V - S O C 特性から充電状態： $S_q$  を求めると同時に、充電電流又は放電電流の積算を停止して積算電流値： $C_i$  を得る。

#### 【0034】

この  $V_q - V_p$  間の充電状態の差： $S_q - S_p$ （%）が、この間の積算電流値： $C_i$  に相当するので、この時点の電池容量： $C_{rt}$  は、 $C_{rt} = C_i * 100 / (S_q - S_p)$ （\* は、積を意味する演算子）で求まる。

初期の電池容量： $C_{ini}$  は既知であり、初期からの電池容量の低下度合いを、例えば、 $C_{ini} - C_{rt}$  として特定する。

電池容量の低下度合いに応じた O C V - S O C 特性を予め求めておくことで、それらの O C V - S O C 特性の中から、上記のようにして測定した電池容量の低下度合いに対応する O C V - S O C 特性を選択し、それを充電状態の測定に用いる。

#### 【0035】

次に、電池監視装置 2 の制御部 2 c による処理を図 4 のフローチャートを用いて説明する。

電池監視装置 2 は、上述のように、測定した「開路電圧 (OCV)」に基づいて OCV - SOC 特性から「充電状態 (SOC)」を求めるのを基本動作とし、充電状態演算手段として機能する。

但し、1つの OCV - SOC 特性を永続的に使用するのではなく、単電池 1 a の劣化状態に応じて、使用する OCV - SOC 特性を変更する。

図 4 に示す「テーブル更新処理」は、上記の電池容量の低下度合いを測定して、その時点で使用すべき OCV - SOC 特性を特定する処理である。

図 4 の処理は、高速に常時実行されており、電池監視装置 2 における他の処理部において「更新実行フラグ」を適宜のタイミングで「1」にセットすると、実質的に処理を開始する (ステップ # 1)。

先ず、電流センサ 5 の検出情報に基づいて、組電池 1 に流れる電流がほぼ「0」になっているか否かを確認して (ステップ # 2)、ほぼ「0」になっていれば開路状態になっているものと見なして、この時点での電圧測定部 2 a による各単電池 1 a の測定電圧を「開路電圧」として扱う (ステップ # 3)。従って、電圧測定部 2 a 及び電流センサ 5 は各単電池 1 a の開路電圧を測定する開路電圧測定手段 OV として機能する。

#### 【0036】

次に、測定した電圧が、電池容量の低下度合いの測定に利用できる電圧範囲にあるか否かを確認する (ステップ # 4)。

具体的には、図 2 の OCV - SOC 特性において、「          」領域に対応する「開路電圧」の電圧範囲が、電池容量の低下度合いの測定に利用できる開路電圧領域 (前記非変化領域) であり、その範囲内にあるか否かを確認する。具体的な開路電圧値でいうと、開路電圧が 3.4 V 以下の領域と 3.8 V 以上の領域である。

上記範囲内 (開路電圧が 3.4 V 以下もしくは 3.8 V 以上の領域) に入っていれば、「更新中フラグ」が「1」か否かを確認する (ステップ # 5)。本実施の形態では、上述のように、2 個の「開路電圧」間での電流積算値と SOC 差とから電池容量を求めるので、「開路電圧」を未だ測定していない状態を「更新中フラグ」= 0、1 個目の「開路電圧」を測定した状態を「更新中フラグ」= 1 として、管理している。

#### 【0037】

「更新中フラグ」= 0 の状態であったとすると、ステップ # 3 で測定した「開路電圧」とその時点で使用している OCV - SOC 特性から、その時点での充電状態 (SOC) を求めてメモリ 2 d に記憶する (ステップ # 6)。例えば、図 2 において、測定した「開路電圧」が  $V_p$  であれば、充電状態:  $S_p$  をメモリ 2 d に記憶する。

その後、電流積算部 2 b に対して、電流センサ 5 の検出情報によって組電池 1 からの放電電流と組電池 1 への充電電流を積算する処理を開始させ (ステップ # 7)、「更新中フラグ」を「1」にセットする。尚、電流積算部 2 b は、放電電流と充電電流とを符号を考慮して (符号を異ならせて) 積算する。

#### 【0038】

この状態で、次に、組電池 1 に流れる電流がほぼ「0」になったときに (ステップ # 2)、上記と同様に「開路電圧」を測定して、その測定電圧 (仮に、 $V_q$  であったものとする) が上述の所定の電圧範囲内にあるか否かを確認する (ステップ # 3, # 4)。

ここでは、「更新中フラグ」= 1 になっているので (ステップ # 5)、前回の「開路電圧」の測定値  $V_p$  と今回の「開路電圧」の測定値  $V_q$  との差が設定値以上となっているか否かを確認する (ステップ # 9)。すなわち、 $V_p$  と  $V_q$  とがあまりに近い電圧値であると、充電状態の差を求めても精度良く電池容量に換算できないため、ある程度の電圧差を必要とする。上記の設定値は、求める電池容量の精度との関係で適切な値を設定すれば良い。

#### 【0039】

$V_q$  と  $V_p$  との差が設定値以上であれば (ステップ # 9)、「開路電圧」 $V_q$  とその時

点で使用しているOCV - SOC特性から、その時点での充電状態（すなわち $S_q$ ）を求めてメモリ2dに記憶し（ステップ#10）、電流積算部2bに対して電流の積算動作を停止させる（ステップ#11）。

次に、電流積算部2bから電流積算値： $C_i$ を取得して、電池容量の低下度合いを求める（ステップ#12）。

具体的には、上述のように、 $C_{rt} = C_i * 100 / (S_q - S_p)$ の関係式で、その時点の電池容量： $C_{rt}$ を求め、メモリ2dに記憶している初期の電池容量： $C_{ini}$ との差（ $C_{ini} - C_{rt}$ ）を、電池容量の低下度合いとして求める。

このように、SOCが100%より小さい開路電圧領域において、積算電流値を測定することで、満充電になるのを待たずに測定でき、測定機会が確保し易い。

#### 【0040】

そして、求めた電池容量の低下度合いに対応するOCV - SOC特性をメモリ2dの上記データテーブルから選び出し、その選び出したOCV - SOC特性によってその時点で使用しているOCV - SOC特性を更新する（ステップ#13）。

これで一連の処理が終了したので、「更新中フラグ」及び「更新実行フラグ」を「0」にリセットする（ステップ#14, #15）。

これ以降は、ステップ#13で更新されたOCV - SOC特性を利用して「開路電圧」の測定値から充電状態を求める。

#### 【0041】

〔別実施形態〕

以下、本発明の別実施形態を列記する。

(1) 上記実施の形態では、電流センサ5の検出情報に基づいて、「開路電圧」として測定できる程度に電流がほぼ「0」になるのを待つ場合を例示して説明しているが、スイッチ装置等で組電池1と充電電源3との間の回路接続を遮断して、強制的に「開路電圧」を測定するようにしても良い。

このようにして「開路電圧」を測定する場合は、適宜のタイミングで「開路電圧」を測定することで、測定時点の電池容量を求めるための「開路電圧」（上記実施の形態における $V_p$ ,  $V_q$ ）を固定的に予め設定しておくこともできる。

#### 【0042】

測定時点の電池容量を求めるための「開路電圧」 $V_p$ ,  $V_q$ を固定的に設定すると、上記実施の形態のように、充電状態の差（ $S_q - S_p$ ）から電池容量： $C_{rt}$ を求める必要は必ずしもない。

「開路電圧」 $V_p$ ,  $V_q$ 間に対応する充電状態の差（ $S_q - S_p$ ）も固定的に設定されるので、この間の積算電流量で電池容量を代表させることができる。

上記実施の形態における「初期（基準時点）の電池容量： $C_{ini}$ 」の代わりに、「初期（基準時点）での電池容量に対応する値」として、初期の充電状態 $S_p$ と充電状態 $S_q$ との間の積算電流量をメモリ2dに記憶保持しておき、上記実施の形態における $C_i$ との直接比較で初期からの電池容量の低下度合いを求めるのである。

この場合、初期（基準時点）からの電池容量の低下度合いとOCV - SOC特性との対応関係を記憶するメモリ2dのデータテーブルの内容も、充電状態 $S_p$ と充電状態 $S_q$ との間の積算電流量を基礎としたデータ内容となる。

#### 【0043】

(2) 上記実施の形態では、組電池1を充電電源3及び負荷4と接続した状態で、充電状態を測定する場合を例示しているため、組電池1への充電電流及び組電池1からの放電電流の双方を、正負の符号を異ならせて積算しているが、組電池1を負荷4にのみ接続して放電状態でのみ使用するケースであれば、放電電流だけを積算すれば良いし、逆に、組電池1を充電電源3にのみ接続して充電状態でのみ使用するケースであれば、充電電流だけを積算すれば良い。

(3) 上記実施の形態では、電池容量の低下度合いを評価するものとして、初期の電池容量と測定時点の電池容量との差（ $C_{ini} - C_{rt}$ ）を用いているが、電池容量の低下度

合いを両者の比 ( $C_{rt} / C_{ini}$ ) で評価する等、評価値の具体的な演算手法は種々に変更可能である。

【0044】

(4) 上記実施の形態では、予め求めた電池容量の低下度合いと  $OCV - SOC$  特性との対応関係をデータテーブルに記憶保持する場合を例示しているが、例えば、図2に「 $\square$ 」で示す領域において、 $SOC$ の値に対応する  $OCV$ の値が、電池容量の低下度合いの変化に伴ってどのように変化するかを  $SOC$  値毎に関数近似して求めておき、得られた電池容量の低下度合いから、各  $SOC$  値に対応する  $OCV$  値を上記関数によって求めることで、使用する  $OCV - SOC$  特性を構成するようにしても良い。

(5) 上記実施の形態では、得られた電池容量の低下度合いから、それに対応する  $OCV - SOC$  特性を選んで、充電状態の測定に用いる  $OCV - SOC$  特性を更新する場合を例示しているが、 $OCV - SOC$  特性の全体を更新するのではなく、 $OCV - SOC$  特性が変化する図2の「 $\square$ 」で示す領域のデータのみを更新するように構成しても良い。

【0045】

(6) 上記実施の形態では、二次電池として組電池1を構成する単電池1aを例示しているが、組電池ではなく単電池だけで使用する場合にも本発明を適用できる。

(7) 上記実施の形態では、 $V_p$ と $V_q$ との2つの開路電圧間で充電状態が変化する過程における充電電流及び放電電流の積算電流を測定する場合を例示しているが、3つ以上の開路電圧間で充電状態が変化する過程における充電電流等の積算電流を測定するようにしても良い。

この場合、積算電流値と充電状態とをグラフにプロットし、最小二乗法等によって検出誤差を極力小さくして、充電状態と積算電流値との対応関係を特定することができる。

【符号の説明】

【0046】

- 1 a 二次電池
- C S 電流積算手段
- M M 記憶手段
- O V 開路電圧測定手段

---

フロントページの続き

Fターム(参考) 5G503 AA01 BA03 BB01 BB02 DA04 EA05 EA09 GD03 GD06  
5H030 AA10 FF41 FF42 FF43 FF44  
5H050 AA08 BA17 CA07 CA08 CA09 CA29 HA17 HA18 HA19