

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2013年9月12日(12.09.2013)



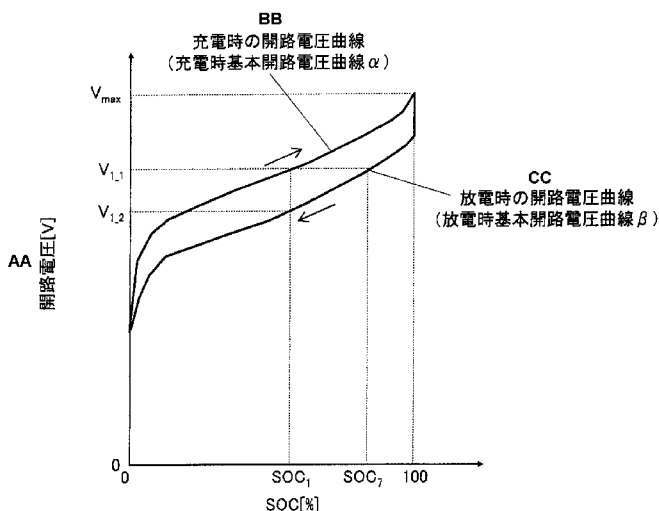
(10) 国際公開番号
WO 2013/133113 A1

- (51) 国際特許分類:
H01M 10/48 (2006.01) H01M 4/525 (2010.01)
G01R 31/36 (2006.01) H02J 7/00 (2006.01)
H01M 4/505 (2010.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/055303
- (22) 国際出願日: 2013年2月28日(28.02.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-051171 2012年3月8日(08.03.2012) JP
特願 2012-268036 2012年12月7日(07.12.2012) JP
- (71) 出願人: 日産自動車株式会社(NISSAN MOTOR CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2210023 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 大澤 康彦(OSAWA, Yasuhiko); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山1-1 日産自動車株式会社 知的財産部内 Kanagawa (JP). 蕪木 智裕(KABURAGI, Tomohiro); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山1-1 日産自動車株式会社 知的財産部内 Kanagawa (JP). 伊藤 淳史(ITO, Atsushi); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山1-1 日産自動車株式会社 知的財産部内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 小林 博通, 外(KOBAYASHI, Hiromichi et al.); 〒1040044 東京都中央区明石町1番29号 掖済会ビル S H I G A 内外国特許事務所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: CONTROL DEVICE FOR SECONDARY BATTERY, AND SOC DETECTION METHOD

(54) 発明の名称: 二次電池の制御装置およびSOC検出方法



(57) Abstract: A control device for a secondary battery that uses, as a positive-electrode material, a positive-electrode active material having different open-circuit voltage curves during charging and discharging. This control device for a secondary battery detects whether the secondary battery is charging or discharging. If the secondary battery is charging, on a predetermined reference SOC/open-circuit voltage curve that serves as a reference when calculating the current SOC of the secondary battery and indicates the relationship between SOC and open-circuit voltage, the control device calculates a value lower than the SOC value corresponding to the current open-circuit voltage of the secondary battery as the current SOC of the secondary battery. If the secondary battery is discharging, the control device calculates a value higher than the SOC value corresponding to the current open-circuit voltage of the secondary battery on the reference SOC/open-circuit voltage curve as the current SOC of the secondary battery.

(57) 要約: 正極材料として、充電時と放電時とで開路電圧曲線の異なる正極活物質を用いた二次電池の制御装置において、前記二次電池が充電中であるか放電中であるかを検出し、前記二次電池が充電中である場合には、二次電池の現在のSOCを算出する際に基準

となる、SOCと開路電圧との関係を示す所定の基準SOC-開路電圧曲線上において、前記二次電池の現在の開路電圧に対応するSOCの値よりも低い値を、前記二次電池の現在のSOCとして算出し、前記二次電池が放電中である場合には、前記基準SOC-開路電圧曲線上において、前記二次電池の現在の開路電圧に対応するSOCの値よりも高い値を、前記二次電池の現在のSOCとして算出する。

WO 2013/133113 A1

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：二次電池の制御装置およびSOC検出方法

技術分野

[0001] 本発明は、二次電池の制御装置および二次電池のSOC検出方法に関するものである。

背景技術

[0002] 近年、リチウム二次電池などの二次電池において、高電圧化および高容量化を目的として、種々の正極活物質材料が検討されている。このような正極活物質として、たとえば、特許文献1には、 $\text{Li}_2\text{MnO}_3\text{-LiMO}_2$ (Mは、平均酸化状態が3+である遷移金属)などの固溶体材料が開示されている。

[0003] 上記特許文献1に開示されている固溶体材料は、その組成等によっては、充電時の開路電圧曲線と、放電時の開路電圧曲線とが大きく異なるヒステリシス現象が発生する場合ある。そして、このようなヒステリシス現象が発生する正極活物質を二次電池に適用した場合には、該二次電池は、ヒステリシス現象の影響により、開路電圧が同じ場合でも、充電時と放電時とでSOCが異なってしまうため、SOCを適切に検出することができないという課題があった。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2008-270201号公報

発明の概要

[0005] 本発明が解決しようとする課題は、正極材料として、充電時と放電時とで開路電圧曲線の異なる正極活物質を用いた二次電池において、開路電圧から、現在のSOCを適切に検出することにある。

[0006] 本発明は、正極材料として、充電時と放電時とで開路電圧曲線の異なる正極活物質を用いた二次電池の制御装置において、前記二次電池が充電中であるか放電中であるかを検出し、前記二次電池が充電中である場合には、二次

電池の現在のSOCを算出する際に基準となる、SOCと開路電圧との関係を示す所定の基準SOC－開路電圧曲線上において、前記二次電池の現在の開路電圧に対応するSOCの値よりも低い値を、前記二次電池の現在のSOCとして算出し、前記二次電池が放電中である場合には、前記基準SOC－開路電圧曲線上において、前記二次電池の現在の開路電圧に対応するSOCの値よりも高い値を、前記二次電池の現在のSOCとして算出することにより、上記課題を解決する。

[0007] 本発明によれば、二次電池の現在のSOCを算出する際に基準となる、SOCと開路電圧との関係を示す基準SOC－開路電圧曲線を設定し、該曲線を用い、二次電池が充電中であるか放電中であるかに応じて、二次電池の現在のSOCを算出するため、正極材料として、充電時と放電時とで開路電圧曲線の異なる正極活物質を用いた二次電池において、充電時および放電時におけるSOCを適切に検出することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は、本実施形態に係る二次電池の制御システムを示す構成図である。

[図2]図2は、本実施形態に係る二次電池の平面図である。

[図3]図3は、図2のIII-III線に沿った二次電池の断面図である。

[図4]図4は、本実施形態に係る二次電池について、SOC=0%からSOC=100%まで充放電を行なった際における充放電特性を示すグラフである。

。

[図5]図5は、本実施形態に係る二次電池について、放電時基本開路電圧曲線 β に沿って放電が行われた後、任意のSOC (SOC₂) において放電から充電に切替えた際における充放電特性を示すグラフである。

[図6]図6は、本実施形態に係る二次電池について、放電時基本開路電圧曲線 β に沿って放電が行われた後、任意のSOC (SOC₂、SOC₃) において放電から充電に切替えた際における充放電特性を示すグラフである。

[図7]図7は、本実施形態に係る二次電池について、再充電時開路電圧曲線 γ_s

ocに沿って充電が行われた後、任意のSOC (SOC₄) において充電から放電に切替えた際における充放電特性を示すグラフである。

[図8]図8は、本実施形態に係る二次電池について、再充電時開路電圧曲線 γ_s ocに沿って充電が行われた後、任意のSOC (SOC₅) において充電から放電に切替えた際における充放電特性を示すグラフである。

[図9]図9は、本実施形態に係る二次電池の制御システムで実行される処理を示すフローチャート(その1)である。

[図10]図10は、本実施形態に係る二次電池の制御システムで実行される処理を示すフローチャート(その2)である。

[図11]図11は、本実施形態に係る二次電池の制御システムにより設定される基準SOC-開路電圧曲線 δ の一例を示す図である。

[図12]図12は、他の実施形態における、二次電池10の現在のSOCの算出方法を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

[0010] 《第1実施形態》

図1は、本実施形態に係る二次電池の制御システムの構成を示す図である。本実施形態に係る二次電池の制御システムは、図1に示すように、二次電池10と、制御装置20と、負荷30と、電流計40と、電圧計50と、表示装置60とを備えている。

[0011] 制御装置20は、二次電池10を制御するための装置であり、電流計40により検出された二次電池10に流れる充放電電流、および電圧計50により検出された二次電池10の端子電圧に基づいて、二次電池10の充電および放電の制御、ならびに、二次電池10のSOC (State of Charge) の算出を行なう。

[0012] 負荷30は、二次電池10から電力の供給を受ける各種機器であり、たとえば、本実施形態に係る二次電池の制御システムが、電動車両に適用される場合には、インバータおよびモータから構成されるものとすることができる。

。すなわち、負荷30が、インバータおよびモータから構成されるものである場合には、二次電池10から供給される直流電力が、インバータにより交流電力に変換されてモータに供給されることとなる。また、負荷30が、インバータおよびモータから構成されるものである場合には、モータの回転により発生した回生電力が、インバータを介して、直流電力に変換され、二次電池10の充電に用いられるような構成とすることもできる。

[0013] 表示装置60は、制御装置20により算出された二次電池10の現在のSOCの情報を表示するための装置であり、たとえば、本実施形態に係る二次電池の制御システムが、電動車両に適用される場合には、電動車両の乗員に二次電池10の現在のSOCを知らせるため等に用いられる。

[0014] 二次電池10としては、たとえば、リチウムイオン二次電池などのリチウム系二次電池などが挙げられる。図2に、本実施形態に係る二次電池10の平面図、図3に、図2のIII-III線に沿った二次電池10の断面図を示す。

[0015] 二次電池10は、図2、図3に示すように、3枚の正極板102、7枚のセパレータ103、3枚の負極板104を有する電極積層体101と、当該電極積層体101にそれぞれ接続された正極タブ105および負極タブ106と、これら電極積層体101および正極タブ105、負極タブ106を収容して封止している上部外装部材107および下部外装部材108と、特に図示しない電解液とから構成されている。

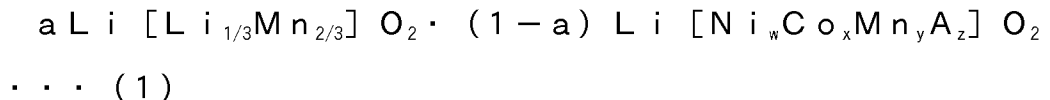
[0016] なお、正極板102、セパレータ103、負極板104の枚数は特に限定されず、1枚の正極板102、3枚のセパレータ103、1枚の負極板104で、電極積層体101を構成してもよいし、また、必要に応じて正極板102、セパレータ103および負極板104の枚数を適宜選択してもよい。

[0017] 電極積層体101を構成する正極板102は、正極タブ105まで伸びている正極側集電体104a、および正極側集電体104aの一部の両主面にそれぞれ形成された正極活物質層とを有している。正極板102を構成する正極側集電体102aとしては、たとえば、厚さ20 μ m程度のアルミニウム箔、アルミニウム合金箔、銅チタン箔、または、ステンレス箔等の電気化

学的に安定した金属箔で構成することができる。

[0018] 正極板 102 を構成する正極活物質層は、正極活物質と、カーボンブラック等の導電剤と、ポリフッ化ビニリデンや、ポリ四フッ化エチレンの水性ディスパーション等の結着剤とを混合したものを、正極側集電体 104 a の一部の主面に塗布し、乾燥およびプレスすることにより形成されている。

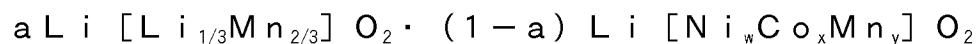
[0019] 本実施形態に係る二次電池 10 は、正極板 102 を構成する正極活物質層中に、正極活物質として、充電時と放電時とで開路電圧曲線の異なる正極活物質、すなわち、充放電曲線にヒステリシスを有する正極活物質を少なくとも含有する。このような充電時と放電時とで開路電圧曲線の異なる正極活物質としては、特に限定されないが、たとえば、下記一般式 (1) で表される化合物が挙げられる。特に、下記一般式 (1) で表される化合物は、高電位かつ高容量であるため、正極活物質として、このような化合物を用いることにより、二次電池 10 を高いエネルギー密度を有するものとすることができる。なお、下記一般式 (1) で表される化合物は、通常、固溶体を形成している。



($0 < a < 1$ 、 $w + x + y + z = 1$ 、 $0 \leq w, x, y, z \leq 1$ 、A は金属元素)

[0020] また、上記一般式 (1) で表される化合物において、A としては、金属元素 (Li, Ni, Co, Mn 以外の金属元素) であれば何でもよく特に限定されないが、Fe, V, Ti, Al, Mg から選択される少なくとも 1 種が好ましく、なかでも Ti が特に好ましい。

[0021] また、上記一般式 (1) において、 w, x, y, z は、 $w + x + y + z = 1$ 、 $0 \leq w, x, y, z \leq 1$ を満たす範囲であればよく特に限定されないが、 $z = 0$ であることが好ましい。すなわち、下記一般式 (2) で表される化合物であることがより好ましい。



．．． (2)

($0 < a < 1$ 、 $w + x + y = 1$ 、 $0 \leq w, x, y \leq 1$)

- [0022] なお、正極活物質層には、上述した充電時と放電時とで開路電圧曲線の異なる正極活物質以外の正極活物質、たとえば、ニッケル酸リチウム (LiNiO_2)、マンガン酸リチウム (LiMn_2O_4)、コバルト酸リチウム (LiCoO_2) 等のリチウム複合酸化物や、 LiFePO_4 や LiMnPO_4 等を含有していてもよい。
- [0023] そして、これら3枚の正極板102を構成する各正極側集電体102aが、正極タブ105に接合されている。正極タブ105としては、たとえば、厚さ0.2mm程度のアルミニウム箔、アルミニウム合金箔、銅箔、または、ニッケル箔等を用いることができる。
- [0024] 電極積層体101を構成する負極板104は、負極タブ106まで伸びている負極側集電体104aと、当該負極側集電体104aの一部の両主面にそれぞれ形成された負極活物質層とを有している。
- [0025] 負極板104の負極側集電体104aは、例えば、厚さ10 μm 程度のニッケル箔、銅箔、ステンレス箔、または、鉄箔等の電気化学的に安定した金属箔である。
- [0026] また、負極板104を構成する負極活物質層は、たとえば、難黒鉛化炭素、易黒鉛化炭素、または、黒鉛等の負極活物質に、ポリフッ化ビニリデン等の結着剤とN-2-メチルピロリドン等の溶剤を加えてスラリーを調製して負極側集電体104aの一部の両主面に塗布し、乾燥およびプレスすることにより形成されている。
- [0027] なお、本実施形態の二次電池10では、3枚の負極板104は、負極板104を構成する各負極側集電体104aが、単一の負極タブ106に接合されるような構成となっている。すなわち、本実施形態の二次電池10では、各負極板104は、単一の共通の負極タブ106に接合された構成となっている。
- [0028] 電極積層体101のセパレータ103は、上述した正極板102と負極板

104との短絡を防止するもので、電解質を保持する機能を備えてもよい。このセパレータ103は、例えば、厚さ25 μ m程度のポリエチレン（PE）やポリプロピレン（PP）等のポリオレフィン等から構成される微多孔性膜であり、過電流が流れると、その発熱によって、層の空孔が閉塞され、電流を遮断する機能をも有するものである。

[0029] そして、図3に示すように、正極板102と負極板104とは、セパレータ103を介して、交互に積層され、さらに、その最上層および最下層にセパレータ103がそれぞれ積層されており、これにより、電極積層体101が形成されている。

[0030] 二次電池10に含有される電解液は、有機液体溶媒にホウフッ化リチウム（LiBF₄）、六フッ化リン酸リチウム（LiPF₆）などのリチウム塩を溶質として溶解させた液体である。電解液を構成する有機液体溶媒としては、たとえば、プロピレンカーボネート（PC）、エチレンカーボネート（EC）、ブチレンカーボネート（BC）、ジメチルカーボネート（DMC）、エチルメチルカーボネート（EMC）、ジエチルカーボネート（DEC）、ギ酸メチル（MF）、酢酸メチル（MA）、プロピオン酸メチル（MP）等のエステル系溶媒を挙げることができ、これらは混合して用いることができる。

[0031] 以上のように構成されている電極積層体101は、上部外装部材107および下部外装部材108（封止手段）に収容されて封止されている。電極積層体101を風刺するための上部外装部材107および下部外装部材108は、たとえば、ポリエチレンやポリプロピレンなどの樹脂フィルムや、アルミニウムなどの金属箔の両面をポリエチレンやポリプロピレンなどの樹脂でラミネートした、樹脂-金属薄膜ラミネート材など、柔軟性を有する材料で形成されており、これら上部外装部材107および下部外装部材108を熱融着することにより、正極タブ105および負極タブ106を外部に導出させた状態で、電極積層体101が封止されることとなる。

[0032] なお、正極タブ105および負極タブ106には、上部外装部材107お

よび下部外装部材108と接触する部分に、上部外装部材107および下部外装部材108との密着性を確保するために、シールフィルム109が設けられている。シールフィルム109としては、特に限定されないが、たとえば、ポリエチレン、変性ポリエチレン、ポリプロピレン、変性ポリプロピレン、または、アイオノマー等の耐電解液性及び熱融着性に優れた合成樹脂材料から構成することができる。

[0033] 本実施形態に係る二次電池10は、以上のように構成される。

[0034] 次いで、本実施形態に係る二次電池10の充放電特性について説明する。

上述したように、二次電池10は、正極活物質として、充電時と放電時とで開路電圧曲線の異なる正極活物質、すなわち、充放電曲線にヒステリシスを有する正極活物質を用いるものである。そのため、二次電池10は、図4に示すように、SOC=0%からSOC=100%まで充電を行ない、その後、SOC=100%からSOC=0%まで放電を行なった場合には、充電時の開路電圧曲線と、放電時の開路電圧曲線とが異なり、ヒステリシスを有するものとなる。ここで、本実施形態においては、図4に示すように、SOC=0%からSOC=100%まで充電を行なった場合における充電時開路電圧曲線を、充電時基本開路電圧曲線 α とし、逆に、SOC=100%からSOC=0%まで放電を行なった場合における放電時開路電圧曲線を、放電時基本開路電圧曲線 β とする。すなわち、図4に示すように、SOC=0%から、二次電池10の充電を行なった場合には、図4中に示す充電時基本開路電圧曲線 α にしたがって、SOCの上昇に伴って、二次電池10の開路電圧が上昇していくこととなる。そして、所定の満充電状態、すなわち、満充電電圧 V_{max} (SOC=100%)まで充電を行なった後、充電から放電に切替えて、放電を行なった場合には、図4中に示す放電時基本開路電圧曲線 β にしたがって、放電されていくこととなる。

[0035] すなわち、二次電池10は、図4に示すように、同じSOCでも、充電時と放電時とで開路電圧の値が大きく異なるという性質を有している。そのため、たとえば、図4中に示すように、SOCが同じSOC₁であっても、充電

時には開路電圧は $V_{1,1}$ となる一方で、放電時には開路電圧は $V_{1,2}$ となり、充電時と放電時とで電圧差 $\Delta V = V_{1,1} - V_{1,2}$ を生じることとなる。

[0036] なお、図4においては、SOC=0%からSOC=100%まで充電を行ない、次いで、SOC=100%からSOC=0%まで放電を行なう場面を例示して説明したが、このような充放電操作を、任意のSOCにおいて行なった場合（たとえば、SOC=30%からSOC=70%まで充電し、SOC=70%からSOC=30%まで放電した場合等）でも、同様に充放電曲線にヒステリシスを有するものとなる。

[0037] その一方で、図5に、充放電曲線A（図5中、一点鎖線で示した。）として示すように、所定の満充電電圧 V_{max} から、SOC₂まで放電を行なった後、放電から充電に切替えて、満充電電圧 V_{max} まで充電を行なった場合には次のとおりとなる。すなわち、放電時には、放電時基本開路電圧曲線 β に沿って、放電が行なわれ、その後、SOC₂において、放電から充電に切替えて、充電を行なった場合には、充電時基本開路電圧曲線 α とは異なる充電曲線となるものの、所定の満充電電圧 V_{max} まで充電を行なった後、再度、放電を行なうと、放電時基本開路電圧曲線 β に沿って放電が行なわれることとなる。

[0038] 同様に、図6に、充放電曲線B（図6中、破線で示した。）として、充放電曲線A（図6中、一点鎖線で示した。）として重畳して示すように、充放電曲線Aとは異なるSOCであるSOC₃まで放電を行なった後、放電から充電に切替えて、満充電電圧 V_{max} まで充電を行なった場合にも、同様な傾向を示すこととなる。すなわち、図5、図6のいずれの場面においても、所定の満充電電圧 V_{max} から放電を行なった場合には、いずれも、放電時基本開路電圧曲線 β に沿って放電が行なわれ、このような傾向は、所定の満充電電圧 V_{max} まで充電する際の充電開始時のSOC（たとえば、図5、図6に示す例であれば、SOC₂、SOC₃）によらないものである。すなわち、所定の満充電電圧 V_{max} から放電を行なった場合には、その前の充放電履歴に拘わらず、一律に、放電時基本開路電圧曲線 β に沿って放電が行なわれることとなる。

[0039] したがって、本実施形態では、二次電池10のこのような充放電特性に対

して、予め所定の満充電電圧 V_{\max} から放電を行なった場合における放電曲線である放電時基本開路電圧曲線 β を、制御装置 20 に予め記憶させておき、放電時基本開路電圧曲線 β を用いることで、制御装置 20 により、所定の満充電電圧 V_{\max} から放電を行なった場合における、二次電池 10 の SOC の算出を行うものである。なお、具体的な SOC の算出方法については、後述する。

[0040] さらに、本実施形態では、上述したように、図 5、図 6 に示すように、放電時基本開路電圧曲線 β に沿って、放電が行なわれ、その後、所定の SOC (すなわち、 SOC_2 、 SOC_3) において、放電から充電に切替えて、充電を行った場合には、放電から充電に切替えた際の充電切替時 SOC_{charge} ごとに、充電時の開路曲線は異なるものとなる。具体的には、図 5、図 6 に示すように、 SOC_2 において、放電から充電に切替えて、充電を行った場合には、充放電曲線 A にしたがって充電が行われ、その一方で、 SOC_3 において、放電から充電に切替えて、充電を行った場合には、充放電曲線 B にしたがって充電が行われることとなる。すなわち、図 6 に示すように、開路電圧が同じ V_b である場合でも、充電切替時 SOC_{charge} が、 SOC_2 である充放電曲線 A と、 SOC_3 である充放電曲線 B とで異なることとなる。

[0041] そのため、本実施形態では、二次電池 10 のこのような充放電特性に対して、放電時基本開路電圧曲線 β に沿って放電を行い、その後、放電から充電に切替えて、再度、充電を行った場合における充電時の開路曲線を、充電切替時 SOC_{charge} ごとに、再充電時開路電圧曲線 γ_{soc} として、上述した放電時基本開路電圧曲線 β とともに、制御装置 20 に予め記憶するような構成とする。そして、本実施形態では、放電時基本開路電圧曲線 β に沿って放電を行った後に、放電から充電に切替えて、再度、充電を行う場面においては、この充電切替時 SOC_{charge} ごとに記憶した再充電時開路電圧曲線 γ_{soc} を用いることで、制御装置 20 により、二次電池 10 の SOC の算出を行う。なお、具体的な SOC の算出方法については、後述する。

[0042] また、本実施形態では、図 7 に示すように、放電時基本開路電圧曲線 β に沿って、放電を行った後、 SOC_2 において、放電から充電に切替えて、充電

を行った場合には、上述したように、図7において充放電曲線Cとして示すように、SOC₂に対応する再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} （すなわち、充放電曲線Aに対応する電圧曲線）に沿って、充電が行われることとなる。そして、その後、SOC₄まで充電を行い、再度、充電から放電に切替えて放電を行った場合には、図7において充放電曲線Cとして示すように、充電切替時SOC_{charge}であるSOC₂までは、充電から放電に切替えたSOCであるSOC₄に応じた放電曲線にしたがって放電が行われ、その一方で、充電切替時SOC_{charge}であるSOC₂を超えると、放電時基本開路電圧曲線 β に沿って、放電が行われることとなる。なお、図7に示す充放電曲線Cは、次の充放電動作を行った場合における充電時および放電時の開路曲線を示すものである。

(1) 放電時基本開路電圧曲線 β に沿って、放電を行った後、SOC₂において、放電から充電に切替えて、SOC₄まで充電

(2) SOC₄において、充電から放電に切り替えて、SOC₂を超えて、任意のSOCまで放電

[0043] さらに、図8に充放電曲線Dとして示すように、図7に示す充放電曲線Cと同様に、放電時基本開路電圧曲線 β に沿って、放電を行った後、SOC₂において、放電から充電に切替えて、再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} （すなわち、充放電曲線Aに対応する電圧曲線）に沿って、充電を行った後、図7に示す充放電曲線Cとは異なるSOCであるSOC₅において、再度、充電から放電に切替えて放電を行った場合には、図7、図8に示すように、放電時の開路曲線は異なるものとなる。なお、図8に示す充放電曲線Dは、次の充放電動作を行った場合における充電時および放電時の開路曲線を示すものである。

(1) 放電時基本開路電圧曲線 β に沿って、放電を行った後、SOC₂において、放電から充電に切替えて、SOC₅まで充電

(2) SOC₅において、充電から放電に切り替えて、SOC₆まで放電

(3) SOC₆において、放電から充電に切り替えて、任意のSOCまで充電

[0044] ここで、図7、図8からも確認できるように、充放電曲線C、Dで示すよ

うに、再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} （すなわち、充放電曲線Aに対応する電圧曲線）に沿って、充電を行った後、充電から放電に切替えて、放電を行った場合には、充電から放電に切替えたSOCである放電時切替SOCごとに、放電時の開路電圧曲線は異なるものとなる。しかしその一方で、図7において充放電曲線Cとして示すように、SOC₄において、充電から放電に切替えて放電を行った場合には、このような放電時の開路電圧は、充電切替時SOC_{charge}であるSOC₂までは、充電から放電に切替えたSOCであるSOC₄に応じた放電曲線にしたがって放電が行われる一方で、充電切替時SOC_{charge}であるSOC₂を超えると、放電時基本開路電圧曲線 β に沿って、放電が行われることとなる。

[0045] 加えて、図8の充放電曲線Dで示すように、SOC₅において、充電から放電に切替えて放電を行った場合には、充電から放電に切替えたSOCであるSOC₅に応じた放電曲線にしたがって放電が行われる一方で、充電切替時SOC_{charge}であるSOC₂に到達する前に、再度、充電を行った場合には、再び、再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} に沿って充電が行われることとなる。

[0046] すなわち、図7、図8に示す充放電曲線C、Dより、再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} に沿って、充電を行った後、充電から放電に切替えて、放電を行った場合には、次のような特性を有することとなる。

(A) 充電から放電に切替えた際の放電切替時SOC_{discharge}ごとに、放電時の開路曲線は異なるものとなる。

(B) 再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} に係る充電切替時SOC_{charge}を超えて放電を行った場合には、放電時基本開路電圧曲線 β に沿って、放電が行われることとなる。

(C) 再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} に係る充電切替時SOC_{charge}に到達する前に、放電から充電に切替えて、充電を行った場合には、充電に切替えたSOCにかかわらず、再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} に沿って、充電が行われる。

[0047] そのため、本実施形態においては、上記(A)の特性を考慮して、再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} に沿って充電を行い、その後、充電から放電に切替えて、

再度、放電を行った場合における放電時の開路曲線を、充電切替時 $SO C_{charge}$ および放電切替時 $SO C_{discharge}$ ごとに、再放電時開路電圧曲線 $\delta_{\gamma-SOC}$ として、制御装置 20 に予め記憶するような構成とする。すなわち、本実施形態では、充電切替時 $SO C_{charge}$ ごとに、各放電切替時 $SO C_{discharge}$ に対応した再放電時開路電圧曲線 $\delta_{\gamma-SOC}$ を、制御装置 20 に予め記憶するような構成とする。そして、本実施形態では、上述した図 7、図 8 に示すような場面、すなわち、放電時基本開路電圧曲線 β に沿って放電を行った後、放電から充電に切替えて充電を行った後、再度、放電を行うような場面において、この再放電時開路電圧曲線 $\delta_{\gamma-SOC}$ を用いることで、制御装置 20 により、二次電池 10 の $SO C$ の算出を行う。なお、具体的な $SO C$ の算出方法については、後述する。

[0048] ここで、本実施形態においては、上述した再放電時開路電圧曲線 $\delta_{\gamma-SOC}$ としては、上記 (A) の特性に加えて、上記 (B)、(C) の特性を考慮したものとする。すなわち、上記 (B) の特性を考慮すると、再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} に係る充電切替時 $SO C_{charge}$ に到達する前は、放電時の開路曲線は、放電切替時 $SO C_{discharge}$ に対応したものとなる一方で、充電切替時 $SO C_{charge}$ を超えると、放電時基本開路電圧曲線 β に沿ったものとなる。また、上記 (C) の特性を考慮すると、再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} に係る充電切替時 $SO C_{charge}$ に到達する前に、再度、充電を行うと、再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} に沿って充電が行われることとなる。そのため、これらの特性を考慮すると、再放電時開路電圧曲線 $\delta_{\gamma-SOC}$ としては、対応する再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} に係る充電切替時 $SO C_{charge}$ までの放電時の開路曲線のデータを記憶しておけばよいということになるため、本実施形態では、再放電時開路電圧曲線 $\delta_{\gamma-SOC}$ として、対応する再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} に係る充電切替時 $SO C_{charge}$ までのデータを記憶しているような構成とする。

[0049] なお、本実施形態においては、上述した放電時基本開路電圧曲線 β は、たとえば、二次電池 10 について、所定の満充電電圧 V_{max} まで実際に充電を行ない、次いで、実際に放電を行なった際におけるデータを実測することにより得ることができる。同様に、再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} 、および再放電時開路

電圧曲線 $\delta_{\gamma\text{-SOC}}$ についても、所定のSOCを起点に充放電を行った際におけるデータを実測することにより得ることができる。

[0050] また、図4～図8においては、一実施例として、正極活物質として、上記一般式(2)で表される化合物を用い、これを黒鉛負極と組み合わせたものを用いた場合の充放電特性を示しているが、このような構成に特に限定されるものではないことは、もちろんである。

[0051] 次いで、本実施形態の動作例を説明する。図9、図10は、本実施形態におけるSOCの算出処理を示すフローチャートである。なお、以下においては、二次電池10が所定の満充電電圧 V_{\max} まで充電された後、二次電池10の放電を行なう場合における動作例を説明する。なお、以下においては、上述した図4～図8に示す具体的な場面例を適宜参照しながら、本実施形態の動作例の説明を行う。

[0052] まず、ステップS1では、制御装置20により、二次電池10について、満充電状態から放電が開始されたか否かの判定が行なわれる。放電が開始された場合には、ステップS2に進み、一方、放電が開始されない場合には、ステップS1で待機する。

[0053] ステップS2では、制御装置20により、制御装置20に予め記憶されている放電時基本開路電圧曲線 β を読み出す処理が実行される。

[0054] 次いで、ステップS3では、制御装置20により、電圧計50で測定された二次電池10の端子電圧および電流計40で測定された二次電池10の電流値を取得し、取得した二次電池10の端子電圧および電流値から、二次電池10の現在の開路電圧を算出する処理が実行される。なお、二次電池10の現在の開路電圧の算出方法としては、特に限定されないが、たとえば、二次電池10の端子電圧および電流値のデータを複数用いて、複数の端子電圧および電流値のデータから、回帰直線を用いて、電流値がゼロの場合における端子電圧の値を推定し、これを開路電圧として算出する方法などが挙げられる。

[0055] ステップS4では、制御装置20により、ステップS2で読み出した放電

時基本開路電圧曲線 β に基づいて、ステップS3で算出された二次電池10の現在の開路電圧から、二次電池10の現在のSOCを算出する処理が実行される。図4に示す場面を例示して説明すると、たとえば、ステップS3において算出された二次電池10の現在の開路電圧が、 $V_{1,2}$ である場合には、放電時基本開路電圧曲線 β から、開路電圧 $V_{1,2}$ に対応するSOC、すなわち、 SOC_1 が二次電池10の現在のSOCとして算出される。

[0056] ステップS5では、ステップS4で算出された二次電池10の現在のSOCの情報が、制御装置20から、表示装置60へと送出され、表示装置60に二次電池10の現在のSOCの情報の表示させる処理が行なわれる。

[0057] 次に、ステップS6では、制御装置20により、放電状態から充電状態に切替える処理が実行されたか否かの判定が行われる。すなわち、放電を終了して、充電が開始されたか否かの判定が行われる。放電状態から充電状態に切替える処理が実行されていない場合には、ステップS7に進み、所定の充放電を終了する処理が実行されるか（ステップS7=Yes）、あるいは、放電状態から充電状態に切替える処理実行されるまで（ステップS6=Yes）、ステップS2~S7の処理を繰返し実行する。すなわち、放電時基本開路電圧曲線 β を用いて、放電時における、二次電池10の現在のSOCの算出が繰返し実行される。

[0058] 一方、ステップS7において、所定の充放電を終了する処理が実行された場合には、本処理を終了する。また、ステップS6において、放電状態から充電状態に切替える処理が実行されたと判断された場合には、ステップS8に進む。

[0059] ステップS8では、制御装置20により、放電状態から充電状態に切替える処理が実行された際における二次電池10のSOCを、充電切替時 SOC_{charge} に設定する処理が実行されるとともに、制御装置20により、制御装置20に予め記憶されている、充電切替時 SOC_{charge} に対応する再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} を読み出す処理が実行される。すなわち、たとえば、図5に示すように、充電切替時 SOC_{charge} が、 SOC_2 である場合には、 SOC_2 に対応する再充

電時開路電圧曲線 γ_{SOC} (すなわち、充放電曲線 A に対応する電圧曲線) を読み出す処理が実行される。

- [0060] 次いで、ステップ S 9 では、制御装置 20 により、電圧計 50 で測定された二次電池 10 の端子電圧および電流計 40 で測定された二次電池 10 の電流値を取得し、取得した二次電池 10 の端子電圧および電流値から、二次電池 10 の現在の開路電圧を算出する処理が実行される。なお、二次電池 10 の現在の開路電圧の算出方法としては、上述したステップ S 3 と同様の方法が挙げられる。
- [0061] ステップ S 10 では、制御装置 20 により、ステップ S 8 で読み出した充電切替時 SOC_{charge} に対応する再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} に基づいて、ステップ S 9 で算出された二次電池 10 の現在の開路電圧から、二次電池 10 の現在の SOC を算出する処理が実行される。図 5 に示す場面を例示して説明すると、たとえば、ステップ S 9 において算出された二次電池 10 の現在の開路電圧が、 V_a である場合には、充電切替時 SOC_{charge} である SOC_2 に対応する再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} (すなわち、充放電曲線 A に対応する電圧曲線) から、開路電圧 V_a に対応する SOC、すなわち、 SOC_a が二次電池 10 の現在の SOC として算出される。
- [0062] ステップ S 11 では、ステップ S 10 で算出された二次電池 10 の現在の SOC の情報が、制御装置 20 から、表示装置 60 へと送出され、表示装置 60 に二次電池 10 の現在の SOC の情報を表示させる処理が行なわれる。
- [0063] 次いで、ステップ S 12 では、制御装置 20 により、充電状態から放電状態に切替える処理が実行されたか否かの判定が行われる。すなわち、充電を終了して、放電が開始されたか否かの判定が行われる。充電状態から放電状態に切替える処理が実行されていない場合には、ステップ S 13 に進み、所定の充放電を終了する処理が実行されるか (ステップ S 13 = Yes)、あるいは、充電状態から放電状態に切替える処理実行されるまで (ステップ S 12 = Yes)、ステップ S 8 ~ S 13 の処理を繰返し実行する。すなわち、充電切替時 SOC_{charge} に対応する再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} を用いて、充電

時における、二次電池10の現在のSOCの算出が繰返し実行される。たとえば、図5に示す場面を例示すると、SOC₂に対応する再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} （すなわち、充放電曲線Aに対応する電圧曲線）を用いて、充電時における、二次電池10の現在のSOCの算出が繰返し実行されることとなる。

[0064] 一方、ステップS13において、所定の充放電を終了する処理が実行された場合には、本処理を終了する。また、ステップS12において、充電状態から放電状態に切替える処理が実行されたと判断された場合には、図10に示すステップS14に進む。

[0065] ステップS14では、制御装置20により、再び、充電状態から放電状態に切替える処理が実行された際における二次電池10のSOCを、放電切替時SOC_{discharge}に設定する処理が実行されるとともに、制御装置20により、制御装置20に予め記憶されている、充電切替時SOC_{charge}および放電切替時SOC_{discharge}に対応する再放電時開路電圧曲線 $\delta_{\gamma-SOC}$ を読み出す処理が実行される。図7に示す場面を例示して説明すると、図7中の充放電曲線Cのように、SOC₂に対応する再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} （すなわち、充放電曲線Aに対応する電圧曲線）に沿って充電が行われている場面において、SOC₄において、充電状態から放電状態に切替えた際においては、充電切替時SOC_{charge}がSOC₂であり、かつ、放電切替時SOC_{discharge}がSOC₄である場合における再放電時開路電圧曲線 $\delta_{\gamma-SOC}$ 、すなわち、充放電曲線Cに対応する電圧曲線を読み出す処理が実行される。

[0066] 次いで、ステップS15では、制御装置20により、電圧計50で測定された二次電池10の端子電圧および電流計40で測定された二次電池10の電流値を取得し、取得した二次電池10の端子電圧および電流値から、二次電池10の現在の開路電圧を算出する処理が実行される。なお、二次電池10の現在の開路電圧の算出方法としては、上述したステップS3と同様の方法が挙げられる。

[0067] ステップS16では、制御装置20により、ステップS15で読み出した充電切替時SOC_{charge}および放電切替時SOC_{discharge}に対応する再放電時開路

電圧曲線 $\delta_{\gamma-SOC}$ に基づいて、ステップ S 15 で算出された二次電池 10 の現在の開路電圧から、二次電池 10 の現在の SOC を算出する処理が実行される。図 7 に示す場面を例示して説明すると、たとえば、ステップ S 15 において算出された二次電池 10 の現在の開路電圧が、 V_c である場合には、充電切替時 SOC_{charge} である SOC₂ および放電切替時 SOC_{discharge} である SOC₄ に対応する再放電時開路電圧曲線 $\delta_{\gamma-SOC}$ (すなわち、充放電曲線 C に対応する電圧曲線) から、開路電圧 V_c に対応する SOC、すなわち、SOC_c が二次電池 10 の現在の SOC として算出される。

[0068] ステップ S 17 では、ステップ S 10 で算出された二次電池 10 の現在の SOC の情報が、制御装置 20 から、表示装置 60 へと送出され、表示装置 60 に二次電池 10 の現在の SOC の情報を表示させる処理が行なわれる。

[0069] 次に、ステップ S 18 では、制御装置 20 により、ステップ S 16 で算出された二次電池 10 の現在の SOC が、充電切替時 SOC_{charge} よりも低い値であるか否かの判定が行われる。すなわち、図 7 に示す場面を例示して説明すると、放電切替時 SOC_{discharge} である SOC₄ から放電を開始して、充電切替時 SOC_{charge} である SOC₂ を超えて、放電が行われたか否かの判断が行われる。充電切替時 SOC_{charge} である SOC₂ を超えて放電が行われた場合には、上述したように、その後の放電は、放電時基本開路電圧曲線 β に沿って行われることとなるため (図 7 参照)、ステップ S 2 に戻り、上述したステップ S 2 ~ S 7 において、放電時基本開路電圧曲線 β を用いて、二次電池 10 の現在の SOC を算出処理が実行される。

[0070] 一方、現在の二次電池 10 の SOC が、充電切替時 SOC_{charge} である SOC₂ よりも高い値である場合には、充電切替時 SOC_{charge} である SOC₂ を超えて、放電が行われるか (ステップ S 18 = Yes)、放電状態から充電状態に切替える処理が実行されるか (ステップ S 19 = Yes)、あるいは、充放電動作を終了する処理が実行されるまで (ステップ S 20 = Yes)、ステップ S 14 ~ S 20 を繰返し、実行することとなる。すなわち、制御装置 20 により、充電切替時 SOC_{charge} である SOC₂ および放電切替時 SOC_{discharge}

であるSOC₄に対応する再放電時開路電圧曲線 $\delta_{\gamma-SOC}$ （すなわち、充放電曲線Cに対応する電圧曲線）を用いて繰返し、二次電池10の現在のSOCの算出が実行されることとなる。

[0071] また、ステップS19において、制御装置20により、放電状態から充電状態に切替える処理が実行された場合には、図8に示す充放電曲線Dのように、充電切替時SOC_{charge}であるSOC₂に対応する再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} （すなわち、充放電曲線Aに対応する電圧曲線）に沿って充電が行われることとなるため、この場合には、ステップS8に戻り、上述したステップS8～S13において、充電切替時SOC_{charge}であるSOC₂に対応する再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} （すなわち、充放電曲線Aに対応する電圧曲線）を用いて、二次電池10の現在のSOCを算出処理が実行される。また、ステップS20において、所定の充放電を終了する処理が実行された場合には、本処理を終了する。

[0072] 本実施形態によれば、所定の満充電状態、すなわち、満充電電圧 V_{max} （SOC=100%）から放電を行なった場合における放電曲線を、放電時基本開路電圧曲線 β として予め記憶しておき、所定の満充電電圧 V_{max} から放電を行なった場合に、放電時基本開路電圧曲線 β に基づいて、二次電池10の現在の開路電圧から、二次電池10の現在のSOCを算出するものである。そのため、本実施形態によれば、所定の満充電電圧 V_{max} から放電を行なった際における、二次電池10の現在のSOCを精度良く算出することができる。特に、本実施形態に係る二次電池の制御システムが、電動車両に適用される場合には、通常、二次電池10は、所定の満充電状態まで充電された後に使用されることとなり、このような場合には、放電時基本開路電圧曲線 β に沿って、放電が行なわれることとなるため、放電時基本開路電圧曲線 β を用いることで、二次電池10の現在のSOCを適切に算出することが可能となる。

[0073] また、本実施形態によれば、所定の満充電状態から放電を行なった後、放電から充電に切替えた際における充電曲線を、充電切替時SOC_{charg}ごとに、再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} として、予め記憶しておき、このように、所定の満

充電状態から放電を行った後、再度、充電を行った場合に、再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} に基づいて、二次電池 10 の現在の開路電圧から、二次電池 10 の現在の SOC を算出するものである。そのため、本実施形態によれば、所定の満充電状態から放電を行った場合に加えて、さらに、再度、充電を行った場合においても、二次電池 10 の現在の SOC を精度良く算出することができる。

[0074] 加えて、本実施形態によれば、所定の満充電状態から放電を行なった後、再度、充電を行い、その後、充電から放電に再度切替えた際における放電曲線を、充電切替時 SOC_{charg} ごと、および、放電切替時 SOC_{discharge} ごとに、再放電時開路電圧曲線 $\delta_{\gamma-SOC}$ として、予め記憶しておき、このように、所定の満充電状態から放電を行った後、充電を行い、再度、放電を行った場合に、この再放電時開路電圧曲線 $\delta_{\gamma-SOC}$ に基づいて、二次電池 10 の現在の開路電圧から、二次電池 10 の現在の SOC を算出するものである。そのため、本実施形態によれば、所定の満充電状態から放電を行った後に充電を行い、その後、再度、放電を行った場面においても、二次電池 10 の現在の SOC を精度良く算出することができる。

[0075] 特に、本実施形態に係る二次電池の制御システムが、電動車両に適用される場合には、通常、二次電池 10 は、所定の満充電状態まで充電された後に使用されることとなるため、上述した放電時基本開路電圧曲線 β 、充電切替時 SOC_{charg} ごとの再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} に加えて、充電切替時 SOC_{charg} ごと、および、放電切替時 SOC_{discharge} ごとに、再放電時開路電圧曲線 $\delta_{\gamma-SOC}$ を予め記憶しておき、これを用いて、二次電池 10 の現在の SOC の算出を行うことで、幅広い場面において、二次電池 10 の現在の SOC を精度良く算出することが可能となる。

[0076] 《第 2 実施形態》

次いで、本発明の第 2 実施形態について説明する。

本発明の第 2 実施形態は、以下に説明する基準 SOC - 開路電圧曲線 δ を用いて、二次電池 10 の SOC を算出する以外は、上述した第 1 実施形態と

同様の構成を有し、かつ、同様に動作する。

[0077] 上述したように、本実施形態の二次電池 10 は、図 4～図 8 に示すように、充電時と放電時とを比較して、同じ SOC である場合には、いずれも充電時の方が、開路電圧が高くなり、また、放電時の方が、開路電圧が低くなるという特性を有している。たとえば、図 4 に示すように、SOC が同じ SOC₁ であっても、充電時には開路電圧は V_{1_1} となる一方で、放電時には開路電圧は V_{1_2} となり、充電時の方が、開路電圧が高くなるという特性がある。そして、このような特性は、図 5～図 8 に示すように、いずれの SOC から充電および放電を行った場合でも同様の傾向にある。

[0078] また、本実施形態の二次電池 10 においては、上記した特性に加えて、次のような特性も有する。すなわち、充電時と放電時とを比較して、同じ開路電圧である場合には、いずれも充電時の方が、SOC が低くなり、また、放電時の方が、SOC が高くなるという特性を有する。たとえば、図 4 に示すように、開路電圧が同じ V_{1_1} であっても、充電時には SOC は SOC₁ となる一方で、放電時には SOC は SOC₇ となり、充電時の方が、SOC が低くなるという特性がある。そして、このような特性は、図 5～図 8 に示すように、いずれの SOC から充電および放電を行った場合でも同様の傾向にある。

[0079] そのため、本実施形態では、上記特性を利用して、二次電池 10 の現在の SOC の算出を行う。すなわち、本実施形態では、図 11 に示すように、SOC = 0% から SOC = 100% まで充電を行なった場合における充電時開路電圧曲線である充電時基本開路電圧曲線 α と、SOC = 100% から SOC = 0% まで放電を行なった場合における放電時開路電圧曲線である放電時基本開路電圧曲線 β との間に、二次電池の現在の SOC を算出する際に基準となる、SOC と開路電圧との関係を示す基準 SOC - 開路電圧曲線 δ を設定し、この基準 SOC - 開路電圧曲線 δ を用いて、二次電池 10 の現在の SOC を算出する。なお、基準 SOC - 開路電圧曲線 δ の設定方法としては、特に限定されないが、たとえば、二次電池 10 について、互いに異なる複数の SOC から充電および放電を行う動作を複数行い、得られた SOC - 開路

電圧曲線に基づいて設定する方法などが挙げられる。なお、この場合においては、得られたSOC-開路電圧曲線から、充電時の曲線と、放電時の曲線との中間位置に、基準SOC-開路電圧曲線 δ が位置するように設定する方法が好ましい。

[0080] そして、本実施形態においては、たとえば、図11に示すように、二次電池10の開路電圧が V_5 である場合には、基準SOC-開路電圧曲線 δ 上においては、開路電圧 V_5 に対応するSOCは、 SOC_8 となる一方で、充電時には、開路電圧 V_5 に対応するSOCは、 SOC_8 よりも低いSOCとなり、また、放電時には、開路電圧 V_5 に対応するSOCは、 SOC_8 よりも高いSOCとなる。たとえば、図11に示すように、充電時基本開路電圧曲線 α に沿って充電が行われる場合には、開路電圧 V_5 に対応するSOCは、 SOC_8 よりも低い SOC_9 となり、一方、放電時基本開路電圧曲線 β に沿って充電が行われる場合には、開路電圧 V_5 に対応するSOCは、 SOC_8 よりも高い SOC_{10} となる。

[0081] そのため、本実施形態では、基準SOC-開路電圧曲線 δ 上において、二次電池10の開路電圧に対応するSOCを対応 SOC_{ref} として求め、充電時には、対応 SOC_{ref} を、1未満の所定の補正係数 C_{charge} ($C_{charge} < 1$)で補正することにより算出されるSOC ($= SOC_{ref} \times C_{charge}$)を、二次電池10の現在のSOCとして算出する。あるいは、放電時には、対応 SOC_{ref} を、1より大きい所定の補正係数 $C_{discharge}$ ($C_{discharge} > 1$)で補正することにより算出されるSOC ($= SOC_{ref} \times C_{discharge}$)を、二次電池10の現在のSOCとして算出する。なお、この際に用いる補正係数 C_{charge} 、 $C_{discharge}$ としては、特に限定されず、予め定められた所定の定数としてもよいし、あるいは、二次電池10の充放電特性を考慮して設定される変数としてもよい。

[0082] たとえば、本実施形態の二次電池10においては、図6に示すように、充電時においては、充電開始時のSOCが高いほど（すなわち、満充電状態に近いほど）、開路電圧が同じ場合であっても、SOCは高くなる傾向にある（すなわち、基準SOC-開路電圧曲線 δ に近づく傾向にある。）。そのた

め、本実施形態においては、充電時には、充電開始時のSOCが高いほど、補正係数 C_{charge} を1に近い値に設定するような態様とすることができる。また、同様に、本実施形態の二次電池10においては、図7、図8に示すように、放電時には、放電開始時のSOCが低いほど（すなわち、完全放電状態に近いほど）、開路電圧が同じ場合であっても、SOCは低くなる傾向にある（すなわち、基準SOC－開路電圧曲線 δ に近づく傾向にある。）。そのため、本実施形態においては、放電時には、放電開始時のSOCが低いほど、 $C_{\text{discharge}}$ を1に近い値に設定するような態様とすることができる。

[0083] このような第2実施形態によれば、基準SOC－開路電圧曲線 δ を設定し、充電中であるか放電中であるかに応じて、基準SOC－開路電圧曲線 δ に基づいて、二次電池10の現在のSOCを算出するものであるため、充電時と放電時とで開路電圧曲線の異なる正極活物質を用いた二次電池10の現在のSOCを比較的簡便に、かつ、精度良く算出することができる。

[0084] 以上、本発明の実施形態について説明したが、これらの実施形態は、本発明の理解を容易にするために記載されたものであって、本発明を限定するために記載されたものではない。したがって、上記の実施形態に開示された各要素は、本発明の技術的範囲に属する全ての設計変更や均等物をも含む趣旨である。

[0085] たとえば、上述した第1実施形態においては、所定の満充電状態から放電を行なった場合における放電時基本開路電圧曲線 β として、 $\text{SOC} = 100\%$ における満充電電圧 V_{max} から放電を行なったものを用いる場合を例示したが、放電時基本開路電圧曲線 β としては、二次電池10の電池設計や、二次電池10を実際に使用する充放電システム設計に対応したものに適宜設定すればよい。すなわち、たとえば、所定の満充電状態を、二次電池10を構成する正極活物質および負極活物質から勘案される理想の満充電状態（これを100%充電状態とする。）に必ずしも設定する必要はなく、たとえば、理想の満充電状態よりも若干低い95%充電状態を、所定の満充電状態に設定してもよい。ただし、本実施形態の効果をより高めるという観点より、このよ

うな所定の満充電状態としては、100%充電状態に近いものに設定することが望ましい。

[0086] また、上述した第1実施形態においては、放電時基本開路電圧曲線 β 、再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} 、および再放電時開路電圧曲線 $\delta_{\gamma-SOC}$ として、実際に充電および放電を行なった際におけるデータを実測したものに代えて、該データから、所定のSOC間隔ごと（たとえば、1%間隔ごと）に、対応する開路電圧を抽出してなる間欠データを用いてもよく、このような間欠データを用いることにより、制御装置20のデータ容量の低減が可能となる。

[0087] なお、このような間欠データを用いる場合においては、制御装置20は、算出された開路電圧から、データ近似によって、二次電池10の現在のSOCを求める方法を採用することができる。たとえば、図12に示すように、間欠データ中において、二次電池10の現在の開路電圧をEとし、対応するSOCが記憶されている開路電圧のうち、二次電池10の現在の開路電圧をEよりも大きな値を有するものであり、かつ、開路電圧Eに最も近いものを E_n 、また、二次電池10の現在の開路電圧をE以下の値を有するものであり、かつ、開路電圧Eに最も近いものを E_{n+1} とし、これら開路電圧 E_n 、 E_{n+1} に対応するSOCを、 SOC_n 、 SOC_{n+1} とした場合に、二次電池10の現在の開路電圧Eに対応するSOCであるSOC(E)は、下記式(3)、(4)にしたがって、算出することができる。

$$0 \leq (E - E_n) / (E_{n+1} - E_n) < 0.5 \text{ の場合 } SOC(E) = SOC_n \dots (3)$$

$$0.5 \leq (E - E_n) / (E_{n+1} - E_n) \leq 1 \text{ の場合 } SOC(E) = SOC_{n+1} \dots (4)$$

[0088] あるいは、上述した第1実施形態においては、充電切替時 SOC_{charge} ごとに設定される、再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} として、所定のSOC間隔ごと（たとえば、1%間隔ごと）に、間欠的に電圧曲線を設定し、これを記憶するような構成であってもよく、この場合においても、上記式(3)、(4)にしたがって、制御装置20に記憶されている再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} のうち、充

電切替時 SOC_{charge} の値が最も近いものを用いて、二次電池 10 の現在の SOC を算出するような構成とすることができる。さらには、充電切替時 SOC_{charge} ごと、および放電切替時 $SOC_{discharge}$ ごとに設定される、再放電時開路電圧曲線 $\delta_{\gamma-SOC}$ についても、同様に、所定の SOC 間隔ごと（たとえば、1% 間隔ごと）に、間欠的に電圧曲線を設定し、これを記憶するような構成であってもよく、この場合においても、同様に、二次電池 10 の現在の SOC を算出するような構成とすることができる。特に、このように間欠的に、再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} 、再放電時開路電圧曲線 $\delta_{\gamma-SOC}$ を記憶するような構成とすることにより、制御装置 20 のデータ容量のさらなる低減が可能となる。

[0089] また、上述した第 1 実施形態においては、放電時基本開路電圧曲線 β 、再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} 、再放電時開路電圧曲線 $\delta_{\gamma-SOC}$ に基づいて、二次電池 10 の現在の開路電圧から、二次電池 10 の現在の SOC を求めるような方法を採用したが、このような方法に代えて、電流積算に基づいて、二次電池 10 の現在の SOC を算出するような構成としてもよい。すなわち、電流計 40 により検出された放電開始時からの充放電電流を連続的に積算し、積算結果に基づいて、二次電池 10 の現在の SOC を算出するような構成としてもよい。そして、この場合においては、たとえば、電流積算による SOC の算出を所定の第 1 間隔（たとえば、10 msec 間隔）で行うとともに、第 1 間隔よりも長い所定の第 2 間隔（たとえば、数分～数十分程度）にて、上述した放電時基本開路電圧曲線 β 、再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} 、再放電時開路電圧曲線 $\delta_{\gamma-SOC}$ に基づく SOC の算出を併せて行なうことにより、これら放電時基本開路電圧曲線 β 、再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} 、再放電時開路電圧曲線 $\delta_{\gamma-SOC}$ に基づく SOC の算出結果に基づいて、電流積算による SOC の算出結果を補正するような構成とすることができる。特に、このような方法を用いることにより、演算負荷の比較的軽い電流積算によって、 SOC の算出を行う一方で、放電時基本開路電圧曲線 β 、再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} 、再放電時開路電圧曲線 $\delta_{\gamma-SOC}$ に基づく SOC の算出結果に基づいて、電流積算による SOC の算出結果を補正することで、 SOC の算出精度を良好なものとするこ

ができる。

[0090] さらに、上述した第1実施形態では、充電切替時 SOC_{charge} および放電切替時 $SOC_{discharge}$ ごとに、再放電時開路電圧曲線 $\delta_{\gamma-SOC}$ を設定するような構成を例示したが、充電切替時 SOC_{charge} に対してのみ、一つの再放電時開路電圧曲線 $\delta_{\gamma-SOC}$ を設定するような構成としてもよい。すなわち、充電切替時 SOC_{charge} に対して、一つの再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} および一つの再放電時開路電圧曲線 $\delta_{\gamma-SOC}$ を設定するような構成としてもよい。ここで、本実施形態の二次電池10においては、図7、図8を参照した場合に、充電切替時 SOC_{charge} が、ともに SOC_2 である場合には、放電切替時 $SOC_{discharge}$ が SOC_4 、 SOC_5 と異なる場合でも、放電時の開路電圧曲線は、比較的近似したものとなる傾向にある。

[0091] そのため、本実施形態においては、充電切替時 SOC_{charge} ごとに、一つの再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} および一つの再放電時開路電圧曲線 $\delta_{\gamma-SOC}$ を設定し、これを用いる以外は、上述した第1実施形態と同様にして、二次電池10の現在の SOC を算出するような構成としてもよい。特に、このような構成を採用することにより、保存すべきデータあるいは演算負荷を低減しながら、充電時と放電時とで開路電圧曲線の異なる正極活物質を用いた二次電池10の現在の SOC を精度良く算出することができる。

[0092] なお、充電切替時 SOC_{charge} ごとに、一つの再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} および一つの再放電時開路電圧曲線 $\delta_{\gamma-SOC}$ を設定する方法としては特に限定されないが、たとえば、上述した第1実施形態と同様に、充電切替時 SOC_{charge} ごとに、一つの再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} および一つの再放電時開路電圧曲線 $\delta_{\gamma-SOC}$ を制御装置20に予め記憶させておくような構成とし、充電から放電に切り替わった際にこれを取得するような構成とすることができる。あるいは、充電から放電に切り替わった際に、充電切替時 SOC_{charge} に対応する、一つの再充電時開路電圧曲線 γ_{SOC} および一つの再放電時開路電圧曲線 $\delta_{\gamma-SOC}$ を、その都度算出するような構成としてもよい。また、充電切替時 SOC_{charge} に対応する再放電時開路電圧曲線 $\delta_{\gamma-SOC}$ を設定する方法としては特に限定されないが、た

例えば、充電切替時 SOC_{charge} から、満充電までの中間 SOC_{mid} ($SOC_{mid} = (100 - SOC_{charge}) / 2$) を算出し、中間 SOC_{mid} から、放電を行った場合の放電時の開路電圧曲線を、再放電時開路電圧曲線 $\delta_{\gamma-SOC}$ とすることができる。

[0093] なお、上述の実施形態において、二次電池 10 は本発明の二次電池に、制御装置 20 は本発明の記憶手段、SOC 算出手段、充電開始時 SOC 検出手段、第 1、第 2 取得手段、第 1～第 3 記憶手段、第 1～第 3 SOC 算出手段、充放電電流積算手段、および補正手段に、それぞれ相当する。

[0094] 以上、本発明の実施形態について説明したが、これらの実施形態は、本発明の理解を容易にするために記載されたものであって、本発明を限定するために記載されたものではない。したがって、上記の実施形態に開示された各要素は、本発明の技術的範囲に属する全ての設計変更や均等物をも含む趣旨である。

請求の範囲

- [請求項1] 正極材料として、充電時と放電時とで開路電圧曲線の異なる正極活物質を用いた二次電池の制御装置であって、
- 前記二次電池の現在のSOCを算出する際に基準となる、SOCと開路電圧との関係を示す基準SOC－開路電圧曲線を記憶する記憶手段と、
- 前記基準SOC－開路電圧曲線に基づいて、前記二次電池の現在の開路電圧から、前記二次電池の現在のSOCを算出するSOC算出手段とを備え、
- 前記SOC算出手段は、
- 前記二次電池の充電時には、前記基準SOC－開路電圧曲線上において、前記二次電池の現在の開路電圧に対応するSOCの値よりも低い値を、前記二次電池の現在のSOCとして算出し、
- 前記二次電池の放電時には、前記基準SOC－開路電圧曲線上において、前記二次電池の現在の開路電圧に対応するSOCの値よりも高い値を、前記二次電池の現在のSOCとして算出する二次電池の制御装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の二次電池の制御装置において、
- 前記SOC算出手段は、
- 前記二次電池の充電時には、前記基準SOC－開路電圧曲線上において、前記二次電池の現在の開路電圧に対応するSOCの値に、1未満の所定の第1補正係数を乗じた値を、前記二次電池の現在のSOCとして算出し、
- 前記二次電池の放電時には、前記基準SOC－開路電圧曲線上において、前記二次電池の現在の開路電圧に対応するSOCの値に、1より大きい所定の第2補正係数を乗じた値を、前記二次電池の現在のSOCとして算出する二次電池の制御装置。
- [請求項3] 請求項2に記載の二次電池の制御装置において、

前記SOC算出手段は、

充電開始時の前記二次電池のSOCが、所定の満充電状態に近いほど、前記第1補正係数を1に近い値に設定し、

放電開始時の前記二次電池のSOCが、所定の完全放電状態に近いほど、前記第2補正係数を1に近い値に設定する二次電池の制御装置。

[請求項4]

正極材料として、充電時と放電時とで開路電圧曲線の異なる正極活物質を用いた二次電池の制御装置であって、

前記二次電池の充電を開始した際における前記二次電池のSOCを充電開始時SOCとして検出する充電開始時SOC検出手段と、

前記充電開始時SOCから充電を行った際における、充電過程におけるSOCと開路電圧との関係を、充電時開路電圧情報として取得する第1取得手段と、

前記充電開始時SOCから充電を行った後、再度、放電を行った際における、放電過程におけるSOCと開路電圧との関係を、放電時開路電圧情報として取得する第2取得手段と、

前記二次電池の現在のSOCを算出するSOC算出手段と、を備え、

前記SOC算出手段は、

前記充電開始時SOCから充電が行われた後において、前記二次電池が充電中である場合には、前記第1取得手段により取得した前記充電時開路電圧情報に基づいて、前記二次電池の現在の開路電圧から、前記二次電池の現在のSOCを算出し、

前記充電開始時SOCから充電が行われた後において、前記二次電池が放電中である場合には、前記第2取得手段により取得した前記放電時開路電圧情報に基づいて、前記二次電池の現在の開路電圧から、前記二次電池の現在のSOCを算出する二次電池の制御装置。

[請求項5]

請求項4に記載の二次電池の制御装置において、

前記第1取得手段は、前記二次電池の充電が開始された際に、前記充電開始時SOCに対応する、充電過程におけるSOCと開路電圧との関係を、充電時開路電圧情報として演算し、

前記第2取得手段は、前記二次電池の放電が開始された際に、前記充電開始時SOCに対応する、放電過程におけるSOCと開路電圧との関係を、放電時開路電圧情報として演算する二次電池の制御装置。

[請求項6]

請求項4に記載の二次電池の制御装置において、

前記充電開始時SOCごとに、前記充電時開路電圧情報、および前記放電時開路電圧情報を記憶する記憶手段をさらに備え、

前記第1取得手段は、前記二次電池の充電が開始された際に、前記記憶手段から、前記充電開始時SOCに対応する前記充電時開路電圧情報を読み出し、

前記第2取得手段は、前記二次電池の放電が開始された際に、前記記憶手段から、前記充電開始時SOCに対応する前記放電時開路電圧情報を読み出す二次電池の制御装置。

[請求項7]

正極材料として、充電時と放電時とで開路電圧曲線の異なる正極活物質を用いた二次電池の制御装置であって、

前記二次電池を所定の満充電状態まで充電させた後、満充電状態から放電を行なった際における、放電過程におけるSOCと開路電圧との関係を、基本放電開路電圧情報として記憶する第1記憶手段と、

満充電状態から放電を行なった後、再度充電を行なった際における、充電過程におけるSOCと開路電圧との関係を、再度充電を行なった際の充電開始時のSOCごとに、再充電時開路電圧情報として記憶する第2記憶手段とを備え、

前記基本放電開路電圧情報に基づいて、満充電状態から放電を行なった際における、前記二次電池の現在のSOCを算出する第1SOC算出手段と、

前記再充電時開路電圧情報に基づいて、満充電状態から放電を行な

った後、再度充電を行なった際における、前記二次電池の現在のSOCを算出する第2SOC算出手段と、を備える二次電池の制御装置。

[請求項8]

請求項7に記載の二次電池の制御装置において、

満充電状態から放電を行ない、再度充電を行なった後に、再度放電を行なった際における、放電過程におけるSOCと開路電圧との関係を、再度充電を行なった際の充電開始時のSOCおよび再度放電を行なった際の放電開始時のSOCごとに、再放電時開路電圧情報として記憶する第3記憶手段と、

前記再放電時開路電圧情報に基づいて、満充電状態から放電を行ない、再度充電を行なった後に、再度放電を行なった際における、前記二次電池の現在のSOCを算出する第3SOC算出手段と、を備える二次電池の制御装置。

[請求項9]

請求項8に記載の二次電池の制御装置において、

前記第3記憶手段は、前記再放電時開路電圧情報として、再度放電を行なった際の放電開始時のSOCから、再度充電を行なった際の充電開始時のSOCまで放電を行なった場合の、放電過程におけるSOCと開路電圧との関係を記憶しており、

前記第3SOC算出手段は、再度充電を行なった際の充電開始時のSOCまでは、前記再放電時開路電圧情報に基づいて、前記二次電池の現在のSOCを算出し、再度充電を行なった際の充電開始時のSOCを越えて放電が行なわれた場合には、前記基本放電開路電圧情報に基づいて、前記二次電池の現在のSOCを算出する二次電池の制御装置。

[請求項10]

請求項8または9に記載の二次電池の制御装置において、

前記第1記憶手段、前記第2記憶手段および前記第3記憶手段は、前記基本放電開路電圧情報、前記再充電時開路電圧情報および前記再放電時開路電圧情報として、所定のSOC間隔ごとに、放電過程または充電過程におけるSOCと開路電圧との関係を間欠的に記憶してお

り、

前記第1 SOC算出手段、前記第2 SOC算出手段および前記第3 SOC算出手段は、前記二次電池の現在の開路電圧から、下記式 (I)、(II) にしたがって、前記二次電池の現在のSOCを算出する二次電池の制御装置。

$$0 \leq (E - E_n) / (E_{n+1} - E_n) < 0.5 \text{ の場合 } SOC(E) = SOC_n \dots (I)$$

$$0.5 \leq (E - E_n) / (E_{n+1} - E_n) \leq 1 \text{ の場合 } SOC(E) = SOC_{n+1} \dots (II)$$

(上記式 (I)、(II) において、

E は、二次電池の現在の開路電圧、

E_n は、対応するSOCが前記第1記憶手段、前記第2記憶手段または前記第3記憶手段に記憶されている開路電圧であって、二次電池の現在の開路電圧Eよりも大きな値を有するものであり、かつ、二次電池の現在の開路電圧Eに最も近いもの、

E_{n+1} は、対応するSOCが前記第1記憶手段、前記第2記憶手段または前記第3記憶手段に記憶されている開路電圧であって、二次電池の現在の開路電圧E以下の値を有するものであり、かつ、二次電池の現在の開路電圧Eに最も近いもの、

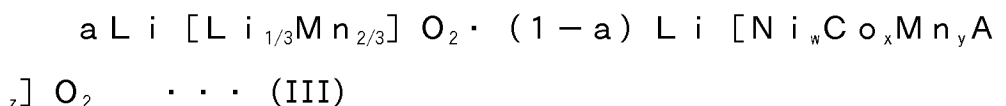
SOC_n は、開路電圧E_nに対応するSOC、

SOC_{n+1} は、開路電圧E_{n+1}に対応するSOC、

SOC(E) は、二次電池の現在の開路電圧Eに対応するSOC、である。)

[請求項11]

請求項7～10のいずれかに記載の二次電池の制御装置において、前記正極活物質が、下記一般式 (III) で表される化合物を含む二次電池の制御装置。



(上記式 (III) において、 $0 < a < 1$ 、 $w + x + y + z = 1$ 、 $0 \leq w, x, y, z \leq 1$ 、 A は金属元素である。)

[請求項12]

請求項8～11のいずれかに記載の二次電池の制御装置において、前記二次電池の充放電電流を積算することで、電流積算に基づくSOCを算出する充放電電流積算手段と、

前記充放電電流積算手段は、前記第1SOC算出手段、第2SOC算出手段または第3SOC算出手段により算出された前記二次電池の現在のSOCに基づいて、前記充放電電流積算手段により算出された電流積算に基づくSOCを補正する補正手段とを備える二次電池の制御装置。

[請求項13]

正極材料として、充電時と放電時とで開路電圧曲線の異なる正極活物質を用いた二次電池のSOCを検出する方法であって、

前記二次電池が充電中であるか放電中であるかを検出し、

前記二次電池が充電中である場合には、二次電池の現在のSOCを算出する際に基準となる、SOCと開路電圧との関係を示す所定の基準SOC－開路電圧曲線上において、前記二次電池の現在の開路電圧に対応するSOCの値よりも低い値を、前記二次電池の現在のSOCとして算出し、

前記二次電池が放電中である場合には、前記基準SOC－開路電圧曲線上において、前記二次電池の現在の開路電圧に対応するSOCの値よりも高い値を、前記二次電池の現在のSOCとして算出する二次電池のSOC検出方法。

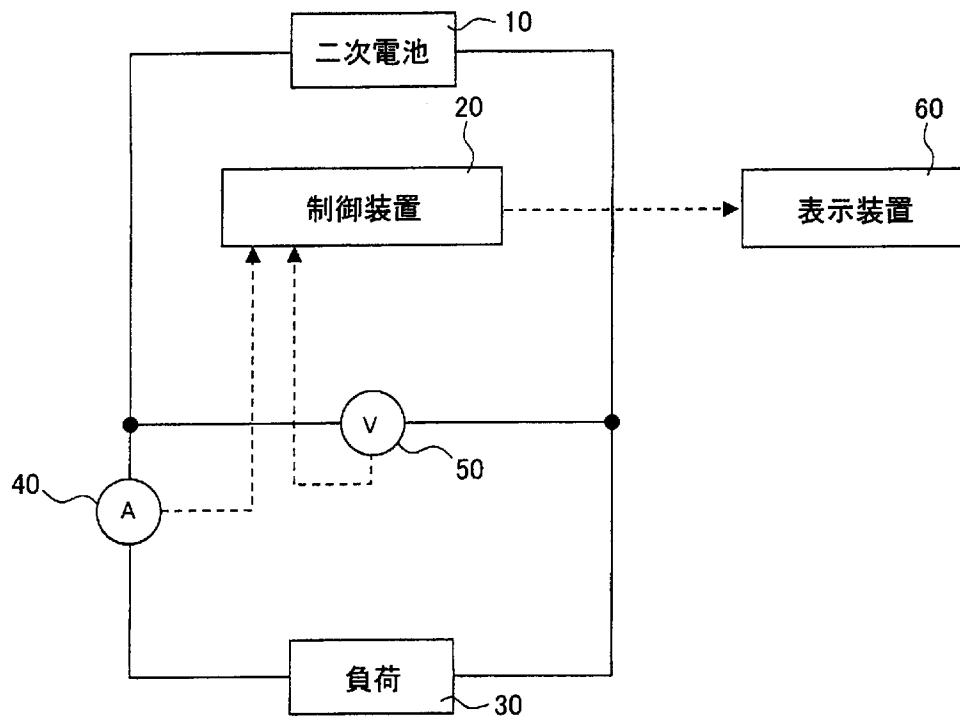
[請求項14]

正極材料として、充電時と放電時とで開路電圧曲線の異なる正極活物質を用いた二次電池のSOCを検出する方法であって、

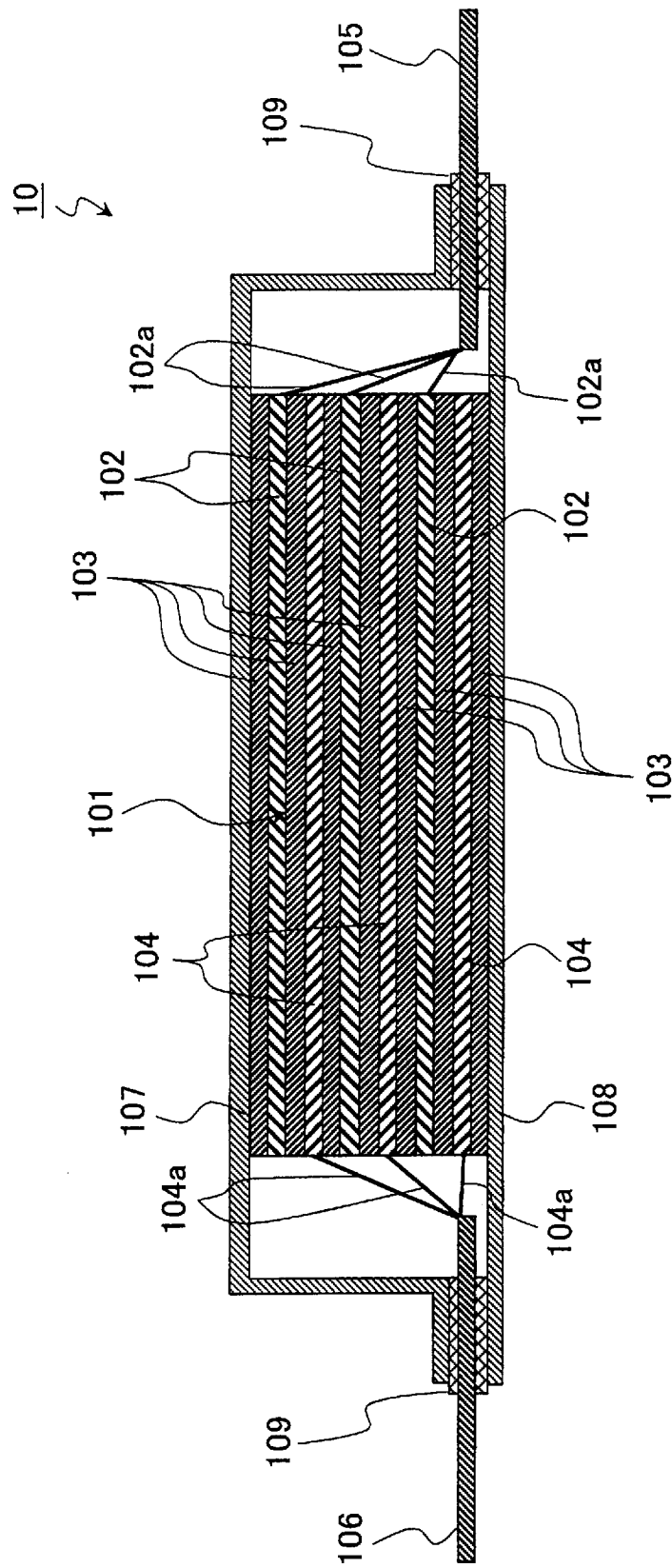
前記二次電池を所定の満充電状態まで充電させた後、満充電状態から放電を行なった際における、放電過程におけるSOCと開路電圧との関係、および、満充電状態から放電を行なった後、再度充電を行なった際における、充電過程におけるSOCと開路電圧との関係と、前

記二次電池の現在の開路電圧とに基づいて、前記二次電池の現在のSOCを算出する二次電池のSOC検出方法。

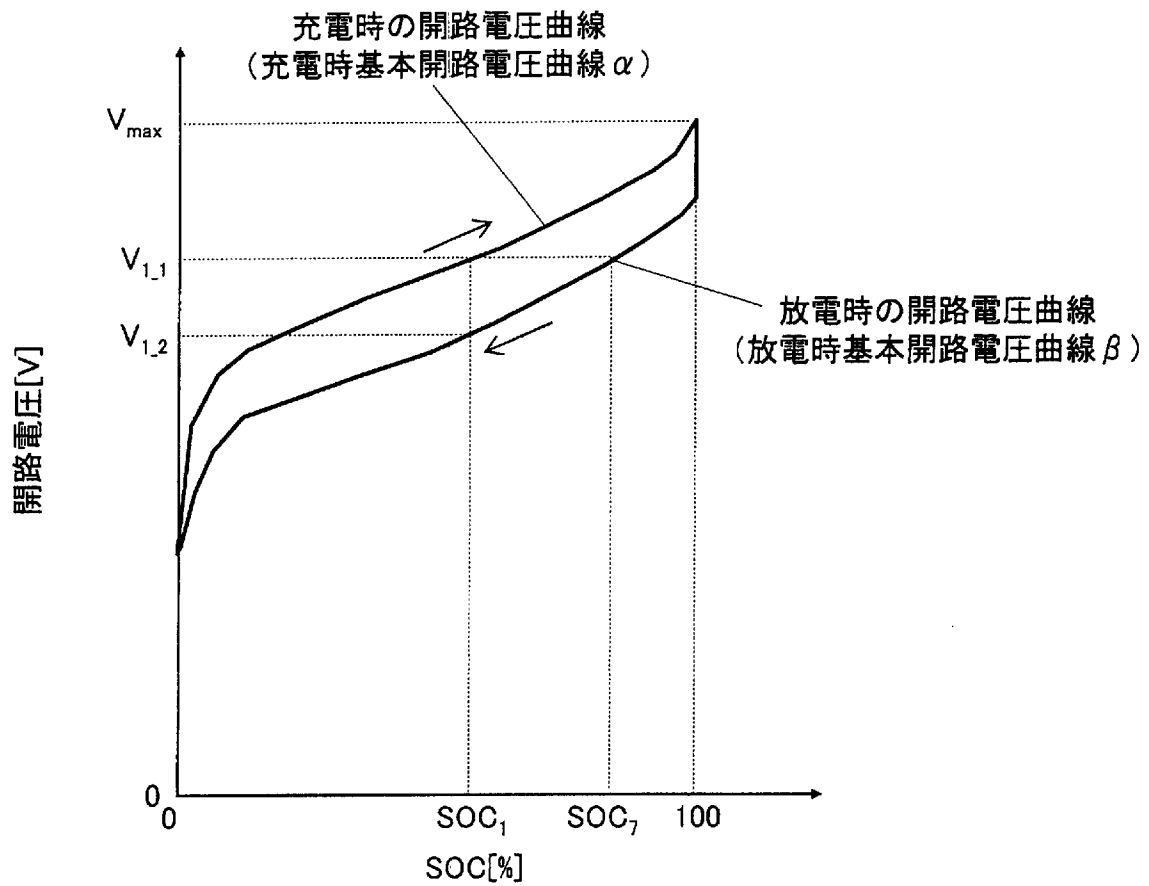
[図1]



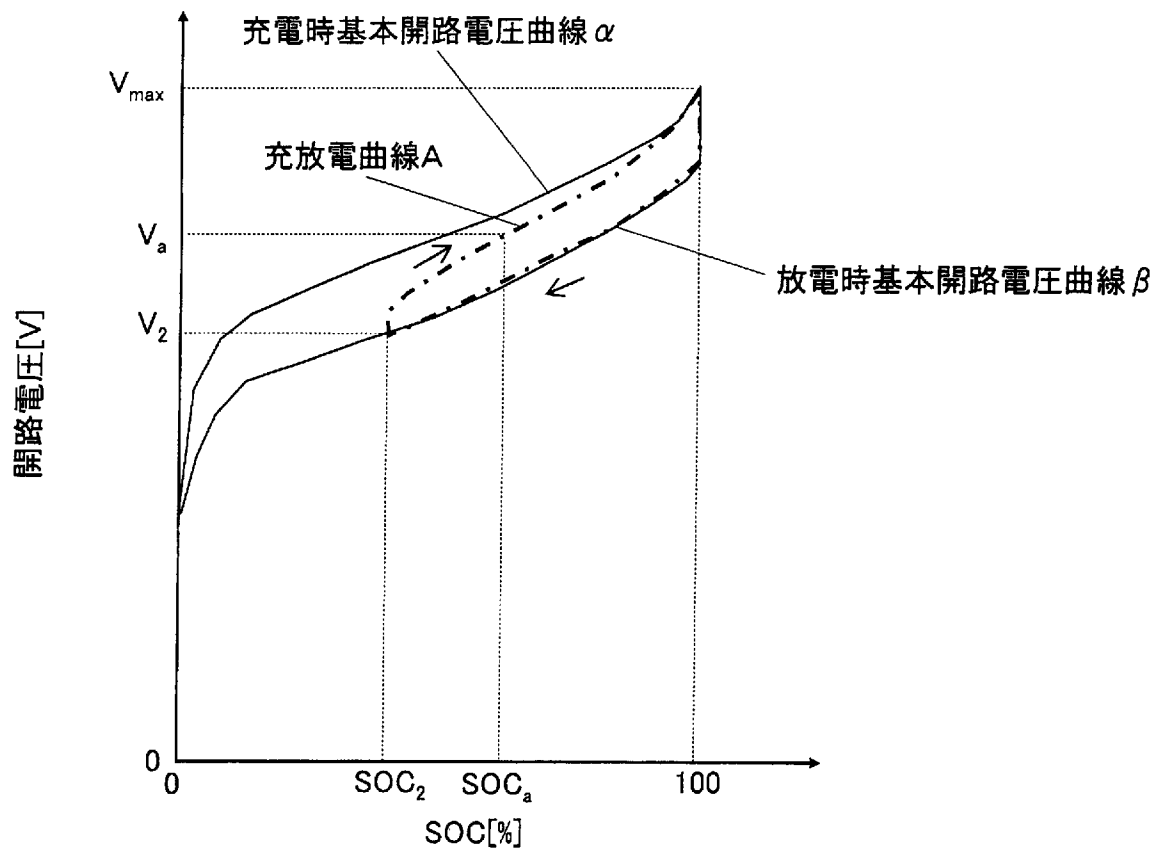
[図3]



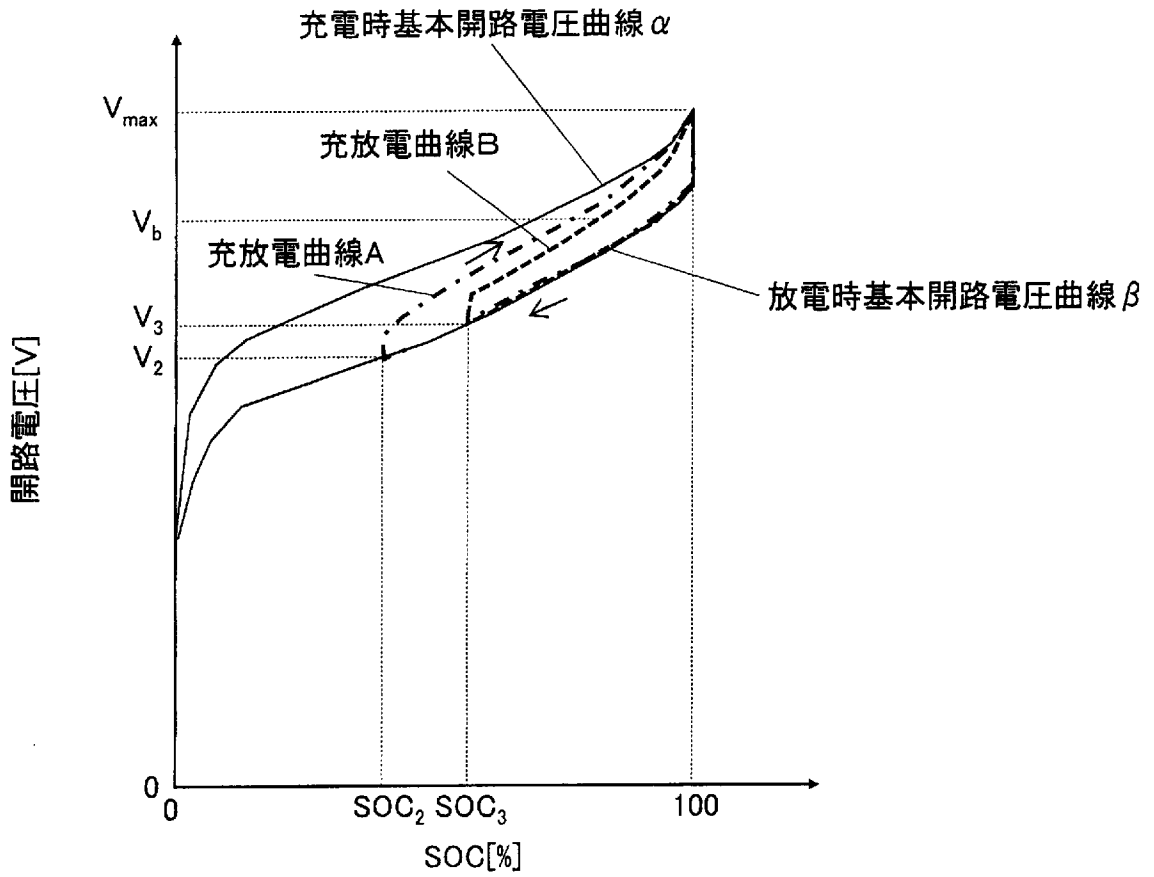
[図4]



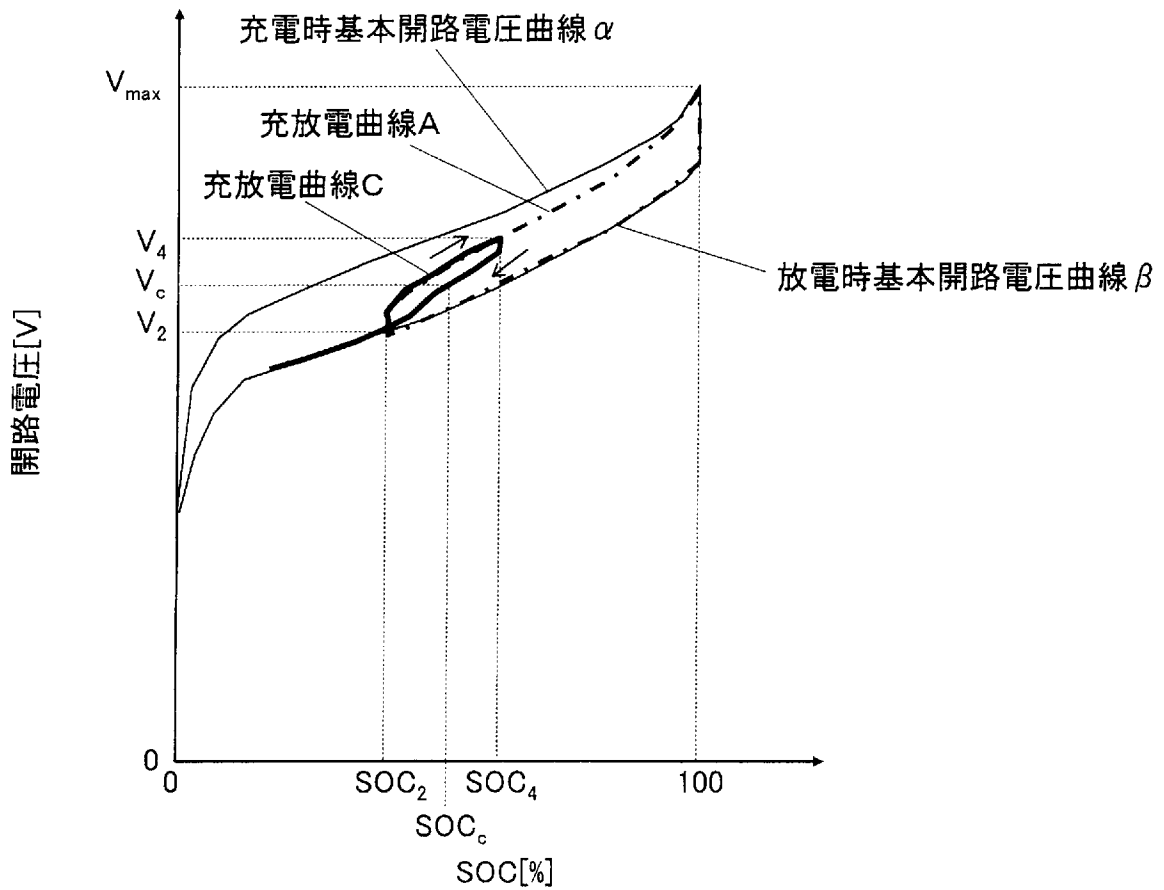
[図5]



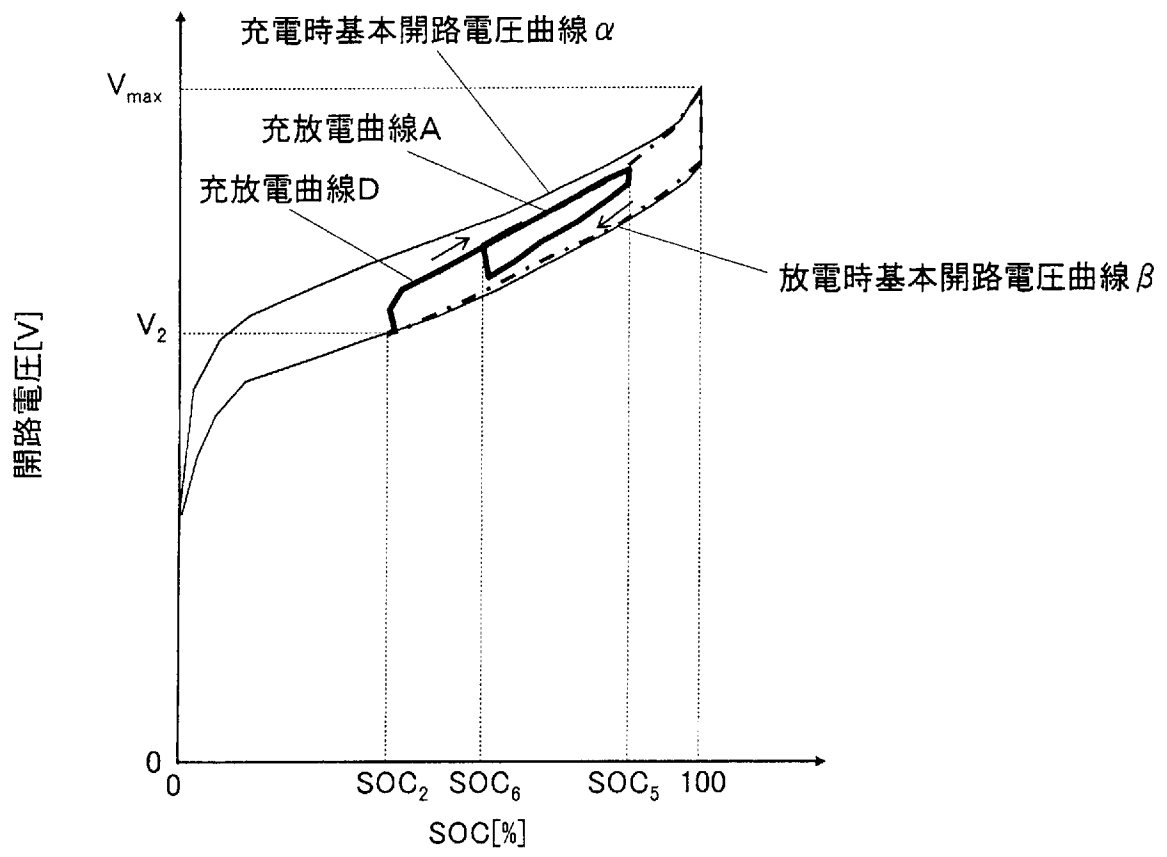
[圖6]



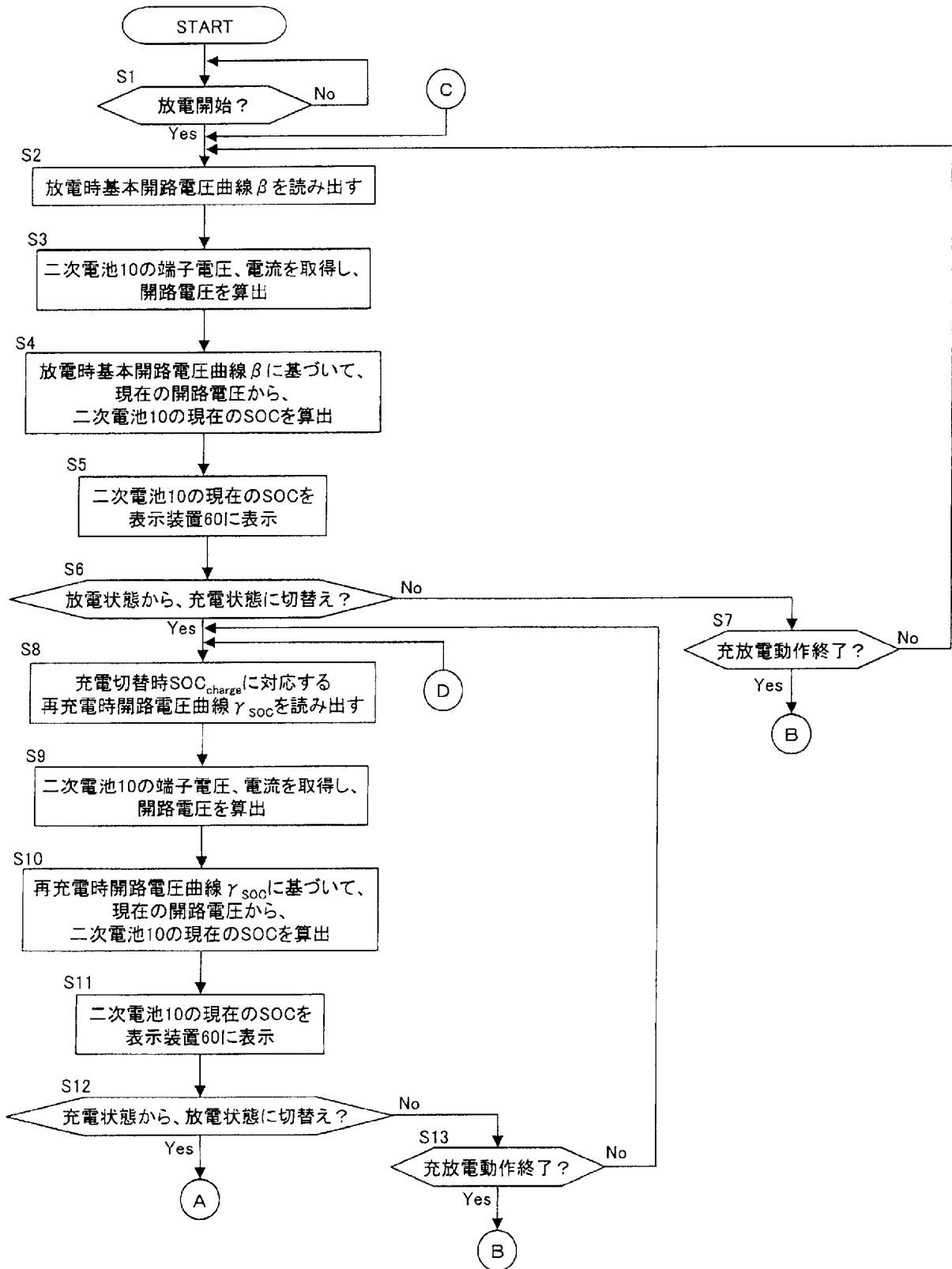
[圖7]



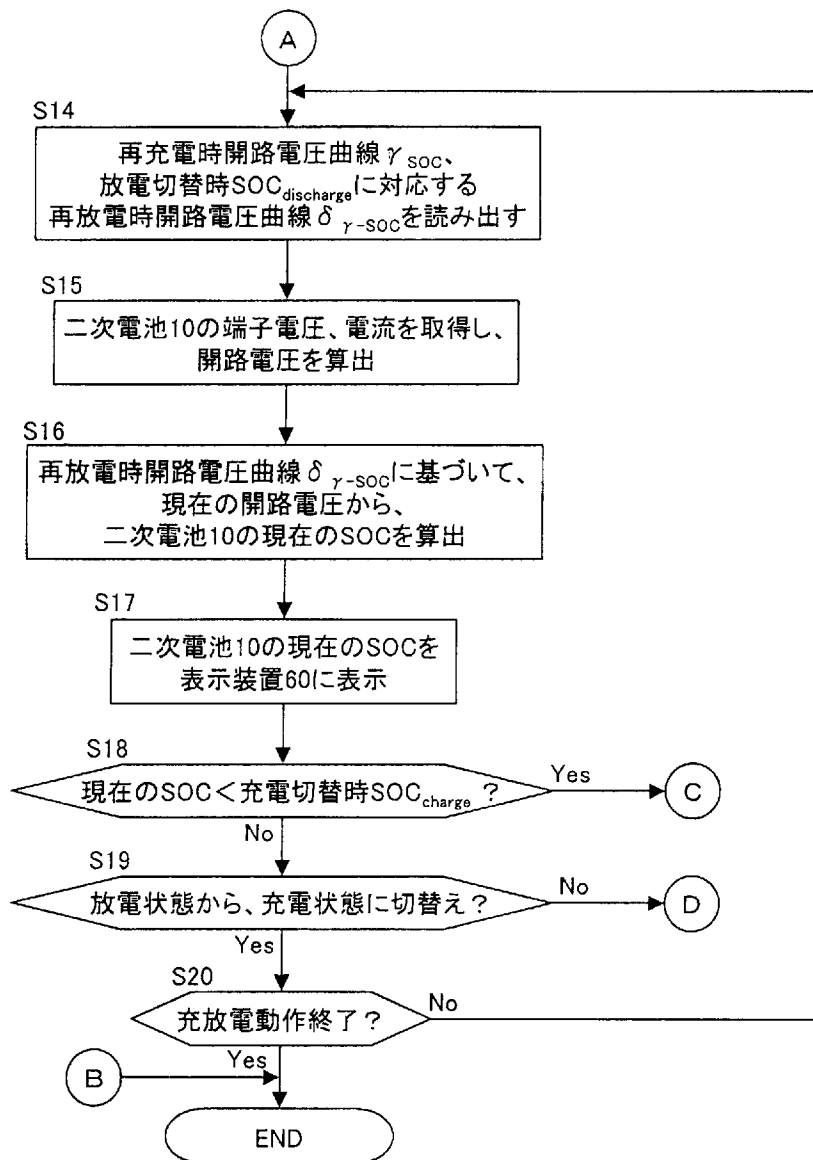
[図8]



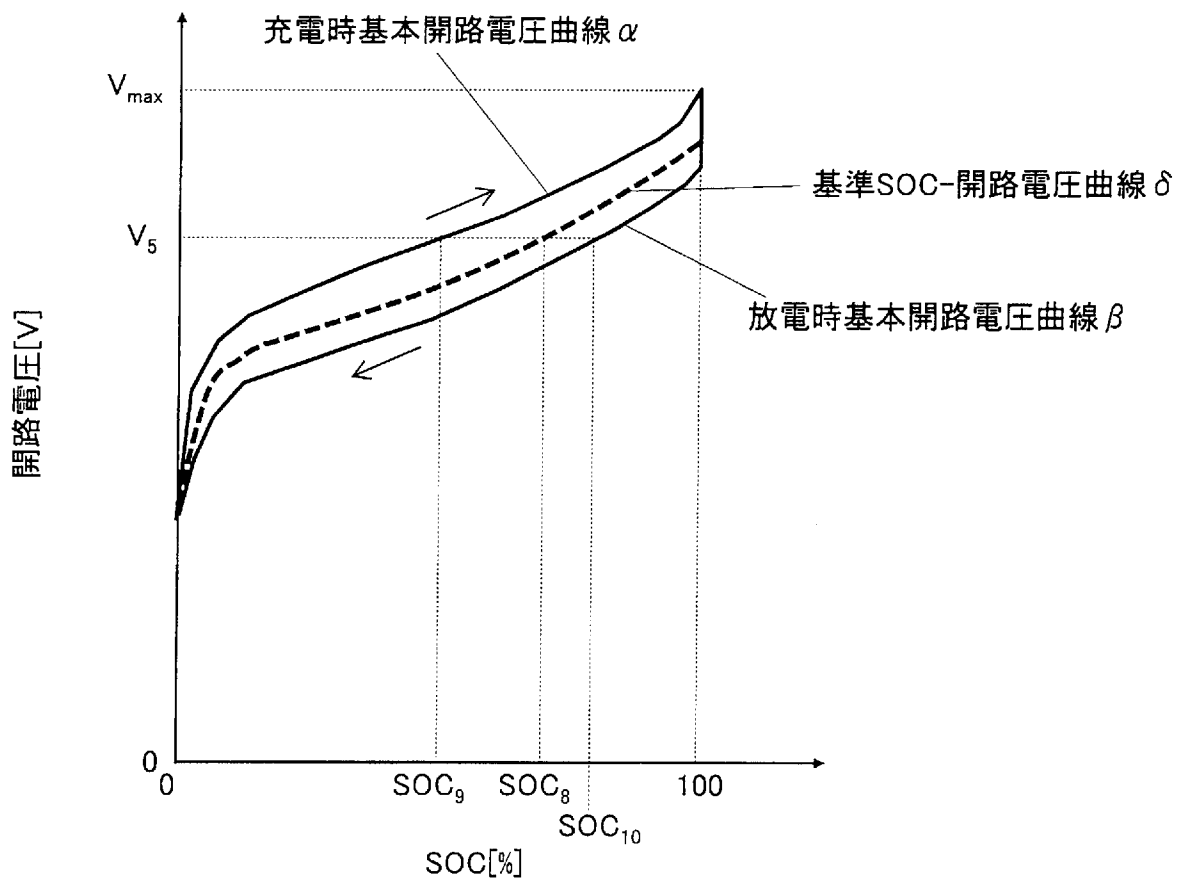
[図9]



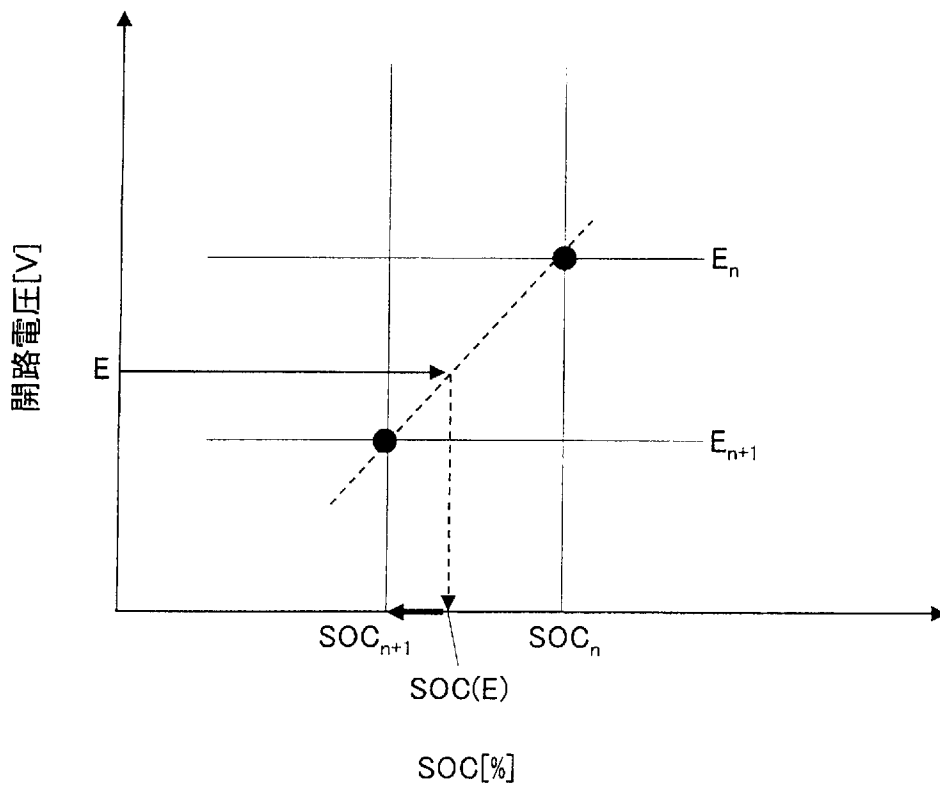
[図10]



[圖11]



[圖12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/055303

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M10/48(2006.01)i, G01R31/36(2006.01)i, H01M4/505(2010.01)i, H01M4/525(2010.01)i, H02J7/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01M10/42-10/48, G01R31/36, H01M4/505, H01M4/525, H02J7/00-7/12, H02J7/34-7/36

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 11-289685 A (Toshiba Battery Co., Ltd.), 19 October 1999 (19.10.1999), paragraphs [0005] to [0013], [0020], [0021]; fig. 1, 4 (Family: none)	4-6, 14 1-3, 7-13
Y A	JP 2007-327971 A (Fuji Electric Device Technology Co., Ltd.), 20 December 2007 (20.12.2007), paragraphs [0077] to [0086]; fig. 13, 17 & JP 2004-226393 A	4-6, 14 1-3, 7-13
Y A	JP 2001-147260 A (Honda Motor Co., Ltd.), 29 May 2001 (29.05.2001), paragraphs [0007] to [0009], [0018] to [0036]; fig. 1 to 5 (Family: none)	4-6, 14 1-3, 7-13

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 May, 2013 (22.05.13)

Date of mailing of the international search report
04 June, 2013 (04.06.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/055303

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-78757 A (Toshiba Battery Co., Ltd.), 14 March 2000 (14.03.2000), paragraphs [0005], [0012]; fig. 1 (Family: none)	1-14
A	JP 2000-261905 A (Denso Corp.), 22 September 2000 (22.09.2000), paragraphs [0030] to [0048]; fig. 4 to 7 & US 6232744 B1	1-14
A	JP 2011-204563 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 13 October 2011 (13.10.2011), claim 1; paragraphs [0032] to [0053]; fig. 2 (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. H01M10/48(2006.01)i, G01R31/36(2006.01)i, H01M4/505(2010.01)i, H01M4/525(2010.01)i, H02J7/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. H01M10/42-10/48, G01R31/36, H01M4/505, H01M4/525, H02J7/00-7/12, H02J7/34-7/36

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2013年
 日本国実用新案登録公報 1996-2013年
 日本国登録実用新案公報 1994-2013年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 11-289685 A (東芝電池株式会社) 1999.10.19, 段落【0005】-【0013】、【0020】、【0021】、 第1, 4図 (ファミリーなし)	4-6, 14 1-3, 7-13
Y A	JP 2007-327971 A (富士電機デバイステクノロジー株式会社) 2007.12.20, 段落【0077】-【0086】、第13, 17図 & JP 2004-226393 A	4-6, 14 1-3, 7-13

C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 22.05.2013	国際調査報告の発送日 04.06.2013
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 早川 卓哉	5 T	9 2 9 5
	電話番号 03-3581-1101 内線 3568		

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2001-147260 A (本田技研工業株式会社) 2001. 05. 29, 段落【0007】－【0009】、【0018】－【0036】、 第1－5図 (ファミリーなし)	4-6, 14 1-3, 7-13
A	JP 2000-78757 A (東芝電池株式会社) 2000. 03. 14, 段落【0005】、【0012】、第1図 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 2000-261905 A (株式会社デンソー) 2000. 09. 22, 段落【0030】－【0048】、第4－7図 & US 6232744 B1	1-14
A	JP 2011-204563 A (日産自動車株式会社) 2011. 10. 13, 【請求項1】、段落【0032】－【0053】、第2図 (ファミリーなし)	1-14