(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
2018年8月30日(30.08.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/155247 A1

(51) 国際特許分類:
G01R 31/36 (2006.01)　*H01M 10/48* (2006.01)
H01M 10/42 (2006.01)　*H02J 7/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2018/004767

(22) 国際出願日：　2018年2月13日(13.02.2018)

(25) 国際出願の言語：　日本語

(26) 国際公開の言語：　日本語

(30) 優先権データー：
特願 2017-032779　2017年2月24日(24.02.2017)　JP

(71) 出願人：株式会社豊田自動織機 (**KABUSHIKI KAISHA TOYOTA JIDOSHOKKI**) [JP/JP]；〒4488671 愛知県刈谷市豊田町２丁目１番地 Aichi (JP).

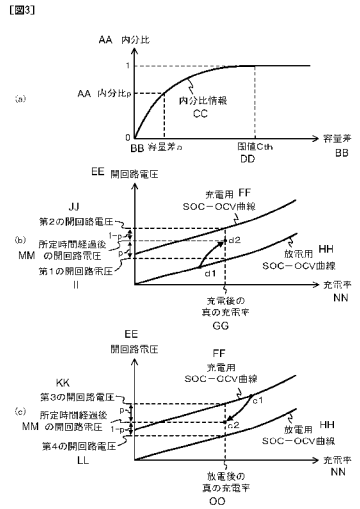
(72) 発明者：小田切　俊雄 (**OTAGIRI, Toshio**)；〒4488671 愛知県刈谷市豊田町２丁目１番地 株式会社豊田自動織機内 Aichi (JP). 佐藤 裕人 (**SATO, Hiroto**)；〒4488671 愛知県刈谷市豊田町２丁目１番地 株式会社豊田自動織機内 Aichi (JP). 西垣 研治 (**NISHIGAKI, Kenji**)；〒4488671 愛知県刈谷市豊田町２丁目１番地 株式会社豊田自動織機内 Aichi (JP).

(74) 代理人：大菅　義之 (**OSUGA, Yoshiyuki**)；〒1020084 東京都千代田区二番町８番地２０ 二番町ビル３Ｆ 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, 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.

(54) **Title:** BATTERY STATE OF CHARGE ESTIMATING DEVICE

(54) 発明の名称： 電池充電率推定装置



AA Internal ratio
BB Capacity difference
CC Internal ratio information
DD Threshold
EE Open circuit voltage
FF SOC-OCV curve for charging
GG True state of charge after charging
HH SOC-OCV curve for discharging
II First open circuit voltage
JJ Second open circuit voltage
KK Third open circuit voltage
LL Fourth open circuit voltage
MM Open circuit voltage after prescribed length of time has elapsed
NN State of charge
OO True state of charge after discharging

(57) **Abstract:** This battery state of charge estimating device is provided with: a storage unit 3 which stores an SOC-OCV curve for charging, an SOC-OCV curve for discharging, and internal ratio information; and a state of charge estimating unit 4 which, if a capacity difference before and after charging when a battery B is charged from a state in which a point of intersection d1 of an open circuit voltage OCV and a state of charge SOC of the battery B is on the SOC-OCV curve for discharging, or a capacity difference before and after discharging when the battery B is discharged from a state in which a point of intersection c1 of the open circuit voltage OCV and the state of charge SOC of the battery B is on the SOC-OCV curve for charging is less than a threshold Cth, refers to the internal ratio information to obtain an internal ratio corresponding to the capacity difference, and estimates the state of charge of the battery B using the obtained internal ratio, the open circuit voltage of the battery B when a prescribed length of time T2 has elapsed after the completion of charging or discharging, the SOC-OCV curve for charging and the SOC-OCV curve for discharging.

WO 2018/155247 A1

［続葉有］

(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, ST, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線、放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線、及び、内分比情報を記憶する記憶部３と、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点ｄ１が放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から充電したときの充電前後の容量差、または、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点ｃ１が充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から放電したときの放電前後の容量差が閾値Ｃｔｈ未満である場合、内分比情報を参照して、その容量差に対応する内分比を求め、その求めた内分比と、充電または放電が終了してから所定時間Ｔ２経過した後の電池Ｂの開回路電圧と、充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線と、放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線とを用いて、電池Ｂの充電率を推定する充電率推定部４とを備えて電池充電率推定装置を構成する。

明　細　書

発明の名称 ： 電池充電率推定装置

技術分野

[0001] 本発明は、電池の充電率を推定する電池充電率推定装置に関する。

背景技術

[0002] 既存の電池充電率推定装置として、電池の充電率と電池の開回路電圧との対応関係を示すＳＯＣ－ＯＣＶ曲線を参照して、電池の開回路電圧に対応する充電率を、電池の充電率として推定するものがある。特許文献１参照。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００９－５１９７０１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、既存の電池充電率推定装置では、分極が大きく、かつ、分極解消に長時間を要する電池（例えば、シリコンを含む負極を採用したリチウムイオン電池）の充電率を推定する場合、電池の充電後に得られるＳＯＣ－ＯＣＶ曲線と電池の放電後に得られるＳＯＣ－ＯＣＶ曲線とが互いに同じにならず、開回路電圧に対応する充電率を一意に決めることができないため、推定精度が低下するおそれがある。

[0005] 本発明の一側面に係る目的は、分極が大きく、かつ、分極解消に長時間を要する電池の充電率を推定する場合において、推定精度を向上させることが可能な電池充電率推定装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明に係る一つの形態である電池充電率推定装置は、記憶部と、充電率推定部とを備える。

[0007] 記憶部は、電池の充電率と電池の開回路電圧との対応関係を示す充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線、充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線と異なる、充電率と開回路電

圧との対応関係を示す放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線、及び、充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線と放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線との間の線分を所定の内分点で内分するときの内分比と、充電前後または放電前後の電池の容量差との対応関係を示す内分比情報を記憶する。

[0008] 充電率推定部は、充電前後または放電前後の容量差が閾値以上である場合、充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線または放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線を参照して、開回路電圧に対応する充電率を、電池の充電率として推定し、充電前後または放電前後の容量差が閾値未満である場合、内分比情報を参照して、充電前後または放電前後の容量差に対応する内分比を求め、その求めた内分比と、開回路電圧と、充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線と、放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線とを用いて、電池の充電率を推定する。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、分極が大きく、かつ、分極解消に長時間を要する電池の充電率を推定する場合において、推定精度を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]実施形態の電池充電率推定装置の一例を示す図である。

[図2]充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線及び放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線の一例を示す図である。

[図3]内分比情報の一例を示す図である。

[図4]充電率推定部の動作の一例を示すフローチャートである。

[図5]充電率の推定方法の一例を説明するための図である。

[図6]充電率の推定方法の他の例を説明するための図である。

[図7]充電用内分比情報及び放電用内分比情報の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下図面に基づいて実施形態について詳細を説明する。

[0012] 図１は、実施形態の電池充電率推定装置の一例を示す図である。

[0013] 図１に示す電池充電率推定装置は、電池Ｂの充電率を推定するものであって、スイッチＳＷと、電流検出部１と、電圧検出部２と、記憶部３と、充電

率推定部４とを備える。

[0014] 電池Ｂは、例えば、１つの二次電池（リチウムイオン電池、ニッケル水素電池、または電気二重層コンデンサなど）により構成されてもよいし、２つ以上の二次電池により構成されてもよい。また、スイッチＳＷが導通しているとき、充電器Ｃｈから電池Ｂへ電力が供給されると、または、電池Ｂが搭載される車両Ｖｅ（例えば、ハイブリッド車、プラグインハイブリッド車、または電気自動車など）の負荷Ｌｏ（例えば、モータや補機など）から電池Ｂへ回生電力が供給されると、電池Ｂが充電される。また、スイッチＳＷが導通しているとき、電池Ｂから負荷Ｌｏへ電力が供給されると、電池Ｂが放電される。また、電池Ｂは、分極が大きく、かつ、分極解消に長時間を要するものであって、図２に示すように、充電後に得られる電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶ（Open Circuit Voltage）と充電率ＳＯＣ（State Of Charge）との対応関係を示す充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線と、放電後に得られる電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの対応関係を示す放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線とが互いに同じにならないものとする。言い換えると、充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線と放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線とは互いに異なるものとする。なお、充電率ＳＯＣは、電池Ｂの満充電容量に対する電池Ｂの容量の割合［％］を示すものとする。また、充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線及び放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線は、例えば、実験またはシミュレーションにより取得されるものであり、電池Ｂの充電または放電が終了してから所定時間Ｔ１経過後に取得されるものとする。また、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点が充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っているときに電池Ｂが微小な容量分放電されても、開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点が充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に継続して乗るものとする。また、開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点が放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っているときに電池Ｂが微小な容量分充電されても、開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点が放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に継続して乗るものとする。

[0015] 図１に示す電流検出部１は、例えば、ホール素子またはシャント抵抗によ

り構成され、電池Ｂに流れる電流Ｉを検出する。

[0016] 電圧検出部２は、ＩＣ（Integrated Circuit）により構成され、電池Ｂの電圧Ｖを検出する。

[0017] 記憶部３は、例えば、ＲＯＭ（Read Only Memory）またはＲＡＭ（Random Access Memory）により構成され、図２に示す充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線及び放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線、並びに、図３（ａ）に示す容量差と内分比との対応関係を示す内分比情報を記憶する。なお、図３（ｂ）に示す充電後の真の充電率は、例えば、実験またはシミュレーションにより取得される値であり、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点ｄ１が放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から予め決められた容量分充電したときに求められる充電率とする。また、図３（ｂ）に示す所定時間経過後の開回路電圧は、例えば、実験またはシミュレーションにより取得される値であり、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点ｄ１が放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から予め決められた容量分充電し、その後、所定時間Ｔ１経過後に取得される開回路電圧とする。また、図３（ｃ）に示す放電後の真の充電率は、例えば、実験またはシミュレーションにより取得される値であり、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点ｃ１が充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から予め決められた容量分放電したときに求められる充電率とする。また、図３（ｃ）に示す所定時間経過後の開回路電圧は、例えば、実験またはシミュレーションにより取得される値であり、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点ｃ１が充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から予め決められた容量分放電し、その後、所定時間Ｔ１経過後に取得される開回路電圧とする。

[0018] 充電後の電池Ｂの容量と充電前の電池Ｂの容量との容量差が図３（ａ）に示す閾値Ｃｔｈ以上である場合、充電後の電池Ｂの開回路電圧に対応する充電後の電池Ｂの充電率は、図２に示す充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線に示される充電率ＳＯＣと一致する。すなわち、図３（ｂ）に示す電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点ｄ１が放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗って

いる状態から閾値Ｃｔｈ以上の容量が充電された場合、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点は、図２に示す充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗る。

[0019] また、放電前の電池Ｂの容量と放電後の電池Ｂの容量との容量差が図３（ａ）に示す閾値Ｃｔｈ以上である場合、放電後の電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶに対応する放電後の電池Ｂの充電率は、図２に示す放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線に示される充電率ＳＯＣと一致する。すなわち、図３（ｃ）に示す電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点ｃ１が充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から閾値Ｃｔｈ以上の容量が放電された場合、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点は、図２に示す放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗る。

[0020] このように、閾値Ｃｔｈ以上の容量が充放電される場合では、充放電前の電池Ｂの容量がどのような値であっても、充放電後の電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点が図２に示す充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線と放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線のどちらか一方に乗るため、図２に示す充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線と放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線のどちらか一方を使用して、電池Ｂの充電率を精度良く推定することができる。

[0021] また、図３（ａ）に示す内分比情報に示される内分比は、図３（ｂ）に示すように、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点ｄ１が放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から予め決められた容量（閾値Ｃｔｈよりも小さい値であって、図３（ａ）に示す容量差ａ）分充電してから所定時間Ｔ１経過後の開回路電圧を所定の内分点として、交点ｄ１が放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から所定の充電率分充電された後の電池Ｂの真の充電率と放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線との交点に対応する第１の開回路電圧と、交点ｄ１が放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から所定の充電率分充電された後の電池Ｂの真の充電率と充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線との交点に対応する第２の開回路電圧との間の線分を、第１の開回路電圧を基準とするｐ：（１－ｐ）に内分するときの内分比ｐとする。

[0022] または、図３（ａ）に示す内分比情報に示される内分比は、図３（ｃ）に示すように、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点ｃ１が充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から予め決められた容量（閾値Ｃｔｈよりも小さい値であって、図３（ａ）に示す容量差ａ）分放電してから所定時間Ｔ１経過後の開回路電圧を所定の内分点として、交点ｃ１が充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から所定の充電率分放電された後の電池Ｂの真の充電率と充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線との交点に対応する第３の開回路電圧と、交点ｃ１が充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から所定の充電率分放電された後の電池Ｂの真の充電率と放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線との交点に対応する第４の開回路電圧との間の線分を、第３の開回路電圧を基準とするｐ：（１－ｐ）に内分するときの内分比ｐとする。

[0023] なお、図３（ｂ）及び図３（ｃ）に示す充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線及び放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線や後述する図５及び図６に示す充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線及び放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線は、図２に示す充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線及び放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線の一部を拡大した図である。

[0024] 電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点ｄ１が放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に存在している状態から電池Ｂが充電された場合で、かつ、充電後の電池Ｂの容量と充電前の電池Ｂの容量との容量差が閾値Ｃｔｈ未満である場合、内分比情報から求められる内分比は、図３（ｂ）に示すように、充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線と放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線との間の開回路電圧軸方向の線分において、充電後の電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点ｄ２が放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線からどのくらい離れているかを示している。つまり、内分比が０に近いほど電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点ｄ２が放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線に近くなり、内分比が１に近いほど電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点ｄ２が充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線に近くなる。

[0025] 電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点ｃ１が充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に存在している状態から電池Ｂが放電された場合で、かつ、放

電前の電池Ｂの容量と放電後の電池Ｂの容量との容量差が閾値Ｃｔｈ未満である場合、内分比情報から求められる内分比は、図３（ｃ）に示すように、充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線と放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線との間の開回路電圧軸方向の線分において、放電後の電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点ｃ２が充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線からどのくらい離れているかを示している。つまり、内分比が０に近いほど電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点ｃ２が充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線に近くなり、内分比が１に近いほど電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点ｃ２が放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線に近くなる。

[0026] このように、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点ｄ１が放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から充電したときの充電前後の容量差が閾値Ｃｔｈ未満である場合では、充電前後の容量差から内分比を求め、その求めた内分比から充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線と放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線との間に存在する開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点を一意に決めることができる。なお、充電前後とは、充電開始から充電終了までを示す。従って、充電前後の容量差とは、充電開始時の容量と充電終了時の容量との容量差を示す。

[0027] また、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点ｃ１が充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から放電したときの放電前後の容量差が閾値Ｃｔｈ未満である場合では、放電前後の容量差から内分比を求め、その求めた内分比から充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線と放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線との間に存在する開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点を一意に決めることができる。なお、放電前後とは、放電開始から放電終了までを示す。従って、放電前後の容量差とは、放電開始時の容量と放電終了時の容量との容量差を示す。

[0028] ここで、図３（ａ）に示す内分比情報の求め方の一例について説明する。なお、充電率が１００［％］であるときの電池Ｂの容量を１００［Ａｈ］とし、電池Ｂの充電率が１［％］増加すると、充電前後の電池Ｂの容量差ａが

１［Ａｈ］増加するものとする。

[0029] 図３（ｂ）に示す放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上の交点ｄ１に対応する充電前の電池Ｂの充電率が５０．０［％］であり、図３（ｂ）に示す交点ｄ２に対応する充電後の電池Ｂの充電率が５２．５［％］であり、図３（ｂ）に示すｐ：（１－ｐ）が０．６：０．４である場合を想定する。

[0030] このような場合、交点ｄ１に対応する充電前の電池Ｂの容量は５０．０［Ａｈ］であり、交点ｄ２に対応する充電後の電池Ｂの容量は５２．５［Ａｈ］であり、交点ｄ１から交点ｄ２に変化するときの充電前後の電池Ｂの容量差ａは２．５［Ａｈ］＝５２．５［Ａｈ］－５０．０［Ａｈ］であるため、放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上の交点ｄ１に対応する充電率が５０［％］であるときに用いられる内分比情報として、２．５［Ａｈ］の容量差ａと０．６の内分比ｐとが対応付けられていることを示す内分比情報を求めることができる。

[0031] また、図３（ｂ）に示す放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上の交点ｄ１に対応する充電前の電池Ｂの充電率が５０．０［％］であり、図３（ｂ）に示す交点ｄ２に対応する充電後の電池Ｂの充電率が５５．０［％］であり、図３（ｂ）に示すｐ：（１－ｐ）が０．９：０．１である場合を想定する。

[0032] このような場合、交点ｄ１に対応する充電前の電池Ｂの容量は５０．０［Ａｈ］であり、交点ｄ２に対応する充電後の電池Ｂの容量は５５．０［Ａｈ］であり、交点ｄ１から交点ｄ２に変化するときの充電前後の電池Ｂの容量差ａは５．０［Ａｈ］＝５５．０［Ａｈ］－５０．０［Ａｈ］であるため、放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上の交点ｄ１に対応する充電率が５０［％］であるときに用いられる内分比情報として、５．０［Ａｈ］の容量差ａと０．９の内分比ｐとが対応付けられていることを示す内分比情報を求めることができる。

[0033] このように、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点が放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から充電したときの充電前後の容量差ａを変えながら、それぞれの容量差ａに対応する内分比ｐを取得し、複数

の容量差ａと内分比ｐの点をプロットして図３（ａ）に示す内分比情報を求める。

[0034] なお、交点ｄ１に対応する充電率が５０［％］でないときの内分比情報は、交点ｄ１に対応する充電率が５０［％］であるときに求められた内分比情報を用いても良い。また、内分比情報の求め方は、交点ｄ１に対応する充電率が５０［％］であるときに限らず、他の充電率であっても構わない。また、内分比情報の求め方は、図３（ｂ）に示す放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に交点ｄ１がある状態から、所定量の充電をして求める方法に限らず、図３（ｃ）に示す充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に交点ｃ１がある状態から、所定量の放電をして求める方法でも良い。

[0035] また、図１に示す充電率推定部４は、例えば、ＣＰＵ（Central Processing Unit）、マルチコアＣＰＵ、またはプログラマブルなデバイス（ＦＰＧＡ（Field Programmable Gate Array）やＰＬＤ（Programmable Logic Device）など）により構成される。

[0036] 充電率推定部４は、充電後に求められる充電前後の容量差または放電後に求められる放電前後の容量差が閾値Ｃｔｈ以上である場合、充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線または放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線を参照して、充電または放電が終了してから所定時間Ｔ２経過した後の電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶに対応する充電率ＳＯＣを、電池Ｂの充電率として推定する。なお、所定時間Ｔ２は、上記所定時間Ｔ１と同じ時間でもよいし、異なる時間でもよい。

[0037] また、充電率推定部４は、充電後に求められる充電前後の容量差または放電後に求められる放電前後の容量差が閾値Ｃｔｈ未満である場合、内分比情報を参照して、その容量差に対応する内分比を求め、その求めた内分比と、充電または放電が終了してから所定時間Ｔ２経過した後の電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと、充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線と、放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線とを用いて、電池Ｂの充電率を推定する。

[0038] 図４は、充電率推定部４の動作の一例を示すフローチャートである。なお、図４は、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点が充電用ＳＯ

Ｃ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から電池Ｂの放電が開始された後の充電率推定部４の動作の一例、または、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点が放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から電池Ｂの充電が開始された後の充電率推定部４の動作の一例を示している。

[0039] まず、充電率推定部４は、充電または放電が終了し（Ｓ４１：Ｙｅｓ）、所定時間Ｔ２経過すると（Ｓ４２：Ｙｅｓ）、充電前後の容量差または放電前後の容量差が閾値Ｃｔｈ以上であるか否かを判断する（Ｓ４３）。

[0040] 例えば、充電率推定部４は、電池Ｂの充電開始から充電終了までの間において、検出タイミング毎に電流検出部１により検出される電流Ｉの積算値ΔＩ［Ａｈ］を求め、その求めた積算値ΔＩを、充電前後の容量差とする。

[0041] または、充電率推定部４は、電池Ｂの放電開始から放電終了までの間において、検出タイミング毎に電流検出部１により検出される電流Ｉの積算値ΔＩ［Ａｈ］を求め、その求めた積算値ΔＩを、放電前後の容量差とする。

[0042] または、充電率推定部４は、ΔＳＯＣ［％］＝（｜充電前の電池Ｂの容量［Ａｈ］－充電後の電池Ｂの容量［Ａｈ］｜／電池Ｂの満充電容量［Ａｈ］）×１００を計算し、その計算結果であるΔＳＯＣを、充電前後の容量差とする。

[0043] または、充電率推定部４は、ΔＳＯＣ［％］＝（｜放電前の電池Ｂの容量［Ａｈ］－放電後の電池Ｂの容量［Ａｈ］｜／電池Ｂの満充電容量［Ａｈ］）×１００を計算し、その計算結果であるΔＳＯＣを、放電前後の容量差とする。

[0044] または、充電率推定部４は、ΔＶ＝｜充電前の電池Ｂの電圧－充電後の電池Ｂの電圧｜を計算し、その計算結果であるΔＶを、充電前後の容量差とする。

[0045] または、充電率推定部４は、ΔＶ＝｜放電前の電池Ｂの電圧－放電後の電池Ｂの電圧｜を計算し、その計算結果であるΔＶを、放電前後の容量差とする。

[0046] 次に、充電率推定部４は、充電前後の容量差または放電前後の容量差が閾

値Ｃｔｈ以上であると判断すると（Ｓ４３：Ｙｅｓ）、Ｓ４２で所定時間Ｔ２経過した後の電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶを取得し（Ｓ４４）、記憶部３に記憶されている充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線または放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線を参照して、Ｓ４２で所定時間Ｔ２経過した後の電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶに対応する充電率ＳＯＣを求め、その求めた充電率ＳＯＣを、電池Ｂの充電率として推定する（Ｓ４５）。

[0047] 例えば、充電率推定部４は、スイッチＳＷを遮断させているとき、電圧検出部２により検出される電圧Ｖを、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶとして取得する。または、充電率推定部４は、電池Ｂに電流が流れていないとき、電圧検出部２により検出される電圧Ｖを、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶとして取得する。

[0048] すなわち、充電率推定部４は、充電前後の容量差が閾値Ｃｔｈ以上である場合、記憶部３に記憶されている充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線を参照して、Ｓ４２で所定時間Ｔ２経過した後の電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶに対応する充電率ＳＯＣを求め、その求めた充電率ＳＯＣを、電池Ｂの充電率として推定する。

[0049] このように、充電前後の容量差が閾値Ｃｔｈ以上である場合、充電が終了してから所定時間Ｔ２経過した後の電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶに対応する電池Ｂの充電率はすべて充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線に示される充電率ＳＯＣと一致するため、充電が終了してから所定時間Ｔ２経過した後の電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶから一意に電池Ｂの充電率を推定することができる。

[0050] または、充電率推定部４は、放電前後の容量差が閾値Ｃｔｈ以上である場合、記憶部２に記憶されている放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線を参照して、放電が終了してから所定時間Ｔ２経過した後の電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶに対応する電池Ｂの充電率ＳＯＣを求め、その求めた充電率ＳＯＣを、電池Ｂの充電率として推定する。

[0051] このように、放電前後の容量差が閾値Ｃｔｈ以上である場合、放電が終了してから所定時間Ｔ２経過した後の電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶに対応する電

池Ｂの充電率はすべて放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線に示される充電率ＳＯＣと一致するため、放電が終了してから所定時間Ｔ２経過した後の電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶから一意に電池Ｂの充電率を推定することができる。

[0052] また、図４において、充電率推定部４は、充電前後の容量差または放電前後の容量差が閾値Ｃｔｈ未満であると判断すると（Ｓ４３：Ｎｏ）、充電前後の容量差または放電前後の容量差を用いて内分比を求める（Ｓ４６）。一例として、充電率推定部４は、図３（ａ）に示す内分比情報を参照して、充電前後の容量差または放電前後の容量差に対応する内分比を求める。

[0053] 次に、充電率推定部４は、Ｓ４２で所定時間Ｔ２経過した後の電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶを取得する（Ｓ４７）。

[0054] そして、充電率推定部４は、内分比と、Ｓ４７で取得した電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと、充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線と、放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線とを用いて、電池Ｂの充電率を推定する（Ｓ４８）。

[0055] ここで、図３（ｂ）に示すように、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点ｄ１が放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から充電したときの充電前後の容量差、または、図３（ｃ）に示すように、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点ｃ１が充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から放電したときの放電前後の容量差が、図３（ａ）に示すように、容量差ａであるとき、内分比情報において、その容量差ａに対応する内分比が内分比ｐである場合を想定する。なお、容量差ａ＜閾値Ｃｔｈとする。

[0056] まず、図５（ａ）に示すように、横軸が充電率、縦軸が開回路電圧である２次元座標系において、充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線と放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線との間の縦軸（開回路電圧軸）方向の線分と、充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線を基準とする内分比ｐと、Ｓ４７で取得した開回路電圧ＯＣＶとにより、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点が充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から放電したときの電池Ｂの充電率を推定する場合を説明する。

[0057] 充電率推定部４は、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点が充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から放電したときの放電前後の容量差が容量差ａである場合、図５（ａ）に示すように、充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線と放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線との間の開回路電圧軸方向の線分のうち、充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線を基準として内分比ｐにより求められる内分点とＳ４７で取得した開回路電圧ＯＣＶとが互いに一致するときの線分に対応する充電率ＳＯＣ１を、電池Ｂの充電率として推定する。

[0058] 次に、図５（ｂ）に示すように、横軸が充電率ＳＯＣ、縦軸が開回路電圧ＯＣＶである２次元座標系において、充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線と放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線との間の縦軸（開回路電圧軸）方向の線分と、放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線を基準とする内分比ｐと、Ｓ４７で取得した開回路電圧ＯＣＶとにより、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点が放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から充電したときの電池Ｂの充電率を推定する場合を説明する。

[0059] 充電率推定部４は、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点が放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から充電したときの充電前後の容量差が容量差ａである場合、図５（ｂ）に示すように、充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線と放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線との間の開回路電圧軸方向の線分のうち、放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線を基準として内分比ｐにより求められる内分点とＳ４７で取得した開回路電圧ＯＣＶとが互いに一致するときの線分に対応する充電率ＳＯＣ２を、電池Ｂの充電率として推定する。

[0060] 次に、図６（ａ）に示すように、横軸が充電率、縦軸が開回路電圧である２次元座標系において、充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線と放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線との間の横軸（充電率軸）方向の線分と、充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線を基準とする内分比ｐと、Ｓ４７で取得した開回路電圧ＯＣＶとにより、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点が充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から放電したときの電池Ｂの充電率を推定する場合を説明する。

[0061] 充電率推定部４は、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点が充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から放電したときの放電前後の容量差が容量差ａである場合、図６（ａ）に示すように、充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線と放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線との間の充電率軸方向の線分のうち、Ｓ４７で取得した開回路電圧ＯＣＶに対応する充電率軸方向の線分において、充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線を基準として内分比ｐにより求められる内分点に対応する充電率ＳＯＣ１を、電池Ｂの充電率として推定する。言い換えると、図６（ａ）において、Ｓ４７で取得した開回路電圧ＯＣＶに対応する充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上の点と内分点との長さと、Ｓ４７で取得した電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶに対応する放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上の点と内分点との長さの比が、内分比ｐと等しくなる内分点に対応する充電率ＳＯＣ１を、電池Ｂの充電率として推定する。

[0062] 次に、図６（ｂ）に示すように、横軸が充電率、縦軸が開回路電圧である２次元座標系において、充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線と放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線との間の横軸（充電率軸）方向の線分と、放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線を基準とする内分比ｐと、Ｓ４７で取得した開回路電圧ＯＣＶとにより、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点が放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から充電したときの電池Ｂの充電率を推定する場合を説明する。

[0063] 充電率推定部４は、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点が放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から充電したときの充電前後の容量差が容量差ａである場合、図６（ｂ）に示すように、充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線と放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線との間の充電率軸方向の線分のうち、Ｓ４７で取得した開回路電圧ＯＣＶに対応する充電率軸方向の線分において、放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線を基準として内分比ｐにより求められる内分点に対応する充電率ＳＯＣ２を、電池Ｂの充電率として推定する。言い換えると、図６（ｂ）において、Ｓ４７で取得した開回路電圧ＯＣＶに対応する放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上の点と内分点との長さと、Ｓ４７で取得した開

回路電圧ＯＣＶに対応する充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上の点と内分点との長さの比が、内分比ｐと等しくなる内分点に対応する充電率ＳＯＣ２を、電池Ｂの充電率として推定する。

[0064] このように、実施形態の電池充電率推定装置では、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点が充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線と放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線との間に存在する場合、充電前後の容量差または放電前後の容量差から内分比を求め、その求めた内分比から開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点を一意に求めることができるため、その求めた開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点から充電率を精度良く推定することができる。そのため、分極が大きく、かつ、分極解消に長時間を要するような電池Ｂにおいて、充電率の推定精度を向上させることができる。

[0065] また、図３に示すように、内分比情報を生成する際、開回路電圧軸方向の線分において内分点を決めているため、図５に示すように、開回路電圧軸方向の線分と、充電または放電が終了してから所定時間Ｔ２が経過した後の電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと、内分比とを用いて、電池Ｂの充電率を推定する場合、図６に示すように、充電率軸方向の線分と、充電または放電が終了してから所定時間Ｔ２が経過した後の電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと、内分比とを用いて、電池Ｂの充電率を推定する場合に比べて、内分点を決めるときの線分のパラメータを内分比情報生成時と充電率推定時とで互いに同じにすることができるため、充電率の推定精度を向上させることができる。

[0066] また、本発明は、以上の実施の形態に限定されるものでなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内で種々の改良、変更が可能である。

＜変形例１＞

充電率推定部４は、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点が放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から充電されて（充電開始）から充電から放電に切り替わる（充電終了）までの充電前後の容量差または電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点が充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から放電されて（放電開始）から放電から充電に切

り替わる（放電終了）までの放電前後の容量差が閾値Ｃｔｈ未満である場合、記憶部３に記憶されている充電用内分比情報及び放電用内分比情報の一方を参照して、切り替わるまでの容量差に対応する内分比を求め、その求めた内分比と、充電用内分比情報及び放電用内分比情報の他方とを用いて、充電から放電に切り替わった後の容量差または放電から充電に切り替わった後の容量差に対応する内分比を求めるように構成してもよい。

[0067] すなわち、充電率推定部４は、充電から放電に切り替わるまでの充電前後の容量差が閾値Ｃｔｈ未満である場合、記憶部３に記憶されている充電用内分比情報を参照して、切り替わるまでの充電前後の容量差に対応する内分比を求め、その求めた内分比と、記憶部３に記憶されている放電用内分比情報とを用いて、充電から放電に切り替わった後の放電前後の容量差に対応する内分比を求めるように構成してもよい。

[0068] また、充電率推定部４は、放電から充電に切り替わるまでの放電前後の容量差が閾値Ｃｔｈ未満である場合、記憶部３に記憶されている放電用内分比情報を参照して、切り替わるまでの放電前後の容量差に対応する内分比を求め、その求めた内分比と、記憶部３に記憶されている充電用内分比情報とを用いて、放電から充電に切り替わった後の充電前後の容量差に対応する内分比を求めるように構成してもよい。

[0069] 図７（ａ）は、内分比と、充電前後の容量差との対応関係を示す充電用内分比情報の一例を示す図であり、図７（ｂ）は、内分比と、放電前後の容量差との対応関係を示す放電用内分比情報の一例を示す図である。なお、後述する説明を理解しやすくするために、図７（ａ）に示す充電用内分比情報に示される内分比及び図７（ｂ）に示す放電用内分比情報に示される内分比は共に放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線を基準としている。すなわち、図７（ｂ）に示す放電用内分比情報は、図７（ａ）に示す充電用内分比情報を反転させたものであり、図７（ａ）に示す充電用内分比情報は、充電前後の容量差が大きくなるほど内分比が０から１に近づき、図７（ｂ）に示す放電用内分比情報は、放電前後の容量差が大きくなるほど内分比が１から０に近づくものと

する。また、図７（ａ）に示す閾値Ｃｔｈ１と図７（ｂ）に示す閾値Ｃｔｈ２とは互いに同じ値であってもよいし、互いに異なる値であってもよい。

＜変形例１の方法１＞

電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点が放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から電池Ｂが充電されることで、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点が放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線と充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線との間に存在するようになり、その状態において充電から放電に切り替わる場合を想定する。

[0070] まず、充電率推定部４は、図７（ｃ）に示すように、充電から放電に切り替わるまでの充電前後の容量差（第１の容量差）が容量差ａ（＜閾値Ｃｔｈ１）である場合、図７（ａ）に示す充電用内分比情報を参照して、その容量差ａに対応する切替時内分比ｐａを求める。次に、充電率推定部４は、図７（ｂ）に示す放電用内分比情報を参照して、切替時内分比ｐａに対応する切替時容量差ｂを求める。次に、充電率推定部４は、充電から放電に切り替わった後、放電前後の容量差ｃ（第２の容量差）に切替時容量差ｂを加算した値を、新たな容量差ｃ´（新たな第２の容量差）とする。そして、充電率推定部４は、図７（ｂ）に示す放電用内分比情報を参照して、新たな容量差ｃ´に対応する内分比ｐｃを、放電から充電に切り替わった後の充電前後の容量差に対応する内分比とする。

[0071] この変形例１の方法１を数値例を挙げて説明する。

[0072] 例えば、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点が放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から電池Ｂが５．０［Ａｈ］充電され、その後、充電から放電に切り替わり、４．０［Ａｈ］放電される場合を想定する。

[0073] 充電率推定部４は、充電から放電に切り替わるまでの充電前後の電池Ｂの容量差ａが５．０［Ａｈ］である場合、図７（ａ）に示す充電用内分比情報を参照して、５．０［Ａｈ］の容量差ａに対応する切替時内分比ｐａとして０．９を求める。次に、充電率推定部４は、図７（ｂ）に示す放電用内分比

情報を参照して、０．９の切替時内分比ｐａに対応する切替時容量差ｂとして０．５［Ａｈ］を求める。次に、充電率推定部４は、充電から放電に切り替わった後の放電前後の容量差ｃである４．０［Ａｈ］に切替時容量差ｂである０．５［Ａｈ］を加算し、その加算結果である４．５［Ａｈ］を新たな容量差ｃ´とする。そして、充電率推定部４は、図７（ｂ）に示す放電用内分比情報を参照して、新たな容量差ｃ´である４．５［Ａｈ］に対応する０．３を内分比ｐｃとして求める。

[0074] なお、電池Ｂの状態が放電から充電に切り替わる場合も、同様に、切替時内分比及び切替時容量差を用いて、新たな容量差を求める。

＜変形例１の方法２＞

変形例１の方法１と同様に、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点が放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から電池Ｂが充電されることで、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点が放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線と充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線との間に存在するようになり、その状態において充電から放電に切り替わる場合を想定する。

[0075] まず、充電率推定部４は、図７（ｃ）に示すように、充電から放電に切り替わるまでの充電前後の容量差（第１の容量差）が容量差ａ（＜閾値Ｃｔｈ１）である場合、図７（ａ）に示す充電用内分比情報を参照して、その容量差ａに対応する切替時内分比ｐａを求め、図７（ｂ）に示す放電用内分比情報を参照して、切替時内分比ｐａに対応する切替時容量差ｂを求める。次に、充電率推定部４は、図７（ｄ）に示すように、放電用内分比情報に示される容量差及び閾値Ｃｔｈ２からそれぞれ切替時容量差ｂを減算して、新たな放電用内分比情報（新たな内分比情報）及び新たな閾値Ｃｔｈ２を求める。言い換えると、図７（ａ）に示す充電用内分比情報を参照して、容量差ａに対応する切替時内分比ｐａを求め、図７（ｂ）に示す、放電用内分比情報を参照して、切替時内分比ｐａに対応する切替時容量差ｂを求めた後、放電用内分比情報を横軸に容量差、縦軸に内分比として表したときに、放電用内分比情報と閾値Ｃｔｈ２を切替時容量差ｂ分だけ横軸の容量差方向に移動させ

て、新たな放電用内分比情報及び新たな閾値Ｃｔｈ２とする。そして、充電率推定部４は、充電から放電に切り替わった以降、新たな放電用内分比情報を参照して、放電前後の容量差ｃ（第２の容量差）に対応する内分比ｐｃを求める。

[0076] この変形例１の方法２を数値例を挙げて説明する。

[0077] 変形例１の方法１と同様に、電池Ｂの開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点が放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線上に乗っている状態から電池Ｂが５．０［Ａｈ］充電され、その後、充電から放電に切り替わり、４．０［Ａｈ］放電される場合を想定する。

[0078] 充電率推定部４が、図７（ｂ）に示す放電用内分比情報を参照して、０．９の切替時内分比ｐａに対応する切替時容量差ｂとして０．５［Ａｈ］を求めるまでは方法１と同じため省略する。次に、充電率推定部４は、図７（ｂ）に示す放電用内分比情報を０．５［Ａｈ］だけ横軸（容量差）の左方向に移動させて、図７（ｄ）に示す新たな放電用内分比情報とする。このとき、図７（ｂ）の閾値Ｃｔｈ２が１０［Ａｈ］である場合、図７（ｄ）の新たな閾値Ｃｔｈ２は、元の１０［Ａｈ］から０．５［Ａｈ］を減算した９．５［Ａｈ］となる。そして、充電率推定部４は、図７（ｄ）に示す新たな放電用内分比情報を用いて、充電から放電後に切り替わった後の放電前後の容量差ｃである４．０［Ａｈ］に対応する０．３を内分比ｐｃとして求める。

[0079] なお、電池Ｂの状態が放電から充電に切り替わる場合も、同様に、切替時内分比及び切替時容量差を用いて、新たな充電用内分比情報（新たな内分比情報）及び新たな閾値Ｃｔｈ１を求める。

[0080] このように、充電から放電の切替時または放電から充電の切替時に、切替直前の内分比を切替後の内分比に反映させることにより、充電から放電に切り替えた以降、または、放電から充電に切り替えた以降の充電率を精度良く推定することができる。

＜変形例２＞

充電率推定部４は、充電器Ｃｈによる電池Ｂの充電が開始されると、充電

用内分比情報を用いて内分比を求め、充電器Ｃｈによる電池Ｂの充電が終了すると、モータなどの負荷Ｌｏから電池Ｂへ回生電力が供給されることにより電池Ｂが充電されている状態であっても充電用内分比情報を使わずに放電用内分比情報を用いて内分比を求めるように構成してもよい。すなわち、充電率推定部４は、充電器Ｃｈから充電開始指示を受信すると、充電器Ｃｈから充電終了指示を受信するまで、図７（ａ）に示す充電用内分比情報を用いて内分比を求め、充電器Ｃｈから充電終了指示を受信すると、充電器Ｃｈから充電開始指示を受信するまで、図７（ｂ）に示す放電用内分比情報を用いて内分比を求める。

[0081] 通常、車両Ｖｅが走行しているとき、モータなどの負荷Ｌｏから電池Ｂへ供給される回生電力は比較的小さいため、開回路電圧ＯＣＶと充電率ＳＯＣとの交点は充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線よりも放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線に近づく可能性が高い。そのため、充電器Ｃｈによる電池Ｂの充電が終了すると、充電用内分比情報から放電用内分比情報に切り替え、充電器Ｃｈによる電池Ｂの充電が開始すると放電用内分比情報から充電用内分比情報に切り替えることにより、車両Ｖｅの走行中において、放電用内分比情報のみを用いて内分比を精度良く求めることができる。これにより、車両Ｖｅの走行中において負荷Ｌｏから電池Ｂへ回生電力が供給されるときに放電用内分比情報から充電用内分比情報に切り替わる場合に比べて、充電率の推定精度を向上させることができる。

[0082] また、充電器Ｃｈによる電池Ｂの充電開始または充電終了をトリガーとして充電用内分比情報と放電用内分比情報とを切り替える構成であるため、充電用内分比情報と放電用内分比情報との切り替え判断動作を容易にすることができる。

＜変形例３＞

充電率推定部４は、変形例２のように、充電器Ｃｈによる電池Ｂの充電が開始されると、充電用内分比情報を用いて内分比を求め、充電器Ｃｈによる電池Ｂの充電が終了すると、放電用内分比情報を用いて内分比を求める場合

において、放電用内分比情報を用いて内分比を求めているとき、負荷Ｌｏから供給される回生電力によって電池Ｂの充電状態が所定時間Ｔ３（第１の所定時間）以上継続すると、または、車両Ｖｅの傾きセンサーから出力される値が傾き閾値θ以上である状態が所定時間Ｔ４（第２の所定時間）以上継続すると、または、車両Ｖｅのメカニカルブレーキの動作状態及び車両Ｖｅのジェネレータの電力供給状態が所定状態であることが所定時間Ｔ５（第３の所定時間）以上継続すると、放電用内分比情報から充電用内分比情報に切り替えて内分比を求めるように構成してもよい。

[0083] これにより、車両Ｖｅが長い坂道を走行することで、変形例２で想定される比較的小さい回生電力を超える比較的大きな回生電力で電池Ｂが充電され、放電用内分比情報よりも充電用内分比情報を用いて内分比を求めた方が内分比を精度良く求めることができる場合に、充電用内分比情報を用いて内分比を求めることができるため、車両Ｖｅの走行中における充電率の推定精度を向上させることができる。

[0084] なお、充電率推定部４は、負荷Ｌｏから供給される回生電力によって電池Ｂの充電状態が所定時間Ｔ３以上継続しなくなると、または、傾きセンサーから出力される値が閾値θ以上である状態が所定時間Ｔ４以上継続しなくなると、または、メカニカルブレーキの動作状態及びジェネレータの電力供給状態が所定状態であることが所定時間Ｔ５以上継続しなくなると、充電用内分比情報から放電用内分比情報に切り替えて内分比を求める。

符号の説明

[0085] １ 電流検出部

２ 電圧検出部

３ 記憶部

４ 充電率推定部

Ｂ 電池

ＳＷ スイッチ

請求の範囲

[請求項1] 電池の充電率と前記電池の開回路電圧との対応関係を示す充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線、前記充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線と異なる、前記充電率と前記開回路電圧との対応関係を示す放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線、及び、前記充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線と前記放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線との間の線分を所定の内分点で内分するときの内分比と、充電前後または放電前後の前記電池の容量差との対応関係を示す内分比情報を記憶する記憶部と、

前記容量差が閾値以上である場合、前記充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線または前記放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線を参照して、前記開回路電圧に対応する充電率を、前記電池の充電率として推定し、前記容量差が前記閾値未満である場合、前記内分比情報を参照して、前記容量差に対応する内分比を求め、その求めた内分比と、前記開回路電圧と、前記充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線と、前記放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線とを用いて、前記電池の充電率を推定する充電率推定部と、

を備えることを特徴とする電池充電率推定装置。

[請求項2] 請求項１に記載の電池充電率推定装置であって、

前記充電率推定部は、前記容量差が前記閾値未満である場合、前記充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線と前記放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線との間の開回路電圧軸方向の線分のうち、前記求めた内分比により求められる内分点と充電終了または放電終了から所定時間経過した後の前記電池の前記開回路電圧とが互いに一致するときの線分に対応する充電率を、前記電池の充電率として推定する

ことを特徴とする電池充電率推定装置。

[請求項3] 請求項１に記載の電池充電率推定装置であって、

前記充電率推定部は、前記容量差が前記閾値未満である場合、前記充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線と前記放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線との間の、充電終了または放電終了から所定時間経過した後の前記電池の開回

路電圧に対応する充電率軸方向の線分において、前記求めた内分比により求められる内分点に対応する充電率を、前記電池の充電率として推定する

ことを特徴とする電池充電率推定装置。

[請求項4] 請求項１～３の何れか１項に記載の電池充電率推定装置であって、

前記記憶部は、前記内分比と、充電前後の容量差との対応関係を示す充電用内分比情報、及び、前記内分比と、放電前後の容量差との対応関係を示す放電用内分比情報を記憶し、

前記充電率推定部は、充電から放電または放電から充電に切り替わるまでの前記容量差が前記閾値未満である場合、前記充電用内分比情報及び前記放電用内分比情報の一方を参照して、充電から放電または放電から充電に切り替わるまでの前記容量差に対応する内分比を求め、その求めた内分比と、前記充電用内分比情報及び前記放電用内分比情報の他方とを用いて、切り替わった以降の前記容量差に対応する内分比を求める

ことを特徴とする電池充電率推定装置。

[請求項5] 請求項４に記載の電池充電率推定装置であって、

前記充電率推定部は、充電から放電または放電から充電に切り替わるまでの前記容量差である第１の容量差が前記閾値未満である場合、前記充電用内分比情報及び前記放電用内分比情報の一方を参照して、前記第１の容量差に対応する切替時内分比を求め、前記充電用内分比情報及び前記放電用内分比情報の他方を参照して、前記切替時内分比に対応する切替時容量差を求め、充電から放電または放電から充電に切り替わった以降の前記容量差である第２の容量差に前記切替時容量差を加算した値を、新たな第２の容量差とし、前記充電用内分比情報及び前記放電用内分比情報の他方を参照して、前記新たな第２の容量差に対応する内分比を求める

ことを特徴とする電池充電率推定装置。

[請求項6] 請求項４に記載の電池充電率推定装置であって、

前記充電率推定部は、充電から放電または放電から充電に切り替わるまでの前記容量差である第１の容量差が前記閾値未満である場合、前記充電用内分比情報及び前記放電用内分比情報の一方を参照して、前記第１の容量差に対応する切替時内分比を求め、前記充電用内分比情報及び前記放電用内分比情報の他方を参照して、前記切替時内分比に対応する切替時容量差を求め、前記充電用内分比情報及び前記放電用内分比情報の他方に示される容量差から前記切替時容量差を減算して新たな内分比情報を求め、前記新たな内分比情報を参照して、充電から放電または放電から充電に切り替わった以降の前記容量差である第２の容量差に対応する内分比を求める

ことを特徴とする電池充電率推定装置。

[請求項7] 請求項１に記載の電池充電率推定装置であって、

前記記憶部は、前記内分比と、充電前後の容量差との対応関係を示す充電用内分比情報、及び、前記内分比と、放電前後の容量差との対応関係を示す放電用内分比情報を記憶し、

前記充電率推定部は、充電器による前記電池の充電が開始されると、前記充電用内分比情報を用いて前記内分比を求め、前記充電器による前記電池の充電が終了すると、負荷から前記電池へ回生電力が供給されることにより前記電池が充電されている状態であっても前記充電用内分比情報を使わずに前記放電用内分比情報を用いて前記内分比を求める

ことを特徴とする電池充電率推定装置。

[請求項8] 請求項７に記載の電池充電率推定装置であって、

前記充電率推定部は、前記放電用内分比情報を用いて前記内分比を求めているとき、前記電池が搭載される車両の負荷から供給される回生電力によって前記電池の充電が第１の所定時間以上継続すると、または、前記車両の傾きセンサーから出力される値が傾き閾値以上であ

る状態が第２の所定時間以上継続すると、または、前記車両のメカニカルブレーキの動作状態及び前記車両のジェネレータの電力供給状態が所定状態であることが第３の所定時間以上継続すると、前記放電用内分比情報から前記充電用内分比情報に切り替えて前記内分比を求める

ことを特徴とする電池充電率推定装置。

[請求項9] 請求項８に記載の電池充電率推定装置であって、

前記充電率推定部は、前記負荷から供給される回生電力によって前記電池の充電が前記第１の所定時間以上継続しなくなると、または、前記傾きセンサーから出力される値が前記傾き閾値以上である状態が前記第２の所定時間以上継続しなくなると、または、前記車両のメカニカルブレーキの動作状態及び前記車両のジェネレータの電力供給状態が所定状態であることが前記第３の所定時間以上継続しなくなると、前記充電用内分比情報から前記放電用内分比情報に切り替えて前記内分比を求める

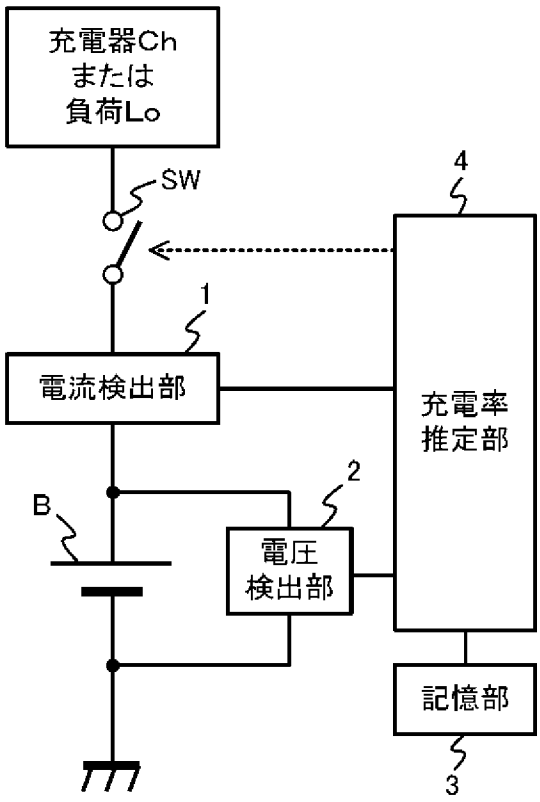
ことを特徴とする電池充電率推定装置。

[請求項10] 請求項１～９の何れか１項に記載の電池充電率推定装置であって、

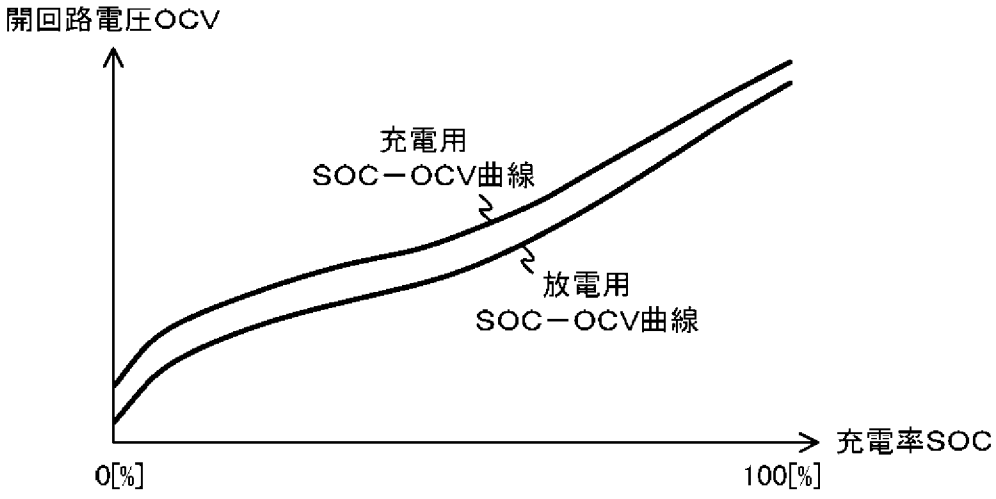
前記内分比情報に示されている内分比は、充電してから所定時間経過後の開回路電圧を前記所定の内分点として、充電後の真の充電率と前記放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線との交点に対応する第１の開回路電圧と、前記充電後の真の充電率と前記充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線との交点に対応する第２の開回路電圧との間の線分を、前記第１の開回路電圧を基準として内分するときの内分比、または、放電してから所定時間経過後の開回路電圧を前記所定の内分点として、放電後の真の充電率と前記充電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線との交点に対応する第３の開回路電圧と、前記放電後の真の充電率と前記放電用ＳＯＣ－ＯＣＶ曲線との交点に対応する第４の開回路電圧との間の線分を、前記第３の開回路電圧を基準として内分するときの内分比である

ことを特徴とする電池充電率推定装置。

[図1]

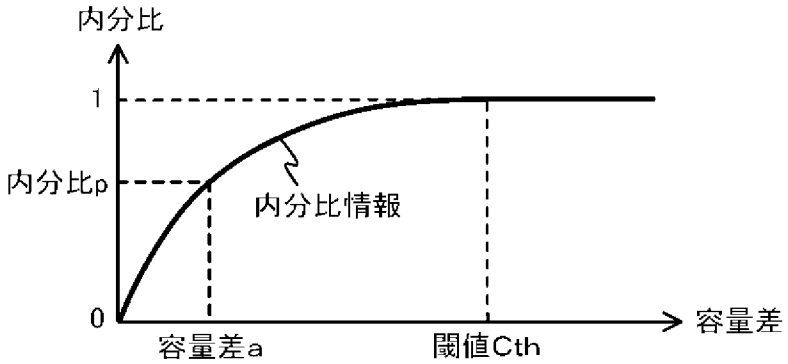

充電器Ch
または
負荷Lo
SW
4
1
電流検出部
充電率
推定部
2
B
電圧
検出部
記憶部
3

[図2]

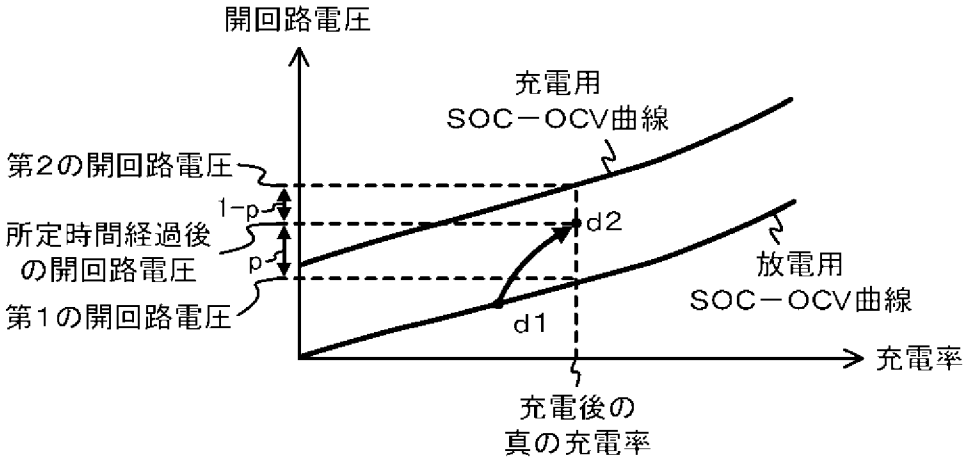

開回路電圧OCV
充電用
SOC－OCV曲線
放電用
SOC－OCV曲線
充電率SOC
0[%]
100[%]

[図3]

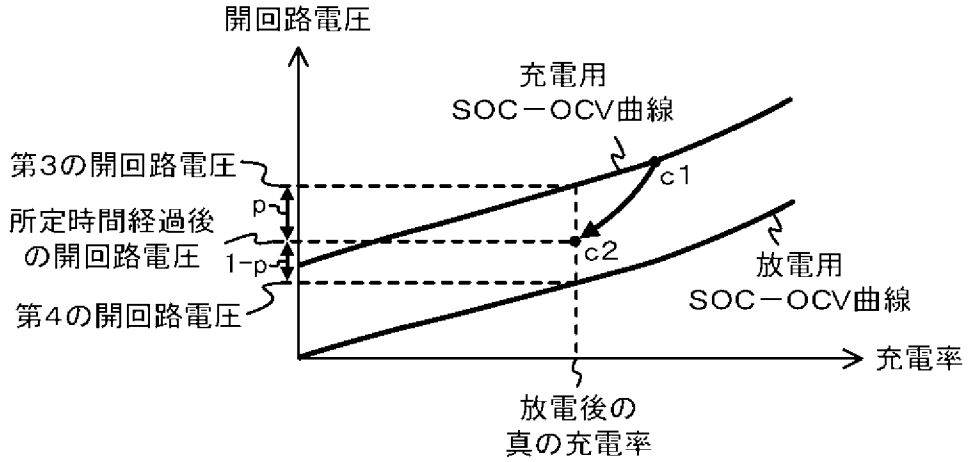
(a)


内分比
1
内分比p
0
内分比情報
容量差a
閾値Cth
容量差

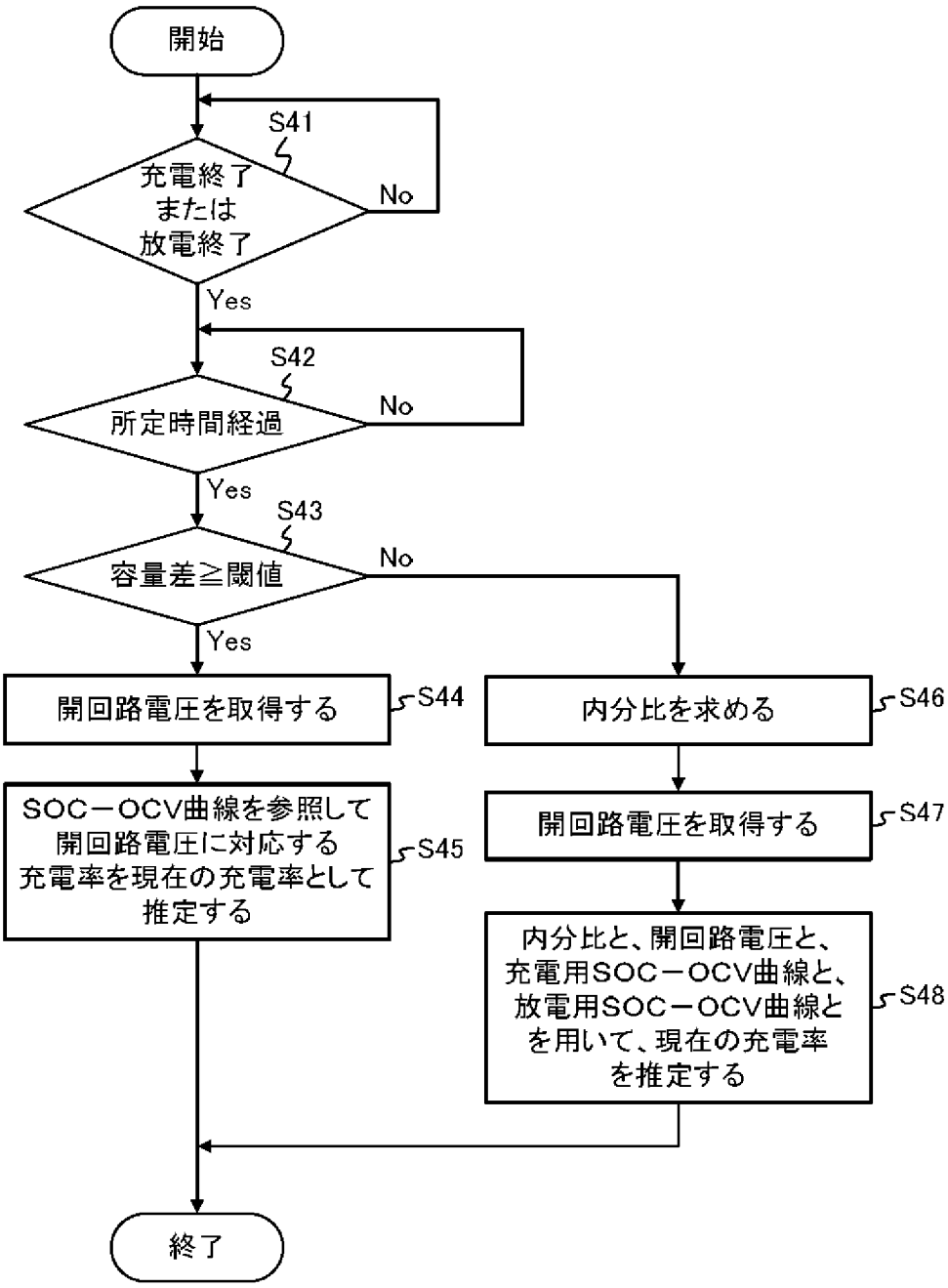
(b)


開回路電圧
充電用
SOC－OCV曲線
第2の開回路電圧
1-p
所定時間経過後
の開回路電圧
p
第1の開回路電圧
d2
d1
放電用
SOC－OCV曲線
充電率
充電後の
真の充電率

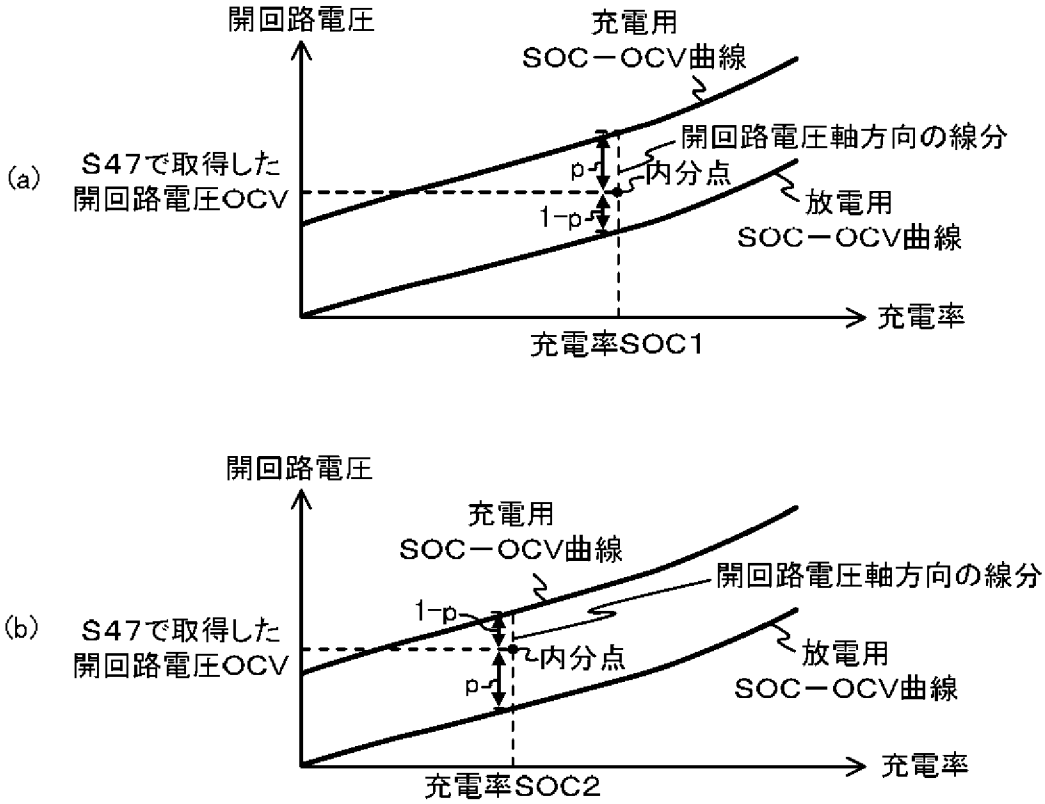
(c)


開回路電圧
充電用
SOC－OCV曲線
第3の開回路電圧
p
所定時間経過後
の開回路電圧
1-p
第4の開回路電圧
c1
c2
放電用
SOC－OCV曲線
充電率
放電後の
真の充電率

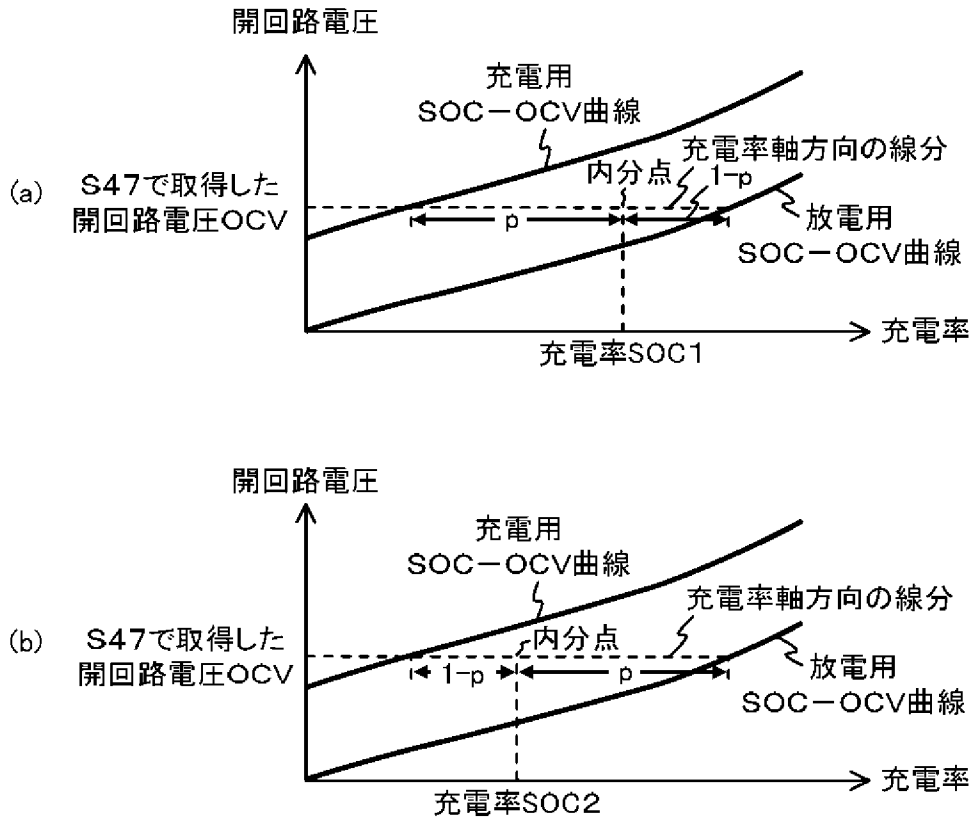
[図4]


開始
S41
充電終了
または
放電終了
No
Yes
S42
所定時間経過
No
Yes
S43
容量差≧閾値
No
Yes
開回路電圧を取得する
S44
SOC－OCV曲線を参照して
開回路電圧に対応する
充電率を現在の充電率として
推定する
S45
内分比を求める
S46
開回路電圧を取得する
S47
内分比と、開回路電圧と、
充電用SOC－OCV曲線と、
放電用SOC－OCV曲線と
を用いて、現在の充電率
を推定する
S48
終了

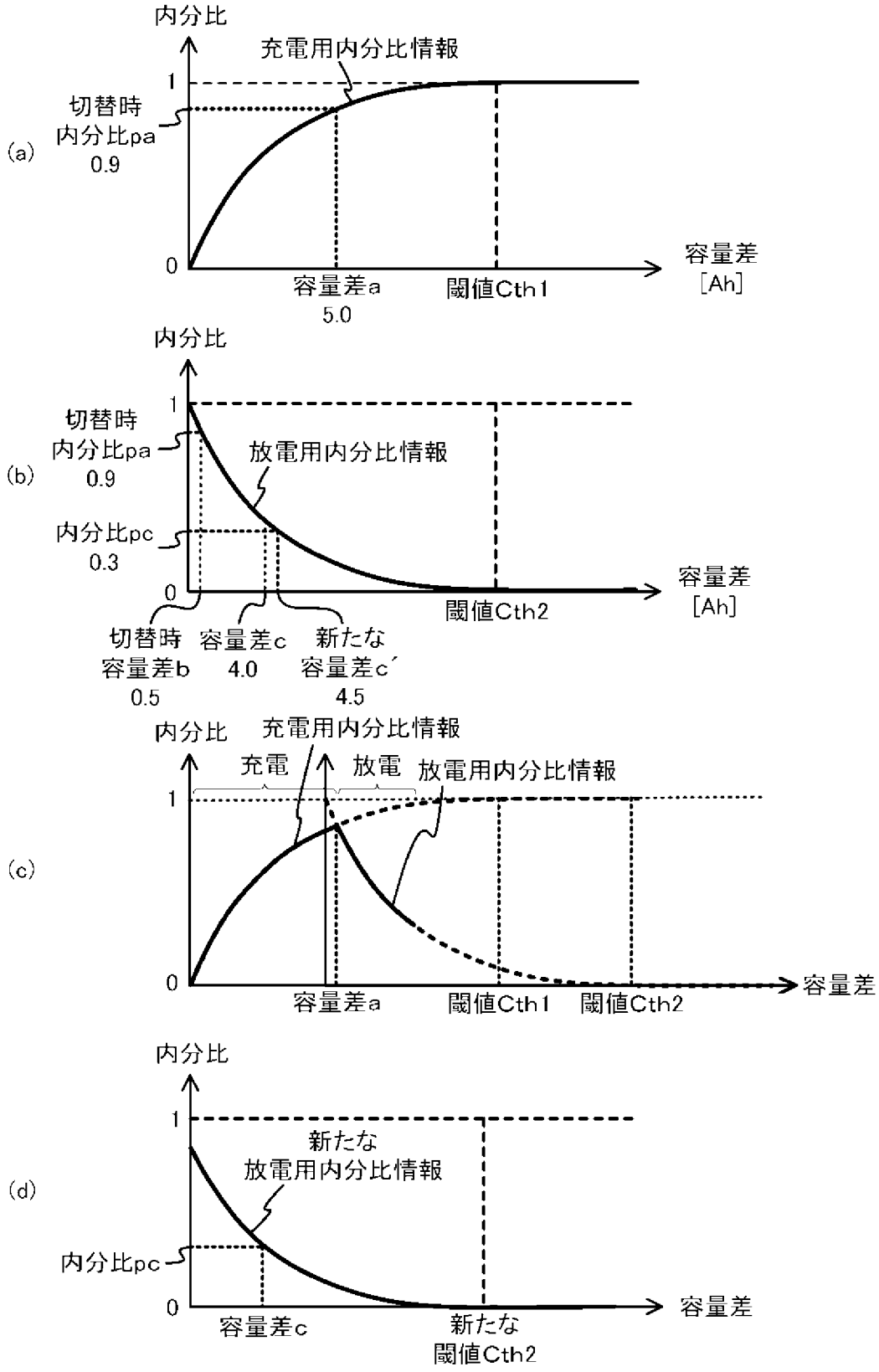
[図5]


(a)
開回路電圧
充電用
SOC－OCV曲線
開回路電圧軸方向の線分
S47で取得した
開回路電圧OCV
p
内分点
1−p
放電用
SOC－OCV曲線
充電率
充電率SOC1
(b)
開回路電圧
充電用
SOC－OCV曲線
開回路電圧軸方向の線分
1−p
S47で取得した
開回路電圧OCV
内分点
p
放電用
SOC－OCV曲線
充電率
充電率SOC2

[図6]


(a)
開回路電圧
充電用
SOC－OCV曲線
充電率軸方向の線分
内分点
1−p
S47で取得した
開回路電圧OCV
p
放電用
SOC－OCV曲線
充電率
充電率SOC1
(b)
開回路電圧
充電用
SOC－OCV曲線
充電率軸方向の線分
内分点
S47で取得した
開回路電圧OCV
1−p
p
放電用
SOC－OCV曲線
充電率
充電率SOC2

[図7]


(a)
内分比
充電用内分比情報
1
切替時
内分比pa
0.9
0
容量差a
5.0
閾値Cth1
容量差
[Ah]
(b)
内分比
1
切替時
内分比pa
0.9
放電用内分比情報
内分比pc
0.3
0
切替時
容量差b
0.5
容量差c
4.0
新たな
容量差c´
4.5
閾値Cth2
容量差
[Ah]
(c)
内分比
充電用内分比情報
充電
放電
放電用内分比情報
1
0
容量差a
閾値Cth1
閾値Cth2
容量差
(d)
内分比
1
新たな
放電用内分比情報
内分比pc
0
容量差c
新たな
閾値Cth2
容量差

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/004767

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G01R31/36(2006.01)i, H01M10/42(2006.01)i, H01M10/48(2006.01)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)
Int.Cl. G01R31/36, H01M10/42, H01M10/44, H01M10/48, H02J7/00

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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.
A	JP 2013-213808 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 17 October 2013, entire text, all drawings & US 2015/0022158 A1 & WO 2013/133113 A1 & EP 2824754 A1	1-10
A	WO 2014/132491 A1 (TOYOTA INDUSTRIES CORP.) 04 September 2014, entire text, all drawings & US 2015/0369869 A1	1-10
A	JP 2012-247374 A (PRIMEEARTH EV ENERGY CO., LTD.) 13 December 2012, entire text, all drawings (Family: none)	1-10
A	US 2015/0276885 A1 (STMICROELECTRONICS INTERNATIONAL N. V.) 01 October 2015, entire text, all drawings (Family: none)	1-10
A	US 9500713 B1 (QNOVO INC.) 22 November 2016, entire text, all drawings (Family: none)	1-10

☐ 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 01 May 2018 (01.05.2018)	Date of mailing of the international search report 15 May 2018 (15.05.2018)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／００４７６７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01R31/36(2006.01)i, H01M10/42(2006.01)i, H01M10/48(2006.01)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.　G01R31/36, H01M10/42, H01M10/44, H01M10/48, H02J7/00

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	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８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
A	JP 2013-213808 A（日産自動車株式会社）2013.10.17, 全文,全図面 & US 2015/0022158 A1 & WO 2013/133113 A1 & EP 2824754 A1	1-10
A	WO 2014/132491 A1（株式会社豊田自動織機）2014.09.04, 全文,全図面 & US 2015/0369869 A1	1-10
A	JP 2012-247374 A（プライムアースＥＶエナジー株式会社）2012.12.13,	1-10

☑　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の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	国際調査報告の発送日
０１．０５．２０１８	１５．０５．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　２Ｓ　９２１１
名取　乾治
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２１６

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
	全文,全図面（ファミリーなし）	
A	US 2015/0276885 A1 (STMICROELECTRONICS INTERNATIONAL N.V.) 2015.10.01, 全文,全図面（ファミリーなし）	1-10
A	US 9500713 B1 (QNOVO INC.) 2016.11.22, 全文,全図面（ファミリーなし）	1-10