(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
2024年3月14日(14.03.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/053392 A1

(51) 国際特許分類:
H02J 7/00 (2006.01) *H01M 10/48* (2006.01)
H01M 10/44 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/030174

(22) 国際出願日： 2023年8月22日(22.08.2023)

(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 2022-140794 2022年9月5日(05.09.2022) JP

(71) 出願人：パナソニックＩＰマネジメント株式会社(**PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.**) [JP/JP]；〒5710057 大阪府門真市元町２２番６号 Osaka (JP).

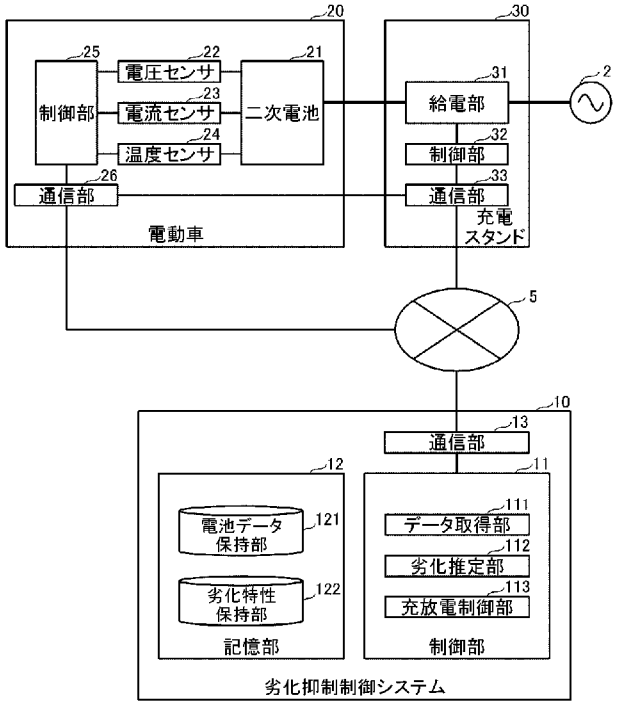
(72) 発明者：楊 長輝 (**YANG Changhui**). 松田 昂 (**MATSUDA Takashi**). 佐田 友和 (**SADA Tomokazu**).

(74) 代理人：鎌田 健司，外(**KAMATA Kenji** et al.)；〒5710057 大阪府門真市元町２２番６号 パナソニックＩＰマネジメント株式会社内 Osaka (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,

(54) **Title:** DETERIORATION INHIBITION CONTROL SYSTEM, DETERIORATION INHIBITION CONTROL METHOD AND DETERIORATION INHIBITION CONTROL PROGRAM, AND RECORDING MEDIUM HAVING DETERIORATION INHIBITION CONTROL PROGRAM DESCRIBED THEREON

(54) 発明の名称：劣化抑制制御システム、劣化抑制制御方法および劣化抑制制御プログラム、劣化抑制制御プログラムが記載された記録媒体



10 Deterioration inhibition control system
11, 25, 32 Control unit
12 Storage unit
13, 26, 33 Communication unit
20 Electric vehicle
21 Secondary battery
22 Voltage sensor
23 Current sensor
24 Temperature sensor
30 Charging station
31 Power feeding unit
111 Data acquisition unit
112 Deterioration estimation unit
113 Charge/discharge control unit
121 Battery data retention unit
122 Deterioration characteristic retention unit

(57) **Abstract:** In this deterioration inhibition control system, a data acquisition unit acquires battery data including a voltage and a current of a secondary battery. A deterioration estimation unit estimates a reduction rate of the current excess capacity of a cathode to the initial excess capacity of the cathode, and a reduction rate of the current excess capacity of an

WO 2024/053392 A1

［続葉有］

HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

anode to the initial excess capacity of the anode, on the basis of the battery data of the secondary battery. A charge/discharge control unit is switched to charge/discharge control prioritizing deterioration inhibition of the cathode when the reduction rate of the excess capacity of the cathode is greater than the reduction rate of the excess capacity of the anode, and to charge/discharge control prioritizing deterioration inhibition of the anode when the reduction rate of the excess capacity of the anode is greater than the reduction rate of the excess capacity of the cathode.

(57) 要約:劣化抑制制御システムにおいて、データ取得部は、二次電池の電圧と電流を含む電池データを取得する。劣化推定部は、二次電池の電池データをもとに、初期の正極の余剰容量に対する現在の正極の余剰容量の減少率と、初期の負極の余剰容量に対する現在の負極の余剰容量の減少率を推定する。充放電制御部は、正極の余剰容量の減少率が負極の余剰容量の減少率より大きい場合、正極の劣化抑制を優先した充放電制御に切り替え、負極の余剰容量の減少率が正極の余剰容量の減少率より大きい場合、負極の劣化抑制を優先した充放電制御に切り替える。

明　細　書

発明の名称 ：

劣化抑制制御システム、劣化抑制制御方法および劣化抑制制御プログラム、劣化抑制制御プログラムが記載された記録媒体

技術分野

[0001] 本開示は、二次電池の劣化を抑制するための劣化抑制制御システム、劣化抑制制御方法および劣化抑制制御プログラムに関する。

背景技術

[0002] 近年、リチウムイオン電池が様々な用途に使用されている。リチウムイオン電池の劣化を抑制するために、リチウムイオン電池の電圧、電流、温度をそのまま使用して、充放電制御方法を切り替える方法が一般的である。これに対して、リチウムイオン電池の内部状態（より具体的には正極と負極の劣化状態）を推定して、充放電制御方法を切り替える方法が提案されている（例えば、特許文献１参照）。特許文献１では、正極の容量と負極の容量の差、または正極の放電端電位と負極の放電端電位の差が負の値に反転したとき、二次電池の動作条件を変更する方法が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１７－５４６９２号公報

発明の概要

[0004] 二次電池の設計において、正極と負極にそれぞれ、電池容量の範囲外として実際の充放電に使用しない余剰容量を付加することが一般的である。余剰容量が多く付加されている場合、正極の容量と負極の容量の差、または正極の放電端電位と負極の放電端電位の差に基づく制御が、必ずしも電池容量の最大確保につながるとは限らない。

[0005] 本開示はこうした状況に鑑みなされたものであり、その目的は、二次電池の劣化を最大限に抑制できる技術を提供することにある。

[0006] 上記課題を解決するために、本開示のある態様の劣化抑制制御システムは、二次電池の電圧と電流を含む電池データを取得する取得部と、前記二次電池の電池データをもとに、初期の正極の余剰容量に対する現在の正極の余剰容量の減少率と、初期の負極の余剰容量に対する現在の負極の余剰容量の減少率を推定する推定部と、前記正極の余剰容量の減少率が前記負極の余剰容量の減少率より大きい場合、前記正極の劣化抑制を優先した充放電制御に切り替え、前記負極の余剰容量の減少率が前記正極の余剰容量の減少率より大きい場合、前記負極の劣化抑制を優先した充放電制御に切り替える充放電制御部と、を備える。

[0007] なお、以上の構成要素の任意の組み合わせ、本開示の表現を装置、システム、方法、コンピュータプログラム、記録媒体などの間で変換したものもまた、本開示の態様として有効である。

[0008] 本開示によれば、二次電池の劣化を最大限に抑制できる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]二次電池の劣化抑制制御システムを説明するための図である。

[図2]保存劣化特性マップの一例を示す図である。

[図3A]図３Ａは、充電／放電劣化特性マップの一例を示す図である。

[図3B]図３Ｂは、充電／放電劣化特性マップの一例を示す図である。

[図4]二次電池、正極、負極の充放電曲線と、ｄＶ／ｄＱ曲線の一例を示す図である。

[図5]二次電池のｄＶ／ｄＱ曲線の別の例を示す図である。

[図6]ある二次電池の初期状態における、二次電池、正極、負極の充放電曲線の一例を示す図である。

[図7]二次電池、正極、負極の充放電曲線の収縮例を示す図である。

[図8]実施の形態に係る劣化抑制制御システムによる、充放電制御方法の切替処理の流れを示すフローチャートである。

[図9]実施の形態に係る劣化抑制制御システムによる、充電時の劣化抑制制御の一例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0010] 図１は、二次電池の劣化抑制制御システム１０を説明するための図である。劣化抑制制御システム１０は、電動車２０に搭載された二次電池２１の劣化状態を解析し、二次電池２１の最適な劣化抑制制御を行うためのシステムである。劣化抑制制御システム１０は例えば、電動車２０に搭載された二次電池２１の劣化解析サービスを提供する事業者の自社施設またはデータセンタに設置された自社サーバ上に構築されてもよい。また、劣化抑制制御システム１０は、クラウドサービスに基づき利用するクラウドサーバ上に構築されてもよい。また、劣化抑制制御システム１０は、複数の拠点（データセンタ、自社施設）に分散して設置された複数のサーバ上に構築されてもよい。当該複数のサーバは、複数の自社サーバの組み合わせ、複数のクラウドサーバの組み合わせ、自社サーバとクラウドサーバの組み合わせのいずれであってもよい。

[0011] 本実施の形態では電動車２０として、配送事業者に使用される電動車２０を想定する。

[0012] 電動車２０に搭載される二次電池２１は、駆動用モータ（不図示）に電力を供給する。二次電池２１は、複数のセルまたは複数の並列セルブロックが直列接続されて構成される。

[0013] 各並列セルブロックは、複数のセルが並列接続されて構成される。

[0014] セルには、リチウムイオン電池セル、ニッケル水素電池セル、鉛電池セルなどを用いることができる。以下、本明細書ではリチウムイオン電池セル（公称電圧：３．６－３．７Ｖ）を使用する例を想定する。セルまたは並列セルブロックの直列数は、駆動用モータの電圧に応じて決定される。

[0015] 電圧センサ２２は、直列接続されたセルまたは並列セルブロックの両端電圧（正極－負極間の電圧）をそれぞれ検出する。直列接続された複数のセルまたは複数の並列セルブロックと直列に、シャント抵抗が接続される。電流センサ２３は、シャント抵抗の両端電圧をもとに、直列接続されたセルまたは並列セルブロックに流れる電流を検出する。なお、シャント抵抗の代わり

にホール素子を用いてもよい。温度センサ２４は、複数のセルまたは並列セルブロックの少なくとも一つに設置されたサーミスタと抵抗の分圧電圧をもとに、複数のセルまたは並列セルブロックの温度を検出する。

[0016] 制御部２５は、ＢＭＵ（Ｂａｔｔｅｒｙ Ｍａｎａｇｅｍｅｎｔ Ｕｎｉｔ）とＥＣＵ（Ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃ Ｃｏｎｔｒｏｌ Ｕｎｉｔ）が連携して構成される。ＢＭＵは、ＯＣＶ（Ｏｐｅｎ Ｃｉｒｃｕｉｔ Ｖｏｌｔａｇｅ）法と電流積算法を組み合わせて、ＳＯＣ（Ｓｔａｔｅ Ｏｆ Ｃｈａｒｇｅ）を推定する。ＯＣＶ法は、計測される各セルのＯＣＶと、セルのＳＯＣ－ＯＣＶカーブをもとにＳＯＣを推定する方法である。電流積算法は、各セルの充放電開始時のＯＣＶと、計測される電流の積算値をもとにＳＯＣを推定する方法である。電流積算法は、充放電時間が長くなるにつれて、電流の計測誤差が累積していく。したがって、ＯＣＶ法により推定されたＳＯＣを用いて、電流積算法により推定されたＳＯＣを補正することが好ましい。

[0017] ＢＭＵは、複数のセルまたは複数の並列セルブロックの電圧、電流、温度、ＳＯＣを定期的（例えば、１０秒間隔）にサンプリングする。ＢＭＵは、複数のセルまたは複数の並列セルブロックの電圧、電流、温度、ＳＯＣを含む電池データを、車載ネットワークを介してＥＣＵに送信する。車載ネットワークとして例えば、ＣＡＮ（Ｃｏｎｔｒｏｌｌｅｒ Ａｒｅａ Ｎｅｔｗｏｒｋ）やＬＩＮ（Ｌｏｃａｌ Ｉｎｔｅｒｃｏｎｎｅｃｔ Ｎｅｔｗｏｒｋ）を使用することができる。

[0018] 通信部２６は、充電スタンド３０の通信部３３との通信信号処理を実行する機能と、ネットワーク５に接続するための無線信号処理を実行する機能を有する。通信部２６は例えば、携帯電話網（セルラー網）、無線ＬＡＮ、Ｖ２Ｉ（Ｖｅｈｉｃｌｅ－ｔｏ－Ｉｎｆｒａｓｔｒｕｃｔｕｒｅ）、Ｖ２Ｖ（Ｖｅｈｉｃｌｅ－ｔｏ－Ｖｅｈｉｃｌｅ）、ＥＴＣシステム（Ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃ Ｔｏｌｌ Ｃｏｌｌｅｃｔｉｏｎ Ｓｙｓｔｅｍ）、ＤＳＲＣ（Ｄｅｄｉｃａｔｅｄ Ｓｈｏｒｔ Ｒａｎｇｅ Ｃｏｍｍｕｎｉｃａｔｉｏ

ｎｓ）を使用して、ネットワーク５にアクセスすることができる。

[0019] ネットワーク５は、インターネット、専用線、ＶＰＮ（Ｖｉｒｔｕａｌ Ｐｒｉｖａｔｅ Ｎｅｔｗｏｒｋ）などの通信路の総称であり、その通信媒体やプロトコルは問わない。通信媒体として例えば、携帯電話網（セルラー網）、無線ＬＡＮ、有線ＬＡＮ、光ファイバ網、ＡＤＳＬ網、ＣＡＴＶ網などを使用することができる。通信プロトコルとして例えば、ＴＣＰ（Ｔｒａｎｓｍｉｓｓｉｏｎ Ｃｏｎｔｒｏｌ Ｐｒｏｔｏｃｏｌ）／ＩＰ（Ｉｎｔｅｒｎｅｔ Ｐｒｏｔｏｃｏｌ）、ＵＤＰ（Ｕｓｅｒ Ｄａｔａｇｒａｍ Ｐｒｏｔｏｃｏｌ）／ＩＰ、イーサネット（登録商標）などを使用することができる。

[0020] ＥＣＵは、サンプリングした電池データを、劣化抑制制御システム１０に都度送信してもよいし、内部のメモリに蓄積し、所定のタイミングでメモリに蓄積されている電池データを劣化抑制制御システム１０に一括送信してもよい。なお、電動車２０と充電スタンド３０が充電ケーブルで接続されている状態において、ＥＣＵは充電スタンド３０を介して、メモリに蓄積されている電池データを劣化抑制制御システム１０に送信してもよい。

[0021] 電動車２０を充電ケーブルで充電スタンド３０に接続することにより、電動車２０内の二次電池２１を外部から充電することができる。充電スタンド３０は商用電力系統２に接続され、二次電池２１を充電する。

[0022] 一般的に、普通充電の場合は交流で、急速充電の場合は直流で充電される。交流（例えば、単相１００／２００Ｖ）で充電される場合、電動車２０内の充電器（不図示）で充電電圧または充電電流が制御される。直流で充電される場合、充電スタンド３０の給電部３１で充電電圧または充電電流が制御される。給電部３１は、整流回路、フィルタ、ＤＣ／ＤＣコンバータを含み、整流回路で商用電力系統２から供給される交流電力を全波整流し、フィルタで平滑化することにより直流電力を生成する。ＤＣ／ＤＣコンバータは、生成された直流電力の電圧または電流を制御する。

[0023] 急速充電規格として例えば、ＣＨＡｄｅＭＯ（登録商標）、ＣｈａｏＪｉ

、ＧＢ／Ｔ、Ｃｏｍｂｏ（Ｃｏｍｂｉｎｅｄ　Ｃｈａｒｇｉｎｇ　Ｓｙｓｔｅｍ）を使用することができる。ＣＨＡｄｅＭＯ２．０では、最大出力（仕様）が１０００Ｖ×４００Ａ＝４００ｋＷと規定されている。ＣＨＡｄｅＭＯ３．０では、最大出力（仕様）が１５００Ｖ×６００Ａ＝９００ｋＷと規定されている。ＣｈａｏＪｉでは、最大出力（仕様）が１５００Ｖ×６００Ａ＝９００ｋＷと規定されている。ＧＢ／Ｔでは、最大出力（仕様）が７５０Ｖ×２５０Ａ＝１８５ｋＷと規定されている。Ｃｏｍｂｏでは、最大出力（仕様）が９００Ｖ×４００Ａ＝３５０ｋＷと規定されている。ＣＨＡｄｅＭＯ、ＣｈａｏＪｉ、ＧＢ／Ｔでは、通信方式としてＣＡＮが採用されている。Ｃｏｍｂｏでは、通信方式としてＰＬＣ（Ｐｏｗｅｒ　Ｌｉｎｅ　Ｃｏｍｍｕｎｉｃａｔｉｏｎ）が採用されている。

[0024] ＣＡＮ方式を採用した充電ケーブル内には電力線に加えて通信線も含まれている。当該充電ケーブルで電動車２０と充電スタンド３０が接続されると、電動車２０の制御部２５は充電スタンド３０の制御部３２と通信チャンネルを確立する。なお、ＰＬＣ方式を採用した充電ケーブルでは、通信信号が電力線に重畳されて伝送される。

[0025] 充電スタンド３０の通信部３３は、電動車２０の通信部２６との通信信号処理を実行する機能と、ネットワーク５に接続するための信号処理を実行する機能を有する。通信部３３は例えば、有線ＬＡＮ、無線ＬＡＮ、携帯電話網（セルラー網）を使用して、ネットワーク５にアクセスすることができる。

[0026] 劣化抑制制御システム１０は、制御部１１、記憶部１２、通信部１３を備える。通信部１３は、有線または無線によりネットワーク５に接続するための通信インタフェース（例えば、ＮＩＣ：Ｎｅｔｗｏｒｋ　Ｉｎｔｅｒｆａｃｅ　Ｃａｒｄ）である。

[0027] 制御部１１は、データ取得部１１１、劣化推定部１１２、充放電制御部１１３を含む。

[0028] 制御部１１の機能はハードウェア資源とソフトウェア資源の協働、または

ハードウェア資源のみにより実現できる。ハードウェア資源として、ＣＰＵ、ＲＯＭ、ＲＡＭ、ＧＰＵ（Ｇｒａｐｈｉｃｓ　Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ　Ｕｎｉｔ）、ＡＳＩＣ（Ａｐｐｌｉｃａｔｉｏｎ　Ｓｐｅｃｉｆｉｃ　Ｉｎｔｅｇｒａｔｅｄ　Ｃｉｒｃｕｉｔ）、ＦＰＧＡ（Ｆｉｅｌｄ　Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ　Ｇａｔｅ　Ａｒｒａｙ）、その他のＬＳＩを利用できる。ソフトウェア資源としてオペレーティングシステム、アプリケーションなどのプログラムを利用できる。プログラムは、ここでは記憶部１２のメモリに予め記録されているが、インターネット等の電気通信回線を通じて、又はメモリカード等の（非一時的な）記録媒体に記録されて提供されてもよい。

[0029] 記憶部１２は、ＨＤＤ、ＳＳＤなどの不揮発性の記録媒体を含み、各種データを記憶する。記憶部１２は、電池データ保持部１２１、劣化特性保持部１２２を含む。電池データ保持部１２１は、データ取得部１１１が電動車２０または充電スタンド３０から取得した電池データを蓄積する。

[0030] 劣化特性保持部１２２は、二次電池の種別ごとに、正極の保存劣化特性、充電劣化特性、放電劣化特性、負極の保存劣化特性、充電劣化特性、放電劣化特性を保持する。

[0031] 劣化特性保持部１２２は、二次電池の種別を特定するための電池情報として、型番、型式、セル形状、正極材料、正極材料の構成比、負極材料、負極材料の構成比、エネルギー重量密度、エネルギー体積密度などの情報の少なくとも一つを保持する。劣化特性保持部１２２内のデータは、新たな種別の二次電池が登録される度にアップデートされる。また、既登録の二次電池の特性情報がアップデートされたときも、劣化特性保持部１２２内のデータがアップデートされる。

[0032] 二次電池の保存劣化は、二次電池の各時点における温度、各時点におけるＳＯＣに応じて経時的に進行する劣化である。充放電中であるか否かを問わず時間経過とともに進行する。保存劣化は主に、負極に被膜（ＳＥＩ（Ｓｏｌｉｄ　Ｅｌｅｃｔｒｏｌｙｔｅ　Ｉｎｔｅｒｐｈａｓｅ）膜）が形成されることに起因して発生する。保存劣化は、各時点におけるＳＯＣと温度に依

存する。

[0033] 一般的に、各時点におけるＳＯＣが高いほど、また各時点における温度が高いほど、保存劣化速度が増加する。

[0034] 二次電池の充放電劣化は、充放電の回数が増えるにつれ進行する劣化である。充放電劣化は主に、活物質の膨張または収縮による割れや剥離などに起因して発生する。充放電劣化は、使用するＳＯＣ範囲、温度、電流レートに依存する。一般的に、使用するＳＯＣ範囲が広いほど、また温度が高いほど、また電流レートが高いほど、充放電劣化速度が増加する。

[0035] 正極の保存劣化特性、充電劣化特性、放電劣化特性、負極の保存劣化特性、充電劣化特性、放電劣化特性は、電池メーカによる実験やシミュレーションにより、二次電池の種別ごとに予め導出される。

[0036] 図２は、保存劣化特性マップの一例を示す図である。横軸はＳＯＣ［％］を示し、縦軸は保存劣化係数Ｋｓを示している。一般的に保存劣化は、経過時間（ｈ）を０．５乗則（平方根）した値に対して略線形に進行する。なお、二次電池の種別によっては、経過時間（ｈ）を０．４乗則した値や０．６乗則した値などに対して略線形に進行することもある。

[0037] 図２では簡略化のため、２５℃と４５℃の２種類の温度に対する保存劣化特性しか描いていないが、実際には多数の温度に対する保存劣化特性が生成される。なお保存劣化特性は、マップではなく、ＳＯＣと温度を説明変数とし、保存劣化係数Ｋｓを目的変数とする保存劣化特性モデル（関数）で定義されてもよい。

[0038] 図３Ａ，図３Ｂは、充電／放電劣化特性マップの一例を示す図である。図３Ａは充電劣化特性マップの一例を示し、図３Ｂは放電劣化特性マップの一例を示している。横軸はＳＯＣ［％］の使用範囲を示す。図３Ａ，図３Ｂにおいて、各ＳＯＣの値は、１０％の使用範囲の下限値を示している。例えば、ＳＯＣ１０％はＳＯＣが１０～２０％の範囲で充放電すること、ＳＯＣ１１％はＳＯＣが１１～２１％の範囲で充放電することを示している。縦軸は充電／放電劣化係数Ｋｃ、Ｋｄを示している。

[0039] 一般的に充放電劣化は、総充電量または総放電量（Ａｈ）を０．５乗則（平方根）した値に対して略線形に進行する。なお、二次電池の種別によっては、総充電量または総放電量（Ａｈ）を０．４乗則した値や０．６乗則した値などに対して略線形に進行することもある。

[0040] 図３Ａ，図３Ｂでは簡略化のため、０．１Ｃと０．８Ｃの２種類の電流レートに対する充電／放電劣化特性しか描いていないが、実際には多数の電流レートに対する充電／放電劣化特性が生成される。充電時は、図３Ａに示すようにＳＯＣの使用範囲が低い領域と高い領域で充電／放電劣化速度が増加することが分かる。放電時は、図３Ｂに示すようにＳＯＣの使用範囲が低い領域で充電／放電劣化速度が増加することが分かる。

[0041] また、充電／放電劣化特性は、電流レートほどの寄与はないが温度の影響も受ける。したがって充電／放電劣化速度の推定精度を上げるには、複数の電流レートと複数の温度の二次元の組み合わせごとに、ＳＯＣ使用範囲と充電／放電劣化係数の関係を規定した充電／放電劣化特性を用意することが好ましい。一方、簡易的な充電／放電劣化特性マップを生成する場合、温度は常温とみなし、複数の電流レートごとの充電／放電劣化特性を用意するだけでよい。

[0042] なお、充電／放電劣化特性は、マップではなく、ＳＯＣ使用範囲と電流レートと温度を説明変数とし、充電／放電劣化係数Ｋｃ、Ｋｄを目的変数とする充電／放電劣化特性モデル（関数）で定義されてもよい。なお温度は定数であってもよい。

[0043] 以上に説明した二次電池の保存劣化特性、充電劣化特性、放電劣化特性を、正極と負極のそれぞれについて用意する。本実施の形態では、二次電池の保存劣化特性、充電劣化特性、放電劣化特性は、後述する劣化抑制制御の切り替え処理に使用し、二次電池の劣化推定処理には使用しない。

[0044] 本実施の形態では、二次電池の充放電曲線を微分して得られるｄＶ／ｄＱ曲線に現れるピーク情報を解析することで、正極と負極の劣化状況を独立に解析する。二次電池の充放電曲線は、充放電量と電池電圧の関係を規定した

曲線である。

[0045] 図４は、二次電池、正極、負極の充放電曲線と、ｄＶ／ｄＱ曲線の一例を示す図である。上の図は充放電曲線を示す。横軸は容量［Ａｈ］を示し、左の縦軸は電池電圧［Ｖ］、正極電位［ＶｖｓＬ$^{+}$／Ｌ］、右の縦軸は負極電位［ＶｖｓＬ$^{+}$／Ｌ］を示す。正極電位［ＶｖｓＬ$^{+}$／Ｌ］と負極電位［ＶｖｓＬ$^{+}$／Ｌ］は、リチウム電位を０Ｖとしたときの電位である。電池電圧は、正極電位と負極電位の差であり、ＯＣＶで定義される。

[0046] 例えば、電池容量の下限（ＳＯＣ＝０％）の電池電圧が２．５Ｖに設定され、電池容量の上限（ＳＯＣ＝１００％）の電池電圧が４．２Ｖに設定される。下の図は、二次電池、正極、負極の充放電曲線をそれぞれ微分して得られるｄＶ／ｄＱ曲線を示す。横軸は容量［Ａｈ］を示し、縦軸はｄＶ／ｄＱ［Ｖ／Ａｈ］を示す。

[0047] リチウムイオン電池では充電、放電に伴いリチウムイオンが正極活物質と負極活物質の間を往復する。放電時は、リチウムイオンが負極から正極へ移動するに伴い、負極電位が上昇し、正極電位が低下する。電池電圧は低下する。充電時は、リチウムイオンが正極から負極へ移動するに伴い、正極電位が上昇し、負極電位が低下する。電池電圧は上昇する。二次電池の充放電曲線の形状は、正極活物質、負極活物質の種類や量によって異なる。

[0048] また、充放電曲線の形状は劣化によって変化する。

[0049] 一般に二次電池の充放電曲線は図４に示したように、電圧が徐々に低下する形状であり、二次電池の充放電曲線から正極活物質、負極活物質に由来する構造変化を抽出することは困難である。一方、二次電池のｄＶ／ｄＱ曲線では、複数のピークが観察される。各ピークが正極活物質の構造に由来するものであるか、負極活物質の構造に由来するものであるかは、少なくとも初期状態における正極のｄＶ／ｄＱ曲線と負極のｄＶ／ｄＱ曲線の形状から推定することができる。

[0050] 各ピークは正極電位または負極電位の変化率が極大値または極小値をとることに対応している。正極電位、負極電位は活物質中のリチウム組成比によ

って決定される。電位の変化率が極大または極小になるときの活物質中のリチウム組成比は、電池容量によらず一定である。したがって、二次電池のｄＶ／ｄＱ曲線の正極に由来する２つのピーク間の距離の減少率は、正極容量の減少率に対応する。例えば、現在のｄＶ／ｄＱ曲線の正極に由来する２つのピーク間の距離が、初期状態におけるｄＶ／ｄＱ曲線の正極に由来する２つのピーク間の距離の８０％に減少していれば、正極容量が初期状態の８０％に減少していると推定できる。負極についても同様である。

[0051] 図５は、二次電池のｄＶ／ｄＱ曲線の別の例を示す。図５に示す例では、二次電池のｄＶ／ｄＱ曲線から４つのピーク（極大値）を抽出している。第１ピークＮ１と第３ピークＮ２が負極に由来するピークであり、第２ピークＰ１と第４ピークＰ２が正極に由来するピークである。第１ピークＮ１と第３ピークＮ２間の距離（すなわち、第１ピークＮ１から第３ピークＮ２に遷移するために必要な充電量）の減少率から、負極容量の減少率を推定できる。同様に、第２ピークＰ１と第４ピークＰ２間の距離の減少率から、正極容量の減少率を推定できる。

[0052] 現在の二次電池の充放電曲線を推定するには、ＳＯＣ＝０％～ＳＯＣ＝１００％まで低レートでメンテナンス充電する必要がある。電流レートを低く設定するのは電流による電圧降下ＩＲの影響を小さくして、検出電圧を理想的なＯＣＶに近づけるためである。例えば、０．０５Ｃの電流レートで２０時間、メンテナンス充電することが理想である。また、０．２Ｃの電流レートで３分充電し、１分休止後の電圧を検出する制御を繰り返すことで、７時間のメンテナンス充電で、二次電池の充放電曲線を推定することもできる。

[0053] 正極電位と負極電位は、二次電池内に、金属リチウムの参照極を導入すれば検出可能である。その場合、正極の充放電曲線、負極の充放電曲線、正極のｄＶ／ｄＱ曲線、負極のｄＶ／ｄＱ曲線を推定可能である。それにより、正極のｄＶ／ｄＱ曲線の２つのピーク間の距離の減少率を直接、求めることができる。同様に、負極のｄＶ／ｄＱ曲線の２つのピーク間の距離の減少率を直接、求めることができる。

[0054] ただし、市販される一般的な二次電池には参照極が設けられない。そこで上述したように本実施の形態では、二次電池のｄＶ／ｄＱ曲線の複数のピークの内、正極に由来するピークと負極に由来するピークを特定し、正極容量の減少率と負極容量の減少率を求める。

[0055] 二次電池の設計では、正極と負極にそれぞれ余剰容量を付加しておくことが一般的である。設計者は、実際の充放電に使用する正極活物質より多くの正極活物質を正極に充填し、実際の充放電に使用する負極活物質より多くの負極活物質を負極に充填する。正極活物質の量を多くするほど正極の充放電曲線の幅が広くなり、負極活物質の量を多くするほど負極の充放電曲線の幅が広くなる。正極と負極の充放電曲線の幅は、劣化により収縮する。

[0056] 正極の充放電曲線と負極の充放電曲線の重なる領域が電池容量となり、設計者は電池容量の下限をＳＯＣ＝０％（例えば、電池電圧＝２．５Ｖ）に設定し、上限をＳＯＣ＝１００％（例えば、電池電圧＝４．２Ｖ）に設定する。

[0057] 図６は、ある二次電池の初期状態における、二次電池、正極、負極の充放電曲線の一例を示す図である。横軸は容量［Ａｈ］を示し、縦軸は電池電圧［Ｖ］、正極電位［ＶｖｓＬ$^{+}$／Ｌ］、負極電位［ＶｖｓＬ$^{+}$／Ｌ］を示す。図６に示す例では、正極の下限容量が電池の下限容量より低く設定されており、実際にはＳＯＣ＝０％の状態から、さらに放電が可能である。正極の下限容量と電池の下限容量の差が正極余剰容量となる。負極の上限容量が電池の上限容量より高く設定されており、実際にはＳＯＣ＝１００％の状態から、さらに充電が可能である。負極の上限容量と電池の上限容量の差が負極余剰容量となる。

[0058] 図７は、二次電池、正極、負極の充放電曲線の収縮例を示す図である。上の図は正極の劣化により正極の充放電曲線の幅が１０％収縮した状態を示している。下の図は負極の劣化により負極の充放電曲線の幅が１０％収縮した状態を示している。二次電池のＢＭＵは、二次電池の下限電圧と上限電圧の範囲を電池容量に設定する。上の図に示すように正極容量が１０％減少した

場合も、下の図に示すように負極容量が１０％減少した場合も、電池容量が１０％減少する。

[0059] 図８は、実施の形態に係る劣化抑制制御システム１０による、充放電制御方法の切替処理の流れを示すフローチャートである。充放電制御部１１３はメンテナンスの実施時期が到来すると（Ｓ１０のＹ）、充電スタンド３０の制御部３２にメンテナンス充電指示を送信する。例えば、数ヶ月に１度、メンテナンス充電を行ってもよい。給電部３１は、劣化抑制制御システム１０から指定された電流レートで二次電池２１を定電流充電する。電動車２０の制御部２５は、メンテナンス充電中の電圧、電流、温度、ＳＯＣを含む電池データを充電スタンド３０の制御部３２に送信する。充電スタンド３０の制御部３２は、メンテナンス充電の終了後、メンテナンス充電時の電池データを劣化抑制制御システム１０に送信する。

[0060] 劣化抑制制御システム１０のデータ取得部１１１は、メンテナンス充電時の電池データを充電スタンド３０から取得して、電池データ保持部１２１に蓄積する。劣化推定部１１２は、メンテナンス充電時の二次電池２１に含まれる複数のセルの電池データを統計処理して、代表セルの電池データを生成する。

[0061] 劣化推定部１１２は、代表セルの電池データに含まれる容量と電圧をもとに、代表セルの充放電曲線を生成する。容量は電流を積算して求めることができる。劣化推定部１１２は、ＳＯＣ＝０％（下限電圧）からＳＯＣ＝１００％（上限電圧）までの間に充電された容量を、現在の電池容量と推定する（Ｓ１１）。

[0062] 劣化推定部１１２は、前回のメンテナンス充電時の電池容量に対する、今回のメンテナンス充電時の電池容量の減少率を算出し、当該減少率と閾値を比較する（Ｓ１２）。当該減少率が閾値以下の場合（Ｓ１２のＮ）、充放電制御方法の切替を行わずに処理を終了する。

[0063] 当該減少率が閾値を超えた場合（Ｓ１２のＹ）、劣化推定部１１２は、代表セルの充放電曲線を微分して、代表セルのｄＶ／ｄＱ曲線を生成する。劣

化推定部１１２は、ｄＶ／ｄＱ曲線の正極に由来する２つのピーク間の距離の減少率をもとに、初期の正極余剰容量に対する現在の正極余剰容量の減少率を推定する。本実施の形態では、正極余剰容量の減少率を、下記（式１）に示すように正極相対劣化度［％］として定義する（Ｓ１３）。

[0064] 正極相対劣化度［％］＝１００－（現在の正極容量－現在の電池容量）／（初期の正極容量－初期の電池容量） ・・・（式１）。

[0065] 劣化推定部１１２は、ｄＶ／ｄＱ曲線の負極に由来する２つのピーク間の距離の減少率をもとに、初期の負極余剰容量に対する現在の負極余剰容量の減少率を推定する。本実施の形態では、負極余剰容量の減少率を、下記（式２）に示すように負極相対劣化度［％］として定義する（Ｓ１４）。

[0066] 負極相対劣化度［％］＝１００－（現在の負極容量－現在の電池容量）／（初期の負極容量－初期の電池容量） ・・・（式２）。

[0067] 充放電制御部１１３は、正極相対劣化度が負極相対劣化度より大きい場合（Ｓ１５のＹ）、正極の劣化抑制を優先した充放電制御に切り替え（Ｓ１６）、負極相対劣化度が正極相対劣化度より大きい場合（Ｓ１５のＮ）、負極の劣化抑制を優先した充放電制御に切り替える（Ｓ１７）。

[0068] 正極相対劣化度が負極相対劣化度より大きい場合とは、図７の上の図の例に相当し、負極余剰容量の方が相対的に多いため、正極の劣化抑制を優先した充放電制御を選択する。

[0069] 反対に、負極相対劣化度が正極相対劣化度より大きい場合とは、図７の下の図の例に相当し、正極余剰容量の方が相対的に多いため、負極の劣化抑制を優先した充放電制御を選択する。

[0070] 図９は、実施の形態に係る劣化抑制制御システム１０による、充電時の劣化抑制制御の一例を示すフローチャートである。充放電制御部１１３は、二次電池２１を充電する前に、複数の充電プロファイルを生成する（Ｓ２０）。

[0071] 例えば、充放電制御部１１３は、ユーザの操作にもとづき二次電池２１の目標ＳＯＣ、充電開始時刻、充電終了時刻を取得し、電動車２０の制御部２

５から二次電池２１の現在ＳＯＣを取得する。充放電制御部１１３は、取得された充電開始時刻と充電終了時刻との間の充電可能時間内に、所定の刻み幅で複数のスロットを設定する。充放電制御部１１３は、充電終了時刻に二次電池２１のＳＯＣが目標ＳＯＣに到達している条件を満たす範囲で、各スロットに電流レートを割り当てた複数パターンの充電プロファイルを生成する。

[0072] 一つのスロットに割り当てられる電流レートは０（休止期間）であってもよい。充放電制御部１１３は、数百パターンの充電プロファイルを網羅的に生成してもよい。

[0073] 正極の劣化抑制を優先した充放電制御が選択されている場合（Ｓ２１の正極）、充放電制御部１１３は、複数の充電プロファイルの内、正極の保存劣化特性と充電劣化特性を参照して、最も正極の劣化が少ない充電プロファイルを選択する（Ｓ２２）。具体的には充放電制御部１１３は、充電プロファイルの各スロットの電流レートとＳＯＣを入力して、各スロットの正極の保存劣化係数と正極の充電劣化係数を算出する。充放電制御部１１３は、正極の保存劣化係数と正極の充電劣化係数の合計が最も小さい充電プロファイルを選択する。

[0074] 負極の劣化抑制を優先した充放電制御が選択されている場合（Ｓ２１の負極）、充放電制御部１１３は、複数の充電プロファイルの内、負極の保存劣化特性と充電劣化特性を参照して、最も負極の劣化が少ない充電プロファイルを選択する（Ｓ２３）。具体的には充放電制御部１１３は、充電プロファイルの各スロットの電流レートとＳＯＣを入力して、各スロットの負極の保存劣化係数と負極の充電劣化係数を算出する。充放電制御部１１３は、負極の保存劣化係数と負極の充電劣化係数の合計が最も小さい充電プロファイルを選択する。

[0075] なお、電動車２０が自動運転車の場合、配送計画をもとに、劣化抑制された放電計画を生成することができる。充放電制御部１１３は、電動車２０の出発前に、複数の放電プロファイルを生成する。正極の劣化抑制を優先した

充放電制御が選択されている場合、充放電制御部１１３は、複数の放電プロファイルの内、正極の保存劣化特性と充電劣化特性を参照して、最も正極の劣化が少ない放電プロファイルを選択する。負極の劣化抑制を優先した充放電制御が選択されている場合、充放電制御部１１３は、複数の放電プロファイルの内、負極の保存劣化特性と充電劣化特性を参照して、最も負極の劣化が少ない放電プロファイルを選択する。

[0076] 以上説明したように本実施の形態によれば、正極活物質と負極活物質の構造変化が現れるｄＶ／ｄＱ曲線のピーク位置の変化と、電池容量の変化に基づき、正極の相対劣化度と負極の相対劣化度を算出する。この正極の相対劣化度と負極の相対劣化度を尺度として、正極の相対劣化度と負極の相対劣化度のバランスが保たれるように、すなわち正極の充放電曲線と負極の充放電曲線の重なる領域が最大化されるように充放電制御する。これにより、セルレベルの劣化進行（ＳＯＨ（Ｓｔａｔｅ　Ｏｆ　Ｈｅａｌｔｈ）の低下）を最大限に抑制できる。

[0077] 以上、本開示を実施の形態をもとに説明した。実施の形態は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組み合わせにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本開示の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

[0078] 上述した劣化抑制制御システム１０は、電動車２０の制御部２５または充電スタンド３０の制御部３２に実装されてもよい。

[0079] 上記実施の形態では、電動車２０として、四輪の電気自動車を想定した。この点、電動バイク（電動スクータ）、電動自転車、電動キックスクータであってもよい。また、電気自動車にはフル規格の電気自動車だけでなく、ゴルフカートやランドカーなどの低速の電気自動車も含まれる。また、二次電池２１が搭載される対象は電動車２０に限るものではない。二次電池２１が搭載される対象には、電動船舶、鉄道車両、マルチコプタ（ドローン）などの電動移動体、定置型蓄電システム、民生用の電子機器（スマートフォン、ノートＰＣなど）も含まれる。

[0080] なお、実施の形態は、以下の項目によって特定されてもよい。

[0081] ［項目１］

二次電池（２１）の電圧と電流を含む電池データを取得する取得部（１１１）と、

前記二次電池（２１）の電池データをもとに、初期の正極の余剰容量に対する現在の正極の余剰容量の減少率と、初期の負極の余剰容量に対する現在の負極の余剰容量の減少率を推定する推定部（１１２）と、

前記正極の余剰容量の減少率が前記負極の余剰容量の減少率より大きい場合、前記正極の劣化抑制を優先した充放電制御に切り替え、前記負極の余剰容量の減少率が前記正極の余剰容量の減少率より大きい場合、前記負極の劣化抑制を優先した充放電制御に切り替える充放電制御部（１１３）と、

を備えることを特徴とする劣化抑制制御システム（１０）。

[0082] これによれば、二次電池（２１）の劣化を最大限に抑制できる。

[0083] ［項目２］

前記推定部（１１２）は、

前記二次電池（２１）の容量と電圧の関係を規定した充放電曲線を微分して、ｄＶ／ｄＱ曲線を生成し、

前記ｄＶ／ｄＱ曲線の正極に由来する２つのピーク間の距離の減少率をもとに前記正極の余剰容量の減少率を推定し、

前記ｄＶ／ｄＱ曲線の負極に由来する２つのピーク間の距離の減少率をもとに前記負極の余剰容量の減少率を推定することを特徴とする項目１に記載の劣化抑制制御システム（１０）。

[0084] これによれば、二次電池（２１）の充放電曲線から、正極の余剰容量の減少率と負極の余剰容量の減少率を高精度に推定できる。

[0085] ［項目３］

前記二次電池（２１）の容量の減少率が閾値を超えたとき、

前記推定部（１１２）は、前記正極の余剰容量の減少率と前記負極の余剰容量の減少率を推定し、

前記充放電制御部（１１３）は、両者の関係をもとに前記充放電制御の切り替え制御を実行する項目１に記載の劣化抑制制御システム（１０）。

[0086] これによれば、充放電制御の切り替え頻度を最適化できる。

[0087] ［項目４］

前記二次電池（２１）の正極の保存劣化特性、充電劣化特性、負極の保存劣化特性、充電劣化特性を保持する劣化特性保持部（１２２）をさらに備え、

前記充放電制御部（１１３）は、前記二次電池（２１）を充電する場合において、

前記正極の劣化抑制を優先した充放電制御を選択している場合、複数の充電プロファイル候補の内、前記正極の保存劣化特性と充電劣化特性を参照して、最も前記正極の劣化が少ない充電プロファイルを選択し、

前記負極の劣化抑制を優先した充放電制御を選択している場合、複数の充電プロファイル候補の内、前記負極の保存劣化特性と充電劣化特性を参照して、最も前記負極の劣化が少ない充電プロファイルを選択する項目１に記載の劣化抑制制御システム（１０）。

[0088] これによれば、二次電池（２１）の劣化を最大限に抑制された充電計画を作成できる。

[0089] ［項目５］

二次電池（２１）の電圧と電流を含む電池データを取得するステップと、

前記二次電池（２１）の電池データをもとに、初期の正極の余剰容量に対する現在の正極の余剰容量の減少率と、初期の負極の余剰容量に対する現在の負極の余剰容量の減少率を推定するステップと、

前記正極の余剰容量の減少率が前記負極の余剰容量の減少率より大きい場合、前記正極の劣化抑制を優先した充放電制御に切り替え、前記負極の余剰容量の減少率が前記正極の余剰容量の減少率より大きい場合、前記負極の劣化抑制を優先した充放電制御に切り替えるステップと、

を有することを特徴とする劣化抑制制御方法。

[0090] これによれば、二次電池（２１）の劣化を最大限に抑制できる。

[0091] ［項目６］

二次電池（２１）の電圧と電流を含む電池データを取得する処理と、

前記二次電池（２１）の電池データをもとに、初期の正極の余剰容量に対する現在の正極の余剰容量の減少率と、初期の負極の余剰容量に対する現在の負極の余剰容量の減少率を推定する処理と、

前記正極の余剰容量の減少率が前記負極の余剰容量の減少率より大きい場合、前記正極の劣化抑制を優先した充放電制御に切り替え、前記負極の余剰容量の減少率が前記正極の余剰容量の減少率より大きい場合、前記負極の劣化抑制を優先した充放電制御に切り替える処理と、

をコンピュータに実行させることを特徴とする劣化抑制制御プログラム。

[0092] これによれば、二次電池（２１）の劣化を最大限に抑制できる。

符号の説明

[0093] ２ 商用電力系統、 ５ ネットワーク、 １０ 劣化抑制制御システム、 １１ 制御部、 １２ 記憶部、 １３ 通信部、 ２０ 電動車、 ２１ 二次電池、 ２２ 電圧センサ、 ２３ 電流センサ、 ２４ 温度センサ、 ２５ 制御部、 ２６ 通信部、 ３０ 充電スタンド、 ３１ 給電部、 ３２ 制御部、 ３３ 通信部、 １１１ データ取得部、 １１２ 劣化推定部、 １１３ 充放電制御部、 １２１ 電池データ保持部、 １２２ 劣化特性保持部。

請求の範囲

[請求項1] 二次電池の電圧と電流を含む電池データを取得する取得部と、

前記二次電池の電池データをもとに、初期の正極の余剰容量に対する現在の正極の余剰容量の減少率と、初期の負極の余剰容量に対する現在の負極の余剰容量の減少率を推定する推定部と、

前記正極の余剰容量の減少率が前記負極の余剰容量の減少率より大きい場合、前記正極の劣化抑制を優先した充放電制御に切り替え、前記負極の余剰容量の減少率が前記正極の余剰容量の減少率より大きい場合、前記負極の劣化抑制を優先した充放電制御に切り替える充放電制御部と、

を備えることを特徴とする劣化抑制制御システム。

[請求項2] 前記推定部は、

前記二次電池の容量と電圧の関係を規定した充放電曲線を微分して、ｄＶ／ｄＱ曲線を生成し、

前記ｄＶ／ｄＱ曲線の正極に由来する２つのピーク間の距離の減少率をもとに前記正極の余剰容量の減少率を推定し、

前記ｄＶ／ｄＱ曲線の負極に由来する２つのピーク間の距離の減少率をもとに前記負極の余剰容量の減少率を推定することを特徴とする請求項１に記載の劣化抑制制御システム。

[請求項3] 前記二次電池の容量の減少率が閾値を超えたとき、

前記推定部は、前記正極の余剰容量の減少率と前記負極の余剰容量の減少率を推定し、

前記充放電制御部は、両者の関係をもとに前記充放電制御の切り替え制御を実行する請求項１に記載の劣化抑制制御システム。

[請求項4] 前記二次電池の正極の保存劣化特性、充電劣化特性、負極の保存劣化特性、充電劣化特性を保持する劣化特性保持部をさらに備え、

前記充放電制御部は、前記二次電池を充電する場合において、

前記正極の劣化抑制を優先した充放電制御を選択している場合、複

数の充電プロファイル候補の内、前記正極の保存劣化特性と充電劣化特性を参照して、最も前記正極の劣化が少ない充電プロファイルを選択し、

前記負極の劣化抑制を優先した充放電制御を選択している場合、複数の充電プロファイル候補の内、前記負極の保存劣化特性と充電劣化特性を参照して、最も前記負極の劣化が少ない充電プロファイルを選択する請求項１に記載の劣化抑制制御システム。

[請求項5] 二次電池の電圧と電流を含む電池データを取得するステップと、

前記二次電池の電池データをもとに、初期の正極の余剰容量に対する現在の正極の余剰容量の減少率と、初期の負極の余剰容量に対する現在の負極の余剰容量の減少率を推定するステップと、

前記正極の余剰容量の減少率が前記負極の余剰容量の減少率より大きい場合、前記正極の劣化抑制を優先した充放電制御に切り替え、前記負極の余剰容量の減少率が前記正極の余剰容量の減少率より大きい場合、前記負極の劣化抑制を優先した充放電制御に切り替えるステップと、

を有することを特徴とする劣化抑制制御方法。

[請求項6] 二次電池の電圧と電流を含む電池データを取得する処理と、

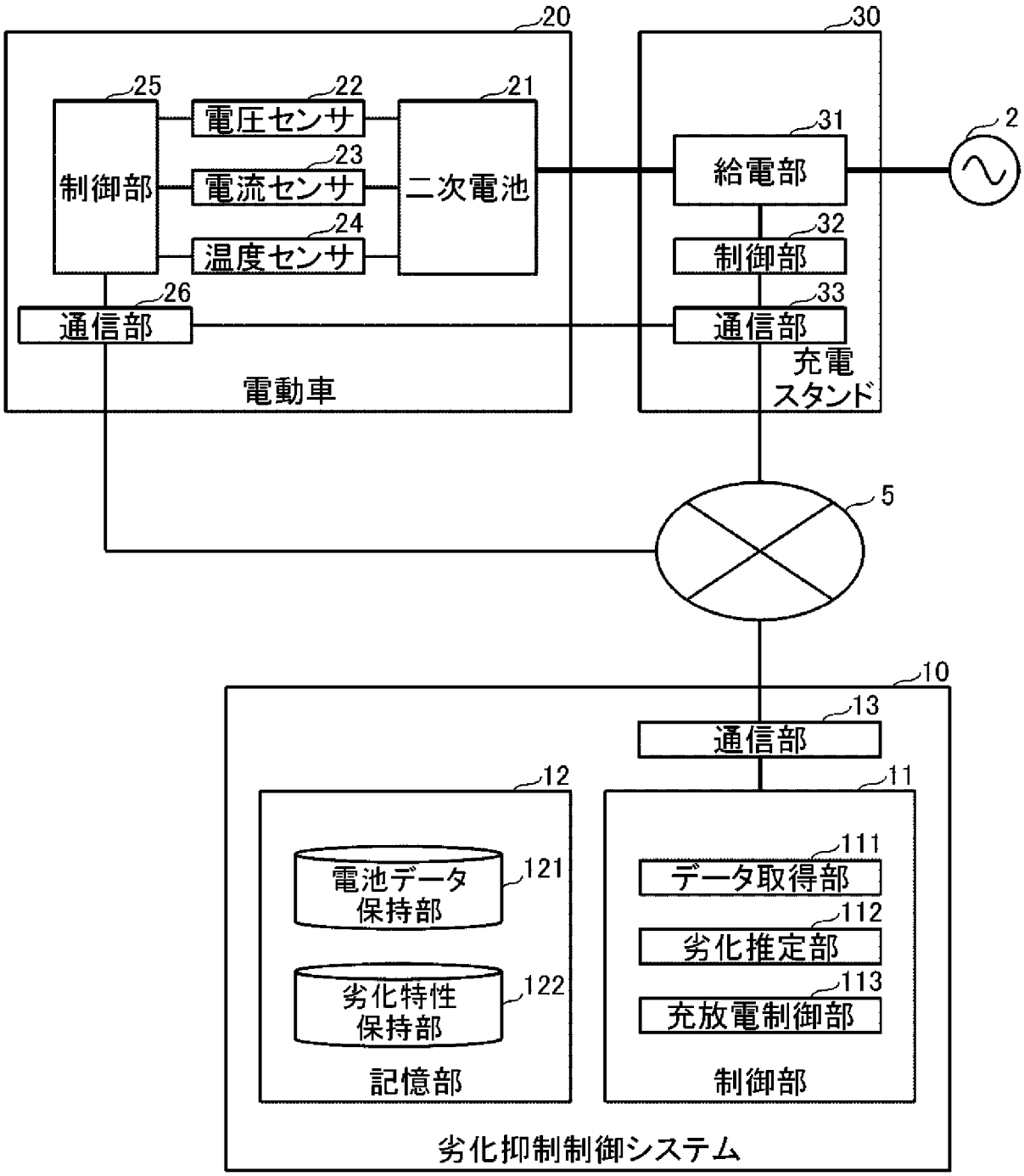
前記二次電池の電池データをもとに、初期の正極の余剰容量に対する現在の正極の余剰容量の減少率と、初期の負極の余剰容量に対する現在の負極の余剰容量の減少率を推定する処理と、

前記正極の余剰容量の減少率が前記負極の余剰容量の減少率より大きい場合、前記正極の劣化抑制を優先した充放電制御に切り替え、前記負極の余剰容量の減少率が前記正極の余剰容量の減少率より大きい場合、前記負極の劣化抑制を優先した充放電制御に切り替える処理と、

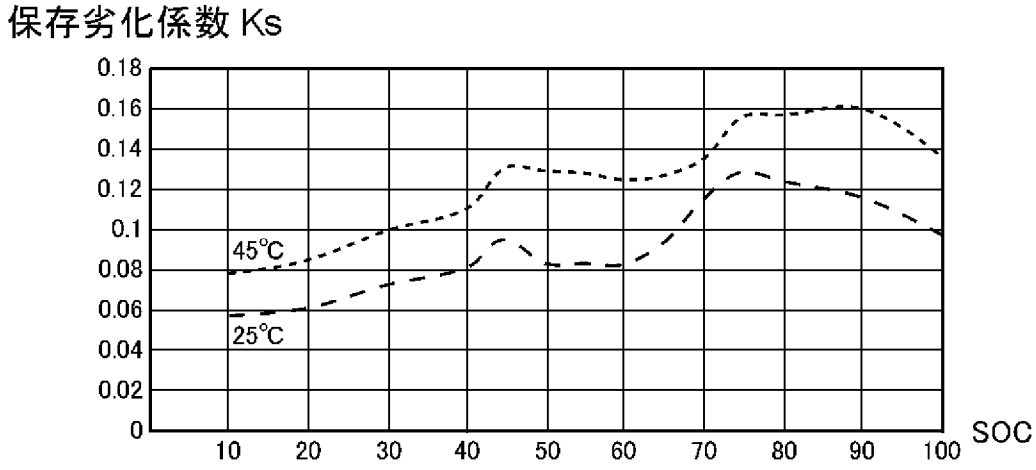
をコンピュータに実行させることを特徴とする劣化抑制制御プログラム。

[請求項7] 請求項６の充電制御プログラムが記載された非一時的な記録媒体。

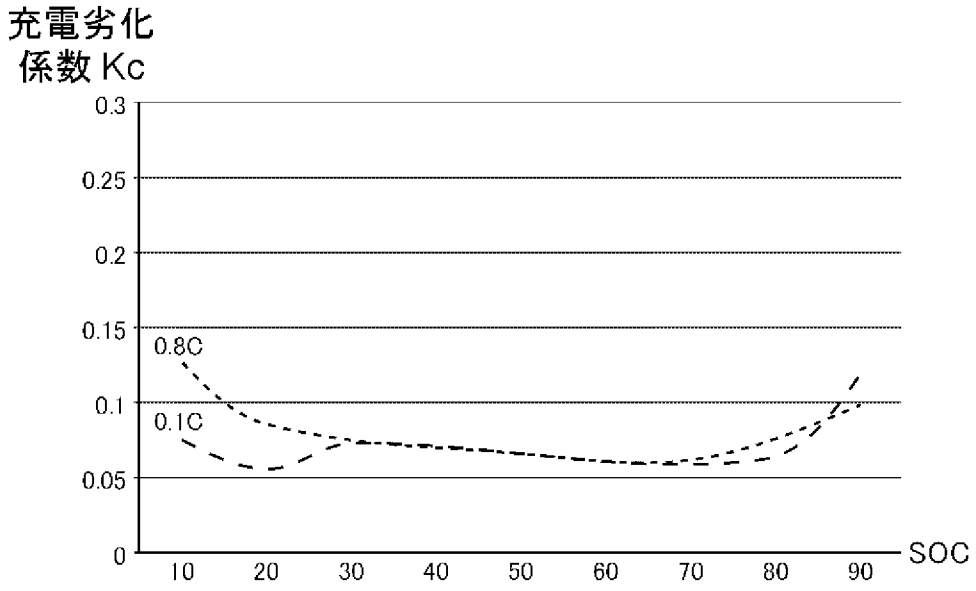
[図1]


20
30
25
22
21
電圧センサ
制御部
23
電流センサ
二次電池
24
温度センサ
31
給電部
2
32
制御部
26
通信部
33
通信部
電動車
充電
スタンド
5
10
13
通信部
12
11
111
電池データ
保持部
121
データ取得部
112
劣化推定部
劣化特性
保持部
122
113
充放電制御部
記憶部
制御部
劣化抑制制御システム

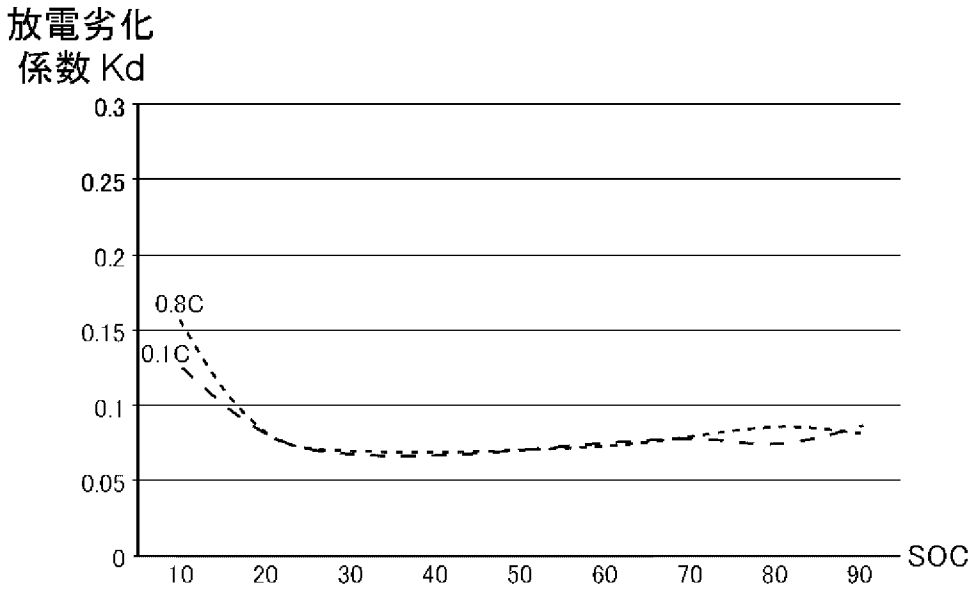
[図2]


保存劣化係数 Ks
0.18
0.16
0.14
0.12
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
45℃
25℃
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
SOC

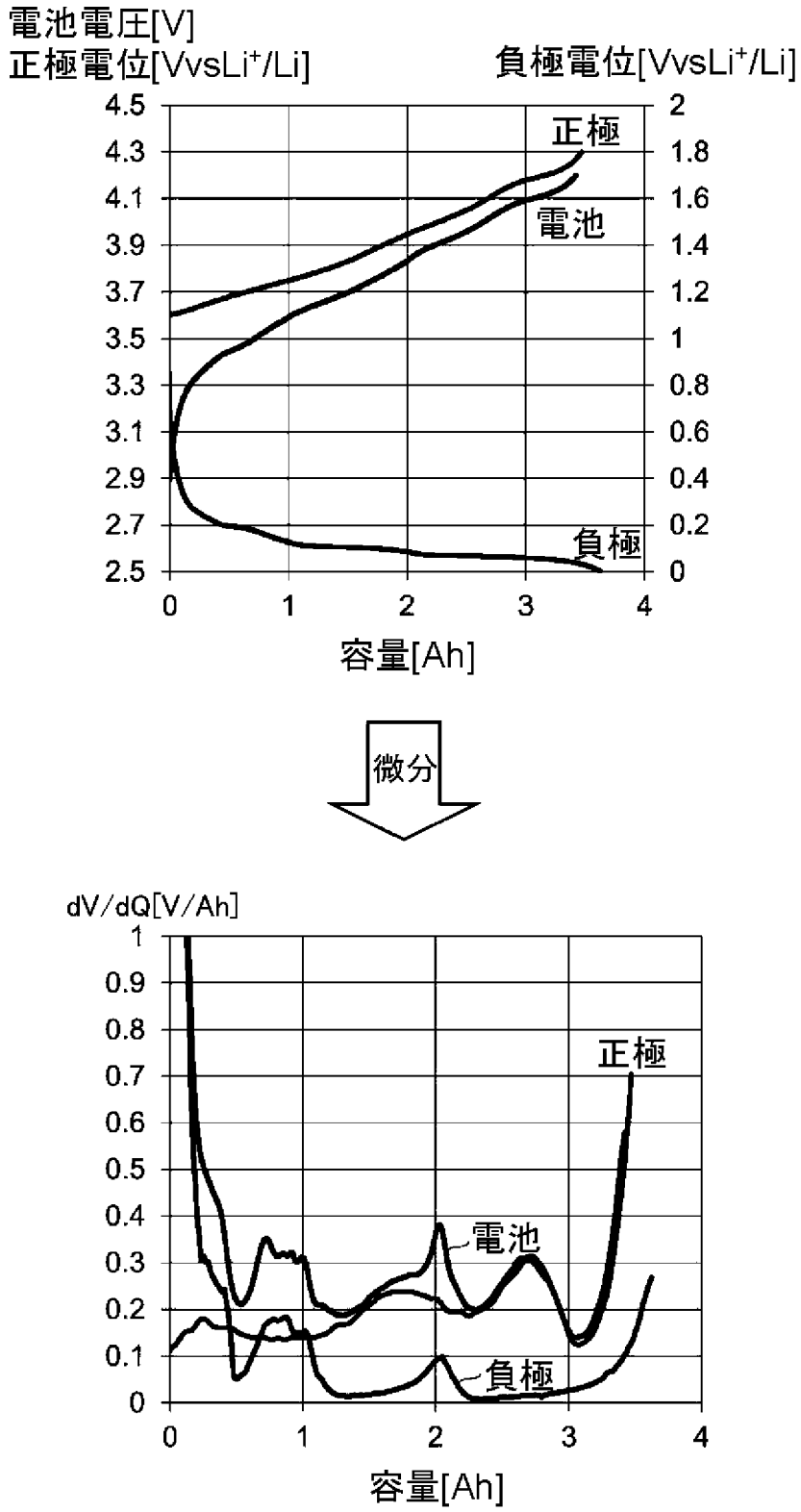
[図3A]


充電劣化
係数 Kc
0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
0.8C
0.1C
10
20
30
40
50
60
70
80
90
SOC

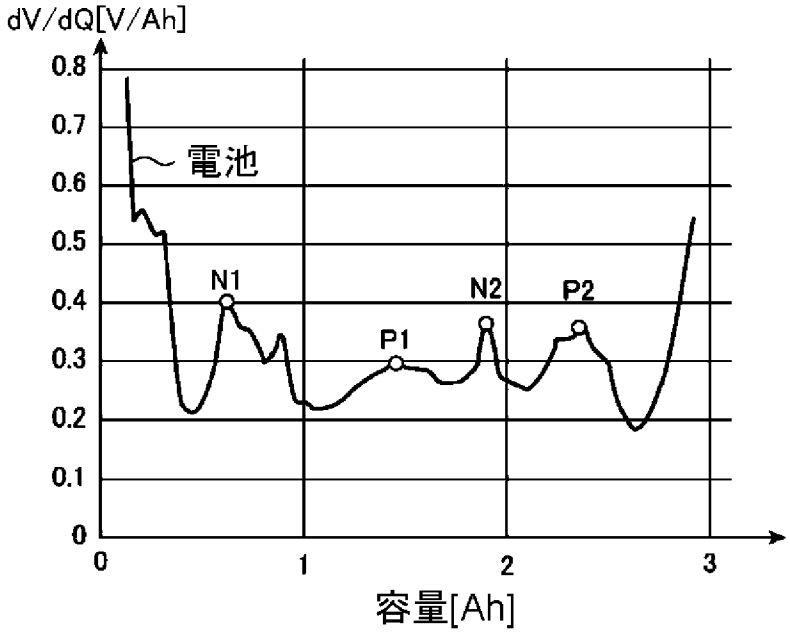
[図3B]


放電劣化
係数 Kd
0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
0.8C
0.1C
10
20
30
40
50
60
70
80
90
SOC

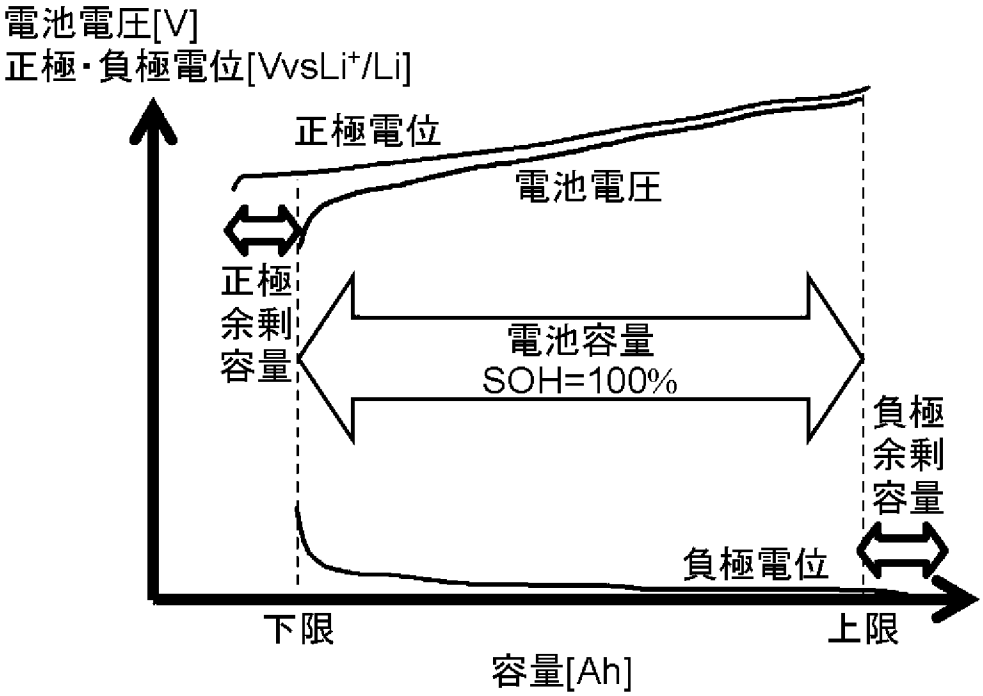
[図4]


電池電圧[V]
正極電位[VvsLi+/Li]
負極電位[VvsLi+/Li]
正極
電池
負極
容量[Ah]
微分
dV/dQ[V/Ah]
正極
電池
負極
容量[Ah]

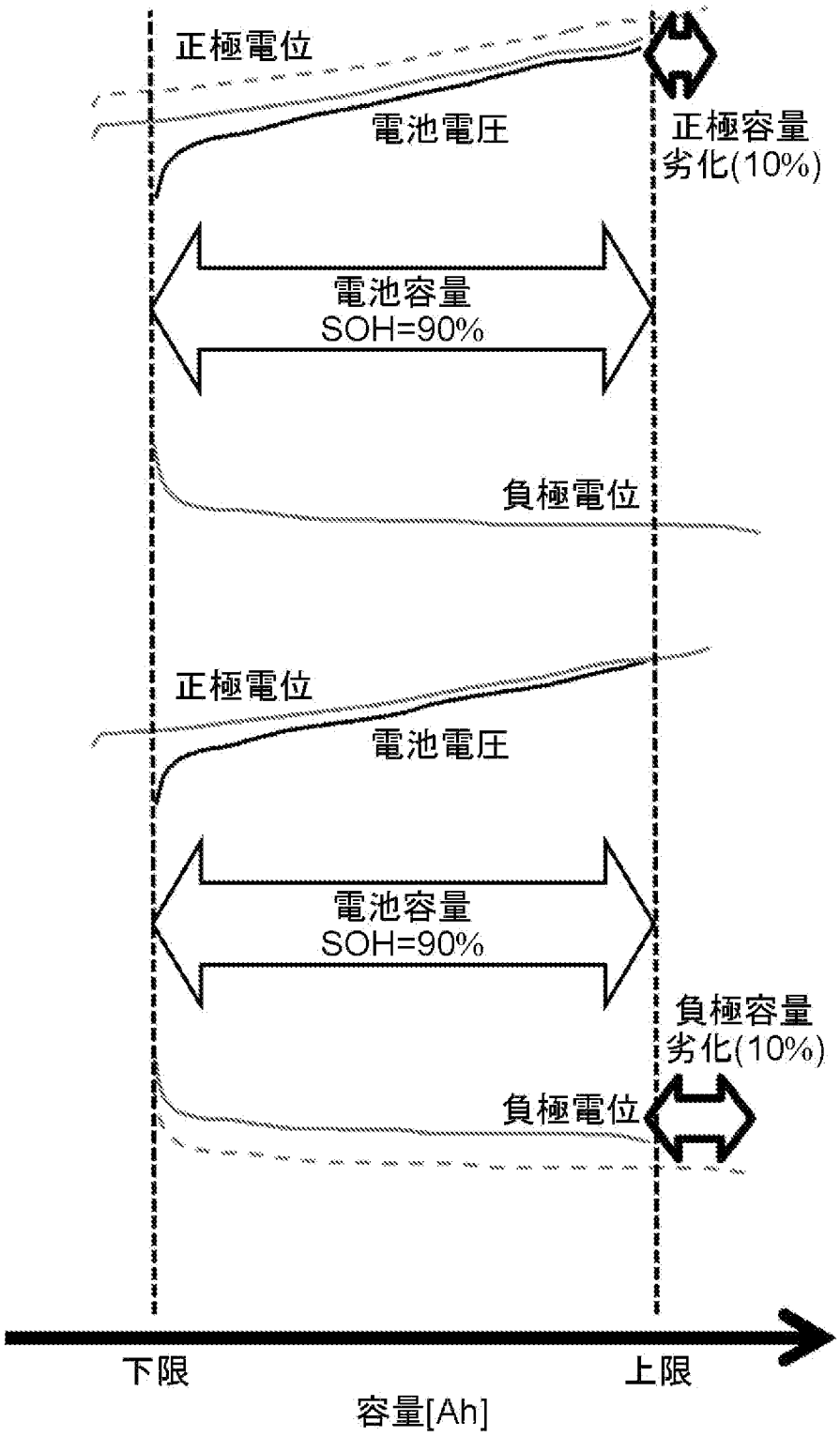
[図5]


dV/dQ[V/Ah]
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
電池
N1
N2
P2
P1
0
1
2
3
容量[Ah]

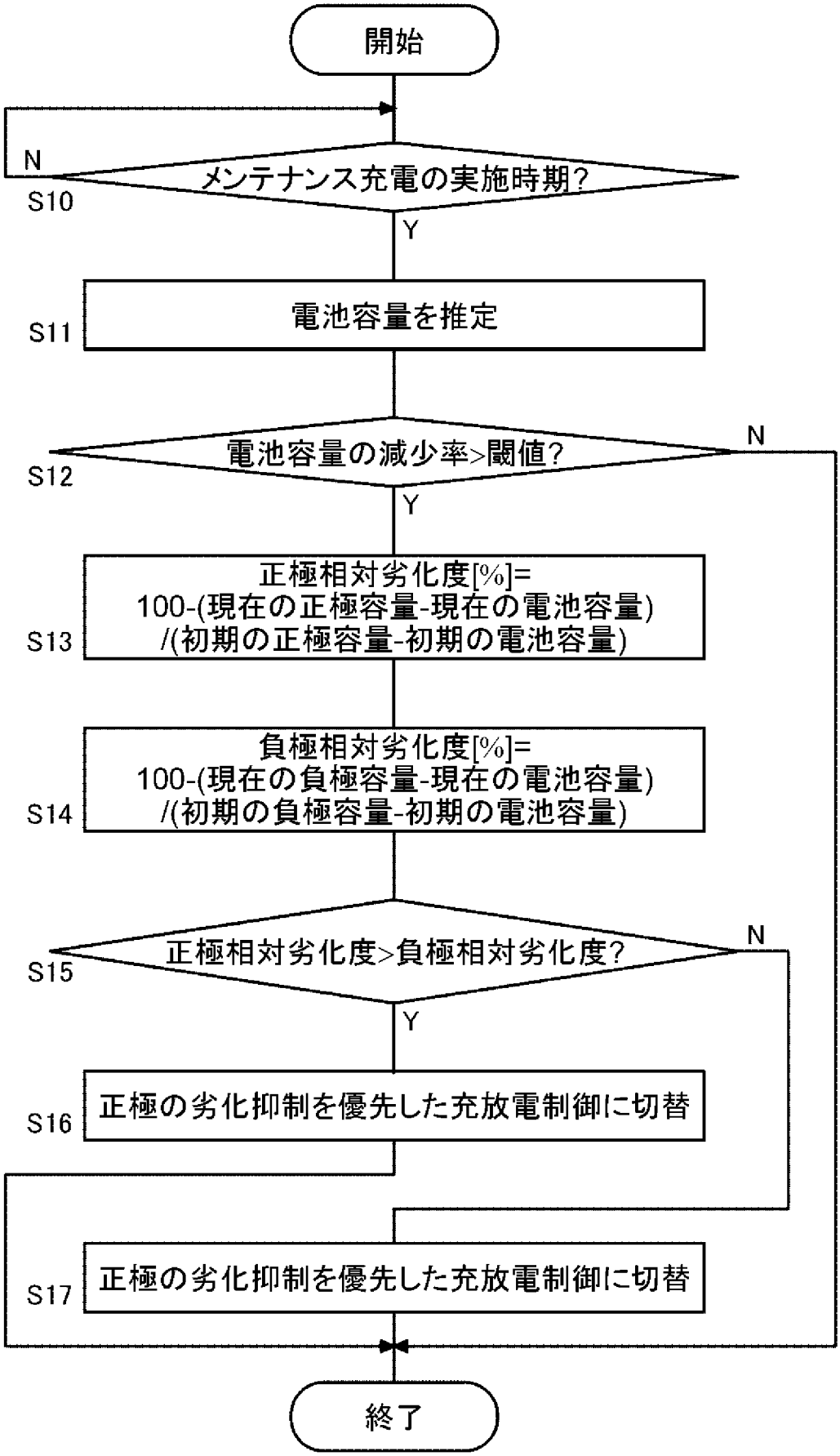
[図6]


電池電圧[V]
正極・負極電位[VvsLi+/Li]
正極電位
電池電圧
正極
余剰
容量
電池容量
SOH=100%
負極
余剰
容量
負極電位
下限
上限
容量[Ah]

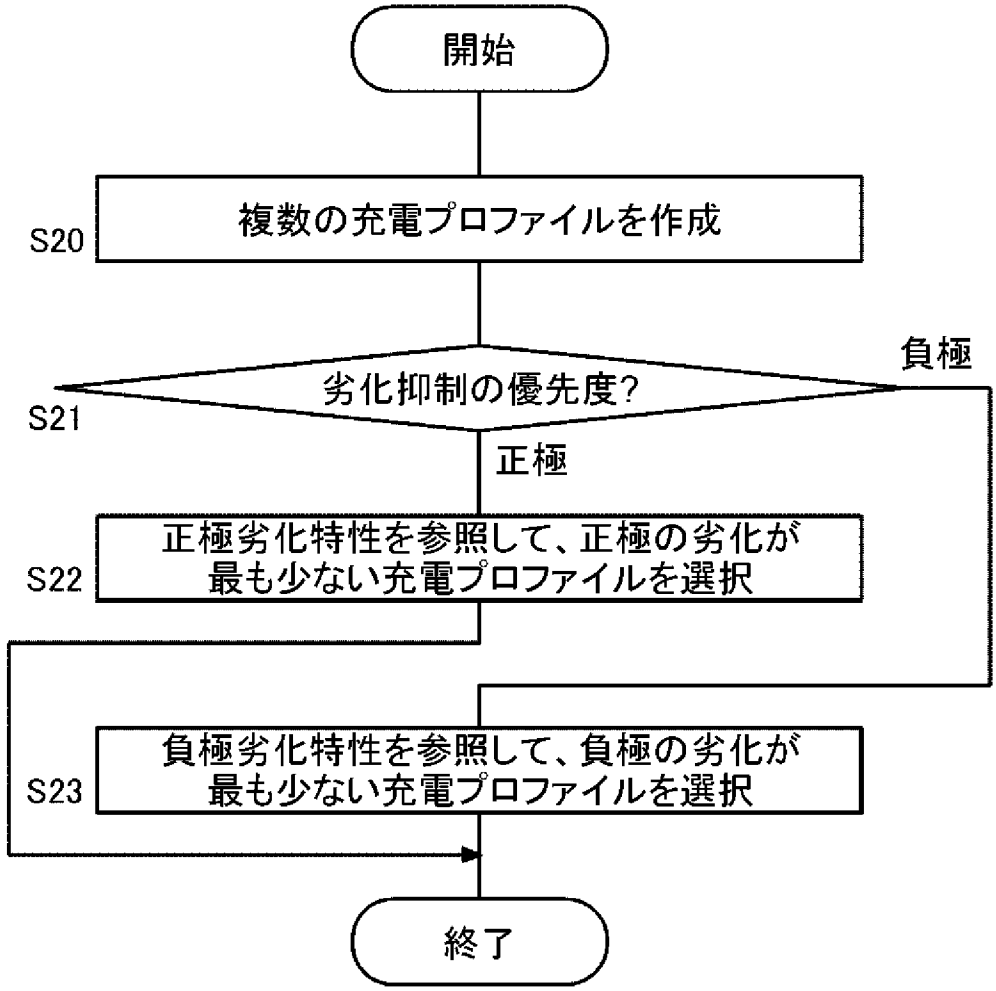
[図7]


正極電位
電池電圧
正極容量
劣化(10%)
電池容量
SOH=90%
負極電位
正極電位
電池電圧
電池容量
SOH=90%
負極容量
劣化(10%)
負極電位
下限
上限
容量[Ah]

[図8]


開始
N
メンテナンス充電の実施時期?
S10
Y
S11
電池容量を推定
電池容量の減少率>閾値?
N
S12
Y
正極相対劣化度[%]=
100-(現在の正極容量-現在の電池容量)
/(初期の正極容量-初期の電池容量)
S13
負極相対劣化度[%]=
100-(現在の負極容量-現在の電池容量)
/(初期の負極容量-初期の電池容量)
S14
正極相対劣化度>負極相対劣化度?
N
S15
Y
S16
正極の劣化抑制を優先した充放電制御に切替
S17
正極の劣化抑制を優先した充放電制御に切替
終了

[図9]


開始
S20
複数の充電プロファイルを作成
S21
劣化抑制の優先度?
負極
正極
S22
正極劣化特性を参照して、正極の劣化が
最も少ない充電プロファイルを選択
S23
負極劣化特性を参照して、負極の劣化が
最も少ない充電プロファイルを選択
終了

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/030174

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J 7/00(2006.01)i; ***H01M 10/44***(2006.01)i; ***H01M 10/48***(2006.01)i
FI: H02J7/00 A; H02J7/00 Y; H01M10/48 P; H01M10/44 P

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)

H02J7/00; H01M10/44; H01M10/48

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 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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 2010-249797 A (PRIMEARTH EV ENERGY CO., LTD.) 04 November 2010 (2010-11-04) entire text, all drawings	1-7
A	JP 2018-147827 A (TOSHIBA CORP.) 20 September 2018 (2018-09-20) entire text, all drawings	1-7
A	WO 2022/014280 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 20 January 2022 (2022-01-20) entire text, all drawings	1-7

☐ 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	Date of mailing of the international search report
29 September 2023	**10 October 2023**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/030174

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2010-249797 A	04 November 2010	US 2010/0247988 A1 entire text, all drawings	
JP 2018-147827 A	20 September 2018	(Family: none)	
WO 2022/014280 A1	20 January 2022	CN 115868063 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/030174

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H02J 7/00(2006.01)i; H01M 10/44(2006.01)i; H01M 10/48(2006.01)i
FI: H02J7/00 A; H02J7/00 Y; H01M10/48 P; H01M10/44 P

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））

H02J7/00; H01M10/44; H01M10/48

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	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３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 2010-249797 A (プライムアースＥＶエナジー株式会社) 04.11.2010 (2010-11-04) 全文,全図	1-7
A	JP 2018-147827 A (株式会社東芝) 20.09.2018 (2018-09-20) 全文,全図	1-7
A	WO 2022/014280 A1 (パナソニックＩＰマネジメント株式会社) 20.01.2022 (2022-01-20) 全文,全図	1-7

☐ 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抵触するものではなく、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
29.09.2023	10.10.2023

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
柳下　勝幸 5T 9561

電話番号 03-3581-1101 内線 3526

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2023/030174

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2010-249797 A	04.11.2010	US 2010/0247988 A1 全文,全図	
JP 2018-147827 A	20.09.2018	（ファミリーなし）	
WO 2022/014280 A1	20.01.2022	CN 115868063 A	