

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-114275

(P2015-114275A)

(43) 公開日 平成27年6月22日(2015.6.22)

| | | | | | | |
|---------------|--------------|------------------|---------------|--------------|----------|------------------|
| (51) Int.Cl. | | F I | | | | テーマコード (参考) |
| GO 1 R | 31/36 | (2006.01) | GO 1 R | 31/36 | A | 2 G O 1 6 |
| HO 1 M | 10/48 | (2006.01) | HO 1 M | 10/48 | P | 5 G 5 0 3 |
| HO 2 J | 7/00 | (2006.01) | HO 2 J | 7/00 | M | 5 H O 3 0 |

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 14 頁)

| | | | |
|-----------|------------------------------|----------|-----------------|
| (21) 出願番号 | 特願2013-258296 (P2013-258296) | (71) 出願人 | 000006208 |
| (22) 出願日 | 平成25年12月13日 (2013.12.13) | | 三菱重工工業株式会社 |
| | | | 東京都港区港南二丁目16番5号 |
| | | (74) 代理人 | 100134544 |
| | | | 弁理士 森 隆一郎 |
| | | (74) 代理人 | 100064908 |
| | | | 弁理士 志賀 正武 |
| | | (74) 代理人 | 100108578 |
| | | | 弁理士 高橋 詔男 |
| | | (74) 代理人 | 100126893 |
| | | | 弁理士 山崎 哲男 |
| | | (74) 代理人 | 100149548 |
| | | | 弁理士 松沼 泰史 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 容量推定装置、容量推定方法及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】二次電池の運用に影響を与えずに容量を推定する。

【解決手段】二次電池の充電率を現状の充電率から第1の充電率にするために必要な時間である第1の時間と、二次電池の充電率を第1の充電率から第2の充電率にするために必要な時間である第2の時間の和が、二次電池の運用を行わない期間の時間である非運用時間以下であるか否かを判定する時間判定部102と、第1の時間と第2の時間の和が非運用時間以下である場合に、二次電池を充電または放電させることで、二次電池の充電率を第1の充電率から第2の充電率にする充電率調整部103と、充電率調整部103が二次電池の充電率を第1の充電率から第2の充電率にする間に、二次電池が充電又は放電する電流の積算値を特定する電流積算部104と、電流積算部104が特定した第1の充電率と第2の充電率の差及び電流の積算値に基づいて、二次電池の容量を推定する容量推定部105とを備える。

【選択図】図1

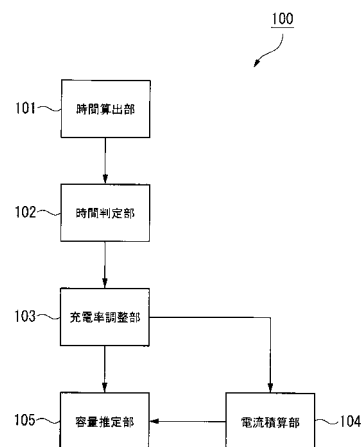


図1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

前記二次電池の充電率を現状の充電率から第 1 の充電率にするために必要な時間である第 1 の時間と、前記二次電池の充電率を第 1 の充電率から第 2 の充電率にするために必要な時間である第 2 の時間の和が、前記二次電池の運用を行わない期間の時間である非運用時間以下であるか否かを判定する時間判定部と、

前記第 1 の時間と前記第 2 の時間の和が前記非運用時間以下である場合に、前記二次電池を充電または放電させることで、当該二次電池の充電率を前記第 1 の充電率から前記第 2 の充電率にする充電率調整部と、

前記充電率調整部が前記二次電池の充電率を前記第 1 の充電率から前記第 2 の充電率にする間に、前記二次電池が充電又は放電する電流の積算値を特定する電流積算部と、

前記電流積算部が特定した前記第 1 の充電率と前記第 2 の充電率の差及び電流の積算値に基づいて、前記二次電池の容量を推定する容量推定部と

を備える容量推定装置。

【請求項 2】

前記第 1 の時間と前記第 2 の時間の和が前記非運用時間以下である場合に、前記第 1 の充電率を前記二次電池の現状の充電率に近づけるよう修正し、または前記第 2 の充電率を前記第 1 の充電率に近づけるよう修正する充電率修正部

を備える請求項 1 に記載の容量推定装置。

【請求項 3】

前記充電率修正部は、放電より充電のほうが前記二次電池の劣化が進行しやすい場合、前記第 1 の充電率または前記第 2 の充電率のうち高い方を修正し、充電より放電のほうが前記二次電池の劣化が進行しやすい場合、前記第 1 の充電率または前記第 2 の充電率のうち低い方を修正する

請求項 2 に記載の容量推定装置。

【請求項 4】

前記充電率修正部は、前記第 1 の充電率または前記第 2 の充電率のうち、修正することで、充電率の推定精度が向上するほうを修正する

請求項 2 に記載の容量推定装置。

【請求項 5】

前記二次電池の充電または放電が前記非運用時間以内に終了する前記二次電池の充電レートまたは放電レートを特定するレート特定部を備え、

前記充電率調整部は、前記レート特定部が特定した充電レートまたは放電レートで前記二次電池を充電または放電させる

請求項 1 から請求項 4 の何れか 1 項に記載の容量推定装置。

【請求項 6】

前記レート特定部は、充電と放電のうち、前記二次電池の劣化が相対的に進行しやすいほうのレートの減少量を、劣化が相対的に進行しにくいほうのレートの減少量に対して相対的に大きくする

請求項 5 に記載の容量推定装置。

【請求項 7】

前記第 1 の充電率は、満放電状態の充電率であり、

前記第 2 の充電率は、満充電状態の充電率である

請求項 1 に記載の容量推定装置。

【請求項 8】

前記二次電池の充電率を現状の充電率から第 1 の充電率にするために必要な時間である第 1 の時間と、前記二次電池の充電率を第 1 の充電率から第 2 の充電率にするために必要な時間である第 2 の時間の和が、前記二次電池の運用を行わない期間の時間である非運用時間以下であるか否かを判定するステップと、

前記第 1 の時間と前記第 2 の時間の和が前記非運用時間以下である場合に、前記二次電

10

20

30

40

50

池を充電または放電させることで、当該二次電池の充電率を前記第 1 の充電率から前記第 2 の充電率にするステップと、

前記充電率調整部が前記二次電池の充電率を前記第 1 の充電率から前記第 2 の充電率にする間に、前記二次電池が充電又は放電する電流の積算値を特定するステップと、

前記電流積算部が特定した前記第 1 の充電率と前記第 2 の充電率の差及び電流の積算値に基づいて、前記二次電池の容量を推定するステップと

を含む容量推定方法。

【請求項 9】

コンピュータを、

前記二次電池の充電率を現状の充電率から第 1 の充電率にするために必要な時間である第 1 の時間と、前記二次電池の充電率を第 1 の充電率から第 2 の充電率にするために必要な時間である第 2 の時間の和が、前記二次電池の運用を行わない期間の時間である非運用時間以下であるか否かを判定する時間判定部、

前記第 1 の時間と前記第 2 の時間の和が前記非運用時間以下である場合に、前記二次電池を充電または放電させることで、当該二次電池の充電率を前記第 1 の充電率から前記第 2 の充電率にする充電率調整部、

前記充電率調整部が前記二次電池の充電率を前記第 1 の充電率から前記第 2 の充電率にする間に、前記二次電池が充電又は放電する電流の積算値を特定する電流積算部、

前記電流積算部が特定した前記第 1 の充電率と前記第 2 の充電率の差及び電流の積算値に基づいて、前記二次電池の容量を推定する容量推定部

として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、二次電池の容量推定装置、容量推定方法及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

リチウムイオン電池などの二次電池は、劣化により容量が減少することが知られている。このような二次電池を適切に管理するためには、二次電池の容量を適切に推定する必要がある。特許文献 1 には、二次電池の容量を推定する技術が開示されている。特許文献 1 に記載の技術は、一旦、二次電池を完全放電させた後に満充電させ、その充電電力量を積算することにより容量を推定するものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2008 - 278624 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、特許文献 1 に記載の技術は、二次電池を運用しないときに当該二次電池を完全放電から満充電までの充放電を行うことで、容量を推定するものである。本明細書において、二次電池の容量とは、二次電池を満充電したときの電気量をいう。そのため、二次電池を運用しないメンテナンス時などにおいては二次電池の容量を推定することができる。しかしながら、実際に運用している二次電池に対して特許文献 1 に記載の技術を用いて容量を推定した場合、運用開始時までに充放電を完了できず、運用開始時に二次電池の充電率が適切な値になっていない可能性がある。

本発明の目的は、二次電池の運用に影響を与えずに容量を推定する容量推定装置、容量推定方法及びプログラムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

10

20

30

40

50

第 1 の態様は、前記二次電池の充電率を現状の充電率から第 1 の充電率にするために必要な時間である第 1 の時間と、前記二次電池の充電率を第 1 の充電率から第 2 の充電率にするために必要な時間である第 2 の時間の和が、前記二次電池の運用を行わない期間の時間である非運用時間以下であるか否かを判定する時間判定部と、前記第 1 の時間と前記第 2 の時間の和が前記非運用時間以下である場合に、前記二次電池を充電または放電させることで、当該二次電池の充電率を前記第 1 の充電率から前記第 2 の充電率にする充電率調整部と、前記充電率調整部が前記二次電池の充電率を前記第 1 の充電率から前記第 2 の充電率にする間に、前記二次電池が充電又は放電する電流の積算値を特定する電流積算部と、前記電流積算部が特定した前記第 1 の充電率と前記第 2 の充電率の差及び電流の積算値に基づいて、前記二次電池の容量を推定する容量推定部とを備える容量推定装置である。

10

【 0 0 0 6 】

また、第 2 の態様は、第 1 の態様において、前記第 1 の時間と前記第 2 の時間の和が前記非運用時間以下である場合に、前記第 1 の充電率を前記二次電池の現状の充電率に近づけるよう修正し、または前記第 2 の充電率を前記第 1 の充電率に近づけるよう修正する充電率修正部を備える容量推定装置である。

【 0 0 0 7 】

また、第 3 の態様は、第 2 の態様において、前記充電率修正部は、放電より充電のほうが前記二次電池の劣化が進行しやすい場合、前記第 1 の充電率または前記第 2 の充電率のうち高い方を修正し、充電より放電のほうが前記二次電池の劣化が進行しやすい場合、前記第 1 の充電率または前記第 2 の充電率のうち低い方を修正する容量推定装置である。

20

【 0 0 0 8 】

また、第 4 の態様は、第 2 の態様において、前記充電率修正部は、前記第 1 の充電率または前記第 2 の充電率のうち、修正することで、充電率の推定精度が向上するほうを修正する容量推定装置である。

【 0 0 0 9 】

また、第 5 の態様は、第 1 から第 4 の何れかの態様において、前記二次電池の充電または放電が前記非運用時間以内に終了する前記二次電池の充電レートまたは放電レートを特定するレート特定部を備え、前記充電率調整部は、前記レート特定部が特定した充電レートまたは放電レートで前記二次電池を充電または放電させる容量推定装置である。

【 0 0 1 0 】

また、第 6 の態様は、第 5 の態様において、前記レート特定部は、充電と放電のうち、前記二次電池の劣化が相対的に進行しやすいほうのレートを、劣化が相対的に進行しにくいほうのレートに対して相対的に低くする容量推定装置である。

30

【 0 0 1 1 】

また、第 7 の態様は、第 1 の態様において、前記第 1 の充電率は、満放電状態の充電率であり、前記第 2 の充電率は、満充電状態の充電率である容量推定装置である。

【 0 0 1 2 】

また、第 8 の態様は、前記二次電池の充電率を現状の充電率から第 1 の充電率にするために必要な時間である第 1 の時間と、前記二次電池の充電率を第 1 の充電率から第 2 の充電率にするために必要な時間である第 2 の時間の和が、前記二次電池の運用を行わない期間の時間である非運用時間以下であるか否かを判定するステップと、前記第 1 の時間と前記第 2 の時間の和が前記非運用時間以下である場合に、前記二次電池を充電または放電させることで、当該二次電池の充電率を前記第 1 の充電率から前記第 2 の充電率にするステップと、前記充電率調整部が前記二次電池の充電率を前記第 1 の充電率から前記第 2 の充電率にする間に、前記二次電池が充電又は放電する電流の積算値を特定するステップと、前記電流積算部が特定した前記第 1 の充電率と前記第 2 の充電率の差及び電流の積算値に基づいて、前記二次電池の容量を推定するステップとを含む容量推定方法である。

40

【 0 0 1 3 】

また、第 9 の態様は、コンピュータを、前記二次電池の充電率を現状の充電率から第 1 の充電率にするために必要な時間である第 1 の時間と、前記二次電池の充電率を第 1 の充

50

電率から第２の充電率にするために必要な時間である第２の時間の和が、前記二次電池の運用を行わない期間の時間である非運用時間以下であるか否かを判定する時間判定部、前記第１の時間と前記第２の時間の和が前記非運用時間以下である場合に、前記二次電池を充電または放電させることで、当該二次電池の充電率を前記第１の充電率から前記第２の充電率にする充電率調整部、前記充電率調整部が前記二次電池の充電率を前記第１の充電率から前記第２の充電率にする間に、前記二次電池が充電又は放電する電流の積算値を特定する電流積算部、前記電流積算部が特定した前記第１の充電率と前記第２の充電率の差及び電流の積算値に基づいて、前記二次電池の容量を推定する容量推定部として機能させるためのプログラムである。

【発明の効果】

10

【００１４】

上記態様のうち少なくとも１つの態様によれば、容量推定装置は、二次電池の運用を行わない期間の間に第１の充電率から第２の充電率への充放電ができる場合に、二次電池の容量の推定を行う。これにより、容量推定装置は、二次電池の運用に影響を与えずに容量を推定することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１５】

【図１】少なくとも１つの実施形態に係る容量推定装置の構成を示す概略ブロック図である。

【図２】少なくとも１つの実施形態に係る容量推定方法を示すフローチャートである。

20

【図３】少なくとも１つの実施形態に係る容量推定装置の構成を示す概略ブロック図である。

【図４】少なくとも１つの実施形態に係る容量推定方法を示すフローチャートである。

【図５】少なくとも１つの実施形態に係る容量推定装置の構成を示す概略ブロック図である。

【図６】少なくとも１つの実施形態に係るコンピュータの構成を示す概略ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【００１６】

《第１の実施形態》

30

以下、図面を参照しながら実施形態について詳しく説明する。

図１は、少なくとも１つの実施形態に係る容量推定装置１００の構成を示す概略ブロック図である。

本実施形態に係る容量推定装置１００は、運用開始時に満充電状態であり、運用期間が終了した後、次の運用開始までに満充電になるように制御される二次電池の容量を推定する。本実施形態に係る容量推定装置１００による容量推定の対象となる二次電池は、例えば、商用電力の価格が高い日中に放電して負荷を動作させ、商用電力の価格が安い夜間に充電することで、電力コストを低減することなどに用いられる。

容量推定装置１００は、時間算出部１０１、時間判定部１０２、充電率調整部１０３、電流積算部１０４、容量推定部１０５を備える。

40

【００１７】

時間算出部１０１は、二次電池の運用を行わない期間の時間（以下、非運用時間という）を計算する。

時間算出部１０１は、二次電池を完全放電させるまでに要する時間（以下、準備用放電時間という）を算出する。つまり、時間算出部１０１は、二次電池を、現在の充電率から充電率０％まで放電させるのに要する時間を算出する。なお、本実施形態において充電率０％は、第１の充電率の一例である。

時間算出部１０１は、完全放電された二次電池を満充電させるまでに要する時間（以下、推定用充電時間という）を算出する。つまり、時間算出部１０１は、二次電池を、充電率０％から充電率１００％まで放電させるのに要する時間を算出する。なお、本実施形態

50

において充電率 100% は、第 2 の充電率の一例である。

【0018】

時間判定部 102 は、非運用時間が準備用放電時間と推定用充電時間とを加算した時間以上であるか否かを判定する。つまり、時間判定部 102 は、非運用時間の間に、二次電池を完全放電させてから満充電させることができるか否かを判定する。

【0019】

充電率調整部 103 は、準備用放電時間と推定用充電時間とを加算した時間が非運用時間未満である場合に、二次電池を完全放電させてから満充電させる。

電流積算部 104 は、充電率調整部 103 が二次電池を完全放電させた時刻から二次電池を満充電させ終えるまでの充電電流を積算し、積算電流値を算出する。

容量推定部 105 は、電流積算部 104 が積算した電流値に基づいて、二次電池の容量を推定する。

【0020】

次に、本実施形態に係る容量推定装置 100 による容量推定方法について説明する。

図 2 は、少なくとも 1 つの実施形態に係る容量推定方法を示すフローチャートである。

まず、二次電池の運用期間が終了すると、時間算出部 101 は、非運用時間を算出する（ステップ S101）。二次電池の運用開始時刻と運用終了時刻が定められている場合は、時間算出部 101 は、運用終了時刻から次の運用開始時刻までの時間を計算する。他方、二次電池の運用開始時刻のみが定められている場合は、時間算出部 101 は、運用の終了の入力を受け付けた時刻から次の運用開始時刻までの時間を計算する。

【0021】

次に、時間算出部 101 は、二次電池の残存電気量と放電電流または放電レートとに基づいて準備用放電時間を算出する（ステップ S102）。残存電気量とは、二次電池の容量に現在の充電率を乗じて得られる電気量である。なお、放電電流を積分することで放電レートを得ることができることから、放電レートと放電電流は、等価である。例えば、二次電池の容量が 50 Ah、現在の充電率が 20%、放電電流が 10 A である場合、時間算出部 101 は、 $50 \text{ Ah} \times 20\% / 10 \text{ A}$ を算出することで、準備用放電時間 1 h を算出する。

【0022】

次に、時間算出部 101 は、二次電池の容量と充電器の特性とに基づいて推定用充電時間を算出する（ステップ S103）。充電器の特性とは、CC (Constant Current: 定電流) 充電から CV (Constant Voltage: 定電圧) 充電に切り替わる充電率や、CC 充電における充電レートまたは充電電流、CV 充電における充電継続時間が挙げられる。例えば、二次電池の容量が 50 Ah、CC 充電から CV 充電に切り替わる充電率が 90%、CC 充電における充電電流が 10 A、CV 充電の充電継続時間が 1 h である場合、時間算出部 101 は、 $50 \text{ Ah} \times 90\% / 10 \text{ A} + 1 \text{ h}$ を算出することで、推定用充電時間 5.5 h を算出する。

【0023】

次に、時間判定部 102 は、時間算出部 101 が算出した非運用時間が、準備用放電時間と推定用充電時間とを加算した時間以上であるか否かを判定する（ステップ S104）。時間判定部 102 が、非運用時間が準備用放電時間と推定用充電時間とを加算した時間未満であると判定した場合（ステップ S104: NO）、充電率調整部 103 は、充電器に二次電池を充電させる充電指令を出力して二次電池を満充電させ（ステップ S105）、処理を終了する。つまり、非運用時間の間に二次電池を完全放電させてから満充電させることができない場合、容量推定装置 100 は、二次電池の容量の推定を行わない。

【0024】

他方、時間判定部 102 が、非運用時間が準備用放電時間と推定用充電時間とを加算した時間以上であると判定した場合（ステップ S104: YES）、充電率調整部 103 は、放電用負荷に二次電池を放電させる放電指令を出力する（ステップ S106）。次に、充電率調整部 103 は、二次電池の電圧が充電率 0% に相当する所定の電圧に達したか否

10

20

30

40

50

かを判定する（ステップ S 1 0 7）。充電率調整部 1 0 3 は、二次電池の電圧が充電率 0 %に相当する電圧に達していないと判定した場合（ステップ S 1 0 7：N O）、ステップ S 1 0 6 に戻り放電指令の出力を継続する。

他方、充電率調整部 1 0 3 は、二次電池の電圧が充電率 0 %に相当する電圧に達したと判定した場合（ステップ S 1 0 7：Y E S）、放電指令の出力を停止する。これにより、二次電池は完全放電される。

【 0 0 2 5 】

次に、電流積算部 1 0 4 は、積算電流値を 0 にリセットし、二次電池に充電される電流の積算を開始する（ステップ S 1 0 8）。次に、充電率調整部 1 0 3 は、充電器に二次電池を C C 充電させる充電指令を出力する（ステップ S 1 0 9）。電流積算部 1 0 4 は、前回の積算電流値に充電電流の充電レートを演算サイクルで除算して得られる電気量を加算することで、電流積算値を更新する（ステップ S 1 1 0）。次に、充電率調整部 1 0 3 は、二次電池の電圧が充電率 1 0 0 %に相当する電圧に達したか否かを判定する（ステップ S 1 1 1）。充電率調整部 1 0 3 は、二次電池の電圧が充電率 1 0 0 %に相当する電圧に達していないと判定した場合（ステップ S 1 1 1：N O）、ステップ S 1 0 9 に戻り C C 充電の充電指令の出力を継続する。

10

【 0 0 2 6 】

他方、充電率調整部 1 0 3 は、二次電池の充電率が電圧が充電率 1 0 0 %に相当する電圧に達したと判定した場合（ステップ S 1 1 1：Y E S）、充電器に二次電池を C V 充電させる充電指令を出力する（ステップ S 1 1 2）。これにより、二次電池の内部抵抗による電圧降下をキャンセルする。電流積算部 1 0 4 は、前回の積算電流値に充電電流値を演算サイクルで積分して得られる電気量を加算することで、電流積算値を更新する（ステップ S 1 1 3）。次に、充電率調整部 1 0 3 は、充電電流の計測値が所定の充電停止電流値以下になったか否か、及び C V 充電を開始した時刻からの経過時間が所定の充電継続時間に達したか否かを判定する（ステップ S 1 1 4）。

20

【 0 0 2 7 】

充電率調整部 1 0 3 は、充電電流の計測値が充電停止電流値より大きく、かつ C V 充電を開始した時刻からの経過時間が所定の充電継続時間に達していないと判定した場合（ステップ S 1 1 4：N O）、ステップ S 1 1 2 に戻り C V 充電の充電指令の出力を継続する。他方、充電率調整部 1 0 3 が、充電電流の計測値が C V 充電を終了する値になったか、または C V 充電を開始した時刻からの経過時間が所定の充電継続時間に達したと判定した場合（ステップ S 1 1 4：Y E S）、容量推定部 1 0 5 は、電流積算部 1 0 4 が算出した電流積算値が示す電気量を、二次電池の容量と推定する（ステップ S 1 1 5）。

30

【 0 0 2 8 】

このように、本実施形態によれば、容量推定装置 1 0 0 は、二次電池の運用を行わない期間の間に充電率 0 %から充電率 1 0 0 %への充放電ができる場合に、二次電池の容量の推定を行う。これにより、容量推定装置 1 0 0 は、二次電池の運用に影響を与えずに容量を推定することができる。また、本実施形態によれば、充電率 0 %から充電率 1 0 0 %の充電により二次電池の容量を推定するため、推定される容量の誤差を小さくすることができる。

40

【 0 0 2 9 】

なお、本実施形態では、充電率 0 %から充電率 1 0 0 %の充放電を行う場合について説明したが、二次電池の劣化を考慮し、許容最大充電率や許容最小充電率が定められている場合、これらの値を上下限としても良い。つまり、本実施形態では、充電率 0 %を満放電状態の充電率とし、充電率 1 0 0 %を満充電状態の充電率とする場合について説明したが、許容最大充電率や許容最小充電率など他の充電率を満放電状態の充電率、満充電状態の充電率としても良い。

【 0 0 3 0 】

《 第 2 の実施形態 》

図 3 は、少なくとも 1 つの実施形態に係る容量推定装置 2 0 0 の構成を示す概略ブロッ

50

ク図である。

第2の実施形態に係る容量推定装置200は、第1の実施形態の構成に加え、容量推定装置200が充電率修正部206をさらに備え、時間算出部201、時間判定部202、充電率調整部203、容量推定部205の動作が異なるものである。なお、第2の実施形態の構成のうち、第1の実施形態と同じ構成であるものについては、第1の実施形態と同じ符号を用いて説明する。

本実施形態に係る容量推定装置200は、二次電池の運用を行わない期間の間に充放電できる範囲で二次電池の容量の推定を行う。

【0031】

充電率修正部206は、時間判定部202が、非運用時間が準備用放電時間と推定用充電時間とを加算した時間未満であると判定した場合に、第1の充電率または第2の充電率の少なくとも何れか一方を修正する。具体的には、充電率修正部206は、第1の充電率を二次電池の現状の充電率に近づけるよう修正するか、または第2の充電率を第1の充電率に近づけるよう修正する。

【0032】

次に、本実施形態に係る容量推定装置200による容量推定方法について説明する。

図4は、少なくとも1つの実施形態に係る容量推定方法を示すフローチャートである。

まず、二次電池の運用期間が終了すると、時間算出部201は、非運用時間を算出する(ステップS201)。次に、時間算出部201は、二次電池の残存電気量と放電電流または放電レートと二次電池の容量と第1の充電率とに基づいて準備用放電時間を算出する(ステップS202)。第1の充電率の初期値は0%である。次に、時間算出部201は、二次電池の容量と充電器の特性と第1の充電率と第2の充電率とに基づいて推定用充電時間を算出する(ステップS203)。第2の充電率の初期値は100%である。

【0033】

次に、時間判定部202は、時間算出部201が算出した非運用時間が、準備用放電時間と推定用充電時間とを加算した時間以上であるか否かを判定する(ステップS204)。時間判定部202が、非運用時間が準備用放電時間と推定用充電時間とを加算した時間未満であると判定した場合(ステップS204:NO)、充電率修正部206は、第1の充電率または第2の充電率の少なくとも何れか一方を修正して(ステップS205)、ステップS202に戻る。

【0034】

充電率修正部206は、第1の充電率を二次電池の現状の充電率に近づけるよう修正し、または第2の充電率を第1の充電率に近づけるよう修正する。本実施形態では、二次電池の運用開始時に満充電状態にしておく必要があるため、第2の充電率は100%のままとし、第1の充電率を二次電池の現状の充電率に近づける修正を行う。

【0035】

他方、時間判定部202が、非運用時間が準備用放電時間と推定用充電時間とを加算した時間以上であると判定した場合(ステップS204:YES)、充電率調整部203は、放電用負荷に二次電池を放電させる放電指令を出力する(ステップS206)。次に、充電率調整部203は、二次電池の電圧が第1の充電率に相当する電圧に達したか否かを判定する(ステップS207)。充電率調整部203は、二次電池の電圧が第1の充電率に相当する電圧に達していないと判定した場合(ステップS207:NO)、ステップS206に戻り放電指令の出力を継続する。

他方、充電率調整部203は、二次電池の電圧が第1の充電率に相当する電圧に達したと判定した場合(ステップS207:YES)、放電指令の出力を停止する。

【0036】

次に、電流積算部104は、積算電流値を0にリセットし、二次電池に充電される電流の積算を開始する(ステップS208)。次に、充電率調整部203は、充電器に二次電池をCC充電させる充電指令を出力する(ステップS209)。電流積算部104は、前回の積算電流値に充電電流の充電レートを演算サイクルで除算して得られる電気量を加算

10

20

30

40

50

することで、電流積算値を更新する（ステップS 2 1 0）。次に、充電率調整部 2 0 3 は、二次電池の電圧が第 2 の充電率に相当する電圧に達したか否かを判定する（ステップ S 2 1 1）。充電率調整部 2 0 3 は、二次電池の電圧が第 2 の充電率に相当する電圧に達していないと判定した場合（ステップ S 2 1 1：NO）、ステップ S 2 0 9 に戻り CC 充電の充電指令の出力を継続する。

【0037】

他方、充電率調整部 2 0 3 は、二次電池の電圧が第 2 の充電率に相当する電圧に達したと判定した場合（ステップ S 2 1 1：YES）、充電器に二次電池を CV 充電させる充電指令を出力する（ステップ S 2 1 2）。電流積算部 1 0 4 は、前回の積算電流値に充電電流値を演算サイクルで積分して得られる電気量を加算することで、電流積算値を更新する（ステップ S 2 1 3）。次に、充電率調整部 2 0 3 は、充電電流の計測値が所定の充電停止電流値以下になったか否か、及び CV 充電を開始した時刻からの経過時間が所定の充電継続時間に達したか否かを判定する（ステップ S 2 1 4）。

【0038】

充電率調整部 2 0 3 は、充電電流の計測値が所定の充電停止電流値以下になっておらず、かつ CV 充電を開始した時刻からの経過時間が所定の充電継続時間に達していないと判定した場合（ステップ S 2 1 4：NO）、ステップ S 2 1 2 に戻り CV 充電の充電指令の出力を継続する。他方、充電率調整部 2 0 3 が、充電電流の計測値が所定の充電停止電流値以下になったか、または CV 充電を開始した時刻からの経過時間が所定の充電継続時間に達したと判定した場合（ステップ S 2 1 4：YES）、容量推定部 2 0 5 は、電流積算部 1 0 4 が算出した電流積算値が示す電気量に基づいて、二次電池の容量を推定する（ステップ S 2 1 5）。具体的には、電流積算値に、第 1 の充電率と第 2 の充電率の差の逆数を乗算することで、二次電池の容量を推定する。

【0039】

このように、本実施形態によれば、容量推定装置 2 0 0 は、二次電池の運用を行わない期間の間に二次電池の容量の推定ができるように第 1 の充電率または第 2 の充電率を修正する。これにより、容量推定装置 2 0 0 は、二次電池の運用に影響を与えずに容量を推定することができる。

【0040】

《第 3 の実施形態》

第 3 の実施形態に係る容量推定装置 2 0 0 は、第 2 の実施形態と、充電率修正部 2 0 6 による充電率の修正方法が異なる。容量推定装置 2 0 0 の構成は、第 2 の実施形態と同様である。

【0041】

充電率修正部 2 0 6 は、二次電池を放電したときと二次電池を充電したときとで、充電のほうと二次電池の劣化が進行しやすい場合、充電を停止する閾値である第 2 の充電率を第 1 の充電率に近づけるよう修正する。他方、放電のほうと二次電池の劣化が進行しやすい場合、放電を停止する閾値である第 1 の充電率を現状の充電率に近づけるよう修正する。

【0042】

つまり、充電率修正部 2 0 6 は、放電より充電のほうと二次電池の劣化が進行しやすい場合、第 1 の充電率または第 2 の充電率のうち高い方を修正し、充電より放電のほうと二次電池の劣化が進行しやすい場合、第 1 の充電率または第 2 の充電率のうち低い方を修正する。

これにより、容量推定装置 2 0 0 は、二次電池の容量を正確に推定しつつ、できる限り容量の推定による二次電池の劣化を抑えることができる。

【0043】

《第 4 の実施形態》

第 4 の実施形態に係る容量推定装置 2 0 0 は、第 2、第 3 の実施形態と、充電率修正部 2 0 6 による充電率の修正方法が異なる。容量推定装置 2 0 0 の構成は、第 2、第 3 の実

10

20

30

40

50

施形態と同様である。

【 0 0 4 4 】

充電率修正部 2 0 6 は、第 1 の充電率または第 2 の充電率のうち、修正することで、充電率の推定精度が向上するほうを修正する。二次電池の充電率の推定は、二次電池の開放電圧と充電率の関係を示すテーブルや関数に基づいて、開放電圧に対応する充電率を読み出すことで行われる。開放電圧と充電率とは単調増加の関係にあるが、必ずしも比例関係にあるわけではない。つまり、閾値電圧の変化に対する充電率の変化率（接線の傾き、微分係数）は必ずしも一定ではない。そのため、当該変化率が小さいほど、開放電圧の誤差による充電率の推定誤差は小さくなる。したがって、本実施形態では、充電率修正部 2 0 6 は、第 1 の充電率と第 2 の充電率のうち、修正による変化率の減少が大きい方を、修正する。

10

【 0 0 4 5 】

これにより、容量推定装置 2 0 0 は、二次電池の運用を行わない期間の間に充電率 0 % から充電率 1 0 0 % への充放電ができないときに容量の推定を行う場合にも、容量の推定誤差を抑えることができる。

【 0 0 4 6 】

《 第 5 の実施形態 》

図 5 は、少なくとも 1 つの実施形態に係る容量推定装置 3 0 0 の構成を示す概略ブロック図である。

第 5 の実施形態に係る容量推定装置 3 0 0 は、第 2 の実施形態の構成に加え、容量推定装置 3 0 0 がレート特定部 3 0 7 をさらに備え、充電率調整部 3 0 3 の動作が異なるものである。なお、第 5 の実施形態の構成のうち、第 2 の実施形態と同じ構成であるものについては、第 2 の実施形態と同じ符号を用いて説明する。

20

【 0 0 4 7 】

レート特定部 3 0 7 は、二次電池の充電または放電が非運用時間以内に終了する充電レートまたは放電レートを特定する。具体的には、レート特定部 3 0 7 は、非運用時間の間に第 1 の充電率から第 2 の充電率への充電を行うことができる場合に、充放電に要する時間が非運用時間と等しくなるように、充電レート及び放電レートを特定する。

【 0 0 4 8 】

つまり、レート特定部 3 0 7 は、充電レート及び放電レートを、準備用放電時間の算出に用いた放電レート及び推定用充電時間の算出に用いた充電レートより低くする（減少させる）。これにより、準備用放電時間の算出に用いた放電レート及び推定用充電時間の算出に用いた充電レートをを用いて充放電を行う場合と比較して二次電池の発熱を低下させることができるため、二次電池の劣化を抑制することができる。また、二次電池の内部抵抗や分極抵抗による影響を小さくすることができることにより電圧の計測精度が向上するため、容量の推定精度を向上させることができる。

30

【 0 0 4 9 】

なお、本実施形態では、レート特定部 3 0 7 は、充電と放電のうち、二次電池の劣化が相対的に進行しやすいほうのレートの減少量を、劣化が相対的に進行しにくいほうのレートの減少量に対して相対的に大きくする。例えば、二次電池がリチウムイオン電池のように放電時より充電時の方が劣化しやすい特性を有する場合、レート特定部 3 0 7 は、放電レートの減少量より充電レートの減少量を大きくする。これにより、容量の予測による二次電池の発熱を効率的に抑えることができる。

40

【 0 0 5 0 】

以上、図面を参照して一実施形態について詳しく説明してきたが、具体的な構成は上述のものに限られることはなく、様々な設計変更等を行うことが可能である。

例えば、上述した実施形態では、容量推定装置 3 0 0 が時間の算出、電流の積算、充放電の指令の出力を行う場合について説明したが、これに限られない。例えば、他の実施形態では、容量推定装置 3 0 0 が充電器や放電用負荷とで分担してこれらの処理を行っても良い。各機器間で用いるデータは、各々のメモリに記憶させておいても良いし、通信によ

50

り機器間を接続して受け渡しても良い。電流値など計測可能なものは計測器を用いて計測しても良い。

【 0 0 5 1 】

また、上述した実施形態では、二次電池を放電させてから充電させることで容量を推定する場合について説明したが、これに限られない。例えば、他の実施形態では、容量推定装置 3 0 0 は、二次電池を充電させてから放電させ、放電電流の積算値に基づいて容量を推定しても良い。つまり、第 1 の充電率は、第 2 の充電率より高い値であっても良い。

【 0 0 5 2 】

また、上述した実施形態では、充電率調整部 1 0 3、2 0 3 が、終了条件成立まで放電操作を一定電流（C C 放電）で行う場合について説明したが、これに限られない。例えば、充電率調整部 1 0 3、2 0 3 は、二次電池の電圧が第 1 の充電率に相当する電圧に達した後、放電を C V 放電に切り替えても良い。この場合の放電終了条件は、放電電流が所定の放電停止電流値に達したか、C V 放電経過時間が C V 放電継続時間に達したかを判定することにより行われる。この場合、準備放電時間は、現状から第 1 の充電率まで C C 放電する時間と C V 放電継続時間とを加算することで求められる。これにより、内部抵抗による放電時の電圧降下の影響がキャンセルされて、第 1 の充電率と停止充電率との誤差が小さくなるので、容量推定精度を向上させることができる。

【 0 0 5 3 】

また、例えば、充電率調整部 2 0 3 は、二次電池の電圧が第 1 の充電率に相当する電圧に到達した後と、二次電池の電圧が第 2 の充電率に相当する電圧に到達した後に、充放電を停止させ、電圧を計測して充電率を補正し、その差から容量を推定しても良い。この場合、開放電圧から充電率を求めることができるので、充放電中の電圧降下による充電率の誤差がキャンセルされるため、容量推定精度を向上させることができる。

【 0 0 5 4 】

図 6 は、少なくとも 1 つの実施形態に係るコンピュータ 9 0 0 の構成を示す概略ブロック図である。

コンピュータ 9 0 0 は、C P U 9 0 1、主記憶装置 9 0 2、補助記憶装置 9 0 3、インタフェース 9 0 4 を備える。

上述の容量推定装置 3 0 0 は、コンピュータ 9 0 0 に実装される。そして、上述した各処理部の動作は、プログラムの形式で補助記憶装置 9 0 3 に記憶されている。C P U 9 0 1 は、プログラムを補助記憶装置 9 0 3 から読み出して主記憶装置 9 0 2 に展開し、当該プログラムに従って上記処理を実行する。

【 0 0 5 5 】

なお、少なくとも 1 つの実施形態において、補助記憶装置 9 0 3 は、一時的でない有形の媒体の一例である。一時的でない有形の媒体の他の例としては、インタフェース 9 0 4 を介して接続される磁気ディスク、光磁気ディスク、C D - R O M、D V D - R O M、半導体メモリ等が挙げられる。また、このプログラムが通信回線によってコンピュータ 9 0 0 に配信される場合、配信を受けたコンピュータ 9 0 0 が当該プログラムを主記憶装置 9 0 2 に展開し、上記処理を実行しても良い。

【 0 0 5 6 】

また、当該プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良い。さらに、当該プログラムは、前述した機能を補助記憶装置 9 0 3 に既に記憶されている他のプログラムとの組み合わせで実現するもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であっても良い。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 7 】

1 0 0 ... 容量推定装置 1 0 1 ... 時間算出部 1 0 2 ... 時間判定部 1 0 3 ... 充電率調整部 1 0 4 ... 電流積算部 1 0 5 ... 容量推定部 2 0 0 ... 容量推定装置 2 0 1 ... 時間算出部 2 0 2 ... 時間判定部 2 0 3 ... 充電率調整部 2 0 5 ... 容量推定部 2 0 6 ... 充電率修正部 3 0 0 ... 容量推定装置 3 0 7 ... レート特定部 3 0 3 ... 充電率調整部 9

10

20

30

40

50

00...コンピュータ 901...CPU 902...主記憶装置 903...補助記憶装置 9
04...インタフェース

【図1】

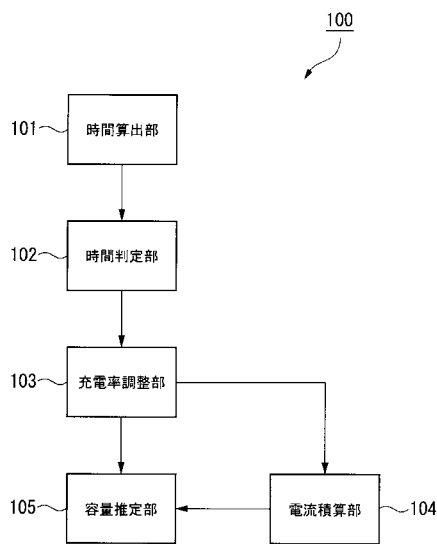


図1

【図2】

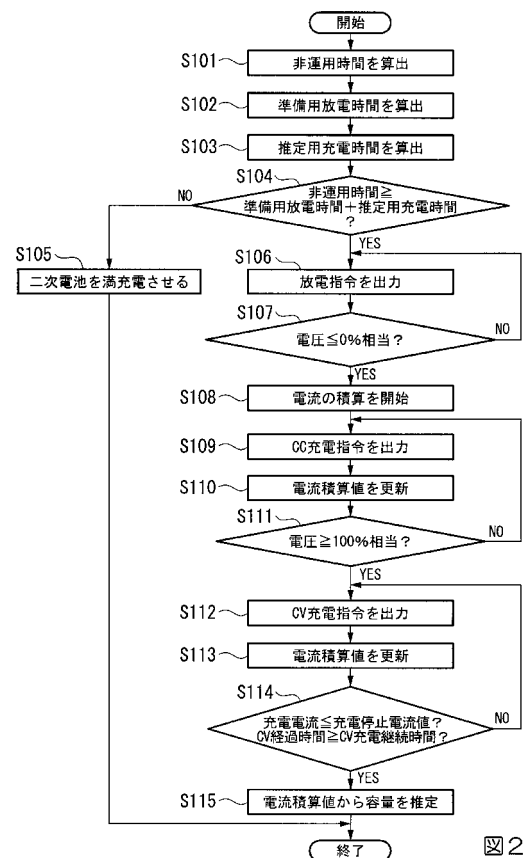


図2

【図3】

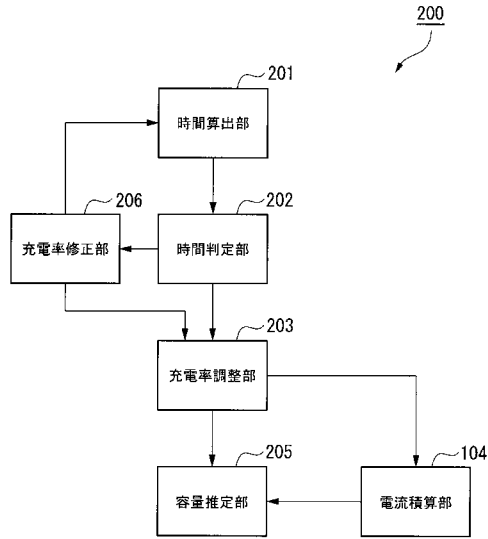


図3

【図4】

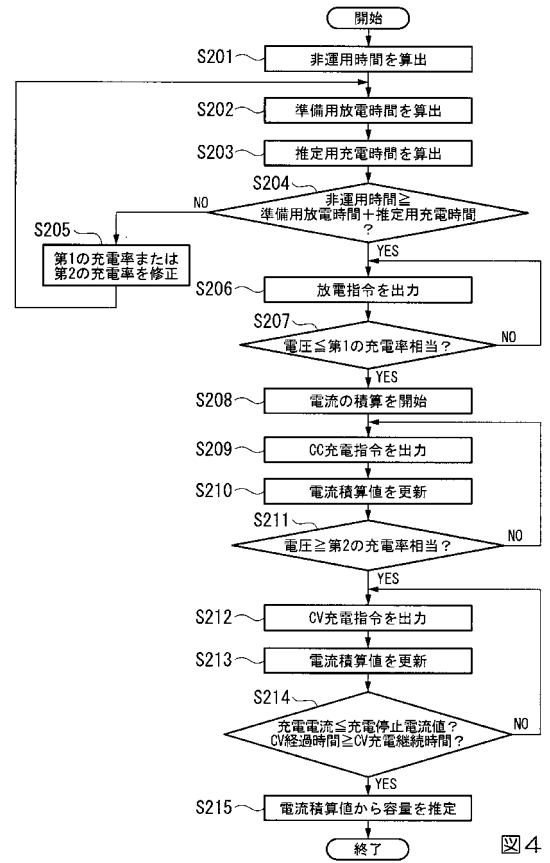


図4

【図5】

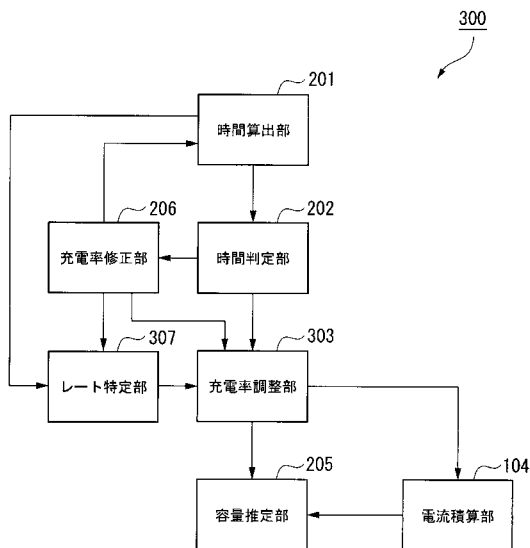


図5

【図6】

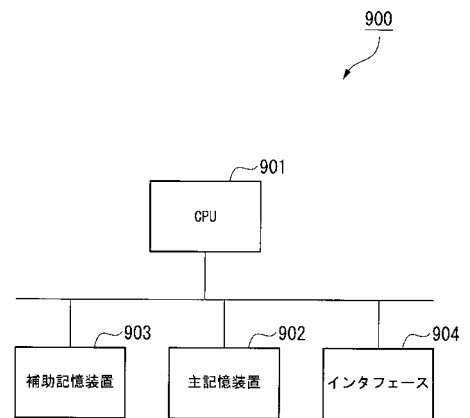


図6

フロントページの続き

(72)発明者 西田 健彦

東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内

F ターム(参考) 2G016 CB00 CB06 CB22 CB32 CC04 CC10 CC27 CC28

5G503 AA01 BA01 BB01 EA05

5H030 AS20 FF41 FF42 FF52