

(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
2023年10月5日(05.10.2023)



(10) 国際公開番号
WO 2023/189368 A1

(51) 国際特許分類:

G01R 31/392 (2019.01) H01M 10/42 (2006.01)
G01R 31/367 (2019.01) H01M 10/48 (2006.01)
G01R 31/385 (2019.01) H02J 7/00 (2006.01)
G01R 31/387 (2019.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/009114

(22) 国際出願日: 2023年3月9日(09.03.2023)

(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 2022-057346 2022年3月30日(30.03.2022) JP

(71) 出願人: ヌ ヴ オ ト ン テ ク ノ ロ ジ ー ジ ャ
パン 株 式 会 社 (NUVOTON TECHNOLOGY

CORPORATION JAPAN) [JP/JP]; 〒6178520 京
都府長岡京市神足焼町 1 番地 Kyoto (JP).

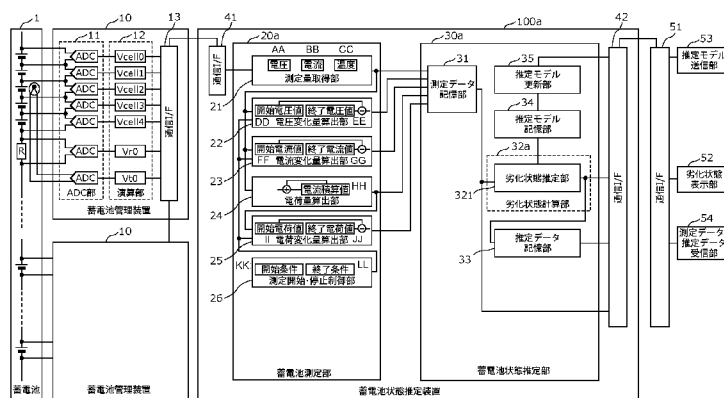
(72) 発明者: 河 野 和 幸 (KOUNO, Kazuyuki). 松
木 敏 夫 (MATSUKI, Toshio). 中 山 雅 義
(NAKAYAMA, Masayoshi). 小 野 貴 史 (ONO,
Takashi). 諏 訪 仁 史 (SUWA, Hitoshi). 持
田 礼 司 (MOCHIDA, Reiji).

(74) 代理人: 新 居 広 守, 外 (NII, Hiromori et al.);
〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島 5 丁目
3 番 1 0 号 タ ナ カ ・ イ ト ー ピ ア 新 大 阪 ビ ル 6
階 新 居 国 際 特 許 事 務 所 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,

(54) Title: STORAGE BATTERY DEGRADATION ESTIMATION DEVICE AND STORAGE BATTERY DEGRADATION ESTIMATION METHOD

(54) 発明の名称: 蓄電池の劣化推定装置、及び蓄電池の劣化推定方法



- | | | | |
|----------------|--|------|---|
| 1 | Storage battery | 52 | Degradation state display unit |
| 10 | Storage battery management device | 53 | Estimation model transmission unit |
| 11 | ADC unit | 54 | Measurement data/estimation data reception unit |
| 12 | Arithmetic operation unit | 100a | Storage battery state estimation device |
| 13, 41, 42, 51 | Communication interface | 321 | Degradation state estimation unit |
| 20a | Storage battery measurement unit | AA | Voltage |
| 21 | Measurement amount acquisition unit | BB | Current |
| 22 | Voltage change amount calculation unit | CC | Temperature |
| 23 | Current change amount calculation unit | DD | Start voltage value |
| 24 | Electric charge calculation unit | EE | End voltage value |
| 25 | Electric charge change amount calculation unit | FF | Start current value |
| 26 | Measurement start/stop control unit | GG | End current value |
| 30a | Storage battery state estimation unit | HH | Current integrated value |
| 31 | Measurement data storing unit | II | Start electric charge value |
| 32 | Degradation state arithmetic unit | JJ | End electric charge value |
| 33 | Estimation data storing unit | KK | Start condition |
| 34 | Estimation model storing unit | LL | End condition |
| 35 | Estimation model update unit | | |

(57) Abstract: This degradation estimation device comprises: a first arithmetic unit (voltage change amount calculation unit (22)) for calculating the voltage change amount of a storage battery (1) obtained from a first voltage value and a second voltage value that are measured when the storage battery (1) is charged/discharged; a second arithmetic unit (electric charge change amount calculation unit (25)) for calculating the electric charge change amount of the storage battery (1) obtained from a first current value and a second current value that are measured when the storage battery (1)

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, 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, 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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

is charged/discharged; a measurement data storing unit (31) for storing a plurality of measurement data sets including the voltage change amounts and the electric charge change amounts; an estimation model storing unit (34) for storing an estimation model for outputting a degradation state of the storage battery (1) using, as inputs, at least one of the voltage change amounts and at least one of the electric charge change amounts; and an estimation unit (degradation state estimation unit (321)) for estimating, by use of the estimation model, the degradation state of the storage battery (1) using, as inputs, at least one of the voltage change amounts and at least one of the electric charge change amounts.

(57) 要約: 劣化推定装置は、蓄電池(1)を充放電させたときに測定された第1電圧値と第2電圧値とから得られる蓄電池(1)の電圧変化量を算出する第1計算部(電圧変化量算出部(22))と、蓄電池(1)を充放電させたときに測定された第1電流値と第2電流値とから得られる蓄電池(1)の電荷変化量を算出する第2計算部(電荷変化量算出部(25))と、電圧変化量と電荷変化量とを含む複数の測定データを格納する測定データ記憶部(31)と、1以上の電圧変化量と1以上の電荷変化量とを入力とし、蓄電池(1)の劣化状態を出力する推定モデルを格納する推定モデル記憶部(34)と、推定モデルを用いて、1以上の電圧変化量と1以上の電荷変化量とを入力とし、蓄電池(1)の劣化状態を推定する推定部(劣化状態推定部(321))とを備える。

明 細 書

発明の名称：蓄電池の劣化推定装置、及び蓄電池の劣化推定方法 技術分野

[0001] 本開示は、蓄電池の劣化推定装置、及び蓄電池の劣化推定方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、蓄電池などのバッテリー電源で動作する機器が幅広い分野で利用されている。これらの機器を安全に利用するためには、蓄電池の電欠状態や故障に至る事態を防ぐ必要があり、蓄電池の劣化状態を正確に把握する必要がある。

[0003] 蓄電池の劣化状態を表す指標の1つとして容量維持率（SOH：State Of Health）が用いられる。蓄電池は使用を継続することで劣化が進行し、劣化後の満充電容量は初期の満充電容量より小さな値となる特性を有する。容量維持率（SOH）は、劣化後の満充電容量と初期の満充電容量との比で定義され、容量維持率（SOH）の値が小さくなるほど蓄電池の劣化が進行していることを示す。

[0004] 蓄電池の容量維持率（SOH）を算出する方法として、完全に放電された蓄電池に対して、満充電が完了するまでの充電電流を積算して満充電容量を算出し、初期の満充電容量で除することで算出するクーロンカウント方式がある。

[0005] また、蓄電池の容量維持率（SOH）を算出する別の方法として、満充電時のOCV（Open Circuit Voltage）電圧を測定し、SOC（State Of Charge）－OCV曲線から満充電容量を算出し、初期の満充電容量で除することで算出するSOC－OCV曲線方式がある。

[0006] また、蓄電池の容量維持率（SOH）を算出する別の方法として、人工知能（AI：Artificial Intelligence）技術を応用したものであり、蓄電池の各種状態を入力、蓄電池の容量維持率（SOH）

を出力とする、機械学習により学習された推定モデルを用いて算出する機械学習方式が近年開発されている。特許文献1、及び特許文献2には、機械学習方式による蓄電池の劣化推定装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2021-185354号公報

特許文献2：国際公開第2021/241115号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、前述したクーロンカウント方式による蓄電池の容量維持率（SOH）の算出方法、SOC-OCV曲線方式による蓄電池の容量維持率（SOH）の算出方法、並びに特許文献1、及び特許文献2に開示されている機械学習方式による蓄電池の容量維持率（SOH）の算出方法では以下に示す課題があった。

[0009] クーロンカウント方式による蓄電池の容量維持率（SOH）の算出方法では、蓄電池を完全に放電された状態から満充電にするという作業が必要であり、このような作業を蓄電池が搭載された機器で実施するのは利便性が悪く、さらに蓄電池が搭載された機器が常時動作するような場合では、本方式を用いた算出は困難である。

[0010] また、SOC-OCV方式による蓄電池の容量維持率（SOH）の算出方法では、SOC-OCV曲線が温度や蓄電池の劣化状態に応じて特性変動するため、この特性変動による算出誤差が発生してしまう。SOC-OCV曲線の特性変動に対応するために、複数のSOC-OCV曲線を切り替えて適用する必要があるが、この場合でも切り替え誤判断による算出誤差が発生してしまう。さらに、満充電が完了した場合にしか算出できないことに加え、OCV電圧の測定が必要であり、蓄電池が搭載された機器が常時動作するような場合での算出は困難である。

[0011] また、特許文献 1、及び特許文献 2 に開示されている機械学習方式による蓄電池の容量維持率（SOH）の算出方法では、蓄電池の満充電が複数回完了した際、あるいは満充電が複数回完了するまでの蓄電池の測定データが必要であり、蓄電池を使用している状態での容量維持率（SOH）を即時に算出することは困難である。

[0012] そこで、本開示は上記の問題点を鑑みてなされたもので、蓄電池を使用している状態であっても劣化状態を推定でき、且つより高い精度で劣化状態を推定できる蓄電池の劣化推定装置、及び蓄電池の劣化推定方法を提供する。

課題を解決するための手段

[0013] 本開示の蓄電池の劣化推定装置は、蓄電池を充放電させたときに測定された第 1 電圧値と、さらに測定された第 2 電圧値とから得られる蓄電池の電圧変化量を算出する第 1 計算部と、蓄電池を充放電させたときに測定された第 1 電流値と、さらに測定された第 2 電流値とから得られる蓄電池の電荷変化量を算出する第 2 計算部と、電圧変化量と、電荷変化量とを含む複数の測定データを格納する測定データ記憶部と、1 以上の電圧変化量と、1 以上の電荷変化量とを入力とし、蓄電池の劣化状態を出力とする、機械学習により学習された推定モデルを格納する推定モデル記憶部と、推定モデル記憶部に格納された推定モデルを用いて、測定データ記憶部に格納された 1 以上の電圧変化量と、1 以上の電荷変化量とを入力とし、蓄電池の劣化状態を推定する推定部と、を備える。

[0014] また、本開示の蓄電池の劣化推定装置は、蓄電池を充放電させたときに測定された第 1 電圧値と、さらに測定された第 2 電圧値とから得られる蓄電池の電圧変化量を算出する第 1 計算部と、蓄電池を充放電させたときに測定された第 1 電流値と、さらに測定された第 2 電流値とから得られる蓄電池の電荷変化量を算出する第 2 計算部と、電圧変化量と、電荷変化量とを含む複数の測定データを格納する測定データ記憶部と、1 以上の電圧変化量と、1 以上の電荷変化量とを入力とし、蓄電池の劣化状態を出力とする、機械学習により学習された推定モデルを格納する推定モデル記憶部と、推定モデル記憶

部に格納された推定モデルを用いて、測定データ記憶部に格納された 1 以上の電圧変化量と、1 以上の電荷変化量とを入力とし、蓄電池の劣化状態を推定する推定部と、推定部から出力された蓄電池の劣化状態を入力とし、低域通過フィルタを用いて蓄電池の劣化状態を平滑化して出力する低域通過フィルタ部と、を備える。

[0015] また、本開示の蓄電池の劣化推定装置は、蓄電池を充放電させたときに測定された電圧を入力とし、低域通過フィルタを用いて平滑化して平滑電圧を出力する第 1 低域通過フィルタ部と、第 1 低域通過フィルタ部から出力される第 1 平滑電圧値と、さらに出力された第 2 平滑電圧値とから得られる蓄電池の平滑電圧変化量を算出する第 1 計算部と、蓄電池を充放電させたときに測定された電流を入力とし、低域通過フィルタを用いて平滑化して平滑電流を出力する第 2 低域通過フィルタ部と、第 2 低域通過フィルタ部から出力される第 1 平滑電流値と、さらに出力された第 2 平滑電流値とから得られる蓄電池の平滑電荷変化量を算出する第 2 計算部と、平滑電圧変化量と、平滑電荷変化量とを含む複数の測定データを格納する測定データ記憶部と、1 以上の平滑電圧変化量と、1 以上の平滑電荷変化量とを入力とし、蓄電池の劣化状態を出力とする、機械学習により学習された推定モデルを格納する推定モデル記憶部と、推定モデル記憶部に格納された推定モデルを用いて、測定データ記憶部に格納された 1 以上の平滑電圧変化量と、1 以上の平滑電荷変化量とを入力とし、蓄電池の劣化状態を推定する推定部と、を備える。

[0016] また、本開示の蓄電池の劣化推定装置は、蓄電池を充放電させたときに測定された電圧を入力とし、低域通過フィルタを用いて平滑化して平滑電圧を出力する第 1 低域通過フィルタ部と、第 1 低域通過フィルタ部から出力される第 1 平滑電圧値と、さらに出力された第 2 平滑電圧値とから得られる蓄電池の平滑電圧変化量を算出する第 1 計算部と、蓄電池を充放電させたときに測定された電流を入力とし、低域通過フィルタを用いて平滑化して平滑電流を出力する第 2 低域通過フィルタ部と、第 2 低域通過フィルタ部から出力される第 1 平滑電流値と、さらに出力された第 2 平滑電流値とから得られる蓄

電池の平滑電荷変化量を算出する第2計算部と、平滑電圧変化量と、平滑電荷変化量とを含む複数の測定データを格納する測定データ記憶部と、1以上の平滑電圧変化量と、1以上の前記電荷変化量とを入力とし、蓄電池の劣化状態を出力とする、機械学習により学習された推定モデルを格納する推定モデル記憶部と、推定モデル記憶部に格納された推定モデルを用いて、測定データ記憶部に格納された1以上の平滑電圧変化量と、1以上の平滑電荷変化量とを入力とし、蓄電池の劣化状態を推定する推定部と、推定部から出力された蓄電池の劣化状態を入力とし、低域通過フィルタを用いて蓄電池の劣化状態を平滑化して出力する第3低域通過フィルタ部と、を備える。

[0017] また、本開示の蓄電池の劣化推定装置における蓄電池の劣化状態は、蓄電池の容量維持率、あるいは蓄電池の満充電容量値であることが好ましい。

[0018] また、外部より新たな推定モデルを受信する受信通信部と、推定モデル記憶部に格納された推定モデルを、受信通信部より受信した新たな推定モデルに更新する更新部と、をさらに備えることが好ましい。

[0019] また、推定部で推定された蓄電池の劣化状態を格納する推定データ記憶部と、測定データ記憶部に格納された複数の測定データ、及び推定データ記憶部に格納された蓄電池の劣化状態を外部へ送信する送信通信部と、をさらに備えることが好ましい。

[0020] また、本開示の蓄電池の劣化推定方法は、蓄電池を充放電させたときに測定された第1電圧値と、さらに測定された第2電圧値とから得られる蓄電池の電圧変化量を算出する計算ステップと、蓄電池を充放電させたときに測定された第1電流値と、さらに測定された第2電流値とから得られる蓄電池の電荷変化量を算出する計算ステップと、1以上の電圧変化量と、1以上の電荷変化量とを入力とし、蓄電池の劣化状態を出力とする、機械学習により学習された推定モデルを用いて、1以上の電圧変化量と、1以上の電荷変化量とを入力とし、蓄電池の劣化状態を推定する推定ステップと、を含む。

[0021] また、本開示の蓄電池の劣化推定方法は、蓄電池を充放電させたときに測定された第1電圧値と、さらに測定された第2電圧値とから得られる蓄電池

の電圧変化量を算出する計算ステップと、蓄電池を充放電させたときに測定された第1電流値と、さらに測定された第2電流値とから得られる蓄電池の電荷変化量を算出する計算ステップと、1以上の電圧変化量と、1以上の電荷変化量とを入力とし、蓄電池の劣化状態を出力とする、機械学習により学習された推定モデルを用いて、1以上の電圧変化量と、1以上の電荷変化量とを入力とし、蓄電池の劣化状態を推定する推定ステップと、蓄電池の劣化状態を入力とし、低域通過フィルタを用いて平滑化された蓄電池の劣化状態を算出する計算ステップと、を含む。

[0022] また、本開示の蓄電池の劣化推定方法は、蓄電池を充放電させたときに測定された電圧を入力とし、低域通過フィルタを用いて平滑化して得られる第1平滑電圧値と、さらに得られる第2平滑電圧値とを算出する計算ステップと、第1平滑電圧値と、第2平滑電圧値とから得られる蓄電池の平滑電圧変化量を算出する計算ステップと、蓄電池を充放電させたときに測定された電流を入力とし、低域通過フィルタを用いて平滑化して得られる第1平滑電流値と、さらに得られる第2平滑電流値とを算出する計算ステップと、第1平滑電流値と、第2平滑電流値とから得られる平滑電荷変化量を算出する計算ステップと、1以上の平滑電圧変化量と、1以上の平滑電荷変化量とを入力とし、蓄電池の劣化状態を出力とする、機械学習により学習された推定モデルを用いて、1以上の平滑電圧変化量と、1以上の平滑電荷変化量とを入力とし、蓄電池の劣化状態を推定する推定ステップと、を含む。

[0023] また、本開示の蓄電池の劣化推定方法は、蓄電池を充放電させたときに測定された電圧を入力とし、低域通過フィルタを用いて平滑化して得られる第1平滑電圧値と、さらに得られる第2平滑電圧値とを算出する計算ステップと、第1平滑電圧値と、第2平滑電圧値とから得られる蓄電池の平滑電圧変化量を算出する計算ステップと、蓄電池を充放電させたときに測定された電流を入力とし、低域通過フィルタを用いて平滑化して得られる第1平滑電流値と、さらに得られる第2平滑電流値とを算出する計算ステップと、第1平滑電流値と、第2平滑電流値とから得られる蓄電池の平滑電荷変化量を算出

する計算ステップと、1以上の平滑電圧変化量と、1以上の平滑電荷変化量とを入力とし、蓄電池の劣化状態を出力とする、機械学習により学習された推定モデルを用いて、1以上の平滑電圧変化量と、1以上の平滑電荷変化量とを入力とし、蓄電池の劣化状態を推定する推定ステップと、蓄電池の劣化状態を入力とし、低域通過フィルタを用いて平滑化された蓄電池の劣化状態を算出する計算ステップと、を含む。

[0024] また、本開示の蓄電池の劣化推定方法における蓄電池の劣化状態は、蓄電池の容量維持率、あるいは蓄電池の満充電容量値であることが好ましい。

発明の効果

[0025] 本開示の蓄電池の劣化推定装置、及び劣化推定方法によれば、蓄電池を使用している状態であっても劣化状態を推定でき、且つより高い精度で劣化状態を推定することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]図1は、本開示の第1の実施形態に係る蓄電池の劣化推定装置の全体構成を示す図である。

[図2]図2は、蓄電池の容量維持率（SOH）を説明する図である。

[図3]図3は、本開示の実施形態に係る蓄電池を充放電させたときに測定された電圧、及び電圧変化量の算出を説明する図である。

[図4]図4は、本開示の実施形態に係る蓄電池を充放電させたときに測定された電流、及び電荷変化量の算出を説明する図である。

[図5]図5は、本開示の実施形態に係る劣化状態推定部の構成を示す図である。

[図6]図6は、本開示の実施形態に係る劣化状態推定部の別の構成を示す図である。

[図7]図7は、本開示の第1の実施形態に係る蓄電池の劣化推定方法を示すフローチャートである。

[図8]図8は、本開示の第1の実施形態に係る蓄電池の劣化推定結果を示す図である。

[図9]図 9 は、本開示の第 2 の実施形態に係る蓄電池の劣化推定装置の全体構成を示す図である。

[図10]図 10 は、本開示の第 2 の実施形態に係る蓄電池の劣化推定方法を示すフローチャートである。

[図11]図 11 は、本開示の第 2 の実施形態に係る蓄電池の劣化推定結果を示す図である。

[図12]図 12 は、本開示の第 3 の実施形態に係る蓄電池の劣化推定装置の全体構成を示す図である。

[図13]図 13 は、本開示の第 3 の実施形態に係る蓄電池を充放電させたときに測定された電圧、及び低域通過フィルタを用いて平滑化された平滑電圧を示す図である。

[図14]図 14 は、本開示の第 3 の実施形態に係る蓄電池の劣化推定方法を示すフローチャートである。

[図15]図 15 は、本開示の第 4 の実施形態に係る蓄電池の劣化推定装置の全体構成を示す図である。

[図16]図 16 は、本開示の第 4 の実施形態に係る蓄電池の劣化推定方法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

[0027] 本開示の蓄電池の劣化推定装置、及び蓄電池の劣化推定方法は、蓄電池を使用している状態で測定が可能な電圧値と電流値とから得られる電圧変化量と電荷変化量とを入力とし、蓄電池の劣化状態を出力とする、機械学習により学習された推定モデルを用いて、電圧変化量と電荷変化量とから蓄電池の劣化状態を直接算出することができるので、従来技術では必要であった、蓄電池を完全に放電した状態から満充電状態にするのに必要な充電容量を算出する作業、あるいは蓄電池の満充電状態にした後に O C V 電圧を測定する作業が不要であり、蓄電池を使用している状態であっても劣化状態を推定することが可能である。また、特性変動による算出誤差が懸念される S O C - O C V 曲線を用いて満充電容量を算出する作業が不要であるため、より高い精

度で劣化状態を推定することが可能となる。加えて、電圧変化量と電荷変化量とを入力とし、蓄電池の劣化状態を出力とする、大量の学習データを準備して、機械学習を用いて推定モデルを学習させることで、様々な蓄電池の使用状況における劣化状態を推定することが可能となるので、より高い精度で劣化状態を推定することが可能となる。

[0028] また、推定モデルを用いて算出された蓄電池の劣化状態を入力とし、低域通過フィルタを用いて蓄電池の劣化状態を平滑化して出力する構成にすることで、推定モデルを用いて算出された蓄電池の劣化状態が、万一ある時刻において、実際の蓄電池の劣化状態に対して誤差が大きい場合であっても、フィルタ処理によって前に出力された出力データに追従するように出力データが平滑化されて出力されるため、より誤差の少ない劣化状態を推定することが可能となる。

[0029] また、蓄電池を充放電させたときに測定された電圧と電流とを入力とし、低域通過フィルタを用いて蓄電池の電圧と電流とを平滑化して平滑電圧と平滑電流とを出力し、平滑電圧と平滑電流とから得られる平滑電圧変化量と平滑電荷変化量とを入力とし、蓄電池の劣化状態を出力とする、機械学習により学習された推定モデルを用いて、蓄電池の劣化状態を算出する構成とすることで、蓄電池から測定される電圧及び電流が、蓄電池の充放電電流の急峻な変動、測定ノイズ等の影響を受けて、測定毎に連続的ではない離散的な電圧変動と電流変動とが起こる場合であっても、低域通過フィルタを用いて離散的な電圧変動と電流変動とが前に測定された電圧と電流とに追従して平滑化されるため、蓄電池の劣化状態を推定する推定モデルに入力される電圧変化量と電荷変化量とが連続的なデータとなるため、電圧変化量と電荷変化量とからノイズ等の影響を排除することが可能となり、より誤差の少ない蓄電池の劣化状態を推定することが可能となる。

[0030] また、外部より蓄電池の劣化状態を推定する推定モデルを受信する受信通信部と、劣化推定装置に格納された推定モデルを受信通信部より受信した新たな推定モデルに更新する更新部とを備えた構成にすることで、劣化推定装

置を製品に搭載した後でも、その後に新たな学習データを追加して学習された、より高い精度で蓄電池の劣化状態が推定できる推定モデルに更新することが可能となるため、より高い精度で劣化状態を推定することが可能となる。

[0031] また、劣化推定装置で測定と算出された複数の測定データを記憶する測定データ記憶部と、劣化推定装置で推定された蓄電池の劣化状態を記憶する推定データ記憶部と、測定データ記憶部に格納された複数の測定データ、及び推定データ記憶部に格納された蓄電池の劣化状態とを外部へ送信する送信通信部とを備えた構成にすることで、劣化推定装置を製品に搭載した後でも、劣化推定装置が使用された際の蓄電池の測定データ、及び蓄電池の劣化状態の推定データを収集することが可能となるため、蓄電池の様々な使用状態における学習データを追加することが可能となる。これにより、より高い精度の新たな推定モデルを生成し更新することが可能となるため、より高い精度で劣化状態を推定することが可能となる。

[0032] 以下、本開示の実施形態について、図面を参照しながら説明する。

[0033] なお、以下で説明する実施の形態は、いずれも包括的または具体的な例を示すものである。以下の実施の形態で示される数値、形状、構成要素、構成要素の配置位置および接続形態、ステップ、ステップの順序などは、一例であり、本開示を限定する主旨ではない。例えば、数値は、厳格な意味のみを表す表現ではなく、実質的に同等な範囲、例えば数%程度の差異をも含むことを意味する表現である。また、以下の実施の形態における構成要素のうち、独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。

[0034] また、各図は、模式図であり、必ずしも厳密に図示されたものではない。したがって、例えば、各図において縮尺などは必ずしも一致しない。また、各図において、実質的に同一の構成については同一の符号を付しており、重複する説明は省略又は簡略化する。

[0035] また、本明細書において、数値、及び、数値範囲は、厳格な意味のみを表

す表現ではなく、実質的に同等な範囲、例えば数%程度（例えば、10%程度）の差異をも含むことを意味する表現である。

[0036] <第1の実施形態>

[蓄電池の劣化推定装置の全体構成]

図1は、本開示の第1の実施形態に係る蓄電池の劣化推定装置の全体構成を示す図である。

[0037] 蓄電池1は複数の電池モジュールが直列、及び並列に接続された構成である。

[0038] 蓄電池管理装置10は蓄電池1に接続され、蓄電池1の電圧、電流、及び温度を測定する装置であり、蓄電池1の電圧、電流、及び温度に相当するアナログ信号値をデジタル信号値に変換するADC (Analog Digital Converter) 部11と、ADC部の出力であるデジタル信号値を演算処理して電圧値、電流値、及び温度として算出する演算部12と、演算部12で算出された電圧値、電流値、及び温度を外部に送信する通信I/F13とを有する。

[0039] 蓄電池状態推定装置100aは、蓄電池管理装置10から蓄電池1の電圧値、電流値、及び温度を受信する通信I/F41と、通信I/F41から受信したデータを処理して蓄電池1の各種測定値を算出する蓄電池測定部20aと、蓄電池測定部20aで算出された各種測定値を受信して蓄電池1の劣化状態を推定する蓄電池状態推定部30aと、蓄電池状態推定部30aで算出された蓄電池1の劣化状態、蓄電池1の劣化状態を推定する推定モデル、並びに蓄電池1の測定データ及び推定データを外部と送受信する通信I/F42とを有する。蓄電池状態推定装置100aは、劣化推定装置の一例である。

[0040] 蓄電池測定部20aは、通信I/F41から電圧値、電流値、及び温度を取得する測定量取得部21と、測定量取得部21に格納されたデータを用いて、第1電圧値である開始電圧値と、第2電圧値である終了電圧値とから電圧変化量を算出する電圧変化量算出部22と、第1電流値である開始電流値

と、第2電流値である終了電流値とから電流変化量を算出する電流変化量算出部23と、電流値を積算することで蓄電池1の電荷量を算出する電荷量算出部24と、電荷量算出部24で算出された電荷量を用いて、蓄電池1の開始電荷量と終了電荷量とから電荷変化量を算出する電荷変化量算出部25と、前述した電圧変化量、電流変化量、及び電荷変化量を算出するために必要な開始条件と終了条件とを制御する測定開始・停止制御部26とを有する。すなわち、蓄電池測定部20aは、蓄電池1の測定データである電圧値、及び電流値を用いて蓄電池1の電圧変化量、電流変化量、及び電荷変化量といった各種測定パラメータを算出する。これらの測定データは後述する蓄電池状態推定部30aに送信される。

[0041] 蓄電池状態推定部30aは、蓄電池測定部20aで取得・算出された測定データを格納する測定データ記憶部31と、測定データ記憶部31に格納された測定データを入力として蓄電池1の劣化状態を推定する劣化状態計算部32aと、劣化状態計算部32aを構成する劣化状態推定部321と、劣化状態計算部32aで推定された蓄電池1の劣化状態を格納する推定データ記憶部33と、劣化状態推定部321で蓄電池1の劣化状態を推定する際に用いられる機械学習により学習された推定モデルを格納する推定モデル記憶部34と、外部から新たな推定モデルを受信して推定モデル記憶部34に格納された推定モデルを更新する推定モデル更新部35とを有する。

[0042] 通信I/F51は、蓄電池状態推定装置100aの通信I/F42を介して、蓄電池1の測定データ、推定データ、及び蓄電池1の劣化状態を推定する推定モデルを送受信する。

[0043] 劣化状態表示部52は、蓄電池状態推定装置100aで推定された蓄電池1の劣化状態を表示する装置である。推定モデル送信部53は、蓄電池1の劣化状態を推定する新たな推定モデルを蓄電池状態推定装置100aに送信する装置である。測定データ／推定データ受信部54は、蓄電池状態推定装置100aで測定、及び推定されたデータを受信する装置である。

[0044] 本開示の第1の実施形態に係る蓄電池1の劣化推定装置は、蓄電池状態推

定部30aの劣化状態推定部321が、蓄電池1の電圧変化量と電荷変化量とを入力とし、蓄電池1の劣化状態である容量維持率(SOH)を出力とする、機械学習により学習された推定モデルを用いて蓄電池1の容量維持率(SOH)を推定することを特徴とする。

[0045] [蓄電池の容量維持率(SOH)]

図2は、蓄電池1の容量維持率(SOH)を説明する図である。

[0046] 蓄電池1の初期の満充電容量を C_{init} とすると、蓄電池1の使用を継続することで蓄電池1は劣化が進行し、劣化後の満充電容量 C_t は初期の満充電容量 C_{init} より小さな値となる。図2では、劣化後の満充電容量 C_t が初期の満充電容量 C_{init} の80%に低下した場合を一例として示している。蓄電池1の容量維持率(SOH)(%)は劣化後の満充電容量 C_t と初期の満充電容量 C_{init} との比であり、下記の式1で表される。

[0047] $SOH = C_t / C_{init} \times 100 \quad \dots (式1)$

[0048] 本開示の実施形態では、蓄電池1を使用している状態であっても劣化状態を推定でき、且つより高い精度で蓄電池1の容量維持率(SOH)を推定できる蓄電池1の劣化推定装置、及び劣化推定方法について述べる。

[0049] [蓄電池の電圧変化量と電荷変化量の算出]

機械学習により学習された推定モデルを用いて蓄電池1の容量維持率(SOH)を算出する際の入力となる、蓄電池1の電圧変化量及び電荷変化量の算出方法について説明する。

[0050] 図3は、本開示の実施形態に係る蓄電池1を充放電させたときに測定された電圧、及び電圧変化量の算出を説明する図である。時々刻々と蓄電池1の電圧を測定することで、蓄電池1の電圧変動を把握することができる。時刻 T_1 の電圧値 V_1 、その後の時刻 T_2 の電圧値 V_2 を取得し、電圧値 V_1 と電圧値 V_2 との差分 $V_2 - V_1$ を算出することで電圧変化量 ΔV を得ることができる。この動作を繰り返し行うことで、蓄電池1の使用状態に応じた複数の電圧変化量を得ることができる。

[0051] 図4は、本開示の実施形態に係る蓄電池1を充放電させたときに測定され

た電流、及び電荷変化量の算出を説明する図である。時々刻々と蓄電池 1 の電流を測定することで、蓄電池 1 の電流変動を把握することができる。時刻 T_1 の電流値 I_1 、その後の時刻 T_2 の電流値 I_2 を取得し、図 4 の斜線部に図示されている通り電流値を積分することで電荷変化量 ΔQ を得ることができる。この動作を繰り返し行うことで、蓄電池 1 の使用状態に応じた複数の電荷変動量を得ることが可能となる。

[0052] 上述した蓄電池 1 の電圧変化量 ΔV 、及び電荷変化量 ΔQ の算出は、図 1 に示す蓄電池 1 の劣化推定装置における蓄電池測定部 20a の電圧変化量算出部 22 と、電荷変化量算出部 25 とが行う。電圧変化量算出部 22 は第 1 計算部の一例であり、電荷変化量算出部 25 は第 2 計算部の一例である。

[0053] [蓄電池の劣化状態推定部の構成]

機械学習により学習された推定モデルを用いて蓄電池 1 の容量維持率 (SOH) を算出する蓄電池 1 の劣化状態推定部、すなわち、図 1 に示す蓄電池 1 の劣化推定装置における蓄電池状態推定部 30a の劣化状態計算部 32a の劣化状態推定部 321 に関する実施例について説明する。

[0054] 図 5 は、本開示の実施形態に係る劣化状態推定部の構成を示す図である。劣化状態推定部 321 は、1 以上の電圧変化量、及び 1 以上の電荷変化量を入力とし、蓄電池 1 の容量維持率 (SOH) を出力とする、機械学習により学習された推定モデルを用いて蓄電池 1 の容量維持率 (SOH) を算出する。劣化状態推定部 321 はニューラルネットワーク計算部 3211 から構成されており、ニューラルネットワーク計算部 3211 は全結合型ニューラルネットワーク (FCN: Fully Connected Neural Network) で構成されている。

[0055] 図 6 は、本開示の実施形態に係る劣化状態推定部の別の構成を示す図である。前述した図 5 の劣化状態推定部 321 は、ニューラルネットワーク計算部 3211 のみから構成されており、1 以上の電圧変化量、及び 1 以上の電荷変化量が直接ニューラルネットワーク計算部 3211 に入力される構成であるが、図 6 の劣化状態推定部 321 は、ニューラルネットワーク計算部 3

2 1 1 の前段に特徴量計算部 3 2 1 2 が追加されている点異なる。すなわち、図 6 の劣化状態推定部 3 2 1 は、1 以上の電圧変化量、及び 1 以上の電荷変化量が特徴量計算部 3 2 1 2 に入力され、特徴量計算部 3 2 1 2 にて、例えば 1 以上の電圧変化量、及び 1 以上の電荷変化量の平均値、変化量差分等の新たな特徴量を計算し、その出力をニューラルネットワーク計算部 3 2 1 1 に入力されることが特徴である。特徴量計算部 3 2 1 2 で機械学習に最適な特徴量を算出し、それらを入力として機械学習を用いた蓄電池 1 の容量維持率（SOH）の推定を行う。

[0056] 以上、本実施形態では、ニューラルネットワーク計算部 3 2 1 1 の機械学習を用いた推定モデルは全結合型ニューラルネットワーク（FCN）の場合を説明したが、全結合型ニューラルネットワーク（FCN）以外の機械学習の推定モデル、例えば、リカレント型ニューラルネットワーク（RNN：Recurrent Neural Network）、決定木型の機械学習の推定モデル、重回帰分析型の機械学習の推定モデルなどを用いてもよい。

[0057] [蓄電池の劣化推定方法のフローチャート]

図 7 は、本開示の第 1 の実施形態に係る蓄電池の劣化推定方法を示すフローチャートである。

[0058] 始めに、電圧変化量算出部 2 2 は、蓄電池 1 を充放電させたときに測定された第 1 電圧値、及び第 2 電圧値から電圧変化量を算出する（S 1 1）。次に、電荷変化量算出部 2 5 は、蓄電池を充放電させたときに測定された第 1 電流値、及び第 2 電流値から電荷変化量を算出する（S 1 2）。最後に、劣化状態推定部 3 2 1 は、推定モデルを用いて、1 以上の電圧変化量、及び 1 以上の電荷変化量から蓄電池 1 の容量維持率（SOH）を推定する（S 1 3）。第 2 電圧値は、第 1 電圧値の後に取得された電圧値であり、第 1 電圧値の後に連続して取得された電圧値であってもよいし、所定時間あけて取得された電圧値であってもよい。また、第 2 電流値は、第 1 電流値の後に取得された電流値であり、第 1 電流値の後に連続して取得された電流値であってもよいし、所定時間あけて取得された電流値であってもよい。また、第 1 電圧

値及び第 1 電流値は同位置時刻に取得されてもよいし、異なる時刻に取得されてもよく、同様に、第 2 電圧値及び第 2 電流値は同位置時刻に取得されてもよいし、異なる時刻に取得されてもよい。

[0059] 以上、本実施形態では、蓄電池 1 の容量維持率 (SOH) を推定するための入力データが、蓄電池 1 を使用する際に測定される電圧 (電圧変化量) 及び電流 (電荷変化量) であり、且つ満充電状態時の蓄電池 1 の測定データが不要であるため、蓄電池 1 を使用している状態であっても劣化状態を推定することが可能である。また、機械学習により学習された推定モデルを用いて蓄電池 1 の容量維持率 (SOH) を算出する構成のため、大量の学習データを準備して、機械学習を用いて推定モデルを学習させることで、様々な蓄電池 1 の使用状況における劣化状態を推定することが可能となるので、より高い精度で蓄電池 1 の劣化状態を推定することが可能である。

[0060] [蓄電池の容量維持率 (SOH) の推定結果]

本開示の第 1 の実施形態を適用して、実際に蓄電池 1 の容量維持率 (SOH) を推定する推定モデルの学習データを準備して推定モデルを学習させ、その後、機械学習により学習された推定モデルを用いて蓄電池 1 の容量維持率 (SOH) を推定した結果を説明する。

[0061] 図 8 は、本開示の第 1 の実施形態に係る蓄電池 1 の劣化推定結果を示す図である。図 8 において、学習データの数約 5000 データであり、実際の製品に搭載する蓄電池 1 の劣化状態の推定モデルを開発する際の学習データと比べたら非常に少ない学習データ数であり、本結果は本開示の効果を簡易検証するために行ったものである。

[0062] 図 8 において、横軸は実際の蓄電池 1 の容量維持率 (SOH) であり、縦軸は機械学習により学習された推定モデルを用いて推定した蓄電池 1 の容量維持率 (SOH) である。すなわち、図 8 において、横軸の値と縦軸の値とが同じ箇所にプロットされたものは、機械学習により学習された推定モデルを用いて推定した蓄電池 1 の容量維持率 (SOH) の推定結果が実際の蓄電池 1 の容量維持率 (SOH) を正しく推定していることを示す。

[0063] 図8に示すように、学習データの数約5000データではあるが、機械学習により学習された推定モデルを用いて推定した蓄電池1の容量維持率(SOH)は、実際の蓄電池1の容量維持率(SOH)を推定できていることが分かる。ただし、機械学習により学習された推定モデルを用いて推定した蓄電池1の容量維持率(SOH)が、実際の蓄電池1の容量維持率(SOH)に対して最大で約8%程度の最大誤差をもって推定されているものもあり、これに対しては推定モデルの学習方法の最適化、又は学習データをさらに増やして、より高い精度の推定モデルを開発することで誤差を低減させることは可能である。

[0064] なお、学習データは、電圧(電圧変化量)及び電流(電荷変化量)を入力情報とし、そのときの容量維持率(SOH)を出力情報とするデータである。

[0065] [蓄電池の劣化状態を推定する新たな推定モデルの外部からの受信と更新]

本開示の実施形態における蓄電池の劣化推定装置は、蓄電池1の容量維持率(SOH)を推定する新たな推定モデルを外部から受信して、蓄電池1の劣化推定装置に格納されている推定モデルを更新することが可能である。

[0066] 図1に示す蓄電池1の劣化推定装置において、より高い精度で蓄電池1の容量維持率(SOH)を推定可能な新たな推定モデルを開発した場合、新たな推定モデルは推定モデル送信部53より通信I/F51と通信I/F42とを介して、蓄電池状態推定装置100aの蓄電池状態推定部30aの推定モデル更新部35に送信される。その後、推定モデル更新部35は推定モデル記憶部34に格納された推定モデルを新たな推定モデルに更新することが可能である。

[0067] 以上、本実施形態では、蓄電池1の劣化推定装置を製品に搭載した後も、新たな学習データを追加して学習されたより高い精度で蓄電池1の劣化状態が推定できる推定モデルに更新することが可能となるため、より高い精度で蓄電池1の劣化状態を推定することが可能となる。

[0068] [蓄電池の測定データ及び推定データの蓄積と外部への送信]

本開示の実施形態における蓄電池 1 の劣化推定装置は、蓄電池 1 の測定データ、及び蓄電池 1 の劣化状態の推定データを外部へ送信することが可能である。

[0069] 図 1 に示す蓄電池 1 の劣化推定装置において、測定データ記憶部 3 1 に格納された蓄電池 1 の測定データと、推定データ記憶部 3 3 に格納された蓄電池 1 の劣化状態の推定データとは、通信 I / F 4 2 と通信 I / F 5 1 とを介して、外部の測定データ／推定データ受信部 5 4 に送信することが可能である。

[0070] 以上、本実施形態では、蓄電池 1 の劣化推定装置を製品に搭載した後も、蓄電池 1 の測定データ、及び蓄電池 1 の劣化状態の推定データを収集することが可能となるため、蓄電池 1 の様々な使用状態における学習データを収集することが可能であり、より高い精度の新たな推定モデルを学習して更新することができるため、より高い精度で劣化状態を推定することが可能となる。

[0071] <第 2 の実施形態>

[蓄電池の劣化推定装置の全体構成]

図 9 は、本開示の第 2 の実施形態に係る蓄電池の劣化推定装置の全体構成を示す図である。図 9 において、前述した第 1 の実施形態に係る蓄電池 1 の劣化推定装置である図 1 の構成要件と同一のものは同一の名称、符号、番号を付与しており、その詳細な説明は割愛する。

[0072] 第 2 の実施形態に係る蓄電池 1 の劣化推定装置は、図 9 において、蓄電池状態推定装置 1 0 0 b の蓄電池状態推定部 3 0 b の構成が第 1 の実施形態とは異なる。具体的には、蓄電池状態推定部 3 0 b の劣化状態計算部 3 2 b において、劣化状態推定部 3 2 1 の出力に劣化状態低域通過フィルタ部 3 2 2 が新たに搭載され、劣化状態低域通過フィルタ部 3 2 2 の出力が通信 I / F 4 2、通信 I / F 5 1 を介して、劣化状態表示部 5 2 に接続され、劣化状態低域通過フィルタ部 3 2 2 の出力はさらに推定データ記憶部 3 3 に接続され

る構成となっている。

[0073] [蓄電池の劣化状態低域通過フィルタ部の構成]

劣化状態低域通過フィルタ部322は、時系列データである入力データを平滑化して出力データとして出力するフィルタ処理を行うことを特徴とする。ここで、 n を整数値とすると、劣化状態低域通過フィルタ部322の n 番目の出力データ $y[n]$ は、前に出力された $n-1$ 番目の出力データ $y[n-1]$ と、 n 番目の入力データ $x[n]$ により決定され、下記の式2で表される。

$$[0074] \quad y[n] = k \times x[n] + (1 - k) \times y[n-1] \quad \dots \text{(式2)}$$

[0075] ここで、定数 k は時定数を呼ばれるもので、 $k=0.1, 0.01, 0.001$ などの値が採用される。すなわち、劣化状態低域通過フィルタ部322は、 n 番目の出力データ $y[n]$ は、前に出力された $n-1$ 番目の出力データ $y[n-1]$ に追従し、 n 番目の入力データ $x[n]$ も反映された出力データであり、時系列データである入力データを平滑化して出力データとして出力するフィルタ処理部として機能する。

[0076] [蓄電池の劣化推定方法のフローチャート]

図10は、本開示の第2の実施形態に係る蓄電池の劣化推定方法を示すフローチャートである。

[0077] 始めに、電圧変化量算出部22は、蓄電池1を充放電させたときに測定された第1電圧値、及び第2電圧値から電圧変化量を算出する(S21)。次に、電荷変化量算出部25は、蓄電池1を充放電させたときに測定された第1電流値、及び第2電流値から電荷変化量を算出する(S22)。次に、劣化状態推定部321は、推定モデルを用いて、1以上の電圧変化量、及び1以上の電荷変化量から蓄電池1の容量維持率(SOH)を推定する(S23)。最後に、劣化状態低域通過フィルタ部322は、低域通過フィルタを用いて、ステップS23で算出された蓄電池1の容量維持率(SOH)から平滑化された蓄電池1の容量維持率(SOH)を算出する(S24)。

[0078] 以上、本実施形態では、推定モデルを用いて算出された蓄電池 1 の劣化状態を入力とし、低域通過フィルタを用いて蓄電池 1 の劣化状態を平滑化して出力する構成にすることで、推定モデルを用いて算出された蓄電池 1 の劣化状態が、万一ある時刻において、実際の蓄電池 1 の劣化状態に対して誤差が大きい場合であっても、フィルタ処理によって前に出力された出力データに追従するように出力データが平滑化されて出力されるため、より誤差の少ない蓄電池 1 の劣化状態を推定することが可能となる。

[0079] [蓄電池の容量維持率 (SOH) の推定結果]

図 11 は、本開示の第 2 の実施形態に係る蓄電池の劣化推定結果を示す図である。図 11 において、推定モデルを学習させた際の学習データ、及び蓄電池 1 の容量維持率 (SOH) を推定する際の入力データは、前述の第 1 の実施形態と同一のものを使用している。図 11 に示す第 2 の実施形態に係る蓄電池 1 の劣化推定結果と、図 8 に示す第 1 の実施形態に係る蓄電池 1 の劣化推定結果との違いは、図 9 に示す本開示の第 2 の実施形態において、蓄電池状態推定部 30b の劣化状態計算部 32b における、劣化状態低域通過フィルタ部 322 のフィルタ処理によるものである。

[0080] 図 11 において、横軸は実際の蓄電池 1 の容量維持率 (SOH) であり、縦軸は機械学習により学習された推定モデルを用いて推定した蓄電池 1 の容量維持率 (SOH) に対して、低域通過フィルタを用いて平滑化された蓄電池 1 の容量維持率 (SOH) である。すなわち、図 11 において、横軸の値と縦軸の値とが同じ箇所にプロットされたものは、機械学習により学習された推定モデルを用いて推定した蓄電池 1 の容量維持率 (SOH) に対して、フィルタ処理を用いて平滑化された蓄電池 1 の容量維持率 (SOH) が実際の蓄電池 1 の容量維持率 (SOH) の値を正しく推定していることを示す。

[0081] 図 11 に示すように、学習データの数第 1 の実施形態と同じ約 5000 データではあるが、機械学習により学習された推定モデルを用いて推定した蓄電池 1 の容量維持率 (SOH) は、実際の蓄電池 1 の容量維持率 (SOH) を推定できていることが分かる。さらに、図 8 に示す第 1 の実施形態の推

定結果に比べて、図 11 に示す第 2 の実施形態の推定結果の方が、実際の蓄電池 1 の容量維持率 (SOH) に対する最大誤差が大きく低減されていることが分かる。すなわち、図 8 に示す第 1 の実施形態の推定結果は、実際の蓄電池 1 の容量維持率 (SOH) に対して最大で約 8 % 程度の最大誤差をもっているのに対して、図 11 に示す第 2 の実施形態の推定結果は、実際の蓄電池 1 の容量維持率 (SOH) に対して最大で約 5 % 以下の最大誤差に低減されていることが分かる。第 2 の実施形態においても、誤差をもって推定されているものもあり、これに対しては推定モデルの学習方法の最適化、又は学習データをさらに増やして、より高い精度の推定モデルを開発することで誤差を低減させることは可能である。

[0082] <第 3 の実施形態>

[蓄電池の劣化推定装置の全体構成]

図 12 は、本開示の第 3 の実施形態に係る蓄電池の劣化推定装置の全体構成を示す図である。図 12 において、前述した第 1 の実施形態に係る蓄電池 1 の劣化推定装置である図 1 の構成要件と同一のものは同一の名称、符号、番号を付与しており、その詳細な説明は割愛する。

[0083] 第 3 の実施形態に係る蓄電池 1 の劣化推定装置は、図 12 において、蓄電池状態推定装置 100c の蓄電池測定部 20b の構成が第 1 の実施形態とは異なる。具体的には、第 3 の実施形態に係る蓄電池 1 の劣化推定装置は、蓄電池測定部 20b に対して、低域通過フィルタにより入力される電圧値を平滑化して平滑電圧値として出力する電圧低域通過フィルタ部 27 と、低域通過フィルタにより入力される電流値を平滑化して平滑電流値として出力する電流低域通過フィルタ部 28 とを新たに搭載している。電圧低域通過フィルタ部 27、及び電流低域通過フィルタ部 28 のフィルタ処理は、本実施形態においては、前述した第 2 の実施形態における劣化状態低域通過フィルタ部 322 のフィルタ処理と同様とし、その詳細な説明は割愛する。

[0084] 本実施形態において、蓄電池測定部 20b は、測定量取得部 21 で取得された電圧値が電圧低域通過フィルタ部 27 に入力され、平滑化された平滑電

圧として出力される。電圧低域通過フィルタ部 27 から出力された平滑電圧は電圧変化量算出部 22 に入力され、電圧変化量算出部 22 にて平滑電圧変化量が算出され、蓄電池状態推定部 30a の測定データ記憶部 31 に格納される。同様に、測定量取得部 21 で取得された電流値が電流低域通過フィルタ部 28 に入力され、平滑化された平滑電流として出力される。電流低域通過フィルタ部 28 から出力された平滑電流は電流変化量算出部 23 と電荷量算出部 24 とに入力され、電荷量算出部 24 の出力が電荷変化量算出部 25 に入力され、平滑電荷変化量が算出される。電荷変化量算出部 25 で算出された平滑電荷変化量は蓄電池状態推定部 30a の測定データ記憶部 31 に格納される。

[0085] 蓄電池状態推定部 30a の推定モデル記憶部 34 に格納される蓄電池 1 の容量維持率 (SOH) を算出する推定モデルは、平滑電圧値と平滑電流値とを入力とし、蓄電池 1 の容量維持率 (SOH) を出力とする、機械学習により学習された推定モデルが格納される。

[0086] 本開示の第 3 の実施形態に係る蓄電池 1 の劣化推定装置は、蓄電池 1 から測定された電圧値及び電流値に対して、電圧低域通過フィルタと電流低域通過フィルタとを用いて平滑化された平滑電圧値と平滑電流値とを算出し、平滑電圧値と平滑電流値とから平滑電圧変化量と平滑電荷変化量とを算出し、平滑電圧変化量と平滑電荷変化量とを入力とし、蓄電池 1 の容量維持率 (SOH) を出力とする、機械学習により学習された推定モデルを用いて蓄電池 1 の容量維持率 (SOH) を算出することを特徴とする。

[0087] [蓄電池から測定された電圧、及び低域通過フィルタを用いて平滑化された平滑電圧]

図 13 は、本開示の第 3 の実施形態に係る蓄電池を充放電させたときに測定された電圧、及び低域通過フィルタを用いて平滑化された平滑電圧を説明する図である。

[0088] 図 13 において、横軸は時刻であり、縦軸は電圧値であり、蓄電池 1 から測定された電圧、及び蓄電池 1 から測定された電圧に対して電圧低域通過フ

ィルタ（電圧低域通過フィルタ部２７）を用いて平滑化された平滑電圧が図示されている。

[0089] 図１３に示すように、蓄電池１から測定された電圧は、蓄電池１の充放電電流の急峻な変動や、測定ノイズ等の影響を受けて、測定毎に連続的ではない離散的な電圧変動が起こる場合があるが、低域通過フィルタを用いることで、蓄電池１から測定された離散的な電圧値が前に測定された電圧値に追従するように平滑化されるため、蓄電池１の劣化状態を推定する推定モデルに入力される電圧変化量も平滑化された連続的な値となり、蓄電池１の電圧値、及び電圧変動量からノイズ等の影響を排除することが可能となり、より誤差の少ない蓄電池１の劣化状態を推定することが可能となる。ここで、図１３は蓄電池１から測定された電圧と平滑電圧とに関するものであるが、蓄電池１から測定された電流と平滑電流とに関しても同様である。

[0090] [蓄電池の劣化推定方法のフローチャート]

図１４は、本開示の第３の実施形態に係る蓄電池の劣化推定方法を示すフローチャートである。

[0091] 始めに、電圧低域通過フィルタ部２７は、蓄電池１を充放電させたときに測定された電圧に対して、低域通過フィルタを用いて第１平滑電圧値、及び第２平滑電圧値を算出する（Ｓ３１）。次に、電圧変化量算出部２２は、ステップＳ３１で算出された第１平滑電圧値、及び第２平滑電圧値から平滑電圧変化量を算出する（Ｓ３２）。次に、電流低域通過フィルタ部２８は、蓄電池１を充放電させたときに測定された電流に対して、低域通過フィルタを用いて第１平滑電流値、第２平滑電流値を算出する（Ｓ３３）。次に、電荷変化量算出部２５は、ステップＳ３３で算出された第１平滑電流値、及び第２平滑電流値から平滑電荷変化量を算出する（Ｓ３４）。最後に、劣化状態推定部３２１は、推定モデルを用いて、１以上の平滑電圧変化量、及び１以上の平滑電荷変化量から蓄電池１の容量維持率（ＳＯＨ）を推定する（Ｓ３５）。

[0092] 以上、本実施形態では、蓄電池１を充放電させたときに測定された電圧と

電流とを入力とし、低域通過フィルタを用いて蓄電池 1 の電圧と電流とを平滑化して平滑電圧と平滑電流とを出力し、平滑電圧と平滑電流とから得られる平滑電圧変化量と平滑電荷変化量とを入力とし、蓄電池 1 の劣化状態を出力とする、機械学習により学習された推定モデルを用いて、蓄電池 1 の劣化状態を算出する構成とする。これにより、蓄電池 1 から測定される電圧及び電流が、蓄電池 1 の充放電電流の急峻な変動、測定ノイズ等の影響を受けて、測定毎に連続的ではない離散的な電圧変動と電流変動とが起こる場合であっても、低域通過フィルタを用いて離散的な電圧変動と電流変動とが前に測定された電圧と電流とに追従して平滑化されるため、蓄電池 1 の劣化状態を推定する推定モデルに入力される電圧変化量と電荷変化量とが連続的なデータとなる。連続的なデータとなった電圧変化量と電荷変化量とからノイズ等の影響を排除することが可能となり、より誤差の少ない蓄電池 1 の劣化状態を推定することが可能となる。

[0093] <第 4 の実施形態>

[蓄電池の劣化推定装置の全体構成]

図 15 は、本開示の第 4 の実施形態に係る蓄電池の劣化推定装置の全体構成を示す図である。図 15 において、前述した第 1 の実施形態、第 2 の実施形態、及び第 3 の実施形態に係る蓄電池 1 の劣化推定装置である図 1、図 9、及び図 12 のいずれかの構成要件と同一のものは同一の名称、符号、番号を付与しており、その詳細な説明は割愛する。

[0094] 第 4 の実施形態に係る蓄電池 1 の劣化推定装置は、蓄電池状態推定装置 100d の蓄電池測定部 20b の構成は第 3 の実施形態と同様の構成であり、蓄電池状態推定部 30b の構成は第 2 実施形態と同様の構成である。すなわち、第 4 の実施形態に係る蓄電池 1 の劣化推定装置は、第 2 の実施形態と第 3 の実施形態とで説明した通り、蓄電池 1 から測定された電圧及び電流に対して、低域通過フィルタを用いて平滑化された平滑電圧と平滑電流とを算出し、平滑電圧と平滑電流とから平滑電圧変化量と平滑電荷変化量とを算出し、平滑電圧変化量と平滑電荷変化量とを入力とし、蓄電池 1 の容量維持率（

SOH)を出力とする、機械学習により学習された推定モデルを用いて蓄電池1の容量維持率(SOH)を算出し、さらに、推定モデルを用いて算出された蓄電池1の容量維持率(SOH)に対して、低域通過フィルタを用いて平滑化された蓄電池1の容量維持率(SOH)を算出することを特徴とする。

[0095] [蓄電池の劣化推定方法のフローチャート]

図16は、本開示の第4の実施形態に係る蓄電池の劣化推定方法を示すフローチャートである。

[0096] 始めに、電圧低域通過フィルタ部27は、蓄電池1を充放電させたときに測定された電圧に対して、低域通過フィルタを用いて第1平滑電圧値、及び第2平滑電圧値を算出する(S41)。次に、電圧変化量算出部22は、ステップS41で算出された第1平滑電圧値、第2平滑電圧値から平滑電圧変化量を算出する(S42)。次に、電流低域通過フィルタ部28は、蓄電池1を充放電させたときに測定された電流に対して、低域通過フィルタを用いて第1平滑電流値、及び第2平滑電流値を算出する(S43)。次に、電荷変化量算出部25は、ステップS43で算出された第1平滑電流値、及び第2平滑電流値から平滑電荷変化量を算出する(S44)。次に、劣化状態推定部321は、推定モデルを用いて、1以上の平滑電圧変化量、及び1以上の平滑電荷変化量から蓄電池1の容量維持率(SOH)を推定する(S45)。最後に、劣化状態低域通過フィルタ部322は、低域通過フィルタを用いて、ステップS45で算出された蓄電池1の容量維持率(SOH)から平滑化された蓄電池1の容量維持率(SOH)を算出する(S46)。

[0097] 以上、本実施形態では、蓄電池1から測定された電圧、及び電流に対して、フィルタ処理を行うことで、前に出力された電圧値、及び電流値に追従するように平滑化された平滑電圧値、及び平滑電流値を算出し、平滑電圧値と平滑電流値とから得られる平滑電圧変化量と平滑電荷変化量とを入力とし、蓄電池1の劣化状態を出力とする、機械学習による学習された推定モデルを用いて蓄電池1の劣化状態を推定する。この構成のため、電圧変化量と電荷

変化量とからノイズ等の影響を排除することが可能となり、より誤差の少ない蓄電池 1 の劣化状態を推定することが可能となる。

[0098] さらに、推定モデルを用いて算出された蓄電池 1 の劣化状態を入力とし、フィルタ処理を行うことで、蓄電池 1 の劣化状態を平滑化して出力する構成にすることで、推定モデルを用いて算出された蓄電池 1 の劣化状態が、万一ある時刻において、実際の蓄電池 1 の劣化状態に対して誤差が大きい場合であっても、フィルタ処理によって前に出力された出力データに追従するように出力データが平滑化されて出力されるため、より誤差の少ない蓄電池 1 の劣化状態を推定することが可能となる。

[0099] <結言>

以上のように、本開示の蓄電池の劣化推定装置、及び劣化推定方法は、蓄電池を充放電させたときに測定された電圧と電流とから電圧変化量と電荷変化量とを算出し、電圧変化量と電荷変化量とを入力とし、蓄電池の劣化状態を出力とする、機械学習により学習された推定モデルを用いて、蓄電池の劣化状態を出力する構成のため、蓄電池を使用している状態であっても劣化状態を推定することが可能であり、且つより高い精度で劣化状態を推定することが可能である。

[0100] さらに、推定モデルにより算出された蓄電池の劣化状態に対して、フィルタ処理により平滑化された蓄電池の劣化状態として出力する構成とすることで、より誤差の少ない蓄電池の劣化状態を推定することが可能となる。さらに、蓄電池から測定された電圧と電流とに対して、フィルタ処理による平滑化された平滑電圧値と平滑電流値とを算出し、平滑電圧値と平滑電流値とから平滑電圧変化量と平滑電荷変化量とを算出し、蓄電池の劣化状態を推定する構成とすることで、蓄電池から測定された電圧及び電流のノイズ等の影響を排除することが可能となり、より誤差の少ない蓄電池の劣化状態を推定することが可能となる。

[0101] さらに、蓄電池の劣化推定装置に格納された蓄電池の劣化状態を推定する推定モデルを新たな推定モデルに更新できる構成にすることで、蓄電池の劣

化推定装置を製品に搭載した後でも、より高い精度で蓄電池の劣化状態が推定できる推定モデルに更新することが可能となるため、より高い精度で蓄電池の劣化状態を推定することが可能となる。

[0102] さらに、蓄電池の劣化推定装置で測定と推定された複数の測定データと複数の推定データとを外部へ送信できる構成にすることで、蓄電池の劣化推定装置を製品に搭載した後でも、蓄電池が使用された際の蓄電池の測定データ、及び蓄電池の劣化状態の推定データを収集することが可能となる。これにより、蓄電池の様々な使用状態を含む学習データを用いた、より高い精度の新たな推定モデルを学習して更新することが可能となるため、より高い精度で蓄電池の劣化状態を推定することが可能となる。

[0103] 以上、本開示の実施形態について説明してきたが、本開示の蓄電池の劣化推定装置、及び劣化推定方法は、上述の例示にのみ限定されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲内において当業者が思いつく種々変更等を実施の形態に加えたものや、異なる実施の形態における構成要素を組み合わせで構築される形態に対しても有効である。

[0104] 例えば、本実施形態の蓄電池の劣化推定装置における、蓄電池状態推定装置の具体的な構成は本実施形態で示した構成に限定されるものではない。蓄電池状態推定装置の蓄電池測定部にて蓄電池の電圧変化量、及び電荷変化量、あるいは平滑電圧変化量、及び平滑電荷変化量を算出するために、本実施形態では、測定量取得部、電圧変化量算出部、電流変化量算出部、電荷量算出部、電荷変化量算出部、測定開始・停止制御部、電圧低域通過フィルタ部、及び電流低域通過フィルタ部で構成されたものを説明したが、上記に限定されるものではなく、蓄電池の電圧変化量、及び電荷変化量、あるいは平滑電圧変化量、及び平滑電荷変化量が算出できる構成であればその他の構成でもよい。

[0105] また、蓄電池の電圧及び電流と、蓄電池の劣化状態とをフィルタ処理して平滑化する計算式を本実施形態で説明したが、上記に限定されるものではなく、平滑化が可能な別の計算式を採用してもよい。

- [0106] また、本実施形態では機械学習により学習された推定モデルとして、全結合型ニューラルネットワークを用いたものを説明したが、上記に限定されるものではなく、例えば、リカレント型ニューラルネットワーク、決定木型の機械学習の推定モデル、重回帰分析型の機械学習の推定モデルなど、蓄電池の劣化状態を推定することが可能な推定モデルを採用してもよい。
- [0107] また、上記実施形態において、各構成要素は、専用のハードウェアで構成されるか、各構成要素に適したソフトウェアプログラムを実行することによって実現されてもよい。各構成要素は、CPUまたはプロセッサなどのプログラム実行部が、ハードディスクまたは半導体メモリなどの記録媒体に記録されたソフトウェアプログラムを読み出して実行することによって実現されてもよい。
- [0108] また、フローチャートにおける各ステップが実行される順序は、本開示を具体的に説明するために例示するためのものであり、上記以外の順序であってもよい。また、上記ステップの一部が他のステップと同時（並列）に実行されてもよいし、上記ステップの一部は実行されなくてもよい。
- [0109] また、ブロック図における機能ブロックの分割は一例であり、複数の機能ブロックを一つの機能ブロックとして実現したり、一つの機能ブロックを複数の分割したり、一部の機能を他の機能ブロックに移してもよい。また、類似する機能を有する複数の機能ブロックの機能を単一のハードウェア又はソフトウェアが並列又は時分割に処理してもよい。
- [0110] また、上記実施形態で説明した各構成要素は、ソフトウェアとして実現されても良いし、典型的には、集積回路であるLSIとして実現されてもよい。これらは、個別に1チップ化されてもよいし、一部または全てを含むように1チップ化されてもよい。ここでは、LSIとしたが、集積度の違いにより、IC、VLSI、ULSI、システムLSIと呼称されることもある。また、集積回路化の手法はLSIに限るものではなく、専用回路または汎用プロセッサで実現してもよい。
- [0111] また、本開示の一態様は、図7、図10、図14及び図16のいずれかに

示される蓄電池の劣化推定方法に含まれる特徴的な各ステップをコンピュータに実行させるコンピュータプログラムであってもよい。

- [0112] また、例えば、プログラムは、コンピュータに実行させるためのプログラムであってもよい。また、本開示の一態様は、そのようなプログラムが記録された、コンピュータ読み取り可能な非一時的な記録媒体であってもよい。例えば、そのようなプログラムを記録媒体に記録して頒布又は流通させてもよい。例えば、頒布されたプログラムを、他のプロセッサを有する装置にインストールして、そのプログラムをそのプロセッサに実行させることで、その装置に、上記各処理を行わせることが可能となる。

産業上の利用可能性

- [0113] 本開示に係る蓄電池の劣化推定装置、及び劣化推定方法は、蓄電池を使用している状態であっても劣化状態を推定することが可能で、且つより高い精度で劣化状態を推定することが可能であるため、例えば、電動自転車、電動バイク、電動自動車、電動飛行機、電動船舶、電動農機、ドローン、自動搬送装置、産業ロボット、蓄電システムなど、特に長時間・長期間連続して蓄電池を電源として動作し、且つ電欠状態や故障に陥ると事業遂行またはシステム運用に大きな影響を及ぼす機器に対して有用である。

符号の説明

- [0114] 1 蓄電池
- 1 0 蓄電池管理装置
 - 1 1 A D C 部
 - 1 2 演算部
 - 1 3 通信 I / F
 - 2 0 a、2 0 b 蓄電池測定部
 - 2 1 測定量取得部
 - 2 2 電圧変化量算出部
 - 2 3 電流変化量算出部
 - 2 4 電荷量算出部

- 2 5 電荷変化量算出部
- 2 6 測定開始・停止制御部
- 2 7 電圧低域通過フィルタ部
- 2 8 電流低域通過フィルタ部
- 3 0 a、3 0 b 蓄電池状態推定部
- 3 1 測定データ記憶部
- 3 2 a、3 2 b 劣化状態計算部
- 3 3 推定データ記憶部
- 3 4 推定モデル記憶部
- 3 5 推定モデル更新部
- 4 1、4 2、5 1 通信 I / F
- 5 2 劣化状態表示部
- 5 3 推定モデル送信部
- 5 4 測定データ / 推定データ受信部
- 1 0 0 a、1 0 0 b、1 0 0 c、1 0 0 d 蓄電池状態推定装置
- 3 2 1 劣化状態推定部
- 3 2 2 劣化状態低域通過フィルタ部
- 3 2 1 1 ニューラルネットワーク計算部
- 3 2 1 2 特徴量計算部

請求の範囲

[請求項1] 蓄電池の測定結果から前記蓄電池の劣化状態を推定する装置であって、

前記蓄電池を充放電させたときに測定された第1電圧値と、さらに測定された第2電圧値とから得られる前記蓄電池の電圧変化量を算出する第1計算部と、

前記蓄電池を充放電させたときに測定された第1電流値と、さらに測定された第2電流値とから得られる前記蓄電池の電荷変化量を算出する第2計算部と、

前記電圧変化量と、前記電荷変化量とを含む複数の測定データを格納する測定データ記憶部と、

1以上の前記電圧変化量と、1以上の前記電荷変化量とを入力とし、前記蓄電池の劣化状態を出力とする、機械学習により学習された推定モデルを格納する推定モデル記憶部と、

前記推定モデル記憶部に格納された推定モデルを用いて、前記測定データ記憶部に格納された1以上の前記電圧変化量と、1以上の前記電荷変化量とを入力とし、前記蓄電池の劣化状態を推定する推定部と、を備える

蓄電池の劣化推定装置。

[請求項2] 蓄電池の測定結果から前記蓄電池の劣化状態を推定する装置であって、

前記蓄電池を充放電させたときに測定された第1電圧値と、さらに測定された第2電圧値とから得られる前記蓄電池の電圧変化量を算出する第1計算部と、

前記蓄電池を充放電させたときに測定された第1電流値と、さらに測定された第2電流値とから得られる前記蓄電池の電荷変化量を算出する第2計算部と、

前記電圧変化量と、前記電荷変化量とを含む複数の測定データを格

納する測定データ記憶部と、

1 以上の前記電圧変化量と、1 以上の前記電荷変化量とを入力とし、前記蓄電池の劣化状態を出力とする、機械学習により学習された推定モデルを格納する推定モデル記憶部と、

前記推定モデル記憶部に格納された推定モデルを用いて、前記測定データ記憶部に格納された1 以上の前記電圧変化量と、1 以上の前記電荷変化量とを入力とし、前記蓄電池の劣化状態を推定する推定部と、

前記推定部から出力された前記蓄電池の劣化状態を入力とし、低域通過フィルタを用いて前記蓄電池の劣化状態を平滑化して出力する低域通過フィルタ部と、を備える

蓄電池の劣化推定装置。

[請求項3] 蓄電池の測定結果から前記蓄電池の劣化状態を推定する装置であって、

前記蓄電池を充放電させたときに測定された電圧を入力とし、低域通過フィルタを用いて平滑化して平滑電圧を出力する第1 低域通過フィルタ部と、

前記第1 低域通過フィルタ部から出力される第1 平滑電圧値と、さらに出力された第2 平滑電圧値とから得られる前記蓄電池の平滑電圧変化量を算出する第1 計算部と、

前記蓄電池を充放電させたときに測定された電流を入力とし、低域通過フィルタを用いて平滑化して平滑電流を出力する第2 低域通過フィルタ部と、

前記第2 低域通過フィルタ部から出力される第1 平滑電流値と、さらに出力された第2 平滑電流値とから得られる前記蓄電池の平滑電荷変化量を算出する第2 計算部と、

前記平滑電圧変化量と、前記平滑電荷変化量とを含む複数の測定データを格納する測定データ記憶部と、

1 以上の前記平滑電圧変化量と、1 以上の前記平滑電荷変化量とを入力とし、前記蓄電池の劣化状態を出力とする、機械学習により学習された推定モデルを格納する推定モデル記憶部と、

前記推定モデル記憶部に格納された推定モデルを用いて、前記測定データ記憶部に格納された1 以上の前記平滑電圧変化量と、1 以上の前記平滑電荷変化量とを入力とし、前記蓄電池の劣化状態を推定する推定部と、を備える

蓄電池の劣化推定装置。

[請求項4] 蓄電池の測定結果から前記蓄電池の劣化状態を推定する装置であって、

前記蓄電池を充放電させたときに測定された電圧を入力とし、低域通過フィルタを用いて平滑化して平滑電圧を出力する第1 低域通過フィルタ部と、

前記第1 低域通過フィルタ部から出力される第1 平滑電圧値と、さらに出力された第2 平滑電圧値とから得られる前記蓄電池の平滑電圧変化量を算出する第1 計算部と、

前記蓄電池を充放電させたときに測定された電流を入力とし、低域通過フィルタを用いて平滑化して平滑電流を出力する第2 低域通過フィルタ部と、

前記第2 低域通過フィルタ部から出力される第1 平滑電流値と、さらに出力された第2 平滑電流値とから得られる前記蓄電池の平滑電荷変化量を算出する第2 計算部と、

前記平滑電圧変化量と、前記平滑電荷変化量とを含む複数の測定データを格納する測定データ記憶部と、

1 以上の前記平滑電圧変化量と、1 以上の前記平滑電荷変化量とを入力とし、前記蓄電池の劣化状態を出力とする、機械学習により学習された推定モデルを格納する推定モデル記憶部と、

前記推定モデル記憶部に格納された推定モデルを用いて、前記測定

データ記憶部に格納された 1 以上の前記平滑電圧変化量と、1 以上の前記平滑電荷変化量とを入力とし、前記蓄電池の劣化状態を推定する推定部と、

前記推定部から出力された前記蓄電池の劣化状態を入力とし、低域通過フィルタを用いて前記蓄電池の劣化状態を平滑化して出力する第 3 低域通過フィルタ部と、を備える

蓄電池の劣化推定装置。

[請求項5] 前記蓄電池の劣化状態は、前記蓄電池の容量維持率である請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の蓄電池の劣化推定装置。

[請求項6] 前記蓄電池の劣化状態は、前記蓄電池の満充電容量値である請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の蓄電池の劣化推定装置。

[請求項7] 外部より新たな前記推定モデルを受信する受信通信部と、前記推定モデル記憶部に格納された推定モデルを、前記受信通信部より受信した新たな前記推定モデルに更新する更新部と、をさらに備える

請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の蓄電池の劣化推定装置。

[請求項8] 前記推定部で推定された前記蓄電池の劣化状態を格納する推定データ記憶部と、

前記測定データ記憶部に格納された前記複数の測定データ、及び前記推定データ記憶部に格納された前記蓄電池の劣化状態を外部へ送信する送信通信部と、をさらに備える

請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の蓄電池の劣化推定装置。

[請求項9] 蓄電池の測定結果から前記蓄電池の劣化状態を推定する方法であって、

前記蓄電池を充放電させたときに測定された第 1 電圧値と、さらに測定された第 2 電圧値とから得られる前記蓄電池の電圧変化量を算出する計算ステップと、

前記蓄電池を充放電させたときに測定された第 1 電流値と、さらに

測定された第2電流値とから得られる前記蓄電池の電荷変化量を算出する計算ステップと、

1以上の前記電圧変化量と、1以上の前記電荷変化量とを入力とし、前記蓄電池の劣化状態を出力とする、機械学習により学習された推定モデルを用いて、1以上の前記電圧変化量と、1以上の前記電荷変化量とを入力とし、前記蓄電池の劣化状態を推定する推定ステップと、を含む

蓄電池の劣化推定方法。

[請求項10] 蓄電池の測定結果から前記蓄電池の劣化状態を推定する方法であって、

前記蓄電池を充放電させたときに測定された第1電圧値と、さらに測定された第2電圧値とから得られる前記蓄電池の電圧変化量を算出する計算ステップと、

前記蓄電池を充放電させたときに測定された第1電流値と、さらに測定された第2電流値とから得られる電荷変化量を算出する計算ステップと、

1以上の前記電圧変化量と、1以上の前記電荷変化量とを入力とし、前記蓄電池の劣化状態を出力とする、機械学習により学習された推定モデルを用いて、1以上の前記電圧変化量と、1以上の前記電荷変化量とを入力とし、前記蓄電池の劣化状態を推定する推定ステップと、

前記蓄電池の劣化状態を入力とし、低域通過フィルタを用いて平滑化された前記蓄電池の劣化状態を算出する計算ステップと、を含む蓄電池の劣化推定方法。

[請求項11] 蓄電池の測定結果から前記蓄電池の劣化状態を推定する方法であって、

前記蓄電池を充放電させたときに測定された電圧を入力とし、低域通過フィルタを用いて平滑化して得られる第1平滑電圧値と、さらに

得られる第2平滑電圧値とを算出する計算ステップと、

前記第1平滑電圧値と、前記第2平滑電圧値とから得られる前記蓄電池の平滑電圧変化量を算出する計算ステップと、

前記蓄電池を充放電させたときに測定された電流を入力とし、低域通過フィルタを用いて平滑化して得られる第1平滑電流値と、さらに得られる第2平滑電流値とを算出する計算ステップと、

前記第1平滑電流値と、前記第2平滑電流値とから得られる平滑電荷変化量を算出する計算ステップと、

1以上の前記平滑電圧変化量と、1以上の前記平滑電荷変化量とを入力とし、前記蓄電池の劣化状態を出力とする、機械学習により学習された推定モデルを用いて、1以上の前記平滑電圧変化量と、1以上の前記平滑電荷変化量とを入力とし、前記蓄電池の劣化状態を推定する推定ステップと、を含む

蓄電池の劣化推定方法。

[請求項12] 蓄電池の測定結果から前記蓄電池の劣化状態を推定する方法であって、

前記蓄電池を充放電させたときに測定された電圧を入力とし、低域通過フィルタを用いて平滑化して得られる第1平滑電圧値と、さらに得られる第2平滑電圧値とを算出する計算ステップと、

前記第1平滑電圧値と、前記第2平滑電圧値とから得られる前記蓄電池の平滑電圧変化量を算出する計算ステップと、

前記蓄電池を充放電させたときに測定された電流を入力とし、低域通過フィルタを用いて平滑化して得られる第1平滑電流値と、さらに得られる第2平滑電流値とを算出する計算ステップと、

前記第1平滑電流値と、前記第2平滑電流値とから得られる前記蓄電池の平滑電荷変化量を算出する計算ステップと、

1以上の前記平滑電圧変化量と、1以上の前記平滑電荷変化量とを入力とし、前記蓄電池の劣化状態を出力とする、機械学習により学習

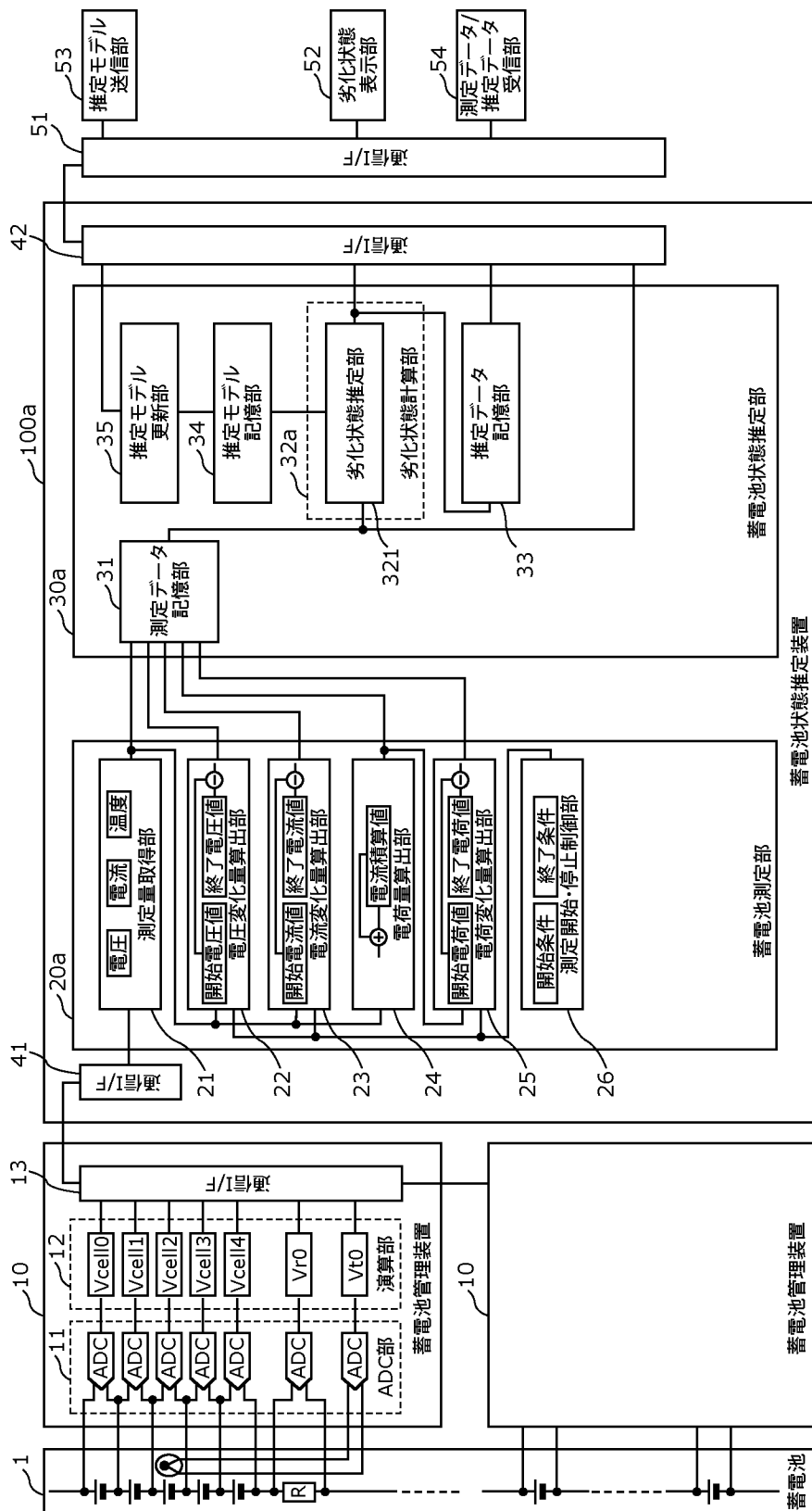
された推定モデルを用いて、1 以上の前記平滑電圧変化量と、1 以上の前記平滑電荷変化量とを入力とし、前記蓄電池の劣化状態を推定する推定ステップと、

前記蓄電池の劣化状態を入力とし、低域通過フィルタを用いて平滑化された前記蓄電池の劣化状態を算出する計算ステップと、を含む蓄電池の劣化推定方法。

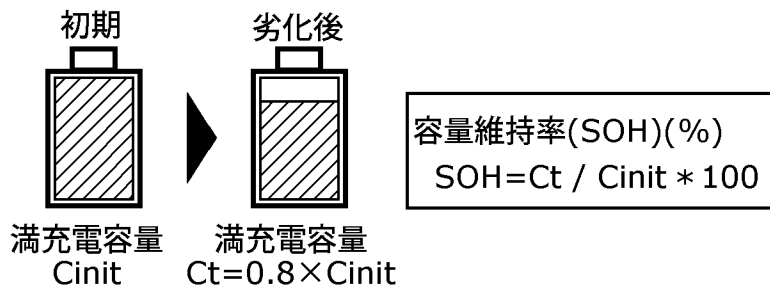
[請求項13] 前記蓄電池の劣化状態は、前記蓄電池の容量維持率である請求項9～12のいずれか1項に記載の蓄電池の劣化推定方法。

[請求項14] 前記蓄電池の劣化状態は、前記蓄電池の満充電容量値である請求項9～12のいずれか1項に記載の蓄電池の劣化推定方法。

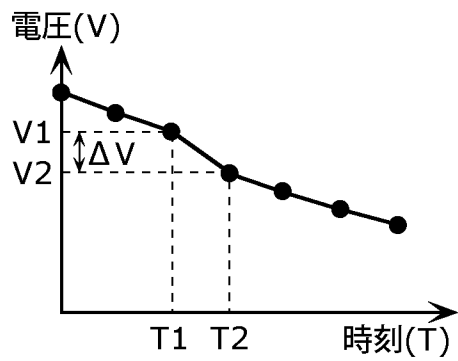
[図1]



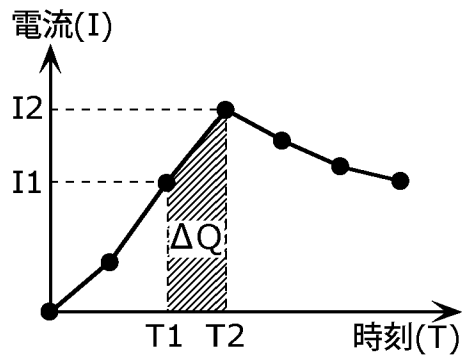
[図2]



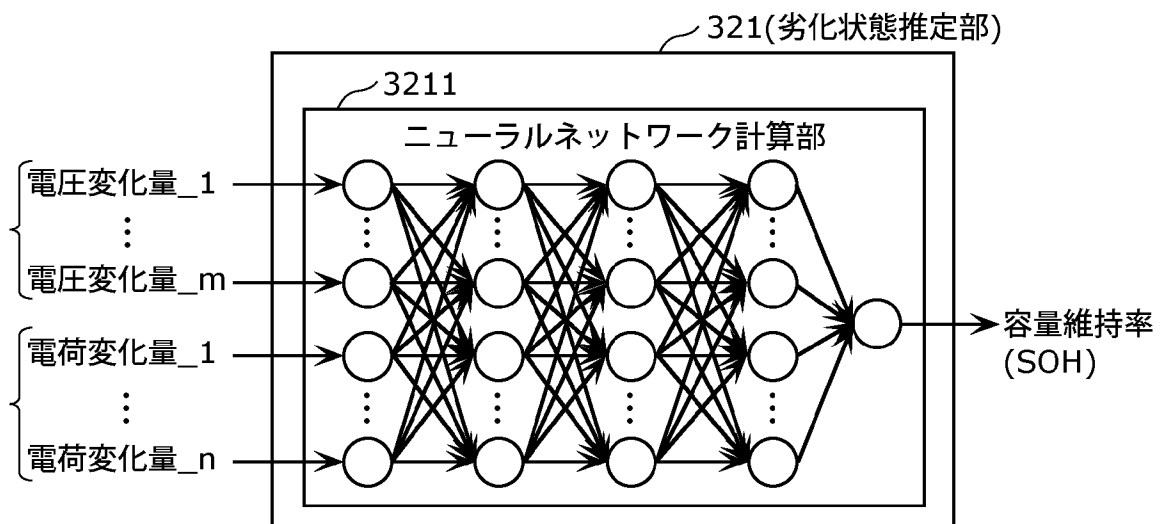
[図3]



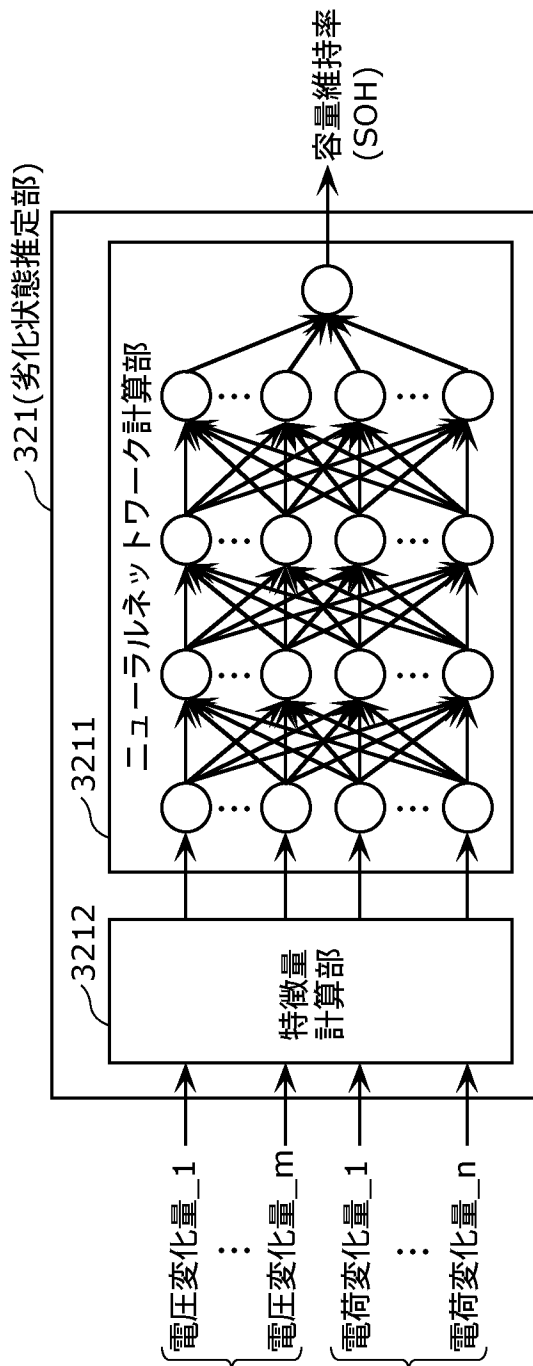
[図4]



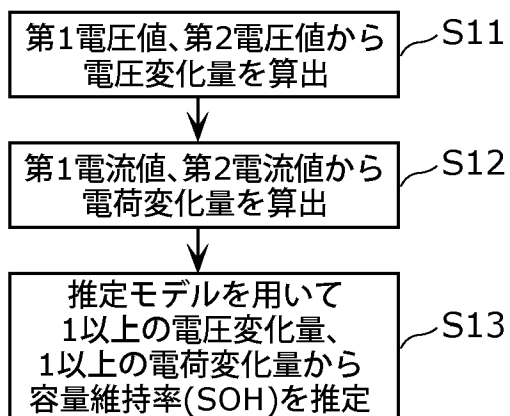
[図5]



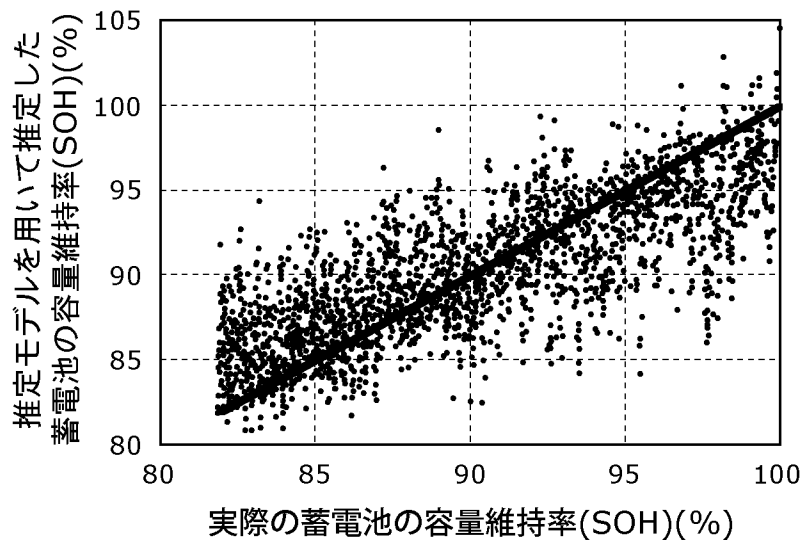
[図6]



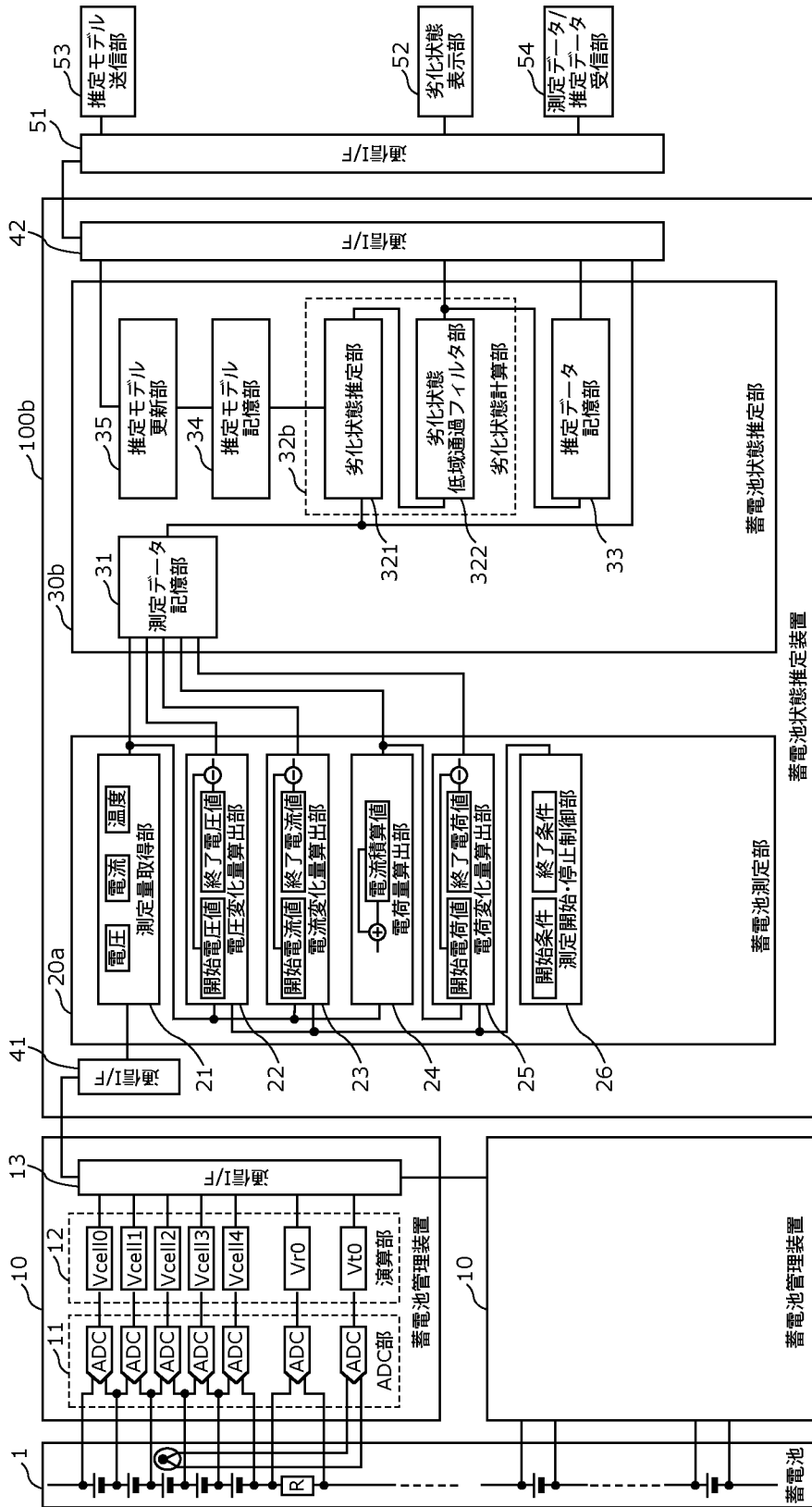
[図7]



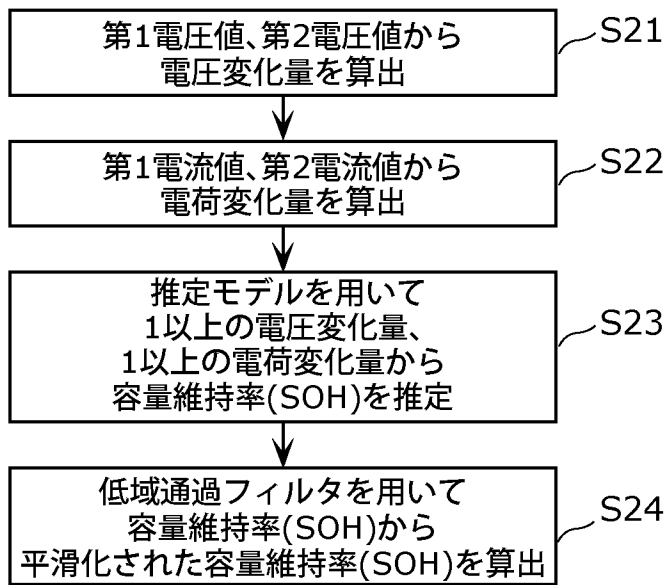
[図8]



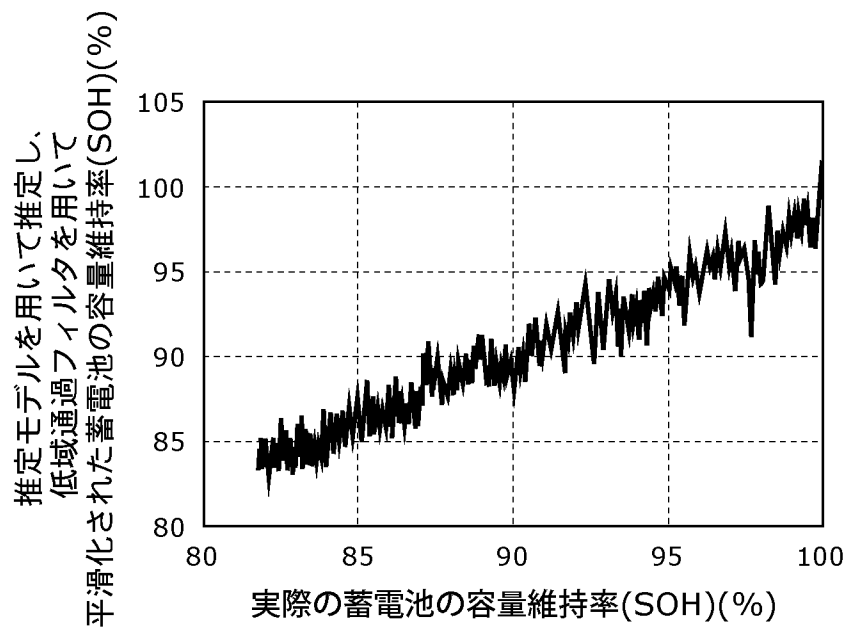
[図9]



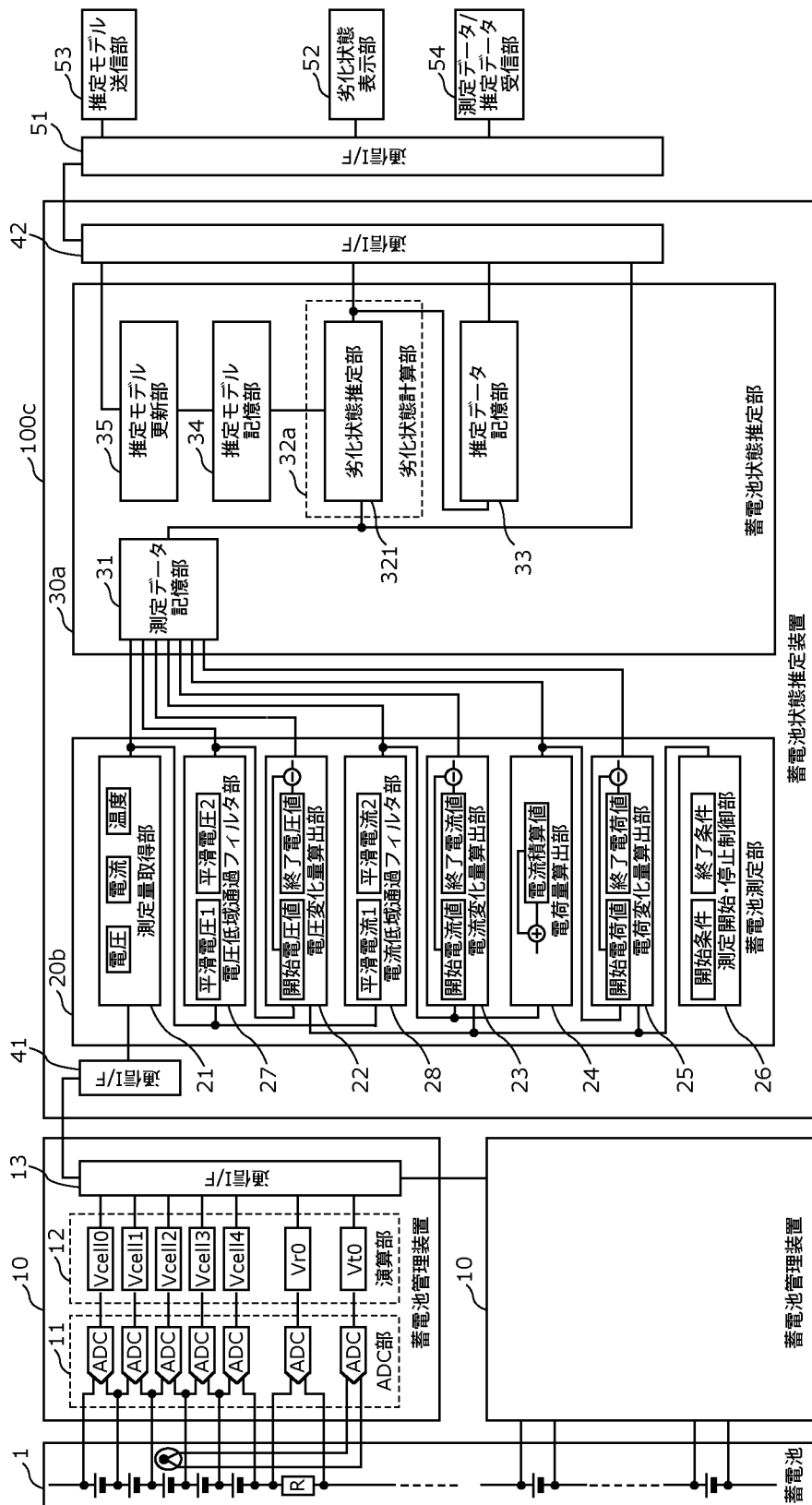
[図10]



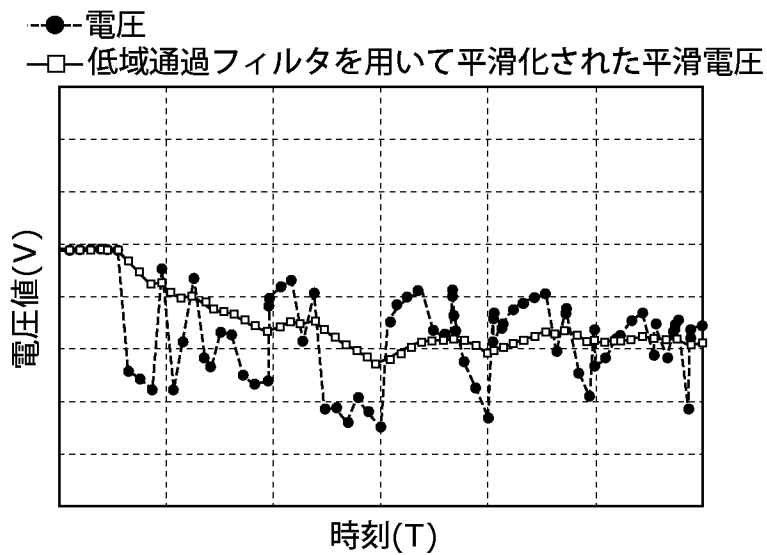
[図11]



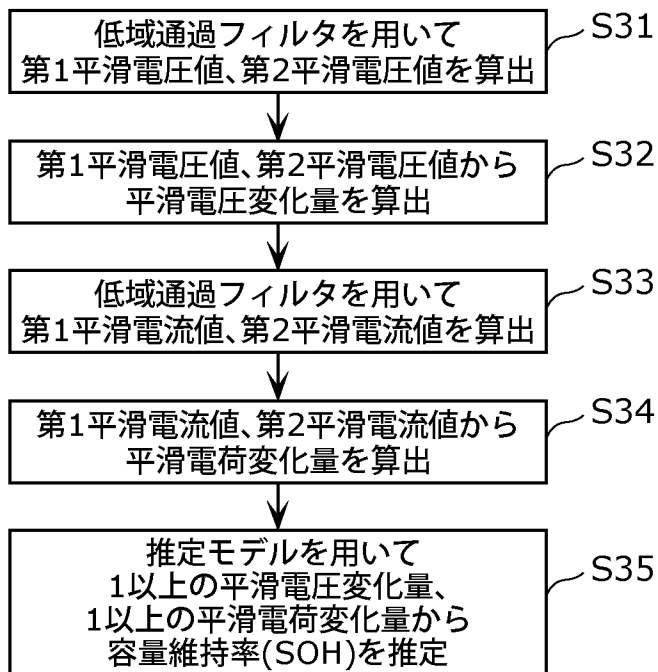
[図12]



[図13]



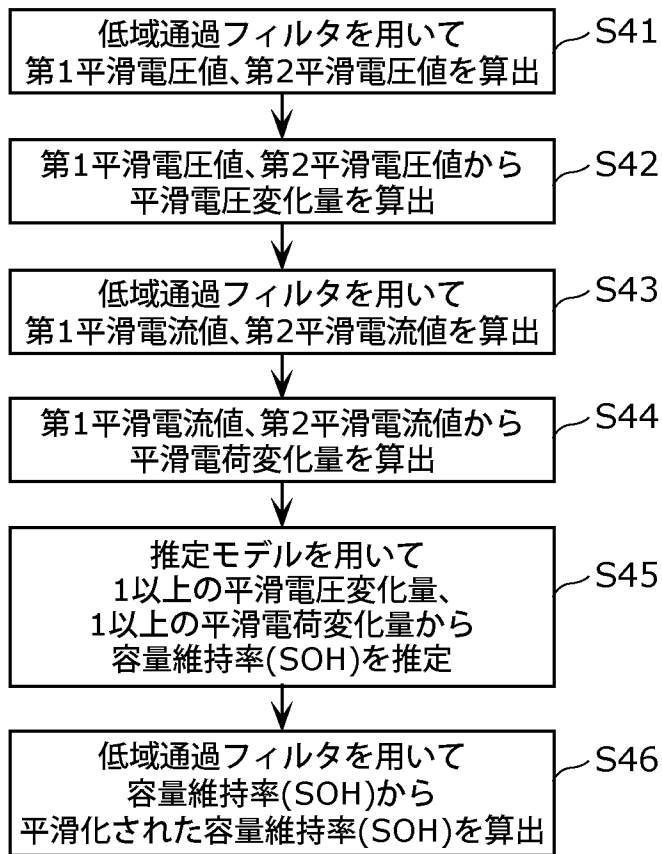
[図14]



The diagram illustrates a battery state estimation device (100d) with the following components and connections:

- Battery Management Device (10):**
 - ADC部 (11):** Five ADCs (Vcell0 to Vcell4) connected to a bus (12).
 - 演算部 (12):** Connected to the bus (12) and outputs Vr0 and Vt0.
- Battery Measurement Device (20b):**
 - 測定量取得部 (21):** Receives voltage, current, and temperature data from the battery.
 - 平滑電圧1 / 電圧低域通過フィルタ部 (22):** Processes voltage data.
 - 開始電圧値 / 終了電圧値 / 電圧変化量算出部 (23):** Calculates voltage changes.
 - 平滑電流1 / 電流低域通過フィルタ部 (24):** Processes current data.
 - 開始電流値 / 終了電流値 / 電流変化量算出部 (25):** Calculates current changes.
 - 電流積算値 / 電荷量算出部 (26):** Calculates cumulative current and charge.
 - 開始電荷値 / 終了電荷値 / 電荷変化量算出部 (27):** Calculates charge changes.
 - 開始条件 / 終了条件 / 測定開始・停止制御部 (28):** Controls measurement start and stop.
- State Estimation Unit (30b):**
 - 測定データ記憶部 (31):** Stores measurement data.
 - 推定モデル更新部 (32):** Updates the estimation model.
 - 推定モデル記憶部 (33):** Stores the estimation model.
 - 劣化状態推定部 (34):** Estimates degradation state.
 - 劣化状態低域通過フィルタ部 (35):** Filters degradation state data.
 - 劣化状態計算部 (36):** Calculates degradation state.
 - 推定データ記憶部 (37):** Stores estimated data.
- External Interface:**
 - 通信IF (41):** Connects to the battery management device.
 - 通信IF (42):** Connects to the state estimation unit.
- Output and Input:**
 - 劣化状態表示部 (52):** Displays degradation state.
 - 推定モデル送信部 (53):** Transmits the estimation model.
 - 測定データ/推定データ受信部 (54):** Receives measurement and estimated data.

[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/009114

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 31/392(2019.01)i; **G01R 31/367**(2019.01)i; **G01R 31/385**(2019.01)i; **G01R 31/387**(2019.01)i; **H01M 10/42**(2006.01)i; **H01M 10/48**(2006.01)i; **H02J 7/00**(2006.01)i

FI: G01R31/392; G01R31/385; G01R31/387; G01R31/367; H01M10/42 P; H01M10/48 P; H02J7/00 Q

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)

G01R31/36-31/396; H01M10/42-10/48; 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 1971-2023
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.
X	WO 2020/137114 A1 (YOKOGAWA ELECTRIC CORPORATION) 02 July 2020 (2020-07-02) paragraphs [0027]-[0087], fig. 1-9	1, 3, 5-9, 11, 13-14
Y		2, 4-8, 10, 12-14
Y	EP 3591414 A1 (ELECTRICITE DE FRANCE) 08 January 2020 (2020-01-08) paragraphs [0065]-[0067]	2, 4-8, 10, 12-14
Y	JP 2020-520461 A (THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF MICHIGAN) 09 July 2020 (2020-07-09) paragraph [0058]	2, 4-8, 10, 12-14
Y	JP 2009-121931 A (AUTONETWORKS TECHNOLOGIES, LIMITED) 04 June 2009 (2009-06-04) paragraphs [0026]-[0054], fig. 1-7	2, 4-8, 10, 12-14
A	WO 2021/241115 A1 (ENVISION AESC JAPAN LIMITED) 02 December 2021 (2021-12-02) entire text	1-14

☒ 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

02 May 2023

Date of mailing of the international search report

23 May 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

International application No.

PCT/JP2023/009114**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 112798960 A (CHONGQING UNIVERSITY) 14 May 2021 (2021-05-14) entire text	1-14
A	JP 9-243716 A (SANKEN ELECTRIC COMPANY, LIMITED) 19 September 1997 (1997-09-19) entire text	1-14
A	JP 6-197469 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 15 July 1994 (1994-07-15) entire text	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/009114

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2020/137114	A1	02 July 2020	US	2021/0325469	A1	
				paragraphs [0042]-[0102], fig. 1-9			
				EP	3904894	A1	
				CN	113227808	A	
				JP	2020-106470	A	
EP	3591414	A1	08 January 2020	US	2020/0009987	A1	
				CN	110673049	A	
JP	2020-520461	A	09 July 2020	WO	2018/195049	A1	
				paragraph [0081]			
				US	2020/0191876	A1	
				KR	10-2019-0136072	A	
				CN	110709717	A	
JP	2009-121931	A	04 June 2009	(Family: none)			
WO	2021/241115	A1	02 December 2021	EP	4160784	A1	
				CN	115698738	A	
				JP	2021-185354	A	
CN	112798960	A	14 May 2021	(Family: none)			
JP	9-243716	A	19 September 1997	(Family: none)			
JP	6-197469	A	15 July 1994	(Family: none)			

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01R 31/392(2019.01)i; G01R 31/367(2019.01)i; G01R 31/385(2019.01)i; G01R 31/387(2019.01)i; H01M 10/42(2006.01)i; H01M 10/48(2006.01)i; H02J 7/00(2006.01)i FI: G01R31/392; G01R31/385; G01R31/387; G01R31/367; H01M10/42 P; H01M10/48 P; H02J7/00 Q		
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）） G01R31/36-31/396; H01M10/42-10/48; 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 1971-2023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
X Y	WO 2020/137114 A1（横河電機株式会社）02.07.2020（2020-07-02） [0027]～[0087]，図1～9	1, 3, 5-9, 11, 13-14 2, 4-8, 10, 12-14
Y	EP 3591414 A1（ELECTRICITE DE FRANCE）08.01.2020（2020-01-08） [0065]～[0067]	2, 4-8, 10, 12-14
Y	JP 2020-520461 A（ザ・リージェンツ・オブ・ザ・ユニバーシティ・オブ・ミシガン）09.07.2020（2020-07-09） [0058]	2, 4-8, 10, 12-14
Y	JP 2009-121931 A（株式会社オートネットワーク技術研究所）04.06.2009（2009-06-04） [0026]～[0054]，図1～7	2, 4-8, 10, 12-14
A	WO 2021/241115 A1（株式会社エンビジョンAESCジャパン）02.12.2021（2021-12-02） 全文	1-14
☒ 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、一般的な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 02.05.2023		国際調査報告の発送日 23.05.2023
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） 小川 浩史 2S 9114 電話番号 03-3581-1101 内線 3216

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	CN 112798960 A (CHONGQING UNIVERSITY) 14.05.2021 (2021 - 05 - 14) 全文	1-14
A	JP 9-243716 A (サンケン電気株式会社) 19.09.1997 (1997 - 09 - 19) 全文	1-14
A	JP 6-197469 A (三菱電機株式会社) 15.07.1994 (1994 - 07 - 15) 全文	1-14

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/JP2023/009114

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2020/137114	A1	02.07.2020	US	2021/0325469	A1	
				[0042]-[0102], FIGs. 1-9			
				EP	3904894	A1	
				CN	113227808	A	
				JP	2020-106470	A	
EP	3591414	A1	08.01.2020	US	2020/0009987	A1	
				CN	110673049	A	
JP	2020-520461	A	09.07.2020	WO	2018/195049	A1	
				[0081]			
				US	2020/0191876	A1	
				KR	10-2019-0136072	A	
				CN	110709717	A	
JP	2009-121931	A	04.06.2009	(ファミリーなし)			
WO	2021/241115	A1	02.12.2021	EP	4160784	A1	
				CN	115698738	A	
				JP	2021-185354	A	
CN	112798960	A	14.05.2021	(ファミリーなし)			
JP	9-243716	A	19.09.1997	(ファミリーなし)			
JP	6-197469	A	15.07.1994	(ファミリーなし)			