

(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2021-170511

(P2021-170511A)

(43) 公開日 令和3年10月28日(2021.10.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 M 10/48 (2006.01)	H O 1 M 10/48 P	2 G 2 1 6
H O 2 J 7/00 (2006.01)	H O 1 M 10/48 3 O 1	5 G 5 0 3
G O 1 R 31/367 (2019.01)	H O 2 J 7/00 X	5 H O 3 0
G O 1 R 31/3842 (2019.01)	G O 1 R 31/367	
G O 1 R 31/388 (2019.01)	G O 1 R 31/3842	
審査請求 未請求 請求項の数 21 O L (全 18 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2020-73844 (P2020-73844)
 (22) 出願日 令和2年4月17日 (2020.4.17)

(71) 出願人 507357232
 株式会社エンビジョンA E S C ジャパン
 神奈川県座間市広野台二丁目10番1号
 (74) 代理人 100110928
 弁理士 速水 進治
 (74) 代理人 100127236
 弁理士 天城 聡
 (72) 発明者 陳 九廷
 神奈川県座間市広野台二丁目10番1号
 株式会社エンビジョンA E S C ジャパン内
 (72) 発明者 嶋脇 秀徳
 神奈川県座間市広野台二丁目10番1号
 株式会社エンビジョンA E S C ジャパン内
 Fターム(参考) 2G216 BA07 CB11 CB31 CB34 CB51
 CB55

最終頁に続く

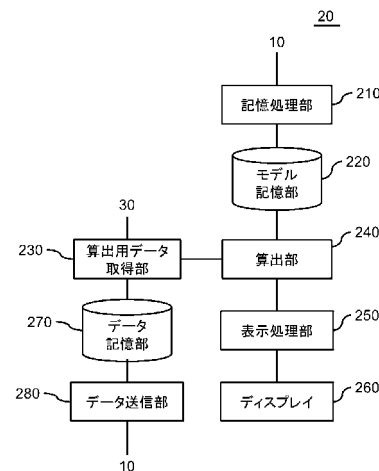
(54) 【発明の名称】 残容量推定装置、モデル生成装置、残容量推定方法、モデル生成方法、及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】機械学習を用いて蓄電池の残容量を推定する場合において、計算量を少なくする。

【解決手段】残容量推定装置20は、記憶処理部210及び算出部240を備えている。記憶処理部210は、モデル生成装置10からモデルを取得し、モデル記憶部220に記憶させる。記憶処理部210は、モデル生成装置10からモデルを更新するためのデータを取得した場合、モデル記憶部220に記憶されているモデルを更新する。算出部240は、モデル記憶部220が記憶されているモデルを用いて、残容量推定装置20が管理している蓄電池30の残容量を算出する。この際、モデルに入力されるデータ(算出用測定データ)は、蓄電池30の電流、電圧、及び温度を含んでいる。モデルを生成するときの入力データが電流、電圧、及び温度のみである場合、算出用測定データは、電流、電圧、及び温度のみである。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

蓄電池の電流、電圧、及び温度を含む訓練用測定データを入力値として、当該蓄電池の残容量値である訓練用残容量値を目標値とした訓練データを複数機械学習することにより生成されたモデルを記憶部に記憶させる記憶処理部と、

処理対象となる対象蓄電池の電流、電圧、及び温度を含む算出用測定データを取得し、当該算出用測定データを前記モデルに入力することにより、前記対象蓄電池の残容量を算出する算出部と、
を備える残容量推定装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の残容量推定装置において、

前記モデルは、複数の前記蓄電池に関する前記訓練データを用いて生成されている残容量推定装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の残容量推定装置において、

前記記憶処理部は、外部の装置から繰り返し前記モデルを更新するためのデータを取得し、当該データを用いて前記記憶部に記憶されている前記モデルを更新する残容量推定装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の残容量推定装置において、

少なくとも一つの前記算出用測定データと、前記算出用測定データを測定したときの前記対象蓄電池の残容量値を特定するためのデータとを、前記訓練データとして前記外部の装置に送信するデータ送信部をさらに備える残容量推定装置。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の残容量推定装置において、

前記訓練用測定データ及び前記算出用測定データは、いずれも電流、電圧、及び温度からなる残容量推定装置。

【請求項 6】

蓄電池の電流、電圧、及び温度からなる訓練用測定データを入力値として、当該蓄電池の残容量値である訓練用残容量値を目標値とした訓練データを複数取得する訓練データ取得部と、

前記複数の訓練データを機械学習することにより、処理対象となる対象蓄電池の電流、電圧、及び温度を含む算出用測定データから当該対象蓄電池の残容量を算出するためのモデルを生成するモデル生成部と、
を備えるモデル生成装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載のモデル生成装置において、

n 組の前記訓練データを $3 \times n$ の対象行列に加工し、当該対象行列を処理することにより、 L 個のデータからなる一次元データを生成する事前処理部と、
を備え、

前記モデル生成部は、前記一次元データを入力値として前記モデルを生成するモデル生成装置。

【請求項 8】

蓄電池の電流、電圧、及び温度を含む訓練用測定データを入力値として、当該蓄電池の残容量値である訓練用残容量値を目標値とした訓練データを複数取得する訓練データ取得部と、

n 組の前記訓練データを $m \times n$ の対象行列（ただし、 m は訓練用測定データに含まれるデータの種類の数）に加工し、当該対象行列を処理することにより、 z 個のデータからなる一次元データを生成する事前処理部と、

前記一次元データを入力値として機械学習を行うことにより、処理対象となる対象蓄電

10

20

30

40

50

池の電流、電圧、及び温度を含む算出用測定データから当該対象蓄電池の残容量を算出するためのモデルを生成するモデル生成部と、
を備えるモデル生成装置。

【請求項 9】

請求項 7 又は 8 に記載のモデル生成装置において、

前記事前処理部は、前記対象行列にデジタルフィルタを処理することにより、前記対象行列の行及び列のうち前記電流、電圧、及び温度に対応する一方を当該一方の次元数より多い次元数に拡張しつつ、前記対象行列の行及び列の他方を当該他方の次元数より少ない次元数に縮小する変換処理を少なくとも一回行うことにより、前記一次元データを生成するモデル生成装置。

10

【請求項 10】

請求項 9 に記載のモデル生成装置において、

前記デジタルフィルタは行列であり、

前記事前処理部は、前記変換処理として、以下の (1) 及び (2) を少なくとも一回行うモデル生成装置。

(1) 前記対象行列から、前記デジタルフィルタと同じ行数および列数からなる部分行列を切り出す。

(2) 前記部分行列に前記デジタルフィルタを演算し、当該演算の結果の各成分を足し合わせた値を、処理後の前記対象行列の成分とする。

【請求項 11】

20

請求項 10 に記載のモデル生成装置において、

前記事前処理部は、前記変換処理において、前記 (1) の前に、前記対象行列の外周にダミー値を加えることにより当該対象行列の行および列の少なくとも一方を拡張する処理を行うモデル生成装置。

【請求項 12】

請求項 7 ～ 11 のいずれか一項に記載のモデル生成装置において、

前記事前処理部は、さらに、前記 n 組の訓練データに対応する n 個の前記訓練用残容量値を処理することにより、 k 個 (ただし $k < n$) のデータからなる前記目標値を生成するモデル生成装置。

【請求項 13】

30

請求項 6 ～ 12 のいずれか一項に記載のモデル生成装置において、

前記機械学習はニューラルネットワークを用いて行われるモデル生成装置。

【請求項 14】

請求項 6 ～ 13 のいずれか一項に記載のモデル生成装置において、

蓄電池の電流、電圧、温度、及び残容量値それぞれの測定値を含む実績データが準備されており、

前記訓練データは、前記実績データの一部を用いて生成されており、

前記モデル生成部は、前記実績データの残りの少なくとも一つを用いて、前記モデルを検証するモデル生成装置。

【請求項 15】

40

請求項 6 ～ 13 のいずれか一項に記載のモデル生成装置において、

前記訓練データ取得部は、前記蓄電池の種類別に、前記訓練データを取得し、

前記モデル生成部は、前記蓄電池の種類別に前記モデルを生成するモデル生成装置。

【請求項 16】

コンピュータが、

蓄電池の電流、電圧、及び温度を含む訓練用測定データを入力値として、当該蓄電池の残容量値である訓練用残容量値を目標値とした訓練データを複数機械学習することにより生成されたモデルを記憶部に記憶させ、

処理対象となる対象蓄電池の電流、電圧、及び温度を含む算出用測定データを取得し、当該算出用測定データを前記モデルに入力することにより、前記対象蓄電池の残容量を

50

算出する、残容量推定方法。

【請求項 17】

コンピュータが、

蓄電池の電流、電圧、及び温度からなる訓練用測定データを入力値として、当該蓄電池の残容量値である訓練用残容量値を目標値とした訓練データを複数取得し、

前記訓練データを機械学習することにより、処理対象となる対象蓄電池の電流、電圧、及び温度を含む算出用測定データから当該対象蓄電池の残容量を算出するためのモデルを生成する、モデル生成方法。

【請求項 18】

コンピュータが、

蓄電池の電流、電圧、及び温度を含む訓練用測定データを入力値として、当該蓄電池の残容量値である訓練用残容量値を目標値とした訓練データを複数取得し、

n 組の前記訓練データを $m \times n$ の対象行列に加工し、当該対象行列を処理することにより、 z 個のデータからなる一次元データを生成し、

前記一次元データを入力値として機械学習を行うことにより、処理対象となる対象蓄電池の電流、電圧、及び温度を含む算出用測定データから当該対象蓄電池の残容量を算出するためのモデルを生成する、モデル生成方法。

【請求項 19】

コンピュータに、

蓄電池の電流、電圧、及び温度を含む訓練用測定データを入力値として、当該蓄電池の残容量値である訓練用残容量値を目標値とした訓練データを複数機械学習することにより生成されたモデルを記憶部に記憶させる記憶処理機能と、

処理対象となる対象蓄電池の電流、電圧、及び温度を含む算出用測定データを取得し、当該算出用測定データを前記モデルに入力することにより、前記対象蓄電池の残容量を算出する算出機能と、
を持たせるプログラム。

【請求項 20】

コンピュータに、

蓄電池の電流、電圧、及び温度からなる訓練用測定データを入力値として、当該蓄電池の残容量値である訓練用残容量値を目標値とした訓練データを複数取得する取得機能と、

前記訓練データを機械学習することにより、処理対象となる対象蓄電池の電流、電圧、及び温度を含む算出用測定データから当該対象蓄電池の残容量を算出するためのモデルを生成するモデル生成機能と、
を持たせるプログラム。

【請求項 21】

コンピュータに、

蓄電池の電流、電圧、及び温度を含む訓練用測定データを入力値として、当該蓄電池の残容量値である訓練用残容量値を目標値とした訓練データを複数取得する取得機能と、

n 組の前記訓練データを $m \times n$ の対象行列に加工し、当該対象行列を処理することにより、 z 個のデータからなる一次元データを生成する事前処理機能と、

前記一次元データを入力値として機械学習を行うことにより、処理対象となる対象蓄電池の電流、電圧、及び温度を含む算出用測定データから当該対象蓄電池の残容量を算出するためのモデルを生成するモデル生成機能と、
を持たせるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、残容量推定装置、モデル生成装置、残容量推定方法、モデル生成方法、及びプログラムに関する。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

近年は様々な場所で蓄電池が用いられている。第1の例として、蓄電池は車両などの移動体の動力源として用いられている。第2の例として、蓄電池は、余剰電力を一時的に蓄電するために用いられている。

【0003】

蓄電池を利用する際、蓄電池の残容量を精度良く算出することは重要である。例えば特許文献1及び2には、ニューラルネットワークなどの機械学習を用いてモデルを生成し、このモデルを用いて蓄電池の残容量を算出することが記載されている。また特許文献3には、第1時点における蓄電池のSOC及びSOHを用いて、それより後の第2時点のSOHを推定することが記載されている。さらに特許文献4には、第1時点における蓄電池のSOH、及び第1時点からそれより後の第2時点の間の蓄電池の状態に係る時系列データを用いて、第2時点のSOHを推定することが記載されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2007-240521号公報

【特許文献2】特開2008-232758号公報

【特許文献3】国際公開第2019/181728号

【特許文献4】国際公開第2019/181729号

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

一般的に、機械学習は計算量が増える反面、精度の高い場合が多い。一方、蓄電池の残容量を推定する際の計算量が少ない場合、例えばリアルタイムで蓄電池残容量を算出することができる。このため、機械学習を用いて蓄電池の残容量を推定する場合において、計算量を少なくすることは重要である。

【0006】

本発明の目的の一例は、機械学習を用いて蓄電池の残容量を推定する場合において、計算量を少なくすることにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明によれば、蓄電池の電流、電圧、及び温度を含む訓練用測定データを入力値として、当該蓄電池の残容量値である訓練用残容量値を目標値とした訓練データを複数機械学習することにより生成されたモデルを記憶部に記憶させる記憶処理部と、

処理対象となる対象蓄電池の電流、電圧、及び温度を含む算出用測定データを取得し、当該算出用測定データを前記モデルに入力することにより、前記対象蓄電池の残容量を算出する算出部と、

を備える残容量推定装置が提供される。

【0008】

40

本発明によれば、蓄電池の電流、電圧、及び温度からなる訓練用測定データを入力値として、当該蓄電池の残容量値である訓練用残容量値を目標値とした訓練データを複数取得する訓練データ取得部と、

前記複数の訓練データを機械学習することにより、処理対象となる対象蓄電池の電流、電圧、及び温度を含む算出用測定データから当該対象蓄電池の残容量を算出するためのモデルを生成するモデル生成部と、

を備えるモデル生成装置が提供される。

【0009】

本発明によれば、蓄電池の電流、電圧、及び温度を含む訓練用測定データを入力値として、当該蓄電池の残容量値である訓練用残容量値を目標値とした訓練データを複数取得す

50

る訓練データ取得部と、

n組の前記訓練データを $m \times n$ の対象行列（ただし、mは訓練用測定データに含まれるデータの種類の数）に加工し、当該対象行列を処理することにより、z個のデータからなる一次元データを生成する事前処理部と、

前記一次元データを入力値として機械学習を行うことにより、処理対象となる対象蓄電池の電流、電圧、及び温度を含む算出用測定データから当該対象蓄電池の残容量を算出するためのモデルを生成するモデル生成部と、

を備えるモデル生成装置が提供される。

【0010】

本発明によれば、コンピュータが、

10

蓄電池の電流、電圧、及び温度を含む訓練用測定データを入力値として、当該蓄電池の残容量値である訓練用残容量値を目標値とした訓練データを複数機械学習することにより生成されたモデルを記憶部に記憶させ、

処理対象となる対象蓄電池の電流、電圧、及び温度を含む算出用測定データを取得し、当該算出用測定データを前記モデルに入力することにより、前記対象蓄電池の残容量を算出する、残容量推定方法が提供される。

【0011】

本発明によれば、コンピュータが、

蓄電池の電流、電圧、及び温度からなる訓練用測定データを入力値として、当該蓄電池の残容量値である訓練用残容量値を目標値とした訓練データを複数取得し、

20

前記訓練データを機械学習することにより、処理対象となる対象蓄電池の電流、電圧、及び温度を含む算出用測定データから当該対象蓄電池の残容量を算出するためのモデルを生成する、モデル生成方法が提供される。

【0012】

本発明によれば、コンピュータが、

蓄電池の電流、電圧、及び温度を含む訓練用測定データを入力値として、当該蓄電池の残容量値である訓練用残容量値を目標値とした訓練データを複数取得し、

n組の前記訓練データを $m \times n$ の対象行列に加工し、当該対象行列を処理することにより、z個のデータからなる一次元データを生成し、

前記一次元データを入力値として機械学習を行うことにより、処理対象となる対象蓄電池の電流、電圧、及び温度を含む算出用測定データから当該対象蓄電池の残容量を算出するためのモデルを生成する、モデル生成方法が提供される。

30

【0013】

本発明によれば、コンピュータに、

蓄電池の電流、電圧、及び温度を含む訓練用測定データを入力値として、当該蓄電池の残容量値である訓練用残容量値を目標値とした訓練データを複数機械学習することにより生成されたモデルを記憶部に記憶させる記憶処理機能と、

処理対象となる対象蓄電池の電流、電圧、及び温度を含む算出用測定データを取得し、当該算出用測定データを前記モデルに入力することにより、前記対象蓄電池の残容量を算出する算出機能と、

40

を持たせるプログラムが提供される。

【0014】

本発明によれば、コンピュータに、

蓄電池の電流、電圧、及び温度からなる訓練用測定データを入力値として、当該蓄電池の残容量値である訓練用残容量値を目標値とした訓練データを複数取得する取得機能と、

前記訓練データを機械学習することにより、処理対象となる対象蓄電池の電流、電圧、及び温度を含む算出用測定データから当該対象蓄電池の残容量を算出するためのモデルを生成するモデル生成機能と、

を持たせるプログラムが提供される。

50

【0015】

本発明によれば、コンピュータに、

蓄電池の電流、電圧、及び温度を含む訓練用測定データを入力値として、当該蓄電池の残容量値である訓練用残容量値を目標値とした訓練データを複数取得する取得機能と、

n組の前記訓練データを $m \times n$ の対象行列に加工し、当該対象行列を処理することにより、z個のデータからなる一次元データを生成する事前処理機能と、

前記一次元データを入力値として機械学習を行うことにより、処理対象となる対象蓄電池の電流、電圧、及び温度を含む算出用測定データから当該対象蓄電池の残容量を算出するためのモデルを生成するモデル生成機能と、

を持たせるプログラムが提供される。

10

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、機械学習を用いて蓄電池の残容量を推定する場合において、計算量は少なくなる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】実施形態に係るモデル生成装置及び残容量推定装置の使用環境を説明するための図である。

【図2】モデル生成装置の機能構成の一例を示す図である。

【図3】残容量推定装置の機能構成の一例を示す図である。

20

【図4】モデル生成装置のハードウェア構成例を示す図である。

【図5】モデル生成装置が行うモデルの生成処理の一例を示すフローチャートである。

【図6】図6のステップS30の第1例を説明するための図である。

【図7】図6のステップS30の第2例を説明するための図である。

【図8】図6のステップS30の第2例を説明するための図である。

【図9】残容量推定装置が行う処理の一例を示すフローチャートである。

【図10】図9に示す処理の要部を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。尚、すべての図面において、同様な構成要素には同様の符号を付し、適宜説明を省略する。

30

【0019】

図1は、実施形態に係るモデル生成装置10及び残容量推定装置20の使用環境を説明するための図である。モデル生成装置10及び残容量推定装置20は、蓄電池30と共に使用される。残容量推定装置20は、蓄電池30のBMS（Battery Management System）であってもよいし、蓄電池30のBMSとは別の装置であってもよい。

【0020】

蓄電池30は機器40に電力を供給する。本図に示す例において、残容量推定装置20及び蓄電池30は機器40の中に設けられている。一例として、機器40は、例えば電動車両などの車両である。ただし、蓄電池30が家庭用の蓄電池の場合、機器40は家庭で用いられる電気機器となる。この場合、蓄電池30は機器40の外部に位置する。また蓄電池30は、系統電力網に接続していてもよい。この場合、蓄電池30は、供給される電力を平準化するために用いられる。具体的には、機器40は、電力が余っている時には電力を蓄え、電力が不測している時には電力を供給する。

40

【0021】

残容量推定装置20は、蓄電池30の残容量（単位はAh）を、モデルを用いて推定する。モデル生成装置10は、残容量推定装置20が用いるモデルを、機械学習、例えばニューラルネットワークを用いて生成し、かつ更新する。

【0022】

モデル生成装置10は、複数の蓄電池30から蓄電池30の状態に関するデータの測定

50

値（以下、実績データと記載）を取得する。そして複数の実績データの一部は、機械学習の訓練データとして用いられ、実績データの残りの少なくとも一部は、モデルを検証するために用いられる。

【0023】

実績データは、少なくとも、蓄電池30の電流、電圧、温度、及び残容量値を含んでいる。ここで実績データは、蓄電池30の種類（例えば品名や型番）を特定する情報を含んでいるのが好ましい。このようにすると、モデル生成装置10は、蓄電池30の種類別にモデルを生成することができる。そして残容量推定装置20は、当該残容量推定装置20が接続している蓄電池30の種類に対応するモデルをモデル生成装置10から取得し、使用することができる。したがって、残容量推定装置20による蓄電池30の残容量の推定精度は高くなる。

10

【0024】

実績データの少なくとも一部はデータ収集装置50から取得される。データ収集装置50は実績データを集める装置であり、複数の蓄電池30のそれぞれから実績データを取得する。データ収集装置50が管理している蓄電池30は、実績データを集めることを主目的として使用されている。なお、実績データはさらに残容量推定装置20から取得されてもよい。

【0025】

図2は、モデル生成装置10の機能構成の一例を示す図である。本図に示す例において、モデル生成装置10は、訓練データ取得部130及びモデル生成部150を備えている。訓練データ取得部130は、複数の訓練データを取得する。訓練データのそれぞれは、蓄電池の電流、電圧、及び温度を含む訓練用測定データを入力値として、当該蓄電池の残容量値である訓練用残容量値を目標値としている。モデル生成部150は、複数の訓練データを機械学習することにより、モデルを生成する。このモデルは、処理対象となる対象蓄電池の電流、電圧、及び温度を含む算出用測定データから当該対象蓄電池の残容量を算出する。

20

【0026】

なお、訓練用測定データは、電流、電圧、及び温度のみであってもよい。この場合、モデルに入力される算出用測定データも、電流、電圧、及び温度のみになる。

【0027】

モデル生成装置10は、さらに事前処理部140を備えている。訓練用測定データに含まれるデータ（パラメータ）の種類を m （例えば電流、電圧、及び温度のみの場合は $m=3$ ）とした場合、事前処理部140は、 n 組の訓練用測定データを $m \times n$ の対象行列に加工し、当該対象行列を処理することにより、 z 個のデータからなる一次元データを生成する。モデル生成部150は、この一次元データを入力値としてモデルを生成する。事前処理部140は、一次元モデルを生成する際、デジタルフィルタを用いる。この処理の詳細例については後述する。

30

【0028】

また事前処理部140は、 n 組の訓練用測定データに対応する n 個の訓練用残容量値を処理することにより、 k 個（ただし $k < n$ ）のデータからなる目標値を生成する。ここで、 $k=1$ であってもよいし、 $k=z$ であってもよい。

40

【0029】

モデル生成部150が生成したモデルは、モデル記憶部160に記憶される。そしてモデル記憶部160に記憶されたモデルは、モデル送信部170によって残容量推定装置20に送信される。本図に示す例において、モデル記憶部160及びモデル送信部170は、モデル生成装置10の一部となっている。ただし、モデル記憶部160及びモデル送信部170の少なくとも一方はモデル生成装置10の外部の装置になっていてもよい。

【0030】

本図に示す例において、モデル生成装置10は、さらに、実績取得部110、実績記憶部120、訓練データ取得部130、及び検証用データ取得部180を備えている。

50

【0031】

実績取得部110は、残容量推定装置20及びデータ収集装置50の少なくとも一方から、上記した実績データを取得し、実績記憶部120に記憶させる。ここで実績取得部110は、実績データを、当該実績データの取得先を特定する情報に対応付けて記憶する。また実績取得部110は、実績データを、当該実績データの測定対象となった蓄電池30の種類を示す情報に対応付けて記憶してもよい。

【0032】

上記したように、複数の実績データの一部は、上記した訓練データとして用いられ、実績データの残りの少なくとも一部は、モデルを検証するために用いられる。このため、実績記憶部120は、複数の実績データのそれぞれを、訓練データとして用いられるデータか否かを示す情報に対応付けて記憶している。この対応付けは、ユーザからの入力に従って行われてもよいし、実績取得部110が行ってもよい。

10

【0033】

そして訓練データ取得部130は、実績記憶部120から、実績データのうち訓練データとして用いられるデータを読み出す。モデル生成部150が蓄電池30の種類別にモデルを生成する場合、訓練データ取得部130は、モデルの種類別に訓練データを読み出す。

【0034】

また検証用データ取得部180は、実績データのうち訓練データとして用いられないデータの少なくとも一部を、モデル生成部150が生成したモデルを検証するために読み出す。このモデルの検証は、モデル生成部150が行う。

20

【0035】

なお、実績取得部110は定期的に動作しているため、実績記憶部120に記憶されている実績データは定期的に更新（追加）される。そしてモデル生成部150は、定期的にモデルを更新する。モデル送信部170は、モデル記憶部160に記憶されているモデルが更新されると、モデルを更新するためのデータを残容量推定装置20に送信する。

【0036】

図3は、残容量推定装置20の機能構成の一例を示す図である。残容量推定装置20は、記憶処理部210及び算出部240を備えている。

【0037】

記憶処理部210は、モデル生成装置10からモデルを取得し、モデル記憶部220に記憶させる。記憶処理部210は、モデル生成装置10からモデルを更新するためのデータを取得した場合、このデータを用いて、モデル記憶部220に記憶されているモデルを更新する。本図に示す例において、モデル記憶部220は残容量推定装置20の一部となっている。ただし、モデル記憶部220は残容量推定装置20の外部の装置であってもよい。

30

【0038】

算出部240は、モデル記憶部220が記憶されているモデルを用いて、残容量推定装置20が管理している蓄電池30の残容量を算出する。この際、モデルに入力されるデータ（以下、算出用測定データと記載）は、蓄電池30の電流、電圧、及び温度を含んでいる。例えばモデルを生成するときの入力データが電流、電圧、及び温度のみである場合、算出用測定データは、電流、電圧、及び温度のみである。

40

【0039】

本実施形態において、残容量推定装置20は、表示処理部250を備えている。表示処理部250は、算出部240が算出した蓄電池30の残容量をディスプレイ260に表示させる。ディスプレイ260は、機器40の使用者が視認可能な位置に配置されている。例えば機器40が車両の場合、ディスプレイ260は当該車両の内部（例えば運転席の前又は斜め前）に設けられている。

【0040】

算出部240が行う処理の演算量は少ない。このため、算出部240がリアルタイムの

50

算出用測定データを取得する場合、算出部 240 は、ほぼリアルタイムの蓄電池 30 の残容量を算出することができる。このため、機器 40 の使用者は、ディスプレイ 260 を見ることににより、ほぼリアルタイムで蓄電池 30 の残量を確認できる。

【0041】

本図に示す例において、残容量推定装置 20 は、さらに算出用データ取得部 230、データ記憶部 270、及びデータ送信部 280 を備えている。

【0042】

算出用データ取得部 230 は、蓄電池 30 から算出用測定データを取得する。データ記憶部 270 は、算出用データ取得部 230 が取得したデータを記憶する。データ送信部 280 は、少なくとも一部の算出用測定データを、当該算出用測定データを測定したときの蓄電池 30 の残容量を特定するためのデータと共に、モデル生成装置 10 に送信する。このデータは、実績データとして扱われる。なお、算出用測定データを測定したときの蓄電池 30 の残容量を特定するためのデータは、例えば、以下のようにして算出される。この算出処理は、残容量推定装置 20 が行ってもよいし、残容量推定装置 20 の外部の装置が行ってもよい。

【0043】

まず、蓄電池 30 の充電率 (SOC) と開放電圧 (OCV) の関係を予め調べておく。そして、定期的に、開放電圧を測定し、この測定値を蓄電池 30 の蓄電率に変換することにより、充電率の変化量、すなわち所定の期間における蓄電池 30 の充電率の変化 (ΔSOC) を算出する。

【0044】

一方、蓄電池 30 の放電電流及び充電電流をそれぞれ測定し続けてこの測定結果を積算することにより、上記の所定の期間における蓄電池 30 の残容量の変化量 (ΔC) を算出する。そして、この変化量 (ΔC) を ΔSOC で除すること ($\Delta C / \Delta SOC$) により、蓄電池 30 の満容量の絶対値を算出する。

【0045】

上記した蓄電池 30 の満容量の絶対値の算出処理は、定期的に行われる。そして、所望のタイミングにおける蓄電池 30 の残容量は、「そのタイミングにおける $SOC \times$ 蓄電池 30 の満容量の絶対値」によって算出される。

【0046】

図 4 は、モデル生成装置 10 のハードウェア構成例を示す図である。モデル生成装置 10 は、バス 1010、プロセッサ 1020、メモリ 1030、ストレージデバイス 1040、入出力インタフェース 1050、及びネットワークインタフェース 1060 を有する。

【0047】

バス 1010 は、プロセッサ 1020、メモリ 1030、ストレージデバイス 1040、入出力インタフェース 1050、及びネットワークインタフェース 1060 が、相互にデータを送受信するためのデータ伝送路である。ただし、プロセッサ 1020 などを互いに接続する方法は、バス接続に限定されない。

【0048】

プロセッサ 1020 は、CPU (Central Processing Unit) や GPU (Graphics Processing Unit) などで実現されるプロセッサである。

【0049】

メモリ 1030 は、RAM (Random Access Memory) などで実現される主記憶装置である。

【0050】

ストレージデバイス 1040 は、HDD (Hard Disk Drive)、SSD (Solid State Drive)、メモリカード、又は ROM (Read Only Memory) などで実現される補助記憶装置である。ストレージデバイス 1040 はモデル生成装置 10 の各機能 (例えば実績取得部 110、訓練データ取得部 130、事前処理部 140、モデル生成部 150、モデル送信

10

20

30

40

50

部 170、及び検証用データ取得部 180) を実現するプログラムモジュールを記憶している。プロセッサ 1020 がこれら各プログラムモジュールをメモリ 1030 上に読み込んで実行することで、そのプログラムモジュールに対応する各機能が実現される。また、ストレージデバイス 1040 は実績記憶部 120 及びモデル記憶部 160 としても機能する。

【0051】

入出力インタフェース 1050 は、モデル生成装置 10 と各種入出力機器とを接続するためのインタフェースである。

【0052】

ネットワークインタフェース 1060 は、モデル生成装置 10 をネットワークに接続するためのインタフェースである。このネットワークは、例えば LAN (Local Area Network) や WAN (Wide Area Network) である。ネットワークインタフェース 1060 がネットワークに接続する方法は、無線接続であってもよいし、有線接続であってもよい。モデル生成装置 10 は、ネットワークインタフェース 1060 を介して残容量推定装置 20 及びデータ収集装置 50 と通信してもよい。

【0053】

なお、残容量推定装置 20 のハードウェア構成も図 4 に示した例と同様である。そして、ストレージデバイスは、残容量推定装置 20 の各機能 (例えば記憶処理部 210、算出用データ取得部 230、算出部 240、ディスプレイ 260、及びデータ送信部 280) を実現するプログラムモジュールを記憶している。またストレージデバイスは、モデル記憶部 220 及びデータ記憶部 270 としても機能する。

【0054】

図 5 は、モデル生成装置 10 が行うモデルの生成処理の一例を示すフローチャートである。本図に示す処理とは別に、実績取得部 110 は、繰り返し実績データを取得して、実績記憶部 120 を更新している。

【0055】

まず実績データは、訓練データとそれ以外のデータに分類される (ステップ S10)。そしてモデル生成装置 10 の訓練データ取得部 130 は、実績記憶部 120 から訓練データを読み出す (ステップ S20)。次いで事前処理部 140 は、訓練データに対して事前処理を行い、訓練データに含まれる訓練用測定データ (すなわち入力データ) を一次元データに変換する。この際、デジタルフィルタ (後述) が用いられる。事前処理部 140 は、訓練データに含まれる残容量の実績値 (すなわち目標値) も所定のフォーマットに変換する (ステップ S30)。ステップ S30 の詳細例については、他の図を用いて説明する。

【0056】

そしてモデル生成部 150 は、ステップ S30 で変換された後の訓練データを用いてモデルを生成する。 (ステップ S40)。

【0057】

その後、モデル生成部 150 は、実績記憶部 120 から、実績データのうち訓練データとして用いられなかったデータを読み出し、このデータを用いて、ステップ S40 で算出したモデルの精度を検証する。具体的には、モデル生成部 150 は、生成したモデルに対して電流、電圧、及び温度を含むデータを入力し、残容量の算出値を得る。そしてこの算出値と、実績記憶部 120 から読み出した残容量の実績値との差を算出する (ステップ S50)。この差が基準値以下の場合 (ステップ S60: Yes)、モデル生成部 150 は、生成したモデルをモデル記憶部 160 に記憶させる (ステップ S70)。

【0058】

一方、ステップ S50 で算出した差が基準値超の場合 (ステップ S60: No)、ステップ S30 以降の処理を繰り返す。この際、事前処理部 140 は、必要に応じて事前処理で用いるデジタルフィルタの値を変更する。また、モデルがニューラルネットワークの場合、モデル生成部 150 は、必要に応じてニューラルネットワークのニューラル間の係数

を最適化する。これら 2 つの処理は、毎行行われてもよいし、いずれか一方のみ行われてもよい。

【0059】

ここで、事前処理で用いるデジタルフィルタの値が変更された場合、モデル生成部 150 は、変更後のデジタルフィルタの値もモデル記憶部 160 に記憶させる。そしてモデル送信部 170 は、このデジタルフィルタの値を残容量推定装置 20 に送信する。そして残容量推定装置 20 の記憶処理部 210 は、モデル記憶部 220 に、モデルと共に、デジタルフィルタの値も記憶させる。これにより、残容量推定装置 20 の算出部 240 は、ステップ S30 と同じ変換処理を行うことができる。なお、デジタルフィルタの値を送信するタイミングの一例は、モデルを残容量推定装置 20 に送信するときである。

10

【0060】

なお、モデル生成装置 10 は、蓄電池 30 の種類別にモデルを生成する場合、これら種類毎に図 5 に示した処理を行う。

【0061】

図 6 は、モデル生成装置 10 の事前処理部 140 が行う事前処理（図 6 のステップ S30）の第 1 例を説明するための図である。図 2 を用いて説明したように、事前処理部 140 は、 n 組の訓練用測定データを $m \times n$ の対象行列に加工し、当該対象行列を処理することにより、 z 個のデータからなる一次元データを生成する。ここで、 m は、訓練用測定データに含まれるデータ（パラメータ）の種類の数である。

20

【0062】

本図に示す例において、事前処理部 140 は、対象行列にデジタルフィルタを処理することにより、対象行列の行及び列のうち前記電流、電圧、及び温度に対応する一方（本図に示す例では列：以下の説明においては列と記載）を当該一方の次元数より多い次元数に拡張しつつ、対象行列の行及び列の他方（本図に示す例では行：以下の説明においては行と記載）を当該他方の次元数より少ない次元数に縮小する変換処理を、少なくとも一回行う。これにより、入力データとなる一次元データが生成される。

【0063】

より詳細には、デジタルフィルタは行列である。そして事前処理部 140 は、変換処理として、以下の（1）及び（2）を少なくとも一回行う。

（1）対象行列から、デジタルフィルタと同じ行数および列数からなる部分行列を切り出す。

30

（2）部分行列にデジタルフィルタを演算し、当該演算結果の各成分を足し合わせた値を、処理後の対象行列の成分とする。ここで行われる演算は、例えば乗算であるが、加算、減算、又は割算であってもよいし、四則演算を適宜組み合わせただけのものであってもよい。なお、処理後の対象行列の成分の位置は、部分行列を切り出した位置に対応している。例えば、最も左上の部分行列を用いて算出された値は、処理後の対象行列の一行目かつ一列目の成分になる。また、最も右下の部分行列を用いて算出された値は、処理後の対象行列の最も右下の成分になる。

【0064】

なお、本図に示す例において、事前処理部 140 は、（1）の前に、対象行列の外周にダミー値を加えることにより当該対象行列の行および列の少なくとも一方を拡張する処理を行っている。本図に示す例では、1 行目の上にダミー値の行を追加し、対象行目の最も下の行のさらに下にダミー値の行を追加し、さらに、最も左側の列のさらに左側にダミー値の列を追加している。ここで加えられるダミー値は、いずれも同一の値（例えば 0）である。ただし、この処理は行われなくてもよい。

40

【0065】

また本図に示す例において、事前処理部 140 は、目標値となる $1 \times n$ の行列に対しても、外周にダミー値を加え、当該行列の行および列の少なくとも一方を拡張している。そして事前処理部 140 は、拡張後の行列に対して、入力データを同じようにデジタルフィルタを適用する処理を行っている。そして、この処理を繰り返すことにより、加工後の目

50

標データを生成している。なお、目標データを加工するときのデジタルフィルタは、入力データを加工するときのデジタルフィルタと同一であるのが好ましいが、異なってもよい。本図に示す例において、加工後の目標データは1行1列になっているが、これに限定されない。

【0066】

なお、上記した変換処理が繰り返される場合、各変換処理で用いられるデジタルフィルタを同一にする必要はない。これらデジタルフィルタのそれぞれは最適化されるため、これらデジタルフィルタは互いに異なる場合がほとんどである。

【0067】

図7及び図8は、モデル生成装置10の事前処理部140が行う事前処理（図6のステップS30）の第2例を説明するための図である。この例において、事前処理部140は、図8に示すように、一回の変換処理について複数のデジタルフィルタを準備し、複数のデジタルフィルタ毎に変換後の対象行列を生成している。例えばある変換処理において3つのデジタルフィルタを用いる場合、変換後の対象行列の数は、変換前の対象行列の数の3倍になる。

【0068】

そして、図7に示すように、事前処理部140がこの処理を繰り返すと、いずれかの段階で、変換後の複数の対象行列は、いずれも一行一列になる。そして事前処理部140は、この一行一列のデータを並べることにより、入力データとなる一次元データを生成する。

【0069】

図9は、残容量推定装置20が行う、蓄電池30の残容量の算出処理の一例を示すフローチャートである。図10は、図9に示す処理の要部を説明するための図である。蓄電池30は、例えば1秒ごとに算出用測定データを生成する。そして残容量推定装置20は、算出用測定データを蓄電池30が生成するたびに、本図に示す処理を行う。

【0070】

まず残容量推定装置20の算出用データ取得部230は、蓄電池30から算出用測定データを取得する（図9のステップS110）。すると算出部240は、算出用測定データに対して、モデル生成装置10の事前処理部140が行った事前処理と同様の変換処理を行うことにより、変換後データを生成する（図9のステップS120）。

【0071】

一例として、図10に示すように、算出用測定データは $1 \times m$ （図10の例では 1×3 ）の行列になっているが、算出部240は、ダミーデータ（例えば0）を付与することにより、算出用測定データを訓練用目標データと同じ $m \times n$ の行列に拡張する。そして、算出部240は、拡張後の算出用測定データに対して、訓練用目標データの事前処理と同様の処理を行うことにより、 z 個のデータからなる一次元データを生成する。この際、算出部240は、モデル記憶部220からデジタルフィルタの値を読み出して使用する（ステップS120）。

【0072】

次いで算出部240は、この一次元データを、モデル記憶部220が記憶しているモデルに入力することにより、出力データを得る。この出力データは、図10に示すように、モデルを生成するときの変換後の訓練データの目標値と同じデータ構造（本図に示す例では 1×1 の行列）を有している（ステップS130）。

【0073】

次いで算出部240は、出力データを逆変換する（ステップS140）。この逆変換は、訓練データの目標値に対して行われた事前処理とは逆の処理を行うものである。逆変換の際に行われる処理は、ステップS120で用いられたデジタルフィルタの値を用いて設定される。これにより、出力データは、変換前の訓練データの目標値と同じデータ構造を有する。そして算出部240は、出力データのうち予め定められた位置の成分を、残容量の算出値とする（ステップS150）。この「予め定められた位置」は、拡張後の算出用

10

20

30

40

50

測定データにおける拡張前の算出用測定データの位置に応じて、設定される。

【0074】

具体的には、「予め定められた位置」の設定ルールは、変換前の $m \times n$ の訓練用目標データ（対象行列）における実績測定データの入力データの位置と、変換前の目標値の $1 \times n$ のデータにおける当該実績測定データの目標値の位置と、の対応関係と同じである。図10に示す例において、算出用測定データは、変換前かつダミー値（例えば0）を付与した後（拡張後）の行列の左から2列目に位置している。拡張後の対象行列（訓練データ）において左から2列目の訓練用測定データは、変換前かつダミー値を付与した後（拡張後）の目標値の列において左から2番目の成分に対応している。そこで、算出部240は、出力データのうち左から2番目の成分が示す値を、蓄電池30の残容量とする。

10

【0075】

その後、表示処理部250は、算出した残容量をディスプレイ260に表示する（ステップS160）。

【0076】

以上、本実施形態によれば、残容量推定装置20は、モデル生成装置10が生成したモデルを用いて、蓄電池30の残容量を算出する。モデル生成装置10は、訓練データの入力値として、蓄電池30の電流、電圧、及び温度があれば、モデルを生成することができる。このため、残容量推定装置20が蓄電池30の残容量を算出する際に必要な蓄電池30のパラメータの数も、最小で3つ（電流、電圧、及び温度）にすることができる。したがって、機械学習を用いて蓄電池30の残容量を推定する場合において、残容量推定装置20に要求される計算量は少なくなる。

20

【0077】

以上、図面を参照して本発明の実施形態について述べたが、これらは本発明の例示であり、上記以外の様々な構成を採用することもできる。

【0078】

また、上述の説明で用いた複数のフローチャートでは、複数の工程（処理）が順番に記載されているが、各実施形態で実行される工程の実行順序は、その記載の順番に制限されない。各実施形態では、図示される工程の順番を内容的に支障のない範囲で変更することができる。また、上述の各実施形態は、内容が相反しない範囲で組み合わせることができる。

30

【符号の説明】

【0079】

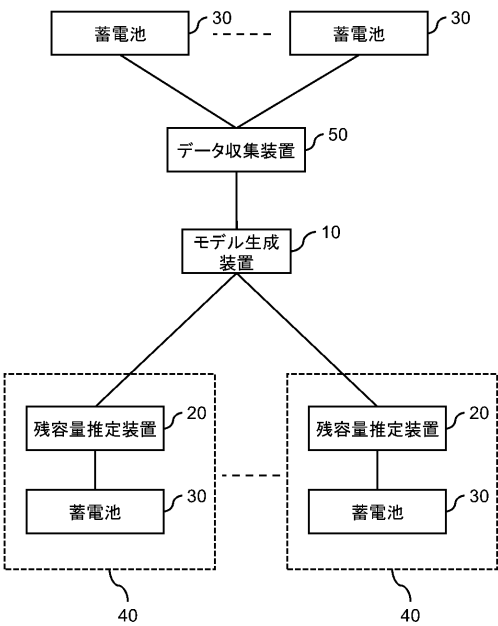
10	モデル生成装置
20	残容量推定装置
30	蓄電池
40	機器
50	データ収集装置
110	実績取得部
120	実績記憶部
130	訓練データ取得部
140	事前処理部
150	モデル生成部
160	モデル記憶部
170	モデル送信部
180	検証用データ取得部
210	記憶処理部
220	モデル記憶部
230	算出用データ取得部
240	算出部
250	表示処理部

40

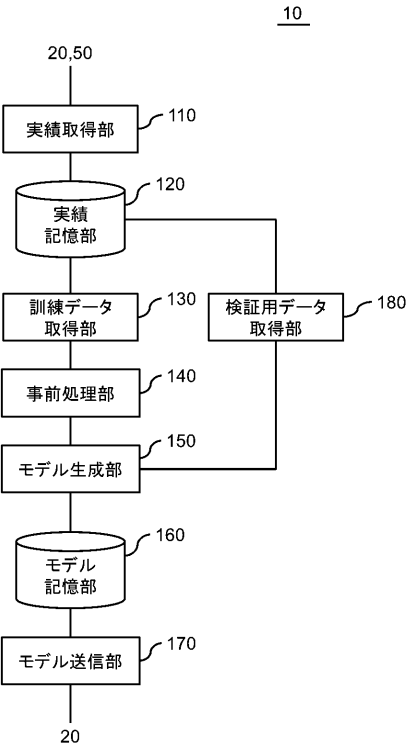
50

- 260 ディスプレイ
- 270 データ記憶部
- 280 データ送信部

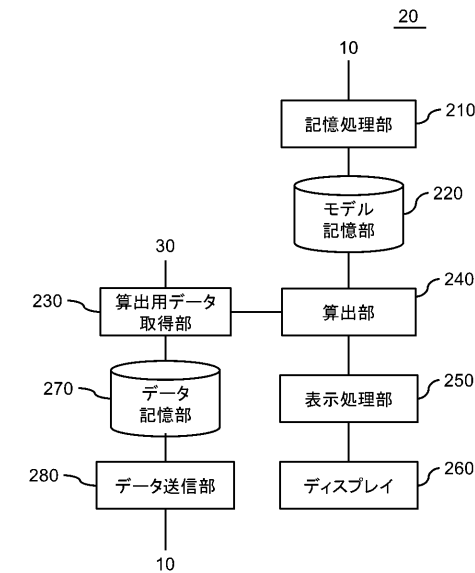
【図 1】



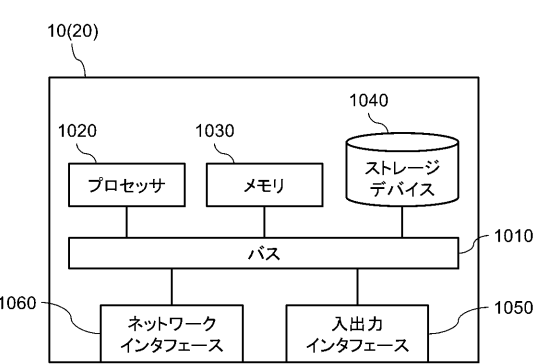
【図 2】



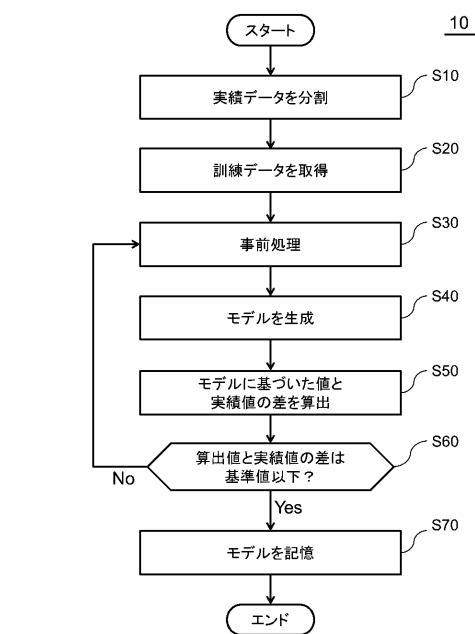
【図 3】



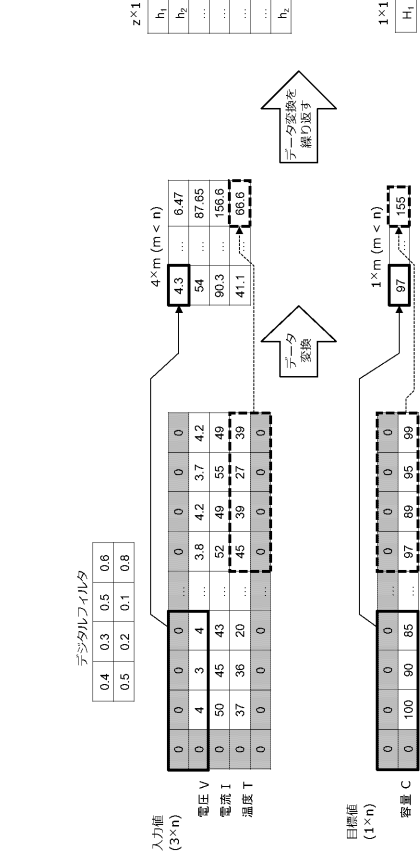
【図 4】



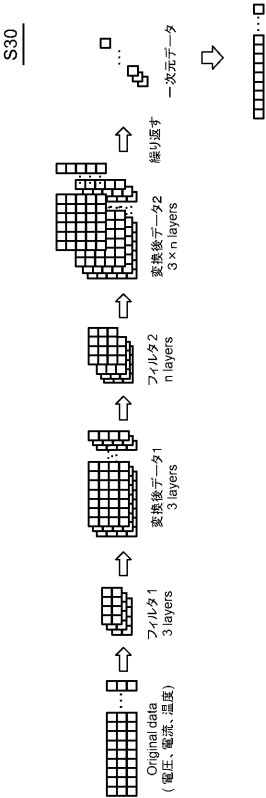
【図 5】



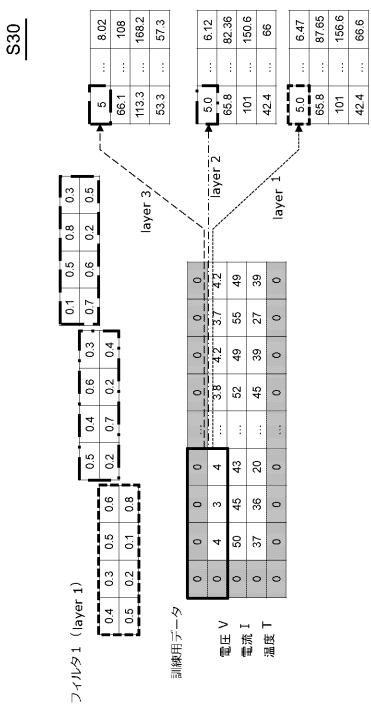
【図 6】



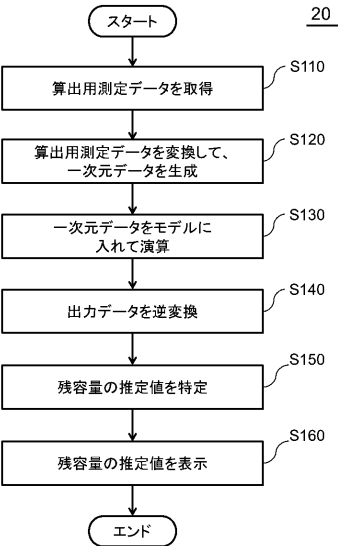
【図 7】



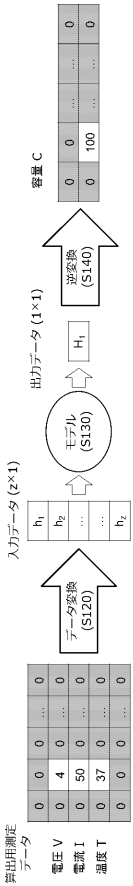
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

G O 1 R 31/388

Fターム(参考) 5G503 AA01 BA02 BB01 CA01 CA11 CB11 EA05 GD06
5H030 AS08 FF22 FF41 FF42 FF43 FF44 FF52