

(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
2019年6月20日(20.06.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/116145 A1

(51) 国際特許分類:

H02J 7/00 (2006.01) B60L 50/40 (2019.01)
G01R 31/36 (2019.01) B60L 50/50 (2019.01)
H01M 10/44 (2006.01) B60L 53/00 (2019.01)
H01M 10/48 (2006.01) B60L 55/00 (2019.01)
B60L 3/00 (2019.01) B60L 58/00 (2019.01)

(21) 国際出願番号: PCT/IB2018/059485

(22) 国際出願日: 2018年11月30日(30.11.2018)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願 2017-236608 2017年12月11日(11.12.2017) JP

(71) 出願人: 株式会社半導体エネルギー研究所
(SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY
CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2430036 神奈川県厚木
市長谷398 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 田島亮太(TAJIMA, Ryota); 〒2430036
神奈川県厚木市長谷398 株式会社半導体
エネルギー研究所内 Kanagawa (JP). 伊佐敏行
(ISA, Toshiyuki); 〒2430036 神奈川県厚木市長
谷398 株式会社半導体エネルギー研究所
内 Kanagawa (JP). 千田章裕(CHIDA, Akihiro);
〒2430036 神奈川県厚木市長谷398 株式会
社半導体エネルギー研究所内 Kanagawa (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,

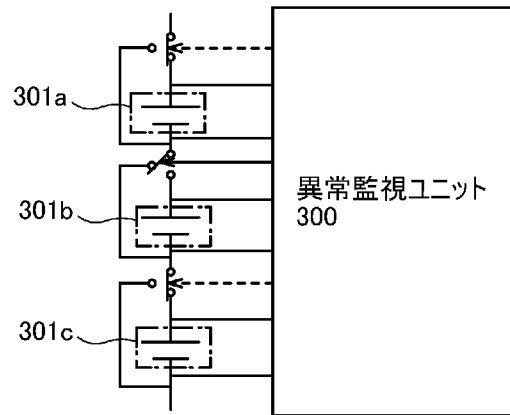
(54) Title: CHARGING CONTROL DEVICE AND ELECTRONIC DEVICE HAVING SECONDARY BATTERY

(54) 発明の名称: 充電制御装置、及び二次電池を有する電子機器

[図2]

AA

(B) 第2の二次電池301bのみ異常判断の場合



300 Abnormality monitoring unit

AA When determined that only a second secondary battery 301b exhibits an abnormality

(57) Abstract: Provided is a very safe power storage system. When using n number (n is an integer of 3 or more) of secondary batteries in a vehicle such as an electric vehicle, the present invention monitors the status of each of the secondary batteries by using an abnormality detection means, and when an abnormality such as a micro short circuit is detected, uses a circuit configuration which electrically isolates only the secondary battery exhibiting the detected abnormality from the charging system or discharging system. The abnormality monitoring is sequentially performed for the n number of secondary batteries by using one or more microcomputers, secondary batteries exhibiting an abnormality or secondary batteries which according to the detection will exhibit an abnormality are selected, and an instruction is provided via each

[続葉有]

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

switch so as to bypass these secondary batteries.

(57) 要約: 要約書 安全性の高い蓄電システムを提供する。電気自動車などの車両に n 個 (n は3以上の整数) の二次電池を使用する場合、個々の二次電池のそれぞれの状態を異常検出手段により監視し、マイクロショートなどの異常を検出すると、検出された異常を有する二次電池のみを充電系統または放電系統から電氣的に分離する回路構成を用いる。少なくとも1個のマイクロコンピュータで n 個の二次電池の異常監視を順次行い、異常の二次電池、または異常が発生すると検知された二次電池を選択して、それらの二次電池を迂回するよう各スイッチで指示する。

明細書

発明の名称

充電制御装置、及び二次電池を有する電子機器

技術分野

[0001]

本発明の一様態は、物、方法、又は、製造方法に関する。または、本発明は、プロセス、マシン、マニュファクチャ、又は、組成物（コンポジション・オブ・マター）に関する。本発明の一態様は、半導体装置、表示装置、発光装置、蓄電装置、照明装置または電子機器の製造方法に関する。特に、充電システム及び二次電池を有する電子機器に関する。

[0002]

なお、本明細書中において、蓄電装置とは、蓄電機能を有する素子及び装置全般を指すものである。例えば、リチウムイオン二次電池などの蓄電池（二次電池ともいう）、リチウムイオンキャパシタ、全固体電池、及び電気二重層キャパシタなどを含む。

背景技術

[0003]

近年、リチウムイオン二次電池、リチウムイオンキャパシタ、空気電池等、種々の蓄電装置の開発が盛んに行われている。特に高出力、高エネルギー密度であるリチウムイオン二次電池は、携帯電話、スマートフォン、タブレット、もしくはノート型コンピュータ等の携帯情報端末、携帯音楽プレーヤ、デジタルカメラ、医療機器、又は、ハイブリッド車（HEV）、電気自動車（EV）、もしくはプラグインハイブリッド車（PHEV）等の次世代クリーンエネルギー自動車など、半導体産業の発展と併せて急速にその需要が拡大し、充電可能なエネルギーの供給源として現代の情報化社会に不可欠なものとなっている。

[0004]

携帯情報端末や電気自動車などにおいては、複数の二次電池を直列接続または並列接続して保護回路を設け、電池パック（組電池ともよぶ）として使用される。電池パックとは、二次電池の取り扱いを容易にするため、複数の二次電池で構成される電池モジュールを、所定の回路と共に容器（金属缶、フィルム外装体）内部に収納したものを指す。電池パックは、動作状態を管理するために、ECU（Electronic Control Unit）を有する。電池パック（組電池）を構成する複数の二次電池はそれぞれ特性にバラツキがあると、アンバランスが生じてしまう。アンバランスが生じると充電時に過充電になる二次電池や、満充電まで充電されない二次電池が生じ、全体として、みかけの容量が減少する。

[0005]

一つの電池パック、即ち複数の二次電池をまとめて充電、または放電を行っているため、一つの電池パック内部ではアンバランスが増大し、充放電を繰り返し行えば、電池パックとしての寿命がどんどん短くなるという悪循環が生じている。

[0006]

また、電気自動車は電動モータのみを駆動部とする車両であるが、エンジンなどの内燃機関と電動モータの両方を備えたハイブリッド自動車もある。自動車に用いられる二次電池も複数の電池パックとして、複数セットの電池パックが自動車の下部に配置されている。

[0007]

電気自動車やハイブリッド自動車を充電する場合、充電用施設または家庭用電源を電源として充電を行う。充電用施設の仕様、即ち充電電圧などの充電条件によって満充電に到達するまでの時間が異なるため、充電終了時刻を予測することは困難である。

[0008]

また、電気自動車やハイブリッド自動車に用いる二次電池は、充電回数、放電深度、充電電流、充電する環境（温度変化）などによって劣化が生じる。使用者の使い方にも依存し、充電時の温度や、急速充電する頻度や、回生ブレーキによる充電量や、回生ブレーキによる充電タイミングなども劣化に関係する可能性がある。

[0009]

特許文献1には、蓄電池の残存容量の演算に、ニューラルネットを用いる一例が示されている。

[先行技術文献]

[特許文献]

[0010]

[特許文献1] 米国特許公開第2006/0181245号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011]

本発明の一態様は、安全性の高い蓄電システムを提供することを課題の一とする。または、本発明の一態様は、優れた特性を有する蓄電システムが搭載された車両を提供することを課題の一とする。または、本発明の一態様は、優れた特性を有する蓄電システムが搭載された電子機器を提供することを課題の一とする。

課題を解決するための手段

[0012]

電気自動車などの車両に n 個（ n は3以上の整数）の二次電池を使用する場合、個々の二次電池のそれぞれの状態を異常検出手段により監視し、マイクロショートなどの異常を検出すると、検出された異常を有する二次電池のみを充電系統または放電系統から電氣的に分離する回路構成を用いる。

[0013]

マイクロショートとは、二次電池の内部の微小な短絡のことを指しており、二次電池の正極と負極が短絡して充放電不可能の状態になるというほどではなく、微小な短絡部でわずかに短絡電流が流れてしまう現象を指している。マイクロショートの原因の一つは、充放電が複数回行われることによって、正極活物質の不均一な分布により、正極の一部と負極の一部で局所的な電流の集中が生じ、セパレータの一部が機能しなくなる箇所が発生、または副反応による副反応物の発生によりミクロな短絡が生じていると言われている。

[0014]

理想的な二次電池としては、二次電池の小型化のため、セパレータの薄化が望まれており、さらに、高い電圧での急速給電による充電が望まれており、どちらも二次電池にマイクロショートが生じやすい構成となっている。また、マイクロショートが繰り返し発生することで二次電池の異常発熱、及び発火などの重大事故に繋がる可能性がある。

[0015]

従って、マイクロショートが発生した場合に早期に検出し、未然に重大事故を防ぐための蓄電システ

ム、または二次電池の制御システムを構成する上でニューラルネットワークを用いて二次電池の異常発生を検出を行う。ニューラルネットワークは、人工ニューラルネットワークとも呼ばれ、機械学習技術の一つである。

[0016]

本明細書で開示する構成は、直列接続された第1の二次電池と第2の二次電池と第3の二次電池と、第1の二次電池の一方の端子から第2の二次電池の一方の端子への給電を遮断する少なくとも一つのスイッチと、を有し、第1の二次電池の一方の端子は、第2の二次電池の一方の端子を迂回する配線とスイッチの切り替えによって第3の二次電池と直列接続し、第2の二次電池を充電しない状態にする充電制御装置である。

[0017]

また、上記構成において、第2の二次電池のもう一方の端子と第3の二次電池の一方の端子間に第2のスイッチをさらに有し、第1の二次電池の一方の端子は、第3の二次電池の一方の端子を迂回する配線と第2のスイッチの切り替えによって第3の二次電池を充電しない状態にする。

[0018]

上記構成において、スイッチは電気信号によってオンオフを制御する素子(パワーMOSFETなど)であり、物理的なレバーで切り替えるスイッチや、サービスプラグとは異なる。

[0019]

スイッチの切り替えの判断は、少なくとも1個のマイクロコンピュータで行うことができ、n個の二次電池の異常監視を順次行い、異常の二次電池、または異常が発生すると検知された二次電池を選択して、それらの二次電池を迂回するよう各スイッチで指示する。

[0020]

二次電池の正極と負極とのマイクロショートを含む二次電池の異常監視と、スイッチの切り替えを制御するマイクロコンピュータを含めて異常監視ユニットとも呼ぶ。

[0021]

異常監視ユニットは、蓄電池の充電、及び放電の過程において、例えば、電圧、電流、等のパラメータの測定を行うことにより、蓄電池の状態を解析する。より詳細には例えば、充電カーブ、あるいは放電カーブを解析する。ここで充電カーブとは例えば、充電過程において、時間に伴う電圧の推移、あるいは時間に伴う容量の推移を指す。また放電カーブとは例えば、放電過程において、時間に伴う電圧の推移、あるいは時間に伴う容量の推移を指す。

[0022]

異常検知された二次電池はスイッチを切り、その二次電池だけを使用停止にする。異常と検知された二次電池が、複数並べられて直列接続されている二次電池のうちの一つである場合、スイッチを切ることで、その一つの二次電池を迂回する回路(バイパス回路とも呼ぶ)とする。スイッチのオンオフ切り替えの制御は、制御手段、具体的にはマイクロコンピュータなどから形成された電気信号に基づく。

[0023]

なお、電気自動車においては、高電圧系の電源と、低電圧系の電源の2つが搭載されており、高電圧系の電源をn個の二次電池を互いに直並列、並直列に接続して構成し、異常監視ユニットは、低電圧系の電源から電源供給する。

[0024]

上記構成において、マイクロコンピュータは、ニューラルネットワークによる推論を行うこともできる。

[0025]

なお、本明細書においてニューラルネットワークとは、生物の神経回路網を模し、学習によってニューロンどうしの結合強度を決定し、問題解決能力を持たせるモデル全般を指す。ニューラルネットワークは入力層、中間層（隠れ層ともいう）、出力層を有する。

[0026]

また、本明細書において、ニューラルネットワークについて述べる際に、既にある情報からニューロンとニューロンの結合強度（重み係数とも言う）を決定することを「学習」と呼ぶ場合がある。

[0027]

また、本明細書において、学習によって得られた結合強度を用いてニューラルネットワークを構成し、そこから新たな結論を導くことを「推論」と呼ぶ場合がある。

[0028]

ニューラルネットワークとして、Long Short-Term Memory (LSTM: 長・短期記憶) と呼ばれる構成を用いることができる。LSTMは、RNNにおいて隠れ層がメモリセルを有することにより状態を記憶し、より長い時間について解析、例えば推測などを行うことができる。LSTMでは、積和演算 (MAC) の他に和算器 (Add)、シグモイド関数、tanh、アダマール積などを適宜設定して推論用プログラムを用意すればよい。推論用プログラムを実行するソフトウェアのプログラムは、Python、Go、Perl、Ruby、Prolog、Visual Basic、C、C++、Swift、Java（登録商標）、.NETなどの各種プログラミング言語で記述できる。また、アプリケーションをChainer (Pythonで利用できる)、Caffe (PythonおよびC++で利用できる)、TensorFlow (C、C++、およびPythonで利用できる) 等のフレームワークを使用して作成してもよい。例えば、LSTMのアルゴリズムはPythonでプログラミングし、CPU (Central Processor Unit) またはGPU (Graphics Processing Unit) を用いる。また、CPUとGPUを一つに統合したチップをAPU (Accelerated Processing Unit) と呼ぶこともあり、このAPUチップを用いることもできる。また、AIシステムを組み込んだIC (推論チップとも呼ぶ) を用いてもよい。AIシステムを組み込んだICは、ニューラルネット演算を行う回路 (マイクロプロセッサ) と呼ぶ場合もある。

[0029]

また、本明細書において充電制御装置に二次電池を含む構成としている例を示しているが、特に限定されず、二次電池を電池ホルダーや電池ボックスに収容する構成として交換可能としてもよい。この場合、充電制御装置は、複数の電池ホルダーが直列に接続され、電池ホルダーの端子にスイッチや異常検出手段が接続された充電制御装置となる。

[0030]

本明細書で開示する他の構成は、直列接続された第1の二次電池ホルダーと第2の二次電池ホルダーと第3の二次電池ホルダーと、第1の二次電池ホルダーの一方の端子から第2の二次電池ホルダーの一方の端子への給電を遮断する少なくとも一つのスイッチと、を有し、第1の二次電池ホルダーの一方の端子は、第2の二次電池ホルダーの一方の端子を迂回する配線とスイッチの切り替えによって第3の二次電池ホルダーと直列接続し、第2の二次電池ホルダーに給電しない状態にする充電制御装置

である。

発明の効果

[0031]

本発明の一態様は、安全性の高い蓄電システムを提供することができる。

[0032]

ニューラルネットワークによりマイクロショートなどの異常が発生する二次電池を検知し、その二次電池のみをスイッチの切り替えで使用しないことにより安全性を確保することができる。異常の二次電池を使用しつづけることによる危険、他の二次電池への悪影響などを回避することができる。

[0033]

また、電気自動車などの車両に100個以上の二次電池を使用する場合、劣化によりスイッチの切り替えで使用しない二次電池の個数がカウントできるため、その個数を目安として二次電池全体（電池モジュール）の交換時期を決めることもできる。従来では使用期間やサイクル数で決定することが多く、まだ使用できる場合であっても安全のため、二次電池全体を交換している。

[0034]

また、優れた特性を有する蓄電システムが搭載された車両を提供することができる。

[0035]

電気自動車などの車両に100個以上の二次電池を使用する場合、充電サイクルが多くなるにつれて個々の劣化度合いに差がでて満充電時に二次電池間で電圧に差が生じる。二次電池のそれぞれにスイッチを設ける場合、劣化が進んで低い電圧となった二次電池を異常と判断してスイッチを切り替えて充電しないことで、より充電量を多くすることができる。また、電気自動車で走行後に一部の電池容量がなくなった場合、その少ない二次電池のスイッチを切り替えて使わないことで、その他の二次電池の使用が可能となり、航続可能とすることもできる。

[0036]

また、本発明の一態様は、車両に限定されず、個数の多い二次電池を搭載し、優れた特性を有する蓄電システムが搭載された電子機器を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0037]

[図1] 本発明の一態様を示すブロック図及び斜視図。

[図2] 本発明の一態様を示す回路図の一例。

[図3] ニューラルネットワークの構成を示す図。

[図4] ニューラルネットワークの構成を示す図。

[図5] ニューラルネットワークの構成を示す図。

[図6] LSTMのネットワークモデル及び充電カーブの一例を示す図。

[図7] システムのブロック図を示す図。

[図8] 入力データの処理を示す模式図。

[図9] アルゴリズム全体を示す図。

[図10] アルゴリズムを示す図。

[図11] アルゴリズムを示す図。

[図12] アルゴリズムを示す図。

[図13] LSTMのアルゴリズムを示す図。

〔図 1 4〕 移動体の一例を示す図。

発明を実施するための形態

〔0038〕

以下では、本発明の実施の形態について図面を用いて詳細に説明する。ただし、本発明は以下の説明に限定されず、その形態および詳細を様々に変更し得ることは、当業者であれば容易に理解される。また、本発明は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。

〔0039〕

(実施の形態 1)

本実施の形態では、図 1 を用いて本発明の充電制御装置を電気自動車 (EV) に適用する例を示す。

〔0040〕

図 1 (A) に電気自動車のブロック図の一例を示す。

〔0041〕

電気自動車には、メインの駆動用の二次電池として第 1 のバッテリー 301 と、モータ 304 を始動させるインバータ 312 に電力を供給する第 2 のバッテリー 311 が設置されている。本実施の形態では、第 2 のバッテリー 311 の電力で駆動する異常監視ユニット 300 が第 1 のバッテリー 301 を構成する複数の二次電池を個別に選択して使用する。

〔0042〕

第 1 のバッテリー 301 は、主に 42V 系 (高電圧系) の車載機器に電力を供給し、第 2 のバッテリー 311 は 14V 系 (低電圧系) の車載機器に電力を供給する。第 2 のバッテリー 311 は鉛蓄電池がコスト上有利のため採用されることが多い。鉛蓄電池はリチウムイオン二次電池と比べて自己放電が大きく、サルフェーションとよばれる現象により劣化しやすい欠点がある。第 2 のバッテリー 311 をリチウムイオン二次電池とすることでメンテナンスフリーとするメリットがあるが、長期間の使用、例えば 3 年以上となると、製造時には判別できない異常発生が生じる恐れがある。特にインバータを起動する第 2 のバッテリー 311 が動作不能となると、第 1 のバッテリー 301 に残容量があってもモータを起動させることができなくなることを防ぐため、第 2 のバッテリー 311 が鉛蓄電池の場合は、第 1 のバッテリー 301 から第 2 のバッテリー 311 に電力を供給し、常に満充電状態を維持するように充電されている。

〔0043〕

本実施の形態では、第 1 のバッテリー 301 と第 2 のバッテリー 311 の両方としてリチウムイオン二次電池を用いる一例を示す。第 2 のバッテリー 311 は鉛蓄電池や全固体電池を用いてもよい。

〔0044〕

リチウムイオン二次電池は、正極と、負極と、セパレータと、電解液と、外装体とを有する。なお、リチウムイオン二次電池では、充電と放電でアノード (陽極) とカソード (陰極) が入れ替わり、酸化反応と還元反応とが入れ替わることになるため、反応電位が高い電極を正極と呼び、反応電位が低い電極を負極と呼ぶ。したがって、本明細書においては、充電中であっても、放電中であっても、逆パルス電流を流す場合であっても、充電電流を流す場合であっても、正極は「正極」または「+極 (プラス極)」と呼び、負極は「負極」または「-極 (マイナス極)」と呼ぶこととする。酸化反応や還元反応に関連したアノード (陽極) やカソード (陰極) という用語を用いると、充電時と放電時とでは、逆になってしまい、混乱を招く可能性がある。したがって、アノード (陽極) やカソード (陰極) という用語は、本明細書においては用いないこととする。仮にアノード (陽極) やカソード (陰極) と

いう用語を用いる場合には、充電時か放電時かを明記し、正極（プラス極）と負極（マイナス極）のどちらに対応するものかも併記することとする。

[0045]

本実施の形態では、リチウムイオン二次電池の例を示すが、リチウムイオン二次電池に限定されず、二次電池の正極材料として例えば、元素A、元素X、及び酸素を有する材料を用いることができる。元素Aは第1族の元素および第2族の元素から選ばれる一以上であることが好ましい。第1族の元素として例えば、リチウム、ナトリウム、カリウム等のアルカリ金属を用いることができる。また、第2族の元素として例えば、カルシウム、ベリリウム、マグネシウム等を用いることができる。元素Xとして例えば金属元素、シリコン及びリンから選ばれる一以上を用いることができる。また、元素Xはコバルト、ニッケル、マンガン、鉄、及びバナジウムから選ばれる一以上であることが好ましい。代表的には、リチウムコバルト複合酸化物 (LiCoO_2) や、リン酸鉄リチウム (LiFePO_4) が挙げられる。

[0046]

負極は、負極活物質層および負極集電体を有する。また、負極活物質層は、導電助剤およびバインダを有していてもよい。

[0047]

負極活物質として、リチウムとの合金化・脱合金化反応により充放電反応を行うことが可能な元素を用いることができる。例えば、シリコン、スズ、ガリウム、アルミニウム、ゲルマニウム、鉛、アンチモン、ビスマス、銀、亜鉛、カドミウム、インジウム等のうち少なくとも一つを含む材料を用いることができる。このような元素は炭素と比べて容量が大きく、特にシリコンは理論容量が 4200 mAh/g と高い。

[0048]

また、二次電池は、セパレータを有することが好ましい。セパレータとしては、例えば、紙をはじめとするセルロースを有する繊維、不織布、ガラス繊維、セラミックス、或いはナイロン（ポリアミド）、ビニロン（ポリビニルアルコール系繊維）、ポリエステル、アクリル、ポリオレフィン、ポリウレタンを用いた合成繊維等で形成された物質を用いることができる。

[0049]

また、タイヤ316の回転による回生エネルギーは、ギア305を介してモータ304に送られ、モータコントローラ303やバッテリーコントローラ302から第2のバッテリー311に充電、または第1のバッテリー301に充電される。

[0050]

また、第1のバッテリー301は主にモータ304を回転させることに使用されるが、DCDC回路306を介して42V系の車載部品（電動パワステ307、ヒーター308、デフォグガ309など）に電力を供給する。後輪にリアモータを有している場合にも、第1のバッテリー301がリアモータを回転させることに使用される。

[0051]

また、第2のバッテリー311は、DCDC回路310を介して14V系の車載部品（オーディオ、パワーウィンドウ314、ランプ類315など）に電力を供給する。

[0052]

また、第1のバッテリー301は、複数の二次電池で構成される。図1（B）に示すように、円筒形の

二次電池 600 を、導電板 613 および導電板 614 の間に挟んでモジュール 615 を構成してもよい。図 1 (B) には二次電池間にスイッチを図示していない。複数の二次電池 600 は、並列接続されていてもよいし、直列接続されていてもよいし、並列に接続された後、さらに直列に接続されていてもよい。複数の二次電池 600 を有するモジュール 615 を構成することで、大きな電力を取り出すことができる。

[0053]

車載の二次電池において、複数の二次電池からの電力を遮断するため、工具を使わずに高電圧を遮断できるサービスプラグまたはサーキットブレーカを有しており、第 1 のバッテリー 301 に設けられる。例えば、2 個から 10 個のセルを有する電池モジュールを 48 個直列に接続する場合には、24 個目と 25 個目の間にサービスプラグまたはサーキットブレーカを有している。

[0054]

図 2 (A) は、第 1 のバッテリー 301 を構成する複数の二次電池のうち、3 つの二次電池 301a、301b、301c が直列接続されている具体例を示している。二次電池にはそれぞれスイッチが設けられ、スイッチの切り替えにより迂回路と接続される。スイッチは、パワー MOSFET などを用いる。図 2 (B) は、二次電池 301b への給電をストップするためスイッチを切り替えた状態を示している。

[0055]

それぞれの二次電池 301a、301b、301c は、異常監視ユニット 300 によってモニターまたはスイッチの制御を行う。

[0056]

異常監視ユニット 300 は、二次電池 301a、301b、301c のパラメータをニューラルネットワークへ入力し、二次電池の状態の解析をそれぞれ行う。

[0057]

例えば、二次電池の電流データと電圧データの組を一定時間ごとに順次サンプリングして読み込み、所定個数記憶し、入力パラメータとして用いることができる。あるいは入力パラメータとして例えば、時刻と、各時刻における二次電池の電流データと電圧データの組を用いることができる。ここで二次電池の電圧は例えば、二次電池の両端子の電位差である。

[0058]

また、入力パラメータとして、二次電池の容量と電圧の組、温度を用いることができる。二次電池の容量は例えば、二次電池の電流と時間の積で求められる。クーロンカウンタ CC を用いて蓄電池の容量を求めてもよい。

[0059]

また入力パラメータとして、二次電池の SOC (state of charge、残存容量率) を用いてもよい。二次電池の SOC は例えば、二次電池の充電容量の絶対値から、放電容量の絶対値を差し引いた値を求め、満充電容量に対する比率として表される。あるいは二次電池の SOC を、二次電池の電圧から推測して求めてもよい。

[0060]

二次電池の充電及び放電では一般的に、電流値の大きさに依存して電圧が変化する。例えば、二次電池の抵抗による電圧降下が電流値の大きさにより変化する。よって、電流値の大きさと電圧との関係から、二次電池の抵抗を算出できる場合がある。このように算出される抵抗値を入力パラメータとし

て用いてもよい。

[0061]

また入力パラメータとして、二次電池の開路電圧（OCV: open circuit voltage、開放電圧と呼ぶ場合がある）を用いてもよい。二次電池の開路電圧とは例えば、二次電池に電流を流さない状態における二次電池の両端子の電位差である。ここで二次電池に電流を流さない状態とは例えば、二次電池に負荷を与えない状態、及び二次電池に充電回路が電氣的に接続されない状態を指す。開路電圧と、二次電池に顕著な電流が流れる状態における電圧と、を比較することにより例えば、二次電池の抵抗を算出できる場合がある。

[0062]

異常監視ユニット300は、マイクロコンピュータを有し、予めプログラムした数式に二次電池のパラメータを入力し、計算することで二次電池の正極と負極とのマイクロショートを検出することができる。

[0063]

さらに精度を上げるため、ニューラルネット演算を行う回路（マイクロコンピュータ）を異常監視ユニット300に組み込んでもよい。異常監視ユニット300で異常が検知される場合には、スイッチを切り替えることにより、他の正常な電池と異常の電池との接続を切断する。スイッチを切り替えることにより、1つの電池を使用不可とするため、残りの電池で出力を補う。または他の回路によって所望の電圧まで増幅する。

[0064]

また、充電時においても、スイッチを切断した状態で、他の正常な電池にのみ充電を行う。

[0065]

また、ニューラルネット演算を行う回路（マイクロコンピュータ）は、車両に搭載されていてもよいし、携帯情報端末に搭載されていてもよい。マイクロコンピュータはCPUやROMやRAMなどを有する。また、ニューラルネット演算は、他のコンピュータと通信を行い、他のコンピュータに蓄積されているデータを用いてもよい。他のコンピュータと通信を行い、他のコンピュータに蓄積されているデータを用いてニューラルネット演算を行う場合には膨大な量のデータを用いてニューラルネット演算を行うことができる。

[0066]

また、ニューラルネット演算を行う回路（マイクロコンピュータ）は、バッテリーコントローラ302に組み込んでもよい。そうすることでICチップ数の低減を図ることができる。

[0067]

異常監視ユニット300によりマイクロショートなどの異常が発生する二次電池を検知し、その二次電池のみをスイッチの切り替えで使用しないことにより安全性を確保することができる。異常の二次電池を使用しつづけることによる危険、他の二次電池への悪影響などを回避することができる。

[0068]

（実施の形態2）

本実施の形態では、ニューラルネットワークNNの構成の一例を示す。

[0069]

図3には、本発明の一態様のニューラルネットワークの一例を示す。図3に示すニューラルネットワークNNは、入力層IL、出力層OL、及び隠れ層（中間層）HLを有する。ニューラルネットワー

クNNは、隠れ層HLを複数有するニューラルネットワーク、すなわち、ディープニューラルネットワークによって構成することができる。なお、ディープニューラルネットワークに用いる学習を、ディープラーニングと呼ぶことがある。出力層OL、入力層IL、隠れ層HLはそれぞれ複数のニューロン回路を有し、異なる層に設けられたニューロン回路同士は、シナプス回路を介して接続されている。

[0070]

ニューラルネットワークNNには、蓄電池の状態を解析する機能が、学習によって付加されている。そして、ニューラルネットワークNNに測定された蓄電池のパラメータが入力されると、各層において演算処理が行われる。各層における演算処理は、前層が有するニューロン回路の出力と重み係数との積和演算などにより実行される。なお、層と層との結合は、全てのニューロン回路同士が結合する全結合としてもよいし、一部のニューロン回路同士が結合する部分結合としてもよい。

[0071]

例えば、隣接層間において、特定のユニットのみが結合を持ち、畳み込み層とプーリング層を有する、畳み込みニューラルネットワーク(CNN)を用いてもよい。CNNは例えば、画像処理に用いられる。畳み込み層では例えば、画像データとフィルタとの積和演算が行われる。プーリング層は畳み込み層の直後に配置することが好ましい。

[0072]

畳み込み層は、画像データに対して畳み込みを行う機能を有する。畳み込みは、画像データの一部と重みフィルタのフィルタ値との積和演算を繰り返すことにより行われる。畳み込み層における畳み込みにより、画像の特徴が抽出される。

[0073]

畳み込みには、重みフィルタを用いることができる。畳み込み層に入力された画像データには、フィルタを用いたフィルタ処理が施される。

[0074]

畳み込みが施されたデータは、活性化関数によって変換された後、プーリング層に出力される。活性化関数としては、ReLU(Rectified Linear Unit)等を用いることができる。ReLUは、入力値が負である場合は“0”を出力し、入力値が“0”以上である場合は入力値をそのまま出力する関数である。また、活性化関数として、シグモイド関数、tanh関数等を用いることもできる。

[0075]

プーリング層は、畳み込み層から入力された画像データに対してプーリングを行う機能を有する。プーリングは、画像データを複数の領域に分割し、当該領域ごとに所定のデータを抽出してマトリクス状に配置する処理である。プーリングにより、畳み込み層によって抽出された特徴を残しつつ、画像データが縮小される。なお、プーリングとしては、最大プーリング、平均プーリング、Lpプーリング等を用いることができる。

[0076]

畳み込みニューラルネットワーク(CNN)は、上記の畳み込み処理およびプーリング処理により特徴抽出を行う。なお、CNNは、複数の畳み込み層およびプーリング層によって構成することができる。

[0077]

畳み込み層とプーリング層が例えば交互に数層ずつ配置された後には、全結合層が配置されることが好ましい。全結合層は複数層、配置されてもよい。全結合層は、畳み込みおよびプーリングが行われた画像データを用いて、画像の判定を行う機能を有することが好ましい。

[0078]

図4 (A) に示すニューラルネットワークNNの構成例は、再帰型ニューラルネットワーク (recurrent neural network: RNN) と呼ばれる場合がある。図4 (A) に示す再帰型ニューラルネットワークは、隠れ層HLが帰還路を有することにより、隠れ層HLの出力が自分自身に入力される (帰還する)。RNNを用いることにより、時系列のデータを解析し、データの予測を行うことができる。例えば、本発明の一態様のニューラルネットワークにおいて、過去の充放電カーブに基づき、所定時間後のデータを推測できる場合がある。

[0079]

図4 (B) は、時刻 $T = T(x)$ におけるRNNを簡略化して表した図である。入力層ILから隠れ層HLへの重み係数を w_{in} 、隠れ層HLから出力層OLへの重み係数を w_{out} 、隠れ層HLからの帰還の重み係数を W_r と表す。

[0080]

RNNは、図4 (C) に示すように、時間軸を展開することにより、時刻毎 (図4では時刻 $T(1)$ 乃至 $T(x)$ の各時間) に異なる層 (入力層IL (1) 乃至入力層IL (x)、隠れ層HL (1) 乃至隠れ層HL (x)、及び出力層OL (1) 乃至出力層OL (x)) とみなすことができる。RNNを時間方向に展開することにより、図4 (C) に示すような、帰還路のない、順伝播型ネットワークとみなすことができる。

[0081]

なお、ニューラルネットワークとして、Long Short-Term Memory (LSTM: 長・短期記憶) と呼ばれる構成を用いることができる。LSTMは、RNNにおいて隠れ層がメモリセルを有することにより状態を記憶し、より長い時間について解析、例えば推測などを行うことができる。

[0082]

学習機能を有するニューラルネットワークNNの構成例について説明する。ニューラルネットワークNNの構成例を、図5に示す。ニューラルネットワークNNは、ニューロン回路NCと、ニューロン回路間に設けられたシナプス回路SCによって構成されている。

[0083]

図5 (A) に、ニューラルネットワークNNを構成するニューロン回路NCとシナプス回路SCの構成例を示す。シナプス回路SCには、入力データ x_1 乃至入力データ入力データ x_L (L は自然数) が入力される。また、シナプス回路SCは、重み係数 w_k (k は1以上 L 以下の整数) を記憶する機能を有する。重み係数 w_k は、ニューロン回路NC間の結合の強さに対応する。

[0084]

シナプス回路SCに入力データ x_1 乃至 x_L 入力されると、ニューロン回路NCには、シナプス回路SCに入力された入力データ x_k と、シナプス回路SCに記憶された重み係数 w_k との積 ($x_k w_k$) を、 $k = 1$ 乃至 L について足し合わせた値 ($x_1 w_1 + x_2 w_2 + \dots + x_L w_L$)、すなわち、 x_k と w_k を用いた積和演算によって得られた値が供給される。この値がニューロン回路NCの閾値 θ を超えた場合、ニューロン回路NCはハイレベルの信号 y を出力する。この現象を、ニューロン回路NCの発

火と呼ぶ。

[0085]

ニューロン回路NCとシナプス回路SCを用いて、階層型パーセプトロンを構成するニューラルネットワークNNのモデルを、図5(B)に示す。ニューラルネットワークNNは、入力層IL、隠れ層(中間層)HL、出力層OLを有する。

[0086]

入力層ILから、入力データ x_1 乃至入力データ x_L が出力される。隠れ層HLは、隠れシナプス回路HS、隠れニューロン回路HNを有する。出力層OLは、出力シナプス回路OS、出力ニューロン回路ONを有する。

[0087]

隠れニューロン回路HNには、入力データ x_k と、隠れシナプス回路HSに保持された重み係数 w_k と、を用いた積和演算によって得られた値が供給される。そして、出力ニューロン回路ONには、隠れニューロン回路HNの出力と、出力シナプス回路OSに保持された重み係数 w_k を用いた積和演算によって得られた値が供給される。そして、出力ニューロン回路ONから、出力データ y_1 乃至出力データ y_n が出力される。

[0088]

このように、所定の入力データが与えられたニューラルネットワークNNは、シナプス回路SCに保持された重み係数と、ニューロン回路の閾値 θ に応じた値を、出力データとして出力する機能を有する。

[0089]

また、ニューラルネットワークNNは、教師データの入力によって教師あり学習を行うことができる。図5(C)に、誤差逆伝播法を利用して教師あり学習を行うニューラルネットワークNNのモデルを示す。

[0090]

誤差逆伝播法は、ニューラルネットワークの出力データと教師データの誤差が小さくなるように、シナプス回路の重み係数 w_k を変更する方式である。具体的には、出力データ y_1 乃至 y_n と教師データ t_1 乃至 t_L に基づいて決定される誤差 δ_o に応じて、隠れシナプス回路HSの重み係数 w_k が変更される。また、隠れシナプス回路HSの重み係数 w_k の変更量に応じて、さらに前段のシナプス回路SCの重み係数 w_k が変更される。このように、教師データ t_1 乃至教師データ t_L に基づいて、シナプス回路SCの重み係数を順次変更することにより、ニューラルネットワークNNの学習を行うことができる。

[0091]

なお、図5(B)、(C)には1層の隠れ層HLを示しているが、隠れ層HLの層数は2以上とすることができる。隠れ層HLを2層以上有するニューラルネットワーク(ディープニューラルネットワーク(DNN))を用いることにより、深層学習を行うことができる。これにより、蓄電池の状態予測の精度を高めることができる。

[0092]

図4(C)において述べたように、RNNを時間展開することにより、帰還路のない、順伝播型ネットワークとみなすことができる。順伝播型ネットワークにおいて、前述の誤差逆伝播法等を用いて、教師データに基づき、重み係数を変更することができる。

[0093]

本実施の形態は、他の実施の形態の記載と適宜組み合わせることができる。

[0094]

(実施の形態3)

本実施の形態では、ニューラルネットワークを二次電池の異常発生（具体的にはマイクロショート発生）の予測および検出に用いる例について説明する。

[0095]

図6（C）にマイクロショートが発生した充放電カーブの模式図の一例を示す。

[0096]

理想的な二次電池としては、二次電池の小型化のため、セパレータの薄膜化が望まれており、さらに、高い電圧での急速給電による充電が望まれており、どちらも二次電池にマイクロショートが生じやすい構成となっている。また、マイクロショートが繰り返し発生することで二次電池の異常発熱、及び発火などの重大事故に繋がる可能性がある。

[0097]

従って、マイクロショートを早期発見し、未然に重大事故を防ぐための蓄電システム、または二次電池の制御システムを構成する上で、まず、ニューラルネットワークを用いて二次電池の異常発生の予測を試みた。

[0098]

ニューラルネットワークとしては、LSTMと呼ばれる再帰型ニューラルネットワークを用いた。LSTMのネットワークは時系列データを扱うのに適したモデルで、一定時間ごとに充電電圧を測定し、蓄積された時系列データから少し先の充電特性を予測することができる。LSTMのネットワークモデルを図6（A）に示す。図6（A）において、input layerは入力層、h1、h2は隠れ層、output layerは出力層をそれぞれ示す。

[0099]

図6（B）中の実線は、充電途中の充電カーブを示しており、点線部分が予測した充電カーブを示している。

[0100]

具体的には、正常な充電カーブを学習させ、少し先の予測された充電カーブが重なっている期間は異常なしと判断し、一方、図6（C）の充電カーブの右端部に示すような波形の乱れ、即ちマイクロショートが発生し、正常の充電カーブにずれが生じた時点で異常有りと判断することで検知する。

[0101]

図7は、リチウムイオン二次電池で発生するマイクロショートを模擬的に発生させ、その挙動を予測し、ディスプレイに、リアルタイムでの様子（充電カーブ）を示す装置のブロック図である。

[0102]

図7において601は疑似異常発生スイッチであり、602はバッテリーとみなすことのできるエミュレータである。エミュレータ602から充電測定データを出力し、コントローラIC603で測定及び判定を行う。コントローラIC603から積和演算用の入力データをマイクロコンピュータ604に入力し、マイクロコンピュータ604から演算結果を出力し、それぞれ表示色を変えてディスプレイ605に推論結果のデータと、測定データと、を重ねて比較できるように設定する。なお、ノート型パーソナルコンピュータのディスプレイ605で2つの充電カーブ（例えば、緑色：測定データ、

黄色：予測された充電カーブ) の表示をおこなうことができる。なお、図 7 においてはマイクロコンピュータを 1 個用いる例を示したが、百個以上の二次電池を短時間、且つ高精度に判定する場合には、複数個用いてもよい。

[0103]

学習用の入力データについて図 8 (A) 及び図 8 (B) を用いて説明する。

[0104]

二次電池の電圧範囲は、3.0 V から約 4.2 V までであり、最も充電に時間がかかる条件の時間を基準として、他のカーブではデータのない末尾を最後の時間まで最大電圧でパディングする。

[0105]

次に入力データに対して行う処理について説明する。

[0106]

最も充電に時間がかかる条件から、時間の最大値を決める。他の条件の末尾に、最終時間まで最大電圧を追加する。測定期間が不規則なので 1 秒間隔のデータに線形補間する。2.5 V 以下のデータを削除する。測定点が多すぎると L S T M の記憶の関連づけが薄くなるため、均等にデータを間引く。電圧を正規化 (具体的には 3.0 V 以上の電圧を 1、それ以外を 0 に) する。

[0107]

正規化された電圧データから、シーケンスを切り出し、ミニバッチの数だけセットにする。図 8 (A) に示したようにシーケンスのスタート位置はランダムに決まる。

[0108]

ミニバッチ数とシーケンス長のデータがニューラルネットワークモデルの入力データとなる。即ち、図 8 (B) に示すように入力用データはミニバッチ数とシーケンス長の 2 次元配列となる。従って学習用データは、ミニバッチ数とシーケンス長の 2 次元配列である。対して、推論用データは、ミニバッチ数が 1 固定の 2 次元配列である。

[0109]

また、図 8 (B) は入力データのシーケンスの先頭から順に配列 x 801 にミニバッチ数のデータを格納し、配列 t 802 に配列 x 801 よりも一つ先のデータを格納するようすを示している。また、図 8 (C) は設定を示しており、グラフ全体のシーケンスの長さ (ALL SEQUENCE) を 300 とし、シーケンス長 (LENGTH OF SEQUENCE) の前半分 803 を予測に使用し、予測データ長 804 を示しており、実測値との差を示している。

[0110]

また、ここで上述した L S T M のアルゴリズムについて以下に詳細に説明する。L S T M は、時系列データに適したモデルである。これにより充電特性をリアルタイムで予測し、異常があればすぐに検知することができる。L S T M では一般的に回路構成が複雑で高い計算精度が必要となる。

[0111]

[数 1]

$$\text{LSTM} : h_t^{l-1}, h_{t-1}^l, c_{t-1}^l \rightarrow h_t^l, c_t^l$$

$$\begin{pmatrix} i \\ f \\ o \\ g \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \text{sigm} \\ \text{sigm} \\ \text{sigm} \\ \text{tanh} \end{pmatrix} T_{2n, 4n} \begin{pmatrix} h_t^{l-1} \\ h_{t-1}^l \end{pmatrix}$$

$$c_t^l = f \odot c_{t-1}^l + i \odot g$$

$$h_t^l = o \odot \tanh(c_t^l)$$

[0112]

上記アルゴリズムにおいて、 t は時間、 l は層のindexである。つまり、 $t-1$ は前の時間、 $l-1$ は前の層を表す。アダマール積（要素積）を意味する上記式中の記号 $\odot$ はelement wise multiplicationを表し、以下の式のような演算を行う。

[0113]

[数2]

$$\vec{a} \odot \vec{b} = (a_1 \times b_1, a_2 \times b_2, \dots, a_n \times b_n)$$

[0114]

また、 T は $2n$ 次元を $4n$ 次元に変換する行列演算で、 n 個の要素ごとに“sigm”、“tanh”の計算を行い、 n 個の要素を持つベクトル、 i (input gate)、 f (forget gate)、 o (output gate)、 g (input modulation gate) に変換する。“sigm”はsigmoid関数、“tanh”は“hyperbolic tangent 関数”を演算することを意味している。

[0115]

上記演算の種類は、積和演算、element wise multiplication、活性化関数 (sigmoid or tanh) になる。なお、LSTMは全結合のネットワークを間に挟む場合もあり、そこでも「積和演算」が行われる。

[0116]

L層の計算を、時間Time=0～ t step行い、その際、推論計算では重みは変化しないようにする。ただし、本実施の形態ではTime=0は実質1に相当するため、 $1 \sim t+1$ stepとなる。cell stateと出力は前の値を保存しておいて、次のtime stepで用いる。入力はその都度、新しいデータが入力される。(Cell state、出力の保存値は入力値として用いた後は必要ないので、書き換えが可能となる。)

[0117]

実際の演算全体を図9に示す。図9は、測定値 (Measured value) を予測ユニット (PU) に入力し、予測値 (Predicted value) をそれぞれ出力する概念図を示している。また、図9中のPUの構成を図10に示す。また、図10中のAU (Approach Unit) の構成を図11に示す。また、図11のNNM (Neural Network Model) の単位を図12に示す。図12において、 W 、 W_{lat} 、 W_{up} は重み、 b 、 b_{up} はユニットのバイアスである。図12において X (Scalar: 数量) が入力され、全結合、LSTM1、2、3、及び全結合を経て、 Y (Scalar: 数量) が出力される概念図を指している。図12中、 cs はセル状

態 (cell state) である。図 12 の LSTM の単位を図 13 に示す。図 13 は、LSTM のアルゴリズムとなる。図 13 において、e. w. m は element-wise multiplication (アダマール積ともいう) であり、変数同士の掛け算であるため、毎回数値を変更する必要がある。

[0118]

図 12 において、ネットワークは 5 層とし、そのうち LSTM を 3 層 (LSTM1、LSTM2、LSTM3) としている。また、隠れ層の数は 30 層とした。推論に使用するデータ数を 20 点、予測するデータをその先の 20 点としている。MAC において $2n \times 4n = 8n^2$ 回の積、及び $2n$ 個の和算を行っている。e. w. m における積の数は $n \times 3 = 3n$ 、その他、 n 個の和算と $3n$ 回の sigmoid 関数、 $2n$ 回の tanh 関数の演算を行っている。(Chainer の code では、入力に対する積和と前の時間の出力に対する積和を別々に行い、最後に和を取っている。上の計算でも和を取るため値は同じになる。) 従って、 n が大きくなるにつれて、演算における MAC 処理の割合が増えていく。最初アルゴリズムでは i 、 f 、 o 、 g を求める際に、入力と前の時間の出力しか用いていないが、この場合は i 、 f 、 o を求めるのに cell state を用いている。なお、Chainer は最初アルゴリズムを用いている。図 13 の手順 (ただし、forward のみの手順) を説明すると、第 1 段階として、時間 t の入力データ $h^{(0, t)}$ (配列の数は 1) に対して「 1×5 」の行列を掛け、配列 $h^{(1, t)}$ を得る (配列 $h^{(1)}$ は 5 個の要素を持つ)。第 2 段階で配列 $h^{(1, t)}$ および前の時間の出力配列 $h^{(2, t-1)}$ に対して「 10×20 」の行列を掛け、配列 $h^{(2, t)}$ を得る。

(配列 $h^{(2)}$ は 20 個の要素を持つ)。なお、最初は前の時間の出力はない (0 ベクトル)。第 3 段階で配列 $a^{(2, t)}$ を 5 個ずつ、4 つのグループに分け、それぞれに対して、活性化関数を計算する。

(配列 “ i ”、“ f ”、“ o ”、“ g ” は 5 個の変数を持つ)。第 4 段階で式 3、式 4 に示す Element-wise multiplication (アダマール積ともいう) を行い、cell state “ $c^{(2, t)}$ ” および配列 $h^{(2, t)}$ を得る。

[0119]

[数 3]

$$c^{(2, t)} = f \odot c^{(2, t-1)} + i \odot g$$

[0120]

[数 4]

$$h^{(2, t)} = o \odot \tanh(c^{(2, t)})$$

[0121]

なお、cell state “ $c^{(2, t)}$ ” および配列 $h^{(2, t)}$ は次の時間の演算に受け渡され、最初は前の時間の cell state “ c ” はない (0 ベクトル)。第 5 段階で $h^{(2, t)}$ (配列の数は 5) に対して「 5×1 」の行列を掛け、出力となる配列 $h^{(3, t)}$ を得る (以下の式 5 に示す配列 $h^{(3, 1)}$ は 1 個の要素を持つ)。

[0122]

[数 5]

$$h_j^{(3, t)} = \sum_i w_{ij}^{(2)} h_i^{(2, t)}$$

[0123]

そして、これら第1段階から第5段階を各時間に対して演算する。

[0124]

上記アルゴリズムで予測された波形は、精度よく予測できており、異常検知できれば、直ちに充電を停止または警告表示を行う制御システムを構築することができる。

[0125]

(実施の形態4)

本実施の形態では、実施の形態1に示した複数の二次電池の充電制御装置を組み込んだ電子機器の一例を示す。

[0126]

実施の形態1に示した複数の二次電池の充電制御装置を適用した電子機器として、例えば、表示装置（テレビ、又はテレビジョン受信機ともいう）、デスクトップ型やノート型等のパーソナルコンピュータ、コンピュータ用などのモニタ、電子手帳、電子翻訳機、玩具、マイクロフォン等の音声入力機器、電気シェーバ、電動歯ブラシ、電子レンジ等の高周波加熱装置、電気炊飯器、電気洗濯機、電気掃除機、温水器、扇風機、毛髪乾燥機、加湿器や除湿器やエアコンディショナ等の空気調和設備、食器洗い器、食器乾燥器、衣類乾燥器、布団乾燥器、電気冷蔵庫、電気冷凍庫、電気冷凍冷蔵庫、DNA保存用冷凍庫、懐中電灯、電動工具、煙感知器、ガス警報装置や防犯警報装置等の警報装置、産業用ロボット、補聴器、心臓ペースメーカ、X線撮影装置、放射線測定器、電気マッサージ器や透析装置等の健康機器や医療機器、携帯電話機（携帯電話、携帯電話装置ともいう）、携帯型ゲーム機、携帯情報端末、照明装置、ヘッドホン、ステレオ、リモートコントローラ、置き時計や壁掛け時計等の時計、コードレス電話子機、トランシーバ、歩数計、電卓、デジタルオーディオプレーヤ等の携帯型又は据置型の音響再生装置、パチンコ機などの大型ゲーム機などが挙げられる。

[0127]

また、実施の形態1に示した複数の二次電池の充電制御装置を、家屋やビルの内壁または外壁に組み込むことも可能である。

[0128]

実施の形態1に示した複数の二次電池の充電制御装置は、安全性が高いため、それを組み込んだ車両などの安全性も高まる。

[0129]

また、実施の形態1に示した複数の二次電池の充電制御装置を車両に搭載すると、ハイブリッド車（HEV）、電気自動車（EV）、又はプラグインハイブリッド車（PHEV）等の次世代クリーンエネルギー自動車を実現できる。また、農業機械、電動アシスト自転車を含む原動機付自転車、自動二輪車、電動車椅子、電動カート、小型又は大型船舶、潜水艦、固定翼機や回転翼機等の航空機、ロケット、人工衛星、宇宙探査機や惑星探査機、宇宙船などの移動体に蓄電装置を搭載することもできる。

[0130]

図14において、本発明の一態様を用いた移動体を例示する。図14（A）に示す自動車2001は、走行のための動力源として電気モーターを用いる電気自動車である。または、走行のための動力源として電気モーターとエンジンを適宜選択して用いることが可能なハイブリッド自動車である。二次電池を車両に搭載する場合、図1（B）に一例を示した複数の二次電池を一箇所または複数個所に設置する。図14（A）に示す自動車2001は、電池パック2100を有し、電池パックは、複数の二次電池を接続させた二次電池モジュールと、二次電池モジュールに電氣的に接続する充電制御装置を

有する。

[0131]

複数の二次電池を実施の形態1に示す二次電池の充電制御装置を用いて監視し、車両の運行により充放電を行っている間に複数の二次電池のうち、1つの二次電池に異常が発生した場合、スイッチを切り替えてその異常の二次電池を迂回することで異常の二次電池の使用を停止する。本発明の一態様を用いることで、安全性を高めることができる。

[0132]

また、複数の二次電池を用いて航続距離を伸ばす場合、例えば、劣化の大きく電圧の低い二次電池のスイッチを切り替え使用停止することで、航続距離を伸ばすことができる。従来の充電制御装置は、最も低い二次電池の電圧または全二次電池の平均電圧が設定数値を下回ると電源供給が停止する場合があった。本実施の形態の充電制御装置を用いればいくつかの二次電池のスイッチを切り替えることで最も低い二次電池の電圧を変えることができ、全二次電池の平均電圧を上げることができる。

[0133]

また、自動車2001は、自動車2001が有する蓄電装置にプラグイン方式や非接触給電方式等により外部の充電設備から電力供給を受けて、充電することができる。充電に際しては、充電方法やコネクタの規格等はCHAdeMO（登録商標）やコンボ等の所定の方式で適宜行えばよい。充電装置は、商用施設に設けられた充電ステーションでもよく、また家庭の電源であつてもよい。例えば、プラグイン技術によって、外部からの電力供給により自動車2001に搭載された蓄電装置を充電することができる。充電は、ACDCコンバータ等の変換装置を介して、交流電力を直流電力に変換して行うことができる。

[0134]

また、図示しないが、受電装置を車両に搭載し、地上の送電装置から電力を非接触で供給して充電することもできる。この非接触給電方式の場合には、道路や外壁に送電装置を組み込むことで、停車中に限らず走行中に充電を行うこともできる。また、この非接触給電方式を利用して、2台の車両どうしで電力の送受信を行ってもよい。さらに、車両の外装部に太陽電池を設け、停車時や走行時に蓄電装置の充電を行ってもよい。このような非接触での電力の供給には、電磁誘導方式や磁界共鳴方式を用いることができる。

[0135]

本発明の一態様によれば、充電時において、複数の二次電池のうち、スイッチを切り替えることにより異常のある二次電池を使用停止にすることができるため充電時間を短縮することもできる。

[0136]

図14(B)は、一例として電気により制御するモータを有した大型の輸送車2002を示している。輸送車2002の二次電池モジュールは、例えば3.5V以上4V以下の二次電池を4個セルユニットとし、48セルを直列に接続した170Vの最大電圧とする。電池パック2101の二次電池モジュールを構成する二次電池の数などが違う以外は、図14(A)と同様な機能を備えているので説明は省略する。

[0137]

図14(C)は、一例として電気により制御するモータを有した大型の輸送車両2003を示している。輸送車両2003の二次電池モジュールは、例えば3.5V以上4V以下の二次電池を百個以上直列に接続した600Vの最大電圧とする。電池パック2102の二次電池モジュールを構成する二

次電池の数などが違う以外は、図 1 4 (A) と同様な機能を備えているので説明は省略する。

[0138]

図 1 4 (D) は、一例として燃料を燃焼するエンジンを有した航空機 2 0 0 4 を示している。図 1 4 (D) に示す航空機 2 0 0 4 は、複数の二次電池を接続させて二次電池モジュールを構成し、二次電池モジュールと充電制御装置とを含む電池パック 2 1 0 3 を有している。

[0139]

航空機 2 0 0 4 の二次電池モジュールは、例えば 4 V の二次電池を 8 個直列に接続した 3 2 V の最大電圧とする。航空機 2 0 0 4 は、この二次電池モジュールに電氣的に接続された充電制御回路を含めた電池パック 2 1 0 3 を搭載することにより安全性が高まる。

[0140]

本実施の形態は、少なくともその一部を本明細書中に記載する他の実施の形態と適宜組み合わせて実施することができる。

[符号の説明]

[0141]

3 0 0 : 異常監視ユニット、3 0 1 : バッテリ、3 0 1 a : 二次電池、3 0 1 b : 二次電池、3 0 1 c : 二次電池、3 0 2 : バッテリーコントローラ、3 0 3 : モータコントローラ、3 0 4 : モータ、3 0 5 : ギア、3 0 6 : DCDC 回路、3 0 7 : 電動パワステ、3 0 8 : ヒーター、3 0 9 : デフォッガ、3 1 0 : DCDC 回路、3 1 1 : バッテリ、3 1 2 : インバータ、3 1 4 : パワーウィンドウ、3 1 5 : ランプ類、3 1 6 : タイヤ、6 0 0 : 二次電池、6 0 2 : エミュレータ、6 0 3 : コントローラ IC、6 0 4 : マイクロコンピュータ、6 0 5 : ディスプレイ、6 1 3 : 導電板、6 1 4 : 導電板、6 1 5 : モジュール、8 0 1 : 配列 x、8 0 2 : 配列 t、8 0 3 : シーケンス長の前半分、8 0 4 : 予測データ長、2 0 0 1 : 自動車、2 0 0 2 : 輸送車、2 0 0 3 : 輸送車両、2 0 0 4 : 航空機、2 1 0 0 : 電池パック、2 1 0 1 : 電池パック、2 1 0 2 : 電池パック、2 1 0 3 : 電池パック

請求の範囲

[請求項 1]

直列接続された第 1 の二次電池と第 2 の二次電池と第 3 の二次電池と、
前記第 1 の二次電池の一方の端子から前記第 2 の二次電池の一方の端子への給電を遮断する少なくとも一つのスイッチと、を有し、
前記第 1 の二次電池の一方の端子は、前記第 2 の二次電池の一方の端子を迂回する配線と前記スイッチの切り替えによって前記第 3 の二次電池と直列接続し、前記第 2 の二次電池を充電しない状態にする充電制御装置。

[請求項 2]

請求項 1 において、前記スイッチはパワー MOS F E T である充電制御装置。

[請求項 3]

請求項 1 または請求項 2 において、前記第 2 の二次電池は、ニューラルネットワークにより異常発生を予測された二次電池である充電制御装置。

[請求項 4]

請求項 1 乃至 3 のいずれかーにおいて、前記第 2 の二次電池のもう一方の端子と前記第 3 の二次電池の一方の端子間に第 2 のスイッチをさらに有し、

前記第 1 の二次電池の一方の端子は、前記第 3 の二次電池の一方の端子を迂回する配線と前記第 2 のスイッチの切り替えによって前記第 3 の二次電池を充電しない状態にする充電制御装置。

[請求項 5]

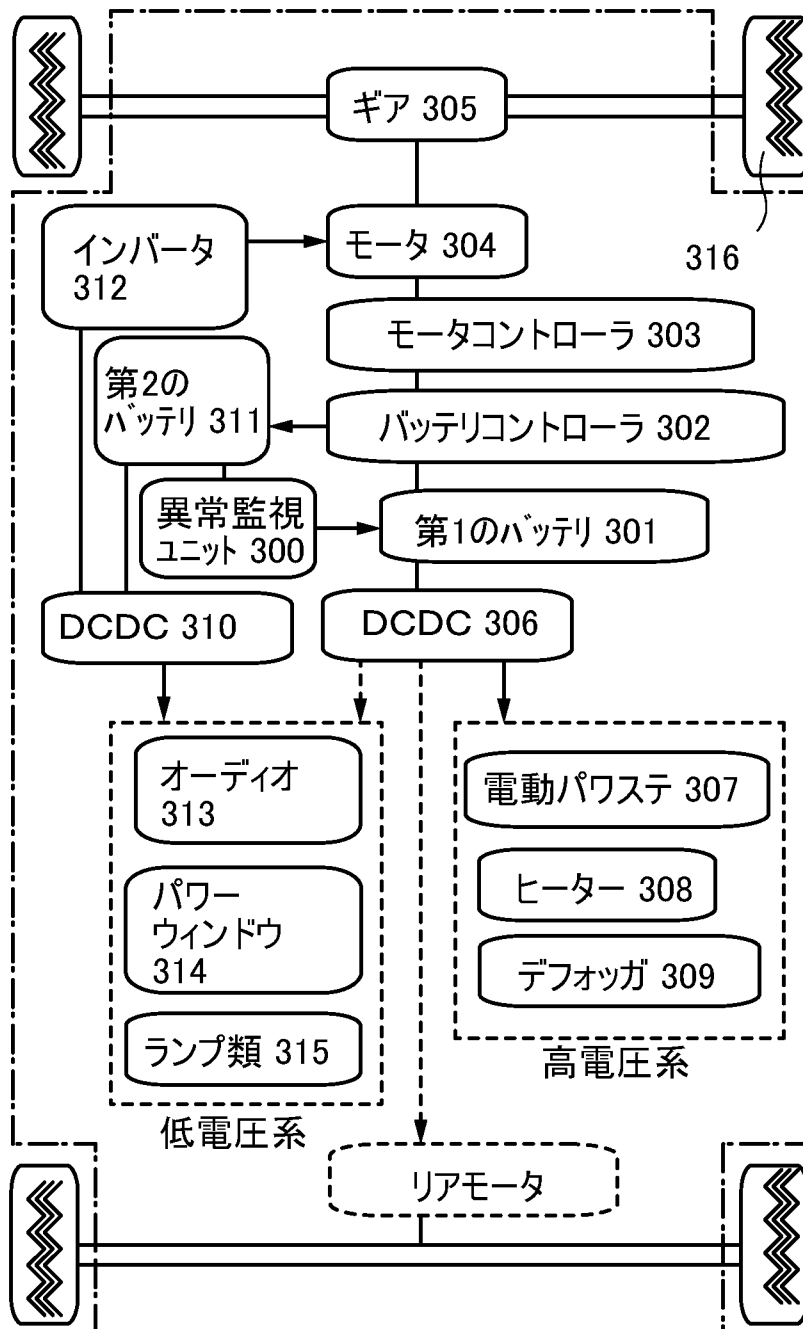
請求項 1 乃至 4 のいずれかーにおいて、前記第 1 の二次電池、前記第 2 の二次電池、及び前記第 3 の二次電池は、それぞれ二次電池の異常検出手段と電気的に接続されている充電制御装置。

[請求項 6]

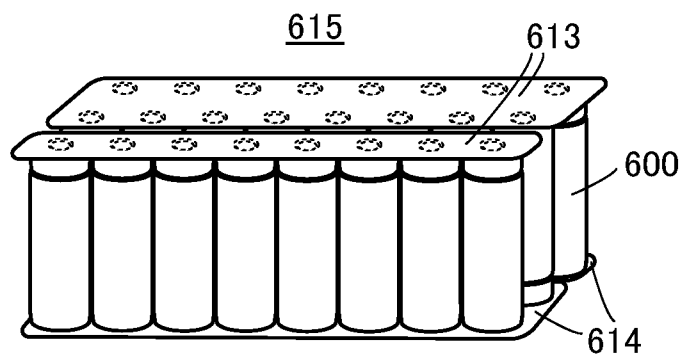
直列接続された第 1 の二次電池ホルダーと第 2 の二次電池ホルダーと第 3 の二次電池ホルダーと、
前記第 1 の二次電池ホルダーの一方の端子から前記第 2 の二次電池ホルダーの一方の端子への給電を遮断する少なくとも一つのスイッチと、を有し、
前記第 1 の二次電池ホルダーの一方の端子は、前記第 2 の二次電池ホルダーの一方の端子を迂回する配線と前記スイッチの切り替えによって前記第 3 の二次電池ホルダーと直列接続し、前記第 2 の二次電池ホルダーに給電しない状態にする充電制御装置。

[図1]

(A)

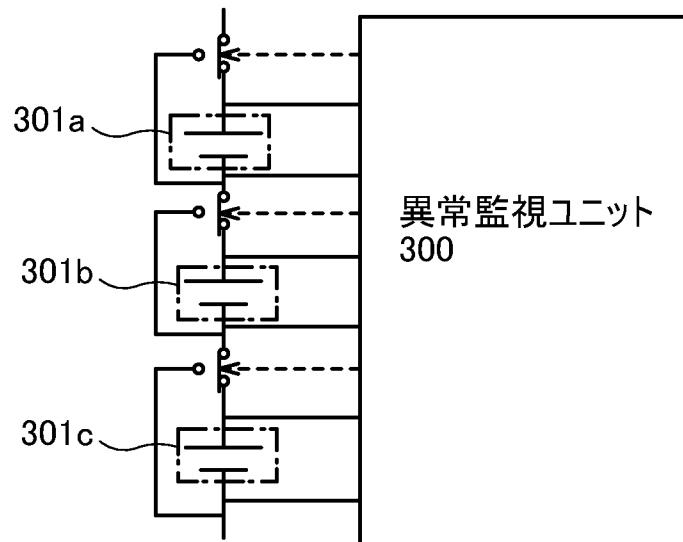


(B)

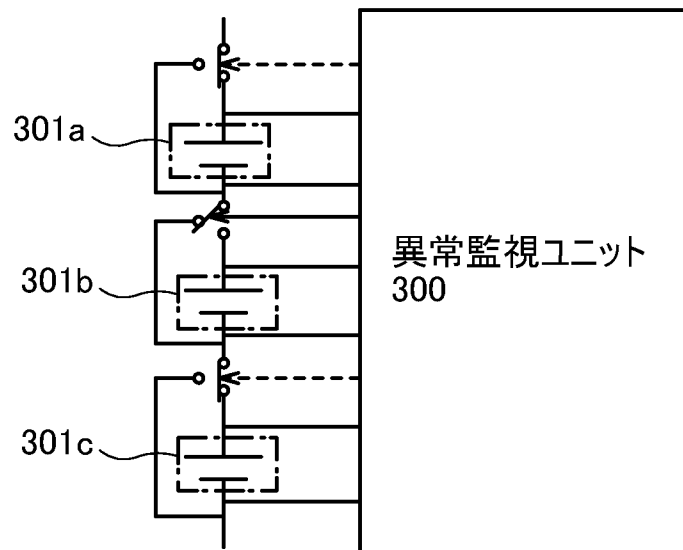


[図2]

(A) 第1、第2、第3の二次電池正常判断の場合

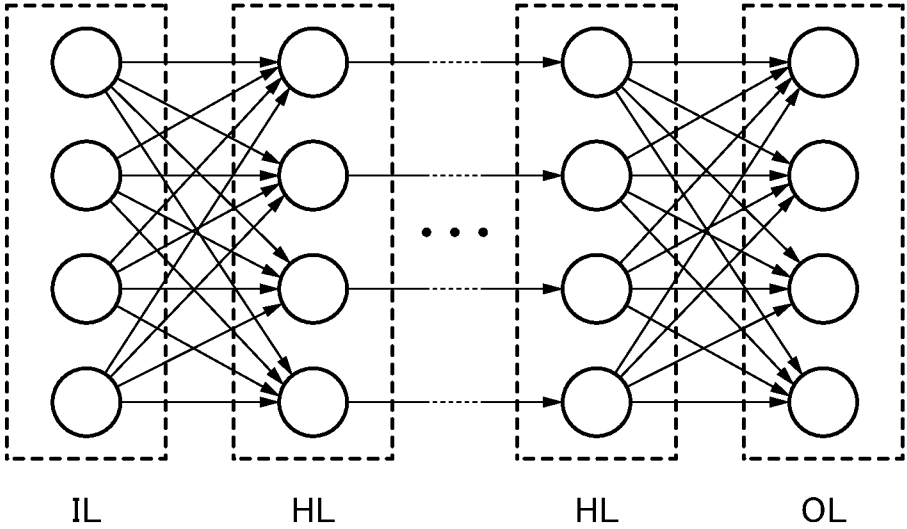


(B) 第2の二次電池301bのみ異常判断の場合



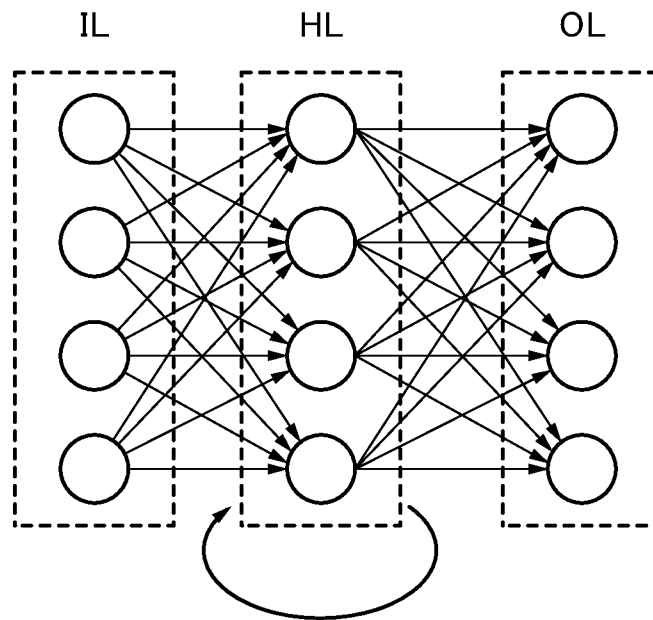
[図3]

NN

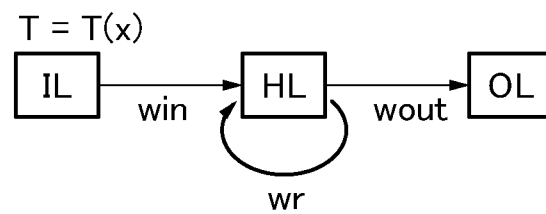


[図4]

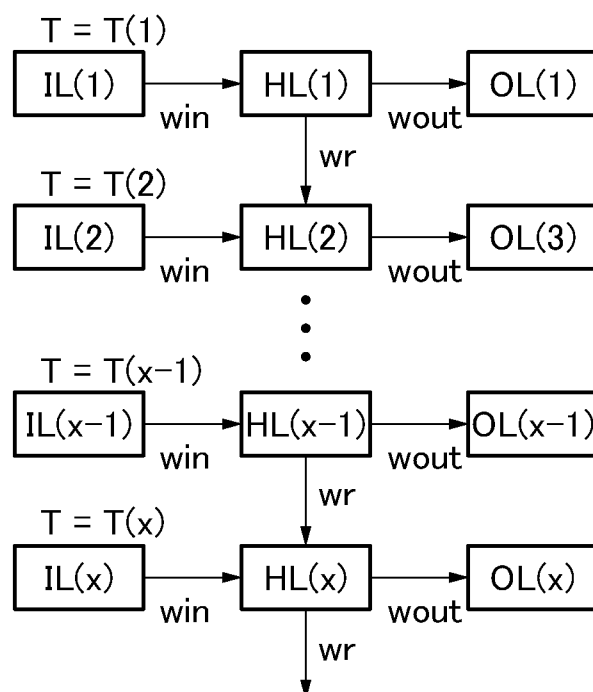
(A)

NN

(B)

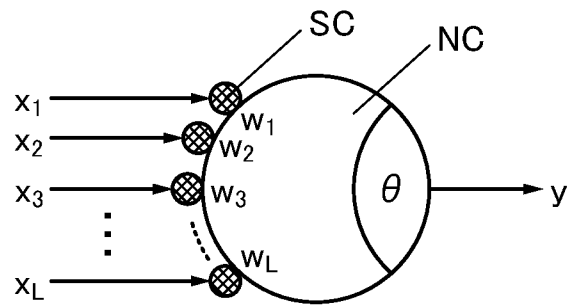


(C)

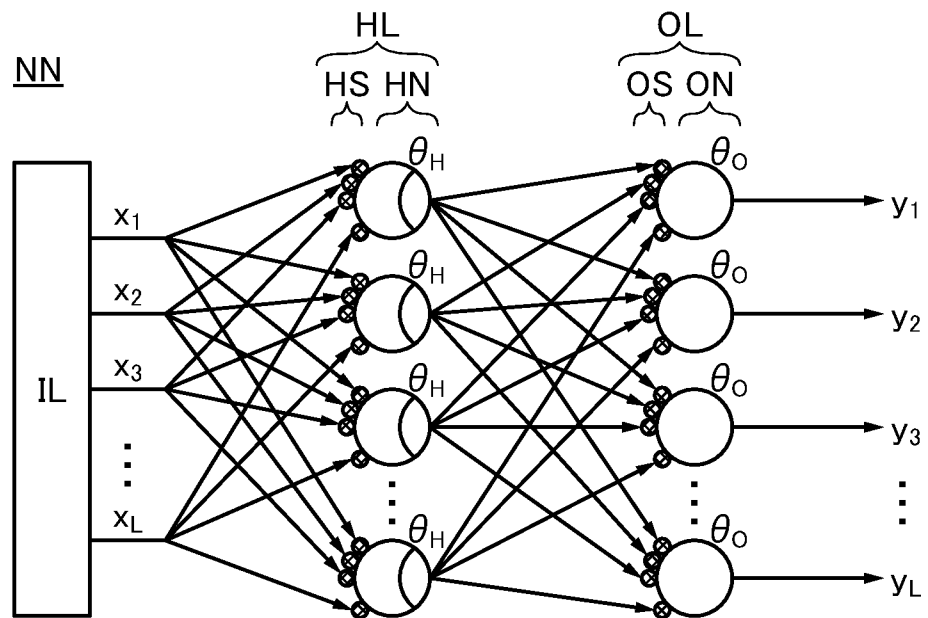


[図5]

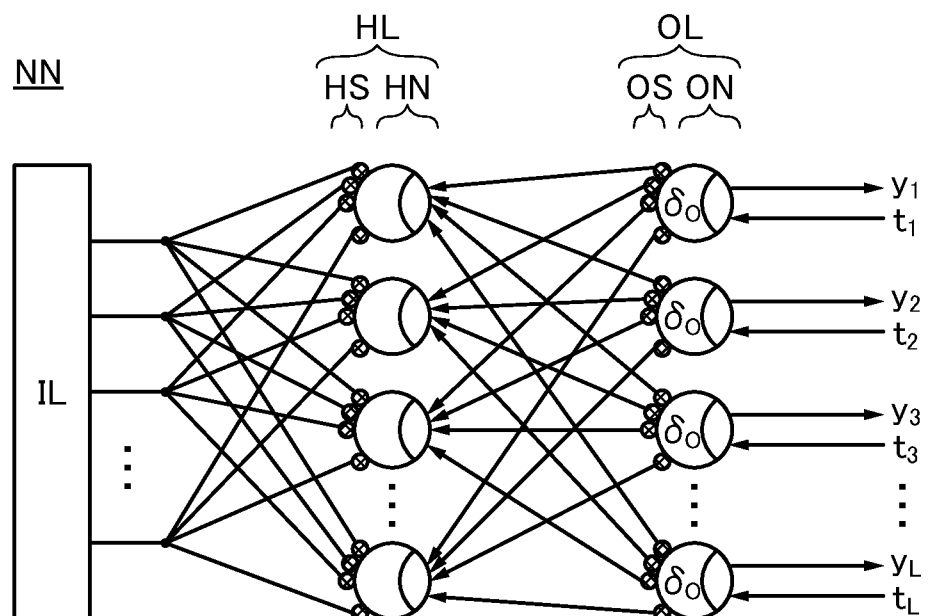
(A)



(B)

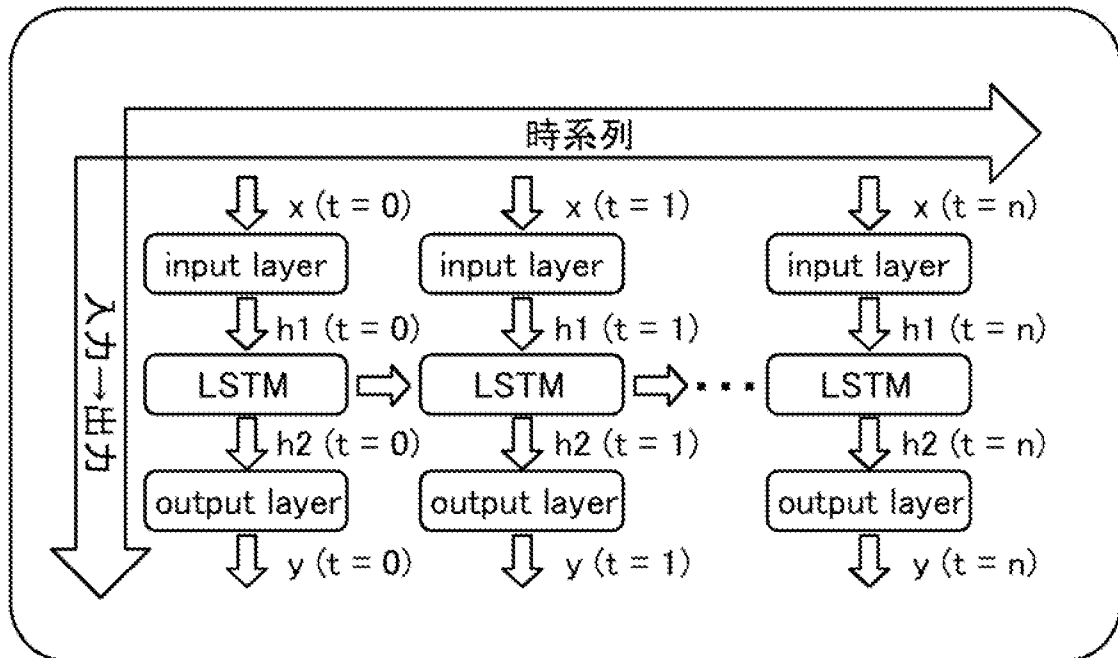
NN

(C)

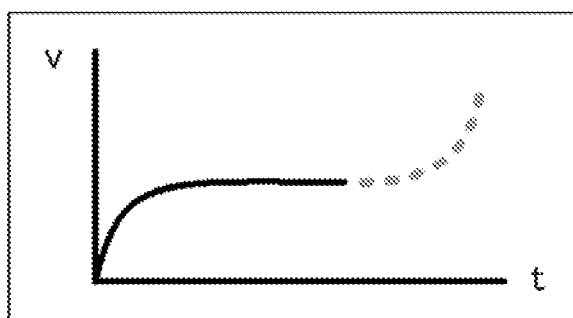
NN

[図6]

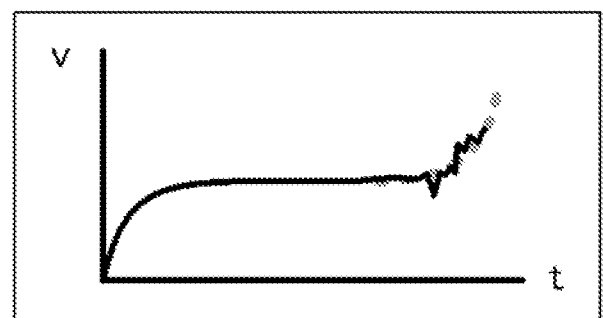
(A)



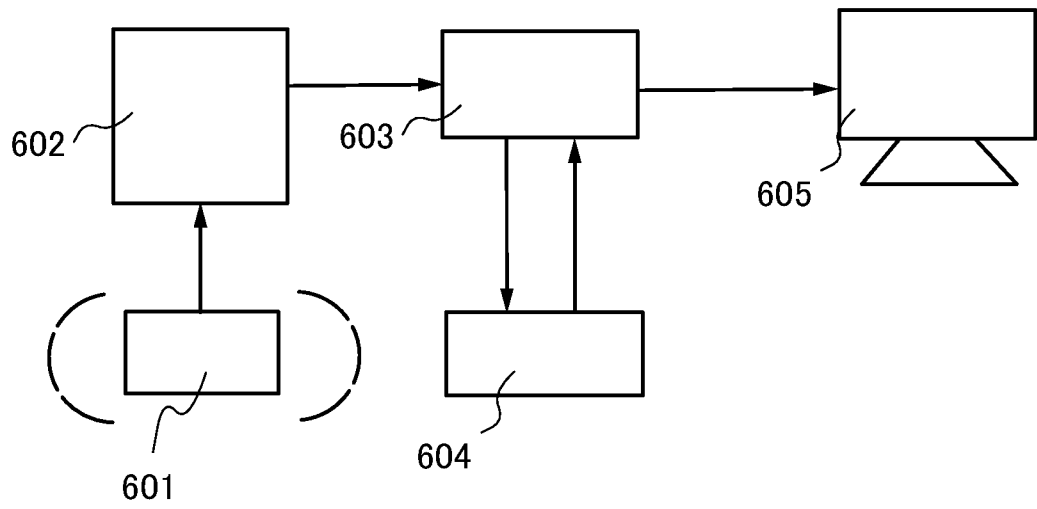
(B)



(C)

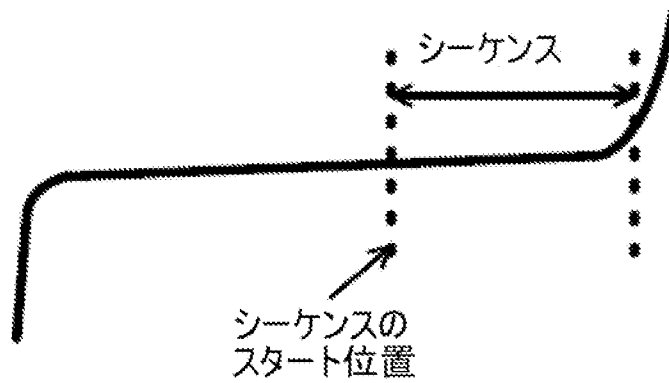


[図7]

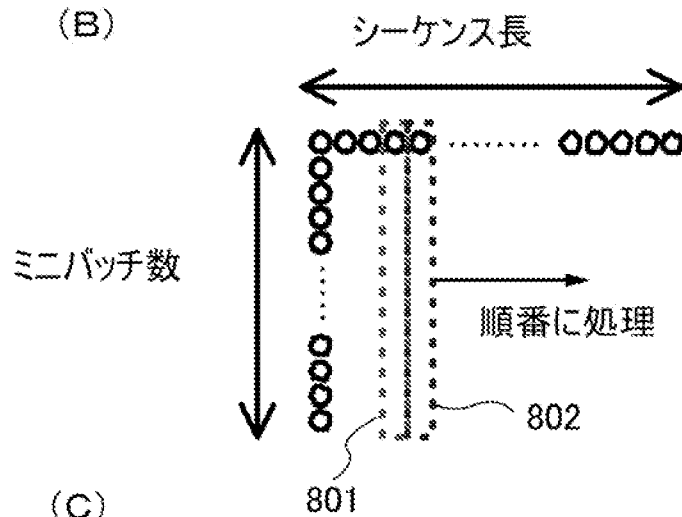


[図8]

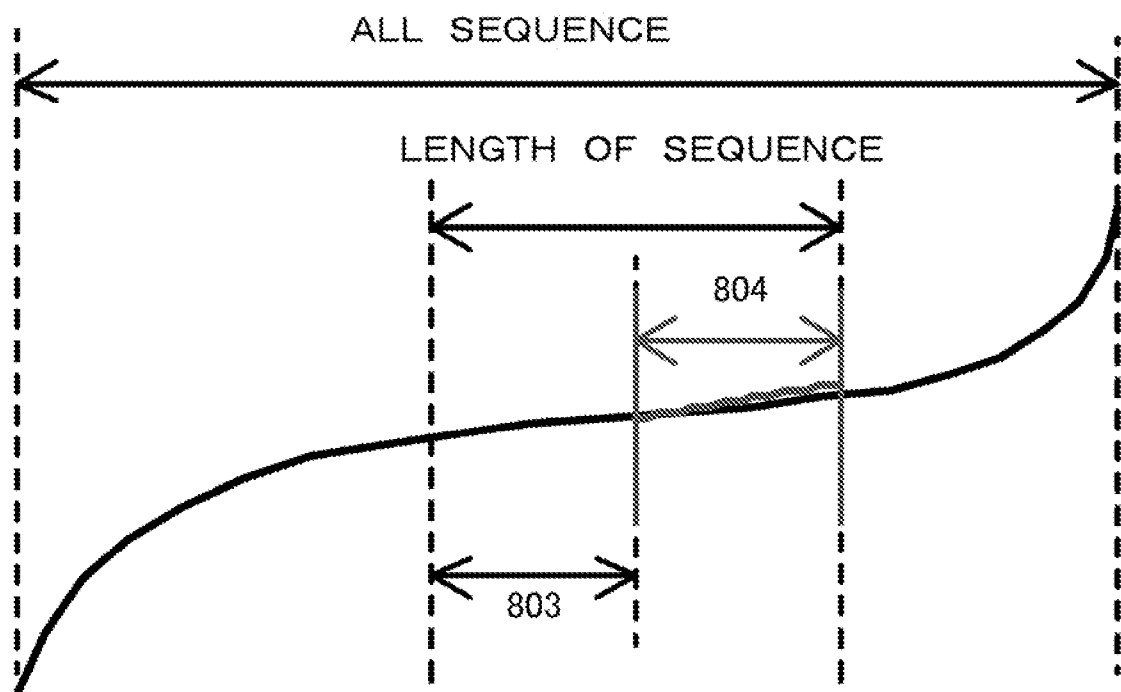
(A)



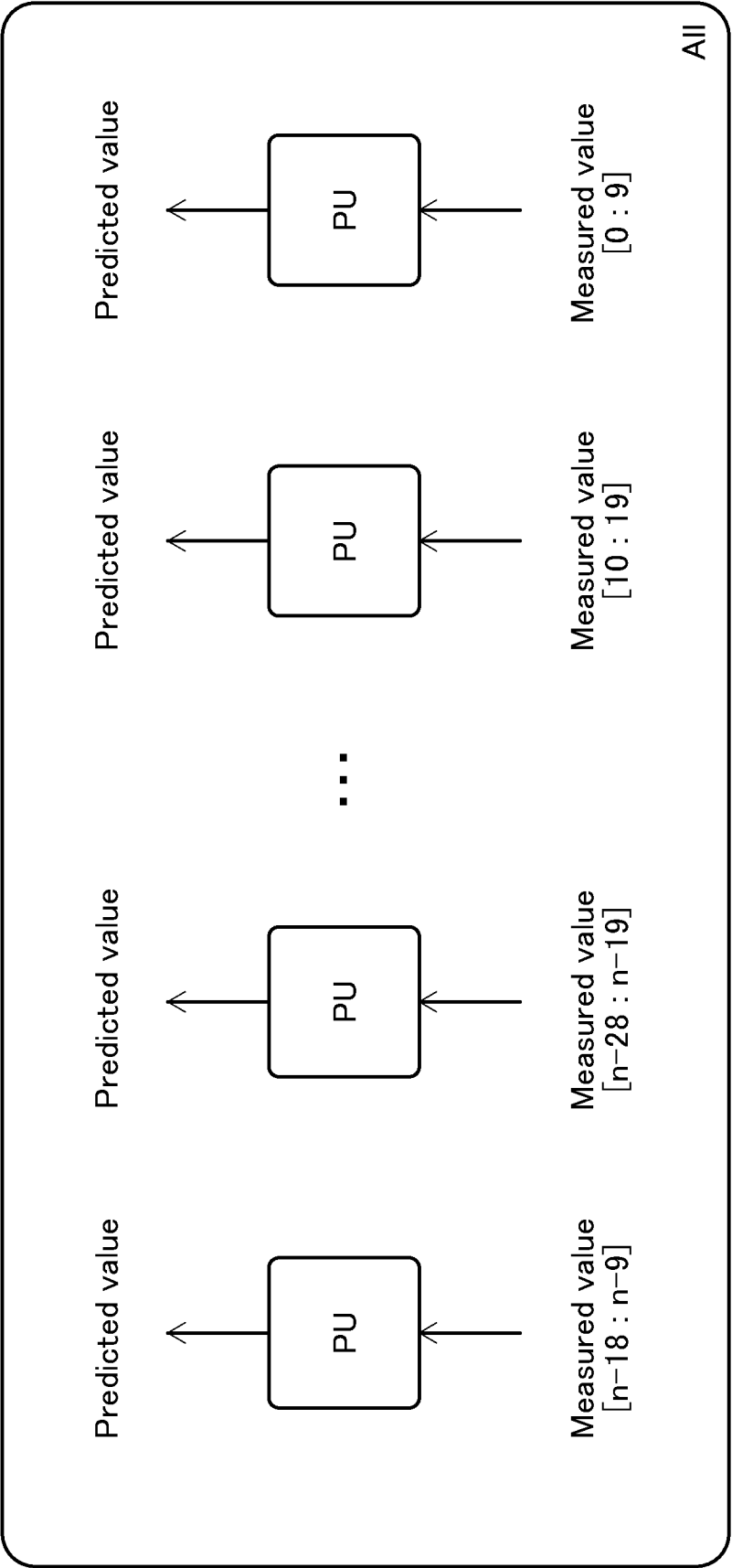
(B)



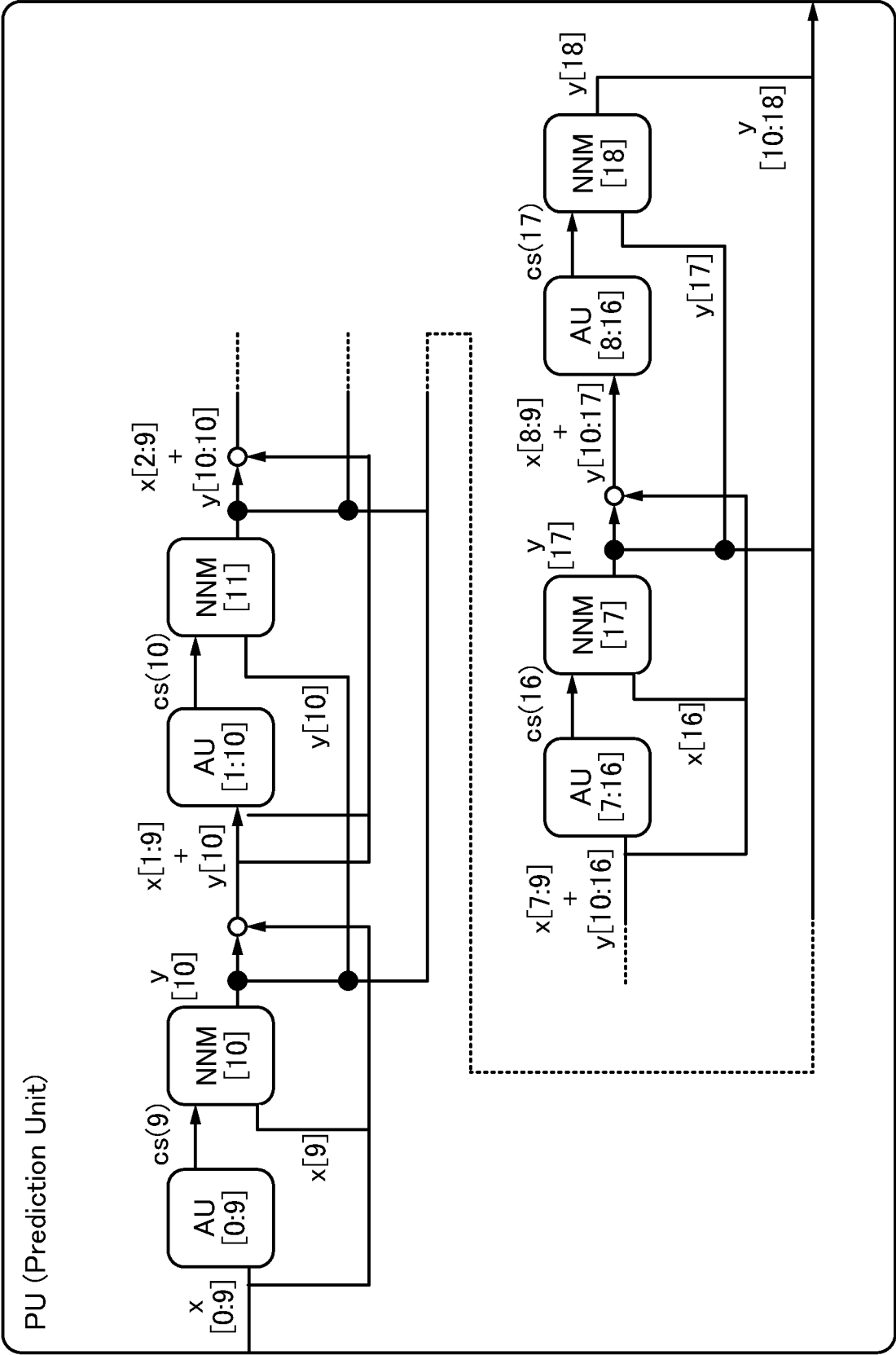
(C)



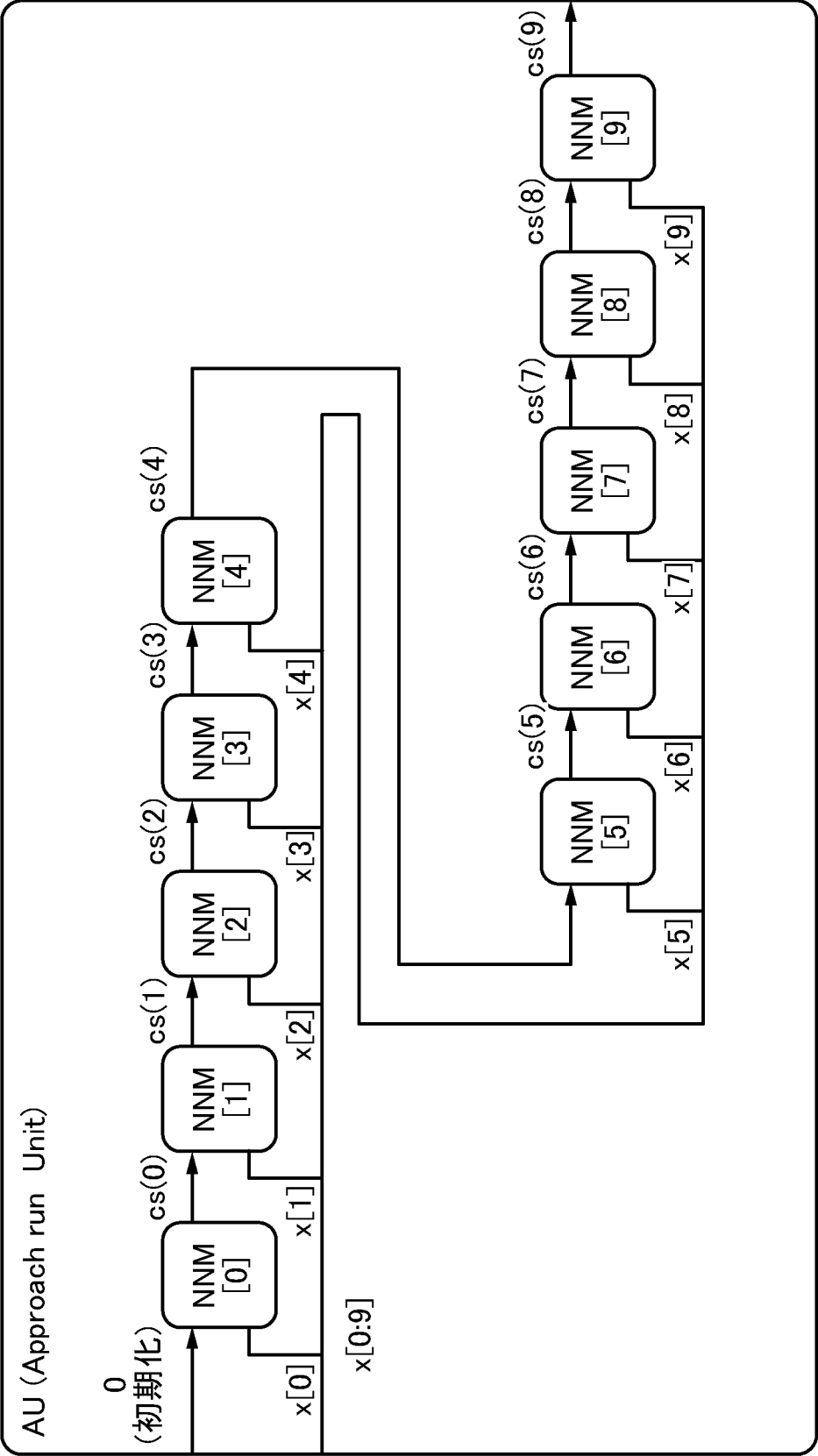
[図9]



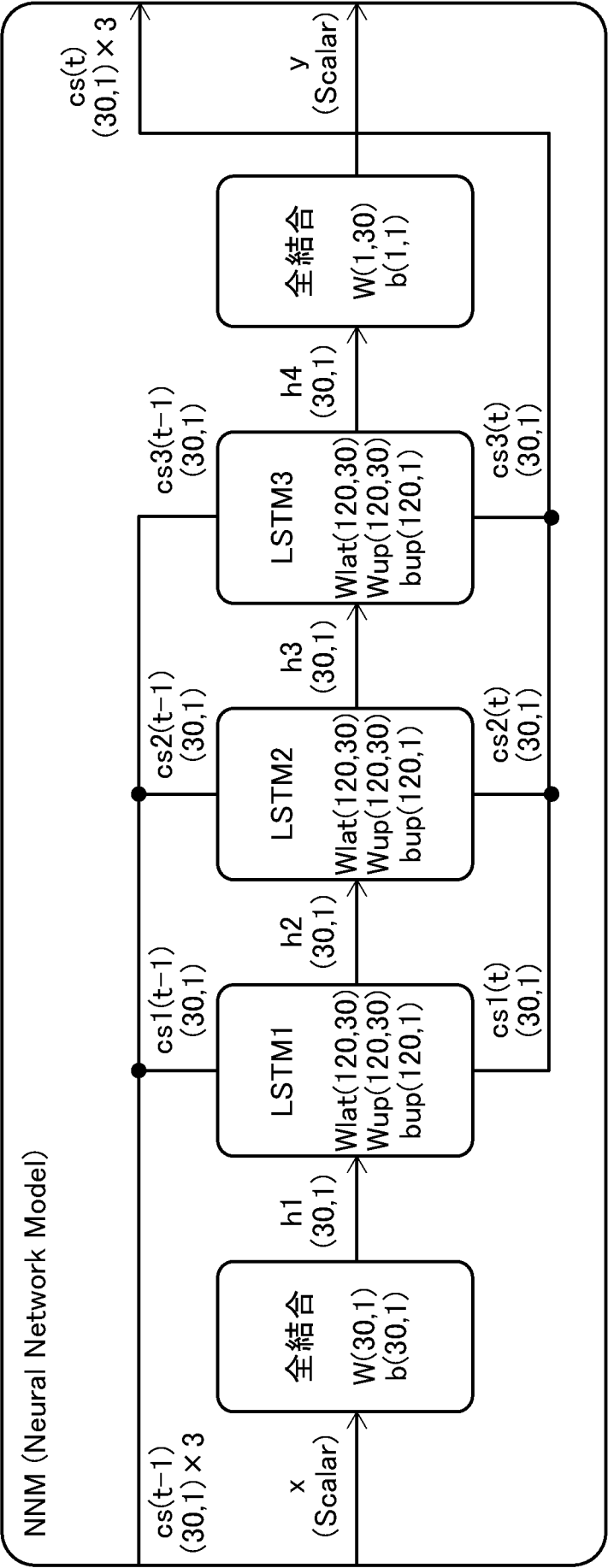
[図] 10



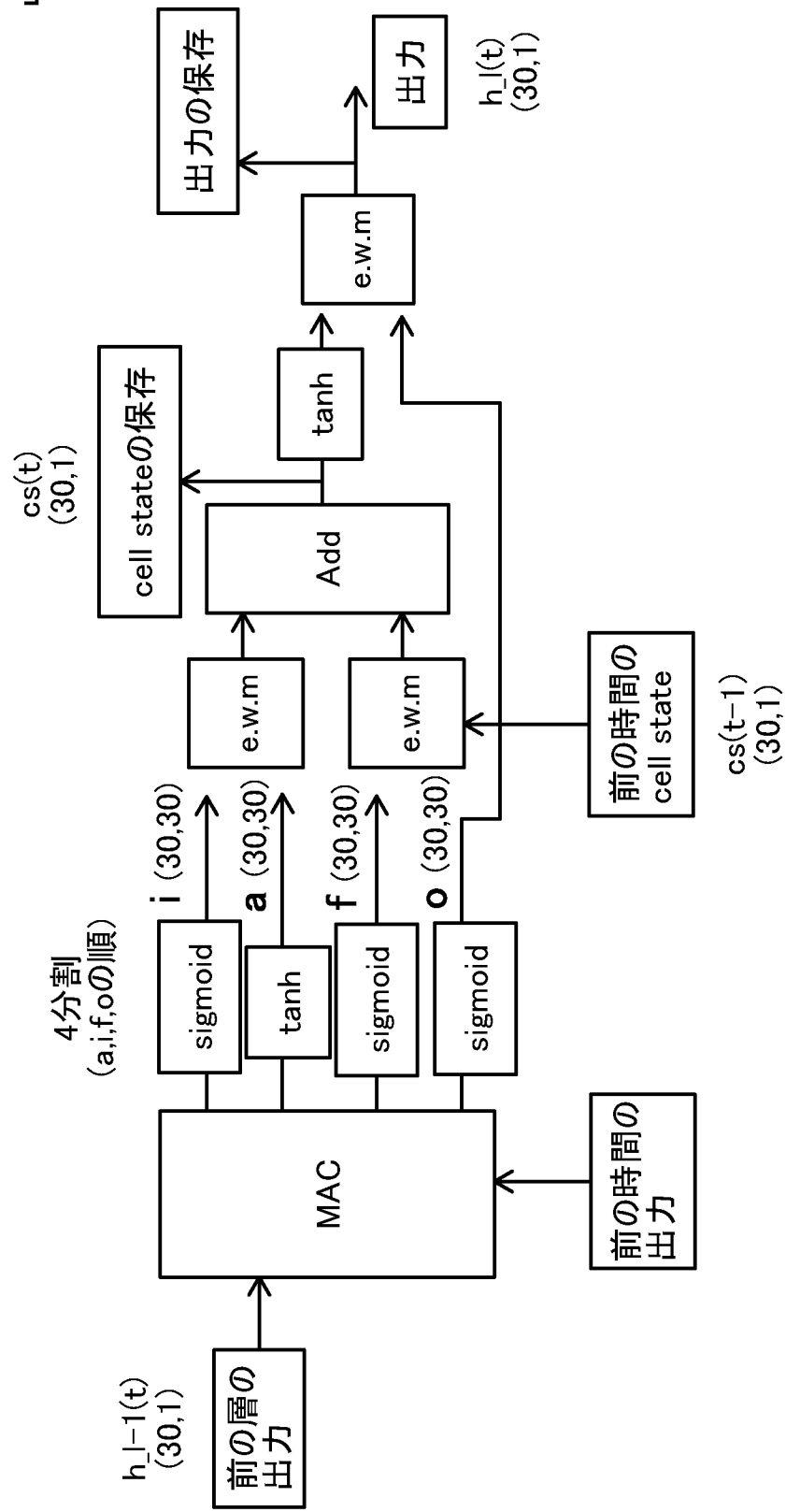
[図 11]



[図12]



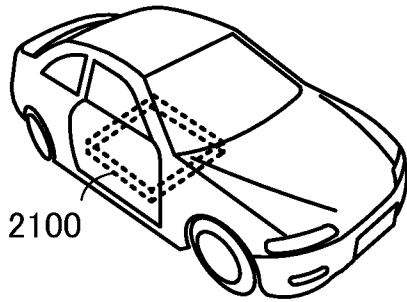
[図 13]



[図 14]

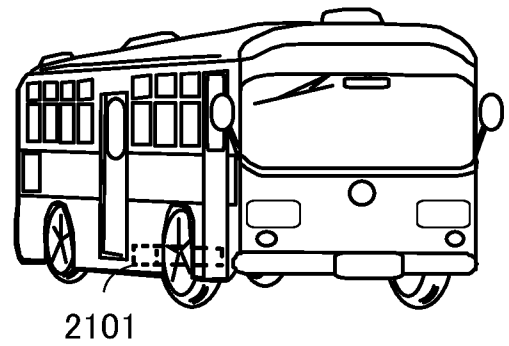
(A)

2001



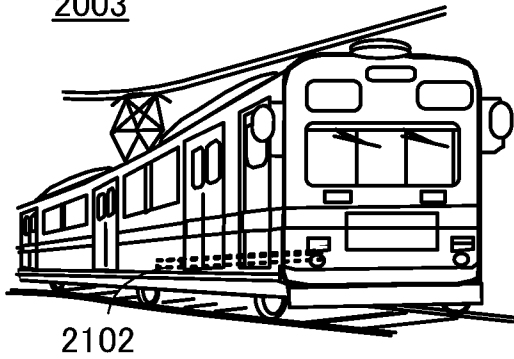
(B)

2002

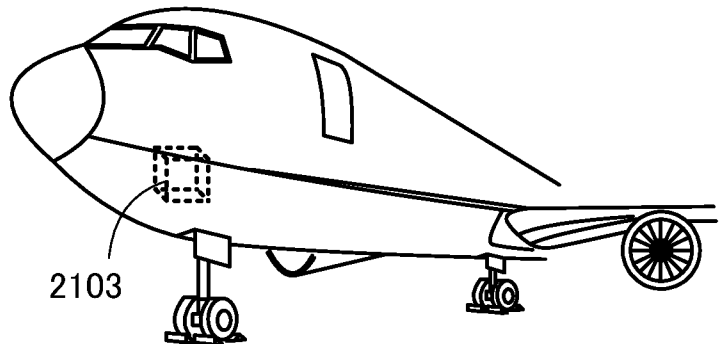


(C)

2003



(D) 2004



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2018/059485

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H02J7/00 (2006.01) i, G01R31/35 (2019.01) i, H01M10/44 (2006.01) i,
H01M10/48 (2006.01) i, B60L3/00 (2019.01) n, B60L50/40 (2019.01) n,
B60L50/50 (2019.01) n, B60L53/00 (2019.01) n, B60L55/00 (2019.01) n,
B60L58/00 (2019.01) n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. H02J7/00, G01R31/36, H01M10/44, H01M10/48, B60L3/00, B60L50/40,
B60L50/50, B60L53/00, B60L55/00, B60L58/00

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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 Y	JP 2013-172552 A (NTT FACILITIES, INC.) 02 September 2013, paragraphs [0020]-[0036], fig. 1 (Family: none)	1, 3-6 2
X Y	JP 2000-354333 A (SONY CORP.) 19 December 2000, paragraphs [0013]-[0030], fig. 1, 2 (Family: none)	1-6 2

☐

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
08 February 2019 (08.02.2019)

Date of mailing of the international search report
19 February 2019 (19.02.2019)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02J7/00(2006.01)i, G01R31/36(2019.01)i, H01M10/44(2006.01)i, H01M10/48(2006.01)i,
B60L3/00(2019.01)n, B60L50/40(2019.01)n, B60L50/50(2019.01)n, B60L53/00(2019.01)n,
B60L55/00(2019.01)n, B60L58/00(2019.01)n

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02J7/00, G01R31/36, H01M10/44, H01M10/48, B60L3/00, B60L50/40, B60L50/50, B60L53/00, B60L55/00,
B60L58/00

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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	JP 2013-172552 A（株式会社N T Tファシリティーズ）2013.09.02, 段落[0020]-[0036], [図1]（ファミリーなし）	1, 3-6 2
X Y	JP 2000-354333 A（ソニー株式会社）2000.12.19, 段落 [0013]-[0030], [図1][図2]（ファミリーなし）	1-6 2

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
08.02.2019

国際調査報告の発送日
19.02.2019

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ISA/JP）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

大手 昌也

電話番号 03-3581-1101 内線 3568

5T

5091