

(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3月9日(09.03.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/032637 A1

(51) 国際特許分類:

G06N 20/00 (2019.01) G06N 3/04 (2006.01)  
G05B 13/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/030708

(22) 国際出願日: 2022年8月12日(12.08.2022)

(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 2021-141750 2021年8月31日(31.08.2021) JP

(71) 出願人: 東京エレクトロン株式会社(TOKYO ELECTRON LIMITED) [JP/JP]; 〒1076325 東京都港区赤坂五丁目3番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 斉藤 友貴哉 (SAITOU, Yukiya); 〒0600003 北海道札幌市中央区北3条西3丁目

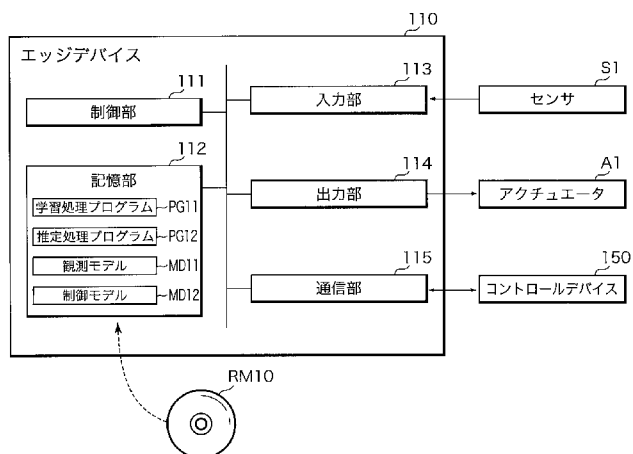
1 大同生命札幌ビル 10階東京エレクトロン株式会社内 Hokkaido (JP). 片岡 勇樹(KATAOKA, Yuki); 〒0600003 北海道札幌市中央区北3条西3丁目1 大同生命札幌ビル 10階東京エレクトロン株式会社内 Hokkaido (JP).

(74) 代理人: 河野 英仁, 外(KOHNO, Hideto et al.); 〒5400035 大阪府大阪市中央区釣鐘町二丁目4番3号 河野特許事務所 Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, 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, ME, MG, MK, MN, MW,

(54) Title: INFORMATION PROCESSING METHOD, INFORMATION PROCESSING DEVICE, AND INFORMATION PROCESSING SYSTEM

(54) 発明の名称: 情報処理方法、情報処理装置、及び情報処理システム



110 Edge device  
111 Control unit  
112 Storage unit  
113 Input unit  
114 Output unit  
115 Communication unit  
150 Control device  
A1 Actuator  
MD11 Observation model  
MD12 Control model  
PG11 Learning processing program  
PG12 Estimation processing program  
S1 Sensor

(57) Abstract: The present invention provides an information processing method, an information processing device, and an information processing system. The present invention includes: a step for acquiring a feature quantity of data processed by a plurality of first learning models; a step for training a second learning model that outputs information about an estimation result if, on the basis of the acquired feature quantity, the feature quantity of the data processed by the first learning models is input; and a step for inputting the acquired feature quantity of the data to the second learning model that has been trained, and outputting an estimation result based on information obtained from the second learning model.

(57) 要約: 情報処理方法、情報処理装置、及び情報処理システムの提供。複数の第1学習モデルが処理するデータの特徴量を取得する工程と、取得した特徴量に基づき、第1学習モデルが処理するデータの特徴量を入力した場合、推定結果に関する情報を入力する第2学習モデルの学習を行う工程と、学習後の第2学習モデルに、取得したデータの特徴量を入力し、第2学習モデルから得られる情報に基づく推定結果を出力する工程とを含む。

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, 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))

## 明 細 書

発明の名称：

情報処理方法、情報処理装置、及び情報処理システム

### 技術分野

[0001] 本発明は、情報処理方法、情報処理装置、及び情報処理システムに関する。

### 背景技術

[0002] 基板処理システムにおいては、複数のエッジデバイスが用いられ、複数のエッジデバイスを有する多種類のチャンバにて、様々なプロセスが実行される。

[0003] 基板処理システムに限らず、電気機器、電子機器、自動車、医薬、化学製品、食品などの様々な生産管理システムにおいて、複数のエッジデバイスを用いたプロセスが実行されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2018／173121号

特許文献2：国際公開第2019／163823号

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] 本開示は、斯かる事情に鑑みてなされたものであり、システム内に設けられる様々なエッジデバイスに適用されるモデルを効率的に作成し、管理することができる情報処理方法、情報処理装置、及び情報処理システムを提供する。

#### 課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一形態に係る情報処理方法は、複数の第1学習モデルが処理するデータの特徴量を取得する工程と、取得した特徴量に基づき、前記第1学習

モデルが処理するデータの特徴量を入力した場合、推定結果に関する情報を出力する第2学習モデルの学習を行う工程と、学習後の第2学習モデルに、取得したデータの特徴量を入力し、前記第2学習モデルから得られる情報に基づく推定結果を出力する工程とを含む。

## 発明の効果

[0007] 本開示によれば、システムに設けられる様々なエッジデバイスの推論モデルを効率的に作成し、管理することができる。

## 図面の簡単な説明

- [0008] [図1]実施の形態に係る基板処理システムの構成例を示す図である。
- [図2]基板処理装置の駆動系の構成を示す模式図である。
- [図3]チャンバの構成例を示す断面図である。
- [図4]基板処理装置の制御系の構成を説明するブロック図である。
- [図5]基板処理装置が備えるエッジデバイスの内部構成を示すブロック図である。
- [図6]エッジデバイスが備える観測モデルの構成例を示す模式図である。
- [図7]エッジデバイスが備える制御モデルの構成例を示す模式図である。
- [図8]基板処理装置が備えるコントロールデバイスの内部構成を示すブロック図である。
- [図9]データベースの構成例を示す概念図である。
- [図10]装置群サーバの内部構成を示すブロック図である。
- [図11]データベースの構成例を示す概念図である。
- [図12]エッジデバイスによる第1学習モデルの生成手順を示すフローチャートである。
- [図13]運用フェーズにおいて基板処理装置の内部にて実行される処理の手順を示すフローチャートである。
- [図14]運用フェーズにおいて基板処理装置と装置群サーバとの間で実行される処理の手順を示すフローチャートである。
- [図15]評価結果の表示例を示す模式図である。

## 発明を実施するための形態

[0009] 以下、図面を参照して一実施形態について説明する。説明において、同一要素又は同一機能を有する要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

[0010] (実施の形態1)

図1は実施の形態に係る基板処理システムの構成例を示す図である。実施の形態に係る基板処理システムは、複数の基板処理装置100A~100Dに適用される学習モデルを管理するためのシステムである。基板処理システムは、複数の基板処理装置100A~100Dと、複数の基板処理装置100A~100Dからデータを収集する装置群サーバ200とを含む。各基板処理装置100A~100Dと、装置群サーバ200とは、LAN (Local Area Network) や専用回線などの通信ネットワークNWを介して、通信可能に接続される。

[0011] 本実施の形態では、基板処理システムが4台の基板処理装置100A~100Dを含む構成としたが、装置台数は4台に限定されない。以下の説明において、基板処理装置100A~100Dを区別して説明する必要がない場合には、基板処理装置100 (図2参照) とも記載する。本実施の形態において、装置群サーバ200は、単一のコンピュータであってもよく、複数のコンピュータや周辺機器などにより構成されるコンピュータシステムであってもよい。また、装置群サーバ200は、実体が仮想化された仮想マシンであってもよく、クラウドであってもよい。

[0012] 図2は基板処理装置100の駆動系の構成を示す模式図である。基板処理装置100は、基板Wを搬入出するための搬送ユニットHUと、基板Wに対して基板処理を施す処理ユニットSUとを備える。

[0013] 搬送ユニットHUは、カセットステージ10と、搬送ステージ20とを備える。カセットステージ10は、カセット容器11を備える。カセット容器11には、例えば、最大で25枚の基板Wが積層された状態で収容される。

[0014] 搬送ステージ20は、基板Wを搬送するための基板搬送機構21を備える

。基板搬送機構 21 は、基板 W を略水平に保持する 2 つの搬送アーム 21 A、21 B を有する。基板搬送機構 21 は、搬送アーム 21 A、21 B を用いて、カセット容器 11 から基板 W を 1 枚ずつ取り出す。基板搬送機構 21 は、カセット容器 11 から取り出した基板 W を、ロードロック室 25 A、25 B の何れか一方へ搬送する。ロードロック室 25 A、25 B は、搬送ユニット H U を処理ユニット S U に接続する。

[0015] 処理ユニット S U は、移載室 30 と、4 台のチャンバ 40 A～40 D とを備える。移載室 30 は、例えば上方から見て多角形状（図示の例では六角形状）をなすように形成された密閉可能な構造を有する。移載室 30 は、気密に密閉可能なゲートバルブを介してチャンバ 40 A～40 D のそれぞれに接続されている。移載室 30 は、基板 W を搬送するための基板搬送機構 31 を備える。基板搬送機構 31 は、基板 W を略水平に保持する 2 つの搬送アーム 31 A、31 B を有する。基板搬送機構 31 は、搬送アーム 31 A、31 B を用いて、ロードロック室 25 A、25 B から基板 W を取り出し、取り出した基板 W をチャンバ 40 A～40 D の何れか 1 つへ搬送する。

[0016] このような構成により、処理ユニット S U は、ロードロック室 25 A、25 B まで搬送された基板 W を、移載室 30 経由でチャンバ 40 A～40 D に搬入し、チャンバ 40 A～40 D にて基板処理を実行する。処理ユニット S U は、基板処理の実行後、処理済みの基板 W をチャンバ 40 A～40 D から取り出し、取り出した基板 W を移載室 30 経由でロードロック室 25 A、25 B へ搬出する。チャンバ 40 A～40 D が実行する基板処理の一例は C V D (Chemical Vapor Deposition) などによる成膜処理である。代替的に、チャンバ 40 A～40 D が実行する基板処理は、拡散処理、エッチング処理、アッシング処理、スパッタリング処理等であってもよい。また、図 2 の例では、カセット容器 11 から基板 W を 1 枚ずつ取り出して基板処理を行う枚葉式の基板処理装置 100 を示したが、基板処理装置 100 は、複数の基板 W を同時的に処理するバッチ式の基板処理装置等であってもよく、搬送ユニット H U は任意の構成を採用できる。

[0017] 以下の説明において、チャンバ４０Ａ～チャンバ４０Ｄのそれぞれを区別して説明する必要がない場合、単にチャンバ４０（図３参照）とも記載する。

[0018] 図３はチャンバ４０の構成例を示す断面図である。図３に一例として示すチャンバ４０は、基板Ｗに対して成膜処理を施すための装置であり、基板処理が実行される処理室４１と、この処理室４１に連通する排気室４２とを備える。

[0019] 処理室４１は、板状の天井部４１１及び底部４１３、並びに、天井部４１１と底部４１３とを連結する側壁部４１２を有している。処理室４１は、例えば略円筒形状をなす。側壁部４１２には、移載室３０との間で基板Ｗの搬入出を行うための搬入出口が形成されている。処理室４１と移載室３０との間に設けられたゲートバルブを開状態にすることにより、この搬入出口を通じて、基板Ｗの搬入出が可能になる。底部４１３の中央には開口部４１３ａが形成されている。排気室４２は、開口部４１３ａと連通するように、処理室４１の底部４１３に連結されている。

[0020] 排気室４２は、環状のフランジ部４２１、板状の底部４２３、及びフランジ部４２１と底部４２３とを連結する側壁部４２２を有している。フランジ部４２１は、処理室４１の底部４１３に接合されている。側壁部４２２には排気孔４２４が形成されている。

[0021] 処理室４１及び排気室４２は、その内部空間を減圧雰囲気（真空状態）に維持できるように構成されている。処理室４１及び排気室４２の接合部分、並びに、処理室４１及び排気室４２を構成する各部材の接合部分には、接合部分の気密性を確保するために、シール部材としてのＯリングが介装される。

[0022] チャンバ４０は、処理室４１及び排気室４２の外部に配置された排気装置５１と、排気孔４２４と排気装置５１とを接続する排気管５２と、排気管５２の途中に設けられたバルブ５３とを備える。バルブ５３は、閉状態で処理室４１及び排気室４２の気密性を維持すると共に、開状態で排気装置５１に

よる処理室4 1及び排気室4 2の減圧を可能にする。処理室4 1及び排気室4 2は、排気装置5 1を作動させることによって、その内部空間が所要の真空度まで減圧される。

[0023] チャンバ4 0は、処理室4 1内に配置されたサセプタ6 1と、処理室4 1内及び排気室4 2内においてサセプタ6 1を支持する支持部材6 2とを備えている。サセプタ6 1は、基板Wを水平に支持するための基板載置台である。サセプタ6 1は、基板Wが載置される基板載置面（上面）と、その反対側の下面とを有している。サセプタ6 1の下面の中央部には、支持部材6 2の一端部が固定されている。支持部材6 2の他端部は、排気室4 2の底部4 2 3に固定されている。

[0024] 図示しないが、サセプタ6 1は、基板載置面に対して突没可能に設けられた複数の支持ピンを有している。複数の支持ピンは、任意の昇降機構により上下に変位し、上昇位置において、基板搬送機構3 1との間で基板Wの受け渡しを行うことができるように構成されている。

[0025] チャンバ4 0は、ヒータ6 3、ヒータ電源6 4、及び温度センサT Sを備える。ヒータ6 3と温度センサT Sの測温部分とは、サセプタ6 1に埋設されている。ヒータ電源6 4は、処理室4 1及び排気室4 2の外部に配置されている。ヒータ6 3は、例えば、支持部材6 2の内部を通る配線を介してヒータ電源6 4に接続されている。ヒータ電源6 4は、ヒータ6 3に対して、サセプタ6 1に載置された基板Wを所望の温度に加熱するための電氣的出力を供給する。サセプタ6 1の温度は、温度センサT Sによって計測される。温度センサT Sは、熱電対、サーミスタなどの公知の部材を用いて構成される。

[0026] チャンバ4 0は、処理室4 1の天井部4 1 1に設けられたシャワーヘッド7 1を備えている。シャワーヘッド7 1は、その内部に形成されたガス拡散空間7 1 aと、ガス拡散空間7 1 aからサセプタ6 1に向かって貫通するように形成された複数のガス吐出孔7 1 bとを有している。

[0027] チャンバ4 0は、シャワーヘッド7 1における複数のガス吐出孔7 1 bと

は反対側に設けられ、ガス拡散空間 7 1 a に連通するガス導入管 7 2 と、処理室 4 1 及び排気室 4 2 の外部に配置されたガス供給源 7 3 と、ガス導入管 7 2 とガス供給源 7 3 とを接続するガス配管 7 4 と、ガス配管 7 4 の途中に設けられた M F C (マスフローコントローラ) 7 5 及び図示しないバルブとを備えている。ガス供給源 7 3 は、シャワーヘッド 7 1 に対して、成膜処理に用いられる成膜原料ガス、処理室 4 1 内及び排気室 4 2 内をクリーンするためのクリーニングガス、処理室 4 1 内及び排気室 4 2 内の雰囲気を置換するためのパージガス等を供給する。これらのガスは、ガス配管 7 4 及びガス導入管 7 2 を介してガス拡散空間 7 1 a に供給され、複数のガス吐出孔 7 1 b から処理室 4 1 内に吐出される。

[0028] チャンバ 4 0 は、処理室 4 1 及び排気室 4 2 の外部に配置された高周波電源 7 6、シャワーヘッド 7 1 と高周波電源 7 6 とを接続する配線 7 7、及び配線 7 7 の途中に設けられた整合器 7 8 とを備えている。高周波電源 7 6 は、シャワーヘッド 7 1 に対して、処理室 4 1 内に供給された成膜原料ガスをプラズマ化するための高周波電力を供給する。

[0029] 以上の構成により、チャンバ 4 0 では、サセプタ 6 1 に載置された基板 W に対して成膜処理を施すことが可能である。すなわち、真空状態の処理室 4 1 の内部に処理対象の基板 W を搬送し、サセプタ 6 1 に載置された基板 W をヒータ 6 3 により加熱し、シャワーヘッド 7 1 から基板 W に向けて原料ガスを供給することにより、基板 W の表面に薄膜が形成される。なお、成膜反応を促進するために、高周波電源 7 6 からシャワーヘッド 7 1 に対して高周波電力を供給してもよい。この場合、シャワーヘッド 7 1 を介して処理室 4 1 内に供給された原料ガスをプラズマ化して成膜することが可能になる。

[0030] 図 3 の例では、基板 W に対して成膜処理を施すチャンバ 4 0 について説明したが、チャンバ 4 0 は、基板 W に対し、拡散処理、エッチング処理、アッシング処理、スパッタリング処理等を施すプロセスモジュールであってもよい。

[0031] 図 4 は基板処理装置 1 0 0 の制御系の構成を説明するブロック図である。

基板処理装置１００は、各種のセンサＳ１～Ｓ３、センサＳ１～Ｓ３から出力されるデータがそれぞれ入力されるエッジデバイス１１０～１３０、エッジデバイス１１０～１３０によりそれぞれ制御されるアクチュエータＡ１～Ａ３、及び装置全体の動作を制御するコントロールデバイス１５０を備える。

[0032] センサＳ１～Ｓ３は、基板処理装置１００に設けられ、計測対象の物理量を時系列的に計測するセンサである。センサＳ１～Ｓ３は、計測結果を示す時系列データ（以下、センサデータともいう）を後段のエッジデバイス１１０～１３０へ出力する。

[0033] センサＳ１の一例は、ＲＦ（Radio Frequency）センサである。ＲＦセンサは、高周波電源７６の出力側に設置され、高周波電源７６のＲＦパワーを時系列的に計測する。代替的に、ＲＦセンサは、電圧、電流、静電容量、インピーダンス、位相、負荷電力などを時系列的に計測するセンサであってもよい。センサＳ２の一例は、温度センサである。温度センサは、測温部分がセプタ６１に埋設され、基板載置面の温度（すなわち、処理対象の基板Ｗの温度）を時系列的に計測する温度センサＴＳを含む。代替的に、温度センサは、電極温度や処理室４１の内部温度等を時系列的に計測するセンサであってもよい。センサＳ３の一例は、トルクセンサである。トルクセンサは、基板搬送機構２１，３１に搭載されるアクチュエータ（例えばアクチュエータＡ３）が受けるトルクを時系列的に計測する。

[0034] 基板処理装置１００に搭載されるセンサＳ１～Ｓ３は、上述のＲＦセンサ、温度センサ、トルクセンサに限定されるものではない。また、基板処理装置１００に搭載されるセンサの数は３つに限定されるものでもない。例えば、基板処理装置１００は、ガスセンサ、ＯＥＳ（Optical Emission Spectroscopy）センサ、流量センサなどを含む１つ以上のセンサを備えてもよい。ここで、ガスセンサは、処理室４１に設置され、処理室４１の内部を満たすガスの特定の成分量を時系列的に計測するセンサである。ガスセンサには、質量分析計、赤外分光計、ガスクロマトグラフィなどが用いられる。ＯＥＳセ

ンサは、処理室４１に設置され、処理室４１の内部のプラズマ発光強度を時系列的に計測するセンサである。流量センサは、処理室４１に設置され、処理室４１の内部に導入されるガスの流量を時系列的に計測するセンサである。

[0035] なお、センサＳ１～Ｓ３のサンプリングレートは任意であり、センサ毎に適宜設定される。例えば、ＲＦセンサのサンプリングレートは１～１０μsecである。温度センサのサンプリングレートは、例えば１００msecである。トルクセンサのサンプリングレートは、例えば２．５msecである。ＯＥＳセンサのサンプリングレートは、例えば１０～１００msecである。ガスセンサのサンプリングレートは、例えば１～１０msecである。流量センサのサンプリングレートは、例えば１０msecである。

[0036] エッジデバイス１１０～１３０は、センサＳ１～Ｓ３から入力されるセンサデータに基づき、基板処理装置１００の状態を推定する処理、及びアクチュエータＡ１～Ａ３に対する制御値を推定する処理等を実行する。エッジデバイス１１０～１３０は、例えば、状態の推定結果をコントロールデバイス１５０へ出力し、制御値の推定結果に基づきアクチュエータＡ１～Ａ３の動作を制御する。エッジデバイス１１０～１３０の内部構成、及びエッジデバイス１１０が実行する処理の内容については後に詳述する。

[0037] アクチュエータＡ１～Ａ３は、エッジデバイス１１０～１３０の制御対象である。本実施の形態では、モータなどの電気エネルギーを物理的な運動量に変換する機械要素に限定されず、電気回路を含む各種駆動回路を総称してアクチュエータと表記する。

[0038] 例えば、センサＳ１がＲＦセンサである場合、アクチュエータＡ１は高周波電源７６であってもよい。この場合、エッジデバイス１１０は、ＲＦセンサからＲＦパワーの時系列データを取得し、取得した時系列データに基づき、高周波電源７６に対する制御値を推定し、推定した制御値に基づき高周波電源７６の動作を制御する。また、センサＳ２が温度センサＴＳである場合、アクチュエータＡ２はヒータ電源６４であってもよい。この場合、エッジ

デバイス１２０は、温度センサＴＳから温度の時系列データを取得し、取得した時系列データに基づき、ヒータ電源６４に対する制御値を推定し、推定した制御値に基づきヒータ電源６４の動作を制御する。更に、センサＳ３がトルクセンサである場合、アクチュエータＡ３は基板搬送機構２１，３１が備えるモータであってもよい。この場合、エッジデバイス１３０は、トルクセンサからモータ駆動軸が受けるトルクの時系列データを取得し、取得した時系列データに基づき、基板搬送機構２１，３１に対する制御値を推定し、推定した制御値に基づき基板搬送機構２１，３１の動作を制御する。

[0039] 本実施の形態では、各エッジデバイス１１０～１３０に対して、センサ及びアクチュエータをそれぞれ１つずつ接続する構成としたが、エッジデバイス１１０～１３０に接続されるセンサ及びアクチュエータの数は１つに限定されない。エッジデバイス１１０～１３０のそれぞれに複数のセンサ及び複数のアクチュエータが接続されてもよい。また、本実施の形態では、基板処理装置１００が３つのエッジデバイス１１０～１３０を備える構成としたが、基板処理装置１００に搭載されるエッジデバイスの数は３つに限定されるものではなく、１つ以上のエッジデバイスを備えていればよい。

[0040] コントロールデバイス１５０は、エッジデバイス１１０～１３０から入力される各種情報、及び外部から入力される各種情報に基づき、基板処理装置１００の装置全体の動作を制御する。コントロールデバイス１５０の内部構成、及びコントロールデバイス１５０が実行する処理の内容については後に詳述する。

[0041] 図５は基板処理装置１００が備えるエッジデバイス１１０の内部構成を示すブロック図である。エッジデバイス１１０は、基板処理装置１００に設けられる専用又は汎用のコンピュータであり、制御部１１１、記憶部１１２、入力部１１３、出力部１１４、通信部１１５などを備える。エッジデバイス１１０は、入力部１１３を通じて入力されるセンサＳ１のセンサデータに基づき、基板処理装置１００の状態を監視すると共に、アクチュエータＡ１の動作を制御する。

[0042] 制御部 111 は、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory)などを備える。制御部 111 が備える ROM には、エッジデバイス 110 が備えるハードウェア各部の動作を制御する制御プログラム等が記憶される。制御部 111 内の CPU は、ROM に記憶されている制御プログラムや記憶部 112 に記憶されている各種コンピュータプログラムを読み込んで実行し、ハードウェア各部の動作を制御することによって、装置全体を本開示の情報処理装置として機能させる。制御部 111 が備える RAM には、演算の実行中に利用されるデータが一時的に記憶される。

[0043] 実施の形態では、制御部 111 が CPU、ROM、及び RAM を備える構成としたが、制御部 111 の構成は上記のものに限定されない。制御部 111 は、例えば、GPU (Graphics Processing Unit)、FPGA (Field Programmable Gate Array)、DSP (Digital Signal Processor)、量子プロセッサ、揮発性又は不揮発性のメモリ等を備える 1 又は複数の制御回路又は演算回路であってもよい。また、制御部 111 は、日時情報を出力するクロック、計測開始指示を与えてから計測終了指示を与えるまでの経過時間を計測するタイマ、数をカウントするカウンタ等の機能を備えてもよい。

[0044] 記憶部 112 は、HDD (Hard Disk Drive)、SSD (Solid State Drive)、EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)などの記憶装置を備える。記憶部 112 には、制御部 111 によって実行される各種のコンピュータプログラムや制御部 111 によって利用される各種のデータが記憶される。

[0045] 記憶部 112 に記憶されるコンピュータプログラムには、後述の学習モデル (観測モデル MD 11 及び制御モデル MD 12) を生成するための学習処理プログラム PG 11、及び学習モデルを用いて基板処理装置 100 の状態やアクチュエータ A1 の制御値を推定するための推定処理プログラム PG 12 が含まれる。これらのコンピュータプログラムは、単一のコンピュータプログラムであってもよく、複数のコンピュータプログラムにより構成される

ものであってもよい。また、これらのコンピュータプログラムは、既存のライブラリを部分的に用いるものであってもよい。

[0046] 記憶部 112 に記憶される学習処理プログラム P G 11 や推定処理プログラム P G 12 等のコンピュータプログラムは、当該コンピュータプログラムを読み取り可能に記録した非一時的な記録媒体 R M 10 により提供される。記録媒体 R M 10 は、C D - R O M、U S B メモリ、S D (Secure Digital) カード、マイクロ S D カード、コンパクトフラッシュ（登録商標）などの可搬型メモリである。制御部 111 は、図に示していない読取装置を用いて、記録媒体 R M 10 から各種コンピュータプログラムを読み取り、読み取った各種コンピュータプログラムを記憶部 112 に記憶させる。記憶部 112 に記憶されるコンピュータプログラムは、通信により提供されてもよい。この場合、制御部 111 は、通信部 115 を通じてコンピュータプログラムを取得し、取得したコンピュータプログラムを記憶部 112 に記憶させればよい。

[0047] 記憶部 112 は、センサ S 1 から出力される時系列データが入力された場合、基板処理装置 100 に関する情報を出力するように構成される学習モデルを備える。記憶部 112 には、学習モデルを定義する情報として、例えば、学習モデルが備える層の構成情報、各層に含まれるノードの情報、ノード間の重み付け及びバイアスのパラメータなどが記憶される。

[0048] 本実施の形態に係るエッジデバイス 110 は、学習モデルとして、観測モデル M D 11 と、制御モデル M D 12 とを備える。観測モデル M D 11 は、基板処理装置 1 の状態を推定するためのモデルである。制御モデル M D 12 は、エッジデバイス 110 の制御対象であるアクチュエータ A 1 の制御値を推定するためのモデルである。図 5 に示す例では、学習モデルとして、観測モデル M D 11 及び制御モデル M D 12 の双方を備える構成としたが、何れか一方のみを備える構成であってもよい。また、図 5 に示す例では、観測モデル M D 11 及び制御モデル M D 12 を 1 つずつ備える構成としたが、観測モデル M D 11 は観測対象のセンサ毎に用意されてもよく、制御モデル M D

12は制御対象のアクチュエータ毎に用意されてもよい。

[0049] 入力部113は、センサS1を接続するためのインタフェースを備える。入力部113に接続されるセンサS1は例えばRFセンサである。入力部113に接続されるセンサS1は、上記に限らず、プロセスの状態（パフォーマンス）を観測するために必要な任意のセンサが接続される。入力部113を通じて入力される時系列データ（センサデータ）は、記憶部112に一時的に記憶される。

[0050] 出力部114は、エッジデバイス110の制御対象であるアクチュエータA1を接続するためのインタフェースを備える。制御部111は、上述の制御モデルMD12を用いて制御値を推定し、推定した制御値に基づく制御命令を出力部114からアクチュエータA1へ出力することにより、アクチュエータA1の動作を制御する。

[0051] 通信部115は、コントロールデバイス150との間で各種のデータを送受信するための通信インタフェースを備える。通信部115の通信インタフェースとして、LANなどの通信規格に準拠した通信インタフェースを用いることができる。通信部115は、送信すべきデータが制御部111から入力された場合、コントロールデバイス150へデータを送信し、コントロールデバイス150から送信されたデータを受信した場合、受信したデータを制御部111へ出力する。

[0052] 図6はエッジデバイス110が備える観測モデルMD11の構成例を示す模式図である。観測モデルMD11は、センサS1より得られる時系列データ（センサデータ）を入力した場合、当該センサS1が設けられている基板処理装置100の状態に関する情報（以下、状態情報という）を出力するように構成される。観測モデルMD11として、時系列データを解析することができる任意のモデルを採用することができる。一例では、観測モデルMD11は、深層学習を含む機械学習の学習モデルであり、RNN（Recurrent Neural Network）、LSTM（Long Short-Term Memory）などにより構築される。代替的に、観測モデルMD11は、CNN（Convolutional Neural Netw

ork)、R-CNN (Region based CNN)、YOLO (You Only Look Once)、SSD (Single Shot Multibox Detector)、GAN (Generative Adversarial Network)、SVM (Support Vector Machine)、決定木等に基づく学習モデルであってもよい。更に、観測モデルMD 1 1は、自己回帰モデル、移動平均モデル、自己回帰移動平均モデルなど、深層学習以外の学習モデルであってもよい。

[0053] 観測モデルMD 1 1は、入力層MD 1 1 a、中間層MD 1 1 b, MD 1 1 c、出力層MD 1 1 dなどを備える。図6の例では、観測モデルMD 1 1が2つの中間層MD 1 1 b, MD 1 1 cを備える構成としたが、3つ以上の中間層を備える構成であってもよい。

[0054] 入力層MD 1 1 a、中間層MD 1 1 b, MD 1 1 c、及び出力層MD 1 1 dには、1つまたは複数のノードが設けられる。各層のノードは、前後の層に存在するノードと一方向に所望の重みおよびバイアスで結合されている。観測モデルMD 1 1の入力層MD 1 1 aには、入力層MD 1 1 aが備えるノードの数と同数のデータが入力される。本実施の形態において、入力層MD 1 1 aのノードに入力されるセンサデータは、センサS 1より得られる時系列データである。入力層MD 1 1 aに入力されるセンサデータは、時間的に連続する複数個の計測値であってもよく、時刻に対して計測値をプロットしたグラフ（画像データ）であってもよい。

[0055] 入力されたセンサデータは、入力層MD 1 1 aが備えるノードを通じて、1つ目の中間層MD 1 1 bが備えるノードへ出力される。1つ目の中間層MD 1 1 bに入力されたデータは、この中間層MD 1 1 bを構成するノードを通じて、2つ目の中間層MD 1 1 cが備えるノードへ出力される。この間、各層のノード間に設定されている重み及びバイアスを含む活性化関数を用いて、センサデータの特徴量が抽出される。

[0056] 中間層MD 1 1 b, MD 1 1 cにより抽出されるセンサデータの特徴量は、出力層MD 1 1 dへ出力されると共に、観測モデルMD 1 1の外部に取り出される。出力層MD 1 1 dは、2つ目の中間層MD 1 1 cより入力される

特徴量を用いて予め設定された演算を実行し、最終的な演算結果として基板処理装置１００の状態情報を出力する。

[0057] 出力層MD１１dより出力される状態情報は、基板処理装置１００の状態を表す評価値などを含む。評価値は、例えば、基板処理装置１００を構成する特定のコンポーネントの劣化度合いを表す情報である。代替的に、評価値は、特定のコンポーネントの故障の有無を表す情報であってもよい。基板処理装置１００を構成する特定のコンポーネントは、排気装置５１、ヒータ電源６４、ガス供給源７３、高周波電源７６などを含む。

[0058] 観測モデルMD１１は、任意の学習アルゴリズムにより学習される。学習アルゴリズムとして、教師あり学習を用いることができる。この場合、センサＳ１のセンサデータと、観測モデルMD１１が出力すべき正解データとを含むデータセットを訓練データに用いて、センサデータが入力された場合、基板処理装置１００の状態情報を出力するように学習される。訓練データは、基板処理装置１００の管理者等によって与えられてもよい。例えば、センサＳ１のセンサデータ、コンポーネントを交換した日時、故障を発見した日時等を履歴データとして蓄積する。この履歴データに基づき、センサＳ１のセンサデータと、当該センサデータが得られた日時における劣化の有無又は故障の有無を示す正解データとを訓練データとして与えればよい。

[0059] 図６に一例として示す観測モデルMD１１は、入力層MD１１a、中間層MD１１b、MD１１c、及び出力層MD１１dを備える構成としたが、観測モデルMD１１の構成は、図６に示すものに限定されない。例えば、観測モデルMD１１は、中間層MD１１b、１１cを備えずに、入出力の関係（すなわち、センサデータと状態情報との関係）のみが規定されたモデルであってもよい。

[0060] 本実施の形態では、観測モデルMD１１の学習アルゴリズムとして、教師あり学習を説明したが、教師なし学習を含む任意の学習アルゴリズムを用いて、観測モデルMD１１を生成することが可能である。

[0061] エッジデバイス１１０の制御部１１１は、観測モデルMD１１による演算

を実行した場合、出力層MD 1 1 dから状態情報を取得すると共に、中間層MD 1 1 b, MD 1 1 cにて抽出されるセンサデータの特徴量を取得する。制御部1 1 1は、取得した基板処理装置1 0 0の状態情報及びセンサデータの特徴量を、エッジデバイス1 1 0の上位装置であるコントロールデバイス1 5 0へ送信する。

[0062] 図7はエッジデバイス1 1 0が備える制御モデルMD 1 2の構成例を示す模式図である。制御モデルMD 1 2は、センサS 1より得られる時系列データ（センサデータ）を入力した場合、当該センサS 1が設けられている基板処理装置1 0 0の制御値に関する情報（以下、制御情報という）を出力するように構成される。すなわち、制御モデルMD 1 2の入力層MD 1 2 aにセンサデータが入力された場合、中間層MD 1 2 b, MD 1 2 cにおいてセンサデータの特徴量を抽出する演算が実行される。中間層MD 1 2 b, MD 1 2 cより得られる特徴量は、出力層MD 1 2 dへ出力されると共に、制御モデルMD 1 2の外部に取り出される。出力層MD 1 2 dは、2つ目の中間層MD 1 2 cより入力される特徴量を用いて予め定められた演算を実行し、最終的な演算結果として基板処理装置1 0 0の制御情報を出力する。中間層MD 1 2 cより出力されるセンサデータの特徴量、及び出力層MD 1 2 dより出力される制御情報は、制御部1 1 1に入力される。出力層MD 1 2 dより出力される制御情報は、基板処理装置1 0 0が備える少なくとも1つのコンポーネントを制御するための制御値を含む。

[0063] 制御モデルMD 1 2は、観測モデルMD 1 1と同様に、教師あり学習で学習されてもよく、教師なし学習で学習されてもよい。また、制御モデルMD 1 2は、強化学習により学習されてもよい。例えば、基板処理装置1 0 0の状態に応じて報酬を付与し、将来にわたって得られる報酬の合計を最大化するように、強化学習における価値を学習すればよい。例えば、強化学習の1つであるQ学習では、ある環境における状態の下で、行動（制御値）を選択する価値Qを学習する。Q学習を開始する時点では、基板処理装置1 0 0の状態と行動（制御値）との組合せについて、価値Qの正しい値は分かっている。

ない。そこで、ある作業データの下で様々な制御値を選択し、その時の行動（制御値に基づく制御）に対して与えられる報酬に基づいて報酬の合計を算出し、より良い制御値の選択をしていくことにより、正しい価値Qを学習する。

[0064] 制御モデルMD 1 2は、上述したモデルに限らず、時系列データを解析することができる他のモデルであってもよい。例えば、制御モデルMD 1 2は、自己回帰モデル、移動平均モデル、自己回帰移動平均モデルなど、深層学習以外の学習モデルであってもよい。また、制御モデルMD 1 2の構成は、図7に示すものに限定されない。例えば、制御モデルMD 1 2は、中間層MD 1 2 b, MD 1 2 cを備えずに、入出力の関係（すなわち、センサデータと制御情報との関係）のみが規定されたモデルであってもよい。

[0065] エッジデバイス1 1 0の制御部1 1 1は、制御モデルMD 1 2による演算を実行した場合、出力層MD 1 2 dから制御情報を取得すると共に、中間層MD 1 2 b, MD 1 2 cにて計算されるセンサデータの特徴量を取得する。制御部1 1 1は、取得した基板処理装置1 0 0の制御情報及びセンサデータの特徴量を、エッジデバイス1 1 0の上位装置であるコントロールデバイス1 5 0へ送信する。また、制御部1 1 1は、制御モデルMD 1 2から取得した制御情報に基づき、アクチュエータA 1の動作を制御する。

[0066] 本実施の形態では、中間層MD 1 1 c, MD 1 2 cから特徴量を抽出する構成としたが、出力層MD 1 1 d, MD 1 2 dより得られる最終的な演算結果をセンサデータの特徴量とみなしてもよい。また、制御部1 1 1は、センサデータから直接的に特徴量を抽出してもよい。特徴量の抽出には、ピーク検出、区間平均などの適宜の統計処理が用いられる。制御部1 1 1は、センサデータに現れる異常箇所を検出し、検出した異常箇所のデータに重み付けすることにより特徴量を抽出してもよい。また、制御部1 1 1は、センサデータに現れる異常箇所を含む時系列データのスナップショットを特徴量として抽出してもよい。

[0067] 図5～図7ではエッジデバイス1 1 0の内部構成について説明したが、エ

ッジデバイス120, 130の内部構成についても同様である。すなわち、エッジデバイス120, 130は、それぞれ観測モデル及び制御モデルを備え、センサS2, S3から入力されるセンサデータに基づき、基板処理装置100の状態及びアクチュエータA1, A2の制御値を推定する。エッジデバイス120, 130は、観測モデル及び制御モデルより得られる基板処理装置100の状態情報、及びアクチュエータA1, A2の制御情報、並びに、センサS2, S3より出力されるセンサデータの特徴量を、エッジデバイス120, 130の上位装置であるコントロールデバイス150へ送信する。また、エッジデバイス120, 130は、制御モデルから取得した制御情報に基づき、それぞれアクチュエータA2, A3の動作を制御する。

[0068] 図8は基板処理装置100が備えるコントロールデバイス150の内部構成を示すブロック図である。コントロールデバイス150は、基板処理装置100の内部に設けられる専用又は汎用のコンピュータであり、制御部151、記憶部152、第1通信部153、第2通信部154、操作部155、表示部156などを備える。コントロールデバイス150は、エッジデバイス110～130から送信されるデータ（センサデータの特徴量）を収集し、記憶部152内のデータベースDB20に蓄積する。コントロールデバイス150は、データベースDB20に蓄積した中期的なデータに基づき、センサの個体差を吸収した第2学習モデルを生成する。

[0069] 制御部151は、CPU、ROM、RAMなどを備える。制御部151が備えるROMには、コントロールデバイス150が備えるハードウェア各部の動作を制御する制御プログラム等が記憶される。制御部151内のCPUは、ROMに記憶されている制御プログラムや記憶部152に記憶されている各種コンピュータプログラムを読み込んで実行し、ハードウェア各部の動作を制御する。

[0070] 制御部151は、上述の構成に限らず、GPU、FPGA、DSP、量子プロセッサ、揮発性又は不揮発性のメモリ等を備える1又は複数の制御回路又は演算回路であってもよい。また、制御部151は、日時情報を出力する

クロック、計測開始指示を与えてから計測終了指示を与えるまでの経過時間を計測するタイマ、数をカウントするカウンタ等の機能を備えてもよい。

[0071] 記憶部152は、HDD、SSD、EEPROMなどの記憶装置を備える。記憶部152は、上述したデータベースDB20を備える。図9はデータベースDB20の構成例を示す概念図である。データベースDB20は、エッジデバイス110～130の識別情報（デバイスID）に関連付けて、日時情報、及びセンサデータの特徴量を記憶する。更に、データベースDB20は、基板処理装置100の状態情報及び制御情報を記憶してもよい。

[0072] 記憶部152には、データベースDB20の他、制御部151によって実行される各種のコンピュータプログラム、及び制御部151によって利用される各種のデータが記憶される。

[0073] 記憶部152に記憶されるコンピュータプログラムには、第2学習モデルを生成するための学習処理プログラムPG21、及び第2学習モデルを用いて基板処理装置100の状態や制御値を推定するための推定処理プログラムPG22が含まれる。記憶部152に記憶されるコンピュータプログラムは、当該コンピュータプログラムを読み取り可能に記録した非一時的な記録媒体RM20により提供される。また、記憶部152に記憶されるコンピュータプログラムは、通信により提供されてもよい。

[0074] 記憶部152は、センサデータの特徴量が入力された場合、基板処理装置100に関する情報を出力するように構成される第2学習モデルを備える。記憶部152には、第2学習モデルを定義する情報として、第2学習モデルが備える層の構成情報、各層に含まれるノードの情報、ノード間の重み付け及びバイアスの情報などが記憶される。

[0075] コントロールデバイス150は、第2学習モデルとして、観測モデルMD21と、制御モデルMD22とを備える。観測モデルMD21は、基板処理装置100の状態を推定するためのモデルである。制御モデルMD22は、基板処理装置100において用いられる制御値を推定するためのモデルである。観測モデルMD21及び制御モデルMD22の構成は、エッジデバイス

１１０～１３０が備える観測モデルMD１１及び制御モデルMD１２の構成と同様であるため、その詳細な説明は省略する。

[0076] 本実施の形態では、第２学習モデルとして、観測モデルMD２１及び制御モデルMD２２の双方を備える構成としたが、何れか一方のみを備える構成であってもよい。また、本実施の形態では、第２学習モデルとして、観測モデルMD２１及び制御モデルMD２２を１つずつ備える構成としたが、観測モデルMD２１は観測対象毎に用意されてもよく、制御モデルMD２２は制御対象毎に用意されてもよい。

[0077] 第１通信部１５３は、エッジデバイス１１０～１３０との間で各種のデータを送受信するための通信インタフェースを備える。第１通信部１５３の通信インタフェースとして、LANなどの通信規格に準拠した通信インタフェースを用いることができる。第１通信部１５３は、送信すべきデータが制御部１５１から入力された場合、宛先のエッジデバイス１１０～１３０へデータを送信し、エッジデバイス１１０～１３０から送信されたデータを受信した場合、受信したデータを制御部１５１へ出力する。

[0078] 第２通信部１５４は、各種データを送受信する通信インタフェースを備える。第２通信部１５４が備える通信インタフェースは、例えば、Wi-Fi（登録商標）やイーサネット（登録商標）で用いられるLANの通信規格に準じた通信インタフェースである。第２通信部１５４は、送信すべきデータが制御部１５１から入力された場合、指定された宛先へ送信すべきデータを送信する。また、第２通信部１５４は、外部装置から送信されたデータを受信した場合、受信したデータを制御部１５１へ出力する。

[0079] 操作部１５５は、タッチパネル、キーボード、スイッチなどの操作デバイスを備え、管理者等による各種の操作及び設定を受付ける。制御部１５１は、操作部１５５より与えられる各種の操作情報に基づき適宜の制御を行い、必要に応じて設定情報を記憶部１５２に記憶させる。

[0080] 表示部１５６は、液晶モニタや有機EL（Electro-Luminescence）などの表示デバイスを備え、制御部１５１からの指示に応じて管理者等に報知すべ

き情報を表示する。

[0081] 次に、装置群サーバ200の構成について説明する。

図10は装置群サーバ200の内部構成を示すブロック図である。装置群サーバ200は、制御部201、記憶部202、通信部203、操作部204、表示部205などを備える。装置群サーバ200は、複数の基板処理装置100から送信されるデータを収集し、記憶部202内に設けたデータベースDB30に蓄積する。装置群サーバ200は、データベースDB30に蓄積した長期的なデータに基づき、装置間の個体差を吸収した第3学習モデルを生成する。

[0082] 制御部201は、CPU、ROM、RAMなどを備える。制御部201が備えるROMには、装置群サーバ200が備えるハードウェア各部の動作を制御する制御プログラム等が記憶される。制御部201内のCPUは、ROMに記憶されている制御プログラムや記憶部202に記憶されている各種コンピュータプログラムを読み込んで実行し、ハードウェア各部の動作を制御する。

[0083] 制御部201は、上述の構成に限らず、GPU、FPGA、DSP、量子プロセッサ、揮発性又は不揮発性のメモリ等を備える1又は複数の制御回路又は演算回路であってもよい。また、制御部201は、日時情報を出力するクロック、計測開始指示を与えてから計測終了指示を与えるまでの経過時間を計測するタイマ、数をカウントするカウンタ等の機能を備えてもよい。

[0084] 記憶部202は、HDD、SSD、EEPROMなどの記憶装置を備える。記憶部202は、上述したデータベースDB30を備える。図11はデータベースDB30の構成例を示す概念図である。データベースDB30は、基板処理装置100の識別子（装置ID）に関連付けて、日時情報及びセンサデータの特徴量を記憶する。データベースDB30には、更に、基板処理装置100の状態を示す状態情報、及び基板処理装置100の制御に用いられる制御情報が記憶されてもよい。

[0085] 記憶部202には、データベースDB30の他、制御部201によって実

行される各種のコンピュータプログラム、及び制御部 201 によって利用される各種のデータが記憶される。

[0086] 記憶部 202 に記憶されるコンピュータプログラムには、第 3 学習モデルを生成するための学習処理プログラム PG 31、及び基板処理装置 100 の状態や制御値を推定するための推定処理プログラム PG 32 が含まれる。記憶部 202 に記憶されるコンピュータプログラムは、当該コンピュータプログラムを読み取り可能に記録した非一時的な記録媒体 RM 30 により提供される。また、記憶部 202 に記憶されるコンピュータプログラムは、通信により提供されてもよい。

[0087] 記憶部 202 は、センサデータの特徴量が入力された場合、基板処理装置 100 に関する情報を出力するように構成される第 3 学習モデルを備える。記憶部 202 には、第 3 学習モデルを定義する情報として、第 3 学習モデルが備える層の構成情報、各層に含まれるノードの情報、ノード間の重み付け及びバイアスの情報などが記憶される。

[0088] 装置群サーバ 200 は、第 3 学習モデルとして、観測モデル MD 31 と、制御モデル MD 32 とを備える。観測モデル MD 31 は、基板処理装置 100 の状態を推定するためのモデルである。制御モデル MD 32 は、基板処理装置 100 において用いられる制御値を推定するためのモデルである。観測モデル MD 31 及び制御モデル MD 32 の構成は、コントロールデバイス 150 が備える観測モデル MD 21 及び制御モデル MD 22 の構成と同様であるため、その詳細な説明は省略する。

[0089] 本実施の形態では、第 3 学習モデルとして、観測モデル MD 31 及び制御モデル MD 32 の双方を備える構成としたが、何れか一方のみを備える構成であってもよい。また、本実施の形態では、第 3 学習モデルとして、観測モデル MD 31 及び制御モデル MD 32 を 1 つずつ備える構成としたが、観測モデル MD 31 は観測対象毎に用意されてもよく、制御モデル MD 32 は制御対象毎に用意されてもよい。

[0090] 通信部 203 は、各種データを送受信する通信インタフェースを備える。

通信部 203 が備える通信インタフェースは、例えば、W i F i（登録商標）やイーサネット（登録商標）で用いられる L A N の通信規格に準じた通信インタフェースである。通信部 203 は、送信すべきデータが制御部 201 から入力された場合、指定された宛先へ送信すべきデータを送信する。また、通信部 203 は、外部装置から送信されたデータを受信した場合、受信したデータを制御部 201 へ出力する。

[0091] 操作部 204 は、タッチパネル、キーボード、スイッチなどの操作デバイスを備え、管理者等による各種の操作及び設定を受付ける。制御部 201 は、操作部 204 より与えられる各種の操作情報に基づき適宜の制御を行い、必要に応じて設定情報を記憶部 202 に記憶させる。

[0092] 表示部 205 は、液晶モニタや有機 E L などの表示デバイスを備え、制御部 201 からの指示に応じて管理者等に報知すべき情報を表示する。

[0093] 図 10 の例では、装置群サーバ 200 が操作部 204 及び表示部 205 を備える構成としたが、装置群サーバ 200 において操作部 204 及び表示部 205 は必須の構成要素ではない。操作部 204 を備えていない場合、装置群サーバ 200 は、通信部 203 を介して通信可能に接続された外部コンピュータから操作を受付ければよい。また、表示部 205 を備えていない場合、装置群サーバ 200 は、管理者等に報知すべき情報を通信部 203 より外部コンピュータへ送信し、外部コンピュータに表示させればよい。

[0094] 以下、基板処理システムの動作について説明する。

本実施の形態に係る基板処理システムでは、運用が開始される前の学習フェーズにおいて、エッジデバイス 110～130 が第 1 学習モデル（観測モデル M D 11 及び制御モデル M D 12）を生成する。

[0095] 図 12 はエッジデバイス 110 による第 1 学習モデルの生成手順を示すフローチャートである。エッジデバイス 110 の制御部 111 は、入力部 113 を通じて、センサ S 1 から時系列的に出力されるセンサデータを収集する（ステップ S 101）。センサデータの収集期間は例えば 1 ヶ月である。センサデータを取得する際、制御部 111 は、基板処理装置 100 の状態情報

を外部より受け付け、出力部 114 より基板処理装置 100 へ出力する制御値を取得する。制御モデル MD 12 の学習が完了していない段階で用いられる基板処理装置 100 の制御値は、例えば事前に設定されるレシピを参照して決定される。これらの状態情報や制御値は、センサデータと共に、観測モデル MD 11 や制御モデル MD 12 の学習時に訓練データとして記憶部 112 に記憶される。

[0096] 学習に必要な訓練データが得られた場合、制御部 111 は、記憶部 112 に記憶させた訓練データから、一組の訓練データを選択する（ステップ S 102）。制御部 111 は、選択した一組の訓練データに含まれるセンサデータを観測モデル MD 11 及び制御モデル MD 12 にそれぞれ入力し、観測モデル MD 11 及び制御モデル MD 12 の演算を実行する（ステップ S 103）。学習が開始される前の段階において、観測モデル MD 11 及び制御モデル MD 12 のモデルパラメータには、初期値が設定されているものとする。

[0097] 制御部 111 は、観測モデル MD 11 及び制御モデル MD 12 の演算結果を評価し（ステップ S 104）、観測モデル MD 11 及び制御モデル MD 12 の学習が完了したか否かを判断する（ステップ S 105）。制御部 111 は、モデルによる演算結果と、正解データとして含む状態若しくは制御値とに基づく誤差関数（目的関数、損失関数、コスト関数ともいう）を用いて、演算結果を評価することができる。制御部 111 は、例えば、最急降下法などの勾配降下法により誤差関数を最適化（最小化又は最大化）する課程で、誤差関数が閾値以下（又は閾値以上）となった場合、観測モデル MD 11 及び制御モデル MD 12 の学習が完了したと判断する。

[0098] 学習が完了していない場合（S 105：NO）、すなわち観測モデル MD 11 及び制御モデル MD 12 の何れか一方の学習が完了していない場合、制御部 111 は、学習が完了していないモデルのパラメータ（ノード間の重み及びバイアス等）を更新し（ステップ S 106）、処理をステップ S 102 へ戻す。制御部 111 は、出力層 MD 11 d、MD 12 d から入力層 MD 11 a、MD 12 a に向かって、ノード間の重み及びバイアスを順次更新する

誤差逆伝搬法を用いて、モデルにおけるパラメータを更新することができる。

[0099] 学習が完了したと判断した場合（S 1 0 5 : Y E S）、学習済みの観測モデルMD 1 1 及び制御モデルMD 1 2 が得られるので、制御部 1 1 1 は、これらを第 1 学習モデルとして記憶部 1 1 2 に記憶させる（ステップS 1 0 7）。

[0100] 図 1 2 では、エッジデバイス 1 1 0 による第 1 学習モデルの生成手順について説明したが、エッジデバイス 1 2 0, 1 3 0 においても、同様の生成手順にてそれぞれに適用される第 1 学習モデルを生成することができる。

[0101] 本実施の形態に係る基板処理システムは、各エッジデバイス 1 1 0 ~ 1 3 0 において第 1 学習モデルが生成された後、運用フェーズに移行させる。基板処理システムは、運用フェーズにおいて以下の処理を実行する。

[0102] 図 1 3 は運用フェーズにおいて基板処理装置 1 0 0 の内部にて実行される処理の手順を示すフローチャートである。基板処理装置 1 0 0 に設けられたエッジデバイス 1 1 0 ( 1 2 0, 1 3 0 ) の制御部 1 1 1 は、入力部 1 1 3 を通じて、センサ S 1 から時系列的に出力されるセンサデータを取得した場合（ステップS 1 2 1）、取得したセンサデータを観測モデルMD 1 1 又は制御モデルMD 1 2 に入力することによりモデルを実行する（ステップS 1 2 2）。

[0103] 制御部 1 1 1 は、モデルを実行する過程で各モデルMD 1 1, MD 1 2 の中間層MD 1 1 c, MD 1 2 c からセンサデータの特徴量を抽出する（ステップS 1 2 3）。制御部 1 1 1 は、例えば、中間層MD 1 1 c, MD 1 2 c から特徴量を抽出することができる。代替的に、制御部 1 1 1 は、出力層MD 1 1 d, MD 1 2 d より得られる最終的な演算結果をセンサデータの特徴量とみなしてもよく、センサデータから直接的に特徴量を抽出してもよい。

[0104] 制御部 1 1 1 は、抽出した特徴量を、各モデルMD 1 1, MD 1 2 から得られる状態情報及び制御情報の推定結果と共に、コントロールデバイス 1 5 0 へ送信する（ステップS 1 2 4）。また、制御部 1 1 1 は、各モデルMD

11, MD12により推定した状態情報及び制御情報に基づき、アクチュエータA1の制御を実行する(ステップS125)。なお、制御部111は、ステップS122でセンサデータを取得する都度、ステップS122～S125の処理を実行すればよい。

[0105]    コントロールデバイス150の制御部151は、エッジデバイス110(120, 130)から送信される特徴量を第1通信部153より受信し(ステップS126)、データベースDB20に蓄積する(ステップS127)。

[0106]    制御部151は、特徴量の収集期間が終了した否かを判断する(ステップS128)。収集期間は、特徴量の収集を開始してから例えば6ヶ月である。代替的に、データベースDB20に蓄積した特徴量の数を基に収集期間が終了したか否かを判断してもよい。収集期間が終了していない場合(S128:NO)、制御部151は、処理をステップS126へ戻し、特徴量を受信し、データベースDB20に蓄積させる処理を繰り返す。

[0107]    収集期間が終了した場合(S128:YES)、観測モデルMD21及び制御モデルMD22の学習を実行し、モデルを作成する(ステップS129)。例えば、制御部151は、データベースDB20に記憶させた一組の特徴量及び状態情報を訓練データに用いて学習を行うことにより、観測モデルMD21を作成することができる。また、制御部151は、データベースDB20に記憶させた一組の特徴量及び制御値を訓練データに用いて学習を行うことにより、制御モデルMD22を作成することができる。モデルの作成手順は、観測モデルMD11及び制御モデルMD12の作成手順と同様である。

[0108]    制御部151は、モデルの作成後、エッジデバイス110(120, 130)から新たな特徴量を受信した場合、受信した特徴量を観測モデルMD21又は制御モデルMD22に入力し、モデルを実行する(ステップS130)。

[0109]    制御部151は、ステップS130の実行結果に基づき、エッジデバイス

110 (120, 130) において使用されているモデルの更新が必要か否かを判断する (ステップ S131)。コントロールデバイス 150 では蓄積した中期的なデータ (例えば 6 ヶ月単位のデータ) を基にモデルが作成されるので、制御部 151 は、新たに取得した特徴量に基づきモデルを実行することによって、モデルが示すトレンドからのズレを判定することができる。制御部 151 は、モデルが示すトレンドからのズレが閾値以上である場合、エッジデバイス 110 (120, 130) が備えるモデルに異常があると判断する。制御部 151 は、モデルに異常がないと判断した場合、モデルの更新が必要でないと判断し (S131: NO)、制御部 151 は、処理をステップ S130 へ戻す。

[0110] 制御部 151 は、モデルに異常があると判断した場合、モデルの更新が必要であると判断し (S131: YES)、エッジデバイス 110 (120, 130) に対してモデルの再学習指示を送信する (ステップ S132)。

[0111] エッジデバイス 110 (120, 130) の制御部 111 は、コントロールデバイス 150 から送信される再学習指示を受信したか否かを判断する (ステップ S133)。再学習指示を受信していないと判断した場合 (S133: NO)、制御部 111 は、処理をステップ S121 へ戻し、ステップ S121 ~ S125 の処理を繰り返し実行する。

[0112] 再学習指示を受信した場合 (S133: YES)、制御部 111 は、再学習を実行する (ステップ S134)。制御部 111 は、例えば、センサ S1 より得られるセンサデータと基板処理装置 100 の状態情報とを訓練データに用いて追加学習を行うことにより、観測モデル MD11 を再学習することができる。また、制御部 111 は、例えば、センサ S1 より得られるセンサデータと基板処理装置 100 において用いられる制御値とを訓練データに用いて追加学習を行うことにより、制御モデル MD12 を再学習することができる。追加学習により観測モデル MD11 及び制御モデル MD12 を再学習する構成に代えて、上記訓練データを用いて、観測モデル MD11 及び制御モデル MD12 を最初から学習し直す構成であってもよい。

- [0113] なお、本フローチャートでは、コントロールデバイス150においてモデルの更新が必要であると判断した場合、再学習指示をエッジデバイス110（120，130）に送信する構成としたが、各モデルMD11，MD12の演算結果を補正するための補正値をエッジデバイス110（120，130）に送信してもよい。例えば、第2学習モデル（観測モデルMD21及び制御モデルMD22）による予測結果と実測結果との誤差から補正値を算出することができる。
- [0114] 図14は運用フェーズにおいて基板処理装置100と装置群サーバ200との間で実行される処理の手順を示すフローチャートである。上述したように、基板処理装置100のコントロールデバイス150は、運用フェーズにおいて、エッジデバイス110～130から得られる特徴量を基に、観測モデルMD21及び制御モデルMD22を作成する。コントロールデバイス150の制御部151は、モデルの作成後、エッジデバイス110（120，130）から新たな特徴量を受信した場合（ステップS141）、受信した特徴量を観測モデルMD21又は制御モデルMD22に入力し、モデルを実行する（ステップS142）。
- [0115] 制御部111は、モデルを実行する過程で各モデルMD21，MD22の中間層からセンサデータの特徴量を抽出し（ステップS143）、抽出した特徴量を、各モデルMD21，MD22から得られる状態情報及び制御情報の推定結果と共に、装置群サーバ200へ送信する（ステップS144）。本実施の形態では、各モデルMD21，MD22の中間層からセンサデータの特徴量を抽出して装置群サーバ200へ送信する構成としたが、各モデルMD21，22の出力層より得られる最終的な演算結果をセンサデータの特徴量とみなして装置群サーバ200へ送信する構成としてもよい。
- [0116] 装置群サーバ200の制御部201は、基板処理装置100から送信される特徴量を通信部203より受信し（ステップS145）、データベースDB30に蓄積する（ステップS146）。
- [0117] 制御部201は、特徴量の収集期間が終了した否かを判断する（ステップ

S 1 4 7)。収集期間は、特徴量の収集を開始してから例えば2～3年である。代替的に、データベースDB 3 0に蓄積した特徴量の数を基に収集期間が終了したか否かを判断してもよい。収集期間が終了していない場合（S 1 4 7：N O）、制御部2 0 1は、処理をステップS 1 4 5へ戻し、特徴量を受信し、データベースDB 3 0に蓄積させる処理を繰り返す。

[0118] 収集期間が終了した場合（S 1 4 7：Y E S）、観測モデルMD 3 1及び制御モデルMD 3 2の学習を実行し、モデルを作成する（ステップS 1 4 8）。例えば、制御部2 0 1は、データベースDB 3 0に記憶させた一組の特徴量及び状態情報を訓練データに用いて学習を行うことにより、観測モデルMD 3 1を作成することができる。また、制御部2 0 1は、データベースDB 3 0に記憶させた一組の特徴量及び制御値を訓練データに用いて学習を行うことにより、制御モデルMD 3 2を作成することができる。モデルの作成手順は、観測モデルMD 1 1及び制御モデルMD 1 2の作成手順と同様である。

[0119] 制御部2 0 1は、モデルの作成後、基板処理装置1 0 0から新たな特徴量を受信した場合、受信した特徴量を観測モデルMD 3 1又は制御モデルMD 3 2に入力し、モデルを実行する（ステップS 1 4 9）。

[0120] 制御部2 0 1は、ステップS 1 4 9の実行結果に基づき、基板処理装置1 0 0のエッジデバイス1 1 0（1 2 0，1 3 0）において使用されているモデルの更新が必要か否かを判断する（ステップS 1 5 0）。装置群サーバ2 0 0では蓄積した長期的なデータ（例えば2～3年単位のデータ）を基にモデルが作成されるので、制御部2 0 1は、新たに取得した特徴量に基づきモデルを実行することによって、モデルが示すトレンドからのズレを判定することができる。制御部2 0 1は、モデルが示すトレンドからのズレが閾値以上である場合、エッジデバイス1 1 0（1 2 0，1 3 0）が備えるモデルに異常があると判断する。制御部2 0 1は、モデルに異常がないと判断した場合、モデルの更新が必要でないと判断し（S 1 5 0：N O）、制御部2 0 1は、処理をステップS 1 4 9へ戻す。

- [0121] 制御部201は、モデルに異常があると判断した場合、モデルの更新が必要であると判断し（S150：YES）、基板処理装置100に対してモデルの再学習指示を送信する（ステップS151）。
- [0122] 基板処理装置100が備えるコントロールデバイス150の制御部151は、装置群サーバ200から送信される再学習指示を受信したか否かを判断する（ステップS152）。再学習指示を受信していないと判断した場合（S152：NO）、制御部151は、処理をステップS141へ戻し、ステップS141～S144の処理を繰り返し実行する。
- [0123] 再学習指示を受信した場合（S152：YES）、制御部151は、エッジデバイス110（120，130）に指示を与え、再学習を実行させる（ステップS153）。エッジデバイス110（120，130）の制御部111は、例えば、センサS1より得られるセンサデータと基板処理装置100の状態情報とを訓練データに用いて追加学習を行うことにより、観測モデルMD11を再学習することができる。また、制御部111は、例えば、センサS1より得られるセンサデータと基板処理装置100において用いられる制御値とを訓練データに用いて追加学習を行うことにより、制御モデルMD12を再学習することができる。追加学習により観測モデルMD11及び制御モデルMD12を再学習する構成に代えて、上記訓練データを用いて、観測モデルMD11及び制御モデルMD12を最初から学習し直す構成であってもよい。
- [0124] 本フローチャートでは、装置群サーバ200から再学習指示が与えられた場合、エッジデバイス110（120，130）において観測モデルMD11及び制御モデルMD12を再学習する構成としたが、コントロールデバイス150において観測モデルMD21及び制御モデルMD22を再学習する構成としてもよい。コントロールデバイス150の制御部151は、データベースDB20に蓄積された特徴量及び状態情報を訓練データに用いて、観測モデルMD21を再学習することができる。また、制御部151は、データベースDB20に蓄積された特徴量及び制御値を訓練データに用いて、制

御モデルMD 2 2を再学習することができる。制御部1 5 1は、追加学習によって観測モデルMD 2 1及び制御モデルMD 2 2を再学習してもよく、上記訓練データを用いて観測モデルMD 2 1及び制御モデルMD 2 2を最初から学習し直してもよい。

[0125] なお、本フローチャートでは、装置群サーバ2 0 0においてモデルの更新が必要であると判断した場合、再学習指示を基板処理装置1 0 0に送信する構成としたが、モデルの演算結果を補正するための補正値を基板処理装置1 0 0に送信してもよい。例えば、第3学習モデル（観測モデルMD 3 1及び制御モデルMD 3 2）による予測結果と実測結果との誤差から補正値を算出することができる。

[0126] 以上のように、本実施の形態では、各エッジデバイス1 1 0～1 3 0においてセンサデータに基づく高精細なモデル（観測モデルMD 1 1及び制御モデルMD 1 2）を作成することができる。また、エッジデバイス1 1 0～1 3 0は、取得したセンサデータに基づき、基板処理装置1 0 0が備えるコンポーネントの劣化を推定するモデルを作成してもよい。

[0127] 各エッジデバイス1 1 0～1 3 0は、センサデータを送信せずに、各モデルで抽出した特徴量をコントロールデバイス1 5 0へ送信するので、エッジデバイス1 1 0～1 3 0とコントロールデバイス1 5 0との間のネットワーク負荷を低減することができる。コントロールデバイス1 5 0は、センサデータの特徴量に基づき、中期的なトレンドのモデル（観測モデルMD 2 1及び制御モデルMD 2 2）を作成することができる。

[0128] 各基板処理装置1 0 0は、各モデルで抽出した特徴量を装置群サーバ2 0 0へ送信するので、基板処理装置1 0 0と装置群サーバ2 0 0との間のネットワーク負荷を低減することができる。装置群サーバ2 0 0は、基板処理装置1 0 0から送信される特徴量に基づき、装置間の個体差を吸収した長期的なトレンドのモデル（観測モデルMD 3 1及び制御モデルMD 3 2）を作成することができる。

[0129] なお、基板処理システム内に新たな基板処理装置（不図示）が導入された

場合、学習済みの第1学習モデル（観測モデルMD 1 1 及び制御モデルMD 1 2）を各エッジデバイス1 1 0～1 3 0にデプロイしてもよい。更に、学習済みの第2学習モデル（観測モデルMD 2 1 及び制御モデルMD 2 2）を各基板処理装置1 0 0のコントロールデバイス1 5 0にデプロイしてもよい。

[0130] （実施の形態2）

実施の形態2では、第1学習モデルの完成度や健全性を評価し、評価結果を出力する構成について説明する。

なお、システム構成、基板処理装置1 0 0及び装置群サーバ2 0 0の内部構成については、実施の形態1と同様であるため、その説明を省略する。

[0131] 基板処理装置1 0 0は、学習フェーズ又は運用フェーズの適宜のタイミングにて、エッジデバイス1 1 0～1 3 0が備える第1学習モデル（観測モデルMD 1 1 及び制御モデルMD 1 2）の完成度や健全性を評価し、評価結果を出力する。

[0132] 基板処理装置1 0 0には、第1学習モデル（観測モデルMD 1 1 及び制御モデルMD 1 2）を評価するために、評価用のデータセットが用意される。例えば、エッジデバイス1 1 0が備える観測モデルMD 1 1 を評価するために、センサS 1 のセンサデータと、このセンサS 1 のセンサデータを入力した場合に観測モデルMD 1 1 が出力すべき正解データとを含むセットを評価用のデータセットとして用いることができる。同様に、エッジデバイス1 1 0が備える制御モデルMD 1 2 を評価するために、センサS 1 のセンサデータと、このセンサS 1 のセンサデータを入力した場合に制御モデルMD 1 2 が出力すべき正解データとを含むセットを評価用のデータセットとして用いることができる。エッジデバイス1 2 0, 1 3 0を評価するための評価用のデータセットについても同様である。

[0133] 基板処理装置1 0 0は、評価用のデータセットに含まれるセンサデータを観測モデルMD 1 1 及び制御モデルMD 1 2 に入力した場合に得られる推定値と、当該データセットに含まれる正解データとの差異に基づき、第1学習

モデルの完成度や健全性を評価することができる。

[0134] 基板処理装置 100 は、第 1 学習モデルの完成度や健全性を評価した場合、表示部 156 に評価結果を表示する。図 15 は評価結果の表示例を示す模式図である。図 15 の例では、エッジデバイス 110～130 の夫々が備える観測モデル MD 11 及び制御モデル MD 12 の完成度と健全性とを評価した結果を示している。なお、各グラフにおいて、A、B、C のインデックスは、それぞれエッジデバイス 110、120、130 を示している。上段のグラフは、観測モデル MD 11 及び制御モデル MD 12 の完成度が学習回数の増加に伴って高くなる様子を示している。下段のグラフは、各エッジデバイス 110、120、130 が備える観測モデル MD 11 及び制御モデル MD 12 の評価時点での健全性を示している。

[0135] このように、実施の形態 2 では、各学習モデルの性能を一覧で表示することができるので、管理者は、観測モデル MD 11 及び制御モデル MD 12 の完成度や健全性が不十分の場合、操作部 155 を通じて再学習指示を与えることにより、観測モデル MD 11 及び制御モデル MD 12 の完成度や健全性を高めることができる。

[0136] 今回開示された実施形態は、全ての点において例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上述した意味ではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味及び範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。

[0137] 例えば、本実施の形態では、基板処理システムへの適用例について説明した。代替的に、電子機器、自動車、医薬、化学製品、食品などの様々な生産管理システムにおいて、複数のエッジデバイスで用いられる学習モデルの管理に適用することができる。

## 符号の説明

[0138] 110、120、130 エッジデバイス  
111 制御部  
112 記憶部

- 1 1 3 入力部
- 1 1 4 出力部
- 1 1 5 通信部
- 1 5 0 コントロールデバイス
- 1 5 1 制御部
- 1 5 2 記憶部
- 1 5 3 第1 通信部
- 1 5 4 第2 通信部
- 1 5 5 操作部
- 1 5 6 表示部
- 2 0 0 装置群サーバ
- 2 0 1 制御部
- 2 0 2 記憶部
- 2 0 3 通信部
- 2 0 4 操作部
- 2 0 5 表示部
- MD 1 1, MD 2 1, MD 3 1 観測モデル
- MD 1 2, MD 2 2, MD 3 2 制御モデル

## 請求の範囲

- [請求項1] 複数の第1学習モデルが処理するデータの特徴量を取得する工程と、  
取得した特徴量に基づき、前記第1学習モデルが処理するデータの特徴量を入力した場合、推定結果に関する情報を出力する第2学習モデルの学習を行う工程と、  
学習後の第2学習モデルに、取得したデータの特徴量を入力し、前記第2学習モデルから得られる情報に基づく推定結果を出力する工程と  
を含む情報処理方法。
- [請求項2] 複数の第2学習モデルが処理する特徴量を取得する工程と、  
取得した特徴量に基づき、前記第2学習モデルが処理するデータの特徴量を入力した場合、推定結果に関する情報を出力する第3学習モデルの学習を行う工程と、  
学習後の第3学習モデルに、取得したデータの特徴量を入力し、前記第3学習モデルから得られる情報に基づく推定結果を出力する工程と  
を含む請求項1に記載の情報処理方法。
- [請求項3] 前記第2学習モデル又は前記第3学習モデルによる推定結果に基づき、前記第1学習モデルの再学習指示を出力する工程  
を更に含む請求項2に記載の情報処理方法。
- [請求項4] 前記第3学習モデルによる推定結果に基づき、前記第2学習モデルの再学習指示を出力する工程  
を更に含む請求項2に記載の情報処理方法。
- [請求項5] 前記第2学習モデル又は前記第3学習モデルによる演算結果に基づき、前記第1学習モデルによる演算結果を補正するための補正值を出力する工程  
を更に含む請求項2に記載の情報処理方法。

- [請求項6] 前記第3学習モデルによる演算結果に基づき、前記第2学習モデルによる演算結果を補正するための補正值を出力する工程を更に含む請求項2に記載の情報処理方法。
- [請求項7] 前記データは、サンプリング周期が異なる複数種のセンサから出力される時系列データであり、  
センサ毎にサンプリング周期が異なる複数の時系列データから抽出される特徴量を用いて、前記第2学習モデルの学習を行う工程を含む請求項1から請求項6の何れか1つに記載の情報処理方法。
- [請求項8] 前記特徴量は、前記第1学習モデル又は前記第2学習モデルによる演算結果、または、途中の過程で抽出されるデータである  
請求項1から請求項7の何れか1つに記載の情報処理方法。
- [請求項9] 複数の第1学習モデルが処理するデータの特徴量を取得する取得部と、  
取得した特徴量に基づき、前記第1学習モデルが処理するデータの特徴量を入力した場合、推定結果に関する情報を出力する第2学習モデルの学習を行う学習部と、  
学習後の第2学習モデルに、取得したデータの特徴量を入力し、前記第2学習モデルから得られる情報に基づく推定結果を出力する推定部と  
を備える情報処理装置。
- [請求項10] センサに接続されたエッジデバイスと、エッジデバイスに接続された上位装置とを備える複数の情報処理装置と、  
前記複数の情報処理装置と通信可能に接続される装置群サーバと  
を含み、  
前記エッジデバイスは、  
前記センサから時系列データを取得する取得部と、  
取得した時系列データに基づき、前記センサからの時系列データを入力した場合、前記センサが設けられた情報処理装置に関する情報を

出力する第1学習モデルの学習を行う第1学習部と、

学習後の第1学習モデルに前記センサからの時系列データを入力し、前記第1学習モデルから得られる情報に基づく推定結果を出力する第1推定部と、

前記時系列データから抽出される第1特徴量を前記上位装置へ出力する出力部と

を備え、

前記上位装置は、

前記エッジデバイスから入力される第1特徴量を記憶する第1特徴量記憶部と、

記憶した第1特徴量に基づき、第1特徴量を入力した場合、前記情報処理装置に関する情報を出力する第2学習モデルの学習を行う第2学習部と、

学習後の第2学習モデルに、新たに取得した第1特徴量を入力し、前記第2学習モデルから得られる情報に基づく推定結果を出力する第2推定部と、

前記情報処理装置毎に抽出される前記時系列データの第2特徴量を前記装置群サーバへ送信する送信部と

を備え、

前記装置群サーバは、

前記上位装置から受信した第2特徴量を記憶する第2特徴量記憶部と、

記憶した第2特徴量に基づき、第2特徴量を入力した場合、前記情報処理装置に関する情報を出力する第3学習モデルの学習を行う第3学習部と、

学習後の第3学習モデルに、新たに取得した第2特徴量を入力し、前記第3学習モデルから得られる情報に基づく推定結果を出力する第2推定部と

を備える

情報処理システム。

[請求項11]

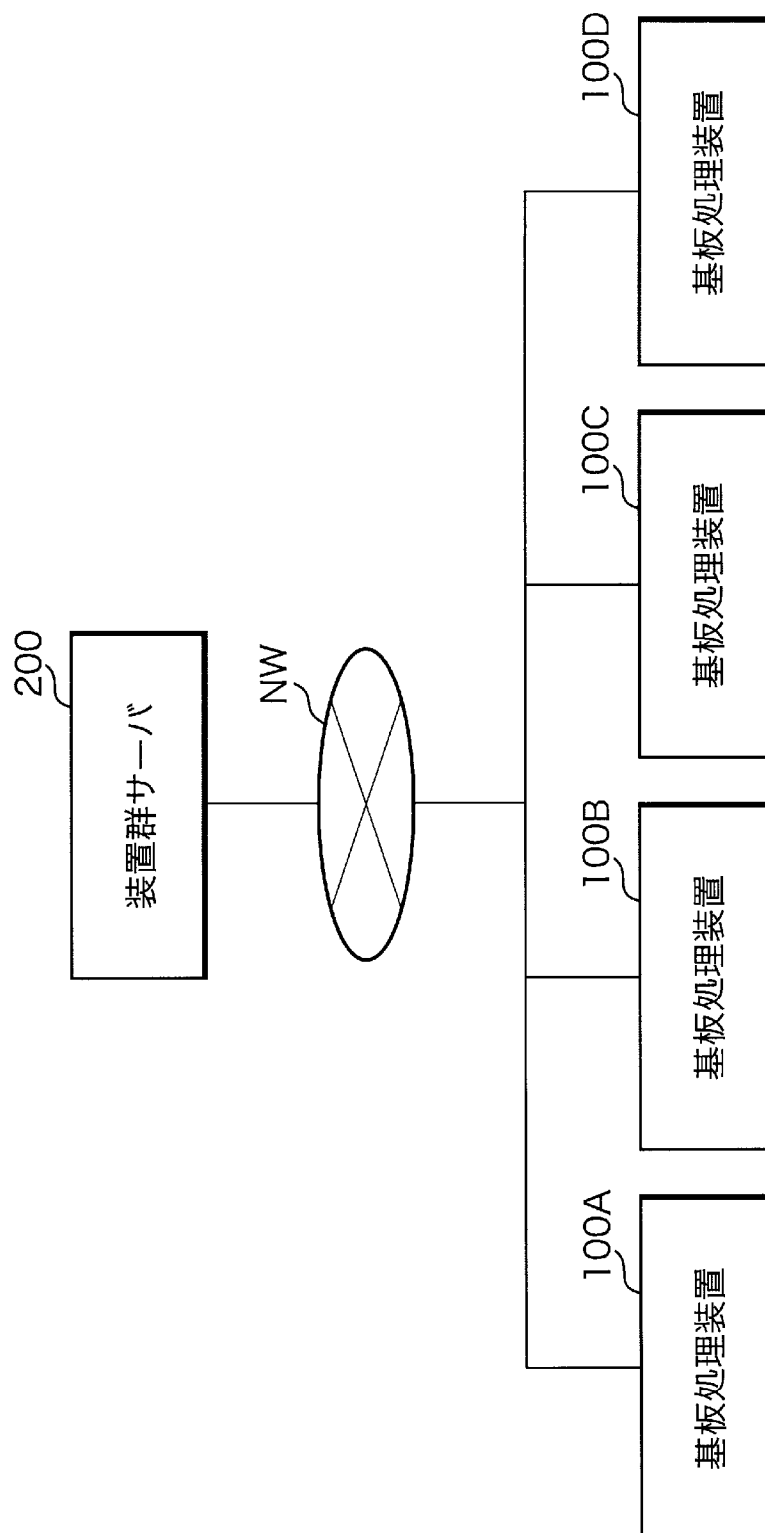
前記上位装置及び前記装置群サーバは、

夫々が備える学習モデルによる推定結果に基づき、前記第1学習モデルの更新の要否を判断する判断部と、

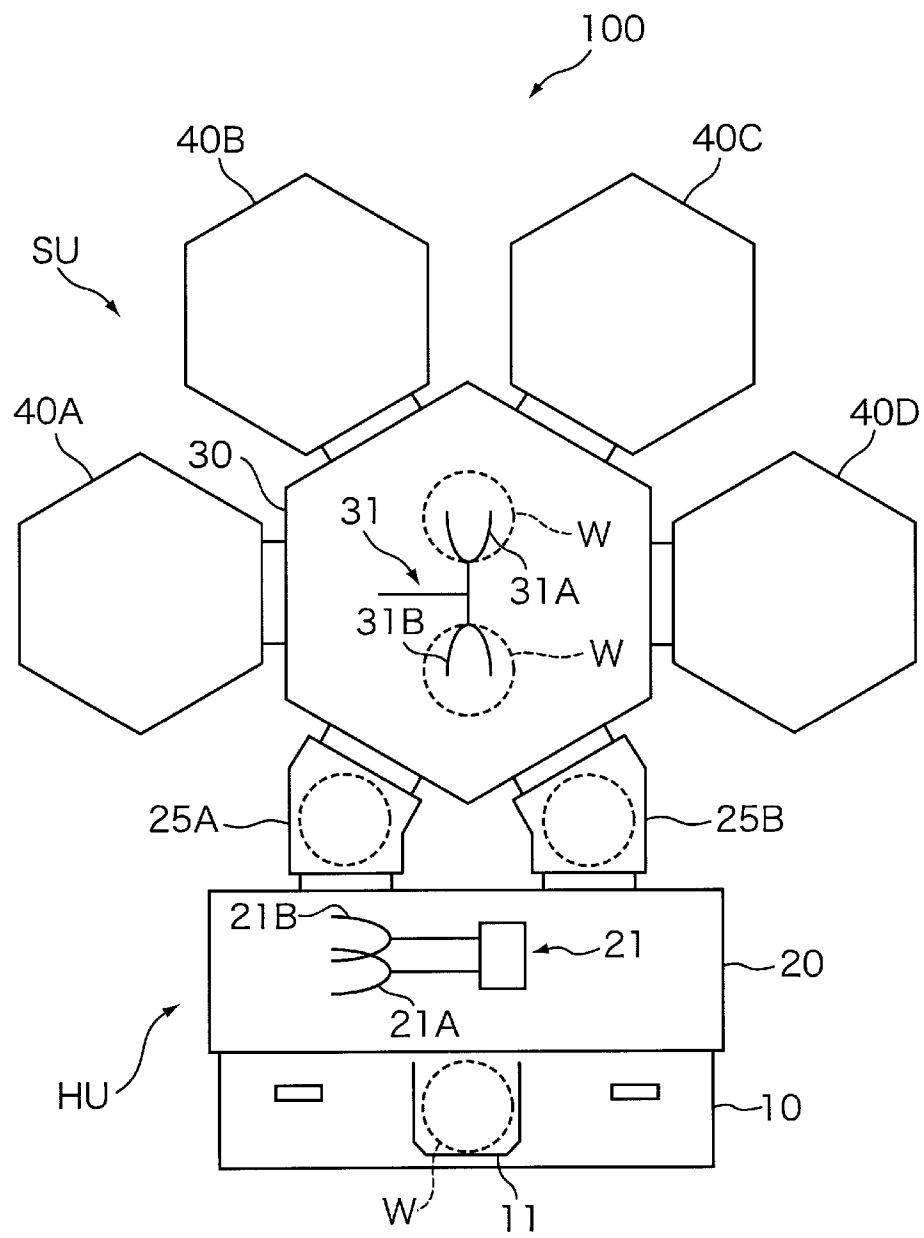
更新要と判断した場合、前記エッジデバイスに対して前記第1学習モデルの再学習を指示する指示部と

を備える請求項10に記載の情報処理システム。

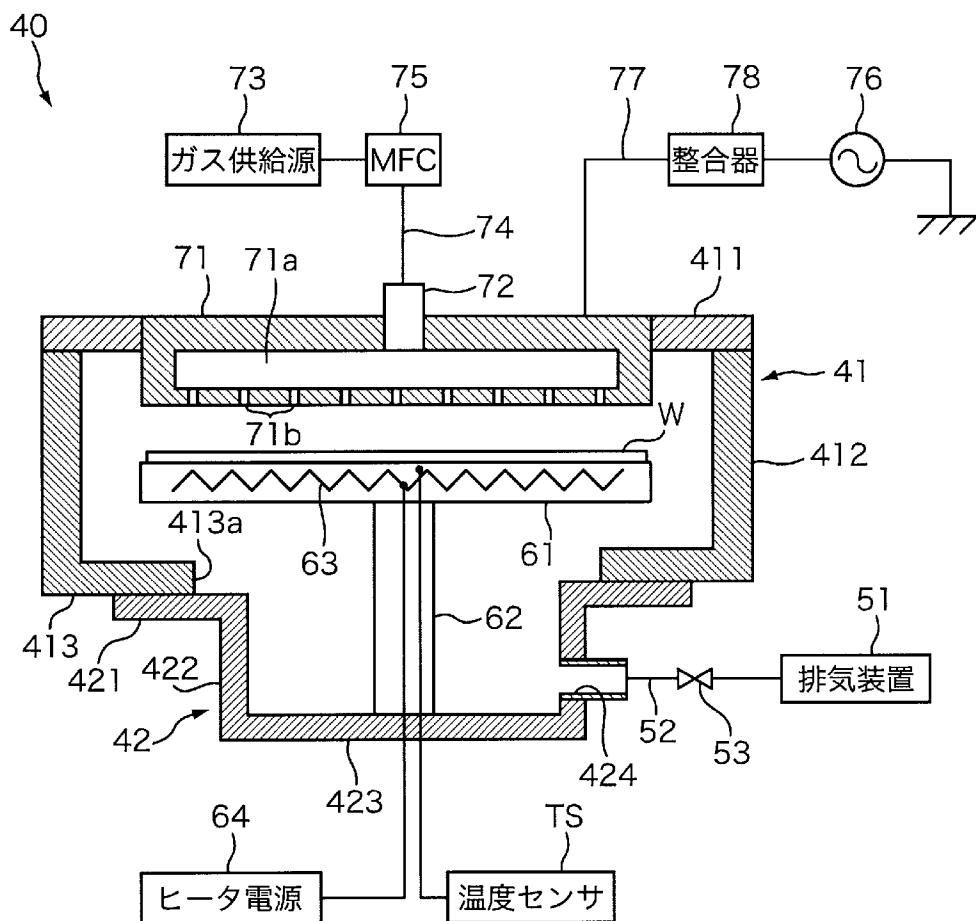
[図1]



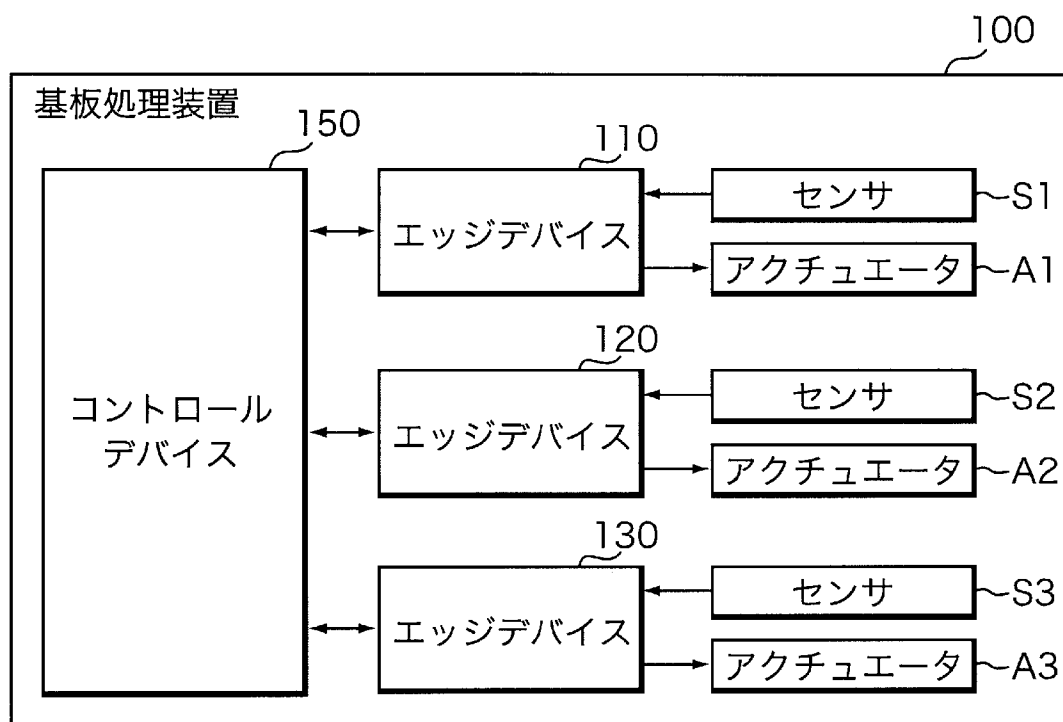
[図2]



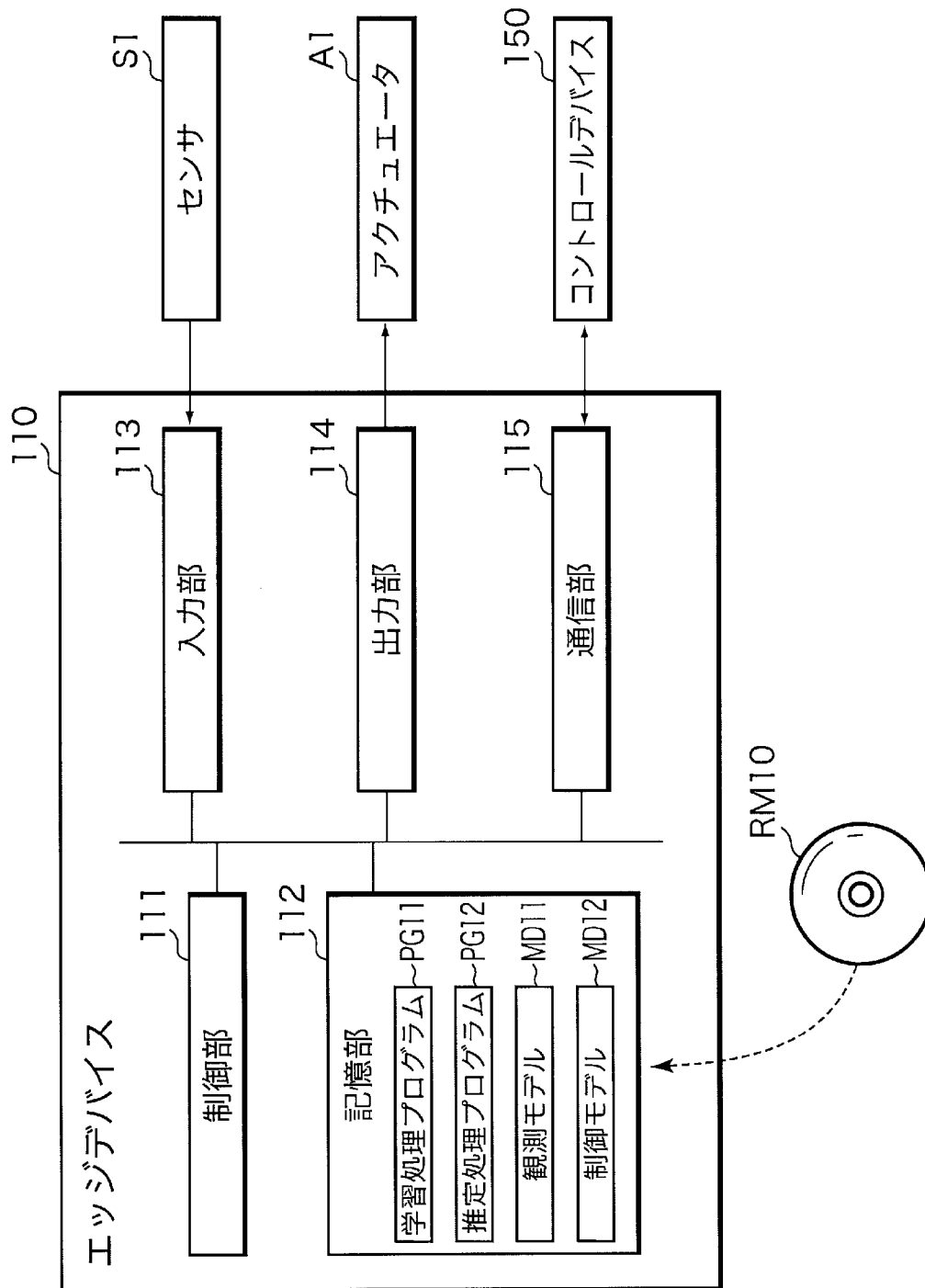
[図3]



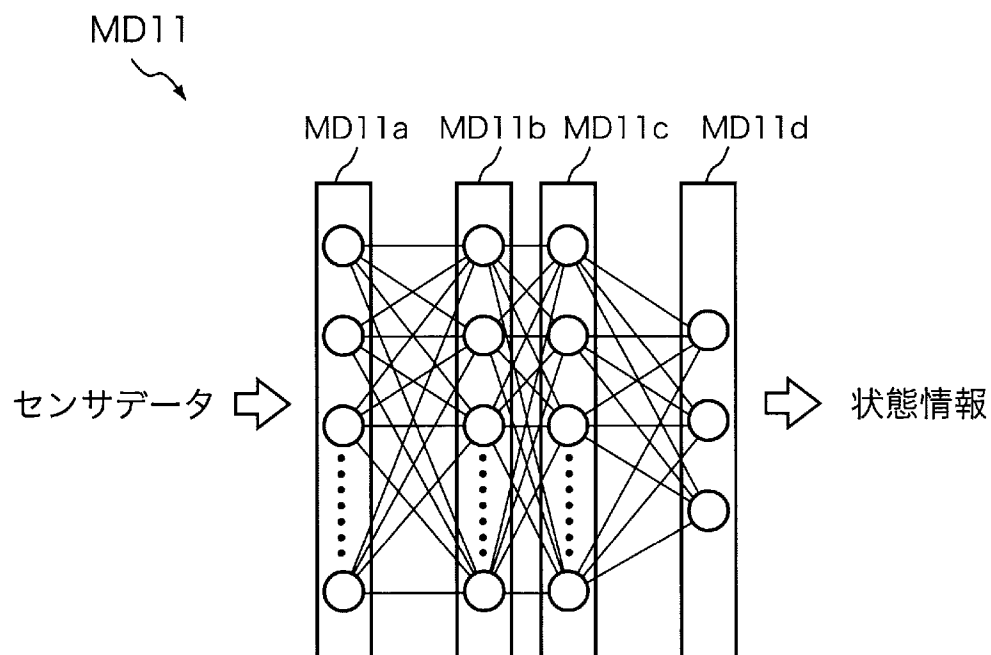
[図4]



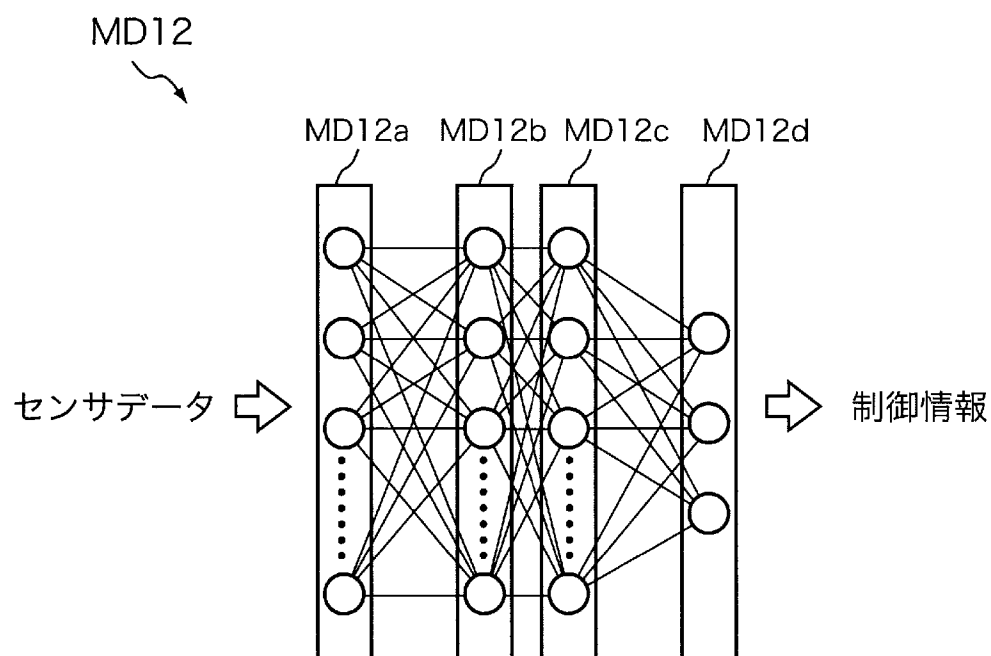
[図5]



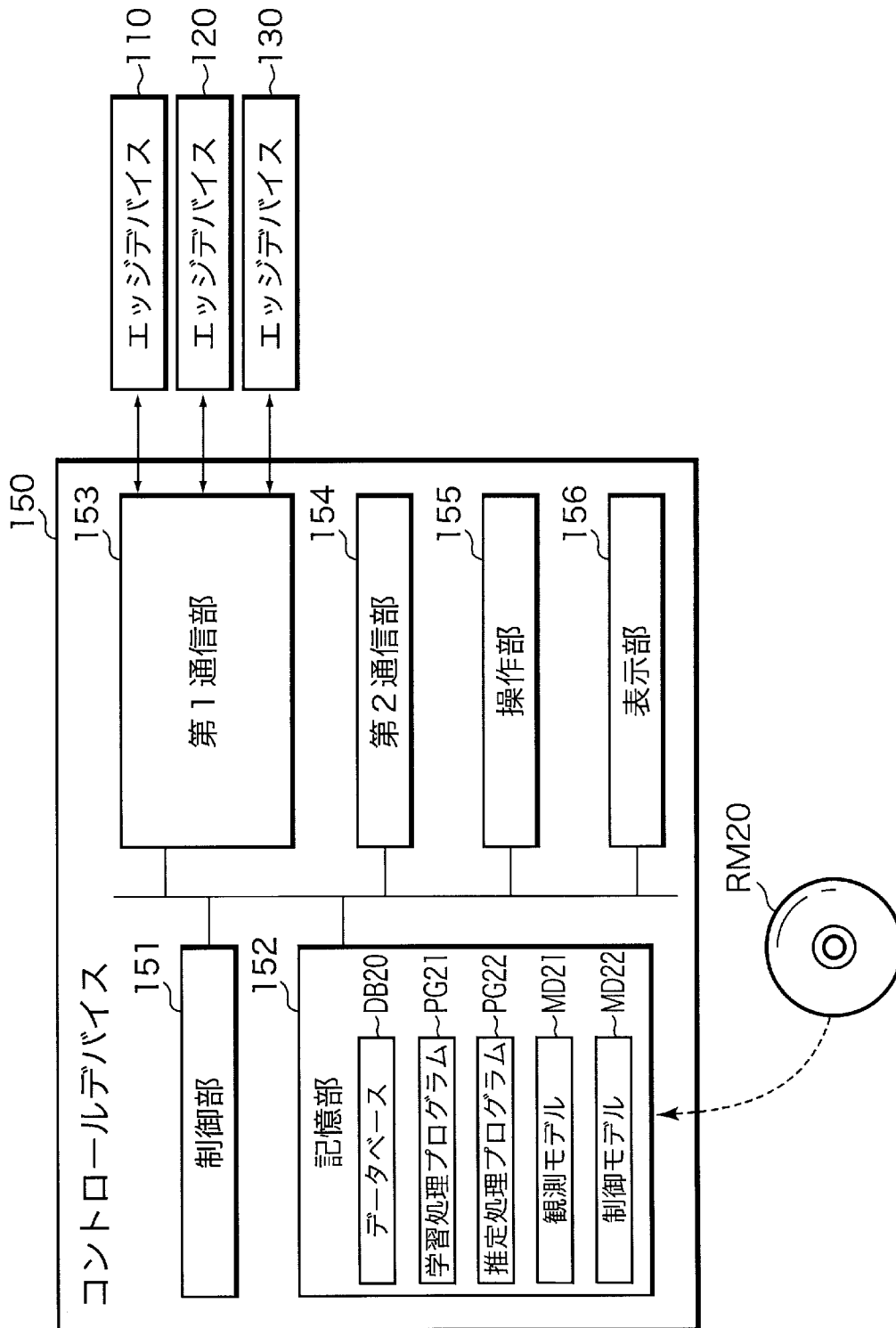
[図6]



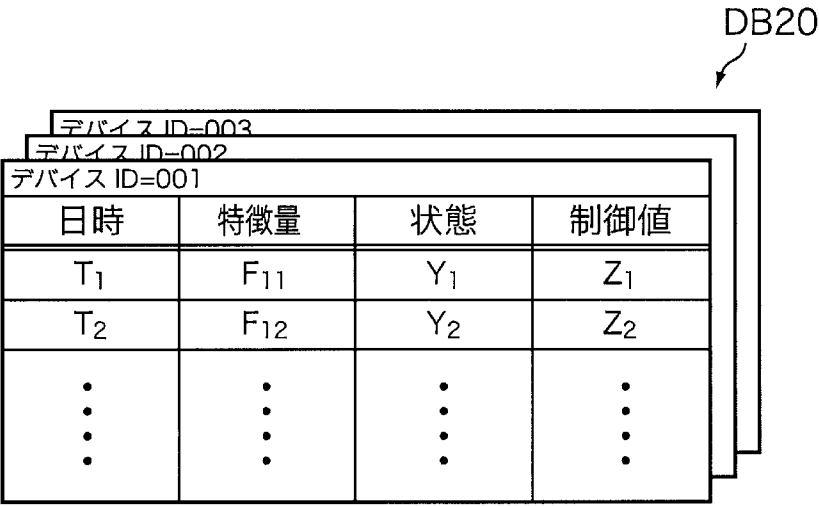
[図7]



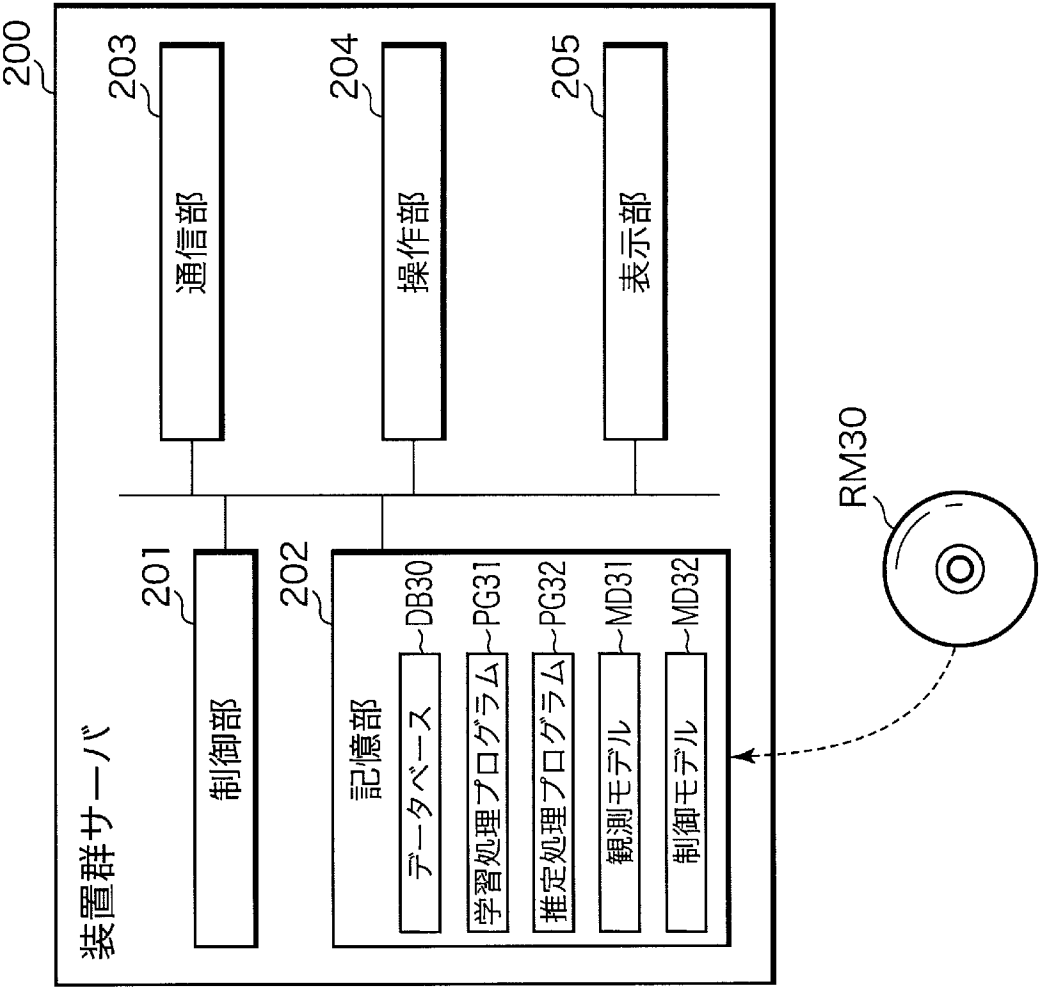
[図8]



[図9]



[図10]

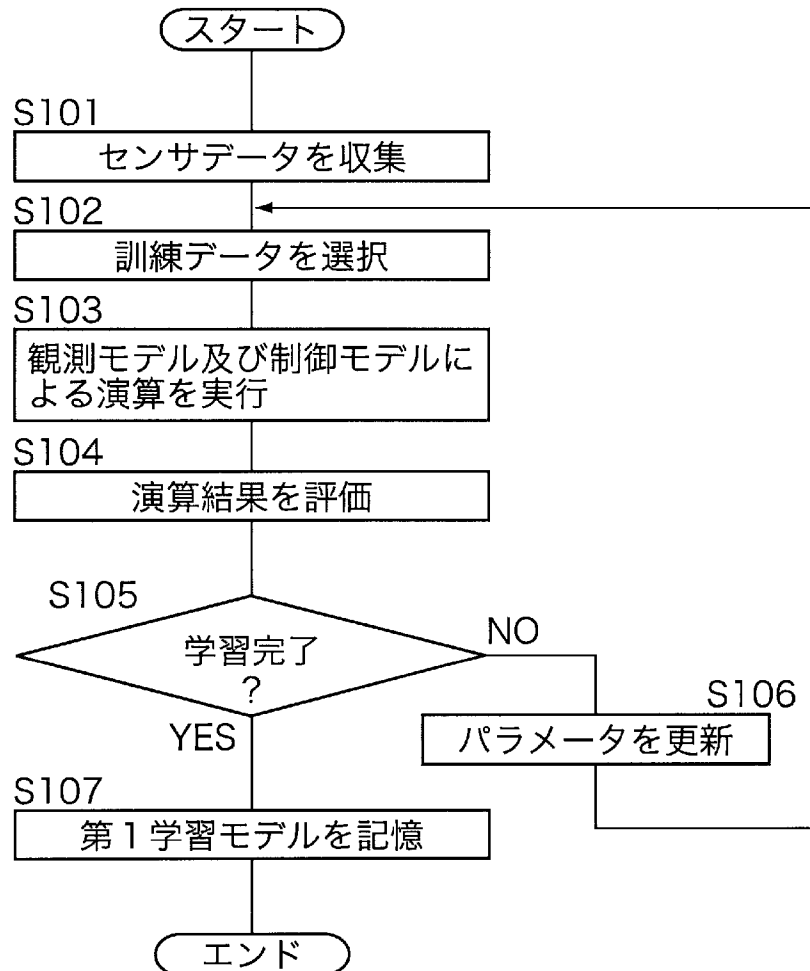


[図11]

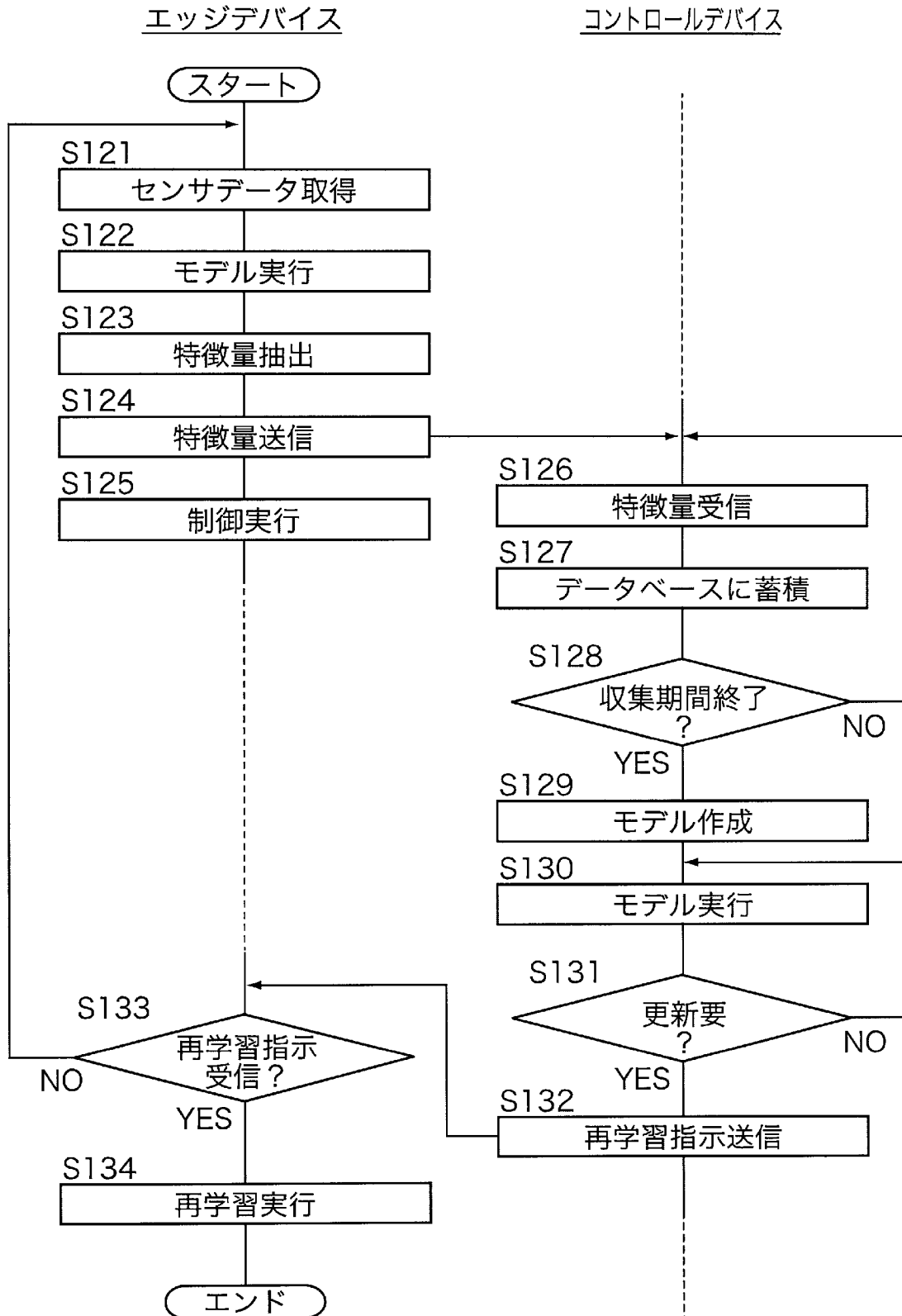
DB30

| 日時             | 特徴量             | 状態             | 制御値            |
|----------------|-----------------|----------------|----------------|
| T <sub>1</sub> | F <sub>11</sub> | Y <sub>1</sub> | Z <sub>1</sub> |
| T <sub>2</sub> | F <sub>12</sub> | Y <sub>2</sub> | Z <sub>2</sub> |
| ⋮              | ⋮               | ⋮              | ⋮              |

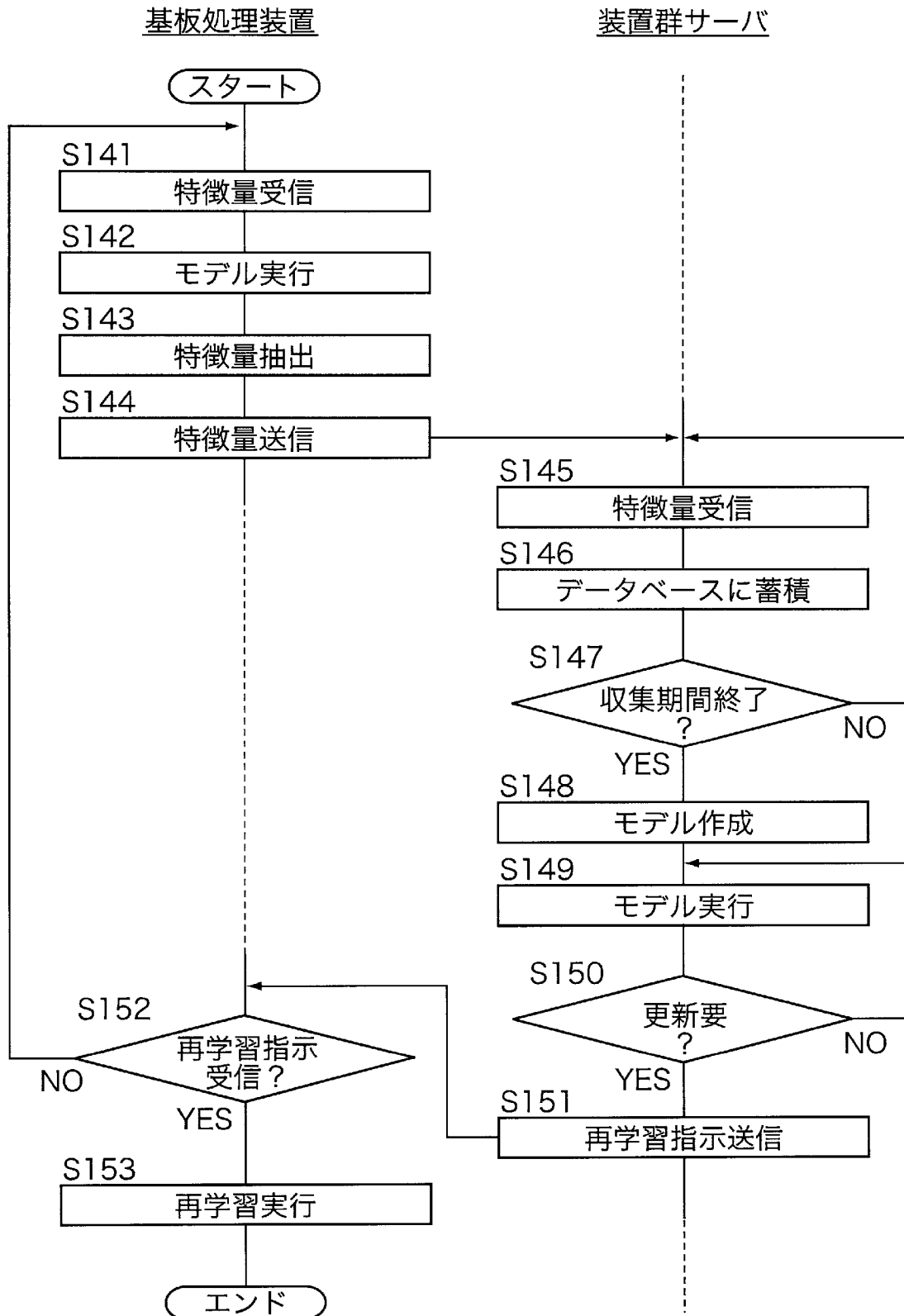
[図12]



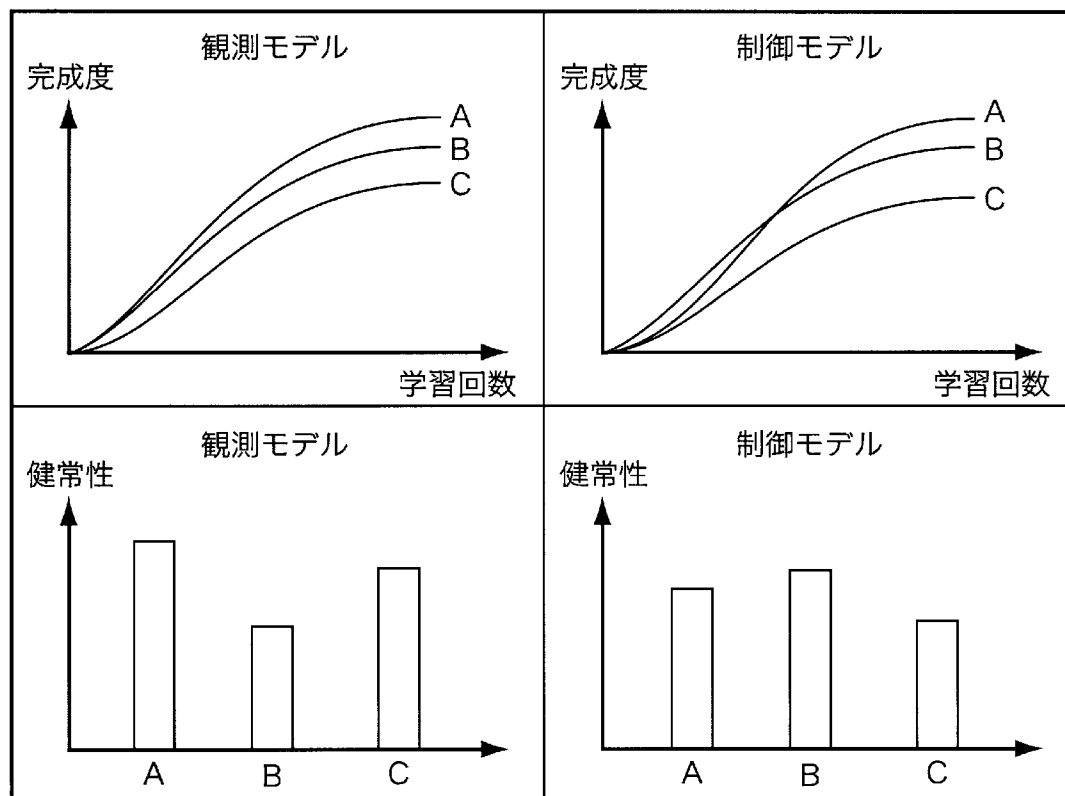
[図13]



[図14]



[図15]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/030708

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G06N 20/00**(2019.01)i; **G05B 13/02**(2006.01)i; **G06N 3/04**(2006.01)i

FI: G06N20/00; G06N3/04 154; G05B13/02 L

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)

G06N20/00; G05B13/02; G06N3/04

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 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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         | JP 2014-228972 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHON) 08 December 2014 (2014-12-08)<br>paragraphs [0012]-[0065] | 1, 8-9                |
| Y         |                                                                                                          | 7                     |
| A         |                                                                                                          | 2-6, 10-11            |
| Y         | JP 2020-6836 A (SHIMANO INC.) 16 January 2020 (2020-01-16)<br>paragraphs [0068]-[0073]                   | 7                     |
| A         | WO 2021/119601 A1 (QUALCOMM TECHNOLOGIES, INC.) 17 June 2021 (2021-06-17)<br>entire text, all drawings   | 1-11                  |



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

“&amp;” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 October 2022

Date of mailing of the international search report

01 November 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)  
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915  
Japan

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2022/030708**

| Patent document<br>cited in search report |             |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s)                        | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|-------------|----|--------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------|
| JP                                        | 2014-228972 | A  | 08 December 2014                     | (Family: none)                                 |                                      |
| JP                                        | 2020-6836   | A  | 16 January 2020                      | US 2020/0010148 A1<br>paragraphs [0120]-[0125] |                                      |
| WO                                        | 2021/119601 | A1 | 17 June 2021                         | (Family: none)                                 |                                      |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））<br>G06N 20/00(2019.01)i; G05B 13/02(2006.01)i; G06N 3/04(2006.01)i<br>FI: G06N20/00; G06N3/04 154; G05B13/02 L                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| 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））<br>G06N20/00; G05B13/02; G06N3/04                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                |                | 日本国実用新案公報                                                                                                                                                                                                                          | 1922 - 1996年                                                                                                                                                                                                   | 日本国公開実用新案公報 | 1971 - 2022年 | 日本国実用新案登録公報 | 1996 - 2022年 | 日本国登録実用新案公報 | 1994 - 2022年 |
| 日本国実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1922 - 1996年                                                                                                                                                                                                   |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| 日本国公開実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1971 - 2022年                                                                                                                                                                                                   |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| 日本国実用新案登録公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1996 - 2022年                                                                                                                                                                                                   |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| 日本国登録実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1994 - 2022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<br>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<br>請求項の番号 |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | JP 2014-228972 A（日本電信電話株式会社）08.12.2014（2014 - 12 - 08）<br>段落[0012]-[0065]                                                                                                                                      | 1, 8-9         |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                | 7              |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                | 2-6, 10-11     |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | JP 2020-6836 A（株式会社シマノ）16.01.2020（2020 - 01 - 16）<br>段落[0068]-[0073]                                                                                                                                           | 7              |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | WO 2021/119601 A1（QUALCOMM TECHNOLOGIES, INC.）17.06.2021（2021 - 06 - 17）<br>全文、全図                                                                                                                              | 1-11           |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| <table border="0"> <tr> <td>           * 引用文献のカテゴリー<br/>           “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの<br/>           “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<br/>           “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）<br/>           “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br/>           “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         </td> <td>           “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<br/>           “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<br/>           “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<br/>           “&amp;” 同一パテントファミリー文献         </td> </tr> </table> |                                                                                                                                                                                                                |                | * 引用文献のカテゴリー<br>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの<br>“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<br>“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）<br>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>“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<br>“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<br>“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<br>“&” 同一パテントファミリー文献 |             |              |             |              |             |              |
| * 引用文献のカテゴリー<br>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの<br>“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<br>“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）<br>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>“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<br>“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<br>“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<br>“&” 同一パテントファミリー文献 |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| 国際調査を完了した日<br>19.10.2022                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 国際調査報告の発送日<br>01.11.2022                                                                                                                                                                                       |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| 名称及びあて先<br>日本国特許庁(ISA/JP)<br>〒100-8915<br>日本国<br>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）<br><br>北川 純次 5B 3650<br><br>電話番号 03-3581-1101 内線 3545                                                                                                                                          |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |

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/JP2022/030708

| 引用文献 |             |    | 公表日        | パテントファミリー文献        | 公表日 |
|------|-------------|----|------------|--------------------|-----|
| JP   | 2014-228972 | A  | 08.12.2014 | (ファミリーなし)          |     |
| JP   | 2020-6836   | A  | 16.01.2020 | US 2020/0010148 A1 |     |
|      |             |    |            | 段落[0120]-[0125]    |     |
| WO   | 2021/119601 | A1 | 17.06.2021 | (ファミリーなし)          |     |