

(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
2025年4月10日(10.04.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/074631 A1

(51) 国際特許分類:

G06F 30/20 (2020.01) G06F 111/02 (2020.01)

見 1 丁目 4 番 7 0 号 住 友 生 命 O B P
プラザビル 1 0 階 (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/036590

(22) 国際出願日: 2023年10月6日(06.10.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 (JP).

(72) 発明者:田中 瞭斗(TANAKA Ryoto); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 (JP). 伊藤 弘毅(ITO Hiroki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 (JP).

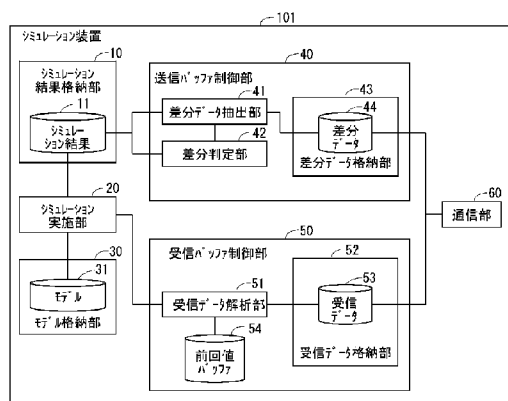
(74) 代理人:吉竹 英俊, 外(YOSHITAKE Hidetoshi et al.); 〒5400001 大阪府大阪市中央区城

(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, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,

(54) Title: DISTRIBUTED SIMULATION DEVICE

(54) 発明の名称: 分散シミュレーション装置



- 10 Simulation result storage unit
- 11 Simulation results
- 20 Simulation execution unit
- 30 Model storage unit
- 31 Model
- 40 Transmission buffer control unit
- 41 Difference data extraction unit
- 42 Difference determination unit
- 43 Difference data storage unit
- 44 Difference data
- 50 Reception buffer control unit
- 51 Received data analysis unit
- 52 Received data storage unit
- 53 Received data
- 54 Previous value buffer
- 60 Communication unit
- 101 Simulation device

(57) Abstract: The purpose of the present disclosure is to reduce the volume of communication between simulation devices in distributed simulation. Each of a plurality of simulation devices (100, 200, 300, 400) is provided with: a difference determination unit (42) that determines whether or not there is a difference between a current simulation result (11) and a previous simulation result (11); a difference data extraction unit (41) that, if there is a difference, extracts the portion of the current simulation result (11) corresponding to the difference as difference data (44); a communication unit (60) that transmits difference data (44) created by this simulation device to other simulation devices and receives, as received data (53), difference data (44) created by other simulation devices; and a received data analysis unit (51) that creates input values for input parameters in the current simulation using the received data (53) and previous values.

[続葉有]

IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE,
SN, TD, TG).

添付公開書類：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：本開示は、分散シミュレーションにおいてシミュレーション装置間の通信量を削減することを目的とする。複数のシミュレーション装置（100, 200, 300, 400）の夫々は、今回のシミュレーション結果（11）と前回のシミュレーション結果（11）との間に差分があるか否かを判定する差分判定部（42）と、差分がある場合に今回のシミュレーション結果（11）のうち差分に該当する部分を差分データ（44）として抽出する差分データ抽出部（41）と、自身のシミュレーション装置で作成された差分データ（44）を他のシミュレーション装置に送信すると共に、他のシミュレーション装置で作成された差分データ（44）を受信データ（53）として受信する通信部（60）と、受信データ（53）と前回値とを用いて今回のシミュレーションにおける入力パラメータの入力値を作成する受信データ解析部（51）と、を備える。

明 細 書

発明の名称：分散シミュレーション装置

技術分野

[0001] 本開示は、分散シミュレーション装置に関する。

背景技術

[0002] 現在、ソフトウェアの規模が拡大してきており、システムの規模が大きくなると共に、それらを仮想的にシミュレーションする際のRAM (Random Access Memory) またはROM (Read Only Memory) の容量も増している。1台のPC (Personal Computer) では、RAMまたはROMの容量が足りず、計算速度も低下する。それらの問題を解決するために、シミュレーションを分散する分散シミュレーションという技術がある。分散シミュレーションでは、シミュレーション装置間でシミュレーション結果をやりとりする必要がある、その通信量の削減が課題となっている。

[0003] この課題に対して特許文献1では、前回のシミュレーション結果と今回のシミュレーション結果が完全一致する場合、シミュレーション結果を送信しないことで、通信量の削減をしている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2018-25840号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし特許文献1では、削減するシミュレーション結果の条件によっては逆にデータ量が増加する場合がある。例えば、シミュレーション結果を時系列ごとに管理する場合、タイムステップごとにシミュレーション結果にシーケンス番号を付与する必要がある。その場合、シミュレーション結果とシーケンス番号が紐づいているため、これらのデータを通信する必要がある。削減できるシミュレーション結果が少ない場合、シーケンス番号のデータ量の

方が、シミュレーション結果のデータ量よりも多くなる可能性がある。

[0006] 本開示は、上記の問題点を解決するためになされたものであり、分散シミュレーションにおいてシミュレーション装置間の通信量を削減することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示の分散シミュレーション装置は、シミュレーション対象の挙動を分散してシミュレーションする複数のシミュレーション装置を備える分散シミュレーション装置である。複数のシミュレーション装置の夫々は、シミュレーション対象の挙動を定義したモデルの入力パラメータに値を入力してシミュレーションを行うシミュレーション実施部と、シミュレーション実施部によるシミュレーション結果を格納するシミュレーション結果格納部と、今回のシミュレーション結果と前回のシミュレーション結果との間に差分があるか否かを判定する差分判定部と、差分がある場合に今回のシミュレーション結果のうち差分に該当する部分を差分データとして抽出する差分データ抽出部と、自身のシミュレーション装置で作成された差分データを他のシミュレーション装置に送信すると共に、他のシミュレーション装置で作成された差分データを受信データとして受信する通信部と、前回のシミュレーションにおける入力パラメータの入力値である前回値が格納された前回値バッファと、受信データと前回値とを用いて今回のシミュレーションにおける入力パラメータの入力値を作成する受信データ解析部と、を備える。

発明の効果

[0008] 本開示の分散シミュレーション装置によれば、今回のシミュレーション結果と前回のシミュレーション結果との差分のみがシミュレーション装置間で通信されるため、通信量を削減することが可能である。本開示の目的、特徴、態様、および利点は、以下の詳細な説明と添付図面とによって、より明白となる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]分散シミュレーション装置の構成図である。

[図2]実施の形態1に係るシミュレーション装置の構成図である。

[図3]実施の形態1に係る送信バッファ制御部の処理を示すフローチャートである。

[図4]実施の形態1に係る差分判定部の第1構成例を示す図である。

[図5]実施の形態1に係る差分判定部の第1構成例の処理を示すフローチャートである。

[図6]実施の形態1に係る差分判定部の第1構成例によるパラメータの第1処理例を示す図である。

[図7]実施の形態1に係る差分判定部の第1構成例によるパラメータの第2処理例を示す図である。

[図8]実施の形態1に係る差分判定部の第2構成例を示す図である。

[図9]実施の形態1に係る差分判定部の第2構成例の処理を示すフローチャートである。

[図10]指定時間決定部により決定される時間幅を示す図である。

[図11]実施の形態1に係る差分判定部の第2構成例によるパラメータの処理例を示す図である。

[図12]実施の形態1に係る受信バッファ制御部の処理を示すフローチャートである。

[図13]実施の形態1に係る受信バッファ制御部によるパラメータの処理例を示す図である。

[図14]実施の形態2に係るシミュレーション装置の構成図である。

[図15]実施の形態2に係るモデル切替処理を示すフローチャートである。

[図16]実施の形態3に係るシミュレーション装置の構成図である。

[図17]実施の形態3に係る操作受付部によるモデル切替処理を示すフローチャートである。

[図18]実施の形態3の変形例に係るシミュレーション装置の構成図である。

[図19]実施の形態4に係るシミュレーション装置の構成図である。

[図20]送信データの作成に用いられるアルゴリズムを説明する図である。

[図21] 5 ステップシミュレーションにおけるパラメータの出力値を示す図である。

[図22] 送信データ的具体例を示す図である。

[図23] 実施の形態4に係る受信データ解析部の構成図である。

[図24] 実施の形態4に係る受信データ解析部の処理を示すフローチャートである。

[図25] 実施の形態5に係るシミュレーション装置の構成図である。

[図26] シミュレーション装置のハードウェア構成を示す図である。

[図27] シミュレーション装置のハードウェア構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] <実施の形態1>

図1は各実施の形態に係る分散シミュレーション装置1000の構成図である。図1において、分散シミュレーション装置1000は4台のシミュレーション装置100、200、300、400からなる。しかし、分散シミュレーション装置1000を構成するシミュレーション装置の台数はこれに限らず、2台以上であればよい。分散シミュレーション装置1000は、シミュレーション対象のシステム全体のふるまいを機能ごとまたは要素ごとに分割し、各シミュレーション装置100、200、300、400に割り当てることにより、シミュレーション負荷を分散する。各シミュレーション装置100、200、300、400は、自身に割り当てられたシステムの機能または要素についてシステムの挙動を模擬し、得られたシミュレーション結果の差分データのみを他のシミュレーション装置に送信することにより、通信量を削減しつつ、大規模なシステムのシミュレーションを分散シミュレーション装置1000全体として実現する。

[0011] 図2は、実施の形態1に係るシミュレーション装置101の構成図である。実施の形態1に係るシミュレーション装置101は、図1のシミュレーション装置100に相当するが、他の実施の形態に係るシミュレーション装置と区別するため、符号101が付される。なお、図1に示されるシミュレー

ション装置１００，２００，３００，４００は全て同じ構成である。

[0012] シミュレーション装置１０１は、シミュレーション結果格納部１０、シミュレーション実施部２０、モデル格納部３０、送信バッファ制御部４０、受信バッファ制御部５０および通信部６０を備える。

[0013] シミュレーション実施部２０は、モデル格納部３０に格納されたモデル３１と、受信データ解析部５１で作成されたシミュレーション入力データとを用いてシミュレーションを実施し、その結果であるシミュレーション結果１１を逐次シミュレーション結果格納部１０に格納する。従って、シミュレーション結果格納部１０には複数回のシミュレーション結果１１が含まれる。なお、本願明細書では、直近のシミュレーション結果１１、すなわち今回のシミュレーション結果１１を「今回の結果」とも称し、１つ前のシミュレーション結果１１、すなわち前回のシミュレーション結果１１を「前回の結果」とも称する。シミュレーションに使用されるアプリケーションの種類は限定しない。複数のアプリケーションの組み合わせがシミュレーションに使用されてもよい。

[0014] モデル３１はシミュレーション対象の動作を模擬した物である。モデル３１はシミュレーションモデルとして作成されてもよいし、実行プログラム形式で作成されてもよい。

[0015] 送信バッファ制御部４０は、差分データ抽出部４１、差分判定部４２および差分データ格納部４３を備える。差分判定部４２は、シミュレーション結果格納部１０からシミュレーション結果１１を取得し、今回の結果と前回の結果との間に差分があるか否かを判定する。差分データ抽出部４１は、シミュレーション結果格納部１０からシミュレーション結果１１を取得し、差分判定部４２により今回の結果と前回の結果との間に差分があると判定された場合に、前回の結果に対する差分となる今回の結果の部分を抽出し、当該部分を表す差分データ４４を作成する。差分データ４４は差分データ格納部４３に格納された後、通信部６０により他のシミュレーション装置２００，３００，４００に送信される。

- [0016] 図3は送信バッファ制御部40の処理を表すフローチャートである。以下、図3のフローに沿って送信バッファ制御部40の処理を説明する。
- [0017] まず、ステップS101において差分判定部42は、シミュレーション結果11において今回の結果と前回の結果とを参照し、シミュレーション結果11に含まれるパラメータ（出力パラメータ）の一覧を抽出する。次に、ステップS102において差分判定部42は、差分判定の処理対象の出力パラメータを選択する。その後、ステップS103において差分判定部42は、選択した出力パラメータについて今回の結果と前回の結果とが同じか否かを判断する。
- [0018] ステップS103において今回の結果と前回の結果とが異なる場合、ステップS104において差分判定部42は、差分データ抽出部41に差分の抽出を指示する。ステップS104の指示を受けた差分データ抽出部41は、ステップS105において今回の結果を差分として抽出し、差分を表す差分データ44を作成する。
- [0019] ステップS103において今回の結果と前回の結果とが同一の場合、またはステップS105の後、ステップS106において差分判定部42は、差分判定を行っていない未処理の出力パラメータがあるか否かを判断する。ステップS106において未処理の出力パラメータがあれば、差分判定部42の処理はステップS102に戻る。
- [0020] 差分判定部42は、全ての出力パラメータについての差分判定を終えると（ステップS106においてN）、ステップS107において、差分データ44の有無を判断する。ステップS107において差分データ44が存在する場合、ステップS108において差分判定部42は、通信部60を介して他のシミュレーション装置200、300、400に差分データ44を送信する。ここで、差分データ44は差分が存在する特定の出力パラメータの今回の値であるため、全ての出力パラメータの今回の値を送信する場合に比べて通信量が削減される。ステップS107において差分データ44が存在しない場合、ステップS109において差分判定部42は、差分データ44

を他のシミュレーション装置 200, 300, 400 に送信する処理を見送る。

[0021] 次に、差分判定部 42 の詳細な構成を説明する。図 4 は、差分判定部 42 の第 1 構成例を示す図である。第 1 構成例において差分判定部 42 は、差分判定取得部 421、誤差差分判定部 422、閾値データ格納部 423 および差分通知装置 425 を備える。

[0022] 差分判定取得部 421 は、シミュレーション結果格納部 10 からシミュレーション結果 11 を取得し、シミュレーション結果 11 において今回の結果と前回の結果とを参照し、シミュレーション結果 11 の出力パラメータの一覧を抽出する（図 3 のステップ S101）。誤差差分判定部 422 は、差分判定対象の出力パラメータを選択し（図 3 のステップ S102）、選択した出力パラメータについて今回の結果と前回の結果とが同一であるか否かを判断する（図 3 のステップ S103）。差分通知装置 425 は、誤差差分判定部 422 において今回の結果と前回の結果とが同一ではないと判断された場合に、差分データ抽出部 41 に差分を抽出するよう指示する（図 3 のステップ S104）。

[0023] 図 5 は、誤差差分判定部 422 による図 3 のステップ S103 の処理を詳細に示すフローチャートである。まず、ステップ S1031 において誤差差分判定部 422 は、シミュレーション結果 11 における今回の結果と前回の結果とが完全一致するか否かを判断する。

[0024] ステップ S1031 において今回の結果と前回の結果とが完全一致しない場合、ステップ S1032 において誤差差分判定部 422 は、今回の結果から前回の結果を差し引いた差引量が予め定められた閾値の範囲内である否かを判断する。ここで、閾値は今回の結果と前回の結果との許容誤差であり、閾値データ格納部 423 に格納された閾値データ 424 により定義されている。ステップ S1032 において差引量が閾値の範囲内であれば、誤差差分判定部 422 は今回の結果と前回の結果とが同一であると判断し、差分判定部 42 の処理は図 4 のステップ S106 へ移行する。ステップ S1032 に

において差引量が閾値の範囲外であれば、誤差差分判定部422は今回の結果と前回の結果とが異なると判断し、図4のステップS104の処理へ移行する。

[0025] 図6は、出力パラメータの第1具体例と、差分判定部42の第1構成例によるその出力パラメータの処理例を示している。図6の例では、3つの出力パラメータa, b, cがある。1つ目の出力パラメータaは、今回の結果と前回の結果の両方が1.5である。2つ目の出力パラメータbは、今回の結果が3.5で前回の結果は2.5である。3つ目の出力パラメータcは、今回の結果が4.5で前回の結果が4.4である。今回の結果と前回の結果との間の許容誤差である閾値は、出力パラメータa, b, cのいずれにおいても ± 0.2 とする。

[0026] ステップS101において、図6に示される出力パラメータの一覧が出力されたものとする。誤差差分判定部422は、ステップS102において、出力パラメータaを処理対象として選択する。パラメータaは今回の結果と前回の結果が両方1.5であり両者は完全一致するため、ステップS1031でYesとなり、差分判定部42の処理はステップS106へ移行する。まだ出力パラメータb, cを判定していないため、差分判定部42の処理はステップS102へ移行し、誤差差分判定部422は出力パラメータbを処理対象として選択する。出力パラメータbは今回の結果が3.5であり前回の結果の2.5とは異なるため、ステップS1031でNoとなり、誤差差分判定部422の処理はステップS1032へ移行する。出力パラメータbについて今回の結果から前回の結果を差し引いた差分量は1.0であり閾値 ± 0.2 の範囲外である。従って、差分判定部42は差分データ抽出部41に差分の抽出を指示する（ステップS104）。差分データ抽出部41は、出力パラメータbの今回の値3.5を差分として抽出し、差分を表す差分データを作成する（ステップS105）。差分データ格納部43に、b = 3.5を表す差分データ44が格納される。

[0027] その後、差分判定部42の処理はステップS106へ移行する。まだ出力

パラメータ c の差分判定処理が行われていないため、ステップ S 1 0 2 において誤差差分判定部 4 2 2 は、出力パラメータ c を差分判定対象のパラメータとして選択する。出力パラメータ c の今回の結果は 4. 5 であり前回の結果 4. 4 とは異なる（ステップ S 1 0 3 1 で N o）。そのため、誤差差分判定部 4 2 2 はステップ S 1 0 3 2 の処理を行う。出力パラメータ c について今回の結果から前回の結果を差し引いた差分量は 0. 1 であり閾値 $\pm 0. 2$ の範囲内である。従って、送信バッファ制御部 4 0 の処理はステップ S 1 0 6 へ移行する。他に判定するパラメータはないため、送信バッファ制御部 4 0 の処理はステップ S 1 0 7 へ移行する。

[0028] 以上の処理により、2 つ目の出力パラメータ b について差分が抽出された。送信バッファ制御部 4 0 は、 $b = 3. 5$ という差分データ 4 4 を、通信部 6 0 を介して他のシミュレーション装置 2 0 0, 3 0 0, 4 0 0 に送信する（ステップ S 1 0 8）。

[0029] 図 7 は、出力パラメータの第 2 具体例と、差分判定部 4 2 の第 1 構成例によるその出力パラメータの処理例を示している。図 7 の例では、1 つの出力パラメータ d がある。出力パラメータ d は、今回の結果と前回の結果の両方が 1. 5 である。今回の結果と前回の結果との間の許容誤差である閾値は、パラメータ d において $\pm 0. 2$ である。

[0030] ステップ S 1 0 1 において、図 7 に示される出力パラメータが出力されたものとする。この場合、図 6 に示される 1 つ目の出力パラメータ a の場合と同様の手順により、送信バッファ制御部 4 0 の処理はステップ S 1 0 3 からステップ S 1 0 6 へ移行し、さらにステップ S 1 0 7 へ移行し、差分データ 4 4 が存在しないため、ステップ S 1 0 9 へ移行する。

[0031] 図 8 は、差分判定部 4 2 の第 2 構成例を示す図である。第 2 構成例において差分判定部 4 2 は、差分判定取得部 4 2 1、誤差差分判定部 4 2 2、閾値データ格納部 4 2 3 および差分通知装置 4 2 5 に加えて、時系列差分判定部 4 2 6 および指定時間決定部 4 2 7 を備える。

[0032] 時系列差分判定部 4 2 6 は、今回の結果と前回の結果との差引量が閾値の

範囲外である場合に、一定の時間幅で今回の結果と前回の結果とを比較し、それらの類似度を判定する。指定時間決定部427は、時系列差分判定部426での判定に用いられる時間幅を決定する。

[0033] 図9は、差分判定部42の第2構成例による図3のステップS103の処理を詳細に示すフローチャートである。ステップS1031およびステップS1032は図5で説明した通りである。

[0034] ステップS1032において差引量が閾値の範囲外である場合、ステップS1033において指定時間決定部427が1つの波形の時間幅を決定する。図10は、指定時間決定部427により決定される時間幅TAを示している。今回のデータから時間幅TAだけ遡った範囲(t_n)が今回のデータ波形(第1時系列データ)となり、そこからさらに時間幅TAだけ遡った範囲(t_{n-1})が前回のデータ波形(第2時系列データ)となる。

[0035] ステップS1033の後、ステップS1034において時系列差分判定部426は今回のデータ波形(第1時系列データ)と前回のデータ波形(第2時系列データ)とを作成する。その後、ステップS1035において時系列差分判定部426は、DTW (Dynamic Time Warping) を用いてこれら2つのデータ波形の類似度を算出し、類似度が閾値以上であるか否かを判断する。ここで、データ波形の類似度の閾値は閾値データ424に含まれている。

[0036] ステップS1035においてデータ波形の類似度が閾値以上であれば、差分判定部42の処理は図3のステップS106へ進む。ステップS1035においてデータ波形の類似度が閾値未満であれば、差分判定部42の処理は図3のステップS104へ進む。

[0037] 図11は、出力パラメータの第3具体例と、差分判定部42の第1構成例によるその出力パラメータの処理例を示している。図11の例では、2つの出力パラメータe, fがある。共に今回の結果が1.5であり、前回の結果が1.8である。出力パラメータeにおける2つのデータ波形の類似度は95%で、出力パラメータfにおける2つのデータ波形の類似度は85%である。出力パラメータe, fにおいて、今回の結果と前回の結果との差引量の

閾値を ± 0.2 とし、2つのデータ波形の類似度の閾値を90%とする。

[0038] 図3のステップS101において、図11に示される出力パラメータが出力されたものとする。この場合、送信バッファ制御部40は以下の処理を行う。まず、図3のステップS102で誤差差分判定部422は出力パラメータeを選択する。出力パラメータeにおいて、今回の結果と前回の結果との差引量は0.3であり、閾値 ± 0.2 の範囲外である。従って、指定時間決定部427は出力パラメータeについて、1つの波形を構成する時系列データの時間幅を決定する（ステップS1033）。そして、時系列差分判定部426が出力パラメータeについて、今回のデータ波形と前回のデータ波形とを作成する（ステップS1034）。これら2つのデータ波形の類似度は95%であり閾値の90%以上であるため、出力パラメータeについて差分データは作成されない。

[0039] 次に、図3のステップS102で誤差差分判定部422は出力パラメータfを選択する。出力パラメータeにおいて、今回の結果と前回の結果との差引量は0.3であり、閾値 ± 0.2 の範囲外である。従って、指定時間決定部427は出力パラメータfについて、1つの波形を構成する時系列データの時間幅を決定する（ステップS1033）。そして、時系列差分判定部426が出力パラメータfについて、今回のデータ波形と前回のデータ波形とを作成する（ステップS1034）。これら2つのデータ波形の類似度は85%であり閾値の90%未満であるため、誤差差分判定部422は出力パラメータfについて差分があると判断し、差分通知装置425は差分の抽出を差分データ抽出部41に指示する（ステップS104）。そして、差分データ抽出部41は出力パラメータfの今回の結果である $f = 1.8$ を差分として抽出し、差分データを作成する（ステップS105）。差分データ格納部43には $f = 1.8$ が差分データ44として格納される。その後、 $f = 1.8$ という差分データ44が他のシミュレーション装置200, 300, 400に送信される。

[0040] 以上で、シミュレーション装置101で作成した差分データ44を他のシ

ミュレーション装置 200, 300, 400 に送信する処理について説明した。他のシミュレーション装置 200, 300, 400 でもシミュレーション装置 101 と同様にシミュレーションが行われ、差分データ 44 が作成される。シミュレーション装置 101 は、他のシミュレーション装置 200, 300, 400 で作成された差分データ 44 を、それら他のシミュレーション装置 200, 300, 400 から受信データとして受信し、自装置でのシミュレーションに用いる。以下、受信データの取り扱いを行う受信バッファ制御部 50 の構成について説明する。

[0041] 図 2 に示されるように、受信バッファ制御部 50 は、受信データ解析部 51、受信データ格納部 52 および前回値バッファ 54 を備える。受信データ格納部 52 には、通信部 60 が他のシミュレーション装置 200, 300, 400 から受信した差分データ 44 である受信データ 53 が格納されている。前回値バッファ 54 には、シミュレーション実施部 20 による前回のシミュレーションに用いられた入力パラメータの一覧と、その値（前回値）とが格納される。

[0042] 受信データ解析部 51 は、受信データ 53 と前回値バッファ 54 の前回値とを用いて、今回のシミュレーションに用いる入力パラメータの入力値を決定し、その結果をシミュレーション入力データとしてシミュレーション実施部 20 に出力する。

[0043] 図 12 は、受信データ解析部 51 によるシミュレーション入力データの作成処理を示すフローチャートである。以下、図 12 のフローに沿って受信データ解析部 51 によるシミュレーション入力データの作成処理を説明する。

[0044] まず、受信データ解析部 51 は、ステップ S201 において、前回値バッファ 54 から入力パラメータの一覧を取得する。次に、ステップ S202 において受信データ解析部 51 は、ステップ S201 で取得した入力パラメータの中から処理対象の入力パラメータを選択する。

[0045] その後、ステップ S203 において受信データ解析部 51 は、受信データ 53 に入力パラメータの値があるか否かを判断する。ステップ S203 にお

いて受信データ53に入力パラメータの値がある場合、ステップS204において受信データ解析部51は、パラメータの入力値を受信データ53に記載の値に設定する。ステップS203において受信データ53にパラメータの値がない場合、ステップS205において受信データ解析部51は、前回値バッファ54の前回値を入力パラメータの入力値に設定する。このように、受信データ解析部51は受信データ53の値を前回値で補完する。

[0046] ステップS204またはステップS205の後、ステップS206において受信データ解析部51は、未処理の入力パラメータがあるか否かを判断する。ステップS206において未処理の入力パラメータがあれば、受信データ解析部51はステップS202の処理に戻って、次の処理対象の入力パラメータを選択する。ステップS206において未処理の入力パラメータがなければ、ステップS207において受信データ解析部51は前回値バッファ54の値を今回の受信データ53の値で上書きする。これにより、受信データ解析部51は、次回に受信した受信データ53の値を今回の受信データ53の値と比較することができる。以上で、受信データ解析部51の処理が終了する。

[0047] 図13は、入力パラメータの具体例と、受信データ解析部51によるその入力パラメータの処理例を示している。図13の例では、前回値バッファ54に2つの入力パラメータa, bが存在している。1つ目の入力パラメータaは1.5であり、2つめの入力パラメータbは2.5である。受信データ53において、入力パラメータaは存在せず、入力パラメータbは3.5である。

[0048] 図13に示す場合の受信データ解析部51の処理は以下のようになる。受信データ解析部51はステップS201において、前回値バッファ54から入力パラメータa, bを取得する。次に、受信データ解析部51はステップS202において1つ目の入力パラメータaを選択する。入力パラメータaの値は受信データ53に存在しないため、受信データ解析部51はステップS205において入力パラメータaに前回値バッファ54の前回値1.5を

設定する。その後、受信データ解析部51は、ステップS202の処理に戻り、2つ目の入力パラメータbを選択する。受信データ53には入力パラメータbの値が存在するため、受信データ解析部51はステップS204において入力パラメータbに受信データ53の値3.5を設定する。その後、受信データ解析部51はステップS207において、前回値バッファ54の前回値を今回の入力値である $a = 1.5$ と $b = 3.5$ に更新する。

[0049] 通信部60は、自身のシミュレーション装置101で作成された差分データを他のシミュレーション装置200, 300, 400に差分データ44を送信し、他のシミュレーション装置200, 300, 400から、それらのシミュレーション装置200, 300, 400で作成された差分データ44を受信データ53として受信する。

[0050] 以上に説明したように、実施の形態1に係る分散シミュレーション装置1000は、シミュレーション対象の挙動を分散してシミュレーションする複数のシミュレーション装置100, 200, 300, 400を備える。シミュレーション装置100, 200, 300, 400は同一の構成である。シミュレーション装置100に相当する実施の形態1のシミュレーション装置101は、シミュレーション対象の挙動を定義したモデル31の入力パラメータに値を入力してシミュレーションを行うシミュレーション実施部20と、シミュレーション実施部20によるシミュレーション結果11を格納するシミュレーション結果格納部10と、今回のシミュレーション結果11と前回のシミュレーション結果11との間に差分があるか否かを判定する差分判定部42と、差分がある場合に今回のシミュレーション結果11のうち差分に該当する部分を差分データとして抽出する差分データ抽出部41と、自身のシミュレーション装置100, 200, 300, 400で作成された差分データ44を他のシミュレーション装置100, 200, 300, 400に送信すると共に、他のシミュレーション装置100, 200, 300, 400で作成された差分データ44を受信データ53として受信する通信部60と、前回のシミュレーションにおける入力パラメータの入力値である前回値

が格納された前回値バッファ 5 4 と、受信データ 5 3 と前回値とを用いて今回のシミュレーションにおける入力パラメータの入力値を作成する受信データ解析部 5 1 と、を備える。

[0051] 上記の構成により、シミュレーション装置 1 0 1 は、自身のシミュレーション結果 1 1 において今回の結果と前回の結果との間に差分がある場合に、抽出した差分のみを差分データ 4 4 として他のシミュレーション装置 2 0 0, 3 0 0, 4 0 0 に送信する。従って、今回の結果と前回の結果との間に差分がある場合に今回の結果を全て他のシミュレーション装置 2 0 0, 3 0 0, 4 0 0 に送信する従来技術と比較して、通信量が削減される。

[0052] また、シミュレーション装置 1 0 1 は、今回の結果と前回の結果との間に差分が無い場合には、シミュレーション結果 1 1 を他のシミュレーション装置 2 0 0, 3 0 0, 4 0 0 に送信しない。そのため、通信量が削減される。

[0053] 送信側のシミュレーション装置がクラウド上に配置され、受信側のシミュレーション装置がオンプレ側に配置される場合、データを送るごとにクラウド課金が発生する。本実施の形態では、差分データだけがシミュレーション装置間で通信されるため、データ課金額を減らすことができる。また、送信側のシミュレーション装置と受信側のシミュレーション装置が別々のクラウドに存在しており、それぞれのクラウドが別のサービスを使用している場合も、同様の理由でデータ課金額を減らすことができる。

[0054] <実施の形態 2>

図 1 4 は、実施の形態 2 に係るシミュレーション装置 1 0 2 の構成例である。シミュレーション装置 1 0 2 は、図 1 のシミュレーション装置 1 0 0 に相当する。シミュレーション装置 1 0 2 は、実施の形態 1 に係るシミュレーション装置 1 0 1 の構成に加えて、モデル切替判定部 7 0 およびモデル切替部 8 0 を備える。

[0055] モデル格納部 3 0 には、シミュレーションモデル精度の異なる複数のモデル 3 1 が格納されている。例えば、複数のモデル 3 1 には、3 D モデルと 1 D データのモデルとが含まれる。3 D モデルとは、有限要素解析等で空間全

体に対してシミュレーションを行うモデルである。1 Dデータのモデルとは、変化がありそうな場所に着目して数値解析を行うモデルである。3 Dモデルを第1モデルとすると、1 Dデータのモデルは、第1モデルよりシミュレーション精度の低い第2モデルである。

[0056] シミュレーション実施部20は、モデル格納部30に格納された複数のモデル31のうち、モデル切替部80で選択された1つのモデル31を用いてシミュレーションを実施する。モデル切替判定部70は、シミュレーションに用いるモデル31の切替えを判定する。

[0057] 図15はシミュレーション装置102におけるモデル切替判定部70およびモデル切替部80の動作を示すフローチャートである。以下、図15のフローに沿ってモデル切替判定部70およびモデル切替部80の動作を説明する。

[0058] まず、ステップS301において、モデル切替判定部70は今回の結果と前回の結果との間に差分があるか否かを判断する。モデル切替判定部70は、差分判定部42から差分判定結果の通知を受けており、この通知によりステップS301の判断が行われる。

[0059] ステップS301において差分がある場合、ステップS302においてモデル切替判定部70は、現在のモデル31が1 Dデータのモデルであるか否かを判断する。

[0060] ステップS302において現在のモデル31が1 Dデータのモデルである場合、モデル切替判定部70は、シミュレーションに用いるモデル31を1 Dデータのモデルから3 Dモデルに切り替えることを判断する。そして、ステップS304においてモデル切替部80はシミュレーションに用いるモデル31を1 Dデータのモデルから3 Dモデルに切り替える。

[0061] ステップS302において現在のモデル31が1 Dデータのモデルではない、すなわち3 Dモデルである場合、モデル切替判定部70は、シミュレーションに用いるモデル31に変更の必要なしと判断する。従って、ステップS305においてモデル切替部80はシミュレーションに用いるモデル31

の変更を行わない。

- [0062] ステップS 3 0 1において差分がない場合、ステップS 3 0 3においてモデル切替判定部7 0は、現在のモデル3 1が3 Dモデルであるか否かを判断する。
- [0063] ステップS 3 0 3において現在のモデル3 1が3 Dモデルである場合、モデル切替判定部7 0は、シミュレーションに用いるモデル3 1を3 Dモデルから1 Dデータのモデルに切り替えることを判断する。そして、ステップS 3 0 6においてモデル切替部8 0はシミュレーションに用いるモデル3 1を3 Dモデルから1 Dデータのモデルに切り替える。
- [0064] ステップS 3 0 3において現在のモデル3 1が1 Dデータのモデルである場合、モデル切替判定部7 0は、シミュレーションに用いるモデル3 1に変更の必要なしと判断する。従って、ステップS 3 0 5においてモデル切替部8 0はシミュレーションに用いるモデル3 1の変更を行わない。
- [0065] シミュレーション装置1 0 1がシミュレーションを実施し、シミュレーション結果1 1から差分データ4 4を作成して他のシミュレーション装置2 0 0, 3 0 0, 4 0 0に送信し、他のシミュレーション装置2 0 0, 3 0 0, 4 0 0がシミュレーション装置1 0 1から差分データ4 4を受信し、そのデータを復号してシミュレーションを実行する、という流れを1ステップとする。ここで、3ステップのシミュレーションが行われ、1ステップ目は差分データが存在せず3 Dモデルが用いられ、2, 3ステップ目は差分データが存在するものとする。このようなケースでモデル切替判定部7 0の処理は以下ようになる。
- [0066] 1ステップ目では、モデル切替判定部7 0は差分なしと判断し（ステップS 3 0 1でN o）、現在のモデルを3 Dモデルと判断する（ステップS 3 0 3でY e s）。その結果、モデル切替判定部7 0はシミュレーションに用いるモデルを1 Dデータのモデルに変更するようモデル切替部8 0に指示する（ステップS 3 0 6）。
- [0067] 2ステップ目では、モデル切替判定部7 0は差分ありと判断し（ステップ

S301でYes)、現在のモデルを1Dデータのモデルと判断する(ステップS302でYes)。その結果、モデル切替判定部70はシミュレーションに用いるモデルを3Dモデルに変更するようモデル切替部80に指示する(ステップS304)。

[0068] 3ステップ目では、モデル切替判定部70は差分ありと判断し(ステップS301でYes)、現在のモデルを3Dモデルと判断する(ステップS302でNo)。その結果、モデル切替判定部70はシミュレーションに用いるモデルに変更なしと判断する(ステップS305)。

[0069] 以上に説明したように、実施の形態2に係る分散シミュレーション装置1000において、各シミュレーション装置102は、今回のシミュレーション結果11と前回のシミュレーション結果11との間に差分がない場合に、シミュレーションに用いるモデルを第1モデルから第1モデルよりもシミュレーション精度の低い第2モデルに切り替える。このように、差分がない場合にモデルの精度を落とすことにより、通信量の削減をすることができる。

[0070] <実施の形態3>

図16は、実施の形態3に係るシミュレーション装置103の構成例である。シミュレーション装置103は、図1のシミュレーション装置100に相当する。シミュレーション装置103は、実施の形態1に係るシミュレーション装置101の構成に加えて操作受付部90を備える。操作受付部90は、差分表示部91およびモデル切替部92を備える。

[0071] モデル格納部30には、シミュレーションモデル精度の異なる複数のモデル31が格納されている。例えば、複数のモデル31には、3Dモデルと1Dデータのモデルとが含まれる。3Dモデルとは、有限要素解析等で空間全体に対してシミュレーションを行うモデルである。1Dデータのモデルとは、変化がありそうな場所に着目して数値解析を行うモデルである。3Dモデルを第1モデルとすると、1Dデータのモデルは、第1モデルよりシミュレーション精度の低い第2モデルである。

[0072] シミュレーション実施部20は、モデル格納部30に格納された複数のモ

デル３１のうち、いずれかのモデル３１を用いてシミュレーションを行う。

[0073] 差分表示部９１は、差分データ抽出部４１が作成した差分データ４４をユーザに表示し、シミュレーションに用いられるモデル３１の切替えに関するユーザの操作を受け付ける。

[0074] モデル切替部９２は、モデル３１の切替えに関するユーザの操作があった場合に、操作に応じてシミュレーションに用いられるモデル３１を切り替える。

[0075] 図１７は、シミュレーション装置１０３における操作受付部９０の動作を示すフローチャートである。以下、図１７のフローに沿って操作受付部９０の動作を説明する。

[0076] まず、ステップＳ４０１において、差分表示部９１がユーザに差分データ４４を表示する。次に、ステップＳ４０２において、モデル切替部９２は、差分表示部９１がユーザからのモデル変更指示を受け付けたか否かを判断する。ステップＳ４０２においてユーザからのモデル変更指示がなければ、モデル切替部９２は、シミュレーションに用いられるモデル３１の変更を行わない（ステップＳ４０４）。一方、ステップＳ４０２においてユーザからのモデル変更指示があれば、モデル切替部９２は、シミュレーションに用いられるモデル３１をユーザからのモデル変更指示に従い変更する（ステップＳ４０３）。

[0077] 以上に説明したように、実施の形態３に係るシミュレーション装置１０３は、実施の形態１に係るシミュレーション装置１０１の構成に加えて、ユーザに差分データ４４を表示する差分表示部９１と、ユーザからシミュレーションに使用するモデル３１の切替に関する操作を受け付け、その操作に応じてモデル３１をシミュレーション精度の異なる他のモデルに切り替えるモデル切替部９２とを備える。この構成により、ユーザは通信量の削減、またはシミュレーション精度のどちらを優先するかに応じて最適なモデル３１を選択することができる。

[0078] ＜実施の形態３の変形例＞

図18は、実施の形態3の変形例に係るシミュレーション装置1031の構成例である。シミュレーション装置1031は、図1のシミュレーション装置100に相当する。シミュレーション装置1031は、実施の形態3に係るシミュレーション装置103と実施の形態2に係るシミュレーション装置102との組み合わせであり、シミュレーション装置103の構成にモデル切替判定部70とモデル切替部80とが追加されたものである。

[0079] シミュレーション装置1031は、シミュレーションに使用されるモデル31の切替部として、差分データ44がない場合に3Dモデルから1Dデータのモデルに切り替えるモデル切替部80と、ユーザの指定するモデルに切り替えるモデル切替部92とを備えている。モデル切替部80、92において切り替えるモデル31が相反する場合には、モデル切替部92による、ユーザの指定するモデルへの切替えが優先される。

[0080] この構成により、モデル切替部80によって3Dモデルから1Dデータのモデルに自動的に切り替えられた場合でも、ユーザがシミュレーション精度を重視する場合には、自身の操作によって1Dデータのモデルから3Dモデルに戻すことができる。こうして、ユーザは通信量とシミュレーション精度との兼ね合いを調整することができる。

[0081] <実施の形態4>

図19は、実施の形態4に係るシミュレーション装置104の構成例である。シミュレーション装置104は、図1のシミュレーション装置100に相当する。シミュレーション装置104は、送信バッファ制御部40がアルゴリズム選択部45および送信データ作成部46を備える点で、実施の形態1に係るシミュレーション装置101と異なる。送信データ作成部46は送信バッファ47を備える。

[0082] アルゴリズム選択部45は、シミュレーション結果11、および前回の結果と今回の結果との差分をユーザに表示すると共に、送信データの作成に用いるアルゴリズムを指定するユーザの操作入力を受け付け、ユーザの操作入力に応じてアルゴリズムを選択する。例えば、アルゴリズム選択部45が選

択可能なアルゴリズムには、「シーケンス番号なしでメモリ領域を全て送る」（以降「アルゴリズム1」）、「シーケンス番号ありで変化のあったデータのみを個別で送る」（以降「アルゴリズム2」）、および「インデックスありで変化のあったデータをまとめて送る」（以降「アルゴリズム3」）がある。

[0083] 送信データ作成部46は、アルゴリズム選択部45が選択したアルゴリズムを用いて、差分データ44を暗号化した送信データを作成する。送信データ作成部46は、送信バッファ47を備える。送信バッファ47には、アルゴリズム選択部45が選択したアルゴリズムを基に作成されたデータが格納される。送信バッファ47の中身は、アルゴリズム1の場合は差分データのアドレス番号のみであり、アルゴリズム2の場合はシーケンス番号と、1つのパラメータの差分データであり、アルゴリズム3の場合はシーケンス番号と、差分が発生した全てのパラメータの差分データである。

[0084] 送信データ作成部46は、送信バッファ47を基に送信データを作成する。送信データはバイナリデータである。送信データの先頭の1バイトは、送信データの作成に用いられるアルゴリズムの変更状況を表す。送信データの先頭の1バイトは、アルゴリズム1に変更した場合は1となり、アルゴリズム2に変更した場合は2となり、アルゴリズム3に変更した場合は3となり、アルゴリズムを変更しなかった場合は0となる。

[0085] 図20は、アルゴリズム1〜3による送信データの構成を示す。アルゴリズム1の場合は、送信データの2バイト目以降で、差分が発生したパラメータが格納されているアドレス番号が入力される。アルゴリズム2の場合は、送信データの2バイト目にシーケンス番号のバイト数、3バイト目にパラメータIDのバイト数、4バイト目にパラメータの値のバイト数が入力される。5バイト目以降は、差分が発生したパラメータについて、シーケンス番号、パラメータID、パラメータの値の順番に入力される。パラメータIDとは、バイト数を小さくするためにそれぞれのパラメータに対して与えられた番号である。アルゴリズム3の場合は、2バイト目にシーケンス番号のバイ

ト数、3バイト目にパラメータIDのバイト数、4バイト目にパラメータの値のバイト数、5バイト目にパラメータの個数が入力される。6バイト目以降は、2バイト目で指定したバイト数分だけシーケンス番号を入力し、その次に5バイト目に入力されたパラメータの個数分だけパラメータIDとパラメータの値の入力が繰り返される。

[0086] 図21は、5ステップシミュレーションの例を示している。1ステップ目はアルゴリズム1が用いられ、3ステップ目でアルゴリズム2に変化し、4ステップ目でアルゴリズム3に変化する。3つの出力パラメータa, b, cがある。出力パラメータbは全てのステップで4, 5である。出力パラメータa, cは、1, 3, 4ステップ目で1, 5であり、2, 5ステップ目で101, 5である。1, 2ステップ目のデータのアドレスをC240, C480である。出力パラメータa, b, cのIDは0, 1, 2である。シーケンス番号のバイト数とパラメータIDのバイト数は1であり、パラメータ値のバイト数とアドレスのバイト数は2である。

[0087] 図21の5ステップシミュレーションにおいて、送信データの中身は図22のようになる。1ステップ目では、アルゴリズム1が指定されているため、1バイト目に1が入力される。アドレスのバイト数は2であるため、2バイト目には2が入力され、3バイト目と4バイト目にC240が入力される。2ステップ目では、1ステップ目と同じアルゴリズム1が指定されているため、1バイト目に0が入力される。2バイト目から4バイト目は1ステップ目と同様である。

[0088] 3ステップ目の1回目では、アルゴリズム2が指定されているため、1バイト目に2が入力される。2バイト目にはシーケンス番号のバイト数である1が入力される。3バイト目にはパラメータIDのバイト数である1が入力される。4バイト目にはパラメータの値のバイト数である2が入力される。シーケンス番号は1バイトであるため、5バイト目にはシーケンス番号（ステップ番号）の3が入力される。パラメータIDは1バイトであるため、6バイト目には、2ステップ目から差分が生じたパラメータaのパラメータID

Dである0が入力される。パラメータの値は2バイトであるため、7バイト目と8バイト目にパラメータaの値である1, 5が入力される。パラメータaの他にパラメータcにも差分が発生しているため、3ステップ目では2回目の送信を行う。3ステップ目の2回目では、3ステップ目の1回目とアルゴリズムは変わらないため、1バイト目に0が入力される。以降の流れは3ステップ目の1回目と同様であるため、省略する。

[0089] 4ステップ目では、3ステップ目とパラメータが変わらないため、送信データが作成されない。5ステップ目では、3ステップ目と比較してアルゴリズムが3に変更したため、1バイト目には3が入力される。2, 3, 4バイト目は3ステップ目と同様であるため、説明を省略する。3ステップ目と比較して出力パラメータa, cが変化しているため、5バイト目には差分が生じたパラメータの個数である2が入力される。6バイト目にはシーケンス番号(ステップ番号)の5が入力される。パラメータIDは1バイトであるため、7バイト目には、3ステップ目から差分が生じたパラメータaのパラメータIDである0が入力される。パラメータの値は2バイトであるため、8バイト目と9バイト目にパラメータaの値である1, 5が入力される。パラメータIDは1バイトであるため、10バイト目には3ステップ目から差分が生じたパラメータcのパラメータIDである2が入力される。パラメータの値は2バイトであるため、11バイト目と12バイト目にパラメータcの値である101, 5が入力される。差分が生じたパラメータの個数は2個であるため、ここでパラメータIDとパラメータの値の入力の繰り返しが終了する。

[0090] 図23は、シミュレーション装置104における受信データ解析部51の構成を示している。受信データ解析部51は、アルゴリズム判別部511およびデータ復号部512を備える。アルゴリズム判別部511は、受信データ53からその作成に用いられたアルゴリズムを判定する。データ復号部512は、アルゴリズム判別部511で判定されたアルゴリズムに基づき受信データ53を復号し、受信データ53の復号結果と前回値バッファ54とを

用いてシミュレーション入力データ513を作成し、シミュレーション入力データ513をシミュレーション実施部20に伝達する。

[0091] 図24は、受信データ解析部51の処理を示すフローチャートである。以下、図24のフローに沿って受信データ解析部51の処理を説明する。まず、ステップS501において、アルゴリズム判別部511は受信データ53の1バイト目の値が0か否かを判断する。1バイト目の値が0である場合、ステップS502においてアルゴリズム判別部511はアルゴリズムを前回と同じと判定する。また、1バイト目の値が0ではない場合、ステップS503においてアルゴリズム判別部511は1バイト目の値からアルゴリズムを判定する。

[0092] ステップS502またはステップS503の後、ステップS504においてデータ復号部512は、アルゴリズムが1であるか否かを判断する。アルゴリズムが1である場合、データ復号部512は受信データ53の2バイト目からアドレスのバイト数を取得し（ステップS505）、3バイト目以降からアドレスを読み取り、アドレスに格納されている値を読み取り（ステップS506）、入力パラメータを抽出する。データ復号部512は、ステップS506で抽出した入力パラメータの夫々について、読み取った値を入力値に設定する（ステップS507）。その後、データ復号部512は未設定の入力パラメータがあるか否かを判断し（ステップS508）、未設定の入力パラメータがある場合にはステップS507の処理を繰り返す。データ復号部512は、全ての入力パラメータについて入力値の設定を終えると、ステップS509において、前回値バッファ54の前回値を今回の値に上書きする。

[0093] ステップS504においてアルゴリズムが1ではない場合、データ復号部512は受信データ53の2バイト目からシーケンス番号のバイト数を取得し（ステップS510）、3バイト目からパラメータIDのバイト数を取得し（ステップS511）、4バイト目からパラメータの値のバイト数を取得する（ステップS512）。その後、ステップS513においてデータ復号

部512は、アルゴリズムが3であるか否かを判断する。

[0094] ステップS513においてアルゴリズムが3である場合、データ復号部512は、ステップS514において受信データ53の5バイト目から差分が生じたパラメータの個数を取得し、ステップS515の処理に移る。ステップS513においてアルゴリズムが3ではない場合、すなわち2である場合、データ復号部512はステップS515の処理に移る。

[0095] ステップS515においてデータ復号部512は、受信データ53の2バイト目で指定されたバイト数からシーケンス番号を復号する。そして、データ復号部512は、ステップS516においてシーケンス番号がステップ数に一致するか否かを判断する。シーケンス番号がステップ数に一致しないということは、現在のステップで送信側のシミュレーション装置においてシミュレーション結果11に差分がなく、送信側のシミュレーション装置から送信データを受け取っていないということを意味する。従って、データ復号部512は前回値バッファ54に記載の前回値を入力パラメータの入力値に設定し（ステップS517）、ステップ数を1加算し（ステップS518）、ステップS516の処理に戻る。

[0096] ステップS516においてシーケンス番号がステップ数に一致すると、データ復号部512はステップS519においてアルゴリズムが2であるか否かを判断する。ステップS519においてアルゴリズムが2の場合、データ復号部512はステップS509の処理へ移行する。ステップS519においてアルゴリズムが3の場合、データ復号部512は図12のステップS201の処理へ移行し、図12のフローを実行する。

[0097] 送信側のシミュレーション装置で図21のようにシミュレーション結果11とその送信方法が決定され、受信側のシミュレーション装置で図22のような受信データ53が得られたものとする。この場合の受信データ解析部51の処理を以下に説明する。

[0098] 1ステップ目では、アルゴリズム判別部511が受信データ53の1バイト目の値を参照する。1バイト目の値は1であるため、ステップS501で

N o となり、アルゴリズム判別部 5 1 1 はステップ S 5 0 3 において、受信データ 5 3 の作成に用いられたアルゴリズムをアルゴリズム 1 と判別する。そして、ステップ S 5 0 4 の処理は Y e s に進み、データ復号部 5 1 2 はステップ S 5 0 5 において受信データ 5 3 の 2 バイト目の値を参照し、アドレスのバイト数が 2 であるとの情報を取得する。次に、データ復号部 5 1 2 はステップ S 5 0 6 において、アドレス C 2 4 0 に格納されている値である $a = 1.5$ 、 $b = 4.5$ および $c = 1.5$ を読み取る。その後、データ復号部 5 1 2 は入力パラメータ a の入力値に、先ほど読み取った値 1.5 を設定する。まだ未設定の入力パラメータ b 、 c があるため、データ復号部 5 1 2 は続けて入力パラメータ b 、 c についても、読み取った値 4.5 および 1.5 をそれぞれ入力値として設定する。入力パラメータ a 、 b 、 c について入力値の設定を終えると、データ復号部 5 1 2 は前回値バッファ 5 4 の前回値を今回の入力値で上書きする（ステップ S 5 0 9）。

[0099] 2 ステップ目では、アルゴリズム判別部 5 1 1 が受信データ 5 3 の 1 バイト目の値を参照する。1 バイト目の値は 0 であるため、ステップ S 5 0 1 で Y e s となり、アルゴリズム判別部 5 1 1 はステップ S 5 0 2 において、受信データ 5 3 の作成に用いられたアルゴリズムを前回と同じアルゴリズム 1 と判別する。その後のフローは、1 ステップ目と同様であるため省略する。

[0100] 3 ステップ目の 1 回目では、受信データ 5 3 の 1 バイト目の値が 2 のため、ステップ S 5 0 1 で N o となり、アルゴリズム判別部 5 1 1 はステップ S 5 0 3 において、受信データ 5 3 の作成に用いられたアルゴリズムをアルゴリズム 2 と判別する。そのため、ステップ S 5 0 4 の処理は N o となる。データ復号部 5 1 2 は、受信データ 5 3 の 2 バイト目の値からシーケンス番号のバイト数 1 を取得し（ステップ S 5 1 0）、3 バイト目の値からパラメータ I D のバイト数 1 を取得し（ステップ S 5 1 1）、4 バイト目の値からパラメータの値のバイト数 2 を取得する（ステップ S 5 1 2）。ステップ S 5 1 3 では N o となり、データ復号部 5 1 2 は 5 バイト目の値からシーケンス番号を 3 と復号する（ステップ S 5 1 5）。シーケンス番号 3 はステップ数

3に一致するため、ステップS 5 1 6でY e sとなり、ステップS 5 1 9でY e sとなる。6バイト目が0であり、7バイト目と8バイト目が1. 5であるため、ステップS 5 0 9においてデータ復号部5 1 2は、前回値バッファ5 4における入力パラメータaの前回値を1. 5で上書きする。

[0101] まだ、3ステップ目においてc = 1. 5という値を更新していないため、同じステップでもう一度図2 4のフローを通る。3ステップ目の2回目では、受信データ5 3の1バイト目の値が0のため、ステップS 5 0 1でY e sとなり、アルゴリズム判別部5 1 1はステップS 5 0 2において、受信データ5 3の作成に用いられたアルゴリズムを前回と同じアルゴリズム2と判別する。以降のフローは3ステップ目の1回目と同じであるため、説明を省略する。

[0102] 5ステップ目では、受信データ5 3の1バイト目の値が3であるため、ステップS 5 0 1でN oとなり、アルゴリズム判別部5 1 1はステップS 5 0 3において、受信データ5 3の作成に用いられたアルゴリズムをアルゴリズム3と判別する。その後のステップS 5 0 4からステップS 5 1 2までは3ステップ目と同じ処理となる。ステップS 5 1 3ではY e sとなり、データ復号部5 1 2は5バイト目の値からパラメータの個数2を取得する（ステップS 5 1 4）。次に、データ復号部5 1 2は6バイト目の値からシーケンス番号5を復号する（ステップS 5 1 5）。シーケンス番号5はステップ数4に一致しないため（ステップS 5 1 6でN o）、データ復号部5 1 2は前回値バッファ5 4の前回値を上書きせず、4ステップ目の入力値を3ステップ目の入力値と同じであったことにする（ステップS 5 1 7）。その後、データ復号部5 1 2はステップ数を4から5に変更する（ステップS 5 1 8）。その後、シーケンス番号5がステップ数5に一致する（ステップS 5 1 5でY e s）。アルゴリズムは3であるため、データ復号部5 1 2の処理は図1 2のフローに進む。

[0103] このように、データ復号部5 1 2は受信データ5 3を復号すると共に、受信データ5 3に存在しないステップにおける入力パラメータの入力値を前回

値バッファ 5 4 の前回値で補完し、シミュレーション入力データ 5 1 3 を作成する。

[0104] 受信データ 5 3 は、送信側のシミュレーション装置においてアルゴリズムが変更された場合、または初めてシミュレーション結果 1 1 が解析される場合に、アルゴリズムの固有番号を持っている。アルゴリズム 1 の場合、受信データ 5 3 は今回の結果と前回の結果との差分データのアドレスを持っている。アルゴリズム 2 の場合、受信データ 5 3 は今回の結果と前回の結果との間に差分が生じた出力パラメータのうちの 1 つを持っている。アルゴリズム 3 の場合、受信データ 5 3 は今回の結果と前回の結果との間に差分が生じた出力パラメータの一覧を持っている。

[0105] 以上に説明したように、実施の形態 4 に係るシミュレーション装置 1 0 4 は、ユーザに差分データを表示し、ユーザからの操作を受け付け、操作に応じて複数のアルゴリズムの中から 1 つのアルゴリズムを選択するアルゴリズム選択部 4 5 と、選択されたアルゴリズムを用いて差分データ 4 4 を暗号化した送信データを作成する送信データ作成部 4 6 と、を備え、通信部 6 0 は送信データを他のシミュレーション装置 2 0 0, 3 0 0, 4 0 0 に送信する。この構成により、ユーザはシミュレーションを動かすときに通信量よりも優先したい事項がある場合、ユーザが重視したい事項を最も反映したアルゴリズムに変更することができる。

[0106] また、シミュレーション装置 1 0 4 は、他のシミュレーション装置である送信側シミュレーション装置から送信された送信データを受信データ 5 3 として受信し、受信データ 5 3 の作成に用いられたアルゴリズムを判別するアルゴリズム判別部 5 1 1 と、判別されたアルゴリズムに基づき、受信データ 5 3 から送信側シミュレーション装置で作成された差分データ 4 4 を復号するデータ復号部 5 1 2 とを備える。この構成により、ユーザはシミュレーションを動かすときに通信量よりも優先したい事項がある場合、ユーザが重視したい事項を最も反映したアルゴリズムに変更することができる。

[0107] <実施の形態 5>

図25は、実施の形態5に係るシミュレーション装置105の構成図である。シミュレーション装置105は、図1のシミュレーション装置100に相当する。シミュレーション装置105は、送信バッファ制御部40が通信量推測部48を備える点で、実施の形態4に係るシミュレーション装置104と異なる。

[0108] 通信量推測部48は、シミュレーション結果11の前の結果と今回の結果とに基づき、3つのアルゴリズム1, 2, 3による送信データの通信量をそれぞれ推測する。

[0109] アルゴリズム選択部45は、ユーザからの指示がない場合に、通信量推測部48で推測した通信量を比較して、最も通信量が少なくなるアルゴリズムを選択する。その他の構成や実施例に関しては、実施の形態4と同じであるため説明を省略する。

[0110] 以上に説明したように、実施の形態5に係るシミュレーション装置105は、複数のアルゴリズムの夫々を用いて作成される送信データの通信量を推測する通信量推測部48を備える。アルゴリズム選択部45は、ユーザからの操作が無い場合に、複数のアルゴリズムのうち最も通信量が少ないアルゴリズムを選択する。この構成により、最も通信量が少なくなるアルゴリズムを用いて送信データを作成することができるため、通信量の削減が可能となる。

[0111] <ハードウェア構成>

上述したシミュレーション装置におけるシミュレーション結果格納部10、シミュレーション実施部20、モデル格納部30、送信バッファ制御部40、受信バッファ制御部50および通信部60は、図26に示す処理回路81により実現される。すなわち、処理回路81は、シミュレーション結果格納部10、シミュレーション実施部20、モデル格納部30、送信バッファ制御部40、受信バッファ制御部50および通信部60（以下、「シミュレーション実施部20等」と称する）を備える。処理回路81には、専用のハードウェアが適用されても良いし、メモリに格納されるプログラムを実行す

るプロセッサが適用されても良い。プロセッサは、例えば中央処理装置、処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、DSP (Digital Signal Processor) 等である。

[0112] 処理回路81が専用のハードウェアである場合、処理回路81は、例えば、単回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、FPGA (Field-Programmable Gate Array)、またはこれらを組み合わせたものが該当する。～部等の各部の機能それぞれは、複数の処理回路81で実現されてもよいし、各部の機能をまとめて一つの処理回路で実現されてもよい。

[0113] 処理回路81がプロセッサである場合、シミュレーション実施部20等の機能は、ソフトウェア等（ソフトウェア、ファームウェアまたはソフトウェアとファームウェア）との組み合わせにより実現される。ソフトウェア等はプログラムとして記述され、メモリに格納される。図27に示すように、処理回路81に適用されるプロセッサ82は、メモリ83に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、各部の機能を実現する。すなわち、シミュレーション装置は、処理回路81により実行されるときに、シミュレーション実施部20等の機能が結果的に実行されることになるプログラムを格納するためのメモリ83を備える。換言すれば、このプログラムは、シミュレーション実施部20等の手順または方法をコンピュータに実行させるものであるともいえる。ここで、メモリ83は、例えば、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリ、EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)、EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) などの、不揮発性または揮発性の半導体メモリ、HDD (Hard Disk Drive)、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク、DVD (Digital Versatile Disk) 及びそのドライブ装置等、または、今後使用されるあらゆる記憶媒体であってもよい。

[0114] 以上、シミュレーション実施部20等の各機能が、ハードウェア及びソフトウェア等のいずれか一方で実現される構成について説明した。しかしこれに限ったものではなく、シミュレーション実施部20等の一部を専用のハードウェアで実現し、別の一部をソフトウェア等で実現する構成であってもよい。例えばシミュレーション実施部20については専用のハードウェアとしての処理回路でその機能を実現し、それ以外についてはプロセッサ82としての処理回路81がメモリ83に格納されたプログラムを読み出して実行することによってその機能を実現することが可能である。

[0115] 以上のように、処理回路は、ハードウェア、ソフトウェア等、またはこれらの組み合わせによって、上述の各機能を実現することができる。なお、～記憶部は、メモリ83から構成されるが、それらは単一のメモリ83から構成されてもよいし、それぞれが個別のメモリから構成されてもよい。

[0116] なお、各実施の形態を自由に組み合わせたり、各実施の形態を適宜、変形、省略したりすることが可能である。上記の説明は、すべての態様において、例示である。例示されていない無数の変形例が想定され得るものと解される。

符号の説明

[0117] 10 シミュレーション結果格納部、11 シミュレーション結果、20 シミュレーション実施部、30 モデル格納部、31 モデル、40 送信バッファ制御部、41 差分データ抽出部、42 差分判定部、43 差分データ格納部、44 差分データ、45 アルゴリズム選択部、46 送信データ作成部、47 送信バッファ、48 通信量推測部、50 受信バッファ制御部、51 受信データ解析部、52 受信データ格納部、53 受信データ、54 前回値バッファ、60 通信部、70 モデル切替判定部、80 モデル切替部、81 処理回路、82 プロセッサ、83 メモリ、90 操作受付部、91 差分表示部、92 モデル切替部、100, 101, 102, 103, 104, 105, 200, 300, 400, 1031 シミュレーション装置、421 差分判定取得部、422 誤差差分

判定部、4 2 3 閾値データ格納部、4 2 4 閾値データ、4 2 5 差分通知装置、4 2 6 時系列差分判定部、4 2 7 指定時間決定部、5 1 1 アルゴリズム判別部、5 1 2 データ復号部、5 1 3 シミュレーション入力データ、1 0 0 0 分散シミュレーション装置。

請求の範囲

- [請求項1] シミュレーション対象の挙動を分散してシミュレーションする複数のシミュレーション装置を備える分散シミュレーション装置であって、
- 、
- 前記複数のシミュレーション装置の夫々は、前記シミュレーション対象の挙動を定義したモデルの入力パラメータに値を入力してシミュレーションを行うシミュレーション実施部と、
- 前記シミュレーション実施部によるシミュレーション結果を格納するシミュレーション結果格納部と、
- 今回の前記シミュレーション結果と前回の前記シミュレーション結果との間に差分があるか否かを判定する差分判定部と、
- 前記差分がある場合に今回の前記シミュレーション結果のうち前記差分に該当する部分を差分データとして抽出する差分データ抽出部と、
- 、
- 自身の前記シミュレーション装置で作成された前記差分データを他の前記シミュレーション装置に送信すると共に、他の前記シミュレーション装置で作成された前記差分データを受信データとして受信する通信部と、
- 前回のシミュレーションにおける前記入力パラメータの入力値である前回値が格納された前回値バッファと、
- 前記受信データと前記前回値とを用いて今回の前記シミュレーションにおける前記入力パラメータの入力値を作成する受信データ解析部と、を備える、
- 分散シミュレーション装置。
- [請求項2] 前記複数のシミュレーション装置の夫々は、
- 前記差分がない場合に、前記モデルを、第1モデルから前記第1モデルよりもシミュレーション精度の低い第2モデルに切り替えるモデル切替部をさらに備える、

請求項 1 に記載の分散シミュレーション装置。

[請求項3]

前記複数のシミュレーション装置の夫々は、

ユーザに前記差分データを表示する差分表示部と、

前記ユーザから前記モデルの切替に関する操作を受け付け、前記操作に応じて前記モデルをシミュレーション精度の異なる他のモデルに切り替えるモデル切替部とをさらに備える、

請求項 1 に記載の分散シミュレーション装置。

[請求項4]

前記複数のシミュレーション装置の夫々は、

ユーザに前記差分データを表示し、前記ユーザからの操作を受け付け、前記操作に応じて複数のアルゴリズムの中から 1 つのアルゴリズムを選択するアルゴリズム選択部と、

選択された前記アルゴリズムを用いて前記差分データを暗号化した送信データを作成する送信データ作成部と、を備え、

前記通信部は前記送信データを他の前記シミュレーション装置に送信する、

請求項 1 に記載の分散シミュレーション装置。

[請求項5]

前記複数のシミュレーション装置の夫々は、

前記複数のアルゴリズムの夫々を用いて作成される前記送信データの通信量を推測する通信量推測部を備え、

前記アルゴリズム選択部は、前記ユーザからの操作が無い場合に、前記複数のアルゴリズムのうち最も通信量が少ないアルゴリズムを選択する、

請求項 4 に記載の分散シミュレーション装置。

[請求項6]

前記複数のシミュレーション装置の夫々は、

他の前記シミュレーション装置である送信側シミュレーション装置から送信された前記送信データを受信データとして受信し、

前記受信データの作成に用いられたアルゴリズムを判別するアルゴリズム判別部と、

判別された前記アルゴリズムに基づき、前記受信データから前記送信側シミュレーション装置で作成された前記差分データを復号するデータ復号部と、をさらに備える、

請求項4または請求項5に記載の分散シミュレーション装置。

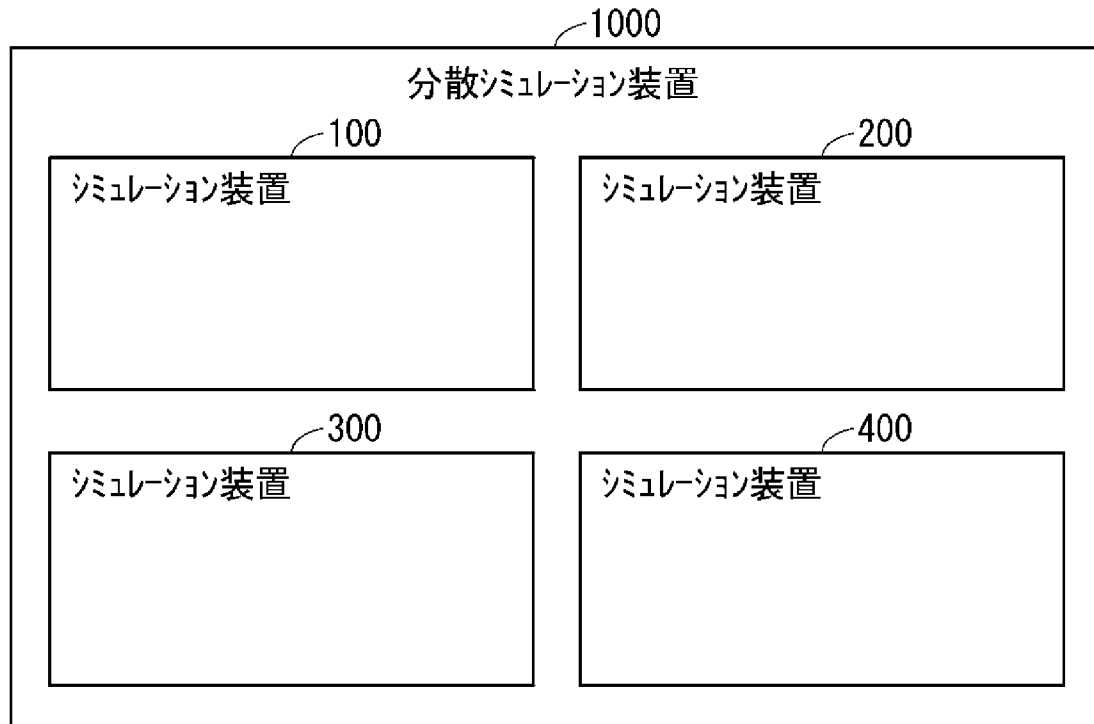
[請求項7] 前記差分判定部は、今回の前記シミュレーション結果と前回の前記シミュレーション結果との差引量が予め定められた閾値範囲を超える場合に、今回の前記シミュレーション結果と前回の前記シミュレーション結果との間に前記差分があると判定する、

請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の分散シミュレーション装置。

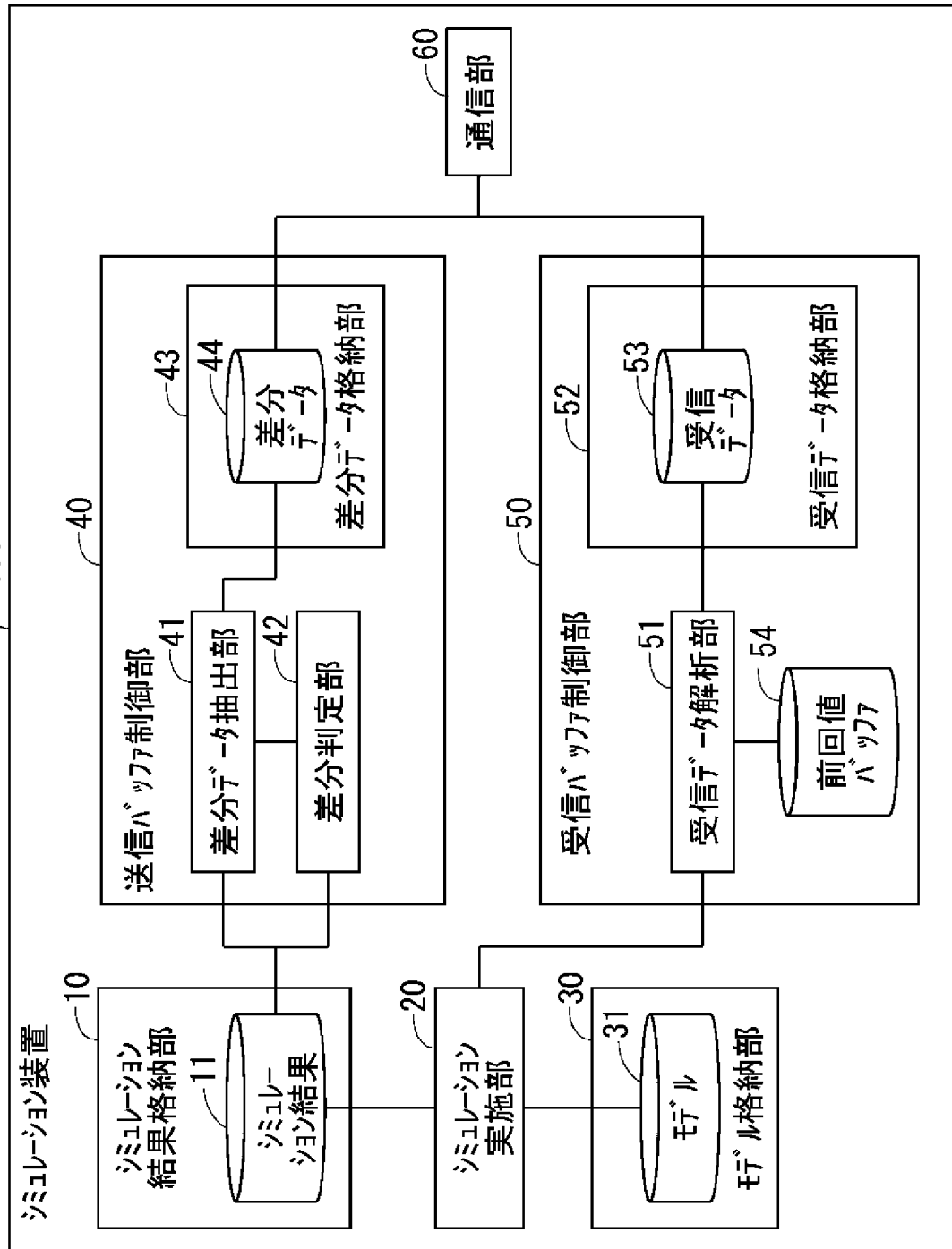
[請求項8] 前記差分判定部は、前記シミュレーション結果を構成する時系列データのうち、今回の前記シミュレーション結果を含む予め定められた時間幅の時系列データである第1時系列データと、前記第1時系列データより前の前記時間幅の時系列データである第2時系列データとの類似度を判定し、前記第1時系列データと前記第2時系列データとの類似度が予め定められた閾値を超える場合に、今回の前記シミュレーション結果と前回の前記シミュレーション結果との間に前記差分があると判定する、

請求項7に記載の分散シミュレーション装置。

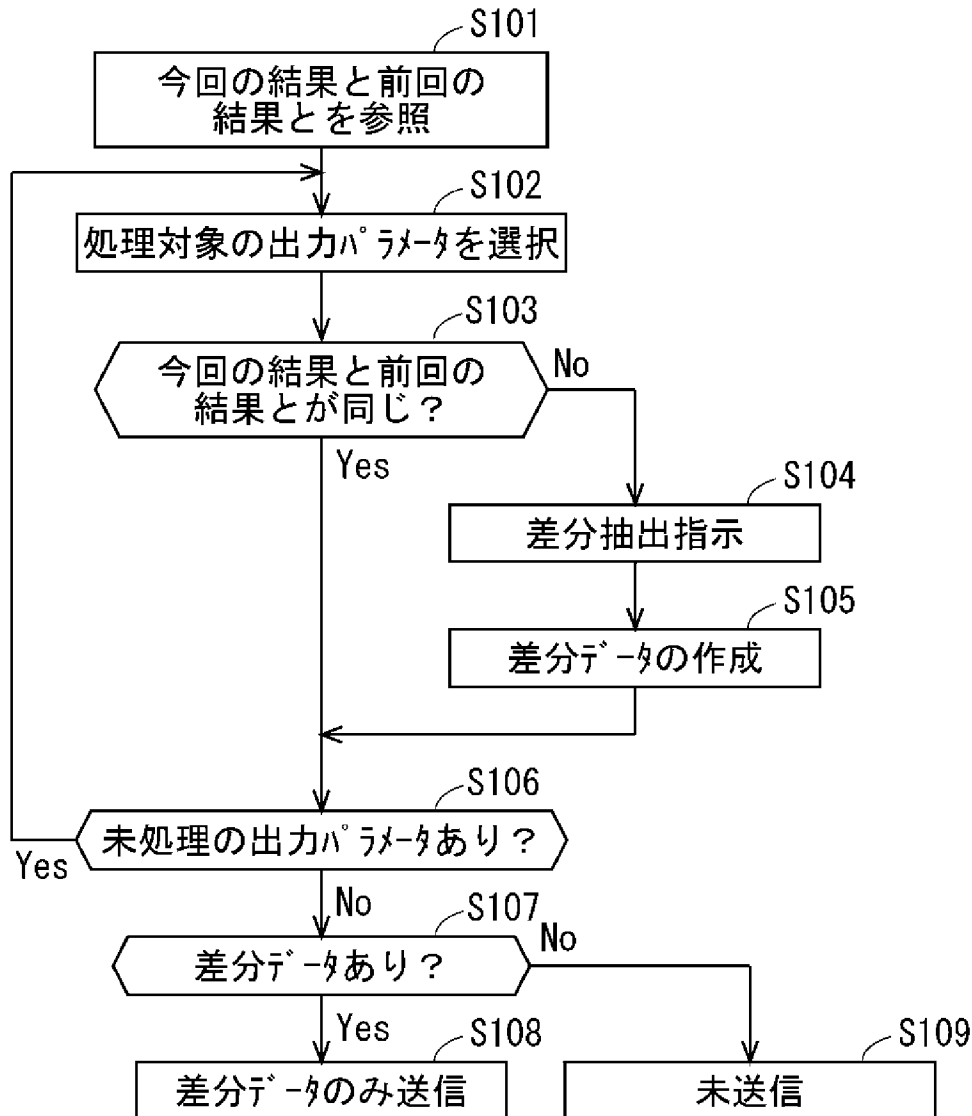
[図1]



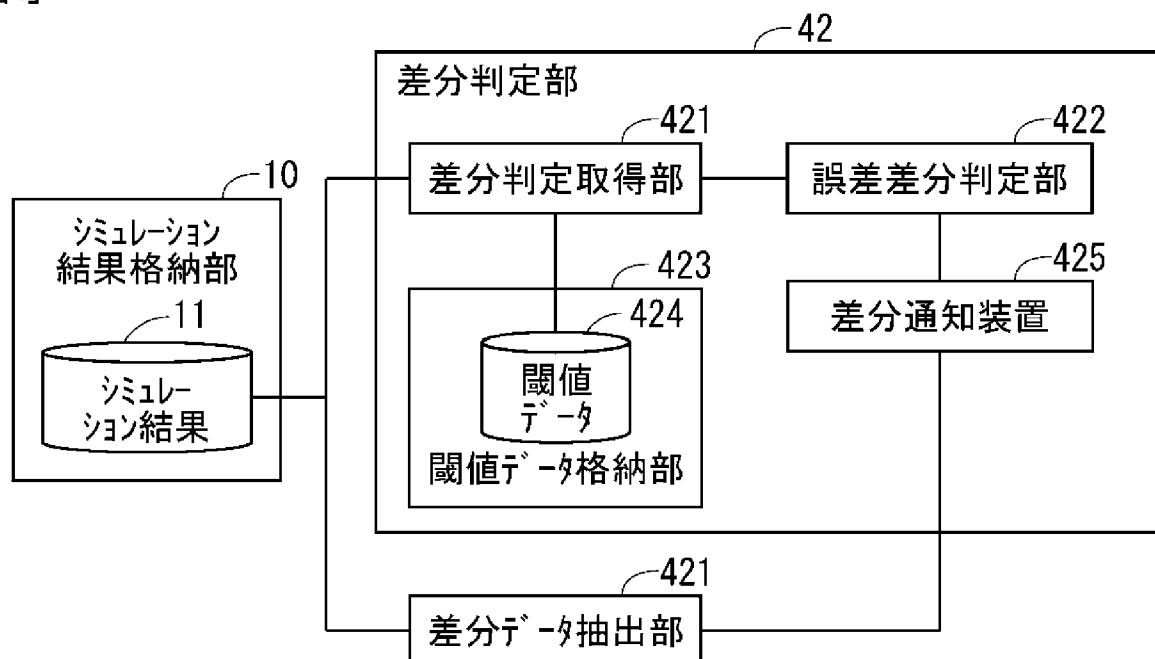
[図2]



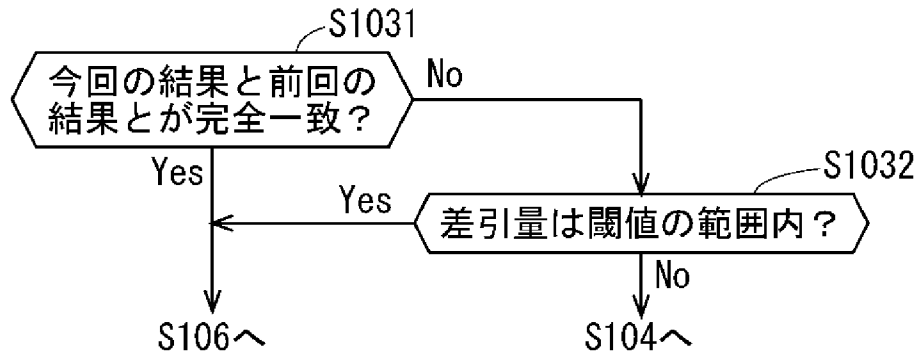
[図3]



[図4]



[図5]



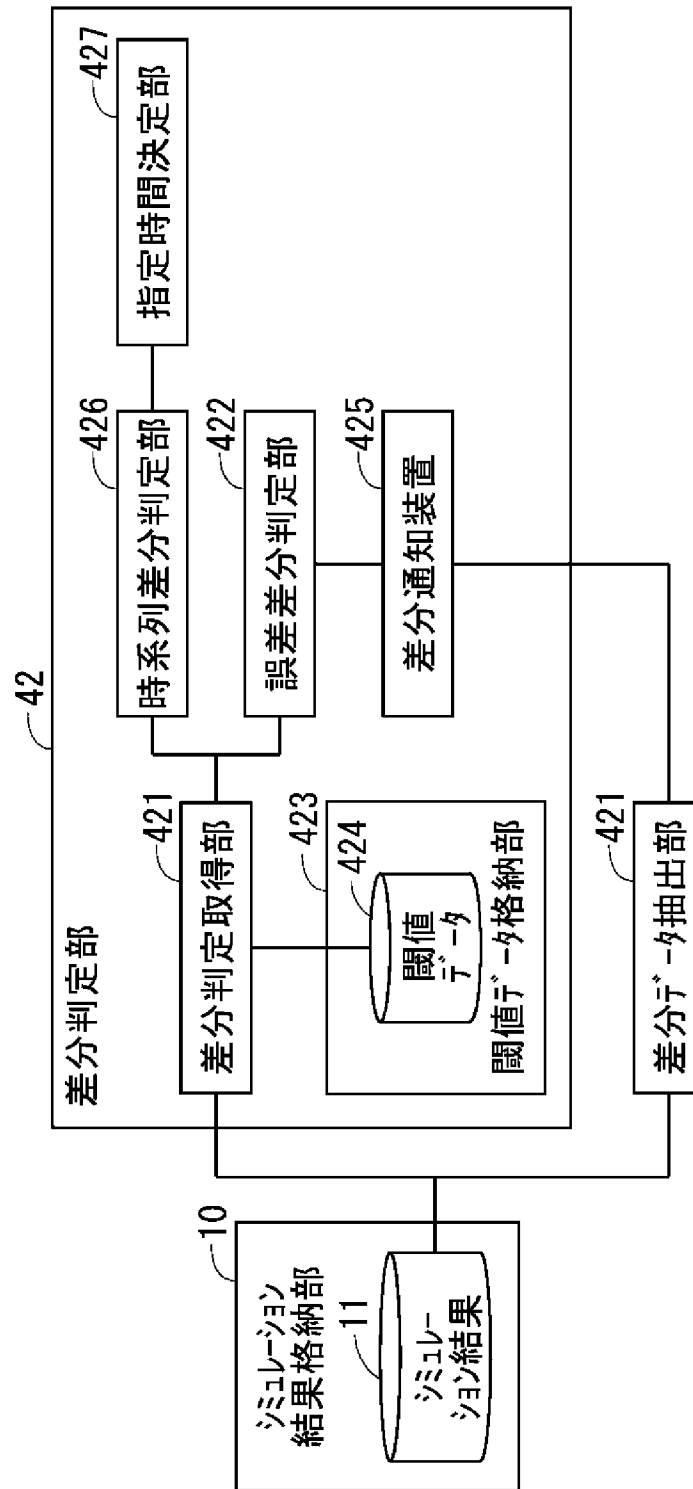
[図6]

	前回の結果	今回の結果	閾値	差分データ
パラメータa	1.5	1.5	±0.2	なし
パラメータb	2.5	3.5	±0.2	3.5
パラメータc	4.4	4.5	±0.2	なし

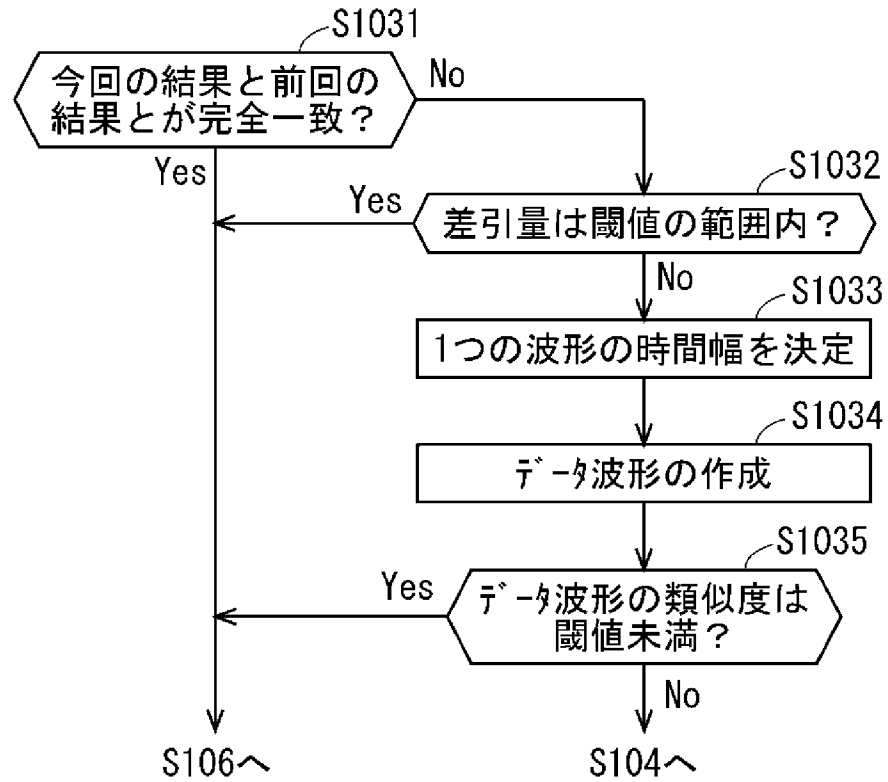
[図7]

	前回の結果	今回の結果	閾値	差分データ
パラメータd	1.5	1.5	±0.2	なし

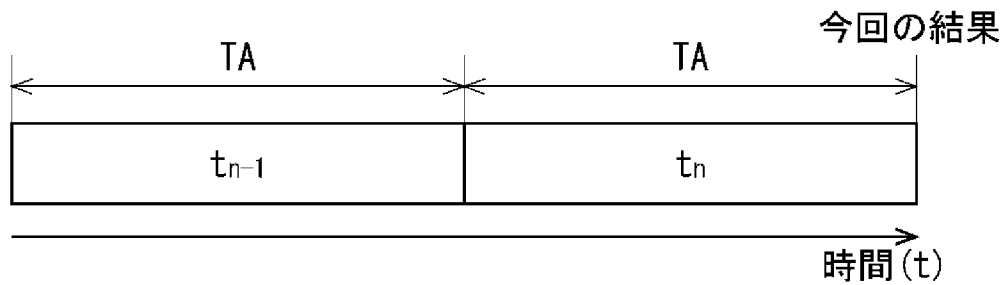
[図8]



[図9]



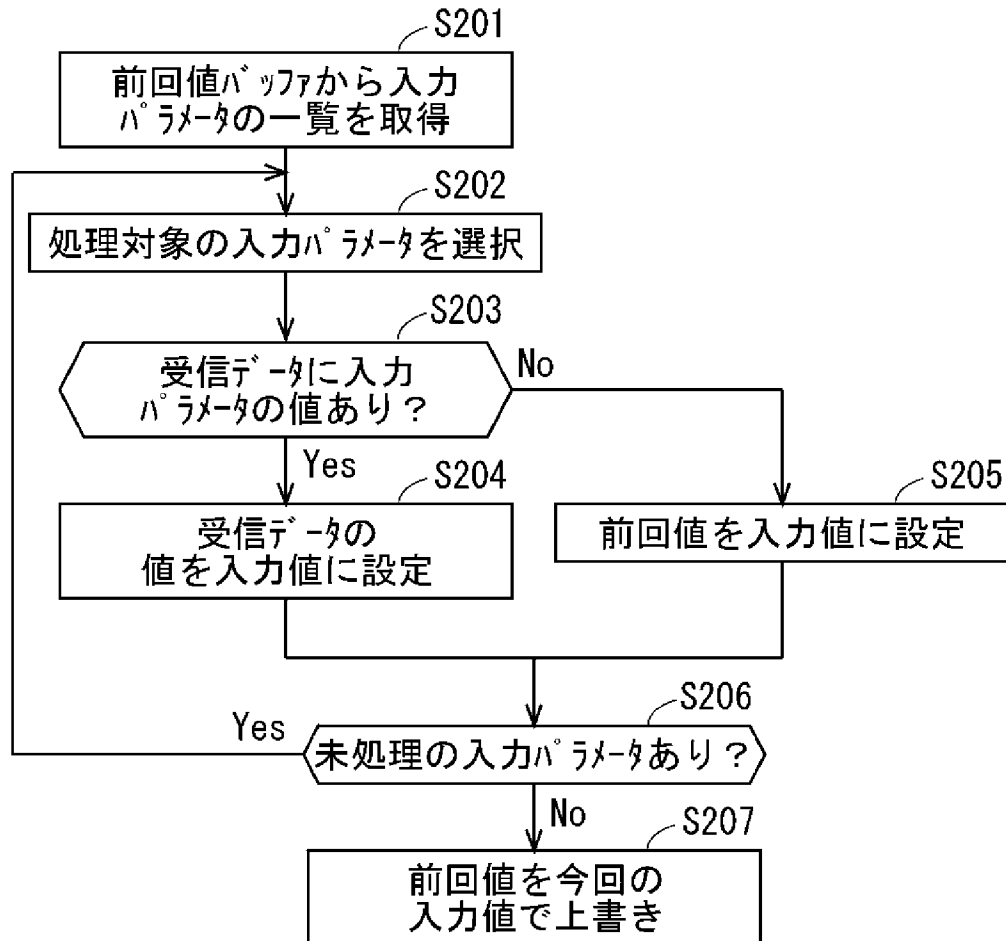
[図10]



[図11]

	前回の結果	今回の結果	差引量の閾値	データ波形の 類似度の 閾値	データ波形の 類似度	差分データ
パラメータ	1.5	1.8	± 0.2	90%	95%	なし
パラメータ	2.5	1.8	± 0.2	90%	85%	1.8

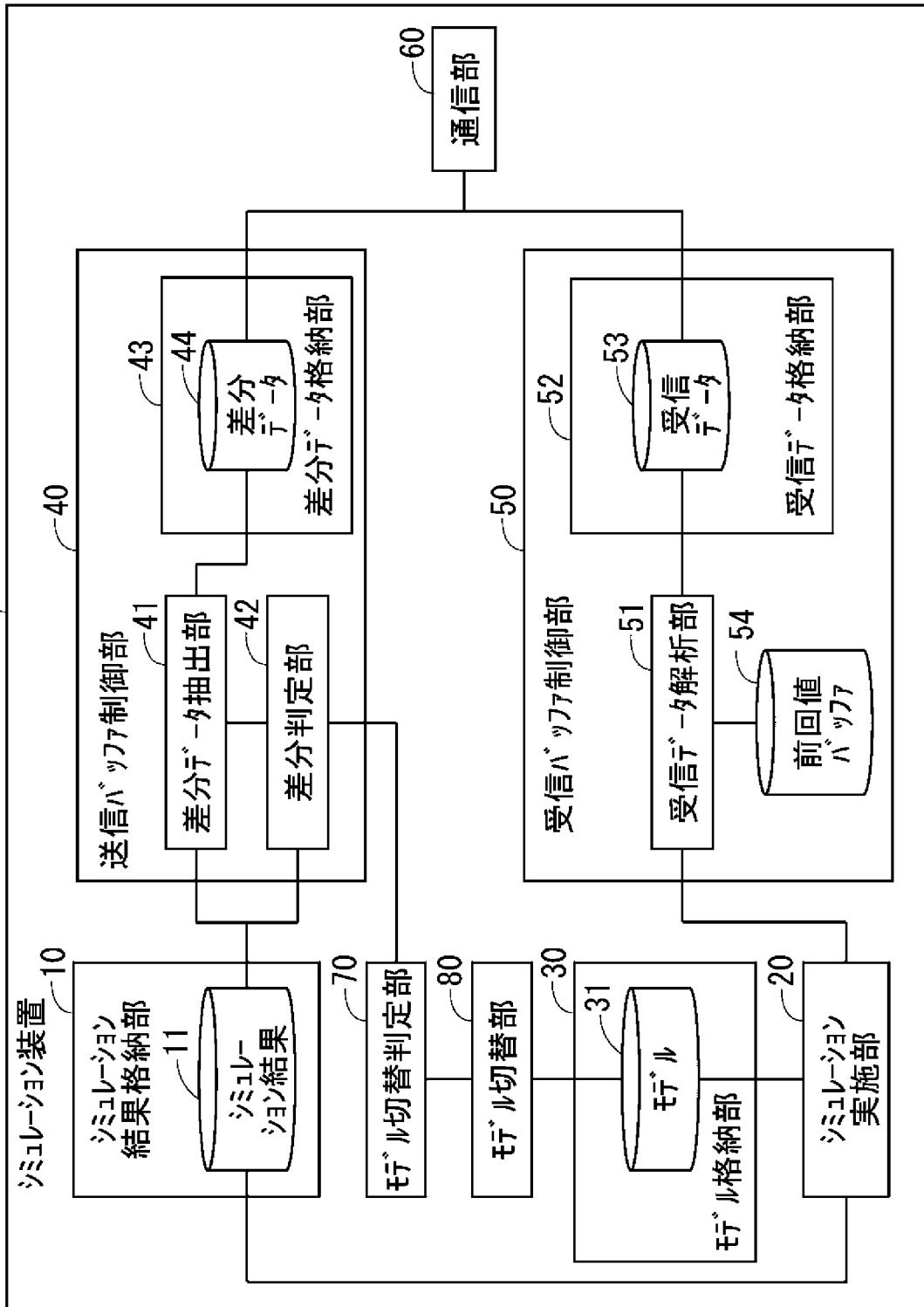
[図12]



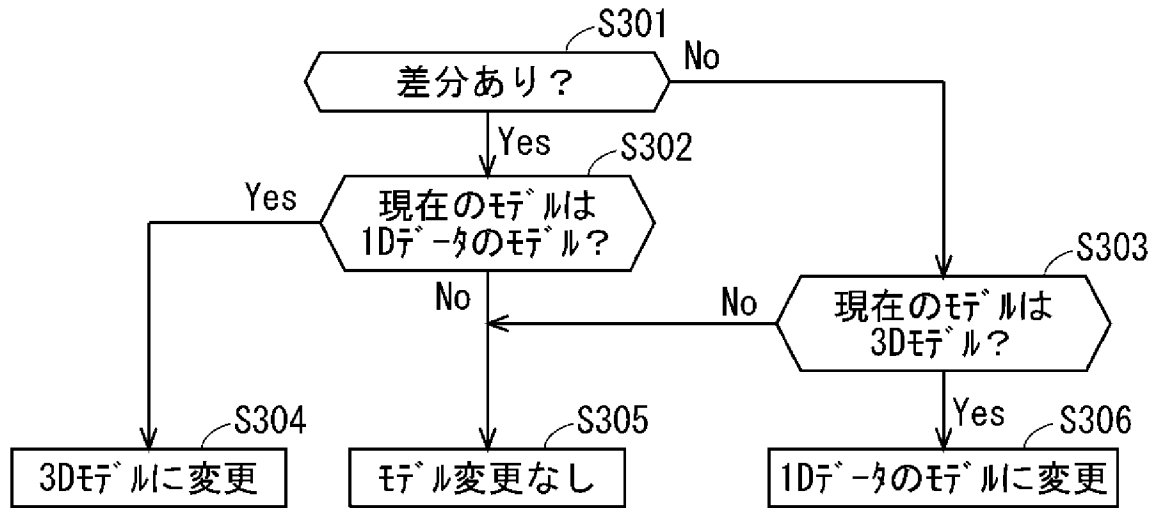
[図13]

	前回値 バッファの値	受信データの値	更新された前回 値バッファの値
パラメータa	1.5	なし	1.5
パラメータb	2.5	3.5	3.5

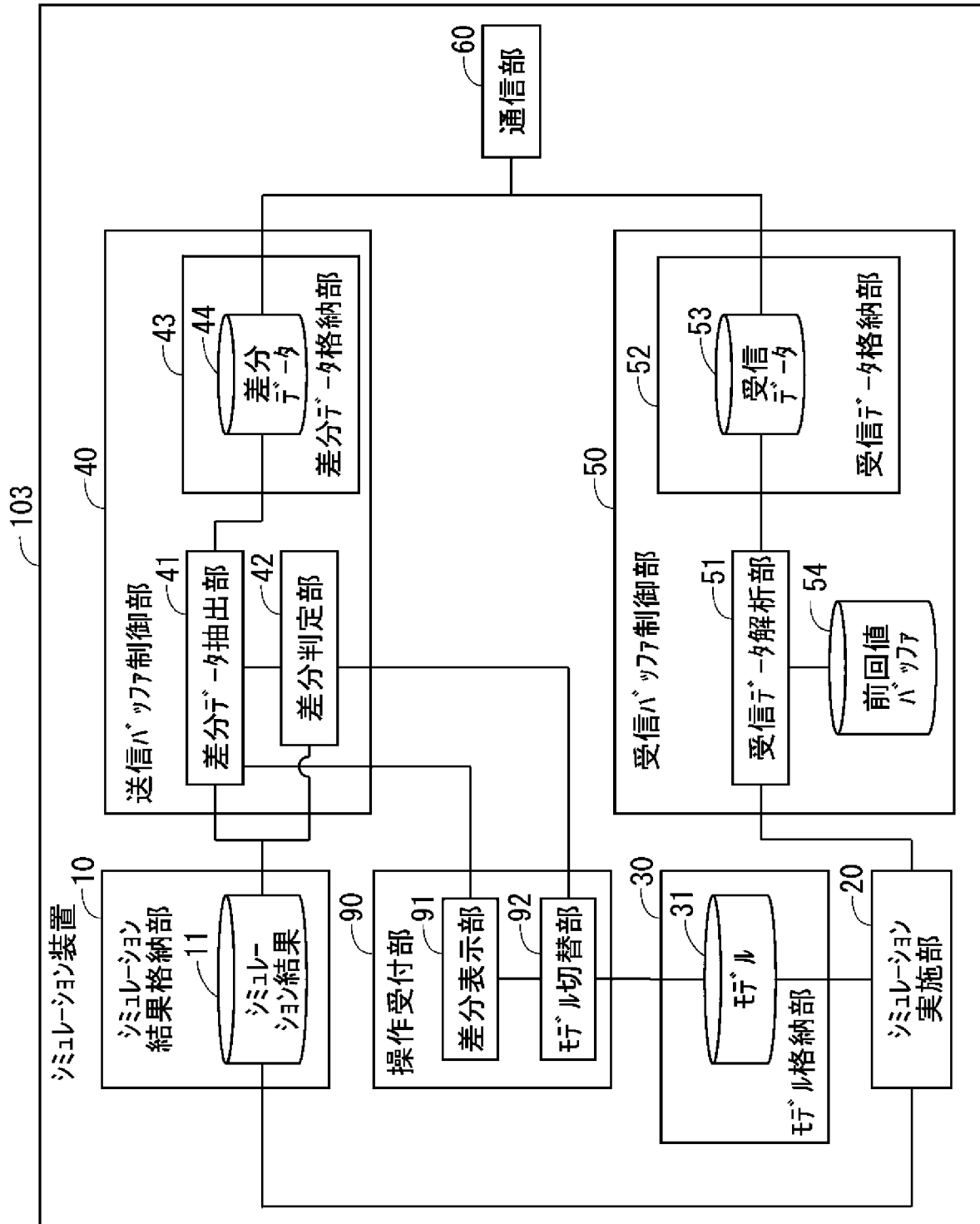
[図14]



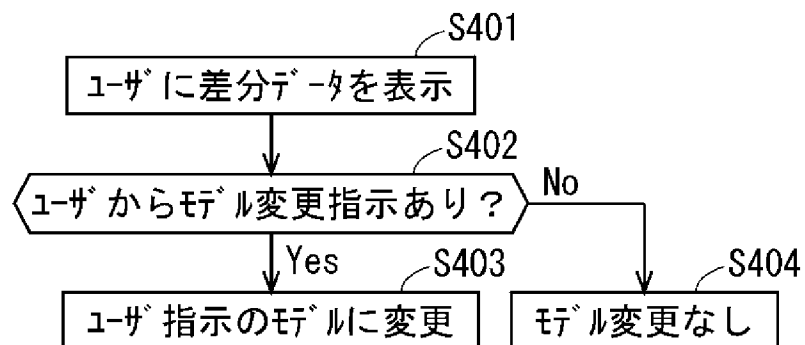
[図15]



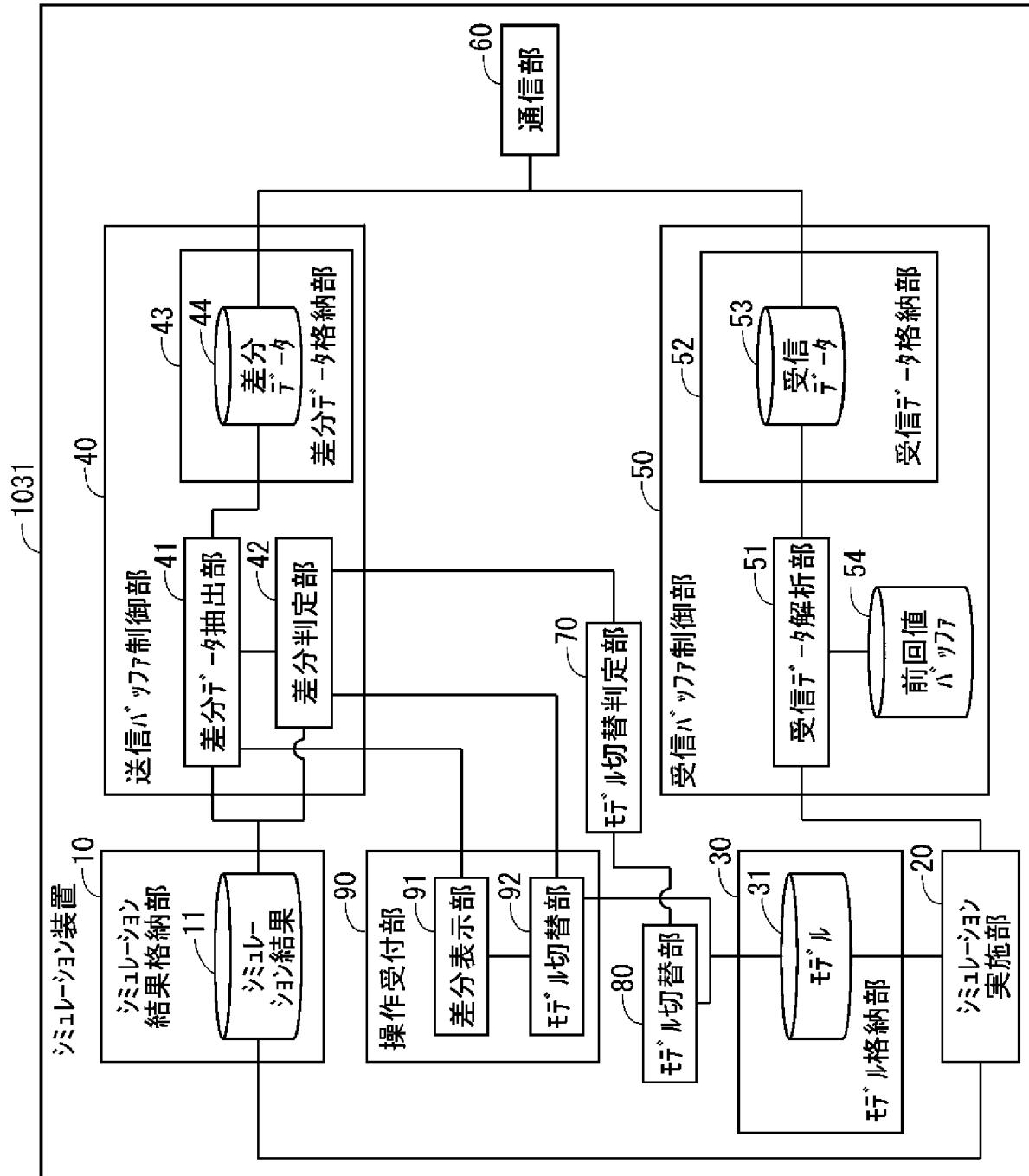
[図16]



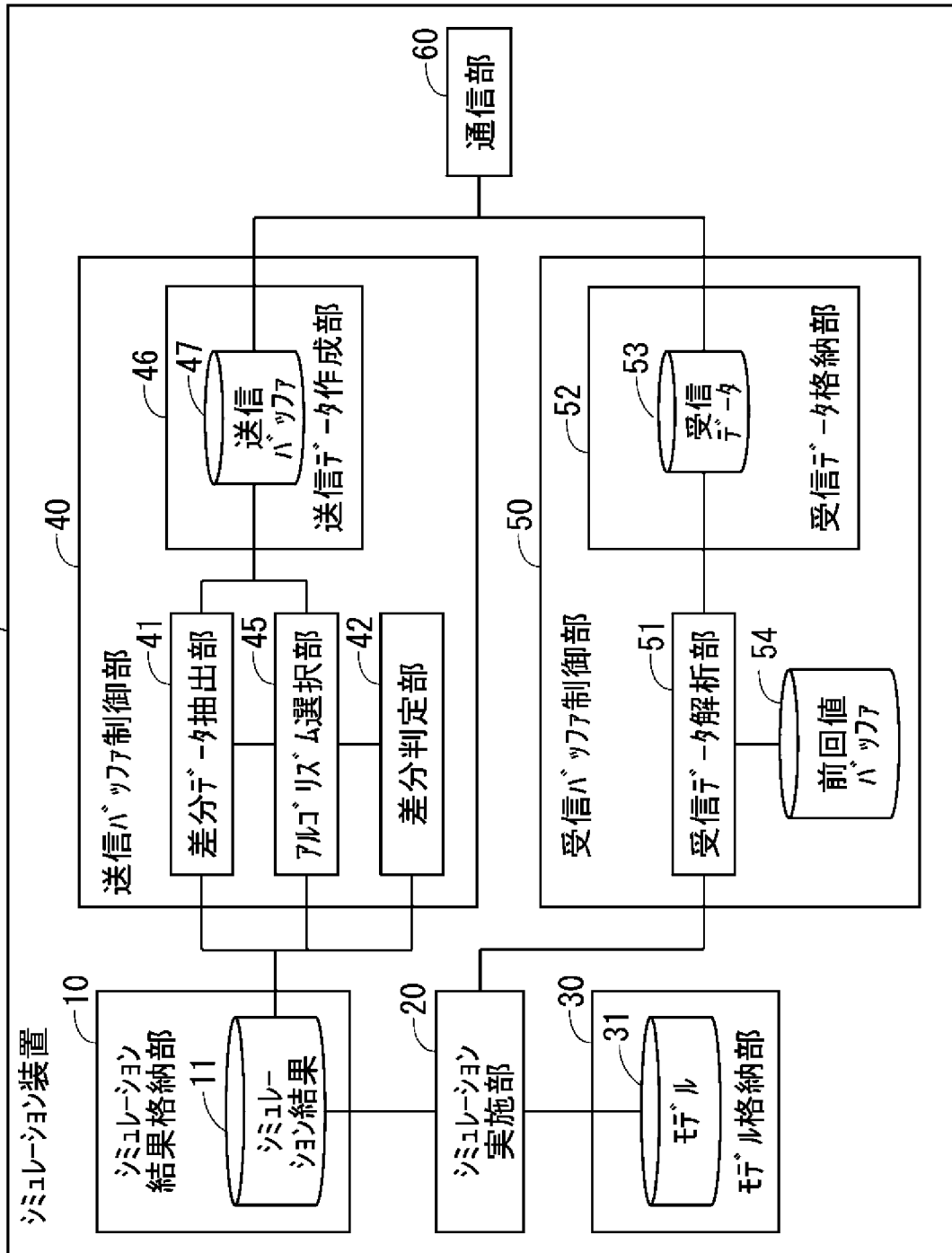
[図17]



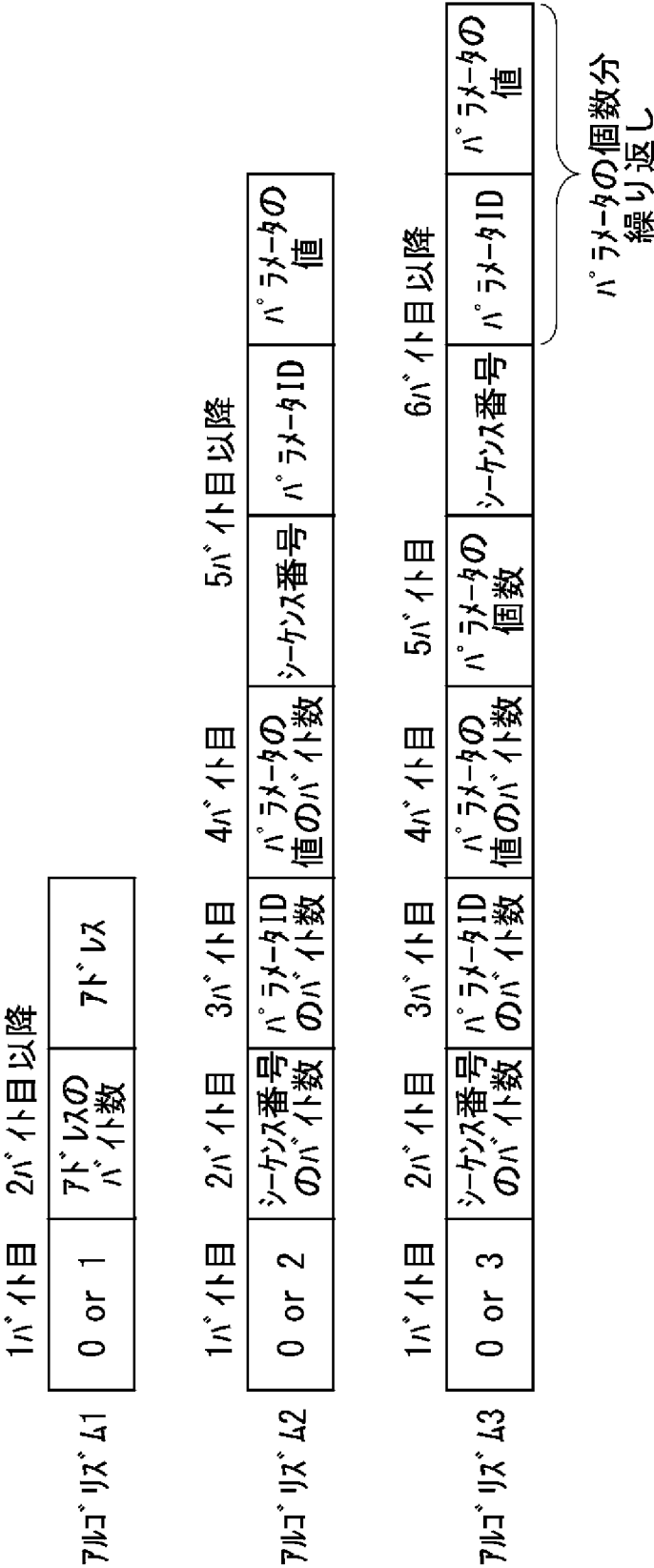
[図18]



[図19]



[図20]



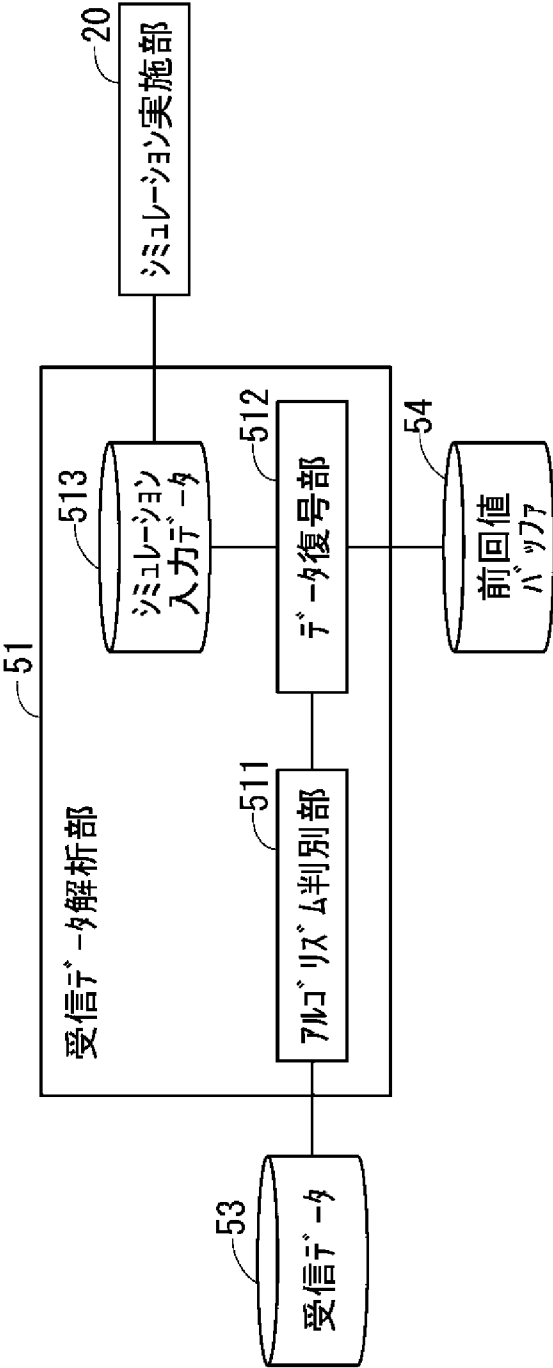
[図21]

ステップ	パラメータ a, c	パラメータ b	アルゴリズム	データの アドレス
1ステップ目	1.5	4.5	1	C240
2ステップ目	101.5	4.5	1	C480
3ステップ目	1.5	4.5	2	
4ステップ目	1.5	4.5	3	
5ステップ目	101.5	4.5	3	

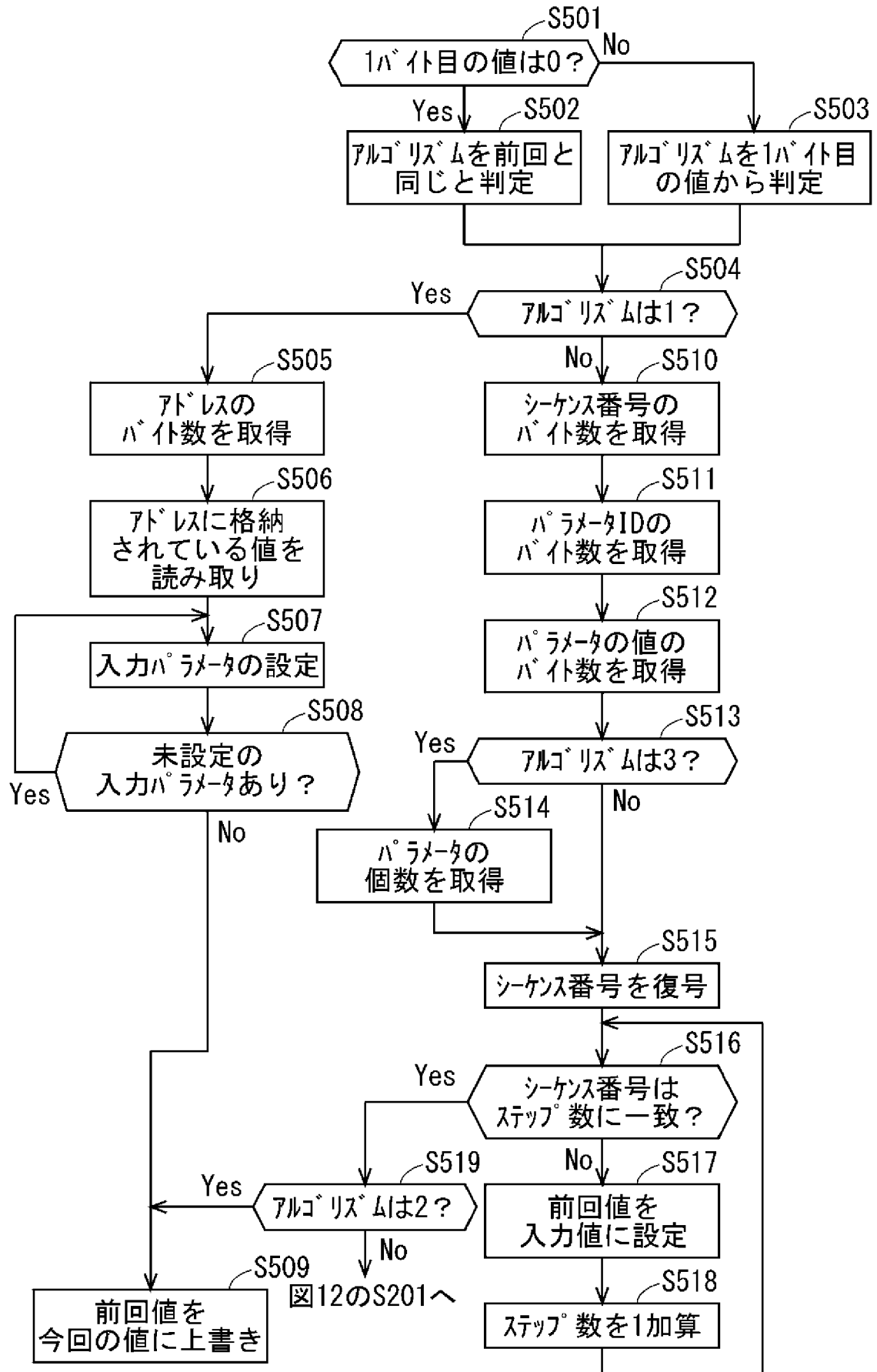
[図22]

ステップ	1ステップ 目	2ステップ 目	3ステップ 目		5ステップ 目
何回目か	1	1	1	2	1
1バイト目	1	0	2	0	3
2バイト目	2	2	1	1	1
3バイト目	C240	C480	1	1	1
4バイト目			2	2	2
5バイト目			3	3	2
6バイト目			0	2	5
7バイト目			1.5	1.5	0
8バイト目					101.5
9バイト目					2
10バイト目					101.5
11バイト目					
12バイト目					

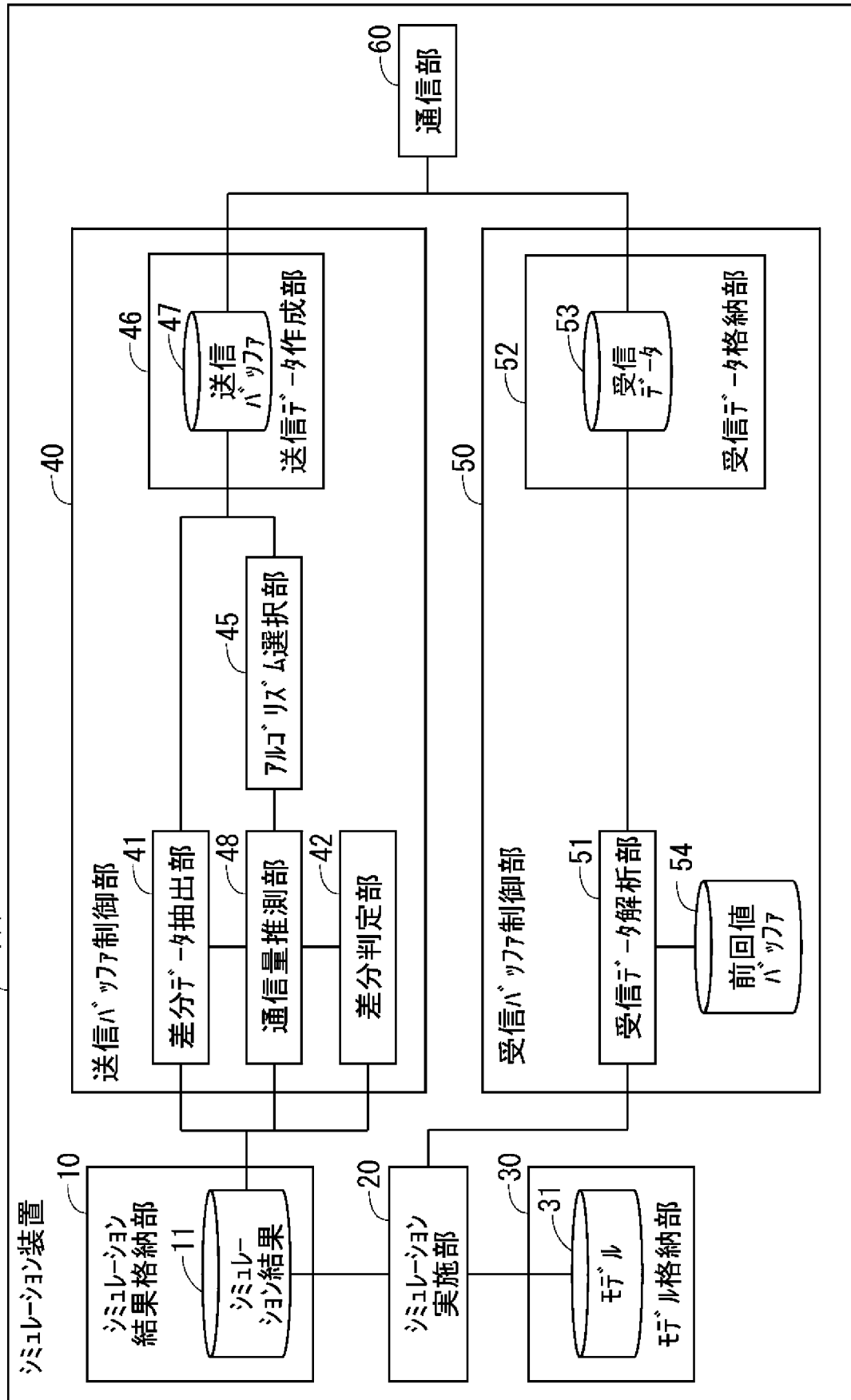
[図23]



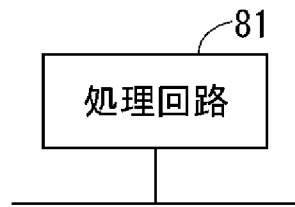
[図24]



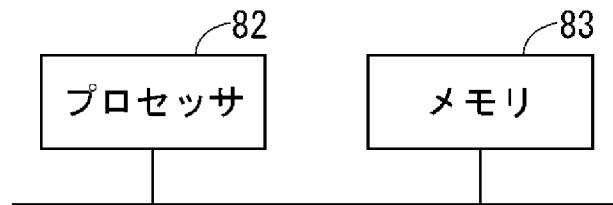
[図25]



[図26]



[図27]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/036590

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*G06F 30/20*(2020.01)i; *G06F 111/02*(2020.01)n

FI: G06F30/20; G06F111:02

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)

G06F30/10 - G06F30/398; G06F111/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus (JDreamIII); IEEE Xplore

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2019-95983 A (KEYENCE CORP.) 20 June 2019 (2019-06-20) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2018-25840 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 15 February 2018 (2018-02-15) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2018-151088 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 27 September 2018 (2018-09-27) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2008-197785 A (NEC CORPORATION) 28 August 2008 (2008-08-28) entire text, all drawings	1-8



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

29 November 2023

Date of mailing of the international search report

12 December 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915

Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/036590

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2019-95983	A	20 June 2019	(Family: none)	
JP	2018-25840	A	15 February 2018	(Family: none)	
JP	2018-151088	A	27 September 2018	(Family: none)	
JP	2008-197785	A	28 August 2008	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06F 30/20(2020.01)i; G06F 111/02(2020.01)n FI: G06F30/20; G06F111:02										
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）） G06F30/10 - G06F30/398; G06F111/02										
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 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023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 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年									
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語） JSTPlus (JDreamIII); IEEE Xplore										
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
A	JP 2019-95983 A (株式会社キーエンス) 20.06.2019 (2019 - 06 - 20) 全文, 全図	1-8								
A	JP 2018-25840 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 15.02.2018 (2018 - 02 - 15) 全文, 全図	1-8								
A	JP 2018-151088 A (三菱電機株式会社) 27.09.2018 (2018 - 09 - 27) 全文, 全図	1-8								
A	JP 2008-197785 A (日本電気株式会社) 28.08.2008 (2008 - 08 - 28) 全文, 全図	1-8								
☐ 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。										
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </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 “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 </td> </tr> </table>			* 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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献						
* 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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献									
国際調査を完了した日 29.11.2023	国際調査報告の発送日 12.12.2023									
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 合田 幸裕 5H 4689 電話番号 03-3581-1101 内線 3531									

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/036590

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2019-95983	A	20.06.2019	(ファミリーなし)	
JP	2018-25840	A	15.02.2018	(ファミリーなし)	
JP	2018-151088	A	27.09.2018	(ファミリーなし)	
JP	2008-197785	A	28.08.2008	(ファミリーなし)	