

(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  
2020年6月18日(18.06.2020)



(10) 国際公開番号  
**WO 2020/121637 A1**

- (51) 国際特許分類:  
**G06F 17/50** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/039957
- (22) 国際出願日: 2019年10月10日(10.10.2019)
- (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 2018-234875 2018年12月14日(14.12.2018) JP
- (71) 出願人: 株式会社日立製作所(HITACHI, LTD.)  
[JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 古谷 了(FURUTANI, Ryo); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 森田 潔(MORITA, Kiyoshi); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 阿部 行伸(ABE, Yukinobu); 〒1008280 東京都

千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 渡辺 徹(WATANABE, Tohru); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

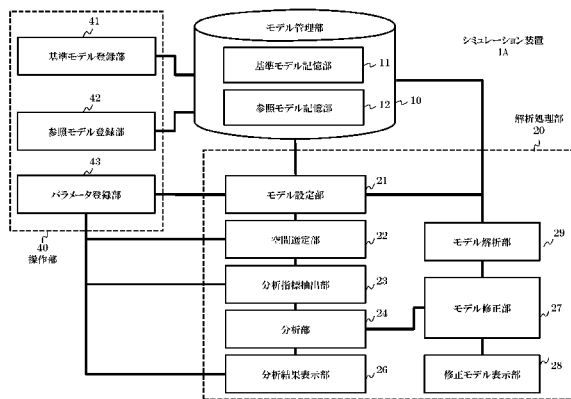
(74) 代理人: 特許業務法人第一国際特許事務所(PATENT CORPORATE BODY DAI-ICHI KOKUSAI TOKKYO JIMUSHO); 〒1010032 東京都千代田区岩本町三丁目5番12号 Tokyo (JP).

(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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: SIMULATION DEVICE, SIMULATION PROGRAM, AND SIMULATION METHOD

(54) 発明の名称: シミュレーション装置、シミュレーションプログラムおよびシミュレーション方法

[図9]



- 1A Simulation device
- 10 Model management unit
- 11 Criterion model storage unit
- 12 Reference model storage unit
- 20 Interpretation processing unit
- 21 Model setting unit
- 22 Space selection unit
- 23 Analysis index extraction unit
- 24 Analysis unit
- 26 Analysis result display unit
- 27 Model correction unit
- 28 Correction model display unit
- 29 Model interpretation unit
- 40 Operation unit
- 41 Criterion model registration unit
- 42 Reference model registration unit
- 43 Parameter registration unit

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a technique for appropriately supporting the improvement of performance by design. In order to achieve the above purpose, one representative simulation device according to the present invention comprises: a criterion model storage unit which stores a criterion model as a processing target; a reference model storage unit which stores a plurality of reference models each having a performance index as a comparison target of the criterion model; and an interpretation processing unit. The interpretation processing unit includes: a space selecting unit which sets a corresponding area for each reference model with respect to the segmented area of the criterion model; an analysis index extraction unit which obtains, as an analysis index, a difference between the segmented area of the criterion model and the corresponding area of the reference model, for each reference model; and an analysis unit which obtains a correlation between an analysis index obtained for each reference model and a performance index for each reference model, for the segmented area of the criterion model.



SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

(57) 要約 : 本発明は、設計による性能の向上を適切に支援する技術を提供することを目的とする。上記課題を解決するために、代表的な本発明のシミュレーション装置の一つは、処理対象として基準モデルを記憶する基準モデル記憶部と、基準モデルの比較対象として性能指標を有する参照モデルを複数記憶する参照モデル記憶部と、解析処理部とを備える。この解析処理部は、基準モデルの区分領域に対して参照モデルごとの対応領域を設定する空間選定部と、参照モデルごとに基準モデルの区分領域と参照モデルの対応領域との差異を分析指標として求める分析指標抽出部と、基準モデルの区分領域について、参照モデルごとに求めた分析指標と、参照モデルごとの性能指標とについて相関を求める分析部とを備える。

## 明 細 書

発明の名称：

シミュレーション装置、シミュレーションプログラムおよびシミュレーション方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、シミュレーション装置、シミュレーションプログラムおよびシミュレーション方法に関する。

### 背景技術

[0002] 輸送システムに代表される自動車などにおいて、走行抵抗を小さくする構造体の表面形状を実現することで省エネ化を推進する取組みが実施されている。また、自動車などにおいて、高剛性かつ軽量化を両立する部材形状を実現することで安全性と省エネ化を向上する取組みが実施されている。これらの取組みは、CAE (Computer Aided Engineering) 解析を活用し、性能向上を図ることが一般的である。

[0003] 例えば、特許文献1には、『平面要素及び／又は立体要素で構成される構造体の部品が一軸方向に複数の部分に分割される。分割された各部分に対し断面の高さ等を変化させて部品形状パターンが設定される。設定された部品を前記構造体に組み込んだ状態で前記構造体の剛性解析が複数種類行われる。剛性解析の結果について多変量解析が行われる。この多変量解析の結果に基づいて剛性解析が選出される。選出された剛性解析の重回帰係数に基づいて断面形状が決定される』旨の技術が開示される。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：特開2013-218652号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1の技術は、平面要素及び／又は立体要素を一律に解析するものの、性能に影響を及ぼす重要な形状の場所を絞り込むといった点は考慮されていなかった。また、特許文献1の技術は、性能に影響する設計パラメータを選定できない複雑形状に対して実施困難であるという問題点があった。

[0006] さらに、特許文献1では、1回あたりのCAEの性能解析の計算負荷が大きく（例えば、大規模流体解析を行うケースなど）、分割した各部分をわずかずつ変化させた膨大な数の組み合わせパターンについてCAEの性能解析を緻密に繰り返した場合、最適解を得るまでに多大な時間を要するという問題点があった。

[0007] そこで、本発明は、設計による性能の向上を効率的に支援する技術を提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決するために、代表的な本発明のシミュレーション装置の一つは、処理対象として基準モデルを記憶する基準モデル記憶部と、基準モデルの比較対象として性能指標を有する参照モデルを複数記憶する参照モデル記憶部と、解析処理部とを備える。この解析処理部は、基準モデルの区分領域に対して参照モデルごとの対応領域を設定する空間選定部と、参照モデルごとに基準モデルの区分領域と参照モデルの対応領域との差異を分析指標として求める分析指標抽出部と、基準モデルの区分領域について、参照モデルごとに求めた分析指標と、参照モデルごとの性能指標とについて相関を求める分析部とを備える。

### 発明の効果

[0009] 本発明では、設計による性能の向上を効率的に支援することが可能になる。

上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

### 図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、シミュレーション装置1の構成を示す図である。

- [図2]図2は、シミュレーション装置1の動作を説明する流れ図である。
- [図3]図3は、空間選定部22の動作を説明する図である。
- [図4]図4は、区分領域と対応領域との差異を示すヒストグラムである。
- [図5]図5は、分析指標と性能指標との関係を説明する図である。
- [図6]図6は、分析指標と性能指標との関係を説明する図である。
- [図7]図7は、エレベータの籠の解析モデルを示す図である。
- [図8]図8は、シミュレーション装置1の分析手順を説明する図である。
- [図9]図9は、シミュレーション装置1Aの構成を示す図である。
- [図10]図10は、シミュレーション装置1Aの動作を説明する流れ図である。
- 。

### 発明を実施するための形態

- [0011] 以下、図面を参照しながら実施例を説明する。なお、各図において、共通な機能を有する構成要素には同一の番号を付与し、その重複する説明を省略する。

#### 実施例 1

- [0012] 実施例1では、『設計に関連する性能向上の解析結果を用いて、設計者であるユーザの設計作業を支援するシミュレーション技術』について説明する。
- 。

- [0013] <実施例1の構成>

図1は、実施例1のシミュレーション装置1の構成を示す図である。

同図において、シミュレーション装置1は、ハードウェアとしてCPU (Central Processing Unit) やメモリなどを備えた情報処理装置 (コンピュータなど) として構成される。このハードウェアがシミュレーションプログラムを実行することにより、後述する各種機能が実現する。このハードウェアの一部または全部については、DSP (Digital Signal Processor)、FPGA (Field-Programmable Gate Array)、GPU (Graphics Processing Unit) などで代替してもよい。また、ハードウェアの一部または全部をネットワーク上のサーバに集中または分散してクラウド配置し、複数の人がネット

ワークを介して共同使用してもよい。

[0014] シミュレーション装置 1 は、モデル管理部 10、解析処理部 20、および操作部 40 を備える。

[0015] モデル管理部 10 は、基準モデル記憶部 11、および参照モデル記憶部 12 を備える。

この基準モデル記憶部 11 は、ユーザが形状をデザインしようとする対象物について、少なくとも形状の設計データを定義したデータ群（以下「基準モデル」という）を記憶する。

参照モデル記憶部 12 は、基準モデルの比較対象として、性能指標を有する参照モデルを複数記憶する。

[0016] 解析処理部 20 は、モデル設定部 21、空間選定部 22、分析指標抽出部 23、分析部 24、および分析結果表示部 26 を備える。

[0017] モデル設定部 21 は、処理対象の基準モデル一式を基準モデル記憶部 11 から取得する。さらに、モデル設定部 21 は、取得した基準モデルと比較可能な参照モデル一式を参照モデル記憶部 12 から複数取得する。

[0018] 空間選定部 22 は、処理対象の基準モデルを複数の部分に区分して区分領域を設定する。さらに、空間選定部 22 は、基準モデルの区分領域に対応する領域として、参照モデルそれぞれに対応領域を設定する。

[0019] 分析指標抽出部 23 は、基準モデルの区分領域と参照モデルの対応領域との間で設計データの差異を求めて、分析指標とする。

[0020] 分析部 24 は、基準モデルの区分領域ごとに、分析指標が参照モデルの性能指標にどの程度寄与するか、どのような傾向や関係があるかについて相関を求める。

[0021] 分析結果表示部 26 は、区分領域ごとの相関に応じて、基準モデルのその区分領域が性能への程度の寄与を示すかを、基準モデルのグラフィック表示に対して色分けするなどの可視化を行って表示する。特に性能への相関が高い区分領域は、ユーザに目立つように色や領域分けやマーキングや点滅などにより表示される。

[0022] 操作部40は、基準モデル登録部41、参照モデル登録部42、およびパラメータ登録部43を備え、基準モデル、参照モデル、分析パラメータそれぞれを登録するためのユーザインターフェースをユーザに提供する。

<実施例1の動作>

図2は、シミュレーション装置1の動作を説明する流れ図である。

同図のステップ番号に沿って、シミュレーション装置1の動作を説明する。

。

[0023] ステップS101： ユーザは、基準モデル登録部41を介して対象物の形状をデザインする操作を行い、基準モデル記憶部11内に基準モデルのデータファイルを作成する。この基準モデルのデータファイルには、形状に関する設計データとして、例えば3次元空間における点座標データの集合が格納される。さらに、この基準モデルには、形状の設計データの他に、対象物について材質・表面粗さ・強度・弾性・密度・重量などの各種の物理特性に関する設計データも併せて定義可能である。なお、この基準モデルは、参照モデルと基本的に同様のデータ形式であり、後述する性能指標を保存するデータ領域も追加可能である。

[0024] ステップS102： 参照モデル記憶部12には、複数の参照モデルが事前に収集され登録される。これらの参照モデルは、代表的な形状デザインについて予め準備される。また、参照モデルは、シミュレーション装置1や外部サーバなどから過去の形状デザインの設計情報を収集することにより随時に拡張される。また、ユーザが必要に応じて、参照モデルを収集し、参照モデル登録部42を介して参照モデル記憶部12に登録することもできる。

[0025] これらの参照モデルには、基準モデルの設計データと差異比較が可能な設計データと共に、性能データやその評価を示す指標（以下「性能指標」という）が含まれる。このような性能指標は、シミュレーション処理や実測実験により予め作成される。

[0026] ステップS103： ユーザは、パラメータ登録部43を介して、解析処理部20に対して、分析処理のための分析パラメータを設定登録する。ここで

の分析パラメータは、例えば、分析処理の各種条件や、分析処理の繰り返し回数や、参照モデルの選定総数などである。

- [0027] ステップS104： モデル設定部21は、分析パラメータの中のモデル選定に関するパラメータを基にして、分析処理に利用する基準モデルと参照モデルを選定する。参照モデルとしては、登録済みの参照モデル群からランダムに複数選定してもよいし、基準データと形状の設計データがある程度は共通する又は類似する参照モデルを複数設定してもよい。
- [0028] ステップS105： 図3に基づいて空間選定部22の動作について説明する。まず、空間選定部22は、分析パラメータの中の区分領域に関するパラメータ（数やサイズなど）を基に、基準モデル100を複数の領域分けした区分領域を定める。空間選定部22は、これら区分領域を含むように基準モデルを区画する空間（以下「区画空間101」という）を選定する。
- [0029] 区画空間101は、多角形や円や楕円やそれらの組み合わせによる平面や曲面でもよいし、三次元の柱状体や多面体や球や楕円体やそれらの組み合わせによる三次元空間でもよい。空間選定部22は、区画空間101によって基準モデル100から設計データ群（区分領域）を切り出す。
- [0030] 例えば、基準モデル100の走行抵抗を削減する場合、走行抵抗に影響する対象物表面に相当する設計データ群が区画空間101によって切り出される。
- また例えば、基準モデル100の軽さおよび強さをバランス良く高める場合、軽量化および強度性能に影響する対象物内部の設計データ群が区画空間101によって切り出される。
- [0031] さらに、空間選定部22は、この基準モデル100に対する区画空間101を、参照モデル150それぞれに写像変換することにより区画空間151を求める。この写像変換は、基準モデル100と参照モデル150との位置合わせの基準点R、R'に基づいて、双方の区画空間151が区画空間101の対応位置かつ対応サイズに変換されるように設定される。空間選定部22は、区画空間151によって参照モデル150の設計データ群（対応領域

) を切り出す。

[0032] ステップS106： 分析指標抽出部23は、参照モデルごとに、基準モデルの区分領域と参照モデルの対応領域との間で設計データの差異（形状または物理特性の差異）を求める。分析指標抽出部23は、差異を指標化して分析指標とする。

[0033] 例えば、図3に示すケースでは、分析指標抽出部23は、走行抵抗について比較するため、物体表面を構成する点座標の設計データについて、点座標間の距離を差異として求め、これら差異の代表値（積算値や平均値や中央値や最頻値など）を分析指標とする。

[0034] 図4は、基準モデルの区分領域と参照モデルの対応領域との差異ヒストグラムを示す説明図である。

同図に示すように、区分領域および対応領域は比較的小さな範囲のため、領域内の差異のばらつきは有意な幅内に収まる。そのため、差異のばらつきの代表値をもって分析指標とすることにより、領域間における差異の傾向を代表値を用いて指標化することができる。

[0035] ステップS107： 分析部24は、基準モデルの区分領域ごとに、分析指標および性能指標の間で相関分析や回帰分析を行う。また、分析指標が複数の場合、分析部24は複数の分析指標と性能指標との間で重回帰分析を行う。

[0036] 図5および図6は、基準モデルの区分領域110～112について、分析指標と性能指標との関係を説明する図である。

[0037] 区分領域110では、分析指標と性能指標とは負の相関を示し分析指標がマイナス方向に減る（表面形状の高さを下げるなど）に従って、性能指標が上がる傾向を有する。

また、区分領域111では、分析指標と性能指標との間の相関は低い。

一方、区分領域112では、分析指標と性能指標とは正の相関を示し分析指標がプラス方向に増える（表面形状の高さを上げる）に従って、性能指標が上がる傾向を有する。

[0038] ステップS108： 分析部24は、基準モデルについて適当な間隔で適当な数の区分領域について分析を完了したか、基準モデルの修正に必要な相関係数を超える分析結果が得られたか否かなどについて判定を行う。

この判定条件を満たさない場合、分析部24は、ステップS105に動作を戻し、空間選定部22に対してさらに区画空間を選定するよう指示を行う。このように判定条件を満たすまで（もしくは打ち切りにより終了するまで）、ステップS105～S108の動作が繰り返される。

一方、判定条件を満足すると、分析部24は、ステップS109に動作を移行する。

[0039] ステップS109： 分析結果表示部26は、“相関係数が高い”、“回帰係数が大きい”、“重回帰係数が大きい分析指標がある”、および“形状変化量が大きい”などの評価判定に基づいて、基準モデルの前記性能指標への寄与が高い区分領域を可視化する。

例えば、上述した性能向上に寄与する区分領域をヒートマップ状に色付けした表示が、基準モデルの3D表示上に合成表示される。

[0040] また例えば、図6に示すような情報表示を行うことにより、区分領域110、112が性能向上に寄与する部位である表示と合わせて、どのような相関関係か、どの方向に設計変更すべきかといった、情報をユーザに提供してもよい。

[0041] <シミュレーション装置1による設計例>

続いて、シミュレーション装置1を用いたエレベータの籠の形状設計について説明する。

図7は、エレベータの籠の解析モデルとして、基準モデル200a、参照モデル200b、200cを代表的に示す図である。

[0042] 同図において、201a～201cは、基準モデル200a、参照モデル200b、200cの上面を示す。202a～202cは、基準モデル200a、参照モデル200b、200cの側面を示す。

[0043] ここでは、エレベータが上昇する際の走行抵抗を削減するために、エレベ

一タ上面の基準モデル200aの表面形状203aについて空力性能を改善するものとする。

[0044] ここで、表面形状203aに対して、参照モデルの表面形状203b、203cが比較対象とされる。この時、各モデルは基準点205a、205b、205cを中心とした対称形状であるため、対象領域は206a、206b、206cに限定される。

次に、対象領域206a、206b、206cにおいて、任意の区画空間として楕円体の区画空間204a、204b、204cが選定され、楕円体の中心位置と楕円形状の大きさがパラメータになる。

[0045] 図8は、エレベータ上面の断面形状として、基準モデル200aの表面形状203aと、参照モデル200bの表面形状203bとを重ね合わせた状態を示す。

ここで、任意の楕円体の区画空間210が選定された場合に、区画空間210で切り取った表面形状203aの区分領域と、対応する表面形状203bの対応領域との高さの差分値がヒストグラム211として抽出される。

[0046] このヒストグラム211について平均値が算出され、参照モデル200bの分析指標として選定され、この分析指標と参照モデル200bの性能指標との散布図（以下「相関分布」という）がプロット212として表される。

[0047] その他多数の参照モデルについても同様のプロットを行うことにより、分析指標と性能指標の間の相関分布が得られる。分析の結果、負の相関であれば区画空間210について表面形状203aの高さを下げる方向に基準モデル200aを修正することにより、走行抵抗を削減することが可能になる。また、正の相関であれば逆に区画空間210について表面形状203aの高さを上げる方向に基準モデル200aを修正することにより、走行抵抗を削減することが可能になる。

[0048] <実施例1の効果>

(1) 上述したように実施例1では、基準モデルの区分領域が性能向上に寄与する領域であれば、その区分領域において分析指標と性能指標との間に所

定の傾向（相関）が生じる。

逆に、基準モデルの区分領域が性能向上に関係しない領域であれば、その区分領域において分析指標と性能指標との間には所定の傾向（相関）は生じない。

したがって、分析指標と性能指標との相関を求めることにより、基準モデルの区分領域が性能向上に寄与するか否か、更には寄与する度合いを判定することが可能になる。

[0049] （２）ちなみに、特許文献１の技術では、性能に影響を及ぼす重要な形状の場所を絞り込むことが困難という問題点があった。

しかしながら、実施例１では、基準モデルの区分領域について性能向上に寄与する領域か否かが判定できるため、性能に影響を及ぼす重要な場所を適切に絞り込むことが可能になる。

[0050] （３）さらに、特許文献１の技術では、性能に影響する設計パラメータを選定できない複雑形状に対して実施困難であるという問題点があった。

しかしながら、実施例１では、形状の差異や、物理特性の差異などをそれぞれ分析指標にすることで、性能指標と分析指標との相関をとることによって、性能に影響するパラメータ要因が形状なのか、物理特性なのかなどを適切に選定することが可能になる。

[0051] （４）また、特許文献１の技術では、１回あたりの性能解析の計算負荷が大きいため、分割した各部分をわずかずつ変化させた膨大な数の組み合わせパターンについて性能解析を緻密に繰り返した場合、最適解を得るまでに多大な時間を要するという問題点があった。

しかしながら、実施例１では、参照モデルの性能指標は、基準モデルと独立して求めることができる。したがって、参照モデルの性能指標は事前に求めておけばよいため、分析部２４それ自体の計算量は少なく、短時間で基準モデルの分析結果を得ることができる。

[0052] （５）さらに、実施例１では、分析指標と性能指標とが示す所定の傾向（相関）に従って、分析指標をどちらの方向にずらせば性能指標が向上するかを

判定することができる。

- [0053] (6) また、実施例 1 では、区分領域について求めた相関に応じて、基準モデルの区分領域における性能指標への寄与を分析結果表示部 26 に表示する。したがって、基準モデルの性能向上において勘所となる区分領域をユーザに知らせて、ユーザの設計作業を適切に支援することが可能になる。
- [0054] (7) さらに、実施例 1 では、相関係数が高いと評価された区分領域を分析結果表示部 26 によって具体的に可視化する。したがって、分析指標の変化に対して確実に反応して性能指標が変化する区分領域をユーザに知らせることができる。
- [0055] (8) また、実施例 1 では、回帰係数が大きいと評価された区分領域を分析結果表示部 26 により可視化する。したがって、分析指標の変化に対して性能指標が大きく変化する区分領域をユーザに知らせることができる。
- [0056] (9) さらに、実施例 1 では、重回帰係数が大きい分析指標があると評価された区分領域を分析結果表示部 26 により可視化する。したがって、形状の差異や、各種の物理特性の差異など、多数の分析指標がある中で、性能向上に影響する分析指標がどれなのかをユーザに知らせることができる。
- [0057] (10) また、実施例 1 では、形状変化量が大きいと評価された区分領域を分析結果表示部 26 により可視化する。形状変化量が大きい区分領域とは、複数の参照モデル間において形状の差異（分析指標）が大きい区分領域である。このような区分領域は、性能指標への寄与が大きい反面で基準モデルの修正に際して形状変化が大きくなりやすいなどの要注意箇所である。その要注意箇所をユーザに知らせることができる。
- [0058] (11) さらに、実施例 1 では、基準モデルの区分領域を含む多角形、円、楕円、柱状体、多面体、球、楕円体、それらの組合せからなる区画空間を使用することもできる。したがって、多様な形状の区分領域であっても多様な区画空間によって切り出すように自在に対応できる。
- [0059] (12) また、実施例 1 では、基準モデルの区分領域を含む区画空間を参照モデルに写像変換することにより、参照モデルの対応領域を決定する。基準

モデルと参照モデルとの位置のずれがある程度存在すると、基準モデルの区分領域を参照モデルに写像変換しただけでは、対応領域が参照モデルから若干ずれるため、対応領域の設定が困難になる。しかし、区分領域の周りを囲む区画空間を使用することにより、基準モデルと参照モデルとの位置がずれても区画空間で囲むことで対応領域を設定することが可能になる。したがって、区画空間の採用により、基準モデルの分析に使用可能な参照モデルの数を増やすことができる。

[0060] (13) さらに、実施例1では、分析指標として、区分領域と対応領域との間で、形状または物理特性の差異を使用することができる。

分析指標として形状の差異を使用すれば、基準モデルの形状（高さ、傾斜、段差、曲率、凹凸など）の修正をユーザ支援することが可能になる。

一方、分析指標として物理特性の差異を使用すれば、基準モデルの物理特性（材質・表面粗さ・強度・弾性・密度・重量など）の修正をユーザ支援することが可能になる。

[0061] (14) また、実施例1では、区分領域と対応領域とについて空間サンプリングされた複数の差異について、積算値・平均値・最頻値・中央値などの代表値も求めて分析指標とすることができる。このように代表値を分析指標に使用することにより、統計的（良い意味で大雑把）に分析指標と性能指標の相関を捉えることが可能になる。そのため、基準モデルの修正に関する情報提供が必要以上に細かくなり過ぎず、実用的な修正を支援することができる。

## 実施例 2

[0062] 次に、実施例2として、基準モデルの修正を自動化したシミュレーション装置1Aを説明する。

[0063] <実施例2の構成>

図9は、シミュレーション装置1Aの構成を示す図である。

同図において、実施例1（図1参照）と同じ構成については同一の符号を付与し、ここでの重複する説明を省略する。

[0064] シミュレーション装置 1 A は、解析処理部 2 0 内に、モデル修正部 2 7、修正モデル表示部 2 8、およびモデル解析部 2 9 を備える。

モデル修正部 2 7 は、性能指標が高くなる分析指標の方向に基準モデルを自動修正する。

修正モデル表示部 2 8 は、修正後の基準モデルを表示する。

モデル解析部 2 9 は、修正された基準モデルについて性能指標を解析する。

[0065] <実施例 2 の動作>

図 1 0 は、シミュレーション装置 1 A の動作を説明する流れ図である。

同図において、ステップ S 1 0 1 ~ S 1 0 9 は、実施例 1 と同じ動作のため、ここでの重複する説明を省略する。

以下、ステップ S 1 1 0 以降の動作について説明する。

[0066] ステップ S 1 1 0 : モデル修正部 2 7 は、分析部 2 4 の分析処理に基づいて、性能指標への寄与が高いと評価される複数の区分領域を選択する。選択された区分領域ごとに、モデル修正部 2 7 は、性能指標が高くなる分析指標の方向に基準モデルを局所的に一時修正する。モデル修正部 2 7 は、これらの局所的な一時修正に基づいて基準モデルを包括的に修正する。

[0067] このような包括的な修正は、対象となる区分領域に対して、区分領域の間の境界線や隙間の領域において接続形状の変化を連続させる処理によって行われる。

また、包括的な修正は、局所的な一時修正を基準モデル全体に平滑化する処理でもよい。

さらに、包括的な修正は、基準モデルの 3 次元空間上で、局所的な一時修正を行った領域を近似的に通る曲面や平面を張る処理（曲面回帰分析）により行ってもよい。

[0068] ステップ S 1 1 1 : モデル解析部 2 9 は、修正された基準モデルについて解析処理を実施して性能指標を算出する。ここで、解析処理には、例えば流体解析や強度解析や重量解析などの多様な解析処理が使用可能である。

- [0069] ステップS 1 1 2 : 参照モデル記憶部 1 2 は、修正された基準モデルと性能指標とをセットにして、新たな参照モデルとして登録し、参照モデルのデータベースを拡充する。
- [0070] ステップS 1 1 3 : モデル設定部 2 1 に設定された分析パラメータに基づいて、モデル解析部 2 9 は、修正された基準モデルの性能指標が所定基準を満足したか否かを判定する。
- [0071] 所定基準を満足しない場合、ステップS 1 1 0 に動作を戻し、モデル修正部 2 7 は基準モデルの修正量を加減することによって基準モデルの再修正を行う。
- [0072] また、再修正を繰り返しても所定基準を満足しないなどの場合、ステップS 1 0 4 に動作が戻され、分析パラメータ（区分領域の位置やサイズなど）の設定が変更されて、ステップS 1 0 4 ～ステップS 1 1 0 の動作がやり直される。この場合に、修正された基準モデルを、新たな基準モデルとしてもよい。
- [0073] 一方、所定基準を満足した場合、モデル修正部 2 7 は、ステップS 1 1 4 に動作を移行する。
- [0074] ステップS 1 1 4 : 修正モデル表示部 2 8 は、所定基準を満足した修正済みの基準モデルを表示する。
- [0075] <実施例 2 の効果>
- 実施例 2 は、実施例 1 の効果に加えて、次の効果を奏する。
- [0076] (1) 実施例 2 では、性能指標が高くなる分析指標の方向に基準モデルを修正することにより、基準モデルの性能を向上させる自動修正が可能になる。
- [0077] (2) さらに実施例 2 では、性能指標への寄与が高いと評価される複数の区分領域に対して優先的に局所的な一時修正が行われる。さらに、それ以外の区分領域については基準モデルを包括的に修正する際の自由領域として活用される。したがって、基準モデルの性能を局所的に優先して高める自動修正が可能になる。
- [0078] (3) また、実施例 2 では、修正された基準モデルが所定基準を満足しない

場合、基準モデルの修正量を加減して基準モデルの再修正が行われる。この場合、修正量を加減するだけの軽い処理で基準モデルの再修正が可能になる。

[0079] (4) さらに、実施例2では、修正された基準モデルが所定基準を満足しない場合、分析パラメータの設定が変更されたり、基準モデルを“修正された基準モデル”に置き換えるなどされて、基準モデルの自動修正が繰り返される。この場合、より根本的に基準モデルを再修正することが可能になる。

[0080] (5) また、実施例2では、修正された基準モデルが、モデル解析部29により解析された性能指標を有する参照モデルとして記憶される。したがって、参照モデル記憶部12に記憶される参照モデルの数を自動的に拡張することが可能になる。

[0081] <実施形態の補足事項>

上述した実施形態では、エレベータの籠形状の設計用途について述べたが、本発明の用途はこれに限定されない。例えば、航空機の前頭形状設計や、自動車のボディ形状設計や、鉄道車両の前頭形状設計やその他の用途に適用することができる。

[0082] なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。

また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。

さらに、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

## 符号の説明

[0083] 1…シミュレーション装置、1A…シミュレーション装置、10…モデル管理部、11…基準モデル記憶部、12…参照モデル記憶部、20…解析処理

部、21…モデル設定部、22…空間選定部、23…分析指標抽出部、24…分析部、26…分析結果表示部、27…モデル修正部、28…修正モデル表示部、29…モデル解析部、40…操作部、41…基準モデル登録部、42…参照モデル登録部、43…パラメータ登録部、100…基準モデル、101…区画空間、110…区分領域、150…参照モデル、151…区画空間

## 請求の範囲

- [請求項1] 処理対象として、基準モデルを記憶する基準モデル記憶部と、  
前記基準モデルの比較対象として、性能指標を有する参照モデルを複数記憶する参照モデル記憶部と、  
解析処理部とを備え、  
前記解析処理部は、  
前記基準モデルの区分領域に対し、前記参照モデルごとの対応領域を設定する空間選定部と、  
前記参照モデルごとに、前記基準モデルの前記区分領域と前記参照モデルの前記対応領域との差異を分析指標として求める分析指標抽出部と、  
前記基準モデルの前記区分領域について、前記参照モデルごとに求めた前記分析指標と、前記参照モデルごとの前記性能指標とについて相関を求める分析部と、  
を備える  
ことを特徴とするシミュレーション装置。
- [請求項2] 請求項1記載のシミュレーション装置において、  
前記解析処理部は、  
前記分析部が前記区分領域について求めた前記相関に応じて、前記基準モデルの前記区分領域における前記性能指標への寄与を示す分析結果表示部を備える  
ことを特徴とするシミュレーション装置。
- [請求項3] 請求項2記載のシミュレーション装置において、  
前記分析結果表示部は、  
前記相関として、“相関係数が高い”、“回帰係数が大きい”、“重回帰係数が大きい前記分析指標がある”、および“形状変化量が高い”、の内の少なくとも一つの評価判定に基づいて、前記基準モデルの前記性能指標への寄与が高い前記区分領域を可視化する

ことを特徴とするシミュレーション装置。

[請求項4] 請求項1～3のいずれか1項に記載のシミュレーション装置において、

前記空間選定部は、

前記基準モデルの前記区分領域を含む多角形、円、楕円、柱状体、多面体、球、楕円体、それらの組合せなどの区画空間を定め、前記参照モデルごとに前記区画空間を写像変換して前記対応領域を設定することを特徴とするシミュレーション装置。

[請求項5] 請求項1～4のいずれか1項に記載のシミュレーション装置において、

前記分析指標抽出部は、

前記分析指標として、形状または物理特性の差異を求め、  
ことを特徴とするシミュレーション装置。

[請求項6] 請求項1～5のいずれか1項に記載のシミュレーション装置において、

前記分析指標抽出部は、

前記区分領域と前記対応領域とにおいて空間サンプリングされた複数の差異について、積算値・平均値・最頻値・中央値などの代表値も求め、前記分析指標とすることを特徴とするシミュレーション装置。

[請求項7] 請求項1～6のいずれか1項に記載のシミュレーション装置において、

前記解析処理部は、

前記性能指標が高くなる前記分析指標の方向に前記基準モデルを修正するモデル修正部を備える

ことを特徴とするシミュレーション装置。

[請求項8] 請求項7に記載のシミュレーション装置において、

前記モデル修正部は、

前記性能指標への寄与が高いと評価される複数の前記区分領域ごとに、前記性能指標が高くなる前記分析指標の方向に前記基準モデルを局所的に一時修正し、複数の前記区分領域の局所的な一時修正に基づいて前記基準モデルを包括的に修正する

ことを特徴とするシミュレーション装置。

[請求項9]

請求項8に記載のシミュレーション装置において、  
前記解析処理部は、

修正された前記基準モデルについて前記性能指標を解析するモデル解析部を備え、

前記モデル修正部は、

前記モデル解析部が解析した前記性能指標が所定基準を満たすため、前記基準モデルの修正を繰り返す

ことを特徴とするシミュレーション装置。

[請求項10]

請求項9に記載のシミュレーション装置において、  
前記参照モデル記憶部は、

修正された前記基準モデルを、前記モデル解析部により解析された前記性能指標を有する前記参照モデルとして記憶することにより、前記参照モデルの数を増やす

ことを特徴とするシミュレーション装置。

[請求項11]

情報処理装置を、

請求項1～10のいずれか1項に記載の前記基準モデル記憶部、前記参照モデル記憶部、および前記解析処理部として機能させる

ことを特徴とするシミュレーションプログラム。

[請求項12]

処理対象として、基準モデルを取得する基準モデル取得ステップと、

前記基準モデルの比較対象として、性能指標を有する参照モデルを複数取得する参照モデル取得ステップと、

解析処理ステップとを備え、

前記解析処理ステップは、

前記基準モデルの区分領域に対し、前記参照モデルごとの対応領域を設定する空間選定ステップと、

前記参照モデルごとに、前記基準モデルの前記区分領域と前記参照モデルの前記対応領域との差異を分析指標として求める分析指標抽出ステップと、

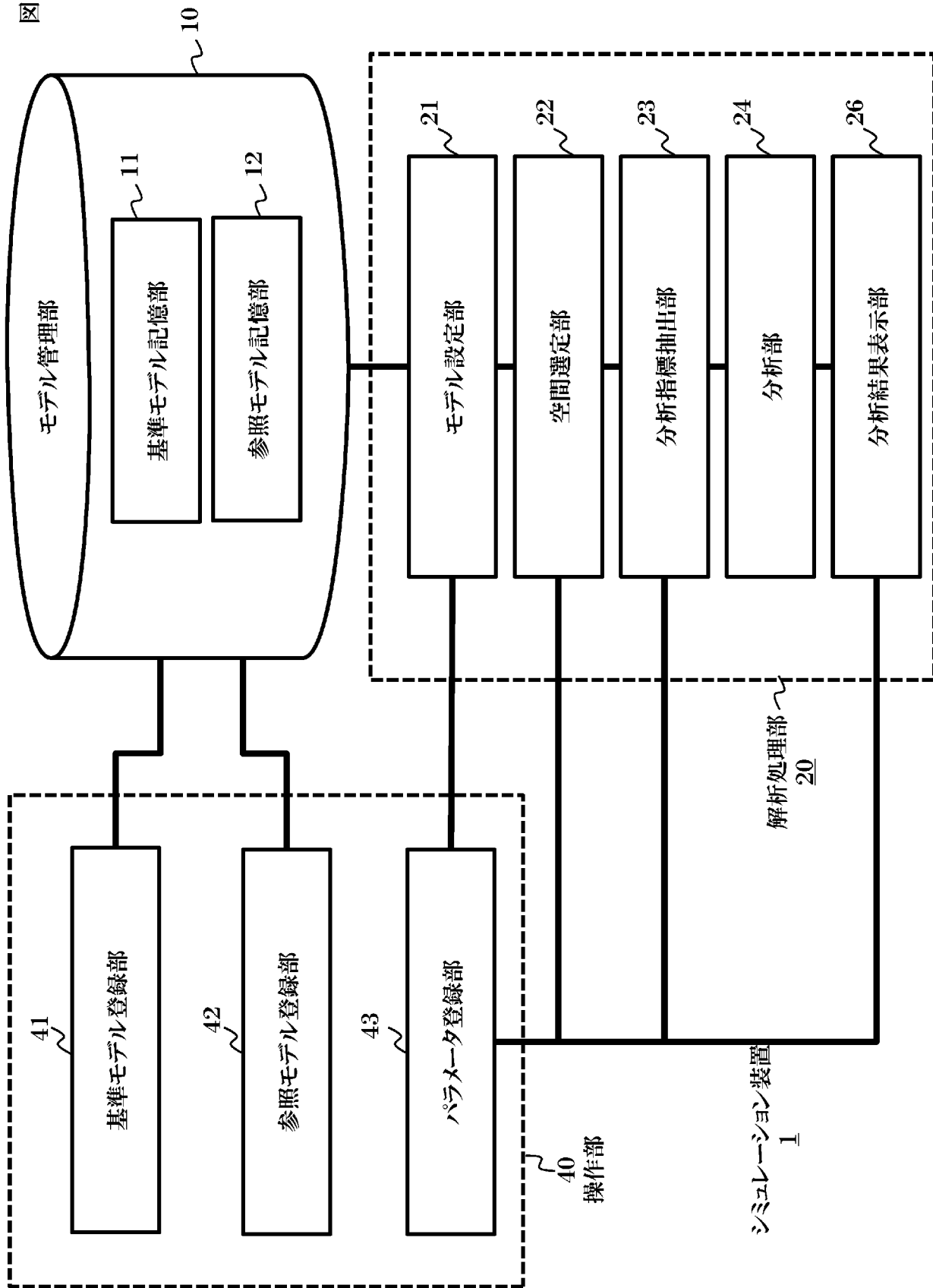
前記基準モデルの前記区分領域について、前記参照モデルごとに求めた前記分析指標と、前記参照モデルごとの前記性能指標とについて相関を求める分析ステップと、

を備える

ことを特徴とするシミュレーション方法。

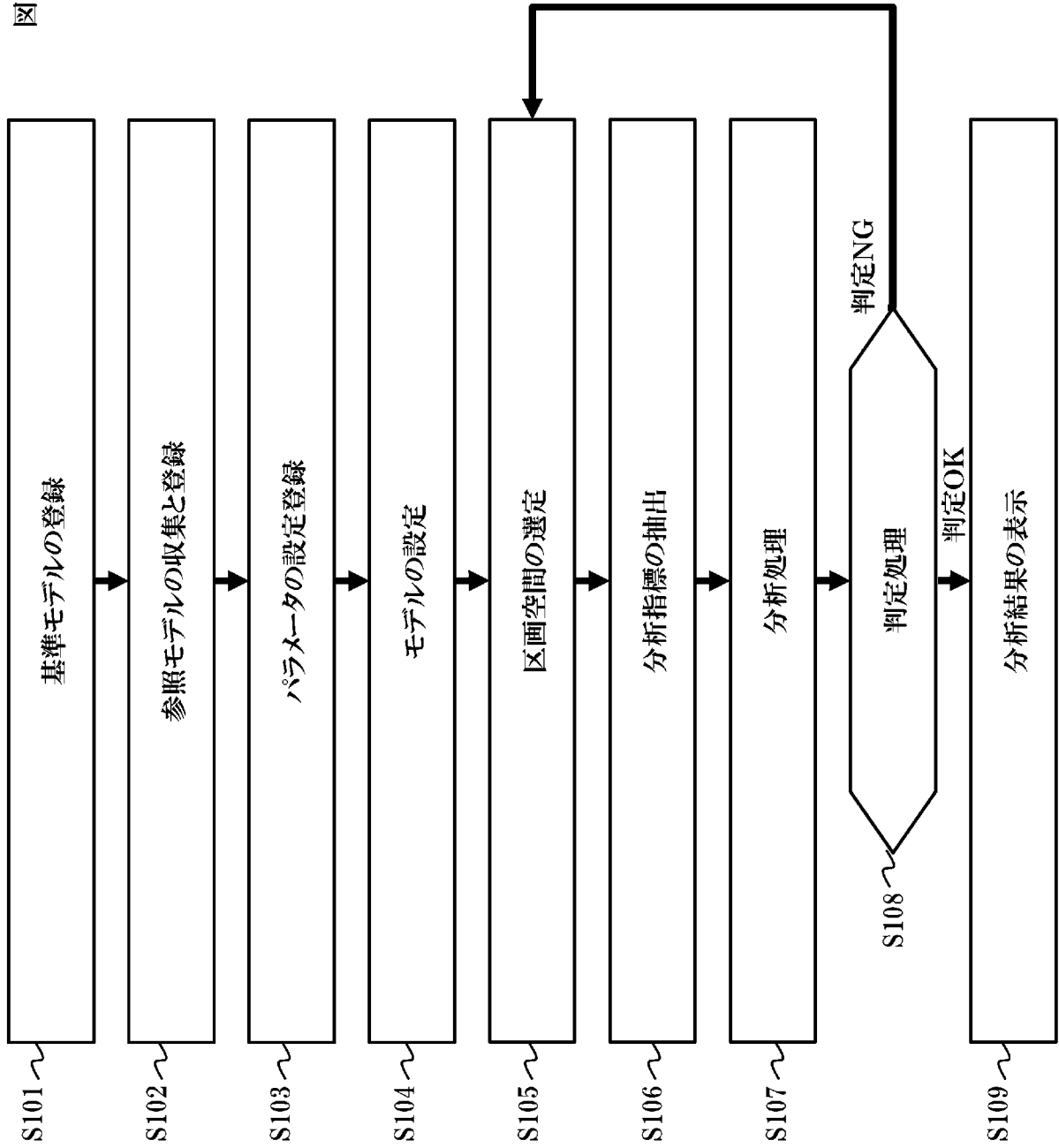
[図1]

図1



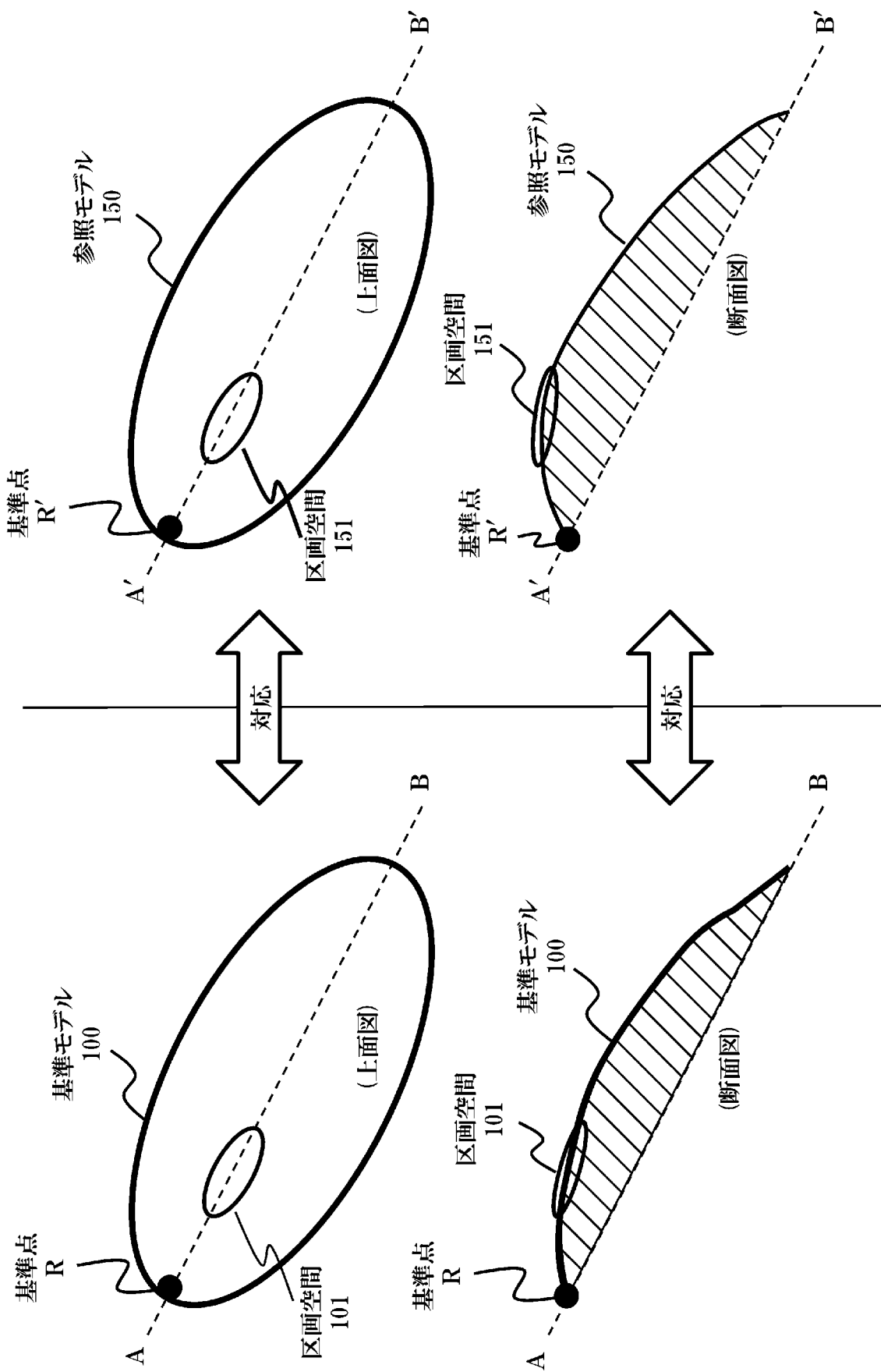
[図2]

図 2



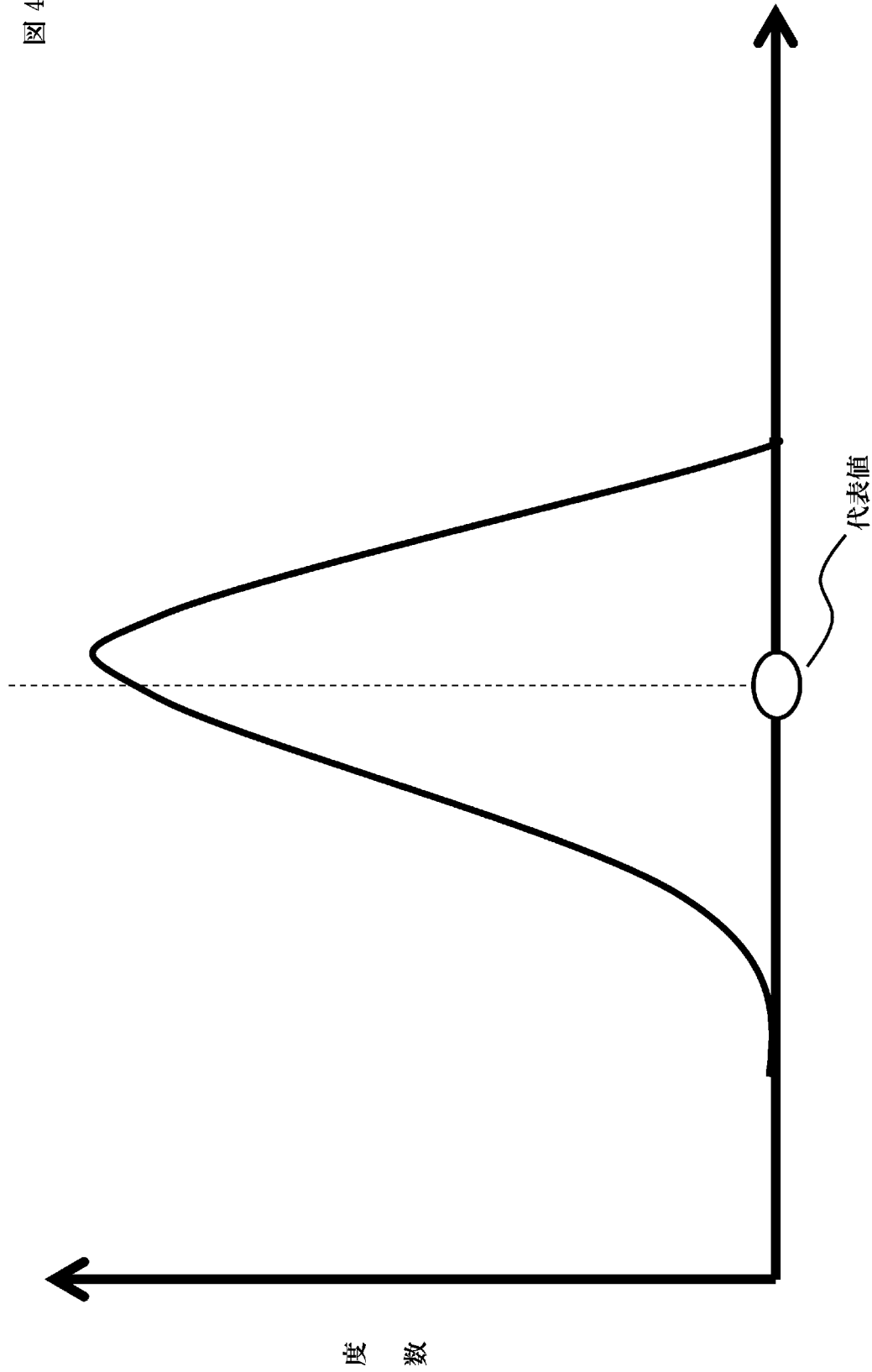
[図3]

図 3



[図4]

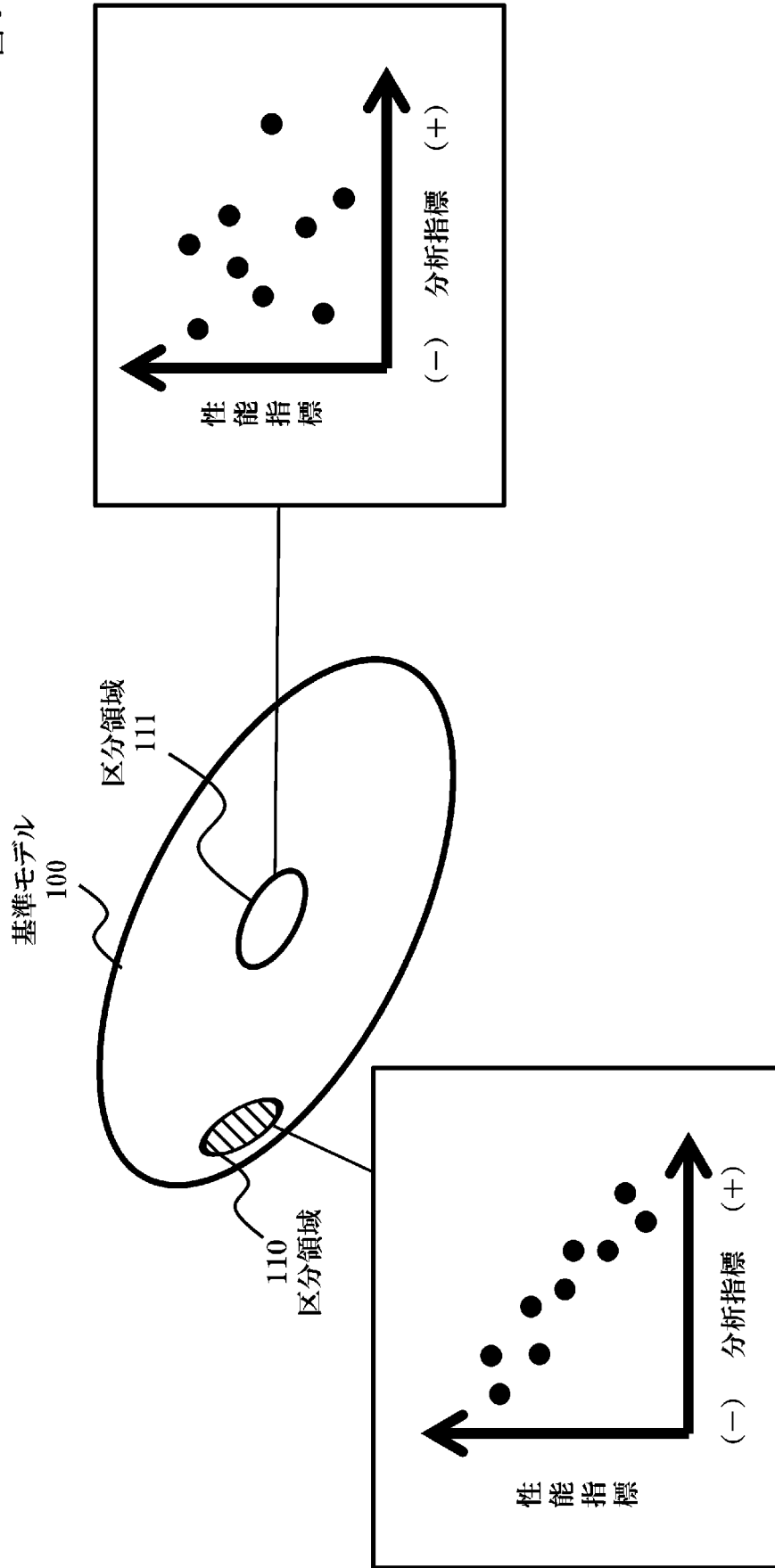
図4



基準モデルの区分領域と1つの参照モデルの対応領域との差異ヒストグラム

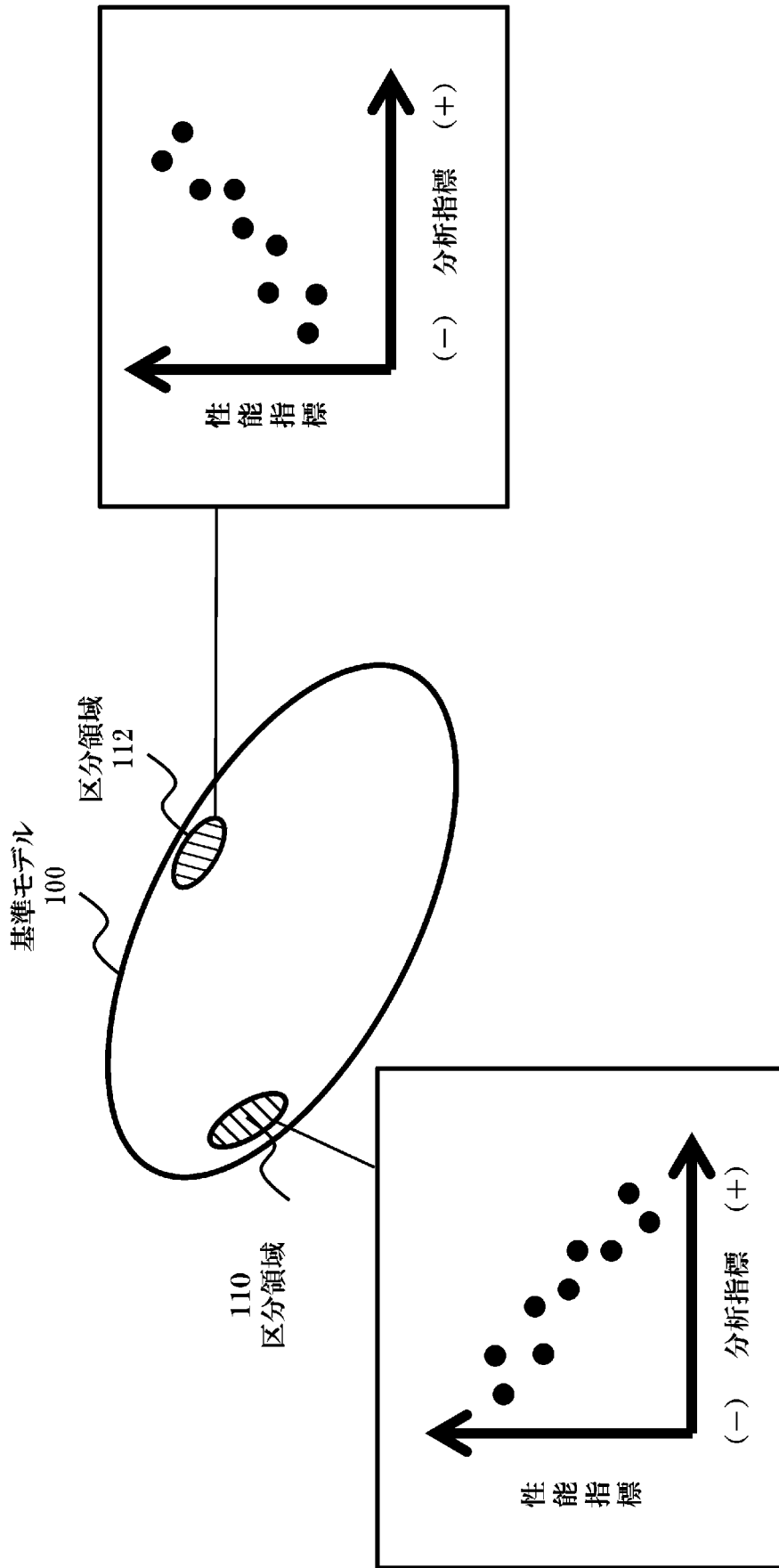
[図5]

図 5



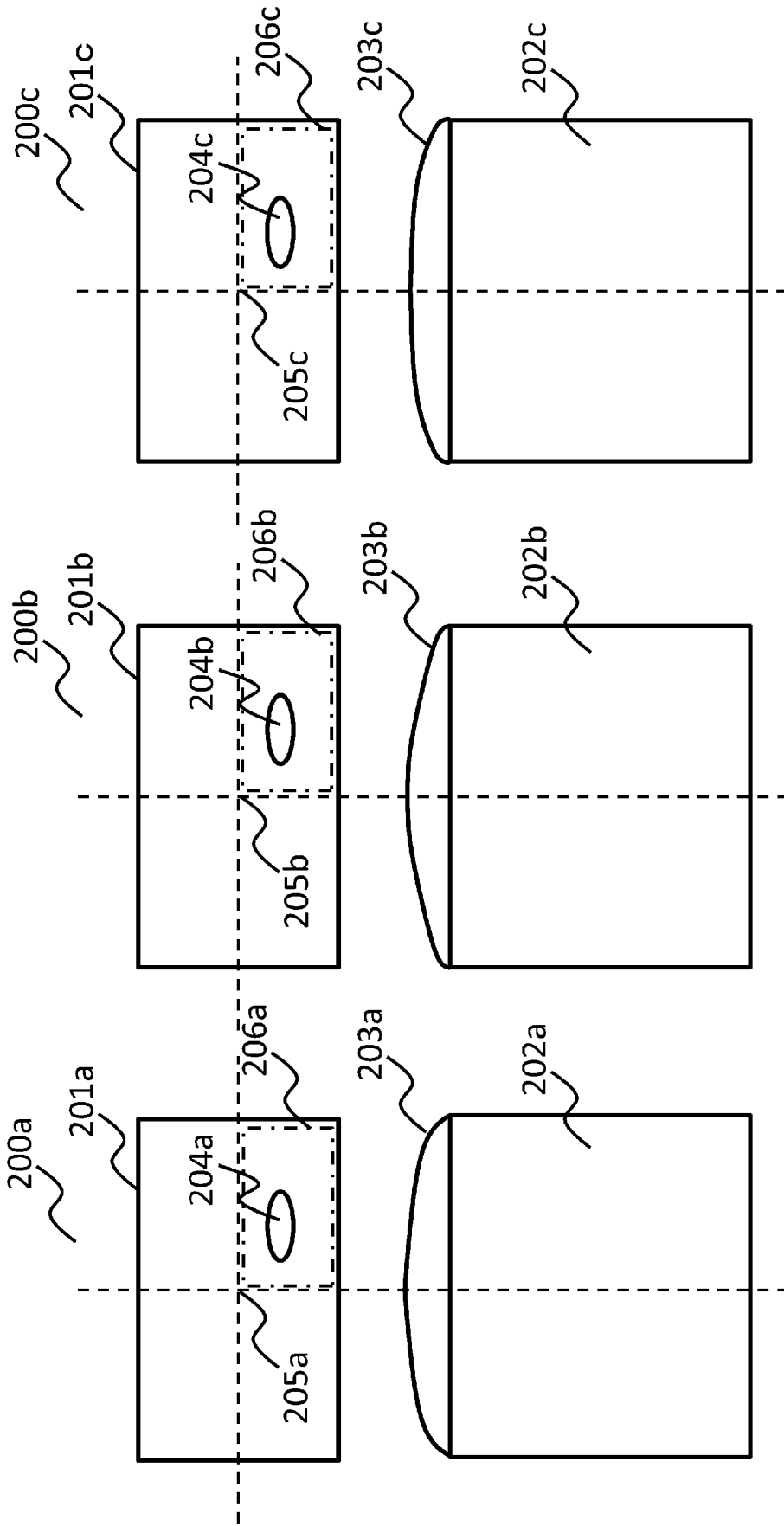
[図6]

図 6



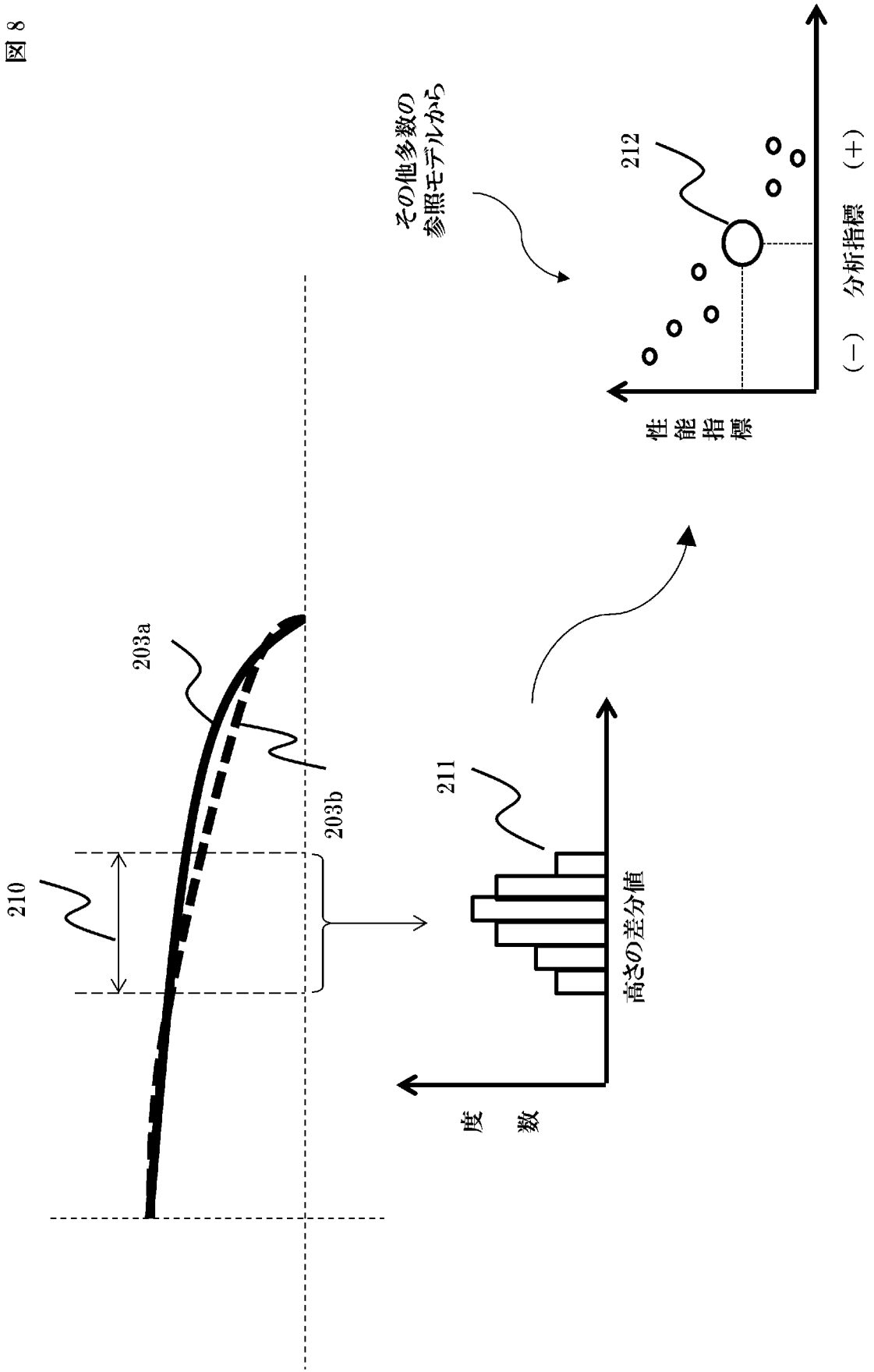
[図7]

図7

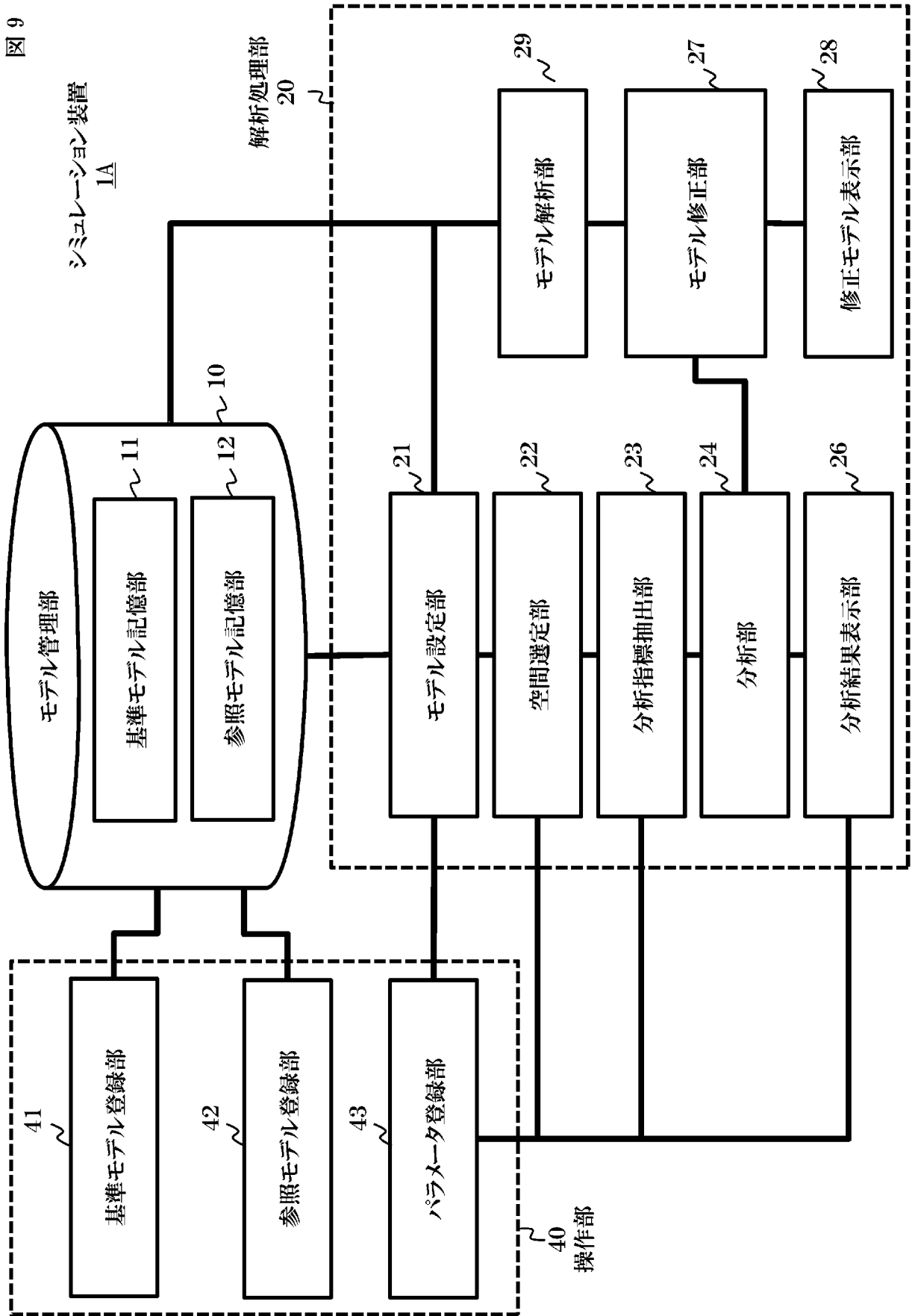


[図8]

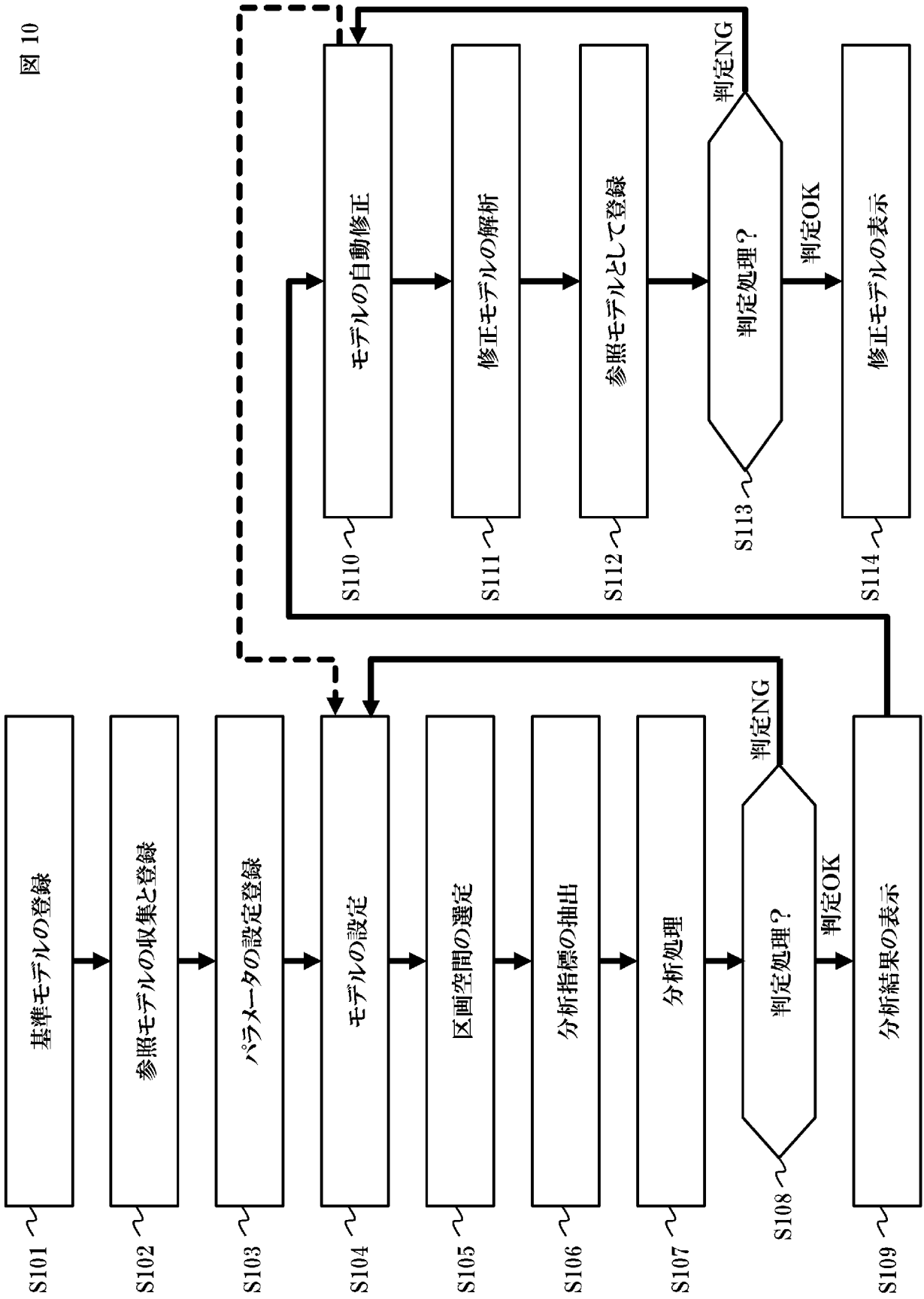
図 8



[図9]



[図10]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2019/039957

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int.Cl. G06F17/50 (2006.01) i

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

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G06F17/50

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-119776 A (HITACHI, LTD.) 11 May 2006, paragraphs [0015]-[0046], fig. 1-11 (Family: none)	1-12
A	WO 2012/114457 A1 (HITACHI, LTD.) 30 August 2012, paragraphs [0017]-[0070], fig. 1-17 & US 2013/0321415 A1, paragraphs [0034]-[0087], fig. 1-17	1-12

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 18.12.2019	Date of mailing of the international search report 07.01.2020
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2019/039957

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-89454 A (BRIDGESTONE CORPORATION) 17 April 2008, paragraphs [0016]-[0069], fig. 1-13 (Family: none)	1-12
A	JP 2008-146399 A (HITACHI, LTD.) 26 June 2008, paragraphs [0016]-[0066], fig. 1-11 (Family: none)	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G06F17/50(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G06F17/50

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2006-119776 A (株式会社日立製作所) 2006.05.11, 段落 [0015]-[0046], 図 1-11 (ファミリーなし)	1-12
A	WO 2012/114457 A1 (株式会社日立製作所) 2012.08.30, 段落 [0017]-[0070], 図 1-17 & US 2013/0321415 A1, [0034]-[0087], FIGs. 1-17	1-12

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

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

の日の後に公表された文献

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

国際調査を完了した日

18.12.2019

国際調査報告の発送日

07.01.2020

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
 郵便番号 100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

堀井 啓明

電話番号 03-3581-1101 内線 3531

5H

9245

C (続き) . 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 2008-89454 A (株式会社ブリヂストン) 2008.04.17, 段落 [0016]-[0069], 図 1-13 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2008-146399 A (株式会社日立製作所) 2008.06.26, 段落 [0016]-[0066], 図 1-11 (ファミリーなし)	1-12