

(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
2016年5月26日(26.05.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/080394 A1

- (51) 国際特許分類:
G06N 99/00 (2010.01) G06N 3/08 (2006.01)
G06F 17/50 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/082262
- (22) 国際出願日: 2015年11月17日(17.11.2015)
- (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 2014-234923 2014年11月19日(19.11.2014) JP
- (71) 出願人: 横浜ゴム株式会社 (THE YOKOHAMA RUBBER CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1058685 東京都港区新橋五丁目3番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 古渡 直哉 (KOWATARI Naoya); 〒2548601 神奈川県平塚市追分2番1号 横浜ゴム株式会社 平塚製造所内 Kanagawa (JP). 小石正隆 (KOISHI Masataka); 〒2548601 神奈川県平塚市追分2番1号 横浜ゴム株式会社 平塚製造所内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 渡辺 望稔, 外 (WATANABE Mochitoshi et al.); 〒1010032 東京都千代田区岩本町2丁目3番3号 友泉岩本町ビル6階 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

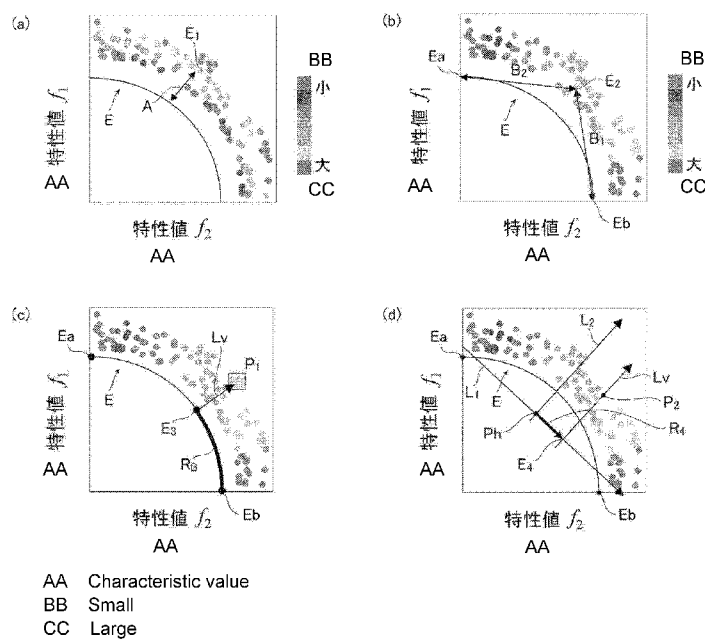
添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: DATA ANALYSIS METHOD AND DATA DISPLAY METHOD

(54) 発明の名称: データの分析方法およびデータの表示方法

[図3]



(57) Abstract: A data analysis method targeted for two kinds of data in a plurality of input values and a plurality of output values having a prescribed relationship, the two kinds of data including input data representing the plurality of input values and output data representing the plurality of output values. This data analysis method has a step for determining a first index and/or a second index in an objective function space, the plurality of output values being defined as an objective function. The first index indicates the distance between the values of at least two objective functions, among a plurality of objective functions, and a preset value. The second index is represented by a ratio of the values of at least two objective functions among a plurality of objective functions.

(57) 要約: データの分析方法は、所定の関係を有する複数の入力値と複数の出力値において、複数の入力値を表わす入力データと、複数の出力値を表わす出力データの2種類のデータを対象としている。複数の出力値を目的関数として、目的関数空間における第1の指標および第2の指標の少なくとも

一方を求める工程を有する。第1の指標は複数の目的関数の値のうち、少なくとも2つの目的関数の値の、予め設定された値に対する距離である。第2の指標は複数の目的関数の値のうち、少なくとも2つの目的関数の値の比率で表されるものである。

WO 2016/080394 A1

明 細 書

発明の名称：データの分析方法およびデータの表示方法

技術分野

[0001] 本発明は、所定の関係を有する複数の入力値と複数の出力値において、複数の入力値を表わす入力データと、複数の出力値を表わす出力データの2種類のデータを対象として、コンピュータ等を用いたデータの分析方法およびデータの表示方法に関し、特に、複数の入力値と、複数の出力値との因果関係の理解を容易にするためのデータの分析方法およびデータの表示方法に関する。

背景技術

[0002] 構造体および構造体を構成する材料の設計変数を入力値とし、構造体および構造体を構成する材料のうち複数の特性値（目的関数）を出力値として、多目的最適化とデータマイニングを組合せて用いることで、設計変数と特性値との因果関係を見出すことができることが知られている。

複数の特性値（目的関数）を対象とする多目的最適化では、特性値の間にトレードオフ関係が存在することが少なくない。その場合、最適解はパレート解と呼ばれる解集合を形成する。そのパレート解と設計変数との因果関係を分析することで特定の特性値バランスを実現するための設計変数の方向性を知ることができ、その情報を設計に役立てることができる。パレート解のデータから、特性値と設計変数の因果関係を分析する従来の方法として、自己組織化マップが提案されている（非特許文献1参照）。

[0003] 非特許文献1では、自己組織化マップを用い、この自己組織化マップ上に目的関数、設計変数を表示することができ、それらを並べて表示することで、視覚的に目的関数間の相関関係を把握できるだけでなく、目的関数と設計変数との因果関係も理解できることが記載されている。

先行技術文献

非特許文献

[0004] 非特許文献1：日本ゴム協会誌、Vol.85、2012、289-295。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上述のように、非特許文献1に自己組織化マップを用いて特性値（出力値）と設計変数（入力値）の因果関係を分析することが記載されている。

ここで、多目的最適化問題において複数の特性値を向上させる設計値を探索することが重要である。同時に設計変数空間において、複数の特性値を向上させる設計変数が何かを判別することも重要である。しかしながら、通常の製品設計では設計変数、特性値の数はきわめて多く、どの設計変数の寄与が大きいか判別しづらい。また経験の浅い解析者では結果を図示しても因果関係が理解できないことがあるという問題点がある。

また、特性値と設計変数の因果関係を可視化した自己組織化マップでは、解析者が理解し易いようにデータをまとめてはいるが、経験の浅い解析者では、どの因子が特性値に影響を与えているか理解しにくいという問題点がある。

[0006] 本発明の目的は、前述の従来技術に基づく問題点を解消し、入力値（設計変数）が複数あり、出力値（特性値）が複数ある場合において、入力値（設計変数）と出力値（特性値）との因果関係の理解を容易にするデータの分析方法およびデータの表示方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 上記目的を達成するために、本発明は、所定の関係を有する複数の入力値と複数の出力値において、前記複数の入力値を表わす入力データと、前記複数の出力値を表わす出力データの2種類のデータを対象としたデータの分析方法であって、前記複数の出力値を目的関数として、目的関数空間における第1の指標および第2の指標の少なくとも一方を求める工程を有し、前記第1の指標は、複数の目的関数の値のうち、少なくとも2つの目的関数の値の、予め設定された値に対する距離であり、前記第2の指標は、複数の目的関数の値のうち、少なくとも2つの目的関数の値の比率で表されるものである

ことを特徴とするデータの分析方法を提供するものである。

[0008] さらに、前記入力データおよび前記出力データの前記2種類のデータを用いて、自己組織化マップを作成する工程と、前記第1の指標および前記第2の指標のうち、少なくとも一方を用いて閾値を設定する工程と、前記自己組織化マップ上での前記閾値に対応する領域を求める工程とを有することが好ましい。

さらに、前記自己組織化マップ上で前記閾値に対応する前記領域を用いて回帰分析をする工程とを有することが好ましい。

[0009] さらに、前記自己組織化マップ上で前記閾値に対応する前記領域を用いてクラスタリング処理をする工程と、前記クラスタリング処理により、前記領域がクラスタに分けられるかを判定する工程と、前記クラスタに分けられる場合、前記領域の数が多いクラスタについて回帰分析を用いて線を作成する工程とを有することが好ましい。

例えば、前記入力値を表わす前記入力データは、構造体および構造体を構成する材料の設計変数を表すものであり、前記出力値を表わす前記出力データは、構造体および構造体を構成する材料の特性値を表すものである。例えば、前記出力データは、パレート解を含む。

[0010] また、本発明は、所定の関係を有する複数の入力値と複数の出力値において、前記複数の入力値を表わす入力データと、前記複数の出力値を表わす出力データの2種類のデータを対象としたデータの表示方法であって、前記複数の出力値を目的関数として、目的関数空間における第1の指標および第2の指標の少なくとも一方を求める工程と、前記第1の指標および前記第2の指標の少なくとも一方を、前記入力データおよび前記出力データの前記2種類のデータと共に、表示する工程と、前記入力データおよび前記出力データの前記2種類のデータを用いて、自己組織化マップを作成する工程と、前記第1の指標および前記第2の指標のうち、少なくとも一方を用いて閾値を設定する工程と、前記自己組織化マップ上での前記閾値に対応する領域を求める工程と、前記自己組織化マップ上で前記閾値に対応する前記領域に印をつ

けて表示する工程とを有し、前記第1の指標は、複数の目的関数の値のうち、少なくとも2つの目的関数の値の、予め設定された値に対する距離であり、前記第2の指標は、複数の目的関数の値のうち、少なくとも2つの目的関数の値の比率で表されるものであることを特徴とするデータの表示方法を提供するものである。

[0011] さらに、前記入力データおよび前記出力データの前記2種類のデータを用いて、自己組織化マップを作成する工程と、前記第1の指標および前記第2の指標のうち、少なくとも一方を用いて閾値を設定する工程と、前記自己組織化マップ上での前記閾値に対応する領域を求める工程と、前記自己組織化マップ上で前記閾値に対応する前記領域に印をつけて表示する工程とを有することが好ましい。

さらに、前記自己組織化マップ上で前記閾値に対応する前記領域を用いて回帰分析をする工程と、前記回帰分析の結果を前記自己組織化マップ上に表示する工程とを有することが好ましい。

[0012] さらに、前記自己組織化マップ上で前記閾値に対応する前記領域を用いてクラスタリング処理をする工程と、前記クラスタリング処理により、前記領域がクラスタに分けられるかを判定する工程と、前記クラスタに分けられる場合、前記領域の数が多いクラスタについて回帰分析を用いて線を作成し、前記クラスタの近似式で表される前記線を、前記自己組織化マップ上に表示する工程とを有することが好ましい。

例えば、前記入力値を表わす前記入力データは、構造体および構造体を構成する材料の設計変数を表すものであり、前記出力値を表わす前記出力データは、構造体および構造体を構成する材料の特性値を表すものである。例えば、前記出力データは、パレート解を含む。

発明の効果

[0013] 本発明のデータの分析方法によれば、入力値が複数あり、出力値が複数ある場合において、入力値と出力値との因果関係を、例えば、経験の浅い解析者であっても容易に理解できる。

また、本発明のデータの表示方法によれば、入力値が複数あり、出力値が複数ある場合において、入力値と出力値との因果関係を、例えば、経験の浅い解析者であっても視覚的に容易に理解することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1] (a) は2つの特性値の関係を示すグラフであり、(b) は2つの設計変数の関係を示すグラフである。

[図2] 本発明の実施形態のデータの分析方法およびデータの表示方法に利用されるデータ処理装置の一例を示す模式図である。

[図3] (a) は第1の指標を説明するためのグラフであり、(b) は第2の指標を説明するためのグラフであり、(c) は第2の指標の算出方法の一例を説明するための模式図であり、(d) は第2の指標の算出方法の他の例を説明するための模式図である。

[図4] (a) および(b) は特性値の自己組織化マップであり、(c) ~ (h) は設計変数の自己組織化マップである。

[図5] 自己組織化マップへの描画方法を工程順に示すフローチャートである。

[図6] (a) は自己組織化マップへの描画方法の一例を示す模式図であり、(b) は自己組織化マップへの描画方法の他の例を示す模式図である。

[図7] (a) および(b) は第1の指標に基づき描画された特性値の自己組織化マップであり、(c) は第1の指標が描画された自己組織化マップであり、(d) は第2の指標が描画された自己組織化マップである。

[図8] (a) ~ (f) は第1の指標に基づき描画された設計変数の自己組織化マップである。

[図9] (a)、(b) は第1の指標が描画された自己組織化マップであり、(c) ~ (e) は第1の指標に基づき描画された設計変数の自己組織化マップであり、(f)、(g) は第1の指標が矢線状に描画された特性値の自己組織化マップであり、(h) ~ (j) は第1の指標が矢線状に描画された設計変数の自己組織化マップである。

[図10] (a)、(b) は第2の指標が描画された特性値の自己組織化マップ

であり、(c)～(e)は第2の指標が描画された設計変数の自己組織化マップであり、(f)、(g)は第2の指標が矢線状に描画された特性値の自己組織化マップであり、(h)～(j)は第2の指標が矢線状に描画された設計変数の自己組織化マップである。

[図11] (a)はクラスタリング処理される前の自己組織化マップの一例を示す模式図であり、(b)はクラスタリング処理された自己組織化マップの一例を示す模式図であり、(c)はクラスタリング処理しない自己組織化マップの一例を示す模式図である。

[図12] (a)は自己組織化マップのクラスタリング処理の一例を示し、(b)は自己組織化マップのクラスタリング処理の他の例を示す。

[図13]本発明の実施形態のデータの分析方法およびデータの表示方法に利用されるデータ処理装置の他の例を示す模式図である。

[図14]本発明の実施形態のデータの分析方法の一例を工程順に示すフローチャートである。

[図15]本発明の実施形態のデータの分析方法およびデータの表示方法に利用されるデータ処理装置の他の例を示す模式図である。

[図16]本発明の実施形態のデータの分析方法の移動平均処理を工程順に示すフローチャートである。

[図17]本発明の実施形態のデータの可視化方法の移動平均処理に用いられる重み関数の一例を示すグラフである。

[図18]マスター点の設定方法の一例を説明するための模式図である。

[図19]マスター点の設定方法の他の例を説明するための模式図である。

[図20]本発明の実施形態のデータの分析方法およびデータの表示方法に利用されるデータ処理装置の他の例を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下に、添付の図面に示す好適実施形態に基づいて、本発明のデータの分析方法およびデータの表示方法を詳細に説明する。

図1 (a)は2つの特性値の関係を示すグラフであり、(b)は2つの設

計変数の関係を示すグラフである。

[0016] 設計変数 x_1 、 x_2 の関数である 2 つの特性値 f_1 、 f_2 において、図 1 (a) に示すように、例えば、特性値 f_1 、 f_2 がいずれも値が小さくなることが好ましい場合、2 つの特性値 f_1 、 f_2 は、図 1 (a) に示す符号 H_1 、 H_2 で示す設計値が望ましい。なお、設計変数 x_1 、 x_2 は、図 1 (b) に示す関係を有する。

図 1 (b) に示すように、望ましい設計値 H_1 は、設計変数 x_1 および設計変数 x_2 が大きい値である。望ましい設計値 H_2 は、設計変数 x_1 が小さい値であり、設計変数 x_2 が大きい値である。このように、特性値 f_1 、 f_2 が良好な特性となる設計値 H_1 、設計値 H_2 は設計変数 x_1 、 x_2 の値が異なる。しかし、設計変数 x_2 の値が大きいと特性値 f_1 、 f_2 は良好な特性となる。設計変数 x_2 の値が特性値 f_1 、 f_2 の良好な特性を得るに重要な設計変数である。例えば、特性値 f_1 、 f_2 は、タイヤの横ばね定数、タイヤの転がり抵抗であり、設計変数 x_1 、 x_2 は、タイヤの形状のパラメータである。

[0017] 上述のように、多目的最適化問題において複数の特性値を向上させる設計値を探索することが重要である。同時に設計変数空間において、複数の特性値を向上させる設計変数が何かを判別することも重要である。しかしながら、通常の製品設計では設計変数、特性値の数はきわめて多く、どの設計変数の寄与が大きいかが判別しづらい。また、経験の浅い解析者では結果を図示しても、図 1 (a)、(b) から設計変数 x_2 の値が特性値 f_1 、 f_2 の良好な特性を得るに重要な設計変数であるという、因果関係が理解できないことがある。本発明は、このような因果関係の理解の困難さを解消するためになされたものである。

[0018] 図 2 は本発明の実施形態のデータの分析方法およびデータの表示方法に利用されるデータ処理装置の一例を示す模式図である。

本実施形態のデータの分析方法およびデータの表示方法には、図 2 に示すデータ処理装置 10 が用いられるが、データの分析方法およびデータの表示方法をコンピュータ等のハードウェアおよびソフトウェアを用いて実行する

ことができればデータ処理装置 10 に限定されるものではない。

入力値を表わす入力データ X_i ($i = 1, \dots, l$) と、出力値を表わす出力データ Y_j ($j = 1, \dots, m$) の 2 種類のデータを組としたデータセットを対象としており、出力値空間において分析し、その結果を表示する。なお、 l は入力データの数、 m は出力データの数を表わす。入力値および特性値は、それぞれ複数ある。入力値と出力値とは所定の関係を有する。この所定の関係とは、因果関係であり、例えば、入力値と出力値とが関数により表わされることをいう。

[0019] データセットにおいて、例えば、入力値を表わす入力データは構造体および構造体を構成する材料のうち、複数の設計変数を表す第 1 のデータであり、出力値を表わす出力データは構造体および構造体を構成する材料のうち、複数の特性値を表す第 2 のデータである。この場合、第 1 のデータが入力データ X_i ($i = 1, \dots, l$) に相当し、第 2 のデータが出力データ Y_j ($j = 1, \dots, m$) に相当し、 l は設計変数の数、 m は特性値の数を表す。特性値空間が出力値空間に対応する。

データセットでは、例えば、 $l = 6$ 、 $m = 2$ のとき、入力データ $X_1 \sim X_6$ と出力データ $Y_1 \sim Y_4$ の合計 10 のデータを 1 組として扱い、この 10 のデータの組 (入力データ $X_1 \sim X_6$ 、出力データ $Y_1 \sim Y_4$) が複数組存在する。データセットにおいて、上記組の数をデータ数という。例えば、データ数が 100 であれば、10 のデータで構成される組が 100 存在する。なお、入力データと出力データの数、は、複数であればよく、特に 10 に限定されるものではない。

[0020] 例えば、タイヤの設計に利用する場合、出力データ (特性値) は、タイヤの特性値、横ばね定数、ころがり抵抗であり、入力データ (設計変数) は、タイヤの形状、タイヤを構成する部材の弾性率等の物性値である。例えば、翼の設計に利用する場合、出力データ (特性値) は、翼の特性値、揚力、質量であり、入力データ (設計変数) は、翼の形状、翼を構成する部材の弾性率等の物性値である。

なお、データセットにおいては、入力値を表わす入力データ（設計変数）と出力値を表わす出力データ（特性値）のデータは、特に限定されるものではなく、シミュレーションまたは最適化のようなコンピュータ演算されたものでもよいし、各種試験の計測データでもよく、また、パレート解を含んでもよい。

[0021] データ処理装置10は、処理部12と、入力部14と、表示部16とを有する。処理部12は、解析部20、表示制御部22、メモリ24および制御部26を有する。この他に図示はしないがROM等を有する。

処理部12は、制御部26により制御される。また、処理部12において解析部20はメモリ24に接続されており、解析部20のデータがメモリ24に記憶される。また、メモリ24には、外部から入力される上述のデータセットが記憶される。

[0022] 入力部14は、マウスおよびキーボード等の各種情報をオペレータの指示により入力するための各種の入力デバイスである。表示部16は、例えば、データセットを用いたグラフ、解析部20で得られた結果等を表示するものであり、公知の各種のディスプレイが用いられる。また、表示部16には各種情報を出力媒体に表示するためのプリンタ等のデバイスも含まれる。

[0023] データ処理装置10は、ROM等に記憶されたプログラム（コンピュータソフトウェア）を、制御部26で実行することにより、解析部20の各部を機能的に形成する。データ処理装置10は、上述のように、プログラムが実行されることで各部位が機能するコンピュータによって構成されてもよいし、各部位が専用回路で構成された専用装置であってもよい。

[0024] 解析部20は、上述のデータセットについて、複数の出力値（特性値）を目的関数として、目的関数空間における第1の指標および第2の指標のうち、少なくとも一方を算出するものである。

また、解析部20は、入力データおよび出力データの2種類のデータを用いて、自己組織化マップを作成する。第1の指標および第2の指標のうち、少なくとも一方に対して閾値を設定し、自己組織化マップ上での閾値に対応

する領域を求め、その自己組織化マップ上での位置情報を得る。さらには、解析部 20 は、閾値に対応する領域に印をつけるように画像データを作成する。

解析部 20 は、自己組織化マップ上で閾値に対応する領域を用いて回帰分析をする。自己組織化マップ上で閾値に対応する領域を用いてクラスタリング処理をする。このクラスタリング処理により、領域がクラスタに分けられるかを判定する。判定の結果、クラスタに分けられる場合、領域の数が多いクラスタについて回帰分析を用いて線を作成する。

[0025] 解析部 20 で得られた結果は、例えば、メモリ 24 に記憶される。

表示制御部 22 は、解析部 20 で解析して得られた結果、例えば、自己組織化マップ等を表示部 16 に表示させるものである。それ以外にも、パレート解をメモリ 24 から読み出し、表示部 16 に表示させる。この場合、例えば、特性値を軸にとって、パレート解を散布図の形態で表示することもできる。すなわち、特性値空間に設計変数を表示する。散布図以外にも、レーダチャートの形態で表示することができる。

また、表示制御部 22 は、例えば、得られたパレート解について、設計変数の値に応じて、設計変数の値を表すシンボルの色、種類および大きさのうち、少なくとも 1 つを変える。表示形態を変更したパレート解の情報はメモリ 24 に記憶される。得られたパレート解は、表示制御部 22 で表示形態が変更られて表示部 16 で表示される。さらには、表示制御部 22 では、設計変数の値毎に、そのパレート解を結んだ線を表示させる機能も有する。自己組織化マップについても、特性値の値毎に、設計変数の値毎に表示させる機能も有する。

[0026] 次に、データ分析方法で計算する第 1 の指標および第 2 の指標について説明する。

図 3 (a) は第 1 の指標を説明するためのグラフであり、(b) は第 2 の指標を説明するためのグラフである。

図 3 (a) に特性値 f_1 、 f_2 のパレート解を示す。符号 E はパレートフロ

ントを示す。特性値は、要求される仕様等に応じて好ましい方向があり、値が大きくなる、値が小さくなる、または所定の値に近づく等がある。第1の指標Aは、複数の特性値（目的関数）の値のうち、少なくとも2つの特性値（目的関数）の値の、予め設定された値に対する距離で表される。すなわち、特性値 f_1 、 f_2 の値に値して、予め設定された値に対する距離で表される。

例えば、第1の指標Aは、パレートフロントEからのパレート解 E_1 迄の距離である。なお、第1の指標Aは、パレートフロントEからの距離に限定されるものではない。例えば、少なくとも2つの目的関数の値、この場合、特性値 f_1 、 f_2 について、予め値を設定しておき、この設定された値に対する距離を、第1の指標Aとすることもできる。

[0027] 図3(b)に示すように、第2の指標Bは、複数の目的関数の値のうち、少なくとも2つの目的関数の値の比率、この場合、特性値 f_1 、 f_2 の値の比率で表されるものである。第2の指標Bは、パレート解 E_2 と極限パレート解 E_a との距離 B_1 と、パレート解 E_2 と極限パレート解 B_2 との比率で表される。

また、パレートフロントEに沿って距離を算出し、これを第2の指標Bとしてもよい。以下、図3(c)、(d)を用いて、パレートフロントEに沿って距離を算出して得る第2の指標Bについて説明する。なお、図3(c)、(d)において、図3(a)、(b)と同一のものに同一符号を付して、その詳細な説明は省略する。

[0028] 図3(c)に示す点 P_1 の第2の指標Bを求める場合を例にして説明する。

まず、点 P_1 を通るパレートフロントEとの垂線 L_v を求める。次に、垂線 L_v とパレートフロントEとの交点 E_3 を求める。

ここで、2つの極限パレート解 E_a 、 E_b があるが、極限パレート解が複数ある場合、基準とする極限パレート解を1つ定める。図3(c)に示す例では、 E_b を基準として定めた極限パレート解とする。基準として定めた極限パレート解 E_b と交点 E_3 との距離 R_B を求める。この距離 R_B を第2の指標

Bとする。

[0029] また、これ以外にも、例えば、図3(d)に示すように、パレートフロントEが直線近似可能な場合、近似直線 L_1 からの距離を用いて第2の指標Bを算出することができる。

この場合、まず、パレートフロントEを直線近似して、近似直線 L_1 を求める。次に、近似直線 L_1 と直交する垂線 L_2 を求める。垂線 L_2 を中心軸として符号を変える。具体的には、近似直線 L_1 と垂線 L_2 の交点Phを求める。交点Phを基準点、すなわち、ゼロとして、交点Phの極限パレート解Ea側をマイナス、交点Phの極限パレート解Eb側をプラスとする。

例えば、点 P_2 について第2の指標Bを求める場合、点 P_2 を通り、かつ近似直線 L_1 と直交する垂線 L_v を求める。そして、垂線 L_v と近似直線 L_1 との交点 E_4 を求める。次に、交点Phと交点 E_4 との距離 R_4 を求める。交点 E_4 は、交点Phの極限パレート解Eb側であるため、プラスの符号がつく。この距離 R_4 が、第2の指標Bである。

なお、垂線 L_2 の位置は、近似直線 L_1 上であれば、特に限定されるものではない。また、第2の指標Bを求める点は、垂線 L_2 上にあってもよい。

[0030] 解析部20で、例えば、図4(a)～(h)に示す自己組織化マップを作成することができる。これにより、特性値と設計変数の因果関係を示すことができる。なお、自己組織化マップは、例えば、特許第4339808号公報に記載された方法を用いて作成することができる。このため、自己組織化マップの作成について、その詳細な説明は省略する。

例えば、図4(a)～(h)に示す自己組織化マップは、特性値F1～F4、設計変数 x_1 ～ x_6 のデータセットのうち、特性値F1、F2について自己組織化マップを作成したものである。図4(a)は特性値F1の自己組織化マップであり、図4(b)は特性値F2の自己組織化マップである。図4(c)は設計変数 x_1 の自己組織化マップであり、図4(d)は設計変数 x_2 の自己組織化マップであり、図4(e)は設計変数 x_3 の自己組織化マップであり、図4(f)は設計変数 x_4 の自己組織化マップであり、図4(g)

g) は設計変数×5の自己組織化マップであり、図4(h)は設計変数×6の自己組織化マップである。なお、特性値F1、F2は、例えば、横ばね定数、ころがり抵抗であり、設計変数×1～×6は、例えば、タイヤの形状に関するパラメータである。

[0031] 図4(a)および(b)に示す特性値F1、F2の自己組織化マップ、図4(c)～(h)に示す設計変数×1～×6の自己組織化マップを単に見ただけでは、設計変数×1～×6のうち、いずれの設計変数が重要な因子であるかは、経験の浅い解析者では理解しにくい。

本実施形態では、第1の指標Aまたは第2の指標Bを用いて、自己組織化マップ上に印をつけることで、経験の浅い解析者であっても、設計変数のうち、どの設計変数が重要な因子であるかを理解しやすくしている。また、第1の指標Aまたは第2の指標Bを用いて、設計変数のうち、重要な因子をメモリ24に記憶し、重要な因子の情報を外部に出力するようにしてもよい。これにより、重要な設計変数の情報を得ることができる。次に、本実施形態のデータ分析方法および表示方法について説明する。

[0032] 図5は自己組織化マップへの描画方法を工程順に示すフローチャートである。

例えば、上述のデータセットを用意し、予め用意しておいたデータセットを、入力部14を介して解析部20に直接入力するか、入力部14を介してメモリ24記憶させる。

次に、解析部20において、データセットから、第1の指標Aまたは第2の指標Bを計算する(ステップS10)。

次に、解析部20で、データセットを用いて自己組織化マップを作成する(ステップS12)。これにより、例えば、上述のように図4(a)～(h)に示す自己組織化マップが得られる。

次に、解析部20で、第1の指標Aおよび第2の指標Bのうち、少なくとも一方を用いて、閾値を設定する(ステップS14)。閾値は、第1の指標Aの場合、第1の指標Aの最大値の $1/5 \sim 1/7$ とすることが好ましい。

第2の指標Bの場合、閾値は、中間値とすることが好ましい。

[0033] 次に、解析部20で、自己組織化マップ上での閾値に対応する領域を求める。そして、自己組織化マップ上での閾値に対応する領域の位置情報を、例えば、メモリ24に記憶させる。解析部20で、領域の位置情報に基づいて、閾値に対応する領域の位置に印をつけるように画像データを作成する。

次に、表示制御部22により、自己組織化マップと共に、閾値に対応する領域を表示部16に表示させる（ステップS16）。なお、自己組織化マップ上に付ける印は、特に限定されるものではなく、例えば、自己組織化マップのセルの色を変えたもの、セルの大きさを変えたもの、セルの形状を変えたもの等が挙げられる。

[0034] 次に、自己組織化マップ上での閾値に対応する領域を求める方法について説明する。

図6(a)は自己組織化マップへの描画方法の一例を示す模式図であり、(b)は自己組織化マップへの描画方法の他の例を示す模式図である。

図6(a)は自己組織化マップの一部を示しており、自己組織化マップを構成するセル50が複数並んでいる。セル50内に記載されている数値は、セル50の値を示している。

閾値を9.5としたとき、解析部20で、横方向Vに走査し、セル50の数値を調べていき、セル50の数値が10から9に変わっていた場合、この数値が変わる前のセル52を閾値に対応する領域とする。そして、セル52の位置情報を、例えば、メモリ24に記憶する。このようにして、図6(a)に示す例では、3つのセル52が閾値に対応する領域として得られる。

[0035] これ以外にも、例えば、図6(b)に示すように、複数のセル50が並んでいる自己組織化マップにおいて、閾値を9.5としたとき、解析部20で、横方向Vに走査し、セル50の数値を調べていき、セル50の数値が10から9に変わっていた場合、数値が10のセル50と、数値が9のセル50との間を閾値に対応する領域54とする。そして、領域54の位置情報を、例えば、メモリ24に記憶する。このようにして、図6(b)に示す例では

、3つの領域54が閾値に対応する領域として得られる。

図6(a)、(b)のいずれも横方向Vに走査したが、これに限定されるものではなく、例えば、横方向Vと直交する方向であってもよく、走査方向は、特に限定されるものではない。

[0036] 本実施形態のデータ分析方法および表示方法により得られた結果の一例を、図7(a)～(d)、図8(a)～(f)に示す。

図7(a)は特性値F1の自己組織化マップに第1の指標が描画されたものであり、(b)は特性値F2の自己組織化マップに第1の指標が描画されたものである。図7(c)は第1の指標の自己組織化マップに第1の指標が描画されたものであり、図7(d)は第2の指標の自己組織化マップに第1の指標が描画されたものである。

図8(a)は設計変数×1の自己組織化マップに第1の指標が描画されたものであり、図8(b)は設計変数×2の自己組織化マップに第1の指標が描画されたものであり、図8(c)は設計変数×3の自己組織化マップに第1の指標が描画されたものであり、図8(d)は設計変数×4の自己組織化マップに第1の指標が描画されたものであり、図8(e)は設計変数×5の自己組織化マップに第1の指標が描画されたものであり、図8(f)は設計変数×6の自己組織化マップに第1の指標が描画されたものである。

[0037] 図8(e)の設計変数×5の自己組織化マップでは、第1の指標に沿って、自己組織化マップの値が変わっていることがわかる。設計変数×5の値を変えることで、特性値F1と特性値F2との比率を変えることができることがわかる。

また、図8(f)の設計変数×6の自己組織化マップでは、設計変数×6の値を変えることで、特性値F1と特性値F2を同時に変えることができる。このことから、設計変数×6は、特性値F1、F2を両立させるに重要なパラメータであることが理解できる。

一方、図8(a)の設計変数×1では、第1の指標に対して値が略変わらない。設計変数×1は、値を変えても特性値F1、F2は変わらず影響が小

さく、特性値 F 1、F 2 に対して重要なパラメータではないことがわかる。

このように、第 1 の指標を設計変数 $x_1 \sim x_6$ の自己組織化マップ上に表示することにより、特性値と設計変数との因果関係を容易に理解でき、設計変数のうち、重要な因子を、経験の浅い解析者であっても容易に理解することができる。

[0038] なお、第 2 の指標 B についても、図示はしないが、第 1 の指標 A と同様にして自己組織化マップ上に表示することができる（図 10 (a) ~ (j) 参照）。

また、本実施形態においては、自己組織化マップ上に表示させているが、これに限定されるものではなく、解析部 20 で分析されて得られた結果、例えば、閾値に対応する領域の位置情報を外部に出力するような構成でもよい。これにより、例えば、データ処理装置 10 以外の装置を用いて、第 1 の指標または第 2 の指標が表示された自己組織化マップを見ることができる。

[0039] 第 1 の指標を特性値 F 1、F 2 および設計変数 x_1 、 x_5 、 x_6 の自己組織化マップ（図 9 (a) ~ (e) 参照）上に表示しているが、その表示方法は、特に限定されるものではない。例えば、図 9 (f) ~ (j) に示すように、第 1 の指標を表す印の端部に矢印をつけた線 60 としてもよい。この場合、例えば、解析部 20 において、閾値に対応する領域を連結して線とする。なお、線 60 を得る方法は、特に限定されるものではなく、回帰分析を用いて、閾値に対応する領域から回帰線を算出し、回帰線の両端に矢印を設けるようにしてもよい。線 60 の矢印は、特性値 F 1、F 2 が両立する方向を示す。

閾値に対応する領域を点ではなく、線 60 で表示することにより、特性値と設計変数の因果関係を、さらに容易に理解しやすくなる。

[0040] 第 2 の指標についても、第 1 の指標と同様に、閾値に対応する領域を線を用いて表示することもできる。

ここで、図 10 (a)、(b) は第 2 の指標が描画された特性値の自己組織化マップであり、(c) ~ (e) は第 2 の指標が描画された設計変数の自

己組織化マップであり、(f)、(g)は第2の指標が矢線状に描画された特性値の自己組織化マップであり、(h)～(j)は第2の指標が矢線状に描画された設計変数の自己組織化マップである。

[0041] 第2の指標Bを特性値F1、F2および設計変数x1、x5、x6の自己組織化マップ(図10(a)～(e)参照)上に表示しているが、例えば、図10(f)～(j)に示すように、第2の指標を表す印の端部に矢印をつけた線62としてもよい。この場合、例えば、解析部20において、閾値に対応する領域を連結して線とし、線62の一方の端に矢印を設けるようにしてもよい。なお、線62を得る方法は、特に限定されるものではなく、上述の線60と同様にして、回帰分析を用いて得ることができる。

線62への矢印は、線62の両端のうち、第1の指標Aが小さくなる方の端に付ける。第1の指標Aが小さくなると、パレート解との距離が縮まるため、線62の矢印は、特性値F1、F2が両立する方向を示す。

第2の指標においても、閾値に対応する領域を点ではなく、線62で表示することにより、特性値と設計変数の因果関係を、さらに容易に理解しやすくなる。

[0042] 次に、線62に矢印を設ける方法について説明する。まず、第2の指標Bに対応する第1の指標Aの自己組織化マップにおいて値の小さい方向を決める。具体的には、図7(c)に示す第1の指標Aの自己組織化マップにおいて、端点N₁と端点N₂を求め、端点N₁のセルの値と端点N₂のセルの値を比較する。端点N₁と端点N₂のうち、セルの値の小さい方を定める。そして、設計変数の自己組織化マップの線62において、第1の指標Aの端点の値の小さい方の端点に対応する側に矢印をつける。このようにして、線62に矢印を付けることができる。なお、第2の指標Bに対応する第1の指標Aの端点を求め、端点のセルの値の大小から、線62において、セルの値の小さい方の端点に対応する側に矢印を付けるため、解析部20において上述のことを計算することで自動的にできる。

[0043] 第2の指標Bでは、図10(e)に示すように、設計変数x6の値が、印

に沿って変わっていることがわかる。設計変数×6の値を変えることで、特性値F1、F2の値を変えることができる。このことから、設計変数×6が重要なパラメータであることを理解することができる。

さらに、上述のように、矢印のついた線62を表示することで、図10(j)に示すように、より一層容易に理解しやすくなる。

また、図10(c)、(h)に示すように設計変数×1の値は、印に沿って略変わらない。このことから、設計変数×1は特性値F1、F2の値を変えることに寄与しないパラメータであることが理解できる。

また、図10(d)、(i)に示すように設計変数×5の値も、印に沿って略変わらない。このことから、第1の指標Aと第2の指標Bとでは、設計変数×5の特性値F1、F2に対する寄与が異なることも理解できる。

[0044] 解析部20において、第1の指標または第2の指標の閾値に対応する領域を線60、62で表示する場合、高い精度で線60、62を得るためにクラスタリング処理することが好ましい。

ここで、図11(a)はクラスタリング処理される前の自己組織化マップの一例を示す模式図であり、(b)はクラスタリング処理された自己組織化マップの一例を示す模式図であり、(c)はクラスタリング処理しない自己組織化マップの一例を示す模式図である。

図11(a)に示す自己組織化マップ70において、第1の指標の閾値に対応する領域が第1の領域72と第2の領域74が2つある場合、解析部20で、クラスタリング処理し、回帰分析を行うことにより、図11(b)に示す線76が得られる。一方、クラスタリング処理をしない場合には、図11(c)に示す線78が得られる。

クラスタリング処理には、例えば、単連結法、完全連結法、k-means法、またはその他のクラスタリング手法を用いることができる。

[0045] 図12(a)は自己組織化マップのクラスタリング処理の一例を示し、(b)は自己組織化マップのクラスタリング処理の他の例を示す。

図11(a)に示す自己組織化マップ70では、第1の領域72と、第2

の領域 7 4 とがあるが、クラスタリング処理によっては図 1 1 (b) に示すような結果となる。解析部 2 0 によるクラスタリング処理において、例えば、自己組織化マップ 7 0 の幅 K に対して、例えば、 $K/5$ を閾値として、距離が $K/5$ 以上離れている場合、別のクラスタとする。この場合、図 1 1 (a) に示す自己組織化マップ 7 0 では、図 1 2 (a) に示すように、第 1 の領域 7 2 と、第 2 の領域 7 4 とを別々のクラスタと判別される。領域が多い第 1 の領域 7 2 について回帰分析を行い、線を作成する。これにより、例えば、図 1 1 (b) に示す線 7 6 を得ることができる。

一方、クラスタリング処理において、クラスタの判別の閾値が大きい場合、第 1 の領域 7 2 と、第 2 の領域 7 4 とが同じクラスタであると判定されて、図 1 2 (b) に示すクラスタリング処理結果となる。これにより、回帰分析した結果、例えば、図 1 1 (c) に示す線 7 8 が得られることになる。

このように、クラスタリング処理の際のクラスタの判別の閾値を適切に設定することで、解析部 2 0 において、適正なクラスタ分類ができ、自己組織化マップ上に、解析者等の理解を助けるための適正な線を描画することができる。

[0046] 本実施形態においては、予め用意されたデータセットを用いたが、これに限定されるものではない。例えば、パレート解を算出し、このパレート解を用いて、自己組織化マップ等を作成するようにしてもよい。

図 1 3 は本発明の実施形態のデータの分析方法およびデータの表示方法に利用されるデータ処理装置の他の例を示す模式図である。

図 1 3 に示すデータ処理装置 1 0 a は、図 1 に示すデータ処理装置 1 0 に比して、データ処理部 3 0 を有し、上述のデータセットを作成する点が異なり、それ以外の構成は、図 1 に示すデータ処理装置 1 0 と同様の構成であるため、その詳細な説明は省略する。

図 1 3 に示すデータ処理装置 1 0 a では、データ処理部 3 0 が解析部 2 0 に接続されている。また、データ処理部 3 0 にはメモリ 2 4 と制御部 2 6 が接続されており、データ処理部 3 0 は制御部 2 6 で制御される。

データ処理部 30 は、条件設定部 32、モデル生成部 34、演算部 36、パレート解探索部 38 およびデータ作成部 40 を有する。

[0047] データ処理部 30 は、入力値を表わす入力データと、出力値を表わす出力データの 2 種類のデータを組とし、この組を複数有するデータセットを作成するものである。

なお、データセットについては、データ処理部 30 で作成することなく、上述のように、入力部 14 を介して解析部 20 に直接入力されるようにしてもよい。また、データセットについては、入力部 14 を介してメモリ 24 に記憶させるようにしてもよい。いずれの場合も、データ処理部 30 でデータセットを作成することなく処理がなされる。このため、データ処理部 30 でデータセットを作成する必要は必ずしもない。

[0048] 次に、データ処理部 30 の各部について説明する。

条件設定部 32 は、パレート解を特性値空間（目的関数空間）で散布図または自己組織化マップとして表示する際に必要な各種の条件、情報が入力され、設定される。各種の条件、情報は、入力部 14 を介して入力される。条件設定部 32 で設定する各種の条件、情報はメモリ 24 に記憶される。

[0049] 条件設定部 32 には、データセットのデータが設定されるものであり、例えば、構造体および構造体を構成する材料を規定するパラメータのうち設計変数として定めた複数のパラメータが設定される。なお、設計変数には、荷重および境界条件等のばらつき因子を設定してもよい。

また、データセットのデータとして、例えば、構造体および構造体を構成する材料を規定するパラメータのうち特性値（目的関数）として定めた複数のパラメータが設定される。特性値には、コスト等の物理的および化学的な特性値以外の、構造体および構造体を構成する材料を評価する指標を用いてもよい。

構造体および構造体を構成する材料は、構造体単体ではなく、構造体を構成するパーツ、構造体のアセンブリ形態等の構造体を含むシステム全体、またはその一部を対象としてもよい。

[0050] 条件設定部32に設定される特性値は、評価しようとする物理量である。目的関数は、評価しようとする物理量を求めるための関数である。

構造体がタイヤである場合、特性値はタイヤの特性値である。この場合、特性値としては、タイヤ性能として評価しようとする物理量であり、例えば、操縦安定性の指標となるスリップ角1度における横力であるCP（コーナーリングパワー）、操縦安定性の指標となるコーナーリング特性、乗心地性の指標となるタイヤの1次固有振動数、転動抵抗の指標となる転がり抵抗、操縦安定性の指標となる横ばね定数、耐摩耗性の指標となるタイヤトレッド部材の摩耗エネルギー等が挙げられる。目的関数は、それらを求めるための関数である。目的関数は、性能として好ましい方向があり、値が大きくなる、小さくなる、または所定の値に近づく等がある。

[0051] 設計変数は、構造体の形状、構造体の内部構造および材料特性等を規定するものである。タイヤの場合、設計変数は、タイヤの材料挙動、タイヤの形状、タイヤの断面形状およびタイヤの構造のうち、複数のパラメータである。設計変数としては、例えば、タイヤのトレッド部におけるクラウン形状を規定する曲率半径、タイヤ内部構造を規定するタイヤのベルト幅寸法等が挙げられる。これ以外にも、例えば、トレッド部における材料特性を規定するフィラー分散形状、フィラー体積率等が挙げられる。

制約条件は、目的関数の値を所定の範囲に制約したり、設計変数の値を所定の範囲に制約するための条件である。

また、構造体がタイヤである場合、タイヤの負荷荷重、タイヤの転動速度を初めとする走行条件、タイヤが走行する路面条件、例えば、凹凸形状、摩擦係数等、車両の走行シミュレーションに用いるための車両諸元の情報等が設定される。

[0052] また、条件設定部32に、設計変数と特性値のパラメータとの間の非線形応答関係を定めるための情報が設定される。この非線形応答関係には、例えば、FEM等の数値シミュレーション、理論式および近似式等が含まれる。

条件設定部32では、非線形応答関係により生成するモデル、そのモデル

の境界条件、FEM等の数値シミュレーションする場合には、そのシミュレーション条件、シミュレーションにおける制約条件を設定する。さらには、パレート解を得るための最適化条件、例えば、パレート解探索のための条件等を設定する。

[0053] パレート解探索のための条件は、パレート解を探索するための手法、パレート解探索における各種条件である。例えば、パレート解を探索するための手法として、遺伝的アルゴリズムを用いることができる。一般に、目的関数の増大と共に、遺伝的アルゴリズムの探査能力が低下することが知られている。それを解決する方法の一つが、個体数を増加させる方法である。一方、個体数を増加させ、パレート解を探査すると、多くのパレート解が算出される。したがって、多くの特性値データと設計パラメータとの因果関係を視認性良く表示する方法が設計探査の一つの課題となっているが、本発明ではこれを解決することができる。

これ以外に、条件設定部32で、設計変数の定義域を設定する。また、条件設定部32では後述するようにパレート解を縮約する際に用いられる離散値を設定する。

[0054] モデル生成部34は、設定された非線形応答関係に基づいて、各種の計算モデルを作成するものである。非線形応答関係は、上述のようにFEM等の数値シミュレーションが含まれており、この場合、モデル生成部34で、設計変数を表わす設計パラメータ、特性値を表わす特性値パラメータに応じたメッシュモデルが生成される。また、理論式および近似式等の場合にも、設計パラメータ、特性値パラメータに応じた理論式および近似式等が作成される。なお、構造体がタイヤの場合には、タイヤモデルが作成される。演算部36でタイヤモデルを用いてシミュレーション演算がなされる。

[0055] なお、モデル生成部34で作成されるタイヤモデルは、条件設定部32で設定された各種類の設計パラメータを用いて作成されるが、タイヤモデルの作成には公知の作成方法を用いることができる。なお、タイヤモデルは、少なくとも、このタイヤモデルを転動させる対象である路面モデルも併せて生

成する。また、タイヤが装着されるリム、ホイール、およびタイヤ回転軸を再現するものをタイヤモデルとしてもよい。また、必要に応じて、タイヤが装着される車両を再現するモデルをタイヤモデルに組み込んでもよい。この際、タイヤモデル、リムモデル、ホイールモデル、およびタイヤ回転軸モデルを、予め設定された境界条件に基づいて一体化したモデルを作成することもできる。

[0056] これら各モデルは数値計算可能な離散化モデルであればよく、例えば、公知の有限要素法（FEM）に用いるための有限要素モデル等であればよい。なお、タイヤモデルを用いて、例えば、タイヤウエット性能を初めとするタイヤ性能を最適化するタイヤ設計案を求める場合等、路面モデルとタイヤモデルの他に、路面上に存在する介在物を再現するモデルを生成しておけばよい。例えば、介在物モデルとして、路面上の水、雪、泥、砂、砂利または氷等を再現する各種モデルを、数値計算可能な離散化モデルで生成しておけばよい。なお、路面モデルも、表面が平坦な路面を再現するモデルに限らず、必要に応じて、表面に凹凸を有する路面形状を再現するモデルであってもよい。

[0057] 演算部36は、モデル生成部34で作成された各種のモデルを用いて特性値を算出するものである。これにより、設定変数に対する特性値が得られる。この特性値の中に、パレート解が存在する。得られた特性値は、メモリ24に記憶される。

演算部36では、例えば、路面上を転動するタイヤの転動を再現するシミュレーション条件を、モデル生成部34で生成したタイヤモデル、または路面モデル等に与えたときの、タイヤモデルの挙動、またはタイヤモデルに作用する力等の物理量を時系列に求める。演算部36は、例えば、公知の有限要素ソルバーによるサブルーチンを実行することで機能するものである。

また、演算部36では、モデル生成部34で理論式および近似式等を作成した場合には、理論式および近似式等を解き、特性値を算出する。

[0058] パレート解探索部38は、条件設定部32で設定されたパレート解探索の

条件に応じて、演算部 36 で得られた特性値の中から、パレート解を探索し、パレート解を算出するものである。得られたパレート解は、メモリ 24 に記憶される。

[0059] ここで、パレート解は、トレードオフの関係にある複数の目的関数において、他の任意の解よりも優位にあるとはいえないが、より優れた解が他に存在しない解をいう。一般にパレート解は集合として複数個存在する。

パレート解探索部 38 は、例えば、遺伝的アルゴリズムを用いてパレート解を探索する。遺伝的アルゴリズムとしては、例えば、解集合を目的関数に沿って複数の領域に分割し、この分割した解集合毎に多目的 GA を行う DRMOGA (Divided Range Multi-Objective GA)、NCGA (Neighborhood Cultivation GA)、DCMOGA (Distributed Cooperation model of MOGA and SOGA)、NSGA (Non-dominated Sorting GA)、NSGA2 (Non-dominated Sorting GA-II)、SPEAII (Strength Pareto Evolutionary Algorithm-II) 法等の公知の方法を用いることができる。その際、解集合が解空間に幅広く分布し、精度の高いパレート解の集合を求める必要がある。このため、パレート解探索部 38 では、例えば、ベクトル評価遺伝的アルゴリズム (Vector Evaluated Generic Algorithms: VEGA)、パレートランキング法、またはトーナメント法を用いた選択が行われる。遺伝的アルゴリズム以外に、例えば、焼きなまし法 (SA) または粒子群最適化 (PSO) を用いてもよい。

[0060] 設計変数 (入力値) と特性値 (出力値) との間で定める非線形応答関係、すなわち、設計変数を用いて特性値を求める場合に利用されるものは、FEM等のシミュレーションに限定されるものではなく、上述のように理論式および近似式等を用いることもできる。例えば、シミュレーションモデルを用いた演算ではなく、シミュレーション近似式を用いて目的関数の値を算出してもよい。この場合、実験計画法に基づいて得られる実験結果から設計変数と目的関数との間の近似式、例えば、シミュレーション近似式を用いてパレート解を得ることができる。このシミュレーション近似式としては、多項式

またはニューラルネットワーク等により得られる公知の非線形関数を用いることができる。

[0061] データ作成部40は、パレート解探索部38で得られメモリ24に記憶されたパレート解と、この目的関数データとをメモリ24から読み出し、設計変数を表わすデータと特性値を表わすデータとの2種類のデータを組としたデータセットを作成するものである。

データ作成部40で作成されたデータセットは、メモリ24に記憶される。

[0062] 次に、パレート解の算出方法の一例について説明する。

図14は本発明の実施形態のデータの分析方法の一例を工程順に示すフローチャートである。

まず、対象となる構造体について設計変数および特性値を設定する。本実施形態では、構造体を、例えば、タイヤとした。タイヤに対して、設計変数として、タイヤの形状パラメータを設定する。そして、特性値として、ころがり抵抗、横ばね定数の2つを設定する。本実施形態では、入力がタイヤの形状パラメータであり、出力がころがり抵抗と横ばね定数となる。タイヤの形状パラメータの値により、ころがり抵抗と横ばね定数がどのように変化するかを表示する。タイヤの形状パラメータ、ころがり抵抗と横ばね定数が条件設定部32に設定される。

[0063] 条件設定した後、まず、図14に示すように、設計変数から特性値を求める際に用いる非線形応答を定める(ステップS20)。すなわち、設計変数と特性値との関係を定める。この非線形応答の種類は、例えば、メモリ24に記憶される。具体的には、タイヤの形状パラメータと、ころがり抵抗と横ばね定数との関係を設定する。タイヤの形状パラメータを入力とし、ころがり抵抗または横ばね定数を出力とした場合、設定する関係は、例えば、ころがり抵抗がタイヤの形状パラメータを変数とする二次多項式等の非線形関数を用いて表わされるものである。また、横ばね定数がタイヤの形状パラメータを変数とする二次多項式等の非線形関数を用いて表わされるものである。

[0064] 次に、設計変数の定義域を設定する（ステップS 2 2）。この場合、設計変数のパラメータに対して、上限値と下限値を設定し、下限値～上限値の間が連続であるとする。例えば、タイヤの形状パラメータであれば、サイズの上限と下限を、下限値～上限値の間が連続であるとして、設計変数の定義域として設定する。また、タイヤのゴム組成であれば、弾性率の上限と下限を設計変数の定義域として設定する。この設計変数の定義域の設定は、条件設定部3 2でなされ、例えば、メモリ2 4に記憶される。本実施形態では、タイヤの形状パラメータについて上限値と下限値を設定する。

[0065] 次に、非線形応答関係に基づいてモデル生成部3 4でモデル作成を実施し、演算部3 6にてステップS 2 0で設定した非線形応答関係に基づいて特性値を算出する（ステップS 2 4）。このとき、設定した設計変数の定義域がメモリ2 4から読み出されて特性値が算出される。特性値の算出結果は、例えば、メモリ2 4に記憶される。FEM等のシミュレーションであれば、メッシュモデルがモデル生成部3 4で作成され、演算部3 6にて、FEM等により入力に対する応答をシミュレーションが実施される。具体的には、タイヤの形状パラメータに対するころがり抵抗と横ばね定数が算出される。

[0066] 次に、パレート解探索部3 8にて特性値の演算結果に対して、特性値を目的関数とする最適化を実施し、パレート解を得る（ステップS 2 6）。このパレート解の算出には、例えば、遺伝的アルゴリズムが用いられる。得られたパレート解は、メモリ2 4に記憶される。

このように、データ処理装置1 0 aでは、パレート解を算出し、その後、データ作成部4 0でデータセットを作成する。作成したデータセットを用いて解析部2 0にて各種のデータ処理を行う。その後、必要に応じて表示制御部2 2を介して表示部1 6に、上述のように、自己組織化マップを表示することができる。データ処理装置1 0 aは、パレート解を作成する点以外は、上述のデータ処理装置1 0と同様にして、自己組織化マップに第1の指標または第2の指標に基づく領域を表示することができるため、その詳細な説明は省略する。この場合でも、経験の浅い解析者であっても、視覚的に入力値

と出力値の因果関係、および重要な設計変数（入力値）等を理解しやすくすることができる。また、理解しやすくする情報を得ることができる。

[0067] 本実施形態のデータ分析方法および表示方法では、予め用意されたデータセットをそのまま用いたが、これに限定されるものではない。例えば、データセットに対して、出力値空間において入力値の移動平均処理をしてもよい。

図15は本発明の実施形態のデータの分析方法およびデータの表示方法に利用されるデータ処理装置の他の例を示す模式図である。

図15に示すデータ処理装置10bは、図1に示すデータ処理装置10に比して、移動平均処理部28を有し、上述のデータセットに移動平均処理をする点が異なり、それ以外の構成は、図1に示すデータ処理装置10と同様の構成であるため、その詳細な説明は省略する。

図15に示すデータ処理装置10bでは、移動平均処理部28が解析部20に接続されている。また、移動平均処理部28にはメモリ24と制御部26が接続されており、移動平均処理部28は制御部26で制御される。

次に、移動平均処理部17での移動平均処理方法について図16～図19に基づいて説明する。図16は、本発明の実施形態のデータの分析方法の移動平均処理を工程順に示すフローチャートである。

[0068] まず、出力値空間での平均区間の形状および大きさと重み関数を設定する（ステップS30）。

平均区間は、移動平均処理を行う際に、後述するマスター点の平均値を求めるための設定領域である。この平均領域は、データセットの入力データのデータ種、例えば、入力パラメータ数と、出力データのデータ種、例えば、出力パラメータ数に応じて、適宜設定されるものであり、形状等は特に限定されるものではない。例えば、出力値空間が、例えば、出力データのうち、2つのデータ種で表わされる場合、すなわち、出力値空間が2次元である場合、平均区間は、例えば、四角形等の多角形、および円等の2次元形状である。

また、出力値空間が出力データのうち、3つのデータ種で表わされる場合、すなわち、出力値空間が3次元である場合、平均区間は、例えば、四角柱等の多角柱、および球等の3次元形状である。さらには、出力値空間が出力データのうち、4つのデータ種で表わされる場合、すなわち、出力値空間が4次元である場合、平均区間は、例えば、超立方体、および超球等である。

また、平均区間の大きさについても特に限定されるものではない。さらには、平均区間を設定する際に、出力値空間を正規化してもよい。すなわち、後述する特性値空間を正規化してもよい。

[0069] 平均区間の重み関数には、例えば、以下に示す式(1)の関数 $w(r)$ を用いることができる。下記式(1)の関数 $w(r)$ は図示すれば図17に示すとおりである。

下記式(1)の関数 $w(r)$ において、 r_0 は平均区間の大きさを表し、 r はマスター点とスレーブ点との距離を表す。 r_0 は平均区間が円であれば円の半径、超球であれば超球の半径である。なお、下記式(1)の関数 $w(r)$ では、図17に示すように、マスター点とスレーブ点との距離 $r = 1.0$ が平均区間の大きさである。

[0070] [数1]

$$w(r) = 1 - 6\left(\frac{r}{r_0}\right)^2 + 8\left(\frac{r}{r_0}\right)^3 - 3\left(\frac{r}{r_0}\right)^4 \quad \dots (1)$$

[0071] 重み関数は、上記式(1)の関数に限定されるものではなく、例えば、図17に符号Cで示すように平均区間内で一定値でもよい。一定値の値は、特に限定されるものではないが、図17に示す例では1.0である。

さらに、出力値空間内のデータの粗密に応じて平均区間および重み関数のうち、少なくとも一方を変えてもよい。

[0072] 次に、例えば、設計変数で構成される入力データからマスター点を設定する(ステップS32)。そして、設計変数で構成される入力データからスレーブ点を設定する(ステップS34)。

具体的には、図18に示すように、平均区間Pが設定された、特性値G1

、特性値G 2の特性値空間Qにおいて、平均区間P内で、既に存在する入力データの中からマスター点Mを設定する。これにより、特性値空間Qではマスター点M以外はスレーブ点sとなる。マスター点Mのデータがマスターデータであり、スレーブ点sのデータがスレーブデータである。

マスター点Mの設定方法は、例えば、図19に示すように、特性値空間Qにグリッドgを設定し、グリッドgの交点nをマスター点Mとしてもよい。この場合、マスター点Mは必ずしも存在する入力データとは限らない。なお、グリッドgの大きさは特に限定されるものではなく、データ数等に応じて適宜設定される。

[0073] 次に、特性値空間Q上でのマスター点とスレーブ点との距離 r を算出する（ステップS36）。距離 r の算出には、公知の2つの座標間の距離計算方法を用いることができる。

ステップS36において、算出した距離が平均区間P内にある場合、すなわち、 $r \leq r_0$ である場合、重み関数を用いて重みの値（ w_v ）を計算し、この重みの値（ w_v ）を、例えば、メモリ24に記憶する。また、入力値の各入力データの値、例えば、設計変数の値（ x ）に重みの値を乗じて、入力データの値と重みの値の積の値（ $w_v x$ ）を算出する。そして、算出された入力データの値と重みの値の積の値（ $w_v x$ ）を、例えば、メモリ24に記憶する（ステップS38）。この場合、入力データ毎に、入力データの値と重みの値の積の値（ $w_v x$ ）が算出される。すなわち、設計変数毎に、設計変数の値（ x ）と重みの値の積の値（ $w_v x$ ）が算出される。

[0074] 次に、ステップS38で記憶した重みの値（ w_v ）の和（ $w_{v\text{tot}}$ ）と入力データの値と重みの値の積の値（ $w_v x$ ）の和（ $w_v x_{\text{tot}}$ ）とを、入力データ毎に計算する（ステップS40）。これにより、1つのマスター点Mでの重みの値（ w_v ）の和（ $w_{v\text{tot}}$ ）と入力データの値と重みの値の積の値（ $w_v x$ ）の和（ $w_v x_{\text{tot}}$ ）とが設計変数毎に得られる。

[0075] 次に、マスター点としたデータセットのデータを除くデータセットの組、全てをスレーブ点として計算処理したか否かを判定する（ステップS42）

。この場合、例えば、データセットのデータ数と、計算したスレーブデータの数とを比較することにより、ステップS 4 2の計算処理を判定することができる。

ステップS 4 2において、マスター点としたデータを除いたデータセットのデータをスレーブ点として計算処理した場合には、入力データ毎に、入力データの値と重みの値の積の値 ($w_v \times x$) の和 ($w_v \times x_{tot}$) を重みの値 (w_v) の和 ($w_{v,tot}$) で除して得られた値、すなわち、 $w_v \times x_{tot} / w_{v,tot}$ で得られた値を、入力データ毎のマスター点Mの入力データの平均値、例えば、設計変数毎のマスター点Mの設計変数の平均値とし、例えば、メモリ24に記憶させる (ステップS 4 4)。

ステップS 4 4では、図18、図19に示す平均区間Pにおいて、マスター点Mを中心とした設計変数の平均値を設計変数毎に得ることができる。

[0076] 一方、ステップS 4 2において、マスター点としたデータを除いたデータセットのデータをスレーブ点として計算処理していない場合、マスター点Mを中心とした設計変数の平均値を設計変数毎に得るために、マスター点としたデータを除いたデータセットのデータをスレーブ点として計算処理するまで、上述のステップS 3 4 (スレーブ点の設定) からステップS 4 0 (重み・設計変数の積の計算) を繰り返し行う。そして、上述のように、設計変数毎のマスター点Mの入力データの平均値、例えば、マスター点Mの設計変数の平均値を、例えば、メモリ24に記憶させる。

[0077] 次に、データセットの組、全てを、マスター点Mとして計算処理したか否かを判定する (ステップS 4 6)。ステップS 4 6において、データセットの組、全てを、マスター点Mとして計算処理した場合に移動平均処理は終了する。この場合、例えば、データセットのデータ数と、計算したマスター点Mの数とを比較することにより、ステップS 4 2の計算処理の判定をすることができる。

なお、マスター点Mをグリッドgの交点nとした場合には、交点nの数と、計算したマスター点Mの数とを比較することにより、ステップS 4 2の計

算処理の判定をすることができる。

[0078] 一方、ステップS 4 6において、データセットの組、全てを、マスター点Mとして計算処理していない場合、データセットの組、全てをマスター点Mとするために、上述のステップS 3 2（マスター点の設定）からステップS 4 4（マスター点の平均値の算出）を繰り返し行う。ステップS 4 6において、データセットの組、全てをマスター点Mとして計算処理した場合、移動平均処理は終了する。

以上のようにして、出力値空間での入力データの移動平均処理、例えば、特性値空間内での設計変数の移動平均処理が終了する。

[0079] 本実施形態において、出力値空間内で入力データの移動平均処理を行うことにより、入力データのばらつきおよびノイズを除去することができる。その後、解析部20にて各種のデータ処理を行う。その後、必要に応じて表示制御部22を介して表示部16に、上述のように、自己組織化マップを表示することができる。データ処理装置10bは、データセットに移動平均処理を施す点以外は、上述のデータ処理装置10と同様にして、自己組織化マップに第1の指標または第2の指標に基づく領域を表示することができるため、その詳細な説明は省略する。上述のように、移動平均処理することにより、自己組織化マップに閾値に対応する領域を表示した場合において、出力値と入力データとの間の因果関係をより一層容易に見出すことができる。この場合でも、経験の浅い解析者であっても、視覚的に入力値と出力値の因果関係、および重要な設計変数（入力値）等を理解しやすくすることができる。また、理解しやすくする情報を得ることができる。

[0080] 上述のデータ処理装置10bにおいては、予め用意されたデータセットに対して、移動平均処理部28で移動平均処理を施したが、これに限定されるものではない。例えば、図20に示すように、データ処理部30を設けて、データ処理部30でパレート解を算出し、算出されたパレート解を含むデータセットに対して、移動平均処理部28で移動平均処理を施す構成でもよい。

なお、データ処理部30は、図13にデータ処理装置10aと同じ構成であるため、その詳細な説明は省略する。

データ処理装置10cでも、パレート解を作成する点および移動平均処理を施す点以外、データ処理装置10と同様にして、自己組織化マップに第1の指標または第2の指標に基づく領域を表示することができるため、その詳細な説明は省略する。この場合でも、経験の浅い解析者であっても、視覚的に入力値と出力値の因果関係、および重要な設計変数（入力値）等を理解しやすくすることができる。また、理解しやすくする情報を得ることができる。

[0081] 本発明は、基本的に以上のように構成されるものである。以上、本発明のデータの分析方法およびデータの表示方法について詳細に説明したが、本発明は上記実施形態に限定されず、本発明の主旨を逸脱しない範囲において、種々の改良または変更をしてもよいのはもちろんである。

符号の説明

- [0082] 10、10a、10b、10c データ処理装置
- 12 処理部
 - 14 入力部
 - 16 出力部
 - 20 解析部
 - 22 表示制御部
 - 24 メモリ
 - 26 制御部
 - 28 移動平均処理部
 - 30 データ処理部
 - 32 条件設定部
 - 34 モデル生成部
 - 36 演算部
 - 38 パレート解探索部

- 4 0 データ作成部
- 5 0、5 2 セル
- 5 4 領域
- 6 0、6 2、7 6、7 8 線
- 7 0 自己組織化マップ
- 7 2 第1の領域
- 7 4 第2の領域

請求の範囲

- [請求項1] 所定の関係を有する複数の入力値と複数の出力値において、前記複数の入力値を表わす入力データと、前記複数の出力値を表わす出力データの2種類のデータを対象としたデータの分析方法であって、
前記複数の出力値を目的関数として、目的関数空間における第1の指標および第2の指標の少なくとも一方を求める工程を有し、
前記第1の指標は、複数の目的関数の値のうち、少なくとも2つの目的関数の値の、予め設定された値に対する距離であり、
前記第2の指標は、複数の目的関数の値のうち、少なくとも2つの目的関数の値の比率で表されるものであることを特徴とするデータの分析方法。
- [請求項2] さらに、前記入力データおよび前記出力データの前記2種類のデータを用いて、自己組織化マップを作成する工程と、
前記第1の指標および前記第2の指標のうち、少なくとも一方を用いて閾値を設定する工程と、
前記自己組織化マップ上での前記閾値に対応する領域を求める工程とを有する請求項1に記載のデータの分析方法。
- [請求項3] さらに、前記自己組織化マップ上で前記閾値に対応する前記領域を用いて回帰分析をする工程とを有する請求項2に記載のデータの分析方法。
- [請求項4] さらに、前記自己組織化マップ上で前記閾値に対応する前記領域を用いてクラスタリング処理をする工程と、
前記クラスタリング処理により、前記領域がクラスタに分けられるかを判定する工程と、
前記クラスタに分けられる場合、前記領域の数が多きクラスタについて回帰分析を用いて線を作成する工程とを有する請求項2に記載のデータの分析方法。
- [請求項5] 前記入力値を表わす前記入力データは、構造体および構造体を構成

する材料の設計変数を表すものであり、前記出力値を表わす前記出力データは、構造体および構造体を構成する材料の特性値を表すものである請求項1～4のいずれか1項に記載のデータの分析方法。

[請求項6] 前記出力データは、パレート解を含む請求項1～5のいずれか1項に記載のデータの分析方法。

[請求項7] 所定の関係を有する複数の入力値と複数の出力値において、前記複数の入力値を表わす入力データと、前記複数の出力値を表わす出力データの2種類のデータを対象としたデータの表示方法であって、

前記複数の出力値を目的関数として、目的関数空間における第1の指標および第2の指標の少なくとも一方を求める工程と、

前記第1の指標および前記第2の指標の少なくとも一方を、前記入力データおよび前記出力データの前記2種類のデータと共に、表示する工程と、

前記入力データおよび前記出力データの前記2種類のデータを用いて、自己組織化マップを作成する工程と、

前記第1の指標および前記第2の指標のうち、少なくとも一方を用いて閾値を設定する工程と、

前記自己組織化マップ上での前記閾値に対応する領域を求める工程と、

前記自己組織化マップ上で前記閾値に対応する前記領域に印をつけて表示する工程とを有し、

前記第1の指標は、複数の目的関数の値のうち、少なくとも2つの目的関数の値の、予め設定された値に対する距離であり、

前記第2の指標は、複数の目的関数の値のうち、少なくとも2つの目的関数の値の比率で表されるものであることを特徴とするデータの表示方法。

[請求項8] さらに、前記自己組織化マップ上で前記閾値に対応する前記領域を用いて回帰分析をする工程と、

前記回帰分析の結果を前記自己組織化マップ上に表示する工程とを有する請求項7に記載のデータの表示方法。

[請求項9] さらに、前記自己組織化マップ上で前記閾値に対応する前記領域を用いてクラスタリング処理をする工程と、

前記クラスタリング処理により、前記領域がクラスタに分けられるかを判定する工程と、

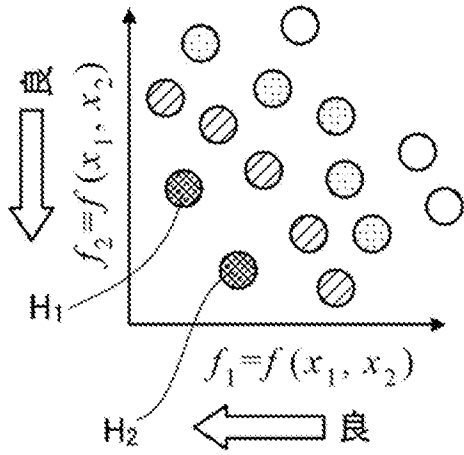
前記クラスタに分けられる場合、前記領域の数が多いクラスタについて回帰分析を用いて線を作成し、前記クラスタの近似式で表される前記線を、前記自己組織化マップ上に表示する工程とを有する請求項7に記載のデータの表示方法。

[請求項10] 前記入力値を表わす前記入力データは、構造体および構造体を構成する材料の設計変数を表すものであり、前記出力値を表わす前記出力データは、構造体および構造体を構成する材料の特性値を表すものである請求項7～9のいずれか1項に記載のデータの表示方法。

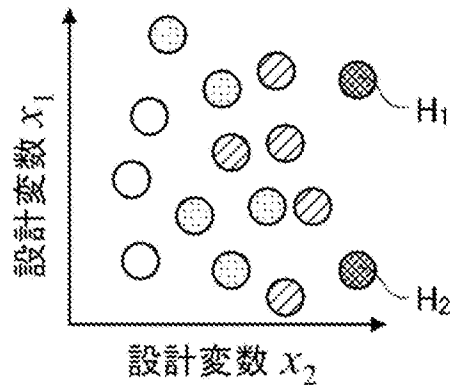
[請求項11] 前記出力データは、パレート解を含む請求項7～10のいずれか1項に記載のデータの表示方法。

[図1]

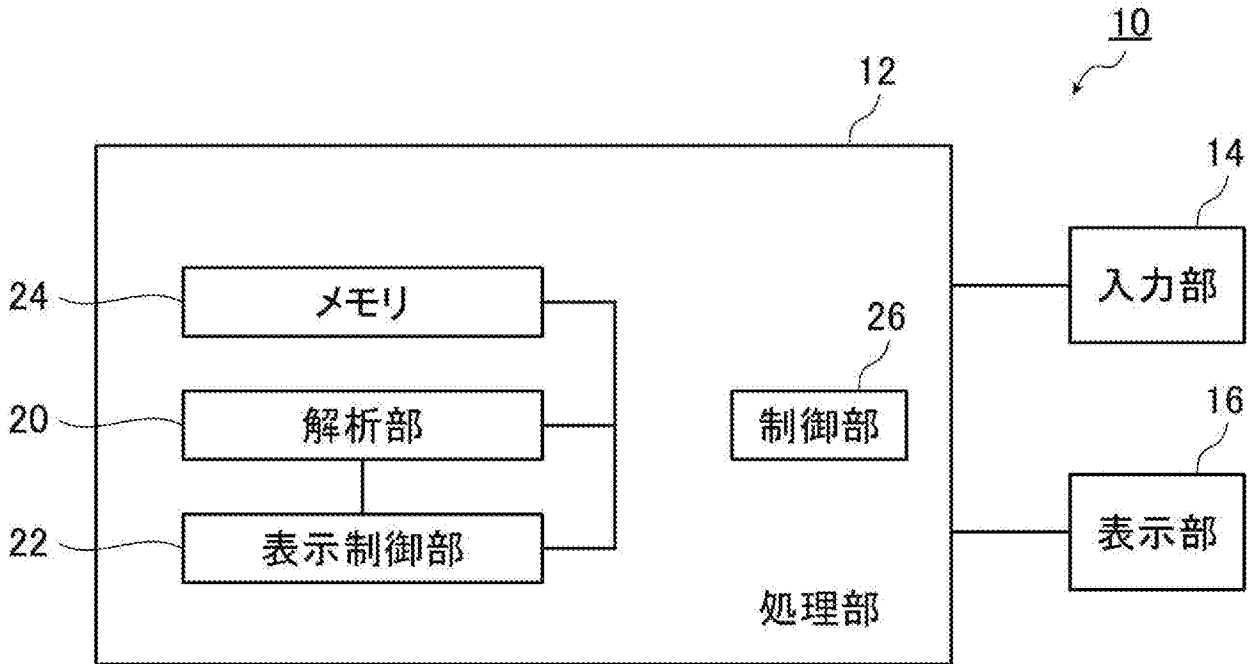
(a)



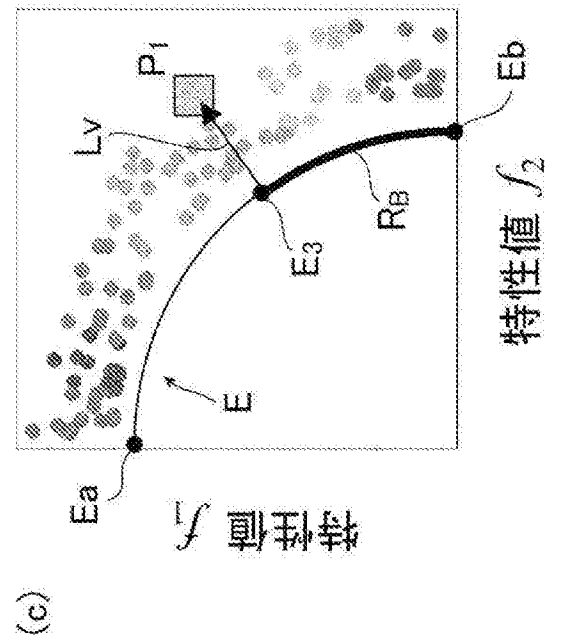
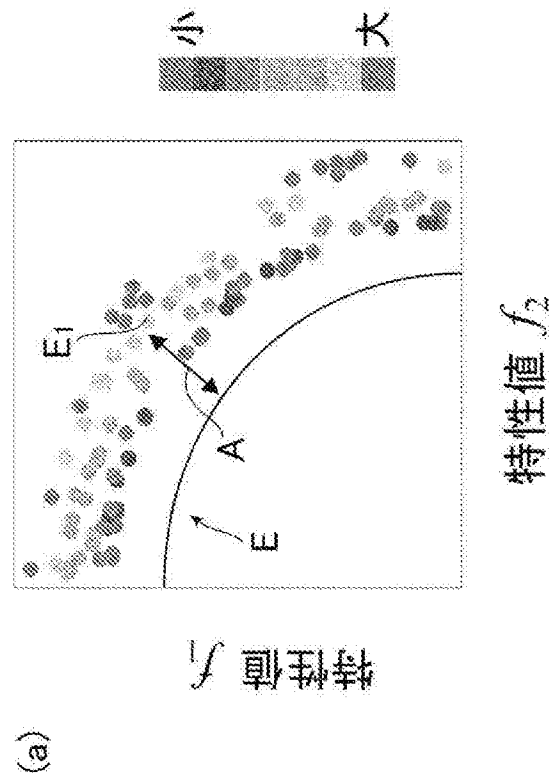
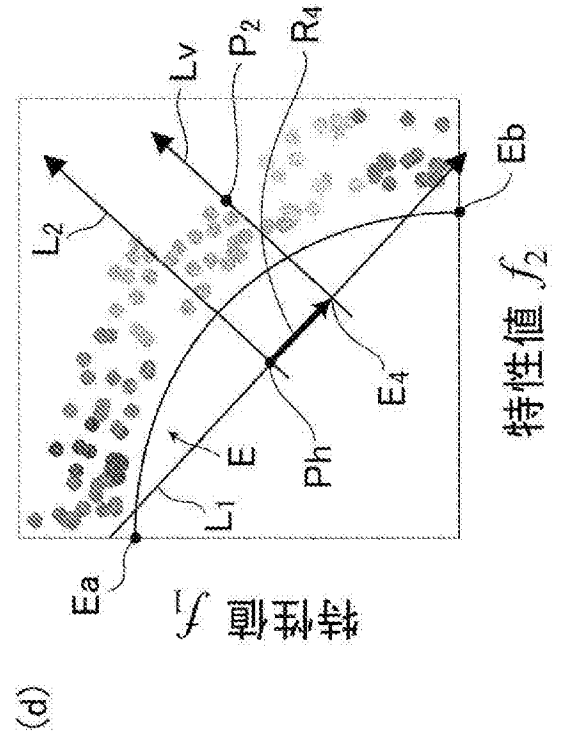
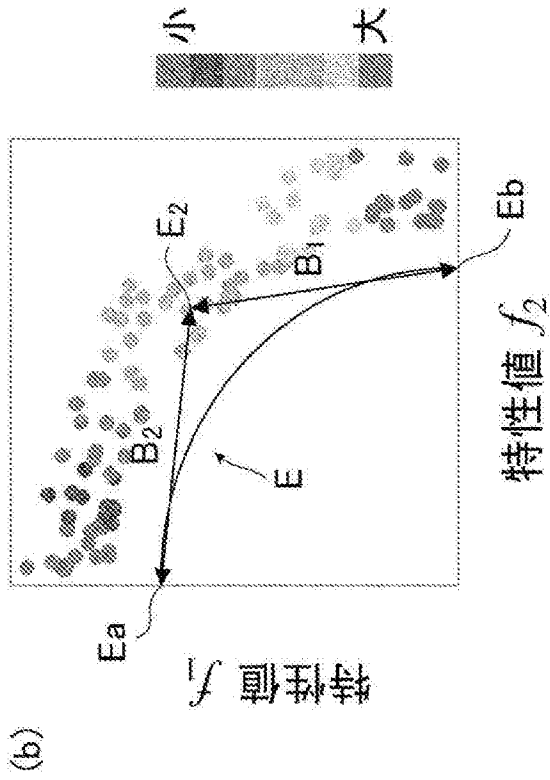
(b)



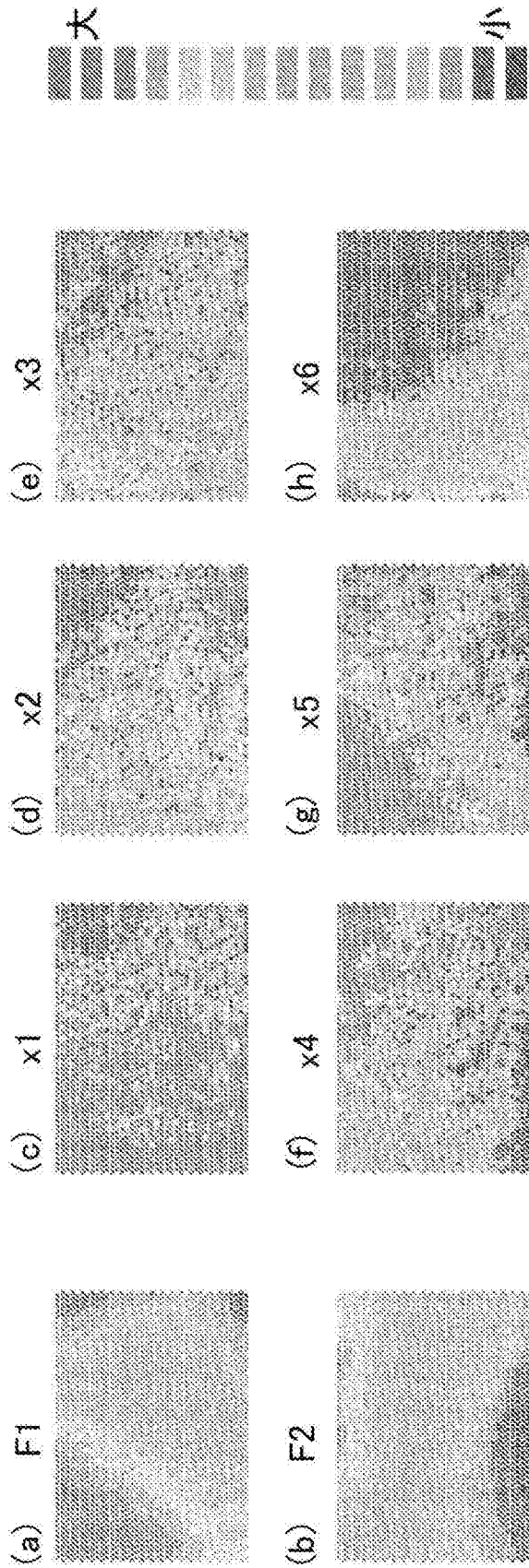
[図2]



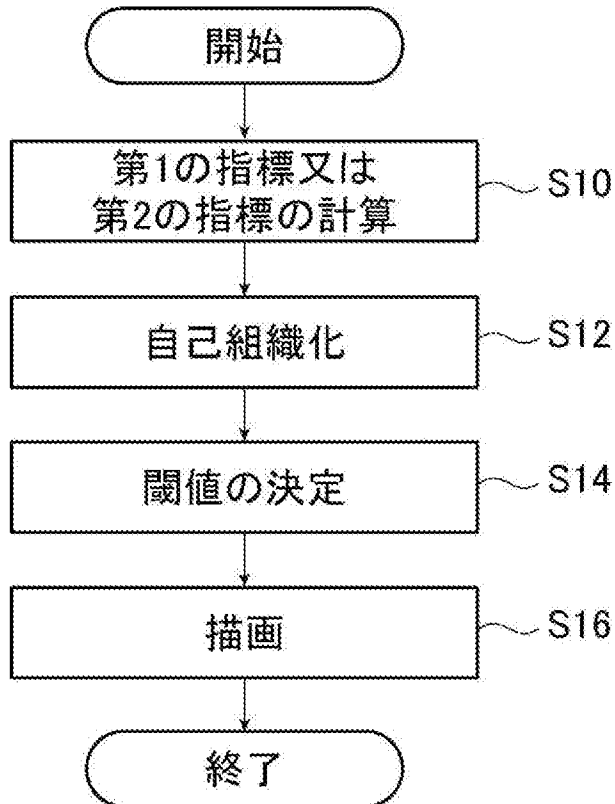
[図3]



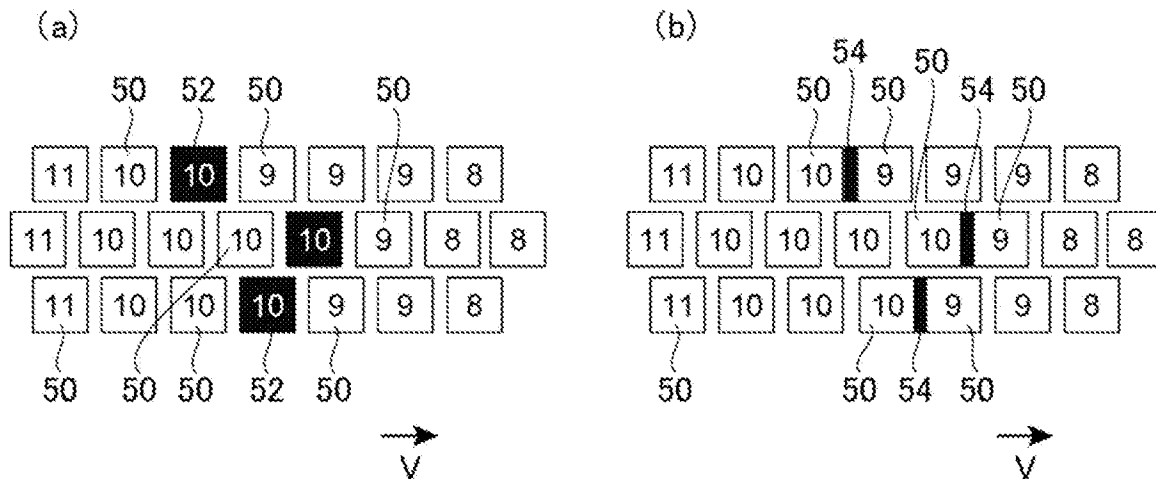
[图4]



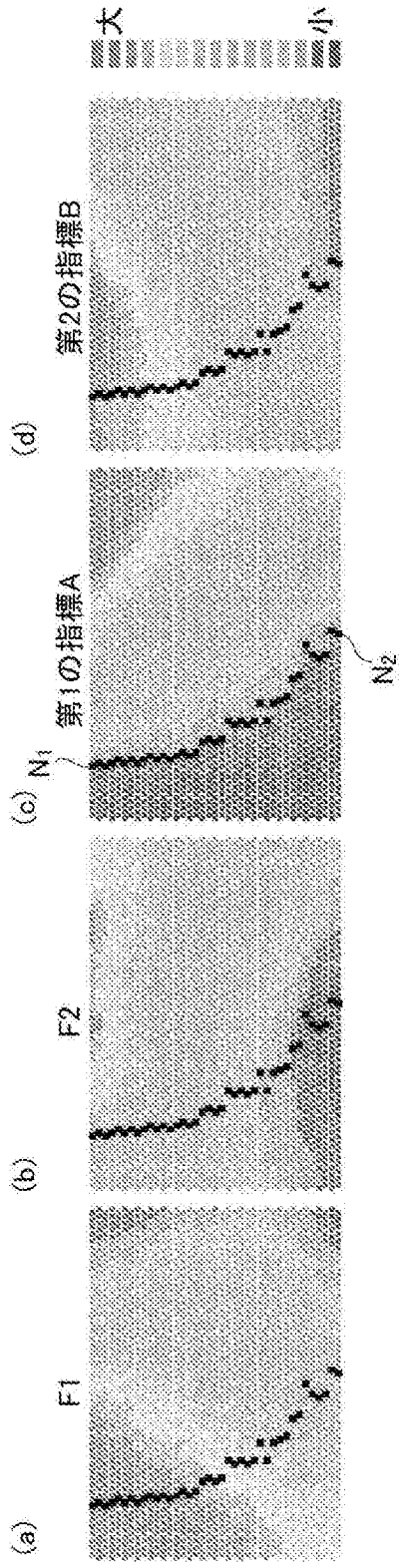
[図5]



[図6]

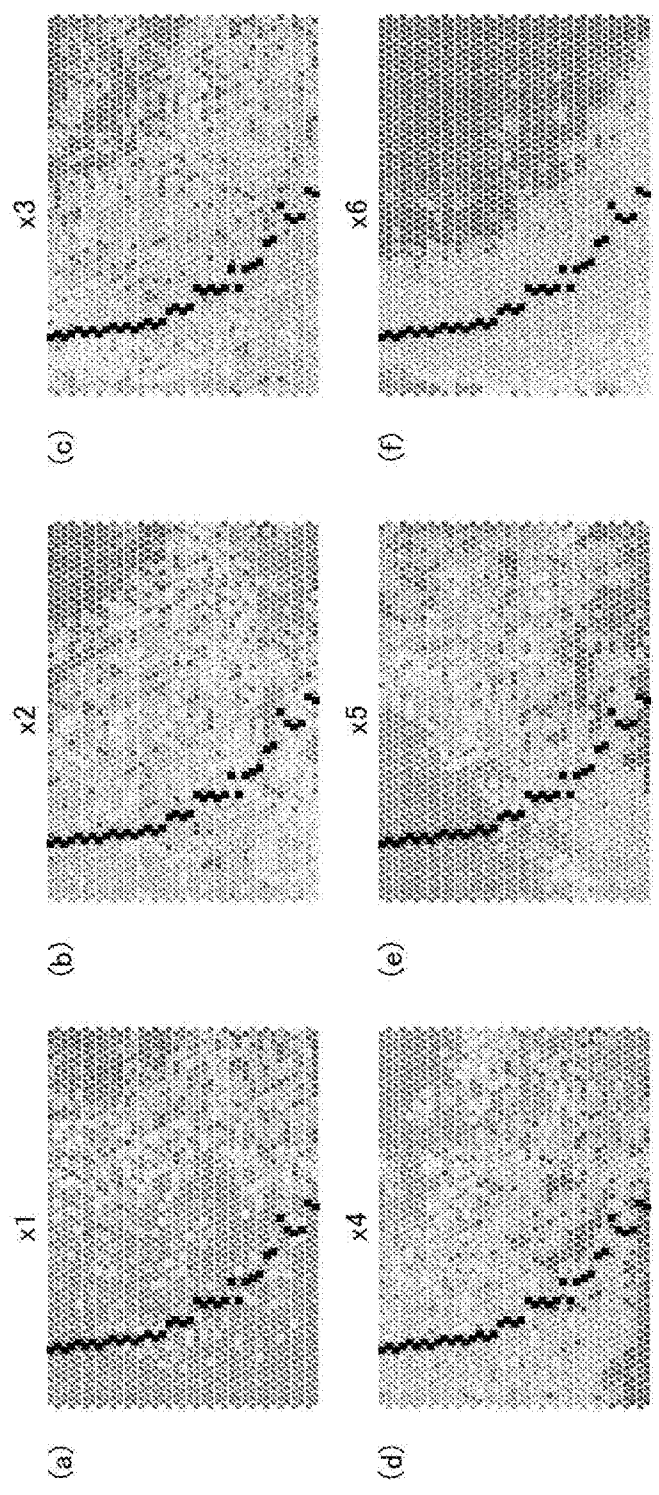


[図7]

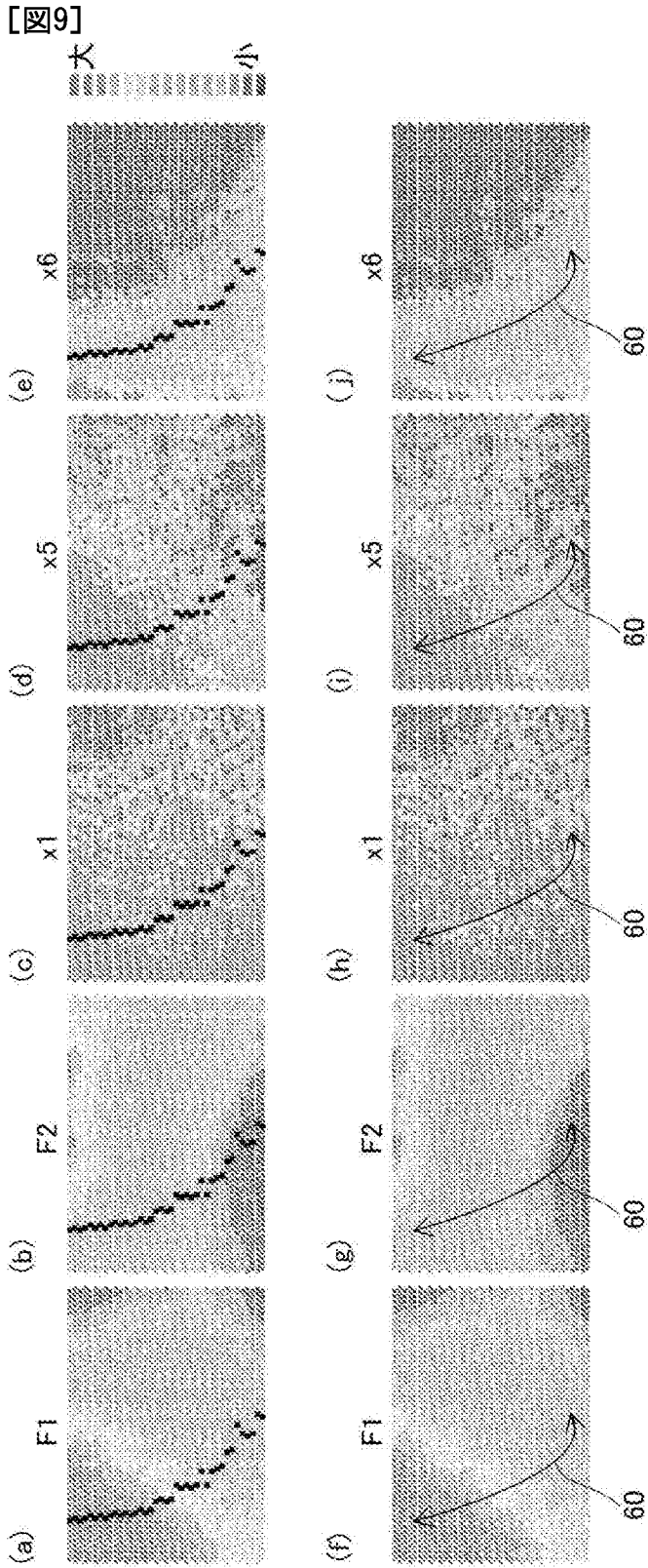


[図8]

大
小

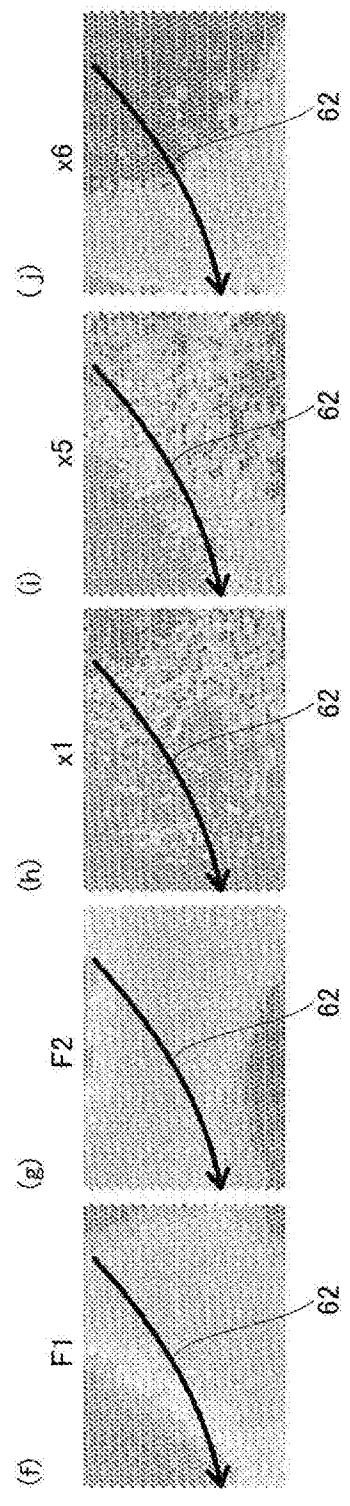
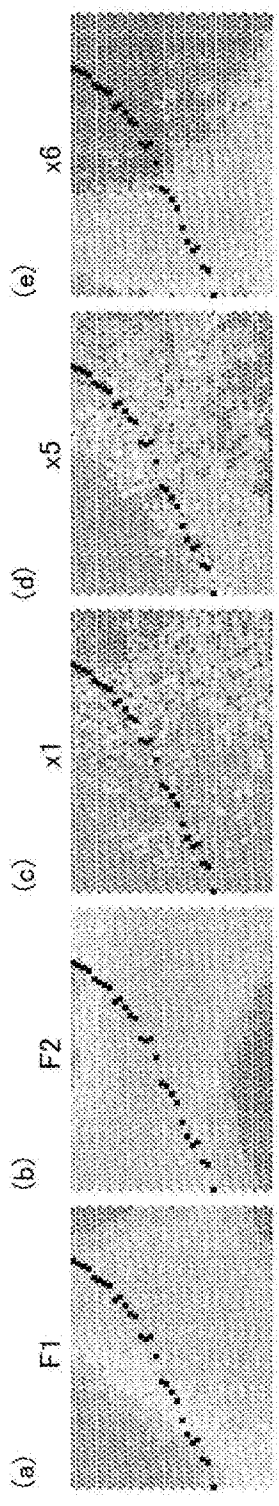


[図9]

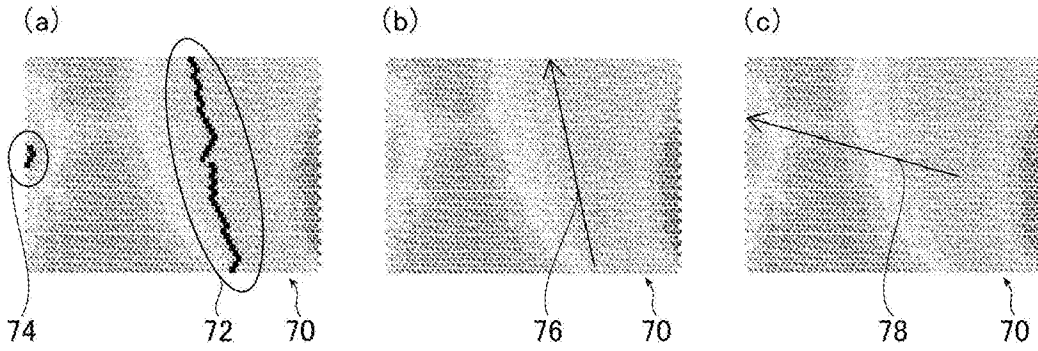


[図10]

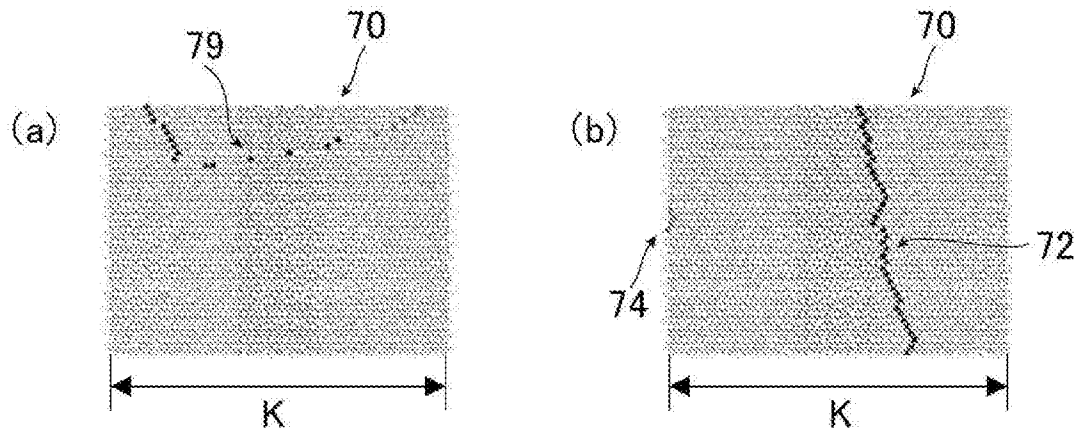
大
小



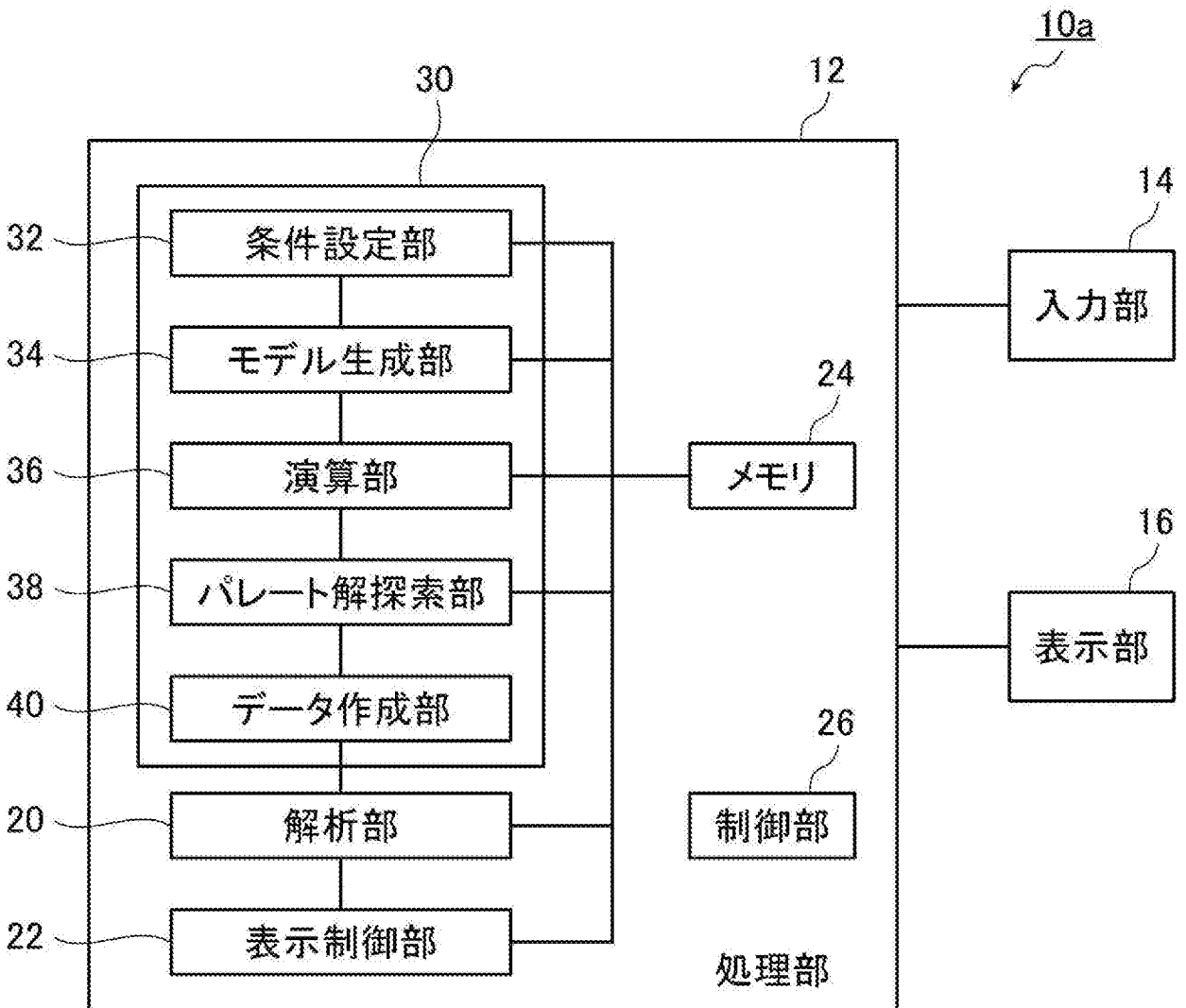
[図11]



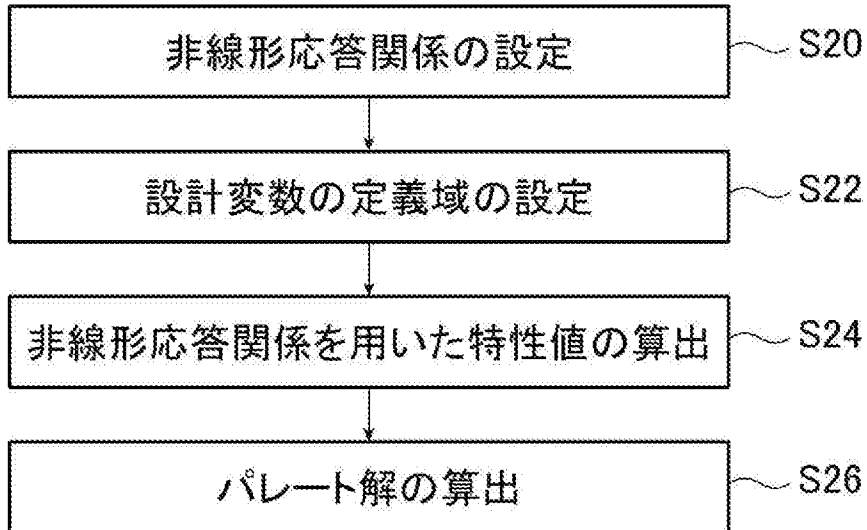
[図12]



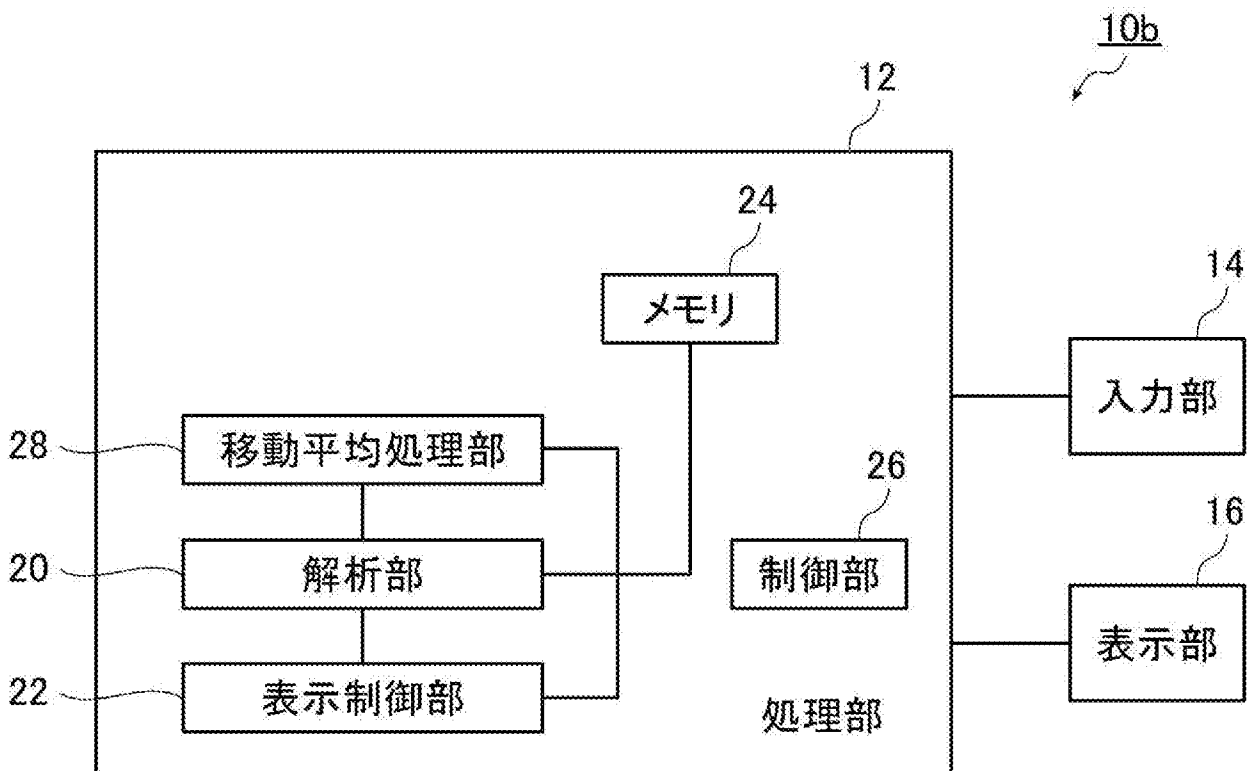
[図13]



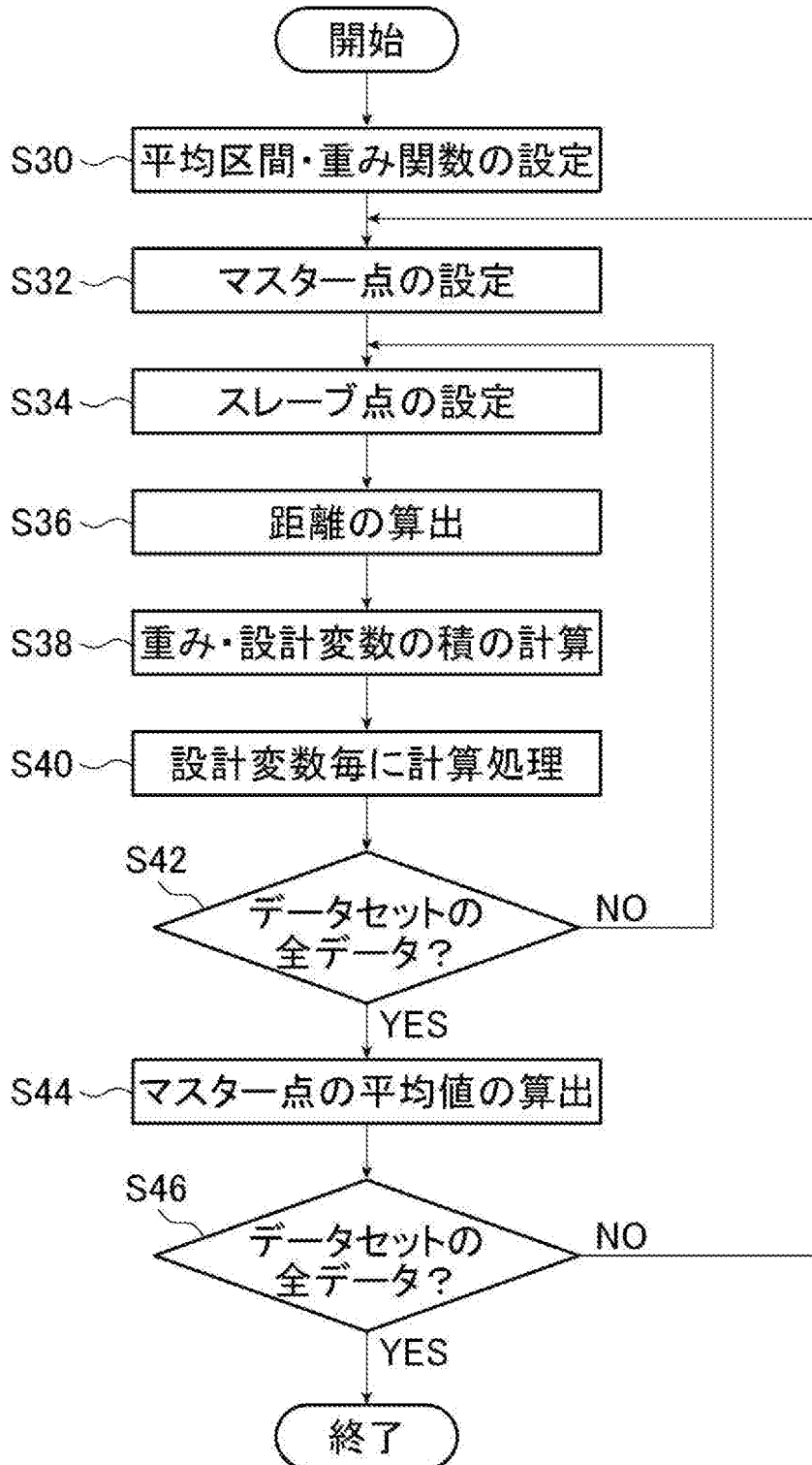
[図14]



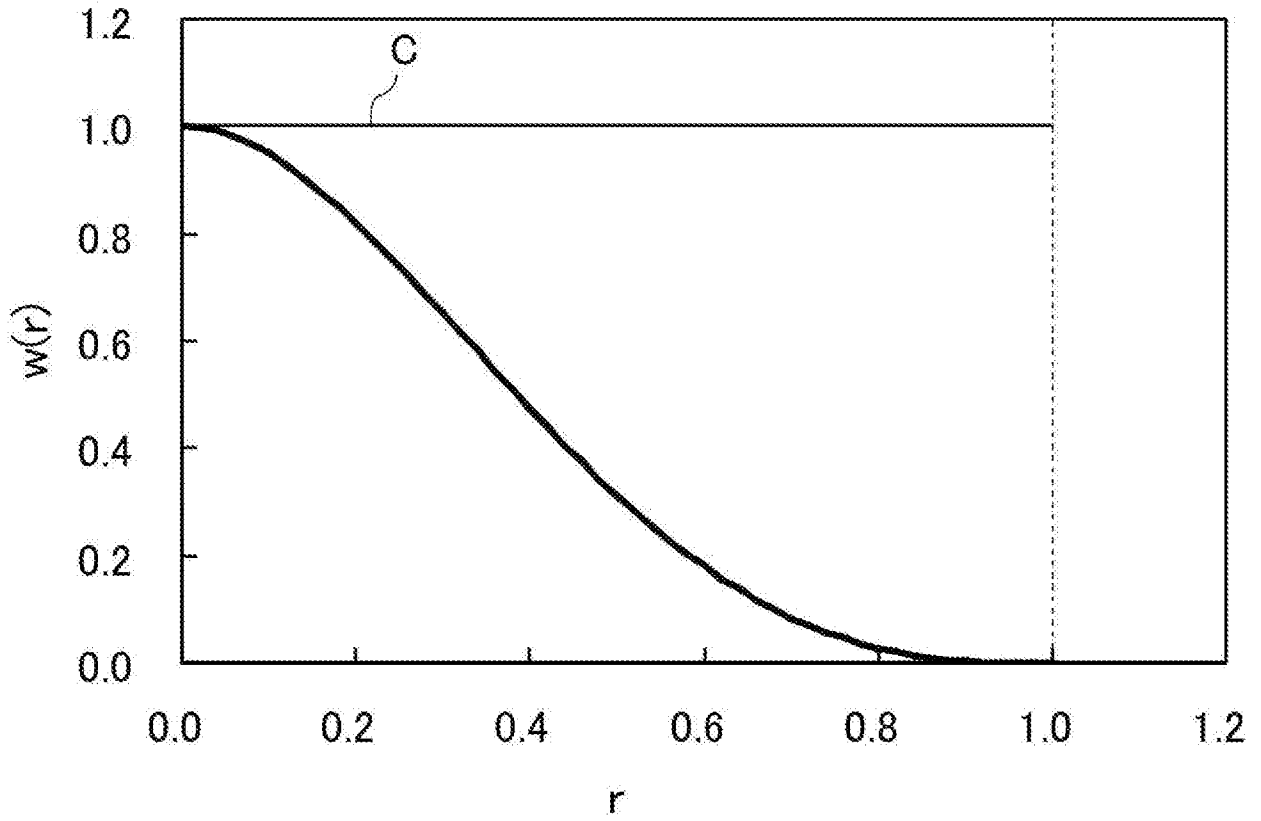
[図15]



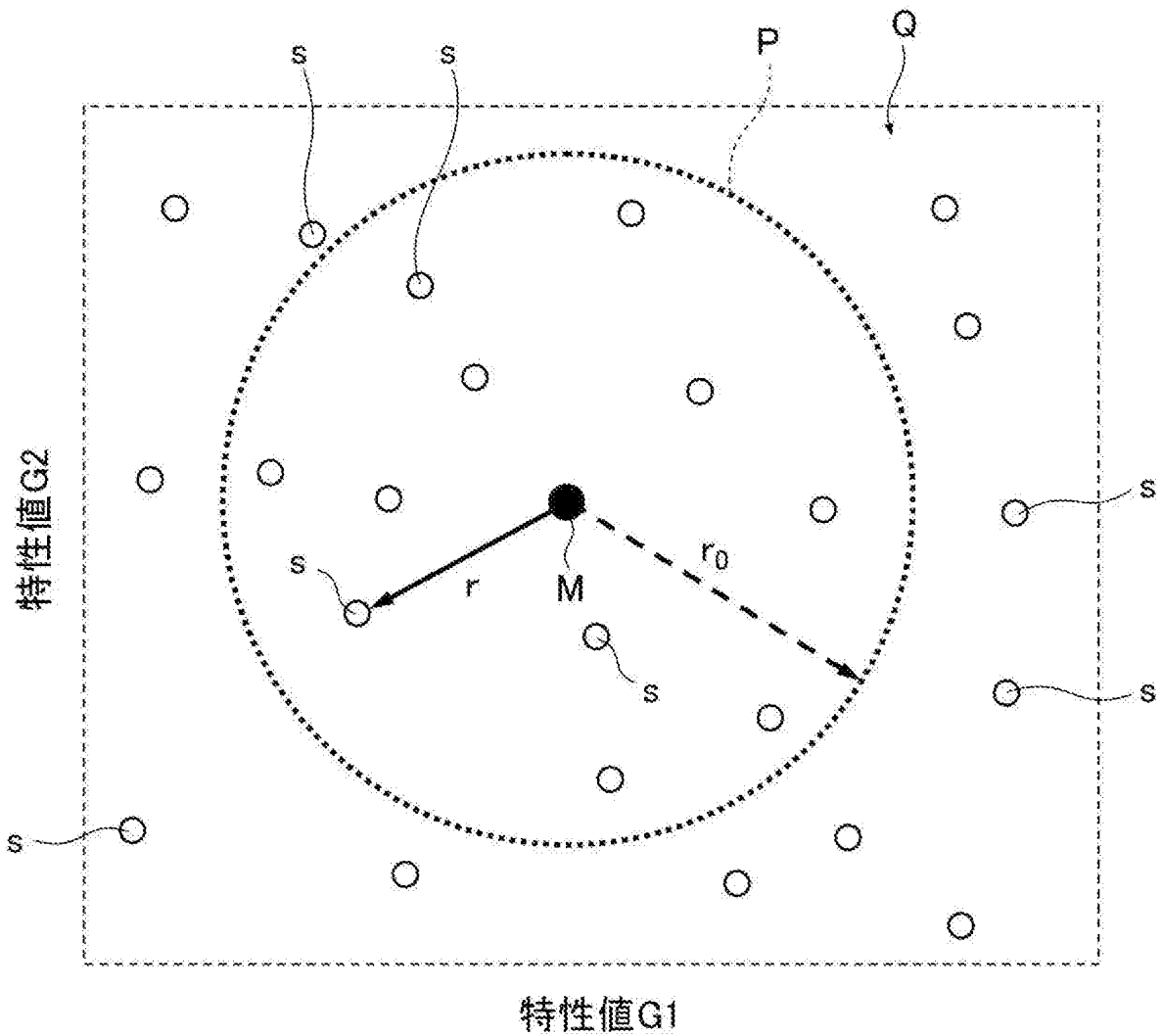
[図16]



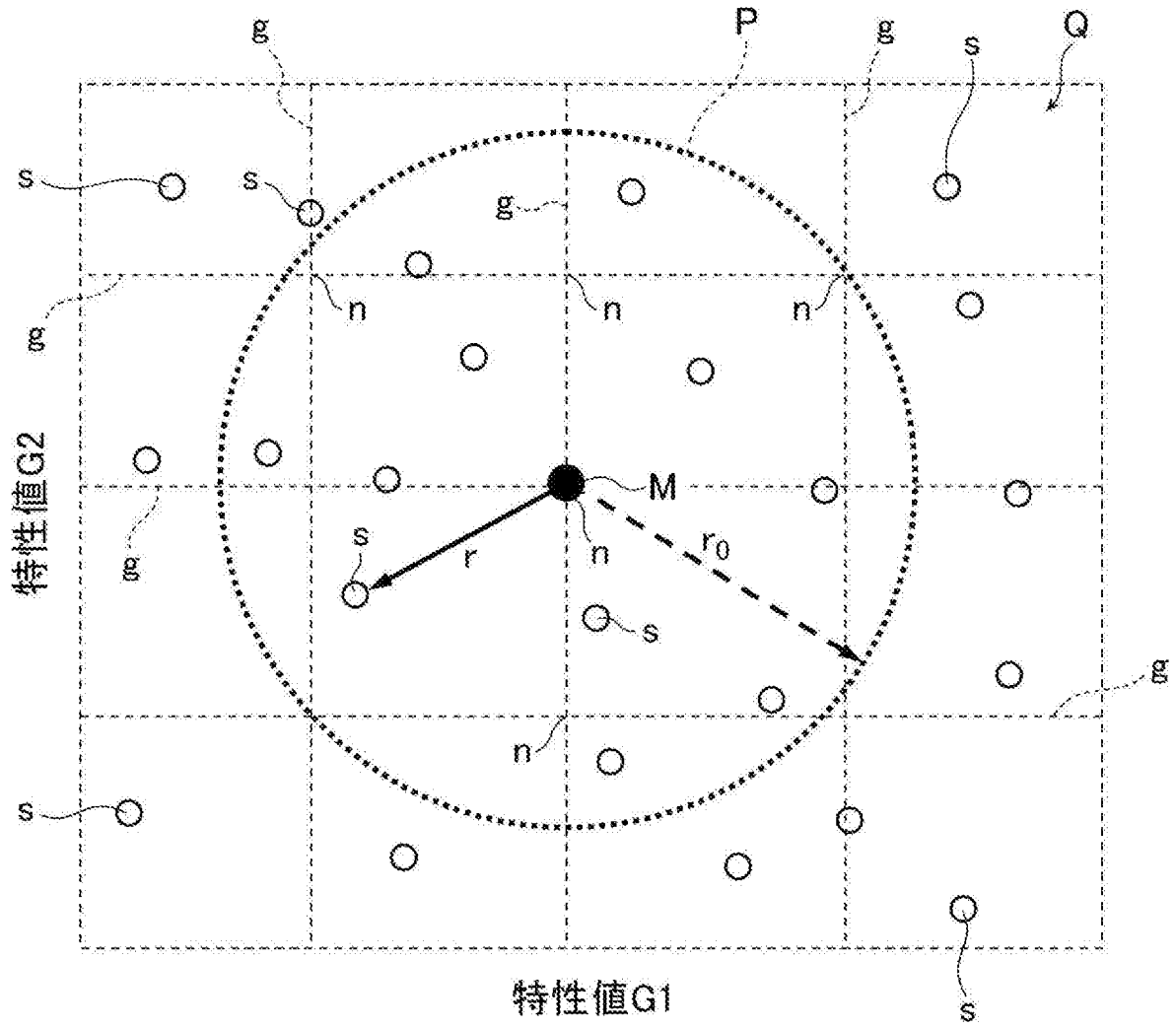
[図17]



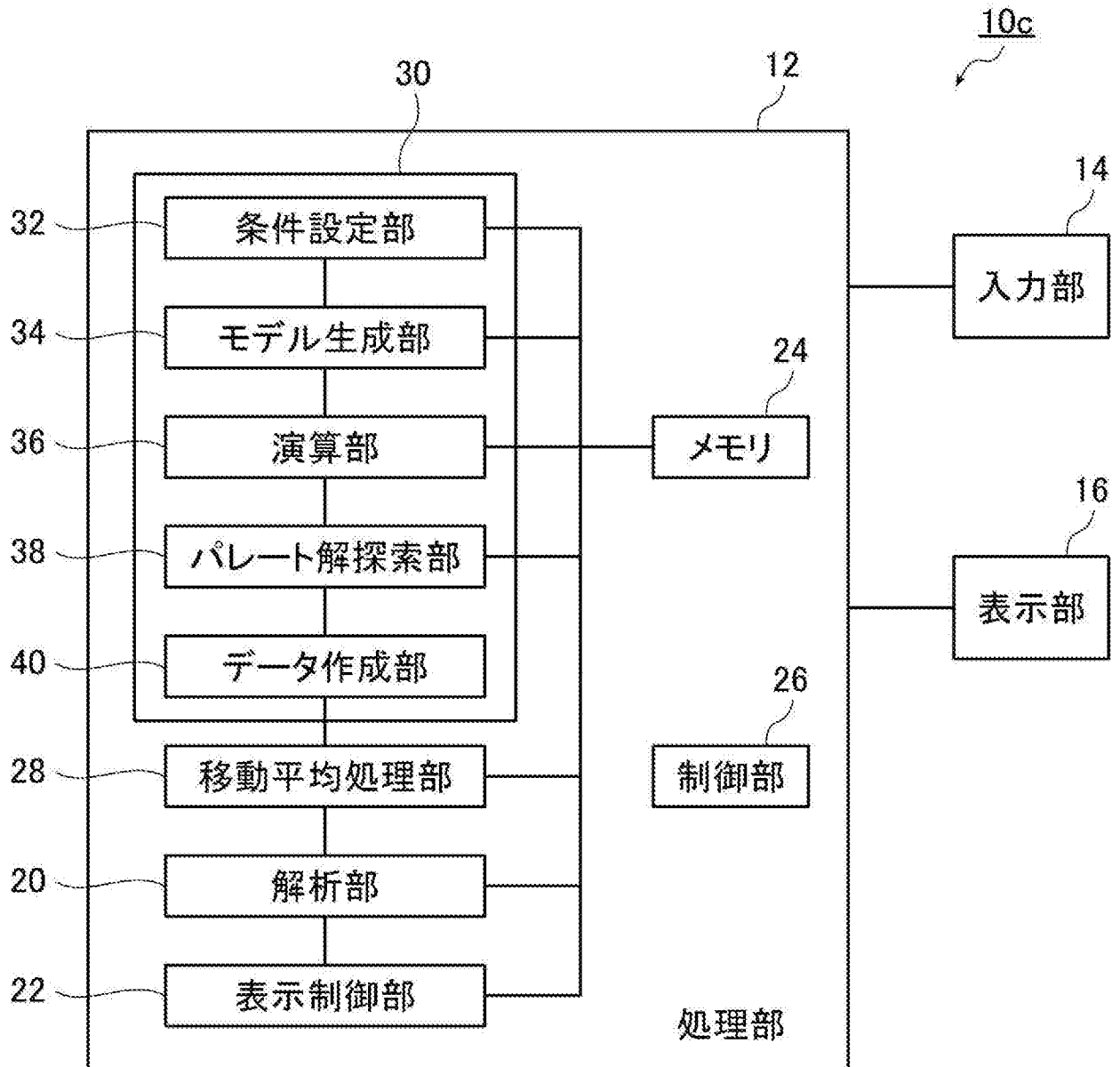
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/082262

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G06N99/00(2010.01)i, G06F17/50(2006.01)i, G06N3/08(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)
G06N99/00, G06F17/50, G06N3/08

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2006-285381 A (The Yokohama Rubber Co., Ltd.), 19 October 2006 (19.10.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-11
A	JP 2014-182605 A (The Yokohama Rubber Co., Ltd.), 29 September 2014 (29.09.2014), entire text; all drawings (Family: none)	1-11

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 02 February 2016 (02.02.16)	Date of mailing of the international search report 09 February 2016 (09.02.16)
--	---

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/JP2015/082262

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Hiroyuki HIRANO, Tomohiro YOSHIKAWA, "A study on Multi-group Moving Method to Improve Convergence in Many-Objective Optimization Problems", 2013 Nendo The 27th Proceedings of the Annual Conference of JSAI [CD-ROM], 04 June 2013 (04.06.2013), 2L1-4, pages 1 to 4, particularly, 3.1 Hyoka Shihyo	1-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. G06N99/00(2010.01)i, G06F17/50(2006.01)i, G06N3/08(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. G06N99/00, G06F17/50, G06N3/08

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 1971-2016年
 日本国実用新案登録公報 1996-2016年
 日本国登録実用新案公報 1994-2016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 2006-285381 A（横浜ゴム株式会社）2006.10.19, 全文, 全図 （ファミリーなし）	1-11
A	JP 2014-182605 A（横浜ゴム株式会社）2014.09.29, 全文, 全図 （ファミリーなし）	1-11

☑ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日
 02.02.2016

国際調査報告の発送日
 09.02.2016

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）	5B	3351
石川 亮		
電話番号 03-3581-1101 内線	3545	

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	平野博之, 吉川大弘, 多数目的最適化における収束性向上のための多群移動型手法の検討, 2013年度 人工知能学会全国大会 (第27回) 論文集 [CD-ROM], 2013.06.04, 2L1-4, p.1-4, 特に3.1 評価指標	1-11