

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7535697号  
(P7535697)

(45)発行日 令和6年8月19日(2024.8.19)

(24)登録日 令和6年8月8日(2024.8.8)

(51)国際特許分類 F I  
G 0 5 B 23/02 (2006.01) G 0 5 B 23/02 G

請求項の数 7 (全22頁)

(21)出願番号	特願2020-101907(P2020-101907)	(73)特許権者	314012076 パナソニックIPマネジメント株式会社 大阪府門真市元町2番6号
(22)出願日	令和2年6月11日(2020.6.11)	(74)代理人	100109210 弁理士 新居 広守
(65)公開番号	特開2021-196778(P2021-196778 A)	(74)代理人	100137235 弁理士 寺谷 英作
(43)公開日	令和3年12月27日(2021.12.27)	(74)代理人	100131417 弁理士 道坂 伸一
審査請求日	令和5年3月30日(2023.3.30)	(72)発明者	吉田 寛子 大阪府門真市大字門真1006番地 パ ナソニック株式会社内
		(72)発明者	原 伸夫 大阪府門真市大字門真1006番地 パ ナソニック株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 生成方法、推定方法、生成装置、および推定装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

プロセッサがメモリを用いて実行する生成方法であって、  
 デバイスの加工の実験を行い、前記加工の条件を示す第1種情報および第2種情報と、  
 前記加工の結果を示す第3種情報および第4種情報とを取得し、  
 前記第1種情報、前記第2種情報および前記第3種情報の第1関係と、前記第1種情報  
 、前記第2種情報および前記第4種情報の第2関係とを導出し、  
 モデルであって、前記加工の際に計測された前記第2種情報および前記第3種情報を入力  
 として、前記第1関係および前記第2関係を用いて、前記加工の結果を示す前記第4種  
 情報を推定するモデルを生成して出力し、  
 前記加工は、レーザー溶接であり、  
 前記第1種情報は、前記レーザー溶接において溶接される板材間の隙間幅を含み、  
 前記第2種情報は、前記レーザー溶接におけるレーザーのスキャン速度を含み、  
 前記第3種情報は、前記レーザー溶接におけるレーザー溶接部の表面溶接幅を含み、  
 前記第4種情報は、前記レーザー溶接におけるレーザー溶接部の界面溶接幅を含む  
 生成方法。

【請求項2】

前記第1関係は、前記第1種情報および前記第2種情報を入力として前記第3種情報を  
 出力する第1式で表現され、  
 前記第2関係は、前記第1種情報および前記第2種情報を入力として前記第4種情報を

出力する第 2 式で表現され、

前記モデルは、

前記第 1 式から導出される第 3 式であって、前記第 2 種情報および前記第 3 種情報を入力として前記第 1 種情報を出力する第 3 式を含む

請求項 1 に記載の生成方法。

【請求項 3】

前記モデルは、

さらに、前記第 2 式を含み、

前記加工の際に計測された前記第 2 種情報および前記第 3 種情報を入力として前記第 3 式によって出力された前記第 1 種情報と、前記加工の際に計測された前記第 2 種情報とを  
10  
入力として前記第 2 式によって出力された前記第 4 種情報を取得するモデルを含む

請求項 2 に記載の生成方法。

【請求項 4】

前記第 1 種情報および前記第 4 種情報は、前記加工の際に計測されない情報としてあらかじめ定められた情報であり、

前記第 2 種情報および前記第 3 種情報は、前記加工の際に計測される情報としてあらかじめ定められた情報である

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の生成方法。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の生成方法によって出力されたモデルに、前記加工  
20  
の際に計測された前記第 2 種情報および前記第 3 種情報を入力し、

前記第 2 種情報および前記第 3 種情報を前記モデルに入力したことで出力される前記第 4 種情報を、前記加工の結果を推定した推定情報として出力する

推定方法。

【請求項 6】

プロセッサと、前記プロセッサに接続されたメモリとを備え、

前記プロセッサは、前記メモリを用いて、

デバイスの加工の実験を行い、前記加工の条件を示す第 1 種情報および第 2 種情報と、  
前記加工の結果を示す第 3 種情報および第 4 種情報とを取得し、

前記第 1 種情報、前記第 2 種情報および前記第 3 種情報の第 1 関係と、前記第 1 種情報  
30  
、前記第 2 種情報および前記第 4 種情報の第 2 関係とを導出し、

モデルであって、前記加工の際に計測された前記第 2 種情報および前記第 3 種情報を入力として、前記第 1 関係および前記第 2 関係を用いて、前記加工の結果を示す前記第 4 種  
情報を推定するモデルを生成して出力し、

前記加工は、レーザー溶接であり、

前記第 1 種情報は、前記レーザー溶接において溶接される板材間の隙間幅を含み、

前記第 2 種情報は、前記レーザー溶接におけるレーザーのスキャン速度を含み、

前記第 3 種情報は、前記レーザー溶接におけるレーザー溶接部の表面溶接幅を含み、

前記第 4 種情報は、前記レーザー溶接におけるレーザー溶接部の界面溶接幅を含む  
40  
生成装置。

【請求項 7】

プロセッサと、前記プロセッサに接続されたメモリとを備え、

前記プロセッサは、前記メモリを用いて、

請求項 6 に記載の生成装置によって出力されたモデルに、前記加工の際に計測された前  
記第 2 種情報および前記第 3 種情報を入力することで出力される前記第 4 種情報を、前記  
加工の結果を推定した推定情報として出力する  
推定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、生成方法、推定方法、生成装置、および推定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、デバイスの加工の関するモデルが利用されている。このようなモデルについて、目的変数（出力変数）のパラメータを、説明変数（入力変数）のパラメータから推定する、多くの事例が報告されている。実際の物理現象に基づいた物理モデルを構成できる場合には、この物理モデルを用いて目的変数のパラメータを推定することで、高精度な推定が可能であり、また、モデリングに必要な計測工数も抑えることができる。

【0003】

一方、物理モデルの構成が難しい場合には、例えば蓄積された多くの測定データを利用して、入出力関係を多項式モデルで仮定し、フィッティングにより推定する方法が知られている。これら2つの方法を組み合わせた推定方法も提案されている（特許文献1参照）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特許第4539619号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記のような方法は、いずれも説明変数のパラメータの計測データが、デバイスの加工時にインライン収集される前提となっている。

20

【0006】

一方、目的変数を高精度に推定できるモデルを得るためには、説明変数の中に、インラインでは測定データが収集されないパラメータを含む場合も想定される。この場合、モデルをインラインで活用できるようにするためには、インラインでは測定データが収集されないパラメータを出力変数とするもう1つの実験計画を組み合わせるなどの工夫を行う必要がある。

【0007】

ただし、このような工夫を行ったとしても、もう1つの実験計画の入力変数が、変数の性質上、計画通りに実験点を生成できないことが想定される。また、計画通りに実験点を生成できたとしても、2回の実験計画を実施する必要があるので、モデルの生成に必要な実験回数が倍増してしまうという問題がある。

30

【0008】

本発明は、このような従来技術の問題を鑑みてなされたものであり、加工の結果を示す情報を適切に推定するモデルを生成する生成方法など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】

【0009】

本発明の一態様に係るモデル生成方法は、プロセッサがメモリを用いて実行する生成方法であって、デバイスの加工の実験を行い、前記加工の条件を示す第1種情報および第2種情報と、前記加工の結果を示す第3種情報および第4種情報とを取得し、前記第1種情報、前記第2種情報および前記第3種情報の第1関係と、前記第1種情報、前記第2種情報および前記第4種情報の第2関係とを導出し、モデルであって、前記加工の際に計測された前記第2種情報および前記第3種情報を入力として、前記第1関係および前記第2関係を用いて、前記加工の結果を示す前記第4種情報を推定するモデルを生成して出力する。

40

【0010】

なお、これらの包括的または具体的な態様は、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラムまたはコンピュータ読み取り可能なCD-ROMなどの記録媒体で実現されてもよく、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラムおよび記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。

【発明の効果】

50

## 【 0 0 1 1 】

本発明の生成方法は、加工の結果を示す情報を適切に推定するモデルを生成することができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 2 】

【 図 1 】 図 1 は、実施の形態に係るシステムの構成を示す説明図である。

【 図 2 】 図 2 は、実施の形態に係るシステムの処理を示す説明図である。

【 図 3 】 図 3 は、実施の形態に係る生成装置の機能構成を示すブロック図である。

【 図 4 】 図 4 は、レーザー溶接工程に関するパラメータを示す説明図である。

【 図 5 】 図 5 は、実施の形態に係る実験における第 1 ～ 第 4 パラメータの関係を示す説明図である。 10

【 図 6 】 図 6 は、実施の形態に係る生成装置が導出する、第 1 ～ 第 4 パラメータと第 1 および第 2 統計モデル式との関係を示す説明図である。

【 図 7 】 図 7 は、実施の形態に係る生成装置が導出する、第 1 ～ 第 3 パラメータと第 3 統計モデル式との関係を示す説明図である。

【 図 8 】 図 8 は、実施の形態に係る生成装置が生成する推定モデルを示す説明図である。

【 図 9 】 図 9 は、実施の形態に係る生成装置が実行する処理を示すフロー図である。

【 図 1 0 】 図 1 0 は、実施の形態に係る推定モデルの推定の精度を、関連技術と比較して示す説明図である。

【 図 1 1 】 図 1 1 は、実施の形態に係る推定装置のハードウェア構成を示すブロック図である。 20

【 図 1 2 】 図 1 2 は、実施の形態に係る推定装置の機能構成を示すブロック図である。

【 図 1 3 】 図 1 3 は、実施の形態に係る推定装置が実行する処理を示すフロー図である。

【 図 1 4 】 図 1 4 は、実施の形態の変形例に係る生成装置が実行する処理を示すフロー図である。

【 図 1 5 】 図 1 5 は、実施の形態の変形例に係る推定装置が実行する処理を示すフロー図である。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 1 3 】

本発明の一態様に係る生成方法は、プロセッサがメモリを用いて実行する生成方法であって、デバイスの加工の実験を行い、前記加工の条件を示す第 1 種情報および第 2 種情報と、前記加工の結果を示す第 3 種情報および第 4 種情報とを取得し、前記第 1 種情報、前記第 2 種情報および前記第 3 種情報の第 1 関係と、前記第 1 種情報、前記第 2 種情報および前記第 4 種情報の第 2 関係とを導出し、モデルであって、前記加工の際に計測された前記第 2 種情報および前記第 3 種情報を入力として、前記第 1 関係および前記第 2 関係を用いて、前記加工の結果を示す前記第 4 種情報を推定するモデルを生成して出力する。 30

## 【 0 0 1 4 】

上記態様によれば、実験から得られた第 1 種情報、第 2 種情報、第 3 種情報および第 4 種情報の関係を用いて、加工の際に得られた第 2 種情報および第 3 種情報から、加工の際の第 4 種情報を推定するモデルを得ることができる。このモデルを用いれば、加工の際に第 4 種情報が得られない場合であっても、加工の際に第 2 種情報および第 3 種情報が得られる場合であれば、加工の際の第 4 種情報を推定により得ることができる。このように、上記生成方法によれば、加工の結果を示す情報を適切に推定するモデルを生成することができる。また、第 4 種情報の推定の際に、第 4 種情報を出力変数とする新たな実験を行う必要もない。そのため、加工の際に得られない情報を取得するために実験回数が増えることを未然に回避できる効果がある。 40

## 【 0 0 1 5 】

例えば、前記第 1 関係は、前記第 1 種情報および前記第 2 種情報を入力として前記第 3 種情報を出力する第 1 式で表現され、前記第 2 関係は、前記第 1 種情報および前記第 2 種情報を入力として前記第 4 種情報を出力する第 2 式で表現され、前記モデルは、前記第 1 50

式から導出される第3式であって、前記第2種情報および前記第3種情報を入力として前記第1種情報を入力する第3式を含んでもよい。

【0016】

上記態様によれば、第1式から式変形によって導出される第3式を用いて第4種情報を得ることができる。よって、上記生成方法によれば、加工の結果を示す情報を適切に推定するモデルをより容易に生成することができる。

【0017】

例えば、前記モデルは、さらに、前記第2式を含み、前記加工の際に計測された前記第2種情報および前記第3種情報を入力として前記第3式によって出力された前記第1種情報と、前記加工の際に計測された前記第2種情報とを入力として前記第2式によって出力された前記第4種情報を取得するモデルを含んでもよい。

10

【0018】

上記態様によれば、第2種情報と第3種情報との実測値から第3式によって第1種情報を容易に推定でき、推定された第1種情報と、第2種情報の計測値から第2式によって第4種情報を推定できる。よって、上記生成方法によれば、加工の結果を示す情報を適切に推定するモデルをより容易に生成することができる。

【0019】

例えば、前記第1種情報および前記第4種情報は、前記加工の際に計測されない情報としてあらかじめ定められた情報であり、前記第2種情報および前記第3種情報は、前記加工の際に計測される情報としてあらかじめ定められた情報であってもよい。

20

【0020】

上記態様によれば、加工の条件を示す情報に計測されない情報があり、かつ、加工の結果を示す情報に計測されない情報がある場合に、加工の結果を示す情報を適切に推定することができる。よって、上記生成方法によれば、加工の際に計測されない情報がある場合であっても、加工の結果を示す情報を適切に推定するモデルを生成することができる。

【0021】

例えば、前記加工は、レーザー溶接であり、前記第1種情報は、前記レーザー溶接において溶接される板材間の隙間幅を含み、前記第2種情報は、前記レーザー溶接におけるレーザーのスキャン速度を含み、前記第3種情報は、前記レーザー溶接におけるレーザー溶接部の表面溶接幅を含み、前記第4種情報は、前記レーザー溶接におけるレーザー溶接部の界面溶接幅を含んでもよい。

30

【0022】

上記態様によれば、レーザー溶接における加工の結果を示す情報を適切に推定するモデルをより容易に生成することができる。

【0023】

本発明の一態様に係る推定方法は、請求項1～5のいずれか1項に記載の生成方法によって出力されたモデルに、前記加工の際に計測された前記第2種情報および前記第3種情報を入力し、前記第2種情報および前記第3種情報を前記モデルに入力したことで出力される前記第4種情報を、前記加工の結果を推定した推定情報として出力する。

【0024】

上記態様によれば、加工の際に得た第2種情報および第3種情報をモデルに入力することで、加工の結果を示す情報を適切に推定することができる。

40

【0025】

本発明の一態様に係る生成装置は、プロセッサと、前記プロセッサに接続されたメモリとを備え、前記プロセッサは、前記メモリを用いて、デバイスの加工の実験を行い、前記加工の条件を示す第1種情報および第2種情報と、前記加工の結果を示す第3種情報および第4種情報とを取得し、前記第1種情報、前記第2種情報および前記第3種情報の第1関係と、前記第1種情報、前記第2種情報および前記第4種情報の第2関係とを導出し、モデルであって、前記加工の際に計測された前記第2種情報および前記第3種情報を入力として、前記第1関係および前記第2関係を用いて、前記加工の結果を示す前記第4種情

50

報を推定するモデルを生成して出力する。

【0026】

これによれば、上記生成方法と同様の効果を奏する。

【0027】

本発明の一態様に係る推定装置は、プロセッサと、前記プロセッサに接続されたメモリとを備え、前記プロセッサは、前記メモリを用いて、請求項7に記載の生成装置によって出力されたモデルに、前記加工の際に計測された前記第2種情報および前記第3種情報を入力することで出力される前記第4種情報を、前記加工の結果を推定した推定情報として出力する。

【0028】

これによれば、上記推定方法と同様の効果を奏する。

【0029】

なお、これらの包括的または具体的な態様は、システム、装置、集積回路、コンピュータプログラムまたはコンピュータ読み取り可能なCD-ROMなどの記録媒体で実現されてもよく、システム、装置、集積回路、コンピュータプログラムまたは記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。

【0030】

以下、実施の形態について、図面を参照しながら具体的に説明する。

【0031】

なお、以下で説明する実施の形態は、いずれも包括的または具体的な例を示すものである。以下の実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態、ステップ、ステップの順序などは、一例であり、本発明を限定する主旨ではない。また、以下の実施の形態における構成要素のうち、最上位概念を示す独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。

【0032】

(実施の形態)

本実施の形態において、加工の結果を示す情報を適切に推定するモデルを生成する生成方法などについて説明する。

【0033】

まず、デバイスの加工の工程について説明する。ここではデバイスの加工の一例として製造ラインにおけるレーザー溶接工程について記述するが、本実施の形態の適用はこれに限定されるものではない。

【0034】

一般に、デバイスの加工の工程では、当該工程の品質の評価がなされる。品質の評価は、当該デバイスの加工の品質を示す情報、より具体的には、当該デバイスの加工の品質に関連した物理量を評価することでなされる。しかしながら、上記物理量が必ず計測され得るとは限らず、計測され得ないこともある。

【0035】

例えば、製造ラインにおけるレーザー溶接工程において、プロセス品質を評価する指標の1つとして接合強度が挙げられる。仮にインラインで接合強度が計測されれば、当該工程を経て生産される製品の不良を未然に防ぐための制御につなげられる可能性があるという利点がある。

【0036】

しかし、接合強度は、インラインで計測されることが、実質上、困難または不可能である。そのため、接合強度は、オフラインで実施される接合強度評価試験により評価せざるを得ない。

【0037】

また、接合強度は、溶接対象である板材間の界面溶融面積と相関があり、界面溶融面積は、界面溶接幅と溶接距離とにより算出され得る。そのため、板材間の界面溶接幅を推定できれば、接合強度の評価につなげることができる。しかしながら、界面溶接幅もインラ

10

20

30

40

50

インでの計測が行われないのが現状である。

【 0 0 3 8 】

本実施の形態のシステムは、加工の条件を示す情報のうちの計測可能な情報、および、加工の結果を示す情報のうちの計測可能な情報から、デバイスの加工の品質を示す情報を推定することにより、デバイスの加工の品質の評価を可能とする。この方法によれば、デバイスの加工の品質を示す情報が直接に計測されない場合に、その情報を推定によって得ることができる。

【 0 0 3 9 】

以降において、加工の条件を示す情報、および、加工の結果を示す情報から、デバイスの加工の品質を示す情報を推定するモデルを生成するモデル生成方法、および、上記モデルを用いた上記情報の推定方法について説明する。

10

【 0 0 4 0 】

図 1 は、本実施の形態に係るシステム 1 の構成を示す説明図である。

【 0 0 4 1 】

図 1 に示されるように、システム 1 は、生成装置 1 0 と、推定装置 2 0 とを備える。推定装置 2 0 は、加工装置 2 9 と接続されている。

【 0 0 4 2 】

生成装置 1 0 は、デバイスの加工の結果を示す情報を推定するモデルを生成する装置である。生成装置 1 0 は、加工装置 2 9 によるデバイスの加工の実験を行うことにより得られる情報に基づいて、デバイスの加工の結果を示す情報を推定するモデル（推定モデルともいう）を生成する。生成装置 1 0 は、生成した推定モデルを推定装置 2 0 に提供する。生成装置 1 0 は、上記の処理をオフラインで実行する。

20

【 0 0 4 3 】

推定装置 2 0 は、デバイスの加工の結果を示す情報を推定する装置である。推定装置 2 0 は、デバイスの加工の条件を示す情報、および、デバイスの加工の結果を示す情報を加工装置 2 9 から取得し、取得した上記情報を推定モデルに入力することで、デバイスの加工の結果を示す情報を推定する。推定装置 2 0 は、上記の処理をインラインで実行する。

【 0 0 4 4 】

加工装置 2 9 は、デバイスの加工を行う装置である。デバイスの加工は、具体的には、デバイスのレーザー溶接、又は、スパッタなどが含まれる。

30

【 0 0 4 5 】

図 2 は、本実施の形態に係るシステム 1 の処理を示す説明図である。

【 0 0 4 6 】

図 2 に示されるように、ステップ S 1 において、生成装置 1 0 は、デバイスの加工の結果を示す情報を推定する推定モデルをオフラインで生成する。このとき、生成装置 1 0 は、加工の実験を行うことで得られる情報を用いて上記推定モデルを生成する。

【 0 0 4 7 】

ステップ S 2 において、生成装置 1 0 は、ステップ S 1 で生成した推定モデルを推定装置 2 0 に格納する。

【 0 0 4 8 】

40

ステップ S 3 において、推定装置 2 0 は、ステップ S 2 で格納された推定モデルを用いて、加工の結果を示す情報（パラメータ）をインラインで推定し、出力する。このとき、推定装置 2 0 は、デバイスの加工を実際に行った結果として得られる情報を用いて上記情報を推定する。

【 0 0 4 9 】

以降において、生成装置 1 0 および推定装置 2 0 それぞれの構成と処理とを説明する。

【 0 0 5 0 】

（生成装置 1 0 ）

図 3 は、本実施の形態に係る生成装置 1 0 の機能構成を示すブロック図である。

【 0 0 5 1 】

50

図3に示されるように、生成装置10は、取得部11と、導出部12と、生成部13とを備える。生成装置10は、一般的なコンピュータ装置によって実現され得る。生成装置10が備える各機能部は、生成装置10が備えるプロセッサ(例えばCPU(Central Processing Unit))(不図示)がメモリを用いてプログラムを実行することで実現され得る。

【0052】

取得部11は、デバイスの加工の実験を行い、加工の条件を示す第1パラメータおよび第2パラメータと、加工の結果を示す第3パラメータおよび第4パラメータとを取得する機能部である。第1パラメータ、第2パラメータ、第3パラメータおよび第4パラメータを、それぞれ、第1種情報、第2種情報、第3種情報および第4種情報ともいう。デバイスの加工の実験は、デバイスの加工より前にそのデバイスの加工を想定してなされる実験であり、オフラインで実施されるものである。デバイスの加工の実験は、例えば、製造ラインにおける加工工程と同様の工程を別環境で実際に行う実機実験、または、製造ラインにおける加工工程を疑似した工程をコンピュータシミュレーションで行うシミュレーション実験を含む。

10

【0053】

なお、実機実験によって上記パラメータを取得する場合には、取得部11は、生成装置10とは異なる実験装置において行われた実機実験の結果を、当該装置から取得してもよい。その際、取得部11は、上記実験装置を制御してもよい。

【0054】

また、取得部11は、シミュレーション実験によって上記パラメータを取得する場合には、取得部11は、生成装置10のコンピュータ資源を用いてシミュレーション実験を実行してもよい。

20

【0055】

また、取得部11は、実験において使用するパラメータのセットを含む実験計画モデル105を取得する。実験計画モデル105は、第3パラメータおよび第4パラメータを取得するための実験に用いられる。

【0056】

導出部12は、第1パラメータ、第2パラメータ、第3パラメータおよび第4パラメータの関係を導出する機能部である。具体的には、導出部12は、第1パラメータ、第2パラメータおよび第3パラメータの関係(第1関係ともいう)を導出する。また、導出部12は、第1パラメータ、第2パラメータおよび第4パラメータの関係(第2関係ともいう)を導出する。

30

【0057】

なお、第1関係は、例えば、第1パラメータおよび第2パラメータを入力として第3パラメータを出力する第1統計モデル式(第1式ともいう)で表現される。また、第2関係は、第1パラメータおよび第2パラメータを入力として第4パラメータを出力する第2統計モデル式(第2式ともいう)で表現される。

【0058】

生成部13は、加工装置29がデバイスを実際に加工した際にインラインで計測された第2パラメータおよび第3パラメータを入力として、加工の結果を示す第4パラメータを推定するモデルである推定モデルを生成して出力する機能部である。生成部13は、推定モデルに基づいて、第1関係および第2関係を用いて、第4情報を推定する。

40

【0059】

推定モデルは、第1関係が第1統計モデル式で表現され、第2関係が第2統計モデル式で表現されるときには、第3統計モデル式(第3式ともいう)を含む。第3統計モデル式は、第1統計モデル式から導出される、第2パラメータおよび第3パラメータを入力として第1パラメータを出力する式である。

【0060】

推定モデルは、第3統計モデル式とともに、第2統計モデル式を含む。そして、推定モ

50

デルは、加工の際に計測された第2パラメータおよび第3パラメータを入力として第3統計モデル式によって出力された第1パラメータと、加工の際に計測された第2パラメータとを入力として第2統計モデル式によって出力された第4パラメータを取得するモデルを含む。

【0061】

なお、第1パラメータおよび第2パラメータは、加工の際に計測されない情報としてあらかじめ定められた情報であってもよい。また、第2パラメータおよび第3パラメータは、加工の際に計測される情報としてあらかじめ定められた情報であってもよい。加工の際に計測されない情報には、例えば、加工の際に計測されることが技術的には可能であるが、計測に要するコストまたは所要時間などの制約から実際には計測されない情報が含まれ得る。また、加工の際に計測されない情報には、加工の際に計測されることが技術的に困難または不可能である情報が含まれてもよい。

10

【0062】

以降において、導出部12による推定モデルの生成方法について説明する。

【0063】

図4は、レーザー溶接工程に関するパラメータを示す説明図である。図5は、本実施の形態に係る実験における第1パラメータ～第4パラメータの関係を示す説明図である。図4および図5を参照しながら第1パラメータ～第4パラメータについて説明する。

【0064】

図4の(a)には、加工装置29がレーザー溶接によって板材9Aと板材9Bとを溶接するレーザー溶接工程の様子が模式的に示されている。図4の(a)に示されるように、板材9Aと板材9Bとは、一部が重なるように配置されている。加工装置29は、板材9Aと板材9Bとが重なっている領域にレーザービーム91をスキャンしながら照射する。

20

【0065】

図4の(b)には、加工装置29によるレーザー溶接によって溶接された板材9Aと板材9Bとの断面の状態が模式的に示されている。図4の(b)に示されるように、板材9Aと板材9Bのうち、レーザービーム91が照射された部分は溶接されている。板材9Aと板材9Bとの溶接部分のうち、板材9Aの上面(つまり、z軸プラス方向から見た面)における幅を表面溶接幅93といい、板材9Aと板材9Bとの界面における幅を界面溶接幅95ともいう。また、板材9Aと板材9Bとの間には、隙間幅94を有する微小な隙間がある。

30

【0066】

次に、図5を参照しながら推定モデルの生成のために用いられる第1パラメータ101～第4パラメータ104と実験計画モデル105とを説明する。

【0067】

第1パラメータ101は、加工の条件を示すパラメータであって、コスト又は時間の制約等によりインライン計測が行われないパラメータである。第1パラメータ101は、加工の結果を示す情報を高精度に推定するために必要なパラメータである。

【0068】

第1パラメータ101は、例えば、溶接対象である板材9A及び9B間の隙間幅94を含む。隙間幅94は、オフラインの実験においては治具を用いることにより制御可能であり、また、シミュレーションによる実験の場合にはシミュレーション条件の設定により制御可能である。

40

【0069】

第2パラメータ102は、加工の条件を示すパラメータであって、インライン計測が行われるパラメータである。第2パラメータ102は、例えば、レーザーのスキャン速度92を含む。

【0070】

実験計画モデル105は、実験において使用するパラメータ(第1パラメータ101および第2パラメータ102)を含む情報である。実験計画モデル105は、予め設定され

50

ている、実験において第1パラメータ101および第2パラメータ102それぞれが取り得る値の上下限值に基づいて生成されたものである。実験計画モデル105は、実験において第1パラメータ101および第2パラメータ102それぞれがとる値（実験点条件ともいう）の設定情報を含む。実験計画モデル105に示される実験点条件に従って設定された第1パラメータ101および第2パラメータ102の下で実験を行った結果として、第3パラメータ103および第4パラメータ104が出力される。

【0071】

第3パラメータ103は、加工の結果を示す情報であって、インライン計測が行われるパラメータである。第3パラメータ103は、例えば、レーザー溶接部の表面溶接幅93を含む。

10

【0072】

第4パラメータ104は、加工の結果を示す情報であって、コスト又は時間の制約等によりインライン計測が行われないパラメータである。第4パラメータ104は、加工の品質に係る特性パラメータである。第4パラメータ104は、例えば、レーザー溶接部の、板材9Aおよび9B間の界面における界面溶接幅95を含む。界面溶接幅95を直接に計測するには、例えばオフラインで加工品を切断し、その切断面において計測する方法があるが、このような計測はインラインでは困難または不可能である。

【0073】

次に、第1統計モデル式～第3統計モデル式と、推定モデルとについて説明する。

【0074】

図6は、本実施の形態に係る生成装置10が導出する、第1パラメータ～第4パラメータと第1統計モデル式および第2統計モデル式との関係を示す説明図である。図7は、本実施の形態に係る生成装置10が導出する、第1パラメータ～第3パラメータと第3統計モデル式との関係を示す説明図である。図8は、本実施の形態に係る生成装置10が生成する推定モデルを示す説明図である。

20

【0075】

導出部12は、実験によって得られた、第1パラメータ101～第4パラメータ104のセットを用いて、実験計画モデル105に基づいた統計モデリングにより第1統計モデル式111および第2統計モデル式112を導出する。ここで、第1統計モデル式111は、第1パラメータ101および第2パラメータ102を入力変数（説明変数）とし、第3パラメータ103を出力変数（目的変数）とするモデル式である。また、第2統計モデル式112は、第1パラメータ101および第2パラメータ102を入力変数（説明変数）とし、第4パラメータ104を出力変数（目的変数）とするモデル式である。

30

【0076】

すなわち、第1統計モデル式111、第2統計モデル式112は、以下の（式1）に示すような形態で表現できる（図6参照）。

【0077】

第1統計モデル式111：第3パラメータ =  $f_1$ （第1パラメータ，第2パラメータ）  
 第2統計モデル式112：第4パラメータ =  $f_2$ （第1パラメータ，第2パラメータ）  
 （式1）

40

【0078】

ところで、工程の評価に用いられるのは目的変数である第4パラメータ104であるが、第4パラメータ104は、インライン計測が行われないパラメータであり、第2統計モデル式112を用いて推定されることとなる。

【0079】

しかし、第2統計モデル式112に対する入力変数の1つである第1パラメータ101もインライン計測が行われないパラメータであるので、第1パラメータ101も推定される必要がある。

【0080】

そこで、第1パラメータ101を推定する方法として、第1統計モデル式111を利用

50

する。第1統計モデル式111は、第1パラメータ101および第2パラメータ102が  
入力変数であり、第3パラメータ103が出力変数である。第1統計モデル式111を、  
第1パラメータ101を未知数として代数方程式を解くことで、第2パラメータ102お  
よび第3パラメータ103を入力変数とし、第1パラメータ101を出力変数とする式に  
変換することができる。このように変換された式(第3統計モデル式113に相当)は、  
(式2)に示すような形態で表現できる(図7参照)。なお、第3統計モデル式を導出す  
るにあたり、適切な制限情報がなければ第3統計モデル式を定めることができない場合  
には、適切な制限情報を導入する。

【0081】

第3統計モデル式113：第1パラメータ =  $f_1^{-1}$  (第2パラメータ, 第3パラメータ)

10

(式2)

【0082】

つまり、第1パラメータ101は、第2パラメータ102および第3パラメータ103  
を含む第3統計モデル式113により算出される。

【0083】

そして、(式2)を(式1)の第2統計モデル式112における第1パラメータ101  
に代入する(つまり、第1パラメータ101と第2パラメータ102とを共に入力変数と  
する)ことで、第2統計モデル式112により第4パラメータ104を推定できる。

【0084】

つまり、第4パラメータ104は以下の(式3)のような形態で表現できる(図8参照  
)。

20

【0085】

第4パラメータ =  $f_2(f_1^{-1}(第2パラメータ, 第3パラメータ), 第2パラメータ)$

(式3)

【0086】

このように、推定モデル106は、第2パラメータ102および第3パラメータ103  
が入力されたときに、第4パラメータ104を出力することができるモデルである。

【0087】

よって、インライン計測によって取得された第2パラメータ102と第3パラメータ1  
03とが推定モデル106に入力されれば、そのインライン計測の対象となった加工の結果  
を示す情報としての第4パラメータ104を推定することができる。

30

【0088】

以上のように構成された生成装置10の処理を説明する。

【0089】

図9は、本実施の形態に係る生成装置10が実行する処理を示すフロー図である。図9  
に示される処理は、図2のステップS1に含まれる処理である。

【0090】

図9に示されるように、ステップS101において、取得部11は、実験計画モデル1  
05を取得する。

40

【0091】

ステップS102において、取得部11は、ステップS101で取得した実験計画モデ  
ル105に基づいて、実験で用いる第1パラメータおよび第2パラメータを設定する。

【0092】

ステップS103において、取得部11は、ステップS102で設定した第1パラメー  
タおよび第2パラメータを用いて実験を実行する。

【0093】

ステップS104において、取得部11は、ステップS103で実行した実験の結果と  
して出力される第3パラメータおよび第4パラメータを取得する。

50

## 【 0 0 9 4 】

ステップ S 1 0 5 において、導出部 1 2 は、ステップ S 1 0 2 で設定した第 1 パラメータおよび第 2 パラメータと、ステップ S 1 0 4 で取得した第 3 パラメータとを用いて、第 1 統計モデル式を導出する。

## 【 0 0 9 5 】

ステップ S 1 0 6 において、導出部 1 2 は、ステップ S 1 0 2 で設定した第 1 パラメータおよび第 2 パラメータと、ステップ S 1 0 4 で取得した第 4 パラメータとを用いて、第 2 統計モデル式を導出する。

## 【 0 0 9 6 】

ステップ S 1 0 7 において、導出部 1 2 は、ステップ S 1 0 5 で導出した第 1 統計モデル式と、ステップ S 1 0 6 で導出した第 2 統計モデル式とを用いて、第 3 統計モデル式を導出する。

10

## 【 0 0 9 7 】

図 1 0 は、本実施の形態に係る推定モデルの推定の精度を、関連技術と比較して示す説明図である。

## 【 0 0 9 8 】

図 1 0 の ( a ) は、関連技術の推定モデルにより推定される第 4 パラメータについて、真値を横軸とし、推定値を縦軸としてプロットしたグラフである。ここで、関連技術とは、本実施の形態における推定モデル 1 0 6 とは異なり、第 1 パラメータに相当する固定値と、インライン計測により取得された第 2 パラメータとを第 2 統計モデル式に入力することで、第 4 パラメータを推定する推定モデルを用いる技術である。

20

## 【 0 0 9 9 】

図 1 0 の ( b ) は、本実施の形態における推定モデル 1 0 6 により推定される第 4 パラメータについて、真値を横軸とし、推定値を縦軸としてプロットしたグラフである。

## 【 0 1 0 0 】

真値と推定値との RMSE ( Root Mean Squared Error ) は、関連技術では 0 . 0 6 2 5 であり、本実施の形態では 0 . 0 4 1 5 である。本実施の形態における推定精度は、関連技術と比較して 3 0 % 以上高いことが確認できる。

## 【 0 1 0 1 】

このように、本実施の形態の推定によって、説明変数の中に測定データがインラインで収集されないパラメータを含む場合であっても、少ない実験回数で目的変数のパラメータ推定が可能となる。

30

## 【 0 1 0 2 】

( 推定装置 2 0 )

次に、推定装置 2 0 について説明する。

## 【 0 1 0 3 】

図 1 1 は、本実施の形態に係る推定装置 2 0 のハードウェア構成を示すブロック図である。

## 【 0 1 0 4 】

推定装置 2 0 は、例えばコンピュータで実現されるものであり、プロセッサ 2 1 と、メモリ 2 2 と、入出力 I F 2 3 と、センサー 2 4 と、入力装置 2 5 と、表示装置 2 6 とを備える。

40

## 【 0 1 0 5 】

プロセッサ 2 1 は、パラメータ推定処理を行う演算装置であり、例えば CPU である。

## 【 0 1 0 6 】

メモリ 2 2 は、プログラムまたはデータを記憶する記憶装置であり、例えば RAM ( Random Access Memory ) である。メモリ 2 2 には、生成装置 1 0 が生成した推定モデル 1 0 6 が格納される。

## 【 0 1 0 7 】

入出力 I F 2 3 は、プロセッサ 2 1、メモリ 2 2、センサー 2 4、入力装置 2 5 および

50

表示装置 2 6 の間で相互にデータの授受を行うインタフェース装置である。入出力 I F 2 3 は、上記各装置に接続されている。その接続は、有線または無線であり、それらの併用でもよい。

【 0 1 0 8 】

センサー 2 4 は、インライン計測の対象である加工装置 2 9 に設置されている。加工装置 2 9 は、例えば、レーザー溶接装置である。センサー 2 4 は、例えば溶接対象である板材の表面溶接幅 9 3 ( 図 4 の ( b ) 参照 ) を計測するレーザー変位計である。

【 0 1 0 9 】

入力装置 2 5 は、第 1 パラメータ ~ 第 4 パラメータに関する情報の入力を受ける装置であり、例えばキーボードまたはタッチパネルである。

10

【 0 1 1 0 】

表示装置 2 6 は、第 1 パラメータ ~ 第 4 パラメータに関する情報を示す装置であり、例えば LCD ( Liquid Crystal Display ) モニタである。

【 0 1 1 1 】

図 1 2 は、本実施の形態に係る推定装置 2 0 の機能構成を示すブロック図である。

【 0 1 1 2 】

図 1 2 に示されるように、推定装置 2 0 は、機能構成として、入力部 3 1 と、センサーデータ取得部 3 2 と、パラメータ推定部 3 3 と、出力部 3 4 と、記憶部 3 5 とを備える。

【 0 1 1 3 】

入力部 3 1 は、第 1 パラメータ 1 0 1、第 2 パラメータ 1 0 2、第 3 パラメータ 1 0 3 および第 4 パラメータ 1 0 4 に関して、規格値等の判定値情報の入力を、ユーザから入力装置 2 5 を介して受ける機能部である。入力のタイミングは、例えば加工装置 2 9 の機種が切り替えられるときなどであるが、それに限定するものではない。ここで入力された値は、記憶部 3 5 の入力値記憶部 3 6 に登録される。

20

【 0 1 1 4 】

センサーデータ取得部 3 2 は、加工装置 2 9 に接続されたセンサー 2 4 から、第 2 パラメータ 1 0 2 および第 3 パラメータ 1 0 3 の計測データを取得する機能部である。第 2 パラメータ 1 0 2 は、例えばスキャン速度 9 2 ( 図 4 の ( a ) 参照 ) であり、第 3 パラメータ 1 0 3 は、例えば、溶接対象である板材の表面溶接幅 9 3 ( 図 4 の ( b ) 参照 ) である。データの取得頻度は任意に設定され得るが、以降のパラメータ推定においては、逐次取得したデータを都度利用してもよいし、1 個のワークに対して複数取得したデータから平均値を計算し、その平均値をワークの代表値として利用してもよい。取得したデータは、センサーデータ記憶部 3 7 に記録される。また、取得したデータは、入力値記憶部 3 6 に記憶されている判定条件に適合するか否か判定され、適合しない場合には、不良 ( N G ) であることを示す品質情報を出力する。判定条件は、例えば規格値を示す条件、または、正常範囲を示す条件である。

30

【 0 1 1 5 】

パラメータ推定部 3 3 は、センサーデータ記憶部 3 7 に記録された第 2 パラメータ 1 0 2 および第 3 パラメータ 1 0 3 を推定モデル 1 0 6 に入力することにより ( つまり上記 ( 式 3 ) を用いて )、第 4 パラメータ 1 0 4 を推定する。第 4 パラメータ 1 0 4 は、例えば板材間の界面溶接幅 9 5 ( 図 4 の ( b ) 参照 ) である。算出された第 4 パラメータ 1 0 4 の推定値は、パラメータ推定値記憶部 3 8 に記録される。また、算出された第 4 パラメータ 1 0 4 の推定値は、入力値記憶部 3 6 に記憶されている判定条件に適合するか否か判定され、適合しない場合には、不良 ( N G ) であることを示す品質情報を出力する。判定条件は、例えば規格値を示す条件、または、正常範囲を示す条件である。

40

【 0 1 1 6 】

出力部 3 4 は、記憶部 3 5 に記録されたデータ、または、判定結果を出力する機能部である。出力部 3 4 は、例えば上記データ等を表示装置 2 6 に表示することで出力する。なお、出力部 3 4 は、上記データ等を音声によって出力してもよいし、通信によって他の装置に伝達することで出力してもよい。

50

## 【 0 1 1 7 】

記憶部 3 5 は、各種値および各種データを記憶する機能部である。記憶部 3 5 は、入力値記憶部 3 6 と、センサーデータ記憶部 3 7 と、パラメータ推定値記憶部 3 8 とを有する。記憶部 3 5 は、上記機能部によって値またはデータが格納され、または、読み出される。

## 【 0 1 1 8 】

図 1 3 は、本実施の形態に係る推定装置 2 0 が実行する処理を示すフロー図である。図 1 3 に示される処理は、図 2 のステップ S 3 に含まれる処理である。

## 【 0 1 1 9 】

ステップ S 3 0 1 において、センサーデータ取得部 3 2 は、センサー 2 4 から、第 2 パラメータ 1 0 2 および第 3 パラメータ 1 0 3 の計測データを取得する。

10

## 【 0 1 2 0 】

ステップ S 3 0 2 において、センサーデータ取得部 3 2 は、ステップ S 3 0 1 で取得した計測データをセンサーデータ記憶部 3 7 に記憶する。

## 【 0 1 2 1 】

ステップ S 3 0 3 において、センサーデータ取得部 3 2 は、ステップ S 3 0 1 で取得した計測データが、判定条件に適合するか否かを判定する。判定条件に適合する場合（ステップ S 3 0 3 で Y e s ）にはステップ S 3 0 4 を実行し、そうでない場合（ステップ S 3 0 3 で N o ）には、ステップ S 3 1 1 を実行する。

## 【 0 1 2 2 】

ステップ S 3 0 4 において、パラメータ推定部 3 3 は、センサーデータ記憶部 3 7 に記録された第 2 パラメータ 1 0 2 および第 3 パラメータ 1 0 3 を推定モデル 1 0 6 に入力することにより（つまり上記（式 3 ）を用いて）、第 4 パラメータ 1 0 4 を推定する。

20

## 【 0 1 2 3 】

ステップ S 3 0 5 において、パラメータ推定部 3 3 は、ステップ S 3 0 4 で推定した第 4 パラメータ 1 0 4 をパラメータ推定値記憶部 3 8 に記憶する。

## 【 0 1 2 4 】

ステップ S 3 0 6 において、パラメータ推定部 3 3 は、ステップ S 3 0 4 で推定した第 4 パラメータ 1 0 4 が、判定条件に適合するか否かを判定する。判定条件に適合する場合（ステップ S 3 0 6 で Y e s ）にはステップ S 3 0 7 を実行し、そうでない場合（ステップ S 3 0 6 で N o ）には、ステップ S 3 1 2 を実行する。

30

## 【 0 1 2 5 】

ステップ S 3 0 7 において、出力部 3 4 は、良品（O K ）であることを示す品質情報を出力する。

## 【 0 1 2 6 】

ステップ S 3 1 1 において、出力部 3 4 は、第 2 パラメータ 1 0 2 または第 3 パラメータ 1 0 3 が判定条件に適合しないことに基づいて不良（N G ）であることを示す品質情報を出力する。

## 【 0 1 2 7 】

ステップ S 3 1 2 において、出力部 3 4 は、第 4 パラメータ 1 0 4 が判定条件に適合しないことに基づいて不良（N G ）であることを示す品質情報を出力する。

40

## 【 0 1 2 8 】

ステップ S 3 0 7、S 3 1 1 または S 3 1 2 の処理を終えたら、図 1 3 に示される一連の処理を終了する。

## 【 0 1 2 9 】

図 1 3 に示される一連の処理により、例えばレーザー溶接工程において、板材間の界面溶接幅 9 5 について、インライン計測するレーザーのスキャン速度 9 2 またはレーザー溶接部の表面溶接幅 9 3 等の計測データに基づき、インラインで推定することが可能となる。仮に界面溶接幅 9 5 を計測しようとするならば、オフラインで断面形状の観察を行わなければならないところ、界面溶接幅 9 5 をインラインで推定することが可能となる効果がある。

## 【 0 1 3 0 】

50

(変形例)

本実施の形態において、加工の結果を示す情報を適切に推定するモデルを生成する生成方法および推定方法の別の形態を説明する。

【0131】

図14は、本変形例に係る生成装置が実行する処理（つまり生成方法）を示すフロー図である。図14に示される処理は、図2のステップS1に含まれる処理の別の例である。

【0132】

図14に示されるように、ステップS121において、生成装置は、デバイスの加工の実験を行い、加工の条件を示す第1種情報および第2種情報と、加工の結果を示す第3種情報および第4種情報とを取得する。

【0133】

ステップS122において、生成装置は、第1種情報、第2種情報および第3種情報の第1関係と、第1種情報、第2種情報および第4種情報の第2関係とを導出する。

【0134】

ステップS123において、生成装置は、モデルであって、加工の際に計測された第2種情報および第3種情報を入力として、第1関係および第2関係を用いて、加工の結果を示す第4種情報を推定するモデルを生成して出力する。

【0135】

これにより、生成装置は、加工の結果を示す情報を適切に推定するモデルを生成することができる。

【0136】

図15は、本変形例に係る推定装置が実行する処理（つまり推定方法）を示すフロー図である。図15に示される処理は、図2のステップS3に含まれる処理の別の例である。

【0137】

ステップS321において、推定装置は、上記の生成装置によって出力されたモデルに、加工の際に計測された第2種情報および第3種情報を入力する。

【0138】

ステップS322において、推定装置は、第2種情報および第3種情報を入力したことによって出力される第4種情報を、加工の結果を推定した推定情報として出力する。

【0139】

これにより、推定装置は、加工の結果を示す情報を適切に推定するモデルを用いて、加工の結果を示す情報を推定することができる。

【0140】

以上のように、本実施の形態の生成方法によれば、実験から得られた第1種情報、第2種情報、第3種情報および第4種情報の関係を用いて、加工の際に得られた第2種情報および第3種情報から、加工の際の第4種情報を推定するモデルを得ることができる。このモデルを用いれば、加工の際に第4種情報が得られない場合であっても、加工の際に第2種情報および第3種情報が得られる場合であれば、加工の際の第4種情報を推定により得ることができる。このように、上記生成方法によれば、加工の結果を示す情報を適切に推定するモデルを生成することができる。また、第4種情報の推定の際に、第4種情報を出力変数とする新たな実験を行う必要もない。そのため、加工の際に得られない情報を取得するために実験回数が増えることを未然に回避できる効果がある。

【0141】

また、第1式から式変形によって導出される第3式を用いて第4種情報を得ることができる。よって、上記生成方法によれば、加工の結果を示す情報を適切に推定するモデルをより容易に生成することができる。

【0142】

また、第2種情報と第3種情報との実測値から第3式によって第1種情報を容易に推定でき、推定された第1種情報と、第2種情報の計測値から第2式によって第4種情報を推定できる。よって、上記生成方法によれば、加工の結果を示す情報を適切に推定するモデ

10

20

30

40

50

ルをより容易に生成することができる。

【0143】

また、加工の条件を示す情報に計測されない情報があり、かつ、加工の結果を示す情報に計測されない情報がある場合に、加工の結果を示す情報を適切に推定することができる。よって、上記生成方法によれば、加工の際に計測されない情報がある場合であっても、加工の結果を示す情報を適切に推定するモデルを生成することができる。

【0144】

また、レーザー溶接における加工の結果を示す情報を適切に推定するモデルをより容易に生成することができる。

【0145】

また、本実施の形態の推定方法によれば、加工の際に得た第2種情報および第3種情報をモデルに入力することで、加工の結果を示す情報を適切に推定することができる。

【0146】

なお、上記実施の形態において、各構成要素は、専用のハードウェアで構成されるか、各構成要素に適したソフトウェアプログラムを実行することによって実現されてもよい。各構成要素は、CPUまたはプロセッサなどのプログラム実行部が、ハードディスクまたは半導体メモリなどの記録媒体に記録されたソフトウェアプログラムを読み出して実行することによって実現されてもよい。ここで、上記実施の形態の生成装置及び推定装置を実現するソフトウェアは、次のようなプログラムである。

【0147】

すなわち、このプログラムは、コンピュータに、プロセッサがメモリを用いて実行する生成方法であって、デバイスの加工の実験を行い、前記加工の条件を示す第1種情報および第2種情報と、前記加工の結果を示す第3種情報および第4種情報とを取得し、前記第1種情報、前記第2種情報および前記第3種情報の第1関係と、前記第1種情報、前記第2種情報および前記第4種情報の第2関係とを導出し、モデルであって、前記加工の際に計測された前記第2種情報および前記第3種情報を入力として、前記第1関係および前記第2関係を用いて、前記加工の結果を示す前記第4種情報を推定するモデルを生成して出力する生成方法を実行させるプログラムである。

【0148】

また、このプログラムは、コンピュータに、上記の生成方法によって出力されたモデルに、前記加工の際に計測された前記第2種情報および前記第3種情報を入力し、前記第2種情報および前記第3種情報を前記モデルに入力したことで出力される前記第4種情報を、前記加工の結果を推定した推定情報として出力する推定方法を実行させるプログラムである。

【0149】

以上、一つまたは複数の態様に係る推定装置などについて、実施の形態に基づいて説明したが、本発明は、この実施の形態に限定されるものではない。本発明の趣旨を逸脱しない限り、当業者が思いつく各種変形を本実施の形態に施したものと、異なる実施の形態における構成要素を組み合わせる構築される形態も、一つまたは複数の態様の範囲内に含まれてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0150】

本発明に係るモデルの生成方法、パラメータの推定方法およびシステムは、説明変数の中に、インラインでは測定データが収集されないパラメータを含む場合であっても、少ない実験回数で目的変数のパラメータ推定が可能となるものであり、モデルの生成方法、パラメータの推定方法およびシステムとして有用である。

【符号の説明】

【0151】

1 システム

9A、9B 板材

10

20

30

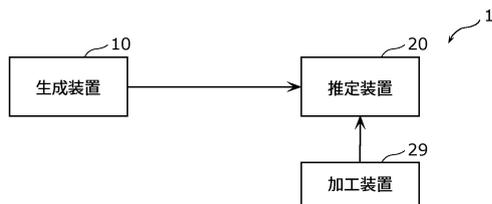
40

50

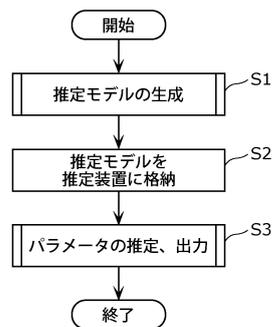
1 0	生成装置	
1 1	取得部	
1 2	導出部	
1 3	生成部	
2 0	推定装置	
2 1	プロセッサ	
2 2	メモリ	
2 3	入出力 I F	
2 4	センサー	
2 5	入力装置	10
2 6	表示装置	
2 9	加工装置	
3 1	入力部	
3 2	センサーデータ取得部	
3 3	パラメータ推定部	
3 4	出力部	
3 5	記憶部	
3 6	入力値記憶部	
3 7	センサーデータ記憶部	
3 8	パラメータ推定値記憶部	20
9 1	レーザービーム	
9 2	スキャン速度	
9 3	表面溶接幅	
9 4	隙間幅	
9 5	界面溶接幅	
1 0 1	第 1 パラメータ	
1 0 2	第 2 パラメータ	
1 0 3	第 3 パラメータ	
1 0 4	第 4 パラメータ	
1 0 5	実験計画モデル	30
1 0 6	推定モデル	
1 1 1	第 1 統計モデル式	
1 1 2	第 2 統計モデル式	
1 1 3	第 3 統計モデル式	

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

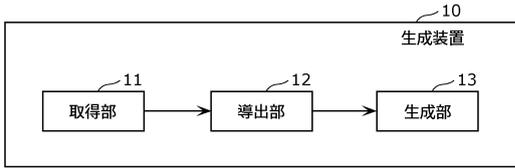
20

30

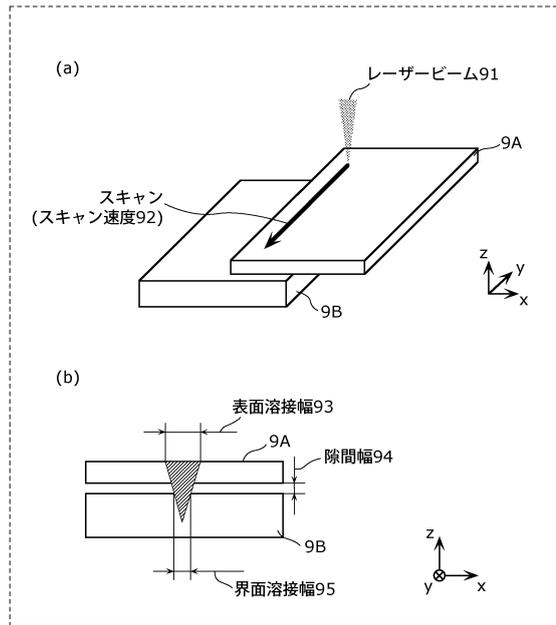
40

50

【図3】



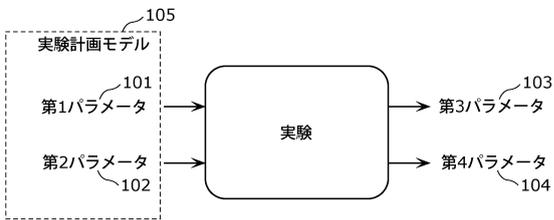
【図4】



10

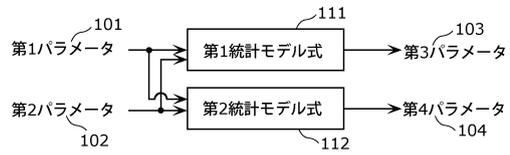
20

【図5】



30

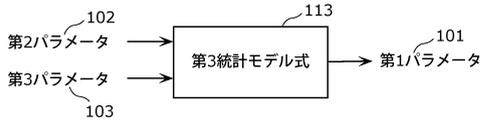
【図6】



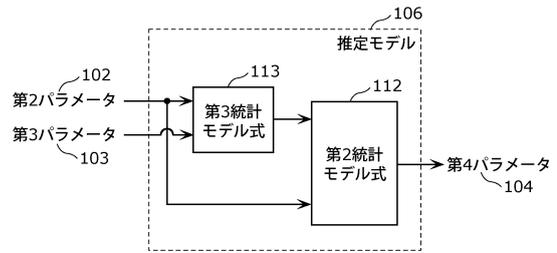
40

50

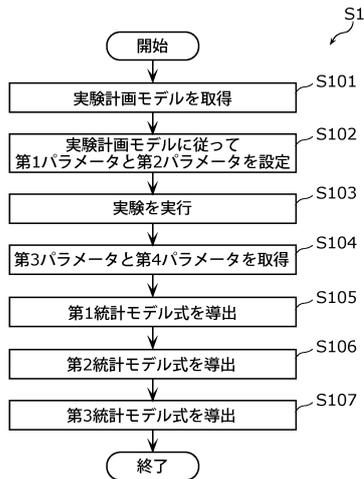
【図7】



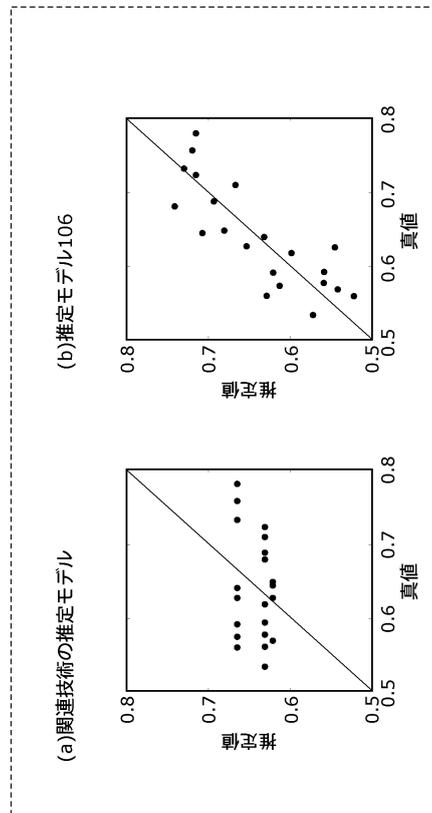
【図8】



【図9】



【図10】



10

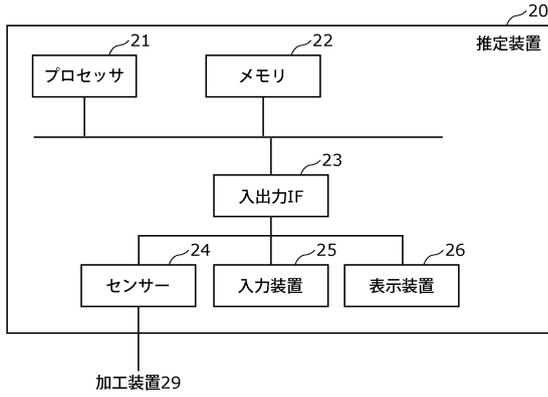
20

30

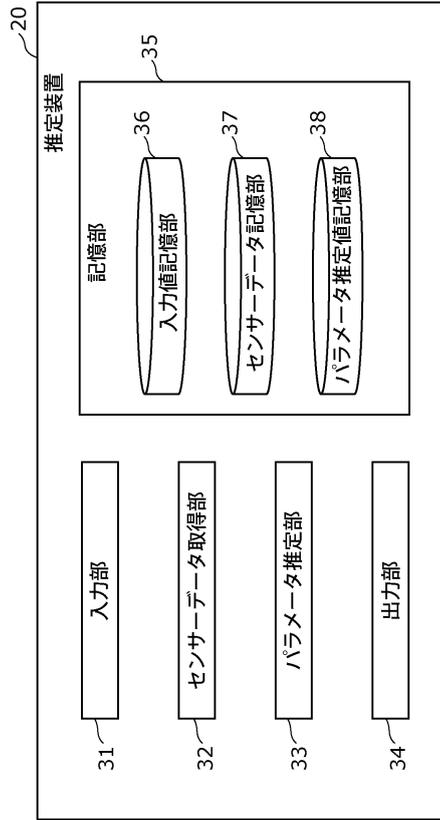
40

50

【図 1 1】



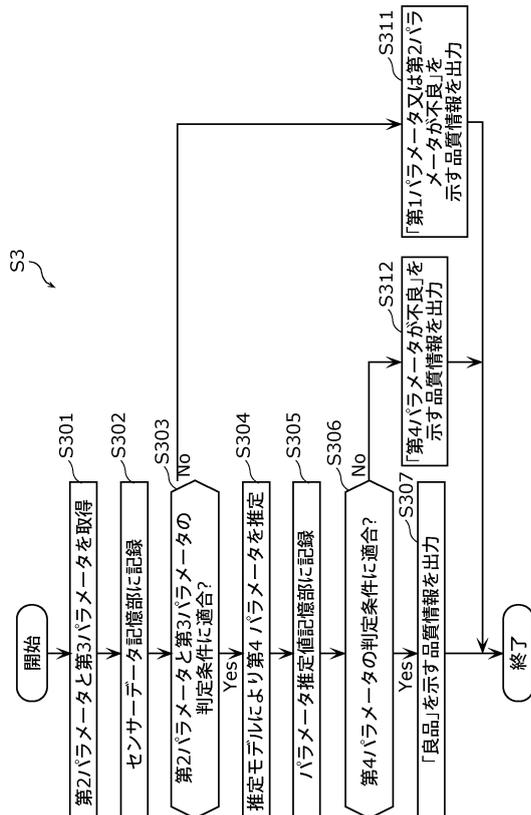
【図 1 2】



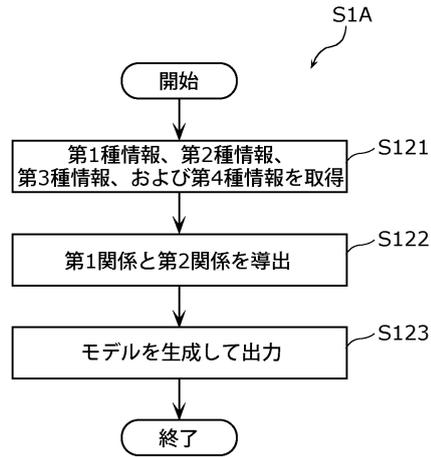
10

20

【図 1 3】



【図 1 4】

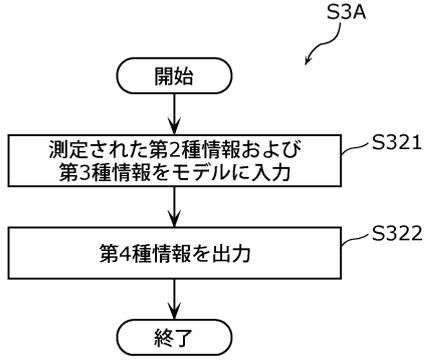


30

40

50

【 図 1 5 】



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

- (72)発明者 脇谷 康一  
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 中橋 昭久  
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内
- 審査官 大古 健一
- (56)参考文献 特開 2 0 0 9 - 2 3 0 2 0 9 ( J P , A )  
特開 2 0 0 4 - 1 0 3 6 7 4 ( J P , A )
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)  
G 0 5 B 2 3 / 0 0 - 2 3 / 0 2