

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2025年7月3日(03.07.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/142115 A1

(51) 国際特許分類:

G06N 20/00 (2019.01) G06F 18/214 (2023.01)
B23K 31/00 (2006.01) G06T 7/00 (2017.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/038846

(22) 国際出願日: 2024年10月31日(31.10.2024)

(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 2023-219737 2023年12月26日(26.12.2023) JP

(71) 出願人: パナソニック IP マネジメント株式会社 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5710057
大阪府門真市元町2番6号 (JP).

(72) 発明者: 吉田 成志 (YOSHIDA Masashi). 江口 晴輝 (EGUCHI Haruki). ヴァルディヴィエルソ アレックス (VALDIVIELSO Alex). 櫻井 通雄 (SAKURAI Michio). 東大智 (HIGASHI Daichi).

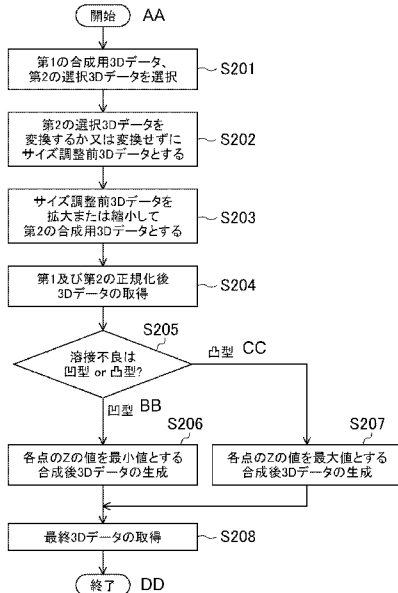
(74) 代理人: 弁理士法人前田特許事務所 (MAEDA & PARTNERS); 〒5300004 大阪府大阪市北区堂島浜1丁目2番1号新ダイビル23階 (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,

(54) Title: TRAINING DATA ACQUISITION APPARATUS AND TRAINING DATA ACQUISITION METHOD

(54) 発明の名称: 学習データ取得装置、及び学習データ取得方法

[図4]



S201 Select first 3D data for synthesis and second selective 3D data
S202 Use second selective 3D data as pre-size-adjustment 3D data by conversion or without conversion
S203 Expand or reduce pre-size-adjustment 3D data to make second 3D data for synthesis
S204 Acquire first and second normalized 3D data
S205 Is weld defect recessed or protruding?
S206 Generate synthesized 3D data with minimum value of Z at each point
S207 Generate synthesized 3D data with maximum value of Z at each point
S208 Acquire final 3D data
AA Start
BB Recessed
CC Protruding
DD End

(57) Abstract: The present invention causes a processor 22 to execute at least one of: a step for generating, on the basis of first and second 3D data for synthesis representing a point cloud including a weld defect recessed in the Z-axis direction, synthesized 3D data representing a 3D image in which a bottom of the weld defect is formed at a certain depth in a region on an XY coordinate plane where the bottom of the weld defect is located in the first 3D data for synthesis and in a region on an XY coordinate plane where the bottom of the weld defect is located in the second 3D data for synthesis; and a step for generating, on the basis of first and second 3D data for synthesis representing a point cloud including a weld defect protruding in the Z-axis direction, synthesized 3D data representing a 3D image in which a top of the weld defect

[続葉有]



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

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

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

is formed at a certain protrusion height in a region on an XY coordinate plane where the top of the weld defect is located in the first 3D data for synthesis and in a region on an XY coordinate plane where the top of the weld defect is located in the second 3D data for synthesis.

(57) 要約: プロセッサ 22 に、Z 軸方向に凹む溶接不良を含む点群を示す第 1 及び第 2 の合成用 3D データに基づいて、第 1 の合成用 3D データにおいて溶接不良の底部が位置する XY 座標平面上の領域、及び第 2 の合成用 3D データにおいて溶接不良の底部が位置する XY 座標平面上の領域に、溶接不良の底部が一定の深さで形成された 3D 画像を示す合成後 3D データを生成するステップ、及び Z 軸方向に突出する溶接不良を含む点群を示す第 1 及び第 2 の合成用 3D データに基づいて、第 1 の合成用 3D データにおいて溶接不良の頂部が位置する XY 座標平面上の領域、及び第 2 の合成用 3D データにおいて溶接不良の頂部が位置する XY 座標平面上の領域に、溶接不良の頂部が一定の突出高さで形成された 3D 画像を示す合成後 3D データを生成するステップのうちの少なくとも一方を実行させる。

明 細 書

発明の名称： 学習データ取得装置、及び学習データ取得方法

技術分野

[0001] 本開示は、機械学習に用いる画像データを取得する学習データ取得装置、及び学習データ取得方法に関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 に開示された学習データ取得装置は、入力画像から出力画像を自動的に生成する機械学習システムの機械学習に用いる学習データを取得する。この学習データ取得装置は、機械学習時に機械学習システムの入力画像として使用される疑似サンプル画像と、機械学習時に機械学習システムの出力画像として使用される疑似ラベル画像とを、学習データとして取得する。この学習データ取得装置は、まず、複数の原ラベル画像の機械学習を行った画像生成エンジンに乱数値を入力することによって大量の疑似ラベル画像を生成する。そして、学習データ取得装置は、これら疑似ラベル画像に基づいて、上記疑似サンプル画像を、原ラベル画像から原サンプル画像への変換特性に従って生成する。これにより、短時間で多くの学習データを取得できるようになっている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2 0 1 9 - 4 6 2 6 9 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、3D画像を示す3Dデータに基づいて溶接不良の位置を含む溶接不良情報を出力するモデルを、機械学習によって作成することが考えられる。このようなモデルを作成するためには、3Dセンサによって撮影された溶接痕周りの画像を示す3Dデータと、当該3Dデータに基づいて出力されるべき溶接不良情報との複数のデータ組からなる学習データが必要となる。

ここで、学習データを構成する3Dデータを作成する方法として、溶接不良を含まない溶接痕の3D画像と、溶接不良の3D画像とを、3Dセンサの測定により取得し、加工して合成する方法が考えられる。しかし、この方法では、溶接不良の3D画像を大量に準備する必要があるので、手間がかかるとともに、作業時間も長くなる。

[0005] また、溶接不良の3D画像を、特許文献1のような画像生成エンジンを用いて生成するようにしても、画像生成エンジンに機械学習させるための溶接不良の3D画像が必要となるので、上述の問題を解決できない。

[0006] 本開示は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、学習データの取得に必要な手間及び作業時間を削減することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 上記の目的を達成するため、本開示は、モデルを作成するための機械学習に用いる学習データを取得する学習データ取得装置であって、前記モデルは、3D画像を示す3Dデータに基づいて溶接不良の位置を含む溶接不良情報を出力するものであり、前記学習データ取得装置は、所定のXYZ直交座標系においてZ軸方向に凹む溶接不良を含む点群を示し、X軸方向及びY軸方向の画像サイズが互いに共通の第1及び第2の合成用3Dデータに基づいて、前記第1の合成用3Dデータにおいて前記溶接不良の底部が位置するXY座標平面上の領域、及び前記第2の合成用3Dデータにおいて前記溶接不良の底部が位置するXY座標平面上の領域に、前記溶接不良の底部が一定の深さで形成された3D画像を示す合成後3Dデータを生成する第1の合成ステップ、及び所定のXYZ直交座標系においてZ軸方向に突出する溶接不良を含む点群を示し、X軸方向及びY軸方向の画像サイズが互いに共通の第1及び第2の合成用3Dデータに基づいて、前記第1の合成用3Dデータにおいて前記溶接不良の頂部が位置するXY座標平面上の領域、及び前記第2の合成用3Dデータにおいて前記溶接不良の頂部が位置するXY座標平面上の領域に、前記溶接不良の頂部が一定の突出高さで形成された3D画像を示す合成後3Dデータを生成する第2の合成ステップのうちの少なくとも一方の合

成ステップと、前記合成後 3 D データに基づく最終 3 D データを含む複数の不良 3 D データによって示される複数の溶接不良の 3 D 画像を複数パターン組み合わせて、溶接痕を含む 3 D 画像と合成することにより、複数の学習用 3 D データを作成する学習データ作成ステップとを実行する学習データ取得部を備えることを特徴とする。

[0008] これにより、3 D センサによる測定回数を増やさなくても、少なくとも 2 つの合成用 3 D データに基づいて、最終 3 D データを取得することにより、学習用 3 D データを作成するために使用する溶接不良の 3 D 画像を増やすことができる。したがって、学習データの取得に必要な手間及び作業時間を削減できる。

[0009] また、学習データ取得処理が、第 1 の合成ステップを実行する場合、合成後 3 D データにおいて、前記第 1 の合成用 3 D データにおいて前記溶接不良の底部が位置する X Y 座標平面上の領域、及び前記第 2 の合成用 3 D データにおいて前記溶接不良の底部が位置する X Y 座標平面上の領域に、一定の深さの底部が形成される。すなわち、合成後 3 D データによって示される溶接不良の底面に、第 1 及び第 2 の合成用 3 D データによって示される溶接不良の底部の深さが異なることに起因する段差が形成されない。したがって、合成後 3 D データによって示される溶接不良の底面に上記段差が形成されることに起因してモデルの予測精度が悪化するのを抑制できる。

[0010] また、学習データ取得処理が、第 2 の合成ステップを実行する場合、合成後 3 D データにおいて、前記第 1 の合成用 3 D データにおいて前記溶接不良の頂部が位置する X Y 座標平面上の領域、及び前記第 2 の合成用 3 D データにおいて前記溶接不良の頂部が位置する X Y 座標平面上の領域に、一定の突出高さの頂部が形成される。すなわち、合成後 3 D データによって示される溶接不良の端面に、第 1 及び第 2 の合成用 3 D データによって示される溶接不良の頂部の突出高さが異なることに起因する段差が形成されない。したがって、合成後 3 D データによって示される溶接不良の端面に上記段差が形成されることに起因してモデルの予測精度が悪化するのを抑制できる。

発明の効果

[0011] 本開示によれば、学習データの取得に必要な手間及び作業時間を削減できる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図1は、本開示の実施形態に係る学習データ取得装置としてのA Iモデル生成装置を備えた溶接システムの構成を示すブロック図である。

[図2]図2は、不良なし画像データによって示される3 D画像を例示する説明図である。

[図3]図3は、A Iモデル生成装置による不良検出モデルの作成動作を説明するフローチャートである。

[図4]図4は、データ拡張部によるデータ拡張の処理を説明するフローチャートである。

[図5]図5は、第1及び第2の選択3 Dデータによって示される3 D画像と、最終3 Dデータによって示される3 D画像との組を例示する平面図である。

[図6]図6は、図5に示される3 D画像の組の斜視図である。

[図7]図7は、最終3 Dデータにより示される2つの3 D画像を例示する。左側の3 D画像は、意図しない段差が形成された溶接不良が写った3 D画像を示し、右側の3 D画像は、意図しない段差が形成されていない溶接不良が写った3 D画像を示す。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本開示の実施形態について図面に基づいて説明する。以下の好ましい実施形態の説明は、本質的に例示に過ぎず、本発明、その適用物或いはその用途を制限することを意図するものではない。

[0014] 以下、本開示の実施形態について図面に基づいて説明する。

[0015] 図1は、溶接システム1を示す。この溶接システム1は、本開示の実施形態に係る学習データ取得装置としてのA Iモデル生成装置2と、溶接を実行する溶接装置3とを有している。

[0016] A Iモデル生成装置2は、機械学習（深層学習）により不良検出モデルを

作成する。また、A Iモデル生成装置2は、不良検出モデルを作成するための機械学習に用いる学習データを取得する。

[0017] 不良検出モデルは、入力される3Dデータに基づいて、溶接不良情報を予測して出力する物体検出モデルである。不良検出モデルは、CNN (Convolutional Neural Network: 畳み込みニューラルネットワーク) によって表現される。溶接不良情報は、3Dデータによって示される3D画像における溶接不良の種類を示すカテゴリ情報、及び溶接不良の位置を示す位置情報を含む。詳しくは、カテゴリ情報は、溶接不良が、穴あき、ピット、スパッタ、アンダーカット、及び突起等のうちのいずれであることを示す。ピットは、溶接痕としての溶接ビードの表面の開口である。位置情報は、溶接不良を含むバウンディングボックスの位置を示す。なお、バウンディングボックスは、溶接不良等のオブジェクトを囲む矩形の境界線である。

[0018] A Iモデル生成装置2によって生成される学習データは、3D画像を示す3Dデータと、溶接不良情報との複数のデータ組である。

[0019] 具体的には、A Iモデル生成装置2は、記憶装置21、学習データ取得部としてのプロセッサ22、第1出力装置23、及び第1入力装置24を備えている。

[0020] 記憶装置21は、不良あり画像データ記憶部211、不良なし画像データ記憶部212、アノテーションデータ記憶部213、セグメンテーションデータ記憶部214、不良3Dデータ記憶部215、学習データ記憶部216、及びパラメータ記憶部217を有している。

[0021] 不良あり画像データ記憶部211は、後述する3Dセンサ36によって、溶接不良を含む溶接箇所PW周りを撮影することにより取得された3D画像の画像データを、不良あり画像データとして記憶する。

[0022] 不良なし画像データ記憶部212は、プロセッサ22により生成された不良なし画像データを記憶する。

[0023] アノテーションデータ記憶部213は、不良あり画像データ記憶部211に記憶された不良あり画像データのアノテーションデータを記憶する。この

アノテーションデータは、矩形アノテーションにより取得される。このアノテーションデータは、不良あり画像データに基づく不良あり画像における溶接不良を含む矩形領域（バウンディングボックス）を指定する。アノテーションデータは、不良あり画像を第1出力装置23に出力させた状態での第1入力装置24へのユーザの不良情報入力によって特定される。

[0024] セグメンテーションデータ記憶部214は、不良あり画像データ記憶部211に記憶された不良あり画像データのセグメンテーションデータを記憶する。このセグメンテーションデータは、不良あり画像データに基づく不良あり画像における溶接不良の形成領域と非形成領域との境界を指定する。このセグメンテーションデータは、不良あり画像を第1出力装置23に出力させた状態での第1入力装置24へのユーザの境界特定入力によって特定される。

[0025] また、セグメンテーションデータ記憶部214は、不良なし画像データ記憶部212に記憶された不良なし画像データのセグメンテーションデータを記憶する。このセグメンテーションデータは、例えば、ポリゴンセグメンテーション（多角形アノテーション）により取得される。このセグメンテーションデータは、不良なし画像データに基づく不良なし画像における溶接不良の形成領域と非形成領域との境界を指定する。このセグメンテーションデータは、不良なしデータ処理部222によって作成される。

[0026] 不良3Dデータ記憶部215は、プロセッサ22により作成された複数の不良3Dデータを記憶する。

[0027] 学習データ記憶部216は、プロセッサ22により生成された学習用3Dデータを記憶する。

[0028] パラメータ記憶部217は、プロセッサ22により生成された不良検出モデルを特定するパラメータを記憶する。

[0029] プロセッサ22は、不良ありデータ処理部221、不良なしデータ処理部222、データ拡張部223、学習データ作成部224、及びAIモデル生成部225を有している。

- [0030] 不良ありデータ処理部221は、後述する3Dセンサ36によって、溶接不良を含む溶接箇所PW周りを撮影することにより取得された3D画像を示す不良あり画像データを溶接装置3から受信し、不良あり画像データ記憶部211に記憶させる。
- [0031] また、不良ありデータ処理部221は、不良あり画像データ記憶部211に記憶された不良あり画像データに基づく不良あり画像を、第1出力装置23に出力させる。そして、この状態で、不良あり画像内における溶接不良の種類及び位置を指定するユーザの不良情報入力を第1入力装置24が受け付ける。ユーザの不良情報入力終了すると、不良ありデータ処理部221は、第1入力装置24へのユーザの不良情報入力に基づいて特定されるアノテーションデータを、各画像の不良あり画像データと対応付けてアノテーションデータ記憶部213に記憶させる。
- [0032] また、不良ありデータ処理部221は、不良あり画像データ記憶部211に記憶された不良あり画像データに基づく不良あり画像を、第1出力装置23に出力させる。そして、この状態で、不良あり画像内における前記溶接不良の形成領域と非形成領域との境界を特定するユーザの境界特定入力を第1入力装置24が受け付ける。不良ありデータ処理部221は、境界特定入力に応じて、第1入力装置24へのユーザの境界特定入力に基づいて特定されるセグメンテーションデータを、各画像の不良あり画像データと対応付けてセグメンテーションデータ記憶部214に記憶させる。
- [0033] 不良なしデータ処理部222は、溶接ビードが形成される母材のサイズを指定するユーザの第1入力装置24への母材指定入力と、溶接ビードの形状を指定するユーザの第1入力装置24への溶接痕特定入力とを受け付ける。そして、不良なしデータ処理部222は、前記母材指定入力及び溶接痕特定入力に応じて、溶接ビード及び母材Wを含む3D画像である不良なし画像を示す不良なし画像データを作成し、不良なし画像データ記憶部212に記憶させる。図2は、不良なし画像データによって示される3D画像を例示する。また、不良なしデータ処理部222は、前記溶接ビードの形成領域と非形

成領域との境界を特定するセグメンテーションデータを自動的に作成し、セグメンテーションデータ記憶部 214 に記憶させる。

[0034] データ拡張部 223 は、不良あり画像データ記憶部 211 に記憶された不良あり画像データと、アノテーションデータ記憶部 213 に記憶された不良あり画像データのアノテーションデータに基づいて、溶接不良が写った 3D 画像を示す複数の撮像 3D データを取得する。撮像 3D データによって示される画像は、例えば、溶接不良としての穴あきが写った図 5 及び図 6 の画像 D11（後述する第 1 の選択 3D データ（合成前）に対応）及び画像 D21（後述する第 2 の選択 3D データ（合成前）に対応）である。

[0035] そして、データ拡張部 223 は、取得した複数の撮像 3D データに対してデータ拡張を行うことにより、撮像 3D データよりも多数の不良 3D データを取得し、不良 3D データ記憶部 215 に記憶させる。

[0036] 学習データ作成部 224 は、不良 3D データ記憶部 215 に記憶された不良 3D データと、不良なし画像データ記憶部 212 に記憶された不良なし画像データとに基づいて、学習用画像データを作成する。具体的には、学習データ作成部 224 は、複数の不良 3D データによってそれぞれ示される複数の溶接不良のうちの 1 つ以上を複数パターン組み合わせて、不良なし画像データによって示される 3D 画像と合成することにより複数の学習用 3D データを作成する。各学習用 3D データによって示される画像は、不良なし画像データによって示される 3D 画像に、複数の不良 3D データによってそれぞれ示される複数の溶接不良のうちの 1 つ以上を貼り付けた状態の画像となる。そして、学習データ作成部 224 は、作成した学習用 3D データと、その学習用 3D データのアノテーションデータとの複数のデータ組からなる学習データを、学習データ記憶部 216 に記憶させる。

[0037] AI モデル生成部 225 は、学習データ記憶部 216 に記憶された学習データを用いて機械学習を行うことにより、不良検出モデルを作成する。具体的には、AI モデル生成部 225 は、不良検出モデルを特定するパラメータとして、不良検出モデルを表現する CNN（畳み込みニューラルネットワー

ク)を構成する各ノードの重み及びバイアスを特定する。そして、AIモデル生成部225は、特定したパラメータを、パラメータ記憶部217に記憶させる。

[0038] 第1出力装置23は、不良あり画像データ記憶部211に記憶された不良あり画像データに基づく不良あり画像を出力する。第1出力装置23は、例えば、液晶モニタによって構成される。また、第1出力装置23は、ユーザに各種の入力を促す画像を出力する。

[0039] 第1入力装置24は、ユーザによる前記不良情報入力、前記境界特定入力、前記母材指定入力、及び前記溶接痕特定入力を受け付け、受け付けた入力に応じた信号を、プロセッサ22に送信する。

[0040] 溶接装置3は、溶接トーチ31とワイヤ送給装置(図示せず)と溶接電源32と出力制御部33とロボットアーム34とロボット制御部35と3Dセンサ36とコンピュータ37と第2出力装置38と第2入力装置39とを有している。溶接トーチ31に保持された溶接ワイヤW1に溶接電源32から電力が供給されることで、溶接ワイヤW1の先端と母材Wとの間にアークが発生し、母材Wが入熱されてアーク溶接が行われる。なお、溶接装置3は、溶接トーチ31にシールドガスを供給するための配管やガスボンベ等の別の構成部品や設備を有しているが、説明の便宜上、これらの図示及び説明を省略する。

[0041] 出力制御部33は溶接電源32及びワイヤ送給装置(図示せず)に接続されて、所定の溶接条件に従って、溶接トーチ31の溶接出力、言い換えると、溶接ワイヤW1に供給される電力及び電力供給時間を制御している。また、出力制御部33は、ワイヤ送給装置(図示せず)から溶接トーチ31に送給される溶接ワイヤW1の送給速度及び送給量を制御している。なお、溶接条件は図示しない入力部を介して直接、出力制御部33に入力されてもよいし、別途、記録媒体等から読み出された溶接プログラムから選択されるようにしてもよい。

[0042] ロボットアーム34は公知の多関節軸ロボットであり、先端に溶接トーチ

３１を保持するとともに、ロボット制御部３５に接続されている。ロボット制御部３５は、溶接トーチ３１の先端、言い換えると、溶接トーチ３１に保持された溶接ワイヤＷ１の先端が所定の溶接軌跡を描いて、所望の位置に移動するようにロボットアーム３４の動作を制御している。

[0043] ３Ｄセンサ３６は溶接トーチ３１に取り付けられて、母材Ｗの溶接箇所ＰＷ、具体的には、溶接ビード周りの形状を計測する。３Ｄセンサ３６は、例えば、母材Ｗの表面を走査可能に構成されたレーザ光源（図示せず）と、母材Ｗの表面に投影されたレーザ光の反射軌跡（以下、形状線と呼ぶことがある。）を撮影するカメラ（図示せず）とで構成された３次元形状計測センサである。３Ｄセンサ３６によって、母材Ｗの溶接箇所ＰＷの全体をレーザ光線で走査し、溶接箇所ＰＷで反射されたレーザ光線をカメラで撮影することにより、溶接箇所ＰＷの形状が計測される。なお、３Ｄセンサ３６は溶接箇所ＰＷだけでなく、その周囲についても所定範囲で形状計測を行うように構成されている。これは、スパッタ等の有無を評価するためである。なお、カメラは撮像素子としてＣＣＤまたはＣＭＯＳイメージセンサを有している。また、３Ｄセンサ３６の構成は特に上記に限定されず、他の構成を採りうる。例えば、カメラの代わりに光干渉計を用いてもよい。

[0044] コンピュータ３７は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）やＧＰＵ（Graphics Processing Unit）上に実装されたソフトウェアを実行することでコンピュータ３７内の複数の機能ブロックの機能を実現する。コンピュータ３７は、画像処理部３７１と、溶接不良情報算出部３７２と、溶接不良表示画像生成部３７３とを有している。

[0045] 画像処理部３７１は、３Ｄセンサ３６によって取得された形状データを受け取って、この形状データに基づいて、溶接箇所ＰＷを含む３Ｄ画像の計測３Ｄデータを取得する。詳しくは、画像処理部３７１は、３Ｄセンサ３６で撮影された形状線の点群データを取得する。また、画像処理部３７１は、所定の基準面、例えば、母材Ｗの設置面に対する溶接箇所ＰＷのベース部分の傾斜や歪み等を、点群データを統計処理することで補正し、溶接箇所ＰＷを

含む計測３Ｄデータを取得する。

[0046] 溶接不良情報算出部３７２は、ＡＩモデル生成装置２によって生成された不良検出モデルを用いて、画像処理部３７１によって生成された計測３Ｄデータに基づいて、溶接不良情報を算出（取得）する。溶接不良情報の算出は、第２入力装置３９に所定の入力操作が行われたときに実行される。

[0047] 溶接不良表示画像生成部３７３は、溶接不良情報算出部３７２によって算出された溶接不良情報に基づいて、前記溶接不良情報を表示する溶接不良表示画像の各画素の画素値を算出する。溶接不良表示画像を特定する情報は、jpeg方式等により圧縮されてもよい。

[0048] 第２出力装置３８は、溶接不良表示画像生成部３７３によって算出された各画素の画素値に基づいて、溶接不良表示画像を表示する。第２出力装置３８は、液晶モニタ等によって構成される。

[0049] 第２入力装置３９は、溶接不良情報の算出をコンピュータ３７に開始させるためのユーザによる所定の入力操作を受け付ける。

[0050] 次いで、ＡＩモデル生成装置２による不良検出モデルの作成動作について、図３のフローチャートを参照して説明する。

[0051] まず、（Ｓ１０１）において、ユーザが、溶接装置３の溶接電源３２に電力供給を開始させ、アーク溶接を行うことにより、母材Ｗに溶接ビードを溶接不良とともに形成する。そして、ユーザは、３Ｄセンサ３６にその母材Ｗの溶接箇所ＰＷを撮影させる。その後、画像処理部３７１が、３Ｄセンサ３６によって取得された形状データに基づいて、溶接不良を含む画像を示す不良あり画像データを取得する。

[0052] 次いで、（Ｓ１０２）において、ＡＩモデル生成装置２の不良ありデータ処理部２２１は、（Ｓ１０１）で取得された不良あり画像データを溶接装置３から受信し、データ形式をＣＳＶデータからＮＰＹデータに変換し、不良あり画像データ記憶部２１１に記憶させる。

[0053] 次いで、（Ｓ１０３）において、不良ありデータ処理部２２１は、不良あり画像データ記憶部２１１に記憶された不良あり画像データに基づく不良あ

り画像を、第1出力装置23に出力させる。そして、この状態で、不良あり画像内における溶接不良の種類及び位置を指定するユーザの不良情報入力を第1入力装置24が受け付ける。ユーザの不良情報入力終了すると、不良ありデータ処理部221は、第1入力装置24へのユーザの不良情報入力に基づいて特定されるアノテーションデータを、各画像の不良あり画像データと対応付けて、アノテーションデータ記憶部213に記憶させる。

[0054] 次いで、(S104)において、不良ありデータ処理部221は、不良あり画像データ記憶部211に記憶された不良あり画像データに基づく不良あり画像を、第1出力装置23に出力させる。そして、この状態で、不良あり画像内における前記溶接不良の形成領域と非形成領域との境界を特定するユーザの境界特定入力を受け付ける。不良ありデータ処理部221は、境界特定入力に応じて、溶接不良の形成領域と非形成領域との境界を示すセグメンテーションデータを、各画像の不良あり画像データと対応付けてセグメンテーションデータ記憶部214に記憶させる。

[0055] 次いで、(S105)において、不良なしデータ処理部222は、入力をユーザに促す画像を適宜表示し、前記母材指定入力、前記溶接痕特定入力を受け付ける。なお、ここで、母材における溶接ビードの位置を特定する入力も、溶接痕特定入力として行われるようにしてもよい。そして、不良なしデータ処理部222は、溶接ビード及び母材を含む3D画像を示す不良なし画像データを作成する。不良なし画像データによって示される3D画像では、例えば、図2に示すように、母材指定入力によって指定されたサイズの母材に、溶接痕特定入力によって指定された形状の溶接ビードが形成される。

[0056] その後、(S106)において、不良なしデータ処理部222は、不良なし画像データに基づいて、前記溶接痕の形成領域と非形成領域との境界を特定するセグメンテーションデータを自動的に作成し、セグメンテーションデータ記憶部214に記憶させる。

[0057] 次いで、(S107)において、データ拡張部223は、不良あり画像データ記憶部211に記憶された不良あり画像データと、アノテーションデー

タ記憶部 213 に記憶された不良あり画像データのアノテーションデータに基づいて、溶接不良が写った 3D 画像を示す複数の撮像 3D データを取得する。また、データ拡張部 223 は、セグメンテーションデータ記憶部 214 に記憶された不良あり画像データのセグメンテーションデータに基づいて、各撮像 3D データによって示される 3D 画像における溶接不良の形成領域と非形成領域との境界を指定するセグメンテーションデータを、撮像 3D データのセグメンテーションデータとして取得する。

[0058] 次いで、(S108)において、データ拡張部 223 は、(S107)で取得した複数の撮像 3D データに対し、後述するデータ拡張を繰り返し行うことにより、撮像 3D データよりも多数の不良 3D データを取得し、不良 3D データ記憶部 215 に記憶させる。データ拡張の詳細な処理については、後述する。

[0059] その後、(S109)において、学習データ作成部 224 は、不良 3D データ記憶部 215 に記憶された不良 3D データと、不良なし画像データ記憶部 212 に記憶された不良なし画像データとに基づいて、学習用画像データを作成する。具体的には、学習データ作成部 224 は、不良 3D データ記憶部 215 に記憶された複数の不良 3D データによってそれぞれ示される複数の溶接不良のうちの 1 つ以上を複数パターン組み合わせて、不良なし画像データによって示される 3D 画像と合成することにより、複数の学習用 3D データを作成する。そして、学習データ作成部 224 は、作成した学習用 3D データと、その学習用 3D データのアノテーションデータとの複数のデータ組からなる学習データを、学習データ記憶部 216 に記憶させる。

[0060] 次いで、(S110)において、AI モデル生成部 225 は、学習データ記憶部 216 に記憶された学習データを用いて機械学習を行うことにより、不良検出モデルを作成する。そして、AI モデル生成部 225 は、生成した不良検出モデルを特定するパラメータを、パラメータ記憶部 217 に記憶させる。パラメータ記憶部 217 に記憶されたパラメータは、溶接装置 3 の溶接不良情報算出部 372 に送られる。溶接不良情報算出部 372 は、このパ

ラメータを記憶する。

[0061] その後、ユーザが、溶接装置 3 の溶接電源 3 2 に電力供給を開始させ、アーク溶接を行うことにより、母材 W に溶接ビードを溶接不良とともに形成する。その後、3 D センサ 3 6 によって溶接箇所 P W の撮影が行われると、画像処理部 3 7 1 は、3 D センサ 3 6 によって取得された形状データを受け取る。そして、画像処理部 3 7 1 は、この形状データを、溶接箇所 P W を含む溶接画像の画像データに変換する。そして、溶接不良情報算出部 3 7 2 は、A I モデル生成装置 2 から送られたパラメータによって特定される不良検出モデルを用いて、画像処理部 3 7 1 によって生成された画像データに基づいて、溶接不良情報を算出（予測）する。溶接不良表示画像生成部 3 7 3 は、溶接不良情報算出部 3 7 2 によって算出された溶接不良情報に基づいて、前記溶接不良情報を表示する溶接不良表示画像の各画素の画素値を算出する。そして、第 2 出力装置 3 8 は、溶接不良表示画像生成部 3 7 3 によって算出された各画素の画素値に基づいて、溶接不良表示画像を表示する。

[0062] ここで、（S 1 0 8）においてデータ拡張部 2 2 3 によって行われるデータ拡張の詳細な処理について、図 4 のフローチャートを参照して説明する。

[0063] データ拡張部 2 2 3 は、まず、（S 2 0 1）において、（S 1 0 7）で取得した複数の撮像 3 D データから、第 1 及び第 2 の選択 3 D データを乱数により選択する。第 1 及び第 2 の選択 3 D データは、所定の X Y Z 直交座標系において Z 軸方向に凹むか又は突出する溶接不良を含む点群を示すデータである。図 5 及び図 6 では、第 1 及び第 2 の選択 3 D データと、最終 3 D データとの組を例示する。図 5 及び図 6 は、3 D データによって示される溶接不良としての穴あきの 3 D 画像の例である。画像 D 1 1、D 1 2 が、第 1 の選択 3 D データによって示される合成前の 3 D 画像であり、画像 D 2 1 が、第 2 の選択 3 D データによって示される合成前の 3 D 画像である。図 5 における画像 D 1 1、D 1 2 及び画像 D 2 1 は、溶接不良を Z 軸方向から見た画像である。図 5 及び図 6 において、符号 B は、穴あきの底部を示す。データ拡張部 2 2 3 は、第 1 の選択 3 D データをそのまま第 1 の合成用 3 D データ（

画像D 1 1, D 1 2) とする。つまり、第 1 の合成用 3 D データは、第 1 の選択 3 D データに基づくものである。

[0064] 図 5 及び図 6 において、画像 D 1 2 は、画像 D 1 1 と共通のサンプルを光の当たり方が異なる状態で撮影した画像である。また、画像 D 2 1 に対して、複数種類の変換処理を施した画像 D 2 2 ~ D 2 8 及び 2 つの画像を合成することで得られる画像 D 3 1 ~ D 3 8 については後で詳述する。

[0065] 次いで、(S 2 0 2) において、データ拡張部 2 2 3 は、溶接不良の X 軸方向、Y 軸方向の反転、X 値及び Y 値を入れ替える転置、及びそれらの組み合わせを含む複数種類の変換処理をそれぞれ行う複数のモードと、前記複数種類の変換処理のいずれも行わないモードとから、1 つのモードを乱数により選択する。そして、データ拡張部 2 2 3 は、選択したモードで、例えば画像 D 2 1 を示す第 2 の選択 3 D データ (変換前 3 D データ) に対していずれか 1 つの前記変換処理を行ってサイズ調整前 3 D データ (変換後 3 D データ) として出力するか、又は前記変換処理を行わずに第 2 の選択 3 D データをそのままサイズ調整前 3 D データとして出力する。

[0066] 上記複数種類の変換処理は、水平反転 (X 軸方向の反転)、垂直反転 (Y 軸方向の反転)、水平垂直反転 (X 軸方向及び Y 軸方向の反転)、X 値及び Y 値を入れ替える転置、水平反転と転置、垂直反転と転置、及び水平垂直反転と転置を含む。図 5 及び図 6 の例では、画像 D 2 1 (第 2 の選択 3 D データ (合成前) に対応) は、変換処理されることで、サイズ調整前 3 D データの画像とされる。具体的には、画像 D 2 1 は、水平反転より画像 D 2 2 にされ、垂直反転により画像 D 2 3 にされ、水平垂直反転により画像 D 2 4 にされ、転置により画像 D 2 5 にされ、水平反転と転置により画像 D 2 6 にされ、垂直反転と転置により画像 D 2 7 にされ、水平垂直反転と転置により画像 D 2 8 にされる。

[0067] 次いで、(S 2 0 3) において、データ拡張部 2 2 3 は、サイズ調整前 3 D データのサイズを、第 1 の選択 3 D データ (例えば、画像 D 1 1 又は画像 D 1 2) のサイズに合わせるように、サイズ調整前 3 D データ (例えば、画

像D 2 1～D 2 8)をX軸方向及びY軸方向の少なくとも一方に拡大又は縮小することにより、第2の合成用3Dデータ(図示せず)を取得する。これにより、第1の合成用3Dデータ(例えば、画像D 1 1, D 1 2)及び第2の合成用3Dデータによって示される3D画像のX軸方向及びY軸方向の画像サイズが互いに共通となる。調整前3DデータのX軸方向及びY軸方向のサイズが第1の選択3Dデータ(例えば、画像D 1 1, D 1 2)のサイズと同じ場合は、サイズ調整前3Dデータをそのまま第2の合成用3Dデータとする。つまり、第2の合成用3Dデータは、変換後3Dデータ及び第2の選択3Dデータに基づくものである。

[0068] 次いで、(S 2 0 4)において、データ拡張部2 2 3は、第1及び第2の合成用3Dデータに対し、点群の各点のZの値に共通の値 $1/\alpha$ を掛けて点群のZの値の最高値を1、最低値を0にする正規化を行うことにより、第1及び第2の正規化後3Dデータを取得する。なお、本実施形態では、(S 2 0 4)において、データ拡張部2 2 3が、最高値を1、最低値を0にする正規化を行ったが、最高値を1以外の共通の第1の値とし、最低値を0以外の共通の第2の値とする正規化を行うようにしてもよい。正規化することにより、合成前の溶接不良の高さ又は深さを揃えることができる。正規化を実施しないと、合成後の溶接不良に意図しない段差が形成される等、合成前の溶接不良の高低差の変化量が、合成後の溶接不良の形状に大きく影響する。

[0069] 次いで、(S 2 0 5)において、データ拡張部2 2 3は、前記第1の合成用3Dデータと、第1の合成用3Dデータのセグメンテーションデータ((S 1 0 7)で取得)とに基づいて、第1の合成用3Dデータの溶接不良が、凹型(例えば、穴あき)と凸型(例えば、スパッタ、突起)のいずれであるかを判別する。第1の合成用3Dデータによって示される3D画像において、溶接不良の形成領域のZの値の平均値が、溶接不良の非形成領域のZの値の平均値以下である場合には、データ拡張部2 2 3は、溶接不良が凹型であると判別し、(S 2 0 6)の処理に進む。一方、第1の合成用3Dデータによって示される3D画像において、溶接不良の形成領域のZの値の平均値が

、溶接不良の非形成領域のZの値の平均値を越える場合には、データ拡張部223は、溶接不良が凸型であると判別し、(S207)の処理に進む。つまり、データ拡張部223は、前記第1の合成用3Dデータと、第1の合成用3Dデータのセグメンテーションデータ((S107)で取得)とに基づいて、(S206)と(S207)のうち、いずれのステップを実行するかを選択する。なお、本実施形態では、(S206)と(S207)のいずれのステップを実行するかを、第1の合成用3Dデータ及びそのセグメンテーションデータに基づいて選択したが、第2の合成用3Dデータ、又は第1及び第2の合成用3Dデータとそのセグメンテーションデータとに基づいて選択してもよい。

[0070] (S206)において、データ拡張部223は、各点のZの値として、前記第1及び第2の正規化後3Dデータで示される当該点とXY座標が共通の点のZの値のうち、より深いことを示す値(Zの値の最小値)を選択することにより、合成後3Dデータを生成する。つまり、合成後3Dデータによって示される3D画像において、各点のZの値は、第1及び第2の正規化後3Dデータによって示される当該点とXY座標が共通の点のZの値のうち、より小さい方の値とされる。例えば、第1の正規化後3Dデータによって示される点群に含まれる1点のXYZ座標が(3, 3, -4)、第2の正規化後3Dデータによって示される点群に含まれる1点のXYZ座標が(3, 3, -2)である場合、これらの座標に基づいて、合成後3Dデータによって示される点群に含まれる1点のXYZ座標(3, 3, -4)を決定できる。したがって、合成後3Dデータによって示される3D画像においては、第1の合成用3Dデータにおいて溶接不良の底部が位置するXY座標平面上の領域、及び第2の合成用3Dデータにおいて溶接不良の底部が位置するXY座標平面上の領域に、溶接不良の底部が一定の深さで形成される。データ拡張部223は、合成後3Dデータを生成すると、(S208)の処理に進む。ここで、3Dデータにおける溶接不良の底部とは、言い換えると、所定のXYZ直交座標系においてZ軸方向に凹む溶接不良を含む点群を示す3Dデー

タで形成されるものである。

[0071] (S 2 0 7) において、データ拡張部 2 2 3 は、各点の Z の値として、前記第 1 及び第 2 の正規化後 3 D データで示される当該点と X Y 座標が共通の点の Z の値のうち、より高いことを示す値 (Z の値の最大値) を選択することにより、合成後 3 D データを生成する。つまり、合成後 3 D データによって示される 3 D 画像において、各点の Z の値は、第 1 及び第 2 の正規化後 3 D データによって示される当該点と X Y 座標が共通の点の Z の値のうち、より大きい方の値とされる。したがって、合成後 3 D データによって示される 3 D 画像においては、第 1 の合成用 3 D データにおいて溶接不良の頂部が位置する X Y 座標平面上の領域、及び第 2 の合成用 3 D データにおいて溶接不良の頂部が位置する X Y 座標平面上の領域に、溶接不良の頂部が一定の突出高さで形成される。データ拡張部 2 2 3 は、合成後 3 D データを生成すると、(S 2 0 8) の処理に進む。ここで、3 D データにおける溶接不良の頂部とは、言い換えると、所定の X Y Z 直交座標系において Z 軸方向に突出する溶接不良を含む点群を示す 3 D データで形成されるものである。

[0072] (S 2 0 8) において、データ拡張部 2 2 3 は、合成後 3 D データに対し、各点の Z 座標に値 α ((S 2 0 4) の正規化時に掛けた値 $1/\alpha$ の逆数) を掛ける処理を行うことにより、最終 3 D データ (例えば、図 5 及び図 6 の画像 D 3 1 ~ D 3 8 に対応) を取得する。つまり、最終 3 D データは、合成後 3 D データに基づくものである。そして、データ拡張部 2 2 3 は、最終 3 D データを不良 3 D データ記憶部 2 1 5 に記憶させる。

[0073] データ拡張部 2 2 3 が、(S 2 0 1) ~ (S 2 0 8) の処理を繰り返し実行することにより、多数の最終 3 D データを取得できる。例えば、図 5 及び図 6 の例では、画像 D 1 1 及び画像 D 2 1 を示す第 1 及び第 2 の選択 3 D データから、画像 D 3 1 ~ D 3 4 を示す最終 3 D データを取得できる。画像 D 3 1 は、画像 D 1 1 及び画像 D 2 1 を合成した画像であり、画像 D 3 2 は、画像 D 1 1 及び画像 D 2 2 を合成した画像であり、画像 D 3 3 は、画像 D 1 1 及び画像 D 2 3 を合成した画像であり、画像 D 3 4 は、画像 D 1 1 及び画

像D 2 4 を合成した画像である。また、画像D 1 2 及び画像D 2 1 を示す第1 及び第2 の選択3 Dデータから、画像D 3 5 ～D 3 8 を示す最終3 Dデータを取得できる。画像D 3 5 は、画像D 1 2 及び画像D 2 5 を合成した画像であり、画像D 3 6 は、画像D 1 2 及び画像D 2 6 を合成した画像であり、画像D 3 7 は、画像D 1 2 及び画像D 2 7 を合成した画像であり、画像D 3 8 は、画像D 1 2 及び画像D 2 8 を合成した画像である。(S 1 0 7) で取得する撮像3 Dデータの個数を、3 個以上とすることで、2 個だけの場合に比べ、より多様な大量の最終3 Dデータを取得できる。

[0074] このように、3 Dセンサ3 6 による測定回数を増やさなくても、第1 及び第2 の選択3 Dデータに基づいて、最終3 Dデータを取得することにより、学習用3 Dデータを作成するために使用する溶接不良の3 D画像を増やすことができる。したがって、学習データの取得に必要な手間及び作業時間を削減できる。

[0075] また、データ拡張部2 2 3 が(S 2 0 6) を実行する場合には、最終3 Dデータにおいて、第1 の合成用3 Dデータにおいて溶接不良の底部が位置するX Y座標平面上の領域、及び第2 の合成用3 Dデータにおいて溶接不良の底部が位置するX Y座標平面上の領域に、一定の深さの底部が形成される。データ拡張部2 2 3 が(S 2 0 4) ～(S 2 0 8) の処理を実行しない場合、例えば図7 の左図に示すように、現実には生じ得ない形状の段差S Tが生じてしまう虞がある。これに対し、本実施形態では、(S 2 0 4) ～(S 2 0 8) の処理を実行することにより、例えば図7 の右図に示すような違和感のない形状の溶接不良を示す最終3 Dデータを生成できる。すなわち、最終3 Dデータによって示される溶接不良の底面に、第1 及び第2 の合成用3 Dデータによって示される溶接不良の底部の深さが異なることに起因する段差が形成されない。したがって、最終3 Dデータによって示される溶接不良の底面に上記段差が形成されることに起因して不良検出モデルの予測精度が悪化するのを抑制できる。

[0076] また、データ拡張部2 2 3 が(S 2 0 7) を実行する場合には、最終3 D

データにおいて、第1の合成用3Dデータにおいて溶接不良の頂部が位置するXY座標平面上の領域、及び第2の合成用3Dデータにおいて溶接不良の頂部が位置するXY座標平面上の領域に、一定の突出高さの頂部が形成される。データ拡張部223が(S204)～(S208)の処理を実行しない場合、現実には生じ得ない形状の段差が生じてしまう虞がある。これに対し、本実施形態では、(S204)～(S208)の処理を実行することにより、違和感のない形状の溶接不良を示す最終3Dデータを生成できる。すなわち、最終3Dデータによって示される溶接不良の端面に、第1及び第2の合成用3Dデータによって示される溶接不良の頂部の突出高さが異なることに起因する段差が形成されない。したがって、最終3Dデータによって示される溶接不良の端面に上記段差が形成されることに起因して不良検出モデルの予測精度が悪化するのを抑制できる。

[0077] なお、上記実施形態では、合成後3Dデータを、2つの合成用3Dデータを合成することにより取得したが、3つ以上の合成用3Dデータを合成することにより取得してもよい。その場合、まず、3つ以上の合成用3Dデータをそれぞれ正規化後3Dデータに正規化する。そして、溶接不良が凹型である場合には、各点のZの値として、3つ以上の正規化後3Dデータで示される当該点とXY座標が共通の点のZの値のうち、最小値を選択することにより、合成後3Dデータを生成できる。一方、溶接不良が凸型である場合には、各点のZの値として、3つ以上の正規化後3Dデータで示される当該点とXY座標が共通の点のZの値のうち、最大値を選択することにより、合成後3Dデータを生成できる。

[0078] なお、上記実施形態では、(S101)において不良あり画像データを取得するために溶接ビードを形成するのに使用する溶接装置3と、不良検出モデルに入力する画像データを取得するために溶接ビードを形成するのに使用する溶接装置3とを共通の溶接装置としたが、別の溶接装置としてもよい。

[0079] また、上記実施形態では、不良ありデータ処理部221、不良なしデータ処理部222、データ拡張部223、及び学習データ作成部224の機能と

、A I モデル生成部 2 2 5 の機能とを、1 つのプロセッサ 2 2 によって実現したが、別のプロセッサによって実現してもよい。つまり、上記実施形態のプロセッサ 2 2 の機能を、複数のプロセッサによって実現してもよい。

産業上の利用可能性

[0080] 本開示の学習データ取得装置、及び学習データ取得方法は、学習データの取得に必要な手間及び作業時間を削減でき、機械学習に用いる画像データを取得する学習データ取得装置、及び学習データ取得方法として有用である。

符号の説明

[0081] 2 A I モデル生成装置（学習データ取得装置）

2 2 プロセッサ（学習データ取得部）

D 1 1、D 1 2、D 2 1～D 2 8、D 3 1～D 3 8 3 D 画像

請求の範囲

[請求項1] モデルを作成するための機械学習に用いる学習データを取得する学習データ取得装置であって、

前記モデルは、3D画像を示す3Dデータに基づいて溶接不良の位置を含む溶接不良情報を出力するものであり、

前記学習データ取得装置は、

所定のXYZ直交座標系においてZ軸方向に凹む溶接不良を含む点群を示し、X軸方向及びY軸方向の画像サイズが互いに共通の第1及び第2の合成用3Dデータに基づいて、前記第1の合成用3Dデータにおいて前記溶接不良の底部が位置するXY座標平面上の領域、及び前記第2の合成用3Dデータにおいて前記溶接不良の底部が位置するXY座標平面上の領域に、前記溶接不良の底部が一定の深さで形成された3D画像を示す合成後3Dデータを生成する第1の合成ステップ、及び

所定のXYZ直交座標系においてZ軸方向に突出する溶接不良を含む点群を示し、X軸方向及びY軸方向の画像サイズが互いに共通の第1及び第2の合成用3Dデータに基づいて、前記第1の合成用3Dデータにおいて前記溶接不良の頂部が位置するXY座標平面上の領域、及び前記第2の合成用3Dデータにおいて前記溶接不良の頂部が位置するXY座標平面上の領域に、前記溶接不良の頂部が一定の突出高さで形成された3D画像を示す合成後3Dデータを生成する第2の合成ステップのうちの少なくとも一方の合成ステップと、

前記合成後3Dデータに基づく最終3Dデータを含む複数の不良3Dデータによって示される複数の溶接不良の3D画像を複数パターン組み合わせて、溶接痕を含む3D画像と合成することにより、複数の学習用3Dデータを作成する学習データ作成ステップとを実行する学習データ取得部を備えることを特徴とする学習データ取得装置。

[請求項2] 請求項1に記載の学習データ取得装置において、

前記第 1 の合成ステップは、

前記第 1 及び第 2 の合成用 3 D データに対し、点群の各点の Z の値に共通の所定値 $1/\alpha$ を掛けて点群の Z の値の最高値を共通の第 1 の値、最低値を共通の第 2 の値にする正規化を行うことにより、第 1 及び第 2 の正規化後 3 D データを取得する正規化ステップと、

各点の Z の値として、前記第 1 及び第 2 の正規化後 3 D データで示される当該点と X Y 座標が共通の点の Z の値のうち、より深いことを示す値を選択することにより、前記合成後 3 D データを生成する第 1 の Z 値選択ステップとを実行するものであり、

前記第 2 の合成ステップは、

前記正規化ステップと、

各点の Z の値として、前記第 1 及び第 2 の正規化後 3 D データで示される当該点と X Y 座標が共通の点の Z の値のうち、より高いことを示す値を選択することにより、前記合成後 3 D データを生成する第 2 の Z 値選択ステップとを実行するものであり、

前記学習データ取得部は、前記合成後 3 D データに対し、各点の Z 座標に前記所定値 $1/\alpha$ の逆数 α を掛ける処理を行うことにより、前記最終 3 D データを取得することを特徴とする学習データ取得装置。

[請求項3]

請求項 2 に記載の学習データ取得装置において、

前記学習データ取得部は、

前記第 1 及び第 2 の合成用 3 D データの少なくとも一方の合成用 3 D データと、当該少なくとも一方の合成用 3 D データによって示される 3 D 画像における前記溶接不良の形成領域と非形成領域との境界を指定するセグメンテーションデータとに基づいて、前記第 1 及び第 2 の合成ステップのうち、いずれの合成ステップを実行するかを選択することを特徴とする学習データ取得装置。

[請求項4]

請求項 1 に記載の学習データ取得装置において、

前記学習データ取得部は、

前記第2の合成用3Dデータを、サイズ調整前3DデータをX軸方向及びY軸方向の少なくとも一方に拡大又は縮小することにより取得するサイズ調整ステップをさらに実行することを特徴とする学習データ取得装置。

[請求項5]

請求項1に記載の学習データ取得装置において、

前記学習データ取得部は、

前記溶接不良を示す複数の3Dデータから、第1及び第2の選択3Dデータを乱数により選択する3Dデータ選択ステップをさらに実行し、

前記第1の合成用3Dデータは、前記第1の選択3Dデータに基づき、かつ前記第2の合成用3Dデータは、前記第2の選択3Dデータに基づくものであることを特徴とする学習データ取得装置。

[請求項6]

請求項1に記載の学習データ取得装置において、

前記学習データ取得部は、

溶接不良の反転、転置、及びそれらの組み合わせを含む複数種類の変換処理をそれぞれ行う複数のモードと、前記複数種類の変換処理のいずれも行わないモードとから、1つのモードを乱数により選択するモード選択ステップと、

前記モード選択ステップで選択したモードで、溶接不良を示す変換前3Dデータに対していずれか1つの前記変換処理を行って変換後3Dデータとして出力するか、又は前記変換処理を行わずに前記変換前3Dデータをそのまま前記変換後3Dデータとして出力する変換処理ステップとをさらに実行し、

前記第2の合成用3Dデータは、前記変換後3Dデータに基づくものであることを特徴とする学習データ取得装置。

[請求項7]

モデルを作成するための機械学習に用いる学習データを取得する学習データ取得方法であって、

前記モデルは、3D画像を示す3Dデータに基づいて溶接不良の位

置を含む溶接不良情報を出力するものであり、

前記学習データ取得方法は、

所定のX Y Z直交座標系においてZ軸方向に凹む溶接不良を含む点群を示し、X軸方向及びY軸方向の画像サイズが互いに共通の第1及び第2の合成用3Dデータに基づいて、前記第1の合成用3Dデータにおいて前記溶接不良の底部が位置するX Y座標平面上の領域、及び前記第2の合成用3Dデータにおいて前記溶接不良の底部が位置するX Y座標平面上の領域に、前記溶接不良の底部が一定の深さで形成された3D画像を示す合成後3Dデータを生成する第1の合成ステップ、及び

所定のX Y Z直交座標系においてZ軸方向に突出する溶接不良を含む点群を示し、X軸方向及びY軸方向の画像サイズが互いに共通の第1及び第2の合成用3Dデータに基づいて、前記第1の合成用3Dデータにおいて前記溶接不良の頂部が位置するX Y座標平面上の領域、及び前記第2の合成用3Dデータにおいて前記溶接不良の頂部が位置するX Y座標平面上の領域に、前記溶接不良の頂部が一定の突出高さで形成された3D画像を示す合成後3Dデータを生成する第2の合成ステップのうちの少なくとも一方の合成ステップと、

前記合成後3Dデータに基づく最終3Dデータを含む複数の不良3Dデータによって示される複数の溶接不良の3D画像を複数パターン組み合わせて、溶接痕を含む3D画像と合成することにより、複数の学習用3Dデータを作成する学習データ作成ステップとを実行するものであり、

前記第1の合成ステップは、

前記第1及び第2の合成用3Dデータに対し、点群の各点のZの値に共通の所定値 $1/\alpha$ を掛けて点群のZの値の最高値を共通の第1の値、最低値を共通の第2の値にする正規化を行うことにより、第1及び第2の正規化後3Dデータを取得する正規化ステップと、

各点のZの値として、前記第1及び第2の正規化後3Dデータで示される当該点とXY座標が共通の点のZの値のうち、より深いことを示す値を選択することにより、前記合成後3Dデータを生成する第1のZ値選択ステップとを実行するものであり、

前記第2の合成ステップは、

前記正規化ステップと、

各点のZの値として、前記第1及び第2の正規化後3Dデータで示される当該点とXY座標が共通の点のZの値のうち、より高いことを示す値を選択することにより、前記合成後3Dデータを生成する第2のZ値選択ステップとを実行するものであり、

前記学習データ取得方法は、前記合成後3Dデータに対し、各点のZ座標に前記所定値 $1/\alpha$ の逆数 α を掛ける処理を行うことにより、前記最終3Dデータを取得することを特徴とする学習データ取得方法。

[請求項8]

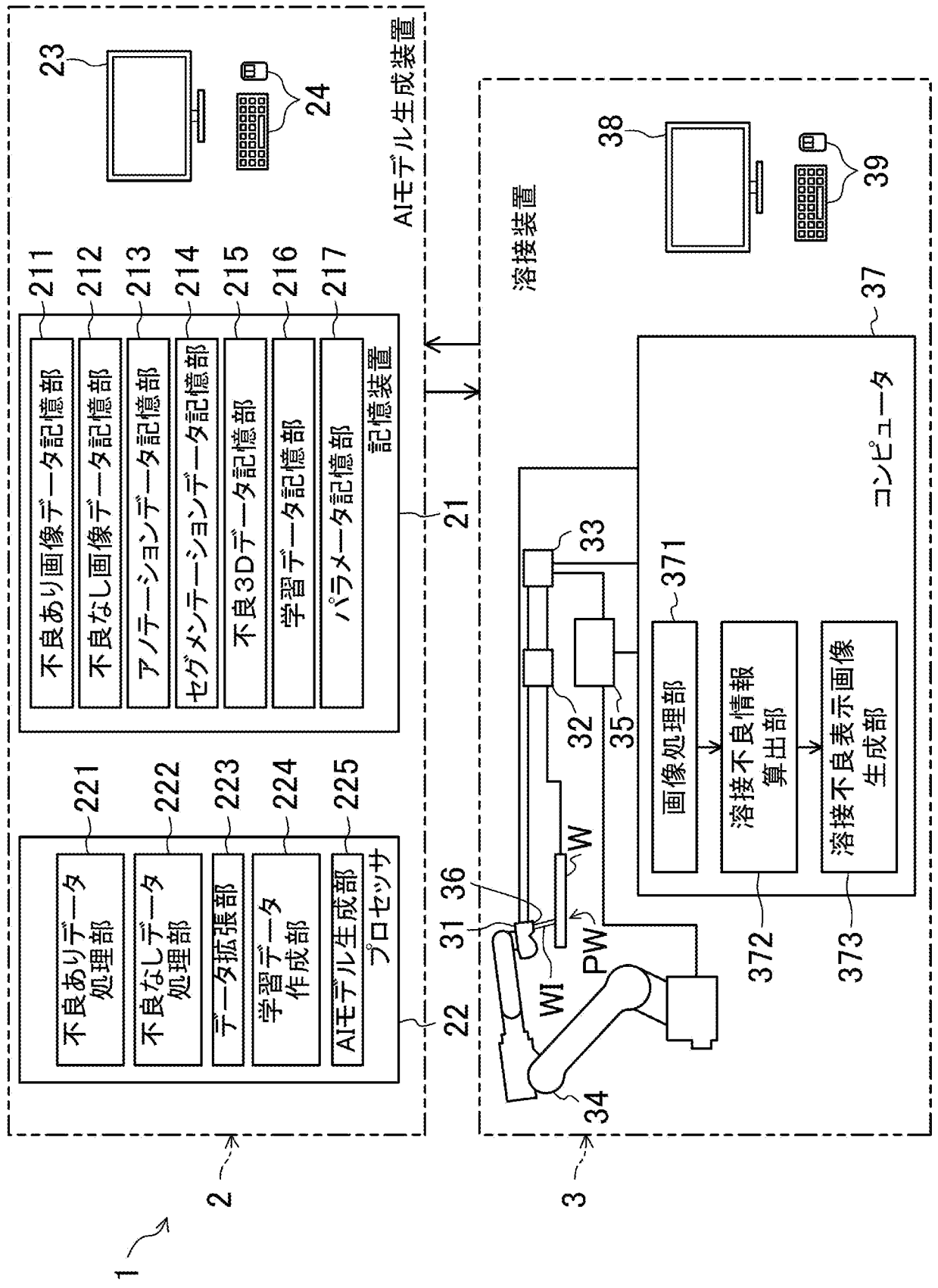
請求項7に記載の学習データ取得方法において、

溶接不良の反転、転置、及びそれらの組み合わせを含む複数種類の変換処理をそれぞれ行う複数のモードと、前記複数種類の変換処理のいずれも行わないモードとから、1つのモードを乱数により選択するモード選択ステップと、

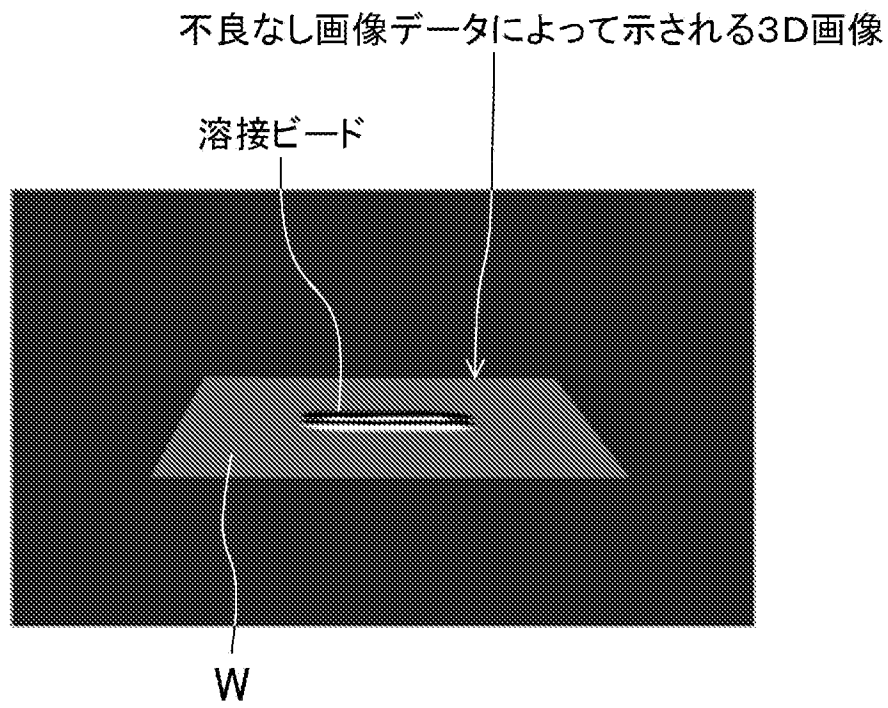
前記モード選択ステップで選択したモードで、溶接不良を示す変換前3Dデータに対していずれか1つの前記変換処理を行って変換後3Dデータとして出力するか、又は前記変換処理を行わずに前記変換前3Dデータをそのまま前記変換後3Dデータとして出力する変換処理ステップとをさらに実行し、

前記第2の合成用3Dデータは、前記変換後3Dデータに基づくものであることを特徴とする学習データ取得方法。

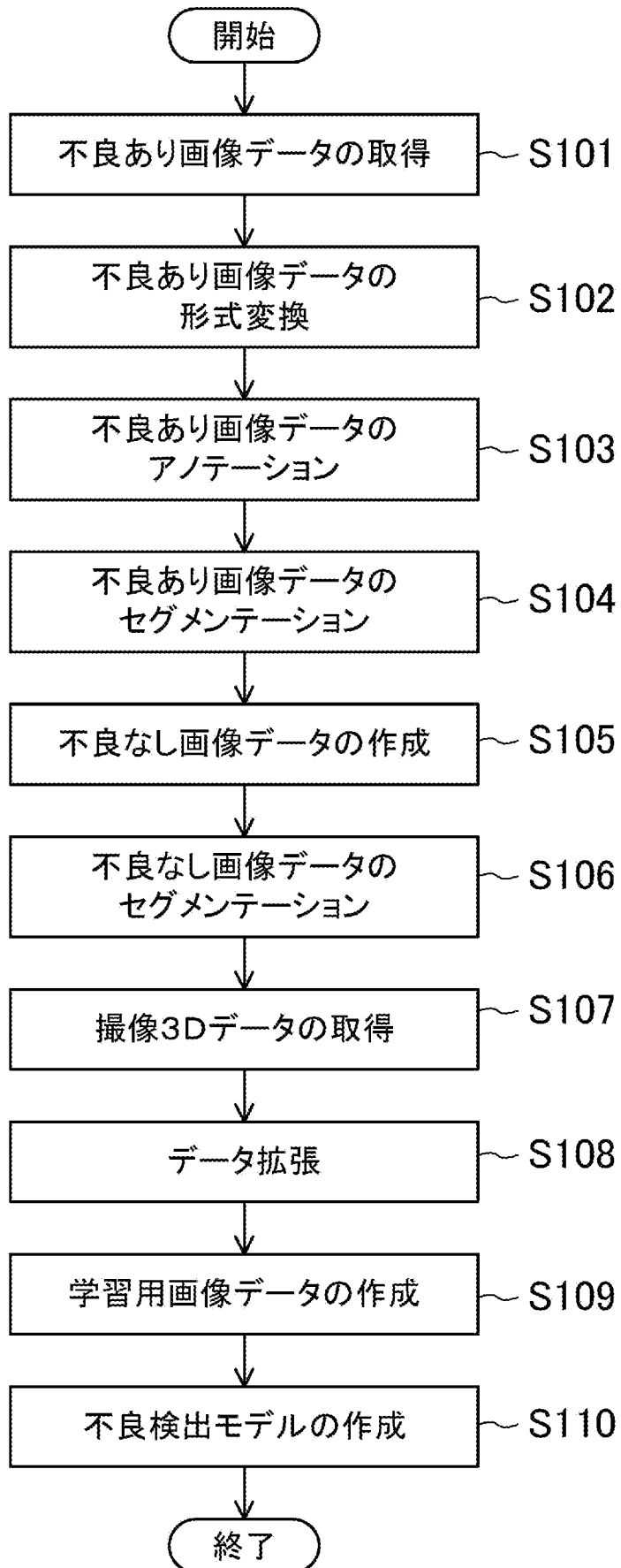
[図1]



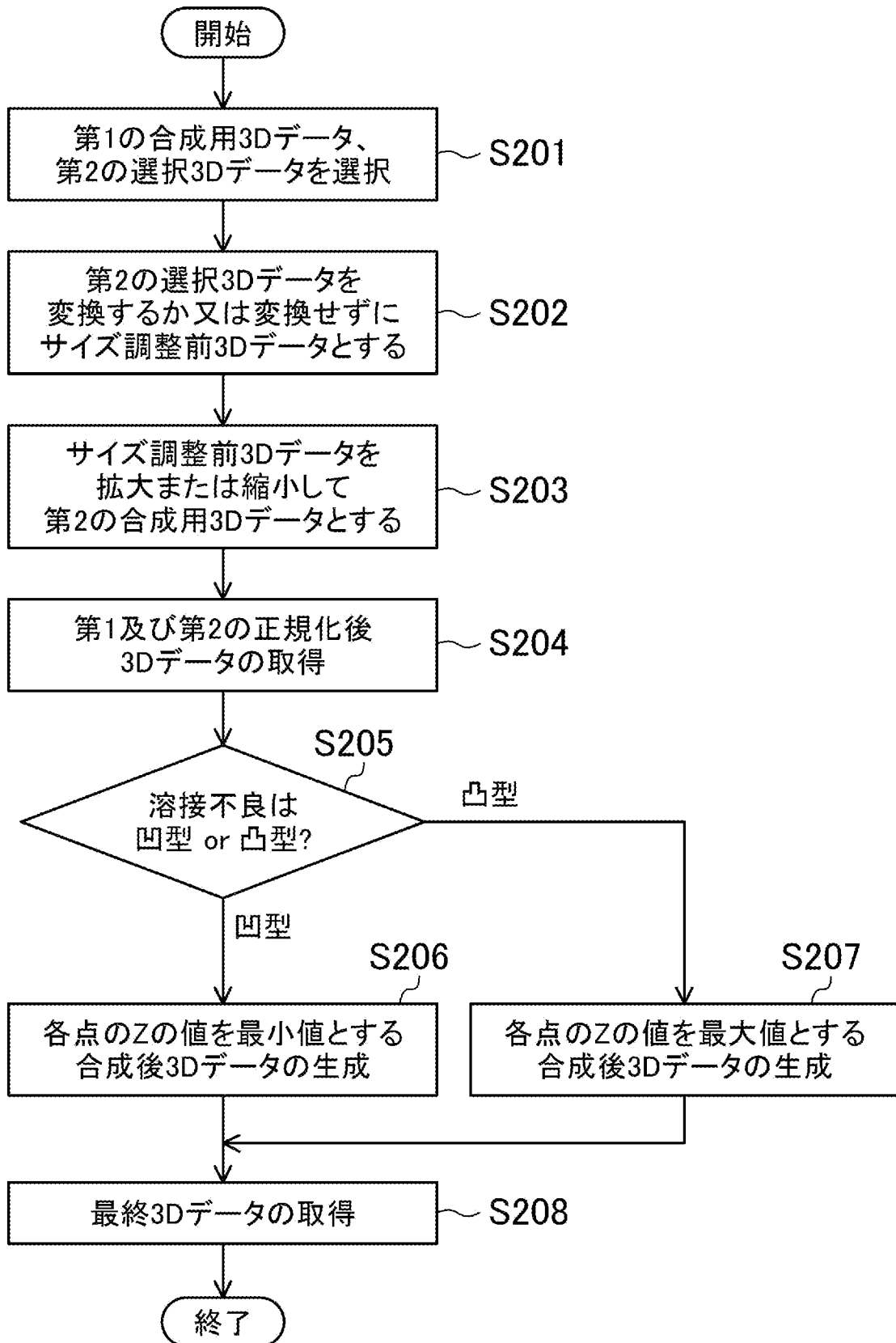
[図2]



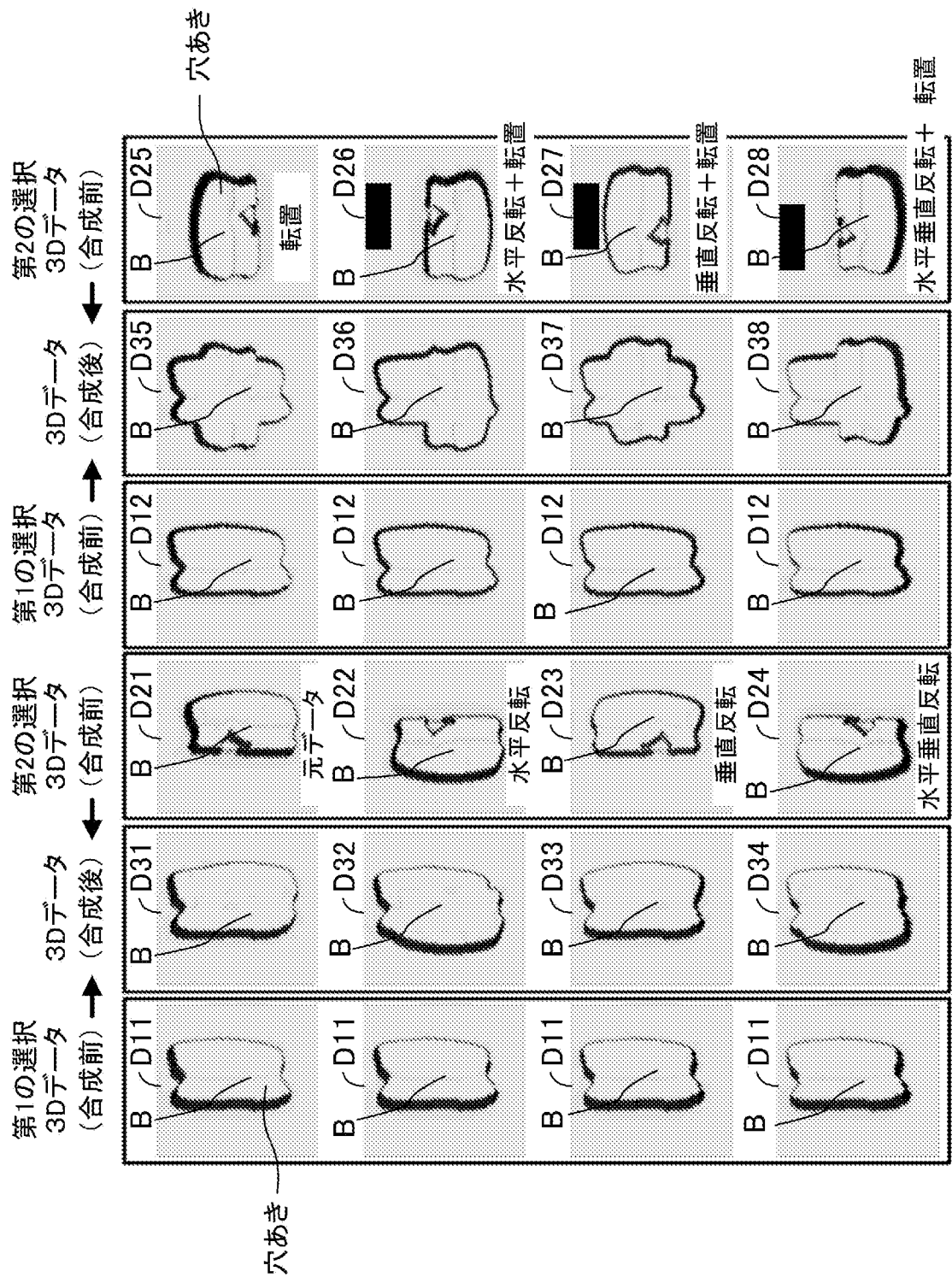
[図3]



[図4]



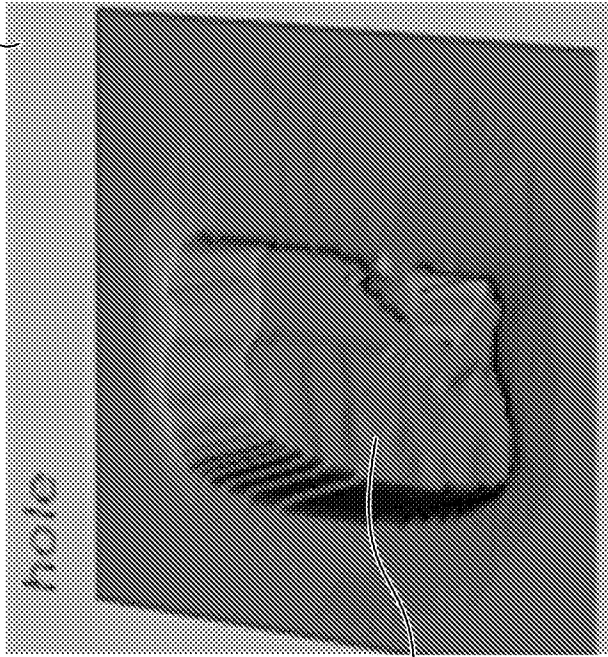
＜第1および第2の選択3Dデータと、最終3Dデータとの組の例示＞
(溶接不良としての穴あきの3Dデータの例)



[図7]

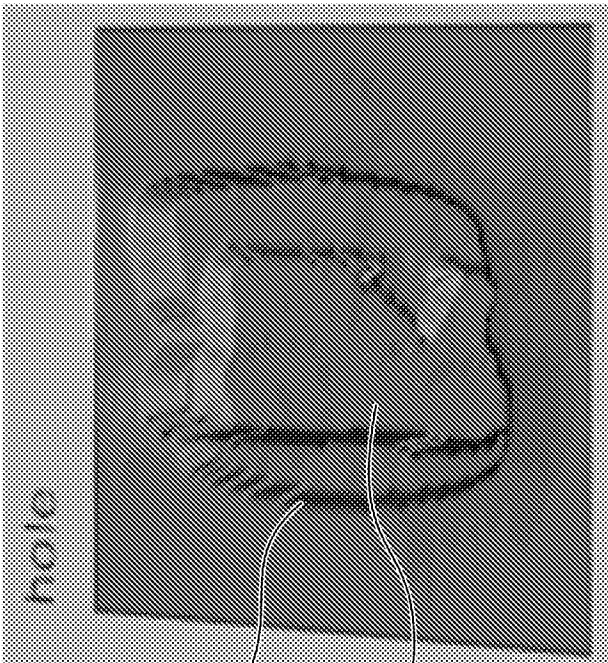
意図しない段差無し

D24



B

意図しない段差あり



ST

B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/038846

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G06N 20/00</i> (2019.01)i; <i>B23K 31/00</i> (2006.01)i; <i>G06F 18/214</i> (2023.01)i; <i>G06T 7/00</i> (2017.01)i FI: G06N20/00 130; B23K31/00 Z; G06F18/214; G06T7/00 350B; G06T7/00 610Z 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) G06N3/00-99/00; B23K31/00; G06F18/214; G06T7/00; G06V10/70 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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 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	ZHANG, Haodong et al., Weld Defect Detection Based on Deep Learning Method, 2019 IEEE 15th International Conference on Automation Science and Engineering [online], 2019, pp. 1574-1579, [retrieved on 02 December 2024], Internet <URL: https://doi.org/10.1109/COASE.2019.8842998 > abstract, chapter III	1-8
A	WO 2022/102523 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 19 May 2022 (2022-05-19) abstract, paragraphs [0022]-[0034]	1-8
A	US 2021/0142467 A1 (SOFTWARE AG) 13 May 2021 (2021-05-13) abstract, paragraphs [0026]-[0069]	1-8
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “D” document cited by the applicant in the international application “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 02 December 2024		Date of mailing of the international search report 10 December 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/038846

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2022/102523	A1	19 May 2022	US 2023/0394797 A1 abstract, paragraphs [0048]- [0061] CN 116438569 A	
US	2021/0142467	A1	13 May 2021	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

G06N 20/00(2019.01)i; B23K 31/00(2006.01)i; G06F 18/214(2023.01)i; G06T 7/00(2017.01)i
FI: G06N20/00 130; B23K31/00 Z; G06F18/214; G06T7/00 350B; G06T7/00 610Z

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））

G06N3/00-99/00; B23K31/00; G06F18/214; G06T7/00; G06V10/70

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

1971-2024年

日本国実用新案登録公報

1996-2024年

日本国登録実用新案公報

1994-2024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	ZHANG, Haodong et al., Weld Defect Detection Based on Deep Learning Method, 2019 IEEE 15th International Conference on Automation Science and Engineering [online], 2019, pp. 1574-1579, [検索日 2024.12.02], インターネット: <URL: https://doi.org/10.1109/COASE.2019.8842998 > 要約及び第III章	1-8
A	WO 2022/102523 A1 (パナソニックIPマネジメント株式会社) 19.05.2022 (2022-05-19) 要約、段落[0022]-[0034]	1-8
A	US 2021/0142467 A1 (SOFTWARE AG) 13.05.2021 (2021-05-13) 要約、段落[0026]-[0069]	1-8

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

02.12.2024

国際調査報告の発送日

10.12.2024

名称及びあて先

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

権限のある職員（特許庁審査官）

北川 純次 5H 3650

電話番号 03-3581-1101 内線 3529

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2024/038846

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2022/102523	A1	19.05.2022	US	2023/0394797	A1	
				要約、段落[0048]-[0061]			
				CN	116438569	A	

US	2021/0142467	A1	13.05.2021	(ファミリーなし)			
