(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
2021年4月29日(29.04.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/079876 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 29/06 (2006.01) *G01N 29/44* (2006.01)
G01N 29/32 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/039385

(22) 国際出願日： 2020年10月20日(20.10.2020)

(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 2019-193813 2019年10月24日(24.10.2019) JP

(71) 出願人: 株式会社 東芝(**KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA**) [JP/JP]; 〒1050023 東京都港区芝浦一丁目１番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 高 橋 宏 昌 (**TAKAHASHI, Hiromasa**); 〒1050023 東京都港区芝浦一丁目１番１号 株式会社東芝内 Tokyo (JP). 齊藤 真拡(**SAITO, Masahiro**); 〒1050023 東京都港区芝浦一丁目１番１号 株式会社東芝内 Tokyo (JP).

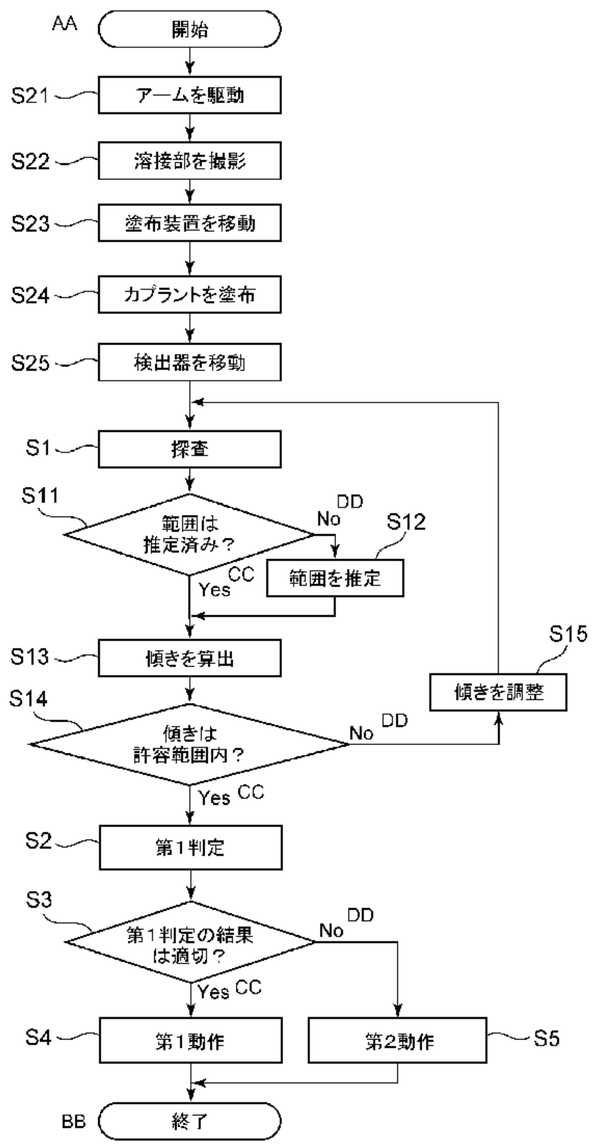
(74) 代理人: 日向寺 雅彦, 外(**HYUGAJI, Masahiko** et al.); 〒2318966 神奈川県横浜市中区桜木町一丁目１番地８ 日石横浜ビル Kanagawa (JP).

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

(54) **Title:** PROCESSING SYSTEM, PROCESSING METHOD, PROGRAM, AND STORAGE MEDIUM

(54) 発明の名称： 処理システム、処理方法、プログラム、及び記憶媒体

[図25]



S1 Survey
S2 First determination
S3 Is result of first determination appropriate?
S4 First operation
S5 Second operation
S11 Is range estimated?
S12 Estimate range
S13 Calculate inclination
S14 Is inclination within acceptable range?
S15 Adjust inclination
S21 Drive arm
S22 Photograph welding spot
S23 Move application device
S24 Apply couplant
S25 Move detection device
AA Start
BB End
CC Yes
DD No

(57) **Abstract:** A processing system according to an embodiment comprises a processing device. The processing device receives a reflected wave detection result from a detector that includes a plurality of detection elements arranged in first and second directions intersecting each other and that performs a survey involving transmitting ultrasonic waves toward an object to be welded and detecting reflected waves. The processing device performs, on the basis of the detection result, a first determination to determine completion or non-completion of joining at a plurality of points along the first and second

［続葉有］

WO 2021/079876 A1

KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

directions of the object to be welded. The processing device performs a second determination to determine appropriateness of a result of the first determination using the circularity of a first region based on the points for which completion of joining has been determined.

(57) 要約：実施形態に係る処理システムは、処理装置を備える。前記処理装置は、互いに交差する第１方向及び第２方向に配列された複数の検出素子を含み、溶接対象に向けた超音波の送信及び反射波の検出を含む探査を実行する検出器から、前記反射波の検出結果を受信する。前記処理装置は、前記検出結果から、前記溶接対象の前記第１方向及び前記第２方向に沿った複数の点で接合および未接合を判定する第１判定を実行する。前記処理装置は、接合と判定された前記点に基づく第１領域の円らしさを用いて、前記第１判定の結果の適否を判定する第２判定を実行する。

明　細　書

発明の名称 ：

処理システム、処理方法、プログラム、及び記憶媒体

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、処理システム、処理方法、プログラム、及び記憶媒体に関する。

背景技術

[0002] 溶接では、２つ以上の部材の一部同士が溶融して接合させる。溶接された部材は、溶接された部分（以下、溶接部という）が、適切に接合されているか検査される。例えば、非破壊の検査では、検出器を把持した人（検査者）が、検出器を溶接部に接触させる。検出器から溶接部に向けて超音波が送信され、その反射波に基づいて溶接対象に関するデータが導出される。非破壊の検査については、この溶接対象に関するデータの精度を向上できる技術が求められている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１９－９０７２７号公報

非特許文献

[0004] 非特許文献1：牛島彰、齊藤真拡、松本真（２０１９）「非破壊検査で省人化と信頼性向上に貢献するスポット溶接検査ロボット」『東芝レビュー』ｖｏｌ．７４，Ｎｏ．４，ｐｐ．２５－２８

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 本発明が解決しようとする課題は、溶接対象に関するデータの精度を向上できる、処理システム、処理方法、プログラム、及び記憶媒体を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 実施形態に係る処理システムは、処理装置を備える。前記処理装置は、互いに交差する第１方向及び第２方向に配列された複数の検出素子を含み、溶接対象に向けた超音波の送信及び反射波の検出を含む探査を実行する検出器から、前記反射波の検出結果を受信する。前記処理装置は、前記検出結果から、前記溶接対象の前記第１方向及び前記第２方向に沿った複数の点で接合および未接合を判定する第１判定を実行する。前記処理装置は、接合と判定された前記点に基づく第１領域の円らしさを用いて、前記第１判定の結果の適否を判定する第２判定を実行する。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]実施形態に係る処理システムの構成を表すブロック図である。

[図2]非破壊検査の様子を表す模式図である。

[図3]検出器先端の内部構造を表す模式図である。

[図4]実施形態に係る処理システムによる処理を説明するための模式図である。

[図5]実施形態に係る処理システムによる処理を説明するための図である。

[図6]実施形態に係る処理システムによる処理結果を表す画像の一例である。

[図7]真円度、楕円率、及び検定統計量の関係を表すバブルチャートである。

[図8]実施形態に係る処理システムを用いた検査の流れを表すフローチャートである。

[図9]反射波の検出結果に基づく画像を示す模式図である。

[図10]反射波の検出結果に基づく画像の一例である。

[図11]実施形態に係る処理システムを用いた検査の流れを表すフローチャートである。

[図12]一断面でのＺ方向における反射波の強度分布を例示するグラフである。

[図13]Ｚ方向における反射波の強度分布を例示するグラフである。

[図14]反射波の強度分布をフィルタリングした結果を例示するグラフである

。

[図15]反射波の検出結果を例示する模式図である。

[図16]Ｘ－Ｙ面における反射波の強度分布の一例である。

[図17]反射波の検出結果を例示する模式図である。

[図18]実施形態に係る処理システムにおける範囲の推定の流れを表すフローチャートである。

[図19]反射波の検出結果を例示する画像である。

[図20]実施形態に係る処理システムによる処理を説明するための図である。

[図21]実施形態に係る処理システムにより得られた画像の一例である。

[図22]実施形態に係る処理システムにより得られた画像の一例である。

[図23]実施形態の変形例に係る処理システムの構成を表す模式図である。

[図24]実施形態の変形例に係る処理システムの一部を表す斜視図である。

[図25]実施形態の変形例に係る処理システムの動作を表すフローチャートである。

[図26]システムのハードウェア構成を表すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下に、本発明の各実施形態について図面を参照しつつ説明する。

図面は模式的または概念的なものであり、各部分の厚みと幅との関係、部分間の大きさの比率などは、必ずしも現実のものと同一とは限らない。同じ部分を表す場合であっても、図面により互いの寸法や比率が異なって表される場合もある。

本願明細書と各図において、既に説明したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は適宜省略する。

[0009] 図１は、実施形態に係る処理システムの構成を表すブロック図である。

図１に表したように、実施形態に係る処理システム１００は、処理装置１１０及び記憶装置１２０を備える。記憶装置１２０は、溶接検査に関するデータを記憶する。処理装置１１０は、溶接検査に関するデータを処理する。

[0010] 図１に表した処理システム１００は、検出器１３０、入力装置１４０、及

び表示装置１５０をさらに備える。検出器１３０は、対象に向けて超音波を送信し、その反射波を検出（受信）する。検出器１３０は、例えばプローブを含む。以降では、検出器１３０による超音波の送信及び反射波の検出を、探査（プロービング）という。

[0011] 処理装置１１０は、検出された反射波に基づいて、様々な処理を実行する。処理装置１１０は、表示装置１５０にユーザインタフェースを表示させる。ユーザは、表示装置１５０に表示されたユーザインタフェースを通して、処理によって得られたデータを容易に確認できる。ユーザは、入力装置１４０を用いて、ユーザインタフェースを介して処理装置１１０へデータを入力できる。

[0012] 処理装置１１０は、有線通信、無線通信、又はネットワークを介して記憶装置１２０、検出器１３０、入力装置１４０、及び表示装置１５０と接続される。

[0013] ここで、溶接検査について具体的に説明する。溶接検査では、溶接部の非破壊検査が行われる。

[0014] 図２は、非破壊検査の様子を表す模式図である。

検出器１３０は、溶接部を検査するための複数の検出素子を含む。検出器１３０は、例えば図２に表したように、人が手で把持できる形状を有する。検出器１３０を把持した人は、検出器１３０の先端を溶接部１３に接触させ、溶接部１３を検査する。ここでは、人が検出器１３０を把持し、溶接検査を実行する例について説明する。以降では、検出器１３０を把持し、溶接検査を実行する人（例えば検査者）を、ユーザという。

[0015] 図３は、検出器先端の内部構造を表す模式図である。

検出器１３０先端の内部には、図３に表したように、複数の検出素子１３２を含む素子アレイ１３１が設けられている。検出素子１３２は、例えば、トランスデューサである。各検出素子１３２は、例えば、１ＭＨｚ以上１００ＭＨｚ以下の周波数の超音波を発する。複数の検出素子１３２は、互いに交差する第１方向及び第２方向に配列されている。図３に表した例では、複

数の検出素子１３２は、互いに直交するＸ方向及びＹ方向に配列されている。

[0016] 素子アレイ１３１は、例えば硬質伝搬部材１３３により被覆されている。検出器１３０の先端を溶接部１３に接触させた際、硬質伝搬部材１３３は、素子アレイ１３１と溶接部１３との間に位置する。硬質伝搬部材１３３は、超音波が伝搬し易い樹脂材料などにより構成される。溶接部１３の表面の形状に応じた硬質伝搬部材１３３を設けることで、溶接部１３の内部まで超音波を伝搬させ易くなる。硬質伝搬部材１３３により、検出器１３０が溶接部１３へ接触した際の素子アレイ１３１の変形、損傷などを抑制できる。硬質伝搬部材１３３は、溶接部１３への接触時の変形、損傷などを抑制するために、十分な硬さを有する。

[0017] 図２及び図３は、溶接対象としての部材１０を検査する様子を表している。部材１０は、金属板１１（第１部材）と金属板１２（第２部材）が、溶接部１３においてスポット溶接されて作製されている。図３に表したように、溶接部１３では、金属板１１の一部と金属板１２の一部が溶融し、混ざり合って凝固した凝固部１４が形成されている。

[0018] 例えば、検査では、溶接部１３が形成されているかを調べる。検査では、溶接部１３の径、径が十分かどうか、などを調べる。検査時には、対象と検出器１３０との間で超音波が伝搬し易くなるように、対象の表面にカプラント１５が塗布される。それぞれの検出素子１３２は、カプラント１５が塗布された部材１０に向けて超音波ＵＳを送信し、部材１０からの反射波ＲＷを受信する。

[0019] 又は、カプラント１５に代えて、超音波が伝搬し易い軟質の伝搬部材が検出器１３０の先端に設けられていても良い。この軟質伝搬部材は、硬質伝搬部材１３３よりも軟らかい。溶接部１３に接触した際、軟質伝搬部材は、溶接部１３の表面の形状に倣って変形する。軟質伝搬部材は、例えばゲル状の樹脂で構成される。

[0020] 例えば図３に表したように、１つの検出素子１３２が溶接部１３に向けて

超音波ＵＳを送信する。超音波ＵＳの一部は、部材１０の上面又は下面などで反射される。複数の検出素子１３２のそれぞれは、この反射波ＲＷを受信（検出）する。それぞれの検出素子１３２が順次超音波ＵＳを送信し、それぞれの反射波ＲＷを複数の検出素子１３２で検出する。

[0021] 処理装置１１０は、反射波の検出結果が得られると、以下の第１判定及び第２判定を実行する。第１判定では、処理装置１１０は、得られた検出結果から、溶接対象の各点が接合されているか判定する。第２判定では、処理装置１１０は、接合と判定された点に基づいて、第１領域を設定する。処理装置１１０は、第１領域の円らしさを算出し、その円らしさを用いて、第１判定の結果の適否を判定する。円らしさは、第１領域の形状と円との類似の度合いを示す。例えば、円らしさを示す値が大きいほど、第１領域の形状は、より円に近い。

[0022] 以下で、第１判定及び第２判定について具体的に説明する。

[0023] （第１判定）

図４は、実施形態に係る処理システムによる処理を説明するための模式図である。

図４（ａ）に表したように、超音波ＵＳの一部は、金属板１１の上面１１ａまたは溶接部１３の上面１３ａで反射される。超音波ＵＳの別の一部は、部材１０に入射し、金属板１１の下面１１ｂまたは溶接部１３の下面１３ｂで反射する。

[0024] 上面１１ａ、上面１３ａ、下面１１ｂ、及び下面１３ｂのＺ方向における位置は、互いに異なる。すなわち、これらの面と検出素子１３２との間のＺ方向における距離が、互いに異なる。検出素子１３２が、これらの面からの反射波を受信すると、反射波の強度のピークが検出される。超音波ＵＳを送信した後、各ピークが検出されるまでの時間を算出することで、どの面で超音波ＵＳが反射されているか調べることができる。

[0025] 図４（ｂ）及び図４（ｃ）は、超音波ＵＳを送信した後の時間と、反射波ＲＷの強度と、の関係を例示するグラフである。図４（ｂ）及び図４（ｃ）

において、縦軸は、超音波ＵＳを送信した後の経過時間を表す。横軸は、検出された反射波ＲＷの強度を表す。ここでは、反射波ＲＷの強度を絶対値で表している。図４（ｂ）のグラフは、金属板１１の上面１１ａ及び下面１１ｂからの反射波ＲＷの検出結果を例示している。図４（ｃ）のグラフは、溶接部１３の上面１３ａ及び下面１３ｂからの反射波ＲＷの検出結果を例示している。

[0026] 図４（ｂ）のグラフにおいて、１回目のピークＰｅ１１は、上面１１ａからの反射波ＲＷに基づく。２回目のピークＰｅ１２は、下面１１ｂからの反射波ＲＷに基づく。ピークＰｅ１１及びピークＰｅ１２が検出された時間は、それぞれ、金属板１１の上面１１ａ及び下面１１ｂのＺ方向における位置に対応する。ピークＰｅ１１が検出された時間とピークＰｅ１２が検出された時間との時間差ＴＤ１は、上面１１ａと下面１１ｂとの間のＺ方向における距離Ｄｉ１に対応する。

[0027] 同様に、図４（ｃ）のグラフにおいて、１回目のピークＰｅ１３は、上面１３ａからの反射波ＲＷに基づく。２回目のピークＰｅ１４は、下面１３ｂからの反射波ＲＷに基づく。ピークＰｅ１３及びピークＰｅ１４が検出された時間は、それぞれ、溶接部１３の上面１３ａ及び下面１３ｂのＺ方向における位置に対応する。ピークＰｅ１３が検出された時間とピークＰｅ１４が検出された時間との時間差ＴＤ２は、上面１３ａと下面１３ｂとの間のＺ方向における距離Ｄｉ２に対応する。

[0028] 処理装置１１０は、ピーク間の時間差が溶接部１３の厚みに対応するか判定する。ピーク間の時間差が溶接部１３の厚みに対応すると判定されると、その点は接合されていると判定される。例えば、処理装置１１０は、Ｘ－Ｙ面内の各点において、ピーク間の時間差を、予め設定された閾値と比較する。時間差が閾値以上のとき、処理装置１１０は、その点が接合されていると判定する。時間差が閾値未満のとき、処理装置１１０は、その点が接合されていないと判定する。閾値は、溶接部１３の厚みに基づいて設定される。閾値に代えて、範囲が設定されても良い。処理装置１１０は、時間差がその範

囲に含まれるとき、その点が接合されていると判定する。

[0029] なお、反射波の強度は、任意の態様で表現されて良い。例えば、検出素子１３２から出力される反射波強度は、位相に応じて、正の値及び負の値を含む。正の値及び負の値を含む反射波強度に基づいて、各種処理が実行されても良い。正の値及び負の値を含む反射波強度を、絶対値に変換しても良い。各時刻における反射波強度から、反射波強度の平均値を減じても良い。又は、各時刻における反射波強度から、反射波強度の加重平均値、重み付き移動平均値などを減じても良い。反射波強度にこれらの処理を加えた結果を用いた場合でも、本願で説明する各種処理を実行可能である。

[0030] 図５は、実施形態に係る処理システムによる処理を説明するための図である。

図５（ａ）は、溶接部１３近傍を模式的に表す平面図である。検出器１３０によって検出された反射波に基づいて、例えば図５（ａ）に表した検出エリアＤＡの各点が接合されているか判定される。

[0031] 図５（ｂ）は、図５（ａ）に表した線分Ｌｉ１の各点における検出結果の一例を表す。図５（ｂ）において、縦軸は、Ｘ方向及びＹ方向に垂直なＺ方向における位置を表す。横軸は、Ｘ方向における位置を表す。図５（ｂ）において、○（白丸）は、部材１０の１つ目の反射面のＺ方向における位置を表す。１つ目の反射面は、金属板１１の上面１１ａ、溶接部１３の上面１３ａなどである。●（黒丸）は、部材１０の２つ目の反射面のＺ方向における位置を表す。２つ目の反射面は、金属板１１の下面１１ｂ、溶接部１３の下面１３ｂなどである。これらの位置は、上述したように、超音波ＵＳを送信した後、反射波ＲＷのピークが検出されるまでの時間に基づいて算出される。図５（ｂ）において、◆は、接合および未接合の判定結果を表す。接合されていると判定された点は、１の値で表され、未接合と判定された点は、０の値で表されている。

[0032] 図６は、実施形態に係る処理システムによる処理結果を表す画像の一例である。

上述した方法により、検出エリアＤＡの各点が接合されているかを判定する第１判定が実行される。処理装置１１０は、第１判定の結果に基づいて、例えば図６に表す画像を生成する。図６において、白色は、その点が接合されていることを表す。黒色は、その点が接合されていないことを表す。白点の集合に基づく第１領域Ｒ１は、溶接部１３に対応する。黒点の集合に基づく第２領域Ｒ２は、溶接部１３の周りの部材１０に対応する。

[0033] 処理装置１１０は、第１領域Ｒ１の面積に基づいて、溶接対象における溶接の良否を判定しても良い。処理装置１１０は、第１領域Ｒ１の面積に基づいて、溶接部１３の面積を算出しても良い。処理装置１１０は、第１領域Ｒ１の径に基づいて、溶接部１３の径を算出しても良い。例えば、記憶装置１２０には、検出素子１３２同士の距離が予め記憶される。処理装置１１０は、第１領域Ｒ１の画素数及び記憶された距離を用いて、溶接部１３の面積又は径を算出する。例えば、処理装置１１０は、径として、溶接部１３の長径及び短径を算出する。処理装置１１０は、長径と短径の平均を算出しても良い。処理装置１１０は、第１領域Ｒ１の円相当径を、溶接部１３の径として算出しても良い。第１領域Ｒ１の円相当径は、第１領域Ｒ１の面積を有し、その面積を有する仮想円の径を算出することで得られる。処理装置１１０は、算出されたいずれかの値を予め設定された閾値と比較することで、溶接対象における溶接の良否を判定する。

[0034] 第１領域Ｒ１は、白点の集合のみを含んでも良いし、一部の黒点を含んでも良い。例えば、処理装置１１０は、白点の集合と、白点の集合に囲まれた黒点と、を第１領域Ｒ１として設定する。白点の集合が複数存在する場合、処理装置１１０は、それらの白点の集合と、白点の集合同士の間に位置する黒点と、を第１領域Ｒ１として設定する。

[0035] 溶接部１３の上面１３ａ及び下面１３ｂは、金属板１１の上面１１ａに対して傾斜していることがある。これは、溶接部１３が凝固部１４を含むことや、溶接の過程における形状の変形などに基づく。この場合、上面１３ａ又は下面１３ｂに対して平均的に垂直な方向に沿って超音波ＵＳが送信される

ことが望ましい。これにより、上面１３ａ及び下面１３ｂにおいてより強く超音波が反射され、検査の精度を向上させることができる。

[0036] （第２判定）

第２判定では、第１判定の結果の適否が判定される。すなわち、第１判定で実行された各点での接合又は未接合の判定結果が、適切かどうか判定される。処理装置１１０は、第１判定の結果の適否を判定するために、第１判定の結果に基づいて設定された第１領域Ｒ１の円らしさを算出する。円らしさとしては、真円度、円形度、又は楕円率を用いることができる。

[0037] 真円度は、以下の方法により算出される。第１領域の外縁に内接する円と、第１領域の外縁に外接する別の円と、を設定する。これら２つの円の中心は、同じ位置に存在する。２つの円は、それらの間隔が小さくなるように設定される。２つの円の半径差が真円度に対応する。円の中心の設定方法は、任意である。例えば、以下の４つの方法が用いられる。第１の方法では、最小二乗法による近似円の中心を用いる。第２の方法では、外縁に内接する最大の円の中心を用いる。第３の方法では、外縁に外接する最小の円の中心を用いる。第４の方法では、半径差が最小となる内接円及び外接円の中心を用いる。真円度は、ＪＩＳ　Ｂ　０６２１（１９８４）に従って算出することができる。ＪＩＳ　Ｂ　０６２１（１９８４）は、ＩＳＯ　１１０１（１９８３）に対応する。

[0038] 円形度は、第１領域の面積Ａと、第１領域の外周の長さＬと、を用いて、４ｎＡ／Ｌ^{2}で表される。楕円率は、短径に対する長径の比で表される。例えば、長径は、第１領域Ｒ１の外縁上の任意の２点を結んで得られる線分のうち、最も長い線分の長さである。短径は、長径の中心を通り、且つ長径に対して垂直な線分の長さである。

[0039] 円らしさとして、第１領域Ｒ１の円相当径ｒ１に対する第１領域の径ｒ２の比が用いられても良い。径ｒ２としては、例えば、長径と短径の平均値が用いられる。径ｒ２として、複数の方向における第１領域Ｒ１の長さの平均値が用いられても良い。

[0040] 例えば、処理装置１１０は、真円度、円形度、楕円率、又は径の比を、円らしさを示す第１値として算出する。処理装置１１０は、第１値を、予め設定された第１閾値と比較する。第１閾値は、用いられる円らしさの種類に応じて設定される。例えば、真円度が第１値として用いられる場合、第１閾値は、実際の溶接部１３の平均的な径に基づいて設定される。円形度、楕円率、又は径の比が第１値として用いられる場合、第１領域の形状が円に近いほど、第１値は１に近づく。例えば、第１閾値として、１より大きく２より小さい値が設定される。

[0041] 第１領域が円らしいほど第１値が小さくなる場合、処理装置１１０は、第１値が第１閾値未満のときに、第１判定の結果は適切であると判定する。例えば、第１判定の結果が適切と判定されると、処理装置１１０は、以下の第１動作を実行する。第１動作において、処理装置１１０は、その第１判定の結果を採用する。例えば、処理装置１１０は、その第１判定の結果に基づいて導出されるデータを、溶接対象の検査結果として採用する。例えば、データは、溶接部１３の面積及び径の少なくともいずれかを含む。データは、溶接部１３の面積又は径に基づいて判定された溶接の良否を含んでいても良い。データは、第１判定と第２判定との間に導出されても良いし、第２判定の後に導出されても良い。処理装置１１０は、第１判定の結果が適切と判定されたときのみ、第１判定の結果に基づくデータを導出しても良い。第１動作において、処理装置１１０は、第１判定の結果を示す画像、溶接部１３の面積、溶接部１３の径、及び溶接の良否の判定結果の少なくともいずれかを記憶装置１２０又は表示装置１５０に出力しても良い。

[0042] 処理装置１１０は、第１値が第１閾値以上のとき、第１判定の結果は不適切であると判定する。例えば、第１判定の結果が不適切と判定されると、処理装置１１０は、以下の第２動作を実行する。第２動作において、処理装置１１０は、その第１判定の結果を採用しない。例えば、第１判定と第２判定との間に、溶接部１３の面積、溶接部１３の径、溶接の良否の判定結果などのデータが導出される場合、処理装置１１０は、それらのデータを溶接対象

の検査結果として採用しない。第２動作において、処理装置１１０は、第１判定の結果が不適切であることを示す判定結果を記憶装置１２０又は表示装置１５０に出力しても良い。第２動作において、処理装置１１０は、溶接部１３への再度の探査の実行をユーザに促しても良い。検出器１３０は、処理装置１１０によって第１判定の結果が不適切と判定されたときに、自動的に溶接部１３への再度の探査の実行をしても良い。

[0043] 図７は、真円度、楕円率、及び検定統計量の関係を表すバブルチャートである。

ここでは、楕円率及び真円度を用いて第２判定を実行する例について説明する。例えば、円らしさに対する閾値は、検定統計量を用いて統計的に設定される。図７において、横軸は、楕円率を表す。縦軸は、真円度を表す。円（バブル）の大きさは、検定統計量を表す。

[0044] 検定統計量は、例えばグラッブズ検定に基づいて算出される。グラッブズ検定では、検定統計量Ｇは、検出結果に基づいて算出された溶接部１３の径ｒ、平均値ｘ、及び分散σを用いて、Ｇ＝（ｒ－ｘ）／σで算出される。平均値ｘ及び分散σは、過去の検査結果に基づいて算出される。平均値ｘ及び分散σの算出には、検査する溶接対象と同じ条件で溶接された別の溶接対象に関する検査結果が使用される。

[0045] 検定統計量Ｇが２．７４５を超えるとき、その溶接部１３の径ｒは、外れ値であると判定される。例えば、処理装置１１０は、過去の検査結果について、真円度、楕円率、及び検定統計量の関係を算出する。処理装置１１０は、算出した関係に基づいて検定統計量Ｇが２．７４５に対応する真円度の値及び楕円率の値を決定する。例えば図７の例では、真円度に対して１．２の閾値が設定され、楕円率に対して１．６の閾値が設定される。図７の例では、真円度が１．２未満、且つ楕円率が１．６未満のとき、９５％の検定統計量Ｇは、２．７４５以下である。真円度が１．２以上、又は楕円率が１．６以上のとき、９５％の検定統計量Ｇは、２．７４５を超える。

[0046] 図８は、実施形態に係る処理システムを用いた検査の流れを表すフローチ

ャートである。

ユーザは、検出器１３０の先端を溶接部１３へ接触させる。ユーザは、検出器１３０による探査を実行する（ステップＳ１）。例えば、検出器１３０には、探査を実行するためのボタンが設けられる。ユーザは、ボタンを操作することで、検出器１３０による探査を実行できる。又は、表示装置１５０に表示されたユーザインタフェースを通して、ユーザが検出器１３０による探査を実行できても良い。検出器１３０は、探査によって得られた反射波の検出結果を、処理装置１１０に送信する。

[0047] 処理装置１１０は、検出結果を受信すると、溶接対象の複数の点で接合および未接合を判定する第１判定を実行する（ステップＳ２）。処理装置１１０は、第１判定の結果の適否を判定する第２判定を実行する（ステップＳ３）。第１判定の結果が適切と判定されると、処理装置１１０は、第１動作を実行する（ステップＳ４）。第１判定の結果が不適切と判定されると、処理装置１１０は、第２動作を実行する（ステップＳ５）。

[0048] 実施形態の効果を説明する。

例えば、溶接対象の検査時に、溶接対象の複数の点で接合および未接合を判定し、第１領域Ｒ１の面積に基づいて溶接の良否を判定する方法がある。又は、第１領域Ｒ１の面積又は径に基づいて溶接部１３の面積又は径を算出し、溶接部１３の面積又は径に基づいて溶接の良否を判定する方法がある。これらの方法によれば、溶接対象における溶接の良否を概ね精度良く判定できる。

発明者らがさらに検証したところ、上述した方法では、溶接部１３の良否の判定が困難なケースが存在することが分かった。具体的には、検出器１３０の傾きを溶接部１３に対して十分に小さくし、且つ検出器１３０を溶接部１３に確実に接触させたときでも、実際には良好に溶接された溶接部１３が、不良と判定されるケースが存在することが分かった。

[0049] 図９（ａ）～図９（ｃ）及び図１０は、反射波の検出結果に基づく画像を示す模式図である。

図９（ａ）～図９（ｃ）の画像は、図６と同様に、溶接対象の複数の点で接合を判定した結果を表す。図９（ａ）～図９（ｃ）に表した接合の判定結果は、同じ溶接対象の同じ部分に対して、検出器１３０の傾きが十分に小さい状態で得られた検出結果に基づく。発明者らは、図９（ａ）～図９（ｃ）に示すように、検出結果ごとに、第１領域Ｒ１の形状及びサイズが大きくばらつくケースが存在することを発見した。ばらつきの原因は未だ明らかでは無いが、溶接対象全体に対する溶接部１３の傾き、溶接対象の材質などが影響していると考えられる。

[0050] 図９（ａ）の画像では、第１領域Ｒ１の一部が突出している。図９（ｃ）では、第１領域Ｒ１の全体が湾曲している。実際の溶接部１３の形状が、これらの画像に表される第１領域Ｒ１の形状になることは生じ難い。図９（ｂ）の画像では、他の画像に比べて、第１領域Ｒ１が円に近い。図９（ｂ）の第１領域Ｒ１は、他の画像の第１領域Ｒ１に比べて、実際の溶接部１３の形状により近い。

[0051] 図１０は、図９（ａ）に表した画像と同じである。検査において溶接部１３の長径及び短径が算出される場合、図１０に表したように、突出した部分を基準に、第１領域Ｒ１の長径Ｌ１及び短径Ｌ２が算出される可能性がある。この場合、溶接部１３の長径及び短径が実際よりも長く算出される。面積についても、溶接部１３の面積が実際よりも大きく算出される。

[0052] 図９（ｃ）に表した画像では、第１領域Ｒ１によって示される溶接部１３のサイズが、実際の溶接部１３のサイズよりも小さい。これらの画像については、溶接部１３の長径及び短径が実際よりも短く算出される可能性がある。

[0053] 溶接部１３の面積又は径が実際と異なって算出されると、溶接部１３の面積又は径に基づく溶接の良否も、誤って判定される可能性がある。例えば、溶接部１３の面積又は径が実際よりも大きく算出される場合、実際には溶接が不良であるにも拘わらず、その溶接が良好と判定される可能性がある。溶接部１３の面積又は径が実際よりも小さく算出される場合は、実際には溶接

が良好であるにも拘わらず、その溶接が不良と判定される可能性がある。溶接部１３の面積又は径が、品質管理のために別の工程で参照される場合は、その別の工程で問題が生じる可能性がある。

[0054] この課題について、実施形態に係る処理システム１００では、処理装置１１０が第１判定に加えて第２判定を実行する。第２判定では、第１判定の結果の適否が判定される。すなわち、溶接対象の複数の点における接合及び未接合の判定結果が、適切かどうか判定される。処理装置１１０は、第１判定の結果の適否を判定するために、第１判定の結果に基づいて設定された第１領域Ｒ１の円らしさを算出する。

[0055] 図９（ｂ）に表したように、第１領域Ｒ１によって示される溶接部１３のサイズ及び形状が実際の溶接部１３に近いとき、第１領域の形状は、より円らしくなる。処理装置１１０は、第１判定の結果に基づく第１領域の円らしいとき、第１判定の結果は適切と判定する。第１領域の形状が円らしくないとき、第１判定の結果は不適切と判定する。

[0056] 例えば、第２判定によって第１判定の結果が適切と判定されたときのみ、第１判定の結果を採用することで、溶接対象に関するより正確なデータを導出できる。例えば、溶接部１３の面積、溶接部１３の径、溶接の良否などについて、より正確なデータを得ることができる。

[0057] 第２判定が実行されることで、図６に表したような画像を基に、第１判定の結果の適否をユーザが判断する必要が無くなる。これにより、ユーザの知識及び経験に依存せずに、第１判定の結果の適否を判定できる。経験が十分では無いユーザが検査を実行する場合でも、より適切なデータのみを検査結果として採用できる。

[0058] 処理装置１１０は、真円度、円形度、楕円率、及び径の比から選択される２つ以上を用いても良い。例えば、処理装置１１０は、真円度、円形度、楕円率、及び径の比から選択される１つを、円らしさを示す第１値として算出する。処理装置１１０は、真円度、円形度、楕円率、及び径の比から選択される別の１つを、円らしさを示す第２値として算出する。処理装置１１０は

、第１値及び第２値を予め設定された第１閾値及び第２閾値とそれぞれ比較することで、第２判定を実行する。例えば、処理装置１１０は、第１値と第１閾値との関係から第１領域Ｒ１が円らしいと判定され、且つ第２値と第２閾値との関係から第１領域Ｒ１が円らしいと判定されたときのみ、第１判定の結果が適切と判定する。

[0059] 図１０に表したように、第１領域Ｒ１の長径Ｌ１及び短径Ｌ２は、実際の溶接部１３の長径及び短径と大きく異なって算出される可能性がある。この結果、第１領域Ｒ１の短径Ｌ２が長径Ｌ１に近い値となりうる。このため、円らしさとして楕円率を用いる場合、第１領域Ｒ１の形状が円とは大きく異なるにも拘わらず、第１領域Ｒ１が円らしいと判定される可能性がある。従って、円らしさとして楕円率を用いる場合は、真円度、円形度、又は径の比をさらに用いることが好ましい。

[0060] 処理装置１１０は、反射波の検出結果に基づいて、溶接部１３の範囲の推定及び溶接部１３に対する傾きの算出を実行しても良い。ここでは、溶接部１３の表面の法線方向と検出器１３０の方向との間の角度を傾きと言う。検出器１３０の方向は、例えば、検出素子１３２の配列方向に垂直なＺ方向に対応する。検出器１３０が溶接部１３の表面と垂直に接しているとき、傾きはゼロである。

[0061] 溶接対象又は溶接部１３に対する検出器１３０の傾きは、検査結果に影響を及ぼしうる。例えば、検出器１３０が溶接対象に対して傾いた状態で第１判定が実行されると、実際は適切に接合されているにも拘わらず、未接合と判定される可能性がある。このため、第１判定の実行前に、溶接対象に対する検出器１３０の傾きが小さく設定されることが好ましい。

[0062] 検出器１３０の傾きは、溶接部１３からの反射波の検出結果を用いて算出される。第１判定では、少なくとも溶接部１３からの反射波について接合及び未接合が判定されれば良い。溶接部１３以外の領域からの反射波の検出結果に対する計算量を削減することで、各処理に要する時間を短縮できる。このため、傾きの算出及び第１判定の実行前に、溶接部１３からの反射波を含

む検出結果の一部を抽出することが好ましい。

[0063] 図１１は、実施形態に係る処理システムを用いた検査の流れを表すフローチャートである。

範囲の推定及び傾きの算出が実行される場合の検査の流れについて、図１１を参照して説明する。ユーザは、検出器１３０による探査を実行する（ステップＳ１）。探査が実行されると、処理装置１１０は、探査を実行した溶接対象について、溶接部１３からの反射波に対応する範囲を推定済みか判定する（ステップＳ１１）。範囲が未だ推定されていないときは、処理装置１１０は、範囲を推定する（ステップＳ１２）。

[0064] 例えば図４（ａ）及び図５（ｂ）に表したように、超音波は、溶接部１３以外の面からも反射される。処理装置１１０は、溶接部１３からの反射波に対応する範囲を推定し、この範囲に含まれる反射波に基づいて、後の傾きの算出を実行する。これにより、必要な計算量を低減できる。算出される傾きの精度を向上させることができる。

[0065] 処理装置１１０は、推定された範囲内の反射波の検出結果に基づいて、検出器１３０の傾きを算出する（ステップＳ１３）。算出された傾きが許容範囲内にあるか判定される（ステップＳ１４）。判定は、ユーザが実行しても良いし、処理装置１１０が実行しても良い。処理装置１１０が判定する場合、許容範囲は、ユーザにより予め設定されても良いし、過去の検査結果の履歴に基づいて設定されても良い。

[0066] 例えば、処理装置１１０は、溶接部１３の検査を実行した際に、検出結果に基づいて溶接部１３の径を測定する。検出器１３０の傾きが大きすぎると、溶接部１３の径が実際よりも小さく算出される。検出器１３０の傾きが小さくなるに連れて、算出される溶接部１３の径が大きくなる。検出器１３０の傾きが十分に小さくなると、算出される溶接部１３の径は、ほとんど変化しなくなる。記憶装置１２０には、このような過去に算出された検出器１３０の傾きと溶接部１３の径との関係が記憶される。処理装置１１０は、記憶装置１２０に記憶されたデータを基に、検出器１３０の傾きの変化に対して

、溶接部１３の径の変化が小さくなる境界値を決定する。処理装置１１０は、この境界値に基づいて許容範囲の大きさを設定する。例えば、処理装置１１０は、境界値を許容範囲の大きさとして設定する。又は、検査の精度をより高めるために、処理装置１１０は、境界値に基づいて算出される、より小さな値を許容範囲として設定しても良い。

[0067] 傾きが許容範囲内に無いとき、ユーザは、検出器１３０の傾きを調整する（ステップＳ１５）。処理装置１１０がステップＳ１４を実行する場合、ユーザに向けて、傾きが許容範囲内に無いことが報知されても良い。ステップＳ１５の後は、調整した後の傾きで、ステップＳ１が再度実行される。傾きが許容範囲内にあるとき、第１判定が実行される（ステップＳ２）。好ましくは、第１判定では、ステップＳ１２で推定された範囲内におけるＸ－Ｙ面の各点で、接合又は未接合が判定される。ステップＳ２以降は、図８に表したフローチャートと同様に、ステップＳ３～Ｓ５が実行される。

[0068] 以下で、範囲の推定、傾きの算出、及び検査について、具体的な処理の一例を説明する。

[0069] （範囲の推定）

図１２～図１９を参照して、範囲の推定について具体的に説明する。

例えば、図５（ｂ）では、反射波の検出結果が２次元的に表されていた。反射波の検出結果は、３次元的に表されても良い。例えば、部材１０に対して、複数のボクセルが設定される。各ボクセルには、Ｘ方向、Ｙ方向、及びＺ方向のそれぞれの座標が設定される。反射波の検出結果に基づき、各ボクセルには、反射波強度が紐付けられる。処理装置１１０は、複数のボクセルにおいて、溶接部１３に対応する範囲（ボクセルのグループ）を推定する。設定されるボクセルの数及び各ボクセルの大きさは、自動で決定されても良いし、表示装置１５０のユーザインタフェースを通してユーザにより設定されても良い。

[0070] 図１２（ａ）及び図１２（ｂ）は、一断面でのＺ方向における反射波の強度分布を例示するグラフである。

図１３は、Ｚ方向における反射波の強度分布を例示するグラフである。

処理装置１１０は、反射波の検出結果に基づいて、Ｚ方向における反射波の強度分布を生成する。図１２（ａ）及び図１２（ｂ）は、その一例である。図１２（ａ）及び図１２（ｂ）において、横軸はＺ方向における位置を表し、縦軸は反射波の強度を表す。図１２（ａ）は、１つのＸ－Ｚ断面でのＺ方向における反射波の強度分布を例示している。図１２（ｂ）は、１つのＹ－Ｚ断面でのＺ方向における反射波の強度分布を例示している。図１２（ａ）及び図１２（ｂ）では、反射波強度を絶対値に変換した結果を表している。

[0071] 又は、処理装置１１０は、Ｚ方向の各点で、Ｘ－Ｙ面における反射波強度を合算し、Ｚ方向における反射波の強度分布を生成しても良い。図１３は、その一例である。図１３において、横軸はＺ方向における位置を表し、縦軸は反射波の強度を表す。図１３では、反射波強度を絶対値に変換し、且つＺ方向の各点における反射波強度から、反射波強度の平均値を減じた結果を表している。

[0072] Ｚ方向における反射波の強度分布は、溶接部１３の上面１３ａ及び下面１３ｂで反射した成分と、その他の部分の上面及び下面で反射した成分と、を含む。処理装置１１０は、フィルタリングにより、反射波の強度分布から、溶接部１３の上面１３ａ及び下面１３ｂで反射した成分のみを抽出する。例えば、溶接部１３のＺ方向における厚さ（上面１３ａと下面１３ｂとの間の距離）の半分の整数倍に対応する値が、予め設定される。処理装置１１０は、その値を参照し、その値の周期成分だけを抽出する。

[0073] フィルタリングとしては、バンドパスフィルタ、ゼロ位相フィルタ、ローパスフィルタ、ハイパスフィルタ、又はフィルタ後の強度に対する閾値判定などを用いることができる。

[0074] 図１４は、反射波の強度分布をフィルタリングした結果を例示するグラフである。

図１４において、横軸はＺ方向における位置を表し、縦軸は反射波の強度

を表す。図１４に表したように、フィルタリングの結果、溶接部の上面及び下面で反射した成分のみが抽出される。

[0075] 処理装置１１０は、抽出結果に基づいて、溶接部のＺ方向における範囲を推定する。例えば、処理装置１１０は、抽出結果に含まれるピークを検出する。処理装置１１０は、１つ目のピークのＺ方向における位置及び２つ目のピークのＺ方向における位置を検出する。処理装置１１０は、これらの位置を基準に、例えば図１４に表した範囲Ｒａ１を、溶接部のＺ方向における範囲と推定する。

[0076] 溶接部の構造、素子アレイ１３１の構成などにより、溶接部の上面からの反射波強度の符号（正又は負）と、溶接部の下面からの反射波強度の符号と、が互いに反転することがある。この場合、処理装置１１０は、正と負の一方のピークと、正と負の他方の別のピークと、を検出しても良い。処理装置１１０は、これらのピークの位置を基準に、溶接部のＺ方向における範囲を推定する。反射波強度への処理によっては、反射波強度が正の値と負の値の一方のみで表される場合がある。この場合、溶接部のＺ方向における範囲は、複数のピークの位置に基づいて推定されても良いし、ピークとボトムの位置に基づいて推定されても良いし、複数のボトムの位置に基づいて推定されても良い。すなわち、処理装置１１０は、フィルタリングした後の反射波強度について、複数の極値の位置に基づいて溶接部のＺ方向における範囲を推定する。

[0077] Ｘ－Ｚ断面及びＹ－Ｚ断面のそれぞれにおける反射波の強度分布を生成したときは、Ｘ－Ｚ断面における強度分布に基づくＺ方向の範囲と、Ｙ－Ｚ断面における強度分布に基づくＺ方向の範囲と、が推定される。例えば、処理装置１１０は、これらの複数の推定結果について、平均、加重平均、重み付き移動平均などを計算し、その計算結果を溶接部全体のＺ方向における範囲と推定する。

[0078] 又は、処理装置１１０は、Ｘ－Ｚ断面及びＹ－Ｚ断面の一方における反射波の強度分布に基づいて、溶接部のＺ方向における範囲を推定し、その推定

結果を、溶接部全体のＺ方向における範囲とみなしても良い。処理装置１１０は、Ｘ方向の一部且つＹ方向の一部における反射波の強度分布に基づいて、溶接部のＺ方向における範囲を推定し、その推定結果を、溶接部全体のＺ方向における範囲とみなしても良い。これらの処理によれば、反射波の強度分布の生成に必要な計算量を低減できる。

[0079] 図１４の例では、範囲Ｒａ１の下限のＺ方向における位置は、１つ目のピークのＺ方向における位置から、所定の値を減じた値に設定されている。範囲Ｒａ１の上限のＺ方向における位置は、２つ目のピークのＺ方向における位置から、所定の値を加えた値に設定されている。こうすることで、溶接部の上面及び下面が、検出素子１３２の配列方向に対して傾いているときに、溶接部のＸ－Ｙ面におけるいずれかの点で、２つ目のピークがＺ方向の範囲から外れることを抑制できる。

[0080] 溶接部のＺ方向の範囲を推定した後、処理装置１１０は、溶接部のＸ方向の範囲及びＹ方向の範囲を推定する。

図１５及び図１７は、反射波の検出結果を例示する模式図である。

図１５及び図１７において、領域Ｒは、素子アレイ１３１によって反射波の検出結果が得られた全体の領域を表す。領域Ｒの一断面では、溶接部の上面及び下面における反射波の成分と、その他の部分の上面及び下面における反射波の成分と、が含まれている。

[0081] 処理装置１１０は、Ｚ方向の各点で、Ｘ－Ｙ面における反射波の強度分布を生成する。処理装置１１０は、予め設定されたＺ方向の範囲内において、強度分布を生成しても良い。これにより、計算量を低減できる。又は、処理装置１１０は、推定したＺ方向の範囲内において、強度分布を生成しても良い。これにより、計算量を低減しつつ、Ｘ－Ｙ面における反射波の強度分布を生成する際に、溶接部の下面からの反射波成分が外れることを抑制できる。

[0082] 図１６（ａ）～図１６（ｃ）は、Ｘ－Ｙ面における反射波の強度分布の一例である。図１６（ａ）は、Ｚ＝１の座標でのＸ－Ｙ面における反射波の強

度分布を表している。図１６（ｂ）は、Ｚ＝２の座標でのＸ－Ｙ面における反射波の強度分布を表している。図１６（ｃ）は、Ｚ＝３５０の座標でのＸ－Ｙ面における反射波の強度分布を表している。図１５、図１６（ａ）～図１６（ｃ）、及び図１７では、模式的に、反射波の強度を二値化して表している。

[0083] 処理装置１１０は、Ｚ方向の各点で、Ｘ－Ｙ面における反射波の強度分布の重心位置を計算する。ここでは、強度分布を示す画像の重心位置を計算することで、強度分布の重心位置を得ている。例えば図１６（ａ）～図１６（ｃ）に表したように、処理装置１１０は、各画像における重心位置Ｃ１～Ｃ３５０を計算する。図１７において、線分Ｌｉ２は、Ｚ＝０～Ｚ＝３５０までの全ての重心位置を繋いだ結果を表している。

[0084] 処理装置１１０は、Ｚ＝０～Ｚ＝３５０までの重心位置を平均化する。これにより、Ｘ方向における重心の平均位置及びＹ方向における重心の平均位置が得られる。図１７において、平均位置ＡＰは、Ｘ方向における重心の平均位置及びＹ方向における重心の平均位置を表す。処理装置１１０は、平均位置ＡＰを中心として、Ｘ方向及びＹ方向のそれぞれにおいて所定の範囲を、溶接部のＸ方向の範囲Ｒａ２、及び溶接部のＹ方向の範囲Ｒａ３とする。

[0085] 例えば、範囲Ｒａ２及び範囲Ｒａ３を推定するために、検出器１３０（素子アレイ１３１）の径を示す値Ｖが予め設定される。処理装置１１０は、Ｘ方向及びＹ方向において、ＡＰ－Ｖ／２からＡＰ＋Ｖ／２までを、それぞれ範囲Ｒａ２及び範囲Ｒａ３とする。この場合、Ｘ－Ｙ面における推定範囲は、四角形状となる。この例に限らず、Ｘ－Ｙ面における推定範囲は、５角以上の多角形状又は円状などであっても良い。Ｘ－Ｙ面における推定範囲の形状は、溶接部の形状に応じて適宜変更可能である。

[0086] 値Ｖに基づく別の値を用いて範囲Ｒａ２及び範囲Ｒａ３が決定されても良い。検出器１３０の径を示す値に代えて、溶接部の平均的な径を示す値が予め設定されても良い。溶接部の径は、検出器１３０の径と対応するためである。溶接部の径を示す値は、実質的に、検出器１３０の径を示す値とみなす

ことができる。

[0087] 以上の処理によって、溶接部のＺ方向の範囲Ｒａ１、Ｘ方向の範囲Ｒａ２、及びＹ方向の範囲Ｒａ３が推定される。範囲が推定された後は、推定した範囲における反射波の検出結果に基づいて、図１１に表したステップＳ１２が実行される。

[0088] 図１８は、実施形態に係る処理システムにおける範囲の推定の流れを表すフローチャートである。

処理装置１１０は、検出器１３０による反射波の検出結果に基づき、Ｚ方向における反射波の強度分布を生成する（ステップＳ１２１）。処理装置１１０は、溶接部の厚さの値に基づいて強度分布をフィルタリングする（ステップＳ１２２）。これにより、溶接部１３における反射波成分だけが、強度分布から抽出される。処理装置１１０は、抽出結果に基づき、溶接部のＺ方向における範囲を推定する（ステップＳ１２３）。処理装置１１０は、Ｚ方向の各点で、Ｘ－Ｙ面における反射波強度の重心位置を計算する（ステップＳ１２４）。処理装置１１０は、計算した複数の重心位置を平均化することで、平均位置を計算する（ステップＳ１２５）。処理装置１１０は、平均位置と、検出器１３０の径と、に基づいて、Ｘ方向及びＹ方向におけるそれぞれの範囲を推定する（ステップＳ１２６）。

[0089] なお、Ｚ方向における範囲の推定は、Ｘ方向及びＹ方向における範囲の推定の後に実行されても良い。例えば、図１８に表したフローチャートにおいて、ステップＳ１２１～Ｓ１２３は、ステップＳ１２４～Ｓ１２６の後に実行されても良い。この場合、処理装置１１０は、推定されたＸ方向及びＹ方向の範囲内に基づいて、Ｚ方向における反射波の強度分布を計算しても良い。これにより、計算量を低減できる。

[0090] （傾きの算出）

図１９は、反射波の検出結果を例示する画像である。

図１９において、色が白いほど、その点における反射波の強度が大きいことを示している。処理装置１１０は、図１９に表した検出結果について、図

２０に表した動作を実行する。この結果、範囲Ｒａが推定される。

[0091] 以下では、範囲Ｒａにおける傾きの算出方法について具体的な一例を説明する。

図２０は、実施形態に係る処理システムによる処理を説明するための図である。

図２１及び図２２は、実施形態に係る処理システムにより得られた画像の一例である。

[0092] 図２１は、反射波の検出結果に基づいて描写される３次元のボリュームデータである。図２２（ａ）は、図２１に表したボリュームデータにおける溶接部１３の表面を表す。図２２（ｂ）は、図２１に表したボリュームデータにおける溶接部１３近傍のＹ－Ｚ断面を表す。図２２（ｃ）は、図２１に表したボリュームデータにおける溶接部１３近傍のＸ－Ｚ断面を表す。図２２（ｂ）及び図２２（ｃ）では、上側が溶接部の表面で、下向きに深さ方向のデータが示されている。輝度が高い部分は、超音波の反射強度が大きい部分である。超音波は、溶接部１３の底面、未接合の部材同士の間の面などで強く反射される。

[0093] 検出器１３０の傾きは、図２０に表した、溶接部１３に垂直な方向１３ｄと、検出器１３０の方向１３０ａと、の間の角度に対応する。この角度は、Ｘ方向まわりの角度θｘと、Ｙ方向まわりの角度θｙと、によって表される。検出器１３０の方向１３０ａは、検出素子１３２の配列方向に対して垂直である。

[0094] 角度θｘは、図２２（ｂ）に表したように、Ｙ－Ｚ断面での検出結果に基づいて算出される。角度θｙは、図２２（ｃ）に表したように、Ｘ－Ｚ断面での検出結果に基づいて算出される。処理装置１１０は、各断面ついて，３次元の輝度勾配の平均を角度θｘ及びθｙとして算出する。処理装置１１０は、算出した角度θｘ及びθｙを、検出器１３０の傾きとして記憶装置１２０に記憶する。処理装置１１０は、算出した傾きを表示装置１５０に表示させても良い。

[0095] 検出器１３０の傾きを算出し、その傾きを小さくすることで、第１判定において各点が接合しているかをより精度良く判定できる。第１判定の結果に基づくデータの精度を向上させることができる。傾きの算出及び第１判定を行う範囲を推定することで、各処理に必要な計算量を低減できる。

[0096] （変形例）

以上で説明した溶接部の検査は、ロボットにより自動的に実行されても良い。

図２３は、実施形態の変形例に係る処理システムの構成を表す模式図である。

図２４は、実施形態の変形例に係る処理システムの一部を表す斜視図である。

[0097] 図２３に表した処理システム１００ａは、処理装置１１０及びロボット１６０を有する。ロボット１６０は、検出器１３０、撮像装置１６１、塗布装置１６２、アーム１６３、及び制御装置１６４を含む。

[0098] 撮像装置１６１は、溶接された部材を撮影し、画像を取得する。撮像装置１６１は、画像から溶接痕を抽出し、溶接部１３の大凡の位置を検出する。塗布装置１６２は、カプラントを溶接部１３の上面に塗布する。

[0099] 検出器１３０、撮像装置１６１、及び塗布装置１６２は、図２４に表したように、アーム１６３の先端に設けられている。アーム１６３は、例えば、多関節ロボットである。アーム１６３の駆動により、検出器１３０、撮像装置１６１、及び塗布装置１６２を変位させることができる。制御装置１６４は、ロボット１６０の各構成要素（検出器１３０、撮像装置１６１、塗布装置１６２、アーム１６３）の動作を制御する。

[0100] 図２５は、実施形態の変形例に係る処理システムの動作を表すフローチャートである。

処理装置１１０は、制御装置１６４へ、記憶装置１２０に記憶された溶接部１３の座標を送信する。制御装置１６４は、アーム１６３を駆動させ、受信した座標に向けてアームの先端を移動させる（ステップＳ２１）。受信し

た座標付近に検出器１３０を移動させると、撮像装置１６１が部材１０を撮影し、取得した画像から溶接部１３の詳細な位置を検出する（ステップＳ２２）。制御装置１６４は、アーム１６３を駆動させ、塗布装置１６２を検出した位置近傍に移動させる（ステップＳ２３）。塗布装置１６２は、カプラントを溶接部１３に塗布する（ステップＳ２４）。制御装置１６４は、アーム１６３を駆動させ、カプラントを塗布した溶接部１３に検出器１３０の先端が接触するように、検出器１３０を移動させる（ステップＳ２５）。以降は、図１１に表したフローチャートと同様に、Ｓ１～Ｓ５及びＳ１１～Ｓ１５が実行される。

[0101] ステップＳ５の第２動作において、ステップＳ２の探査が再度実行されても良い。例えば、処理装置１１０は、ステップＳ３において、第１判定の結果が不適切と判定すると、制御装置１６４にその判定結果を送信する。制御装置１６４は、判定結果を受信すると、検出器１３０による探査を再度実行する。

[0102] このとき、制御装置１６４は、溶接対象に対する検出器１３０の傾きを、直前の探査における傾きと同じ値に設定しても良い。検出器１３０の傾きが直前の傾きと同じ値であったとしても、反射波の検出結果が直前の検出結果と異なる可能性がある。検出器１３０の傾きを直前の傾きと同じ値にすることで、傾きが許容範囲内に維持される。

[0103] 又は、制御装置１６４は、溶接対象に対する検出器１３０の傾きを、直前の探査における傾きと異なる値に設定しても良い。この場合、傾きの変化量は、直前の傾きと許容範囲の臨界値との差よりも小さいことが好ましい。これにより、検出器１３０の傾きを変化させた場合でも、変化後の傾きが許容範囲外となることを抑制できる。検出器１３０の傾きを変化させることで、直前の反射波の検出結果とは異なる検出結果が得られる可能性が高くなる。

[0104] 検出器１３０の傾きが直前の探査における傾きと異なる値に設定される場合、制御装置１６４は、検出器１３０の傾きを、許容範囲の外に設定しても良い。これにより、検出器１３０の傾きが、直前の探査における傾きとは大

きく異なる値に設定される。この結果、直前の探査とは大きく異なる検出結果が得られる可能性が高まる。直前の探査とは大きく異なる検出結果に基づいて、再び検出器１３０の傾きを調整することで、検出器１３０を、より適切な検出結果が得られる状態へ制御できる可能性がある。

[0105] 制御装置１６４は、ステップＳ２２又はＳ２４を再度実行しても良い。すなわち、制御装置１６４は、溶接部１３の位置を再度検出する。これにより、溶接部１３のより正確な位置が検出され、より適切な第１判定の結果が得られる可能性がある。又は、制御装置１６４は、溶接部１３にカプラントを再度塗布する。例えば、直前の探査において溶接部１３と検出器１３０との間がカプラントで十分に満たされていなかった場合は、カプラントの再度の塗布により、より適切な第１判定の結果が得られる可能性がある。ステップＳ２２又はＳ２４が実行された後は、以降のステップが再び実行される。

[0106] 処理システム１００ａにおいて、第２判定が実行されることで、溶接対象に関するより正確なデータを得ることができる。例えば、第１判定の結果に基づいて溶接部１３の面積又は径が算出される場合、適切と判定された第１判定の結果に基づく値を採用することで、より正確な値を得ることができる。

[0107] 図２６は、システムのハードウェア構成を表すブロック図である。

例えば、実施形態に係る処理システム１００の処理装置１１０は、コンピュータであり、ＲＯＭ(Read Only Memory)１１１、ＲＡＭ(Random Access Memory)１１２、ＣＰＵ(Central Processing Unit)１１３、およびＨＤＤ(Hard Disk Drive)１１４を有する。

[0108] ＲＯＭ１１１は、コンピュータの動作を制御するプログラムを記憶している。ＲＯＭ１１１には、コンピュータに上述した各処理を実現させるために必要なプログラムが記憶されている。

[0109] ＲＡＭ１１２は、ＲＯＭ１１１に記憶されたプログラムが展開される記憶領域として機能する。ＣＰＵ１１３は、処理回路を含む。ＣＰＵ１１３は、ＲＯＭ１１１に記憶された制御プログラムを読み込み、当該制御プログラム

に従ってコンピュータの動作を制御する。ＣＰＵ１１３は、コンピュータの動作によって得られた様々なデータをＲＡＭ１１２に展開する。ＨＤＤ１１４は、読み取りに必要なデータや、読み取りの過程で得られたデータを記憶する。ＨＤＤ１１４は、例えば、図１に表した記憶装置１２０として機能する。

[0110] 処理装置１１０は、ＨＤＤ１１４に代えて、ｅＭＭＣ（embedded Multi Media Card）、ＳＳＤ（Solid State Drive）、ＳＳＨＤ（Solid State Hybrid Drive）などを有していても良い。

[0111] 入力装置１４０は、マウス、キーボード、及びタッチパッドの少なくともいずれかを含む。表示装置１５０は、モニタ及びプロジェクタの少なくともいずれかを含む。タッチパネルのように、入力装置１４０及び表示装置１５０の両方として機能する装置が用いられても良い。

[0112] 制御装置１６４についても、図２６に表したハードウェア構成を適用することが可能である。又は、図２６に表した１つのコンピュータが、処理装置１１０及び制御装置１６４として機能しても良い。又は、複数のコンピュータの協働により、処理装置１１０又は制御装置１６４の機能が実現されても良い。

[0113] 以上の例では、溶接部１３の平均的な形状が円形である場合について説明した。上述した第２判定は、溶接部１３の形状が円以外である場合にも適用可能である。例えば、処理装置１１０は、第１判定の結果に基づいて第１領域Ｒ１を設定した後、第１領域Ｒ１の外縁を抽出する。処理装置１１０は、第１領域Ｒ１の外縁と予め設定された形状との類似性に基づいて、第１判定の結果の適否を判定しても良い。例えば、処理装置１１０は、第１領域Ｒ１の外縁を示す画像と、予め設定された形状を含む画像と、の間の類似度を算出する。類似度は、各画像の特徴点等に基づいて算出される。処理装置１１０は、類似度を予め設定された閾値と比較することで、第１判定の結果の適否を判定する。

[0114] 以上で説明した実施形態に係る処理システム、処理方法を用いることで、

溶接対象に関するより正確なデータを得ることができる。コンピュータを、処理システムとして動作させるためのプログラムを用いることで、同様の効果を得ることができる。

[0115] 上記の種々のデータの処理は、コンピュータに実行させることのできるプログラムとして、磁気ディスク（フレキシブルディスク及びハードディスクなど）、光ディスク（ＣＤ－ＲＯＭ、ＣＤ－Ｒ、ＣＤ－ＲＷ、ＤＶＤ－ＲＯＭ、ＤＶＤ±Ｒ、ＤＶＤ±ＲＷなど）、半導体メモリなどの一時的でない有形の記録媒体（non-transitory computer-readable storage medium）に記録されても良い。

[0116] 例えば、記録媒体に記録されたデータは、コンピュータ（または組み込みシステム）により読み出されることが可能である。記録媒体において、記録形式（記憶形式）は任意である。例えば、コンピュータは、記録媒体からプログラムを読み出し、このプログラムに基づいてプログラムに記述されている指示をＣＰＵで実行させる。コンピュータにおいて、プログラムの取得（または読み出し）は、ネットワークを通じて行われても良い。

[0117] 以上、本発明のいくつかの実施形態を例示したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更などを行うことができる。これら実施形態やその変形例は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。前述の各実施形態は、相互に組み合わせて実施することができる。

請求の範囲

[請求項1] 互いに交差する第１方向及び第２方向に配列された複数の検出素子を含み、溶接対象に向けた超音波の送信及び反射波の検出を含む探査を実行する検出器から、前記反射波の検出結果を受信し、

前記検出結果から、前記溶接対象の前記第１方向及び前記第２方向に沿った複数の点で接合および未接合を判定する第１判定を実行し、

接合と判定された前記点に基づく第１領域の円らしさを用いて、前記第１判定の結果の適否を判定する第２判定を実行する、

処理装置を備えた処理システム。

[請求項2] 前記処理装置は、前記円らしさを示す第１値を、予め設定された第１閾値と比較することで、前記第２判定を実行する請求項１記載の処理システム。

[請求項3] 前記処理装置は、前記円らしさとして、真円度、円形度、楕円率、及び前記第１領域の円相当径に対する前記第１領域の径の比の少なくともいずれかを用いる請求項１記載の処理システム。

[請求項4] 前記処理装置は、

前記真円度、前記円形度、前記楕円率、及び前記比から選択される１つを示す第１値と、前記真円度、前記円形度、前記楕円率、及び前記比から選択される別の１つを示す第２値と、を前記円らしさとして算出し、

前記第１値を予め設定された第１閾値と比較し、前記第２値を予め設定された第２閾値と比較することで、前記第２判定を実行する、

請求項３記載の処理システム。

[請求項5] 前記処理装置は、前記第１判定の結果に基づいて前記溶接対象に関するデータを導出し、

前記第１判定の結果が適切と判定されたとき、前記処理装置は、前記データを採用する請求項１～４のいずれか１つに記載の処理システ

ム。

[請求項6] 前記データは、前記第１領域に対応する溶接部の面積、前記溶接部の径、及び前記溶接対象における溶接の良否の判定結果の少なくともいずれかを含む請求項５記載の処理システム。

[請求項7] 前記検出器をさらに備え、

前記処理装置が前記第１判定の結果が不適切と判定したとき、前記検出器は、前記溶接対象への前記探査を再度実行する請求項１～６のいずれか１つに記載の処理システム。

[請求項8] 再度の前記探査では、前記溶接対象に対する前記検出器の角度が、直前の前記探査における前記溶接対象に対する前記検出器の角度と異なる値に設定される請求項７記載の処理システム。

[請求項9] 再度の前記探査では、前記溶接対象に対する前記検出器の角度が、直前の前記探査における前記溶接対象に対する前記検出器の角度と同じ値に設定される請求項７記載の処理システム。

[請求項10] 前記溶接対象にカプラントを塗布する塗布装置をさらに備え、

前記検出器は、前記カプラントが塗布された前記溶接対象へ接触される請求項７～９のいずれか１つに記載の処理システム。

[請求項11] 先端に前記検出器が設けられたアームと、

前記検出器及び前記アームを制御する制御装置と、

をさらに備え、

前記制御装置は、前記アームを駆動させて前記検出器を前記溶接対象に接触させる請求項７～１０のいずれか１つに記載の処理システム。

[請求項12] 撮像装置をさらに備え、

前記撮像装置は、前記溶接対象を撮影して画像を取得し、

前記制御装置は、前記画像に基づいて前記溶接対象における溶接部の位置を検出し、検出された前記位置へ前記検出器を接触させる請求項１１記載の処理システム。

[請求項13] 互いに交差する第１方向及び第２方向に配列された複数の検出素子を含み、溶接対象に向けた超音波の送信及び反射波の検出を含む探査を実行する検出器から、前記反射波の検出結果を受信し、

前記検出結果から、前記溶接対象の前記第１方向及び前記第２方向に沿った複数の点で接合および未接合を判定する第１判定を実行し、

接合と判定された前記点に基づく第１領域の円らしさを用いて、前記第１判定の結果の適否を判定する第２判定を実行する、

処理方法。

[請求項14] 前記円らしさを示す第１値を、予め設定された第１閾値と比較することで、前記第２判定を実行する請求項１３記載の処理方法。

[請求項15] 前記円らしさとして、真円度、円形度、楕円率、及び前記第１領域の円相当径に対する前記第１領域の径の比の少なくともいずれかを用いる請求項１３記載の処理方法。

[請求項16] 前記第１判定の結果が不適切と判定されたとき、前記検出器を用いて、前記溶接対象への前記探査を再度実行する請求項１３～１５のいずれか１つに記載の処理方法。

[請求項17] コンピュータに、

互いに交差する第１方向及び第２方向に配列された複数の検出素子を含み、溶接対象に向けた超音波の送信及び反射波の検出を含む探査を実行する検出器から、前記反射波の検出結果を受信させ、

前記検出結果から、前記溶接対象の前記第１方向及び前記第２方向に沿った複数の点で接合および未接合を判定する第１判定を実行させ、

接合と判定された前記点に基づく第１領域の円らしさを用いて、前記第１判定の結果の適否を判定する第２判定を実行させる、

プログラム。

[請求項18] 前記コンピュータに、前記円らしさを示す第１値を予め設定された第１閾値と比較させることで、前記第２判定を実行させる請求項１７

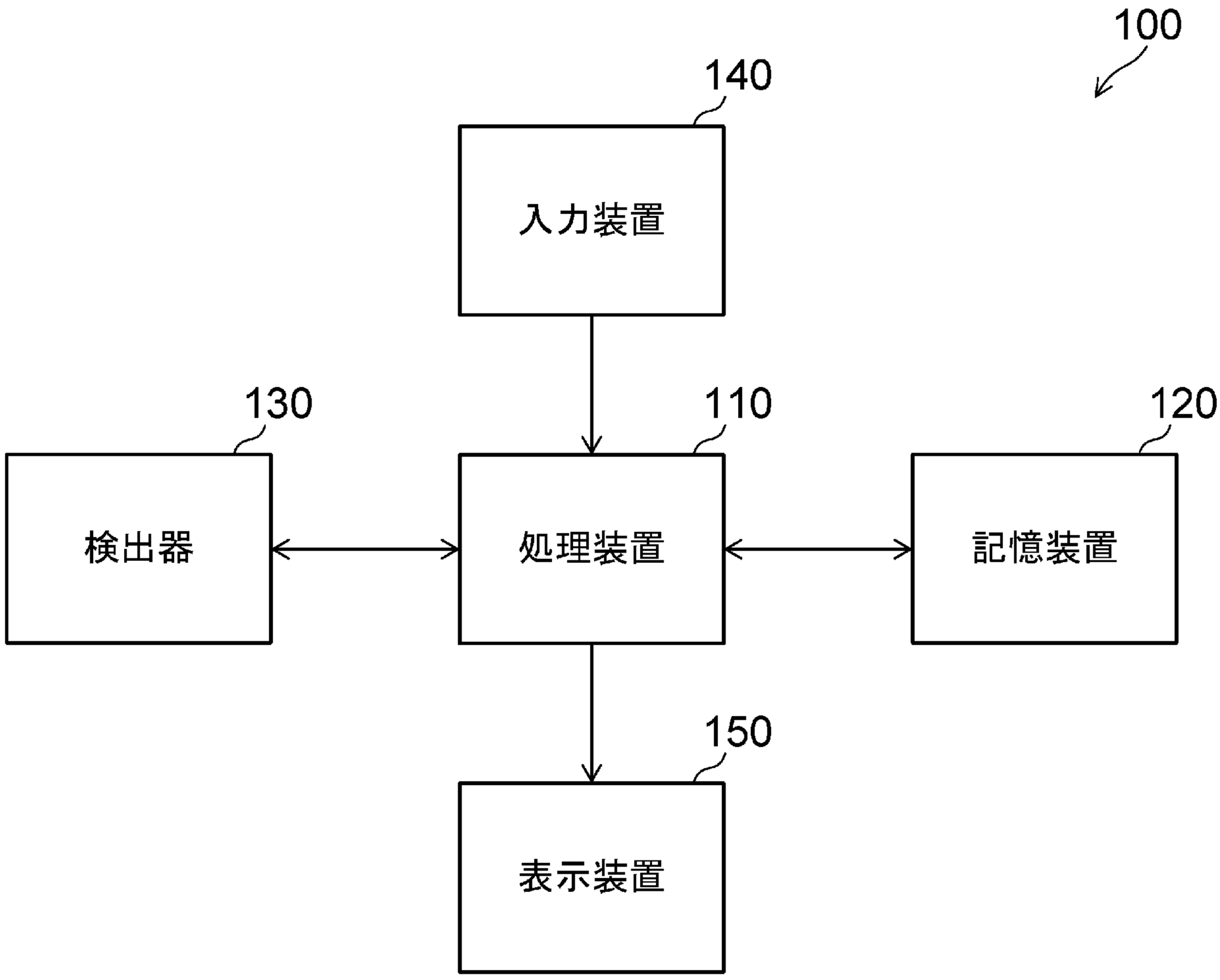
記載のプログラム。

[請求項19] 前記コンピュータに、前記円らしさとして、真円度、円形度、楕円率、及び前記第１領域の円相当径に対する前記第１領域の径の比の少なくともいずれかを算出させる請求項１７記載のプログラム。

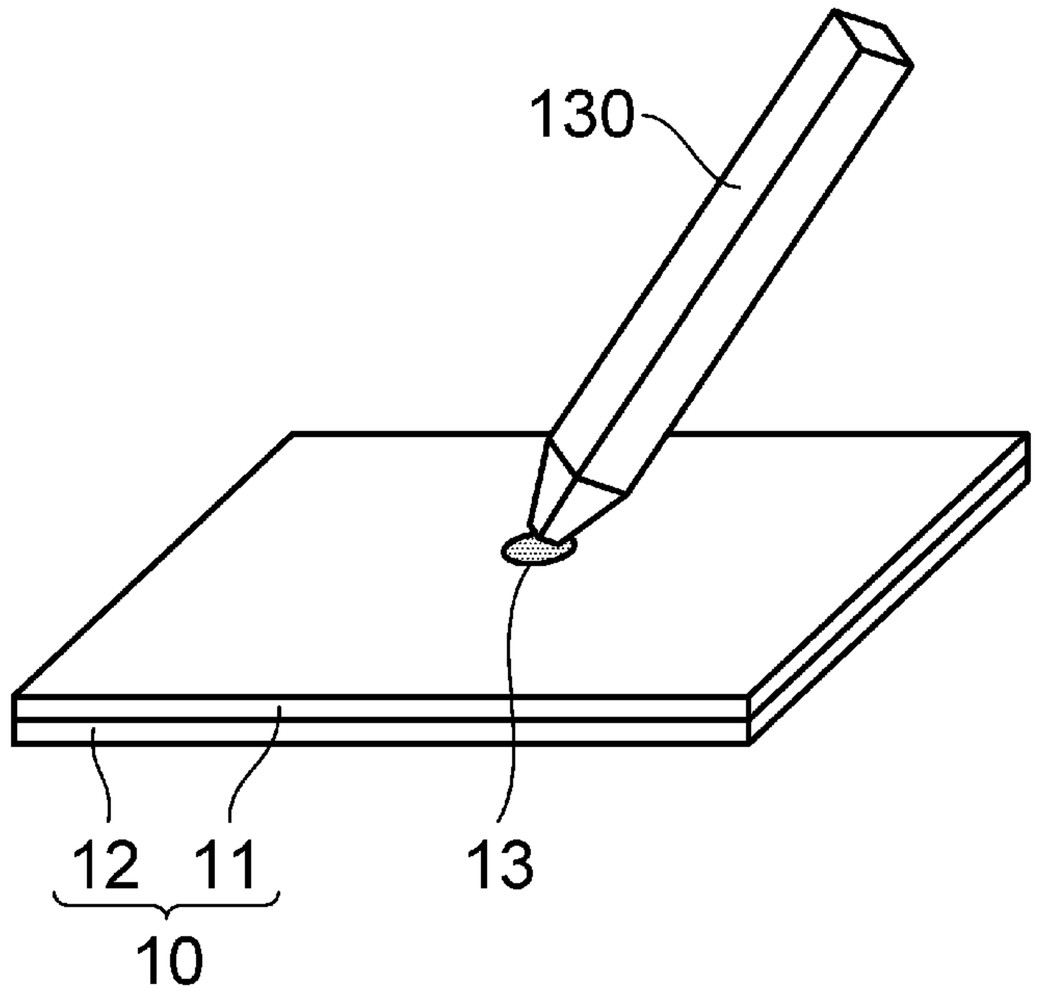
[請求項20] 前記第１判定の結果が不適切と判定されたとき、前記コンピュータに、前記検出器を用いた前記溶接対象への前記探査を再度実行させる請求項１７～１９のいずれか１つに記載のプログラム。

[請求項21] 請求項１７～２０のいずれか１つに記載のプログラムを記憶した記憶媒体。

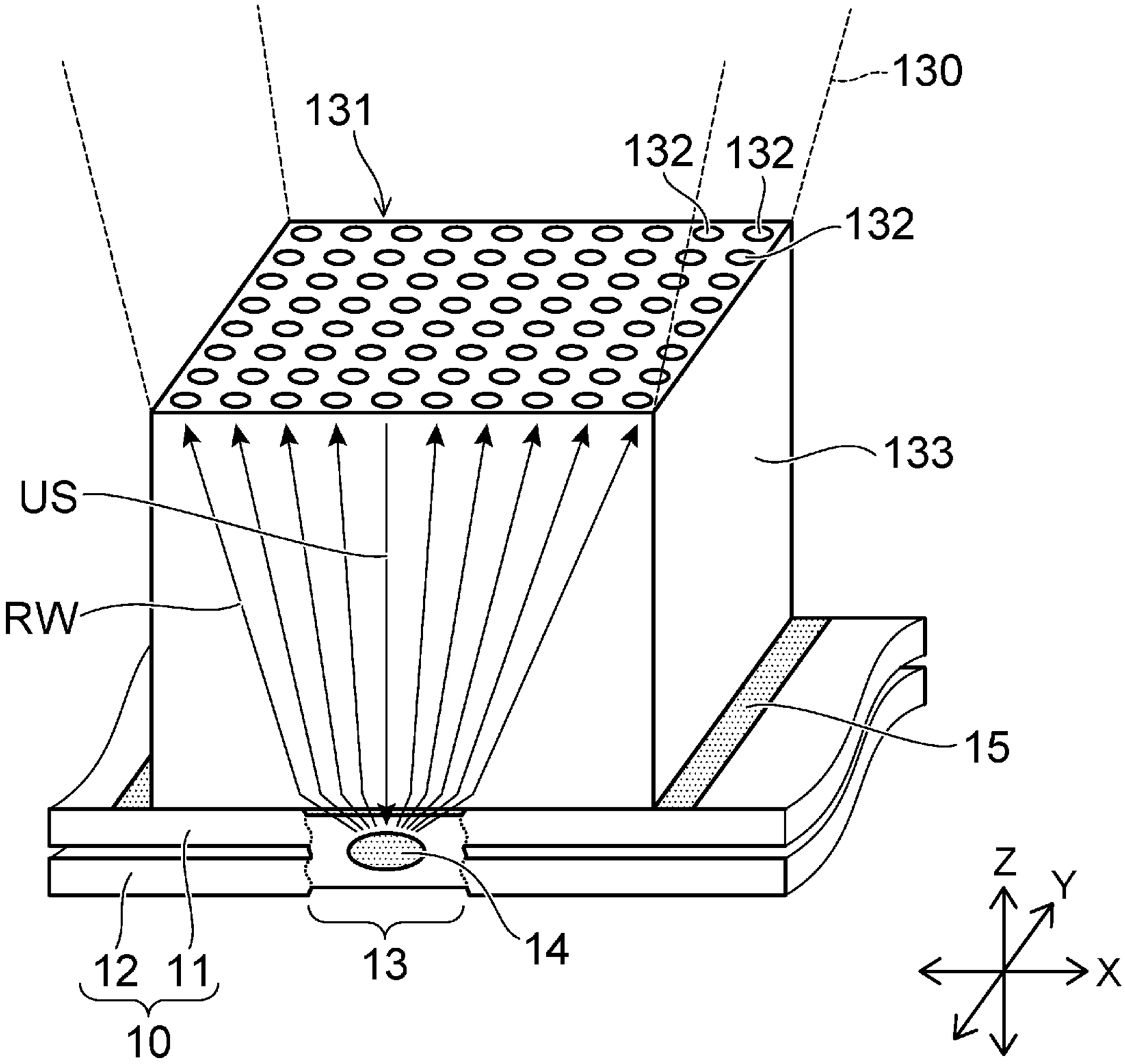
[図1]



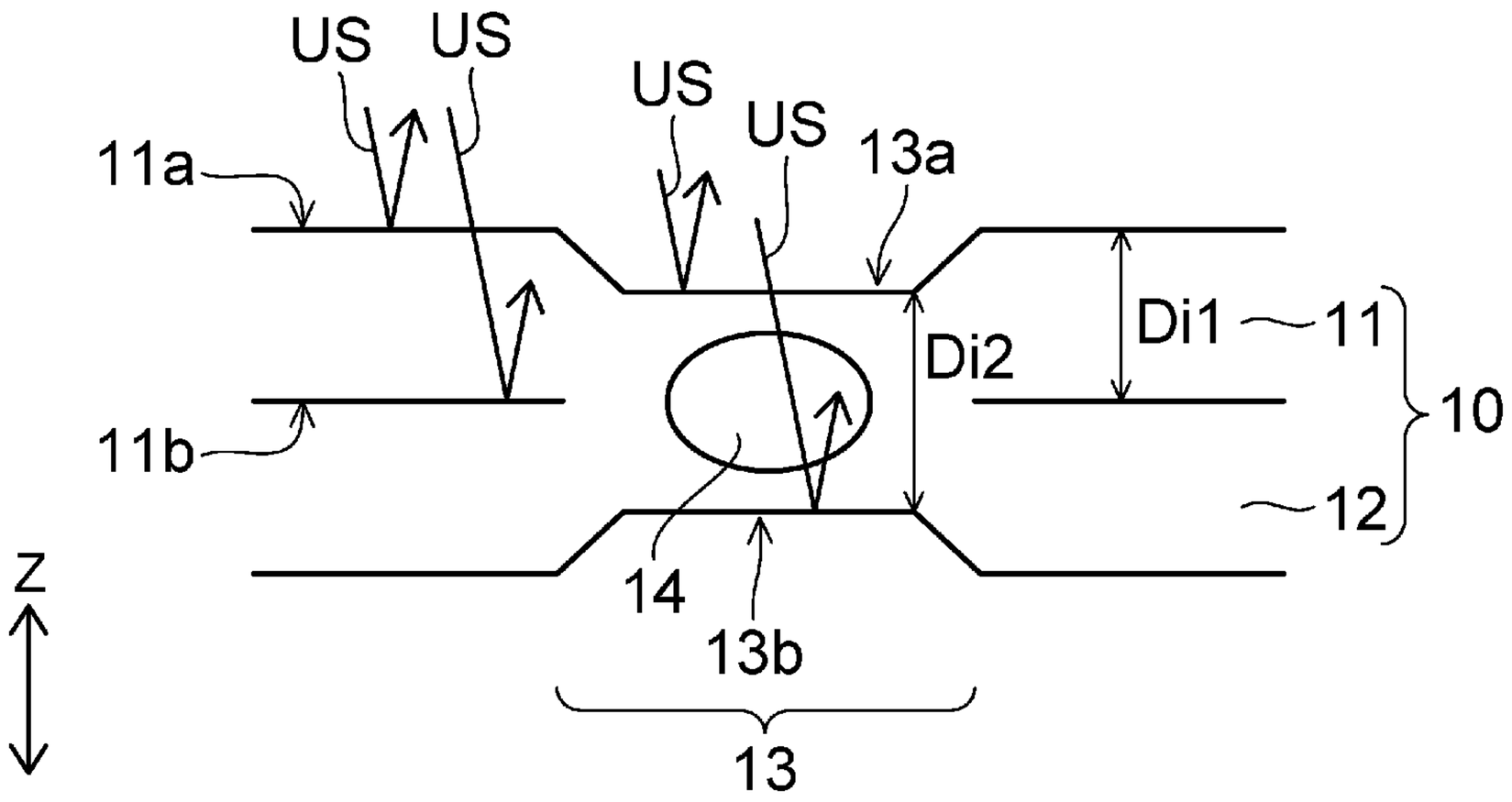
[図2]



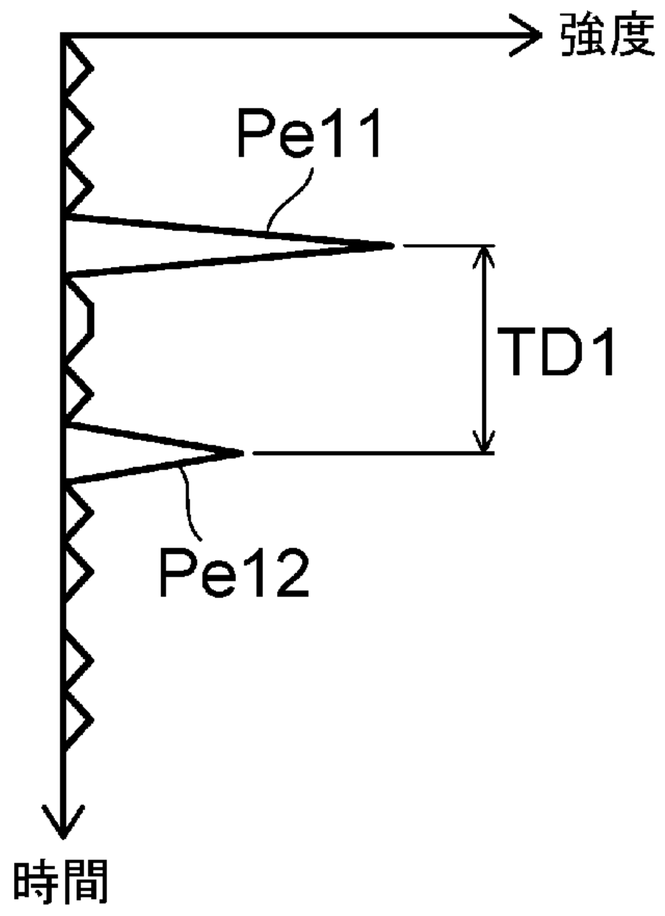
[図3]



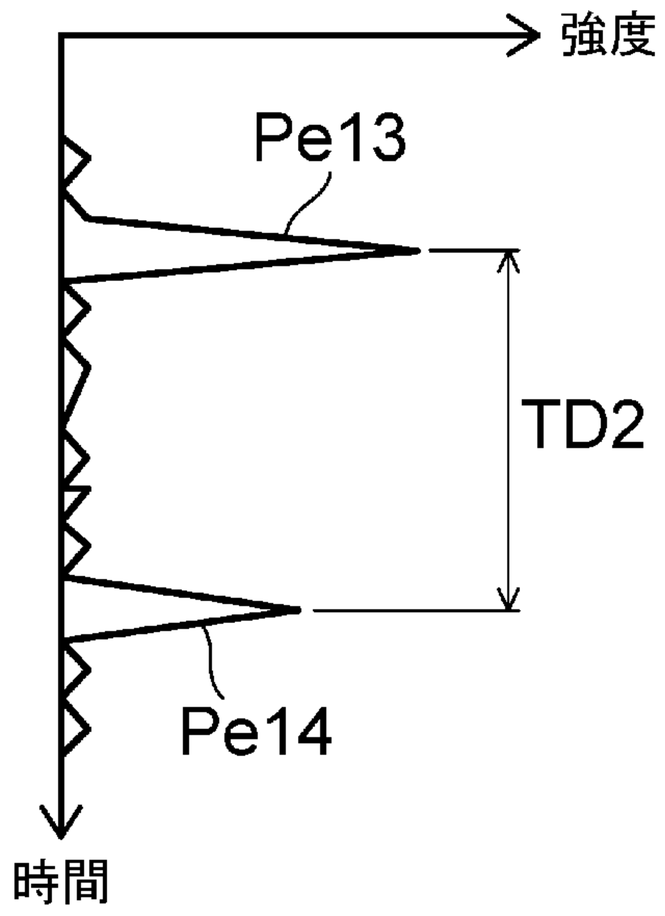
[図4]


US
US
US
US
11a
13a
Di1
11
Di2
10
11b
12
Z
14
13b
13

(a)

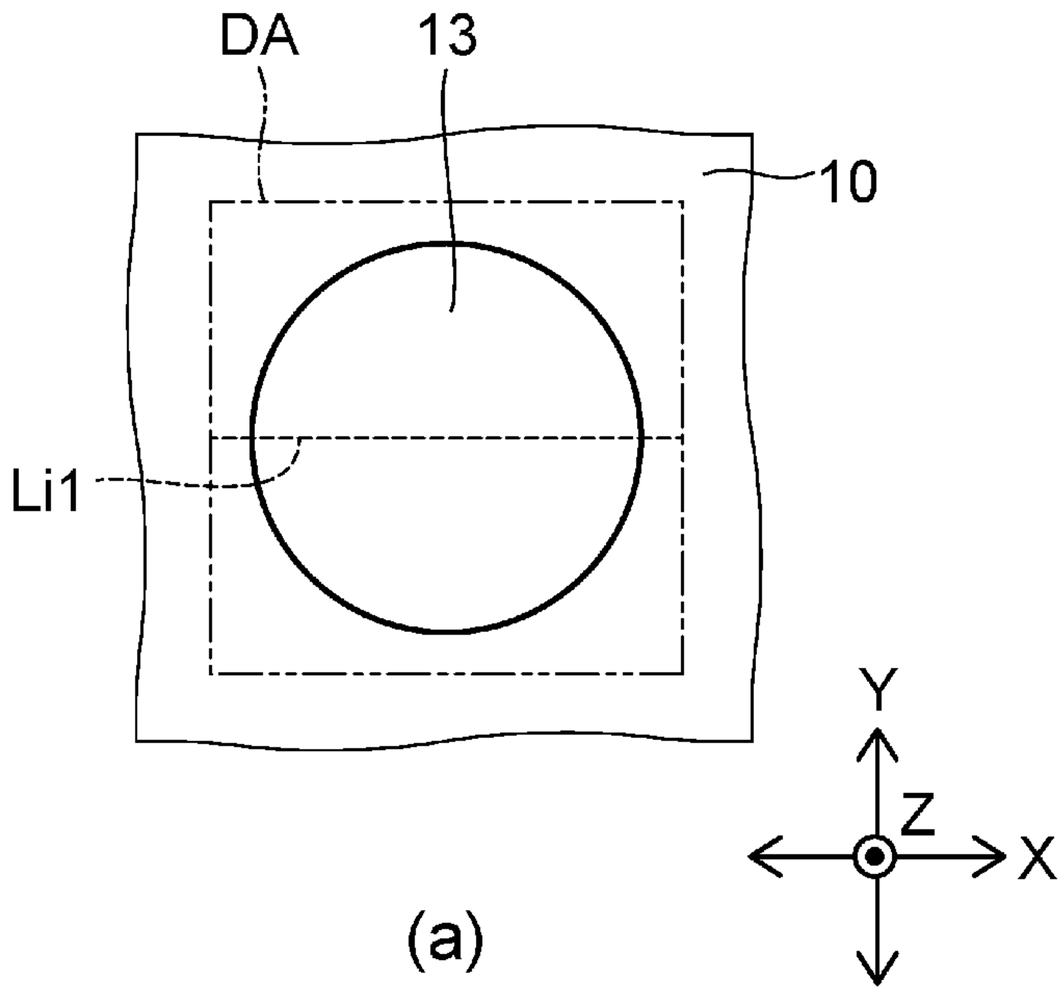

強度
Pe11
TD1
Pe12
時間

(b)

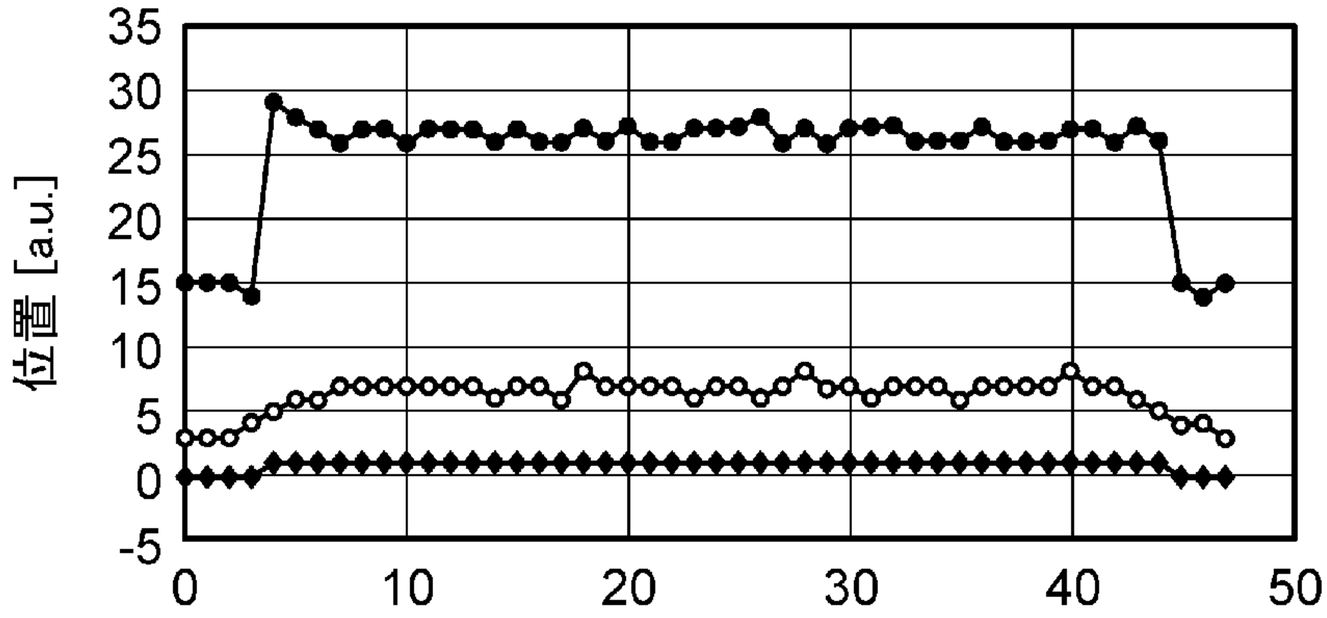

強度
Pe13
TD2
Pe14
時間

(c)

[図5]

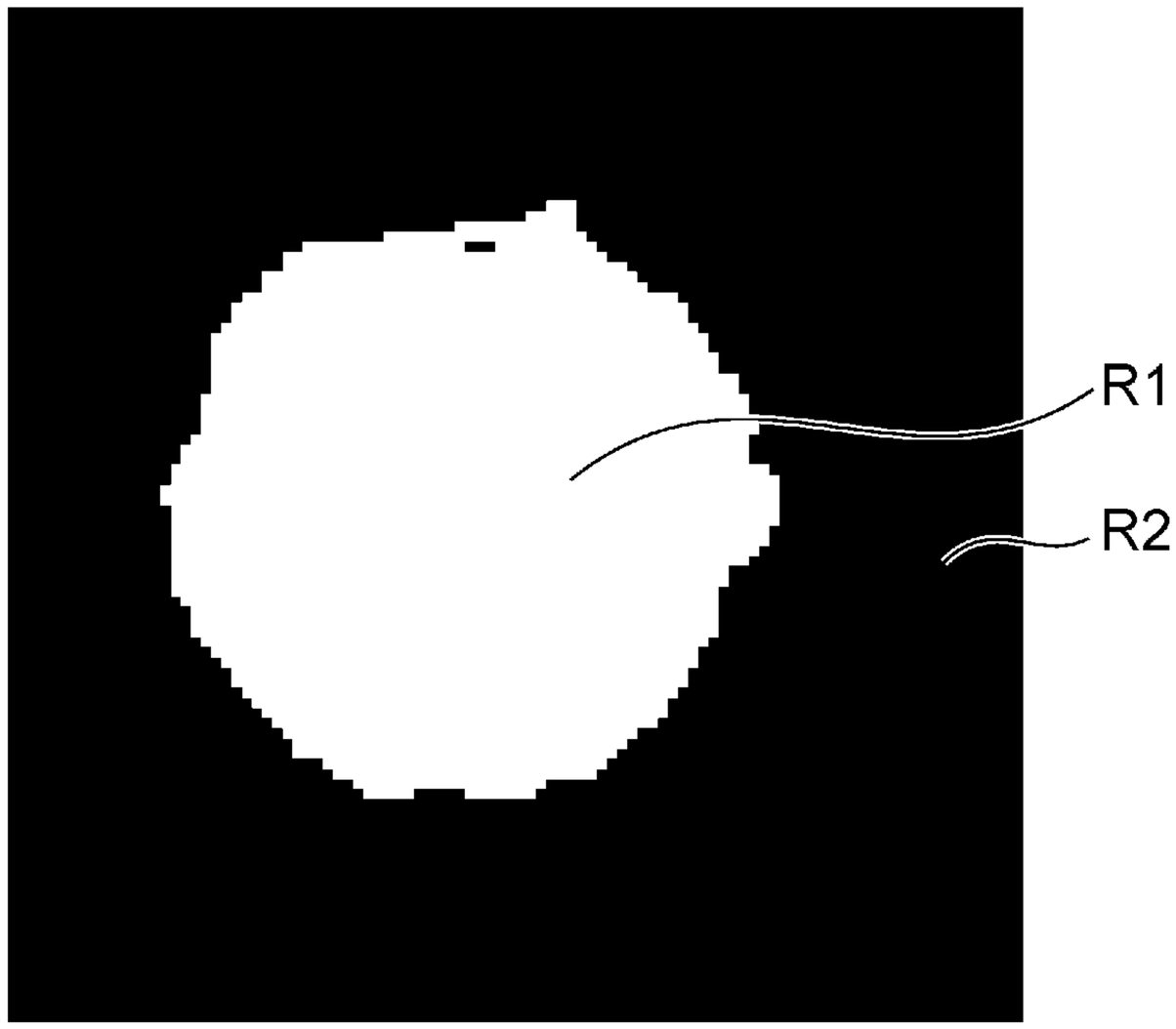


(a)

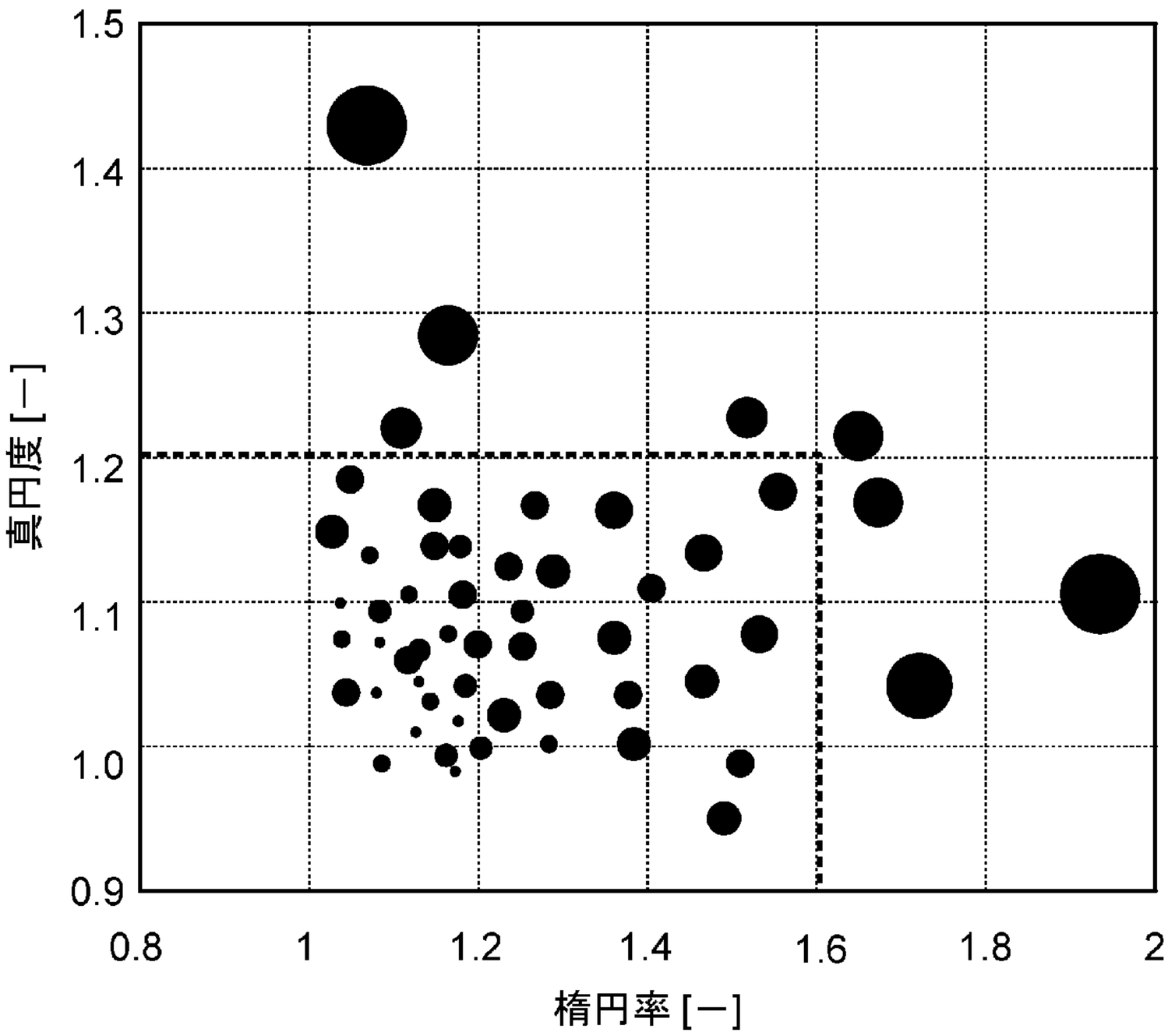


(b)

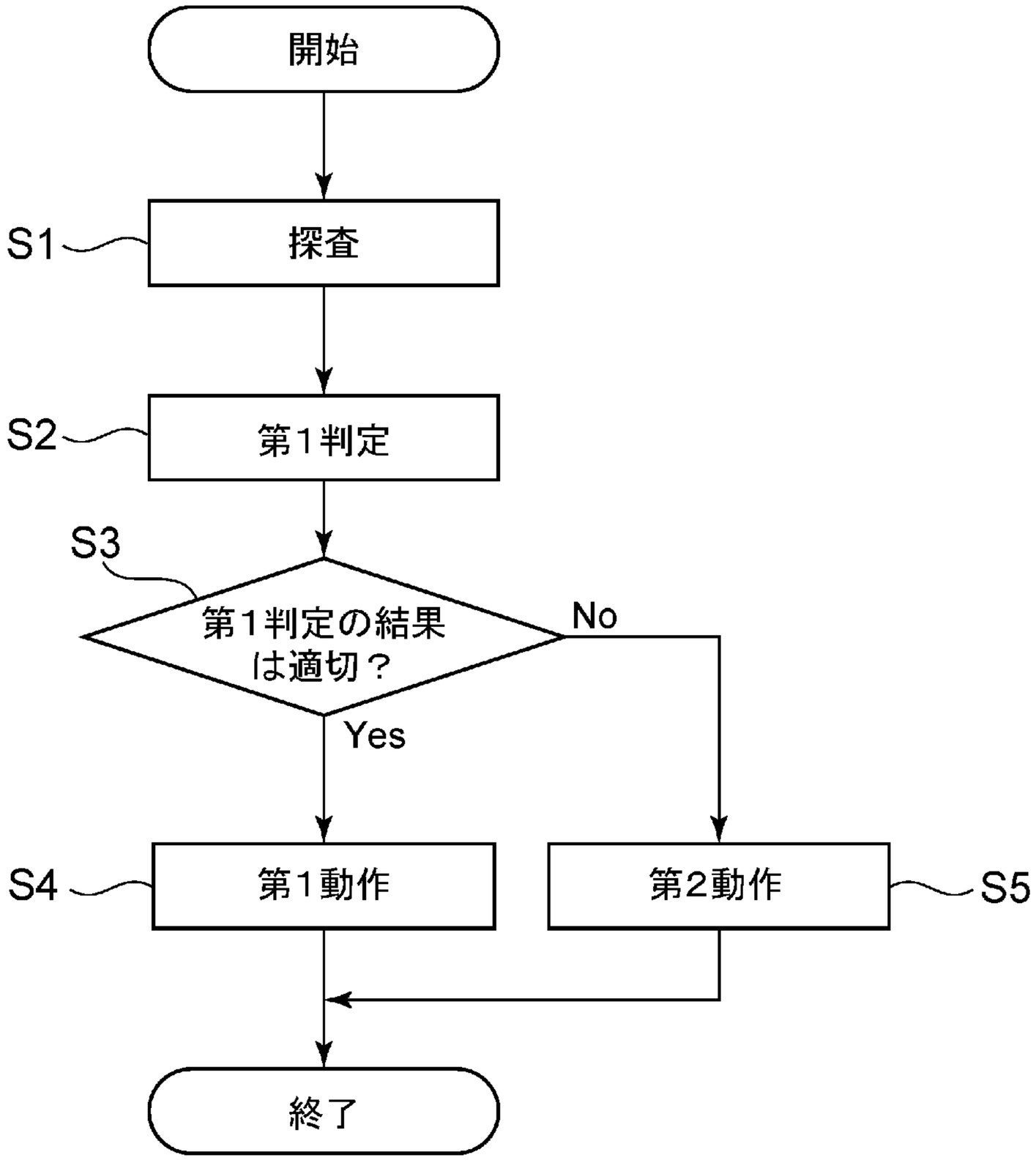
[図6]



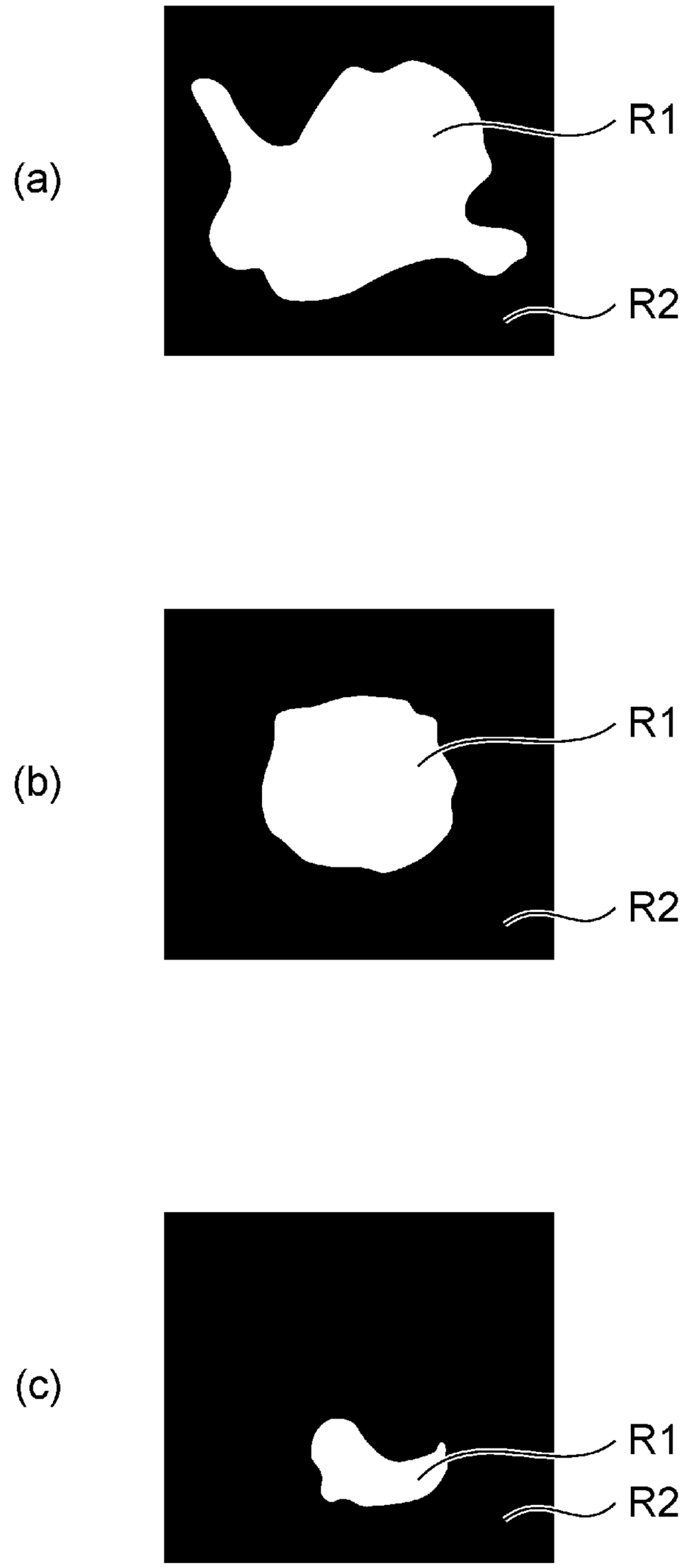
[図7]



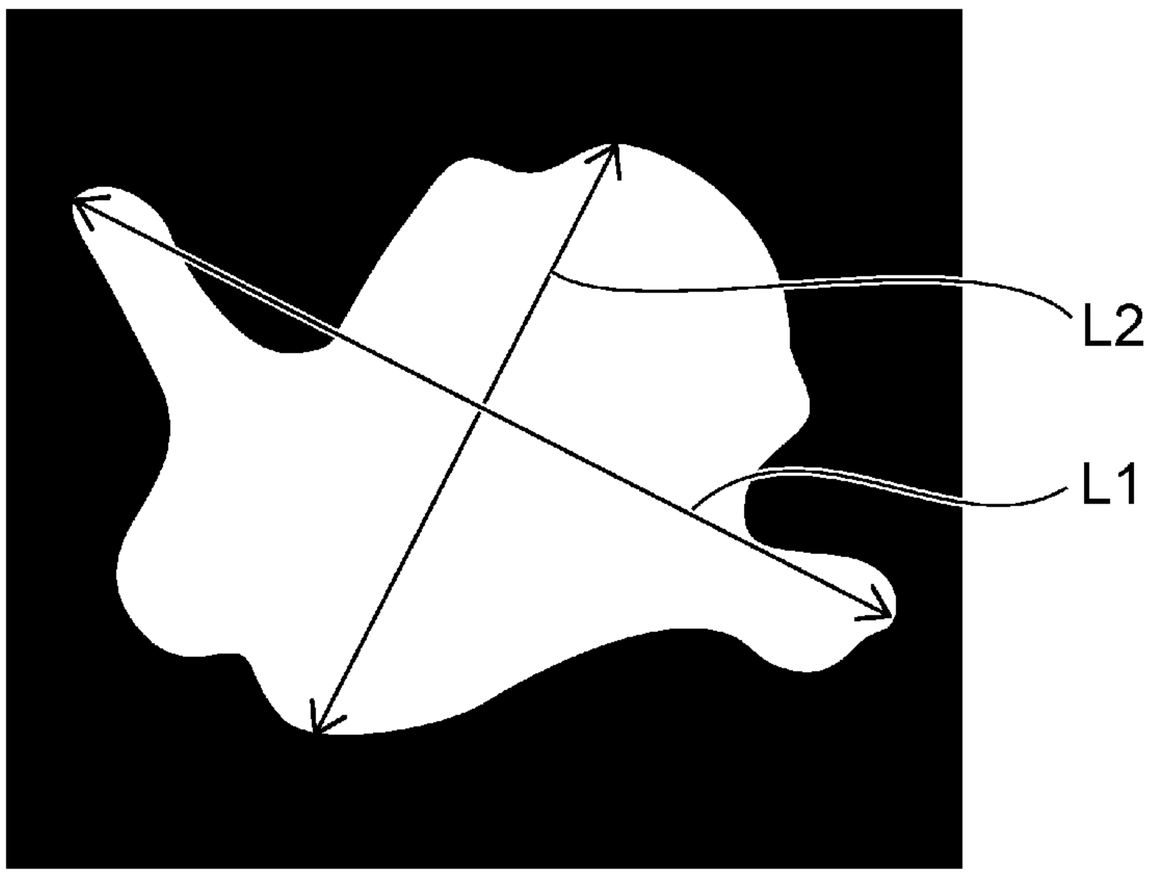
[図8]



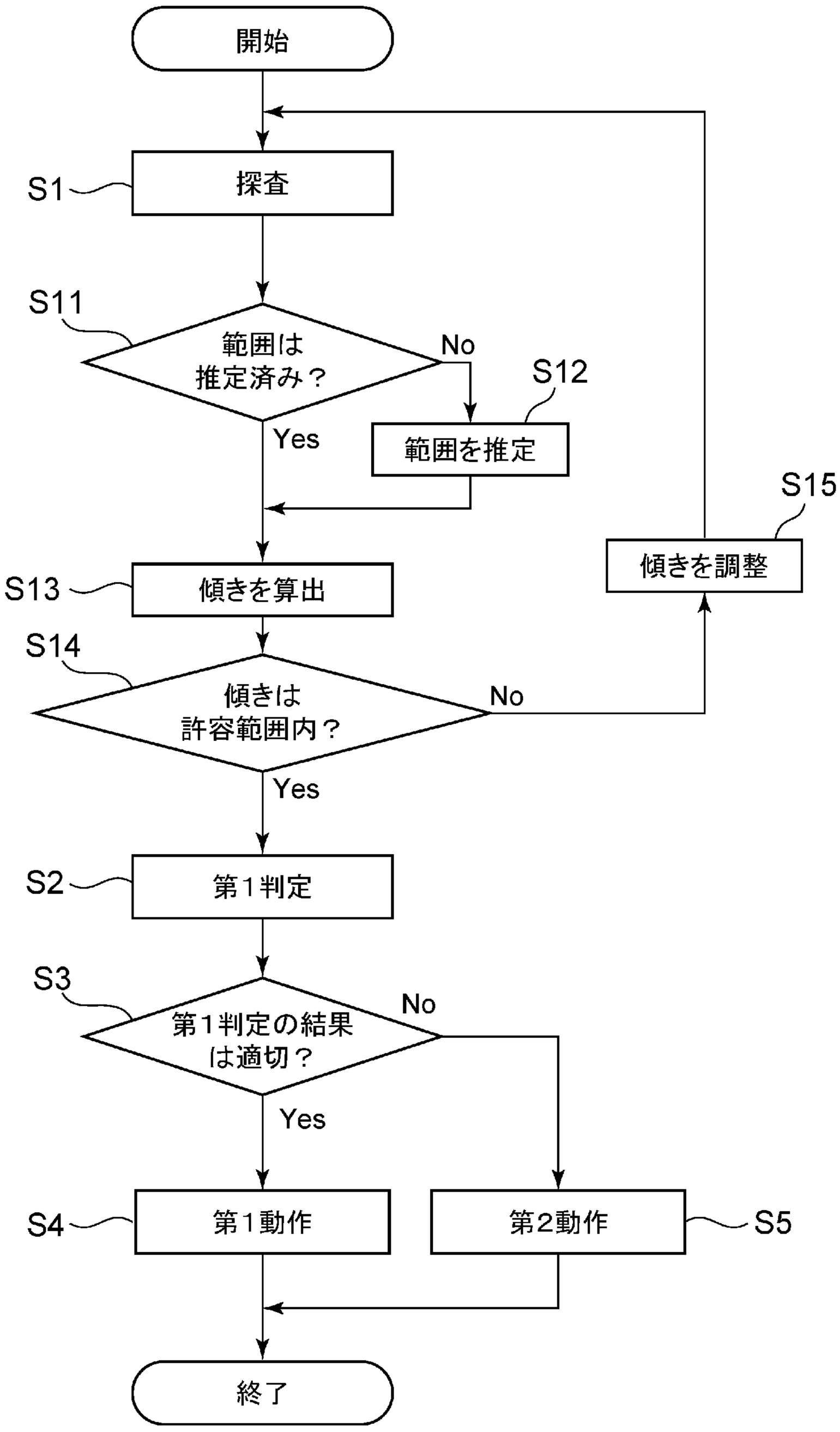
[図9]



[図10]

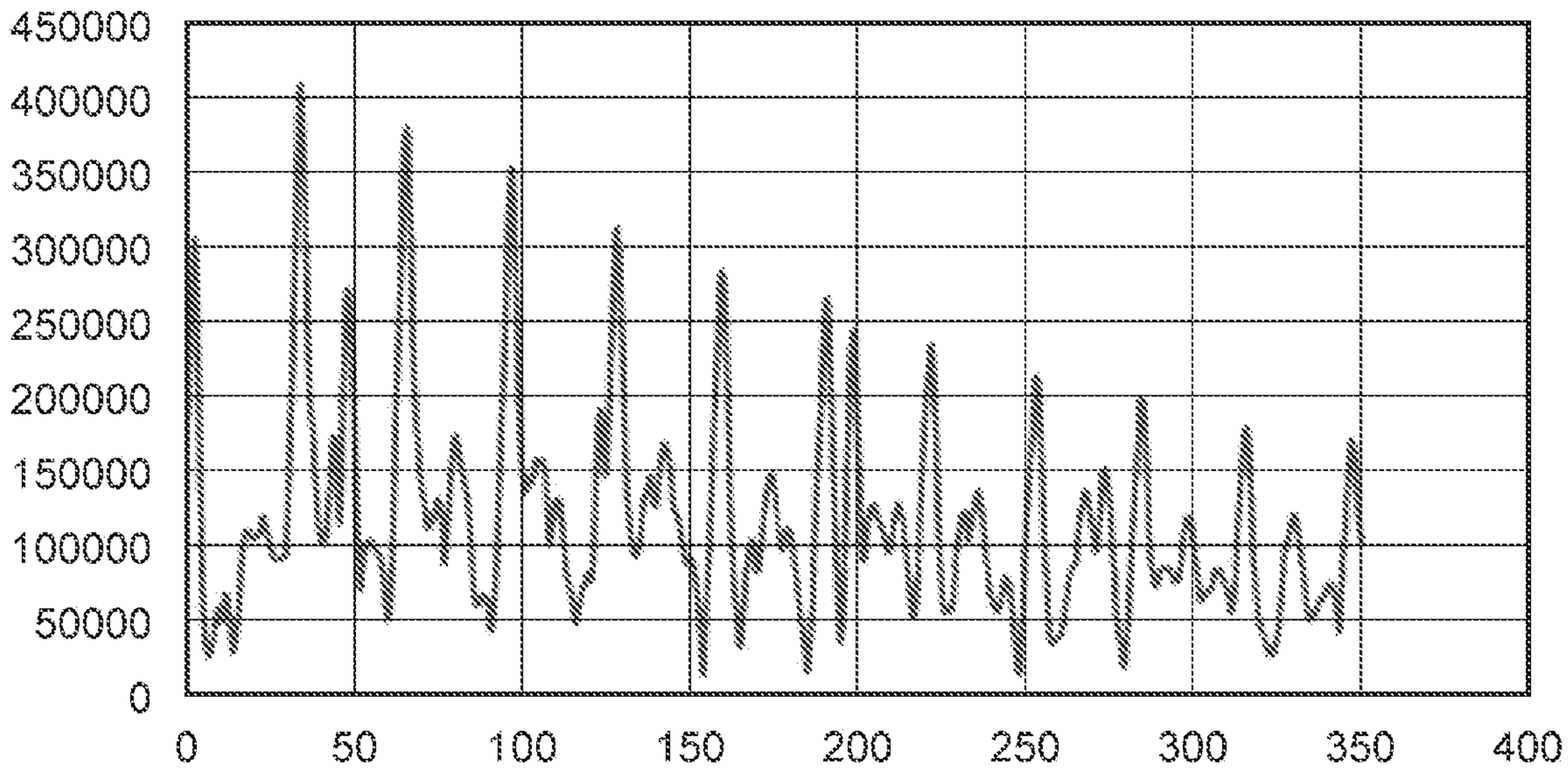


[図11]

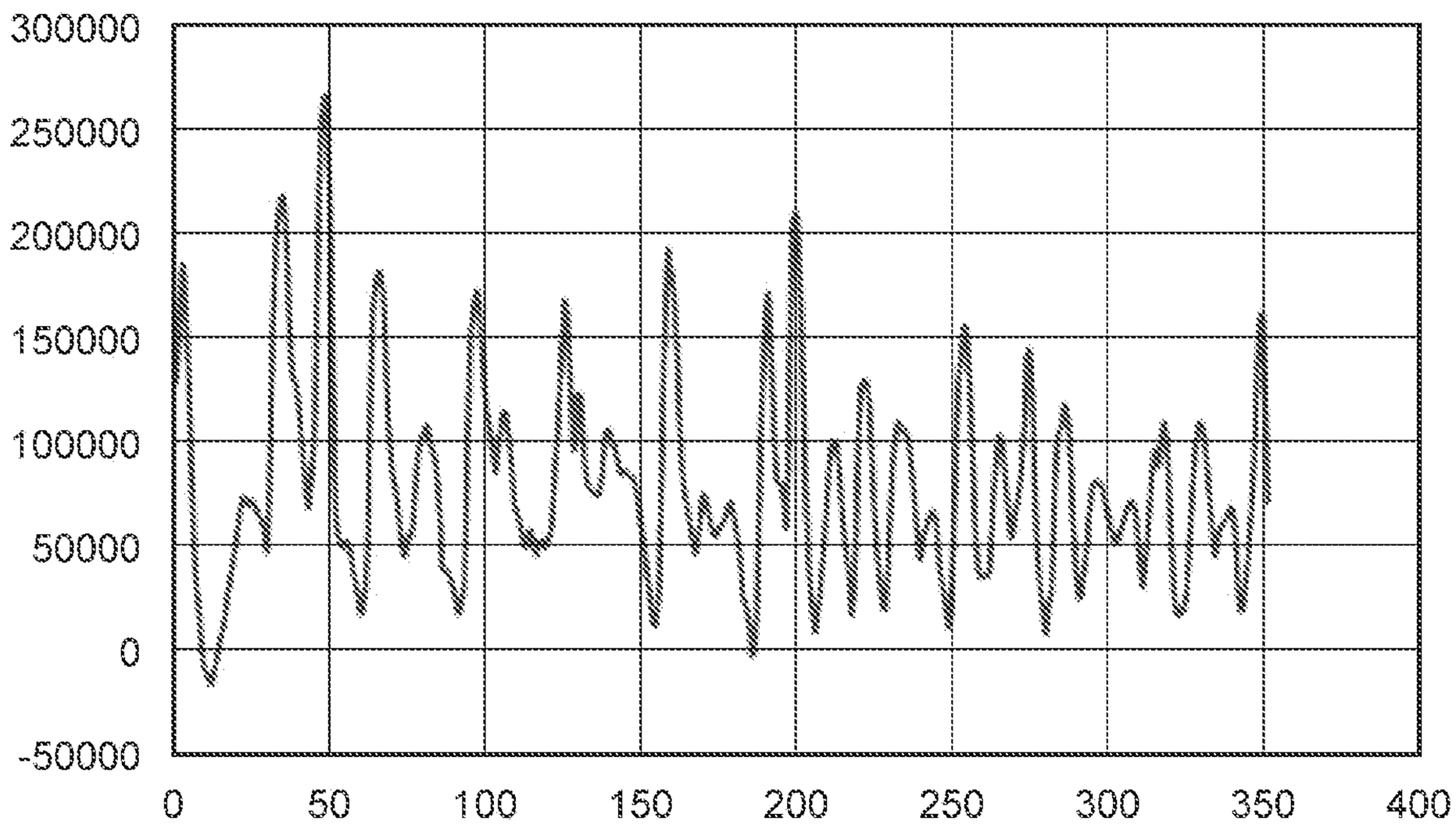

開始
S1
探査
S11
範囲は
推定済み？
No
S12
範囲を推定
Yes
S13
傾きを算出
S14
傾きは
許容範囲内？
No
S15
傾きを調整
Yes
S2
第1判定
S3
第1判定の結果
は適切？
No
Yes
S4
第1動作
第2動作
S5
終了

[図12]

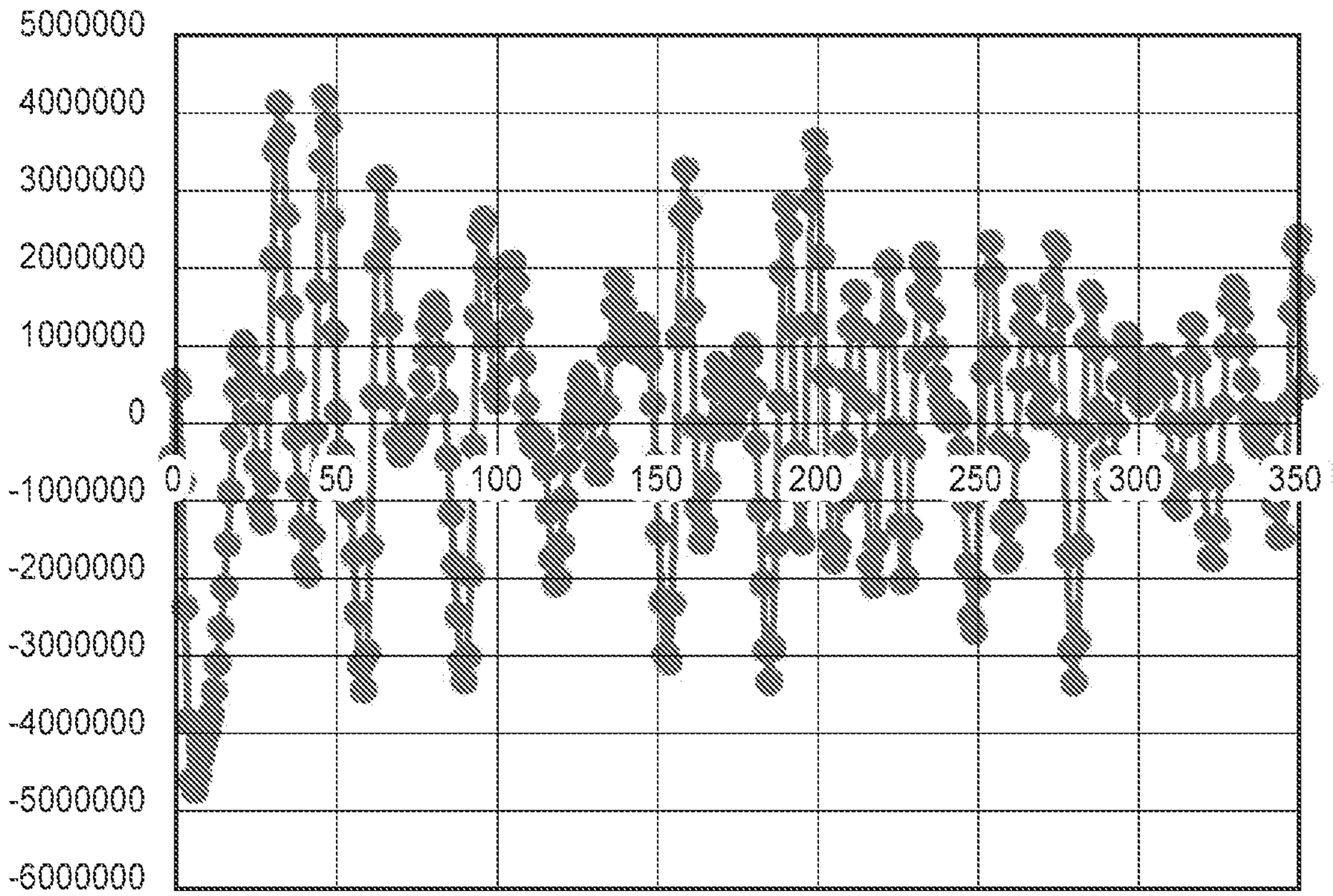
(a)


450000
400000
350000
300000
250000
200000
150000
100000
50000
0
0
50
100
150
200
250
300
350
400

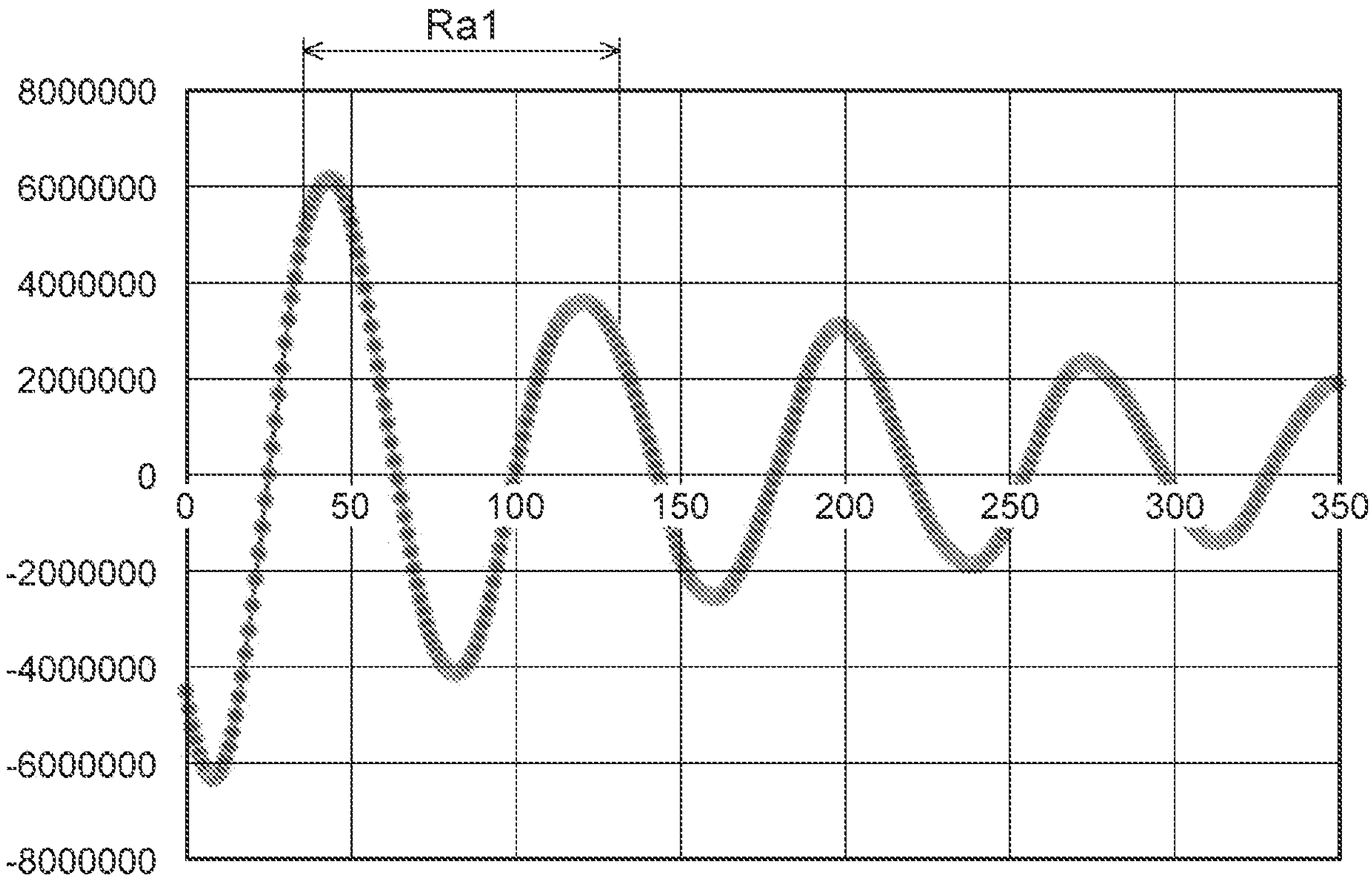
(b)


300000
250000
200000
150000
100000
50000
0
-50000
0
50
100
150
200
250
300
350
400

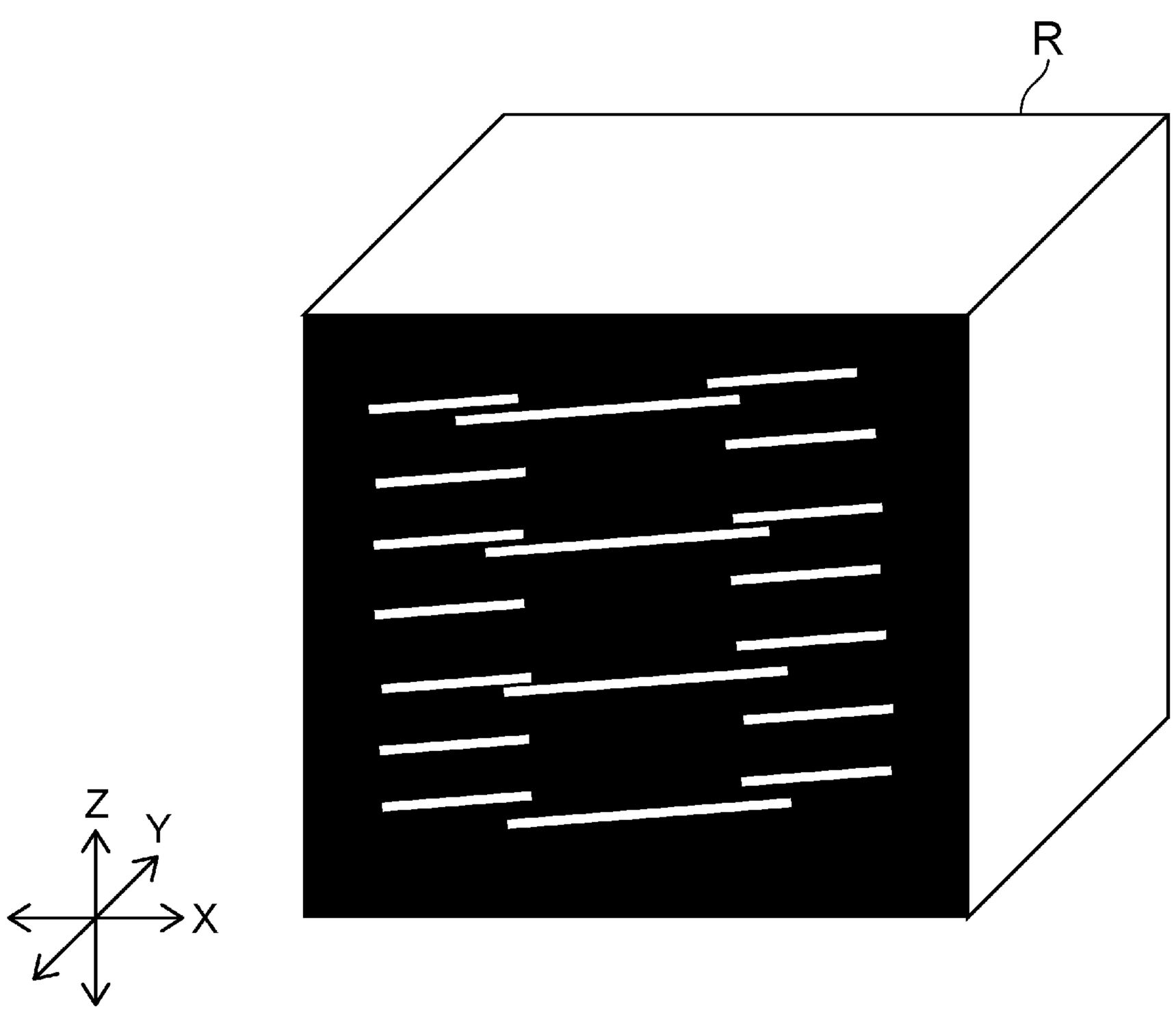
[図13]


5000000
4000000
3000000
2000000
1000000
0
-1000000
-2000000
-3000000
-4000000
-5000000
-6000000
0
50
100
150
200
250
300
350

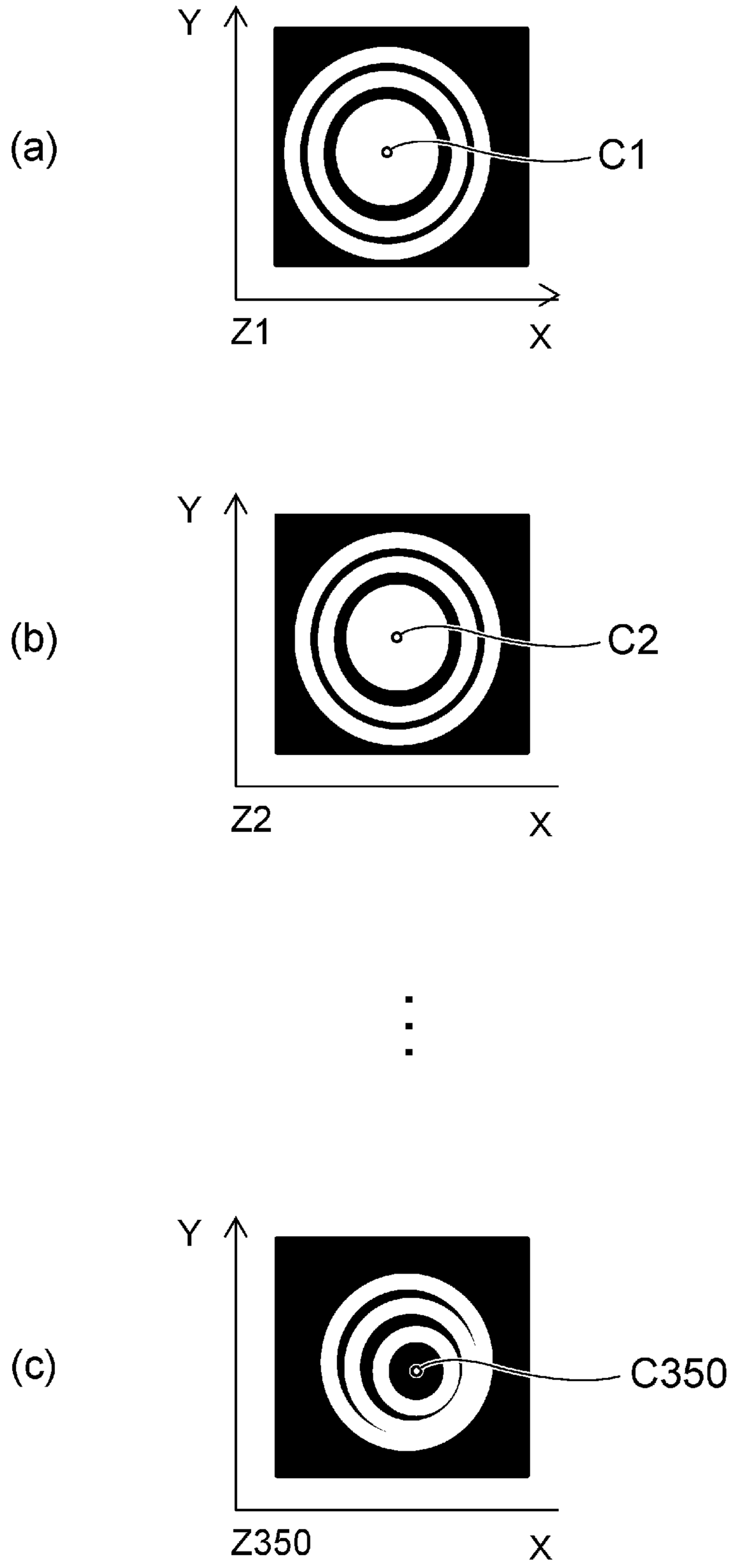
[図14]


Ra1
8000000
6000000
4000000
2000000
0
-2000000
-4000000
-6000000
-8000000
0
50
100
150
200
250
300
350

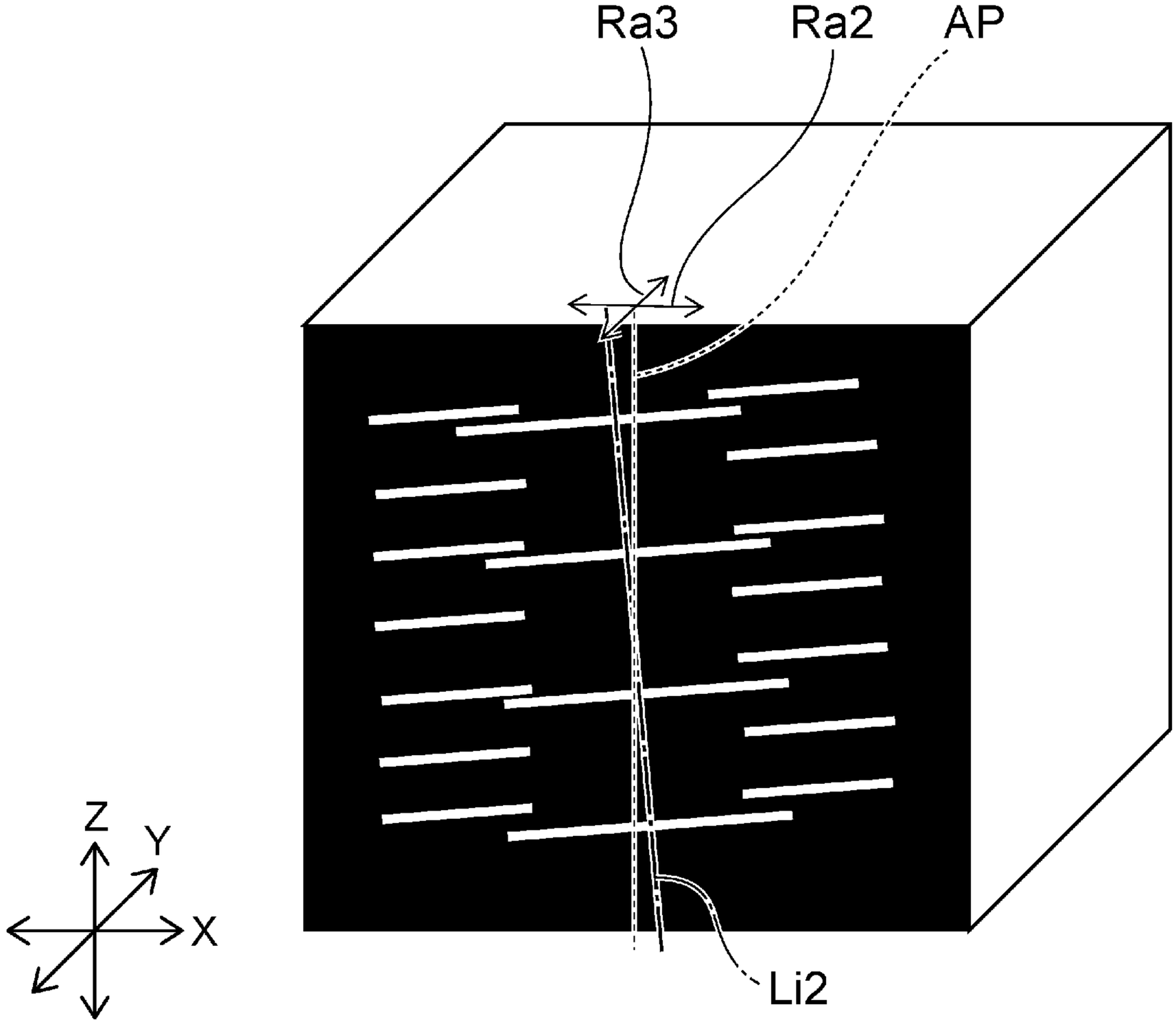
[図15]



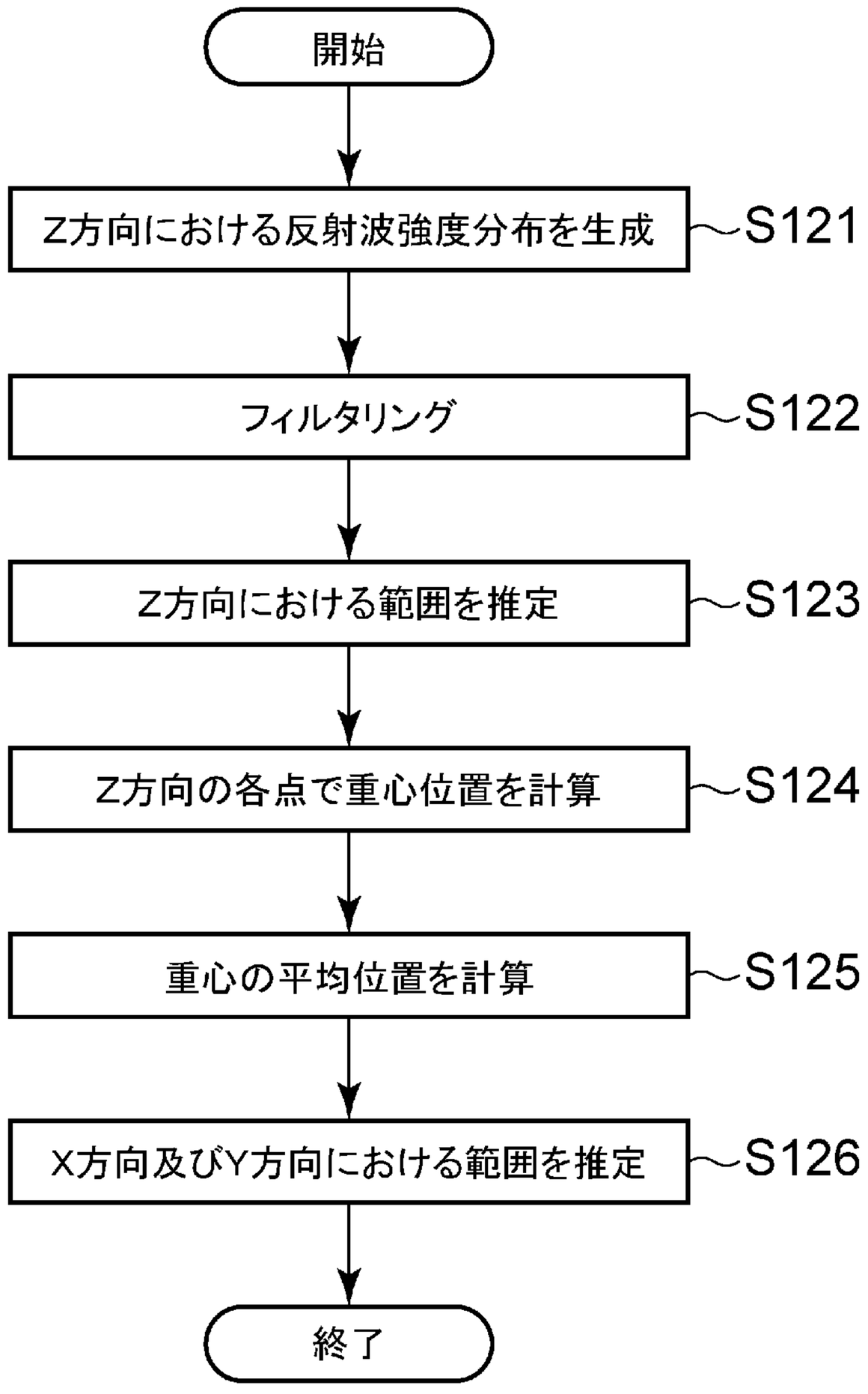
[図16]



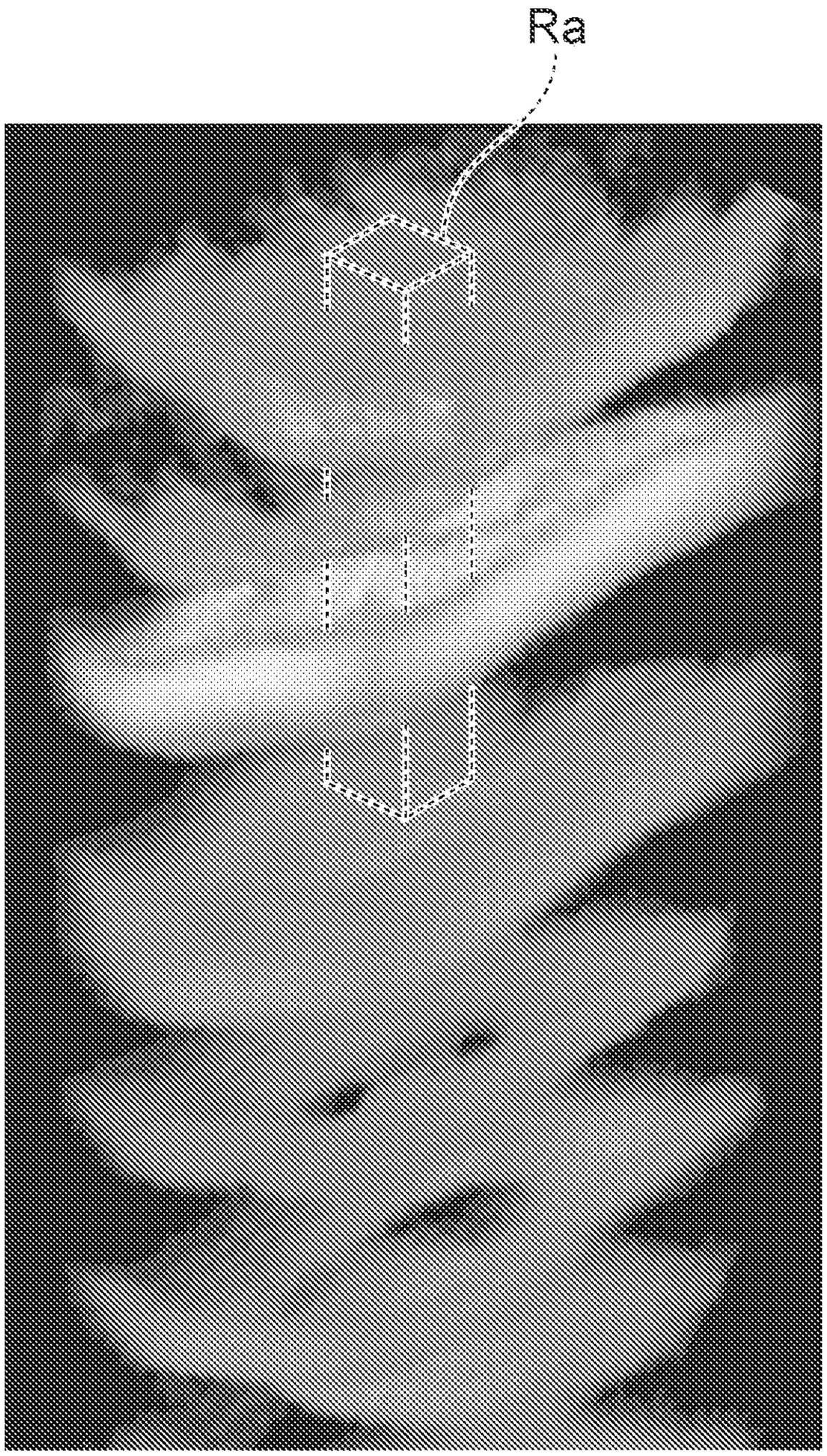
[図17]

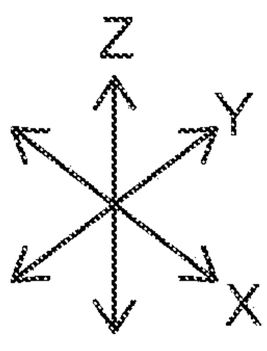


[図18]

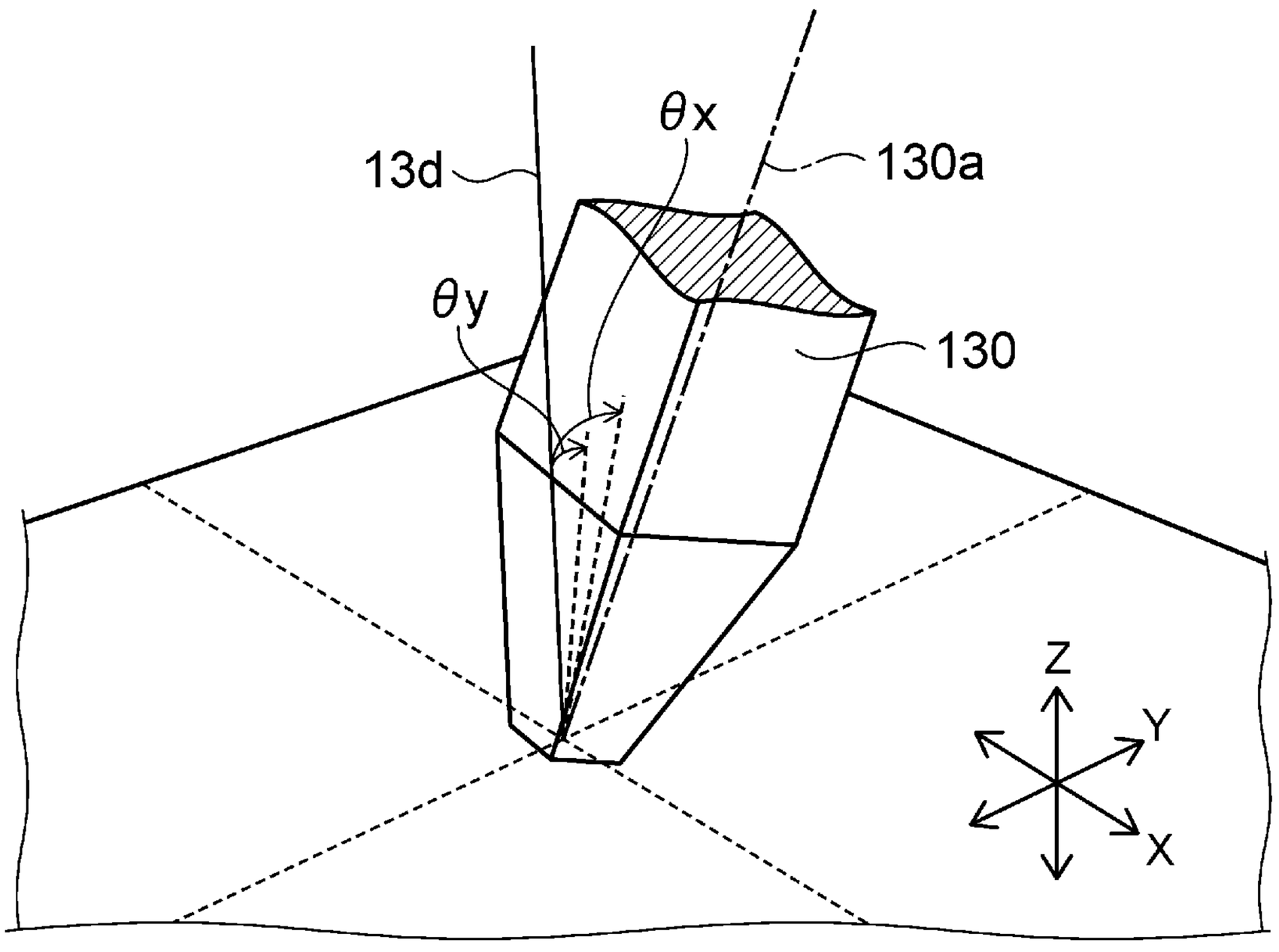

開始
Z方向における反射波強度分布を生成
S121
フィルタリング
S122
Z方向における範囲を推定
S123
Z方向の各点で重心位置を計算
S124
重心の平均位置を計算
S125
X方向及びY方向における範囲を推定
S126
終了

[図19]

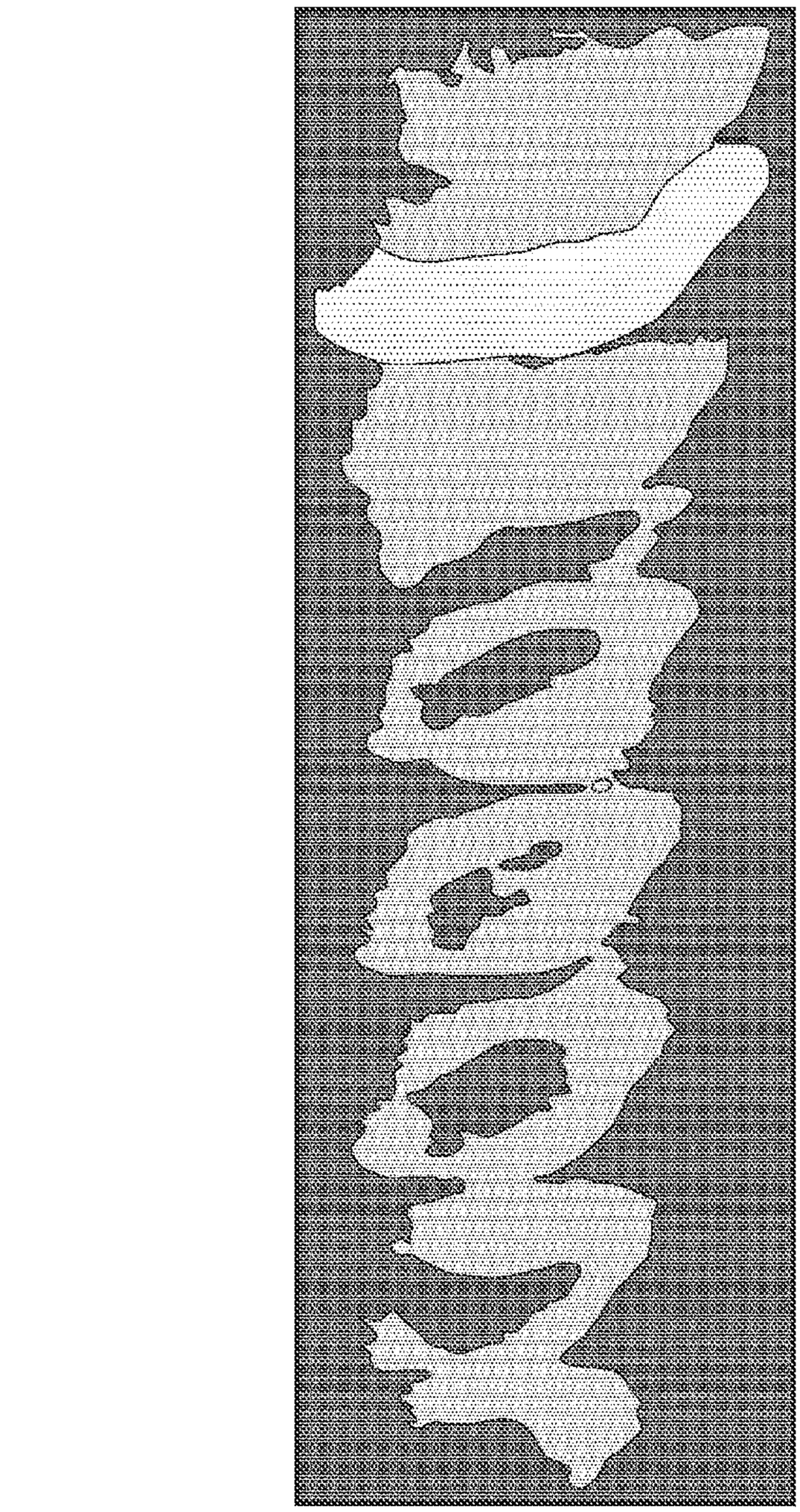




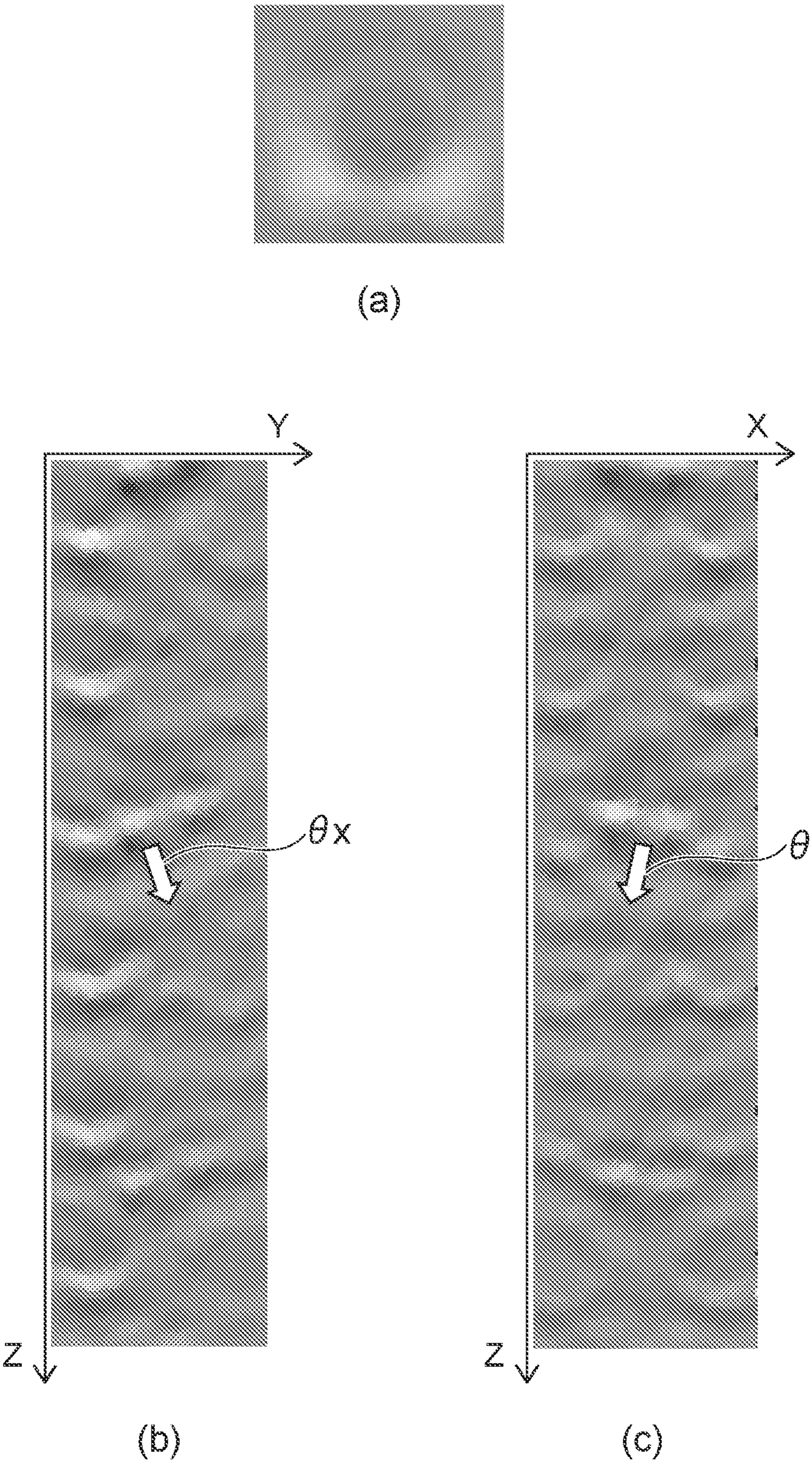
[図20]



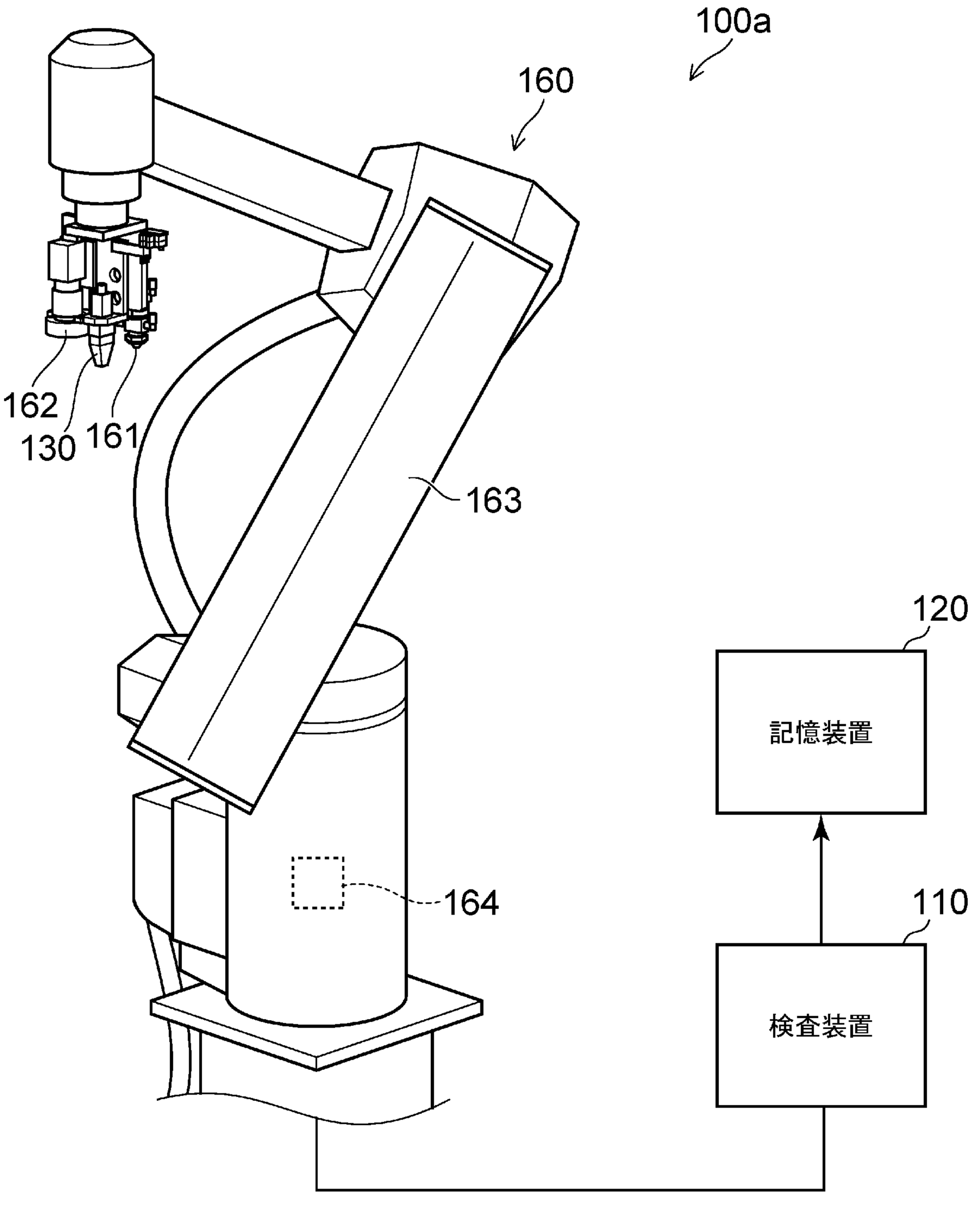
[図21]



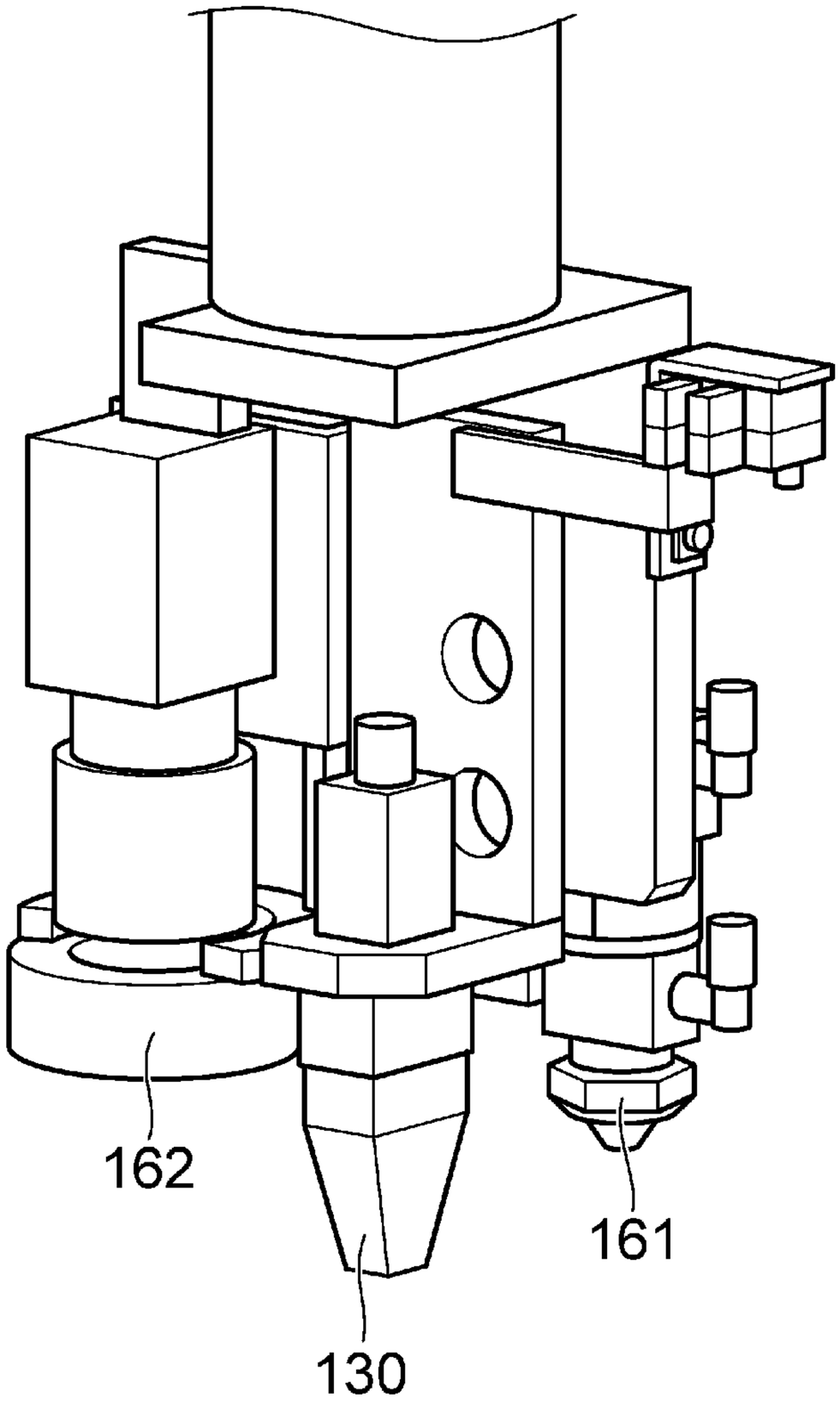
[図22]



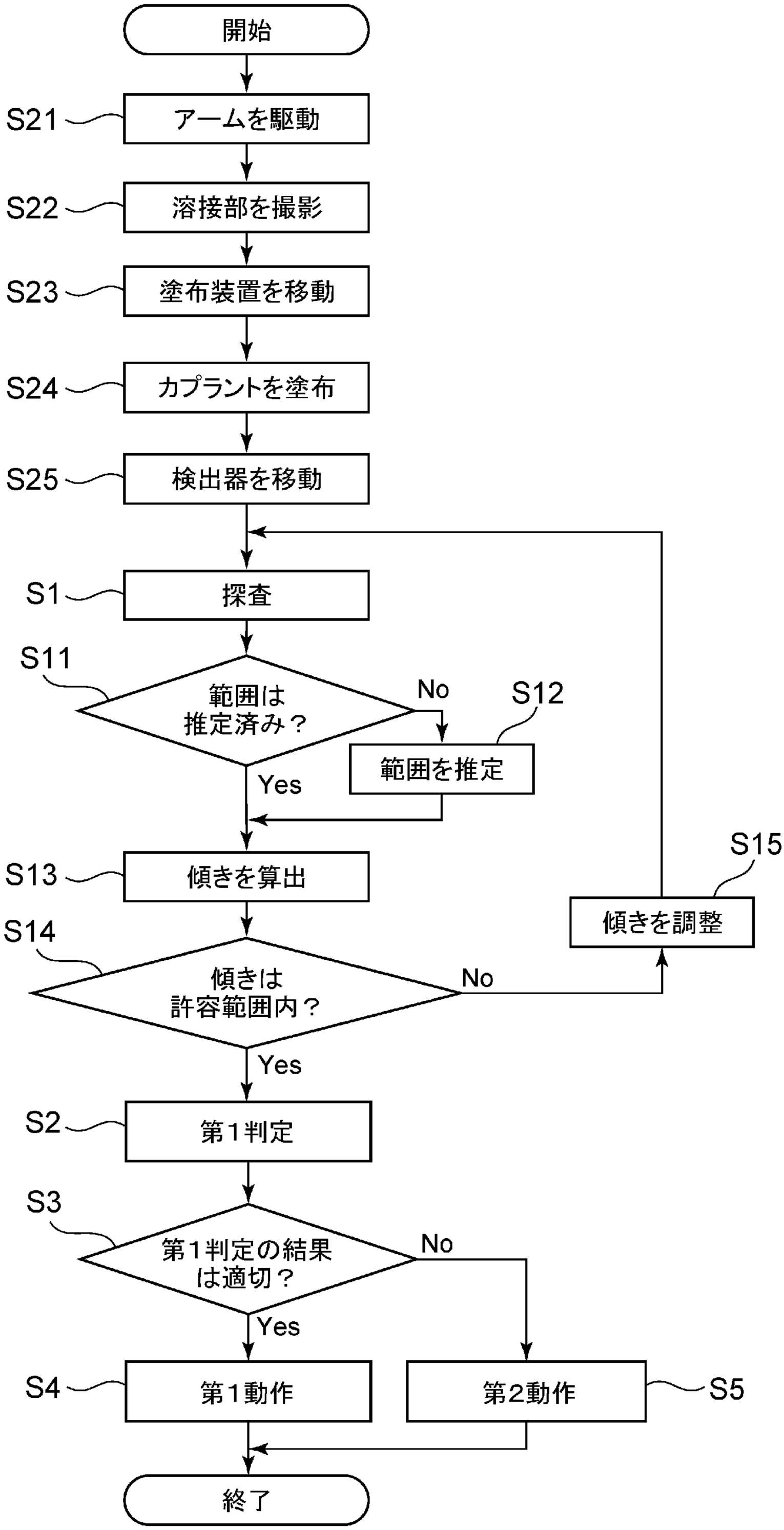
[図23]



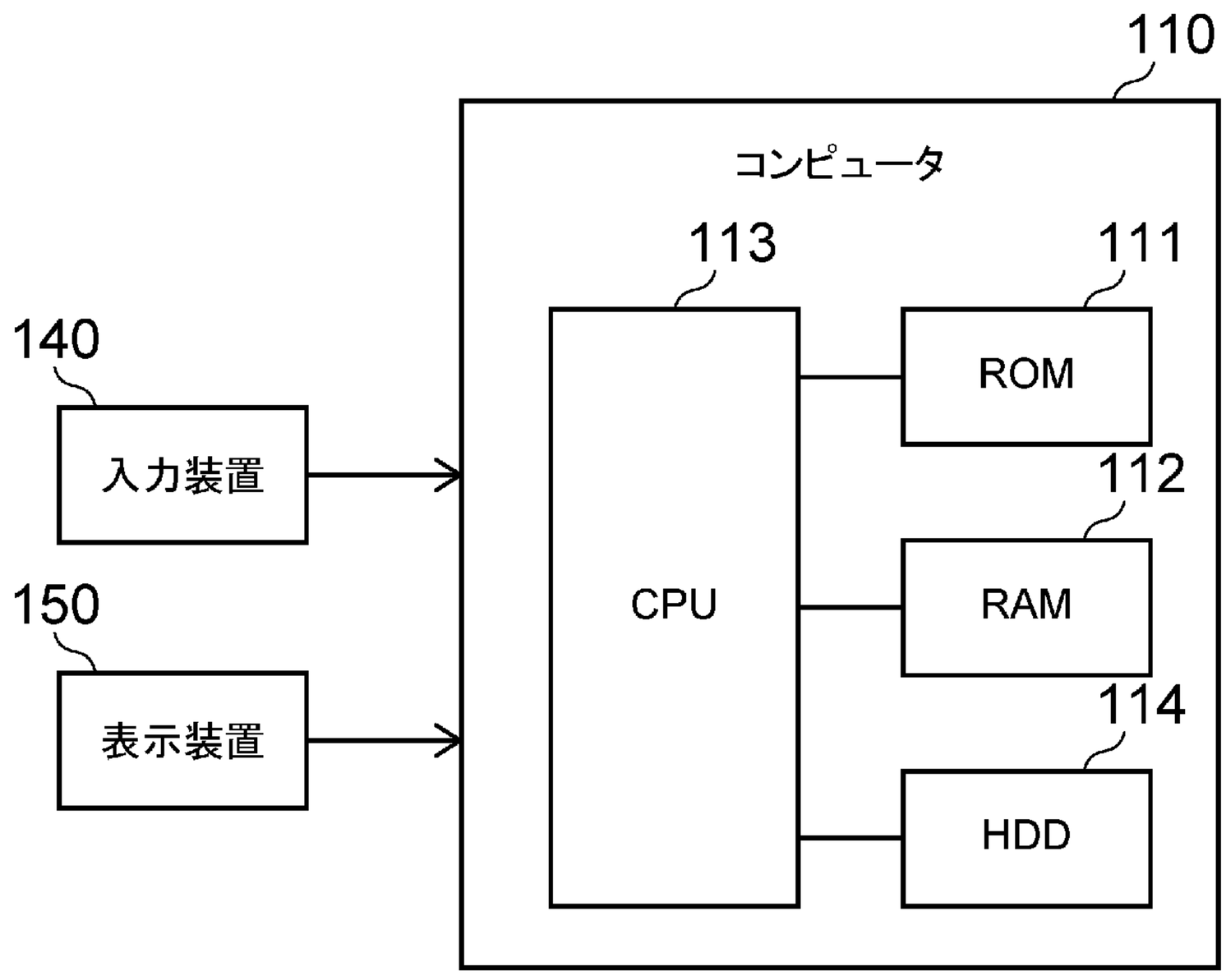
[図24]



[図25]


開始
S21
アームを駆動
S22
溶接部を撮影
S23
塗布装置を移動
S24
カプラントを塗布
S25
検出器を移動
S1
探査
S11
範囲は
推定済み？
No
S12
範囲を推定
Yes
S13
傾きを算出
S14
傾きは
許容範囲内？
No
S15
傾きを調整
Yes
S2
第1判定
S3
第1判定の結果
は適切？
No
Yes
S4
第1動作
第2動作
S5
終了

[図26]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/039385

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01N 29/06(2006.01)i; G01N 29/32(2006.01)i; G01N 29/44(2006.01)i
FI: G01N29/06; G01N29/32; G01N29/44
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)
G01N29/00-29/52

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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.
Y	JP 2007-278809 A (KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 25 October 2007 (2007-10-25) paragraphs [0026], [0034], [0043]-[0049], fig. 1, 5, 8-11	1-3, 5-6, 13-15, 17-19, 21
Y	JP 2019-90727 A (TOSHIBA CORP.) 13 June 2019 (2019-06-13) paragraphs [0010]-[0018], [0026]-[0028], fig. 1-7	1-3, 5-6, 13-15, 17-19, 21
Y	JP 11-326287 A (KRAUTKRAMER JAPAN CO., LTD.) 26 November 1999 (1999-11-26) paragraph [0049]	1-3, 5-6, 13-15, 17-19, 21
Y	JP 2008-073730 A (TOKYU CAR CORPORATION) 03 April 2008 (2008-04-03) paragraphs [0003], [0008], [0021]-[0022], fig. 6	2-3, 14-15, 18-19
A	US 2007/0038400 A1 (LEE, Hsu-Tung) 15 February 2007 (2007-02-15)	1-21

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
18 December 2020 (18.12.2020)	12 January 2021 (12.01.2021)

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/039385

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2007-278809 A	25 Oct. 2007	(Family: none)	
JP 2019-90727 A	13 Jun. 2019	US 2020/0003735 A1 paragraphs [0023]-[0033], [0042]-[0046], fig. 1-7 WO 2019/098232 A1 CN 110402388 A KR 10-2020-0027019 A CA 3072737 A1	
JP 11-326287 A	26 Nov. 1999	(Family: none)	
JP 2008-073730 A	03 Apr. 2008	(Family: none)	
US 2007/0038400 A1	15 Feb. 2007	US 2003/0234239 A1	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/039385

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G01N 29/06(2006.01)i; G01N 29/32(2006.01)i; G01N 29/44(2006.01)i
FI: G01N29/06; G01N29/32; G01N29/44

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））

G01N29/00-29/52

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	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０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
Y	JP 2007-278809 A (川崎重工業株式会社) 25.10.2007 (2007-10-25) 段落［００２６］、［００３４］、［００４３］－［００４９］、図１、図５、図８－１１	1-3,5-6,13-15,17-19,21
Y	JP 2019-90727 A (株式会社東芝) 13.06.2019 (2019-06-13) 段落［００１０］－［００１８］、［００２６］－［００２８］、図１－７	1-3,5-6,13-15,17-19,21
Y	JP 11-326287 A (日本クラウトクレーマー株式会社) 26.11.1999 (1999-11-26) 段落［００４９］	1-3,5-6,13-15,17-19,21
Y	JP 2008-073730 A (東急車輛製造株式会社) 03.04.2008 (2008-04-03) 段落［０００３］、［０００８］、［００２１］－［００２２］、図６	2-3,14-15,18-19
A	US 2007/0038400 A1 (LEE, Hsu-Tung) 15.02.2007 (2007-02-15)	1-21

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

*　引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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	国際調査報告の発送日
18.12.2020	12.01.2021

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）
越柴　洋哉 2W 4462
電話番号 03-3581-1101 内線 3258

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/JP2020/039385

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2007-278809	A	25.10.2007	（ファミリーなし）			
JP	2019-90727	A	13.06.2019	US	2020/0003735	A1	
				段落［００２３］－［００３３］、［００４２］－［００４６］、図１－７			
				WO	2019/098232	A1	
				CN	110402388	A	
				KR	10-2020-0027019	A	
				CA	3072737	A1	
JP	11-326287	A	26.11.1999	（ファミリーなし）			
JP	2008-073730	A	03.04.2008	（ファミリーなし）			
US	2007/0038400	A1	15.02.2007	US	2003/0234239	A1	