(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
2024年6月6日(06.06.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/117099 A1

(51) 国際特許分類:
*G01N 23/046* (2018.01) *G01N 23/18* (2018.01)
*G01N 23/04* (2018.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/042440

(22) 国際出願日： 2023年11月28日(28.11.2023)

(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 2022-192824 2022年12月1日(01.12.2022) JP

(71) 出願人: 株式会社サキコーポレーション(**SAKI CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1350051 東京都江東区枝川三丁目１番４号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: ガン コァン チュ(**GAN Kwang Choo**); 〒1350051 東京都江東区枝川三丁目１番４号 株式会社サキコーポレーション内 Tokyo (JP).

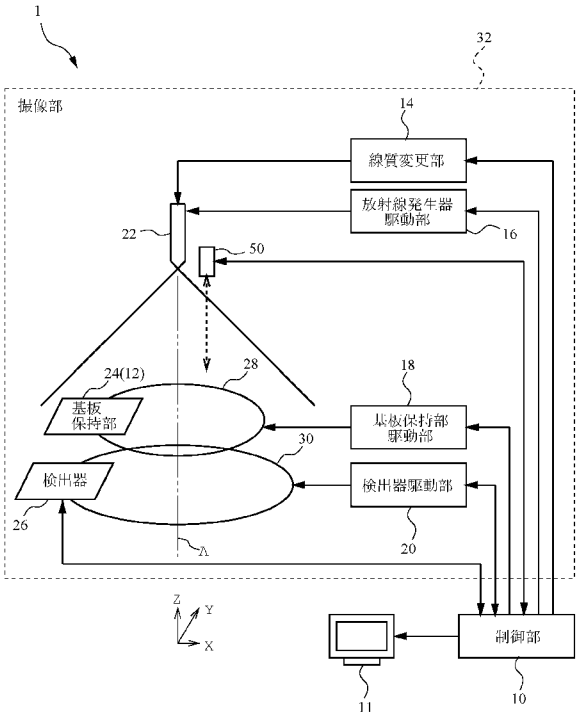
(74) 代理人: 保坂 丈世(**HOSAKA Joyo**); 〒1070052 東京都港区赤坂９－１－７－３４７ シエラ・クレアーレ特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, 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, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,

WO 2024/117099 A1

(54) **Title:** INSPECTION DEVICE

(54) 発明の名称： 検査装置




10 Control device
14 Beam-quality-changing unit
16 Radiation-generator-driving unit
18 Substrate-holding-part-driving unit
20 Detector-driving unit
24(12) Substrate-holding part
26 Detector
32 Imaging unit

(57) **Abstract:** Provided is an inspection device that determines a search range in a reconstructed image from height information pertaining to a body being inspected and, by comparing the reconstructed image (cross-sectional image) within the search range and a reference image, determines a cross-sectional image of an inspection subject. A control device 10 of this inspection device 1, which has driving units (e.g., a substrate-holding-part-driving unit 18) that change the relative positions of a radiation generator 22, a body being inspected 12 held by a substrate-holding part 24, and a detector 26, as

[続葉有]

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))

well as the relative positions of the body being inspected 12 and a height-information-acquiring unit 50, executes: a step for acquiring height information pertaining to the body being inspected 12 by using the height-information-acquiring unit 50; a step for generating a cross-sectional image of the body being inspected 12 from a transmission image of the body being inspected 12; a step for determining a prescribed height-direction range on the basis of the height information, and determining the cross-sectional image of an inspection subject from the cross-sectional image within this range; and a step for carrying out inspection on the basis of the cross-sectional image of the inspection subject.

**(57)** 要約:被検査体の高さ情報から再構成画像における探索範囲を決定し、この探索範囲内の再構成画像(断面画像)と基準画像とを比較して検査対象の断面画像を決定する検査装置を提供する。放射線発生器２２と基板保持部２４で保持された被検査体１２及び検出器２６との相対位置、及び、被検査体１２と高さ情報取得部５０との相対位置を変化させる駆動部(例えば、基板保持部駆動部１８)を有する検査装置１の制御部１０は、高さ情報取得部５０により被検査体１２の高さ情報を取得するステップと、被検査体１２の透過画像から被検査体１２の断面画像を生成するステップと、高さ情報に基づいて所定の高さ方向の範囲を決定し、この範囲内の断面画像から検査対象の断面画像を決定するステップと、検査対象の断面画像に基づいて検査をするステップと、を実行する。

# 明　細　書

## 発明の名称 ： 検査装置

## 技術分野

[0001]　本発明は、検査装置に関する。

## 背景技術

[0002]　電子基板において、はんだによる電子部品（例えばピン）と基板上の配線との接続状態（以下「はんだの接合状態」と呼ぶ）は、外観検査では判定が難しく、トモシンセス方式のＸ線検査装置が用いられる。このような検査装置においては、電子基板の表面（上面）の正確な位置に基づいて検査を行う必要があるため、電子基板の表面にレーザー光を照射し、その反射光から電子基板の表面の高さ情報を取得し、この高さ情報に基づいて反りや撓みの影響を排除する検査装置がある（例えば、特許文献1参照）。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１１－１９１２１７号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0004]　Ｘ線透過画像から３次元画像である再構成画像（断面画像）を生成してはんだの接合状態を検査するためには、電子基板の反りや撓みの情報を取得し、この情報に基づいて検査に用いられる断面画像（基板面の断面画像）を精度良く選択する必要がある。しかしながら、電子基板の表面には、レジスト等が塗布されていたり、電子部品等が取り付けられていたりするため、基板表面の高さの測定のためにレーザー光を照射する位置が制限される。例えば、基板上に電子部品等が取り付けられていないパッド面を設け、このパッド面にレーザー光を照射して高さが測定される。

[0005]　一方、レーザー光を用いずに、検査対象である電子基板のＸ線透過画像から再構成画像を生成し、予め準備しておいた検査対象面を示す断面画像（基

準画像）と、再構成画像（断面画像）とを比較して検査対象の断面画像を選択する方法がある。しかし、この方法では、精度良く検査対象の断面画像を選択できるが、再構成画像から目的の断面画像を選択するために、多くの断面画像と基準画像との比較処理をしなければならず、断面画像の選択の処理に時間がかかり、結果として検査全体の時間も長くなってしまう。特に、近年、Ｘ線透過画像を検出するための検出器の大型化や高解像度化が進み、断面画像毎のデータ量が増大しているため、検査対象の断面画像を選択するための処理も増加してしまう傾向にある。

[0006] 本発明はこのような課題に鑑みてなされたものであり、検査対象である電子基板（被検査体）の高さ情報を取得し、この高さ情報に基づいて透過画像から生成された再構成画像における探索範囲を決定し、決定された探索範囲内の再構成画像（断面画像）と基準画像とを比較して検査対象の断面画像を決定するように構成された検査装置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

[0007] 前記課題を解決するために、本発明に係る検査装置は、線源と、被検査体を保持する保持部と、検出器と、前記被検査体の高さ情報を取得する高さ情報取得部と、前記線源と前記保持部で保持された前記被検査体及び前記検出器との相対位置、及び、前記保持部で保持された前記被検査体と前記高さ情報取得部との相対位置を変化させる駆動部と、制御部と、を有し、前記制御部は、前記高さ情報取得部により前記被検査体の高さ情報を取得するステップと、前記駆動部により前記線源と前記保持部で保持された前記被検査体及び前記検出器とが所定の相対位置にあるときに、前記線源から放射され前記被検査体を透過した放射線を前記検出器で検出して取得した複数の前記被検査体の透過画像から前記被検査体の断面画像を生成するステップと、前記高さ情報に基づいて所定の高さ方向の範囲を決定し、前記範囲内の前記断面画像から検査対象の断面画像を決定するステップと、前記検査対象の断面画像に基づいて検査をするステップと、を実行する。

[0008] 本発明に係る検査装置の前記制御部は、前記高さ情報を取得するステップ

において、前記駆動部により前記保持部で保持された前記被検査体を前記高さ情報取得部に対して相対移動させ、前記高さ情報取得部により前記被検査体の基板面の複数の位置の高さ情報を取得させ、前記複数の位置の高さ情報から、当該複数の位置を含む領域の所定の位置の基板面の高さ情報を決定することが望ましい。

[0009] また、本発明に係る検査装置の前記制御部は、前記高さ情報を取得するステップにおいて、前記駆動部により前記保持部で保持された前記被検査体を前記高さ情報取得部に対して相対移動させ、前記高さ情報取得部により前記被検査体の複数の位置の高さ情報を取得させ、前記複数の位置の高さ情報から、演算により基板面以外の高さ情報を除去し、当該複数の位置を含む領域の所定の位置の基板面の高さ情報を決定することが望ましい。

[0010] また、本発明に係る検査装置の前記制御部は、前記高さ情報を取得するステップにおいて、前記駆動部により前記高さ情報取得部と前記保持部で保持された前記被検査体との相対位置を変化させながら、前記複数の位置の高さ情報を取得することが望ましい。

[0011] また、本発明に係る検査装置の前記制御部は、前記高さ情報を取得するステップにおいて、予め取得された前記被検査体の画像データから、前記被検査体の基板面の位置を取得し、前記高さ情報取得部により、取得された位置の高さ情報を取得することが望ましい。

[0012] また、本発明に係る検査装置の前記制御部は、前記高さ情報を取得するステップにおいて、前記画像データにおける前記被検査体の色情報から前記基板面の位置を取得することが望ましい。

[0013] また、本発明に係る検査装置の前記制御部は、前記高さ情報を取得するステップにおいて、前記駆動部により前記高さ情報取得部に対する前記保持部で保持された前記被検査体の相対位置を変化させながら、前記複数の位置の高さ情報を取得し、前記複数の位置の高さ情報から、前記被検査体の基板面の高さ情報を決定することが望ましい。

[0014] また、本発明に係る検査装置の前記高さ情報取得部は、前記被検査体の基

板の上面又は裏面における前記高さ情報を取得する変位計であることが望ましい。

## 発明の効果

[0015] 本発明に係る検査装置によれば、被検査体の透過画像を取得する前に、高さ測定部により被検査体の高さ情報を取得し、その後、透過画像を取得して被検査体の再構成画像を生成し、高さ測定部による高さ情報に基づいて、再構成画像における検査面の探索範囲を決定し、この範囲で被検査体の断面画像と基準画像とを比較して検査面の断面画像を選択するため、再構成画像（断面画像）のうち、検査面の断面画像が含まれる範囲を特定してその特定した範囲内での比較となるため、全ての断面画像と比較する場合と比べて、検査面の断面画像を選択する時間を短くすることができる。

## 図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の実施形態に係る検査装置の構成を説明するための説明図である。

[図2]上記検査装置の制御部の各機能ブロックを説明するための説明図である。

[図3]上記検査装置における検査の処理を説明するためのフローチャートである。

[図4]上記検査装置で検査される被検査体の一例を示す説明図である。

[図5]基板検査面検出処理を説明するためのフローチャートである。

[図6]高さ情報と再構成画像における探索範囲との関係を説明するための説明図である。

[図7]高さ情報の取得方法の変形例を説明するためのフローチャートである。

[図8]被検査体の基板の上面の全面の高さ情報を取得するときの測定位置の一例を示す説明図である。

## 発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明の好ましい実施形態について図面を参照して説明する。図１に示すように、本実施形態に係る検査装置１は、パーソナルコンピュータ（

ＰＣ）等の処理装置で構成される制御部１０、モニタ１１、及び、撮像部３２を有して構成されている。また、撮像部３２は、更に、線質変更部１４、放射線発生器駆動部１６、基板保持部駆動部１８、検出器駆動部２０、放射線発生器２２、基板保持部２４、検出器２６、及び、高さ情報取得部５０を有している。

[0018] 放射線発生器２２は、Ｘ線等の放射線を発生させる装置（線源）であり、例えば加速させた電子をタングステンやダイアモンド等のターゲットに衝突させることで放射線を発生するものである。なお、本実施形態における放射線は、Ｘ線の場合について説明するが、これに限定されるものではない。例えば、放射線は、アルファ線、ベータ線、ガンマ線、紫外線、可視光、赤外線でもよい。また、放射線は、マイクロ波やテラヘルツ波でもよい。

[0019] 基板保持部２４は、被検査体１２である電子基板を保持する。基板保持部２４に保持された被検査体１２に放射線発生器２２で発生させた放射線を照射し、被検査体１２を透過した放射線を検出器２６で検出して画像として撮像する。以下、検出器２６で撮像された被検査体１２の放射線透過画像を「透過画像」と呼ぶ。なお、後述するように、本実施形態においては、被検査体１２である電子基板を保持した基板保持部２４と検出器２６とを放射線発生器２２に対して相対移動させて複数の透過画像を取得して、それらの透過画像から再構成画像（断面画像）を生成する。

[0020] 検出器２６で撮像された透過画像は、制御部１０に送られ、例えば、フィルタ補正逆投影法（Filtered-Backprojection法（ＦＢＰ法））等の既知の技術を用いて、接合部分のはんだの立体形状を含む画像に再構成される。そして、再構成された画像や透過画像は、制御部１０内のストレージ（例えば、後述する記憶部３４）や、図示しない外部のストレージに記憶される。以下、透過画像に基づいて接合部分のはんだの立体形状を含む３次元画像に再構成された画像を「再構成画像」と呼ぶ。また、再構成画像から任意の断面を切り出した画像を「断面画像」と呼ぶ。このような再構成画像及び断面画像はモニタ１１に出力される。なお、モニタ１１には再構成画像や断面画像の

みならず、後述するはんだの接合状態の検査結果等も表示される。なお、本実施形態における再構成画像は、上述したように、検出器２６で撮像された平面画像（透過画像）から再構成されるため「プラナーＣＴ」とも呼ばれる。

[0021] 線質変更部１４は、放射線発生器２２で発生される放射線の線質を変更する。放射線の線質は、ターゲットに衝突させる電子を加速するために印加する電圧（以下「管電圧」と呼ぶ）や、電子の数を決定する電流（以下「管電流」と呼ぶ）によって定まる。線質変更部１４は、これら管電圧と管電流とを制御する装置である。この線質変更部１４は変圧器や整流器等、既知の技術を用いて実現できる。

[0022] ここで、放射線の線質は、放射線の輝度と硬さ（放射線のスペクトル分布）とで定まる。管電流を大きくすればターゲットに衝突する電子の数が増え、発生する放射線の光子の数も増える。その結果、放射線の輝度が高くなる。例えば、コンデンサ等の部品の中には他の部品と比較して厚みがあるものもあり、これらの部品の透過画像を撮像するには輝度の高い放射線を照射する必要がある。このような場合に管電流を調整することで放射線の輝度を調整する。また、管電圧を高くすると、ターゲットに衝突する電子のエネルギーが大きくなり、発生する放射線のエネルギー（スペクトル）が大きくなる。一般に、放射線のエネルギーが大きいほど物質の貫通力が大きくなり、物質に吸収されにくくなる。そのような放射線を用いて撮像した透過画像はコントラストが低くなる。このため、管電圧は透過画像のコントラストを調整するのに利用できる。

[0023] 放射線発生器駆動部１６は、図示しないモータ等の駆動機構を有しており、放射線発生器２２をその焦点を通る軸Ａ（放射線発生器２２から放射される放射線の放射方向の中心を通る軸（光軸）であって、この軸の方向を「Ｚ軸方向」とする）に沿って上下に移動させることができる。これにより放射線発生器２２と基板保持部２４に保持される被検査体（電子基板）１２との距離を変えて照射野を変更し、検出器２６で撮像される透過画像の拡大率を

変更することが可能となる。なお、放射線発生器２２のＺ軸方向の位置は、図示しない発生器位置検出部により検出され、制御部１０に出力される。

[0024] 検出器駆動部２０も図示しないモータ等の駆動機構を有しており、検出器回転軌道３０に沿って検出器２６を回転移動させる。また、基板保持部駆動部１８も図示しないモータ等の駆動機構を有しており、基板回転軌道２８が設けられた平面上を、基板保持部２４を平行移動させる。また、基板保持部２４は、検出器２６の回転移動と連動して、基板回転軌道２８上を回転移動する構成となっている。これにより、基板保持部２４が保持する被検査体１２と放射線発生器２２との相対的な位置関係を変更させながら、投射方向及び投射角度が異なる複数の透過画像を撮像することが可能となる。なお、本実施形態に係る検査装置１は、検出器２６の放射線を検出する領域の大きさと、放射線発生器２２、被検査体１２（基板保持部２４）及び検出器２６の相対位置により、被検査体１２上の透過画像を取得することができる領域が決定される。この透過画像を取得することができる領域を「ＦＯＶ（視野）」と呼ぶ。

[0025] 基板回転軌道２８と検出器回転軌道３０との回転半径は固定ではなく、自由に変更できる構成となっている。これにより、被検査体１２の基板やこの基板に取り付けられている部品に照射する放射線の照射角度を任意に変更することが可能となる。なお、基板回転軌道２８及び検出器回転軌道３０の軌道面は、上述したＺ軸方向と直交しており、この軌道面において直交する方向をＸ軸方向及びＹ軸方向とすると、基板保持部２４のＸ軸方向及びＹ軸方向の位置は、図示しない基板位置検出部で検出されて制御部１０に出力され、検出器２６のＸ軸方向及びＹ軸方向の位置は、図示しない検出器位置検出部で検出されて制御部１０に出力される。

[0026] 高さ情報取得部５０は、基板保持部２４の上方に配置され、この基板保持部２４で保持された被検査体１２である電子基板の上面の高さ情報を取得する変位計で構成されている。この変位計としては、例えば、電子基板の上面にレーザー光を照射し、その反射光を受光することで電子基板の上面のＺ軸

方向の位置（高さ）を検出するように構成することができるが、この構成に限定されることはない。例えば、電子基板の上面にプローブを接触させて高さ情報を取得するように構成してもよい。なお、以降の説明における高さ情報取得部５０は、上述したように、レーザー光を用いて高さ情報を取得する変位計であるとする。被検査体１２を構成する基板に反りがなく、又、基板保持部２４で保持されたときに撓みが発生していない理想的な条件であれば、基板の上面（後述する基板検査面）は平面であり、そのＺ方向の位置は電子基板の設計等の情報から既知となる（この理想的な基板検査面を「基準面」と呼ぶ）。しかしながら、実際に検査の対象となる被検査体（電子基板）１２には反りや撓みが発生するため、基板検査面は基準面からずれている。そのため、制御部１０は、高さ情報取得部５０により、基板保持部２４に保持されている被検査体１２の基板の上面（基板検査面）の高さに関する情報（以下「高さ情報」と呼ぶ）を取得し、基準面からのずれ量を得ることができる。この高さ情報は、例えば、検査装置１の所定の位置を原点としたＸＹＺ座標系で管理されるが、座標系はこれに限定されることはない。

[0027] 制御部１０は、上述した検査装置１の全動作を制御する。以下、制御部１０の主な機能について図２を用いて説明する。なお、図示されていないが、制御部１０にはキーボードおよびマウスなどの入力装置が接続されている。

[0028] 制御部１０は、記憶部３４、撮像処理部３５、断面画像生成部３６、基板検査面検出部３８、疑似断面画像生成部４０、及び検査部４２を含む。なお、図示しないが制御部１０の撮像処理部３５は線質変更部１４、放射線発生器駆動部１６、基板保持部駆動部１８、及び検出器駆動部２０の作動を制御する撮像制御部の機能も有している。また、これらの各機能ブロックは、各種演算処理を実行するＣＰＵ、データの格納やプログラム実行のためのワークエリアとして利用されるＲＡＭなどのハードウェア、およびソフトウェアの連携によって実現される。したがって、これらの機能ブロックはハードウェアおよびソフトウェアの組み合わせによって様々な形で実現することができる。

[0029] 記憶部３４は、被検査体１２である電子基板の透過画像を撮像するための撮像条件や、電子基板の設計等の情報を記憶する。記憶部３４はまた、電子基板の透過画像や再構成画像（断面画像、疑似断面画像）、及び後述する検査部４２の検査結果等を記憶する。記憶部３４はさらに、放射線発生器駆動部１６、基板保持部駆動部１８及び検出器駆動部２０を駆動するための情報（例えば、放射線発生器駆動部１６が放射線発生器２２を駆動する速度、基板保持部駆動部１８が基板保持部２４を駆動する速度および検出器駆動部２０が検出器２６を駆動する速度、等）も格納されている。

[0030] 撮像処理部３５は、放射線発生器駆動部１６、基板保持部駆動部１８及び検出器駆動部２０により、放射線発生器２２、基板保持部２４及び検出器２６を駆動させて、基板保持部２４により保持された被検査体の透過画像を撮像し、透過画像から再構成画像（断面画像）を生成する。この撮像処理部３５による透過画像の撮像及び再構成画像（断面画像）の生成方法については、後述する。また、撮像処理部３５は高さ情報取得部５０の作動も制御するように構成されている。

[0031] 断面画像生成部３６は、記憶部３４から取得した複数の透過画像に基づいて、断面画像（再構成画像）を生成する。これは、例えばＦＢＰ法や最尤推定法等、既知の技術を用いて実現できる。再構成アルゴリズムが異なると、得られる再構成画像の性質や再構成に要する時間も異なる。そこで、あらかじめ複数の再構成アルゴリズムやアルゴリズムに用いられるパラメータを用意しておき、ユーザに選択させる構成としてもよい。これにより、再構成に要する時間が短くなることを優先したり、時間はかかっても画質の良さを優先したりするなどの選択の自由度をユーザに提供することができる。生成した断面画像の各々は、各断面画像のＺ軸方向の位置や、断面画像内の画素のＸ軸方向及びＹ軸方向の位置（座標）を決定する情報等の属性情報とともに記憶部３４に出力し、この記憶部３４に記憶される。

[0032] 基板検査面検出部３８は、断面画像生成部３６が生成した複数の断面画像の中から、電子基板上の検査の対象となる面（例えば、電子基板の表面）を

映し出している画像（断面画像）を特定する。以後、電子基板の検査面を映し出している断面画像を「検査面画像」と呼ぶ。基板検査面検出部３８は、上述した高さ情報取得部５０により取得された高さ情報に基づいて検査面画像を特定するように構成されている。検査面画像の特定方法については後述する。

[0033] 疑似断面画像生成部４０は、断面画像生成部３６が生成した断面画像について、連続する所定枚数の断面画像を積み上げることにより、断面画像よりも厚い基板の領域を画像化する。積み上げる断面画像の枚数は、断面画像が映し出す基板の領域の厚さ（以後、「スライス厚」という。）と、疑似断面画像のスライス厚とによって定める。例えば、断面画像のスライス厚が５０μｍで、疑似断面画像としてＢＧＡのはんだボール（以後単に「はんだ」という。）の高さ（例えば５００μｍ）をスライス厚としようとするならば、５００／５０＝１０枚の断面画像を積み上げればよい。この際、はんだの位置を特定するために、基板検査面検出部３８が特定した検査面画像が用いられる。

[0034] 検査部４２は、断面画像生成部３６が生成した断面画像、基板検査面検出部３８が特定した検査面画像、及び疑似断面画像生成部４０が生成した疑似断面画像に基づいて、はんだの接合状態を検査する。電子基板と部品とを接合するはんだは基板検査面付近にあるので、検査面画像及び検査面画像に対して放射線発生器２２側の領域を映し出している断面画像を検査することで、はんだが基板と部品とを適切に接合しているか否かが判断できる。

[0035] ここで、「はんだの接合状態」とは、電子基板と部品とがはんだにより接合し、適切な導電経路が生成されているか否かのことをいう。はんだの接合状態の検査には、ブリッジ検査、溶融状態検査、及びボイド検査が含まれる。「ブリッジ（ｂｒｉｄｇｅ）」とは、はんだが接合することにより生じた導体間の好ましくない導電経路のことをいう。また、「溶融状態」とは、はんだの溶融不足により、電子基板と部品との間の接合が不足しているか否かの状態、いわゆる「浮き」か否かの状態をいう。「ボイド（ｖｏｉｄ）」と

は、はんだ接合部内の気泡によるはんだ接合の不具合のことをいう。したがって検査部４２は、ブリッジ検査部４４、溶融状態検査部４６、及びボイド検査部４８を含む。

[0036] ブリッジ検査部４４、溶融状態検査部４６、及びボイド検査部４８の動作の詳細は後述するが、ブリッジ検査部４４およびボイド検査部４８は、疑似断面画像生成部４０が生成した疑似断面画像に基づいてそれぞれブリッジおよびボイドの検査をし、溶融状態検査部４６は基板検査面検出部３８が特定した検査面画像に基づいてはんだの溶融状態を検査する。なお、ブリッジ検査部４４、溶融状態検査部４６、及びボイド検査部４８における検査結果は記憶部３４に記憶される。

[0037] 図３は基板検査面の高さ情報の取得、透過画像の撮像及び再構成画像（断面画像）の生成、並びに、検査面画像の特定からはんだの接合状態を検査するまでの流れを示したフローチャートである。本フローチャートにおける処理は、例えば、制御部１０が図示しない入力装置から検査開始の指示を受け付けたときに開始する。

[0038] 検査が開始されると、制御部１０の撮像処理部３５は、図３に示すように、まず、高さ情報取得部５０により被検査体１２の基板検査面（電子部品が取り付けられている基板の上面）の高さ情報を取得する（ステップＳ１００）。被検査体１２の基板検査面の高さ情報は、高さ情報取得部５０が固定して配置されているときは、基板保持部２４により被検査体１２を移動させて、被検査体１２上の所望の位置の高さ情報（基板検査面の高さ情報）を取得する。あるいは、高さ情報取得部５０が移動可能に構成されているときは、この高さ情報取得部５０を移動させて被検査体１２上の所望の位置の高さ情報を取得する。ここで、取得された高さ情報は、ＸＹ平面上の位置（Ｘ，Ｙ）と、その位置での高さ（Ｚ）で構成され、例えば、（Ｘ，Ｙ，Ｚ）として視野ＦＯＶと対応付けられて記憶部３４に記憶される。

[0039] 図４は、検査装置１で検査される電子基板である被検査体１２の一例を示している。この被検査体１２は、基板１２上に電子部品１２ｂ～１２ｆが取

り付けられている。また、破線の矩形は視野ＦＯＶを示している。制御部１０の撮像処理部３５は、視野ＦＯＶにおける基板１２ａの上面の高さ情報として、中心Ｏの高さ情報を高さ情報取得部５０で測定してもよいし、視野ＦＯＶの複数の箇所の高さ情報（例えば、図４では視野ＦＯＶの四隅Ｐ１～Ｐ４の高さ情報）を測定し、これらの高さ情報から線形補完等により視野ＦＯＶの中心Ｏの高さ情報を算出してもよい。例えば、視野ＦＯＶの中心Ｏに電子部品が配置されているときは（図１の場合は電子部品１２ｂが配置されている）、視野ＦＯＶ内で電子部品が配置されておらず、高さ情報取得部５０により基板１２ａの上面を直接測定する（高さ情報取得部５０から基板１２ａの上面に直接レーザー光を照射できる部分の高さ情報を測定する）ことにより、これらの高さ情報を用いて中心Ｏの基板検査面の高さ情報を算出することができる。なお、被検査体１２における複数の視野ＦＯＶの透過画像（及びそれらの透過画像から生成される再構成画像）を取得するときは、それぞれの視野ＦＯＶにおいて高さ情報が取得される。

[0040] ここで、基板１２ａの上面を直接測定できる場所（すなわち、電子部品１２ｂ～１２ｆが取り付けられておらず基板が露出しており、この基板の上面に直接レーザー光を照射できる場所）は、被検査体（電子基板）１２の設計等のデータから決定することができる。あるいは、被検査体１２の上面を予め撮像した画像データ（２次元のカラー画像）から電子部品が取り付けられていない場所を特定してもよい。一般的に基板１２ａの上面には緑色のレジストが塗布されているため、画像データの緑色の部分を識別し、この緑色の部分を電子部品が取り付けられていない場所と判断してもよい。また、被検査体１２の画像データから電子部品が取り付けられていない基板面を特定することにより、高さ情報取得部５０と基板保持部２４（被検査体１２）とを相対移動させながら、基板面の位置で高さ情報を取得することができるので、基板面の複数の位置での高さ情報を効率良く取得することができる。

[0041] また、上述した２次元のカラー画像データをあらかじめ取得しておき、基板が露出している場所を多く通るように、高さ情報取得部５０でスキャンす

るルートを計算するときに、被検査体１２の基板上にあらかじめ設けられた「認識マーク」を用いることにより、位置合わせが有効になる。被検査体（電子基板）１２は、検査装置１に搬入するたびに、被検査体１２の位置決めをするためのストッパーに当たり、多少回転する。このとき、認識マークを読み取ることで、被検査体（電子基板）１２の位置を正しく読み取ることができ、高さ情報取得部５０で高さ情報を計測するときに常に基板上の同じルートをスキャンすることができ、これにより、計測の再現性を向上させることができる。

[0042] なお、視野ＦＯＶ内の複数の場所の高さ情報を取得する場合は、高さ情報を取得する場所毎に、被検査体１２を保持する基板保持部２４及び高さ情報取得部５０の相対位置を固定して（基板保持部２４を移動させて高さ情報取得部５０からのレーザー光を照射する位置を移動させる構成のときは、基板保持部駆動部１８により基板保持部２４を移動させてレーザー光を照射する位置に被検査体１２を移動させた後、基板保持部２４を停止させて）その場所の高さ情報を取得してもよいし、被検査体１２を保持する基板保持部２４及び高さ情報取得部５０の相対位置を変化させながら（基板保持部２４を移動させて高さ情報取得部５０からのレーザー光を照射する位置を移動させる構成のときは、基板保持部駆動部１８により基板保持部２４を移動させながら）所望の位置で高さ情報を取得してもよい。

[0043] 図３に戻り、以上のようにして被検査体１２の基板検査面（基板の上面）の高さ情報が取得されると、制御部１０の撮像処理部３５は、放射線発生器駆動部１６により放射線発生器２２により放射される放射線の照射野（上述した視野ＦＯＶの透過画像を取得するために放射線が照射される領域）を設定し、基板保持部駆動部１８により基板保持部２４を移動させるとともに、検出器駆動部２０により検出器２６を移動させて撮像位置を変更しながら、線質変更部１４により放射線発生器２２の線質を設定して放射線を基板に照射して透過画像を撮像する。さらに、制御部１０の断面画像生成部３６は、このようにして撮像された複数枚の透過画像から再構成画像を生成する（ス

テップＳ１０２）。この再構成画像（断面画像）も、上述した高さ情報と同じ座標系（例えば、ＸＹＺ座標系）で管理することができる。なお、透過画像を撮像する際の、基板保持部駆動部１８による基板保持部２４の移動経路、及び、検出器駆動部２０による検出器２６の移動経路は、記憶部３４に記憶させた情報を読み込む方法や、入力装置から入力する方法により、予め基板保持部駆動部１８及び検出器駆動部２０に設定されているものとする。また、放射線発生器２２のＺ軸方向の位置も、同様の方法により予め放射線発生器駆動部１６に設定されているものとする。また、この場合も、基板保持部駆動部１８及び検出器駆動部２０により基板保持部２４及び検出器２６を所望の位置に移動させ、透過画像を取得する位置で基板保持部２４及び検出器２６を停止させてから透過画像を撮像してもよいし、基板保持部駆動部１８及び検出器駆動部２０により基板保持部２４及び検出器２６を移動させながら、所望の位置で透過画像を撮像してもよい。撮像された透過画像及び生成された再構成画像は、視野ＦＯＶ毎に記憶部３４に記憶される。

[0044] 次に、制御部１０の基板検査面検出部３８は、断面画像生成部３６から透過画像または再構成画像（断面画像）を受け取り、その中から検査面画像を特定する基板検査面検出処理を実行する（ステップＳ１０４）。例えば、再構成画像から検査面画像を特定する場合、図５に示すように、まず、制御部１０の基板検査面検出部３８は、現在の視野ＦＯＶの高さ情報（ステップＳ１００で取得された高さ情報）を記憶部３４から読み込み（ステップＳ１０４１）、この高さ情報から再構成画像（断面画像）におけるＺ軸方向の探索範囲を決定する（ステップＳ１０４２）。ここで探索範囲は、高さ情報取得部５０により測定された基板検査面のＺ方向の位置を含むＺ方向の所定の範囲である。現在の視野ＦＯＶの高さ情報（計測された基板検査面のＺ方向の位置）を含むＺ方向の所定の範囲（探索範囲）にある断面画像の中に、基板検査面の断面画像（検査面画像）が含まれている可能性が最も高いからである。

[0045] 記憶部３４には、はんだの接合状態等に異常がない正常な被検査体の基板

検査面の断面画像（これを「基準画像」と呼ぶ）が予め記憶されている。制御部１０の基板検査面検出部３８は、記憶部３４から現在の視野ＦＯＶの基準画像を読み出し（ステップＳ１０４３）、さらに、記憶部３４から、現在の視野ＦＯＶの再構成画像（ステップＳ１０２で生成された再構成画像）のうち、ステップＳ１０４２で決定された探索範囲内の断面画像を読み出す（ステップＳ１０４４）。そして、制御部１０の基板検査面検出部３８は、基準画像とステップＳ１０２４で読み出された断面画像の各々とを比較し、基準画像と最も一致する断面画像を検査面画像として特定し、特定された断面画像（検査面画像）のＺ軸方向の位置を現在の視野ＦＯＶにおける基板検査面の位置として記憶し（ステップＳ１０４５）、基板検査面検出処理を終了する。ここで、断面画像の中から基準画像に最も一致する断面画像を特定する方法としては、例えば、位相限定相関法を用いることで、高速に位置ずれに関係なく一致率を求めることができる。例えば、図６に示すように、高さ情報取得部５０により取得された現在の視野ＦＯＶの高さ情報（Ｚ軸方向の位置）がｚｓであった場合、この位置ｚｓを含むＺ軸方向の所定の範囲Ｒｓにある再構成画像（図６において実線で示す断面画像）に対して基準画像との比較処理を実行し、検査面画像を特定する。

[0046] 図３に戻り、制御部１０の疑似断面画像生成部４０は、ステップＳ１０４で特定された検査面画像及び基板検査面のＺ方向の位置に基づいて、疑似断面画像を生成する（ステップＳ１０６）。

[0047] 次に、制御部１０のブリッジ検査部４４は、疑似断面画像生成部４０からはんだボールを映し出しているはんだボールと同程度のスライス厚の疑似断面画像を取得し（記憶部３４から読み出し）、ブリッジの有無を検査する（ステップＳ１０８）。ブリッジを検出しない場合には（ステップＳ１１０の「Ｎ」）、制御部１０の溶融状態検査部４６は基板検査面検出部３８から検査面画像を取得し（記憶部３４から読み出し）、はんだが溶融しているか否かを検査する（ステップＳ１１２）。はんだが溶融している場合には（ステップＳ１１４の「Ｙ」）、制御部１０のボイド検査部４８は疑似断面画像生

成部４０からはんだボールを部分的に映し出している疑似断面画像を取得し（記憶部３４から読み出し）、ボイドが存在するか否かを検査する（ステップＳ１１６）。ボイドが見つからない場合には（ステップＳ１１８の「Ｎ」）、制御部１０の検査部４２は、はんだの接合状態は正常と判断し（ステップＳ１２０）、その旨を記憶部３４に出力する。また、ブリッジを検出した場合（ステップＳ１１０の「Ｙ」）、はんだが溶融していない場合（ステップＳ１１４の「Ｎ」）、またはボイドが存在する場合（ステップＳ１１８の「Ｙ」）には、検査部４２ははんだの接合状態は異常と判断して（ステップＳ１２２）その旨を記憶部３４に出力する。はんだの状態が記憶部３４に出力されると、本フローチャートにおける処理は終了する。

[0048] なお、図３に示すステップＳ１０４～Ｓ１２２の処理も、上述した視野ＦＯＶ毎に行われるが、ステップＳ１０２で全ての視野ＦＯＶの撮影を実行した後に、各々の視野ＦＯＶ毎にステップＳ１０４～Ｓ１２２を実行してもよいし、再構成画像（断面画像及び疑似断面画像）の生成が終了した視野ＦＯＶから順に、他の視野ＦＯＶの撮像と並行してステップＳ１０４～Ｓ１２２を実行してもよい。

[0049] 本実施形態に係る検査装置１によると、被検査体１２の透過画像を取得する前に、高さ情報取得部５０より被検査体１２の視野ＦＯＶ毎の高さ情報を取得し、その後、視野ＦＯＶ毎に透過画像を取得して被検査体の再構成画像を生成し、高さ情報取得部５０による高さ情報に基づいて、再構成画像における基板検査面の探索範囲を決定し、この探索範囲で被検査体１２の再構成画像（断面画像）と基準画像とを比較して基板検査面の断面画像を決定している。そのため、基板検査面を特定する処理において、再構成画像（断面画像）のうち、基板検査面の断面画像が含まれる範囲を限定し、その限定された範囲内での比較を実行するため、全ての断面画像と比較する場合と比べて、基板検査面の断面画像を特定する時間を短くすることができる。

[0050] また、高さ情報取得部５０による高さ情報の取得を、放射線発生器２２から放射線を発生させるための準備の時間に行うことができるため、透過画像

を取得することができない時間に高さ情報を取得することができるため、高さ情報を取得するための処理による、検査全体の時間の増加を抑えることができる。

[0051] また、電子基板にはレジスト等が塗布されており、レジスト等の上から高さ情報を取得する（このレジスト等にレーザー光を照射して高さ情報を取得する）と、レジスト等の厚みにバラツキがあるため、その高さ情報にバラツキが発生するが、高さ情報取得部５０により取得された高さ情報は、上述したように、断面画像における探査範囲を決定するものであり、基板検査面の断面画像の選択は、決定された探索範囲にある断面画像と基準画像との比較によりなされるため、基板検査面の断面画像の選択の精度に影響はない。

[0052] また、本実施形態の検査装置１では、被検査体１２における視野ＦＯＶ内の複数の位置で高さ情報を取得し、それらの複数の高さ情報から、視野ＦＯＶ内の高さ情報（例えば、視野ＦＯＶの中心の高さ情報）を算出しているため、反りや撓みによる視野ＦＯＶ内における基準面からのずれに関する情報を精度良く取得することができ、断面画像の探索範囲をより正確に決定することができる。高さ情報の精度を上げることにより、断面画像の探索範囲の幅を狭くする（基準画像と比較する断面画像を少なくする）ことができるので、基板検査面の検出に要する時間を短くし、結果として検査全体に要する時間を短くすることができる。

[0053] ここで、被検査体１２における複数の位置で高さ情報を取得する際に、取得する位置を移動する毎に、高さ情報取得部５０に対して基板保持部２４（被検査体１２）を停止させていると、被検査体１２に振動等が発生しないため取得できる高さ情報の精度は向上するが、次の測定位置に移動する際に再度、高さ情報取得部５０に対して基板保持部２４（被検査体１２）を移動させなければならず、停止及び起動に時間が掛かってしまう。そのため、高さ情報取得部５０と基板保持部２４（被検査体１２）とを相対移動させながら複数の位置の高さ情報を取得することにより、高さ情報の取得の時間を短縮することができる。なお、高さ情報取得部５０と基板保持部２４（被検査体

１２）とを相対移動させながら高さ情報を取得すると、停止した状態で取得した高さ情報に比べて精度が悪くなるが、高さ情報取得部５０により取得された高さ情報は、上述したように、断面画像を探査する範囲を決定するものであり、基板検査面の断面画像の選択は、決定された探索範囲にある断面画像と基準画像との比較によりなされるため、基板検査面の断面画像の選択に影響はない。

[0054] なお、上述した説明では、被検査体１２の上面側に高さ情報取得部５０を配置した場合について説明した。被検査体１２の上面側に高さ情報取得部５０を配置すると、放射線発生器２２側に位置するため、この放射線発生器２２から放射される放射線が直接照射されない位置に高さ情報取得部５０を配置することができるので、放射線による被曝を避けることができる。一方、被検査体１２の裏面側に高さ情報取得部５０を配置して被検査体１２の基板の裏面の高さ情報を取得するように構成してもよい。被検査体１２の基板は平板状であり、この基板の厚さは設計等の情報から既知である。したがって、被検査体１２の基板の裏面の高さ情報から基板の上面の高さ情報を演算により算出することができる。基板の裏面の高さ情報から演算で求められた上面の高さ情報の精度が低いとしても、上述したように、断面画像を探査する範囲を決定するものであり、基板検査面の断面画像の選択は、決定された探索範囲にある断面画像と基準画像との比較によりなされるため、基板検査面の断面画像の選択に影響はない。但し、被検査体１２の基板の裏面に高さ情報取得部５０を配置すると放射線発生器２２から放射された放射線が直接この高さ情報取得部５０に照射され被曝してしまう。このように、高さ情報取得部５０による高さ情報の取得は、被検査体１２の基板の上面でも裏面でも取得することが可能なので、検査装置１における高さ情報取得部５０の配置位置の自由度を上げることができる。

[0055] （高さ情報の取得方法の変形例）

上述した説明では、被検査体１２の基板１２ａの上面の電子部品（１２ｂ～１２ｆ）等が取り付けられていない位置の高さ情報を取得する場合につい

て説明した。この場合、被検査体１２の設計等の情報や画像データから高さ情報を取得する位置を決定しなければならない。そこでこの変形例では、被検査体１２の基板の上面における電子部品等の配置状態を考慮せずに複数の位置で高さ情報を取得し、取得された情報から基板の上面の高さ情報を演算で算出する方法について説明する。

[0056] 図７は、高さ情報の取得方法の変形例のフローチャートを示しており、被検査体１２の検査における高さ情報の取得処理（図３に示すステップＳ１００）において、制御部１０の撮像処理部３５は、被検査体１２の基板の上面の全面の高さ情報を取得する（ステップＳ１００１）。例えば、図８に示すように、被検査体１２の基板１２ａを破線Ｍで示す領域に分割し、高さ情報取得部５０に対して基板保持部２４を移動させ、それぞれの領域において高さ情報を取得する。一例としては、左上の領域から右方向に向かって被検査体１２を移動させながら各領域で高さ情報を取得し、右上の領域からは一つ下の段に移動して左方向に向かって被検査体１２を移動させながら各領域で高さ情報を取得するという処理を繰り返す。取得された高さ情報は、基板上の座標とともに（Ｘ，Ｙ，Ｚ）の形式で記憶部３４に記憶される。

[0057] このように、被検査体１２の基板１２ａの上面の全面の高さ情報を取得すると、基板面の高さ情報だけでなく、部品１２ｂ～１２ｆの高さ情報も取得されてしまう。そのため、基板面以外の高さ情報を演算により除去する。まず、制御部１０の撮像処理部３５は、各領域の高さ情報に対して最小値フィルタを適用し、部品の高さ情報を除去する（ステップＳ１００２）。最小値フィルタは、注目している領域の高さ情報と、その注目している領域の周辺にある領域の高さ情報との大小比較を行い、注目している領域の高さ情報を最も小さい値の高さ情報に変換するフィルタである。部品は基板の上面に取り付けられているため、この最小値フィルタを適用することにより、部品の高さ情報を除去することができる。

[0058] 次に、制御部１０の撮像処理部３５は、最小値フィルタが適用された各領域の高さ情報に対して平均値フィルタを適用し、異常値を除去する。平均値

フィルタ、注目している良規の高さ情報と、その注目している領域の周辺にある領域の高さ情報との平均値を求め、その平均値を高さ情報に注目している領域の高さ情報に変化するフィルタである。平均値フィルタを適用することにより、異常値を除去することができる。

[0059] 最後に、制御部１０の撮像処理部３５は、視野ＦＯＶ毎に、その視野ＦＯＶに含まれる領域の高さ情報から、例えば線形補完等により視野ＦＯＶの中心の高さ情報を算出し（ステップＳ１００４）、高さ情報の取得処理を終了する。

[0060] このように、被検査体１２上の複数の位置（基板の上面の全面）で高さ情報を取得し、それらの複数の高さ情報から、基板面以外の高さ情報（例えば、基板上に取り付けられた部品の高さ情報）を演算により除去することにより、基板面か否かにかかわらず、被検査体１２上の複数の位置で高さ情報を取得し、それらの高さ情報から基板面の高さ情報を精度良く取得することができる。

## 符号の説明

[0061] １ 検査装置

１０ 制御部

１２ 被検査体

１６ 放射線発生器駆動部（駆動部）

１８ 基板保持部駆動部（駆動部）

２０ 検出器駆動部（駆動部）

２２ 放射線発生器（線源）

２４ 基板保持部（保持部）

２６ 検出器

５０ 高さ情報取得部

# 請求の範囲

[請求項1] 線源と、

被検査体を保持する保持部と、

検出器と、

前記被検査体の高さ情報を取得する高さ情報取得部と、

前記線源と前記保持部で保持された前記被検査体及び前記検出器との相対位置、及び、前記保持部で保持された前記被検査体と前記高さ情報取得部との相対位置を変化させる駆動部と、

制御部と、を有し、

前記制御部は、

前記高さ情報取得部により前記被検査体の高さ情報を取得するステップと、

前記駆動部により前記線源と前記保持部で保持された前記被検査体及び前記検出器とが所定の相対位置にあるときに、前記線源から放射され前記被検査体を透過した放射線を前記検出器で検出して取得した複数の前記被検査体の透過画像から前記被検査体の断面画像を生成するステップと、

前記高さ情報に基づいて所定の高さ方向の範囲を決定し、前記範囲内の前記断面画像から検査対象の断面画像を決定するステップと、

前記検査対象の断面画像に基づいて検査をするステップと、

を実行する検査装置。

[請求項2] 前記制御部は、

前記高さ情報を取得するステップにおいて、

前記駆動部により前記保持部で保持された前記被検査体を前記高さ情報取得部に対して相対移動させ、前記高さ情報取得部により前記被検査体の基板面の複数の位置の高さ情報を取得させ、

前記複数の位置の高さ情報から、当該複数の位置を含む領域の所定の位置の基板面の高さ情報を決定する

請求項１に記載の検査装置。

[請求項3] 前記制御部は、

前記高さ情報を取得するステップにおいて、

前記駆動部により前記保持部で保持された前記被検査体を前記高さ情報取得部に対して相対移動させ、前記高さ情報取得部により前記被検査体の複数の位置の高さ情報を取得させ、

前記複数の位置の高さ情報から、演算により基板面以外の高さ情報を除去し、当該複数の位置を含む領域の所定の位置の基板面の高さ情報を決定する

請求項１に記載の検査装置。

[請求項4] 前記制御部は、

前記高さ情報を取得するステップにおいて、

前記駆動部により前記高さ情報取得部と前記保持部で保持された前記被検査体との相対位置を変化させながら、前記複数の位置の高さ情報を取得する

請求項２または３に記載の検査装置。

[請求項5] 前記制御部は、

前記高さ情報を取得するステップにおいて、

予め取得された前記被検査体の画像データから、前記被検査体の基板面の位置を取得し、

前記高さ情報取得部により、取得された位置の高さ情報を取得する

請求項２に記載の検査装置。

[請求項6] 前記制御部は、

前記高さ情報を取得するステップにおいて、

前記画像データにおける前記被検査体の色情報から前記基板面の位置を取得する

請求項５に記載の検査装置。

[請求項7] 前記制御部は、

前記高さ情報を取得するステップにおいて、

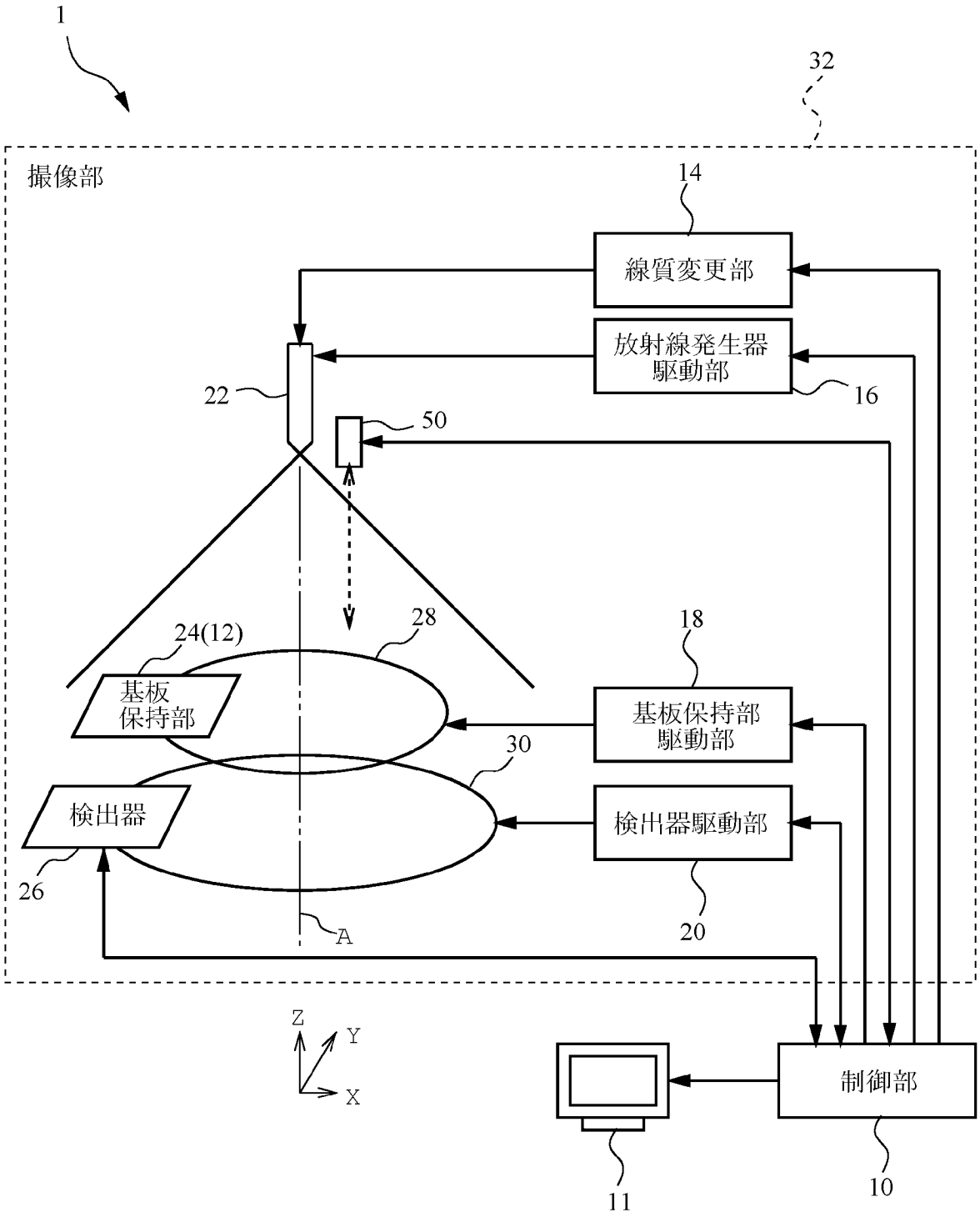
前記駆動部により前記高さ情報取得部に対する前記保持部で保持された前記被検査体の相対位置を変化させながら、前記複数の位置の高さ情報を取得し、前記複数の位置の高さ情報から、前記被検査体の基板面の高さ情報を決定する

請求項５または６に記載の検査装置。

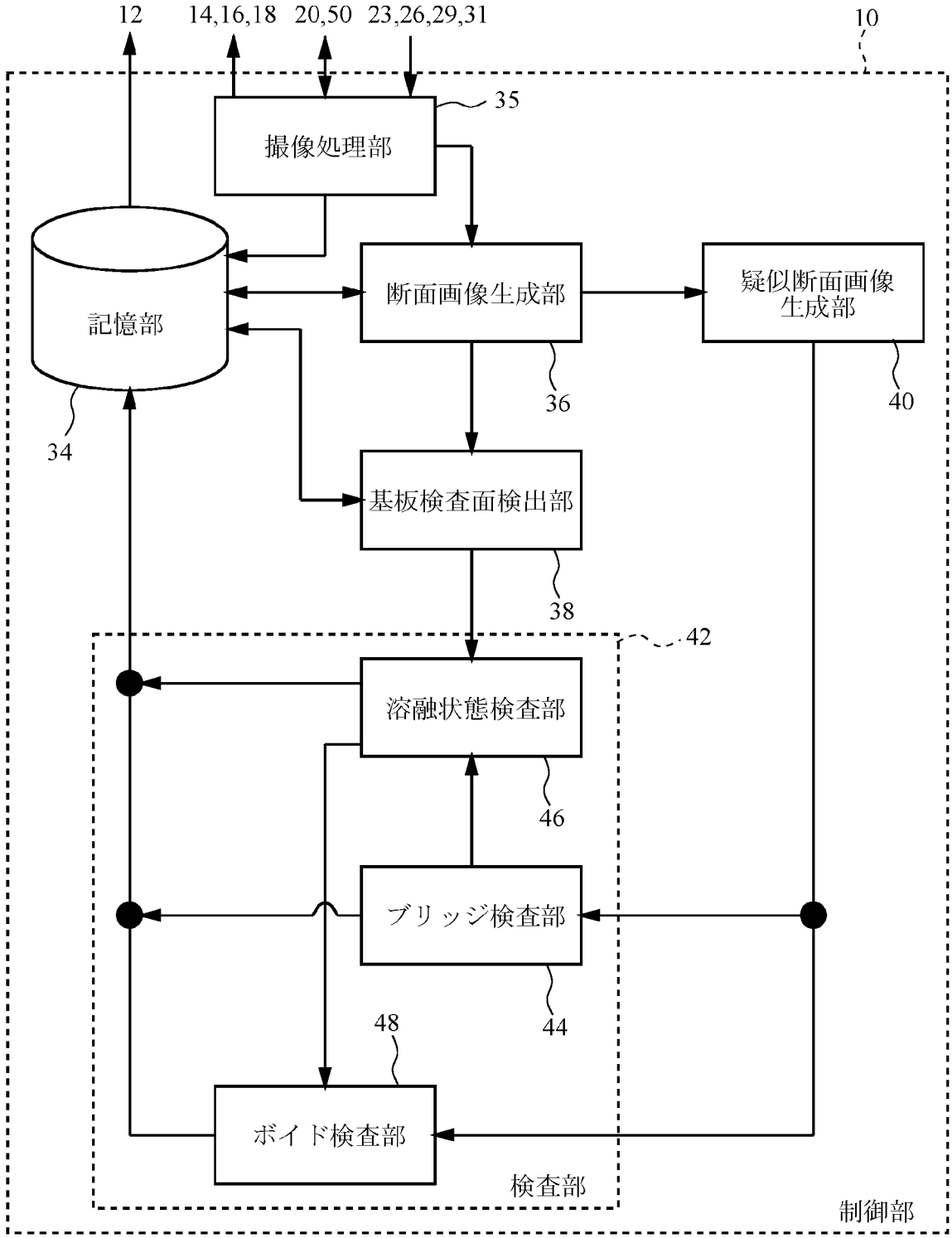
[請求項8] 前記高さ情報取得部は、前記被検査体の基板の上面又は裏面における前記高さ情報を取得する変位計である

請求項１～７のいずれか一項に記載の検査装置。

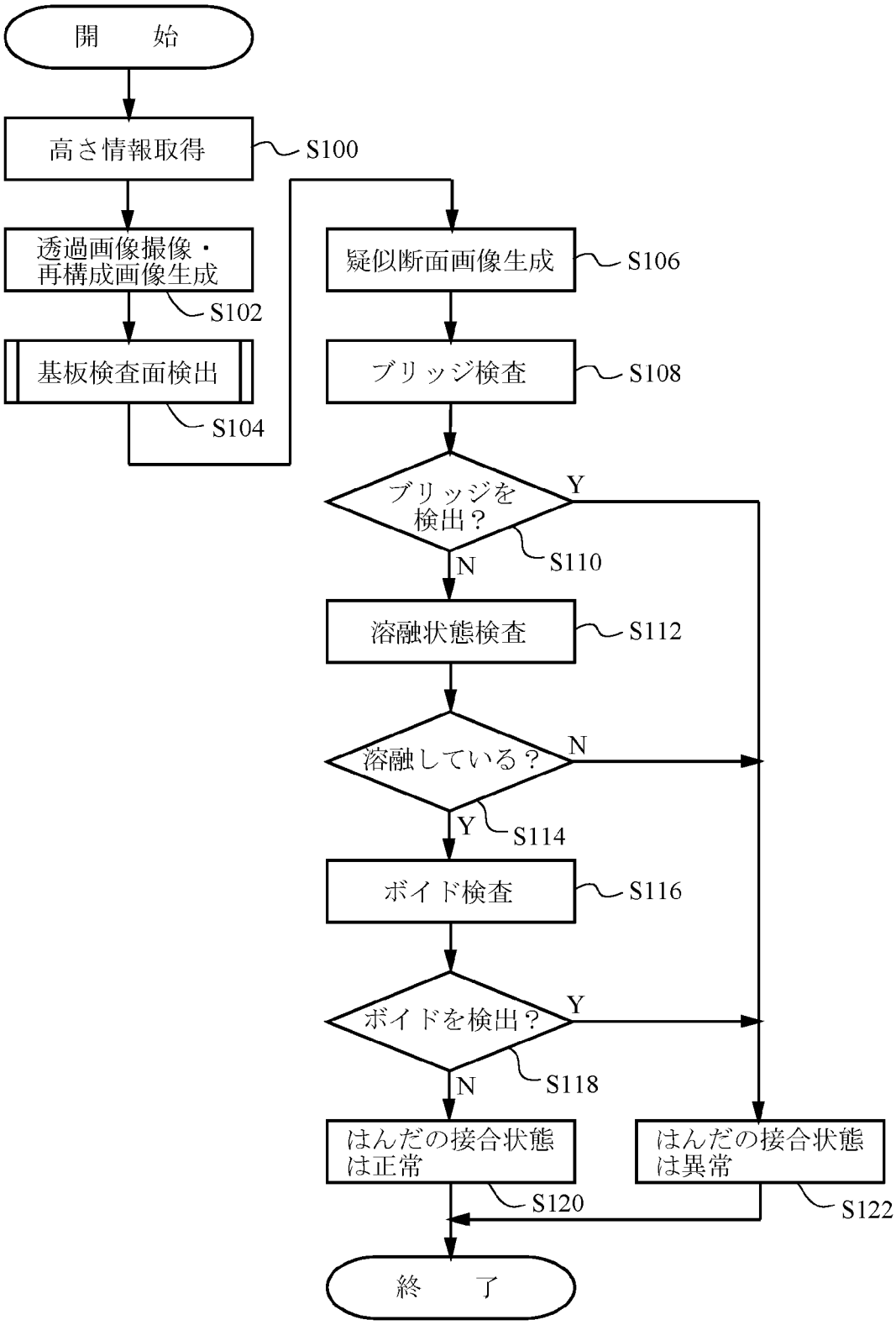
[図1]


1
32
撮像部
14
線質変更部
放射線発生器
駆動部
16
22
50
24(12)
28
18
基板
保持部
基板保持部
駆動部
30
検出器
検出器駆動部
26
20
A
Z
Y
X
制御部
11
10

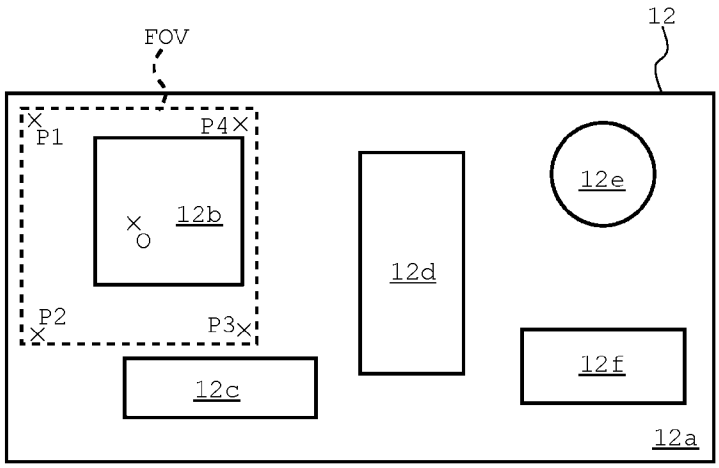
[図2]


12
14,16,18
20,50
23,26,29,31
10
35
撮像処理部
記憶部
34
断面画像生成部
36
疑似断面画像
生成部
40
基板検査面検出部
38
42
溶融状態検査部
46
ブリッジ検査部
44
48
ボイド検査部
検査部
制御部

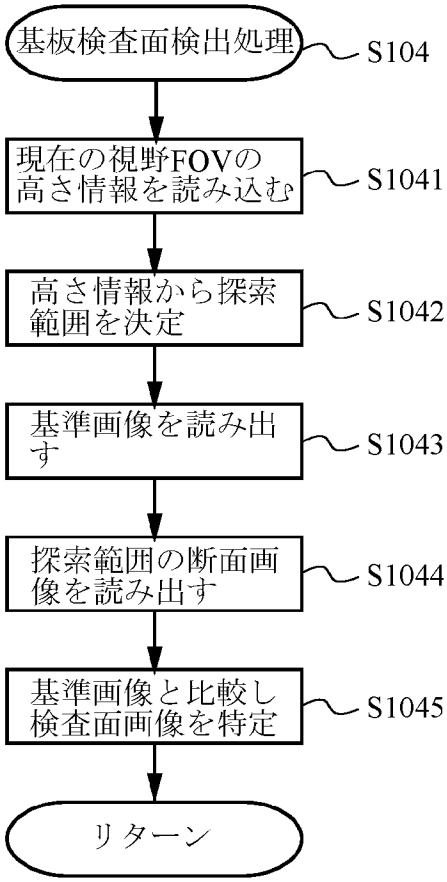
[図3]


開　始
高さ情報取得
S100
透過画像撮像・
再構成画像生成
S102
基板検査面検出
S104
疑似断面画像生成
S106
ブリッジ検査
S108
ブリッジを
検出？
Y
S110
N
溶融状態検査
S112
溶融している？
N
Y
S114
ボイド検査
S116
ボイドを検出？
Y
N
S118
はんだの接合状態
は正常
S120
はんだの接合状態
は異常
S122
終　了

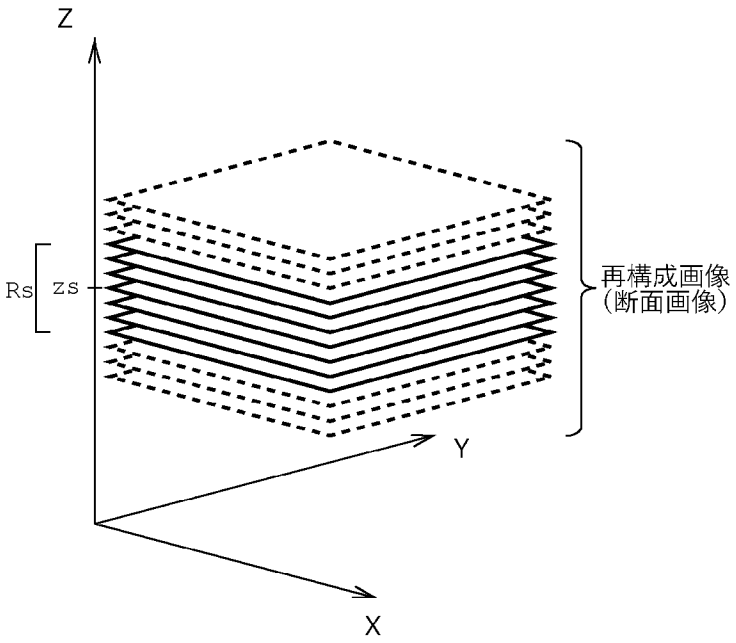
[図4]


FOV
12
P1
P4
12b
P2
P3
12c
12d
12e
12f
12a

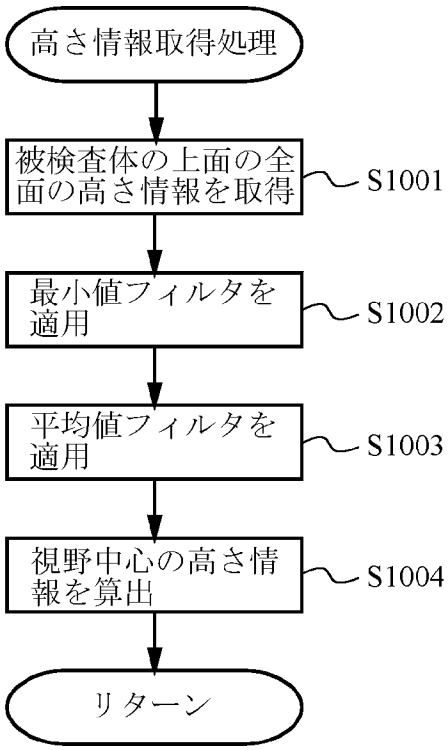
[図5]


基板検査面検出処理
S104
現在の視野FOVの高さ情報を読み込む
S1041
高さ情報から探索範囲を決定
S1042
基準画像を読み出す
S1043
探索範囲の断面画像を読み出す
S1044
基準画像と比較し検査面画像を特定
S1045
リターン

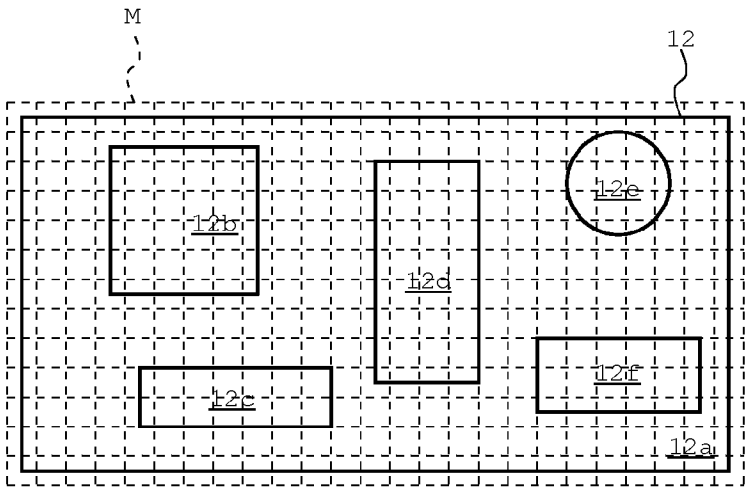
[図6]


Z
Rs
zs
再構成画像
(断面画像)
Y
X

[図7]


高さ情報取得処理
被検査体の上面の全面の高さ情報を取得
S1001
最小値フィルタを適用
S1002
平均値フィルタを適用
S1003
視野中心の高さ情報を算出
S1004
リターン

[図8]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
**PCT/JP2023/042440**

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

***G01N 23/046***(2018.01)i; ***G01N 23/04***(2018.01)i; ***G01N 23/18***(2018.01)i
FI: G01N23/046; G01N23/04; G01N23/18

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)

G01N23/000-G01N23/2276; G01N21/00-G01N21/958; G01N22/00-G01N22/04; G01B15/00-G01B15/08; G01B11/00-G01B11/30; G01C3/00-G01C3/32; G01C5/00-G01C5/06; H04N5/222-H04N5/257; G02B7/00-G02B7/40

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. |
|---|---|---|
| X | JP 2006-292465 A (NAGOYA ELECTRIC WORKS CO., LTD.) 26 October 2006 (2006-10-26)<br>paragraphs [0037]-[0099], fig. 1-7 | 1-2, 4-5, 7-8 |
| A | | 3, 6 |
| Y | WO 2019/065701 A1 (SAKI CORP.) 04 April 2019 (2019-04-04)<br>paragraphs [0014]-[0049], fig. 1-8 | 1-2, 4-5, 7-8 |
| A | | 3, 6 |
| Y | US 2003/0035576 A1 (RODER, PAUL A.) 20 February 2003 (2003-02-20)<br>paragraphs [0147]-[0165], fig. 3a-6 | 1-2, 4-5, 7-8 |
| A | | 3, 6 |
| A | JP 2012-237729 A (OMRON CORPORATION) 06 December 2012 (2012-12-06)<br>entire text, all drawings | 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 | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| **19 January 2024** | **13 February 2024** |

| Name and mailing address of the ISA/JP | Authorized officer |
|---|---|
| **Japan Patent Office (ISA/JP)**<br>**3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915**<br>**Japan** | Telephone No. |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
**PCT/JP2023/042440**

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| A | JP 2021-162523 A (SAKI CORP.) 11 October 2021 (2021-10-11)<br>entire text, all drawings | 1-8 |
| A | JP 2021-173575 A (SAKI CORP.) 01 November 2021 (2021-11-01)<br>entire text, all drawings | 1-8 |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**
**Information on patent family members**

International application No.
**PCT/JP2023/042440**

| Patent document cited in search report | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date (day/month/year) |
|---|---|---|---|
| JP 2006-292465 A | 26 October 2006 | (Family: none) | |
| WO 2019/065701 A1 | 04 April 2019 | US 2020/0264113 A1<br>paragraphs [0022]-[0055], fig. 1-8<br>US 2022/0291147 A1<br>EP 3690428 A1<br>CN 111247424 A<br>JP 2019-60808 A<br>JP 2019-60809 A | |
| US 2003/0035576 A1 | 20 February 2003 | US 2002/0015520 A1<br>DE 19946738 A1 | |
| JP 2012-237729 A | 06 December 2012 | WO 2012/157467 A1<br>TW 201300768 A | |
| JP 2021-162523 A | 11 October 2021 | US 2023/0160841 A1<br>entire text, all drawings<br>WO 2021/201211 A1<br>EP 4130726 A1<br>CN 115427797 A | |
| JP 2021-173575 A | 01 November 2021 | US 2023/0175985 A1<br>entire text, all drawings<br>WO 2021/215217 A1<br>EP 4141426 A1<br>CN 115427796 A | |

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/042440

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G01N 23/046(2018.01)i; G01N 23/04(2018.01)i; G01N 23/18(2018.01)i
FI: G01N23/046; G01N23/04; G01N23/18

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））

G01N23/000-G01N23/2276; G01N21/00-G01N21/958; G01N22/00-G01N22/04; G01B15/00-G01B15/08; G01B11/00-G01B11/30; G01C3/00-G01C3/32; G01C5/00-G01C5/06; H04N5/222-H04N5/257; G02B7/00-G02B7/40

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 |
|---|---|---|
| X | JP 2006-292465 A (名古屋電機工業株式会社) 26.10.2006 (2006-10-26)<br>[0037]-[0099], [図1]-[図7] | 1-2, 4-5, 7-8 |
| A | | 3, 6 |
| Y | WO 2019/065701 A1 (株式会社サキコーポレーション) 04.04.2019 (2019-04-04)<br>[0014]-[0049], [図1]-[図8] | 1-2, 4-5, 7-8 |
| A | | 3, 6 |
| Y | US 2003/0035576 A1 (RODER, PAUL A.) 20.02.2003 (2003-02-20)<br>[0147]-[0165], FIG.3a-FIG.6 | 1-2, 4-5, 7-8 |
| A | | 3, 6 |
| A | JP 2012-237729 A (オムロン株式会社) 06.12.2012 (2012-12-06)<br>全文、全図 | 1-8 |
| A | JP 2021-162523 A (株式会社サキコーポレーション) 11.10.2021 (2021-10-11)<br>全文、全図 | 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、一般的技術水準を示すもの
"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 | 国際調査報告の発送日 |
|---|---|
| 19.01.2024 | 13.02.2024 |

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）
清水　靖記 2W 3605

電話番号 03-3581-1101 内線 3258

C.　関連すると認められる文献

| 引用文献のカテゴリー* | 引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する請求項の番号 |
|---|---|---|
| A | JP 2021-173575 A (株式会社サキコーポレーション) 01.11.2021 (2021-11-01)<br>全文、全図 | 1-8 |

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/JP2023/042440

| 引用文献 | 公表日 | パテントファミリー文献 | 公表日 |
|---|---|---|---|
| JP 2006-292465 A | 26.10.2006 | （ファミリーなし） | |
| WO 2019/065701 A1 | 04.04.2019 | US 2020/0264113 A1<br>[0022]-[0055], [FIG.1]-[FIG.8]<br>US 2022/0291147 A1<br>EP 3690428 A1<br>CN 111247424 A<br>JP 2019-60808 A<br>JP 2019-60809 A | |
| US 2003/0035576 A1 | 20.02.2003 | US 2002/0015520 A1<br>DE 19946738 A1 | |
| JP 2012-237729 A | 06.12.2012 | WO 2012/157467 A1<br>TW 201300768 A | |
| JP 2021-162523 A | 11.10.2021 | US 2023/0160841 A1<br>全文、全図<br>WO 2021/201211 A1<br>EP 4130726 A1<br>CN 115427797 A | |
| JP 2021-173575 A | 01.11.2021 | US 2023/0175985 A1<br>全文、全図<br>WO 2021/215217 A1<br>EP 4141426 A1<br>CN 115427796 A | |