

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 10 月 20 日(20.10.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/166807 A1

- (51) 国際特許分類:
G01B 11/25 (2006.01) H05K 13/08 (2006.01)
G01N 21/956 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/061423
- (22) 国際出願日: 2015 年 4 月 14 日(14.04.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: ヤマハ発動機株式会社 (YAMAHA HAT-SUDOKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4388501 静岡県磐田市新貝 2 5 0 0 番地 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: 田端 伸章(TABATA, Nobuaki); 〒4388501 静岡県磐田市新貝 2 5 0 0 番地 ヤマハ発動機株式会社内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 振角 正一, 外(FURIKADO, Shoichi et al.); 〒5300047 大阪府大阪市北区西天満 5 丁目 1 番 1 9 号 高木ビル 4 階 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

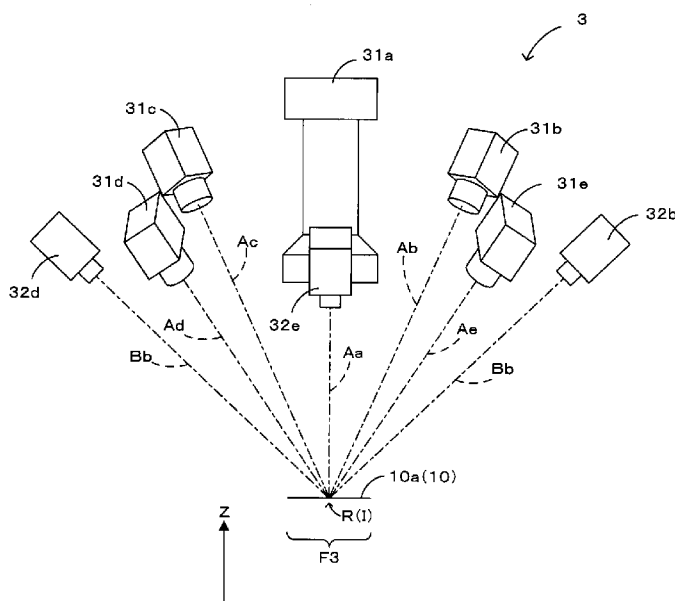
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,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

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: APPEARANCE INSPECTION APPARATUS AND APPEARANCE INSPECTION METHOD

(54) 発明の名称: 外観検査装置および外観検査方法



(57) Abstract: Inclined cameras 31b-31e are arranged at an incline with respect to the normal direction (vertical direction Z) to the surface 10a of a substrate 10, the inclined cameras 31b-31e being suited for capturing the side surface of solder 91, 92 present on the surface 10a of the substrate 10 (Fig. 7). The three-dimensional shape Dt(I) of a measurement region R(I) is measured on the basis of a measurement region R(I) in which the measurement region R(I) set with respect to the substrate is imaged by the inclined cameras 31b-31e. Therefore, even when the measurement region R(I) is set so as to include side surfaces 91a, 92a of the solder 91, 92 present on the substrate 10, it is possible to accurately measure the three-dimensional shape Dt(I) of the side surfaces 91a, 92a of the solder 91, 92.

(57) 要約: 傾斜カメラ 31b ~ 31e は、基板 10 の表面 10a の法線方向 (鉛直方向 Z) に対して傾斜して配置されており、基板 10 の表面 10a に存在する半田 91、92 の側面を捉えるのに適している (図 7)。そして、基板 10 に対して設定された計測領域 R(I) を傾斜カメラ 31b ~ 31e により撮像した計測領域 R(I) に基づき、計測領域 R(I) の三次元形状 Dt(I) を計測する。したがって、計測領域 R(I) が基板 10 に存在する半田 91、92 の側面 91a、92a を含むように設定された場合であっても、半田 91、92 の側面 91a、92a の三次元形状

Dt(I) を的確に計測することが可能となっている。

WO 2016/166807 A1

明 細 書

発明の名称： 外観検査装置および外観検査方法

技術分野

[0001] この発明は、基板の外観を検査する外観検査装置および外観検査方法に関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 に記載のビジョン検査装置は、検査対象物に正対する第 1 カメラと、格子模様を照射する格子模様照射部とを備え、検査対象物に照射された格子模様が変形する様子を第 1 カメラで撮像した結果に基づき、検査対象物の高さを測定する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：特表 2014-510276 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] このような技術は、例えば部品が半田により取り付けられた基板の外観を検査するのに用いることができる。ただし、上記の第 1 カメラは、検査対象物に正対するものである。そのため、基板を検査するにあたって、基板に存在する物体（半田あるいは部品等）の側面の三次元形状を必ずしも的確に計測できない場合があった。ちなみに、特許文献 1 では、第 1 カメラの周囲に配置された第 2 カメラが設けられている。ただし、この第 2 カメラは部品の浮き立ちや未挿入を確認するに過ぎず、かかる問題を解消するのに足りるものではなかった。

[0005] この発明は上記課題に鑑みなされたものであり、基板に存在する物体の側面の三次元形状を的確に計測することを可能とする技術の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明にかかる外観検査装置は、上記目的を達成するために、基板を保持する基板保持部と、基板保持部に保持される基板に向けて光を照射するプロジェクターと、基板保持部に保持される基板の表面の法線方向に対して傾斜して配置された傾斜カメラと、基板に対して設定した計測領域にプロジェクターから光を照射しつつ計測領域を傾斜カメラにより撮像した撮像画像に基づき、計測領域の三次元形状を計測する制御部とを備える。

[0007] 本発明にかかる外観検査方法は、上記目的を達成するために、基板に対して計測領域を設定する工程と、計測領域に光を照射しつつ、基板の表面の法線方向に対して傾斜して配置された傾斜カメラにより計測領域を撮像して、撮像画像を取得する工程と、撮像画像に基づき計測領域の三次元形状を計測する工程とを備える。

[0008] このように構成された本発明（外観検査装置および外観検査方法）が備える傾斜カメラは、基板の表面の法線方向に対して傾斜して配置されており、上記の正対カメラと比較して基板の表面に存在する物体の側面を捉えるのに適している。そして、基板に対して設定された計測領域を傾斜カメラにより撮像した撮像画像に基づき、計測領域の三次元形状を計測する。したがって、計測領域が基板に存在する物体の側面を含むように設定された場合であっても、物体の側面の三次元形状を的確に計測することが可能となっている。

発明の効果

[0009] 基板に存在する物体の側面の三次元形状を的確に計測することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明にかかる外観検査装置が備える検査ヘッドの一例を模式的に示す斜視図。

[図2]図1の検査ヘッドの一例を模式的に示す平面図。

[図3]本発明にかかる外観検査装置を模式的に例示するブロック図。

[図4]基板検査のために実行される画像撮像の一例を示すフローチャート。

[図5]計測領域の向きを模式的に説明する平面図。

[図6]基板検査のために実行される画像処理の一例を示すフローチャート。

[図7]傾斜カメラが有する利点を模式的に説明する図。

[図8]傾斜カメラが有する別の利点を模式的に説明する図。

[図9]異なる種類の部品が混在する基板を検査する様子を模式的に示す図。

発明を実施するための形態

[0011] 図1は本発明にかかる外観検査装置が備える検査ヘッドの一例を模式的に示す斜視図である。図2は図1の検査ヘッドの一例を模式的に示す平面図である。両図および以下の図では、互いに直交する水平方向X、水平方向Yおよび鉛直方向Zを適宜示すものとする。この検査ヘッド3は、水平に保持される基板10の表面10aを検査対象としており、検査範囲F3内の基板10の表面10aに対して、所定パターンの光を照射（投影）しつつ撮像を行う。

[0012] 両図に示すように、検査ヘッド3は、鉛直方向Zからの平面視において中央に位置する正対カメラ31aと、正対カメラ31aの光軸Aaを中心に同心円状に等間隔で並ぶ4台の傾斜カメラ31b～31eとを有する。なお、両図では、5台のカメラに互いに異なる符号31a～31eが付されているが、以下では、個々のカメラを区別しない場合は共通の符号31を適宜用いることとする。カメラ31a～31eとしては、例えばCCD(Charge Coupled Device)カメラを用いることができる。5台のカメラ31a～31eは、基板10の表面10a上の検査範囲F3に対向するように配置されており、検査範囲F3をそれぞれの視野に収めることができる。換言すれば、5台のカメラ31a～31eの視野は、基板10の表面10a上の検査範囲F3において互いに重複する。

[0013] 正対カメラ31aは、その光軸Aaが鉛直方向Zに平行となるように配置されており、上方から検査範囲F3に正対する。したがって、正対カメラ31aの光軸Aaが基板10の表面10aと成す角度は90度となっている。正対カメラ31aはテレセントリックレンズを有しており、このテレセントリックレンズを介して検査範囲F3における基板10の表面10aを撮像す

る。

[0014] 傾斜カメラ31b～31eは、それぞれの光軸Ab～Aeが鉛直方向Zに対して傾斜するように配置されており、斜め上方から検査範囲F3に対向する。傾斜カメラ31b～31eの光軸Ab～Aeが基板10の表面10aと成す角度（仰角）は互いに等しく、90度未満の鋭角となっている。一方、鉛直方向Zからの平面視において、4台の傾斜カメラ31b～31eの光軸Ab～Aeは90度ずつ異なっている。つまり、図2の平面視において座標軸X（水平方向X）を始線として反時計回りに角度（方位角）を定義すると、傾斜カメラ31bの光軸Abの角度は45度となり、傾斜カメラ31cの光軸Acの角度は135度となり、傾斜カメラ31dの光軸Adの角度は225度となり、傾斜カメラ31eの光軸Aeの角度は315度となる。

[0015] さらに、検査ヘッド3は、正対カメラ31aの光軸Aaを中心に同心円状に等間隔で並ぶ4台のプロジェクター32b～32e（投影機）を有する。なお、両図では、4台のプロジェクターに互いに異なる符号32b～32eが付されているが、以下では、個々のプロジェクターを区別しない場合は共通の符号32を適宜用いることとする。プロジェクター32b～32eのそれぞれは、光強度分布が正弦波状に変化する縞状のパターンの光（パターン光）を検査範囲F3に照射する。パターン光を構成する縞は、鉛直方向Zからの平面視において、4台の傾斜カメラ31b～32eそれぞれの光軸Ab～Aeと45度で交差する方向に平行である。

[0016] プロジェクター32b～32eのそれぞれは、LED (Light Emitting Diode)等の光源と、光源からの光を検査範囲F3へ向けて反射するデジタル・マイクロミラー・デバイスとを有している。そして、デジタル・マイクロミラー・デバイスの各マイクロミラーの角度を調整することで、互いに位相の異なる4通りのパターン光を検査範囲F3に照射できる。つまり、検査ヘッド3は、プロジェクター32b～32eから照射するパターン光の位相を変化させながらカメラ31a～31eにより撮像を行うことで、位相シフト法によって検査範囲F3内の三次元形状を計測することができる。

[0017] 4台のプロジェクター32b～32eは、それぞれの光軸Bb～Beが鉛直方向Zに対して傾斜するように配置されて、斜め上方から検査範囲F3に対向しており、基板10の表面10a上の検査範囲F3をそれぞれの光の照射範囲に収めることができる。換言すれば、4台のプロジェクター32b～32eのパターン光の照射範囲は、基板10の表面10a上の検査範囲F3において互いに重複する。

[0018] プロジェクター32b～32eの光軸Bb～Beが基板10の表面10aと成す角度（仰角）は互いに等しく、90度未満の鋭角となっている。一方、鉛直方向Zからの平面視において、4台のプロジェクター32b～32eの光軸Bb～Beは90度ずつ異なっている。つまり、図2の平面視において座標軸X（水平方向X）を始線として反時計回りに角度（方位角）を定義すると、プロジェクター32bの光軸Bbの角度は0度となり、プロジェクター32cの光軸Bcの角度は90度となり、プロジェクター32dの光軸Bdの角度は180度となり、プロジェクター32eの光軸Beの角度は270度となる。このように、円周方向に隣り合う傾斜カメラ31b～32eの間にプロジェクター32b～32eが配置されている。

[0019] 図3は本発明にかかる外観検査装置を模式的に例示するブロック図である。この外観検査装置1は、制御装置100によって搬送コンベア2、検査ヘッド3および駆動機構4を制御して、基板10（プリント基板）に対して設定した計測領域の三次元形状を取得することにより、基板10の外観を検査する。

[0020] 搬送コンベア2は、基板10を所定の搬送経路に沿って搬送する。具体的には、搬送コンベア2は、検査前の基板10を外観検査装置1内の検査位置に搬入し、基板10を検査位置で水平に保持する。これによって、平板状の基板10の表面10aが水平に保持され、基板10の表面10aの法線方向は鉛直方向Zに一致する。また、検査位置における基板10への検査が終了すると、搬送コンベア2は、検査後の基板10を外観検査装置1の外へ搬出する。

[0021] 検査ヘッド3は、搬送コンベア2により保持される基板10の表面10aに対して、鉛直方向Zの上側から対向する。検査ヘッド3は、上述したとおり、基板10の表面10a上の検査範囲F3にプロジェクター32b~32eからパターン光を照射しつつ、カメラ31a~31eにより検査範囲F3を撮像する。駆動機構4は、検査ヘッド3を支持しつつ、モーターによって水平方向X、Yおよび鉛直方向Zへ検査ヘッド3を駆動させる。この駆動機構4の駆動によって、検査ヘッド3は、基板10の表面10aに設定された計測領域を検査範囲F3内に収めることができる。

[0022] 制御装置100は、CPU(Central Processing Unit)およびメモリーで構成された主制御部110を有しており、主制御部110が装置各部の制御を統括することで、検査が実行される。また、制御装置100は、ディスプレイ、キーボードおよびマウス等の入出力機器で構成されたユーザーインターフェース200を有しており、ユーザーは、ユーザーインターフェース200を介して制御装置100に指令を入力したり、制御装置100による検査結果を確認したりすることができる。さらに、制御装置100は、プロジェクター32b~32eを制御する照射制御部120、カメラ31a~31eを制御する撮像制御部130、駆動機構4を制御する駆動制御部140、データ等を記憶する記憶部150、および画像処理を実行する画像処理部160を有する。

[0023] そして、制御装置100は、検査ヘッド3を用いて計測領域を撮像する撮像動作と、撮像動作で取得した撮像画像に対して演算処理を施す画像処理とを実行して、基板10を検査する。続いては、基板10の表面10aに電子部品を取り付ける半田の形状を計測し、その計測結果に基づき半田の形状の良否を検査する場合を例示して、具体的な説明を行う。

[0024] 図4は基板検査のために実行される画像撮像の一例を示すフローチャートである。図4のフローチャートは、主制御部110の制御に従って実行される。ステップS101では、主制御部110は、記憶部150に記憶された部品データDeに基づき、計測領域R(1)(図5)を特定する。つまり、

部品データD_eは、基板10の表面10aにおける部品の位置および形状を示す。そこで、主制御部110は、基板10の表面10aに部品を取り付ける半田の位置を部品データD_eから求めて、当該半田を含むように計測領域を設定する。なお、基板10の表面10aでは、複数の部品が取り付けられており、半田の取付箇所（パッド）が複数設けられている。これに対応して、計測領域R（1）も複数設定されることとなる。

[0025] 続いて、撮像動作の対象とする計測領域R（1）を識別するための識別番号Iをゼロにリセットし（ステップS102）、識別番号Iをインクリメントする（ステップS103）。そして、識別番号Iが最大値I_{max}以下であれば（ステップS104で「NO」）、駆動制御部140が駆動機構4により検査ヘッド3の位置を調整することで、検査ヘッド3をI番目の計測領域R（1）に対向させる。ここで、最大値I_{max}は、ステップS101で特定された計測領域R（1）の個数である。これによって、I番目の計測領域R（1）が検査ヘッド3の検査範囲F3内に含まれることとなる。ステップS106では、主制御部110がI番目の計測領域R（1）の向きを判定する。

[0026] 図5は計測領域の向きを模式的に説明する平面図である。同図においては、矩形状のチップ部品8を例に挙げて、チップ部品8の配置方向Eが水平方向Xに平行な配置パターン1、水平方向Xに直交する配置パターン2、および水平方向Xから45度傾いた配置パターン3をそれぞれ示す。ここで、チップ部品8の配置方向Eは、鉛直方向Zからの平面視におけるチップ部品8の長さ方向であり、図5の例ではチップ部品8の両端に設けられた端子81、82が並ぶ方向に一致する。図5に示すように、チップ部品8の配置方向Eの第1側E1では、基板10の表面10aに設けられたパッド11に端子81が半田91により取り付けられ、チップ部品8の配置方向Eの第2側E2（第1側E1の逆側）では、基板10の表面10aに設けられたパッド12に端子82が半田92により取り付けられている。

[0027] そして、図4のステップS106では、主制御部110は、計測領域R（

１）が設定された半田 9 1、9 2 の斜面の向き（換言すれば、当該斜面の法線の向き）を、計測領域 R（１）の向きとして判断する。具体的には、計測領域 R（１）の設定対象である半田 9 1、9 2 が付着する端子 8 1、8 2 が、チップ部品 8 において第 1 側 E 1 および第 2 側 E 2 のいずれの端に位置するかを確認する。そして、第 1 側 E 1 の端に位置することを確認すると、計測領域 R（１）が配置方向 E の第 1 側 E 1 を向くと判定し、第 2 側 E 2 の端に位置することを確認すると、計測領域 R（１）が配置方向 E の第 2 側 E 2 を向くと判定する。

[0028] 図 5 の具体例で示すと、「配置パターン 1」の例では、計測領域 R（１）が水平方向 X に平行な配置方向 E の第 1 側 E 1 を向くと判定する。「配置パターン 2」の例では、計測領域 R（１）が水平方向 X に直交する配置方向 E の第 1 側 E 1 を向くと判定する。あるいは、「配置パターン 3」の例では、計測領域 R（１）が水平方向 X から 4 5 度傾いた配置方向 E の第 1 側 E 1 を向くと判定する。

[0029] ステップ S 1 0 7 では、主制御部 1 1 0 は、計測領域 R（１）の向きの判定結果に基づき、当該計測領域 R（１）の撮像に用いるプロジェクター 3 2 をプロジェクター 3 2 b ～ 3 2 e のうちから選択する。具体的には、計測領域 R（１）が向く側から当該計測領域 R（１）にパターン光を照射するという照射条件を満たすプロジェクター 3 2 を選択する。

[0030] したがって、計測領域 R（１）が配置方向 E の第 1 側 E 1 を向く場合は、第 1 側 E 1 から計測領域 R（１）にパターン光を照射するプロジェクター 3 2 が選択される。ここで、第 1 側 E 1 から計測領域 R（１）にパターン光を照射するプロジェクター 3 2 には、配置方向 E に直交する方向からの側面視において（換言すれば、配置方向 E において）、計測領域 R（１）よりも第 1 側 E 1 から計測領域 R（１）にパターン光を照射する全てのプロジェクター 3 2 が該当する。

[0031] 図 5 の具体例で示すと、「配置パターン 1」の例では、水平方向 X に平行な配置方向 E において、検査範囲 F 3 内の計測領域 R（１）よりも第 1 側 E

1 から光を照射する 1 台のプロジェクター 3 2 d (図 2) が選択される。「配置パターン 2」の例では、水平方向 X に直交する配置方向 E において、検査範囲 F 3 内の計測領域 R (1) よりも第 1 側 E 1 から光を照射する 1 台のプロジェクター 3 2 c が選択される。あるいは、「配置パターン 3」の例では、水平方向 X から 4 5 度傾く配置方向 E において、検査範囲 F 3 内の計測領域 R (1) よりも第 1 側 E 1 から光を照射する 2 台のプロジェクター 3 2 c、3 2 d が選択される。なお、ここでは、計測領域 R (1) が配置方向 E の第 1 側 E 1 を向く場合を例示して説明したが、計測領域 R (1) が配置方向 E の第 2 側 E 2 を向く場合も同様である。

[0032] 続いて、ステップ S 1 0 7 で選択されたプロジェクター 3 2 を識別する識別番号 P をゼロにリセットし (ステップ S 1 0 8)、識別番号 P をインクリメントする (ステップ S 1 0 9)。そして、識別番号 P が最大値 P m a x 以下であれば (ステップ S 1 1 0 で「NO」)、位相シフト法によって計測領域 R (1) の三次元形状を計測するために必要な撮像画像を取得するステップ S 1 1 1 ~ S 1 1 4 を実行する。ここで、最大値 P m a x は、ステップ S 1 0 7 で選択されたプロジェクター 3 2 の個数である。

[0033] つまり、記憶部 1 5 0 には、上述した 4 通りのパターン光を示すパターンデータ D p (S) (S = 1、2、3、4) が記憶されている。そして、照射制御部 1 2 0 は、記憶部 1 5 0 から読み出したパターンデータ D p (S) に基づきプロジェクター 3 2 を制御することで、パターンデータ D p (S) が示すパターン光をプロジェクター 3 2 から検査範囲 F 3 内の計測領域 R (1) に照射できる。

[0034] そこで、パターン光を識別する識別番号 S をゼロにリセットし (ステップ S 1 1 1)、識別番号 S をインクリメントする (ステップ S 1 1 2)。そして、識別番号 S が最大値 S m a x (= 4) 以下であれば (ステップ S 1 1 3 で「NO」)、5 台のカメラ 3 1 a ~ 3 1 e に検査範囲 F 3 内の計測領域 R (1) を撮像させて、5 台のカメラ 3 1 a ~ 3 1 e それぞれの撮像画像を取得する (ステップ S 1 1 4)。なお、計測領域 R (1) の撮像は、P 番目の 1

台のプロジェクター 3 2 のみを点灯させつつ他のプロジェクター 3 2 を消灯させた状態で、5 台のカメラ 3 1 a ~ 3 1 e を同時に露光させて（すなわち、5 台のカメラ 3 1 a ~ 3 1 e の露光時間を同じにして）、実行される。そして、識別番号 S が最大値 S m a x を超えるまで（ステップ S 1 1 3 で「Y E S」）、ステップ S 1 1 2 ~ S 1 1 4 が繰り返し実行される。これによって、識別番号 S をインクリメントして計測領域 R (l) に照射するパターン光の位相を変更しながら、5 台のカメラ 3 1 a ~ 3 1 e による計測領域 R (l) の撮像画像を取得する（ステップ S 1 1 4 ）。

[0035] こうして、識別番号 P のプロジェクター 3 2 から光を照射しつつカメラ 3 1 a ~ 3 1 e のそれぞれで計測領域 R (l) を撮像した 4 枚で 1 組の撮像画像が取得される。そこで、主制御部 1 1 0 は、撮像の際に光を照射したプロジェクター 3 2 を識別する識別番号 P と、撮像を行ったカメラ 3 1 a ~ 3 1 e を識別する識別番号 C とに関連付けて、計測領域 R (l) の撮像画像 D s (l , P , C) を記憶部 1 5 0 に記憶する。

[0036] そして、識別番号 P が最大値 P m a x を超えるまで（ステップ S 1 1 0 で「Y E S」）、ステップ S 1 0 9 ~ S 1 1 4 が繰り返し実行される。これによって、ステップ S 1 0 7 で選択された全てのプロジェクター 3 2 を用いて、計測領域 R (l) の撮像画像 D s (l , P , C) を取得できる。識別番号 l が最大値 l m a x を超えるまで（ステップ S 1 0 4 で「Y E S」）、ステップ S 1 0 3 ~ S 1 1 4 が繰り返し実行される。これによって、ステップ S 1 0 1 で特定された全ての計測領域 R (l) について撮像画像 D s (l , P , C) を取得できる。こうして、図 4 の撮像動作を終えると、撮像動作で取得した撮像画像に対して演算処理を施す画像処理が実行される。

[0037] 図 6 は基板検査のために実行される画像処理の一例を示すフローチャートである。図 6 のフローチャートは、主制御部 1 1 0 の制御に従って実行される。まず、画像処理の対象とする計測領域 R (l) を識別するための識別番号 l をゼロにリセットし（ステップ S 2 0 1 ）、識別番号 l をインクリメントする（ステップ S 2 0 2 ）。そして、識別番号 l が最大値 l m a x 以下で

あれば（ステップS203で「NO」）であれば、図5を用いて上述したステップS106での手法を用いて、主制御部110が1番目の計測領域R（1）の向きを判定する（ステップS204）。

[0038] ステップS205では、主制御部110は、計測領域R（1）の向きの判定結果に基づき、計測領域R（1）の撮像画像Ds（1、P、C）のうち、いずれの傾斜カメラ31b～31eで撮像した撮像画像Ds（1、P、C）を用いるかを選択する。具体的には、計測領域R（1）が向く側から当該計測領域R（1）を撮像するといった撮像条件を満たす傾斜カメラ31の撮像画像Ds（1、P、C）を選択する。

[0039] したがって、計測領域R（1）が配置方向Eの第1側E1を向く場合は、第1側E1から計測領域R（1）を撮像する傾斜カメラ31の撮像画像Ds（1、P、C）が選択される。ここで、第1側E1から計測領域R（1）を撮像する傾斜カメラ31には、配置方向Eに直交する方向からの側面視において（換言すれば、配置方向Eにおいて）、計測領域R（1）よりも第1側E1から計測領域R（1）を撮像する全ての傾斜カメラ31が該当する。

[0040] 図5の具体例で示すと、「配置パターン1」の例では、水平方向Xに平行な配置方向Eにおいて、検査範囲F3内の計測領域R（1）よりも第1側E1から撮像する2台の傾斜カメラ31c、31dのそれぞれが撮像した撮像画像Ds（1、P、C）が選択される。「配置パターン2」の例では、水平方向Xに直交する配置方向Eにおいて、検査範囲F3内の計測領域R（1）よりも第1側E1から撮像する2台の傾斜カメラ31b、31cのそれぞれが撮像した撮像画像Ds（1、P、C）が選択される。あるいは、「配置パターン3」の例では、水平方向Xから45度傾く配置方向Eにおいて、検査範囲F3内の計測領域R（1）よりも第1側E1から撮像する1台の傾斜カメラ31cが選択される。なお、ここでは、計測領域R（1）が配置方向Eの第1側E1を向く場合を例示して説明したが、計測領域R（1）が配置方向Eの第2側E2を向く場合も同様である。

[0041] ステップS206では、画像処理部160は、ステップS205で選択し

た傾斜カメラ31および正対カメラ31それぞれの撮像画像 $D_s(I, P, C)$ を用いて、計測領域 $R(I)$ の三次元形状 $D_t(I)$ を算出する。具体的には例えば次のようにして、三次元形状 $D_t(I)$ を求めれば良い。

[0042] まず、選択した傾斜カメラ31による計測領域 $R(I)$ の撮像画像 $D_s(I, P, C)$ を正対カメラ31の座標系に変換する。そして、座標変換後の傾斜カメラ31の撮像画像 $D_s(I, P, C)$ の画素値と、正対カメラ31の撮像画像 $D_s(I, P, C)$ の画素値との平均を画素毎に算出する。なお、平均の算出は、撮像の際に用いたプロジェクター32のパターン光の位相が互いに同一の撮像画像 $D_s(I, P, C)$ どうしについて実行する。これによって、平均の画素値を有する平均撮像画像 $D_s(I, P, C)$ が、互いに位相の異なる4通りのパターン光について取得できる。そこで、画像処理部160は位相シフト法を用いて、これらの平均撮像画像 $D_s(I, P, C)$ から計測領域 $R(I)$ の三次元形状 $D_t(I)$ を算出する。

[0043] ステップS207では、画像処理部160は、算出した三次元形状 $D_t(I)$ に基づき、計測領域 $R(I)$ の半田91、92の形状の良否を判定する。そして、識別番号 I が最大値 I_{max} を超えるまで（ステップS203で「YES」）、ステップS202～S207が繰り返し実行される。これによって、ステップS101で特定された全ての計測領域 $R(I)$ について、三次元形状 $D_t(I)$ が求められて、良否判定が実行される。

[0044] 以上に説明したように、本実施形態が備える傾斜カメラ31b～31eは、基板10の表面10aの法線方向（鉛直方向Z）に対して傾斜して配置されており、基板10の表面10aに存在する半田91、92の側面を捉えるのに適している（図7）。ここで、図7は傾斜カメラが有する利点を模式的に説明する図である。つまり、基板10の表面10aの法線方向（鉛直方向Z）から半田91の側面91aを捉える矢印V1に比べて、基板10の表面10aの法線方向に対して半田91の側面91aが向く側（換言すれば、側面91aの法線方向が向く側）に傾斜した方向から側面91aを捉える矢印V2の方が、半田91の側面91aをより正面からの的確に捉えられる。そし

て、本実施形態では、基板 10 に対して設定された計測領域 R (1) を傾斜カメラ 31 b ~ 31 e により撮像した計測領域 R (1) に基づき、計測領域 R (1) の三次元形状 D t (1) を計測する。したがって、計測領域 R (1) が基板 10 に存在する半田 91、92 の側面 91 a、92 a を含むように設定された場合であっても、半田 91、92 の側面 91 a、92 a の三次元形状 D t (1) を的確に計測することが可能となっている。

[0045] また、このような傾斜カメラ 31 b ~ 31 e は、基板 10 の表面 10 a の写り込みを抑制するのに適するといった別の利点も有する。図 8 は傾斜カメラが有する別の利点を模式的に説明する図である。図 8 の「写り込み有り」の欄に示すように、基板 10 の表面 10 a の法線方向（鉛直方向 Z）から半田 91 の側面 91 a を捉える矢印 V1 の場合、基板 10 の表面 10 a で反射された光が、半田 91 の側面 91 a で再反射されてカメラ 31 に入射する。そのため、基板 10 の反射面 10 b が、半田 91 の側面 91 a の撮像画像に写り込んでしまうおそれがある。これに対して、図 8 の「写り込み無し」の欄に示すように、基板 10 の表面 10 a の法線方向に対して半田 91 の側面 91 a が向く側（に傾斜した方向から側面 91 a を捉える矢印 V2 の場合、このような写り込みの発生を抑制できる。

[0046] さらに、複数の傾斜カメラ 31 b ~ 31 e が設けられている。したがって、複数の方向から傾斜カメラ 31 b ~ 31 e により計測領域 R (1) を撮像することができ、基板 10 の表面 10 a に存在する半田 91、92 の側面 91 a、92 a の三次元形状 D t (1) を的確に計測するにあって有利となっている。

[0047] また、複数の傾斜カメラ 31 b ~ 31 e それぞれの撮像画像 D s (1、P、C) のうち計測領域 R (1) の三次元形状 D t (1) の計測に用いる撮像画像 D s (1、P、C) を、傾斜カメラ 31 b ~ 31 e が計測領域 R (1) を撮像する方向に基づき選択する（ステップ S204、S205）。これにより、複数の撮像方向のうち適当な撮像方向から計測領域 R (1) を撮像した撮像画像 D s (1、P、C) を用いて計測領域 R (1) の三次元形状 D t

(1) を計測することが可能となる。したがって、基板 10 の表面 10 a に存在する半田 9 1、9 2 の側面 9 1 a、9 2 a の三次元形状 D t (1) を的確に計測するにあって有利となっている。

[0048] 具体的には、上記のステップ S 204、S 205 で示したように、基板 10 の表面 10 a に半田 9 1、9 2 により取り付けられたチップ部品 8 の位置および外形を示す部品データ D e を取得し、計測領域 R (1) を撮像する傾斜カメラ 31 b ~ 31 e の撮像方向に求める撮像条件を当該部品データ D e に応じて設定する。そして、この撮像条件を満たす方向から計測領域 R (1) を撮像する傾斜カメラ 31 の撮像画像 D s (1、P、C) を計測領域 R (1) の三次元形状 D t (1) の計測に用いる。かかる構成では、部品データ D e に基づき選択した撮像方向から計測領域 R (1) を撮像した撮像画像 D s (1、P、C) を用いて計測領域 R (1) の三次元形状 D t (1) を計測することが可能となる。したがって、基板 10 の表面 10 a に存在する半田 9 1、9 2 の側面 9 1 a、9 2 a の三次元形状 D t (1) を的確に計測するにあって有利となっている。

[0049] 特に、本実施形態では、計測領域 R (1) は、半田 9 1、9 2 の側面 9 1 a、9 2 a に対して設定される。そして、半田 9 1、9 2 と当該半田 9 1、9 2 により基板 10 に取り付けられるチップ部品 8 との位置関係を部品データ D e から判断した結果に基づき撮像条件を設定する。かかる構成では、複数の撮像方向のうちから半田 9 1、9 2 とチップ部品 8 との位置関係に基づき選択した撮像方向から計測領域 R (1) を撮像した撮像画像 D s (1、P、C) を用いて計測領域 R (1) の三次元形状 D t (1) を計測することが可能となる。したがって、基板 10 の表面 10 a に存在する半田 9 1、9 2 の側面 9 1 a、9 2 a の三次元形状 D t (1) を的確に計測するにあって有利となっている。

[0050] 具体的には、計測領域 R (1) の設定対象である半田 9 1 (半田 9 2) が付着する端子 8 1 (端子 8 2) が、基板 10 の表面 10 a に平行な配置方向 E においてチップ部品 8 のいずれの側の端にあるかを部品データ D e に基づ

き判定する（ステップS204）。そして、該当の端子81（端子82）が配置方向Eにおけるチップ部品8の第1側E1（第2側E2）の端に位置すると判定すると、計測領域R（1）よりも配置方向Eの第1側E1（第2側E2）から計測領域R（1）を撮像するという撮像条件を設定する。これによって、チップ部品8の端子81（端子82）を基板10に取り付ける半田91（半田92）の側面91a（側面91b）の三次元形状Dt（1）を的確に計測することが可能となる。

[0051] ところで、ステップS205の判断においては、計測領域R（1）の向きによって、当該計測領域R（1）を撮像する際の撮像条件を満たす2台の傾斜カメラ31が存在し得る。つまり、配置方向Eに直交する方向Vにおいて計測領域R（1）を挟むように配置された2台の傾斜カメラ31が存在する場合、当該2台の傾斜カメラ31が撮像条件を満たすこととなる。上述の図5の具体例で示すと、「配置パターン1」の例では2台の傾斜カメラ31c、31dが撮像条件を満たし、「配置パターン2」の例では2台の傾斜カメラ31b、31cが撮像条件を満たす。かかる場合、計測領域R（1）の三次元形状Dt（1）は、2台の傾斜カメラ31それぞれの撮像画像Ds（1、P、C）を用いて、計測領域R（1）の三次元形状Dt（1）を計測できる。

[0052] つまり、2台の傾斜カメラ31それぞれの撮像画像Ds（1、P、C）を正対カメラ31の座標系に変換する。そして、一の傾斜カメラ31の座標変換後の撮像画像Ds（1、P、C）、他のカメラ31の座標変換後の撮像画像Ds（1、P、C）、および正対カメラ31の撮像画像Ds（1、P、C）の画素値の平均を画素毎に算出する。この際、平均の算出は、撮像の際に用いたプロジェクター32のパターン光の位相が互いに同一の撮像画像Ds（1、P、C）どうしについて実行する。これによって、平均の画素値を有する平均撮像画像Ds（1、P、C）が、互いに位相の異なる4通りのパターン光について取得できる。そこで、位相シフト法を用いて、これらの平均撮像画像Ds（1、P、C）から計測領域R（1）の三次元形状Dt（1）

を算出することができる。

[0053] さらに、これら2台の傾斜カメラ31それぞれの露光時間を互いに重複させて、撮像を実行している。これによって、2台の傾斜カメラ31の撮像に要する時間を短縮でき、三次元形状 $D_t(I)$ の計測を効率的に行うことが可能となっている。

[0054] ちなみに、傾斜カメラ31には、プロジェクター32から射出されて基板10の表面10aで正反射された光が入射するおそれがある。このような正反射光は、傾斜カメラ31の撮像画像 $D_s(I, P, C)$ におけるハレーションの原因となる。そこで、2台の傾斜カメラ31それぞれの撮像画像 $D_s(I, P, C)$ を相補的に、計測領域 $R(I)$ の三次元形状 $D_t(I)$ の算出に用いても良い。つまり、一の傾斜カメラ31の撮像画像 $D_s(I, P, C)$ においてハレーションを起こしている部分の画素値は、例えば $null$ として扱う等して、上記の平均演算に用いないこととする。そして、該当部分については、他の傾斜カメラ31の撮像画像 $D_s(I, P, C)$ の画素値のみを用いる。これによって、ハレーションの影響を抑えて、基板10の表面10aに存在する半田91、92の側面91a、92aの三次元形状 $D_t(I)$ を的確に計測するのに有利となっている。

[0055] また、プロジェクター32は、搬送コンベア2に保持される基板10の表面10aの法線方向（鉛直方向Z）に対して傾斜して配置されている。かかる構成では、基板10の表面10aの法線方向に対して傾斜したプロジェクター32によって、基板10の表面10aに存在する半田91、92の側面91a、92aにパターン光を照射することが可能となる。したがって、基板10の表面10aに存在する半田91、92の側面91a、92aの三次元形状 $D_t(I)$ を的確に計測するにあって有利となっている。

[0056] さらに、複数のプロジェクター32b～32eが設けられている。したがって、傾斜して配置されたプロジェクター32b～32eからのパターン光を複数の方向から計測領域 $R(I)$ に照射することができ、基板10の表面10aに存在する半田91、92の側面91a、92aの三次元形状 $D_t(I)$

1) を的確に計測するにあって有利となっている。

[0057] また、複数のプロジェクター 32 b ~ 32 e のうちから計測領域 R (1) の撮像に用いるプロジェクター 32 を、プロジェクター 32 が計測領域 R (1) にパターン光を照射する照射方向に基づき選択する (ステップ S 106、S 107)。これにより、複数の照射方向のうち適当な照射方向からパターン光を照射しつつ計測領域 R (1) を撮像した撮像画像 D s (1、P、C) を用いて計測領域 R (1) の三次元形状 D t (1) を計測することが可能となる。したがって、基板 10 の表面 10 a に存在する半田 91、92 の側面 91 a、92 a の三次元形状 D t (1) を的確に計測するにあって有利となっている。

[0058] 具体的には、上記ステップ S 106、S 107 で示したように、基板 10 の表面 10 a に半田 91、92 により取り付けられたチップ部品 8 の位置および外形を示す部品データ D e を取得し、計測領域 R (1) にパターン光を照射するプロジェクター 32 のパターン光の照射方向に求める照射条件を当該部品データ D e に応じて設定する。そして、この照射条件を満たす方向から計測領域 R (1) にパターン光を照射するプロジェクター 32 を点灯させつつ計測領域 R (1) を撮像する。かかる構成では、部品データ D e に基づき選択した照射方向からパターン光を照射しつつ計測領域 R (1) を撮像した撮像画像 D s (1、P、C) を用いて計測領域 R (1) の三次元形状 D t (1) を計測することが可能となる。したがって、基板 10 の表面 10 a に存在する半田 91、92 の側面 91 a、92 a の三次元形状 D t (1) を的確に計測するにあって有利となっている。

[0059] 特に、本実施形態では、計測領域 R (1) は、半田 91、92 の側面 91 a、92 a に対して設定される。そして、半田 91、92 と当該半田 91、92 により基板 10 に取り付けられるチップ部品 8 との位置関係を部品データ D e から判断した結果に基づき照射条件を設定する。かかる構成では、複数の照射方向のうちから半田 91、92 とチップ部品 8 との位置関係に基づき選択した照射方向から光を照射しつつ計測領域 R (1) を撮像した撮像画

像 $D_s(I, P, C)$ を用いて計測領域 $R(I)$ の三次元形状 $D_t(I)$ を計測することが可能となる。したがって、基板10の表面10aに存在する半田91、92の側面91a、92aの三次元形状 $D_t(I)$ を的確に計測するにあって有利となっている。

[0060] 具体的には、計測領域 $R(I)$ の設定対象である半田91（半田92）が付着する端子81（端子82）が、基板10の表面10aに平行な配置方向Eにおいてチップ部品8のいずれの側の端にあるかを部品データ D_e に基づき判定する（ステップS106）。そして、該当の端子81（端子82）が配置方向Eにおけるチップ部品8の第1側E1（第2側E2）の端に位置すると判定すると、計測領域 $R(I)$ よりも配置方向Eの第1側E1（第2側E2）から計測領域 $R(I)$ にパターン光を照射するという照射条件を設定する。これによって、チップ部品8の端子81（端子82）を基板10に取り付ける半田91（半田92）の側面91a（側面91b）の三次元形状 $D_t(I)$ を的確に計測することが可能となる。

[0061] ところで、ステップS107の判断においては、計測領域 $R(I)$ の向きによって、当該計測領域 $R(I)$ にパターン光を照射する際の照射条件を満たす2台のプロジェクター32が存在し得る。つまり、配置方向Eに直交する方向Vにおいて計測領域 $R(I)$ を挟むように配置された2台のプロジェクター32が存在する場合、当該2台のプロジェクター32が照射条件を満たすこととなる。上述の図5の具体例で示すと、「配置パターン3」の例では2台のプロジェクター32c、32dが照射条件を満たす。かかる場合、計測領域 $R(I)$ の三次元形状 $D_t(I)$ は、2台のプロジェクター32を順番に点灯させて撮像した撮像画像 $D_s(I, P, C)$ を用いて、計測領域 $R(I)$ の三次元形状 $D_t(I)$ を計測できる。

[0062] つまり、一のプロジェクター32を点灯させて撮像した撮像画像 $D_s(I, P, C)$ 、および他のプロジェクター32を点灯させて撮像した撮像画像 $D_s(I, P, C)$ の画素値の平均を画素毎に算出する。なお、平均の算出は、撮像の際に用いたプロジェクター32のパターン光の位相が互いに同一

の撮像画像 $D_s(I, P, C)$ どうしについて実行する。こうして、平均の画素値を有する平均撮像画像 $D_s(I, P, C)$ が、互いに位相の異なる4通りのパターン光について取得できる。そこで、位相シフト法を用いて、これらの平均撮像画像 $D_s(I, P, C)$ から計測領域 $R(I)$ の三次元形状 $D_t(I)$ を算出することができる。

[0063] また、かかる構成は、上述したハレーションの影響を抑えるのに応用することもできる。つまり、一のプロジェクター32を用いて撮像した撮像画像 $D_s(I, P, C)$ においてハレーションを起こしている部分の画素値は、例えばnullとして扱う等して、上記の平均演算に用いないこととする。そして、該当部分については、他のプロジェクター32を用いて撮像した撮像画像 $D_s(I, P, C)$ の画素値のみを用いる。これによって、ハレーションの影響を抑えて、基板10の表面10aに存在する半田91、92の側面91a、92aの三次元形状 $D_t(I)$ を的確に計測するのに有利となっている。

[0064] また、4台の傾斜カメラ31b～31eは、基板10の表面10aの法線を中心に90度のピッチで円周状に配列されている。また、プロジェクター32は、基板10の表面10aの法線方向（鉛直方向Z）からの平面視において、4台の傾斜カメラ31b～31eそれぞれの光軸Ab～Aeと45度で交差する方向に平行な縞からなるパターン光を計測領域 $R(I)$ に照射する。そして、プロジェクター32から計測領域 $R(I)$ にパターン光を照射しつつ、4台の傾斜カメラ31b～31eの露光時間を互いに重複させて計測領域 $R(I)$ を撮像した結果に基づき、位相シフト法を用いて計測領域 $R(I)$ の三次元形状 $D_t(I)$ を計測する。これによって、計測領域 $R(I)$ の三次元形状 $D_t(I)$ の計測に必要な撮像画像 $D_s(I, P, C)$ の撮像に要する時間の短縮を図ることができ、三次元形状 $D_t(I)$ の計測を効率的に行うことが可能となっている。

[0065] また、正対カメラ31aおよび傾斜カメラ31b～31eが設けられており、それぞれの撮像画像 $D_s(I, P, C)$ を用いて、計測領域 $R(I)$ の

三次元形状 $D_t(1)$ を計測していた。これによって、より精度の高い計測が可能となっている。

[0066] このように本実施形態では、外観検査装置1が本発明の「外観検査装置」の一例に相当し、搬送コンベア2が本発明の「基板保持部」の一例に相当し、プロジェクター32b～32eのそれぞれが本発明の「プロジェクター」の一例に相当し、傾斜カメラ31b～31eのそれぞれが本発明の「傾斜カメラ」の一例に相当し、正対カメラ31aが本発明の「正対カメラ」の一例に相当し、制御装置100が本発明の「制御部」の一例に相当し、計測領域 $R(1)$ が本発明の「計測領域」の一例に相当し、部品データ D_e が本発明の「部品データ」の一例に相当し、チップ部品8が本発明の「部品」あるいは「チップ部品」の一例に相当し、端子81、82が本発明の「端子」の一例に相当し、半田91、92が本発明の「半田」の一例に相当し、配置方向 E が本発明の「特定方向」の一例に相当する。

[0067] なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない限りにおいて上述したものに対して種々の変更を加えることが可能である。例えば、計測領域 $R(1)$ の撮像画像 $D_s(I, P, C)$ から当該計測領域 $R(1)$ の三次元形状 $D_t(1)$ を算出する具体的手法は上記の例に限られず、従来手法を適宜用いることができる。

[0068] また、ステップS205の判断において撮像条件を満たす2台の傾斜カメラ31が存在する場合は、当該2台の傾斜カメラ31両方の撮像画像 $D_s(I, P, C)$ を用いて、計測領域 $R(1)$ の三次元形状 $D_t(1)$ を算出していた。しかしながら、2台の傾斜カメラ31のうちから選択した1台の傾斜カメラ31の撮像画像 $D_s(I, P, C)$ を用いて、計測領域 $R(1)$ の三次元形状 $D_t(1)$ を算出しても構わない。

[0069] また、ステップS107の判断において照射条件を満たす2台のプロジェクター32が存在する場合は、当該2台のプロジェクター32それぞれを点灯させて撮像した撮像画像 $D_s(I, P, C)$ を用いて、計測領域 $R(1)$ の三次元形状 $D_t(1)$ を算出していた。しかしながら、2台のプロジェク

ター32のうちから選択した1台のプロジェクター32を点灯させて撮像した $D_s(I, P, C)$ を用いて、計測領域 $R(I)$ の三次元形状 $D_t(I)$ を算出しても構わない。

[0070] また、正対カメラ31aを備えた外観検査装置1に対して本発明を適用した場合について説明を行った。しかしながら、正対カメラ31aを具備しない外観検査装置1に対しても本発明を適用可能である。

[0071] また、ステップS114でのパターンの撮像では、計測領域 $R(I)$ の向きに拘わらず全ての傾斜カメラ31b～31eを点灯させていた。しかしながら、計測領域 $R(I)$ の三次元形状 $D_t(I)$ の算出に用いるのは、計測領域 $R(I)$ に対して所定の位置関係、すなわち撮像条件を満たす傾斜カメラ31の撮像画像 $D_s(I, P, C)$ のみである。そこで、ステップS106における計測領域 $R(I)$ の向きの判定結果に基づき、撮像条件を満たす傾斜カメラ31を特定し、ステップS114では、こうして特定された傾斜カメラ31のみを撮像に用いても良い。

[0072] また、検査範囲F3に複数の計測領域 $R(I)$ を含みつつ、各計測領域 $R(I)$ の三次元形状 $D_t(I)$ を計測するように構成しても構わない。かかる構成においても、各計測領域 $R(I)$ について撮像条件を求めて、当該撮像条件を満たす傾斜カメラ31の撮像画像 $D_s(I, P, C)$ を用いて各計測領域 $R(I)$ の三次元形状 $D_t(I)$ を算出すれば良い。

[0073] さらに、かかる構成では、2台以上の傾斜カメラ31の露光時間を互いに重複させて、当該2台以上の傾斜カメラ31に撮像を実行させても良い。この場合、計測領域 $R(I)$ の三次元形状 $D_t(I)$ の算出に用いる撮像画像 $D_s(I, P, C)$ を、当該2台以上の傾斜カメラ31の撮像画像 $D_s(I, P, C)$ のうちから選択することで、適切な撮像画像 $D_s(I, P, C)$ により三次元形状 $D_t(I)$ を算出できる。しかも、計測領域 $R(I)$ の三次元形状 $D_t(I)$ の算出に必要な撮像画像 $D_s(I, P, C)$ の撮像に要する時間の短縮も図ることができ、三次元形状 $D_t(I)$ の計測を効率的に行うことが可能となる。

- [0074] また、計測した三次元形状 $D_t(1)$ を点群データとして記憶部150に保持するように構成しても良い。これによって、ユーザーインターフェース200の画面上で計測領域 $R(1)$ の三次元形状 $D_t(1)$ を映し出す視線を変えるとといった人の画像処理を施しつつ、ユーザーが基板10の検査を実行することが可能となる。
- [0075] また、チップ部品8を基板10に接合する半田91、92の検査に本発明を適用した場合を例示した。しかしながら、チップ部品8とは異なる種類の部品（例えばリード部品）を基板10に接続する半田91、92の検査に本発明を適用することもできる。
- [0076] さらに言えば、多種多様な部品が混在する基板10の検査に対しては、本発明を適用することが好適となる。図9は異なる種類の部品が混在する基板を検査する様子を模式的に示す図である。図9の例では、鉛直方向Zからの平面視において、部品8Aが部品8Bに隠れている。したがって、正対カメラ31aのみでは、部品8Aの取付状態を検査することはできない。これに対して、上記の実施形態に示した構成では、図9において一点鎖線矢印で示す方向から撮像を行う傾斜カメラ31で部品8Aを撮像することで、部品8Aの取付状態も検査することが可能となる。
- [0077] また、上記では、半田の形状を検査する場合について主に説明した。しかしながら、検査の対象は半田に限られず、基板10の表面10aに存在する各種物体が検査の対象となり得る。
- [0078] 以上、具体的な実施形態を例示して説明してきたように、本発明では例えば、少なくとも2台の傾斜カメラは、基板の表面の法線方向からの平面視において互いに異なる方向を向くとともに、それぞれの視野が基板の表面の検査範囲において互いに重複し、制御部は、複数の傾斜カメラの視野が重複する検査範囲内に計測領域を設定するように、外観検査装置を構成しても良い。かかる構成は、複数の方向から傾斜カメラにより計測領域を撮像することができ、基板の表面に存在する物体の側面の三次元形状を的確に計測するにあって有利である。

[0079] また、制御部は、複数の傾斜カメラそれぞれの撮像画像のうち計測領域の三次元形状の計測に用いる撮像画像を、傾斜カメラが計測領域を撮像する方向に基づき選択するように、外観検査装置を構成しても良い。これにより、複数の撮像方向のうち適当な撮像方向から計測領域を撮像した撮像画像を用いて計測領域の三次元形状を計測することが可能となる。したがって、基板の表面に存在する物体の側面の三次元形状を的確に計測するにあって有利である。

[0080] 具体的には、制御部は、基板の表面に半田により取り付けられた部品的位置および外形を示す部品データを取得し、計測領域を撮像する傾斜カメラの撮像方向に求める撮像条件を当該部品データに応じて設定し、撮像条件を満たす方向から計測領域を撮像する傾斜カメラの撮像画像を計測領域の三次元形状の計測に用いるように、外観検査装置を構成しても良い。かかる構成では、複数の撮像方向のうちから部品の位置および外形に基づき選択した撮像方向から計測領域を撮像した撮像画像を用いて計測領域の三次元形状を計測することが可能となる。したがって、基板の表面に存在する物体の側面の三次元形状を的確に計測するにあって有利となる。

[0081] また、制御部は、半田の表面に対して計測領域を設定し、半田と、基板に取り付けられる部品との位置関係を部品データから判断した結果に基づき撮像条件を設定するように、外観検査装置を構成しても良い。かかる構成では、複数の撮像方向のうちから半田と部品との位置関係に基づき選択した撮像方向から計測領域を撮像した撮像画像を用いて計測領域の三次元形状を計測することが可能となる。したがって、基板の表面に存在する半田の側面の三次元形状を的確に計測するにあって有利となる。

[0082] 具体的には、例えば部品が端子を有するチップ部品を含む場合には、制御部は、部品データから、計測領域の設定対象である半田が付着する端子が、基板の表面に平行な特定方向におけるチップ部品の第1側の端に位置すると判断すると、計測領域の第1側から計測領域を撮像するという撮像条件を設定するように、外観検査装置を構成しても良い。これによって、チップ部品

の端子を基板に取り付ける半田の側面の三次元形状を的確に計測することが可能となる。

[0083] また、少なくとも2台の傾斜カメラは、基板の表面に平行で特定方向に直交する方向において計測領域を挟むように配置されて計測領域を撮像し、制御部は、撮像条件を満たす撮像画像を計測領域の三次元形状の計測に用いるように、外観検査装置を構成しても良い。かかる構成では、異なる方向から2台の傾斜カメラが計測領域を撮像した撮像画像に基づき計測領域の三次元形状を計測できる。その結果、2台の傾斜カメラの撮像画像を相補的に用いて、計測領域の三次元形状を計測できる。具体的には、例えば一方の傾斜カメラの撮像画像の一部がハレーションを起こしていても、当該部分を他方の傾斜カメラの撮像画像により補うことができる。したがって、基板の表面に存在する物体の側面の三次元形状を的確に計測するにあって有利となる。

[0084] また、制御部は、基板の表面に平行で特定方向に直交する方向において計測領域を挟むように配置された少なくとも2台の傾斜カメラのそれぞれの露光時間を互いに重複させて撮像を実行させるように、外観検査装置を構成しても良い。これによって、2台の傾斜カメラの撮像に要する時間を短縮でき、三次元形状の計測を効率的に行うことが可能となる。

[0085] また、制御部は、複数の計測領域を設定し、複数の傾斜カメラのうち少なくとも2台の傾斜カメラに露光時間を互いに重複させて撮像を実行させ、複数の計測領域のそれぞれについて、計測領域の三次元形状の計測に用いる撮像画像を露光時間を互いに重複させた傾斜カメラの撮像画像のうちから選択するように、外観検査装置を構成しても良い。これによって、計測領域の三次元形状の計測に必要となる撮像画像の撮像に要する時間の短縮を図ることができ、三次元形状の計測を効率的に行うことが可能となる。

[0086] また、プロジェクターは、基板保持部に保持される基板の表面の法線方向に対して傾斜して配置されるように、外観検査装置を構成しても良い。かかる構成では、基板の表面の法線方向に対して傾斜したプロジェクターによっ

て、基板の表面に存在する物体の側面に光を照射することが可能となる。したがって、基板の表面に存在する物体の側面の三次元形状を的確に計測するにあって有利である。

[0087] また、基板の表面の法線方向からの平面視において互いに異なる方向を向くとともに、それぞれの光の照射範囲が基板の表面において互いに重複する複数のプロジェクターを備えるように、外観検査装置を構成しても良い。かかる構成では、傾斜して配置されたプロジェクターからの光を複数の方向から計測領域に照射することができ、基板の表面に存在する物体の側面の三次元形状を的確に計測するにあって有利である。

[0088] また、複数のプロジェクターのうちから計測領域の撮像に用いるプロジェクターを、プロジェクターが計測領域に光を照射する照射方向に基づき選択するように、外観検査装置を構成しても良い。これにより、複数の照射方向のうち適当な照射方向から光を照射しつつ計測領域を撮像した撮像画像を用いて計測領域の三次元形状を計測することが可能となる。したがって、基板の表面に存在する物体の側面の三次元形状を的確に計測するにあって有利である。

[0089] 具体的には、制御部は、基板の表面に半田により取り付けられた部品的位置および外形を示す部品データを取得し、計測領域に光を照射するプロジェクターの光の照射方向に求める照射条件を当該部品データに応じて設定し、照射条件を満たす方向から計測領域に光を照射するプロジェクターを点灯させつつ傾斜カメラに計測領域を撮像させるように、外観検査装置を構成しても良い。かかる構成では、複数の照射方向のうちから部品の位置および外形に基づき選択した照射方向から光を照射しつつ計測領域を撮像した撮像画像を用いて計測領域の三次元形状を計測することが可能となる。したがって、基板の表面に存在する物体の側面の三次元形状を的確に計測するにあって有利となる。

[0090] また、制御部は、半田の表面に対して計測領域を設定し、半田と、基板に取り付けられる部品との位置関係を部品データから判断した結果に基づき照

射条件を設定するように、外観検査装置を構成しても良い。かかる構成では、複数の照射方向のうちから半田と部品との位置関係に基づき選択した照射方向から光を照射しつつ計測領域を撮像した撮像画像を用いて計測領域の三次元形状を計測することが可能となる。したがって、基板の表面に存在する半田の側面の三次元形状を的確に計測するにあって有利となる。

[0091] 具体的には、例えば部品が端子を有するチップ部品を含む場合には、制御部は、部品データから、計測領域の設定対象である半田が付着する端子が、基板の表面に平行な特定方向におけるチップ部品の第1側の端に位置すると判断すると、計測領域の第1側から計測領域に光を照射するという照射条件を設定するように、外観検査装置を構成しても良い。かかる構成は、チップ部品の端子を基板に取り付ける半田の側面の三次元形状を的確に計測するにあたって有利である。

[0092] また、少なくとも2台のプロジェクターは、基板の表面に平行で特定方向に直交する方向において計測領域を挟むように配置され、制御部は、少なくとも2台のプロジェクターを順番に点灯させて計測領域を撮像するように、外観検査装置を構成しても良い。かかる構成では、異なる方向から光を照射する2台のプロジェクターを順番に点灯させつつ撮像した撮像画像に基づき計測領域の三次元形状を計測できる。その結果、一方のプロジェクターを点灯させて撮像した撮像画像と、他方のプロジェクターを点灯させて撮像した撮像画像とを相補的に用いて、計測領域の三次元形状を計測できる。具体的には、一方のプロジェクターを点灯させた際の撮像画像の一部がハレーションを起こしていても、当該一部分を他のプロジェクターを点灯させた際の撮像画像により補うことができる。したがって、基板の表面に存在する物体の側面の三次元形状を的確に計測するにあって有利となる。

[0093] また、複数の傾斜カメラは、基板の表面の法線を中心に90度のピッチで円周状に配列された少なくとも4台の傾斜カメラを含み、プロジェクターは、基板の表面の法線方向からの平面視において、4台の傾斜カメラそれぞれの光軸と45度で交差する方向に平行な縞からなるパターンの光を計測領域

に照射し、制御部は、プロジェクターから計測領域に光を照射しつつ4台の傾斜カメラの露光時間を互いに重複させて計測領域を撮像した結果に基づき、計測領域の三次元形状を計測するように、外観検査装置を構成しても良い。これによって、計測領域の三次元形状の計測に必要な撮像画像の撮像に要する時間の短縮を図ることができ、三次元形状の計測を効率的に行うことが可能となる。

[0094] また、基板の表面の法線方向を向くとともに、基板の表面において複数の傾斜カメラの視野と重複する視野を有する正対カメラをさらに備え、制御部は、計測領域にプロジェクターから光を照射しつつ計測領域を正対カメラで撮像した撮像画像と、傾斜カメラにより撮像した撮像画像とに基づき、計測領域の三次元形状を計測するように、外観検査装置を構成しても良い。このように正対カメラおよび傾斜カメラそれぞれの撮像画像を用いて計測領域の三次元形状を計測することで、より精度の高い計測が可能となる。

[0095] この際、制御部は、傾斜カメラで撮像した撮像画像を正対カメラの座標系に変換した画像と、正対カメラが撮像した撮像画像とに基づき、各画素における計測領域の高さを決定することで、計測領域の三次元形状を計測するように、外観検査装置を構成しても良い。

[0096] また、制御部は、計測した計測領域の三次元形状を点群データとして保持するように、外観検査装置を構成しても良い。これによって、計測領域の三次元形状の視線を変えるといた任意の画像処理を施しつつ検査を行うことが可能となる。

[0097] さらに、カメラ31およびプロジェクター32それぞれの個数や配置についても、適宜変更が可能である。

符号の説明

- [0098] 1…外観検査装置
10…基板
2…搬送コンベア（基板保持部）
31a…正対カメラ

3 1 b ～ 3 1 e …傾斜カメラ
3 2 b ～ 3 2 e …プロジェクター
8 …チップ部品
8 1、8 2 …端子
9 1、9 2 …半田
1 0 0 …制御装置（制御部）
R（l）…計測領域
D e …部品データ
E …配置方向（特定方向）
E 1 …第 1 側
E 2 …第 2 側
V …配置方向に直交する方向
F 3 …検査範囲
Z …鉛直方向（基板の法線方向）
D s（l、P、C）…撮像画像

請求の範囲

- [請求項1] 基板を保持する基板保持部と、
 前記基板保持部に保持される前記基板に向けて光を照射するプロジェクターと、
 前記基板保持部に保持される前記基板の表面の法線方向に対して傾斜して配置された傾斜カメラと、
 前記基板に対して設定した計測領域に前記プロジェクターから光を照射しつつ前記計測領域を前記傾斜カメラにより撮像した撮像画像に基づき、前記計測領域の三次元形状を計測する制御部と
 を備えた外観検査装置。
- [請求項2] 少なくとも2台の前記傾斜カメラは、前記基板の表面の法線方向からの平面視において互いに異なる方向を向くとともに、それぞれの視野が前記基板の表面の検査範囲において互いに重複し、
 前記制御部は、前記複数の傾斜カメラの視野が重複する検査範囲内に前記計測領域を設定する請求項1に記載の外観検査装置。
- [請求項3] 前記制御部は、前記複数の傾斜カメラそれぞれの前記撮像画像のうち前記計測領域の三次元形状の計測に用いる前記撮像画像を、前記傾斜カメラが前記計測領域を撮像する方向に基づき選択する請求項2に記載の外観検査装置。
- [請求項4] 前記制御部は、前記基板の表面に半田により取り付けられた部品的位置および外形を示す部品データを取得し、前記計測領域を撮像する前記傾斜カメラの撮像方向に求める撮像条件を当該部品データに応じて設定し、前記撮像条件を満たす方向から前記計測領域を撮像する前記傾斜カメラの前記撮像画像を前記計測領域の三次元形状の計測に用いる請求項3に記載の外観検査装置。
- [請求項5] 前記制御部は、前記半田の表面に対して前記計測領域を設定し、前記半田と、前記基板に取り付けられる前記部品との位置関係を前記部品データから判断した結果に基づき前記撮像条件を設定する請求項4

に記載の外観検査装置。

- [請求項6] 前記部品は、端子を有するチップ部品を含み、
前記制御部は、前記部品データから、前記計測領域の設定対象である前記半田が付着する前記端子が、前記基板の表面に平行な特定方向における前記チップ部品の第1側の端に位置すると判断すると、前記計測領域の第1側から前記計測領域を撮像するという前記撮像条件を設定する請求項5に記載の外観検査装置。
- [請求項7] 少なくとも2台の前記傾斜カメラは、前記基板の表面に平行で前記特定方向に直交する方向において前記計測領域を挟むように配置されて前記計測領域を撮像し、
前記制御部は、前記撮像条件を満たす前記撮像画像を前記計測領域の三次元形状の計測に用いる請求項6に記載の外観検査装置。
- [請求項8] 前記制御部は、前記基板の表面に平行で前記特定方向に直交する方向において前記計測領域を挟むように配置された少なくとも2台の前記傾斜カメラのそれぞれの露光時間を互いに重複させて撮像を実行させる請求項7に記載の外観検査装置。
- [請求項9] 前記制御部は、複数の前記計測領域を設定し、前記複数の傾斜カメラのうち少なくとも2台の傾斜カメラに露光時間を互いに重複させて撮像を実行させ、前記複数の計測領域のそれぞれについて、前記計測領域の三次元形状の計測に用いる前記撮像画像を露光時間を互いに重複させた前記傾斜カメラの前記撮像画像のうちから選択する請求項3ないし8のいずれか一項に記載の外観検査装置。
- [請求項10] 前記プロジェクターは、前記基板保持部に保持される前記基板の表面の法線方向に対して傾斜して配置される請求項1ないし9のいずれか一項に記載の外観検査装置。
- [請求項11] 前記基板の表面の法線方向からの平面視において互いに異なる方向を向くとともに、それぞれの光の照射範囲が前記基板の表面において互いに重複する複数の前記プロジェクターを備える請求項10に記載

の外観検査装置。

[請求項12] 前記複数のプロジェクターのうちから前記計測領域の撮像に用いる前記プロジェクターを、前記プロジェクターが前記計測領域に光を照射する照射方向に基づき選択する請求項11に記載の外観検査装置。

[請求項13] 前記制御部は、前記基板の表面に半田により取り付けられた部品の位置および外形を示す部品データを取得し、前記計測領域に光を照射する前記プロジェクターの光の照射方向に求める照射条件を当該部品データに応じて設定し、前記照射条件を満たす方向から前記計測領域に光を照射する前記プロジェクターを点灯させつつ前記傾斜カメラに前記計測領域を撮像させる請求項12に記載の外観検査装置。

[請求項14] 前記制御部は、前記半田の表面に対して前記計測領域を設定し、前記半田と、前記基板に取り付けられる前記部品との位置関係を前記部品データから判断した結果に基づき前記照射条件を設定する請求項13に記載の外観検査装置。

[請求項15] 前記部品は、端子を有するチップ部品を含み、
前記制御部は、前記部品データから、前記計測領域の設定対象である前記半田が付着する前記端子が、前記基板の表面に平行な特定方向における前記チップ部品の第1側の端に位置すると判断すると、前記計測領域の第1側から前記計測領域に光を照射するという前記照射条件を設定する請求項14に記載の外観検査装置。

[請求項16] 少なくとも2台の前記プロジェクターは、前記基板の表面に平行で前記特定方向に直交する方向において前記計測領域を挟むように配置され、

前記制御部は、少なくとも2台の前記プロジェクターを順番に点灯させて前記計測領域を撮像する請求項15に記載の外観検査装置。

[請求項17] 前記複数の傾斜カメラは、前記基板の表面の法線を中心に90度のピッチで円周状に配列された少なくとも4台の前記傾斜カメラを含み、

前記プロジェクターは、前記基板の表面の法線方向からの平面視において、前記４台の傾斜カメラそれぞれの光軸と４５度で交差する方向に平行な縞からなるパターンの光を前記計測領域に照射し、

前記制御部は、前記プロジェクターから前記計測領域に光を照射しつつ前記４台の傾斜カメラの露光時間を互いに重複させて前記計測領域を撮像した結果に基づき、前記計測領域の三次元形状を計測する請求項２に記載の外観検査装置。

[請求項18] 前記基板の表面の法線方向を向くとともに、前記基板の表面において前記複数の傾斜カメラの視野と重複する視野を有する正対カメラをさらに備え、

前記制御部は、前記計測領域に前記プロジェクターから光を照射しつつ前記計測領域を前記正対カメラで撮像した撮像画像と、前記傾斜カメラにより撮像した前記撮像画像とに基づき、前記計測領域の三次元形状を計測する請求項１ないし１７のいずれか一項に記載の外観検査装置。

[請求項19] 前記制御部は、前記傾斜カメラで撮像した前記撮像画像を前記正対カメラの座標系に変換した画像と、前記正対カメラが撮像した前記撮像画像とに基づき、各画素における前記計測領域の高さを決定することで、前記計測領域の三次元形状を計測する請求項１８に記載の外観検査装置。

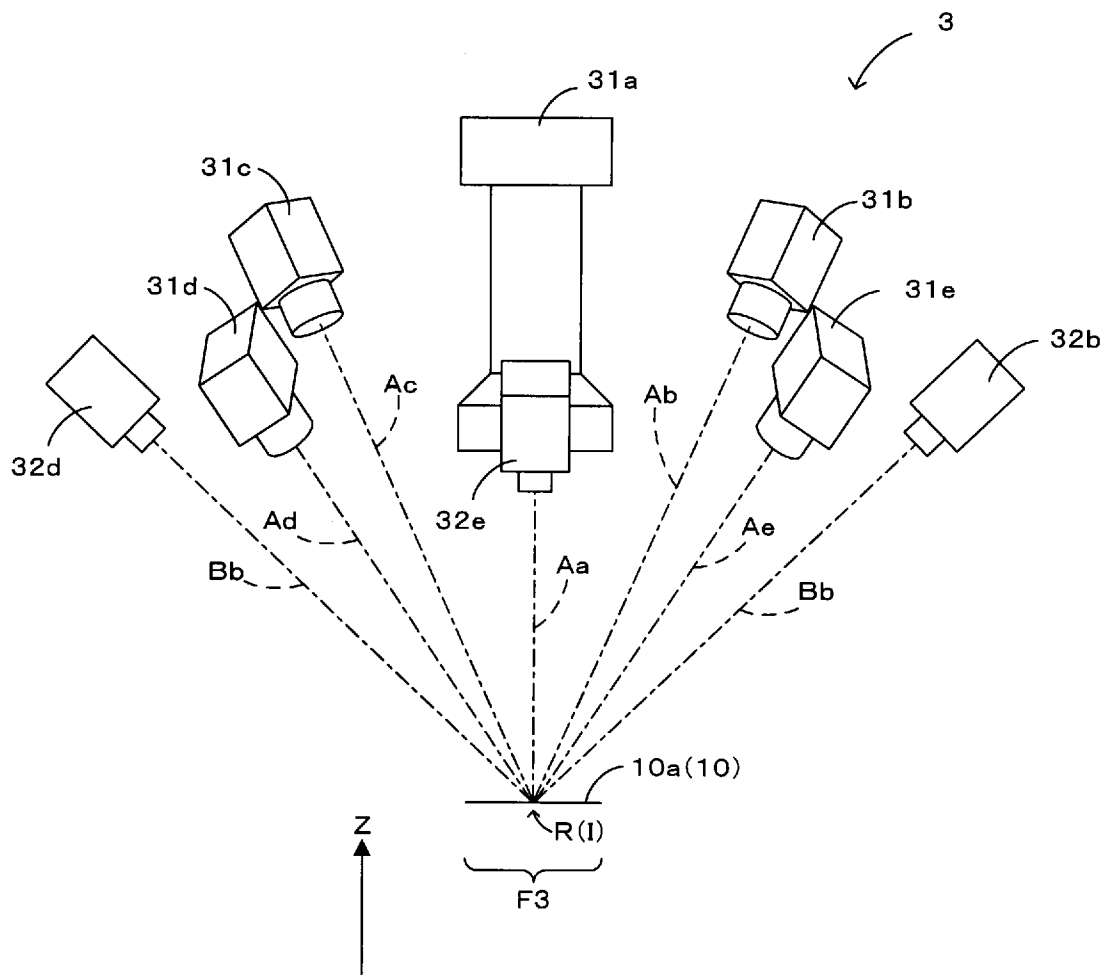
[請求項20] 前記制御部は、計測した前記計測領域の三次元形状を点群データとして保持する請求項１ないし１９のいずれか一項に記載の外観検査装置。

[請求項21] 基板に対して計測領域を設定する工程と、
前記計測領域に光を照射しつつ、前記基板の表面の法線方向に対して傾斜して配置された傾斜カメラにより前記計測領域を撮像して、撮像画像を取得する工程と、

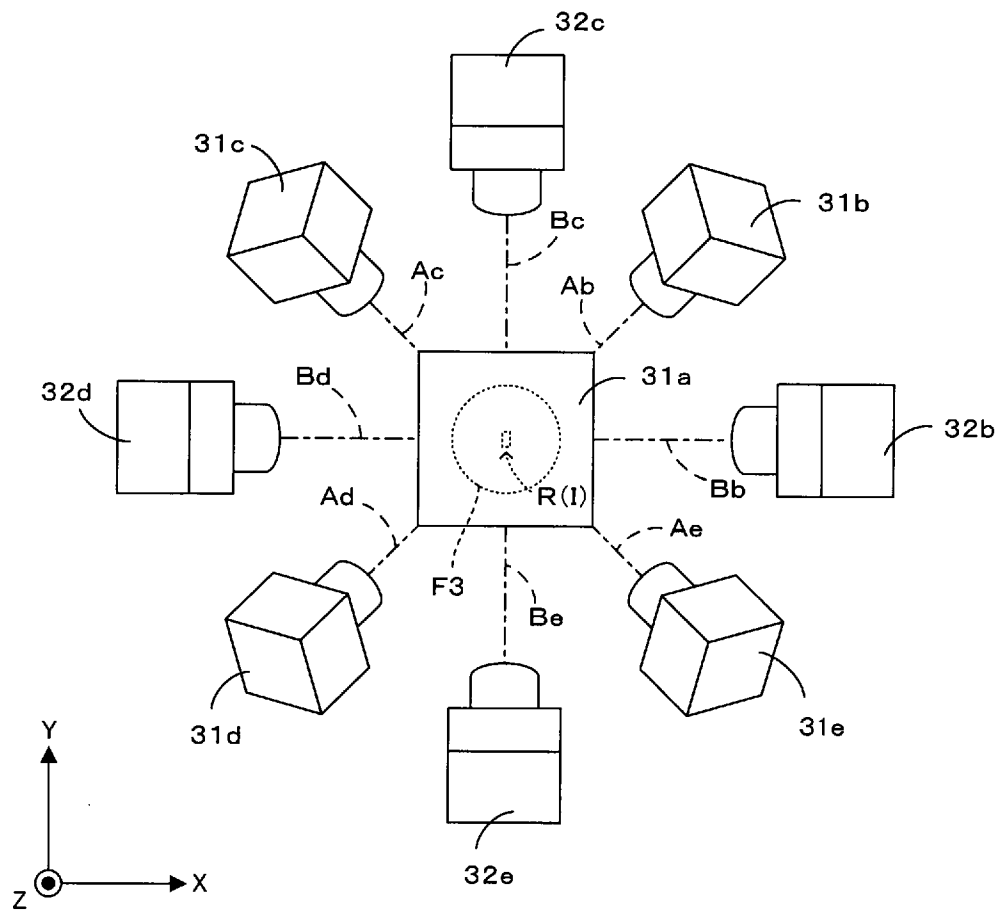
前記撮像画像に基づき前記計測領域の三次元形状を計測する工程と

を備える外観検査方法。

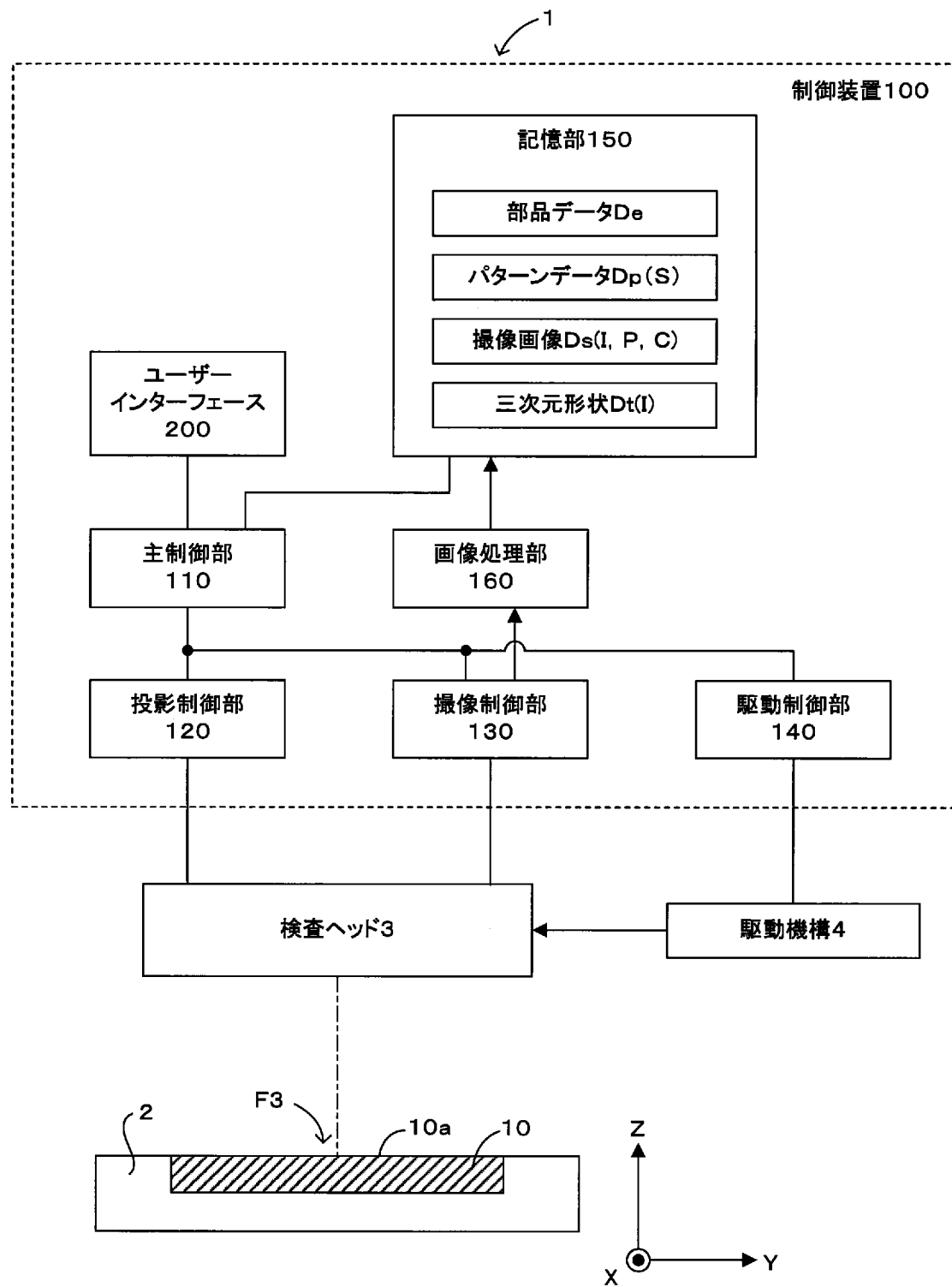
[図1]



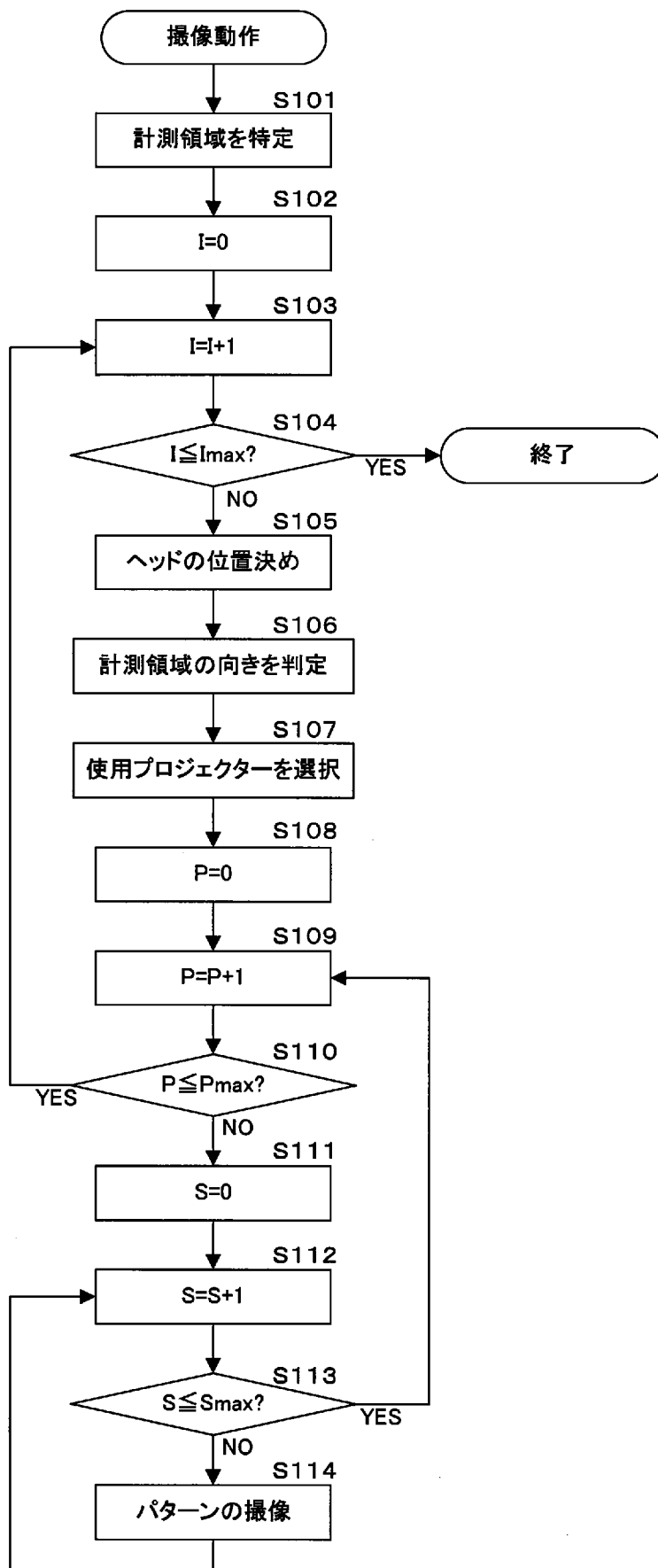
[図2]



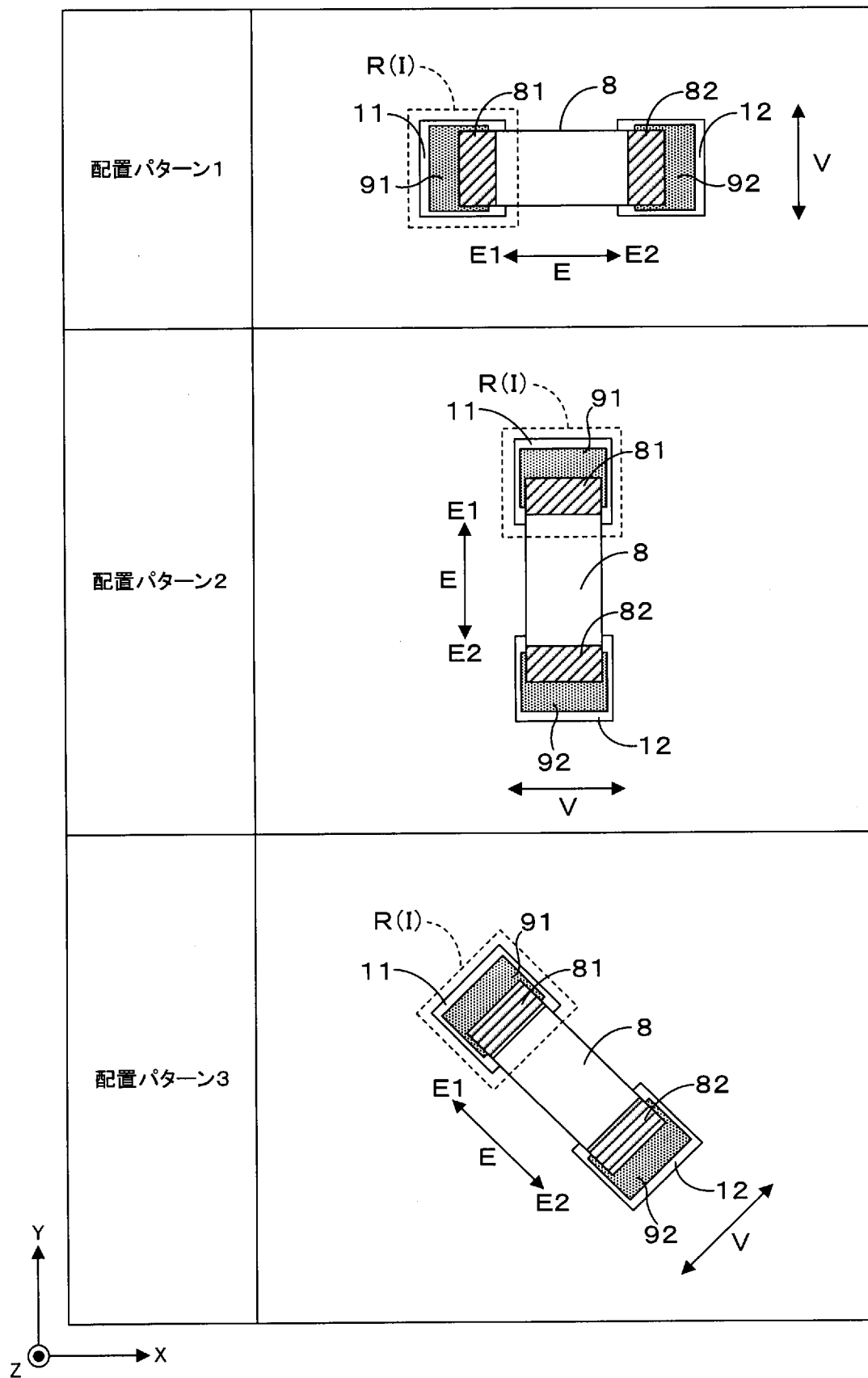
[図3]



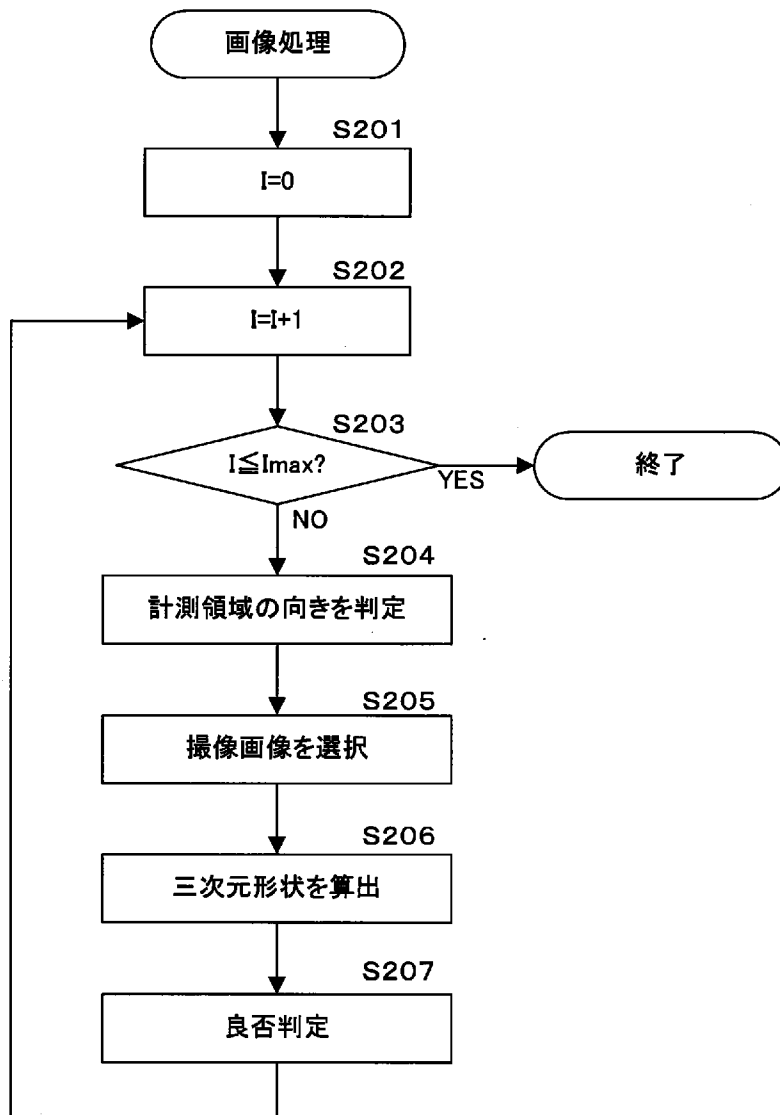
[図4]



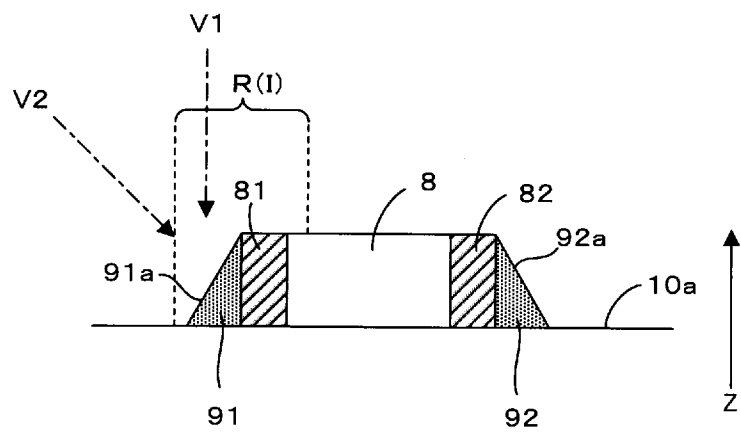
[図5]



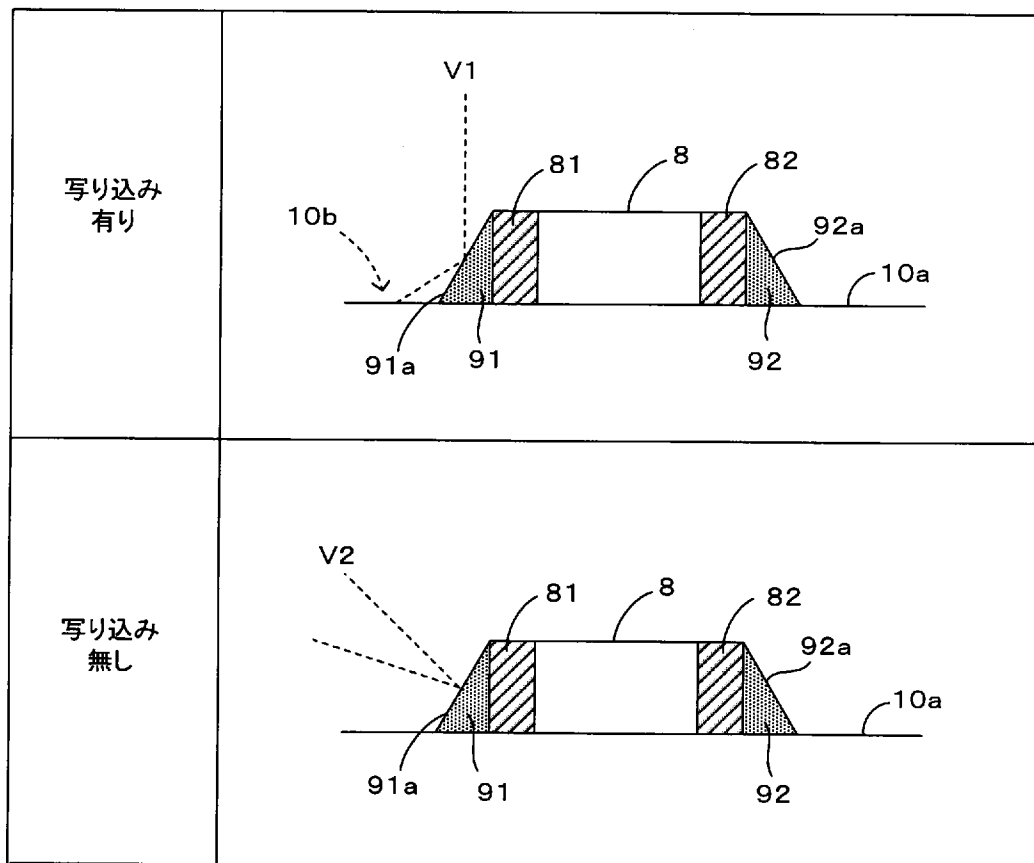
[図6]



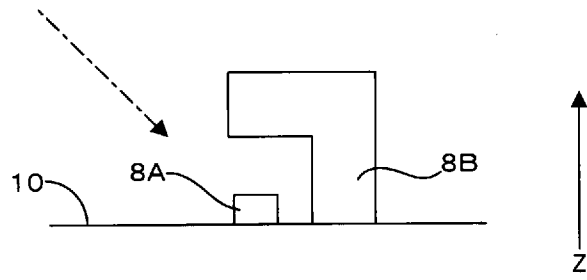
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/061423

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B11/25(2006.01)i, G01N21/956(2006.01)i, H05K13/08(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01B11/00-11/30, G01N21/84-21/958, H05K3/30, H05K13/00-13/08

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 Y	JP 2002-107311 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 10 April 2002 (10.04.2002), abstract; claims; paragraphs [0001], [0006] to [0008], [0018] to [0037]; all drawings (Family: none)	1-16, 18-21 17
Y A	JP 2014-510276 A (Mirtec Co., Ltd.), 24 April 2014 (24.04.2014), paragraphs [0001], [0017] to [0019]; fig. 3 & US 2014/0232850 A1 & WO 2012/121558 A1 & EP 2685242 A1 & KR 10-2012-0103281 A & CN 103562711 A	17 1-16, 18-21

☒ 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
02 July 2015 (02.07.15)

Date of mailing of the international search report
14 July 2015 (14.07.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/061423

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2015-1381 A (Yamaha Motor Co., Ltd.), 05 January 2015 (05.01.2015), entire text; all drawings & US 2014/0368835 A1 & EP 2813808 A2 & CN 104236481 A & KR 10-2014-0145541 A	1-21
A	JP 2009-92485 A (DJTECH Co., Ltd.), 30 April 2009 (30.04.2009), abstract; paragraphs [0006] to [0008], [0025] to [0026]; fig. 1, 3 (Family: none)	1-21
A	JP 59-8086 A (Hitachi, Ltd.), 17 January 1984 (17.01.1984), page 3, upper right column, line 9 to lower left column, line 3; fig. 11 (Family: none)	1-21
A	JP 2002-310625 A (Omron Corp.), 23 October 2002 (23.10.2002), paragraphs [0018], [0024] to [0025]; fig. 4 (Family: none)	1-21
A	JP 2015-21862 A (3D Media Co., Ltd.), 02 February 2015 (02.02.2015), abstract; fig. 1 & JP 5633058 B1	1-21
A	JP 2000-88542 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 31 March 2000 (31.03.2000), paragraphs [0015] to [0022]; fig. 1 (Family: none)	1-21

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01B11/25(2006.01)i, G01N21/956(2006.01)i, H05K13/08(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01B11/00-11/30, G01N21/84-21/958, H05K3/30, H05K13/00-13/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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 2002-107311 A（三菱重工業株式会社）2002.04.10, 要約欄, 特許請求の範囲欄, 段落0001, 0006-0008, 0018-0037, 全図（ファミリーなし）	1-16, 18-21
Y		17
Y	JP 2014-510276 A（ミルテク カンパニー リミテッド） 2014.04.24, 段落0001, 0017-0019, 図3 & US 2014/0232850 A1 & WO 2012/121558 A1 & EP 2685242 A1 & KR 10-2012-0103281 A & CN 103562711 A	17
A		1-16, 18-21

☒ 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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「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

0 2 . 0 7 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 4 . 0 7 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

神谷 健一

2 S

9 7 0 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 8

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2015-1381 A (ヤマハ発動機株式会社) 2015.01.05, 全文, 全図 & US 2014/0368835 A1 & EP 2813808 A2 & CN 104236481 A & KR 10-2014-0145541 A	1-21
A	JP 2009-92485 A (株式会社D J T E C H) 2009.04.30, 要約欄, 段落 0 0 0 6 - 0 0 0 8, 0 0 2 5 - 0 0 2 6, 図 1, 3 (ファミリーなし)	1-21
A	JP 59-8086 A (株式会社日立製作所) 1984.01.17, 3 頁右上欄 9 行 - 同頁左下欄 3 行, 第 1 1 図 (ファミリーなし)	1-21
A	JP 2002-310625 A (オムロン株式会社) 2002.10.23, 段落 0 0 1 8, 0 0 2 4 - 0 0 2 5, 図 4 (ファミリーなし)	1-21
A	JP 2015-21862 A (株式会社三次元メディア) 2015.02.02, 要約欄, 図 1 & JP 5633058 B1	1-21
A	JP 2000-88542 A (三菱重工業株式会社) 2000.03.31, 段落 0 0 1 5 - 0 0 2 2, 図 1 (ファミリーなし)	1-21