

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6287360号
(P6287360)

(45) 発行日 平成30年3月7日(2018.3.7)

(24) 登録日 平成30年2月16日(2018.2.16)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 B 11/25 (2006.01) GO 1 B 11/25 H
GO 1 N 21/956 (2006.01) GO 1 N 21/956 B

請求項の数 9 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2014-43754 (P2014-43754)	(73) 特許権者	000002945 オムロン株式会社 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不 動堂町801番地
(22) 出願日	平成26年3月6日(2014.3.6)	(74) 代理人	100085006 弁理士 世良 和信
(65) 公開番号	特開2015-169510 (P2015-169510A)	(74) 代理人	100106622 弁理士 和久田 純一
(43) 公開日	平成27年9月28日(2015.9.28)	(74) 代理人	100125357 弁理士 中村 剛
審査請求日	平成28年12月13日(2016.12.13)	(72) 発明者	大西 康裕 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不 動堂町801番地 オムロン株式会社内
		審査官	清水 靖記

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 検査装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

部品がはんだ付けされた基板を垂直方向から撮影するカメラを有する検査装置であって、

検査装置内に搬送された基板と前記カメラの光軸との交点を原点とし、基板表面に平行で且つ基板の搬送方向に平行にX軸、基板表面に平行で且つ基板の搬送方向に垂直にY軸、基板表面に垂直にZ軸をとり、Z軸となす角を天頂角、原点から見たXY面内における方向を方位という場合に、

天頂角に応じて色又は輝度が段階的若しくは連続的に変化する照明光を全方位から基板に対し照射可能に構成された照明装置と、

Z軸に対し斜めの方向から、パタン光を基板に対し投影可能に構成された一つ又は複数の投影装置と、

前記照明装置を点灯した状態、又は、前記投影装置から前記パタン光を投影した状態で前記カメラにより撮影された基板の画像を用いて検査を行う処理装置と、を有し、

前記投影装置は、前記照明装置に設けられた開口を通して、パタン光を基板に対し投影するものであり、

前記開口は、原点から見て、X軸方向とY軸方向のいずれとも異なる方位に設けられている

ことを特徴とする検査装置。

【請求項2】

前記照明装置は、ドーム状の発光領域を有する照明装置であり、
少なくともX軸正方向、X軸負方向、Y軸正方向、Y軸負方向の四つの方位では、最小の天頂角から最大の天頂角まで前記発光領域が連続している
ことを特徴とする請求項1に記載の検査装置。

【請求項3】

前記照明装置は、色又は輝度が異なる複数の発光体を天頂角を変えて配置した照明装置であり、

少なくともX軸正方向、X軸負方向、Y軸正方向、Y軸負方向の四つの方位では、前記複数の発光体が略隙間なく並べられている
ことを特徴とする請求項1に記載の検査装置。

10

【請求項4】

X軸正方向の方位角を0度とした場合に、
前記開口は、原点から見て、約45度、約135度、約225度、約315度のうちのいずれかの方位に設けられている
ことを特徴とする請求項1～3のうちいずれか1項に記載の検査装置。

【請求項5】

二つの投影装置を有しており、
一方の投影装置用の開口と他方の投影装置用の開口とが、原点から見て、180度異なる方位に設けられている
ことを特徴とする請求項1～4のうちいずれか1項に記載の検査装置。

20

【請求項6】

前記照明装置に設けられた開口を通して、Z軸に対して斜めの方向から、基板を撮影する一つ又は複数の斜視カメラをさらに有する
ことを特徴とする請求項1～5のうちいずれか1項に記載の検査装置。

【請求項7】

前記投影装置用の開口と前記斜視カメラ用の開口とが、原点から見て、異なる方位に設けられている
ことを特徴とする請求項6に記載の検査装置。

【請求項8】

前記投影装置の光軸と前記斜視カメラの光軸を一致させる光学部材をさらに有し、
前記投影装置用の開口が前記斜視カメラ用の開口を兼ねている
ことを特徴とする請求項6に記載の検査装置。

30

【請求項9】

前記照明装置に設けられた開口による照明光の欠損を補う補完光を、基板に対し照射する補完照明装置をさらに有する
ことを特徴とする請求項1～8のうちいずれか1項に記載の検査装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、部品がはんだ付けされた基板の検査装置に関する。

40

【背景技術】

【0002】

リフロー後の基板をカメラで撮影し、得られた画像を解析することで部品のはんだ接合の良否を検査する検査装置が知られている。この種の検査装置では、R、G、Bの照明を異なる入射角ではんだ面に当て、各色の反射光をカメラで撮影することで、はんだフィルットの3次元形状を2次元の色相情報として画像化する方法（いわゆるカラーハイライト方式）が用いられることが多い。また最近では、はんだ形状計測用の照明に加え、拡散物体の3次元形状（部品本体の高さなど）を計測するためのパタン光を投射する投影装置を搭載した検査装置もある（特許文献1、2参照）。

【先行技術文献】

50

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2011-149736号公報

【特許文献2】特開2013-221861号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

図12に、特許文献1の検査装置の構成を模式的に示す。この検査装置では、青色照明101B、緑色照明101G、赤色照明101Rの3つのリング状照明ではんだ形状計測用の照明装置が構成されており、X軸方向左右に2台の投影装置103が設置されている。はんだ形状を計測する際には、照明101B、101G、101Rを用いて基板104に青色光B、緑色光G、赤色光Rを照射し、その反射光をZ軸上に配置されたカメラ102で撮影する。また、部品高さを計測する際には、左右の投影装置103から縞状のパタン光Lを投射し、カメラ102で撮影を行う。

10

【0005】

パタン光Lは基板104に対し斜めの方向から投射しなければならない。そのため、従来装置では、図12に示すようにリング状照明101Bと101Gの間隔を大きくとり、そのあいだに投影装置103を配置するか、特許文献2のように照明装置の中腹にパタン光投影用の開口を形成することで、照明装置と投影装置の物理的干渉を回避している。

20

【0006】

しかしながら、照明装置に隙間や開口を設けると、図12に示すように照明光に抜けが生じ、はんだ形状の計測性能を低下させてしまうという問題が発生する。言い換えると、はんだフィレット表面の傾斜を精度よく計測するには、照明装置の照明光が入射角方向(天頂角方向)に広く連続した角度レンジを有することが望ましいところ、従来装置では、パタン光投影のために照明光の角度レンジの一部を犠牲にしていたのである。

【0007】

本発明は上記実情に鑑みなされたものであり、その目的とするところは、パタン光を投影する投影装置を有する検査装置において、はんだ形状の良好な計測性能を実現するための技術を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の第一態様は、部品がはんだ付けされた基板を垂直方向から撮影するカメラを有する検査装置であって、検査装置内に搬送された基板と前記カメラの光軸との交点を原点とし、基板表面に平行で且つ基板の搬送方向に平行にX軸、基板表面に平行で且つ基板の搬送方向に垂直にY軸、基板表面に垂直にZ軸をとり、Z軸となす角を天頂角、原点から見たXY面内における方向を方位という場合に、天頂角に応じて色又は輝度が段階的若しくは連続的に変化する照明光を全方位から基板に対し照射可能に構成された照明装置と、Z軸に対し斜めの方向から、パタン光を基板に対し投影可能に構成された一つ又は複数の投影装置と、前記照明装置を点灯した状態、又は、前記投影装置から前記パタン光を投影した状態で前記カメラにより撮影された基板の画像を用いて検査を行う処理装置と、を有し、前記投影装置は、前記照明装置に設けられた開口を通して、パタン光を基板に対し投影するものであり、前記開口は、原点から見て、X軸方向とY軸方向のいずれとも異なる方位に設けられていることを特徴とする検査装置である。

40

【0009】

本発明の第二態様は、部品がはんだ付けされた基板を垂直方向から撮影するカメラを有する検査装置であって、検査装置内に搬送された基板と前記カメラの光軸との交点を原点とし、基板表面に平行で且つ基板の搬送方向に平行にX軸、基板表面に平行で且つ基板の搬送方向に垂直にY軸、基板表面に垂直にZ軸をとり、Z軸となす角を天頂角、原点から見たXY面内における方向を方位という場合に、天頂角に応じて色又は輝度が段階的若しくは連続的に変化する照明光を全方位から基板に対し照射可能に構成された照明装置と、

50

前記照明装置に設けられた開口を通して、Z軸に対し斜めの方向から、パターン光を基板に対し投影可能に構成された一つ又は複数の投影装置と、前記照明装置に設けられた開口による照明光の欠損を補う補完光を、基板に対し照射する補完照明装置と、前記照明装置及び前記補完照明装置を点灯させた状態、又は、前記投影装置から前記パターン光を投影した状態で前記カメラにより撮影された基板の画像を用いて検査を行う処理装置と、を有することを特徴とする検査装置である。

【0010】

本発明の第三態様は、部品がはんだ付けされた基板を垂直方向から撮影するカメラを有する検査装置であって、検査装置内に搬送された基板と前記カメラの光軸との交点を原点とし、基板表面に平行で且つ基板の搬送方向に平行にX軸、基板表面に平行で且つ基板の搬送方向に垂直にY軸、基板表面に垂直にZ軸をとり、Z軸となす角を天頂角、原点から見たXY面内における方向を方位という場合に、天頂角に応じて色又は輝度が段階的若しくは連続的に変化する照明光を全方位から基板に対し照射可能に構成された照明装置と、前記照明装置に設けられた開口を通して、Z軸に対し斜めの方向から、パターン光を基板に対し投影可能に構成された一つ又は複数の投影装置と、前記照明装置に設けられた開口を通して、Z軸に対して斜めの方向から、基板を撮影する一つ又は複数の斜視カメラと、前記照明装置を点灯した状態もしくは前記投影装置から前記パターン光を投影した状態で前記カメラにより撮影された基板の画像、又は、前記照明装置を点灯した状態で前記斜視カメラにより撮影された基板の画像を用いて検査を行う処理装置と、を有し、前記投影装置用の開口と前記斜視カメラ用の開口とが、原点から見て、異なる方位に設けられていることを特徴とする検査装置である。

【0011】

本発明の第四態様は、部品がはんだ付けされた基板を垂直方向から撮影するカメラを有する検査装置であって、検査装置内に搬送された基板と前記カメラの光軸との交点を原点とし、基板表面に平行で且つ基板の搬送方向に平行にX軸、基板表面に平行で且つ基板の搬送方向に垂直にY軸、基板表面に垂直にZ軸をとり、Z軸となす角を天頂角、原点から見たXY面内における方向を方位という場合に、天頂角に応じて色又は輝度が段階的若しくは連続的に変化する照明光を全方位から基板に対し照射可能に構成された照明装置と、前記照明装置に設けられた開口を通して、Z軸に対し斜めの方向から、パターン光を基板に対し投影可能に構成された一つ又は複数の投影装置と、前記照明装置に設けられた開口を通して、Z軸に対して斜めの方向から、基板を撮影する一つ又は複数の斜視カメラと、前記照明装置を点灯した状態もしくは前記投影装置から前記パターン光を投影した状態で前記カメラにより撮影された基板の画像、又は、前記照明装置を点灯した状態で前記斜視カメラにより撮影された基板の画像を用いて検査を行う処理装置と、前記投影装置の光軸と前記斜視カメラの光軸を一致させる光学部材と、を有し、前記投影装置用の開口が前記斜視カメラ用の開口を兼ねていることを特徴とする検査装置である。

【0012】

以上述べた各態様の検査装置によれば、投影装置用の開口や斜視カメラ用の開口による照明光の抜けがはんだ形状の計測に与え得る影響を従来よりも小さくでき、安定した形状計測を実現することができる。

【0013】

第一態様ないし第四態様の検査装置において、前記照明装置は、ドーム状の発光領域を有する照明装置であり、少なくともX軸正方向、X軸負方向、Y軸正方向、Y軸負方向の四つの方位では、最小の天頂角から最大の天頂角まで前記発光領域が連続しているとよい。あるいは、前記照明装置は、色又は輝度が異なる複数の発光体を天頂角を変えて配置した照明装置であり、少なくともX軸正方向、X軸負方向、Y軸正方向、Y軸負方向の四つの方位では、前記複数の発光体が略隙間なく並べられているとよい。かかる構成の照明装置を用いることで、X軸正方向、X軸負方向、Y軸正方向、Y軸負方向に向いたはんだフィレットの傾斜面の形状を精度よく計測することが可能となる。

【0014】

第一態様ないし第四態様の検査装置において、X軸正方向の方位角を0度とした場合に、前記開口は、原点から見て、約45度、約135度、約225度、約315度のうちのいずれかの方位に設けられているとよい。X軸方向とY軸方向のいずれからも最も遠い方位に配置することで、開口による影響を最小限にできるからである。

【0015】

第一態様ないし第四態様の検査装置において、二つの投影装置を有しており、一方の投影装置用の開口と他方の投影装置用の開口とが、原点から見て、180度異なる方位に設けられているとよい。これにより、二つの投影装置だけで、基板上の計測対象の略全体をカバーすることができる。

【0016】

第一態様又は第二態様の検査装置において、前記照明装置に設けられた開口を通して、Z軸に対して斜めの方向から、基板を撮影する一つ又は複数の斜視カメラをさらに有することも好ましい。

【0017】

上記構成および処理の各々は技術的な矛盾が生じない限り互いに組み合わせて本発明を構成することができる。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、パタン光を投影する投影装置を有する検査装置において、はんだ形状の良好な計測性能を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】第1実施形態の検査装置の構成を模式的に示す図。

【図2】第2実施形態の検査装置の構成を模式的に示す図。

【図3】第3実施形態の検査装置の構成を模式的に示す図。

【図4】第4実施形態の検査装置の構成を模式的に示す図。

【図5】第5実施形態の検査装置の構成を模式的に示す図。

【図6】第6実施形態の検査装置の構成を模式的に示す図。

【図7】第7実施形態の検査装置の構成を模式的に示す図。

【図8】第8実施形態の検査装置の構成を模式的に示す図。

【図9】第9実施形態の検査装置の構成を模式的に示す図。

【図10】基板上に表面実装された部品を模式的に示す図。

【図11】座標系を説明する図。

【図12】従来の検査装置の構成を模式的に示す図。

【発明を実施するための形態】

【0020】

本発明は、部品がはんだ付けされた基板（リフロー後基板）のはんだ接合の良否を検査するための基板外観検査装置（以下、単に「検査装置」と呼ぶ）に関するものであり、特に、カメラ、照明装置、投影装置などの配置上の工夫に関するものである。以下、図面を参照して、本発明の好ましい実施形態のいくつかを例示する。

【0021】

図11に各実施形態の説明及び図面において用いる座標系を示す。検査装置内に搬送され検査位置に配置された基板とカメラの光軸との交点を原点Oとし、基板表面に平行で且つ基板の搬送方向に平行にX軸、基板表面に平行で且つ基板の搬送方向に垂直にY軸、基板表面に垂直にZ軸をとる。カメラの光軸はZ軸に一致している。また、ある点Qを考えたときに、原点Oと点Qを通る直線OQがZ軸となす角を点Qの天頂角()といい、原点Oから見たXY面内における方向を点Qの方位という。方位角()を記述する場合は、X軸正方向を0度として、反時計回りに、Y軸正方向を90度、X軸負方向を180度、Y軸負方向を270度とする。

【0022】

10

20

30

40

50

< 第 1 実施形態 >

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る検査装置の構成を模式的に示す図である。図 1 (a) は、Z 軸天頂側から照明装置と投影装置の配置を表した図であり、図 1 (b) は、図 1 (a) の A O B 線 (一点鎖線) における組み合わせ断面図である。

【 0 0 2 3 】

検査装置は、照明装置 1 と、カメラ 2 と、投影装置 3 と、処理装置 P と、搬送装置 (不図示) を有している。照明装置 1 は、はんだ形状計測用の照明であって、天頂角に応じて色が段階的若しくは連続的に変化する照明光を全方位から基板 4 に対し照射可能に構成されている。投影装置 3 は、拡散物体計測用の照明であって、Z 軸に対し斜めの方向 (例えば天頂角 = 約 3 0 度の方向) から、パタン光 3 L を基板 4 に対し投影可能に構成されている。カメラ 2 は、その光軸が Z 軸に一致するように配置され、垂直方向から基板 4 を撮影するカラーカメラであり、はんだ形状計測用の画像撮影と拡散物体計測用の画像撮影の両方に利用される。処理装置 P は、照明装置、投影装置、カメラ、搬送装置などの制御、カメラで撮影された画像の解析、はんだ接合の検査、部品高さの計測、検査結果の出力などの処理を担う装置である。搬送装置は、検査対象となる基板 4 を搬送するための装置であり、本実施形態では、X 軸の負側より基板 4 を搬入し、検査を終えた基板 4 を X 軸の正側へと搬出する (図 1 0 参照) 。

【 0 0 2 4 】

本実施形態の照明装置 1 は、青色 L E D 1 0 B、緑色 L E D 1 0 G、赤色 L E D 1 0 R が同心円状に配列された光源基板と、ドーム形状の拡散板 1 1 とから構成されたドーム状照明装置である。照明装置 1 の天頂部には開口 1 2 が設けられており、カメラ 2 はこの開口 1 2 を通して基板 4 を真上から撮影可能に設置される。また、照明装置 1 の中腹、検査位置 O から見て約 4 5 度の方位と約 2 2 5 度の方位には、投影装置用の開口 1 3 が形成されている。これより、照明装置 1 の外側に設置された投影装置 3 から、各開口 1 3 を通してパタン光 3 L を基板 4 に投影できるようになっている。

【 0 0 2 5 】

はんだ形状を計測する場合には、照明装置 1 を点灯し、拡散板 1 1 の発光領域 1 1 B、1 1 G、1 1 R からそれぞれ青色光 1 G、緑色光 1 G、赤色光 1 R を照射する。これにより、天頂角が大きくなるに従い青色、緑色、赤色と色が変化する照明光が全方位から基板 4 に対し照射される (つまり、ある天頂角 に対応する同じ色の光が、方位角 = 0 ~ 3 6 0 度の全ての方位から、基板 4 に入射する) 。この照明下で基板 4 を撮影すると、はんだ部分の画像には傾斜角に応じた色相が現れる。よって、色相の変化を解析することで、はんだフィレットの 3 次元形状 (ぬれ上がり高さ) などを推定することができる。

【 0 0 2 6 】

拡散物体の計測には、例えば、位相シフト、光切断法などの方法を利用することができる。位相シフトの場合には、投影装置 3 から縞状のパタン光を投影した状態で基板 4 を撮影する操作を、縞状パタンの周期を変化させながら複数回繰り返し、縞状パタンの位相の変化に基づき拡散物体の 3 次元形状 (部品高さなど) を推定する。また、光切断法の場合には、ライン状のパタン光を投影し、パタン光の変形により拡散物体の 3 次元形状を推定する。なお、投影装置 3 から投影するパタン光は、縞状やライン状のパタン光に限られず、所定の模様や形状をもつように形成された光であればどのようなものでもよい。

【 0 0 2 7 】

本実施形態の検査装置の利点について説明する。図 1 0 は、基板表面を上側からみた平面図であり、図 1 0 の右方向に基板 4 が搬送されるものとする。図 1 0 に示すように、基板 4 に表面実装される部品のほとんどは、基板 4 の縦方向又は横方向に平行に配列される。そのため、はんだフィレットの傾斜面は概ね X 軸方向か Y 軸方向を向くように形成されることとなる。この点、本実施形態では、投影装置用の開口 1 3 を X 軸方向と Y 軸方向のいずれとも異なる方位に設けているため、図 1 (b) の A O 断面に示すように、X 軸正方向 (0 度)、X 軸負方向 (1 8 0 度)、Y 軸正方向 (9 0 度)、Y 軸負方向 (2 7 0 度) の四つの方位では、最小の天頂角 \min (本実施形態では青色発光領域 1 1 B の上端の

10

20

30

40

50

天頂角)から最大の天頂角 max (本実施形態では赤色発光領域 11R の下端の天頂角)まで発光領域が連続し、照明光の抜けが無い。したがって、投影装置用の開口 13 による照明光の抜けがはんだ形状の計測に与え得る影響を十分に小さくでき、安定した形状計測を実現できる。

【0028】

なお、開口 13 の方位が X 軸方向 (0 度又は 180 度)と Y 軸方向 (90 度又は 270 度)のいずれとも異なっていさえすれば、開口 13 による影響を低減する効果は得られるが、本実施形態のように、X 軸方向と Y 軸方向のいずれからも最も遠い方位である $45 度 + n \times 90 度$ ($n = 0, 1, 2, 3$) の近辺に配置するのが、開口 13 による影響を最小限にできるため最も好ましい。

10

【0029】

また開口 13 を $45 度 + n \times 90 度$ の近辺に配置すると、検査位置から見て対角に (180 度異なる方位に) 配置した 2 台の投影装置 3 だけで、基板上の計測対象の略全体をカバーできるという利点もある。すなわち、本実施形態のように約 45 度と約 225 度に開口 13 を設けた場合であれば、約 45 度から投影したパタン光により、部品の上面と X 軸正方向側の面と Y 軸正方向側の面の三つの面を照らすことができ、約 225 度から投影したパタン光により、部品の上面と X 軸負方向側の面と Y 軸負方向側の面の三つの面を照らすことができるため、従来装置 (図 12 参照) のように X 軸方向の左右に 2 台の投影装置 103 を設置した場合よりも、死角 (パタン光が届かない部分) を減らすことができる。

20

【0030】

< 第 2 実施形態 >

図 2 は、本発明の第 2 実施形態に係る検査装置の構成を模式的に示す図である。第 1 実施形態との違いは、投影装置 3 を四つ設置し、投影装置用の開口 13 を約 45 度、約 135 度、約 225 度、約 315 度の四つの方位に設けた点である。かかる構成によっても第 1 実施形態と同様の作用効果を得ることができる。

【0031】

< 第 3 実施形態 >

図 3 は、本発明の第 3 実施形態に係る検査装置の構成を模式的に示す図である。図 3 (a) は、Z 軸天頂側から照明装置と投影装置と斜視カメラの配置を表した図であり、図 3 (b) は、図 3 (a) の AOB 線 (一点鎖線) における組み合わせ断面図である。以下、第 1 実施形態との相違部分についてのみ説明する。

30

【0032】

検査装置は、第 1 実施形態の構成に加え、4 台の斜視カメラ 5 を有している。斜視カメラ 5 は、Z 軸に対して斜めの方向から基板 4 を撮影するためのカメラである。斜視カメラ 5 は、真上からでは観測が困難な構造 (例えば、J リード等のフィレットやブリッジ) を検査する目的や、ステレオ撮影による 3 次元計測の目的などに利用可能である。斜視カメラ 5 も、投影装置 3 と同じく基板 4 に対し斜めに設置する必要があるため、本実施形態では照明装置 1 の中腹に斜視カメラ用の開口 15 を設けている。このとき、投影装置用の開口 13 と斜視カメラ用の開口 15 とが異なる方位になるように配置を工夫している。その理由は、2 つの開口 13、15 を同じ方位に縦に並べて設けた場合、その方位における照明光の抜けが極めて大きくなり、はんだ形状の計測精度が著しく低下するおそれがあるからである。具体的に本実施形態では、投影装置用の二つの開口 13 を約 45 度と約 225 度の方位に配置し、斜視カメラ用の四つの開口 15 を約 0 度、約 90 度、約 180 度、約 270 度の方位に配置することとした。

40

【0033】

以上述べた本実施形態の構成によっても、第 1 実施形態と同様の作用効果を得ることができる。なお、本実施形態の構成では、X 軸方向や Y 軸方向において開口 15 による照明光の抜けが生じるが、図から分かるように、斜視カメラ用の開口 15 は投影装置用の開口 13 に比べてサイズを小さくできるため、(従来のように投影装置用の開口を X 軸方向や Y 軸方向に配置するのと比較して) 開口 15 による影響はさほど問題とならない。

50

【 0 0 3 4 】

< 第 4 実施形態 >

図 4 は、本発明の第 5 実施形態に係る検査装置の構成を模式的に示す図である。第 3 実施形態との違いは、斜視カメラ 5 を二つにし、斜視カメラ用の開口 1 5 を約 1 3 5 度と約 3 1 5 度の二つの方位に設けた点である。この構成によれば、X 軸方向及び Y 軸方向における照明光の抜けを無くすることができるので、第 3 実施形態よりもはんだ形状計測の信頼性を向上することができる。

【 0 0 3 5 】

< 第 5 実施形態 >

図 5 は、本発明の第 5 実施形態に係る検査装置の構成を模式的に示す図である。第 5 実施形態は、第 1 実施形態又は第 2 実施形態の変形例であり、その違いは、各投影装置 3 に対し補完照明装置 6 と光学部材 7 を組み合わせた点である。

【 0 0 3 6 】

補完照明装置 6 は、投影装置用の開口 1 3 による照明光の欠損を補うための補完光 6 G を照射する照明である。本実施形態では、投影装置用の開口 1 3 が緑色光 1 G の領域に形成されているため、緑色の補完光 6 G を発する緑色 LED により補完照明装置 6 が形成される。光学部材 7 は、補完照明装置 6 の光軸と投影装置 3 の光軸とを一致させるための光学系であり、例えばハーフミラーを用いることができる。

【 0 0 3 7 】

はんだ形状を計測する際、照明装置 1 と補完照明装置 6 の両方を点灯することで、開口 1 3 を通して補完光 6 G が基板 4 に照射されるため、実質的に開口 1 3 が無いのと同じ照明状態を実現することができる。したがって、本実施形態によれば、前述した実施形態よりもさらにはんだ形状計測の信頼性を向上することができる。

【 0 0 3 8 】

< 第 6 実施形態 >

図 6 は、本発明の第 6 実施形態に係る検査装置の構成を模式的に示す図である。第 6 実施形態は、第 3 実施形態の変形例であり、その違いは、各投影装置 3 に対し補完照明装置 6 と光学部材 7 を組み合わせた点と各斜視カメラ 5 に対し補完照明装置 8 と光学部材 9 を組み合わせた点である。投影装置用の補完照明装置 6 及び光学部材 7 は第 5 実施形態のものと同様のため説明を省略する。

【 0 0 3 9 】

補完照明装置 8 は、斜視カメラ用の開口 1 5 による照明光の欠損を補うための補完光 8 G を照射する照明である。本実施形態では、斜視カメラ用の開口 1 5 が緑色光 1 G の領域に形成されているため、緑色の補完光 8 G を発する緑色 LED により補完照明装置 8 が形成される。光学部材 9 は、補完照明装置 8 の光軸と斜視カメラ 5 の光軸とを一致させるための光学系であり、例えばハーフミラーを用いることができる。

【 0 0 4 0 】

はんだ形状を計測する際、照明装置 1 と補完照明装置 6 と補完照明装置 8 を点灯することで、開口 1 3 と 1 5 を通して補完光 6 G と 8 G が基板 4 に照射されるため、実質的に開口 1 3、1 5 が無いのと同じ照明状態を実現することができる。したがって、本実施形態によれば、前述した実施形態よりもさらにはんだ形状計測の信頼性を向上することができる。

【 0 0 4 1 】

< 第 7 実施形態 >

図 7 は、本発明の第 7 実施形態に係る検査装置の構成を模式的に示す図である。第 7 実施形態では、投影装置 3 と斜視カメラ 5 を 1 ユニットにした点が特徴である。

図 7 (b) に示すように、ハーフミラー等の光学部材 7 によって投影装置 3 の光軸と斜視カメラ 5 の光軸を一致させ、投影装置用の開口 1 3 が斜視カメラ用の開口も兼ねている。このように投影装置 3 と斜視カメラ 5 で開口を共通にしたことで、照明装置 1 に設けるべき開口の数 (面積) を前述の実施形態よりも減らすことができる。したがって、開口に

10

20

30

40

50

よる照明光の抜けを小さくでき、はんだ形状計測の信頼性を向上することができる。

【 0 0 4 2 】

< 第 8 実施形態 >

図 8 は、本発明の第 8 実施形態に係る検査装置の構成を模式的に示す図である。第 8 実施形態は、第 7 実施形態の変形例であり、その違いは、投影装置 3 と斜視カメラ 5 のユニットを X 軸正方向、X 軸負方向、Y 軸正方向、Y 軸負方向それぞれに配置した点である。

本実施形態の構成によっても、第 7 実施形態と同様の作用効果を得ることができる。なお、本実施形態の構成では、X 軸方向や Y 軸方向において開口 1 3 による照明光の抜けが生じるが、一つの開口 1 3 が投影装置用の開口と斜視カメラ用の開口を兼ねているため、（投影装置用の開口と斜視カメラ用の開口を別々に設ける構成と比較して）開口 1 3 による照明光の抜けの影響を低減できる効果が得られる。

10

【 0 0 4 3 】

< 第 9 実施形態 >

図 9 は、本発明の第 9 実施形態に係る検査装置の構成を模式的に示す図である。前述した実施形態では、ドーム状照明装置 1 を用いていたのに対し、本実施形態では、色が異なる複数の発光体 2 0 B、2 0 G、2 0 R から構成された照明装置 2 0 を用いている点が異なる。

【 0 0 4 4 】

発光体 2 0 B は、青色光を発する環状照明であり、例えば、環状基板に青色 LED を配列することで作製することができる。発光体 2 0 G は、緑色光を発する環状照明であり、発光体 2 0 R は、赤色光を発する環状照明であり、それぞれ発光体 2 0 B と同じように作製可能である。三つの発光体 2 0 B、2 0 G、2 0 R を天頂角を変えて配置することで、前述したドーム状照明装置 1 と同様の照明光を照射することができる。

20

【 0 0 4 5 】

本実施形態においては、照明装置 2 0 の外側に配置した投影装置 3 から基板 4 へパタン光を投影するため、発光体 2 0 G の一部に投影装置用の開口 1 3 を形成している。このときも、開口 1 3 の方位を X 軸方向と Y 軸方向のいずれとも異ならせることで、第 1 実施形態で述べたのと同様の作用効果を得ることができる。なお、照明光の抜けを極力少なくし、はんだ形状計測の信頼性を高めるため、開口 1 3 以外の部分では発光体同士を略隙間なく並べる（隙間を無くすか、はんだ形状の計測に影響を及ぼさない程度の十分に小さい隙間とする）とよい。

30

【 0 0 4 6 】

< その他 >

上記の実施形態の説明は、本発明を例示的に説明するものに過ぎず、本発明は上記の具体的な形態には限定されない。本発明は、その技術的思想の範囲内で種々の変形が可能である。

例えば、各々の実施形態の構成は、技術的な矛盾が生じない限り、互いに組み合わせることもできる。また、第 1 実施形態や第 2 実施形態の投影装置 3 を斜視カメラ 5 に置き換えた構成を採ることもできる。すなわち、照明装置 1 とカメラ 2 と斜視カメラ 5 を有する構成において、斜視カメラ用の開口を X 軸方向や Y 軸方向とは異なる方位に設けるのである。

40

また、はんだ形状計測用の照明装置として、3 色の照明を用いたが、2 色又は 4 色以上の照明を用いることもできる。また、段階的に色が変化する照明ではなく、連続的に色が変化する照明を用いてもよい。あるいは、色でなく、輝度が段階的又は連続的に変化する照明を用いることも可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 7 】

1 : 照明装置

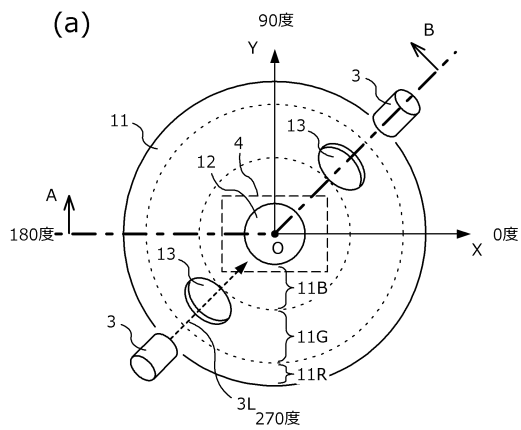
1 R : 赤色光、1 G : 緑色光、1 B : 青色光

1 0 R : 赤色 LED、1 0 G : 緑色 LED、1 0 B : 青色 LED

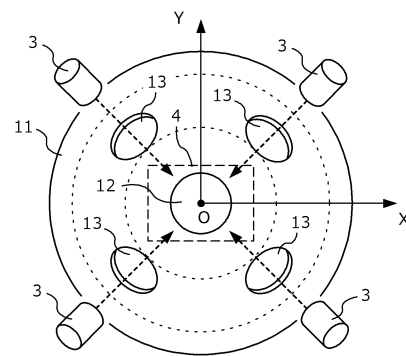
50

- 11 : 拡散板、11R, 11G, 11B : 発光領域
- 2 : カメラ、12 : カメラ用の開口
- 3 : 投影装置、3L : パタン光、13 : 投影装置用の開口
- 4 : 基板
- 5 : 斜視カメラ、15 : 斜視カメラ用の開口
- 6 : 補完照明装置、6G : 補完光
- 7 : 光学部材
- 8 : 補完照明装置、8G : 補完光
- 9 : 光学部材
- 20 : 照明装置
- 20R, 20G, 20B : 発光体
- O : 検査位置
- P : 処理装置

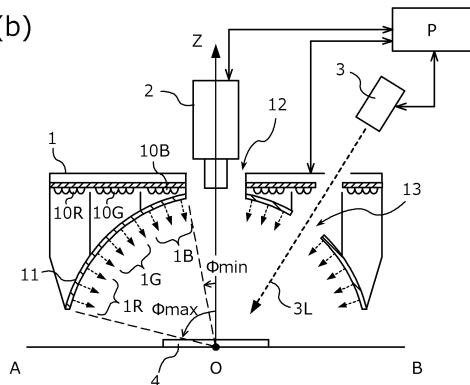
【図1】



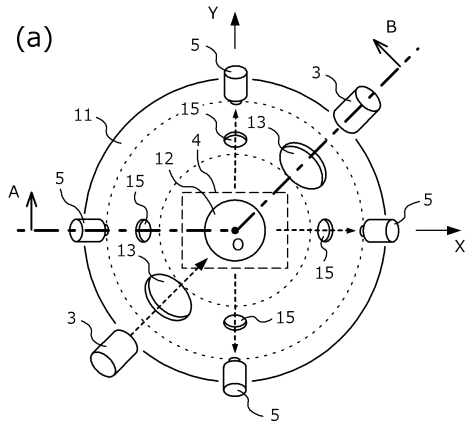
【図2】



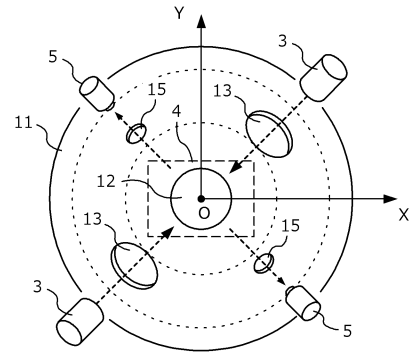
(b)



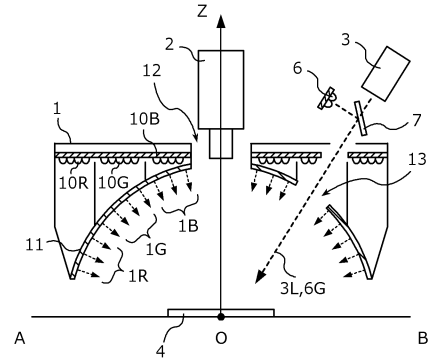
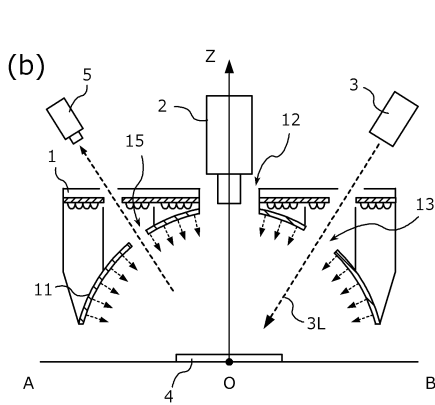
【図3】



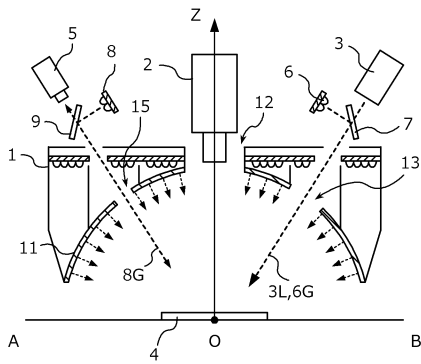
【図4】



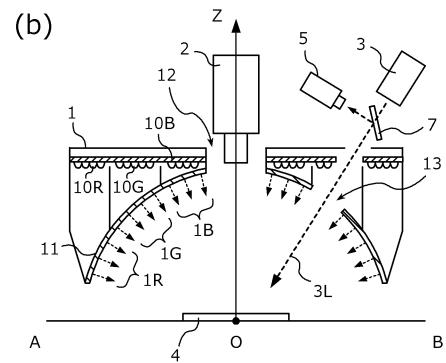
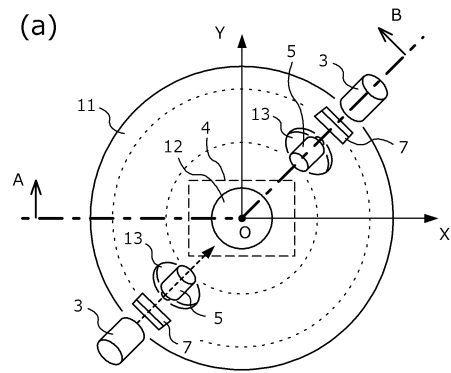
【図5】



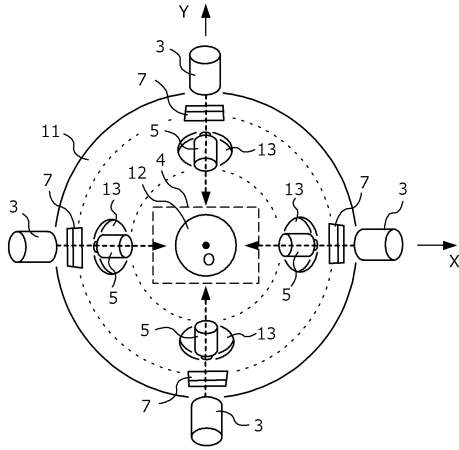
【図6】



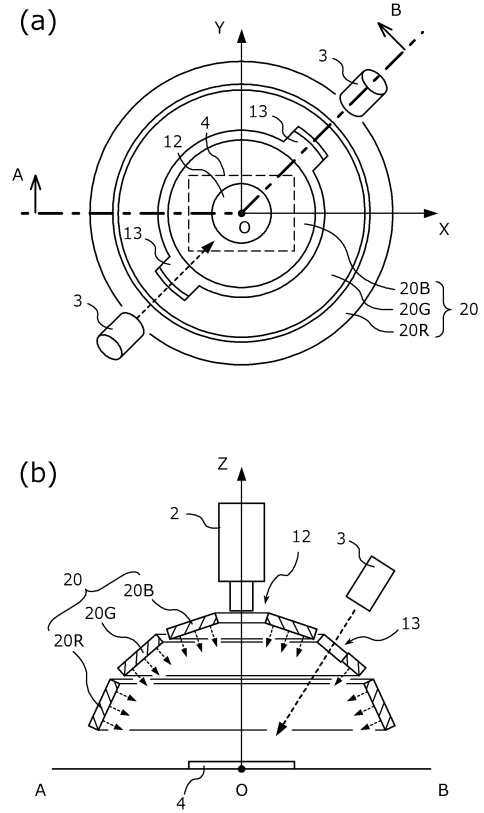
【図7】



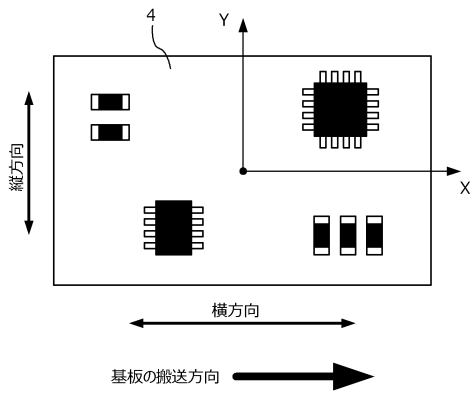
【図8】



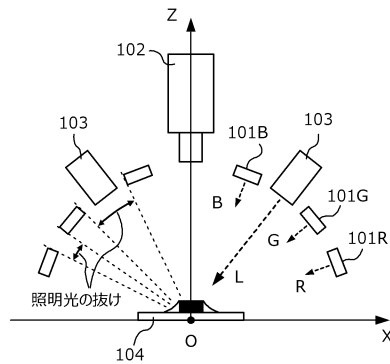
【図9】



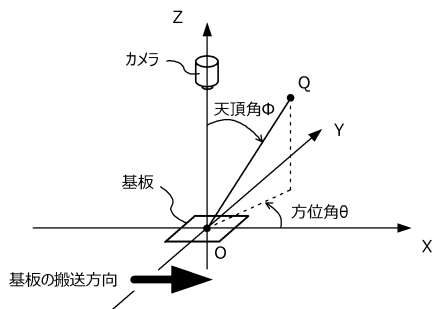
【図10】



【図12】



【図11】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2013-221861(JP,A)
特開平05-231837(JP,A)
特開2012-053015(JP,A)
米国特許出願公開第2004/0184653(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 11/00 - 11/30
G01N 21/84 - 21/958