

明 細 書

発明の名称： 検査システム、半導体製造装置及び検査方法

技術分野

[0001] 本発明は、検査システム、半導体製造装置及び検査方法に関する。

背景技術

[0002] 特開 2 0 2 3 - 0 7 6 2 5 0 号公報（特許文献 1）は、検査対象物の撮像画像に基づいて検査対象物の検査を行なう検査システムを開示する。この検査システムにおいては、例えば、1 枚の撮像画像に 4 つの検査対象物が含まれる（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 2 0 2 3 - 0 7 6 2 5 0 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 検査対象物である電子部品が大きい場合に、電子部品がカメラの視野に収まらない事態が生じ得る。上記特許文献 1 には、カメラの視野に収まらない電子部品の検査方法が開示されていない。

[0005] 本発明は、このような問題を解決するためになされたものであって、その目的は、カメラの視野に収まらないサイズの電子部品の検査を比較的高精度に行なうことが可能な検査システム、半導体製造装置及び検査方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明のある局面に従う検査システムは、テーブルと、カメラと、第 1 移動機構と、第 2 移動機構と、制御部とを備える。テーブルは、電子部品を保持する。カメラは、電子部品の一部分を撮像し、第 1 部分画像データを生成する。第 1 移動機構は、電子部品とカメラとの第 1 軸における相対的な位置関係が変更されるようにテーブル及びカメラの少なくとも一方を移動させる

。第2移動機構は、電子部品とカメラとの第2軸における相対的な位置関係が変更されるようにテーブル及びカメラの少なくとも一方を移動させる。制御部は、各々が電子部品の互いに異なる部分を示す複数の第1部分画像データが生成されるようにカメラ、第1移動機構及び第2移動機構の各々を制御する。制御部は、第1軸に対するカメラの傾きを考慮した補正、並びに、第1軸及び第2軸によって形成される角度と基準角度との差分を考慮した補正を複数の第1部分画像データの各々に施す第1処理、補正後の複数の第1部分画像データを合成することによって合成画像データを生成する第2処理、及び、合成画像データに基づいて電子部品を検査する第3処理を実行する。

[0007] 本発明の他の局面に従う半導体製造装置は、上記検査システムと、製造システムとを備える。製造システムは、電子部品を製造する。電子部品は、半導体装置である。検査システムは、製造システムによって製造された電子部品を検査する。

[0008] 本発明の他の局面に従う検査方法は、検査システムを用いた検査方法である。検査システムは、テーブルと、カメラと、第1移動機構と、第2移動機構とを備える。テーブルは、電子部品を保持する。カメラは、電子部品の一部分を撮像し、第1部分画像データを生成する。第1移動機構は、電子部品とカメラとの第1軸における相対的な位置関係が変更されるようにテーブル及びカメラの少なくとも一方を移動させる。第2移動機構は、電子部品とカメラとの第2軸における相対的な位置関係が変更されるようにテーブル及びカメラの少なくとも一方を移動させる。検査方法は、各々が電子部品の互いに異なる部分を示す複数の部分画像データを生成するステップと、第1軸に対するカメラの傾き、並びに、第1軸及び第2軸によって形成される角度と基準角度との差分を考慮した補正を複数の部分画像データの各々に施すステップと、補正後の複数の部分画像データを合成することによって合成画像データを生成するステップと、合成画像データに基づいて電子部品を検査するステップとを含む。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、カメラの視野に収まらないサイズの電子部品の検査を比較的高精度に行なうことが可能な検査システム、半導体製造装置及び検査方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]切断装置を模式的に示す平面図である。

[図2]模式的に示された照明部の断面を含む図である。

[図3]コンピュータのハードウェア構成を模式的に示す図である。

[図4]検査テーブルに対して第2光学検査カメラがZ軸周りに傾いていた場合に未加工の部分画像データが合成されることで生じる問題について説明するための図である。

[図5]矩形の撮像対象が台形に撮像される場合に未加工の部分画像データが合成されることで生じる問題について説明するための図である。

[図6]第2光学検査カメラの移動方向とY軸とがずれている場合に未加工の部分画像データが合成されることで生じる問題について説明するための図である。

[図7]切断装置におけるキャリブレーションの手順を示すフローチャートである。

[図8]X軸周り傾きについて説明するための図である。

[図9]キャリブレーションプレートの平面を模式的に示す図である。

[図10]X軸周り傾きの調整の概要について説明するための図である。

[図11]図7のステップS100において実行される処理を示すフローチャートである。

[図12]キャリブレーションプレートの撮像画像におけるドット間距離について説明するための図である。

[図13]5つの撮像画像における各ドット間距離の一例を示す表を含む図である。

[図14]仮想平面の概要について説明するための図である。

[図15]仮想平面の生成手順について説明するための図である。

[図16]図7のステップS110において実行される処理を示すフローチャートである。

[図17]図7のステップS120において実行される処理を示すフローチャートである。

[図18]歪曲収差の補正の概要を説明するための図である。

[図19]図17のステップS400において実行される処理を示すフローチャートである。

[図20]X軸に対して部分画像が傾いている場合における回転補正の概要を説明するための図である。

[図21]X軸に対する第2光学検査カメラのZ軸周りにおける傾きの算出手順を説明するための図である。

[図22]図17のステップS410において実行される処理を示すフローチャートである。

[図23]矩形の撮像対象が台形に撮像される場合における台形補正の概要を説明するための図である。

[図24]図17のステップS420において実行される処理を示すフローチャートである。

[図25]第2光学検査カメラの移動方向とY軸とにずれが存在する場合における軸角度補正の概要を説明するための図である。

[図26]Y軸に対する第2光学検査カメラの移動方向の傾きの算出手順を説明するための図である。

[図27]図17のステップS430において実行される処理を示すフローチャートである。

[図28]第2光学検査カメラの視野に収まらない電子部品の検査手順を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の一側面に係る実施の形態（以下、「本実施の形態」とも称する。）について、図面を用いて詳細に説明する。なお、図中同一又は相当

部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。また、各図面は、理解の容易のために、適宜対象を省略又は誇張して模式的に描かれている。図中、X軸とY軸とは互いに直交し、X軸とZ軸とは互いに直交し、Y軸とZ軸とは互いに直交する。

[0012] [1. 構成]

<1-1. 切断装置の全体構成>

図1は、本実施の形態に従う切断装置1を模式的に示す平面図である。切断装置1は、パッケージ基板（切断対象物）を切断することによって、該パッケージ基板を複数の電子部品（パッケージ部品）に個片化するように構成されている。パッケージ基板においては、半導体チップが装着された基板又はリードフレームが樹脂封止されている。なお、切断対象物は、必ずしもパッケージ基板である必要はなく、例えば、樹脂封止されていない基板（ウエーハを含む。）であってもよい。樹脂封止されていない基板が切断されることによって個片化された基板も「電子部品」に含まれる。

[0013] パッケージ基板の一例としては、BGA（Ball Grid Array）パッケージ基板、LGA（Land Grid Array）パッケージ基板、CSP（Chip Size Package）パッケージ基板、LED（Light Emitting Diode）パッケージ基板、QFN（Quad Flat No-leaded）パッケージ基板が挙げられる。

[0014] また、切断装置1は、個片化された複数の電子部品の各々を検査するように構成されている。切断装置1においては、各電子部品の画像が撮像され、該画像に基づいて各電子部品の検査が行なわれる。該検査を通じて検査データが生成され、各電子部品は「良品」又は「不良品」に分類される。切断装置1においては、特に、1枚の撮像画像に収まらないサイズの電子部品の検査が行なわれる。具体的な検査手順については、後程説明する。

[0015] この例においては、切断対象物としてパッケージ基板P1が用いられ、切断装置1によってパッケージ基板P1が複数の電子部品S1に個片化される。以下では、パッケージ基板P1の両面のうち、樹脂封止された面をモールド面と称し、モールド面と反対の面をボール／リード面と称する。なお、切

断対象物が樹脂封止されていない基板である場合には、切断時に上を向いている面（切断面）が本実施の形態におけるボール／リード面に相当し、切断面の反対面が本実施の形態におけるモールド面に相当する。

[0016] 図 1 に示されるように、切断装置 1 は、構成要素として、切断モジュール A 1 と、検査・収納モジュール B 1 とを含んでいる。切断モジュール A 1 は、パッケージ基板 P 1 を切断することによって複数の電子部品 S 1 を製造するように構成されている。検査・収納モジュール B 1 は、製造された複数の電子部品 S 1 の各々を検査し、その後、電子部品 S 1 をトレイに収納するように構成されている。切断装置 1 において、各構成要素は、他の構成要素に対して着脱可能かつ交換可能である。

[0017] 切断モジュール A 1 は、主として、基板供給部 3 と、位置決め部 4 と、切断テーブル 5 と、スピンドル部 6 と、搬送部 7 とを含んでいる。

[0018] 基板供給部 3 は、複数のパッケージ基板 P 1 を収容するマガジン M 1 からパッケージ基板 P 1 を 1 つずつ押し出すことによって、パッケージ基板 P 1 を 1 つずつ位置決め部 4 へ供給する。このとき、パッケージ基板 P 1 は、ボール／リード面を上に向けて配置されている。

[0019] 位置決め部 4 は、基板供給部 3 から押し出されたパッケージ基板 P 1 をレール部 4 a 上に配置することによって、パッケージ基板 P 1 の位置決めを行う。その後、位置決め部 4 は、位置決めされたパッケージ基板 P 1 を切断テーブル 5 へ搬送する。

[0020] 切断テーブル 5 は、切断されるパッケージ基板 P を保持する。この例においては、2 個の切断テーブル 5 を有するツインカットテーブル構成の切断装置 1 が例示されている。切断テーブル 5 は、保持部材 5 a と、回転機構 5 b と、移動機構 5 c とを含んでいる。保持部材 5 a は、位置決め部 4 によって搬送されたパッケージ基板 P 1 を下方から吸着することによって、パッケージ基板 P 1 を保持する。回転機構 5 b は、保持部材 5 a を図の $\theta 1$ 方向に回転させる（すなわち、図 1 の X Y の水平面において回転させる）ことが可能である。移動機構 5 c は、保持部材 5 a を図の Y 軸に沿って移動させること

が可能である。

- [0021] スピンドル部6は、パッケージ基板P1を切断することによって、パッケージ基板P1を複数の電子部品S1に個片化する。この例においては、2個のスピンドル部6を有するツインスピンドル構成の切断装置1が例示されている。スピンドル部6は、図のX軸及びZ軸に沿って移動可能である。なお、切断装置1は、一個のスピンドル部6を有するシングルスピンドル構成としてもよい。
- [0022] スピンドル部6は、ブレード6aと、回転軸6cとを含んでいる。ブレード6aは、高速回転することによって、パッケージ基板P1を切断し、パッケージ基板P1を複数の電子部品S1に個片化する。ブレード6aは、不図示の第1及び第2フランジにより挟持された状態で、回転軸6cに装着される。第1及び第2フランジは、ナット等の不図示の締結部材によって回転軸6cに固定される。第1フランジは奥フランジとも称され、第2フランジは外フランジとも称される。
- [0023] スピンドル部6には、切削水用ノズル、冷却水用ノズル及び洗浄水用ノズル（いずれも不図示）等が設けられる。切削水用ノズルは、高速回転するブレード6aに向かって切削水を噴射する。冷却水用ノズルは、冷却水を噴射する。洗浄水用ノズルは、切断屑等を洗浄する洗浄水を噴射する。
- [0024] 切断テーブル5がパッケージ基板P1を吸着した後、第1位置確認カメラ5dによってパッケージ基板P1が撮像され、パッケージ基板P1の位置が確認される。第1位置確認カメラ5dを用いた確認は、例えば、パッケージ基板P1上に設けられたマークの位置の確認である。該マークは、例えば、パッケージ基板P1の切断位置を決定するためのマークである。
- [0025] その後、切断テーブル5は、図のY軸に沿いスピンドル部6に向かって移動する。切断テーブル5がスピンドル部6の下方に移動した後、位置合わせが行われ、その後、切断テーブル5とスピンドル部6とを相対的に移動させることによって、パッケージ基板P1が切断される。スピンドル部6のブレード6aによってパッケージ基板P1が切断される毎に、スピンドル部6に

備えられている第2位置確認カメラ6bによってパッケージ基板P1が撮像され、確認される。第2位置確認カメラ6bを用いた確認は、例えば、パッケージ基板P1の切断された位置及び切断された幅の確認である。

[0026] 切断テーブル5は、パッケージ基板P1の切断が完了した後、個片化された複数の電子部品S1を吸着した状態で、図のY軸に沿ってスピンドル部6から離れる方向に移動する。この移動過程において、第1クリーナ5eによって、電子部品S1の上面（ボール／リード面）の洗浄及び乾燥が行なわれる。

[0027] 搬送部7は、切断テーブル5に保持された電子部品S1を上方から吸着し、電子部品S1を検査・収納モジュールB1の検査テーブル11へ搬送する。この搬送過程において、第2クリーナ7aによって、電子部品S1の下面（モールド面）の洗浄及び乾燥が行なわれる。

[0028] 検査・収納モジュールB1は、主として、検査テーブル11と、第1光学検査カメラ12と、第2光学検査カメラ13と、照明部16、17と、配置部14と、抽出部15とを含んでいる。なお、第1光学検査カメラ12は、切断モジュールA1に設けられていてもよい。

[0029] 検査テーブル11は、電子部品S1の光学的な検査のために、電子部品S1を保持する。検査テーブル11は、図のX軸に沿って移動可能である。また、検査テーブル11は、上下反転することができる。検査テーブル11には、電子部品S1を吸着することによって電子部品S1を保持する保持部材が設けられている。また、検査テーブル11において、電子部品S1を保持する面は、例えば、黒色のラバーで構成されている。なお、ラバーの色は、黒色である必要はなく、例えば、白色等であってもよい。

[0030] 第1光学検査カメラ12及び第2光学検査カメラ13は、それぞれ、電子部品S1のモールド面及びボール／リード面を撮像する。第1光学検査カメラ12及び第2光学検査カメラ13によって生成された撮像画像（画像データ）に基づいて、電子部品S1の各種検査が行なわれる。第1光学検査カメラ12及び第2光学検査カメラ13の各々は、検査テーブル11の近傍にお

いて、上方を撮像するように配置されている。第1光学検査カメラ12及び第2光学検査カメラ13の各々は、図のY軸に沿って移動可能である。詳細については後述するが、第1光学検査カメラ12及び第2光学検査カメラ13の各々が移動する方向がY軸に対して完全には平行でない場合がある。第1光学検査カメラ12及び第2光学検査カメラ13の各々によって生成される撮像画像は、例えば、グレースケール（256階調）の画像である。

[0031] 第1光学検査カメラ12は、搬送部7によって検査テーブル11へ搬送される電子部品S1のモールド面を撮像する。その後、搬送部7は、検査テーブル11の保持部材上に電子部品S1を載置する。検査テーブル11は、電子部品S1を吸着した後、上下反転する。検査テーブル11は第2光学検査カメラ13の上方へ移動し、電子部品S1のボール／リード面が第2光学検査カメラ13によって撮像される。

[0032] 第1光学検査カメラ12の上方には照明部16が設けられ、第2光学検査カメラ13の上方には照明部17が設けられている。照明部16、17の各々は、例えば、いわゆる同軸照明及び／又はドーム状の照明で構成される。照明部16は、第1光学検査カメラ12による検査時に、検査テーブル11上の電子部品S1に光を照射するように構成されている。照明部17は、第2光学検査カメラ13による検査時に、検査テーブル11上の電子部品S1に光を照射するように構成されている。照明部16、17は、例えば、同一の構成を有するため、以下では代表的に照明部17の構成について説明する。

[0033] 図2は、模式的に示された照明部17の断面を含む図である。図2に示されるように、第2光学検査カメラ13による検査においては、照明部17によって発せられる光が電子部品S1に照射される。電子部品S1に光が照射された状態で、第2光学検査カメラ13によって電子部品S1の撮像画像が生成される。この撮像画像に基づいて、電子部品S1の検査が行なわれる。

[0034] 照明部17は、ドーム状の照明で構成されており、ドーム17aと、複数のLED17bとを含んでいる。なお、ドーム状の照明は、いわゆるドーム

照明で構成されてもよいが、必ずしもドーム照明で構成される必要はなく、ドーム状（傘状）の部材と、該部材内に配置された複数の発光部材（例えば、ＬＥＤ）とを含んでいけばよい。ドーム１７ａはドーム形状を有し、平面視におけるドーム１７ａの形状は円形状である。また、ドーム１７ａの内側の面には、複数のＬＥＤ１７ｂが配置されている。照明部１７においては、ドーム１７ａの径方向の内側から外側に向かって複数のセグメント（Ｃｈ０１～Ｃｈ０８）が形成されている。照明部１７は、各セグメントの調光を個別に行なうことができる、いわゆるマルチチャンネル照明である。複数のセグメントの各々においては、ドーム１７ａの周方向に所定間隔おきで複数のＬＥＤ１７ｂが配置されている。

[0035] 再び図１を参照して、配置部１４には、検査済みの電子部品Ｓ１が配置される。配置部１４は、図のＹ軸に沿って移動可能である。検査テーブル１１は、検査済みの電子部品Ｓ１を配置部１４に配置する。

[0036] 抽出部１５は、配置部１４に配置された電子部品Ｓ１をトレイに移送する。電子部品Ｓ１は、第１光学検査カメラ１２及び第２光学検査カメラ１３を用いた検査の結果に基づいて、「良品」又は「不良品」に分別される。抽出部１５は、分別の結果に基づいて、各電子部品Ｓ１を良品用トレイ１５ａ又は不良品用トレイ１５ｂに移送する。すなわち、良品は良品用トレイ１５ａに収納され、不良品は不良品用トレイ１５ｂに収納される。良品用トレイ１５ａ及び不良品用トレイ１５ｂの各々は、電子部品Ｓ１で満たされると、新たなトレイに取り換えられる。

[0037] 切断装置１は、さらにコンピュータ５０とモニタ２０とを含んでいる。モニタ２０は、画像を表示するように構成されている。モニタ２０は、例えば、液晶モニタ又は有機ＥＬ（Electro Luminescence）モニタ等の表示デバイスで構成される。

[0038] コンピュータ５０は、例えば、切断モジュールＡ１及び検査・収納モジュールＢ１の各部の動作を制御する。コンピュータ５０によって、例えば、基板供給部３、位置決め部４、切断テーブル５、スピンドル部６、搬送部７、

検査テーブル 11、第1光学検査カメラ12、第2光学検査カメラ13、照明部16、17、配置部14、抽出部15及びモニタ20の動作が制御される。

[0039] また、コンピュータ50は、例えば、第1光学検査カメラ12及び第2光学検査カメラ13によって生成された画像データに基づいて、電子部品S1の各種検査を行なう。次に、コンピュータ50について詳細に説明する。

[0040] <1-2. コンピュータのハードウェア構成>

図3は、コンピュータ50のハードウェア構成を模式的に示す図である。図3に示されるように、コンピュータ50は、制御部70と、入出力I/F(interface)90と、受付部95と、記憶部80とを含み、各構成は、バスを介して電氣的に接続されている。

[0041] 制御部70は、CPU(Central Processing Unit)72、RAM(Random Access Memory)74及びROM(Read Only Memory)76等を含んでいる。制御部70は、情報処理に応じて、コンピュータ50内の各構成要素及び切断装置1内の各構成要素を制御するように構成されている。

[0042] 入出力I/F90は、信号線を介して、切断装置1に含まれる各構成要素と通信するように構成されている。入出力I/F90は、コンピュータ50から切断装置1内の各構成要素へのデータの送信、切断装置1内の各構成要素からコンピュータ50へ送信されるデータの受信に用いられる。受付部95は、ユーザからの指示を受け付けるように構成されている。受付部95は、例えば、タッチパネル、キーボード、マウス及びマイクの一部又は全部で構成される。

[0043] 記憶部80は、例えば、ハードディスクドライブ、ソリッドステートドライブ等の補助記憶装置である。記憶部80は、例えば、制御プログラム81を記憶するように構成されている。制御プログラム81が制御部70によって実行されることにより、切断装置1における各種動作が実現される。制御部70が制御プログラム81を実行する場合に、制御プログラム81は、RAM74に展開される。そして、制御部70は、RAM74に展開された制

御プログラム 81 を CPU 72 によって解釈及び実行することにより各構成要素を制御する。

[0044] [2. カメラの視野に収まらないサイズの電子部品の検査]

上述のように、切断装置 1 においては、電子部品の検査が行なわれる。具体的には、第 1 光学検査カメラ 12 及び第 2 光学検査カメラ 13 によって生成された撮像画像（画像データ）に基づいて、電子部品 S1 の各種検査が行なわれる。以下では代表的に、第 2 光学検査カメラ 13 を用いた検査について説明する。なお、第 1 光学検査カメラ 12 を用いた検査においても同様の処理が行なわれる。

[0045] 検査テーブル 11 に保持された各電子部品 S1 のサイズが大きく、各電子部品 S1 が第 2 光学検査カメラ 13 の視野（画角）に収まらない場合が考えられる。このような場合に、切断装置 1 においては、各々が電子部品 S1 の互いに異なる部分を示す複数の部分画像データが第 2 光学検査カメラ 13 によって生成され、部分画像データの合成が行なわれる。部分画像データが合成されることにより、合成画像データが生成される。合成画像データは、電子部品 S1 全体の画像を示す。切断装置 1 においては、合成画像データに基づいて電子部品 S1 の検査が行なわれる。

[0046] 仮に、未加工の部分画像データが合成されると、部分画像同士の境界部分（つなぎ目部分）における画像のずれが大きくなり得る。ずれが生じる要因の一例としては、例えば、第 2 光学検査カメラ 13 に含まれるレンズが有する歪曲収差、検査テーブル 11 に対する（X 軸に対する）第 2 光学検査カメラ 13 の Z 軸周りにおける傾き、レンズの歪曲収差及び第 2 光学検査カメラ 13 の傾きに起因するずれが補正されたとしても矩形の電子部品 S1 が台形に撮像される現象、並びに、第 2 光学検査カメラ 13 の移動方向と Y 軸とのずれ等が挙げられる。

[0047] 図 4 は、検査テーブル 11 に対して第 2 光学検査カメラ 13 が Z 軸周りに傾いていた場合に未加工の部分画像データが合成されることで生じる問題について説明するための図である。図 4 を参照して、検査テーブル 11 に対し

て第2光学検査カメラ13がZ軸周りに傾いている場合には、X軸に対して傾いた部分画像が撮像される。部分画像P11, P12, P13の各々は、例えば、撮像対象の互いに異なる部分を示している。部分画像P11, P12, P13が合成されると、合成画像IM1が生成される。合成画像IM1においては、例えば、本来X軸に平行に一直線に延びる線が部分画像の境界で不連続となる。

[0048] 図5は、矩形の撮像対象が台形に撮像される場合に未加工の部分画像データが合成されることで生じる問題について説明するための図である。図5を参照して、例えば、第2光学検査カメラ13のレンズの歪曲収差に起因する歪み等が補正されたとしても矩形の撮像対象が台形に撮像される場合がある。部分画像P14においては、例えば、左辺に100mmの範囲が撮像されており、右辺に105mmの範囲が撮像されている。その結果、矩形の撮像対象が台形に撮像される。このような場合に、例えば、撮像対象の左半分を示す部分画像と、撮像対象の右半分を示す部分画像とが合成されると、合成画像IM2が生成される。合成画像IM2においては、例えば、本来一直線に延びる線が部分画像の境界で不連続となる。

[0049] 図6は、第2光学検査カメラ13の移動方向とY軸とがずれている場合に未加工の部分画像データが合成されることで生じる問題について説明するための図である。図6を参照して、上述のように、第2光学検査カメラ13が移動する方向がY軸に対して完全には平行でない場合がある。このような場合に、例えば、部分画像P15, P16, P17, P18, P19が連続的に撮像されたとする。部分画像P15, P16, P17, P18, P19は、例えば、撮像対象の互いに異なる部分を示している。部分画像P15, P16, P17, P18, P19が合成されると、合成画像IM3が生成される。合成画像IM3においては、例えば、本来斜め上方に一直線に延びる線が部分画像の境界で不連続となる。

[0050] このように、未加工の部分画像データが合成されると、部分画像同士の境界部分における画像のずれが大きくなり得る。切断装置1においては、部分

画像データ同士の合成前に、各部分画像データの補正が行なわれる。具体的には、X軸に対する第2光学検査カメラ13の傾きを考慮した補正、並びに、第2光学検査カメラ13が移動する方向に対応する軸及びX軸によって形成される角度と基準角度（例えば、 90° ）との差分を考慮した補正が複数の部分画像データの各々に施された後に、複数の部分画像データが合成される。各種補正が施された後に複数の部分画像データの合成が行なわれるため、合成画像データにおいて、部分画像データ間の境界部分に生じ得るずれが抑制される。したがって、切断装置1によれば、合成画像データに基づいた電子部品S1の検査を比較的高精度に行なうことができる。

[0051] 切断装置1において、部分画像の補正は、各種補正データを用いることによって行なわれる。各種補正データは、切断装置1のキャリブレーションを通じて事前に生成されている。切断装置1においては、事前に生成された各種補正データを用いることによって電子部品S1の検査が行なわれる。以下、キャリブレーション動作、及び、検査動作について順に説明する。

[0052] [3. 動作]

<3-1. キャリブレーション動作>

図7は、切断装置1におけるキャリブレーションの手順を示すフローチャートである。図7を参照して、作業者は、第2光学検査カメラ13の傾きを調整する（ステップS100）。例えば、X軸周りにおける第2光学検査カメラ13の検査テーブル11に対する傾き（以下、「X軸周り傾き」とも称する。）、及び、Y軸周りにおける第2光学検査カメラ13の検査テーブル11に対する傾き（以下、「Y軸周り傾き」とも称する。）の各々が 0° に近づくように、第2光学検査カメラ13の傾きが調整される。

[0053] 図8は、X軸周り傾きについて説明するための図である。図8を参照して、この例において、第2光学検査カメラ13は、X軸周りにおいて検査テーブル11に対して角度 θ_1 傾いている。第2光学検査カメラ13の傾き調整時に、検査テーブル11にはキャリブレーションプレートがセットされている。

- [0054] 図9は、キャリブレーションプレートPL1の平面を模式的に示す図である。図9に示されるように、キャリブレーションプレートPL1には複数の同一サイズのドットが上下左右に等間隔に整列して付されている。切断装置1においては、撮像画像におけるドットの形状等に基づいてキャリブレーションが行なわれる。
- [0055] 再び図8を参照して、この例において、検査テーブル11は、完全な平面ではなく僅かに反っている。このような場合に、X軸周り傾きは、第2光学検査カメラ13がXY方向に移動することによって変化する。
- [0056] 図10は、X軸周り傾きの調整の概要について説明するための図である。図10を参照して、左側の図はX軸周り傾きの調整前における撮像位置毎の傾き情報AN1を示し、右側の図はX軸周り傾きの調整後における撮像位置毎の傾き情報AN1を示す。各傾き情報AN1は、各撮像位置におけるX軸周り傾きを示す。各傾き情報AN1は、例えば、撮像画像に基づいて公知の種々の方法を用いることによって算出される。X軸周りにおける第2光学検査カメラ13の傾きを手動で調整することによって、X軸周り傾きの調整が行なわれる。例えば、撮像位置毎の傾き情報AN1がモニタ20に表示され、作業者はモニタ20を確認しながら第2光学検査カメラ13の傾きを調整する。撮像位置毎のX軸周り傾きが所望の範囲に収まったと判断されると、作業者はX軸周り傾きの調整を終了する。作業者は、例えば、X軸周り傾きの調整終了後にX軸周り傾きの調整と同様の手順でY軸周り傾きの調整を行なってもよいし、X軸周り傾きの調整と並行してX軸周り傾きの調整と同様の手順でY軸周り傾きの調整を行なってもよい。
- [0057] 図11は、図7のステップS100において実行される処理を示すフローチャートである。切断装置1においては、キャリブレーション時における複数の撮像位置（撮像ポジション）が予め定められている。なお、撮像位置（撮像ポジション）とは、XY平面上における第2光学検査カメラ13の位置のことをいう。また、この例においては、まずX軸周り傾きが調整され、その後Y軸周り傾きが調整される。X軸周り傾きの調整手順とY軸周り傾きの

調整手順とは略同一であるため、ここではX軸周り傾きの調整手順のみを説明する。

- [0058] 図11を参照して、制御部70は、検査テーブル11に保持されたキャリブレーションプレートPL1の撮像を開始するように第2光学検査カメラ13を制御する（ステップS200）。制御部70は、予め定められた複数の撮像ポジションのうち未だに撮像が行なわれていない撮像ポジションに移動するように検査テーブル11及び第2光学検査カメラ13の少なくとも一方を制御する（ステップS210）。制御部70は、オートフォーカス（AF）を行なうように第2光学検査カメラ13を制御する（ステップS220）。オートフォーカスは、Z軸における第2光学検査カメラ13の位置を調整することによって行なわれる。第2光学検査カメラ13のフォーカスが合った状態において、制御部70は、第2光学検査カメラ13のZ軸における座標情報を取得する（ステップS230）。
- [0059] 制御部70は、予め定められている全撮像ポジションにおける撮像が終了したか否かを判定する（ステップS240）。予め定められている全撮像ポジションにおける撮像が終了していないと判定されると（ステップS240においてNO）、制御部70は、再びステップS210の処理を実行する。
- [0060] 一方、予め定められている全撮像ポジションにおける撮像が終了したと判定されると（ステップS240においてYES）、制御部70は、全撮像ポジションにおける撮像が所定回数行なわれたか否かを判定する（ステップS250）。全撮像ポジションにおける撮像が所定回数行なわれていないと判定されると（ステップS250においてNO）、制御部70は、再びステップS200の処理を実行する。
- [0061] 一方、全撮像ポジションにおける撮像が所定回数行なわれたと判定されると（ステップS250においてYES）、制御部70は、各撮像ポジションにおける平均的な撮像画像を抽出し、各撮像ポジションにおけるX軸周り傾きを平均的な撮像画像に基づいて算出する（ステップS260）。算出結果は、例えば、モニタ20に表示される。

- [0062] 同じ撮像ポジションにおいてキャリブレーションプレート P L 1 の撮像が行なわれたとしても、検査テーブル 1 1 及び第 2 光学検査カメラ 1 3 の各々の機構的な精度、及び、画像処理精度に起因して、撮像画像におけるドットの位置が僅かにずれる。そのような事情を考慮して、全撮像ポジションにおける撮像が所定回数行なわれ、平均的な撮像画像に基づいて X 軸周り傾きが算出される。なお、いずれの撮像画像が平均的な撮像画像に該当するかは、撮像画像におけるドット間距離に基づいて判定される。
- [0063] 図 1 2 は、キャリブレーションプレート P L 1 の撮像画像におけるドット間距離について説明するための図である。図 1 2 を参照して、ドット間距離には、X 軸方向におけるドット D O 1 間の距離 A D 1 と、Y 軸方向におけるドット D O 1 間の距離 B D 1 とが存在する。例えば、距離 A D 1 及び距離 B D 1 の各々が最も平均値に近い撮像画像が平均的な撮像画像として抽出される。
- [0064] 図 1 3 は、5 つの撮像画像における各ドット間距離の一例を示す表を含む図である。図 1 3 を参照して、この例においては、 $n = 3$ の撮像画像において、距離 A D 1 及び距離 B D 1 の各々が最も平均値に近い。したがって、 $n = 3$ の撮像画像が平均的な撮像画像として抽出される。
- [0065] 再び図 1 1 を参照して、ステップ S 2 6 0 の処理が実行されると、作業者は、モニタ 2 0 に表示された各撮像ポジションにおける X 軸周り傾きを確認し、各撮像ポジションにおける X 軸周り傾きが所定基準を満たすか否かを判断する（ステップ S 2 7 0）。各撮像ポジションにおける X 軸周り傾きが所定基準を満たすと判断されると（ステップ S 2 7 0 において Y E S）、第 2 光学検査カメラ 1 3 の傾き調整は終了する。
- [0066] 一方、各撮像ポジションにおける X 軸周り傾きが所定基準を満たさないと判断されると（ステップ S 2 7 0 において N O）、作業者は、例えば、コンピュータ 5 0 の受付部 9 5 を介して、第 2 光学検査カメラ 1 3 の傾きの再調整指示を行なう。再調整指示が行なわれると、制御部 7 0 は、複数の撮像ポジションのうち X 軸周り傾きが平均的なポジションへ移動するように第 2 光

学検査カメラ13を制御する（ステップS280）。その後、作業者は、第2光学検査カメラ13のX軸周りにおける傾きを手動で調整する（ステップS290）。手動調整が終了すると、再びステップS200の処理が実行される。

[0067] 再び図7を参照して、第2光学検査カメラ13の傾き調整が終了すると、コンピュータ50の制御部70は、第2光学検査カメラ13によって生成された複数の部分画像データに基づいて仮想平面を生成する（ステップS110）。仮想平面とは、撮像位置（ x ， y ）毎のフォーカス位置（ z ）を推定するための平面のことをいう。フォーカス位置とは、合焦状態における第2光学検査カメラ13のZ軸における位置のことをいう。

[0068] 図14は、仮想平面の概要について説明するための図である。図14を参照して、例えば、検査テーブル11が僅かに傾斜している場合には、撮像位置によって第2光学検査カメラ13のフォーカス位置が異なる。例えば、両端に示される第2光学検査カメラ13の位置におけるフォーカス位置が実際に検出され、中央に示される第2光学検査カメラ13の位置におけるフォーカス位置が仮想平面VP1に基づいて推定される。

[0069] 図15は、仮想平面の生成手順について説明するための図である。図15を参照して、左上の図は、XY平面における点D1，D2，D3，D4を示している。点D1，D2，D3，D4の各々は、第2光学検査カメラ13による撮像位置に対応している。仮想平面の生成時に検査テーブル11にはキャリブレーションプレートPL1がセットされている。例えば、検査テーブル11が僅かにでも反っている場合には、点D1，D2，D3，D4におけるフォーカス位置（Z軸における位置）が互いに異なると想定される。まず、点D1，D2，D3，D4の各々におけるフォーカス位置が検出される。

[0070] 右上の図は、XYZ空間における点D1，D2，D3，D4を斜め上方から示している。点D1，D2，D3，D4の各々の（ x ， y ）はXY平面における座標位置を示し、点D1，D2，D3，D4の各々の（ z ）はフォーカス位置を示す。点D1，D2，D3，D4を互いに結ぶことによって四面

体が形成される。この場合に、点D X 1 (x, y) のフォーカス位置を推定するための仮想平面を考える。真上から見た場合に、点D X 1 は、四面体の二面と交差する。

[0071] すなわち、点D X 1 は、左下の図に示されるように面F A 1 と交差すると共に、下中央の図に示されるように面F A 3 と交差する。そうすると、点D X 1 におけるフォーカス位置は、面F A 1 と面F A 3 との中間平面に存在する可能性が高い。

[0072] 右下の図は、面F A 1 と面F A 3 との中間平面の導出方法について説明するための図である。面F A 1 と面F A 3 との中間平面は、点D 1, D 2, D 5 を結ぶ平面である。点D 5 の座標は、点D 1, D 2, D 3, D 4 の座標の平均値である。面F A 1 と面F A 3 との中間平面を示す式は、例えば、点D 1, D 2, D 5 の各々の座標に基づいて公知の種々の手法を用いることによって導出される。中間平面を示す式に点D X 1 の(x, y) が代入されることによって点D X 1 におけるフォーカス位置が推定される。すなわち、この中間平面が仮想平面として用いられる。なお、仮想平面の導出方法はこれに限定されない。例えば、撮像位置を囲む4 点以上の点の(x, y, z) に基づいて仮想平面が導出されてもよい。

[0073] 図16は、図7のステップS 110において実行される処理を示すフローチャートである。図16を参照して、ステップS 300からステップS 340の処理は、図11のステップS 200からステップS 240の処理とそれぞれ同一であるため説明を繰り返さない。

[0074] ステップS 340において、予め定められている全撮像ポジションにおける撮像が終了したと判定されると(ステップS 340においてYES)、制御部70は、各撮像ポジションとフォーカス位置とに基づいて仮想平面を生成する(ステップS 350)。なお、仮想平面は、必ずしも予め生成されている必要はなく、各撮像ポジションにおける(x, y, z) が記憶部80に記憶されているだけであってもよい。電子部品S 1の検査時に、第2光学検査カメラ13による撮像位置を囲む少なくとも3つの点の各々における(x

, y , z) に基づいて仮想平面が都度生成されてもよい。

[0075] 再び図7を参照して、仮想平面が生成されると、制御部70は、生成された仮想平面を用いることによって、各種補正データを取得する(ステップS120)。取得される補正データとしては、歪み補正データ、回転補正データ、台形補正データ及び軸角度補正データが挙げられる。

[0076] 図17は、図7のステップS120において実行される処理を示すフローチャートである。図17を参照して、制御部70は、歪み補正データを取得するための処理を実行する(ステップS400)。

[0077] 図18は、歪曲収差の補正の概要を説明するための図である。図18を参照して、この例においては、糸巻型の歪曲収差が補正されている。なお、補正される歪曲収差は、樽型の歪曲収差であってもよい。歪み補正データは、歪曲収差を補正するためのデータである。歪み補正データは、例えば、第2光学検査カメラ13による撮像画像に基づいて公知の種々の方法を用いることによって取得される。

[0078] 図19は、図17のステップS400において実行される処理を示すフローチャートである。図19を参照して、ステップS500, S510, S540及びS550の処理は、図11のステップS200, S210, S240及びS250の処理とそれぞれ同一であるため説明を繰り返さない。

[0079] ステップS510において、予め定められた複数の撮像ポジションのうち未だに撮像が行われていない撮像ポジションへの移動が完了すると、制御部70は、仮想平面に基づいてZ軸座標位置を調整するように第2光学検査カメラ13を制御する(ステップS520)。Z軸座標位置の調整が完了すると、制御部70は、キャリブレーションプレートPL1の部分画像を撮像するように第2光学検査カメラ13を制御する(ステップS530)。

[0080] 全撮像ポジションにおける撮像が所定回数行なわれたと判定されると(ステップS550においてYES)、制御部70は、各撮像ポジションにおける平均的な撮像画像を抽出する(ステップS560)。制御部70は、抽出された平均的な撮像画像に基づいて歪み補正データを生成する(ステップS

570)。

- [0081] 再び図17を参照して、歪み補正データが取得されると、制御部70は、回転補正データを取得するための処理を実行する(ステップS410)。
- [0082] 図20は、X軸に対して部分画像が傾いている場合における回転補正の概要を説明するための図である。図20を参照して、この例においては、部分画像P110, P111の各々がX軸に対して角度 θ_2 傾いている。切断装置1においては、X軸に平行になる領域が各部分画像から切り取られることによって各部分画像の回転補正が行なわれる。このような回転補正が行なわれるため、互いに隣接する部分画像P110, P111は、部分的に重なっている。回転補正後の部分画像P110, P111を合成することによって、合成画像IM4が生成される。このような回転補正を行なうためには、X軸に対する第2光学検査カメラ13のZ軸周りにおける傾き(角度 θ_2 :回転補正データ)を算出する必要がある。
- [0083] 図21は、X軸に対する第2光学検査カメラ13のZ軸周りにおける傾きの算出手順を説明するための図である。図21を参照して、軸AX1は、例えば、キャリブレーションプレートPL1に示されるドットDO1の列である。部分画像P112, P113の撮像位置に関し、X座標は互いに異なる一方、Y座標は互いに同一である。部分画像P112, P113の各々においてドットDO1が斜めに撮像される要因としては、(1)X軸に対する第2光学検査カメラ13のZ軸周りにおける傾き、及び、(2)検査テーブル11上におけるキャリブレーションプレートPL1の傾きが挙げられる。すなわち、部分画像P112, P113の各々における軸AX1の角度は、上記(1)(2)を合計したものである。
- [0084] 一方、この例においては、特定のドットDO1に着目した場合に、X軸において撮像位置がX1移動するのに応じて、Y軸において特定のドットDO1の位置がY1移動している。これによって生じる傾き(角度 θ_3)は、上記(2)によるものである。したがって、部分画像P112, P113の各々における軸AX1の角度から角度 θ_3 を差し引くことによって上記(1)

を算出することができる。

[0085] 図22は、図17のステップS410において実行される処理を示すフローチャートである。図22を参照して、ステップS600、S610、S620、S630、S650、S660及びS670の処理は、図19のステップS500、S510、S520、S530、S540、S550及びS560の処理とそれぞれ同一であるため説明を繰り返さない。

[0086] ステップS630において部分画像が撮像されると、制御部70は、歪み補正データを用いることによって部分画像データに歪み補正を施す（ステップS640）。ステップS670において各撮像ポジションにおける平均的な撮像画像が抽出されると、制御部70は、抽出された平均的な撮像画像に基づいて回転補正データを生成する（ステップS680）。

[0087] 再び図17を参照して、回転補正データが取得されると、制御部70は、台形補正データを取得するための処理を実行する（ステップS420）。

[0088] 図23は、矩形の撮像対象が台形に撮像される場合における台形補正の概要を説明するための図である。図23を参照して、上述のように、例えば、第2光学検査カメラ13のレンズの歪曲収差に起因する歪み等が補正されたとしても矩形の撮像対象が台形に撮像される場合がある。部分画像P114においては、例えば、左辺に100mmの範囲が撮像されており、右辺に105mmの範囲が撮像されている。その結果、矩形の撮像対象が台形に撮像される。台形補正においては、例えば、左辺の撮像範囲と右辺の撮像範囲とが同一となり、かつ、上辺の撮像範囲と下辺の撮像範囲とが同一となるような補正が部分画像P114に施される。その結果、補正後の部分画像P115においては、矩形の撮像対象が正確な形状となっている。このような補正に必要な台形補正データは、例えば、アフィン変換等の公知の種々の方法を用いることによって取得される。

[0089] 図24は、図17のステップS420において実行される処理を示すフローチャートである。図24を参照して、制御部70は、図22のステップS670において抽出された各撮像ポジションにおける平均的な撮像画像に回

転補正を施す（ステップS700）。制御部70は、回転補正後の撮像画像において、左辺の撮像範囲と右辺の撮像範囲とが同一となり、かつ、上辺の撮像範囲と下辺の撮像範囲とが同一となるような台形補正データを生成する（ステップS710）。

[0090] 再び図17を参照して、台形補正データが取得されると、制御部70は、軸角度補正データを取得するための処理を実行する（ステップS430）。

[0091] 図25は、第2光学検査カメラ13の移動方向とY軸とにずれが存在する場合における軸角度補正の概要を説明するための図である。図25を参照して、第2光学検査カメラ13の移動方向とY軸とにずれが存在する場合には、部分画像P116、P117の各々において画像の切り取り位置を調整する（オフセットする）ことによって部分画像の補正が行なわれる。補正後の部分画像を合成することによって、合成画像IM5が生成される。

[0092] 図26は、Y軸に対する第2光学検査カメラ13の移動方向の傾きの算出手順を説明するための図である。Y軸に対する第2光学検査カメラ13の移動方向の傾きに基づいて、切り取り位置のオフセット量が決定される。

[0093] 図26を参照して、軸AX2は、例えば、キャリブレーションプレートPL1に示されるドットDO1の列である。部分画像P118、P119の撮像位置に関し、X座標は互いに同一である一方、Y座標は互いに異なる。部分画像P118、P119の各々においてドットDO1が斜めに撮像される要因としては、（A）Y軸に対する第2光学検査カメラ13の移動方向の傾き（軸角度補正データ）、及び、（B）検査テーブル11上におけるキャリブレーションプレートPL1の傾きが挙げられる。すなわち、部分画像P118、P119の各々における軸AX2の角度は、上記（A）（B）を合計したものである。

[0094] 一方、この例においては、特定のドットDO1に着目した場合に、Y軸において撮像位置がY2移動するのに応じて、X軸において特定のドットDO1の位置がX2移動している。これによって生じる傾き（角度 $\theta 4$ ）は、上記（B）によるものである。したがって、部分画像P118、P119の各

々における軸 $A \times 2$ の角度から角度 $\theta 4$ を差し引くことによって上記 (A) を算出することができる。

[0095] 図 27 は、図 17 のステップ S 430 において実行される処理を示すフローチャートである。図 27 を参照して、ステップ S 800, S 810, S 820, S 830, S 850, S 860 及び S 870 の処理は、図 22 のステップ S 600, S 610, S 620, S 630, S 650, S 660 及び S 670 の処理とそれぞれ同一であるため説明を繰り返さない。

[0096] ステップ S 830 において部分画像が撮像されると、制御部 70 は、歪み補正データを用いることによる歪み補正、回転補正データを用いることによる回転補正、及び、台形補正データを用いることによる台形補正をこの順で部分画像データに施す（ステップ S 840）。ステップ S 870 において各撮像ポジションにおける平均的な撮像画像が抽出されると、制御部 70 は、抽出された平均的な撮像画像に基づいて軸角度補正データを生成する（ステップ S 880）。このように、キャリブレーションを通じて、仮想平面及び各種補正データが生成される。

[0097] <3-2. 検査動作>

図 28 は、第 2 光学検査カメラ 13 の視野に収まらない電子部品 S 1 の検査手順を示すフローチャートである。このフローチャートに示される処理は、コンピュータ 50 の制御部 70 によって所定周期で実行される。

[0098] 図 28 を参照して、制御部 70 は、検査対象の電子部品 S 1 の配置情報に基づいて複数の撮像位置（撮像ポジション）を決定する（ステップ S 900）。制御部 70 は、検査テーブル 11 に保持された電子部品 S 1 の撮像を開始するように第 2 光学検査カメラ 13 を制御する（ステップ S 910）。制御部 70 は、予め定められた複数の撮像ポジションのうち未だに撮像が行われていない撮像ポジションに移動するように検査テーブル 11 及び第 2 光学検査カメラ 13 の少なくとも一方を制御する（ステップ S 920）。

[0099] 制御部 70 は、仮想平面に基づいて Z 軸座標位置を算出し、算出された Z 軸座標位置に移動するように第 2 光学検査カメラ 13 を制御する（ステップ

S 9 3 0)。Z 軸座標位置の調整が完了すると、制御部 7 0 は、電子部品 S 1 の部分画像を撮像するように第 2 光学検査カメラ 1 3 を制御する（ステップ S 9 4 0）。このように、切断装置 1 においては、部分画像データの生成時に、Z 軸に沿った第 2 光学検査カメラ 1 3 のフォーカス位置が個別に調整される。制御部 7 0 は、歪み補正データを用いることによる歪み補正、回転補正データを用いることによる回転補正、及び、台形補正データを用いることによる台形補正をこの順で部分画像データに施す（ステップ S 9 5 0）。

[0100] 制御部 7 0 は、予め定められている全撮像ポジションにおける撮像が終了したか否かを判定する（ステップ S 9 6 0）。予め定められている全撮像ポジションにおける撮像が終了していないと判定されると（ステップ S 9 6 0 において N O）、制御部 7 0 は、再びステップ S 9 2 0 の処理を実行する。

[0101] 一方、予め定められている全撮像ポジションにおける撮像が終了したと判定されると（ステップ S 9 6 0 において Y E S）、制御部 7 0 は、軸補正データを用いることによる部分画像データのオフセット（軸補正）を行なう（ステップ S 9 7 0）。制御部 7 0 は、各種補正が施された部分画像データを合成することによって合成画像データを生成する（ステップ S 9 8 0）。制御部 7 0 は、合成画像データに基づいて電子部品 S 1 の検査・計測を行なう（ステップ S 9 9 0）。電子部品 S 1 の検査としては電子部品 S 1 の外観検査が挙げられ、電子部品 S 1 の計測としては電子部品 S 1 の各部分の長さの計測が挙げられる。

[0102] [4. 特徴]

以上のように、切断装置 1 においては、X 軸に対するカメラの傾きを考慮した補正、並びに、第 2 光学検査カメラ 1 3 の移動方向に沿う軸及び X 軸によって形成される角度と基準角度（90°）との差分を考慮した補正が複数の部分画像データの各々に施された後に、複数の部分画像データが合成される。各種補正が施された後に複数の部分画像データの合成が行なわれるため、合成画像データにおいて、部分画像データ間の境界部分に生じ得るずれが抑制される。したがって、切断装置 1 によれば、合成画像データに基づいた

電子部品 S 1 の検査を比較的高精度に行なうことができる。

[0103] また、切断装置 1 においては、複数の部分画像データの各々の生成時に、フォーカス位置が個別に調整される。したがって、切断装置 1 によれば、適切なフォーカス位置に設定された第 2 光学検査カメラ 13 を用いることによって複数の部分画像データの各々を生成することができる。その結果、切断装置 1 によれば、電子部品 S 1 の検査を比較的高精度に行なうことができる。

。

[0104] 切断装置 1 においては、X 軸に対する第 2 光学検査カメラ 13 の傾きを考慮した補正、並びに、第 2 光学検査カメラ 13 の移動方向及び X 軸によって形成される角度と基準角度（ 90° ）との差分（第 2 光学検査カメラ 13 の移動方向の Y 軸に対する傾き）を考慮した補正がこの順で複数の部分画像データの各々に施される。この順で補正が施される理由は次の通りである。上述のように、X 軸に対する第 2 光学検査カメラ 13 の傾きは、第 2 光学検査カメラ 13 の移動方向の Y 軸に対する傾きを考慮した補正が行なわれなくても、第 2 光学検査カメラ 13 の撮像画像に基づいて算出可能である。一方、第 2 光学検査カメラ 13 の移動方向の Y 軸に対する傾きは、X 軸に対する第 2 光学検査カメラ 13 の傾きを考慮した補正が行なわれていない状態において、第 2 光学検査カメラ 13 の撮像画像に基づいて算出できない。X 軸に対する第 2 光学検査カメラ 13 の傾きを考慮した補正が行なわれない状態の撮像画像は、X 軸に対する第 2 光学検査カメラ 13 の傾き、及び、第 2 光学検査カメラ 13 の移動方向の Y 軸に対する傾きの両方の影響を受けているためである。そのため、切断装置 1 においては、X 軸に対するカメラの傾きを考慮した補正が先に行なわれる。適切な順で補正が施された後に複数の部分画像データの合成が行なわれるため、合成画像データにおいて、部分画像データ間の境界部分に生じ得るずれが抑制される。したがって、切断装置 1 によれば、合成画像データに基づいた電子部品 S 1 の検査を比較的高精度に行なうことができる。

[0105] 切断装置 1 によれば、同じ撮像ポジションにおいてキャリブレーションプレ

ート P L 1 の撮像が複数回行なわれ、平均的な撮像画像を基礎に補正データが取得されるため、より高精度な補正データに基づき画像合成を行なうことができる。なお、撮像対象によっては、複数の撮像画像の平均ではなく、複数の撮像画像のばらつきの中央値に最も近い撮像画像が基礎とされてもよい。

[0106] 切断装置 1 によれば、複数の撮像画像を補正したうえで 1 つの合成画像とすることができる。そのため、カメラの視野に収まらないサイズの電子部品を検査するために、従来の装置であれば、より広い視野を撮像できるカメラを搭載しなければならない場合でも、従来の装置のカメラで対応することができる。

[0107] なお、検査テーブル 11 は、本発明における「テーブル」の一例であり、第 1 光学検査カメラ 12 及び第 2 光学検査カメラ 13 の各々は、本発明における「カメラ」の一例である。検査テーブル 11 を X 軸に沿って移動させる機構は、本発明における「第 1 移動機構」の一例であり、第 1 光学検査カメラ 12 及び第 2 光学検査カメラ 13 の各々を Y 軸に沿って移動させる機構は、本発明における「第 2 移動機構」の一例である。制御部 70 は、本発明における「制御部」の一例であり、第 1 光学検査カメラ 12 及び第 2 光学検査カメラ 13 の各々を Z 軸に沿って移動させる機構は、本発明における「第 3 移動機構」の一例である。

[0108] [5. 他の実施の形態]

上記実施の形態の思想は、以上で説明された実施の形態に限定されない。以下、上記実施の形態の思想を適用できる他の実施の形態の一例について説明する。

[0109] 上記実施の形態においては、カメラの視野に収まらない検査対象を検査する技術が切断装置に適用された。しかしながら、本技術の適用範囲はこれに限定されない。例えば、本技術は、樹脂成形品を製造する樹脂成形装置に適用されてもよい。例えば、カメラの視野に収まらない樹脂成形品の検査のために本技術が適用されてもよい。本技術は、例えば、切断装置及び樹脂成形

装置等の半導体製造装置に適用可能である。

[0110] また、上記実施の形態においては、検査テーブル 11 が X 軸に沿って移動し、第 1 光学検査カメラ 12 及び第 2 光学検査カメラ 13 の各々が Y 軸に沿って移動することによって各カメラによる撮像位置が調整された。しかしながら、各カメラによる撮像位置の調整方法はこれに限定されない。例えば、各カメラが X 軸及び Y 軸の両方に沿って移動することによって各カメラによる撮像位置が調整されてもよいし、検査テーブル 11 が X 軸及び Y 軸の両方に沿って移動することによって各カメラによる撮像位置が調整されてもよい。

[0111] 以上、本発明の実施の形態について例示的に説明した。すなわち、例示的な説明のために、詳細な説明及び添付の図面が開示された。よって、詳細な説明及び添付の図面に記載された構成要素の中には、課題解決のために必須でない構成要素が含まれることがある。したがって、それらの必須でない構成要素が詳細な説明及び添付の図面に記載されているからといって、それらの必須でない構成要素が必須であると直ちに認定されるべきではない。

[0112] また、上記実施の形態は、あらゆる点において本発明の例示にすぎない。上記実施の形態は、本発明の範囲内において、種々の改良や変更が可能である。例えば、いずれかの実施の形態の少なくとも一部の構成と、他のいずれかの実施の形態の少なくとも一部の構成とが組み合わせられてもよい。すなわち、本発明の実施にあたっては、実施の形態に応じて具体的構成を適宜採用することができる。

[0113] [6. 付記]

<技術 1>

(構成)

電子部品を保持するテーブルと、

前記電子部品の一部分を撮像し、第 1 部分画像データを生成するカメラと

、

前記電子部品と前記カメラとの第 1 軸における相対的な位置関係が変更さ

れるように前記テーブル及び前記カメラの少なくとも一方を移動させる第1移動機構と、

前記電子部品と前記カメラとの第2軸における相対的な位置関係が変更されるように前記テーブル及び前記カメラの少なくとも一方を移動させる第2移動機構と、

各々が前記電子部品の互いに異なる部分を示す複数の第1部分画像データが生成されるように前記カメラ、前記第1移動機構及び前記第2移動機構の各々を制御する制御部とを備え、

前記制御部は、前記第1軸に対する前記カメラの傾きを考慮した補正、並びに、前記第1軸及び前記第2軸によって形成される角度と基準角度との差分を考慮した補正を前記複数の第1部分画像データの各々に施す第1処理、補正後の前記複数の第1部分画像データを合成することによって合成画像データを生成する第2処理、及び、前記合成画像データに基づいて前記電子部品を検査する第3処理を実行する、検査システム。

[0114] (効果等)

この検査システムにおいては、第1軸に対するカメラの傾きを考慮した補正、並びに、第1軸及び第2軸によって形成される角度と基準角度との差分を考慮した補正が複数の第1部分画像データの各々に施された後に、複数の第1部分画像データが合成される。各種補正が施された後に複数の第1部分画像データの合成が行なわれるため、合成画像データにおいて、第1部分画像データ間の境界部分に生じ得るずれが抑制される。したがって、この検査システムによれば、合成画像データに基づいた電子部品の検査を比較的高精度に行なうことができる。

[0115] <技術2>

(構成)

前記基準角度が90°である、技術1に記載の検査システム。

[0116] (効果等)

この検査システムにおいては、第1軸及び第2軸によって形成される角度

が直角からずれている場合に、複数の第1部分画像データの各々に補正が施される。補正が施された後に複数の第1部分画像データの合成が行なわれるため、合成画像データにおいて、第1部分画像データ間の境界部分に生じ得るずれが抑制される。したがって、この検査システムによれば、合成画像データに基づいた電子部品の検査を比較的高精度に行なうことができる。

[0117] <技術3>

(構成)

前記カメラがレンズを含み、

前記第1処理においては、前記レンズの歪みを考慮した補正が前記複数の第1部分画像データの各々にさらに施される、技術1又は技術2に記載の検査システム。

[0118] (効果等)

この検査システムにおいては、レンズの歪みを考慮した補正が複数の第1部分画像データの各々にさらに施された後に、複数の第1部分画像データが合成される。各種補正が施された後に複数の第1部分画像データの合成が行なわれるため、合成画像データにおいて、第1部分画像データ間の境界部分に生じ得るずれが抑制される。したがって、この検査システムによれば、合成画像データに基づいた電子部品の検査を比較的高精度に行なうことができる。

[0119] <技術4>

(構成)

前記第1軸及び前記第2軸の各々と直交する第3軸に沿って前記カメラを移動させる第3移動機構をさらに備え、

前記複数の第1部分画像データの各々の生成時に、前記第3軸に沿った前記カメラのフォーカス位置が個別に調整されるように、前記制御部が前記第3移動機構を制御する、技術1から技術3のいずれか1つに記載の検査システム。

[0120] (効果等)

例えば、テーブルが完全な平面でない場合には、電子部品の撮像位置によってフォーカス位置が異なるといった事態が生じ得る。この検査システムにおいては、複数の第1部分画像データの各々の生成時に、フォーカス位置が個別に調整される。したがって、この検査システムによれば、適切なフォーカス位置に設定されたカメラを用いることによって複数の第1部分画像データの各々を生成することができる。その結果、この検査システムによれば、電子部品の検査を比較的高精度に行なうことができる。

[0121] <技術5>

(構成)

前記制御部が、仮想平面を参照することによって、前記フォーカス位置が調整されるように前記第3移動機構を制御し、

前記仮想平面は、前記カメラによる撮像位置を囲む少なくとも3つの点の各々における前記フォーカス位置に基づいて生成される、技術4に記載の検査システム。

[0122] (効果等)

この検査システムにおいては、仮想平面を参照することによって、カメラのフォーカス位置が比較的高精度に調整される。したがって、この検査システムによれば、適切なフォーカス位置に設定されたカメラを用いることによって複数の第1部分画像データの各々を生成することができる。その結果、この検査システムによれば、電子部品の検査を比較的高精度に行なうことができる。

[0123] <技術6>

(構成)

前記第1処理においては、前記制御部が、前記第1軸に対する前記カメラの傾きを考慮した補正、並びに、前記第1軸及び前記第2軸によって形成される角度と前記基準角度との差分を考慮した補正をこの順で前記複数の第1部分画像データの各々に施す、技術1から技術5のいずれか1つに記載の検査システム。

[0124] (効果等)

この検査システムにおいては、第1軸に対するカメラの傾きを考慮した補正、並びに、第1軸及び第2軸によって形成される角度と基準角度との差分を考慮した補正がこの順で複数の第1部分画像データの各々に施される。すなわち、この検査システムにおいては、第1軸及び第2軸によって形成される角度と基準角度との差分による影響を受けない第1軸に対するカメラの傾きを考慮した補正が先に行なわれる。適切な順で補正が施された後に複数の第1部分画像データの合成が行なわれるため、合成画像データにおいて、第1部分画像データ間の境界部分に生じ得るずれが抑制される。したがって、この検査システムによれば、合成画像データに基づいた電子部品の検査を比較的高精度に行なうことができる。

[0125] <技術7>

(構成)

前記第1軸に対する前記カメラの傾きを考慮した補正には第1補正データが用いられ、前記第1軸及び前記第2軸によって形成される角度と前記基準角度との差分を考慮した補正には第2補正データが用いられ、

前記第1補正データ及び前記第2補正データの各々が予め生成されており、

前記カメラが、キャリブレーションプレートを撮像し、第2部分画像データを生成し、

前記第2補正データが、前記第1補正データを用いた補正が施された後の前記第2部分画像データに基づいて生成されている、技術1から技術6のいずれか1つに記載の検査システム。

[0126] (効果等)

この検査システムにおいては、第1軸に対するカメラの傾きが補正された後の第2部分画像データに基づいて第2補正データが生成されている。したがって、この検査システムにおいては、比較的高精度な第2補正データが予め生成されている。その結果、この検査システムにおいては、比較的高精度

な第2補正データを用いた補正が施された後に複数の第1部分画像データの合成が行なわれるため、合成画像データにおいて、第1部分画像データ間の境界部分に生じ得るずれが抑制される。よって、この検査システムによれば、合成画像データに基づいた電子部品の検査を比較的高精度に行なうことができる。

[0127] <技術8>

(構成)

技術1から技術7のいずれか1つに記載の検査システムと、
前記電子部品を製造する製造システムとを備え、
前記電子部品は、半導体装置であり、
前記検査システムは、前記製造システムによって製造された前記電子部品を検査する、半導体製造装置。

[0128] (効果等)

この半導体製造装置においては、第1軸に対するカメラの傾きを考慮した補正、並びに、第1軸及び第2軸によって形成される角度と基準角度との差分を考慮した補正が複数の第1部分画像データの各々に施された後に、複数の第1部分画像データが合成される。各種補正が施された後に複数の第1部分画像データの合成が行なわれるため、合成画像データにおいて、第1部分画像データ間の境界部分に生じ得るずれが抑制される。したがって、この半導体製造装置によれば、合成画像データに基づいた電子部品の検査を比較的高精度に行なうことができる。

[0129] <技術9>

(構成)

検査システムを用いた検査方法であって、
前記検査システムは、
電子部品を保持するテーブルと、
前記電子部品の一部分を撮像し、部分画像データを生成するカメラと、
前記電子部品と前記カメラとの第1軸における相対的な位置関係が変更さ

れるように前記テーブル及び前記カメラの少なくとも一方を移動させる第1移動機構と、

前記電子部品と前記カメラとの第2軸における相対的な位置関係が変更されるように前記テーブル及び前記カメラの少なくとも一方を移動させる第2移動機構とを備え、

前記検査方法は、

各々が前記電子部品の互いに異なる部分を示す複数の部分画像データを生成するステップと、

前記第1軸に対する前記カメラの傾きを考慮した補正、並びに、前記第1軸及び前記第2軸によって形成される角度と基準角度との差分を考慮した補正を前記複数の部分画像データの各々に施すステップと、

補正後の前記複数の部分画像データを合成することによって合成画像データを生成するステップと、

前記合成画像データに基づいて前記電子部品を検査するステップとを含む、検査方法

[0130] (効果等)

この検査方法においては、第1軸に対するカメラの傾きを考慮した補正、並びに、第1軸及び第2軸によって形成される角度と基準角度との差分を考慮した補正が複数の第1部分画像データの各々に施された後に、複数の第1部分画像データが合成される。各種補正が施された後に複数の第1部分画像データの合成が行なわれるため、合成画像データにおいて、第1部分画像データ間の境界部分に生じ得るずれが抑制される。したがって、この検査方法によれば、合成画像データに基づいた電子部品の検査を比較的高精度に行なうことができる。

符号の説明

[0131] 1 切断装置、3 基板供給部、4 位置決め部、4 a レール部、5 切断テーブル、5 a 保持部材、5 b 回転機構、5 c 移動機構、5 d 第1位置確認カメラ、5 e 第1クリーナ、6 スピンドル部、6 a プレ

ード、6 b 第2位置確認カメラ、6 c 回転軸、7 搬送部、7 a 第2クリーナ、11 検査テーブル、12 第1光学検査カメラ、13 第2光学検査カメラ、14 配置部、15 抽出部、15 a 良品用トレイ、15 b 不良品用トレイ、16, 17 照明部、17 a ドーム、17 b LED、20 モニタ、50 コンピュータ、70 制御部、72 CPU、74 RAM、76 ROM、80 記憶部、81 制御プログラム、90 入出力I/F、95 受付部、A1 切断モジュール、AN1 傾き情報、AX1 軸、B1 検査・収納モジュール、D1-D5, DX1 点、DO1 ドット、FA1-FA4 面、M1 マガジン、P1 パッケージ基板、P11-P119 部分画像、IM1-IM5 合成画像、PL1 キャリブレーションプレート、S1 電子部品、VP1 仮想平面。

請求の範囲

- [請求項1] 電子部品を保持するテーブルと、
 前記電子部品の一部を撮像し、第1部分画像データを生成するカメラと、
 前記電子部品と前記カメラとの第1軸における相対的な位置関係が変更されるように前記テーブル及び前記カメラの少なくとも一方を移動させる第1移動機構と、
 前記電子部品と前記カメラとの第2軸における相対的な位置関係が変更されるように前記テーブル及び前記カメラの少なくとも一方を移動させる第2移動機構と、
 各々が前記電子部品の互いに異なる部分を示す複数の第1部分画像データが生成されるように前記カメラ、前記第1移動機構及び前記第2移動機構の各々を制御する制御部とを備え、
 前記制御部は、前記第1軸に対する前記カメラの傾きを考慮した補正、並びに、前記第1軸及び前記第2軸によって形成される角度と基準角度との差分を考慮した補正を前記複数の第1部分画像データの各々に施す第1処理、補正後の前記複数の第1部分画像データを合成することによって合成画像データを生成する第2処理、及び、前記合成画像データに基づいて前記電子部品を検査する第3処理を実行する、検査システム。
- [請求項2] 前記基準角度が90°である、請求項1に記載の検査システム。
- [請求項3] 前記カメラがレンズを含み、
 前記第1処理においては、前記レンズの歪みを考慮した補正が前記複数の第1部分画像データの各々にさらに施される、請求項1又は請求項2に記載の検査システム。
- [請求項4] 前記第1軸及び前記第2軸の各々と直交する第3軸に沿って前記カメラを移動させる第3移動機構をさらに備え、
 前記複数の第1部分画像データの各々の生成時に、前記第3軸に沿

った前記カメラのフォーカス位置が個別に調整されるように、前記制御部が前記第3移動機構を制御する、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の検査システム。

[請求項5] 前記制御部が、仮想平面を参照することによって、前記フォーカス位置が調整されるように前記第3移動機構を制御し、
前記仮想平面は、前記カメラによる撮像位置を囲む少なくとも3つの点の各々における前記フォーカス位置に基づいて生成される、請求項4に記載の検査システム。

[請求項6] 前記第1処理においては、前記制御部が、前記第1軸に対する前記カメラの傾きを考慮した補正、並びに、前記第1軸及び前記第2軸によって形成される角度と前記基準角度との差分を考慮した補正をこの順で前記複数の第1部分画像データの各々に施す、請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の検査システム。

[請求項7] 前記第1軸に対する前記カメラの傾きを考慮した補正には第1補正データが用いられ、前記第1軸及び前記第2軸によって形成される角度と前記基準角度との差分を考慮した補正には第2補正データが用いられ、
前記第1補正データ及び前記第2補正データの各々が予め生成されており、
前記カメラが、キャリブレーションプレートを撮像し、第2部分画像データを生成し、
前記第2補正データが、前記第1補正データを用いた補正が施された後の前記第2部分画像データに基づいて生成されている、請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の検査システム。

[請求項8] 請求項1から請求項7のいずれか1項に記載の検査システムと、
前記電子部品を製造する製造システムとを備え、
前記電子部品は、半導体装置であり、
前記検査システムは、前記製造システムによって製造された前記電

子部品を検査する、半導体製造装置。

[請求項9]

検査システムを用いた検査方法であって、

前記検査システムは、

電子部品を保持するテーブルと、

前記電子部品の一部を撮像し、部分画像データを生成するカメラと、

前記電子部品と前記カメラとの第1軸における相対的な位置関係が変更されるように前記テーブル及び前記カメラの少なくとも一方を移動させる第1移動機構と、

前記電子部品と前記カメラとの第2軸における相対的な位置関係が変更されるように前記テーブル及び前記カメラの少なくとも一方を移動させる第2移動機構とを備え、

前記検査方法は、

各々が前記電子部品の互いに異なる部分を示す複数の部分画像データを生成するステップと、

前記第1軸に対する前記カメラの傾きを考慮した補正、並びに、前記第1軸及び前記第2軸によって形成される角度と基準角度との差分を考慮した補正を前記複数の部分画像データの各々に施すステップと、

補正後の前記複数の部分画像データを合成することによって合成画像データを生成するステップと、

前記合成画像データに基づいて前記電子部品を検査するステップを含む、検査方法。