

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-192597
(P2007-192597A)

(43) 公開日 平成19年8月2日(2007.8.2)

| | | |
|--------------------------------|---------------|-------------|
| (51) Int. Cl. | F I | テーマコード (参考) |
| GO 1 N 23/04 (2006.01) | GO 1 N 23/04 | 2GO 0 1 |
| GO 1 N 21/956 (2006.01) | GO 1 N 21/956 | 2GO 5 1 |

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

| | | | |
|-----------|--------------------------|----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2006-9323 (P2006-9323) | (71) 出願人 | 595039014 株式会社サキコーポレーション 東京都港区港南2丁目15番1号 |
| (22) 出願日 | 平成18年1月17日 (2006.1.17) | (74) 代理人 | 100105924 弁理士 森下 賢樹 |
| | | (72) 発明者 | 秋山 吉宏 東京都港区港南2丁目15番1号株式会社サキコーポレーション内 |
| | | (72) 発明者 | 小野寺 謙 東京都港区港南2丁目15番1号株式会社サキコーポレーション内 |
| | | (72) 発明者 | 秋山 咲恵 東京都港区港南2丁目15番1号株式会社サキコーポレーション内 |

最終頁に続く

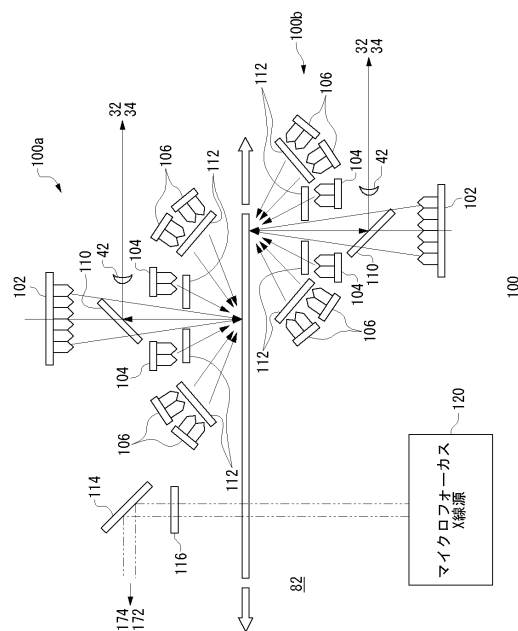
(54) 【発明の名称】 被検査体の検査装置

(57) 【要約】

【課題】 撮像時間の増加を抑制しながら光学画像およびX線画像を良好な画質で撮像し、短時間で精度のよい被検査体の検査を実施する検査装置を提供する。

【解決手段】 基板検査装置において、ラインセンサ34は、基板の光学画像を撮像する。CCDセンサ172は、基板のX線画像を撮像する。スレーブPCは、撮像された光学画像およびX線画像を利用して基板の部品の実装状態を検査する。基板検査装置は基板の移動と停止を繰り返しながら、複数回にわたって撮像された画像を利用して基板を検査する。基板検査装置には、撮像領域が異なる複数のCCDセンサ172が、基板の移動方向と略垂直に並設される。CCDセンサ172は、鏡により反射された基板のX線画像を撮像する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検査体の光学画像を撮像する一次元センサと、
被検査体に X 線が照射されることにより光学変換部に表示される X 線画像を撮像する二次元センサと、
撮像された光学画像および X 線画像を利用して被検査体の部品の実装状態を検査する検査部と、
を備えることを特徴とする被検査体の検査装置。

【請求項 2】

被検査体を搬送する被検査体搬送部と、
被検査体を搬送しながら、または被検査体の搬送と停止を繰り返しながら、被検査体を撮像する撮像制御部と、をさらに備え、
撮像領域が異なる複数の前記二次元センサが、被検査体の搬送方向と略垂直に並設されることを特徴とする請求項 1 に記載の被検査体の検査装置。

10

【請求項 3】

前記二次元センサは、鏡により反射された被検査体の X 線画像を撮像することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の被検査体の検査装置。

【請求項 4】

前記二次元センサは、前記一次元センサが被検査体の光学画像を撮像しているときに、被検査体の X 線画像を撮像することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の被検査体の検査装置。

20

【請求項 5】

前記一次元センサおよび前記二次元センサは、複数回にわたって交互に被検査体を撮像することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の被検査体の検査装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被検査体の検査装置に関し、特に X 線を照射することにより得られる被検査体の X 線画像を利用して被検査体を検査する被検査体の検査装置に関する。

【背景技術】

30

【0002】

近年、あらゆる機器に電子基板が実装されるようになってきている。これらの電子基板が実装される機器においては、小型化や薄型化および低価格化が常に課題とされており、このため、高集積度設計が広く行われている。この高集積度設計を実現する要素の一つとして高密度実装技術が挙げられる。この高密度実装のポイントは、製造技術および検査技術にあり、この部品実装後のプリント基板（以下「基板」という）の検査として、プリント基板を撮像することにより得られる光学画像を利用する検査技術が知られている。

【0003】

一方、デジタル機器のさらなる小型化および高性能化を実現するために、さらに集積度を上げて基板に実装する部品の数を低減させることが求められている。このため、たとえば高密度基板実装に使用される IC チップのパッケージ方法の一つである BGA (Ball Grid Array) などが多く採用されている。この BGA は、通常平たいパッケージの下面に外部入出力用のパッドが並んでおり、基板に BGA を実装するときにはこのパッドはパッケージに覆われる。このためパッドには外部から光が届きにくく、上記のような光学画像を利用した検査方法では BGA のパッドの接続状態を検査することは困難である。このように光学画像による検査が困難な部品を考慮して、X 線を基板に照射することにより得られる X 線透過画像を利用する検査技術の開発が進められている。

40

【0004】

このような光学画像および X 線画像の双方を利用する検査技術として、たとえば特許文献 1 では、X 線撮像部で得られる被検査対象物の X 線画像および可視光撮像部で得られる

50

光学画像とを合成する基板検査装置が提案されている。また、たとえば特許文献2では、検査対象となるプリント基板の光学基準画像と基準となるプリント基板の光学基準画像とを比較するステップと、検査対象となるプリント基板のX線像と基準となるプリント基板のX線基準画像とを比較するステップと、を備える基板検査方法が提案されている。

【特許文献1】特開2004-340632号公報

【特許文献2】特開2004-226127号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

光学画像またはX線画像を利用して基板などの被検査体を検査する検査装置では、正確な検査結果を提供するため、光学画像およびX線画像は共に高画質が求められる。特にX線画像は一般的に暗く撮像されるため、X線画像の高画質化は強く求められている。一方、光学画像およびX線画像を撮像するために、光学画像のみ、またはX線画像のみを利用して被検査体を検査する検査装置よりも撮像するための時間が増加するおそれがある。

10

【0006】

本発明はこうした状況に鑑みてなされたものであり、その目的は、撮像時間の増加を抑制しながら光学画像およびX線画像を良好な画質で撮像し、短時間で精度のよい被検査体の検査を実施する検査装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するために、本発明のある態様の被検査体の検査装置は、被検査体の光学画像を撮像する一次元センサと、被検査体のX線画像を撮像する二次元センサと、撮像された光学画像およびX線画像を利用して被検査体の部品の実装状態を検査する検査部と、を備える。

20

【0008】

被検査体は、照明装置などで光を照射することによって一次元センサに入射する光の強度を強くすることができる。一方、X線画像は一般的にX線画像を表示するシンチレータを撮像することなどによって得ることができるが、このようにして得られたX線画像は通常暗く撮像される。この態様によれば、光学画像は一次元センサによって撮像することができるため、二次元センサを移動して光学画像を撮像するような検査装置に比べ、光学画像を短時間で撮像することができる。また、X線画像は、二次センサにより撮像するため露光時間を調整するなどして良好な画質を得ることが可能となる。

30

【0009】

被検査体の検査装置は、被検査体を移動させながら、または被検査体の移動と停止を繰り返しながら、複数回にわたって撮像された画像を利用して被検査体を検査するものであって、撮像領域が異なる複数の二次元センサが、被検査体の移動方向と略垂直に並設されてもよい。この態様によれば、二次元センサを移動して光学画像を撮像するような検査装置に比べ、二次元センサによる撮像時間を短縮することが可能となる。

【0010】

二次元センサは、鏡により反射された被検査体のX線画像を撮像してもよい。この態様によれば、X線が撮像部に直接入射することを抑制することができ、撮像部がX線に被爆することを抑制することができる。

40

【0011】

二次元センサは、一次元センサが被検査体の光学画像を撮像しているときに、被検査体のX線画像を撮像してもよい。この態様によれば、一次元センサによる撮像と二次元センサによる撮像を並行して行うことができ、光学画像およびX線画像の双方を撮像するために撮像時間が増加することを抑制することができる。

【0012】

一次元センサおよび二次元センサは、複数回にわたって交互に被検査体を撮像してもよい。この態様によれば、一方向への被検査体の搬送において被検査体の光学画像およびX

50

線画像の双方を撮像することができるため、光学画像およびX線画像の双方を撮像するために撮像時間が増加することを抑制することができる。また、交互に被検査体を撮像するため、一次元センサおよび二次元センサ相互間の光の干渉を抑制することができる。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、撮像時間の増加を抑制しながら光学画像およびX線画像を良好な画質で撮像し、短時間で精度のよい被検査体の検査を実施する検査装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態（以下、「実施形態」という。）について説明する。

【0015】

図1は、本実施形態に係る基板検査装置200の構成を示す図である。基板検査装置200は、検査テーブル10、基板搬送テーブル50、撮像システム80、および後述する画像処理部、スレーブPC、マスターPCなどを有している。基板搬送テーブル50は、支持プレート52および2本の搬送レール54などを有し、搬送レール54は支持プレート52により支持される。

【0016】

搬送レール54はモータを駆動することにより基板2を搬送する搬送ベルトを有し、搬送ベルトに載置された基板2を検査テーブル10の略中央まで搬送する。搬送レール54の上方であって検査テーブルの略中央には、基板2の搬送を検知する図示しない光センサなどの非接触センサを使った搬送センサが設けられている。この搬送センサが基板2の端面や基板2に設けられた検知孔を検知すると、基板検査装置200は、基板2が検査テーブル10の略中央に搬送されたと判断し、搬送レール54による基板2の搬送を停止させる。

【0017】

基板検査装置200の下方には、搬送レール54と垂直かつ水平方向に延在する支持シャフト（図示せず）が設けられている。基板搬送テーブル50には、この支持シャフトが挿通される挿通孔が設けられている。また、基板検査装置200の下方には、支持シャフトと平行に延在するボールネジ56が設けられており、基板搬送テーブル50には、このボールネジ56が嵌合する雌ネジ部が設けられている。基板検査装置200には、ボールネジ56を回転駆動するモータ（図示せず）が設けられている。検査テーブル10の略中央において搬送レール54による基板2の搬送を停止すると、基板検査装置200は、このモータを作動することによってボールネジ56を回転させ、基板2の停止位置から、搬送レール54が基板2を搬送してきた方向と垂直な方向に基板2を移動させる。基板検査装置200は、搬送レール54によって搬送された基板2をこうして撮像システム80に搬送する。

【0018】

所定の位置まで基板2が移動すると、基板検査装置200は、モータを逆回転するように作動させてボールネジ56を回転させ、搬送レール54により基板2を搬送した位置まで基板搬送テーブル50を移動させる。基板検査装置200は、このように移動された基板2を搬送レール54によって次の工程へと搬送する。次に検査を行う基板がある場合は、再び搬送レール54によって次の検査対象となる基板2を検査テーブル10の略中央まで搬送し、上述の動作を繰り返す。

【0019】

なお、本図手前側の搬送レール54には、搬送レール54上の載置された基板2を上方から押圧して基板2の形状を矯正するクランプが設けられている。検査テーブル10の略中央に搬送された基板2は、このクランプによりゆがみが矯正された状態で撮像システム80へ搬送される。

10

20

30

40

50

【0020】

図2は、本実施形態に係る撮像システム80の構成を示す図である。撮像システム80は、第1撮像システム80aと第2撮像システム80bを有する。第1撮像システム80aは、第1照明ユニット100a、第1撮像ユニット30a、第2撮像ユニット30b、などを含む。第1撮像システム80aを構成する要素は、基板搬送テーブル50によって搬送される検査対象の基板2よりも一方(本実施形態では上部。以下「上部」という)に配置され、マイクロフォーカスX線源120は、第2照明ユニット100b周辺に配置される。第2撮像システム80bは、第2照明ユニット100b、第3撮像ユニット30c、第4撮像ユニット30dなどを含む。第2撮像システム80bを構成する要素は、基板搬送テーブル50によって搬送される検査対象の基板2よりも他方(本実施形態では下部。以下「下部」という)に配置される。(以下、必要に応じて、第1照明ユニット100a、第2照明ユニット100bを総じて「照明ユニット100」といい、第1撮像ユニット30a、第2撮像ユニット30b、第3撮像ユニット30c、第4撮像ユニット30dを総じて「撮像ユニット30」という。)

10

【0021】

第1撮像ユニット30aは、第1ラインセンサ34aおよび第1光学レンズ32aによって構成される。同様に、第2撮像ユニット30bは第2ラインセンサ34bおよび第2光学レンズ32bによって構成される。第3撮像ユニット30cは第3ラインセンサ34cおよび第3光学レンズ32cによって構成される。第4撮像ユニット30dは第4ラインセンサ34dおよび第4光学レンズ32dによって構成される(以下、必要に応じて第1ラインセンサ34a及至第4ラインセンサ34dを総じて「ラインセンサ34」といい、第1光学レンズ32a及至第4光学レンズ32dを総じて「光学レンズ32」という。)。ラインセンサ34の各々は、テレセントリックレンズ42を通過して入射された光を撮像し、画像データに変換する。

20

【0022】

照明ユニット100は、搬送された基板2の被撮像面に光を照射する。基板2によって反射された光は照明ユニット100内に配置された後述するハーフミラーによって反射され撮像ユニット30に入射される。撮像ユニット30に入射された光は光学レンズ32を通過して一次元センサとしてのラインセンサ34に入射される。ラインセンサ34はこのように入射された光を走査し、可視光による画像としての光学画像を撮像し、画像データに変換する。したがってラインセンサ34は光学画像を撮像する光学画像撮像部として機能する。

30

【0023】

ここで、「走査する」は、走査ヘッドがラインセンサ34の撮像素子の並び方向に対して垂直の方向に駆動する動作を示す。また、「撮像する」は、ラインセンサ34の場合、一走査単位を走査することを示す。一走査単位とは、例えば基板の一方の端部から他方の端部までの1回の一方向の走査や1回の往復の走査など、ラインセンサ34の走査の単位をいう。以下、本明細書において基板2の搬送方向を「搬送方向」といい、基板2の搬送方向と垂直な、ラインセンサ34の走査方向を「走査方向」という。

【0024】

第1撮像ユニット30aおよび第2撮像ユニット30bは、上部フレーム36a上に固定される。上部フレーム36aは、上部支持フレーム38に搬送方向に摺動可能に支持される。上部支持フレーム38にはモータ40が固定されており、モータ40のモータ軸には雄ネジ部が設けられている。上部フレーム36aにはモータ40の雄ネジ部と嵌合する雌ネジ部が設けられており、モータ40が駆動することにより、上部フレーム36aが上部支持フレーム38に対して移動する。基板検査装置200は、あらかじめ入力されている基板厚さデータに基づいて、モータ40に制御信号を与えて駆動させる。これによって上部フレーム36aを第1照明ユニット100aに対して摺動し、基板2の上面の撮像を行うために焦点を合わせる。第2撮像システム80bを構成する第3撮像ユニット30cおよび第4撮像ユニット30dは、下部フレーム36b上に固定される。

40

50

【0025】

第1撮像ユニット30a、第2撮像ユニット30b、および2つのテレセントリックレンズ42は、被検査体である基板2の一面を分担して撮像すべく、撮像領域が異なるよう走査方向に並設される。また、第1ラインセンサ34aおよび第2ラインセンサ34bの撮像範囲に重複撮像範囲を持たせるように、第1光学レンズ32a、第1ラインセンサ34a、第2光学レンズ32b、第2ラインセンサ34b、およびテレセントリックレンズ42のそれぞれの配置などが決定される。

【0026】

第2撮像システム80bにおいても同様に、第3撮像ユニット30c、第4撮像ユニット30d、および2つのテレセントリックレンズ42は、基板2の他の一面を分担して撮像すべく、撮像領域が異なるように走査方向に並設される。また、第3ラインセンサ34cおよび第4ラインセンサ34dの撮像範囲に重複撮像範囲を持つように、第3光学レンズ32c、第3ラインセンサ34c、第4光学レンズ32d、第4ラインセンサ34d、およびテレセントリックレンズ42のそれぞれの配置などが決定される。このように走査方向に複数のラインセンサ34が並設されるため、複数のラインセンサ34によって基板2の異なる領域の光学画像を得ることができ、撮像する光学画像の解像度を高めることが可能となる。なお、本実施形態では、搬送される基板2より上部に2つのラインセンサ34が設けられ、下部に2つのラインセンサ34が設けられるが、基板2の上部および下部に設けられるラインセンサ34は3つ以上であってもよいことは勿論である。

10

【0027】

第1ラインセンサ34a、第2ラインセンサ34b、および第1照明ユニット100aと、第3ラインセンサ34c、第4ラインセンサ34d、および第2照明ユニット100bとは、1回の検査工程において基板2の両面を撮像することができるよう、基板2を挟んで対向するよう配置される。

20

【0028】

第1照明ユニット100aの第1撮像システム80aと反対側には、X線撮像システム82が設けられている。X線撮像システム82は、センサ支持フレーム176、複数(本実施形態では5つ)のレンズ174、および複数(本実施形態では5つ)のCCDセンサ172、マイクロフォーカスX線源120、後述するミラーおよびシンチレータを有する。

30

【0029】

マイクロフォーカスX線源120は、搬送される基板2の下方に配置される。センサ支持フレーム176、レンズ174、およびセンサ支持フレーム176は、搬送される基板2より上方に配置される。複数のCCDセンサ172は、上部フレーム36a上および下部フレーム36b上に、後述するミラーを撮像方向として基板2の被撮像面と平行かつ基板2の搬送方向と垂直に並設される。CCDセンサ172の各々には、レンズ174が対応して設けられている。CCDセンサ172は、二次元の領域を一括して撮像し、画像データに変換する。レンズ174はCCDセンサ172により撮像される二次元の領域の大きさを調整する。本実施形態では、CCDセンサ172は、基板2の搬送方向と垂直な方向に、各々の撮像領域が重なるように配置される。このようにして、並設された複数のCCDセンサ172によって、基板2の搬送方向と垂直な方向の長さ全域、および搬送方向の所定の長さを有する二次元領域を同時に撮像することが可能となっている。以下、本明細書において、並設された複数のCCDセンサ172の撮像領域を一撮像単位として説明する。

40

【0030】

複数のCCDセンサ172は、上部フレーム36a上および下部フレーム36b上に、基板2の被撮像面と平行かつ基板2の搬送方向と垂直に並設される。CCDセンサ172の各々には、レンズ174が対応して設けられている。CCDセンサ172は基板2の二次元の領域を一括して撮像し、画像データを生成する2次元センサとして機能する。レンズ174はCCDセンサ172により撮像される二次元の領域の大きさを調整する。本実

50

施形態では、CCDセンサ172は、基板2の搬送方向と垂直な方向に、各々の撮像領域が重なるように配置される。このようにして、並設された複数のCCDセンサ172によって、基板2の搬送方向と垂直な方向の長さ全域、および搬送方向の所定の長さを二次元領域を同時に撮像することが可能となっている。以下、本明細書において、並設された複数のCCDセンサ172の撮像領域を一撮像単位として説明する。

【0031】

図3は、本実施形態に係る照明ユニット100およびX線撮像システム82の構成を示す図である。照明ユニット100は、第1照明ユニット100aおよび第2照明ユニット100bから構成される。第1照明ユニット100aおよび第2照明ユニット100bは、第1光源102、第2光源104、第3光源106、アクリルシート112などを有する。基板搬送テーブル50は、まず本図右方向に基板2を搬送し、所定の長さを搬送後、本図左方向に基板2を搬送する。以下本図において右方向を順搬送方向、左方向を逆搬送方向ととして説明する。

10

【0032】

第1光源102は、ラインセンサ34の走査方向に被検査体である基板2の長さ以上に列ぶLED（発光ダイオード）群により構成される。第1光源102は、基板2に落射する光を照射することができるように、ラインセンサ34が走査する基板2上の走査ラインの真上に配置され、本実施形態においては、第1光源102は、基板2の被撮像面と平行に配設された基板に設けられたLED群により構成される。なお、効率的に検査中の走査ラインへ落射光を投ずるために、LED群を取り付ける基板を中央からふたつのサブ基板に分け、それぞれのサブ基板に走査方向に列んだLED群を構成してもよい。第1光源102により落射光を基板2に投げ、この反射光をラインセンサ34で検出することにより、基板2内の部品の位置ずれ、欠品、ハンダのヌレの判定などを行うことができる。

20

【0033】

第2光源104は、基板2の被撮像面と平行に配設された2つの基板に設けられた、ラインセンサ34の走査方向に被検査体である基板2の長さ以上に列ぶLED群により構成される。LEDが取り付けられた2つの基板は、第1光源が走査ラインに落射光を投ずる光路に干渉しないように、基板の搬送方向に走査ラインを挟んで両側に配置される。

【0034】

第3光源106も、第2光源104と同様に、基板2の被撮像面と平行に配設された2つの基板に設けられた、ラインセンサ34の走査方向に被検査体である基板2の長さ以上に列ぶLED群により構成される。LEDが取り付けられた2つの基板は、第1光源および第2光源が走査ラインに光を照射する光路に干渉しないように、基板の搬送方向に走査ラインを挟んで両側に配置される。第2光源104により側射光を基板2に投げ、この反射光をラインセンサ34で検出することにより、基板2内のハンダブリッジの有無、実装部品の間違い、極性の反転などを判定することができる。

30

【0035】

これらの光源は、第1光源102は緑色の光を照射し、第2光源104は白色の光を照射し、第3光源106は青色の光を照射する。各々の光源は、異なる入射角度で被検査体である基板2を照射する。このため、照明ユニット100は被検査体である基板2に複数の入射角度の光を照射する複合光源として機能する。第1光源102を緑色とし、第3光源106を青色としたのは、近年のLED技術の進歩により、緑色LEDや青色LEDは、白色LEDよりも明るく、SN比のよいクリアな画像が得られるためである。プリント基板は緑色の場合が多いことから、落射光により平明を明るく照射するため、第1光源を緑色としている。また、ICやチップのボディにレーザー印字された文字は、低い角度から青い光を当てることにより認識しやすくなるため、第3光源106を青色としている。

40

【0036】

第1光源102の鉛直下方にハーフミラー110が設けられる。第1光源102からの落射光は、ハーフミラー110を通過して基板2の検査面へ入射角がほぼゼロで投げられる。本実施形態においては、第1光源102に幅をもたせており、基板2が反ったときで

50

も入射角がゼロになるような落射光成分が存在するように配慮されている。走査ラインからの反射光は、ハーフミラー 110 で反射し、テレセントリックレンズ 42 を通過してラインセンサ 34 へ入射する。

【0037】

第2光源 104 および第3光源 106 と走査ラインの間には、アクリルシート 112 が設けられる。このアクリルシート 112 は、第2光源 104 および第3光源 106 からの光を拡散する。第2光源 104 および第3光源 106 は点光源であるLEDの集合体であるため、拡散作用がなければスポット的な光が画像データに写り込んで検査精度に影響を与える可能性があるからである。

【0038】

本実施形態では、第2光源 104 による白色の光、第1光源 102 による緑色の光、第3光源 106 による青色の光の順に、各々の光源が独立に点灯する。各々の光源は、一走査単位につき3回点灯する。ラインセンサ 34 は1回の点灯ごとに基板 2 を走査する。

【0039】

基板 2 は、基板 2 の端部から対向する照明ユニット 100 に光が漏れる場合がある。また、基板 2 は孔が設けられていたりハンダで埋めきらなかった孔が残っている場合などがあるため、この孔から対向する照明ユニット 100 に光が漏れる場合がある。このように対向する照明ユニット 100 から漏れた光がラインセンサ 34 により直接走査されると、ブルーミングという現象が生じ基板 2 の撮像に影響を与えるおそれが生じる。このため、本実施形態において、第2照明ユニット 100 b は、第1照明ユニット 100 a よりも順搬送方向にオフセットして配設される。

【0040】

マイクロフォーカスX線源 120 は、第1照明ユニット 100 a および第2照明ユニット 100 b よりも逆搬送方向であって、搬送される基板 2 よりも下方に配置される。さらに詳細には、マイクロフォーカスX線源 120 は、鉛直上方にX線を照射したときに、第1照明ユニット 100 a および第2照明ユニット 100 b に干渉しない位置に配置される。

【0041】

マイクロフォーカスX線源 120 が照射するX線の軌跡上に、シンチレータ 116 が設けられている。マイクロフォーカスX線源 120 は、鉛直上方にX線を照射し、照射されたX線は基板 2 を通過する。したがってマイクロフォーカスX線源 120 は基板 2 にX線を照射するX線照射装置として機能する。この際、ハンダのように金属を含有する部分はX線を吸収するため、基板 2 を通過するX線が減衰する。こうして一部が減衰したX線がシンチレータ 116 に照射される。シンチレータ 116 はアルミニウム材料によって形成され、表面にX線に反応してX線画像を表示する蛍光塗料が塗布されている。シンチレータ 116 にX線が照射されると、シンチレータ 116 はX線減衰量に応じて可視光によって表面上にX線画像を表示する。したがって、シンチレータ 116 は、被検査体を透過したX線を可視光によるX線画像に変換する光学変換部として機能する。

【0042】

シンチレータ 116 の上方にはミラー 114 が設けられている。シンチレータ 116 に表示されたX線画像は、第1照明ユニット 100 a 近傍に配置されたミラー 114 によって逆搬送方向に反射され、また、レンズ 174 を通過してCCDセンサ 172 に入射する。CCDセンサ 172 はこのように入射された光を撮像することによって、シンチレータ 116 に表示されたX線画像を撮像する。したがって、CCDセンサ 172 は、基板 2 のX線透過像としてのX線画像を撮像するX線画像撮像部として機能する。

【0043】

近年、基板における部品の実装状態の検査は、ますます短時間で実施することが求められている。一方、シンチレータ 116 に表示されたX線画像は暗いため、撮像されたX線画像も暗いものとなる。X線画像の暗さは、X線画像を利用して基板 2 の検査を実施する場合に、検査精度の低下の一因となる。このため本実施形態では、このように光学画像は

10

20

30

40

50

一次元センサによって撮像し、X線画像は二次元センサによって撮像する。これによって、二次元センサを移動して光学画像を撮像するような検査装置に比べ、光学画像を短時間で撮像することができる。また、X線画像は、二次センサにより撮像するため露光時間を調整するなどして良好な画質を得ることが可能となる。したがって、光学画像およびX線画像を利用して基板の実装状態を検査する場合においても、検査時間の増加および検査精度の低下を抑制することができる。

【0044】

図4は、本実施形態にかかる基板検査装置200の概念構成図である。本実施形態では、基板検査装置200は、1つのマスターPC160、第1スレーブPC140a及至第5スレーブPC140e（以下、必要に応じて総じて「スレーブPC140」という）から成る4つのスレーブPC140、および4つの画像処理部130を有する。マスターPC160と各々のスレーブPC140は、スイッチングハブ150によって接続されている。

10

【0045】

マスターPC160は、照明制御部161、撮像制御部162、搬送制御部163、X線制御部164、表示制御部165、送受信部166、およびディスプレイ167を有する。照明制御部161は、第1照明ユニット100aおよび第2照明ユニット100bに接続されている。照明制御部161は、一走査単位のラインセンサ34による走査に伴って光を照射するよう、照明ユニット100を制御する。

【0046】

照明制御部161は、基板2への光の照射を同期して行う際、同時に同じ色の光を基板2に照射するよう第1照明ユニット100aおよび第2照明ユニット100bを制御する。本実施形態では、照明制御部161は、第2光源104による白色の光、第1光源102による緑色の光、第3光源106による青色の光の順に同時に同じ色で同じ入射角度の光を基板2に照射するよう第1照明ユニット100aおよび第2照明ユニット100bを制御する。これによって、例えば第1照明ユニット100aによる照射光が、周辺の部品による写り込みなどにより第2照明ユニット100bが光を照射する基板2の照射面に照射されてしまった場合にも、光の干渉による基板2の外観検査への影響を最小限に抑制している。

20

【0047】

撮像制御部162は、第1光源102、第2光源104、および第3光源106のいずれかが基板2に光を照射するタイミングで、一走査単位で同期して基板2を走査するよう、ラインセンサ34の各々を制御する。また、X線制御部164は、一走査単位のラインセンサ34による走査に伴ってX線を照射するよう、マイクロフォーカスX線源120を制御する。撮像制御部162は、マイクロフォーカスX線源120が基板2にX線を照射するタイミングで、一撮像単位で同期して基板2を撮像するよう、複数のCCDセンサ172を制御する。

30

【0048】

搬送制御部163は、モータ58に接続される。モータ58は基板搬送テーブル50を移動させることにより基板2を搬送する。したがってモータ58および基板搬送テーブル50は、被検査体としての基板2を搬送する被検査体搬送部としての機能を有する。搬送制御部163は、一走査単位で基板2が走査されると、基板2を一走査単位分搬送するよう、モータ58を制御する。

40

【0049】

このように、撮像制御部162は、基板2の搬送と停止を繰り返しながら基板2を撮像するよう、ラインセンサ34およびCCDセンサ172を制御する。なお、撮像制御部162は基板2を搬送しながら基板2を撮像するようラインセンサ34およびCCDセンサ172を制御してもよいことは勿論である。

【0050】

第1ラインセンサ34a及至第4ラインセンサ34dは、それぞれ画像処理部130を

50

介して第1スレーブPC140a及至第4スレーブPC140dに接続される。また、複数のCCDセンサ172は、第5スレーブPC140eに接続されている。スレーブPC140の各々は、メモリ141、解析部142、判定基準記憶部143、送受信部144を有する。画像処理部130は、受信した光学画像データおよびX線画像データに画像処理を施し、対応するスレーブPC140に送信する。スレーブPC140は受信した光学画像データおよびX線画像データをメモリ141に格納する。

【0051】

解析部142は、メモリ141に格納された光学画像データおよびX線画像データの中で他のスレーブPC140において基板2の検査に必要な共用データを解析する。共用データとは、例えば基板2に設けられた、基板2の位置を示す認識マークの位置データ、基板2に設けられたバーコードなどの識別マークを解析することにより得られる基板2シリアルナンバーや製造年月日などの識別データ、別々のラインセンサ34にまたがって撮像された部品の画像、その他、基板2の検査に必要なデータをいう。

10

【0052】

解析部142が画像を解析することにより、基板2の検査に必要な共用データを取得すると、スレーブPC140は、メモリ141に共用データを格納し、他のスレーブPC140に共用データを送信する。解析部142は受信した共用データを利用してメモリ141に格納された光学画像データおよびX線画像データを解析する。また、解析部142は、判定基準記憶部143に格納された判定基準を参照して基板2における部品の実装状態を検査する。したがって、スレーブPC140は、撮像された光学画像およびX線画像を利用して基板2の部品の実装状態を検査する検査部として機能する。なお、部品の実装状態とは、被検査体としての基板2に実装される素子など部品の有無、位置、適正な部品か等だけではなく、ハンダの有無、ハンダの量、ブリッジの有無等を含む。

20

【0053】

スレーブPC140の各々は、共用データおよび基板2の検査結果をマスターPC160に送信する。マスターPC160の表示制御部165は、受信した共用データおよび基板2の検査結果を利用して基板2のエラー箇所などをディスプレイ167に表示する。

【0054】

基板検査装置200は、基板2が一方向に搬送される工程において、まず、対象撮像領域としての基板2の被撮像面の全域の光学画像のラインセンサ34による撮像を完了させる。基板2の光学画像の撮像を完了すると、モータ58を逆回転させ、基板2を逆方向に搬送させる。基板検査装置200は、基板2が逆方向に搬送される工程において、CCDセンサ172により基板2のX線画像を撮像する。このように、基板検査装置200は、光学画像を撮像する撮像工程と、X線画像を撮像する撮像工程を分けている。これによって、たとえば照明ユニット100による照射タイミングの制御や、マイクロフォーカスX線源120によるX線の照射タイミングの制御など、光学画像を撮像するための制御やX線画像を撮像するための制御も分けて実施することができ、各画像を撮像するための制御を容易化することができる。なお、基板検査装置200は、基板2が一方向に搬送される工程において、まず対象撮像領域としての基板2の被撮像面の全域のX線画像の撮像を完了させ、基板2が逆方向に搬送される工程において、基板2の光学画像を撮像してもよいことは勿論である。また、対象撮像領域は基板2の被撮像面の全域でなくてもよく、たとえば基板2に実装された所定の部品が存在する領域のみであってもよい。

30

40

【0055】

本発明は上述の各実施形態に限定されるものではなく、各実施形態の各要素を適宜組み合わせたものも、本発明の実施形態として有効である。また、当業者の知識に基づいて各種の設計変更等の変形を各実施形態に対して加えることも可能であり、そのような変形が加えられた実施形態も本発明の範囲に含まれる。以下、そうした例をあげる。

【0056】

CCDセンサ172は、ラインセンサ34が基板2の光学画像を撮像しているときに基板2のX線画像を撮像してもよい。たとえば、基板2がCCDセンサ172とラインセン

50

サ 3 4 の双方の撮像領域まで搬送されたときに、CCD センサ 1 7 2 は、ラインセンサ 3 4 が基板 2 の光学画像を走査して撮像しているときに基板 2 の X 線画像を撮像する。その後、ラインセンサ 3 4 が基板 2 の走査を繰り返し、基板 2 が CCD センサ 1 7 2 の撮像領域の搬送方向の長さと同様の長さだけ搬送された時点で、CCD センサ 1 7 2 は再びラインセンサ 3 4 が基板 2 の光学画像を走査して撮像しているときに基板 2 の X 線画像を撮像する。以後この動作を繰り返すことにより、基板検査装置 2 0 0 は、基板 2 の撮像領域全体の光学画像および X 線画像を撮像する。これによって、ラインセンサ 3 4 による光学画像の撮像と CCD センサ 1 7 2 による X 線画像の撮像を並行して行うことができ、光学画像および X 線画像の双方を撮像するために撮像時間が増加することを抑制することができる。

10

【 0 0 5 7 】

基板検査装置 2 0 0 は、一つの基板 2 の光学画像および X 線画像を、ラインセンサ 3 4 により複数回にわたって交互に撮像してもよい。たとえば、基板 2 が CCD センサ 1 7 2 とラインセンサ 3 4 の双方の撮像領域まで搬送され、且つラインセンサ 3 4 が基板 2 を走査していないときに、CCD センサ 1 7 2 は基板 2 の X 線画像を撮像する。その後、ラインセンサ 3 4 が基板 2 の走査を繰り返し、基板 2 が CCD センサ 1 7 2 の撮像領域の搬送方向の長さと同様の長さだけ搬送され、且つラインセンサ 3 4 が基板 2 を走査していないときに、CCD センサ 1 7 2 は再び CCD センサ 1 7 2 は基板 2 の X 線画像を撮像する。以下、この動作を繰り返すことによって、基板検査装置 2 0 0 は、ラインセンサ 3 4 により基板 2 全体の光学画像および X 線画像を撮像する。これによって、一方向への基板 2 の搬送において基板 2 の光学画像および X 線画像の双方を撮像することができるため、光学画像および X 線画像の双方を撮像するために撮像時間が増加することを抑制することができる。また、交互に基板 2 を撮像するため、ラインセンサ 3 4 および CCD センサ 1 7 2 相互間の光の干渉を抑制することができる。

20

【 0 0 5 8 】

撮像制御部 1 6 2 は、ラインセンサ 3 4 が走査する走査速度を変更してもよい。また、撮像制御部 1 6 2 は、ラインセンサ 3 4 が走査して光学画像または X 線画像を撮像するときのサンプリング周波数を変更してもよい。これによって、光学画像を撮像する場合の走査方向の光学ズーム、および X 線画像を撮像する場合の走査方向の X 線ズームを実現することができる。

30

【 0 0 5 9 】

第 1 光源 1 0 2、第 2 光源 1 0 4、または第 3 光源 1 0 6 を収容する筐体などをアルミニウム材料によって形成してもよい。この表面に X 線に反応して X 線画像を表示する蛍光材料を塗布することによって、各光源を収容する筐体をシンチレータとして機能させてもよい。これによって、基板検査装置の構成を簡易なものとすることができ、製造時の組立工数などを低減させることができる。

【 0 0 6 0 】

鉛によって板状に成形されたシェーディングプレートを、搬送する基板 2 の周辺に配置してもよい。このシェーディングプレートの板厚は正確であることが好ましい。基板検査装置は、このシェーディングプレートを利用して光学画像または X 線画像を撮像するためのシェーディング補正を施してもよい。この場合基板検査装置は、第 1 光源 1 0 2、第 2 光源 1 0 4、および第 3 光源 1 0 6 を各々単独で点灯させ、撮像した光学画像を利用してシェーディング補正値を校正する。また、基板検査装置は、マイクロフォーカス X 線源 1 2 0 によって X 線をシェーディングプレートに照射し、シェーディングプレートを通じた X 線によってシンチレータ 1 1 6 に表示される X 線画像を撮像して得られた X 線画像データを利用してシェーディング補正値を校正する。このようにシェーディングプレートをシェーディング補正の校正に利用することによって、光学画像および X 線画像の双方のシェーディング補正の校正を実施することが可能となる。

40

【 0 0 6 1 】

また、このシェーディングプレートに複数の基準穴が設けられていてもよい。この場合

50

、基板検査装置は、搬送された基板 2 の検査を行う前にシェーディングプレートに照明ユニット 100 によって光を照射し、その反射光を撮像する。基板検査装置は、撮像されたシェーディングプレートの画像を利用して、基板 2 の光学画像および X 線画像の原点設定、画像倍率計数計測や画像歪みの補正マップ生成を実施する。このように鉛によって成形されたシェーディングプレートを使用することによって、基板 2 の光学画像および X 線画像の双方の原点およびピクセルサイズを補正することができる。

【0062】

このシェーディングプレートは、複数の板厚を有していてもよい。この場合、マイクロフォーカス X 線源 120 はこのシェーディングプレートに X 線を照射する。複数の板厚を有するシェーディングプレートを通じた X 線によって、濃淡を有する X 線画像がシンチレータ 116 上に表示される。基板検査装置は、このようにして X 線画像が表示されたシンチレータ 116 を撮像して得られた X 線画像データを利用して、ガンマ補正の校正を実施する。これによって、X 線画像のガンマ補正の校正を実施することが可能となる。

10

【0063】

CCD センサ 172 は複数並設されていなくてもよく、単一の CCD センサ 172 が搬送方向と垂直な方向に移動して順次光学画像または X 線画像を撮像してもよい。これによって、CCD センサ 172 を複数並設する場合に比べ、コストを低減させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0064】

【図 1】本実施形態に係る基板検査装置の構成を示す図である。

【図 2】本実施形態に係る X 線撮像システムの構成を示す図である。

【図 3】本実施形態に係る照明ユニットおよび撮像システムの構成を示す図である。

【図 4】本実施形態にかかる基板検査装置の概念構成図である。

【符号の説明】

【0065】

2 基板、 30 撮像ユニット、 34 ラインセンサ、 42 テレセントリックレンズ、 100 照明ユニット、 110 ハーフミラー、 114 ミラー、 116 シンチレータ、 120 マイクロフォーカス X 線源、 172 CCD センサ、 200 基板検査装置。

30

フロントページの続き

Fターム(参考) 2G001 AA01 BA11 CA01 DA08 GA06 HA13 KA03 LA11 MA05 PA01
PA11
2G051 AA65 AB11 AB14 BA01 BA04 BA08 BC01 CA03 CB01 CC09
DA06 EA11 EA14