

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4746991号
(P4746991)

(45) 発行日 平成23年8月10日(2011.8.10)

(24) 登録日 平成23年5月20日(2011.5.20)

(51) Int.Cl.		F I			
H05K	3/34	(2006.01)	H05K	3/34	512B
H05K	13/08	(2006.01)	H05K	13/08	D
G01N	23/04	(2006.01)	G01N	23/04	

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2006-9322 (P2006-9322)	(73) 特許権者	595039014 株式会社サキコーポレーション 東京都品川区中延四丁目14番7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
(65) 公開番号	特開2007-194302 (P2007-194302A)	(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
(43) 公開日	平成19年8月2日(2007.8.2)	(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
審査請求日	平成21年1月16日(2009.1.16)	(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) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光源から照射され、基板の被撮像面に反射される反射光を検出することにより光学画像を撮像する光学画像撮像部と、

X線源から照射され、前記基板の被撮像面を透過するX線を所定の波長の可視光に変換するシンチレータと、

前記変換された可視光を反射するミラーと、

前記反射された可視光を検出することによりX線画像を撮像するX線画像撮像部と、を備え、

前記光学画像撮像部および前記X線画像撮像部は、同一のラインセンサにより構成され、前記ミラーは、前記光学画像を撮像するための光の経路と前記X線画像を撮像するための光の経路とが一致するように前記シンチレータと前記ラインセンサとの間に配置され、前記ラインセンサは、前記光学画像および前記X線画像の両方の撮像を行うことを特徴とする被検査体の検査装置。

【請求項2】

前記ラインセンサは、前記光学画像および前記X線画像のうちの一方の撮像を行った後に他方の撮像を行う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。

【請求項3】

前記ラインセンサは、前記光学画像および前記X線画像の撮像を走査単位毎に交互に行う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

20

【請求項 4】

前記シンチレータは、前記光学画像を撮像するための光の波長と前記 X 線画像を撮像するための光の波長とが異なるように前記基板の被撮像面を透過する X 線を所定の波長の可視光に変換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】

【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。

【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において、これらを撮像する撮像部は一般に高価である。また製造容易化およびメンテナンス性向上の観点から、光学画像および X 線画像の双方を利用する検査装置の構成は簡略であることが望ましい。

【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、光学画像または X 線画像を利用する被検査体の検査装置の構成を簡略化し、コストの増加を抑制することにある。

【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

10

20

30

40

50

学画像、およびX線を照射することにより得られる被検査体のX線画像の双方を撮像する撮像部と、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。この態様によれば、光学画像を撮像するための撮像部とX線画像を撮像するための撮像部とを別々に設けることなく光学画像およびX線画像を撮像することができることから、装置の構成を簡略化することができ、コストの増大を抑制することができる。

【0008】

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撮像部が、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、撮像領域が異なる複数の撮像部によって、被検査体の異なる領域の光学画像およびX線画像を得ることができるため、光学画像およびX線画像の解像度を高めることが可能となる。

10

【0009】

撮像部は、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。なお、この鏡は、固定された前記撮像部に入射させるように、反射光の光路を変更してもよい。

【0010】

撮像部は、被検査体の撮像対象領域の光学画像およびX線画像の一方の撮像を完了した後、他方を撮像してもよい。この態様によれば、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ることができる。このため、たとえば可視光の照射タイミングの制御や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。

20

【0011】

撮像部は、被検査体の撮像対象領域の光学画像およびX線画像を、複数回にわたって交互に撮像してもよい。この態様によれば、たとえば被検査体を移動させながら被検査体の画像を撮像する場合、一方向への被検査体の移動によって光学画像を撮像する工程とX線画像を撮像する工程とを完了することができる。このため、光学画像およびX線画像の双方を利用して被検査体を検査する場合に、光学画像およびX線画像の双方を撮像することによって撮像時間が長くなることを抑制することができる。

30

【0012】

本態様に係る被検査体の検査装置は、光学画像を撮像するために撮像部に入射する光の波長と、X線画像を撮像するために撮像部に入射する光の波長とを異ならせる波長制御部をさらに備えてもよい。撮像部は、波長が異なるものとされた光を同時に撮像することにより、光学画像とX線画像とを同時に撮像してもよい。この態様によれば、光学画像とX線画像とを同時に撮像することができる。このため、光学画像およびX線画像の双方を利用して被検査体を検査する場合に、光学画像およびX線画像の双方を撮像することによって撮像時間が長くなることを抑制することができる。

40

【0013】

本態様に係る被検査体の検査装置は、光学画像およびX線画像を同一の光路にて前記撮像部に入力するハーフミラーをさらに備えてもよい。この態様によれば、被検査体を撮像するために撮像部を移動させる必要性を低減でき、撮像部を移動させるための部材などのためのコストの増大を抑制することができる。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、光学画像またはX線画像を利用する被検査体の検査装置の構成を簡略化し、コストの増加を抑制することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

50

【0015】

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。

【0016】

（第1の実施形態）

図1は、第1の実施形態に係る基板検査装置200Aの構成を示す。基板検査装置200Aは、検査テーブル10、基板搬送テーブル50、撮像システム80A、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。

10

【0017】

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200A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。

【0018】

基板検査装置200A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200A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200A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200A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200A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80Aに搬送する。したがって、基板搬送テーブル50は、被検査体を搬送する被検査体搬送部として機能する。

20

30

【0019】

所定の位置まで基板2が移動すると、基板検査装置200A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200A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。

【0020】

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80Aへ搬送される。

40

【0021】

図2は、第1の実施形態に係る撮像システム80Aの構成を示す図である。撮像システム80A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、およびマイクロフォーカスX線源120などを含む。第1撮像システム80aを構成する要素のうち、マイクロフォーカスX線源120以外は、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

50

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。)

【0022】

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。

10

【0023】

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。

20

【0024】

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が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。

30

【0025】

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200A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

【0026】

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。

50

【 0 0 2 7 】

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およびX線画像を得ることができ、撮像する光学画像およびX線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

【 0 0 2 8 】

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。

【 0 0 2 9 】

図3は、第1の実施形態に係る照明ユニット100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。

20

【 0 0 3 0 】

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。

30

【 0 0 3 1 】

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。

【 0 0 3 2 】

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。

40

【 0 0 3 3 】

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

50

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。

【0034】

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。

10

【0035】

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。

【0036】

20

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。

【0037】

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1照明ユニット100aと第2照明ユニット100bは、基板の搬送方向にオフセットして配設される。

30

【0038】

マイクロフォーカスX線源120は、第1照明ユニット100aおよび搬送される基板2の鉛直下方であって、第2照明ユニット100bがオフセットして配設されることによって基板2に鉛直下方からX線を照射できる位置に配設される。さらに詳細には、マイクロフォーカスX線源120は、第1照明ユニット100aの第2光源104と第3光源106との間にX線を鉛直下方から照射できる位置に配設される。

【0039】

第2光源104の上方であって、第2光源104と第3光源106との間を通過したX線の軌跡上に、シンチレータ116が設けられている。シンチレータ116上に表示された画像はミラー114によって反射され、ハーフミラー110、テレセントリックレンズ42などを通過してラインセンサ34に入射される。

40

【0040】

図4は、第1の実施形態において、X線およびX線像を示す光の経路を示す図である。マイクロフォーカスX線源120は、搬送された基板2にX線を照射する。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。基板2に照射されたX線は基板2を通過する。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線像がシンチレータ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線像を表示する蛍光塗料が塗布されている。シンチ

50

レータ 1 1 6 に X 線が照射されると、シンチレータ 1 1 6 は X 線減衰量に応じて可視光によって表面上に X 線像を表示する。したがって、シンチレータ 1 1 6 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。

【 0 0 4 1 】

シンチレータ 1 1 6 に表示された X 線画像は、第 1 照明ユニット 1 0 0 a 近傍に配置されたミラー 1 1 4 によって反射され、また、テレセントリックレンズ 4 2 および光学レンズ 3 2 を通過してラインセンサ 3 4 に入射する。ラインセンサ 3 4 はこのように入射された光を走査し、シンチレータ 1 1 6 に表示された X 線画像を撮像する。したがって、第 1 ラインセンサ 3 4 a および第 2 ラインセンサ 3 4 b は、可視光撮像部としてだけでなく、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も機能する。

10

【 0 0 4 2 】

このように基板 2 の光学画像および X 線画像は同一の撮像部によって撮像される。これによって、光学画像を撮像するための撮像部と X 線画像を撮像するための撮像部とを別々に設けることなく光学画像と X 線画像を撮像することができるため、基板検査装置 2 0 0 A の構成を簡略化することができ、コストの増大を抑制することができる。また、第 1 ラインセンサ 3 4 a および第 2 ラインセンサ 3 4 b はミラー 1 1 4 により反射された基板 2 の X 線画像を撮像するため、X 線が第 1 ラインセンサ 3 4 a および第 2 ラインセンサ 3 4 b に直接入射し X 線に被爆することが抑制される。

【 0 0 4 3 】

図 5 は、第 1 の実施形態にかかる基板検査装置 2 0 0 A の概念構成図である。本実施形態では、基板検査装置 2 0 0 A は、1 つのマスター P C 1 6 0、第 1 スレーブ P C 1 4 0 a 及至第 4 スレーブ P C 1 4 0 d (以下、必要に応じて総じて「スレーブ P C 1 4 0」という) から成る 4 つのスレーブ P C 1 4 0、および 4 つの画像処理部 1 3 0 を有する。マスター P C 1 6 0 と各々のスレーブ P C 1 4 0 は、スイッチングハブ 1 5 0 によって接続されている。

20

【 0 0 4 4 】

マスター P C 1 6 0 は、照明制御部 1 6 1、走査制御部 1 6 2、搬送制御部 1 6 3、X 線制御部 1 6 4、表示制御部 1 6 5、送受信部 1 6 6、およびディスプレイ 1 6 7 を有する。照明制御部 1 6 1 は、第 1 照明ユニット 1 0 0 a および第 2 照明ユニット 1 0 0 b に接続されている。照明制御部 1 6 1 は、一走査単位のラインセンサ 3 4 による走査に伴って光を照射するよう、照明ユニット 1 0 0 を制御する。

30

【 0 0 4 5 】

照明制御部 1 6 1 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 1 0 0 a および第 2 照明ユニット 1 0 0 b を制御する。本実施形態では、照明制御部 1 6 1 は、第 2 光源 1 0 4 による白色の光、第 1 光源 1 0 2 による緑色の光、第 3 光源 1 0 6 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 1 0 0 a および第 2 照明ユニット 1 0 0 b を制御する。これによって、例えば第 1 照明ユニット 1 0 0 a 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 1 0 0 b 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する。

40

【 0 0 4 6 】

走査制御部 1 6 2 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 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 3 4 の各々を制御する。また、X 線制御部 1 6 4 は、一走査単位のラインセンサ 3 4 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 1 2 0 を制御する。走査制御部 1 6 2 は、マイクロフォーカス X 線源 1 2 0 が基板 2 に X 線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、第 1 ラインセンサ 3 4 a および第 2 ラインセンサ 3 4 b を制御する。

【 0 0 4 7 】

50

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 は基板搬送手段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。

【0048】

第 1 ラインセンサ 34 a 及至第 4 ラインセンサ 34 d は、それぞれ画像処理部 130 を介して第 1 スレーブ P C 140 a 及至第 4 スレーブ P C 140 d に接続される。スレーブ P C 140 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 P C 140 に送信する。スレーブ P C 140 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。

10

【0049】

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 P C 140 において基板 2 の検査に必要な共用データの解析を行う。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。

【0050】

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 P C 140 は、メモリ 141 に共用データを格納し、他のスレーブ P C 140 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 線画像データの解析を行う。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 の検査を行う。したがって、スレーブ P C 140 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

【0051】

スレーブ P C 140 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 P C 160 に送信する。マスター P C 160 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。

30

【0052】

基板検査装置 200 A 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 A は、基板 2 が逆方向に搬送される工程において、ラインセンサ 34 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 A 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 A 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。

40

【0053】

また基板検査装置 200 A 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 34 により複数回にわたって交互に撮像してもよい。具体的には、基板検査装置 200

50

Aは、ラインセンサ34により一走査単位の光学画像を撮像すると、第1ラインセンサ34aおよび第2ラインセンサ34bにより一走査単位のX線画像を撮像する。基板検査装置200Aは、一走査単位の光学画像およびX線画像の撮像が完了すると一走査単位だけ基板2を搬送させる。以下、この動作を繰り返すことによって、基板検査装置200Aは、ラインセンサ34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、基板2を一方向へ移動させる工程において光学画像およびX線画像の撮像を完了することができる。このため、光学画像およびX線画像の双方を利用して基板2を検査する本実施形態の基板検査装置200Aにおいて、光学画像およびX線画像の双方を撮像することによって撮像時間が長くなることを抑制することができる。

【0054】

(第2の実施形態)

図6は、第2の実施形態に係る撮像システム80Bの構成を示す図である。撮像システム80Bは、第1撮像システム80cおよび第2撮像システム80dを有する。第1撮像システム80cは、第1照明ユニット100a、マイクロフォーカスX線源120、上部フレーム36a、および上部フレーム36aに設けられた複数(本実施形態では5つ)のCCDセンサ172および複数(本実施形態では5つ)のレンズ174を有する。また、第2撮像システム80dは、第2照明ユニット100b、下部フレーム36b、および下部フレーム36b上に設けられた複数(本実施形態では5つ)のCCDセンサ172および複数(本実施形態では5つ)のレンズ174を有する。なお、第1照明ユニット100a、第2照明ユニット100b、およびマイクロフォーカスX線源120については第1の実施形態と同様であることから説明を省略する。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。

【0055】

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の二次元の領域を撮像する。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。

【0056】

本実施形態では、図3において、光学レンズ32およびラインセンサ34に代わってレンズ174およびCCDセンサ172が設けられる。したがって、搬送される基板2の上部および下部の双方のCCDセンサ172は、基板2の光学画像を撮像する光学画像撮像部として機能する。また、搬送される基板2の上部の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も機能する。

【0057】

図7は、第2の実施形態にかかる基板検査装置200Bの概念構成図である。なお、基板搬送テーブル50などの構成は第1の実施形態と同様である。基板検査装置200Bは、撮像システム80、第1スレーブPC140e、第2スレーブPC140f、画像処理部130、およびマスターPC160などを有する。第1スレーブPC140e、第2スレーブPC140f、およびマスターPC160は、スイッチングハブ150により相互に接続されている。なお、第1の実施形態と同様の箇所は説明を省略する。

【0058】

撮像制御部169はCCDセンサ172の各々に接続されている。撮像制御部169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撮像単位で基板2を撮像するよう、CCDセンサ172の各々を制

10

20

30

40

50

御する。また、第1撮像システム80cの撮像制御部169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、一撮像単位で基板2を撮像するよう、第1撮像システム80cのCCDセンサ172を制御する。搬送制御部163は、一撮像単位で基板2が撮像されると、基板2を1撮像単位分搬送するよう、モータ58を制御する。

【0059】

本実施形態においても、基板検査装置200Bは、基板2が一方向に搬送される工程において、まずCCDセンサ172による基板2の光学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、CCDセンサ172により基板2のX線画像を撮像する。なお、基板検査装置200Bは、基板2が一方向に搬送される工程において、まずCCDセンサ172による基板2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、CCDセンサ172により基板2の光学画像を撮像してもよいことは勿論である。また基板検査装置200Bは、一つの基板2の光学画像およびX線画像を、CCDセンサ172により複数回にわたって交互に撮像してもよいことも勿論である。

10

【0060】

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。

【0061】

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。

20

【0062】

基板検査装置は、光学画像を撮像するためにラインセンサ34またはCCDセンサ172に入射する光の波長と、X線画像を撮像するためにラインセンサ34またはCCDセンサ172に入射する光の波長とを異ならせる波長制御部をさらに備えてもよい。ラインセンサ34またはCCDセンサ172は、波長が異なるものとされた光を同時に撮像することにより、光学画像とX線画像とを同時に撮像してもよい。

30

【0063】

たとえば、シンチレータ116の表面を所定の波長の色の光を照射するシンチレータ照射ユニットを設ける。照明制御部161は、照明ユニット100によって基板2に青色の光を照射するタイミングで、マイクロフォーカスX線源120によって基板2にX線を照射し、さらにシンチレータ116に青色と異なる波長の色を照射するよう、照明ユニット100およびシンチレータ照射ユニットを制御する。搬送される基板の上部に設けられたラインセンサ34またはCCDセンサ172は、このように波長が異なるものとされた光を同時に撮像する。画像処理部130またはスレーブPC140は、撮像して得られた画像データに画像処理を施し、波長毎に画像データを分離することによって得られた画像データを光学画像とX線画像とに分離する。この場合、照明制御部161、照明ユニット100、およびシンチレータ照射ユニットは波長制御部を構成する。これによって、光学画像およびX線画像の双方を利用して被検査体を検査する場合に、光学画像およびX線画像の双方を撮像することによって撮像時間が長くなることを抑制することができる。

40

【0064】

第1の実施形態において、走査制御部162は、ラインセンサ34が走査する走査速度を変更してもよい。また、走査制御部162は、ラインセンサ34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。

【0065】

50

第1光源102、第2光源104、または第3光源106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。

【0066】

鉛によって板状に成形されたシェーディングプレートとを、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102、第2光源104、および第3光源106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120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116に表示されるX線像を撮像したX線画像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。

10

【0067】

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、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。

20

【0068】

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。

30

【図面の簡単な説明】

【0069】

【図1】第1の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】第1の実施形態に係る撮像システムの構成を示す図である。

【図3】第1の実施形態に係る照明ユニットの構成を示す図である。

【図4】第1の実施形態において、X線およびX線像を示す光の経路を示す図である。

【図5】第1の実施形態にかかる基板検査装置の概念構成図である。

【図6】第2の実施形態に係る撮像システムの構成を示す図である。

40

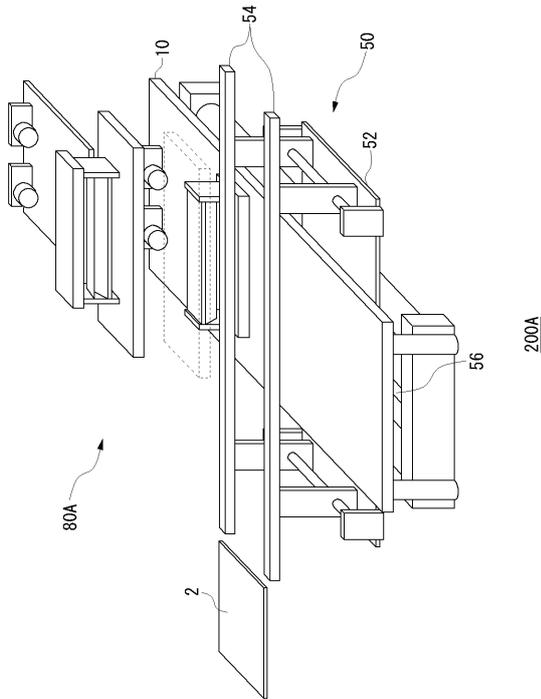
【図7】第2の実施形態に係る基板検査装置の概念構成図である。

【符号の説明】

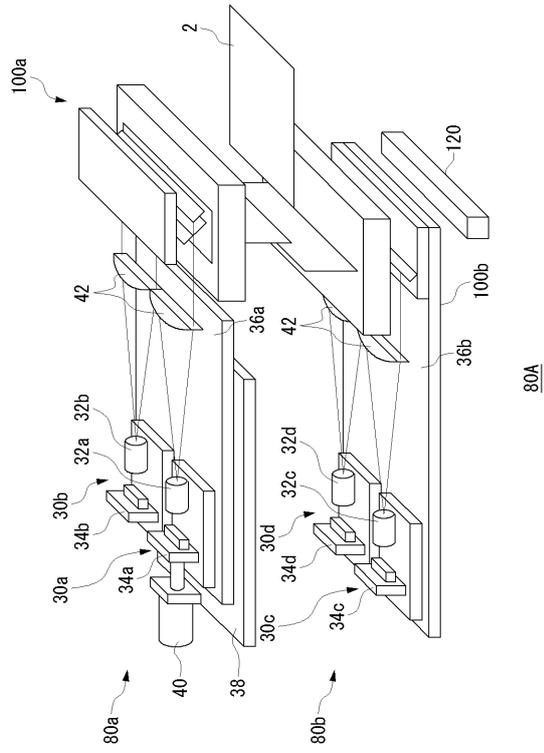
【0070】

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、 200Aおよび200B 基板検査装置。

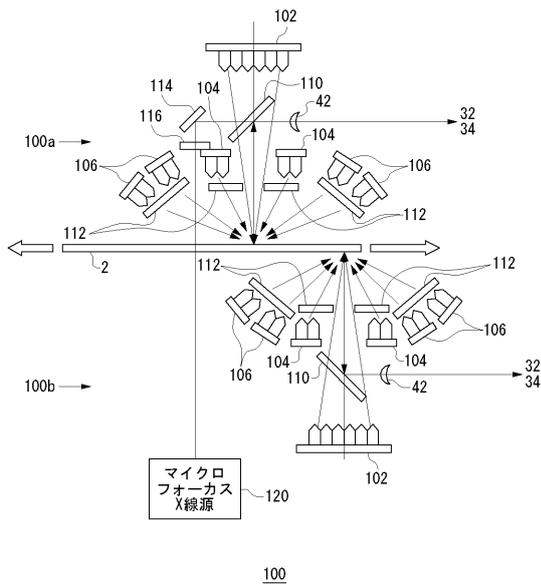
【図1】



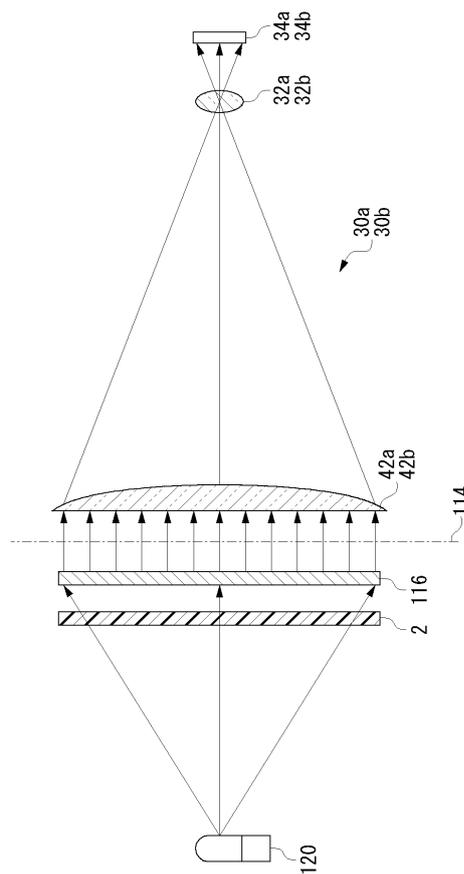
【図2】



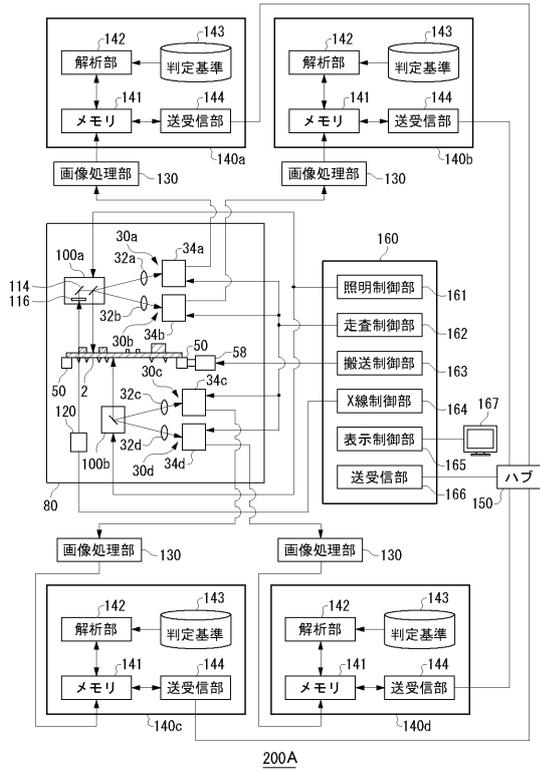
【図3】



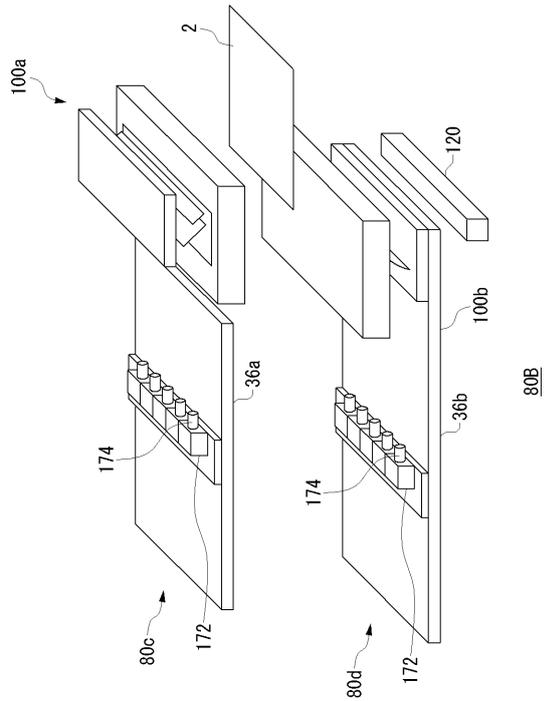
【図4】



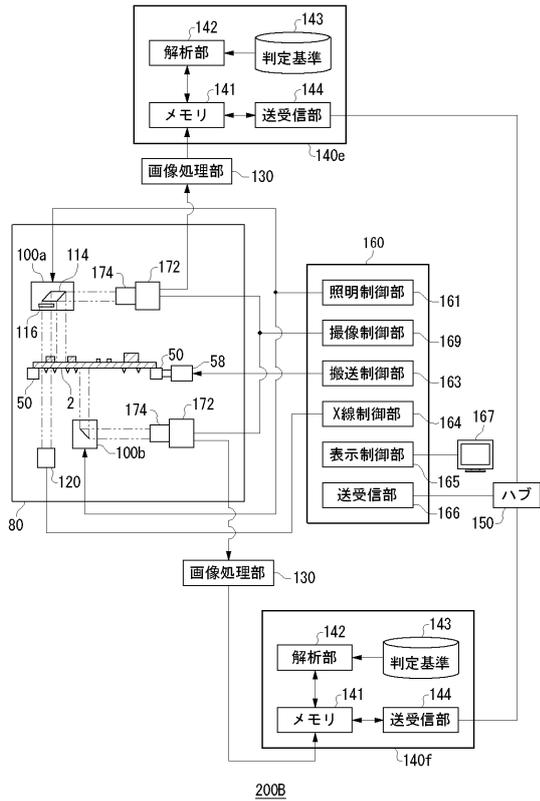
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

審査官 奥村 一正

- (56)参考文献 特開平05 - 322803 (JP, A)
特開2001 - 241932 (JP, A)
特開2004 - 226128 (JP, A)
特開平02 - 052246 (JP, A)
特開平02 - 183147 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|---------|
| H05K | 3 / 34 |
| G01N | 23 / 04 |
| H05K | 13 / 08 |