

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5123003号
(P5123003)

(45) 発行日 平成25年1月16日(2013.1.16)

(24) 登録日 平成24年11月2日(2012.11.2)

(51) Int. Cl.		F I		
HO 1 L 21/66	(2006.01)	HO 1 L 21/66		J
GO 1 N 21/956	(2006.01)	GO 1 N 21/956		A

請求項の数 12 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2008-46167(P2008-46167)	(73) 特許権者	501387839
(22) 出願日	平成20年2月27日(2008.2.27)		株式会社日立ハイテクノロジーズ
(65) 公開番号	特開2009-10325(P2009-10325A)		東京都港区西新橋一丁目24番14号
(43) 公開日	平成21年1月15日(2009.1.15)	(74) 代理人	110000350
審査請求日	平成22年5月14日(2010.5.14)		ポレール特許業務法人
(31) 優先権主張番号	特願2007-145392(P2007-145392)	(72) 発明者	福島 英喜
(32) 優先日	平成19年5月31日(2007.5.31)		茨城県ひたちなか市大字市毛882番地
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		株式会社日立ハイテクノロジーズ 那珂事業所内
		(72) 発明者	野口 稔
			茨城県ひたちなか市大字市毛882番地
			株式会社日立ハイテクノロジーズ 那珂事業所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 検査装置及び検査方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

移動するステージに搭載されている被検査物をイメージセンサで撮影して検査する検査方法において、

前記被検査物の像を拡大して撮影し、拡大像を得て、

前記拡大像から、移動する前記ステージの目標位置と実位置との位置ズレ量を求め、

前記目標位置での撮影では、前記位置ズレ量に応じて前記被検査物に対する前記イメージセンサの角度を変更する、又は、前記位置ズレ量に応じて前記被検査物に対する前記イメージセンサを前記ステージの移動方向に対して平行に移動して前記位置ズレ量を補正した像を得て検査を行うことを特徴とする検査方法。

【請求項2】

請求項1に記載の検査方法において、

前記位置ズレ量を補正した像から検査の為の画像を切り出し、

前記検査の為の画像を使用して比較処理を行うことを特徴とする検査方法。

【請求項3】

請求項1に記載の検査方法において、

前記位置ズレ量に応じて、

(1) 前記位置ズレ量から拡大像の位置を変更し、前記位置が変更された拡大像から検査の為の画像を切り出し比較処理を行うことと、

(2) 前記位置ズレ量に応じて前記被検査物に対する前記イメージセンサの角度を変更

10

20

する、又は、前記位置ズレ量に応じて前記被検査物に対する前記イメージセンサを前記ステージの移動方向に対して平行に移動して前記位置ズレ量を補正した像を得て検査を行うことを切り替えることを特徴とする検査方法。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の検査方法において、

前記ステージは、X 軸座標を移動する X ステージと、Y 軸座標を移動する Y ステージを有し、

前記 X ステージの位置ずれ量を画像処理で補正し、前記 Y ステージの位置ずれ量をイメージセンサ撮像範囲で位置補正することを特徴とする検査方法。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の検査方法において、

前記ステージは、X 軸座標を移動する X ステージと、Y 軸座標を移動する Y ステージを有し、

前記 X ステージの位置ずれ量をイメージセンサ撮像範囲で位置補正し、前記 Y ステージの位置ずれ量を画像処理で位置補正することを特徴とする検査方法。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の検査方法において、

前記ステージは、X 軸座標を移動する X ステージと、Y 軸座標を移動する Y ステージを有し、

撮影に向け移動する前記ステージの目標位置と実位置との位置ズレ量を座標上で求め、前記被検査物に対する前記イメージセンサの向きは、前記座標上の一方軸側分の位置ズレ量に見合う調整補正をし、撮影した目標位置の撮影範囲からの画像切り出しでは、座標上の他方軸側分の位置ズレ量に見合う切り出し位置補正をすることを特徴とする検査方法。

【請求項 7】

移動するステージに搭載されている被検査物をイメージセンサで撮影して検査する検査装置において、

前記被検査物の像を拡大して撮影し、拡大像を得て、

前記拡大像から、移動する前記ステージの目標位置と実位置との位置ズレ量を求め、

前記目標位置での撮影では、前記位置ズレ量に応じて前記被検査物に対する前記イメージセンサの角度を変更する、又は、前記位置ズレ量に応じて前記被検査物に対する前記イメージセンサを前記ステージの移動方向に対して平行に移動して前記位置ズレ量を補正した像を得て検査を行うことを特徴とする検査装置。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の検査装置において、

前記位置ズレ量を補正した像から検査の為の画像を切り出し、

前記検査の為の画像を使用して比較処理を行うことを特徴とする検査装置。

【請求項 9】

請求項 7 に記載の検査装置において、

前記位置ズレ量に応じて、

(1) 前記位置ズレ量から拡大像の位置を変更し、前記位置が変更された拡大像から検査の為の画像を切り出し比較処理を行うことと、

(2) 前記位置ズレ量に応じて前記被検査物に対する前記イメージセンサの角度を変更する、又は、前記位置ズレ量に応じて前記被検査物に対する前記イメージセンサを前記ステージの移動方向に対して平行に移動して前記位置ズレ量を補正した像を得て検査を行うことを切り替えることを特徴とする検査装置。

【請求項 10】

請求項 7 に記載の検査装置において、

前記ステージは、X 軸座標を移動する X ステージと、Y 軸座標を移動する Y ステージを有し、

前記 X ステージの位置ずれ量を画像処理で補正し、前記 Y ステージの位置ずれ量をイメ

10

20

30

40

50

ージセンサ撮像範囲で位置補正することを特徴とする検査装置。

【請求項 1 1】

請求項 7 に記載の検査装置において、

前記ステージは、X 軸座標を移動する X ステージと、Y 軸座標を移動する Y ステージを有し、

前記 X ステージの位置ずれ量をイメージセンサ撮像範囲で位置補正し、前記 Y ステージの位置ずれ量を画像処理で位置補正することを特徴とする検査装置。

【請求項 1 2】

請求項 7 に記載の検査装置において、

前記ステージは、X 軸座標を移動する X ステージと、Y 軸座標を移動する Y ステージを有し、

撮影に向け移動する前記ステージの目標位置と実位置との位置ズレ量を座標上で求め、前記被検査物に対する前記イメージセンサの向きは、前記座標上の一方軸側分の位置ズレ量に見合う調整補正をし、撮影した目標位置の撮影範囲からの画像切り出しでは、座標上の他方軸側分の位置ズレ量に見合う切り出し位置補正をすることを特徴とする検査装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、主に半導体の製造工程で使用される半導体検査装置及び検査方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体製造工程では、半導体基板（ウエハ）上に異物やパターン欠陥が存在すると配線の絶縁不良や短絡などの不良の原因になる。

【0003】

さらに半導体素子の微細化に伴い微細な異物が存在すると、より微細な異物がキャパシタの絶縁不良やゲート酸化膜などの破壊の原因にもなる。

【0004】

これらの異物は、搬送装置の可動部から発生するものや、人体から発生するもの、プロセスガスにより処理装置内で反応生成されたもの、薬品や材料の混入していたものなど種々の状態で混入される。

【0005】

同様に液晶表示素子の製造工程においても、パターン上に異物が付着したり、何らかの欠陥が生じると表示素子として使えないものになってしまう。プリント基板の製造工程でも状況は同じであって、異物の付着はパターンの短絡、不良接続の原因になる。

【0006】

従来この種の半導体基板上の微細な異物や欠陥を高速、高感度で検出する技術の 1 つとして、特許文献 1 に記載されているように、半導体基板上にレーザを照射して半導体基板上に異物が付着している場合に発生する異物からの散乱光を検出し、直前に検査した同一品種半導体基板の検査結果と比較することにより、パターンによる虚報を無くし、高感度かつ高信頼度な異物及び欠陥検査を可能にするものが開示されている。

【0007】

特許文献 1 のように、被検査基板の比較検査を高速、高感度で行う為には、高精度な検査ステージと位置補正制御技術を必要としていた。前記の様なステージ位置補正技術の例としては、半導体製造装置の例として、特許文献 2 に記載されている、基準マスクを使用した X Y ステージの位置補正制御方法の例がある。

【0008】

【特許文献 1】特開昭 6 2 - 8 9 3 3 6 号公報

【特許文献 2】特開平 7 - 3 2 5 6 2 3 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【0009】

従来技術では、微細化する半導体基板上の異物やパターン欠陥を高速で検出する為には、検査画像上に投影される検査ステージの位置ズレ量を極力小さくする必要があり、より高速で、より高精度な検査ステージが必要とされてきた。

【0010】

また、前記検査ステージの精度向上に伴うコストUPを抑える必要があった。

【0011】

本発明は、上記の課題に対処し、ステージの位置ズレ補正制御だけに頼ることなく、被検査物を撮影した撮像画像の位置補正や被検査物を撮影するイメージセンサの向きを調整補正する等の対応により、異物やパターン欠陥が高速・高精度に検出でき、コストUPが抑制できる検査方法および検査装置を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明は、移動するステージに搭載されている被検査物をイメージセンサで撮影して検査する検査方法において、撮影に向け移動する前記ステージの目標位置と実位置との位置ズレ量を求め、前記目標位置での撮影では、前記位置ズレ量に応じて前記被検査物に対する前記イメージセンサの向きを調整補正することを特徴とする。

【0013】

また、本発明は、移動するステージに搭載されている被検査物をイメージセンサで撮影する検査方法において、撮影に向け移動する前記ステージの目標位置と実際位置との位置ズレ量を求め、撮影した前記目標位置の撮影範囲からの撮像画像切り出しで、前記位置ズレ量に見合った切り出し位置補正をすることを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、異物やパターン欠陥が高速・高精度に検出でき、コストUPを抑えることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

【0016】

以下の図において、同等の機能部分には同じ符号を付して説明する。

30

【実施例1】

【0017】

次に本発明の実施例1に係る検査装置の装置構成について図1～図5を用いて説明する。

【0018】

欠陥検査装置の実施の形態から述べる。

【0019】

欠陥検査装置は、被検査基板1を搭載し、被検査基板上にスリット状に照射したスリット状照明領域であるビームスポット3及びイメージセンサの検出領域4、被検査基板内の検査領域をXY方向に走査し光学系に対し相対移動ができるXステージ301、Yステージ302、被検査基板表面にピントを合わせることができるZステージ303、シータ()ステージ304およびステージコントローラ305から構成されるステージ部300を有する。

40

【0020】

また、レーザ光源、ビームエキスパンダ、光学フィルタ群及びミラー、ガラス板と切換可能な光学分岐要素(またはミラー)、ビームスポット結像部から構成される照明光学系100を有する。

【0021】

さらに、検出レンズ201、空間フィルタ202、結像レンズ203、ズームレンズ群

50

204, 1次元イメージセンサ(イメージセンサ)205, イメージセンサの検出領域を観察できる上方検察系206, 偏光ビームスプリッター209, 2センサ同時検査をするための分岐検出光学系210から構成される検出光学系200を有する。

【0022】

さらに、また、A/D変換部, 遅延させることができるデータメモリ, チップ間の信号の差をとる差分処理回路, チップ間の差信号を一時記憶するメモリ, パターン閾値を設定する閾値算出処理部, 比較回路より構成される信号処理部402, 異物等の欠陥検出結果を記憶すると共に欠陥検出結果を出力する出力手段, モータ等の駆動, 座標, センサを制御する制御CPU部401, 表示部403および入力部404より構成される制御系400を有する。

【0023】

照明光学系100のレーザ光源として、高出力のYAGレーザの第3高調波THG, 波長355nmを用いるのがよいが、必ずしも355nmである必要はない。すなわち、レーザ光源Arレーザ, 窒素レーザ, He-Cdレーザ, エキシマレーザ等他の光源であっても良い。

【0024】

1次元イメージセンサ205はCCDまたはTDI(Time Delay Integration: 遅延積算)センサであってもよい。CCDの場合は画素サイズが10 μ m程度であるため線状検出と考えるとよく、走査方向にピントが合っていない画像を取り込むことによる感度低下がない。

【0025】

一方TDIでは走査方向に一定画素分の画像の積算があるため照明幅を小さくするまたはTDIセンサを傾げるなどの対策によってピントが合っていない画像を取り込む量を低減することが望ましい。

【0026】

図1の左下に座標系を示す。平面上にXY軸をとり、垂直上方にZ軸をとる。検出光学系200の光軸はZ軸に沿って配置されている。

【0027】

先ず、図2を参照して、本発明の実施例による欠陥検査装置の検査の対象である試料について説明する。

【0028】

図2(a)に示す被検査基板1aは、所定の間隔で2次元に配列したメモリLSIチップ1aaを有する。メモリLSIチップ1aaは、主として、メモリセル領域1ab, デコーダやコントロール回路等からなる周辺回路領域1ac, 及び、その他の領域1adを有する。

【0029】

メモリセル領域1abは、2次元に規則的に配列した、即ち、繰り返しのメモリセルパターンを有する。周辺回路領域1acは、2次元的に規則的に配列されていない非繰り返しパターンを有する。

【0030】

図2(b)に示す被検査基板1bは、所定の間隔で2次元に配列したマイコン等のLSIチップ1baを有する。

【0031】

マイコン等のLSIチップ1baは、主として、レジスタ群領域1bb, メモリ部領域1bc, CPUコア部領域1bd, 及び、入出力部領域1beを有する。なお、図2(b)は、メモリ部領域1bcとCPUコア部領域1bdと入出力部領域1beの配列を概念的に示したものである。

【0032】

レジスタ群領域1bbおよびメモリ部領域1bcは、2次元に規則的に配列した、即ち、繰り返しのパターンを有する。CPUコア部領域1bdおよび入出力部領域1beは、

10

20

30

40

50

非繰り返しパターンを有する。

【0033】

このように、本発明の実施例による欠陥検査装置の被検査対象物は、図2に示した被検査基板(ウエハ)1のように、規則的に配列されたチップを有するが、チップ内においては、最小線幅が領域毎に異なり、しかも繰り返しパターン及び非繰り返しパターンを含み、様々な形態が考えられる。

【0034】

図3を参照して、照明光学系100の第1から第3までの3つのビームスポット結像部110, 120, 130について説明する。

【0035】

図3は、被検査基板を上から見た図である。

【0036】

第1のビームスポット結像部110を經由してX軸方向の検査用照明光11が照射され、第2のビームスポット結像部120を經由してY軸に対して-45度傾斜した方向の検査用照明光12が照射され、第3のビームスポット結像部130を經由してY軸に対して45度傾斜した方向の検査用照明光13が照射される。

【0037】

被検査基板上の非繰り返しパターンは、主として、平行及び直角に形成された直線状パターンからなる。これらの直線状パターンは、X軸又はY軸方向に延びている。被検査基板1上のパターンは、突出して形成されているため、隣接する直線状パターンの間には凹部が形成される。

【0038】

従って、X軸及びY軸に対して45度傾斜した方向から照射した検査用照明光12, 13は、突出した回路パターンによって遮られ、直線状パターンの間の凹部を照射することができない。

【0039】

これらの検査用照明光11, 12, 13は、被検査基板上の表面に対して所定の仰角にて傾斜して照射される。特に、検査用照明光12, 13の仰角を小さくすることによって、透明薄膜下面からの散乱光の検出量を低減することができる。

【0040】

これらの検査用照明光11, 12, 13によって、被検査基板の上に細長いビームスポット3が形成される。ビームスポット3は、Y軸方向に沿って延びている。ビームスポット3のY軸方向の長さは、検出光学系200の1次元イメージセンサ205のイメージセンサの検出領域4より大きい。

【0041】

照明光学系100に、3つのビームスポット結像部110, 120, 130を設けた理由について説明する。検査用照明光12, 13をXY平面上に投影した像がX軸となす角をそれぞれ θ_1 , θ_2 とすると、本例では、 $\theta_1 = \theta_2 = 45$ 度である。

【0042】

それによって、被検査基板上の非繰り返しパターンの主たる方向はX軸又はY軸の直線状パターンであるため、パターンに対して45度方向から入射される。

【0043】

このため0次の回折光はX軸又はY軸は方向の成分として検出レンズ201の入射瞳に入ることになるが、照明仰角が低角度の場合は正反射光も低角度のためX軸又はY成分の回折光も同様に検出レンズ201の入射瞳の領域から離れるので検出光学系200に入射することが回避できるもので、例えば、特許3566589号(特に0033欄から0036欄参照)に詳細に記載されており、ここではその説明は省略する。

【0044】

被検査基板上の非繰り返しパターンは、主として、平行及び直角に形成された直線状パターンからなる。これらの直線状パターンは、X軸又はY軸方向に延びている。被検査基

10

20

30

40

50

板上のパターンは、突出して形成されているため、隣接する直線状パターンの間には凹部が形成される。

【0045】

従って、X軸及びY軸に対して45度傾斜した方向から照射した検査用照明光12, 13は、突出した回路パターンによって遮られ、直線状パターンの中の凹部を照射することができない。

【0046】

そこで、X軸方向に沿った検査用照明光11を生成する第1のビームスポット結像部110を設けた。こうして検査用照明光11によって、直線状パターンの中の凹部を照射することができるため、そこに存在する異物等の欠陥を検出することができる。

10

【0047】

直線状パターンの方向により、試料を90度回転させて検査するか、検査用照明光11を、Y軸方向に沿って照射してよい。

【0048】

なお、検査用照明光11のように、X軸方向に沿って照射し、直線状パターンの中の凹部を照射する場合には、イメージセンサが0次の回折光を検出しないように0次の回折光を遮光する必要がある。そのために、空間フィルタ202が設けられる。

【0049】

図4及び図5を参照して、細長いビームスポット3を形成する方法を説明する。

【0050】

図4及び図5、照明光学系100のうち、レーザ光源101, 凹レンズ102, 凸レンズ103、及び、照明レンズ104のみを示し、他の構成要素は省略している。

20

【0051】

照明レンズ104は、円錐曲面を持つシリンドリカルレンズであり、図4(a)に示すように、長手方向に沿って、直線的に焦点距離が変化し、図4(b)に示すように、平面凸レンズの断面を有する。

【0052】

図5に示すように、被検査基板に対して傾斜して入射する照明光に対しても、Y方向に絞り込み、X方向にコリメートされたスリット状のビームスポット3を生成することができる。被検査基板の表面に対する照明光の角度を θ_1 、被検査基板上に投射された検査用照明光11の像がX軸となす角を θ_2 とする。

30

【0053】

このような照明レンズ104を用いることにより、X方向に平行光を有し、かつ $\theta_1 = 45$ 度付近の照明を実現することができる。円錐曲面を有する照明レンズ104の製造方法等については、例えば、特許3566589号公報(特に段落番号0027欄から段落番号0028欄参照)に詳細に記載されており、公知の方法で製造可能である。

【0054】

さらに、図6~図10及び図14を用いて、実施例1を詳しく説明する。この実施例は本発明に係わる画像処理に関するものである。

【0055】

本実施例の目的は、ステージの目標位置に対する位置ズレ量を、画像処理で撮像範囲の位置合せを行い、高精度ステージで検査したのと同程度の効果を得る実施例である。

40

【0056】

図6は、図1のステージ部300の一部詳細図である。

【0057】

図7は、Xステージ302, Yステージ301を目標座標へ移動させる為のステージ原点移動距離設定マップである。

【0058】

図8は、図7の移動距離設定マップにそってXステージ302, Yステージ301を移動させた際の、ステージ原点からの実際の移動距離を測定したマップである。

50

【 0 0 5 9 】

図 9 は、本実施例の装置構成を示した図であり、図 1 の装置構成に記憶部 4 0 5 と画像処理部 4 0 6 を追加した構成図である。

【 0 0 6 0 】

図 1 0 は、検査時の撮像範囲 6 0 0 と位置補正後の比較検査画像 6 1 0 と画像比較検査結果 6 2 0 を示した図である。

【 0 0 6 1 】

図 1 4 は、本実施例のフローチャートを示した図である。

【 0 0 6 2 】

以下、図 1 4 のフローチャートに沿って本実施例を詳細に説明する。

10

【 0 0 6 3 】

ステップ S 1 として、図 6 に示すステージ部 3 0 0 にレーザ測長器 3 1 0 ~ 3 1 4 をセットする。レーザ測長器 3 1 0 ~ 3 1 4 は、ステージ位置ずれ量測定後に取り外してもよいが、ステージ部 3 0 0 に実装したままでも良い。

【 0 0 6 4 】

又、多少精度は落ちるが、X ステージ 3 0 2 , Y ステージ 3 0 1 にそれぞれリニアスケール 3 2 0 , 3 2 1 を配置しても良い。

【 0 0 6 5 】

ステップ S 2 として、図 6 に示すステージ部 3 0 0 の X ステージ 3 0 2 , Y ステージ 3 0 1 を、図 7 の移動距離設定マップにそって、移動目標位置 A 1 に対し一定ピッチ (X 1 , Y 1) で移動させる。

20

【 0 0 6 6 】

移動距離設定マップにそった移動量は、X ステージ 3 0 2 及び Y ステージ 3 0 1 のエンコーダ又は、ステージ用リニアスケール 3 2 0 , 3 2 1 の座標を用いてもよい。この時、図 8 に示す実際に移動した位置 A 1 ' の移動位置 (X 1 ' , Y 1 ') を測定する。

【 0 0 6 7 】

同様に移動目標位置 A n に対し一定ピッチ (X n , Y n) で移動させ、実際に移動した位置 A n ' の移動位置 (X n ' , Y n ') を測定し、図 8 のステージ原点からの移動距離マップを完成させる。

【 0 0 6 8 】

ステップ S 3 として、ステップ S 2 で採取したデータから移動目標位置に対する実際の移動量の差分 X , Y を求める。計算式の例を次に示す。

30

【 0 0 6 9 】

(例)

$$X \text{ ステージ } 3 0 2 \text{ の差分 } X = (X 1) - (X 1 ') \quad (\text{数 } 1)$$

$$Y \text{ ステージ } 3 0 1 \text{ の差分 } Y = (Y 1) - (Y 1 ') \quad (\text{数 } 2)$$

図 7 のステージ原点からの移動距離測定マップの測定ピッチを細かくすることにより、被検査基板 1 の繰り返しパターンとのピッチずれによる位置ずれ量を、極力小さく抑えることが出来る。

【 0 0 7 0 】

ステップ S 4 として、ステージ位置ずれ量の差分 X , Y を、検査画像の位置補正值 X ' , Y ' として図 9 に示す記憶部 4 0 5 に記憶する。ステップ S 5 として、図 9 に示す被検査基板 1 を検査し、図 1 0 に示す撮像範囲 6 0 0 内の検査画像 6 0 1 ~ 6 0 4 を取り込む。

40

【 0 0 7 1 】

ステップ S 6 として、図 9 に示す画像処理部 4 0 6 にて、撮像範囲 6 0 0 から切り出し検査画像 6 1 1 ~ 6 1 4 を切り出し、比較検査画像 6 1 0 を作成する。この切り出しでは、先に記憶部 4 0 5 に記憶した検査画像の位置補正值 X ' , Y ' による補正が行われるので、位置ずれ量が是正された比較検査画像 6 1 0 になる。

【 0 0 7 2 】

50

目標位置の撮像範囲600は、ステージ位置ずれ量（位置ズレ量）を見込んで切り出す撮影画像（切り出し検査画像）よりも大きくとっているため、検査範囲全体をカバーした検査画像を切り出すことができる。

【0073】

ステップS7として、比較検査画像610を図9に示す信号処理部402で比較処理し、図10に示す画像比較検査結果620から異物、欠陥A、欠陥Bを検出する。ステップS8として、ステップS7の検出結果を表示部403にて表示する。

【0074】

本方式は、図9に示すズームレンズ群204にて被検査基板1を拡大して検査することにより、微小なステージの位置ずれ量を拡大して認識することが出来る。

10

【0075】

例えば、ステージ位置ずれ量が5 μ mあり、ズームレンズの倍率が5倍～20倍あるとすると、ステージの位置ずれ量は25 μ m～100 μ mに拡大して認識することが出来る。逆にズームレンズ倍率が低倍の方が移動量は少なく制御し易い。

【0076】

このことから、ステージ位置ずれ量に対する位置補正の要求精度を緩和することが出来、検査画像で容易に位置補正することが出来る。さらに、ステージ位置ずれ量を検査画像で容易に位置補正出来ることから、ステージ要求精度を緩和することも出来る。

【0077】

さらに、Xステージ302、Yステージ301から離れたステージ304または、その近傍を直接レーザ測調器で計測する為、ステージのヨーイング、ピッチング、ローリングによる位置ずれ量の補正精度を向上することが出来る。

20

【0078】

また、従来の高精度ステージを用いた検査画像による位置補正をしていない比較検査では、イメージセンサの比較画素数にステージの位置ずれ量を考慮した比較処理、例えば3画素分の位置ずれ量を含めた比較処理が必要であったが、本方式では、イメージセンサの比較画素数を1画素で比較処理することが出来る為、画像比較精度が向上し、従来比較処理で見逃していた異物、欠陥を検出することが出来る様になる。

【0079】

さらに、アンダーサンプリング時はサブピクセル合せを行うことにより、1画素以内での比較処理をすることも出来る。

30

【0080】

また、従来方式ではDF（ダークフィールド）検査装置ゆえの問題として、パターンの暗いところやサチレーションを起こした部分の検査画像の位置ずれにより、その近傍を検査する為には非検査領域にするか低感度で検査する必要があったが、本方式では、非検査領域や低感度領域を小さく出来る効果がある。

【0081】

本方式は、XYステージとイメージセンサを備えた装置であれば、繰り返しパターンがあって比較検査する装置に好適の方法である。

【実施例2】

40

【0082】

図6～9、図11～13、図15を用いて、本発明に係わる撮像範囲の制御に関する実施例を説明する。

【0083】

本実施例の目的は、ステージの目標位置に対する位置ズレ量を、イメージセンサで位置補正制御することで検査画像の位置合せを行い、高精度ステージで検査したのと同様以上の効果を得ることにある。

【0084】

図6～図9は実施例1で説明している為、説明を省略する。

【0085】

50

図 1 1 は、本実施例 2 の装置構成を示した図である。

【 0 0 8 6 】

図 1 2 は、本実施例のイメージセンサ位置補正部の詳細図である。

【 0 0 8 7 】

図 1 3 は、検査時の撮像範囲 7 0 0 と位置補正後の比較検査画像 7 1 0 と画像比較検査結果 7 2 0 を示した図である。

【 0 0 8 8 】

図 1 5 は、本実施例のフローチャートを示した図である。

【 0 0 8 9 】

以下、図 1 5 のフローチャートにそって本実施例を詳細に説明する。

10

【 0 0 9 0 】

ステップ S 1 1 として、図 6 に示すステージ部 3 0 0 にレーザ測長器 3 1 0 ~ 3 1 4 をセットする。

【 0 0 9 1 】

レーザ測長器 3 1 0 ~ 3 1 4 は、ステージ位置ずれ量測定後に取り外してもよいが、ステージ部 3 0 0 に実装したままでも良い。

【 0 0 9 2 】

ステップ S 1 2 として、図 6 に示すステージ部 3 0 0 の X ステージ 3 0 2 , Y ステージ 3 0 1 を、図 7 の移動距離設定マップにそって、移動目標位置 A 1 に対し一定ピッチ (X 1 , Y 1) で移動させる。

20

【 0 0 9 3 】

この時、図 8 に示す実際に移動した位置 A 1 ' の移動位置 (X 1 ' , Y 1 ') を測定する。

【 0 0 9 4 】

同様に移動目標位置 A n に対し一定ピッチ (X n , Y n) で移動させ、実際に移動した位置 A n ' の移動位置 (X n ' , Y n ') を測定し、図 8 のステージ原点からの移動距離マップを完成させる。

【 0 0 9 5 】

ステップ S 1 3 として、ステップ S 1 2 で採取したデータから移動目標位置に対する実際の移動量の差分 X , Y を求める。計算式は、前記実施例 1 記載の (数 1) , (数 2) を用いる。

30

【 0 0 9 6 】

ステップ S 1 4 として、ステージ位置ずれ量の差分 X , Y を、イメージセンサ 2 0 5 の位置補正值 X ' , Y ' として図 1 1 に示す記憶部 4 0 5 に記憶する。

【 0 0 9 7 】

ステップ S 1 5 として、記憶部 4 0 5 に記憶した図 1 3 に示す前記イメージセンサ 2 0 5 の位置補正值 X ' , Y ' , X 1 ' , Y 1 ' , X 2 ' , Y 2 ' , X 3 ' , Y 3 ' を参照し、制御 CPU 部 4 0 1 で図 1 3 に示す撮像範囲 7 0 0 内の検査画像 7 0 1 ~ 7 0 4 の様に、図 1 2 に示すイメージセンサ位置補正部 5 0 0 で位置補正制御をしながら被検査基板 1 の検査動作を行う。

40

【 0 0 9 8 】

イメージセンサ位置補正部 5 0 0 は、XY 補正機構 5 0 1、X 軸モータ 5 0 2、Y 軸モータ 5 0 3 を有する。

【 0 0 9 9 】

イメージセンサ位置補正部 5 0 0 は、前述した位置ズレ量 (ステージの目標位置と実位置との差分量) の調整補正をする。イメージセンサ 2 0 5 は、XY 補正機構 5 0 1 により X 軸・Y 軸の方向にステージと平行に移動して位置ズレ量の調整補正が行われる。

【 0 1 0 0 】

この平行移動の方式に代えて、ステージに対する向き角度調整により位置ズレ量の調整補正が行なわれるようにすることも可能である。

50

【0101】

さて、 X' 、 Y' 、 $X1'$ 、 $Y1'$ 、 $X2'$ 、 $Y2'$ 、 $X3'$ 、 $Y3'$ の関係は、隣接した画像の位置補正量を示す。ステップS16として、画像処理部406にてステップS15で取り込んだイメージセンサ検査画像711~714から、比較検査画像710を作成する。

【0102】

比較検査画像710を図11に示す信号処理部402で比較処理し、図13に示す画像比較検査結果720から異物、欠陥A、欠陥Bを検出する。ステップS17として、ステップS16の検出結果を表示部403にて表示する。本方式は、実施例1の画像処理時間の短縮と実行ステップ数の削減効果が得られる。

10

【0103】

本発明の応用として、実施例1と実施例2を組み合わせた使用方法でも良い。例えば、Xステージ302の位置ずれ量を実施例1の画像処理で補正し、Yステージ301の位置ずれ量を実施例2のイメージセンサ撮像範囲で位置補正する方式でも良い。

【0104】

又は、Xステージ302の位置ずれ量を実施例2のイメージセンサ撮像範囲で位置補正し、Yステージ301の位置ずれ量を実施例1の画像処理で位置補正する方式でも良い。

【0105】

すなわち、上記の実施例1と実施例2を組み合わせた応用例は、言い換えると、X軸・Y軸の座標を縦横に移動するステージに搭載される被検査物をイメージセンサで撮影する検査方法において、撮影に向け移動する前記ステージの目標位置と実位置との位置ズレ量を前記座標上で求め、被検査物に対するイメージセンサの向きは、座標上の一方軸側分の位置ズレ量に見合う調整補正をし、撮影した目標位置の撮影範囲からの画像切り出しでは、座標上の他方軸側分の位置ズレ量に見合う切り出し位置補正をするものである。

20

【0106】

この応用例では、イメージセンサの向き調整補正よりも画像切り出し位置補正の方がより高い補正精度が期待できるので、必要に応じた選択をすべきである。

【0107】

また、更なる応用例として、イメージセンサの向き調整補正や画像切り出し位置補正は、座標上の一方軸側とし、他方軸側の補正はステージの位置補正制御で賄うようにすることも可能である。例えば、Y軸方向の移動操作頻度が少ないとした場合には、Y軸側に高精度の位置補正制御を用いるようにする。

30

【実施例3】

【0108】

図6~9、図11、12、図16~19を用いて、本発明に係わる撮像範囲の制御及びイメージセンサの位置制御に関する実施例について説明する。

【0109】

本実施例の目的は、ステージの目標位置に対する位置ズレ量(差分)を、実際の検査動作から得られるイメージセンサが撮像した各イメージ画像より算出し、算出したステージ位置ずれ量に対して任意のしきい値設定と位置ずれ補正方法を選択することにより、ステージ性能に合せた最適な位置補正制御をすることで、安価にも拘らず高精度ステージで検査したのと同様以上の効果を得るものである。

40

【0110】

図6~図9は実施例1で説明している為、説明を省略する。

【0111】

図11、12は実施例2で説明している為、説明を省略する。

【0112】

図16~18は、本実施例のフローチャートを示した図である。

【0113】

図19は、検査動作時の撮像範囲800内の各イメージ画像801~804の位置ずれ

50

量を示した図である。

【0114】

以下、図16のフローチャートにそって本実施例を詳細に説明する。

【0115】

ステップS21として、図11に示すステージ部300に被検査基板1をセットする。
ステップS22として、図11に示すXステージ302及びYステージ301を検査動作させ、イメージセンサ205にて図19に示す被検査基板1のイメージ画像800を取り込む。

【0116】

なお、イメージ画像800中、801を基準画像、801から804を比較画像と云う

10

【0117】

ステップS23として、図19に示すイメージ画像800の基準画像801に投影された任意の基準パターンの画素No. (Xp1, Yp1)と、比較画像802から804に投影された基準パターンの画素No. (Xp2, Yp2), (Xp3, Yp3), (Xp4, Yp4)を比べた画像位置ズレ量より、ステージの位置ズレ量(Xp, Yp)をそれぞれ算出する。計算式の例を次に示す。

【0118】

(例)

Xステージ302の位置ズレ量(差分): Xp

20

$$Xp = [(Xp1) - (Xp2)] \times \text{画素サイズ} \times \text{倍率} \quad (\text{数1})$$

Yステージ301の位置ズレ量(差分): Yp

$$Yp = [(Yp1) - (Yp2)] \times \text{画素サイズ} \times \text{倍率} \quad (\text{数2})$$

ステップS24として、図11に示す表示部403に、ステップ23で算出したステージ位置ズレ量と前記ステージ位置ズレ量の補正方法選択画面及びしきい値設定画面を表示する。

【0119】

ステップ25として、しきい値と補正方法を選択する。しきい値はステージ位置ズレ量に合せて任意に設定することが出来る。

【0120】

30

また、ステージ位置ズレ量に合せて、図10及び図14のステップS4～S8に示す検査画像の切り出し範囲による位置補正方法と、図13及び図15のステップS14～S17に示すイメージセンサによる位置補正方法を、ステージ位置ズレ量やステージ駆動軸の動作頻度に合せて任意に設定することが出来る。

【0121】

例えば、位置ズレ量が小さい比較的高精度なステージを使用する際は、画像切り出し範囲で位置補正することで、イメージセンサ駆動部を削減し、安価にすることが出来る。また、位置ズレ量が大いステージを使用する際は、イメージセンサで位置補正することにより、画像切り出し範囲で補正できない範囲まで位置補正することが出来る。

【0122】

40

また、図17及び図18に示す様に、しきい値設定を用いずにステージ位置ズレ量の補正方法を決めてもよい。

【0123】

さらに、本方式は装置の高感度仕様、高スループット仕様に合せて図11に示すズームレンズ204の倍率を可変設定することにより、ステージ精度を可変することが出来る。又、レーザ測長器を使用しなくてもステージの高精度な位置補正が出来ることから、ステージの原価低減が可能である。

【産業上の利用可能性】

【0124】

以上、半導体の製造に係わる半導体基板(ウエハ)の異物検査装置を一例に、液晶パネ

50

ルに用いられるガラス基板，A L T I C基板，センサやL E D等に用いられるサファイヤ基板などの如何を問わず、平板上の基板であれば使用することが可能である。

【 0 1 2 5 】

また、半導体検査装置に限定されるものではなく、ハードディスク，液晶パネル表示装置，各種センサ等の様々な製造工程に広く適用することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 2 6 】

【図 1】本発明の実施例 1 に係るもので、欠陥検査装置の構造の例を示す図である。

【図 2】本発明の実施例 1 に係るもので、検査対象の試料である L S I が配列された被検査基板を示す図である。

【図 3】本発明の実施例 1 に係るもので、欠陥検査装置の照明光学系に関する 3 つの検査用照明光を説明するための図である。

【図 4】本発明の実施例 1 に係るもので、本発明による欠陥検査装置の照明光学系の照明レンズを含む光学系を示す図である。

【図 5】本発明の実施例 1 に係るもので、欠陥検査装置の照明光学系の照明レンズの機能を示す図である。

【図 6】本発明の実施例 1 及び実施例 2 に係るもので、ステージ関連を示す図である。

【図 7】本発明の実施例 1 及び実施例 2 に係るもので、移動距離設定マップを示す図である。

【図 8】本発明の実施例 1 及び実施例 2 に係るもので、移動距離マップ図である。

【図 9】本発明の実施例 1 に係るもので、欠陥検査装置の構造の他例を示す図である。

【図 1 0】本発明の実施例 1 に係るもので、検査時の撮像範囲と位置補正後の比較検査画像と画像比較検査結果を示した図である。

【図 1 1】本発明の実施例 1 に係るもので、欠陥検査装置の構造の更なる他例を示す図である。

【図 1 2】本発明の実施例 2 に係るもので、イメージセンサ位置補正部の詳細図である。

【図 1 3】本発明の実施例 2 に係るもので、検査時の撮像範囲と位置補正後の比較検査画像と画像比較検査結果を示した図である。

【図 1 4】本発明の実施例 1 に係るもので、フローチャート図である。

【図 1 5】本発明の実施例 2 に係るもので、フローチャート図である。

【図 1 6】本発明の実施例 3 に係るもので、フローチャート図である。

【図 1 7】本発明の実施例 3 に係るもので、フローチャート図である。

【図 1 8】本発明の実施例 3 に係るもので、フローチャート図である。

【図 1 9】本発明の実施例 3 に係るもので、検査動作時の撮像範囲内の各イメージ画像の位置ずれ量を示した図である。

【符号の説明】

【 0 1 2 7 】

1 ... 被検査基板 (ウエハ)、1 a , 1 b ... 被検査基板、1 a a ... メモリ L S I チップ、1 a b ... メモリセル領域チップ、1 a c ... 周辺回路領域、1 a d ... その他の領域、1 b a ... マイコン等の L S I、1 b b ... レジスタ群領域、1 b c ... メモリ部領域、1 b d ... C P U コア部領域、1 b e ... 入出部領域、3 ... ビームスポット (照明領域)、4 , 5 , 6 ... イメージセンサの検出領域、1 1 ~ 1 3 ... 検査用照明光、1 0 0 ... 照明光学系、1 1 0 ... 第 1 のビームスポット結像部、1 2 0 ... 第 2 のビームスポット結像部、1 3 0 ... 第 3 のビームスポット結像部、2 0 0 ... 検出光学系、2 0 1 ... 検出レンズ (対物レンズ)、2 0 2 ... 空間フィルタ、2 0 3 ... 結像レンズ、2 0 4 ... ズームレンズ群、2 0 5 ... イメージセンサ、2 0 6 ... 観察光学系、2 0 9 ... 偏光ビームスプリッタ、2 1 0 ... 分岐検出光学系、3 0 0 ... ステージ部、3 0 1 ... Y ステージ、3 0 2 ... X ステージ、3 0 3 ... Z ステージ、3 0 4 ... ステージ、3 0 5 ... ステージコントローラ、3 1 0 ... レーザ測長器、3 1 1 ... ビームスプリッタ、3 1 2 ... 固定側ミラー、3 1 3 ... 固定側ミラー、3 1 4 ... 可動側ミラー、3 2 0 ... ステージ用リニアスケール、3 2 1 ... ステージ用リニアスケール、4 0 0 ... 制御

10

20

30

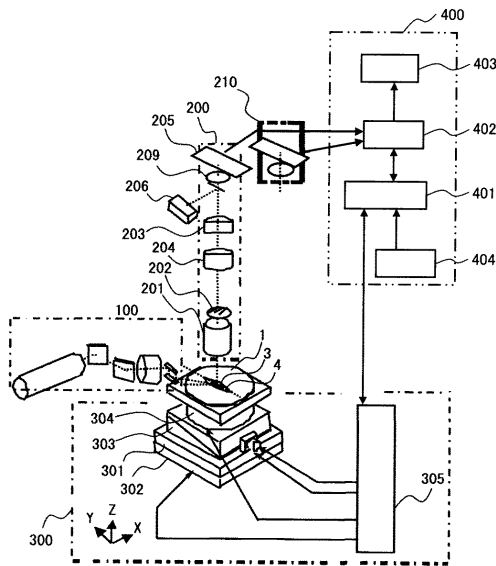
40

50

系、401...制御CPU部、402...信号処理部、403...表示部、404...入力部、405...記憶部、406...画像処理部、500...イメージセンサ位置補正部、501...XY補正機構、502...X軸モータ、503...Y軸モータ、600...撮像範囲、601...検査画像1、602...検査画像2、603...検査画像3、604...検査画像4、610...比較検査画像、611...切り出し検査画像1、612...切り出し検査画像2、613...切り出し検査画像3、614...切り出し検査画像4、620...画像比較検査結果、700...撮像範囲、701...検査画像1、702...検査画像2、703...検査画像3、704...検査画像4、710...比較検査画像、711...イメージセンサ検査画像1、712...イメージセンサ検査画像2、713...イメージセンサ検査画像3、714...イメージセンサ検査画像4、800...検査動作時の撮像範囲、801...イメージ画像1、802...イメージ画像2、803...イメージ画像3、804...イメージ画像4。

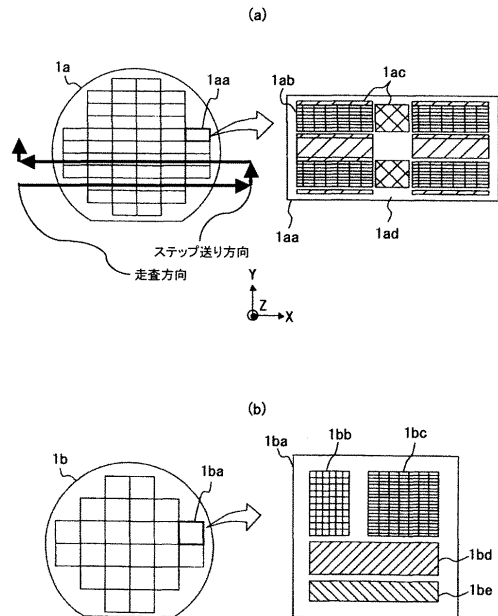
【図1】

図1

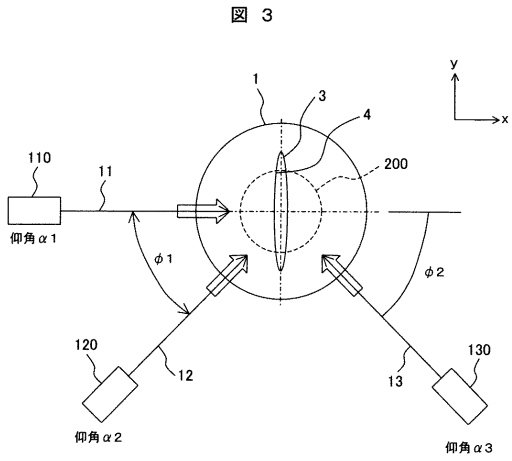


【図2】

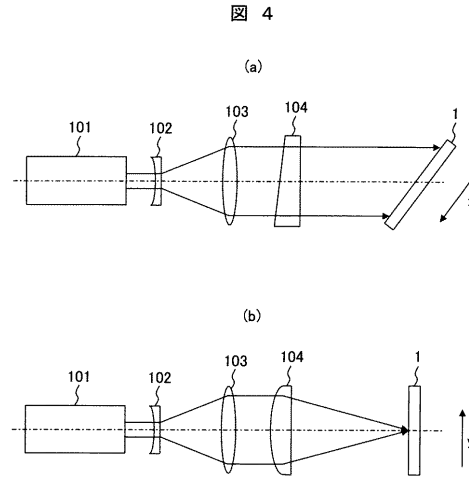
図2



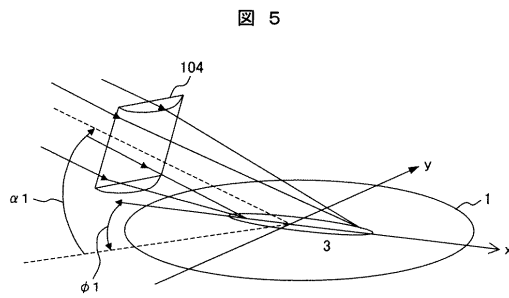
【図3】



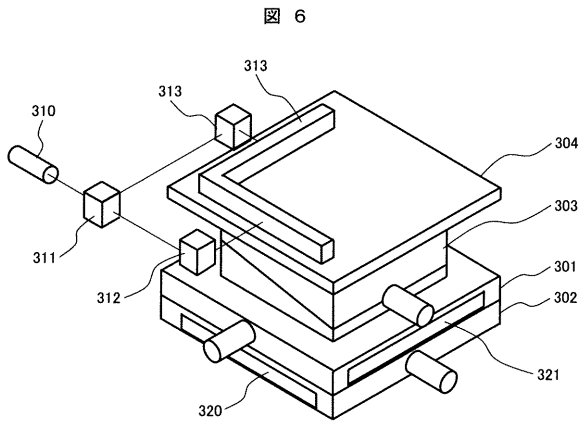
【図4】



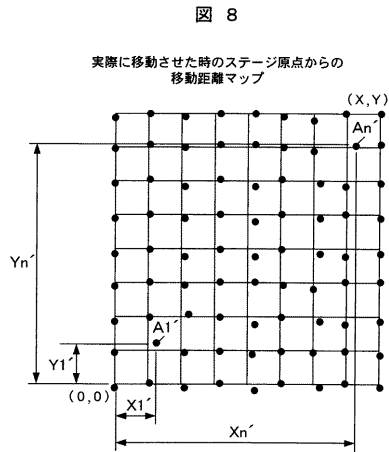
【図5】



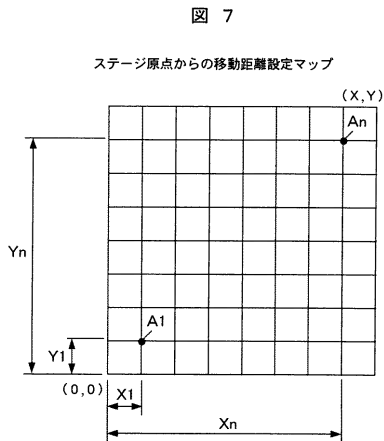
【図6】



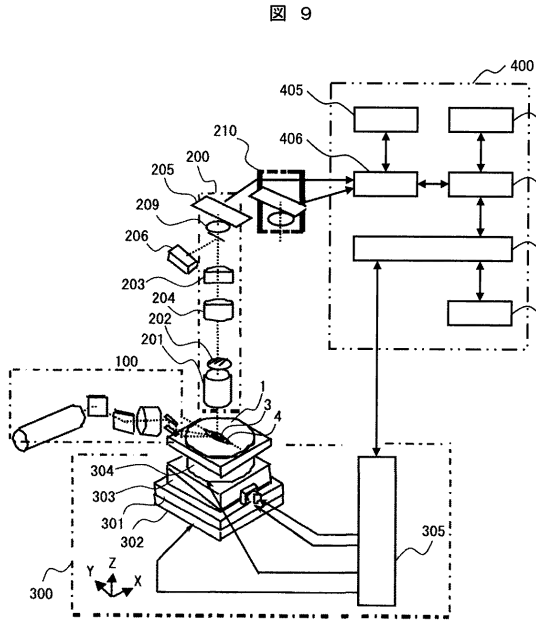
【図8】



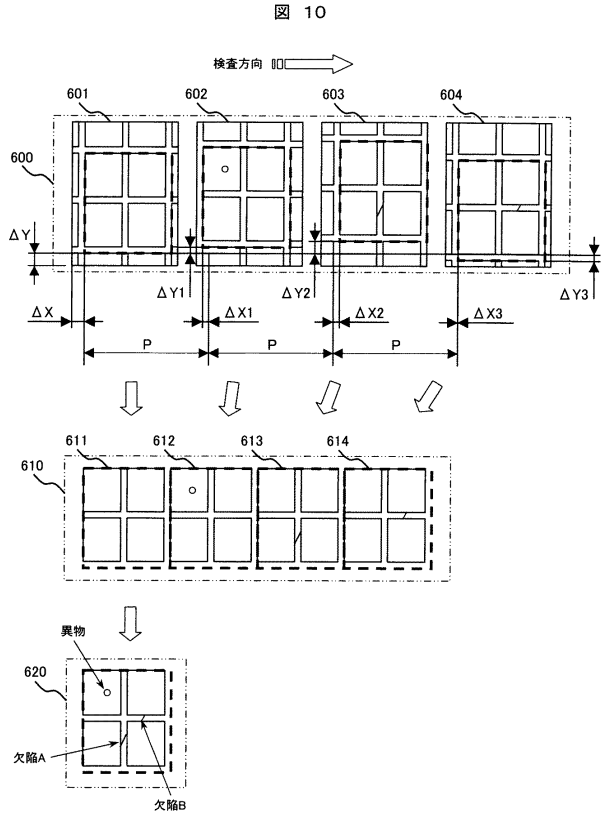
【図7】



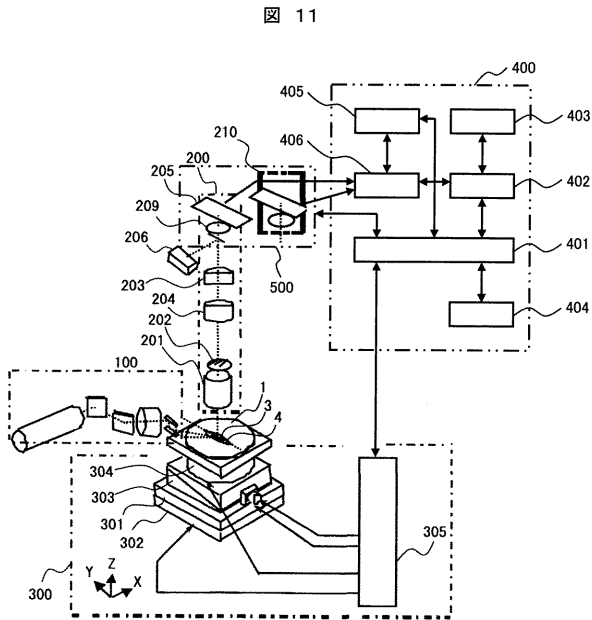
【図9】



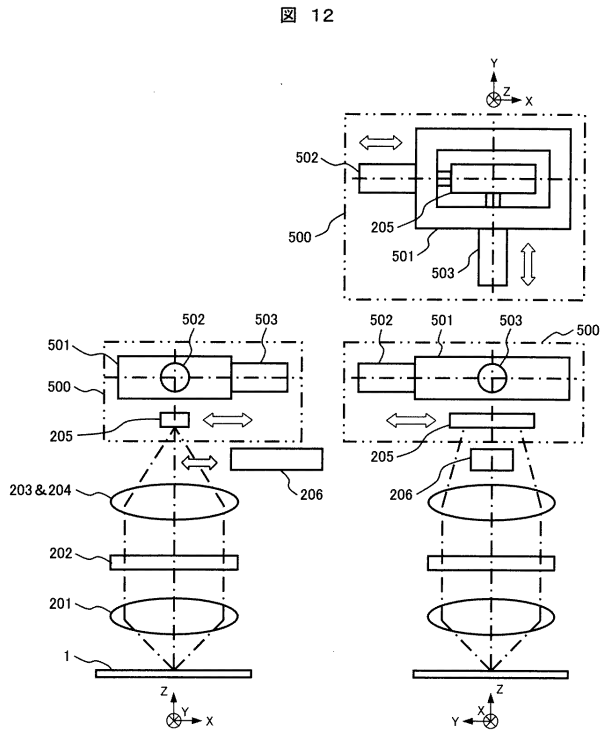
【図10】



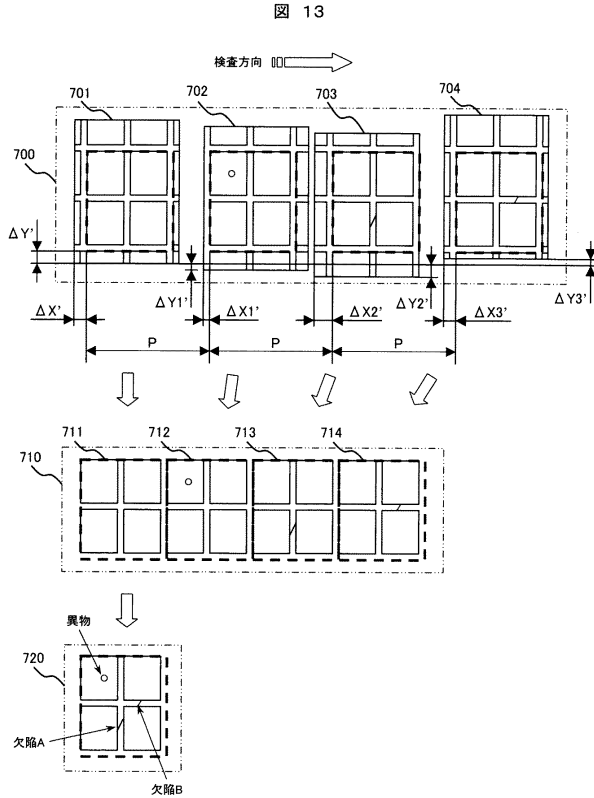
【図11】



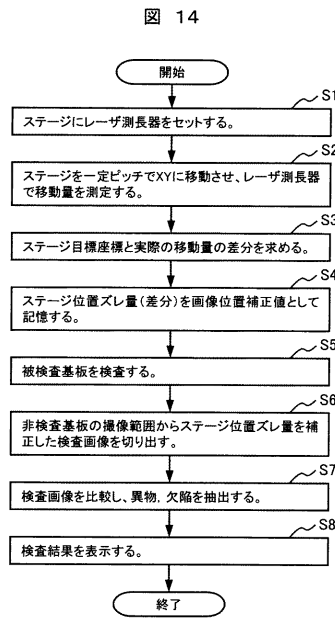
【図12】



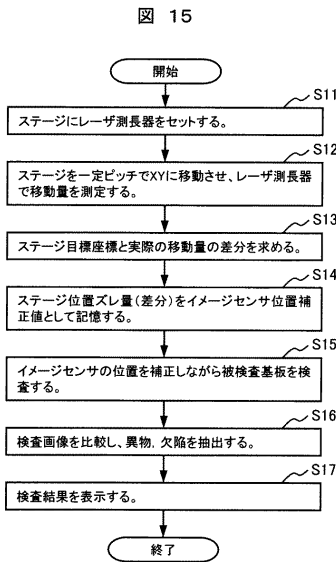
【図13】



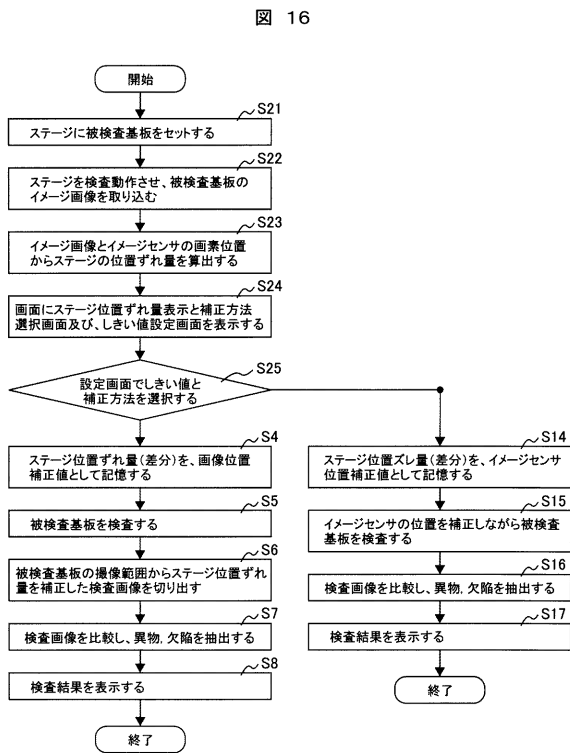
【図14】



【図15】

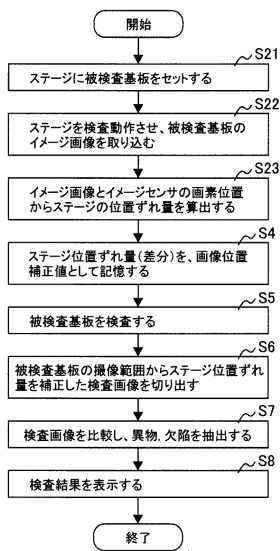


【図16】



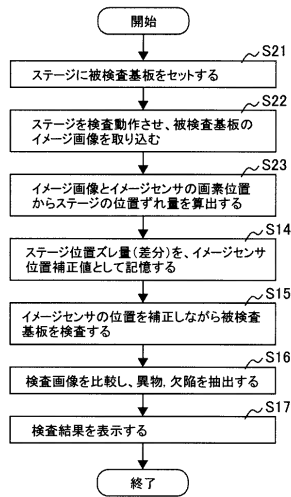
【図 17】

図 17



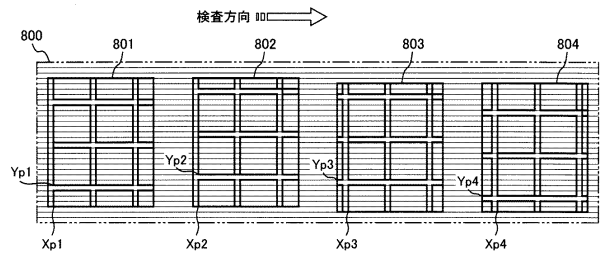
【図 18】

図 18



【図 19】

図 19



フロントページの続き

(72)発明者 近松 秀一

茨城県ひたちなか市大字市毛 8 8 2 番地 株式会社日立ハイテクノロジーズ 那珂事業所内

審査官 大嶋 洋一

(56)参考文献 特開 2 0 0 7 - 1 0 7 9 6 0 (J P , A)

特開 2 0 0 7 - 1 2 9 1 0 1 (J P , A)

特開 2 0 0 6 - 1 1 3 0 7 3 (J P , A)

特開 2 0 0 4 - 1 7 9 5 8 1 (J P , A)

特開 2 0 0 3 - 0 8 3 9 0 8 (J P , A)

特開 2 0 0 0 - 3 2 9 5 2 1 (J P , A)

特公平 0 7 - 0 8 1 9 5 6 (J P , B 2)

特開平 0 7 - 3 2 5 6 2 3 (J P , A)

特許第 3 5 6 6 5 8 9 (J P , B 2)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H 0 1 L 2 1 / 6 6

G 0 1 N 2 1 / 9 5 6