

(11) 特許出願公開番号

特開2007-71586

(P2007-71586A)

(43) 公開日 平成19年3月22日(2007.3.22)

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

GO 1 N 21/88 (2006.01)

GO 1 N 21/88 J

2 F 065

GO 1 N 21/956 (2006.01)

GO 1 N 21/956 A

2G051

GO 1 B 11/30 (2006.01)

GO 1 B 11/30 A

4M106

HO 1 L 21/66 (2006.01)

HO 1 L 21/66 J

5 B O 5 7

G06T 1/00 (2006.01)

G06T 1/00 305A

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2005-256554 (P2005-256554)

(22) 出願日 平成17年9月5日(2005.9.5)

(71) 出願人 000151494

株式会社東京精密

東京都三鷹市下連雀9丁目7番1号

(74) 代理人 100099759

弁理士 青木 篤

(74) 代理人 100092624

弁理士 鶴田 準一

(74) 代理人 100102819

弁理士 島田 哲郎

(74) 代理人 100114177

弁理士 小林 龍

(74) 代理人 100108383

弁理士 下道 晶久

(74) 代理人	100082898
----------	-----------

弁理士 西山 雅也

[最終頁に続く](#)

(54) 【発明の名称】 画像欠陥検査装置、画像欠陥検査システム、欠陥分類装置及び画像欠陥検査方法

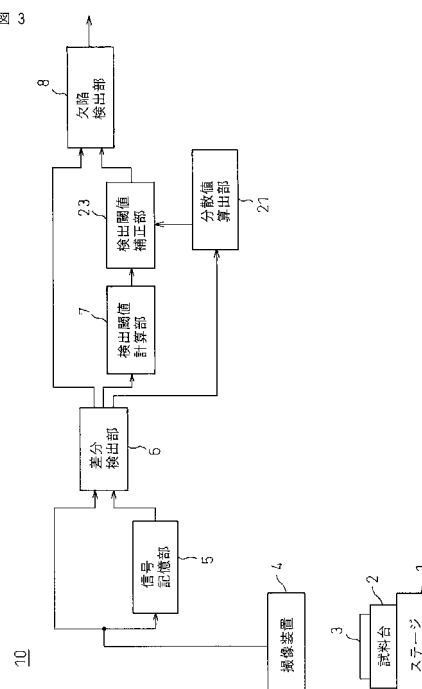
(57) 【要約】

【課題】 2 画像の対応する各画素同士の画素値の差分を検出して、この差分が検出閾値を超えると画素部分を欠陥として検出する画像欠陥検査において、検出された真欠陥と疑似欠陥とを区別する。

【解決手段】 画像欠陥検査装置 10 を、2つの検査画像の対応する画素同士のグレイレベル差を検出する差分検出部 6 と、そのグレイレベル差が検出閾値を超えるととき 2つの検査画像のうちいずれか一方の上記画素の部分が欠陥として検出する欠陥検出部 8 と、グレイレベル差が検出された画素の座標値の分散値をその画素のグレイレベル差によって重み付けして算出する分散値算出部 21 と、分散値の増大に応じて欠陥の検出を抑制する検出抑制部 22、25 と、を備えて構成される。

【選択図】 図3

图 3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

2つの検査画像の対応する画素同士のグレイレベル差を検出し、そのグレイレベル差が検出閾値を超えると、前記2つの検査画像のうちいずれか一方の前記画素の部分が欠陥であると判定する画像欠陥検査装置において、

前記画素について検出された前記グレイレベル差による重み付けをして前記画素の座標値の分散値を算出する分散値算出部と、

前記分散値の増大に応じて前記欠陥の検出感度を低減する検出感度低減部と、
を備えることを特徴とする画像欠陥検査装置。

【請求項 2】

2つの検査画像の対応する画素同士のグレイレベル差を検出し、そのグレイレベル差が検出閾値を超えると、前記2つの検査画像のうちいずれか一方の前記画素の部分が欠陥であると判定する画像欠陥検査装置において、

前記画素について検出された前記グレイレベル差を2値化した2値化情報による重み付けをして前記画素の座標値の分散値を算出する分散値算出部と、

前記分散値の増大に応じて前記欠陥の検出感度を低減する検出感度低減部と、
を備えることを特徴とする画像欠陥検査装置。

【請求項 3】

前記分散値算出部は、前記画素について欠陥として判定されたか否かによって重み付けをして前記画素の座標値の分散値を算出することを特徴とする請求項2に記載の画像欠陥検査装置。

【請求項 4】

前記検出感度低減部は、前記分散値に応じて前記検出閾値を補正することを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の画像欠陥検査装置。

【請求項 5】

2つの検査画像の対応する画素同士のグレイレベル差を検出し、そのグレイレベル差が検出閾値を超えると、前記2つの検査画像のうちいずれか一方の前記画素の部分が欠陥であると判定する画像欠陥検査装置において、

前記画素について検出された前記グレイレベル差による重み付けをして前記画素の座標値の分散値を算出する分散値算出部を備え、

検出される前記欠陥の欠陥情報と共に前記分散値を出力することを特徴とする画像欠陥検査装置。

【請求項 6】

2つの検査画像の対応する画素同士のグレイレベル差を検出し、そのグレイレベル差が検出閾値を超えると、前記2つの検査画像のうちいずれか一方の前記画素の部分が欠陥であると判定する画像欠陥検査装置において、

前記画素について検出された前記グレイレベル差を2値化した2値化情報による重み付けをして前記画素の座標値の分散値を算出する分散値算出部を備え、

検出される前記欠陥の欠陥情報と共に前記分散値を出力することを特徴とする画像欠陥検査装置。

【請求項 7】

前記分散値算出部は、前記画素について欠陥として判定されたか否かによって重み付けをして前記画素の座標値の分散値を算出することを特徴とする請求項6に記載の画像欠陥検査装置。

【請求項 8】

2つの検査画像の対応する画素同士のグレイレベル差を検出し、そのグレイレベル差が検出閾値を超えると、前記2つの検査画像のうちいずれか一方の前記画素の部分が欠陥であると判定する画像欠陥検査装置であって、前記画素について検出された前記グレイレベル差による重み付けをして前記画素の座標値の分散値を算出する分散値算出部を備え、
検出される前記欠陥の欠陥情報と共に前記分散値を出力する画像欠陥検査装置と、

10

20

30

40

50

該画像欠陥検査装置により出力される前記欠陥情報及び前記分散値を入力して、前記分散値に基づいて前記欠陥を分類する欠陥分類装置と、
を備えることを特徴とする画像欠陥検査システム。

【請求項 9】

2つの検査画像の対応する画素同士のグレイレベル差を検出し、そのグレイレベル差が検出閾値を超えると、前記2つの検査画像のうちいずれか一方の前記画素の部分が欠陥であると判定する画像欠陥検査装置であって、前記画素について検出された前記グレイレベル差を2値化した2値化情報による重み付けをして前記画素の座標値の分散値を算出する分散値算出部を備え、検出される前記欠陥の欠陥情報と共に前記分散値を出力する画像欠陥検査装置と、

10

該画像欠陥検査装置により出力される前記欠陥情報及び前記分散値を入力して、前記分散値に基づいて前記欠陥を分類する欠陥分類装置と、
を備えることを特徴とする画像欠陥検査システム。

【請求項 10】

前記分散値算出部は、前記画素について欠陥として判定されたか否かによって重み付けをして前記画素の座標値の分散値を算出することを特徴とする請求項9に記載の画像欠陥検査システム。

【請求項 11】

2つの検査画像の対応する画素同士のグレイレベル差を検出し、そのグレイレベル差が検出閾値を超えると、前記2つの検査画像のうちいずれか一方の前記画素の部分が欠陥であると判定する画像欠陥検査装置から出力される、前記欠陥の欠陥情報を分類する欠陥分類装置であって、

20

該画像欠陥検査装置によって算出される、前記画素について検出された前記グレイレベル差による重み付けをして算出された前記画素の座標値の分散値を、前記欠陥情報と共に入力するデータ入力部と、

前記分散値に基づいて前記欠陥を分類する分類部と、
を備えることを特徴とする欠陥分類装置。

【請求項 12】

2つの検査画像の対応する画素同士のグレイレベル差を検出し、そのグレイレベル差が検出閾値を超えると、前記2つの検査画像のうちいずれか一方の前記画素の部分が欠陥であると判定する画像欠陥検査装置から出力される、前記欠陥の欠陥情報を分類する欠陥分類装置であって、

30

該画像欠陥検査装置によって算出される、前記画素について検出された前記グレイレベル差を2値化した2値化情報による重み付けをして算出された前記画素の座標値の分散値を、前記欠陥情報と共に入力するデータ入力部と、

前記分散値に基づいて前記欠陥を分類する分類部と、
を備えることを特徴とする欠陥分類装置。

【請求項 13】

該画像欠陥検査装置は、前記画素について欠陥として判定されたか否かによって重み付けをして前記画素の座標値の分散値を算出することを特徴とする請求項12に記載の欠陥分類装置。

40

【請求項 14】

2つの検査画像の対応する画素同士のグレイレベル差を検出し、そのグレイレベル差が検出閾値を超えると、前記2つの検査画像のうちいずれか一方の前記画素の部分が欠陥であると判定する画像欠陥検査方法において、

前記画素について検出された前記グレイレベル差による重み付けをして前記画素の座標値の分散値を算出し、

前記分散値の増大に応じて前記欠陥の検出感度を低減する、
ことを特徴とする画像欠陥検査方法。

【請求項 15】

50

2つの検査画像の対応する画素同士のグレイレベル差を検出し、そのグレイレベル差が検出閾値を超えると、前記2つの検査画像のうちいずれか一方の前記画素の部分が欠陥であると判定する画像欠陥検査方法において、

前記画素について検出された前記グレイレベル差を2値化した2値化情報による重み付けをして前記画素の座標値の分散値を算出し、

前記分散値の増大に応じて前記欠陥の検出感度を低減する、

ことを特徴とする画像欠陥検査方法。

【請求項16】

前記画素について欠陥として判定されたか否かによって重み付けをして前記画素の座標値の分散値を算出することを特徴とする請求項15に記載の画像欠陥検査方法。

10

【請求項17】

前記分散値に応じて前記検出閾値を補正することにより前記検出感度を低減すること特徴とする請求項14～16のいずれか一項に記載の画像欠陥検査方法。

【請求項18】

2つの検査画像の対応する画素同士のグレイレベル差を検出し、そのグレイレベル差が検出閾値を超えると、前記2つの検査画像のうちいずれか一方の前記画素の部分が欠陥であると判定する画像欠陥検査方法において、

前記画素について検出された前記グレイレベル差による重み付けをして前記画素の座標値の分散値を算出し、

検出された前記欠陥を前記分散値に基づいて分類する、

ことを特徴とする画像欠陥検査方法。

20

【請求項19】

2つの検査画像の対応する画素同士のグレイレベル差を検出し、そのグレイレベル差が検出閾値を超えると、前記2つの検査画像のうちいずれか一方の前記画素の部分が欠陥であると判定する画像欠陥検査方法において、

前記画素について検出された前記グレイレベル差を2値化した2値化情報による重み付けをして前記画素の座標値の分散値を算出し、

検出された前記欠陥を前記分散値に基づいて分類する、

ことを特徴とする画像欠陥検査方法。

【請求項20】

前記画素について欠陥として判定されたか否かによって重み付けをして前記画素の座標値の分散値を算出することを特徴とする請求項19に記載の画像欠陥検査方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、2つの画像の対応する部分のグレイレベル差を検出し、検出したグレイレベル差を閾値と比較して、グレイレベル差が閾値より大きい場合に欠陥であると判定する画像欠陥検査装置、画像欠陥検査システム及び画像欠陥検査方法、ならびにこのように検出された欠陥を分類する欠陥分類装置に関する。

【背景技術】

40

【0002】

本発明は、同一であるべき2つの画像の対応する部分を比較して、差が大きな部分を欠陥と判定する画像処理方法及び装置を対象とする。ここでは半導体製造工程で半導体ウエハ上に形成した半導体回路パターンの欠陥を検出する外観検査装置（インスペクションマシン）を例として説明を行なうが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0003】

一般の外観検査装置は、対象表面を垂直方向から照明してその反射光の像を捕らえる明視野検査装置であるが、照明光を直接捕らえない暗視野検査装置も使用されている。暗視野検査装置の場合、対象表面を斜め方向又は垂直方向から照明して正反射は検出しないようにセンサを配置し、照明光の照射位置を順次走査することにより対象表面の暗視野像を

50

得る。従って、暗視野装置ではイメージセンサを使用しない場合もあるが、これも当然発明の対象である。このように、本発明は、同一であるべき２つの画像（信号）の対応する部分を比較して、差が大きな部分を欠陥と判定する画像処理方法及び装置であれば、どのような方法及び装置にも適用可能である。

【０００４】

半導体製造工程では、半導体ウエハ上に多数のチップ（ダイ）を形成する。各ダイには何層にも渡ってパターンが形成される。完成したダイは、プローバとテスタにより電気的な検査が行われ、不良ダイは組み立て工程から除かれる。半導体製造工程では、歩留まりが非常に重要であり、上記の電気的な検査の結果は製造工程にフィードバックされて各工程の管理に使用される。

10

【０００５】

しかし、半導体製造工程は多数の工程で形成されており、製造を開始してから電気的な検査が行われるまで非常に長時間を要するため、電気的な検査により工程に不具合があることが判明した時には既に多数のウエハは処理の途中であり、検査の結果を歩留まりの向上に十分に生かすことができない。そこで、途中の工程で形成したパターンを検査して欠陥も検出するパターン欠陥検査が行われる。全工程のうちの複数の工程でパターン欠陥検査を行えば、前の検査の後で発生した欠陥を検出することができ、検査結果を迅速に工程管理に反映することができる。

【０００６】

図１に、本特許出願の出願人が、特願２００３－１８８２０９（下記特許文献１）にて提案する外観検査装置のブロック図を示す。図示するように、２次元又は３次元方向に自在に移動可能なステージ１の上面に試料台（チャックステージ）２が設けられている。この試料台の上に、検査対象となる半導体ウエハ３を載置して固定する。ステージの上部には１次元又は２次元のＣＣＤカメラなどを用いて構成される撮像装置４が設けられており、撮像装置４は半導体ウエハ３上に形成されたパターンの画像信号を発生させる。

20

【０００７】

図２に示すように、半導体ウエハ３上には、複数のダイ３Ａが、Ｘ方向とＹ方向にそれぞれ繰返し、マトリクス状に配列されている。各ダイには同じパターンが形成されるので、隣接するダイの対応する部分の画像を比較するのが一般的である。両方のダイに欠陥がなければグレイレベル差は閾値より小さいが、一方に欠陥があればグレイレベル差は閾値より大きくなる（シングルディテクション）。これではどちらのダイに欠陥があるか分からないので、更に異なる側に隣接するダイとの比較を行ない、同じ部分のグレイレベル差が閾値より大きくなればそのダイに欠陥があることが分かる（ダブルディテクション）。

30

【０００８】

撮像装置４は１次元のＣＣＤカメラを備え、カメラが半導体ウエハ３に対してＸ方向又はＹ方向に一定速度で相対的に移動（スキャン）するようにステージ１を移動する。画像信号は多値のデジタル信号（グレイレベル信号）に変換された後、差分検出部６に入力されると共に、信号記憶部５に記憶される。スキャンにより隣のダイのグレイレベル信号（検査画像信号）が生成されると、それに同期して信号記憶部５に記憶された前のダイのグレイレベル信号（基準画像信号）を読み出し、差分検出部６に入力する。実際には微小な位置合わせ処理などが行われるがここでは詳しい説明は省略する。

40

【０００９】

差分検出部６には隣接する２個のダイのグレイレベル信号が入力され、２つのグレイレベル信号の差（グレイレベル差）が演算されて検出閾値計算部７と欠陥検出部８に出力される。

ここでは、差分検出部６は、対比される２個のダイの撮像画像に含まれる各画素のグレイレベル差の絶対値を算出し、それをグレイレベル差として出力する。検出閾値計算部７は、グレイレベル差の分布に応じて検出閾値を決定して欠陥検出部８に出力する。欠陥検出部８は、グレイレベル差を決定された閾値と比較して欠陥かどうかを判定する。

半導体パターンは、メモリセル部、論理回路部、配線部、アナログ回路部などのパター

50

ンの種類に応じてノイズレベルが異なるのが一般的である。半導体パターンの部分と種類の対応関係は設計データにより分かる。そこで、例えば、検出閾値計算部 7 は部分毎に閾値決定処理を行って閾値を決定し、欠陥検出部 8 は部分毎に決定された閾値で判定を行なう。そして欠陥検出部 8 は、欠陥と判定された部分について、各欠陥毎に、その欠陥の位置やグレイレベル差、検出時の検出閾値等の欠陥パラメータなどを含む欠陥情報を出力する。

【 0 0 1 0 】

その後、欠陥と判定された部分を更に詳細に調べるため、欠陥情報は自動欠陥分類 (ADC) 装置に供される (図示せず)。自動欠陥分類装置では、欠陥と判定された部分が歩留に影響する真の欠陥であるか、それとも撮像画像のノイズなどの影響によって誤検出した疑似欠陥であるか、またはどのような種類の欠陥 (配線ショート、パターン欠損もしくはパーティクル等) であるかを判定する欠陥分類処理を行っている。

この欠陥分類処理では、欠陥の部分を詳細に調べる必要があるため長い処理時間を必要とする。そのため、欠陥を判定する場合には、真の欠陥は漏らさず、且つ真の欠陥以外の疑似欠陥はできるだけ欠陥と判定しないことが要求される。

【 0 0 1 1 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 4 - 1 7 7 3 9 7 号公報

【特許文献 2】特開平 4 - 1 0 7 9 4 6 号公報

【特許文献 3】特許第 2 9 9 6 2 6 3 号公報

【特許文献 4】特開 2 0 0 2 - 2 2 4 2 1 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 2 】

上記特許文献 1 における欠陥検査においては、検査画像ごとにそのグレイレベル差の分布に応じて最適な検出閾値を決定して、疑似欠陥の発生を抑える。しかしながら、検査画像に含まれるノイズレベルの検査画像に対する依存性が大きい場合には、グレイレベル差の分布が検査画像によって大きく異なり、上述の手法のように検査画像ごとに閾値を設定しても疑似欠陥の発生を抑えることは困難であった。

【 0 0 1 3 】

上記問題点に鑑み、本発明は、2 画像の対応する各画素同士の画素値の差分を検出して、この差分が検出閾値を超えると画素部分を欠陥として検出する画像欠陥検査において、検出された真欠陥と疑似欠陥とを区別することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 4 】

本発明の発明者は、真欠陥の場合では、2 画像の対応する画素同士グレイレベル差が検出閾値を超えて欠陥部分であると判定される画素が欠陥の位置に集中するのに対し、疑似欠陥の場合には欠陥部分が広い範囲に分散して発生する事実に着目した。

そして、検査画像において、各画素について検出されたグレイレベル差によって重み付けがされた画素の座標値の分散値を算出すると、検査画像に真欠陥が含まれる場合にはかかる分散値が小さくなるのに対し、検査画像に疑似欠陥が含まれると分散値が大きくなることを検証した。

【 0 0 1 5 】

そこで、本発明の第 1 形態による画像欠陥検査装置は、2 つの検査画像の対応する画素同士のグレイレベル差を検出し、そのグレイレベル差が検出閾値を超えると、2 つの検査画像のうちいずれか一方の上記画素の部分が欠陥であると判定するように構成され、さらに上記画素について検出されたグレイレベル差によって (又はこのグレイレベル差を 2 値化した 2 値化情報によって) 重み付けをしたこの画素の座標値の分散値を算出する分散値算出部と、分散値の増大に応じて欠陥の検出感度を低減する検出感度低減部と、を備えて構成される。

【 0 0 1 6 】

10

20

30

40

50

検出感度低減部は、算出した分散値に応じて検出閾値を補正することによりによる欠陥検出感度を低減してよい。また、画像欠陥検査装置は、検出される欠陥の欠陥情報と共に分散値を出力することとしてよい。

【0017】

本発明の第2形態による画像欠陥検査システムは、画像欠陥検査装置と欠陥分類装置とを備えて構成される。ここで画像欠陥検査装置は、2つの検査画像の対応する画素同士のグレイレベル差を検出してグレイレベル差が検出閾値を超えるととき2つの検査画像のうちいずれか一方のこの画素の部分が欠陥であると判定する画像欠陥検査装置であって、上記画素について検出されたグレイレベル差によって（又はこのグレイレベル差を2値化した2値化情報によって）重み付けをしたこの画素の座標値の分散値を算出する分散値算出部を有し、検出される欠陥の欠陥情報と共に分散値を出力する。一方で欠陥分類装置は、画像欠陥検査装置により出力される欠陥情報及び分散値を入力して分散値に基づいて欠陥を分類する。

10

【0018】

次に、本発明の第3形態による欠陥分類装置は、2つの検査画像の対応する画素同士のグレイレベル差を検出し、そのグレイレベル差が検出閾値を超えるととき、2つの検査画像のうちいずれか一方のこの画素の部分が欠陥であると判定する画像欠陥検査装置から出力される、欠陥の欠陥情報を分類する欠陥分類装置であって、画像欠陥検査装置によって算出される、上記画素について検出されたグレイレベル差によって（又はこのグレイレベル差を2値化した2値化情報によって）重み付けをしたこの画素の座標値の分散値を、欠陥情報と共に入力するデータ入力部と、分散値に基づいて欠陥を分類する分類部と、を備えて構成される。

20

【0019】

本発明の第4形態による画像欠陥検査方法は、2つの検査画像の対応する画素同士のグレイレベル差を検出し、そのグレイレベル差が検出閾値を超えるととき、2つの検査画像のうちいずれか一方のこの画素の部分が欠陥であると判定する画像欠陥検査方法であって、上記画素について検出されたグレイレベル差によって（又はこのグレイレベル差を2値化した2値化情報によって）重み付けをしたこの画素の座標値の分散値を算出し、分散値の増大に応じて欠陥の検出感度を低減する。

【0020】

欠陥の検出感度の低減は、分散値に応じて検出閾値を補正することにより実現してよい。また、画像欠陥検査方法は、分散値に基づいて検出された欠陥を分類してもよい。

30

【発明の効果】

【0021】

本発明により、2画像の対応する各画素同士の画素値の差分を検出してこの差分が検出閾値を超えるととき画素部分を欠陥として検出する画像欠陥検査において、検出された真欠陥と疑似欠陥とを区別することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、添付する図面を参照して本発明の実施例を説明する。図3は、本発明による画像欠陥検査装置の第1実施例に係る外観検査装置のブロック図である。図3に示す外観検査装置は、図1を参照して説明した従来の外観検査装置に類似する構成を有しており、したがって同一の構成要素には同じ参照符号を付して示し、説明を省略する。

40

差分検出部6は、2つダイを撮像した撮像画像（一方を検査画像、他方を基準画像とする）の対応する部分から、2画像の対応する各画素同士の画素値（グレイレベル信号）の差分（グレイレベル差）をそれぞれ検出して、これら差分信号を各画素値とする差画像を作成する。

【0023】

外観検査装置10は、この差分検出部6が作成した差画像においてこれに含まれる各画素の座標値の分散値を、それぞれの画素の画素値であるグレイレベル差信号によって重み

50

付けをして算出する分散値算出部 2 1 と、検出閾値計算部 7 が算出した検出閾値を補正することによって分散値算出部 2 1 が算出した分散値の増加に応じて欠陥の検出感度を低減する検出閾値補正部 2 3 と、を備える。

【 0 0 2 4 】

以下、図 4 ~ 図 5 に、実際の検査画像及び基準画像、ならびにこれらから算出した差画像を参照して、本発明の原理を説明する。図 4 の (A)、(B) 及び (C) は、それぞれ真欠陥を含まない場合の検査画像、基準画像及びこれらの間の差画像であり、図 5 の (A)、(B) 及び (C) は、それぞれ真欠陥を含む検査画像、基準画像及びこれらの間の差画像である。

【 0 0 2 5 】

これら画像から分かる通り、真欠陥を含む差画像 (図 5 の (C)) では、欠陥として検出されるグレイレベル差の大きな画素が集中して発生する部分がある。これに対し、真欠陥を含まない差画像 (図 4 の (C)) では、グレイレベル差のある画素も存在しているが、これらは疑似欠陥であり画面全体にまばらに発生し、真欠陥を含む差画像のように集中して発生する部分がない。

【 0 0 2 6 】

したがって、これら差画像 (図 4 の (C) 及び図 5 の (C)) において、各画素の画素値 (グレイレベル差信号) によって重み付けがされた画素の座標値の分散値を算出すると、真欠陥が含まれる差画像 (図 5 の (C)) ではかかる分散値が小さくなるのに対し、疑似欠陥が含まれる差画像 (図 4 の (C)) では分散値が大きくなる。

【 0 0 2 7 】

このようなグレイレベル差信号によって重み付けがされた画素の座標値の分散値 (以下、単に「分散値」と記す) を算出式の例を以下に示す。いま、差画像の座標 (x , y) における画素値 (すなわちグレイレベル差) を $GL(x, y)$ と記すとする、それぞれ X 方向及び Y 方向に関する分散値 Dev_x 、 Dev_y を、次式 (1) によって算出する。

【 0 0 2 8 】

【 数 1 】

$$Dev_x = \sqrt{\frac{W_{tx} \sum_x x^2 (\Delta GL(x, y))^n - (\sum_x x (\Delta GL(x, y))^n)^2}{W_{tx}^2}} \quad (1)$$

$$Dev_y = \sqrt{\frac{W_{ty} \sum_y y^2 (\Delta GL(x, y))^n - (\sum_y y (\Delta GL(x, y))^n)^2}{W_{ty}^2}}$$

【 0 0 2 9 】

式 (1) において、n は任意の定数であり、 W_{tx} 及び W_{ty} は次式 (2) によって得られる重みの総量である。

【 0 0 3 0 】

10

20

30

40

【数 2】

$$W_{ix} = \sum_x (\Delta GL(x, y))^n$$

(2)

$$W_{iy} = \sum_y (\Delta GL(x, y))^n$$

【0031】

10

図4の(C)及び図5の(C)に示す差画像について、上記式(1)を用いて分散値 Dev_x 、 Dev_y を算出した例を下記表1に示す。表からみて分かるとおり、検査画像に真欠陥を含む場合と比べて、検査画像に真欠陥を含まない場合に分散値 Dev_x 、 Dev_y が増加している。

【0032】

【表1】

表1：欠陥有無による分散値の変化

		欠陥有り	欠陥無し
GL差重み付け分散値 Dev_x	n = 2	22.86	28.74
	n = 4	9.15	28.27
GL差重み付け分散値 Dev_y	n = 2	23.52	25.05
	n = 4	11.63	19.40

20

【0033】

分散値算出部21は、差分検出部6が作成した差画像を入力して、上記式(1)のような算出式を用いて入力された差画像について分散値 (Dev_x 、 Dev_y) を算出する。検出閾値補正部23は、分散値算出部21が算出した分散値の増加に応じて検出閾値計算部7が算出した検出閾値を補正して、欠陥検出部8による欠陥の検出感度を低下させる。例えば、検出閾値補正部23は、分散値算出部21が算出した分散値の増加に応じて検出閾値計算部7が算出した検出閾値を増加させることとしてよい。

30

このように、分散値の増加に応じて欠陥検出部8の検出感度を低下させることで、疑似欠陥が生じやすい場所を検出してここでの検出感度を下げて疑似欠陥の発生を防止する。

なお、本実施例及び以下に続く各実施例において、分散値算出部21は、検査対象である半導体ウエハ3を撮像した検査画像をX方向及びY方向それぞれ任意の画素数毎に分割した範囲毎に、上記分散値 (Dev_x 、 Dev_y) を算出して、それぞれの範囲において検出閾値計算部7が算出した検出閾値を補正することとしてよい。

通常の場合では差分検出部6による差画像の作成、検出閾値計算部7による検出閾値算出及び欠陥検出部8による欠陥検出は、検査対象である半導体ウエハ3を撮像した検査画像をX方向及びY方向に所定の画素数毎に分割した、ロジカルフレームと呼ばれる部分画像毎に行われるので、分散値算出部21は、このロジカルフレーム毎に上記分散値 (Dev_x 、 Dev_y) を算出することとしてよい。

40

【0034】

ところで、図4の(A)及び(B)に示すように、検査画像にはダイ3上の形成パターンに対応したパターンが現れる。これらのパターンのエッジ部分はノイズ信号を多く含むため差画像の画素にグレイレベル差が生じやすく、このようなエッジ部分を含む画像は分散値が大きくなりやすい傾向がある。

すなわち、検査画像や基準画像において、特定のパターン部分に色ムラが発生している

50

場合には、このパターンの方向に沿った方向で分散値を算出すると大きくなり、このパターンの方向と交差する方向で分散値を算出すると、パターン部分を含む部分が集中するために分散値が小さくなる。

【0035】

ここで図4の(A)及び(B)に示すX方向に方向性を有するパターンのように、検査画像や基準画像が、画像上のX方向及びY方向のいずれか一方向にのみ方向性を有するパターンを有することとし、これら画像間の差画像について、X方向及びY方向に関する分散値 Dev_x 及び Dev_y をそれぞれ算出することを考える。図4の(A)に示すように、基準画像等に現れたパターンがX方向に方向性を有する場合を例とする。

【0036】

パターンの方向に沿ったX方向に関する分散値 Dev_x を算出すると、エッジ部分に生じたグレイレベル差による重み付けがなされるX座標値が、分散値の算出方向(X方向)に沿って変化するため、このX方向に関する分散値 Dev_x は大きくなりやすい。

これに対し、パターンの方向に直交するY方向に関する分散値 Dev_y を算出すると、グレイレベル差による重み付けがなされるY座標値が常に変わらないため、このY方向に関する分散値 Dev_y は小さくなる。

【0037】

このため、検査画像や基準画像が、画像上のX方向及びY方向のいずれか一方向にのみ方向性を有するパターンを有する場合には、分散値を算出する方向によって分散値が変動する可能性がある。

したがって本実施例及び以下に続く各実施例において、検出閾値補正部23は、X方向及びY方向に関する分散値 Dev_x 及び Dev_y を両方とも算出して、これらの分散値のうちの大きい方、又はこれらの分散値の平均値や2乗平均値に応じて検出閾値を補正することとしてよい。

【0038】

また本実施例及び以下に続く各実施例において、分散値算出部21は、差画像を算出した検査画像等に含まれるパターンの方向を検出して、常に検出したパターンの方向と同じ方向に関して算出した分散値を算出することとしてもよい。または分散値算出部21は、常に検出したパターンの方向と直交する方向に関して算出した分散値を算出することとしてもよい。

このために分散値算出部21は、現在のステージ1の座標位置と、検査対象(ダイ等)の既知のパターン設計データ(CADデータなど)から、検査対象(ダイ等)の現在の検査位置のパターンの方向性を検出してもよい。または分散値算出部21は、差画像を算出した検査画像の空間周波数成分やスペクトル強度を(高速フーリエ変換などによって)算出して、検査画像に含まれるパターンの方向性を検出してもよい。

【0039】

図6は、本発明による画像欠陥検査装置の第2実施例に係る外観検査装置のブロック図である。図6に示す実施例では、分散値算出部21は、差分検出部6が生成した差画像の各画素の画素値(グレイレベル差信号)を2値化した2値化情報によって重み付けがされた画素の座標値の分散値を算出する。このように分散値を算出することにより、2値化されたグレイレベル差信号が、2値のうちのいずれかの値を有する画素についてのみ計算が発生するので、より簡単な方法で分散値を算出することが可能となる。

【0040】

このために、欠陥検出部8は、差分検出部6が生成した差画像の各画素について検出閾値計算部7が算出した閾値と比較して、グレイレベル差信号が閾値を超えた画素値を欠陥として判定し、各欠陥について上記欠陥情報を出力するとともに、差分検出部6が生成した差画像の各画素について、画素値(グレイレベル差信号)が2値化閾値 Th を超えたか否かを示す重み付け信号Dを出力する。重み付け信号Dは次式(3)に示すように定めてよい。

【0041】

10

20

30

40

50

【数 3】

$$D(x, y) = \begin{cases} 0 & \text{但し } \Delta GL(x, y) \leq Th \\ a & \text{但し } \Delta GL(x, y) > Th \end{cases} \quad (3)$$

10

【0042】

ここに a は定数である。この重み付け信号 D は 2 値化されたグレイレベル差信号となる。そして、分散値算出部 21 は、欠陥検出部 8 が出力した重み付け信号 D (2 値化グレイレベル差信号) を入力して、次式 (4) のような算出式を用いて入力された差画像について分散値 (Dev_x 、 Dev_y) を算出する。

【0043】

【数 4】

$$Dev_x = \sqrt{\frac{W_{tx} \sum_x x^2 (D(x, y)) - (\sum_x x (D(x, y)))^2}{W_{tx}^2}} \quad (4)$$

$$Dev_y = \sqrt{\frac{W_{ty} \sum_y y^2 (D(x, y)) - (\sum_y y (D(x, y)))^2}{W_{ty}^2}}$$

20

30

【0044】

式 (4) において、 n は任意の定数であり、 W_{tx} 及び W_{ty} は次式 (5) によって得られる重みの総量である。

【0045】

【数 5】

$$W_{tx} = \sum_x (D(x, y)) \quad (5)$$

$$W_{ty} = \sum_y (D(x, y))$$

40

【0046】

なお、2 値化閾値 Th は任意の数値に設定してもよいが、検出閾値計算部 7 が算出した閾値と同じ値にしてもよい。このとき、分散値算出部 21 が算出する分散値は、当該画素が欠陥検出部 8 によって欠陥と判定されるか否かによって重み付けがされた画素の座標値の分散値と等しくなる。

【0047】

図 3 及び図 6 を参照して上記説明した外観検査装置 10 では、分散値の増大に応じて検

50

出感度を下げて疑似欠陥の発生を予防することとしたが、欠陥検出後に分散値の大小に応じて検出された欠陥を分類してもよい。このような外観検査システムを図7に示す。

外観検査システムは、外観検査装置10と、この外観検査装置10により検出され出力される欠陥情報を分類する自動欠陥分類(ADC)装置50と、を備えて構成される。

そして、外観検査装置10において上述の分散値を算出し、この分散値情報を検出した欠陥の欠陥情報と併せて自動欠陥分類装置50に出力する。自動欠陥分類装置50側では、分散値情報に基づいて(例えば分散値の大きさに応じて)欠陥情報を分類して、例えば真欠陥と疑似欠陥に分け、必要に応じて疑似欠陥と判定された(例えば分散値が所定の閾値よりも大きい)欠陥情報を削除することとしてよい。

【0048】

図8は、図7に示す外観検査システムにおける、本発明による画像欠陥検査装置の第3実施例に係る外観検査装置のブロック図である。外観検査装置10の構成図である。外観検査装置10は、分散値算出部21によって算出した分散値情報を、欠陥検出部8が作成した欠陥情報に併せて(あるいはこれに含めて)後段の自動欠陥分類装置50へ出力する。

図9は、図7に示す本発明による自動欠陥分類装置の実施例のブロック図である。自動欠陥分類装置50は、外観検査装置10から出力される欠陥情報及び分散値情報を入力するためのデータ入力部51と、外観検査装置10から出力される欠陥情報をこの欠陥情報に含められた各パラメータに応じて分類する分類部52とを備える。ここで、例えばデータ入力部51は例として、フレキシブルディスクドライブやCD-ROMドライブ等のドライブ装置やリムーバブルメモリ装置、LANアダプタなどのネットワークインタフェースとして実現可能であり、分類部52はコンピュータなどの計算機により実現可能である。

【0049】

分類部52は、データ入力部51に入力された欠陥情報を、これに併せて入力された分散値情報に従って分類する。例えば分類部52は、分散値情報が所定の閾値を超えるときこれに対応して入力された欠陥情報の欠陥を疑似欠陥とし、所定の閾値以下のときこれに対応して入力された欠陥情報の欠陥を真欠陥であるとしてよい。そして、自動欠陥分類装置50は、こうして分類された真欠陥に関する欠陥情報のみをデータ出力部53を介して例えば表示装置などへ出力することとしてよい。

また分類部52は、真欠陥と分類された欠陥情報について、この欠陥情報に含まれる情報に基づいて更にこの欠陥が真欠陥であるか疑似欠陥であるかを判定し、またはどのような種類の欠陥(配線ショート、パターン欠損もしくはパーティクル等)であるかを判定する。

このようにして、欠陥情報と共に分散値情報を出力して、欠陥検出後に自動欠陥分類装置50にて真欠陥と疑似欠陥を分類することによっても、疑似欠陥を低減させて、欠陥分類処理の効率を高めることが可能となる。

【0050】

図10は、図7に示す外観検査システムにおける、本発明による画像欠陥検査装置の第4実施例に係る外観検査装置のブロック図である。図10に示す分散値算出部21は、図6に示す分散値算出部21と同様に、差分検出部6が生成した差画像の各画素の画素値(グレイレベル差信号)が所定値Thを超えるか否かによって重み付けがされた画素の座標値の分散値を算出し、この分散値情報を、欠陥検出部8が作成した欠陥情報に併せて(あるいはこれに含めて)後段の自動欠陥分類装置50へ出力する。

【産業上の利用可能性】

【0051】

本発明は、2つの画像の対応する部分のグレイレベル差を検出し、検出したグレイレベル差を閾値と比較して、グレイレベル差が閾値より大きい場合に欠陥であると判定する画像欠陥検査装置、画像欠陥検査システム及び画像欠陥検査方法、ならびにこのように検出された欠陥を分類する欠陥分類装置に利用可能である。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1】従来の半導体回路用の外観検査装置のブロック図である。

【図2】半導体ウエハ上のダイの配列を示す図である。

【図3】本発明による画像欠陥検査装置の第1実施例に係る外観検査装置のブロック図である。

【図4】(A)は真欠陥がない検査画像であり、(B)は基準画像であり、(C)は(A)に示す画像と(B)に示す画像との間のグレイレベル差画像である。

【図5】(A)は真欠陥がある検査画像であり、(B)は基準画像であり、(C)は(A)に示す画像と(B)に示す画像との間のグレイレベル差画像である。

10

【図6】本発明による画像欠陥検査装置の第2実施例に係る外観検査装置のブロック図である。

【図7】本発明による画像欠陥検査システムの実施例に係る外観検査システムのブロック図である。

【図8】本発明による画像欠陥検査装置の第3実施例に係る外観検査装置のブロック図である。

【図9】本発明による欠陥分類装置の実施例に係る自動欠陥分類装置のブロック図である。

【図10】本発明による画像欠陥検査装置の第4実施例に係る外観検査装置のブロック図である。

20

【符号の説明】

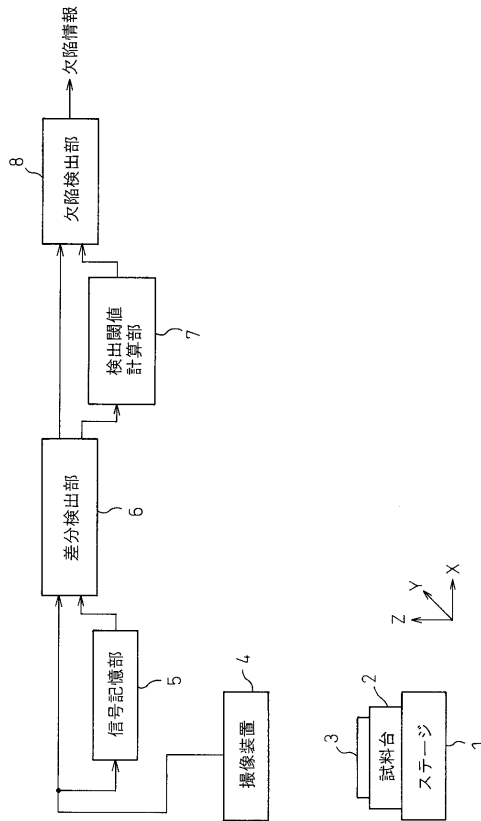
【0053】

- 1 ステージ
- 2 試料台
- 3 ウエハ
- 4 撮像装置
- 5 信号記憶部
- 6 差分検出部
- 7 検出閾値計算部
- 8 欠陥検出部
- 21 分散値算出部
- 23 検出閾値補正部

30

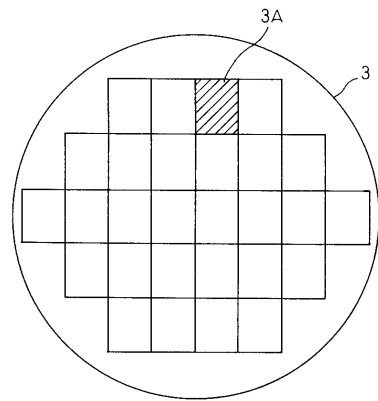
【図 1】

図 1



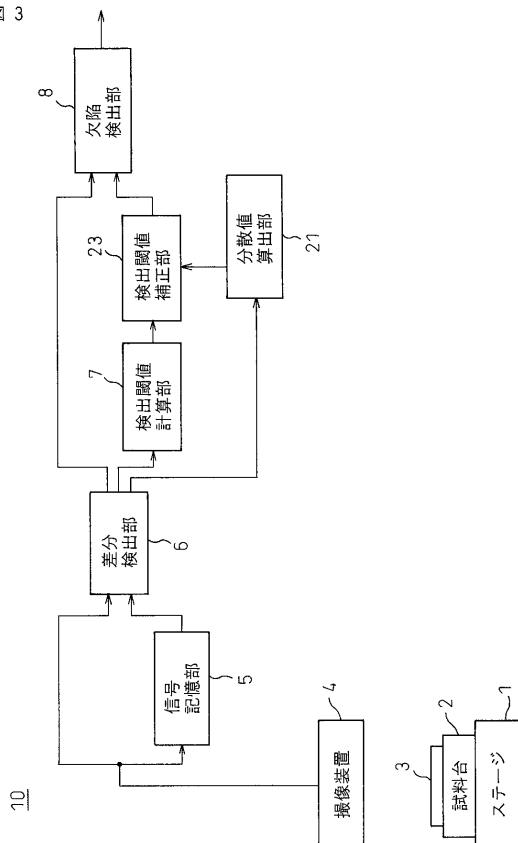
【図 2】

図 2



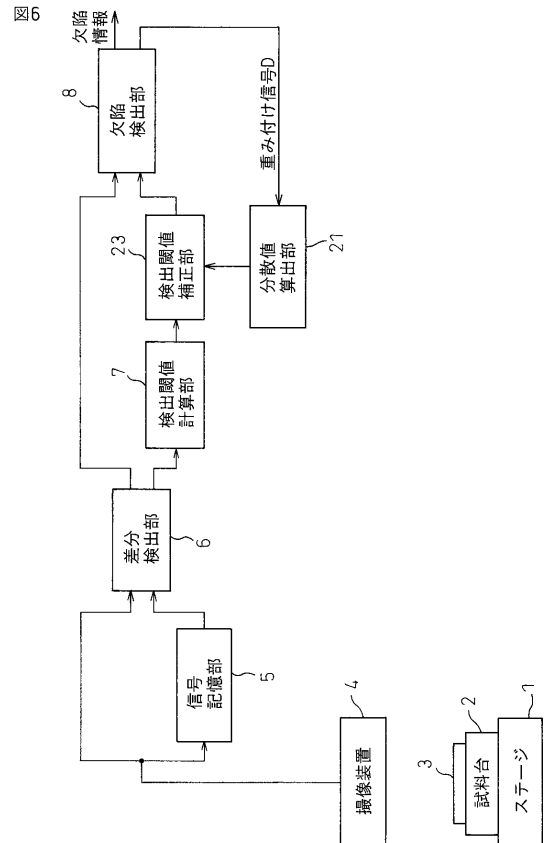
【図 3】

図 3



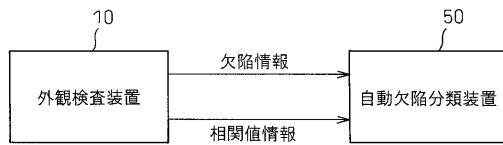
【図 6】

図 6



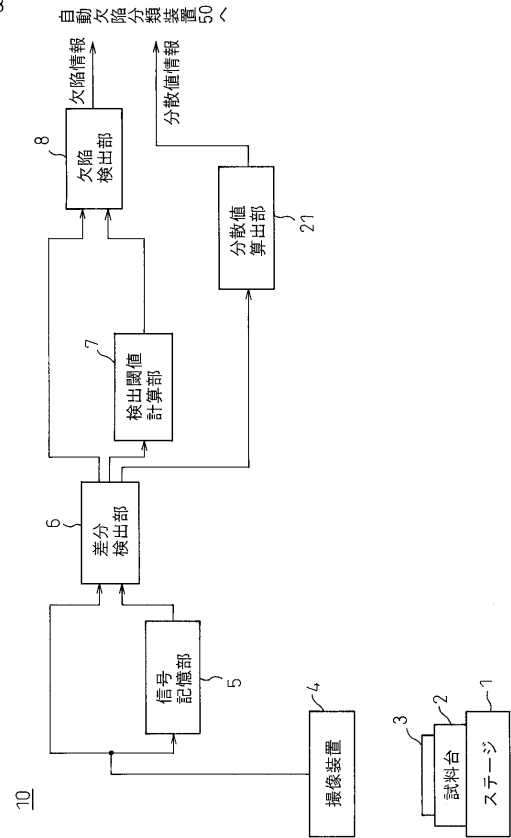
【図 7】

図 7



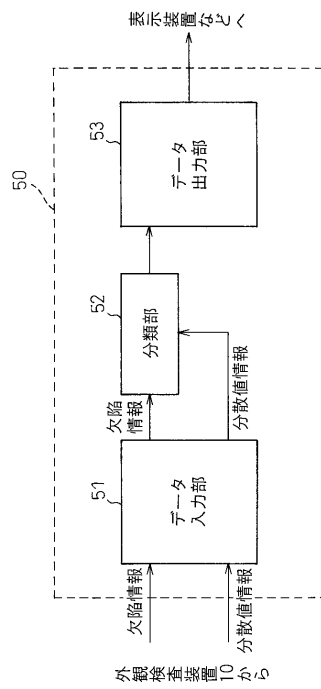
【図 8】

図 8



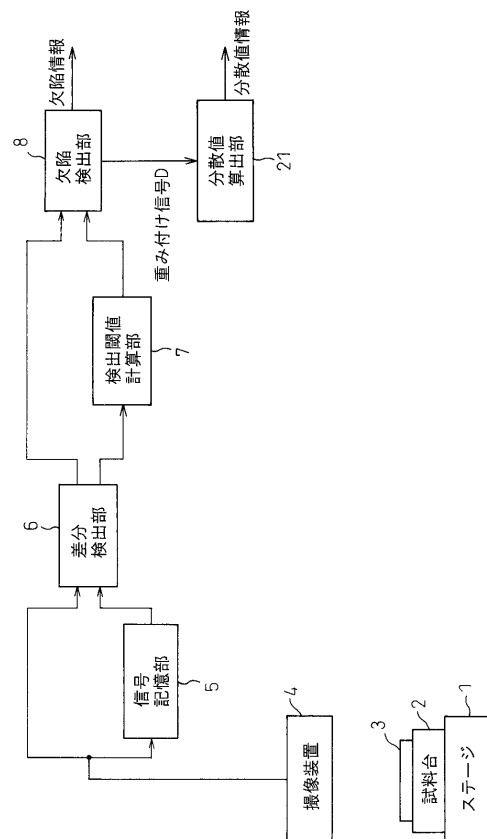
【図 9】

図 9



【図 10】

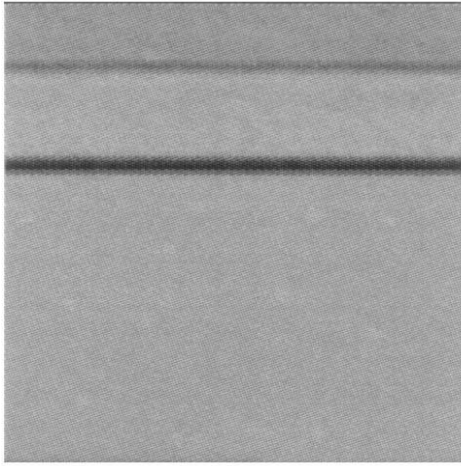
図 10



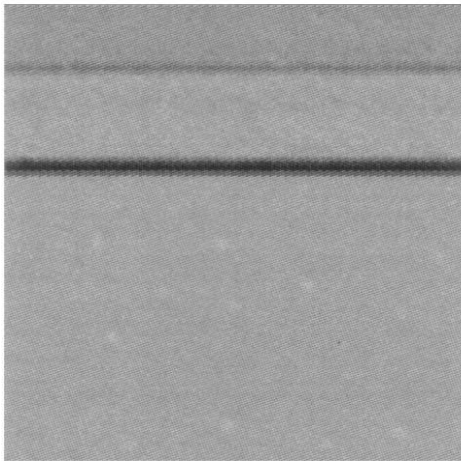
【図 4】

図 4

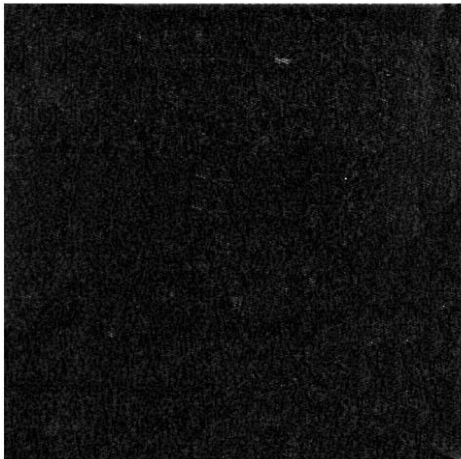
(A)



(B)



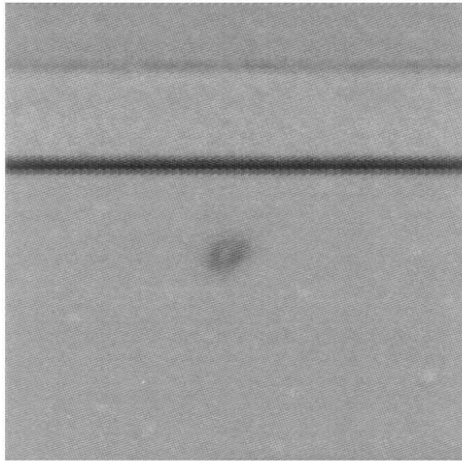
(C)



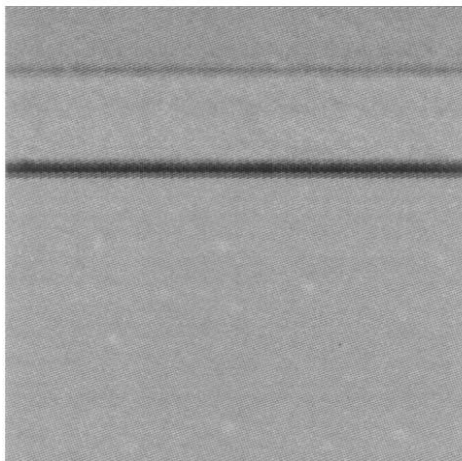
【図 5】

図 5

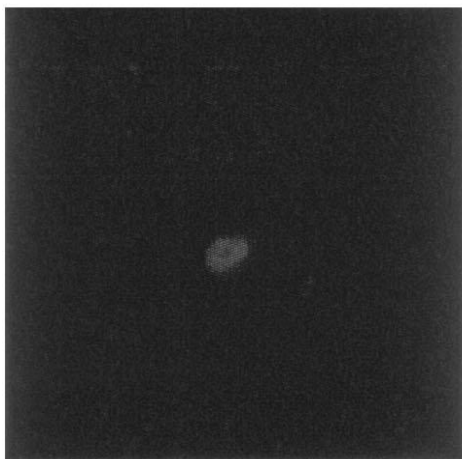
(A)



(B)



(C)



フロントページの続き

(72)発明者 石川 明夫

東京都八王子市石川町 2 9 6 8 番 2 号 株式会社アクレーテク・マイクロテクノロジー内

F ターム(参考) 2F065 AA03 AA49 BB02 CC17 FF04 FF44 HH12 HH13 HH16 HH17
JJ09 JJ25 JJ26 PP12 QQ04 QQ08 QQ16 QQ24 QQ25 QQ31
QQ41
2G051 AA51 CA04 DA05 EA08 EA11 EA14 EB02 EC01 EC02 EC07
4M106 AA01 CA39 DJ11 DJ14 DJ18 DJ20
5B057 BA02 DA03 DB02 DB09 DC08 DC23 DC32