

(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2013-250188

(P2013-250188A)

(43) 公開日 平成25年12月12日(2013.12.12)

(51) Int.Cl.

GO1N 21/88 (2006.01)  
GO1N 21/956 (2006.01)

F1

GO1N 21/88  
GO1N 21/956J  
Z

テーマコード(参考)

2GO51

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号

特願2012-125889 (P2012-125889)

(22) 出願日

平成24年6月1日(2012.6.1)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(74) 代理人 100095728

弁理士 上柳 雅善

(74) 代理人 100107261

弁理士 須澤 修

(74) 代理人 100127661

弁理士 宮坂 一彦

(72) 発明者 角田 洋昭

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

F ターム(参考) 2G051 AA51 AB02 AC21 CA04 EA08  
EA14 EA16 EB01 EC03 ED04  
ED11

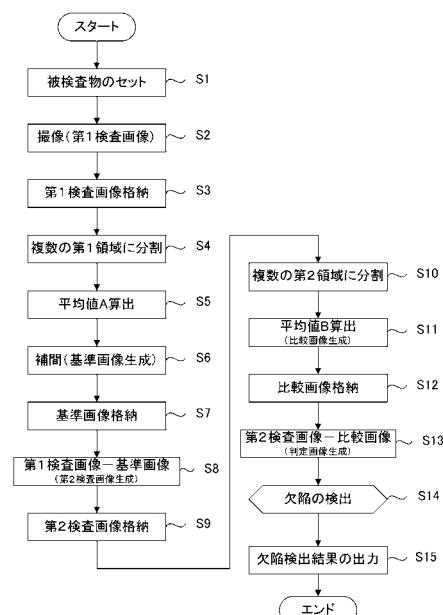
(54) 【発明の名称】欠陥検出装置、欠陥検出方法、および欠陥検出プログラム

## (57) 【要約】

【課題】より欠陥の検出感度が高い欠陥検出装置を提供する。

【解決手段】欠陥検出装置は、撮像部10と撮像部10が取得した第1検査画像を処理する画像処理部20とを備え、画像処理部20は、第1検査画像を複数の第1領域に分割し、それぞれの第1領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値Aを算出し、それぞれの画素の画素データを、それぞれの第1領域の平均値Aを補間するデータに置き換えることで基準画像を作り、第1検査画像の画素データから基準画像の画素データを減算して、第2検査画像を作り、第2検査画像を複数の第2領域に分割し、それぞれの第2領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値Bを算出し、それぞれの第2領域に含まれる画素の画素データを平均値Bに置き換えることで比較画像を作り、第2検査画像と比較画像との画素データの差分を計算し、差分が所定の閾値以上となる画素データに対応する位置を欠陥として検出する。

【選択図】図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

被検査物を撮像して前記被検査物の第1検査画像を取得する撮像部と、前記撮像部が取得した前記第1検査画像を処理する画像処理部と、を備え、前記画像処理部は、

前記第1検査画像を複数の第1領域に分割し、それぞれの前記第1領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値Aと前記平均値Aを補間するデータとを算出し、前記平均値Aと前記平均値Aを補間するデータとから基準画像を作り、

前記第1検査画像の画素データから前記基準画像の画素データを減算して、第2検査画像を作り、

前記第2検査画像を複数の第2領域に分割し、それぞれの前記第2領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値Bを算出し、前記平均値Bから比較画像を作り、

前記第2検査画像と前記比較画像との画素データの差分を計算し、前記差分が所定の閾値以上となる画素データに対応する位置を欠陥として検出することを特徴とする欠陥検出装置。

**【請求項 2】**

前記第1検査画像に周期性パターンが含まれる場合に、

前記第1領域は、前記周期性パターンの周期の4分の1以下であることを特徴とする請求項1に記載の欠陥検出装置。

**【請求項 3】**

前記第1検査画像に周期性パターンが含まれる場合に、

前記第1領域は、前記周期性パターンの周期の6分の1以下であることを特徴とする請求項1に記載の欠陥検出装置。

**【請求項 4】**

前記第1領域は、前記第1検査画像を構成する複数の画素行、あるいは前記画素行と交差する複数の画素列をそれぞれ分割して得られる画素グループであることを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか一項に記載の欠陥検出装置。

**【請求項 5】**

前記第1領域は、前記第1検査画像を構成する隣り合う複数の分割された画素列、あるいは隣り合う複数の分割された画素行の画素からなる画素グループであることを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか一項に記載の欠陥検出装置。

**【請求項 6】**

前記画素データは、輝度情報であることを特徴とする請求項1ないし請求項5のいずれか一項に記載の欠陥検出装置。

**【請求項 7】**

前記画像処理部は、前記第1検査画像を複数の第1領域に分割し、それぞれの前記第1領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値Aを算出し、それぞれの前記画素の画素データを、それぞれの前記第1領域の前記平均値Aを補間するデータに置き換えることで基準画像を作ることを特徴とする請求項1ないし請求項6のいずれか一項に記載の欠陥検出装置。

**【請求項 8】**

前記画像処理部は、前記第2検査画像を複数の第2領域に分割し、それぞれの前記第2領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値Bを算出し、それぞれの前記第2領域に含まれる画素の画素データを前記平均値Bに置き換えることで比較画像を作ることを特徴とする請求項1ないし請求項7のいずれか一項に記載の欠陥検出装置。

**【請求項 9】**

被検査物を撮像して前記被検査物の第1検査画像を取得するステップと、

前記第1検査画像を複数の第1領域に分割し、それぞれの前記第1領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値Aと前記平均値Aを補間するデータとを算出し、前記平均値Aと前記平均値Aを補間するデータとから基準画像を作るステップと、

10

20

30

40

50

前記第1検査画像の画素データから前記基準画像の画素データを減算して、第2検査画像を作るステップと、

前記第2検査画像を複数の第2領域に分割し、それぞれの前記第2領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値Bを算出し、前記平均値Bから比較画像を作るステップと、

前記第2検査画像と前記比較画像との画素データの差分を計算し、前記差分が所定値以上となる画素データに対応する位置を欠陥として検出するステップと、を含むことを特徴とする欠陥検出方法。

#### 【請求項10】

被検査物の欠陥を検出する欠陥検出装置で実行され、

前記被検査物を撮像して得られた第1検査画像を処理することで欠陥を検出するプログラムであって、

前記第1検査画像を複数の第1領域に分割し、それぞれの前記第1領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値Aと前記平均値Aを補間するデータとを算出し、前記平均値Aと前記平均値Aを補間するデータとから基準画像を作るステップと、

前記第1検査画像の画素データから前記基準画像の画素データを減算して、第2検査画像を作るステップと、

前記第2検査画像を複数の第2領域に分割し、それぞれの前記第2領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値Bを算出し、前記平均値Bから比較画像を作るステップと、

前記第2検査画像と前記比較画像との画素データの差分を計算し、前記差分が所定値以上となる画素データに対応する位置を欠陥として検出するステップと、を含むことを特徴とする欠陥検出プログラム。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

##### 【0001】

本発明は、欠陥検出装置、欠陥検出方法、および欠陥検出プログラムに関する。

##### 【背景技術】

##### 【0002】

プレーナー技術を用いた半導体デバイスや表示パネルに限らず、様々な平板状製造物の品質検査には、画像処理により欠陥を検出する技術が知られ、広く利用されている。例えば、表示パネルの欠陥を検出する方法として、表示パネルを撮像して得られた画像データから、所定の閾値を上回る（あるいは下回る）輝度の画素に対応した部分を欠陥として検出する方法などがある。また、大型のフラットパネルの検査においては、シェーディングなどの画像むらが検査に影響を及ぼす場合があり、これに対しては、例えば、特許文献1に記載されているように、検査する画像データの各画素列あるいは各画素行の平均濃淡値を算出し、各画素列あるいは各画素行の各画素の濃淡値データとの差分を算出し、この差分値を所定の閾値と比較することで、欠陥を際立たせて検査をする方法が知られている。

##### 【先行技術文献】

##### 【特許文献】

##### 【0003】

##### 【特許文献1】特開2007-315967号公報

##### 【発明の概要】

##### 【発明が解決しようとする課題】

##### 【0004】

しかしながら、特許文献1に記載の欠陥検出方法では、差分値を算出して閾値と比較する方法であっても、欠陥による画像データの値（あるいは値の変動）が各画素列あるいは各画素行の画像むらのレンジ（例えば画像むらによる輝度の差幅）と同程度以下の場合には、欠陥が検出できないという課題があった。つまり、欠陥を検出するための閾値の幅（値）を、画像むらの幅（値）よりも小さい範囲に設定することができず、それ以上に検出感度を高めることができないという課題であった。具体的には、例えば、明らかに欠陥部分の画像データが、その周囲と比較して異常値を示している場合であっても、欠陥に対

10

20

30

40

50

応する画像（画素）が属する画素列あるいは画素行の画像むらの最大値、あるいは最小値が欠陥部分の画像データを上回るあるいは下回る場合には、画像むらのデータと識別して欠陥部分を検出する閾値の設定ができず、欠陥の検出ができないという問題であった。例えば、大型パネルなどの場合には、むらによる濃淡の変化が緩やかであっても、濃淡差のレンジが大きくなってしまう場合には、欠陥の検出感度が落ちてしまうという問題であった。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の適用例または形態として実現することが可能である。

10

【0006】

[適用例1] 本適用例にかかる欠陥検出装置は、被検査物を撮像して前記被検査物の第1検査画像を取得する撮像部と、前記撮像部が取得した前記第1検査画像を処理する画像処理部と、を備え、前記画像処理部は、前記第1検査画像を複数の第1領域に分割し、それぞれの前記第1領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値Aと前記平均値Aを補間するデータとを算出し、前記平均値Aと前記平均値Aを補間するデータとから基準画像を作り、前記第1検査画像の画素データから前記基準画像の画素データを減算して、第2検査画像を作り、前記第2検査画像を複数の第2領域に分割し、それぞれの前記第2領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値Bを算出し、前記平均値Bから比較画像を作り、前記第2検査画像と前記比較画像との画素データの差分を計算し、前記差分が所定の閾値以上となる画素データに対応する位置を欠陥として検出することを特徴とする。

20

【0007】

本適用例によれば、撮像部は、被検査物を撮像して被検査物の第1検査画像を取得する。被検査物に検出すべき欠陥がある場合には、欠陥を反映した画像データを有する第1検査画像が得られる。これに対して、画像処理部は、まず、第1検査画像を複数の第1領域に分割し、それぞれの第1領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値Aと平均値Aを補間するデータとを算出し、平均値Aと平均値Aを補間するデータとから基準画像を作る。つまり、いずれかの第1領域内に欠陥データが含まれている場合であっても、平均化されることで欠陥データはレベリングされ、複数の第1領域に亘る画像むらが反映された画像データとして基準画像が得られる。

30

次に、画像処理部は、第1検査画像の画素データから基準画像の画素データを減算して、第2検査画像を作る。つまり、第1検査画像から画像むらの影響が取り除かれた、あるいは軽減された画像データとして第2検査画像が得られる。

次に、画像処理部は、第2検査画像を複数の第2領域に分割し、それぞれの第2領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値Bを算出し、平均値Bから比較画像を作る。つまり、いずれかの第2領域内に欠陥データが含まれている場合であっても、平均化されることでレベリングされた画像データとして比較画像が得られる。

40

次に、画像処理部は、第2検査画像と比較画像との画素データの差分を計算する。つまり、第2検査画像と比較画像との画素データの差分を計算することで、欠陥データが含まれている場合には、欠陥データが抽出される。画像処理部は、抽出された差分が所定の閾値以上となる画素データに対応する位置を欠陥として検出する。

【0008】

以上のように、本適用例によれば、第1検査画像に画像むらが含まれる場合であっても、画像むらの影響を取り除き、あるいは軽減して欠陥部分に対応する画像データを抽出し、所定の閾値と比較判定することが可能となる。

従って、検査対象が、シェーディングなどの画像むらが避けられない被検査物であっても、より欠陥検出感度が高い欠陥検出装置を提供することができる。

【0009】

[適用例2] 上記適用例にかかる欠陥検出装置において、前記第1検査画像に周期性パターンが含まれる場合に、前記第1領域は、前記周期性パターンの周期の4分の1以下で

50

あることを特徴とする。

【0010】

本適用例のように、第1検査画像に周期性パターンが含まれる場合に、第1領域は、周期性パターンの周期の4分の1以下であることが好ましい。このように第1領域を設定することで、例えば画像むらに周期性がある場合であっても、この周期の4分の1以上の分解能で、周期性のある画像むらを基準画像に反映することができる。第1検査画像から画像むらが反映された基準画像の画素データを減算することで、画像むらの影響が取り除かれた、あるいは軽減された画像データとして第2検査画像を得ることができ、上記適用例にかかる欠陥検出装置における効果をより確実なものとすることができる。

【0011】

[適用例3] 上記適用例にかかる欠陥検出装置において、前記第1検査画像に周期性パターンが含まれる場合に、前記第1領域は、前記周期性パターンの周期の6分の1以下であることを特徴とする。

【0012】

本適用例のように、第1検査画像に周期性パターンが含まれる場合に、第1領域は、周期性パターンの周期の6分の1以下であることがより好ましい。このように第1領域を設定することで、例えば画像むらに周期性がある場合であっても、この周期の6分の1以上の分解能で、周期性のある画像むらを基準画像に反映することができる。第1検査画像から画像むらが反映された基準画像の画素データを減算することで、画像むらの影響が取り除かれた、あるいはより軽減された画像データとして第2検査画像を得ることができ、上記適用例にかかる欠陥検出装置における効果をより確実なものとすることができる。

【0013】

[適用例4] 上記適用例にかかる欠陥検出装置において、前記第1領域は、前記第1検査画像を構成する複数の画素行、あるいは前記画素行と交差する複数の画素列をそれぞれ分割して得られる画素グループであることを特徴とする。

【0014】

本適用例によれば、第1検査画像からの画像むらの影響の軽減や欠陥の検出を、第1検査画像を構成する画素行毎、あるいは画素列毎に行うことができる。その結果、より検出感度の高い欠陥検出装置を提供することができる。

【0015】

[適用例5] 上記適用例にかかる欠陥検出装置において、前記第1領域は、前記第1検査画像を構成する隣り合う複数の分割された画素列、あるいは隣り合う複数の分割された画素行の画素からなる画素グループであることを特徴とする。

【0016】

本適用例によれば、第1検査画像からの画像むらの影響の軽減や欠陥検出のための画像処理を、第1検査画像を構成する隣り合う複数の分割された画素列、あるいは隣り合う複数の分割された画素行の画素からなる画素グループ毎、つまり分割された面を構成する画素グループ毎に行うことができる。その結果、より効率的に欠陥の検出ができる検出感度の高い欠陥検出装置を提供することができる。

【0017】

[適用例6] 上記適用例にかかる欠陥検出装置において、前記画素データは、輝度情報であることを特徴とする。

【0018】

本適用例によれば、被検査物を撮像して被検査物の第1検査画像を取得する撮像部は、画像データを輝度情報で捉える一般的な撮像素子で構成することができる。

【0019】

[適用例7] 上記適用例にかかる欠陥検出装置において、前記画像処理部は、前記第1検査画像を複数の第1領域に分割し、それぞれの前記第1領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値Aを算出し、それぞれの前記画素の画素データを、それぞれの前記第1領域の前記平均値Aを補間するデータに置き換えることで基準画像を作ることを特徴とする

10

20

30

40

50

。

## 【0020】

本適用例によれば、撮像部は、被検査物を撮像して被検査物の第1検査画像を取得する。被検査物に検出すべき欠陥がある場合には、欠陥を反映した画像データを有する第1検査画像が得られる。これに対して、画像処理部は、まず、第1検査画像を複数の第1領域に分割し、それぞれの第1領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値Aを算出し、それぞれの画素の画素データを、それぞれの第1領域の平均値Aを補間するデータに置き換えることで基準画像を作る。つまり、いずれかの第1領域内に欠陥データが含まれている場合であっても、平均化されることで欠陥データはレベリングされ、複数の第1領域に亘る画像むらが反映された画像データとして基準画像が得られる。

次に、画像処理部は、第1検査画像の画素データから基準画像の画素データを減算して、第2検査画像を作る。つまり、第1検査画像から画像むらの影響が取り除かれた、あるいは軽減された画像データとして第2検査画像が得られる。

次に、画像処理部は、第2検査画像を複数の第2領域に分割し、それぞれの第2領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値Bを算出し、平均値Bから比較画像を作る。つまり、いずれかの第2領域内に欠陥データが含まれている場合であっても、平均化されることでレベリングされた画像データとして比較画像が得られる。

次に、画像処理部は、第2検査画像と比較画像との画素データの差分を計算する。つまり、第2検査画像と比較画像との画素データの差分を計算することで、欠陥データが含まれている場合には、欠陥データが抽出される。画像処理部は、抽出された差分が所定の閾値以上となる画素データに対応する位置を欠陥として検出する。

## 【0021】

[適用例8] 上記適用例にかかる欠陥検出装置において、前記画像処理部は、前記第2検査画像を複数の第2領域に分割し、それぞれの前記第2領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値Bを算出し、それぞれの前記第2領域に含まれる画素の画素データを前記平均値Bに置き換えることで比較画像を作ることを特徴とする。

## 【0022】

本適用例によれば、撮像部は、被検査物を撮像して被検査物の第1検査画像を取得する。被検査物に検出すべき欠陥がある場合には、欠陥を反映した画像データを有する第1検査画像が得られる。これに対して、画像処理部は、まず、第1検査画像を複数の第1領域に分割し、それぞれの第1領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値Aと平均値Aを補間するデータとを算出し、平均値Aと平均値Aを補間するデータとから基準画像を作る。つまり、いずれかの第1領域内に欠陥データが含まれている場合であっても、平均化されることで欠陥データはレベリングされ、複数の第1領域に亘る画像むらが反映された画像データとして基準画像が得られる。

次に、画像処理部は、第1検査画像の画素データから基準画像の画素データを減算して、第2検査画像を作る。つまり、第1検査画像から画像むらの影響が取り除かれた、あるいは軽減された画像データとして第2検査画像が得られる。

次に、画像処理部は、第2検査画像を複数の第2領域に分割し、それぞれの第2領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値Bを算出し、それぞれの第2領域に含まれる画素の画素データを平均値Bに置き換えることで比較画像を作る。つまり、いずれかの第2領域内に欠陥データが含まれている場合であっても、平均化されることでレベリングされた画像データとして比較画像が得られる。

次に、画像処理部は、第2検査画像と比較画像との画素データの差分を計算する。つまり、第2検査画像と比較画像との画素データの差分を計算することで、欠陥データが含まれている場合には、欠陥データが抽出される。画像処理部は、抽出された差分が所定の閾値以上となる画素データに対応する位置を欠陥として検出する。

## 【0023】

[適用例9] 本適用例にかかる欠陥検出方法は、被検査物を撮像して前記被検査物の第1検査画像を取得するステップと、前記第1検査画像を複数の第1領域に分割し、それぞ

10

20

30

40

50

れの前記第1領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値Aと前記平均値Aを補間するデータとを算出し、前記平均値Aと前記平均値Aを補間するデータとから基準画像を作るステップと、前記第1検査画像の画素データから前記基準画像の画素データを減算して、第2検査画像を作るステップと、前記第2検査画像を複数の第2領域に分割し、それぞれの前記第2領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値Bを算出し、前記平均値Bから比較画像を作るステップと、前記第2検査画像と前記比較画像との画素データの差分を計算し、前記差分が所定値以上となる画素データに対応する位置を欠陥として検出するステップと、を含むことを特徴とする。

#### 【0024】

本適用例によれば、被検査物を撮像して被検査物の第1検査画像を取得する。被検査物に検出すべき欠陥がある場合には、欠陥を反映した画像データを有する第1検査画像が得られる。これに対して、まず、第1検査画像を複数の第1領域に分割し、それぞれの第1領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値Aと平均値Aを補間するデータとを算出し、平均値Aと平均値Aを補間するデータとから基準画像を作る。つまり、いずれかの第1領域内に欠陥データが含まれている場合であっても、平均化されることで欠陥データはレベリングされ、複数の第1領域に亘る画像むらが反映された画像データとして基準画像が得られる。

次に、第1検査画像の画素データから基準画像の画素データを減算して、第2検査画像を作る。つまり、第1検査画像から画像むらの影響が取り除かれた、あるいは軽減された画像データとして第2検査画像が得られる。

次に、第2検査画像を複数の第2領域に分割し、それぞれの第2領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値Bを算出し、平均値Bから比較画像を作る。つまり、いずれかの第2領域内に欠陥データが含まれている場合であっても、平均化されることでレベリングされた画像データとして比較画像が得られる。

次に、第2検査画像と比較画像との画素データの差分を計算する。つまり、第2検査画像と比較画像との画素データの差分を計算することで、欠陥データが含まれている場合には、欠陥データが抽出される。抽出された差分が所定の閾値以上となる画素データに対応する位置を欠陥として検出する。

#### 【0025】

以上のように、本適用例によれば、第1検査画像に画像むらが含まれる場合であっても、画像むらの影響を取り除き、あるいは軽減して欠陥部分に対応する画像データを抽出し、所定の閾値と比較判定することが可能となる。

従って、シェーディングなどの画像むらが避けられない被検査物であっても、より検出感度が高い欠陥検出方法を提供することができる。

#### 【0026】

[適用例10] 本適用例にかかる欠陥検出プログラムは、被検査物の欠陥を検出する欠陥検出装置で実行され、前記被検査物を撮像して得られた第1検査画像を処理することで欠陥を検出するプログラムであって、前記第1検査画像を複数の第1領域に分割し、それぞれの前記第1領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値Aと前記平均値Aを補間するデータとを算出し、前記平均値Aと前記平均値Aを補間するデータとから基準画像を作るステップと、前記第1検査画像の画素データから前記基準画像の画素データを減算して、第2検査画像を作るステップと、前記第2検査画像を複数の第2領域に分割し、それぞれの前記第2領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値Bを算出し、前記平均値Bから比較画像を作るステップと、前記第2検査画像と前記比較画像との画素データの差分を計算し、前記差分が所定値以上となる画素データに対応する位置を欠陥として検出するステップと、を含むことを特徴とする。

#### 【0027】

本適用例によれば、欠陥検出プログラムは、欠陥検出装置で実行され、欠陥検出装置は、以下のステップを実行する。

被検査物を撮像して被検査物の第1検査画像を取得する。被検査物に検出すべき欠陥が

10

20

30

40

50

ある場合には、欠陥を反映した画像データを有する第1検査画像が得られる。これに対して、まず、第1検査画像を複数の第1領域に分割し、それぞれの第1領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値Aと平均値Aを補間するデータとを算出し、平均値Aと平均値Aを補間するデータとから基準画像を作る。つまり、いずれかの第1領域内に欠陥データが含まれている場合であっても、平均化されることで欠陥データはレベリングされ、複数の第1領域に亘る画像むらが反映された画像データとして基準画像が得られる。

次に、第1検査画像の画素データから基準画像の画素データを減算して、第2検査画像を作る。つまり、第1検査画像から画像むらの影響が取り除かれた、あるいは軽減された画像データとして第2検査画像が得られる。

次に、第2検査画像を複数の第2領域に分割し、それぞれの第2領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値Bと平均値Bを算出し、平均値Bから比較画像を作る。つまり、いずれかの第2領域内に欠陥データが含まれている場合であっても、平均化されることでレベリングされた画像データとして比較画像が得られる。

次に、第2検査画像と比較画像との画素データの差分を計算する。つまり、第2検査画像と比較画像との画素データの差分を計算することで、欠陥データが含まれている場合には、欠陥データが抽出される。抽出された差分が所定の閾値以上となる画素データに対応する位置を欠陥として検出する。

#### 【0028】

以上のように、本適用例によれば、第1検査画像に画像むらが含まれる場合であっても、画像むらの影響を取り除き、あるいは軽減して欠陥部分に対応する画像データを抽出し、所定の閾値と比較判定することが可能となる。

従って、本適用例の欠陥検出プログラムによると、シェーディングなどの画像むらが避けられない被検査物であっても、より検出感度が高い欠陥検出方法を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0029】

【図1】実施形態に係る欠陥検出装置を説明する機能ブロック図。

【図2】欠陥検出方法を示すフローチャート。

【図3】(a), (b)基準画像を作成する画像処理の方法を説明するグラフ。

【図4】(a)実施例における被検査物を模式的に示す平面図、(b)第1検査画像を構成する画素の輝度分布の例を示すグラフ。

【図5】実施例における欠陥検出方法を示すフローチャート。

【図6】一つの画素行における欠陥検出方法を示すフローチャート。

【図7】(a)～(c)画像処理部によって処理される画像データを示すグラフ。

【図8】(a)～(c)画像処理部によって処理される画像データを示すグラフ。

【図9】被検査物を撮像して得られた画像データと判定画像データとの比較グラフ。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0030】

以下に本発明を具体化した実施形態について、図面を参照して説明する。以下は、本発明の一実施形態であって、本発明を限定するものではない。なお、以下の各図においては、説明を分かりやすくするため、実際とは異なる尺度で記載している場合がある。

#### 【0031】

(実施形態)

図1は、本発明の実施形態に係る欠陥検出装置100を説明する機能ブロック図である。

欠陥検出装置100は、被検査物1を撮像し、画像処理により被検査物1の欠陥を検出する装置であり、撮像部10、画像処理部20、C P U 30、入出力端末40、記憶部50などを含み構成されている。

#### 【0032】

被検査物1は、平板状製造物であり、例えば半導体デバイスや表示パネルなどがある。

10

20

30

40

50

撮像部 10 は、光学系 11、撮像素子 12、A D C 回路 13 などから構成され、C P U 30 の制御のもとに被検査物 1 を撮像し、撮像画像（以下第 1 検査画像）を画像処理部 20 に送る。第 1 検査画像は、撮像素子 12 が捉えたマトリクス状の画素情報であり、画素毎の例えれば輝度情報などの画素データから構成される。

画像処理部 20 は、C P U 30 の制御のもとに、後述する欠陥検出方法に従い第 1 検査画像を処理することにより被検査物 1 の欠陥を検出する。

ここで言う欠陥とは、平板状製造物において、その表面に現れた意図しない生成状態を呈する部分を言う。具体的には、例えば、シリコンウェーハー上に P Z T（チタン酸ジルコン酸鉛）などを薄膜成形したもの（プリントヘッド前工程のウェーハー）の表面のエッチング異常や、P Z T 単体の表面の傷、異物、樹脂フィルム表面やガラス表面、配線などの金属めっき表面の傷、異物、薄膜貼り合わせ時の異物挟み込みによる形状異常などである。

C P U 30 は、欠陥検出装置 100 の全体を司る C P U (Central Processing Unit) である。

入出力端末 40 は、欠陥検出装置 100 の稼動制御、検査結果の表示などを行うインターフェイス端末である。

記憶部 50 は、画像処理部 20 によって処理された画像情報や欠陥検出プログラム 31 などを格納する記憶装置である。

欠陥検出プログラム 31 は、C P U 30 により実行されるプログラムであり、以下に説明する欠陥検出方法に従い欠陥検出装置 100 を動作させる。

#### 【0033】

##### （欠陥検出方法）

図 2 は、欠陥検出装置 100 を用いて被検査物 1 の欠陥を検出する方法を示すフローチャートである。また、図 3 (a), (b) は、欠陥を検出する際に必要な基準画像を作成する画像処理の方法を説明するグラフである。図 1, 図 2、および図 3 (a), (b) を参照して欠陥検出方法を説明する。

#### 【0034】

まず、被検査物 1 を撮像部 10 の撮像視野にセットする（ステップ S1）。

次に、被検査物 1 を撮像して被検査物 1 の第 1 検査画像を取得し（ステップ S2）、第 1 検査画像を記憶部 50 に格納する（ステップ S3）。

#### 【0035】

次に、画像処理部 20 において、第 1 検査画像を複数の第 1 領域に分割する（ステップ S4）。具体的には、複数の画素から構成される第 1 検査画像を、複数の第 1 領域としての隣り合う小集団の画素グループに分割する。第 1 領域としては、例えば、一次元に配列されるグループとして、第 1 検査画像を構成する複数の画素行、あるいは画素行と交差する複数の画素列をそれぞれ分割して得られる画素グループであればよい。また、例えば、二次元に配列されるグループとして、隣り合う複数の分割された画素列、あるいは隣り合う複数の分割された画素行の画素からなる画素グループであればよい。なお、分割された複数の第 1 領域のそれぞれに属する画素の数は同一であることが望ましい。つまり同じ画素数で分割することが望ましい。

次に、それぞれの第 1 領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値（以下平均値 A）を算出する（ステップ S5）。

#### 【0036】

なお、分割する数（つまりは、分割した結果としての第 1 領域の大きさ）は、第 1 検査画像に周期性パターンが含まれる場合には、その周期（周期幅）、また検出すべき欠陥の大きさなどにより適宜設定する。例えば、画像むらが周期性の分布を示す場合には、第 1 領域の大きさは、その周期の 4 分の 1 以下であることが好ましく、また、周期の 6 分の 1 以下であることがより好ましい。

ここで、画像に周期性パターンが含まれる場合とは、第 1 検査画像における画素データの値が連続的に変化する起伏がある場合で、その起伏に周期性が認められる場合を言う。

10

20

30

40

50

また、周期性が認められるとは、起伏の頂点の間隔を比較した場合に 10 倍以上の差異がない場合を言う。

【 0 0 3 7 】

次に、画像処理部 20において、第1検査画像を構成する画素の画素データを、それぞれの第1領域の平均値 A を補間するデータに置き換えることで基準画像を作る（ステップ S 6）。具体的には、それぞれの第1領域の特定位置の画素データをその第1領域の平均値 A とし、この特定位置の画素に隣接する画素の画素データを、隣接する第1領域の特定位置の平均値 A を持つ画素データどうしを結ぶ補間データに置き換える。例えば、図 3 (a) に示すように、第1領域がそれぞれ 3 つの画素からなる領域 s1 ~ s5 の場合には、それぞれの領域の平均値 A は、平均値 A1 ~ A5 となる。また、補間データへの置き換えは、図 3 (b) に示すように、それぞれの第1領域の特定位置（この場合は、中央の画素）の画素データを平均値 A1 ~ A5 に置き換え、それぞれの平均値 A1 ~ A5 を直線で結び、それぞれの第1領域の中央の画素の両隣りの画素の画素データを直線に交差する値とすることにより行う。

このように、それぞれの第1領域の平均値 A を補間するデータに置き換えることで基準画像を作り、基準画像を記憶部 50 に格納する（ステップ S 7）。

なお、それぞれの平均値 A を結ぶことによる補間は、上記のような直線によるもの（直線近似）に限定するものではなく、2 次曲線などで結ぶ曲線近似や、空間で捉えた場合には、曲面で結ぶ方法であっても良い。

【 0 0 3 8 】

次に、画像処理部 20において、格納しておいた第1検査画像の画像データから基準画像の画像データを差し引いて第2検査画像を生成する（ステップ S 8）。具体的には、第1検査画像と基準画像それぞれの対応する画素どうしの画素データの演算（引き算）結果を持つ第2検査画像を生成する。その結果を記憶部 50 に格納する（ステップ S 9）。

【 0 0 3 9 】

基準画像の画像データは、分割した領域（第1領域）の平均値 A および補間データで構成されている。つまり、いずれかの第1領域内に欠陥データが含まれている場合であっても、領域内で平均化されることで突出した欠陥データはレベリングされる。また、画像むらに周期性がある場合には、第1領域の大きさを、周期の 4 分の 1 以下ないしは 6 分の 1 以下としている。これは、画像むらを含んでレベリングされることを避けるためである。例えば、画像むらと同一の周期幅で平均化すると平均値 A は、略一定の値となってしまい複数の第1領域に亘る画像むらが反映された画像データとして基準画像を得ることができなくなる。

つまり、基準画像は、欠陥データがレベリングされ、画像むらが反映された画像データとして作成される。従って、第1検査画像の画像データから基準画像の画像データを差し引くことで、欠陥データを際立たせることが可能となる。

【 0 0 4 0 】

次に、画像処理部 20において、第2検査画像を複数の第2領域に分割する（ステップ S 10）。具体的には、複数の画素から構成される第2検査画像を、複数の第2領域としての隣り合う小集団の画素グループに分割する。第2領域としては、例えば、一次元に配列されるグループとして、第2検査画像を構成する複数の画素列、あるいは画素列と交差する複数の画素行をそれぞれ分割して得られる画素グループであればよい。また、例えば、二次元に配列されるグループとして、隣り合う複数の分割された画素列、あるいは隣り合う複数の分割された画素行の画素からなる画素グループであればよい。なお、分割する数（第2領域の大きさ）は、検出すべき欠陥の大きさなどにより適宜設定する。なお、分割された複数の第2領域のそれぞれに属する画素の数は同一であることが望ましい。つまり同じ画素数で分割することが望ましい。

次に、それぞれの第2領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値（以下平均値 B）を算出して比較画像を生成し（ステップ S 11）、記憶部 50 に格納する（ステップ S 12）。

10

20

30

40

50

## 【0041】

次に、画像処理部20において、格納しておいた第2検査画像の画像データから比較画像の画像データを差し引いて判定画像を生成する(ステップS13)。具体的には、第2検査画像と比較画像それぞれの対応する画素どうしの画素データの演算(引き算)結果を持つ判定画像を生成する。

次に、判定画像に対し所定の閾値をもって判定し、欠陥の検出を行う(ステップS14)。具体的には、判定画像を構成するそれぞれの画素の画素データと所定の閾値とを比較して画素毎に判定を行う。

次に、欠陥検出結果の出力をする(ステップS15)。具体的には、判定画像に対して検出した欠陥位置を示す画素を識別表示した画像を生成し入出力端末40などに表示し、欠陥検出を完了する。

10

## 【0042】

## (実施例)

上述した方法に従って実施した例について以下に説明する。

図4(a)は、実施例における被検査物1を模式的に示す平面図、図4(b)は、第1検査画像を構成する画素の輝度分布の例を示すグラフである。

図4(a)に示す被検査物1は、矩形平板であり、表面には許容できる画像むら4と、検出すべき欠陥3がある例を示している。被検査物1を撮像して得られた第1検査画像は、図4(a)に示すX方向の行と、X方向に交差するY方向の列とでマトリクス状に並ぶ画素データ(輝度分布)から構成される。図4(b)に示すグラフは、図4(a)に1点鎖線で示す位置に対応する画素行の輝度分布を示しており、欠陥3に対応する位置(D1部)の輝度が低下している様子を示している。また、画像むら4は、図4(b)に示すように輝度が周期的に低下している。画像むら4の中央部分の距離(u1、u2)は、画像むら4の周期幅を示すものである。u1とu2の距離は略同じである。

20

## 【0043】

本実施例では、第1領域として、第1検査画像を構成する画素行を分割して得られる画素グループ(一次元に配列される画素グループ)を用いている。また、欠陥を検出するための画像処理は、画素行毎に行っている。

図5は、本実施例における具体的な欠陥検出方法を示すフローチャートである。

図5を参照して本実施例の欠陥検出方法を説明する。

30

## 【0044】

まず、被検査物1を撮像部10の撮像視野にセットする(ステップSA1)。

次に、被検査物1を撮像して被検査物1の第1検査画像を取得し、第1検査画像を記憶部50に格納する(ステップSA2)。

次に、欠陥の検出を行う画素行をセットする。初期位置はn=1とする(ステップSA3)。nには、最終行の値まで順にセットされる。

次に、格納した第1検査画像から、第n行の画素データを抽出する(ステップSA4)。

40

次に、第n行の検査(欠陥の検出)を行い(ステップSA5)、検査結果を記憶部50に格納する(ステップSA6)。

ステップSA5の画素行毎の検査(欠陥検出)の方法を示すサブルーチンについては、後述する。

## 【0045】

次に、第n行の検査結果の良否を認識する(ステップSA7)。具体的には、ステップSA5において所定の閾値を越える欠陥が検出されなかった場合は、Passと認識し、検出された場合はFailと認識する。

Passと認識された場合は、検査が完了しているかを確認する(ステップSA9)。具体的には、nの値が所定の最終行の値に達したかを確認する。

ステップSA7にて、Failと認識された場合には、検査を継続するか確認する(ステップSA8)。具体的には、欠陥が検出されたタイミングで被検査物1の検査を終了す

50

るモード（フェイルストップモード）などに予め設定されていた場合には、検査を完了し、検査結果の出力する（ステップSA10）。検査を継続する場合には、検査が完了しているかを確認する（ステップSA9）。

ステップSA9にて、検査が完了していないと認識された場合、具体的には、nの値が所定の最終行の値に達していない場合には、nの値をインクリメントして（ステップSA11）、次の第n行の画素を抽出し（ステップSA4）、以降ステップSA5以降を繰り返す。

ステップSA9にて、検査が完了したと認識された場合、具体的には、nの値が所定の最終行の値に達した場合には、検査結果の出力をし（ステップSA10）、検査を完了する。具体的には、検出した欠陥位置を示す画素を識別表示した画像を生成し、入出力端末40などに表示し、欠陥検出を完了する。

#### 【0046】

次に、図6～図8を参照して、ステップSA5の画素行毎の検査方法（欠陥検出方法）について説明する。

図6は、ステップSA5の画素行毎の検査（欠陥検出）の方法を示すサブルーチン、つまり、一つの画素行における欠陥検出方法を示すフローチャートである。

図7（a）～（c）、および図8（a）～（c）は、画像処理部20によって処理される画像データ（輝度分布）を示すグラフである。

#### 【0047】

ステップSA5は、第1検査画像から抽出された第n行の画素データを対象として検査（欠陥の検出）を行うステップである。以下の説明では、抽出された第n行の画素データとして、図4（a）に1点鎖線で示す位置に対応する画素行、つまり欠陥3を検出すべき画素行を例に説明する。以下、この画素行を図4（a）に示すように、画素行2と言う。

まず、抽出された画素行2の画素データ（以下データa）を記憶部50に格納する（ステップSB1）。図7（a）にデータaのグラフを示す。このグラフは、画素行2の輝度Lの分布を示すものである。

次に、画像処理部20において、画素行2の画素データを複数の第1領域に分割する（ステップSB2）。具体的には、図7（b）に示すように、連続する一行の画素を、破線部分で分割された複数の第1領域としての隣り合う小集団の画素グループに分割する。本実施例では、第1領域の幅を、画像むら4の周期の約6.5分の1としている。

次に、それぞれの第1領域に含まれる画素が持つ画素データ（輝度L）の平均値（以下平均値A）を算出する（ステップSB3）。

#### 【0048】

次に、画像処理部20において、データaを、それぞれの第1領域の平均値Aを補間するデータに置き換えることで基準画像としてのデータbを作る（ステップSB4）。具体的には、図8（a）に示すように、それぞれの第1領域の特定位置（本例では中央位置）の画素データをその第1領域の平均値Aとし、この特定位置の画素に隣接する画素の画素データを、隣接する第1領域の特定位置の平均値Aを持つ画素データどうしを結ぶ補間データに置き換える。補間データへの置き換えは、図8（a）に示すように、それぞれの第1領域の中央の画素の画素データをそれぞれの平均値Aに置き換え、それぞれの平均値Aを直線で結び、他の画素の画素データを直線上の値とすることにより行う。

このように、それぞれの第1領域の平均値Aを補間するデータに置き換えることでデータb（基準画像）を作り、データbを記憶部50に格納する（ステップSB5）。

なお、それぞれの平均値Aを結ぶ補間は、上記のような直線によるもの（直線近似）に限定するものではなく、2次曲線などで結ぶ方法（曲線近似）であっても良い。

#### 【0049】

次に、画像処理部20において、格納しておいたデータa（第1検査画像の画像データ）からデータb（基準画像の画像データ）を差し引いてデータc（第2検査画像）を生成する（ステップSB6）。具体的には、データaとデータbそれぞれの対応する画素どうしの画素データの演算（引き算）結果を持つデータcを生成する。その結果を記憶部50

10

20

30

40

50

に格納する（ステップSB7）。図8（b）にデータa，データbのグラフを示す。図8（c）にデータa，データcのグラフを示す。

#### 【0050】

次に、画像処理部20において、データcを複数の第2領域に分割する（ステップSB8）。具体的には、連続する一行の画素を、分割された複数の第2領域としての隣り合う小集団の画素グループに分割する。本実施例では、第2領域の大きさは、第1領域と同じ大きさとなるように分割している（以下図示省略）。

次に、それぞれの第2領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値（以下平均値B）を算出してデータd（比較画像）を生成し（ステップSB9）、記憶部50に格納する（ステップSB10）。

10

#### 【0051】

次に、画像処理部20において、格納しておいたデータcからデータdを差し引いて判定画像を生成する（ステップSB11）。具体的には、データcとデータdそれぞれの対応する画素どうしの画素データの演算（引き算）結果を持つ判定画像データを生成する。

次に、画像処理部20は、判定画像データに対し所定の閾値をもって判定し、欠陥の検出を行う（ステップSB12）。具体的には、判定画像を構成するそれぞれの画素の画素データと所定の閾値とを比較して画素毎に判定を行う。以上により、第n行の画素データを対象とした検査（欠陥の検出）を完了する。

#### 【0052】

図9は、被検査物1を撮像して得られた画像データ（第1検査画像としてのデータa）と、本実施例の方法により得られた判定画像データとを比較して示すグラフである。

20

第1検査画像では、データaに対して欠陥3に対応するD1部を検出する閾値L1が設定できないが、判定画像では、判定画像データに対して欠陥3に対応するD2部を検出する閾値L2の設定が可能となっている。

#### 【0053】

以上述べたように、本実施形態による欠陥検出装置100、および欠陥検出方法によれば、以下の効果を得ることができる。

撮像部10は、被検査物1を撮像して被検査物1の第1検査画像を取得する。被検査物1に検出すべき欠陥3がある場合には、欠陥3を反映した画像データを有する第1検査画像が得られる。これに対して、画像処理部20は、まず、第1検査画像を複数の第1領域に分割し、それぞれの第1領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値Aを算出し、それぞれの画素の画素データを、それぞれの第1領域の平均値Aを補間するデータに置き換えることで基準画像を作る。つまり、いずれかの第1領域内に欠陥データが含まれている場合であっても、平均化されることで欠陥データがレベリングされ、複数の第1領域に亘る画像むら4が反映された画像データとして基準画像が得られる。次に、画像処理部20は、第1検査画像の画素データから基準画像の画素データを減算して、第2検査画像を作る。つまり、第1検査画像から画像むら4の影響が取り除かれた、あるいは軽減された画像データとして第2検査画像が得られる。

30

具体的には、実施例の場合には、図8（b），（c）に示すように、第1検査画像としてのデータaから画像むら4が反映されたデータbを減算して、画像むら4の影響が取り除かれた、あるいは軽減されたデータcが作られる。

40

#### 【0054】

次に、画像処理部20は、第2検査画像を複数の第2領域に分割し、それぞれの第2領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値Bを算出し、それぞれの第2領域に含まれる画素の画素データを平均値Bに置き換えることで比較画像を作る。つまり、いずれかの第2領域内に欠陥データが含まれている場合であっても、平均化されることでレベリングされた画像データとして比較画像が得られる。次に、画像処理部20は、第2検査画像と比較画像との画素データの差分を計算する。

具体的には、実施例の場合には、データcを複数の第2領域に分割し、それぞれの第2領域に含まれる画素が持つ画素データの平均値Bを算出し、それぞれの第2領域に含まれ

50

る画素の画素データを平均値 B に置き換えることでデータ d を作る。次に、画像処理部 20 は、データ c とデータ d との画素データの差分を計算する。

つまり、例えば、第 2 検査画像（データ c）に画像むら 4 による影響が残っている場合であっても、比較画像（データ d）との画素データの差分を計算することで、画像むら 4 による影響をより多く取り除くことができ、欠陥データが含まれている場合には、欠陥データが抽出される。

#### 【0055】

以上のように本実施形態による欠陥検出装置 100、および欠陥検出方法によれば、欠陥 3 による画像データの値の変動が画像むら 4 のレンジ（画像むら 4 による画像データの差幅）と同程度以下の場合であっても、画像むら 4 による画像データの影響を取り除く、あるいは軽減することが可能であり、欠陥部分に対応する画像データが抽出されるため、欠陥を検出するための閾値の幅（値）を、画像むらの幅（値）よりも小さい範囲に設定することができる。その結果、より欠陥の検出感度が高い欠陥検出装置を提供することができる。

10

#### 【0056】

なお、上記の説明では、欠陥を検出する画素データを輝度として説明したが、これに限定するものではなく、被検査物 1 の欠陥が反映される画像データであれば良い。例えば、彩度や色相など、撮像素子によって数値化できるデータであれば良い。

また、被検査物 1 は、平板状製造物であり、例えば半導体デバイスや表示パネルなどがあると説明したが、被検査物 1 の対象としては、これらに限定するものではなく、略均一な状態の表面に撮像素子によって識別され数値化できる欠陥が含まれるものや、表面が均一ではなくとも、所定のパターンをマスキングすることによって均一な表面と欠陥による異常状態とに識別され数値化できるものが適用できる。具体的には、例えば、シリコンウェーハー上に P Z T（チタン酸ジルコン酸鉛）などを薄膜成形したもの（プリントヘッド前工程のウェーハー）の表面のエッチング異常の検出や、P Z T 単体の表面の傷、異物の検出、樹脂フィルム表面やガラス表面、配線などの金属めっき表面の傷、異物の検出、薄膜貼り合わせ時の異物挟み込みによる形状異常などの検出にも適用できる。

20

#### 【0057】

##### （欠陥検出プログラム）

図 1 に戻り、欠陥検出プログラムについて説明する。

30

本実施形態における欠陥検出プログラムとしての欠陥検出プログラム 31 は、欠陥検出装置 100 を動作させるプログラムであり、記憶部 50 に格納されている。欠陥検出装置 100 を動作させるにあたり、入出力端末 40 からの操作などにより起動し、画像処理部 20 におけるデータ処理として C P U 30 により実行される。

具体的には、上述した欠陥検出方法の例におけるステップ S 2 あるいはステップ S A 2 などで取得された第 1 検査画像の画像データに対し、予め入出力端末 40 などからの入力で設定された所定の閾値や、所定の検査モードなどを参照して、例えば、ステップ S 3 からステップ S 15、あるいはステップ S A 3 からステップ S A 11 などを含む処理を行う。

40

#### 【0058】

欠陥検出プログラム 31 によれば、欠陥検出装置 100 において、上述した欠陥検出方法に従い被検査物 1 の欠陥検出を行うことで、欠陥 3 による画像データの値の変動が画像むら 4 のレンジ（画像むら 4 による画像データの差幅）と同程度以下の場合であっても、画像むら 4 による画像データの影響を取り除く、あるいは軽減することが可能であり、欠陥部分に対応する画像データが抽出されるため、欠陥を検出するための閾値の幅（値）を、画像むらの幅（値）よりも小さい範囲に設定することができる。その結果、より欠陥の検出感度が高い欠陥検出装置を提供することができる。

#### 【符号の説明】

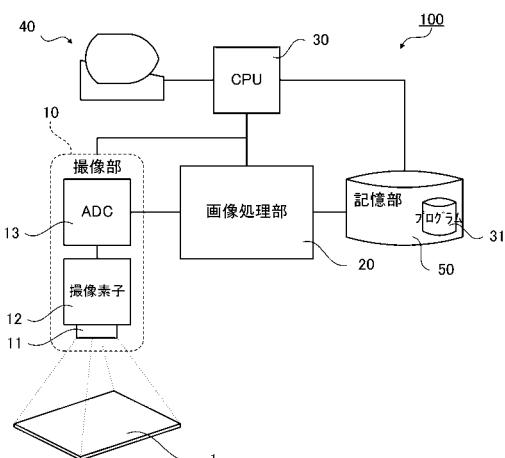
#### 【0059】

1 … 被検査物、 3 … 欠陥、 1 0 … 撮像部、 1 1 … 光学系、 1 2 … 撮像素子、 1 3 … A D

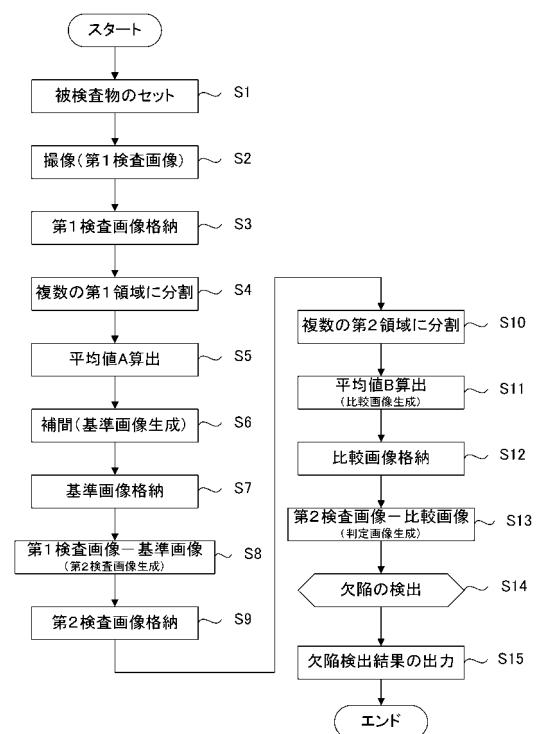
50

C回路、20…画像処理部、30…CPU、31…欠陥検出プログラム、40…入出力端末、50…記憶部、100…欠陥検出装置。

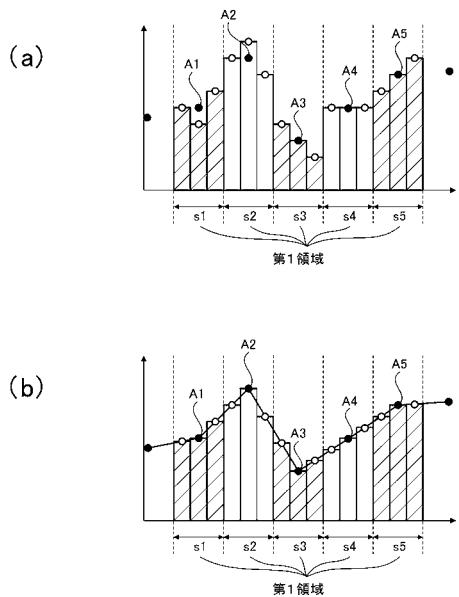
【図1】



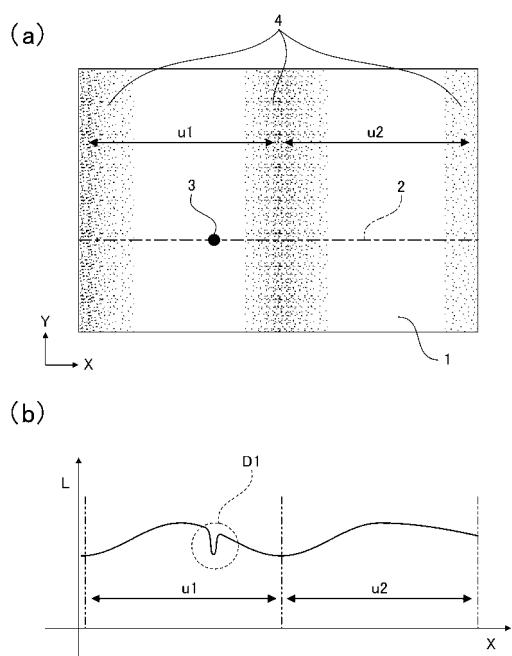
【図2】



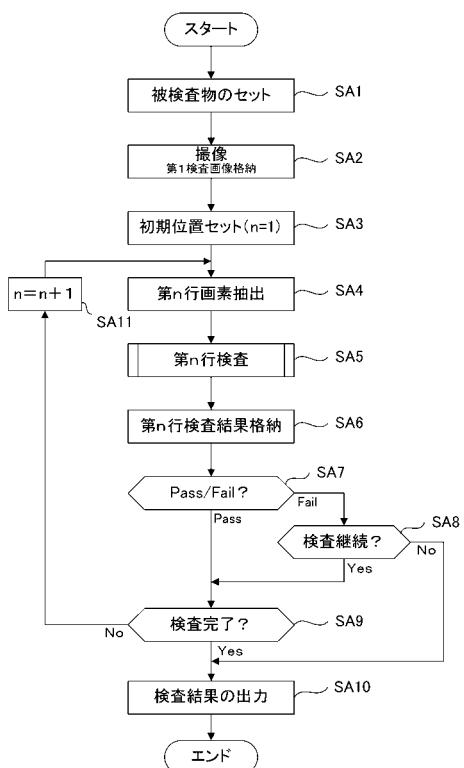
【図3】



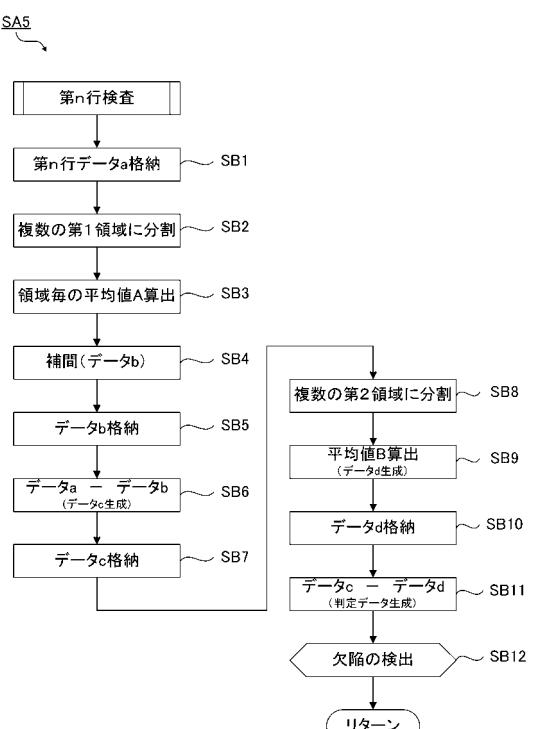
【図4】



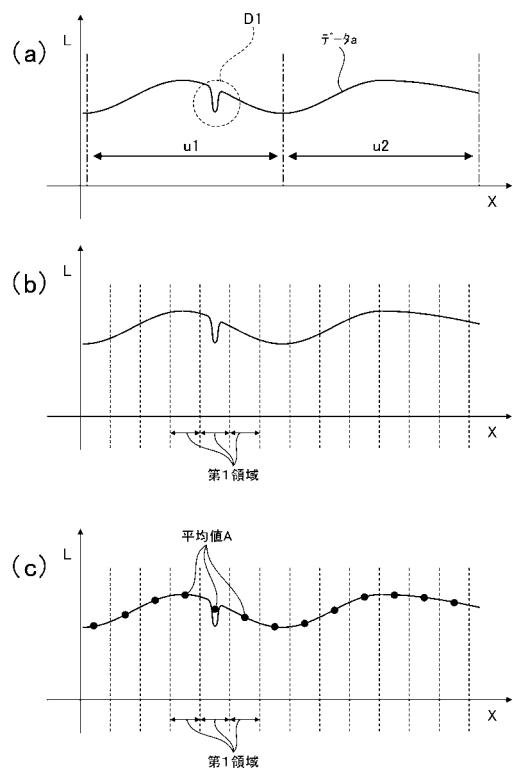
【図5】



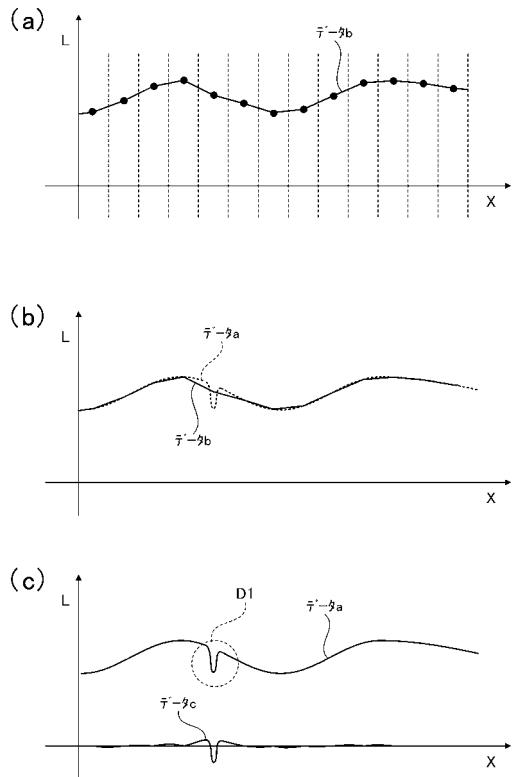
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

