

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6009351号
(P6009351)

(45) 発行日 平成28年10月19日 (2016. 10. 19)

(24) 登録日 平成28年9月23日 (2016. 9. 23)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 N 21/956 (2006. 01)	GO 1 N 21/956 A
GO 6 T 1/00 (2006. 01)	GO 6 T 1/00 3 O 5 A
HO 1 L 21/66 (2006. 01)	HO 1 L 21/66 J
GO 1 N 23/225 (2006. 01)	GO 1 N 23/225

請求項の数 14 外国語出願 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2012-289418 (P2012-289418)	(73) 特許権者	504144253
(22) 出願日	平成24年12月21日 (2012. 12. 21)		アブライド マテリアルズ イスラエル
(65) 公開番号	特開2013-130582 (P2013-130582A)		リミテッド
(43) 公開日	平成25年7月4日 (2013. 7. 4)		イスラエル, 7 6 7 0 5 レホヴォト,
審査請求日	平成27年12月11日 (2015. 12. 11)		パーク ラビン, オッペンハイマー
(31) 優先権主張番号	13/333, 912		ストリート 9
(32) 優先日	平成23年12月21日 (2011. 12. 21)	(74) 代理人	100092093
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 辻居 幸一
早期審査対象出願		(74) 代理人	100082005
			弁理士 熊倉 禎男
		(74) 代理人	100067013
			弁理士 大塚 文昭
		(74) 代理人	100086771
			弁理士 西島 孝喜

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 検査画像内の分類のためのシステム、方法、及びコンピュータプログラム製品

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

検査された物体の検査画像内に識別される潜在的欠陥を分類するための解析システムであって、該システムは、

ストレージデバイスと、

前記ストレージデバイスに接続されるプロセッサと、
を備え、

前記プロセッサは、

テンプレートと検査工具によって取り込まれた前記検査画像の一部分とを照合して、結果的に前記検査画像の照合部分を生じさせ、

前記テンプレートに対応しかつ前記検査画像の前記照合部分内の1又はそれ以上のセグメントを定めるマスクを使用して、前記1又はそれ以上のセグメントに対する潜在的欠陥の分布を判断して、結果的に前記検査画像の前記潜在的欠陥の前記分布に対応する1又はそれ以上の照合セグメントを生じさせ、

前記検査画像内に定められた前記セグメントのそれぞれに関する前記潜在的欠陥の前記分布を考慮して分類器を用いて前記1又はそれ以上の照合セグメントに基づいて前記潜在的欠陥を分類し、
ようになっており、

前記プロセッサは、更に検査物体基準区域の基準画像に基づいて前記マスクを定義し、前記基準画像の一部をダウンサンプリングし、かつ前記ダウンサンプリングの結果に基づ

いて前記テンプレートを生成し、前記基準画像及び前記マスクは、前記検査画像の解像度を
を超える解像度で特徴付けされることを特徴とする解析システム。

【請求項 2】

前記検査物体は、電子回路、ウェーハ、及びフォトマスクから構成された群から選択さ
れることを特徴とする請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記プロセッサは、更に前記検査画像の解像度をを超える精度で前記 1 又はそれ以上のセ
グメントに対する前記潜在的欠陥の前記分布を判断することを特徴とする請求項 1 に記載
のシステム。

【請求項 4】

前記 1 又はそれ以上のセグメントのうちの少なくとも 2 つのセグメントは、異なる物理
特性を有する前記検査物体の一部分に対応することを特徴とする請求項 1 に記載のシステ
ム。

【請求項 5】

前記プロセッサは、前記 1 又はそれ以上のセグメントのうちの異なるセグメントに対応
する少なくとも 2 つの部類が前記検査物体の作動性に関するその含意が異なる欠陥タイプ
を特徴付ける前記分類器に従って前記潜在的欠陥を分類することを特徴とする請求項 1 に
記載のシステム。

【請求項 6】

前記プロセッサは、更に別の走査に向けて、ある一定の部類に分類される潜在的欠陥を
更に選択し、前記選択は、前記ある一定の部類以外の少なくとも 1 つの部類に分類された
潜在的欠陥の選択を控えることを含み、前記システムは、選択された潜在的欠陥の位置に
基づいて選択される前記検査物体の少なくとも 1 つの区域を前記検査画像の前記解像度よ
りも高い解像度で選択的に走査するように構成された検査モジュールを更に含むことを特
徴とする請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 7】

検査物体の検査画像内に識別された潜在的欠陥を分類するコンピュータ化された方法で
あって、

テンプレートと検査工具によって取り込まれた前記検査画像の一部分とを照合して、結
果的に前記検査画像の照合部分を生じさせる段階と、

前記テンプレートに対応しかつ前記検査画像の前記照合部分内の 1 又はそれ以上のセグ
メントを定めるマスクを使用して、前記 1 又はそれ以上のセグメントに対する潜在的欠陥
の分布を判断して、結果的に前記検査画像の前記潜在的欠陥の前記分布に対応する 1 又は
それ以上の照合セグメントを生じさせる段階と、

前記検査画像内に定められた前記セグメントのそれぞれに関する前記潜在的欠陥の前記
分布を考慮して前記 1 又はそれ以上の照合セグメントに基づいて前記潜在的欠陥を分類す
る段階と、

を含み、

前記マスクは、検査物体基準区域の基準画像に基づいて定義され、前記方法は、前記テ
ンプレートを生成する段階を更に含み、前記生成する段階は、前記基準画像の一部をダウ
ンサンプリングする段階を含み、前記基準画像及び前記マスクは、前記検査画像の解像度
を超える解像度で特徴付けされることを特徴とする方法。

【請求項 8】

前記検査物体は、電子回路、ウェーハ、及びフォトマスクから構成された群から選択さ
れることを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記 1 又はそれ以上のセグメントに対する前記潜在的欠陥の前記分布を判断する段階は
、前記検査画像の解像度をを超える精度で提供されることを特徴とする請求項 7 に記載の方
法。

【請求項 10】

10

20

30

40

50

前記分類する段階は、前記 1 又はそれ以上のセグメントのうちの異なるセグメントに対応する少なくとも 2 つの部類が前記検査物体の作動性に関するその含意が異なる欠陥タイプを特徴付ける分類器に従って前記潜在的欠陥を分類する段階を含むことを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

【請求項 1 1】

前記基準画像及び / 又は前記マスクは、コンピュータ支援設計 (C A D) データから生成されることを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

【請求項 1 2】

プロセッサで実行される場合に前記プロセッサに検査物体の検査画像内に識別された潜在的欠陥を分類する方法を実施させる命令を有する非一時的コンピュータ可読ストレージ媒体であって、

テンプレートと検査工具によって取り込まれた前記検査画像の一部分とを照合して、結果的に前記検査画像の照合部分を生じさせる段階と、

前記テンプレートに対応しかつ前記検査画像の前記照合部分内の 1 又はそれ以上のセグメントを定めるマスクを使用して、前記 1 又はそれ以上のセグメントに対する潜在的欠陥の分布を判断して、結果的に前記検査画像の前記潜在的欠陥の前記分布に対応する 1 又はそれ以上の照合セグメントを生じさせる段階と、

前記検査画像内に定められた前記セグメントのそれぞれに関する前記潜在的欠陥の前記分布を考慮して前記 1 又はそれ以上の照合セグメントに基づいて前記潜在的欠陥を分類する段階と、
を含み、

前記マスクは、検査物体基準区域の基準画像に基づいて定義され、前記テンプレートは、前記基準画像の一部をダウンサンプリングすることを利用して生成され、前記基準画像及び前記マスクは、前記検査画像の解像度を超える解像度で特徴付けされることを特徴とする非一時的コンピュータ可読ストレージ媒体。

【請求項 1 3】

前記 1 又はそれ以上のセグメントに対する前記潜在的欠陥の前記分布を判断する段階は、前記検査画像の解像度を超える精度で前記分布を判断する段階を含むことを特徴とする請求項 1 2 に記載の非一時的コンピュータ可読ストレージ媒体。

【請求項 1 4】

前記分類する段階は、前記 1 又はそれ以上のセグメントのうちの異なるセグメントに対応する少なくとも 2 つの部類が検査物体の作動性に関するその含意が異なる欠陥タイプを特徴付ける分類器に従って前記潜在的欠陥を分類する段階を含むことを特徴とする請求項 1 2 に記載の非一時的コンピュータ可読ストレージ媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、検査画像内の分類のためのシステム及び方法に関する。具体的には、本発明は、ウェーハ、フォトマスク、及び電子回路のような微細な詳細を有するアーチファクトの製造の分野に実施することができる。

【背景技術】

【0 0 0 2】

多くの実施では、検査される物体が撮像され、次に、ターゲットパターンを見出すために検査される。例えば、航空画像は、敵の戦車がいなか検査することができ、製造中に撮像された織物は、孔がないか検査することができ、ウェーハのような電子回路は、撮像して欠陥がないか検査することができる。

【0 0 0 3】

一例としてウェーハの製造中に調べられる欠陥の場合を取り上げると、欠陥は、電子回路の適正な作動性を損傷する可能性があるが、電子回路の作動に対する異なる欠陥の影響は様々である場合があることは明瞭である。従って、一部の欠陥は、例えば、回路作動に

10

20

30

40

50

及ぼす影響が低い場合には、検査当事者に実質的な関心がないものであると考えられる。更に、異なる欠陥に関する知識は、将来的な類似の電子回路の製造に有用であると考えられる。

【 0 0 0 4 】

図 1 A 及び図 1 B は、電子回路の 2 タイプの欠陥を示しており、図 1 A 及び図 1 B の各々は、電子ビーム検査を使用して走査した電子回路（ウェーハのような）を示している。図 1 A 及び図 1 B に示す回路の各々のものにおける階調レベルは、ウェーハのその部分における電子回路のパターンを示している。例えば、異なる導電率の材料（導電材料及び絶縁材料のような）は、異なる階調レベルに変換することができる異なる反射率を有する場合がある。以下に説明する内容は、画像内の実質的に異なる階調レベル値が実質的に異なる導電率の異なる材料を示す例に関するものである。

10

【 0 0 0 5 】

欠陥 1 0 a 及び 1 0 c（「エッジ粗度」欠陥とも呼ばれる）は、2 つの異なる材料の間のウェーハの撮像された層の区域の境界上に位置する。従って、このような欠陥の電子的影響は比較的限られたものであり、一部の状況下では、このような欠陥は、殆ど関心を引くものではない場合がある。

【 0 0 0 6 】

欠陥 1 0 b 及び 1 0 d（「短絡ゲート」欠陥とも呼ばれる）は、それに反して、類似の材料の撮像された層の 2 つの区域の間に位置し、互いから隔離すべき電子回路の 2 つの部分の間の導電接続を示す場合がある。このような欠陥の電子的影響は比較的有意である場合があるので、一部の状況下では、このような欠陥は、例えば、より高い検査解像度で及び／又はより低速かつより詳細な画像解析を使用して更に検査される場合がある。

20

【 発明の概要 】

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

本発明で開示する主題の態様により、検査された物体の検査画像内に識別される可能性がある欠陥を分類するための解析システムを提供し、システムは、テンプレート及び検査画像の一部分の照合に基づいて検査画像に対するアンカー位置を判断するように構成され、アンカー位置を判断する精度が検査画像の解像度を超えるパターン照合器と、アンカー位置及び区域内の異なるセグメントを定めるマスクに基づいて、セグメントの 1 つ又はそれよりも多くに対する潜在的欠陥の分布を判断するように構成された分布解析モジュールと、分布に基づいて潜在的欠陥を分類するように構成された分類器とを含む。

30

【 0 0 0 8 】

本発明で開示する主題の実施形態により、検査される物体が電子回路、ウェーハ、及びフォトマスクから構成された群から選択されるシステムを更に提供する。

【 0 0 0 9 】

本発明で開示する主題の実施形態により、分布解析モジュールが検査画像の解像度を超える精度で分布を判断するように構成されたシステムを更に提供する。

【 0 0 1 0 】

本発明で開示する主題の実施形態により、異なるセグメントが異なる物理特性を有する検査される物体の各部分に対応するシステムを更に提供する。

40

【 0 0 1 1 】

本発明で開示する主題の実施形態により、分類器が、検査される物体の作動性に関するその含意が異なる欠陥タイプに部類が対応する分類に従って潜在的欠陥を分類するように構成されたシステムを更に提供する。

【 0 0 1 2 】

本発明で開示する主題の実施形態により、パターン照合器は、テンプレート及び検査画像の複数の部分の照合に基づいて検査画像に対する複数のアンカー位置を判断するように構成され、複数のアンカー位置を判断する精度は、検査画像の解像度を超え、分布解析モジュールは、マスク及び複数のアンカー位置に基づいてマスクの少なくとも 1 つのセグメ

50

ントに対する潜在的欠陥の分布を判断するように構成され、分類器は、分布解析モジュールにより潜在的欠陥に対して判断された複数の分布に基づいて潜在的欠陥を分類するように構成されたシステムを更に提供する。

【 0 0 1 3 】

本発明で開示する主題の実施形態により、分類器が、更に別の走査に向けてある一定の部類に分類される潜在的欠陥を選択するように更に構成され、選択する段階が、ある一定の部類以外の少なくとも1つの部類に分類された潜在的欠陥を選択することを控えることを含むシステムを更に提供し、システムは、検査画像の解像度よりも高い解像度で、選択された潜在的欠陥の位置に基づいて選択される検査される物体の少なくとも1つの区域を選択的に走査するように構成された検査モジュールを更に含む。

10

【 0 0 1 4 】

本発明で開示する主題の実施形態により、検査物体基準区域の基準画像に基づいてマスクを定義し、基準画像の一部をダウンサンプリングし、ダウンサンプリングの結果に基づいてテンプレートを生成するように構成された基準データ発生器を更に含むシステムを更に提供する。

【 0 0 1 5 】

本発明で開示する主題の態様により、検査された物体の検査画像内に識別された潜在的欠陥を分類するコンピュータ化された方法を更に提供し、本方法は、テンプレート及び検査画像の一部分の照合に基づいて検査画像に対するアンカー位置を判断し、アンカー位置を判断する精度が検査画像の解像度を超える段階と、区域内の異なるセグメントを定めるマスク及びアンカー位置に基づいて、セグメントの1つ又はそれよりも多くに対する潜在的欠陥の分布を判断する段階と、分布に基づいて潜在的欠陥を分類する段階とを含む。

20

【 0 0 1 6 】

本発明で開示する主題の実施形態により、検査される物体が電子回路、ウェーハ、及びフォトマスクから構成された群から選択される方法を更に提供する。

【 0 0 1 7 】

本発明で開示する主題の実施形態により、分布を判断する段階が検査画像の解像度を超える精度で分布を判断する段階を含む方法を更に提供する。

【 0 0 1 8 】

本発明で開示する主題の実施形態により、異なるセグメントが異なる物理特性を有する検査される物体の各部分に対応する方法を更に提供する。

30

【 0 0 1 9 】

本発明で開示する主題の実施形態により、分類する段階が、検査される物体の作動性に関するその含意が異なる欠陥タイプに部類が対応する分類に従って潜在的欠陥を分類する段階を含む方法を更に提供する。

【 0 0 2 0 】

本発明で開示する主題の実施形態により、テンプレート及び検査画像の複数の部分の照合に基づいて検査画像に対する複数のアンカー位置を判断し、複数のアンカー位置を判断する精度が検査画像の解像度よりも大きい段階と、マスク及び複数のアンカー位置に基づいて、セグメントの1つ又はそれよりも多くに対する潜在的欠陥の分布を判断する段階と、潜在的欠陥に対して判断された複数の分布に基づいて潜在的欠陥を分類する段階とを含む方法を更に提供する。

40

【 0 0 2 1 】

本発明で開示する主題の実施形態により、更に別の走査に向けてある一定の部類に分類される潜在的欠陥を選択し、選択が、ある一定の部類以外の少なくとも1つの部類に分類された潜在的欠陥を選択することを控えることを含む段階と、検査画像の解像度よりも高い解像度で、選択される潜在的欠陥の位置に基づいて選択される検査される物体の少なくとも1つの区域を選択的に走査する段階とを含む方法を更に提供する。

【 0 0 2 2 】

本発明で開示する主題の実施形態により、マスクが検査物体基準区域の基準画像に基づ

50

いて判断される方法を更に提供し、本方法は、テンプレートを生成し、生成が基準画像の一部をダウンサンプリングすることを含む段階を更に含む。

【0023】

本発明で開示する主題の実施形態により、基準画像がコンピュータ支援設計（CAD）データから生成される方法を更に提供する。

【0024】

本発明で開示する主題の態様により、機械により可読であり、検査された物体の検査画像内に識別された潜在的欠陥を分類する方法を実行するように機械によって実行可能な命令のプログラムを有形に具現化するプログラムストレージデバイスを更に提供し、本方法は、テンプレート及び検査画像の一部分の照合に基づいて検査画像に対するアンカー位置を判断し、アンカー位置を判断する精度が検査画像の解像度を超える段階と、区域内の異なるセグメントを定めるマスク及びアンカー位置に基づいて、セグメントの1つ又はそれよりも多くに対する潜在的欠陥の分布を判断する段階と、分布に基づいて潜在的欠陥を分類する段階とを含む。

10

【0025】

本発明で開示する主題の実施形態により、検査される物体が電子回路、ウェーハ、及びフォトマスクから構成された群から選択されるプログラムストレージデバイスを更に提供する。

【0026】

本発明で開示する主題の実施形態により、分布を判断する段階が検査画像の解像度を超える精度で分布を判断する段階を含むプログラムストレージデバイスを更に提供する。

20

【0027】

本発明で開示する主題の実施形態により、異なるセグメントが、異なる物理特性を有する検査される物体の各部分に対応するプログラムストレージデバイスを更に提供する。

【0028】

本発明で開示する主題の実施形態により、分類する段階が、検査される物体の作動性に関するその含意が異なる欠陥タイプに部類に対応する分類に従って潜在的欠陥を分類する段階を含むプログラムストレージデバイスを更に提供する。

【0029】

本発明で開示する主題の実施形態により、テンプレート及び検査画像の複数の部分の照合に基づいて検査画像に対する複数のアンカー位置を判断し、複数のアンカー位置を判断する精度が検査画像の解像度よりも大きいこと、マスク及び複数のアンカー位置に基づいて、セグメントの1つ又はそれよりも多くに対する潜在的欠陥の分布を判断すること、及び潜在的欠陥に対して判断された複数の分布に基づいて潜在的欠陥を分類することを含むプログラムストレージデバイスを更に提供する。

30

【0030】

本発明で開示する主題の実施形態により、更に別の走査に向けてある一定の部類に分類される潜在的欠陥を選択し、選択が、ある一定の部類以外の少なくとも1つの部類に分類された潜在的欠陥を選択することを控えることを含むこと、及び検査画像の解像度よりも高い解像度で、選択される潜在的欠陥の位置に基づいて選択される検査される物体の少なくとも1つの区域を選択的に走査することを含むプログラムストレージデバイスを更に提供する。

40

【0031】

本発明で開示する主題の実施形態により、マスクが検査物体基準区域の基準画像に基づいて判断され、方法が、テンプレートを生成する段階を更に含み、生成する段階が、基準画像の一部をダウンサンプリングする段階を含むプログラムストレージデバイスを更に提供する。

【0032】

本発明で開示する主題の実施形態により、基準画像がコンピュータ支援設計（CAD）データから生成されるプログラムストレージデバイスを更に提供する。

50

【 0 0 3 3 】

本発明を理解し、かつ本発明を実際に実施することができる方法が分るように、添付図面を参照して単に非限定的な例として実施形態をここに説明する。

【 0 0 3 4 】

例示の簡潔さ及び明瞭さを期すために、図に示す要素は、必ずしも尺度通りに描かれていないことは認められるであろう。例えば、要素の一部の寸法は、明瞭さを期すために他の要素に対して誇張される場合がある。更に、適切と考えられる場合に、参照番号は、対応するか又は類似した要素を示すために図の間で繰り返される場合がある。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 5 】

10

【図 1 A】電子回路の一タイプの欠陥を示す図である。

【図 1 B】電子回路の一タイプの欠陥を示す図である。

【図 2】本発明の実施形態による検査された物体の検査画像内に識別された潜在的欠陥を分類するのに使用することができる潜在的欠陥解析システムのブロック図である。

【図 3】本発明の実施形態による検査された物体の検査画像内に識別された項目を分類するコンピュータ化された方法の流れ図である。

【図 4】本発明の実施形態によるテンプレート及びマスクの図を示す図である。

【図 5】本発明の実施形態による分類に使用されたエンティティ間の関係を示す図である。

【図 6】本発明の実施形態による検査画像内の繰り返しパターンを示す図である。

20

【図 7】本発明の実施形態によるマスクにより定められた複数のセグメント間でウェーハの検査画像内に識別された潜在的欠陥の分布を示す図である。

【図 8】本発明の実施形態による分類に使用することができる基準データを生成する方法を示す図である。

【図 9】本発明の実施形態による分類に使用することができる基準データを生成する処理を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 3 6 】

以下の詳細説明では、本発明を完全な理解することができるように多くの特定の詳細に対して説明する。しかし、これらの特定の詳細がなくても本発明を実施することができることは当業者により理解されるであろう。一部の場合には、公知の方法、手順、構成要素は、本発明を曖昧にしないように割愛される。

30

【 0 0 3 7 】

説明する図面及び説明において、同一の参照番号は、異なる実施形態又は構成と共通である構成要素を示している。

【 0 0 3 8 】

特に断らない限り、以下の説明する内容から明らかなように、本明細書を通じて、処理する、計算する、判断する、生成する、設定する、又は選択するなどの用語を利用して説明する内容は、データを操作し、及び/又は他のデータに変換するコンピュータのアクション及び/又は処理を含み、上述のデータは、例えば、電子量のような物理的数量として表され、及び/又は上述のデータは、物理的物体を表すことが認められる。「コンピュータ」という用語は、非限定的な例として、パーソナルコンピュータ、サーバ、コンピュータシステム、通信デバイス、プロセッサ(例えば、デジタル信号プロセッサ(DSP))、マイクロコントローラ、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)、特定用途向け集積回路(ASIC)のような)、あらゆる他の電子計算デバイス、及び/又はそのあらゆる組合せを含むデータ処理機能を有するあらゆるタイプの電子デバイスを包含するように拡大して解釈すべきである。

40

【 0 0 3 9 】

本明細書の教示による作動は、望ましい目的に対して特別に製造されたコンピュータにより、又はコンピュータ可読ストレージ媒体に格納されたコンピュータプログラムにより

50

、望ましい目的に対して特別に構成された汎用コンピュータによって実行することができる。

【 0 0 4 0 】

本明細書で使用する時の語句「例として」、「のような」、「例えば」、及びその変形は、本発明で開示する主題の非限定的な実施形態を説明するものである。本明細書における「一事例」、「一部の事例」、「他の事例」、又はその変形への本明細書における言及は、実施形態に関連して説明する特定の特徴、構造、又は特性が本発明で開示する主題の少なくとも 1 つの実施形態内に含まれることを意味する。従って、「一事例」、「一部の事例」、「他の事例」という語句又はその変形が登場しても、同じ実施形態を必ずしも指すというわけではない。

10

【 0 0 4 1 】

明瞭さを期すために別々の実施形態という状況で説明する本発明で開示する主題のある一定の特徴は、単一の実施形態において組み合わせることができることが認められる。逆に、簡潔さを期すために単一の実施形態という状況で説明する本発明で開示する主題の様々な特徴は、別々に又はあらゆる適切な部分組合せで達成することができる。

【 0 0 4 2 】

本発明で開示する主題の実施形態では、図に示す 1 つ又はそれよりも多くの段階を異なる順序で及び / 又は段階の 1 つ又はそれよりも多くの群を同時に実行することができ、その逆も同様である。図は、本発明で開示する主題の実施形態によるシステムアーキテクチャの一般的な概略図を示している。図中の各モジュールは、本明細書で定義及び説明するような機能を実行するソフトウェア、ハードウェア、及び / 又はファームウェアのあらゆる組合せで構成することができる。図中のモジュールは、1 つの位置に集中させるか、又は 1 つよりも多い位置にわたって分散させることができる。

20

【 0 0 4 3 】

図 2 は、本発明の実施形態による検査される物体 5 0 の検査画像内で識別される潜在的欠陥（代替的に、他のタイプの識別された項目）を分類するのに使用することができる解析システム 2 0 0 のブロック図である。必ずしもそうとは限らないが、検査される物体は、電子回路、ウェーハ、及びフォトマスクから構成された群から選択することができる。

【 0 0 4 4 】

システム 2 0 0 は、多くの方法で検査画像を取得することができる。例えば、システム 2 0 0 は、ウェーハ又は他のタイプの検査される物体を検査する（例えば、その製造の異なる段階中に）ために使用される検査機械 2 1 0 と組み合わせることができる。別の例では、システム 2 0 0 をこのような検査機械に接続することができ、又は検査画像を一度に機械のうちの 1 つだけに接続したオフラインのデバイスによって送信することができる。また、システム 2 0 0 は、以下に説明する修正及び / 又は特徴の一部又は全てが一体化された検査機械とすることができる。

30

【 0 0 4 5 】

以下でより詳細に説明するように、システム 2 0 0 の構成要素の 1 つ又はそれよりも多くは、ウェーハの走査された画像内で検出された欠陥を分類するのに使用することができる。判断された分類は、後でウェーハを製造する際に、及び / 又はウェーハのそれ以降の検査段階に使用することができる。システム 2 0 0 を作動させることができる方法の一部は、以下に説明する方法 1 5 0 0 に照らして見た時の方が明瞭になると考えられる。

40

【 0 0 4 6 】

システム 2 0 0 は、テンプレート及び検査画像の一部分の照合に基づいて検査画像に対するアンカー位置を判断するように構成されたパターン照合器を含む。例えば、パターン照合 2 2 0 は、テンプレートと検査画像の異なる部分の間の相関を判断し、テンプレートとの相関が最も高い部分に基づいてアンカー位置を定義するように構成することができる。任意的に、パターン照合器 2 2 0 は、検査画像内の所定のセルサイズのセル区域を選択する（例えば、相関の結果に基づいて、最高相関を有する区域を選択する）ように構成することができる。必ずしもそうとは限らないが、パターン照合器 2 2 0 は、検査画像の解

50

像度を超える精度でアンカー位置を判断するように構成することができることに注意すべきである。パターン照合器 220 を作動させることができる方法の例に対して、方法 500 の段階 530 及び 540 と関連して更なる詳細に説明する。

【0047】

テンプレートは、基準データ入力インタフェース 202 から受け取ることができ、又は画像処理モジュール 230 のようなシステム 200 の構成要素によって生成することができる。検査画像は、検査結果インタフェース 204 を通じて受け取ることができ、又は撮像システム 210 (「検査機械」と図示) により取得することができる。

【0048】

任意的に、システム 200 は、検査画像の解像度よりも高い解像度まで区域 110 をアップサンプリングするように構成された画像処理モジュール 230 を含むことができる。画像処理モジュール 230 を作動させることができる方法の例に対して、方法 500 の段階 550 に関連してより詳細に説明する。

10

【0049】

分布解析モジュール 240 は、アンカー位置及び区域内の異なるセグメントを定めるマスクに基づいて、マスクのセグメントの 1 つ又はそれよりも多くに関して識別された項目の分布 (例えば、潜在的欠陥) を判断するように構成される。分布解析モジュール 240 を作動させることができる方法の例に対して、方法 500 の段階 560 に関連してより詳細に説明する。

【0050】

20

以下でより詳細に説明するように、本発明の実施形態により、分布解析モジュール 240 は、マスクの解像度に関してサブピクセルレベルで分布を判断するように構成することができる。

【0051】

システム 200 の分類器 250 は、分布解析モジュール 240 により識別された項目 (例えば、潜在的欠陥) に向けて判断される分布に基づいて (及び一部の場合には、例えば、以下に説明するように分類規則に基づいて) 識別された項目 (例えば、潜在的欠陥) を分類するように構成される。分類器 250 は、分類中に階調レベル、サイズ、形状のような潜在的欠陥に関連する付加的なファクタを使用することができることに注意すべきである。

30

【0052】

システム 200 は、有形のストレージデバイスに分類 (代替的に、その一部、例えば、注目に値すると分類された欠陥のみ) を格納する有形のストレージデバイス 260 (例えば、ハードドライブディスク、フラッシュドライブのような) を含むことができる。システム 200 は、外部システムに (例えば、ケーブル接続で又は無線接続で) 分類 (又はその一部) を送信する出力インタフェース 270 を含むことができ、その外部システムは、分類に基づいて機能することができる。

【0053】

システム 200 は、検査モジュールを含むことができ、検査モジュールは、ウェーハのような検査される物体の走査により上述の検査画像を供給する上述の検査機械 210 とすることができる、又は検査画像より高い解像度でウェーハ (又は他の検査される物体) を検査するように構成された後部の検査モジュール 280 とすることができる。この検査モジュールは、検査画像の解像度よりも高い解像度で、ある一定の部類に分類される識別された項目 (例えば、潜在的欠陥) の位置に基づいて、但し、他の部類に従ってではなく (すなわち、ある一定の部類以外の少なくとも 1 つの部類に分類された潜在的欠陥を選択することを控えて)、選択される検査される物体の区域を選択的に走査するように構成される。後方の検査モジュール 280 の視野は、検査機械 210 より狭い場合があるが、これは、必ずしもそうであるというわけではない。

40

【0054】

このような場合に、更に別の走査に向けて選択される区域は、他の部類に従ってではな

50

くある一定の部類に分類された潜在的欠陥の位置に基づいて選択することができる。例えば、より高い解像度での走査は、「エッジ粗度」と分類される可能性がある欠陥の位置の周りではなく、「短絡ゲート」と分類される可能性がある欠陥の位置の周りで実行することができる。

【 0 0 5 5 】

検査機械 2 1 0 及び / 又は後方の検査モジュール 2 8 0 は、実施された場合に、光学撮像機械、電子ビーム検査機械、レーダー、L I D A R 等々のような様々なタイプの検査機械として実施することができることに注意すべきである。

【 0 0 5 6 】

通常、ウェーハ内（又は別の検査される物体内の）欠陥の識別は、異なる技術を用いて実行することができ、そのうちの 1 つは、光学検査及び電子ビーム検査である。システム 2 0 0 の利用により、1 つよりも多い検査技術の使用を補助することができる。例えば、ウェーハの初期検査は、最初に、検査システム 2 0 0 により比較的迅速にかつ粗く実施される（例えば、粗くかつ迅速な検査に向けて設定された光学検査又は電子ビーム検査を用いて）。後で、初期検査において見出された潜在的欠陥の一部（分類器 2 5 0 の分類結果に基づいて選択）は、次に、比較的より遅いがより正確な検査を用いて精査される。このような後方の走査は、検査機械 1 2 1 0 の別のモードで、又は異なる後方の検査モジュール 2 8 0 で実施することができる（例えば、D R S E M - 欠陥精査走査型電子顕微鏡により、「精査」とも呼ばれる処理において）。

【 0 0 5 7 】

上述のマスクを参照すると、任意的に、マスクは、複数のタイプのマスクセグメントを定めることができ、タイプ数は、マスクセグメントの数より少ない。このような例では、分布解析モジュール 2 4 0 は、タイプの 1 つ又はそれよりも多くの間に潜在的欠陥のタイプベースの分布を判断するように構成することができ、分類器 2 5 0 は、タイプベースの分布に基づいて潜在的欠陥を分類するように構成することができる。しかし、説明の簡潔さを期すために、各マスクセグメントが他のマスクセグメントとは独立して処理されると仮定することとする。

【 0 0 5 8 】

必ずしもそうとは限らないが、異なる画像セグメントは、製造材料、反射値、電導度のような異なる物理特性を有する検査される物体の各部分に対応することができる。以下でより詳細に説明するように、分類器 2 5 0 は、検査される物体の作動性に関するその含意が異なる欠陥タイプに部類が対応する分類に従って潜在的欠陥（又は他の識別された項目）を分類するように構成することができる。

【 0 0 5 9 】

一部の例では、パターン照合器 2 2 0 は、テンプレート及び検査画像の複数の部分の照合に基づいて検査画像に対する複数のアンカー位置を判断するように構成することができる。同様に、パターン照合器 2 2 0 は、任意的に、検査画像内で、検査画像の複数の異なる部分とのテンプレートの相関に基づいて、所定のセルサイズの複数のセル区域を選択するように構成することができる。単一のアンカー位置を選択する場合のように、複数のアンカー位置を判断する精度は、検査画像の解像度を超えることができる。

【 0 0 6 0 】

分布解析モジュール 2 4 0 は、このような例では、マスク及び複数のアンカー位置に基づいてマスクの少なくとも 1 つのセグメントに対する潜在的欠陥の分布を判断するように構成することができる。また、分類器 2 5 0 は、分布解析モジュール 2 4 0 によりその単一の潜在的欠陥に対して判断された複数の分布に基づいて単一の潜在的欠陥を分類するように構成することができる。

【 0 0 6 1 】

以下に説明する図 5 の例及び用語を参照すると、単一の識別された項目が処理した 2 つ又はそれよりも多くのセル区域内に含まれる場合があるので、本発明の実施形態により、分類器 2 5 0 は、2 つ又はそれよりも多くの異なるセル区域において潜在的欠陥に対して

10

20

30

40

50

判断された分布に基づいて潜在的欠陥を分類するように構成することができる。

【0062】

基準データ入力インタフェース202を通じて外部システムからマスク及びテンプレートを受け取る代わりに、システム200は検査物体基準区域の基準画像に基づいてマスクを定義するように構成された基準データ発生器(図示せず)を含むことができる。システム200の基準データ発生器は、基準画像の一部をダウンサンプリングし、かつダウンサンプリングの結果に基づいてテンプレートを生成するように構成することができる。テンプレートは基準画像及び/又は検査画像より解像度が低い可能性があるが、ダウンサンプリングに加えて又はその代わりに、単一のダウンサンプリング以外の画像加工技術をテンプレートの生成に実施することができることに注意すべきである。基準データ発生器は、コンピュータ支援設計(CAD)データから基準画像を生成するか、又は参考として走査画像を使用するように構成することができる。

10

【0063】

上述のように、システム200及びその構成要素を作動させることができる方法の一部を方法500に関してより詳細に説明する。

【0064】

システム200は、コンピュータ(PCのような)、例えば、実行時間検査結果の全体的な分類(画像ベースの帰属化、IBA)を実施するコンピュータ上に実施することができるが、必ずしもそうであるというわけではない。システム200のモジュール又は構成要素の各々は、ソフトウェア、ハードウェア、ファームウェア、又はそのあらゆる組合せに実施することができる。更に、システム200は、図示していないかつ介在が当業者には明らかである他の構成要素、例えば、電源、ディスプレイなどを含むことができる。

20

【0065】

図3は、本発明の実施形態による検査された物体の検査画像内に識別された項目を分類するコンピュータ化された方法500の流れ図である。以前の図面に示す例を参照すると、方法500は、システム200によって実行することができる。システム200の異なる実施形態は、たとえ明示的に詳しく説明していないとしても、方法500の様々な開示する変形を実行することができる。同様に、方法500の異なる実施形態は、たとえ説明の簡潔さ及び明瞭さのためにそのような繰返しが必要ではなかったとしても、実行によりシステム200の様々な開示された変形が満たされる段階を含むことができる。

30

【0066】

方法500は、非常に微細な尺度(例えば、ミリメートル又はナノスケールの物体)から飛行機又は衛生から撮像された地理学上の区域のようなより大規模な物体まで様々なタイプの検査される物体に対して実行することができる。識別される項目は、その特定の項目又は群(例えば、航空画像において戦車を探す)である場合があるが、例えば、予想されるパターン(織物内の孔又はウェーハ内の潜在的な製造欠陥のような)からの逸脱である場合もある。

【0067】

本発明の開示を明確にするために、方法500の異なる段階は、電子回路、ウェーハ、及びフォトマスクから構成された群から選択される検査される物体(電子回路、又はフォトリソグラフィのようなフォトマスクに光を透過することを実行する処理における他の物体の製造に使用することができる部分的に透明な板)の修正された例を使用して例証されることが考えられる。検査画像内で識別された1つ又はそれよりも多くの項目は、潜在的欠陥の例を使用してこのような事例において例証されることが考えられる。当業者は、それにも関わらず、これは単に僅かに1つの例であり、かつ検査画像内で識別された多くの他のタイプの検査される物体及び項目(先に示した例のような)を実行することができることを理解するであろう。

40

【0068】

方法500は、検査される物体の少なくとも一部が撮像された検査画像を含む検査結果を受け取る段階510を含むことができる。前の図面に示す例を参照すると、段階510

50

は、システム 200 の検査結果インタフェース 204 のような検査結果インタフェースによって実行することができる。

【0069】

検査結果は、検査画像内で識別された 1 つ又はそれよりも多くの項目を識別する項目識別情報を更に含むことができる。項目識別表示画像は、以下の 1 つ又はそれよりも多くを含むことができる。

- a. 1 つ又はそれよりも多くの項目の各々の位置情報（例えば、項目に対応する検査画像内の 1 つ又はそれよりも多くのピクセルの表示又は更にサブピクセル精度内の表示）、
- b. 項目のサイズを示すサイズ情報（例えば、ピクセルで表示）、
- c. タイプ情報（項目の初期分類を識別する）、
- d. 各々が項目の 1 つ又はそれよりも多くを含む検査画像の小さい画像抜粋、
- e. 1 つ又はそれよりも多くの等級付けシステム内の項目の等級（例えば、表示された潜在的欠陥の不完全さの可能性の表示）。

【0070】

明らかに、項目識別情報は、追加情報を含むことができる。項目がウェーハの検査画像内で識別された潜在的欠陥である例では、項目識別情報は、欠陥リストと呼ぶことができる。

【0071】

明らかに、検査画像の受信は、検査画像を捕捉する（又は他の方法で生成する）段階と入れ替えることができる。例えば、これは、光学写真撮影、電子ビーム検査、及びレーザビーム検査等々により行うことができる。同様に、項目識別情報は、外部エンティティから受け取ることによって取得できるだけでなく、検査画像を画像処理して画像処理の結果に基づいて項目識別情報を生成することによって取得することができる。

【0072】

方法 500 は、内容及び使用を以下に説明する以下のデータエンティティ、すなわち、テンプレート、マスク、及び分類規則のうちの少なくとも 1 つを含む基準データを受け取ることを含む段階 520 を含むことができる。別の例では、それらのデータエンティティの 1 つ又はそれよりも多くは、方法の一部として作成することができる。このようなデータエンティティの作成は、方法 500 の一部として又は独立して実行することができる方法 600 に関連して説明される。前の図面に示す例を参照すると、段階 520 は、システム 200 の基準データ入力インタフェース 202 のような基準データ入力インタフェースによって実行することができる。テンプレート、マスク及び分類規則は、ユーザ定義式、機械定義式などとすることができる。

【0073】

分類規則は、方法 500 内のその利用に対して説明する内容の一部として追って説明する。テンプレート及びマスクデータ構成要素は、図 4 を参照して導入される。

【0074】

図 4 は、本発明の実施形態によるテンプレート 300 及びマスク 400 の図を示している。本発明のこのような実施形態により、テンプレート 300 は、画像である。テンプレート画像は、検査される物体の一部の実際の画像又は類似の画像とすることができる。例えば、テンプレート 1300 の画像データは、検査される物体（代替的に、例えば、以下に説明するように類似の基準物体）の一部を実際に撮像することによって取得することができる。他の実施形態では、テンプレート 300 の画像データは、処理設計データ（例えば、CAD データ）により取得することができる。以下に説明するように、テンプレートの画像データは、より高い解像度の初期の画像の少なくとも一部をダウンサンプリングする（すなわち、空間分解能を低減する）ことによって取得することができる。受け取ったテンプレートの解像度は、実行時間検査画像の解像度と同じとすることができるが、必ずしもそうであるというわけではない。

【0075】

マスク（400 に示した区域により表された）は、予め定義された区域（「セルサイズ

10

20

30

40

50

の区域」とも呼ばれる)内の異なるセグメント410を定める。単位の変換を適用することができるが、セルサイズの区域の関連での「サイズ」という用語は、ウェーハが検査された時のウェーハの検査された層の平面のような検査平面の座標に関するものである。

【0076】

異なるマスクセグメント410は、同じか又は異なるサイズ、及び同じか又は異なる形状である場合がある。マスクセグメント410は矩形として示されたが、これが必ずしもそうであるというわけではなく、他の形状のマスクセグメント410が実施される場合もある。様々なセグメント410は、マスクの全体区域を対象とする場合があるが、必ずしもそうであるというわけではない。

【0077】

マスクのサイズは、外部データ又は他に応答して定義することができる。例えば、検査される物体が繰返しパターンを含む場合に(例えば、図6で例証するように)、マスクのサイズは、繰返し区域(図7では180と図示)のサイズ又はその各部分に対応することができる。

【0078】

任意的に、マスク400により定められたマスクセグメント410は、複数のタイプ(例えば、タイプ数がセグメントの数より小さい)とすることができる。これは、410(1)のように示す3つのセグメントが同じタイプであるという点において例証される。マスクセグメント410(代替的に、異なるタイプのセグメントの)の各々は、異なる物理特性を有する検査される物体の各部分に対応することができる。例えば、検査される物体内の導電率の異なるレベルは、異なるタイプのセグメントに対応することができる。

【0079】

様々なマスクセグメント410(又は異なるタイプのセグメント)は、解析が方法1500によって達成される項目のタイプ(又は複数のタイプ)に従って定めることができる。例えば、方法500が潜在的欠陥の分類に使用される場合に、異なるマスクセグメント410(又はそのタイプ)は、欠陥に対する異なる脆弱性及び/又は異なるタイプの欠陥を有する異なる可能性を有する検査される物体(例えば、ウェーハ、電子回路、又はフォトマスク)の異なる部分に対応することができる。一部の例では、単一のセグメントは、互いに接続されない区域を包含することができることに注意すべきである。例えば、このような例では、マスクセグメント410(1)の全ては、単一のセグメントと考えることができ、かつ同じタイプのいくつかのセグメントとしてのみではない。

【0080】

マスクは、異なるフォーマットで格納することができる。例えば、画像(異なる色が異なるタイプのセグメントに対応する)として、表(例えば、セグメントの各々に対して開始点、寸法、及び一部の場合にタイプとして示す)として、ベクトルのフォーマットのように等々で格納することができる。

【0081】

図4では、表されたテンプレート300及びマスク(400と図示)は、両方とも、検査される物体の同様にサイズ設定された区域に対応する(一部の場合に異なる解像度を有するが)。しかし、他の例では、例えば図5で例証するように、テンプレート及びマスクが関連する物理的領域は、互いと異なる場合がある。このような場合に、それらの対応する区域の1つは、部分的に重複し、更に重なり合っていない他の区域(図5で例証するように)内に含まれる場合がある。

【0082】

図3に戻って、方法500は、検査画像のテンプレート及び少なくとも一部を相関させる段階530を含むことができる。テンプレートは、検査画像の相関する部分のいずれかと必ずしも同一であるというわけではないが、部分の一部との相関は、他との相関よりも高いと考えられる。例えば、部分の1つとのテンプレートの相関は、比較的高く、かつ部分に対して僅かに移動している検査画像の部分より少なくとも高いと考えられる。前の図面に示す例を参照すると、段階530は、システム200のパターン照合器220のよう

10

20

30

40

50

なパターン照合器によって実行することができる。

【0083】

相関は、検査画像のピクセルに必ずしも合致するというわけではないことに注意すべきである。相関は、サブピクセル精度（例えば、マスクピクセルの1, 000分の1の精度で）で実行することができることに注意すべきである。図5の例で分るように、テンプレートと最も良好に相関付ける区域であると例において仮定される区域130は、検査画像100のピクセルを表すグリッド上に位置せず、むしろ、サブピクセル解像度で位置が識別される（従って、判断される）。段階530の相関付けは、欠陥リスト（例えば、潜在的欠陥が検出されたウェーハの区域における）に基づいて、又はそれと無関係に実行することができる。

10

【0084】

方法500の段階540は、テンプレート及び検査画像の一部分の照合に基づいて検査画像に対するアンカー位置を判断することを含む。前の図面に示す例を参照すると、段階540は、パターン照合器220のようなパターン照合器によって実行することができる。アンカー位置は、例えば、アンカー120の位置とすることができる（無次元点又は別のタイプのアンカーとすることができる）。テンプレート及び画像（例えば、図5に示す区域130）の部分の照合は相関（段階530でのような）によって達成することができるが、他の例では、他の照合技術を実行することができる（パターン検出のような）ことに注意すべきである。必ずしもそうとは限らないが、一部の例では、アンカー位置を判断する精度は、検査画像の解像度を超える。

20

【0085】

任意的に、方法500は、段階542を含むことができ、段階542は、検査画像内の所定のセルサイズのセル区域を選択することを含む。この選択することは、テンプレートの相関及び検査画像（又は2つの間の他のタイプの照合）の少なくとも一部に基づくものである。ある意味では、アンカー位置とセルサイズの区域の幾何学的関係が予め既知である場合に（例えば、図5の矢印1122、並びに区域110のサイズ）、段階542のセル区域の選択は、段階1541のアンカー位置の選択の直接的な副産物とすることができる。

【0086】

単位の変換を適用することができるが、セル区域の関連での「サイズ」という用語は、検査平面（例えば、ウェーハが検査された時のウェーハの検査された層の平面）の座標に関するものである。セルサイズはマスクにより定められた区域のサイズに同一とすることができるが、これは、必ずしもそうであるというわけではなく、マスクは、上述のセルサイズの区域を含むより大きい区域内のセグメントを定めることができる。前の図面に示す例を参照すると、段階540は、パターン照合器220のような相関器によって実行することができる。

30

【0087】

マスクの解像度がセル区域より高い場合に、たとえ検査平面において類似のサイズ設定された区域に関連するとしても、2つの区域は、異なるピクセルサイズを有することに注意すべきである。検査平面の座標内のテンプレートの寸法を参照すると、セル区域でサイズは、テンプレートの区域より小さいか、類似か、又は大きい場合がある。

40

【0088】

本発明の一部の実施形態では、決定則は、段階540の実行の前に実施することができる、その決定則に従って十分に問題なくテンプレートと照合させることができる検査画像の区域がなかった場合に、方法は終了になる。例えば、所定の閾値よりも大きい相関スコアを有する検査画像の部分がないと判明した場合に、アンカー位置は、必ずしも判断されないというわけではない。段階530（又は検査画像の区域とテンプレートを照合させる別の段階）の1つの可能性がある結果はテンプレートとの相関に基づいて検査の少なくとも1つの部分の画像を選択することであるが、別の可能性がある結果は、照合する区域がないと判明することである。

50

【 0 0 8 9 】

段階 1 5 4 1 に戻ると、任意的に、アンカーは、検査画像の選択された部分のいずれか 1 つに対して定義することができる（図 5 の例を参照すると、アンカ - 1 2 0 は、検査画像 1 0 0 内で選択された区域 1 3 0 内で、又は他の方法でそれに関して定義することができる）。段階 5 4 2 が実行された場合に、その段階の選択は、段階 5 3 0 で選択された検査画像の部分（又は複数の部分）を選択する段階を含むことができるが、検査画像の別の区域を選択する段階を含むことができる。図 5 の例を再び参照すると、段階 5 4 2 で選択された区域 1 1 1 0 は、段階 1 5 3 0 で選択された区域 1 3 0 より大きい。区域 1 1 1 0（「セル区域」1 1 0 とも呼ばれる）は、段階 1 5 4 1 で判断されるアンカー 1 1 2 0 に関して定義することができる（例えば、照合に基づいて、検査画像から選択された区域 1 3 0 に関して定義することができる）。

10

【 0 0 9 0 】

上述のように、検査される物体は、繰返しパターンを含むことができる（例えば、図 6 で例証するように）。テンプレートがパターンで繰返しされる区域の一部（又は全て）に対応する場合に、検査画像の多くの類似の部分はテンプレートに照合させることができ（例えば、段階 5 3 0 のように相関付けられる）、これに対応して段階 5 4 0 で多くのアンカー位置を判断することができる。

【 0 0 9 1 】

例えば、図 6 の検査画像 1 0 0 内に撮像された検査される物体は、1 対の垂直線の複数の発生を含む繰返しパターンを含む。それらの複数の区域は同一ものではないが、依然としてそれらの区域の 1 つとのテンプレートの各照合により、従って、段階 5 4 0 での別々のアンカー位置を定義する段階を得ることができる（例えば、図示していないテンプレートとの検査画像の異なる部分の相関に基づいて）。

20

【 0 0 9 2 】

テンプレートと類似である検査画像の複数の部分により、たとえ類似の部分が繰返しパターンを形成しないとしても複数のアンカー位置（及び一部の場合に複数のセルサイズの区域の選択に即した）の判断を行うことができる。更にそうであるように、一部の例では、複数のテンプレート（例えば、ウェーハ内の異なる繰返しパターンに対応する）を実行することができ、段階 5 4 0 で、複数のテンプレートとの検査画像の様々な区域の照合に基づいて複数のアンカー位置を判断することができる。このような場合に、異なるサイズのマスクをこのような区域に使用することができる。段階 5 4 0 で複数のアンカー位置区域を判断する場合に、方法 5 0 0 の以下の段階の一部又は全てをそれらの複数のアンカー位置の一部又は全てに繰返すことができる。

30

【 0 0 9 3 】

上述のように、マスクの解像度は異なる場合があり、かつ特に検査画像よりも高くなる場合がある。すなわち、マスクの区域内で定められるセグメントは、任意的な段階 5 4 2 で選択した場合に、検査画像より高い解像度、特に、1 つ又はそれよりも多くの選択されたセル区域よりも高い解像度で定められる場合がある。

【 0 0 9 4 】

このような場合に、方法 5 0 0 は、検査画像の解像度よりも高い解像度に段階 5 4 2 のセル区域をアップサンプリングする段階 5 5 0 を任意的に含むことができる。特に、段階 5 5 0 は、マスクの解像度にセル区域をアップサンプリングすることを含むことができる。前の図面に示す例を参照すると、段階 5 5 0 は、システム 2 0 0 の画像処理モジュール 2 3 0 のような画像処理モジュールによって実行することができる。

40

【 0 0 9 5 】

図 5 の例を参照すると、区域 1 1 0（以下単に「セル」又は「区域 1 1 0」とも呼ばれる）は、 $Y_{\text{セル}} \times X_{\text{セル}}$ ピクセルサイズ区域である。 $X_{\text{セル}}$ 及び $Y_{\text{セル}}$ は整数とすることができるが、区域 1 1 0 の位置は、検査画像 1 0 0 のピクセル（1 0 2 と図示）のグリッド上で正確に画像 1 0 0 を読み取る必要はないことが見出される。例えば、テンプレートと検査画像の間の最良の照合を非整数ピクセル座標で定義される区域に対して達成するこ

50

とができる。更に別の例では、アンカー 1 2 0 の位置と対応する区域 1 1 0 の間の距離を非整数ピクセル座標で定義することができる。

【 0 0 9 6 】

図 5 の右側に、区域 1 1 0 のアップサンプリングされたバージョンが、マスク 4 0 0 の図と重なり合っ

て示されている (1 1 0 ' と図示) 。図示のように、検査画像の解像度で、区域 1 1 0 (「セル」とも呼ばれる) のサイズは、6 × 6 のピクセルである。アップサンプリングされたバージョンのサイズは、1 5 × 1 5 のピクセルである。図示の例では、区域 1 1 0 ' への区域 1 1 1 0 のアップサンプリングは、N = 2 . 5 倍に解像度を増大させることを含む。ここでもまた、本発明の一部の例では、選択されたセルの区域のアップサンプリングを実行することができるが、必ずしもそうであるというわけではないことに注意すべきである。上述のように、一部の例では、選択又は定義されるこのようなセル区域はない。

10

【 0 0 9 7 】

実施された場合に、アップサンプリングは、単一の線形補間を含むことができる。他の例では、他のタイプの補間技術、すなわち、バイキュービック補間、双直線補間、最近接補間などを実行することができる。

【 0 0 9 8 】

例示として、検査画像の強調表示されたピクセル 1 4 0 は、線形補間が実行される例では、マスク解像度 (実際にはラスト画像として実施される場合) で 1 4 0 ' ように示す N 個 × N 個のピクセルの区域に対応する。

20

【 0 0 9 9 】

強調表示されたピクセル 1 4 0 は、例えば、検査画像の解析中に検出された潜在的欠陥の位置を表す場合がある。しかし、潜在的欠陥は、一部の場合には、単一のピクセルより大きい又は小さいと定義される場合があることに注意すべきである。

【 0 1 0 0 】

マスクの異なるセグメント 4 1 0 は、サブピクセル解像度で定められるように示されている。これは、例えば、マスクのベクトル図で実行することができる。一部の例では、マスクのマスクセグメント 4 1 0 は、例えば、マスクがラスト画像と定義される場合は全体のピクセルの解像度でのみ定められる場合があることに注意すべきである。マスクの異なるセグメントが、4 1 0 (3)、4 1 0 (4)、4 1 0 (5)、及び 4 1 0 (6) として図 5 に列挙される。4 1 0 (1 0) ように示す区域は、マスクにおいてセグメントとして定められる (従って、区域全体を覆うセグメントを有する) 場合もあれば、又は全く定義されない場合もある (従って、部分的にのみ区域を覆うセグメントを有する) 。

30

【 0 1 0 1 】

図 3 を参照すると、方法 5 0 0 は、マスク (上述のように、区域内の異なるセグメントを定める) 及びアンカー位置、並びにセグメントの 1 つ又はそれよりも多くに関して識別された項目 (例えば、潜在的欠陥) の分布に基づいて、判断する段階 5 6 0 で続行される。前の図面に関して示した例を参照すると、段階 5 6 0 は、分布解析モジュール 1 2 4 0 のような分布解析モジュールによって実行することができる。

【 0 1 0 2 】

40

図 5 の例を参照すると、マスク及び識別された項目のセグメントの関係は、アンカー 1 2 0 の位置とマスクの少なくとも 1 つの基準点の関係に関する知識 (これは、矢印 1 2 2 によって示されており、かつ基準データの一部とすることができる)、及びアンカー 1 2 0 の位置と識別された項目上の少なくとも 1 つの基準点の関係に関する知識 (これは、矢印 1 2 4 によって示されており、かつアンカー位置も識別された項目の位置も検査画像 1 0 0 の座標で定義することができるので判断することができる) により補助することができることに注意すべきである。

【 0 1 0 3 】

区域 1 4 0 ' (検査画像のピクセル 1 4 0 の拡大類似物である) は、マスクのセグメント 4 1 0 (0)、4 1 0 (3)、及び 4 1 0 (6) の間に分配されることを見ることがで

50

きる。上述のように、潜在的欠陥（又は他の項目）のサイズは、１つのピクセルよりも多いか少ない場合がある。上述のように、識別された項目（例えば、ウェーハ内の潜在的欠陥）は、項目識別情報と共に得られるように、位置情報及び一部の場合にサイズ情報及び／又は等級に関連付けることができる。

【 0 1 0 4 】

分布の判断は、検査画像のテンプレートの解像度を超える精度及び／又はマスクが定義される精度で分布を判断することを含むことができることに注意すべきである。それによって取りわけ走査の解像度の増加を必要とせずに、高解像度規則に基づいて分類を提供することができる。

【 0 1 0 5 】

図 7 の例において、検査画像内で識別される項目（例えば、潜在的欠陥）のサイズは、単一のピクセル（図 5 の例のような）ではなく、むしろ図 7 の区域 1 5 0 によって示される 4 つのピクセルである。区域 1 5 0 のアップサンプリングされた類似物は、区域 1 5 2 である。区域 1 5 2 は、4 つの区域に分割されるように示されたが、これは、例示上の理由からのみ行われており、上述のように、分布の判断は、より高い解像度で行われる。

【 0 1 0 6 】

見ることができるように、マスクセグメント 4 1 0 (7) と重なり合う区域 1 5 2 は、半分を僅かによりも大きく、マスクセグメント 4 1 0 (8) と重なり合うのは、半分を僅かに下回る。これは、セグメントタイプ 1（マスクセグメント 4 1 0 (8) に対応）が 2 のすぐ下の得点を受け取り、セグメントタイプ 2（マスクセグメント 4 1 0 (7) に対応）が 2 のすぐ上の得点を受け取る分布（ 9 0 0 と図示）の判断により反映される。特定の例では、分布内の得点は、検査画像の初期のピクセルに等しい単位で与えられるが、当業者は、分布を判断するあらゆる他の方法を実行することができることを理解するであろう。例えば、分布は、パーセント、ピクセル数（通常は分数の数量）、ナノメートルなどで判断することができ、このような定義は、通常は、分類論理は、定義されたものと類似のものになるであろう。

【 0 1 0 7 】

識別された項目に対応する区域は、マスクの複数のセグメント間に分散させる場合があるが、これが、必ずしも当て嵌まるわけではなく、区域全体は、マスクの単一のセグメントに対応する場合があることに注意すべきである。

【 0 1 0 8 】

上述のように、マスクは、複数のタイプ（例えば、セグメント 4 1 0 (7) 及びセグメント 4 1 0 (8) ）のセグメントを定める場合があり、タイプ数は、マスクセグメントの数より少ない。このような場合に、分布の判断は、タイプの 1 つ又はそれよりも多く間の潜在的欠陥のタイプベースの分布を判断することを含むことができ、例えば、図 7 で例証するようなものである。このような場合の段階 5 7 0 の分類は、タイプベースの分布に基づくものになる。

【 0 1 0 9 】

図 3 に戻ると、方法 5 0 0 は、更に、潜在的欠陥に対して判断された分布に基づいて識別された項目（例えば、潜在的欠陥）を分類する段階 5 7 0 を含む。段階 5 7 0 の分類は、更に、分類規則（「ピン割当て規則」、「ピン割当て論理」、及び「分類論理」と呼ぶことができる）に基づくことができる。前の図面に示す例を参照すると、段階 5 7 0 は、システム 2 0 0 の分類器 2 5 0 のような分類器によって実行することができる。

【 0 1 1 0 】

分類規則では、識別された項目の分布に基づいて、識別された項目（例えば、潜在的欠陥）がどの部類に分類すべきかを示すことができる。一例として、図 7 の図を参照すると、分類規則では、ウェーハの検査画像内で識別された潜在的欠陥は、セグメント 4 1 0 (7) に対応することがその 5 0 % 未満である場合は重大ではないと分類すべきであるが、このセグメントに対応することがその 5 0 % よりも大きい場合は重大と分類すべきであることを示すことができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 1 】

表 1 は、本発明の実施形態によるピン割り当て論理の例である。最終分類が部類名の欄に示されており、この分類が選択される規則は、中心の 5 つの欄に記号 (1、0、X) により表される。「 1 」は、セグメントを見つけるべきであることを表し、「 X 」は、セグメントが見出される場合もあれば、見つからない場合もあることを表し、「 0 」は、マスクセグメントを見つけられてはならないことを表している。優先度は、実施において、2 つ又はそれよりも多くの規則の条件が満たされた場合に、下位優先度指標を有する規則が選択されることを示している。例えば、規則 2 の選択条件を満たせば、規則 3 の資格も得られる。しかし、規則 2 の方が優先度指標が小さいので、規則 3 より先に選択される。

【 0 1 1 2 】

10

(表 1)

優先度	セグメント 1	セグメント 2	セグメント 3	セグメント 4	その他	部類名
1	0	0	0	1	0	4 のみ
2	0	0	0	1	1	4 及びそ の他
3	1	1	0	X	X	DOI 1
4	1	1	1	X	X	DOI 2

【 0 1 1 3 】

20

段階 5 7 0 の分類は、他のパラメータにも依存する場合があるより大きい分類処理の一部と考えられる。例えば、識別された項目 (例えば、ウェーハの潜在的欠陥) の分類は、サイズ、色、明視野 / 暗視野などに依存する場合がある。この分類は、従来技術の機械でのウェーハ検査における潜在的欠陥のピン割り当てに使用されたようなより一般的なピン割り当て用途における分類の方法 5 0 0 を組み合わせることによって実行することができる。

【 0 1 1 4 】

上述のように、セグメントの異なるタイプは、異なる物理特性 (例えば、電気的特性、異なる内部構造、異なる材料製造のような) を有する検査される物体の各部分に対応する場合がある。このような場合に、分類することは、検査される物体の電気的作動性に関する電気的に異なる含意を有する欠陥タイプに対応する部類に潜在的欠陥を分類する段階を含むことができる。これは、例えば、ウェーハ又はフォトマスクの潜在的欠陥を「エッジ粗度」欠陥対「短絡ゲート」欠陥に分類することを含むことができる。

30

【 0 1 1 5 】

上述のように、方法 5 0 0 は、検査画像の複数の異なる部分とのテンプレートの照合に基づいて、検査画像内の複数のアンカー位置 (及び一部の場合に所定のセルサイズの複数のセル区域) を判断することを含むことができる (恐らく欠陥が検出された検査画像の区域においてのみ、ただし、そうとは限らない)。このような場合に、分布の判断及び分類の段階 (並びに潜在的に方法 5 0 0 の他の段階) は、複数のセル区域に対して繰り返すことができる。

【 0 1 1 6 】

40

判断された分布に戻ると、セル区域が部分的に重なり合う場合があるので (例えば、図 6 で例証するようのような繰返しパターンで)、単一の項目 (例えば、潜在的欠陥) は、マスクの 2 つの例に向けて処理することができ (段階 5 6 0 において)、その欠陥分布は、各例において異なるものになることに注意すべきである。このような場合の分類規則は、このような状況においてどのように先に進んだらよいかに関する命令を含むことができる (例えば、最悪のシナリオを優先し、結果を平均化し、潜在的欠陥を結果において 2 回出現させるなど)。

【 0 1 1 7 】

通常、本発明の実施形態により、分類する段階は、2 つ又はそれよりも多くのアンカー位置に基づいて判断された 2 つ又はそれよりも多くの分布に基づいて潜在的欠陥を分類す

50

る段階を含むことができる。

【0118】

項目（又は複数の項目）が分類された状態で、分類に基づいてアクションを続行することができる。方法500は、分類（又はその一部、例えば、注目に値すると分類された欠陥のみ）を有形のストレージデバイスに格納し、及び／又は外部システムに分類（又はその一部）を伝送することで終了することができ、その外部システムは、分類に基づいて機能することができる。

【0119】

しかし、方法500は、分類に基づく他のアクションで実行することができる。例えば、方法500では、検査画像の解像度よりも高い解像度で検査される物体の区域を選択的に走査する段階580で続行することができる。このような場合に、更に別の走査に向けて選択される区域は、他の部類によってではなくある一定の部類に分類された潜在的欠陥の位置に基づいて選択することができる。例えば、より高い解像度での走査は、「エッジ粗度」と分類される可能性がある欠陥の位置の周りではなく、「短絡ゲート」と分類される可能性がある欠陥の位置の周りで実行することができる。

【0120】

前の図面に示す例を参照すると、段階580は、検査機械210のような検査機械により、又は後方の検査モジュール280のような後方の検査モジュール（別の検査機械とすることができる）によって実行することができる。例えば、検査される物体が実際にウェーハである場合に、検査画像は、第1の解像度で電子ビーム検査（EBI）用いて取得することができ、一方、分類された方法に基づいて選択された潜在的欠陥は、欠陥精査走査電子顕微鏡（DRSEM）により、遥かに高い解像度で更に検査することができる。

【0121】

ウェーハ（又はその特定のダイ）は、選択された潜在的欠陥の高解像度検査に基づいて作動的又は非作動的と宣言することができる。他の潜在的欠陥（ウェーハの「対象外の」区域に位置すると考えられる）を検査せずマスクに基づいて分類された潜在的欠陥だけを検査すると、時間及びリソースが節約され、検査の結果を改善することができる。例えば、走査するウェーハの区域を低減すれば、電子ビーム走査デバイスにより出射された電子から生じる電荷蓄積が少なくなる。

【0122】

全体として方法500を参照すると、テンプレートにウェーハの実行時間検査画像の区域を相関させる段階を含むことができる（この段階は、「テンプレート固定」とも呼ばれる）。この相関に基づいて、検査画像の区域が選択され、かつ後でマスクに対応する区域をもたらすように更にアップサンプリングすることができる。マスクの判断は、比較的より長い処理である場合があるが、多くの検査されたウェーハ（又はあらゆる他の検査される物体）の実行時間検査に使用することができるので、このようなシナリオにおける実行時間検査は、比較的迅速であるはずである（何回も繰り返されるため）。これは、迅速性をもたらすために検査を比較的低い解像度で実行することができる。

【0123】

分類処理に有用な追加情報を提供するが、方法500は、実行時間検査時間の増加は必要ないこと、及びそれはサブピクセル精度で情報を提供することができるが、実行時間検査ピクセルサイズの低減は必要ではないことに注意すべきである。

【0124】

以前の例は、電子ビーム走査に関連するものであるが、開示する技術は、他のタイプの検査又は画像化（例えば、オプティカル、レーダー、ソナーのような）に実行することができることに注意すべきである。同様に、以前の例の一部は、ウェーハのような電子回路の検査に関連するものであるが、開示する技術は、ナノメートルスケール、他のスケールに関わらず、他のタイプの検査物体に実行することができる。

【0125】

上述のように、方法500に利用されるテンプレート及びマスクは、異なる方法で作成

10

20

30

40

50

することができる。例えば、マスクは、検査物体基準区域の基準画像に基づいて判断され、このような場合の方法は、以下に説明するように、より低い解像度を有するテンプレートをもたらすために基準画像の少なくとも一部をダウンサンプリングする段階含むことができる。ダウンサンプリングは別として、テンプレートの生成は、更に別のタイプの画像処理を含むことができることに注意すべきである。

【0126】

検査物体基準区域は、同じ検査される物体（例えば、同じウェーハ内の別のダイ）の一部とすることができ、又は別の検査される物体（例えば、同じバッチ又は別のバッチの別のウェーハ）に属することができる。このような場合の基準画像は、方法500の検査画像を取得するのに使用した同じ検査機械によって生成することができる。別の例では、基準 - 画像は、コンピュータ支援設計（CAD）データから生成することができる。

10

【0127】

方法600に使用されるマスク及び/又はテンプレートの作成は、方法600の処理に従って実行することができる。

【0128】

図8は、本発明の実施形態による分類（例えば、方法500のように）に使用することができる基準データを生成する方法600を示している。

【0129】

方法600は、検査物体基準区域の基準画像を取得する段階1610から始まる。基準画像が実際の物体の画像である（かつ例えばCADデータに基づくものではない）場合に、基準物体（電子回路、ウェーハ、及びフォトマスクから構成された群から選択することができるが、必ずしもそうであるわけではない）の高解像度画像は、直接の走査、検査などにより、又は別のシステムから基準物体を受け取ることによって取得することができる。高解像度画像は、基準物体全体又は基準区域のみの撮像データを含むことができる。前の図面に示す例を参照すると、段階610は、検査結果インタフェース204のような検査結果インタフェースにより又は検査機械210のような検査機械によって実行することができる。

20

【0130】

例えば、高解像度基準画像は、ダイ又はダイの一部の画像とすることができる。高解像度基準画像は、高解像度検査処理から及び/又はコンピュータ支援設計（CAD）ファイルから収集することができる。一例として、高解像度画像は、電子ビーム検査工具で解像度を上げることによって又はSEM撮像システムを使用することによって収集される。

30

【0131】

高解像度画像が得られた状態で、それは、検出された可能性がある欠陥の実際の分類において後で使用することができる情報の定義に使用することができる。方法600では、基準画像において関連のパターンを識別する段階620を続けることができる。関連のパターンは、「金色のセル」とも呼ばれる。関連のパターンは、人が識別することができ、又は自動的に生成することができる。関連のパターン又は「金色のセル」は検査画像において複数回繰り返すことができるが（一部の場合に周期的な繰返しパターンで）、必ずしもそうであるというわけではないことに注意すべきである。前の図面に示す例を参照すると、段階620は、画像処理モジュール230のような画像処理モジュールによって実行することができる。

40

【0132】

方法600の段階630は、セルサイズの区域において異なるマスクセグメントを定めるマスクを生成する段階を含む。繰返しパターンを含む基準画像の場合に、セルのサイズは、繰返しパターンと実質的に類似のものとすることができる（代替的に、その副区域、例えば、段階620で関連のパターンと定義される副区域）。一部の例では、マスクのサイズは、繰返しパターンより小さくなる場合もあれば（一部の場合に実質的にそうである）、繰返しパターンのサイズより増大する場合もあることに注意すべきである。前の図面に示す例を参照すると、段階630は、システム200のマスク生成モジュール290の

50

ようなマスク生成モジュールによって実行することができる。

【0133】

マスク内では、異なるマスクセグメントが定められる。このような異なるマスクセグメントは、異なる理由で定められる場合がある。例えば、マスクセグメントは、金色のセルパターン内で対応する区域又は他のこのような区域で電子回路（代替的に、他の品目）の異なる機能性に対応するように定められる場合がある。別の例では、マスクセグメントは、欠陥に対する異なる脆弱性に対応するように定められる場合がある。マスク内で定められるマスクセグメントの数は、検査される物体が異なれば（例えば、電子回路が異なれば）異なる場合があり、かつ後の時点での欠陥の検出及び／又は解析に即してこのようなマスクセグメントに基づいて検査画像の分類の有用性に基づいて異なる場合がある。

10

【0134】

例えば、一部の例ではマスク内の異なるマスクセグメントの数は3、5、又は8であるが、他の例では、数十及び何百ものマスクセグメントさえも定められる場合がある。マスクセグメントの画定は、人により又はコンピュータにより（例えば、CADデータに基づいて）実施される場合がある。

【0135】

実際に、マスクが、方法500の実施時間検査に対して後で使用される解像度よりも高い解像度で生成された場合に、マスクのマスクセグメントは、比較的高い解像度で（例えば、高解像度基準画像の解像度で）段階630で定められることに注意すべきである。一部の例では、マスク内で定められたマスクセグメントが重ならず、かつその間にマスクの区域全体を包含するが、これは、必ずしもそうであるというわけではなく、マスクの一部の区域は、いずれのセグメントにも属さない場合がある。

20

【0136】

識別された項目（例えば、潜在的欠陥）が分類されることになる方法500内の実行時間検査は、比較的低い解像度で実行することができるが（例えば、ピクセルサイズは、 $\times 2$ 、 $\times 3$ 、又はより高い解像度ピクセルサイズに対応する）、高解像度マスクの利用により（検査画像の一部をアップサンプリングすることと共に）、遥かに正確である高解像度マスクに関連した位置に基づいてこのような識別された項目の分類が可能であることに注意すべきである。

【0137】

実際に、基準画像の解像度が、方法500に使用された検査画像よりも高い場合に、方法600は、少なくとも高解像度画像の一区域に対応する解像度が低い方のテンプレートを供給するように高解像度基準画像を処理する段階640を更に含むことができる。基準画像の少なくとも一部をダウンサンプリングする段階は別として、テンプレートの生成は、柔軟加工、スムージング、エッジ強調のような更に別の画像加工技術の例を含むことができる。本発明の実施形態により、この段階は、マスクが方法500の検査画像の生成に使用される検査解像度と異なる解像度で定義された場合は必須のものである。前の図面に示す例を参照すると、段階640は、システム200の画像処理モジュール230のような画像処理モジュールによって実行することができる。

30

【0138】

段階640の処理は、デシメーション画像処理アルゴリズム又は他のダウンサンプリングアルゴリズムによって実施することができるが、必ずしもそうとは限らない。テンプレート（「低解像度化基準画像」とも呼ばれる）は、実行時検査画像内の繰返しパターンの検出（例えば、その一部、アンカーを識別することによる）、従って、マスクと実行時検査画像間の空間的相関を判断するのに使用することができる。

40

【0139】

任意的に、テンプレートの解像度は、マスク（及び高解像度画像）よりも低いとすることができ、意図する実行時検査解像度に対応する。1つよりも多いテンプレートは、異なる実行時間検査解像度を使用されるように、例えば、異なるより低い解像度で生成することができる。一例として、テンプレートの解像度は、100nmに対応するピクセルサイ

50

ズ（高さ又は幅）を有することができ、一方、マスク解像度は、70 nmに対応するピクセルサイズを有することができる。より低い解像度のテンプレートをもたらし高解像度基準画像の一部の処理の例は、図9で例証されている。

【0140】

テンプレートとマスクの間の1-Dピクセル寸法の間比は、本発明の様々な例では異なる場合がある（例えば、1:2、1:4、1:7、1:15のような）。対応するピクセル区域間の比は、その比の2/1である（例えば、1:4、1:16、1:49のような）ことに注意すべきである。

【0141】

方法600は、異なる分類規則がマスクのマスクセグメントの間に異なる分布に適用される分類論理を定義する段階650を更に含むことができる。分類規則の定義は、定義される特定のマスクに依存する場合があるが、例えば、分類規則は、マスクに内のマスクセグメントの各々により包含される相対的な部分に基づいて定義することができる。代替的に、分類規則は、特定のマスクに関係ないものであり、かつセグメントのタイプの各々により表される物理特性のような他の精査事項に基づいて定義することができる（方法600の一部として又はその他）。

【0142】

方法600のあらゆる段階は、人により（特にコンピュータを使用して）、コンピュータ又は他の機械により、及び/又はその組合せによって実行することができる。

【0143】

図9は、本発明の実施形態による分類（例えば、方法500のように）に使用することができる基準データを生成する方法600'を示している。特に、処理600'は、マスク400及びテンプレート300の生成に使用することができる。

【0144】

アポストロフィ（例えば、610'、620'のような）に示す段階は、方法600の対応する段階（例えば、それぞれ段階610及び620）の可能性のある例である。

【0145】

基準画像の少なくとも一区域に対応する低分解能テンプレートを供給するように基準画像を処理する段階640'を参照すると、この段階は、一部が示されたいくつかの方法で実行することができることに注意すべきである。

【0146】

最初に、高解像度テンプレート-親300'を基準画像800から選択する。選択は、641'で示されている。高解像度テンプレート-親300'は、このような区域810の選択されたセルでサイズ設定したパターンと同一か又は異なる場合がある。次に、例えば、低解像度化テンプレート300''（「ダウンサンプリングされたテンプレート」及び「間引かれたテンプレート」としても図示）をもたらしするためにスムージング又はエッジ強調（642'と図示）のような形態学的画像加工技術を適用することにより、高解像度テンプレート-親300'を間引くか、又はダウンサンプリングするか、又は操作する。このテンプレート300''は、テンプレートが供給される時に「現状のまま」で任意的に使用することができる（この選択肢は、643'と図示）。

【0147】

別の例（644'と図示）において、ダウンサンプリングされたテンプレート300'は、解像度が低い方の画像100'（例えば、方法500の検査画像が得られる解像度で）からダウンサンプリングされたテンプレート300'と照合する区域190'を選択してテンプレート300としてその区域190'を使用するのに使用される。

【0148】

全体としてシステム200及び方法500に戻って、システム200及び/又は方法500の利用は、超微細のパターンベースの分類を可能にするため実行することができ、それによって欠陥検出処理及びその解析のより良好な制御が容易にされることに注意すべきである。

10

20

30

40

50

【 0 1 4 9 】

本発明で開示する主題の態様により、機械により可読であり、検査された物体の検査画像内に識別された潜在的欠陥を分類する方法を実行するように機械によって実行可能な命令のプログラムを有形に具現化するプログラムストレージデバイスを更に提供し、本方法は、テンプレート及び検査画像の一部分の照合に基づいて検査画像に対するアンカー位置を判断し、アンカー位置を判断する精度が検査画像の解像度よりも大きい段階と、区域内の異なるセグメントを定めるマスク及びアンカー位置に基づいて、セグメントの1つ又はそれよりも多くに対する潜在的欠陥の分布を判断する段階と、分布に基づいて潜在的欠陥を分類する段階とを含む。

【 0 1 5 0 】

10

本発明で開示する主題の実施形態により、検査される物体が電子回路、ウェーハ、及びフォトマスクから構成された群から選択されるプログラムストレージデバイスを更に提供する。

【 0 1 5 1 】

本発明で開示する主題の実施形態により、分布を判断する段階が検査画像の解像度を越える精度で分布を判断する段階を含む方法を更に提供する。

【 0 1 5 2 】

本発明で開示する主題の実施形態により、異なるセグメントが、異なる物理特性を有する検査される物体の各部分に対応するプログラムストレージデバイスを更に提供する。

【 0 1 5 3 】

20

本発明で開示する主題の実施形態により、分類する段階が、検査される物体の作動性に関するその含意が異なる欠陥タイプに部類に対応する分類に従って潜在的欠陥を分類する段階を含むプログラムストレージデバイスを更に提供する。

【 0 1 5 4 】

本発明で開示する主題の実施形態により、テンプレート及び検査画像の複数の部分の照合に基づいて検査画像に対する複数のアンカー位置を判断し、複数のアンカー位置を判断する精度が検査画像の解像度よりも大きいこと、マスク及び複数のアンカー位置に基づいて、セグメントの1つ又はそれよりも多くに対する潜在的欠陥の分布を判断すること、及び潜在的欠陥に対して判断された複数の分布に基づいて潜在的欠陥を分類することを含むプログラムストレージデバイスを更に提供する。

30

【 0 1 5 5 】

本発明で開示する主題の実施形態により、更に別の走査に向けてある一定の部類に分類される潜在的欠陥を選択し、選択が、ある一定の部類以外の少なくとも1つの部類に分類された潜在的欠陥を選択することを控えることを含む段階と、検査画像の解像度よりも高い解像度で、選択される潜在的欠陥の位置に基づいて選択される検査される物体の少なくとも1つの区域を選択的に走査する段階とを更に含むプログラムストレージデバイスを更に提供する。

【 0 1 5 6 】

本発明で開示する主題の実施形態により、マスクが、検査物体基準区域の基準画像に基づいて判断され、方法が、テンプレートを生成する段階を更に含み、生成する段階が、基準画像の一部をダウンサンプリングする段階を含むプログラムストレージデバイスを更に提供する。

40

【 0 1 5 7 】

本発明で開示する主題の実施形態により、基準画像がコンピュータ支援設計 (C A D) データから生成されるプログラムストレージデバイスを更に提供する。

【 0 1 5 8 】

本発明の特定の特徴を本明細書で例示及び説明したが、多くの修正、置換、変更、及び均等物は、ここで当業者に想起されると考えられる。従って、添付する特許請求の範囲は、本発明の真の精神に該当する全てのこのような修正及び変形を包含するように意図していることを理解すべきである。

50

【 0 1 5 9 】

上述の実施形態は、一例として引用され、その様々な特徴及びこれらの特徴の組合せを変形及び修正することができることは認められるであろう。

【 0 1 6 0 】

様々な実施形態を図示及び説明したが、このような本発明の開示により本発明を制限する意図はなく、むしろ、特許請求の範囲に示すように、本発明の範囲に該当する全ての修正及び代替構造を包含することが意図されることは理解されるであろう。

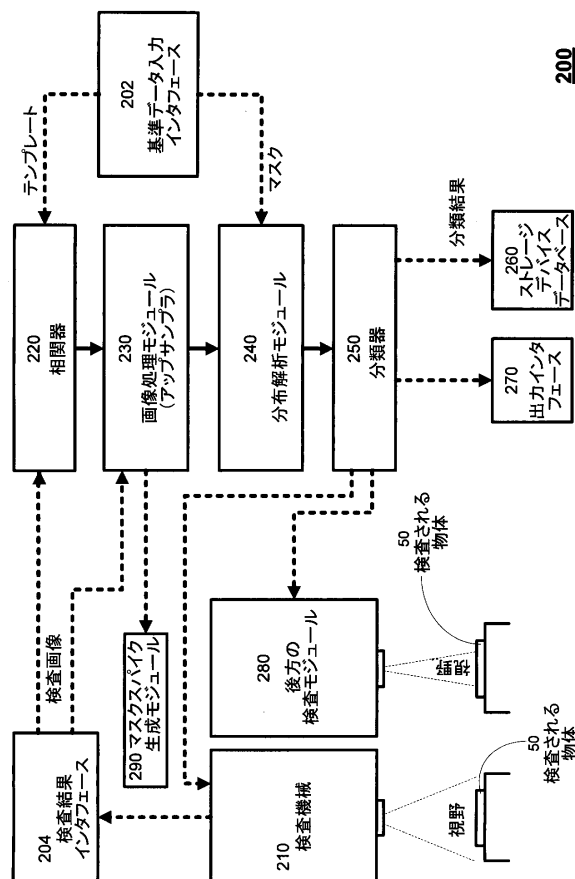
【 符号の説明 】

【 0 1 6 1 】

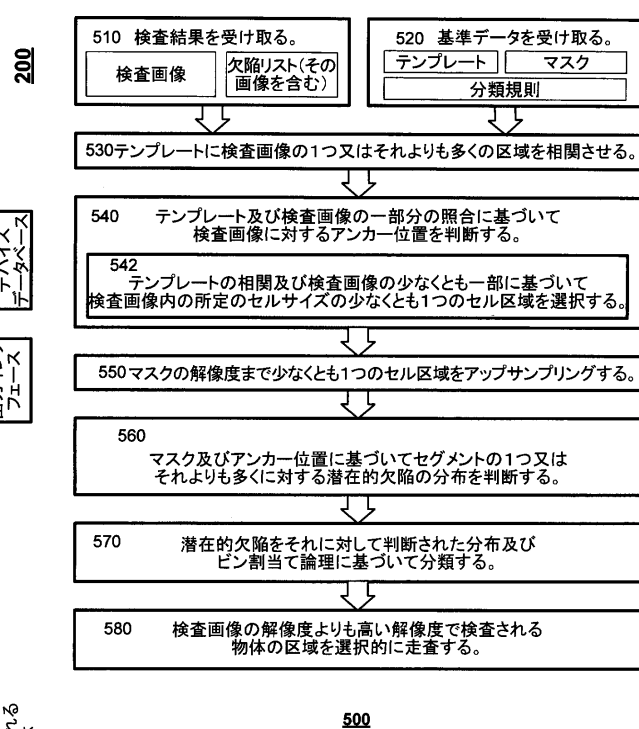
- 5 0 検査される物体
- 2 0 0 解析システム
- 2 4 0 分布解析モジュール
- 2 5 0 分類器

10

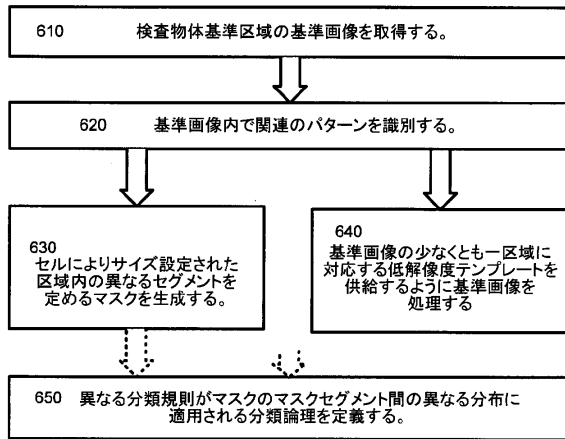
【 図 2 】



【 図 3 】

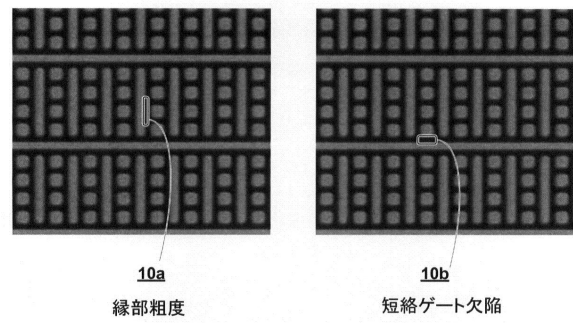


【図 8】

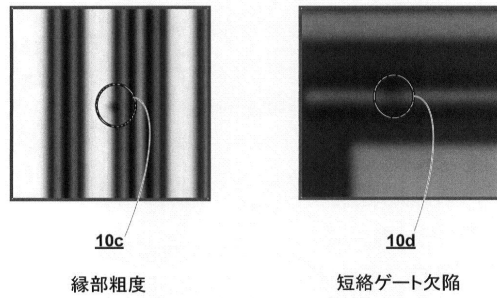


300

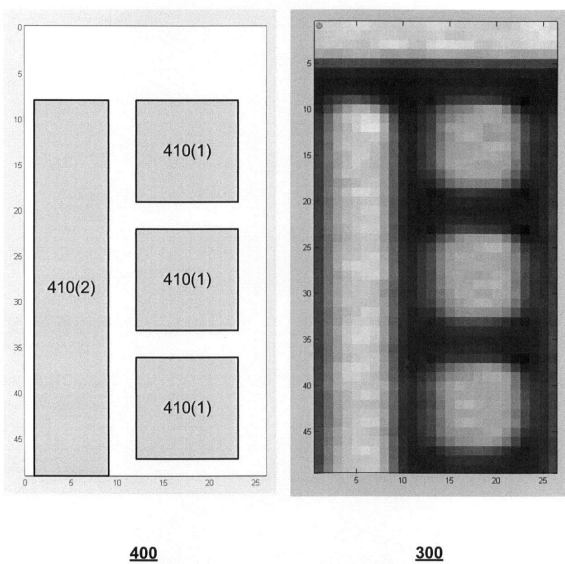
【図 1 A】



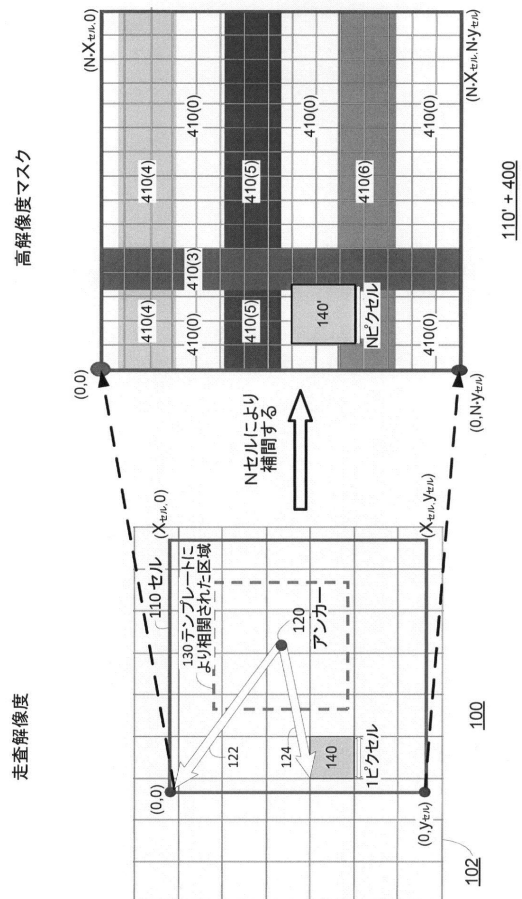
【図 1 B】



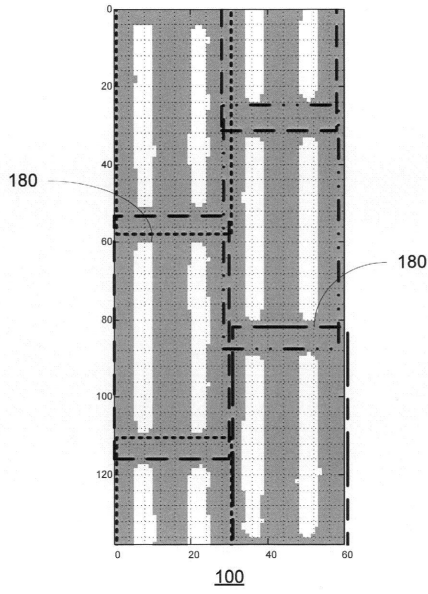
【図 4】



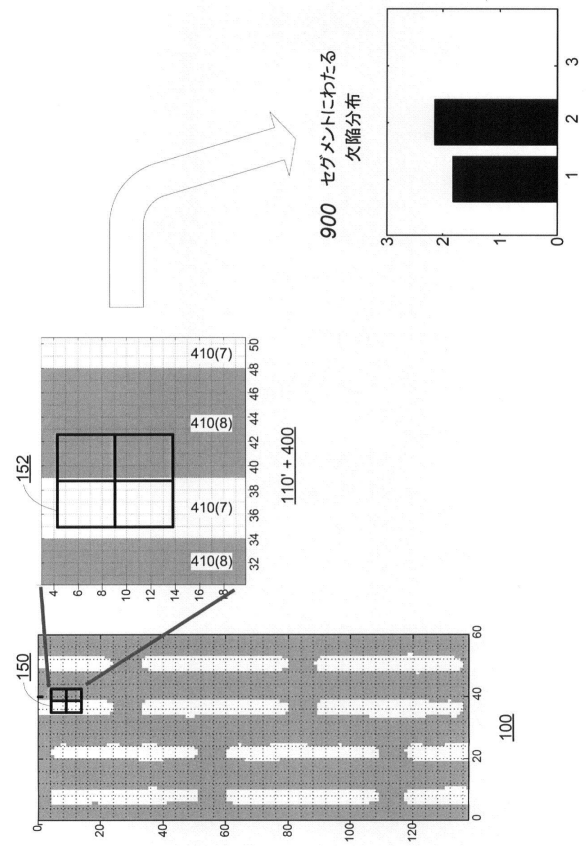
【図 5】



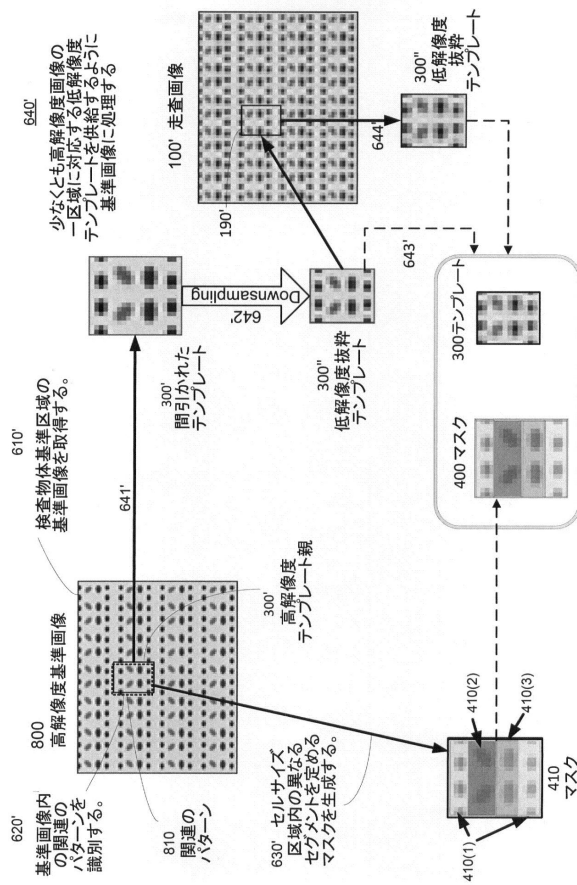
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 9 】



フロントページの続き

- (74)代理人 100109070
弁理士 須田 洋之
- (74)代理人 100109335
弁理士 上杉 浩
- (74)代理人 100141553
弁理士 鈴木 信彦
- (72)発明者 ミシェル ダゥラートツレ
イスラエル 5 3 3 2 1 ギヴァタイム ハマーロット ストリート 2 9
- (72)発明者 ギル シャバット
イスラエル 4 3 6 0 9 ラーナナ ピアリク ストリート 5 7
- (72)発明者 アディ ダフニ
イスラエル 6 0 9 4 8 ギヴァ プレナー
- (72)発明者 アミット バティコフ
イスラエル 4 9 5 1 9 ペタ テイクヴァ ネス シオナ ストリート 1 2

審査官 佐々木 龍

- (56)参考文献 特表2009-520952(JP,A)
特表2009-519437(JP,A)
特開2009-222626(JP,A)
特開2011-192496(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 1 N 2 1 / 8 4 - 2 1 / 9 5 8
A 6 1 B 5 / 0 0 - 5 / 0 1
A 6 1 B 6 / 0 0 - 6 / 1 4
G 0 1 N 2 3 / 0 0 - 2 3 / 2 2 7
G 0 6 T 7 / 0 0 - 7 / 6 0
J S T P l u s / J M E D P l u s / J S T 7 5 8 0 (J D r e a m I I I)