

(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2010-34524

(P2010-34524A)

(43) 公開日 平成22年2月12日(2010.2.12)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)  
H O 1 L 21/66 (2006.01) H O 1 L 21/66 J 4 M 1 O 6

審査請求 未請求 請求項の数 24 O L (全 13 頁)

|              |                              |            |                                                       |
|--------------|------------------------------|------------|-------------------------------------------------------|
| (21) 出願番号    | 特願2009-139963 (P2009-139963) | (71) 出願人   | 509165301                                             |
| (22) 出願日     | 平成21年6月11日 (2009.6.11)       |            | チャン ソク レン                                             |
| (31) 優先権主張番号 | 2008 05811-7                 |            | シンガポール国 5 4 0 2 3 1 # 1 5 -                           |
| (32) 優先日     | 平成20年7月28日 (2008.7.28)       |            | 4 5 0 ビーエルケー 2 3 1 コンパス                               |
| (33) 優先権主張国  | シンガポール (SG)                  |            | ヴァレ ウォーク                                              |
|              |                              | (74) 代理人   | 100091683                                             |
|              |                              |            | 弁理士 ▲吉▼川 俊雄                                           |
|              |                              | (72) 発明者   | チャン ソク レン                                             |
|              |                              |            | シンガポール国 5 4 0 2 3 1 # 1 5 -                           |
|              |                              |            | 4 5 0 ビーエルケー 2 3 1 コンパス                               |
|              |                              |            | ヴァレ ウォーク                                              |
|              |                              | F ターム (参考) | 4M106 AA01 BA08 CA46 DB02 DB07<br>DB08 DJ15 DJ17 DJ20 |

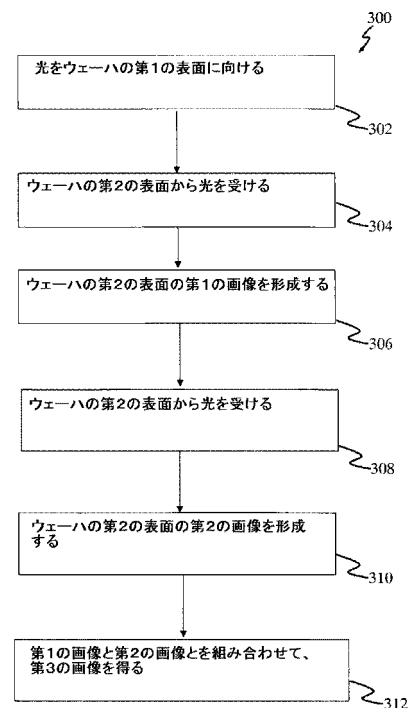
(54) 【発明の名称】 ウェーハの微小割れを検出する方法およびシステム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】ウェーハの微小割れを検出するシステム及び方法の提供。

【解決手段】検査方法は、第1の軸に略沿ってウェーハの第1の表面から出る光を受けて、そこから第1の表面の第1の画像を得ることを含み、ウェーハは内部に形成された割れを有し、第1の画像は割れの少なくとも1つの部分を含む。検査方法は、第2の軸に略沿ってウェーハの第1の表面から出る光を受け、そこから第1の表面の第2の画像を得ることも含み、第2の画像は、割れの少なくとも1つの第2の部分を含み、第1の表面は平面に対して略平行に延び、平面上の第1の軸の正投影は、平面上の第2の軸の正投影に略直交する。検査方法は、第1および第2の画像の割れの少なくとも1つの第1の部分および割れの少なくとも1つの第2の部分のそれぞれから、第3の画像を構築することをさらに含む。より具体的には、第3の画像は、ウェーハ内の割れを検査するために略処理可能である。

【選択図】図3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ウェーハは内部に形成された割れを有し、第 1 の画像は前記割れの少なくとも 1 つの部分を含み、そこから第 1 の表面の前記第 1 の画像を得るため、第 1 の軸に略沿って前記ウェーハの前記第 1 の表面から出る光を受けることと、  
第 2 の画像は前記割れの少なくとも 1 つの第 2 の部分を含み、前記第 1 の表面は平面に対して略平行に延び、前記平面上の前記第 1 の軸の正投影は、前記平面上の第 2 の軸の正投影に略直交し、そこから前記第 1 の表面の前記第 2 の画像を得るため、前記第 2 の軸に略沿って前記ウェーハの前記第 1 の表面から出る光を受けることと、  
前記第 1 および第 2 の画像のそれぞれの前記割れの前記少なくとも 1 つの第 1 の部分および前記割れの前記少なくとも 1 つの第 2 の部分から、第 3 の画像を構築することと、を含み、  
前記第 3 の画像は前記ウェーハの前記割れを検査するように実質的に処理可能である、検査方法。

10

## 【請求項 2】

光を前記第 1 の軸に略沿って前記ウェーハの第 2 の表面に向けて、それにより、前記ウェーハの前記第 1 の表面から前記第 1 の軸に沿って出る前記光を得ることと、光を前記第 2 の軸に略沿って前記ウェーハの第 2 の表面に向けて、それにより、前記ウェーハの前記第 1 の表面から前記第 2 の軸に沿って出る光を得ることとをさらに含み、前記第 1 の表面は前記第 2 の表面に略外側に向けて対向する、請求項 1 に記載の検査方法。

20

## 【請求項 3】

光を前記第 1 の表面に対して略鋭角で前記ウェーハの前記第 1 の表面に向けることをさらに含む、請求項 1 に記載の検査方法。

## 【請求項 4】

前記第 1 の画像および前記第 2 の画像から第 3 の画像を構築することには、前記第 1 の画像および前記第 2 の画像を重ね合わせて前記第 3 の画像を得ることが含まれる、請求項 1 に記載の検査方法。

## 【請求項 5】

前記第 1 の軸に略沿って前記ウェーハの前記第 1 の表面から出る光を受けて、そこから前記第 1 の表面の前記第 1 の画像を得ることには、前記ウェーハの前記第 2 の表面から前記第 2 の表面に対して鋭角で光を受けることが含まれる、請求項 1 に記載の検査方法。

30

## 【請求項 6】

前記ウェーハの前記第 1 の表面から受けた光を前記平面上の前記第 1 の軸の前記正投影に沿って向けるための光学ユニットを設けることをさらに含む、請求項 1 に記載の検査方法。

## 【請求項 7】

前記第 2 の軸に略沿って前記ウェーハの前記第 1 の表面から出る光を受けて、そこから前記第 1 の表面の前記第 2 の画像を得ることには、前記第 1 の表面に対して略直角で前記ウェーハの前記第 1 の表面からの光を受けることが含まれる、請求項 1 に記載の検査方法。

40

## 【請求項 8】

前記第 1 の軸に略沿って前記ウェーハの前記第 1 の表面から出る光を受けて、そこから前記第 1 の表面の前記第 1 の画像を得ることには、前記平面上の前記第 1 の軸の前記正投影に沿って前記ウェーハを搬送することが含まれる、請求項 1 に記載の検査方法。

## 【請求項 9】

前記第 2 の軸に略沿って前記ウェーハの前記第 1 の表面から出る光を受けて、そこから前記第 1 の表面の前記第 2 の画像を得ることには、前記平面上の前記第 2 の軸の前記正投影に沿って前記ウェーハを搬送することが含まれる、請求項 1 に記載の検査方法。

## 【請求項 10】

前記第 2 の軸に略沿って前記ウェーハの前記第 1 の表面から出る光を受けて、そこから

50

前記第 1 の表面の前記第 2 の画像を得ることには、少なくとも前記第 1 および第 2 の画像を回転させて、前記第 1 の画像を前記第 2 の画像に空間的に見当合わせをすることが含まれる、請求項 1 に記載の検査方法。

【請求項 1 1】

前記第 2 の軸に略沿って前記ウェーハの前記第 1 の表面から出る光を受けて、そこから前記第 1 の表面の前記第 2 の画像を得ることには、前記第 1 の画像と前記第 2 の画像との視点およびスカラー差を補正することが含まれる、請求項 1 に記載の検査方法。

【請求項 1 2】

前記第 1 および第 2 の画像から第 3 の画像を構築することには、算術関数によって前記第 1 および第 2 の画像を組み合わせることが含まれる、請求項 1 に記載の検査方法。

10

【請求項 1 3】

前記算術関数によって前記第 1 および第 2 の画像を組み合わせることには、最小関数によって前記第 3 の画像を得ることが含まれる、請求項 1 2 に記載の検査方法。

【請求項 1 4】

光を内部に形成された割れを有するウェーハの第 1 の表面に向けるように配置される光組立体と、

前記ウェーハの第 2 の表面から第 1 の軸に略沿って出る光を受けるように配置される第 1 の撮像装置であって、前記光から、前記割れの少なくとも 1 つの第 1 の部分を含む第 1 の画像を取得可能であり、前記第 2 の表面は、平面に対して略平行し、前記第 1 の表面に対して外側に向かって略対向する、第 1 の撮像装置と、

20

前記ウェーハの前記第 2 の表面から第 2 の軸に略沿って出る光を受けるように配置される第 2 の撮像装置であって、前記光から、前記割れの少なくとも 1 つの第 2 の部分を含む第 2 の画像を取得可能であり、前記第 1 および第 2 の撮像装置は、前記平面上の前記第 1 の軸の正投影を前記平面上の前記第 2 の軸の正投影に略直交するように配置するように相互に構成され、コンピュータにデータ結合可能であり、それにより、前記第 1 および第 2 の画像の取得を可能にする、第 2 の撮像装置とを備え、

第 3 の画像が、前記コンピュータにより前記第 1 および第 2 の画像から構築可能であり、続けて前記ウェーハの前記割れを検査するために処理可能である、検査装置。

【請求項 1 5】

30

前記光は、前記ウェーハの前記第 1 の表面に向けられ、前記ウェーハの前記第 2 の表面に対して略鋭角で前記ウェーハの前記第 2 の表面から受けられる、請求項 1 4 に記載の検査装置。

【請求項 1 6】

前記ウェーハの前記第 2 の表面から受けた光を前記平面上の前記第 1 の軸の前記正投影に略平行な方向に沿って向けるための光学ユニットをさらに備える、請求項 1 4 に記載の検査装置。

【請求項 1 7】

前記ウェーハの前記第 2 の表面からの前記光は、前記第 1 および第 2 の撮像装置のうちの少なくとも一方によって前記第 2 の表面に対して略直角に受けられる、請求項 1 4 に記載の検査装置。

40

【請求項 1 8】

前記平面上の前記第 1 の軸の前記正投影に略平行な第 1 の方向に前記ウェーハを搬送するための第 1 の部分を有する搬送システムをさらに備える、請求項 1 4 に記載の検査装置。

【請求項 1 9】

前記搬送システムは、前記平面上の前記第 2 の軸の前記正投影に略平行な第 2 の方向に前記ウェーハを搬送するための第 2 の部分を有する、請求項 1 8 に記載の検査装置。

【請求項 2 0】

前記コンピュータは、前記第 1 および第 2 の画像のうちの少なくとも一方を回転させて

50

、前記第 1 の画像を前記第 2 の画像に空間的に見当合わせをする、請求項 1 4 に記載の検査装置。

【請求項 2 1】

前記コンピュータは、前記第 1 の画像と前記第 2 の画像との視点およびスカラー差を補正する、請求項 1 4 に記載の検査装置。

【請求項 2 2】

前記コンピュータは、算術関数によって前記第 1 および第 2 の画像を構築する、請求項 1 4 に記載の検査装置。

【請求項 2 3】

前記第 1 および第 2 の画像は最小関数によって構築される、請求項 2 2 に記載の検査装置。

10

【請求項 2 4】

前記光組立体は、第 1 の光源および第 2 の光源のうちの少なくとも一方を備える、請求項 1 4 に記載の検査装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、概括的には物体を検査する装置および方法に関する。特に、本発明は、欠陥に関してウェーハを検査する装置および方法に関する。

【背景技術】

20

【0002】

太陽電池製造業者は、ソーラウェーハに対して検査を日常的に実行している。これは、太陽電池の品質を制御するために、いずれの欠陥ソーラウェーハも識別されることを保証するためである。

【0003】

ソーラウェーハは、太陽電池の組み立てに一般に使用されるシリコン結晶の薄いスライスである。ソーラウェーハは太陽電池の基板として働き、一連の組立プロセス、例えば、堆積、エッチング、およびパターニングを経てから、機能する太陽電池になる。したがって、製造歩留まりを向上させ、製造費を低減するには、組立プロセスの開始点からソーラウェーハの品質を維持することが極めて重要である。

30

【0004】

微小割れはソーラウェーハに一般に見られる欠陥であり、人間の目では見えず、さらには光学顕微鏡でも見えないものがあるため、検出が極めて困難である。ソーラウェーハの微小割れを検出する一方法は、赤外線撮像技法の使用を含む。ソーラウェーハは、高純度シリコンから作られ、可視光の下では不透明に見える。しかし、シリコンのバンドギャップエネルギーレベルにより、ソーラウェーハは、1127 nm よりも大きな波長を有する光で照明されると、透明に見える。

【0005】

1127 nm の波長を有する光は近赤外線 (NIR) 放射に分類される。NIR は人間の目では見えないが、最も市販されている CCD または CMOS 赤外線カメラによって検出可能である。赤外線光源の例は発光ダイオード (LED)、タングステンランプ、およびハロゲンランプである。

40

【0006】

赤外線光はシリコンから作られたソーラウェーハを透過することが可能なため、ソーラウェーハを赤外線カメラと光源との間に配置することによってソーラウェーハの内部構造を調べることが可能である。

【0007】

ソーラウェーハは製造ラインで大量に、通常は毎秒 1 枚の速度で製造される。ソーラウェーハは通常、矩形形状を有し、100 mm × 100 mm ~ 210 mm × 210 mm の表面寸法を有する。ソーラウェーハは 150 μm ~ 250 μm の典型的な厚さも有する。従来

50

の高速撮像システムがソーラウェーハの検査に使用される。最も従来の高速撮像システムは、最高で12000(12K)画素の解像度を有するラインスキャンCCD/CMOSカメラを使用する。

【0008】

図1aは従来の高速撮像システム10を示す。従来の高速撮像システム10は、コンピュータ12およびラインスキャン撮像装置14からなる。ラインスキャン撮像装置14は、カメラおよびレンズ系を含み、ソーラウェーハ16の上方にソーラウェーハ16の表面に垂直に位置決めされる。赤外線光源18が、赤外線光がソーラウェーハ16を透過し、ラインスキャン撮像装置14に達するようにソーラウェーハ16の下方に配置される。

【0009】

210mm×210mmソーラウェーハを検査するには、12Kラインスキャンカメラは、210mm/12,000画素、すなわち18μm/画素よりも良好な画像解像度を有する必要がある。サンプリング理論に基づく、この画像解像度は、2画素よりも大きな割れ線幅を有する微小割れの検出にのみ有用である。これは、従来の高速撮像システムは、2画素×18μm/画素、すなわち36μmよりも大きな割れ線幅を有する微小割れの検出に制限されることを意味する。これは従来の高速撮像システムに対する主要な制限である。何故なら、微小割れの幅は通常、36μmよりも小さいためである。

【0010】

図1bは、図1aのポイントAでのソーラウェーハ16の断面に沿った微小割れ20の拡大図を示す。微小割れ20は、従来の高速撮像システム10の画像解像度22よりも小さな幅を有する。その結果、微小割れ20の出力画像は、画像解析ソフトウェアが微小割れ20を検出することができるのに十分なコントラストを有さない。

【0011】

画像解像度の問題の他に、ソーラウェーハが多結晶型である場合、ソーラウェーハの微小割れの検出はより複雑になる。ソーラウェーハは通常、単結晶ウェーハまたは多結晶ウェーハから作られる。単結晶ソーラウェーハは通常、単結晶シリコンを切断してスライスにすることによって作られる。一方で、多結晶ソーラウェーハは、シリコンを溶解させ、それから溶解したシリコンをゆっくりと冷却させてから、凝固したシリコンを切断してスライスにすることによって得られる。多結晶ソーラウェーハは、シリコンの不純度レベルが高いため、単結晶ソーラウェーハよりも品質が低い、それにもかかわらず、より費用効率的であり、太陽電池の製造に単結晶ソーラウェーハよりも広く使用されるようになりつつある。単結晶ソーラウェーハは、均一な表面テクスチャを有するよう見える。図2に示すように、多結晶ソーラウェーハは、凝固プロセス中の様々なサイズの結晶粒の形成により、複雑でランダムな表面テクスチャを示す。

【0012】

多結晶ソーラウェーハのランダムな表面テクスチャは、従来の高速撮像システム10の出力画像でも見られる。結晶粒の境界および異なる結晶粒間のコントラストが、微小割れを検出する難しさを増大させる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

したがって、ウェーハの微小割れの検出を容易にする改良されたシステムおよび方法が必要である。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本明細書において開示される本発明の実施形態は、ウェーハの微小割れの検出を容易にする改良されたシステムおよび方法に関する。

【0015】

したがって、本発明の第1の実施形態によれば、検査方法が開示される。検査方法は、第1の軸に略沿ってウェーハの第1の表面から出る光を受けて、そこから第1の表面の第

10

20

30

40

50

1の画像を得ることを含み、ウェーハは内部に形成された割れを有し、第1の画像は割れの少なくとも部分を含む。検査方法は、第2の軸に略沿ってウェーハの第1の表面から出る光を受け、そこから第1の表面の第2の画像を得ることも含み、第2の画像は、割れの少なくとも1つの第2の部分を含み、第1の表面は平面に対して略平行に延び、平面上の第1の軸の正投影は、平面上の第2の軸の正投影に略直交する。検査方法は、第1および第2の画像の割れの少なくとも1つの第1の部分および割れの少なくとも1つの第2の部分のそれぞれから、第3の画像を構築することをさらに含み、より具体的には、第3の画像は、ウェーハ内の割れを検査するために略処理可能である。

【0016】

本発明の第2の実施形態によれば、光を、内部に形成された割れを有するウェーハの第1の表面に向けてように配置される光組立体を備える検査装置が開示される。検査装置は、第1の軸に略沿ってウェーハの第2の表面から出る光を受け、そこから、割れの少なくとも第1の部分を含む第1の画像を得ることができるよう配置される第1の撮像装置も備え、第2の表面は平面に対して略平行し、略外側に向かって第1の表面に対向する。検査装置は、第2の軸に略沿ってウェーハの第2の表面から出る光を受け、そこから、割れの少なくとも1つの第2の部分を含む第2の画像を得ることができるよう配置される第2の撮像装置をさらに備える。第1および第2の撮像装置は、平面上の第1の軸の正投影を、平面上の第2の軸の正投影に略直交して配置するように内部構成され、コンピュータとデータ結合可能であり、それによって第1および第2の画像の取得を可能にする。より具体的には、コンピュータにより第3の画像を第1および第2の画像から構築可能であり、ウェーハの割れを検査するために続けて処理可能である。

【0017】

本発明の実施形態を、図面を参照しながら以下に開示する。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1a】ソーラウェーハを検査する従来のシステムを示す。

【図1b】ソーラウェーハの拡大断面図である。

【図2】ソーラウェーハの多結晶構造を示す。

【図3】本発明の第1の実施形態による検査方法である。

【図4】本発明の第2の実施形態による検査装置である。

【図5a】x軸に沿った図4の装置の側面図である。

【図5b】ソーラウェーハの拡大断面図である。

【図6a】図4の装置によって得られる微小割れの画像である。

【図6b】図4の装置によって得られる微小割れの画像である。

【図6c】図4の装置によって得られる微小割れの画像である。

【図7】図4の装置によって得られる微小割れの画像を処理する際に関わる4つのプロセスを示す。

【図8】図4の装置によって得られる微小割れ画像の組み合わせを示す。

【図9】本発明の別の実施形態を示す。

【図10】本発明のさらに別の実施形態を示す。

【発明を実施するための形態】

【0019】

図面を参照すると、本発明の実施形態は、ソーラウェーハの微小割れの検出を容易にする検査のためのソーラウェーハの高コントラスト画像の作成に関する。

【0020】

ソーラウェーハの画像を作成する従来の方法およびシステムは、ソーラウェーハの微細な微小割れを検出するのに十分に高いコントラストを有する画像を生成しない。さらに、太陽電池を組み立てる多結晶ウェーハの利用の増大により、上記従来の方法およびシステムを使用する微細な微小割れを検出する難しさが上昇した。

【0021】

簡潔かつ明確にするために、本発明の説明は、以下、太陽電池の組み立てに使用されるウェーハの微小割れの検出を容易にする改良されたシステムおよび方法に関する応用に制限される。しかし、これは、本発明を、欠陥検出用の他の種類のウェーハの検査を容易にする他の応用分野に制限するものではなく、またはその他の応用分野から本発明を除外するものではない。本発明の実施形態が基づく根本的な本発明の原理および概念は、各種実施形態全体を通して共通のままであるべきである。

【0022】

本発明の例示的な実施形態を、同様の要素が同様の参照番号で識別される図面のうちの図3～図10に提供される図に従って以下により詳細に説明する。

【0023】

上記問題に対処するウェーハを検査する方法および装置が以下に説明される。この方法および装置は、ソーラウェーハならびに集積回路チップの組み立てに使用される半導体ベアウェーハまたはプロセスウェーハ等の他の種類のウェーハの検査に適する。

【0024】

図3は、本発明の例示的な実施形態による、ウェーハ、例えばソーラウェーハを検査する方法300の流れ図を示す。ソーラウェーハの微小割れ等の欠陥は通常、ソーラウェーハの2つの外側に面する表面、すなわち第1の表面と第2の表面との間に延びる。方法300は、赤外線光をウェーハの表面に対して鋭角でソーラウェーハの第1の表面に向けるステップ302を含む。ソーラウェーハの第1の表面は、ソーラウェーハの下面である。

【0025】

方法300は、第1の方向に沿ってソーラウェーハの第2の表面から赤外線光を受けるステップ304も含み、ソーラウェーハの第2の表面は、ソーラウェーハの第1の表面に略外側に向かって対向する。ソーラウェーハの第2の表面は、ウェーハの上面である。

【0026】

方法300は、第1の方向に沿ってウェーハの第2の表面から受ける赤外線光に基づいて、ソーラウェーハの第2の表面の第1の画像を形成するステップ306をさらに含む。

【0027】

方法は、第2の方向に沿ってウェーハの第2の表面から赤外線光を受けるステップ308をさらに含む。特に、ソーラウェーハの第1または第2の表面上の第1の方向の正投影は、ソーラウェーハの第1または第2の表面上の第2の方向の正投影に略直交する。

【0028】

次に、方法300は、第2の方向に沿ってウェーハの第2の表面から受けた赤外線光に基づいて、ソーラウェーハの第2の表面の第2の画像を形成するステップ310を含む。次に、方法300は、第1および第2の画像をスーパーインポーズして、第3の画像を得るステップ312をさらに含み、第3の画像は、ウェーハを検査し、それによってソーラウェーハの欠陥を識別するために処理可能である。

【0029】

本発明の例示的な実施形態によれば、検査する装置100を図4を参照して説明し、図4は、本発明の第1の実施形態による装置100の斜視図を示す。装置100は、好ましくは、ソーラウェーハを検査する上記方法300を実施するためのものである。装置100の以下の説明は、三次元座標系のx軸、y軸、およびz軸を参照して行われる。x軸およびy軸は、ソーラウェーハが運ばれる平面に沿って延び、その平面に一致する。

【0030】

装置100は、コンピュータ102と、第1の撮像装置104および第2の撮像装置106とを備える。第1および第2の撮像装置104、106は、好ましくは、ラインスキャン撮像カメラであり、コンピュータ102に接続される。第1および第2の撮像装置104、106によって取り込まれた画像は、画像解析のためにコンピュータ102に送られる。

【0031】

装置100は、第1の光源108および第2の光源110を含む光組立体をさらに備え

10

20

30

40

50

る。第 1 および第 2 の光源 108、110 は、好ましくは、第 1 および第 2 の撮像装置 104、106 によってそれぞれ検出可能な赤外線光を発する。具体的には、第 1 および第 2 の光源 108、110 はそれぞれ、赤外線光を第 1 および第 2 の撮像装置 104、106 に向けるように、第 1 および第 2 の撮像装置 104、106 に対して位置決めされる。

#### 【0032】

搬送システム 112 が、装置 100 による検査のためにソーラウェーハ 114 を輸送するために使用される。搬送システム 112 は、第 1 の部分 116 および第 2 の部分 118 を有する。搬送システム 112 の第 1 の部分 116 は、略平坦なソーラウェーハ 114 を x 軸に沿って線形に搬送し、搬送システム 112 の第 2 の部分 118 は、ソーラウェーハ 114 を y 軸に沿って線形に搬送する。したがって、ソーラウェーハ 114 は実質的に x - y 平面上で搬送される。

10

#### 【0033】

より具体的には、搬送システム 112 の第 1 の部分 116 は、第 1 の撮像装置 104 と第 1 の光源 108 との間に配置され、搬送システム 112 の第 2 の部分 118 は、第 2 の撮像装置 106 と第 2 の光源 110 との間に配置される。

#### 【0034】

搬送システム 112 の第 1 の部分 116 が、ソーラウェーハ 114 を x 軸に沿って搬送する際に、第 1 の光源 108 は赤外線を発し、実質的にその赤外線を鋭角  $\theta$  でソーラウェーハ 114 の下面に向ける。第 1 の撮像装置 104 は、ソーラウェーハ 114 に対する z 軸法線に対して、第 1 の光源 108 から発せられる赤外線光を第 1 の方向 107 に沿って取り込むように構成される。このように、装置 100 は、x 軸に沿ってソーラウェーハ 114 の第 1 の画像を取り込み提供することが可能である。

20

#### 【0035】

同様に、搬送システム 112 の第 2 の部分 118 が、第 1 の部分からソーラウェーハ 114 を受け、y 軸に沿って搬送する際に、第 2 の光源 110 は赤外線を発し、実質的にその赤外線を鋭角  $\theta$  でソーラウェーハ 114 の下面に向ける。第 2 の撮像装置 106 は、ソーラウェーハ 114 に対する z 軸法線に対して、第 2 の光源 110 から発せられる赤外線光を第 2 の方向 109 に沿って取り込むように構成される。このように、装置 100 は、y 軸に沿ってソーラウェーハ 114 の第 2 の画像を取り込み提供することが可能である。特に、x - y 平面上の第 1 の方向 107 の正投影は、x - y 平面上の第 2 の方向 109 の正投影に略直交する。

30

#### 【0036】

図 5 a を参照すると、第 1 および第 2 の光源 108、110 に対して第 1 および第 2 の撮像装置 104、106 が斜めに配置されることにより、装置 100 によって取り込まれる画像が高コントラスト微小割れ 500 を示すことが可能になる。図 5 b は、図 5 a のポイント B でのソーラウェーハ 114 の拡大断面図である。微小割れ 500 は、ソーラウェーハ 114 の上面に対して x 軸および y 軸に沿って延びる。

#### 【0037】

数学的には、装置 100 によって取り込まれる画像内の微小割れ 500 の幅  $w_i$  は、以下の数学的関係に従うウェーハの厚さ  $t_w$  と鋭角  $\theta$  との関数である。

40

$$w_i = t_w \times \sin \theta$$

#### 【0038】

例えば、ソーラウェーハ 114 は通常、厚さ  $200 \mu m$  を有する。鋭角  $\theta$  が  $30^\circ$  の場合、装置 100 によって取り込まれる画像内の微小割れ 500 の幅  $w_i$  は  $100 \mu m$  である。これは、有利なことに、微小割れ 500 の顕著さを増大させ、それにより、装置 100 による微小割れ 500 の検出を容易にする。

#### 【0039】

上記斜めの配置を使用しない場合、従来の方法および装置によって検査される微小割れ 500 は 5 画素の幅で画像内に現れ、これは検出するのに十分に顕著ではない。

#### 【0040】

50

さらに、上記数学的関係によれば、装置 100 によって取り込まれる画像に含まれる微小割れ 500 の幅  $w_i$  は、微小割れ 500 の実際の幅から独立している。これは、装置 100 が、 $50\ \mu\text{m}$  幅の微小割れと同じように容易に  $1\ \mu\text{m}$  幅の微小割れを検出可能なことを意味する。

【0041】

装置 100 は、好ましくは、微小割れ 500 の高コントラスト画像を作成する際に、 $x$  軸および  $y$  軸に沿ってソーラウェーハ 114 上の微小割れ 500 の効率的な検出を容易にするために使用される一対の撮像装置 104、106 および一対の光源 108、110 を備える。現実的に、微小割れ 500 は通常、全方向にランダムに延びる。

【0042】

微小割れ 500 は、好ましくは、装置 100 によって取り込まれるソーラウェーハ 114 の画像内で暗い線として現れる。あるいは、微小割れ 500 はソーラウェーハ 114 の同じ画像内の明るい線として現れる。装置 100 は、有利なことに、微小割れ 500 の検出を容易にする微小割れ 500 の高コントラスト画像を作成する。

【0043】

図 6a は、第 1 および第 2 の撮像装置 104、106 がソーラウェーハ 114 に対して垂直に位置決めされる場合に装置 100 によって取り込まれる微小割れ 500 の第 1 のビュー 600 を示す。微小割れ 500 は、略一定の幅を有して示される。図 6b および図 6c はそれぞれ、第 1 の撮像装置 104 によって  $x$  軸に沿って、第 2 の撮像装置 106 によって  $y$  軸に沿って取り込まれた微小割れ 500 の第 2 および第 3 のビューである。

【0044】

第 2 および第 3 のビュー 602、604 はそれぞれ、内部の微小割れ 500 が各割れ方向に沿って様々な線幅を有することを示す。微小割れビュー 602、604 のいずれかが検査目的に使用される場合、微小割れ 500 が単一の割れとして検出されず、いくつかのより短い微小割れとして検出される可能性がある。この場合、微小割れ 500 があまりに頻繁に方向を変更し、装置 100 のユーザによって設定された制御限度よりも短い割れの複数のセグメントを発生させれば、まとめて一緒に検出をすり抜ける可能性さえある。

【0045】

本発明は、微小割れ 500 の未検出を回避する、コンピュータ 102 で実行可能なソフトウェアアプリケーションを使用する。

【0046】

図 7 に示すように、第 1 の撮像装置 104 は、 $x$  軸に沿ってソーラウェーハ 114 の第 1 の画像 700 を取得し、第 2 の撮像装置 106 は、 $y$  軸に沿ってソーラウェーハ 114 の第 2 の画像 702 を取得する。第 1 および第 2 の画像 700、702 は両方ともコンピュータ 112 に送られ、コンピュータ 112 において、第 1 のプロセス 704 が、画像 700、702 が両方とも同じ向きを有するように第 2 の画像 702 に対して第 1 の画像 700 を回転させる。

【0047】

第 2 のプロセス 706 は、視点およびスカラー差に関して回転された第 1 の画像 700 を第 2 の画像 702 に位置的に見当合わせするように、回転された第 1 の画像 700 を補正し、補正済みの第 1 の画像 700 を生成する。第 3 のプロセス 708 において、補正済みの第 1 の画像 700 および第 2 の画像 702 は、最小関数等の算術関数によって重ね合わせられ、処理済み最終画像 710 が生成される。次に、第 4 のプロセス 712 を使用して、処理済み最終画像 710 を解析して、ソーラウェーハ 114 の微小割れ 500 を検出する。第 4 の関数 712 は、処理済み最終画像 710 の微小割れを解析し検出するために 2 値化関数およびセグメンテーション関数を含む。

【0048】

図 8 は、図 6b および図 6c の第 1 のビューと第 2 のビューとを組み合わせることによって導出される処理済み最終画像 710 内の微小割れ 800 を示す。微小割れ 800 は、均一な幅で処理済み最終画像 710 に現れ、画像解析プロセスによって検出されるのに十

10

20

30

40

50

分に顕著である。

【 0 0 4 9 】

図 9 は、本発明の別の実施形態を示す。光学ユニットまたはミラー 9 0 0 がソーラウェーハ 1 1 4 に隣接して位置決めされ、ソーラウェーハ 1 1 4 を透過した赤外線光を第 1 または第 2 の撮像装置 1 0 4、1 0 6 に向けて方向転換させる。ミラー 9 0 0 により、有利なことに、第 1 または第 2 の光源 1 0 8、1 1 0 からソーラウェーハ 1 1 4 を介して赤外線光を受けるために、第 1 または第 2 の撮像装置 1 0 4、1 0 6 をソーラウェーハ 1 1 4 に対して異なる角度で位置決めすることが可能になる。

【 0 0 5 0 】

図 1 0 に示すように、第 2 の撮像装置 1 0 6 は、第 1 および第 2 の撮像装置 1 0 4、1 0 6 が第 1 の光源 1 0 8 等の共通の光源を共有するような新しい位置に位置替えされる。この配置は、装置 1 0 0 の特定の設計制約を満たすため、または搬送システム 1 1 2 の第 2 の部分を設置するに当たってのスペース制限により有用である。

10

【 0 0 5 1 】

上記のように、検査を実行する従来の方法の上記欠点に対処する、本発明の例示的な実施形態によるウェーハ検査の装置および方法が説明される。本発明の少数の実施形態のみが開示されるが、本開示に鑑みて、本発明の範囲および主旨から逸脱せずに、より広い範囲の穴サイズおよび高さに応えるように多くの変更および/または変形を行い得ることが当業者には明らかであろう。

20

【 符号の説明 】

【 0 0 5 2 】

- 1 0 従来の高速撮像システム
- 1 2 コンピュータ
- 1 4 ラインスキャン撮像装置
- 1 6 ソーラウェーハ
- 1 8 赤外線光源
- 2 0 微小割れ
- 2 2 画像解像度
- 1 0 0 装置
- 1 0 2 コンピュータ
- 1 0 4 第1の撮像装置
- 1 0 6 第2の撮像装置
- 1 0 7 第1の方向
- 1 0 8、1 1 0 光源
- 1 0 9 第2の方向
- 1 1 2 搬送システム
- 1 1 4 ソーラウェーハ
- 1 1 6 第1の部分
- 1 1 8 第2の部分
- 5 0 0、8 0 0 微小割れ
- 6 0 0 第1のビュー
- 6 0 2 第2のビュー
- 6 0 4 第3のビュー
- 7 0 0 第1の画像
- 7 0 2 第2の画像
- 7 0 4 第1のプロセス
- 7 0 6 第2のプロセス
- 7 0 8 第3のプロセス
- 7 1 0 処理済み最終画像
- 7 1 2 第4のプロセス

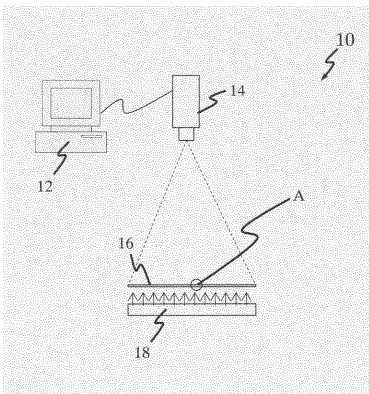
30

40

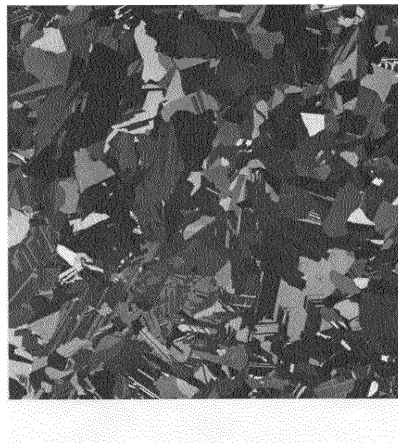
50

9 0 0 ミ ラ ー

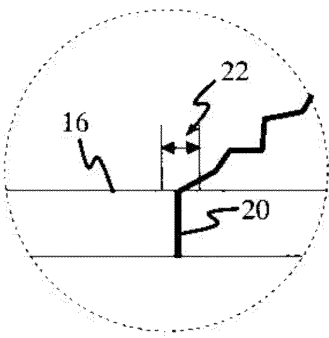
【 図 1 a 】



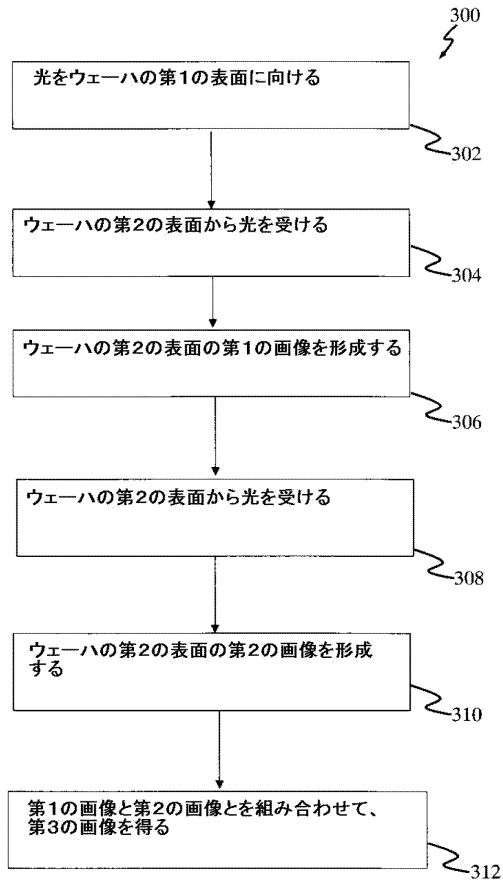
【 図 2 】



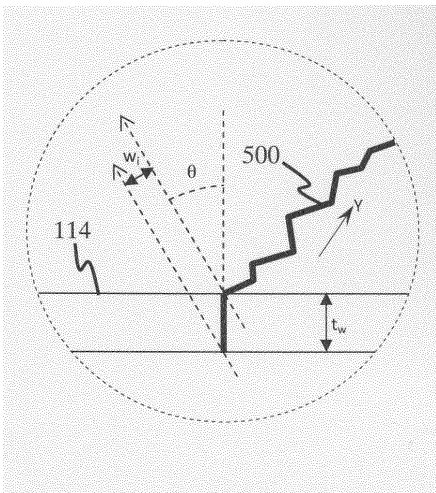
【 図 1 b 】



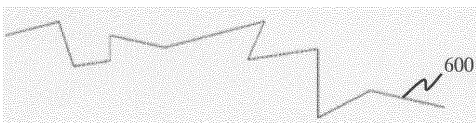
【図 3】



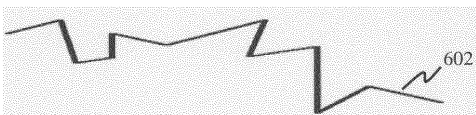
【図 5 b】



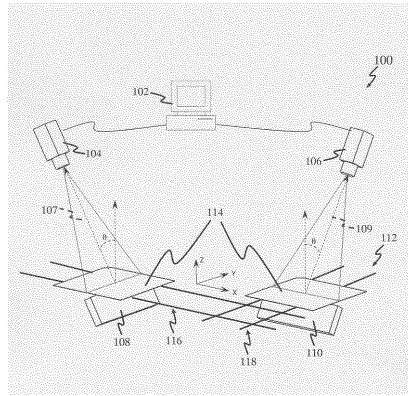
【図 6 a】



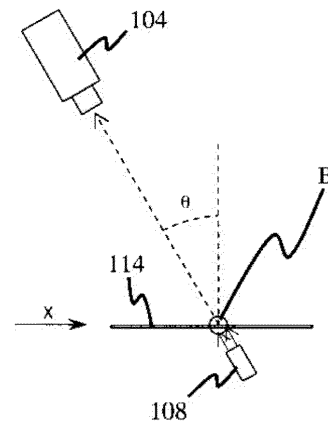
【図 6 b】



【図 4】



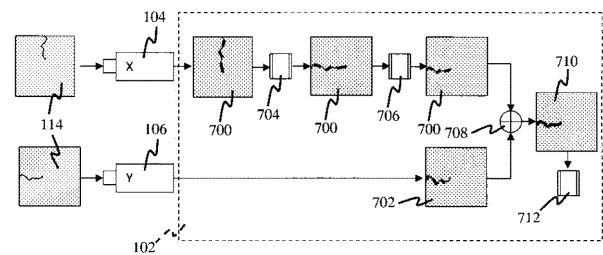
【図 5 a】



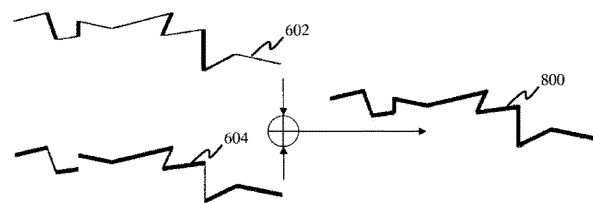
【図 6 c】



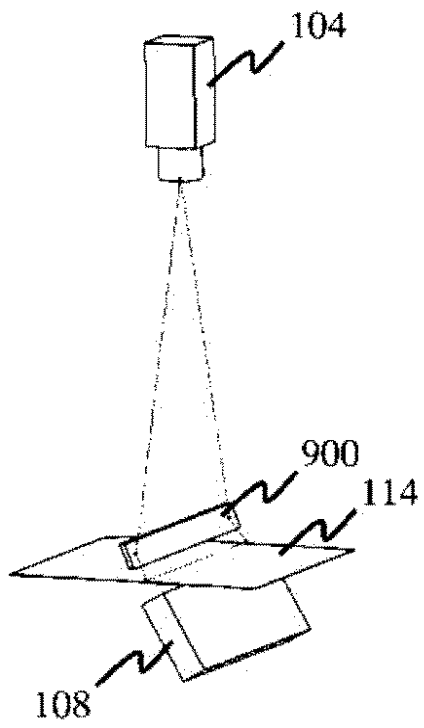
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【図 10】

