

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5458683号  
(P5458683)

(45) 発行日 平成26年4月2日(2014.4.2)

(24) 登録日 平成26年1月24日(2014.1.24)

(51) Int.Cl.

H01L 21/66 (2006.01)

F 1

H01L 21/66  
H01L 21/66J  
L

請求項の数 2 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2009-137105 (P2009-137105)  
 (22) 出願日 平成21年6月8日 (2009.6.8)  
 (65) 公開番号 特開2010-283264 (P2010-283264A)  
 (43) 公開日 平成22年12月16日 (2010.12.16)  
 審査請求日 平成24年1月23日 (2012.1.23)

(73) 特許権者 302006854  
 株式会社 SUMCO  
 東京都港区芝浦一丁目2番1号  
 (74) 代理人 100085372  
 弁理士 須田 正義  
 (72) 発明者 神山 栄治  
 東京都港区芝浦一丁目2番1号 株式会社  
 SUMCO内  
 (72) 発明者 中山 孝  
 東京都港区芝浦一丁目2番1号 株式会社  
 SUMCO内  
 (72) 発明者 加藤 健夫  
 東京都港区芝浦一丁目2番1号 株式会社  
 SUMCO内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】レーザー散乱法を用いた半導体ウェーハの良品判定方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

レーザー散乱法を用いた検出装置により、デバイスパターンの形成されていない複数の半導体ウェーハ表面における L P D の個数を半導体ウェーハ毎に測定する際に、検出する L P D の最小サイズを 65 nm 以下の所定値に設定し、前記測定した L P D の個数に基づいて前記複数の半導体ウェーハの中から良品の半導体ウェーハを判定する方法において、

前記半導体ウェーハ表面から半導体ウェーハ面内における前記所定値以上の L P D の個数と半導体ウェーハ面内におけるヘイズ信号の平均値及び標準偏差値を半導体ウェーハ毎に測定する工程と、

前記測定した半導体ウェーハの中から前記測定した半導体ウェーハあたりの L P D の個数が所定の個数以下である半導体ウェーハを選別する工程と、

前記選別した半導体ウェーハの中から、下記の式(1)から算出される Y の値が所定値以下である半導体ウェーハを良品の半導体ウェーハとして判定する工程と

を含むことを特徴とするレーザー散乱法を用いた半導体ウェーハの良品判定方法。

$$Y = \frac{\bar{Z}}{\mu} \quad (1)$$

ただし、式(1)中、  $\bar{Z}$  はヘイズ信号の面内標準偏差値、  $\mu$  はヘイズ信号の面内平均値である。

## 【請求項 2】

レーザー光をデバイスパターンの形成されていない半導体ウェーハ表面に照射し、前記半導体ウェーハ表面からの散乱光の強度を測定することにより複数の半導体ウェーハ表面

における L P D の個数を半導体ウェーハ毎に測定する際、検出する L P D の最小サイズを 65 nm 以下の所定値に設定可能であり、前記複数の半導体ウェーハの中から良品の半導体ウェーハを判定する際、測定した L P D の個数に基づいて半導体ウェーハを選別し、前記選別した半導体ウェーハの中から下記式(1)に示す Y の値に基づいて良品の半導体ウェーハを判定する、前記半導体ウェーハの表面性状を検査するレーザー散乱法を用いた検査装置であって、

前記半導体ウェーハ表面から半導体ウェーハ面内における L P D の個数と半導体ウェーハ面内におけるヘイズ信号の最大値、最小値、平均値及び標準偏差値を測定する手段と、

前記ヘイズ信号の平均値及び標準偏差値から、下記の式(1)に示す Y の値を算出する手段とを備えることを特徴とする検査装置。

10

$$Y = \sigma / \mu \quad (1)$$

ただし、式(1)中、 $\sigma$  はヘイズ信号の面内標準偏差値、 $\mu$  はヘイズ信号の面内平均値である。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、デバイスパターンが未形成の半導体ウェーハの表面をレーザー散乱法により検査することにより半導体ウェーハが良品であるか否か判定する方法に関する。更に詳しくは、レーザー散乱法を用いた検査装置からのヘイズ信号を利用した半導体ウェーハの検査方法に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

近年のマイクロエレクトロニクスデバイス構造の微細化に伴い、デバイスパターンが形成される前の半導体ウェーハ表面におけるパーティクル・欠陥への対策が大変重要になりつつある。半導体ウェーハ表面近傍のパーティクル・欠陥は、半導体デバイスの品質において非常に大きな影響を及ぼす。このため、デバイスの品質向上には、その基板となる半導体ウェーハの表面近傍におけるパーティクル欠陥を評価し、その実態を把握することが必要である。

【0003】

ところで、半導体ウェーハの製造メーカーとデバイス製造メーカーでは、このような半導体ウェーハのパーティクル・表面欠陥の評価について、被測定物に光を入射させたときに生じる散乱光を利用する装置(例えば、特許文献1参照。)により検査を行っている。このようなレーザー散乱法を用いた検査装置によって検出された半導体ウェーハ表面の L P D (Light Point Defect) の個数を基準として、その良品・不良品の判定を行うのが一般的である。レーザー散乱法により L P D を検出する検査装置では、レーザーを半導体ウェーハ上方より照射し、L P D からの散乱光を集光レンズで集光し、光電変換素子で電気信号に変換して検出するものである。しかし、現在では、L P D の検出下限値に対する要求が 65 nm を下回っており、L P D 自体からの散乱強度が低下していることから、ウェーハ製造メーカーによる判定結果と、デバイス製造メーカーによる判定結果とが必ずしも一致せず、製造メーカーで良品と判定したものが、デバイス製造メーカーでは不良品と判定されるようなケースが増えてきている。

30

【0004】

一方、このようなレーザー散乱法を用いた検査装置における半導体ウェーハ表面からの散乱成分のうち、L P D からの信号を取り除いたバックグラウンド信号であるヘイズ信号がある。ヘイズは、半導体ウェーハ面内のマイクロラフネスに起因するものと、透明膜の光干渉に起因するものとが合計されたものである。このためヘイズは、後述するように、実際の L P D とは異なるものである。しかし、L P D の検出下限値に対する要求が 65 nm を下回るまでに至った現在、この半導体ウェーハ面内における L P D からの散乱強度とヘイズからの散乱強度との差が非常に小さくなっている。このため、ウェーハ製造メーカーでの検査で問題の無かった半導体ウェーハにおいても、デバイス製造メーカーの検査装

40

50

置の安定度によっては、ヘイズの部分的に高い点を誤って L P D として認識してしまうことがある。このような理由から、この検査装置により L P D が存在すると認識された箇所について、改めて S E M ( Scanning Electron Microscope : 走査型電子顕 ) で観察しても、実際には、デバイス製造プロセスにおいて問題となるようなパーティクルや欠陥がその箇所には発見されないことが多い。このような、レーザー散乱法を用いた L P D の検査における製造メーカーによる判定結果と、デバイス製造メーカーによる判定結果との不一致が原因となり、製造ラインが一時的に停止する等の不具合を生じることがしばしば起こっていた。

#### 【 0 0 0 5 】

本発明者らは、こういった不具合がヘイズ信号をマップ化したヘイズマップについて、その 1 枚 1 枚を目視により検査するような官能的手法によれば、起こることがないことを知見した。しかし、このように、人間の目でもって 1 枚 1 枚ヘイズマップを検査するという検査方法では、製造ラインに遅延を招く結果となる。そこで更に本発明者らは、このような、 L P D 個数を基準とした製造メーカーによる判定結果と、デバイス製造メーカーによる判定結果との不一致の原因について、検査装置の安定度、特に検査装置における S / N 比 ( シグナル / ノイズ比 ) の差異に着目した。即ち、半導体ウェーハの製造メーカーとデバイス製造メーカーの両者が、ともにレーザー散乱法を用いた検査装置により半導体ウェーハの良品・不良品の判定を行う場合であっても、検査装置の号機や型式等が違えば、判定結果に差が生じることがある。或いは、同一の検査装置であっても、測定モードやスループットの設定の違いにより、また、同一の検査装置が備える検出器の違いによっても判定結果に差が生じる。ここで、 S ( シグナル ) は散乱光であり、 N ( ノイズ ) は入射光等である。

#### 【 0 0 0 6 】

レーザー散乱法を用いた検査装置では、 P S L ( Polystyrene Latex ) 標準粒子からの散乱強度を基準として、欠陥やパーティクルの L P D としてのサイズが決定される。しかし、型式が異なる装置間では、レーザー照射系又は散乱光検出系が異なり、欠陥やパーティクルでの散乱挙動や検出能力も異なる。このため、ある装置ではヘイズとして認識されるヘイズマップ上のパターンが、別の装置では、 L P D サイズ下限に対応する散乱強度の閾値を越えて、擬似 L P D として誤検出されてしまうことがある。検査装置における測定モードや検出機の違いによっても上記と同様の誤検出が起こり得る。更に、スループット設定の違いによっても上記と同様の誤検出が起こる。その理由は、一般的な検査装置では、感度を犠牲にしてビームスポット径を最高感度より大きくし、 半導体ウェーハ でのスキャン回数を少なくすることによりスループットを上げているからである。このため、同一機であっても、 P S L 標準粒子からの散乱強度の基準校正表が、スループットごとで異なるものを使用するため、 S ( シグナル ) と N ( ノイズ ) の差が拮抗してきた 65 nm 以下の L P D においては、微妙な散乱強度の差で、上記と同様の誤検出が起こってしまう。

#### 【 0 0 0 7 】

このような誤検出の問題は、レーザー散乱法を用いた検査装置間においてのみ起こるものではなく、例えば、ウェーハ製造メーカー側がレーザー散乱法を用いた検査装置により検査を行い、デバイス製造メーカー側が明視野の検査装置により検査を行った場合でも起こり得る。これは、明視野の装置は、暗視野であるレーザー散乱法を用いた検査装置と同様、光を用いるからである。

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【 0 0 0 8 】

【特許文献 1 】特開昭 63 - 140904 号公報 ( 特許請求の範囲 )

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【 0 0 0 9 】

そこで、本発明者らは、レーザー散乱法を用いた検査装置による L P D 測定におけるバ

10

20

30

40

50

ツクグラウンド信号であるヘイズ信号から作成したヘイズマップに着目し、ヘイズ信号による検査の自動化については、その面内標準偏差値及び面内平均値の関係から、半導体ウェーハの良品・不良品を判定する方法を見出し、上記問題を解決するに至った。

【0010】

本発明の目的は、レーザー散乱法を用いた検査装置におけるS/N比の差異に依存することなく、より均一で正確な半導体ウェーハの良品・不良品の判定を行うことができる判定方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の第1の観点は、レーザー散乱法を用いた検出装置により、デバイスパターンが未形成の複数の半導体ウェーハ表面におけるLPDの個数を半導体ウェーハ毎に測定する際に、検出するLPDの最小サイズを65nm以下の所定値に設定し、この測定したLPDの個数に基づいて複数の半導体ウェーハの中から良品の半導体ウェーハを判定する方法において、半導体ウェーハ表面から半導体ウェーハ面内における所定値以上のLPDの個数と半導体ウェーハ面内におけるヘイズ信号の平均値及び標準偏差値を半導体ウェーハ毎に測定する工程と、測定した半導体ウェーハの中から測定した半導体ウェーハあたりのLPDの個数が所定の個数以下である半導体ウェーハを選別する工程と、選別した半導体ウェーハの中から、下記の式(1)から算出されるYの値が所定値以下である半導体ウェーハを良品の半導体ウェーハとして判定する工程とを含むことを特徴とする。

【0012】

$$Y = \text{ } / \mu \quad (1)$$

ただし、式(1)中、 $\sigma$ はヘイズ信号の面内標準偏差値、 $\mu$ はヘイズ信号の面内平均値である。

【0013】

本発明の第2の観点は、レーザー光をデバイスパターンの形成されていない半導体ウェーハ表面に照射し、半導体ウェーハ表面からの散乱光の強度を測定することにより複数の半導体ウェーハ表面におけるLPDの個数を半導体ウェーハ毎に測定する際、検出するLPDの最小サイズを65nm以下の所定値に設定可能であり、複数の半導体ウェーハの中から良品の半導体ウェーハを判定する際、測定したLPDの個数に基づいて半導体ウェーハを選別し、選別した半導体ウェーハの中から下記式(1)に示すYの値に基づいて良品の半導体ウェーハを判定する、半導体ウェーハの表面性状を検査するレーザー散乱法を用いた検査装置であって、半導体ウェーハ表面から半導体ウェーハ面内におけるLPDの個数と半導体ウェーハ面内におけるヘイズ信号の最大値、最小値、平均値及び標準偏差値を測定する手段と、ヘイズ信号の平均値及び標準偏差値から、下記の式(1)に示すYの値を算出する手段とを備えることを特徴とする。

【0014】

$$Y = \text{ } / \mu \quad (1)$$

ただし、式(1)中、 $\sigma$ はヘイズ信号の面内標準偏差値、 $\mu$ はヘイズ信号の面内平均値である。

【発明の効果】

【0015】

本発明の第1の観点の判定方法では、半導体ウェーハあたりのLPDの個数が所定の個数以下である半導体ウェーハを選別し、更に選別した半導体ウェーハの中から、半導体ウェーハ面内におけるヘイズ信号の平均値及び標準偏差値が特定の関係を示す半導体ウェーハを選別し、これを良品の半導体ウェーハとして判定することにより、目視といった官能的手法によらずに、レーザー散乱法を用いた検査装置におけるS/N比の差異に依存することなく、より均一な半導体ウェーハの良品・不良品の判定を行うことができる。また、デバイス製造メーカーの受け入れ検査で不合格となることのない出荷ロットを編成することができる。

【0016】

10

20

30

40

50

本発明の第2の観点の検査装置では、半導体ウェーハ表面におけるL P Dの個数と半導体ウェーハ面内におけるヘイズ信号の最大値、最小値、平均値及び標準偏差値を半導体ウェーハ毎に測定する手段と、ヘイズ信号の平均値及び標準偏差値から、下記の式(1)に示すYの値を半導体ウェーハ毎に算出する手段を備えることにより、レーザー散乱法を用いた検査装置におけるS/N比の差異に依存することなく、より均一な半導体ウェーハの良品・不良品の判定を容易に行うことが可能になる。

## 【0017】

$$Y = \text{ } / \mu \quad (1)$$

ただし、式(1)中、Yはヘイズ信号の面内標準偏差値、μはヘイズ信号の面内平均値である。

10

## 【図面の簡単な説明】

## 【0018】

【図1】参考例1で良品と判定された半導体ウェーハの表面状態を表したヘイズマップである。

【図2】参考例1で不良品と判定された半導体ウェーハの表面状態を表したヘイズマップである。

【図3】実施例1で測定したヘイズ信号の面内平均値に対する半導体ウェーハ枚数を示す度数分布図である。

【図4】実施例1で測定したヘイズ信号の面内標準偏差値に対する半導体ウェーハ枚数を示す度数分布図である。

20

【図5】実施例1で測定したヘイズ信号のYの値に対する半導体ウェーハ枚数を示す度数分布図である。

【図6】本発明実施形態のレーザー散乱法を用いた検査装置の概略図である。

【図7】一般的なレーザー散乱法を用いた検査装置におけるL P Dの検出原理図を表した概略図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0019】

次に本発明を実施するための形態を図面に基づいて説明する。

## 【0020】

本発明は、レーザー散乱法を用いた検出装置により、デバイスパターンが未形成の複数の半導体ウェーハ表面におけるL P Dの個数を半導体ウェーハ毎に測定する際に、検出するL P Dの最小サイズを予め所定の値に設定し、測定したL P Dの個数に基づいて、複数の半導体ウェーハの中から良品の半導体ウェーハを判定する方法の改良である。そして本発明は、特に判定基準となるL P Dの最小サイズが極めて小さい場合、即ち上記所定値が65 nm以下に設定される場合に、半導体ウェーハ製造メーカーの検査結果とデバイスマーカの検査結果間の不一致に関する不具合を解消するものである。

30

## 【0021】

参考の形態では、先ず、半導体ウェーハ表面から、予め設定した所定値以上のL P Dの個数を計測し、半導体ウェーハ面内におけるヘイズ信号をマップ化したヘイズマップを作成する。予め設定する所定値については、各デバイスマーカが要求するL P Dの検出下限値により決定される。これらの測定及び信号処理は、従来通りの一般的なレーザー散乱法を用いた検査装置によりなされる。ここで、図7を用いて、一般的なレーザー散乱法を用いた検査装置50による検出原理を説明する。

40

## 【0022】

レーザー散乱法を用いた検査装置50では、試料の表面状態によって、散乱する光の強度および角度等が異なることを利用している。半導体ウェーハ表面にレーザー光を走査させ、半導体ウェーハ表面からの散乱光の強度を測定することによりL P Dを検出する。即ち、L P Dの原因となるパーティクル・表面欠陥がある箇所にレーザー光が照射されると、無い箇所に比べて散乱光が強くなる。これをを利用して、検出した散乱光の強度からL P Dの有無を判別している。例えば図7において、この検査装置50は、半導体ウェーハ3

50

0を設置するための回転可能な支持台11を備える。この支持台11の底部には、回転軸18の上端が接続され、この回転軸18の下端には、回転軸18を介して支持台11を回転させる駆動部19が配置される。また、レーザー光40を反射させる第1反射板12と、反射光を集光する集光レンズ13及び集光板14と、反射光を検出する第1検出器16a及び第2検出器16bと、反射光を第1検出器16aに誘導するための第2反射板17とを備えている。そして、一方向から照射されるレーザー光40は第1反射板12により下方に反射されて、回転している支持台11上に設置された半導体ウェーハ30の表面に照射される。照射されたレーザー光40は、半導体ウェーハ30表面で再度反射される。この反射光の一部は、集光板14によって集光されて、第2検出器16bで検出される。また、反射光の一部は、第1反射板12の上方に設けられた集光レンズ13によって集光され、第2反射板17によって反射されて、第1検出器16aで検出される。第1検出器16a及び第2検出器16bが検出し、受光した光散乱は、第1検出器16a及び第2検出器16b等と配線により電気的に接続された制御部20で解析され、L PDの個数等の検査結果が出力される。10

#### 【0023】

また、ヘイズについても上記検査装置50がヘイズ信号を検知し、このヘイズ信号が制御部20で解析され、この解析結果に基づいてヘイズ信号の平均値及び標準偏差値が出力され、更にヘイズマップも自動で作成される。

#### 【0024】

次に、上記L PDの個数を測定した半導体ウェーハの中から半導体ウェーハあたりのL PDの個数が所定の個数以下である半導体ウェーハを選別する。選別の基準となるL PDの所定の個数については、上述したL PDの最小サイズを所定値に設定する際と同様、デバイス製造メーカーとの交渉によりそれぞれ設定する。このように、予め、測定したL PDの個数が所定の個数以下である半導体ウェーハを選別しておく理由は、デバイス歩留まりを確保するために、半導体ウェーハ製造からデバイス製造まで、全体の製造のプロセスの清浄度を管理する必要があるからである。20

#### 【0025】

次に、上記L PDの個数を測定した半導体ウェーハについて、ヘイズマップを目視により検査することで、良品・不良品の判定をする。図1は、良品と判定された半導体ウェーハのヘイズマップの代表的な模式図であり、また、図2は、不良品と判定された半導体ウェーハのヘイズマップの代表的な模式図である。良品・不良品の具体的な判定については、図1のようにヘイズマップが面内で均一な場合を良品と判定する。一方、図2のようにヘイズマップに不均一な箇所が存在する場合を不良品と判定する。30

#### 【0026】

このように、ヘイズマップを目視により検査するという官能的手法により、検査装置におけるS/N比の差異に依存することなく、より均一な半導体ウェーハの良品・不良品の判定を行うことができる。

#### 【0027】

本発明の実施の形態では、上記参考の形態と同様、先ず、半導体ウェーハ表面から、予め設定した所定値以上のL PDの個数と半導体ウェーハ面内におけるヘイズ信号の面内平均値及び標準偏差値を半導体ウェーハ毎に測定する。L PDの個数については、参考の形態と同様、一般的なレーザー散乱法を用いた検査装置により測定することも可能である。40

#### 【0028】

次に、上記L PDの個数を測定した半導体ウェーハの中から半導体ウェーハあたりのL PDの個数が所定の個数以下である半導体ウェーハを選別する。選別の基準となるL PDの所定の個数については、上述したL PDの最小サイズを所定値に設定する際と同様、デバイス製造メーカーとの交渉によりそれぞれ設定する。このように、予め、測定したL PDの個数が所定の個数以下である半導体ウェーハを選別しておく理由は、デバイス歩留まりを確保するために、半導体ウェーハ製造からデバイス製造まで、全体の製造プロセスの清浄度を管理する必要があるからである。50

## 【0029】

次に、上記選別した半導体ウェーハの中から、下記の式(1)から算出されるYの値が所定値以下である半導体ウェーハを良品の半導体ウェーハとして判定する。

## 【0030】

$$Y = \text{ヘイズ信号の面内標準偏差} / \mu \quad (1)$$

ただし、式(1)中、ヘイズ信号の面内標準偏差、μはヘイズ信号の面内平均値である。面内標準偏差値及び面内平均値は、従来の検査装置でも自動で測定して出力され得る値である。Yの値については、従来の検査装置が自動で測定した面内標準偏差値及び面内平均値を基に、手動で算出しても良いし、後述するY値の自動算出手段を備える検査装置を用いて自動で算出しても良い。また、判定基準となる上記Yの値の所定値については、人間の官能検査の結果と照らし合わせて設定する。

10

## 【0031】

このように、ヘイズ信号から算出されるYの値を良品ウェーハの判定基準とすることにより、レーザー散乱法を用いた検査装置におけるS/N比の差異に依存することなく、より均一で正確な半導体ウェーハの良品・不良品の判定を行うことができる。その技術的な理由は、一般に、レーザー散乱法を用いた検査装置では、通常、半導体ウェーハ面内をスキャンする際に、検査装置が自動で測定して出力するヘイズ信号の値が、1枚の検査に要する時間のような短時間では比較的安定しているので、1枚の半導体ウェーハごとで面内全体にほぼ一定の値が付加されるように変動する。そのため、検査装置から出力されたヘイズ信号の値をそのまま利用するよりも、上記式(1)のように差や比を取ることにより、半導体ウェーハごとで感度が変動する影響の度合いの違いを極力低減させ、より正確なデータとして利用できる。

20

## 【0032】

次に、本発明のレーザー散乱法を用いた検査装置について説明する。この検査装置の基本構造は、図7に示す一般的なレーザー散乱法を用いた検査装置50と同様である。即ち、図6に示すように、この検査装置10は、上述した半導体ウェーハ表面にレーザー光を走査させ、半導体ウェーハ表面からの散乱光の強度を測定することによりL PDを検出するための機器を備える。また、制御部20は、図示しない半導体ウェーハ表面におけるL PDの個数と半導体ウェーハ面内におけるヘイズ信号の面内最大値、面内最小値、平均値及び標準偏差値を半導体ウェーハ毎に測定する手段を備える。更に、この制御部20は、ヘイズ信号の平均値及び標準偏差値から、下記の式(1)に示すYの値を半導体ウェーハ毎に算出する手段21を更に備える。

30

## 【0033】

$$Y = \text{ヘイズ信号の面内標準偏差} / \mu \quad (1)$$

ただし、式(1)中、ヘイズ信号の面内標準偏差、μはヘイズ信号の面内平均値である。従来、本発明の判定方法を実施するには、図7に示す一般的な検査装置50によって自動で測定されたヘイズ信号の面内平均値及び標準偏差値から、手動でYの値を算出しなければならなかった。しかし、この検査装置10は、制御部20がYの値を算出する手段21を備えるため、この検査装置10により自動で上記Yの値を半導体ウェーハ毎に算出でき、本発明の判定方法をより効率よく実施することができる。

40

## 【実施例】

## 【0034】

次に本発明の実施例を参考例及び比較例とともに説明する。

## 【0035】

## &lt;参考例1&gt;

先ず、CZ法(チョクラルスキー法)により育成されたシリコン単結晶から、スライス工程、面取り工程、研磨工程等を経て得られた半導体ウェーハ(直径30cm)を複数枚用意した。これらの半導体ウェーハは、レーザー散乱法を用いた検査装置(型名:SP1-KLA-Tencor社製)により測定された60nm以上のL PD個数が、デバイス製造メーカーとの交渉により設定された条件を合格したものである。

50

## 【0036】

続いて、上記 L P D 個数についての条件が合格した複数枚の半導体ウェーハそれについて、上記検査装置から得られたヘイズマップに基づいて、目視により良品・不良品ウェーハの判定を行った。良品と判定した半導体ウェーハの典型的なヘイズマップを図 1 に、また、不良品と判定した半導体ウェーハの典型的なヘイズマップを図 2 に示す。このヘイズマップに基づく目視による良品・不良品ウェーハの判定基準については、図 1 のようにヘイズマップが面内で均一な場合を良品ウェーハ、一方、図 2 のようにヘイズマップに不均一な箇所が存在している場合を不良品ウェーハと判定した。

## 【0037】

この判定結果に基づいたウェーハ製造メーカーによる出荷検査において、良品と判定された半導体ウェーハのみで 1 出荷ロットを編成し、このロットをデバイス製造メーカー側へ出荷した。このロットに対するデバイス製造メーカー側の受け入れ検査における良品率を次の表 1 に示す。なお、デバイス製造メーカーの受け入れ検査は、レーザー散乱法を用いた検査装置により、60 nm 以上の L P D 個数が交渉時の条件を満たすものを良品と判定するものである。 10

## 【0038】

## &lt; 実施例 1 &gt;

参考例 1 と同様に、先ず、CZ 法（チョクラルスキー法）により育成されたシリコン単結晶から、スライス工程、面取り工程、研磨工程等を経て得られた半導体ウェーハ（直径 30 cm）を複数枚用意した。これらの半導体ウェーハは、参考例 1 で使用したものと同一の検査装置により測定された 60 nm 以上の L P D 個数が、デバイス製造メーカーとの交渉により設定された条件を合格したものである。 20

## 【0039】

続いて、上記 L P D 個数についての条件が合格した複数枚の半導体ウェーハそれについて、更にレーザー散乱法を用いた上記検査装置から測定された、ヘイズ信号の面内標準偏差値  $\sigma$  、ヘイズ信号の面内平均値  $\mu$  の値から、次の式（1）に示す  $Y$  の値を求めた。

## 【0040】

$$Y = \sigma / \mu \quad (1)$$

このように半導体ウェーハ 1 枚に付き  $Y$  の値を算出した計 100 枚の半導体ウェーハについて、 $Y$  の値に対する半導体ウェーハ枚数を度数とする度数分布図を図 5 に示す。同時に、これらの半導体ウェーハについて、ヘイズ信号の面内平均値  $\mu$  に対する半導体ウェーハ枚数を度数とする度数分布図を図 3 に、ヘイズ信号の面内標準偏差値  $\sigma$  に対する半導体ウェーハ枚数を度数とする度数分布図を図 4 に示す。図 5 に示す検出状況に基づいて、上記  $Y$  の値が 0.100 以下の半導体ウェーハを良品ウェーハ、 $Y$  の値が 0.100 を超える半導体ウェーハを不良品ウェーハと判定した。なお、参考例 1 で良品と判定された図 1 に示す半導体ウェーハの  $Y$  の値は 0.051 であり、不良品と判定された図 2 に示す半導体ウェーハの  $Y$  の値は 0.152 であった。 30

## 【0041】

この判定結果に基づいたウェーハ製造メーカーによる出荷検査において、良品と判定された半導体ウェーハのみで 1 出荷ロットを編成し、このロットをデバイス製造メーカー側へ出荷した。このロットに対するデバイス製造メーカー側の受け入れ検査における良品率を次の表 1 に示す。なお、デバイス製造メーカーの受け入れ検査は、レーザー散乱法を用いた検査装置により、60 nm 以上の L P D 個数が交渉時の条件を満たすものを良品と判定するものである。 40

## 【0042】

## &lt; 比較例 1 &gt;

参考例 1 と同様に、先ず、CZ 法（チョクラルスキー法）により育成されたシリコン単結晶から、スライス工程、面取り工程、研磨工程等を経て得られた半導体ウェーハ（直径 30 cm）を複数枚用意した。これらの半導体ウェーハは、参考例 1 で使用したものと同一の検査装置により測定された 60 nm 以上の L P D 個数が、デバイス製造メーカーとの 50

交渉により設定された条件を合格したものである。

【0043】

この判定結果のみに基づいたウェーハ製造メーカーによる出荷検査において、良品と判定された半導体ウェーハのみで1出荷ロットを編成し、このロットをデバイス製造メーカー側へ出荷した。このロットに対するデバイス製造メーカー側の受け入れ検査における良品率を次の表1に示す。なお、デバイス製造メーカー側の受け入れ検査では、レーザー散乱法を用いた検査装置により、60nm以上 のLPD個数が交渉時の条件を満たすものを良品と判定するものである。

【0044】

<比較例2>

10

参考例1と同様に、先ず、CZ法(チョクラルスキー法)により育成されたシリコン単結晶から、スライス工程、面取り工程、研磨工程等を経て得られた半導体ウェーハ(直径30cm)を複数枚用意した。これらの半導体ウェーハは、参考例1で使用したものと同一の検査装置により測定された80nm以上のLPD個数が、デバイス製造メーカーとの交渉により設定された条件を合格したものである。

【0045】

この判定結果のみに基づいたウェーハ製造メーカーによる出荷検査において、良品と判定された半導体ウェーハのみで1出荷ロットを編成し、このロットをデバイス製造メーカー側へ出荷した。このロットに対するデバイス製造メーカー側の受け入れ検査における良品率を次の表1に示す。なお、デバイス製造メーカー側の受け入れ検査では、レーザー散乱法を用いた検査装置により、80nm以上 のLPD個数が交渉時の条件を満たすものを良品と判定するものである。

20

【0046】

【表1】

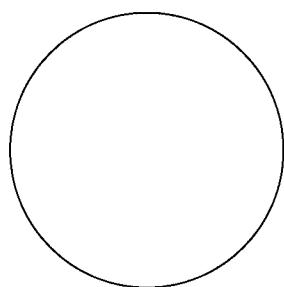
検出するLPDの最小サイズ [nm]	良品率 (%)	
	ウェーハ製造メーカーによる検査(出荷検査)	デバイス製造メーカーによる検査(受け入れ検査)
参考例1	60	100
実施例1	60	100
比較例1	60	92
比較例2	80	100

30

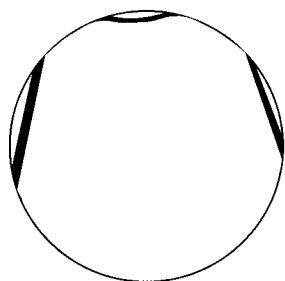
表1から明らかなように、参考例1、実施例1及び比較例1とを比較すると、LPD個数のみで判定した比較例1では、ウェーハ製造メーカーによる出荷検査と、デバイス製造メーカー側による受け入れ検査において、判定結果が異なる半導体ウェーハが存在した。一方、参考例1、実施例1では、ウェーハ製造メーカーによる出荷検査と、デバイス製造メーカー側による受け入れ検査が一致した。このことから、本発明の判定方法がより正確であることが確認された。また、図3～5を比較すると、図3及び図4では、度数の分布が疎らで、明確な分かれた山を持っておらず、図3及び図4から良品・不良品の判定基準を設定するのは困難であるのに対し、図5、即ちYの値を算出した度数分布図では、度数の分布が明確な分かれた山となっており、良品・不良品の判定基準を設定するのが容易であることが確認できる。また、比較例2のように、判定基準となるLPDの最小サイズが、65nmを超えるような比較的大きなサイズであれば、本発明を適用せずともウェーハ製造メーカ及びデバイスメーカ間の判定結果に不一致は生じないことが判る。

40

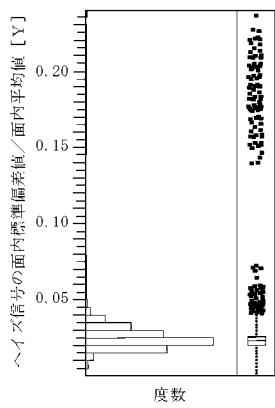
【図1】



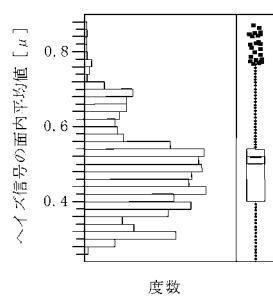
【図2】



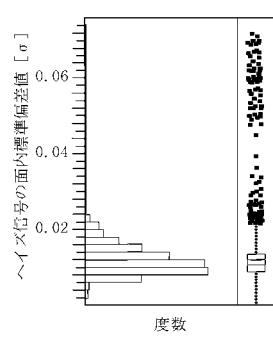
【図5】



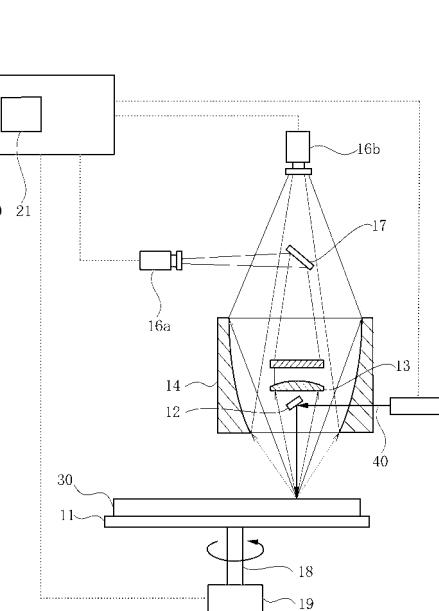
【図3】



【図4】

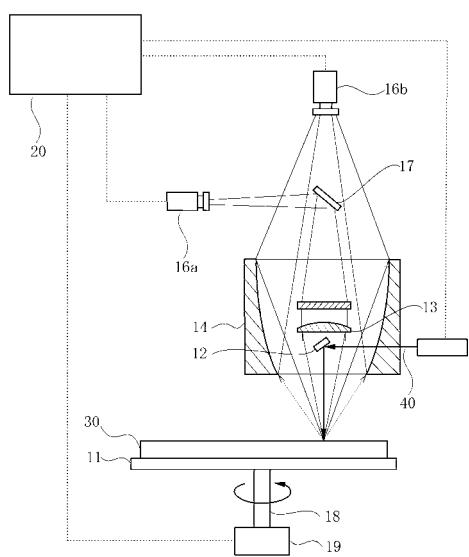


【図6】



10 検査装置	16a 第1検出器	20 制御部
11 支持台	16b 第2検出器	21 Y値算出手段
12 第1反射板	17 第2反射板	30 半導体ウェーハ
13 集光レンズ	18 回転軸	40 レーザー光
14 集光板	19 駆動部	

【図7】

50

---

フロントページの続き

審査官 溝本 安展

(56)参考文献 特表2007-501944(JP,A)  
特表2011-529274(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 21/66