

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5294445号
(P5294445)

(45) 発行日 平成25年9月18日 (2013.9.18)

(24) 登録日 平成25年6月21日 (2013.6.21)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 21/66 (2006.01)

H O 1 L 21/66 J

H O 4 N 9/64 (2006.01)

H O 4 N 9/64 Z

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2007-275836 (P2007-275836)
 (22) 出願日 平成19年10月23日 (2007.10.23)
 (65) 公開番号 特開2009-105230 (P2009-105230A)
 (43) 公開日 平成21年5月14日 (2009.5.14)
 審査請求日 平成22年10月22日 (2010.10.22)

(73) 特許権者 000002428
 芝浦メカトロニクス株式会社
 神奈川県横浜市栄区笠間2丁目5番1号
 (74) 代理人 100097205
 弁理士 樋口 正樹
 (72) 発明者 林 義典
 神奈川県横浜市栄区笠間二丁目5番1号
 芝浦メカトロニクス株式会社 横浜事業所
 内
 (72) 発明者 若葉 博之
 神奈川県横浜市栄区笠間二丁目5番1号
 芝浦メカトロニクス株式会社 横浜事業所
 内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 円盤状基板の検査装置及び検査方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

円盤状基板の表面を撮影して得られる撮影画像を解析して当該円盤状基板の検査を行う円盤状基板の検査装置であって、

前記円盤状基板を撮影して R G B 色空間での赤画像信号、緑画像信号及び青画像信号を出力する撮影部と、

該撮影部から順次出力される前記赤画像信号、前記緑画像信号及び前記青画像信号を処理する画像処理部とを有し、

前記画像処理部は、

前記撮影部から順次出力される前記赤画像信号、前記緑画像信号及び前記青画像信号から、撮影画像を R G B 空間にて表す赤成分画像データ、緑成分画像データ及び青成分画像データを生成する R G B 成分画像データ生成手段と、

前記赤成分画像データ、前記緑成分画像データ及び前記青成分画像データから、前記撮影画像を彩度に基づいて表す彩度成分画像データ及び前記撮影画像を色相に基づいて表す色相成分画像データを生成する色属性成分画像データ生成手段と、

前記撮影画像を表す前記赤成分画像データ、前記緑成分画像データ及び前記青成分画像データからいずれかの色成分画像データを選択する第 1 選択手段と、

前記撮影画像を表す前記彩度成分画像データ及び前記色相成分画像データからいずれか一方の色属性成分画像データを選択する第 2 選択手段と、

選択された前記色成分画像データと前記色属性成分画像データとを合成して、前記撮影

10

20

画像を表す強調画像データを生成する合成手段とを有し、

前記強調画像データに基づいて前記撮影画像の解析を行うことを特徴とする円盤状基板の検査装置。

【請求項 2】

前記第 1 選択手段は、前記赤成分画像データ、前記緑成分画像データ及び前記青成分画像データで表される各色成分の撮影画像の状態に基づいて当該赤成分画像データ、当該緑成分画像データ及び当該青成分画像データからいずれかの色成分画像データを選択する請求項 1 記載の円盤状基板の検査装置。

【請求項 3】

前記第 2 選択手段は、前記彩度成分画像データ及び前記色相画像成分データにて表される各色属性成分の撮影画像の状態に基づいて当該彩度成分画像データ及び当該色相画像成分データからいずれか一方の色属性成分画像データを選択する請求項 1 または 2 記載の円盤状基板の検査装置。

【請求項 4】

円盤状基板の表面を撮影して得られる撮影画像を解析して当該円盤状基板の検査を行う円盤状基板の検査方法であって、

撮影部が前記円盤状基板を撮影して R G B 色空間での赤画像信号、緑画像信号及び青画像信号を出力する撮影ステップと、

前記撮影部から順次出力される前記赤画像信号、前記緑画像信号及び前記青画像信号から、撮影画像を R G B 空間にて表す赤成分画像データ、緑成分画像データ及び青成分画像データを生成する R G B 成分画像データ生成ステップと、

前記赤成分画像データ、前記緑成分画像データ及び前記青成分画像データから、前記撮影画像を彩度に基づいて表す彩度成分画像データ及び前記撮影画像を色相に基づいて表す色相成分画像データを生成する色属性成分画像データ生成ステップと、

前記撮影画像を表す前記赤成分画像データ、前記緑成分画像データ及び前記青成分画像データからいずれかの色成分画像データを選択する第 1 選択ステップと、

前記撮影画像を表す前記彩度成分画像データ及び前記色相成分画像データからいずれか一方の色属性成分画像データを選択する第 2 選択ステップと、

選択された前記色成分画像データと前記色属性成分画像データとを合成して、前記撮影画像を表す強調画像データを生成する合成ステップとを有し、

前記強調画像データに基づいて前記撮影画像の解析を行うことを特徴とする円盤状基板の検査方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体ウエーハ等の円盤状基板の表面を撮影して得られる撮影画像を解析して当該円盤状基板の検査を行う検査装置及びその検査方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、半導体ウエーハの周端面における欠陥を検出するための検査装置（外観検査装置）が提案されている（例えば、特許文献 1）。この検査装置は、検査対象となる半導体ウエーハの周端面をラインセンサで走査する際に画素毎に得られる濃淡（階調）信号に基づいて得られる撮影画像を解析してその周端面にある欠陥、傷、異物等を表す情報を生成している。このような検査装置によれば、半導体ウエーハの周端面の凹凸状態や、その周端面にどのような欠陥等があるかを判定することができる。

【0003】

ところで、半導体ウエーハの製造工程には、酸化膜、窒化膜、ポリシリコン膜、アルミ膜等の成膜工程、感光材料（レジスト）の塗布、露光、現像などを行なうフォトリソグラフィ工程、フォトリソグラフィ工程で半導体ウエーハに形成されたレジスト膜を部分的に除去するエッチング工程等が含まれる。このような工程によって半導体ウエーハの表面に

10

20

30

40

50

形成された各種の膜の状態を知ることができれば、成膜工程、フォトリソグラフィ工程、エッチング工程での条件等が適正か否かを判断することができる。このため、半導体ウエーハ表面の傷等の欠陥とともに膜の状態を検出することが要望されている。

【 0 0 0 4 】

しかしながら、前述した従来の検査装置のようにラインセンサからの濃淡信号から得られる撮影画像上では、傷等の欠陥（凹凸部分）の状態及び各種膜が異なっているにもかかわらず同じ濃淡の程度で表れる部分については区別することができない。そこで、半導体ウエーハの表面に形成される各種膜はその色味によって区別することに着目して、カラーセンサを用いて検査対象となる半導体表面（例えば、周端面）を走査することが考えられる。例えば、光の三原色（赤、緑、青）それぞれの色感度特性を有する３つのラインセンサにて検査対象となる半導体ウエーハの表面を走査し、その走査の際に前記３つのラインセンサから出力される濃淡（階調）信号（赤画像信号、緑画像信号、青画像信号）に基づいて得られる撮影画像上において各種膜や欠陥等の領域の判定（エッジ検出を伴う）等の解析処理を行う。

10

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

しかしながら、撮影画像上で異なる色領域であっても、３つのラインセンサから得られる赤画像信号、緑画像信号及び青画像信号（階調値）がその領域の境界（エッジ）において明確に変化しない場合がある。このような場合、その撮影画像上での領域判定を確実に行うことができず、精度の良い検査結果を得ることが難しい。

20

【 0 0 0 6 】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、撮影画像に基づいて円盤状基板の表面における膜や欠陥部分等の状態をより精度良く検査することのできる円盤状基板の検査装置を提供するものである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

本発明に係る検査装置は、円盤状基板の表面を撮影して得られる撮影画像を解析して当該円盤状基板の検査を行う円盤状基板の検査装置であって、

前記円盤状基板を撮影して R G B 色空間での赤画像信号、緑画像信号及び青画像信号を出力する撮影部と、

30

該撮影部から順次出力される前記赤画像信号、前記緑画像信号及び前記青画像信号を処理する画像処理部とを有し、

前記画像処理部は、

前記撮影部から順次出力される前記赤画像信号、前記緑画像信号及び前記青画像信号から、R G B 空間にて撮影画像を表す赤成分画像データ、緑成分画像データ及び青成分画像データを生成する R G B 成分画像データ生成手段と、

前記赤成分画像データ、前記緑成分画像データ及び前記青成分画像データから、前記撮影画像を彩度に基づいて表す彩度成分画像データ及び前記撮影画像を色相に基づいて表す色相成分画像データのいずれかを生成する色属性成分画像データ生成手段とを有し、

40

生成された前記彩度成分画像データ及び前記色相成分画像データのいずれかに基づいて前記撮影画像の解析を行うことを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

このような構成により、撮影画像における各部の色味を直接的に表しうる彩度成分画像データまたは色相成分画像データに基づいて当該撮影画像の解析がなされるので、撮影画像上で異なる色領域を確実に区別することができるようになる。

【 0 0 0 9 】

また、本発明に係る検査装置は、円盤状基板の表面を撮影して得られる撮影画像を解析して当該円盤状基板の検査を行う円盤状基板の検査装置であって、

前記円盤状基板を撮影して R G B 色空間での赤画像信号、緑画像信号及び青画像信号を

50

出力する撮影部と、

該撮影部から順次出力される前記赤画像信号、前記緑画像信号及び前記青画像信号を処理する画像処理部とを有し、

前記画像処理部は、

前記撮影部から順次出力される前記赤画像信号、前記緑画像信号及び前記青画像信号から、RGB空間にて撮影画像を表す赤成分画像データ、緑成分画像データ及び青成分画像データを生成するRGB成分画像データ生成手段と、

前記赤成分画像データ、前記緑成分画像データ及び前記青成分画像データから、前記撮影画像を彩度に基づいて表す彩度成分画像データ及び前記撮影画像を色相に基づいて表す色相成分画像データを生成する色属性成分画像データ生成手段と、

前記撮影画像を表す前記彩度成分画像データ及び前記色相成分画像データのいずれか一方を選択する選択手段とを有し、

選択された前記彩度成分画像データ及び前記色相成分画像データのいずれかに基づいて前記撮影画像の解析を行うことを特徴とする。

【0010】

このような構成により、撮影画像における各部の色味を直接的に表しうる彩度成分画像データ及び色相成分画像データを選択的に用いて当該撮影画像の解析がなされるので、撮影画像上で異なる色領域をより確実に区別することができるようになる。

【0011】

前記彩度成分画像データ及び前記色相成分画像データのいずれかの選択は、オペレータの指示に基づいてなされるものであっても、彩度成分画像データ及び色相成分画像データを解析した結果に基づいてなされるものであってもよい。前者の場合、彩度成分画像データに基づいた撮影画像及び色相成分画像データに基づいた撮影画像を表示ユニットに表示させることが、オペレータによる選択をし易くさせる点で好ましい。また、後者の場合、所謂自動選択が可能となるので、より効率的な検査が可能となる。

【0012】

更に、本発明に係る検査装置は、円盤状基板の表面を撮影して得られる撮影画像を解析して当該円盤状基板の検査を行う円盤状基板の検査装置であって、

前記円盤状基板を撮影してRGB色空間での赤画像信号、緑画像信号及び青画像信号を出力する撮影部と、

該撮影部から順次出力される前記赤画像信号、前記緑画像信号及び前記青画像信号を処理する画像処理部とを有し、

前記画像処理部は、

前記撮影部から順次出力される前記赤画像信号、前記緑画像信号及び前記青画像信号から、撮影画像をRGB空間にて表す赤成分画像データ、緑成分画像データ及び青成分画像データを生成するRGB成分画像データ生成手段と、

前記赤成分画像データ、前記緑成分画像データ及び前記青成分画像データから、前記撮影画像を彩度に基づいて表す彩度成分画像データ及び前記撮影画像を色相に基づいて表す色相成分画像データを生成する色属性成分画像データ生成手段と、

前記撮影画像を表す前記赤成分画像データ、前記緑成分画像データ及び前記青成分画像データからいずれかの色成分画像データを選択する第1選択手段と、

前記撮影画像を表す前記彩度成分画像データ及び前記色相成分画像データからいずれか一方の色属性成分画像データを選択する第2選択手段と、

選択された前記色成分画像データと前記色属性成分画像データとを合成して、前記撮影画像を表す強調画像データ生成する合成手段とを有し、

前記強調画像データに基づいて前記撮影画像の解析を行うことを特徴とする。

【0013】

このような構成により、撮影画像を表す赤成分画像データ、緑成分画像データ及び青成分画像データから選択されたいずれかの色成分画像データと、撮影画像における各部の色味を直接的に表しうる彩度成分画像データ及び色相成分画像データから選択されたいずれ

10

20

30

40

50

かの色属性成分画像データとを合成して生成された強調画像データに基づいて当該撮影画像の解析がなされるので、各部の色味の違いを更に強調した状態で当該撮影画像を解析することが可能となつて、撮影画像上で異なる色領域を更に確実に区別することができるようになる。

【 0 0 1 4 】

前記赤成分画像データ、緑成分画像データ及び青成分画像データからの単一の色成分画像データの選択、及び前記彩度成分画像データ及び前記色相成分画像データからの単一の色属性成分画像データの選択は、オペレータの指示に基づいてなされるものであつても、各色成分画像データ（赤成分画像データ、緑成分画像データ及び青成分画像データ）及び各色属性成分画像データ（彩度成分画像データ及び色相成分画像データ）を解析した結果に基づいてなされるものであつてもよい。前者の場合、各色成分画像データに基づいた撮影画像や各色属性成分画像データに基づいた撮影画像を表示ユニットに表示させることが、オペレータによる選択をし易くさせる点で好ましい。また、後者の場合、所謂自動選択が可能となるので、より効率的な検査が可能となる。

【 0 0 1 5 】

本発明に係る検査方法は、円盤状基板の表面を撮影して得られる撮影画像を解析して当該円盤状基板の検査を行う円盤状基板の検査方法であつて、

撮影部が前記円盤状基板を撮影して R G B 色空間での赤画像信号、緑画像信号及び青画像信号を出力する撮影ステップと、

前記撮影部から順次出力される前記赤画像信号、前記緑画像信号及び前記青画像信号から、R G B 空間にて撮影画像を表す赤成分画像データ、緑成分画像データ及び青成分画像データを生成する R G B 成分画像データ生成ステップと、

前記赤成分画像データ、前記緑成分画像データ及び前記青成分画像データから、前記撮影画像を彩度に基づいて表す彩度成分画像データ及び前記撮影画像を色相に基づいて表す色相成分画像データのいずれかを生成する色属性成分画像データ生成ステップとを有し、

生成された前記彩度成分画像データ及び前記色相成分画像データのいずれかに基づいて前記撮影画像の解析を行うことを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

また、本発明に係る検査方法は、円盤状基板の表面を撮影して得られる撮影画像を解析して当該円盤状基板の検査を行う円盤状基板の検査方法であつて、

撮影部が前記円盤状基板を撮影して R G B 色空間での赤画像信号、緑画像信号及び青画像信号を出力する撮影ステップと、

前記撮影部から順次出力される前記赤画像信号、前記緑画像信号及び前記青画像信号から、R G B 空間にて撮影画像を表す赤成分画像データ、緑成分画像データ及び青成分画像データを生成する R G B 成分画像データ生成ステップと、

前記赤成分画像データ、前記緑成分画像データ及び前記青成分画像データから、前記撮影画像を彩度に基づいて表す彩度成分画像データ及び前記撮影画像を色相に基づいて表す色相成分画像データを生成する色属性成分画像データ生成ステップと、

前記撮影画像を表す前記彩度成分画像データ及び前記色相成分画像データのいずれか一方を選択する選択ステップとを有し、

選択された前記彩度成分画像データ及び前記色相成分画像データのいずれかに基づいて前記撮影画像の解析を行うことを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

更に、本発明に係る検査方法は、円盤状基板の表面を撮影して得られる撮影画像を解析して当該円盤状基板の検査を行う円盤状基板の検査方法であつて、

撮影部が前記円盤状基板を撮影して R G B 色空間での赤画像信号、緑画像信号及び青画像信号を出力する撮影ステップと、

前記撮影部から順次出力される前記赤画像信号、前記緑画像信号及び前記青画像信号から、撮影画像を R G B 空間にて表す赤成分画像データ、緑成分画像データ及び青成分画像データを生成する R G B 成分画像データ生成ステップと、

前記赤成分画像データ、前記緑成分画像データ及び前記青成分画像データから、前記撮影画像を彩度に基づいて表す彩度成分画像データ及び前記撮影画像を色相に基づいて表す色相成分画像データを生成する色属性成分画像データ生成ステップと、

前記撮影画像を表す前記赤成分画像データ、前記緑成分画像データ及び前記青成分画像データからいずれかの色成分画像データを選択する第1選択ステップと、

前記撮影画像を表す彩度成分画像データ及び色相成分画像データからいずれか一方の色属性成分画像データを選択する第2選択ステップと、

選択された前記色成分画像データと前記色属性成分画像データとを合成して、前記撮影画像を表す強調画像データ生成する合成ステップとを有し、

前記強調画像データに基づいて前記撮影画像の解析を行うことを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0018】

本発明に係る円盤状基板の検査装置及び方法によれば、撮影画像上で異なる色領域を確実に区別することができるようになるので、色味の違う領域として撮影画像上に表れうる円盤状基板の表面における膜や欠陥部分等の状態をより精度良く検査することができるようになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、本発明の実施の形態について、図面に基づいて説明する。

【0020】

20

本発明の実施の一形態に係る円盤状基板の検査装置は、半導体ウエーハの表面検査装置として実現される。この半導体ウエーハの表面検査装置の撮影系は、例えば、図1に示すように構成される。

【0021】

図1において、ステージ100が、回転駆動モータ110の回転軸110aに保持され、一定方向に連続回転するようになっている。ステージ100には円盤状基板となる半導体ウエーハ（以下、単にウエーハという）10が水平状態にセットされている。なお、ステージ100にはアライメント機構（図示略）が設けられており、ウエーハ10の中心がステージ100の回転中心（回転軸110aの軸心）に極力合致するように当該ウエーハ10のステージ100上での位置が調整されるようになっている。

30

【0022】

ステージ100にセットされたウエーハ10の表面外周部分に対向するようにカメラユニット130（撮影部）が設置されている。このカメラユニット130は、撮像素子として、赤（R）の波長領域に高い感度特性を有するラインセンサ、緑（G）の波長領域に高い感度特性を有するラインセンサ、及び青（B）の波長領域に高い感度特性を有するラインセンサを有し、それら3つのラインセンサがウエーハ10の外周縁を横切るように（周方向に直交する方向に延びるように）配置されている。これにより、ステージ100の回転に伴ってウエーハ10が一定方向に回転する際に、カメラユニット130がウエーハ10の表面をその周方向に順次撮影するようになる。

【0023】

40

なお、図1には、照明系については示されていないが、実際には、カメラユニット130により適正なカラー撮影画像が得られるように、ウエーハ10の撮影対象となる外周部分を照明する照明装置が設けられている。

【0024】

表面検査装置の処理系は、図2に示すように構成される。

図4において、カメラユニット130は、コンピュータにて構成される処理ユニット200（画像処理部）に接続されている。処理ユニット200は、ウエーハ10がセットされるステージ100を一定方向に所定の速度にて回転させるように回転駆動モータ110の駆動制御を行うとともに、ステージ100の回転に伴ってウエーハ10が回転する過程でウエーハ10の外周部分を撮影するカメラユニット130から順次出力される画素単位

50

の赤画像信号、緑画像信号及び青画像信号を処理する。処理ユニット200は、操作ユニット210及び表示ユニット220が接続されており、オペレータにて操作される操作ユニット210からの信号に基づいた処理を実行し、また、入力した各色(RGB)画像信号からカラー撮影画像を表す各色(RGB)成分画像データを生成し、カラー撮影画像や各色成分画像データを処理して得られる種々の情報を表示ユニット220に表示させる。

【0025】

図1に示すように設置されたカメラユニット130から出力される各色画像信号を順次入力する処理ユニット200は、図3に示す手順に従って処理を実行する。

【0026】

図3において、処理ユニット200は、ウエーハ10の外周部分をその周方向に順次撮影するカメラユニット130から出力される赤画像信号、緑画像信号及び青画像信号から、カラー撮影画像を表す赤(R)成分画像データ、緑(G)成分画像データ及び青(B)成分画像データを生成し、それら色成分画像データをメモリに格納する(S1)。次いで、処理ユニット200は、RGB色空間からH(色相)、S(彩度)、V(明度)で表されるHSB色空間への変換処理、即ち、取得した前記赤成分画像データ、緑成分画像データ及び青成分画像データから、色相にて撮影画像を表す色相(H)成分画像データ、彩度にて撮影画像を表す彩度(S)成分画像データ及び明度にて撮影画像を表す明度(V)成分画像データを生成する。この色空間の変換は、公知の手法にて行うことができる。

【0027】

なお、赤成分画像データ、緑成分画像データ及び青成分画像データは、各画素の対応する色の強度を、例えば、0から255の階調で表している。また、HVS色空間では、色相(H)は、0度から360度の角度値にて数値化され、彩度(S)及び明度(V)は、0度から100度の角度値にて数値化されているが、色相(H)成分画像データ、彩度(S)成分画像データ及び明度(V)成分画像データは、各画素の対応する角度値を、前記色成分画像データと同様に、0から255の階調に変換して表している。

【0028】

図5に示すように、領域Eの色味が背景部分と異なるカラー撮影画像 I_{ORG} が得られた場合を例について以下説明する。このカラー撮影画像 I_{ORG} は、例えば、図6(a)に示すような撮影画像 I_R を表す赤成分画像データ、図6(b)に示すような撮影画像 I_G を表す緑成分画像データ、及び図6(c)に示すような撮影画像 I_B を表す青成分画像データから生成される。この例では、赤成分画像データで表される撮影画像 I_R 及び青成分画像データで表される撮影画像 I_B では(図6(a)、(c)参照)、図5に示すカラー撮影画像 I_{ORG} 上において背景部分から明確に色味の違いによって区別されている領域Eが明確に表れていない。一方、緑成分画像データで表される撮影画像 I_G では(図6(b)参照)、その領域Eが、赤成分画像データ及び青成分画像データの場合に比べて明確に表れている。

【0029】

図6(a)、(b)、(c)に示すような各撮影画像 I_R 、 I_G 、 I_B を表す赤成分画像データ、緑成分画像データ及び青成分画像データから生成される色相成分画像データは、例えば、図7(a)に示すような撮影画像 I_H を表し、彩度成分画像データは、例えば、図7(b)に示すような撮影画像 I_S を表し、また、明度成分画像データは、例えば、図7(c)に示すような撮影画像 I_V を表す。この例では、色相成分画像データで表される撮影画像 I_H では(図7(a)参照)、図5に示すカラー撮影画像 I_{ORG} 上において背景部分から明確に色味の違いによって区別されている領域Eが僅かに区別される程度に表れている。彩度成分画像データで表される撮影画像 I_S では(図7(b)参照)、その領域Eが比較的明確に表れている。また、明度成分画像データで表されている撮影画像 I_V では(図7(c)参照)、その領域Eがほとんど表れていない。

【0030】

前述したようにRGB色空間からHSV色空間への変換がなされ、例えば、図6(a)、(b)、(c)に示すような撮影画像 I_R 、 I_G 、 I_B を表す各色成分画像データ、及び

10

20

30

40

50

図7(a)、(b)、(c)に示すような撮影画像 I_H 、 I_S 、 I_V を表す各色属性成分画像データが得られると(S1、S2)、処理ユニット200は、強調画像データ生成処理を実行する(S3)。この強調画像データ生成処理は、例えば、図4に示す手順に従って実行される。

【0031】

図4において、処理ユニット200は、取得した赤成分画像データ、緑成分画像データ及び青成分画像データに基づいて、これら色成分画像データにて表される撮影画像 I_R 、 I_G 、 I_B (図6(a)、(b)、(c)参照)を表示ユニット220に表示させるとともに、取得した色相成分画像データ、彩度成分画像データ及び明度成分画像データに基づいて、これら色属性成分画像データにて表される撮影画像 I_H 、 I_S 、 I_V (図7(a)、(b)、(c))を表示ユニット220に表示させる(S31)。なお、このとき、カラー撮影画像 I_{ORG} (図5参照)も併せて表示ユニット220に表示させることもできる。また、各撮影画像において、指定されたライン(例えば、A-A'ライン)における階調値の分布グラフを表示させることもできる。

【0032】

オペレータが、表示ユニット220に表示された各色成分画像データにて表される撮影画像 I_R 、 I_G 、 I_B を見て、操作ユニット210を用いて1つの撮影画像の選択操作を行うと、処理ユニット200は、その選択された撮影画像を表す色成分画像データを第1要素画像のデータとして選択する(S32)。例えば、領域Eが比較的明確に表れている緑成分画像データにて表される撮影画像 I_G (図6(b)参照)の選択操作がなされると、緑成分画像データが第1要素画像のデータとして選択される。

【0033】

次いで、オペレータが、表示ユニット220に表示された各色属性成分画像データにて表される撮影画像 I_H 、 I_S 、 I_V を見て、操作ユニット210を用いて1つの撮影画像の選択操作を行うと、処理ユニット200は、その選択された撮影画像を表す色属性成分画像データを第2要素画像のデータとして選択する(S33)。例えば、領域Eが比較的明確に表れている彩度成分画像データにて表される撮影画像 I_S (図7(b)参照)の選択操作がなされると、彩度成分画像データが第2要素画像のデータとして選択される。

【0034】

処理ユニット200は、このように1つの色成分画像データ(例えば、緑成分画像データ)と、1つの色属性成分画像データ(例えば、彩度成分画像データ)とを選択すると、それらのデータを用いて強調画像データCを算出する(S34)。この強調画像データCは、例えば、

$$C = \text{色成分画像データ} \times a\% + \text{色属性成分画像データ} \times (100 - a\%)$$

(a: 検査対象物によって設定される重み)

に従って算出される。色成分画像データとして緑成分(G)画像データが選択され、色属性成分画像データとして彩度(S)画像データが選択された場合、

$$C = G \cdot a\% + S \cdot (100 - a\%)$$

に従って、強調画像データCが算出される。

【0035】

この強調画像データCは、色成分画像データにて表される撮影画像(例えば、図6(b)に示す緑成分画像データにて表される撮影画像 I_G)における各画像の階調値と、色属性成分画像データにて表される撮影画像(例えば、図7(b)に示す彩度成分画像データにて表される撮影画像 I_S)における対応する画像の階調値とが、合成加算されたものとなっている。従って、もともと領域Eが比較的明確に表れていた色成分画像データ(緑成分画像データ)と色属性成分画像データ(彩度成分画像データ)との合成加算によって得られた強調画像データCにて表される強調画像 I_C は、例えば、図8に示すように、前記領域Eをより明確にその背景部分から区別したものとなる。

【0036】

前述したようにして強調画像データ生成処理(S3)が終了すると、処理ユニット20

10

20

30

40

50

0 は、その生成された強調画像データ C に基づいて各種の解析処理を実行する。例えば、領域判定処理がなされる (S 4)。図 8 に示すように、強調画像データ C に基づいて領域判定処理 (エッジ検出処理) がなされるので、明るさは同程度であるが色味の違う領域をより確実に判定することができる。

【0037】

そして、処理ユニット 200 は、前記領域判定処理によって得られた結果に基づいて、検査対象となるウエーハ 10 の膜形成についての評価情報や欠陥についての評価情報を生成し (S 5)、その評価情報を表示ユニット 220 に表示させる (S 6)。これにより、オペレータは、ウエーハ 10 に形成された膜の状態や成膜プロセスの状態や欠陥の状態を判断することができる。

10

【0038】

前述したような表面検査装置によれば、撮影画像における各部の色味を直接的に表しうる彩度成分画像データまたは色相成分画像データを加味して撮影画像上で異なる色領域を確実に区別することができるようになるので、色味の違う領域として撮影画像上に表れうるウエーハ 10 の表面における膜や欠陥部分等の状態をより精度良く検査することができるようになる。

【0039】

また、撮影画像を表す赤成分画像データ、緑成分画像データ及び青成分画像データから選択されたいずれかの色成分画像データと、撮影画像における各部の色味を直接的に表しうる彩度成分画像データ及び色相成分画像データから選択されたいずれかの色属性成分画像データとを合成してされた強調画像データに基づいて当該撮影画像の解析がなされるので、各部の色味の違いを更に強調した状態で当該撮影画像を解析することが可能となって、撮影画像上で異なる色領域を更に確実に区別することができるようになる。その結果、色味の違う領域として撮影画像上に表れうるウエーハ 10 の表面における膜や欠陥部分等の状態を更に精度良く検査することができるようになる。

20

【0040】

前述した例では、色成分画像データの選択及び色属性成分画像データの選択は、オペレータの操作に基づいてなされるものであったが、自動的に選択するようにすることもできる。例えば、各色成分画像データで表される撮影画像 I_R 、 I_G 、 I_B や、色属性成分画像データで表される撮影画像 I_H 、 I_S 、 I_V における階調値の頻度分布を表すヒストグラムから、階調値の差がより大きい撮影画像を選択することにより、色味の異なる領域 E を明確に表す撮影画像を自動的に選択することができる。例えば、図 9 に示すような階調値が比較的広い範囲にわたって分布するような撮影画像、図 10 に示すように、その分布範囲が比較的低い階調値に集中している撮影画像、及び図 11 に示すように、その分布範囲が比較的高い階調値に集中している撮影画像が得られた場合、図 9 に示すように階調値が比較的広い範囲にわたって分布するような撮影画像を表す色成分画像データや色属性成分画像データが選択される。

30

【0041】

なお、前述した例では、HSV 色空間における明度 (V) 成分画像データ (図 7 (c) 参照) も生成されたが、この明度 (V) 成分画像データは、色味というよりも濃淡 (明るさ) を表すものであるので、特に、生成しなくても、あるいは、選択の対象にしなくてもよい。

40

【0042】

また、一般に、HSV 色空間における色相 (H) 成分画像データ及び彩度 (S) 成分画像データが撮影画像の色味をよく表しうるものであるので、特に、RGB 色空間から選択された色成分画像データとの合成を行わなくても、前記色相成分画像データ及び彩度成分画像データのいずれかを撮影画像の解析に提供するようにすることもできる。その際、前記色相成分画像データ及び彩度成分画像データをオペレータの操作に基づいて、あるいは、自動的に選択するように構成することもできる。

【0043】

50

更に、本発明は、ウエーハ 10 の表面検査装置に限られず、ウエーハ 10 の外周端面等の検査装置（エッジ検査装置）や他の円盤状基板の表面等の検査装置に適用することができる。

【産業上の利用可能性】

【0044】

以上、説明したように、本発明に係る円盤状基板の検査装置及び検査方法は、当該円盤状基板の表面における膜や欠陥部分等の状態をより精度良く検査することができるようになるという効果を有し、半導体ウエーハ等の円盤状基板の表面を撮影して得られる撮影画像を解析して当該円盤状基板の検査を行う検査装置及びその検査方法に適している。

【図面の簡単な説明】

10

【0045】

【図1】本発明の実施の形態に係る円盤状基板の検査装置としての半導体ウエーハの表面検査装置における撮影系の主要部を模式的に示す図である。

【図2】本発明の実施の形態に係る円盤状基板の検査装置としての半導体ウエーハの表面検査装置における処理系の主要部を模式的に示すブロック図である。

【図3】図2に示す処理系における処理ユニットにて実行される処理を示すフローチャートである。

【図4】図3に示す処理における強調画像データ生成処理の具体的な処理手順を示すフローチャートである。

【図5】カラー撮影画像の一例を示す図である。

20

【図6】図5に示すカラー撮影画像に対応する、赤（R）成分画像データが表す撮影画像及びそのA - A'ライン上の階調（濃淡）パターンの一例（a）、緑（G）成分画像データが表す撮影画像及びそのA - A'ライン上の階調（濃淡）パターンの一例（b）、及び青（B）成分画像データが表す撮影画像及びそのA - A'ライン上の階調（濃淡）パターンの一例（c）を示す図である。

【図7】図5に示すカラー撮影画像に対応する、色相（H）成分画像データが表す撮影画像及びそのA - A'ライン上の階調パターンの一例（a）、彩度（S）成分画像データが表す撮影画像及びそのA - A'ライン上の階調パターンの一例（b）、及び明度（V）成分画像データが表す撮影画像及びそのA - A'ライン上の階調パターンの一例（c）を示す図である。

30

【図8】図5に示すカラー撮影画像に対応する、強調画像データで表される撮影画像を及びそのA - A'ライン上の階調パターンの一例を示す図である。

【図9】色（赤、緑、青）成分画像データ、色属性（色相、彩度、明度）成分画像データで表される撮影画像における階調値の分布（その1）を表すヒストグラム図である。

【図10】色（赤、緑、青）成分画像データ、色属性（色相、彩度、明度）成分画像データで表される撮影画像における階調値の分布（その2）を表すヒストグラム図である。

【図11】色（赤、緑、青）成分画像データ、色属性（色相、彩度、明度）成分画像データで表される撮影画像における階調値の分布（その3）を表すヒストグラム図である。

【符号の説明】

【0046】

40

10 半導体ウエーハ（円盤状基板）

100 ステージ

110 回転駆動モータ

110 a 回転軸

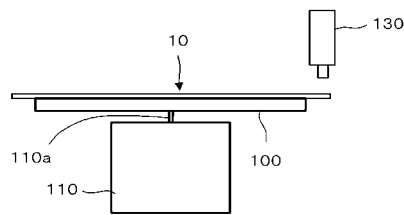
130 カメラユニット

200 処理ユニット

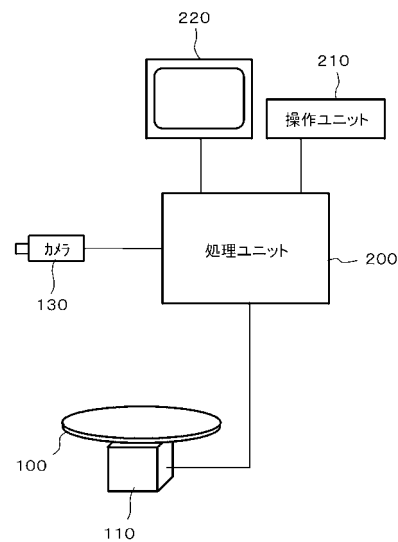
210 操作ユニット

220 表示ユニット

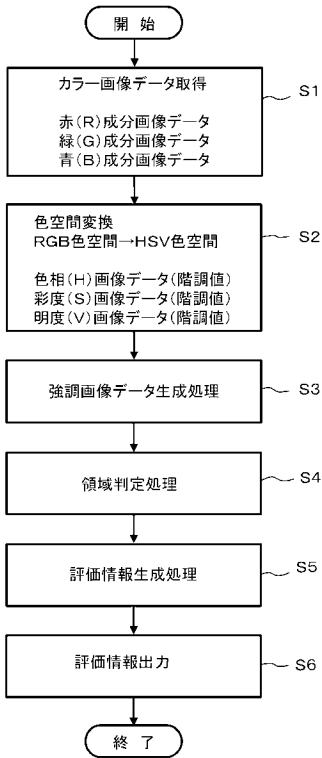
【図 1】



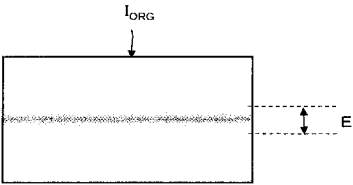
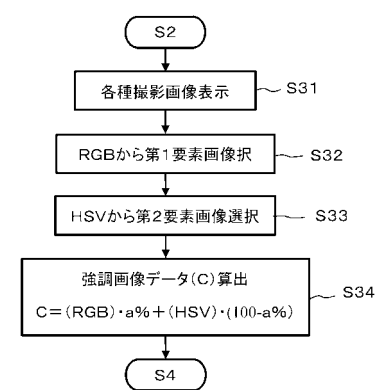
【図 2】



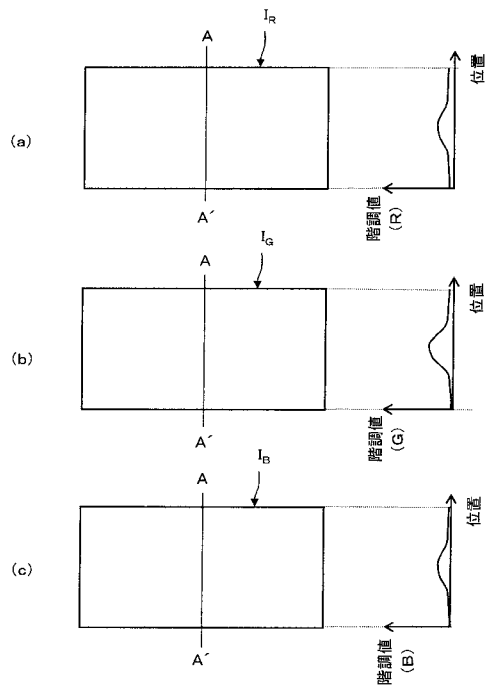
【図 3】



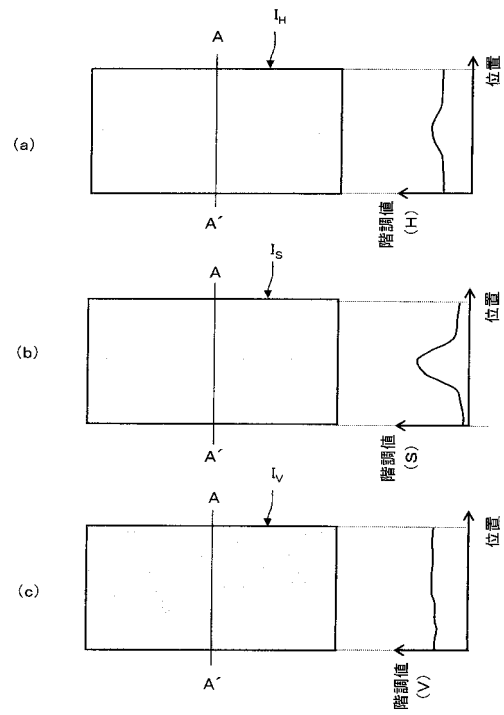
【図 4】



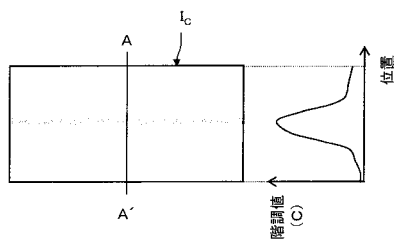
【図 6】



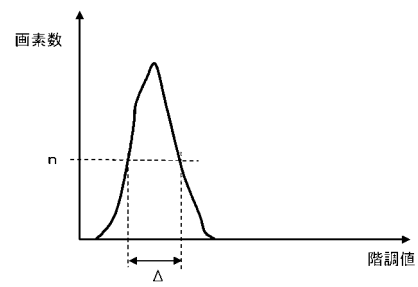
【図 7】



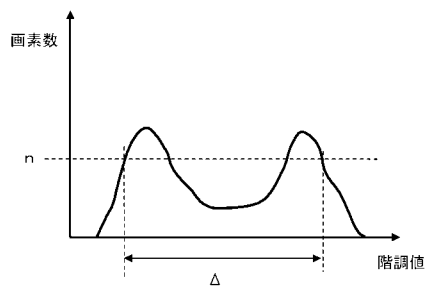
【図 8】



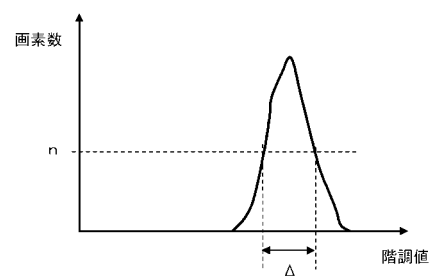
【図 10】



【図 9】



【図 11】



フロントページの続き

- (72)発明者 小野 洋子
神奈川県横浜市栄区笠間二丁目5番1号 芝浦メカトロニクス株式会社 横浜事業所内
- (72)発明者 宮園 浩一
神奈川県横浜市栄区笠間二丁目5番1号 芝浦メカトロニクス株式会社 横浜事業所内
- (72)発明者 森 秀樹
神奈川県横浜市栄区笠間二丁目5番1号 芝浦メカトロニクス株式会社 横浜事業所内

審査官 酒井 朋広

- (56)参考文献 特開平02-078937(JP,A)
特開平10-048837(JP,A)
特開2003-014437(JP,A)
特開平10-311713(JP,A)
特開2000-304704(JP,A)
特開平06-160043(JP,A)
特開昭63-113681(JP,A)
特開2000-114329(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/66
H04N 9/64