

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5191484号
(P5191484)

(45) 発行日 平成25年5月8日 (2013.5.8)

(24) 登録日 平成25年2月8日 (2013.2.8)

(51) Int. Cl.

F I

GO 1 N 21/956 (2006.01)
HO 1 L 21/66 (2006.01)GO 1 N 21/956 A
HO 1 L 21/66 J

請求項の数 5 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2009-512994 (P2009-512994)
 (86) (22) 出願日 平成20年4月25日 (2008.4.25)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2008/058124
 (87) 国際公開番号 W02008/136432
 (87) 国際公開日 平成20年11月13日 (2008.11.13)
 審査請求日 平成23年4月23日 (2011.4.23)
 (31) 優先権主張番号 特願2007-120174 (P2007-120174)
 (32) 優先日 平成19年4月27日 (2007.4.27)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

早期審査対象出願

前置審査

(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
 (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 川村 征雄
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表面検査装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

板状部材の第1主面の外縁において傾斜した第1外周ベベル面、前記板状部材の第2主面の外縁において傾斜した第2外周ベベル面、及び、前記板状部材の外周端面を含む外周エッジ部を撮影して検査する表面検査装置において、

前記板状部材の前記外周エッジ部に対向して配置される撮像レンズと、

前記撮像レンズを挟んで前記板状部材の外周エッジ部と逆側に配置される撮像面と、

前記板状部材の前記第1外周ベベル面の像を前記撮像レンズの第1周辺部を介して前記撮像面に結像させる第1光学部材と、

前記板状部材の前記第2外周ベベル面の像を前記撮像レンズの第2周辺部を介して前記撮像面に結像させる第2光学部材と、

前記板状部材の前記外周端面の像を前記撮像レンズの中央部を介して前記撮像面に結像させる第3光学部材と、

前記外周エッジ部を照明する照明ユニットであって、前記撮像面に結像される、前記第1外周ベベル面、前記第2外周ベベル面、前記外周端面の各像の明度を均一とすべく、前記外周端面より前記第1外周ベベル面及び前記第2外周ベベル面のそれぞれの方が明るくなるように照明する照明ユニットとを有する表面検査装置。

【請求項 2】

前記照明ユニットは、一定の照度分布の光を照射した場合に前記撮像レンズを介して前記撮像面に結像される前記外周端面の像、前記第1外周ベベル面の像及び前記第2外周ベ

10

20

ベル面の像の明るさの関係と逆の関係となる照度分布にて前記外周端面、前記第 1 外周ベベル面及び前記第 2 外周ベベル面を照明する請求項 1 に記載の表面検査装置。

【請求項 3】

前記照明ユニットは、
光源と、

前記板状部材の前記外周エッジ部分に対向して配置され、前記光源からの光を照射する複数の照射面とを有し、

前記複数の照射面のうち中央部に配置される照射面から照射される光の照度は、端部に配置される照射面から照射される光の照度よりも小さい請求項 1 に記載の表面検査装置。

【請求項 4】

前記照明ユニットは、
光源と、

前記板状部材の前記外周エッジ部分に対向して配置され、前記光源からの光を照射する複数の照射面とを有し、

前記複数の照射面の中央部における配置密度は、端部における配置密度よりも小さい請求項 1 に記載の表面検査装置。

【請求項 5】

前記照明ユニットは、前記複数の照射面の前方に配置され、前記照射面の側が平面となるシリンドリカル平凸レンズを有する請求項 3 または 4 に記載の表面検査装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体ウェーハ等の板状部材の第 1 主面の外縁において傾斜した第 1 外周ベベル面、板状部材の第 2 主面の外縁において傾斜した第 2 外周ベベル面、及び、板状部材の外周端面を含む外周エッジ部を撮影して検査する表面検査装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、半導体ウェーハの外周エッジ部分を撮影し、その画像に基づいて外周エッジ部分における傷や突起等の状態を検査する技術が提案されている。例えば、特許文献 1 に記載された技術は、外周エッジ部分が、外周端面と、第 1 主面の外縁において傾斜した第 1 外周ベベル面と、第 2 主面の外縁において傾斜した第 2 外周ベベル面とにより構成されている半導体ウェーハの外周エッジ部分の状態を検査する装置である。この検査装置は、撮像レンズが半導体ウェーハの外周エッジ部分に対向して配置されて、当該撮像レンズを介して撮像面に、外周端面の像を結像させるとともに、第 1 外周ベベル面及び第 2 外周ベベル面の像を結像させることにより、外周端面、第 1 外周ベベル面及び第 2 外周ベベル面を一括して撮影することを可能とする。

【0003】

更に、特許文献 1 に記載された技術では、半導体ウェーハの外周端面から撮像面までの光路長と、第 1 外周ベベル面及び第 2 外周ベベル面のそれぞれから撮像面までの光路長とが異なって、外周端面の像と第 1 外周ベベル面及び第 2 外周ベベル面のそれぞれの像とを単一の撮像面に結像させることが困難であることに鑑み、半導体ウェーハの外周端面と撮像レンズとの間に補正レンズを配置して各光路長を一致させる。

【特許文献 1】国際公開第 2006/059647 号パンフレット

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、撮像レンズにおける中央部と周辺部との収差等によって、撮像面に結像される像は、撮像レンズの中央部を介して結像される像は明度が高く、撮像レンズの周辺部を介して結像される像は明度が低いという特性を有する。このような明度の差は、微細な輝度変動や色彩変動を検出する必要のある半導体ウェーハの外周エッジ部分の検査にお

10

20

30

40

50

いて、明度に関する検出条件を適切に設定することができないという問題がある。例えば、撮像レンズの中央部を介して結像される像に対応して明度に関する検出条件を定めた場合には、周辺部を介して結像される像の明度が不足し、一方、撮像レンズの周辺部を介して結像される像に対応して明度に関する検出条件を定めた場合には、中央部を介して結像される像の明度が過剰となって、検査者は外周エッジ部分における傷や突起等の状態が把握しにくくなる。

【 0 0 0 5 】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、半導体ウェーハ等の板状部材の外周エッジ部分を適切に検査することを可能とした表面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】

10

【 0 0 0 6 】

本発明に係る表面検査装置は、板状部材の第1主面の外縁において傾斜した第1外周ベベル面、前記板状部材の第2主面の外縁において傾斜した第2外周ベベル面、及び、前記板状部材の外周端面を含む外周エッジ部を撮影して検査する表面検査装置であって、前記板状部材の前記外周エッジ部に対向して配置される撮像レンズと、前記撮像レンズを挟んで前記板状部材の外周エッジ部と逆側に配置される撮像面と、前記板状部材の前記第1外周ベベル面の像を前記撮像レンズの第1周辺部を介して前記撮像面に結像させる第1光学部材と、前記板状部材の前記第2外周ベベル面の像を前記撮像レンズの第2周辺部を介して前記撮像面に結像させる第2光学部材と、前記板状部材の前記外周端面の像を前記撮像レンズの中央部を介して前記撮像面に結像させる第3光学部材と、前記外周端面より前記

20

【 0 0 0 7 】

この構成によれば、撮像レンズの中央部を介して撮像面に結像される像は明度が高く、周辺部を介して撮像面に結像される像は明度が低いという特性を有することに鑑み、板状部材の外周端面より第1外周ベベル面及び第2外周ベベル面の方が明るくなるように、外周端面、前記第1外周ベベル面及び前記第2外周ベベル面を照明することで、撮像面に結像される各像の明度をできるだけ均一にして、明度に関する検出条件を適切に設定することが可能となる。

30

【 0 0 0 8 】

また、本発明に係る表面検査装置において、前記照明ユニットは、一定の照度分布の光を照射した場合に前記撮像レンズを介して前記撮像面に結像される前記外周端面の像、前記第1外周ベベル面の像及び前記第2外周ベベル面の像の明るさの関係と逆の関係となる照度分布にて前記外周端面、前記第1外周ベベル面及び前記第2外周ベベル面を照明するようにしてもよい。

【 0 0 0 9 】

この構成によれば、照明ユニットが、一定の照度を照射した場合に撮像レンズを介して撮像面に結像される像の明度の関係に対して、逆の関係を有する照度の光を照射することにより、撮像面に結像される各像の明度をできるだけ均一にすることが可能となる。

40

【 0 0 1 0 】

また、本発明に係る表面検査装置において、前記照明ユニットは、光源と、前記板状部材の前記外周エッジ部分に対向して配置され、前記光源からの光を照射する複数の照射面とを有し、前記複数の照射面のうち中央部に配置される照射面から照射される光の照度は、端部に配置される照射面から照射される光の照度よりも小さくなるようにしてもよい。

【 0 0 1 1 】

この構成によれば、中央部に配置される照射面から板状部材の外周端面に向けて光が照射され、端部に配置される照射面から第1外周ベベル面及び第2外周ベベル面に向けて光が照射されることにより、撮像面に結像される各像の明度をできるだけ均一にすることが可能となる。

50

【 0 0 1 2 】

同様の観点から、本発明に係る表面検査装置において、前記照明ユニットは、光源と、前記板状部材の前記外周エッジ部分に対向して配置され、前記光源からの光を照射する複数の照射面とを有し、前記複数の照射面の中央部における配置密度は、端部における配置密度よりも小さくなるようにしてもよい。

【 0 0 1 3 】

また、本発明に係る表面検査装置において、前記照明ユニットは、前記複数の照射面の前方に配置され、前記照射面の側が平面となるシリンドリカル平凸レンズを有するようにしてもよい。

【 0 0 1 4 】

この構成によれば、シリンドリカル平凸レンズによって照射面からの放射光が平行光に変換されるので、その平行光を板状部材の外周端面、第 1 外周ベベル面及び第 2 外周ベベル面のそれぞれに向けて照射することができるようになる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 5 】

本発明によれば、板状部材の外周端面より第 1 外周ベベル面及び第 2 外周ベベル面のそれぞれの方が明るくなるように、前記外周端面、前記第 1 外周ベベル面及び前記第 2 外周ベベル面を照明することにより撮像面に結像される各像の明度をできるだけ均一にすることができるので、明度に関する検出条件を適切に設定することが可能となつて、前記板状部材の外周エッジ部分を適切に検査することができるようになる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 6 】

【 図 1 】 本発明の実施の一形態に係る半導体ウェーハ検査装置の構成を示す図である。

【 図 2 A 】 検査対象となる半導体ウェーハの外周エッジ部分の構造を示す部分側面図である。

【 図 2 B 】 検査対象となる半導体ウェーハの第 1 主面（表面）を示す部分平面図である。

【 図 3 】 半導体ウェーハ検査装置における光学系の各部の配置を側方から見た図である。

【 図 4 】 半導体ウェーハ検査装置における光学系の各部の配置を上方から見た図である。

【 図 5 】 照明ライトガイド灯光部が一定の照度分布の光を照射した場合における、撮像面に結像される像の明度変化を示す図である。

【 図 6 】 照明ライトガイド灯光部によって照射される光の照度分布を示す図である。

【 図 7 A 】 照明ライトガイド灯光部における複数の照射面の第 1 の配置例を示す図である。

。

【 図 7 B 】 照明ライトガイド灯光部における複数の照射面の第 2 の配置例を示す図である。

。

【 図 8 A 】 照明ライトガイド灯光部における複数の照射面の第 3 の配置例を示す図である。

。

【 図 8 B 】 照明ライトガイド灯光部における複数の照射面の第 4 の配置例を示す図である。

。

【 図 9 】 光ファイバの引き回しの一例を示す図である。

【 図 1 0 】 シリンドリカル平凸レンズの製造工程を示す図である。

【 図 1 1 A 】 ミラーの傾斜角度の調整機構の一例を示す側面図である。

【 図 1 1 B 】 図 1 1 A に示すミラーの傾斜角度の調整機構の正面図である。

【 図 1 2 A 】 従来の半導体ウェーハ検査装置における外周端面、第 1 外周ベベル面及び第 2 外周ベベル面の像を示す図である。

【 図 1 2 B 】 照明ライトガイド灯光部の照度特性を示す図である。

【 図 1 2 C 】 撮像レンズを介して結像される像の明度特性を示す図である。

【 図 1 2 D 】 画像の明度特性示す図である。

【 図 1 3 A 】 本実施形態の半導体ウェーハ検査装置における外周端面、第 1 外周ベベル面及び第 2 外周ベベル面の像を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 1 3 B】照明ライトガイド灯光部の照度特性を示す図である。

【図 1 3 C】撮像レンズを介して結像される像の明度特性を示す図である。

【図 1 3 D】画像の明度特性を示す図である。

【符号の説明】

【 0 0 1 7 】

- 1 0 半導体ウェーハ検査装置
- 1 2、1 4 ミラー
- 1 2 a、1 4 a 反射面
- 1 6 ライトソース
- 1 7 光ファイバ
- 1 7 a 照射面
- 1 8 照明ライトガイド灯光部
- 1 9 ハーフミラー
- 2 0 シリンドリカル平凸レンズ
- 2 1 カメラ
- 2 2 撮像レンズ
- 2 4 撮像面
- 2 6 補正レンズ
- 2 8 モニタ
- 3 0 ガイドレール
- 3 2、3 4 支持部
- 3 6、3 7 軸
- 4 0、4 1、4 2、4 3 脚部
- 1 0 0 半導体ウェーハ
- 1 0 1 外周エッジ部分
- 1 0 1 a 外周端面
- 1 0 1 b 第 1 外周ベベル面
- 1 0 1 c 第 2 外周ベベル面
- 1 0 2 a 第 1 主面
- 1 0 2 b 第 2 主面

10

20

30

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 8 】

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。

【 0 0 1 9 】

図 1 は、本発明の実施形態に係る表面検査装置としての半導体ウェーハ検査装置の構成を示す図である。図 1 に示す半導体ウェーハ検査装置 1 0 は、板状部材としての半導体ウェーハ 1 0 0 の外周エッジ部分を撮影して、当該外周エッジ部分の傷や突起等の状態を検査するものである。そして、この半導体ウェーハ検査装置 1 0 において、半導体ウェーハ 1 0 0 は、ガイドレール 3 0 上に設置された回転機構（図示略）にて回転自在に支持されており、カメラ 2 1 は、半導体ウェーハ 1 0 0 の外周エッジ部分に対向するようにガイドレール 3 0 上に移動可能に設けられている。ライトソース 1 6（例えば、メタルハライド光源）と照明ライトガイド灯光部 1 8 とが複数の光ファイバ 1 7 にて接続されており（照明ユニットの構成）、ライトソース 1 6 から出射された光が複数の光ファイバ 1 7 を通って照明ライトガイド灯光部 1 8 に達するようになっている。照明ライトガイド灯光部 1 8 は、複数の光ファイバ 1 7 を伝わってくる光によって半導体ウェーハ 1 0 0 の外周エッジ部分を照明するように設置されている。後述するように、半導体ウェーハ 1 0 0 の外周エッジ部分のそれぞれ異なる方向を向いた複数の面を 1 つのカメラ 2 1 にて撮影するために、ミラー 1 2（第 1 光学部材）、ミラー 1 4（第 2 光学部材）が半導体ウェーハ 1 0 0 の外周エッジ部分の近傍に設けられるとともに、半導体ウェーハ 1 0 0 とカメラ 2 1 との間に補正レンズ 2 6（第 3 光学部材）が設けられている。カメラ 2 1 は、撮像レンズ 2 2 及

40

50

び撮像面 24 を有している。なお、この半導体ウェーハ検査装置 10 は、カメラ 21 にて撮影して得られる画像を表示するためのモニタ 28 を有している。

【0020】

図 2A は、検査対象となる半導体ウェーハ 100 の外周エッジ部分の構造を示す側面図であり、図 2B は、半導体ウェーハ 100 の第 1 主面（表面）を示す部分平面図である。図 2A 及び図 2B に示す半導体ウェーハ 100 は、外周エッジ部分 101 が、損傷防止のために面取り加工されている。具体的には、外周エッジ部分 101 は、第 1 主面 102a 及び第 2 主面 102b に対して垂直をなす外周端面 101a と、第 1 主面 102a の外縁において傾斜した第 1 外周ベベル面 101b と、第 2 主面 102b の外縁において傾斜した第 2 外周ベベル面 101c とからなる。

10

【0021】

図 3 及び図 4 は、半導体ウェーハ検査装置 10 における光学系の各部の配置を示し、図 3 はその配置を側方から見た図であり、図 4 はその配置を上方から見た図である。図 3 及び図 4 に示すように、カメラ 21 の撮像レンズ 22 は、半導体ウェーハ 100 の外周エッジ部分 101 の外周端面 101a に対向して配置される。カメラ 21 の撮像面 24 は、撮像レンズ 22 を挟んで、半導体ウェーハ 100 の外周エッジ部分 101 の外周端面 101a と逆側に配置される。

【0022】

ミラー 12 は、半導体ウェーハ 100 の第 1 外周ベベル面 101b の上方に、反射面 12a を撮像レンズ 22 の側に向けて傾斜して配置されている。一方、ミラー 14 は、半導体ウェーハ 100 の第 2 外周ベベル面 101c の下方に、反射面 14a を撮像レンズ 22 の側に向けて傾斜して配置されている。これらミラー 12 及び 14 の傾斜角度は、後述する調整機構によって調整可能となっている。

20

【0023】

照明ライトガイド灯光部 18 は、ライトソース 16 から複数の光ファイバ 17 を介して入射される光を、当該複数の光ファイバ 17 のそれぞれの先端を照射面として照射するものである。この照射される光は、撮像レンズ 22 と半導体ウェーハ 100 の外周端面 101a とを結ぶ直線（撮像レンズ 22 の光軸）に対して平行に、いわゆる同軸落射にて半導体ウェーハ 100 の外周エッジ部分 101 に達するようになっている。具体的には、ハーフミラー 19 が撮像レンズ 22 の光軸に対して 45 度の傾斜角度をもって配置され、複数の光ファイバ 17 のそれぞれの先端である照射面がハーフミラー 19 に対向し、その光の照射方向が撮像レンズ 22 の光軸に直交する方向となるように照明ライトガイド灯光部 18 が配置される（図 4 参照）。照明ライトガイド灯光部 18 の照射面の前方に、当該照射面側が平面となるようにシリンドリカル平凸レンズ 20 が配置される。複数の光ファイバ 17 のそれぞれの先端である各照射面から照射された光は、シリンドリカル平凸レンズ 20 を介してハーフミラー 19 へ照射される。この際、光はシリンドリカル平凸レンズ 20 によってハーフミラー 19 の反射面に集光される。そして、ハーフミラー 19 で反射した光が、半導体ウェーハ 100 の外周端面 101a に照射されるとともに、ミラー 12 の反射面 12a 及びミラー 14 の反射面 14b を介して、半導体ウェーハ 100 の第 1 外周ベベル面 101b 及び第 2 外周ベベル面 101c に照射される。なお、ライトソース 16 とカメラ 21 との位置関係は、光ファイバ 17 の照射面からの光が撮像レンズ 22 の光軸に対して角度をもって半導体ウェーハ 100 の外周端面 101a に入射するように設定することもできる。この場合、ライトソース 16（光ファイバ 17 の照射面 17a）とカメラ 21（レンズ 22）との配置関係は、前記照射面からの光が半導体ウェーハ 100 の外周端面 101a にて正反射して進む方向にカメラ 21（レンズ 22）が配置されるもの（明視野での配置関係）であっても、また、ある範囲内であれば前記光が正反射して進む方向からずれた方向に配置されるもの（暗視野での配置関係）であってもよい。

30

40

【0024】

照明ライトガイド灯光部 18 により光が照射された状態において、半導体ウェーハ 100 の第 1 外周ベベル面 101b の像は、図 3 及び図 4 の一点鎖線に示すように、ミラー 1

50

2の反射面12aで反射し、撮像レンズ22の第1周辺部としての上部へ導かれる。同様に、半導体ウェーハ100の第2外周ベベル面101cの像は、図3及び図4の一点鎖線に示すように、ミラー14の反射面14aで反射し、撮像レンズ22の第2周辺部としての下部へ導かれる。

【0025】

また、照明ライトガイド燈光部18により光が照射された状態において、半導体ウェーハ100の外周端面101aの像は、図3及び図4の一点鎖線に示すように、補正レンズ26へ導かれる。補正レンズ26は、撮像レンズ22と半導体ウェーハ100の外周端面101aとの間に配置されている。補正レンズ26に導かれた半導体ウェーハ100の外周端面101aの像は、撮像レンズ22の中央部へ導かれる。補正レンズ26によって、半導体ウェーハ100の外周端面101aから撮像レンズ22までの光路長と、半導体ウェーハ100の第1外周ベベル面101bからミラー12の反射面12aを介した撮像レンズ22までの光路長、及び、半導体ウェーハ100の第2外周ベベル面101cからミラー14の反射面14aを介した撮像レンズ22までの光路長とを一致させることができる。

【0026】

撮影レンズ22に導かれた、半導体ウェーハ100の外周端面101aの像、第1外周ベベル面101bの像、及び、第2外周ベベル面101cの像は、更に、撮像面24に導かれる。撮像面24が焦点位置に配置されることにより、当該撮像面24において、半導体ウェーハ100の外周端面101aの像、第1外周ベベル面101bの像、及び、第2外周ベベル面101cの像が結像される。カメラ21は、撮像面24に結像された像に対応する画像情報をモニタ28へ出力し、当該モニタ28は、入力した画像情報に対応する画像を表示する。

【0027】

次に、照明ライトガイド燈光部18の詳細を説明する。図5は、照明ライトガイド燈光部18が一定の照度分布の光を照射した場合における、撮像面24に結像される像の明度変化を示す図である。図5に示すように、撮像面24に結像される像は、撮像レンズ22における中央部と周辺部との収差等によって、撮像レンズ22の中央部を介して結像される像は明度が高く、撮像レンズ22の周辺部（上部及び下部）を介して結像される像は明度が低いという特性を有する。

【0028】

照明ライトガイド燈光部18は、このような撮像レンズ22の特性に鑑み、照明ライトガイド燈光部18が一定の照度分布の光を照射した場合における、撮像面24に結像される像の明度の関係と逆の関係を有する照度分布の光を照射する。図6は、照明ライトガイド燈光部18によって照射される光の照度分布を示す図である。図6に示すように、照明ライトガイド燈光部18は、配置された複数の光ファイバ17の先端である複数の照射面のうち、中央部に配置される照射面が照射する光、換言すれば、半導体ウェーハ100の外周端面101aに照射される光の照度が、端部に配置される照射面が照射する光、換言すれば、ミラー12の反射面12a及びミラー14の反射面14bを介して半導体ウェーハ100の第1外周ベベル面101b及び第2外周ベベル面101cに照射される光の照度よりも小さくなるように光を照射する。

【0029】

図7Aは、照明ライトガイド燈光部18における複数の光ファイバ17の先端である複数の照射面の第1の配置例を示す図であり、図7Bは、照明ライトガイド燈光部18における複数の光ファイバ17の先端である複数の照射面の第2の配置例を示す図である。図7A及び図7Bにおいて、範囲A内の照射面17aは半導体ウェーハ100の外周端面101aに光を照射するものであり、範囲B内の照射面17aはミラー12の反射面12a及びミラー14の反射面14bを介して半導体ウェーハ100の第1外周ベベル面101b及び第2外周ベベル面101cに光を照射するものである。

【0030】

図 7 A に示す例では、範囲 A 及び範囲 B 双方の照射面 17 a は等間隔で配置されている。この場合には、中央部に配置された照射面 17 a によって照射される光の照度を最小とし、端部に向かうにしたがって照射面 17 a によって照射される光の照度を徐々に大きくし、端部に配置された照射面 17 a によって照射される光の照度を最大とすることにより、図 6 に示す照度分布を実現することができる。一方、図 7 B に示す例では、照射面 17 a は、中央部での配置間隔が広く、その配置密度が小さくなっており、端部に向かうにしたがってその配置間隔が狭くその配置密度が高くなっている。この場合には、全ての照射面 17 a によって照射される光の照度を同一として、図 6 に示す照度分布を実現することができる。

【 0 0 3 1 】

なお、照明ライトガイド灯光部 18 によって照射される光の照度分布は、必ずしも図 6 に示すように、撮像面 24 に結像される像の明度に対して逆の関係である必要はなく、逆の関

【 0 0 3 2 】

図 8 A は、照明ライトガイド灯光部 18 における複数の光ファイバ 17 の先端である複数の照射面の第 3 の配置例を示す図であり、図 8 B は、照明ライトガイド灯光部 18 における複数の光ファイバ 17 の先端である複数の照射面の第 4 の配置例を示す図である。図 7 A 及び図 7 B に示す場合と同様、図 8 A 及び図 8 B において、範囲 A 内の照射面 17 a は半導体ウェーハ 100 の外周端面 101 a に光を照射するものであり、範囲 B 内の照射面 17 a はミラー 12 の反射面 12 a 及びミラー 14 の反射面 14 b を介して半導体ウェーハ 100 の第 1 外周ベベル面 101 b 及び第 2 外周ベベル面 101 c に光を照射するものである。

【 0 0 3 3 】

図 8 A に示す例では、照射面 17 a の配置間隔は 2 段階になっており、範囲 A での配置間隔が広くその配置密度が小さく、範囲 B での配置間隔が狭くその密度が大きい。この場合には、全ての照射面 17 a によって照射される光の照度を同一として、図 6 に近似する照度変化を実現することができる。一方、図 8 B に示す例では、範囲 A 及び範囲 B 双方の照射面 17 a は等間隔で配置されている。この場合には、範囲 A の照射面 17 a によって照射される光の照度を、範囲 B の照射面 17 a によって照射される光の照度よりも小さくすることにより、図 6 に近似する照度変化を実現することができる。

【 0 0 3 4 】

図 7 A に示すように、複数の照射面 17 a を等間隔で配置して、その中央部に配置された照射面 17 a によって照射される光の照度を最小とし、端部に向かうにしたがって照射面 17 a によって照射される光の照度を徐々に大きくし、端部に配置された照射面 17 a によって照射される光の照度を最大とすること、あるいは、図 8 B に示すように、複数の照射面 17 a を等間隔で配置して、範囲 A の照射面 17 a によって照射される光の照度を、範囲 B の照射面 17 a によって照射される光の照度よりも小さくすることは、例えば、以下のように光ファイバ 17 を引き回すことによって実現される。

【 0 0 3 5 】

図 9 は、光ファイバ 17 の引き回しの一例を示す図である。図 9 では、複数の光ファイバ 17 は、ライトソース 16 の中央部に接続されるものほど、照明ライトガイド灯光部 18 における当該光ファイバ 17 の照射面 17 a の配置位置が端部になるように引き回されている。このような引き回しとすることで、ライトソース 16 が、中央部から照射される光の照度が大きく、端部から照射される光の照度が小さいという特性を有する場合に、照明ライトガイド灯光部 18 において、中央部に配置された照射面 17 a から照度の小さな光が照射され、端部に配置された照射面 17 a から照度の大きな光が照射されることになる。

【 0 0 3 6 】

また、照明ライトガイド灯光部 18 における照射面 17 a の前方には、シリンдриカル平凸レンズ 20 が配置される（図 4 参照）。図 10 は、シリンдриカル平凸レンズの製造

10

20

30

40

50

工程を示す図である。図 10 に示すように、シリンドリカル平凸レンズ 20 は、ガラスやプラスチック等の透明部材の円柱 60 を、延在方向（円形の第 1 主面及び第 2 主面に対して直交する方向）に沿って直線状に切断することにより形成される。

【0037】

図 11 A は、ミラー 12 及び 14 の傾斜角度の調整機構の一例を示す側面図であり、図 11 B は、ミラー 12 及び 14 の傾斜角度の調整機構の一例を示す正面図である。図 11 A 及び図 11 B に示すように、この調整機構は、支持部 32 及び 34、軸 36、37、脚部 40、41、42 及び 43 により構成される。

【0038】

支持部 32 は、ミラー 12 が取り付けられており、当該ミラー 12 を支持する。また、支持部 32 の下部の一端には脚部 40 が設けられ、他端には脚部 41 が設けられている。脚部 40 は軸 36 に回転自在に取り付けられ、脚部 41 は軸 37 に回転自在に取り付けられている。一方、支持部 34 は、ミラー 14 が取り付けられており、当該ミラー 14 を支持する。また、支持部 34 の上部の一端には脚部 42 が設けられ、他端には脚部 43 が設けられている。脚部 42 は軸 36 に回転自在に取り付けられ、脚部 43 は軸 37 に回転自在に取り付けられている。

【0039】

このような構造によって、ミラー 12 及び 14 は、軸 36 及び 37 を中心として傾斜角度を自在に調整可能である。ミラー 12 及び 14 の傾斜角度の調整によって、半導体ウェーハ 100 の第 1 外周ベベル面 101 b 及び第 2 外周ベベル面 101 c の像を撮像レンズ 22 へ導かせることが可能となる。また、支持部 32 の下部と支持部 34 の上部との間には隙間 44 が生じ、当該隙間 44 に半導体ウェーハ 100 の端部を配置することによって、半導体ウェーハ 100 の第 1 外周ベベル面 101 b の像を確実にミラー 12 へ導かせることができるとともに、第 2 外周ベベル面 101 c の像を確実にミラー 14 へ導かせることが可能となる。

【0040】

このように、本実施形態の半導体ウェーハ検査装置 10 は、照明ライトガイド灯光部 18 が一定の照度分布の光を照射した場合に、撮像レンズ 22 の中央部を介して撮像面 24 に結像される半導体ウェーハ 100 の外周端面 101 a の像は明度が高く、周辺部を介して撮像面 24 に結像される半導体ウェーハ 100 の第 1 外周ベベル面 101 b 及び第 2 外周ベベル面 101 c の像は明度が低いという特性を有することに鑑み、照明ライトガイド灯光部 18 が、半導体ウェーハ 100 の外周端面 101 a より第 1 外周ベベル面 101 b 及び第 2 外周ベベル面 101 c の方が明るくなるように、外周端面 101 a、第 1 外周ベベル面 101 b 及び第 2 外周ベベル面 101 c を照明する。

【0041】

図 12 A は、従来の半導体ウェーハ検査装置における外周端面、第 1 外周ベベル面及び第 2 外周ベベル面の像を示す図、図 12 B は、照明ユニットの照度特性を示す図、図 12 C は、撮像レンズを介して結像される像の明度特性を示す図、及び図 12 D は、画像の明度特性を示す図である。従来は、図 12 B に示すように、照明ユニットの照度は中央部が高く、端部に向かうにしたがって低くなるとともに、図 12 C に示すように、撮像レンズの中央部を介する像の明度が高く、周辺部に向かうにしたがってその部分を介する像の明度が低くなる。このような照明ユニットの照度特性と撮像レンズを介して結像される像の明度特性とが重畳されることによって、図 12 A に示すように、半導体ウェーハ 100 の外周端面 101 a の像 51 は明度が高く、半導体ウェーハ 100 の第 1 外周ベベル面 101 b の像 52 及び第 2 外周ベベル面 101 c の像 53 は明度が低くなり、これに伴って、図 12 D に示すように画像の明度も中央部が高く、端部に向かうにしたがって低くなる。

【0042】

一方、図 13 A は、本実施形態の半導体ウェーハ検査装置 10 における外周端面 101 a、第 1 外周ベベル面 101 b 及び第 2 外周ベベル面 101 c の像を示す図、図 13 B は、照明ライトガイド灯光部 18 の照度特性を示す図、図 13 C は、撮像レンズ 22 を介し

て結像される像の明度特性を示す図、及び図 1 3 D は、画像の明度特性を示す図である。従来と同様、図 1 3 C に示すように、撮像レンズ 2 2 の中央部を介する像の明度が高く、周辺部に向かうにしたがってその部分を介する像の明度が低くなる。しかし、本実施形態の半導体ウェーハ検査装置 1 0 では、図 1 3 B に示すように、照明ユニット 1 6 の照度特性が、撮像レンズ 2 2 を介して結像される像の明度特性を打ち消すように設定されるため、図 1 3 A に示すように、半導体ウェーハ 1 0 0 の外周端面 1 0 1 a の像 5 1 の明度と、第 1 外周ベベル面 1 0 1 b の像 5 2 及び第 2 外周ベベル面 1 0 1 c の像 5 3 は明度とをできるだけ均一にする、換言すれば、所定範囲内とすることができ、これに伴って、図 1 3 D に示すように画像の全体の明度も所定範囲内とすることができる。従って、明度に関する検出条件を単一なものとしても、像 5 1 乃至 5 3 に明度の過不足が生じることがなく、これら像 5 1 乃至 5 3 に基づいて、半導体ウェーハ 1 0 0 の外周エッジ部 1 0 1 の状態を適切に検査することが可能となる。

10

【 0 0 4 3 】

なお、上述した実施形態では、半導体ウェーハ 1 0 0 の外周エッジ部 1 0 1 の状態を検査する場合について説明したが、半導体ウェーハ 1 0 0 と同様に、外周端面、第 1 外周ベベル面及び第 2 外周ベベル面からなる外周エッジ部を有する他の板状部材の当該外周エッジ部を検査する場合にも、同様に本発明を適用することができる。

【 0 0 4 4 】

また、上述した実施形態では、照明ライトガイド灯光部 1 8 は、一定の照度分布の光を照射した場合に撮像面 2 4 に結像される像の明度の関係に対して逆の関係を有する照度分布の光を照射したり、外周端面 1 0 1 a へ照射される光の照度を、第 1 外周ベベル面 1 0 1 b 及び第 2 外周ベベル面 1 0 1 c へ照射される光の照度より小さくしたが、撮像面 2 4 に結像される外周端面 1 0 1 a、第 1 外周ベベル面 1 0 1 b 及び第 2 外周ベベル面 1 0 1 c の像の明度が所定範囲であれば、照明ライトガイド灯光部 1 8 の照度分布は、これらの照度分布に限られることはない。

20

【 0 0 4 5 】

また、上述した実施形態では、半導体ウェーハ検査装置 1 0 は、補正レンズ 2 6 を有し、照明ライトガイド灯光部 1 8 は、シリンドリカル平凸レンズ 2 0 を有しているが、これら補正レンズ 2 6 及びシリンドリカル平凸レンズ 2 0 の一方又は双方を有しない構成であってもよい。また、上述した実施形態では、ライトソース 1 6 からの光を、光ファイバ 1 7 を介して当該光ファイバ 1 7 の先端である照射面 1 7 a から照射させたが、これらライトソース 1 6 及び光ファイバ 1 7 に代えて、照射面の位置に複数の発光ダイオードを配置して、これら発光ダイオードの光を照射させるようにしてもよい。

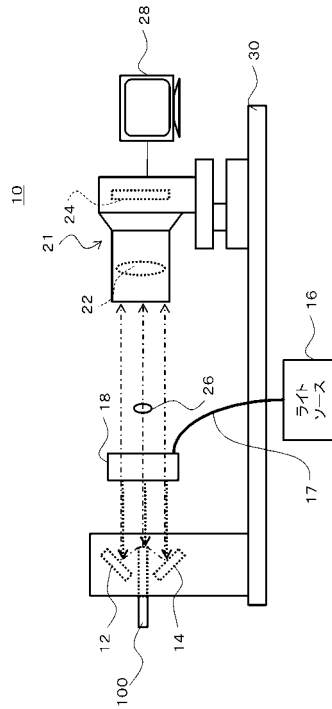
30

【 産業上の利用可能性 】

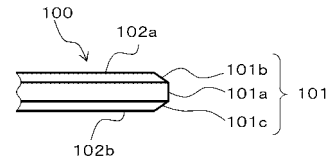
【 0 0 4 6 】

本発明に係る表面検査装置は、板状部材の外周エッジ部を適切に検査することを可能であり、表面検査装置として有用である。

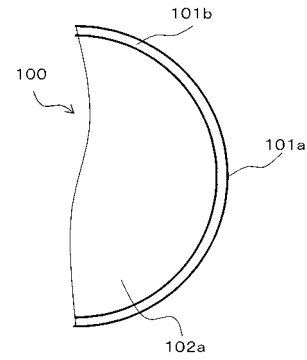
【図 1】



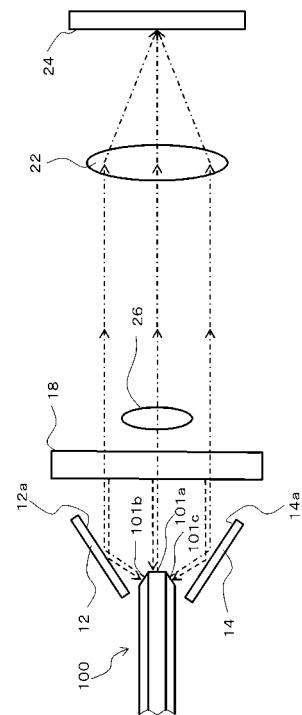
【図 2 A】



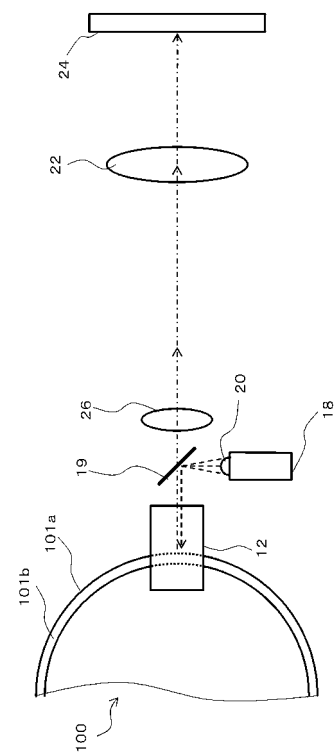
【図 2 B】



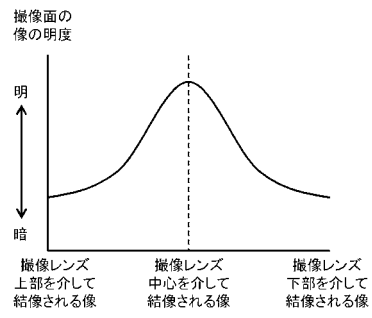
【図 3】



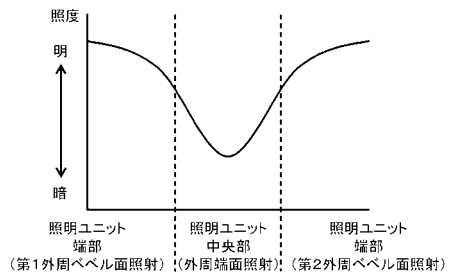
【図 4】



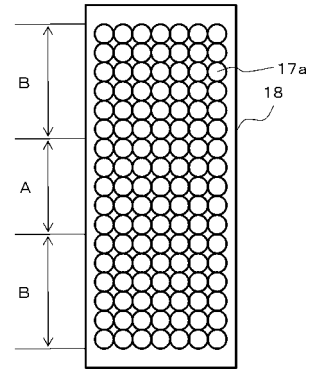
【図 5】



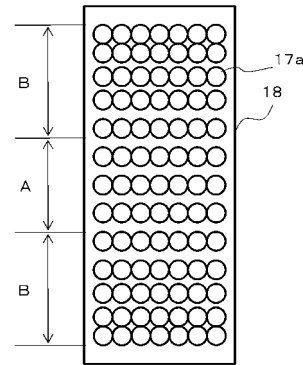
【図 6】



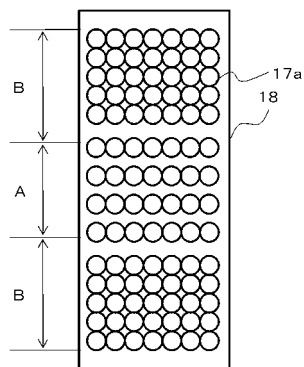
【図 7 A】



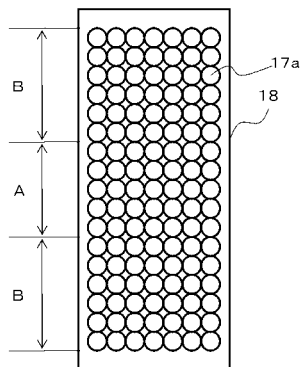
【図 7 B】



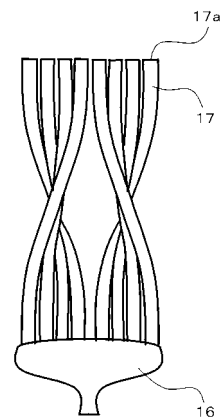
【図 8 A】



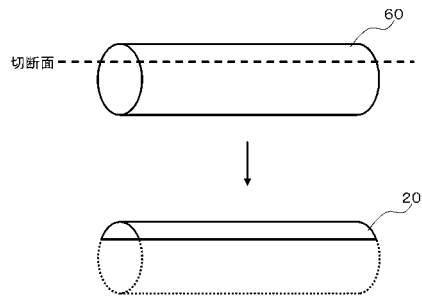
【図 8 B】



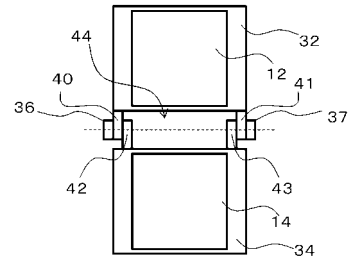
【図 9】



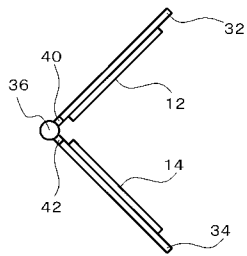
【図 10】



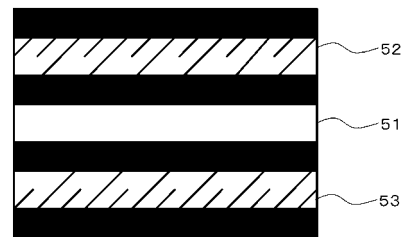
【図 11 B】



【図 11 A】



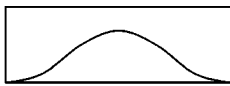
【図 12 A】



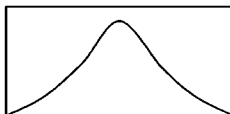
【図 12 B】



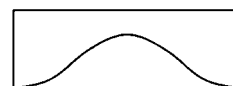
【図 12 C】



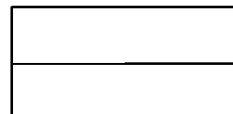
【図 12 D】



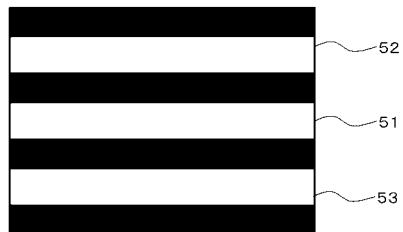
【図 13 C】



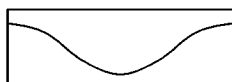
【図 13 D】



【図 13 A】



【図 13 B】



フロントページの続き

審査官 豊田 直樹

(56)参考文献 国際公開第2006/059647(WO, A1)

特開2002-310924(JP, A)

特開2003-065960(JP, A)

特開2004-191214(JP, A)

特開2006-017685(JP, A)

特開平09-269298(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 21/84 - 21/958

G01B 11/00 - 11/30

H01L 21/66