

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2010 年 10 月 7 日(07.10.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/113232 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 21/956 (2006.01) H01L 21/66 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/006615
- (22) 国際出願日: 2009 年 12 月 4 日(04.12.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-084001 2009 年 3 月 31 日(31.03.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 日立ハイテクノロジーズ(HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORPORATION) [JP/JP]; 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目 2 4 番 1 4 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 三友健司(MITOMO, Kenji) [JP/JP]; 〒3128504 茨城県ひたちなか市大字市毛 8 8 2 番地 株式会社 日立ハイテクノロジーズ 那珂事業所内 Ibaraki (JP). 岡健次(OKA, Kenji) [JP/JP]; 〒3128504 茨城県ひたちなか市大字市毛 8 8 2 番地 株式会社 日立ハイテクノロジーズ 那珂事業所内 Ibaraki (JP).

- (74) 代理人: 井上学(INOUE, Manabu); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号 株式会社 日立製作所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

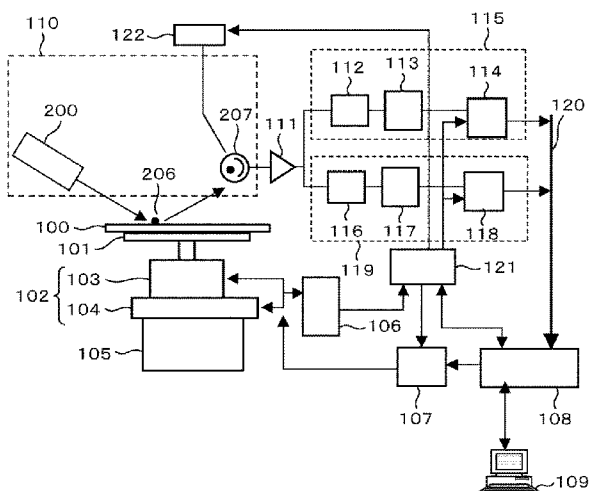
[続葉有]

(54) Title: EXAMINING METHOD AND EXAMINING DEVICE

(54) 発明の名称: 検査方法及び検査装置

[図1]

図 1



(57) Abstract: There have been problems that when an examining device of dark-field type or the like is used, it takes much time if a method for determining the examination conditions is used while measuring a signal and that the determination whether or not the set sensitivity conditions are appropriate depends on the discretion of the operator. An examining device comprises a stage for holding a sample, an illumination optical system for projecting illuminating light onto the surface of the sample held on the stage, a dark-field optical system for detecting scattered light produced by the illuminating light projected onto the sample, a photoelectric converting unit for converting the scattered light detected by the dark-field optical system into an electric signal, an AD converting unit for converting the electric signal converted by the photoelectric converting unit into a digital signal, a determining unit for determining the size of the foreign body on the surface of the sample on the basis of the intensity of the scattered light from the foreign body, and a signal processing unit for determining the examination conditions using information relating to the scattered light from the surface of the sample.

(57) 要約:

[続葉有]



暗視野方式の検査装置などにおいて、信号を実測しながら検査条件を決める方法では時間がかかることと、設定した感度条件が適切か否かの判断が作業者の裁量に左右されることが課題である。検査装置において、試料を保持するステージと、前記ステージ上に保持された試料の表面に照明光を照射する照明光学系と、前記試料に照射された照射光によって発生した散乱光を検出する暗視野光学系と、前記暗視野光学系にて検出された散乱光を電気信号に変換する光電変換部と、前記光電変換部によって変換された電気信号をデジタル信号に変化するＡＤ変換部と、前記試料表面上の異物からの散乱光の大きさから異物の大きさを判定する判定部と、前記試料面からの散乱光情報を用いて、検査条件を決定する信号処理部とを有する。

明 細 書

発明の名称： 検査方法及び検査装置

技術分野

[0001] この発明は、検査方法及び検査装置に関し、例えば、半導体ウェーハ等の被検査物表面の欠陥を検査する方法および検査装置に関する。

背景技術

[0002] 表面検査において、例えば、半導体デバイスの製造工程では、ベアウェーハにパターンを転写し、エッチングで削ることによって回路を形成してゆく。回路を形成していく様々な半導体デバイスの製造工程において、ウェーハ表面に付着した異物や欠陥などは歩留まりを低下させる大きな要因となっている。ウェーハ表面に付着した異物や欠陥は各製造工程において管理されており、ベアウェーハ表面に付着している異物やウェーハ表面に存在する欠陥などを高感度、及び、高スループットで検出するのが、表面検査装置である。

[0003] ウェーハ上の異物、欠陥を検査する方法としては電子ビーム等の荷電粒子線を用いる方法と、光を用いる方法に大別され、光を用いる方法はカメラを用いてウェーハ表面の画像を撮影し、画像情報を解析するものと、ウェーハ表面で散乱された光を光電子増倍管のような受光素子で検出し光の散乱の程度を解析するものがある。後者の一例として特許文献1記載のものがある。また、本発明に関連する従来技術としては、特許文献2には、表面状態の大きな試料上の異物等を、直流をオフセットで除去することによって増幅器のダイナミックレンジに余裕を作り、ゲインを上げることで小さな欠陥を見ることができるという方法が記述されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開昭63-143830号公報

特許文献2：特開平06-249791号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] 例えば、暗視野方式の集光光学系による暗視野検査装置では照明のレーザー光を走査させて、欠陥に光源が照射されたときだけ、散乱光を検出する方式から、一般に検出信号は交流（パルス信号）となる。一方、照射する範囲は目標とする異物に比べて充分大きく、検出しようとする範囲を広く照らしている。ところで鏡面ウェーハには、Haze（ヘイズ）と称される非常に小さな凹凸構造（マイクロラフネス）があって、レーザーを照射するとこれら表面凹凸構造からも散乱光が生じる。この散乱光は一般に独立欠陥からの信号に比べて充分低い周波数成分を持つため、回路のフィルタリング処理で分離することができるが、低い周波数のHaze散乱光入力にセンサ固有のショット雑音パルス成分で重畳するため、一定以上のHazeがあるウェーハは、実欠陥ではなくショット雑音を欠陥として計数してしまい、正しい計測ができない。また、Hazeレベルに応じた適切な感度条件下で検査を行わないと、センサの出力信号が飽和し、欠陥の大きさを正しく認識できない等の課題を引き起こす恐れがある。また、このような課題を避けるために新しい工程用の検査条件を設定する作業は試行錯誤的な方法に頼り、検査条件作成に時間を要すことや、設定作業者の熟練度の違いで充分な検査性能を引き出せないこと等が課題となっている。このように、信号を実測しながら検査の条件を決める方法では時間がかかることと、設定した感度条件が適切か否かの判断が作業者の裁量に左右されることが課題である。

- [0006] 本発明の一つの目的は、散乱光に基づく検査において、検査オペレータの技量の影響を抑えて、短時間で、望ましい検査条件を得ることができる検査装置及び検査方法を提供することである。

課題を解決するための手段

- [0007] 本発明の一つの特徴は、試料を保持するステージと、前記ステージ上に保持された試料の表面に照明光を照射する照明光学系と、前記試料に照射された照射光によって発生した散乱光を検出する暗視野光学系と、前記暗視野光

学系にて検出された散乱光を電気信号に変換する光電変換部と、前記光電変換部によって変換された電気信号をデジタル信号に変化するA/D変換部と、前記試料表面上の異物からの散乱光の大きさから異物の大きさを判定する判定部と、前記試料面からの散乱光情報を用いて、検査条件を決定する信号処理部とを有する検査装置にある。

[0008] 本発明の他の特徴は、試料に照射された照射光によって発生した散乱光を検出し、前記散乱光検出光学系にて検出された散乱光を電気信号に変換し、変換された前記電気信号をデジタル信号に変化し、ウェーハ表面上の異物からの散乱光の大きさから異物の大きさを判定する検査方法において、前記散乱光の検出条件の決定に、前記試料表面からの散乱光情報を用いる検査方法にある。

[0009] 本発明の上記特徴及びその他の特徴は以下の記述により、更に説明される。

発明の効果

[0010] 本発明の態様によれば、検査オペレータの技量の影響を抑えて、短時間で、望ましい検査条件を得ることができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の実施例の概略構成を示す図である。

[図2]本発明の実施例の照明スポットを示す図である。

[図3]本発明の実施例のHaze、異物信号及びショット雑音波形を示す図である。

[図4]本発明の実施例の正規化Haze量から限界感度を求める手順を示した図である。

[図5]本発明の実施例の検査条件作成時のシーケンスを示した図である。

[図6]本発明の実施例の通常検査時のシーケンスを示した図である。

[図7]本発明の実施例の検査条件作成画面を示した図である。

[図8]本発明の実施例の検査結果でHaze監視機能を有効にして検査して測定条件の妥当性がNGと判定して警告表示をした図である。

[図9]本発明の実施例の検査結果でHaze監視機能を有効にして検査して測定条件の妥当性がNGと判定して感度を自動補正し、最小サイズの結果が無効であると表示した図である。

[図10]本発明の実施例2の光学系概略構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0012] 本発明の一般的な説明後、実施の形態について述べる。

[0013] 本発明は、Haze信号（直流）と異物信号（パルス）が照射パワーに対する散乱光量の比率として互いに関連付けられる情報であることと、ショット雑音の大きさが統計的にHaze信号の平方根に比例して増大するという物理的な現象を利用して、予め取得したHaze情報（表面粗さ）から、異物の検出限界及び最大検出可能サイズを予測して擬似の発生を防いだり検査精度の高さを維持しようとしたりするものである。

[0014] このためにHazeという第2の測定量を利用して、第1の測定対象である異物検査の精度を維持すること、限界性能を試行錯誤せずに誰でもが得ることができる技術を提供することができた。即ち、例えば、

1) ウェーハ表面の極微細なラフネスによる散乱光に誘起される擬似とラフネスの間の相関に着目して、異物の感度設定時に粗さ情報（Haze）を直接計測して、自動的に適切な異物検出感度及び検出可能な範囲（最小、最大サイズ）を検査装置が計算して作業者に情報を提供する。

2) 同様に大きなHazeはセンサの直流分が大きくなり飽和を生じさせる。Hazeと飽和の間の相関に着目して、飽和しない最大の感度を決定し作業者に情報を提供する。また、登録済みの条件で検査する場合、Hazeが範囲外であるかを検査前に自動判定し、自動的に感度をシフトさせることによって飽和を回避させる。

3) Hazeの小さなウェーハは、飽和及び擬似欠陥が許容されるレベルまで感度を引き上げることができる。Hazeと限界感度及び飽和の関係に着目して、擬似の発生しないかつ飽和の生じさせない最大感度を決定し作業者に情報を提供する。

- [0015] また、本発明が対象にしているウェーハ表面の粗さ（ラフネス）は、SEM規格上ではHazeとして定義されるもので、高さの実効値が0.1～10nm、凹凸の繰り返し周期が0.1～10μm程度のもので、AFM（原子間力顕微鏡Atomic Force Microscope）で計測されるようなものである。しかしながらAFMは極めて微小な領域しか検査することができずウェーハ全面を検査することは実用的ではないとされている。
- [0016] これに対して、ウェーハ表面にレーザを照射させて、散乱光を集める暗視野式検査方法では、レーザを照射している範囲から、この微細なラフネスの平均的な高さに相関した散乱光が生じるのでHazeはrms値に相関したLLS（Localized light scatter）に比べて充分低い周波数成分の信号として得ることができる。
- [0017] つまり、スムーズな面と粗い面ではHazeに違いが生じる。一方、鏡面ウェーハ等の検査装置の検出限界は雑音である。この雑音には、ベースになっている回路雑音の上に、その数倍から一桁以上も大きな検出器から発生する雑音加わる。この雑音の形は時間・位置に依存せずにランダムに発生する単発信号であって、LLSからの信号と区別がつかない。そして、この雑音の大きさがHaze量と相関があることが確かめられるようになってきた。そして、Hazeが小さいものほど小さな欠陥を検出することができるが、どこまで小さなものが見えるかは作業者の経験と試行錯誤によるパラメータの変更という工程を必要としているのが現状である。
- [0018] また、これに対して、従来技術では、表面検査におけるHazeとショット雑音の関係が配慮されていない。
- [0019] 本発明者らは、Hazeの大きい試料から直流分をオフセットでキャンセルするだけでは十分でない点に着目した。さらに言えば、本発明の応用分野が課題としている暗視野方式による半導体ウェーハ表面検査技術において、大きなHazeのときに考慮しなければならないのは増幅器のレンジではない。センサそのものの飽和である。この特性はHazeと直接関係があるから、適切な感度まで光量またはセンサのバイアス条件を変更させるなどして下げなければ

ならない。具体的には光電子増倍管の印加電圧を制御して、センサそのものの増幅度を最適にする。そのことによって、センサで飽和していた信号が顕在化することがある。

[0020] 本発明は、センサで飽和している信号の感度を、どのくらい下げれば最適であるかという最適化技術を提供するものである。

[0021] 本発明によって期待される効果は、対象としている独立欠陥の信号が埋もれてしまうほどHazeが大きな表面上で、感度を最適に設定する手段を提供するのではなく、許容されるHazeの変動範囲内で、検査精度に影響を与えるようなHazeのウェーハに対して自動補正をかけるというものである。また、条件作成の場面でいえば、測光したHazeデータから時間をかけずに限界性能を引き出せる条件を決定できることにある。

[0022] 本発明は、Haze量から適切な感度を直接決定する技術を提供するものである。

[0023] 以下、図面を用いて、本発明を実施するための形態を説明する。

実施例 1

[0024] 図1に、本発明の異物・欠陥検出方法を用いた異物・欠陥検査装置の第一の実施例を示す。被検査物体である半導体ウェーハ100はチャック101に真空吸着されており、このチャック101は、回転ステージ103と並進ステージ104から成る被検査物体移動ステージ102、Zステージ105上に搭載されている。回転ステージ103にて回転移動 θ を、並進ステージ104にて並進移動 r を行う。これらステージ制御は、上位CPU108及び演算器121からの制御信号に基づきステージ制御機構107を介して行われる。照明・検出光学系110には光源200とセンサ207があつて、ウェーハ表面上の異物または欠陥206に光源から照射された照明Spotが当たると散乱光を発生させる。センサ207がこの散乱光を検出して電気信号に変換し増幅器111で増幅する。増幅器111で検出された散乱光信号は、周波数の高い異物・欠陥信号処理系115と、周波数の低いHaze信号処理系119に分かれる。

- [0025] 異物・欠陥信号処理系 115 は、ハイパスフィルタ 112 でパルス成分が抽出され、AD変換器 a 113 で異物・欠陥デジタル信号に変換された後、予め分割された単位面積毎に異物・欠陥判定機構 114 で異物・欠陥座標との同期を取り、異物または欠陥の大きさと位置が Haze 及び欠陥データ転送機構 120 を介して上位 CPU 108 へ送られる。
- [0026] Haze 信号処理系 119 はローパスフィルタ 116 で直流及び低周波成分が抽出され、AD変換器 b 117 で Haze デジタル信号に変換された後、予め分割された単位面積毎に Haze 判定機構 118 で Haze 座標との同期を取り、Haze 測定値が Haze 及び異物・欠陥データ転送機構 120 を介して上位 CPU 108 へ送られる。このとき検査中の欠陥・異物座標は検査座標検出機構 106 で検出されて、演算器 121 で座標位置と同期を取るための座標同期信号を生成するとともに、上位 CPU 108 へ現在位置が報告される。このようにしてウェーハ全面を照明スポットが走査することによって、異物・欠陥及び Haze の大きさと位置を判定し、入出力装置 109 に検査結果を出力する。検査結果を出力する方法は、画面上に異物・欠陥または Haze の分布を示すマップ及びまたは、異物・欠陥 1 件ずつの位置と大きさ、欠陥種類等を全検出件数分記述したテキスト形式のファイル等である。また、入出力装置 109 は、異物・欠陥を検査するための感度やしきい値などの条件を入力や、検査の開始、検査結果の解析、保存等のコマンド入力等を行う。
- [0027] ウェーハ全面を検査するときのセンサの感度は、設定された条件に応じて演算器 121 に送られたデータに基づきセンサ感度制御器 122 が行う。さらに Haze 信号処理系 119 は、全面検査開始前にセンサ感度を決定するための情報を取得する目的で Haze 量を測定して上位 CPU 108 へ報告する。
- [0028] 図 2 は、本発明の実施例の照明スポットを示す図である。更に、図 2 は、半導体ウェーハ 100 の上方に配置されている照明・検出光学系を示す。照明光の光源 200 にはレーザ光源を用いる。光源 200 から出た照射ビーム 201 は照射レンズ 202 に入射し、予め定められた大きさの照明スポット 203 を形成する。照明光は例えば P 偏光であり、被検査物体である半導体

ウェーハ100の表面に、概略、結晶Siに対するブリュスター角で斜入射するように構成されている。このように、照射ビームが固定で、ウェーハが回転しながら並進する機構によって、ウェーハ上での照射ビームの軌跡は螺旋状になる。この軌跡を螺旋状走査208と呼ぶと、照明スポット203は螺旋状走査208に対して半径方向rに長い長軸成分204と半径方向 θ に短い短軸成分205からなる概略楕円形状をしており、照度が照明スポット中心部のeの2乗分の1（eは自然対数の底）に低下する輪郭線の内部を、ここであらためて照明スポットと定義することにする。ウェーハ100上で螺旋状走査において照明光が照射されず、検査されない隙間領域ができないように、通常照明スポット203は、螺旋状走査の任意のトラックとその次のトラックで、ある定められた量が重なるように設定する。また、本実施例では、照明スポット203の走査は半導体ウェーハ100の内周から外周に向かって行が、逆であっても差し支えない。ウェーハ100表面上の異物または欠陥206に、光源から照射された照明Spotが当たると散乱光を発生させる。センサ207がこの散乱光を受光系集光レンズ209を介して検出して電気信号に変換する。

[0029] ウェーハ上に照射したレーザ光の波長より小さな異物からの散乱光量は、一般に試料の光学定数（屈折率，副屈折率），薄膜の厚さ，対象異物の屈折率，異物の大きさ，検出光学系の照射角度，偏光方向，受光器の配置，検光が定まれば決まる。ここで、試料の光学定数とは、大抵、成膜された物質によって定まりよく知られた方法により測定することが可能なものである。またこの散乱光量は照射面積や照射パワーに拠らず、照射パワー密度即ち照射面積当たりのパワーに対する比として正規化でき、BRDF（Bidirectional Reflectance Distribution Function）という量で、シミュレーションにより計算が可能である。

[0030] この計算結果は、一般に異物サイズ対正規化散乱光比のテーブルで与えられるが、測定波長より充分小さい領域では、散乱光量が、異物サイズの6乗に比例して小さくなるというレイリー（Reighly）の法則に従うと考える良

いから、異物からの正規化散乱光量比, Particle_{BRDF}は

[0031] [数1]

$$\text{Particle}_{\text{BRDF}} = C_{o, k, n} \times r^6 \quad \dots(\text{式1})$$

但し r は異物の直径

また、センサに入光する散乱光量 P_{dp} は

[0032] [数2]

$$P_{dp} = \text{Particle}_{\text{BRDF}} \times p/s \quad \dots(\text{式2})$$

但し p は照明のパワー、 s は照射面積と表すことができる。

[0033] 一方、ウェーハ表面の Haze（微細な凹凸構造）がある場合、レーザ光を良く絞って照射すると照射された範囲で一様に散乱光が生じ、検出器はこれら各点からの散乱光を積分した量を検出することになる。

[0034] この Haze 入射光量もまた、センサの感度や、照射パワーに拠らず、照射パワーに対する散乱光比で正規化して、BRDF 量として扱うことができる。照射パワー p と、散乱光を測光する全立体角のうち、ある限定された NA で計測された Haze の測光量 Meas Haze が既知であるとき、この BRDF は

[0035] [数3]

$$\text{Haze}_{\text{BRDF}} = K \times \frac{P_{dh}}{p} = K \times \frac{C * \text{Meas Haze}}{S_k * g(\text{PMT HV}) * p} \quad \dots(\text{式3})$$

ここで S_k はセンサの陰極放射感度、即ち光電変換面の入射光量に対する電流比、 $g(\text{PMT HV})$ はセンサの増倍率、 P_{dh} はセンサに入射される光の量（Haze からの散乱光量）、 C は Haze 処理系の変換係数、 K は適当な比例定数である。そして、センサは光電子増倍管であり、印加電圧 PMT HV によって増倍率が可変である。

[0036] （式3）によれば、 C 、 S_k は使用するセンサや検査装置固有の定数であるから、所定の条件（ $g(\text{PMT HV})$ 、 p が既知）で測定した Haze の測定量（Meas Haze）から、正規化 Haze 量である $\text{Haze}_{\text{BRDF}}$ を計算することが可能であることを示している。

[0037] 一方、ウェーハ表面の微細な凹凸がHaze散乱光としてセンサに入光すると、これがショット雑音を引き起こす。この光電子増倍管で重畳されるショット雑音が異物信号の大きさと同じになるとき、その異物の大きさがパターン無しウェーハ異物検査装置の限界検出サイズとなる。そして、この雑音の大きさは、陰極電流の平方根に比例して大きくなることが知られており、陰極電流はセンサに入る光の量 P_{hd} に比例することと、 P_{hd} は $Haze_{BRDF}$ に比例することから、ノイズ信号は $Haze_{BRDF}$ の平方根に比例して増大するという関係が導かれる。

[0038] 図3は、本発明の実施例のHaze、異物信号及びショット雑音波形を示す図である。図3は、本検査装置がある粗さを持つウェーハ上の欠陥を検出したときの検出信号の様子を示す。図1の増幅器111の出力信号で、低周波成分と高周波成分が各々独立して抽出される前の信号である。横軸は時間、縦軸はグラウンドレベル300からの信号の大きさを示す。検出信号302は、信号の大きさがSで異物からの信号301で大きさがS1の成分と、Haze信号303で大きさがS2の成分を加算した大きさ、即ち $S = S1 + S2$ である。ここで、異物信号301はレーザスポットが照射されている時間だけ信号が発生するからパルス信号状になり、その大きさS1は測定波長より充分小さい領域では、散乱光量が異物サイズの6乗に比例し、照射パワー密度とセンサの感度に比例する。一方Haze信号303の大きさS2は、表面の粗さに相関し、照射パワーとセンサの感度に比例する。さらに、このHaze成分の平方根に比例するショット雑音304がパルス成分に重畳され、このパルス成分であるショット雑音が検出限界サイズからの異物信号と同じ大きさになるとき、そのサイズより小さいものは検出することができない。これが検出限界である。この限界は、照射するパワーが固定であれば、センサの感度によらず、Hazeの大きさで決まる。

[0039] $Haze_{BRDF}$ のウェーハをパワー p で照明したときに生じるショット雑音を、その雑音レベルと等価な入射光量 P_{sn} に換算して表すと

[0040]

[数4]

$$P_{sn} = C_n \times (\text{Haze}_{\text{BRDF}} \times P)^{0.5} \quad \dots(\text{式4})$$

C_n は適当な比例定数

一方、(式2)と(式4)から $P_{dp} = P_{sn}$ となるような異物サイズを求めることができる。

[0041] [数5]

$$P_{dp} = P_{sn} = C_n \times (\text{Haze}_{\text{BRDF}} \times p)^{0.5} = C_{o, k, n} \times r^6 \times p/s$$

$$\text{限界サイズ } r_{\min} = \left(\frac{C_n}{C_{o, k, n}} \times \frac{s}{\sqrt{p}} \right)^{0.166} \times \text{Haze}_{\text{BRDF}}^{0.0833} \quad \dots(\text{式5})$$

[0042] 即ち、ある条件下で(式3)から $\text{Haze}_{\text{BRDF}}$ を求めることができれば、(式5)よりそのウェーハ上での検出可能な最小異物サイズを予想することが可能である。

[0043] 図4は、本発明の実施例の正規化Haze量から限界感度を求める手順を示した図である。

[0044] 図4の右に、最小検出異物サイズと正規化Hazeの関係を示したグラフ400を示す。横軸が正規化Haze量、縦軸が限界サイズである。

[0045] 図3で示したHazeを含む信号は、図1で示したHaze信号処理系によって抽出され、上位CPUによって前に述べたアルゴリズムに従い正規化Hazeが計算される。一方、検査装置は図4の前記グラフ400に示す関係を、例えばテキストデータテーブルとして検査装置内の記憶部に持つので、前記光学条件の下での検出可能な最小サイズは直ちに求まる。ここで、前記グラフ400に示す関係は、検査装置が直接関数の形で演算しても良い。

[0046] また、図4の左のグラフ401は、正規化検出光量と異物サイズの関係である。正規化Haze量から限界サイズが決まると、図1で示した異物・欠陥信号処理系で処理可能なサイズに最も適した感度条件を検査装置が計算して、センサ感度を制御することが可能である。

[0047] 図5は、本発明の実施例として検査条件作成時のシーケンスを示した図で

ある。入出力装置 109 から初期条件を設定又は選択して、被検査対象のウェーハをロードする (Wafer load)。照明スポットがウェーハに対して検査開始位置となるまでのウェーハ搬送中に、Haze前測定処理 501 がHaze信号処理系 119を一時的にアクティブにしてHaze量を測光し (Get Haze data)、正規化Haze処理 503 が正規化Haze値を計算する。このとき、初期設定された感度条件では有効なHaze量が測定できない場合 (Haze within range?でNO) は、Hazeが測定レンジ内に入るように、測定条件シフト処理 502によってセンサ感度が自動調整される。そして、正規化Haze処理 503により、正規化Haze値が計算される (Normalaization)。即ち、Haze測定値がレンジの上限を超えた場合は感度を下げる方向に、Haze測定値が検出できない場合は感度を上げる方向に自動調整される (センサ感度最適化処理 504)。

[0048] センサ感度最適化処理 505 は、検査を開始する前に入出力装置 109 に正規化Haze値に基づいた感度の最適化を行うか否かを促し、最適化を行う場合は、最小検出サイズをチェックして初期入力された条件の微調整を行って、ウェーハ全面の検査を行う。その後、確認 (Verification) をした上で条件の保存を行い (Save recipe)、条件作成シーケンスは完了する。

[0049] 図 6 は、本発明の実施例として通常検査時のシーケンスを示した図である。入出力装置 109 から予め登録された検査条件 600 を選択して検査を開始する (測定条件選択処理 600)。ウェーハがロードされ (Wafer load)、照明スポットがウェーハに対して検査開始位置となるまでのウェーハ搬送工程中に、通常検査時Haze監視処理 601 が正規化Haze量の情報収集 (Get Haze data) から計算 (Normalaization)、飽和・検出限界チェック処理 602 および検査条件妥当性判定処理 603 までを、検査装置を構成する各部の機能を用いて、自動的に行う。測定条件の妥当性判定を行って矛盾と判定した場合 (Incoherence?でYes) は、警告発信及び一時感度補正処理 604により、一時的に条件の変更を行って検査 (Measurement) し、結果を出力 (Output result) し、終了 (End) する。さらに、入出力装置には、検査結

果と合せて一時的に感度を下げたことを示す警告を出力する。入出力装置は、通常検査時Haze監視処理601の有効無効及び、有効時の判定NG時に一時的な条件変更を許可するか、警告のみとするかを選択可能である。

[0050] 図7は、検査条件を作成する画面の実施例である。図7には、検査条件選択メニュー釦700と、感度条件選択メニュー釦701と、照射条件設定領域702と、センサ感度設定領域703と、走査条件等設定領域704と、しきい値及び検出欠陥サイズ設定領域705と、出力表示方法及び検査領域等設定領域706と、Haze監視機能設定釦707と、Haze監視機能設定項目サブ表示領域708と、コマンド釦配置領域709と、ウェーハロード釦710と、ウェーハ検査開始釦711と、Haze情報による最適化実行釦712と、ウェーハアンロード釦713と、作業モード切り替え釦配置領域714が表示される。

[0051] 被検査対象ウェーハの検査条件を新たに作成する場合、最初に前記被検査対象ウェーハの表面に生成された薄膜の種類と厚さに最も適した照明条件702が初期条件として予め検査条件メニュー700または感度条件メニュー701に登録されている。前記登録されている初期条件を検査条件メニュー700または感度条件メニュー701から選択する。このときのセンサ感度703は例えばウェーハ表面上で0.1 μm の異物を補足するために必要な感度であって、最適化される前の仮の値である。走査条件設定領域704、出力表示方法及び検査領域等設定領域706の設定は、検査の目的に応じて感度条件の最適化とは関係なく適宜に設定される。また欠陥サイズ登録領域705は感度条件の最適化が終わった後に使用目的に応じて設定する。正規化Haze値に基づいた感度の最適化を行う場合は、Haze監視機能設定釦707を押すと、Haze監視機能設定項目サブ表示領域708が表示され、機能を有効にするスイッチ「Haze pre-check enable」がオンに設定されているとき、ウェーハをロードして検査を行うまでに正規化Haze量が測定・計算され、感度条件の妥当性を判断する。Haze監視機能設定項目サブ表示領域708の下部の項目は、通常モードで測定する場合に前記感度条件の妥当性がNGと判

断した場合の検査装置が行う行為を選択できるようにしたもので、自動的に感度をシフトさせて検査を行うか、単に警告を表示するのみとするかの何れかが選択される。Haze e 監視機能設定釦 707 は省略して、直接 Haze 監視機能設定項目サブ表示領域 708 を配置しても良い。Haze 監視機能は被検査対象ウェーハの種類毎に必要な場合と不要な場合があるので、条件毎に独立して登録できるようになっているが、全検査条件に共通で設定できるようにしても良い。この場合は、Haze 監視機能設定項目サブ表示領域 708 の配置場所は、特別にアクセス権限が与えられている初期設定領域や初期化ファイル等でも良い。

[0052] ここで図 5 の作業フローを、図 7 の画面で操作する例を示す。初期検査条件をメニュー 700 または感度条件メニュー 701 で選択した後、704～706 を適宜設定して、ウェーハロード釦 710 により被検査対象ウェーハをロードする。Haze 監視機能設定項目サブ表示領域 708 は、『有効』にチェックされている。この時点では、感度は最適化されておらず、前記仮の感度が初期条件で与えられている。ウェーハがロードされると、初期条件に登録された条件で Haze 値を測定し、正規化 Haze 量の計算を行う。ここでウェーハ検査開始釦 711 が押されると、検査装置は初期条件のままで検査を行う。Haze 情報による最適化実行釦 712 が押された場合は、正規化 Haze 量に基づいて初期条件で設定された感度から一時的に上または下にシフトした状態で検査を行う。

[0053] シフト量は最小検出サイズが有効測定レンジを最大限有効にする位置とするが、前記表示領域 708 に設定項目を追加することにより、最小検出可能サイズ以上の目標サイズの入力を促し、前記指定入力サイズが有効測定レンジを最大限有効とするように最適化しても良い。このようにして一時的に最適に補正された条件で、ウェーハ検査開始釦 711 により、実際に検査を行って確認した後で、新しい条件として感度条件及び検査条件が新しく保存される。ウェーハアンロード釦 713 が押されるとウェーハをアンロードし、感度の最適化作業が終了する。

[0054] 図 8 は、本発明の実施例の検査結果で Haze 監視機能を有効にして検査して測定条件の妥当性が NG と判定して警告表示をした図である。すなわち、図 8 は、測定条件及び検査情報等表示領域 800 と、欠陥サイズ別検出個数表示領域 801 と、Haze 値及び欠陥カテゴリ別検出個数等表示領域 802 と、欠陥マップ 803 と、欠陥サイズ別検出個数ヒストグラム 804 と、欠陥サイズが正しく認識できていないことを警告する表示 805 が表示される。Haze 監視機能設定項目サブ表示領域 708 で Haze 監視機能を有効にしてウェーハ検査を行った際に、正規化 Haze 値が測定した条件に対して妥当性判定を行って NG と判断した場合で、そのときの検査装置の動作が、単に警告を表示するのみと設定されている場合の検査結果表示例である。感度条件の補正は行わずに測定した結果を欠陥サイズ別検出個数表示領域 801 に表示するとともに、「欠陥サイズが正しく認識できていない可能性がある」旨の警告 805 を表示する。前記警告以外は通常の検査結果と同じである。

[0055] 図 9 は、本発明の実施例の検査結果で Haze 監視機能を有効にして検査して測定条件の妥当性が NG と判定して感度を自動補正し、最小サイズの結果が無効であると表示した図である。すなわち、図 9 は、前記表示領域 708 で Haze 監視機能を有効にしてウェーハ検査を行った際に、正規化 Haze 値が測定した条件に対して妥当性判定を行って NG と判断した場合で、そのときの検査装置の動作が、一時的に感度を下げて検査するように設定されている場合の検査結果表示例である。最小検出サイズが自動的に変更されているために、計数範囲から外れたサイズ区分表示 900 には、検出個数ではなく、例えばアスタリスクのような特別な記号を表示するとともに、自動的に感度の補正を行って測定したことを警告する表示 901 を表示する。

実施例 2

[0056] 図 10 は、本発明の実施例 2 の光学系概略構成を示す図である。実施例 1 がウェーハ 100 に対して斜め上方から照明するのに対して、実施例 2 ではレーザ光源 1000 から照射された照射ビーム 1001 を照射レンズ 1002 で Spot 状に絞り、ウェーハ面上に垂直方向に照射させる。異物または欠陥

からの散乱光 1003 を受光系集光レンズ 1004 で集光し、センサ 1005 へ導く。受光系集光レンズ 1004 の設置角度は、前記実施例 1 の図 2 で示した受光集光レンズ 209 とは別の角度であっても良い。一つの検査装置に、斜め上方からの照明と垂直方向の照明を選択できるような光路切替機構を有する場合もあり、受光系集光レンズも、低い角度へ散乱する光を集める受光系集光レンズ 209 と高い角度へ散乱する光を集める受光系集光レンズ 1004 の両方の信号を並列して処理する方式であっても良い。

[0057] また、試料を回転させながら並進させて螺旋状走査する方法の他、X Y 方向に移動させる方法であっても良い。

[0058] いずれの実施例においても、段落番号 0031 から段落番号 0051 で述べたような（式 1）乃至（式 5）を用いたアルゴリズムに基づいて、ウェーハ検査前に Haze 量を測定し、条件から正規化された Haze 量を求め、膜種・光学条件毎に特定された限界サイズと正規化 Haze 量の関係から、限界サイズ及びそのサイズを検査しうる最適な条件を決定しようという方法及び機能を提供するものである。

[0059] 以上述べたように、本明細書において、例えば、試料を保持するステージと、前記ステージ上に保持された試料の表面に照明光を照射する照明光学系と、前記試料に照射された照射光によって発生した散乱光を検出する暗視野光学系と、前記散乱光検出光学系にて検出された散乱光を電気信号に変換する光電変換部と、光電変換部によって変換された電気信号をデジタル信号に変化する A/D 変換部を備え、試料表面上の異物からの散乱光の大きさから異物の大きさを判定する判定部を備え、検出条件の決定に試料面からの散乱光情報を用いて最適化することを特徴とする検査装置が開示される。

[0060] また、該検査装置は前記検査を行う前に前記試料面からの散乱光を予め取得しておくことが可能である。試料面からの散乱光を予め取得する条件は、膜種・膜厚毎に最も適した光学系の選択が初期条件として登録されている。さらに前記検査装置は前記試料面からの散乱光情報を用いた条件設定の最適化を行うか否かを選択する。

[0061] また、前記検査装置で前記試料面からの散乱光を検査前に取得する検出光学系および信号処理部は、試料面の状態及び異物を全面走査するときと同じ構成が使われ、検査するタイミングのみが異なる。また、試料面を前記検査するタイミングは、前記試料をステージにローディングしてから全面検査を開始する前までに、試料上の少なくとも１点以上を部分的にサンプリングして行われる。このサンプリングは初期条件から段階的にセンサの感度を変化させて、前記試料面の散乱光の測定値が所望の範囲内になるまで前記感度を可変とする。

[0062] また、前記検査装置は、取得した前記試料面の散乱光情報と検査条件から、その試料の正規化Haze量を計算し、直ちに最適化条件及び検出可能な最小サイズを検査装置が自動的に計算して決定することができる。このとき、検査装置が決定した最適な条件は入出力装置に表示され、前記最適条件の有効または無効を選択できる。

[0063] また、前記検査装置は、既に登録された条件で検査する場合は、検査しようとする条件が、その試料を検査するのに適切か否かを検査する前に検査装置が判定することを可能とする。このとき、条件の不適切な判定は測定した試料面の散乱光が設定された条件のレンジを超える場合に不適切と判定する。

[0064] また、検査前の判定結果が不適切であった場合の検査装置の処置としては、

- １）検査結果に試料面の散乱光量が範囲外であったことを警告表示する。
- ２）予め別に設定した範囲内で最適条件となるように感度を自動的に下げて検査を行う。検査結果に試料面の散乱光量が範囲外であったこと及び、感度を自動的に補正したことを検査結果に合せて表示する。試料面の散乱光量の補正可能範囲を超えるほどずれていた場合は、補正は行わずに『試料面の散乱光量異常』として警告表示をする。

[0065] 上記１）２）のいずれかを入力装置から選択できるようにする。

[0066] また、検査対象である試料は、パターン無し鏡面ベアシリコンウェーハ

たは、パターン無しデポ膜付シリコンウェーハであって、検査対象はウェーハ表面上に存在する異物、スクラッチ、しみや結晶欠陥等、局所的に存在する欠陥でありレーザ光を照射した場合に散乱光が生ずるものであること、並びに検出した欠陥の大きさは感度校正用の標準粒子サイズに換算して判定し、ウェーハ上の位置及び個数を出力することを特徴とする検査装置が開示される。

[0067] また、試料を保持するステージと、前記ステージ上に保持された試料の表面に照明光を照射する照明光学系と、前記試料に照射された照射光によって発生した散乱光を検出する散乱光検出光学系と、前記散乱光検出光学系にて検出された散乱光を電気信号に変換する光電変換部と、光電変換部によって変換された電気信号をデジタル信号に変化するA/D変換部を備え、ウェーハ表面上の異物からの散乱光の大きさから異物の大きさを判定する方法において、検出条件の決定にウェーハ表面からの散乱光情報（ヘイズ：Haze）を用いて最適化する機能を有することを特徴とする光学式ウェーハ表面異物検査方法が開示される。

[0068] また、前記方法は取得したHazeデータと検査条件から、そのウェーハの正規化Haze量を計算し、直ちに最適化条件及び検出可能な最小サイズを検査装置が自動的に計算して決定する。

[0069] また、本発明の実施の態様により、表面状態が許容される範囲内で変動するときに異物のサイズの精度を確保できる。他の利点としては、表面状態が許容される範囲内で変動するときに一定サイズ以上の異物の検査ができる。また別の利点としては、条件作成時に作業者の熟練度に頼らずに水準以上の性能を引き出せる。その他の利点は、条件作成時短い時間で最適な条件を作れる。

[0070] 以上本発明の実施態様を述べたが、以上に限定されるものではなく、本発明の技術思想の範囲内において、種々変形可能である。

符号の説明

[0071] 100 半導体ウェーハ

- 1 0 1 チャック
- 1 0 2 被検査物体移動ステージ
- 1 0 3 回転ステージ
- 1 0 4 並進ステージ
- 1 0 5 Zステージ
- 1 0 6 検査座標検出機構
- 1 0 7 ステージ制御機構
- 1 0 8 上位CPU
- 1 0 9 入出力装置
- 1 1 0 照明・検出光学系
- 1 1 1 増幅器
- 1 1 2 ハイパスフィルタ
- 1 1 3 A/D変換器 a
- 1 1 4 異物・欠陥判定機構
- 1 1 5 異物・欠陥信号処理系
- 1 1 6 ローパスフィルタ
- 1 1 7 A/D変換器 b
- 1 1 8 Haze判定機構
- 1 1 9 Haze信号処理系
- 1 2 0 Haze及び異物・欠陥データ転送機構
- 1 2 1 演算器
- 1 2 2 センサ感度制御器
- 2 0 0, 1 0 0 0 レーザ光源
- 2 0 1, 1 0 0 1 照射ビーム
- 2 0 2, 1 0 0 2 照射レンズ
- 2 0 3 照明スポット
- 2 0 4 照明スポットの長軸成分
- 2 0 5 照明スポットの短軸成分

- 206 異物または欠陥
- 207, 1005 センサ
- 208 螺旋状走査
- 209, 1004 受光系集光レンズ
- 300 グラントレベル
- 301 異物からの信号波形
- 302 検出信号波形
- 303 Haze信号波形
- 304 ショット雑音波形
- 400 最小検出異物サイズと正規化Hazeの関係を示したグラフ
- 401 異物サイズと正規化検出光量の関係を示したグラフ
- 500 初期条件（新規条件作成時）選択処理
- 501 Haze前測定処理
- 502 検査条件シフト処理
- 503 正規化Haze処理
- 504 センサ感度最適化処理
- 505 Haze情報による欠陥検出感度最適化処理
- 600 測定条件選択処理
- 601 通常検査時Haze監視処理
- 602 飽和・検出限界チェック処理
- 603 検査条件妥当性判定処理
- 604 警告発信及び一時感度補正処理
- 700 検査条件選択メニュー釦
- 701 感度条件選択メニュー釦
- 702 照射条件設定領域
- 703 センサ感度設定領域
- 704 走査条件等設定領域
- 705 しきい値及び検出欠陥サイズ設定領域

- 706 出力表示方法及び検査領域等設定領域
- 707 Haze監視機能設定釦
- 708 Haze監視機能設定項目サブ表示領域
- 709 コマンド釦配置領域
- 710 ウェーハロード釦
- 711 ウェーハ検査開始釦
- 712 Haze情報による最適化実行釦
- 713 ウェーハアンロード釦
- 714 作業モード切り替え釦配置領域
- 800 測定条件及び検査情報等表示領域
- 801 欠陥サイズ別検出個数表示領域
- 802 Haze値及び欠陥カテゴリ別検出個数等表示領域
- 803 欠陥マップ
- 804 欠陥サイズ別検出個数ヒストグラム
- 805 欠陥サイズが正しく認識できていないことを警告する表示
- 900 自動的に感度を下げて測定した場合のサイズ区分表示
- 901 自動的に感度の補正を行って測定したことを警告する表示
- 1003 散乱光

請求の範囲

- [請求項1] 試料を保持するステージと、
 前記ステージ上に保持された試料の表面に照明光を照射する照明光学系と、
 前記試料に照射された照射光によって発生した散乱光を検出する暗視野光学系と、
 前記暗視野光学系にて検出された散乱光を電気信号に変換する光電変換部と、
 前記光電変換部によって変換された電気信号をデジタル信号に変化するA/D変換部と、
 前記試料表面上の異物からの散乱光の大きさから異物の大きさを判定する判定部と、
 前記試料面からの散乱光情報を用いて、検査条件を決定する信号処理部とを有することを特徴とする検査装置。
- [請求項2] 請求項1において、
 膜種・膜厚毎に適した、前記試料面からの散乱光を取得する複数の検査条件が、初期条件として登録されている登録部と、
 前記登録されている検査条件中から選択する入力部とを有することを特徴とする検査装置。
- [請求項3] 請求項1において、
 前記信号処理部において、試料面からの散乱光情報を用いた条件設定の最適化を行うか否かを選択することを特徴とする検査装置。
- [請求項4] 請求項2において、
 前記試料面の状態及び異物を全面検査する構成を用いて、前記試料面からの散乱光を該全面検査する前に取得することを特徴とする検査装置。
- [請求項5] 請求項4において、
 前記試料面からの散乱光を該全面検査する前に取得するタイミング

は、前記試料を前記ステージにローディングしてから前記全面検査を開始する前までに、試料上の少なくとも１点以上を部分的にサンプリングして行われることを特徴とする検査装置。

[請求項6] 請求項５において、

前記信号処理部において、前記サンプリングに関し、前記初期条件から段階的にセンサの感度を変化させて、前記試料面の散乱光の測定値が所望の範囲内になるまで前記感度を可変する制御を行うことを特徴とする検査装置。

[請求項7] 請求項１において、

前記信号処理部において、取得した前記試料面の散乱光情報と検査条件から、その試料の正規化Haze量を計算し、最適化条件及び検出可能な最小サイズを決定することができることを特徴とする検査装置。

[請求項8] 請求項７において、

前記決定された最適条件を表示し、前記最適条件の有効または無効を選択する入出力装置を有することを特徴とする検査装置。

[請求項9] 請求項２において、

前記信号処理部において、前記登録されている検査条件中から選択された検査条件の適否を、検査前に判定することを特徴とする検査装置。

[請求項10] 請求項９において、

前記検査条件の適否は、前記散乱光の設定された条件のレンジに基づいて、判定することを特徴とする検査装置。

[請求項11] 請求項９において、

以下の表示１又は表示２を行う表示部と、表示１及び表示２のいずれかを選択する入力部とを有することを特徴とする検査装置、

表示１：検査結果に試料面の散乱光量が範囲外であったことを警告表示する、

表示 2 : 検査結果に試料面の散乱光量が範囲外であったこと、及び感度を自動的に補正したことを検査結果に合せて表示する、及び試料面の散乱光量の補正可能範囲を超える場合は、補正は行わずに『試料面の散乱光量異常』として警告表示をする。

[請求項12]

請求項 1 において、

前記試料が、パターン無し鏡面ベアシリコンウェーハまたは、パターン無しデポ膜付シリコンウェーハであって、

前記試料上の検査対象が、ウェーハ表面上に存在する異物、スクラッチ、しみや結晶欠陥を含む局所的に存在する欠陥であり、レーザ光を照射した場合に散乱光が生ずるものであり、

前記判定部において、検出される前記欠陥の大きさは感度校正用の標準粒子サイズに換算して判定され、

検出される前記欠陥ウェーハ上の位置及び個数を出力する出力部を有することを特徴とする検査装置。

[請求項13]

試料に照射された照射光によって発生した散乱光を検出し、

前記散乱光検出光学系にて検出された散乱光を電気信号に変換し、変換された前記電気信号をデジタル信号に変換し、

ウェーハ表面上の異物からの散乱光の大きさから異物の大きさを判定する検査方法において、

前記散乱光の検出条件の決定に、前記試料表面からの散乱光情報を用いることを特徴とする検査方法。

[請求項14]

請求項 1 3 において、

前記散乱光情報は、ウェーハのヘイズに関する情報であることを特徴とする検査方法。

[請求項15]

請求項 1 4 において、

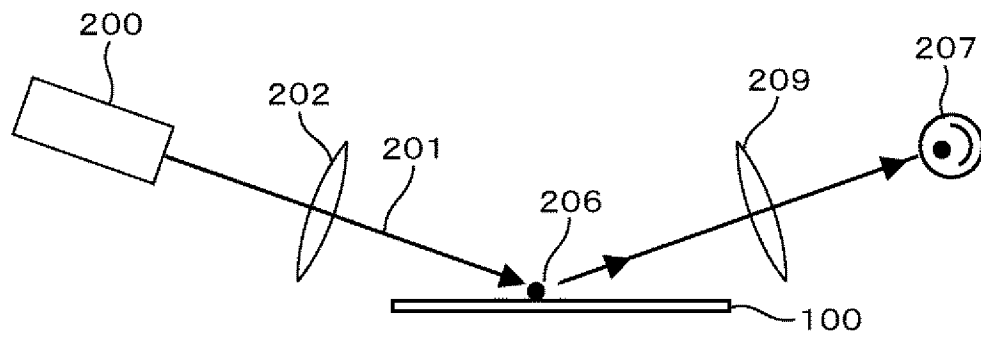
取得したヘイズに関する情報と、検出する際の検査条件から、そのウェーハの正規化ヘイズ量を計算し、検査条件及び検出可能な欠陥のサイズを計算する検査方法。

- [請求項16] 請求項 1 3 において、
前記試料面の状態及び異物を全面検査する前に、試料上の少なくとも 1 点以上を部分的にサンプリングして検査することを特徴とする検査方法。
- [請求項17] 請求項 1 6 において、
前記サンプリングに関し、前記初期条件から段階的にセンサの感度を変化させて、前記試料面の散乱光の測定値が所望の範囲内になるまで前記感度を可変することを特徴とする検査方法。
- [請求項18] 請求項 1 3 において、
登録されている検査条件中から選択された検査条件の適否を検査前に判定することを特徴とする検査方法。
- [請求項19] 請求項 1 3 において、
前記検査条件の適否は、前記散乱光の設定された条件のレンジに基づいて、判定することを特徴とする検査方法。
- [請求項20] 請求項 1 3 において、
表示 1 及び表示 2 のいずれかを選択し、
表示 1 又は表示 2 を行うことを特徴とする検査方法、
表示 1 : 検査結果に試料面の散乱光量が範囲外であったことを警告表示する、
表示 2 : 検査結果に試料面の散乱光量が範囲外であったこと、及び感度を自動的に補正したことを検査結果に合わせて表示する、及び試料面の散乱光量の補正可能範囲を超える場合は、補正は行わずに『試料面の散乱光量異常』として警告表示をする。

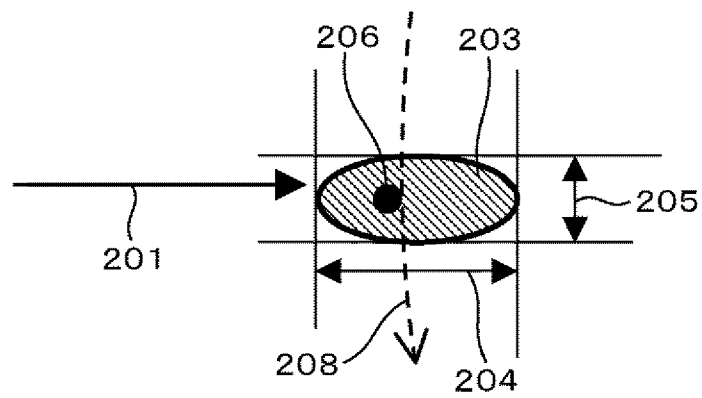
[図2]

図 2

側面図

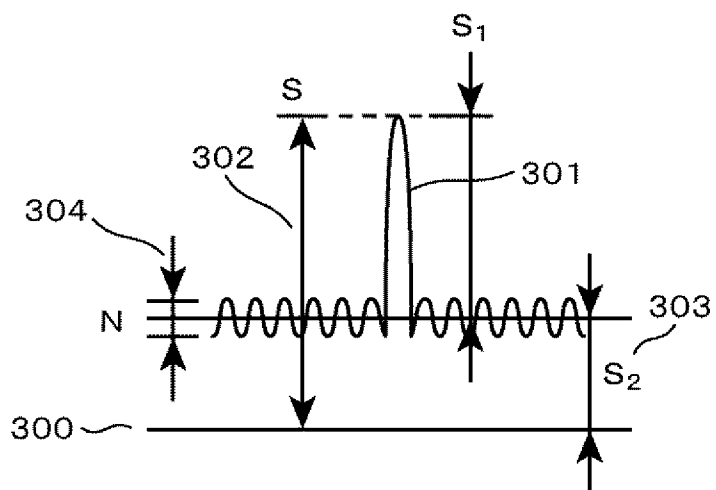


平面図



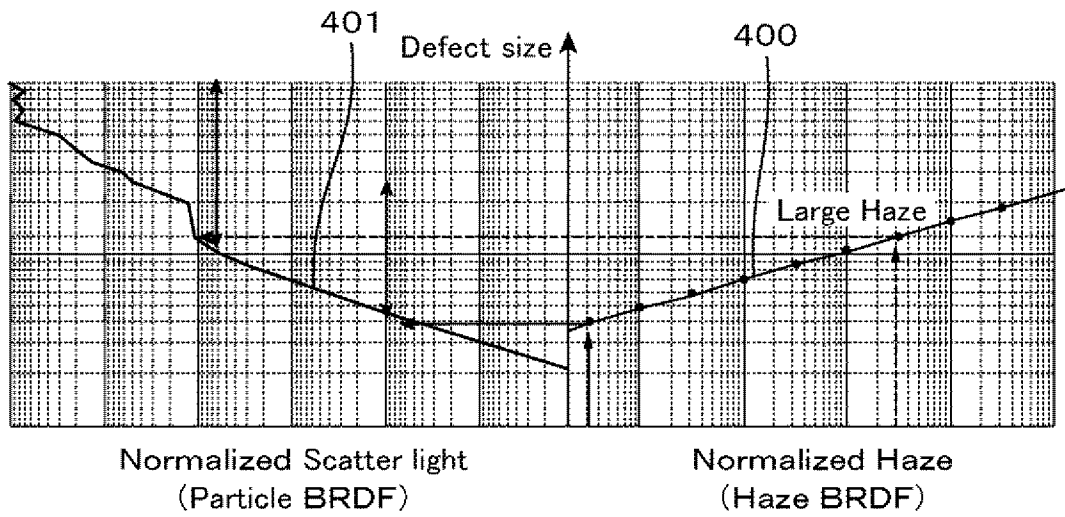
[図3]

図 3



[図4]

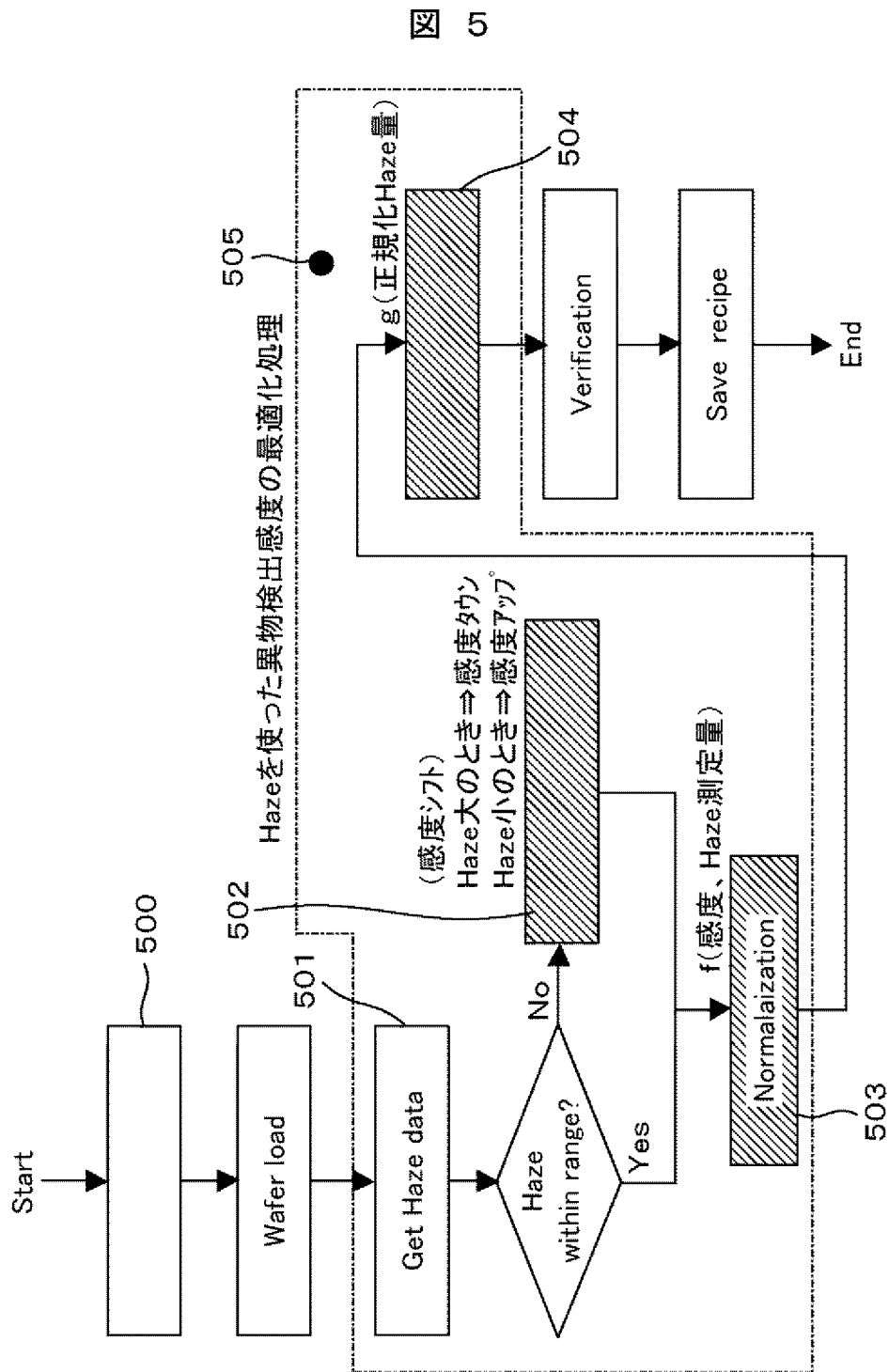
図 4



Normalized Defect response curve

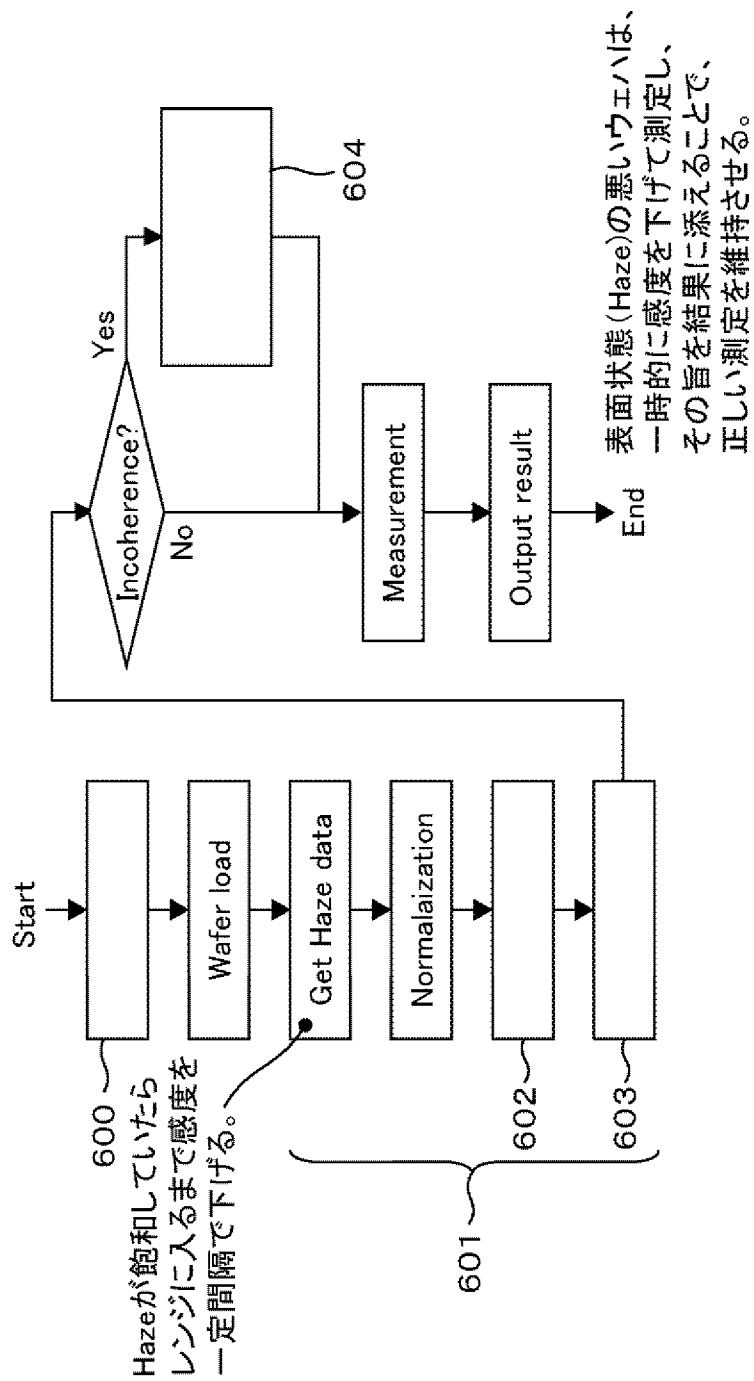
Relation between Normalized Haze
and minimum defect size

[図5]



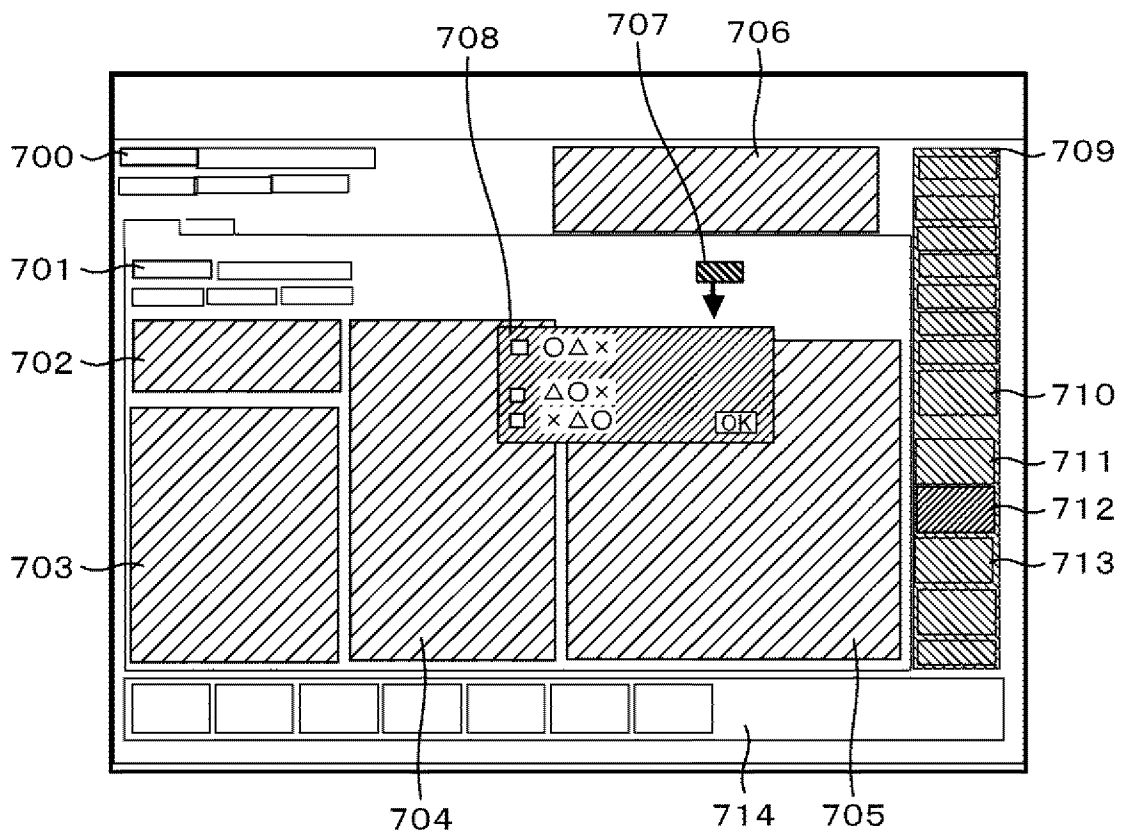
[図6]

図 6



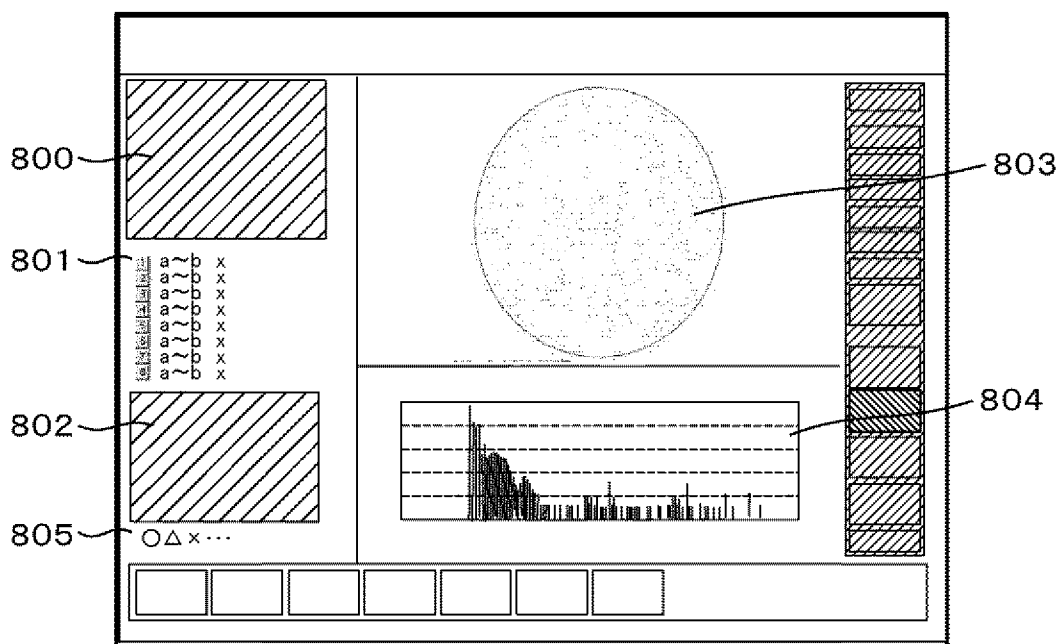
[図7]

図 7



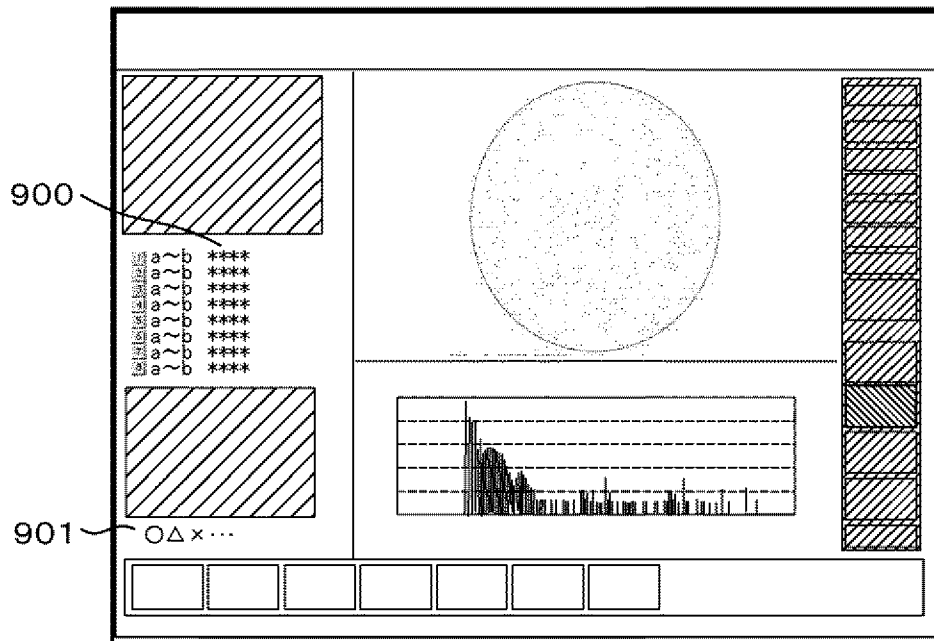
[図8]

図 8



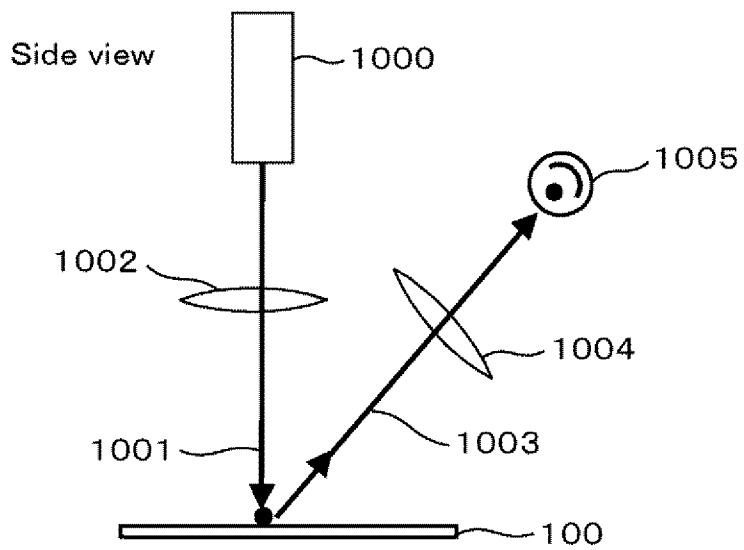
[図9]

図 9



[図10]

図 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/006615

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N21/956(2006.01) i, H01L21/66(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N21/84-G01N21/958

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 62-17645 A (Hitachi Electronics Engineering Co., Ltd.),	1, 13, 16, 17, 19
Y	26 January 1987 (26.01.1987),	2, 4-6, 9, 18
A	claims 1 to 4; fig. 1; page 5, upper left column, line 14 to upper right column, line 6; page 7, upper left column, lines 5 to 8 (Family: none)	10, 11, 20
X	JP 2000-105203 A (Hitachi, Ltd.),	1, 13, 19
Y	11 April 2000 (11.04.2000),	2, 4, 5, 9, 16, 18
	paragraphs [0025], [0072], [0095], [0097], [0100]	
	& JP 2004-301847 A & JP 2005-300553 A	
	& JP 2006-330007 A & US 6411377 B1	
	& US 7037735 B2 & US 2006/0030059 A1	
	& US 2006/0030060 A1 & US 2007/0146696 A1	
	& US 2007/0146697 A1 & KR 10-2000-0011981 A	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
03 March, 2010 (03.03.10)

Date of mailing of the international search report
16 March, 2010 (16.03.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/006615

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 6-249791 A (Hitachi, Ltd.), 09 September 1994 (09.09.1994), claim 1; paragraphs [0026] to [0033], [0051] (Family: none)	1, 13, 19 2, 9, 18
Y	JP 62-11142 A (Hitachi Electronics Engineering Co., Ltd.), 20 January 1987 (20.01.1987), page 5, lower left column, line 18 to lower right column, line 10 (Family: none)	2, 4-6, 9
Y	JP 2002-303587 A (NEC Kansai, Ltd.), 18 October 2002 (18.10.2002), paragraph [0011] (Family: none)	4, 5, 16
A	JP 62-276441 A (Hitachi, Ltd.), 01 December 1987 (01.12.1987), entire text (Family: none)	1, 4-6, 10, 13, 16, 17, 19
A	JP 61-223541 A (Toshiba Corp.), 04 October 1986 (04.10.1986), entire text & US 4902131 A & EP 200918 A1 & DE 3673226 D & KR 10-1991-0000794 B	1, 4-6, 10, 13, 16, 17, 19
Y A	JP 2003-35680 A (Hitachi, Ltd.), 07 February 2003 (07.02.2003), fig. 2 & US 7332359 B2 & US 2003/0022401 A1	9, 18 11, 20
A	JP 2008-268141 A (Hitachi High-technologies Corp.), 06 November 2008 (06.11.2008), entire text & US 2008/0297783 A1	1, 2, 4-6, 9-11, 13, 16-20
A	JP 2008-32581 A (Hitachi High-technologies Corp.), 14 February 2008 (14.02.2008), entire text & US 2008/0027665 A1	1, 2, 4-6, 9-11, 13, 16-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/006615

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The invention in claim 1 cannot be considered to be novel and does not have a special technical feature. As a result of judging special technical features with respect to claims dependent on claim 1, the present application is considered to involve four inventions as indicated below.

In the meantime, the invention in claim 1 having no special technical feature, and the inventions in claims 13, 16 - 20 on which the search has been substantially completed are classified into Invention 1.

(continued to extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:
1, 2, 4 - 6, 9 - 11, 13, 16 - 20

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/006615

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

(Invention 1) the inventions in claims 1, 2, 4 - 6, 9 - 11, 13, 16 - 20

(Invention 2) the invention in claim 3

(Invention 3) the inventions in claims 7, 8, 14, 15

(Invention 4) the inventions in claims 12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01N21/956 (2006.01) i, H01L21/66 (2006.01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01N21/84-G01N21/958

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 62-17645 A (日立電子エンジニアリング株式会社) 1987.01.26, 特許請求の範囲(1)-(4), 第1図, 第5頁左上欄第14行-右上欄第6行, 第7頁左上欄第5-8行 (ファミリーなし)	1, 13, 16, 17, 19 2, 4-6, 9, 18 10, 11, 20
X Y	JP 2000-105203 A (株式会社日立製作所) 2000.04.11, 【0025】, 【0072】, 【0095】, 【0097】, 【0100】 & JP 2004-301847 A & JP 2005-300553 A & JP 2006-330007 A & US 6411377 B1 & US 7037735 B2 & US 2006/0030059 A1 & US 2006/0030060 A1 & US 2007/0146696	1, 13, 19 2, 4, 5, 9, 16, 18

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 3 . 0 3 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

1 6 . 0 3 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

横尾 雅一

2 W

4 4 6 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 2

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
	A1 & US 2007/0146697 A1 & KR 10-2000-0011981 A	
X Y	JP 6-249791 A (株式会社日立製作所) 1994. 09. 09, 【請求項 1】 , 【0026】 - 【0033】 , 【0051】 (ファミリーなし)	1, 13, 19 2, 9, 18
Y	JP 62-11142 A (日立電子エンジニアリング株式会社) 1987. 01. 20, 第5頁左下欄第18行-右下欄第10行 (ファミリーなし)	2, 4-6, 9
Y	JP 2002-303587 A (関西日本電気株式会社) 2002. 10. 18, 【0011】 (フ ァミリーなし)	4, 5, 16
A	JP 62-276441 A (株式会社日立製作所) 1987. 12. 01, 全文 (ファミ リーなし)	1, 4-6, 10, 13, 16, 17, 19
A	JP 61-223541 A (株式会社東芝) 1986. 10. 04, 全文 & US 4902131 A & EP 200918 A1 & DE 3673226 D & KR 10-1991-0000794 B	1, 4-6, 10, 13, 16, 17, 19
Y A	JP 2003-35680 A (株式会社日立製作所) 2003. 02. 07, 図 2 & US 7332359 B2 & US 2003/0022401 A1	9, 18 11, 20
A	JP 2008-268141 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2008. 11. 06, 全文 & US 2008/0297783 A1	1, 2, 4-6, 9-11 , 13, 16-20
A	JP 2008-32581 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2008. 02. 14, 全文 & US 2008/0027665 A1	1, 2, 4-6, 9-11 , 13, 16-20

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項 1 に係る発明は、新規性が認められず、特別な技術的特徴を有しない。そこで、請求項 1 の従属請求項について特別な技術的特徴を判断すると、以下に示す 4 の発明が含まれるものと認められる。

なお、特別な技術的特徴を有しない請求項 1 に係る発明、及び、調査が実質的に終了している請求項 13,16-20 に係る発明は、発明 1 に区分する。

（発明 1）請求項 1,2,4-6,9-11,13,16-20 に係る発明

（発明 2）請求項 3 に係る発明

（発明 3）請求項 7,8,14,15 に係る発明

（発明 4）請求項 12 に係る発明

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

1,2,4-6,9-11,13,16-20

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。