

(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
2014年4月3日(03.04.2014)



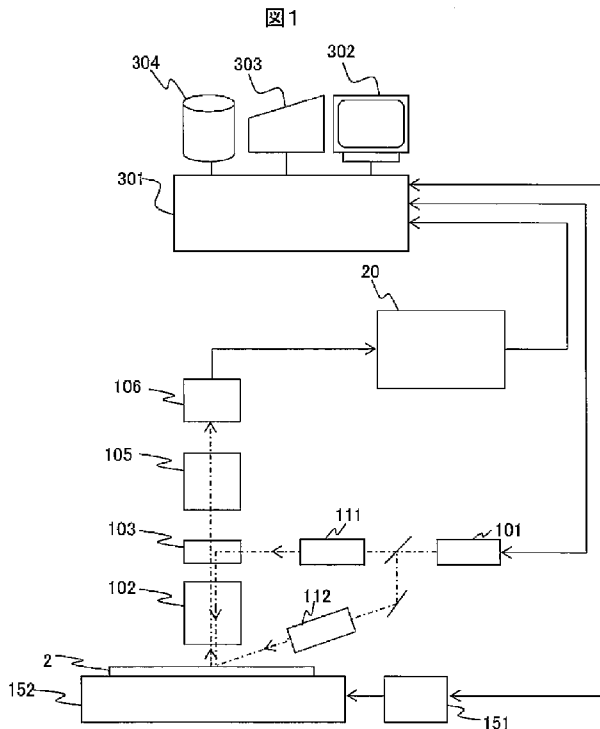
(10) 国際公開番号
WO 2014/050292 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 21/956 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/070414
- (22) 国際出願日: 2013年7月29日(29.07.2013)
- (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 2012-215484 2012年9月28日(28.09.2012) JP
- (71) 出願人: 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番14号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 浦野 雄太(URANO, Yuta); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 本田 敏文(HONDA, Toshifumi); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 芝田 行広(SHIBATA, Yukihiro); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 井上 学, 外(INOUE, Manabu et al.); 〒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, BN, 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, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

[続葉有]

(54) Title: DEFECT INSPECTION DEVICE AND DEFECT INSPECTION METHOD

(54) 発明の名称: 欠陥検査装置及び欠陥検査方法



(57) Abstract: A defect inspection device having: an irradiating unit comprising an objective pupil optical unit through which passes illumination light that is concentrated into a linear shape by a first light concentrating unit, and an objective lens through which passes the illumination light that passed through the objective pupil optical unit; an irradiation position control unit for controlling the passage position of the illumination light from the objective pupil optical unit disposed on the pupil plane of the objective lens; a detecting unit comprising a second light concentrating unit for concentrating light generated from a sample irradiated by the irradiating unit, a specular reflected light shielding unit for shielding, from the light concentrated by the second light concentrating unit, the specular reflected light of the sample and the light component generated in the vicinity of the pupil plane, and an image forming unit for forming an image, in a detecting device, of the light not shielded by the specular reflected light shielding unit that was concentrated by the second light concentrating unit; and a defect determination unit for detecting defects on the sample face on the basis of a signal of the image that was formed by the image forming unit.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/050292 A1



GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

第一の集光部にて線状に集光された照明光を通過させる対物瞳光学部と、前記対物瞳光学部を通過した照明光を通過させる対物レンズと、を備える照射部と、前記対物レンズの瞳面に配置された前記対物瞳光学部の該照明光の通過位置を制御する照射位置制御部と、前記照射部により照射され該試料から発生する光を集光する第二の集光部と、前記第二の集光部にて集光される光のうち該試料による正反射光および該瞳面上の近傍に発生する光成分を遮光する正反射光遮光部と、前記第二の集光部により集光し、前記正反射光遮光部にて遮光されなかった光を検出器に結像する結像部と、を備える検出部と、前記結像部にて結像される像の信号に基づいて該試料面上の欠陥を検出する欠陥判定部を有する欠陥検査装置である。

明 細 書

発明の名称：欠陥検査装置及び欠陥検査方法

技術分野

[0001] 本発明は、半導体製造工程、液晶表示素子製造工程、プリント基板製造工程等、基板上にパターンを形成して対象物を製作していく製造工程で発生する欠陥を検出し、分析して対策を施す製造工程において、欠陥の発生状況を検査する欠陥検査装置および欠陥検査方法に関する。

背景技術

[0002] 本技術分野の背景技術として、特許4838122号公報（特許文献1）がある。この公報には、「サンプルの表面上の照明される領域に対して垂直方向または略垂直方向の第2の入射角度で放射光線を第2の焦点の合った光線へと焦点を合わせる第2の光学機器であって、前記第2の入射角度が前記第1の入射角度とは異なる第2の光学機器と、サンプルの表面上の照明される領域に対して前記第2の光学機器によって焦点を合わせられた光線内の放射線を反射する細長い形状の反射面と、第1の検出器アレイと、前記第1および／または第2の焦点の合った光線から生じ、サンプル表面上の第1のラインおよび／または照明される領域から散乱または反射される放射線を集光すると共に前記ラインおよび／または前記照明される領域の一部分から集光される放射線を前記第1のアレイにおける対応する検出器へと焦点を合わせる集光光学機器であって、前記第2の光学機器によって焦点を合わせられると共にサンプルの表面上の照明される領域によって鏡面反射された光線内の放射線が前記第1の検出器アレイに到達することを前記細長い形状の反射面により阻止する集光光学機器と、を備える光学装置」（特許請求の範囲の請求項1）が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第4838122号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0004] 光学式暗視野型欠陥検査において、欠陥の種類、欠陥形状の方向性、あるいは背景パターンの方向性によっては、検査対象表面の法線方向から入射する垂直照明が有効でない場合があった。
- [0005] 具体的な例として、照明光の光束の一部が背景パターンに遮られて欠陥に十分な照明光が届かないために、十分な欠陥散乱光が得られず高感度に検出できない課題があった。
- [0006] また、明るく検出される背景パターンの端において、背景パターンの明度が背景パターンの周囲にしみ出す現象が見られるため、明るく検出される背景パターンの近傍にある欠陥を高感度に検出できない課題があった。
- [0007] また、検査対象表面の法線方向から検出する垂直検出系の対物レンズを通して照明光を検査対象に垂直に入射するTTL (Through The Lens) 照明を用いて暗視野検出を行う場合に、対物レンズの瞳位置に配置したミラーが照明光を検査対象方向に導くとともに、該ミラーが検査対象表面から戻る正反射光を遮光する役割を果たす。この場合、正反射光を遮光する遮光部の幅を任意に調整することが困難であるため、検査対象に最適な検出開口条件を設定できない課題があった。

課題を解決するための手段

- [0008] 上記課題を解決するために、例えば特許請求の範囲に記載の構成を採用する。
- [0009] 本願は上記課題を解決する手段を複数含んでいるが、その一例を挙げるならば、レーザ光を出射する光源と、前記光源により発せられた該レーザ光を線状に集光する第一の集光部と、前記第一の集光部にて該線状に集光された照明光を通過させる対物瞳光学部と、前記対物瞳光学部を通過した照明光を通過させる対物レンズと、を備える照射部と、前記対物レンズの瞳面に配置された前記対物瞳光学部の該照明光の通過位置を制御する照射位置制御部と、前記照射部により照射され該試料から発生する光を集光する第二の集光部

と、前記第二の集光部にて集光される光のうち該試料による正反射光および該瞳面上の近傍に発生する光成分を遮光する正反射光遮光部と、前記第二の集光部により集光し、前記正反射光遮光部にて遮光されなかった光を検出器に結像する結像部と、を備える検出部と、前記結像部にて結像される像の信号に基づいて該試料面上の欠陥を検出する欠陥判定部とを有することを特徴とする。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、様々な特徴を持つ欠陥を高感度に検査することができる。上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明に係る欠陥検査装置の構成の例である。

[図2]斜方照明部、T T L照明部と複数の検出部各々の対物レンズの位置関係の例である。

[図3]斜方照明の入射方向と複数の検出部の検出方向との関係の例である。

[図4]垂直検出部の構成の例である。

[図5]高感度欠陥検出を行うための検査対象物の法線方向に対して傾斜した方向から入射する照明方法の例である。

[図6]高感度欠陥検出を行うための検査対象物の法線方向に対して傾斜した方向から入射する照明方法の別の例である。

[図7]検査レシピ設定のフローチャートの例である。

[図8]正反射光フィルタおよび空間フィルタを設定するために用いられるGUIの例である。

[図9]T T L照明の構成の変形例である。

発明を実施するための形態

[0012] 本実施例では、半導体製造工程、液晶表示素子製造工程、プリント基板製造工程等、基板上にパターンを形成して対象物を製作していく製造工程で発生する欠陥を検出し、分析して対策を施す製造工程において、欠陥の発生状

況を検査する欠陥検査装置の例を説明する。

- [0013] 図1は本実施例の欠陥検査装置の構成の例である。図1に示す装置は、光源部101、TTL照明部111、斜方照明部112、対物レンズ102、対物瞳光学部103、結像レンズ105、検出器106、処理部20、全体制御部301、表示部302、演算部303、記憶部304、ステージ駆動部151、X-Y-Z- θ ステージ152（以下、ステージ152）から構成されている。
- [0014] 図1に示した本発明に係る欠陥検査装置の動作の概略を説明する。光源部101、TTL照明部111、対物瞳光学部103、対物レンズ102により、検査対象基板2に対して照明光が照射される。同時あるいは個別に、光源部101、斜方照明部112、により、検査対象基板2に対して照明光が照射される。検査対象基板2から発した反射光、回折光、散乱光は対物レンズ102で集光された後、対物瞳光学部103、結像レンズ105を介して、検出器106にて電気信号に変換される。得られた電気信号に基づき、処理部20において欠陥が判定される。判定された結果は全体制御部301を介し、記憶部304に記憶され、表示部302に表示される。検査対象基板2は、ステージ駆動部151によって駆動されるステージ152によって走査され、全面が検査される。
- [0015] 光源部101は、レーザ光源、アッテネータ、NDフィルタ、波長板、ビームエキスパンダ（図示せず）を備える。光源部101において、光量、偏光状態、ビーム径、形状が調整、制御された照明光が発生され、TTL照明部111、および斜方照明部112に導かれる。レーザ光源は、短波長、高出力、高輝度、高安定のものが適しており、YAGレーザの第三、第四、あるいは第五高調波を用いたものなどが用いられる。
- [0016] 図1には対物レンズ102、対物瞳光学部103、結像レンズ105、検出器106によって構成される検出部を一つのみ図示したが、検出部は互いの対物レンズが機械的に干渉しない位置に複数設置されてもよい。処理部20では複数の検出部にて検出された信号を処理して欠陥が判定される。

[0017] 図2は、斜方照明部112と、複数の検出部各々の対物レンズ102a、102b、102cの位置関係の例を示す図である。検査対象基板2を含む面をXY面とし、検査対象基板2の法線方向をZ方向とする。ステージの主走査方向をX方向とし、副走査方向をY方向とする。3つの検出部に各々に対応する対物レンズ102a、102b、102cは、光軸をXZ面内に持つ。対物レンズ102aはZ方向に配置され、Z方向に出射する光を検出する（垂直検出部）。対物レンズ102b、102cは、対物レンズ102aの両側に配置され、Z方向から傾斜した方向に出射する光を検出する（斜方検出部）。

[0018] 照明光はミラーの出し入れにより、TTL照明部111あるいは斜方照明部112に導かれる。ミラーの代わりにビームスプリッタによる光路分岐を用いてTTL照明部111と斜方照明部112双方に照明光を導くことも可能である。TTL照明部111を通った照明光は、対物レンズ102aの瞳位置に配置された対物瞳光学部103に導かれ、対物レンズ102aを介して検査対象基板2に導かれる。斜方照明部112を通った照明光は、対物レンズ102aの外側を通り、YZ面内を通過して検査対象基板2に導かれる。照明光は、以上の光学系により、検査対象基板2の表面上にて、Y方向に長くX方向に短い線状のビーム形状に集光される。複数の検出部の視野は照明光の集光位置に合せ込まれる。

[0019] 図3に斜方照明の入射方向と複数の検出部の検出方向との関係を示す。斜方照明の入射角を θ_i 、検査対象基板の法線から傾斜した方向から検出する斜方検出部の検出角を θ_d とする。2つの斜方検出部はYZ平面を基準として互いに対称な方向（ $\pm\theta_d$ ）に配置される。

[0020] 図4に垂直検出部の構成を示す。図4の左図は垂直検出部のXZ面の断面図であり、図4の右図は垂直検出部のYZ面の断面図である。

TTL照明部111はミラー115、シリンドリカルレンズ116を備える。対物瞳光学部103は、TTL照明ミラー121、空間フィルタ122、偏光子（図示せず）を備える。TTL照明ミラー121は、X方向に長い

形状のミラーである。照明光は、T T L 照明部 1 1 1 と T T L 照明ミラー 1 2 1 により、対物レンズ 1 0 2 a の瞳面上において X 方向に長い形状になるように集光される。瞳面を通過した照明光は、対物レンズ 1 0 2 a によって検査対象基板 2 上に、Y 方向が長い形状になるように集光される。検査対象基板 2 にて正反射した光は、対物レンズ 1 0 2 a を通り、空間フィルタ 1 2 2 に備えられる正反射光フィルタ 1 2 3 によって遮光される。検査対象基板 2 にて散乱あるいは回折し対物レンズ 1 0 2 a に向かう光は、空間フィルタ 1 2 2 にて一部が遮光された後、結像レンズ 1 0 5 にて検出器 1 0 6 に結像され、画像信号として検出される。

[0021] 垂直検出部はビームスプリッタ 1 6 1、レンズ系 1 6 2、瞳検出器 1 6 3 を備えた瞳検出系を備える。瞳検出器 1 6 3 の信号は全体制御部 3 0 1 に入力される。ビームスプリッタ 1 6 1 は光路に抜き差し可能である。レンズ系 1 6 2 は瞳面を瞳検出器 1 6 3 に結像するよう構成される。瞳検出系により、検査対象基板表面の像と同時に瞳面の像が得られる。

[0022] T T L 照明ミラー 1 2 1 は位置調整機構を備え、Y 方向に移動可能である。T T L 照明ミラー 1 2 1 の Y 方向の位置を変えることで、対物レンズ 1 0 2 a の開口角の範囲内で T T L 照明の検査対象基板に対する入射角を変えることができる。T T L 照明ミラー 1 2 1 の Y 方向の位置を変える際には、検査対象物上の照明光の集光位置が変わらないよう、シリンドリカルレンズ 1 1 6 の位置も合わせて調整する。これは、Y 方向に同じ距離だけ移動させることで可能である。

[0023] 図 4 に示した構成では、空間フィルタ 1 2 2 を瞳面に設置し、T T L 照明ミラー 1 2 1 を瞳面からオフセットした位置に設置している。これにより、T T L 照明ミラー 1 2 1 の反射面に照明光が線状に集光することが無くなるため、瞳面に設置した場合と比べて反射面における照明パワー密度が低くなり、T T L 照明ミラー 1 2 1 の劣化が抑えられ、長期間にわたって検査性能を安定化することができる。

[0024] T T L 照明ミラー 1 2 1 およびシリンドリカルレンズ 1 1 6 は Y 軸周りの

微小角度回転機構を備えており、検査対象基板上で線状に集光されるビームのX方向の位置を微調整することができる。この調整機構により、検査対象基板上での、複数の検出部の視野位置、斜方照明の集光位置、およびTTL照明の集光位置を互いに合わせ込むことが容易になる。

[0025] 正反射光フィルタ123はX方向に長い帯状の領域を遮光する。瞳面上にて、検査対象基板からの正反射光を遮光する位置に設置される。空間フィルタ122はX方向に長い複数の帯状の領域を遮光する。瞳面上にて、検査対象基板からの回折光を遮光する位置に設置される。これらのフィルタは、照明光の波長の光を遮光する金属材料等の板、ロッドで構成され、遮光位置の調整を可能とする位置調整機構を備える。正反射遮光フィルタ123は、Y方向の遮光幅を制御可能である。遮光幅の制御は複数の遮光フィルタを重ね合わせる、あるいは遮光幅の異なる遮光フィルタを複数備えて差し替える、などの手段によってなされる。

[0026] なお、遮光フィルタとして、遮光領域の形状を電気信号によって制御可能な液晶フィルタ、磁気光学素子、マイクロミラーアレイ(MEMS)などの空間光変調素子を用いてもよい。

[0027] 正反射光フィルタ123、および空間フィルタ122は、TTL照明の入射角を変える場合、それに連動して位置が調整される。具体的には、TTL照明が瞳面上を通過する位置に対し、対物レンズ102aの光軸を基準として対称な位置に正反射光フィルタ123が設置される。すなわち、照明光の通過位置と逆方向に同じ距離だけ移動する。空間フィルタ122の位置は、正反射光フィルタ123に追従して移動する。

[0028] 欠陥の形状によって、正反射光フィルタ123の遮光幅を変えることが高感度検査に有効である。例えば空間周波数の低い欠陥は、瞳面において正反射光の近傍に散乱光が偏るため、遮光幅を狭くすることで欠陥信号のSN比を高くすることができる。また、検査におけるノイズ要因となる背景パターンのラフネス、あるいは基板表面のラフネスによって、正反射光フィルタ123の遮光幅を変えることも、高感度検査に有効である。例えば、ラフネスの

粗さ（RaあるいはRMS）がラフネスの空間周波数が低い場合（例えば半導体前工程のFEOL（Front End of Line）、トランジスタ工程）は、瞳面においてラフネスの散乱光が正反射光の近傍に集まるため、狭い遮光幅でノイズを十分にカットすることが可能である。一方、ラフネスの粗さが大きい場合（例えば半導体前工程のBEOL（Back End of Line）、配線工程）、あるいはラフネスの空間周波数が高い場合は、瞳面においてラフネスの散乱光が正反射光の周りの相対的に広い範囲に広がるため、遮光幅を広くすることがノイズの低減に有効である。

[0029] 図5に高感度欠陥検出を行うための検査対象物の法線方向に対して傾斜した方向から入射する照明方法の例を示す。図5は、検査対象基板2上に形成されたL&Sパターン201に、ショート欠陥202が発生した状態を示す。図ではショート欠陥202のサイズが小さいため、厳密にはL&Sパターンがショートしているわけではないが、リークが起きるリスクがあり、また、完全なショートが起きるポテンシャルを示すものであるため、欠陥として検出する必要がある。

[0030] 図5に示すように、L&Sパターン201の側面に寄り添った欠陥に対して、検査対象基板の法線方向からの垂直照明211を行う場合は、照明光束の約半分がL&Sパターンに遮られるため、ショート欠陥202からの散乱光が小さくなる課題がある。また、図5のYZ断面図に示すように、L&Sパターン201より高さが低い欠陥に対して、対物レンズ外から入射する斜方照明213を行う場合も、浅い仰角で照明光が入射することになり、ショート欠陥202がL&Sの影に隠れるため、欠陥散乱光が小さくなる課題がある。YZ面内で垂直方向から傾斜したTTL照明212を用いることで、ショート欠陥202により効率的に照明を到達させ、大きな散乱光を発生させ、高い欠陥検出感度を得ることができる。また、図5に示したようなY方向の寸法よりZ方向の寸法が大きい欠陥形状に対しては、垂直方向211から欠陥を見込んだときの欠陥の面積よりも垂直から傾斜した方向212から欠陥を見込んだときの欠陥の面積の方が大きくなるため、垂直から傾斜した

方向 2 1 2 からの照明光入射による欠陥の散乱断面積が大きくなり、大きな欠陥散乱光信号を得ることができる。

[0031] 図 6 に高感度欠陥検出を行うための検査対象物の法線方向に対して傾斜した方向から入射する照明方法の別の例を示す。暗視野型の欠陥検査では、短い周期で規則的なパターンが繰り返される領域は、パターンからの回折光が検出器に入らない、あるいは空間フィルタ 1 2 2 によってパターンからの回折光を遮光するのが容易なため、暗いパターンとして検出され（暗パターン領域）、パターンによるノイズが低く抑えられるため、高感度に検査が可能である。一方、周期性が長い、あるいは規則性の少ないパターンが形成された領域は、回折光の低減が難しいため、明るいパターンとして検出され（明パターン領域）、パターンによるノイズが大きい、あるいは検出器が飽和するため、高感度の検査が困難である。暗パターン領域の端は、パターンの周期性が途切れる箇所であるため、光リソグラフィを用いたパターン形成において異常や不具合が生じやすく、欠陥が発生しやすい。暗パターン領域の近傍に明パターン領域が存在する場合、検出光学系の空間分解能の限界により、明パターンの周囲にも明パターンによる明度が広がり明るくなる現象が見られるため、暗パターン領域の端の感度が低下するという課題があった。垂直照明では、対称性より、明パターンの Y 方向の両端にてこの現象が発生するという課題があった。

[0032] 図 6 に示すように、T T L 照明ミラーを対物レンズ 1 0 2 a の光軸より Y 方向寄りにシフトさせ、T T L 照明の入射方向が $-Y \rightarrow +Y$ 方向に向かうベクトル成分を持つように傾斜させることで、明パターンの $-Y$ 方向側の明パターンの広がりが小さく抑えられる。これにより、明パターンの $-Y$ 方向側の近傍にある暗パターン領域の欠陥を高感度に検出することが可能になる。副作用として、明パターンの $+Y$ 方向側の明パターンの広がりが大きくなる現象が起きる。この対策として、T T L 照明の傾斜方向を保ったまま検査対象物 2 を 1 8 0 度回して検査する、あるいは、T T L 照明の傾斜方向を逆にして検査することで、明パターンの $+Y$ 方向側の近傍にある暗パターン領

域の欠陥を高感度に検出することが可能になる。

[0033] 図7に検査レシピ設定のフローチャートを示す。ここで、検査レシピとは、検査を行う検査条件（照明条件、検出条件、欠陥判定処理条件）、あるいは複数の検査条件の組合せを指す。複数の検査条件を組み合わせた検査を行う場合は、各検査条件での検査を順次実施し、各々で得られる検査結果を統合して最終的な検査結果を得る。

[0034] 検査レシピ設定を開始し（S701）、検査対象基板のロード方向を設定する（S702）。ロード方向とは検査対象基板をステージ152に設置する際の検査対象物の設置方位である。次に照明条件（TTL照明あるいは斜方照明）を選択する（S703）。斜方照明を選択した場合は、次に空間フィルタの設置位置、設置本数など空間フィルタの設定を行い（S704）、照明偏光設定に移る。TTL照明を選択した場合は、TTL照明の入射角を設定した（S705）後、空間フィルタ空間フィルタの設置位置、設置本数など空間フィルタの設定を行い（S706）、正反射光遮光フィルタ幅を設定し（S707）、照明偏光設定に移る（S708）。照明偏光を設定したあとは、各検出部の検光条件を設定する（S709）。検光条件は、各検出部が備える偏光子による検光方向の条件に対応する。次に照明パワーを設定（S710）した後、欠陥判定処理の条件を設定する（S711）。以上により一つの検査条件が定まる。ここで、検査対象基板の試し検査を行い（S712）、検査結果が表示部に表示される（S713）。検査結果は、欠陥検出個数、予め検査対象欠陥として設定した欠陥の集合に含まれる各欠陥の検出可否、捕捉率、虚報数、虚報率、過去に設定された検査レシピと比較して新たに設定した検査条件によって新規に検出された欠陥の個数、などを含む。これらの情報に基づいてユーザが検査条件の有効性を判断し（S714）、検査レシピに検査条件を追加するかどうかを決定する（S715）。以上の手順で更新された検査レシピによって、検査対象とする欠陥の検出個数、検出捕捉率が目標に到達した場合は（S716）、検査レシピが決定し（S717）、検査レシピ設定が終了する。目標に満たない場合は、新たな検

査条件の設定を再度実施する。

[0035] 図8に正反射光フィルタおよび空間フィルタを設定(図7のS704、S706、S707)するために用いられるGUIの例を示す。瞳検出画像1には、瞳検出器によって検出される瞳面の光強度分布が表示される。図8には瞳面での正反射光の強度分布(瞳上正反射光像401)、および繰り返しパターンによる回折光の瞳面での強度分布(瞳上回折光像402)の例を示す。瞳上正反射光像401の強度および広がり幅は、検査対象基板の材質、膜構造、ラフネスの粗さなどに依存する。瞳上回折光像402の強度、広がり幅、分布形状は、検査対象基板上の繰り返しパターンの周期性、形状、ラフネス粗さなどに依存する。なお、図8では縦方向が瞳面内のX方向、横方向が瞳面内のY方向に対応する。正反射光フィルタ状態画像には、正反射光フィルタの状態(遮光領域の位置と幅)が表示される。瞳検出画像1は、正反射光フィルタを設置する前の正反射光像401が見えている状態での画像が記憶部304に保存され、その画像に表示が固定される。正反射光フィルタ状態画像は、正反射光フィルタを設置した状態での瞳面の光強度分布がリアルタイムに表示され、正反射光フィルタの遮光領域403が暗領域として表示される。瞳検出画像1と正反射光フィルタ状態画像を同時に表示することで、正反射光を正確に遮光するよう正反射光フィルタの遮光領域を設定することができる。

[0036] 瞳検出画像2は、正反射光フィルタを設置した状態での瞳面の光強度分布画像が表示される。画像は記憶部304に保存され、表示が固定される。パターン回折光(0次回折光すなわち正反射光以外の回折光成分)強度分布が確認できるよう、瞳検出器の蓄積時間、感度あるいは表示ゲインを調整した状態での画像が表示される。正反射光の強度に比べて、パターン回折光の強度は一般に一桁以上低いため、瞳検出画像1に対して、瞳検出画像2の方が、感度が高い状態での画像が表示される。正反射光フィルタを設置した状態で回折光に合わせて瞳検出器の蓄積時間、感度あるいは表示ゲインを調整することで、正反射光領域が明るく飽和してしまうこと無く、通常のCCDカメ

ラと同程度のダイナミックレンジ（50～60 dB程度）の瞳検出器を用いて、パターン回折光を明瞭に観察することができる。空間フィルタ状態画像は、正反射光フィルタおよび空間フィルタを設置した状態での瞳面の光強度分布がリアルタイムに表示され、正反射光フィルタおよび空間フィルタの遮光領域が暗領域として表示される。瞳検出画像2と空間フィルタ状態画像を同時に表示することで、パターン回折光を正確に遮光するよう空間フィルタの遮光領域404を設定することができる。

[0037] 図9にTTL照明の構成の変形例を示す。図9に示した構成は、TTL照明ミラー121と対物瞳光学部103が共に瞳面に配置される。TTL照明部111からの光束をXY面に対して傾斜した方向から入射することで、空間フィルタ122によって照明光束の一部が遮光されることを回避できる。また、TTL照明ミラーが照明光が集光する瞳面内に配置されることで、TTL照明ミラー121のY方向の幅を狭くすることができ、TTL照明ミラー121による検出開口の遮光領域を狭くなり、高い結像性能を得ることができる。

[0038] なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

[0039] また、制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

符号の説明

[0040] 101…光源部
20…処理部

- 102…対物レンズ
- 103…対物瞳光学部
- 105…結像レンズ
- 106…検出器
- 111…TTL照明部
- 112…斜方照明部
- 115…ミラー
- 116…円柱レンズ
- 121…TTL照明ミラー
- 122…空間フィルタ
- 123…正反射光フィルタ
- 151…ステージ駆動部
- 152…X-Y-Z- θ ステージ
- 301…全体制御部
- 302…表示部
- 303…演算部
- 304…記憶部

請求の範囲

- [請求項1] レーザ光を出射する光源と、前記光源により発せられた該レーザ光を線状に集光する第一の集光部と、前記第一の集光部にて該線状に集光された照明光を通過させる対物瞳光学部と、前記対物瞳光学部を通過した照明光を通過させる対物レンズと、を備える照射部と、
前記対物レンズの瞳面に配置された前記対物瞳光学部の該照明光の通過位置を制御する照射位置制御部と、
前記照射部により照射され試料から発生する光を集光する第二の集光部と、前記第二の集光部にて集光される光のうち該試料による正反射光および該瞳面上の近傍に発生する光成分を遮光する正反射光遮光部と、前記第二の集光部により集光し、前記正反射光遮光部にて遮光されなかった光を検出器に結像する結像部と、を備える検出部と、
前記結像部にて結像される像の信号に基づいて該試料面上の欠陥を検出する欠陥判定部と、を有する欠陥検査装置。
- [請求項2] 請求項1記載の欠陥検査装置であって、
前記対物瞳光学部は、前記集光部からの照明光を集光するミラーを備えることを特徴とする欠陥検査装置。
- [請求項3] 請求項1記載の欠陥検査装置であって、
前記照射位置制御部は、前記対物瞳光学部のミラーおよび前記集光部を所定の方向に移動させることにより前記対物瞳光学部の該照明光の通過位置を制御することを特徴とする欠陥検査装置。
- [請求項4] 請求項1記載の欠陥検査装置であって、
前記対物瞳光学部は、前記照射部の対物レンズの瞳面に配置された空間フィルタと、前記空間フィルタから所定の距離離れた位置に配置された照明ミラーとを備えることを特徴とする欠陥検査装置。
- [請求項5] 請求項4記載の欠陥検査装置であって、
前記空間フィルタと前記照明ミラーとは、角度回転機構を備えることを特徴とする欠陥検査装置。

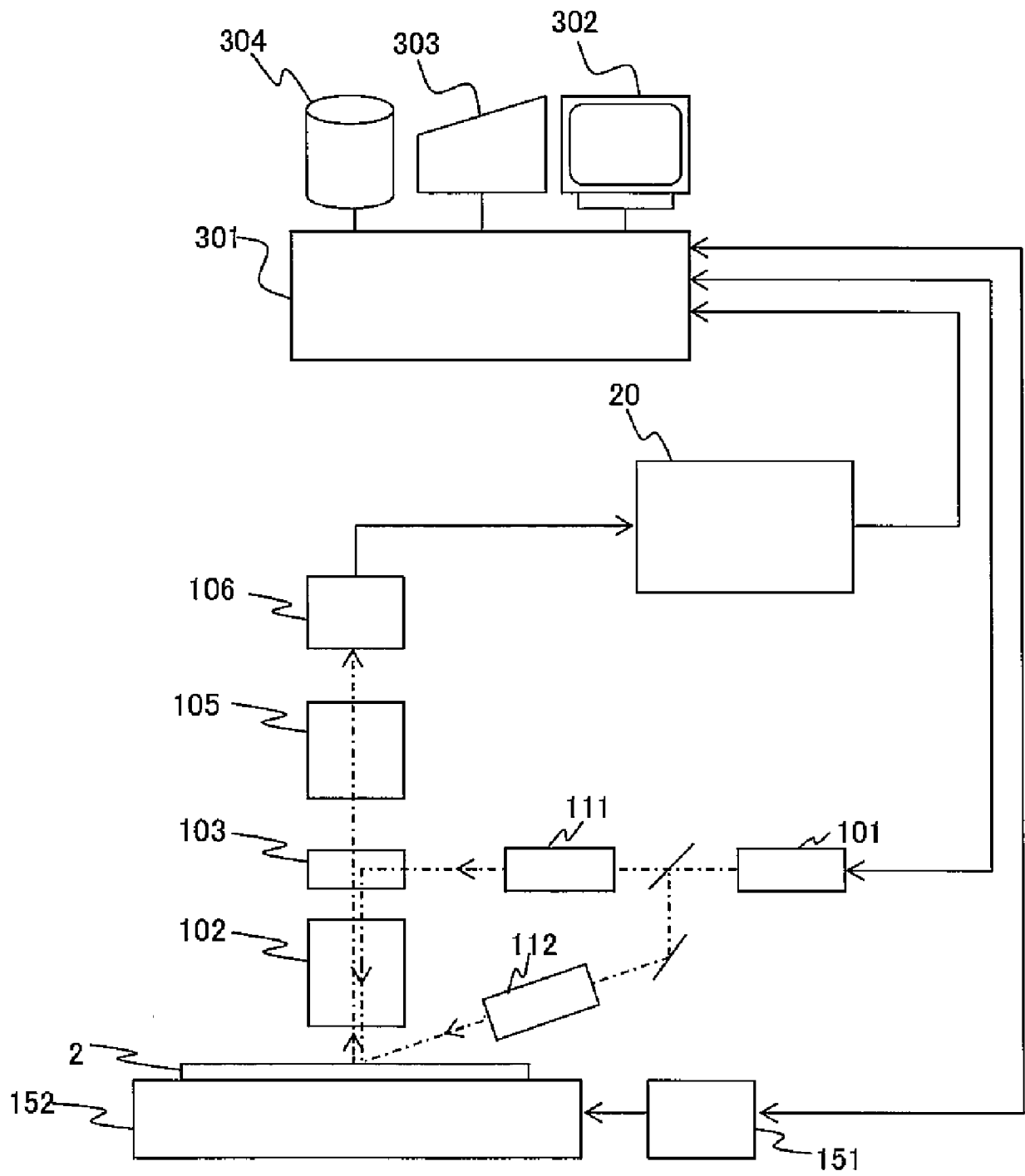
- [請求項6] 請求項1記載の欠陥検査装置であって、
前記対物瞳光学部は、該試料からの正反射光を遮光する位置に配置された正反射光フィルタを備え、
前記正反射光フィルタは遮光位置の調整を可能とする位置調整機構を備えることを特徴とする欠陥検査装置。
- [請求項7] 請求項6記載の欠陥検査装置であって、
前記正反射光フィルタを複数重ね合わせるにより遮光幅を制御することを特徴とする欠陥検査装置。
- [請求項8] 請求項1記載の欠陥検査装置であって、
前記照明部は、TTLであることを特徴とする欠陥検査装置。
- [請求項9] 請求項1記載の欠陥検査装置であって、
前記照射部の対物レンズと前記検出部の前記第二の集光部とは共用であることを特徴とする欠陥検査装置。
- [請求項10] 請求項1記載の欠陥検査装置であって、
前記照明部は複数個であることを特徴とする欠陥検査装置。
- [請求項11] 光源からレーザ光を発する出射工程と、
前記出射工程により発せられた該レーザ光を線状に集光する第一の集光工程と、
前記第一の集光工程にて該線状に集光された照明光を対物レンズの瞳面を通過し試料上に到達させる照射工程と、
前記照射工程による前記試料の照射位置を制御し前記瞳面上の前記照明光の通過位置を制御する照射位置制御工程と、
前記照射工程により照射され前記試料から発生する光を集光する第二の集光工程と、
前記第二の集光工程にて集光される光のうち前記試料による正反射光および前記瞳面上の近傍に発生する光成分を遮光する正反射光遮光工程と、
前記第二の集光工程により集光し、前記正反射光遮光工程にて遮光

されなかった光を検出器に結像する結像工程と、

前記結像工程にて結像される像の信号に基づいて前記試料面上の欠陥を検出する欠陥判定工程と、を有する欠陥検査方法。

[図1]

図1



[図2]

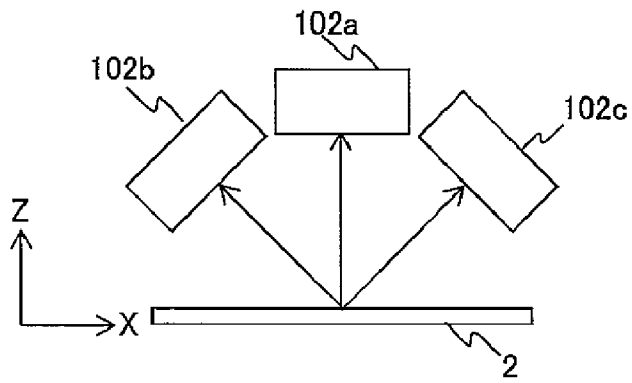
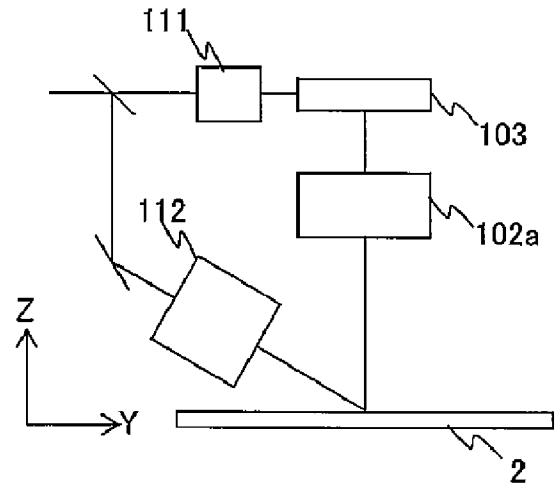
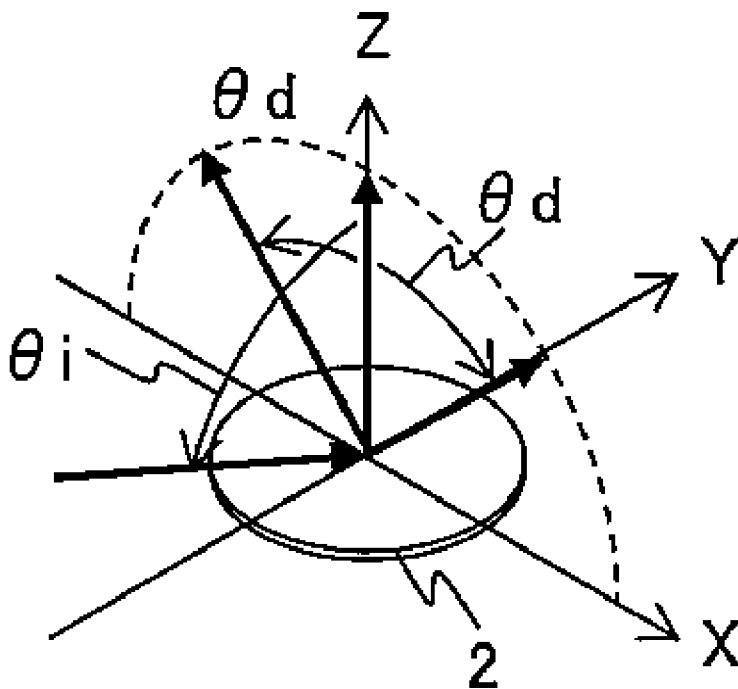


図2



[図3]

図3



[図4]

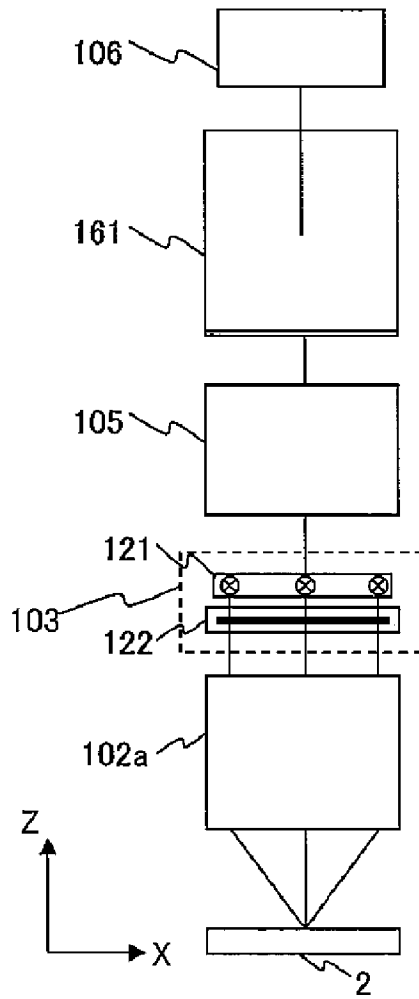
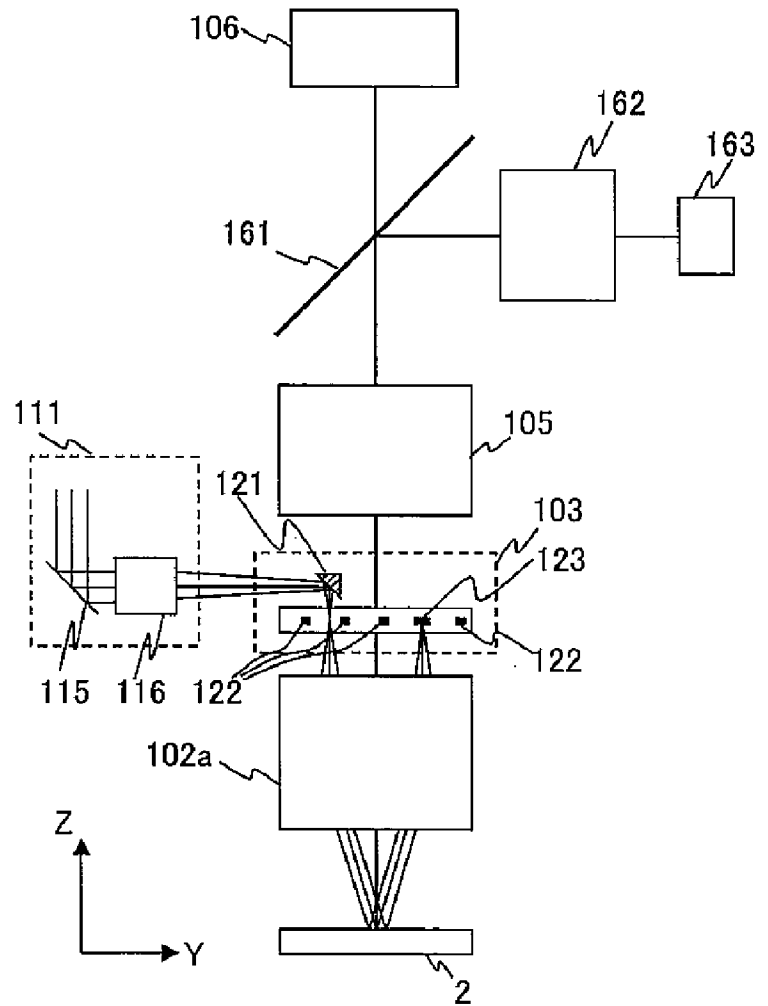
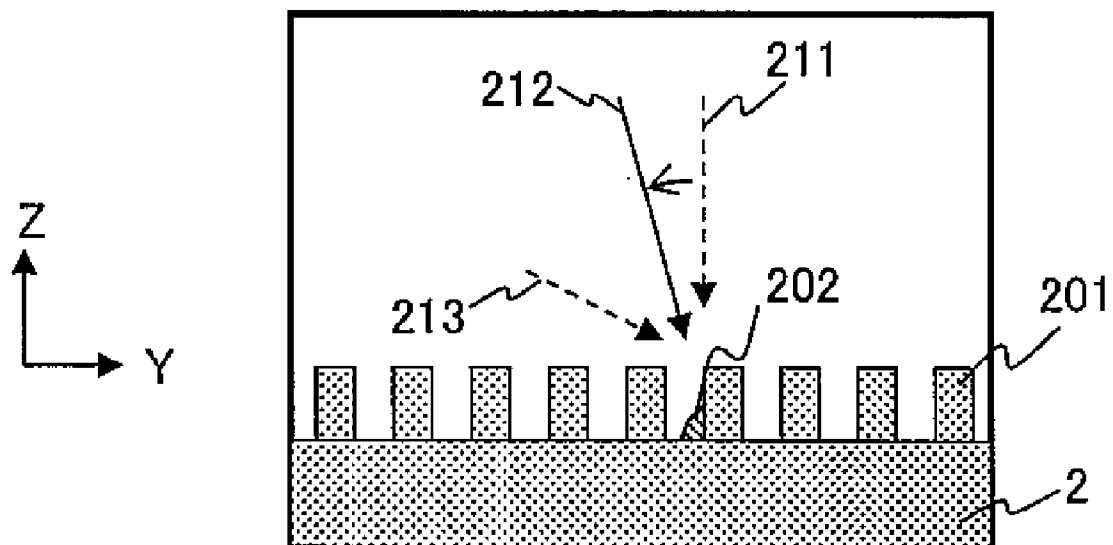
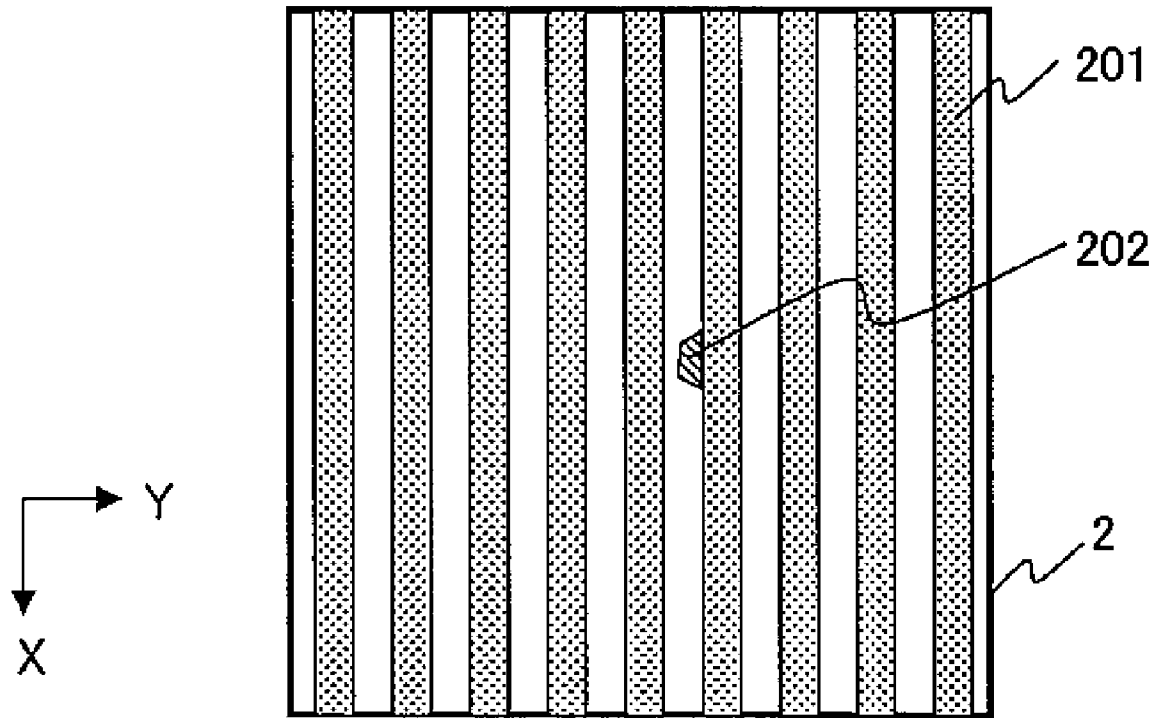


図4

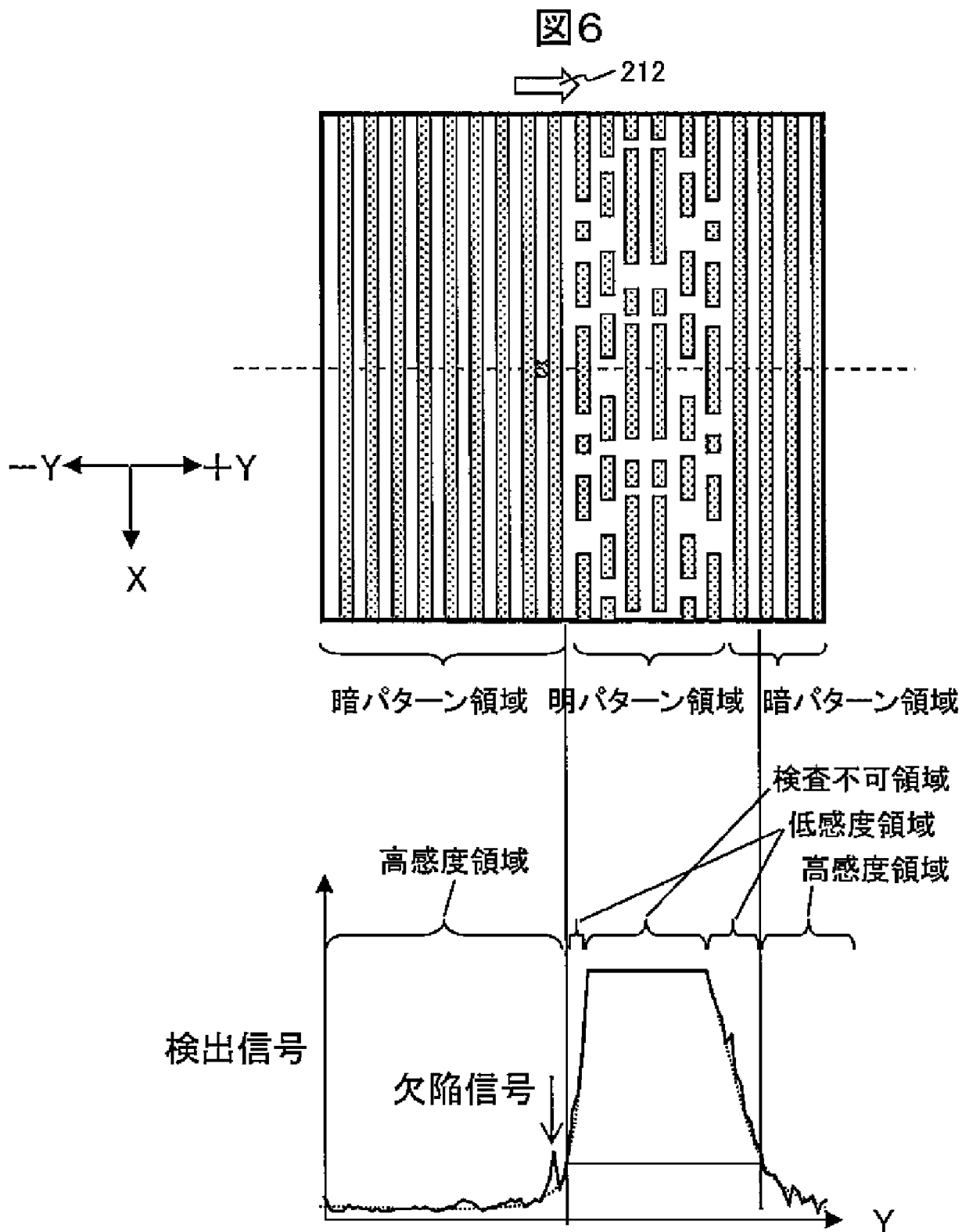


[図5]

図5

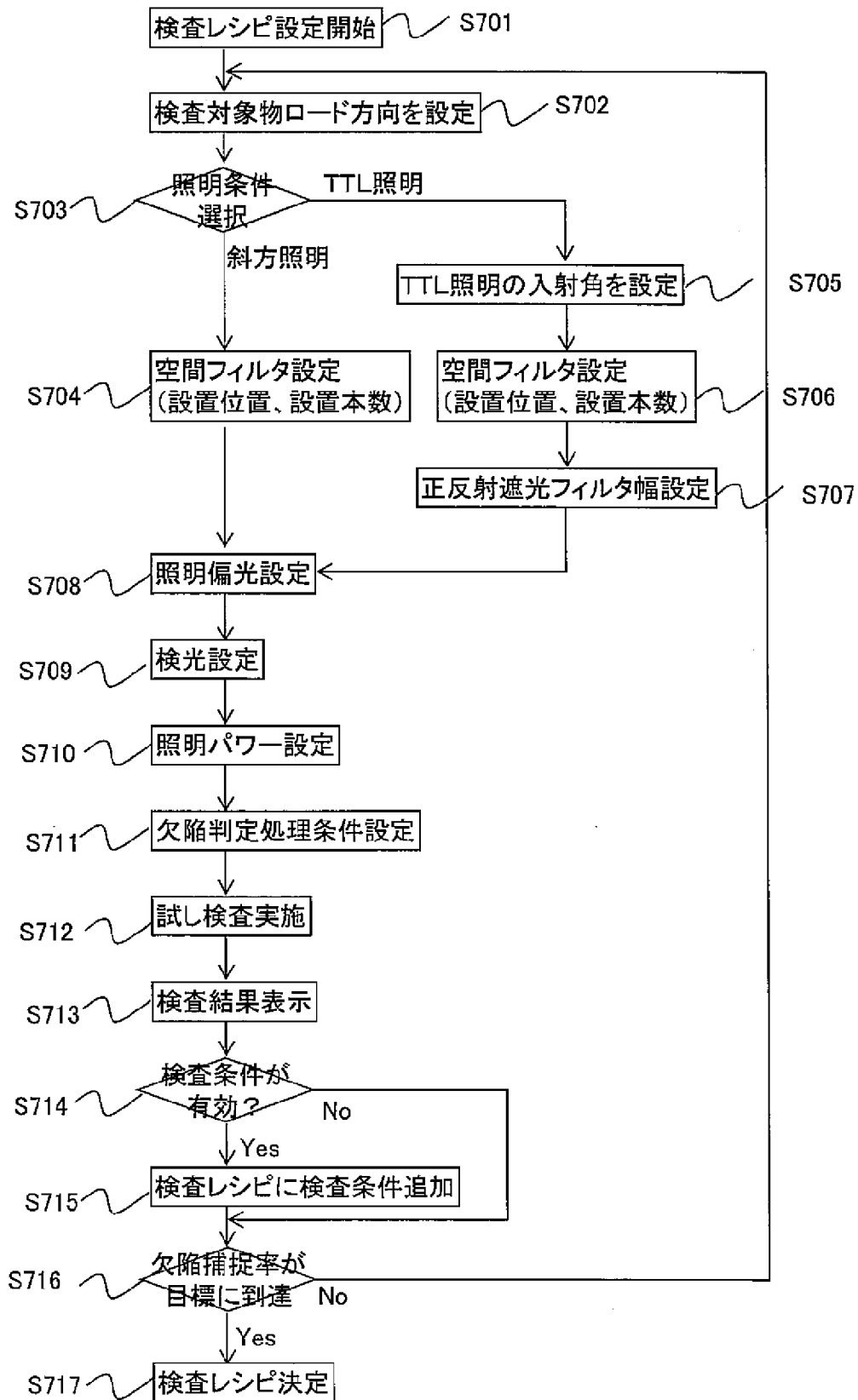


[図6]



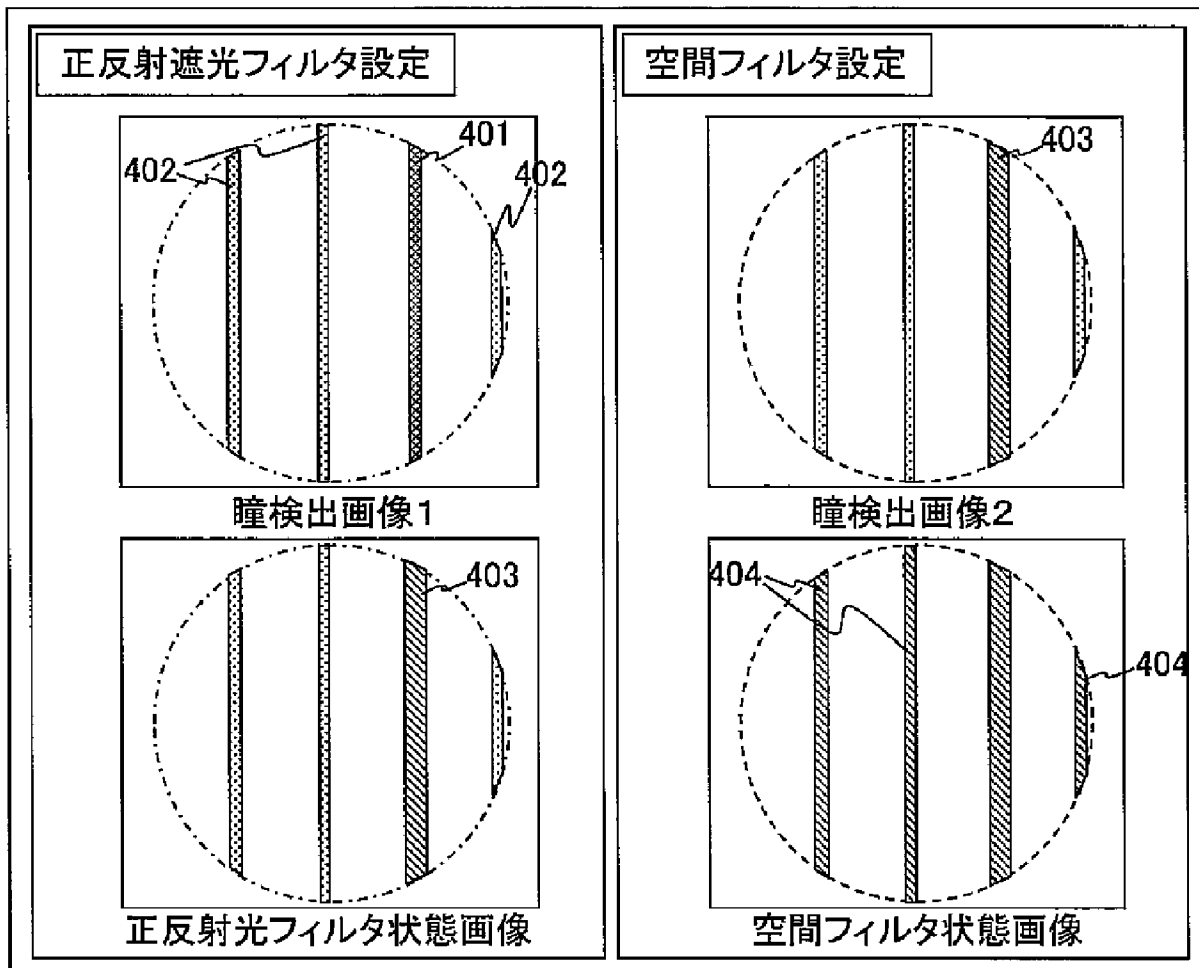
[図7]

図7

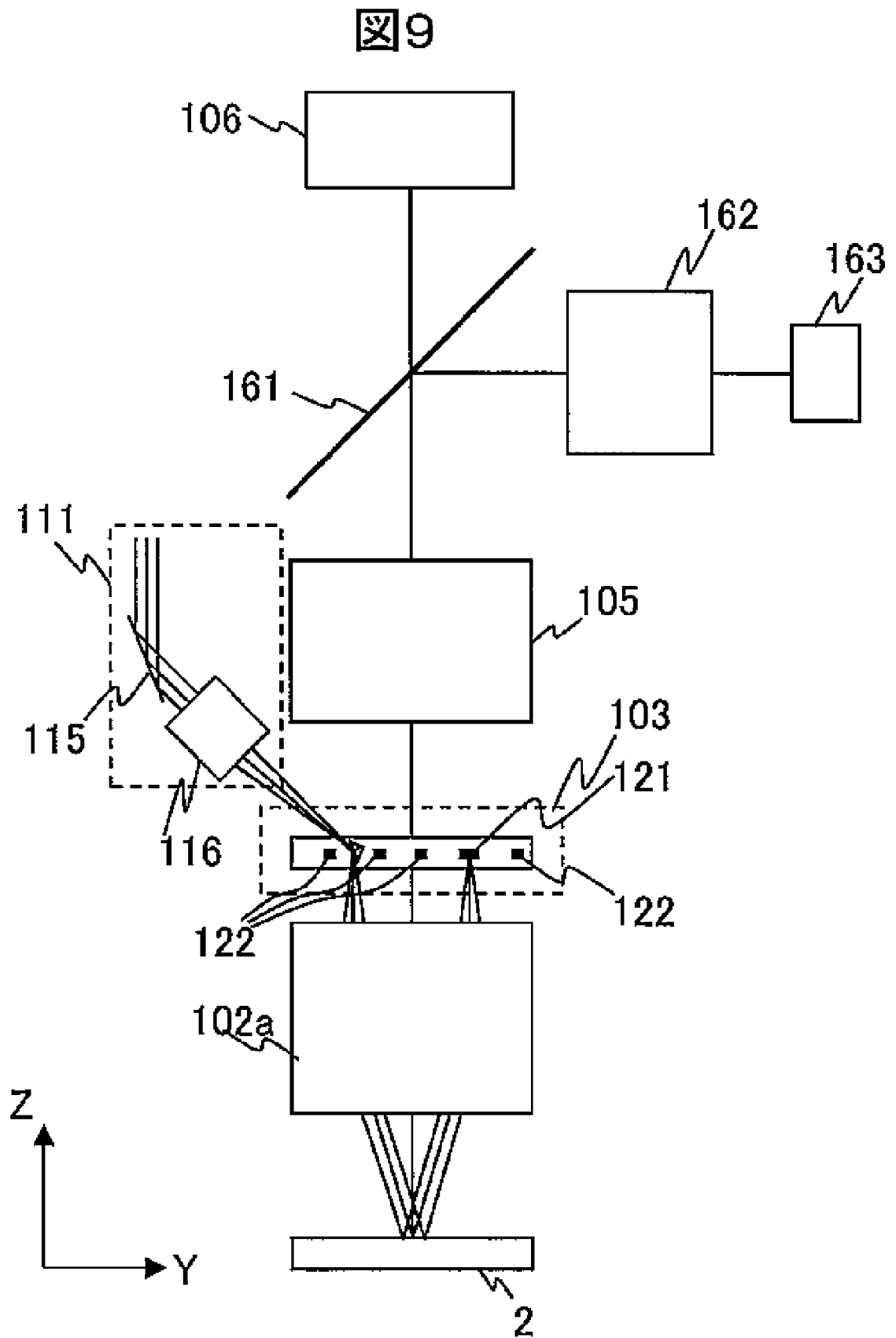


[図8]

図8



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/070414

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N21/956(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)

G01N21/956

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-193443 A (Hitachi, Ltd.), 14 July 2000 (14.07.2000), paragraphs [0027] to [0048]; fig. 1 to 10 & US 6800859 B1	1-11
Y	JP 2-38951 A (Hitachi, Ltd.), 08 February 1990 (08.02.1990), page 4, upper left column, line 11 to lower right column, line 20 (Family: none)	1-11
Y	WO 2011/010425 A1 (Hitachi High-Technologies Corp.), 27 January 2011 (27.01.2011), paragraphs [0046] to [0048]; fig. 7 & US 2012/0268742 A1	7

 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
10 September, 2013 (10.09.13)Date of mailing of the international search report
24 September, 2013 (24.09.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/070414

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-68698 A (Hitachi Electronics Engineering Co., Ltd.), 10 March 1998 (10.03.1998), paragraphs [0015] to [0023]; fig. 2 (Family: none)	7
A	JP 2010-271186 A (Nikon Corp.), 02 December 2010 (02.12.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-11
A	JP 2006-329630 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 07 December 2006 (07.12.2006), entire text; all drawings & US 2006/0262297 A1	1-11
A	JP 2011-523711 A (JEONG, Hwan, J.), 18 August 2011 (18.08.2011), paragraphs [0001], [0015], [0072] to [0093]; fig. 1 to 2 & US 2009/0296096 A1 & EP 2286175 A & WO 2009/149103 A1 & KR 10-2011-0031306 A & CN 102089616 A	1-11
A	JP 8-162511 A (Hitachi, Ltd.), 21 June 1996 (21.06.1996), paragraphs [0029] to [0068]; fig. 1 to 22 & US 5774222 A	1-11
A	JP 7-83843 A (Nikon Corp.), 31 March 1995 (31.03.1995), entire text; all drawings & US 5719405 A	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01N21/956(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 (IPC)) Int.Cl. G01N21/956		
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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2013年 日本国実用新案登録公報 1996-2013年 日本国登録実用新案公報 1994-2013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)		
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
Y	JP 2000-193443 A (株式会社日立製作所) 2000.07.14, 【0027】 - 【0048】、第1-10図 & US 6800859 B1	1-11
Y	JP 2-38951 A (株式会社日立製作所) 1990.02.08, 公報第4頁左上欄第11行-右下欄第20行 (ファミリーなし)	1-11
Y	WO 2011/010425 A1 (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2011.01.27, 【0046】 - 【0048】、第7図 & US 2012/0268742 A1	7
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 10.09.2013	国際調査報告の発送日 24.09.2013	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 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) 小野寺 麻美子 電話番号 03-3581-1101 内線 3252	2W 9505

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
Y	JP 10-68698 A (日立電子エンジニアリング株式会社) 1998.03.10, 【0015】 - 【0023】、第2図 (ファミリーなし)	7
A	JP 2010-271186 A (株式会社ニコン) 2010.12.02, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2006-329630 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2006.12.07, 全文, 全図 & US 2006/0262297 A1	1-11
A	JP 2011-523711 A (ジーオン, ファン ジェイ.) 2011.08.18, 【0001】、【0015】、【0072】 - 【0093】、第1-2図 & US 2009/0296096 A1 & EP 2286175 A & WO 2009/149103 A1 & KR 10-2011-0031306 A & CN 102089616 A	1-11
A	JP 8-162511 A (株式会社日立製作所) 1996.06.21, 【0029】 ~ 【0068】、第1~22図 & US 5774222 A	1-11
A	JP 7-83843 A (株式会社ニコン) 1995.03.31, 全文, 全図 & US 5719405 A	1-11