

(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
2013年9月19日(19.09.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/136574 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 21/956 (2006.01) **G01N 21/84** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/077250
- (22) 国際出願日: 2012年10月22日(22.10.2012)
- (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 2012-055362 2012年3月13日(13.03.2012) 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: 芝田 行広 (SHIBATA Yukihiro); 〒2440817 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所 横浜研究所内 Kanagawa (JP). 志村 啓 (SHIMURA Kei); 〒3128504 茨城県ひたちなか市大字市毛882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). 宇都 幸雄 (UTO Sachio); 〒3128504 茨城県ひたちなか市大字市毛882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). 本田 敏文 (HONDA Toshifumi); 〒2440817 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番

地 株式会社日立製作所 横浜研究所内
Kanagawa (JP).

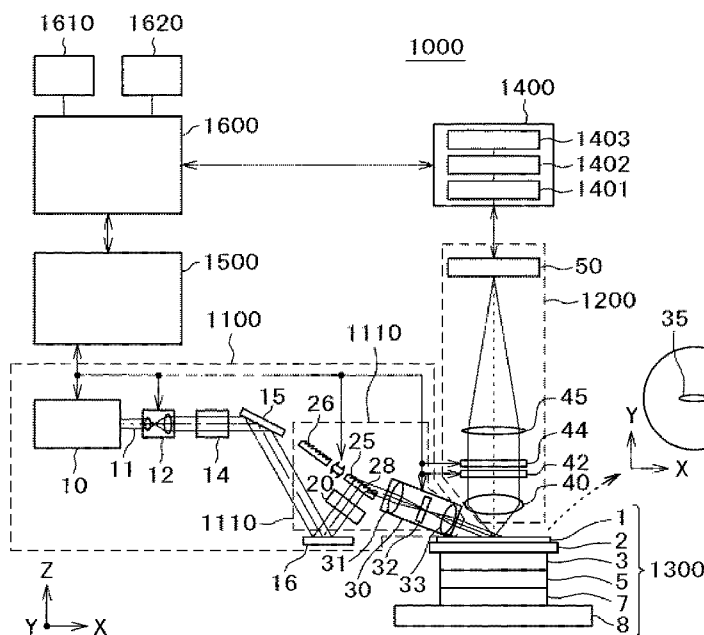
- (74) 代理人: ポレール特許業務法人(POLAIRE I.P.C.); 〒1040032 東京都中央区八丁堀二丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, 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, 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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: DEFECT INSPECTION METHOD AND DEVICE THEREFOR

(54) 発明の名称: 欠陥検査方法及びその装置

図 1



(57) Abstract: In order to enable the increase of illumination efficiency by facilitating the change of the incidence angle of illumination light with a narrow illumination width according to an object to be inspected and enabling an illumination region to be effectively irradiated with the illumination light, provided is a defect inspection method for obliquely irradiating a sample mounted on a table that is moving continuously in one direction with illumination light, collecting scattered light generated from the sample obliquely irradiated with the illumination light, detecting an image of the surface of the sample formed by the scattered light, processing a signal obtained by detecting the image of the surface of the sample formed by the scattered light, and extracting a defect candidate on the surface of the sample, wherein the oblique irradiation of the sample with the illumination light is implemented by linearly collecting light emitted from a light source to form a collected light image, and obliquely projecting the collected light image onto the surface of the sample mounted on the table that is moving continuously in the one direction to form an image on the surface of the sample, thereby illuminating a linear region on the surface of the sample.

(57) 要約:

[続葉有]



添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

検査対象に応じて照明幅が狭い照明光の入射角度の変更を容易にし、かつ照明領域に有効に照明光を照射できるようにして照明の効率を上げることを可能にするために、一方向に連続的に移動しているテーブルに載置された試料に斜方から照明光を照射し、この照明光が斜方から照射された試料から発生した散乱光を集光してこの散乱光による試料表面の像を検出し、この散乱光による試料表面の像を検出して得た信号を処理して試料表面の欠陥候補を抽出する欠陥検査方法において、試料に斜方から照明光を照射することを、光源から発射された光を線状に集光して集光像を形成し、この集光像を一方向に連続的に移動しているテーブルに載置された試料の表面に斜方から投影してこの試料の表面に結像させることにより試料表面の線状の領域を照明するようにした。

明 細 書

発明の名称：欠陥検査方法及びその装置

技術分野

[0001] 本発明は、半導体製造工程やフラットパネルディスプレイ製造工程に代表される薄膜プロセスを経て試料上に形成された微細パターンの欠陥や異物などを光学的に検査する欠陥検査装置に係り、特に微細な欠陥や異物を検出するのに適した照明光学系を備えた欠陥検査方法及びその装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来の半導体ウェハ検査装置として、国際公開WO 1 9 9 9 / 0 0 6 8 2 3号公報（特許文献1）がある。この特許は、レーザ光をウェハ上に線状に照明する方式が記載されている。照明方式は、シリンドリカルレンズやミラーの主面をウェハと平行に配置して、ウェハ上を細長い線状に照明する技術が記載されている。

[0003] また、特開平5-209841号公報（特許文献2）にもウェハ上を線状照明する方式が記載されている。これはレーザ光を回折格子上に集光し、この集光した像をウェハ上に斜方結像する技術が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開WO 1 9 9 9 / 0 0 6 8 2 3号公報

特許文献2：特開平5-209841号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 検査対象となる半導体ウェハの例では、品種（メモリ製品、ロジック製品）や配線ノードの世代に応じて、多層構造の層数や層毎の配線材料及び、パターン幅や形状、さらにはパターンを形成する処理工程が異なる。このため、検出したい欠陥は多種多様である。欠陥の代表例は、同一層や異なる層（

層間配線)のショートやオープンである。

[0006] これらの欠陥を高感度に検出するためには、欠陥像を顕在化した画像を検出し、欠陥判定画像処理をする必要がある。欠陥像のコントラストが高い画像を検出するためには、検出したい欠陥に応じて照明条件と検出条件を適正化する必要がある。

[0007] レーザを光源とした装置における照明条件の適正化パラメータとしては、照明の入射角、方位、偏光、線幅が挙げられる。線幅は微細な方が望ましく、他の入射角・方位・偏光については、前述の欠陥種に応じて欠陥像を顕在化する条件が異なる。このため、ウェハの製造工程毎に検出したい欠陥に対応した照明条件を設定することが望ましい。

[0008] 特許文献1では、シリンドリカルレンズやシリンドリカルミラーを配置してウェハ上を集光照明することが記載されている。集光照明の幅を微細な1～2 μm 又はそれ以下にする場合、集光照明位置での波面収差を十分抑える必要があるため、シリンドリカルレンズやミラーの曲率や厚さは、特定の入射角や方位に対応させる必要がある。このため、例えば入射角を検査対象に応じて60度と70度に変更可能な構成とするには、それぞれの入射角に応じたシリンドリカルレンズやミラーを備え、交換可能な構成とする必要がある。しかし、集光幅1～2 μm 又はそれ以下にするためにはレンズやミラー面の面精度や交換時の位置決め精度を非常に高くする必要があり、シリンドリカルレンズやミラーの交換に多大な時間が必要になるという課題がある。

[0009] 特許文献2においても、照明入射角や方位を変更する手段については記載されていない。

[0010] また、特許文献1に記載のシリンドリカルレンズやミラーを用いた構成では、ガウス分布の円形レーザ光をシリンドリカルレンズやミラーに斜入射してウェハ上を照明する場合、レンズやミラーに対する入射面と直交する方向の光線がウェハ上の1点に集まらず、入射面方向に広がってしまう。この広がり、照明条件が集光幅1～2 μm 、波長355 nm、入射角70度の場合では5～10 mm以上になる。このため、必要な照明範囲を1～2 mmに

設定したとしても実際の照明範囲は5～10mmとなり、必要な照明範囲での照明強度が低下する。従って、照度低下による検査速度の低下を防ぐためには、高価な高出力レーザを使用しなければならない問題がある。

[0011] 本発明は、従来技術の課題を解決して、検査対象に応じて照明幅が狭い照明光の入射角度の変更を容易にし、かつ照明領域に有効に照明光を照射できるようにして照明の効率を上げることが可能な照明方法とこれを用いた欠陥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

[0012] 上記した課題を解決するために、本発明では、欠陥検査装置を、検査対象の試料を載置するテーブル手段と、このテーブル手段に載置された試料を斜方から照明する照明光学系手段と、この照明光学系手段により照明光が斜方から照射された試料から発生した散乱光を集光してこの散乱光による試料表面の像を検出する検出光学系手段と、この検出光学系手段で散乱光による試料表面の像を検出して得た信号を処理して試料表面の欠陥候補を抽出する画像処理手段と、テーブル手段と照明光学系手段と検出光学系手段と画像処理手段とを制御する制御手段とを備えて構成し、照明光学系手段は、光源とシリンドリカルレンズとリレーレンズとを有し、光源から発射された光をシリンドリカルレンズで線状に集光して集光像を形成し、この集光像をリレーレンズでテーブル手段に載置された試料の表面に斜方から投影してこの試料の表面に結像させることにより試料表面の線状の領域を照明するようにした。

[0013] 又、上記課題を解決するために、本発明では、一方向に連続的に移動しているテーブルに載置された試料に斜方から照明光を照射し、この照明光が斜方から照射された試料から発生した散乱光を集光してこの散乱光による試料表面の像を検出し、この散乱光による試料表面の像を検出して得た信号を処理して試料表面の欠陥候補を抽出する欠陥検査方法において、試料に斜方から照明光を照射することを、光源から発射された光を線状に集光して集光像を形成し、この集光像を一方向に連続的に移動しているテーブルに載置された試料の表面に斜方から投影してこの試料の表面に結像させることにより試

料表面の線状の領域を照明するようにした。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、照明線幅を $1 \sim 2 \mu\text{m}$ 又はそれ以下に微細化すると共に、検査対象欠陥毎に照明光の入射角、方位、偏光を調整することが可能となり、より微細な欠陥の欠陥像の顕在化による検査感度の向上が期待できる。さらに、高価な集光ミラーやレンズを変更することなく、複数の照明入射角に設定可能であり、装置コストを抑制することが可能にある。また、レーザから出力された光を低損失かつ、必要以上に照明領域を広げないことが可能となり、比較的低出力レーザが適用可能なことにより、レーザの低コスト化と照明部品のダメージ抑制が可能となる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]実施例1における欠陥検査装置の概略の構成を示すブロック図である。

[図2A]実施例1におけるビーム照射部で、比較的光子ピッチが狭い回折格子を用いた場合のビーム照射部の構成を示すブロック図である。

[図2B]実施例1におけるビーム照射部で、比較的光子ピッチが広い回折格子を用いた場合のビーム照射部の構成を示すブロック図である。

[図3]実施例1におけるビーム照射部で、シリンドリカルレンズによる集光像を回折格子の格子面上に形成した場合に回折格子の面内回転による照明入射角と方位の変更の概念を示すビーム照射部の斜視図である。

[図4]実施例1におけるビーム照射部で、シリンドリカルレンズによる集光像を回折格子の手前に形成した場合に、回折格子の面内回転による照明入射角と方位の変更の概念を示すビーム照射部の斜視図である。

[図5]実施例1におけるビーム照射部で、回折格子として反射型回折格子を用いた場合のビーム照射部の構成を示す斜視図である。

[図6]実施例2における欠陥検査装置の概略の構成を示すブロック図である。

[図7A]実施例2におけるビーム照射部で、ウェハへの照明光の入射角を $\theta 3$ に設定した場合のビーム照射部の構成を示すブロック図である。

[図7B]実施例2におけるビーム照射部で、ウェハへの照明光の入射角を $\theta 4$

に設定した場合のビーム照射部の構成を示すブロック図である。

[図8]実施例2におけるビーム照射部の第1の変形例で、シリンドリカルレンズによる集光像が形成される位置に集光像を透過させるためのスリットを設けたビーム照射部の構成を示すブロック図である。

[図9A]スリット板の正面図である。

[図9B]スリット板の側面図である。

[図10A]実施例2におけるビーム照射部の第2の変形例で、凹面ミラーと凸面レンズとで構成したビーム照射部の正面図である。

[図10B]実施例2におけるビーム照射部の第2の変形例で、凹面ミラーと凸面レンズとで構成したビーム照射部の側面図である。

[図11A]実施例3における欠陥検査装置の概略の構成を示すブロック図である。

[図11B]実施例3における欠陥検査装置の検出光学系の低角度散乱光検出光学系の概略の構成を示す低角度散乱光検出光学系の断面図である。

[図12]実施例4における欠陥検査装置の概略の構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下に、本発明の実施例を、図面を用いて説明する。

実施例 1

[0017] 本発明を半導体ウェハのパターンのショート欠陥やオープン欠陥又は異物欠陥などの欠陥を検査する欠陥検査装置1000に適用した例を、図1乃至図5を用いて説明する。図1に欠陥検査装置1000の構成を示す。

[0018] 欠陥検査装置1000は、検査対象である表面に回路パターンが形成された半導体ウェハ（以下、ウェハと記す）1を載置してX-Y平面内及び高さ方向（Z方向）に移動可能なステージ部1300と、ステージ部1300に載置されたウェハ1に照明光を照射する照明光学系1100、照明光が照射されたウェハ1からの散乱光を検出する検出光学系1200、検出光学系1200から出力されたウェハ1からの散乱光検出信号を処理する画像処理部

１４００、照明光学系１１００と検出光学系１２００及びステージ部１３００の機構部の動きを制御する機構制御部１５００、画像処理部１４００と機構制御部１５００とを制御するシステム制御部１６００、検査の結果や検査条件等を記憶する記憶部１６１０、検査条件を入力し検査の結果を表示する表示する画面を備えた表示部１６２０を備えて構成される。

[0019] 照明光学系１１００は、レーザ光源１０、レーザ光源１０から発射されたレーザのビーム径を拡大するためのビームエクスパンダ１２、ビームエクスパンダ１２で拡大されたレーザビームを特定の方向に拡大するアナモルフィックプリズム１４、アナモルフィックプリズム１４から出射したレーザビームを反射して光路を変えるミラー１５、ミラー１５で光路を変えられたレーザビームをステージ部１３００に載置されたウェハ１に斜め方向から基板１上の細長い領域（線状領域）３５に照射するビーム照射部１１１０を備えている。ビーム照射部１１１０の構成については、後述する。

[0020] ステージ部１３００は、ウェハ１を吸着して保持するチャック２、チャック２を搭載して高さ方向（Ｚ方向）に移動可能なＺステージ３、Ｚステージ３を搭載して平面内でＸ方向に移動可能なＸステージ５、Ｘステージ５を搭載して平面内でＹ方向に移動可能なＹステージ７、Ｙステージ７を搭載するベースプレート８を備えている。ステージ部１３００は、更に、Ｚステージ３とＸステージ５とＹステージ７とのそれぞれの位置を検出する位置センサを備えているが、図示を省略する。

[0021] 検出光学系１２００は、ステージ部１３００のチャック２に保持されているウェハ１の、照明光学系１１００により照明された領域３５から発生した散乱光のうちウェハ１の上方に散乱した光を捕捉して集光する対物レンズ４０、対物レンズ４０で捕捉されたウェハ１からの散乱光のうち、ウェハ１上に形成された微細な繰り返しパターンからの散乱光により発生する強い回折光を遮光する空間フィルタ４２、空間フィルタ４２で遮光されずに空間フィルタ４２を透過したウェハ１からの散乱光のうち特定の偏光だけを透過させる偏光フィルタ４４、偏光フィルタ４４を透過した特定の偏光を結像させる

結像レンズ４５、結像レンズ４５により結像された散乱光の像を検出するイメージセンサ５０を備えている。

[0022] 画像処理部１４００は、イメージセンサ５０から出力された検出信号（アナログ）を増幅してデジタル信号に変換（Ａ／Ｄ変換）するＡ／Ｄ変換部１４０１、Ａ／Ｄ変換された信号を処理して画像信号を得る信号処理部１４０２、信号処理部１４０２で得られた画像信号を処理して欠陥候補を抽出してこの抽出した欠陥候補の画像特徴量を求める欠陥検出部１４０３を備えている。

[0023] 上記した構成を備えた欠陥検査装置１０００を用いて、回路パターンが形成された半導体ウェハ１の表面の欠陥を以下のようにして検査する。

[0024] 検査対象となる半導体ウェハ１はチャック２に吸着され、このチャック２がＺステージ３、Ｘステージ５、Ｙステージ７に搭載されている。Ｘステージ５とＹステージ７による水平方向の運動により、ウェハ１を全面検査する。

[0025] 照明光学系１１００のレーザ光源１０としては、連続発振レーザを出力するタイプのものであっても、パルス発振レーザを出力するタイプのものであっても何れでもよい。レーザ光源１０の候補としては、波長５３２ｎｍ、３５５ｎｍ、２６６ｎｍやガスレーザの２４８ｎｍ（ＫｒＦ）、１９３ｎｍ（ＡｒＦ）、１５７ｎｍ（Ｆ２）がある。

[0026] レーザ光源１０で発振されたレーザ光１１は、ビームエクspanda１２で所定のビーム径に拡大され、アナモルフィックプリズム１４で特定の方向のみが拡大されて楕円状の光束となる。ここで、特定の方向とはウェハ１上にて、集光される方向である。

[0027] 楕円状の光束に成形されたレーザ１１は、平面ミラー１５、１６で反射し、ビーム照射部１１１０に入射する。ビーム照射部１１１０に入射した楕円状の光束のレーザは、図２Ａに示すように、シリンドリカルレンズ２０に入射し、一方向が集光された細長い光束となって透過型回折格子２５上に集光する。この集光部での収差を低減し、より細い集光幅とするためには、シリンドリカルレンズ２０の凸面を非球面形状にすることが望ましい。また、シリンドリカルレンズ２０から出射して透過型回折格子２５へ入射するレーザ

11の入射角は垂直照明となる入射角0度あるいは斜入射の何れでもよい。

[0028] 透過型回折格子25に入射したレーザ11のうち、透過型回折格子25で回折した特定の高次回折光28がレンズ31と33とを含んで構成されるリレーレンズ30に入射し、透過型回折格子25の表面に集光された細長い光束により形成された線状の集光ラインがウェハ1上に斜方から入射して、ウェハ1上のX方向に長手、Y方向に細い領域（線状領域）35に結像する。リレーレンズ30は、両側テレセントリックのリレーレンズである。ウェハ1上の線状領域35に照射される照明光はX方向に長くなるが、リレーレンズ30にてウェハ1の表面と透過型回折格子25が共役関係になるように設定することにより、透過型回折格子25の表面に集光された細長い光束形状がウェハ1上の線状領域35に投影されてウェハ1を線状の集光照明することができる。

[0029] なお、シリンドリカルレンズ20を透過した光レーザ11が透過型回折格子25に入射する角度は、照明に用いる特定の高次回折光28の回折効率が高くなる入射角に設定することが望ましい。また、透過型回折格子25の単位長さ当たりの格子本数（または格子ピッチ）はリレーレンズ30の倍率が等倍の場合には、回折格子の法線から高次回折光が進む角とウェハ1への入射角が一致するように設定すればよい。このため、ウェハ1への入射角を変更したい場合は、回折格子の単位長さ当たりの格子本数（または格子ピッチ）を変更した透過型回折格子26に図示していない駆動手段を用いて変更すればよい。

[0030] さらに、一般的に回折格子は偏光に応じて回折効率が変化する。この回折効率が低いほど照明系としての光利用効率が高くなるため、レーザ光源10として、安価な低出力レーザを発振する光源を適用することが可能となる。最大の回折効率を得るためには、透過型回折格子25への入射偏光をS偏光あるいはP偏光のいずれかにすればよい。この回折効率最大となるように調整したP又はS偏光を回折格子への入射偏光とする。しかし、ウェハ1上に発生した欠陥を顕在化するためには、欠陥種に応じてS/P/円偏光を変更可

能とする必要がある。

[0031] そこで、透過型回折格子 25 とウェハ 1 の間に配置されるリレーレンズ 30 を構成するレンズ 31 と 33 との間に $1/2$ 波長板や $1/4$ 波長板又はそれらの組み合わせで構成されるそれぞれ独立して回転可能な波長板 32 を組み込む構成とする。また、回折格子 25 の格子ピッチをリレーレンズ 30 の解像度と同等あるいはそれ以上に細かくすることにより、ウェハ 1 上の線状領域 35 に照射される照明光に発生する透過型回折格子 25 の周期的構造による明暗を低減することができる。

[0032] 検出光学系 1200 では、ウェハ 1 上の線状領域 35 に照射された照明光によりウェハ 1 の線状領域 35 に形成されたパターンや欠陥にて散乱した光のうちウェハ 1 の上方に散乱した光を対物レンズ 40 にて捕捉し、対物レンズ 40 のフーリエ変換面に配置した空間フィルタ 42 に形成された遮光パターンにより正常パターンからの回折光を遮光する。空間フィルタ 42 を透過した光のうち特定の偏光成分の光が偏光フィルタ 44 を透過し、結像レンズ 45 にてイメージセンサ 50 上にウェハ 1 の暗視野像が結像される。

[0033] イメージセンサ 50 としては、CCD (Charge Coupled Device) タイプや CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) タイプが候補であり、図 1 に示した構成では Y ステージ 7 を等速走査させながら連続的に画像を検出する 1 次元イメージセンサである。この 1 次元イメージセンサ 50 としては、TDI (Time Delay Integration) センサや、デュアルラインセンサ等の複数ラインセンサであってもよい。

[0034] 画像処理部 1400 では、ウェハ 1 の暗視野像を検出したイメージセンサ 50 から出力されたアナログ信号を A/D 変換部 1401 で増幅してデジタル信号に変換 (A/D 変換) し、A/D 変換されたデジタル信号は信号処理部 1402 に入力して画像処理されてデジタルの画像が得られる。このデジタル画像は、欠陥検出部 1403 に送られてダイ比較やセル比較などの画像処理により欠陥候補が抽出され、この抽出された欠陥候補の画像特徴量が算出される。この欠陥候補の位置情報と画像特徴量の情報がシステム制御部 160

0に送られる。

[0035] システム制御部1600は、表示部1620の画面上に欠陥検査装置1000に動作を指示するユーザとのGUI (Graphical User Interface) が表示され、このGUIを介してユーザが検出したい欠陥の情報であったり、記憶部1610に記憶されている過去の検査履歴や検査レシピの閲覧が可能となっている。また、画像処理部1400から送られてきた情報は、記憶部1610に記憶される。表示部1620に表示されたGUIを介してユーザが指示した命令に応じて、機構制御部1500を介して、各機構が動作する。制御される機構としては、照明光学系1100のレーザ光源10のON/OFF、ビームエキスパンダ12の拡大率、透過型回折格子25の交換、波長板ユニット32の回転角、検出光学系1200の空間フィルタ42の遮光パターン、偏光フィルタ44の回転角および、ステージ部1300の各ステージの動作や画像処理部1400への画像取り込みタイミングの指示などがある。

[0036] 図2A及び図2Bに、ビーム照射部1110において、透過型回折格子25と26とを図示していない切替機構により切り替えることによりウェハ1への照明入射角を変更させる概要を示す。図2Aにおいて、シリンдриカルレンズ20に光軸の断面形状が楕円形状に整形されたレーザ19が入射し、シリンдриカルレンズ20を透過したレーザ19は透過型回折格子25上に線状集光される。透過型回折格子25を透過した光のうち、リレーレンズ30の側に回折して照明に用いられる高次回折光と透過型回折格子25の法線の角度を θ_1 とする。等倍リレー系30により、透過型回折格子25上に線状に集光されたレーザ19の集光像をウェハ1に入射角 θ_1 で斜方から入射させて、ウェハ1上の線状領域35に結像（斜方投影）する。

[0037] 図2Bにはウェハ1への入射角を図2Aの場合に対して小さくする構成を示している。レーザ光19、シリンдриカルレンズ20、リレーレンズ30及び、ウェハ1は図2Aの場合と同じ配置であり、図2Aで用いた透過型回折格子25をそれよりも格子ピッチが大きい透過型回折格子26に交換して

いる。

[0038] ここで、入射レーザ光 19 と回折格子法線とのなす角を α 、回折光と回折格子法線とのなす角（回折角）を β とすると、以下のような関係式が成り立つ。

$$\sin \alpha \pm \sin \beta = N m \lambda \quad \dots (\text{数 } 1)$$

N : 1 mm あたりの格子本数

m : 回折次数 ($m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$)

λ : 波長

[0039] 図 2 B に示した透過型回折格子 26 は、図 2 A に示した透過型回折格子 26 に対して格子本数が少なくなっており（格子間のピッチが大きくなっている）、回折角 β が小さくなることにより、高次回折光と回折格子 26 の法線のなす角度 θ_2 が θ_1 よりも小さくなる。この高次回折光を捕捉可能な NA (Numerical Aperture) に設計したリレーレンズ 30 にてウェハ 1 上に斜方投影することにより、ウェハ 1 を図 2 A の場合に対して高入射角で照明することが可能である。

[0040] このように、シリンドリカルレンズ 20 により線状に集光されたレーザ 19 の集光像をウェハ 1 上の線状領域 35 に結像させるので、シリンドリカルレンズ 20 で $1 \sim 2 \mu\text{m}$ 又はそれ以下に細い幅の集光像が形成できれば、照明光のウェハ 1 への入射角度に関わらずウェハ 1 上に結像させる線状領域 35 の幅も $1 \sim 2 \mu\text{m}$ 又はそれ以下に細くすることができる。これにより、検査のための撮像範囲から外れた検査に関与しない領域への照明光の拡散を防止でき、レーザ光源 10 から出力されたレーザ 11 をウェハ 1 上の検査したい領域、即ち検査のための撮像領域に効率良く照射することができる。その結果、ウェハ 1 上の照明光が照射される線幅が細い線状領域の照明輝度を向上させることができ、より高感度の検査を可能にする。

[0041] また、透過型回折格子を格子パターンピッチの異なるものに切り替えることにより、照明光学系 1100 や、ビーム照射部 1110 の位置を変更することなく透過型回折格子からの高次回折光のウェハ 1 上への入射角度を変更

することが可能になる。

[0042] 図3にウェハ1への照明仰角と方位を変更する手段を示す。シリンドリカルレンズ20に入射するレーザ光19はアナモルフィックプリズム14により光軸に垂直な面における断面形状が楕円18に整形された平行光であり、シリンドリカルレンズ20により透過型回折格子25上に線状に集光27される。シリンドリカルレンズ20を透過したレーザ19により発生した回折光のうち高次回折光28をリレーレンズ30に入射させて、リレーレンズ30を構成するレンズ31, 33にてウェハ1に透過型回折格子25上に線状に集光された照明光27の像を等倍結像する。この構成で透過型回折格子27を格子法線70を回転中心として矢印75のように図示していない回転駆動手段を用いて回転させることにより、高次回折光28の回折方向を変更することが可能である。これにより、ウェハ1上の照明光が照明される領域35の照明方位をリレーレンズ30を構成するレンズ31, 33のNAの範囲内で制御可能となる。

[0043] 図1～図3ではシリンドリカルレンズ20に入射したレーザが集光される位置を透過型回折格子27の格子面近傍にする構成として説明した。しかし、図4に示す通りシリンドリカルレンズ20による線状集光位置27と透過型回折格子25とはシリンドリカルレンズ20の焦点深度以上に離れていても、集光位置27とウェハ1の結像関係が保たれていれば、線状集光像をウェハ1に斜方結像することは可能である。このように、集光位置と格子面を空間的に離す事により、格子面に集光するレーザ光のエネルギーを低減することが可能となり、透過型回折格子25の格子面のダメージを抑制することが可能となる。

[0044] 図1～図4では回折格子として透過型回折格子25を用いた例について説明したが、透過型回折格子25の代わりに反射型回折格子29を用いた例を図5に示す。図5に示した構成においては、シリンドリカルレンズ20を反射型回折格子29の回折格子が形成された面の側に配置し、図1に示した構成におけるミラー16を用いず、アナモルフィックプリズム14で楕円整形

されてミラー 15 で反射されたレーザ光 19 をシリンドリカルレンズ 20 に入射させ、反射型回折格子 29 の付近に線状集光 27 する。照明に用いる高次回折光をリレーレンズ 30 の等倍リレー系を構成するレンズ 31, 33 により、反射型回折格子 29 の付近に集光させた集光像をウェハ 1 上の線状の領域 35 に斜方結像する構成である。

実施例 2

[0045] 図 6 に、実施例 1 で説明したような透過型回折格子 25、26 又は反射型回折格子 29 を使用せずにウェハ 1 上を斜方照明する照明光学系 2100 を備えた欠陥検査装置 2000 の概略の構成を示す。

[0046] 照明光学系 2100 以外の構成は、図 1 で説明した欠陥検査装置 1000 の構成と同じであるので、図 1 と同じ番号を付けて、説明を省略する。

[0047] 照明光学系 2100 において、レーザ光源 10 で発振されたレーザ光 11 は、ビームエキスパンダ 12 で所定のビーム径に拡大され、アナモルフィックプリズム 14 で特定の方向のみが拡大されて楕円状の光束となる。ここで、特定の方向とはウェハ 1 上にて、集光される方向である。楕円状の光束に成形されたレーザ 19 は、平面ミラー 15、16 で反射し、ビーム照射部 2110 に入射する。ビーム照射部 2110 に入射した楕円状の光束のレーザ 19 は、平面ミラー 16 に対して図 7A に示すように配置されたシリンドリカルレンズ 20 に入射する。シリンドリカルレンズ 20 を透過したレーザ 19 は、一方向が集光された細長い光束となって線状集光像 92（中間像）を形成する。この集光部像 92 での収差を低減し、より細い集光幅とするためには、シリンドリカルレンズ 20 の凸面を非球面形状にすることが望ましい。

[0048] 集光部像 92 を形成した光はレンズ 31 と 33 とを有してズーム機能を備えたリレーレンズ 30 に入射し、線状集光 92 の像がウェハ 1 上の線状の領域 35 に斜方結像 35 される。ウェハ 1 上の線状の領域 35 は、X 方向に長手、Y 方向に細い領域となる。ウェハ 1 上の照明光が照射される線状の領域 35 は X 方向に長くなるが、リレーレンズ 30 にてウェハ 1 の表面と線状集光 35 が共役関係になるように設定することにより、ウェハ 1 上の線状の

領域 35 に、シリンドリカルレンズ 20 で形成した線状の集光像 92 を投影して照明することができる。

[0049] リレーレンズ 100 からウェハ 1 上の線状の領域 35 に照射される集光照明光のウェハ 1 への入射角を大きくした場合、平面ミラー 16 で反射してシリンドリカルレンズ 20 へ入射するレーザ 19 の入射角も大きくなる。この場合、シリンドリカルレンズ 20 の表面の反射ロスを低減するためには、シリンドリカルレンズ 20 へ入射するレーザ 19 の偏光を S 偏光あるいは P 偏光のいずれか一方を選択して、シリンドリカルレンズ 20 の表面に形成する反射防止膜（図示せず）を最適化する必要がある。この表面反射を抑制する偏光を図示していない反射防止膜が形成されたシリンドリカルレンズ 20 への入射偏光とする。しかし、ウェハ 1 上に発生した欠陥を顕在化するためには、欠陥種に応じて S/P/円偏光を変更可能とする必要がある。そこで、リレーレンズ 30 の内部に 1/2 波長板又は 1/4 波長板又はそれらの組み合わせで構成されるそれぞれ独立して回転可能な波長板 32 を組み込む構成とする。

[0050] 図 7 A 及び図 7 B にウェハ 1 に入射する照明光の仰角（照明仰角）を変更する手段を示す。平面ミラー 16 とシリンドリカルレンズ 20 が集光ユニット 95 を構成しており、このユニットは一体構造である。図 7 A はウェハ 1 への入射角 θ_3 が大きいケース、図 7 B は入射角 θ_4 が小さいケースである。図 7 A において、平面ミラー 16 とシリンドリカルレンズ 20 とで構成される集光ユニット 95 は、ゴニオメータ 90 に搭載されている。

[0051] 平面ミラー 15 で反射されて集光ユニット 95 に入射した楕円状の光束 19 は平面ミラー 16 を反射し、シリンドリカルレンズ 20 に入射し、シリンドリカルレンズ 20 を出射した楕円状の光束 19 が一方向に集光され、線状集光 92 を形成する。ゴニオメータ 90 は、この線状集光 92 とシリンドリカルレンズ 20 を出射した楕円状の光束 19 の光軸の交差点 94 を回転中心として、集光ユニット 95 を回転させることが可能な構成となっている。線状の集光像 92 を形成した光は、ズーム機能を備えたリレーレンズ 100 に

入射し、線状集光 9 2 の全域とウェハ 1 の表面が共役関係になっているウェハ 1 の表面の線状の領域 3 5 に照射される。

[0052] これに対して、図 7 B に示した構成では集光ユニット 9 5 が回転（紙面において反時計回り）することにより線状の集光像 9 3 も同様に回転する。このとき、線状集光 9 3 を形成する光線は Z 軸とのなす角が大きくなる方向に傾斜する。これにより、ズームレンズ 1 0 0 を透過した光は、ウェハ 1 上において入射角 $\theta 4$ が小さくなる。

[0053] なお、線状の集光像 9 3 が回転することにより、図 7 A のズーム機能を備えたリレーレンズ 1 0 0 の倍率のままでは線状の集光像 9 3 とウェハ 1 が共役関係から外れるため、ズーム機能を備えたリレーレンズ 1 0 0（ズーム機能を実現するための構成の図示を省略）にて線状の集光像 9 3 の像をウェハ 1 に投影する倍率を図 7 A に対して縮小方向に調整する。これにより、線状の集光像 9 3 とウェハ 1 を共役関係にすることが可能となる。

[0054] 図 8 に実施例 2 の第 1 の変形例として、機械的に細線形状を形成してウェハ 1 上に斜方投影する構成を示す。光学系の構成は図 6 に示した構成と同じであり、シリンドリカルレンズ 2 0 による線状集光位置に線状の開口 1 1 3 が形成されたスリット板 1 1 0 を配置する。このスリット板 1 1 0 の開口 1 1 3 の像をリレーレンズ 3 0 にてウェハ 1 上に斜方投影する。これにより、レーザの揺らぎなどによる線状照明位置や線幅の変動を抑制することができる。

[0055] スリット板 1 1 0 の構造を図 9 A に正面図を、図 9 B に側面図を示す。スリット板 1 1 0 の基板 1 1 1 は紫外光を透過する合成石英で形成されており、遮光部 1 1 2 に反射膜や吸収膜などを形成し、スリット状の開口部 1 1 3（幅 W，長さ L）にはこの膜がない。遮光部 1 1 2 に形成する反射膜としては、誘電体多層膜やアルミなどの金属膜があり、吸収膜としても酸化クロムなどが候補である。図 9 A に示した開口部 1 1 3 の開口幅 W は $2 \sim 1 \mu\text{m}$ 以下であるため、ホトリソグラフィとエッチング処理により開口パターンを形成することが可能である。

[0056] 図10に実施例2の第2の変形例として、リレーレンズ30やズーム機能を備えたりレーンズ100にてウェハ1上に投影する線状の集光像92の形成手段を示す。楕円整形された平行光19を凹面シリンダリカルミラー120に入射し、この反射光を凸面シリンダリカルレンズ125に入射させて線状の集光像92を形成する。凹面シリンダリカルミラー120の反射面の半径に対して、凸面シリンダリカルレンズ125の凸面半径をほぼ半分にすることにより、シリンダリカルミラー120とシリンダリカルレンズ125の入射面と直交する方向の光線がウェハ上の1点に集めることができる。このため、必要以上に線状の集光像92の長手方向が広がることはなく、照明効率の低下を抑制することが可能となる。

[0057] また、シリンダリカルミラー120の凹面とシリンダリカルレンズ125の凸面の少なくとも一方を非球面形状とすることにより線状の集光像を形成する位置での収差を低減し、より微細な集光幅を得ることができる。なお、凹面或いは凸面の非球面化をしなくても、他の光学素子で収差が低減するように波面補正する代替案も考えられる。例としては、図6の平面ミラー15の非球面化や平行平板（図示せず）の片面を非球面化するなどである。

実施例 3

[0058] 次に、本発明を表面にパターンが形成されていないウェハ（ベアウェハ）3001上の表面欠陥や表面に付着した異物を検出する表面検査装置3000に適用した例を、図11Aを用いて説明する。図11Aで、実施例1で説明した図1の構成と同じものについては、図1と同じ番号を付している。

[0059] 図11Aに示した表面検査装置は、照明光学系1100、検出光学系3200、ステージ部3300、画像処理部3400、機構制御部3500、全体制御部3600、記憶部3610、表示部3620を備えている。

[0060] 上記構成において、照明光学系1100は実施例1で説明した構成と同じであり、シリンダリカルレンズ20により透過型回折格子25の表面に線状に集光された照明光の像が、リレーレンズ30を介してウェハ3001の表面の線状領域3035に斜方投影されて結像する。

- [0061] 線状に集光された照明光の像が斜方投影されたウェハ3001表面の線状領域3035から発生した散乱光は、検出光学系3200で検出される。
- [0062] ウェハ3001はステージ部3300のチャック3302に吸着され、このチャック3302が回転可能な θ ステージ3303、 θ ステージ3303を搭載してX方向に移動可能なXステージ3304、Xステージ3304を搭載するベースプレート3305を備えている。ステージ部3300は、 θ ステージ3303の回転角度を検出するセンサ、Xステージの位置を検出するセンサをそれぞれ備えているが、図示を省略する。
- [0063] ウェハ3001はチャック3302に吸着され、 θ ステージ3303で回転されながらXステージ3304でX方向に一定の速度で移動している状態で線状に集光された照明光の像がウェハ3001表面の線状領域3035に斜方投影される。
- [0064] 検出光学系3200は、ウェハ3001表面の線状領域3035から発生した散乱光のうち、ウェハ3001の表面から見て低角度方向に散乱した散乱光を検出する低角度散乱光検出光学系3210と3240、ウェハ3001の表面から見て高角度方向に散乱した散乱光を検出する高角度散乱光検出光学系3220と3230とを備えている。
- [0065] 低角度検出光学系3210の構成は、図11Bに示すように、ウェハ3001表面の線状領域3035から発生した散乱光のうち低角度検出光学系3210の方向に散乱した光を集光する対物レンズ3211、対物レンズ3211で集光された散乱光によるウェハ3001表面の線状領域3035の散乱光の像を結像させる結像レンズ3212、結像レンズ3212で形成された線状領域3035の散乱光の像を検出する1次元センサ3213、全体を包む鏡筒3214を備えている。低角度検出光学系3240及び高角度散乱光検出光学系3220、3230も同様の構成を備えている。
- [0066] 低角度散乱光検出光学系3210と3240及び高角度散乱光検出光学系3220と3230でそれぞれウェハ3001表面の線状領域3035から

発生した散乱光の像を検出した得られたアナログ信号は画像処理部 3400 の A/D 変換部 3401 に入力して増幅された後にそれぞれデジタル信号に変換され (A/D 変換) る。A/D 変換されたそれぞれの信号は信号処理部 3402 で処理されて画像信号が得られ、それぞれの画像信号は欠陥検出部 3403 で処理されてウェハ 3001 上の欠陥候補が検出されと共に、この検出された欠陥候補のウェハ 3001 上における位置情報と大きさや長さ、画像の輝度等の特徴量が抽出される。

[0067] この検出された欠陥候補の位置情報や特徴量の情報は、システム制御部 3600 に送られる。システム制御部 3600 での処理及び機構制御部 3500 の機能は実施例 1 で説明したシステム制御部 1600 での処理及び機構制御部 1500 の機能と同じであるので説明を省略する。

[0068] このような構成の表面検査装置 3000 で、照明光学系 1100 の、シリンドリカルレンズ 20 により線状に集光されたレーザ 19 の集光像をウェハ 1 上の線状領域 3035 に結像させるので、シリンドリカルレンズ 20 で $1 \sim 2 \mu\text{m}$ 又はそれ以下の細い幅の集光像が形成できれば、照明光のウェハ 1 への入射角度に関わらずウェハ 1 上に結像させる線状領域 35 の幅も $1 \sim 2 \mu\text{m}$ 又はそれ以下に細くすることができる。これにより、検査のための撮像範囲から外れた検査に関与しない領域への照明光の拡散を防止でき、レーザ光源 10 から出力されたレーザ 11 をウェハ 1 上の検査したい領域、即ち検査のための撮像領域に効率良く照射することができる。その結果、ウェハ 1 上の照明光が照射される線幅が細い線状領域の照明輝度を向上させることができ、より高感度の検査を可能にする。

実施例 4

[0069] 実施例 2 で説明した照明光学系を、表面にパターンが形成されていないウェハ (ベアウェハ) 3001 上の表面欠陥や表面に付着した異物を検出する表面検査装置 4000 に適用した例を、図 12 を用いて説明する。図 12 で、実施例 2 で説明した図 6 の構成又は実施例 3 で説明した図 11A の構成と同じものについては、それぞれ図 6 又は図 11A と同じ番号を付している。

- [0070] 図12に示した表面検査装置は、照明光学系2100、検出光学系3200、ステージ部3300、画像処理部4400、機構制御部4500、全体制御部4600、記憶部4610、表示部4620を備えている。
- [0071] 上記構成において、照明光学系2100は実施例2で説明した構成と同じであり、シリンドリカルレンズ20により線状に集光された照明光の像92が、リレーレンズ30を介してウェハ3001の表面の線状領域3035に斜方投影されて結像する。
- [0072] 実施例2で説明したように、照明光学系2100の平面ミラー16とシリンドリカルレンズ20とは、シリンドリカルレンズ20により線状に集光された照明光の像92が形成され利位置を回転の中心とするゴニオメータ90に搭載されているが、図12では表示を省略している。
- [0073] 線状に集光された照明光の像が斜方投影されたウェハ3001表面の線状領域3035から発生した散乱光は、検出光学系3200で検出される。
- [0074] 検出光学系3200で検出された信号処理以降の操作については実施例3で説明したものと同一であるので、説明を省略する。
- [0075] 以上、本発明者によってなされた発明を実施例に基づき具体的に説明したが、本発明は上記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、その要旨を逸脱しない範囲で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、他の公知の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

符号の説明

- [0076] 1, 3001…ウェハ 2, 3302…チャック 3…Zステージ
3303… θ ステージ 5, 3304…Xステージ 7…Yステージ
8, 3305…ベースプレート 10…レーザ光源 12…ビーム
エキスパンダ 14…アナモルフィックプリズム 20…シリンドリカル
レンズ 25…透過型回折格子 29…反射型回折格子 30…
リレーレンズ 32…波長板 1200, 3200…検出光学系 4

0, 3 2 1 1…対物レンズ 4 2…空間フィルタ 4 4…偏光フィルタ
4 5, 3 2 1 2…結像レンズ 5 0, 3 2 1 3…イメージセンサ
1 3 0 0, 3 3 0 0…ステージ部 1 4 0 0, 3 4 0 0…画像処理部
1 6 0 0, 2 6 0 0, 3 6 0 0, 4 6 0 0…システム制御部 1 5 0 0,
2 5 0 0, 3 5 0 0, 4 5 0 0…機構系制御 1 1 0…スリット 1 2
0…凹面シリンドリカルレンズ 1 2 5…凸面シリンドリカルレンズ

請求の範囲

[請求項1]

検査対象の試料を載置するテーブル手段と、

該テーブル手段に載置された試料を斜方から照明する照明光学系手段と、

該照明光学系手段により照明光が斜方から照射された前記試料から発生した散乱光を集光して該散乱光による前記試料表面の像を検出する検出光学系手段と、

該検出光学系手段で前記散乱光による前記試料表面の像を検出して得た信号を処理して前記試料表面の欠陥候補を抽出する画像処理手段と、

前記テーブル手段と前記照明光学系手段と前記検出光学系手段と前記画像処理手段とを制御する制御手段とを備えた欠陥検査装置であって、

前記照明光学系手段は、光源とシリンドリカルレンズとリレーレンズとを有し、該光源から発射された光を前記シリンドリカルレンズで線状に集光して集光像を形成し、該集光像を前記リレーレンズで前記テーブル手段に載置された試料の表面に斜方から投影して該試料の表面に結像させることにより前記試料表面の線状の領域を照明することを特徴とする欠陥検査装置。

[請求項2]

前記照明光学系手段は、アナモルフィックプリズムを更に備え、該アナモルフィックプリズムにより前記光源から発射された光を該光の光軸に垂直な断面の形状を楕円形状に成形し、該楕円形状に成形した光を前記シリンドリカルレンズに入射させることを特徴とする請求項1記載の欠陥検査装置。

[請求項3]

前記シリンドリカルレンズは凸面形状のシリンドリカルレンズであり、該凸面を非球面で形成してあることを特徴とする請求項1記載の欠陥検査装置。

[請求項4]

前記照明光学系手段は、回折格子を更に備え、前記シリンドリカル

レンズで線状に集光して集光像を前記回折格子の表面に形成し、前記リレーレンズは、前記集光像が形成された前記回折格子により発生した回折光のうち高次回折光を集光し、該集光した高次回折光による前記集光像のパターンを前記試料表面に結像させることを特徴とする請求項 1 記載の欠陥検査装置。

[請求項5] 前記照明光学系手段は回折格子パターンピッチが異なる複数の回折格子を備え、前記シリンドリカルレンズで線状に集光した集光像を形成する位置に設置する回折格子を切り替えることにより、前記試料表面に結像させる前記集光像の入射角を変更することを特徴とする請求項 4 記載の欠陥検査装置。

[請求項6] 前記検出光学系手段は、前記照明光で照明された前記試料表面の線状の領域から発生した散乱光のうち、前記試料表面に対して垂直な方向を含む上方に散乱した散乱光による前記試料表面の像を検出することを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れかに記載の欠陥検査装置。

[請求項7] 前記検出光学系手段は、前記照明光で照明された前記試料表面の線状の領域から発生した散乱光のうち、前記試料表面に対して高角度方向に散乱した散乱光による前記試料表面の像を検出する高角度散乱光検出系と、前記試料表面に対して低角度方向に散乱した散乱光による前記試料表面の像を検出する低角度散乱光検出系とを備え、前記画像処理手段は、前記高角度散乱光検出系で検出した前記高角度方向に散乱した散乱光による試料表面の像の検出信号と前記低角度散乱光検出系で検出した前記低角度方向に散乱した散乱光による試料表面の像の検出信号とを用いて前記試料表面の欠陥候補を抽出することを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れかに記載の欠陥検査装置。

[請求項8] 一方向に連続的に移動しているテーブルに載置された試料に斜方から照明光を照射し、

該照明光が斜方から照射された前記試料から発生した散乱光を集光して該散乱光による前記試料表面の像を検出し、

該散乱光による前記試料表面の像を検出して得た信号を処理して前記試料表面の欠陥候補を抽出する欠陥検査方法であって、

前記試料に斜方から照明光を照射することを、光源から発射された光を線状に集光して集光像を形成し、該集光像を前記一方向に連続的に移動しているテーブルに載置された試料の表面に斜方から投影して該試料の表面に結像させることにより前記試料表面の線状の領域を照明することを特徴とする欠陥検査方法。

[請求項9] 前記試料に斜方から照明光を照射することを、光源から発射された光を該光の光軸に垂直な断面の形状を楕円形状に成形し、該楕円形状に成形した光を線状に集光して集光像を形成することを特徴とする請求項8記載の欠陥検査方法。

[請求項10] 前記集光像を前記回折格子の表面に形成し、該集光像が表面に形成された回折格子により発生した回折光のうち高次回折光を集光し、該集光した高次回折光による前記集光像のパターンを前記試料表面に結像させることを特徴とする請求項8記載の欠陥検査方法。

[請求項11] 前記集光像を形成する前記回折格子を該回折格子に形成されている格子パターンのピッチが異なる回折格子と切り替えることにより、前記試料表面に結像させる前記高次回折光の前記試料表面への入射角度を変更することを特徴とする請求項10記載の欠陥検査方法。

[請求項12] 前記テーブルは、回転しながら前記一方向に連続的に移動していることを特徴とする請求項8記載の欠陥検査方法。

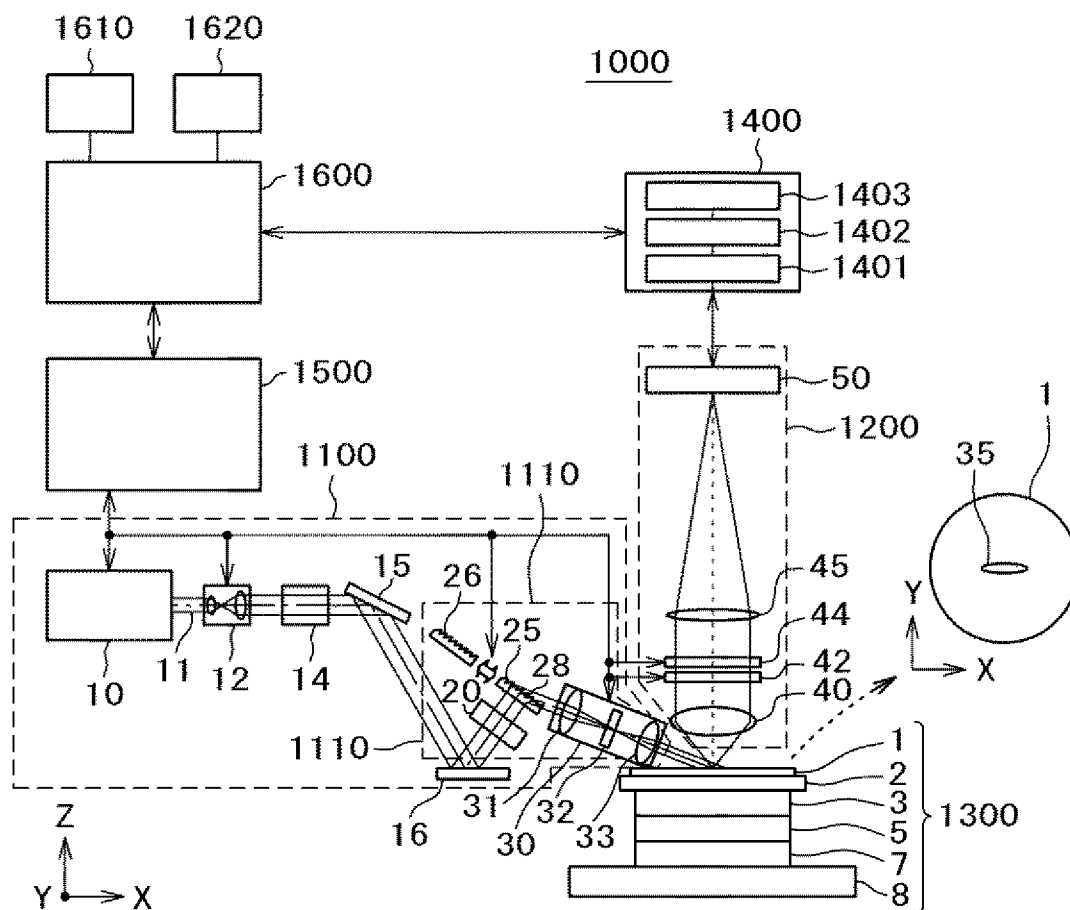
[請求項13] 前記散乱光による前記試料表面の像を検出することを、前記照明光が照射された前記試料表面の線状の領域から発生した散乱光のうち、前記試料表面に対して垂直な方向を含む上方に散乱した散乱光による前記試料表面の像を検出することにより行うことを特徴とする請求項8乃至11の何れかに記載の欠陥検査方法。

[請求項14] 前記散乱光による前記試料表面の像を検出することを、前記照明光で照明された前記試料表面の線状の領域から発生した散乱光のうち、

前記試料表面に対して高角度方向に散乱した散乱光による前記試料表面の像と前記試料表面に対して低角度方向に散乱した散乱光による前記試料表面の像とを検出し、前記試料表面の欠陥候補を抽出することを、前記高角度方向に散乱した散乱光による試料表面の像の検出信号と前記低角度方向に散乱した散乱光による試料表面の像の検出信号とを用いて前記試料表面の欠陥候補を抽出することを特徴とする請求項 8 乃至 11 の何れかに記載の欠陥検査方法。

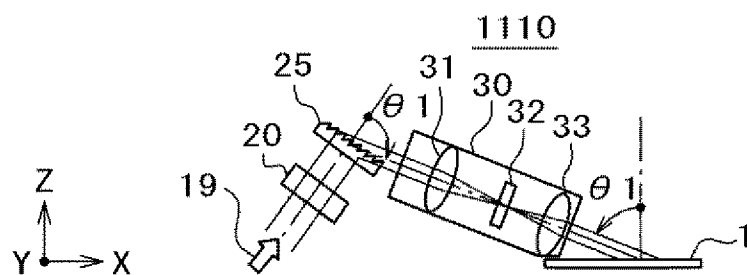
[図1]

图 1



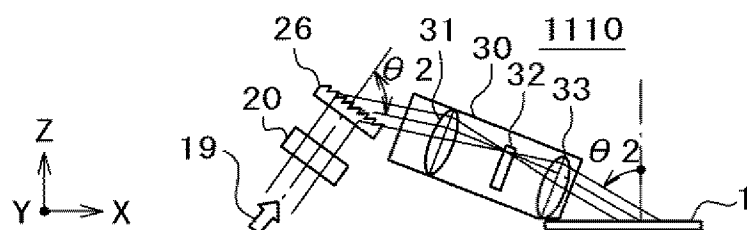
[図2A]

图 2 A



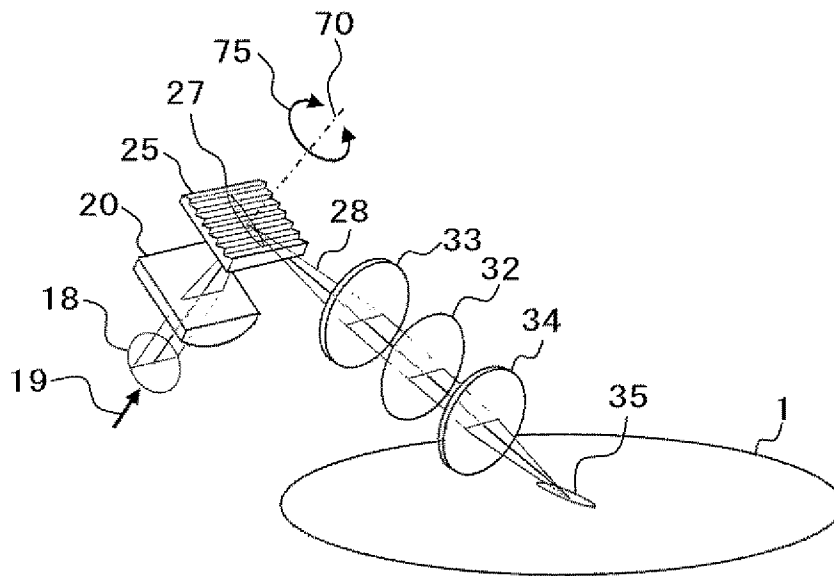
[図2B]

图 2 B



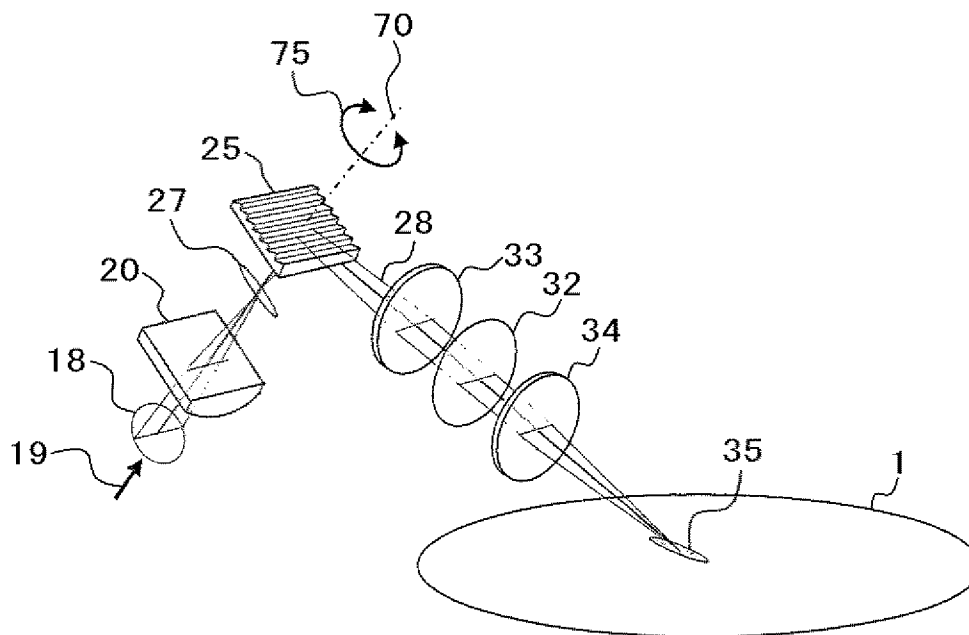
[図3]

図 3



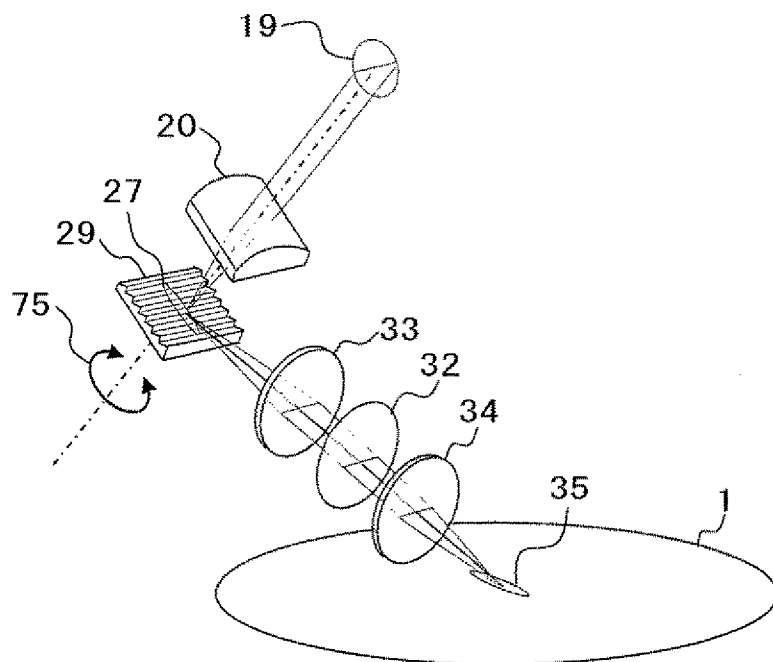
[図4]

図 4



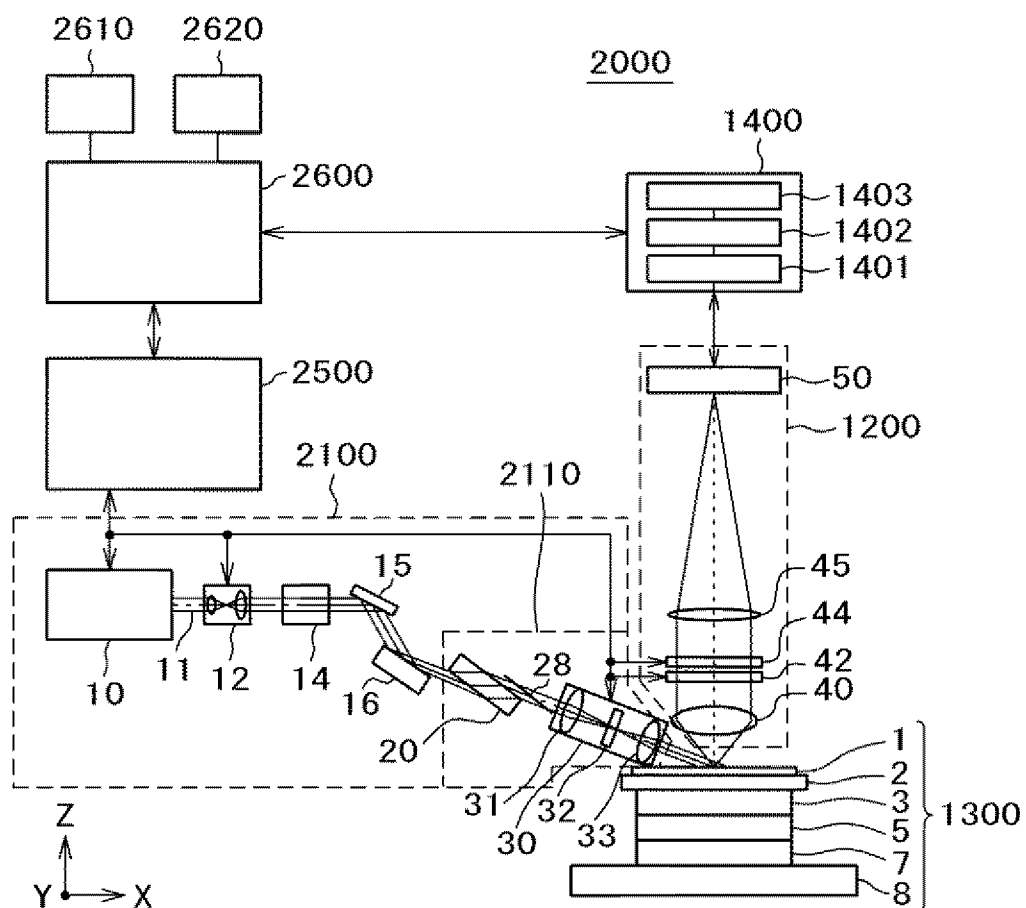
[図5]

図 5



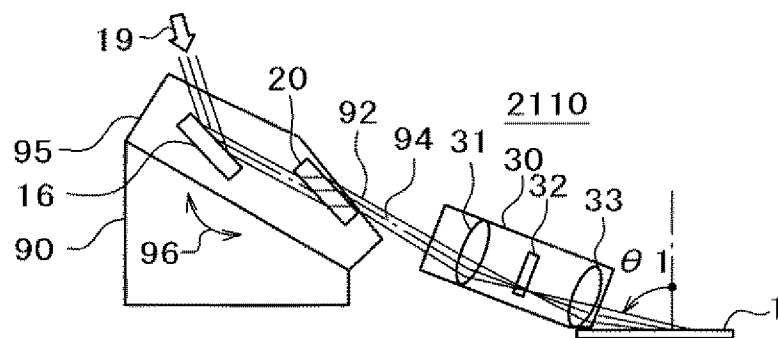
[図6]

図 6



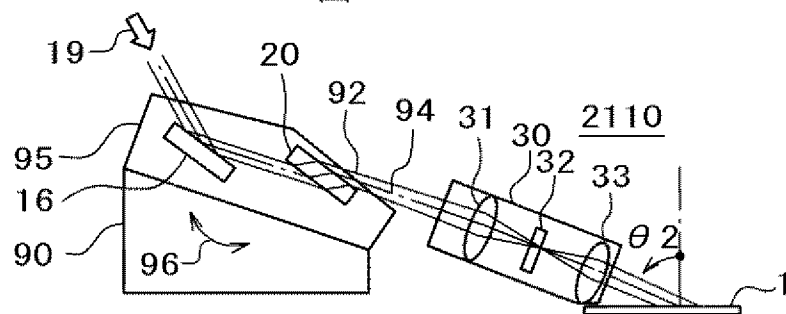
[図7A]

図 7 A



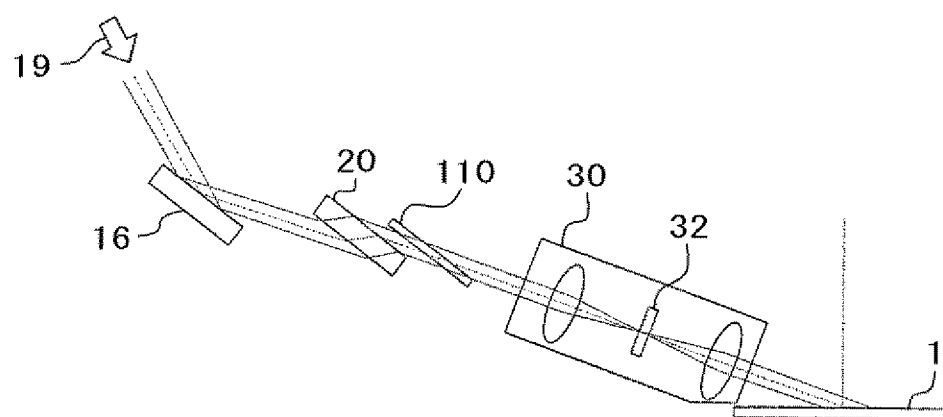
[図7B]

図 7 B



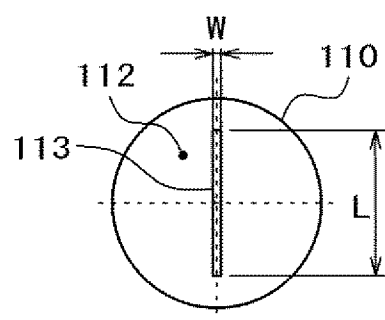
[図8]

図 8



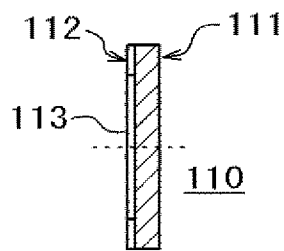
[図9A]

図 9 A



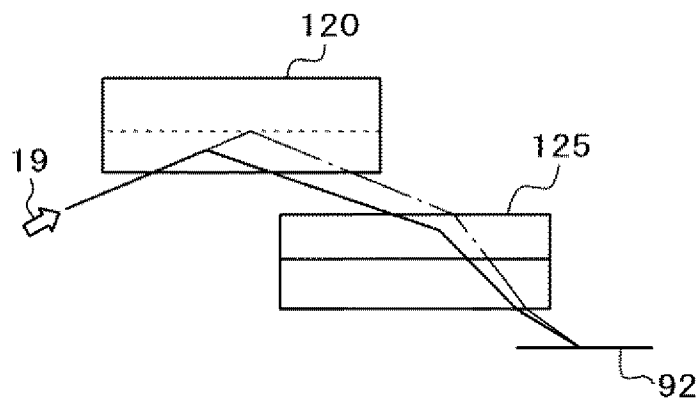
[図9B]

図 9 B



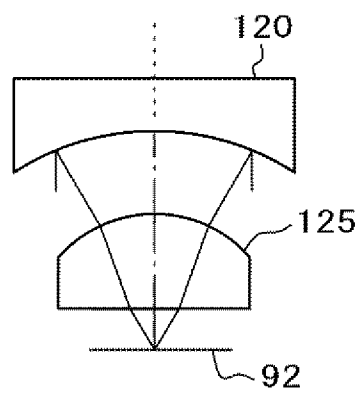
[図10A]

図 10 A



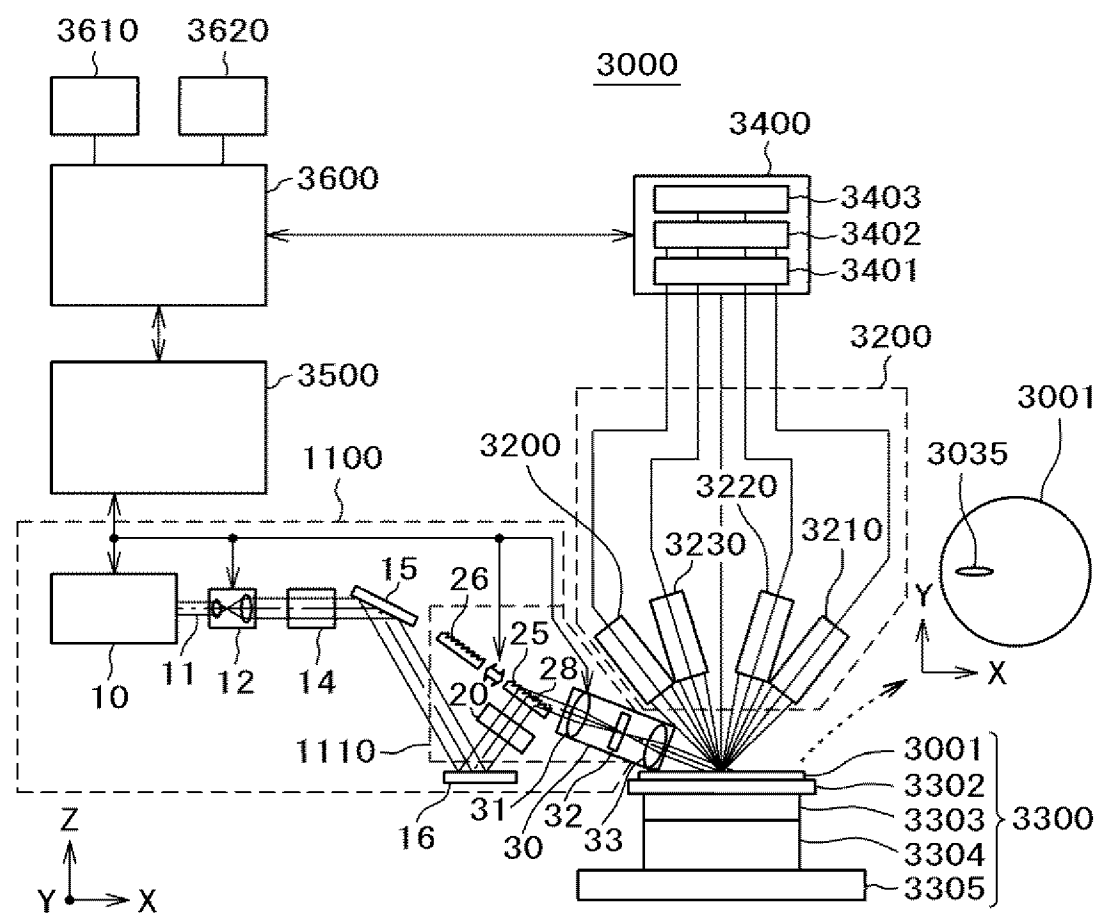
[図10B]

図 10 B



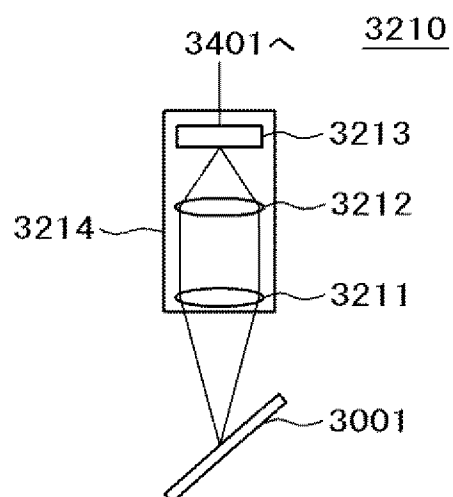
[図11A]

図 1 1 A



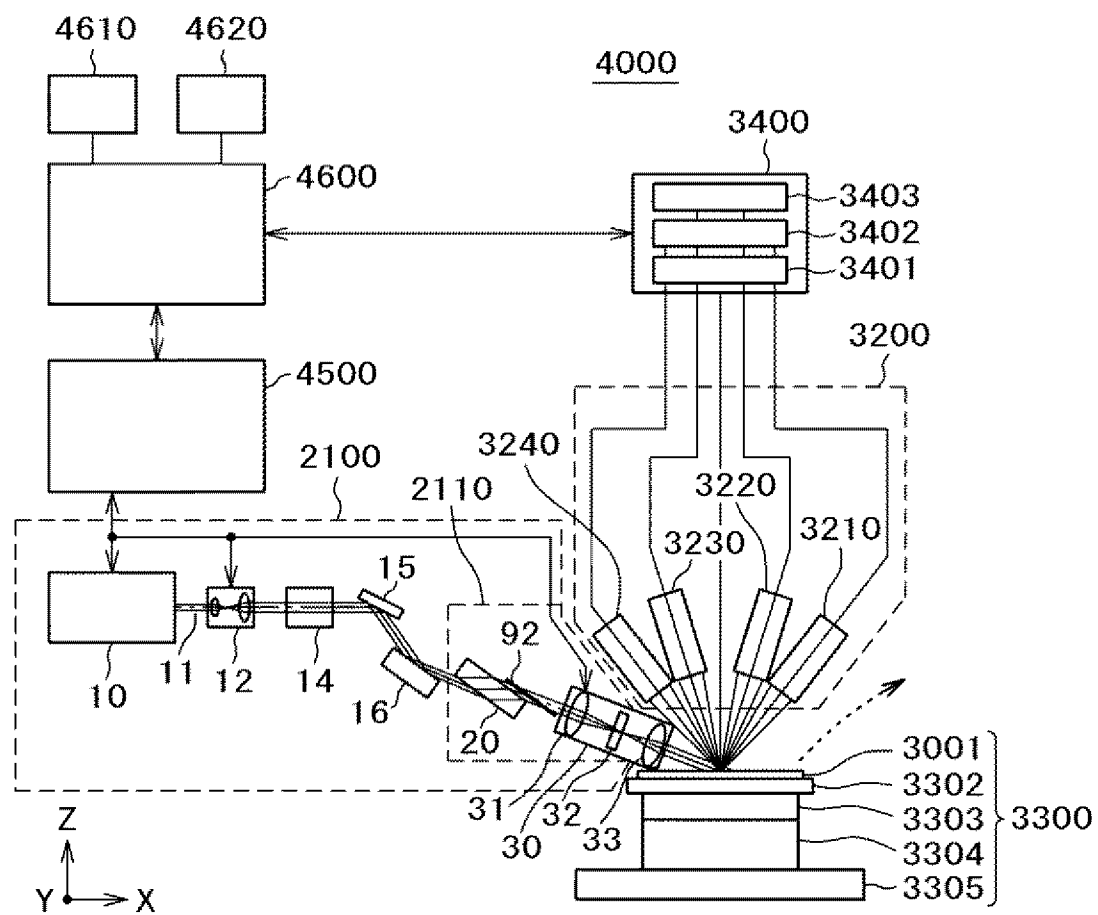
[図11B]

図 1 1 B



[図12]

図 1 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/077250

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N21/956(2006.01) i, G01N21/84(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, G01N21/84

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
X	JP 2012-32252 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 16 February 2012 (16.02.2012), entire text; all drawings & WO 2012/014358 A1	1-14
X	JP 2008-275540 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 13 November 2008 (13.11.2008), entire text; all drawings & US 2008/0273193 A1	1-14
X	JP 10-123060 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 15 May 1998 (15.05.1998), entire text; all drawings (Family: none)	1-14

☒ 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
20 November, 2012 (20.11.12)

Date of mailing of the international search report
11 December, 2012 (11.12.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/077250

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-311926 A (Hitachi, Ltd.), 07 November 2000 (07.11.2000), entire text; all drawings (Family: none)	1-14
A	JP 7-209200 A (Canon Inc.), 11 August 1995 (11.08.1995), entire text; all drawings & US 5767962 A	1-14
A	JP 9-269295 A (Nikon Corp.), 14 October 1997 (14.10.1997), entire text; all drawings (Family: none)	1-14

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, G01N21/84(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. G01N21/956, G01N21/84

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 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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
X	JP 2012-32252 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ）2012.02.16, 全文全図 & WO 2012/014358 A1	1-14
X	JP 2008-275540 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ）2008.11.13, 全文全図 & US 2008/0273193 A1	1-14
X	JP 10-123060 A（オリンパス光学工業株式会社）1998.05.15, 全文全図（ファミリーなし）	1-14

☒ 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

2 0 . 1 1 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 1 . 1 2 . 2 0 1 2

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）

森口 正治

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

2 W

9 4 0 3

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
A	JP 2000-311926 A (株式会社日立製作所) 2000. 11. 07, 全文全図 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 7-209200 A (キヤノン株式会社) 1995. 08. 11, 全文全図 & US 5767962 A	1-14
A	JP 9-269295 A (株式会社ニコン) 1997. 10. 14, 全文全図 (ファミリーなし)	1-14