(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
2012 年 2 月 2 日(02.02.2012)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/014357 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 21/956 (2006.01) *H01L 21/66* (2006.01)
G01B 11/30 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2011/002809

(22) 国際出願日: 2011 年 5 月 20 日(20.05.2011)

(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 2010-171331 2010 年 7 月 30 日(30.07.2010) 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２４番１４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): 中尾 敏之 (NAKAO, Toshiyuki) [JP/JP]; 〒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). 徐 鈞国 (XU, Junguo) [CN/JP]; 〒3120034 茨城県ひたちなか市堀口８３２番地２ 株式会社日立製作所 機械研究所内 Ibaraki (JP). 清水 裕樹 (SHIMIZU, Yuki) [JP/JP]; 〒3120034 茨城県ひたちなか市堀口８３２番地２ 株式会社日立製作所 機械研究所内 Ibaraki (JP). 中田 俊彦 (NAKATA, Toshihiko) [JP/JP]; 〒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). 本田 敏文 (HONDA, Toshifumi) [JP/JP]; 〒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). 芝田 行広 (SHIBATA, Yukihiro) [JP/JP]; 〒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). 浦野 雄太 (URANO, Yuta) [JP/JP]; 〒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: 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).

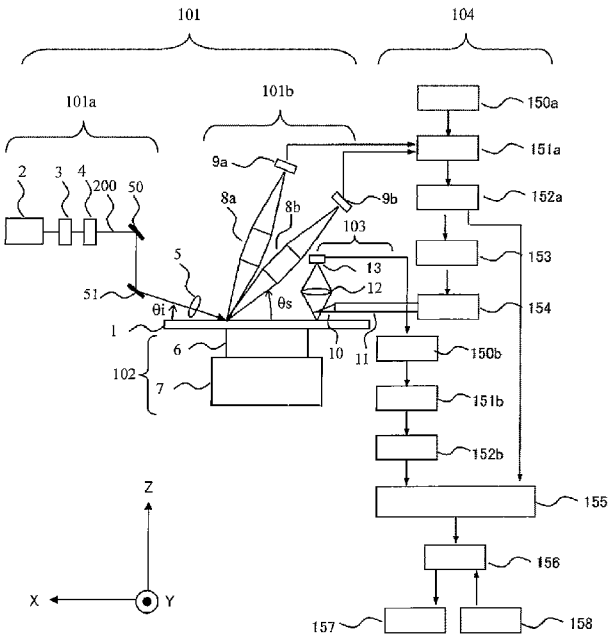
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

[続葉有]

(54) **Title**: METHOD AND DEVICE FOR INSPECTING FOR DEFECTS

(54) 発明の名称 : 欠陥検査方法及び欠陥検査装置

[図1]



(57) **Abstract**: Provided is a method for inspecting the surface of a sample for defects, which comprises: prescan defect inspection steps including a pre-scan irradiation step for irradiating the surface of a sample with light, a prescan detection step for detecting scattered light, and a prescan defect information collection step for obtaining, on the basis of the scattered light, information on a specific defect present on the surface of the sample; near-field defect inspection steps including a near-field irradiation step for adjusting the distance between the surface of the sample and a near-field head to irradiate the surface of the sample, a near-field detection step for detecting near-field light response, and a near-field defect information collection step for obtaining information on a specific defect on the basis of the near-field light; and a merging step for merging the information on the specific defects to inspect for defects on the surface of the sample.

(57) 要約: 試料の表面に照明光を照射するプリスキャン照射工程と、散乱光を検出するプリスキャン検出工程と、該散乱光に基づき該試料の表面に存在する所定の欠陥の情報を得るプリスキャン欠陥情報収集工程と、を備えるプリスキャン欠陥検査工程と、該試料の表面と近接場ヘッドとの距離を調整して該試料の表面を照射する近接場照射工程と、近接場光応答を検出する近接場検出工程と、該近接場光に基づき所定の欠陥の情報を得る近接場欠陥情報収集工程と、を備える近接場欠陥検査工程と、該所定の欠陥の情報をマージして該試料の表面に存在する欠陥を検査するマージ工程と、を有する試料の表面の欠陥検査方法である。

WO 2012/014357 A1

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, 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, 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 (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).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 欠陥検査方法及び欠陥検査装置

技術分野

[0001] 本発明は試料表面に存在する微小な欠陥を高感度かつ高速に検査する欠陥検査方法及び欠陥検査装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体基板や薄膜基板等の製造ラインにおいて製品の歩留まりを維持・向上するために、半導体基板や薄膜基板等の表面に存在する欠陥の検査が行われることが必要であり、例えば、試料の微小な欠陥を検出するために、ウエハ表面上に数十μｍに集光したレーザビームを照射して、欠陥から発生する散乱光を集光・検出し、数十ｎｍから数μｍ以上の寸法の欠陥を検出する。

[0003] 従来技術としては、特開平９－３０４２８９号公報（特許文献１）には「ウエハの表面を基準とした仰角が３０°以上の角度の低角度受光系と、これよりも大きな仰角の高角度受光系を設け、ウエハをレーザ光により走査して、低角度受光系と高角度受光系とがレーザ光の散乱光を受光して走査に対応して異物検査を行い、同じ走査位置において高角度受光系でのみ検出されたものをウエハの欠陥の検出とし、低角度受光系あるいは低角度受光系と高角度受光系とでともに検出されたものを付着異物の検出とする検査装置」が開示されており、特開２０００－１６２１４１号公報（特許文献２）には「ウエハの被検査面に垂直光を照射する垂直光照射装置と斜方光を照射する斜方光照射装置と、被検査面で乱反射した散乱光のうち高角度光を受光する高角度光受光装置と、中角度光を受光する中角度光受光装置と、低角度光を受光する低角度光受光装置とを備えた検査装置」が開示されている。

[0004] 近年ＬＳＩ配線は急激に微細化しており、検出すべき欠陥のサイズは光学式検査の検出限界に近づいている。半導体ロードマップによると２０１５年には２５ｎｍノードのＬＳＩの量産が開始されようとしており、パターンなしウエハ検査装置にはＤＲＡＭハーフピッチと同程度の大きさの欠陥を検出

する能力が必要とされている。ここで欠陥とは、ウエハ上に付着するパーティクルや結晶欠陥ＣＯＰ（Ｃｒｙｓｔａｌ　Ｏｒｉｇｉｎａｔｅｄ　Ｐａｒｔｉｃｌｅ）、研磨により生じるスクラッチなどである。

[0005] 欠陥に対してレーザで照明を行ったときに発生する散乱光の大きさＩは、欠陥の粒径をｄとすると、Ｉ∝ｄ＾６の関係があることが知られている。つまり、欠陥サイズが小さくなると発生する散乱光は急速に減少するため、微細欠陥から発生する散乱光を増大させる必要がある。

[0006] 一方、光散乱以外の検出原理を用いた表面検査方法としては、特許文献３（特開昭６３－２６５１４７号公報）に「それぞれの位置に既知の第１、第２の高さの突起を有し、被測定ディスクと同等な突起ディスクと、被測定ディスクの回転量を決定する制御値を発生する制御値発生回路と、制御値に応じて前記被測定ディスク又は前記突起ディスクを回転駆動する回転駆動機構とを備えていて、ヘッドを標準ヘッドとして突起ディスクを回転させて、第１の突起の位置と接触する位置に標準ヘッドを位置づけて、接触する限界となる第１の周速を求め、第２の突起の位置と接触する位置に標準ヘッドを位置づけて、接触する限界となる突起ディスクの第２の周速を求め、第１及び第２の突起高さと第１及び第２の周速に基づき標準ヘッドの浮上量特性を得てこれを保持し、ヘッドを測定ヘッドとしてバンプディスクの第１又は第２の突起の少なくとも一方に測定ヘッドを位置付けて、接触する限界となる測定ヘッドの周速を求め、標準ヘッドの浮上量特性とこの測定ヘッドの周速とに基づき標準ヘッドにおける浮上量になるように制御値を補正して被測定ディスクの検査を行う検査装置」が開示されている。

[0007] 特許文献３には、ウエハを数千ｒｐｍで回転させ、先端部に接触センサを有する検出ヘッドを数十ｎｍだけ浮上させ、ウエハをスパイラル状に移動させることで検出ヘッドがウエハ全面を走査し、欠陥存在箇所では検出ヘッドと欠陥が接触することになり、これにより表面の検査を行う方法が開示されている。浮上量を制御することで十数ｎｍの大きさの欠陥を検出できる可能性がある。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開平９－３０４２８９号公報

特許文献2：特開２０００－１６２１４１号公報

特許文献3：特開昭６３－２６５１４７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 半導体の微細化に追従するためには、検査装置の検出感度も断続的に向上させる必要がある。特許文献１、特許文献２ではレーザパワーを増大させることにより検出感度を向上させることが可能だが、レーザパワーを増大させることでウエハの被照射部の表面温度が上昇しダメージが発生する可能性がある。または、レーザの照射時間を長くすることにより検出感度を向上させることもできるが、単位時間あたりの検査可能面積が縮小するためスループットの低下を招く。よって、これらの方法によっては、１０ｎｍ程度の大きさの欠陥を高速検査するのは非常に困難である。

[0010] また、特許文献３に記載の検査装置は、接触式であるため欠陥検出時に欠陥を引きずりウエハ表面に傷をつける可能性がある。また、ウエハ上には数十ｎｍ～数μｍの大きさの欠陥が存在し、数十ｎｍの浮上量では検出ヘッド自体に欠陥がぶつかり、検出ヘッドに損傷が生じる可能性もある。

また、接触検査であるために、スクラッチやＣＯＰなどの凹み欠陥を検出することは困難であるという課題を有する。

課題を解決するための手段

[0011] 本願において開示される発明のうち代表的なものの概要を簡単に説明すれば次のとおりである。

（１）試料の表面に照明光を照射するプリスキャン照射工程と、前記プリスキャン照射工程により照射された該試料の表面の照明領域から散乱する散乱光を検出するプリスキャン検出工程と、前記プリスキャン検出工程により検

出された該散乱光に基づき、該試料の表面に存在する所定の欠陥の情報を得るプリスキャン欠陥情報収集工程と、を備えるプリスキャン欠陥検査工程と、前記プリスキャン欠陥情報収集工程により収集された該所定の欠陥の情報に基づき該試料の表面と近接場ヘッドとの距離を調整して、該調整した近接場ヘッド位置より該試料の表面を照射する近接場照射工程と、前記近接場照射工程により照射された該試料の表面の照明領域から発生する近接場光応答を検出する近接場検出工程と、前記近接場検出工程により検出された該近接場光に基づき、該試料の表面に存在する所定の欠陥の情報を得る近接場欠陥情報収集工程と、を備える近接場欠陥検査工程と、前記プリスキャン欠陥情報収集工程により収集された該試料の表面の該所定の欠陥の情報と前記近接場欠陥情報収集工程により収集された該試料の表面の該欠陥の情報とをマージして、該試料の表面に存在する欠陥を検査するマージ工程と、を有する試料の表面の欠陥検査方法である。

（２）試料の表面に照明光を照射するプリスキャン照射系と、前記プリスキャン照射系により照射された該試料の表面の照明領域から散乱する散乱光を検出するプリスキャン検出系と、前記プリスキャン検出系により検出された該散乱光に基づき、該試料の表面に存在する所定の欠陥の情報を得るプリスキャン欠陥情報収集部と、を備えるプリスキャン欠陥検査部と、前記プリスキャン欠陥情報収集部により収集された該所定の欠陥の情報に基づき該試料の表面と近接場ヘッドとの距離を調整して、該調整した近接場ヘッド位置より該試料の表面を照射する近接場照射部と、前記近接場照射部により照射された該試料の表面の照明領域から発生する近接場光応答を検出する近接場検出部と、前記近接場検出部により検出された該近接場光に基づき、該試料の表面に存在する所定の欠陥の情報を得る近接場欠陥情報収集部と、を備える近接場欠陥検査部と、前記プリスキャン欠陥情報収集部により収集された該試料の表面の該所定の欠陥の情報と前記近接場欠陥情報収集部により収集された該試料の表面の該欠陥の情報とをマージして、該試料の表面に存在する欠陥を検査するマージ部と、を有する試料の表面の欠陥検査装置である。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、十数ｎｍの大きさの欠陥を検出することが可能となり、かつ、ウエハにダメージを与えることのない高感度で高速検査が可能な欠陥検査方法及び欠陥検査装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明に係る欠陥検査装置の概略構成図（側面図）である。

[図2]本発明に係る欠陥検査装置の近接場ヘッドの第一の実施例の概略構成図である。

[図3]本発明に係る欠陥検査方法の検査フロー図である。

[図4]プリスキャン検査で取得される検出信号の説明図である。

[図5]ヘッドスライダ検査部の構成図である。

[図6]欠陥マップとＨａｚｅマップの説明図である。

[図7]本発明に係る結果検査装置のプリスキャン光学系の概略構成図（平面図）である。

[図8]本発明に係る欠陥検査装置の近接場ヘッドの第二の実施例の構成図である。

[図9]本発明に係る欠陥検査装置の近接場ヘッドにファイバプローブを使用した第三の実施例の構成図である。

[図10]本発明に係る欠陥検査装置の近接場ヘッドにファイバプローブを使用した第四の実施例の構成図である。

[図11]照明光の電場振動方向の説明図である。

[図12]ファイバプローブの先端部の拡大図である。

[図13]偏光子の電場透過軸方向の説明図である。

[図14]ヘッドスライダ検査で取得される検出信号の説明図である。

[図15]ファイバプローブの先端部の拡大図である。

発明を実施するための形態

[0014] 本発明に係る欠陥検査装置の実施形態の一例（側面図）を図１で説明する。図１は欠陥検査装置構成の概略を表しており、被検査対象物であるウエハ

１を載置するウエハステージ１０２、ウエハ１をプリスキャンするプリスキャン光学系１０１、ウエハ１をヘッドスライダにより検査するヘッドスライダ検査部１０３、および、プリスキャン結果およびヘッドスライダ検査により得られた信号を処理する信号処理部１０４と、を備えて構成される。

[0015] （プリスキャン光学系１０１）

プリスキャン光学系１０１は照明光学系１０１ａと検出光学系１０１ｂより構成される。

[0016] 照明光学系１０１ａは、レーザ光源２、ビームエキスパンダ３、偏光素子４、ミラー５０・５１、集光レンズ５を備えて構成される。レーザ光源２から射出されたレーザビーム２００はビームエキスパンダ３でビーム径を所望の大きさに調整され、偏光素子４で所望の偏光状態へ変換され、反射ミラー５０・５１を介し集光レンズ５でウエハ１の被検査領域に仰角θ_iで照射される。

ここで、レーザ光源２は、波長３５５ｎｍのレーザビームを発振するレーザ光源であり、照明仰角θ_iは、ウエハ表面から１０度程度の角度である。

照明領域はウエハ面上で概略楕円形状をしており、長軸方向には概略１００μｍ程度、短軸方向には概略２０μｍ程度の大きさである。

[0017] ビームエキスパンダ３はアナモフィック光学系であり、複数のプリズムから構成される。光軸に互いに垂直な平面内における一方向のみに関してビーム径を変化させ、集光レンズ５を使ってウエハ１にスポット照明、または線状照明を行う。

照明仰角に関して、ウエハに対し概略垂直方向から照明を行う垂直照明光学系が存在しても構わない（図示せず）。

[0018] 検出光学系１０１ｂは複数の検出系から構成され、図１の例では２つの検出系８ａ・８ｂを備えて構成される。検出系８ａ・８ｂは異なる仰角方向θ_sに配置され、ウエハ上の被照明領域から発する散乱光を検出する。検出系８ａの仰角は６０度程度、検出系８ｂの仰角は３０度程度であり、開口数は０．３程度である。

検出８ａと８ｂは概略同様の構成をしており、集光レンズ、偏光素子から構成され（図示せず）、センサ９ａ・９ｂに散乱光を集光する。

[0019] 偏光素子は例えば偏光フィルタやＰＢＳ（Ｐｏｌａｒｉｚｅｄ Ｂｅａｍ Ｓｐｌｉｔｔｅｒ偏光ビームスプリッタ）などであり、偏光検出することによりウエハ表面の微小凹凸から発生する散乱光（ラフネス散乱光と表記）を低減させ、より微細な欠陥を検出可能とする。また偏光素子は検出系の光軸を中心に回転可能であり、また抜き差しも可能である。偏光フィルタはシグマ光機社のＮＳＰＦＵ－３０Ｃ、ＰＢＳはシグマ光機社ＰＢＳＷ－１０－３５０などを使用すればよい。

センサ９ａ・９ｂはフォトダイオードや光電子増倍管などを用いればよい。

[0020] （ウエハステージ１０２）

ウエハステージ１０２は、ウエハ１を保持するチャックおよび高さ制御を行うＺステージ（図示せず）、ウエハを回転させるための回転ステージ６およびウエハ１をＸ軸方向に併進移動させるための併進ステージ７を備えて構成される。ウエハステージ１０２は回転走査および併進走査を行うことによって，被照明領域がウエハ１の全面をスパイラル状に照明するように走査を行う。

[0021] （ヘッドスライダ検査部１０３）

ヘッドスライダ検査部１０３は、近接場ヘッド１０、ヘッド支持機構１１、近接場応答検出系１２、センサ１３を備えて構成される。図２は、本発明に係る欠陥検査装置の近接場ヘッドの第一の実施例の概略構成図である。

[0022] 近接場ヘッド１０の先端部には微小開口１５が形成されている。そこに導波路１６、ミラー５２を介して外部光源（図示せず）より光が導光される。外部光源の波長は５３２ｎｍである。微小開口１５の大きさは照明波長よりも小さく、３０～５０ｎｍ程度である。微小開口１５に光が導かれると、微小開口１５の近傍に微小開口と同程度の大きさの近接場光が発生する。後述するが、本実施例では近接場ヘッド１０のウエハ表面からの浮上量は４０ｎ

m程度であり、ウエハ上に存在する欠陥を近接場で照明するためには４０ｎｍ程度の大きさの近接場光を発生させる必要がある。微小開口から発生する近接場光の大きさは開口と同程度であるため、本実施例では微小開口の大きさは３０～５０ｎｍ程度である必要がある。

外部光源の波長は５３２ｎｍ、微小開口１５の大きさは３０～５０ｎｍ程度として説明を行ったが、これに制限されない。

[0023] 近接場ヘッド１０内部には熱アクチュエータ１７が搭載されており、これは導線１８より導かれる電流によって発熱し、形状を変化させる。ここで、熱アクチュエータ１７はバイメタル型や熱膨張型アクチュエータである。この形状変化によってウエハ表面との距離が変化し、ヘッドの浮上量を制御することが可能である。

[0024] 近接場ヘッド１０より発生した近接場とウエハ表面との相互作用により発生する散乱光は近接場応答検出系１２より集光され、センサ１３に導かれる。

センサ１３にはフォトダイオードや光電子増倍管などを用いればよい。

ここで熱アクチュエータ１７に流す電流で浮上量を制御すると説明したが、ピエゾ素子なので圧電素子や光アクチュエータでも構わない。

[0025] ウエハステージは回転・併進走査を同時に行うため、前記プリスキャン光学系１０１と前記ヘッドスライダ検査部１０３の検査領域はウエハ上でらせん状に走査を行う。ここで、プリスキャン光学系の検査領域とヘッドスライダ検査部の検査領域はウエハ１の中心を通り、概略同一Ｘ軸方向に存在する。これによりウエハ全面を効率的に検査することが可能となる。

[0026] （信号処理部１０４）

信号処理部１０４は、センサ９ａ・９ｂ・１３で光電変換された検出信号にフィルタリング処理を行うアナログ回路１５０ａ・１５０ｂ、アナログ信号をデジタル信号に変換するＡ／Ｄ変換部１５１ａ・１５１ｂ、デジタル信号に基づき欠陥判定を行う欠陥判定部１５２ａ・１５２ｂ、欠陥の座標や大きさを一時的に記録するメモリ１５３、近接場ヘッド１０の浮上量を制御す

る浮上量制御部１５４、プリスキャン光学系１０１とヘッドスライダ検査部１０３での検査結果をマージする検査結果マージ部１５５、ＣＰＵ１５６、欠陥マップとＨａｚｅマップを出力するマップ出力部１５７、ユーザインターフェースを含む

入力部１５８とを有して構成される。

[0027] 図３は、本発明に係る欠陥検査方法の検査フロー図である。

まず、ウエハステージ１０３にウエハ１をセットする（ステップ１６０）。その後、ステージ動作条件、照明条件、信号処理条件などの検査レシピを設定し、検査を開始する（ステップ１６１）。プリスキャン光学系１０１でプリスキャン検査を行い、一定サイズ以上の凸欠陥の座標と大きさをメモリ１５３に記録する。ここで、一定サイズとはヘッド浮上量と同程度の大きさを示しており、本実施例では４０ｎｍ程度とする（ステップ１６２）。次に、近接場ヘッド１０をウエハ１上に移動させ、近接場ヘッド１０で検査を行う（ステップ１６３）。この時、近接場ヘッド１０の浮上量は４０ｎｍ程度であり、４０ｎｍ程度以上の大きさの凸欠陥が存在すれば、近接場ヘッド１０と欠陥が衝突する。よって、プリスキャンで検査した結果に基づき４０ｎｍ程度以上の大きさの凸欠陥が存在する領域に近づいた場合には（ステップ１６４）、凸欠陥の大きさに基づき近接場ヘッド１０と凸欠陥が接触しない浮上量に制御し、凸欠陥を回避する（ステップ１６５）。４０ｎｍ程度以上の大きさの欠陥はプリスキャン光学系で検査を行いプリスキャン光学系で検出できない微小な欠陥は近接場ヘッド１０で検査を行っているため、その二つの検査結果をマージし（ステップ１６６）、欠陥マップとＨａｚｅマップを表示する（ステップ１６７）。

[0028] 以下では、ステップ１６０～ステップ１６７までの詳細説明を行う。

（ステップ１６０、１６１）

ウエハ１をステージ１０２にセットし検査レシピを設定する。検査レシピでは、ステージ回転速度・併進速度、プリスキャン光学系の照射レーザパワー・照明角度、検出系センサの感度、ヘッド浮上量などのパラメータを設定

する。

[0029] （ステップ１６２）

プリスキャン光学系１０１で検査を行う。

照明光学系１０１ａでウエハ上に照明を行い、照明領域はウエハ１上をらせん状に全面走査し、被照明領域から発生する散乱光は検出系８ａ・８ｂによって検出される。センサ９ａ・９ｂは受光光量に応じた電気信号を発生させ、該電気信号はアナログ回路１５０ａに導かれる。アナログ回路１５０ａで行われる処理に関して、以下で説明する。

[0030] 図４はプリスキャン検査で取得される検出信号の説明図である。照明領域から発生する散乱光を検出すると、センサからは図４のような信号が出力される。ウエハ表面荒れから発生するラフネス散乱光ＮＯはレーザ照射期間中には常に発生しており、低周波なうねりとして検出される（＜数ｋＨｚ）。ラフネス散乱光ＮＯがセンサに入射し光電変換される時に、ランダムな変動であるショットノイズｎＯが発生し、これも同時に検出される。 一方、欠陥から発生する欠陥散乱光ＳＯは、照明幅２０μｍ程度の照明領域が欠陥の存在する位置を通過する間の短い時間だけ発生するため、ラフネス散乱光と比較して高周波である（＞数ｋＨｚ）。つまり図４記載の検出信号がアナログ回路１５０ａに導かれてきたときに、前記検出信号に対し、ハイパスフィルタ（通過帯域：＞数ｋＨｚ）を適用することで欠陥信号を抽出でき、ローパスフィルタ（通過帯域：＜数ｋＨｚ）を適用することでラフネス散乱光強度（以後これをＨａｚｅ信号と呼ぶ）を抽出可能となる。

[0031] 以上のことより、センサで検出した欠陥散乱光に基づき発生した電気信号に対してはハイパスフィルタがかけられ、センサで検出したラフネス散乱光に基づき発生した電気信号に対してはローパスフィルタがかけられる。これにより、欠陥信号とＨａｚｅ信号を分離して処理することが可能になる。

上記フィルタリング処理を行われた信号はＡ／Ｄ/変換部１５１ａにて数ＭＨｚ以上のサンプリングピッチでデジタル信号に変換される。該デジタル信号は欠陥判定部１５２ａにおいて、閾値処理による欠陥判定、欠陥信号光量

に基づく欠陥寸法算出、各検出系での信号比較結果に基づく欠陥分類、またはレベル判定によるＨａｚｅ処理が行われる。このとき、検出された欠陥の座標と欠陥寸法などの検査情報はメモリ１５３に格納される。

[0032] （ステップ１６３）

プリスキャンが終了すると、近接場ヘッド１０をウエハ上で４０ｎｍ程度浮上させ、先端部微小開口１５より近接場光を発生させ、表面検査を行う。

図５はヘッドスライダ検査部の構成図であり、凸欠陥２５と凹欠陥２６を走査する様子と、そのときに検出される信号を模擬的に示したものである。また、図１４はヘッドスライダ検査で取得される検出信号の説明図である。

[0033] プリスキャン時と同様に、ウエハ表面ラフネスからは低周波なラフネス散乱光ＮＯ（＜数ｋＨｚ）が発生しており、光電変換時にショットノイズｎＯが発生し、同時に検出される。凸欠陥２５が存在する領域では微小開口との距離が小さくなるため、近接場光と欠陥との相互作用が強くなり、大きな散乱光２７が瞬間的に発生する（＞数ｋＨｚ）。一方、凹欠陥２６存在時には、微小開口との距離が大きくなるため近接場光と欠陥との相互作用が小さくなり、検出信号が局所的に減少する（散乱光信号２８）（＞数ｋＨｚ）。このような信号がアナログ回路１５０ｂに導かれ、ハイパスフィルタ（通過帯域：＞数ｋＨｚ）を適用することで欠陥信号が抽出できる。

[0034] 上記フィルタリング処理を行われた信号はＡ／Ｄ変換部１５１ｂにて数ＭＨｚ以上のサンプリングピッチでデジタル信号に変換される。該デジタル信号は欠陥判定部１５２ｂにおいて、閾値処理による欠陥判定、欠陥信号光量に基づく欠陥寸法算出、２次元ＭＡＰ上での欠陥の大きさや検出光量の増減に基づく欠陥分類が行われる。

このとき、検出光量が増加していれば凸欠陥、検出光量が減少していれば凹欠陥と判定される。

[0035] （ステップ１６４、１６５）

ステップ１６２において、４０ｎｍ程度以上の大きさの凸欠陥の座標はメモリ１５３に格納されているため、その座標と大きさに基づき、近接場ヘッ

ド１０の浮上量を制御する。

近接場ヘッド１０が検査している領域から数回転後の検査領域に４０ｎｍ程度以上の大きさの凸欠陥が存在する場合、その凸欠陥の大きさに基づき、浮上量制御部１５４が熱アクチュエータ１７に流す電流量を計算し、計算された電流を流す。これにより、熱アクチュエータが熱膨張し、浮上量が大きくなり、近接場ヘッドと凸欠陥の衝突を回避することができる。凸欠陥通過後は浮上量制御部１５４が熱アクチュエータ１７に流す電流を制御し、近接場ヘッド１０の浮上量を４０ｎｍ程度に戻し検査を継続させる。

[0036] （ステップ１６６）

ステップ１６２で４０ｎｍ程度以上の大きさの欠陥が検出されており、ステップ１６３で４０ｎｍ程度以下の大きさの欠陥が検出されているため、これら２つの検査結果マージ部１５５でマージする。

[0037] （ステップ１６７）

ＣＰＵ１５６を介して、マップ出力部１５７で図６記載の欠陥マップ１７０およびＨａｚｅマップ１７１を表示する。欠陥マップ１７０は検査結果マージ部１５５でマージされた検査情報に含まれる欠陥種・欠陥サイズ・検出座標を基に生成され、Ｈａｚｅマップ１７１は検査結果マージ部１５５でマージされた検査情報に含まれるＨａｚｅ信号レベル・検出座標を基に生成される。また入力部１５８にはユーザインターフェースを含み、ユーザがレシピ設定などを行う。

[0038] 図１ではプリスキャン光学系に関して、異なる仰角方向に照明光学系と検出光学系が存在する実施例を説明したが、利点として次の２点が存在する。

ウエハ上に付着するパーティクルのような凸欠陥に対しては、ウエハに対して垂直な方向から照明を行うよりも斜方から照明を行った方が凸欠陥の散乱断面積を大きくすることができるため、凸欠陥から発生する散乱光量が大きくなり、より微細化欠陥まで検出することが可能になる。また数十ｎｍの大きさの欠陥からの散乱光は低仰角側に強く散乱し、百ｎｍ以上の大きさの欠陥からの散乱光は高仰角側に強く散乱するため、微細な欠陥は低仰角検出

光学系で検出し、比較的大きな欠陥は高仰角検出光学系で検出することで、検出可能な欠陥サイズのレンジを大きくすることが可能となる。

[0039] 一方、ＣＯＰやスクラッチのようなウエハに対する凹欠陥には、ウエハに垂直な方向から照明を行った方が散乱断面積が大きくなるため、凹欠陥に対する感度を向上させることが可能となる。また凹欠陥からの散乱光は高仰角側に強く散乱するため、高仰角検出光学系を用いることでさらに検出感度を向上させることが可能となる。

上記説明のように、欠陥の種類（パーティクル、ＣＯＰ、スクラッチなど）や大きさに応じて、欠陥から発生する散乱光の強度分布や仰角特性が変化するため、照明方向・検出方向毎の信号を組み合わせて比較することで、欠陥分類精度や欠陥寸法算出精度を向上させることが可能となる。

[0040] 図７は、本発明に係る結果検査装置のプリスキャン光学系の概略構成図（平面図）である。図１に示す実施例のプリスキャン光学系１０１の変形例である。

照明光学系１０１ａ、検出光学系１０１ｂから構成され、検出光学系１０１ｂには６つの検出系８ｃ～８ｈが存在する。検出系８ｃ～８ｈは、複数の異なる方位角方向φに配置され、ウエハ上の照明領域２０より発生する散乱光を検出する。該検出光学系８ｃ～８ｈは方位角方向に関して、概略６０度間隔で配置されており、検出光学系８ｃ～８ｈの配置方位角φは、それぞれ３０・９０・１５０・２１０・２７０・３３０度程度である。

[0041] 複数の方位角に検出が存在することの利点として、使用する検出系を選択、または各検出系における検出信号に重み付けをして使用することにより、欠陥検出感度を向上させることができる点がある。ラフネス散乱光は、ウエハ表面の粗さ状態に依存して、方位角依存性が存在する。例えば、Ｓｉのように表面粗さが非常にスムースなウエハでは、レーザビーム２００が入射してきた方向、つまり検出系８ｅ・８ｆが存在する方位角方向にラフネス散乱光が強く発生する傾向があり、ＡｌデポＳ膜のように表面粗さが大きいウエハでは、レーザビーム２００が進行していく方向、つまり検出系８ｃ・８ｈが

存在する方位角方向にラフネス散乱光が強く発生する性質がある。ラフネス散乱光が弱く発生する方位角に存在する検出系で検出された検出信号のみを用いる、またはラフネス散乱光の大きさに応じた重みをゲインとして検出信号に乗算して、処理することにより、欠陥検出感度を向上させることが可能となる。

[0042] 図７では照明の長手方向２１０と平行な方向からレーザ照明を行っているが、照明の長手方向２１０とレーザを照射する方向は概略同じである必要はなく、異なる方位角方向から照明を行っても構わない。異なる方向から照明する利点として、スクラッチなど欠陥形状に方向性を有する欠陥の分類性能を向上させることができる点がある。ＣＯＰなど、方位角方向に対して概略対称である欠陥から発生する散乱光には方位角依存性が存在せず、全方位角方向に概略均等に発生する傾向がある。一方、スクラッチなどのように方位角方向に対して対象でない欠陥から発生する散乱光には方位角依存性が存在する。またスクラッチからの散乱光の方位角特性は照明の入射する方位角にも依存するため、照明方向を能動的に変化させ、各方位角方向に存在する検出系の信号を比較することで、欠陥分類精度や寸法算出精度を向上させることが可能となる。

複数方位角、複数仰角方向にある各検出器信号の処理方法に関して、各検出信に対して加算、または平均化処理が行われる。加算することにより、検出光量が大きくなるため、検出感度向上に効果があり、平均化することにより、センサのダイナミックレンジ内で検出可能なサイズの幅が増えることになり、ダイナミックレンジ拡大に効果がある。

[0043] 図２では微小開口１５が１つの例で説明を行ったが、図８のように微小開口は複数存在してもよい。導波路１６で導光された光はミラー５３ハーフミラー５４～５６を介して微小開口１５ａ～１５ｄに照射され、各微小開口で近接場を発生させることができる。これにより、複数の領域を同時に照明することができる。各微小開口の間隔は３００ｎｍ程度である。このとき、センサ１３には複数画素を有するものを使用することで、各微小開口で発生し

た近接場光と試料表面との相互作用によって発生する散乱光を各画素で分離して検出することができ、単位時間当たりの検査面積を広くすることができる。センサ１３にはラインセンサ、マルチアノードＰＭＴ、フォトダイオードアレイなどを使用すればよい。

近接場ヘッド１０の構造に関して、図２のように先端部に微小開口が存在する構造で説明したが、図９に示すように先端部にファイバプローブを有する構造でも構わない。

[0044] 図９は本発明に係る欠陥検査装置の近接場ヘッドにファイバプローブを使用した第三の実施例の構成図である。

[0045] ファイバプローブ３０の先端部には数十ｎｍの大きさの微小開口がある。ファイバプローブ３０はヘッド先端部に接続され、熱アクチュエータ１７によって浮上量を制御することができる。

光源３１から照射されたレーザビーム２０１はミラー５７とハーフミラー５８やファイバカップリング（図示せず）を介してファイバプローブ３０に導光される。光源３１の波長は５３２ｎｍである。これにより、ファイバプローブ先端部には開口サイズと同程度の大きさの近接場が生成される。近接場光と試料表面との相互作用により発生する近接場応答はファイバプローブ３０自身で検出する。検出された光はファイバを通じて、センサ１３に導かれる。

[0046] 近接場を励起するレーザビーム２０１のエネルギのうち、近接場に変換されるエネルギは極わずかであり、残りのエネルギは反射光としてプローブ内を逆流する。一方、ファイバプローブで検出する近接場応答は微弱であり、前記反射光に埋もれてしまう。よって、ファイバプローブを振動させてロックイン検出することで、微弱な近接場応答を取得可能とする。圧電素子などをヘッドに組みこむことでファイバプローブを振動させる（図示せず）。

照明と検出を１つのファイバプローブで行うことにより、外部の近接場応答検出系を省略することができ、装置の簡略化が可能となる。

[0047] 図１０は本発明に係る欠陥検査装置の近接場ヘッドにファイバプローブを

使用した第四の実施例の構成図である。

光源３１から照射されたレーザビーム２０１はミラー５９とハーフミラー６０やファイバカップリング（図示せず）を介してファイバプローブ３２に導光される。

[0048] 図１１は、照明光の電場振動方向の説明図である。ファイバプローブ３２に入射した時点でのレーザビーム２０１の電場の振動の様子を示す。電場の振動方向７０はＺ軸に垂直であり、Ｘ軸から４５度傾いている。

ファイバプローブ３２の先端部４０には長方形形状の開口４１と開口４２が存在している。

[0049] 図１２および図１５は、ファイバプローブの先端部の拡大図である。。微小開口４１・４２は長方形の形状をしており、大きさはともに長手方向に数十ｎｍ、短手方向には２０ｎｍ程度である（長手方向の長さ＞短手方向）。このとき、開口の大きさは波長よりも小さい。開口の形をこのような長方形形状にすることで、短手方向に平行な方向に振動している電場だけを通過させることができる。つまり開口４１と開口４２を互いに直交する位置関係になるように製作することで、開口からは互いに直交する偏光の近接場光を生成することができる。微小開口４１の長手方向はＹ軸に平行であり、微小開口４２の長手方向はＸ軸に平行である。

開口４１から発生した近接場光４３を参照光、開口４２から発生した近接場光４４をプローブ光として試料表面の検査を行い、近接場応答の検出も開口４１と開口４２で行う。検出した２つの光は偏光子３３、ＰＢＳ３４・３５、ミラー６１・６２を介して、センサ１３で検出される。偏光子３３の偏光透過軸の説明を図１３で行う。偏光子３３の透過軸７１はＸ軸に垂直であり、Ｙ軸から４５度傾いている。ＰＢＳ３４・３５はＺ軸と平行な方向に振動している電場を通過させ、Ｙ軸と平行な方向に振動している電場を反射させる。ＰＢＳ３４・３５とミラー６１・６２により検出した２つの光に光路差を発生させる。

[0050] 欠陥存在時には参照光とプローブ光に位相差が発生し、センサ１３で検出

される信号に変化生じ、その変化の大きさはプローブ先端部４０から欠陥２５までの高さによって決まる。つまり、欠陥を高さ情報として検出することができる。

欠陥を高さ情報として検出することで、欠陥のサイズをより精度よく算出することが可能となる。また、ウォーターマークなどのように薄くて平べったい欠陥は散乱光では検出が困難だが、干渉系を用いて高さ情報として検出することで検出性能を向上させることが可能である。

図３の検査フローでは、プリスキャンでウエハ全面の検査が終了してからヘッドスライダ検査を行うと説明を行ったが、プリスキャンでウエハの検査を行っている最中にヘッドスライダ検査を開始しても構わない。また、プリスキャンで検査完了した領域からヘッドスライダ検査を並行して行っても構わない。ヘッドスライダ検査を早く開始することで、検査時間を短縮することができる。

ヘッドスライダで検査する領域はウエハ全面でなくても構わない。プリスキャンでは欠陥とノイズの判別が困難な領域だけを検査しても構わない。これにより検査時間を短縮することができる。

４０ｎｍ程度以上の大きさの凸欠陥と近接場ヘッド１０との衝突を避ける手段として、プリスキャンの結果に基づき、浮上量を制御するという実施例で説明を行ったが、４０ｎｍ以上の大きさの凸欠陥が存在する領域を近接場ヘッド１０で検査を行わなくてもよい。こうすることで、検査する面積を縮小することができ、検査時間を短くすることができる。

レーザ光源２は３５５ｎｍの波長を発振する光源で説明を行ったが、可視、紫外、または真空紫外のレーザビームを発振するレーザ光源でも構わない。

レーザ光源３１は５３２ｎｍの波長を発振する光源で説明を行ったが、紫外、または真空紫外のレーザビームを発振するレーザ光源でも構わない。

照明領域２０はウエハ面上で概略楕円形状をしており、長軸方向には概略１００μｍ、短軸方向には概略２０μｍ程度の大きさである例で説明を行っ

たが、楕円形状である必要はなく、また大きさに関しても制限はない。

[0051] 図１では異なる仰角方向θ_sに２つの検出系が存在する実施例を説明したが、検出系の数は２つに制限される必要はない。

図７では異なる方位角方向ϕに６つの検出系が存在する実施例を説明したが、検出系の数は６つに制限される必要はない。

また検出方位角ϕ、検出仰角θ_s、開口数の大きさに関しても制限はない。

[0052] センサ９ａ・９ｂ・１３は散乱光を受光し光電変換するために用いられるものであり、マルチアノード光電子増倍管、ＴＶカメラ、ＣＣＤカメラ、フォトダイオードやリニアセンサ、あるいはイメージインテンシファイアをこれらと組み合わせた高感度なイメージセンサなどを使用しても構わない。例えば二次元センサを用いることで、広い領域を一度に検査することが可能となる。

微小開口１５の大きさに制限はなく、またその数・開口同士の間隔にも制限はない。ファイバプローブ３０・３２の開口サイズにも制限はない。

図３の検査フローにおいて、プリスキャンでは４０ｎｍ程度以上の大きさの欠陥を検出すると説明したが、検出する欠陥サイズは４０ｎｍ程度に制限されない。また近接場ヘッド１０の浮上量は４０ｎｍ程度に制限されない。

[0053] 以上の通り、本発明の実施の形態によれば、数十ｎｍ程度の微小開口を有する近接場ヘッドをウエハ表面から数十ｎｍ程度だけ浮上して走査し、近接場ヘッドより発生している近接場と、試料表面との相互作用により発生する近接場応答を検出することで、十数ｎｍの大きさの欠陥を検出することが可能になる。

また、近接場ヘッドで検査する前に散乱光検出を利用したプリスキャンを行い、大欠陥の座標をあらかじめ把握しておき、その欠陥座標と大きさに基づき近接場ヘッドの浮上量を制御することで、近接場ヘッドと大欠陥との衝突を回避することが可能となる欠陥検査方法及び装置を提供することができる。

符号の説明

[0054] １　ウエハ、２・３１　レーザ光源、３　ビームエキスパンダ、４　偏光素子、５　集光レンズ、６　回転ステージ、７　併進ステージ、８ａ～８ｈ　検出系、９ａ・９ｂ・１３　センサ、１０　近接場ヘッド、１１　ヘッド支持機構、１２　近接場応答検出系、１５・１５ａ～ｄ　微小開口、１６　導波路、１７　熱アクチュエータ、１８　電線、２０　照明領域、２５　凸欠陥、２６　凹欠陥、２７・２８　欠陥信号、３０・３２　ファイバプローブ、３３　偏光子、３４・３５　ＰＢＳ、４０　ファイバプローブの先端部、４１・４２　長方形形状の開口、４３　参照光、４４　プローブ光、５０～５３・５７・５９・６１・６２　ミラー、５４～５６・５８・６０　ハーフミラー、７０　電場の振動方向、７１　偏光子の透過軸、１０１　プリスキャン光学系、１０１ａ　照明光学系、１０１ｂ　検出光学系、１０２　ウエハステージ、１０３　ヘッドスライダ検査部、１０４　信号処理部、１５０ａ・１５０ｂ　アナログ回路、１５１ａ・１５１ｂ　Ａ／Ｄ変換部、１５２ａ・１５２ｂ　欠陥判定部、１５３　メモリ、１５４　浮上量制御部、１５５　検査結果マージ部、１５６　ＣＰＵ、１５７　マップ出力部、１５８　入力部、１６０～１６７　検査フロー、１７０　欠陥マップ、１７１　Ｈａｚｅマップ、２００・２０１　レーザビーム、２１０　照明の長手方向

請求の範囲

[請求項1] 試料の表面に照明光を照射するプリスキャン照射工程と、前記プリスキャン照射工程により照射された該試料の表面の照明領域から散乱する散乱光を検出するプリスキャン検出工程と、前記プリスキャン検出工程により検出された該散乱光に基づき、該試料の表面に存在する所定の欠陥の情報を得るプリスキャン欠陥情報収集工程と、を備えるプリスキャン欠陥検査工程と、

前記プリスキャン欠陥情報収集工程により収集された該所定の欠陥の情報に基づき該試料の表面と近接場ヘッドとの距離を調整して、該調整した近接場ヘッド位置より該試料の表面を照射する近接場照射工程と、前記近接場照射工程により照射された該試料の表面の照明領域から発生する近接場光応答を検出する近接場検出工程と、前記近接場検出工程により検出された該近接場光に基づき、該試料の表面に存在する所定の欠陥の情報を得る近接場欠陥情報収集工程と、を備える近接場欠陥検査工程と、

前記プリスキャン欠陥情報収集工程により収集された該試料の表面の該所定の欠陥の情報と前記近接場欠陥情報収集工程により収集された該試料の表面の該欠陥の情報とをマージして、該試料の表面に存在する欠陥を検査するマージ工程と、

を有する試料の表面の欠陥検査方法。

[請求項2] 請求項１記載の欠陥検査方法であって、

前記プリスキャン欠陥情報収集工程では、該試料の表面に存在する所定の大きさ以上の大きさの欠陥を検出することを特徴とする欠陥検査方法。

[請求項3] 請求項１記載の欠陥検査方法であって、

前記プリスキャン欠陥情報収集工程では、該試料の表面に存在する所定の欠陥の大きさおよび位置の情報を収集することを特徴とする欠陥検査方法。

[請求項4] 請求項２記載の欠陥検査方法であって、
前記プリスキャン欠陥情報収集工程では、該試料の表面に存在する直径４０ｎｍ以上の大きさの欠陥を検出することを特徴とする欠陥検査方法。

[請求項5] 請求項１記載の欠陥検査方法であって、
前記近接場照射工程では、前記近接場ヘッドの位置を調整するアクチュエータに流す電流量を制御することにより前記近接場ヘッドと該試料の表面との距離を調整することを特徴とする欠陥検査方法。

[請求項6] 請求項１記載の欠陥検査方法であって、
該電流量は、前記プリスキャン欠陥検査工程において得られた該試料の表面に存在する所定の欠陥の情報に基づき決定されることを特徴とする欠陥検査方法。

[請求項7] 請求項１記載の欠陥検査方法であって、
前記近接場欠陥情報収集工程では、該試料の表面に存在する所定の大きさ以下の欠陥および凹欠陥を検出することを特徴とする欠陥検査方法。

[請求項8] 請求項１記載の欠陥検査方法であって、
前記近接場欠陥情報収集工程では、該試料の表面に存在する直径４０ｎｍ以下の欠陥および凹欠陥を検出することを特徴とする欠陥検査方法。

[請求項9] 試料の表面に照明光を照射するプリスキャン照射系と、前記プリスキャン照射系により照射された該試料の表面の照明領域から散乱する散乱光を検出するプリスキャン検出系と、前記プリスキャン検出系により検出された該散乱光に基づき、該試料の表面に存在する所定の欠陥の情報を得るプリスキャン欠陥情報収集部と、を備えるプリスキャン欠陥検査部と、
前記プリスキャン欠陥情報収集部により収集された該所定の欠陥の情報に基づき該試料の表面と近接場ヘッドとの距離を調整して、該調整

した近接場ヘッド位置より該試料の表面を照射する近接場照射部と、前記近接場照射部により照射された該試料の表面の照明領域から発生する近接場光応答を検出する近接場検出部と、前記近接場検出部により検出された該近接場光に基づき、該試料の表面に存在する所定の欠陥の情報を得る近接場欠陥情報収集部と、を備える近接場欠陥検査部と、

前記プリスキャン欠陥情報収集部により収集された該試料の表面の該所定の欠陥の情報と前記近接場欠陥情報収集部により収集された該試料の表面の該欠陥の情報とをマージして、該試料の表面に存在する欠陥を検査するマージ部と、

を有する試料の表面の欠陥検査装置。

[請求項10] 請求項９記載の欠陥検査装置であって、

前記プリスキャン欠陥情報収集部では、該試料の表面に存在する所定の大きさ以上の大きさの欠陥を検出することを特徴とする欠陥検査装置。

[請求項11] 請求項９記載の欠陥検査装置であって、

前記プリスキャン欠陥情報収集部では、該試料の表面に存在する所定の欠陥の大きさおよび位置の情報を収集することを特徴とする欠陥検査装置。

[請求項12] 請求項１０記載の欠陥検査装置であって、

前記プリスキャン欠陥情報収集部では、該試料の表面に存在する直径４０ｎｍ以上の大きさの欠陥を検出することを特徴とする欠陥検査装置。

[請求項13] 請求項９記載の欠陥検査装置であって、

前記近接場照射部では、前記近接場ヘッドの位置を調整するアクチュエータに流す電流量を制御することにより前記近接場ヘッドと該試料の表面との距離を調整することを特徴とする欠陥検査装置。

[請求項14] 請求項９記載の欠陥検査装置であって、

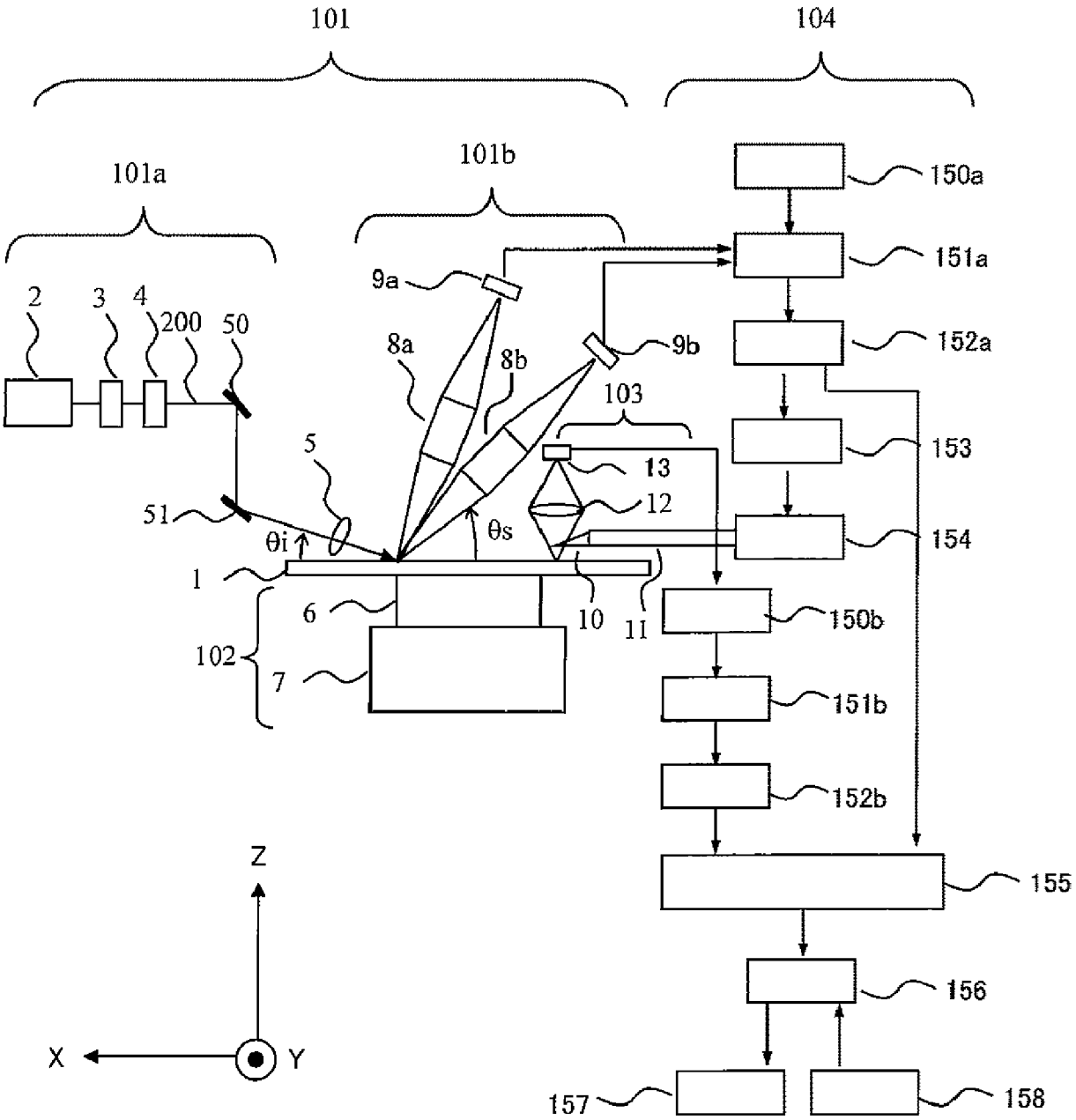
該電流量は、前記プリスキャン欠陥検査部において得られた該試料の表面に存在する所定の欠陥の情報に基づき決定されることを特徴とする欠陥検査装置。

[請求項15] 請求項９記載の欠陥検査装置であって、
前記近接場欠陥情報収集部では、該試料の表面に存在する所定の大きさ以下の欠陥および凹欠陥を検出することを特徴とする欠陥検査装置。

[請求項16] 請求項９記載の欠陥検査装置であって、
前記近接場欠陥情報収集部では、該試料の表面に存在する直径４０ｎｍ以下の欠陥および凹欠陥を検出することを特徴とする欠陥検査装置。

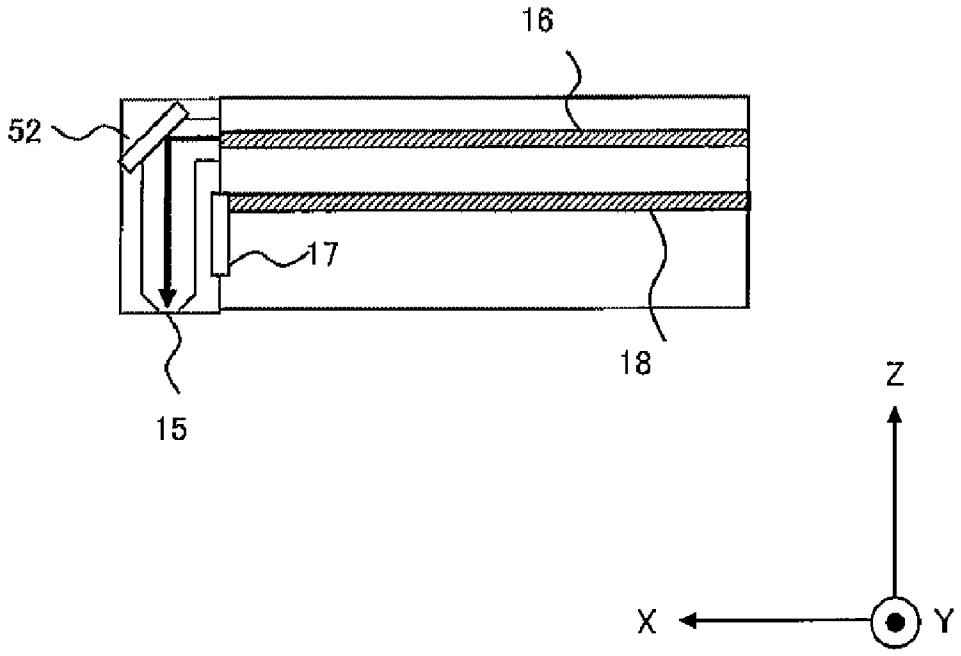
[図1]

図1


101
104
101a
101b
150a
151a
152a
153
154
150b
151b
152b
155
156
157
158
2
3
4
200
50
9a
9b
8a
8b
103
13
12
5
51
θi
θs
1
6
10
11
102
7
Z
X
Y

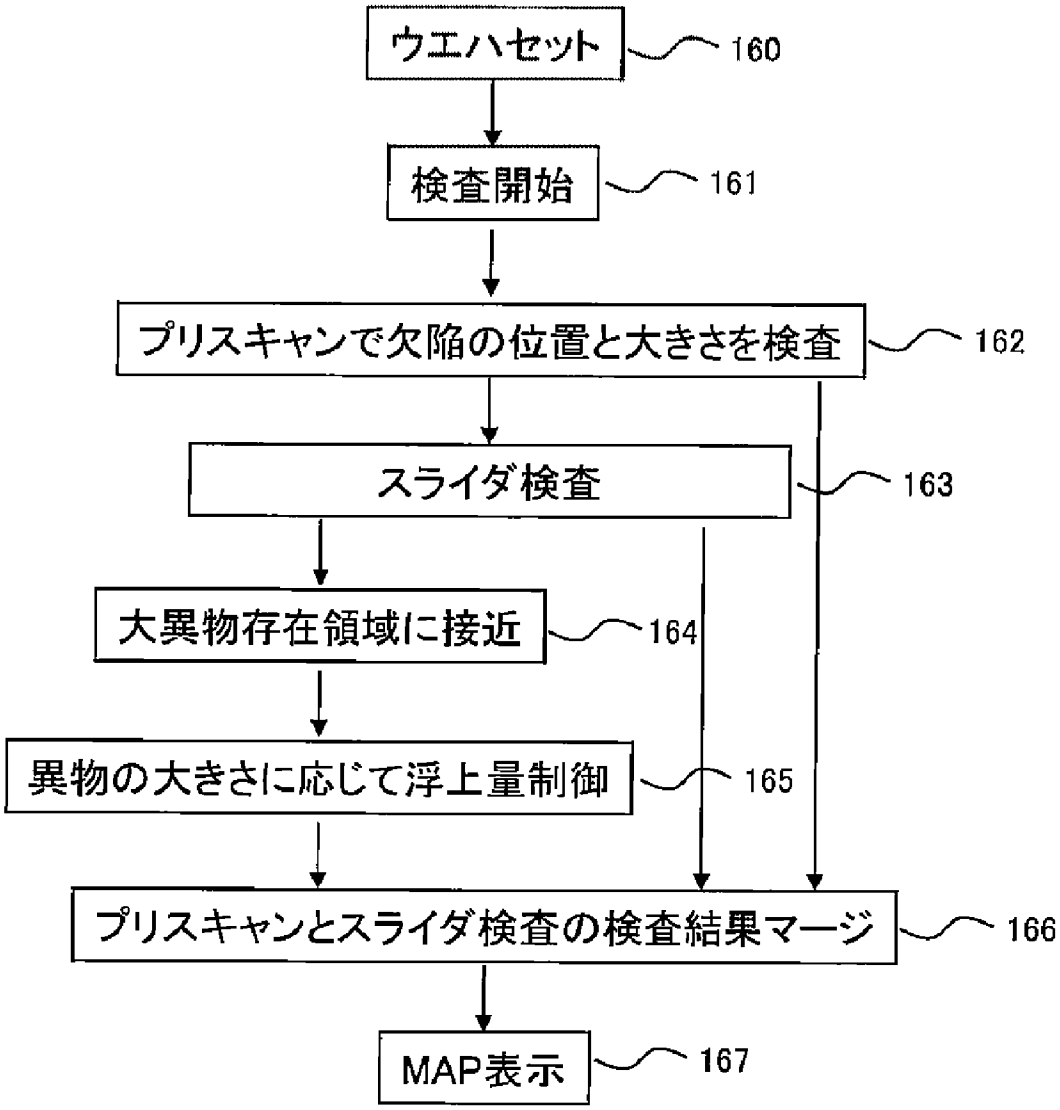
[図2]

図2



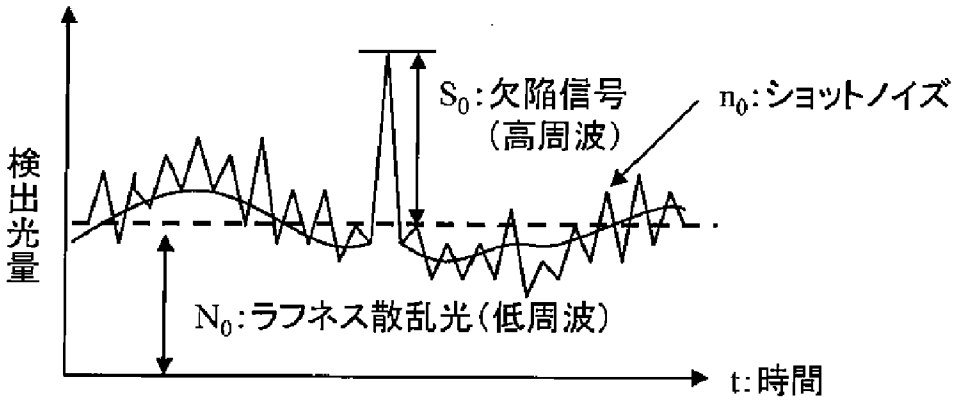
[図3]

図3


ウエハセット
160
検査開始
161
プリスキャンで欠陥の位置と大きさを検査
162
スライダ検査
163
大異物存在領域に接近
164
異物の大きさに応じて浮上量制御
165
プリスキャンとスライダ検査の検査結果マージ
166
MAP表示
167

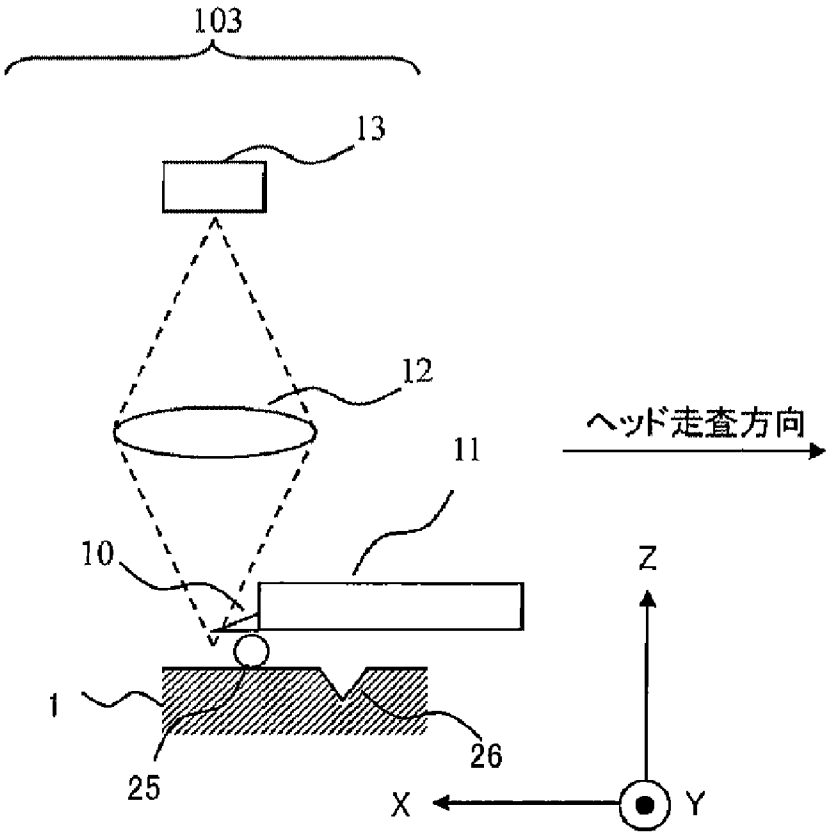
[図4]

図4


検出光量
S_0:欠陥信号
(高周波)
n_0:ショットノイズ
N_0:ラフネス散乱光(低周波)
t:時間

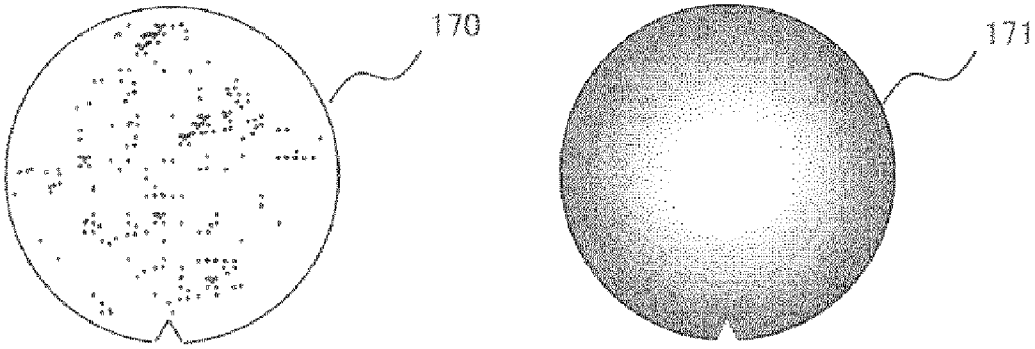
[図5]

図5


103
13
12
11
ヘッド走査方向
10
Z
1
26
25
X
Y

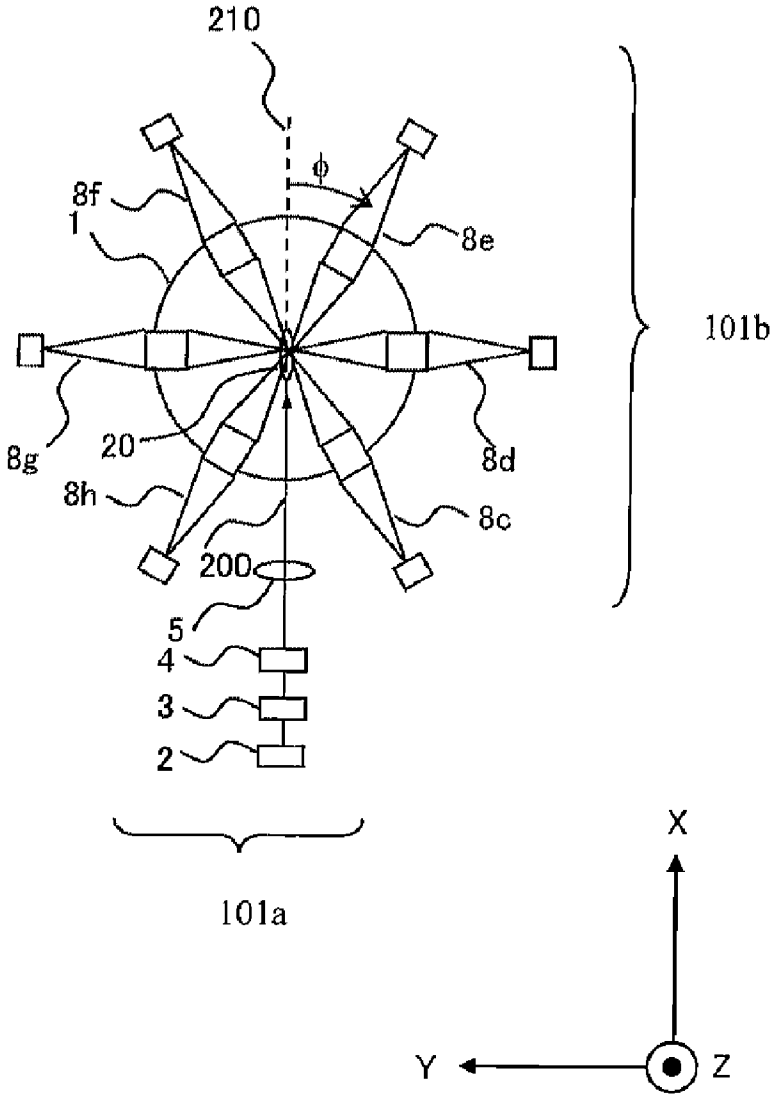
[図6]

図6



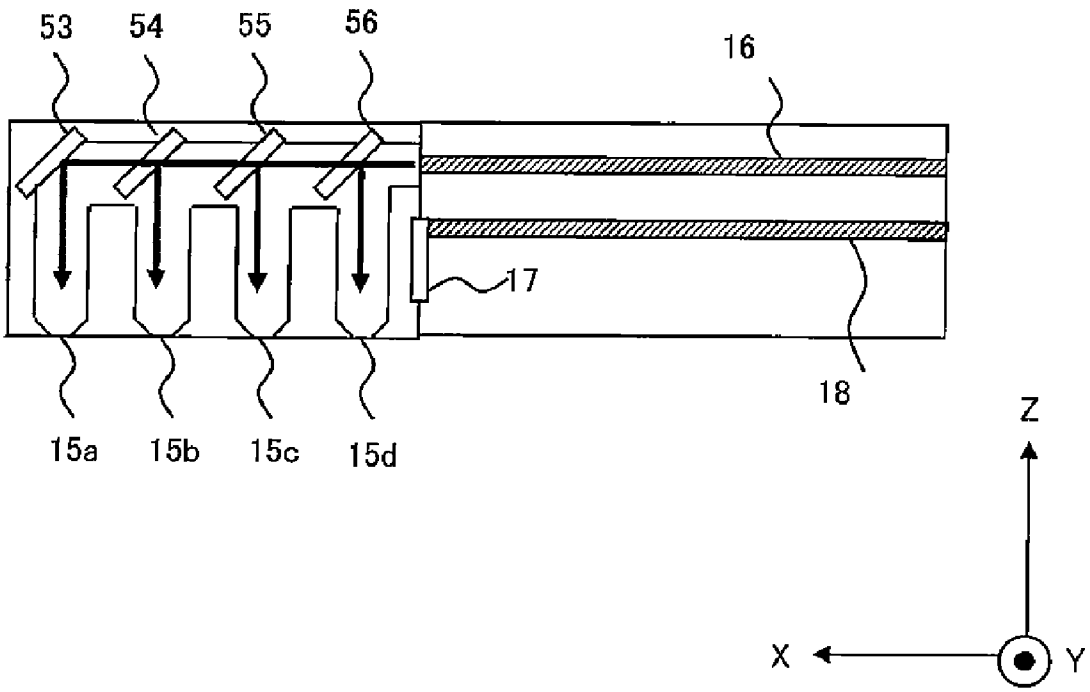
[図7]

図7



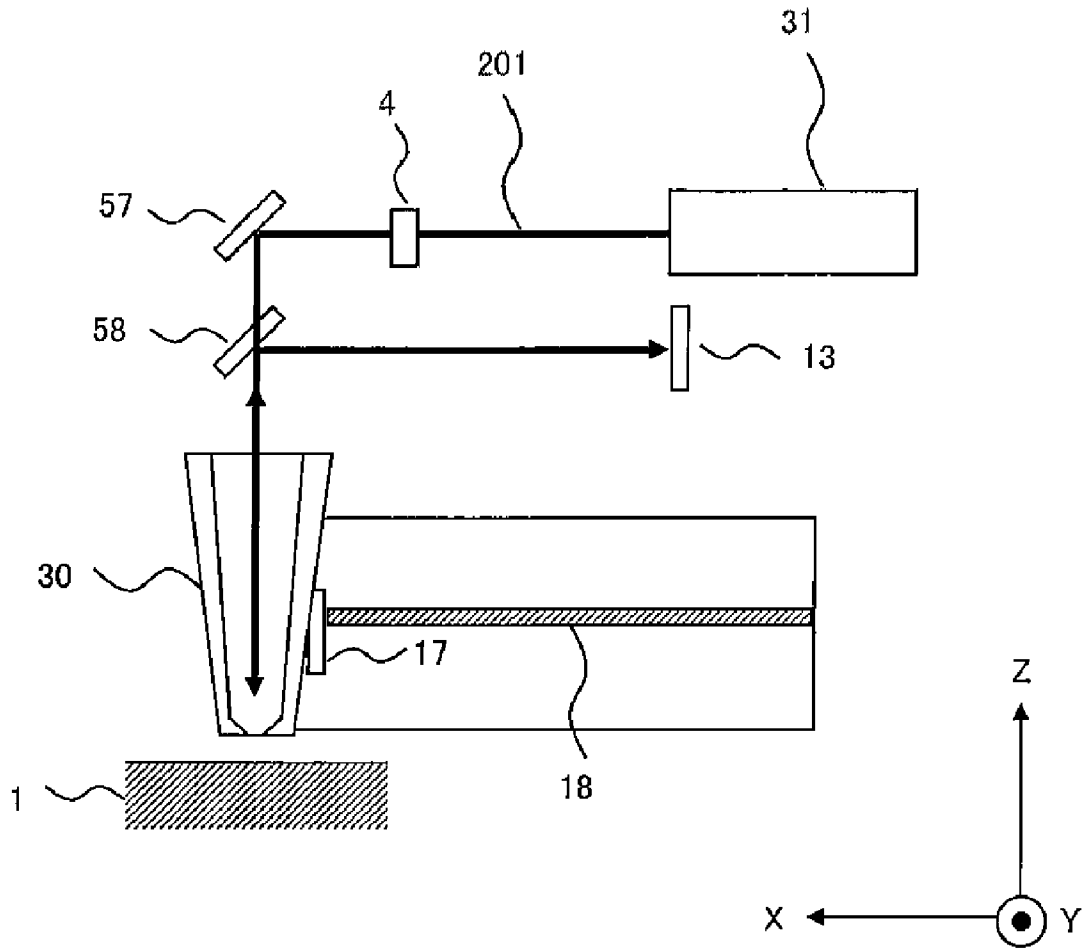
[図8]

図8



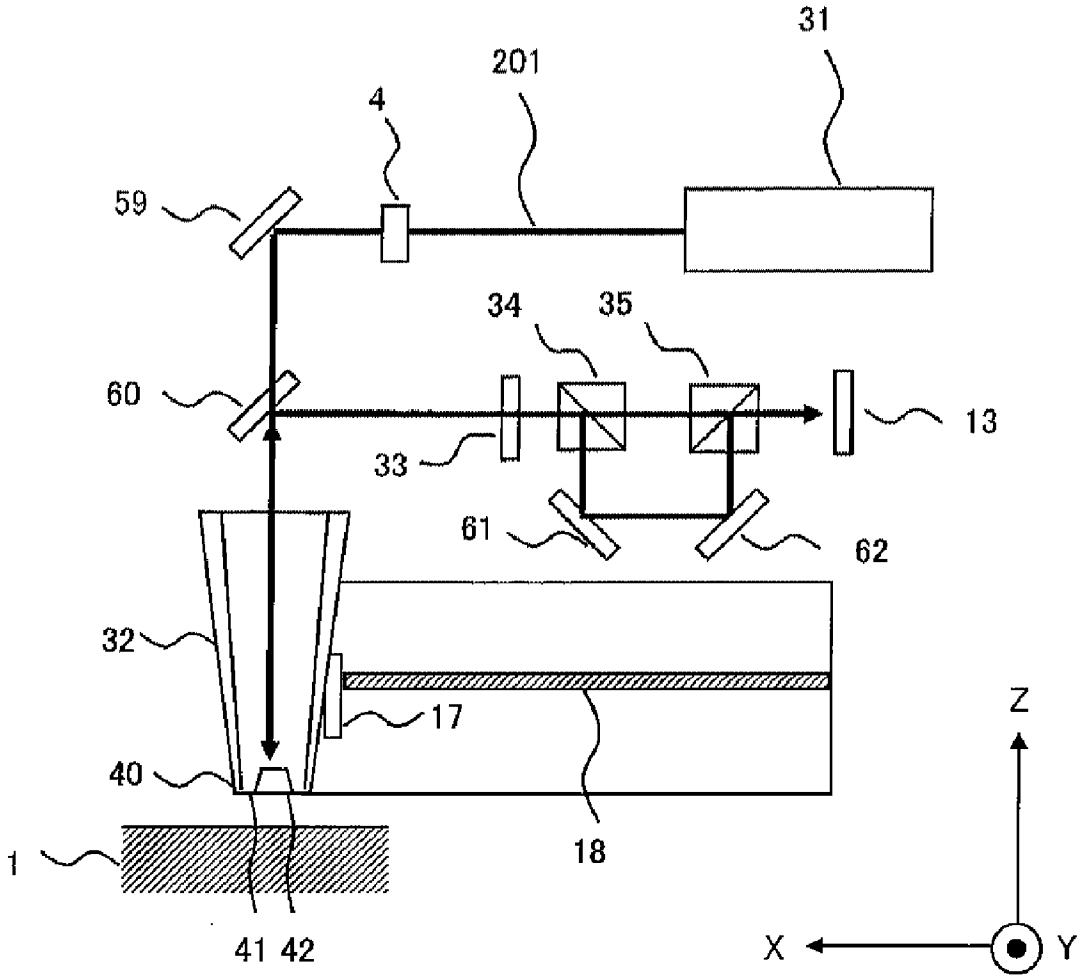
[図9]

図9



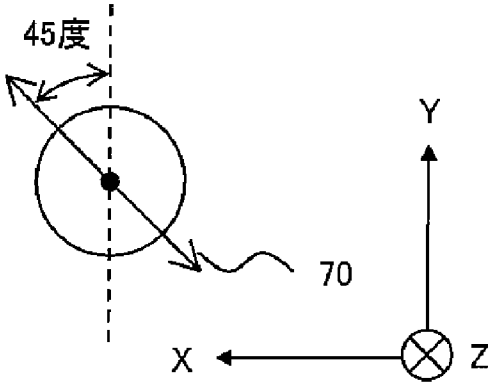
[図10]

図10



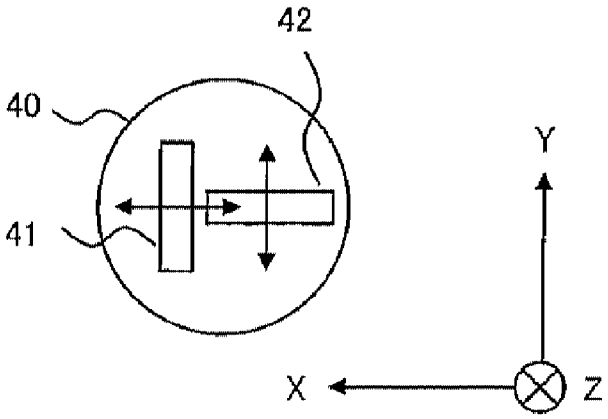
[図11]

図11



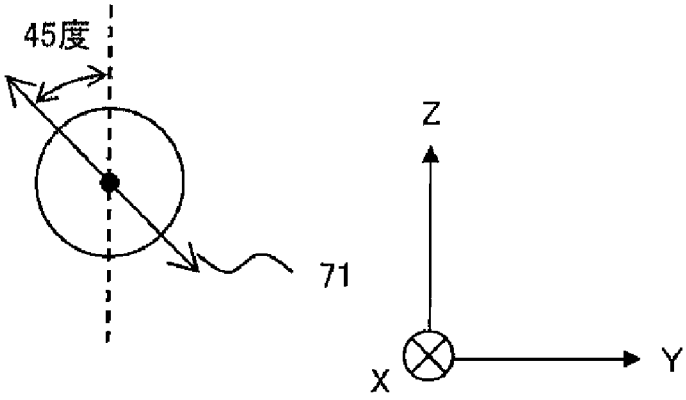
[図12]

図12



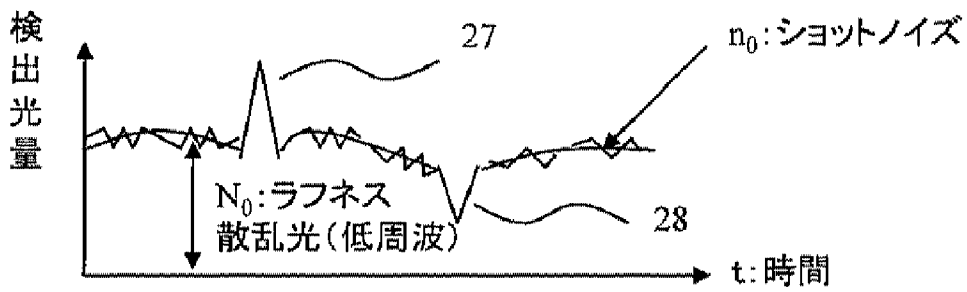
[図13]

図13



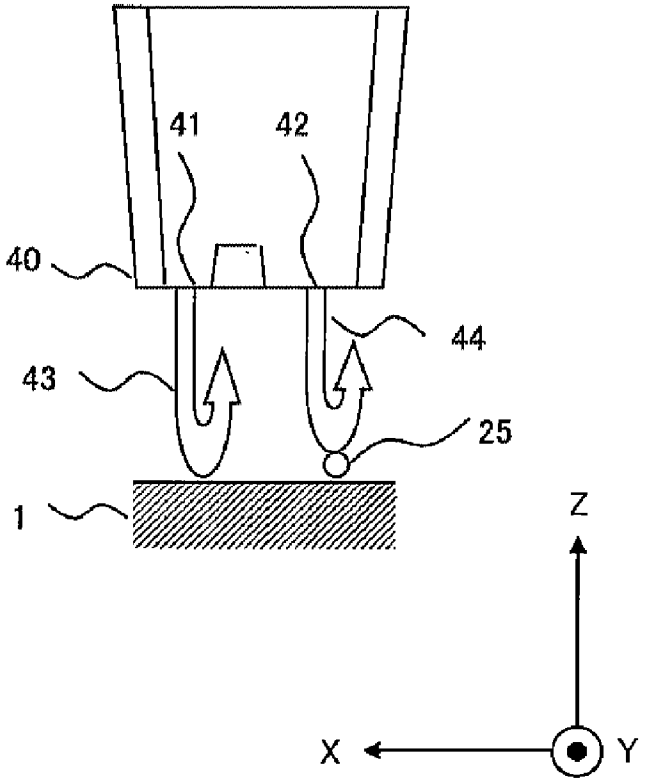
[図14]

図14



[図15]

図15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/002809

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01N21/956(2006.01)i, *G01B11/30*(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, G01B11/00-G01B11/30, H01L21/64-H01L21/66, G01N21/17-21/61

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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.
A	JP 2008-82999 A (Hitachi, Ltd.), 10 April 2008 (10.04.2008), paragraphs [0008], [0009], [0013], [0016] to [0019], [0037], [0038], [0042]; fig. 2, 7, 10 (Family: none)	1-16
A	JP 2008-268199 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 06 November 2008 (06.11.2008), paragraphs [0051], [0052] & US 2008/0239289 A1	1-16
A	JP 2009-204387 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 10 September 2009 (10.09.2009), paragraphs [0013], [0016] & US 2009/0213364 A1	1-16

☒ 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 05 July, 2011 (05.07.11)	Date of mailing of the international search report 19 July, 2011 (19.07.11)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/002809

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 9-304403 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 28 November 1997 (28.11.1997), entire text (Family: none)	1-16
A	JP 2007-315963 A (Ricoh Co., Ltd.), 06 December 2007 (06.12.2007), entire text (Family: none)	1-16
A	JP 2006-215004 A (Ricoh Co., Ltd.), 17 August 2006 (17.08.2006), entire text (Family: none)	1-16
A	JP 2000-304755 A (Seiko Instruments Inc.), 02 November 2000 (02.11.2000), entire text (Family: none)	1-16
P,A	JP 2010-197347 A (Hitachi, Ltd.), 09 September 2010 (09.09.2010), entire text & WO 2010/098000 A1	1-16

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１１／００２８０９

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, G01B11/30(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01N21/84-G01N21/958, G01B11/00-G01B11/30, H01L21/64-H01L21/66, G01N21/17-21/61

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	１９７１－２０１１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１１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
A	JP 2008-82999 A (株式会社日立製作所) 2008.04.10, 【0008】, 【0009】, 【0013】, 【0016】-【0019】, 【0037】, 【0038】, 【0042】, 図2, 図7, 図10 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 2008-268199 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2008.11.06, 【0051】, 【0052】 & US 2008/0239289 A1	1-16
A	JP 2009-204387 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2009.09.10, 【0013】, 【0016】 & US 2009/0213364 A1	1-16

☑　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 ０５．０７．２０１１	国際調査報告の発送日 １９．０７．２０１１
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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）　２Ｗ　４４６２ 越柴　洋哉 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２９２

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 9-304403 A (オリンパス光学工業株式会社) 1997.11.28, 全文 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 2007-315963 A (株式会社リコー) 2007.12.06, 全文 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 2006-215004 A (株式会社リコー) 2006.08.17, 全文 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 2000-304755 A (セイコーインスツルメンツ株式会社) 2000.11.02, 全文 (ファミリーなし)	1-16
P,A	JP 2010-197347 A (株式会社日立製作所) 2010.09.09, 全文 & WO 2010/098000 A1	1-16