(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 9 月 10 日(10.09.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/100973 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/JP2010/050851

(22) 国際出願日: 2010 年 1 月 22 日(22.01.2010)

(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 2009-053921 2009 年 3 月 6 日(06.03.2009) 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): 松井 繁 (MATSUI Shigeru) [JP/JP]; 〒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).

(74) 代理人: 春日 譲(KASUGA Yuzuru); 〒1030023 東京都中央区日本橋本町三丁目４番１号トリイ日本橋ビル 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, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

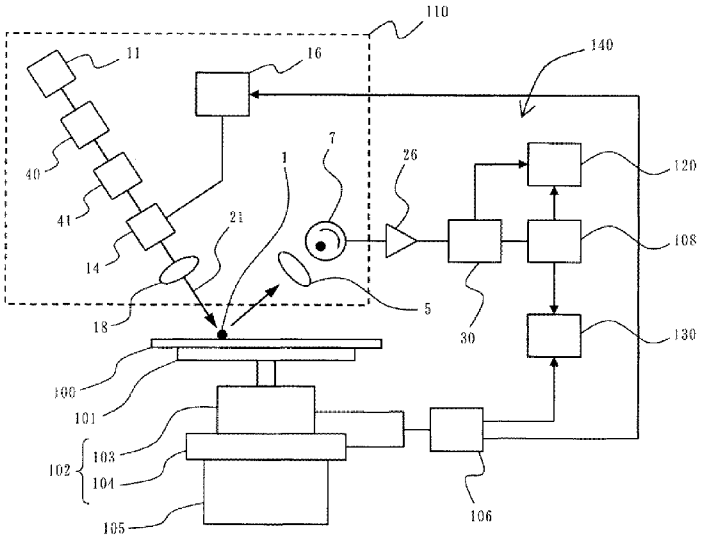
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) **Title**: SURFACE INSPECTING APPARATUS AND SURFACE INSPECTING METHOD

(54) 発明の名称 : 表面検査装置及び表面検査方法

[図1]



(57) **Abstract**: Provided is a surface inspecting apparatus wherein a subject to be inspected is rotated for the purpose of main scanning and is, at the same time, translated for the purpose of sub-scanning, the surface of a semiconductor wafer (100) is irradiated with illuminating light (21), an illuminating spot (3), i.e., the irradiation range of the illuminating light (21) is formed, scattered light, diffracted light and reflected light from the illuminating spot are detected, and based on the detection results, foreign materials on the surface of the semiconductor wafer (100) or inside of the wafer close to the surface are detected. The translation speed of the sub-scanning is controlled corresponding to the distance between the rotational center of the main scanning of the semiconductor wafer (100) and the illuminating spot. Thus, the inspection time can be shortened, while suppressing deterioration of detection sensitivity of the surface inspection and increase of thermal damages.

(57) 要約: 被検査物を主走査として回転移動させると共に副走査として並進移動させ、半導体ウエハ１００の表面に照明光２１を照射して、その照明光２１の照射範囲である照明スポット３を形成し、照明スポットからの散乱・回折・反射光を検出し、その検出結果に基づいて半導体ウエハ１００の表面上または表面近傍内部に存在する異物を検出する表面検査装置において、副走査の並進移動速度を、半導体ウエハ１００の主走査における回転中心から照明スポットまでの距離に応じて制御する。 これにより、表面検査における検出感度の低下、及び熱ダメージの増加を抑制しつつ、検査時間を短縮することができる。

WO 2010/100973 A1

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 ： 表面検査装置及び表面検査方法

技術分野

[0001] 本発明は、半導体基板や薄膜基板等の表面に存在する異物、きず、欠陥、汚れ等（以下、これらを総称して異物と記載する）を検出する検査装置及び検査方法に関する。

背景技術

[0002] 半導体基板や薄膜基板等（以下、これらを総称して被検査物と称する）の製造工程においては、被検査物の表面上の異物、傷、欠陥、汚れ等（以下、これらを総称して異物と称する）を検出し、管理することにより、製造装置の発塵状況や工程の清浄度などを監視し、製品の品質や歩留りの低下を抑制することが重要である。

[0003] そのような被検査物の表面における異物を検出する装置としては、例えば、特許文献１及び２に記載されているように、被検査物の表面に検査光を固定照射し、披検査物を回転移動しながら並進移動することによって、照明光により照明された領域（以下、照明スポットと称する）で被検査物の表面を螺旋状に走査し（このとき、被検査物の回転方向の走査を主走査、その主走査に対して直交する方向の走査を副走査と呼ぶ）、被検査基板の表面で発生した散乱光を検出することにより、被検査物の表面上または表面近傍内部に存在する異物を検出する表面検査装置が開示されている。

[0004] また、特許文献３には、照明スポットの被検査物における主走査方向の径を可変とし、照明スポットが被検査物の回転中心に近いほど、その主走査方向の径を大きく、回転中心から遠ざかるほど小さくなるように変化させることにより、被検査物における表面温度上昇および異物・欠陥の検出感度を検査中概略一定に保つようにしたものが開示されている。また、特許文献４及び５には、被検査物の表面に固定径の照明スポットを複数形成し、それら複数の照明スポットからの散乱光を検出する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２００７－３０９７１３号公報

特許文献2：特開２００８－３２５８２号公報

特許文献3：米国特許出願公開第２００６／０２５６３２５号明細書

特許文献4：特開２００８－８８０３号公報

特許文献5：特開２００８－２０３５９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 近年、半導体基板や薄膜基板等（被検査物）の表面検査において、検出が要求される異物のサイズが急速に小さくなってきており、また、これら被検査物の面積は増大傾向にあるので、被検査物を検査するのに必要な検査時間の増大が懸念されている。

[0007] 表面検査に要する時間を短縮する方法としては、例えは、回転数を増加させる方法が考えられるが、被検査物の強度や設置装置への固定強度の観点から設定される上限の回転速度で動作させている場合が多く、したがって、さらなる回転速度の高速化は期待できない。

[0008] また、その他の方法として、例えば、照明スポットの照度を保ったまま、照明スポットの副走査方向の径を大きくすると共に、それに対応して副走査方向の送りピッチを大きくし、被検査物が１回転する間に照明スポットにより走査する面積を増加させることにより、検査時間の短縮を図ることが考えられる。

[0009] しかしながら、照明スポットの照度を保ったまま、副走査方向の径を大きくすると、被検査物表面の微小ラフネスから生じる背景散乱光が増大して、異物の検出感度が低下してしまう。また、照明スポットの照度を増やせば、検出感度の低下はある程度抑制できるが、被検査物への熱ダメージが増大してしまう。

[0010] 本発明は上記に鑑みてなされたものであり、表面検査における検出感度の低下、及び熱ダメージの増加を抑制しつつ、検査時間を短縮することができる表面検査装置及び表面検査方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0011] 上記目的を達成するために、本発明は、被検査物を主走査として回転移動させ、副走査として並進移動させる披検査物移動手段と、前記被検査物の表面に照明光を照射して、その照明光の照射範囲である照明スポットを形成する照明光照射手段と、前記照明スポットからの散乱・回折・反射光を検出する光検出手段と、前記光検出手段からの検出結果に基づいて前記被検査物の表面上または表面近傍内部に存在する異物を検出する異物検出手段とを備え、前記被検査物移動手段における副走査の並進移動速度を、前記被検査物の主走査における回転中心から前記照明スポットまでの距離に応じて制御するものとする。

発明の効果

[0012] 本発明においては、表面検査における検出感度の低下、及び熱ダメージの増加を抑制しつつ、検査時間を短縮することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の第１の実施の形態に係る表面検査装置の全体構成を示す概略図である。

[図2]本発明の第１の実施の形態の被検査物表面における照明スポット位置と角速度、及び送りピッチの関係の一例を示す図である。

[図3]本発明の第１の実施の形態の被検査物表面における照明スポット位置と角速度、及び送りピッチの関係のその他の例を示す図である。

[図4]本発明の第２の実施の形態に係る表面検査装置の全体構成を示す概略図である。

[図5]本発明の第２の実施の形態の被検査物表面における照明スポット位置と角速度、及び送りピッチの関係の一例を示す図である。

[図6]本発明の第３の実施の形態に係る表面検査装置の全体構成を示す概略図

である。

[図7]本発明の第３の実施の形態の被検査物表面における照明スポットを示す図である。

[図8]本発明の第４の実施の形態に係る表面検査装置の全体構成を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の実施の形態を図面を参照しつつ説明する。

[0015] ＜第１の実施の形態＞

図１は、本発明の第１の実施の形態に係る表面検査装置の全体構成を示す概略図である。

[0016] 図１において、本実施の形態の表面検査装置は、被検査物の一例である半導体ウエハ１００と、半導体ウエハ１００を真空吸着するチャック１０１と、チャック１０１を半導体ウエハ１００と共に回転移動する回転ステージ１０３及び並進移動する並進ステージ１０４とから成る被検査物移動ステージ１０２と、真空チャック１０１及び被検査物移動ステージ１０２を垂直方向に移動することにより半導体ウエハ１００を垂直方向に移動するＺステージ１０５と、半導体ウエハ１００の上方に配置され、その半導体ウエハ１００の表面に照明光２１を照射し、半導体ウエハ１００の表面からの散乱・回折・反射光を検出する照明・検出光学系１１０と、被検査物移動ステージ１０２及び照明・検出光学系１１０の照明・検出動作を制御する照明・検出制御系１４０とを備えている。

[0017] 半導体ウエハ１００の表面に照明光２１を照射し、被検査物移動ステージ１０２により半導体ウエハ１００を回転移動及び並進移動させることにより、半導体ウエハ１００の表面を照明光２１により走査する。このとき、回転ステージ１０３が半導体１００を回転移動させることにより行われる走査、すなわち回転方向に沿う方向の走査を主走査、並進ステージ１０４が半導体１００を並進移動することにより行われる走査、すなわち主走査に直行する方向の走査を副走査と呼ぶ。

[0018] 照明・検出光学系１１０は、レーザ光を生成し射出する光源１１と、光源１１から射出されたレーザ光を減光し、その光強度を調整する光量調節機構４０と、光調節機構４０からのレーザ光の光径を調整するビームエキスパンダ４１と、ビームエキスパンダ４１からのレーザ光を所定のビーム径の平行光束に整形するビーム幅整形光学系１４と、ビーム幅整形光学系１４の動作を制御するビーム幅制御機構１６と、ビーム幅整形光学系１４からのレーザ光を照明光２１として半導体ウエハ１００の表面に照射し、照明スポット３（後の図７参照）を形成するレンズ１８とを備えている。

[0019] ビーム幅整形光学系１４は、照明光２１の断面形状を所定の一方向に圧縮して楕円形にする機能を有している。また、ビーム幅制御機構１６は、ビーム幅整形光学系１４を制御することにより、楕円形に整形された照明光２１の断面形状における縦横比を１：１から１：１／８の間で変化させる。なお、照明光２１の断面形状（縦横比）によらず、その照明光２１全体の強度は一定に保たれる。

[0020] 照明光２１は例えばＰ偏光であり、被検査物である半導体ウエハ１００の表面に、概略、結晶Ｓｉに対するブリュースター角で斜入射するように構成されている。このため照明スポット３は概略楕円形状をしており、その長軸を比検査物移動ステージ１０２の副走査方向、すなわち、主走査方向に直行する方向に向けて形成されている。

[0021] ここで、照度が照明スポット３の中心部の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、あらためて照明スポット３と定義する。この照明スポット３の長軸方向の幅をｄ１、短軸方向の幅をｄ２とする。ビーム幅整形光学系１４において、レーザ光の断面形状が圧縮される方向はこの長径ｄ１の方向に対応しており、短径ｄ２は一定に保たれる。ビーム幅整形光学系１４における縦横比の圧縮率が１：１／Ｋ（ただし、１≦Ｋ≦８）であるとき、ｄ１とｄ２の関係は次式で表わされる。

[0022]

[数1]

$$d_1 = \frac{K \times d_2}{\cos\theta} \qquad \cdots (式1)$$

[0023] また、照明・検出工学系１１０は、レーリー散乱に従うような微小な異物（異物、傷、欠陥、汚れ等）１に対して効率良くその散乱光（散乱・回折・反射光）を捕捉できるよう、低い仰角で散乱光を集光できるように配置された集光レンズ５と、異物１からの散乱光を検出する光検出器（例えば、光電子増倍管）７とを備えている。なお、本実施例では光検出器７として光電子増倍管を用いているが、異物１からの散乱光を高感度に検出できる光検出器であれば他の検出原理の光検出器であっても良い。

[0024] 照明・検出制御系１４０は、増幅器２６、Ａ／Ｄ変換器３０、粒径算出機構１２０、異物・欠陥判定機構１０８、異物・欠陥座標検出機構１３０、及び検査座標検出機構１０６を備えている。

[0025] 光検出器７からの散乱光信号は増幅器２６で増幅された後、Ａ／Ｄ変換器３０で予め定められたサンプリング間隔毎にサンプリングされ、デジタルデータに変換される。Ａ／Ｄ変換器３０によるサンプリング間隔は主走査の１回転の間を概略一定の等角度間隔で刻むように設定されている。異物１に対応する散乱光信号は、その異物１が照明スポット３の短軸方向の幅ｄ２を横切る分の時間幅にわたり持続して発生するため、デジタルデータはこの時間幅に相当するサンプリング点数分にわたる統計演算処理が施される。統計演算処理を施された平均化デジタルデータは異物・欠陥判定機構１０８で、予め定められた検出閾値と比較され、平均化デジタルデータがその閾値以上であれば、異物・欠陥判定機構１０８はこの平均化デジタルデータが異物・欠陥よるものだと判定して、その後の平均化デジタルデータの値の変化を監視し、最大値が検出された時点で異物・欠陥判定情報を発生する。異物・欠陥座標検出機構１３０は、異物・欠陥判定情報が発生すると、検出された異物・欠陥の座標位置を算出する。続いて粒径算出機構１２０は平均化デジタルデータの最大値から、検出された異物・欠陥の大きさを算出する。この際、

同じ大きさの異物・欠陥であっても、そこから得られる平均デジタルデータの大きさは照明スポット３の照度に比例して変化する。なお、ビーム幅整形光学系１４によって照明スポット３の面積をＫ倍だけ変化させるように制御するので、検出された異物・欠陥の大きさを算出する際には、平均化デジタルデータを照明スポット３の面積変化に伴う照度変化分だけ補正して用いる。

[0026] 被検査物体移動ステージ１０２は、主走査である回転移動θと副走査である並進移動ｒを組合せて変化させることで、相対的に照明スポット３を半導体ウエハ１００の概略全表面上で螺旋状に走査させる。被検査物体移動ステージ１０２には、検査中の主走査座標位置θと副走査座標位置ｒを検出するために、検査座標検出機構１０６が取り付けてある。なお、本実施の形態においては、主走査座標位置θの検出には光学読み取り式のロータリーエンコーダ（図示せず）を用い、副走査座標位置ｒには光学読み取り式のリニアエンコーダを用いているが、共に、高精度で角度または直線上の位置が検出できるセンサであれば、他の検出原理を用いたものでも良い。また、照明スポット３の走査は半導体ウエハ１００の内周から外周に向かって行うが、逆であっても良い。

[0027] 図２は、本発明の第１の実施の形態の被検査物表面における照明スポット３の位置と角速度、及び送りピッチの関係の一例を示す図である。

[0028] 図２において、縦軸は被検査物移動ステージ１０２の回転ステージ１０３による半導体ウエハ１００の主走査方向への回転移動速度（角速度）、及び並進ステージ１０４による半導体１００ウエハの副走査方向への並進移動速度、すなわち、回転ステージが１回転する間に並進ステージ１０４が移動する距離（送りピッチ）を示しており、横軸は、ウエハ１００の中心から照明スポット３までの距離（以下、半径と称する）ｒを示している。また、半導体ウエハ１００を、その回転中心からの半径ｒによって、３つの領域Ａ，Ｂ，Ｃとする。領域Ａが最も回転中心に近い領域であり、領域Ｃが最も回転中心から遠い領域、すなわち、半導体ウエハ１００の外縁部である。また、領

域Ｂは領域Ａと領域Ｂの間の領域である。

[0029] 角速度は、半径ｒによらず一定の値ｂ１である。

[0030] 送りピッチは、領域Ａにおいては一定値ａ１であり、領域Ｂにおいては半径ｒに概略反比例するように減少し、領域Ｃにおいては一定値ｃ１である。ここで、領域Ａを内周送りピッチ固定領域、領域Ｂを送りピッチ制御領域、領域Ｃを外周送りピッチ固定領域と称する。

[0031] ここで、送りピッチｐが、$p > d_1$であると、半導体ウエハ１００上で照明スポット３による螺旋状走査において照明光１０２が照射されず、検査されない隙間領域ができてしまうので、$p \leqq d_1$となるよう、d_1の大きさも上記ｐの変化に同期させて、半径ｒに概略反比例するように制御する。この制御は、ビーム幅制御機構１６によりビーム幅整形光学系１４を制御することで行う。上記のように主走査回転角速度、副走査送りピッチｐ、照明スポット３の長径d_1を制御する結果、送りピッチ制御領域（領域Ｂ）においては、照明スポット３が半径ｒの位置にあるとき、半導体ウエハ１００の表面に対する照明スポット３の主走査方向における相対移動速度（線速度）は角速度×反径ｒであり、半径ｒに比例する一方で、副走査の送りピッチｐはｒに反比例するため、その積である検査面積速度は概略一定となる。また前述のように、平均化デジタルデータは主走査の１回転の間を概略等角度間隔で刻んだサンプリング間隔毎に発生するため、送りピッチ制御領域（領域Ｂ）においては、半導体ウエハ１００の表面上の単位面積あたりに含まれる平均化デジタルデータの点数は、概略一定となる。

[0032] 以上のように構成した表面検査装置にいて、半導体ウエハ１００の中心から外周までの半径をＲ、半導体ウエハ１００の全体を検査（走査）するのに必要な検査時間をＴ、主走査回転の総周数をＭとし、そのうちの第ｉ周目における送りピッチをｐｉ（ｍｍ）、主走査回転速度をωｉ（ｒ／ｓ）、主走査の１回転に要する時間をΔＴｉ（ｓ）とし、かつ、副走査速度は主走査速度に比べて十分遅いと仮定すると、Ｒ及びＴはそれぞれ下式のように表すことができる。

[0033] [数2]

$$R = \sum_{i=1}^{M} P_i \qquad \cdots (式2)$$

[0034] [数3]

$$T = \sum_{i=1}^{M} \Delta T_i = \sum_{i=1}^{M} \left(\frac{1}{\omega_i} \right) \qquad \cdots (式3)$$

[0035] 送りピッチｐは、前述のように検査中一定に保たれるので、ｐ０を定数としてｐｉ＝ｐ０とすると、式１は次式のように表わされる。

[0036] [数4]

$$R = \sum_{i=1}^{M} P_i = Mp_0 \qquad \cdots (式4)$$

[0037] 上記式４より、半導体ウエハ１００の全体を検査（走査）するのに必要な主走査回転の総周数Ｍは次式で表わされる。

[0038] [数5]

$$M = \frac{R}{p_0} \qquad \cdots (式5)$$

[0039] 上記式５を式３に代入すると下記の関係式が得られる。

[0040] [数6]

$$T = \sum_{i=1}^{R/p_0} \left(\frac{1}{\omega_i} \right) \qquad \cdots (式6)$$

[0041] 被検査物移動ステージ１０２の主走査回転機構には回転可能な上限回転速度が存在するので、それをωｍａｘとすると、上記式６は次式のように表わされる。

[0042] [数7]

$$T \leqq \sum_{i=1}^{R/p_0}\left(\frac{1}{\omega_{\max}}\right) = \frac{R}{p_0 \cdot \omega_{\max}} \qquad \cdots (式7)$$

[0043] すなわち、次式が得られる。

[0044] [数8]

$$T_{\min} = \frac{R}{p_0 \cdot \omega_{\max}} \qquad \cdots (式8)$$

[0045] 上記式８から、副走査送りピッチが一定である場合、主走査を常に上限回転速度であるωｍａｘで回転させても、検査時間ＴはＴｍｉｎより短くすることができないことがわかる。

[0046] 次に、各数値の一例を用いて、（１）表面検査時間Ｔ、（２）検出感度、（３）熱ダメージについて検証する。

[0047] （１）表面検査時間Ｔ

まず、一例として直径３００ｍｍの半導体ウエハ１００を考える。この半導体ウエハ１００の全領域を検査（走査）するのに必要な検査時間をＴとし、内周送りピッチ固定領域（図２の領域Ａ）、送りピッチ制御領域（図２の領域Ｂ）、外周送りピッチ固定領域（図２の領域Ｃ）の各領域における照明スポット３の長径ｄ１、および主走査回転の第ｉ周目における送りピッチｐｉを次のように定義する。

・内周送りピッチ固定領域：０ｍｍ≦ｒ＜１２．５ｍｍ，ｄ１＝０．４ｍｍ，ｐｉ＝０．２ｍｍ

・送りピッチ制御領域　　：１２．５ｍｍ≦ｒ＜１００ｍｍ，ｄ１＝５／ｒｍｍ，ｐｉ＝２．５／ｒｍｍ

・外周送りピッチ固定領域：１００ｍｍ≦ｒ＜１５０ｍｍ，ｄ１＝０．０５ｍｍ，ｐｉ＝０．０２５ｍｍ

上記のように定義した各領域における主走査回転の周回数は、

・内周送りピッチ固定領域：１≦ｉ≦６２

・送りピッチ制御領域　　：６３≦ｉ≦２０３０

・外周送りピッチ固定領域：２０３１≦ｉ≦４０３０

となり、主走査回転の総周数Ｍは、Ｍ＝４０３０となる。

[0048] ここで、領域Ａ，Ｂ，Ｃの全てにおいて、ｄ１とｐｉを

・領域Ａ，Ｂ，Ｃ：ｄ１＝０．０５㎜，ｐｉ＝０．０２５㎜

で一定とした場合には、

Ｍ＝１５０／０．０２５＝６０００

となる。

[0049] つまり、角速度一定で主走査回転を行った場合、半導体ウエハ１００の全領域においてｄ１とｐｉを一定として検査（走査）した場合の検査時間Ｔと比較して、本実施の形態における表面検査は検査時間を約２／３Ｔとすることができる。

[0050] （２）検出感度

次に、異物の検出感度について考える。本実施の形態においては、外周送りピッチ固定領域（図２の領域Ｃ）において、照明スポット３の長径ｄ１、および副走査の送りピッチ（並進移動速度）ｐを一定に維持する。これらを従来技術と等しく設定した場合、検出感度は当然、従来技術と同等である。なお、この領域内では照明スポット３の照度が一定に保たれるので、線速度が最も遅くなる、最内周の送りピッチ制御領域（図２の領域Ａ）との境界において検出感度が最も高くなる。

[0051] 次に、送りピッチ制御領域（図２の領域Ｂ）について考える。前述のように、半導体ウエハ１００上にある異物１からの散乱光信号は異物１が照明スポット３の短径ｄ２を横切る分の時間幅にわたり持続して発生すると考えることができるので、この場合、異物１からの散乱光を光検出器７で検出したときに得られる散乱信号の正味信号量Ｓは、＜照明スポットの照度＞に比例し、＜照明スポット位置での線速度＞に反比例することになる。この領域では、＜照明スポットの照度＞は＜照明スポット位置の半径ｒ＞に比例して制

御され、角速度一定送りの条件下では、＜照明スポット位置での線速度＞は＜照明スポット位置の半径ｒ＞に比例するので、２つの要因の比＜照明スポットの照度＞／＜照明スポット位置での線速度＞は一定となる。一方、異物１検出時の雑音の大きさＮは単位時間当たりの総照射強度の１／２乗、すなわち＜照明スポットの照度＞×＜照明スポットの面積＞の積の１／２乗に比例することが知られている。前述のように本実施例では、＜照明スポットの面積＞を変えても照射光２１全体の強度は一定に保たれているので、雑音の大きさＮへの影響は一定となる。これらの結果として、この領域内では、外周送りピッチ固定領域（図２の領域Ｃ）との境界における検出感度と概略等しい検出感度が得られる。

[0052] 次に、内周送りピッチ固定領域（図２の領域Ａ）であるが、外周送りピッチ固定領域（図２の領域Ｃ）と同様にこの領域では＜照明スポットの照度＞が一定に保たれるので、最外周の送りピッチ制御領域（図２の領域Ｃ）との境界における検出感度が最も低く、この領域全体としてはそれよりも高い検出感度が得られる。すなわち、本実施の形態においては、外周送りピッチ固定領域（図２の領域Ｃ）において従来技術と同等の検出感度が得られ、それより内周においても外周部と少なくとも同等以上の検出感度が保たれると言うことができる。

[0053] （３）熱ダメージ

次に、検査中に半導体ウエハ１００が受ける熱ダメージについて考える。本実施の形態においては、前述のように照明に用いる照射光２１全体の強度は概略一定に保たれ、内周部ほど照明スポット３の面積が大きくなっているため、内周部ほど照明スポット３の照度は減少する。検査中に半導体ウエハ１００表面が受ける熱ダメージは、熱源である照明スポット３の相対移動線速度が等しい場合には、照明スポット３の照度に概略比例することが知られている。半径ｒが同一の位置においては、本実施例の技術でも従来技術でも線速度はほぼ等しく、内周部では本実施例の方が照明スポット３の照度が低いため、半導体ウエハ１００表面が受ける熱ダメージを低減させることがで

きる。また、熱ダメージは線速度が大きいほど小さくなり、線速度は照明スポット３の位置の半径ｒに比例して大きくなることから、照明スポット３の照度が一定であれば、熱ダメージは半導体ウエハ１００外周部で小さく、内周部ほど大きくなる。前述のように本実施例では内周部ほど照明スポット３の照度が減少するため、熱ダメージは半導体ウエハ外周部で小さく、内周部ほど大きくなることを軽減させることができる。

[0054] 以上のように構成した本実施の形態においては、半導体ウエハ１００における副走査の送りピッチ（並進移動速度）を、半導体ウエハ１００の主走査における回転中心から照明スポット３までの距離に応じて制御するよう構成したので、表面検査における検出感度の低下、及び熱ダメージの増加を抑制しつつ、検査時間を短縮することができる。

[0055] なお、以上のように構成した本実施の形態においては、図２で説明したように、送りピッチ制御領域（図２の領域Ｂ）において、送りピッチを半径ｒに概略反比例するように減少させるよう構成したがこれに限られず、送りピッチが半径ｒに概略反比例するようにすれば良い。例えば、図３に示すように、送りピッチを半径ｒに概略反比例するように減少させるようステップ状に変化させた場合においても、本実施の形態と同様の効果を得ることができる。

[0056] ＜第２の実施の形態＞

本発明の第２の実施の形態を図４及び図５を参照しつつ説明する。

[0057] 図４は本発明の第２の実施の形態に係る表面検査装置の全体構成を示す概略図であり、図５は本発明の第２の実施の形態の被検査物表面における照明スポット３の位置と角速度、及び送りピッチの関係を示す図である。図中、図４及び図５に示す部分と同等のものには同じ符号を付し、説明を省略する。

[0058] 図４において、本実施の形態の表面検査装置は、増幅器２６の周波数帯域を制御する周波数帯域幅制御部２７を備えている。

[0059] 周波数帯域制御部２７は、被検査物移動ステージ１０２における副走査の

送りピッチ（並進移動速度）を、半導体ウエハ１００の主走査における回転中心から照明スポット３までの距離（半径ｒ）に応じて制御する。前述のように、異物１による散乱・回折・反射光を光検出器７により検出した場合の散乱光信号は、異物１が照明スポット３の短径ｄ２を横切る分の時間幅にわたり持続して発生するが、角速度一定送りの条件下においては線速度が照明スポット３の位置の半径ｒに比例し、短径ｄ２を変化させない場合には時間幅は半径ｒに反比例するので、光検出器７からの散乱光信号の時間変化波形を通過させるのに必要な周波数帯域幅Δｆは半径ｒに比例することになる。そこで、周波数帯域幅制御部２７は、光検出器７の出力信号（散乱光信号）を増幅する際の周波数帯域幅Δｆを照明スポット３の位置の半径ｒに比例させるよう制御する。

[0060] Ａ／Ｄ変換器３０からのデジタルデータは異物・欠陥判定機構１０８で、予め定められた検出閾値と比較され、デジタルデータがその閾値以上であれば、異物・欠陥判定機構１０８はこのデジタルデータが異物・欠陥によるものだと判定して、その後のデジタルデータの値の変化を監視し、最大値が検出された時点で異物・欠陥判定情報を発生する。異物・欠陥座標検出機構１３０は、異物・欠陥判定情報が発生すると、検出された異物・欠陥の座標位置を算出する。続いて粒径算出機構１２０はデジタルデータの最大値から、検出された異物・欠陥の大きさを算出する。この際、同じ大きさの異物・欠陥であっても、そこから得られるデジタルデータの大きさは照明スポット３の照度に比例して変化するので、デジタルデータは照明スポット３の面積変化に伴う照度変化分だけ補正して用いる。

[0061] 図５において、縦軸は被検査物移動ステージ１０２の回転ステージ１０３による半導体ウエハ１００の主走査方向への回転移動速度（角速度）、及び並進ステージ１０４による半導体１００ウエハの副走査方向への並進移動速度、すなわち、回転ステージが１回転する間に並進ステージ１０４が移動する距離（送りピッチ）を示しており、横軸は、ウエハ１００の中心から照明スポット３までの距離（以下、半径と称する）ｒを示している。また、半導

体ウエハ１００を、その回転中心からの半径ｒによって、３つの領域Ａ，Ｂ，Ｃとする。領域Ａが最も回転中心に近い領域であり、領域Ｃが最も回転中心から遠い領域、すなわち、半導体ウエハ１００の外縁部である。また、領域Ｂは領域Ａと領域Ｂの間の領域である。

[0062] 角速度は、半径ｒによらず一定の値ｂ１である。

[0063] 送りピッチは、領域Ａにおいては一定値ａ１であり、領域Ｂにおいては半径ｒの１／２乗に概略反比例するように減少し、領域Ｃにおいては一定値ｃ１である。ここで、領域Ａを内周送りピッチ固定領域、領域Ｂを送りピッチ制御領域、領域Ｃを外周送りピッチ固定領域と称する。

[0064] 次に、各数値の一例を用いて、（１）表面検査時間Ｔ、（２）検出感度、（３）熱ダメージについて検証する。

[0065] （１）表面検査時間Ｔ

まず、一例として直径３００ｍｍの半導体ウエハ１００を考える。この半導体ウエハ１００の全領域を検査（走査）するのに必要な検査時間をＴとし、内周送りピッチ固定領域（図５の領域Ａ）、送りピッチ制御領域（図５の領域Ｂ）、外周送りピッチ固定領域（図５の領域Ｃ）の各領域における照明スポット３の長径ｄ１、および主走査回転の第ｉ周目における送りピッチｐｉを次のように定義する。

・内周送りピッチ固定領域：０ｍｍ≦ｒ＜１．５６２５ｍｍ，ｄ１＝０．４ｍｍ，ｐｉ＝０．２ｍｍ

・送りピッチ制御領域　　：１．５６２５ｍｍ≦ｒ＜１００ｍｍ，ｄ１＝０．５／$r^{1/2}$ｍｍ，ｐｉ＝０．２５／$r^{1/2}$ｍｍ

・外周送りピッチ固定領域：１００ｍｍ≦ｒ＜１５０ｍｍ，ｄ１＝０．０５ｍｍ，ｐｉ＝０．０２５ｍｍ

上記のように定義した各領域における主走査回転の周回数は、

・内周送りピッチ固定領域　：　１≦ｉ≦７

・送りピッチ制御領域　　：　８≦ｉ≦２６６８

・外周送りピッチ固定領域　：　２６６９≦ｉ≦４６６８

となり、主走査回転の総周数Mは、Ｍ＝４６６８となる。

[0066] ここで、領域Ａ，Ｂ，Ｃの全てにおいて、ｄ１とｐｉを

・領域Ａ，Ｂ，Ｃ：ｄ１＝０．０５ｍｍ，ｐｉ＝０．０２５ｍｍ

で一定とした場合には、

Ｍ＝１５０／０．０２５＝６０００

となる。

[0067] つまり、角速度一定で主走査回転を行った場合、半導体ウエハ１００の全領域においてｄ１とｐｉを一定として検査（走査）した場合の検査時間Ｔと比較して、本実施の形態における表面検査は検査時間を約１／１．３Ｔに短縮することができる。

[0068] （２）検出感度

次に、異物の検出感度について考える。

[0069] 異物１からの散乱光を光検出器７で検出したときに得られる散乱光信号の正味信号量Ｓは＜照明スポットの照度＞に比例する一方、雑音の大きさＮは＜照明スポットの照度＞×＜照明スポットの面積＞×Δｆの積の１／２乗に比例する。その結果、正味信号量Ｓと雑音Ｎの比であるＳ／Ｎ比は、＜照明スポットの照度＞／（＜照明スポットの面積＞×Δｆ）の１／２乗に比例することになる。照明光２１の全体の強度および照明スポット３の短径ｄ２を検査中概略一定に保つものとすると、この場合、照明スポット３の長径ｄ１を照明スポット３位置の半径ｒの１／２乗に反比例させるよう制御すれば、＜照明スポットの照度＞は半径ｒの１／２乗に比例し、＜照明スポットの面積＞は半径ｒの１／２乗に反比例し、Δｆは半径ｒに比例するので、Ｓ／Ｎ比はこれらの因子に関し、概略一定に保たれる。そこで、回転ステージ１０３は、角速度一定で駆動させるが、並進ステージ１０４については図５内に示したように、半導体ウエハ１００中心部の内周送りピッチ固定領域（図５の領域Ａ）と外縁部の外周送りピッチ固定領域（図５の領域Ｃ）の２つの領域を除いた送りピッチ制御領域（図５の領域Ｂ）において回転ステージ１０３が１回転する間に並進ステージ１０４が移動する送りピッチｐを、主走査

回転中心と照明スポット３の間の距離の１／２乗、すなわち照明スポット３の位置の半径ｒの１／２乗に概略反比例するよう駆動させる。また、内周送りピッチ固定領域（図５の領域Ａ）と外周送りピッチ固定領域（図５の領域Ｃ）では、ｐは一定値に固定して駆動させる。また、ｄ１の大きさも上記ｐの変化に同期させて、照明スポット３の位置の半径ｒの１／２乗に概略反比例するように制御する。これにより、送りピッチ制御領域（図５の領域Ｂ）での検出感度は前述のように、この領域内でほぼ一定となる。また、内周送りピッチ固定領域（図５の領域Ａ）と外周送りピッチ固定領域（図５の領域Ｃ）における検出感度については、第一の実施例と同様であるので、外周送りピッチ固定領域（図５の領域Ｃ）において従来技術と同等の検出感度が得られ、それより内周においても外周部と少なくとも同等以上の検出感度が保たれると言うことができる。

[0070] （３）熱ダメージ

次に、検査中に半導体ウエハ１００が受ける熱ダメージについて考える。本実施の形態においては、前述のように照明に用いる照射光２１全体の強度は概略一定に保たれ、内周部ほど照明スポット３の面積が大きくなっているため、内周部ほど照明スポット３の照度は減少する。検査中に半導体ウエハ１００の表面が受ける熱ダメージは、半導体ウエハ１００の外周部で小さく、内周部ほど大きくなることを軽減させることができる。

[0071] その他の構成は第１の実施の形態と同様である。

[0072] 以上のように構成した本実施の形態においても、半導体ウエハ１００における副走査の送りピッチ（並進移動速度）を、半導体ウエハ１００の主走査における回転中心から照明スポット３までの距離に応じて制御するよう構成したので、第１の実施の形態と同様に、表面検査における検出感度の低下、及び熱ダメージの増加を抑制しつつ、検査時間を短縮することができる。

[0073] ＜第３の実施の形態＞

本発明の第３の実施の形態を図６及び図７を参照しつつ説明する。

[0074] 図６は本発明の第３の実施の形態に係る表面検査装置の全体構成を示す概

略図である図中、図１に示す部分と同等のものには同じ符号を付し、説明を省略する。本実施の形態の表面検査装置は、第１の実施の形態におけるビーム幅成形光学系１４及びビーム幅制御機構１６に換えて、ビーム分割機構２２及びビーム間隔制御機構２３を備え、複数の照明スポット３を半導体ウエハ１００上に形成し、その照明スポット３の重複率を、半導体ウエハ１００の主走査における回転中心から照明スポット３までの距離が近いほど低く、距離が遠いほど高くなるよう制御するものである。

[0075] 図６において、ビーム分割機構２２は、レーザ光を分割し、複数（例えば、４つ）の照射光２１を半導体１００の表面に照射して複数（例えば、４つ）の照明スポット３を形成する（図７参照）。

[0076] 図７は本発明の第３の実施の形態の被検査物表面における照明スポット群３３を示す図である。

[0077] 図７において、縦方向が被検査物移動テーブル１０２における主走査方向に沿う方向であり、横方向が副走査方向に沿う方向（主走査方向に対して直交する方向）である。

[0078] 各照明スポット３は、それぞれ主走査方向及び副走査方向における中心を基準とし、主走査方向に沿う方向にａ、副走査方向に沿う方向にｂの間隔を隔てて等間隔に形成される。間隔ｂは、主走査に伴って４個の照明スポット３が描く軌跡が重複するよう設定される。複数の照明スポット３による軌跡の副走査方向の幅Wが照明スポット群３３の有効照明幅となる。表面検査中、間隔ａは概略一定に保たれるが、間隔ｂはビーム間隔制御機構２３により、照明スポット群３３の中心位置の半径ｒに概略反比例するように制御される。これにより、有効照明幅Wは半径ｒに概略反比例して変化させることができる。

[0079] その他の構成は、第１の実施の形態と同様である。

[0080] 以上のように構成した本実施の形態においても、第１の実施の形態と同様に、表面検査における検出感度の低下、及び熱ダメージの増加を抑制しつつ、検査時間を短縮することができる。

[0081] なお、本実施例のビーム間隔制御機構２３を、間隔ｂが照明スポット群３３の中心位置の半径ｒの１／２乗に概略反比例するように制御するよう構成すれば、第２の実施の形態における有効照明幅Ｗを変化させる手段の代替手段として用いることができることは言うまでもない。

[0082] ＜第４の実施の形態＞

本発明の第４の実施の形態を図８を参照しつつ説明する。

[0083] 図８は本発明の第４の実施の形態に係る表面検査装置の全体構成を示す概略図である図中、図１及び図６に示す部分と同等のものには同じ符号を付し、説明を省略する。本実施の形態の表面検査装置は、第３の実施の形態におけるビーム間隔制御機構２３に換えて、ビーム数制御機構２４を備え、複数の照明スポット３を半導体ウエハ１００上に形成し、その照明スポット３の数を、半導体ウエハ１００の主走査における回転中心から照明スポット３までの距離が近いほど多く、距離が遠いほど少なくなるよう制御するものである。

[0084] 図８において、ビーム分割機構２２は、レーザ光を分割し、複数（例えば、４つ）の照射光２１を半導体１００の表面に照射して複数（例えば、４つ）の照明スポット３を形成する（図７参照）。

[0085] 本実施の形態においては、表面検査中、間隔ａ及び間隔ｂは概略一定に保たれるが、照明スポット群３３を構成する複数の照明スポット３の個数は分割ビーム数制御機構２４により、照明スポット群３３の中心位置の半径ｒに概略反比例するように制御される。これにより、有効照明幅Ｗは半径ｒに概略反比例して変化させることができる。

[0086] その他の構成は、第３の実施の形態と同様である。

[0087] 以上のように構成した本実施の形態においても、第１及び第３の実施の形態と同様に、表面検査における検出感度の低下、及び熱ダメージの増加を抑制しつつ、検査時間を短縮することができる。

[0088] なお、本実施例の分割ビーム数制御機構２４を、間隔ｂが照明スポット群３３の中心位置の半径ｒの１／２乗に概略反比例するように制御するよう構

成すれば、第２の実施の形態の有効照明幅Ｗを変化させる手段の代替手段として用いることができることは言うまでもない。

符号の説明

[0089] １　異物

５　集光レンズ

７　光検出器

１１　光源

１４　ビーム幅整形光学系

１６　ビーム幅制御機構

１８　照射レンズ

２１　照明光

２６　増幅器

３０　Ａ／Ｄ変換器

４０　光量調節機構

４１　ビームエキスパンダ

１００　半導体ウエハ

１０１　チャック

１０２　被検査物移動ステージ

１０３　回転ステージ

１０４　並進ステージ

１０５　Ｚステージ

１０６　検査座標検出機構

１０８　異物・欠陥判定機構

１１０　照明・検出光学系

１２０　粒径算出機構

１３０　異物・欠陥座標検出機構

１４０　照明・検出制御系

請求の範囲

[請求項1] 被検査物を主走査として回転移動させ、副走査として並進移動させる披検査物移動手段と、前記被検査物の表面に照明光を照射して、その照明光の照射範囲である照明スポットを形成する照明光照射手段と、前記照明スポットからの散乱・回折・反射光を検出する光検出手段と、前記光検出手段からの検出結果に基づいて前記被検査物の表面上または表面近傍内部に存在する異物を検出する異物検出手段とを備えた表面検査装置を用いる表面検査方法であって、

前記被検査物移動手段における副走査の並進移動速度を、前記被検査物の主走査における回転中心から前記照明スポットまでの距離に応じて制御することを特徴とする表面検査方法。

[請求項2] 請求項１記載の表面検方法において、

前記被検査物移動手段の主走査における回転速度を一定としたことを特徴とする表面検査方法。

[請求項3] 請求項１記載の表面検査方法において、

前記被検査物移動手段における副走査の並進移動速度を、前記被検査物の主走査における回転中心から前記照明スポットまでの距離が近いほど大きく、距離が遠いほど小さくなるよう制御することを特徴とする表面検査方法。

[請求項4] 請求項１記載の表面検査方法において、

前記照明スポットにおける前記主走査方向に直交する方向の径を、前記被検査物の主走査における回転中心から前記照明スポットまでの距離が近いほど大きく、距離が遠いほど小さくなるよう制御することを特徴とする表面検査方法。

[請求項5] 請求項１記載の表面検査方法において、

前記被検査物移動手段における副走査の並進移動速度を、前記被検査物の主走査における回転中心から前記照明スポットまでの距離に概略反比例するよう制御することを特徴とする表面検査方法。

[請求項6] 請求項１記載の表面検査方法において、

前記照明スポットにおける前記主走査方向に直交する方向の径を、前記被検査物の主走査における回転中心から前記照明スポットまでの距離に概略反比例するよう制御することを特徴とする表面検査方法。

[請求項7] 請求項１記載の表面検査方法において、

前記被検査物移動手段における副走査の並進移動速度を、前記被検査物の主走査における回転中心から前記照明スポットまでの距離の１／２乗に概略反比例するよう制御することを特徴とする表面検査方法。

[請求項8] 請求項１記載の表面検査方法において、

前記照明スポットにおける前記主走査方向に直交する方向の径を、前記被検査物の主走査における回転中心から前記照明スポットまでの距離の１／２乗に概略反比例するよう制御することを特徴とする表面検査方法。

[請求項9] 請求項１記載の表面検査方法において、

前記照明スポットは楕円形状であることを特徴とする表面検査方法。

[請求項10] 請求項１記載の表面検査方法において、

前記照明スポットは、前記被検査物の主走査により該照明スポットにより走査される前記被検査物表面の軌跡の少なくとも一部が重複するように配置された複数の照明スポットから成り、前記複数の照明スポットの数を、前記被検査物の主走査における回転中心から前記照明スポットまでの距離が近いほど多く、距離が遠いほど少なくなるよう制御することを特徴とする表面検査方法。

[請求項11] 請求項１記載の表面検査方法において、

前記照明スポットは、前記被検査物の主走査方向に直行する方向にずらして配置され、かつ、前記主走査により各照明スポットにより走査される前記被検査物表面の軌跡の少なくとも一部が重複するように

配置された複数の照明スポットから成り、前記複数の照明スポットの重複する比率を、前記被検査物の主走査における回転中心から前記照明スポットまでの距離が近いほど小さく、距離が遠いほど大きくなるよう制御することを特徴とする表面検査方法。

[請求項12] 被検査物を主走査として回転移動させ、副走査として並進移動させる披検査物移動手段と、前記被検査物の表面に照明光を照射して、その照明光の照射範囲である照明スポットを形成する照明光照射手段と、前記照明スポットからの散乱・回折・反射光を検出する光検出手段と、前記光検出手段からの検出結果に基づいて前記被検査物の表面上または表面近傍内部に存在する異物を検出する異物検出手段とを備えた表面検査装置を用いる表面検査方法であって、

前記被検査物が前記主走査より１回転する間に前記照明スポットにより走査される前記被検査物の面積が略一定となるように制御することを特徴とすることを特徴とする表面検査方法。

[請求項13] 請求項１２記載の表面検方法において、

前記被検査物移動手段の主走査における回転速度を一定としたことを特徴とする表面検査方法。

[請求項14] 被検査物を主走査として回転移動させ、副走査として並進移動させる披検査物移動手段と、前記被検査物の表面に照明光を照射して、その照明光の照射範囲である照明スポットを形成する照明光照射手段と、前記照明スポットからの散乱・回折・反射光を検出する光検出手段と、前記光検出手段からの検出結果に基づいて前記被検査物の表面上または表面近傍内部に存在する異物を検出する異物検出手段とを備えた表面検査装置を用いる表面検査方法であって、

前記光検出手段からの検出結果のデータ量が、前記被検査物の単位面積あたり略一定となるように制御することを特徴とすることを特徴とする表面検査方法。

[請求項15] 請求項１４記載の表面検方法において、

前記被検査物移動手段の主走査における回転速度を一定としたことを特徴とする表面検査方法。

[請求項16] 被検査物を主走査として回転移動させ、副走査として並進移動させる披検査物移動手段と、

前記被検査物の表面に照明光を照射して、その照明光の照射範囲である照明スポットを形成する照明光照射手段と、

前記照明スポットからの散乱・回折・反射光を検出する光検出手段と、

前記光検出手段からの検出結果に基づいて前記被検査物の表面上または表面近傍内部に存在する異物を検出する異物検出手段と、

前記被検査物移動手段における副走査の並進移動速度を、前記被検査物の主走査における回転中心から前記照明スポットまでの距離に応じて制御する手段と

を備えたことを特徴とする表面検査装置。

[請求項17] 被検査物を主走査として回転移動させ、副走査として並進移動させる披検査物移動手段と、

前記被検査物の表面に照明光を照射して、その照明光の照射範囲である照明スポットを形成する照明光照射手段と、

前記照明スポットからの散乱・回折・反射光を検出する光検出手段と、

前記光検出手段からの検出結果に基づいて前記被検査物の表面上または表面近傍内部に存在する異物を検出する異物検出手段と、

前記被検査物が前記主走査より１回転する間に前記照明スポットにより走査される前記被検査物の面積が略一定となるように制御する手段と

を備えたことを特徴とする表面検査装置。

[請求項18] 被検査物を主走査として回転移動させ、副走査として並進移動させる披検査物移動手段と、

前記被検査物の表面に照明光を照射して、その照明光の照射範囲である照明スポットを形成する照明光照射手段と、

前記照明スポットからの散乱・回折・反射光を検出する光検出手段と、

前記光検出手段からの検出結果に基づいて前記被検査物の表面上または表面近傍内部に存在する異物を検出する異物検出手段と、

前記光検出手段からの検出結果のデータ量が、前記被検査物の単位面積あたり略一定となるように制御する手段と

を備えたことを特徴とする表面検査装置。

[請求項19] 請求項１６記載の表面検装置において、

前記被検査物移動手段の主走査における回転速度を一定とし、

前記被検査物移動手段における副走査の並進移動速度を、前記被検査物の主走査における回転中心から前記照明スポットまでの距離が近いほど大きく、距離が遠いほど小さくなるよう制御する手段と、

前記照明スポットにおける前記主走査方向に直交する方向の径を、前記被検査物の主走査における回転中心から前記照明スポットまでの距離が近いほど大きく、距離が遠いほど小さくなるよう制御する手段と

を備えたことを特徴とする表面検査装置。

[請求項20] 請求項１６記載の表面検査装置において、

前記被検査物移動手段の主走査における回転速度を一定とし、

前記被検査物移動手段における副走査の並進移動速度を、前記被検査物の主走査における回転中心から前記照明スポットまでの距離に概略反比例するよう制御する手段と、

前記照明スポットにおける前記主走査方向に直交する方向の径を、前記被検査物の主走査における回転中心から前記照明スポットまでの距離に概略反比例するよう制御する手段と

を備えたことを特徴とする表面検査装置。

[請求項21] 請求項１６記載の表面検査方法において、

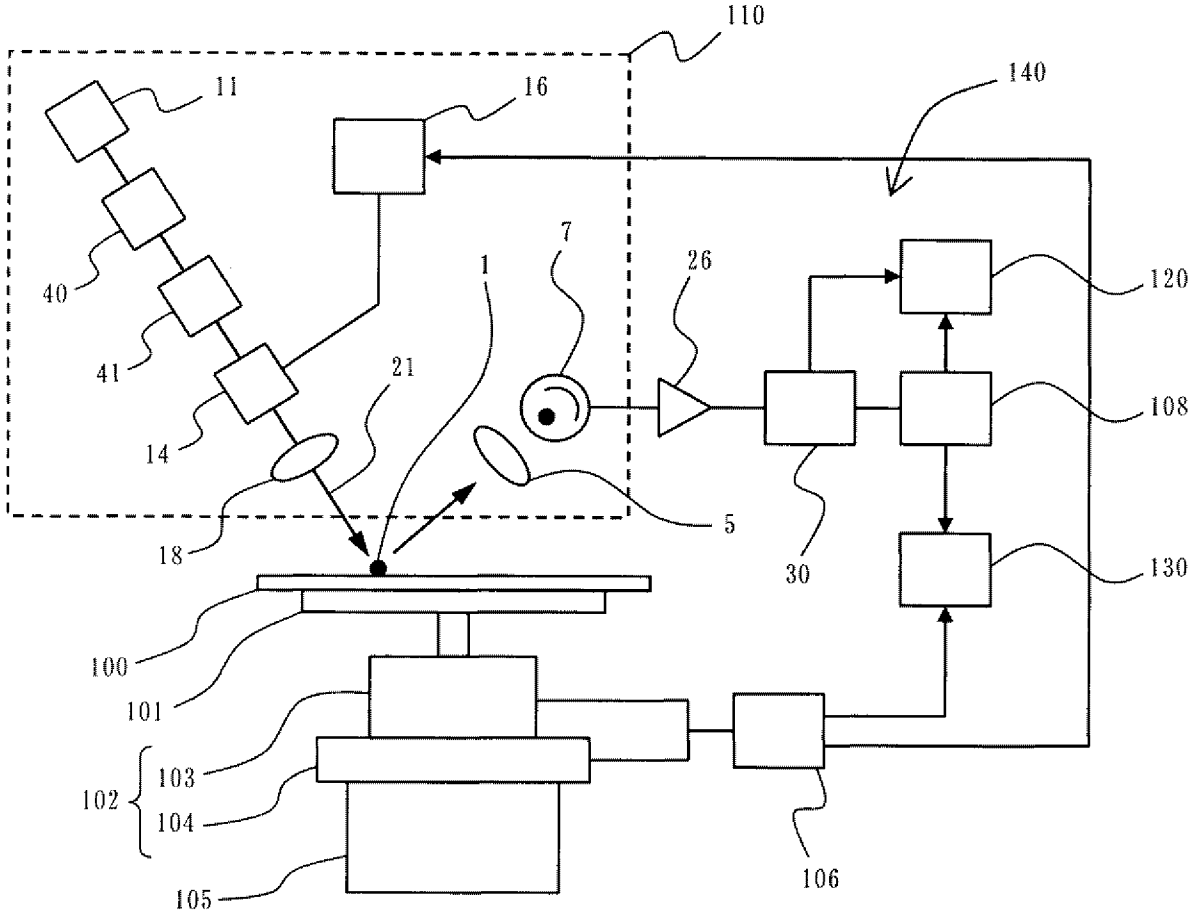
前記被検査物移動手段の主走査における回転速度を一定とし、

前記被検査物移動手段における副走査の並進移動速度を、前記被検査物の主走査における回転中心から前記照明スポットまでの距離の１／２乗に概略反比例するよう制御する手段と、

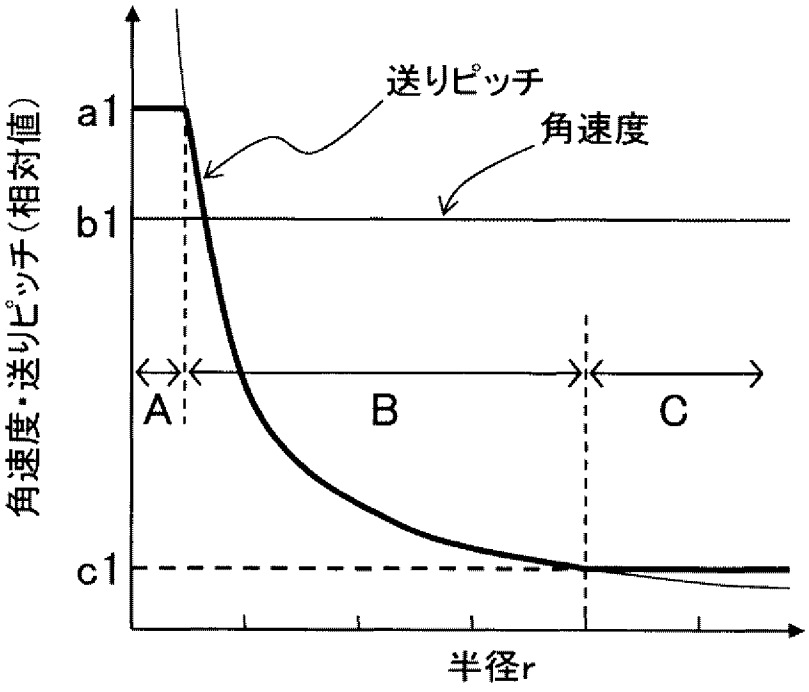
前記照明スポットにおける前記主走査方向に直交する方向の径を、前記被検査物の主走査における回転中心から前記照明スポットまでの距離の１／２乗に概略反比例するよう制御する手段と

を備えたことを特徴とする表面検査装置。

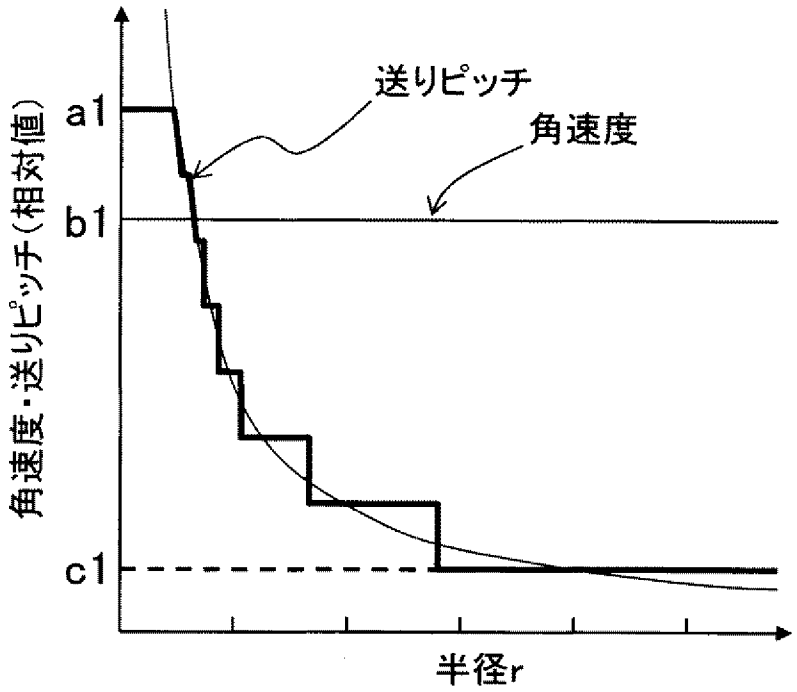
[図1]


110
11
16
140
40
7
1
26
120
41
21
108
14
5
18
30
130
100
101
102
103
104
105
106

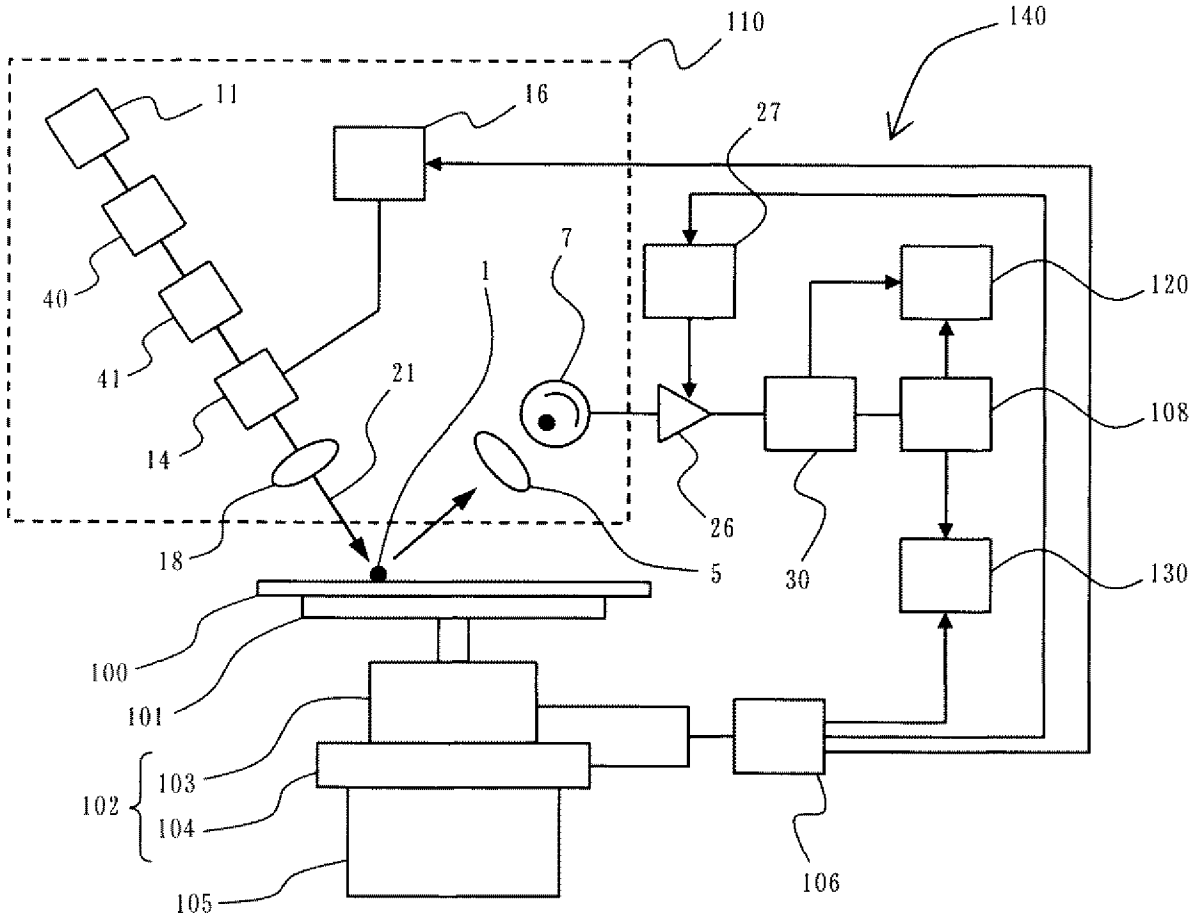
[図2]


送りピッチ
角速度
a1
b1
c1
A
B
C
角速度・送りピッチ(相対値)
半径r

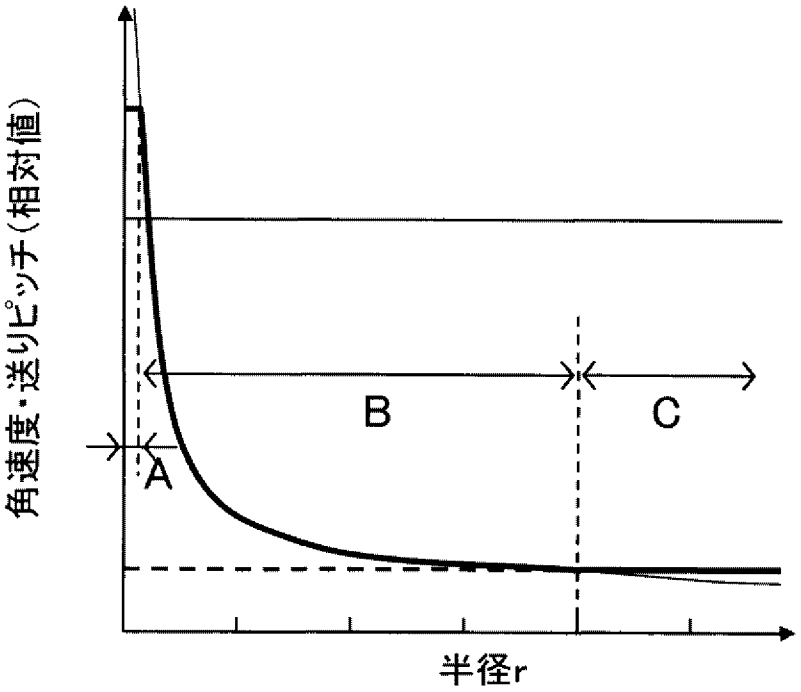
[図3]


送りピッチ
角速度
a1
b1
c1
角速度・送りピッチ(相対値)
半径r

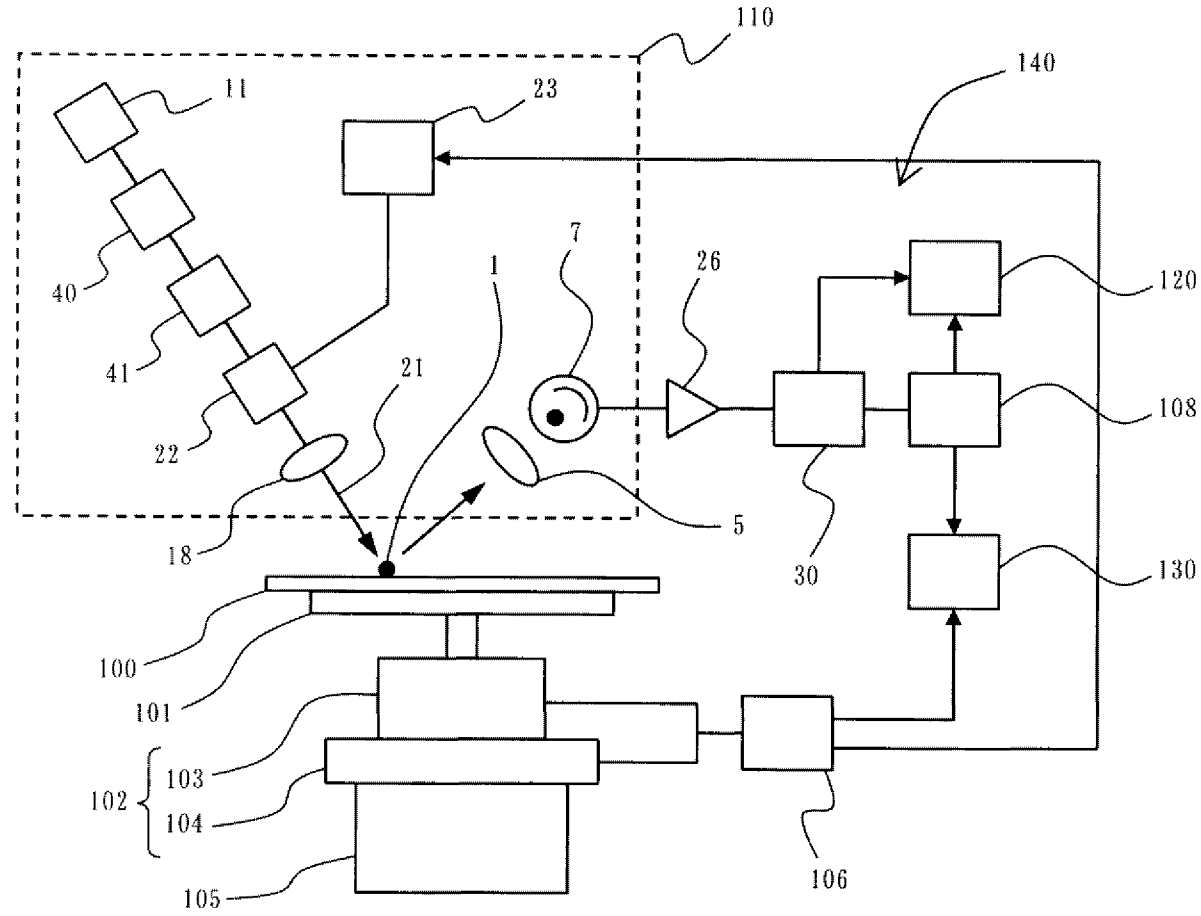
[図4]


110
140
11
16
27
40
41
14
18
21
1
7
26
5
30
120
108
130
100
101
102
103
104
105
106

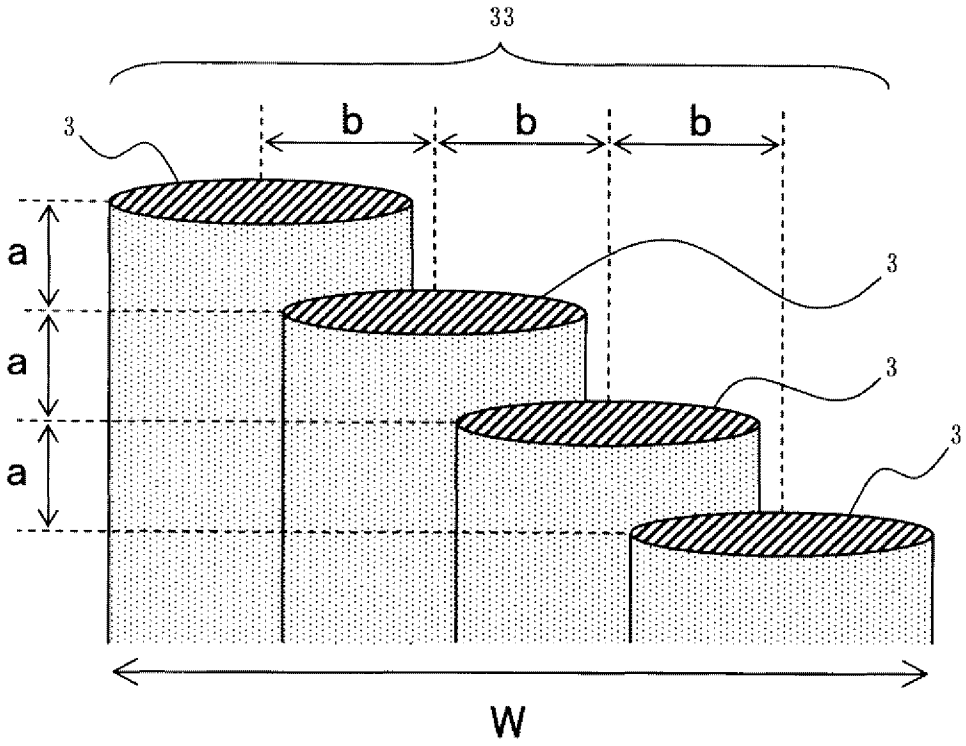
[図5]


角速度・送りピッチ(相対値)
A
B
C
半径r

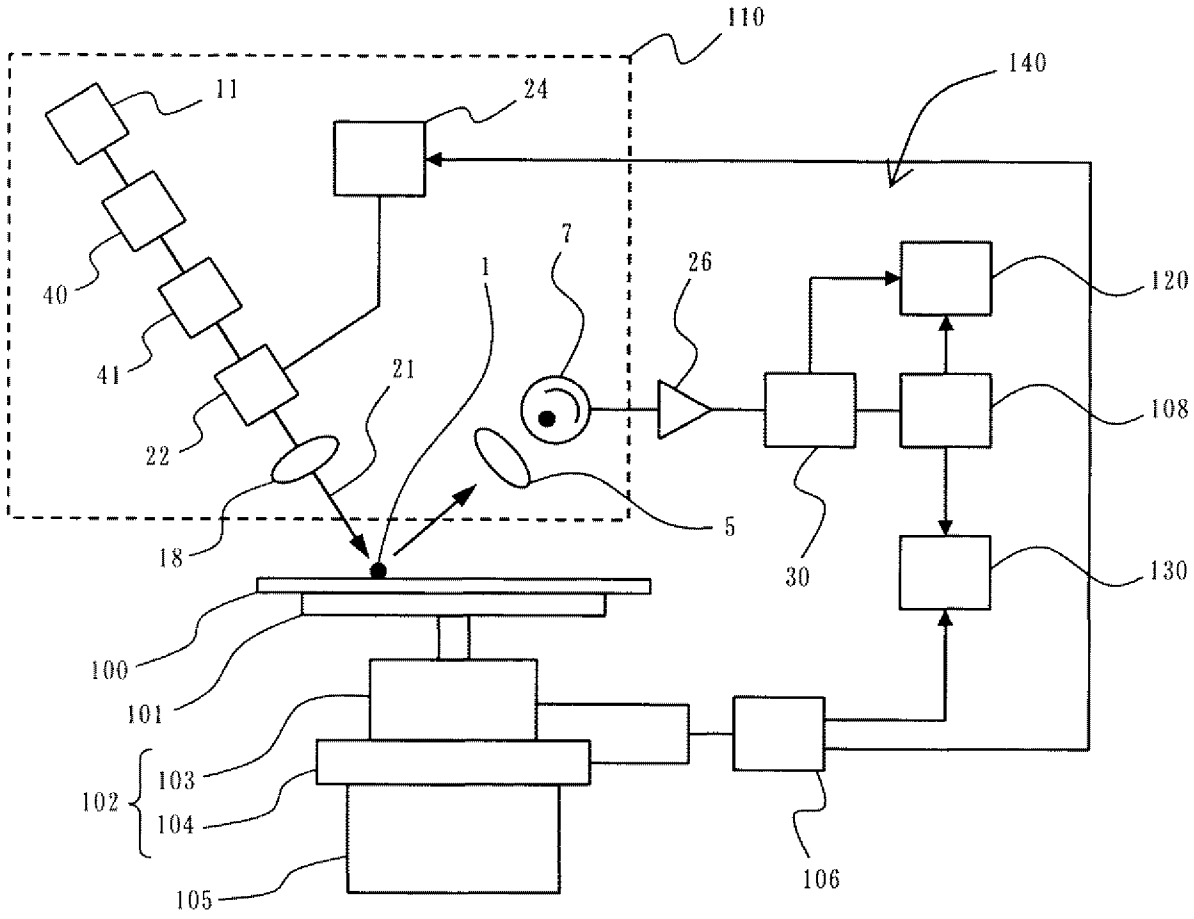
[図6]


110
140
11
23
40
41
22
21
18
7
1
26
5
30
120
108
130
100
101
102
103
104
105
106

[図7]


33
b
b
b
3
3
3
3
a
a
a
W

[図8]


110
140
11
24
40
41
22
18
7
1
26
21
5
120
108
130
30
100
101
102
103
104
105
106

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/050851

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, H01L21/66

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 2000-329709 A (Ade Optical Systems Corp.), 30 November 2000 (30.11.2000), paragraphs [0030], [0033], [0036] to [0039]; fig. 4 & US 6529270 B1 & EP 1041379 A2 & DE 60030193 D & DE 60030193 T	1,3,16
X	JP 63-33651 A (Seiko Epson Corp.), 13 February 1988 (13.02.1988), page 2, upper left column, line 1 to lower right column, line 6 (Family: none)	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	Date of mailing of the international search report
14 April, 2010 (14.04.10)	27 April, 2010 (27.04.10)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/050851

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 61-133843 A (Hitachi Electronics Engineering Co., Ltd.), 21 June 1986 (21.06.1986), page 2, upper right column, line 1 to page 3, upper left column, line 17 (Family: none)	1,9,16
X	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 111321/1976(Laid-open No. 028772/1978) (NEC Corp.), 11 March 1978 (11.03.1978), page 2, line 3 to page 6, line 11 (Family: none)	1,3,16
A	JP 2007-309713 A (Hitachi High-technologies Corp.), 29 November 2007 (29.11.2007), entire text & US 2007/0268484 A1	2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/050851

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 having no special technical feature and the inventions in claims 3, 9, 16 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 - 3, 9, 16

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.

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

(Invention 1) the inventions in claims 1 - 3, 9, 16
The matter to define the inventions described in claims 1, 2 is involved.

(Invention 2) the inventions in claims 4, 6, 8, 10, 11, 19, 20, 21
The matter to define the invention described in claim 1 and such a technical point that the diameter of illumination spot is controlled are involved.

(Invention 3) the inventions in claims 5, 7
The matter to define the invention described in claim 1 and such a technical point that the translation travelling speed is controlled with a predetermined function are involved.

(Invention 4) the inventions in claims 12, 13, 17
The matter to define the invention described in claim 12 is involved.

(Invention 5) the inventions in claims 14, 15, 18
The matter to define the invention described in claim 14 is involved.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１０／０５０８５１

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, 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, H01L21/66

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	１９７１－２０１０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１０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	JP 2000-329709 A (エイド・オプティカル・システムズ・コーポレイション) 2000.11.30, 【0030】, 【0033】, 【0036】-【0039】, 図4 & US 6529270 B1 & EP 1041379 A2 & DE 60030193 D & DE 60030193 T	1,3,16
X	JP 63-33651 A (セイコーエプソン株式会社) 1988.02.13, 第2頁左上欄第1行-右下欄第6行 (ファミリーなし)	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	国際調査報告の発送日
１４．０４．２０１０	２７．０４．２０１０

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
X	JP 61-133843 A (日立電子エンジニアリング株式会社) 1986.06.21, 第2頁右上欄第1行-第3頁左上欄第17行 (ファミリーなし)	1,9,16
X	日本国実用新案登録出願51-111321号(日本国実用新案登録出願公開53-028772号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (日本電気株式会社) 1978.03.11, 第2頁第3行-第6頁第11行 (ファミリーなし)	1,3,16
A	JP 2007-309713 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2007.11.29, 全文 & US 2007/0268484 A1	2

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１０／０５０８５１

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の国際調査機関は認めた。

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3,9,16に係る発明は、発明1に区分する。

（発明 1）請求項 1-3,9,16 に係る発明
請求項 1,2 に記載された発明特定事項を有するもの。

（発明 2）請求項 4,6,8,10,11,19,20,21 に係る発明
請求項 1 に記載された発明特定事項及び照明スポット径を制御すること。

（発明 3）請求項 5,7 に係る発明
請求項 1 に記載された発明特定事項及び並進移動速度を所定の関数で制御すること。

（発明 4）請求項 12,13,17 に係る発明：請求項 12 に記載された発明特定事項を有する。

（発明 5）請求項 14,15,18 に係る発明：請求項 14 に記載された発明特定事項を有する。

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。

1-3,9,16

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。