

(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
2017年9月14日(14.09.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/154895 A1

- (51) 国際特許分類:
G01B 11/26 (2006.01) **G01N 21/17** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/008972
- (22) 国際出願日: 2017年3月7日(07.03.2017)
- (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 2016-045442 2016年3月9日(09.03.2016) JP
- (71) 出願人: 浜松ホトニクス株式会社(HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町1126番地の1 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: 中村 共則(NAKAMURA Tomonori); 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiaki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号丸の内 MY PLAZA (明治安田生命

ビル) 9階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

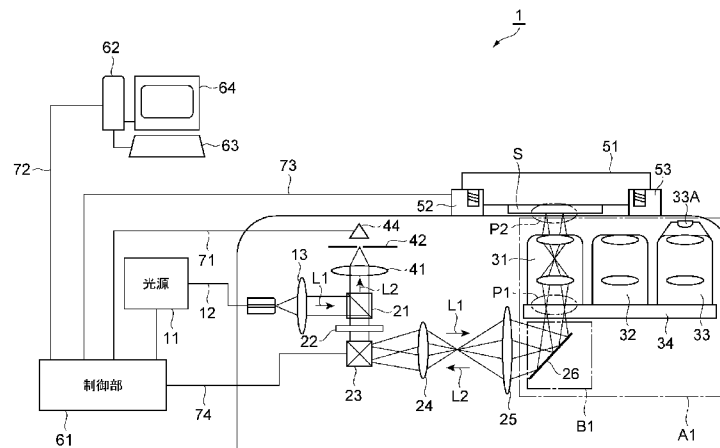
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, 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, SA, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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),

[続葉有]

(54) Title: MEASURING DEVICE, OBSERVING DEVICE AND MEASURING METHOD

(54) 発明の名称: 測定装置、観察装置および測定方法



11 Light source
61 Control unit

(57) Abstract: The present invention relates to a measuring device and the like provided with a construction for adjusting the inclination of an observation surface of a sample with respect to a reference plane orthogonal to the optical axis of an objective lens. This measuring device is provided with a scanner which is disposed on a propagation pathway of irradiating light traveling from a light source toward the sample, and which changes the exit angle of the irradiating light. While the scanner changes the exit angle of the irradiating light, the measuring device obtains a signal value of a detected signal of reflected light from the sample, and obtains sample inclination information by associating the irradiating light exit angle with the signal value.

(57) 要約: 対物レンズの光軸に直交する基準平面に対するサンプルの観察面の傾斜を調整する構造を備えた測定装置等に関する。当該測定装置は、光源からサンプルへ向かう照射光の伝搬経路上に配置された、照射光の出射角を変更するスキャナを備え、スキャナにより照射光の出射角を変更しながら、サンプルからの反射光の検出信号の信号値と照射光の出射角と信号値を対応付けることにより、サンプルの傾斜情報を得る。

WO 2017/154895 A1

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 測定装置、観察装置および測定方法

技術分野

[0001] 本発明は、サンプルの姿勢を規定する指標として該サンプルの一部の傾斜を測定するための測定装置、該測定装置を含む観察装置および測定方法に関するものである。

背景技術

[0002] 特許文献 1 には、光源から出力される照射光の照射位置を走査させながら該照射光をサンプルに照射し、サンプルで生じた光を受光した光検出器からの検出信号と照射光の照射位置に関する情報に基づいて、サンプル表面の二次元画像（観察面画像）を取得する測定装置が記載されている。

[0003] このような測定装置では、シェーディングが抑制された良好な観察面画像を取得するため、サンプルに対面するよう配置される対物レンズの光軸に対してサンプルの観察面は垂直であることが重要である。

[0004] また、固浸レンズ（solid immersion lens）固定された対物レンズを用いる場合、固浸レンズとサンプルとの間の密着を良好な状態とするためには、固浸レンズの密着面とサンプルの表面とを互いに平行にすることが重要である。この点でも、対物レンズの光軸に対してサンプルの観察面は垂直であることが重要である。

[0005] 特許文献 1 に開示された測定装置は、光源から出力される照射光をサンプルに照射したときに生じる反射光を二次元光撮像部の受光面上に結像させ、この二次元光撮像部により得られた画像を解析することで、対物レンズの光軸に垂直な面に対するサンプルの観察面の傾斜を求め、そして、対物レンズの光軸に対してサンプルの観察面が垂直になるようにサンプルの傾斜を調整する。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：米国特許出願公開第2006/0028641号

特許文献2：米国特許第5,705,821号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 発明者は、上記従来技術について検討した結果、以下のような課題を発見した。すなわち、上記特許文献1に開示された発明は、二次元撮像部を追加して備える必要があり、また、サンプルから反射光を二次元撮像部へ導くための光学系をも追加的に備える必要がある。そのため、測定装置自体の製造コストが高くなるとともに、追加された光学系の調整に要するコストも必要になる。

[0008] 本発明の一側面は、上述の課題を解消するためになされたものであり、簡易な装置構成で対物レンズの光軸に対してサンプルの観察面（光照射領域）が垂直になるようにサンプルの観察面の傾斜を容易に調整するための構造を備えた測定装置、該測定装置を含む観察装置および測定方法を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0009] 本実施形態に係る測定装置は、サンプルの観察面内の光照射領域に照射光を導くリレーレンズ系を有し、リレーレンズ系の光軸に直交する基準平面に対する該光照射領域の傾斜を測定する。一例として、当該測定装置は、光源と、サンプルホルダと、リレーレンズ系と、スキャナと、光検出器と、解析部と、を少なくとも備える。光源は、照射光を出力する。サンプルホルダは、サンプルを保持した状態で、基準平面に対する光照射領域の傾斜角を変える。リレーレンズ系は、サンプルホルダに対面するよう配置される。スキャナは、光源とリレーレンズ系との間の光路上に配置される。また、スキャナは、リレーレンズ系から光照射領域へ出射される照射光の出射角を変化させる。光検出器は、リレーレンズ系およびスキャナを通過した反射光を受光し、反射光に応じた検出信号を出力する。解析部は、スキャナから出力された照射光の出射角に関する情報と検出信号の信号値に関する情報とを対応付け

ることにより、サンプルにおける光照射領域の傾斜情報を得る。

発明の効果

[0010] 本実施形態によれば、簡易な装置構成で対物レンズの光軸に対してサンプルの面が垂直となるようにサンプルの傾斜を容易に調整することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]は、第1実施形態に係る測定装置1（本実施形態に係る観察装置に含まれる）において、リレーレンズ系31が照射光の光路上に配置された構成例を示す図である。

[図2]は、第1実施形態に係る測定装置1において、対物レンズ系32が照射光の光路上に配置された構成例を示す図である。

[図3]は、第1実施形態に係る測定装置1において、固浸レンズ付き対物レンズ系33が照射光の光路上に配置された構成例を示す図である。

[図4]は、第1実施形態に係る測定装置1において、リレーレンズ系31が照射光の光路上に配置されたときの、該照射光L1の伝搬の様子を説明するための図である。

[図5]は、第1および第2実施形態の一部を構成する光学ユニットA1および補助ユニットB1それぞれの変形例の構成を示す図である。

[図6]は、本実施形態に係る測定方法を説明するフローチャートである。

[図7]は、傾斜情報の生成を説明するための概念図である。

[図8]は、本実施形態に係る測定方法における傾斜測定ステップS3を説明するための図である。

[図9]は、本実施形態に係る測定方法における傾斜測定ステップS3を説明するための図である。

[図10]は、本実施形態に係る測定方法におけるサンプル傾斜角度調整処理（フォーカス調整ステップS2、傾斜測定ステップS3および傾斜調整ステップS4を含む）を説明するためのフローチャートである。

[図11]は、他の実施形態に係る測定方法を説明するためのフローチャートである。

[図12]は、傾斜測定ステップS 3の際にリレーレンズ系3 1を用いる場合と用いない場合との相違について説明するための図である。

[図13]は、リレーレンズ系3 1、固浸レンズ付き対物レンズ系3 3およびレボルバ3 4の構成例を示す図である。

[図14]は、第2実施形態に係る測定装置2（本実施形態に係る観察装置に含まれる）の構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0012] 〔本願発明の実施形態の説明〕

最初に本願発明の実施形態の内容をそれぞれ個別に列挙して説明する。

[0013] （１） 本実施形態に係る測定装置は、その一態様として、対物レンズ系を介してサンプル表面を観察する観察装置に含まれてもよく、サンプルの観察面内の光照射領域に照射光を導くリレーレンズ系を有し、リレーレンズ系の光軸に直交する基準平面に対する該光照射領域の傾斜を測定する。本実施形態の一態様として、当該測定装置は、少なくとも、光源と、サンプルホルダと、リレーレンズ系と、スキャナと、光検出器と、解析部と、を少なくとも備える。光源は、照射光を出力する。サンプルホルダは、サンプルを保持した状態で、基準平面に対する光照射領域の傾斜角を変える。リレーレンズ系は、サンプルに対面するよう配置される。スキャナは、光源とリレーレンズ系との間の光路上に配置される。また、スキャナは、リレーレンズ系から光照射領域へ出射される照射光の出射角（スキャン角）を変化させる。光検出器は、リレーレンズ系およびスキャナを通過した反射光を受光し、反射光に応じた検出信号を出力する。解析部は、スキャナから出力された照射光の出射角に関する情報と検出信号の信号値に関する情報とを対応付けることにより、サンプルにおける光照射領域の傾斜情報を得る。

[0014] （２） 上述のように、光源からサンプルへ向かう照射光の伝搬経路上に、照射光の出射角を変更するスキャナが配置された構成において、照射光の出射角変更は、サンプルに対面したレンズ系を動かすことなくサンプルに到達する照射光の入射角変更を可能にする。サンプルからの反射光の検出信号の

信号値は、照射光の入射角に依存しているため、入射角を決定するスキャナによる照射光の出射角と信号値を対応付けることにより、簡易な装置構成でサンプルの傾斜情報が得られる。

[0015] (3) 本実施形態の一態様として、当該測定装置は、制御部を備えてもよい。制御部は、傾斜情報に基づいて、光照射領域で垂直反射される反射光の伝搬方向がリレーレンズ系の光軸に対して平行となるように、サンプルホルダの姿勢を調整する。なお、傾斜情報から反射光の伝搬方向が特定できるため、該傾斜情報が得られた時のサンプルホルダの姿勢を基準に、サンプルホルダの姿勢調整が可能になる。

[0016] (4) 本実施形態の一態様として、解析部は、傾斜情報として、スキャナから出力された照射光の出射角に関する情報を二次元座標に変換し、該二次元座標に対応する検出信号の情報をプロットしていくことにより、サンプルの傾斜情報を含む二次元画像（レーザスキャン像）を生成してもよい。

[0017] (5) 本実施形態の一態様として、光検出器は、シングルポイント光検出器（single-point photodetector）を含んでもよい。なお、シングルポイント光検出器は、一度に1画素分のデータを収集するポイントデバイスである（例えば、上記特許文献2参照）。また、本実施形態の一態様として、スキャナは、反射光を照射光の光線に一致させてもよい。

[0018] (6) 本実施形態の一態様として、当該測定装置は、スキャナと光検出器との間の光路上に配置された第1の絞りを備えてもよい。この第1の絞りは、光検出器が受光する反射光のビームサイズを制限する。また、本実施形態の一態様として、当該測定装置は、スキャナと前記光検出器との間の光路上に配置された光ファイバを備えてもよい。この光ファイバは、反射光を取り込むための入射端と、その内部を伝搬した反射光が光検出器へ向けて出射される出射端と、を有する。更に、本実施形態の一態様として、当該測定装置は、スキャナとリレーレンズ系との間の光路上に配置された第2の絞りを備えてもよい。この第2の絞りは、リレーレンズ系に入射する照射光のビームサイズを制限する。

- [0019] (7) 本実施形態の一態様として、当該測定装置は、対物レンズ系と、少なくともリレーレンズ系および対物レンズ系を保持するレンズ選択部と、を備えるのが好ましい。この構成において、対物レンズは、サンプルに照射光を集光する。レンズ選択部は、少なくともリレーレンズ系および対物レンズ系を保持した状態で、リレーレンズ系および対物レンズ系のうち何れかをサンプルに対面するように配置する。
- [0020] (8) 本実施形態の一態様として、リレーレンズ系は、サンプルに対面するように配置された対物レンズ系と、該対物レンズ系とリレー光学系を形成するレンズ系と、で構成されてもよい。この場合、該レンズ系は、対物レンズ系とスキャナとの間の光路上に配置される。また、本実施形態の一態様として、当該測定装置は、固浸レンズを備えてもよい。
- [0021] (9) 本実施形態に係る観察装置は、その一態様として、上述のような構造を有する測定装置を含み、該測定装置により、傾斜が修正されたサンプルの観察面を、リレーレンズ系とは異なる対物レンズ、または、該リレーレンズ系の一部を構成する対物レンズを介して観察する。
- [0022] (10) 本実施形態に係る観察方法は、レンズ系を介してサンプルの光照射領域に照射光を導き、レンズ系の光軸に直交する基準平面に対する該光照射領域の傾斜を測定する。本実施形態の一態様として、当該測定方法は、少なくとも、保持ステップと、フォーカス調整ステップと、リレーレンズ系配置ステップと、照射ステップと、検出ステップと、傾斜測定ステップと、を備える。保持ステップは、サンプルを保持した状態で、基準平面に対する光照射領域の傾斜を変えるサンプルホルダに、サンプルを保持させる。フォーカス調整ステップは、レンズ系のフォーカス位置を光照射領域上に調整する。リレーレンズ系配置ステップは、レンズ系としてリレーレンズ系をサンプルに対面するよう配置する。照射ステップは、リレーレンズ系から光照射領域に向かって照射光をサンプルへ照射する。具体的に照射ステップは、照射光の伝搬経路上に配置されたスキャナから出射角（スキャン角）を変えながら照射光を出力させることにより、リレーレンズ系から光照射領域へ出射さ

れる照射光の入射角を変えながら、照射光をサンプルへ照射する。検出ステップは、光照射領域で反射された反射光を受光し、反射光に応じた検出信号を出力する。傾斜測定ステップは、スキャナから出力された照射光の出射角の情報と検出信号の情報とを対応付けることにより、サンプルにおける光照射領域の傾斜情報を得る。

[0023] (11) 本実施形態の一態様として、当該測定方法は、傾斜調整ステップを更に備えてもよい。傾斜調整ステップは、傾斜情報（反射光の伝搬方向に関する情報を含む）に基づいて、光照射領域で垂直反射される反射光の伝搬方向がリレーレンズ系の光軸に対して平行となるように、サンプルホルダの姿勢を調整する。また、本実施形態の一態様として、傾斜測定ステップおよび傾斜調整ステップは、リレーレンズ系から光照射領域に到達する照射光の入射角の変化幅を縮小しながら、繰り返し行われてもよい。更に、本実施形態の一態様として、当該測定方法は、事前傾斜測定ステップを備えてもよい。事前傾斜測定ステップは、フォーカス調整ステップの前に、光照射領域で垂直に反射された反射光の伝搬方向とリレーレンズ系の光軸とのズレを得るステップであって、このような構成において、傾斜調整ステップは、得られたズレが低減されるよう、基準平面に対するサンプルホルダの姿勢を調整する。

[0024] (12) 本実施形態の一態様として、フォーカス調整ステップは、レンズ系として対物レンズが配置されている状態で、該対物レンズのフォーカス位置を光照射領域上に調整するのが好ましい。また、本実施形態の一態様として、傾斜測定ステップは、傾斜情報として、照射光の出射角に関する情報を二次元座標に変換し、該二次元座標に対応する検出信号の情報をプロットしていくことにより、サンプルの傾斜情報を含む二次元画像（レーザスキャン像）を生成してもよい。

[0025] (13) 更に、本実施形態の一態様として、当該測定方法は、フォーカス調整ステップの前に、光照射領域で垂直に反射された反射光の伝搬方向とリレーレンズ系の光軸とを互いに一致させる事前調整ステップを備えてもよい。

。

[0026] 以上、この[本願発明の実施形態の説明]の欄に列挙された各態様は、残りの全ての態様のそれぞれに対して、または、これら残りの態様の全ての組み合わせに対して適用可能である。

[0027] [本願発明の実施形態の詳細]

以下、本実施形態に係る測定装置、観察装置および測定方法の具体的な構造を、添付図面を参照しながら詳細に説明する。なお、本発明はこれらの例示に限定されるものではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。また、図面の説明において同一の要素には同一符号を付して重複する説明を省略する。

[0028] (第1実施形態)

図1～図3は、第1実施形態に係る測定装置（本実施形態に係る観察装置に含まれる）1の構成を示す図である。図1は、測定装置1において、リレーレンズ系31が照射光の光路上に配置された構成を示す図である。図2は、測定装置1において、対物レンズ系32が照射光の光路上に配置された構成を示す図である。図3は、測定装置1において、固浸レンズ付き対物レンズ系（固浸レンズ33Aを有する対物レンズ系）33が照射光の光路上に配置された構成を示す図である。

[0029] 測定装置1は、光源11、光ファイバ12、コリメートレンズ13、偏光ビームスプリッタ21、 $\lambda/4$ 板22、スキャナ23、レンズ24、25、ミラー26、リレーレンズ系31、対物レンズ系32、対物レンズ系33、固浸レンズ33A、レボルバ34、レンズ41、第1の絞り42、光検出器（第1の光検出器）44、サンプルホルダ51、アクチュエータ52、53、制御部61、解析部62、入力部63および表示部64を備える。なお、図1～図3に示された構成例では、レボルバ34に保持されたリレーレンズ系31、対物レンズ系32、対物レンズ系33とともに、ミラー26により、光学ユニットA1が構成されている。また、光学ユニットA1は、ミラー

26により構成される補助ユニットB1を含む。また、アクチュエータ52、53は、互いに直交する方向（傾斜制御方向）に沿ったサンプルホルダ51の傾斜をそれぞれ変更する。

[0030] 光源11から出力された照射光L1をサンプルSまで導く照射光学系として、光源11からサンプルSに向かう照射光L1の光路上に、光ファイバ12、コリメートレンズ13、偏光ビームスプリッタ21、 $\lambda/4$ 板22、スキャナ23、レンズ24、25およびミラー26が順に配置されている。これらは互いに光学的に接続(coupling)されている。サンプルSで反射された反射光L2を検出位置すなわち光検出器44まで導く検出光学系として、サンプルSから光検出器44に向かう反射光の反射の光路上に、ミラー26、レンズ25、24、スキャナ23、 $\lambda/4$ 板22、偏光ビームスプリッタ21、レンズ41および第1の絞り42が順に配置されている。なお、 $\lambda/4$ 板22の代わりに、入射された光の偏光面を例えば22.5度又は45度回転して出力するファラデーローテータが配置されてもよい。また、 $\lambda/4$ 板22を除いて、偏光ビームスプリッタ21の代わりにハーフミラーが配置されてもよい。

[0031] サンプルSは、例えば半導体デバイスであり、該半導体デバイスとしては、トランジスタ等のPNジャンクションを有する集積回路、大電流用／高圧用MOSトランジスタ及びバイポーラトランジスタ、電力用半導体素子（パワーデバイス）等がある。加えて、サンプルSは、半導体デバイスを含むパッケージ、複合基板等であってもよい。なお、トランジスタ等のPNジャンクションを有する集積回路には、例えば、小規模集積回路（SSI：Small Scale Integration）、中規模集積回路（MSI：Medium Scale Integration）、大規模集積回路（LSI：Large Scale Integration）、超大規模集積回路（VLSI：Very Large Scale Integration）、超々大規模集積回路（ULSI：Ultra Large Scale Integration）、ギガ・スケール集積回路（GSI：Giga Scale Integration）が含まれる。また、半導体デバイスには、デバイス制御ケーブルを介してテストユニット（不図示）が電氣的に接続され

、所定の変調電流信号（刺激信号）が印加されてもよい。

[0032] サンプルSに対向するよう配置されるレンズ系として、リレーレンズ系31、対物レンズ系32および対物レンズ系33は、レンズ選択部であるレボルバ34に保持され、これらのうちから該レボルバ34により選択されたレンズ系がミラー26とサンプルSとの間に配置される。サンプルSに対向するよう配置された何れかのレンズ系はミラー26と光学的に接続(coupling)されている。サンプルホルダ51は、サンプルSを保持するとともに該サンプルSの姿勢を調整する構造を備えたデバイスであり、例えばサンプルSを載置するステージである。サンプルホルダ51のサンプル搭載面の傾斜は可変である。サンプルホルダ51のサンプル搭載面の傾斜は、制御部61により駆動されるアクチュエータ52、53により調整されてもよいし、マニュアル操作により調整されてもよい。このサンプルホルダ51における傾斜制御により、サンプルSの観察面（照射光L1が到達する光照射領域）の傾斜が調整可能になる。

[0033] 光源11は、サンプルホルダ51により保持されたサンプルSへ照射すべき照射光L1を出力する。光源11は、電源（図示せず）によって駆動し、サンプルSに照射されるCW光またはパルス光を出力する。光源11から出力される光は、インコヒーレント（非コヒーレント）な光でもよいし、レーザー光のようなコヒーレントな光であってもよい。インコヒーレントな光を出力する光源11としては、SLD（Super Luminescent Diode）やASE（Amplified Spontaneous Emission）、LED（Light Emitting Diode）等が適用可能である。コヒーレントな光を出力する光源11としては、固体レーザー光源や半導体レーザー光源等が適用可能である。

[0034] 光ファイバ12は、光源11から出力された照射光L1を入射端に入力し、当該光ファイバ12内を伝搬した照射光L1を、その出射端を介してコリメートレンズ13へ出力する。コリメートレンズ13は、光ファイバ12の出射端から発散光として出力された照射光L1を入力し、この照射光L1を平行光（コリメート光）として出力する。偏光ビームスプリッタ21は、コ

リメートルレンズ 13 から出力された照射光 L1 を入力し、この照射光 L1 のうち S 偏光成分を反射させて $\lambda/4$ 板 22 へ出力する。 $\lambda/4$ 板 22 は、偏光ビームスプリッタ 21 から出力された直線偏光の照射光 L1 を入力し、この照射光 L1 を円偏光としてスキャナ 23 へ出力する。

[0035] スキャナ 23 は、 $\lambda/4$ 板 22 から出力された照射光 L1 を入力し、その照射光 L1 をレンズ 24 へ出力する。スキャナ 23 は、照射光 L1 の出力方向（出射角）を変化させることができる。なお、スキャナ 23 からの照射光 L1 の出射角は、該スキャナ 23 に対面配置されたレンズ 24 の光軸と該照射光 L1 の出射方向とのなす角により規定され、スキャナ 23 から出力される照射光 L1 の出力方向は、該レンズ 24 の光軸を中心に振られる。この構成により、スキャナ 23 からサンプル S へ向かう照射光 L1 の光路の途中の所定位置（スキャン照射光学系を構成する対物レンズ系 32、33 が光路上に配置されたときの各対物レンズ系の瞳位置 P1）において、照射光 L1 の伝搬方向の変化が可能になる。スキャナ 23 は例えばガルバノミラーやポリゴンミラー、MEMS (micro electro mechanical system) ミラーを含む。レンズ 24、25 およびミラー 26 は、スキャナ 23 内のミラーの位置を所定位置（瞳位置 P1）に投影する。したがって、瞳位置 P1 において、照射光 L1 は、主光線の位置を変更することなく、伝搬方向が変化する。瞳位置 P1 における照射光 L1 の伝搬方向は、スキャナ 23 の作用により変化する。このように、スキャナ 23 は、対物レンズ系を移動させることなくサンプル S 上において照射光 L1 を走査させることが可能になる。例えば、スキャナ 23 によって伝搬方向が変化した照射光 L1 は、対物レンズ系 32 または対物レンズ系 33 を通過することによって、サンプル S 上においてスポット光として走査される。

[0036] リレーレンズ系 31、対物レンズ系 32 および対物レンズ系 33 は、レボルバ 34 に保持され、これらのうちから選択されたレンズ系がレボルバ 34 によりミラー 26 とサンプル S との間の光路上に、サンプル S と対向するように配置される。スキャナ 23 から出力された照射光 L1 は、レンズ 24、

25を通過した後、ミラー26で反射され、瞳位置P1を経て、選択された何れかのレンズ系を通過し、最終的にサンプルSの観察位置P2に照射される。対物レンズ系33は、先端に固定された固浸レンズ33Aを含む構成であってもよい。

[0037] 照射光L1の照射に応じてサンプルSで生じた反射光L2は、照射光L1の経路と同じ経路を逆方向に辿って偏光ビームスプリッタ21まで到達する。スキャナ23によるデスキャン作用により、偏光ビームスプリッタ21とスキャナ23との間において照射光L1および反射光L2それぞれの主光線は互いに一致している。 $\lambda/4$ 板22は、スキャナ23から出力された円偏光の反射光L2を入力すると、その反射光L2をP偏光として偏光ビームスプリッタ21へ出力する。偏光ビームスプリッタ21は、 $\lambda/4$ 板22から出力された反射光L2を入力し、その反射光L2のうちP偏光成分を透過させ、該透過したP偏光成分をレンズ41へ出力する。

[0038] レンズ41は、偏光ビームスプリッタ21から出力される反射光L2を集光する。第1の絞り42は、レンズ41による集光の位置に開口を有しており、レンズ41により集光された反射光L2のうち開口部分に到達した成分を通過させる。光検出器44は、第1の絞り42の開口を通過した反射光L2を受光し、その光パワー（光強度）に相当する検出信号を出力する。光検出器44は、シングルポイント光検出器（上記特許文献2参照）であってもよく、例えばフォトダイオードやアバランシェ・フォトダイオード、光電子増倍管等が好適である。偏光ビームスプリッタ21、レンズ41、第1の絞り42および光検出器44は光学的に接続(coupling)されている。

[0039] 制御部61は、センサケーブル71を介して光検出器44と電氣的に接続され、光検出器44から出力された検出信号を入力する。制御部61は、制御ケーブル72を介して解析部62と電氣的に接続され、解析部62との間で各種の信号を送受信し、また、解析部62からの指示を入力する。制御部61は、制御ケーブル73を介してアクチュエータ52、53と接続され、アクチュエータ52、53を制御することで、サンプルホルダ51の傾斜、

すなわち、該サンプルホルダ51に保持されたサンプルSの傾斜を調整する。また、制御部61は、制御ケーブル74を介してスキャナ23と接続され、スキャナ23による照射光L1のスキャン動作を制御する。なお、制御部61により制御されるスキャナ23のスキャン動作は、レンズ24の光軸に一致した照射光L1の出力方向を中心として、照射光L1の出射角（スキャン角）を周期的に変動させる動作を意味する。また、制御部61は、光検出器44やテストユニットと電氣的に接続されている電気計測部（不図示）として、例えば、ロックインアンプやスペクトラムアナライザ、デジタイザ、クロス・ドメイン・アナライザ（登録商標）、ネットワークアナライザを備えていてもよい。

[0040] 解析部62は、例えばコンピュータであり、入力部63および表示部64とともに用いられる。解析部62は、プロセッサであるCPU（Central Processing Unit）、記録媒体であるRAM（Random Access Memory）又はROM（Read Only Memory）、及び入出力モジュールを含む。解析部62は、入出力モジュールによって入力部63および表示部64と電氣的に接続されている。解析部62は、CPU及びRAM等のハードウェア上にプログラム等を読み込ませることにより、CPUによってスキャナ23による瞳位置P1における照射光L1の伝搬方向（スキャナ23における照射光L1の出射角に依存）と、光検出器44から出力された検出信号（受光された反射光L2の光パワー）とに基づいて、サンプルSの傾斜情報を含む二次元画像（レーザスキャン像）を生成する機能など、サンプルSの傾斜情報を求める機能等を実行するとともに、RAMにおけるデータの読み出し及び書き込みを行う。入力部63は、例えば、キーボードやマウスであり、計測開始の指示や計測条件に関する指示等を入力する。表示部64は、例えば、ディスプレイであり、計測条件を表示したり、サンプルSの観察面画像（二次元画像）を表示したりする。

[0041] 図1に示された構成では、レボルバ34により選択されたりレーンズ系31が、ミラー26とサンプルSとの間に、サンプルSと対向するように配

置されている。図2に示された構成では、レボルバ34により選択された対物レンズ系32が、ミラー26とサンプルSとの間に、サンプルSと対向するように配置されている。図3に示された構成では、レボルバ34により選択された固浸レンズ付き対物レンズ系33が、ミラー26とサンプルSとの間に、サンプルSと対向するように配置されている。

[0042] 対物レンズ系32または固浸レンズ付き対物レンズ系33が照射光L1の光路上に配置されている構成（図2、図3）では、対物レンズ系32、33は、照射光学系により瞳位置P1まで平行光として到達した照射光L1を、瞳位置P1における照射光L1の伝搬方向に応じたサンプルS上の位置に集光する。サンプルSにおける照射光L1の集光位置（光照射位置）は、スキャナ23の作用により走査される。その集光位置で反射された反射光L2の一部は、検出光学系を経て第1の絞り42の開口部分を通して光検出器44により受光される。サンプルSにおける照射光L1の集光位置と第1の絞り42の開口との間の光学系は共焦点光学系を構成している。解析部62は、制御部61を介して、光検出器44から出力される検出信号を入力し、この検出信号値とスキャナ23によるサンプルSへの照射光L1の集光位置（スキャナ23における照射光L1の出射角に依存）とに基づいて、サンプルSの傾斜情報を含む二次元のレーザスキャン像を生成することができる。

[0043] リレーレンズ系31が光路上に配置されている構成（図1）では、リレーレンズ系31は、照射光学系により瞳位置P1まで平行光として到達した照射光L1を、瞳位置P1における照射光L1の伝搬方向に応じた方向に沿って平行光としてサンプルSに照射する。サンプルSへの照射光L1の照射方向は、スキャナ23により走査される。なお、サンプルSへの照射光L1の入射角は、サンプルSへの照射光L1の照射方向とサンプルS上における光照射領域の法線とのなす角により規定される。この照射方向が変化しても、サンプルSへの照射光L1の照射範囲は不変である。サンプルSへの照射光L1の照射に応じて、サンプルSで反射された反射光L2は、検出光学系を経て第1の絞り42まで到達したとしても、その到達した反射光L2のうち

第1の絞り42の開口部分に到達した光のみが開口を通過して光検出器44により受光される。解析部62は、光検出器44から出力される検出信号を入力し、この検出信号値とスキャナ23によるサンプルSへの照射光L1の照射方向（スキャナ23における照射光L1の出射角に依存）とに基づいて、サンプルSの傾斜情報を含むレーザスキャン像を生成することができる。このとき生成されるレーザスキャン像は、サンプルSの観察面画像ではなく、サンプルSへの照射光L1の入射角（スキャナ23における照射光L1の出射角に依存）を表す二次元画像、すなわち、サンプルSの傾斜情報を含む画像である。

[0044] 図4は、第1実施形態に係る測定装置1において、リレーレンズ系31が照射光L1の光路上に配置されたときの照射光L1の伝搬の様子を説明するための図である。図4（a）に示されたように、照射光学系により瞳位置P1まで平行光として到達した照射光L1は、リレーレンズ系31により、瞳位置P1における照射光L1の伝搬方向に応じた方向に沿って平行光として観察位置P2に照射される。スキャナ23により、サンプルSへの照射光L1の照射方向は変化するが、サンプルSにおいて照射光L1が照射される観察位置P2は不変である。

[0045] サンプルSの観察位置P2に照射される照射光L1のスポットサイズは、瞳位置P1における照射光L1のビームサイズにリレーレンズ系31のリレー倍率を乗じたサイズとなる。通常のレーザスキャン顕微鏡では、瞳位置P1に到達する照射光L1のビームサイズは、サンプルSにおいて対物レンズ系32、33により観察したい視野サイズより大きい。瞳位置P1に到達する照射光L1がそのままリレーレンズ系31により観察位置P2に照射されると、サンプルSの観察位置P2に照射される照射光L1のスポットサイズは、サンプルSにおいて観察したい視野サイズより大きくなる。その結果、視野外で生じた光が計測結果に影響を与えることがある。

[0046] そこで、図4（b）に示されたように、瞳位置P1において照射光L1のビームサイズを制限する第2の絞り35を設けるのが好ましい。これにより

、第2の絞り35を通過する照射光L1のビームサイズを小さくすることができ、サンプルSの観察位置P2に照射される照射光L1のスポットサイズを小さくすることができる。観察位置P2に照射される照射光L1のスポットサイズを、対物レンズ系32、33により観察したい視野サイズ（例えば1～2mm）と同程度とすることができ、または、これより小さくすることもできる。

[0047] 第2の絞り35は、挿抜が自在であるのが好適である。図4（c）に示されるように、第2の絞り35は、径が異なる複数の開口を有するのが好適である。この場合、複数の開口のうちから何れかの開口を選択することで、第2の絞り35を通過する照射光L1のビームサイズを変更することができる。

[0048] サンプルSの観察位置P2で反射された反射光L2とは別に第2の絞り35の表面で反射光が生じると、解析部62によるレーザスキャン像（サンプルSの傾斜情報を含む）の生成やサンプルSの傾斜の解析の際に障害となる可能性がある。そこで、第2の絞り35は、リレーレンズ系31の光軸に垂直な面に対し傾斜しているのが好適である。或いは、第2の絞り35の表面は無反射処理が施されているのが好適である。

[0049] また、観察位置P2への照射光L1の入射角の変更範囲の大きさは、リレーレンズ系31のリレー倍率に反比例する。したがって、観察位置P2への照射光L1の入射角の調整可能な範囲の大きさに応じて、リレーレンズ系31のリレー倍率は選択されるのが好適である。

[0050] ここで、図1～図3に示された光学ユニットA1は、リレーレンズ系31、対物レンズ系32、対物レンズ系33がレボルバ34により保持した構成と、補助ユニットB1を備えているが、リレーレンズ系は、対物レンズ系32を利用して構成されてもよい。すなわち、図1～図3に示された測定装置1に、光学ユニットA1に替えて、図5（a）に示された光学ユニットA2が採用されてもよい。なお、図5（a）および図5（b）は、第1および第2実施形態の一部を構成する光学ユニットA1および補助ユニットB1それ

ぞれの変形例の構成を示す図である。

[0051] 図5(a)に示された光学ユニットA2は、対物レンズ系32、対物レンズ系33がレボルバ34により保持された構成と、ミラー26により構成された補助ユニットB1に代わる補助ユニットB2を備える。補助ユニットB2は、レンズ25からの照射光L1の一部を通過させる第3の絞り260と、ミラー26と、対物レンズ系32とリレー光学系を構成するレンズ系261（例えば対物レンズ系32と共役な共役レンズ系）により構成されている。この補助ユニットB2に含まれるレンズ系261と、対物レンズ系32により、リレーレンズ系31Aが構成される。なお、図5(b)に示された補助ユニットB3については後述する。

[0052] 次に、本実施形態に係る測定装置1の動作について説明するとともに、本実施形態に係る測定方法について説明する。図6は、本実施形態に係る測定方法を説明するためのフローチャートである。本実施形態に係る測定方法は、測定装置1を用いてサンプルSの観察面画像を生成する方法である。本実施形態に係る測定方法は、事前調整ステップS1A、フォーカス調整ステップS2、傾斜測定ステップS3、傾斜調整ステップS4および画像取得ステップS5を有する。

[0053] 先ず、サンプルSが、搭載面の傾斜が可変であるサンプルホルダ51によって保持される（保持ステップ）。そして、事前調整ステップS1Aでは、スキャナ23による瞳位置P1における照射光L1の伝搬方向変化の中心と対物レンズ（サンプルSに対向するレンズ系）の光軸とを互いに一致させる。具体的は、スキャナ23によるスキャン範囲の調整や、照射光学系の調整により、スキャナ23から出力される照射光L1のスキャン範囲の中心をレンズ（スキャナ23の出射側に直接対面するレンズ）24の光軸に一致させる。すなわち、瞳位置P1における照射光L1の伝搬方向の変化範囲（スキャン範囲に依存）の中心に対物レンズの光軸が位置するように調整されているので、その場合、この事前調整ステップS1Aを行う必要はない。照射光学系が調整誤差等を有する場合には、この事前調整ステップS1Aを行うのが好

ましい。

- [0054] フォーカス調整ステップS 2では、レボルバ3 4により選択された対物レンズ系3 2または対物レンズ系3 3が、照射光L 1の光路上に配置された状態で、光源1 1から照射光L 1を出力させ、選択された対物レンズのフォーカス位置がサンプルS上に一致するよう調整される。このようなフォーカス位置の調整は、対物レンズの光軸に平行な方向にサンプルホルダ5 1またはレボルバ3 4を移動させることにより行われる。
- [0055] 次に、サンプルSに対面させるレンズ系としてレボルバ3 4により選択されたリレーレンズ系3 1が、照射光L 1の光路上に配置される（リレーレンズ配置ステップ）。そして、レボルバ3 4により照射光L 1の光路上に配置されたリレーレンズ系3 1から、光源1 1から出力された照射光L 1がサンプルSに出力される（照射ステップ）。サンプルSへの照射光L 1の照射に応じて生じる反射光L 2は、光検出器4 4で検出される（検出ステップ）。そして、光検出器4 4から出力される検出信号（反射光L 2の光パワー）とスキャナ2 3から出力される照射光L 1の出射角（レンズ2 4の光軸に一致したスキャン中心と照射光L 1の出射方向とのなす角で規定されるスキャン角）に基づいて、解析部6 2がサンプルSの傾斜情報を含むレーザスキャン像を生成し、このレーザスキャン像に基づいてサンプルSの観察面（照射光L 1が到達する光照射領域）の傾斜が求められる（傾斜測定ステップS 3）。
- [0056] 傾斜調整ステップS 4では、傾斜測定ステップS 3において求められたサンプルSの傾斜情報に基づいて、リレーレンズ系3 1からサンプルSの観察面へ照射光L 1が垂直に入射するようにサンプルホルダ5 1の傾斜が調整される。サンプルホルダ5 1の傾斜は、制御部6 1により駆動されるアクチュエータ5 2、5 3により調整されてもよいし、マニュアル操作により調整されてもよい。
- [0057] 画像取得ステップS 5では、レボルバ3 4により選択された対物レンズ系3 2または対物レンズ系3 3が照射光L 1の光路上に配置された状態で、光源1 1から照射光L 1が出力され、サンプルSからの反射光L 2が光検出器

44で受光される。そして、光検出器44から出力される検出信号とスキャナ23における照射光L1の出射角情報に基づいて、解析部62によりサンプルSの観察面画像が生成される。

[0058] また、傾斜調整ステップS4後に、レボルバ34により選択された対物レンズ系32または固浸レンズ33Aを有する対物レンズ系33が照射光L1の光路上に配置されている状態で、例えばEOP (Electro Optical Probing) やE OFM (Electro-Optical Frequency Mapping) と称される光プロービング技術によって、サンプルSの検査ステップが行われてもよい。この場合、サンプルSへテストユニットから変調電流信号が印加されている状態で、光源11から照射光L1が出力され、サンプルSからの反射光L2が光検出器44で受光される。そして、光検出器44から出力される検出信号、及び、テストユニットから出力される変調電流信号に応じた信号に基づいて、電気計測部が計測を行い、その計測結果である計測信号を出力する。さらに、解析部62によって計測信号を解析することで、サンプルSの検査が行われる。この検査ステップは、対物レンズ系32または対物レンズ系33を介してサンプルSの観察面画像を取得する画像取得ステップS5の前に行われてもよく、また、画像取得ステップS5の後に行われてもよい。この光プロービング技術は傾斜測定や画像取得とほぼ同一の光学系で行えるため、装置構成を複雑化することなくサンプルSの角度調整から検査まで行うことができる。

[0059] なお、図7は、傾斜測定ステップS3における傾斜情報の生成を説明するための概念図である。図7の例では、解析部62が、制御ケーブル72を介して制御部61に、スキャナ23に対するスキャン制御として、レンズ24の光軸を中心にスキャン範囲を設定する。制御部61は、制御ケーブル74を介して出力される照射光L1の出射角（スキャン角） ρ を制御する制御信号をスキャナ23へ出力する。具体的に出射角 ρ は、スキャン範囲の中心に位置するレンズ24の光軸に直交する平面上にあり、かつ、該光軸が通過する位置を原点とするH-V直交座標系で規定される。このとき、スキャナ2

3から出射角 ρ (ρ_H , ρ_V)を変えながら照射光L1が出力されるとともに、対面するレンズ系の光軸に対して観察面が垂直に設定されたサンプルの場合を考える。なお、図7では、照射光L1は、出射角 ρ の異なる複数の光束（それぞれが照射光L1）が丸で囲まれた記号1～3（以下、単に記号1～3と記す）で表示され、また、サンプルSからの反射光L2も、異なる方向に反射される複数の光束（それぞれが反射光L2）が丸で囲まれた記号1'～3'（以下、単に記号1'～3'と記す）で表示されている。この場合、サンプルSの観察面において反射された反射光L2は、記号1'（記号1で示された照射光L1の反射成分）、記号2'（記号2で示された照射光L1の反射成分）、3'（記号2で示された照射光L1の反射成分）で示されている。光検出器44は、記号1'～3'で示される反射光L2を受光し、該反射光L2の光パワーに相当する検出信号 P_s を制御部61へ出力する。具体的に、スキャナ23から出力される照射光L1の出射角 ρ は、時間経過とともに変化するため、記号1'～3'で示される反射光L2の検出信号 P_s は、出射角 ρ の時間変化に対応したサンプリング時間 T_1 、 T_2 、 T_3 それぞれにおける反射光L2の光パワーとなる。制御部61は、このように時間関数として与えられる出射角 ρ に関する情報 $\rho(T)$ および検出信号 $P_s(T)$ を、制御ケーブル72を介して解析部62に出力する。解析部62は、H-V直交座標系に対応する二次元マトリクスを用意し、用意された二次元マトリクスの、情報 $\rho(T)$ に対応する座標に光検出器44からの検出信号 $P_s(T)$ の信号値をプロットしていくことにより、サンプルSの傾斜情報を含む二次元のレーザスキャン像620を生成する。

[0060] 図8および図9は、本実施形態に係る測定方法における傾斜測定ステップS3を説明する図である。

[0061] 図8(a)に示された例では、観察面が基準平面RSに一致しているサンプルSに対して、リレーレンズ系31の光軸AXに平行な方向D1に沿って照射光L1がリレーレンズ系31から出力されている。このとき、リレーレンズ系31から出力された照射光L1がサンプルSの表面（観察面）へ垂直

に入射する。サンプルSで垂直反射された反射光（正反射光）L 2は、光軸AXに平行な方向D 2に沿って伝搬し、検出光学系を経て光検出器4 4により受光される。リレーレンズ系3 1からサンプルSの表面へ照射光L 1が垂直に入射するのは、瞳位置P 1における照射光L 1の伝搬方向がスキャン範囲の中心に位置するときである。したがって、図8（b）に示されるように、解析部6 2により生成される二次元のレーザスキャン像6 2 0の中心位置（H－V直交座標系の原点に対応する位置）で最も強度が大きくなり、反射光L 2によるスポット6 2 1ができる。

[0062] 図9（a）に示された例では、観察面が基準平面RSに対して角度 θ だけ傾斜しているサンプルSに対して、リレーレンズ系3 1の光軸に対して平行でない方向D 1に沿って照射光L 1がリレーレンズ系3 1から出力される。このとき、リレーレンズ系3 1から出力された照射光L 1がサンプルSの表面（観察面）へ垂直に入射する。サンプルSで垂直反射された反射光（正反射光）L 2は、光軸AXに対して平行でない方向D 2に沿って伝搬し、検出光学系を経て第1の絞り4 2に到達する。そして、第1の絞り4 2の開口を通過した反射光L 2が光検出器4 4により受光される。リレーレンズ系3 1からサンプルSの表面へ照射光L 1が垂直に入射するのは、瞳位置P 1における照射光L 1の伝搬方向がスキャン範囲の中心と異なるときである。したがって、図9（b）に示されるように、解析部6 2により生成される二次元のレーザスキャン像6 2 0の中心位置とは異なる位置で最も強度が大きくなり、反射光L 2によるスポット6 2 2ができる。傾斜調整ステップS 4では、このレーザスキャン像6 2 0内に現れたスポット6 2 2を該レーザスキャン像6 2 0の中心位置（スポット6 2 1の位置）に移動させるよう、サンプルホルダ5 1の傾斜調整が行われる。

[0063] 傾斜測定ステップS 3で解析部6 2により生成される二次元のレーザスキャン像6 2 0において、最も光パワーが大きいスポット位置が該レーザスキャン像6 2 0の中心位置（H－V直交座標系の原点に対応）であれば、リレーレンズ系3 1の光軸に垂直な面に対してサンプルSにおける観察面が一致

していることになる。そのレーザスキャン像620においてスポット位置が中心位置から遠いほど、サンプルSにおける観察面の傾斜が大きいことになる。そのレーザスキャン像620におけるスポットに基づいて、サンプルSの傾斜（傾斜情報）を求めることができる。

[0064] したがって、傾斜調整ステップS4では、解析部62により生成される二次元のレーザスキャン像620（サンプルSの傾斜情報を含む）においてスポット位置が中心位置になるように、サンプルホルダ51の傾斜が調整される。または、レーザスキャン像620におけるスポット位置に基づいてサンプルホルダ51の傾斜調整量（傾斜情報）が算出され、その算出された傾斜調整量だけサンプルホルダ51が傾斜させられる。例えば、図9（a）に示されたように、リレーレンズ系31の光軸AXとサンプルSの観察面との交点（対物レンズのフォーカス位置）を含み、かつ、該リレーレンズ系31の光軸AXに直交する基準平面RSとサンプルSの観察面とのなす角（傾斜角 θ ）は、上記交点を原点とする、該基準平面RS上のX-Y直交座標系（X軸、Y軸それぞれは、アクチュエータ52、53の傾斜制御方向が基準平面RS上へ投影された軸に平行）で規定する場合、 (θ_x, θ_y) で与えられる。同時に、傾斜角 θ （ θ_x, θ_y ）からは、基準平面RSの法線方向に対する、サンプルSの観察面の法線方向（該観察面で垂直反射される反射光の伝搬方向）の傾斜情報も得られる。したがって、調整されるべき傾斜量（ θ_x, θ_y ）は、 $(\theta_x, \theta_y) = F(\rho_H, \rho_V)$ の関係を満たす変換関数Fを予め決定しておけば、レーザスキャン像620におけるスポット位置（ ρ_H, ρ_V ）を利用して、解析部62が容易に算出できる。制御部61は、傾斜角成分 θ_x 、 θ_y それぞれが0に近づくように、アクチュエータ52、53を制御する（サンプルホルダ51を傾斜させる）。このように、制御部61は、傾斜情報に基づいて、サンプルSの観察面で垂直反射される反射光の伝搬方向がリレーレンズ系31の光軸AXに対して平行となるように、サンプルホルダ51の姿勢を調整する。

[0065] なお、フォーカス調整ステップS2、傾斜測定ステップS3および傾斜調

整ステップS 4を含む処理（サンプル傾斜角度調整）については、より詳細には図10に示されるフローチャートに従うのが好適である。なお、このフローチャート中のステップS 12、S 16は、傾斜測定ステップS 3と同様に、解析部62により生成されたレーザスキャン像に基づいてサンプルSの傾斜（傾斜情報）を求めるステップである。

[0066] フォーカス調整ステップS 2および傾斜測定ステップS 3の後、ステップS 11において、傾斜測定ステップS 3で生成された二次元のレーザスキャン像内にスポットの有無が判定される。ステップS 11でスポットが確認された場合、傾斜調整ステップS 4に進み、リレーレンズ系31からサンプルSへ照射光L 1が垂直に入射するようにサンプルホルダ51の傾斜が調整される。

[0067] ステップS 11でスポットが確認されなかった場合、ステップS 12でスキャナ23のスキャン範囲を広げてレーザスキャン像を取得し、続くステップS 13で該レーザスキャン像においてスポットの有無が判定される。ステップS 12でスポットが確認された場合、傾斜調整ステップS 4に進んで、リレーレンズ系31からサンプルSへ照射光L 1が垂直に入射するようにサンプルホルダ51の傾斜が調整される。ステップS 13でスポットが確認されなかった場合、ステップS 14でサンプルSの設置角度を再調整した後、フォーカス調整ステップS 2が再び実行される。

[0068] 傾斜調整ステップS 4の後のステップS 15で、サンプルSの観察面の傾斜角 θ が所定角度（例えば、 θ_x 、 θ_y とも0.01度）以下となったか否かが判定される。ステップS 15でサンプルSの傾斜角が所定角度以下でないと判定された場合、ステップS 16でスキャナ23のスキャン範囲（瞳位置P 1における照射光L 1の伝搬方向の変化幅）を狭くすることにより、サンプルSに対する照射光L 1の入射角の変化範囲を狭くしながらレーザスキャン像を取得する。その後、傾斜調整ステップS 4に進んで、リレーレンズ系31からサンプルSへ照射光L 1が垂直に入射するようにサンプルホルダ51の傾斜が調整される。このとき、照射光L 1の伝搬方向の変化幅を狭くする

前後でレーザスキャン像の計測点数を同じにしておくことが好ましい。

[0069] 図 1 1 は、他の実施形態に係る測定方法を説明するためのフローチャートである。この実施形態に係る測定方法も、測定装置 1 を用いてサンプル S の二次元の観察面画像を生成する方法である。ただし、図 6 に示されたフローチャートと比較すると、図 1 1 に示されたフローチャートは、事前調整ステップ S 1 A に替えて事前傾斜測定ステップ S 1 B を有する点、および、傾斜調整ステップ S 4 の処理内容の点で相違する。

[0070] 事前傾斜測定ステップ S 1 B では、スキャナ 2 3 による瞳位置 P 1 における照射光 L 1 の伝搬方向の変化範囲の中心と対物レンズ（サンプル S に対向するレンズ）の光軸との間の関係を求める。瞳位置 P 1 における照射光 L 1 の伝搬方向のうち、変化範囲の中心となる伝搬方向と対物レンズの光軸とが互いに一致しない構成である場合、その一致しない程度（誤差）を求めておく。

[0071] 傾斜調整ステップ S 4 では、事前傾斜測定ステップ S 1 B で求められた上記関係（誤差）に基づいて、リレーレンズ系 3 1 からサンプル S へ照射光 L 1 が垂直に入射するようにサンプルホルダ 5 1 の傾斜が調整される。

[0072] 図 1 2 は、傾斜測定ステップ S 3 の際にサンプル S に対向するレンズ系としてリレーレンズ系 3 1 を用いる場合と、サンプル S に対向するレンズ系を何も用いない場合との相違について説明するための図である。本実施形態のように傾斜測定ステップ S 3 の際にリレーレンズ系 3 1 を用いる場合（図 1 2（a））、リレーレンズ系 3 1 から出力された照射光 L 1 は、サンプル S への入射方向が変化しても、サンプル S における共通の位置に入射する。これに対して、リレーレンズ系 3 1 を用いない場合（図 1 2（b））、リレーレンズ系 3 1 から出力された照射光 L 1 は、サンプル S への入射方向が変化すると、サンプル S における入射位置も変化する。

[0073] このように、本実施形態ではリレーレンズ系 3 1 を用いることで、サンプル S のうちでも対物レンズ系 3 2、3 3 により観察すべき位置での傾斜を測定し調整することができる。本実施形態では、レボルバ 3 4 にリレーレンズ

系 3 1 を装着するだけの簡易かつ安価な構成で、対物レンズ系 3 2、3 3 の光軸に対してサンプル S の面が垂直となるようにサンプル S の傾斜を容易に調整することができる。なお、図 5 (a) に示された構成のように、対物レンズ系 3 2 と、該対物レンズ系 3 2 とレンズ系 2 6 1 でリレーレンズ系が構成された場合も同様である。

[0074] 図 1 3 は、リレーレンズ系 3 1、固浸レンズ付き対物レンズ系 3 3 およびレボルバ 3 4 の構成例を示す図である。一般に固浸レンズ付き対物レンズ系 3 3 の径は大きい、リレーレンズ系 3 1 の構成は簡単であり、リレーレンズ系 3 1 の径を小さくすることができる。したがって、リレーレンズ系 3 1 および固浸レンズ付き対物レンズ系 3 3 は、互いに干渉することなく、レボルバ 3 4 の隣接したソケットに取り付けることができる。

[0075] (第 2 実施形態)

図 1 4 は、第 2 実施形態に係る測定装置（本実施形態に係る観察装置に含まれる）2 の構成を示す図である。図 1 ～図 3 に示された第 1 実施形態の測定装置 1 の構成（図 5 に示された変形例の構成を含む）と比較すると、図 1 4 に示される第 2 実施形態の測定装置 2 は、第 1 の絞り 4 2 に替えて光ファイバ 4 3 を備える点で相違する。

[0076] 本実施形態では、サンプル S への照射光 L 1 の照射により生じる反射光 L 2 は、検出光学系を経て光ファイバ 4 3 の入射端に到達する。入射端から入力された反射光 L 2 は、光ファイバ 4 3 内を伝搬し、出射端から光検出器 4 4 へ出力される。光検出器 4 4 は、光ファイバ 4 3 の出射端から出力される反射光 L 2 を受光し、反射光 L 2 の光パワーに相当する検出信号を制御部 6 1 へ出力する。サンプル S における照射光 L 1 の照射位置と光ファイバ 4 3 の入射端との間に位置する光学系は共焦点光学系を構成している。本実施形態においても、第 1 実施形態（図 1 ～図 3）と同様に、補助ユニット B 1 を含む光学ユニット A 1 を備え、第 1 実施形態の場合と同様の効果を奏する。なお、光学ユニット A 1 は、レボルバ 3 4 に保持されたリレーレンズ系 3 1、対物レンズ系 3 2、対物レンズ系 3 3 とともに、ミラー 2 6 により構成さ

れる補助ユニットB 1により構成されている。

[0077] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。

[0078] 上述のフォーカス調整ステップS 2では、レボルバ3 4により選択された対物レンズ系3 2または対物レンズ系3 3が照射光L 1の光路上に配置された状態で、光源1 1から出力される照射光L 1を出力させ、対物レンズのフォーカス位置がサンプルS上になるよう調整される。しかしながら、フォーカス調整動作は上記以外の方法で可能である。例えば、予めリレーレンズ系3 1のフォーカス位置がサンプルS上となるような位置関係を求めておく。更に、レボルバ3 4によりリレーレンズ系3 1が選択された状態で、当該位置関係に基づいてサンプルホルダ5 1またはレボルバ3 4を移動させることにより、フォーカス調整が可能になる。

[0079] また、上述の傾斜測定ステップS 3は、サンプルSからの反射光を検出し、解析部6 2で生成された二次元のレーザスキャン像に基づいてサンプルSの傾斜を求めている。しかしながら、他の手順によってサンプルSの傾斜を求めてもよい。例えば、光検出器4 4で検出される光パワーとスキャナ2 3における照射光L 1の出射角をモニタリングすることによって、レーザスキャン像を作ることなく直接サンプルSの傾斜（傾斜情報）を求めてもよい。

[0080] また、第1実施形態の変形例として例えば、サンプルSとして半導体を保持し、傾斜が可変であるサンプルホルダ5 1と、スキャナ2 3及びリレーレンズ系3 1を有する光学系と、当該光学系を通して半導体を照明する光源1 1と、半導体で反射された光を検出するシングルポイントの光検出器4 4と、半導体で発生したエミッション光を検出して、第2の検出信号を生成する第2の光検出器と、を備える半導体を検査する半導体検査装置を構成してもよい。このような変形例は、第1および第2実施形態の構成において、光学ユニットA 1に、補助ユニットB 1に替えて図5（b）に示された補助ユニットB 3が適用されることに実現可能である。この補助ユニットB 3は、サンプルSとして用いた半導体から発生したエミッション光を検出可能な第2

の光検出器 440 を備えるとともに、ミラー 26 を例えば光路切り替え可能な可動ミラー（矢印 R で示された方向に沿って回転可能なミラー） 27 に置き換えることで、半導体検査装置として構成される。可動ミラー 27 を切り替えることで、対物レンズ系 32 や固浸レンズ 33A を有する対物レンズ系 33 を通過したサンプル S で発生したエミッション光が第 2 の光検出器 440 で検出可能になり、半導体の検査を行うことができる。第 2 の光検出器 440 は、例えば、CCD (Charge Coupled Device) イメージセンサ又は CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサを搭載したカメラや、InGaAs カメラ又は MCT (Mercury Cadmium Telluride) カメラである。第 2 の光検出器 440 は、光検出器（第 1 の光検出器） 44 と同様に、制御部 61 に電氣的に接続され、半導体で発生したエミッション光を検出した際の検出信号を制御部 61 に出力する。解析部 62 は、制御部 61 からの信号に基づいてエミッション画像を求め、ユーザーは半導体の検査を行うことができる。

符号の説明

[0081] 1, 2…測定装置（観察装置に含まれる）、11…光源、12…光ファイバ、13…コリメートレンズ、21…偏光ビームスプリッタ、22…λ/4 板、23…スキャナ、24, 25…レンズ、26…ミラー、27…可動ミラー、31、31A…リレーレンズ系、32…対物レンズ系、33…対物レンズ系、33A…固浸レンズ、34…レボルバ（レンズ選択部）、35…第 2 の絞り、41…レンズ、42…第 1 の絞り、43…光ファイバ、44…光検出器（第 1 の光検出器）、51…サンプルホルダ、52, 53…アクチュエータ、61…制御部、62…解析部、63…入力部、64…表示部、71…センサケーブル、72～74…制御ケーブル、260…第 3 の絞り、261…レンズ系、440…第 2 の光検出器、620…レーザスキャン像、621、622…スポット、L1…照射光、L2…反射光、P1…瞳位置、P2…観察位置、S…サンプル、A1、A2…光学ユニット、B1、B2、B3…補助ユニット。

請求の範囲

- [請求項1] サンプルの光照射領域に照射光を導くリレーレンズ系を有し、前記リレーレンズ系の光軸に直交する基準平面に対する前記光照射領域の傾斜を測定する測定装置において、
- 前記照射光を出力する光源と、
- 前記サンプルを保持した状態で、前記基準平面に対する前記光照射領域の傾斜角を変えるサンプルホルダと、
- 前記サンプルホルダに対面するよう配置された前記リレーレンズ系と、
- 前記光源と前記リレーレンズ系との間の光路上に配置され、前記リレーレンズ系から出射される前記照射光の出射角を変化させるスキャナと、
- 前記リレーレンズ系および前記スキャナを通過した、前記光照射領域からの反射光を受光し、前記反射光に応じた検出信号を出力する光検出器と、
- 前記スキャナから出力された前記照射光の出射角に関する情報と前記検出信号の信号値に関する情報とを対応付けることにより、前記サンプルにおける前記光照射領域の傾斜情報を得る解析部と、
- を備える測定装置。
- [請求項2] 前記傾斜情報に基づいて、前記光照射領域で垂直反射される反射光の伝搬方向が前記リレーレンズ系の光軸に対して平行となるように、前記サンプルホルダの姿勢を調整する制御部を更に備える、
- 請求項 1 に記載の測定装置。
- [請求項3] 前記解析部は、前記傾斜情報として、前記スキャナから出力された前記照射光の出射角に関する情報を二次元座標に変換し、前記二次元座標に対応する前記検出信号の情報をプロットしていくことにより、二次元のスキャン像を生成する、
- 請求項 1 または 2 に記載の測定装置。

- [請求項4] 前記光検出器は、シングルポイントの光検出器を含む、
請求項1～3の何れか一項に記載の測定装置。
- [請求項5] 前記スキャナは、前記反射光を前記照射光の光線に一致させる、
請求項4に記載の測定装置。
- [請求項6] 前記スキャナと前記光検出器との間の光路上に配置され、前記光検出器が受光する前記反射光のビームサイズを制限する第1の絞りを更に備える、
請求項1～5の何れか一項に記載の測定装置。
- [請求項7] 前記スキャナと前記光検出器との間の光路上に配置されるとともに、前記反射光を取り込むための入射端と、その内部を伝搬した前記反射光が前記光検出器へ向けて出射される出射端と、を有する光ファイバを更に備える、
請求項1～5の何れか一項に記載の測定装置。
- [請求項8] 前記スキャナと前記リレーレンズ系との間の光路上に配置され、前記リレーレンズ系に入射する前記照射光のビームサイズを制限する第2の絞りを更に備える、
請求項1～7の何れか一項に記載の測定装置。
- [請求項9] 前記サンプルに前記照射光を集光する対物レンズ系と、
少なくとも前記リレーレンズ系および前記対物レンズ系を保持した状態で、前記リレーレンズ系および前記対物レンズ系のうち何れかを前記サンプルに対面するように配置するレンズ選択部と、
を更に備える請求項1～8の何れか一項に記載の測定装置。
- [請求項10] 前記リレーレンズ系は、前記サンプルに対面するように配置された対物レンズ系と、前記対物レンズ系と前記スキャナとの間の光路上に配置された、前記対物レンズ系とリレー光学系を形成するレンズ系と、を含む、
請求項1～8の何れか一項に記載の測定装置。
- [請求項11] 固浸レンズを更に備える、

請求項 1 ～ 1 0 の何れか一項に記載の測定装置。

[請求項12] 請求項 1 ～ 1 1 の何れか一項に記載の測定装置を含む観察装置。

[請求項13] レンズ系を介してサンプルの光照射領域に照射光を導き、前記レンズ系の光軸に直交する基準平面に対する前記光照射領域の傾斜を測定する測定方法において、

前記基準平面に対する前記光照射領域の傾斜を変えるサンプルホルダに、前記サンプルを保持させる保持ステップと、

前記レンズ系のフォーカス位置を前記光照射領域上に調整するフォーカス調整ステップと、

前記レンズ系としてリレーレンズ系を前記サンプルに対面するよう配置するリレーレンズ系配置ステップと、

前記照射光の伝搬経路上に配置されたスキャナから出射角を変えながら前記照射光を出力させることにより、前記リレーレンズ系から前記光照射領域へ出射される前記照射光の入射角を変えながら、前記照射光を前記サンプルへ照射する照射ステップと、

前記光照射領域で反射された反射光を受光し、前記反射光に応じた検出信号を出力する検出ステップと、

前記スキャナから出力された前記照射光の出射角の情報と前記検出信号の情報とを対応付けることにより、前記サンプルにおける前記光照射領域の傾斜情報を得る傾斜測定ステップと、

を備える測定方法。

[請求項14] 前記傾斜情報に基づいて、前記光照射領域で垂直反射される反射光の伝搬方向が前記リレーレンズ系の光軸に対して平行となるように、前記サンプルホルダの姿勢を調整する傾斜調整ステップを更に備える、

請求項 1 3 に記載の測定方法。

[請求項15] 前記リレーレンズ系から前記光照射領域に出射される前記照射光の入射角の変化幅を縮小しながら、前記傾斜測定ステップおよび前記傾

斜調整ステップを繰り返して行う、

請求項 1 4 に記載の測定方法。

[請求項16] 前記フォーカス調整ステップの前に、前記光照射領域で垂直に反射された前記反射光の伝搬方向と前記リレーレンズ系の光軸とのズレを得る事前傾斜測定ステップを更に備え、

前記傾斜調整ステップは、前記ズレが低減されるよう、前記基準平面に対する前記サンプルホルダの姿勢を調整することを含む、

請求項 1 4 に記載の測定方法。

[請求項17] 前記フォーカス調整ステップは、前記レンズ系として対物レンズが配置されている状態で、前記対物レンズのフォーカス位置を前記光照射領域上に調整することを含む、

請求項 1 3 ～ 1 6 の何れか一項に記載の測定方法。

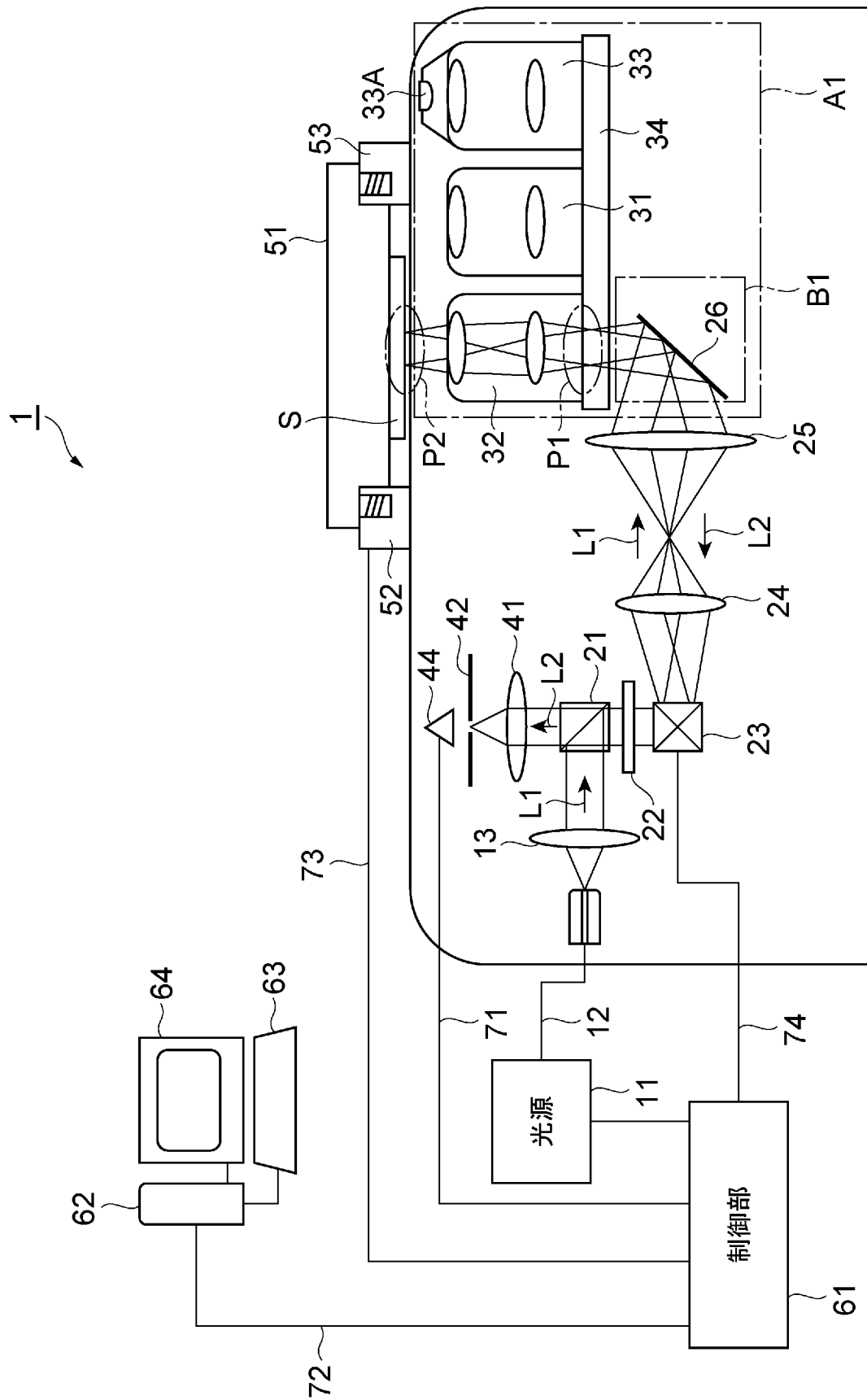
[請求項18] 前記傾斜測定ステップは、前記傾斜情報として、前記照射光の出射角に関する情報を二次元座標に変換し、前記二次元座標に対応する前記検出信号の信号値をプロットしていくことにより、二次元のスキャン像を生成する、

請求項 1 3 ～ 1 7 の何れか一項に記載の測定方法。

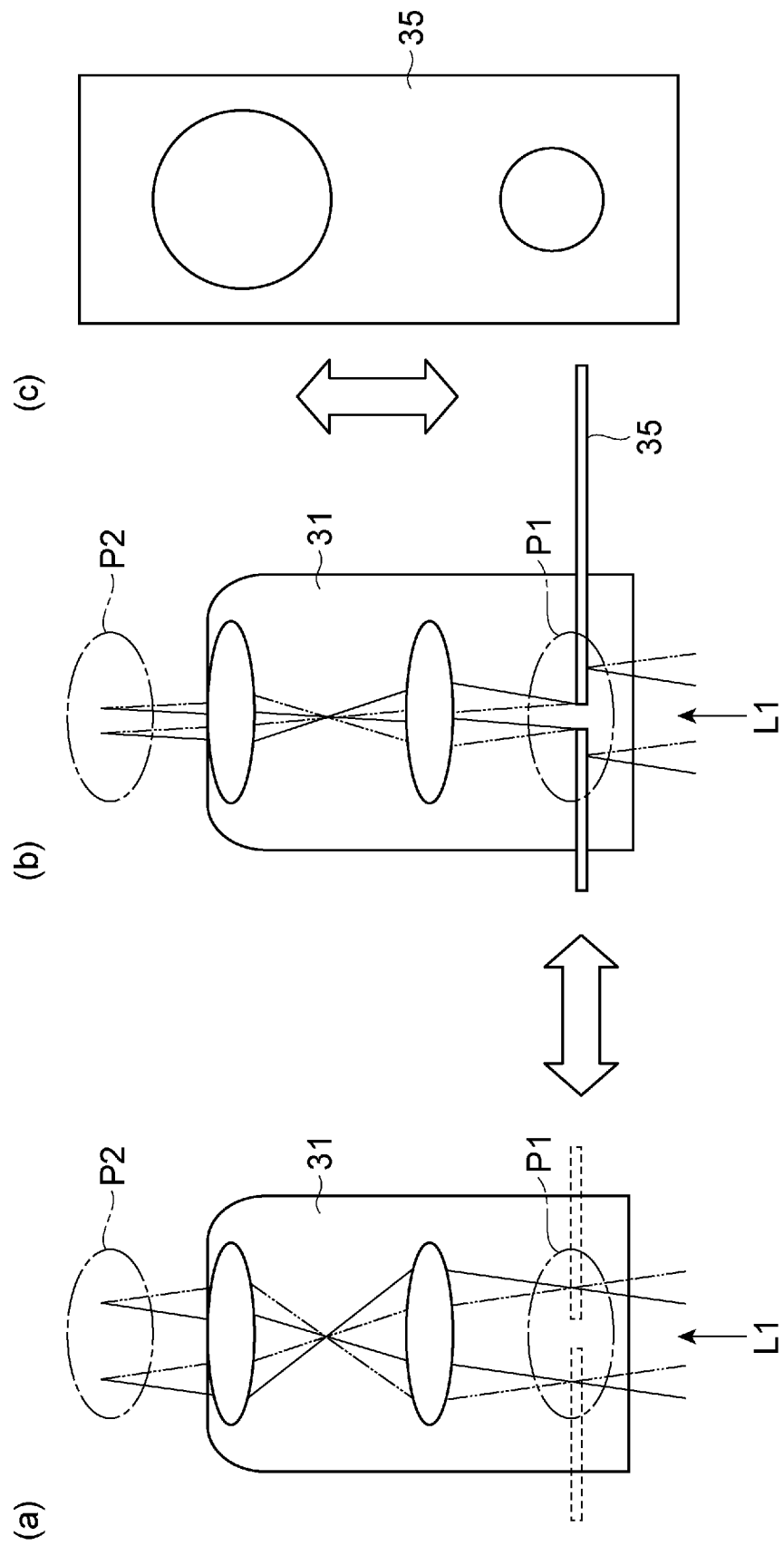
[請求項19] 前記フォーカス調整ステップの前に、前記光照射領域で垂直に反射された前記反射光の伝搬方向と前記リレーレンズ系の光軸とを互いに一致させる事前調整ステップを更に備える、

請求項 1 3 ～ 1 8 の何れか一項に記載の測定方法。

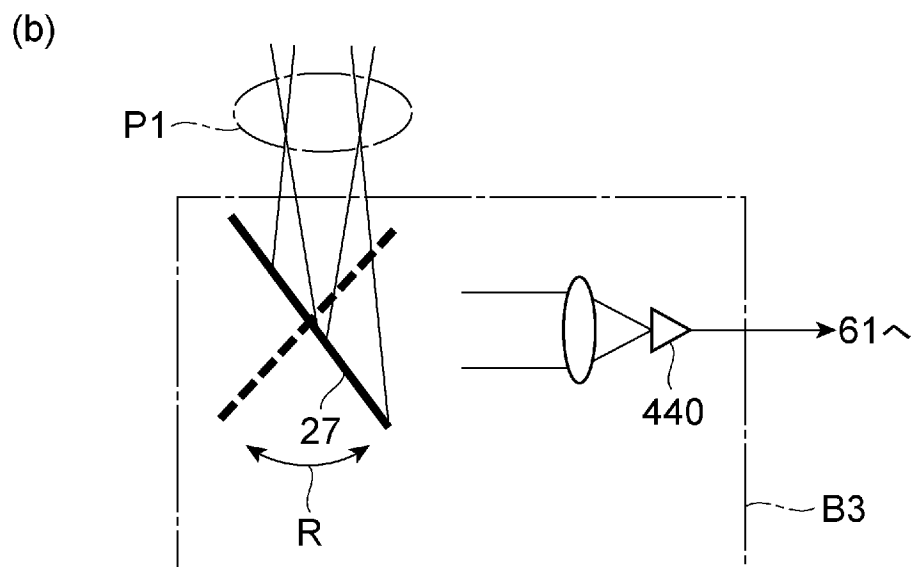
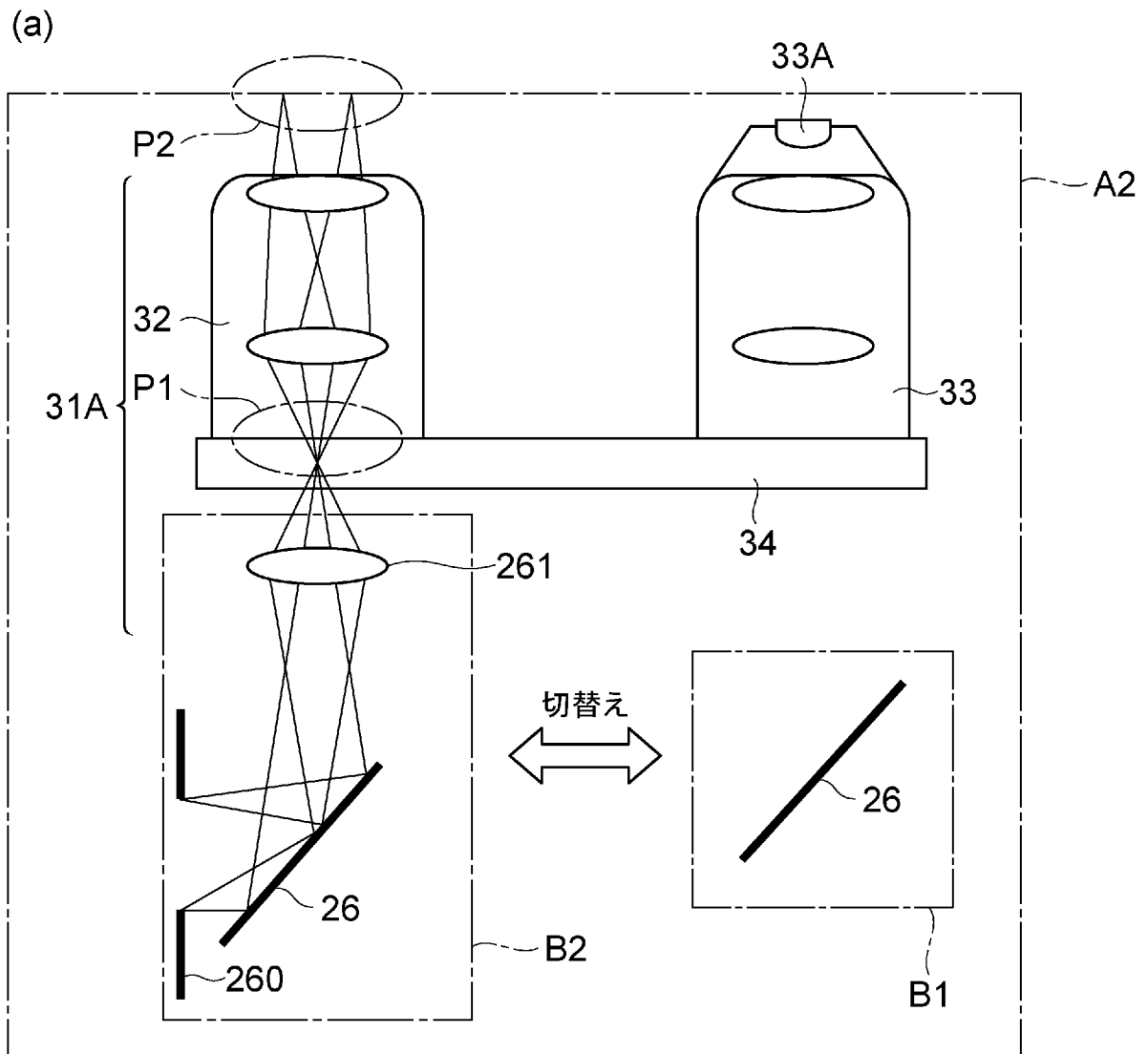
[図2]



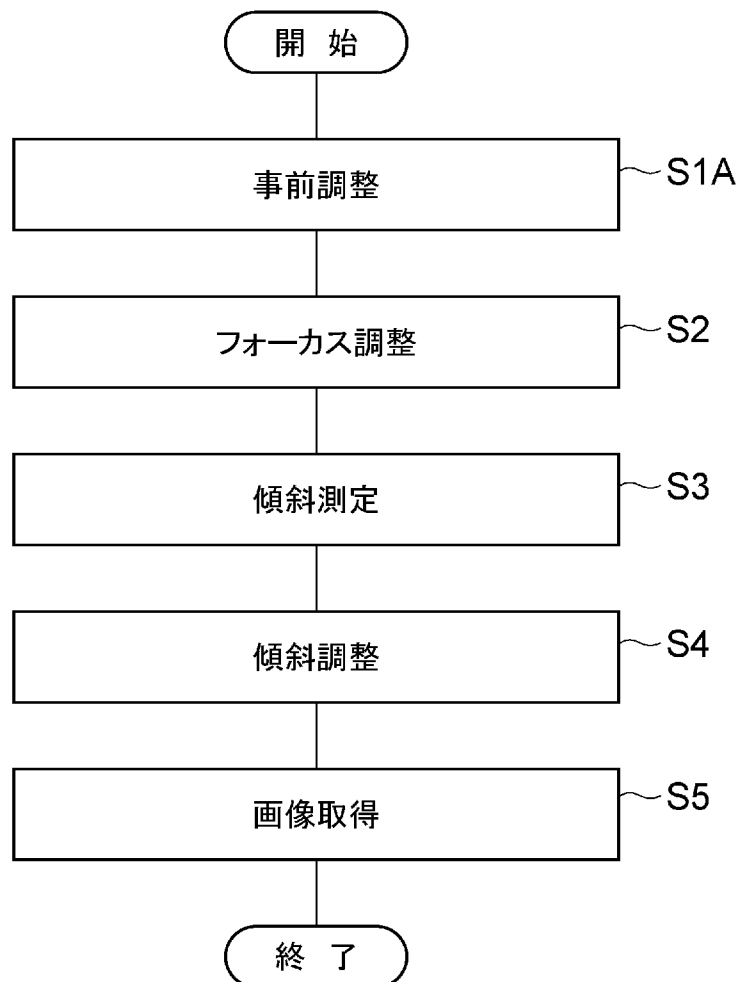
[図4]



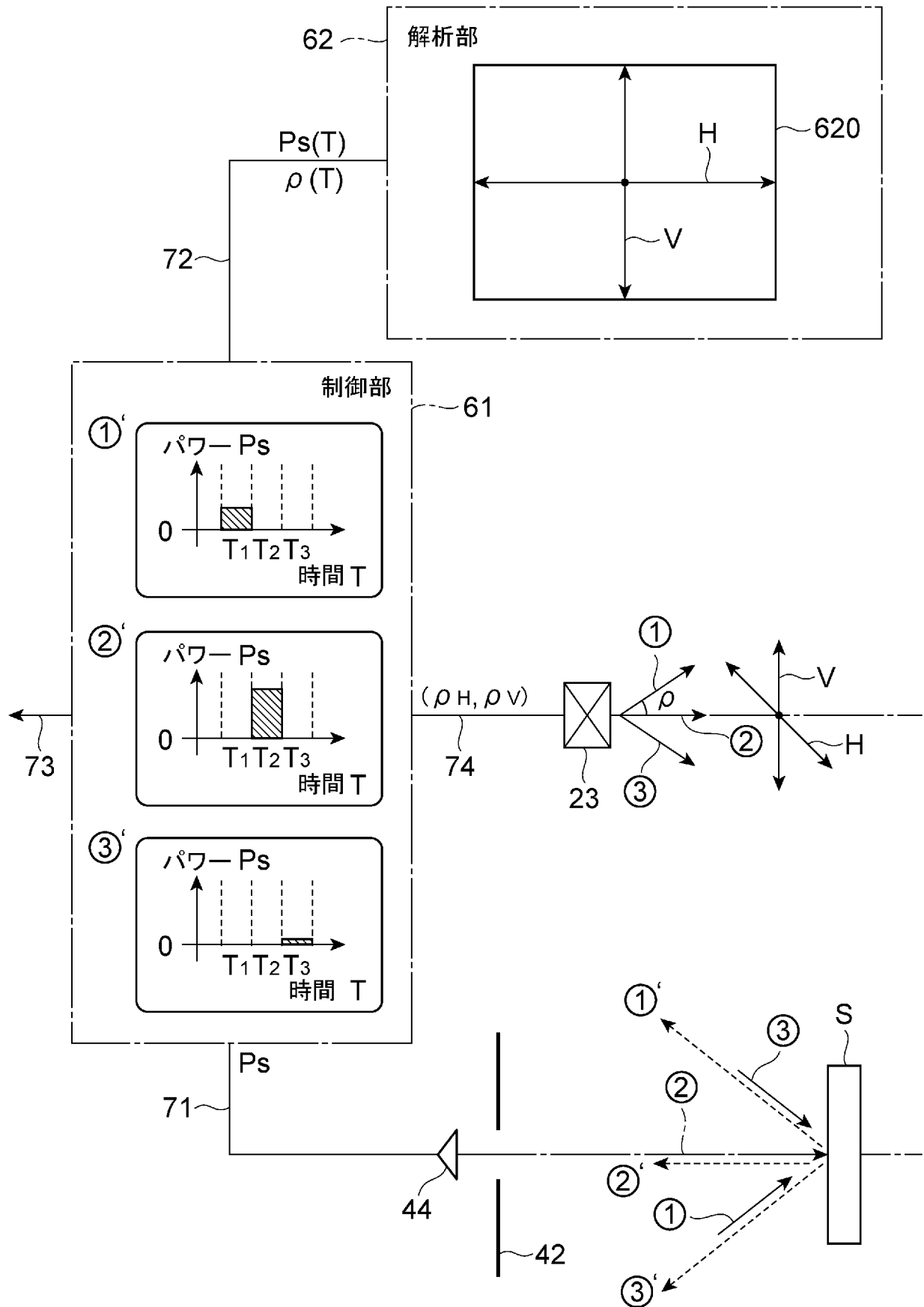
[図5]



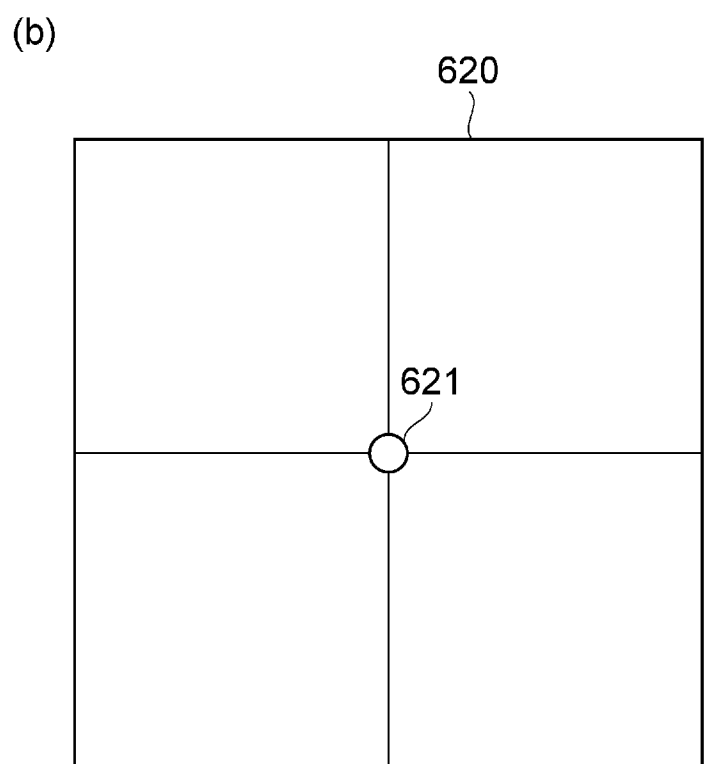
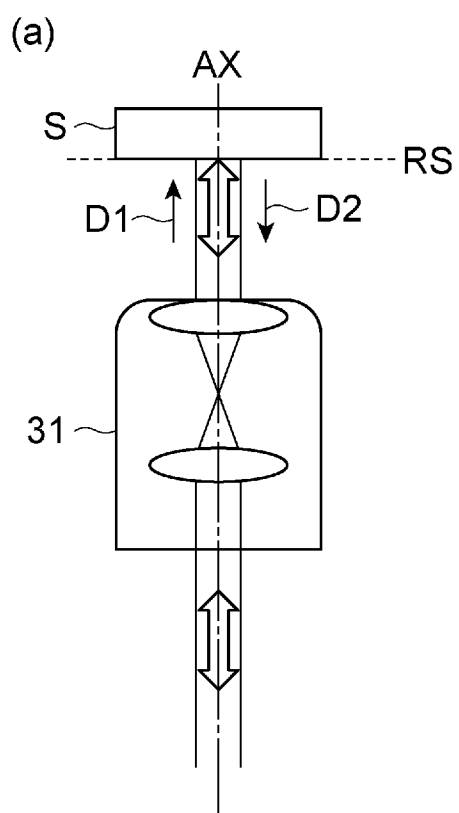
[図6]



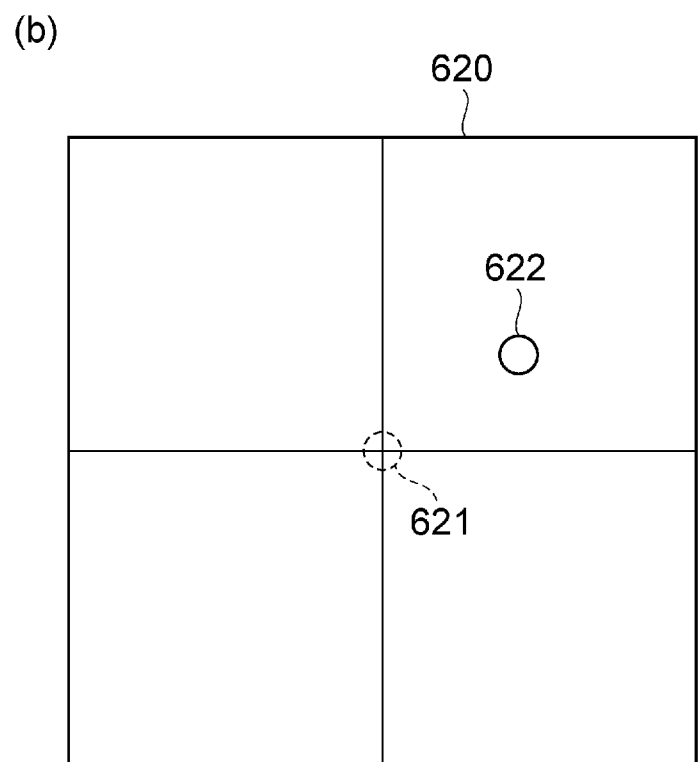
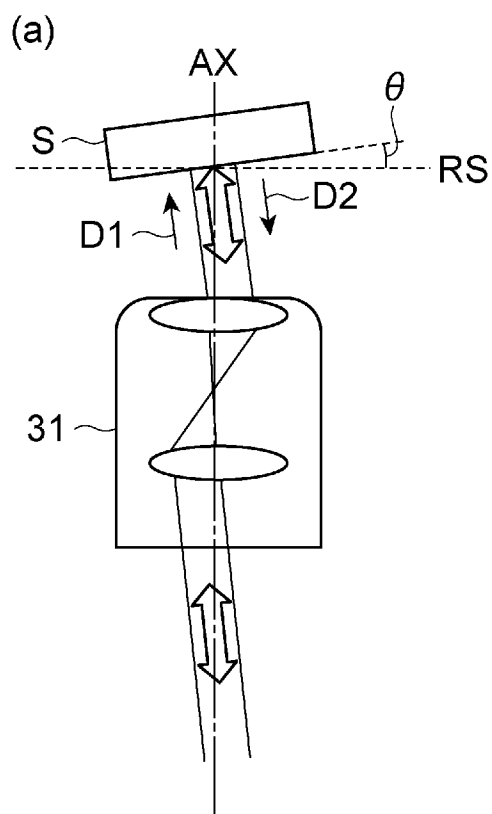
[図7]



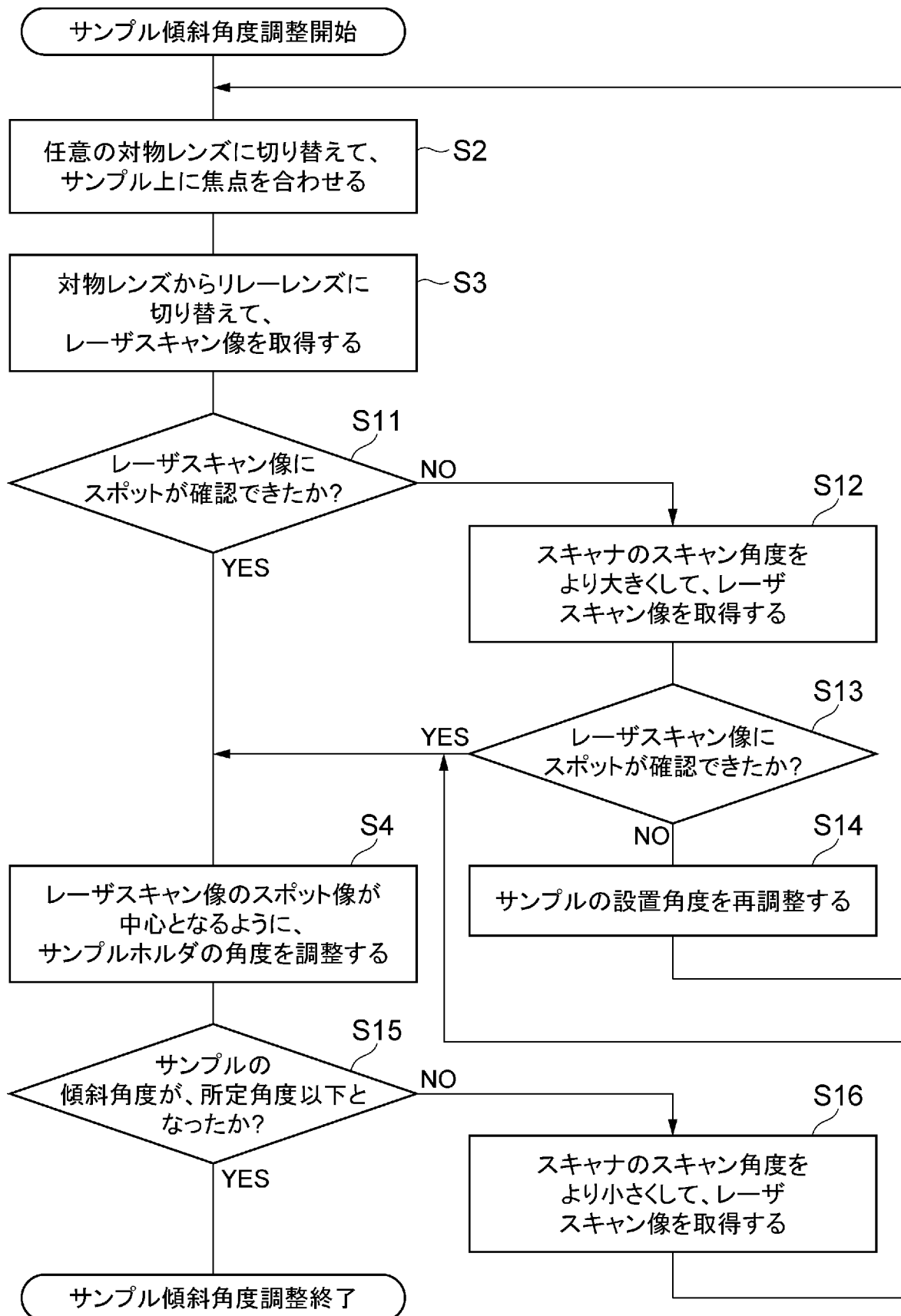
[図8]



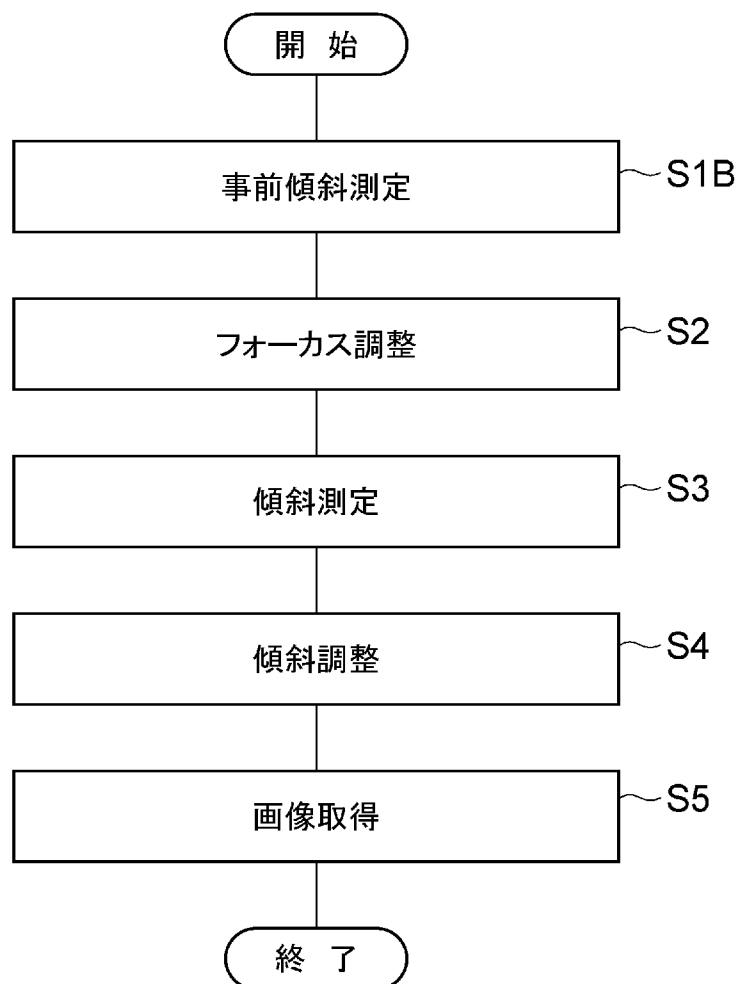
[図9]



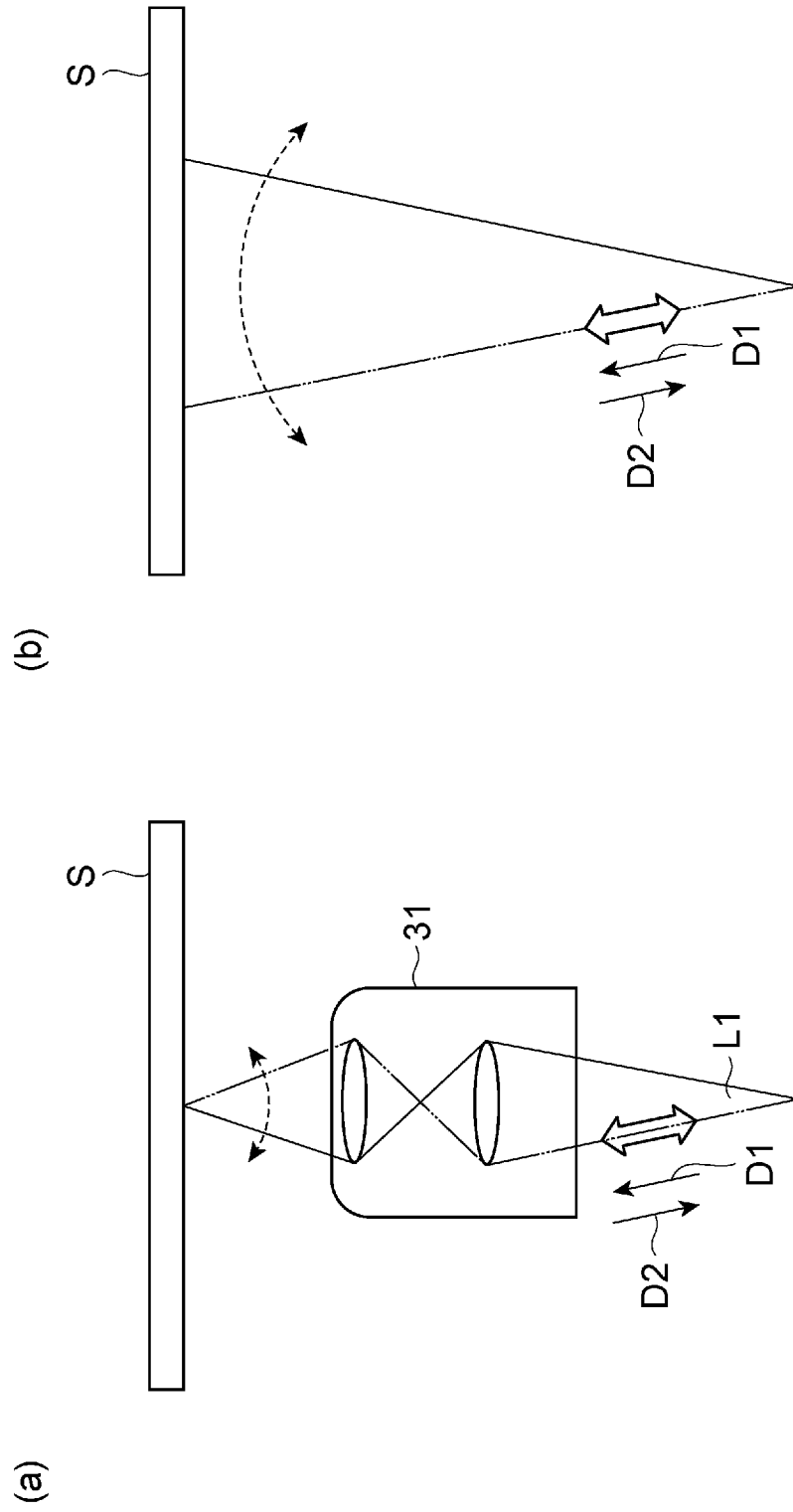
[図10]



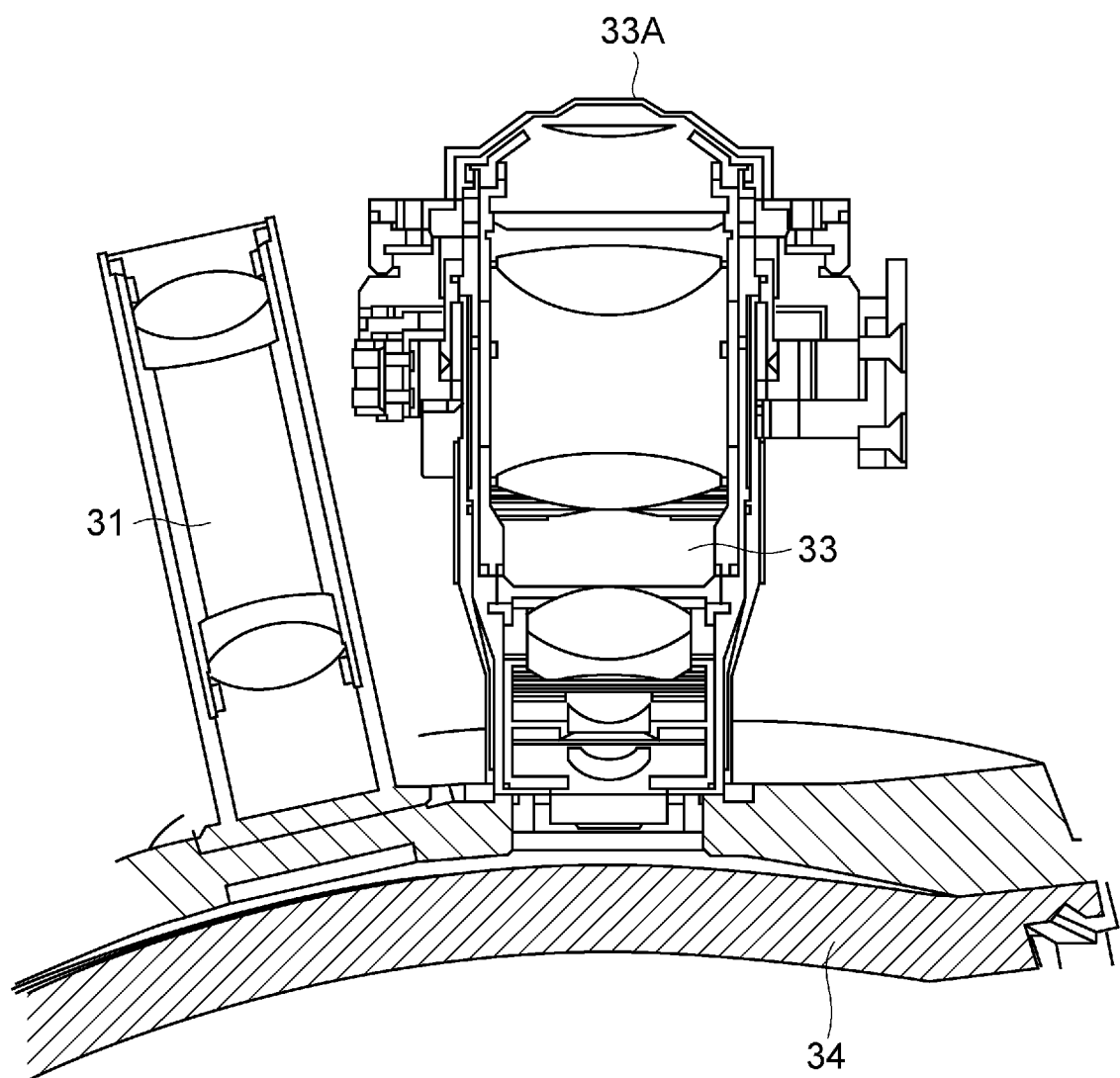
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/008972

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B11/26(2006.01) i, G01N21/17(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)

GG01B11/00-11/30, G01N21/00-21/01, 21/17-21/61

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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

JDreamIII

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2006/0028641 A1 (FRANK Jonathan, COTTON Daniel), 09 February 2006 (09.02.2006), paragraphs [0004] to [0013], [0026] to [0038]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-19
Y	JP 2008-203034 A (Olympus Corp.), 04 September 2008 (04.09.2008), paragraph [0009] & US 2008/0226156 A1 paragraph [0040] & CN 101251496 A & TW 200842341 A	1-19

☒ 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
15 May 2017 (15.05.17)

Date of mailing of the international search report
23 May 2017 (23.05.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/008972

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-354345 A (Olympus Corp.), 16 December 2004 (16.12.2004), paragraph [0023]; fig. 1, 2 (Family: none)	1-19
Y	JP 2003-57169 A (Shiseido Co., Ltd.), 26 February 2003 (26.02.2003), paragraphs [0037] to [0040]; fig. 1 (Family: none)	1-19
Y	US 5705821 A (BARTON Daniel L, TANGYUNYONG Paiboon), 06 January 1998 (06.01.1998), fig. 1 (Family: none)	4-12
Y	JP 10-239037 A (Nikon Corp.), 11 September 1998 (11.09.1998), claims; paragraphs [0004], [0013], [0020] to [0021]; fig. 1 (Family: none)	6, 8-12
Y	JP 2002-14145 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 18 January 2002 (18.01.2002), paragraph [0036] (Family: none)	9-12
Y	JP 2010-216864 A (Olympus Corp.), 30 September 2010 (30.09.2010), paragraphs [0004], [0034], [0035], [0039]; fig. 1 (Family: none)	13-19
Y	JP 9-72714 A (Toshiba Corp.), 18 March 1997 (18.03.1997), claim 2 (Family: none)	15, 17-19

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01B11/26(2006.01)i, G01N21/17(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. GG01B11/00-11/30, G01N21/00-21/01, 21/17-21/61

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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）

JDreamIII

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	US 2006/0028641 A1 (FRANK Jonathan, COTTON Daniel) 2006.02.09, 段落[0004]-[0013], [0026]-[0038], 第1-4図（ファミリーなし）	1-19
Y	JP 2008-203034 A (オリンパス株式会社) 2008.09.04, 段落[0009] & US 2008/0226156 A1, 段落[0040] & CN 101251496 A & TW 200842341 A	1-19
Y	JP 2004-354345 A (オリンパス株式会社) 2004.12.16, 段落[0023], 第1図, 第2図（ファミリーなし）	1-19

☒ 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

15.05.2017

国際調査報告の発送日

23.05.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

梶田 真也

2S

3303

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2003-57169 A (株式会社資生堂) 2003.02.26, 段落 [0037]-[0040], 第1図 (ファミリーなし)	1-19
Y	US 5705821 A (BARTON Daniel L, TANGYUNYONG Paiboon) 1998.01.06, 第1図 (ファミリーなし)	4-12
Y	JP 10-239037 A (株式会社ニコン) 1998.09.11, 特許請求の範囲, 段 落[0004], [0013], [0020]-[0021], 第1図 (ファミリーなし)	6, 8-12
Y	JP 2002-14145 A (浜松ホトニクス株式会社) 2002.01.18, 段落 [0036] (ファミリーなし)	9-12
Y	JP 2010-216864 A (オリンパス株式会社) 2010.09.30, [0004], [0034], [0035], [0039], 第1図 (ファミリーなし)	13-19
Y	JP 9-72714 A (株式会社東芝) 1997.03.18, 請求項2 (ファミリーな し)	15, 17-19