

(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
2016 年 12 月 15 日(15.12.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/199307 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 21/41 (2006.01) **G01N 21/552** (2014.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/067089
- (22) 国際出願日: 2015 年 6 月 12 日(12.06.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: オリンパス株式会社(OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 岡 哲大(OKA, Tetsuhiro); 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP). 花野 和成(HANANO, Kazunari); 〒1510072 渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス株式会社内 Shibuya-ku (JP).
- (74) 代理人: 酒井 宏明(SAKAI, Hiroaki); 〒1000013 東京都千代田区霞が関 3 丁目 8 番 1 号 虎の門三井ビルディング 特許業務法人酒井国際特許事務所 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, 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, KN, KP, KR, 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), 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

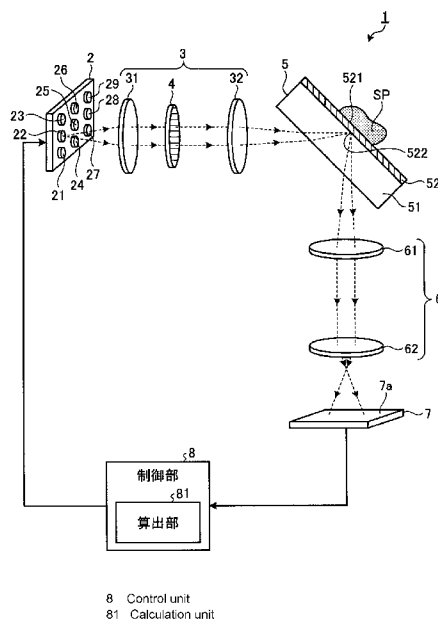
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: OPTICAL PROPERTY-DETECTING OPTICAL SYSTEM, MEASUREMENT PROBE, AND OPTICAL PROPERTY-DETECTING DEVICE

(54) 発明の名称: 光学特性検出光学系、測定プローブおよび光学特性検出装置

[図1]



(57) Abstract: Provided are an optical property-detecting optical system that can be made to be compact even when configured so as to simultaneously obtain incident angle information and wavelength information, a measurement probe, and an optical property-detecting device. This optical property-detecting optical system is equipped with: a light source unit 2 having a plurality of light-emitting points arranged thereon that emit light in wavelength bands that differ from one another; a detection unit 5 having a detection surface 521 that contacts a detection target, and formed using a member having a pre-scribed refractive index; a first optical member 3 for concentrating the light emitted from each of the plurality of light sources 21-29, and forming an image on the detection surface 521; a light-receiving unit 7 capable of receiving the light from the detection surface 521; and a second optical member 6 for guiding the light from the detection surface 521 to the light-receiving unit 7.

(57) 要約: 入射角度情報および波長情報を同時に取得する場合であっても、小型化を図ることができる光学特性検出光学系、測定プローブおよび光学特性検出装置を提供する。光学特性検出光学系は、互いに異なる波長帯域を有する光を射出する複数の発光点が配列された光源部 2 と、所定の屈折率を有する部材を用いて形成され、被検物と接触する検出面 521 を有する検出部 5 と、複数の光源 21～光源 29 の各々から射出された光を集光して検出面 521 に結像する第 1 光学部材 3 と、検出面 521 からの光を受光可能な受光部 7 と、検出面 521 からの光を受光部 7 へ導光する第 2 光学部材 6 と、を備える。

8 Control unit
81 Calculation unit

明 細 書

発明の名称：

光学特性検出光学系、測定プローブおよび光学特性検出装置

技術分野

[0001] 本発明は、生体等の被検物の屈折率を検出する際に用いる光学特性検出光学系、該光学特性検出光学系を備えた測定プローブおよび光学特性検出装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、減衰全反射 (Attenuated Total Reflection) 法または表面プラズモン共鳴 (Surface Plasmon Resonance) 法等を用いて被検物の屈折率を取得し、この取得した屈折率に基づいて、被検物の特性を分析する装置が知られている。減衰全反射法または表面プラズモン共鳴法では、通常、被検物の被検面への光の入射角度情報を取得し、取得した入射角度情報に基づいて、全反射臨界角またはプラズモン共鳴角を算出する算出方法、および波長情報を取得し、取得した波長情報に基づいて全反射臨界角またはプラズモン共鳴角を算出する算出方法のどちらか一方を用いて被検物の光学特性の分析を行う。つまり、減衰全反射法または表面プラズモン共鳴法では、入射角度情報および波長情報のどちらか一方を取得する方法が一般的である。

[0003] また、特許文献 1 には、入射角度情報および波長情報を同時に取得することで、被検物の特性を分析する技術が記載されている。この技術では、白色光源と、底面に被検物を貼付したプリズムと、プリズムから反射された反射光の角度広がり方向と平行に配置された分光スリット、分光器と、二次元光検出器と、を設け、入射角度情報および波長情報を同時に示す二次元画像を取得することによって、被検物の特性を分析する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献 1：特許第 3 7 6 5 0 3 6 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] しかしながら、上述した従来技術のうち、入射角度情報に基づいて全反射臨界角またはプラズモン共鳴角を算出する算出方法では、検出に用いる検出面でのエバネッセント波の浸み出し深さが波長に大きく依存するため、入射角度情報のみを取得する場合、単波長での測定において様々な大きさの被検物に対応することができないという問題点があった。
- [0006] また、上述した従来技術のうち、波長情報に基づいて全反射臨界角またはプラズモン共鳴角を算出する算出方法では、分光器および高輝度の白色光源が必要であり、装置が大型化するという問題点があった。
- [0007] さらに、上述した特許文献1では、波長情報を取得するため、分光器および高輝度の白色光源が必要であり、装置が大型化するという問題点があった。
- [0008] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、入射角度情報および波長情報を同時に取得する場合であっても、小型化を図ることができる光学特性検出光学系、測定プローブおよび光学特性検出装置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

- [0009] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係る光学特性検出光学系は、互いに異なる波長帯域を有する光を出射する複数の発光点が配列された光源部と、所定の屈折率を有する部材を用いて形成され、被検物と接触する検出面を有する検出部と、前記複数の発光点の各々から出射された光を前記検出面に集光する第1光学部材と、前記検出面からの光を受光可能な受光部と、前記検出面からの光を前記受光部へ導光する第2光学部材と、を備えたことを特徴とする。
- [0010] また、本発明に係る光学特性検出光学系は、上記発明において、前記検出部は、前記検出面に金属膜が成膜されていることを特徴とする。
- [0011] また、本発明に係る光学特性検出光学系は、上記発明において、前記複数

の発光点の各々から出射された光の前記検出面への入射角は、その最大角と最小角との間に、前記被検物の屈折率、前記検出部の屈折率、前記金属膜の材質、膜厚および前記複数の発光点の各々が出射する波長から定まるプラズモン共鳴条件を満たす角度を含むことを特徴とする。

[0012] また、本発明に係る光学特性検出光学系は、上記発明において、前記複数の発光点の各々から出射された光の前記検出面への入射角は、その最大角と最小角との間に、前記被検物の屈折率、前記検出部の屈折率および前記複数の発光点の各々が出射する波長から定まる全反射条件を満たす角度を含むことを特徴とする。

[0013] また、本発明に係る光学特性検出光学系は、上記発明において、前記複数の発光点の各々および前記検出面は、光学的に共役な位置関係にあることを特徴とする。

[0014] また、本発明に係る光学特性検出光学系は、上記発明において、前記光源部は、前記複数の発光点が二次元的に配列された面発光レーザアレイを有することを特徴とする。

[0015] また、本発明に係る光学特性検出光学系は、上記発明において、前記光源部は、互いに異なる波長帯域の光を出射する複数の光源と、前記複数の光源の各々が出射した光を一方の端部で受光し、この受光した光を伝播して他方の端部から出射する複数の照射ファイバと、を有することを特徴とする。

[0016] また、本発明に係る測定プローブは、上述した光学特性光学系を備えた、前記検出面が前記被検物に接触可能であることを特徴とする。

[0017] また、本発明に係る光学特性検出装置は、上述した光学特性検出光学系と、前記受光部によって受光した前記光の強度情報に基づいて、前記被検物の屈折率を算出する算出部と、を備えたことを特徴とする。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、入射角度情報および波長情報を同時に取得する場合であっても、小型化を図ることができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る光学特性検出装置の概略構成を示す模式図である。

[図2]図 2 は、本発明の実施の形態 1 に係る光学特性検出装置における受光部の検出結果を模式的に示す図である。

[図3]図 3 は、本発明の実施の形態 1 の変形例に係る光学特性検出装置の概略構成を示す模式図である。

[図4]図 4 は、本発明の実施の形態 1 の変形例に係る光学特性検出装置における受光部の検出結果を模式的に示す図である。

[図5]図 5 は、本発明の実施の形態 2 に係る光学特性検出装置の概略構成を示す模式図である。

[図6]図 6 は、本発明の実施の形態 3 に係る光学特性検出装置の概略構成を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、本発明を実施するための形態を図面とともに詳細に説明する。なお、以下の実施の形態により本発明が限定されるものではない。また、以下の説明において参照する各図は、本発明の内容を理解でき得る程度に形状、大きさ、および位置関係を概略的に示してあるに過ぎない。即ち、本発明は、各図で例示された形状、大きさ、および位置関係のみに限定されるものではない。また、同一の構成には同一の符号を付して説明する。

[0021] (実施の形態 1)

〔屈折率検出装置の構成〕

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る屈折率検出装置の概略構成を示す模式図である。ここでは、光学特性として、被検物の屈折率の検出を行う屈折率検出装置を光学特性検出装置として説明する。

[0022] 図 1 に示す屈折率検出装置 1 は、互いに異なる波長帯域の光を出射する複数の発光点が二次元状に配列された光源部 2 と、光源部 2 における複数の発光点の各々が出射した光を集光する第 1 光学部材 3 と、光源部 2 が出射した光の成分のうち特定偏光成分を透過する偏光部材 4 と、被検物 S P と接触す

る検出面を有する検出部 5 と、検出部 5 からの光を導光する第 2 光学部材 6 と、第 2 光学部材 6 からの光の受光量を検出する受光部 7 と、屈折率検出装置 1 の各部を制御する制御部 8 と、を備える。本実施の形態 1 では、光源部 2、第 1 光学部材 3、偏光部材 4、検出部 5、第 2 光学部材 6 および受光部 7 が光学特性検出光学系として機能する。

[0023] 光源部 2 は、面発光レーザアレイを用いて構成され、互いに異なる波長帯域の光を出射する光源 2 1 ～光源 2 9 が二次元状に配列される。光源部 2 は、制御部 8 の制御のもと、光源 2 1 ～光源 2 9 が時分割で光を出射する。なお、本実施の形態 1 では、光源部 2 の光源が 9 個であるが、これに限定されるわけではなく、複数、例えば 2 個以上あればよい。

[0024] 第 1 光学部材 3 は、光源部 2 の光源 2 1 ～光源 2 9 の各々が出射した光を集光して検出部 5 へ入射させる。第 1 光学部材 3 は、光源部 2 の光源 2 1 ～光源 2 9 の各々が出射した光を略平行光に変換し、この略平行光を出射するコリメートレンズ 3 1 と、偏光部材 4 を介して入射した光を集光して検出部 5 の検出面 5 2 1 へ結像する集光レンズ 3 2 と、を有する。光源部 2 における光源 2 1 ～光源 2 9 の各々から出射された光の検出部 5 における検出面 5 2 1 への入射角は、その最大角と最小角との間に、被検物 S P の屈折率、検出部 5 の屈折率、金属膜 5 2 の材質、膜厚および光源部 2 における光源 2 1 ～光源 2 9 の各々が出射する波長から定まるプラズモン共鳴条件を満たす角度を含む。

[0025] ここで、検出面 5 2 1 への入射角は、その最大角と最小角との間に、68 度～75 度を含む。好ましくは、測定の誤差や測定光学系の物作り上の公差を考慮した場合、検出面 5 2 1 への入射角は、その最大角と最小角との間に、67 度～76 度を含む。また、被検物 S P の屈折率としては、1.3～1.4 が想定され、より具体的には 1.33～1.38 が想定される。また、検出部 5 の屈折率は、1.38～1.80、好ましくは 1.43～1.49 である。さらに、光源部 2 における光源 2 1 ～光源 2 9 の各々が出射する波長は、405 nm～2000 nm、好ましくは 1500 nm～1600 nm で

ある。

[0026] 偏光部材4は、コリメートレンズ31と集光レンズ32との光路上に配置される。偏光部材4は、コリメートレンズ31が変換した略平行光の成分のうち特定偏光成分を透過する。偏光部材4は、偏光板を用いて構成される。

[0027] 検出部5は、第1光学部材3および第2光学部材6の各々に対して互いに異なる所定の角度となるように配置される。具体的には、検出部5は、第1光学部材3および偏光部材4の光軸と検出部5において光が入射または出射する面とが略45度となるように配置されるとともに、第2光学部材6の光軸と検出部5において光が入射または出射する面とが略45度となるように配置される。検出部5は、プリズム51と、被検物SPと接触する検出面521に成膜された金属膜52と、を有する。プリズム51の屈折率は、前述の通り、1.38~1.80、好ましくは1.43~1.49である。金属膜52は、例えば金、銀および白金を単独または組み合わせて構成される。金属膜52の厚さは、10~200nm、好ましくは10~50nmであり、より好ましくは32nmである。この場合、共鳴による反射光強度を0付近まで落とすことができる。また、検出面521は、光源部2の光源21~光源29と光学的に略共役関係に位置するように配置される。金属膜52は、光源部2の光源21~光源29の各々を物体面として、第1光学部材3によって形成される光学的な略結像位置522に配置される。

[0028] 第2光学部材6は、検出部5からの光を受光部7へ導光する。第2光学部材6は、コリメートレンズ61と、集光レンズ62と、を有する。集光レンズ62は検出面の像を結像する。集光レンズ62はなくてもよく、受光部7へコリメート光を入射してもよい。

[0029] 受光部7は、第2光学部材6からの光の受光量を検出し、この検出結果を制御部8へ出力する。受光部7は、CCD (Charge Coupled Device) またはCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等の2次元的な受光素子列を持つ受光センサを用いて構成される。受光部7の受光面7aおよび検出部5の検出面521は、光学的に共役な位置関係とはしていない

。受光面 7 a は検出面 5 2 1 の共役像が形成される位置（集光レンズ 6 2 による結像位置）よりも後側に配置されている。検出面 5 2 1 への光線の入射角が、受光面 7 a への光線入射位置に関係する配置としている。

[0030] 制御部 8 は、CPU (Central Processing Unit) 等を用いて構成され、屈折率検出装置 1 の各部を制御する。制御部 8 は、受光部 7 から入力された光の強度情報に基づいて、被検物 S P の屈折率を算出する算出部 8 1 を有する。

[0031] このように構成された屈折率検出装置 1 は、制御部 8 の制御のもと、光源部 2 の光源 2 1 ～光源 2 9 の各々が互いに異なる波長帯域を有する光（例えば、光源 2 1、2 2、2 3 にて赤色光（620 nm～750 nm）、光源 2 4、2 5、2 6 にて緑色光（495 nm～570 nm）、光源 2 7、2 8、2 9 にて青色光（405 nm～495 nm））を異なるタイミングで順次出射する。光源部 2 の光源 2 1 から出射された光は、コリメートレンズ 3 1 によって略平行光に変換される。コリメートレンズ 3 1 によって変換された略平行光は、偏光部材 4 を介して集光レンズ 3 2 に入射する。集光レンズ 3 2 に入射した光は、集光されて検出部 5 の検出面 5 2 1 に結像する。検出部 5 に入射した光は、検出面 5 2 1 で反射する。検出部 5 の検出面 5 2 1 で反射した光は、第 2 光学部材 6 によって受光部 7 に導光される。第 2 光学部材 6 によって導光された光は、受光部 7 によって検出される。また、光源部 2 の光源 2 2 ～光源 2 9 の各々から発せられた光は、上述した光源 2 1 から発せられた光と同様の光路を通り、受光部 7 によって検出される。

[0032] 次に、受光部 7 が受光する受光量について説明する。図 2 は、受光部 7 の検出結果を模式的に示す図である。図 2 において、横軸が入射角を示し、縦軸が受光量を示す。また、曲線 L 1 が赤色の波長帯域を有する光の受光量と入射角との共鳴曲線を示し、曲線 L 2 が緑色の波長帯域を有する光の受光量と入射角との共鳴曲線を示し、曲線 L 3 が青色の波長帯域を有する光の受光量と入射角との共鳴曲線を示す。

[0033] 図 2 の曲線 L 1 ～曲線 L 3 に示すように、屈折率検出装置 1 は、離散的な

波長情報および連続的な角度情報を取得することができる。このため、算出部 8 1 は、受光部 7 からの強度情報に基づいて、被検物 S P の屈折率や光学的な分散等を検出することができる。

[0034] 以上説明した本発明の実施の形態 1 によれば、互いに異なる波長帯域を有する光を出射する複数の発光点が配列された光源部 2 と、被検物 S P と接触する検出面 5 2 1 を有する検出部 5 と、光源 2 1 ～光源 2 9 の各々から出射された光を集光して検出部 5 の検出面 5 2 1 へ結像する第 1 光学部材 3 と、検出面 5 2 1 からの光を受光部 7 へ導光する第 2 光学部材 6 と、を設けることによって、連続的な入射角度情報および離散的な波長情報を取得する場合であっても、小型化を図ることができる。

[0035] また、本発明の実施の形態 1 によれば、光源 2 1 ～光源 2 9 の各々の位置によって検出部 5 の検出面 5 2 1 への入射位置を変更することができる。

[0036] また、本発明の実施の形態 1 によれば、検出部 5 における検出面 5 2 1 への入射角における最大角と最小角との間に、被検物 S P の屈折率、検出部 5 の屈折率、金属膜 5 2 の材質と膜厚、および光源部 2 が出射する光の波長から定まる表面プラズモン共鳴条件を満たす角度を含むので、表面プラズモン共鳴による高感度な検出を単純な構成で行うことができる。

[0037] (実施の形態 1 の変形例)

次に、本発明の実施の形態 1 の変形例について説明する。上述した実施の形態 1 では、表面プラズモン共鳴によって被検物 S P の光学特性として屈折率を検出していたが、本実施の形態 1 の変形例では、減衰全反射法によって被検物 S P の光学特性として検出する。以下においては、本実施の形態 1 の変形例に係る光学特性検出装置について説明する。なお、上述した実施の形態 1 に係る屈折率検出装置 1 と同一の構成には同一の符号を付して説明を省略する。

[0038] [屈折率検出装置の構成]

図 3 は、本発明の実施の形態 1 の変形例に係る光学特性検出装置の概略構成を示す模式図である。ここでも、光学特性として、被検物 S P の屈折率の

検出を行う屈折率検出装置を光学特性検出装置として説明する。

[0039] 図3に示す屈折率検出装置1aは、上述した実施の形態1に係る屈折率検出装置1の検出部5に換えて、検出部5aを備える。さらに、図3に示す屈折率検出装置1aは、上述した実施の形態1に係る屈折率検出装置1の構成から偏光部材4を削除した。

[0040] 検出部5aは、第1光学部材3および第2光学部材6の各々に対して互いに異なる所定の角度となるように配置される。具体的には、検出部5aは、第1光学部材3の光軸と検出部5aにおいて光が入射または出射する面とが略45度となるように配置されるときに、第2光学部材6の光軸と検出部5aにおいて光が入射または出射する面とが略45度となるように配置される。検出部5aは、プリズムを用いて構成される。検出部5aの屈折率は、1.38～1.80、より好ましくは1.43～1.49である。また、検出面5a1は、光源部2の光源21～光源29と光学的に略共役関係に位置するように配置される。検出部5aの検出面5a1は、光源部2の光源21～光源29の各々を物体面として、第1光学部材3によって形成される光学的な略結像位置5a2に配置される。さらに、検出部5aの検出面5a1および受光部7の受光面7aは、光学的に共役な位置関係とはしていない。受光面7aは検出面5a1の共役像が形成される位置よりも後側に配置されている。検出面5a1への光線の入射角が、受光面7aへの光線入射位置に関する配置としている。さらにまた、検出部5aは、光源部2における光源21～光源29の各々から出射された光が集光レンズ32によって検出面5a1に集光される。光源部2における光源21～光源29の各々が出射した光の検出部5aの検出面5a1への入射角（以下、単に「検出面5a1への入射角」という）は、その最大角と最小角との間に、被検物SPの屈折率および検出部5aの屈折率、光源部2における光源21～光源29の各々が出射する光の波長から定まる全反射条件を満たす角度を含む。

[0041] ここで、検出面5a1への入射角は、その最大角と最小角との間に、68度と75度を含み、好ましくは67度と76度を含む。

[0042] このように構成された屈折率検出装置 1 a は、制御部 8 の制御のもと、光源部 2 における光源 2 1 ～光源 2 9 の各々が互いに異なる波長帯域を有する光を異なるタイミングで順次出射する。光源部 2 の光源 2 1 から出射された光は、コリメートレンズ 3 1 によって略平行光に変換される。コリメートレンズ 3 1 によって変換された略平行光は、集光レンズ 3 2 によって集光されて検出部 5 a の検出面 5 a 1 に結像される。集光レンズ 3 2 によって集光された光は、検出部 5 a の検出面 5 a 1 で反射する。検出部 5 a の検出面 5 a 1 で反射した光は、第 2 光学部材 6 によって導光される。第 2 光学部材 6 によって導光された光は、受光部 7 によって検出される。また、光源部 2 の光源 2 2 ～光源 2 9 の各々から発せられた光は、上述した光源 2 1 から発せられた光と同様の光路を通り、受光部 7 によって検出される。

[0043] 次に、受光部 7 が受光する受光量について説明する。図 4 は、受光部 7 の検出結果を模式的に示す図である。図 4 において、横軸が入射角を示し、縦軸が受光量を示す。また、曲線 L 1 1 が赤色の波長帯域を有する光の受光量と入射角との関係を示し、曲線 L 1 2 が緑色の波長帯域を有する光の受光量と入射角との関係を示し、曲線 L 1 3 が青色の波長帯域を有する光の受光量と入射角との関係を示す。

[0044] 図 4 の曲線 L 1 1 ～曲線 L 1 3 に示すように、屈折率検出装置 1 a は、離散的な波長情報および連続的な角度情報を取得することができる。このため、算出部 8 1 は、受光部 7 からの強度情報に基づいて、被検物 S P の屈折率や光学的な分散等を検出することができる。

[0045] 以上説明した本発明の実施の形態 1 の変形例によれば、検出面 5 a 1 への入射角における最大角と最小角との間に、被検物 S P の屈折率、検出部 5 a の屈折率および光源部 2 が出射する光の波長から定まる全反射条件を満たす角度を含むので、全反射臨界法によって、連続的な入射角度情報および離散的な波長情報を取得する場合であっても、小型化を図ることができる。

[0046] また、本発明の実施の形態 1 の変形例によれば、光源 2 1 ～光源 2 9 の各々の位置によって検出部 5 a の検出面 5 a 1 への入射位置を変更することが

できる。

[0047] (実施の形態 2)

次に、本発明の実施の形態 2 について説明する。上述した実施の形態 1 では、光源部 2 として面発光レーザアレイを用いていたが、本実施の形態 2 では、複数の照射ファイバを介して互いに異なる波長帯域を有する光を出射する。以下においては、本実施の形態 2 に係る光学特性検出装置の構成について説明する。なお、上述した実施の形態 1 に係る屈折率検出装置 1 と同一の構成には同一の符号を付して説明を省略する。

[0048] [屈折率検出装置の構成]

図 5 は、本発明の実施の形態 2 に係る光学特性検出装置の概略構成を示す模式図である。ここでも、光学特性として、被検物 S P の屈折率の検出を行う屈折率検出装置を光学特性検出装置として説明する。

[0049] 図 5 に示す屈折率検出装置 1 b は、上述した実施の形態 1 に係る屈折率検出装置 1 の光源部 2 に換えて、光源部 2 b を備える。光源部 2 b は、光源 2 0 1 と、発光部材 2 0 2 と、を有する。

[0050] 光源 2 0 1 は、後述する発光部材 2 0 2 を構成する複数の光ファイバの各々に互いに異なる所定波長を有する光を出射する。光源 2 0 1 は、レーザ光源等の複数の光源（半導体レーザ）を用いて構成される。

[0051] 発光部材 2 0 2 は、複数の光ファイバを用いて構成される。本実施の形態 2 では、発光部材 2 0 2 は、2 本以上の光ファイバを用いて構成される。具体的には、発光部材 2 0 2 は、第 1 照射ファイバ 2 1 b ～第 9 照射ファイバ 2 9 b を有する。第 1 照射ファイバ 2 1 b ～第 9 照射ファイバ 2 9 b の各々は、光源 2 0 1 から出射された互いに異なる波長帯域を有する光が入射され、この光を出射端 2 0 2 b から出射する。また、第 1 照射ファイバ 2 1 b ～第 9 照射ファイバ 2 9 b の各々の出射端 2 0 2 b および検出部 5 の検出面 5 2 1 は、光学的に共役な位置関係にある。

[0052] このように構成された屈折率検出装置 1 b は、制御部 8 の制御のもと、光源 2 0 1 が互いに異なる波長帯域を有する光を出射する。光源 2 0 1 から出

射された光は、第1照射ファイバ21bの出射端202bから出射される。第1照射ファイバ21bの出射端202bから出射された光は、コリメートレンズ31によって略平行光に変換される。コリメートレンズ31によって変換された略平行光は、偏光部材4を介して集光レンズ32に入射する。集光レンズ32に入射した光は、集光されて検出部5の検出面521に結像する。検出部5に入射した光は、検出部5の検出面521で反射する。検出部5の検出面521で反射した光は、第2光学部材6を介して受光部7へ入射する。また、第2照射ファイバ22b～第9照射ファイバ29bの各々から出射された光は、上述した第1照射ファイバ21bから出射された光と同様の光路を通り、受光部7によって検出される。

[0053] 以上説明した本発明の実施の形態2によれば、光源部2bを光源201と第1照射ファイバ21b～第9照射ファイバ29bとを用いて構成することによって、光源部2bの射出端近傍の細径化を図ることができる。

[0054] また、本発明の実施の形態2によれば、第1照射ファイバ21b～第9照射ファイバ29bの各々の位置によって検出部5の検出面521への入射位置を変更することができる。

[0055] また、本発明の実施の形態2では、金属膜52を用いず、検出部5の検出面521における複数の光の入射角がその最大角と最小角との間に、被検物SPの屈折率、検出部5の屈折率および第1照射ファイバ21b～第9照射ファイバ29bの各々が出射する波長から定まる全反射条件を満たす角度を含むように構成すれば、減衰全反射法による簡易な検出を行うことができる。

[0056] (実施の形態3)

次に、本発明の実施の形態3について説明する。上述した実施の形態1では、第1光学部材3の光軸と第2光学部材6の光軸とがなす角度が略直角となるように配置されていたが、本実施の形態3では、第1光学部材の光軸と第2光学部材の光軸とが略平行に配置される。以下においては、本実施の形態3に係る光学特性検出装置について説明する。なお、上述した実施の形態

1に係る屈折率検出装置1と同一の構成には同一の符号を付して説明を省略する。

[0057] 〔屈折率検出装置の構成〕

図6は、本発明の実施の形態3に係る光学特性検出装置の概略構成を示す模式図である。ここでも、光学特性として、被検物SPの屈折率の検出を行う屈折率検出装置を光学特性装置として説明する。

[0058] 図6に示す屈折率検出装置1dは、測定プローブ70と、制御部8と、を備える。

[0059] 測定プローブ70は、光源部2と、第1光学部材3dと、偏光部材4と、検出部5dと、第2光学部材6と、受光部7と、を備える。

[0060] 第1光学部材3dは、集光レンズを用いて構成される。第1光学部材3dは、光源部2の光源21～光源29の各々から出射された互いに波長帯域が異なる光を集光する。

[0061] 検出部5dは、断面が略台形をなすプリズムを用いて構成される。検出部5dは、被検物と接触する検出面5d1を有する。また、検出面5d1には、金属膜5d2が成膜される。さらに、検出面5d1は、光源部2の光源21～29と光学的な略共役位置に配置される。検出部5dは、第1光学部材3dから出射された光を第2光学部材6に向けて反射する。

[0062] 受光部7は、検出面5d1への光線の入射角が、受光面7aへの光線入射位置に関係するように、第2光学部材6による結像位置よりも後側の位置に配置している。

[0063] このように構成された屈折率検出装置1dは、制御部8の制御のもと、光源部2が互いに異なる波長帯域を有する光を異なるタイミングで順次出射する。光源部2の光源21から出射された光は、第1光学部材3dによって集光される。第1光学部材3dによって集光された光は、偏光部材4を介して検出部5dに入射する。検出部5dに入射した光は、検出面5d1で反射する。検出部5dの検出面5d1で反射した光の光量は、第2光学部材6によって導光され、受光部7によって検出される。また、光源部2の光源22～

光源 2 9 の各々から出射された光は、上述した光源 2 1 から発せられた光と同様の光路を通り、受光部 7 によって検出される。

[0064] 以上説明した本発明の実施の形態 4 によれば、入射角度情報および波長情報を同時に取得する場合であっても、小型化を図ることができる。

[0065] 本発明は、上述した実施の形態および変形例そのままに限定されるものではなく、実施段階では、発明の要旨を逸脱しない範囲内で構成要素を変形して具体化することができる。また、上述した実施の形態に開示されている複数の構成要素を適宜組み合わせることによって、種々の発明を形成することができる。例えば、上述した実施の形態および変形例に記載した全構成要素からいくつかの構成要素を削除してもよい。さらに、各実施の形態および変形例で説明した構成要素を適宜組み合わせてもよい。

[0066] また、明細書または図面において、少なくとも一度、より広義または同義な異なる用語とともに記載された用語は、明細書または図面のいかなる箇所においても、その異なる用語に置き換えることができる。このように、発明の主旨を逸脱しない範囲内において種々の変形や応用が可能である。

符号の説明

- [0067] 1, 1 a, 1 b, 1 d 屈折率検出装置
2, 2 b 光源部
3, 3 d 第 1 光学部材
4 偏光部材
5, 5 a、5 d 検出部
5 a 1, 5 d 1, 5 2 1 検出面
5 a 2, 5 2 2 結像位置
5 d 2, 5 2 金属膜
6 第 2 光学部材
7 受光部
7 a 受光面
8 制御部

2 1 ~ 2 9, 光源

2 1 b 第 1 照射ファイバ

2 2 b 第 2 照射ファイバ

2 3 b 第 3 照射ファイバ

2 4 b 第 4 照射ファイバ

2 5 b 第 5 照射ファイバ

2 6 b 第 6 照射ファイバ

2 7 b 第 7 照射ファイバ

2 8 b 第 8 照射ファイバ

2 9 b 第 9 照射ファイバ

3 1, 6 1 コリメートレンズ

3 2, 6 2 集光レンズ

5 1 プリズム

7 0 測定プローブ

8 1 算出部

2 0 2 発光部材

2 0 2 b 出射端

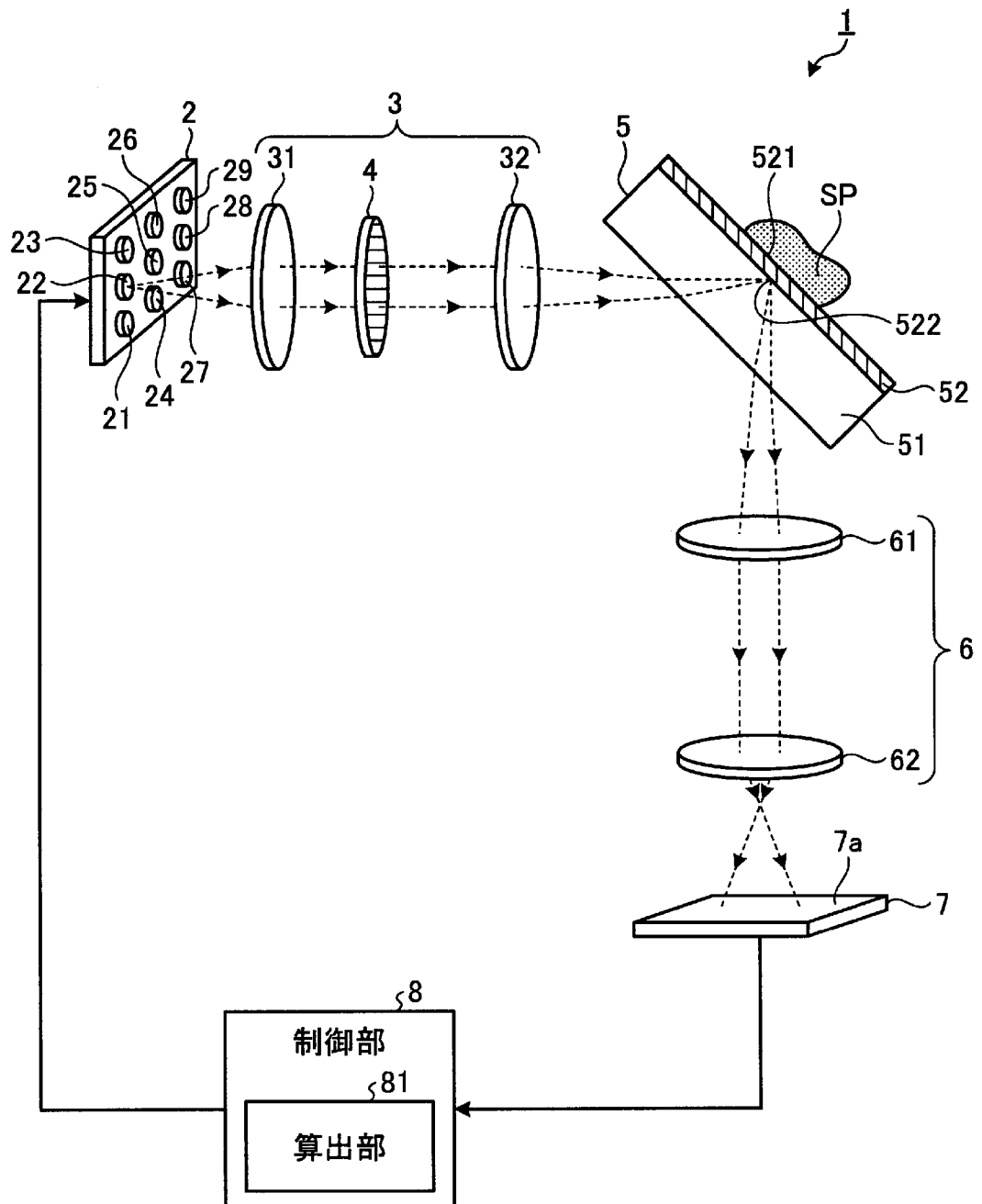
S P 被検物

請求の範囲

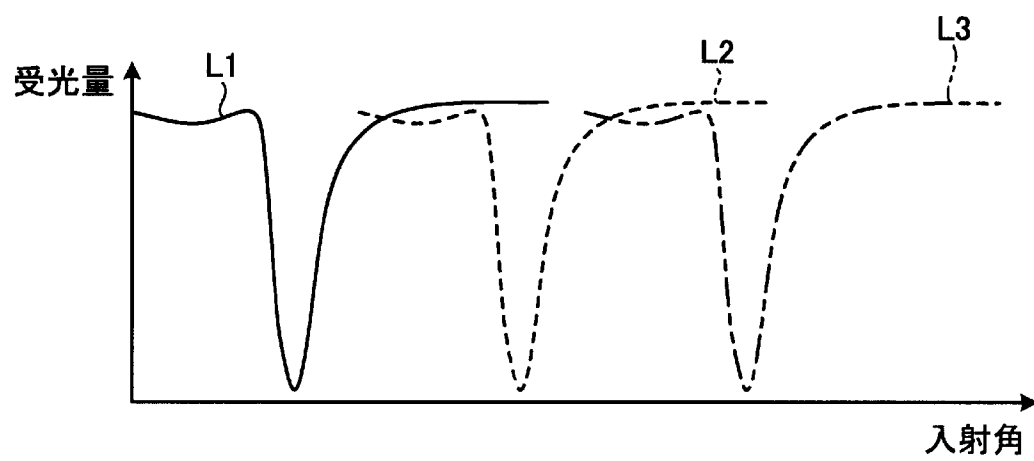
- [請求項1] 互いに異なる波長帯域を有する光を出射する複数の発光点が配列された光源部と、
所定の屈折率を有する部材を用いて形成され、被検物と接触する検出面を有する検出部と、
前記複数の発光点の各々から出射された光を集光して前記検出面に結像する第1光学部材と、
前記検出面からの光を受光可能な受光部と、
前記検出面からの光を前記受光部へ導光する第2光学部材と、
を備えたことを特徴とする光学特性検出光学系。
- [請求項2] 前記検出部は、前記検出面に金属膜が成膜されていることを特徴とする請求項1に記載の光学特性検出光学系。
- [請求項3] 前記複数の発光点の各々から出射された光の前記検出面への入射角は、その最大角と最小角との間に、前記被検物の屈折率、前記検出部の屈折率、前記金属膜の材質、膜厚および前記複数の発光点の各々が出射する波長から定まるプラズモン共鳴条件を満たす角度を含むことを特徴とする請求項2に記載の光学特性検出光学系。
- [請求項4] 前記複数の発光点の各々から出射された光の前記検出面への入射角は、その最大角と最小角との間に、前記被検物の屈折率、前記検出部の屈折率および前記複数の発光点の各々が出射する波長から定まる全反射条件を満たす角度を含むことを特徴とする請求項1に記載の光学特性検出光学系。
- [請求項5] 前記複数の発光点の各々および前記検出面は、光学的に共役な位置関係にあることを特徴とする請求項1～4のいずれか一つに記載の光学特性検出光学系。
- [請求項6] 前記光源部は、前記複数の発光点が二次元状に配列された面発光レーザーアレイを有することを特徴とする請求項1～5のいずれか一つに記載の光学特性検出光学系。

- [請求項7] 前記光源部は、
互いに異なる波長帯域の光を出射する複数の光源と、
前記複数の光源の各々が出射した光を一方の端部で受光し、この受光した光を伝播して他方の端部から出射する複数の照射ファイバと、
を有することを特徴とする請求項1～5のいずれか一つに記載の光学特性検出光学系。
- [請求項8] 請求項1～7のいずれか一つに記載の光学特性検出光学系を備え、
前記検出面が前記被検物に接触可能であることを特徴とする測定プローブ。
- [請求項9] 請求項1～7のいずれか一つに記載の光学特性検出光学系と、
前記受光部によって受光した前記光の強度情報に基づいて、前記被検物の屈折率を算出する算出部と、
を備えたことを特徴とする光学特性検出装置。

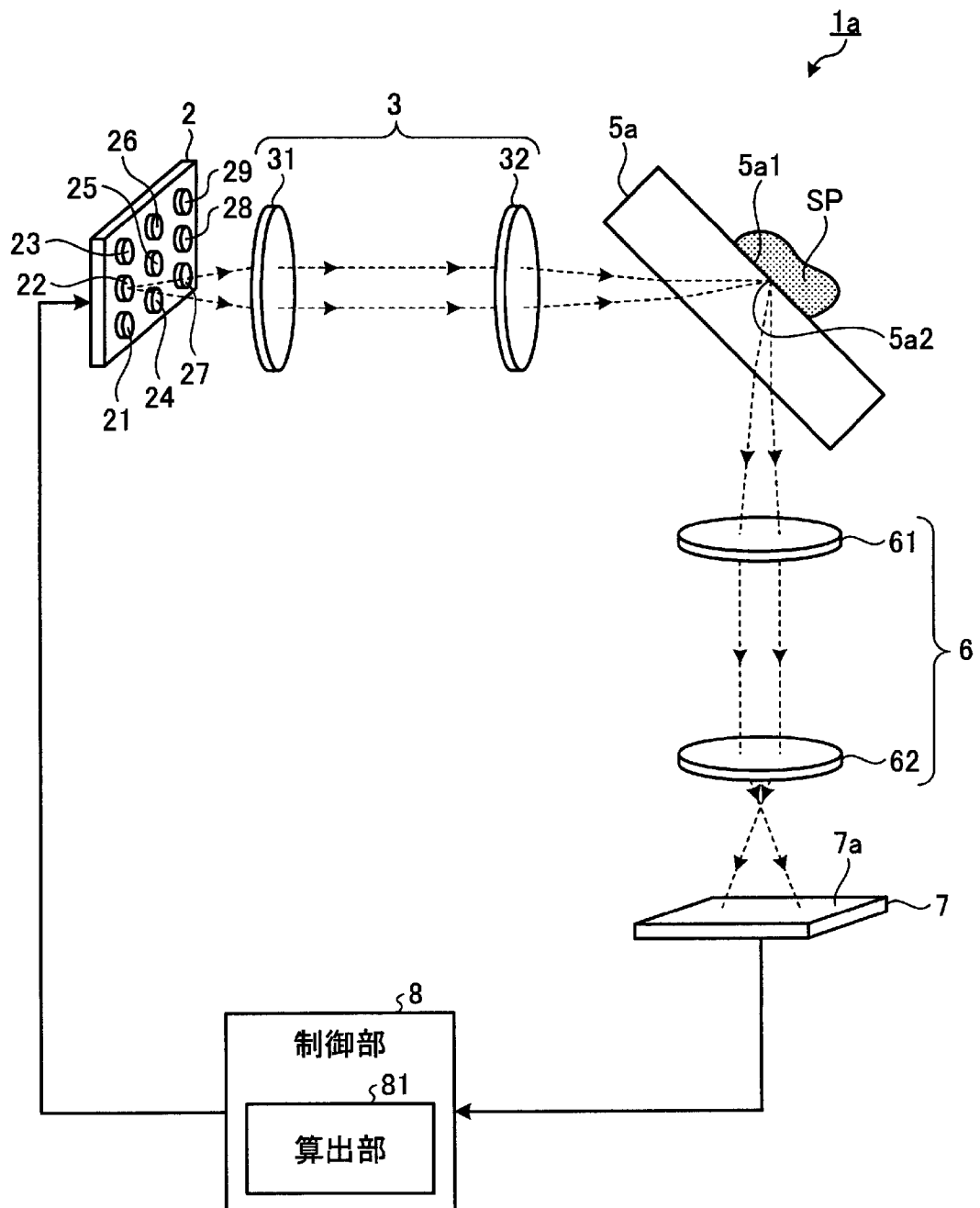
[図1]



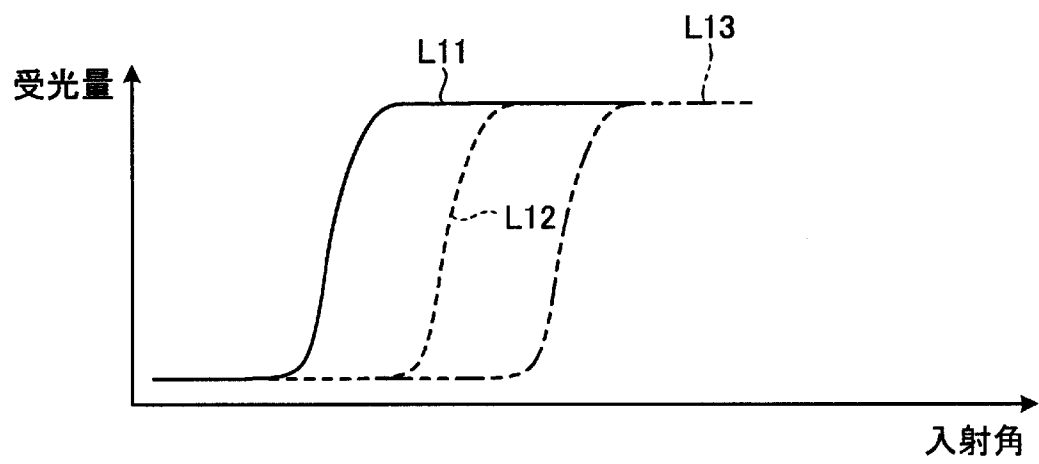
[図2]



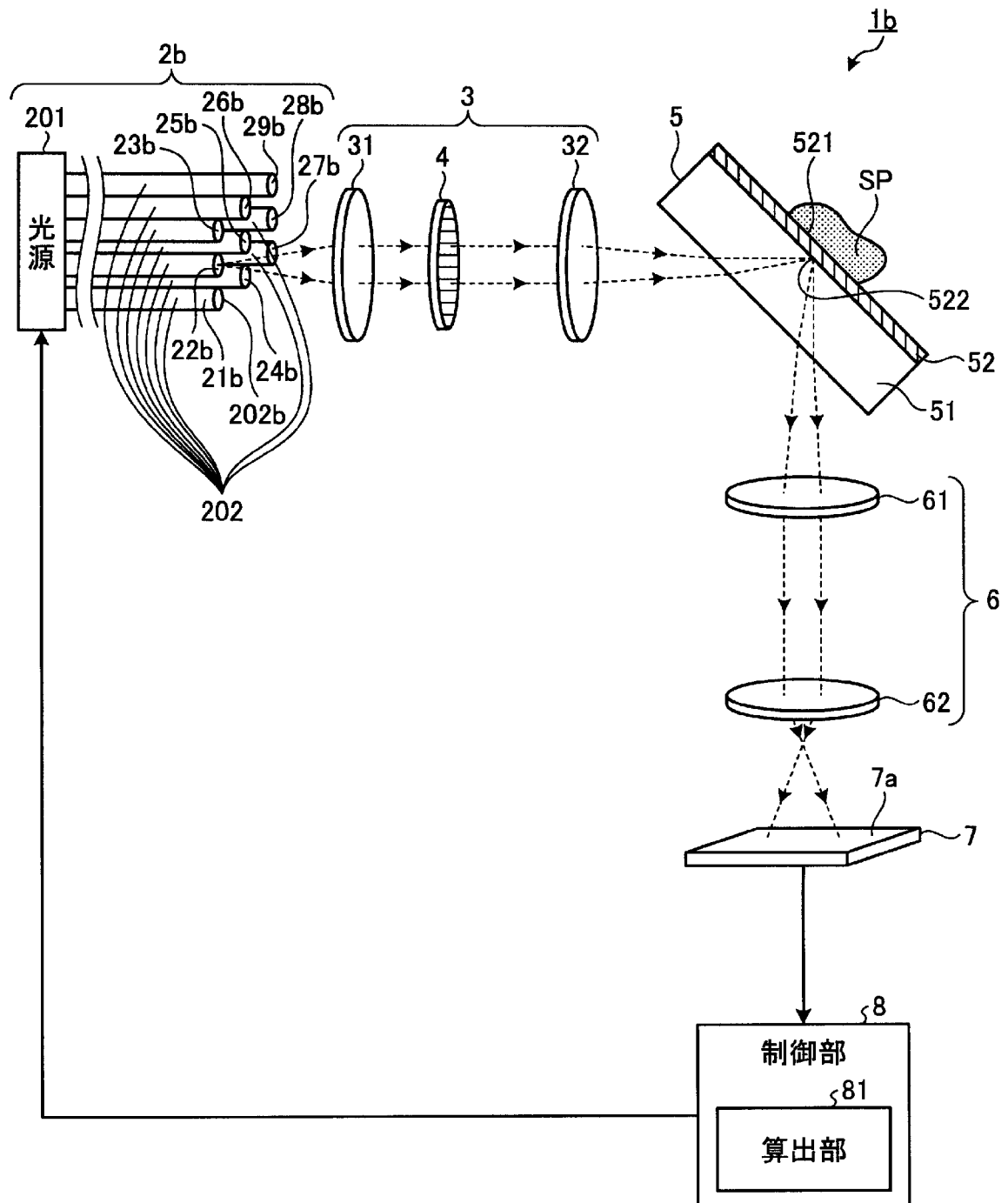
[図3]



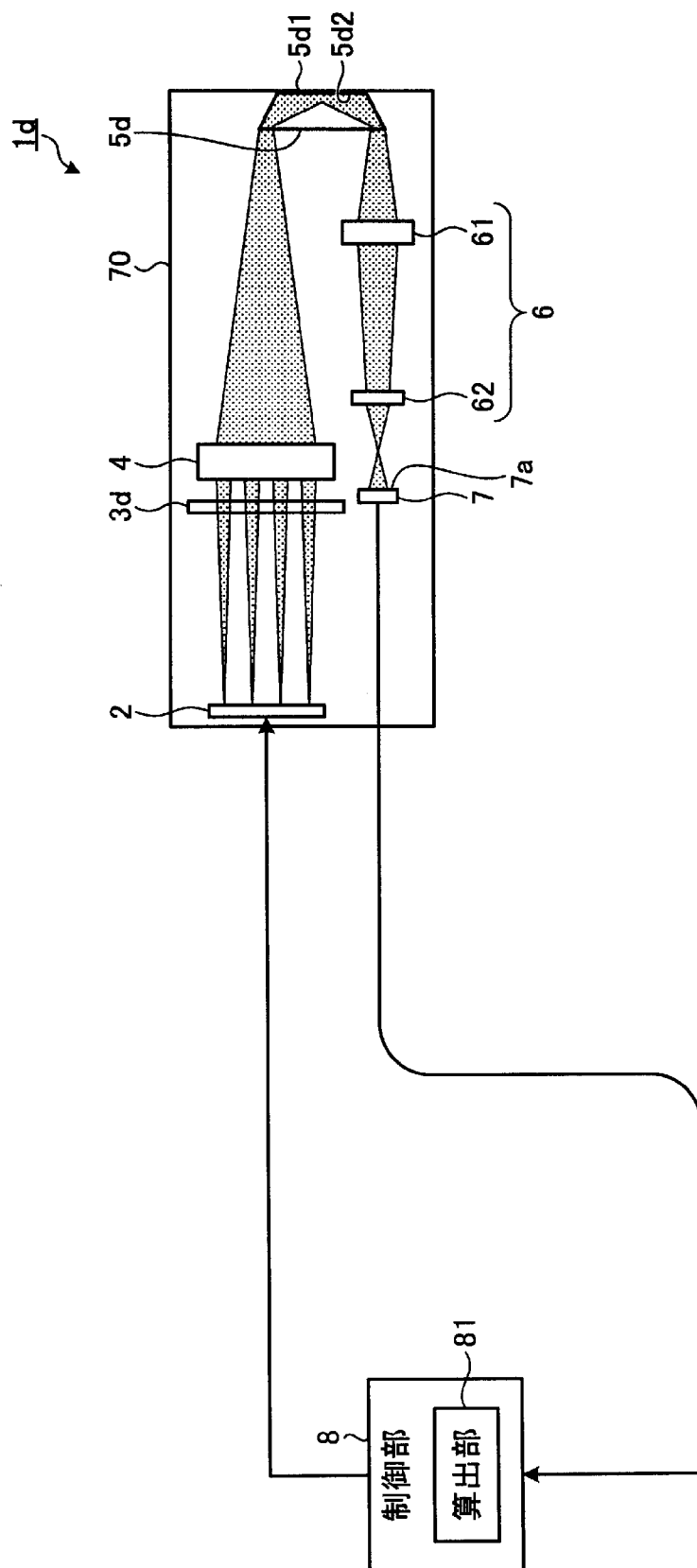
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/067089

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N21/41(2006.01)i, G01N21/552(2014.01)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)

G01N21/41, G01N21/552

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2003-185569 A (Mitsubishi Chemical Corp.), 03 July 2003 (03.07.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2003-262586 A (Stanley Electric Co., Ltd.), 19 September 2003 (19.09.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-9

☐ 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
28 August 2015 (28.08.15)

Date of mailing of the international search report
08 September 2015 (08.09.15)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01N21/41(2006.01)i, G01N21/552(2014.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01N21/41, G01N21/552

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2003-185569 A（三菱化学株式会社）2003. 07. 03, 全文全図（ファミリーなし）	1-9
A	JP 2003-262586 A（スタンレー電気株式会社）2003. 09. 19, 全文全図（ファミリーなし）	1-9

☐ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 8 . 0 8 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 8 . 0 9 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

森口 正治

2 W

9 4 0 3

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