

(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
2015年6月18日(18.06.2015)



(10) 国際公開番号

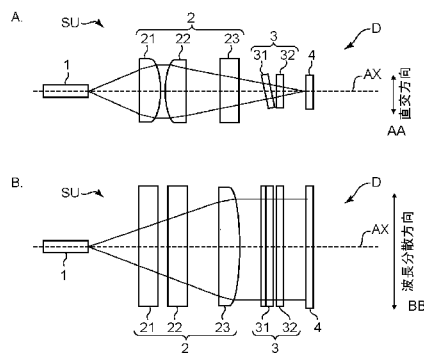
WO 2015/087594 A1

- (51) 国際特許分類:
G01J 3/36 (2006.01) G02B 5/28 (2006.01)
G01J 3/26 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/074488
- (22) 国際出願日: 2014年9月17日(17.09.2014)
- (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 2013-257798 2013年12月13日(13.12.2013) JP
- (71) 出願人: コニカミノルタ株式会社(KONICA MINOLTA, INC.) [JP/JP]; 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 寺岡 良隆(TERAOKA, Yoshitaka); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP). ▲鶴▼谷 克敏(TSURUTANI, Katsutoshi); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP). 山口 亘(YAMAGUCHI, Wataru); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 小谷 悦司, 外(KOTANI, Etsuji et al.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島2丁目2番2号大阪中之島ビル2階 Osaka (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

[続葉有]

(54) Title: SPECTROSCOPIC UNIT AND SPECTROSCOPIC DEVICE USING SAME

(54) 発明の名称: 分光ユニットおよびこれを用いた分光装置



- 5 Control and calculation unit
6 Storage unit
7 Input unit
8 Output unit
9 Interface unit
51 Control unit
52 Spectroscopic calculation unit
AA Perpendicular direction
BB Wavelength dispersion direction
CC From light reception unit (4) of spectroscopic unit (SU)

(57) Abstract: A spectroscopic unit and spectroscopic device according to the present invention are provided with a filter that is provided with a plurality of optical filter elements disposed in order from the entrance side to the exit side of light under measurement and has different transmission wavelengths corresponding to entrance positions along a first direction. A first optical filter element from among the plurality of optical filter elements is tilted with respect to a second optical filter element disposed adjacently to the first optical filter element as a result of the first optical filter element being rotated by a prescribed angle with a third direction that is perpendicular to both the first direction and a second direction from the entrance side to the exit side as the axis of rotation thereof or being rotated by a prescribed angle with the first direction as the axis of rotation thereof.

(57) 要約: 本発明の分光ユニットおよび分光装置は、被測定光の入射側から出射側へ順に配置された複数の光学フィルタ素子を備え、第1方向に沿った入射位置に応じて透過波長の異なるフィルタを持ち、前記複数の光学フィルタ素子のうちの1つの第1光学フィルタ素子は、前記第1方向および前記入射側から出射側へ向かう第2方向それぞれに直交する第3方向を回転軸として所定の角度だけ回転することで、または、前記第1方向を回転軸として所定の角度だけ回転することで、当該第1光学フィルタ素子に隣接して配置される第2光学フィルタ素子に対し傾いて配置されている。



ロシア (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))

明 細 書

発明の名称：分光ユニットおよびこれを用いた分光装置

技術分野

[0001] 本発明は、測定対象である被測定光を波長（波数）ごとに分光して各波長の各光の受光強度に応じた各信号を出力する分光ユニットおよびこの分光ユニットを用いた分光装置に関し、特に、所定の一方向に沿った入射位置に応じて透過波長の異なるフィルタを用いた分光ユニットおよび分光装置に関する。

背景技術

[0002] 分光装置は、測定対象である被測定光のスペクトルを測定する装置であり、大略、被測定光を波長（波数）ごとに分光するための分光部と、前記分光部によって分光された各波長の各光を受光し、各光の受光強度に応じた各信号を出力するための受光部と、前記受光部から出力された各信号に基づいて前記各波長の各光の各強度（波長に対する強度分布、スペクトル）をそれぞれ求める演算部とを備えている。このような分光装置の1つに、例えば、被測定光を分光するために、所定の一方向に沿った入射位置に応じて透過波長の異なるフィルタを前記分光部に用いた分光装置がある。

[0003] そして、前記受光部は、各波長ごとに割り当てられた複数の受光素子を備えるが、前記フィルタと前記受光部とは、所定の間隔を空けて配置され、そして、前記受光部は、入射光を全て光電変換できずにその一部を反射するため、前記フィルタと前記受光部との間で多重反射が生じ得る。この結果、前記受光部における各受光素子は、通常、前記割り当てられた本来受光すべき波長の光だけでなく、他の受光素子が本来受光すべき波長の光も受光してしまう。この対策として、従来では、前記フィルタおよび前記受光部のうちの一方を他方に対し傾斜させてこれらが配置される。

[0004] 例えば、特許文献1に開示された分光写真機は、光ビームを放射できる光源、この光源が放射する光ビームの一部を透過して、透過光ビームを生じる

入口スリット、入口スリットを透過した光ビームを回折することができ、そして回折光ビームをつくり、スペクトルを像面（ X' 、 Y' ）に生じさせる格子、格子によって回折された光ビームを検出する検出器、および、干渉スペクトルを回避することができるようにする少なくとも1つの傾ける手段を備え、前記の検出器は、格子により回折された光ビームを透過する窓を備え、回折光ビームの一部がこの窓で、もしくは窓と検出面（ X'' 、 Y'' ）に含まれる検出器の感知面との間で反射を発生している、傾けられた検出器窓を有する分光写真機において、前記の干渉スペクトルを回避することができるようにする少なくとも1つの傾ける手段は、傾けられた検出器窓である検出器の窓から成る。すなわち、前記検出器窓は、前記検出器の検知面に対し傾斜してその前に配置され、これによって前記検出器窓と前記検出器の検知面との間で生じる多重反射を除去している。

[0005] ところで、所定の一方向に沿った入射位置に応じて透過波長の異なるフィルタは、例えば設計や製造の都合上、1つの光学フィルタ素子で実現できず、通常、複数の光学フィルタ素子を組み合わせて構成される。このため、前記フィルタ内で多重反射が生じてしまう。すなわち、前記複数の光学フィルタ素子間で多重反射が生じてしまう。この結果、このような前記フィルタを用いた分光装置では、前記フィルタおよび前記受光部のうちの一方が他方に対し傾けて配置されたとしても、前記フィルタ内の多重反射によって、前記受光部における各受光素子は、本来受光すべき波長の光だけでなく、他の受光素子が本来受光すべき波長の光も受光してしまう。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2008-249697号公報

発明の概要

[0007] 本発明は、前記フィルタ内で生じる多重反射を低減することによって、受光部の各受光素子それぞれにおいて、本来受光すべき波長の光ではない波長の光の受光を低減できる分光ユニットおよびこれを用いた分光装置を提供す

ることである。

[0008] 本発明にかかる分光ユニットおよび分光装置は、被測定光の入射側から射出側へ順に配置された複数の光学フィルタ素子を備え、第1方向に沿った入射位置に応じて透過波長の異なるフィルタを持ち、前記複数の光学フィルタ素子のうちの1つの第1光学フィルタ素子は、前記第1方向および前記入射側から射出側へ向かう第2方向それぞれに直交する第3方向を回転軸として所定の角度だけ回転することで、または、前記第1方向を回転軸として所定の角度だけ回転することで、当該第1光学フィルタ素子に隣接して配置される第2光学フィルタ素子に対し傾いて配置されている。このため、本発明にかかる分光ユニットおよび分光装置は、前記フィルタ内で生じる多重反射を低減することによって、本来受光すべき波長の光ではない波長の光の受光を低減できる。

[0009] 上記並びにその他の本発明の目的、特徴及び利点は、以下の詳細な記載と添付図面から明らかになるであろう。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]第1実施形態における分光装置の構成を示す図である。

[図2]第1実施形態における分光装置の構成を示す一部拡大図である。

[図3]第1実施形態の分光装置におけるリニアバリアブルフィルタの透過波長特性を説明するための図である。

[図4]第1実施形態の分光装置におけるリニアバリアブルフィルタを構成する各フィルタの透過波長特性を説明するための図である。

[図5]中心波長535nmの透過波長帯域に対応する入射位置におけるLVFの透過波長特性を示す図である。

[図6]斜め入射光の多重反射と、受光素子が本来受光すべき波長ではない波長の光の受光との関係を説明するための図である。

[図7]中心波長535nmの透過波長帯域に対応する入射位置におけるLVFの透過波長特性を示す図である。

[図8]斜め入射光の多重反射と、受光素子が本来受光すべき波長ではない波長

の光の受光との関係を説明するための図である。

[図9] B P F - L V F 素子と L P F - L V F 素子とからなる L V F において、多重反射回数別の迷光波長と迷光光量との関係を示す図である。

[図10] B P F 素子 - L V F と L P F - L V F 素子とからなる L V F において、多重反射回数と迷光光量との関係を示す図である。

[図11] B P F - L V F 素子と S P F - L V F 素子とからなる L V F において、多重反射回数別の迷光波長と迷光光量との関係を示す図である。

[図12] B P F - L V F 素子と S P F - L V F 素子とからなる L V F において、多重反射回数と迷光光量との関係を示す図である。

[図13] 許容多重反射回数と第 1 光学フィルタ素子における傾け角との関係を説明するための図である。

[図14] シリコンセンサにおける多重反射回数と迷光光量との関係を示す図である。

[図15] 一実施例の分光装置によって測定された実測結果を示す図である。

[図16] 比較例の分光装置によって測定された実測結果を示す図である。

[図17] 第 2 実施形態の分光装置における分光ユニットの構成を示す図である。

[図18] 実施形態の分光装置におけるフィルタの他の構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明にかかる実施の一形態を図面に基づいて説明する。なお、各図において同一の符号を付した構成は、同一の構成であることを示し、適宜、その説明を省略する。また、本明細書において、総称する場合には添え字を省略した参照符号で示し、個別の構成を指す場合には添え字を付した参照符号で示す。

[0012] (第 1 実施形態)

図 1 は、第 1 実施形態における分光装置の構成を示す図である。図 1 A は、分光ユニットの側面図を示し、図 1 B は、分光ユニットの上面図を示し、図 1 C は、分光装置の電氣的な構成を示すブロック図である。図 2 は、第 1

実施形態における分光装置の構成を示す一部拡大図である。図 2 A および図 2 C は、上面図であり、図 2 B および図 2 D は、側面図である。図 2 A および図 2 B は、フィルタ 3 内の反射の様子を示し、図 2 C および図 2 D は、フィルタ 3 と受光部 4 との間における反射の様子を示す。図 3 は、第 1 実施形態の分光装置におけるリニアバリアブルフィルタの透過波長特性を説明するための図である。図 3 A は、各入射位置 $X P c$ における各透過波長特性を示し、図 3 B は、入射位置 $X P c$ と中心波長 λc との関係を示す。図 3 A の横軸は、 $n m$ 単位で表す波長であり、それら各縦軸は、 $\%$ 単位で表す透過率であり、図 3 B の横軸は、リニアバリアブルフィルタの入射位置 $X P c$ であり、その縦軸は、当該入射位置 $X P c$ に対応する透過波長帯域の中心波長 λc である。図 4 は、第 1 実施形態の分光装置におけるリニアバリアブルフィルタを構成する各フィルタの透過波長特性を説明するための図である。図 4 A は、バンドパスフィルタ、ショートパスフィルタおよびロングパスフィルタの各波長透過特性を示し、図 4 B は、これらを合成した透過波長特性を示す。図 4 の横軸は、 $n m$ 単位で表す波長であり、その縦軸は、 $\%$ 単位で表す透過率である。

[0013] 第 1 実施形態における分光装置は、測定対象である被測定光のスペクトルを測定する装置であり、被測定光を波長（波数）ごとに分光して各波長の各光の受光強度に応じた各信号を出力するための分光ユニットと、前記分光ユニットから出力された各信号に基づいて前記各波長の各光の各強度（波長に対する強度分布、スペクトル）をそれぞれ求める分光演算部とを備えている。被測定光は、1 または複数の波長 λk を含む。

[0014] このような第 1 実施形態における分光装置 D は、本実施形態では、例えば、図 1 に示すように、分光ユニット S U と、制御演算部 5 とを備え、図 1 に示す例では、記憶部 6 と、入力部 7 と、出力部 8 と、インターフェース部（以下、「I F 部」と略記する）9 とをさらに備えている。

[0015] 分光ユニット S U は、測定対象の被測定光を波長ごとに分光して各波長の各光の受光強度に応じた各信号を出力する装置であり、本実施形態では、例

例えば、図 1 A および図 1 B に示すように、フィルタ 3 と、受光部 4 とを備え、図 1 A および図 1 B に示す例では、開口部材 1 と、光学系 2 とをさらに備えている。これら開口部材 1、光学系 2、フィルタ 3 および受光部 4 は、被測定光が伝播する順に、分光ユニット S U の光軸 A X に各光軸が互いに一致するように、この順で配置されている。

[0016] 開口部材 1 は、分光ユニット S U に入射される被測定光を分光ユニット S U 内へ射出する開口部を持つ部材である。開口部材 1 は、例えば、被測定光を遮光可能な材料から形成された板状体であり、前記板状体には、所定形状（例えば円形状等）の貫通孔が前記開口部として形成されている。なお、前記開口部には、透光性を持つ材料から形成された窓部材が配設されてもよい。また例えば、開口部材 1 は、被測定光を導光する例えばシングルコアファイバやマルチコアファイバ等の光ファイバであり、この場合、光ファイバの一方端面が前記開口部となる。開口部材 1 の前記開口部から分光装置 D の分光ユニット S U 内に射出された被測定光は、発散しつつ伝播し、光学系 2 へ入射される。

[0017] 光学系 2 は、開口部材 1 の前記開口部から射出されて光学系 2 に入射された被測定光をフィルタ 3 へ導光するためのものである。光学系 2 は、例えば、本実施形態では、第 1 ないし第 3 シリンドリカルレンズ 2 1、2 2、2 3 を備える。第 1 ないし第 3 シリンドリカルレンズ 2 1、2 2、2 3 は、入射側から射出側へ順（被測定光が伝播する順）にこの順で配置される。第 1 および第 2 シリンドリカルレンズ 2 1、2 2 は、互いに曲面が対向するように配置され、図 1 A に示すように後述の直交方向のみで被測定光を集光するものである。第 3 シリンドリカルレンズ 2 3 は、射出側に曲面が向くように配置され、図 1 B に示すように後述の波長分散方向のみで被測定光を平行化（コリメール）するものである。光学系 2 に入射された被測定光は、光学系 2 によって前記直交方向では集光されるとともに前記波長分散方向では平行化されて射出され、フィルタ 3 に入射される。

[0018] フィルタ 3 は、光学系 2 から射出されてフィルタ 3 に入射された被測定光

を波長（波数）ごとに分光するための、所定の一方向である第1方向に沿った入射位置に応じて透過波長の異なる光学素子である。この第1方向が前記波長分散方向である。被測定光の入射側から射出側へ向かう第2方向は、光学系2の光軸AX方向であり、これら第1方向（波長分散方向）および第2方向（光学系2の光軸AX方向）それぞれに直交する第3方向が前記直交方向である。フィルタ3に入射された被測定光は、フィルタ3で分光（波長分離）され、フィルタ3から互いに波長 λ_k の異なる複数の光が射出され、これら複数の光それぞれは、受光部4に入射される。

[0019] より具体的には、フィルタ3は、例えば、本実施形態では、リニアバリエブルフィルタ（Linear Variable Filter、スライディングフィルタとも呼称される、以下、「LVF」と適宜略記する）を備えて構成される。LVFは、図3Bに示すように、光学的なバンドパスフィルタの透過波長特性（透過波長帯域 B_c ）における中心波長 λ_c が入射位置 X_{Pc} に応じて連続的に線形で変化する光学素子であり、入射位置 X_{Pc} と透過波長特性の中心波長 λ_c とが略比例している。図3Bにおいて、例えば、入射位置 X_{Pc} に入射された光は、所定の半値全幅FWHMで中心波長 λ_c の波長帯の光となって入射位置 X_{Pc} から射出される。したがって、LVFのフィルタ3における全体的な透過波長特性は、図3Aに示すように、入射位置 X_{Pc} に正比例で中心波長 λ_c の異なるバンドパスフィルタの各透過波長特性を一方向（第1方向）に連ねたものとなる。

[0020] このようなLVFは、上述したように、例えば設計や製造の都合上、1つの光学フィルタ素子で実現できず、通常、複数の光学フィルタ素子を組み合わせて構成される。例えば、バンドパスフィルタの透過波長特性を入射位置 X_{Pc} ごとにその中心波長 λ_c を異ならせて一方向に連ねたバンドパスフィルタ型のLVFは、例えば、単体でのバンドパスフィルタ型のLVF（BPF-LVF）素子と、ショートパスフィルタ型のLVF（SPF-LVF）素子およびロングパスフィルタ型のLVF（LPF-LVF）素子のうちの少なくとも一方とを組み合わせる。これは、単体でのバンドパスフィル

タ型のLVF (BPF-LVF) 素子は、本来の透過波長帯域だけでなく、他の波長帯にも透過波長帯域を持つため、この不要な透過波長帯域を他の型のLVF素子 (SPF-LVF素子、LPF-LVF素子) でカットするためである。例えば、図4Aに示す例では、単体でのバンドパスフィルタ型のLVF (BPF-LVF) 素子は、図4Aに実線で示すように、本来の中心波長535nmの透過波長帯域だけでなく、波長約450nmを中心波長として含む波長帯域や波長約650nmを中心波長として含む波長帯域等を透過波長帯域として持つため、これらを実線と破線で示す透過波長特性を持つショートパスフィルタ型のLVF (SPF-LVF) 素子や、図4Aに一点鎖線で示す透過波長特性を持つロングパスフィルタ型のLVF (LPF-LVF) 素子等と組合せられる。フィルタ3のバンドパスフィルタ型のLVFは、これらの組み合わせによって、図4Bに示すように、入射位置Xpcに応じた中心波長 λ_c の透過波長帯域Bcを、入射位置Xpcだけに持つ透過波長特性を実現している。

[0021] なお、ショートパスフィルタ型のLVF素子は、光学的なショートパスフィルタの透過波長特性（透過波長帯域Bc）における遮断波長 λ_{co} が入射位置Xpcに応じて連続的に線形で変化する単体の光学素子である。ショートパスフィルタ (SPF) は、遮断波長 λ_{co} より短波長側の光を透過する。すなわち、ショートパスフィルタは、波長で規定されており、仮に周波数で規定すれば、遮断周波数 f_{co} より高周波側の光を透過するハイパスフィルタである。ロングパスフィルタ型のLVF素子は、光学的なロングパスフィルタの透過波長特性（透過波長帯域Bc）における遮断波長 λ_{co} が入射位置Xpcに応じて連続的に線形で変化する単体の光学素子である。ロングパスフィルタ (LPF) は、遮断波長 λ_{co} より長波長側の光を透過する。すなわち、ロングパスフィルタは、波長で規定されており、仮に周波数で規定すれば、遮断周波数 f_{co} より低周波側の光を透過するローパスフィルタである。

[0022] また、本明細書では、フィルタ特性を持つ単体の光学素子は、「フィルタ

素子」と呼称され、複数のフィルタ素子を組み合わせることによって1つのフィルタ特性を実現する光学素子は、「フィルタ」と呼称される。

[0023] このような被測定光の入射側から射出側へ順に配置され複数の光学フィルタ素子を組み合わせて成るフィルタ3において、本実施形態では、これら複数の光学フィルタ素子のうちの1つの第1光学フィルタ素子は、前記第1方向（波長分散方向）および被測定光の入射側から射出側へ向かう第2方向（光軸AX方向）それぞれに直交する第3方向（直交方向）を回転軸として所定の角度だけ回転することで、または、前記第1方向を回転軸として所定の角度だけ回転することで、当該第1光学フィルタ素子に隣接して配置される第2光学フィルタ素子に対し傾いて配置されている。このように第1光学フィルタ素子は、前記第3方向を回転軸として所定の角度だけ回転して傾斜配置されてもよいが、一般的にLVFおよびラインセンサは、波長分散方向に長くその直交方向に短い直方体形状であり、前記第3方向を回転軸とした場合では、前記第1方向を回転軸とした場合に較べて相対的に大きな傾き角が必要となり、その構成が相対的に大型化、複雑化する。そのため、本実施形態では、第1光学フィルタ素子は、前記第1方向を回転軸として所定の角度だけ回転して傾斜配置されている。

[0024] より具体的には、図1および図2に示すように、本実施形態では、フィルタ3は、被測定光の入射側から射出側へ順に配置された2個の第1および第2光学フィルタ素子31、32を備えて成り、前記第1光学フィルタ素子31は、バンドパスフィルタ型のLVF（BPF-LVF）素子であり、前記第1方向を回転軸として所定の角度だけ回転することで、当該第1光学フィルタ素子31に隣接して配置される第2光学フィルタ素子32に対し傾いて配置される。この第2光学フィルタ素子32は、ショートパスフィルタ型のLVF（SPF-LVF）素子またはロングパスフィルタ型のLVF（LPF-LVF）素子である。

[0025] 前記所定の角度について、後述に詳述するが、この所定の角度は、大略、まず、第1ステップでは許容可能な多重反射回数を算出し、次に、第2ステ

ップでは必要な傾け角を算出することで決定される。前記第 1 ステップでは、波長分散方向の最大入射角を用いることで多重反射回数と迷光量との関係が求められる。前記第 2 ステップでは、前記第 1 ステップで求めた許容多重反射回数以内に迷光を逃がすように、迷光を最も逃がし難い直交方向の最大入射角を用いることで必要な傾き角度が求められる。このような所定の角度において、好ましくは、第 1 および第 2 光学フィルタ素子 3 1、3 2 間の距離を L_1 とし、フィルタ 3 および受光部 4 間の距離を L_2 とし、フィルタ 3 における第 3 方向に沿った幅を X_1 とし、受光部 4 における第 3 方向に沿った幅を X_2 とし、第 2 光学フィルタ素子 3 2 に入射する被測定光の直交方向の最大入射角を ϕ とし、前記所定の角度を θ とし、第 1 および第 2 光学フィルタ素子 3 1、3 2 間における被測定光の N 回往復回数以上の多重反射を除去する場合に、前記所定の角度 θ は、下記 (1) および (2) の各条件式を満たす。

[0026] [数1]

$$L_1 \tan \phi + 2L_1 \sum_{n=1}^{N-1} \tan(2n\theta + \phi) + L_2 \tan(2N\theta + \phi) > \frac{x_1}{2} + \frac{x_2}{2} \quad (1)$$

[0027] [数2]

$$L_2 (\tan \phi + \tan(2\theta + \phi)) > x_2 \quad (2)$$

[0028] なお、前記距離 L_1 は、いわゆる光学的距離であり、第 1 および第 2 光学フィルタ素子 3 1、3 2 間に、空気ではない媒質が存在（配置）している場合には、物理的な実寸長 L_{r1} ではなく、屈折率 n_1 を考慮して空気換算した寸法（空気換算長）である。同様に、前記距離 L_2 は、いわゆる光学的距離であり、フィルタ 3 および受光部 4 間に、空気ではない媒質が存在（配置）している場合には、物理的な実寸長 L_{r2} ではなく、屈折率 n_2 を考慮して空気換算した寸法（空気換算長）である。空気換算は、実寸長 L_r を媒質の屈折率 n で除算することで実行される（ $L_1 = L_{r1} / n_1$ 、 $L_2 = L_{r2} / n_2$ ）。

[0029] 受光部4は、フィルタ3から射出された被測定光が入射され、フィルタ3によって分光された各波長の各光を受光するための装置である。より具体的には、例えば、受光部4は、前記第1方向（波長分散方向）に沿って並設された複数の光電変換素子を備え、フィルタ3によって分光（波長分離）された前記互いに波長 λ_k の異なる複数の光（各波長の各光）を、前記複数の光電変換素子のそれぞれで受光する装置である。光電変換素子は、光エネルギーを電気エネルギーに変換する素子であり、受光した光強度（光パワー）に応じた大きさの電流を出力する。なお、受光部4は、電流を電圧に変換する電流電圧変換素子（例えば抵抗素子等）を備える場合には、受光した光強度に応じた大きさの電圧を出力する。受光部4は、例えば、本実施形態では、CCD（Charge Coupled Device）型やCMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）型の複数の光電変換素子を一直線上に一行に並べて配置したラインセンサ（ホトダイオードアレイ、PDアレイ）を備える。受光部4は、これら各光電変換素子（画素）が予め割り当てられた所定の各波長をそれぞれ受光するように、フィルタ3の配置位置に対応して配置されている。すなわち、光電変換素子と前記中心波長 λ_c とは、一対一の対応関係にある。受光部4に入射された各波長の各光は、受光部4の各光電変換素子で光電変換され、各光の受光強度にそれぞれ応じた大きさの各信号（電流信号または電圧信号、受光データ）が受光部4から出力され、これら各信号（受光データ）は、制御演算部5に入力される。

[0030] そして、本実施形態では、受光部4は、その受光面（各光電変換素子の各受光面からなる面）がフィルタ3の第2光学フィルタ素子32の射出面と平行になるように配設される。このため、フィルタ3の第1光学フィルタ素子31は、第2光学フィルタ素子32と同様に、受光部4の受光面に対し傾いて配置されることになる。なお、第1光学フィルタ素子31は、前記第3方向を回転軸として所定の角度だけ回転することで、または、前記第1方向を回転軸として所定の角度だけ回転することで、受光部4の受光面に対し傾い

て配置されてよい。

[0031] 制御演算部5は、受光部4に接続され、被測定光のスペクトルを求めるべく、分光装置Dの各部を当該各部の機能に応じてそれぞれ制御し、受光部4によって得られた各信号（受光データ）に基づいて、被測定光に含まれる各波長の各光の各強度（スペクトル）をそれぞれ求めるものである。制御演算部5は、例えば、CPU（マイクロプロセッサ）およびその周辺回路を備えて構成される。制御演算部5には、プログラムを実行することによって、図1Cに示すように、機能的に、制御部51と、分光演算部52とが構成される。制御部51は、被測定光のスペクトルを求めるために、分光装置Dの各部を当該各部の機能に応じてそれぞれ制御する。分光演算部52は、受光部4によって得られた各信号（受光データ）に基づいて、被測定光に含まれる各波長の各光の各強度（スペクトル）をそれぞれ求めるものである。

[0032] 記憶部6は、制御演算部5に接続され、分光装置Dの各部を当該各部の機能に応じてそれぞれ制御する制御プログラムや、受光部4によって得られた各信号に基づいて、被測定光に含まれる各波長の各光の各強度をそれぞれ求める分光プログラム等の各種プログラム、および、これらプログラムの実行に必要なデータや、これらプログラムの実行中に生成されたデータや、受光部4によって得られた各信号（受光データ）等の各種データを記憶するものである。記憶部6は、例えば、ROM（Read Only Memory）やEEPROM（Electrically Erasable Programmable Read Only Memory）等の不揮発性記憶素子、制御演算部5におけるCPU（Central Processing Unit）のいわゆるワーキングメモリとなるRAM（Random Access Memory）等の揮発性記憶素子およびその周辺回路等を備えて構成される。なお、記憶部6は、受光部4から出力される受光データ等を記憶するために、例えばハードディスク等の比較的大容量の記憶装置を備えてもよい。

[0033] 入力部7は、制御演算部5に接続され、例えば、被測定光の測定開始を指

示するコマンド等の各種コマンド、および、例えば被測定光（試料）における識別子の入力等のスペクトルを測定する上で必要な各種データを分光装置Dに入力する機器であり、例えば、キーボードやマウス等である。出力部8は、入力部7から入力されたコマンドやデータ、および、分光装置Dによって測定された被測定光のスペクトルを出力する機器であり、例えばCRTディスプレイ、LCDおよび有機ELディスプレイ等の表示装置やプリンタ等の印刷装置等である。

[0034] なお、入力部7および出力部8からタッチパネルが構成されてもよい。このタッチパネルを構成する場合において、入力部7は、例えば抵抗膜方式や静電容量方式等の操作位置を検出して入力する位置入力装置であり、出力部8は、表示装置である。このタッチパネルでは、表示装置の表示面上に位置入力装置が設けられ、表示装置に入力可能な1または複数の入力内容の候補が表示され、ユーザが、入力したい入力内容を表示した表示位置を触れると、位置入力装置によってその位置が検出され、検出された位置に表示された表示内容がユーザの操作入力内容として分光装置Dに入力される。このようなタッチパネルでは、ユーザは、入力操作を直感的に理解し易いので、ユーザにとって取り扱い易い分光装置Dが提供される。

[0035] IF部9は、制御演算部5に接続され、外部機器との間でデータの入出力を行う回路であり、例えば、シリアル通信方式であるRS-232Cのインターフェース回路、Bluetooth（登録商標）規格を用いたインターフェース回路、IrDA（Infrared Data Association）規格等の赤外線通信を行うインターフェース回路、および、USB（Universal Serial Bus）規格を用いたインターフェース回路等である。

[0036] このような分光装置Dでは、測定対象の被測定光は、開口部材1の開口部から分光装置D内に入射され、光学系2に入射される。この光学系2に入射された被測定光は、光学系2によって直交方向（第3方向）で集光されつつ波長分散方向（第1方向）でコリメート（平行化）されて平行光となり、フ

フィルタ 3 に入射される。そして、光学系 2 からフィルタ 3 に入射された被測定光は、その入射位置 X n に応じて分光され、互いに異なる波長を持つ複数の光となって、受光部 4 に入射される。受光部 4 に入射された各光は、その複数の光電変換素子のそれぞれで受光され、光電変換される。これによって受光部 4 に入射された各光は、その光強度に応じた各電気信号となって受光部 4 から出力される。受光部 4 から出力された各信号（受光データ）は、制御演算部 5 に入力され、記憶部 6 に記憶される。制御演算部 5 は、記憶部 6 に記憶された各信号データ（受光データ）を、例えば公知の常套手段によって信号処理し、被測定光のスペクトルを求める。そして、制御演算部 5 は、この求めた被測定光のスペクトルを必要に応じて記憶部 6 に記憶したり、また、この求めた被測定光のスペクトルを必要に応じて出力部 8 や I F 部 9 に出力したりする。

[0037] 次に、このような分光ユニット S U およびこれを用いた分光装置 D における前記所定の角度について以下に詳述する。

[0038] <フィルタ内多重反射；B P F－L V F 素子／L P F－L V F 素子間の多重反射>

まず、フィルタ 3 が B P F－L V F 素子と L P F－L V F 素子とを備える場合、B P F－L V F 素子と L P F－L V F 素子との間における多重反射について説明する。

[0039] 図 5 は、中心波長 5 3 5 n m の透過波長帯域に対応する入射位置における L V F の透過波長特性を示す図である。図 5 の横軸は、n m 単位で表す波長であり、その縦軸は、% 単位で表す透過率である。図 6 は、斜め入射光の多重反射と、受光素子が本来受光すべき波長ではない波長の光の受光との関係を説明するための図である。図 6 A は、多重反射の様子を説明するための図であり、図 6 B ないし図 6 G は、図 6 A に示す L V F 上の各入射位置 X P 1 ～X P 6 における透過波長特性を示す図である。

[0040] B P F－L V F 素子と L P F－L V F 素子とから成る L V F において、中心波長 5 3 5 n m の透過波長帯域に対応する入射位置 X P 1 では、B P F－

L V F 素子は、図 5 に示すように、この中心波長 5 3 5 n m の透過波長帯域だけでなく、中心波長約 4 5 0 n m の透過波長帯域を持ち、L V F では、この中心波長約 4 5 0 n m の透過波長帯域（不要な透過光）は、L P F - L V F 素子によってカットされている。

[0041] L V F に被測定光が入射すると、中心波長 5 3 5 n m の透過波長帯域に対応する入射位置 X P 1 では、まず、被測定光のうちの波長 5 3 5 n m の光は、B P F - L V F 素子および L P F - L V F 素子を順に透過し、中心波長 5 3 5 n m の光を受光するように割り当てられている受光部 4 の光電変換素子に受光される。

[0042] 一方、被測定光のうちの波長約 4 5 0 n m の光は、B P F - L V F 素子を透過するが、L P F - L V F 素子を透過できずに反射され、B P F - L V F 素子へ向かう。ここで、被測定光の入射角が 0 である場合には、被測定光のうちの波長約 4 5 0 n m の光は、L P F - L V F 素子の入射位置 X P 1 に入射し、図 6 B に示す透過波長特性によって反射する。L P F - L V F 素子の入射位置 X P 1 で反射した波長約 4 5 0 n m の反射光は、B P F - L V F 素子の入射位置 X P 1 に帰るので、そのまま B P F - L V F 素子を透過し、多重反射しない。ところが、図 6 A に示すように、斜め入射の場合には、被測定光のうちの波長約 4 5 0 n m の光は、入射位置 X P 1 の短波長側となる L P F - L V F 素子の入射位置 X P 2 に入射し、図 6 C に示す透過波長特性によって反射され、B P F - L V F 素子へ向かう。L P F - L V F 素子の入射位置 X P 2 で反射した波長約 4 5 0 n m の反射光は、短波長側にシフトした入射位置 X P 3 に入射する。この入射位置 X P 3 では、L V F であるため、透過波長帯域は、図 6 D に示すように、入射位置 X P 3 に対応する中心波長約 5 1 8 n m の透過波長帯域であり、波長約 4 5 0 n m の反射光は、再び反射され、L P F - L V F 素子へ向かう。入射位置 X P 3 で反射された波長約 4 5 0 n m の光は、入射位置 X P 3 の短波長側となる L P F - L V F 素子の入射位置 X P 4 に入射し、図 6 E に示す透過波長特性によって再び反射され、B P F - L V F 素子へ向かう。このように斜め入射した波長約 4 5 0 n m

の光は、BPF-LVF素子とLPF-LVF素子との間を多重反射し、BPF-LVF素子とLPF-LVF素子との間を短波長側へ伝播する。短波長側へ伝播すると、LVFであるため、LPF-LVF素子の遮断波長もシフトし、LPF-LVF素子は、やがて入射位置XP6で図6Gに示すように波長約450nmの光を透過する。この結果、この多重反射した波長約450nmの反射光は、入射位置XP6に対応する受光部4の光電変換素子によって受光されることになる。したがって、入射位置XP6に対応する受光部4の光電変換素子は、受光するように割り当てられた本体受光すべき波長の光ではない波長の光も受光することになり、この光電変換素子の出力に誤差が含まれることになる。

[0043] <フィルタ内多重反射；BPF-LVF素子／SPF-LVF素子間の多重反射>

次に、フィルタ3がBPF-LVF素子とSPF-LVF素子とを備える場合、BPF-LVF素子とSPF-LVF素子との間における多重反射について説明する。

[0044] 図7は、中心波長535nmの透過波長帯域に対応する入射位置におけるLVFの透過波長特性を示す図である。図5の横軸は、nm単位で表す波長であり、その縦軸は、%単位で表す透過率である。図8は、斜め入射光の多重反射と、受光素子が本来受光すべき波長ではない波長の光の受光との関係を説明するための図である。図8Aは、多重反射の様子を説明するための図であり、図8Bないし図8Gは、図8Aに示すLVF上の各入射位置XP11～XP16における透過波長特性を示す図である。

[0045] BPF-LVF素子とSPF-LVF素子とから成るLVFにおいて、中心波長535nmの透過波長帯域に対応する入射位置XP11では、BPF-LVF素子は、図7に示すように、この中心波長535nmの透過波長帯域だけでなく、中心波長約650nmの透過波長帯域を持ち、LVFでは、この中心波長約650nmの透過波長帯域（不要な透過光）は、SPF-LVF素子によってカットされている。

[0046] L V F に被測定光が入射すると、中心波長 535 nm の透過波長帯域に対応する入射位置 X P 1 1 では、まず、被測定光のうちの波長 535 nm の光は、B P F - L V F 素子および S P F - L V F 素子を順に透過し、中心波長 535 nm の光を受光するように割り当てられている受光部 4 の光電変換素子に受光される。

[0047] 一方、被測定光のうちの波長約 650 nm の光は、B P F - L V F 素子を透過するが、S P F - L V F 素子を透過できずに反射され、B P F - L V F 素子へ向かう。ここで、被測定光の入射角が 0 である場合には、被測定光のうちの波長約 650 nm の光は、S P F - L V F 素子の入射位置 X P 1 1 に入射し、図 8 B に示す透過波長特性によって反射する。L P F - L V F 素子の入射位置 X P 1 1 で反射した波長約 650 nm の反射光は、B P F - L V F 素子の入射位置 X P 1 1 に帰るので、そのまま B P F - L V F 素子を透過し、上述と同様に、多重反射しない。ところが、図 8 A に示すように、斜め入射の場合には、被測定光のうちの波長約 650 nm の光は、入射位置 X P 1 1 の長波長側となる S P F - L V F 素子の入射位置 X P 1 2 に入射し、図 8 C に示す透過波長特性によって反射され、B P F - L V F 素子へ向かう。S P F - L V F 素子の入射位置 X P 1 2 で反射した波長約 650 nm の反射光は、長波長側にシフトした入射位置 X P 1 3 に入射する。この入射位置 X P 1 3 では、L V F であるため、透過波長帯域は、図 8 D に示すように、入射位置 X P 1 3 に対応する中心波長約 550 nm の透過波長帯域であり、波長約 650 nm の反射光は、再び反射され、S P F - L V F 素子へ向かう。入射位置 X P 1 3 で反射された波長約 650 nm の光は、入射位置 X P 1 3 の長波長側となる S P F - L V F 素子の入射位置 X P 1 4 に入射し、図 8 E に示す透過波長特性によって再び反射され、B P F - L V F 素子へ向かう。このように斜め入射した波長約 650 nm の光は、上述と同様に、B P F - L V F 素子と S P F - L V F 素子との間を多重反射し、B P F - L V F 素子と S P F - L V F 素子との間を長波長側へ伝播する。長波長側へ伝播すると、L V F であるため、S P F - L V F 素子の遮断波長もシフトし、S P F -

L V F 素子は、やがて入射位置 X P 1 6 で図 8 G に示すように波長約 6 5 0 n m の光を透過する。この結果、この多重反射した波長約 6 5 0 n m の反射光は、入射位置 X P 1 6 に対応する受光部 4 の光電変換素子によって受光されることになる。したがって、入射位置 X P 1 6 に対応する受光部 4 の光電変換素子は、受光するように割り当てられた本体受光すべき波長の光ではない波長の光も受光することになり、この光電変換素子の出力に誤差が含まれることになる。

[0048] <フィルタ内多重反射対策と前記所定の角度>

このような多重反射を低減するために、例えば、焦点距離の長いコリメータレンズを用いることによってフィルタ 3 に入射される被測定光のコリメート性を高め、多重反射の原因となる斜入射光を低減する方法が考えられる。しかしながら、フィルタ寸法を一定とした場合、焦点距離を長くするほど光学系における波長分散方向の開口角が小さくなるため、分光ユニット S U や分光装置 D への入射光量が低下し、その結果、測定の S N が低下してしまう。また焦点距離を長くすると、分光ユニット S U や分光装置 D が大型化してしまう。入射開口のサイズが大きい場合、または、複数の入射開口を持つ場合に、この影響は、さらに顕著になる。

[0049] このため、本実施形態における分光ユニット S U および分光装置 D では、上述したように、フィルタ 3 の第 1 光学フィルタ素子 3 1 は、前記第 3 方向または前記第 1 方向を回転軸として所定の角度だけ回転し、第 2 光学フィルタ素子 3 2 に対し傾いて配置されている。そして、本実施形態では、フィルタ 3 の第 1 光学フィルタ素子 3 1 は、前記第 3 方向または前記第 1 方向を回転軸として所定の角度だけ回転し、受光部 4 の受光面に対しても傾いて配置されている。この前記所定の角度は、次のように設定されることが好ましい。以下では、前記回転軸が前記第 1 方向である場合を例に挙げて説明するが、前記回転軸が第 3 方向である場合も、同様の考え方で計算可能である。

[0050] まず、多重反射によって本来受光すべき波長の光ではない波長の光（迷光）も受光する上述のプロセスから、まず、多重反射回数と迷光光量との関係

が数値実験（シミュレーション）された。なお、多重反射回数は、BPF-LVF素子からLPF-LVF素子（またはSPF-LVF素子）で反射して再びBPF-LVF素子に戻る1往復で1回とする。したがって、多重反射回数0は、フィルタ3内で反射することなくフィルタ3をそのまま透過することを意味する。

[0051] 図9は、BPF-LVF素子とLPF-LVF素子とからなるLVFにおいて、多重反射回数別の迷光波長と迷光光量との関係を示す図である。図10は、BPF素子-LVFとLPF-LVF素子とからなるLVFにおいて、多重反射回数と迷光光量との関係を示す図である。図11は、BPF-LVF素子とSPF-LVF素子とからなるLVFにおいて、多重反射回数別の迷光波長と迷光光量との関係を示す図である。図12は、BPF-LVF素子とSPF-LVF素子とからなるLVFにおいて、多重反射回数と迷光光量との関係を示す図である。図9および図11の横軸は、nm単位で表す迷光の波長であり、それらの縦軸は、%単位で表す光量である。図10および図12の横軸は、多重反射回数であり、それらの縦軸は、%単位で表す光量である。図13は、許容多重反射回数と第1光学フィルタ素子における傾け角との関係を説明するための図である。図13Aは、許容多重反射回数1回の場合を示し、図13Bは、許容多重反射回数2回の場合を示す。

[0052] 上述した図5に示す透過波長特性を持つBPF-LVF素子とLPF-LVF素子とからなるLVFにおいて、BPF-LVF素子とLPF-LVF素子との間の距離（空気換算長） L_1 を1.5mmとし、BPF-LVF素子におけるリニアリティを20nm/mmとし、BPF-LVF素子における波長分散方向の最大入射角を15度とする場合、多重反射回数別に、迷光波長と迷光光量との関係が上述の多重反射のプロセスに基づいて数値計算された。その結果が図9および図10に示されている。図10を見ると分かるように、0～2回の多重反射では、迷光光量は、僅かであり、3回以上の多重反射では、迷光光量が比較的多く、3回以上の多重反射を低減することが好ましい。図9および図10は、入射角15度の数値計算結果であるが、入

射角が0に近づくほど、上述の多重反射のプロセスから多重反射回数は、増加する。

[0053] 上述した図7に示す透過波長特性を持つBPF-LVF素子とSPF-LVF素子とからなるLVFにおいて、BPF-LVF素子とSPF-LVF素子との間の距離（空気換算長） L_1 を1.5mmとし、BPF-LVF素子におけるリニアリティを20nm/mmとし、BPF-LVF素子における波長分散方向の最大入射角を15度とする場合、多重反射回数別に、迷光波長と迷光光量との関係が上述の多重反射のプロセスに基づいて数値計算された。その結果が図11および図12に示されている。図12を見ると分かるように、0～3回の多重反射では、迷光光量は、僅かであり、4回以上の多重反射では、迷光光量が比較的多く、4回以上の多重反射を低減することが好ましい。図11および図12は、入射角15度の数値計算結果であるが、入射角が0に近づくほど、上述の多重反射のプロセスから多重反射回数は、増加する。

[0054] したがって、この例の場合、被測定光がフィルタ3に入射する入射角が15度である場合、多重反射回数が3回の往復回数未満となる角度で第1光学フィルタ素子（BPF-LVF素子）が傾いて配置されれば、迷光を低減できる。

[0055] 一方、LVFを構成する各LVF素子の透過波長特性にも依存するが、多重反射回数は、入射角、言い換えれば、第1光学フィルタ素子31における前記所定の角度（傾け角） θ に依存する。したがって、逆に、第1光学フィルタ素子31における前記所定の角度 θ は、許容される多重反射回数に依存することになる。

[0056] 例えば、図13Aに示すように、1回の多重反射で迷光を排除したい場合には、前記所定の角度 θ_1 は、式（1a）となり、図13Bに示すように、2回の多重反射で迷光を排除したい場合には、前記所定の角度 θ_2 は、式（1b）となる。

[0057]

[数3]

$$L_1 \tan \phi + L_2 \tan(2\theta_1 + \phi) > \frac{x_1}{2} + \frac{x_2}{2} \quad (1a)$$

[0058] [数4]

$$L_1 \tan \phi + 2L_1 \tan(2\theta_2 + \phi) + L_2 \tan(4\theta_2 + \phi) > \frac{x_1}{2} + \frac{x_2}{2} \quad (1b)$$

[0059] また例えば、3回の多重反射で迷光を排除したい場合には、前記所定の角度 θ_3 は、式 (1 c) となり、4回の多重反射で迷光を排除したい場合には、前記所定の角度 θ_4 は、式 (1 d) となり、そして、5回の多重反射で迷光を排除したい場合には、前記所定の角度 θ_5 は、式 (1 e) となる。一般に、N回の多重反射で迷光を排除したい場合には、上述した式 (1) となる。

[0060] [数5]

$$L_1 \tan \phi + 2L_1 \tan(2\theta_3 + \phi) + 2L_1 \tan(4\theta_3 + \phi) + L_2 \tan(6\theta_3 + \phi) > \frac{x_1}{2} + \frac{x_2}{2} \quad (1c)$$

[0061] [数6]

$$L_1 \tan \phi + 2L_1 \tan(2\theta_4 + \phi) + 2L_1 \tan(4\theta_4 + \phi) + 2L_1 \tan(6\theta_4 + \phi) + L_2 \tan(8\theta_4 + \phi) > \frac{x_1}{2} + \frac{x_2}{2} \quad (1d)$$

[0062]

[数7]

$$L_1 \tan \phi + 2L_1 \tan(2\theta_5 + \phi) + 2L_1 \tan(4\theta_5 + \phi) + 2L_1 \tan(6\theta_5 + \phi) + 2L_1 \tan(8\theta_5 + \phi) + L_2 \tan(10\theta_5 + \phi) > \frac{x_1}{2} + \frac{x_2}{2} \quad (1e)$$

[0063] これら各式（１）、（１ａ）～（１ｅ）から分かるように、許容される多重反射回数が多いほど、前記所定の角度（傾け角） θ は、小さくなる。しかしながら、上述した図９ないし図１２から分かるように、許容される多重反射回数が多いほど、迷光光量は、多くなる。したがって、分光ユニットＳＵおよび分光装置Ｄの仕様（例えば測定精度等）によって許容される迷光光量に応じて、許容可能な多重反射回数が決定され、この許容可能な多重反射回数に応じて、前記式（１）に基づいて、前記所定の角度 θ が設計されることになる。

[0064] 一例を挙げると、図５に示す透過波長特性を持つＢＰＦ－ＬＶＦ素子およびＬＰＦ－ＬＶＦ素子から成るＬＶＦが用いられ、距離 $L_1 = 1.5\text{ mm}$ 、距離 $L_2 = 4.3\text{ mm}$ 、幅 $X_1 = 3.0\text{ mm}$ 、幅 $X_2 = 2.0\text{ mm}$ 、直交方向の最大入射角 $\phi = 15$ 度の場合、除去したい多重反射回数（回）、必要な傾け角（前記所定の角度） θ （度）および達成可能な迷光光量（％）が表１に示されている。また他の一例を挙げると、図７に示す透過波長特性を持つＢＰＦ－ＬＶＦ素子およびＳＰＦ－ＬＶＦ素子から成るＬＶＦが用いられ、距離 $L_1 = 1.5\text{ mm}$ 、距離 $L_2 = 4.3\text{ mm}$ 、幅 $X_1 = 3.0\text{ mm}$ 、幅 $X_2 = 2.0\text{ mm}$ 、直交方向の最大入射角 $\phi = 15$ 度の場合、除去したい多重反射回数（回）、必要な傾け角（前記所定の角度） θ （度）および達成可能な迷光光量（％）が表２に示されている。

[0065] [表１]

除去したい 多重反射	必要な 傾け角 θ	達成可能な 迷光量
１回以上	25	0.01%
２回以上	12	0.08%
３回以上	8	0.3%
４回以上	6	7.6%
５回以上	4	32.2%

[0066] [表2]

除去したい 多重反射	必要な 傾け角 θ	達成可能な 迷光量
1回以上	25	0.01%
2回以上	12	0.02%
3回以上	8	0.07%
4回以上	6	0.4%
5回以上	4	3.1%

[0067] <フィルタ3と受光部4との間における多重反射、その対策および前記所定の角度>

図14は、シリコンセンサにおける多重反射回数と迷光光量との関係を示す図である。図14の横軸は、多重反射回数であり、その縦軸は、%単位で表す迷光光量である。

[0068] 一方、フィルタ3と受光部4の間では、受光部4の受光面での反射率は、入射位置に依らずに略一律であるため、反射回数が増加すると、反射光の強度は、低下する。一例を挙げれば、受光部4がシリコンセンサである場合、その受光面での反射率は、約33%であるため、多重反射回数と迷光光量との関係は、図14に示す関係であり、多重反射回数の増加に従って迷光光量は、低下して行く。したがって、フィルタ3と受光部4の間では、1回以上の多重反射を除去することが好ましく、このため、前記所定の角度 θ は、上述の式2の条件式を満たす。なお、この場合、多重反射回数は、フィルタ3から受光部4で反射して再びフィルタ3に戻る1往復で1回とする。

[0069] したがって、以上説明したように、本実施形態における分光ユニットSUおよび分光装置Dでは、第1光学フィルタ素子31は、前記第3方向または前記第1方向を回転軸として所定の角度 θ だけ回転することで、これに隣接する前記第2光学フィルタ素子に対し傾いて配置される。図1に示す例では、第1光学フィルタ素子31は、前記第1方向を回転軸として傾斜配置され

ている。このため、第1光学フィルタ素子31から受光部4までの処で反射する被測定光は、図2Aおよび図2Bに示すように、これら第1および第2光学フィルタ素子31、32間から逃げることができ、これら第1および第2光学フィルタ素子31、32間における被測定光の多重反射が低減される。したがって、本実施形態における分光ユニットSUおよび分光装置Dは、本来受光すべき波長の光ではない波長の光の受光を低減できる。この結果、分光ユニットSUは、分光精度を向上でき、分光装置Dは、測定精度を向上できる。

[0070] 本実施形態における分光ユニットSUおよび分光装置Dでは、第1光学フィルタ素子31は、第2光学フィルタ素子32だけでなく受光部4の受光面に対しても傾いて配置される。このため、これらフィルタ3と受光部4との間で反射する被測定光は、図2Cおよび図2Dに示すように、これらフィルタ3と受光部4との間から逃げる事ができ、上述の第1および第2光学フィルタ素子31、32間の多重反射だけでなく、フィルタ3と受光部4との間における多重反射も低減される。したがって、本実施形態における分光ユニットSUおよび分光装置Dは、本来受光すべき波長の光ではない波長の光の受光をより低減できる。この結果、分光ユニットSUは、分光精度をより向上でき、分光装置Dは、測定精度をより向上できる。

[0071] 本実施形態における分光ユニットSUおよび分光装置Dは、フィルタ3を構成する複数の光学フィルタ素子のうち、支配的に多重反射を生じさせるBPF-LVF素子の第1光学フィルタ素子31を傾けて配置するので、効果的に前記多重反射を低減できる。したがって、本実施形態における分光ユニットSUおよび分光装置Dは、本来受光すべき波長の光ではない波長の光の受光を低減できる。

[0072] 本実施形態における分光ユニットSUおよび分光装置Dは、上述の各条件式(1)および(2)に基づいて、除去したい多重反射に応じた角度 θ で第1光学フィルタ素子31を傾けて配置できるので、本来受光すべき波長の光ではない波長の光の受光を設計に応じて低減できる。

[0073] 次に、実施例および比較例の各測定結果について説明する。

[0074] (実施例および比較例)

図15は、一実施例の分光装置によって測定された実測結果を示す図である。図16は、比較例の分光装置によって測定された実測結果を示す図である。図15および図16の横軸は、nm単位で表す波長であり、これらの各縦軸は、%単位で表す相対感度である。

[0075] 一実施例および比較例にかかる分光装置は、フィルタ3として約400nm～700nmの波長範囲において中心波長 λ_c が入射位置X P cに線形に変化するLVFと、受光部4として17chのラインセンサとを用いた。そして、比較例の分光装置は、前記所定の角度 θ が0度であり($\theta=0$ 度)、第1光学フィルタ素子31が他の光学フィルタ素子や受光部4の受光面に対し傾斜配置されていない。これに対し、一実施例の分光装置は、前記所定の角度が15度であり($\theta=15$ 度)、第1光学フィルタ素子31が他の光学フィルタ素子や受光部4の受光面に対し傾斜配置されている。

[0076] この比較例の分光装置では、図16を見ると分かるように、その相対分光感度に、図中、矢印で示すように、本来のピーク波長とは異なる波長帯域にピークが生じている。これに対し、一実施例の分光装置では、図15を見ると分かるように、その相対分光感度から、上述の図16に矢印で示すピークは、消失しており、この一実施例の分光装置は、比較例の分光装置に較べ、そのバンドパスフィルタ特性が改善している。

[0077] 次に、別の実施形態について説明する。

[0078] (第2実施形態)

図17は、第2実施形態の分光装置における分光ユニットの構成を示す図である。図17Aは、分光ユニットの側面図を示し、図17Bは、分光ユニットの上面図を示す。

[0079] 第1実施形態の分光装置Dにおける分光ユニットSUでは、開口部材1の光軸、光学系2の光軸、フィルタ3の光軸および受光部4の光軸の各光軸が分光ユニットSUの光軸AXに互いに一致するように、開口部材1、光学系

2、フィルタ3および受光部4は、この順で配置されたが、第2実施形態の分光装置D'における分光ユニットSU'では、図17に示すように、開口部材1の前記開口部、フィルタ3および受光部4は、光学系2の光軸LX外であって、フィルタ3の入射光の主光線PBがフィルタ3の略法線方向から入射するように、それぞれ配置される。すなわち、図1Bと図17Bとを対比すると分かるように、直交方向から見た平面視（上面図）では、第1および第2実施形態共に、開口部材1の光軸、光学系2の光軸、フィルタ3の光軸および受光部4の光軸の各光軸が分光ユニットSUの光軸AXに互いに一致するように、開口部材1、光学系2、フィルタ3および受光部4は、この順で配置される。そして、図1Aと図17Aとを対比すると分かるように、波長分散方向から見た側面視（側面図）では、第1実施形態の場合、開口部材1の光軸、光学系2の光軸、フィルタ3の光軸および受光部4の光軸の各光軸が分光ユニットSUの光軸AXに互いに一致するように、開口部材1、光学系2、フィルタ3および受光部4は、この順で配置される一方、第2実施形態の場合、開口部材1は、光学系2の光軸LXの一方側（図17Aでは下側）に配置され、フィルタ3および受光部4は、光学系2の光軸LXの他方側（図17Aでは上側）に配置され、そして、開口部材1、フィルタ3および受光部4は、フィルタ3の入射光の主光線PBがフィルタ3の略法線方向から入射するように、それぞれ配置される。第2実施形態における分光ユニットSU'および分光装置D'における開口部材1、光学系2、フィルタ3および受光部4は、その配置関係が上述のように第1実施形態の配置関係と異なるだけで、それぞれ、第1実施形態における分光ユニットSUおよび分光装置Dにおける開口部材1、光学系2、フィルタ3および受光部4と同様であるので、その説明を省略する。

[0080] 第1光学フィルタ素子31は、前記所定の角度 θ で傾斜配置されることで、入射位置Xpcと透過波長帯域Bcとの関係を示すフィルタ特性が短波長側に若干シフトし、この結果、受光部4から出力される各信号に若干影響を与えるが、このような第2実施形態における分光ユニットSU'および分光

装置D'は、開口部材1の前記開口部、フィルタ3および受光部4を上記のように配置することで、前記シフトが受光部4から出力される各信号に与える前記影響を低減できる。したがって、第2実施形態の分光ユニットSU'は、分光精度をより向上でき、第2実施形態の分光装置D'は、測定精度をより向上できる。

[0081] 図18は、実施形態の分光装置におけるフィルタの他の構成を示す図である。なお、上述の第1および第2実施形態における分光ユニットSU、SU'および分光装置D、D'は、個別部品の第1および第2光学フィルタ素子31、32を備えて構成されたフィルタ3を用いたが、このフィルタ3に代え、図18に示すように、前記所定の角度 θ で傾斜した互いに対向する一対の第1および第2表面を持つ透光性の板状部材33における前記第1および第2面に、第1および第2光学フィルタ素子31、32と同様のフィルタ特性を持つ第1および第2光学フィルタ層（膜）31'、32'それぞれを形成したフィルタ3'を用いてもよい。したがって、この板状部材33は、第1光学フィルタ層31'を形成した一方向が第2光学フィルタ層32'を形成した他方面に対し前記所定の角度 θ だけ傾くように、形成されている。そして、第1および第2光学フィルタ層（膜）31'、32'は、それぞれ、例えば蒸着法によって形成される。この構成によれば、第1および第2光学フィルタ素子31、32を個別で構成する場合に較べて、より高精度に、より簡易に、第1光学フィルタ層31'を傾けて配置できる。

[0082] 本明細書は、上記のように様々な態様の技術を開示しているが、そのうち主な技術を以下に纏める。

[0083] 一態様にかかる分光ユニットは、測定対象の被測定光を波長ごとに分光するための、所定の一方向である第1方向に沿った入射位置に応じて透過波長の異なるフィルタと、前記フィルタによって分光された各波長の各光を受光し、前記各光の受光強度に応じた各信号を出力するための受光部とを備え、前記フィルタは、前記被測定光の入射側から射出側へ順に配置された複数の光学フィルタ素子を備え、前記複数の光学フィルタ素子のうちの1つの第1

光学フィルタ素子は、前記第1方向および前記被測定光の入射側から射出側へ向かう第2方向それぞれに直交する第3方向を回転軸として所定の角度だけ回転することで、または、前記第1方向を回転軸として所定の角度だけ回転することで、当該第1光学フィルタ素子に隣接して配置される第2光学フィルタ素子に対し傾いて配置される。

[0084] このような分光ユニットでは、前記第1光学フィルタ素子は、前記第3方向または前記第1方向を回転軸として所定の角度だけ回転することで、これに隣接する前記第2光学フィルタ素子に対し傾いて配置される。このため、これら第1および第2光学フィルタ素子間で反射する被測定光は、フィルタおよび受光部間から逃げることができ、これら第1および第2光学フィルタ素子間における被測定光の多重反射が低減される。したがって、このような分光ユニットは、本来受光すべき波長の光ではない波長の光の受光を低減できる。なお、前記傾斜配置の際に、小型化の観点から、前記第1光学フィルタ素子は、前記第1方向を回転軸とすることが好ましい。

[0085] 他の一態様では、上述の分光ユニットにおいて、前記第1光学フィルタ素子は、前記第3方向を回転軸として所定の角度だけ回転することで、または、前記第1方向を回転軸として所定の角度だけ回転することで、当該第1光学フィルタ素子に隣接して配置される前記第2光学フィルタ素子および前記受光部の受光面それぞれに対し傾いて配置される。好ましくは、前記第1光学フィルタ素子は、前記第3または第2方向を回転軸として所定の角度だけ回転することで前記第2光学フィルタ素子に対し傾いて配置されることによって、前記第1光学フィルタ素子は、前記受光部の受光面に対しても傾いて配置される。

[0086] このような分光ユニットは、前記第1光学フィルタ素子は、前記第2光学フィルタ素子だけでなく前記受光部の受光面に対しても傾いて配置されるので、前記第1および第2光学フィルタ素子間の多重反射だけでなく、前記フィルタと前記受光部間の多重反射も低減される。したがって、このような分光ユニットは、本来受光すべき波長の光ではない波長の光の受光をより低減

できる。

[0087] 他の一態様では、これら上述の分光ユニットにおいて、前記第1光学フィルタ素子は、バンドパスフィルタ型のリニアバリアブルフィルタ素子である。

[0088] このような分光ユニットは、前記フィルタを構成する光学フィルタ素子のうち、支配的に多重反射を生じさせるバンドパスフィルタ型のリニアバリアブルフィルタ素子を傾けて配置するので、効果的に前記多重反射を低減できる。したがって、このような分光ユニットは、本来受光すべき波長の光ではない波長の光の受光を低減できる。

[0089] 他の一態様では、これら上述の分光ユニットにおいて、前記フィルタは、前記被測定光の入射側から射出側へ順に配置された2個の第1および第2光学フィルタ素子を備えて成り、前記第1および第2光学フィルタ素子間の距離（空気換算長）を L_1 とし、前記フィルタおよび前記受光部間の距離（空気換算長）を L_2 とし、前記フィルタにおける前記第3方向に沿った幅を X_1 とし、前記受光部における前記第3方向に沿った幅を X_2 とし、前記第2光学フィルタ素子に入射する前記被測定光の直交方向の最大入射角を ϕ とし、前記所定の角度を θ とし、前記第1および第2光学フィルタ素子間における前記被測定光の N 回往復回数以上の多重反射を除去する場合に、前記所定の角度は、上述の各条件式（1）および（2）を満たす。

[0090] このような分光ユニットは、除去したい多重反射に応じた角度で第1光学フィルタ素子を傾けて配置できるので、本来受光すべき波長の光ではない波長の光の受光を設計に応じて低減できる。

[0091] 他の一態様では、これら上述の分光ユニットにおいて、前記被測定光を射出する開口部を持つ開口部材と、前記開口部材の前記開口部から射出された前記被測定光を前記フィルタへ導光する光学系とをさらに備え、前記開口部、前記フィルタおよび前記受光部は、前記光学系の光軸外であって、前記フィルタの入射光の主光線が前記フィルタの略法線方向から入射するように、それぞれ配置される。

[0092] 第1光学フィルタ素子は、傾いて配置されることで、入射位置と透過波長帯域との関係を示すフィルタ特性が短波長側に若干シフトし、この結果、前記受光部から出力される各信号に若干影響を与えるが、このような分光ユニットは、前記開口部、前記フィルタおよび前記受光部を上記のように配置することで、前記シフトが前記受光部から出力される各信号に与える影響を低減できる。

[0093] 他の一態様では、これら上述の分光ユニットにおいて、前記フィルタは、前記被測定光の入射側から射出側へ順に配置された2個の第1および第2光学フィルタ素子を備えて成り、前記第1および第2光学フィルタ素子それぞれは、前記所定の角度で傾斜した互いに対向する一对の第1および第2面を持つ透光性の板状部材における前記第1および第2面にそれぞれ形成されている。

[0094] このような分光ユニットは、第1および第2光学フィルタ素子を個別で構成する場合に較べて、より高精度に、より簡易に、第1光学フィルタ素子を傾けて配置できる。

[0095] 他の一態様にかかる分光装置は、測定対象である被測定光を波長ごとに分光して各波長の各光の受光強度に応じた各信号を出力する分光ユニットと、前記受光部から出力された各信号に基づいて前記被測定光のスペクトルを求める演算部とを備え、前記分光ユニットは、これら上述のいずれかの分光ユニットである。

[0096] このような分光装置は、前記分光ユニットの受光部において、本来受光すべき波長の光ではない波長の光の受光を低減できる。したがって、このような分光装置は、測定精度も向上できる。

[0097] この出願は、2013年12月13日に出願された日本国特許出願特願2013-257798を基礎とするものであり、その内容は、本願に含まれるものである。

[0098] 本発明を表現するために、上述において図面を参照しながら実施形態を通して本発明を適切且十分に説明したが、当業者であれば上述の実施形態を

変更および／または改良することは容易に為し得ることであると認識すべきである。したがって、当業者が実施する変更形態または改良形態が、請求の範囲に記載された請求項の権利範囲を離脱するレベルのものでない限り、当該変更形態または当該改良形態は、当該請求項の権利範囲に包括されると解釈される。

産業上の利用可能性

[0099] 本発明によれば、被測定光を波長（波数）ごとに分光して各波長の各光の受光強度に応じた各信号を出力する分光ユニットおよびこの分光ユニットを用いた分光装置を提供できる。

請求の範囲

- [請求項1] 測定対象の被測定光を波長ごとに分光するための、所定の一方向である第1方向に沿った入射位置に応じて透過波長の異なるフィルタと、
- 、
- 前記フィルタによって分光された各波長の各光を受光し、前記各光の受光強度に応じた各信号を出力するための受光部とを備え、
- 前記フィルタは、前記被測定光の入射側から射出側へ順に配置された複数の光学フィルタ素子を備え、
- 前記複数の光学フィルタ素子のうちの1つの第1光学フィルタ素子は、前記第1方向および前記被測定光の入射側から射出側へ向かう第2方向それぞれに直交する第3方向を回転軸として所定の角度だけ回転することで、または、前記第1方向を回転軸として所定の角度だけ回転することで、当該第1光学フィルタ素子に隣接して配置される第2光学フィルタ素子に対し傾いて配置されていること
- を特徴とする分光ユニット。
- [請求項2] 前記第1光学フィルタ素子は、前記第3方向を回転軸として所定の角度だけ回転することで、または、前記第1方向を回転軸として所定の角度だけ回転することで、当該第1光学フィルタ素子に隣接して配置される前記第2光学フィルタ素子および前記受光部の受光面それぞれに対し傾いて配置されていること
- を特徴とする請求項1に記載の分光ユニット。
- [請求項3] 前記第1光学フィルタ素子は、バンドパスフィルタ型のリニアバリヤブルフィルタ素子であること
- を特徴とする請求項1または請求項2に記載の分光ユニット。
- [請求項4] 前記フィルタは、前記被測定光の入射側から射出側へ順に配置された2個の第1および第2光学フィルタ素子を備えて成り、
- 前記第1および第2光学フィルタ素子間の距離（空気換算長）を L_1 とし、前記フィルタおよび前記受光部間の距離（空気換算長）を L_2

2とし、前記フィルタにおける前記第3方向に沿った幅をX1とし、前記受光部における前記第3方向に沿った幅をX2とし、前記第2光学フィルタ素子に入射する前記被測定光の直交方向の最大入射角を ϕ とし、前記所定の角度を θ とし、前記第1および第2光学フィルタ素子間における前記被測定光のN回往復回数以上の多重反射を除去する場合に、前記所定の角度は、下記(1)および(2)の各条件式を満たすこと

を特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載の分光ユニット。

[数1]

$$L_1 \tan \phi + 2L_1 \sum_{n=1}^{N-1} \tan(2n\theta + \phi) + L_2 \tan(2N\theta + \phi) > \frac{x_1}{2} + \frac{x_2}{2} \quad (1)$$

[数2]

$$L_2 (\tan \phi + \tan(2\theta + \phi)) > x_2 \quad (2)$$

[請求項5]

前記被測定光を射出する開口部を持つ開口部材と、

前記開口部材の前記開口部から射出された前記被測定光を前記フィルタへ導光する光学系とをさらに備え、

前記開口部、前記フィルタおよび前記受光部は、前記光学系の光軸外であって、前記フィルタの入射光の主光線が前記フィルタの略法線方向から入射するように、それぞれ配置されること

を特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の分光ユニット。

[請求項6]

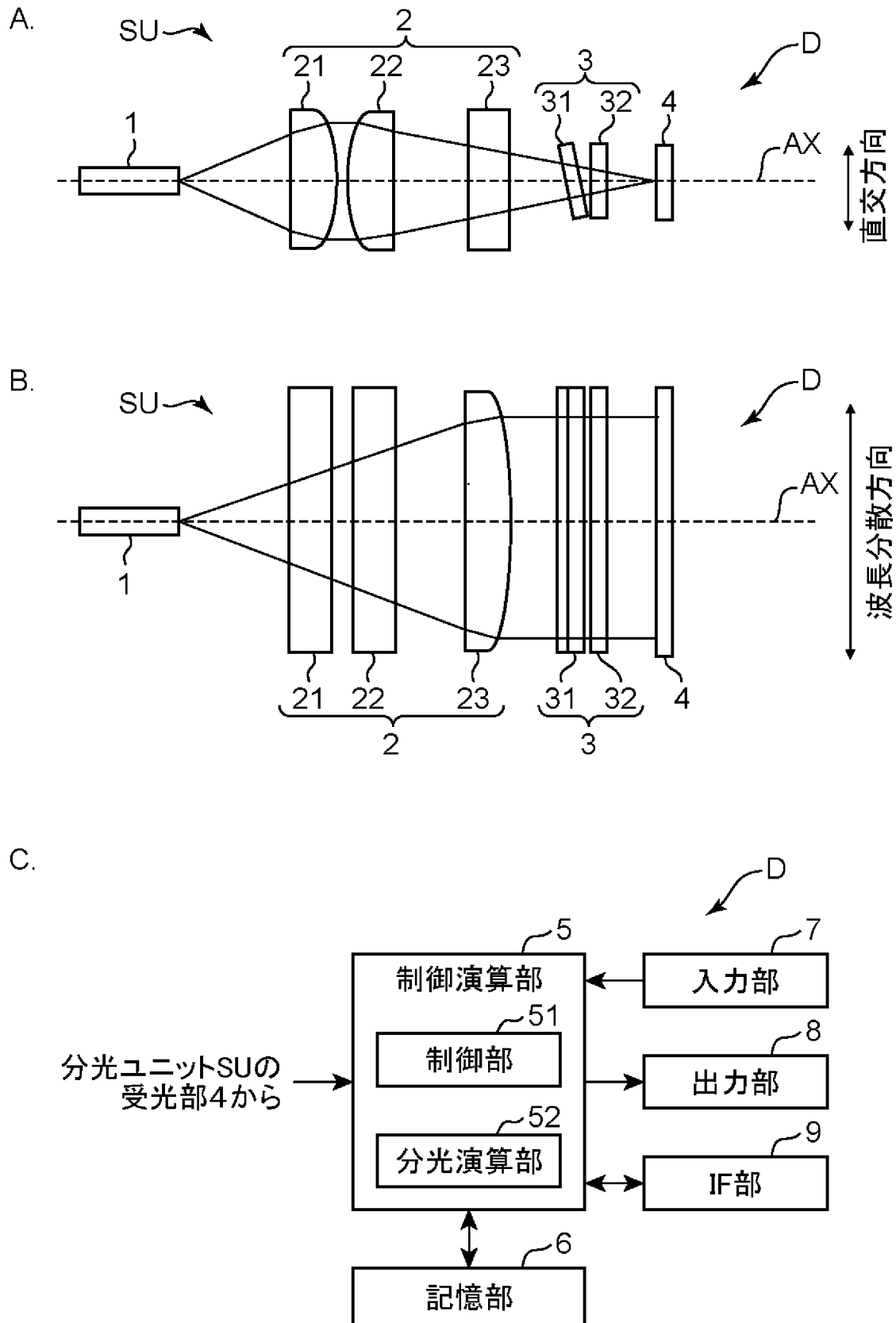
前記フィルタは、前記被測定光の入射側から射出側へ順に配置された2個の第1および第2光学フィルタ素子を備えて成り、

前記第1および第2光学フィルタ素子それぞれは、前記所定の角度で傾斜した互いに対向する一对の第1および第2面を持つ透光性の板状部材における前記第1および第2面にそれぞれ形成されていること

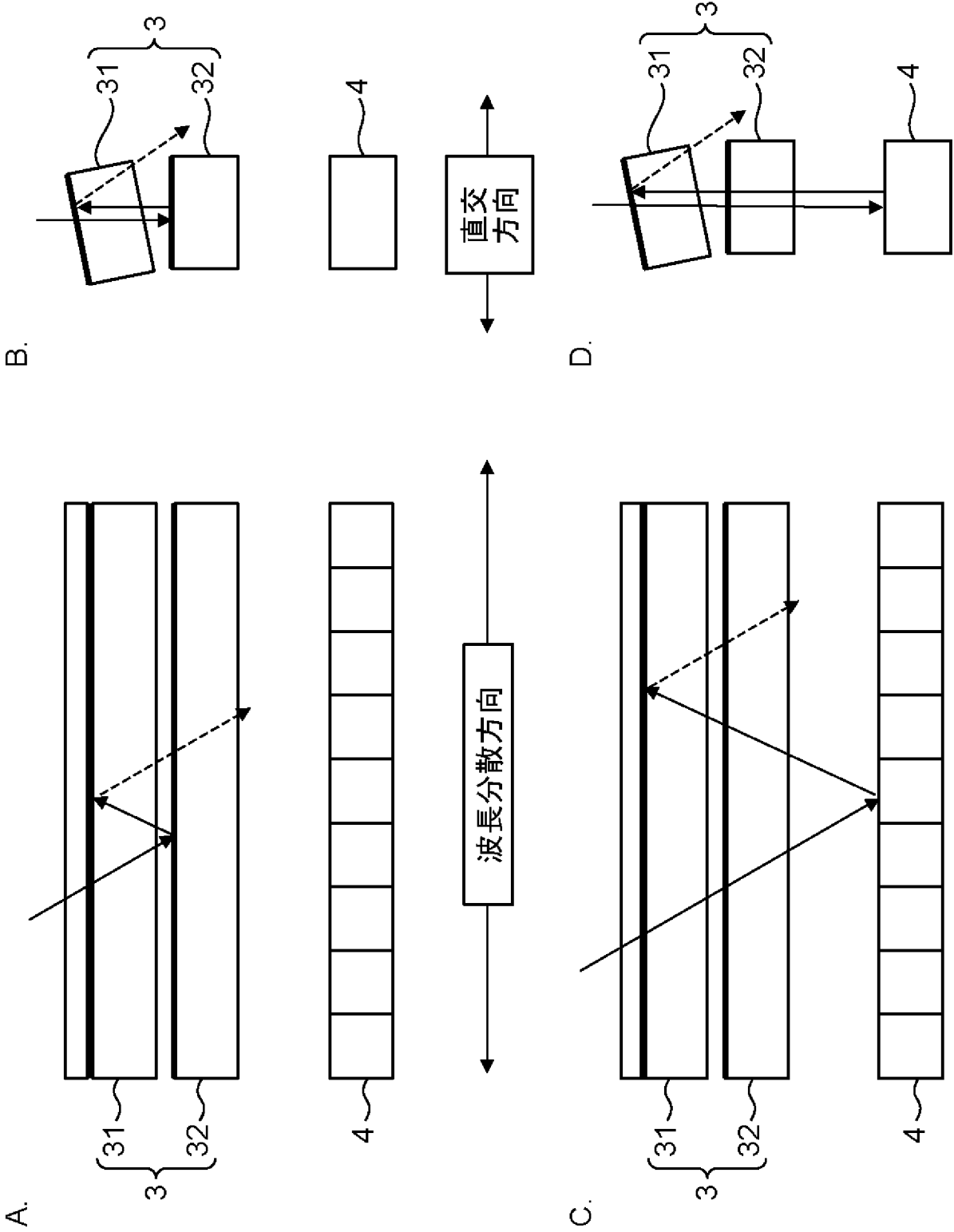
を特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか 1 項に記載の分光ユニット。

- [請求項 7] 測定対象である被測定光を波長ごとに分光して各波長の各光の受光強度に応じた各信号を出力する分光ユニットと、
- 前記分光ユニットから出力された各信号に基づいて前記被測定光のスペクトルを求める演算部とを備え、
- 前記分光ユニットは、請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか 1 項に記載の分光ユニットであること
- を特徴とする分光装置。

[図1]

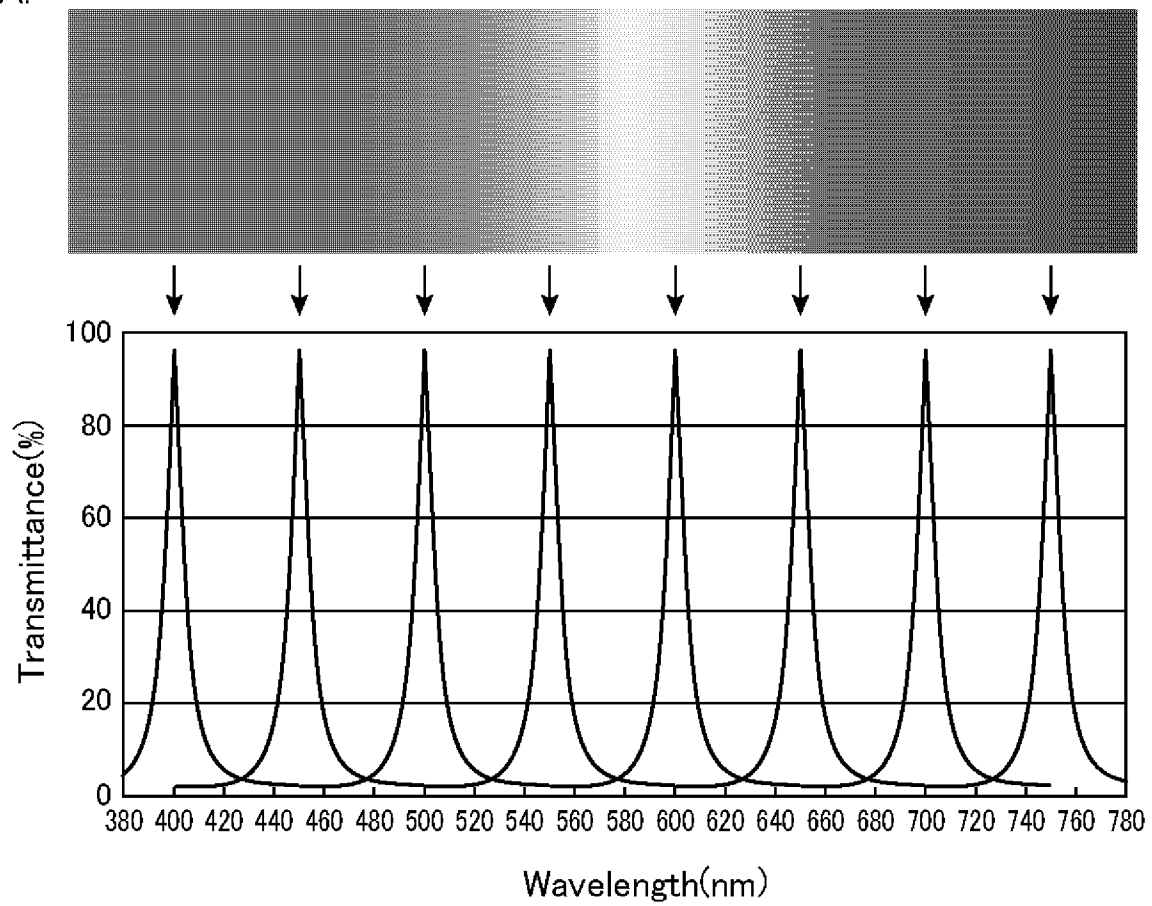


[図2]

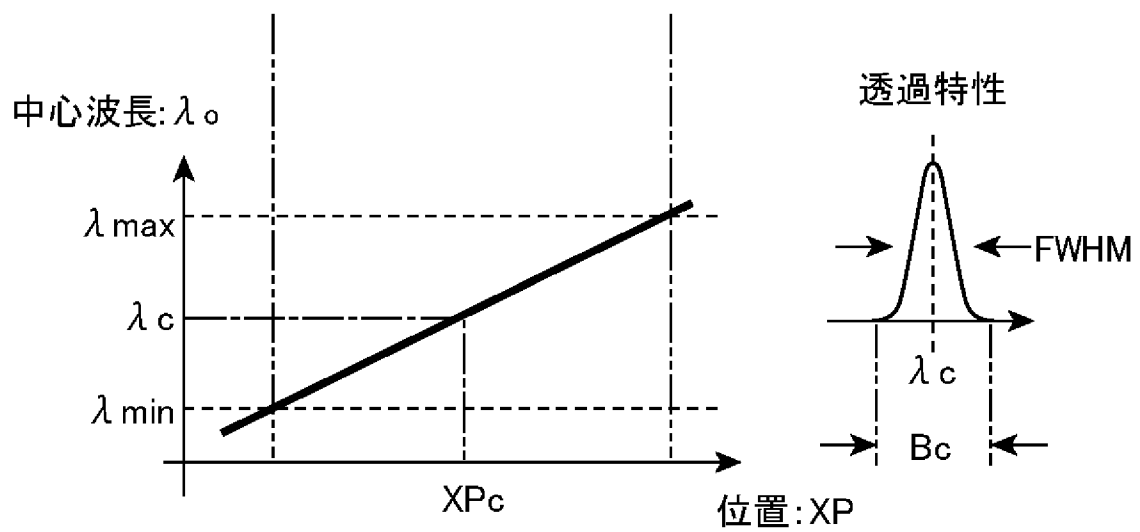


[図3]

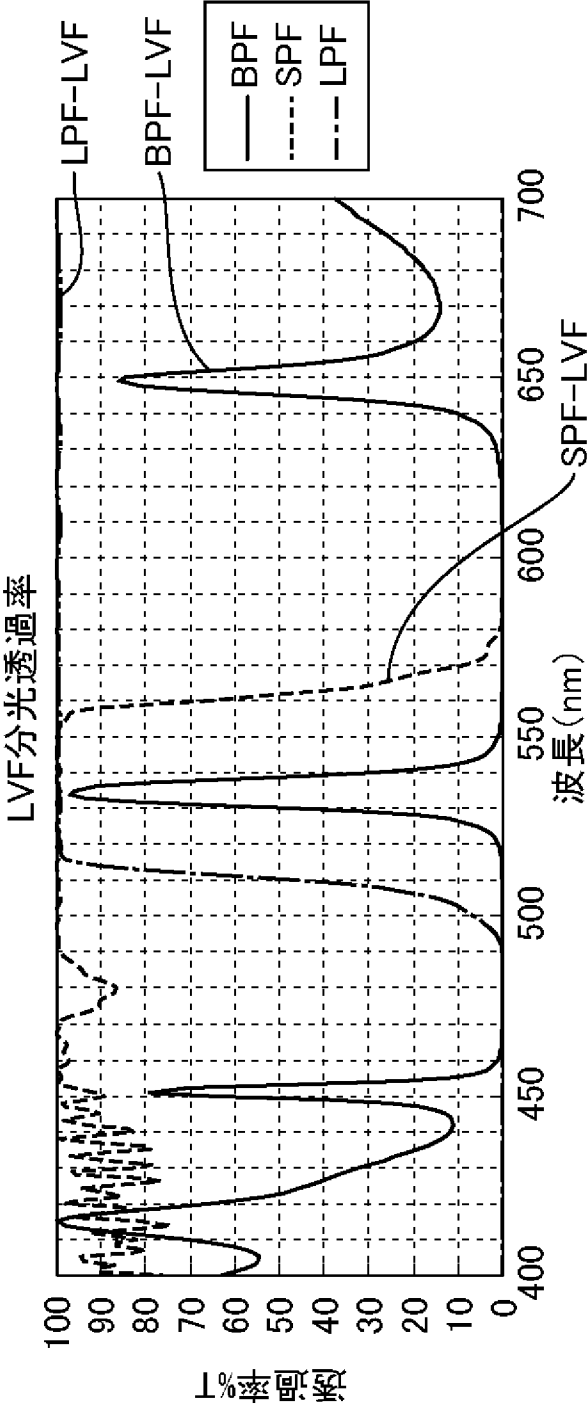
A.



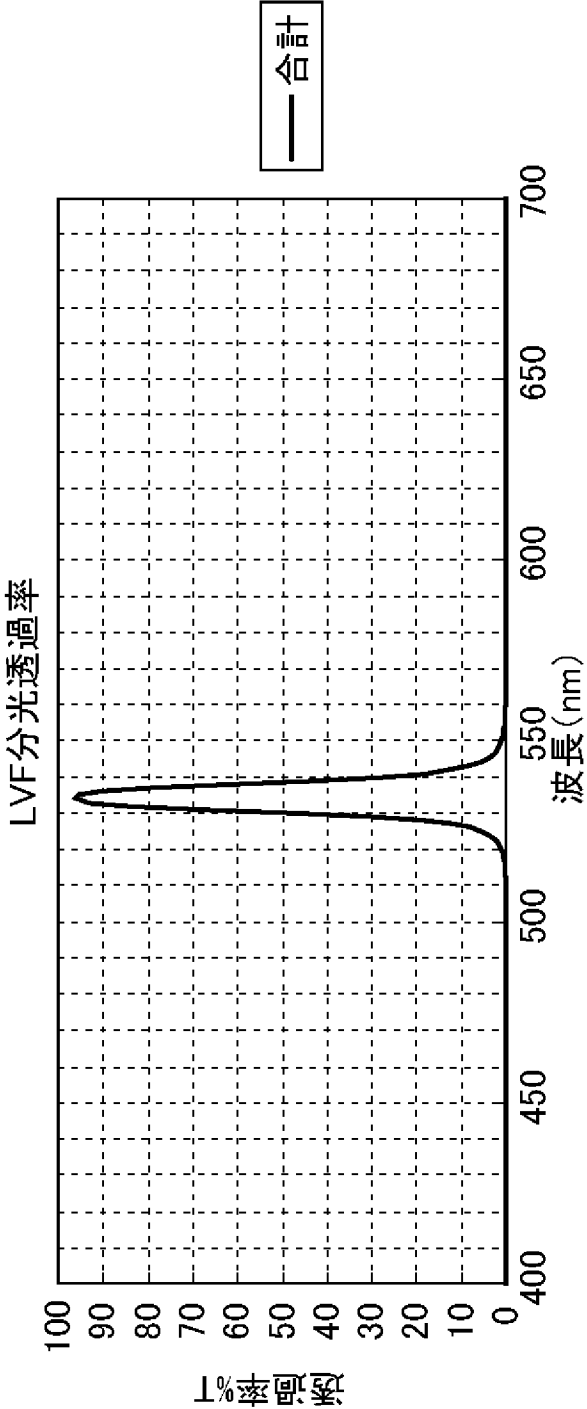
B.



[図4]

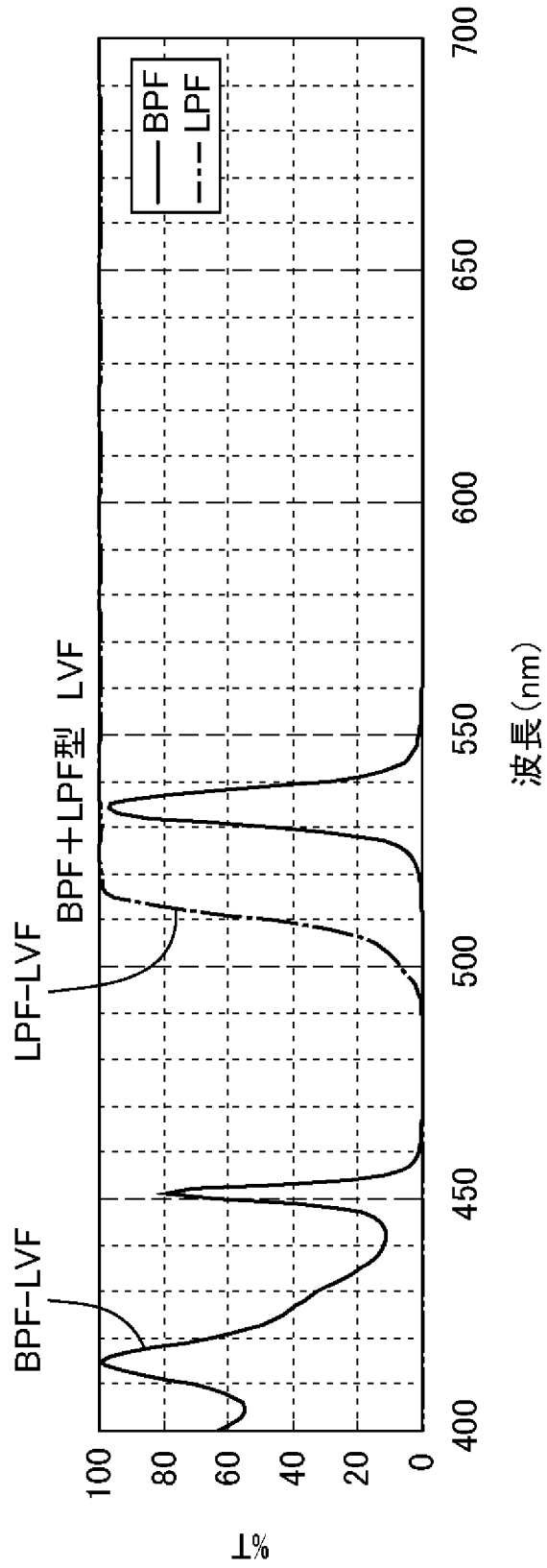


A.



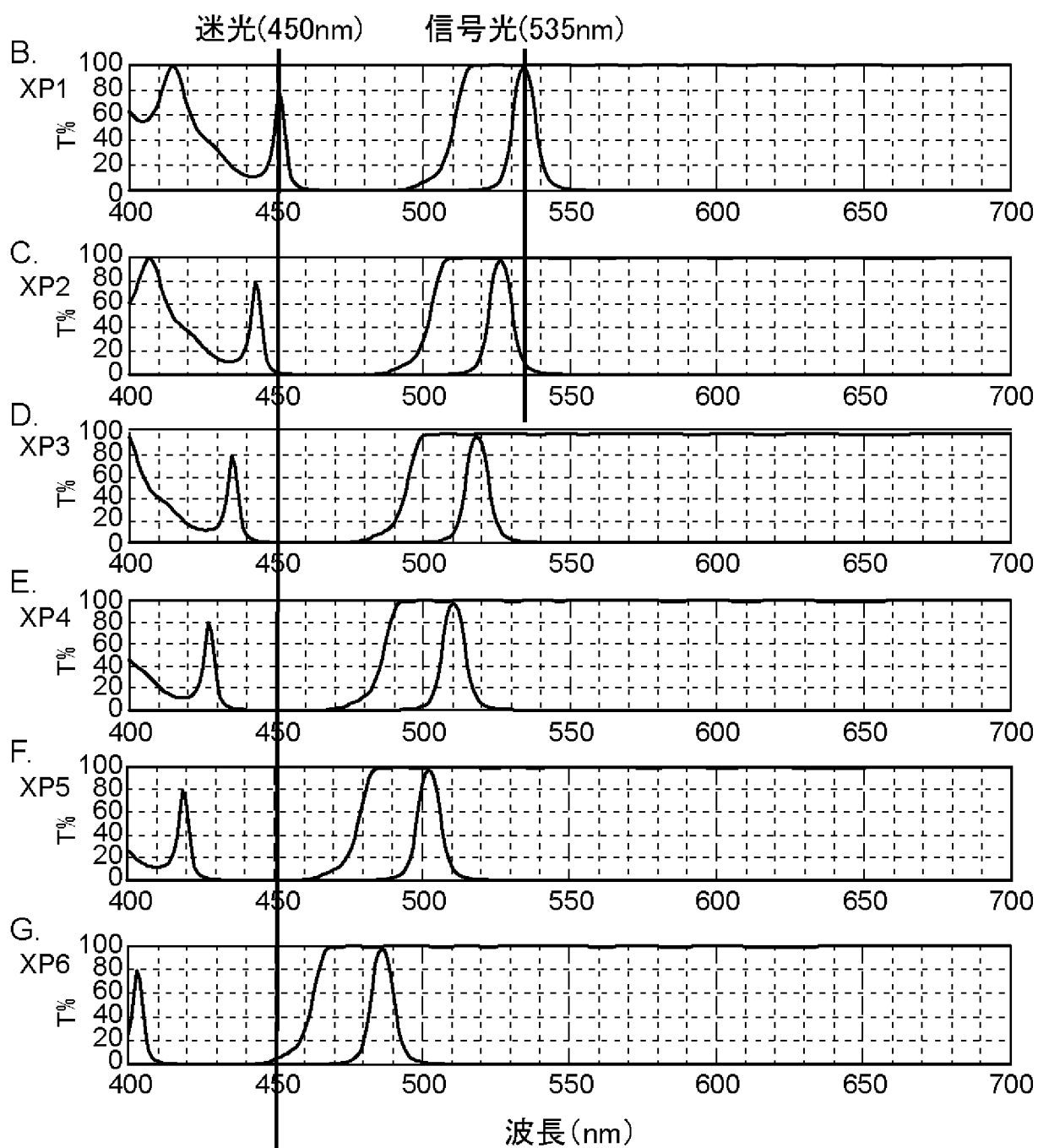
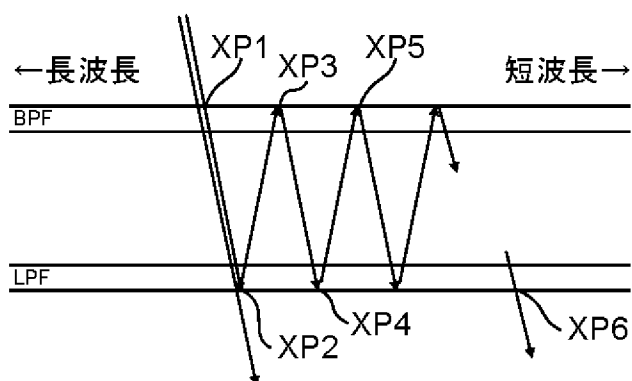
B.

[図5]

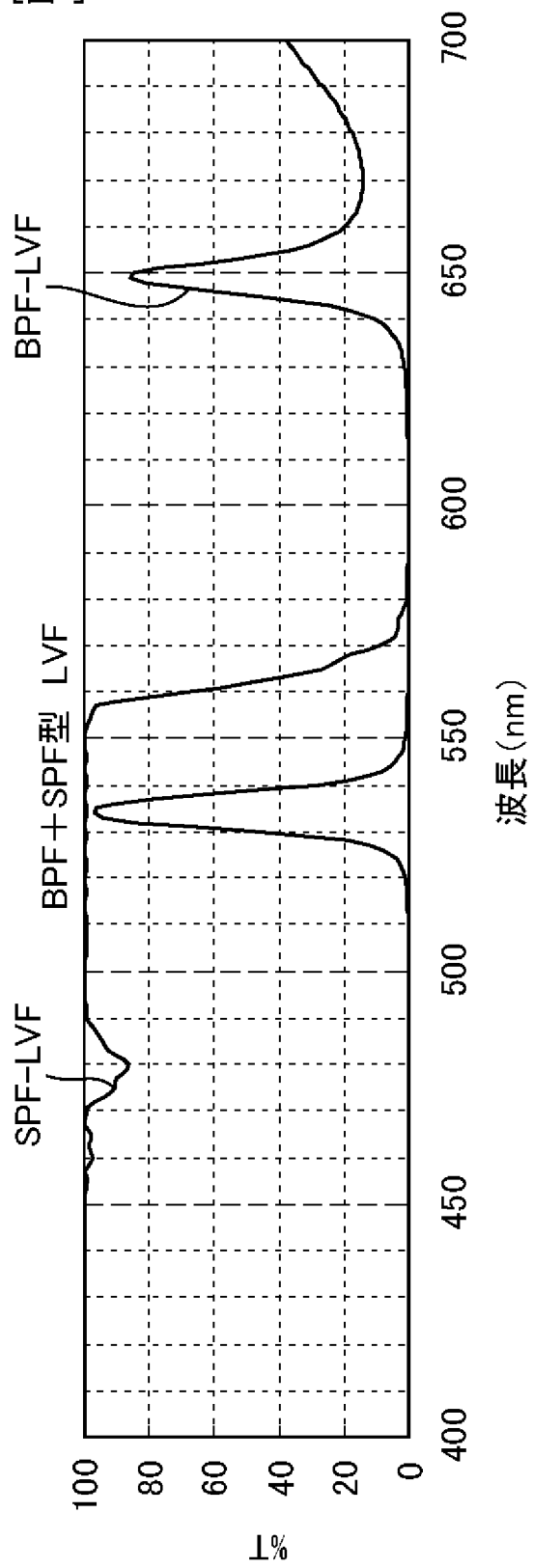


[図6]

A.

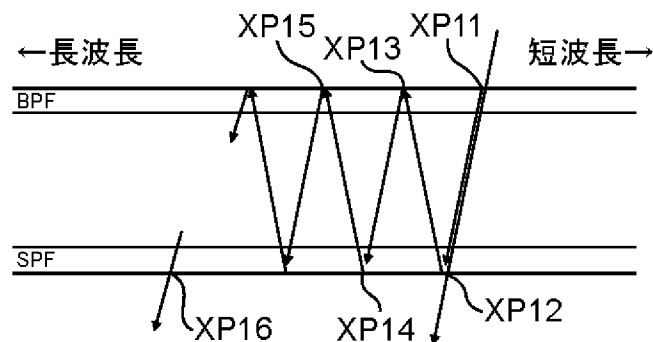


[図7]

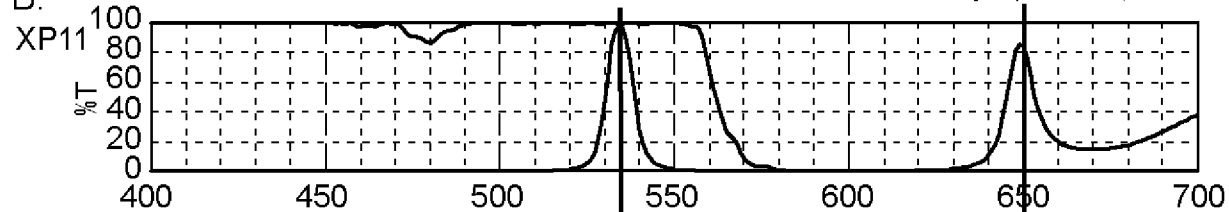


[図8]

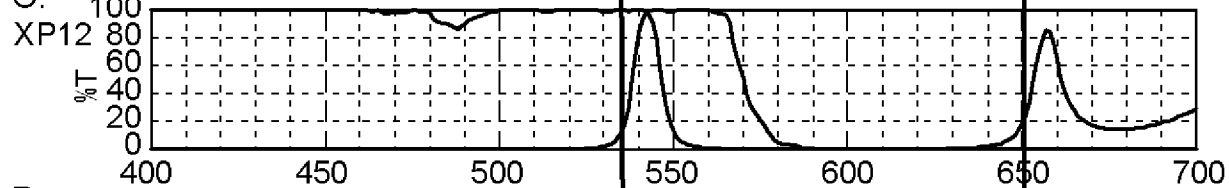
A.



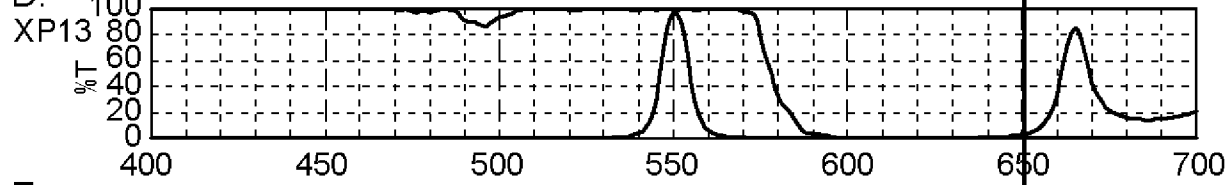
B.



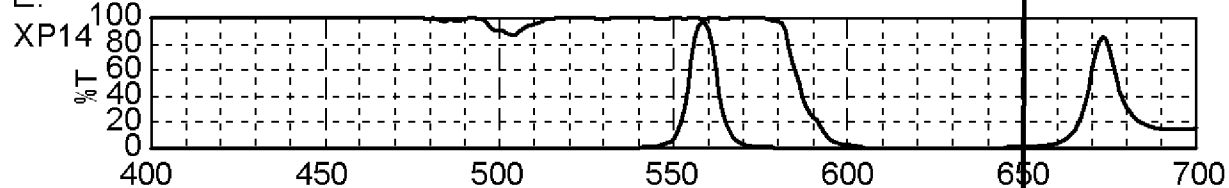
C.



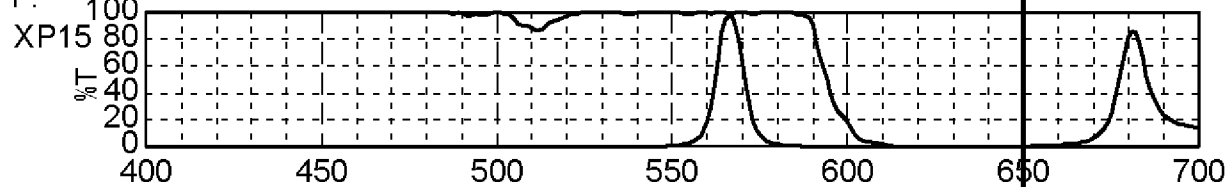
D.



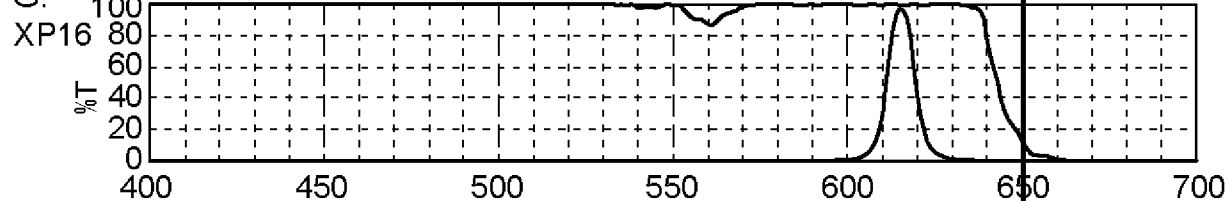
E.



F.

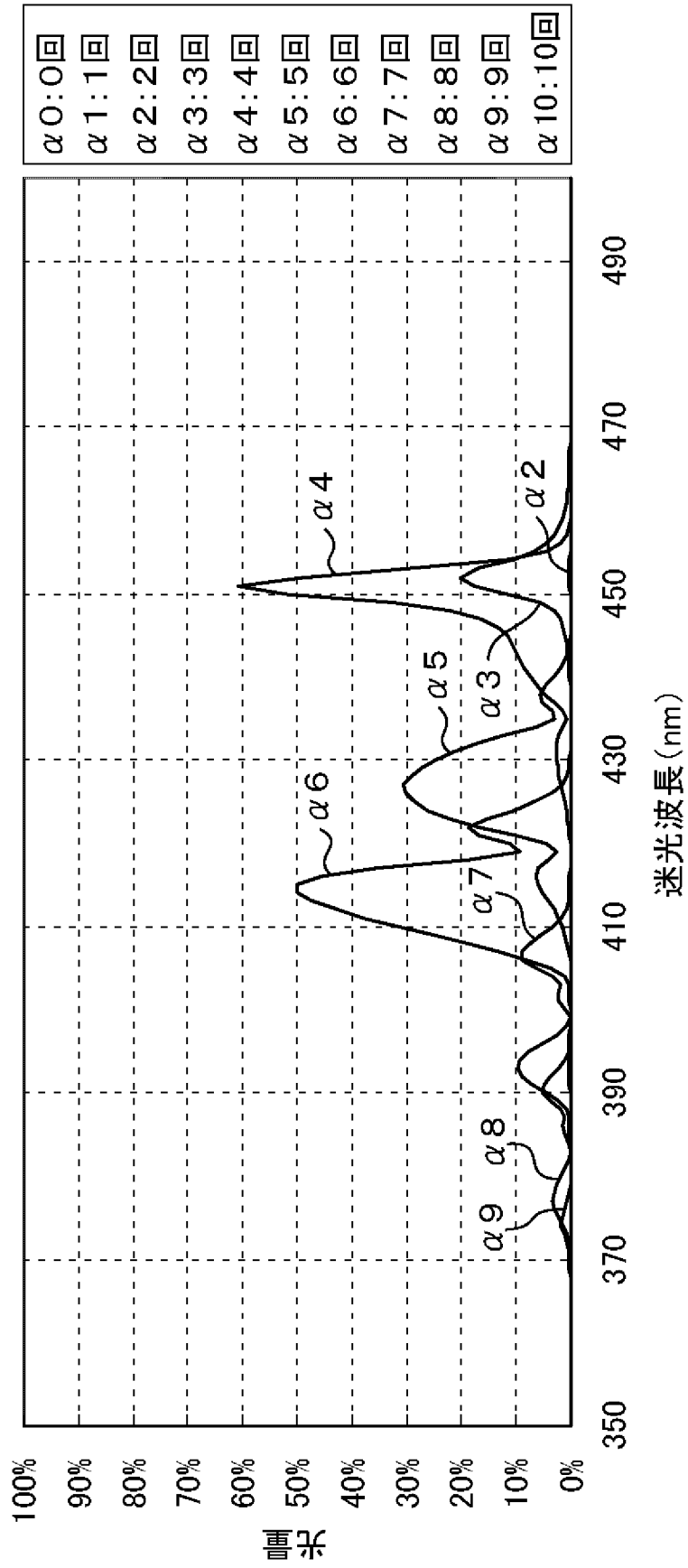


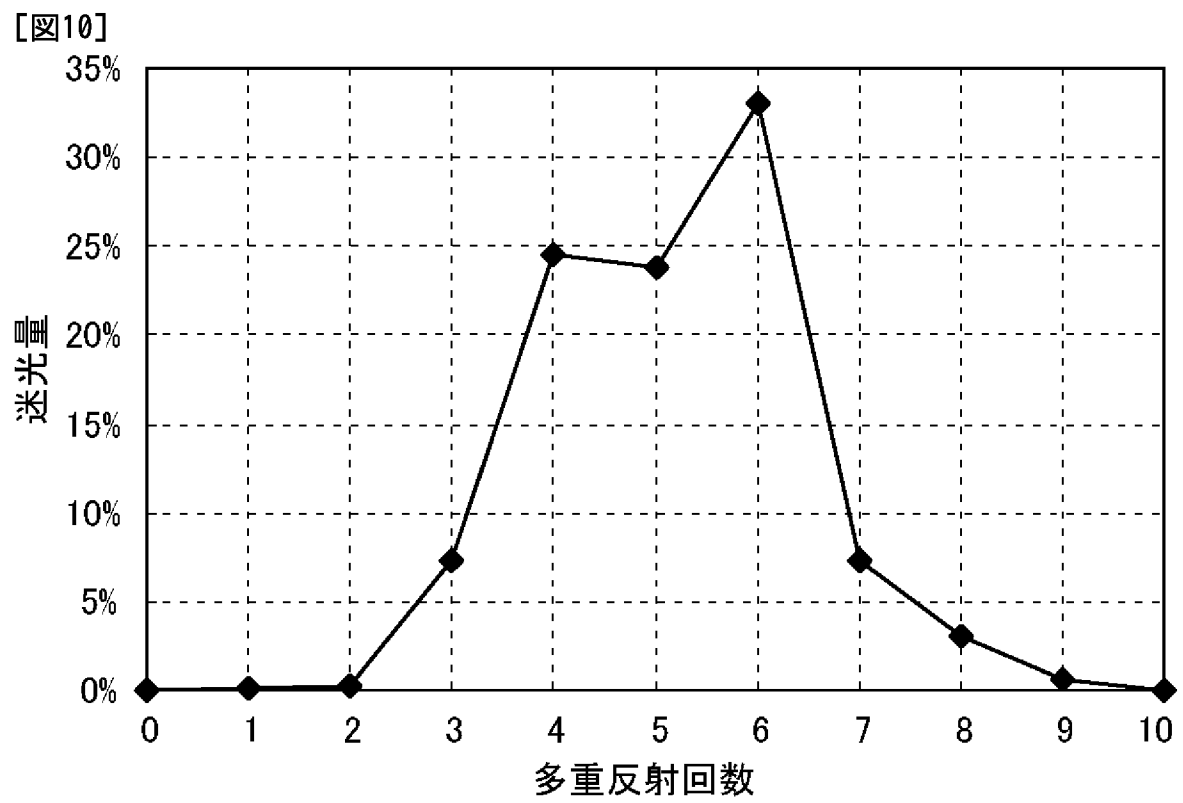
G.



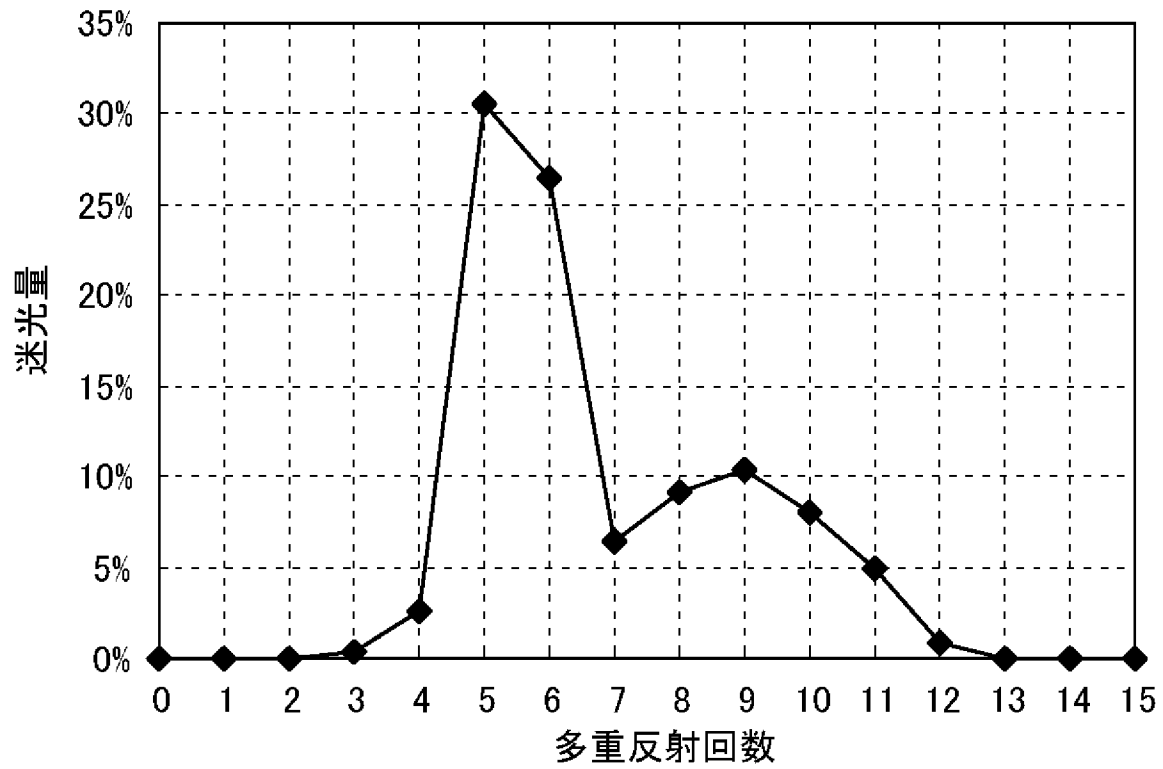
波長 (nm)

[図9]



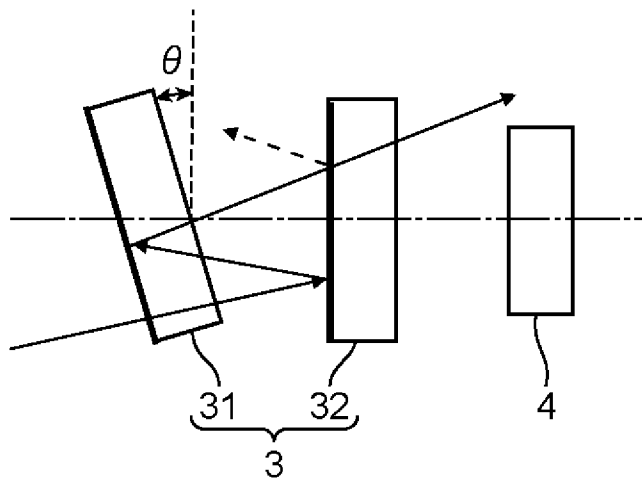


[图12]

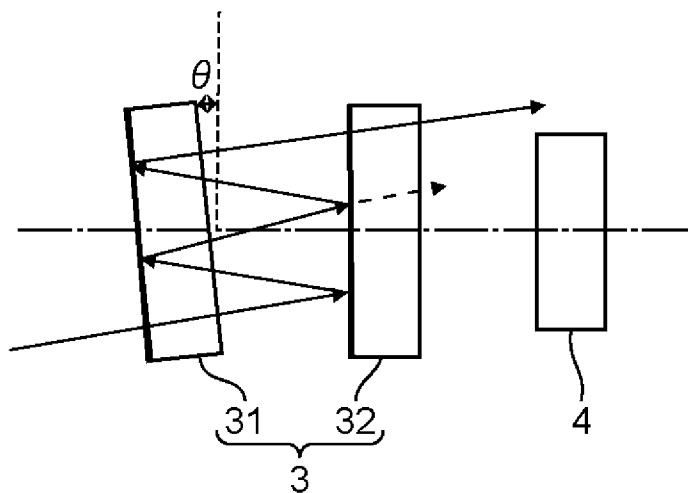


[图13]

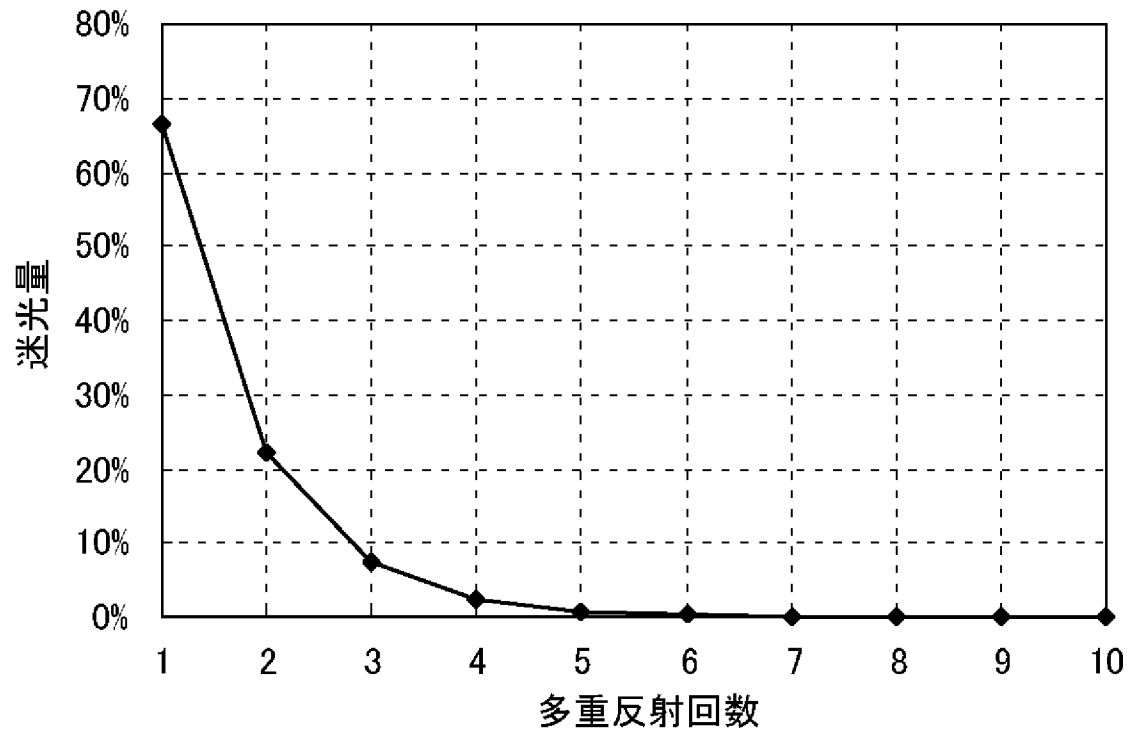
A.



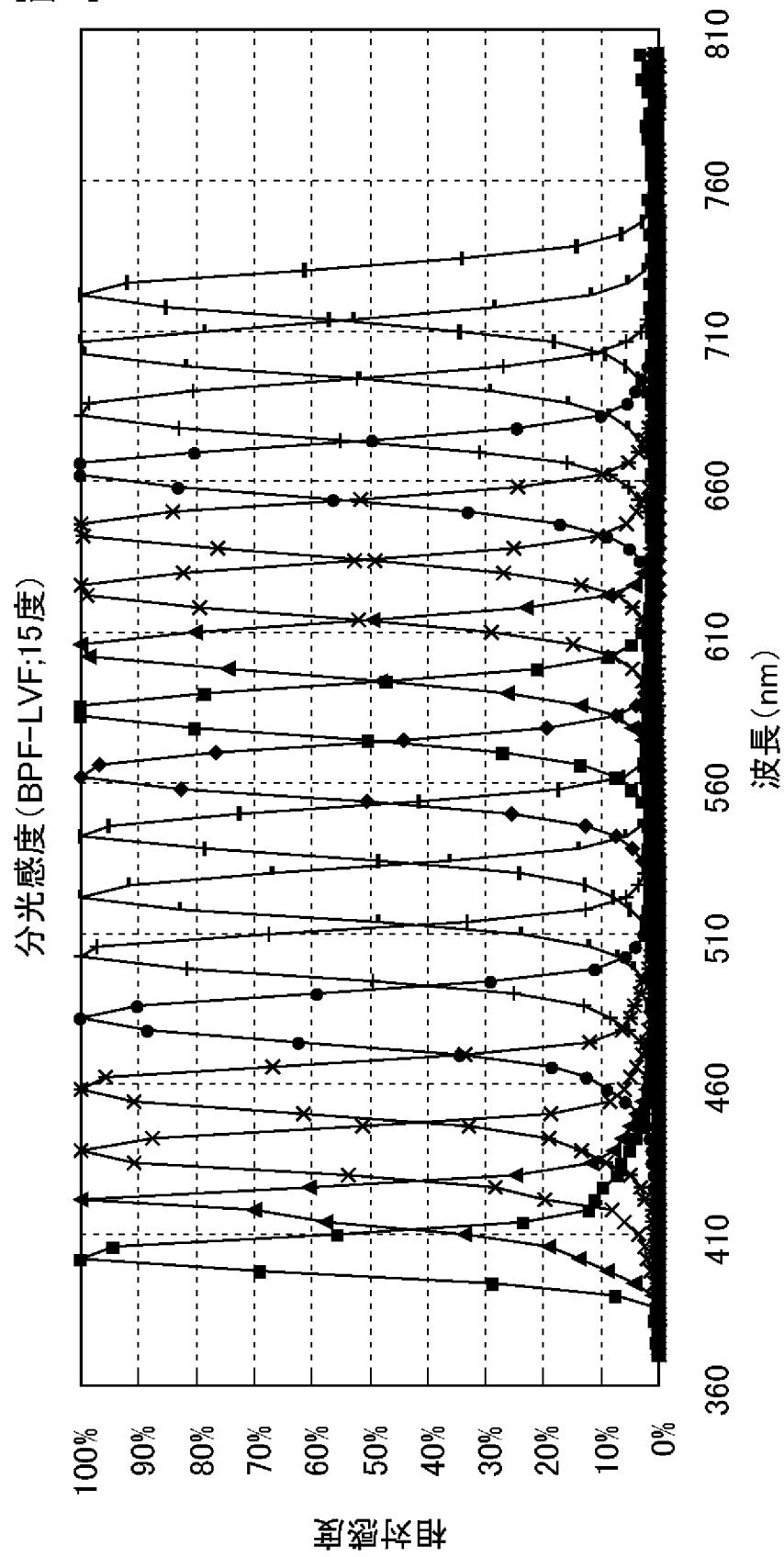
B.



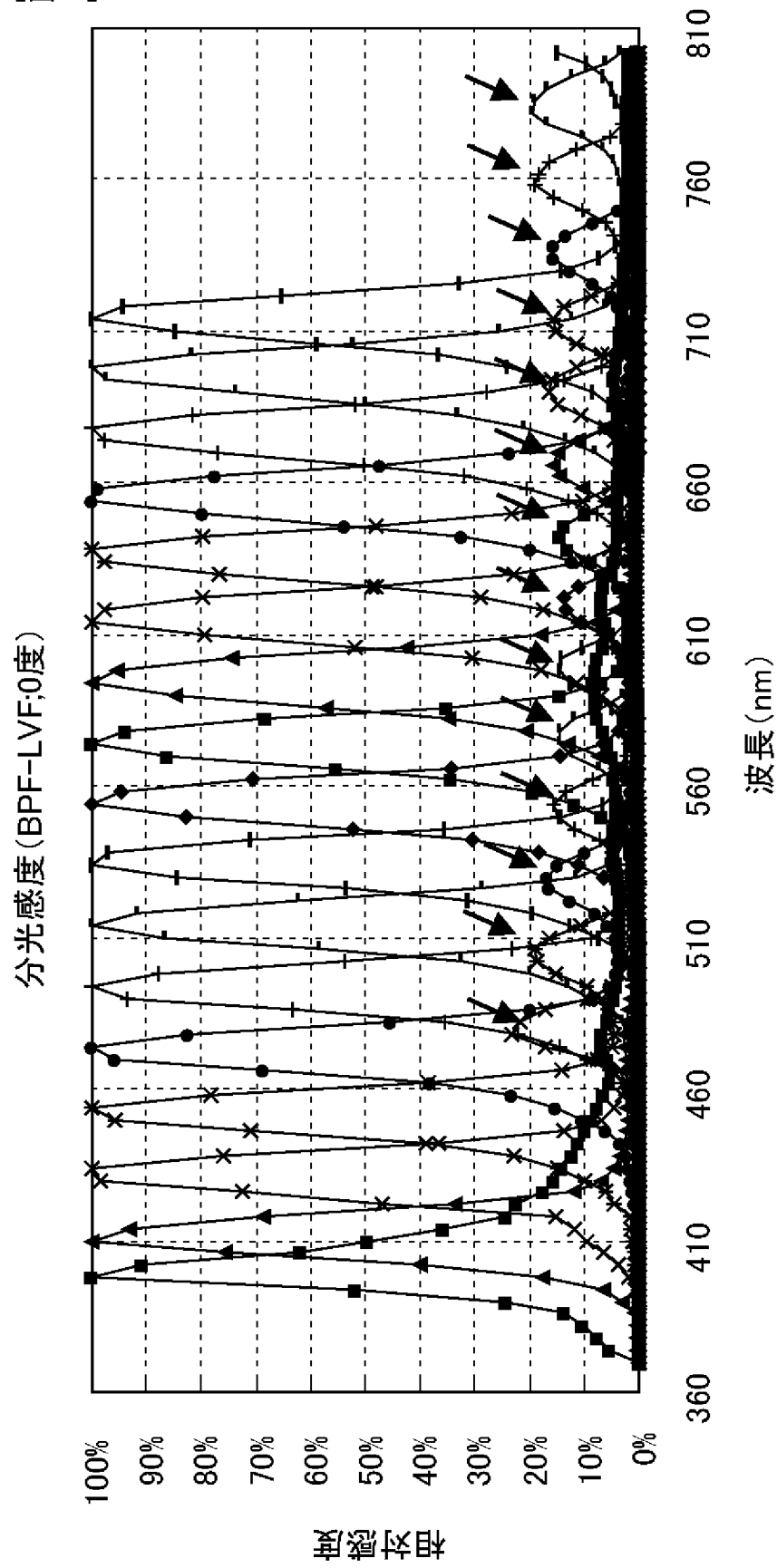
[図14]



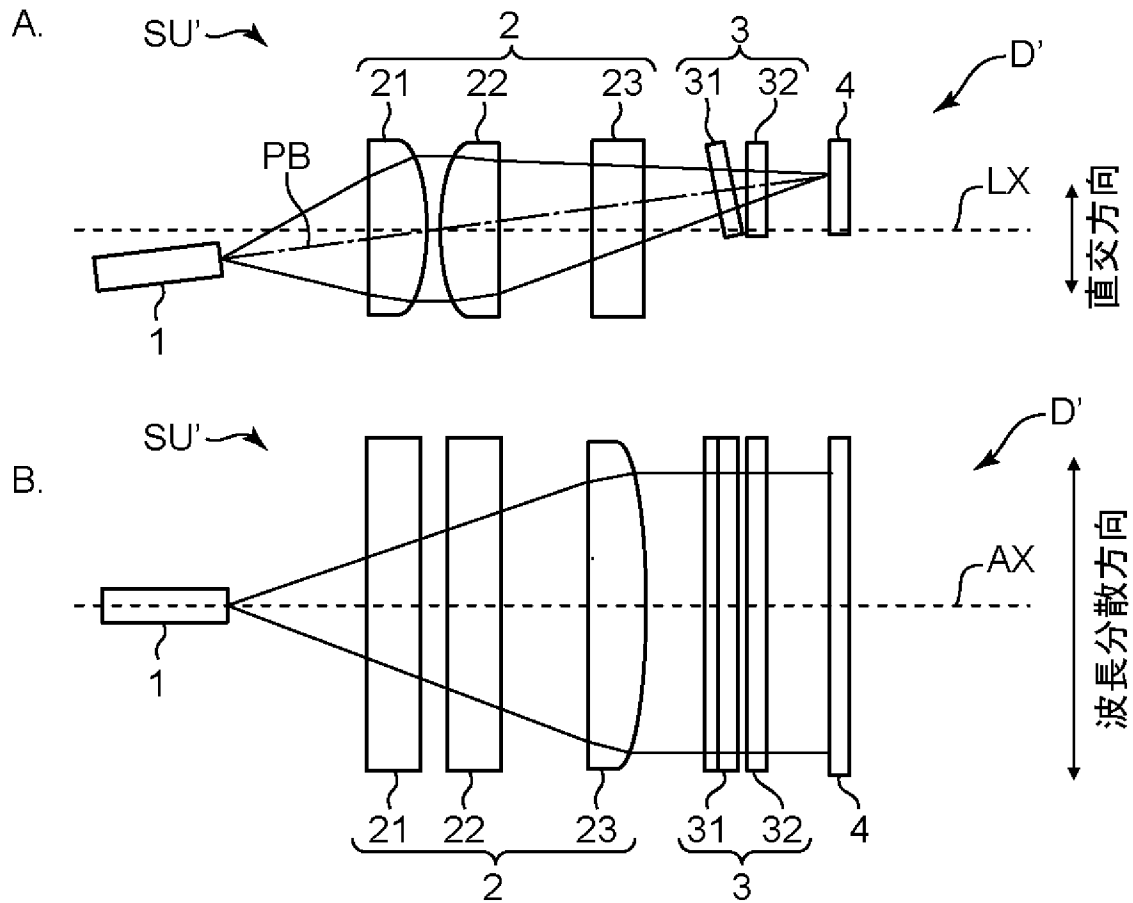
[図15]



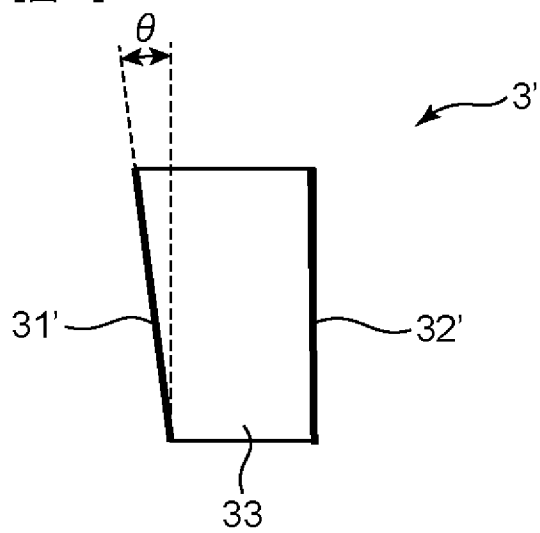
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/074488

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01J3/36(2006.01)i, G01J3/26(2006.01)i, G02B5/28(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)

G01J3/00-3/52, G01N21/00-21/61, G02B5/28

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
Y A	JP 2011-253078 A (Nikon Corp.), 15 December 2011 (15.12.2011), paragraphs [0011], [0014], [0024]; fig. 2(b), 4 (Family: none)	1-3, 6, 7 4, 5
Y A	JP 2004-165723 A (Olympus Corp.), 10 June 2004 (10.06.2004), paragraphs [0012] to [0020] & US 2004/0165694 A1	1-3, 6, 7 4, 5
A	JP 2013-207373 A (Konica Minolta, Inc.), 07 October 2013 (07.10.2013), paragraph [0006]; fig. 21 (Family: none)	1-7

☒ 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
16 December 2014 (16.12.14)

Date of mailing of the international search report
22 December 2014 (22.12.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/074488

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-218106 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 10 August 2001 (10.08.2001), paragraph [0021]; fig. 4 (Family: none)	1-7
A	JP 02-132405 A (Minolta Camera Co., Ltd.), 21 May 1990 (21.05.1990), upper left column, line 18 to upper right column, line 18; fig. 3 (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01J3/36(2006.01)i, G01J3/26(2006.01)i, G02B5/28(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. G01J3/00-3/52, G01N21/00-21/61, G02B5/28

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	1971-2014年
日本国実用新案登録公報	1996-2014年
日本国登録実用新案公報	1994-2014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
Y A	JP 2011-253078 A (株式会社ニコン) 2011.12.15, [0011], [0014], [0024], 図 2(b), 図4 (ファミリーなし)	1-3, 6, 7 4, 5
Y A	JP 2004-165723 A (オリンパス株式会社) 2004.06.10, [0012]-[0020] & US 2004/0165694 A1	1-3, 6, 7 4, 5
A	JP 2013-207373 A (コニカミノルタ株式会社) 2013.10.07, [0006], 図21 (フ ァミリーなし)	1-7

☒ 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

16.12.2014

国際調査報告の発送日

22.12.2014

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)

喜々津 徳胤

電話番号 03-3581-1101 内線 3250

2W

4842

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2001-218106 A (オリンパス光学工業株式会社) 2001.08.10, [0021], 図 4 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 02-132405 A (ミノルタカメラ株式会社) 1990.05.21, 左上欄第 18 行-右上 欄第 18 行, 第 3 図 (ファミリーなし)	1-7