

(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
2018年2月1日(01.02.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/021311 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 21/33 (2006.01) *G01N 21/05* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/026868

(22) 国際出願日: 2017年7月25日(25.07.2017)

(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 2016-149189 2016年7月29日(29.07.2016) JP

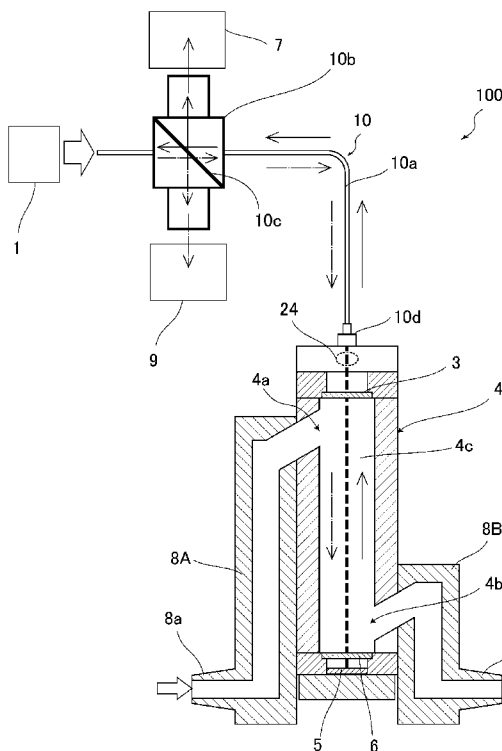
(71) 出願人: 国立大学法人徳島大学
(THE UNIVERSITY OF TOKUSHIMA) [JP/JP];
〒7708501 徳島県徳島市新蔵町2丁目24番地 Tokushima (JP). 株式会社フジキン(FUJIKIN

INCORPORATED) [JP/JP]; 〒5500012 大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 出口 祥啓 (DEGUCHI, Yoshihiro);
〒7708501 徳島県徳島市新蔵町2丁目24番地 国立大学法人徳島大学内 Tokushima (JP).
府川 隆(FUKAWA Takashi); 〒2470007 神奈川県横浜市栄区小菅ケ谷二丁目4番1号 株式会社信光社内 Kanagawa (JP). 服部 大輝
(HATTORI Taiki); 〒2470007 神奈川県横浜市栄区小菅ケ谷二丁目4番1号 株式会社信光社内 Kanagawa (JP). 永瀬 正明(NAGASE Masaaki);
〒5500012 大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号 株式会社フジキン内 Osaka (JP). 田中 一輝(TANAKA Kazuteru); 〒5500012 大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号 株式会社フジキン内 Osaka (JP). 西野 功二(NISHINO

(54) Title: CONCENTRATION MEASURING DEVICE

(54) 発明の名称: 濃度測定装置



(57) Abstract: A concentration measuring device (100) is provided with: a measuring cell (4) including a flow passage (4c) for a fluid to be measured, and a translucent window portion (3) adjoining the flow passage; a light source (1) for emitting light which enters the measuring cell via the window portion; a reflective member (5) which reflects light that has propagated through the measuring cell and causes the reflected light to exit the measuring cell via the window portion; a light detector (7) which detects the light that has exited the window portion of the measuring cell; a computing unit (8) which computes the concentration of the fluid to be measured on the basis of a detection signal from the light detector; and an optical instrument (10) which guides the light emitted from the light source to the window portion of the measuring cell, and guides the light that has exited the window portion of the measuring cell to the light detector.

(57) 要約: 濃度測定装置(100)は、被測定流体の流路(4c)および流路に接する透光性の窓部(3)を有する測定セル(4)と、測定セルに窓部を介して入射する光を発する光源(1)と、測定セル内を伝播する光を反射し反射した光を窓部を介して測定セルから出射させる反射部材(5)と、測定セルの窓部から出射した光を検出する光検出器(7)と、光検出器の検出信号に基づいて被測定流体の濃度を演算する演算部(8)と、光源から発せられた光を測定セルの窓部に導光するとともに測定セルの窓部から出射した光を光検出器に導光する光学機器(10)とを備える。



Kouji); 〒5500012 大阪府大阪市西区立売堀
2丁目3番2号 株式会社フジキン内 Osaka
(JP). 池田 信一(**IKEDA Nobukazu**); 〒5500012
大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号
株式会社フジキン内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 谷田 龍一, 外(**TANIDA Ryuichi** et al.);
〒5410054 大阪府大阪市中央区南本町4丁
目5番7号 東亜ビル 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, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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), 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 : 濃度測定装置

技術分野

[0001] 本発明は、濃度測定装置に関し、特に、被測定流体が導入された測定セルに光を入射させ、測定セルから出射した被測定流体通過光を検出することによって被測定流体の濃度を測定する濃度測定装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、有機金属（MO）等の液体材料や固体材料から形成されたガス等の原料ガスを半導体製造装置に供給するガス供給ラインに組み込まれ、ガス供給ラインを流れるガスの濃度を測定するように構成された濃度測定装置（いわゆるインライン式濃度測定装置）が知られている。

[0003] この種の濃度測定装置では、被測定流体が供給される測定セルに、光入射窓を介して光源から所定波長の光を入射させ、測定セル内を通過した透過光を受光素子で受光することにより吸光度を測定する。また、測定された吸光度から、ランベルト・ベールの法則に従って流体の濃度を求めることができる（例えば、特許文献1および特許文献2）。

[0004] 本明細書において、内部に導入された被測定流体の濃度を検出するために用いられる種々の透過光検出構造を広く測定セルと呼んでいる。測定セルには、ガス供給ラインから分岐して別個に配置されたセル構造だけでなく、特許文献1に示されるようなガス供給ラインの途中に設けられた透過光検出構造も含まれるものとする。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2014-219294号公報

特許文献2：国際公開第2017/029792号

特許文献3：特開2014-38069号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本願出願人は、国際公開第2017/029792号（特許文献2）において、測定セルの両端に光入射窓と光出射窓とが対向するように配置された濃度測定装置を開示している。この構成において、光入射窓の外側には、光源に接続された光ファイバの端部が固定されており、光入射窓を介して測定セルに検出用の光を入射させることができる。他方、光出射窓の外側には、光検出器に接続された光ファイバの端部が固定されており、光出射窓から出射された光が光検出器へと導光される。

[0007] しかしながら、光入射用の光ファイバと光検出用の光ファイバとを測定セルの両端部に別個に取り付ける構成では、濃度測定装置全体のサイズが大きくなりがちであった。これは、破損や伝送効率の低下を防止するために、光ファイバは、ある程度以上の曲率半径で湾曲させるなどして各機器に接続されていることが好ましく、光ファイバを配設するためには測定セルの両側に比較的広いスペースの確保が必要になるからである。

[0008] 本発明は、上記課題を鑑みてなされたものであり、小型化に適した濃度測定装置を提供することをその主たる目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の実施形態による濃度測定装置は、被測定流体の流路および前記流路に接する透光性の窓部を有する測定セルと、前記測定セルに前記窓部を介して入射する光を発する光源と、前記測定セル内を伝播する前記光を反射し、前記反射した前記光を前記窓部を介して前記測定セルから出射させる反射部材と、前記測定セルの前記窓部から出射した前記光を検出する光検出器と、前記光検出器の検出信号に基づいて前記被測定流体の濃度を演算する演算部と、前記光源から発せられた前記光を前記測定セルの前記窓部に導光するとともに前記測定セルの窓部から出射した前記光を前記光検出器に導光する光学機器とを備える。

[0010] ある実施形態において、前記反射部材は、前記流路を挟んで前記窓部と対向するように配置されている。

- [0011] ある実施形態において、前記光学機器は、導光部材と、前記導光部材に接続されたビームスプリッタとを有し、前記ビームスプリッタは、前記光源からの光を受け取り前記導光部材を介して前記測定セルに入射させるとともに、前記測定セルから出射され前記導光部材によって導かれた前記光を受け取り前記光検出器に入射させる。
- [0012] ある実施形態において、前記光学機器は、前記光源から発せられた前記光を前記測定セルの前記窓部に導光するための光出射用の光ファイバと、前記測定セルの窓部から出射された前記光を前記光検出器に導光するための受光用の光ファイバとを含む光ファイババンドルを有している。
- [0013] ある実施形態において、前記測定セルの両端部において前記流路に連通する流入口と流出口とが設けられている。
- [0014] ある実施形態において、前記流入口および前記流出口のうちのいずれか一方は前記窓部の近傍に配置され、他方は前記反射部材の近傍に配置されている。
- [0015] ある実施形態において、前記光は紫外光であり、前記反射部材はアルミニウムを含む材料から形成された反射層または誘電体多層膜からなる反射層を含む。
- [0016] ある実施形態において、前記反射部材は、透光性プレートと、前記透光性プレートの片面に設けられた反射層とを有し、前記反射層が設けられた面を他方の面と識別するための表裏識別構造を有している。
- [0017] ある実施形態において、前記表裏識別構造は、前記透光性プレートの側面に設けられた平坦面、前記透光性プレートに設けられた凹部または貫通孔、もしくは、前記透光性プレートに設けられた凸部のうちのいずれかを、非対称に配置することによって構成されている。
- [0018] 本発明の実施形態による濃度測定装置は、被測定流体の流路および前記流路に接する透光性の窓部を有する測定セルと、前記測定セルに前記窓部を介して入射する光を発する光源と、前記測定セル内を伝播する前記光を反射し、前記反射した前記光を前記窓部を介して前記測定セルから出射させる反射

部材と、前記測定セルの前記窓部から出射した前記光を検出する光検出器と、前記光検出器の検出信号に基づいて前記被測定流体の濃度を演算する演算部と、前記光源から発せられた光を前記測定セルの前記窓部に導光する第1の光学機器、および、前記測定セルの窓部から出射された前記光を前記光検出器に導光する第2の光学機器とを備え、前記反射部材は、前記第1の光学機器から入射し前記測定セルの前記流路内を伝播した入射光を受け、前記入射光の光路と異なる光路を通して前記第2の光学機器へと反射光を反射させるように構成されており、前記測定セルの両端部において前記流路に連通する流入口と流出口とが設けられ、前記流入口および前記流出口のうちのいずれか一方は前記窓部の近傍に配置され、他方は前記反射部材の近傍に配置されている。

[0019] ある実施形態において、前記光源からの前記光を分岐し、参照光として参照光検出器に入射させてもよい。

[0020] ある実施形態において、前記反射光の前記光路は、前記入射光の前記光路と平行である。

[0021] ある実施形態において、前記反射部材は、三角柱状のプリズムを含む。

[0022] ある実施形態において、前記反射部材は、前記入射光の進行方向に対して垂直な面から傾いた反射面を含む。

[0023] ある実施形態において、前記窓部の近傍に設けられ、前記第1の光学機器からの前記出射光を受けて前記測定セルに入射させるとともに、前記測定セルからの前記反射光を受けて前記第2の光学機器に入射させる光学素子をさらに有し、前記光学素子の光軸が、前記第1の光学機器と前記第2の光学機器との間に配されている。

発明の効果

[0024] 本発明の実施形態によれば、メンテナンスしやすく小型化可能な濃度測定装置が提供される。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]本発明の実施形態1による濃度測定装置の全体構成を示す模式図である

。

[図2]本発明の実施形態1による濃度測定装置の要部を模式的に示す断面図である。

[図3]本発明の実施形態1による濃度測定装置が備える反射部材を示す図であり、(a)～(e)はそれぞれ異なる態様に対応し、(a)、(b)において上段に平面図、下段に断面図を示し、(c)～(e)には平面図を示す。

[図4]本発明の実施形態1による濃度測定装置が備える光学機器の測定セルへの接続部を示す断面図である。

[図5](a)は本発明の実施形態2による濃度測定装置の要部を模式的に示す断面図であり、(b)は光ファイババンドルの断面図である。

[図6]本発明の実施形態3による濃度測定装置の要部を模式的に示す断面図である。

[図7]本発明の実施形態4による濃度測定装置の要部を模式的に示す断面図である。

[図8]本発明の実施形態5による濃度測定装置の要部を模式的に示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0026] 以下、図面を参照しながら本発明の実施形態を説明するが、本発明は以下の実施形態に限定されるものではない。

[0027] (実施形態1)

図1は、本発明の実施形態1による濃度測定装置100の全体構成を示す模式図である。濃度測定装置100は、被測定流体の流入口4a、流出口4bおよび流路4cを有し、流路4cに接する透光性の窓部3が設けられた測定セル4と、透光性の窓部3を通して測定セル4内に入射させる光を発生させる光源1と、測定セル4内を伝播する光を反射し、反射した光を窓部3を介して測定セル4から出射させるように構成された反射部材5と、反射部材5によって反射され測定セル4から出射した光を検出する測定光検出器7と、測定光検出器7の検出信号に基づいて被測定流体の濃度を演算する演算部

8と、光源1からの参照光を検出する参照光検出器9と、温度センサ11とを備えている。なお、反射部材5の前には、窓部（図示せず）が設けられていてもよい。

[0028] 本明細書において、光とは、可視光線のみならず、少なくとも赤外線、紫外線を含み、任意の波長の電磁波を含み得る。また、透光性とは、測定セルに入射させる前記の光に対する内部透過率が濃度測定を行い得る程度に高いことを意味する。

[0029] 測定光検出器7および参照光検出器9を構成する受光素子としては、フォトダイオードが用いることができるが、これに限られず、例えばフォトトランジスタなどを用いてもよい。演算部8は、例えば、回路基板PCB上に設けられたプロセッサやメモリなどを用いて構成されていてよく、入力信号に基づいて所定の演算を実行するコンピュータプログラムを含み、ハードウェアとソフトウェアとの組み合わせによって実現され得る。

[0030] 光源1は、複数の発光素子12～15を有しており、発光素子12～15は、ここでは、それぞれ異なる波長の光を発光するLEDである。発光素子12～15のそれぞれには、発振回路を用いて異なる周波数の駆動電流が流される。この場合、周波数解析（例えば、高速フーリエ変換やウェーブレット変換）を行うことによって、測定光検出器7が検出した検出信号から、各波長成分に対応した光の強度を測定することができる。発光素子12～15が発する複数の波長の光は、WDM（波長分割多重方式）の合波器17、18、19によって合成されて測定セル4に入射される。ここで一例を示すと、発光素子12の光の波長は255nm、発光素子13の光の波長は280nm、発光素子14の光の波長は310nm、発光素子15の光の波長は365nmであり、発光素子12の駆動電流の周波数は216Hz、発光素子13の駆動電流の周波数は192Hz、発光素子14の駆動電流の周波数は168Hz、発光素子15の駆動電流の周波数は144Hzである。このように、本実施形態において、光源1は、複数の波長成分を含む紫外光を出力するように構成されている。発光素子12～15としては、LED以外の発

光素子、例えばＬＤ（レーザダイオード）を用いることもできる。

[0031] 複数波長の合波紫外光を測定光として用いる濃度測定装置は、例えば、特許文献２（国際公開第２０１７／０２９７９２号）に開示されており、本願発明においても同様の光源や演算部等を利用することができる。参考のために、国際公開第２０１７／０２９７９２号の開示内容の全てを本明細書に援用する。なお、複数の異なる波長の合波光を光源に用いる代わりに、単一波長の光源を利用することもでき、この場合、合波器や周波数解析回路は省略できる。また、上記には４個の発光素子を用いて合波光を形成する態様を示したが、このうちの任意の１～３個の発光素子を用いて合波光を形成してもよいし、５個以上の発光素子を用いてもよいことは言うまでもない。

[0032] 本実施形態の濃度測定装置１００において、光源１と測定セル４との間には、導光部材である光ファイバ１０ａと、ビームスプリッタ１０ｂとを含む光学機器１０が設けられている。光源１から発せられた光は、光学機器１０によって測定セル４の窓部３に導光される。また、光学機器１０は、反射部材５によって反射された光を測定光検出器７に導光する機能も兼ね備えている。ビームスプリッタ１０ｂは、光源１から発せられた光の一部を分岐させて参照光として参照光検出器９に入射させることもできる。参照光検出器９で検出された参照光は、測定光の補正のために用いられる。

[0033] 本実施形態では導光部材として光ファイバを用いる例を説明するが、これに限定されず、例えば、ミラーによる反射を用いて所定空間中を導光可能なように構成された部材や、樹脂性やガラス製の透光性部材などを導光部材として用いることもできる。

[0034] 図２は、濃度測定装置１００の要部を模式的に示す断面図である。図２に示すように、光ファイバ１０ａの一端部は、接続部１０ｄによって測定セル４に取り付けられており、他端部はビームスプリッタ１０ｂに接続されている。測定セル４への接続部１０ｄにはコリメートレンズなどの光学素子２４が設けられていてよく、これによって、測定セル４内に適切に光を出射し、また、測定セル４からの光を適切に受光することができる。

[0035] ビームスプリッタ 10b は、光源 1 から出射された光の一部を透過させて光ファイバ 10a へと出射するとともに、反射部材 5 によって反射され測定セル 4 から光ファイバ 10a を介して戻ってきた光の一部を反射して測定光検出器 7 へと出射するが、光の透過と反射とを行うために例えば 50% 反射フィルタ 10c を備えていてよい。

[0036] 次に、測定セル 4 の構成を説明する。測定セル 4 は、流入口 4a から流出口 4b へとガスを流す流路 4c を有しており、流入口 4a と流出口 4b とは測定セル 4 の両端部において離間して設けられている。本実施形態では、流入口 4a は窓部 3 の近傍に配置され、流出口 4b は反射部材 5 の近傍に配置されている。測定セル 4 は縦型の構成を有し、流路 4c が垂直方向に延びている。濃度測定装置 100 は、被測定対象のガスが垂直方向の流路 4c を流れている状態において、濃度を測定することができる。

[0037] より具体的に説明すると、本実施形態の測定セル 4 は、流入口 4a の外側に設けられた第 1 の流路形成部材 8A（例えば、配管や流路ブロック）と、流出口 4b の外側に設けられた第 2 の流路形成部材 8B とを有しており、第 1 の流路形成部材 8A および第 2 の流路形成部材 8B には、それぞれ、ガス供給ラインとのライン接続部 8a、8b が設けられている。濃度測定装置 100 は、ガス供給ラインに組み込まれたときに、全体として水平方向（ライン接続部 8a、8b の配置方向）にガスを流すように構成されている。これに対し、測定セル 4 の流路 4c は、ガス供給ラインにおける全体の流れ方向に直交する方向に延びており、このような構成を、縦型の測定セル 4 または垂直方向に延びる流路 4c と呼んでいる。ただし、これに限られず、流路 4c は、全体の流れ方向に対して例えば 45° 以上の角度、好適には 60° 以上の角度をなす方向に延びていればよく、このような縦型の測定セル 4 を用いれば、ガス供給ラインに組み込まれたときにデッドスペースへの対策や省スペース化を実現できるとともに、メンテナンスがしやすいという利点が得られる。

[0038] また、本実施形態においては、窓部 3 と反射部材 5 の位置が逆になってい

ても良く、この場合、流入口 4 a 及び流出口 4 b の位置も逆になる。さらに、本実施形態では、流入口 4 a は窓部 3 の近傍に設けられ、流出口 4 b は反射部材 5 の近傍に設けられているが、反射部材 5 の近傍に流入口 4 a を設け、窓部 3 の近傍に流出口 4 b を設けるようにしてもよい。

[0039] 測定セル 4 には、光入射用および光出射用の窓部（透光性プレート）3 が設けられている。窓部 3 としては、紫外光等の濃度測定に用いる検出光に対して耐性および高透過率を有し、機械的・化学的に安定なサファイアガラスが好適に用いられるが、他の安定な素材、例えば石英ガラスを用いることもできる。測定セル 4 のボディ（流路形成部）は例えば SUS 316L 製であってよい。

[0040] 測定セル 4 において、流路 4 c を挟んで、窓部 3 と反射部材 5 とが対向するように配置されている。本実施形態において反射部材 5 は、反射面が入射光の進行方向に対して垂直になるように設けられている。このため、反射光は入射光と実質的に同じ光路を通して窓部 3 へと反射される。なお、図示する態様では、反射部材 5 の前面に間隙を開けて反射側窓部 6 が配置されており、反射側窓部 6 としても、サファイアガラスが好適に用いられる。ただし、この態様に限られず、反射部材 5 は、反射側窓部 6 を含むように構成されてよく、例えば、サファイアガラスの裏面にスパッタリングによって反射層としてのアルミニウム層が形成された構成を有していてもよい。反射部材 5 は、サファイアガラスの裏面に反射ミラーが配置された態様であってもよい。

[0041] また、反射部材 5 は、反射層として誘電体多層膜を含むものであってもよく、誘電体多層膜を用いれば、特定波長域の光（例えば近紫外線）を選択的に反射させることができる。誘電体多層膜は、屈折率の異なる複数の光学被膜の積層体（例えば、高屈折率薄膜と低屈折率薄膜との積層体）によって構成されるものであり、各層の厚さや屈折率を適宜選択することによって、特定の波長の光を反射したり透過させたりすることができる。

[0042] また、誘電体多層膜は、任意の割合で光を反射させることが出来るため、

例えば、入射光が反射部材 5 によって反射される際、入射した光を 100% 反射するのではなく、一部（例えば 10%）は透過するようにし、反射部材 5 の下部（反射部材 5 から見て、反射側窓部 6 とは対向する位置）に設置した光学機器（図示せず）で透過した光を受光することもできる。そして、透過した光を参照光として利用し、光学機器を参照光検出器 9 の代替とすることも可能である。もしくは、透過した光は、測定セル 4 内のガス中を通過し、ガスによる光吸収を受けた後の光であるので、透過した光を用いてガスの濃度を算出しても良い。その際、反射した光を用いて、反射部材 5 や反射側窓部 6 の経時的变化を監視するようにしても良い。

[0043] 反射部材 5 は、再帰反射板（例えばコーナークューブアレイ）によって構成されていてもよい。再帰反射板を用いれば、光入射方向に対して反射面が垂直に配置されていないときにも、光入射位置の近傍に光を再帰反射させることができるので、光入射部および反射部材 5 の配置をより自由に設計し得る。

[0044] 窓部 3 は、図示する態様では、入射光の進行方向に対して垂直な面上に配置されているが、他の態様において垂直面から僅かに傾くように配置されていてもよい。これによって、窓部 3 において反射した光が検出光として光学機器 10 に入射されることが防止されるので測定精度を向上させ得る。

[0045] 以上に説明した測定セル 4 において、測定セル 4 内を伝播する光の光路長は、窓部 3 と反射部材 5 の表面との距離の 2 倍によって規定することができる。また、図 2 に示したように、反射部材 5 の前面に間隙を開けて流路の端部をシールする反射側窓部 6 が設けられている場合に、ガス中を通過する光の光路長（測定セルの光路長と呼ぶことがある）は、窓部 3 と反射側窓部 6 との距離の 2 倍として規定することができる。

[0046] 上記の濃度測定装置 100 において、測定セル 4 に入射され、その後、反射部材 5 によって反射された光のうちの吸収波長成分の光が、測定セル 4 内の流路 4c に存在するガスにより吸収される。吸収の大きさはガスの濃度に依存する。そして、演算部 8（図 1 参照）は、測定光検出器 7 からの検出信

号を周波数解析することによって、当該吸収波長での吸光度 A_λ を測定することができ、さらに、以下の式（１）に示すランベルト・ベールの法則に基づいて、吸光度 A_λ からガス濃度 C を算出することができる。

$$[0047] \quad A_\lambda = -\lg_{10} (I/I_0) = \alpha L C \quad \cdots (1)$$

上記の式（１）において、 I_0 は測定セルに入射する入射光の強度、 I は測定セル内のガス中を通過した光の強度、 α はモル吸光係数（ m^2/mol ）、 L は測定セルの光路長（ m ）、 C は濃度（ mol/m^3 ）である。モル吸光係数 α は物質によって決まる係数である。

[0048] なお、上記式における入射光強度 I_0 については、測定セル４内に吸光性のガスが存在しないとき（例えば、紫外光を吸収しないパージガスが充満しているときや、真空中に引かれているとき）に測定光検出器７によって検出された光の強度を入射光強度 I_0 と見なしてよい。

[0049] ここで、測定セル４の光路長 L は、上記のように、窓部３と反射側窓部６との距離の２倍として規定することができるので、光入射窓と光出射窓とを測定セルの両側に備える従来の濃度測定装置に比べて、２倍の光路長を得ることができる。これにより、小型化したにも関わらず、測定精度を向上させることができる。また、濃度測定装置１００では、測定セル４の片側に設けた１つの窓部３を介して１つの光学機器１０のみを用いて光入射および受光を行うので、部品点数を削減することができる。

[0050] 図３（ａ）～（ｅ）は、反射部材５の種々の態様を示す図である。図３（ａ）に示すように、反射部材５は、サファイアガラスからなる透光性プレート３０と、透光性プレート３０の裏面に設けられた反射層としてのアルミニウム層３１とを有している。

[0051] 反射部材５は測定セル４に取り付けられるが、図２に示したような反射側窓部６を設けずにガスの流路４ｃに接するように取り付けることもできる。しかし、アルミニウム層３１は、紫外光に対して高い反射率（例えば９０％以上）を示す反面、流路を流れるガスにアルミニウムを混入させる要因となり得、例えば半導体製造装置に接続されている場合には大きな問題となる。

そこで、アルミニウムの混入を防止するために、反射部材 5 の取り付け方向を間違えないようにし、アルミニウム層 3 1 が設けられた面がガス流路 4 c に接しないように外側に配置されることが求められる。このために、反射部材 5 は、好適には、反射層（アルミニウム層）が設けられた面を他方の面と識別するための表裏識別構造を有している。

[0052] 図 3（a）には、表裏識別構造として、1つのオリエンテーションフラット（透光性プレート 3 0 の側面に設けられた平坦面）3 2 と、1つの貫通孔 3 3 とが、透光性プレート 3 0 の面上で透光性プレート 3 0 の中心を挟んで対向しない位置に（すなわち非対称に）設けられている。このように、2つの互いに区別できる表裏識別構造を用いる場合、これらに対向しないように配置し、対応する嵌合形状を測定セル 4 の受け皿側に設けておけば、反射部材 5 の裏表を間違えて取り付けることがなくなり、アルミニウムがガスに混入することが防止される。

[0053] 図 3（b）は、表裏識別構造として、1つのオリエンテーションフラット 3 2 と、1つの凸部 3 4 とを設けた態様を示す。これらも透光性プレート 3 0 上で中心を挟んで対向しないように配置することによって、表裏識別構造として機能させることができる。

[0054] さらに図 3（c）～図 3（e）に示すように、同じ態様の表裏識別構造を用いる場合には、3つのオリエンテーションフラット 3 2、3つの貫通孔 3 3、または、3つの凸部 3 4 を非対称に、すなわち、透光性プレート 3 0 の面上で透光性プレート 3 0 の中心を通る任意の軸に対して線対称とならないように非対称に配置させることによって、表裏識別構造として機能させることができる。なお、4つ以上の表裏識別構造を設けてもよいことは言うまでもない。

[0055] 実際に透光性プレート 3 0 に設ける構造としては、製造工程上の観点から、オリエンテーションフラット 3 2、貫通孔 3 3 およびこれらの組み合わせを用いることが好ましいが、表裏識別構造は種々の態様であってよい。例えば、貫通孔 3 3 ではなく凹部を用いてもよいし、オリエンテーションフラット

ト 3 2 に代えて側面に切欠き部や角部を設けてもよい。また、透光性プレート 3 0 の片面の周縁に沿ってテーパ状の面取り部や段差状の切欠き部が形成されていてもよい。

[0056] 以下、光学機器 1 0 を測定セル 4 へ取り付けするための接続部 1 0 d の一態様を説明する。接続部 1 0 d は、図 2 に示すように測定セル 4 の窓部 3 の近傍に配置される部分であり、測定セル 4 を流れる被測定対象のガスが高温のときにも破損なく高精度に濃度測定を行えるように設計されていることが好ましい。

[0057] 図 4 に示すように、光学機器 1 0 の接続部 1 0 d は、光ファイバ 1 0 a の端部を覆う保護部材としての内側筒部 2 1 と、内側筒部 2 1 の保持部 2 2 と、内側に光学素子 2 4 が固定された先端筒部 2 3 とを有している。

[0058] 保持部 2 2、内側筒部 2 1 および先端筒部 2 3 は、例えば、ステンレス（SUS316L や SUS304）製であってよい。光ファイバ 1 0 a は、外周面に被覆層としてのポリイミド層を有していてもよい。光ファイバ 1 0 a のコアおよびクラッドは例えば石英から形成されていてよい。光学素子 2 4 は、石英からなるコリメートレンズであり、先端筒部 2 3 の内側に例えばエポキシ樹脂によって固定される。この態様において、接続部 1 0 d はコリメータを構成している。

[0059] このように、光ファイバ 1 0 a を保護する筒状の金属部材によって接続部 1 0 d が構成されているので、濃度測定装置に取り付けた後に、仮に高温のガスが測定セル 4 を流れる場合であっても、接続部 1 0 d に損傷が生じることがなく、高い検出光出力を維持することが可能になる。上記の光学機器 1 0 を用いれば、低温及び常温においてガス状である材料だけでなく、加熱により気化された例えば 2 0 0℃までの高温ガスにも対応可能であり、幅広い用途で被測定流体の濃度測定を高精度に行うことができる。

[0060] （実施形態 2）

以下、図 5（a）および（b）を参照しながら、実施形態 2 の濃度測定装置 2 0 0 を説明する。

- [0061] 本実施形態の濃度測定装置 200 は、光学機器の構成の点で、実施形態 1 の濃度測定装置 100 と異なっている。その他、測定セル 4 等の構成は実施形態 1 と同様であるので、同じ参照符号を付すとともに詳細な説明を省略する。
- [0062] 濃度測定装置 200 が備える光学機器では、光源 1 および測定光検出器 7 と測定セル 4 との接続のために、複数の光ファイバを束ねて構成された光ファイババンドル 40 が用いられている。光ファイババンドル 40 は、少なくとも 1 本の光出射用の光ファイバ 40 a と、少なくとも 1 本の反射光受光用の光ファイバ 40 b とを含んでいる。
- [0063] 本実施形態では、図 5 (b) に示すように、1 本の光出射用の光ファイバ 40 a の周囲を囲むように 4 本の反射光受光用の光ファイバ 40 b が配置されている。この構成では、中央部から測定セル 4 に光を入射させるとともに、周囲に配置された光ファイバ 40 b で反射光を受け取ることができる。ただし、光ファイババンドル 40 の構成は図示する態様に限られず、光出射用光ファイバ 40 a および受光用光ファイバ 40 b の本数や配置は任意のものであってよい。
- [0064] 光ファイババンドル 40 の一端側は、実施形態 1 と同様に、接続部 10 d によって測定セル 4 に取り付けられている。また、光ファイババンドル 40 の他端側は、本実施形態では、途中で分岐されている。分岐された光ファイバにおいて、光入射用の光ファイバ 40 a の端部はビームスプリッタ 10 b に接続され、反射光受光用の光ファイバ 40 b の端部は測定光検出器 7 に接続されている。
- [0065] この構成において、入射光と反射光とは別個の光ファイバ 40 a、40 b によって導光されるので、信号の干渉が低減され、高精度な濃度測定を実現し得る。また、ビームスプリッタ 10 b は、光源 1 からの光を参照光と測定セル 4 への入射光とに分岐させるが、実施形態 1 と異なり、測定セル 4 からの反射光を受け取ることはなく、反射光は、直接的に測定光検出器 7 に出力される。このため、反射光が、測定光検出器 7 への導光のためにビームスプ

リッタ 10b でさらに反射されて出力が低下することがなく、より高い検出光出力を得ることが可能になる。

[0066] (実施形態 3)

以下、図 6 を参照しながら、実施形態 3 の濃度測定装置 300 を説明する。実施形態 1 と同様の構成要素については、同じ参照符号を付すとともに詳細な説明を省略する。

[0067] 本実施形態の濃度測定装置 300 は、実施形態 1 の濃度測定装置 100 とは異なり、プリズムなどから構成される反射部材 60 を用いて、測定セル 4 内で入射光と反射光とが互いに平行な異なる光路を通るように構成されている。なお、プリズムによって反射させた光を用いて濃度測定を行う構成は、例えば、特許文献 3 に開示されているが、特許文献 3 に開示されている濃度測定装置は、本実施形態のようなインライン式の濃度測定装置ではない。

[0068] 図 6 に示すように、濃度測定装置 300 の測定セル 4 においても、実施形態 1 と同様に、流路 4c に連通する流入口 4a と流出口 4b とが測定セル 4 の両端部において離間して設けられ、流路 4c が垂直方向に延びる縦型の構成を有している。流入口 4a は窓部 3 の近傍に配置され、流出口 4b は反射部材 60 の近傍に配置されている。この構成において、ガス供給ラインに組み込まれたときに、省スペース化を実現できるとともにメンテナンスしやすいという利点を得られる。

[0069] 測定セル 4 には、光入射用の光ファイバ 50a と、受光用の光ファイバ 50b とが、それぞれ、別個の接続部 10d (および光学素子 24) によって測定セル 4 に取り付けられている。すなわち、濃度測定装置 300 では、光源 1 から発せられた光を測定セル 4 の窓部 3 に導光する第 1 の光学機器と、測定セル 4 の窓部 3 から出射された光を測定光検出器 7 に導光する第 2 の光学機器とが別個に設けられている。ただし、各光学機器の接続部 10d はいずれも縦型の測定セル 4 の一端部 (窓部 3 の近傍) に配置されており、本構成においても、濃度測定装置 300 全体の小型化を実現している。

[0070] 第 1 の光学機器の光ファイバ 50a から出射された光は、光学素子 24 およ

び窓部 3 を通り、流路 4 c に沿って反射部材 6 0 に向かって進行する。このとき、入射光は、測定セル 4 内のガスの流れと同じ方向に進む。その後、反射部材 6 0 によって反射された光は、入射光と平行な異なる光路を通して第 2 の光学機器（光ファイバ 5 0 b）の接続部 1 0 d に向かって進む。このとき、反射光は、測定セル 4 内のガスの流れと逆の方向に進む。なお、ガスの流れの方向は図示する方向と反対の方向であってもよく（すなわち、反射部材 5 の近傍に流入口 4 a を設け、窓部 3 の近傍に流出口 4 b を設けていてもよく）、この場合には、入射光の進行方向がガスの流れと逆の方向になり、反射光の進行方向がガスの流れと同じ方向となる。

[0071] 以上に説明したように、本実施形態 3 および他の実施形態において、測定セル 4 内における入射光および反射光のいずれか一方はガスの流れと同じ方向に進行し、他方はガスの流れと逆の方向に進行する。これにより、インライン式の濃度測定装置であっても、ガスの流れの影響を受けにくい安定した濃度測定を行うことができる。

[0072] 反射部材 6 0 は、例えば、三角柱状のプリズムによって構成されていてよく、図 6 に示すようにプリズムの 2 つの反射面で 2 回反射することによって、入射光の光路と平行な別の光路を通して反射光が進行する。プリズムは、例えば、金属性の保持部材の凹部に嵌着されていてよいし、空気などの低屈折率媒体と接するように反射面が露出して設けられていてもよい。また、プリズムの反射面に反射層としての金属膜や誘電体多層膜が形成されていてよい。さらに、図 6 には、反射部材 6 0 としてのプリズムと反射側窓部 6 とが別個に設けられた態様が示されているが、これらが一体的に形成され、反射側窓部 6 の背面側にプリズム構造が設けられたものを反射部材 6 0 として用いてもよい。

[0073] （実施形態 4）

以下、図 7 を参照しながら、実施形態 4 の濃度測定装置 4 0 0 を説明するが、実施形態 1 ～ 3 と同様の構成要素については同じ参照符号を付すとともに詳細な説明を省略する。

- [0074] 本実施形態の濃度測定装置400は、実施形態1の濃度測定装置100とは異なり、反射部材70を用いて、測定セル4内で入射光と反射光とが互いに異なる光路を通るように構成されている。また、濃度測定装置400は、実施形態3の濃度測定装置300と同様に、光源1から発せられた光を測定セル4の窓部3に導光する第1の光学機器（光入射用光ファイバ50a）と、測定セル4の窓部3から出射された光を測定光検出器7に導光する第2の光学機器（受光用光ファイバ50b）とを別個に備えている。
- [0075] 濃度測定装置400の測定セル4においても、実施形態1と同様に、流路4cに連通する流入口4aと流出口4bとが測定セル4の両端部において離間して設けられ、流路4cが垂直方向に延びる縦型の構成を有している。流入口4a（または流出口4b）は窓部3の近傍に配置され、流出口4b（または流入口4a）は反射部材60の近傍に配置されている。
- [0076] 濃度測定装置400において、反射部材70は、入射光の進行方向に対して垂直な面からわずかに傾くように配置された反射面を有している。本実施形態では、反射部材70の反射面は誘電体多層膜（例えば、高屈折率薄膜と低屈折率薄膜との積層体）によって形成されている。反射面の傾斜角は、例えば、第1の光学機器の接続部10dから反射面までの距離と、各光学機器の接続部10d間の距離とから決定することができる。
- [0077] このような反射部材70を用いることによって、反射光は入射光と異なる光路を通過して第2の光学機器へと導かれ、実施形態1のようにビームスプリッタ10bで反射されることなく、別個に設けられた測定光検出器7において検出される。これにより、より高い光出力を検出することが可能である。
- [0078] なお、図7には、入射光の進行方向が図中の垂直方向であり、反射部材70の反射面が傾斜している態様が示されているが、他の態様において、入射光の進行方向を斜め方向にするとともに、反射部材70の反射面を水平面に設定してもよい。このように入射光の進行方向を斜めにするために、例えば、第1の光学部材に対して設けられた光学素子24の光軸を垂直方向から左側にわずかに傾けるとともに、第2の光学部材に対して設けられた光学素子

24の光軸を垂直方向から右側にわずかに傾けるようにしてもよい。

[0079] また、本実施形態において、測定セル4の光路長は、測定セル4の長さが接続部10d間の距離に比べて十分に大きい場合には、窓部3と反射側窓部6との距離 L_{3-6} の2倍で近似することができるが、測定セル4の長さが比較的短い場合には、窓部3と反射側窓部6との距離 L_{3-6} と、 $L_{3-6}/\cos\theta$ （ただし θ は反射面の傾斜角度）との和（ $L_{3-6}+L_{3-6}/\cos\theta$ ）によって規定することができる。

[0080] （実施形態5）

以下、図8を参照しながら、実施形態5の濃度測定装置500を説明するが、実施形態1～4と同様の構成要素については同じ参照符号を付すとともに詳細な説明を省略する。

[0081] 本実施形態の濃度測定装置500も、実施形態3および4と同様に、光源1からの光を測定セル4に導光する第1の光学機器（光入射用光ファイバ50a）と、測定セル4から出射された光を測定光検出器7に導光する第2の光学機器（受光用光ファイバ50b）とを別個に備え、測定セル4内に入射した光と反射光とが互いに異なる光路を通るように構成されている。

[0082] 濃度測定装置500の測定セル4においても、流路4cに連通する流入口4aと流出口4bとが測定セル4の両端部において離間して設けられ、流路4cが垂直方向に延びる縦型の構成を有している。流入口4a（または流出口4b）は窓部3の近傍に配置され、流出口4b（または流入口4a）は反射部材5の近傍に配置されている。

[0083] 濃度測定装置500において、第1の光学機器からの出射光を受けて測定セル4に入射させるとともに、測定セル4からの反射光を受けて第2の光学機器に入射させる光学素子54が窓部3の近傍に設けられている。光学素子54は、入射光をコリメートするレンズであってよく、第1の光学機器と第2の光学機器とに対して共通に設けられている。

[0084] 本実施形態において、光学素子54の光軸54xは、第1の光学機器と第2の光学機器との間に配されている。このとき、第1の光学機器から出射さ

れた光が光学素子 5 4 を照射する範囲の中心は、光学素子 5 4 の中心（光軸上）から離れた位置に形成される。

[0085] この構成において、光学素子 5 4 による屈折作用を受けた光が、測定セル 4 内を垂直方向から傾いた斜め方向に進行するとともに、反射部材 5 で反射された光は、入射光と異なる光路を通して斜め方向に進行する。そして、再び光学素子 5 4 に入射した後は、光学素子 5 4 による屈折作用を受けるとともに第 2 の光学機器へと集光される。

[0086] 以上、本発明の実施形態 1 ～ 5 による濃度測定装置を説明したが、本発明は、上記実施形態に限定解釈されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。例えば、測定に用いられる光としては、紫外領域以外の波長領域の光も利用可能である。

産業上の利用可能性

[0087] 本発明の実施形態にかかる濃度測定装置は、半導体製造装置などに用いられるガス供給ラインに組み込まれて、流路を流れるガスの濃度を測定するために好適に用いられる。

符号の説明

- [0088]
- 1 光源
 - 3 窓部
 - 4 測定セル
 - 4 a 流入口
 - 4 b 流出口
 - 4 c 流路
 - 5 反射部材
 - 6 反射側窓部
 - 7 測定光検出器
 - 8 演算部
 - 8 A 第 1 の流路形成部材
 - 8 B 第 2 の流路形成部材

1 0 光学機器

1 0 a 光ファイバ

1 0 b ビームスプリッタ

1 0 d 接続部

2 4 光学素子

5 0 a 光入射用光ファイバ（第 1 の光学機器）

5 0 b 受光用光ファイバ（第 2 の光学機器）

1 0 0 濃度測定装置

請求の範囲

- [請求項1] 被測定流体の流路および前記流路に接する透光性の窓部を有する測定セルと、
- 前記測定セルに前記窓部を介して入射する光を発する光源と、
- 前記測定セル内を伝播する前記光を反射し、前記反射した前記光を前記窓部を介して前記測定セルから出射させる反射部材と、
- 前記測定セルの前記窓部から出射した光を検出する光検出器と、
- 前記光検出器の検出信号に基づいて前記被測定流体の濃度を演算する演算部と、
- 前記光源から発せられた前記光を前記測定セルの前記窓部に導光するとともに前記測定セルの窓部から出射した光を前記光検出器に導光する光学機器と
- を備える、濃度測定装置。
- [請求項2] 前記反射部材は、前記流路を挟んで前記窓部と対向するように配置されている、請求項1に記載の濃度測定装置。
- [請求項3] 前記光学機器は、導光部材と、前記導光部材に接続されたビームスプリッタとを有し、
- 前記ビームスプリッタは、前記光源からの前記光を受け取り前記導光部材を介して前記測定セルに入射させるとともに、前記測定セルから出射され前記導光部材によって導かれた前記光を受け取り前記光検出器に入射させる、請求項1または2に記載の濃度測定装置。
- [請求項4] 前記光学機器は、前記光源から発せられた前記光を前記測定セルの前記窓部に導光するための光出射用の光ファイバと、前記測定セルの窓部から出射された前記光を前記光検出器に導光するための受光用の光ファイバとを含む光ファイババンドルを有している、請求項1または2に記載の濃度測定装置。
- [請求項5] 前記測定セルの両端部において前記流路に連通する流入口と流出口とが設けられている請求項1から4のいずれかに記載の濃度測定装置

。

[請求項6] 前記流入口および前記流出口のうちのいずれか一方は前記窓部の近傍に配置され、他方は前記反射部材の近傍に配置されている、請求項5に記載の濃度測定装置。

[請求項7] 前記光は紫外光であり、前記反射部材はアルミニウムを含む材料から形成された反射層または誘電体多層膜からなる反射層を含む、請求項1から6のいずれかに記載の濃度測定装置。

[請求項8] 前記反射部材は、透光性プレートと、前記透光性プレートの片面に設けられた反射層とを有し、前記反射層が設けられた面を他方の面と識別するための表裏識別構造を有している、請求項1から7のいずれかに記載の濃度測定装置。

[請求項9] 前記表裏識別構造は、前記透光性プレートの側面に設けられた平坦面、前記透光性プレートに設けられた凹部または貫通孔、もしくは、前記透光性プレートに設けられた凸部のうちのいずれかを、非対称に配置することによって構成されている、請求項8に記載の濃度測定装置。

[請求項10] 被測定流体の流路および前記流路に接する透光性の窓部を有する測定セルと、

前記測定セルに前記窓部を介して入射する光を発する光源と、

前記測定セル内を伝播する前記光を反射し、前記反射した前記光を前記窓部を介して前記測定セルから出射させる反射部材と、

前記測定セルの前記窓部から出射した前記光を検出する光検出器と、

前記光検出器の検出信号に基づいて前記被測定流体の濃度を演算する演算部と、

前記光源から発せられた前記光を前記測定セルの前記窓部に導光する第1の光学機器、および、前記測定セルの窓部から出射された光を前記光検出器に導光する第2の光学機器と

を備え、

前記反射部材は、前記第1の光学機器から入射し前記測定セルの前記流路内を伝播した入射光を受け、前記入射光の光路と異なる光路を通過して前記第2の光学機器へと反射光を反射させるように構成されており、

前記測定セルの両端部において前記流路に連通する流入口と流出口とが設けられ、前記流入口および前記流出口のうちのいずれか一方は前記窓部の近傍に配置され、他方は前記反射部材の近傍に配置されている、濃度測定装置。

[請求項11] 前記光源からの前記光を分岐し、参照光として参照光検出器に入射させる、請求項10に記載の濃度測定装置。

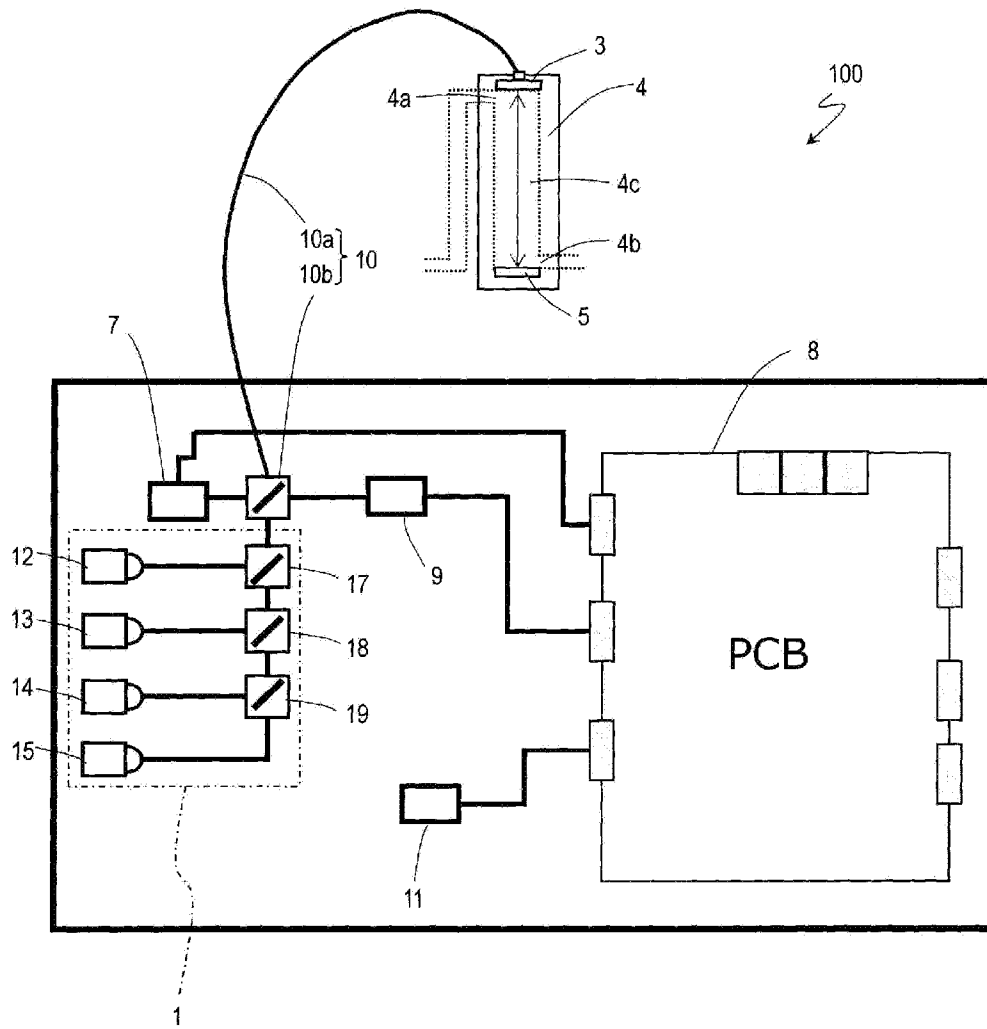
[請求項12] 前記反射光の前記光路は、前記入射光の前記光路と平行である、請求項10または11に記載の濃度測定装置。

[請求項13] 前記反射部材は、三角柱状のプリズムを含む、請求項12に記載の濃度測定装置。

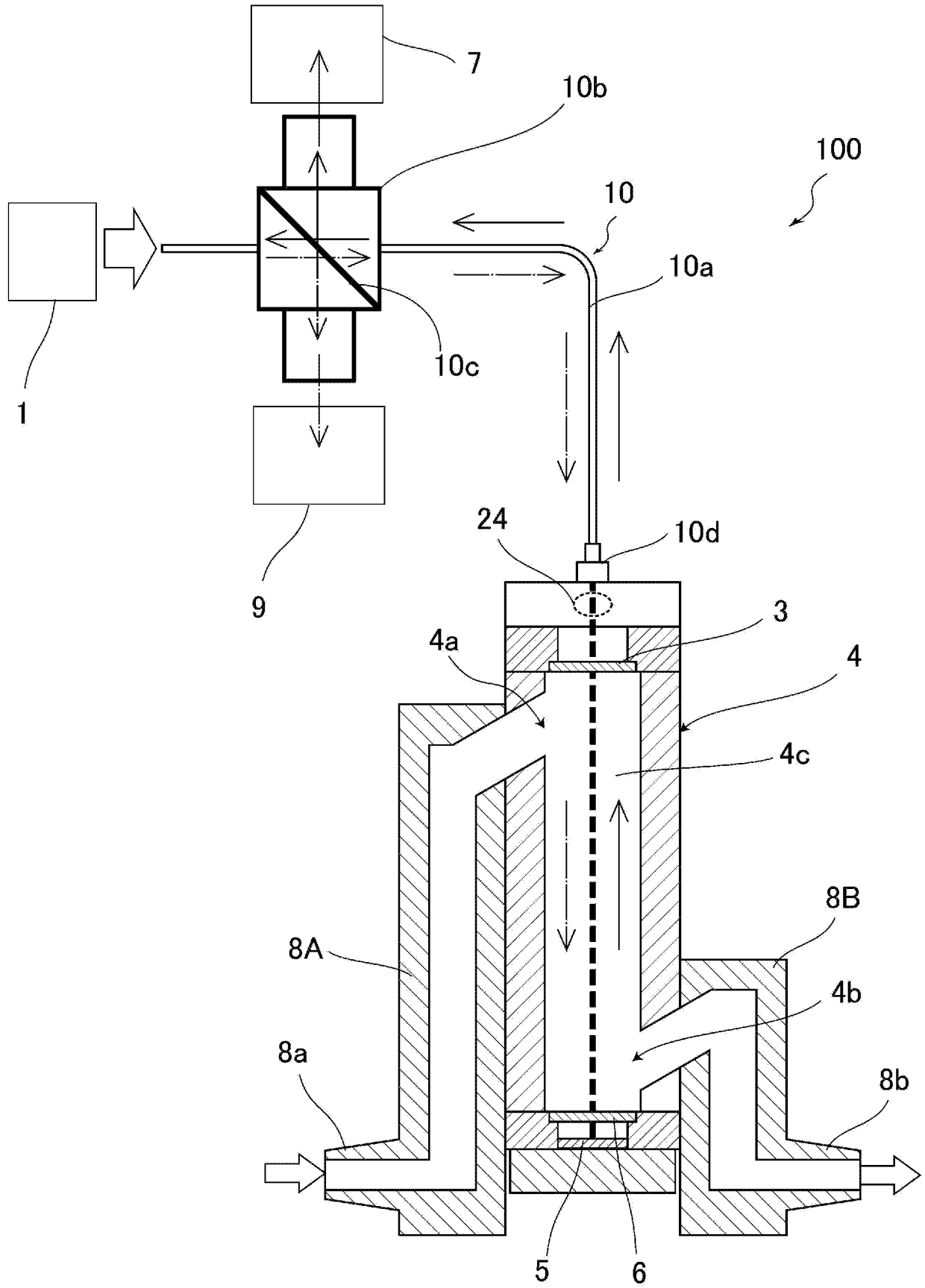
[請求項14] 前記反射部材は、前記入射光の進行方向に対して垂直な面から傾いた反射面を含む、請求項10または11に記載の濃度測定装置。

[請求項15] 前記窓部の近傍に設けられ、前記第1の光学機器からの前記出射光を受けて前記測定セルに入射させるとともに、前記測定セルからの前記反射光を受けて前記第2の光学機器に入射させる光学素子をさらに有し、前記光学素子の光軸が、前記第1の光学機器と前記第2の光学機器との間に配されている、請求項10または11に記載の濃度測定装置。

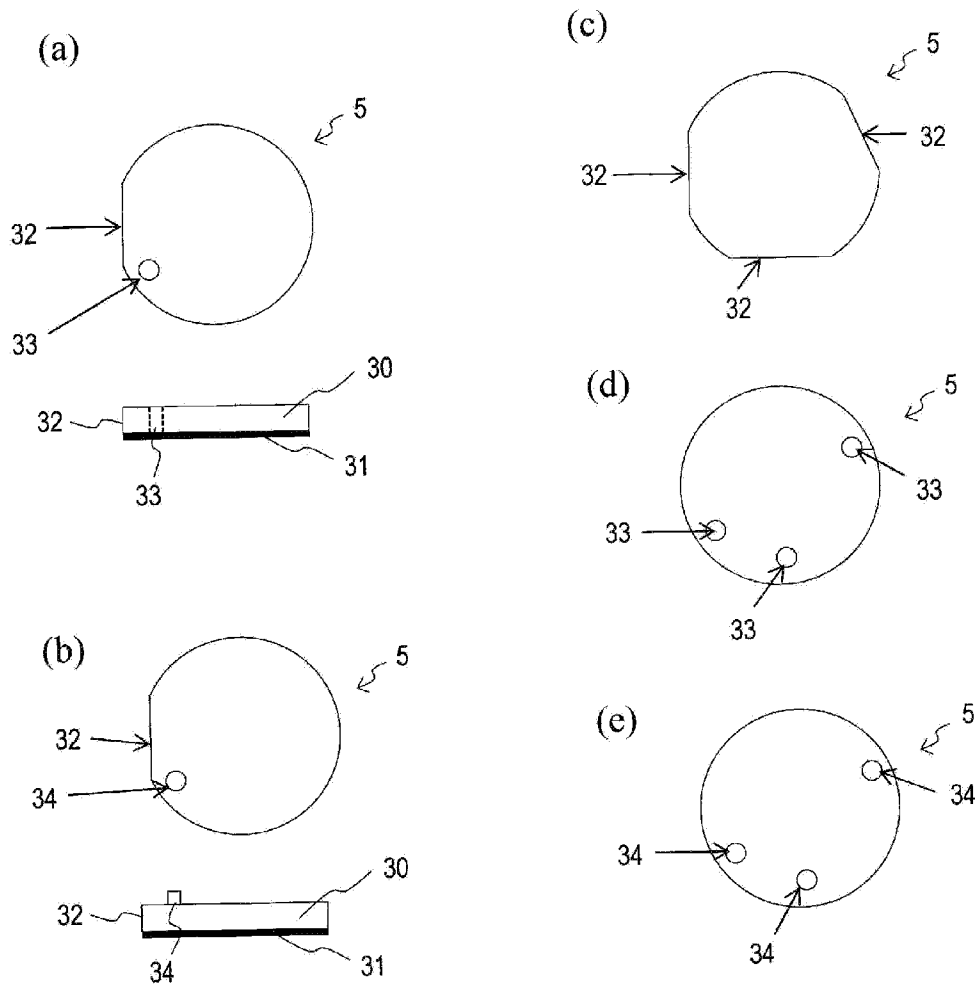
[図1]



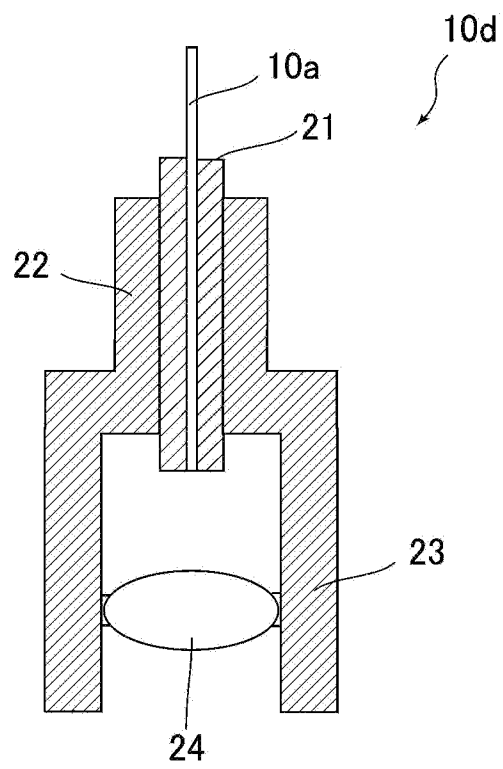
[図2]



[図3]

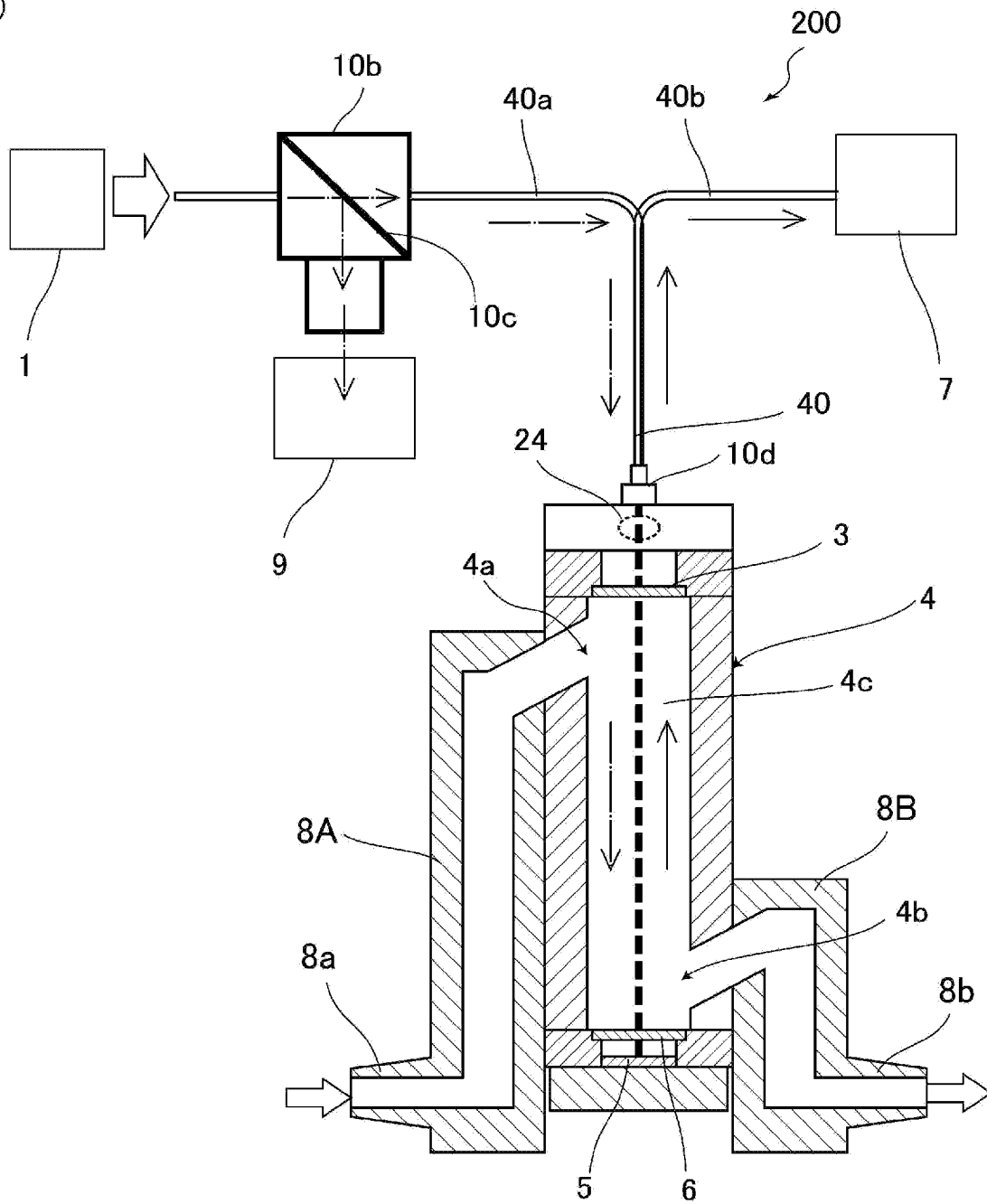


[図4]

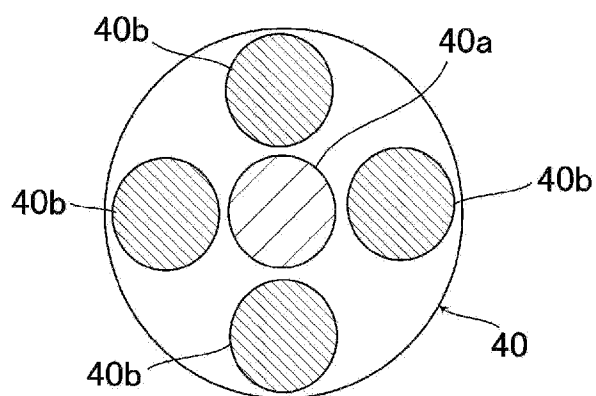


[図5]

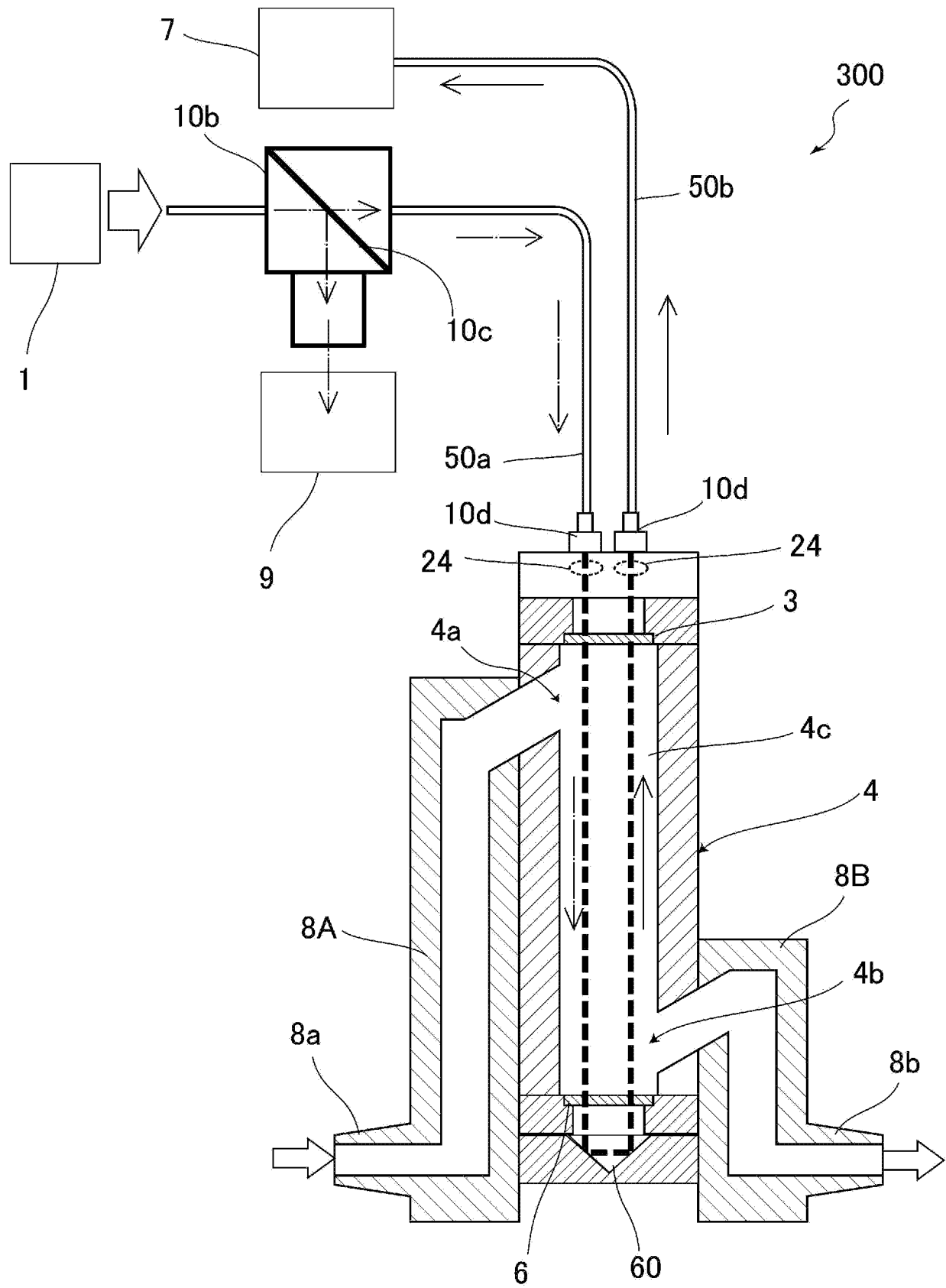
(a)



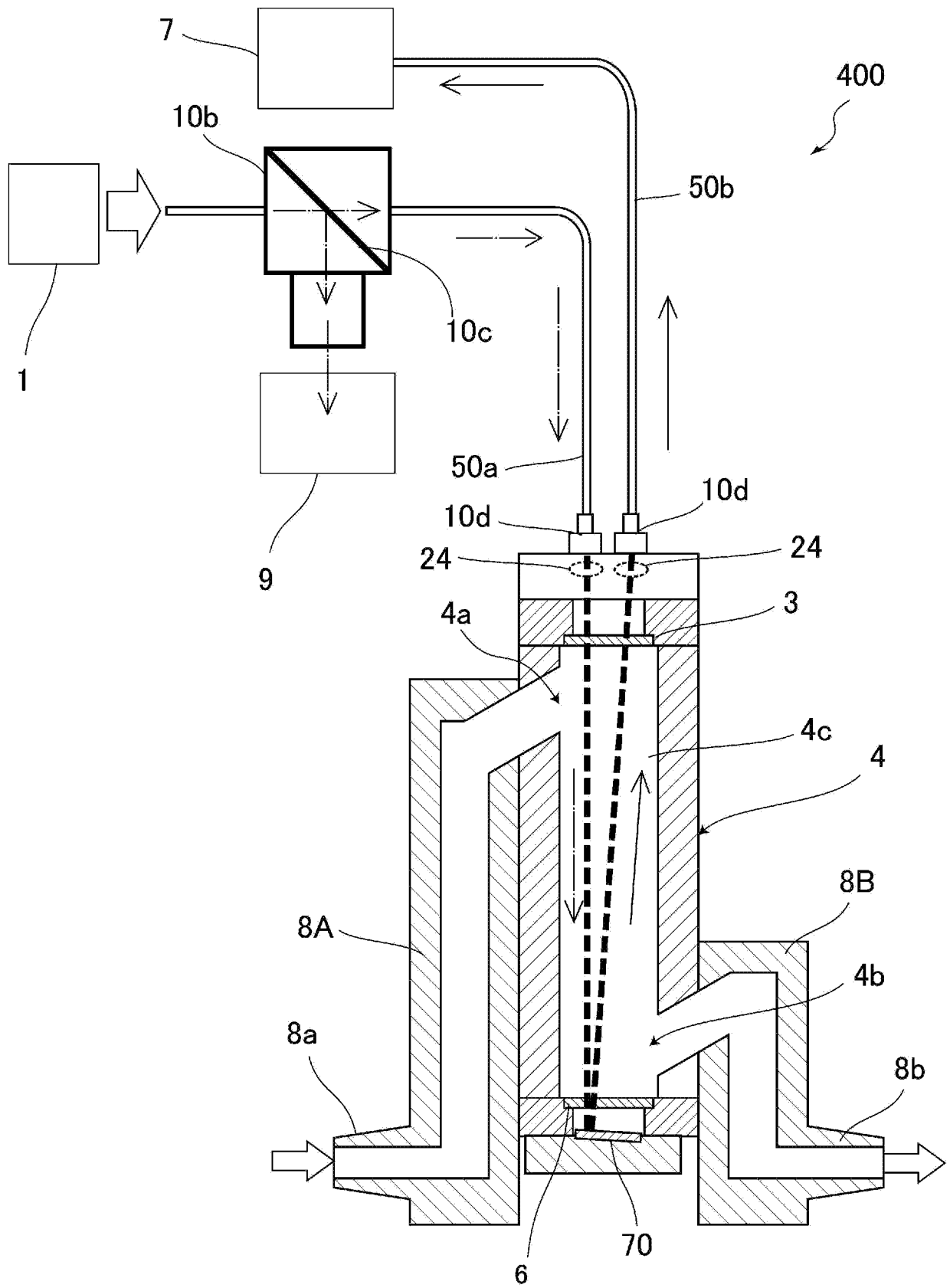
(b)



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/026868

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N21/33(2006.01) i, G01N21/05(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N21/00-21/61

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 8-035930 A (Vickers, Inc.), 06 February 1996 (06.02.1996), claim 1; paragraphs [0011] to [0017]; fig. 4 & US 5438420 A claim 1; column 4, line 1 to column 6, line 10; fig. 4	1-3, 5 6-9
X Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 031897/1986(Laid-open No. 145141/1987) (Toyota Motor Corp.), 12 September 1987 (12.09.1987), page 6, line 8 to page 9, line 5; fig. 1 (Family: none)	1, 2, 4, 5 6-9

☒ 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
30 August 2017 (30.08.17)

Date of mailing of the international search report
12 September 2017 (12.09.17)

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/JP2017/026868

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2004-138520 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 13 May 2004 (13.05.2004), claim 2; paragraph [0026]; fig. 4 (Family: none)	10 6-9, 11-15
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 145680/1986 (Laid-open No. 051260/1988) (JEOL Ltd.), 06 April 1988 (06.04.1988), page 9, lines 12 to 14; fig. 4(a) (Family: none)	6-9
Y	JP 10-135165 A (Komatsu Electronic Metals Co., Ltd.), 22 May 1998 (22.05.1998), claim 1; fig. 2 & US 6043156 A claim 1; fig. 2	8, 9
Y	JP 4-502511 A (Radiometer A/S), 07 May 1992 (07.05.1992), fig. 17 & US 5525518 A fig. 17	11-15
Y	US 5693944 A (NTC TECHNOLOGY, INC.), 02 December 1997 (02.12.1997), fig. 9 & WO 1996/007886 A1	12, 13
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 005112/1976 (Laid-open No. 098478/1977) (Olympus Optical Co., Ltd.), 25 July 1977 (25.07.1977), fig. 2 (Family: none)	12, 13
Y	JP 7-043291 A (Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corp.), 14 February 1995 (14.02.1995), fig. 3 (Family: none)	14
Y	JP 1-295136 A (Japan Energy Corp.), 28 November 1989 (28.11.1989), fig. 6(b) (Family: none)	15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/026868

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 2011-242281 A (Shimadzu Corp.), 01 December 2011 (01.12.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-15

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01N21/33(2006.01)i, G01N21/05(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01N21/00-21/61

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)

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 Y	JP 8-035930 A (ヴィッカーズ, インコーポレイテッド) 1996.02.06, 請求項1、段落 [0011] - [0017]、図4 & US 5438420 A, 請求項1、第4欄第1行-第6欄第10行、図4	1-3, 5 6-9
X Y	日本国実用新案登録出願61-031897号(日本国実用新案登録出願公開 62-145141号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ イクロフィルム (トヨタ自動車株式会社) 1987.09.12, 第6頁第8 行-第9頁第5行、図1 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 5 6-9

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

30.08.2017

国際調査報告の発送日

12.09.2017

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)

佐々木 龍

2W

5361

電話番号 03-3581-1101 内線 3258

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2004-138520 A (三菱重工業株式会社) 2004.05.13, 請求項 2、 段落 [0026]、図 4 (ファミリーなし)	10 6-9, 11-15
Y	日本国実用新案登録出願 61-145680 号 (日本国実用新案登録出願公開 63-051260 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ イクロフィルム (日本電子株式会社) 1988.04.06, 第 9 頁第 12 - 14 行、図 4 (a) (ファミリーなし)	6-9
Y	JP 10-135165 A (コマツ電子金属株式会社) 1998.05.22, 請求項 1、 図 2 & US 6043156 A, 請求項 1、図 2	8, 9
Y	JP 4-502511 A (ラジオメータ・アクチセルスカベツト) 1992.05.07, 図 17 & US 5525518 A, 図 17	11-15
Y	US 5693944 A (NTC TECHNOLOGY, INC.) 1997.12.02, 図 9 & WO 1996/007886 A1	12, 13
Y	日本国実用新案登録出願 51-005112 号 (日本国実用新案登録出願公開 52-098478 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ イクロフィルム (オリンパス光学工業株式会社) 1977.07.25, 図 2 (ファミリーなし)	12, 13
Y	JP 7-043291 A (動力炉・核燃料開発事業団) 1995.02.14, 図 3 (フ ァミリーなし)	14
Y	JP 1-295136 A (株式会社ジャパンエナジー) 1989.11.28, 図 6 (b) (ファミリーなし)	15
A	JP 2011-242281 A (株式会社島津製作所) 2011.12.01, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-15