

(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
2020年10月8日(08.10.2020)



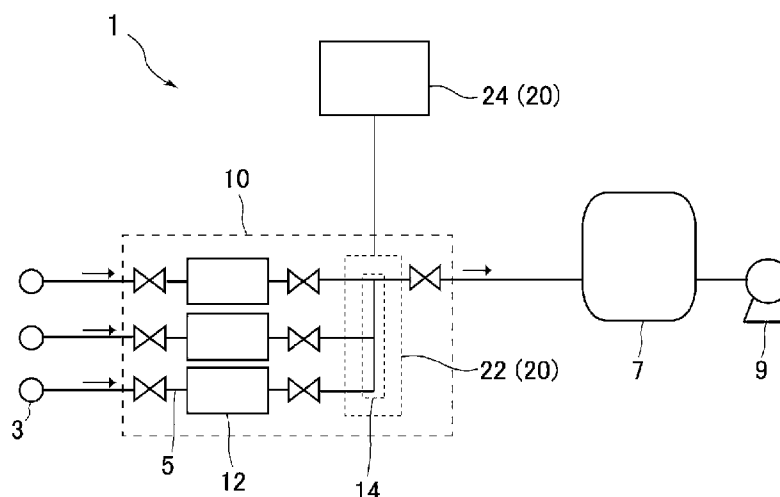
(10) 国際公開番号

WO 2020/203281 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 21/03 (2006.01) *H01L 21/02* (2006.01)
G01N 21/33 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/011902
- (22) 国際出願日: 2020年3月18日(18.03.2020)
- (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 2019-065571 2019年3月29日(29.03.2019) JP
- (71) 出願人: 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: 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). 長谷川 恵一 (HASEGAWA Keiichi); 〒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 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).

(54) Title: CONCENTRATION MEASUREMENT DEVICE

(54) 発明の名称: 濃度測定装置



(57) Abstract: A concentration measurement device 20, for measuring the concentration of a gas flowing through a confluence block 14 to which a plurality of gas supply lines are connected, is provided with a light source 40 for generating light which is made incident on a flow channel formed in the confluence block, a photodetector 44 for receiving light exciting from the flow channel, and a computation control circuit 46 for determining the concentration of a gas flowing through the flow channel on the basis of the output of the photodetector, translucent incidence windows 26, 23 for causing light from the light source to be incident on the flow channel, and/or translucent emission windows 28, 23 for emitting light transmitted through the flow channel being sealed and fixed to the confluence block 14.

(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, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約: 複数のガス供給ラインが接続された合流ブロック14を流れるガスの濃度を測定するための濃度測定装置20は、合流ブロックに形成された流路に入射させる光を発する光源40と、流路から出射した光を受け取る光検出器44と、光検出器の出力に基づいて流路を流れるガスの濃度を求める演算制御回路46とを備え、光源からの光を流路に入射させるための透光性の入射窓26、23、および、流路を通過した光を出射させるための透光性の出射窓28、23の少なくともいずれかが、合流ブロック14に対して封止固定されている。

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、ガスを透過した光の吸光度に基づいてガスの濃度を検出する濃度測定装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体製造装置に用いられるガス供給システムは、ガス種毎に設けた流量制御器を介して、多種類のガスをプロセスチャンバに切換えて供給するように構成されている。半導体製造に用いられるガスの種類は年々増加する傾向にあり、ガス供給ラインの数および用いられる流体制御装置の数も多くなっている。

[0003] 複数のガス供給ラインを形成する手段として、本願出願人によって開発された集積化ガス供給システム IGS（登録商標）が広く利用されている。集積化ガス供給システムでは、ベースプレート上に、流路ブロック（継手ブロック）、開閉弁、流体制御器などを配置・固定することによって、各ガス供給ラインが形成される。

[0004] また、集積化ガス供給システムにおいて、各供給ラインの出口側を共通のマニホールドブロック（合流ブロック）に接続する構成が知られている（例えば特許文献1）。各ラインに接続されたマニホールドブロックの出口は、流路を介してプロセスチャンバに接続されており、各供給ラインに設けられた開閉弁を制御することによって任意のガスを供給することが可能である。

[0005] 一方、ガス供給ラインに組み込まれてガス濃度を測定するように構成された濃度測定装置（インライン式濃度測定装置）が知られている。特許文献2には、流路の一部として組み込まれた測定セルに、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から吸光度を測定する濃度測定装置が開示されている。測定された吸光度からは、ランベルト・ベールの法則などに従って流体の濃度を求めることができる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開 2 0 1 2 － 1 9 7 9 4 1 号公報

特許文献2：国際公開第 2 0 1 8 / 0 2 1 3 1 1 号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 従来のインライン式濃度測定装置は、集積化ガス供給システムの下流側、より具体的には、集積化ガス供給システムとプロセスチャンバとの間の流路の途中に別途配置されていた。例えば、特許文献 2 に記載の垂直型の測定セル（測定セル内の流路がライン流路と直交するタイプ）を用いた反射型の濃度測定装置は、比較的コンパクトな設計であり、光学系の取り付け部が測定セルの上端に集約されているため、流路の途中であっても設置が比較的容易である。

[0008] しかしながら、従来の濃度測定装置は、小型化が進んでいるとはいえ、設置のためのスペースを確保することが必要である。このため、種々の機器が接続されており、その周囲に余剰のスペースがほとんど存在しない近年の半導体製造装置にとっては、できるだけ設置スペースを必要とせずに、ガス供給システムに組み込まれて適切にガスの濃度を測定できるインライン式の濃度測定装置が求められていた。

[0009] 本発明は、上記課題を鑑みてなされたものであり、コンパクトな態様でガス供給システムに組み込まれる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

[0010] 本発明の実施形態による濃度測定装置は、複数のガス供給ラインが接続された合流ブロック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であって、前記合流ブロックに形成された流路に入射させる光を発する光源と、前記流路から出射した光を受け取る光検出器と、前記光検出器の出

力に基づいて前記流路を流れるガスの濃度を求める演算制御回路とを備え、前記合流ブロックに対して、前記光源からの光を前記流路に入射させるための透光性の入射窓および前記流路を通過した光を出射させるための透光性の出射窓の少なくともいずれかが封止固定されている。

[0011] ある実施形態において、前記合流ブロックは、前記複数のガス供給ラインがそれぞれ接続される複数のサブ流路と、前記複数のサブ流路が接続されるメイン流路とを有し、前記入射窓と前記出射窓とが、前記メイン流路の両端部に封止固定されている。

[0012] ある実施形態において、前記入射窓は、前記合流ブロックに対して、コリメータを有する第1封止部材によって封止固定され、前記光源と前記第1封止部材とが光伝送路部材によって繋がれており、前記出射窓は、前記合流ブロックに対して、第2封止部材によって封止固定され、前記光検出器と前記第2封止部材とは光伝送路部材によって繋がれている。

[0013] ある実施形態において、前記入射窓は、前記合流ブロックに対して、前記光源およびコリメータを有する第1封止部材によって封止固定され、前記出射窓は、前記合流ブロックに対して、前記光検出器を有する第2封止部材によって封止固定されている。

[0014] ある実施形態において、前記合流ブロックは、前記複数のガス供給ラインがそれぞれ接続される複数のサブ流路と、前記複数のサブ流路が接続されるメイン流路とを有し、前記入射窓は、前記出射窓を兼ねる共通窓部材であり、前記共通窓部材が前記メイン流路の一端部に封止固定され、前記流路に入射した光を反射する反射部材が前記メイン流路に固定されている。

[0015] ある実施形態において、前記共通窓部材と前記光源とを接続するための光伝送路部材と、前記共通窓部材と前記光検出器とを接続するための光伝送路部材とが別個に設けられている。

[0016] ある実施形態において、前記合流ブロックは、前記複数のガス供給ラインがそれぞれ接続される複数のサブ流路と、前記複数のサブ流路が接続されるメイン流路とを有し、前記入射窓は、前記出射窓を兼ねる共通窓部材であり

、前記共通窓部材が、測定用穴部を封止するように固定されており、前記測定用穴部に入射した光を反射する反射部材が前記共通窓部材と対向するように配置されている。

[0017] ある実施形態において、前記共通窓部材を封止固定するための封止部材と接続され、前記測定用穴部に沿って延びる支持部材を有し、前記反射部材が前記支持部材によって支持されている。

[0018] ある実施形態において、前記メイン流路は、前記合流ブロックの長手方向に沿って延びる貫通孔によって形成されており、前記複数のサブ流路の各々は、前記メイン流路と交差する方向に延び、前記合流ブロックの表面から前記メイン流路に達するように設けられた穴によって形成されている。

[0019] ある実施形態において、前記合流ブロックは、前記複数のガス供給ラインがベースプレート上に形成された集積化ユニットの出口側において前記ベースプレート上に固定された流路ブロックである。

発明の効果

[0020] 本発明の実施形態によれば、コンパクトな態様でガス供給システムに組み込まれる濃度測定装置が提供される。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明の実施形態による濃度測定装置が組み込まれたガス供給系を示す図である。

[図2]実施形態1の濃度測定装置のガスユニットが設けられる合流ブロックを示す斜視図である。

[図3]実施形態1の濃度測定装置のガスユニットを示す図であり、(a)は上から見たときの縦断面、(b)は側面図である。

[図4]他の態様の合流ブロックを示す図であり、(a)は斜視図、(b)は側面図である。

[図5]実施形態1の濃度測定装置の電気ユニットを示す図である。

[図6]実施形態2の濃度測定装置のガスユニットを示す図であり、(a)は上から見たときの縦断面、(b)は側面図である。

[図7]実施形態3の濃度測定装置のガスユニットを示す図であり、(a)は上から見たときの縦断面、(b)は側面図である。

[図8]実施形態4の濃度測定装置のガスユニットを示す図であり、(a)は上面図面、(b)は横断面図である。

[図9]実施形態5の濃度測定装置のガスユニットを示す図であり、(a)は側方から見たときの横断面図、(b)は端面方向から見たときの横断面図である。

発明を実施するための形態

[0022] 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。また、装置の実際の使用に際しては、上下を逆にしたり、上下方向を水平方向に変更するなど、配置の方向を適宜設定することができる。

[0023] 図1は、本発明の実施形態に係る濃度測定装置が組み込まれたガス供給システム1を示す。ガス供給システム1は、ガス供給源3からのガスを、複数のガス供給ライン5が設けられた集積化ユニット10を介して、半導体製造装置のプロセスチャンバ7に供給できるように構成されている。プロセスチャンバ7には、真空ポンプ9が接続されており、プロセスチャンバ7および流路を真空引きした状態でガスの供給を行うことができる。

[0024] 集積化ユニット10は、ベースプレート上に複数の供給ライン5が形成された構成を有している。各供給ライン5は、ベースプレート上に、流路ブロック（継手ブロック）、開閉弁、フィルタ、および流量制御装置などをネジなどによって固定し、これらを例えばメタルガスケットを介して相互接続することによって任意の態様で形成される。集積化ユニット10は、各供給ライン5に設けられた流量制御装置12を用いて、個別にガスの流量を制御することができる。なお、図1には、簡単のために、流量制御装置12、その前後の開閉弁、および、合流後の出口開閉弁のみを示しているが、必要に応じて、バイパス流路などの他の種々の要素が設けられていても良いことはいうまでもない。

[0025] ガス供給システム 1 において、集積化ユニット 10 に設けられた各供給ライン 5 は、集積化ユニット 10 の出口側に配置された合流ブロック 14 に接続されている。合流ブロック 14 は、各供給ライン 5 が接続される複数のサブ流路と、複数のサブ流路が共通に接続される 1 つのメイン流路とを有するマニホールドブロックであり、集積化ユニット 10 の出口側においてベースプレート上に固定された流路ブロックである。合流ブロック 14 の出口は、プロセスチャンバ 7 と接続されており、各供給ラインから任意のガスを合流ブロック 14 を介して供給することができる。なお、集積化ユニット 10 には、複数の合流ブロック 14 が設けられていても良く、この場合、各合流ブロックには、供給ラインの一部が接続される。

[0026] そして、本発明の実施形態による濃度測定装置 20 は、上記の合流ブロック 14 を利用して形成されたガスユニット 22 と、ガスユニット 22 と光学的または電氣的に接続された電気ユニット 24 とによって構成されており、合流ブロック 14 を流れるガスの濃度を測定できるように構成されている。

[0027] 濃度測定装置 20 を構成するガスユニット 22 は、ガスの温度（例えば 100℃～150℃）によっては高温になる可能性があるため、好適には高温耐性を有する光学系を用いて形成されている。一方、電気ユニット 24 は、典型的には、ガスユニット 22 と離間した室温環境下に設けられ、温度の影響を受けにくくなっている。以下、実施形態 1～5 に係る濃度測定装置について具体的に説明する。

[0028] （実施形態 1）

図 2 は、実施形態 1 の濃度測定装置 20 を構成するガスユニット 22 が形成される合流ブロック 14 を示す斜視図であり、図 3（a）および（b）は、合流ブロック 14 に設けられたガスユニット 22 を示す縦断面図および側面図である。

[0029] 図 2 に示すように、本実施形態で用いられる合流ブロック 14 は、集積化ユニットが設けられたベースプレート 16 上に固定されており、合流ブロック 14 の長手方向 D1 に沿って延びる長細い貫通孔によって形成されるメイ

ン流路L 1を有している。また、メイン流路L 1には、複数のサブ流路L 2が接続されている。サブ流路L 2の各々は、合流ブロック1 4の上面からメイン流路に達するように設けられた穴によって形成されており、メイン流路L 1と交差する方向（ここでは直交する方向）に延びている。

[0030] メイン流路L 1およびサブ流路L 2を形成する貫通孔および穴は、ドリルによる穿孔によって合流ブロック1 4に容易に形成することができる。合流ブロック1 4は、集積化ユニットを構成する他の流路ブロックと同様に、例えばステンレス鋼（特にはS U S 3 1 6 L）製であってよい。

[0031] 合流ブロック1 4の上面に形成されたサブ流路L 2の入口側の開口部には、集積化ユニットに設けられた各供給ライン（より具体的には、各ラインの最終段に設けられた開閉弁の出口）が接続される。この構成において、集積化ユニットの任意の供給ラインを流れるガスG a s A、G a s B、G a s Cを、合流ブロック1 4のサブ流路L 2を介してメイン流路L 1に流すことができる。なお、図2および図3に示す態様では、合流ブロック1 4として、3つの供給ラインが接続される3連ブロックを用いているが、これに限られず、任意の数のガス供給ラインが接続されるブロックを用いることができる。

[0032] また、合流ブロック1 4には、メイン流路L 1と連通するL字型の流出路L 3が形成された出口ブロック1 4 Aが固定されている。また、合流ブロック1 4には、出口ブロック1 4 Aの流出路L 3とメイン流路L 1と繋ぐための流路が形成されている。出口ブロック1 4 Aは、ガスケットを介して合流ブロック1 4にネジ止めにより堅密に固定されており、メイン流路L 1から流出路L 3を介してガスを流出させることができる。

[0033] 出口ブロック1 4 Aの上面に形成された、流出路L 3の開口部は、図示しない開閉弁（遮断弁）に接続されている。遮断弁を用いることによって、集積化ユニットからのガス流の停止をより確実に行うことができる。また、遮断弁の流出路は、ガス出口となる管状継手が設けられた流路ブロックに接続されており、遮断弁を開放しているときには管状継手を介して下流の流路お

よびプロセスチャンバにガスが供給される。

[0034] なお、合流ブロック 14 としては、複数のサブ流路 L2 とメイン流路 L1 とを有しベースプレート 16 に固定されるものである限り、図 2 に示す態様以外の種々のものを用いることが可能である。図 4 (a) および (b) は、他の態様の合流ブロック 14 を示す。図 4 (a) および (b) に示す合流ブロック 14 は、側面に継手部 14b を有し、継手部 14b と上面開口部とを連通する L 字型の流出路 L3 が設けられた出口ブロック 14B を用いて構成されている。出口ブロック 14B の流出路 L3 は、図 2 に示した出口ブロック 14A の流出路 L3 とは異なり、メイン流路 L1 とは直接的には連通していない。

[0035] 図 4 (a) および (b) に示す合流ブロック 14 において、出口用サブ流路 L2' (サブ流路の一つ) の上面開口部と、出口ブロック 14B の上面開口部とは、両者に跨るように配置された遮断弁 18 に接続されている。この構成において、メイン流路 L1 と連通する出口用サブ流路 L2' は、メイン流路 L1 からのガスを、遮断弁 18 を介して、出口ブロック 14B の流出路 L3 に流すために用いられる。そして、出口ブロック 14B の側面継手部 14b から、流路を介してプロセスチャンバにガスを供給することができる。

[0036] このように、合流ブロック 14 としては種々のものが用いられ得るが、以下では、図 2 に示した合流ブロック 14 を用いてガスユニット 22 を形成する例を説明する。ただし、他の態様の合流ブロック 14 においても、以下に説明する実施形態と同様に、ガスユニット 22 を形成することが可能なことは言うまでもない。

[0037] 図 3 (a) および (b) は、本実施形態の濃度測定装置 20 のガスユニット 22 の構成を示す。図 3 (a) に示すように、ガスユニット 22 は、合流ブロック 14 のメイン流路 L1 の端部に配置された透光性の入射窓 26 および透光性の出射窓 28 を有している。入射窓 26 および出射窓 28 は、封止部材 27、29 を用いて合流ブロック 14 の両端部に封止固定されている。

[0038] 本実施形態において、メイン流路 L1 は、合流ブロック 14 の長手方向に

沿って延びるように形成された貫通孔の両端を、それぞれ、封止部材 27、29（ここでは、ブラインド継手）で封止することによって形成されている。そして、この封止部材を利用して、濃度測定装置 20 を構成するガスユニット 22 の光学系が配置される。

[0039] 入射窓 26 を固定するための封止部材 27（以下、第 1 封止部材と呼ぶことがある）には、コリメータが設けられている。また、出射窓 28 を固定するための封止部材 29（以下、第 2 封止部材と呼ぶことがある）には、集光レンズが設けられている。入射窓 26 および出射窓 28 は、メイン流路 L1 を挟んで対向するように配置されており、入射窓 26 から入射してメイン流路 L1 を直進した光を、出射窓 28 から出射させることができる。合流ブロック 14 のメイン流路 L1 は、測定光の光路として利用される。

[0040] 入射窓 26 を固定する第 1 封止部材 27 には、コリメータに接続される光伝送路部材、具体的には光ファイバ 30 が設けられている。光ファイバ 30 は、電気ユニット 24 からガスユニット 22 に測定光（ここでは紫外光）を伝送するために用いられる。伝送された光は、コリメータにより平行光に変換されてから、入射窓 26 を介してメイン流路 L1 に入射される。

[0041] また、出射窓 28 を固定する第 2 封止部材 29 には、集光レンズによって集光された光を受け取る光ファイバ 31 が設けられている。光ファイバ 31 は、ガスユニット 22 のメイン流路 L1 を通過した光を、電気ユニット 24 に伝送するために用いられる。

[0042] なお、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、メイン流路 L1 に入射させる光に対しての内部透過率が、濃度測定を行い得る程度に十分に高いことを意味する。

[0043] 入射窓 26 および出射窓 28 は、例えば、厚さ 0.5 mm～2 mm、直径 5 mm～30 mm の円形サファイアプレートによって形成されている。入射窓 26 および出射窓 28 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。

[0044] 入射窓 26 および出射窓 28 をメイン流路 L1 に対してより確実に封止固定するために、入射窓 26 および出射窓 28 と第 1 および第 2 封止部材 27、29 との間には、メタルガスケット（例えば SUS316L 製）が配置されていてもよい。このメタルガスケットには、圧潰されてシール性を向上させる環状凸部が設けられていても良い。入射窓 26 および出射窓 28 を取り換えるときにメタルガスケットを新しいものに取り換えることによってシール性を確保することができる。

[0045] 合流ブロック 14 における入射窓 26 および出射窓 28 の取り付け部には、図 3（a）に示すように、メイン流路 L1 の端部の拡径部が形成されていてよく、この拡径部の底面（支持面）に入射窓 26 および出射窓 28 の周縁部を支持させることによって、入射窓 26 および出射窓 28 をシール性高く安定的に封止固定することができる。拡径部の支持面には、入射窓 26 および出射窓 28 に適合する形状を有する嵌合用の凹所が形成されていてもよい。また、拡径部の支持面と入射窓 26 および出射窓 28 との間にも、上記の環状凸部付のメタルガスケットを配して、シール性およびメンテナンス性を向上させてもよい。

[0046] 第 1 および第 2 封止部材 27、29 として用いられるブラインド継手としては、例えば、シール材が塗布された雄螺子を周面に有する金属プラグであってよく、これを合流ブロック 14 の両端に形成された雌ネジにネジ留めすることによって、入射窓 26 および出射窓 28 を支持面に対して押圧しながら封止固定することができる。ただし、第 1 および第 2 封止部材 27、29 は、メイン流路 L1 を適切に封止しながら入射窓 26 および出射窓 28 を固定できるものである限り、任意の態様のものであってよく、例えば、カシメ固定されるものであってもよい。

[0047] 上記のように構成されたガスユニット 22 は、離間して設けられた電気ユニット 24 から入射光を受け取り、かつ、メイン流路 L1 を通過した後の光

を電気ユニット 24 に送ることができる。ガスユニット 22 は、集積化ユニットの合流ブロック 14 を用いて形成されているので、比較的シンプルな構成でガス供給システムにコンパクトに組み込まれ、従来必要であったガスユニットの設置スペースを削減することができる。また、電気ユニット 24 としては、従来用いられていたユニットを利用することが可能であり、低コスト化を実現し得る。

[0048] 図 5 は、本実施形態で用いられる電気ユニット 24 の構成を示す。図 5 に示すように、電気ユニット 24 は、合流ブロック 14（図 3 参照）に入射させるための光を発する光源 40 と、合流ブロック 14 から出射した光を受け取る光検出器 44 と、光検出器 44 が出力する検出信号（受光した光の強度に応じた検出信号）に基づいてガスの濃度を演算により求める演算制御回路 46 とを備えている。また、電気ユニット 24 には、光源 40 からの参照光を受光する参照光検出器 48 も設けられている。本実施形態では、電気ユニット 24 は、光ファイバ 30、31 によって、ガスユニット 22 と光学的に接続されている。

[0049] 光源 40 は、互いに異なる波長の紫外光を発する 2 つの発光素子（ここでは LED）41、42 を備えている。発光素子 41、42 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、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、光検出器 44 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。

[0050] 発光素子 41、42 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。また、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することができる。発光素子は、3 つ以上設けられていてもよいし、設けたうちの選択された任意の発光素子のみを用いて入射光を生成するように構成されていてもよい。光源 40 には測温抵抗体に取り付けられていてもよい。さらに、発光素子が発する光は、紫外光に限られず可視光や赤外光であっても良い。光の波長は、測定対象のガスの吸光

特性に基づいて、適宜選択されてよいが、本実施形態では、紫外光を吸収する有機金属ガス（例えば、トリメチルガリウム（TMGa）やトリメチルアルミニウム（TMAI））の濃度測定を行うために、紫外光を用いている。

[0051] 光源40および参照光検出器48はビームスプリッタ49に取り付けられている。ビームスプリッタ49は、光源40からの光の一部を参照光検出器48に入射させるとともに、残りの光を光ファイバ30を介してガスユニット22へと導くように機能する。光検出器44および参照光検出器48を構成する受光素子としては、フォトダイオードやフォトトランジスタが好適に用いられる。

[0052] 演算制御回路46は、例えば、回路基板上に設けられたプロセッサやメモリなどによって構成され、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。なお、図示する態様では演算制御回路46は、電気ユニット24に内蔵されているが、その構成要素の一部（CPUなど）または全部が電気ユニット24の外側に設けられていてもよい。

[0053] 以上に説明した濃度測定装置20において、合流ブロック14のメイン流路L1を通過した波長 λ の光は、メイン流路L1に存在するガスによって、ガスの濃度に応じて吸収される。そして、演算制御回路46は、光検出器44からの検出信号を周波数解析することによって、当該波長 λ 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 からモル濃度 C_M を算出することができる。

$$A_\lambda = -\lg_{10} (I/I_0) = \alpha' L C_M \quad \dots (1)$$

[0054] 上記の式（1）において、 I_0 はメイン流路L1に入射させる入射光の強度、 I はメイン流路L1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 はメイン流路L1の光路長（ m ）、 C_M はモル濃度（ 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。 I/I_0 は、一般に透過率と呼ばれており、透過率 I/I_0 が100%のときに吸光度 A_λ は0となり、透過率 I/I_0 が0%のときに吸光度 A_λ は無限大となる。

。

[0055] なお、上記式における入射光強度 I_0 については、メイン流路 L 1 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ガスが充満しているときや、真空に引かれているとき）に光検出器 44 によって検出された光の強度を入射光強度 I_0 とみなしてよい。また、メイン流路 L 1 の光路長 L は、図 3 に示すように、入射窓 26 の接ガス側の表面から出射窓 28 の接ガス側の表面までの距離であり、この距離は予めわかっている。

[0056] 以上のようにして、本実施形態の濃度測定装置 20 は、メイン流路 L 1 を通過した光の吸光度に基づいてガスの濃度を求めることができる。ただし、濃度測定装置 20 は、合流ブロック 14 のメイン流路 L 1 を流れるガスの圧力および温度も考慮して、ガスの濃度を求めるように構成されていてもよい。以下、圧力および温度を考慮して混合ガス中に含まれる測定ガス（すなわち測定対象のガス）の濃度を求める態様について説明する。

[0057] 上述したように、ランベルト・ベールの式（1）が成り立つが、上記のモル濃度 C_M は、単位体積当たりのガスの物質量を指すので、 $C_M = n / V$ と表すことができる。ここで、 n はガスの物質量（mol）すなわちモル数であり、 V は体積（ m^3 ）である。

[0058] そして、測定対象がガスであるので、理想気体の状態方程式 $P V = n R T$ から、モル濃度 $C_M = n / V = P / R T$ が導かれ、これをランベルト・ベールの式に代入し、また、 $-\ln(I / I_0) = \ln(I_0 / I)$ を適用すると、下記の式（2）が得られる。

$$\ln(I_0 / I) = \alpha L (P / R T) \quad \dots (2)$$

[0059] 式（2）において、 R は気体定数 $= 0.0623 \text{ (Torr} \cdot m^3 / K / \text{mol)}$ であり、 P は圧力（Torr）であり、 T は温度（K）である。また、式（2）のモル吸光係数 α は、透過率の自然対数に対するモル吸光係数 α であり、式（1）の α' に対して、 $\alpha' = 0.434 \alpha$ の関係を満たすものである。

[0060] ここで、圧力センサが検出できる圧力は、測定ガスとキャリアガスとを含

む混合ガスの全圧 P_t (Torr) である。一方、吸収に関係するガスは、測定ガスのみであり、上記の式 (2) における圧力 P は、測定ガスの分圧 P_a に対応する。そこで、測定ガスの分圧 P_a を、ガス全体中における測定ガス濃度 C_v (体積%) と全圧 P_t とによって表した式である $P_a = P_t \cdot C_v$ を用いて式 (2) を表すと、圧力および温度を考慮したアセトンの濃度 (体積%) と吸光度との関係は、測定ガスの吸光係数 α_a を用いて、下記の式 (3) によって表すことができる。

$$\ln(I_0/I) = \alpha_a L (P_t \cdot C_v / RT) \quad \dots (3)$$

[0061] また、式 (3) を変形すると、下記の式 (4) が得られる。

$$C_v = (RT / \alpha_a L P_t) \cdot \ln(I_0/I) \quad \dots (4)$$

[0062] したがって、式 (4) によれば、各測定値 (ガス温度 T 、全圧 P_t 、および透過光強度 I) に基づいて、測定光波長における測定ガス濃度 (体積%) を演算により求めることが可能である。このようにすれば、ガス温度やガス圧力も考慮して混合ガス中における吸光ガスの濃度を求めることができる。なお、吸光係数 α_a は、既知濃度 (例えば 100% 濃度) の測定ガスを流したときの測定値 (T 、 P_t 、 I) から、式 (3) または (4) に従って予め求めておくことができる。このようにして求められた吸光係数 α_a はメモリに格納されており、式 (4) に基づいて未知濃度の測定ガスの濃度演算を行うときは、吸光係数 α_a をメモリから読み出して用いることができる。

[0063] メイン流路 L_1 を流れるガス温度 T を測定するための温度センサは、別途、合流ブロック 14 に取り付けてもよいし、あるいは、集積化ユニットに設けた流量制御装置 12 が温度センサを有している場合には、この温度センサの出力をガス温度 T として用いてもよい。また、全圧 P_t を測定するための圧力センサは、別途、合流ブロック 14 に取り付けてもよいし、あるいは、流量制御装置 12 が下流側の圧力センサを有している場合には、この圧力センサを利用して全圧 P_t を測定することも可能である。

[0064] (実施形態 2)

図 6 (a) および (b) は、実施形態 2 の濃度測定装置が備えるガスユニ

ット22aを示す縦断面図および側面図である。本実施形態においても、ガスユニット22aは、集積化ユニットに固定された合流ブロック14（図2、図4参照）を利用して構成されている。以下、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ことがある。

[0065] 本実施形態のガスユニット22aは、合流ブロック14の両端に、光源としても利用されるLED内蔵の封止部材27aと、光検出器としても利用されるフォトダイオード内蔵の封止部材29aとが設けられている。封止部材27aは、入射窓26を封止固定するために用いられ、封止部材29aは、出射窓28を封止固定するために用いられる。

[0066] このように、本実施形態のガスユニット22aは、光源および光検出器を含むように構成されているので、ガスユニット22aと接続される電気ユニットには、光源および光検出器を設ける必要はない。本実施形態において、電気ユニットは、実施形態1と同様の演算制御回路46を備えていればよい。

[0067] 本実施形態の濃度測定装置において、ガスユニット22aは、電気ユニットに設けられた演算制御回路から、配線ケーブル32を介して封止部材27aに内蔵されたLEDの発光を制御する信号を受け取り、入射窓26を介してメイン流路L1に測定光を入射させる。また、メイン流路L1を通過した光は、出射窓28を介して封止部材29aのフォトダイオードで受光される。そして、フォトダイオードで電気信号に変換されて、配線ケーブル33を介して電気ユニットの演算制御回路に送られる。演算制御回路は、受け取った電気信号に基づいて、実施形態1と同様に、メイン流路L1を流れるガスの濃度を演算により求めることができる。

[0068] 以上のように構成された実施形態2の濃度測定装置も、比較的シンプルな構成でガス供給システムにコンパクトに組み込まれ、従来必要であったガスユニットの設置スペースを削減することができる。

[0069] （実施形態3）

図 7 (a) および (b) は、実施形態 3 の濃度測定装置が備えるガスユニット 22b を示す縦断面図および側面図である。本実施形態においても、ガスユニット 22b は、集積化ユニットに固定された合流ブロック 14 (図 2、図 4 参照) を利用して構成されている。以下、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ことができる。

[0070] 本実施形態のガスユニット 22b では、合流ブロック 14 の一方の端部に、入射窓と出射窓とを兼用する共通窓部材 23 が封止部材 27b によって封止固定されている。また、合流ブロック 14 の他方の端部には、反射部材 25 が封止部材 29b によって封止固定されている。反射部材 25 の反射面は、入射光の進行方向または流路の中心軸に対して垂直に設けられており、メイン流路 L1 を直進した光を、同方向に反射させることができる。

[0071] 反射部材 25 は、例えばサファイアプレート (実施形態 1 および 2 の出射窓 28) 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ものであってよい。また、反射部材 25 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 (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。

[0072] 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できるため、例えば、入射光が反射部材 25 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 25 の外側に設置した光検出器などによって、透過した光を受光することもでき、透過した光を参照光として利用することも可能である。

[0073] 本実施形態のガスユニット 22b は、実施形態 1 と同様の電気ユニット 24 と光学的に接続されている。ただし、光の入射および出射を、合流ブロッ

ク 1 4 の片側の端部において行うので、封止部材 2 7 b には、入射用の光ファイバ 3 0 と、出射用の光ファイバ 3 1 との両方が接続されている。

[0074] 本実施形態の濃度測定装置において、電気ユニット 2 4 に設けられた光源 4 0 からの光は、光ファイバ 3 0 によって、メイン流路 L 1 の共通窓部材 2 3 に導光され、共通窓部材 2 3 からメイン流路 L 1 に入射される。また、メイン流路 L 1 を通過して反射部材 2 5 によって反射された光は、共通窓部材 2 3 から出射され、光ファイバ 3 1 によって電気ユニットの光検出器 4 4 へと導光される。

[0075] このように、メイン流路 L 1 に導光するための光ファイバ 3 0 と、メイン流路 L 1 から出射した光を導光するための光ファイバ 3 1 とを別個に設けることによって、迷光の影響を低減することができる。ただし、別の態様において、光ファイババンドルなどの入射光用と出射光用とを兼ねる一本の光伝送路部材を用いて、光源および測定光検出器と、測定セルとを接続するようにしてもよい。

[0076] 反射型の濃度測定装置の構成は、例えば、特許文献 2 に記載されている。本実施形態において、光学系の設計に関しては、特許文献 2 に記載の種々の態様を適用することが可能である。

[0077] 以上のように構成された実施形態 3 の濃度測定装置も、比較的シンプルな構成でガス供給システムにコンパクトに組み込まれ、従来必要であったガスユニットの設置スペースを削減することができる。

[0078] また、本実施形態では、メイン流路 L 1 の光路長 L は、入射窓 2 6 の接ガス側の表面から反射部材 2 5 の接ガス側の表面までの距離の 2 倍として規定される。このため、同じ寸法でありながら、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、実施形態 3 の濃度測定装置では、合流ブロック 1 4 の片側のみで光入射および光出射を行うので、部品点数を削減し得る。

[0079] (実施形態 4)

図 8 (a) および (b) は、実施形態 4 の濃度測定装置が備えるガスユニ

ット 2 2 c を示す上面図および側方からの横断面図である。本実施形態のガスユニット 2 2 c も、集積化ユニットに固定された合流ブロック 1 4 を利用して構成されている。以下、実施形態 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ことがある。

[0080] 本実施形態のガスユニット 2 2 c は、実施形態 1 ～ 3 とは異なり、メイン流路 L 1 ではなくサブ流路 L 2 と同じ方向に光を入射させるとともに、透過光の強度を測定するように構成されている。ガスユニット 2 2 c は、光学系の配置のためにサブ流路 L 2 の一つを利用しており、合流ブロック 1 4 の上面に濃度測定のための光学系を配置している。また、ガスユニット 2 2 c は、実施形態 3 と同様に、反射型の濃度測定装置を構成している。以下、光学系が配置されたサブ流路 L 2 を、ガス供給ラインに接続されたサブ流路 L 2 と区別するために、測定用穴部と呼ぶことがある。測定用穴部は、典型的には、サブ流路 L 2 と平行な方向に延びる穴である。

[0081] ガスユニット 2 2 c は、合流ブロック 1 4 の上面に設けられたコリメータ 5 0 と、共通窓部材 2 3 を封止固定するための窓押さえ部材 5 2 とを有しており、コリメータ 5 0 および窓押さえ部材 5 2 が、封止部材 2 7 b として機能している。コリメータ 5 0 には、コリメータレンズ 5 0 a が設けられており、光ファイバ 3 0 からの光を平行光にしてから共通窓部材 2 3 を通してサブ流路 L 2 方向に沿って測定用穴部に光を入射させることができる。コリメータ 5 0 および窓押さえ部材 5 2 は、ボルト穴 5 5 にボルトを差し込んで、合流ブロック 1 4 に固定することができる。

[0082] また、合流ブロックの下面側には、反射部材 2 5 が、共通窓部材 2 3 と対向するように設けられている。反射部材 2 5 は、封止部材 2 9 b によって封止固定されている。反射部材 2 5 によって反射された光は、測定用穴部を戻り、共通窓部材 2 3 を通ってコリメータ 5 0 に入力される。そして、光ファイバ 3 1 を介して電気ユニットの光検出器へと伝送される。本実施形態においても、光検出器の出力に基づいてガス濃度を演算により求めることができる。なお、本実施形態における光路長 L は、垂直方向における共通窓部材 2

3と反射部材25との間の距離の2倍として求められる。

[0083] 本実施形態では、メイン流路L1を光路として用いていないので、メイン流路L1の両端に光学系を配置する必要がない。このため、図8(a)および(b)に示すように、メイン流路L1は、貫通孔ではなく、最も奥のサブ流路L2まで延びる長穴を、封止部材54で封止することによって形成されている。また、他の態様において、封止部材54の代わりに継手部材を設けて、これをガス出口として用いて、下流側にガスを流す構成を採用してもよい。

[0084] (実施形態5)

図9(a)および(b)は、実施形態5の濃度測定装置が備えるガスユニット22dを示す側方からの横断面図および端面からの横断面図である。本実施形態のガスユニット22dも、集積化ユニットに固定された合流ブロック14を利用して構成されている。以下、実施形態3、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ことがある。

[0085] 図9(a)および(b)に示すように、ガスユニット22dは、実施形態4と同様に、サブ流路L2の方向に沿って光を往復させる反射型の濃度測定装置を構成している。ただし、実施形態4のように合流ブロック14の下面側に反射部材を封止固定するのではなく、合流ブロック14の上面に設けた共通窓部材23の封止部材27bと接続された支持部材58を、反射部材25を支持するために用いている。

[0086] ガスユニット22dにおいて、封止部材27bは、コリメータ50と、窓受け部材56とによって構成されている。支持部材58は、窓受け部材56から延設しており、反射部材25を取り付けた状態で、測定用穴部に沿って上方から挿入可能である。

[0087] 以上の構成によれば、合流ブロック14に特に加工を行うことなく、サブ流路L2の1つを利用して、合流ブロック14の上方から、反射部材25を流路の下方に配置させることができる。本実施形態では、コリメータ50、

共通窓部材 2 3 に加えて、反射部材 2 5 までも一体化できているので利便性が高い。

[0088] 支持部材 5 8 は、メイン流路 L 1 に届く長さを有することが、ガス濃度測定を良好に行うために好ましい。支持部材 5 8 は、図示するような板状のものに限られず、円筒状で一側面を切削したものであってもよいし、2 本の棒材で構成されていてもよい。支持部材 5 8 は、測定光の光路を横切らず、また、光路にガスが届くことを阻害するものでない限り、任意の態様を有し得る。

[0089] 以上、実施形態 1 ～ 5 に係る濃度測定装置について説明したが、いずれの濃度測定装置も、合流ブロックを利用してガス供給システムにコンパクトに組み込まれ、合流ブロックを流れる種々のガスの濃度を適切に測定することができる。なお、本発明は、上記の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。

産業上の利用可能性

[0090] 本発明の実施形態による濃度測定装置は、ガス供給システムに組み込まれてガスの濃度を測定するために好適に利用される。

符号の説明

- [0091]
- 1 ガス供給システム
 - 3 ガス供給源
 - 5 供給ライン
 - 7 プロセスチャンバ
 - 9 真空ポンプ
 - 10 集積化ユニット
 - 12 流量制御装置
 - 14 合流ブロック
 - 16 ベースプレート
 - 20 濃度測定装置
 - 22 ガスユニット

- 2 3 共通窓部材
- 2 4 電気ユニット
- 2 5 反射部材
- 2 6 入射窓
- 2 7 封止部材
- 2 8 出射窓
- 2 9 封止部材
- 3 0、3 1 光ファイバ
- 3 2、3 3 配線ケーブル
- 4 0 光源
- 4 4 光検出器
- 4 6 演算制御回路
- 4 8 参照光検出器

請求の範囲

- [請求項1] 複数のガス供給ラインが接続された合流ブロック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であって、
- 前記合流ブロックに形成された流路に入射させる光を発する光源と、
- 、
- 前記流路から出射した光を受け取る光検出器と、
- 前記光検出器の出力に基づいて前記流路を流れるガスの濃度を求める演算制御回路と
- を備え、
- 前記合流ブロックに対して、前記光源からの光を前記流路に入射させるための透光性の入射窓および前記流路を通過した光を出射させるための透光性の出射窓の少なくともいずれかが封止固定されている、濃度測定装置。
- [請求項2] 前記合流ブロックは、前記複数のガス供給ラインがそれぞれ接続される複数のサブ流路と、前記複数のサブ流路が接続されるメイン流路とを有し、
- 前記入射窓と前記出射窓とが、前記メイン流路の両端部に封止固定されている、請求項1に記載の濃度測定装置。
- [請求項3] 前記入射窓は、前記合流ブロックに対して、コリメータを有する第1封止部材によって封止固定され、前記光源と前記第1封止部材とが光伝送路部材によって繋がれており、
- 前記出射窓は、前記合流ブロックに対して、第2封止部材によって封止固定され、前記光検出器と前記第2封止部材とは光伝送路部材によって繋がれている、請求項2に記載の濃度測定装置。
- [請求項4] 前記入射窓は、前記合流ブロックに対して、前記光源およびコリメータを有する第1封止部材によって封止固定され、
- 前記出射窓は、前記合流ブロックに対して、前記光検出器を有する第2封止部材によって封止固定されている、請求項2に記載の濃度測

定装置。

[請求項5] 前記合流ブロックは、前記複数のガス供給ラインがそれぞれ接続される複数のサブ流路と、前記複数のサブ流路が接続されるメイン流路とを有し、

前記入射窓は、前記出射窓を兼ねる共通窓部材であり、前記共通窓部材が前記メイン流路の一端部に封止固定され、前記流路に入射した光を反射する反射部材が前記メイン流路に固定されている、請求項1に記載の濃度測定装置。

[請求項6] 前記共通窓部材と前記光源とを接続するための光伝送路部材と、前記共通窓部材と前記光検出器とを接続するための光伝送路部材とが、別個に設けられている、請求項5に記載の濃度測定装置。

[請求項7] 前記合流ブロックは、前記複数のガス供給ラインがそれぞれ接続される複数のサブ流路と、前記複数のサブ流路が接続されるメイン流路とを有し、

前記入射窓は、前記出射窓を兼ねる共通窓部材であり、前記共通窓部材が、測定用穴部を封止するように固定されており、前記測定用穴部に入射した光を反射する反射部材が前記共通窓部材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。

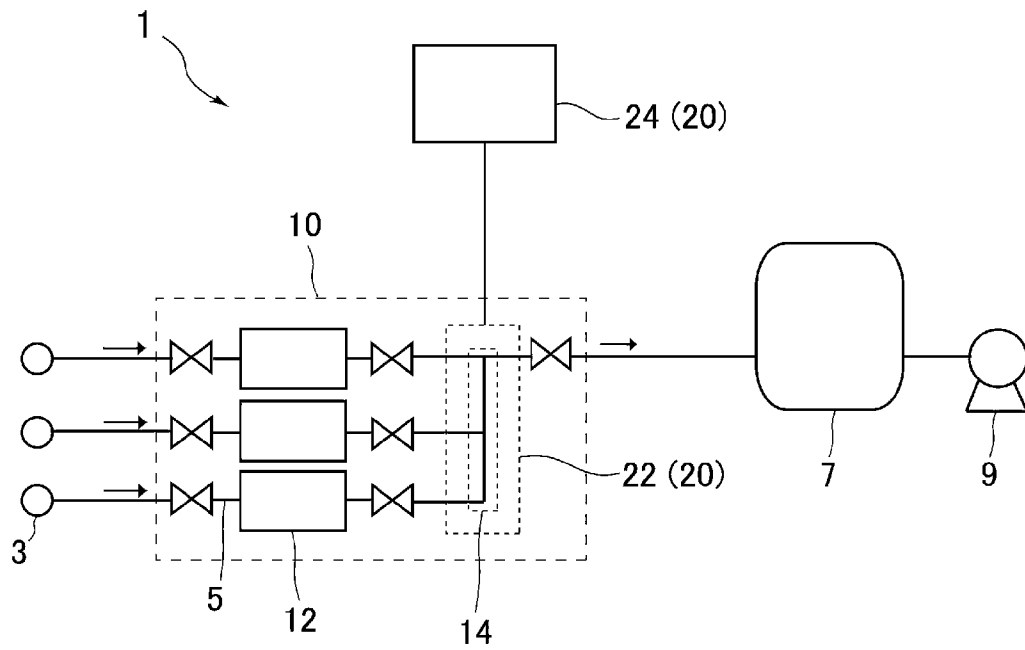
[請求項8] 前記共通窓部材を封止固定するための封止部材と接続され、前記測定用穴部に沿って延びる支持部材を有し、前記反射部材が前記支持部材によって支持されている、請求項7に記載の濃度測定装置。

[請求項9] 前記メイン流路は、前記合流ブロックの長手方向に沿って延びる貫通孔によって形成されており、前記複数のサブ流路の各々は、前記メイン流路と交差する方向に延び、前記合流ブロックの表面から前記メイン流路に達するように設けられた穴によって形成されている、請求項2から8のいずれかに記載の濃度測定装置。

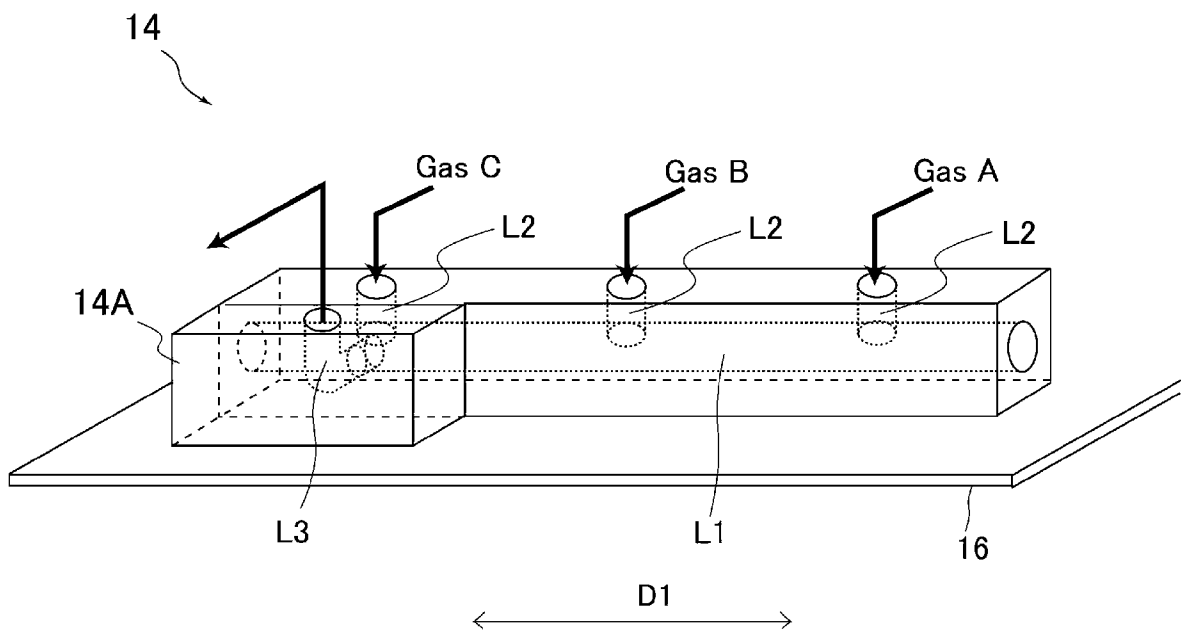
[請求項10] 前記合流ブロックは、前記複数のガス供給ラインがベースプレート上に形成された集積化ユニットの出口側において前記ベースプレート

上に固定された流路ブロックである、請求項 1 から 9 のいずれかに記載の濃度測定装置。

[図1]

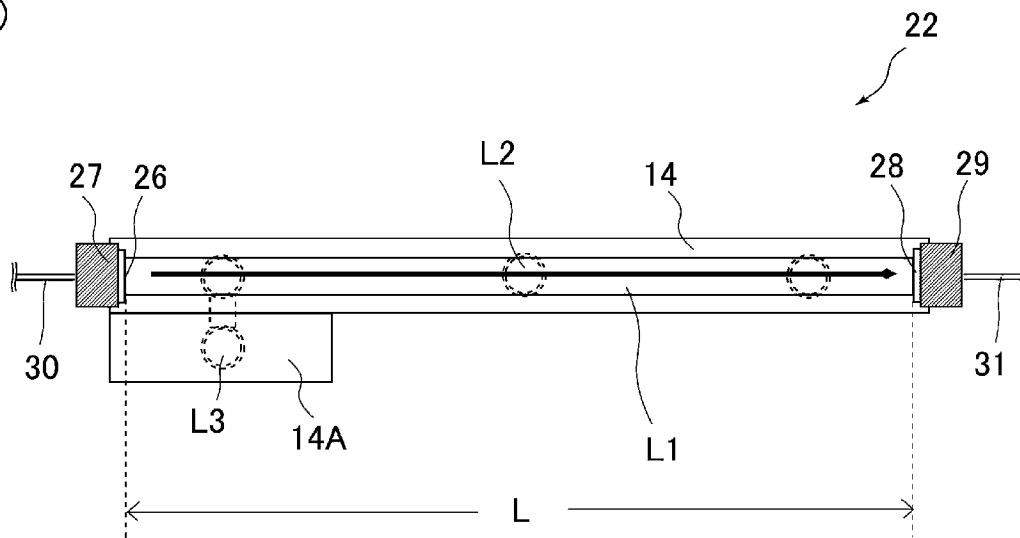


[図2]

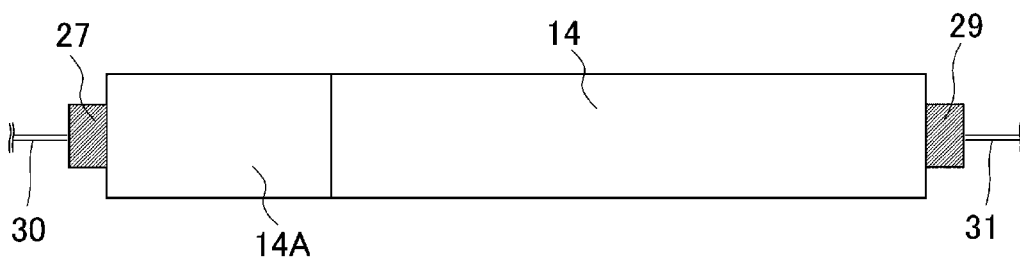


[図3]

(a)

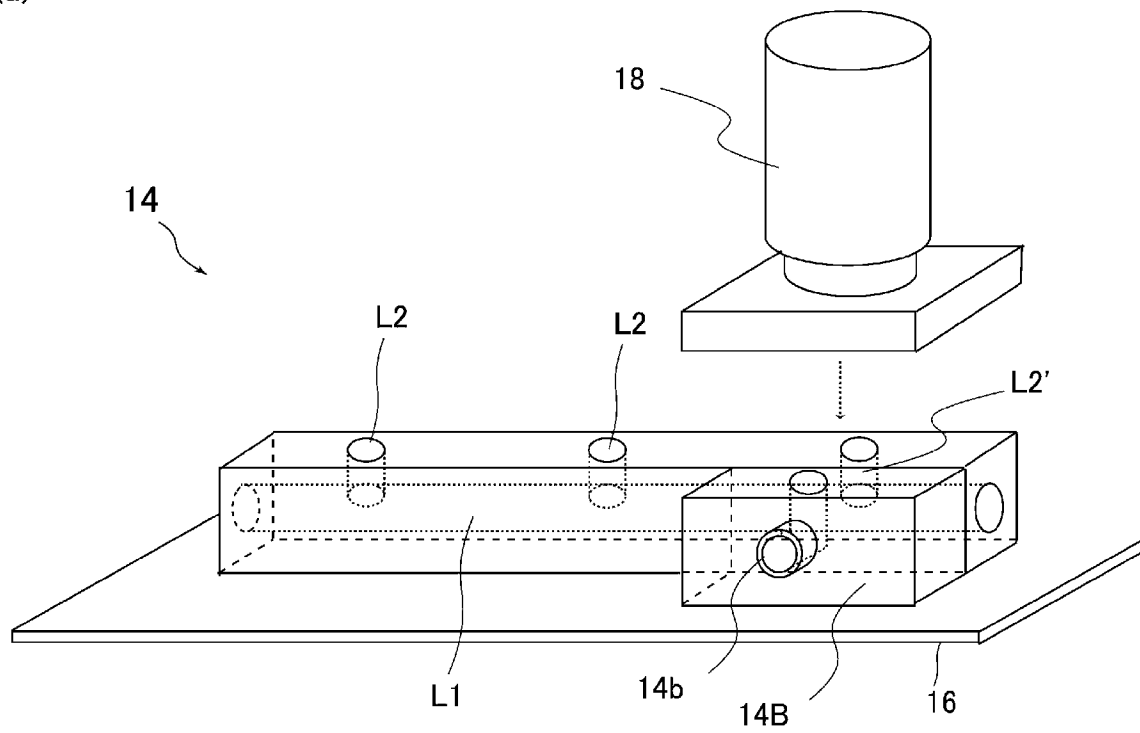


(b)

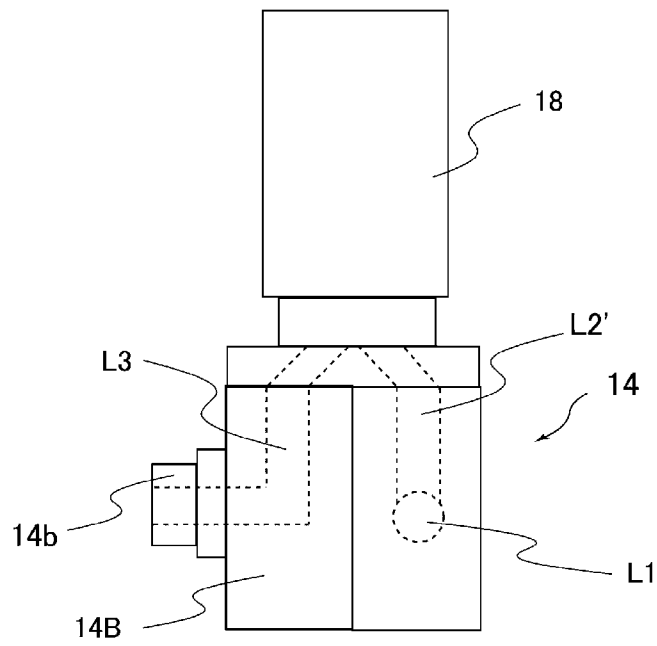


[図4]

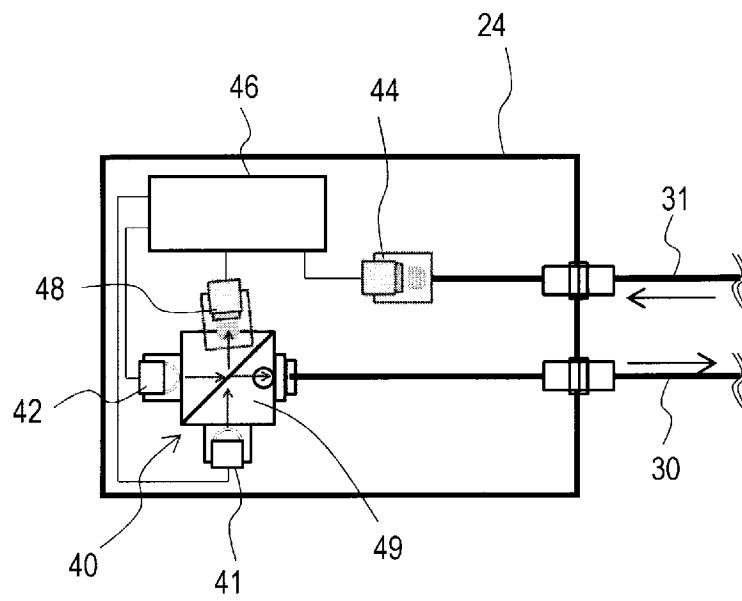
(a)



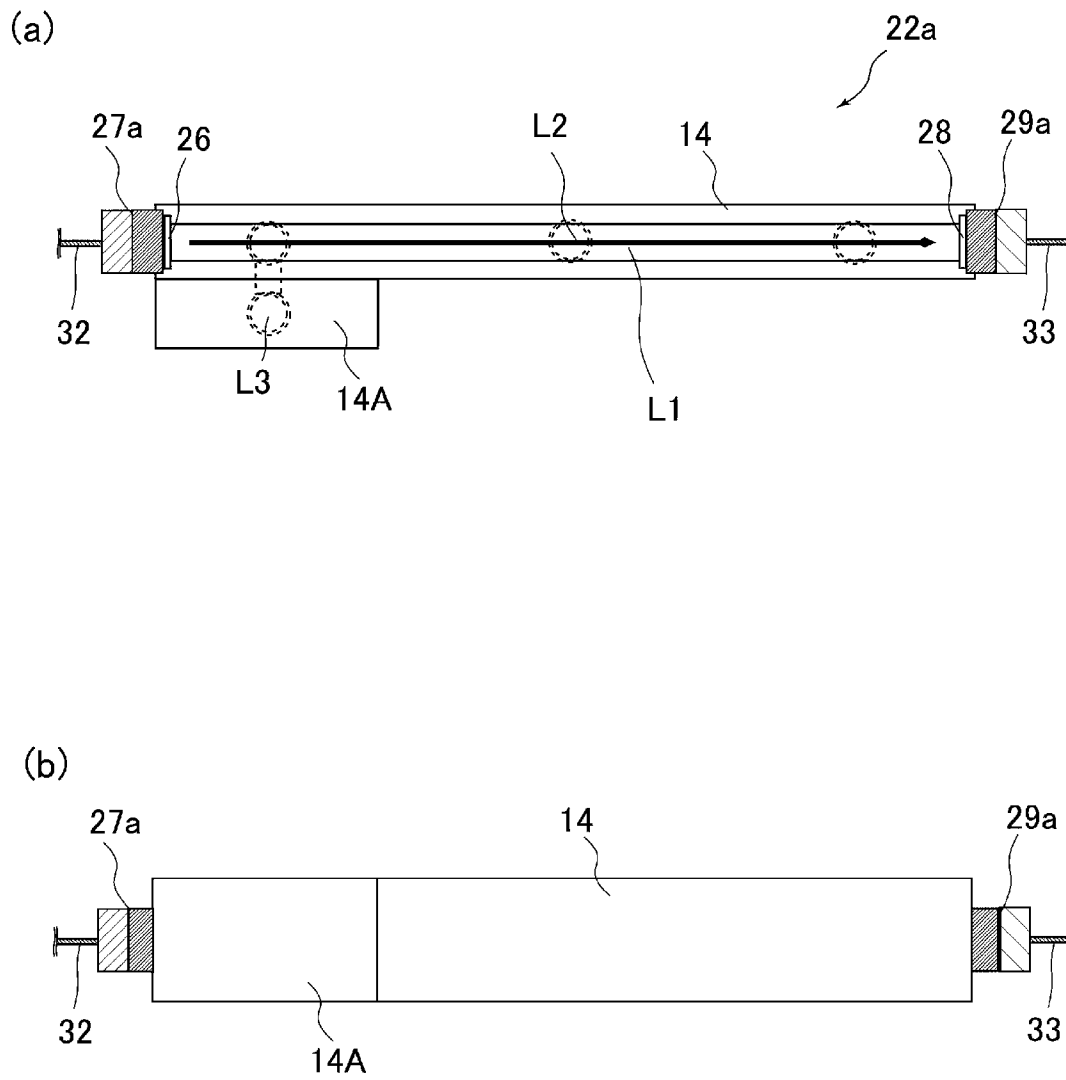
(b)



[図5]

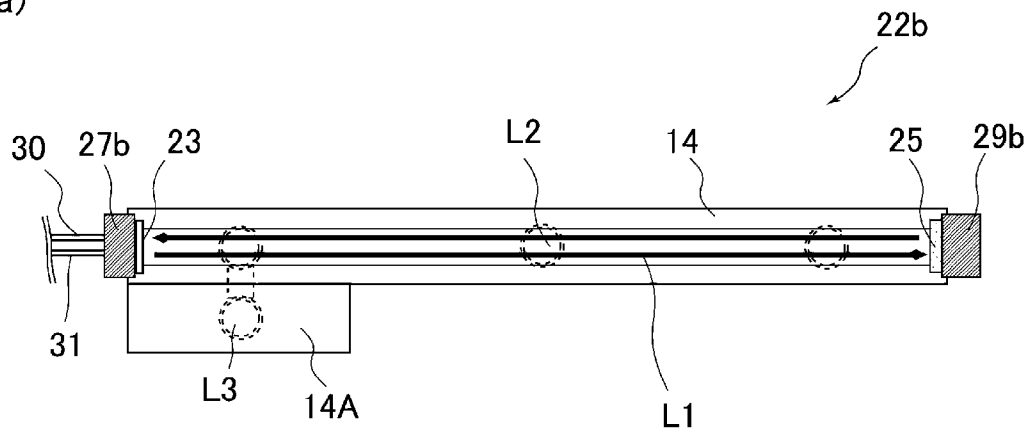


[図6]

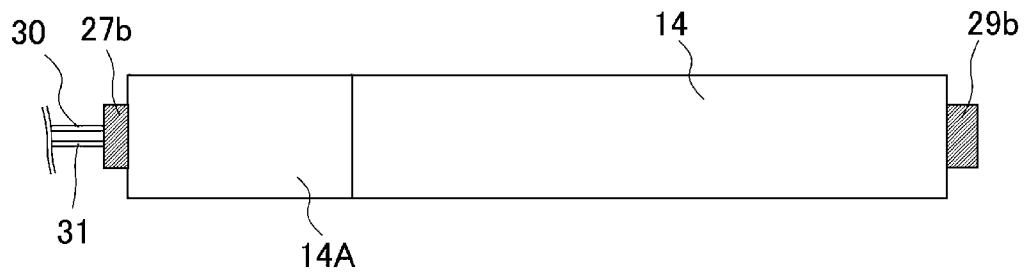


[図7]

(a)

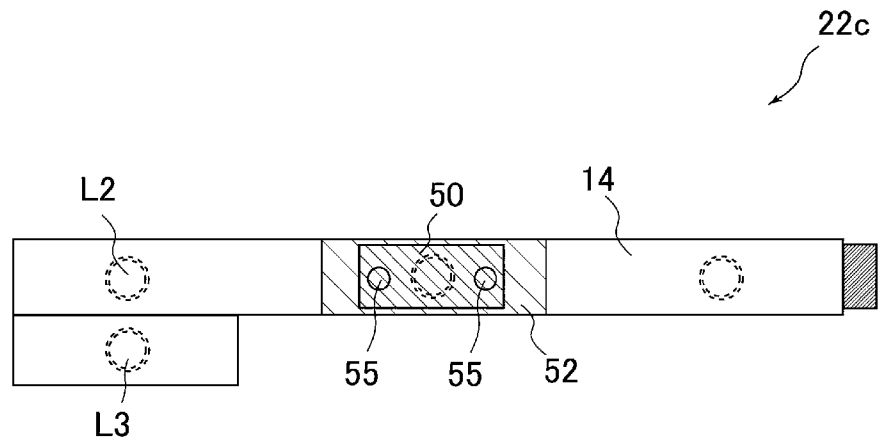


(b)

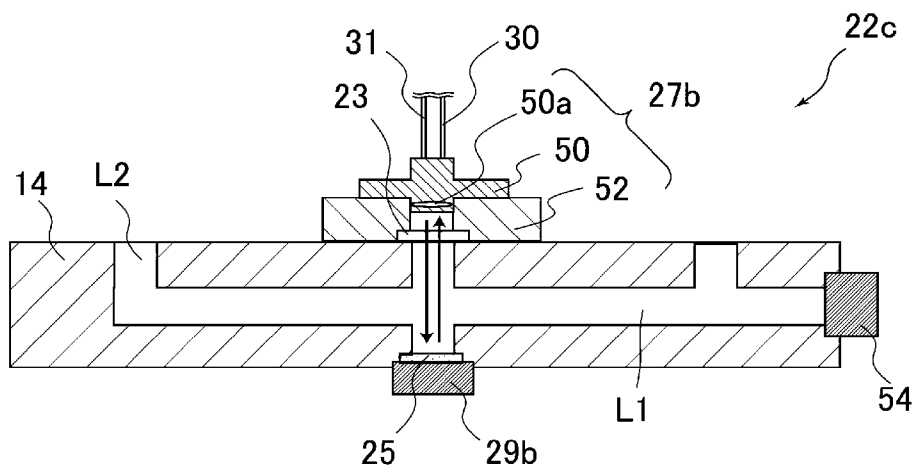


[図8]

(a)

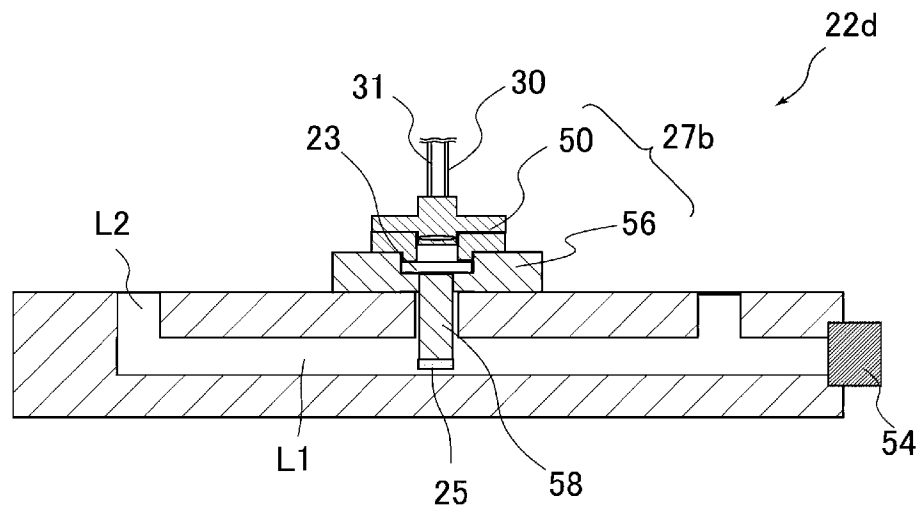


(b)

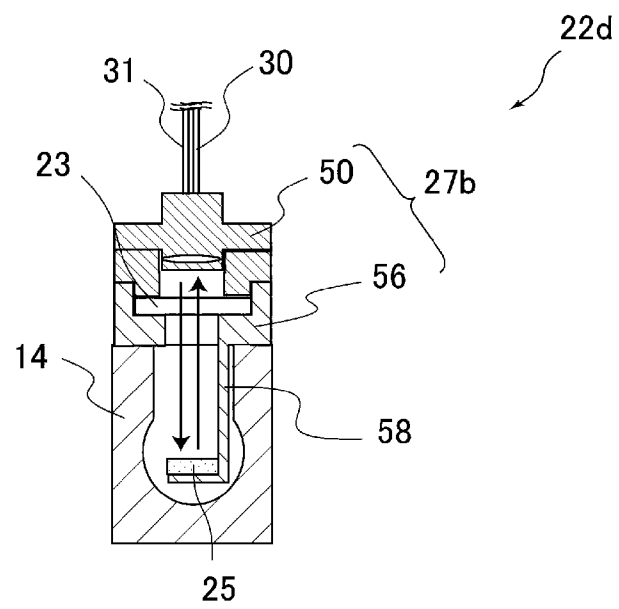


[図9]

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/011902

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G01N21/03 (2006.01) i, G01N21/33 (2006.01) i, H01L21/02 (2006.01) i
FI: G01N21/33, G01N21/03 B, H01L21/02 Z

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)

Int. Cl. G01N21/00-21/61, G01N1/00-1/44, H01L21/02, H01L21/205,
H01L21/31, H01L21/365, H01L21/469, H01L21/86, C23C16/00-16/56, C30B25/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020
Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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 05-132393 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 28 May	1-2, 9-10
Y	1993, paragraphs [0009]-[0013], fig. 1, 4	3-8
Y	WO 2017/029792 A1 (THE UNIVERSITY OF TOKUSHIMA) 23 February 2017, paragraphs [0027]-[0038], fig. 1, 2	3-4
Y	JP 2011-196832 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 06 October 2011, paragraphs [0021]-[0023], fig. 1	4
Y	JP 2018-017644 A (THE UNIVERSITY OF TOKUSHIMA) 01 February 2018, paragraphs [0063]-[0080], fig. 6-8	5-6
Y	JP 2017-211357 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 30 November 2017, paragraphs [0068]-[0072], fig. 7	7-8



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
31.05.2020

Date of mailing of the international search report
09.06.2020

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/JP2020/011902

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 2012-173022 A (SHIMADZU CORP.) 10 September 2012, entire text, fig. 1-5	1 - 10
A	WO 2008/074142 A1 (PICOMOLE INSTRUMENTS INC.) 26 June 2008, entire text, fig. 1-4	1-10
A	JP 08-153685 A (MITSUBISHI CORP.) 11 June 1996, entire text, fig. 1, 2	1 - 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/011902

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 05-132393 A	28.05.1993	(Family: none)	
WO 2017/029792 A1	23.02.2017	US 2018/0217054 A1 paragraphs [0031]- [0042], fig. 1, 2 KR 10-2017-0134742 A CN 107923841 A TW 201719148 A	
JP 2011-196832 A	06.10.2011	(Family: none)	
JP 2018-017644 A	01.02.2018	US 2019/0271636 A1 paragraphs [0075]- [0094], fig. 6-8 WO 2018/021311 A1 TW 201816389 A KR 10-2018-0104090 A CN 109477791 A	
JP 2017-211357 A	30.11.2017	EP 3176564 A1 paragraphs [0068]- [0072], fig. 7 CN 106872399 A	
JP 2012-173022 A	10.09.2012	(Family: none)	
WO 2008/074142 A1	26.06.2008	JP 2010-513875 A US 2010/0002234 A1 CA 2671122 A	
JP 08-153685 A	11.06.1996	US 5810928 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01N 21/03(2006.01)i; G01N 21/33(2006.01)i; H01L 21/02(2006.01)i FI: G01N21/33; G01N21/03 B; H01L21/02 Z		
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）） G01N 21/00-21/61; G01N 1/00-1/44; H01L 21/02; H01L 21/205; H01L 21/31; H01L 21/365; H01L 21/469; H01L 21/86; C23C 16/00-16/56; C30B 25/16		
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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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 05-132393 A（三菱電機株式会社）28.05.1993（1993-05-28） 段落番号【0009】-【0013】，第1図，第4図	1-2，9-10
Y		3-8
Y	WO 2017/029792 A1（国立大学法人徳島大学）23.02.2017（2017-02-23） 段落番号【0027】-【0038】，第1-2図	3-4
Y	JP 2011-196832 A（富士電機株式会社）06.10.2011（2011-10-06） 段落番号【0021】-【0023】，第1図	4
Y	JP 2018-017644 A（国立大学法人徳島大学）01.02.2018（2018-02-01） 段落番号【0063】-【0080】，第6-8図	5-6
Y	JP 2017-211357 A（富士電機株式会社）30.11.2017（2017-11-30） 段落番号【0068】-【0072】，第7図	7-8
A	JP 2012-173022 A（株式会社島津製作所）10.09.2012（2012-09-10） 全文，第1-5図	1-10
A	WO 2008/074142 A1（PICOMOLE INSTRUMENTS INC.）26.06.2008（2008-06-26） 全文，第1-4図	1-10
☒ 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抵触するものではなく、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 31.05.2020		国際調査報告の発送日 09.06.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 平田 佳規 2W 9807 電話番号 03-3581-1101 内線 3258

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
A	JP 08-153685 A (三菱商事株式会社) 11.06.1996 (1996 - 06 - 11) 全文, 第 1 - 2 図	1 - 1 0

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/011902

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	05-132393	A	28.05.1993	(ファミリーなし)	
WO	2017/029792	A1	23.02.2017	US 2018/0217054 A1	
				段落番号【0031】－	
				【0042】，第1－2図	
				KR 10-2017-0134742 A	
				CN 107923841 A	
				TW 201719148 A	
JP	2011-196832	A	06.10.2011	(ファミリーなし)	
JP	2018-017644	A	01.02.2018	US 2019/0271636 A1	
				段落番号【0075】－	
				【0094】，第6－8図	
				WO 2018/021311 A1	
				TW 201816389 A	
				KR 10-2018-0104090 A	
				CN 109477791 A	
JP	2017-211357	A	30.11.2017	EP 3176564 A1	
				段落番号【0068】－	
				【0072】，第7図	
				CN 106872399 A	
JP	2012-173022	A	10.09.2012	(ファミリーなし)	
WO	2008/074142	A1	26.06.2008	JP 2010-513875 A	
				US 2010/0002234 A1	
				CA 2671122 A	
JP	08-153685	A	11.06.1996	US 5810928 A	