

WO 2016/174762 A1



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： レーザ式ガス分析計

技術分野

[0001] 本発明は、排ガスなどの分析対象ガスに含まれる測定対象ガスのガス濃度を測定するレーザ式ガス分析計に関する。

背景技術

[0002] レーザ式ガス分析計の先行技術が、例えば、特許文献１（特開２００９－４７６７７号公報）に開示されている。この先行技術のレーザ式ガス分析計は、煙道の内部を通過する排ガスのガス分析を行う。煙道の配管の壁には２個のフランジが対向位置にて固定される。これらフランジに発光部と受光部とがそれぞれ固定される。発光部が煙道内にレーザ光を出射し、煙道内の排ガス中の測定対象ガスにより吸光されたレーザ光を受光部が受光する。そして、このレーザ光の強度変化に基づいて、排ガス中の測定対象ガスの濃度が測定される。煙道内の排ガスを直接分析できるというメリットがある。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２００９－４７６７７号公報（発明の名称「レーザ式ガス分析計」、段落番号〔００２９〕～〔００３１〕，図１）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 先行技術のレーザ式ガス分析計を、特に船舶用ディーゼルエンジンの排ガスの監視に利用したいという要請があった。この監視の正確さを保証するため、レーザ式ガス分析計は、定期的に校正される必要がある。

[0005] 先行技術のレーザ式ガス分析計を校正する場合、校正ガスを用いてガス分析を行う必要がある。しかしながら、先行技術のレーザ式ガス分析計は、煙道を挟み、対向して発光部と受光部が設置されるため、測定空間は煙道内の空間である。船舶用ディーゼルエンジンの排ガスの監視の場合、航海中の煙

道内には排ガスが常時流れていて煙道内に校正ガスを充填できない。したがって、先行技術のレーザ式ガス分析計は、設置状態における航海中の校正が不可能である。

[0006] そこで、校正を行う場合、発光部と受光部を煙道から取り外して校正ガスを用いる校正を行い、再び煙道に発光部と受光部を取り付ける。この取り付けの際に再度の光軸調整も行われる。この校正作業は技術的に容易ではなく手間を要する。

[0007] このように難しい校正作業を頻繁に行う必要があるため、先行技術のレーザ式ガス分析計を採用しにくいという問題があった。校正作業が簡単なレーザ式ガス分析計の開発が必要となった。

[0008] 本発明は、上記の問題を解決するためになされたものであり、その目的は、設置箇所から取り外すことなく校正可能な構造を採用して校正作業を容易にし、長期間の安定した分析の実現が可能なレーザ式ガス分析計を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 上記課題を解決する第1の発明は、
分析対象ガスが流れる流路に配置される開口部を有し、前記開口部を通じて流路中の分析対象ガスを導入するガス導入部と、
前記ガス導入部と連通し、分析対象ガスが導入される測定空間を内部に有するガスセルと、
前記ガスセルと連通し、前記ガスセルの前記測定空間から分析対象ガスを導出する n 個（ n は自然数）のガス導出部と、
前記ガスセルと連通し、前記ガスセルの前記測定空間に校正ガスを導入する校正ガス導入部と、
前記ガスセルと連通し、前記ガスセルの前記測定空間から校正ガスを導出する校正ガス導出部と、
前記ガス導入部を開閉する導入側バルブと、
前記 n 個のガス導出部を開閉する n 個の導出側バルブと、

前記校正ガス導入部を開閉する校正ガス導入側バルブと、
前記校正ガス導出部を開閉する校正ガス導出側バルブと、
前記導入側バルブ、前記 n 個の導出側バルブ、前記校正ガス導入側バルブ
、および、前記校正ガス導出側バルブの開閉を制御する制御部と、
前記ガスセルの一端側に配置され、前記ガスセルの前記測定空間を通過す
るようにレーザ光を照射する発光部と、
前記ガスセルの他端側に配置され、前記ガスセルの前記測定空間を通過し
たレーザ光を受光して検出信号を出力する受光部と、
を少なくとも備え、

前記制御部は、測定時では前記校正ガス導入側バルブおよび前記校正ガス
導出側バルブの開制御を行うとともに前記導入側バルブおよび前記 n 個の導
出側バルブの開制御を行って前記ガスセルの前記測定空間内に測定対象ガス
を含む分析対象ガスを流し、また、校正時では前記校正ガス導入側バルブお
よび前記校正ガス導出側バルブの開制御を行うとともに前記導入側バルブお
よび前記 n 個の導出側バルブの開制御を行って前記ガスセルの前記測定空間
内に校正ガスを流すことを特徴とするレーザ式ガス分析計とした。

[0010] また、上記の第 1 の発明では、

分析対象ガスが流れる流路が形成されたダクトをさらに備え、
前記ガス導入部および前記 n 個のガス導出部が前記ダクトに連通する状態
で一体に固定されることを特徴とするレーザ式ガス分析計としても良い。

[0011] 上記課題を解決する第 2 の発明は、

分析対象ガスが流れる流路に配置される開口部を有し、前記開口部を通じ
て流路中の分析対象ガスを導入するガス導入部と、

前記ガス導入部と連通し、分析対象ガスが導入される測定空間を内部に有
するガスセルと、

前記ガスセルと連通し、前記ガスセルの前記測定空間から分析対象ガスを
導出する複数のガス導出部と、

前記ガスセルの一方の端部付近で連通し、前記ガスセルの前記測定空間に

校正ガスまたはパージガスの導入を行う校正ガス導入部と、

前記ガスセルの他方の端部付近で連通し、前記ガスセルの前記測定空間から校正ガスの導出またはパージガスの導入を行う校正ガス導出部と、

前記ガス導入部を開閉する導入側バルブと、

前記複数のガス導出部を開閉する複数の導出側バルブと、

前記校正ガス導入部から校正ガスの導入またはパージガスの導入の何れかを選択する校正ガス導入側バルブと、

前記校正ガス導出部から校正ガスの導出またはパージガスの導入の何れかを選択する校正ガス導出側バルブと、

前記導入側バルブ、前記複数の導出側バルブ、前記校正ガス導入側バルブ、および、前記校正ガス導出側バルブの開閉を制御する制御部と、

前記ガスセルの一端側に配置され、前記ガスセルの前記測定空間を通過するようにレーザ光を照射する発光部と、

前記ガスセルの他端側に配置され、前記ガスセルの前記測定空間を通過したレーザ光を受光して検出信号を出力する受光部と、

を少なくとも備え、

前記制御部は、測定時では前記校正ガス導入側バルブおよび前記校正ガス導出側バルブがともにパージガスを導入する切換制御および前記導入側バルブおよび前記複数の導出側バルブの開制御を行って前記ガスセルの前記測定空間の両端にパージガスを流しつつ測定対象ガスを含む分析対象ガスを流し、また、校正時では前記校正ガス導入側バルブがパージガスを導入して前記校正ガス導出側バルブがパージガスを導出する切換制御および前記導入側バルブおよび前記複数の導出側バルブの閉制御を行って前記ガスセルの前記測定空間内に校正ガスを流すことを特徴とするレーザ式ガス分析計とした。

[0012] 上記課題を解決する第3の発明は、

分析対象ガスが流れる流路に配置される開口部を有し、前記開口部を通じて流路中の分析対象ガスを導入するガス導入部と、

前記ガス導入部と連通し、分析対象ガスが導入される測定空間を内部に有

するガスセルと、

前記ガスセルと連通し、前記ガスセルの前記測定空間から分析対象ガスを導出する複数のガス導出部と、

前記ガスセルの両端付近で連通し、前記ガスセルの前記測定空間にパージガスを導入する複数のパージガス導入部と、

校正ガス測定空間と、前記校正ガス測定空間に校正ガスまたは不干渉ガスを導入する校正ガス導入部と、前記校正ガス測定空間から校正ガスを導出する校正ガス導出部と、を有し、前記ガスセルの何れか一端に設置される校正ガスセルと、

前記ガスセルまたは前記校正ガスセルの何れか一端側に配置され、前記ガスセルの前記測定空間および前記校正ガスセルの前記校正ガス測定空間を通過するようにレーザ光を照射する発光部と、

前記ガスセルまたは前記校正ガスセルの残る他端側に配置され、前記ガスセルの前記測定空間および前記校正ガスセルの前記校正ガス測定空間を通過したレーザ光を受光して検出信号を出力する受光部と、

前記ガス導入部を開閉する導入側バルブと、

前記複数のガス導出部を開閉する複数の導出側バルブと、

前記校正ガス導入部から校正ガスの導入または不干渉ガスの導入の何れかを選択する校正ガス導入側バルブと、

前記校正ガス導出部を開閉する校正ガス導出側バルブと、

前記導入側バルブ、前記複数の導出側バルブおよび前記校正ガス導出側バルブの開閉と前記校正ガス導入側バルブの切換とを制御する制御部と、

を少なくとも備え、

前記制御部は、測定時では前記校正ガス導入側バルブが不干渉ガスを導入する切換制御および前記校正ガス導出側バルブの開制御を行うとともに前記導入側バルブおよび前記複数の導出側バルブを開制御して前記校正ガスセルの前記校正ガス測定空間に不干渉ガスを充填した状態で前記ガスセルの前記測定空間の両端にパージガスを流しつつ測定対象ガスを含む分析対象ガスを

流し、また、校正時では前記校正ガス導入側バルブが校正ガスを導入する切換制御および前記校正ガス導出側バルブの開制御を行うとともに前記導入側バルブおよび前記複数の導出側バルブの閉制御を行って前記校正ガスセルの前記校正ガス測定空間に校正ガスが流れる状態で前記ガスセルの前記測定空間内にパージガスを流すことを特徴とするレーザ式ガス分析計とした。

- [0013] また、上記の第2、第3の発明では、
分析対象ガスが流れる流路が形成されたダクトをさらに備え、
前記ガス導入部および前記複数のガス導出部が前記ダクトに連通する状態で一体に固定されることを特徴とするレーザ式ガス分析計としても良い。

発明の効果

- [0014] 本発明によれば、設置箇所から取り外すことなく校正可能な構造を採用して校正作業を容易にし、長期間の安定した分析の実現が可能なレーザ式ガス分析計を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0015] [図1]本発明を実施するための第1の形態に係るレーザ式ガス分析計の構成図である。
[図2]本発明を実施するための第2の形態に係るレーザ式ガス分析計の構成図である。
[図3]本発明を実施するための第3の形態に係るレーザ式ガス分析計の構成図である。
[図4]本発明を実施するための第4の形態に係るレーザ式ガス分析計の構成図である。
[図5]本発明を実施するための第5の形態に係るレーザ式ガス分析計の構成図である。

発明を実施するための形態

- [0016] 続いて、本発明を実施するための第1の形態に係るレーザ式ガス分析計について、図を参照しつつ説明する。図1は、本形態のレーザ式ガス分析計1の構成図である。図1において、太線の矢印は電気信号の経路を、細線の矢

印は分析対象ガスの流通経路を、破線は各バルブへの制御線をそれぞれ示す。この矢印については、図2～図5においても同様に図示される。

[0017] まず、本形態のレーザ式ガス分析計1の構成要素とそれらの機能について説明する。レーザ式ガス分析計1は、図1で示すように、発光部10、ガスセル20、受光部30、ダクト側ガス導入部40、ダクト側ガス導出部50、導入側バルブ60、導出側バルブ70、校正ガス導入側バルブ80、校正ガス導出側バルブ90、制御部100を少なくとも備える。

[0018] そして、受光部30には分析処理部110が接続される。また、導入側バルブ60、導出側バルブ70、校正ガス導入側バルブ80および校正ガス導出側バルブ90には制御部100が接続される。分析処理部110や制御部100を、発光部10や受光部30の周囲に配置したり、また、通信ケーブルを介して遠隔箇所に配置したりしてもよい。

[0019] このようなレーザ式ガス分析計1では、ダクト120に固定されるダクト側ガス導入部40およびダクト側ガス導出部50によりガスセル20が支持されており、レーザ式ガス分析計1とダクト120とが一体に固定されている。

[0020] 発光部10は、所定の波長のレーザ光を発光するレーザ素子を内包する。所定の波長とは、測定時では分析対象ガスに含まれる測定対象ガスがレーザ光を吸光する波長であり、また、校正時では校正ガスがレーザ光を吸光する波長である。例えば船舶用ディーゼルエンジンの排ガスを分析対象ガスとして測定するならば、測定対象ガスである二酸化硫黄ガス(SO_2)や二酸化炭素ガス(CO_2)が吸光する二種の波長のレーザ光である。発光部10は光透過窓を有し、分析対象ガスが発光部10内に進入しない。

[0021] ガスセル20は、さらに測定空間21、セル側ガス導入部22、セル側ガス導出部23、校正ガス導入部24、校正ガス導出部25を備える。このガスセル20では、セル側ガス導入部22、セル側ガス導出部23、校正ガス導入部24、校正ガス導出部25の各流路が測定空間21に連通している。

[0022] このガスセル20は筒体を含みその内部に測定空間21が形成されている

。測定空間 21 は、ガスセル 20 の筒体内壁、発光部 10 の光透過窓、および、受光部 30 の光透過窓により区画された閉空間である。ガスセル 20 の内壁は、例えば研磨されたステンレスの内面とすることができる。分析対象ガスが例えば船舶用ディーゼルエンジンの排ガスである場合には、この排ガスに含まれる粒子状物質（PM）等の内壁への吸着を極力防ぐ。

[0023] 測定時では、セル側ガス導入部 22 を通じてガスセル 20 の測定空間 21 内に分析対象ガスが導入される。また、セル側ガス導出部 23 を通じてガスセル 20 の測定空間 21 内から分析対象ガスが導出される。そして、校正時では、校正ガス導入部 24 を通じてガスセル 20 の測定空間 21 内に校正ガスが導入される。また、校正ガス導出部 25 を通じてガスセル 20 の測定空間 21 内から校正ガスが導出される。

[0024] 受光部 30 は、発光部 10 のレーザ素子が発光するレーザ光の発光波長に対して感度を持つ受光素子を有する。ガスセル 20 の測定空間 21 の分析対象ガス、または、校正ガスの中をレーザ光が通過するとき、分析対象ガスに含まれる測定対象ガス、または、校正ガスで吸光がなされ、分析対象ガス中に所定割合で含まれる測定対象ガス、または、校正ガスのガス濃度に応じて強度が減少したレーザ光が到達する。受光部 30 は、そのレーザ光を受光して光強度に応じた検出信号を出力する。

[0025] 例えば、船舶用ディーゼルエンジンの排ガスを測定するならば、発光部 10 が、二酸化硫黄ガス（ SO_2 ）が吸光する波長のレーザ光と二酸化炭素ガス（ CO_2 ）が吸光する波長のレーザ光を時分割で照射し、受光部 30 で交互に検出信号を出力するなどの形態を採用できる。この受光部 30 は光透過窓を有し、分析対象ガスが受光部 30 内に進入しない。そして、後述するが校正ガスでも同様に吸光がなされ、強度が減少したレーザ光が受光部 30 に到達する。この検出信号を用いて校正を行う。

[0026] ダクト側ガス導入部 40 は、一端に開口部 41 が形成されている。この開口部 41 は、分析対象ガスが流れるダクト 120 の流路 121 のほぼ中央付近に配置され、流路 121 中の分析対象ガスを導入する。ダクト側ガス導入

部４０はセル側ガス導入部２２と連通するように導入側バルブ６０を介して連結固定される。これらセル側ガス導入部２２とダクト側ガス導入部４０とで本発明のガス導入部を形成する。

[0027] ダクト側ガス導入部４０の開口部４１は、ノズル状であり、開口箇所では流路断面が最も小さく、ガスセル側へ行くに連れて流路断面が徐々に増加する広がり管であり、いわばディフューザとして機能する。ディフューザは、流体の運動エネルギーを圧力エネルギーに変換する。これにより、少ない圧力損失で排ガスを通過させ、流れを流路断面において一様に分布させた状態で下流側まで導く。

[0028] 本発明では、この流路は、ノズル状の開口部４１、ダクト側ガス導入部４０、セル側ガス導入部２２、測定空間２１、セル側ガス導出部２３、ダクト側ガス導出部５０と、下流へ行くにつれて流路断面を大きくして圧力損失を少なくする。

[0029] ダクト側ガス導出部５０は、分析対象ガスが流れるダクト１２０の流路１２１と連通され、流路１２１へ分析対象ガスを導出する。ダクト側ガス導出部５０はセル側ガス導出部２３と連通するように導出側バルブ７０を介して連結固定される。これらセル側ガス導出部２３とダクト側ガス導出部５０とで本発明の n 個（ $n=1$ ）のガス導出部を形成する。

[0030] そして、ダクト側ガス導入部４０、セル側ガス導入部２２、ガスセル２０の測定空間２１、セル側ガス導出部２３、ダクト側ガス導出部５０という一連の流路が形成され、分析対象ガスが流れる。

[0031] 導入側バルブ６０は、セル側ガス導入部２２とダクト側ガス導入部４０との間に配置される。そして、導入側バルブ６０は、制御部１００または手動により開閉制御される。測定時は導入側バルブ６０を開にしてガスセル２０の測定空間２１内に分析対象ガスを導入するが、校正時は導入側バルブ６０を閉にして分析対象ガスをガスセル２０の測定空間２１内に導入しない。

[0032] 導出側バルブ７０は、セル側ガス導出部２３とダクト側ガス導出部５０との間に配置される。そして、導出側バルブ７０は、制御部１００または手動

により開閉制御される。測定時は導出側バルブ 70 を開にしてガスセル 20 の測定空間 21 内から分析対象ガスを導出するが、校正時は導出側バルブ 70 を閉にして分析対象ガスをガスセル 20 の測定空間 21 内に進入させない。

[0033] 校正ガス導入側バルブ 80 は、校正ガス導入部 24 に配置される。そして、校正ガス導入側バルブ 80 は、制御部 100 または手動により開閉制御される。校正時は校正ガス導入側バルブ 80 を開にしてガスセル 20 の測定空間 21 内に校正ガスを導入するが、測定時は校正ガス導入側バルブ 80 を閉にして校正ガスをガスセル 20 の測定空間 21 内に導入しない。

[0034] 校正ガス導出側バルブ 90 は、校正ガス導出部 25 に配置される。そして、校正ガス導出側バルブ 90 は、制御部 100 または手動により開閉制御される。校正時は校正ガス導出側バルブ 90 を開にしてガスセル 20 の測定空間 21 内から校正ガスを導出するが、測定時は校正ガス導出側バルブ 90 を閉にして校正ガスをガスセル 20 の測定空間 21 内に進入させない。

[0035] 制御部 100 は、導入側バルブ 60、導出側バルブ 70、校正ガス導入側バルブ 80 および校正ガス導出側バルブ 90 の開閉を制御する。制御について、例えば、図示しないが、オペレータが、測定の司令または校正の司令を制御部 100 へ操作入力し、この司令に応じて制御部 100 が導入側バルブ 60、導出側バルブ 70、校正ガス導入側バルブ 80 および校正ガス導出側バルブ 90 の開閉を制御するような形態としても良い。この他各種の制御を採用できる。この制御部 100 によるバルブの開閉制御については後述する。

[0036] 分析処理部 110 は、受光部 30 からレーザ光の出力強度を表す検出信号を入力する。分析処理部 110 は、ガスセル 20 の測定空間 21 内における測定対象ガスまたは校正ガスのガス濃度を算出する。測定の原理は、下記の数 1 で表されるランベルトーベールの法則に基づく吸光法である。

[0037] [数 1]

$$P_1 = P_0 \cdot \exp(-\varepsilon \cdot c \cdot L)$$

[0038] ここで、 P_1 は測定空間21内を流通する分析対象ガスに含まれる測定対象ガスまたは校正ガスを透過したレーザ光の出力強度、 P_0 は測定対象ガスも校正ガスも透過しないときのレーザ光の出力強度、 ε はモル吸光係数、 c はガス濃度、 L は光路長を表す。モル吸光係数 ε はガスの種類と光源の波長とを決めると一意に決まり、また、光路長 L は一定であるため、出力強度 P_1 と P_0 の比はガス濃度 c の指数関数となる。出力強度 P_1 と P_0 とを測定し、上記の数1によりガス濃度を検出する。

[0039] このようなレーザ式ガス分析計1は、測定対象ガスまたは校正ガスによる吸光を検出する。すなわち、測定対象ガスまたは校正ガスによる吸光が無い場合と比較して、吸光がある場合は受光部30で受光されるレーザ光の光強度が減少するために、その光強度の減少量とガス濃度との相関を利用してガス濃度を測定する。

[0040] さて、上記の数1からも明らかなように、光路長 L を長くするとガス検出時の出力強度 P_1 が小さくなる。ダストの影響が十分に小さい条件を仮定すると、光路長 L を長くすると低濃度の測定対象ガスの検出が可能となる。そこで、十分に長い光路長の測定空間21となるようなガスセル20を採用する。

[0041] 特許文献1の従来技術では光路長は煙道の直径に影響されるものであったが、このレーザ式ガス分析計1では、ガスセル20はダクト120から独立しており、ガスセル20の形状は任意に設計可能であるから、必要な精度に合わせてガスセル20を長くし、必要な光路長を確保できる。

[0042] なお、本形態のように近傍にある分析処理部110が演算や校正を行う形態に代えて、受光部30が内蔵する演算部が演算を行い、演算した濃度をデジタルデータにして通信ケーブルを介して遠隔地にある分析処理部110へ送信し、分析処理部110が濃度データを用いて各種の分析や校正を行うようにしても良い。受光部30や分析処理部110について各種の形態を採用することができる。

[0043] ダクト120は、例えば煙道の一部であり、鋼管等により形成され、内部

に流路 1 2 1 が形成されている。この流路 1 2 1 内を流れる分析対象ガスの流れ方向に対向してダクト側ガス導入部 4 0 の開口部 4 1 が面している。

[0044] このレーザ式ガス分析計 1 のダクト 1 2 0 への取り付けについて、例えば、セル側ガス導入部 2 2 に導入側バルブ 6 0 とダクト側ガス導入部 4 0 を予め固定し、かつ、セル側ガス導出部 2 3 に導出側バルブ 7 0 とダクト側ガス導出部 5 0 を予め固定し、これらダクト側ガス導入部 4 0 およびダクト側ガス導出部 5 0 をダクト 1 2 0 の孔へ挿通してから固定してもよい。

[0045] また、ダクト側ガス導入部 4 0 およびダクト側ガス導出部 5 0 のみをダクト 1 2 0 に予め取り付けおき、その後に、ダクト側ガス導入部 4 0 に導入側バルブ 6 0 を介してセル側ガス導入部 2 2 を固定し、かつ、ダクト側ガス導出部 5 0 に導出側バルブ 7 0 を介してセル側ガス導出部 2 3 を固定しても良い。いずれであっても、最終的には本発明のレーザ式ガス分析計 1 となる。

[0046] 続いて、導入側バルブ 6 0、導出側バルブ 7 0、校正ガス導入側バルブ 8 0 および校正ガス導出側バルブ 9 0 の開閉制御について説明する。測定を行う場合、分析対象ガスを測定空間 2 1 へ導入するため、制御部 1 0 0 が導入側バルブ 6 0 および導出側バルブ 7 0 を開状態となるように制御する。さらに、校正ガスが測定空間 2 1 へ導入されないようにするため、校正ガス導入側バルブ 8 0 および校正ガス導出側バルブ 9 0 を閉状態となるように制御する。

[0047] 図 1 の矢印で示すように、ダクト側ガス導入部 4 0、セル側ガス導入部 2 2 を介してガスセル 2 0 の測定空間 2 1 へ分析対象ガスが導入される。この際、開口部 4 1 を介して導入された分析対象ガスは、圧力損失を抑えつつ、ガスセル 2 0 の測定空間 2 1 内へ導入される。さらにセル側ガス導出部 2 3、ダクト側ガス導出部 5 0 を介してガスセル 2 0 の測定空間 2 1 から分析対象ガスが導出される。

[0048] このような状況下で、レーザ式ガス分析計 1 は測定を開始し、発光部 1 0 が発光して分析対象ガスに対してレーザ光を照射し、受光部 3 0 が吸光され

た後の検出光を受光して上記の原理に基づいてガス濃度を検出する。これにより、分析対象ガスに含まれる測定対象ガスの濃度の測定を行う。

[0049] 続いて、校正を行う場合、分析対象ガスが測定空間 21 へ導入されないようにするため、制御部 100 が導入側バルブ 60 および導出側バルブ 70 を閉状態となるように制御する。さらに、校正ガスを測定空間 21 へ導入するため、校正ガス導入側バルブ 80 および校正ガス導出側バルブ 90 を開状態となるように制御する。

[0050] 校正ガス導入部 24 を介してガスセル 20 の測定空間 21 へ校正ガスが導入される。測定空間 21 内を校正ガスが流れる。さらに校正ガス導出部 25 を介してガスセル 20 の測定空間 21 から校正ガスが導出される。このような状態で発光部 10 が校正ガスにレーザ光を照射し、受光部 30 からの検出信号を用いて校正を実施する。例えば、発光部 10 の発光状態や受光部 30 の受光状態が調整される。また、この校正時に得られたデータにより、例えば分析処理部 110 ではガス濃度測定値を校正するようにしており、長期間にわたり正確で安定した分析を実現する。レーザ式ガス分析計 1 はこのような構成である。

[0051] 以上説明したレーザ式ガス分析計 1 は以下のような利点を有する。

(1) 本発明のレーザ式ガス分析計 1 では、校正時に校正ガスのみを測定空間 21 内に導入することで、ダクト 120 から取り外すことなく校正できるようにした。この校正は、例えば船舶用ディーゼルエンジンの排ガスの監視では、改正 MARPOL 条約 ANNEX IV により規定された期間毎に行われる。また、構成部品の経年変化によってガス濃度の指示値が変動することが想定される場合にも行われる。これらの校正により、長期間にわたり高精度の検出が可能となる。ガス濃度測定の精度や安定性を改善する効果がある。

[0052] (2) また、レーザ式ガス分析計 1 では、ガスセル 20、発光部 10、受光部 30 は、何れもダクト 120 の外側に配置しており、機械設計の自由度を高くした。したがって、ガスセル 20 に対し、発光部 10 と受光部 30 とを機械的に強固に固定する構造を採用できるため、振動に強く、ダクト 120

からの振動の影響による光軸ずれを発生しにくくしている。光軸ずれにより正確な分析ができなくなるおそれを少なくし、長期間安定して分析できる。

[0053] (3) また、振動によりダクト 120 の機械的な歪みが大きくなっても、ダクト 120 の外側に配置される発光部 10、ガスセル 20、受光部 30 からなる光学検出系には、この歪みの影響が及ばないため、ダクト 120 の機械的な歪みにより光軸がずれるという事態が回避される。光軸ずれにより正確な分析ができなくなるおそれを少なくし、長期間安定して分析できる。

[0054] (4) また、レーザ式ガス分析計 1 では、ダクト 120 の外側へガスセル 20 を配置し、加えて、ダクト 120 の流路 121 の延びる方向とほぼ平行にガスセル 20 の測定空間 21 が長くなる構造としたため、設計の自由度が高いことからガスセル 20 の長さを自由に設定でき、計測するガス濃度に応じた光路長に設定可能であり、低濃度ガスを精度良く計測できる。

[0055] (5) ガスセル 20 の両側の端部を基準として一方に発光部 10 が、他方に受光部 30 が取り付けられることから、光軸合わせも容易であり、高精度の検出が可能となっている。さらにまた、ガスセル 20 単体で機械加工するため、ガスセル 20 の端面の平行度などの機械的精度を高めることも容易であり、この点でも光軸合わせが容易な構造としている。

[0056] (6) また、レーザ式ガス分析計 1 では、ガスセル 20、発光部 10、受光部 30 による光軸調整はガスセル 20 の構造・機械的精度に大きく依拠する。換言すれば、ガスセル 20 をダクト 120 へ取り付ける作業により、光軸が影響を受ける訳ではない。従って、ダクト 120 へのレーザ式ガス分析計 1 の取り付けは容易である。

[0057] (7) また、光軸調整の基準をガスセル 20 に持たせたことにより、基準を持たないダクト 120 の加工は容易になり、ダクト 120 の加工の手間の低減や製造コストの低下が見込めるという利点もある。

[0058] (8) 分析対象ガスがガスセル 20 の測定空間 21 内に滞留しないで流れ、最終的にガスセル 20 の外へ排出されるため、ガスセル 20 の測定空間 21 の壁面や、発光部 10 や受光部 30 の光透過窓に粒子状物質 (PM) 等が付

着しにくくなり、この点でも、長期間にわたり高精度の検出が可能となる。

[0059] 続いて第2の形態について図2を参照しつつ説明する。レーザ式ガス分析計2は、図2で示すように、発光部10、ガスセル20、受光部30、ダクト側ガス導入部40、第1ダクト側ガス導出部51、第2ダクト側ガス導出部52、導入側バルブ60、第1導出側バルブ71、第2導出側バルブ72、校正ガス導入側バルブ80、校正ガス導出側バルブ90、制御部100を少なくとも備える。そして、受光部30には分析処理部110が接続される。分析処理部110や制御部100を、発光部10や受光部30の周囲に配置したり、また、通信ケーブルを介して遠隔箇所に配置したりしてもよい。

[0060] 第1形態と比較するとガスセル20、第1ダクト側ガス導出部51、第2ダクト側ガス導出部52、第1導出側バルブ71、第2導出側バルブ72が相違点となっている。ここでは相違点について重点的に説明するとともに他の構成については同じ番号を付すとともに重複する説明を省略する。

[0061] ガスセル20は、測定空間21、セル側ガス導入部22、校正ガス導入部24、校正ガス導出部25、第1セル側ガス導出部26、第2セル側ガス導出部27を備える。

[0062] そして、セル側ガス導入部22とダクト側ガス導入部40との間に導入側バルブ60を、第1セル側ガス導出部26と第1ダクト側ガス導出部51との間に第1導出側バルブ71を、また、第2セル側ガス導出部27と第2ダクト側ガス導出部52との間に第2導出側バルブ72を配置する。

[0063] また、導入側バルブ60、第1導出側バルブ71、第2導出側バルブ72、校正ガス導入側バルブ80および校正ガス導出側バルブ90には制御部100が接続される。

[0064] このようなレーザ式ガス分析計2では、ダクト120に固定されるダクト側ガス導入部40、第1ダクト側ガス導出部51、第2ダクト側ガス導出部52にガスセル20が支持されており、レーザ式ガス分析計2とダクト120とが一体に固定されている。

[0065] このレーザ式ガス分析計2のダクト120への取り付けについて、例えば

、セル側ガス導入部 22 に導入側バルブ 60 とダクト側ガス導入部 40 を予め固定し、第 1 セル側ガス導出部 26 に第 1 導出側バルブ 71 と第 1 ダクト側ガス導出部 51 を予め固定し、かつ第 2 セル側ガス導出部 27 に、第 2 導出側バルブ 72 と第 2 ダクト側ガス導出部 52 を予め固定し、これらダクト側ガス導入部 40、第 1 ダクト側ガス導出部 51 および第 2 ダクト側ガス導出部 52 をダクト 120 の孔へ挿通して固定してもよい。

[0066] また、ダクト側ガス導入部 40、第 1 ダクト側ガス導出部 51 および第 2 ダクト側ガス導出部 52 のみをダクト 120 に予め取り付けおき、その後に、ダクト側ガス導入部 40 に導入側バルブ 60 を介してセル側ガス導入部 22 を固定し、第 1 ダクト側ガス導出部 51 に第 1 導出側バルブ 71 を介して第 1 セル側ガス導出部 26 を固定し、かつ、第 2 ダクト側ガス導出部 52 に第 2 導出側バルブ 72 を介して第 2 セル側ガス導出部 27 を固定しても良い。いずれであっても、最終的には本発明のレーザ式ガス分析計 2 となる。

[0067] このようなレーザ式ガス分析計 2 は、先の図 1 を用いて説明したレーザ式ガス分析計 1 と比較すると、特にダクト側ガス導入部 40 とセル側ガス導入部 22 により本発明のガス導入部を形成し、第 1 セル側ガス導出部 26 と第 1 ダクト側ガス導出部 51 との流路が発光部 10 とセル側ガス導入部 22 との間に位置するようにガスセル 20 と連通する第 1 のガス導出部を形成し、第 2 セル側ガス導出部 27 と第 2 ダクト側ガス導出部 52 との流路がセル側ガス導入部 22 と受光部 30 との間に位置するようにガスセル 20 と連通する第 2 のガス導出部を形成した点が相違する。これら第 1、第 2 のガス導出部は本発明の n 個 ($n = 2$) のガス導出部となる。また、第 1 導出側バルブ 71、第 2 導出側バルブ 72 が本発明の n 個 ($n = 2$) の導出側バルブとなる。

[0068] 続いて、導入側バルブ 60、第 1 導出側バルブ 71、第 2 導出側バルブ 72、校正ガス導入側バルブ 80 および校正ガス導出側バルブ 90 の開閉制御について説明する。測定を行う場合、分析対象ガスを測定空間 21 へ導入するため、制御部 100 が導入側バルブ 60、第 1 導出側バルブ 71 および第

2 導出側バルブ 7 2 を開状態となるように制御する。さらに、校正ガスが測定空間 2 1 へ導入されないようにするため、校正ガス導入側バルブ 8 0 および校正ガス導出側バルブ 9 0 を閉状態となるように制御する。

[0069] ダクト側ガス導入部 4 0、セル側ガス導入部 2 2 を介してガスセル 2 0 の測定空間 2 1 へ分析対象ガスが導入される。この際、図 2 の矢印で示すように、開口部 4 1 を介して導入された分析対象ガスは、圧力損失を抑えつつ、ガスセル 2 0 の測定空間 2 1 内へ導入される。そして二方向へ分岐して流れ、第 1 セル側ガス導出部 2 6 や第 1 ダクト側ガス導出部 5 1 という第 1 のガス導出部、および、第 2 セル側ガス導出部 2 7 や第 2 ダクト側ガス導出部 5 2 という第 2 のガス導出部を介して、ガスセル 2 0 の測定空間 2 1 から分析対象ガスが導出される。このような状況下で、上記のような測定を行う。

[0070] 続いて、校正を行う場合、分析対象ガスが測定空間 2 1 へ導入されないようにするため、制御部 1 0 0 が導入側バルブ 6 0、第 1 導出側バルブ 7 1 および第 2 導出側バルブ 7 2 を閉状態となるように制御する。さらに、校正ガスを測定空間 2 1 へ導入するため、校正ガス導入側バルブ 8 0 および校正ガス導出側バルブ 9 0 を開状態となるように制御する。このようにガスセル 2 0 の測定空間 2 1 内を校正ガスが流れる状態で上記のような校正を行う。レーザ式ガス分析計 2 はこのような構成である。

[0071] これにより、上記 (1) ~ (7) の効果に加え、分析対象ガスが 2 箇所導出されてガスセル 2 0 の測定空間 2 1 内から確実に排出されるため、ガスセル 2 0 の測定空間 2 1 の壁面や、発光部 1 0 や受光部 3 0 の光透過窓に粒子状物質 (PM) 等が付着しにくくなり、この点でも、長期間にわたり高精度の検出が可能となる。このようなレーザ式ガス分析計 2 としても良い。

[0072] 続いて第 3 の形態について図 3 を参照しつつ説明する。レーザ式ガス分析計 3 は、図 3 で示すように、発光部 1 0、ガスセル 2 0、受光部 3 0、ダクト側ガス導入部 4 0、第 1 ダクト側ガス導出部 5 1、第 2 ダクト側ガス導出部 5 2、導入側バルブ 6 0、第 1 導出側バルブ 7 1、第 2 導出側バルブ 7 2、校正ガス導入側バルブ 1 3 0、校正ガス導出側バルブ 1 4 0、制御部 1 0

0を少なくとも備える。そして、受光部30には分析処理部110が接続される。分析処理部110や制御部100を、発光部10や受光部30の周囲に配置したり、また、通信ケーブルを介して遠隔箇所に配置したりしてもよい。

[0073] 第2形態と比較すると、ガスセル20に校正ガス、パージガスおよび分析対象ガスを導入する点、校正ガスの導入かパージガスの導入かを切り換える三方弁などの校正ガス導入側バルブ130を校正ガス導入部24に追加した点、校正ガスの導出かパージガスの導入かを切り換える三方弁などの校正ガス導出側バルブ140を校正ガス導出部25に追加した点が相違点となっている。

[0074] ここでは相違点について重点的に説明するとともに他の構成については同じ番号を付すとともに重複する説明を省略する。また、このレーザ式ガス分析計3のダクト120への取り付けについても、先の第2形態のレーザ式ガス分析計2と同様の取り付けであり重複する説明を省略する。

[0075] 続いて、校正ガス導入側バルブ130および校正ガス導出側バルブ140の切換制御と、導入側バルブ60、第1導出側バルブ71および第2導出側バルブ72の開閉制御と、について説明する。測定を行う場合、分析対象ガスを測定空間21へ導入するため、制御部100が導入側バルブ60、第1導出側バルブ71および第2導出側バルブ72を開状態となるように制御する。また、パージガスを測定空間21へ導入するため、校正ガス導入側バルブ130および校正ガス導出側バルブ140はパージガスを導入するように切り換える。

[0076] 図3の矢印で示すように、ダクト側ガス導入部40、セル側ガス導入部22、ガスセル20の測定空間21と流路が形成され、ガスセル20の測定空間21へ分析対象ガスが導入される。この際、開口部41を介して導入された分析対象ガスは、圧力損失を抑えつつ、ガスセル20の測定空間21内へ導入される。そして、ガスセル20の測定空間21の中央から二方向へ分岐して第1セル側ガス導出部26および第1ダクト側ガス導出部51という第

1 のガス導出部と、第 2 セル側ガス導出部 2 7 および第 2 ダクト側ガス導出部 5 2 という第 2 のガス導出部と、が形成され、ガスセル 2 0 の測定空間 2 1 から分析対象ガスが導出される。これら第 1, 第 2 のガス導出部は本発明の複数のガス導出部となる。また、第 1 導出側バルブ 7 1、第 2 導出側バルブ 7 2 が本発明の複数の導出側バルブとなる。

[0077] さらに、発光部 1 0 の周囲にパージガスを吹き付けて第 1 セル側ガス導出部 2 6、第 1 ダクト側ガス導出部 5 1 からパージガスを導出することにより発光部 1 0 の付近でパージガスの流れを形成して分析対象ガスを発光部 1 0 の透明窓へ近づきにくくし、また、受光部 3 0 の周囲にパージガスを吹き付けて第 2 セル側ガス導出部 2 7、第 2 ダクト側ガス導出部 5 2 からパージガスを導出することにより受光部 3 0 付近でパージガスの流れを形成して分析対象ガスを受光部 3 0 の透明窓へ近づきにくくした。なお、パージガスは空気または窒素ガスであってレーザ光を吸光しないため、測定に影響はない。このような状況下で、上記のような測定を行う。パージガスに吸光されず、分析対象ガス中の測定対象ガスにのみ吸光されるため、測定対象ガスの正確な分析が行われる。

[0078] 続いて、校正を行う場合、分析対象ガスが測定空間 2 1 へ導入されないようにし、かつ測定空間内を校正ガスで満たすようにするため、制御部 1 0 0 が導入側バルブ 6 0、第 1 導出側バルブ 7 1 および第 2 導出側バルブ 7 2 を閉状態となるように制御する。また、校正ガスを測定空間 2 1 へ導入するため、校正ガス導入側バルブ 1 3 0 が校正ガスを導入するとともに校正ガス導出側バルブ 1 4 0 は校正ガスを導出するように切り換える。これにより測定空間 2 1 内は校正ガスのみが流れ、最終的に校正ガスで満たされる。

[0079] このようにガスセル 2 0 の測定空間 2 1 が校正ガスで満たされた状態で上記のような校正を行う。校正ガスにのみ吸光されるため、正確な校正が行われる。レーザ式ガス分析計 3 はこのような構成である。

[0080] 以上説明したレーザ式ガス分析計 3 は上記 (1), (2), (3), (4), (5), (6), (7) の効果に加えて以下のような利点を有する。

[0081] (a) 分析対象ガスがガスセル 20 の測定空間 21 内に滞留しないで流れ、最終的にガスセル 20 の外へ排出されるため、ガスセル 20 の測定空間 21 の壁面や、発光部 10 や受光部 30 の光透過窓に粒子状物質 (PM) 等が付着しにくくなる。さらにパージガスがガスセル 20 の測定空間 21 内に常時導入され、測定時は光学系を保護することができ、また、校正時はガスセル 20 の測定空間 21 内を清浄に維持することができる。この点でも、長期間にわたり高精度の検出が可能となる。このようなレーザ式ガス分析計 3 としても良い。

[0082] 続いて第 4 の形態について図 4 を参照しつつ説明する。レーザ式ガス分析計 4 は、図 4 で示すように、発光部 10、ガスセル 20、受光部 30、ダクト側ガス導入部 40、第 1 ダクト側ガス導出部 51、第 2 ダクト側ガス導出部 52、導入側バルブ 60、第 1 導出側バルブ 71、第 2 導出側バルブ 72、校正ガス導入側バルブ 130、校正ガス導出側バルブ 140、校正ガスセル 150、制御部 100 を少なくとも備える。そして、受光部 30 には分析処理部 110 が接続される。分析処理部 110 や制御部 100 を、発光部 10 や受光部 30 の周囲に配置したり、また、通信ケーブルを介して遠隔箇所に配置したりしてもよい。

[0083] 第 3 形態と比較すると、ガスセル 20 にパージガスおよび分析対象ガスを導入する点、校正ガスまたは干渉ガスが導入される校正ガスセル 150 を追加した点、校正ガスか干渉ガスかを切り換えて導入する三方弁などの校正ガス導入側バルブ 130 を追加した点、校正ガスを導出する校正ガス導出部 153 を開閉する校正ガス導出側バルブ 140 を追加した点が相違点となっている。

[0084] ここでは相違点について重点的に説明するとともに他の構成については同じ番号を付すとともに重複する説明を省略する。また、このレーザ式ガス分析計 4 のダクト 120 への取り付けについても、先の第 2 形態のレーザ式ガス分析計 2 と同様の取り付けであり重複する説明を省略する。

[0085] ガスセル 20 は、測定空間 21、セル側ガス導入部 22、第 1 セル側ガス

導出部 26、第 2 セル側ガス導出部 27、2 個のパージガス導入部 28 を備える。測定空間 21 は、ガスセル 20 の筒体内壁、校正ガスセル 150 の光透過窓、および、受光部 30 の光透過窓により区画された閉空間である。ここで一のパージガス導入部 28 が、校正ガスセル 150 の近傍であって校正ガスセル 150 と第 1 セル側ガス導出部 26 との間に位置するようにガスセル 20 と連通し、また、残る一のパージガス導入部 28 が、受光部 30 の近傍であって受光部 30 と第 2 セル側ガス導出部 27 との間に位置するようにガスセル 20 と連通し、校正ガスセル 150 や受光部 30 の付近でパージガスを常時導入している。

[0086] 校正ガスセル 150 は、さらに校正ガス測定空間 151、校正ガス導入部 152、校正ガス導出部 153 を備える。校正ガス導入部 152 を通じて校正ガス測定空間 151 内に校正ガスまたは不干渉ガスが導入され、校正ガス導出部 153 を通じて校正ガスが導出される。校正ガス導入部 152 に校正ガス導入側バルブ 130 が、校正ガス導出部 153 に校正ガス導出側バルブ 140 が配置される。

[0087] また、校正ガスセル 150 はガスセル 20 側および発光部 10 側にそれぞれ透明窓を備えており、発光部 10 から照射されたレーザ光は校正ガスセル 150、ガスセル 20 内を通過して受光部 30 に到達するように発光部 10、受光部 30、校正用ガスセル 150、ガスセル 20 が配置される。

[0088] また、導入側バルブ 60、第 1 導出側バルブ 71、第 2 導出側バルブ 72、校正ガス導入側バルブ 130 および校正ガス導出側バルブ 140 には制御部 100 が接続される。

[0089] 続いて、校正ガス導入側バルブ 130 の切換制御と、導入側バルブ 60、第 1 導出側バルブ 71、第 2 導出側バルブ 72 および校正ガス導出側バルブ 140 の開閉制御と、について説明する。測定を行う場合、分析対象ガスを測定空間 21 へ導入するため、制御部 100 が導入側バルブ 60、第 1 導出側バルブ 71 および第 2 導出側バルブ 72 を開状態となるように制御する。

[0090] 図 4 の矢印で示すように、ダクト側ガス導入部 40、セル側ガス導入部 2

2、ガスセル20の測定空間21と流路が形成され、ガスセル20の測定空間21へ分析対象ガスが導入される。この際、開口部41を介して導入された分析対象ガスは、圧力損失を抑えつつ、ガスセル20の測定空間21内へ導入される。そして、ガスセル20の測定空間21の中央から二方向へ分岐して第1セル側ガス導出部26および第1ダクト側ガス導出部51という第1のガス導出部と、第2セル側ガス導出部27および第2ダクト側ガス導出部52という第2のガス導出部と、が形成され、ガスセル20の測定空間21から分析対象ガスが導出される。これら第1、第2のガス導出部は本発明の複数のガス導出部となる。また、第1導出側バルブ71、第2導出側バルブ72が本発明の複数の導出側バルブとなる。

[0091] さらに、校正ガスセル150の周囲にパージガスを吹き付けて第1セル側ガス導出部26、第1ダクト側ガス導出部51からパージガスを導出することにより校正ガスセル150の付近でパージガスの流れを形成して分析対象ガスを校正ガスセル150の透明窓へ近づきにくくし、また、受光部30の周囲にパージガスを吹き付けて第2セル側ガス導出部27、第2ダクト側ガス導出部52からパージガスを導出することにより受光部30付近でパージガスの流れを形成して分析対象ガスを受光部30の透明窓へ近づきにくくした。なお、パージガスはレーザ光を吸光しないため、測定に影響はない。

[0092] そして、測定を行う場合、校正ガス導入側バルブ130が不干涉ガスを導入するように切り換え、校正ガスセル150の校正ガス測定空間151内には校正ガス導入部152経由で不干涉ガスが導入される。そして校正ガス導出側バルブ140を閉状態となり、校正ガス測定空間151内に不干涉ガスが充填された状態とする。この不干涉ガスであるが、測定対象ガスが吸光するレーザ光を通過させても吸光が生じないようなガス（例えば窒素ガス）が選ばれる。不干涉ガスが存在してもレーザ光は吸光されないため、測定に影響はない。このような状況下で、上記のような測定を行う。不干涉ガスおよびパージガスに吸光されず、分析対象ガス中の測定対象ガスにのみ吸光されるため、測定対象ガスの正確な分析が行われる。

- [0093] 続いて、校正を行う場合、分析対象ガスが測定空間 2 1 へ導入されないようにし、かつ測定空間内をパージガスで満たすようにするため、制御部 1 0 0 が導入側バルブ 6 0、第 1 導出側バルブ 7 1 および第 2 導出側バルブ 7 2 を閉状態となるように制御する。これにより測定空間 2 1 内はパージガスのみが流れ、最終的にパージガスで満たされる。
- [0094] さらに、校正ガス導入側バルブ 1 3 0 が校正ガスを導入するように切り換え、校正ガスセル 1 5 0 の校正ガス測定空間 1 5 1 内には校正ガス導入部 1 5 2 経由で校正ガスが導入される。また、校正ガス導出側バルブ 1 4 0 を開状態となるように制御し、校正ガス導出部 1 5 3 から校正ガスを導出させる。これにより校正ガスセル 1 5 0 の校正ガス測定空間 1 5 1 内を校正ガスが流れる状態とする。
- [0095] このようにガスセル 2 0 の測定空間 2 1 がパージガスにより清浄空気で満たされ、校正ガスセル 1 5 0 の校正ガス測定空間 1 5 1 が校正ガスで満たされた状態で上記のような校正を行う。パージガスに吸光されず、校正ガスにのみ吸光されるため、正確な校正が行われる。レーザ式ガス分析計 4 はこのような構成である。
- [0096] 以上説明したレーザ式ガス分析計 4 は上記 (3), (4), (5), (6), (7), (a) の効果に加えて以下のような利点を有する。
- [0097] (b) 本発明のレーザ式ガス分析計 4 では、校正時に校正ガスセル 1 5 0 の校正ガス測定空間 1 5 1 内に校正ガスを導入することで、ダクト 1 2 0 から取り外すことなく、校正ガスを校正ガス測定空間 1 5 1 内に流通させた状態で校正できるようにした。この校正は、例えば船舶用ディーゼルエンジンからの排ガスの監視では、改正 MARPOL 条約 ANNEX IV により規定された期間毎に行われる。また、構成部品の経年変化によってガス濃度の指示値が変動することが想定される場合にも行われる。これらの校正により、長期間にわたり高精度の検出が可能となる。ガス濃度測定の精度や安定性を改善する効果がある。
- [0098] (c) また、このレーザ式ガス分析計 4 では、ダクト 1 2 0 の外側にガスセ

ル 20 を配置し、このガスセル 20 の両端に発光部 10、校正ガスセル 150、受光部 30 を強固に固定することで、振動に強い構造とし、例えばダクト 120 の振動の影響による光軸ずれが発生しにくい構造としている。また、振動によりダクト 120 の機械的な歪みが大きくなっても、ダクト 120 の外側に配置されるガスセル 20 へは、この歪みの影響が及ばないため、ダクト 120 の機械的な歪みにより光軸がずれるという事態が回避される。これら効果により、光軸ずれにより正確な分析ができなくなるおそれを少なくし、長期間安定して分析できる。

[0099] 続いて第 5 の形態について図 5 を参照しつつ説明する。先に図 4 を用いて説明した第 4 形態のレーザ式ガス分析計 4 と比較すると、本形態のレーザ式ガス分析計 5 は全て同じ構成を備える。しかしながら、第 4 形態のレーザ式ガス分析計 4 は、校正セル 150 を発光部 10 とガスセル 20 との間に配置したものであるが、本形態のレーザ式ガス分析計 5 は、図 5 で示すように、校正セル 150 をガスセル 20 と受光部 30 との間に配置した点のみが相違する。そして、レーザ式ガス分析計 5 も先に説明した第 4 形態のレーザ式ガス分析計 4 と同様に制御して測定や校正を行うというものである。これにより、第 4 形態のレーザ式ガス分析計 4 と同様に、上記の (3)、(4)、(5)、(6)、(7)、(a)、(b)、(c) のような効果が見込める。このようなレーザ式ガス分析計 5 としても良い。

[0100] 続いて、上記の第 1 ～第 5 形態をそれぞれ改良する第 6 形態について説明する。図 1 ～図 5 では、何れもガスセル 20 の下側に発光部 10 が、ガスセル 20 の上側に受光部 30 が配置されているものとして説明した。しかしながら、ガスセル 20 の下側に受光部 30 が、ガスセル 20 の上側に発光部 10 がそれぞれ配置され、下側へ向けてレーザ光を照射する形態でも良い。このような形態であっても本発明の実施が可能であり、同じ効果が得られる。

[0101] 続いて、上記の第 1 ～第 6 形態をそれぞれ改良する第 7 形態について説明する。図 1 ～図 5 の各形態では、ダクト 120 を含めない構成のレーザ式ガス分析計 1 ～5 であるものとして説明した。しかしながら、レーザ式ガス

析計１～５とダクト１２０とを一体に構成したものをレーザ式ガス分析計１～５としても良い。この場合、ダクト１２０へのガス導入部（詳しくはダクト側ガス導出部４０）やガス導出部（詳しくはダクト側ガス導出部５０、第１ダクト側ガス導出部５１、第２ダクト側ガス導出部５２）の取り付け作業や、光軸調整が工場にて予め行われたレーザ式ガス分析計１～５としており、レーザ式ガス分析計１～５を煙道などに取り付けるのみで設置が完了するため、測定の高精度化やコスト低減につながる。このように構成することも可能である。

[0102] 続いて、上記の第１～第７形態をそれぞれ改良する第８形態について説明する。上記の第１～第７形態において開口部４１を拡径するノズル状として圧力損失が少ない形態が最も好ましいと説明したが、これに代えて、径が同じ直管状の開口部としたり、また、開口が縮径するラッパ状の開口部としたりしてもよい。また、開口部４１の位置もダクト１２０の流路１２１の中央付近にある形態が最も好ましいと説明したが、中央付近以外に位置するものであっても良い。これらの場合でも分析対象ガスをガスセル２０内に導入することは可能である。

[0103] このような本発明のレーザ式ガス分析計では、校正時にレーザ式ガス分析計をダクトから取り外す必要がなく、校正作業が容易になる。

産業上の利用可能性

[0104] このような本発明のレーザ式ガス分析計は、例えば船舶のような狭所にて振動が多い箇所での使用に好適である。また、このような用途に限定する趣旨ではなく、例えば、ボイラ、ゴミ焼却等の燃焼排ガス測定用として最適である。その他、鉄鋼用ガス分析〔高炉、転炉、熱処理炉、焼結（ペレット設備）、コークス炉〕、青果貯蔵及び熟成、生化学（微生物）〔発酵〕、大気汚染〔焼却炉、排煙脱硫・脱硝〕、内燃機関の排ガス（除テスト）、防災〔爆発性ガス検知、有毒ガス検知、新建築材燃焼ガス分析〕、植物育成用、化学用分析〔石油精製プラント、石油化学プラント、ガス発生プラント〕、環境用〔着地濃度、トンネル内濃度、駐車場、ビル管理〕、理化学各種実験用

などの分析計としても有用である。

符号の説明

[0105] 1, 2, 3, 4, 5 : レーザ式ガス分析計

1 0 : 発光部

2 0 : ガスセル

2 1 : 測定空間

2 2 : セル側ガス導入部

2 3 : セル側ガス導出部

2 4 : 校正ガス導入部

2 5 : 校正ガス導出部

2 6 : 第1セル側ガス導出部

2 7 : 第2セル側ガス導出部

2 8 : パージガス導入部

3 0 : 受光部

4 0 : ダクト側ガス導入部

4 1 : 開口部

5 0 : ダクト側ガス導出部

5 1 : 第1ダクト側ガス導出部

5 2 : 第2ダクト側ガス導出部

6 0 : 導入側バルブ

7 0 : 導出側バルブ

7 1 : 第1導出側バルブ

7 2 : 第2導出側バルブ

8 0, 1 3 0 : 校正ガス導入側バルブ

9 0, 1 4 0 : 校正ガス導出側バルブ

1 0 0 : 制御部

1 1 0 : 分析処理部

1 2 0 : ダクト

1 2 1 : 流路

1 5 0 : 校正ガスセル

1 5 1 : 校正ガス測定空間

1 5 2 : 校正ガス導入部

1 5 3 : 校正ガス導出部

請求の範囲

[請求項1]

分析対象ガスが流れる流路に配置される開口部を有し、前記開口部を通じて流路中の分析対象ガスを導入するガス導入部と、

前記ガス導入部と連通し、分析対象ガスが導入される測定空間を内部に有するガスセルと、

前記ガスセルと連通し、前記ガスセルの前記測定空間から分析対象ガスを導出する n 個（ n は自然数）のガス導出部と、

前記ガスセルと連通し、前記ガスセルの前記測定空間に校正ガスを導入する校正ガス導入部と、

前記ガスセルと連通し、前記ガスセルの前記測定空間から校正ガスを導出する校正ガス導出部と、

前記ガス導入部を開閉する導入側バルブと、

前記 n 個のガス導出部を開閉する n 個の導出側バルブと、

前記校正ガス導入部を開閉する校正ガス導入側バルブと、

前記校正ガス導出部を開閉する校正ガス導出側バルブと、

前記導入側バルブ、前記 n 個の導出側バルブ、前記校正ガス導入側バルブ、および、前記校正ガス導出側バルブの開閉を制御する制御部と、

前記ガスセルの一端側に配置され、前記ガスセルの前記測定空間を通過するようにレーザ光を照射する発光部と、

前記ガスセルの他端側に配置され、前記ガスセルの前記測定空間を通過したレーザ光を受光して検出信号を出力する受光部と、

を少なくとも備え、

前記制御部は、測定時では前記校正ガス導入側バルブおよび前記校正ガス導出側バルブの開制御を行うとともに前記導入側バルブおよび前記 n 個の導出側バルブの開制御を行って前記ガスセルの前記測定空間内に測定対象ガスを含む分析対象ガスを流し、また、校正時では前記校正ガス導入側バルブおよび前記校正ガス導出側バルブの開制御を

行うとともに前記導入側バルブおよび前記 n 個の導出側バルブの開制御を行って前記ガスセルの前記測定空間内に校正ガスを流すことを特徴とするレーザ式ガス分析計。

[請求項2] 請求項1に記載のレーザ式ガス分析計において、
分析対象ガスが流れる流路が形成されたダクトをさらに備え、
前記ガス導入部および前記 n 個のガス導出部が前記ダクトに連通する状態で一体に固定されることを特徴とするレーザ式ガス分析計。

[請求項3] 分析対象ガスが流れる流路に配置される開口部を有し、前記開口部を通じて流路中の分析対象ガスを導入するガス導入部と、
前記ガス導入部と連通し、分析対象ガスが導入される測定空間を内部に有するガスセルと、
前記ガスセルと連通し、前記ガスセルの前記測定空間から分析対象ガスを導出する複数のガス導出部と、
前記ガスセルの一方の端部付近で連通し、前記ガスセルの前記測定空間に校正ガスまたはパージガスの導入を行う校正ガス導入部と、
前記ガスセルの他方の端部付近で連通し、前記ガスセルの前記測定空間から校正ガスの導出またはパージガスの導入を行う校正ガス導出部と、
前記ガス導入部を開閉する導入側バルブと、
前記複数のガス導出部を開閉する複数の導出側バルブと、
前記校正ガス導入部から校正ガスの導入またはパージガスの導入の何れかを選択する校正ガス導入側バルブと、
前記校正ガス導出部から校正ガスの導出またはパージガスの導入の何れかを選択する校正ガス導出側バルブと、
前記導入側バルブ、前記複数の導出側バルブ、前記校正ガス導入側バルブ、および、前記校正ガス導出側バルブの開閉を制御する制御部と、
前記ガスセルの一端側に配置され、前記ガスセルの前記測定空間を

通過するようにレーザ光を照射する発光部と、

前記ガスセルの他端側に配置され、前記ガスセルの前記測定空間を通過したレーザ光を受光して検出信号を出力する受光部と、

を少なくとも備え、

前記制御部は、測定時では前記校正ガス導入側バルブおよび前記校正ガス導出側バルブがともにパージガスを導入する切換制御および前記導入側バルブおよび前記複数の導出側バルブの開制御を行って前記ガスセルの前記測定空間の両端にパージガスを流しつつ測定対象ガスを含む分析対象ガスを流し、また、校正時では前記校正ガス導入側バルブがパージガスを導入して前記校正ガス導出側バルブがパージガスを導出する切換制御および前記導入側バルブおよび前記複数の導出側バルブの閉制御を行って前記ガスセルの前記測定空間内に校正ガスを流すことを特徴とするレーザ式ガス分析計。

[請求項4]

分析対象ガスが流れる流路に配置される開口部を有し、前記開口部を通じて流路中の分析対象ガスを導入するガス導入部と、

前記ガス導入部と連通し、分析対象ガスが導入される測定空間を内部に有するガスセルと、

前記ガスセルと連通し、前記ガスセルの前記測定空間から分析対象ガスを導出する複数のガス導出部と、

前記ガスセルの両端付近で連通し、前記ガスセルの前記測定空間にパージガスを導入する複数のパージガス導入部と、

校正ガス測定空間と、前記校正ガス測定空間に校正ガスまたは不干涉ガスを導入する校正ガス導入部と、前記校正ガス測定空間から校正ガスを導出する校正ガス導出部と、を有し、前記ガスセルの何れか一端に設置される校正ガスセルと、

前記ガスセルまたは前記校正ガスセルの何れか一端側に配置され、前記ガスセルの前記測定空間および前記校正ガスセルの前記校正ガス測定空間を通過するようにレーザ光を照射する発光部と、

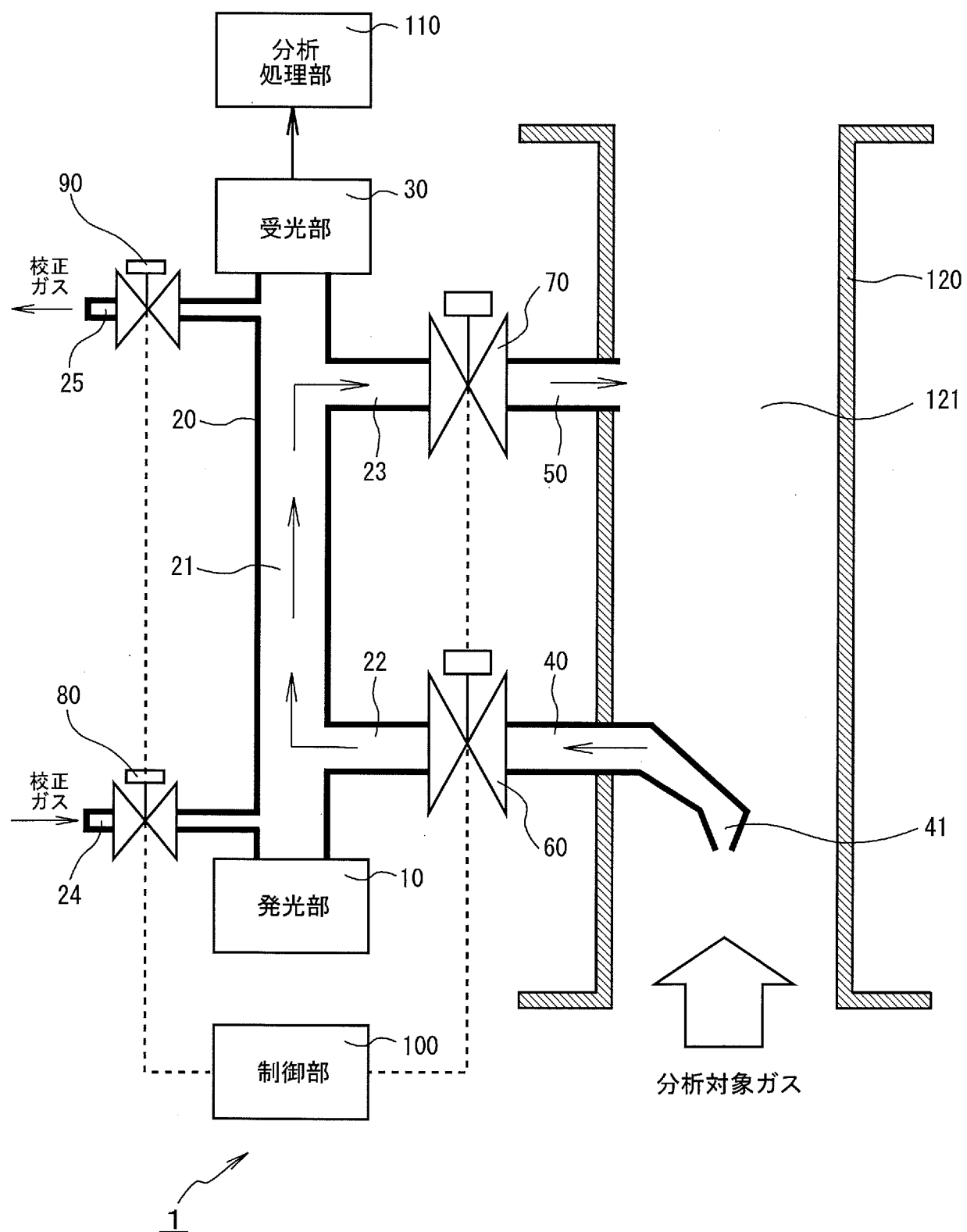
前記ガスセルまたは前記校正ガスセルの残る他端側に配置され、前記ガスセルの前記測定空間および前記校正ガスセルの前記校正ガス測定空間を通過したレーザ光を受光して検出信号を出力する受光部と、
前記ガス導入部を開閉する導入側バルブと、
前記複数のガス導出部を開閉する複数の導出側バルブと、
前記校正ガス導入部から校正ガスの導入または干渉ガスの導入の何れかを選択する校正ガス導入側バルブと、
前記校正ガス導出部を開閉する校正ガス導出側バルブと、
前記導入側バルブ、前記複数の導出側バルブおよび前記校正ガス導出側バルブの開閉と前記校正ガス導入側バルブの切換とを制御する制御部と、
を少なくとも備え、

前記制御部は、測定時では前記校正ガス導入側バルブが干渉ガスを導入する切換制御および前記校正ガス導出側バルブの開制御を行うとともに前記導入側バルブおよび前記複数の導出側バルブを開制御して前記校正ガスセルの前記校正ガス測定空間に干渉ガスを充填した状態で前記ガスセルの前記測定空間の両端にパージガスを流しつつ測定対象ガスを含む分析対象ガスを流し、また、校正時では前記校正ガス導入側バルブが校正ガスを導入する切換制御および前記校正ガス導出側バルブの開制御を行うとともに前記導入側バルブおよび前記複数の導出側バルブの開制御を行って前記校正ガスセルの前記校正ガス測定空間に校正ガスが流れる状態で前記ガスセルの前記測定空間内にパージガスを流すことを特徴とするレーザ式ガス分析計。

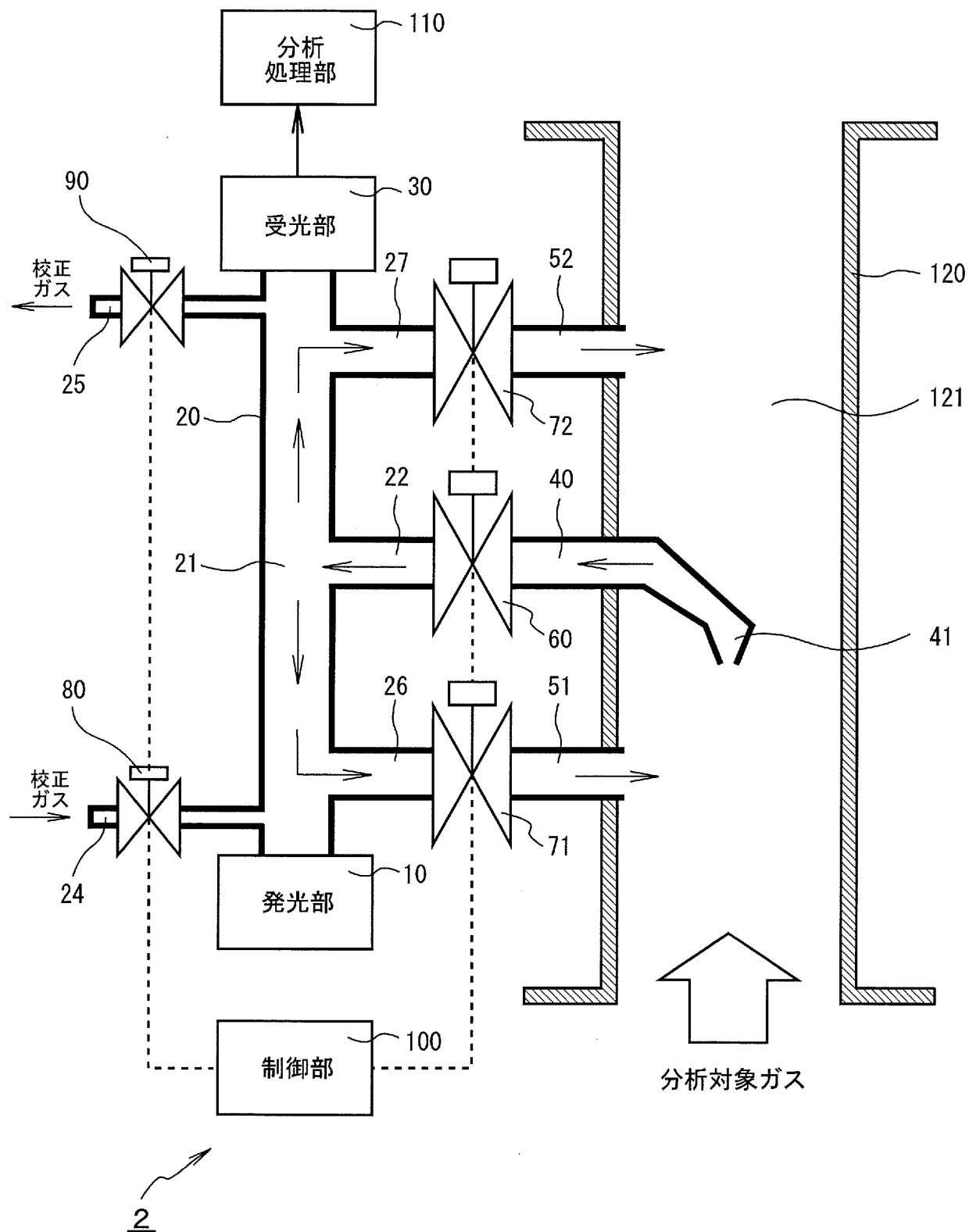
[請求項5]

請求項3または請求項4に記載のレーザ式ガス分析計において、
分析対象ガスが流れる流路が形成されたダクトをさらに備え、
前記ガス導入部および前記複数のガス導出部が前記ダクトに連通する状態で一体に固定されることを特徴とするレーザ式ガス分析計。

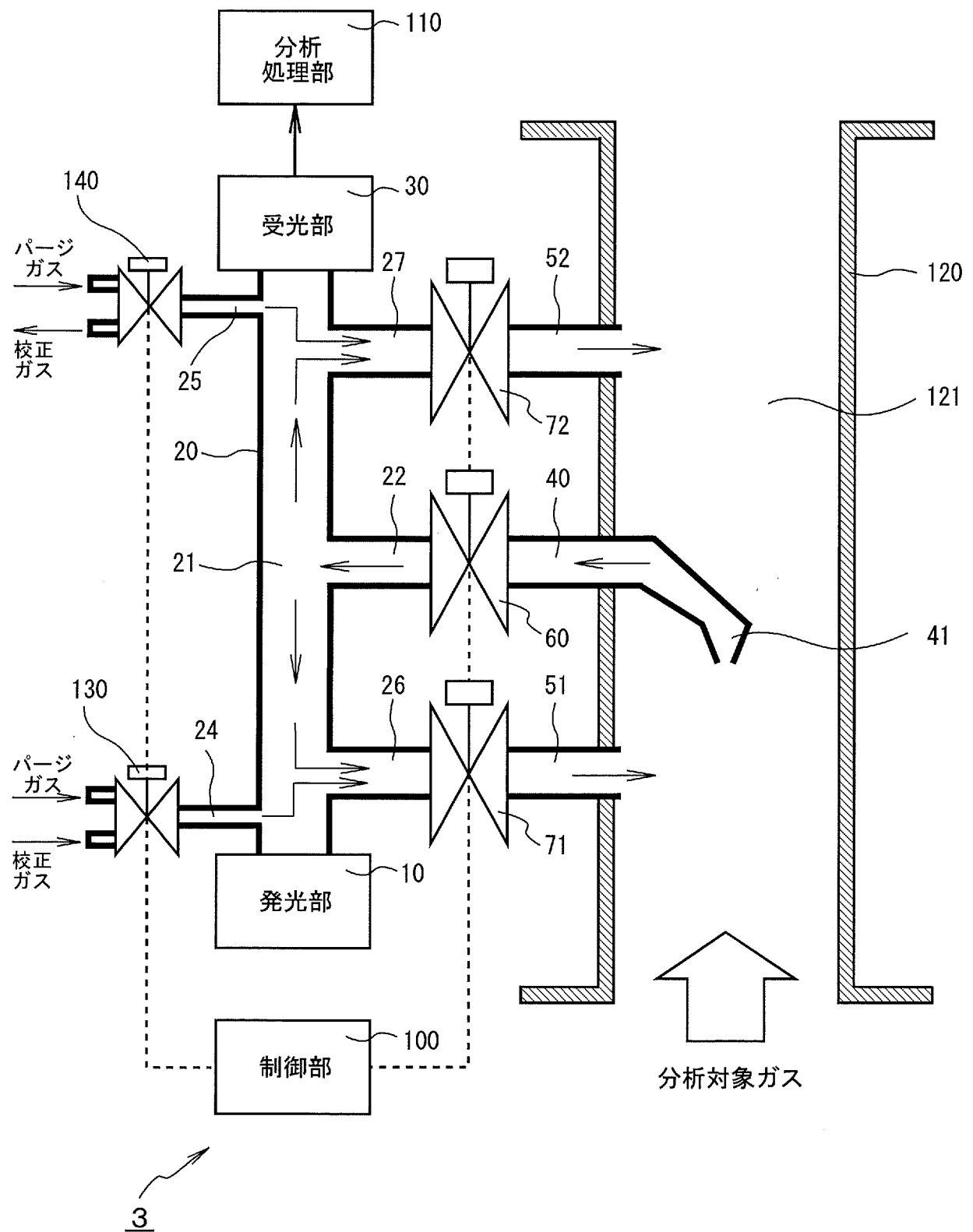
[図1]



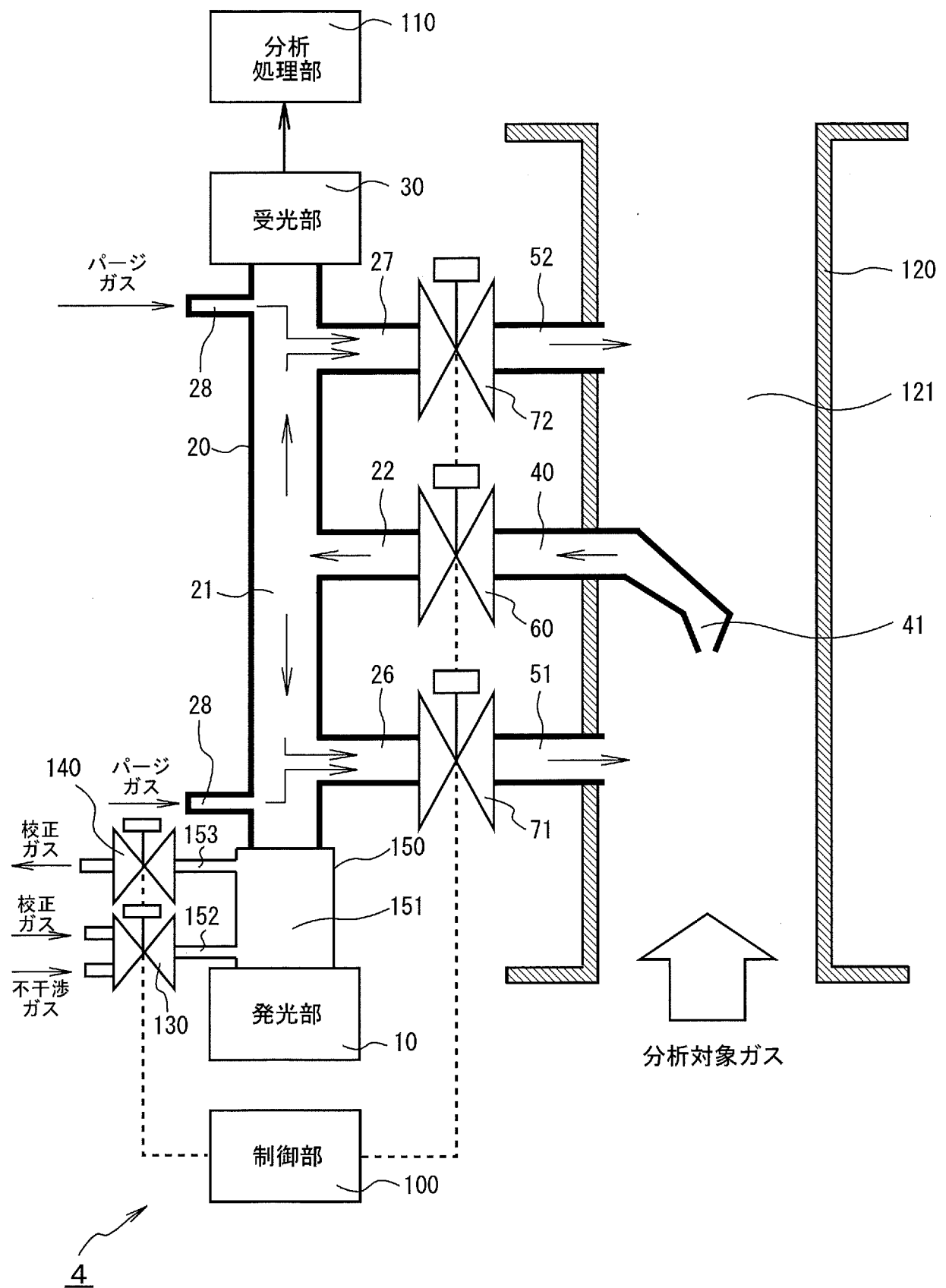
[図2]



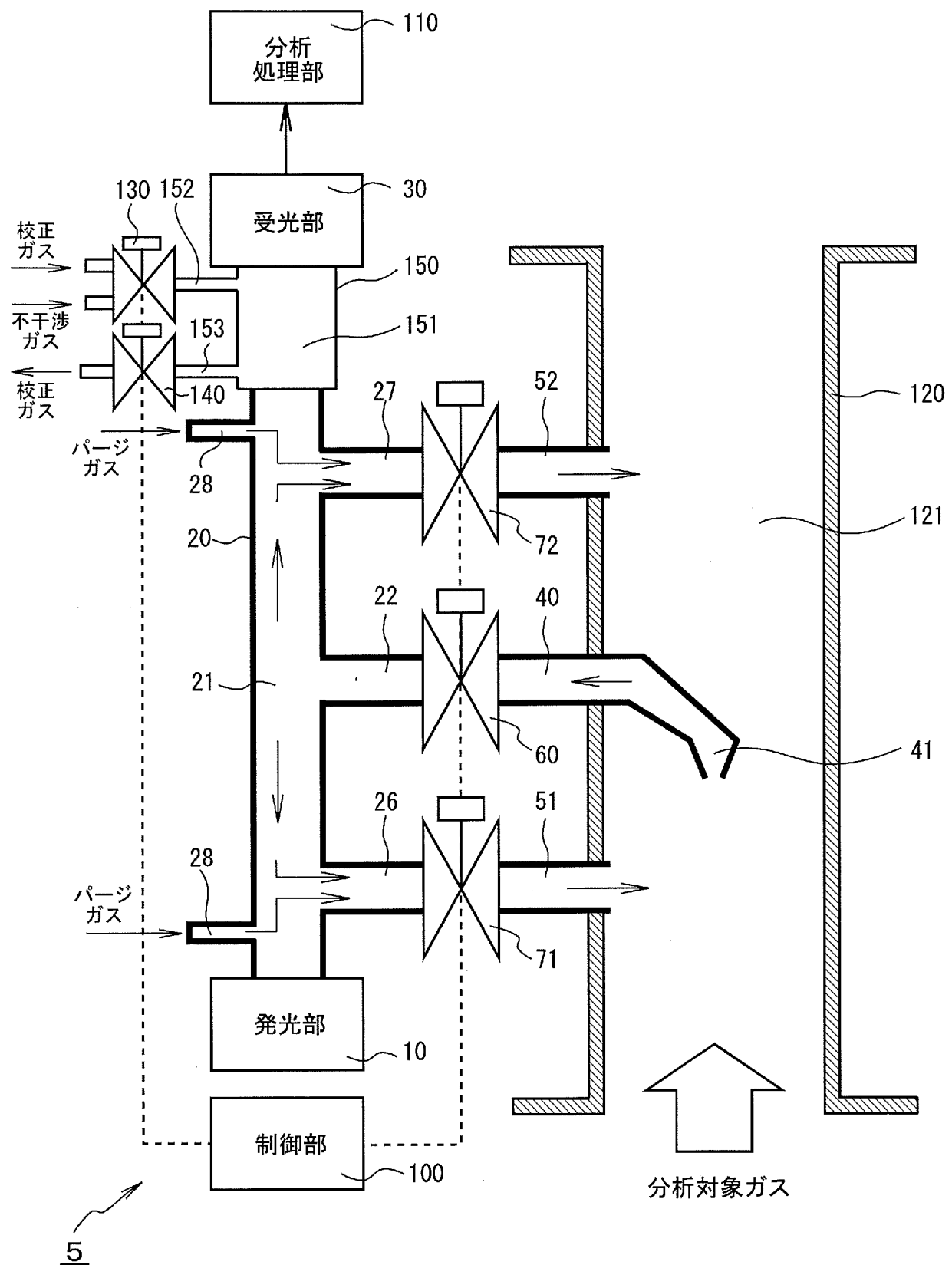
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/062954

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N21/39(2006.01) i, G01N21/3504(2014.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N21/00-21/61

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

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

JSTPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2012-137429 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 19 July 2012 (19.07.2012), paragraphs [0057] to [0061]; fig. 9 (Family: none)	1-5
Y	JP 2012-052834 A (Yokogawa Electric Corp.), 15 March 2012 (15.03.2012), paragraphs [0007], [0013]; fig. 4 (Family: none)	1-5

☒ 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
07 July 2015 (07.07.15)

Date of mailing of the international search report
21 July 2015 (21.07.15)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/062954

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 001658/1984 (Laid-open No. 114948/1985) (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 03 August 1985 (03.08.1985), page 2, line 7 to page 3, line 1; fig. 1 (Family: none)	1-5
Y	JP 2011-013073 A (Tsukasa Sokken Co., Ltd.), 20 January 2011 (20.01.2011), paragraphs [0012] to [0014]; fig. 1 (Family: none)	3-5
Y	JP 2010-271048 A (Horiba, Ltd.), 02 December 2010 (02.12.2010), paragraphs [0016] to [0030]; fig. 1 (Family: none)	4, 5
A	JP 2001-188043 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 10 July 2001 (10.07.2001), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 10-239237 A (NGK Insulators, Ltd.), 11 September 1998 (11.09.1998), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2002-310910 A (Nippon Soken, Inc.), 23 October 2002 (23.10.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. G01N21/39(2006.01)i, G01N21/3504(2014.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01N21/00-21/61

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

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

JSTPlus/ JST7580 (JDreamIII)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2012-137429 A（三菱重工業株式会社）2012.07.19, 段落 [0057] - [0061]、図9（ファミリーなし）	1-5
Y	JP 2012-052834 A（横河電気株式会社）2012.03.15, 段落 [0007]、[0013]、図4（ファミリーなし）	1-5
Y	日本国実用新案登録出願59-001658号（日本国実用新案登録出願公開60-114948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（三菱重工業株式会社）1985.08.03, 第2頁第7行	1-5

☒ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

0 7 . 0 7 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 1 . 0 7 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号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）

松谷 洋平

2W

5361

電話番号 03-3581-1101 内線 3250

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
	— 第 3 頁第 1 行、図 1 (ファミリーなし)	
Y	JP 2011-013073 A (株式会社司測研) 2011.01.20, 段落 [0 0 1 2] — [0 0 1 4], 図 1 (ファミリーなし)	3-5
Y	JP 2010-271048 A (株式会社堀場製作所) 2010.12.02, 段落 [0 0 1 6] — [0 0 3 0], 図 1 (ファミリーなし)	4, 5
A	JP 2001-188043 A (石川島播磨重工業株式会社) 2001.07.10, 全文、 全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 10-239237 A (日本碍子株式会社) 1998.09.11, 全文、全図 (フ ァミリーなし)	1-5
A	JP 2002-310910 A (株式会社日本自動車部品総合研究所) 2002.10.23, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-5