

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2015年9月24日(24.09.2015)



(10) 国際公開番号  
WO 2015/141767 A1

- (51) 国際特許分類:  
G01N 21/39 (2006.01) G01N 21/3554 (2014.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/058205
- (22) 国際出願日: 2015年3月19日(19.03.2015)
- (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 2014-056190 2014年3月19日(19.03.2014) JP
- (72) 発明者: および
- (71) 出願人: 梅川 豊文(UMEKAWA, Toyofumi)  
[JP/JP]; 〒6100121 京都府城陽市寺田北東西3-4  
株式会社プラムテック内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 福井 豊明(FUKUI, Toyoaki); 〒5400026  
大阪府大阪市中央区本町2丁目1番19号内  
本町松屋ビル10-860 福井特許事務所  
Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

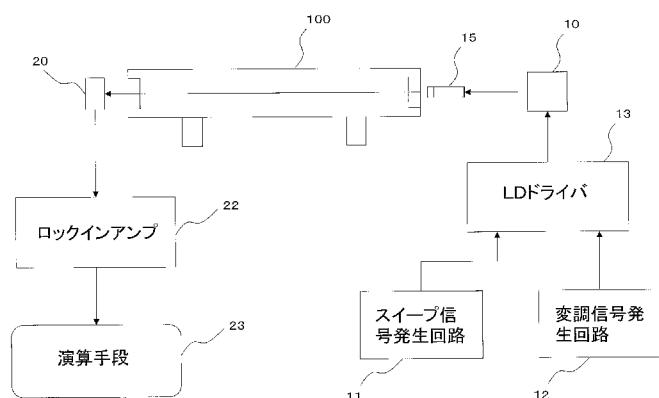
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロアジア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: CONCENTRATION METER AND METHOD FOR MEASURING CONCENTRATION

(54) 発明の名称: 濃度計および、濃度測定方法



- 11 Sweep signal generation circuit
- 12 Modulated signal generation circuit
- 13 LD driver
- 22 Lock-in amplifier
- 23 Computation means

(57) Abstract: In the present invention, the effect of a target substance present in the atmosphere is excluded when measuring the concentration of the target substance in a sample gas by means of a TDLAS method. The present invention presupposes a device (method) for measuring the concentration of a subject substance in a gas on the basis of a TDLAS method. The sample gas fills a measurement cell at a sufficiently lower pressure than atmospheric pressure (for example, 1/10). By means of a laser light-emitting element (variable-wavelength laser diode), laser light of a wavelength in a predetermined band around the absorption wavelength of the subject substance contained in the sample gas is caused to enter the measurement cell, and the laser light that has passed through the measurement cell is received by a light-receiving element. The second derivative equivalent waveform of the received signal waveform is obtained, only the absorption signal corresponding to the laser light that has passed through the measurement cell is extracted therefrom, and on the basis of the extracted signal, the concentration of the subject sub-

stance in the sample gas is calculated by means of a computation means.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2015/141767 A1

---

TDLAS法で試料ガス中の目的物質の濃度を測定するに際して、大気中に存在する前記目的物質の影響を排除する。TDLAS法に基づいて、試料ガス中の対象物質の濃度を測定する装置（方法）を前提とする。測定セルには大気圧より充分低い圧力（例えば1/10）で試料ガスが充填されている。前記測定セルに対して、レーザ発光素子（波長可変レーザダイオード）より、試料ガスに含まれる対象物質の吸収波長前後の所定帯域の波長のレーザ光を入射し、前記測定セルを通過したレーザ光を、受光素子により受光する。この受光した信号波形の2次微分相当の波形を得、そこから測定セルを透過したレーザ光に対応する吸収信号のみを抽出して、当該抽出された信号に基づいて、試料ガス中の対象物質の濃度を演算手段で算出する。

## 明 細 書

発明の名称：濃度計および、濃度測定方法

### 技術分野

[0001] 本発明は濃度計に関し、特にTDLAS法（変調分光法）を用いた濃度計に関するものである。

### 背景技術

[0002] 半導体製造時に使用するアンモニア、塩化水素などの各種のガスは純度が高い程、被加工物質に与えるダメージは少なくなる。ところが、僅かではあっても水分等の不純物が製造過程で混入してしまうのが現状である。

[0003] 上記のようにガス中の水分濃度は用途に応じて、できるだけ少なくすることが要求されることがあるが、この点を改良するには、まず対象ガスの水分濃度を測定する必要がある。

[0004] また、各種炉（焼結炉、窒化炉、無酸化過熱炉、アンモニア炉）でも低濃度の水分管理が重要となっている。

[0005] ガス中の水分濃度を測定する装置として、鏡面冷却式露点計がある。すなわち、図7に示すように、鏡面200上に測定気体Gを流しながら、鏡面を冷却すると、鏡面の温度と湿潤気体の露点が等しくなった時点で、鏡面に結露が発生する。この様子を、光源201からの光を、鏡面に反射させて受光素子202で受光される強度と、鏡面を解さないで直接受光素子203で受光される強度を比較して検出する。従って、前記結露が生じた時点で温度計204の示す温度での飽和水蒸気の量はその気体に含有する水分濃度ということになる。

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0006] 上記の鏡面冷却式露点計では、低湿度になると、結露量が少なくなるため平衡に達するまでに時間がかかり、応答性が悪くなる。従って、水分濃度40ppm（露点温度-50℃）以下の測定は必ずしも容易ではなく、高い精度の測定が

要求されるときには適応できない。

- [0007] また、窒素ガス以外の雰囲気ガス、例えば塩化水素のように水との相互作用で露点が変わる気体では、測定した露点を補正するため、予め相互作用による影響が定量的に理解されている必要がある。更に、目的物質の沸点・昇華点が雰囲気ガスの沸点・昇華点より低い場合は原理的に測定することはできない等の理由から、鏡面冷却式露点計で測定できるガス種には制限がある。
- [0008] ガス濃度を測定する方法としてTDLAS (Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy) 法がある。対象物質を含む雰囲気ガス (試料ガス) を充填した測定セルに、波長可変レーザダイオードより、対象物質の吸収波長前後のレーザを照射し、その吸収信号の波形の大きさから対象物質の濃度を得ようとするものである。
- [0009] TDLAS法は、ppmレベルのガスや水分を高感度かつリアルタイム (応答性は数秒) に計測出来、他のガス成分や共存物質の影響を受けないという特徴がある。
- [0010] この方法は、レーザ発光素子、受光素子が、前記測定セルの外部 (通常は大気中) に配置されるところから、大気中に対象物質が含まれない、あるいは測定セル内の対象物質濃度に対して大気中の対象物質濃度が無視できる程小さいことを前提として成立する方法である。
- [0011] ここで、大気温度25℃、相対湿度60%時の水分濃度は20000ppmである。一方、200mmの長さの測定セルで10ppm (露点温度-60℃) の水分を測定する場合、その濃度比は1/2000となり、測定セル中のレーザ光吸収量と、大気中の吸収量が同等になるのは、大気の光路長が0.1mmとなる。従って、大気中の水分濃度の影響を無視できる程度の値に抑えるためには、前記大気中での光路長を $10^{-4}$ ~ $10^{-3}$ mm程度に短くする必要がある。
- [0012] ところが、光路が大気中に露出する部分としては、発光素子とコリメートレンズ、コリメートレンズと測定セルの入射窓、測定セルの出射窓と受光素子との各間隙があり、その合計長を前記値にまですることは不可能である。

[0013] 本発明は上記従来課題に鑑みて提案されたものであって、TDLAS法において測定セルが空气中に配置された場合であっても、精度よく対象物質の濃度が測定できる濃度計と濃度測定方法を提供することを目的とするものである。

### 課題を解決するための手段

[0014] 上記目的を達成するために、本願は以下の手段を採用している。まず、本発明はTDLAS法に基づいて、試料ガス中の対象物質の濃度を測定する装置（方法）を前提とする。

[0015] 測定セルには大気圧より充分低い圧力（例えば1 / 10）で試料ガスが充填されている。

[0016] 前記測定セルに対して、レーザ発光素子（波長可変レーザダイオード）より、試料ガスに含まれる対象物質の吸収波長前後の所定帯域の波長のレーザ光を入射する。前記測定セルを通過したレーザ光を、受光素子により受光する。

[0017] この受光素子より得られる信号波形をロックインアンプに入力して、2次微分相当の波形を得る。このようにして得られる信号は、大気中を通過した広い波長帯域の緩やかな吸収信号と、測定セル中を通過した狭い波長帯域の鋭い吸収信号の合成であり、この2つの信号は波形が異なる。そこで測定セルを透過したレーザ光に対応する吸収信号のみを抽出し、当該抽出された信号に基づいて、試料ガス中の対象物質の濃度を演算手段で算出する。

### 発明の効果

[0018] 上記の方法（装置）によって、大気中に測定セルが配置されている場合であっても、測定セル内の試料ガスに含まれる対象物質の濃度を、大気中の対象物質の濃度を考慮することなく測定することが可能となる。また、雰囲気ガスの種類に関わらず高精度かつ短時間での濃度測定が可能である。

### 図面の簡単な説明

[0019] [図1] TDLAS法を説明する図。

[図2] 図1で示す各部の出力信号の波形を示す図。

[図3]本発明の濃度計のブロック図。

[図4]受光素子の出力信号の波形を示す図。

[図5]基準信号波形図。

[図6]フィッティング処理を説明する図。

[図7]露点計を示す図。

### 発明を実施するための形態

#### [0020] <TDLAS法>

図1はTDLAS法による濃度測定の実理を示す概念図である。

[0021] 対象物質を含む試料ガスが充填された所定長さの測定セル100の一方端から、図1(b)に示すような、特定の電流バイアスを持った10Hz程度の三角波(もしくは鋸波)に、10kHz程度の正弦波が重畳された駆動信号によって駆動された発光素子(波長可変レーザダイオード)10からのレーザ光が入射される。従ってこのレーザ光は、三角波の大きさに対応して波長 $\lambda$ が変化(電流が大きくなると波長が短くなる)し、かつ、正弦波に従って前記波長 $\lambda$ が変化する図1(c)に示す波長となる。このように入射されたレーザ光は図1(d)の上段に示すように、測定セル100内で対象物質に対応する特定の波長付近で吸収される。この吸収信号波形の2次微分に対応する信号波形の大きさから、対象物質の濃度を測定することになる。

#### [0022] <本発明の原理>

前記、吸収信号の大きさは、主として測定時の光路長、測定ガス(試料ガス)の圧力、対象物質の濃度に依存する。また、吸収信号の半値幅は測定ガスの圧力に比例し、圧力が低いほど、吸収波長の帯域は狭くなり、吸収信号の波形は鋭くなる。尚、上記半値幅とは、吸収信号の増加率が最も大きい点と減少率が最も大きい点間の幅を意味し、吸収信号の二次微分をとると、谷ピーク間の幅として現れる。

[0023] このように、吸収信号の波長帯域は測定ガスの圧力に比例するので、大気圧の1/10の環境下で得られる吸収信号の波形の前記半値幅は、図2(Aa)に示すように、大気圧から得られる吸収信号波形の半値幅(図2(Ab

) ) の  $1/10$  となる。ちなみに水分による  $1392.53\text{nm}$  近辺の吸収信号の波形の半値幅は大気圧で  $0.02\text{nm}$ 、大気圧の  $1/10$  で  $0.002\text{nm}$  となる。

[0024] 前記測定セル  $100$  内の圧力を大気圧の  $1/10$ 、測定セル  $100$  が置かれた環境を大気圧とすると、前記したように光路は大気中と測定セルの両方に跨ることになり、図 2 (A b) に示す信号と、図 2 (A a) に示す信号が重なった波形となる。この信号波形を個々に 2 次微分を取った場合には図 2 (B a)、同 (B b) となり、ここでは、前記半値幅が立ち上りの基端部 (谷ピーク) の幅として現れ、この幅が測定ガスの圧力に対応し、高さ (大きさ) が対象物質の濃度に対応することになる。

[0025] 後に説明するように、本願発明では、両者が重なった図 2 (C a) に示す信号波形が得られる。ここで、図 2 (C a) に示す信号波形から、図 2 (C b) に示すように、測定セル  $100$  内での吸収信号の波形のみを抽出することによって、当該抽出された波形の大きさ (谷ピーク間の中央の高さ) から、試料ガスに含まれる対象物質の濃度が求められることになる。

[0026] <装置>

図 3 は本発明の概要を示すブロック図である。尚、以下の実施例では対象物質を水分とする。

[0027] 所定長さの測定セル  $100$  に対して試料ガスが大気圧より充分低い圧力、例えば  $1/10$  の圧力で充填されるようになっている。尚、上記において、測定セル  $100$  に充填された試料ガスは、静止しているのではなく、常時前記の圧力でかつ所定の量 ( $300\sim 1000\text{ml/min}$ ) 流れている状態を保っている。

[0028] スキャン用三角波 (または鋸波) を出力するスイープ信号発生回路  $11$  からの出力と、変調信号発生回路  $12$  から出力される正弦波の変調信号が LD ドライバ  $13$  で重畳されて、図 1 (b) に示すようなドライブ信号が形成される。

[0029] このドライブ信号は、レーザ発光素子 (波長可変レーザダイオード)  $10$  に入力され、対象物質 (ここでは水分) の吸収波長に近いレーザ光が発光される。この光はコリメートレンズ  $15$  を介して前記測定セル  $100$  に入射さ

れる。

- [0030] 従って、LDドライバ13の出力により駆動されたレーザ発光素子10は、図1(b)に示す三角波の電流に従って、図1(c)に示すように波長が短くなるとともに、変調波の正弦波に対応して波長が変化するレーザ光を出力することになる。
- [0031] 尚、水分が測定対象であるときは、前記レーザ光の吸収波長は1392.53nmをピークとする。従って、測定セル100での吸収信号の波形は図1(d)に示すように、1392.53nmをピークとする波形となる。
- [0032] 上記は、測定セル100内でのレーザ光の吸収を意味しているが、測定セル100に至る前段には、発光素子10とコリメートレンズ15との間、あるいは、コリメートレンズ15と測定セル100の入射窓との間、更に、測定セル100の出射窓と受光素子20との間には、僅かな間隙（全体で数ミリ程度）があり、その圧力は大気圧である。
- [0033] 前記したように、前記レーザ光の吸収強度は、水分濃度、光路長に比例し、圧力と温度にも関係する（ここでは発光素子10から受光素子20までを恒温槽に入れ、測定セル100内の温度と、前記大気部分の温度は同じで、かつ一定とみなせる状態とする。また、測定セル100内の圧力は一定に保持する）。また、吸収信号の波長帯域の半値幅は前記したように測定雰囲気圧に比例する。
- [0034] 従って、上記大気部分の水分濃度に対応する吸収信号の波形は、図2(Ab)に示すようにレーザ光の波長帯域の広い範囲で現れ、測定セル100の内部の水分濃度による吸収信号の波形は、図2(Aa)に示すように帯域の狭い範囲で表れる。
- [0035] ロックインアンプ22では、前記受光素子20からの信号波形の2次微分に相当する波形の信号を得る。当該2次微分によって、図2(Ca)に示すような波長帯域の広い波形と、帯域が狭くて鋭い波形が組み合わせられ、その重なった信号は演算手段23に入力される。
- [0036] 図4(b)は、図3の装置において、大気中の光路長が1mm、測定セル10



0の長さが300mmで1/10気圧、水分濃度20ppmでのロックインアンプ22の出力を示すものであり、図2(Ca)と等価である。一方、図4(a)は1mmの光路長の大気中での水分10000ppmによるロックインアンプ22の出力を示し、図2(Bb)と等価である。

[0037] 演算手段23では、上記のようにしてロックインアンプ22から得られた信号から、測定セル100での吸収信号に相当する部分を抽出し、水分濃度を決定する処理をする。

[0038] まず、図5(a)に示す測定セル100で得られる吸収信号の2次微分波形の基準パターンRaと、図5(b)に示す大気中の吸収信号の2次微分波形の基準パターンRbを演算手段23の記憶手段に記憶させておく。

[0039] ここで、吸収信号に対応する2次微分波形の半値幅は、圧力に比例するのであるから、測定セル100内の圧力を固定にするようにしておくと、測定セル側の基準パターンRaの谷-谷幅(半値幅)は、前記固定にされた測定セル100内の圧力に対応した値となる。従って、後述するフィッティング処理においては、水分濃度に応じて高さを調整すればいいことになる。

[0040] 一方、大気に対応する基準パターンの帯域幅は1気圧近辺でほぼ一定であり、高さは、そのときの湿度に対応することになる。従って前記基準パターンRbとしては、1気圧で標準的な湿度、例えば60%の水分量にあわせておく。

[0041] 前記の2つの基準パターンを、ロックインアンプ22からの出力信号の波形にフィッティングさせる。フィッティング処理は、ロックインアンプ22からの出力信号波形(図6(a))に対して、まず大気対応の基準パターンRbを、波長方向および高さ(大気の湿度)方向に微調整してフィッティングさせる(図6(b)の太い破線)。次いで、測定セル100の吸収波形の頂点 $Q_0$ と測定セル100の基準波形Raの頂点 $P_0$ を一致させ、基準波形Raの高さ(大きさ)方向を調整して基準波形の両端点 $P_{10}$ 、 $P_{20}$ が前記大気の基準波形Rbに重なるようにし、フィッティングが完了する(図6の細い破線)。

[0042] このようにしてフィッティングが完了すると、完了後の低圧部の基準信号を抽出して、谷ピーク間の中間位置 ( $P_1 - P_2$  の  $1/2$ ) に対応する位置と山ピーク  $P_0$  間の高さ  $h$  を求める。この高さ  $h$  から演算手段 22 は測定セル 100 内の水分濃度を算出することになる。高さ  $h$  から水分濃度を算出する具体的な方法としては、理論式を用いることもできるが、所定圧力での高さ (大きさ)  $h$  と水分濃度との関係をテーブルにして記憶させておくことで対応することができる。

[0043] 上記では測定セル 100 に対応する基準パターン R a として、一種類のみを記憶手段に記憶していることとしているが、吸収信号波形は濃度によって、多少異なるので、低濃度域、中濃度域、高濃度域の三種類程度の基準パターンを記憶しておくことでもよい。

[0044] 尚、図 6 (b) に示す信号は、図 2 (C a) に模式的に描かれている波形と同等である。また、図 6 (c) に示す信号は、図 2 (C b) に模式的に描かれている波形と同等である。また、大気に対応する基準パターン R b も演算手段に記憶するようにしているが、測定セル 100 に対応する基準波形 R a のみを記憶させることでもよい。この場合基準波形 R a を図 6 (c) に実線で示す複合波形に直接フィッティングすることになるが、若干の誤差の拡大を許容するとすればこの方法でもよいことになる。

[0045] 以上のようにして、水分濃度を算出すると、40ppm 以下の濃度の水分であっても高い精度で値を得ることができる。

[0046] 以上の説明では水分を目的物質としたが、これに限定されることはない。

### 産業上の利用可能性

[0047] 以上説明したように、本発明は測定セルに導入した雰囲気ガス (試料ガス) 中の目的物質 (例えば水分) の濃度を、大気中に目的物質が存在する状況であっても、精度よく短時間で測定できる。また、雰囲気ガスの種類に関わらず高精度かつ短時間での濃度測定が可能であり、産業上の利用可能性は極めて高い。

### 符号の説明

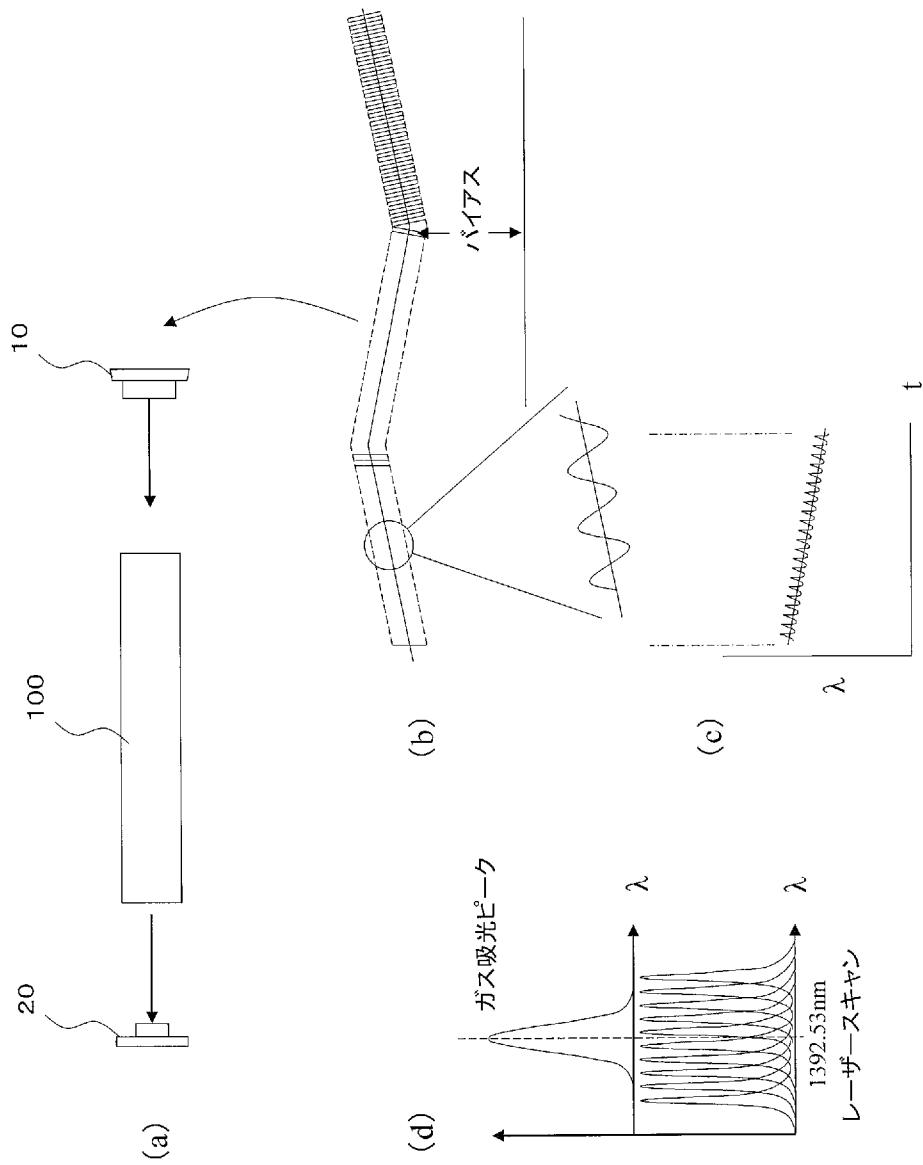
- [0048] 1 0 レーザ発光素子
- 1 1 スweep信号発生回路
- 1 2 変調信号発生回路
- 1 3 LDドライバ
- 1 5 コリメートレンズ
- 2 0 受光素子
- 2 2 ロックインアンプ
- 2 3 演算手段
- 1 0 0 測定セル
- R a 基準パターン
- R b 基準パターン

## 請求の範囲

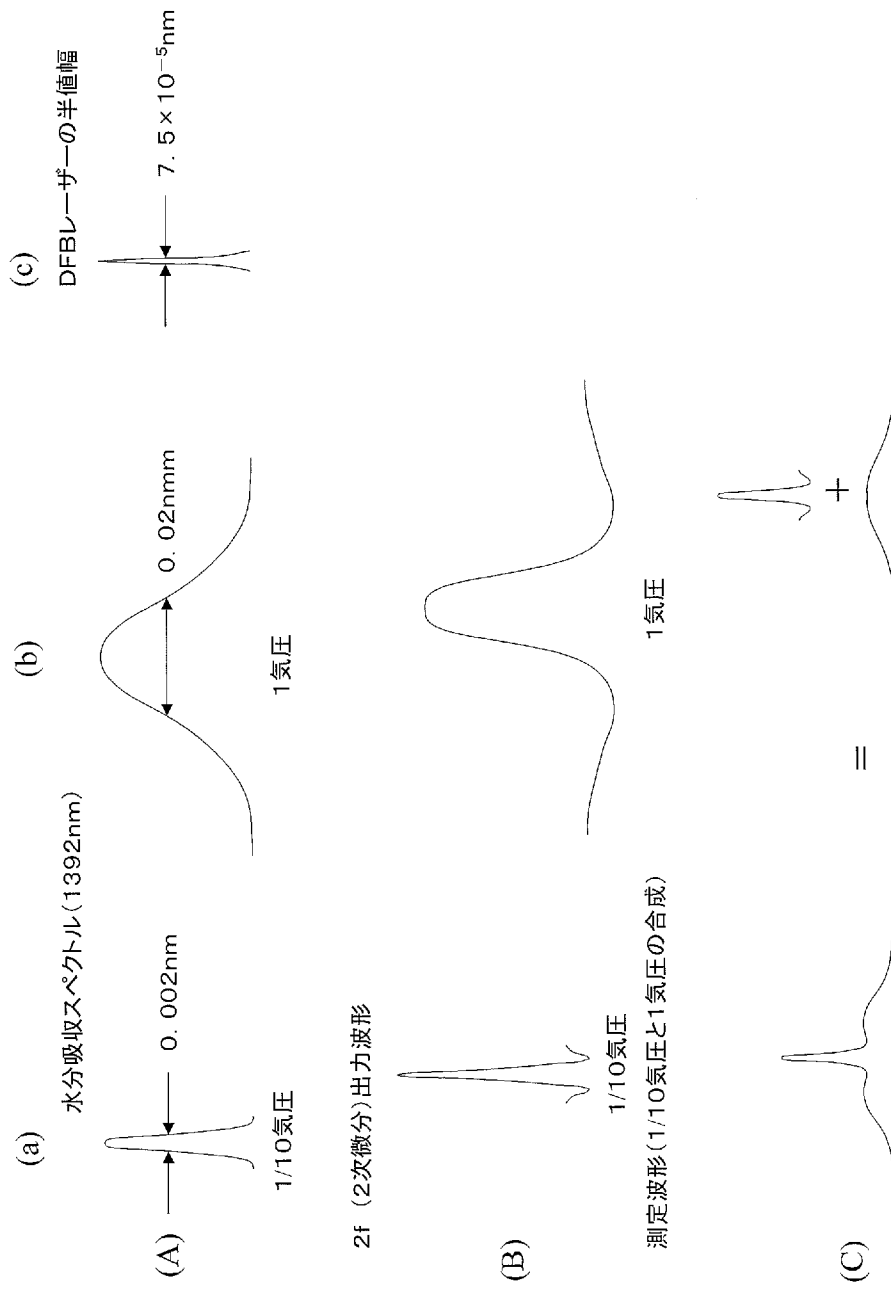
- [請求項1] TDLAS法に基づいて、試料ガス中の対象物質の濃度を測定する装置において、
- 大気圧より充分低い圧力で試料ガスを充填した所定長さの測定セルと、
- 前記測定セルに対して、試料ガスに含まれる対象物質の吸収波長前後の所定帯域の波長のレーザ光を出射するレーザ発光素子と、
- 前記レーザ発光素子より入射されたレーザ光を前記測定セル内に充填した試料ガスを介して受光する受光素子と、
- 前記受光素子よりの信号を入力し、当該入力された信号の波形を2次微分した波形として出力するロックインアンプと、
- 前記ロックインアンプが出力する信号の波形から、試料ガス中の対象物質の吸収波形を抽出し、その大きさから濃度を算出する演算手段と
- を備えたことを特徴とする濃度計。
- [請求項2] 前記演算手段に、前記測定セルの圧力で対象物質が所定の濃度であるときの前記ロックインアンプの出力を第1の基準波形として記憶しておき、当該第1の基準波形を前記ロックインアンプの出力の測定セルの吸収波形に対応する部分にフィッティングさせることによって、試料ガス中の対象物質の吸収波形を抽出する請求項1に記載の濃度計。
- [請求項3] 前記演算手段に、大気圧下で対象物質が所定の濃度であるときの前記ロックインアンプの出力を第2基準波形として記憶しておき、当該第2の基準の波形を前記ロックインアンプの出力の大気の吸収波形に対応する部分にフィッティングさせた後、第1の基準波形を前記ロックインアンプの出力の測定セルの吸収波形に対応する部分にフィッティングさせることによって、試料ガス中の対象物質の吸収波形を抽出する請求項1に記載の濃度計。

- [請求項4] TDLAS法に基づいて、試料ガス中の対象物質の濃度を測定する方法において、
- 所定長さの測定セル内の圧力を大気圧より充分低い圧力で試料ガスを充填するステップと、
- レーザ発光素子より前記測定セルに対して、試料ガスに含まれる対象物質の吸収波長前後の所定帯域の波長のレーザ光を入射するステップと、
- 受光素子により、前記レーザ発光素子より入射されたレーザ光を前記測定セル内に充填した試料ガスを介して受光するステップ、
- ロックインアンプにて、前記受光素子よりの信号の波形を2次微分した波形として出力するステップ、
- 演算手段で、前記ロックインアンプが出力する信号の波形から、試料ガス中の対象物質の吸収波形を抽出し、その大きさから濃度を算出するステップと
- を備えたことを特徴とする濃度測定方法。
- [請求項5] 前記演算手段に、前記測定セルの圧力で対象物質が所定の濃度であるときの前記ロックインアンプの出力を第1の基準波形として記憶しておき、当該第1の基準波形を前記ロックインアンプの出力の測定セルの吸収波形に対応する部分にフィッティングさせることによって、試料ガス中の対象物質の吸収波形を抽出する請求項4に記載の濃度測定方法。
- [請求項6] 前記演算手段に、大気圧下で対象物質が所定の濃度であるときの前記ロックインアンプの出力を第2基準波形として記憶しておき、当該第2の基準の波形を前記ロックインアンプの出力の大気の吸収波形に対応する部分にフィッティングさせた後、第1の基準波形を前記ロックインアンプの出力の測定セルの吸収波形に対応する部分にフィッティングさせることによって、試料ガス中の対象物質の吸収波形を抽出する請求項4に記載の濃度測定方法。

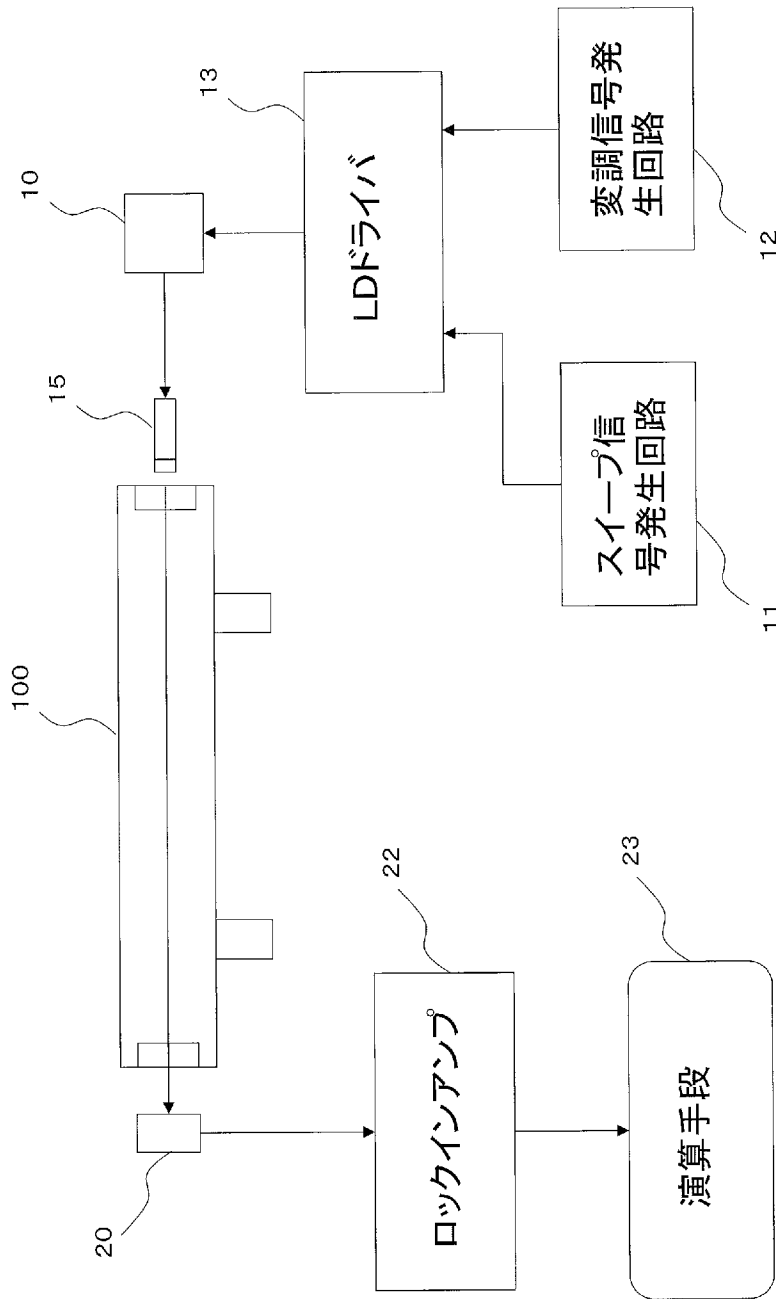
[図1]



[図2]

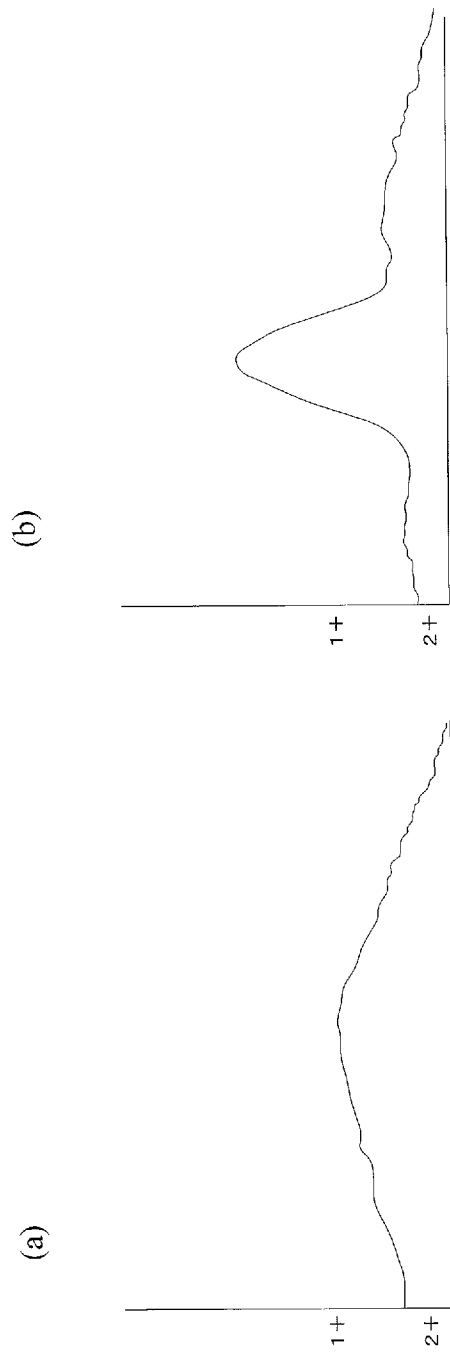


[図3]



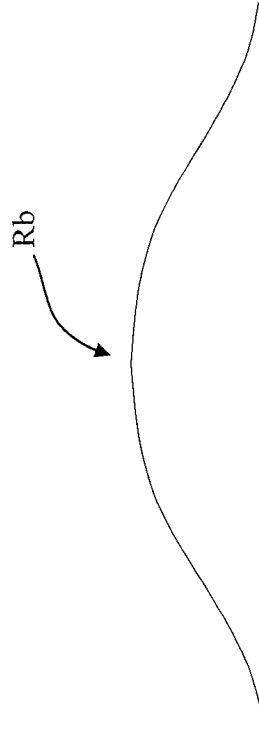


[図4]

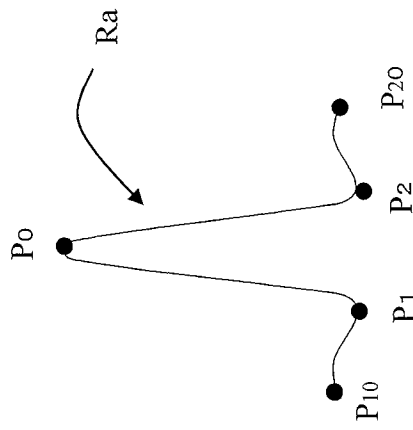


[図5]

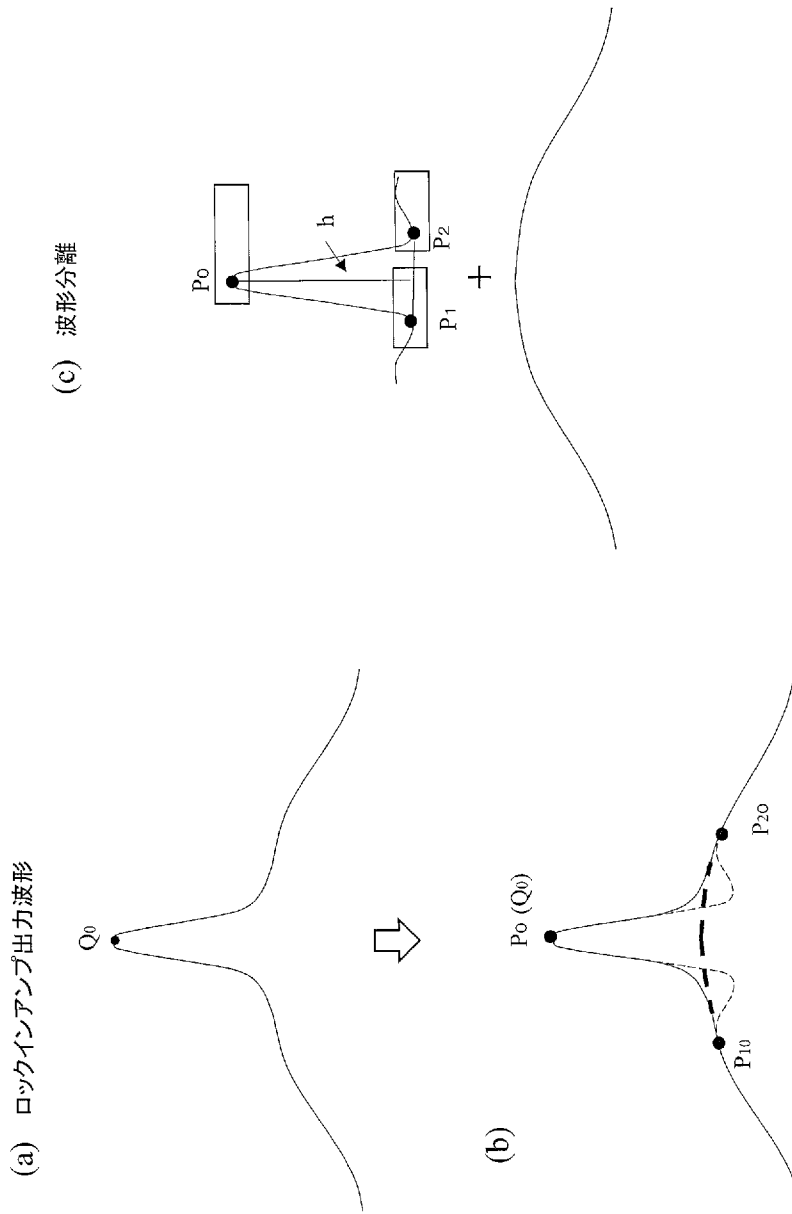
(b) 大気パターン



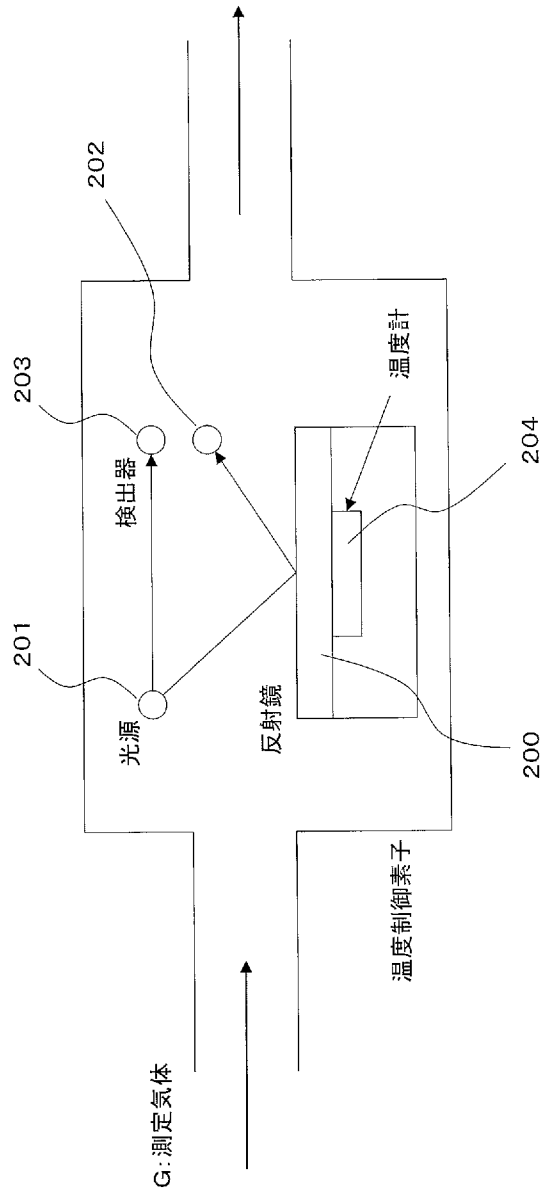
(a) 低圧パターン



[図6]



[図7]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2015/058205

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
G01N21/39(2006.01) i, G01N21/3554(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/JMEDPlus/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 A	JP 2013-113664 A (Yokogawa Electric Corp.), 10 June 2013 (10.06.2013), paragraphs [0002], [0032] to [0039], [0047], [0069] to [0105]; fig. 1 to 3 & US 2013/0135619 A1 & EP 2597456 A1 & CN 103134772 A	1, 2, 4, 5 3, 6
Y A	JP 11-258156 A (Nippon Sanso Corp.), 24 September 1999 (24.09.1999), paragraphs [0016] to [0020]; fig. 1, 7 & US 6519039 B1 & WO 1999/046580 A1 & EP 995984 A1 & TW 586004 B & CN 1258352 A	1, 2, 4, 5 3, 6

Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 03 June 2015 (03.06.15)	Date of mailing of the international search report 16 June 2015 (16.06.15)
--	---

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/JP2015/058205

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2009-243968 A (Toyota Motor Corp.), 22 October 2009 (22.10.2009), paragraphs [0066], [0078] (Family: none)	2, 5
A	JP 2013-164315 A (Shimadzu Corp.), 22 August 2013 (22.08.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	US 6664533 B1 (Gas Research Institute), 16 December 2003 (16.12.2003), entire text; all drawings & US 2003/0030001 A1	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. G01N21/39(2006.01)i, G01N21/3554(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 (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 1971-2015年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2015年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2015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/JMEDPlus/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 A	JP 2013-113664 A (横河電機株式会社) 2013.06.10, 段落0002、 段落0032-段落0039、段落0047、段落0069-段落 0105、図1-図3 & US 2013/0135619 A1 & EP 2597456 A1 & CN 103134772 A	1, 2, 4, 5 3, 6
Y A	JP 11-258156 A (日本酸素株式会社) 1999.09.24, 段落0016- 段落0020、図1、図7 & US 6519039 B1 & WO 1999/046580 A1 & EP 995984 A1 & TW 586004 B & CN 1258352 A	1, 2, 4, 5 3, 6

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 03.06.2015	国際調査報告の発送日 16.06.2015
--------------------------	--------------------------

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) 横尾 雅一 電話番号 03-3581-1101 内線 3250	2W	3716
---	--	----	------

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
Y	JP 2009-243968 A (トヨタ自動車株式会社) 2009. 10. 22, 段落 0066、段落 0078 (ファミリーなし)	2, 5
A	JP 2013-164315 A (株式会社島津製作所) 2013. 08. 22, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6
A	US 6664533 B1 (Gas Research Institute) 2003. 12. 16, 全文、全図 & US 2003/0030001 A1	1-6