

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5190700号
(P5190700)

(45) 発行日 平成25年4月24日(2013.4.24)

(24) 登録日 平成25年2月8日(2013.2.8)

(51) Int.Cl. F1
GO1N 21/47 (2006.01) GO1N 21/47 Z

請求項の数 3 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2008-292078 (P2008-292078)	(73) 特許権者	000000099
(22) 出願日	平成20年11月14日 (2008.11.14)		株式会社 I H I
(65) 公開番号	特開2010-117303 (P2010-117303A)		東京都江東区豊洲三丁目1番1号
(43) 公開日	平成22年5月27日 (2010.5.27)	(74) 代理人	100097515
審査請求日	平成23年9月27日 (2011.9.27)		弁理士 堀田 実
		(74) 代理人	100136548
			弁理士 仲宗根 康晴
		(74) 代理人	100136700
			弁理士 野村 俊博
		(72) 発明者	伊澤 淳
			東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会
			社 I H I 内
		(72) 発明者	濱野 靖徳
			東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会
			社 I H I 内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 気体成分濃度測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

気体中にレーザー光を射出し、該気体を通過した前記レーザー光に基づいて前記気体中の対象成分の濃度を検出する気体成分濃度測定装置であって、

波長が前記対象成分の光吸収波長である第1レーザー光、および、波長が前記対象成分の非吸収波長である第2レーザー光を射出するレーザー射出装置と、

第1レーザー光と第2レーザー光の照射範囲内に位置するとともに、第1レーザー光と第2レーザー光の射出方向に順に間隔を隔てて直列に配置される第1および第2の散乱体と、

第1の散乱体で散乱された第1レーザー光の第1の散乱光、第1の散乱体で散乱された第2レーザー光の第2の散乱光、第1の散乱体を通過し第2の散乱体で散乱された第1レーザー光の第3の散乱光、および、第1の散乱体を通過し第2の散乱体で散乱された第2レーザー光の第4の散乱光を直接検出する光検出器と、

前記光検出器により取得した第1、第2、第3および第4の散乱光の検出値に基づいて、第1の散乱体と第2の散乱体との間における前記対象成分の濃度を算出する濃度算出装置と、を備える、ことを特徴とする気体成分濃度測定装置。

【請求項2】

第2の散乱体は、第1の散乱体よりも前記光検出器から遠い位置に配置され、

第2の散乱体がレーザー光を散乱させる度合いは、第1の散乱体がレーザー光を散乱させる度合いよりも大きい、ことを特徴とする請求項1に記載の気体成分濃度測定装置。

【請求項3】

10

20

第1および第2の散乱体の各々は、複数のワイヤ状部材を間隔をおいて配置した形状、格子形状、または、球形状を有する、ことを特徴とする請求項1または2に記載の気体成分濃度測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーザー光を用いて、気体中の対象成分の濃度を測定する気体成分濃度測定装置に関する。

【背景技術】

10

【0002】

気体に含まれる特定の対象成分の濃度は、次の手法で測定できる。

遠方にある気体に対し、レーザー射出装置から、対象成分に固有の吸収波長 λ_1 を持つレーザー光を射出する。吸収波長 λ_1 のレーザー光が気体中の粉塵または気体自身により散乱された散乱光を、レーザー照射装置の近傍に設けた光検出器で検出する。この場合、レーザー射出装置とレーザー光の散乱位置との距離に応じて、光検出器による散乱光検出の時間に差が生じる。この時間特性を距離特性に変換することで、所望の区間からの散乱光の検出信号を得る。さらに、この検出信号に基づいて、射出時のレーザー光に対する、前記区間における波長 λ_1 の光の減衰率を求める。

その一方で、遠方にある同じ気体に対し、レーザー射出装置から、前記対象成分の非吸収波長 λ_2 を持つレーザー光を射出することで、同様に、同じ前記区間における波長 λ_2 の光の減衰率を求める。

20

前記区間における波長 λ_1 の光の減衰率と、前記区間における波長 λ_2 の光の減衰率とに基づいて、前記対象成分による光の減衰率を求めることができる。さらに、この減衰率と既知の参照データとから、前記区間における前記対象成分の濃度を求めることができる。

【0003】

なお、本願の先行技術文献として下記の特許文献1、2がある。

【特許文献1】特許第3861059号

【特許文献2】特許第3699682号

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上述した手法で、気体の対象成分の濃度を検出する場合には、次のように非常に高価な装置を用いる必要がある。

【0005】

気体中の粉塵または気体自身により散乱された散乱光の強度は、著しく小さい。そのため、光検出器が散乱光を検出できるように、十分に強度の高いレーザー光を射出するレーザー射出装置を用いる必要がある。

しかしながら、特に屋外でレーザー光を射出する場合には、安全性の観点からレーザー強度の制約がある。このようなレーザー強度を補うために、高価な大型集光装置を用いる必要がある。

40

【0006】

また、散乱光は、あらゆる角度に反射するものであるため、散乱光は距離の2乗に比例して減衰する。従って、測定対象である前記区間の一端からの散乱光とこの区間の他端からの散乱光では、光検出器の位置においてその強度が大きく異なる。従って、検出可能強度範囲が広い光検出器が必要となるため、光検出器が高価なものとなる。

【0007】

そこで、本発明の目的は、射出レーザー強度の高いレーザー射出装置や大型集光装置を使用しなくても、十分に大きい光検出値を取得して、所望区間における対象成分の濃度を測定

50

できる気体成分濃度測定装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するため、本発明によると、気体中にレーザ光を射出し、該気体を通過した前記レーザ光に基づいて前記気体中の対象成分の濃度を検出する気体成分濃度測定装置であって、

波長が前記対象成分の光吸収波長である第1レーザ光、および、波長が前記対象成分の非吸収波長である第2レーザ光を射出するレーザ射出装置と、

第1レーザ光と第2レーザ光の照射範囲内に位置するとともに、第1レーザ光と第2レーザ光の射出方向に順に間隔を隔てて直列に配置される第1および第2の散乱体と、

第1の散乱体で散乱された第1レーザ光の第1の散乱光、第1の散乱体で散乱された第2レーザ光の第2の散乱光、第1の散乱体を通過し第2の散乱体で散乱された第1レーザ光の第3の散乱光、および、第1の散乱体を通過し第2の散乱体で散乱された第2レーザ光の第4の散乱光を直接検出する光検出器と、

前記光検出器により取得した第1、第2、第3および第4の散乱光の検出値に基づいて、第1の散乱体と第2の散乱体との間における前記対象成分の濃度を算出する濃度算出装置と、を備える、ことを特徴とする気体成分濃度測定装置が提供される。

【0009】

上述の本発明による気体成分濃度測定装置によると、気体により散乱した散乱光ではなく、第1および第2の散乱体により散乱した散乱光の検出値に基づいて対象成分の濃度を算出するので、射出レーザ強度の高いレーザ射出装置や大型集光装置を使用しなくても、十分に大きい光検出値を取得して、所望区間における対象成分の濃度を測定できる。

即ち、気体で散乱されたレーザ散乱光は弱いので、射出レーザ強度の高いレーザ射出装置や大型集光装置を使用しなければ、十分に大きい対象成分濃度算出用の散乱光検出値を得ることができない。これに対し、本発明では、第1および第2の散乱体を設け、第1および第2の散乱体による強い散乱光を検出するので、高強度レーザを射出するレーザ射出装置や大型集光装置を使用しなくても、十分に大きい対象成分濃度算出用の散乱光検出値を得ることができ、所望区間における対象成分の濃度を算出できる。

【0010】

さらに、第1および第2の散乱体は、所定の広い範囲にわたってレーザ光を散乱させる散乱体であるので、第1および第2の散乱体の向きを、レーザ射出装置に対して正確に合わせる必要がなくなる。

【0011】

本発明の好ましい実施形態によると、第2の散乱体は、第1の散乱体よりも前記光検出器から遠い位置に配置され、

第2の散乱体がレーザ光を散乱させる度合いは、第1の散乱体がレーザ光を散乱させる度合いよりも大きい。

【0012】

この実施形態では、第2の散乱体は、第1の散乱体よりも前記光検出器から遠い位置に配置され、第2の散乱体がレーザ光を散乱させる度合いは、第1の散乱体がレーザ光を散乱させる度合いよりも大きいので、次のように、遠い位置にある第2の散乱体からの散乱光も適切な強度で光検出器に到達できる。

散乱光は、様々な方向に散乱することで伝播距離の2乗に比例して強度が低下する。従って、光検出器から遠くにある第2の散乱体からの散乱光の強度は、光検出器の位置において、光検出器の側にある第1の散乱体からの散乱光の強度よりも大幅に小さくなってしまふ。そのため、光検出器の検出可能強度範囲を大きく設定しなければならなくなる。

これに対し、前記の実施形態では、第2の散乱体がレーザ光を散乱させる度合いは大きいので、第2の散乱体からの散乱光も適切な強度で光検出器に到達できる。例えば、第2の散乱体がレーザ光を散乱させる度合いを適切に設定することで、第2の散乱体からの散

10

20

30

40

50

乱光が光検出器に到達した時に持つ強度を、第1の散乱体からの散乱光が光検出器に到達した時に持つ強度と同じ程度（好ましくは、同じ）にすることができる。この場合、小さい検出可能強度範囲を持つ光検出器でも使用可能である。

【0013】

また、本発明の好ましい実施形態によると、第1および第2の散乱体の各々は、複数のワイヤ状部材を間隔をおいて配置した形状、格子形状、または、球形状を有する。

【発明の効果】

【0014】

上述した本発明によると、射出レーザ強度の高いレーザ射出装置や大型集光装置を使用しなくても、十分に大きい光検出値を取得して、所望区間における対象成分の濃度を測定

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

本発明を実施するための最良の実施形態を図面に基づいて説明する。なお、各図において共通する部分には同一の符号を付し、重複した説明を省略する。

【0016】

[第1実施形態]

図1は、本発明の第1実施形態による気体成分濃度測定装置10の構成図である。この気体成分濃度測定装置10は、気体中にレーザ光を射出し、該気体を通過した前記レーザ光に基づいて前記気体の対象成分の濃度を検出する装置である。この対象成分は、例えば

20

【0017】

レーザ射出装置3は、波長が前記対象成分の光吸収波長 λ_1 である第1レーザ光、および、波長が前記対象成分の非吸収波長 λ_2 である第2レーザ光を射出する。好ましくは、第1レーザ光は、光吸収波長 λ_1 の波長成分のみを有し、第2レーザ光には、前記光吸収波長 λ_1 の成分が含まれていない。

レーザ射出装置3は、レーザ光の進行方向と直交する方向へレーザ光を適切な寸法に広げる光学系（図示せず）を有する。この光学系により、レーザ光は、前記寸法を持ってレーザ射出装置3から射出される。この寸法により、レーザ光を、第1および第2の散乱体5、7に容易に当てること

30

【0018】

第1および第2の散乱体5、7は、第1レーザ光と第2レーザ光の照射範囲内に位置するとともに、第1レーザ光と第2レーザ光の射出方向に間隔を置いて配置される。

【0019】

光検出器9は、第1の散乱体5で散乱された第1レーザ光の第1の散乱光、第1の散乱体5で散乱された第2レーザ光の第2の散乱光、第2の散乱体7で散乱された第1レーザ光の第3の散乱光、および、第2の散乱体7で散乱された第2レーザ光の第4の散乱光を

40

【0020】

濃度算出装置11は、前記光検出器9により取得した第1、第2、第3および第4の散乱光の検出値に基づいて、第1の散乱体5と第2の散乱体7との間の区間における前記対象成分の濃度を算出する。

【0021】

気体成分濃度測定装置10の構成について、より詳細に説明する。

【0022】

第2の散乱体7は、第1の散乱体5よりも前記光検出器9から遠い位置に配置されている。この場合、好ましくは、第2の散乱体7がレーザ光を散乱させる度合いは、第1の散

50

乱体 5 がレーザー光を散乱させる度合いよりも大きい。

図 1 の例では、第 1 および第 2 の散乱体 5、7 は、複数のワイヤ状部材が間隔を置いて平行に配置されたものであるが、第 2 の散乱体 7 でのワイヤ状部材の密度を、第 2 の散乱体 7 でのワイヤ状部材の密度よりも高くする。例えば、図 1 のように、第 1 の散乱体 5 は、複数のワイヤ状部材が間隔をおいて平行に配置された形状のものであり、このように平行に配置された複数のワイヤ状部材に加えて、これらに交差（例えば直交）する方向に、さらに複数のワイヤ状部材が間隔をおいて平行に配置された格子状のものを第 2 の散乱体 7 としてよい。

【 0 0 2 3 】

レーザー射出装置 3 からのレーザー光は、第 1 の散乱体 5 を通過する時に、第 1 の散乱体 5 に衝突したレーザー光部分を失う。この欠損は、第 1 の散乱体 5 の通過後に、光の回折により補完される。従って、第 1 の散乱体 5 の構成要素（ワイヤ状部材）の寸法を、第 1 の散乱体 5 を通過したレーザー光が、第 2 の散乱体 7 に到達するまでに、前記欠損が補完されるように設定する。

10

【 0 0 2 4 】

第 1 および第 2 の散乱体 5、7 は、対象成分濃度を測定する区間の両端に常設しなくてもよい。即ち、対象成分濃度の測定時においてのみ、一時的に、第 1 および第 2 の散乱体 5、7 を前記区間の両端に配置するだけでよい。

【 0 0 2 5 】

図 1 のように、光検出器 9 は、集光装置として凸レンズ 9 a を有してよい。本実施形態では、比較的強度が大きい前記第 1 ~ 第 4 の散乱光が光検出器 9 へ到達するので、凸レンズ 9 a は大型でなくてもよい。

20

【 0 0 2 6 】

（濃度の算出）

図 2 は、光検出器 9 により取得した検出信号を示す。図 2 において、横軸は時間を示し、縦軸は、上述の第 1、第 2、第 3 および第 4 の散乱光の強度に比例する電圧値を示す。図 2 の検出信号は、表示装置（図示せず）に表示されてよい。図 2 において、 $t_1 = 2L_1 / c$ であり、 $t_2 = 2L_2 / c$ である。ここで、 c は光速である。

【 0 0 2 7 】

ランベルト・ベールの法則を利用して、以下のように第 1 の散乱体 5 から第 2 の散乱体 7 までの区間における対象成分の濃度を算出できる。

30

【 0 0 2 8 】

まず、ランベルト・ベールの法則により、次の式 (1) が成り立つ。

$$T_x (\lambda_x) = T_x ' \times \exp \{ - 2 (\lambda_x) \times N_x \times L_x \} \cdots (1)$$

この式 (1) において、各文字の定義は次の通りである。

添え字 x : 1 または 2

$T_x (\lambda_x)$: 図 1 に示す距離 L_1 または L_2 における、波長 λ_x を持つ光に対する透過率

40

$T_x ' : 図 1 に示す距離 L_1 または L_2 における気体の光吸収以外の要因 (第 1 および第 2 の散乱体 5、7 など) による光の透過率$

$(\lambda_x) : 波長 λ_x の光に対する、単位長さおよび単位濃度あたりの前記対象成分の光吸収係数$

$N_x : 距離 L_x における前記対象成分の平均濃度$

$L_x : 図 1 に示す距離 L_1 または $L_2$$

【 0 0 2 9 】

ここで、 $T_x (\lambda_x)$ は、光検出器 9 による光検出強度に相当するので、光検出器 9 による光検出強度から電圧への変換係数を E とすると、 L_1 について、次の式 (2)、(3) が成り立つ。

50

$$V_1(\lambda_1) = E \times T_1' \times \exp\{-2(\lambda_1) \times N_1 \times L_1\} \cdots (2)$$

$$V_1(\lambda_2) = E \times T_1' \times \exp\{-2(\lambda_2) \times N_1 \times L_1\} \cdots (3)$$

【0030】

式(2)を式(3)で割ると、次の式(4)が得られる。

$$V_1(\lambda_1) / V_1(\lambda_2) = \exp[-2N_1L_1\{(\lambda_1) - (\lambda_2)\}] \cdots (4)$$

【0031】

$V_1(\lambda_1)$ 、 $V_1(\lambda_2)$ は、光検出器9による計測で取得でき、 L_1 、 (λ_1) 、 (λ_2) は既知であるので、式(4)を変形することで、次の式(5)のように N_1 が求まる。

$$N_1 = -\ln\{V_1(\lambda_1) / V_1(\lambda_2)\} / 2L_1\{(\lambda_1) - (\lambda_2)\} \cdots (5)$$

【0032】

L_2 についても、同様にして、次の式(6)のように N_2 が求まる。

$$N_2 = -\ln\{V_2(\lambda_1) / V_2(\lambda_2)\} / 2L_2\{(\lambda_1) - (\lambda_2)\} \cdots (6)$$

【0033】

一方、求める前記区間における前記対象成分の濃度 N_t は、次の式(7)で表される。

$$N_t = (N_1 \times L_1 - N_2 \times L_2) / (L_2 - L_1) \cdots (7)$$

【0034】

従って、式(7)に、式(5)、(6)および L_1 、 L_2 を代入することで、前記対象成分の濃度 N_t を算出することができる。

このような濃度 N_t の算出は、濃度算出装置11により実行される。即ち、式(5)~(7)の演算が濃度算出装置11により実行される。

【0035】

第1実施形態による気体成分濃度測定装置10によると、気体により散乱した散乱光ではなく、第1および第2の散乱体5、7による散乱光の検出値に基づいて気体中の対象成分の濃度を算出するので、射出レーザー強度の高いレーザー射出装置や大型集光装置を使用しなくても、十分に大きい光検出値を取得して、所望区間における対象成分の濃度を測定できる。

即ち、気体で散乱されたレーザー散乱光は弱いため、射出レーザー強度の高いレーザー射出装置3や大型集光装置を使用しなければ、十分に大きい対象成分濃度算出用の散乱光検出値を得ることができない。これに対し、本発明では、第1および第2の散乱体5、7を設け、第1および第2の散乱体5、7による強い散乱光を検出するので、高強度レーザーを射出するレーザー射出装置3や大型集光装置を使用しなくても、十分に大きい対象成分濃度算出用の散乱光検出値を得ることができ、所望区間における対象成分の濃度を算出できる。

【0036】

さらに、第1および第2の散乱体5、7は、所定の広い範囲にわたってレーザー光を散乱させる散乱体であるので、第1および第2の散乱体5、7の向きを、レーザー射出装置3に対して正確に合わせる必要がなくなる。

【0037】

また、第1実施形態では、第2の散乱体7がレーザー光を散乱させる度合いは大きいので、第2の散乱体7からの散乱光も適切な強度で光検出器9に到達できる。好ましくは、第2の散乱体7がレーザー光を散乱させる度合いを適切に設定することで、第2の散乱体7が

10

20

30

40

50

らの散乱光が光検出器 9 に到達した時に持つ強度を、第 1 の散乱体 5 からの散乱光が光検出器 9 に到達した時に持つ強度と同じにする。これにより、小さい検出可能強度範囲を持つ光検出器 9 でも使用可能である。

【 0 0 3 8 】

[第 2 実施形態]

図 3 は、本発明の第 2 実施形態による気体成分濃度測定装置 10 の構成図である。

第 1 および第 2 の散乱体 5、7 は、図 3 に示すように、ガラスに、傷、汚れ、内包物、または、これらの組み合わせを意図的に付加したものである。第 2 実施形態における他の構成は、第 1 実施形態と同じである。

なお、第 2 実施形態において、第 2 の散乱体 7 がレーザー光を散乱させる度合いを、第 1 の散乱体 5 がレーザー光を散乱させる度合いよりも大きくするために、ガラス 7 に付加される傷、汚れ、内包物などの程度、密度を、ガラス 5 に付加される傷、汚れ、内包物などの程度、密度よりも大きくしている。

【 0 0 3 9 】

[第 3 実施形態]

図 4 は、本発明の第 3 実施形態による気体成分濃度測定装置 10 の構成図である。

第 1 および第 2 の散乱体 5、7 は、図 4 に示すように、ボールの先端に取り付けられた球状部材である。第 3 実施形態における他の構成は、第 1 実施形態と同じである。

なお、第 3 実施形態において、第 2 の散乱体 7 がレーザー光を散乱させる度合いを、第 1 の散乱体 5 がレーザー光を散乱させる度合いよりも大きくするために、図 4 では、第 2 の散乱体 7 を構成する球状部材の数を、第 1 の散乱体 5 を構成する球状部材の数よりも多くしている。

【 0 0 4 0 】

[気体成分濃度測定システム]

図 5 は、上述の気体成分濃度測定装置 10 を利用した気体成分濃度測定システム 20 の構成図である。この気体成分濃度測定システム 20 は、上述した第 1 実施形態、第 2 実施形態または第 3 実施形態の気体成分濃度測定装置 10、環境観測衛星 13、データ解析装置 15、表示装置 17、および移動手段 19 を有する。

【 0 0 4 1 】

環境観測衛星 13 は、太陽光が地表または水面で反射した反射光を検出し、この検出データを送信する。この検出データには、前記反射光の通過領域を示す位置データも含まれている。

【 0 0 4 2 】

データ解析装置 15 は、環境観測衛星 13 から送信された前記検出データを受信して、この検出データを解析する。この解析は、前記対象成分の濃度が、所定の規定値よりも高い領域があるかを判断するものである。データ解析装置 15 は、前記対象成分の濃度が所定の規定値よりも高い領域があると判断すると、異常であるとして、その旨の異常信号を出力する。この異常信号には、前記対象成分の濃度が所定の規定値よりも高い領域の位置・領域を示す位置情報も含まれている。

【 0 0 4 3 】

表示装置 17 は、データ解析装置 15 から前記異常信号を受け、この異常信号に基づいて、前記規定値よりも濃度が高い気体成分と、この気体成分が前記規定値よりも濃度が高くなっている位置位置・領域を表示する。人が、この表示を見て、目的地（当該位置・領域またはその付近）へ移動手段 19 で気体成分濃度測定装置 10 を移動させることができる。なお、表示装置 17 は、移動手段 19 に搭載されていてもよい。

【 0 0 4 4 】

移動手段 19 は、図 5 の例では、気体成分濃度測定装置 10 が積載される車両であるが、気体成分濃度測定装置 10 が積載される航空機、気球、飛行船、船舶などであってもよい。移動手段 19 が前記目的地へ到達すると、人が、レーザー射出装置 3、光検出器 9、第 1 および第 2 の散乱体 5、7 を、例えば図 1 のように所望の位置に配置する。なお、レー

10

20

30

40

50

ザ射出装置 3 と光検出器 9 は、移動手段 19 に搭載されたままであってもよい。

第 1 および第 2 の散乱体 5、7 を配置したら、第 1 実施形態と同様に、第 1 および第 2 の散乱体 5、7 の間の区間における前記対象成分の濃度を測定する。

なお、前記対象成分が CO_2 である場合には、移動手段 19 は、 CO_2 を排出しないもの（例えば電気自動車）であるのがよい。

【0045】

上述の気体成分濃度測定システム 20 では、環境観測衛星 13 による検出データにより、気体の対象成分が異常な濃度となっている領域が存在するかを調査でき、このような領域が存在する場合には、移動手段 19 によりその領域へ移動して気体成分濃度測定装置 10 により濃度を詳細に測定することができる。

10

これにより、広範囲にわたって、気体の対象成分の濃度異常値を詳細に検出でき、しかも、濃度測定時においてのみ、気体成分濃度測定装置 10 を測定領域に一時的に配置するだけでよくなる。

【0046】

本発明は上述した実施の形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変更を加え得ることは勿論である。

【0047】

例えば、本発明で使用する前記各散乱体は、各実施形態で述べたもの以外の散乱体であってもよい。

【0048】

20

また、上述の各実施形態では、2つの散乱体 5、7 を用いたが、3つ以上の散乱体を、第 1 レーザ光と第 2 レーザ光の照射範囲内に位置させるとともに、第 1 レーザ光と第 2 レーザ光の射出方向に間隔を置いて配置してもよい。この場合には、第 1 実施形態と同じ方法で、第 1 および第 2 の散乱体 5、7 の間の区間だけでなく、第 2 および第 3 の散乱体の間の区間など、複数の区間における対象成分の濃度を同時に測定することができる。

即ち、光検出器 9 は、上述した第 1 ~ 第 4 の散乱光に加えて、第 3 の散乱体で散乱された第 1 レーザ光の第 5 の散乱光、および、第 3 の散乱体で散乱された第 2 レーザ光の第 6 の散乱光も検出し、濃度算出装置 11 は、前記光検出器 9 により取得した第 3、第 4、第 5 および第 6 の散乱光の検出値に基づいて、第 2 の散乱体 7 と第 3 の散乱体との間における前記対象成分の濃度も同時に算出する。

30

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図 1】本発明の第 1 実施形態による気体成分濃度測定装置の構成図である。

【図 2】光検出器により取得した検出信号の波形を示す。

【図 3】本発明の第 2 実施形態による気体成分濃度測定装置の構成図である。

【図 4】本発明の第 3 実施形態による気体成分濃度測定装置の構成図である。

【図 5】気体成分濃度測定装置を利用した気体成分濃度測定システムの構成図である

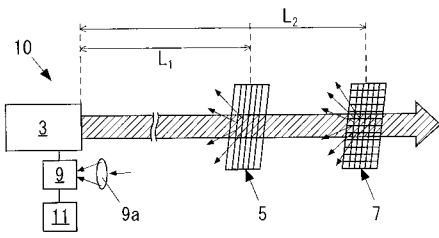
【符号の説明】

【0050】

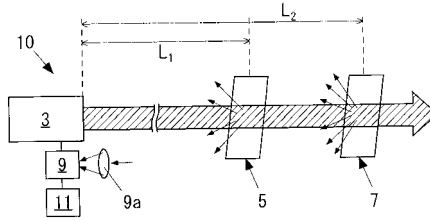
3 レーザ射出装置、5 第 1 の散乱体、7 第 1 の散乱体、9 光検出器、9 a 凸レンズ、10 気体成分濃度測定装置、11 濃度算出装置、13 環境観測衛星、15 データ解析装置、17 表示装置、19 移動手段、20 気体成分濃度測定システム

40

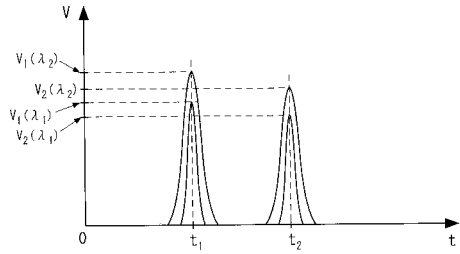
【図1】



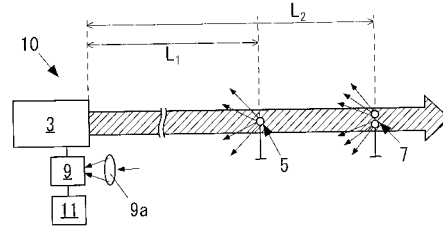
【図3】



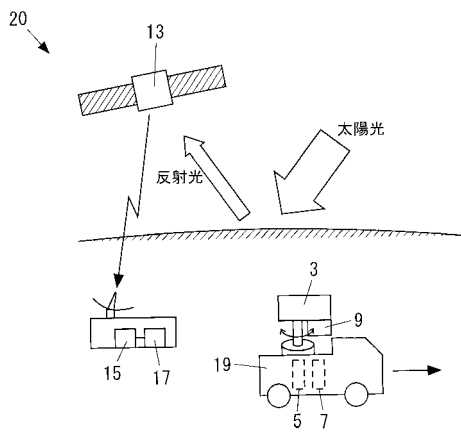
【図2】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 久保田 伸彦
東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社IHI内

審査官 島田 英昭

(56)参考文献 特開昭56-089042(JP,A)
特開平11-295217(JP,A)
特開昭63-009842(JP,A)
特開2004-264048(JP,A)
特開2008-197185(JP,A)
特開平04-151546(JP,A)
特開昭54-123997(JP,A)
特開2003-090796(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N21/00-21/01
G01N21/17-21/61
G01S 7/48-7/481
G01S17/00-17/95