

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-40887

(P2007-40887A)

(43) 公開日 平成19年2月15日(2007.2.15)

(51) Int.CI.	F 1	テーマコード (参考)
GO1N 21/61 (2006.01)	GO1N 21/61	2FO56
GO1K 11/12 (2006.01)	GO1K 11/12	2GO57
GO1K 13/02 (2006.01)	GO1K 13/02	2GO59
GO1N 21/03 (2006.01)	GO1N 21/03	B
GO1N 21/05 (2006.01)	GO1N 21/05	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2005-226767 (P2005-226767)	(71) 出願人	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22) 出願日	平成17年8月4日 (2005.8.4)	(71) 出願人	000006208 三菱重工業株式会社 東京都港区港南二丁目16番5号
		(74) 代理人	100091096 弁理士 平木 苜輔
		(74) 代理人	100105463 弁理士 関谷 三男
		(74) 代理人	100099128 弁理士 早川 康
		(72) 発明者	後藤 勝利 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
			最終頁に続く

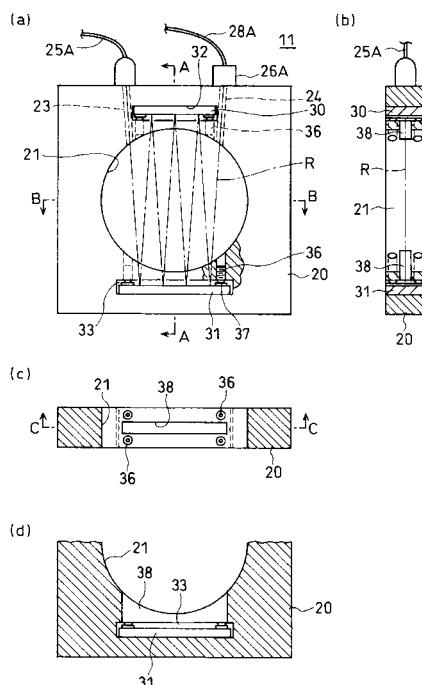
(54) 【発明の名称】ガス分析装置

(57) 【要約】

【課題】 ガス流れを乱すことなく、多種類の成分ガス濃度を精度良く測定できるガス分析装置を提供する。

【解決手段】 排ガス分析装置 10 は、排ガスが流れる排気経路に固定されるセンサ部 11 を備えており、センサ部は、ガスにレーザ光を照射するための光ファイバ 25A と、ガス中を透過したレーザ光を受光するためのディテクタ 26A と、ガスが流れる経路の断面形状と実質的に同じ断面形状である排ガス通過孔 21 と、ガス通過孔外に配置されレーザ光を反射させるミラー 30, 31 と、ミラーと排ガス通過孔とを結ぶスリット 38 と、を少なくとも備えており、センサ部は、光ファイバから照射されたレーザ光が、排ガス通過孔を通過するガス中を透過し、スリットを通してミラーに到達し、ミラーで反射されスリットを通してガス中をさらに透過し、ディテクタに導かれるように構成されている。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

分析対象のガスにレーザ光を照射し、該ガス中を透過したレーザ光に基づいて前記ガスの成分濃度や温度を測定して分析するガス分析装置であって、

該ガス分析装置は、前記ガスが流れる経路に固定されるセンサ部を備えており、該センサ部は、

前記ガスにレーザ光を照射するためのレーザ光照射部と、

ガス中を透過したレーザ光を受光するための受光部と、

ガスが流れる経路の断面形状と実質的に同じ断面形状であるガス通過孔と、

該ガス通過孔外に配置されレーザ光を反射させる反射部材と、

該反射部材と前記ガス通過孔とを結ぶ貫通路と、を少なくとも備えており、

前記センサ部は、前記レーザ光照射部から照射されたレーザ光が、ガス通過孔を通過するガス中を透過し、前記貫通路を通して前記反射部材に到達し、該反射部材で反射され前記貫通路を通してガス中をさらに透過し、前記受光部に導かれるように構成されていることを特徴とするガス分析装置。

【請求項 2】

前記反射部材は、前記ガス通過孔を挟持する対向位置において各々取り付けられており、これらの反射部材の反射面が互いに平行となるように配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載のガス分析装置。

【請求項 3】

前記反射部材は、前記センサ部に交換可能に固定されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のガス分析装置。

【請求項 4】

前記センサ部は、前記経路中の複数個所に設置されることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載のガス分析装置。

【請求項 5】

前記ガス分析装置は、複数のレーザ光照射部と、該レーザ光照射部のそれぞれから照射された複数のレーザ光に対応する複数の受光部とを備え、それらは、それぞれのレーザ光路が互いに交差しないように配置されていることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のガス分析装置。

【請求項 6】

前記反射部材は、前記複数のレーザ光にそれぞれ対応する反射面を備えることを特徴とする請求項 5 に記載のガス分析装置。

【請求項 7】

前記複数のレーザ光は、少なくとも赤外レーザ光と可視レーザ光とを含むことを特徴とする請求項 5 または 6 に記載のガス分析装置。

【請求項 8】

前記分析対象のガスが、内燃機関から排出される排ガスであり、内燃機関に接続される排ガス流路を前記経路としたことを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載のガス分析装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、ガスの温度・濃度・化学種等を測定により求めることでガス分析を行なうガス分析装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

一般に、流路中を流れるガス中に光を照射し、ガス中を透過した光を検出することで、ガスの成分を測定するガス分析計が用いられており、この種のガス分析装置として、例えば特許文献 1 に記載のインラインガス分析計が知られている。このようなガス分析計は、

10

20

30

40

50

ガスが流れる配管の管壁に二つの光透過性窓を対向またはほぼ対向するように形成し、これらの窓にそれぞれ一部を光透過部として残して配管内部に面する光反射面を形成し、一方の窓の光透過部の外方に光源およびカセグレン鏡を備えた光源部を、前記光源を出た光がカセグレン鏡を経て一方の窓の光透過部に対して斜め入射するように設けている。さらに、他方の窓の光透過部の外方に複数の波長の光を検出するための検出器部を設け、光源部を出た光が一方の窓の光透過部から配管内に入り、その後、二つの窓の光反射面間ににおいて複数回反射した後、他方の窓の光透過部を経て検出器部に入射するようにしている。このようなガス分析計を用いることで、ガスの温度・濃度・化学種等を測定することができ、その結果、ガスの成分等を分析することができる。

【0003】

前述のような分析対象となるガスとしては、前記特許文献1に記載のような半導体製造時に用いられるインラインガスや自動車等の内燃機関から排出される排ガス、工場から排出される排ガス等が挙げられる。

【0004】

【特許文献1】特開2004-53405号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、前記特許文献1に記載のガス分析装置のように、ガス中に含まれる測定対象成分の濃度を測定して分析を行なう場合に、光透過性窓、検出器や光源を流路中に配置することで、流路中を流れるガスの流れが乱れる場合がある。このように流路中のガスの流れが乱れることによって、流路中を流れるガスの成分をリアルタイムで精度良く分析することができなくなる。

【0006】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、流路中を流れるガス流れを乱すことなく、流路中を流れるガスの成分をリアルタイムに精度良く分析可能なガス分析装置を提供することにある。また、多種類の成分ガス濃度を精度良く測定できるガス分析装置を提供することにある。そして、測定に際して基準ガスが必要なく、ガス分析が低コストで行なえるガス分析装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

前記目的を達成すべく、本発明に係るガス分析装置は、分析対象のガスにレーザ光を照射し、該ガス中を透過したレーザ光に基づいて前記ガスの成分濃度や温度を測定して分析するガス分析装置であって、このガス分析装置は、ガスが流れる経路に固定されるセンサ部を備えており、このセンサ部は、前記ガスにレーザ光を照射するためのレーザ光照射部と、ガス中を透過したレーザ光を受光するための受光部と、ガスが流れる経路の断面形状と実質的に同じ断面形状であるガス通過孔と、ガス通過孔外に配置されレーザ光を反射させる反射部材と、反射部材と前記ガス通過孔とを結ぶ貫通路と、を少なくとも備えており、前記センサ部は、前記レーザ光照射部から照射されたレーザ光が、ガス通過孔を通過するガス中を透過し、前記貫通路を通して前記反射部材に到達し、該反射部材で反射され前記貫通路を通してガス中をさらに透過し、前記受光部に導かれるように構成されている。ガスが流れる経路の断面形状は円形が好ましく、ガスが通過するセンサ部のガス通過孔の形状も円形が好ましい。また、反射部材は平板状が好適である。

【0008】

前記のごとく構成された本発明のガス分析装置は、ガスが流れる経路中にセンサ部を設置し、このセンサ部には経路の断面形状と実質的に同じ断面形状のガス通過孔が形成されているためガス流れの乱れが少なく、レーザ光照射部から照射されたレーザ光はスリットまたは孔等の貫通路を介して反射部材の反射面で反射されレーザ光受光部で受光されるため、レーザ光はガス中の透過距離が長くなつて減衰量が大きくなり、精度の高い成分濃度測定や温度測定が可能となる。また、装置構成が簡単で容易に経路に設置でき、基準ガス

10

20

30

40

50

や補助ガスが不要でガス分析を低成本で行なうことができる。

【0009】

また、本発明に係るガス分析装置の好ましい具体的な態様としては、前記反射部材はガス通過孔を挟持する対向位置において各々取り付けられており、これらの反射部材の反射面が互いに平行となるように配置されていることを特徴としている。この構成によれば、例えば2枚の反射部材間をレーザ光は複数回反射されて受光されるため、測定対象のガス中を透過する距離が長くなり、減衰量が大きくなるため精度の高い測定が可能となる。

【0010】

また、本発明に係るガス分析装置の好ましい具体的な他の態様としては、反射部材は、前記センサ部に交換可能に固定されていることを特徴としている。この構成によれば、レーザ光を反射するミラー等の反射部材が熱衝撃等により破損した場合に交換することで、ガス分析装置を容易に修復することができる。

【0011】

前記センサ部は、ガスが流れる経路中の複数個所に設置されることが好ましい。この構成によれば、ガスが流れる経路中の複数個所にガスが通過できるガス通過孔を有するセンサ部を設置し、このセンサ部にレーザ光の照射部と、ガス中を透過したレーザ光の受光部とを備えるように構成しているため、ガスが流れる経路への設置、特に複数個所への設置が容易に行なえ、経路中のガスの成分濃度等の変化の状態をリアルタイムで容易に測定して分析できる。

【0012】

さらに、本発明に係るガス分析装置の他の態様としては、ガス分析装置は、複数のレーザ光照射部と、レーザ光照射部のそれぞれから照射された複数のレーザ光に対応する複数の受光部とを備え、それらは、それぞれのレーザ光路が互いに交差しないように配置されていることを特徴としている。この構成によれば、例えば複数のレーザ光として、赤外レーザ光と可視レーザ光とを用いてガスの成分の濃度等を測定することができ、多数種類のガスの成分の濃度等を同時に、しかもリアルタイムで測定することができる。

【0013】

また、前記反射部材は、複数のレーザ光にそれぞれ対応する反射面を備えることが好ましい。特に、複数のレーザ光が少なくとも赤外レーザ光と可視レーザ光とを含む場合、反射部材は赤外レーザ光を反射する第1の反射面と、可視レーザ光を反射する第2の反射面とを備えることが好ましい。この構成によれば、反射部材は赤外レーザ光の反射率が高い反射面と、可視レーザ光の反射率が高い反射面とを備えるため、それぞれのレーザ光の反射ロスを低減することができ、精度の高い測定が可能となる。そして、反射部材は、第1の反射面と第2の反射面とが交互に配置されていることが好ましい。これにより、赤外レーザ光と可視レーザ光とを効率良く反射でき、長い光路長を得る場合でも反射部材の小型化を図ることができる。

【0014】

また、本発明のガス分析装置は、前記分析対象のガスが、内燃機関から排出される排ガスであり、内燃機関に接続される排ガス流路を前記経路としたことを特徴としている。この構成によれば、内燃機関から排出される排ガスの、排気経路中を流れる状態をリアルタイムで分析するため、内燃機関の性能の確認や試験等を行なう際に有用である。

【発明の効果】

【0015】

本発明のガス分析装置は、ガスが流れる経路に固定されるセンサ部には、経路の断面形状と実質的に同じ断面形状のガス通過孔が形成され、このガス通過孔内をガスが通過するため、ガス流れの乱れを防止して安定した状態でガスの成分濃度や温度を測定することができる。しかも、ガス流れを乱さない状態で、ガス中でレーザ光を反射させてガス中の透過距離を大きくすることができるため、ガス中に含まれる成分の濃度や温度を精度良くリアルタイムで測定することができ、高精度なガス分析が可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

10

20

30

40

50

【0016】

以下、本発明に係るガス分析装置を自動車の排ガス分析装置に用いた一実施形態を図面に基づき詳細に説明する。図1は、本実施形態に係る排ガス分析装置を自動車に搭載した要部構成図、図2は、図1の排ガス分析装置をエンジンベンチに搭載した状態の要部構成図、図3は、センサ部の要部の分解した状態の斜視図を含む排ガス分析装置の要部構成図、図4は、図3のセンサ部の詳細を示す一部を破断した正面図と、A-A線断面図、B-B線断面図およびC-C線要部断面図、図5は、レーザ発振・受光コントローラの要部構成および信号解析装置を含む排ガス分析装置の全体構成を示すブロック図である。

【0017】

図1～5において、本実施形態の排ガス分析装置は、分析対象ガスとして、自動車1に設置されたエンジン(内燃機関)2から排出される排ガスを分析する装置である。また、図2に示すように、エンジンベンチ1Aに設置されたエンジン2の排ガスを分析する装置である。エンジン2の各気筒から排出される排ガスは、エキゾーストマニホールド3で合流され、排気管4を通して第1触媒装置5に導入され、さらに第2触媒装置6に導入され、その後マフラー7を通して排気パイプ8から大気中に放出される。排ガスが流れる流路(経路)を構成する排気経路は、エキゾーストマニホールド3、排気管4、第1触媒装置5、第2触媒装置6、マフラー7、排気パイプ8から構成され、エンジン2から排出された排ガスを2つの触媒装置5, 6で浄化し、マフラー7により消音、減圧して大気中に放出する。なお、マフラーはメインマフラーとサブマフラーの2つを有するものでもよい。

【0018】

排気経路を構成する複数の部材は、フランジ部同士を対接させてボルト等で接続されている。例えば、第1、第2触媒装置5, 6は大径の本体部の上流、下流側に排気パイプ部が連結され、これらの排気パイプ部の端部にフランジ部F, Fが溶接等により固着されている。また、マフラー7は大径の本体部の上流、下流側に排気パイプ部が連結され、これらの排気パイプ部の端部にフランジ部F, Fが固着されている。なお、末端の排気パイプ8はマフラー7に直接溶接等により固着されている。このように、排気経路を構成する複数の部材はフランジ部により接続され、排ガスが通過する断面形状が直径dの円形に形成されている。

【0019】

本実施形態の排ガス分析装置10は、前記の排気経路の複数個所に設置された複数のセンサ部11～14を備えて構成される。第1のセンサ部11は第1触媒装置5より上流側のエンジン側の排気管4との間に設置され、第2のセンサ部12は第1触媒装置5の下流側に設置され、第3のセンサ部13は第2触媒装置6の下流側に設置されている。そして、第4のセンサ部14はマフラー7の下流の排気パイプ8に設置されている。センサ部14は排気パイプの途中に設置されても、排気パイプの末端の開口部に挿入して設置するものでもよい。第1のセンサ部11の上流側の、エキゾーストマニホールド3で合流する前の1気筒毎の排気管にセンサ部を設置してもよい。

【0020】

排気管4や第1触媒装置5、第2触媒装置6、マフラー7はフランジ部F, Fをボルトで締め付けることで連結されており、排気経路を構成する部材の間に設置されるセンサ部11, 12, 13は、フランジ部F, Fで挟まれた状態で設置されている。フランジ部F, Fは、排気経路を構成する部材の両端部に形成され、フランジ部同士の接合面は排気経路の中心線に対して直角に交差している。この結果、センサ部11～13はフランジ部F, Fに挟まれて排気経路を横切るように設置される。第4のセンサ部14は排ガスが大気中に放出される直前の分析を行なうものであり、マフラー7から突出する排気パイプ8の中間部にフランジ部F, Fで挟んで設置してもよい。なお、センサ部の設置数は任意に設定すればよい。

【0021】

各センサ部11～14は同一構成であり、1つのセンサ部11について図3, 4を参照して説明する。センサ部11は矩形状の薄板材から形成されたセンサベース20を有し、

10

20

30

40

50

このセンサベースは中心部に排気パイプ部の円形断面の内径 d と同じ直径 d の排ガス通過孔 21 が形成されており、排ガス通過孔内を排ガスが通過する。板状のセンサベース 20 の厚さはレーザ光の照射部と受光部とを固定できる範囲で、できるだけ薄いことが好ましい。具体的にはセンサベース 20 の厚さは、例えば 5 ~ 20 mm 程度が好適である。20 mm を超えると排ガス流れに乱れが生じやすく、5 mm より薄いと測定用のレーザ光の照射部や、排ガス中を透過したレーザ光の受光部の取付固定が煩雑となる。また、排気経路の任意の個所に必要に応じて容易に設置できる。なお、センサベース 20 の厚さは任意に設定できる。

【 0 0 2 2 】

このように、センサベース 20 に形成された排ガス通過孔 21 の形状は、排ガス流れを乱さないように排気パイプ部の内径と同じ直径の円形に形成され、しかもセンサベース 20 は薄く形成されている。このため、排気経路中にセンサ部 11 ~ 14 を取付けても排ガス流れを乱すことなく、圧力損失が少なく円滑に排気させることができる。排ガス通過孔 21 の形状は、例えば直径が 30 mm の場合、 $30 \pm 1 \sim 2$ mm 程度であれば排ガス流れの乱れが起きにくいので、このような範囲に設定されると好ましい。この程度の範囲が実質的に同じ断面形状として好ましい範囲である。センサベース 20 を構成する板材としては金属板材やセラミック製の板材を用いているが、材質については特に問わない。

【 0 0 2 3 】

センサベース 20 はフランジ部 F , F に挟まれた状態で固定され、フランジ部 F , F とセンサベース 20 との間にはガスケット 22 , 22 が挟まれた状態で図示していないボルト、ナット等により固定される。ガスケット 22 は石綿等で形成され、排気管の内径と同じ直径の排ガス通過孔が開けられている。この構成により、フランジ部 F , F の間にセンサベース 20 を挟んで排気経路を接続しても、排ガスが途中で漏れることはなく、排気経路の長さの増加も少ない。図 3 は、排気管 4 の下流端に溶接されたフランジ部 F と、触媒装置 5 の上流側の排気パイプ部 5a の端部に溶接されたフランジ部 F との間に、ガスケット 22 , 22 を挟んでセンサベース 20 が固定される構成を示している。

【 0 0 2 4 】

センサベース 20 には、板厚の中央を端面から排ガス通過孔に向けて貫通する 2 つのセンサ孔 23 , 24 が形成されている。センサ孔 23 , 24 は排ガス通過孔 21 に向けて開口しており、排ガスの流れる方向と直交して開口している。センサ部 11 はレーザ光を照射する照射部として光ファイバ 25A がセンサ孔 23 に固定され、光ファイバ 25A から照射され排ガス通過孔 21 内に存在する排ガス中を透過したレーザ光を受光する受光部として、ディテクタ 26A がセンサ孔 24 に固定されている。すなわち、センサ部 11 は、照射側の光ファイバ 25A から所定の入射角度で排気経路を横切るように照射されたレーザ光が、2 つのミラー 30 , 31 で反射され、排ガス中を透過して減衰し、ディテクタ 26A で受光される構成となっている。

【 0 0 2 5 】

2 つのミラー 30 , 31 は、図 4 に詳細に示すようにセンサベース 20 の中心部の円形の排ガス通過孔 21 外に、排ガス通過孔を挟持する対向位置において各々取り付けられており、ミラーの反射面が互いに平行となるようにして 2 枚配置され、測定用のレーザ光を反射させるように上下に設置固定される。すなわち、ミラー 30 , 31 は排ガス通過孔 21 外で、排ガス通過孔を挟んで対向して平行状態に配置されている。ミラー 30 , 31 は排ガス通過孔 21 の外周側に平行に形成された 2 つの挿入溝 32 , 33 内に着脱可能に固定されており、光ファイバ 25A から排ガス通過孔 21 に向けて照射されたレーザ光をディテクタ 26A に導き到達させる機能を有している。ミラー 30 , 31 は厚さが数 mm 程度の長方形状の基板状に形成され、基板の一方の面に金やプラチナの薄膜が反射面として形成され、その上に保護層として、MgF₂ や SiO₂ の薄膜が形成されている。なお、保護膜は形成しなくてもよい。

【 0 0 2 6 】

また、ミラー 30 , 31 の表面に光触媒層を形成してもよい。光触媒層は、例えば二酸

10

20

30

40

50

化チタン(TiO_2)の薄膜が好ましい。光触媒層は塗布、あるいはコーティングによってミラーの表面に薄膜として形成されている。光触媒層が二酸化チタンの場合、この薄膜は紫外光等の光触媒用の光線を吸収して活性化し、表面に付着した汚れを浮上らせ、浮上った汚れは排ガス流れにより流されて排気経路から外部に排出されるように機能する。このように、ミラーの表面に光触媒層を形成すると、ミラーの表面を清浄化できて好ましい。

【 0 0 2 7 】

センサベース 20 の排ガス通過孔 21 の外周に形成された挿入溝 32, 33 は、ミラー 30, 31 が緩く挿入できる程度の大きさに設定されている。挿入溝 32, 33 はセンサベース 20 を貫通して両面側に開口しても、あるいは片面側に開口して他面側が閉塞している形状でもよい。ミラー 30, 31 は挿入溝 32, 33 内で取付ビス 36 によりスペーサ 37 を介して固定されている。ミラーが熱ショック等により破損した場合は、取付ビス 36 を緩めることで取り外して新しいミラーを固定することができる。また、ミラーが汚れたときに、センサベース 20 から取り外して清掃することもできる。

【 0 0 2 8 】

ミラー 30, 31 は取付ビス 36 によりスペーサ 37 を介して固定されているため、エンジンの振動や排気管等の排気経路の振動でミラーが振動することを防止している。ミラーと取付ビスとの熱膨張の差を吸収するためスペーサ 37 が挟まれており、緩衝材として機能している。スペーサとしては耐環境性に優れ、弾性変形するものが好ましい。例えば、雲母系やカーボン系、銅等の板材が好ましい。このように、スペーサを介して取付ビスで固定することにより、800 度の高温状態でも振動することなく、安定して固定することができる。

【 0 0 2 9 】

ミラー 30, 31 は石英、若しくはサファイア、セラミック等の母材の表面に反射材をコーティングして作製する。コーティング材としては、金や酸化チタン等のレーザ波長に合った反射率の高いものを選択することが好ましい。また、反射材を保護するコーティングとして TiO_2 等の透明で耐熱性に優れ、耐環境性に優れたものを最上面に形成することが好ましい。耐熱性に優れ、反射率の高いミラーを用いることで精度良い測定が可能となる。また、反射材として酸化チタンを用いるときは、酸化チタンが単独で耐環境性に優れ、光触媒として汚れ防止に有効であるため保護膜を形成する必要がなく、そのままの状態で測定することが好ましい。

【 0 0 3 0 】

排ガス通過孔 21 の内周面とミラーを固定する挿入溝 32, 33 との間には、測定用のレーザ光がミラーに到達できるように貫通路が形成されている。貫通路としては貫通するスリットや、貫通する通過孔等が形成される。本実施形態では、排気経路に直交する方向に幅が数 mm 程度のスリット 38, 38 が排ガス通過孔 21 の内周面から挿入溝 32, 33 まで連通させて形成され、スリットは排ガス通過孔 21 の内周面とミラー 30, 31 とを貫通している。この構成により、測定用の赤外レーザ光 R が照射部である光ファイバ 25 からセンサ孔 23 を通して排ガス通過孔 21 内に照射されると、下方のスリット 38 を通して下方のミラー 31 に到達し、下方のミラーで上方に反射され、次いで上方のスリット 38 を通して上方のミラー 30 に到達し、上方のミラーで下方に反射され、上下で反射を繰返したあと上方に固定されたディテクタ 26 A に受光される構成となっている。

【 0 0 3 1 】

光ファイバ 25 A およびディテクタ 26 A はレーザ発振・受光コントローラ 40 に接続され、レーザ発振・受光コントローラ 40 から出射される赤外レーザ光が光ファイバ 25 A を通してセンサベース 20 の排ガス通過孔 21 内に照射され、排ガス中を透過した赤外レーザ光が受光側のディテクタ 26 A で受光され、信号線 28 A を介してレーザ発振・受光コントローラ 40 に入力される構成となっている。光ファイバ 25 A から照射された発光強度と、排ガス中を透過してディテクタ 26 A で受光された受光強度等が、分析装置であるパーソナルコンピュータ 55 に供給される。このように、排ガス分析装置 10 は、複

10

20

30

40

50

数のセンサ部 11～14 と、レーザ発振・受光コントローラ 40 と、パソコン用コンピュータ 55 を備えて構成される。

【0032】

ここで、レーザ発振・受光コントローラ 40 について、図 5 を参照して説明する。レーザ発振・受光コントローラ 40 は、複数の波長の赤外レーザ光を照射する照射装置として、複数のレーザダイオード LD1～LD5 に、図示していないファンクションジェネレータ等の信号発生器から複数の周波数の信号を供給し、レーザダイオード LD1～LD5 は各周波数に対応してそれぞれ複数の波長の赤外レーザ光を照射する。レーザ発振・受光コントローラ 40 の信号発生器から出力される複数の周波数の信号がレーザダイオード LD1～LD5 に供給されて発光し、例えば LD1 は波長が 1300～1330 nm 程度、LD2 は 1330～1360 nm というように、検出しようとする成分ガスのピーク波長が存在する波長帯が連続するような波長帯の赤外レーザ光を発生させるように設定されている。10

【0033】

排ガス中を透過させる赤外レーザ光の波長は、検出する排ガスの成分に合わせて設定され、一酸化炭素 (CO)、二酸化炭素 (CO₂)、アンモニア (NH₃)、メタン (CH₄)、水 (H₂O) を検出する場合は、5 つの波長の赤外レーザ光を使用する。例えば、アンモニアを検出するのに適した波長は 1530 nm であり、一酸化炭素を検出するのに適した波長は 1560 nm であり、二酸化炭素を検出するのに適した波長は 1570 nm である。また、メタンを検出するのに適した波長は 1680 nm であり、水を検出するのに適した波長は 1350 nm である。さらに、他の排ガスの成分の濃度を検出する場合は、排ガス成分の数に合わせて異なる波長の赤外レーザ光を使用する。なお、ガス濃度の検出は、同じ成分でも異なる波長である場合があり、異なる波長の中から選択して用いるようにしてよい。20

【0034】

各レーザダイオード LD1～LD5 から照射された赤外レーザ光は光ファイバ 42... により分波器 43... に導光され、センサ部の数に合わせて分波器 43... により分波される。図 5 では 3 つのセンサ部 11～13 に合わせて各レーザダイオード LD1～LD5 から照射されたレーザ光は 3 つに分波される。そして分波器 43... で分波されたレーザ光は、分波器 44A...、44B...、44C... により信号光と測定光に分けられる。分波器 44A... はセンサ部 11 用であり、分波器 44B... はセンサ部 12 用、分波器 44C... はセンサ部 13 用である。センサ部 11 用の 5 つの分波器 44A... で分けられた信号光は光ファイバを通して合波器 45A で合波され、合波された複数の波長帯の信号光は光ファイバ 47A を通して後述する差分型光検出器 50A に導光される。一方、5 つの分波器 44A... で分けられた測定光は光ファイバをを通して合波器 46A で合波され、光ファイバ 25A によりセンサ部 11 の照射部に導光される。30

【0035】

また、分波器 43... で分波された赤外レーザ光は、センサ部 12 用の 5 つの分波器 44B... により信号光と測定光に分けられ、信号光は合波器 45B で複数の波長帯を合波した信号光となり、光ファイバ 47B を通して差分型光検出器 50B に導光される。5 つの分波器 44B... により分けられた測定光は合波器 46B で合波され、光ファイバ 25B によりセンサ部 12 の照射部に導光される。さらに、分波器 43... で分波された赤外レーザ光は、センサ部 13 用の 5 つの分波器 44C... により信号光と測定光に分けられ、信号光は合波器 45C で複数の波長帯の信号光となり、光ファイバ 47C を通して差分型光検出器 50C に導光される。5 つの分波器 44C... により分けられた測定光は合波器 46C で合波され、光ファイバ 25C によりセンサ部 13 の照射部に導光される。40

【0036】

図 5 では、3 つのセンサ部 11～13 を示しているが、さらに多くのセンサ部 14... を設置する場合は、分波器 43 でさらに多くのレーザ光に分波し、分波したレーザ光をさらに多くの分波器 44... で測定光と信号光に分波し、信号用のレーザ光を合波器 45... で合50

波してから差分型光検出器 50...に導光すると共に、測定用のレーザ光を合波器 46...で合波してから、さらに多くのセンサ部 14...に導光する。

【0037】

本実施形態の排ガス分析装置 10 は、測定用の赤外レーザ光をミラー 30, 31 で反射させ排ガス中の透過距離を大きくするように構成されており、ミラー 30, 31 で繰り返し反射された測定用のレーザ光がディテクタで受光される構成となっている。センサ部 11 ~ 13 の受光部に接続された受光側のディテクタ 26A, 26B, 26C はレーザ発振・受光コントローラ 40 の差分型光検出器 50A, 50B, 50C に信号線 28A, 28B, 28C を介して接続される。また、合波器 45A, 45B, 45C で合波された信号光は光ファイバ 47A, 47B, 47C を通して差分型光検出器 50A, 50B, 50C に導光される。10

【0038】

3つの差分型光検出器 50A, 50B, 50C では、排ガス中を透過して減衰した透過レーザ光と、排ガス中を透過していない信号レーザ光との差を取る構成となっている。信号レーザ光はフォトダイオード等に入力され、電気信号に変換される。差分型光検出器で算出された信号光と測定光の差分に相当する電気信号は、例えば図示していないプリアンプで増幅され、A/D 変換器を介して信号解析装置であるパーソナルコンピュータ 55 に入力される。パーソナルコンピュータ 55 では、入力された信号から排ガスの成分の濃度や、排ガスの温度を算出して排ガスを分析する。20

【0039】

本発明の排ガス分析装置 10 は、例えば赤外レーザ光を排ガス中に透過させ、入射光の強度と排ガス中を透過したとの透過光の強度に基づいて排ガスの成分の濃度を算出し、排ガスを分析するものである。すなわち、排ガスの成分の濃度 C は、以下の式 (1) から算出される。

$$C = -\ln(I / I_0) / kL \quad (1)$$

【0040】

この式 (1)において、I は透過光強度、 I_0 は入射光強度、k は吸収率、L は透過距離である。したがって、信号光である入射光強度 (I_0) に対する透過光強度 (I) の比、シグナル強度 (I / I_0) に基づいて排ガスの成分の濃度 C は算出される。透過光強度 I は、ディテクタ 26A, 26B, 26C を通して出力され、入射光強度 I_0 は、光ファイバ 47A, 47B, 47C を通して差分型光検出器 50A, 50B, 50C 内のフォトダイオード等の光電変換器から出力される。本実施形態では入射光強度 I_0 として、排ガス中を透過しない信号光強度を用いている。30

【0041】

前記の如く構成された本実施形態の排ガス分析装置 10 の動作について以下に説明する。排ガスの成分の濃度を測定するときは、レーザ発振・受光コントローラ 40 の信号発生器を作動させて各レーザダイオード LD1 ~ LD5 に信号を供給して各レーザダイオード LD1 ~ LD5 から所定の波長の赤外レーザ光を発光させる。各レーザダイオード LD1 ~ LD5 から発光された赤外レーザ光は、光ファイバ 42...を通して分波器 43...に至り、ここでセンサ部の数に合わせて分波される。40

【0042】

このあと、分波された赤外レーザ光は分波器 44A..., 44B..., 44C...で測定光と信号光に分波される。1つのセンサ部 11 について詳細に説明すると、5つの分波器 44A で分波された信号光は合波器 45A で合波されて信号用レーザ光となり、差分型光検出器 50A に導光される。また、5つの分波器 44A で分波された測定光は合波器 46A で合波されて測定用レーザ光となり、センサ部 11 の照射部に光ファイバ 25A を通して導光される。他のセンサ部 12, 13 についても、同様に分波器 43...で分波されたあと、分波器 44B..., 44C...で信号光と測定光に分波され、合波器 45B, 45C で合波されて、信号光は差分型光検出器 50B, 50C に導光され、合波器 46B, 46C で合波されて、測定光がセンサ部 12, 13 に導光される。50

【0043】

そして、センサ部 11～13 の光ファイバ 25A, 25B, 25C から照射された測定用の赤外レーザ光は、センサ孔 23 を通して排ガスが通過している排ガス通過孔 21 内に照射される。赤外レーザ光は排気経路である排ガス通過孔 21 内を横切り、スリット 38 を通して下方のミラー 31 に到達しこのミラーで上方に反射され、ついで上方のスリット 38 を通して上方のミラー 30 で下方に反射され、反射を繰返すことで排ガス中の透過距離が大きくなり、最後にセンサ孔 24 を通してディテクタ 26A, 26B, 26C で受光される。すなわち、測定用の赤外レーザ光は排ガス中を透過して減衰され、減衰された透過光が受光部であるディテクタで受光され、透過光（測定光）の光強度が測定される。

【0044】

10 このように、測定用の赤外レーザ光は排気経路を構成するセンサ部の排ガス通過孔 21 内の、排気経路と直交する面内を横切って受光されるため、直交する 1 断面における排ガスの成分の濃度や温度をスポット的に測定することができる。すなわち、排気経路に沿った、ある長さの範囲の排ガスの成分の濃度や温度を測定するのではなく、排気経路を横切る所定の 1 面を基準とした排ガスの成分の濃度や温度を測定することができるので、スポット的な測定が可能となる。

【0045】

排ガス中を通り減衰して受光部に到達した測定用の赤外レーザ光はディテクタ 26A, 26B, 26C で電気信号として出力され、信号線 28A, 28B, 28C を介して差分型光検出器 50A, 50B, 50C に供給される。一方、信号用レーザ光は差分型光検出器 50A, 50B, 50C に供給され、差分型光検出器では、複数の波長成分毎に透過光（測定光）と信号光の差を取り、透過光のうちの特定ガス成分のピーク波長を検出する。20 このようにして、差分型光検出器からの出力が信号解析装置であるパーソナルコンピュータ 55 に入力される。パーソナルコンピュータ 55 は、入力された複数の周波数帯ごとのピーク波長に基づいて、排ガスの成分の濃度測定や温度測定を実施して分析する。

【0046】

30 気体は、それぞれ固有の吸収波長帯を持っており、その吸収波長帯には、例えば図 6 に示すように、多くの吸収線が存在している。図 6 a は低温のときのシグナル強度（=分子数割合）を示しており、図 6 b は高温のときのシグナル強度を示している。このように、シグナル強度は温度に依存して変化するため、シグナル強度比を測定することにより、測定時の排ガスの温度を算出することができる。

【0047】

40 そして、図 7 に示すように、吸収線のうちの 1 本、例えば波長 1 に対してレーザ光の発振波長を掃引することによって吸収を測定する。この波形と信号レーザ光の波形との比をとることによって、スペクトルプロファイルを測定する。また、温度測定は、前記のスペクトルプロファイルを異なる 2 つの吸収線 1, 2 について測定し、それらの面積比 A1 / A2 (またはピークの高さの比 P1 / P2) をとることにより求めることができる。従来の波長変調法では、図 7 a に示すように、吸収スペクトルピークの先端の曲率により排ガスの成分の濃度を算出していたが、本発明では、図 7 b に示すように、吸収スペクトルの面積により排ガスの成分の濃度を算出するため、圧力の影響を受けにくい排ガスの成分の濃度の算出が可能となる。

【0048】

排ガス中に含まれる成分の濃度の測定や、排ガスの温度の測定は、測定用の赤外レーザ光をセンサ部 11～14 の照射部である光ファイバからセンサ孔 23 を通して排ガス通過孔 21 内に照射し、レーザ光は下方のスリット 38 を通して下方のミラー 31 に到達し、ミラーで上方に向けて反射され、下方のスリット 38 および上方のスリット 38 を通して上方のミラー 30 に到達して下方に反射される。このように、測定用の赤外レーザ光は、センサベースの排ガス通過孔 21 の上下に形成されたスリット 38, 38 を通して上下のミラー 30, 31 で反射を繰り返し、本実施形態では 7 回の反射を繰返したあと、受光部であるディテクタ 26A で受光され、透過光強度として測定される。

【0049】

この測定に際し、センサ部のセンサベース20には、排気経路の断面形状と同じ直径の円形の排ガス通過孔21が形成され、しかもセンサベース20の厚さが薄く形成されていると共に、レーザ光が通過するセンサ孔23, 24やスリット38, 38が小さく形成されているため、排ガス流れを乱すことがなく排ガスが安定して流通するため、排気効率の低下を防止できる。しかも、排ガス流れを乱すことなく、排ガス中を透過させるレーザ光を反射させて排ガス中の透過距離を大きくして受光し、減衰量を大きくすることができるため、精度の高い測定が可能となる。なお、排ガス通過孔の断面形状は、排ガスの流れを乱さない範囲でほぼ等しく形成してもよい。

【0050】

本発明の他の実施形態を図8～10に基づき詳細に説明する。図8は本発明に係る排ガス分析装置で使用するセンサ部の他の実施形態の正面図、D-D線断面図、E-E線断面図、F-F線要部断面図、図9はミラーの平面図と底面図、図10は図8, 9に示すセンサ部を使用するレーザ発振・受光コントローラの要部構成および信号解析装置を含む排ガス分析装置の全体構成を示すブロック図である。

【0051】

なお、この実施形態は前記した実施形態に対し、排ガス分析装置は複数のレーザ光発生手段として、赤外レーザ光発生手段LD1～LD5と可視レーザ光発生手段LD6とを備えており、それぞれのレーザ光に対応して反射部材であるミラーは複数の反射面を備えることを特徴としている。すなわち、赤外レーザ光に対して反射率の高い反射面と、可視レーザ光に対して反射率の高い反射面の両方の反射面を形成している。そして、他の実質的に同等の構成については同じ符号を付して詳細な説明は省略する。

【0052】

図8に示されるセンサ部11Aは、前記の実施形態で示すセンサ部11～14と同様に、車両の排気経路中に設置できるように構成されている。このセンサ部11Aは、基本的には前記実施形態のセンサ部11と赤外レーザ光が照射され受光される構成は同じであり、この構成と共に可視レーザ光を照射して受光する構成が付加されている。すなわち、センサベース20の上方の左方に赤外レーザ光の照射部として光ファイバ25Aが固定され、右方に赤外レーザ光の受光部としてディテクタ26Aが固定されている。

【0053】

図10に示される可視レーザ光発生手段LD6には、光ファイバ61が接続され、可視レーザ光は分波器62に導光される。分波器62では、3つのセンサ部に対応して可視レーザ光を信号光と測定光の2つに分波し、光ファイバ63A, 63Bを介して3つのセンサ部に導光している。各光ファイバ63Aは、センサベース20の左下方に接続され、可視レーザ光を照射する照射部として機能する。この実施形態では、測定用レーザ光として赤外レーザ光と可視レーザ光を使用することにより、前記の実施形態より多種の排ガス成分の濃度測定が可能となる。例えば、排ガス中に含まれる酸素の濃度を測定する場合は、波長が760nm程度の帯域を用いることで容易に測定することができる。

【0054】

センサベース20には可視レーザ光R1用のセンサ孔64, 65が形成され、これらのセンサ孔は、図8bに示されるように、赤外レーザ光R用のセンサ孔23, 24と中心面に対してずらして形成されている。センサ孔64に光ファイバ63Aが照射部として固定され、センサ孔65に可視レーザ光の受光部としてディテクタ66A(66B, 66C)が固定されている。この構成により、赤外レーザ光Rと可視レーザ光R1とは別々の面上の光路で反射が繰り返されて受光され、赤外レーザ光の光路と可視レーザ光の光路とが交差しないように構成されている。

【0055】

反射部材であるミラー67, 67は赤外レーザ光発生手段であるLD1～LD5から発生される赤外レーザ光Rと、可視レーザ光発生手段であるLD6から発生される可視レーザ光R1に対応して、反射率の高い反射面を備えている。ミラー67, 67は赤外レーザ

10

20

30

40

50

光 R を反射させスリット 3 8 を通してディテクタ 2 6 A に到達させるものであると共に、可視レーザ光 R 1 を反射させスリット 3 8 を通してディテクタ 6 6 A に到達させるものである。なお、ミラーの固定手段は図 8 では省略しているが、前記の実施形態と同様に挿入溝内にスペーサを挟んで取付ビス等で固定される。

【 0 0 5 6 】

上方のミラー 6 7 は、底面形状を示す図 9 a において、ミラーの表面に赤外レーザ光の反射率の高い反射面としてタンタル系の反射面 6 7 a と、可視レーザ光の反射率の高い反射面として金の薄膜を形成した反射面 6 7 b とが交互に、所定の幅で形成されている。また、下方のミラー 6 7 は、平面形状を示す図 9 b において、ミラーの表面には、タンタル系の反射面 6 7 a と、金の反射面 6 7 b とが交互に、所定の幅で形成されている。すなわち、上方のミラー 6 7 の反射面と、下方のミラーの反射面とは、反射面 6 7 a と反射面 6 7 b との配置が反対となっている。このように、反射面 6 7 a と反射面 6 7 b とを交互に配置されることにより、光路長を長くしてもミラーの小型化を図ることができる。10

【 0 0 5 7 】

本実施形態では、図 10 に示されるレーザ発振・受光コントローラ 4 0 A において、センサ部 1 1 A ~ 1 3 A のセンサベース 2 0 には上面に赤外レーザ光の発生手段 L D 1 ~ L D 5 からの光ファイバ 2 5 A ~ 2 5 C が接続され、光ファイバから照射された赤外レーザ光が排ガス中を透過して受光される受光部としてディテクタ 2 6 A ~ 2 6 C が固定されている。また、センサベース 2 0 の下面には可視レーザ光が供給されている。すなわち、可視レーザ光の発生手段であるレーザダイオード L D 6 から光ファイバ 6 1 が接続され、分波器 6 2 で信号光と測定光に分波される。そして、測定光は光ファイバ 6 3 A で 3 つのセンサ部に供給され、各センサ部の照射部から照射された可視レーザ光が排ガス中を透過して受光される受光部としてディテクタ 6 6 A ~ 6 6 C が固定されている。信号光は光ファイバ 6 3 B で 3 つの差分型光検出器 5 1 A ~ 5 1 C に供給され、3 つのディテクタから供給される光強度との差が検出される。20

【 0 0 5 8 】

1 つのセンサ部 1 1 A についてより詳細に説明すると、上方の光ファイバ 2 5 A から照射された赤外レーザ光は下方のミラー 6 7 の赤外光用の反射面 6 7 a 、上方のミラー 6 7 の赤外光用の反射面 6 7 a で高い反射率で反射され、さらに複数回反射が繰り返されて上方のディテクタ 2 6 A で受光される。また、下方の光ファイバ 6 3 A から照射された可視レーザ光は上方のミラー 6 7 の可視光用の反射面 6 7 b 、下方のミラー 6 7 の可視光用の反射面 6 7 b で高い反射率で反射され、さらに複数回反射が繰り返されて下方のディテクタ 6 6 A で受光される。このように、赤外レーザ光 R と可視レーザ光 R 1 とは別々の光路で反射が繰り返されて受光されるため、赤外レーザ光と可視レーザ光とは交差しないでディテクタに到達し、相互に干渉されることがない。30

【 0 0 5 9 】

この実施形態では、赤外レーザ光の波長帯に適した排ガスの成分の濃度を赤外レーザ光で測定し、可視レーザ光の波長帯に適した排ガスの成分の濃度を可視レーザ光で測定するため、多数の種類の排ガスの成分の濃度を効率良く、高精度で測定することができる。しかも、排ガスの成分に合わせて赤外レーザ光と可視レーザ光とを使用するため、排ガスの成分に最適な波長を用いることができるため、迅速な測定が可能となる。また、ミラー 6 7 は赤外レーザ光用の反射面 6 7 a と、可視レーザ光用の反射面 6 7 b とを交互に形成するため、作製が容易となる。なお、反射面の形成は、先ず一方の反射面を全面に形成し、次いで他方の反射面を間隔を空けて形成してもよい。40

【 0 0 6 0 】

以上、本発明の実施形態について詳述したが、本発明は、前記の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の精神を逸脱しない範囲で、種々の設計変更を行なうことができるものである。例えば、センサベースのレーザ光が通過する貫通路としてスリットの例を示したが、断面が円形の貫通孔を形成してレーザ光を通過させるように構成してもよい。また、直径が徐々に変化するテーパ孔で貫通路を形成してもよ50

い。

【0061】

複数のレーザ光発生手段として、赤外レーザ光発生手段と可視レーザ光発生手段の2つの発生手段を備える例を示したが、さらに、例えば紫外レーザ光発生手段を備えるように構成してもよいのは勿論である。そして、さらに多数のレーザ光発生手段をセンサ部に備え、その発生手段に対応して複数の受光手段を備えるように構成してもよい。

【0062】

センサ部のセンサベースに照射部として光ファイバを、受光部としてディテクタを備える例を示したが、センサベースに直接レーザダイオード等の照射部を備えてもよく、フォトダイオード等のディテクタの代わりに受光用の光ファイバを装着する構成としてもよい。また、光ファイバの照射部にコリメータレンズを設け、コリメータレンズを通して排ガス通過孔内にレーザ光を照射するようにしてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0063】

本発明の活用例として、このガス分析装置を用いてボイラ等の燃焼装置の排ガス分析を行なうことができ、自動車の排ガス分析の他に船舶や発電機等で使用する内燃機関の排ガス分析の用途にも適用できる。また、ガソリンエンジンの排ガス分析の他にディーゼルエンジンの排ガス分析を行なうことができ、さらに他の内燃機関の排ガス分析の用途にも適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0064】

【図1】本発明に係るガス分析装置としての排ガス分析装置を車両に搭載した一実施形態の要部構成図。

【図2】本発明に係るガス分析装置としての排ガス分析装置をエンジンベンチに搭載した他の実施形態の要部構成図。

【図3】1つのセンサ部の要部の分解した状態の斜視図を含む排ガス分析装置の要部構成図。

【図4】(a)は図3のセンサ部の詳細を示す一部を破断した正面図、(b)は(a)のA-A線断面図、(c)は(a)のB-B線断面図、(d)は(c)のC-C線要部断面図。

【図5】レーザ発振・受光コントローラの要部構成および信号解析装置を含む排ガス分析装置の全体構成を示すプロック図。

【図6】吸収スペクトルの圧力の影響を示し、(a)は低温のときのシグナル強度の説明図、(b)は高温のときのシグナル強度の説明図。

【図7】(a)は従来の吸収スペクトルから排ガスの成分の濃度を算出する説明図、(b)は本発明の吸収スペクトルから排ガスの成分の濃度を算出する説明図。

【図8】センサ部の他の実施形態を示し、(a)はセンサ部の正面図、(b)は(a)のD-D線断面図、(c)は(a)のE-E線断面図、(d)は(c)のセンサベースのF-F線要部断面図。

【図9】図8のセンサ部で使用するミラーの底面図と平面図。

【図10】図8, 9に示すセンサ部を使用するレーザ発振・受光コントローラの要部構成および信号解析装置を含む排ガス分析装置の全体構成を示すプロック図。

【符号の説明】

【0065】

1：自動車、1A：エンジンベンチ、2：エンジン（内燃機関）、3：エキゾーストマニホールド（排気経路）、4：排気管（排気経路）、5：第1触媒装置（排気経路）、6：第2触媒装置（排気経路）、7：マフラー（排気経路）、8：排気パイプ（排気経路）、10：排ガス分析装置（ガス分析装置）、11～14：センサ部、20：センサベース、21：排ガス通過孔、25A～25C, 63A：光ファイバ（レーザ光照射部）、26A～26C, 66A：ディテクタ（レーザ光受光部）、30, 31：ミラー、38：シリッ

10

20

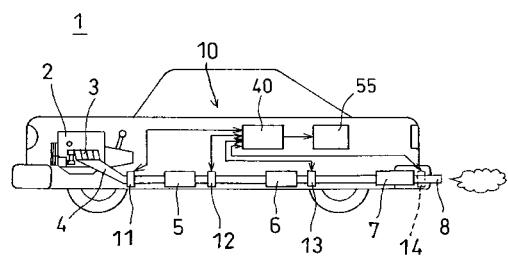
30

40

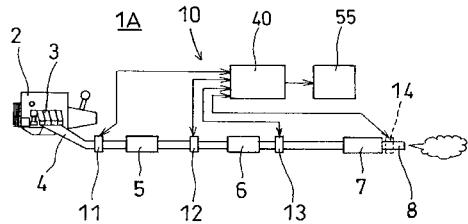
50

ト（貫通路）、40：レーザ発振・受光コントローラ、43：分波器、44A～44C：分波器、45A～45C、46A～46C：合波器、50A～50C、51A～51C：差分型光検出器、55：パソコン（信号解析装置）、67：ミラー、67a：反射面（赤外レーザ光用反射面）、67b：反射面（可視レーザ光用反射面）、LD1～LD5：赤外レーザ光発生手段、LD6：可視レーザ光発生手段

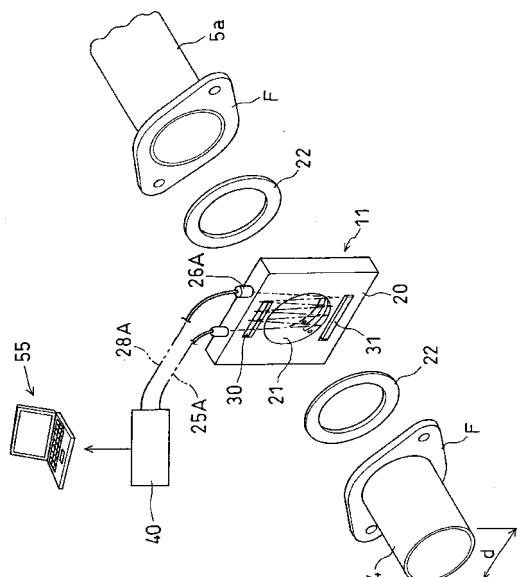
【図1】



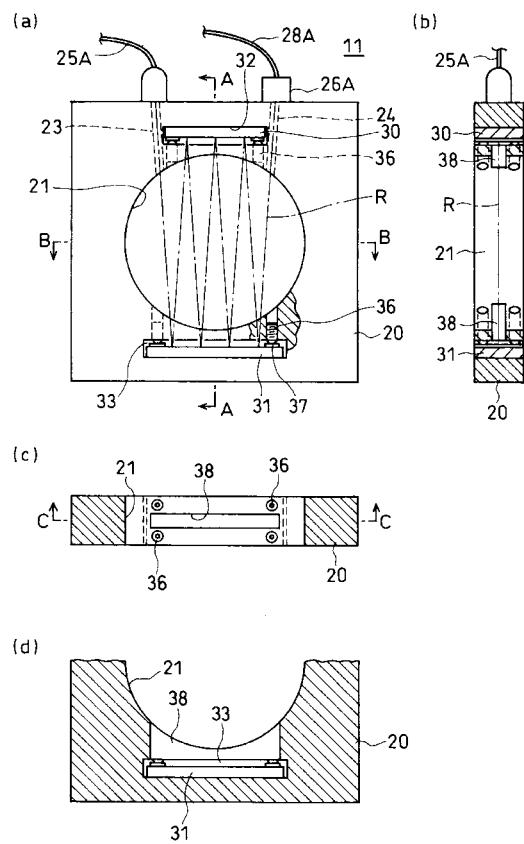
【図2】



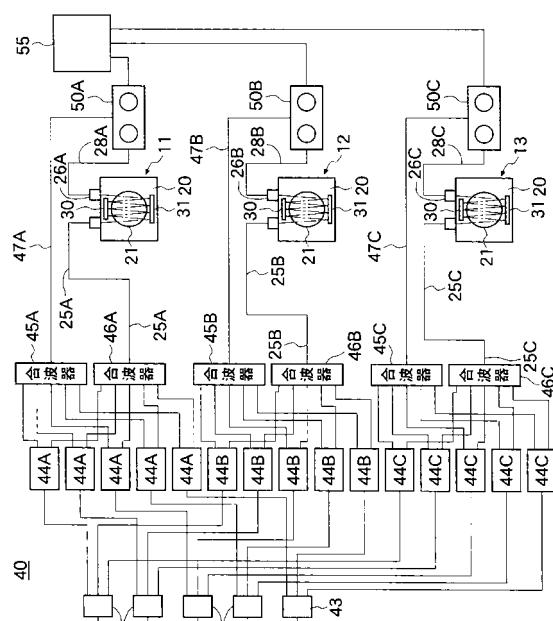
【図3】



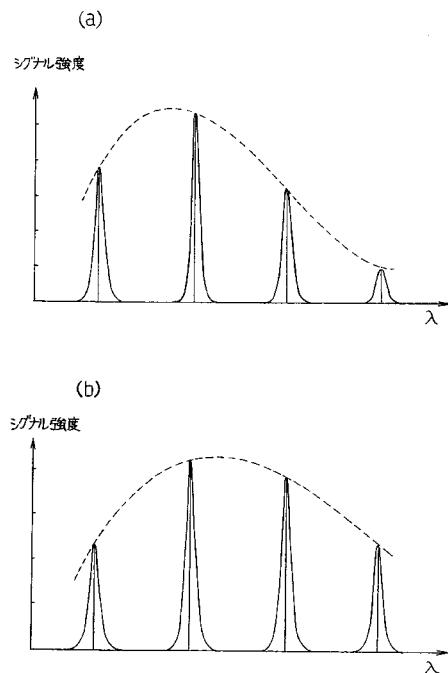
【図4】



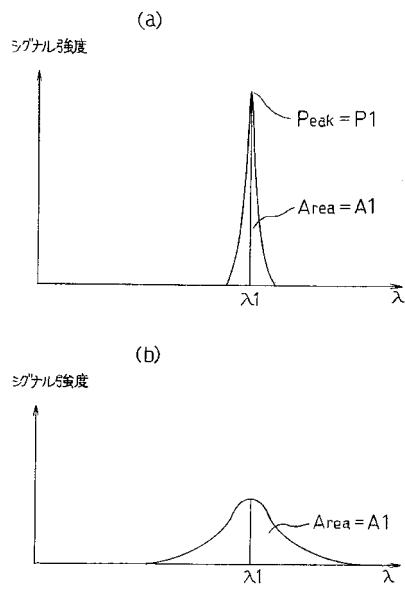
【図5】



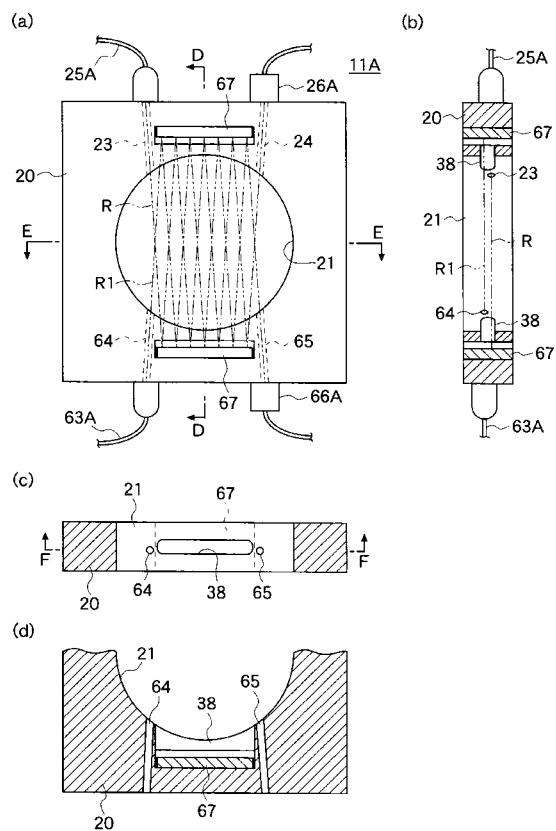
【図6】



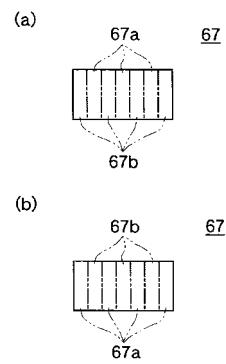
【図7】



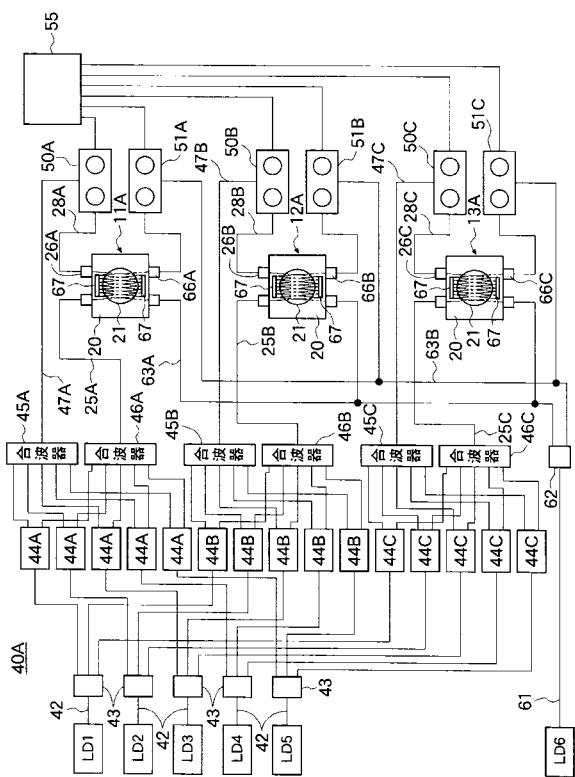
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
G 01 N 21/27 (2006.01)	G 01 N 21/27	Z
G 01 N 21/35 (2006.01)	G 01 N 21/35	Z

(72)発明者 山蔭 正裕
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 岩瀬 優保
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 岡野 時雄
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 出口 祥啓
神奈川県横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1 三菱重工業株式会社先進技術研究センター内

(72)発明者 山浦 剛俊
長崎県長崎市深堀町五丁目717番1号 三菱重工業株式会社長崎研究所内

F ターム(参考) 2F056 VF12 VF17 WF01 WF05 WF08
2G057 AA01 AB01 AB02 AB04 AC03 BA05 BB08 BB10 DA03 DA11
2G059 AA01 BB01 CC04 CC09 EE01 EE11 FF10 GG01 GG02 GG03
HH01 HH02 HH06 JJ11 JJ13 JJ17 JJ22 KK03 LL03 MM01