

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2007年11月29日 (29.11.2007)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/136124 A1

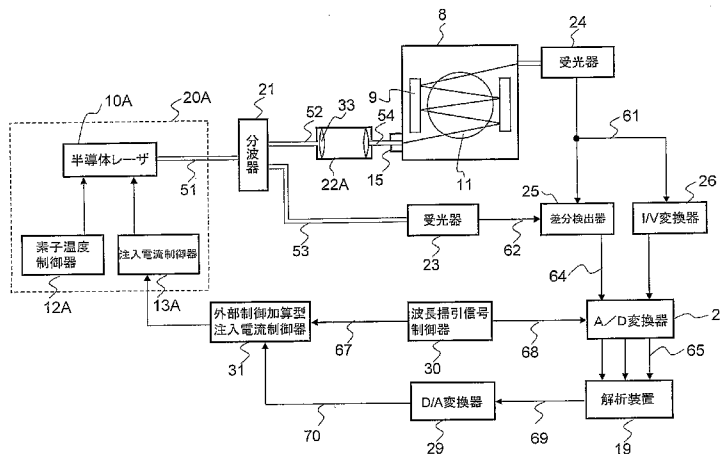
- (51) 国際特許分類:
G01N 21/39 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/060742
- (22) 国際出願日: 2007年5月21日 (21.05.2007)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2006-140757 2006年5月19日 (19.05.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP). 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP).

- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 後藤勝利 (GOTO, Katsutoshi) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 山陰正裕 (YAMAKAGE, Masahiro) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 牟田研二 (MUTA, Kenji) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 出口祥啓 (DEGUCHI, Yoshihiro) [JP/JP]; 〒2368515 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 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 平木祐輔, 外 (HIRAKI, Yusuke et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門4丁目3番20号 神谷町MTビル19階 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: GAS ANALYZING APPARATUS, AND LASER WAVELENGTH SWEEP CONTROL METHOD IN THE GAS ANALYZING APPARATUS

(54) 発明の名称: ガス分析装置及びガス分析装置におけるレーザの波長掃引制御方法



- 10A SEMICONDUCTOR LASER
12A ELEMENT TEMPERATURE CONTROLLER
13A INJECTION CURRENT CONTROLLER
21 WAVE DIVIDER
23 LIGHT RECEIVER
24 LIGHT RECEIVER
25 DIFFERENCE DETECTOR
26 I/V CONVERTER
31 EXTERNAL CONTROL ADDITION TYPE INJECTION CURRENT CONTROLLER
30 WAVELENGTH SWEEPING SIGNAL CONTROLLER
29 D/A CONVERTER
27 A/D CONVERTER
19 ANALYZING DEVICE

(57) Abstract: Provided is a gas analyzing apparatus, which comprises a laser light emitting unit (20) for emitting a laser light of a wavelength band containing a wavelength to be absorbed by an object gas component, an irradiation unit (15) for irradiating the inside of an exhaust gas with the laser light emitted by the laser light emitting unit (20), a light receiving unit (24) for receiving and converting the laser light having transmitted through the exhaust gas, into an electric signal, and an analyzing device (19) for analyzing, on the basis of the electric signal from the light receiving unit (24), the absorption spectrum absorbed by the exhaust gas. The gas analyzing apparatus is constituted so that the laser light may be received by the light receiving unit (24) through a reference cell (22), in which the object gas component of a known concentration is confined. The wavelength sweep control of a semiconductor laser (10) is made so that the peak value of the absorption spectrum obtained by the analyzing device (19) may take a predetermined position in the wavelength band.

(57) 要約: 本発明のガス分析装置は、計測対象ガス成分が吸収する波長を含む波長帯のレーザ光を発光するレーザ

光発光部20と、レーザ光発光部20で発光されたレーザ光を排気ガス中に照射する照射部15

[続葉有]



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

SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(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, LS, MW, MZ, NA, SD,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

と、排ガス中を透過したレーザ光を受光して電気信号に変換する受光部24と、前記受光部24からの電気信号に基づいて排ガスに吸収された吸収スペクトルを解析する解析装置19とを備え、前記レーザ光が既知濃度の計測対象ガス成分が封入された参照セル22を透過して用受光部24で受光されるように構成され、前記解析装置19で得られた吸収スペクトルのピーク値が波長帯における所定の位置になるように半導体レーザ10の波長掃引制御を行うものである。

明細書

ガス分析装置及びガス分析装置におけるレーザの波長掃引制御方法

技術分野

本発明は、自動車等の内燃機関から排出される排ガス等を分析するガス分析装置に係り、特に、ガス中に含まれるガス成分の濃度や温度等を正確かつリアルタイムに測定するガス分析装置に関するものである。

背景技術

従来、自動車等の排ガス分析装置として、特開 2004-117259 号公報（特許文献 1）に記載された車載型 HC 測定装置がある。この車載型 HC 測定装置は、エンジンに連なる排気管を流れる排ガス中の HC（炭化水素）濃度を連続的に測定するための NDIR（非分散型赤外分光法）型ガス分析計と、排気管を流れる排ガスの流量を連続的に測定する排ガス流量計と、NDIR 型ガス分析計および排ガス流量計のそれぞれの出力を演算処理して、排ガス中の THC（全炭化水素）量を連続的に算出する演算処理回路を車両内に搭載可能としている。

特許文献 1

特開 2004-117259 号公報

発明の開示

前記特許文献 1 に記載の排ガス分析装置は、実際の道路を走行中の車両において、その排ガス中の THC を簡易に測定できるものであるが、エンジンの排気経路から排ガスを分析部まで配管を通して移動させ、ガス成分の分析を行っているため、リアルタイムの分析が行えず、また、前述の設備等を小さく抑えるために、HC などの限られた成分しか分析することができない。エンジンの開発や、エンジンに付属する排ガス浄化装置等の機器の開発段階において、排ガス中の炭化水素以外の成分、例えば窒素酸化物や一酸化炭素等についても簡易に測定でき、しかも、排ガス等の温度やガス成分濃度等をリアルタイムで測定できるガス分析装

置が望まれている。

そこで、本出願人は、排ガス中の例えば窒素酸化物や一酸化炭素等の多数のガス成分についても、簡易にリアルタイムで測定できる半導体レーザ吸収法によるガス分析装置を開発した。そのガス分析装置は、図8に示すように、半導体レーザ光を発光する半導体レーザ素子モジュール20、センサユニット8、解析装置19等で構成されている。

半導体レーザ素子モジュール20は、半導体レーザ10、波長掃引信号発生器16、素子温度制御器12等で構成されており、波長掃引信号発生器16からの信号が発振器で変調されて半導体レーザ10に電流が供給され、ガス成分を測定するための波長帯のレーザ光が半導体レーザから発光される。このとき、レーザ光の波長の設定は主に半導体レーザ10の温度を素子温度制御器12で制御し、吸収スペクトル検出の為のレーザ波長掃引は主に半導体レーザに供給する注入電流で制御している。

センサユニット8は、中央にガス通過口11が形成されており、ガス通過口11を挟んで反射鏡9が対向して配置されている。センサユニット8は排気管の排ガスがガス通過口11を流れるように車両の排気管に取り付けられる。

そして、半導体レーザ10から発光されたレーザ光は光ファイバ51により分波器21に導光され、分波器21によって測定用レーザ光と参照用レーザ光とに分波される。分波された一方の計測用レーザ光は光ファイバ52によりセンサユニット8の照射部15に導光され、照射部15からガス通過孔11内を流れている排ガス中に照射される。排ガス中に照射された計測用レーザ光は反射鏡9で反射されながら排ガス中を透過している間に特定の波長のレーザ光がガス成分によって吸収された後、計測光用受光器24で受光される。受光された計測用レーザ光は計測光用受光器24で電気信号61に変換され、その電気信号61は差分検出器25とI/V変換器26とに出力される。I/V変換器26に入力された電気信号61はI/V変換器26によってI/V変換された後、さらにA/D変換器27でデジタル信号に変換されて計測受光強度信号65として解析装置（コンピュータ）19に入力される。

他方の参照用レーザ光は光ファイバ53により参照光用受光器23に導光され参

照光用受光器23で受光されて電気信号62に変換され、その電気信号62は差分検出器25に出力される。差分検出器25は、排ガス中を透過した計測用レーザ光の電気信号61と、排ガス中を透過していない参照用レーザ光の電気信号62との差を算出し、算出した差分信号64をA/D変換器27でデジタル信号に変換して解析装置（コンピュータ）19に出力する。

解析装置19は、差分検出器25から入力された差分信号64と測定用受光器26からの計測受光強度信号65とに基づいて、所定強度の計測用レーザ光が排ガス中を透過したときにおける吸収スペクトル（規格化された吸収スペクトル）を把握する。解析装置19は算出した吸収スペクトルを理論スペクトルと比較・解析し、排ガスの温度、圧力とともに排ガス中に含まれるガス成分の濃度を測定する。

図8で示す半導体レーザ吸収法におけるガス分析装置では、レーザ波長を計測対象ガス成分の吸収波長付近に設定するには主に素子温度制御器12により制御していた。

しかしながら、半導体レーザ10の温度を素子温度制御器12により制御していても雰囲気温度が大きく変化すると、半導体レーザ10温度が僅かに変化し、そのためレーザ波長が僅かに変化し、最終的には、得られる吸収スペクトルの位置がずれてしまう。例えば、雰囲気温度が低くなると、半導体レーザ10は波長の短いレーザ光を発光することになるので、図5（a）において、吸収スペクトルのピーク値の位置が破線で示すように右の方にずれることになる。

その結果、解析装置において吸収スペクトルと理論スペクトルとの比較・解析をする際に、そのずれにより正確な比較・解析が行われず位置ずれがない場合とくらべて解析誤差が生じていた。

上記解析誤差は、低濃度のガス成分の計測においてはその計測精度に大きく影響すると共に、吸収スペクトルの形状から求める排ガスの温度計測にも大きな影響を及ぼす。そのため排ガス中に含まれるガス成分の中にはこのガス分析装置で測定するのに適当でないものもある。

本発明は、上記のような事情に鑑みてなされたものであり、雰囲気温度が変化してもレーザから常に設定された一定の波長のレーザ光が発光されるようにレーザを制御し、排ガスの温度とその中に含まれるガス成分の濃度を吸収スペクトル

に基づいて安定して測定できるガス分析装置を提供することを目的とする。

本発明のガス分析装置は、計測対象ガス成分が吸収する波長を含む波長帯のレーザ光を発光するレーザ光発光部と、ガス中を透過したレーザ光を受光して電気信号に変換する受光部と、前記受光部からの電気信号に基づいて計測対象ガス成分に吸収された吸収スペクトルを把握して解析する解析装置とを備え、前記ガス中を透過するレーザ光は既知濃度の計測対象ガス成分が封入された参照セルを透過して受光部で受光されるように構成されており、前記解析装置で前記吸収スペクトルのピーク値が所定の位置になるようにレーザの波長掃引制御を行うことを特徴としている。

前記のように構成された本発明のガス分析装置は、ガス中を透過するレーザ光が既知濃度の計測対象ガス成分が封入された参照セルを透過して受光部で受光されるように構成されているので、参照セルに封入されている既知濃度の計測対象ガス成分によってレーザ光が吸収されるため、計測対象のガス成分の濃度が低い場合でも、明確な吸収スペクトルを得ることができる。そのため、吸収スペクトルとノイズ等によって生じた波形と混同することがないので、ガス濃度等を誤りなく測定できるし、吸収スペクトルに基づいて行うレーザの波長制御を正確に行うことができる。

また、吸収スペクトルに基づいて行うレーザの波長制御により、レーザによるレーザ光の波長が設定したとおりの波長に固定されることになり、吸収スペクトルが位置ずれすることがなく、理論吸収スペクトルとの比較・解析に誤差が生じないので、低濃度の計測対象のガス成分でも正確に測定することができる。

さらに、本発明のガス分析装置は、レーザ光発光部が、波長帯の異なるレーザ光を発光する複数の半導体レーザで構成されており、各半導体レーザに対応して前記参照セルが設けられていて各半導体レーザの波長掃引制御を行うことを特徴としている。本発明のガス分析装置は、波長帯の異なるレーザ光を発光して、複数の計測対象ガス成分の濃度等を同時に計測することができ、しかも、各半導体レーザの波長が設定された波長になるように制御されているので、正確に測定することができる。

さらに、本発明のガス分析装置は、一つの参照セルに複数の基準ガスが封入さ

れていることを特徴としている。本発明のガス分析装置は、一つの参照セルに複数の基準ガスが封入されているので、複数の計測対象ガス成分を計測する場合に、参照セルをガス分析装置にコンパクトに配置することができる。

また、本発明のガス分析装置におけるレーザの波長掃引制御方法は、計測対象ガス成分が吸収する波長を含む波長帯のレーザ光をレーザで発光させ、該レーザ光をガス中に透過させて受光部で受光し、受光部で受光した光強度に基づいて計測対象ガス成分により吸収された吸収スペクトルを把握し、前記レーザは、そのレーザ光の波長帯の所定位置に前記吸収スペクトルのピーク値が位置するようにフィードバック制御されてレーザ光を波長掃引していることを特徴としている。

前記のように構成された本発明のレーザの波長掃引制御方法では、レーザは、そのレーザ光の波長帯の所定位置に前記吸収スペクトルのピーク値が位置するようにフィードバック制御されてレーザ光を波長掃引しているので、レーザによるレーザ光の波長が設定したとおりの波長に固定されることになり、吸収スペクトルが位置ずれすることがない。そのため、ガス分析装置における吸収スペクトルと理論吸収スペクトルとの比較・解析に誤差が生じないので、ガス分析装置によって低濃度の計測対象のガス成分でも正確に測定することができる。

さらに、本発明のガス分析装置におけるレーザの波長掃引制御方法は、ガス中を透過するレーザ光が既知濃度の計測対象ガス成分が封入された参照セルを透過して受光部で受光されることを特徴としている。参照セルに封入されている既知濃度の計測対象ガス成分によってレーザ光が吸収されるため、計測対象のガス成分の濃度が低い場合でも、明確な吸収スペクトルが得ることができる。そのため、吸収スペクトルとノイズ等によって生じた波形と混同することがないので、ガス濃度等を誤りなく測定できるし、吸収スペクトルに基づいて行うレーザの波長制御を正確に行うことができる。

さらに、本発明は、レーザに注入する注入電流を制御することにより半導体レーザの波長掃引制御を行っていることを特徴としており、レーザは注入電流を変化させることにより微妙な波長の調節が可能なので、本発明は、正確なレーザ光の波長制御を行うことができる。

さらに、本発明は、レーザの温度を制御することによりレーザの波長掃引制御

を行っていることを特徴としており、レーザはその温度が変化すると電流を変化させるより大きく波長が変わるので、本発明は大きく波長を変化させる場合でもレーザ光の波長制御を行うことができる。

さらに、本発明は、吸収スペクトルのピーク値の位置を、吸収スペクトルを奇数微分した奇数微分吸収スペクトルがその中心横軸と交差する点により判別することを特徴としている。そのため、本発明は、吸収スペクトルのピーク位置を正確に特定できるので、吸収スペクトルのピーク位置に基づくレーザの波長制御を正確に行える。

本発明は、ガス中を透過するレーザ光は既知濃度の計測対象ガス成分が封入された参照セルを透過して受光部で受光されるように構成されており、計測対象のガス成分の濃度が低い場合でも、明確な吸収スペクトルが得られるので、計測対象ガス成分の吸収スペクトルをノイズ等によって生じた波形と混同することがない。また、解析装置で得られた吸収スペクトルのピーク値が所定の位置になるようにレーザの波長掃引制御を行っているので、レーザ光の波長が一定となり、吸収スペクトルの位置がずれないので、ガス成分の濃度等の測定を安定して行うことができる。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係るガス分析装置を示すブロック構成図。

図 2 は、本発明の第 2 の実施形態に係るガス分析装置を示すブロック構成図。

図 3 は、本発明の第 3 の実施形態に係るガス分析装置を示すブロック構成図。

図 4 は、本発明の第 4 の実施形態に係るガス分析装置を示すブロック構成図。

図 5 は、本発明に係るガス分析装置において、半導体レーザの波長の制御を説明するためのグラフであって、(a) は差分検出器から出力される信号（吸収スペクトル）、(b) は前記信号 (a) の奇数次微分結果例 1（1 次微分吸収スペクトル）、(c) は前記信号 (a) の奇数次微分結果例 2（3 次微分吸収スペクトル）を示す。

図 6 は、ガス分析装置により大気中の酸素濃度の測定結果を示すグラフであり、(a) は本発明の第 2 の実施形態に係るガス分析装置によって大気中の酸素濃度

を測定したグラフであり、本発明の波長制御を行った実測結果を示し、(b)は図8に示すガス分析装置によって測定したグラフであり、本発明の波長制御を行わない実測結果を示す。

図7は、本発明の第4の実施形態に係るガス分析装置による計測結果を示すグラフであって、 H_2O と CO_2 を同時に計測したものである。

図8は、本出願人が開発したガス分析装置を示すブロック構成図。

図9は、本発明の第1実施形態に係るガス分析装置において、センサユニット8と参照セルAを並列に置いた変形例の部分を示すブロック図である。

図面において、10、10A、10B：半導体レーザ、12、12A：素子温度制御器、13A、13C：注入電流制御器、14：素子温度制御器、19：解析装置、20、20A、20B、20C：半導体レーザ素子モジュール、21：分波器、22、22A、22B、22C：参照セル、22：外部制御加算型注入制御器、23：参照光用受光器、24：計測光用受光器、25：差分検出器、30：波長掃引信号制御器、31：外部制御加算型注入電流制御器、32：外部制御加算型素子温度制御器、33、34、35、36：コーリメートレンズ、37：計測用合波器、38：参照光用合波器。

発明を実施するための最良の形態

図1は本発明の第1の実施形態に係るガス分析装置を示すブロック構成図である。ここでは、自動車の排気管にセンサユニット8を設置してエンジンから排出される排ガス中に含まれている一酸化窒素(NO)の濃度等を測定する場合について説明する。

20Aは半導体レーザ素子モジュールであり、レーザ光を発光する半導体レーザ10A、素子温度制御器12A、注入電流制御器13A等で構成されており、レーザ光発光部である半導体レーザ10Aは、一酸化窒素によって吸収される波長(1796nm)を含む波長帯のレーザ光が発光されるように素子温度制御器12Aと注入電流制御器13Aにより制御されている。

半導体レーザ10Aは温度の変化によってその発振する波長が変化する。素子温度制御器12Aは、半導体レーザ10Aの温度を制御するものであり、半導体レーザ

10Aの温度を検出する温度検出手段と、半導体レーザ10Aを加熱・冷却する加熱及び冷却手段とを有している。加熱手段としてはヒータが、冷却手段としては冷却ファンがある。素子温度制御器12Aにおける加熱及び冷却手段としては、ヒータ、冷却ファンに限られず、電流を流すことにより発熱し、電流の流す方向を逆にすることにより吸熱するペルチェ素子を用いることもできる。

また、半導体レーザ10Aは注入する注入電流の変化によってもその発振する波長が変化する。波長掃引信号制御器30は、計測対象ガス成分である一酸化窒素が吸収するレーザ光の波長付近で波長掃引させるための波長掃引信号67を外部制御加算型注入電流制御器31に送るものであり、また、波長掃引信号制御器30は波長掃引信号を送るときに波長掃引トリガー信号68をA/D変換器27に送信する。この波長掃引トリガー信号68はA/D変換されて解析装置19に入力される。

外部制御加算型注入電流制御器31は、半導体レーザ10Aに注入される注入電流を制御するものであり、波長掃引信号制御器30からの波長掃引信号67と解析装置19からのレーザ波長補正信号69、70とに基づいて注入電流制御器13Aを制御して半導体レーザ10Aに供給される注入電流を制御する。

半導体レーザ素子モジュール20Aは、素子温度制御器12Aと外部制御加算型注入電流制御器31とにより制御され、計測対象のガス成分が吸収する波長を含むレーザ光を半導体レーザ10Aから発光している。

そして、半導体レーザ10Aから発光されたレーザ光は光ファイバ51により分波器21に導光され、分波器21により測定用レーザ光と参照用レーザ光とに分波される。分波された一方の計測用レーザ光は光ファイバ52により参照セル22Aに導光され、参照セル22A内を透過した後、センサユニット8の照射部15に導光され、照射部15からガス通過孔11内を流れている排ガス中に照射される。

参照セル22内には、所定の濃度の計測対象ガス成分が封入されており、レーザ光が入射される側とレーザ光が出て行く側にはコリメートレンズ33が設けられており、光ファイバ52で導光されたレーザ光を集光して参照セル22内の基準ガス内に照射し、基準ガス内を透過したレーザ光を集光して光ファイバ54に導光するように構成されている。参照セル22Aに封入されている計測対象ガス成

分の濃度は排ガス中の計測対象ガス成分の濃度より高くするのが好ましい。

排ガス中に照射された計測用レーザ光は排ガス中を透過している間に特定の波長のレーザ光がガス成分によって吸収された後、受光部である計測光用受光器24で受光される。計測用レーザ光は、濃度の高い計測対象ガス成分が封入されている参照セル22A中を透過しているので、計測用レーザ光は、計測光用受光器24で受光されるときには特定の波長のレーザ光が大きく吸収されている。

受光された計測用レーザ光は計測光用受光器24で電気信号61に変換され、その電気信号61は差分検出器25とI/V変換器26とに出力される。I/V変換器26に入力された電気信号61はI/V変換器26によってI/V変換された後、さらにA/D変換器27でデジタル信号に変換されて計測受光強度信号65として解析装置（コンピュータ）19に入力される。

他方の参照用レーザ光は光ファイバ53により受光部である参照光用受光器23に導光され、参照光用受光器23で受光されて電気信号62に変換され、その電気信号62は差分検出器25に出力される。

差分検出器25は、排ガス中を透過した計測用レーザ光の電気信号61と、排ガス中を透過していない参照用レーザ光の電気信号62との差を算出し、算出した差分信号64をA/D変換器27でデジタル信号に変換して解析装置（コンピュータ）19に出力する。

解析装置19は、差分検出器25からA/D変換器27を介して入力された差分信号64と計測光用受光器24からの計測受光強度信号65とに基づいて排ガス中で吸収されたレーザ光の規格化された吸収スペクトルを把握する。このとき、計測用レーザ光は参照セル22Aに封入されている濃度の高い計測対象ガス成分によって特定の波長のレーザ光が多く吸収されているので、解析装置19は、排ガス中の濃度の低い計測対象ガス成分であっても吸収スペクトルを明確な形状として把握することができる。そして、解析装置19は、吸収スペクトルを理論スペクトルと比較・解析し、その後参照セル中の濃度を減算して排ガスの温度、圧力とともに排ガス中に含まれるガス成分の濃度を測定する。

次に、この実施形態における半導体レーザ素子モジュール20Aにおけるレーザ光の波長制御について説明する。

上記で説明したように、解析装置19は、差分検出器25からの差分信号64と計測光用受光器24からの計測受光強度信号65とに基づいて排ガス中で計測対象ガス成分によって吸収されたレーザ光の吸収スペクトルを、図5（a）に示すように明確な形状として把握できる。

そして、解析装置19は、この把握した吸収スペクトルを奇数微分（例えば、一次微分、又は、三次微分）し奇数微分吸収スペクトルを算出する（図5（b）と（c））。そして、この奇数微分吸収スペクトルが、二つのピーク値間において、奇数微分吸収スペクトルの縦幅における中心線である中心横軸 $x - x$ と交わる点が、吸収スペクトルのピーク値の位置になる。

また、解析装置19は、波長掃引信号制御器30が波長掃引信号67を送るときに送信した波長掃引トリガー信号68により、設定した波長の波長掃引がなされたときに吸収スペクトルのピーク値が表示されるべき位置（図5において、設定されている波長帯 $\lambda_1 \sim \lambda_2$ のレーザ光が発光されていれば、吸収スペクトルのピーク値はPの位置になる。）を特定し、その位置（P点）における奇数微分吸収スペクトルの中心横軸 $x - x$ に対する値を求める。

解析装置19は、この求めた値が0（ゼロ）になるように半導体レーザ10Aに注入する注入電流が制御されるようにレーザ波長補正信号69を出力する。例えば、図5（b）と（c）において、P点における値がプラスであれば、半導体レーザ10Aで掃引されている波長は適正な波長よりも短い波長が掃引されているので、長い波長が掃引されるように半導体レーザ10への注入電流が多くなるようなレーザ波長補正信号69を出力し、また、P点における値がマイナスであれば、短い波長が掃引されるように半導体レーザ10Aへの注入電流が少なくなるようなレーザ波長補正信号69を出力する。レーザ波長補正信号69はD/A変換器29でD/A変換されて外部制御加算型注入電流制御器31に入力される。

外部制御加算型注入電流制御器31は、波長掃引信号67と解析装置19から信号がD/A変換されたレーザ波長補正信号70を加算し、半導体レーザ素子モジュール20Aの注入電流制御器13Aに送り、半導体レーザ10Aへの注入電流を制御する。

この実施形態では、解析装置19で把握した吸収スペクトルに基づいて半導体

レーザ10Aへの注入電流をフィードバック制御しているので、半導体レーザ10Aは一定の波長が掃引されレーザ光の波長が安定化される。そのため、吸収スペクトルが位置ずれしないので、吸収スペクトルと理論吸収スペクトルとの比較・分析が正確に行われることになり、排ガスの温度、圧力とともに排ガス中に含まれるガス成分の濃度を安定して測定することができる。

上記実施形態では、本発明のガス分析装置は、自動車の排気管にセンサユニット8を設置してエンジンから排出される排ガスのガス成分を測定しているが、自動車の排気管に限らず管等の中を流れているガスであればその管等にセンサユニット8を設置することにより、そこを流れているガス成分の濃度等を測定することができる。

図9は、図1に示す本発明の第1実施形態に係るガス分析装置において、センサユニット8と参照セルAを並列に置いた変形例の部分を示す。この変形例では、スイッチ80により校正時と計測時に切換えるようにしたものである。

図2は、本発明の第2の実施態様に係るガス分析装置を示すブロック構成図であり、上記図1に示すガス分析装置が安定してガス成分等を計測できるかを実証するために、一定濃度である大気中の酸素(O_2)濃度を測定するようにしたものである。図2に示すガス分析装置では、酸素が最も吸収するレーザ光の波長が760nmであるから、半導体レーザ素子モジュール20Bは、760nmを含む波長帯の波長を掃引できるものであり、また、参照セル22B中には大気が封入されている。これは大気中には酸素が多く含まれているからであり、所定の濃度(例えば、10%)の酸素を封入してもよい。34は、大気中の酸素濃度を計測する計測部であり、周壁が大気と連通されている筒体の一方には照射されるレーザ光を集光させるためのコリメートレンズ35が配置されており、また、他方には透過したレーザ光を集光させて光ファイバに送るためのコリメートレンズ36が配置されている。他の構成は図1に示すものと同じである。

図2のガス分析装置によって大気中にある酸素の濃度を測定した。また、図2のガス分析装置と比較するために、吸収スペクトルに基づいて半導体レーザの注入電流をフィードバック制御していない、図8に示すガス分析装置によっても図2における計測部34と同じ構成によって大気中の酸素濃度を計測した。

図2のガス分析装置と図8のガス分析装置との実測結果は図6に示すとおりである。図2に示す本発明のガス分析装置では、吸収スペクトルに基づいて半導体レーザ10Bに注入する注入電流をフィードバック制御しているから、半導体レーザ10を素子温度制御器12のみによって制御している図8のものと比べ安定してガス成分の濃度を測定できることが分かる。

図3は本発明の第3の実施形態に係るガス分析装置を示すブロック構成図である。

20Cは半導体レーザ素子モジュールであり、レーザ光を発光する半導体レーザ10C、注入電流制御器13C等で構成されており、レーザ光発光部である半導体レーザ10Cから、計測対象のガス成分によって吸収される波長を含む波長帯のレーザ光が発光されるように素子温度制御器14と注入電流制御器13Cにより制御されている。

半導体レーザ10Cは温度の変化によってその発振するレーザ光の波長が変化する。素子温度制御器14は、半導体レーザ10Cの温度を制御するものであり、半導体レーザ10Cの温度を検出する温度検出手段と、半導体レーザ10Cを加熱・冷却する加熱及び冷却手段とを有している。加熱手段としてはヒータが、冷却手段としては冷却ファンがある。素子温度制御器14における加熱及び冷却手段としては、ヒータ、冷却ファンに限られず、電流を流すことにより発熱し、電流の流す方向を逆にすることにより吸熱するペルチェ素子を用いることもできる。素子温度制御器14は外部制御加算型素子温度制御器32からの温度制御信号71によっても半導体レーザ10Cの温度を制御している。

波長掃引信号制御器30は、計測対象ガス成分が吸収するレーザ光の波長付近で波長掃引させるための波長掃引信号67を半導体レーザ素子モジュール20Cに供給するとともに、また、波長掃引信号制御器30は波長掃引信号67を送るときに波長掃引トリガー信号68をA/D変換器27を介して解析装置19に出力する。

そして、このガス分析装置も、分波器21で分波された計測用レーザ光は、高濃度の計測対象ガス成分が封入された参照セル22Cを透過しているので、第1の実施形態と同様に、解析装置19は、差分検出器25からの差分信号64と測定光用受光器24からの計測受光強度信号65とに基づいて排ガス中で計測対象ガス成分

によって吸収されたレーザ光の規格化された吸収スペクトルを図 5 (a) に示すように明確な形状として把握できる。

そして、解析装置 19 は、この把握した吸収スペクトルを奇数微分（例えば、一次微分、又は、三次微分）し奇数微分吸収スペクトルを算出するとともに、波長掃引信号制御器 30 から A/D 変換器 27 を介して入力された波長掃引トリガー信号 68 により所定の位置（図 5 (b) (c) での P の位置）における奇数微分吸収スペクトルの中心横軸 $x - x$ に対する値を求め、この求めた値が 0（ゼロ）になるように半導体レーザ 10c の温度が制御されるように半導体レーザ温度補正信号 71 を出力する。例えば、図 5 (a) において、P 点における値がプラスであれば、半導体レーザ 10 で掃引されている波長は適正な波長よりも短い波長が掃引されているので、長い波長が掃引されるように半導体レーザ 10C の温度が高くなるような半導体レーザ温度補正信号 71 を出力し、また、P 点における値がマイナスであれば、短い波長が掃引されるように半導体レーザ 10C の温度を低くするような半導体レーザ温度補正信号 71 を出力する。

半導体レーザ温度補正信号 71 は D/A 変換器 29 で D/A 変換されて外部制御加算型素子温度制御器 32 に入力される。外部制御加算型素子温度制御器 32 は、D/A 変換された半導体レーザ温度補正信号 73 を素子温度制御器 14 に送り、素子温度制御器 14 の加熱・冷却手段で半導体レーザ 10c を加熱・冷却する。

この実施形態では、解析装置 19 で把握した吸収スペクトルに基づいて半導体レーザ 10C の温度をフィードバック制御することにより、半導体レーザ 10C の温度が正確に制御されるので、半導体レーザ 10C は一定の波長のレーザ光が掃引されレーザ波長が安定化されるため、排ガスの温度、圧力とともに排ガス中に含まれるガス成分の濃度を安定して測定することができる。

この実施形態のガス分析装置も、図 2 のように変更し、大気中の酸素 (O_2) 濃度を測定し、安定したガス成分濃度の測定ができることを確認できた。

図 4 は本発明の第 4 の実施形態に係るガス分析装置を示すブロック構成図であり、エンジンから排気される排ガス中に含まれる多成分 (H_2O 、 NH_3 、 CO 、 CO_2 、 CH_4 、 NO 、 N_2O 、 O_2 、 H_2S) を同時に計測するためのものである。半導体レーザ素子モジュールは幅の広い波長帯のレーザ光を掃引することが

できないので、複数の波長のレーザ光を発光させるために計測対象ガス成分が吸収する波長帯に応じてそれぞれ別々の半導体レーザ素子モジュール20a、20b・・・20jが設けられている。

半導体レーザ素子モジュール制御装置40には、ファンクションジェネレータ等の信号発生器を備え、信号発生器で複数の周波数の信号を発生して半導体レーザ素子モジュール20a、20b・・・20jから異なる波長帯のレーザ光を発光させるとともに、トリガー信号68をA/D変換器27を介して解析装置19に送る。

半導体レーザ素子モジュール20aは、水蒸気を検出するためのものであり、1350nmを含む波長帯のレーザ光を発光し、半導体レーザ素子モジュール20bは、アンモニアを検出するためのものであり、1530nmを含む波長帯のレーザ光を発光し、半導体レーザ素子モジュール20jは、メタンガスを検出するためのものであり、1680nmを含む波長帯のレーザ光を発光する。

半導体レーザ素子モジュール20a、20b・・・20jでそれぞれ発光されたレーザ光はそれぞれ光ファイバ51A、51B・・・51Jで分波器21A、21B・・・21Jに導光され、そこで計測用レーザ光と参照用レーザ光に分波される。分波器21A、21B・・・21Jで分波された計測用レーザ光は計測用合波器37で合波され、光ファイバ52で参照セル22aに導光される。

参照セル22a、22b・・・22jには、それぞれ計測対象のガス成分が封入されており、例えば、参照セル22aには計測対象ガス成分である既知濃度の水蒸気が、参照セル22bには既知濃度のアンモニアガスが、参照セル22jには既知濃度のメタンガスが、それぞれ封入されている。参照セルには、1つの参照セルに1つの計測対象ガス成分を封入するものに限定されず、1つの参照セルに複数の計測対象ガス成分を封入してもよい。1つの参照セルに複数の計測対象ガス成分を封入すれば参照セルの数が減り、参照セルの設置をコンパクトにできる。

計測用レーザ光はこれらの参照セル22a、22b・・・22jを透過した後に、自動車の排気管に設置されているセンサユニット8において照射部15から排ガスが流れている排ガス中に照射される。排ガス中に照射されたレーザ光は排ガス中の水、アンモニア、メタンガス等によって特定の波長のレーザ光が吸収され、計測光用受光器24で受光されて電気信号であるに計測光強度信号61に変換される。

分波器21A、21B・・・21Jで分波された参照用レーザ光は光ファイバ57A、57B・・・57Jを経て参照光用合波器38で合波され、参照光用受光器23で受光され、電気信号に変換されて参照光強度信号62として差分検出器25に出力される。

差分検出器25は計測光強度信号61と参照光強度信号62とから差分信号64を算出し、A/D変換器27でA/D変換して解析装置19に出力する。

解析装置19は、差分検出器25から入力された差分信号64と計測光用受光器24からの計測受光強度信号61とに基づいて排ガス中に含まれる水蒸気、アンモニアガス、メタンガス等によって吸収された吸収スペクトルを把握する。

解析装置19は、吸収スペクトルを奇数微分するとともに、設定した波長の波長掃引がなされたときに水、アンモニア、メタンガス等のそれぞれ吸収スペクトルのピーク値が表示されるべき位置を信号発生器からのトリガー信号に基づいて特定し、その位置における奇数微分吸収スペクトルのその中心横軸 $x-x$ に対する値を求める。解析装置19は、この求めた値が0（ゼロ）になるようにそれぞれの半導体レーザ素子モジュール20a、20b・・・20jに注入する注入電流が制御されるようにレーザ波長補正信号69を出力する。レーザ波長補正信号69は、D/A変換器でD/A変換されて半導体レーザ素子モジュール制御装置40に入力され、半導体レーザ素子モジュール制御装置40から各半導体レーザ素子モジュール20a、20b・・・20jに送られて各半導体レーザに注入する注入電流をフィードバック制御する。そのため、各半導体レーザ素子モジュール20a、20b・・・20jから発光されるレーザ光は波長が一定の安定したものとなるので、複数のガス成分の濃度等を安定して測定できる。

このガス分析装置により車両の排気管を流れている排ガスに含まれる水蒸気と炭酸ガスの濃度を計測した。その結果は図7に示すとおりであり、複数のガス成分を安定してリアルタイムに測定できた。

請求の範囲

1. 計測対象ガス成分が吸収する波長を含む波長帯のレーザ光を発光するレーザ光発光部と、ガス中を透過したレーザ光を受光して電気信号に変換する受光部と、前記受光部からの電気信号に基づいて計測対象ガス成分に吸収された吸収スペクトルを把握して解析する解析装置とを備えているガス分析装置であって、

前記ガス中を透過するレーザ光は既知濃度の計測対象ガス成分が封入された参照セルを透過して受光部で受光されるように構成されており、前記解析装置で前記吸収スペクトルのピーク値が所定の位置になるようにレーザの波長掃引制御を行うことを特徴とするガス分析装置。

2. 前記レーザの波長掃引制御はレーザに注入する注入電流を制御することにより行うことを特徴とする請求項1記載のガス分析装置。

3. 前記レーザの波長掃引制御はレーザの温度を制御することにより行うことを特徴とする請求項1記載のガス分析装置。

4. 前記吸収スペクトルのピーク値の位置は、吸収スペクトルを奇数微分した奇数微分吸収スペクトルがその中心横軸と交差する点により判別することを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載のガス分析装置。

5. 前記レーザ光発光部は、波長帯の異なるレーザ光を発光する複数の半導体レーザで構成されており、各半導体レーザに対応して前記参照セルが設けられていて各半導体レーザの波長掃引制御を行うことを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載のガス分析装置。

6. 前記レーザ光発光部は、波長帯の異なるレーザ光を発光する複数の半導体レーザで構成されており、前記参照セルは、一つの参照セルに複数の計測対象ガス成分が封入されていることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載のガス分析装置。

7. 計測対象ガス成分が吸収する波長を含む波長帯のレーザ光をレーザで発光させ、該レーザ光をガス中を透過させて受光部で受光し、受光部で受光した光強度に基づいて計測対象ガス成分により吸収された吸収スペクトルを把握し、該吸収スペクトルを分析するガス分析装置におけるレーザの波長掃引制御方法であって、

前記レーザは、そのレーザ光の波長帯の所定位置に前記吸収スペクトルのピーク値が位置するようにフィードバック制御されてレーザ光を波長掃引していることを特徴とするガス分析装置におけるレーザの波長掃引制御方法。

８．前記ガス中を透過するレーザ光は既知濃度の計測対象ガス成分が封入された参照セルを透過して受光部で受光されることを特徴とする請求項７記載のガス分析装置におけるレーザの波長掃引制御方法。

９．前記レーザは、レーザに注入する注入電流を制御することにより制御されていることを特徴とする請求項７又は８記載のガス分析装置におけるレーザの波長掃引制御方法。

１０．前記レーザは、レーザの温度を制御することにより制御されていることを特徴とする請求項７又は８記載のガス分析装置におけるレーザの波長掃引制御方法。

１１．前記吸収スペクトルのピーク値の位置は、吸収スペクトルを奇数微分した奇数微分吸収スペクトルがその中心横軸と交差する点により判別することを特徴とする請求項７ないし１０のいずれかに記載のガス分析装置におけるレーザの波長掃引制御方法。

一 叉

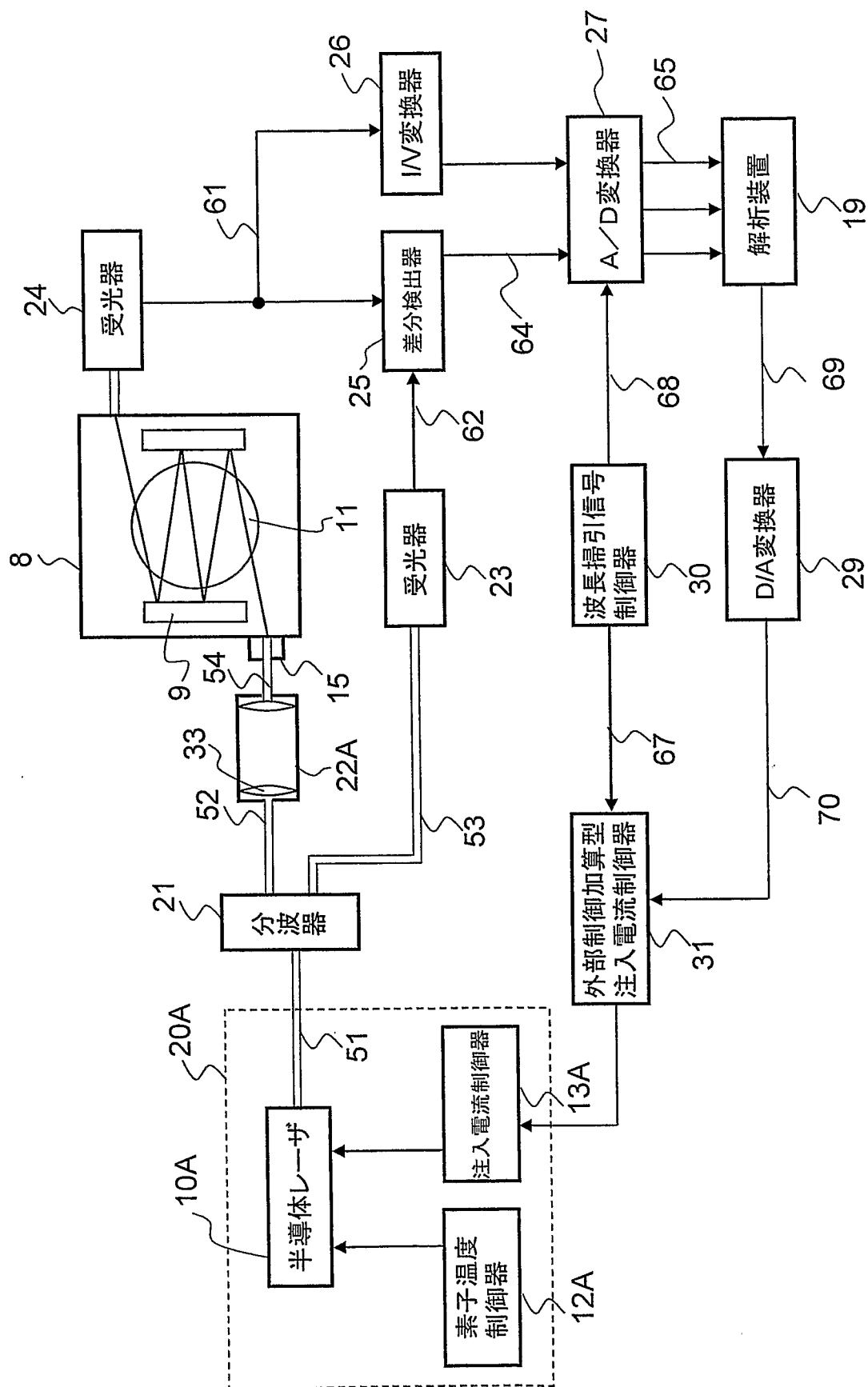


図 2

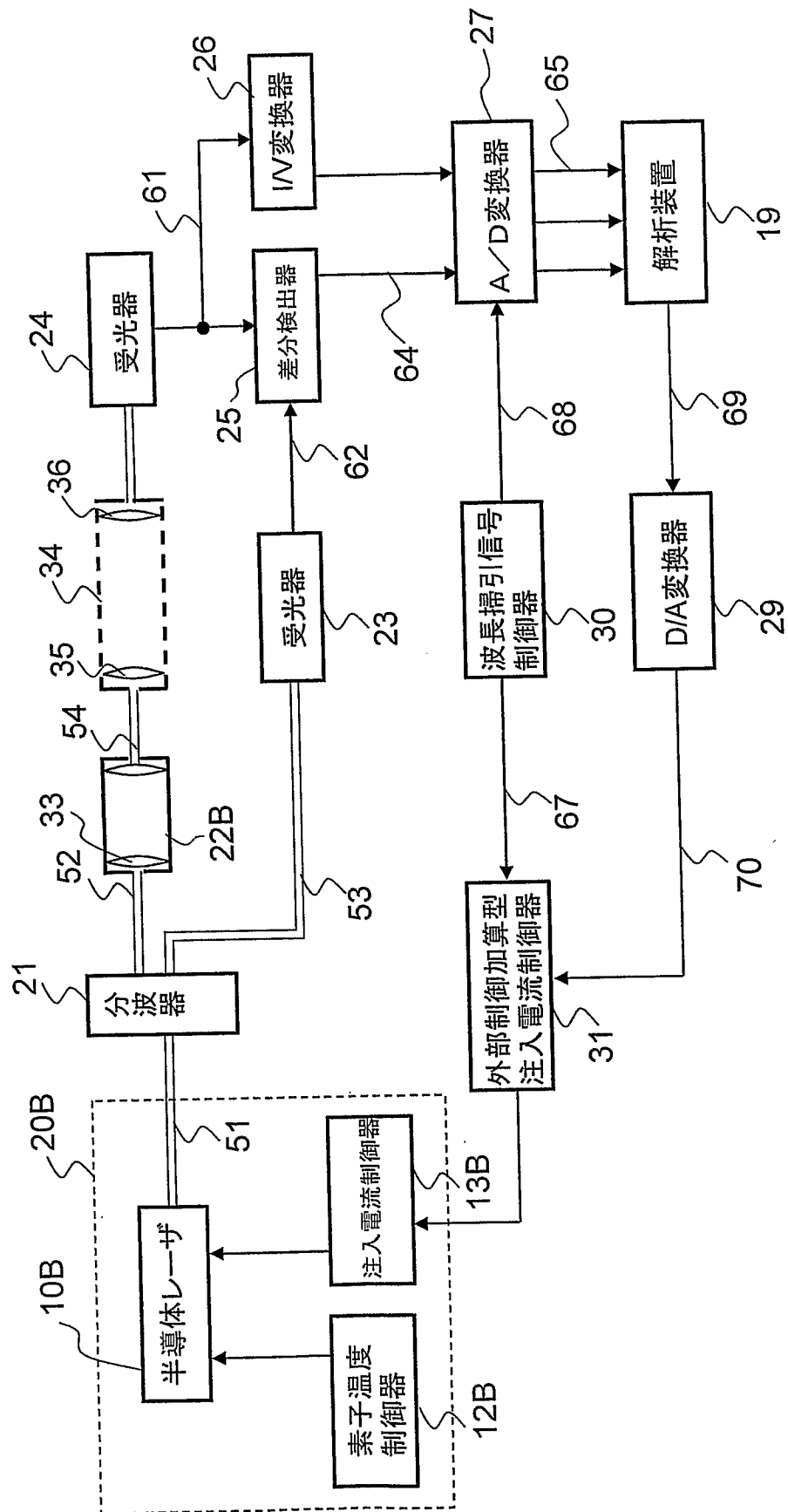
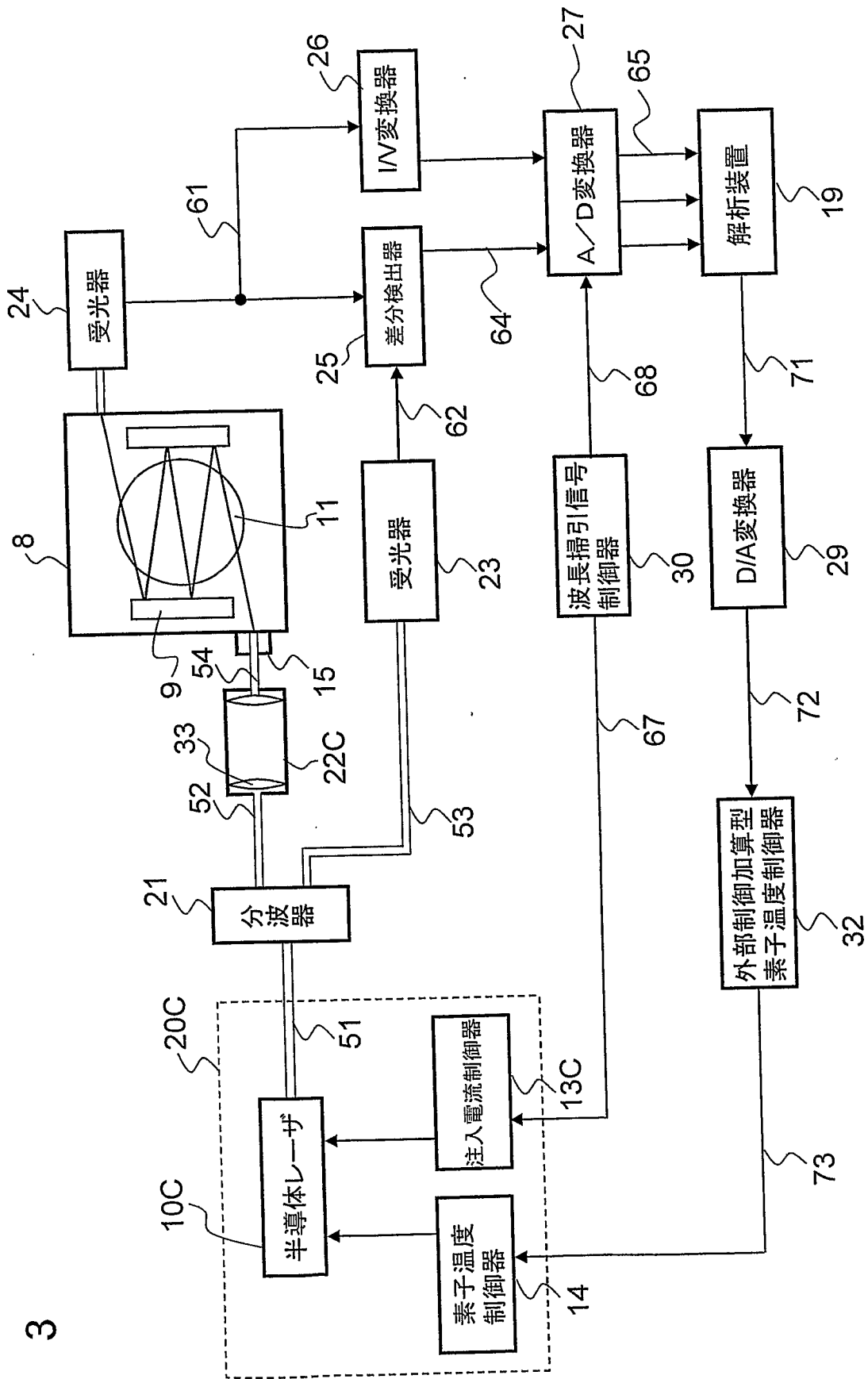


図 3



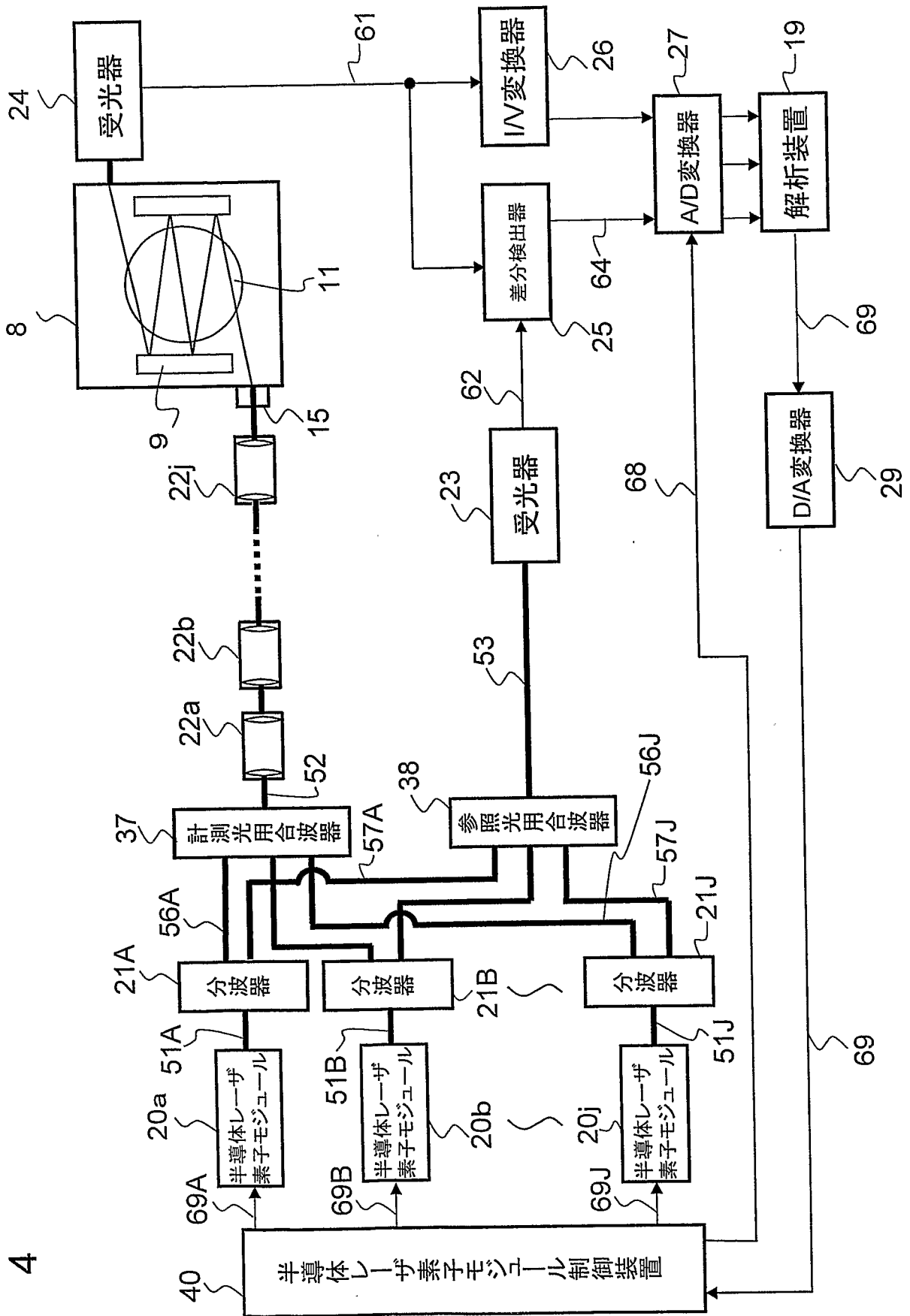


図 4

図 5

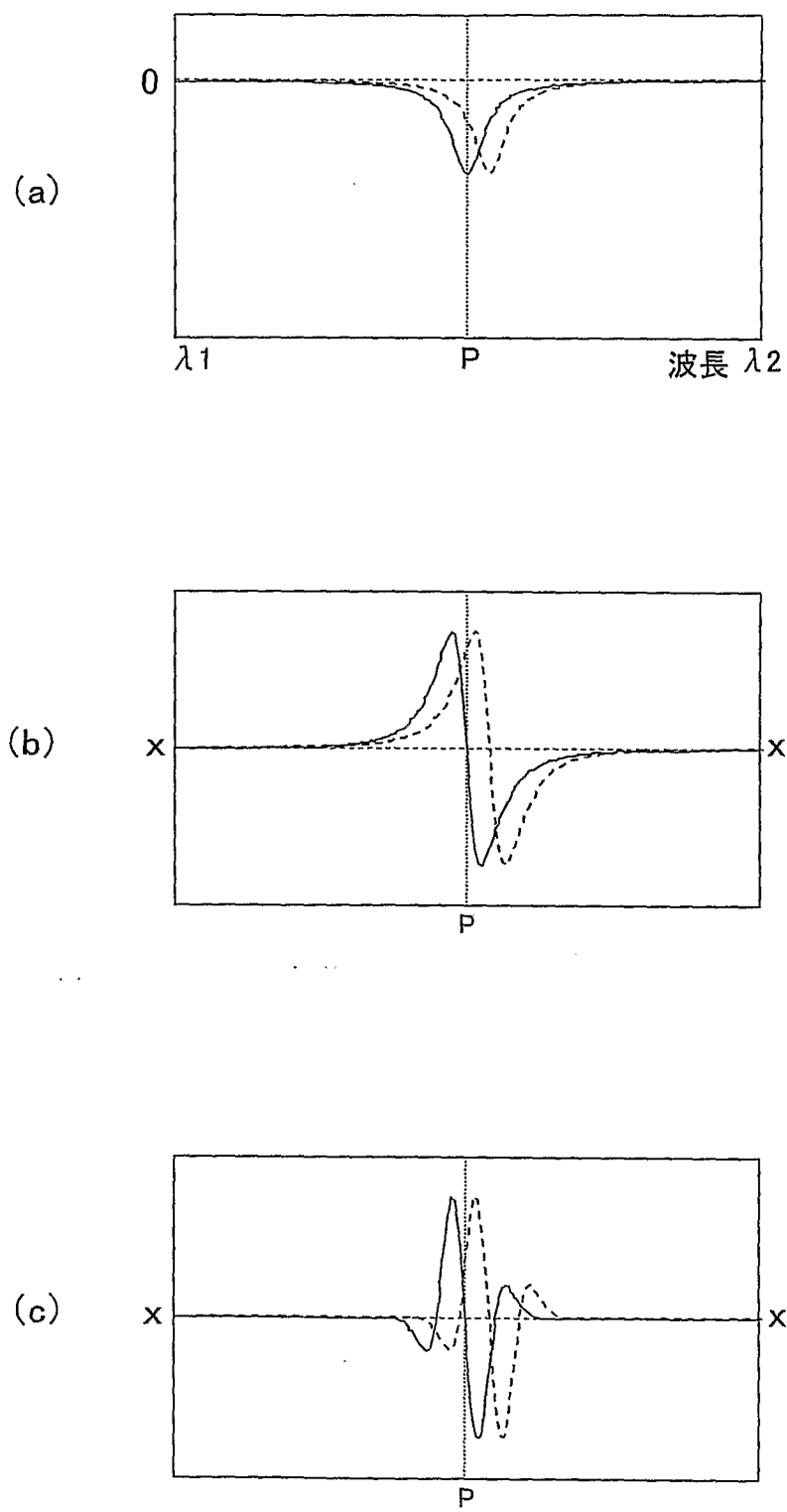


図 6

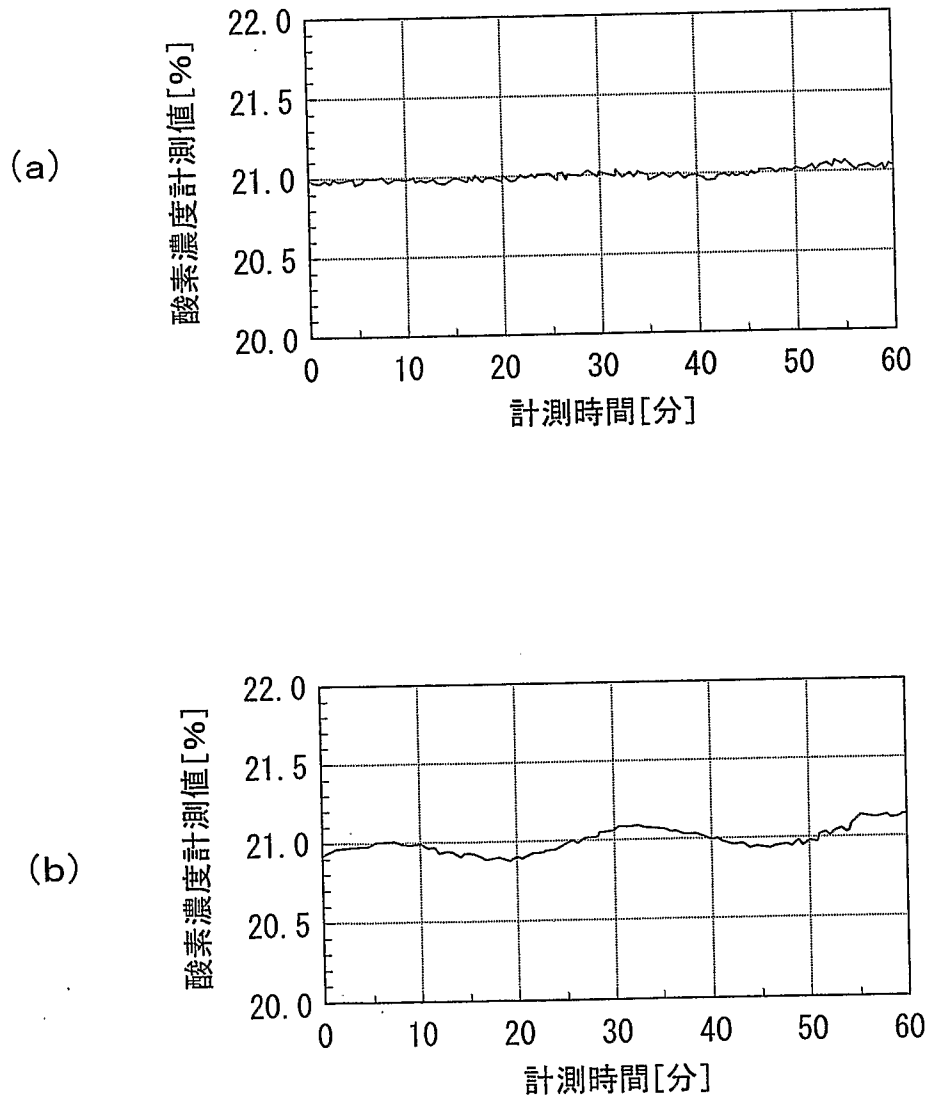


図 7

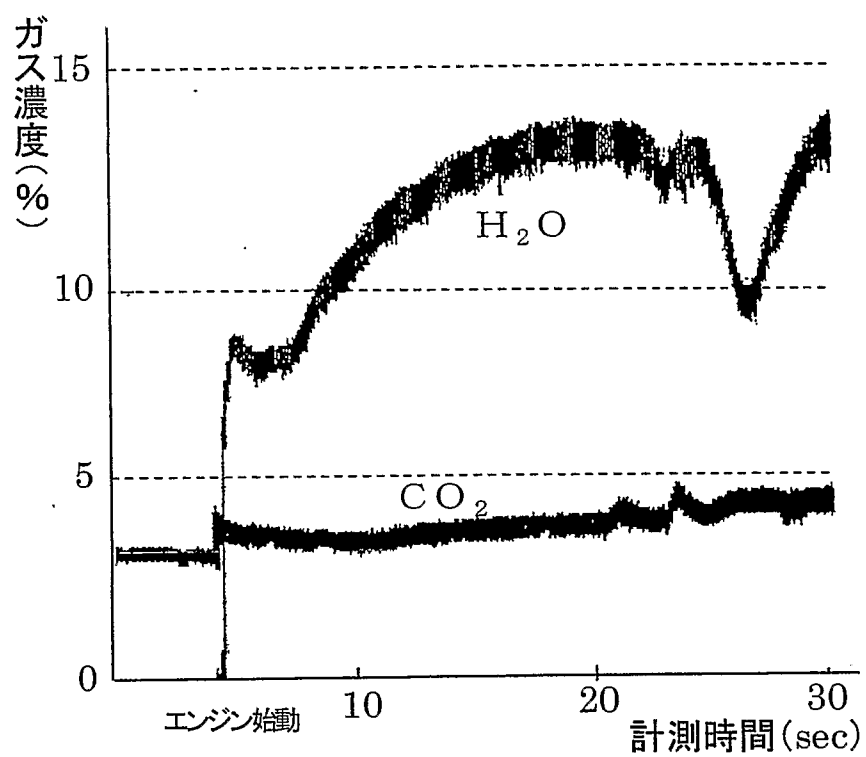


図 8

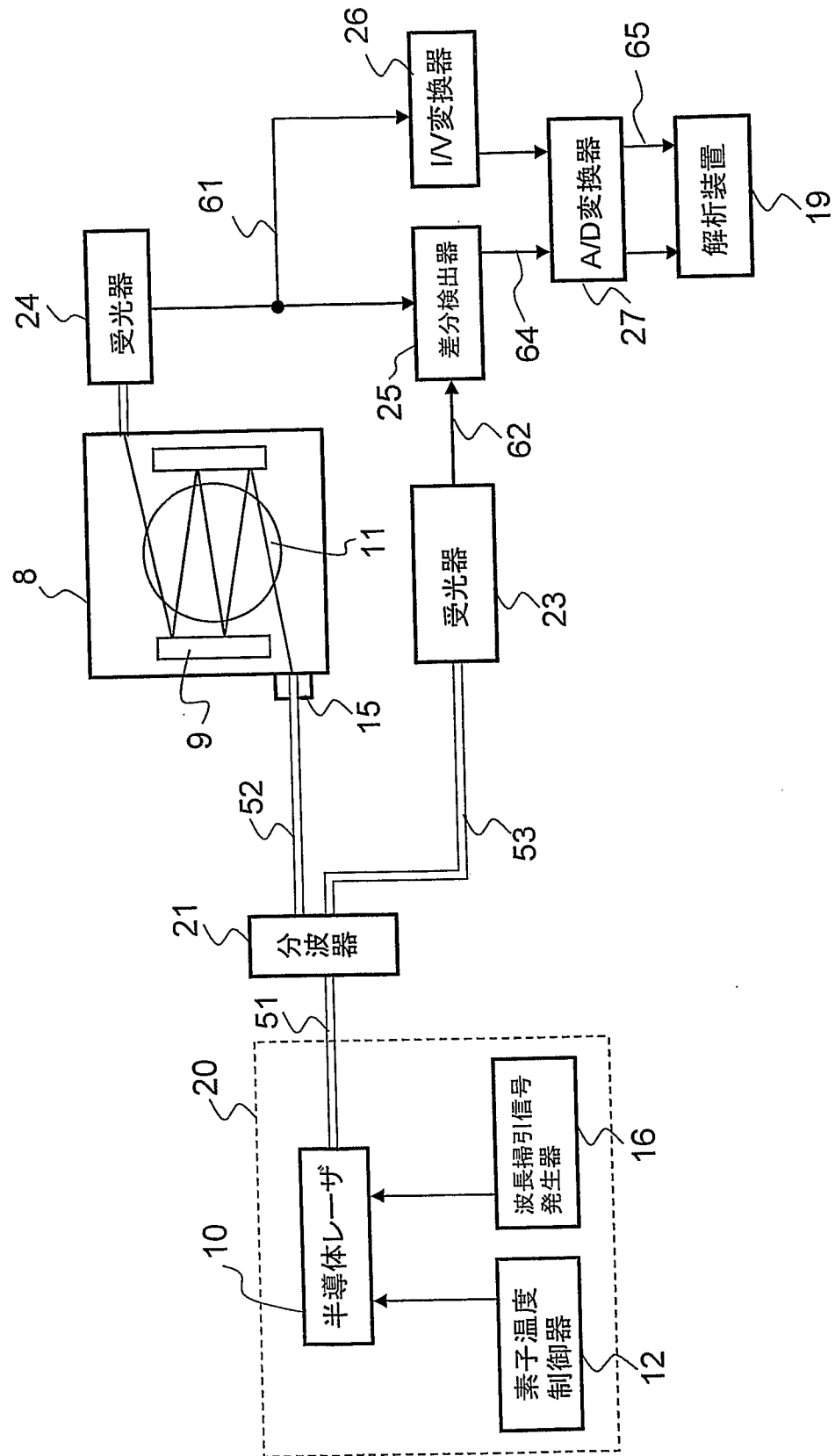
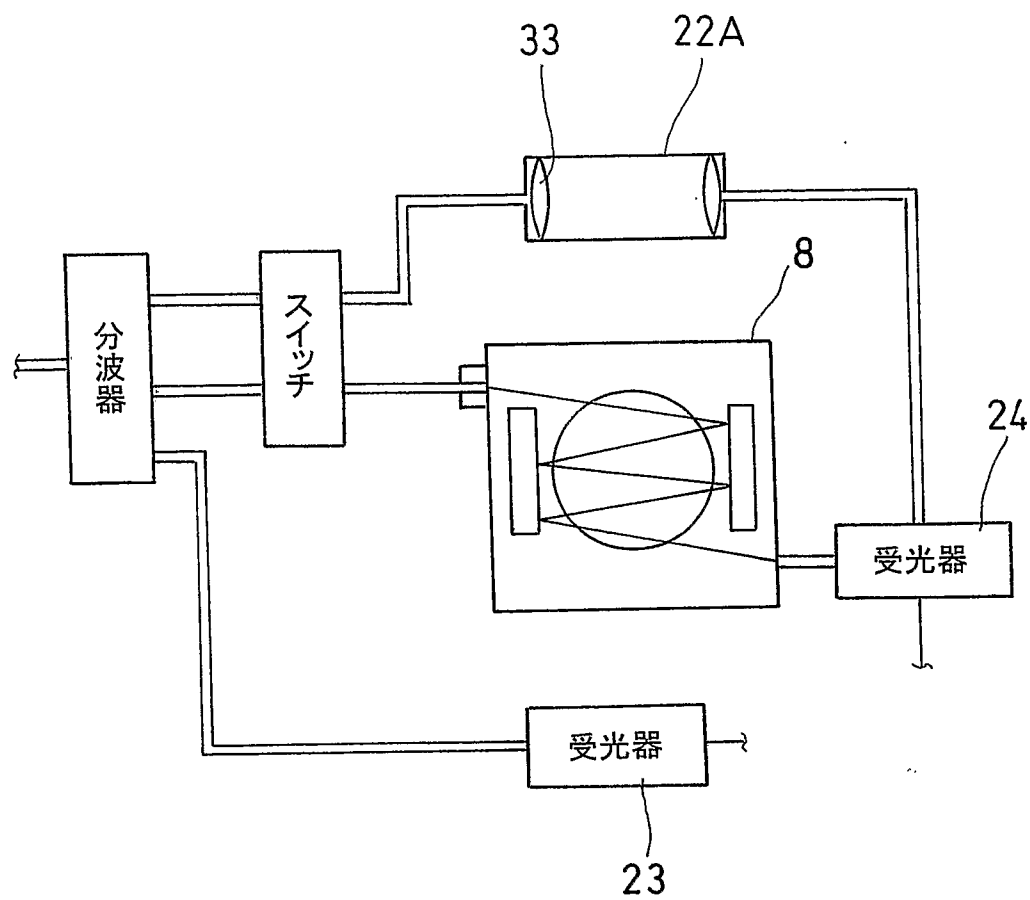


図 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/060742

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N21/39(2006.01) 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)

G01N21/39

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	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
$\frac{X}{Y}$	JP 3-277945 A (Tokyo Gas Co., Ltd.), 09 December, 1991 (09.12.91), Page 3, upper right column, lines 10 to 17; page 3, lower left column, lines 6 to 13; page 3, lower right column, line 18 to page 4, lower left column, line 11; page 4, lower right column, lines 11 to 19; page 5, lower left column, line 9 to lower right column, line 16; Figs. 2, 5	$\frac{7, 9-11}{1-6, 8}$
$\frac{X}{Y}$	JP 62-016371 B2 (Fujitsu Ltd.), 13 April, 1987 (13.04.87), Column 5, line 36 to column 6, line 10, column 6, line 33 to column 7, line 4, column 7, line 23 to column 8, line 21; Figs. 1 to 3	$\frac{7, 9, 11}{1-6, 8}$

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 June, 2007 (06.06.07)

Date of mailing of the international search report
19 June, 2007 (19.06.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/060742

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 58-090147 A (Fujitsu Ltd.), 28 May, 1983 (28.05.83), Page 3, lower left column, line 11 to lower right column, line 6; Fig. 3	1-6, 8
Y	JP 5-026804 A (Tokyo Gas Co., Ltd.), 02 February, 1993 (02.02.93), Par. Nos. [0007], [0015], [0025] to [0026]; Figs. 1 to 3	5-6
A	JP 11-148898 A (Japan Radio Co., Ltd.), 02 June, 1999 (02.06.99), Par. Nos. [0035], [0063] to [0068]; Figs. 1 to 2	4, 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2007/060742

JP 3-277945 A	1991.12.09	CA 2038980 A1	1991.09.28
		EP 449573 A2	1991.10.02
		EP 449573 A3	1993.01.13
		JP 4-069551 A	1992.03.04
		US 5202570 A	1993.04.13
JP 62-016371 B	1987.04.13	JP 57-029933 A	1982.02.18
JP 58-090147 A	1983.05.28	(Family: none)	
JP 5-026804 A	1993.02.02	JP 2796650 B2	1998.09.10
JP 11-148898 A	1999.06.02	(Family: none)	

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

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. G01N21/39

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	1971-2007年
日本国実用新案登録公報	1996-2007年
日本国登録実用新案公報	1994-2007年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 3-277945 A (東京瓦斯株式会社) 1991.12.09 第3頁右上欄第10-17行, 第3頁左下欄第6-13行, 第3頁右下欄第18行-第4頁左下欄第11行, 第4頁右下欄第11-19行, 第5頁左下欄第9行-右下欄第16行, 第2, 5図	<u>7, 9-11</u> 1-6, 8
X Y	JP 62-016371 B2 (富士通株式会社) 1987.04.13 第5欄第36行-第6欄第10行, 第6欄第33行-第7欄第4行, 第7欄第23行-第8欄第21行, 第1-3図	<u>7, 9, 11</u> 1-6, 8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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

06.06.2007

国際調査報告の発送日

19.06.2007

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)

高場 正光

2W

2910

電話番号 03-3581-1101 内線 3292

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 請求の範囲の番号
Y	JP 58-090147 A (富士通株式会社) 1983.05.28 第3頁左下欄第11行—右下欄第6行, 第3図	1-6, 8
Y	JP 5-026804 A (東京瓦斯株式会社) 1993.02.02 [0007], [0015], [0025]-[0026], 図1-3	5-6
A	JP 11-148898 A (日本無線株式会社) 1999.06.02 [0035], [0063]-[0068], 図1-2	4, 11

JP 3-277945 A	1991. 12. 09	CA 2038980 A1	1991. 09. 28
		EP 449573 A2	1991. 10. 02
		EP 449573 A3	1993. 01. 13
		JP 4-069551 A	1992. 03. 04
		US 5202570 A	1993. 04. 13
-----	-----	-----	-----
JP 62-016371 B	1987. 04. 13	JP 57-029933 A	1982. 02. 18
-----	-----	-----	-----
JP 58-090147 A	1983. 05. 28	(ファミリーなし)	
-----	-----	-----	-----
JP 5-026804 A	1993. 02. 02	JP 2796650 B2	1998. 09. 10
-----	-----	-----	-----
JP 11-148898 A	1999. 06. 02	(ファミリーなし)	
-----	-----	-----	-----