

(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2017-78670

(P2017-78670A)

(43) 公開日 平成29年4月27日(2017.4.27)

(51) Int.Cl.
G01N 21/21 (2006.01)

F I
G O I N 21/21

テーマコード(参考)
2 G O 5 9

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2015-207524 (P2015-207524)
(22) 出願日 平成27年10月21日(2015.10.21)

(71) 出願人 504143441
国立大学法人 奈良先端科学技術大学院大学
奈良県生駒市高山町8916-5
(74) 代理人 110000338
特許業務法人HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK
(72) 発明者 徳田 崇
奈良県生駒市高山町8916-5 国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学内
(72) 発明者 太田 淳
奈良県生駒市高山町8916-5 国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学内

最終頁に続く

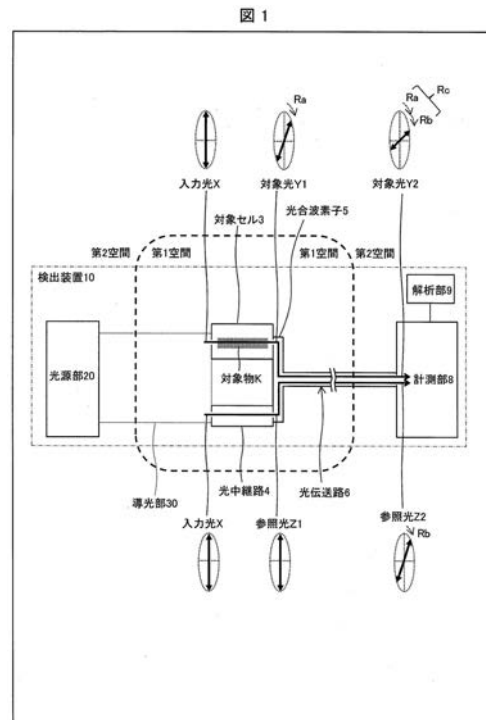
(54) 【発明の名称】 検出装置、検出方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】対象物と計測系とを空間的に分離する場合にも適切な検出が可能な検出装置を実現する。

【解決手段】対象物Kが存在する対象セル3を通過した対象光Y1、および前記対象セル3を通過していない参照光Z1それぞれを伝送する光伝送路6を備え、光伝送路から得られる対象光Y2および参照光Z2それぞれの偏光状態を計測し、対象光Y2の計測結果および参照光Z2の計測結果を用いて対象物Kの状態を検出する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

対象物が存在する対象セルを通過した対象光、および前記対象セルを通過していない参照光それぞれを伝送する光伝送路を備え、前記光伝送路から得られる対象光および参照光それぞれの偏光状態を計測し、対象光の計測結果および参照光の計測結果を用いて対象物の状態を検出することを特徴とする検出装置。

【請求項 2】

前記光伝送路から得られる対象光および参照光それぞれの偏光状態を計測する計測部を備え、前記対象セルと前記計測部とが異なる空間に配されていることを特徴とする請求項 1 記載の検出装置。

【請求項 3】

参照光の計測結果を用いて対象光の計測結果の補正を行うことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の検出装置。

【請求項 4】

前記補正によって、対象光の計測結果から前記光伝送路での偏光状態の変化が除かれることを特徴とする請求項 3 記載の検出装置。

【請求項 5】

光中継路を備え、前記光中継路を通過した前記参照光が前記光伝送路にて伝送されることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の検出装置。

【請求項 6】

前記光中継路は、空気が存在するブランクセルまたは参照物が存在する参照セルであることを特徴とする請求項 5 に記載の検出装置。

【請求項 7】

前記光伝送路は光ファイバであることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の検出装置。

【請求項 8】

前記光伝送路は、前記対象セルを含む筐体の内部からその外部に引き出されていることを特徴とする請求項 2 に記載の検出装置。

【請求項 9】

前記筐体の内部では、液体である前記対象物が対象セル内を流れていることを特徴とする請求項 8 記載の検出装置。

【請求項 10】

前記対象光および参照光は光合波素子を介して前記光伝送路に送られることを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の検出装置。

【請求項 11】

前記光合波素子はファイバカプラであることを特徴とする請求項 10 記載の検出装置。

【請求項 12】

2つの導光路の一方によって導かれた光を前記対象セルへの入力光として用い、他方によって導かれた光を前記中継路への入力光として用い、各導光路は、前記対象セルを含む筐体の内部からその外部に引き出されていることを特徴とする請求項 5 記載の検出装置。

【請求項 13】

同一の導光路によって導かれた光を、前記対象セルおよび光中継路への入力光として用い、前記導光路は、前記対象セルを含む筐体の内部からその外部に引き出されていることを特徴とする請求項 5 記載の検出装置。

【請求項 14】

前記導光路によって導かれた光を、対象セル側への光と、前記光中継路側への光とに分ける光分波素子を備えることを特徴とする請求項 13 記載の検出装置。

【請求項 15】

前記導光路は、偏光保持方式の光ファイバであることを特徴とする請求項 13 または 14 記載の検出装置。

10

20

30

40

50

【請求項 16】

対象物が存在する対象セルを通過した対象光、および前記対象セルを通過していない参照光それぞれを同一の光伝送路によって前記対象セルが配置された空間の外部に伝送し、前記光伝送路から得られる対象光および参照光それぞれの偏光状態の計測結果を用いて前記対象物の状態を検出することを特徴とする検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、対象物の状態を検出する装置および方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1には、光照射を受けた試料から発せられた試料ビームと基準ビームとを計測することで、試料中の被検体の濃度を検出する装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平8-75640号公報(1996年3月22日公開)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

検出の対象物の特性によっては、対象物と計測系とを離隔する必要がある(例えば、防爆構造が要求される場合)が、このように両者の離隔によって適切な検出が行われなくなるという問題がある。

【0005】

本発明は、前記の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、対象物と計測系とを離隔する場合でも適切な検出が可能な検出装置を実現することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の課題を解決するために、本検出装置は、対象物が存在する対象セルを通過した対象光、および前記対象セルを通過していない参照光それぞれを伝送する光伝送路を備え、前記光伝送路から得られる対象光および参照光それぞれの偏光状態を計測し、対象光の計測結果および参照光の計測結果を用いて対象物の状態を検出することを特徴とする。

【発明の効果】

【0007】

本検出装置によれば、対象物と計測系とを離隔する場合にも適切な検出が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】実施形態1の検出装置の構成を示す模式図である。

【図2】実施形態1に係る検出装置の別構成を示す模式図である。

【図3】実施形態1において、光伝送路に伝送用光ファイバを用いた場合を示す模式図である。

【図4】実施形態2において、光中継路に中継用光ファイバを用いた場合を示す模式図である。

【図5】実施形態2において、光中継路に空気セルを用いた場合を示す模式図である。

【図6】実施形態2において、光中継路に参照溶液セルを用いた場合を示す模式図である。

【図7】実施形態2において、光中継路にフロー型の参照溶液セルを用いた場合の構成を示す模式図である。

【図8】実施形態3において、光合波素子にファイバカプラを用いた場合を示す模式図である。

10

20

30

40

50

【図 9】実施形態 3 において、光合波素子に逆ビームスプリッタを用いた場合を示す模式図である。

【図 10】実施形態 4 において、入力部に 2 本の導光用光ファイバを用いた場合を示す模式図である。

【図 11】実施形態 4 において、入力部に 1 本の導光用光ファイバを用いた場合を示す模式図である。

【図 12】実施形態 4 において、入力部に 1 本の導光用偏光保持光ファイバを用いた場合を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本発明の実施形態について、図 1 ~ 図 12 に基づいて説明すれば以下のとおりである。

【0010】

〔実施形態 1〕

図 1 は、実施形態 1 の検出装置の構成を示す模式図である。図 1 に示すように、検出装置 10 は、光源部 20、導光部 30、対象セル 3、光中継路 4、光合波素子 5、光伝送路 6、計測部 8、および解析部 9 とを備える。光源部 20 は、LED 等の発光素子と、レンズ等の光学機器とを含み、計測部 8 は CMOS 等のイメージセンサを含み、解析部 9 はプロセッサを含む。

【0011】

光源部 20 から発せられた光は、導光部 30 を通り、入力光 X として対象セル 3 (対象物 K を含む) および光中継路 4 (対象物 K を含まない) それぞれに入射する。対象セル 3 の対象物 K を通って対象セルから出射した対象光 Y 1、および光中継路 4 から出射した参照光 Z 1 は、光合波素子 5 で合波された後に同一の光伝送路 6 によって伝送され、それぞれ対象光 Y 2 および参照光 Z 2 として計測部 8 に入射する。

【0012】

ここでは、対象セル 3 および光中継路 4 は第 1 空間に配され、光源部 20、計測部 8 および解析部 9 は第 2 空間に配され、第 1 空間の光合波素子 5 と第 2 空間の計測部 8 とが、第 1 から第 2 空間に引き出された光伝送路 6 によって接続されている。

【0013】

計測部 8 は、光伝送路から得られた対象光 Y 2 および参照光 Z 2 それぞれの偏光状態を計測し、解析部 9 が対象光 Y 2 の計測結果および参照光 Z 2 の計測結果を用いて対象物 K の状態を判定する。

【0014】

具体的には、図 1 に示すように、対象光 Y 2 の計測結果 R_c (入力光 X と対象光 Y 2 との偏光状態の差) には、対象物 K での偏光状態の変化 R_a (入力光 X と対象光 Y 1 との偏光状態の差)、および光伝送路 6 での偏光状態の変化 R_b (対象光 Y 1 と対象光 Y 2 との偏光状態の差) が含まれているところ、参照光 Z 2 の計測結果 (入力光 X と参照光 Z 2 との偏光状態の差) から光伝送路 6 での偏光状態の変化 R_b が得られるため、 R_c から R_b を除く補正を行うことで対象物 K での偏光状態の変化 R_a が算出され、 R_a に基づいて対象物 K の状態を判定することができる。

【0015】

対象セル 3 が配される第 1 空間が、可燃性の対象物 K が流れるパイプラインの内部のような場合には、火花等のおそれのある計測部 8 をパイプラインの外部 (第 2 空間) に配する防爆構造が要求されることがあるが、このような場合でも、検出装置 10 によれば対象物 K の状態を適切に検出することができる。

【0016】

入力光 X の対象セル 3 および光中継路 4 それぞれへの入射タイミングは、時分割 (別タイミング) でもよいし、計測側で対象光 Y 2 および参照光 Z 2 を分離できるように光合波素子 5 および光伝送路 6 が構成されている場合には同時でもよい。

【0017】

10

20

30

40

50

図1では、光中継路4で偏光状態の変化がない構成としているが、これに限定されない。光伝送路6での偏光状態の変化とは違って光中継路4での偏光状態の変化はあらかじめ把握することができる。そこで、図2のように、光中継路4での偏光状態の変化 r が既知である構成では、参照光Z2の計測結果 R_d （入力光Xと参照光Z2との偏光状態の差）から r を除くことで光伝送路6での偏光状態の変化 R_b が算出される。そして、対象光Y2の計測結果 R_c から R_b を除く補正を行うことで対象物Kでの偏光状態の変化 R_a が算出され、 R_a に基づいて対象物Kの状態を判断することができる。

【0018】

光伝送路6には、図3のように伝送用光ファイバ6aを用いることができる。この場合、参照光Z2の計測結果（入力光Xと参照光Z2との偏光状態の差）から伝送用光ファイバ6aでの偏光状態の変化 R_b が得られるため、対象光Y2の計測結果 R_c から R_b を除く補正を行うことで対象物Kでの偏光状態の変化 R_a が算出され、 R_a に基づいて対象物Kの状態を判定することができる。

10

【0019】

なお、シングルモード光ファイバでは応力等によって偏光状態が変化し、偏光保持光ファイバでは、直交成分の伝播速度差による偏光変換効果（ビート長ごと）を考慮する必要がある。このため、対象セル3と計測部8を空間的に分離する場合には、伝送用光ファイバとしていずれの光ファイバを用いても対象光のみの測定では対象物Kの状態の適切な検出が難しいことを見出されている。

【0020】

20

〔実施形態2〕

実施形態2では、図4のように、第1空間を、例えば可燃性の対象溶液Lが流れるパイプラインの筐体内部とし、第2空間をその筐体外部とし、対象セルには、対象溶液Lが矢印のように流れるフローセル3aを用い、光伝送路には伝送用光ファイバ6aを用い、光合波素子5および計測部8を、パイプラインの筐体内からその筐体外に引き出された伝送用光ファイバ6aによって接続する。

【0021】

図4の構成では、光中継路に中継用光ファイバ4aを用いている。この場合、入力光Xは、フローセル3aおよび中継用光ファイバ4aそれぞれに入射する。対象セル3の対象溶液Lを通してフローセル3aから出射した対象光Y1、および中継用光ファイバ4aから出射した参照光Z1は、光合波素子5で合波された後に同一の伝送用光ファイバ6aによって伝送され、それぞれ対象光Y2および参照光Z2として計測部8に入射する。

30

【0022】

そして、参照光Z2の計測結果から伝送用光ファイバ6aでの偏光状態の変化 R_b が得られるため、対象光Y2の計測結果 R_c から R_b を除く補正を行うことで対象溶液Lでの偏光状態の変化 R_a が算出され、 R_a に基づいて対象溶液Lの状態を判定することができる。

【0023】

ここでは、中継用光ファイバ4a（例えば、シングルモード光ファイバ）を屈曲しないように十分に固定し、中継用光ファイバ4aで把握不能な偏光状態の変化が生じないようにする。

40

【0024】

また、中継用光ファイバ4aにて既知である偏光状態の変化 r が生じる場合には、参照光Z2の計測結果 R_d から r を除くことで伝送用光ファイバ6aでの偏光状態の変化 R_b を算出すればよい。なお、 r はパイプライン内の温度等の環境パラメータによっても変動するため、解析部9に、環境パラメータと、中継用光ファイバ4aでの偏光状態の変化 r とを対応付けるテーブルを準備しておいてもよい。

【0025】

実施形態2の検出装置10によれば、フローセル3aをパイプラインの筐体内に配する一方、計測部8および光源部20をパイプラインの筐体外に配する防爆構造としながら、

50

フローセル 3 a 内の対象溶液 L の状態を適切に検出することができる。

【 0 0 2 6 】

実施形態 2 では、図 5 に示すように、光中継路に空気セル 4 b (ブランクセル) を用いてもよい。この場合、入力光 X は、フローセル 3 a および空気セル 4 b それぞれに入射する。対象セル 3 の対象溶液 L を通ってフローセル 3 a から出射した対象光 Y 1、および空気セル 4 b から出射した参照光 Z 1 は、光合波素子 5 で合波された後に同一の伝送用光ファイバ 6 a によって伝送され、それぞれ対象光 Y 2 および参照光 Z 2 として計測部 8 に入射する。

【 0 0 2 7 】

そして、参照光 Z 2 の計測結果から伝送用光ファイバ 6 a での偏光状態の変化 R b が得られるため、対象光 Y 2 の計測結果 R c から R b を除く補正を行うことで対象溶液 L での偏光状態の変化 R a が算出され、R a に基づいて対象溶液 L の状態を判定することができる。

10

【 0 0 2 8 】

実施形態 2 では、図 6 に示すように、光中継路に参照溶液セル 4 c を用いてもよい。この場合、入力光 X は、フローセル 3 a および参照溶液セル 4 c それぞれに入射する。対象セル 3 の対象溶液 L を通ってフローセル 3 a から出射した対象光 Y 1、および参照溶液セル 4 c の参照溶液 S を通って参照溶液セル 4 c から出射した参照光 Z 1 は、光合波素子 5 で合波された後に同一の伝送用光ファイバ 6 a によって伝送され、それぞれ対象光 Y 2 および参照光 Z 2 として計測部 8 に入射する。

20

【 0 0 2 9 】

そして、参照光 Z 2 の計測結果から伝送用光ファイバ 6 a での偏光状態の変化 R b が得られるため、対象光 Y 2 の計測結果 R c から R b を除く補正を行うことで対象溶液 L での偏光状態の変化 R a が算出され、R a に基づいて対象溶液 L の状態を判定することができる。

【 0 0 3 0 】

ここでは、参照溶液セル 4 c にて偏光状態の変化 r s が生じるため、r a をあらかじめ把握しておき、参照光 Z 2 の計測結果 R e から r s を除くことで伝送用光ファイバ 6 a での偏光状態の変化 R b を算出すればよい。なお、r s はパイプライン内の温度等の環境パラメータによっても変動するため、解析部 9 に、環境パラメータと、参照溶液セル 4 c での偏光状態の変化 r s とを対応付けるテーブルを準備しておいてもよい。

30

【 0 0 3 1 】

なお、対象溶液 L が反応中の溶液であり、参照溶液 S が反応前の溶液であって、対象溶液 L の反応の進行程度を検出するような場合には、対象溶液 L での偏光状態の変化 R a と参照溶液 S での偏光状態の変化 r s との差をみればよく、この差は、対象光 Y 2 の計測結果 R c と参照光 Z 2 の計測結果 R e との差に等しい。よって、前記のように R c の補正を行うことなく、R c と R e とから対象溶液 L の反応の進行程度を検出することも可能である。

【 0 0 3 2 】

図 6 の変形例として、図 7 のように参照溶液セル 4 c をフロー型とし、まずは図 7 (a) のように、反応前の溶液である参照溶液 S をフロー型の参照溶液セル 4 c 内に導入し、入力光 X を参照溶液 S に入射させることで参照光 Z 2 の計測を行い、その後、図 7 (b) のように、反応中あるいは反応後の溶液の対象溶液 L をフローセル 3 a に導入し、入力光 X を対象溶液 L に入射させることで対象光 Y 2 の計測を行うことも可能である。図 7 にかかる具体的な例として、例えば、パイプライン筐体内に化学反応装置が含まれおり、反応前の参照溶液 S が流れた後に化学反応装置を通過し、反応後の溶液が対象溶液 L となるような場合が想定される。

40

【 0 0 3 3 】

〔 実施形態 3 〕

実施形態 3 では、図 8 のように、第 1 空間を、例えば可燃性対象溶液 L が流れるパイ

50

ラインの筐体内部とし、第2空間をその筐体外部とし、対象セルには、対象溶液Lが矢印のように流れるフローセル3aを用い、光合波素子にはファイバカブラ5aを用い、光伝送路には伝送用光ファイバ6aを用い、ファイバカブラ5aと計測部8とを、パイプラインの筐体内からその筐体外に引き出された伝送用光ファイバ6aによって接続する。

【0034】

図8の構成では、入力光Xは、フローセル3aおよび光中継路4それぞれに入射する。対象セル3の対象溶液Lを通してフローセル3aから出射した対象光Y1、および光中継路4から出射した参照光Z1は、ファイバカブラ5aで合波された後に同一の伝送用光ファイバ6aによって伝送され、それぞれ対象光Y2および参照光Z2として計測部8に入射する。

【0035】

そして、参照光Z2の計測結果から伝送用光ファイバ6aでの偏光状態の変化Rbが得られるため、対象光Y2の計測結果RcからRbを除く補正を行うことで対象溶液Lでの偏光状態の変化Raが算出され、Raに基づいて対象溶液Lの状態を判定することができる。なお、光中継路4にて既知である偏光状態の変化rが生じる場合には、参照光Z2の計測結果Rdからrを除くことで伝送用光ファイバ6aでの偏光状態の変化Rbを算出すればよい。

【0036】

このように、光合波素子にファイバカブラ5aを用いることで、光合波のための光学系の構築が容易になり、光合波の安定性も得られる。ただし、ファイバカブラ5aの二股部分については、それぞれを同等かつ十分に固定し、両者の間で偏光状態の変化に差がないようにする。

【0037】

実施形態3の検出装置10によれば、フローセル3aをパイプラインの筐体内に配する一方、計測部8および光源部20をパイプラインの筐体外に配する防爆構造としながら、フローセル3a内の対象溶液Lの状態を適切に検出することができる。

【0038】

図8の構成では光合波素子にファイバカブラ5aを用いているが、これに限定されない。図9のように光合波素子に逆ビームスプリッタ5bを用いることもできる。逆ビームスプリッタ5bは、光分波用のビームスプリッタの入光側と出光側を逆使いしたものであり、2つの光(対象光Y1と参照光Z1)を合波することができる。

【0039】

このように、光合波素子に逆ビームスプリッタ5bを用いることで、対象光および参照光間でファイバ伝送経路が同一(伝送用光ファイバ6a)となり、前記補正の精度がより高められる。また、逆ビームスプリッタ5bを導光部30の光学系(後述)に整合させることで補償効果を図ることもできる。

【0040】

〔実施形態4〕

実施形態1の光源部20および導光部30は、例えば図10のように構成することができる。すなわち、光源部20は発光素子21、レンズ22・23および光スイッチ素子27・28を含み、導光部30は、2本の導光用光ファイバ31・32および偏光子35を含む。この構成では、光源部20において光スイッチ素子27・28を排他的に(例えば、順次に)ONし、導光用光ファイバ31・32に対して別タイミングで光を入射させることで、対象セル3を通過した対象光Y2と、光中継経路4を通過した参照光Z2とを別々に計測することができる。

【0041】

具体的には、発光素子21から発せられた2つの光の一方は、レンズ22および光スイッチ素子27を介して導光用光ファイバ31に入射し、導光用光ファイバ31および偏光子35を通過して対象セル3への入力光Xとなり、他方は、レンズ23および光スイッチ素子28を介して導光用光ファイバ32に入射し、導光用光ファイバ32および偏光子35

10

20

30

40

50

を通過して光中継路 4 への入力光 X となる。

【0042】

図 10 の構成は、導光部 30 の光学系の構築が容易であり、自由度も高い。また、導光用光ファイバが 2 本設けられているため、2 つの入力光の入射タイミングを独立に制御することも容易である。ただし、2 本の導光用光ファイバ 31・32 については、それぞれを同等かつ十分に固定し、両者の間で偏光状態の変化に差がでないようにする。

【0043】

なお、図 10 の光源部 20 および導光部 30 の構成は、実施形態 2・3 にも適用することができる。

【0044】

実施形態 1 の光源部 20 および導光部 30 は、図 11 のように構成することもできる。すなわち、光源部 20 は、波長 a の光を発する発光素子 21a、波長 b の光を発する発光素子 21b、レンズ 22・23、および光スイッチ素子 27・28 を含み、導光部 30 は、1 本の導光用光ファイバ 33、光分波素子 36、および波長フィルタ 37a・37b を含む。波長フィルタ 37a は、対象セル 3 の直前に配され、波長 a の光を通過させて波長 b の光を遮断する。波長フィルタ 37b は、光中継路 4 の直前に配され、波長 b の光を通過させて波長 a の光を遮断する。

【0045】

この構成では、光源部 20 において光スイッチ素子 27・28 を排他的に（例えば、順次に）ON し、導光用光ファイバ 33 に対して波長 a の光および波長 b の光を別タイミングで光を入射させ、かつ波長フィルタ 37a・37b でフィルタリングすることで、対象セル 3 を通過した対象光 Y2 と、光中継経路 4 を通過した参照光 Z2 とを別々に計測することができる。

【0046】

具体的には、発光素子 21a から発せられた波長 a の光は、レンズ 22 および光スイッチ素子 27 を介して導光用光ファイバ 33 に入射し、導光用光ファイバ 33 を通って光分波素子 36 にて 2 つの光に分けられる。光分波素子 36 から出射した 2 つの光の一方は波長フィルタ 37a を通過して対象セル 3 への入力光 X となり、他方は、波長フィルタ 37b によって遮断される（光中継路 4 には入射しない）。

【0047】

また、発光素子 21b から発せられた波長 b の光は、レンズ 23 および光スイッチ素子 28 を介して導光用光ファイバ 33 に入射し、導光用光ファイバ 33 を通って光分波素子 36 にて 2 つの光に分けられる。光分波素子 36 から出射した 2 つの光の一方は波長フィルタ 37b を通過して光中継路 4 への入力光 X となり、他方は、波長フィルタ 37a によって遮断される（対象セル 3 には入射しない）。

【0048】

なお、光分波素子 36 としては、ファイバカプラやビームスプリッタを用いることができる。なお、ファイバカプラを用いる場合には、二股部分それぞれを同等かつ十分に固定し、両者の間で偏光状態の変化に差がでないようにする。

【0049】

図 11 の構成では、導光部 30 に 1 本の導光用光ファイバを用いているため、偏光状態の揃った 2 つの光を入力光 X として利用することができる。

【0050】

なお、図 11 の光源部 20 および導光部 30 の構成は、実施形態 2・3 にも適用することができる。

【0051】

実施形態 1 の光源部 20 および導光部 30 は、図 12 のように構成することもできる。すなわち、光源部 20 は発光素子 21、レンズ 22・23、偏光子 25・26、および光スイッチ素子 27・28 を含み、導光部 30 は、1 本の偏光保持モード光ファイバである導光用偏光保持ファイバ 34、ビームスプリッタ 38、および偏光子 39a・39b を含

10

20

30

40

50

む。

【0052】

この構成では、光源部20において光スイッチ素子27・28を排他的に（例えば、順次に）ONし、偏光の異なる2つの光を導光用偏光保持ファイバ34に対して別タイミングで光を入射させることで、対象セル3を通過した対象光Y2と、光中継経路4を通過した参照光Z2とを別々に計測することができる。

【0053】

具体的には、発光素子21から発せられ、レンズ22、偏光子25、および光スイッチ素子27を通過した光は、第1偏光の状態です導光用偏光保持ファイバ34に入射し、導光用偏光保持ファイバ34を通過してビームスプリッタ38にて2つの光に分けられ、その一方が偏光子39aを通過し、第1偏光の状態の入力光Xとして対象セル3へ入射する（他方は偏光子39bで遮断され、光中継路4には入射しない）。また、発光素子21から発せられ、レンズ23、偏光子26、および光スイッチ素子28を通過した光は、第2偏光の状態です導光用偏光保持ファイバ34に入射し、導光用偏光保持ファイバ34を通過してビームスプリッタ38にて2つの光に分けられ、その一方が偏光子39bを通過し、第2偏光の状態の入力光xとして光中継路4へ入射する（他方は偏光子39aで遮断され、対象セル3には入射しない）

10

ここでは、偏光子25および光スイッチ素子27を介して導光用偏光保持ファイバ34に入射する光の偏光軸と、偏光子26および光スイッチ素子28を介して導光用偏光保持ファイバ34に入射する光の偏光軸とを互いに直交させて導光用偏光保持ファイバ34の2つの軸に合わせることで、互いに独立した光伝搬を行うことができる。

20

【0054】

この場合、入力光Xは対象セル3に入射し、入力光xは光中継路4に入射する。対象セル3の対象物Kを通過して対象セル3から出射した対象光Y1、および光中継路4から出射した参照光z1は、合波素子5で合波された後に同一の光伝送路6によって伝送され、それぞれ対象光Y2および参照光z2として計測部8に入射する。

【0055】

そして、参照光z2の計測結果から光伝送路6での偏光状態の変化Rbが得られるため、対象光Y2の計測結果RcからRbを除く補正を行うことで対象物Kでの偏光状態の変化Raが算出され、Raに基づいて対象物Kの状態を判定することができる。

30

【0056】

図12の構成では、導光部30に1本の導光用偏光保持ファイバ34を用いているため、導光部30での偏光状態の変化が無視できる2つの光を入力光Xおよび入力光xとして利用することができる。また、合波素子5の光学系と組み合わせた補償も可能となる。

【0057】

なお、図12の光源部20および導光部30の構成は、実施形態2・3にも適用することができる。

【0058】

〔まとめ〕

検出装置10は、対象物Kが存在する対象セル3を通過した対象光Y1、および対象セル3を通過していない参照光Z1それぞれを伝送する光伝送路6を備え、光伝送路6から得られる対象光Y2および参照光Z2それぞれの偏光状態を計測し、対象光Y2の計測結果および参照光Z2の計測結果を用いて対象物Kの状態を検出することを特徴とする。

40

【0059】

このように、対象光Y1および参照光Z1それぞれを伝送する共通の光伝送路6を設け、対象光Y2の計測結果および参照光Z2の計測結果を用いて対象物Kの状態を検出することで、対象物Kと計測系（計測部8等）とを離隔する場合にも適切な検出が可能となる。

。

【0060】

検出装置10では、光伝送路6から得られる対象光Y2および参照光Z2それぞれの偏

50

光状態を計測する計測部 8 を備え、対象セル 3 と計測部 8 とが異なる空間に配されているもよい。

【0061】

検出装置 10 では、参照光 Z 2 の計測結果を用いて対象光 Y 2 の計測結果の補正を行うことができる。

【0062】

検出装置 10 では、前記補正によって、対象光 Y 2 の計測結果から光伝送路 6 での偏光状態の変化を除くことができる。

【0063】

検出装置 10 では、光中継路 4 を備え、光中継路 4 を通過した参照光 Z 1 が光伝送路 6 にて伝送される構成とすることができる。

10

【0064】

検出装置 10 では、光中継路 4 を、空気が存在するブランクセル（空気セル 4 b）または参照物が存在する参照セル（参照溶液セル 4 c）とすることができる。

【0065】

検出装置 10 では、光伝送路 6 は光ファイバとすることができる。

【0066】

検出装置 10 では、光伝送路 6 は、対象セル 3 を含む筐体（例えば、パイプラインの筐体）の内部からその外部に引き出されている構成とすることができる。

【0067】

前記筐体の内部では、液体である対象物（対象溶液 L）が対象セル 3 内を流れている構成とすることができる。

20

【0068】

検出装置 10 では、対象光 Y 1 および参照光 Z 1 は光合波素子 5 を介して光伝送路 6 に送られる構成とすることができる。

【0069】

検出装置 10 では、光合波素子 5 をファイバカプラとすることもできる。

【0070】

検出装置 10 では、2つの導光路の一方（導光用光ファイバ 3 1）によって導かれた光を前記対象セル 3 への入力光 X として用い、他方（導光用光ファイバ 3 2）によって導かれた光を光中継路 4 への入力光 X として用い、各導光路は、対象セル 3 を含む筐体（パイプラインの筐体）の内部からその外部に引き出されている構成とすることができる。

30

【0071】

検出装置 10 では、同一の導光路（導光用偏光保持ファイバ 3 4）によって導かれた光を、対象セル 3 および光中継路 4 への入力光（X・x）として用い、前記導光路は、対象セル 3 を含む筐体の内部からその外部に引き出されている構成とすることができる。

【0072】

検出装置 10 では、前記導光路によって導かれた光を、対象セル 3 側への光と、前記光中継路 4 側への光とに分ける光分波素子 3 6 を備える構成とすることもできる。

【0073】

検出装置 10 では、前記導光路は、偏光保持方式の光ファイバとすることもできる。

40

【0074】

本検出方法は、対象物 K が存在する対象セル 3 を通過した対象光 Y 1、および対象セル 3 を通過していない参照光 Z 1 それぞれを光伝送路 6 によって対象セル 3 が配置された空間の外部に伝送し、光伝送路 6 から得られる対象光 Y 2 および参照光 Z 2 それぞれの偏光状態の計測結果を用いて対象物 K の状態を検出するものである。

【0075】

本検出方法によれば、対象光 Y 1 および参照光 Z 1 それぞれを伝送する共通の光伝送路 6 を設け、光伝送路 6 から得られる対象光 Y 2 および参照光 Z 2 の計測結果を用いて対象物 K の状態を検出することで、対象物 K と計測系（計測部 8 等）とを別空間に配する場合

50

にも適切な検出が可能となる。

【0076】

本発明は上記の実施の形態に限定されるものではなく、上記実施の形態を技術常識に基づいて適宜変更したものやそれらを組み合わせて得られるものも本発明の実施の形態に含まれる。

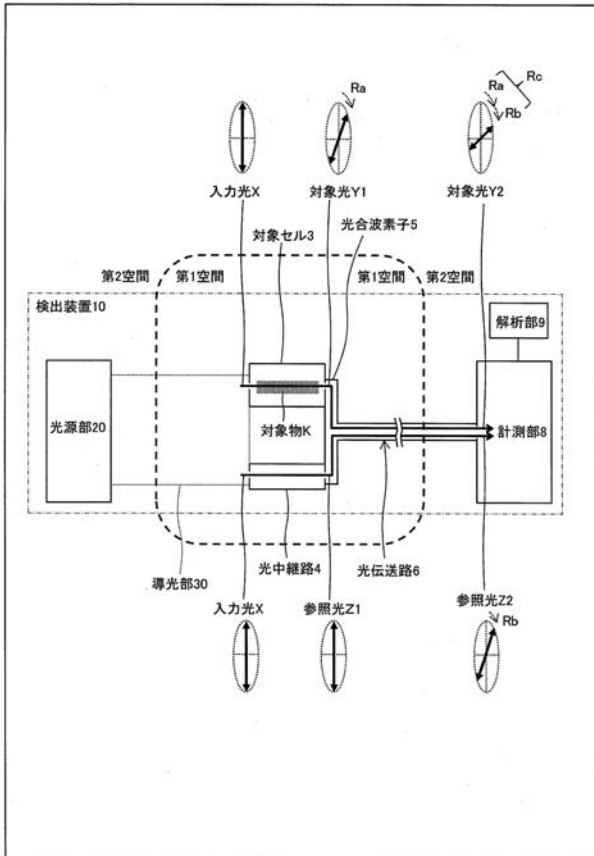
【符号の説明】

【0077】

- 3 対象セル
- 4 光中継路
- 4 a 中継用光ファイバ 10
- 4 b 空気セル(ブランクセル)
- 4 c 参照溶液セル(参照セル)
- 5 光合波素子
- 5 a ファイバカプラ
- 5 b 逆ビームスプリッタ
- 6 光伝送路
- 6 a 伝送用光ファイバ
- 8 計測部
- 9 解析部
- 10 検出装置 20
- 20 光源部
- 21 発光素子
- 22・23 レンズ
- 27・28 光スイッチ素子
- 30 導光部
- 31～33 導光用光ファイバ(導光路)
- 34 導光用偏光保持ファイバ(導光路)
- 36 光分波素子
- 37 a 37 b 波長フィルタ
- 38 ビームスプリッタ 30
- 39 a 39 b 偏光子
- K 対象物
- S 参照溶液
- L 対象溶液
- Y1・Y2 対象光
- Z1・Z2 参照光
- X 入力光

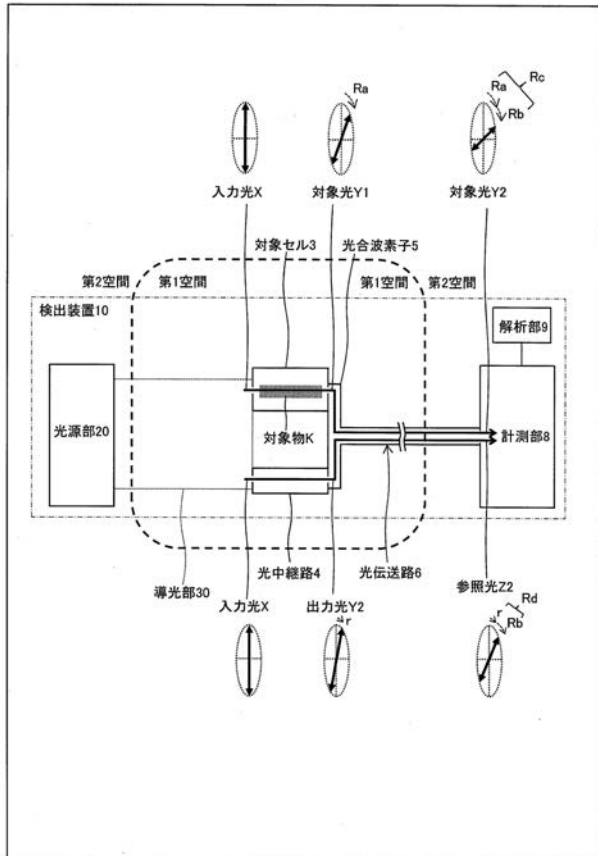
【 図 1 】

図 1



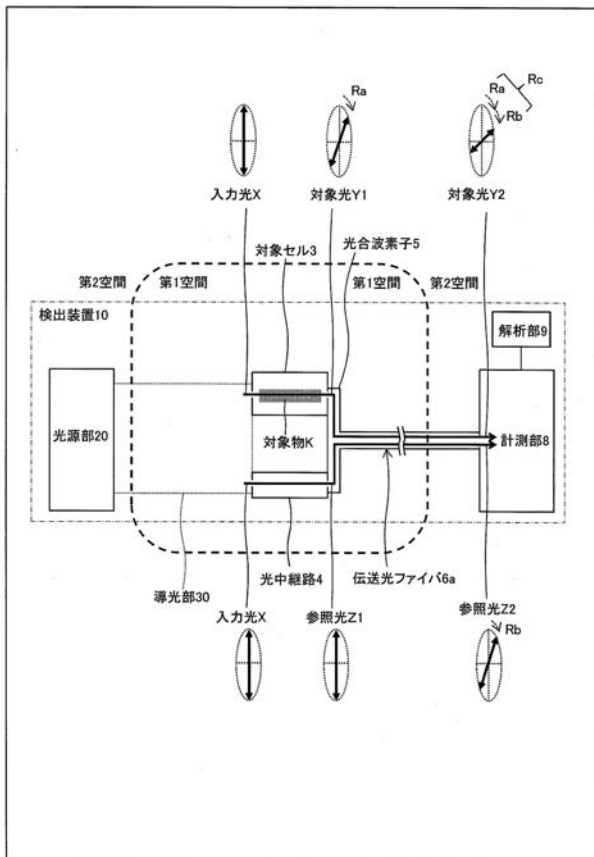
【 図 2 】

図 2



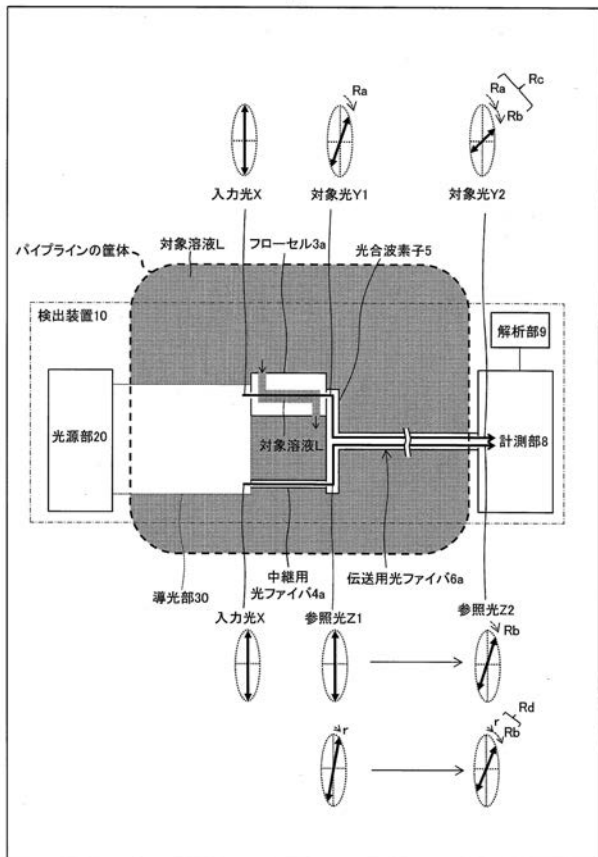
【 図 3 】

図 3



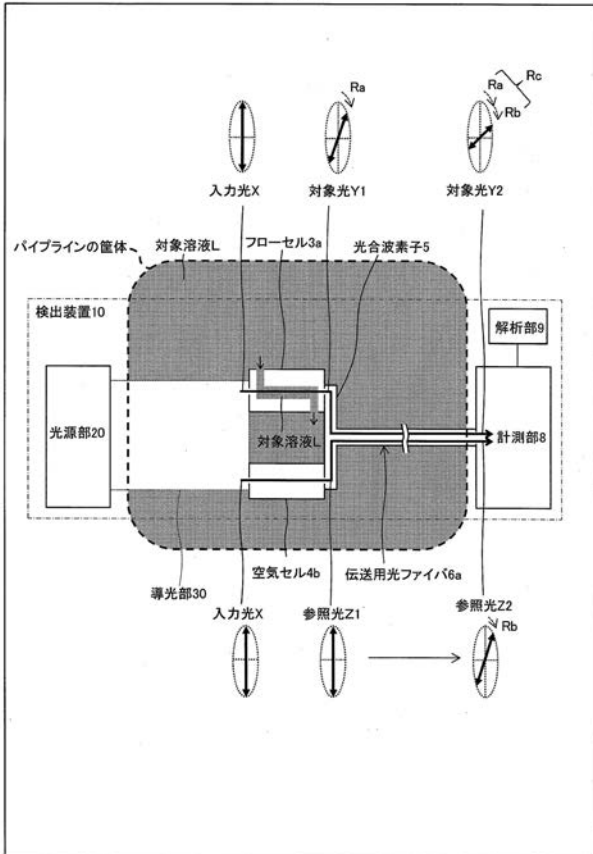
【 図 4 】

図 4



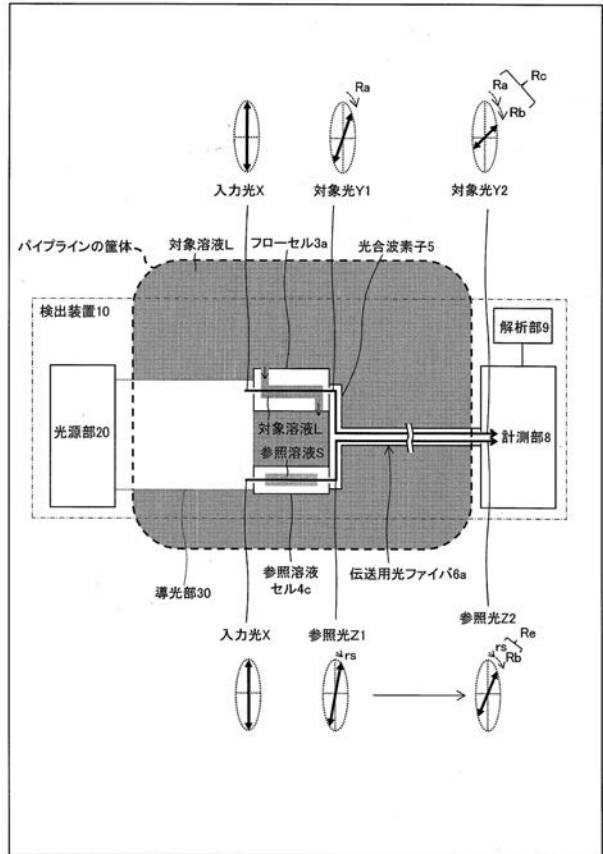
【 図 5 】

図 5



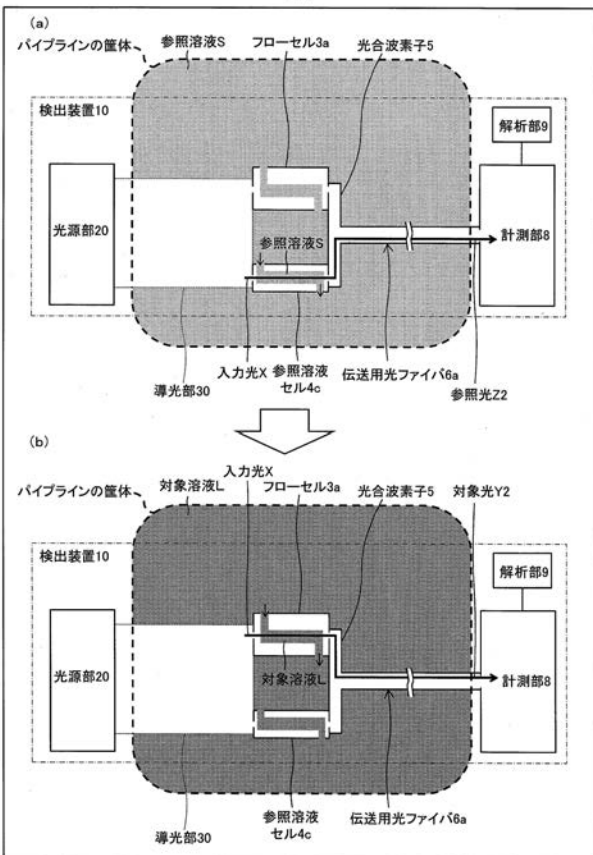
【 図 6 】

図 6



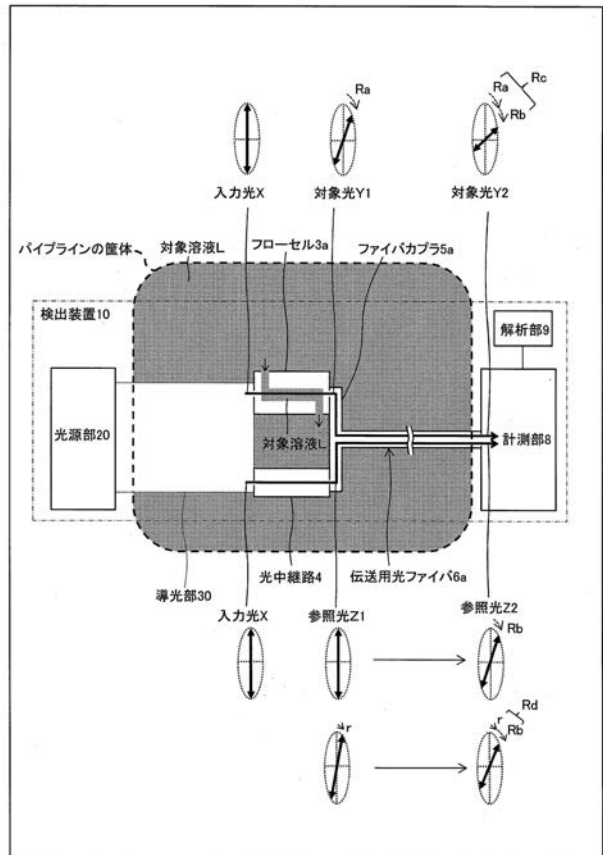
【 図 7 】

図 7



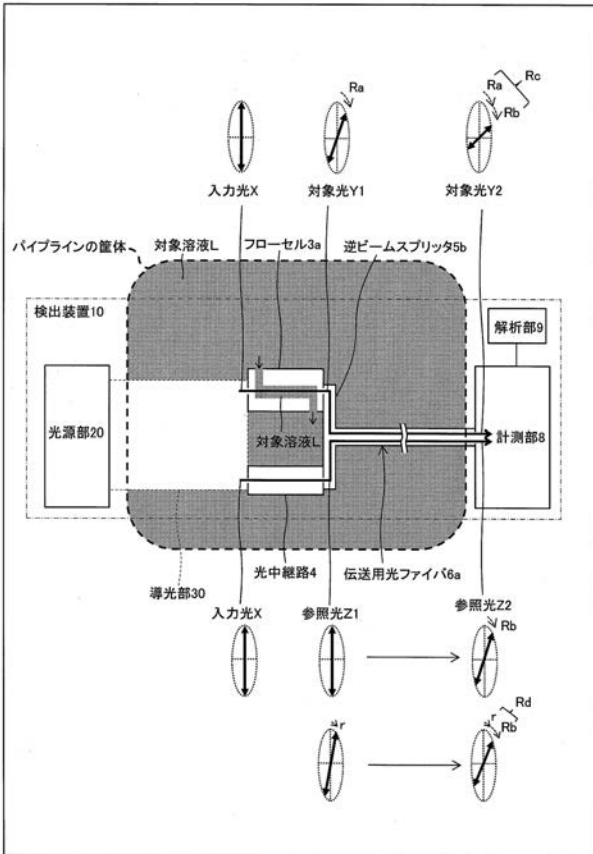
【 図 8 】

図 8



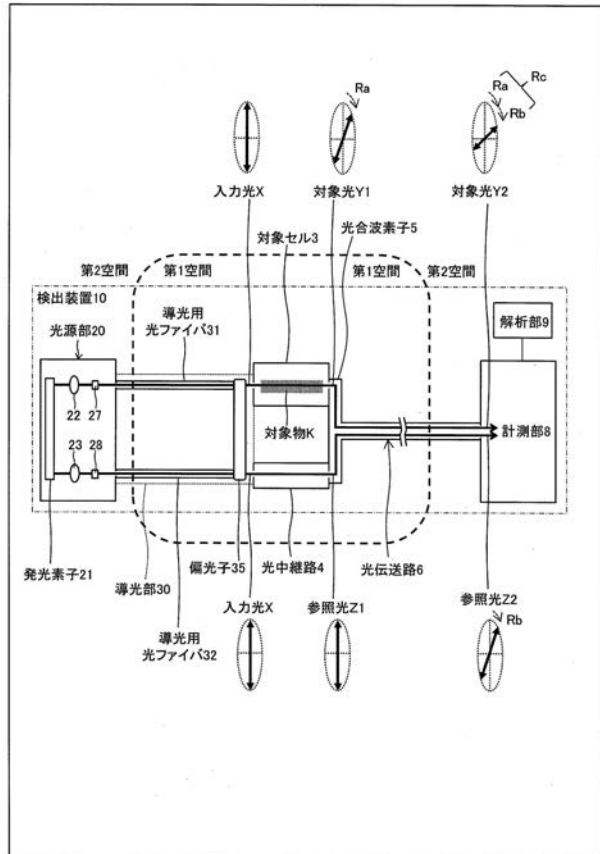
【 図 9 】

図 9



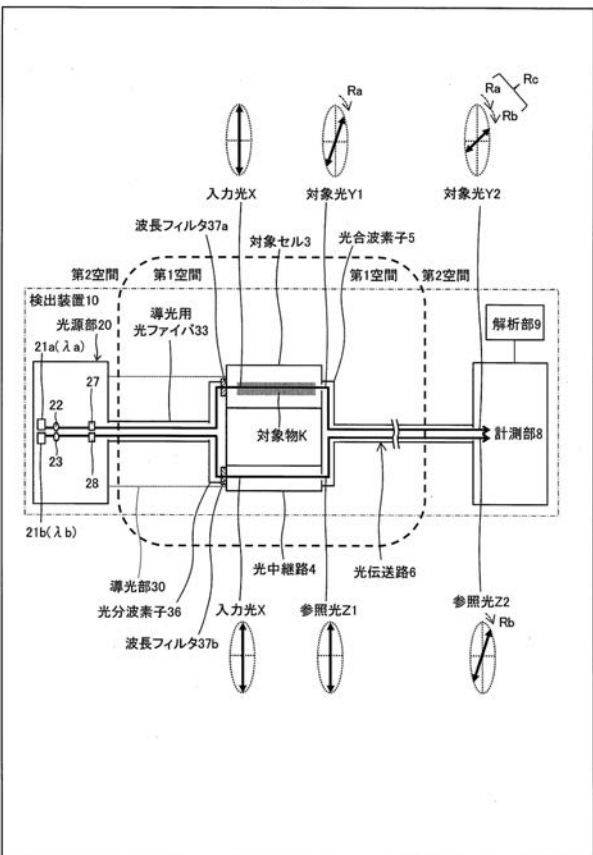
【 図 1 0 】

図 10



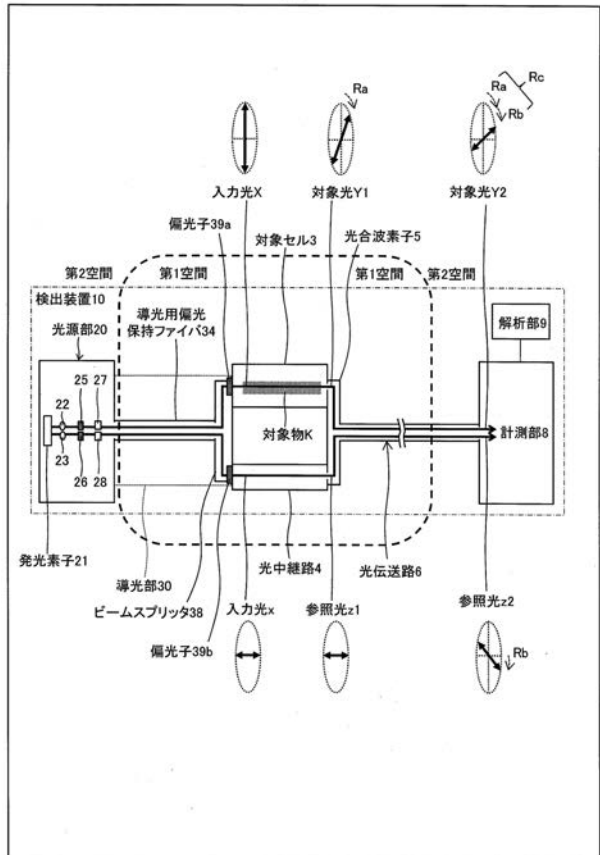
【 図 1 1 】

図 11



【 図 1 2 】

図 12



フロントページの続き

- (72)発明者 垣内 喜代三
奈良県生駒市高山町 8 9 1 6 - 5 国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学内
- (72)発明者 西山 靖浩
奈良県生駒市高山町 8 9 1 6 - 5 国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学内
- (72)発明者 笹川 清隆
奈良県生駒市高山町 8 9 1 6 - 5 国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学内
- (72)発明者 野田 俊彦
奈良県生駒市高山町 8 9 1 6 - 5 国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学内
- (72)発明者 竹原 宏明
奈良県生駒市高山町 8 9 1 6 - 5 国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学内
- Fターム(参考) 2G059 AA01 BB04 EE01 EE05 EE11 GG02 JJ02 JJ11 JJ17 JJ19
JJ22 KK04