

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3638610号
(P3638610)

(45) 発行日 平成17年4月13日(2005.4.13)

(24) 登録日 平成17年1月21日(2005.1.21)

(51) Int. Cl.⁷

F I

GO 1 N 21/45

GO 1 N 21/45

A

GO 1 J 9/00

GO 1 J 9/00

請求項の数 9 (全 9 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平8-524701 (86) (22) 出願日 平成8年1月29日(1996.1.29) (65) 公表番号 特表平11-500220 (43) 公表日 平成11年1月6日(1999.1.6) (86) 国際出願番号 PCT/FR1996/000145 (87) 国際公開番号 W01996/025656 (87) 国際公開日 平成8年8月22日(1996.8.22) 審査請求日 平成14年9月12日(2002.9.12) (31) 優先権主張番号 95/01817 (32) 優先日 平成7年2月15日(1995.2.15) (33) 優先権主張国 フランス (FR)</p>	<p>(73) 特許権者 シュネーデル、エレクトリック、ソシエテ、 アノニム フランス国ブローニュ、ピヤンクール、ア ブニュ、アンドレ、モリゼ、40 (74) 代理人 弁理士 佐藤 一雄 (74) 代理人 弁理士 前島 旭 (74) 代理人 弁理士 玉真 正美 (74) 代理人 弁理士 橋谷 英俊</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 検出のための干渉計装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

干渉により媒体の特性を検出するための、装置であって、
 基板(1)上に設けられた入力マイクロガイド(2)であって、光ビームを発する手段(8)へ入力端が接続される、入力マイクロガイド(2)と、
 前記光ビームから、少なくとも参照ビームと測定ビームとを形成するための、形成手段(10a、10b)と、
 前記参照ビームと前記測定ビームとを干渉させ、干渉信号を供給するための、手段(5a)と、
 前記干渉信号を伝える出力マイクロガイド(5)の出力端へ接続する、検出手段(9)と
 前記測定ビームと調査する前記媒体との間の、相互作用ゾーン(10b)と、
 を備えるとともに、
 前記形成手段は、前記入力及び出力マイクロガイド(2、5)の間に配置されたフラットガイド(10)であって、各マイクロガイドと前記フラットガイドとの間の光トンネル効果により、光結合が成し遂げられるように配置された、フラットガイドを備えており、
 前記フラットガイド(10)は、少なくとも、前記媒体に対して感度のない第1ゾーン(10a)と、前記媒体との相互作用ゾーンを構成する第2ゾーン(10b)と、を備えることを特徴とする装置。

【請求項2】

前記相互作用ゾーンは、調査する前記媒体に対して感度のある、且つ、前記基板(1)上

10

20

に置かれた、上板を、備えることを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

調査する前記媒体の特性にしたがって、前記上板の屈折係数を変えることを特徴とする請求項 2 に記載の装置。

【請求項 4】

調査する前記媒体の特性にしたがって、前記上板の厚さを変えることを特徴とする請求項 2 に記載の装置。

【請求項 5】

前記フラットガイド (10) は、入力及び出力マイクロガイド (2、5) に対してそれぞれ平行な 2 つの辺 (12、13) を備えており、前記辺のそれぞれは、マイクロガイドの中間部分 (2b、5a) に向けて配置されている、ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の装置。

10

【請求項 6】

前記出力マイクロガイド (5) と関係づけられるフラットガイドの辺 (13) は、前記入力マイクロガイド (2) と関係づけられるフラットガイドの辺 (12) よりも、長い、ことを特徴とする請求項 5 に記載の装置。

【請求項 7】

前記入力及び出力マイクロガイド (2、5) は平行に設けられており、前記相互作用ゾーン (10b) は平行四辺形の形状をしており、この平行四辺形の 2 つの辺は前記マイクロガイド (2、5) と平行である。ことを特徴とする請求項 5 又は請求項 6 に記載の装置。

20

【請求項 8】

前記相互作用ゾーン (10b) は三角形の形状をしており、この三角形は、前記フラットガイド (10) を前記入力マイクロガイド (2) と関係づけるようにする边上にある 1 つの辺と、前記フラットガイド (10) を前記出力マイクロガイド (5) と関係づけるようにする边上にある反射側頂点 (15) とを、有する、ことを特徴とする請求項 5 又は請求項 6 に記載の装置。

【請求項 9】

前記入力マイクロガイド (2) の出力端へ接続された、参照光信号を検出するための手段 (11) を、備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 8 のいずれかに記載の装置。

【発明の詳細な説明】

30

本発明は、集積光学技術により製造された干渉計により、媒体の特性を検出するための装置に関する。本発明は、基板と、光ビームを発する手段の入力端に接続された入力マイクロガイドと、前記光ビームから少なくとも 1 つの参照ビームと 1 つの測定ビームとを形成するための形成手段と、参照ビームと測定ビームとを干渉させ、干渉信号を供給するための手段と、干渉信号が送られる出力マイクロガイドの出力端に接続された検出するための手段と、測定ビームと調査する媒体との間の相互作用ゾーンとを、備えている。

ガスの存在や濃度を検出するために、光学的干渉計を使うことは知られている。既知の装置 (Article Gas sensor based on an integrated optical interferometer, by A. BRANDENBURG et al., SPIE, vol.1510 Chemical and Medical Sensors, 1991) としては、Mach-Zehnder タイプの干渉計が使われている。この装置は、集積光学技術によりなされている。この装置を図 1 に示す。干渉計は、入力マイクロガイド 2 が形成された基板 1 を備えている。入力マイクロガイド 2 は最初の Y ジャンクションで 2 つのアームに分岐し、参照アーム 3 と測定アーム 4 とになる。これら 2 つのアームは 2 番目の Y ジャンクション手段で結合し、出力マイクロガイド 5 になる。調査するガスが存在する相互作用ゾーン 6 は、測定アーム 4 の一部をカバーしている。この相互作用ゾーンは、例えば、予め決められたガスを吸収できるフィルムでカバーされている。その屈折係数は、吸収したガスの量にしたがって、変化する。入力光ビーム 7 は、入力用のマイクロガイド 2 から入力される。したがって、この入力光ビーム 7 は、2 つのビームに分かれる。2 つのビームの一方は、出力マイクロガイドへ参照アームにより伝わる。2 つのビームの他方は、測定アームで伝わって、吸収したフィルムの係数の変化にしたがって、位相変位の変化を受ける。これら

40

50

参照及び測定ビームは、2番目のYジャンクションで干渉する。したがって、マイクロガイド5の出力側で、干渉信号が形成され、これが調査するガスを代表する。

本発明の目的は、集積光学として容易に、感度が増大した装置を提供することにある。本発明によれば、この目的は、各マイクロガイドとフラットガイドとの間の光トンネル効果により、光の結合がなされるように、入力及び出力ガイドの間に配置されたフラットガイドを有する形成手段と、少なくとも、媒体に対して感度のない第1ゾーンと、媒体の相互作用ゾーンを構成する第2ゾーンとを、備えるという事実により、成し遂げられる。そして、これら異なるゾーンは、どのような形でもよい。

フラットガイドは、それぞれ入力及び出力マイクロガイドと平行な2つの辺を有している。これらの各辺は、マイクロガイドの中間部分の近くに配置されている。

10

本発明の発展したものによれば、相互作用ゾーンは、調査する媒体に対する高い感度の、基板に置かれた、上板(superstrat)を備える。

第1の択一的な実施例によれば、入力及び出力マイクロガイドは、平行に設けられており、相互作用ゾーンは、これらマイクロガイドに平行に設けられた2つの辺を有する平行四辺形に形成されている。

第2の択一的な実施例によれば、相互作用ゾーンは三角形の形状をしており、この三角形は、フラットガイドを入力マイクロガイドと関係づけるようにする边上にある1つの辺と、フラットガイドを出力マイクロガイドと関係づけるようにする边上にある反対側頂点とを、有する。

本発明の他の長所や特徴は、以下に記述した本発明の特有の実施例から、より明瞭に明白になるであろう。本発明は、以下の例だけに限定されるものではないが、以下の図面のように示される。

20

図1は、既知のタイプの装置を示す図である。

図2は、本発明に係る装置の1つの実施例を示す図である。

図3と図4は、図2の装置におけるフラットガイドの2つの特有の実施例を示し、ダブルウェーブの干渉計を示す図である。

図5は、図3と図4の装置の、振幅-位相変位応答曲線を示す図である。

図6と図7と図9とは、図2の装置におけるフラットガイドの3つの特有の実施例を示し、マルチプルウェーブの干渉計を示す図である。

図8と図10は、それぞれ、図7と図9の装置の振幅-位相変換応答曲線を示す図である。

30

図2に示す装置は、基板1上に、集積光学技術により成し遂げられている。既知の装置のように、入力マイクロガイド2の入力端は、光源8に接続されている。このような光源は、基板1に直接固定されたレーザーダイオードで形成でき、又は、光ファイバー手段によりマイクロガイド2の入力へ接続することもできる。出力マイクロガイド5の出力端は、光検出器9に接続されている。これらマイクロガイド2、5は、好ましくは、明らかな平行に形成される。フラットガイド10により形成される移行ゾーンは、光トンネル効果により光の結合が成し遂げられるように、マイクロガイド2と5の間に配置されている。同様に、入力マイクロガイド2とフラットガイド10との間、及び、フラットガイド10と出力マイクロガイド5との間の、全体的な反射を妨げる。

入力側である、マイクロガイド2の第1部分2aは、光源8に接続されており、マイクロガイドの基本的モードを安定させる目的に役立つ。移行ゾーン10の近くに位置した、マイクロガイド2の中間部である、第2部分2bでは、ゾーン10の光トンネル効果により光が結合する。この結合は比較的弱く、それゆえ、ゾーン10における規則的な光分布を確実にする。光の結合されなかった部分は、マイクロガイド2の出力側である第3部分2cを経由して、装置から出力される。参照光検出器11は、マイクロガイド2の出力側に接続される。したがって、測定された参照信号は、光源8の変化の結果による光検出器9によりなされた干渉信号の測定の変化を正すために、演算処理装置で使われる。

40

移行ゾーン10は、少なくとも、ゾーン10aと10bとに分割される。第1ゾーン10aは、参照ゾーンとして動作する。第2ゾーン10bは、調査する媒体とともに相互作用ゾーンを構成する。それは、上述の媒体の相互作用のとき、その屈折係数と厚さ・濃さ(epaisseur)

50

のうちの少なくとも一方を修正する上板によりカバーされる。この修正は、上板の下方に位置するフラットガイドの一部により構成される光学的媒体の光波における一定の伝播の修正をする。

ゾーン10を通過した光は、近くに位置する、出力マイクロガイドの中間部5aと、光トンネル効果により、結合される。それゆえ、中間部5aは結合を形成し、干渉信号を形成する干渉ゾーンは、部分2bからそれぞれゾーン10aと10bを通過した光線の合計で構成される。したがって、参照ゾーン10aを通過した参照光ビームと、調査する媒体の成分により変位した測定光ビームとの間で、干渉がある。これを、いくつかの光線を表した図3に示す。この干渉信号は、マイクロガイド5の出力側の部分5bにより、光検出器9へ伝わる。

参照ゾーン10aと干渉ゾーン10bとは、いわゆる幾何学的な形でもよい。図2では、全体として任意の形のライン10cにより、分離されている。図2の好ましい実施例によれば、移動ゾーン10は台形である。それは、部分2bの近くに平行に設けられた小さいベース12と、出力マイクロガイド5の部分5aの近くに設けられた大きいベース13とを、備えている。図2では、それは、長方形の台形の形をしている。その傾斜された辺14は、マイクロガイド2と5の出力端と同じ側に配置されている。

そのような装置は、極めて簡単に成し遂げられ、簡単に改造できる。標準基本的な装置は、マイクロガイド2、5と、フラットガイド10と、おそらく、光源8と、光検出器9、11とを、備えている。そのような装置は、連続的に製造できる。そのような装置は、調査する媒体に適した上板を単に置くことにより、要求に適合させることができる。その幾何学的な形状は、任意に選択される。もし必要ならば、参照ゾーン10aもまた、調査する媒体

に対して感度のないなんらかの材料でカバーすることもできる。図3と図4に示す択一的な実施例では、干渉ゾーン10bは平行四辺形の形をしている。この平行四辺形は、移行ゾーンを構成する長方形の台形における、小さいベース12と大きいベース13とにそれぞれ位置する2つの辺を有している。図3では、相互作用ゾーンは、ゾーン10の中央部分に配置される。そのとき、参照ゾーン10aは、ゾーン10bの上方に位置する、ゾーン10の残りにより、形成される。図4では、ゾーン10bはゾーン10の上側部分に配置される。ゆえに、両方の干渉計は、図5に示すような形の応答曲線を持つ、ダブルウェーブの干渉計を形成する。この曲線は、測定及び干渉ビームの間の、相互作用ゾーン10bによりもたらさせた、位相変位 に関する、干渉信号の強度 I を示している。このような曲線は、次の形となる。

$$I = I_0 (1 + \cos \phi) \quad (1)$$

ここで、 I_0 は、位相変位のない場合の、信号の強さである。位相変位 ϕ は、相互作用ゾーン10bに置いた上板の屈折係数 n に比例させることができ、調査する媒体により変化させることができる。このタイプの応答は、大きな測定レンジに適している。参照ゾーン10aに対する干渉ゾーン10bの幅は、これら2つのゾーンの間における光の強さの分布により、決定される。これにより、最適な干渉計の対比とすることが可能となる。

図6、図7及び図9に示す択一的な実施例によれば、相互作用ゾーン10bは、三角形状をしている。この三角形状の1つの辺は、台形の小さいベース12上に位置している。これと反対側の頂点15は、台形の大きいベース13上に位置している。図6及び図7からわかるように、上述した三角形の辺は、小さいベース12と同じ長さを有している。これに対して、図9における辺は、小さいベース12よりも小さい。図6からわかるように、頂点15は大きいベース13の中央部分に位置している。図7及び図9からわかるように、三角形の第2の辺は、台形の傾斜辺14と同じに位置している。

図6及び図7の実施例の応答曲線を、図8に示す。これは以下の形で表せる。

$$I = I_0 (1 - \cos \phi) / 2 \quad (2)$$

この応答は、はっきりとしたレベルの検出に適している。すなわち、振幅の上方レベルのときの、与えられた位相変位レベルに対応する、予め決められた、強さのレベルの検出に適している。

図10は、図9の択一的な実施例の応答曲線を示す。この図10は、図5と図8との間の中間的な応答を示している。

10

20

30

40

50

これら図6、図7及び図9に示す3つの実施例では、干渉計はマルチプルウェーブの干渉計を形成する。

本発明は、図面に示した幾何学的な形に限定されないばかりでなく、移行ゾーンや、相互作用ゾーン10bと参照ゾーン10aとを分離する境界線は、いかなる幾何学的な形にも拡張される。特に、ゾーン10は、いくつかの感度ゾーンといくつかの参照ゾーンとに、分割することができる。

干渉計の振幅 - 位相変位応答は、装置の基板上に置いた層の幾何学的な形状により、決定される。それは、共振装置や、ダブルウェーブの干渉計や、他の中間的な応答と、同様のタイプである。

既知のタイプのダブルウェーブの干渉計では、図1に示したように、相互作用ゾーン6上 10
に置かれた吸収基板が、干渉計のアームのバランスを崩すおそれがある。これは、測定信号の対比に有害な影響を及ぼす。本発明に係る装置によれば、自由に選択した幾何学的な相互作用ゾーンが、この問題を回避することを可能にする。

さらに、相互作用の面10bを大きくしてもよい。これは、相互作用ゾーンをカバーする基板に有り得る異物に対する、干渉計の感度を、減少させる。

そのうえ、本発明に係る装置によれば、既知のFabry - Perotタイプの干渉計と違って、反射要素を備えていない。この反射要素は、集積光学的にデリケートなものである。図1に示す既知の装置と違って、どちらも曲がったガイドを備えていない。このガイドは、確かな集積光学上の問題の、原因となる。このため、製造が簡単になり、このタイプのセンサーの製造コストの実質的な削減が導かれる。 20

この装置は、当然、集積光学固有のすべての利点を提供する。特に、振動に対する無感度、簡潔さ、温度コントロールの容易性、連続的な工業生産の可能性、及び、電磁気障害に対する対抗性を、提供する。

上述した装置は、物理学、化学、生物学等に適用するセンサーとして、使うことができる。すなわち、相互作用ゾーン上に置いた上板と接触する状態になる、調査するための触媒に適用することができる。より一般的には、相互作用が、外部の触媒と光との間の確立したときにいつでも、使うことができる。

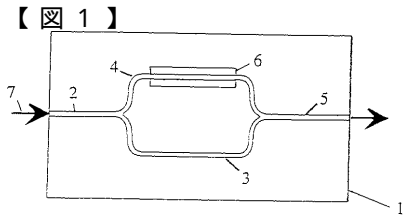


Fig. 1 (従来技術)

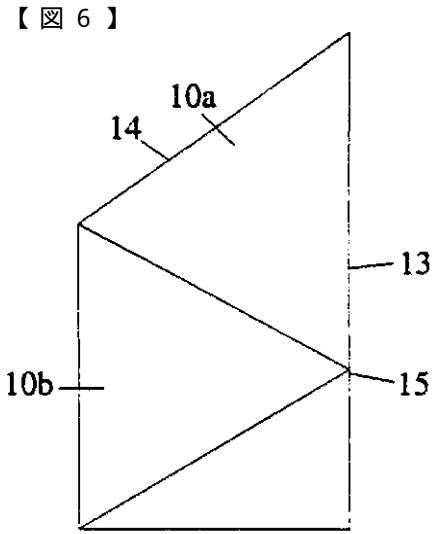


Fig. 6

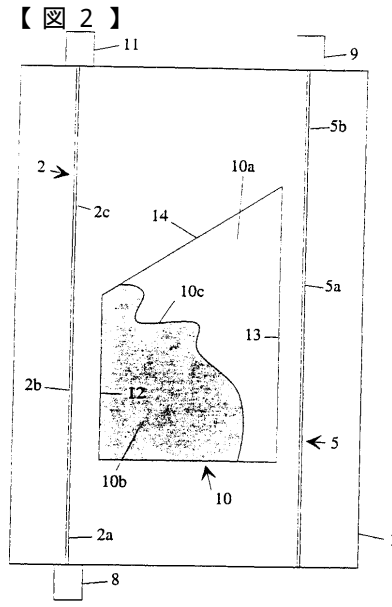


Fig. 2

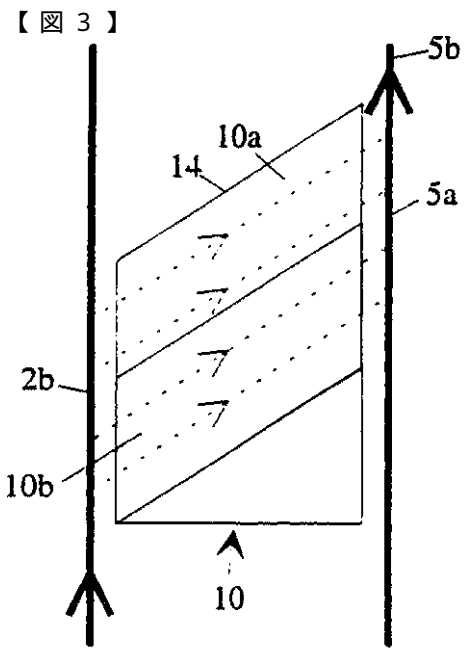


Fig. 3

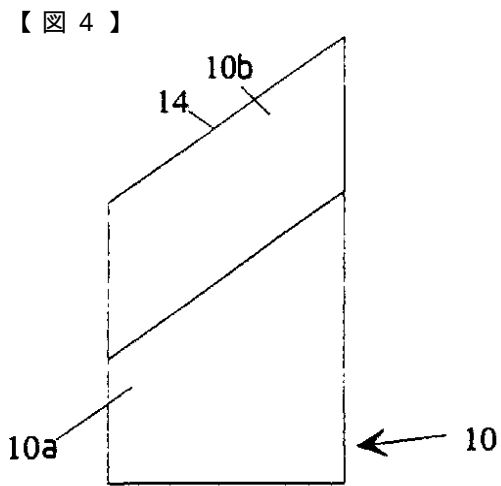


Fig. 4

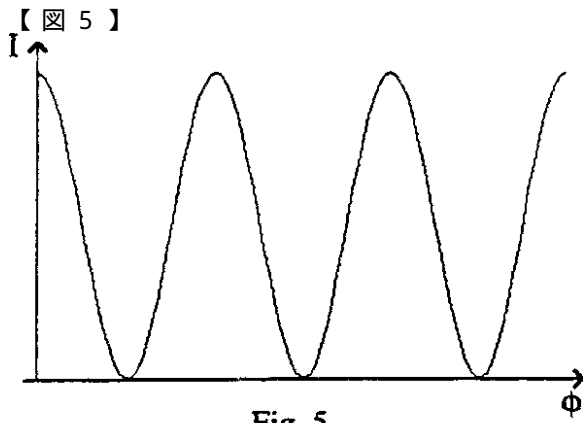


Fig. 5

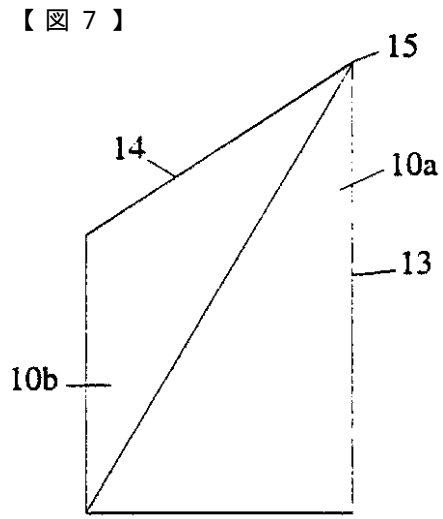


Fig. 7

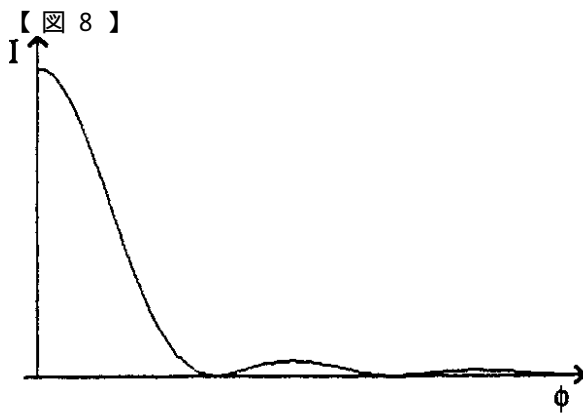


Fig. 8

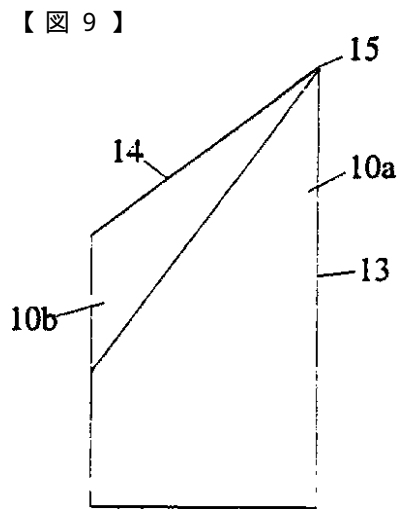


Fig. 9.

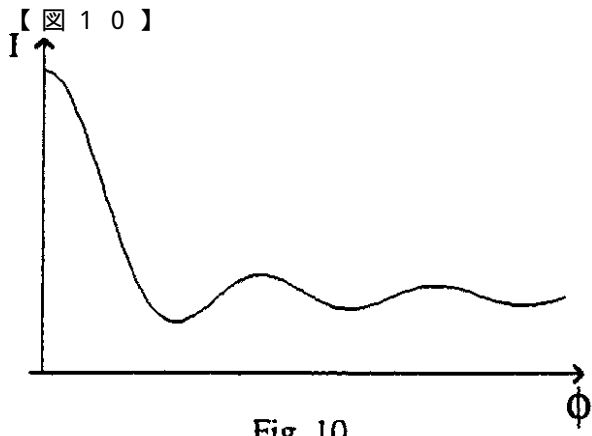


Fig. 10

フロントページの続き

- (72)発明者 ベネシュ, ピエール
フランス国グルノーブル、スカル、デ、フュジエ、10
- (72)発明者 エルメス, アコン
フランス国グルノーブル、リュ、ドクトール-エルミット、1

審査官 高 場 正光

- (56)参考文献 国際公開第92/20990(WO, A1)
国際公開第93/20430(WO, A1)
I.S.Duport 外2名, "New integrated-optics interferometer in planar technology", Applied Optics, 1994年9月1日, Vol.33n No.25, pp.5954-5958
A.Brandenburg 外2名, "Integrated optical gas sensors using originally modified silicates as sensitive films", Sensors and Actuators B, 1993年10月1日, Vol.11, pp.361-374

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
G01N 1/00 - 37/00
G01J 9/00 - 9/04
JICSTファイル(JOIS)
Web of Science