

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)特許出願公表番号

**特表2022-540342**  
(P2022-540342A)

(43)公表日

令和4年9月15日(2022. 9. 15)

(51)Int. Cl.

G 0 1 N 21/59 (2006.01)

F I

G 0 1 N 21/59

Z

テーマコード(参考)

2 G 0 5 9

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 13 頁)

(21)出願番号 特願2021-577029(P2021-577029)  
 (86)(22)出願日 令和2年7月9日(2020. 7. 9)  
 (85)翻訳文提出日 令和4年1月31日(2022. 1. 31)  
 (86)国際出願番号 PCT/EP2020/069437  
 (87)国際公開番号 W02021/005179  
 (87)国際公開日 令和3年1月14日(2021. 1. 14)  
 (31)優先権主張番号 62/872, 362  
 (32)優先日 令和1年7月10日(2019. 7. 10)  
 (33)優先権主張国・地域又は機関  
 米国(US)

(71)出願人 505325040  
 アーエムエス アクチエンゲゼルシャフト  
 ams AG  
 オーストリア国 8141 プレムシュテ  
 ッテン トベルバーダー シュトラーセ  
 30 シュロス プレムシュテッテン  
 Schloss Premstaette  
 n, Tobelbaderstr. 3  
 0, 8141 Premstaette  
 n, Austria  
 (74)代理人 110001195  
 弁理士法人深見特許事務所

最終頁に続く

(54)【発明の名称】集積オンチップ光導波路を含む光熱ガス検出器

(57)【要約】

装置は、集積導波路構造と、第1の波長を有するプローブビームを生成するように動作可能な第1の光源とを含み、プローブビームは導波路構造の第1の端部に結合されている。第2の光源は、プローブビームの経路の近傍のごく近傍にガス分子を励起させるために第2の波長を有する励起ビームを生成するように動作可能である。光検出器は、集積導波路構造の第2の端部に結合され、プローブビームが導波路構造を通過した後にプローブビームを検出するように動作可能である。装置は、ガス分子の励起によりガス分子の温度を上昇させて、光検出器によって測定可能なプローブビームの変化を引起すように動作可能である。

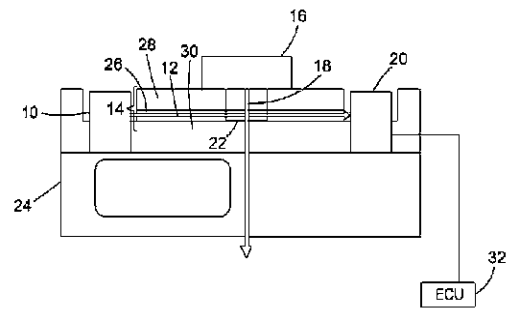


Fig. 1

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

装置であって、  
集積導波路構造と、

第 1 の波長を有するプローブビームを生成するように動作可能な第 1 の光源とを備え、前記プローブビームは前記集積導波路構造の第 1 の端部に結合されており、前記装置はさらに、

第 2 の光源を備え、前記第 2 の光源は、前記プローブビームの経路のごく近傍にガス分子を励起させるために第 2 の波長を有する励起ビームを生成するように動作可能であり、前記装置はさらに、

前記集積導波路構造の第 2 の端部に結合された光検出器を備え、前記光検出器は、前記プローブビームが前記集積導波路構造を通過した後に前記プローブビームを検出するように動作可能であり、

前記装置は、前記ガス分子の励起により前記ガス分子の温度を上昇させることで、前記光検出器によって測定可能な前記プローブビームの変化を引起こすように、動作可能である、装置。

**【請求項 2】**

前記集積導波路構造はストリップ導波路またはリブ導波路を含む、請求項 1 に記載の装置。

**【請求項 3】**

前記集積導波路構造は、前記励起ビームの経路が前記プローブビームの前記経路と交差する感温部を含み、前記感温部の温度の変化は、前記光検出器によって測定可能な前記プローブビームの変化を引起こす、請求項 1 または 2 に記載の装置。

**【請求項 4】**

前記励起ビームの経路は前記プローブビームの前記経路と交差する、請求項 1 または 2 に記載の装置。

**【請求項 5】**

前記励起ビームを制御または調整するための電子フィードバックシステムまたは光学フィードバックシステムを有する、請求項 1 に記載の装置。

**【請求項 6】**

前記励起ビームの経路が前記集積導波路構造を通る前記プローブビームの前記経路のごく近接して追従するように配置される、請求項 1 または 2 に記載の装置。

**【請求項 7】**

前記励起ビームの前記経路は前記集積導波路構造の一部を通過する、請求項 6 に記載の装置。

**【請求項 8】**

前記励起ビームの経路は、前記プローブビームの自由空間伝搬中に前記プローブビームの前記経路と交差する、請求項 1 または 2 に記載の装置。

**【請求項 9】**

前記集積導波路構造はファブリペロー干渉計を含む、請求項 1 に記載の装置。

**【請求項 10】**

前記集積導波路構造はフォトニック結晶を含む、請求項 1 に記載の装置。

**【請求項 11】**

前記集積導波路構造はマッハツェンダー干渉計を含む、請求項 1 に記載の装置。

**【請求項 12】**

前記集積導波路構造は基準アームおよびプローブアームを有する、請求項 11 に記載の装置。

**【請求項 13】**

前記集積導波路構造が配置される基板において少なくとも 1 つの開口部を有し、前記少なくとも 1 つの開口部は、前記励起ビームが前記プローブビームと交差する位置における

10

20

30

40

50

ガスの流れを可能にする、請求項 1 2 に記載の装置。

【請求項 1 4】

前記基板に複数の開口部を有し、前記装置は、前記プローブビームの測定部分が前記開口部のうちの第 1 の開口部を通して進み、前記プローブビームの基準部分が前記開口部のうちの第 2 の開口部を通して進むように動作可能である、請求項 1 3 に記載の装置。

【請求項 1 5】

前記第 2 の光源はパルスモードで動作可能である、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 1 6】

前記第 2 の光源は連続モードで動作可能である、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 1 7】

前記励起ビームと前記プローブビームとが交差する領域の方に前記励起ビームを向けるように動作可能な光学素子をさらに含む、請求項 1 に記載の装置。

10

【請求項 1 8】

前記励起ビームを前記第 2 の光源から格子カプラに誘導するための光ガイドをさらに含み、前記格子カプラは、前記励起ビームと前記プローブビームとが交差する領域の方に前記励起ビームを向けるように動作可能である、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 1 9】

前記励起ビームは、前記プローブビームの波長とは異なる波長を有する、請求項 1 から 1 8 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 2 0】

方法であって、  
第 1 の波長を有するプローブビームを生成するステップと、  
前記プローブビームを集積導波路構造の第 1 の端部に結合するステップと、  
前記プローブビームの経路のごく近傍にガス分子を励起させるために第 2 の波長を有する励起ビームを生成するステップとを備え、前記ガス分子の励起により前記ガス分子の温度を上昇させることで、前記プローブビームの変化を引起し、前記方法はさらに、  
前記集積導波路構造の第 2 の端部に結合された光検出器によって前記プローブビームの前記変化を測定するステップを備える、方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0 0 0 1】

開示の分野

本開示は、オンチップガス検出システムに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

背景

低濃度の微量ガスを検出するための非侵入型技術は、さまざまな環境用途、生物学的用途および医療用途において有用であり得る。光熱技術または光偏向技術は、たとえば、微量ガスによる別の光ビームの吸収によってもたらされる局所な屈折率勾配による光ビームの偏向に基づくものである。

40

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 3】

概要

本開示は、光熱効果に基づいてガスを検出するためのシステムであって、特徴的な波長を有する 1 本の光ビーム（すなわち、ポンプビームまたは励起ビーム）によってガス分子の励起が行なわれるとともに、別の光ビーム（すなわち、プローブビーム）によって測定が実行されるシステムについて記載する。

【0 0 0 4】

たとえば、一局面では、本開示は、集積導波路構造を含む装置について記載する。当該

50

装置はさらに、第1の波長を有するプローブビームを生成するように動作可能な第1の光源を含む。当該プローブビームは、当該導波路構造の第1の端部に結合される。第2の光源は、当該プローブビームの経路のごく近傍にガス分子を励起させるために第2の波長を有する励起ビームを生成するように動作可能である。当該装置は、当該集積導波路構造の第2の端部に結合された光検出器を含み、当該光検出器は、プローブビームが導波路構造を通過した後に当該プローブビームを検出するように動作可能である。当該装置は、ガス分子の励起によりガス分子の温度を上昇させることで、光検出器によって測定可能なプローブビームの変化を引起すように、動作可能である。

**【0005】**

いくつかの実現例は以下の特徴のうちの1つ以上を含む。たとえば、場合によっては、当該集積導波路構造はストリップ導波路またはリブ導波路を含む。場合によっては、当該集積導波路構造は、ファブリペロー干渉計、フォトニック結晶、またはマッハツェンダー干渉計のうち少なくとも1つを含む。

10

**【0006】**

いくつかの実現例では、当該集積導波路構造は基準アームおよびプローブアームを有する。当該装置は、当該集積導波路構造が配置される基板に少なくとも1つの開口部を有し得る。これにより、当該少なくとも1つの開口部は、当該励起ビームが当該プローブビームと交差する位置におけるガスの流れを可能にする。場合によっては、当該装置は当該基板に複数の開口部を有する。この場合、当該装置は、当該プローブビームの測定部分が当該開口部のうちの第1の開口部を通過して進むとともに当該プローブビームの基準部分が当該開口部のうちの第2の開口部を通過して進むように、動作可能である。

20

**【0007】**

いくつかの実現例では、当該装置は、当該励起ビームを制御または調整するための電子フィードバックシステムまたは光学フィードバックシステムを有する。

**【0008】**

場合によっては、励起ビームの経路はプローブビームの経路と交差する。このため、いくつかの実現例では、当該集積導波路構造は、励起ビームの経路がプローブビームの経路と交差する感温部を含む。当該感温部の温度の変化は、光検出器によって測定可能なプローブビームの変化を引起す。当該装置は、励起ビームの経路が集積導波路構造を通るプローブビームの経路のごく近接して追従するように配置され得る。場合によっては、励起ビームの経路は集積導波路構造の一部を通過する。励起ビームの経路は、プローブビームの自由空間伝搬中にプローブビームの経路と交差し得る。

30

**【0009】**

実現例に応じて、第2の光源は、パルスモードまたは連続モードで動作可能であり得る。当該装置は、励起ビームとプローブビームとが交差する領域の方に励起ビームを向けるように動作可能な光学素子を含み得る。いくつかの実現例では、当該装置は、励起ビームを第2の光源から格子カプラに誘導するための光ガイドを含む。当該格子カプラは、励起ビームとプローブビームとが交差する領域の方に励起ビームを向けるように動作可能である。

**【0010】**

第1の波長および第2の波長は互いに同じであってもよいが、場合によっては、励起ビームはプローブビームの波長とは異なる波長を有する。

40

**【0011】**

別の局面では、本開示は、第1の波長を有するプローブビームを生成するステップと、当該プローブビームを集積導波路構造の第1の端部に結合するステップとを含む方法について記載する。当該方法はさらに、当該プローブビームの経路のごく近傍にガス分子を励起させるために第2の波長を有する励起ビームを生成するステップを含む。ガス分子の励起によりガス分子の温度を上昇させることで、当該プローブビームの位相および/または強度を変化させる。当該集積導波路構造の第2の端部に結合された光検出器は当該プローブビームの変化を測定するために用いられる。

50

## 【 0 0 1 2 】

用途に応じて当該システムを用いることで、ガス分子の存在を認識すること、特定のガス分子タイプを識別すること、および/または、検出器出力信号に基づいてガス濃度を判定すること、ができる。集積光導波路を用いることは、システムをよりコンパクトにし、より高感度にし、および/または、場合によってはより低コストで製造するのに役立つ。

## 【 0 0 1 3 】

他の局面、特徴および利点が、以下の詳細な説明、添付の図面、および添付の特許請求の範囲から明らかになるだろう。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 4 】

【 図 1 】 光熱ガス検出システムの一例を示す概略断面図である。

【 図 2 】 いくつかの実現例に従った光熱ガス検出システムのさらなる詳細を示す図である。

【 図 3 】 光熱ガス検出システムの別の例を示す概略断面図である。

【 図 4 】 光熱ガス検出システムのさらなる例を示す概略断面図である。

【 図 5 】 マッハツェンダー干渉計を含む光熱ガス検出システムの一例を示す概略図である。

【 図 6 】 マッハツェンダー干渉計を含む光熱ガス検出システムの別の例を示す概略図である。

【 図 7 A 】 いくつかの実現例に従った図 6 のシステムのさらなる詳細を示す図である。

【 図 7 B 】 いくつかの実現例に従った図 6 のシステムのさらなる詳細を示す図である。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 1 5 】

## 詳細な説明

本開示は、特徴的な波長を有する第 1 の光ビーム（すなわち、ポンプビームまたは励起ビーム）によってガス分子の励起が行なわれるとともに、異なる波長を有する第 2 の光ビーム（すなわち、プローブビーム）によって測定が実行される、光熱効果に基づいてガスを検出するためのシステムについて記載する。光熱検出技術は、プローブビームがビームの伝搬方向に対して垂直な屈折率勾配を有する媒体内を進むときの当該プローブビームの偏向に依拠するものである。屈折率勾配は励起ビームによってもたらされる。ガス分子による励起ビームの吸収により温度が局所的に上昇し、これが、温度勾配をもたらし、これにより屈折率が変化する。プローブビームの偏向は吸収された励起光の量を示す。したがって、プローブ偏向は、励起光を吸収するガス分子の密度に比例している。

## 【 0 0 1 6 】

以下においてより詳細に説明するように、光熱ガス検出システムは、システムの 1 つ以上の部分を通じてプローブビームを誘導するのに役立つ集積オンチップ光導波路を含み得る。集積光導波路を用いることは、システムをよりコンパクトにし、より高感度にし、および/または、場合によっては、より低コストに製造するのに役立つ。

## 【 0 0 1 7 】

図 1 の例に示されるように、システムは、集積光導波路構造 1 4 に供給されるプローブビーム 1 2 を生成するように動作可能な第 1 の光源 1 0（たとえば、レーザデバイス）を含む。たとえば、それぞれのクラッド層 2 8、3 0 によって囲まれたコア 2 6 を有するスラブ導波路として実現され得る導波路構造 1 4 は、シリコンまたは他の基板 2 4 上に形成され得る。コア 2 6 とクラッド 2 8、3 0 との相対屈折率は、プローブビーム 1 2 が全内部反射によってコア領域を通過して誘導されるように（すなわち、コア 2 6 の屈折率は周囲の層 2 8、3 0 の屈折率よりも大きい）選択される。場合によっては、ストリップ導波路、リブ導波路、およびフォトニック結晶導波路を含む他のタイプの集積導波路構造が使用可能である。

## 【 0 0 1 8 】

当該システムはまた、対象となるガス分子タイプの強力な特徴吸収線と一致する波長を有するポンプビーム 18 を生成するように動作可能な第 2 の光源 16 を含む。場合によっては、第 2 の光源 16 は、異なるそれぞれの波長を有する複数の光ビームを生成するように調整可能である。調整可能な光源を用いることにより、異なるそれぞれの吸収線（たとえば、赤外線（infra-red：IR）など）を有する複数のガス分子タイプの存在についてテストすることが可能となる。いくつかの実現例では、第 2 の光源 16 は、狭い帯域幅を有するポンプビームであって特定のガス分子タイプの強力な吸収線と一致する中心波長を有するポンプビームを生成するように動作可能な VCSEL または他のレーザデバイスである。VCSEL または他のレーザデバイスは、この吸収線付近の波長範囲で調整可能であり得る。

10

#### 【0019】

当該システムはさらに、プローブビーム 18 が導波路構造 14 を通過した後に当該プローブビーム 18 を感知するための光検出器 20 を含む。このため、導波路構造 14 は、一端でプローブビーム 12 を受取るように、かつ、当該プローブビーム 12 が導波路構造 14 から出るときに当該プローブビーム 12 を光検出器 20 に向けるように配置されている。図 1 の例では、ポンプビーム 18 の経路は、プローブビーム 12 の経路および導波路構造 14 に対して実質的に垂直である。したがって、この場合、ポンプビーム 18 は導波路構造 14 を横断するとともにプローブビーム 12 と交差する。

#### 【0020】

図 1 に示すように、第 1 の光源 10 および光検出器 20 は基板 24 上に搭載することができる。場合によっては、光検出器は、基板内または基板上に形成されてもよい。たとえば、基板 24 がシリコンで構成されており、第 1 の光源 10 がプローブビーム 12 のための可視光を生成するように動作可能である場合、光検出器 20 は、基板 24 において少なくとも部分的に形成されるフォトダイオードとして実現されてもよい。

20

#### 【0021】

図 1 の例では、導波路構造 14 の少なくとも一部 22 は温度の変化に敏感である。たとえば、温度の変化は、感温部 22 の屈折率のずれをもたらし得るか、または、より長い経路長によって起こされる熱膨張をもたらし得る。対象とされたガス分子が導波路構造 14 の感温部 22 の表面に隣接しているかまたは接触している場合、ポンプビーム 18 が導波路構造 14 を通過する際に当該ガス分子が加熱される。感温部 22 の温度が上昇し、これに付随してその屈折率がずれると、結果として、導波路構造 14 内を進むプローブビーム 12 のエバネッセント場が影響を受ける可能性がある。このため、プローブビーム 12 の振幅および/または位相は、影響を受ける可能性があるとともに、光センサ 20 によって測定することができる。たとえば、場合によっては、プローブビーム 12 が分析対象のガス体積内を通過すると、感度強度の RI が変化するので、ガス分子が存在する場合には検出器 20 は強度変化を検出する。検出器は、プローブビームの波長範囲内で感度が良いだけでよい。このため、たとえば、吸収線が赤外線領域にあったとしても、検出器は可視光の範囲内にあり得る。これにより、検出器の製造がはるかに容易かつ安価になり得る。検出器 20 からの出力信号は、ガス分子の存在を認識し、特定のガス分子タイプを識別し、検出器出力信号に基づいてガス濃度を判定するように構成された電子制御ユニット（electronic control unit：ECU）32 に提供され得る。好ましくは、ECU 32 は基板 24 の一体型部分であり、このためデバイスをより安価に製造することが可能となる。

30

40

#### 【0022】

いくつかの実現例では、導波路構造 14 の感温部 22 は、たとえば、フォトニック結晶として実現され得る。このような場合、検査されたガス分子はフォトニック結晶の複数の孔を通過して導波路内に浸透し得るので、これらの検査済みガス分子と導波路との間の相互作用がより強くなり得る。さらに、光と屈折率が変化した媒体との相互作用を増大させることができるフォトニック結晶を用いることで低速光の概念を実現することができる。

#### 【0023】

図 2 に示すように、それぞれの垂直ミラー 34 が導波路構造 14 の感温部 22 の両側に

50

配置されてファブリペロー干渉計を形成し得る。ファブリペロー干渉計の伝達特性が急峻であるため、結果として、小さな波長変化に対して非常に感度の高いデバイスを得ることができる。

#### 【0024】

図3に示されるように、いくつかの実現例では、感温素子を導波路構造に組込むのではなく、導波路構造14Aは、ポンプビーム18とプローブビーム12とが交差する領域に自由空間領域40を有する。このような場合、プローブビーム12の自由空間伝搬により、プローブビームが伝搬している媒体を直接加熱することが可能となる。したがって、間接的な加熱（すなわち、感温素子の加熱）は不要である。この方策は有利であり得る。なぜなら、基板24における貫通孔42により、ガスがプローブビーム12を通して流れることが可能になるとともに、ポンプビーム18により、プローブビーム12が通過するガス分子が加熱されるからである。この場合、自由空間領域40内の空気の屈折率は、ガス分子が加熱されることにより変化する。屈折率の変化は、光検出器20によって測定することができる振幅および/または位相に影響を及ぼす。

10

#### 【0025】

上述の例では、ポンプビーム18は、プローブビーム12に対して実質的に垂直な経路に沿って進む。他の実現例では、光源16は、ポンプビーム18が導波路構造14およびプローブビーム12に対して実質的に平行な経路に沿って進むように配置することができる。例を図4に示す。ポンプビーム18は、導波路構造14の感温部22の表面の極めて近くを通過する経路に沿って進むはずである。感温部22の近傍におけるガス分子は、ポンプビームの吸収によって加熱され、ガス分子の温度上昇は、たとえば、導波路構造14内を進むプローブビーム12のエバネッセント場に影響を及ぼす。プローブビーム12の振幅および/または位相の変化は光センサ20によって測定することができる。ポンプビーム18が導波路構造14の感温部22に対して平行に方向付けられると、検査されたガス分子が加熱される相互作用体積を増やすことができる。したがって、場合によっては、より高い感度を達成することができる。

20

#### 【0026】

いくつかの実現例では、集積導波路構造はマツハツェンダー干渉計（Mach-Zehnder interferometer：MZI）を組込んでいる。図5は、プローブビームと励起ビームとの間の自由空間交差の例を示しているが、MZI技術は図1、図2および図4と同様の配置でも使用可能である。図5の例に示すように、光熱ガス検出システムは、光源10からの光ビームを受ける集積導波路構造114を有するMZIを含む。この場合、光源10はコヒーレント光を生成するはずである。集積導波路構造は、光ビームを2つのビームに分割し、これらのビームを、基準アーム102およびプローブアーム104を画定するそれぞれの平行導波路に与える。基準アーム102およびプローブアーム104の各々は、検査中のガスを流すためのそれぞれのチャンネル106A、106Bによって遮断されている。チャンネル106A、106Bは、たとえば、MZI導波路構造が形成される基板において貫通シリコンビア（through silicon via：TSV）として形成することができる。図示される例では、活性領域はチャンネル106B内にあり、ここで、励起（またはパルス）ビームはプローブビーム112と交差し、光検出器110によって吸収される。光検出器110は、たとえば、チャンネル106A、106Bを互いから分離する基板の表面上に作製された格子カプラを含み得る励起光源116を制御または調整するためのフィードバックを提供するために使用され得る信号を生成するように動作可能である。格子カプラは、励起レーザ（たとえば、VCSEL）から、または光ファイバもしくは他の光ガイドから光を収集するとともに、収集された光を励起ビームおよびプローブビーム112、118が交差する領域に方向付けるように動作可能である。基準光ビーム120は、基準アーム102内を進み、チャンネル106A内を通過する。

30

40

#### 【0027】

動作時、ガスは両方のチャンネル106A、106B内を流れる。貫通孔106Bは、プローブアーム104を遮断することでガスがプローブビーム112内を流れることを可能

50

にし、ポンプビーム 118 は、プローブビーム 112 が通過するガス分子を加熱する。ガス分子が加熱されることにより、チャンネル 106 B 内の空気の屈折率が変化する。屈折率の変化は、さらに、振幅および/または位相に影響を及ぼす。集光素子 122 は、チャンネル 106 A、106 B の遠端に配置されて、プローブ光ビーム 112 および基準光ビーム 120 をそれぞれ収集し、これらの収集した光ビームをそれぞれの集積導波路 104、102 に戻すように誘導する。集光素子 122 は、たとえば、逆テーパ、フォトニック結晶、または平面レンズとして実現され得る。導波路構造の 2 つのアーム 102、104 は、光検出器 20 に結合される MZI 出力として干渉パターンを生成するようにプローブ光ビーム 112 と基準光ビーム 120 とを合流させる。ECU は、光検出器から信号を受信することができるとともに、当該信号を分析して、ガス分子の存在を認識し、特定のガス分子タイプを識別し、検出器の出力信号に基づいてガス濃度を判定することができる。

10

#### 【0028】

場合によっては、図 5 におけるような導波路アーム 102、104 のための 2 つの別個の TSV 106 A、106 B ではなく、基板内の単一の TSV 106 が、図 6 に示されるように、ガス流とプローブビーム 112 および基準ビーム 120 との間の相互作用のためのチャンネルとしての役割を果たし得る。導波路構造の基準アーム 102 およびプローブアーム 104 の各々はそれぞれのレンズまたは反射キャップ 130 を含み得る。それぞれのレンズまたは反射キャップ 130 は、たとえば金属半球で構成されてもよく、関連する光ビーム 112 または 120 を表面に向かって下方に方向付け直すものである。図 6 の構成は、場合によっては、プローブ領域および基準領域においてより等しいガス流をもたらし得るとともに、測定歪みを低減させ得る。さらに、図 5 の構成はチャンネル 106 A、106 B を通過する光の面内結合を表わしているが、図 6 の構成は格子カプラによる当該光の結合を表わしている。

20

#### 【0029】

光検出器 110 は、図 5 に関連付けて説明されるように、たとえば、基板（たとえば、基板 24）の表面上に作製された格子カプラを含み得る励起光源 116 を制御または調整するためのフィードバックを提供するために使用することができる信号を生成するように動作可能である。図 7 A および図 7 B に示されるように、格子カプラ 300 は、励起レーザ（たとえば、VCSEL）302（図 7 A）または光ファイバ 304（図 7 B）から光を収集し、収集された光を励起（またはポンプ）ビームおよびプローブビーム 112、118 が交差する領域の方に向けるように動作可能である。

30

#### 【0030】

本開示に記載される光熱ガス検出システムは、用途に応じて、たとえば、さまざまな動作モードで使用することができる。場合によっては、励起光源は連続モードで動作可能であるが、他の状況では、パルスモードで動作可能である。たとえば、励起されたガス分子がプローブビームのエバネッセント場に影響を及ぼす実現例では、パルス状の動作モードが適切であり得る。パルス状の励起光の使用は、たとえば、ロックイン検出技術に有用であり得る。

#### 【0031】

本明細書に記載される主題および機能的動作（たとえば、ECU の動作）のさまざまな局面は、デジタル電子回路において、または本明細書に開示される構造およびそれらの構造的等価物を含むコンピュータソフトウェア、ファームウェア、もしくはハードウェアにおいて、またはこれらの 1 つ以上の組合せにおいて実現され得る。したがって、本明細書に記載される主題の局面は、1 つ以上のコンピュータプログラムプロダクトとして、すなわち、データ処理装置によって実行するための、またはデータ処理装置の動作を制御するための、コンピュータ可読媒体上で符号化されるコンピュータプログラム命令の 1 つ以上のモジュールとして、実現され得る。コンピュータ可読媒体は、機械可読記憶デバイス、機械可読記憶基板、メモリデバイス、機械可読伝搬信号をもたらす物質の組成、またはこれらの 1 つ以上の組合せであり得る。当該装置は、ハードウェアに加えて、当該コンピュータプログラムのための実行環境を作成するコード、たとえばプロセッサファームウェア

40

50



アを構成するコード、を含み得る。

【 0 0 3 2 】

コンピュータプログラムの実行に適したプロセッサは、例として、汎用マイクロプロセッサおよび専用マイクロプロセッサの両方、ならびに、任意の種類デジタルコンピュータの任意の1つ以上のプロセッサを含む。概して、プロセッサは、読取り専用メモリまたはランダムアクセスメモリまたはこれら両方から命令およびデータを受信するだろう。コンピュータの必須要素は、命令を実行するためのプロセッサと、命令およびデータを格納するための1つ以上のメモリデバイスとである。コンピュータプログラム命令およびデータを格納するのに適したコンピュータ可読媒体は、例として、半導体メモリデバイス、たとえば、EPROM、EEPROM、およびフラッシュメモリデバイスと、磁気ディスク、たとえば、内蔵ハードディスクまたはリムーバブルディスクと、光磁気ディスクと、CD-ROMおよびDVD-ROMディスクとを含む、あらゆる形態の不揮発性メモリ、媒体、およびメモリデバイスを含む。プロセッサおよびメモリは、専用論理回路によって補完され得るかまたは専用論理回路に組込まれ得る。

10

【 0 0 3 3 】

本明細書は、多くの具体的な実現例の詳細を含むが、これらは、いかなる発明または請求項にて主張され得るものの範囲に対する限定として解釈されるべきではなく、むしろ、特定の発明の特定の実施形態に特有の特徴を説明するものとして解釈されるべきである。別個の実施形態の文脈において本文書に記載されている特定の特征是、単一の実施形態において組合わせて実現することもできる。逆に、単一の実施形態の文脈において説明されるさまざまな特徴はまた、複数の実施形態において別々に、または任意の好適な部分的組合わせで実現され得る。さらに、特徴は、特定の組合せで機能するものとして上述され得るとともに、そのように最初に主張されることもあり得るが、主張された組合せからの1つ以上の特徴が場合によってはその組合せから削除される可能性もあり、さらに、主張される組合せが、部分的な組合せまたは部分的な組合せの変形例を対象とする可能性もある。さらに、さまざまな変更が容易に明らかになるだろう。したがって、他の実現例も特許請求の範囲内にある。

20

【 図 1 】

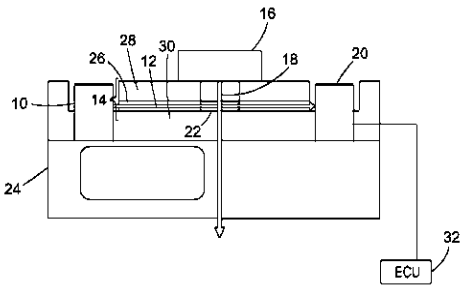


Fig. 1

【 図 2 】

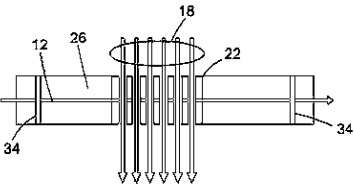


Fig. 2

【 図 3 】

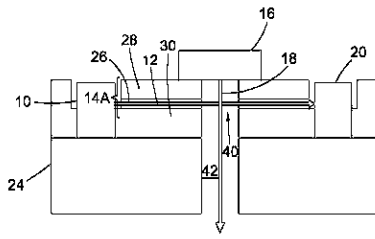


Fig. 3

【 図 4 】

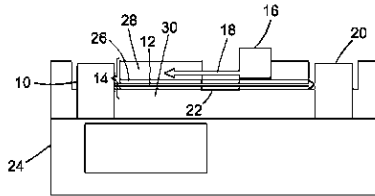


Fig. 4

【 図 5 】

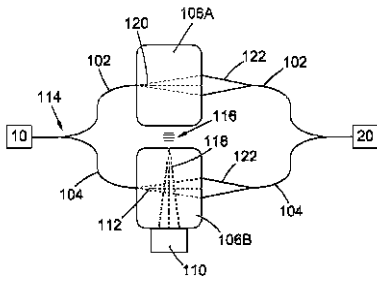


Fig. 5

【 図 7 A 】

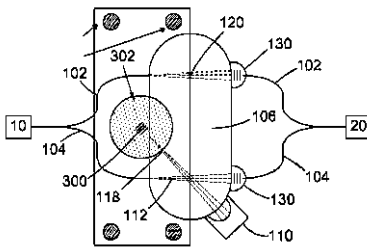


Fig. 7A

【 図 6 】

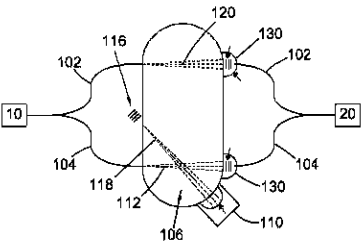


Fig. 6

【 図 7 B 】

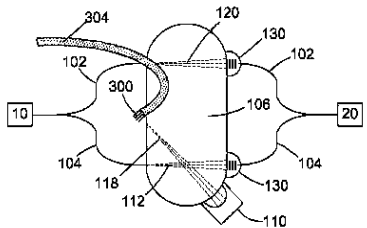


Fig. 7B

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2020/069437

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. G01N21/17 G01N21/39 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01N		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2017/299508 A1 (JIN WEI [CN] ET AL) 19 October 2017 (2017-10-19)	1-12, 15, 16, 19, 20
Y	abstract paragraph [0013] - paragraph [0019] paragraph [0020] - paragraph [0026] paragraph [0040] - paragraph [0061] figures 1-3	1, 13, 14, 17, 18, 20
Y	----- US 2005/105099 A1 (SHPANTZER ISAAC [US] ET AL) 19 May 2005 (2005-05-19) abstract; claims 1, 27, 30, 31	1, 20
Y	----- EP 3 499 215 A1 (AMS AG [AT]; TECHNISCHE UNIV GRAZ [AT]) 19 June 2019 (2019-06-19) paragraph [0021] - paragraph [0028]; figure 1 paragraph [0032]; figure 3 -----	13, 14, 17, 18
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> 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  14 October 2020		Date of mailing of the international search report  22/10/2020
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Consalvo, Daniela

1

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2020/069437

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2017299508 A1	19-10-2017	NONE	
US 2005105099 A1	19-05-2005	CA 2587460 A1 EP 1836453 A2 US 2005105099 A1 WO 2007001379 A2	04-01-2007 26-09-2007 19-05-2005 04-01-2007
EP 3499215 A1	19-06-2019	EP 3499215 A1 WO 2019115698 A1	19-06-2019 20-06-2019

## フロントページの続き

(81)指定国・地域 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,IT,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 クラフト, ヨッヘン

オランダ、5 6 5 6 アー・エー エイントホーフエン、ハイ・テク・キャンパス、4 1、イー・ペー・デパートメント、アーエムエス・アクチエンゲゼルシャフト内

(72)発明者 ミニクショファー, ライナー

オランダ、5 6 5 6 アー・エー エイントホーフエン、ハイ・テク・キャンパス、4 1、イー・ペー・デパートメント、アーエムエス・アクチエンゲゼルシャフト内

(72)発明者 シードロフ, ビクター

オランダ、5 6 5 6 アー・エー エイントホーフエン、ハイ・テク・キャンパス、4 1、イー・ペー・デパートメント、アーエムエス・アクチエンゲゼルシャフト内

(72)発明者 シングラニ, アンダーソン

オランダ、5 6 5 6 アー・エー エイントホーフエン、ハイ・テク・キャンパス、4 1、イー・ペー・デパートメント、アーエムエス・アクチエンゲゼルシャフト内

(72)発明者 サグマイスター, マルティン

オランダ、5 6 5 6 アー・エー エイントホーフエン、ハイ・テク・キャンパス、4 1、イー・ペー・デパートメント、アーエムエス・アクチエンゲゼルシャフト内

(72)発明者 カスタノ, フェルナンド

オランダ、5 6 5 6 アー・エー エイントホーフエン、ハイ・テク・キャンパス、4 1、イー・ペー・デパートメント、アーエムエス・アクチエンゲゼルシャフト内

Fターム(参考) 2G059 AA01 BB01 EE01 EE09 EE15 GG01 GG08 JJ11 JJ17 JJ18 JJ30 KK01