

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4750132号
(P4750132)

(45) 発行日 平成23年8月17日(2011.8.17)

(24) 登録日 平成23年5月27日(2011.5.27)

(51) Int.Cl. F I
GO 1 N 29/00 (2006.01) GO 1 N 29/00 5 0 1

請求項の数 6 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2007-548953 (P2007-548953)	(73) 特許権者	590000248
(86) (22) 出願日	平成17年12月29日(2005.12.29)		コーニンクレッカ フィリップス エレク
(65) 公表番号	特表2008-527323 (P2008-527323A)		トロニクス エヌ ヴィ
(43) 公表日	平成20年7月24日(2008.7.24)		オランダ国 5 6 2 1 ベーアー アイン
(86) 国際出願番号	PCT/IB2005/054423		ドーフエン フルーネヴァウツウェッハ
(87) 国際公開番号	W02006/072867		1
(87) 国際公開日	平成18年7月13日(2006.7.13)	(74) 代理人	100087789
審査請求日	平成20年12月26日(2008.12.26)		弁理士 津軽 進
(31) 優先権主張番号	05300002.2	(74) 代理人	100114753
(32) 優先日	平成17年1月3日(2005.1.3)		弁理士 宮崎 昭彦
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)	(74) 代理人	100122769
			弁理士 笛田 秀仙
		(74) 代理人	100145654
			弁理士 矢ヶ部 喜行

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光音響検出器のバックグラウンド音響信号抑制

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

試料中の被調査成分の存在を検出する光音響装置であって、
 前記試料を収容する試料セルキャビティ、
 前記試料セルキャビティの外部において前記被調査成分の吸収範囲内の波長の第 1 の変調された光線を放射する第 1 の光源、
 前記キャビティ内に前記第 1 の光線を導くキャビティ壁、
 前記第 1 の光線を吸収する前記被調査ガス成分によって一部が発生する第 1 の音波を捕える音響収集ユニットを有し、
 前記装置がさらに、前記キャビティ壁による前記第 1 の光線の吸収によって引き起こされるバックグラウンド音波に対して逆位相の第 2 の音波の組を発生するバックグラウンド音波キャンセルシステムを備え、当該第 2 の音波の組が前記音響収集ユニットにおいて前記バックグラウンド音波を相殺し、
 前記バックグラウンド音波キャンセルシステムが前記キャビティ壁に貼られる透明な導電層を含むことを特徴とする装置。

【請求項 2】

前記バックグラウンド音波が前記キャビティ壁を横断し及び加熱する前記第 1 の光源によって発生することを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記音響収集ユニットがマイクロフォンを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の装置

【請求項 4】

前記導電層を流れる電流の強度が、前記第 1 の光線を吸収しない試料で満たされる前記試料キャビティにおいて、前記第 1 の光線の前記キャビティ壁における吸収、及び前記導電層を流れる前記電流に起因する前記キャビティ壁の加熱により引き起こされ、前記音響収集ユニットによって捕えられる全音波を最小化することにより求められることを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 5】

前記試料が液体又はガスであることを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 6】

試料中の被調査成分の存在を検出するための方法であって、
試料セルキャビティ中に前記試料を収容し、
前記被調査成分の吸収範囲内の波長の第 1 の変調された光線を放射し、
キャビティ壁により前記キャビティ中に前記第 1 の光線を導き、
音響収集ユニットを用いて少なくとも前記第 1 の光線を吸収する前記被調査ガス成分によって引き起こされる第 1 の音波の組を収集し、
当該方法はさらに、
前記キャビティ壁による前記第 1 の光線の吸収によって引き起こされるバックグラウンド音波に対して逆位相の第 2 の音波の組を放射し、
前記逆位相の第 2 の音波は、前記キャビティ壁に貼られる透明な導電層に電流を流すこと
によって発生することを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光音響センサによる溶体試料の成分の検出に関する。本発明は特に、工業プロセスにおけるガス検出、環境ガス検出、並びに医療分野における人体が拒否反応を示す気体、固体及び液体状の物質についての負担が少ない分析に関する。一つの主要な応用は、負担が少ない呼気分析である。

【背景技術】

【0002】

呼吸テストは、医療技術の刺激的な領域へと急速に発展している。呼気中の成分のテストは、非侵襲的で、患者フレンドリーかつ低コストの医療処置である。呼吸テストの典型的な例は、喘息のモニタリング、呼吸内のアルコールの検出、胃疾患又は急性の臓器拒絶反応の検出であり、最初の臨床試験は胸部及び肺ガンのプレスクリーニングへの応用が可能であることを示した。

【0003】

さまざまな溶体が、呼気中の診断成分を検出するために利用可能である。診断成分は、患者の病気、疾患又は異常状態を示す可能性がある異常成分、又は人間の呼気中に通常存在する成分の異常濃度である。これらの成分は診断につながる因子になり得るが、それら単独ではならないかもしれない。これらの診断成分はバイオマーカとも呼ばれ、典型的に ppm(part per million)から ppt(part per trillion)の範囲の濃度を有する。一酸化窒素はよく知られたバイオマーカであり、高濃度の一酸化窒素は喘息患者に見られる。現在、ppb(part per billion)濃度の呼気中の一酸化窒素レベルが、化学ルミネッセンスに基づく高価な、扱いにくい装置を用いて測定できるだけである。

【0004】

本発明は、光音響センサの分野に関する。そのようなセンサは、光音響原理に基づいて動作し、被検出成分を含む試料に変調した光を照射すると音波が生じる。音響センサ(例えばマイクロフォン)は音波を捕え、そこからその出力にガス試料中の成分の濃度と直接関連している信号を生成する。一つ以上の試料成分が光放射を吸収し結果的に試料が温まって膨張するために、音波が生じる。変調された光照射に応じて物質が膨張、収縮するた

10

20

30

40

50

めに、音波が発生する。吸収成分の濃度は、音波の振幅から推定することができる。異なる試料成分は、当該成分の特定の吸収波長に対応する異なる波長を有する光源を用いて区別される。典型的な光音響ガスセンサにおいて、共鳴音響キャビティ又は試料セルが音波を増幅するために用いられ、それによって検出感度が増加する。

【0005】

バックグラウンド信号は、試料成分の最小濃度検出レベルを制限する可能性がある。バックグラウンド信号は、異なる原因を有する可能性があり、干渉信号がガス試料内で、例えば、気流及びその結果としての空気圧の変動、並びに、光線がマイクロフォンに到達するセンサ内のマイクロフォン膜のウォール効果、振動及び放射によって生じ得る。一部のバックグラウンド信号は、また、光線の照射によって引き起こされるガスキャビティ自体の膨張によって生じる。バックグラウンド信号源のうちの少なくとも1つを改善するために部分的な解決案しか提案されておらず、産業界は今もなお、一部の入射光線を吸収するキャビティ壁によって生じるバックグラウンド信号の影響を低減する解決案を必要としている。

10

【0006】

光音響ガスセンサのための1つの解決案が特許文献1において提案されている。当該センサは、センサボディ、光源、ガス透過性膜を備える測定セル、測定マイクロフォン、及び前記光源と前記測定セルとの間の光学測定フィルタを有する。当該センサは前記測定セルと別の参照用セルも含む。前記参照用セルは、被検出ガスの吸収波長を有する強度変調された光学放射を実質的に受けない前記参照用セルによって被検出ガスからの光音響信号から遮蔽される参照用マイクロフォンを有する。ガス濃度を示す測定信号は、2つのマイクロフォンからの信号の引算によって得られる。引算の結果、振動又は空気圧変動によって生じる干渉信号が除去される。前者は被測定ガスからの光音響信号を受けない参照用マイクロフォンの使用のおかげであり、後者は参照用マイクロフォンを備える空間的に分離した参照用セルのおかげである。

20

【特許文献1】米特許第6006585号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ガスセル体積の半分はバックグラウンド信号の抑制に充てられてしまい、干渉雑音信号を改善する上記のような既存の解決案はしばしば扱いにくく高価である。これらの欠点は、そのような装置類を小型化すること及び市場に受け入れられることを制限する。実際には、小型化された微量ガスセンサが個人健康管理アプリケーションには欠かせない。

30

【0008】

本発明の一以上の実施の形態の目的は、多用途の適度な大きさの呼気装置を提供することである。本発明の他の目的は、装置全体の大きさについて妥協せずに、高感度の装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

この目的のために、発明の装置は第一に、試料を収容する試料セルキャビティ、及び潜在的な成分の吸収範囲内の波長の第1の変調された光線を放射する、ガスセルキャビティ外部の第1の光源を有する。前記ガスセルは、キャビティの中に第1の光線を導くキャビティ壁を含む。マイクロフォンは、第1の光線を吸収するときに潜在的なガス成分が引き起こす音響振動を捕える。装置はさらに、透明な壁による第1の光線の吸収によって生じる音波信号に対して逆位相の音波信号を発生する、逆位相音発生システムを備えている。

40

【0010】

本発明は、バックグラウンド信号がシステムの感度を減らすとの前提、及び極めて低濃度のバイオマーカーは、それらは臓器の拒絶反応、ストレスなどの身体的な異常の臨床的兆候であるが、患者の呼気から検出される可能性がないとの前提に基づく。本発明者らは、バックグラウンドノイズの一つの大きな原因が、キャビティ壁、特にレーザー光線をキャビ

50

ティに導く透明なプレートによるレーザ光線の吸収であることを発見した。入口の壁によるレーザ光線の吸収は、呼気中に存在するバイオマーカによる吸収によって発生する第1の音波と競合する第2の音波を発生させる。本発明は、バックグラウンドの第2の音波に対して逆位相である音波信号を発生させることによって第2の音波に対抗し、結果的にそれを無効にすることを提案する。小型のバックグラウンドキャンセル装置が、逆位相音波を発生させるために当業者によって工夫されるかもしれない。本発明の利点は、その大きさを増加させることなく光音響センサの感度を増加させることである。

【0011】

本発明の実施の形態において、逆位相音発生システムは、被調査成分の吸収範囲の外側の波長で、第1の光線に対して逆位相の第2の光線を発生させる第2の光線源を含む。この実施の形態において、第2のレーザ光線は透明のキャビティ壁によって吸収され、第2のレーザ光線が第1のレーザ光線に対して逆位相なので、第2のレーザ光線を吸収するキャビティ壁によって発生する音波もまた、第1の光線のキャビティ壁による吸収によって生じる音波に対して逆位相である。2つの音波が補償し、騒々しい干渉が無効になる。

10

【0012】

他の実施の形態において、逆位相音発生システムは、キャビティ壁に貼られた透明な導電層を含む。当該層内に電流を流すことにより音波が発生し、その位相及び強度は、透明なキャビティ壁により発生するノイズの多い音波を補償するように決めることができる。

【0013】

本発明はまた、ガス試料の中の潜在的な成分の存在を検出するための方法に関する。

20

【0014】

これらの又は他の本発明の態様は、以下に記載される実施の形態の説明から明らかであり、またそれらを参照して解明される。

【0015】

本発明は次に添付の図面を参照して、一例として、さらに詳細に説明される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

図面の全体にわたって、同じ参照番号は同じ素子、又は実質的に同じ機能を実行する素子を指す。

【0017】

図1は、本発明の光音響センサ100の一つの典型的な実施の形態を示す。センサ100は、ガス試料116を収容するキャビティ102を含む。ガス試料116はガス導入管124を介してキャビティ102内に導入され、試料116はガス排出管104を介してキャビティ102から出る。本実施の形態において、ガス試料116は少なくとも一つの成分を含み、その存在及び/又は組成は、当該成分による光吸収を通してセンサ100によって部分的に分析される。本実施の形態において、被調査成分の異常に高い、すなわち正常以上の濃度が、病状（例えば身体的な苦痛、病気、臓器拒絶反応、呼吸危機など）の兆候となるように、成分が選択される。本発明の装置は、正確な患者の身体的データを提供することによって、専門家が診断を確立することを補助する非侵襲性的手段である。一つの成分の異常な濃度（ppbで測定される）の検出、又は正常状態では存在しない成分の検出は、以下のように実行される。

30

40

【0018】

センサ100は、その不透明な円筒状の側面の壁118にあげられ、キャビティ102からガスを出し入れする2つの開口部124、104を備えた管状の形状を有することができる。キャビティ102が光源130からの光の振幅変調周波数において音響共鳴を示すように、センサ100の寸法は選択される。透明プレート106及び108は各々それぞれの端に配置され、ガス試料116を収容しているキャビティ102を密封封止する。透明プレート106及び108は、ガラス、CaF₂、ZnSe若しくはポリマー、又は光を透過する他の任意の材料で作ることができる。しかし、被調査ガス成分を検出するために用いられる光の波長において最小の吸収を示す材料が選択される。透明プレート106はレーザ光源130からキャビティ102内にレーザ光線114を導き、レーザ光線114は透明プレート108を通してキャビティ102から出る。被調査成分

50

の検出は、レーザ光線114が被調査成分の粒子により吸収され、当該吸収の結果、粒子が励起されて膨張し、音波が生じるという原理に基づく。音波は、キャビティ102の内壁の凹部に配置されるマイクロフォン110によって拾われる。マイクロフォン110は、マイクロフォン110の膜によって拾われる音波の振幅を表わす信号を導線112上に引き起こす。マイクロフォン110は、バックグラウンド信号を発生させ装置全体の感度に影響するレーザ光線114とマイクロフォン膜とのいかなる相互作用をも防止するために、キャビティ102中でレーザ光線114から遮蔽される。

【 0 0 1 9 】

レーザ光源130は、被調査成分の吸収範囲の波長のレーザ光線を発生させる。一酸化窒素は人間の呼気中に存在するよく知られたガス成分であり、NOの濃度上昇は喘息患者に見られる。NOは、5 μ mの波長周辺で多くの吸収線を示す。これらの吸収線のうちの1つは、例えばこの適切な波長で発光するために最適化されたデバイス構造を有する量子カスケード半導体レーザを用いて、NO濃度の光音響検出に利用することができる。多くの微量ガスは中赤外域に吸収線を示すが、上述の実施の形態は、光源及びプレート材料を適切に選択することによって、可視及び紫外域において同様に用いることができる。

【 0 0 2 0 】

レーザ波長で最小の吸収を有するプレート材料を用いたとしても、レーザ光線114がキャビティ102に入射しプレート106を通過する際に、少量のレーザ光線114が透明プレート106によって吸収され、レーザ光線114がキャビティから出射しプレート108を横断する際にも、少量のレーザ光線114が透明プレート108によって吸収される可能性がある。このレーザ光線の吸収は、プレート106、108の表面における小さいが目立つ空気膜の加熱、及びマイクロフォン110によって拾われる音響圧力波の発生を引き起こす。この発生したバックグラウンド信号は、最小の検出可能な微量ガス濃度を制限し、したがってセンサ100の感度を制限する。

【 0 0 2 1 】

バックグラウンド音波を補償する解決案が以下に提案される。図1のセンサ100は、さらに逆位相音発生システムを備えている。逆位相音発生システムの例は、プレート106及び108に貼られる透明な導電層120を含む。電線122がそれぞれの層120に接続され、活性化されて層120中に電流を流す。層120の中を流れる振幅変調電流がプレート106及び108の表面近傍でジュール効果により空気を加熱し、音波が生じる。適切に選択された振幅及び変調を有する層120の周期的な加熱によって、レーザ光線114を吸収するプレート106及び108によって発生するバックグラウンド音波に対して逆位相の音波を発生させ、このバックグラウンド信号波を相殺することができる。透明な導電層の例は、インジウムスズ酸化物 (ITO)、水素化アモルファスシリコン及び水素化アモルファスゲルマニウムを含む。選択は、利用される光の波長及びこの波長における最小の薄膜吸収に再び依存する。プレート106及び108により発生するバックグラウンド音波を相殺するために必要な加熱の振幅及び周期数を決定するために、事前実験が行われる。この目的のために、第1のレーザ光線114に起因する唯一の音波が透明なプレート106及び108の加熱によって引き起こされる音波となるように、第1のレーザ光線114を吸収しないガスでキャビティ102が満たされる。層120中に流す電流の振幅及び周期数は、マイクロフォン110によって拾われる全音波を最小化することによって求められる。

【 0 0 2 2 】

図2は、本発明のセンサ装置100の例示的な他の実施の形態を示す。図2のセンサ100は図1のセンサ100に類似し、キャビティ102、ガス導入管124、ガス排出管104、透明なプレート106、108、マイクロフォン100及び壁118を含む。この実施の形態において、バックグラウンド信号キャンセル装置は、ダイクロイックミラー142及びキャビティ102の中に導かれる第2のレーザ光線を発生させるレーザ光線光源140を含む。新たなバックグラウンド音波がキャビティ102を通過する第2のレーザ光線144によって発生しないように、レーザ光線光源140は被調査成分又はガス試料116の他のいかなる成分の吸収範囲外の波長を有する第2のレーザ光線144を発生する。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 3 】

図1の実施の形態の文脈において実行される事前実験に類似した様式で、バックグラウンド音波を相殺するために必要なレーザ光線144の強度を決定するために、事前実験が同様に実行される。レーザ光線114及び144に反応しないガスでキャビティ102が満たされた状態で、センサ100が作動される。レーザ光線144によってプレートで発生する音波並びにプレート106及び108を横断するレーザ光線114によって引き起こされる音波が互いを相殺するように、レーザ光線光源140の強度が調整される。レーザ光線144はレーザ光線114に対して逆位相である。信号がマイクロフォン110によって拾われないように、両方のバックグラウンド音波は互いを相殺する。バックグラウンド信号を完全に相殺することは実際には可能ではないが、全バックグラウンド信号を最小にすることで、センサ100の感度を最適化するレーザ光線光源140の強度値がもたらされる。

10

【 0 0 2 4 】

前述のことは、単に発明の原理を例示するだけである。そのため、本明細書中で明示的に記述又は示されていないが、本発明の原理を実現し、したがって特許請求の範囲の精神及び範囲に含まれる様々なアレンジを当業者が工夫することができることが認識される。

【 0 0 2 5 】

図1のセンサ100の構造上の表現は、発明の例示的な説明として示されたに過ぎず、本発明の範囲を制限するものではない。例えば、レーザ光源130、透明なプレート106及び108のアライメントは単に提案としての実施例であり、鏡及び/又は部分的屈折材料の配置はレーザ光線がキャビティ102に入射するように当業者が工夫することができる。同様に、センサ100の形状及び内部構造は単に一例として本明細書中に示したに過ぎず、本発明の範囲を制限するために用いられてはならない。

20

【 0 0 2 6 】

請求項の解釈において、以下が理解されなければならない。

- a) 「含む」なる語は、所与の請求項中に挙げられたもの以外の他の要素及び動作の存在を排除しない。
- b) 単数形で表現された要素は、その要素が複数存在することを排除しない。
- c) いくつかの「手段」は、同一の部材、ハードウェア、又はソフトウェア実装された構造体若しくは関数によって表されることができる。
- d) 各々の開示された要素は、ハードウェア部分（例えば個別の及び集積化された電子回路を含む）、ソフトウェア部分（例えばコンピュータプログラム）並びにそれらの任意の組み合わせで構成することができる。
- e) ハードウェア部分は、アナログ及びデジタル部分の一方又は両方で構成することができる。
- f) 任意の開示されたデバイス又はその部分は、特に別途述べない限り、一緒に結合されるか、又はさらなる部分に分けることができる。
- g) 特に示されない限り、行為に特定の順序が必要であることを意図しない。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 7 】

【 図 1 】 本発明の装置の第 1 の典型的な実施の形態を示す図。

40

【 図 2 】 本発明の装置の第 2 の典型的な実施の形態を示す図。

【 図 1 】

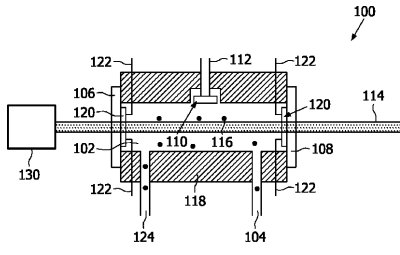


FIG. 1

【 図 2 】

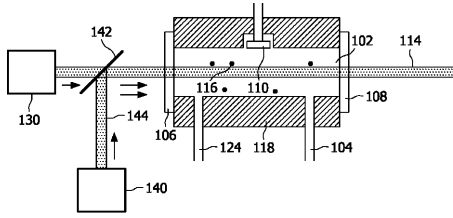


FIG. 2

フロントページの続き

(72)発明者 ファン ケステレン ハンス
フランス国 エフ - 7 5 0 0 8 パリ 1 5 6 ブルヴァール オースマン ソシエテ シビル
エス ビー アイ ディー

審査官 森口 正治

(56)参考文献 特開昭63 - 304138 (JP, A)
特開平01 - 187459 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01N 29/00