

(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2008-514902
(P2008-514902A)

(43) 公表日 平成20年5月8日(2008.5.8)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
G O 1 L 9/00 (2006.01) G O 1 L 9/00 B 2 F O 5 5

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2007-532730 (P2007-532730)
(86) (22) 出願日 平成17年9月28日 (2005. 9. 28)
(85) 翻訳文提出日 平成19年5月25日 (2007. 5. 25)
(86) 国際出願番号 PCT/AU2005/001481
(87) 国際公開番号 W02006/034538
(87) 国際公開日 平成18年4月6日 (2006. 4. 6)
(31) 優先権主張番号 2004905573
(32) 優先日 平成16年9月28日 (2004. 9. 28)
(33) 優先権主張国 オーストラリア (AU)

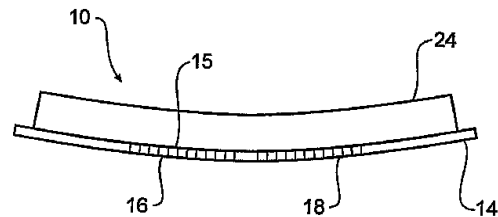
(71) 出願人 507098243
ザ コモンウェルス オブ オーストラリア
オーストラリア国 エスエー 5 1 1 1、
エディンバラ、ウェスト アベニュー (番
地なし)
(71) 出願人 507098254
テレス アンダーウォーター システムズ
ピーティーワイ リミテッド
オーストラリア国 エヌエスダブリュ 2
1 1 6、ライデルメア、ビクトリア ロー
ド 2 7 4
(74) 代理人 100102842
弁理士 葛和 清司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光音圧センサ

(57) 【要約】

音響信号を検出するためのデバイス(10)が記載される。該デバイスは、撓み部(14)であって、前記撓み部に作用する機械的な力に従って変化する放射波長を有するレーザー活性領域(13)を含む、前記撓み部、および、音響信号に従って撓むかまたは曲がるように動作可能な可撓性支持部材(24)を含む。撓み部(14)が支持部材(24)に結合されることにより、支持部材(24)に従って前記撓み部の撓みまたは曲げが引き起こされ、これにより撓み部(14)のレーザー活性領域(13)の放射波長が変化する。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

音響信号の検出デバイスであって、前記デバイスが、
撓み部であって、前記撓み部に作用する機械的な力に従って変化する放射波長を有するレーザー活性領域を含む、前記撓み部；および
可撓性支持部材であって、前記支持部材が、前記音響信号に従って撓むかまたは曲がるように動作可能であり、前記撓み部を前記支持部材に結合することにより、前記撓み部が前記支持部材に従って撓むかまたは曲がり、これによって前記撓み部の前記レーザー活性領域の放射波長を変化させる、前記可撓性支持部材；
を含む、前記デバイス。

10

【請求項 2】

撓み部が、レーザー活性領域を含む伸張可撓性ファイバーを含み、前記伸張可撓性ファイバーを支持部材に取り付けることにより、前記伸張ファイバーが前記支持部材に従って撓むかまたは曲がる、請求項 1 に記載の音響信号の検出デバイス。

【請求項 3】

伸張可撓性ファイバーを支持部材に取り付けることにより、前記伸張可撓性ファイバーが前記支持部材の曲率半径と実質的に共通の曲率半径で撓むかまたは曲がる、請求項 2 に記載の音響信号の検出デバイス。

【請求項 4】

伸張可撓性ファイバーが、レーザー活性領域を包含する予め定められた長さにわたって支持部材に取り付けられている、請求項 2 または 3 に記載の音響信号の検出デバイス。

20

【請求項 5】

伸張可撓性ファイバーが、該ファイバーに沿った少なくとも 2 つの分離した点において支持部材に取り付けられている、請求項 2 または 3 に記載の音響信号の検出デバイス。

【請求項 6】

支持部材が細長く、伸張ファイバーと実質的に揃っている、請求項 2 ~ 5 のいずれかに記載の音響信号の検出デバイス。

【請求項 7】

伸張ファイバーが、予張力状態で支持部材に取り付けられている、請求項 2 ~ 6 のいずれかに記載の音響信号の検出デバイス。

30

【請求項 8】

音響信号の検出デバイスであって、前記デバイスが、
伸張可撓性ファイバーであって、前記ファイバーに作用する機械的な力に従って変化する放射波長を有するレーザー活性領域を含む、前記可撓性ファイバー；
可撓性支持部材であって、撓むかまたは曲がるように動作可能であり、前記伸張可撓性ファイバーを前記支持部材に取り付けることにより、前記伸張ファイバーが前記支持部材と共鳴的に撓むかまたは曲がり、これによって前記ファイバーの前記レーザー活性領域の放射波長を変化させる、前記可撓性支持部材；および
力を付与して、前記可撓性部材を前記音響信号に従って曲げるかまたは撓める、力付与手段；
を含む、前記デバイス。

40

【請求項 9】

力付与手段が、可撓性支持部材の相対する側に搭載された第 1 および第 2 ダイアフラム要素を含み、ここで音響信号からの圧力で生じる前記第 1 および第 2 ダイアフラム要素の変位の際に力を付与することにより、前記可撓性部材を曲げるかまたは撓める、請求項 8 に記載の音響信号の検出デバイス。

【請求項 10】

第 1 および第 2 ダイアフラム要素が、前記第 1 および第 2 ダイアフラム要素のそれぞれに配置された少なくとも 1 つの支点またはピボット点を含むことにより、前記第 1 および第 2 ダイアフラム要素の変位の際に可撓性部材を曲げる、請求項 9 に記載の音響信号の検

50

出デバイス。

【請求項 1 1】

第 1 ダイアフラム要素が離れて位置する支点またはピボット点の第 1 内部対を含み、この点の各々が、レーザー活性領域の両側において可撓性部材に力を付与するよう配置され、第 2 ダイアフラム要素が離れて位置する支点またはピボットの第 2 外部対を含み、この点の各々が、前記離れて位置する支点またはピボット点の第 1 内部対の周囲で前記可撓性部材の両側の周辺領域に力を付与するよう配置された、請求項 1 0 に記載の音響信号の検出デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、音響信号を検出するためのセンサに関する。特定の形態において本発明は、ハイドロフォンとして水中環境での配備に好適な、受動型音響センサに関する。

【背景技術】

【0002】

音響センサは主として、圧電材料の変形による電圧変化を好適な電子部品を用いて測定する、電子圧電デバイスに基づく。しかしこれらのデバイスは基本的に局所的な形装化を要するため、水中アレイに配備されるハイドロフォンなどの遠隔計測用途には不利であり、また望ましいものよりも大きく複雑なセンサになっている。これはデータおよび電力のケーブル化とプリアンプの必要性のためであり、この性質のハイドロフォンアレイの配備および維持を困難にしている。圧電に基づくデバイスにおける他の幾つかの不利点は、電磁干渉に対するその妨害感受性を含み、このためその全体の感度が低下し、またその能動的な電子機器のために他者によって検知される可能性がある。

20

【0003】

このために、光ファイバー技術に基づく音響センサの開発が多数試みられている（例えば、C K Kirkendall and A Dandridge, "Overviews of High Performance Fibre-Optic Sensing", J. Phys. D: Appl. Phys. 37, R197-R216, 2004を参照）。1つの試みにおいては、非常に狭いレーザー波長出力と、異なる波長で動作するように構成できるという性質を有し、そのため波長分割多重化に好適な、分布帰還型ファイバーレーザー（DFBFL）が用いられている（例えば、D J Hill, P J Nash, D A Jackson, D J Webb, S F O'Neil, I Bennion and I Zhang, "A Fibre Laser Hydrophone Array", Proc. SPIE, 3860, 55-66, 1999参照）。

30

【0004】

これらのセンサは、これらレーザーの重要な性質、すなわち放射されるレーザー光の周波数（または同義的に波長）が、ファイバー上に誘発されたひずみに対して感度を有することに基いている。これは、ファイバーレーザーの共振キャビティサイズの変化および、付加的に、ひずみ下にある領域におけるファイバーの屈折率の変化から生じると理解される。しかしながらこれらのデバイスは、「ウェットな末端」において要求される電子機器の形装化が不要であること、さらに多数のセンサを1つのファイバーに多重化可能であることにより、電子機器に基づくデバイスと比べて多数の利点を提供する一方で、目的のハイドロフォン型の多数の用途に対して、感度が不十分であることが見出されている。また、これらは非音響的振動に対して本質的に感度が高く、そのために多くの用途について受け入れ難いほどノイズが多いことも見出されている。

40

【0005】

分布帰還型ファイバーレーザーの感度を高めるための幾つかの試みには、ファイバーをエポキシまたはポリウレタンの円筒内に封入し、これによりファイバーレーザーのレーザー活性領域を囲むマンドレルを形成することが含まれる。分布帰還型ファイバーレーザーのキャビティおよび関連する領域を囲むファイバーの嵩の増加が、圧力に対するひずみ感度を幾分か改善するが、ハイドロフォンなどのように非常に高い感度が要求される用途には、まだ十分ではない。さらに、このような様式で改変された分布帰還型ファイバーレー

50

ザーには、圧力に対するひずみ感度を増加させるために用いる封入物質による質量増加のために、全体として低い共振周波数との欠点が存在する。

【0006】

従来技術においては、感度を高めるために、ファイバーレーザーの2つの末端を機械構造に取り付け、ファイバーにギターの弦と同様の張力をかける試みがなされている。この構造は、圧力変化に応じて伸長または圧縮するよう構成され、それによってファイバーをひずませる。これらのデバイスは、圧力感度の増加の点のみに対処し、同様に重要な問題である本来的な振動ノイズ感度については解決せず、実際、幾つかの状況においては、これらはノイズ感度を高める方向に機能する。

本発明の目的は、ハイドロフォンとして配備するのに好適な、光ファイバーレーザー技術に基づく音響センサを提供することである。

【発明の開示】

【0007】

発明の概要

第1の観点において、本発明はしたがって、音響信号の検出デバイスであって、前記デバイスが、

撓み部 (flexible portion) であって、前記撓み部に作用する機械的な力に従って変化する放射波長を有するレーザー活性領域を含む、前記撓み部；および

可撓性支持部材 (flexible support member) であって、前記支持部材が、前記音響信号に従って撓むかまたは曲がるように動作可能であり、前記撓み部を前記支持部材に結合することにより、前記撓み部が前記支持部材に従って撓むかまたは曲がり、これによって前記撓み部の前記レーザー活性領域の放射波長を変化させる、前記可撓性支持部材；

を含む、前記デバイスを提供する。

【0008】

可撓性支持部材が直接撓み部の曲げを引き起こして、音響信号の効果を効率的に増幅するため、これは、より感度の高い音響センサをもたらす。

好ましくは、前記撓み部は、レーザー活性領域を含む伸張可撓性ファイバー (elongate flexible fibre) を含み、前記伸張可撓性ファイバーは前記支持部材に取り付けられ、これにより前記支持部材に従った前記伸張ファイバーの撓みまたは曲げが引き起こされる。

【0009】

可撓性支持部材がその軸を中立の曲げ軸からオフセットしてファイバーの撓みを引き起こすと、これは、ファイバーに対する、支持部材の任意の曲げの効果を効率的に拡大する。さらに、ファイバーは本来撓みやすいため、このような様式でファイバーを曲げたり撓めても、ファイバーを過度に損傷させることはなく、しかもレーザー活性領域から放射される波長に測定可能な変化をもたらす。

好ましくは、伸張可撓性ファイバーを支持部材に取り付けることにより、前記伸張可撓性ファイバーを、支持部材の曲率半径と実質的に共通の曲率半径で撓めるかまたは曲げる。

【0010】

これは、ファイバーが支持部材との関連で予測可能および定量可能な様式で曲がるために、採用するには便利な構成である。

好ましくは、前記伸張可撓性ファイバーを、レーザー活性領域を包含する予め定められた長さにわたって前記支持部材に取り付ける。

音響センサの必要条件によっては、ある長さのファイバーを直接支持部材に取り付けることが必要となる場合もある。

【0011】

随意的に、前記伸張可撓性ファイバーを、該ファイバーに沿った少なくとも2つの分離した点において前記支持部材に取り付ける。

ファイバーを支持部材に沿って少なくとも2つの分離した点において取り付けることに

10

20

30

40

50

より、ファイバーは、ファイバーをファイバーの長さに沿って取り付けることが要求されない状況において、撓められるかまたは曲げられる可能性がある。

好ましくは、前記支持部材は細長く、前記伸張ファイバーと実質的に揃っている。

【0012】

第2の観点において、本発明はしたがって、音響信号の検出デバイスであって、前記デバイスが、

伸張可撓性ファイバーであって、前記ファイバーに作用する機械的な力に従って変化する放射波長を有するレーザー活性領域を含む、前記可撓性ファイバー；

可撓性支持部材であって、撓むか曲がるように動作可能であり、前記伸張可撓性ファイバーを前記支持部材に取り付けることにより、前記伸張ファイバーが前記支持部材と共鳴的に撓むかまたは曲がり、これによって前記ファイバーの前記レーザー活性領域の放射波長を変化させる、前記可撓性支持部材；および

力を付与して、前記可撓性部材を前記音響信号に従って曲げるかまたは撓める、力付与手段；

を含む、前記デバイスを提供する。

【0013】

この観点において、力付与手段は、可撓性部材に音響信号に従った曲がりを引き起こす。力付与手段を可撓性部材から分離することにより、力付与手段は音圧のみに感度を有し、センサの感度に影響し得るバルク加速度などの他の物理的効果には感度を有さないように、設計することができる。

本発明の好ましい態様について、添付の図を参照して述べる。

【0014】

以下の記述において、同じ参照番号は、図面中幾つかの図を通して同一または対応する部分を示す。

【0015】

好ましい態様の記述

図1および図2を参照すると、それぞれ本発明の第1の態様による音響センサ10の側面図および真横からの図が示されている。音響センサ10は、中心活性キャビティまたはレーザー領域13と、キャビティ13の両側に位置する利得媒質中に位置するブラッグ格子要素16、18とを組み込んだ分布帰還型ファイバーレーザー14を含む。ブラッグ格子要素16、18を組み込んだ効果により、中心活性キャビティまたはレーザー領域13の構造によって規定される波長を有するレーザー光の放射が引き起こされる。この態様において、ファイバーのコアはエルビウムイオンで満たされており、これは活性利得媒質として作用し、ポンピングエネルギーは980nm（または1480nm）のポンピング放射により供給される。

【0016】

ファイバーレーザー14は、その長さに沿ってアルミニウム製の寸法53mm(L)×1mm(T)×2mm(W)の伸張可撓性梁材に取り付けられている。梁材の正確な寸法および材料特性は、検出すべき音響波長範囲および達成すべき感度を含む、広い範囲の考慮事項に依存する。本態様においては角柱アルミニウム梁材を用いたが、当業者には、音響信号に応答して撓むかまたは曲がる一般の支持部材もまた、本発明に同様に適用可能であることが明らかである。したがって、支持部材が細長くファイバーと揃うことについては、特定の条件はない。

【0017】

図3および図4を参照すると、動作中の音響センサ10が示されている。ファイバーレーザー14は、可撓性梁材24の片側にその長さに沿って接着剤または代替的にグリース等の好適な粘稠材料により取り付けられているため、音圧による梁材24の任意の撓みまたは曲げが、梁材24に従ったファイバーレーザー14の撓みまたは曲げを引き起こす。図3には、ファイバーレーザー14が梁材24の凸側15に取り付けられて曲がる様子が描かれている。ファイバーレーザー14には、梁材24の曲がりの曲率半径が減少するに

従って、ひずみの増加が生じる。図4には、ファイバーレーザー14が梁材24の凹側15に取り付けられて曲がる様子が描かれている。明らかに、梁材24の曲がりの曲率半径が減少するに従って、ファイバーレーザー14はさらに圧縮される。ファイバーレーザー14が梁材に従って確実に曲がるようにするため、ファイバーレーザー14は予張力状態で梁材24に取り付けることもできる。

【0018】

当業者に明らかであるように、動作中、音響センサ10は、支持部材が音圧の影響下で撓むような方法で支持されるように構成される。1つの搭載構成の例は、5つの剛体面と、音圧に感度を有するダイアフラムを形成する6番目のフレキシブル面とを有する、立方体形状の支持体である。支持部材は次に、ダイアフラムの上に好適に搭載される。

10

【0019】

この態様においてファイバーレーザー14は可撓性梁材24の平らな表面に取り付けられているが、明らかに本発明は、ファイバーレーザー14が取り付けられるための曲面または不規則な支持表面を含むことができる支持部材にも、適用可能である。さらに、この第1の態様においてファイバーレーザー14は梁材24にその全長に沿って取り付けられているが、ファイバーレーザー14は分離した取り付け点において取り付けられることもでき、必要条件は、ファイバーレーザー14が梁材24に共鳴して曲がるかまたは撓むことのみである。

【0020】

明らかに、分布帰還型ファイバーレーザーの使用は、その放射波長が物理的環境に感度を有するレーザー活性領域の便利な態様を提供する。しかし、レーザー活性領域を含む他の撓み部または部材もまた、本発明の範囲内であることが意図される。

20

【0021】

1つの例は、支持部材の上にシリカなどの光学材料の層を直接蒸着することにより、予め定められた不均一な屈折率および/または他の光学特性を有して、ブラッグ格子を含む光導波路を形成することである。次にブラッグ格子に一致する光導波路の一部を、媒体に希土類イオンを添加することにより光学的に活性化させ、これによりレーザー活性領域を形成する。次に、フレキシブルなシリカ層の1端または両端における光ファイバー接続を介して、光線を光導波路内に組み入れるか、または光導波路から取り出すことができる。光ポンプのパワーがこの光末端接続を介して供給されると、分布帰還型レーザーが、撓んでいるかまたは曲がっている支持部材を有する光導波路のレーザー活性領域内に形成されて、関連するレーザー波長を本発明に従って変化させる。

30

【0022】

当業者に明らかであるように、音響センサ10は、その高められた圧力感度によりハイドロフォンとしての配備に特に好適である。音響センサ10は、当分野に周知の、各々離散波長においてレーザー出力する複数のセンサを組み込んだ、波長分割多重システムに組み入れることができる。これらの波長の各々における変化は、関連するセンサにおいて音響信号の存在を示し、これにより従来技術より感度の増加したハイドロフォンアレイを提供する。

【0023】

ハイドロフォンはしばしば移動または牽引アレイの構成で配備することが必要であり、その結果音響センサはノイズとして検出される種々のバルク加速度にさらされる。図5、図6および図7を参照すると、バルク加速度にさらされるシステムに組み込むのに好適な、本発明の第2の態様による音響センサ50が示される。音響センサ50には、可撓性支持部材28の両側に配置された、1対の対向するダイアフラムまたはウェブ要素44、46が組み込まれる。

40

【0024】

上部のダイアフラム44は、支持部材28の上面に隣接してファイバーレーザー14のキャビティ領域の両側に配置された1対の内部支点またはピボット点36、38を含む。下部のダイアフラム46は、支持部材28の端に近い位置で支持部材28の底面に隣接す

50

る、1対の外部支点またはピボット点32、30を含む。上部および下部のダイアフラム44、46は、それらの周縁において、上部および下部のフレキシブル膜40、41によりそれぞれ支持されている。膜はさらにそれぞれの外側端部においてフレーム42に取り付けられている。この様式により、上部および下部のダイアフラム44、46は、音圧の作用の下で支持部材28に向って内向きの変位を生じるが、これら両方ともバルク加速度の作用の元で共通して加速されることで、検知された音圧に対するこれら加速度の影響を実質的に減少させる。

【0025】

図6に最もよく示されるように、音圧は上部および下部のダイアフラムを内向きに移動させ、これにより上部の支点36、38および下部の支点32、30も同時に移動させる。支持部材28に沿った4つの支点の配置により、支持部材28、従ってファイバーレーザー14の撓みまたは曲げは、予め定められた様式で分散される。波長シフトの効果を、従ってセンサ50の感度を最大化するために、支点またはピボット点36、38、32、30は、レーザー作用の光パワーが最も高い領域においてファイバーレーザー14がもっともよく撓むかまたは曲がるように、そしてバルク加速度の効果を最小化するように、配置される。最大光パワーの領域は、一般にはファイバーレーザー14の中心領域内に存在する、共振キャビティである。

【0026】

図8を参照すると、パネ質量図100が示されているが、これは梁材の曲げによってファイバーレーザーにひずみが誘導される低周波数におけるハイドロフォン設計をモデル化するのに好適である。このモデルにおいて、梁材の曲げは、外部圧力環境に接触している機械装置により梁材150にもたらされる力によって引き起こされる。梁材に力を適用するピストン130、140の各々は、有効パネ剛性 k_m の膜110、120により、外部ボディに取り付けられていると仮定する。各ピストン130、140はまた、外部圧力場に接触する表面積 A_p を有すると仮定する。機械的用途には、梁材150は剛性 k_b および質量 m_b の(曲げ)パネ(flexural spring)として振舞う。単位圧力当たり梁材150に適用される力を比較することにより、これが

【数1】

$$\frac{A_p k_b}{k_b + k_m}$$

に、単位加速度当たり梁材150に適用される力に比例すること、これが m_b に直接比例することにより、性能指数FOMの以下の数値が導かれる。

【数2】

$$FOM = \frac{4A_p k_b}{m_b (k_b + k_m)}$$

【0027】

係数4は幾何学的利得係数であり、この場合は音響センサ50の4点梁材機構に適用される。したがって、FOMは、圧力感度の加速度感度に対する比率の堅固な測度を提供し、高い数値が圧力感度の増加を示す。

【0028】

したがって、音響センサ50を構成する1つの実証的な方法は以下である。
 上部および下部のダイアフラム44、46が実質的に等しい質量を有することを保証すること；
 上部および下部のフレキシブル膜40、41が実質的に等しい弾性係数(パネ定数)を有することを保証すること；

10

20

30

40

50

梁材の弾性係数、膜の弾性係数、梁材の質量およびダイアフラムの面積を最適に構成して、FOMを「最大化する」ことを保証すること；

外部支点またはピボット点32、30の支持部材28の端からの距離を、内部支点またはピボット点36、38の支持部材28の中心からの距離と実質的に等しくすることを保証することにより、梁材にかかるせん断力およびモーメントを実質的にバランスさせること。

【0029】

レーザーモード形状との関連で梁材の曲率を最適化するために、以下の一般の設計原理も適用してよい：

1．単一モード分布帰還型ファイバーレーザーにおける光パワーの分散が格子の中心付近で強くピークを示すため、またひずみに対するレーザー波長の感度が、以下の関係：

【数3】

$$\Delta\lambda \sim \int \text{strain} \times |E|^2 dz,$$

ここで $|E|^2$ は光強度に比例する、に従って、光パワーの分散により重み付けされた、格子に沿った局所ひずみの積分に関係するため、レーザーは格子の中心のひずみに対する感度が最も高く、デバイス長の中心10～20%から外側のひずみに対しては実質的に感度を示さない。

【0030】

2．可撓性支持部材に搭載された分布帰還型ファイバーレーザーの場合、任意の点におけるファイバーのひずみは、支持部材の局所曲率に支持部材の中心軸からのファイバーの変位を乗じた値に比例する。

【0031】

3．支持部材に1セットの点負荷群が適用される場合、本発明の第2の態様の場合のように、圧力または加速度の作用の下で支持部材の曲率はその軸にそって均一ではなく、励起点において最大値に近づく傾向がある。本出願人は、この構成において、支持部材の曲率は梁材の中心において最大となり、これはレーザーがひずみに対して最大感度を有する格子の中心に一致することを見出した。

【0032】

4．レーザーの性能特性をモデル化することにより、支持部材の曲率は、レーザーの感度の高い領域にわたって均一で高くなるように設計することができ、これにより最適圧力感度をもたらす。逆に、本出願人はまた、純粋な加速度の下で、波長シフトまたはは支持部材の中心領域で最小化されることを見出した。したがって、レーザーの光パワー分布についてダイアフラムまたはアクチュエータ配置の幾何学的形状を最適化することにより、加速度感度を次善最適構成と比較して少なくとも20dB減少させることが可能である。

【0033】

当業者に理解されるように、センサ50は次に、光ファイバー技術に基づくシステムの利点を有するだけでなく、増加した感度をも有する、移動または牽引ハイドロフォンアレイに組み込むことができる。特に本発明は、より深い深度で起こる非音響的な背景の圧力変化の効果を実質的に取り除くために、適用することができる。

【0034】

この第2の態様において、音響センサ50は、2500kHzの第1の音響共振より低い周波数において、100μPaの桁以上の音圧に感度を有することが見出される。これは、1000μPaを超える圧力にのみ感度を有する、支持なしファイバーレーザーと比較することができる。従って支持部材24は、ファイバーレーザー14によって測定されるように、音圧の効果を約2桁増幅できることを見出される。

【0035】

本発明の好ましい態様が上の詳細な記述に示されているが、本発明は開示された態様に

10

20

30

40

50

限定されるものではなく、また以下の特許請求の範囲に示され規定された本発明の範囲から逸脱することなく、多数の再配置、改変および置換が可能であることが、理解される。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1】本発明の第1の態様による音響センサの表象的側面図である。

【図2】図1に示された音響センサの真横からの図である。

【図3】図1に示された音響センサの側面図であり、支持部材がファイバーに対して凸状に曲がることによる、分布帰還型ファイバーレーザーの形状の変化を示す。

【図4】図1に示された音響センサの側面図であり、支持部材がファイバーに対して凹状に曲がることによる、分布帰還型ファイバーレーザーの形状の変化を示す。

10

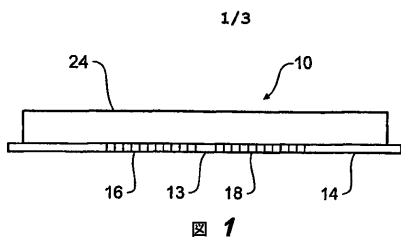
【図5】本発明の第2の態様による音響センサの表象的側面図である。

【図6】図5に示された音響センサの表象的側面図であり、音圧の効果を示す。

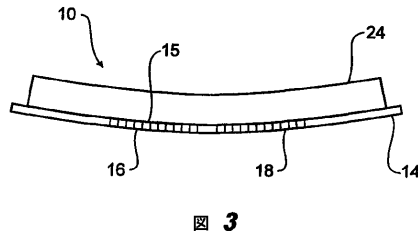
【図7】図5に示された音響センサの斜視図である。

【図8】本発明の別の態様のモデル化に適合させることができる、音響センサのパネ質量モデルである。

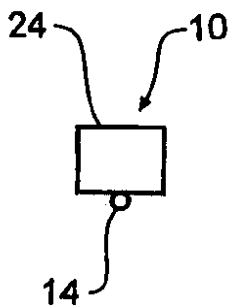
【図1】



【図3】



【図2】



【図4】

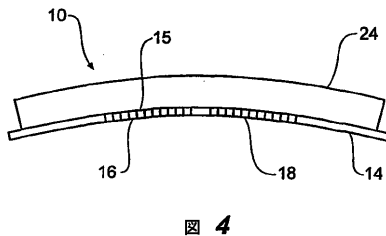


図 2

図 4

【 図 5 】

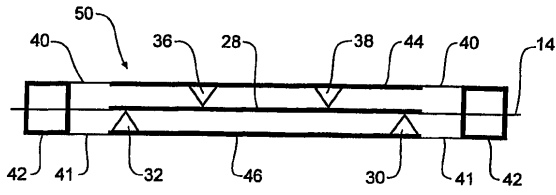


図 5

【 図 7 】

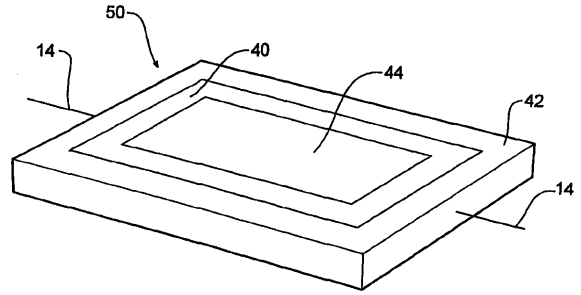


図 7

【 図 6 】

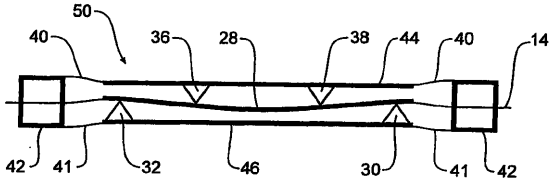


図 6

【 図 8 】

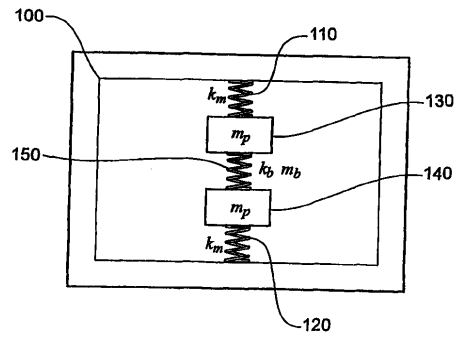


図 8

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/AU2005/001481
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int. Cl. G01L 1/24 (2006.01) G01H 9/00 (2006.01) 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) 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) DWPI & keywords (acoustic, detector, strain and similar terms); Espac & keywords (acoustic, laser, wavelength); USPTO and keywords (acoustic, support, diaphragm, hydrophone, wavelength, fibre, detector and similar terms); GOOGLE & keywords (acoustic, laser, sensor, wavelength, hydrophone)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6218661 B1 (SCHROEDER et al) 17 April 2001 See abstract, column 8 lines 3-30 and figs 3a, 3b	1-6,8
X	GB 2384108 A (QINETIQ LTD) 16 July 2003 See page 3 lines 3-9, page 7 line 22 to page 8 line 2	1,2,4-7
A	GB 2242518 A (UNIVERSITY OF SOUTHAMPTON et al) 2 October 1991 See abstract and fig 4	
<input checked="" 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 "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 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "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 "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) "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 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "&" document member of the same patent family "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 21 December 2005		Date of mailing of the international search report 3 JAN 2006
Name and mailing address of the ISA/AU AUSTRALIAN PATENT OFFICE PO BOX 200, WODEN ACT 2606, AUSTRALIA E-mail address: pct@ipaaustralia.gov.au Facsimile No. (02) 6285 3929		Authorized officer STEPHEN CLARK Telephone No : (02) 6283 2781

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/AU2005/001481
C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Derwent Abstract Accession NO. 89-079139/11, Class S02, FR 2618549 A1 (CORDONS ET EQUIPEMENTS SA) 27 January 1989 See abstract	
A	GB 2407154 A (CRANFIELD UNIVERSITY et al) 20 April 2005 See page 10 lines 3-13 and fig 4	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/AU2005/001481

This Annex lists the known "A" publication level patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The Australian Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent Document Cited in Search Report		Patent Family Member					
US	6218661	AU	43361/97	CA	2258640	CA	2295919
		CN	1269881	CN	1230253	EP	923703
		EP	995091	ID	26513	NO	991026
		NO	20000039	US	5828059	US	5841131
		WO	2000/025103				
GB	2384108	AU	2002356336	EP	1464204	US	2005051022
		WO	2003/029009				
GB	2242518	NONE					
FR	2618549	NONE					
GB	2407154	WO	2005/040727				

Due to data integration issues this family listing may not include 10 digit Australian applications filed since May 2001.

END OF ANNEX

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, 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, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 フォスター, スコット

オーストラリア国 エス.エー. 5 1 1 1、エディンバラ、ウェスト アベニュー

(72)発明者 ヴァン ヴェルツェン, ジョン

オーストラリア国 エス.エー. 5 1 1 1、エディンバラ、ウェスト アベニュー

(72)発明者 ティコミロフ, アレクセイ

オーストラリア国 エス.エー. 5 1 1 1、エディンバラ、ウェスト アベニュー

(72)発明者 リュック, フランソワ

オーストラリア国 エヌエスダブリュ 2 1 1 6、ライデルメア、ビクトリア ロード 2 7 4

(72)発明者 ベッドウェル, イアン

オーストラリア国 エヌエスダブリュ 2 1 1 6、ライデルメア、ビクトリア ロード 2 7 4

Fターム(参考) 2F055 AA39 BB19 CC59 DD20 EE31 FF11 GG49