

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5562635号
(P5562635)

(45) 発行日 平成26年7月30日(2014. 7. 30)

(24) 登録日 平成26年6月20日(2014. 6. 20)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 L 9/00 (2006.01)

G O 1 L 9/00

B

請求項の数 29 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2009-512074 (P2009-512074)
 (86) (22) 出願日 平成19年5月18日 (2007. 5. 18)
 (65) 公表番号 特表2009-538423 (P2009-538423A)
 (43) 公表日 平成21年11月5日 (2009. 11. 5)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2007/012050
 (87) 国際公開番号 W02007/139745
 (87) 国際公開日 平成19年12月6日 (2007. 12. 6)
 審査請求日 平成22年1月28日 (2010. 1. 28)
 (31) 優先権主張番号 11/439, 097
 (32) 優先日 平成18年5月23日 (2006. 5. 23)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 597115727
 ローズマウント インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 55317 ミネソタ州
 、チャナッセン、マーケット・ブルバード 8200
 (74) 代理人 100078662
 弁理士 津国 肇
 (74) 代理人 100131808
 弁理士 柳橋 泰雄
 (72) 発明者 トイ, エイドリアン・チャンチャル
 アメリカ合衆国、ミネソタ 55347、
 エデン・プレイリー、クラーク・サークル
 9692

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧力トランスミッタのための圧力センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第一層と、

前記第一層から間隔を置いて配置される第二層と、

前記間隔に充填された流動性を有する充填物質と、

前記第一又は第二層の表面に光を照射するための光源と、

前記充填物質を介して互いに対向する前記第一及び第二層の界面に反射された光を検知し、これら反射光に基づいて印加圧力に関係した出力を与える光センサと、
 を含み、前記第一及び第二層が、変形可能で圧力に反応する部材により形成された、圧力センサ。

【請求項 2】

第一及び第二層が脆性で透明な物質である、請求項 1 に記載の圧力センサ。

【請求項 3】

前記変形可能で圧力に反応する部材中に、前記第一及び第二層の間の距離を画定するキャビティを形成した、請求項 1 に記載の圧力センサ。

【請求項 4】

前記第一及び第二層は単結晶物質を含む、請求項 1 に記載の圧力センサ。

【請求項 5】

前記光源からの光を前記第一又は第二層の表面に向けるように構成された光ファイバーを含む、請求項 1 に記載の圧力センサ。

【請求項 6】

前記光ファイバーが、前記第一及び第二層を覆うハウジング内部に延びている、請求項 5 に記載の圧力センサ。

【請求項 7】

前記第一及び第二層を覆うハウジングを含み、前記ハウジング内部は絶縁充填流体で充填されている、請求項 1 に記載の圧力センサ。

【請求項 8】

前記絶縁充填流体をプロセス流体から絶縁し、前記プロセス流体からの印加圧力を前記絶縁充填流体に伝達する、前記ハウジングに装着された分離ダイアフラムを含む、請求項 7 に記載の圧力センサ。

10

【請求項 9】

プロセス制御ループ上に、印加圧力に関係した出力を与えるように構成された I / O 回路を含む、請求項 1 に記載の圧力センサ。

【請求項 10】

前記第一及び第二層は互いに接合され、それらの間にキャビティを形成する、請求項 1 に記載の圧力センサ。

【請求項 11】

前記第一及び第二層は融解接合によって互いに接合され、前記キャビティは気密にシールされている、請求項 10 に記載の圧力センサ。

【請求項 12】

前記第一及び第二層はサファイアを含む、請求項 1 に記載の圧力センサ。

20

【請求項 13】

反射光の干渉に基づいて印加圧力に関係した出力を与えるように構成された制御器を含む、請求項 1 に記載の圧力センサ。

【請求項 14】

前記光源は多重周波数の光を与えるために、周波数領域をずらす、請求項 1 に記載の圧力センサ。

【請求項 15】

前記光源が同時に多重周波数の光を与える、請求項 1 に記載の圧力センサ。

【請求項 16】

前記充填物質を受けるためのリザーバを含む、請求項 1 に記載の圧力センサ。

30

【請求項 17】

前記充填物質は油を含む、請求項 1 に記載の圧力センサ。

【請求項 18】

変形可能で圧力に反応する部材により、間隔を置いて配置される第一及び第二層を形成し、前記間隔に流動性を有する充填物質を充填した構成の圧力センサ部材を用いて、プロセス流体の圧力を検出する方法であって、

前記圧力センサ部材に光源からの光を照射し、前記充填物質を介して対向する前記第一及び第二層の界面に光を反射させるステップと、

前記第一層と充填物質との界面に反射された第一反射光、及び前記第二層と充填物質との界面に反射された第二反射光を検知するステップと、

40

前記第一及び第二反射光に基づいて印加圧力に関係する出力を与えるステップと、を含む方法。

【請求項 19】

第一層と、

前記第一層から間隔を置いて配置される第二層と、

前記間隔に充填された流動性を有する充填物質と、

前記第一又は第二層の表面に光を照射するための光源と、

前記間隔を置いて互に対向する前記第一及び第二層の界面に反射された光を検知し、これら反射光に基づいて印加圧力に関係した出力を与える光センサと、

50

前記光センサからの反射光スペクトル及び前記光センサの電流状態に関係したデータを記憶する非揮発性メモリと、

検知された反射光のスペクトル及び記憶された前記データの関数としてプロセス流体の圧力に関係した出力を含む制御器と、

を含み、前記第一及び第二層が、変形可能で圧力に反応する部材により形成された、プロセス流体の圧力を検知するように構成された装置。

【請求項 20】

前記光源は光格子を含む、請求項 19 に記載の装置。

【請求項 21】

変形可能で圧力に反応する部材により、間隔を置いて配置される第一及び第二層を形成し、前記間隔に流動性を有する充填物質を充填した構成の圧力センサ部材を用いて、プロセス流体の圧力を検出する方法であって、

前記圧力センサ部材に光源からの光を照射し、前記間隔を置いて対向する前記第一及び第二層の界面に光を反射させるステップと、

前記第一層の界面に反射された第一反射光、及び前記第二層の界面に反射された第二反射光を検知するステップと、

検知された前記第一及び第二反射光を、反射光スペクトル及び圧力センサ部材の導体に関係した、非揮発性メモリに記憶されたデータと比較するステップと、

前記比較に基づいて印加圧力に関係した出力を与えるステップと、

を含む、プロセス流体の圧力を検出する方法。

【請求項 22】

前記第一及び第二反射光を検知する前に、これら反射光が光格子を通過するステップを含む、請求項 21 に記載の方法。

【請求項 23】

印加圧力に反応して変形する部材であって、間隔を置いて配置される第一及び第二層を形成する前記部材と、

前記間隔に充填された流動性を有する充填物質と、

前記部材に光を照射する光源と、

前記間隔を置いて対向する前記第一及び第二層の界面に反射された光のスペクトルを検知するように構成された光センサと、

前記反射光のスペクトルデータを記憶するように構成されたメモリと、

検知された前記スペクトルを記憶された前記スペクトルデータと比較し、印加圧力に関係した出力を与えるように構成された制御器と、

を含む、プロセス流体の圧力を測定する装置。

【請求項 24】

前記光センサが CCD センサを含む、請求項 23 に記載の装置。

【請求項 25】

前記光センサが格子を含む、請求項 23 に記載の装置。

【請求項 26】

圧力に反応して変形する部材であって、間隔を置いて配置される第一又は第二層を形成する前記部材と、

前記間隔に充填された流動性を有する充填物質と、

前記第一又は第二層の表面に対向して配置された端を含む光ファイバーと、

前記光ファイバーを通じて、前記第一又は第二層の表面に光を照射する光源と、

前記間隔を置いて対向する前記第一及び第二層の界面に反射された光を検知し、これら反射光に基づいて印加圧力に関係した出力を与える光センサと、

を含む圧力センサモジュール。

【請求項 27】

前記光ファイバーの端は、気密されたハウジング内で前記第一又は第二層の表面に対向して配置されている、請求項 26 に記載の圧力センサモジュール。

【請求項 28】

前記光ファイバーの端は、前記第一又は第二層の表面から離れて配置されている、請求項 26 に記載の圧力センサモジュール。

【請求項 29】

前記光ファイバーの端は、前記第一又は第二層の表面にほぼ平行に配置されている、請求項 26 に記載の圧力センサモジュール。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

本発明は、プロセス制御工業に関する。特に、本発明は圧力トランスミッタの中の圧力センサに関する。 10

【0002】

プロセス応用においてプロセストランスミッタは、プロセスの圧力を測定し、例えば 4 - 20 mA 電流ループである、二線プロセス装置ループを介して情報をやり取りするように通信する。トランスミッタ中の圧力センサは、典型的には、印加圧力に応じて動く偏向可能なダイヤフラムを含む、あるタイプの圧力応答構造を含んでいる。これらの構造は、絶対圧力及び差圧の両方を測定するために使用され得る。ここで用いられるように、差圧センサは、比較的広い絶対圧力領域に渡って、（フローチューブ中のオリフィスの両端、又は流体充填容器中の二つの異なる高さの間に生成される圧力差のような）比較的小さい圧力差を測定するセンサである。典型的な従来のトランスミッタでは、差圧を測定するために、二つの差圧を構造の対向する側面に印加され、測定される構造中の相対変形を引き起こす。変形の測定は、例えば、構造に備えられているコンデンサ板の動きによる静電容量の変化、抵抗性のストレインゲージの抵抗の変化、などを測定することによって達成され得る。 20

【0003】

非常に正確な絶対圧力センサが望まれてきた。また、二つの別々の絶対圧力センサで差圧を測定するためには、好適には、使用する二つの別々の絶対圧力センサは、二つの圧力を差圧センサに機械的に結合するより、機械的にはずっと単純であることが望ましい。加えて、そのような差圧センサでの過剰圧力条件は、差圧センサを損ね得る。しかしながら、十分な正確さを有する絶対圧力センサを以てしても、4000 psia ほどの静的又は線圧力極限に耐えなければならないデバイスで、0.4 psi から 40 psi の領域の差圧を測定できるようにすることは難しかった。例えば、4 psi の 0.01% は、4000 psia の 0.00001% (10^{-7} 又は 0.1 ppm) を要求する。 30

【0004】

プロセス応用で用いられる典型的な既知のトランスミッタは、温度のように関係のないパラメータへの期待しない応答に個々で変動があるように、検知された圧力に対する感度は個々で変動がある。これは、二つの絶対若しくはゲージセンサの出力を組み合わせる差圧を表す出力を与える時、又はセンサを広い圧力領域にわたって用いる時に、特に問題となり得る。加えて、センサを圧力トランスミッタに搭載することに付随する力学的応力は、圧力測定に比較的大きな誤差をもたらすことがある。 40

【0005】

別のタイプの圧力センサ 2002 年 11 月 26 日に公表されたシットラーらによってローズマウントインクに譲渡された、圧力トランスミッタのための圧力センサなるタイトルの米国特許 6484585 号に記載されている。シットラーらの特許は、脆性で材料によって作られた異なるタイプの圧力センサを記載している。容量板は物質中に備えられ、容量板の間の間隔は、印加圧力に応じて変化する。これにより、測定可能で印加圧力と関連付けられている板の間の静電容量に変化をもたらす。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0006】

圧力センサは、印加圧力に応じて変形する構造を含んでいる。光源は構造に向いている。これにより、構造による反射が与えられる。センサは反射を検知し、印加圧力に関連した出力を与えるように構成されている。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】プロセス制御又は監視システムの簡便化した図である。

【図2】変形可能で圧力に反応する部材の概略図である。

【図3】変形可能で圧力に反応する部材を通る反射光を示す図である。

【図4】変形可能で圧力に反応する部材の図である。

【図5】変形可能で圧力に反応する部材を含む圧力トランスミッタの図である。

【図6】本発明に従う圧力センサの別の例の構成の平面図である。

【図7】本発明に従う圧力センサの別の例の構成の平面断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

本発明において、印加圧力に応答して変形する構造を含む圧力センサが提供される。光は構造に向けられ、その反射は観測され、印加圧力に関連付けられる。ある従来技術の構成では、単一周波数光源が用いられ、結果として生じる反射はダイアフラムの偏向を決定する。しかしながら、このような構成では、反射された周波数は、ダイアフラムの様々な偏向に対して周期的に繰り返される。つまり、他の技術を用いなければ、周波数の中のどの周期的繰り返しを観測されているのか、を決定することは不可能であるし、従って、ダイアフラムの偏向を決定することは不可能である。対照的に、ある構成において本発明は、基板のペアから形成されるダイアフラム構成の偏向を決定するために、多重周波数を用いる。

【0009】

図1は、本発明の圧力センサが応用可能であろうタイプの、プロセス配管12を含む工業プロセス制御又は監視システム10である。本例では、プロセストランスミッタ14は配管12に接続されて示されており、二線プロセス制御ループ18を介して制御室16に信号を与える。トランスミッタ14からの出力は、プロセス配管12中を運搬されるプロセス流体の圧力と関係している。ある構成では、二線プロセス制御ループ18はトランスミッタ14へ信号を伝送するためと電力を供給するための両方に用いられる。ループ18は、4 - 20 mA 標準、ハート (HART) 通信プロトコル、フィールドバス通信プロトコル等を含む既知の標準などの適切な技術に従って動作させることができる。さらに、制御ループは無線等で動作させることも可能である。

【0010】

図2は、全般的に透明又は半透明の物質の変形可能で圧力に反応する部材50の概略図である。変形可能で圧力に反応する部材50は、例えば、2002年11月26日に公表されたシットラーらによってローズマウントインクに譲渡され、ここに完全に参考文献として組み込まれる、圧力トランスミッタのための圧力センサなるタイトルの米国特許6484585号中で説明されている技術に従って作られよう。例えば、変形可能で圧力に反応する部材50は、サファイア、シリコン、ゴム、水晶、ダイヤモンドで形成されることが可能であり、単結晶物質を含み得る。部材50は、その中に形成されるキャビティ52を含んでいる。圧力Pが部材50に印加されると、キャビティ52の内部壁54の間の間隔dが変化する。

【0011】

部材50は、例えば、圧力下に基板と一緒に配置し、場合によっては熱を加えることによって互いに融解接合される脆性物質の二つ以上の基板によって形成され得る。このような構成は、部材50中の欠陥の量を減らし、間隔dの変化と印加圧力Pの間の関係の繰り返し度(リピータビリティ)を改善する。

【0012】

図3は、本発明の動作を示す変形可能部材50の断面図である。図3では、圧力センサ

10

20

30

40

50

58は、光源60及びスペクトロメータ62を用いて形成される。要素62は、CCD検出センサを含むどんな適切な検出器でも構わない。ソース60は、光束64を部材50に向けるよう構成されている。光束64の部分64Aは、壁54とキャビティ52の間のある界面で反射されるが、第二の部分64Bはキャビティ52と壁54の別の界面で反射される。センサ62は、反射部分64A及び64Bを含む光束64を受けるように配置されている。反射部分64A及び64Bは、ある波長の生成又は消滅のいずれかである、それらの間の干渉を生じる。干渉は、キャビティ52の二つの壁54の間の間隔dの関数である。間隔dが印加圧力Pと共に変化すると、スペクトロメータ62からの出力66は印加圧力と関連付けられ得る。

【0013】

ある構成では、キャビティ52は油などの流体を含んでいる。間隔dが変化すると、油層の厚さが同時に変化する。反射率スペクトロピーを用いると、反射光の色の変化はセンサ62によって検知され、印加圧力Pと関連付けることができる。そのような構成では、間隔dが減少すると、キャビティ52に含まれる油を受け止めるリザーバ55が備えられよう。同様に、間隔dが増加すると、リザーバ55は増えた体積を充填するために油を供給する。キャビティ52を充填するために用いられる流体は、光のある成分を吸収し、よって、反射率スペクトロピーで距離dの変化を観測することを可能とする。

【0014】

別の構成では、キャビティ52は、例えば、観測されるように反射光の間に生成/消滅干渉における真空を含んでいる。干渉計を用いることによって、図3に示したような格子57のような回折格子と一緒にスペクトロメータを用いて、反射光が監視される。格子はスペクトロメータ62内の構成要素であってもよい。もし、スペクトロメータを使わないならば、例えば、一次元CCD検出器を用いるなら、外部格子を利用することができる。センサ62は、リニアCCDを含み得る。格子57は、変化する強度レベルを含む分散パターンを与える。変化する強度レベルは反射光での干渉によって生じる。これらのパターンは、様々な圧力で繰り返される。回折格子を用いる典型的な従来技術では、圧力センサ58はシステムが使用される毎に、又は電力が落ちると再キャラクタライズされなければならない。しかしながら、ある観点では、本発明は、ある圧力領域中の反射光のスペクトルの特性を記憶するように構成されているメモリ104（図5参照）のような、メモリを含んでいる。よって、圧力センサは、システムの電源が切れたとき、初期校正が要求されない。

【0015】

光源60は、例えば、レーザを含む適切な光源であって構わない。光束64は、適切なフォーマットのものであってよく、コヒーレント光である必要はない。さらに、光は可視光である必要はなく、適切な波長の電磁気放射で構わない。同様に、センサ62は、例えば、一次元リニアCCDアレイのように、光束64に好適に反応する適切な検知技術であって構わない。スペクトルの像は、一次元リニアCCDアレイ62に射影される。圧力に対応するデータは、A/D変換器100（図5参照）を介してメモリ104に伝送される。圧力が変化すると、キャビティ長dは変化し、スペクトルはシフトする。制御器103によってメモリ104に記憶されたデータとの比較を行うことで、圧力変化を検知することができる。もしメモリ104が不揮発性メモリを含んでいれば、たとえ電力が落とされても、システムはメモリ104に、相変わらず圧力データ及びスペクトルデータを保持する。

【0016】

図4は、圧力センサ58を含む圧力センサモジュール70のある実施形態の断面図である。圧力センサモジュール70は、絶縁流体74で充填され、シールされたハウジング72を含んでいる。部材50は、例えば、サポートを用いて、流体中に吊り下げられているか、又は光ファイバー80に装着されていてもよい。絶縁流体は、例えば、実質的に非圧縮性である油等であり得る。分離ダイアフラム76は、分離ダイアフラム76に印加される印加圧力Pはダイアフラム76を横切り、絶縁流体74に伝達されるように、ハウジン

10

20

30

40

50

グ 7 2 の開口部に渡って広がっている。絶縁流体 7 4 は、そうして、圧力 P を部材 5 0 に印加する。

【 0 0 1 7 】

図 4 では、部材 5 0 は二つの部分、平坦部分 5 0 A 及び食刻部分 5 0 B、を含むように示されている。部分 5 0 A 及び 5 0 B は、例えば、溶融接合を用いて互いに接合され、キャビティ 5 2 を形成する。光ファイバー 8 0 は、ハウジング 7 2 の中に延びており、部材 5 0 に向いている先端を含んでいる。光ファイバー 8 0 は、ソース / センサ 6 0 / 6 2 から部材 5 0 に向かう光束 6 4 (図 3 参照) に結合している。図 4 に示されている構成では、ソース 6 0 及びセンサ 6 2 は、一つの構成要素として示されている。

【 0 0 1 8 】

ある圧力センサの構成では、センサ部材のダイスはセンサパッケージの外側に広がっていなければならない、電気接点は部材と共に検知キャパシタを作ることができる。このことは比較的大きなシールが、センサ部材のダイスの周辺に広がっていることを要求する。さらに、あるセンサは、シールすることが難しい鋭い隅を生成する長方形の断面を有している。そのようなシールは真鍮を用いて作ることができる。しかしながら、真鍮はセンサダイス上に大きな力を及ぼし得て、それによって測定に不正確さが導入される。

【 0 0 1 9 】

好適には、光ファイバー 8 0 は、円形の断面を有し、よって鋭い隅を含まない。ファイバーは、例えば、直径 $125\ \mu\text{m}$ のオーダーであり、よってファイバー 8 0 がハウジング 7 2 に入り込むところをシールするために 0 . 0 1 5 インチの周長しか必要としない。シール 8 1 (図 4 で変化を参照) は、ブライジング又は他の技術を含む適切な技術を用いて形成することができる。分離ダイアフラム 7 6 は、薄い金属層であっても良く、圧力トランスミッタの製造で知られている技術を用いて製作することができる。二つの実施形態はプロセス流体から絶縁されたセンサ部材 5 0 を示しているが、センサが直接的にプロセス流体に接する他の実施形態を提供することも価値があろう。

【 0 0 2 0 】

出力 6 6 はプロセッシング電子機器 8 2 に与えられる。もし光束 6 4 が単一周波数を含むなら、正確に検知され得る最大回折距離 d は、その周波数の一波長に限られる。これは、一波長より大きい回折に対しては干渉パターンが繰り返され、プロセッシング電子機器 8 2 は、繰り返しパターンを区別できないことに因るものである。しかしながら、もし多重周波数を光束 6 4 の中で用いれば、それは、より複雑なパターンが生成される。より複雑なパターンは、部材 5 0 中で一波長より大きな間隔 d の回折に写像され得て、それによって、広がった動作領域が圧力センサ 5 8 にもたらされる。そのような構成では、光源 6 0 は、多重光源を含んでいる。一例では、光源は約 $250\ \text{nm}$ から約 $700\ \text{nm}$ の領域に渡って走査し、反射光の強度を観測する。強度パターンは特徴付けされ得て、印加圧力に関係付けされ得る。この周波数走査に数秒かかるだろうから、ある構成では、走査は周期的にしか実行されない。一度、反射分光学的技術を用いて印加圧力が決定されると、圧力は単一周波数を用いることによって監視を続けることが可能である。上述のように、単一周波数を用いるときには、回折位置のどれだけの数が反射光を生成したのかを知ることは不可能である。これは、反射光が周期的に繰り返されるからである。例えば、反射光は基板の間の複数の間隔で、例えば、 $2500\ \text{Å}$ 、 $4000\ \text{Å}$ 、 $8500\ \text{Å}$ 、及び $12000\ \text{Å}$ の間隔で、同じ色に見えることがある。反射光の周波数は、これらの間隔の各々に対して同一である。しかしながら、実際の反射を決定するために多重周波数技術を周期的に用いることによって、単一周波数技術は、より速やかに圧力決定値を更新するために用いることができる。もし単一周波数観測技術がダイアフラム間の反射が急速に変化していることを示すならば、多重周波数技術は、周期的に又はより頻繁に、繰り返され得る。

【 0 0 2 1 】

図 5 は、プロセス配管 1 2 に接続され、圧力センサモジュール 7 0 を含むトランスミッタ 1 4 の単純化された図である。図 5 の構成では、ソース / センサ 6 0 / 6 2 からの出力

10

20

30

40

50

66は、アナログからデジタルへの変換器100に供給される。アナログからデジタルへの変換器100からの出力は、例えば、マイクロプロセッサなどを含み得る制御器102に供給される。制御器102は、メモリ104に記憶されているプログラミング命令に従って動作し、入力/出力回路108に出力106を与える。出力106は、印加圧力Pと関連している。I/O回路108は、二線プロセス制御ループ18に結合し、印加圧力Pに関連した出力を伝送するように構成されている。ある構成では、I/O108は、トランスミッタ14の電力回路に使用され得る、電力出力を含んでいる。

【0022】

好適には、センサ部材は少なくとも部分的に透明な物質から形成され、光は物質中に入り込み反射され得る。

10

【0023】

図6は、圧力センサが光ファイバー122を直接的にセンサ部材124に結合することによって形成される、本発明の別例の構成120を表している。光ファイバー122は、クラッド123及びコア125を含んでいる。変形可能なセンサ部材は、好適には、ファイバー122の端に結合される透明で脆性な物質を含んでいる。この構成では、上述の第一及び第二層は、センサ部材124の層126及び光ファイバー122の端に備えられた面128によって形成される。部材124は、ある特定の構成では、ファイバー122の先端に直接的に気密に結合される食刻されたサファイアウエハを含み得る。

【0024】

図7は、変形可能なセンサ部材124が、中心に形成された穴131を含む薄いサファイア板129に取り付けられた薄いサファイアダイアフラム130を用いて形成される、本発明の別例の構成を表している。サファイア板129は、サファイアダイアフラム130の表面と光ファイバー122の端の間のスペースを提供する。ダイアフラム130及び板129は、適切な構成をあり得て、ここで議論した円形の構成に限定されない。板129はサファイアファイバー122に取り付けられている。水晶を含むいかなる適切な物質も用いられて構わず、ファイバーは標準の光ファイバーを含み得る。この構成によって、ダイアフラムの厚さ、平行の向き付け、及び表面仕上りの品質について改良された制御ができるようになる。このことでさらに容易に、ダイアフラムとファイバー先端が、より平行に近づけることができるようになる。穴又はギャップ131も、より容易に制御され製造される。ダイアフラム130それ自体は、望めば別個に仕上げる事が可能である。

20

30

【0025】

ある観点では、本発明は、例えば、石鹸の泡又は水上の薄い油膜で生じる既知の効果と関連している。この効果は膜の厚さを決定するために用いられる。例えば、多くの色が石鹸の泡の上では可視であり、層の厚さによって、例えば、石鹸の泡が膨らむときに、色は変化をする。これらの「薄い層の色」は、干渉現象、即ち、層の前面側及び背面側において（異なる光密度を有する二つの境界において）反射された光波の重ね合わせ、に基づいている。

【0026】

二つの反射光線1と2の乱されていない重ね合わせによって、周期的振幅と（擬白色光源としてのハロゲンスペクトルランプのような）白色連続光源のスペクトルに消失がもたらされる。

40

【0027】

二つの光線の重ね合わせは、純粋な加法ではないので、いわゆる干渉が生じる。センサは、例えば、スペクトロメータ及びハロゲンランプに接続された、カブラを有するファイバー光ケーブルを通じて照光される。反射された干渉スペクトルは、そこでそのスペクトルが解析され、キャピティ長d変化が計算されるスペクトロメータに戻るよう誘導される。

【0028】

当業者は本発明の意図及び目的を逸脱しない形態及び詳細の範囲で、変形が可能である

50

ことは理解できるであろう。上述のように、本発明の多重周波数技術は単一周波数技術の補足として実装され得る。そのような構成では、多重周波数測定技術は、基板間の真の距離を決定するために用いられる。そして、引き続き測定は単一周波数技術を用いて実行される。多重周波数測定は、もし単一周波数測定技術が基板間の間隔が急に変化していることを示せば、周期的又はより頻繁に繰り返すことができる。本発明の多重周波数測定技術は、多重周波数が同時に供給されるような多重周波数源又は時間によって周波数を動く多重周波数源を用いて、実行することができる。周波数領域は連続的領域でもよいし、又は離散的ステップであっても構わない。油、空気、他の気体又は液体など、どんな適切なフィルム物質を使ってもよい。本発明は、スペクトルの変化を決定し（スペクトルシフト／移動）、圧力の変化に関係したキャビティの変動を測定するために、反射分光学の利用を含んでいる。

10

【符号の説明】

【 0 0 2 9 】

1 0 工業プロセス制御又は監視システム

1 2 プロセス配管

1 4 プロセストランスミッタ

1 6 制御室

1 8 二線プロセス制御ループ

5 0 変形可能で圧力に反応する部材

5 0 A (部材の)平坦部分

5 0 B (部材の)食刻部分

5 2 キャビティ

5 4 (キャビティの)内部壁

5 5 リザーバ

5 7 格子

5 8 圧力センサ

6 0 光源

6 2 スペクトロメータ

6 4 光束

6 4 A 光束の部分

6 4 B 光束の第二の部分

6 6 出力

7 0 圧力センサモジュール

7 2 ハウジング

7 4 絶縁流体

7 6 分離ダイアフラム

8 0 光ファイバー

8 1 シール

8 2 プロセッシング電子機器

1 0 0 A / D変換器

1 0 2 制御器

1 0 3 制御器

1 0 4 メモリ

1 0 6 出力

1 0 8 入力／出力回路

1 2 0 本発明の別例の構成

1 2 2 光ファイバー

1 2 3 クラッド

1 2 4 センサ部材

1 2 5 コア

20

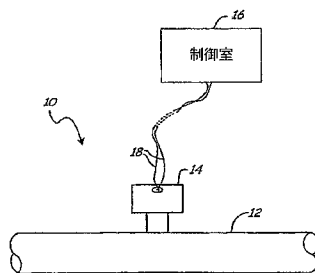
30

40

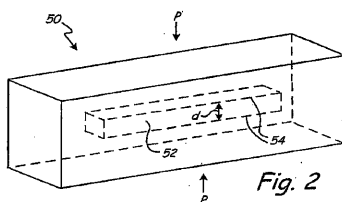
50

- 1 2 6 (センサ部材の)層
- 1 2 8 (センサ部材の)面
- 1 2 9 サファイア板
- 1 3 0 サファイアダイアフラム
- 1 3 1 穴、ギャップ

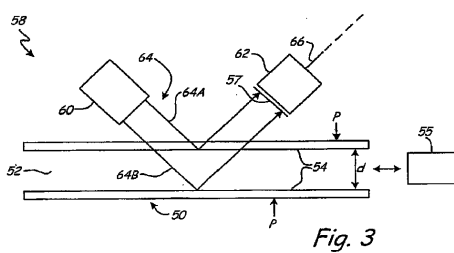
【図 1】



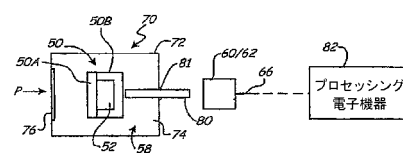
【図 2】



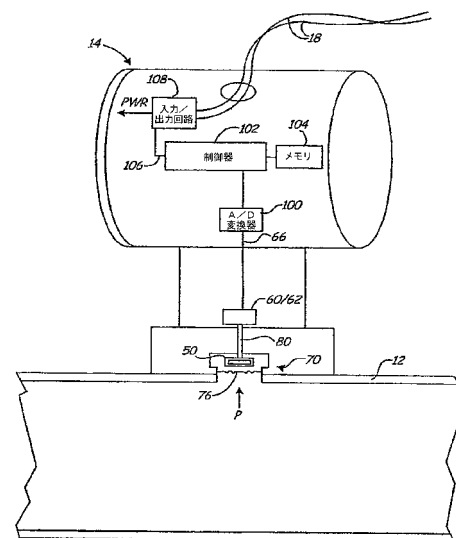
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【 図 6 】

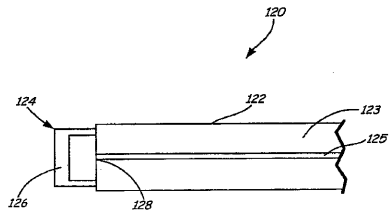


Fig. 6

【 図 7 】

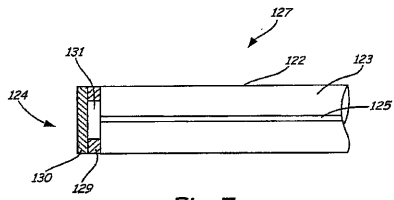


Fig. 7

フロントページの続き

(72)発明者 ル, リン - ジュ

アメリカ合衆国、ミネソタ 5 5 3 4 4、エデン・プレイリー、シーニック・ハイツ・ロード 1
5 8 1 5

審査官 三田村 陽平

(56)参考文献 仏国特許出願公開第02147637(FR, A1)

米国特許第03040583(US, A)

特開平04-232435(JP, A)

特開2005-291945(JP, A)

特開2006-058070(JP, A)

特開平07-151624(JP, A)

特開昭61-035334(JP, A)

国際公開第02/023148(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01L 7/00 - 23/32

G01L 27/00 - 27/02