(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4570222号
(P4570222)

(45)発行日　平成22年10月27日(2010.10.27)　(24)登録日　平成22年8月20日(2010.8.20)

(51)Int.Cl.		F I		
G01L 11/02	(2006.01)	G01L	11/02	
G01L 1/24	(2006.01)	G01L	1/24	A
G01L 7/02	(2006.01)	G01L	7/02	
G02B 6/00	(2006.01)	G02B	6/00	306

請求項の数 2　(全 7 頁)

(21)出願番号　特願2000-290403(P2000-290403)
(22)出願日　平成12年9月25日(2000.9.25)
(65)公開番号　特開2002-98604(P2002-98604A)
(43)公開日　平成14年4月5日(2002.4.5)
審査請求日　平成19年9月3日(2007.9.3)

(73)特許権者　000005290
古河電気工業株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目２番３号
(74)代理人　100078329
弁理士　若林　廣志
(72)発明者　出雲　正樹
東京都千代田区丸の内２丁目６番１号　古河電気工業株式会社内
(72)発明者　栗原　和郎
東京都千代田区丸の内２丁目６番１号　古河電気工業株式会社内

審査官　石井　哲

最終頁に続く

(54)【発明の名称】光式圧力センサー

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
圧力の変化を歪みの変化に変換するダイヤフラムに、光ファイバの長さ方向の一部に形成したＦＢＧ（光ファイバブラッグ回折格子）を取り付けてなる光式圧力センサーにおいて、前記ダイヤフラム上に二つの固定ブロックを間隔をあけて固定し、この二つの固定ブロック上に前記光ファイバのＦＢＧの両側の２点のみをＦＢＧにたるみがないように固定したことを特徴とする光式圧力センサー。
【請求項２】
ＦＢＧに張力をかけた状態で固定したことを特徴とする請求項１に記載の光式圧力センサー。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、ＦＢＧ（光ファイバブラッグ回折格子）を用いた光式圧力センサーに関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
ＦＢＧを用いた光式圧力センサーは特開平１１－２１８４５８号公報に開示されている。従来のこのタイプの光式圧力センサーは、図９に示すように、長さ方向の一部にＦＢＧ12を形成した光ファイバ10と、圧力の変化を歪みの変化に変換する感圧部材例えばダイヤフ

ラム14とを備え、光ファイバ10のＦＢＧ12の部分を接着剤16によりダイヤフラム14に固定した構造となっている。

【０００３】

この光式圧力センサーは例えば図１０のように筐体に組み込まれる。すなわち、ダイヤフラム14はその周縁を筐体18に気密に固定される。光ファイバ10は筐体18内に適当な余長を残し、筐体18の気密蓋20を光ケーブル22の形態で貫通して外部に導出される。なお24は温度検出用のＦＢＧである。

【０００４】

この圧力センサーでは、ダイヤフラム14に外圧がかかると、ダイヤフラム14が歪み、ＦＢＧ12に伸び歪みが発生する。したがって、光ファイバ10の一端から光を入射し、ＦＢＧ12からのブラッグ反射光を観察すると、ＦＢＧ12の伸び歪みにより反射光の波長が変化するので、その波長シフト量を測定することにより、圧力を測定できる。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】

従来の光式圧力センサーは、光ファイバのＦＢＧの部分を接着剤によってダイヤフラムに直接固定しているため、接着剤がセンサーの温度特性に影響を与えており、高い測定精度が要求される場合に、十分な測定精度を得ることが困難であった。またセンサーのダイナミックレンジは、ダイヤフラムの材料特性（弾性限界）により制限されるため、ダイナミックレンジを大きくすることが困難であった。

【０００６】

本発明の第一の目的は、より測定精度を向上させた光式圧力センサーを提供することにある。

本発明の第二の目的は、ダイナミックレンジを大きくとることのできる光式圧力センサーを提供することにある。

【０００７】

【課題を解決するための手段】

上記第一及び第二の目的を達成するため本発明は、圧力の変化を歪みの変化に変換するダイヤフラムに、光ファイバの長さ方向の一部に形成したＦＢＧ（光ファイバブラッグ回折格子）を取り付けてなる光式圧力センサーにおいて、前記ダイヤフラム上に二つの固定ブロックを間隔をあけて固定し、この二つの固定ブロック上に前記光ファイバのＦＢＧの両側の２点のみをＦＢＧにたるみがないように固定したことを特徴とするものである。

【０００９】

また本発明の光式圧力センサーは、ＦＢＧに張力をかけた状態で光ファイバを感圧部材に固定することが好ましい。

【００１０】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を、図面を参照して詳細に説明する。

図１は本発明の関連技術を示す。この光式圧力センサーは、長さ方向の一部にＦＢＧ12を形成した光ファイバ10と、圧力の変化を歪みの変化に変換するダイヤフラム14とを備えており、前記光ファイバ10のＦＢＧ12とその付近の被覆を除去して、ＦＢＧ12の両側の２点のみを接着剤16によりダイヤフラム14に固定したものである。

【００１１】

このようにすると、ＦＢＧ12は接着剤16の温度伸縮の影響をほとんど受けなくなり、接着剤16のセンサーの温度特性への影響が従来より小さくなるため、測定精度を高めることができる。

【００１２】

なお光ファイバ10をダイヤフラム14に固定する固定材としては、接着剤16の代わりに半田を使用することもできる。半田は接着剤に比べ、線膨張係数が感圧部材に近いため、センサーの温度特性への影響が小さく、より測定精度を高めることが可能となる。

【００１３】

図２は本発明の一実施形態を示す。この光式圧力センサーは、光ファイバ10のＦＢＧ12の両側の２点のみをダイヤフラム14に固定する際に、ＦＢＧ12をダイヤフラム14から浮かして固定したものである。ＦＢＧ12をダイヤフラム14から浮かして固定するためには、ダイヤフラム14に二つの固定ブロック26を固定し、この固定ブロック26の上に、光ファイバ10のＦＢＧ12の両側の２点を接着剤又は半田等の固定材により固定するとよい。このような構成にすると、ダイヤフラム14に圧力が印加されたときに、ＦＢＧ12の部分の歪み量が拡大されるので、圧力センサーとしてのダイナミックレンジを大きくとることができる。

【００１４】

次に図２のタイプの光式圧力センサーについて、固定ブロックの間隔及び高さと、ＦＢＧの歪みとの関係を、シミュレーションにより確認した結果を説明する。シミュレーションのモデルは次のとおりである。

ダイヤフラム：材質ＳＵＳ　ヤング率20000kg/mm^2　ポアソン比0.3

寸法　半径60mm　厚さ0.55mm

光ファイバ　：ヤング率7000kg/mm^2　ポアソン比0.2

圧力荷重　　：0.2kg/cm^2 ステップで１kg/cm^2 まで印加

【００１５】

図３は固定ブロックの間隔を15mm、図４は同20mm、図５は同30mmとした場合の、ダイヤフラムにかかる圧力と光ファイバの歪み（ＦＢＧの歪み）との関係を示す。いずれも固定ブロックの高さは１mm、３mm、５mmの３種類である。また図６は固定ブロックの高さと光ファイバの歪みとの関係（圧力１kg/cm^{2}の場合）を示す。以上のシミュレーション結果によると、固定ブロックの間隔が小さいほど、また固定ブロックの高さが高いほど、大きな光ファイバ歪みが得られることが分かる。

【００１６】

固定ブロックの間隔は、ＦＢＧ区間長より大きく、ダイヤフラムの直径より小さい値となるが、上記の検討結果を考慮すると、10～60mmにすることが好ましい。また固定ブロックの高さは、光ファイバ直径より大きく、歪み増幅率が10倍程度になる高さ以下となるが、上記の検討結果を考慮すると、0.125～７mmにすることが好ましい。歪み増幅率が大きくなると、圧力センサー１台あたりのダイナミックレンジが大きくなり、直列に接続できる圧力センサーの台数が減ることになる。従来の全長接着の場合には、10台の圧力センサーが直列に接続できるため、歪み増幅率は10が上限となる。

【００１７】

また図１又は図２のようにＦＢＧ12の両側の２点をダイヤフラム14に固定する場合には、ＦＢＧ12に張力をかけた状態で固定することが好ましい。このようにすると、低圧力域の不感帯をなくし、かつＦＢＧ12の部分の信頼性を向上させることができる。図７（ａ）、（ｂ）はＦＢＧに張力をかけないで固定した場合と、張力をかけて固定した場合の、圧力と波長差（波長シフト量）の関係を実験により求めたものである。この実験結果によれば、ＦＢＧに張力をかけて固定することにより低圧力域の測定精度が大幅に改善されることが分かる。また従来の全長接着の場合は、ＦＢＧが接着剤でモールドされ、強度が保たれているが、本発明の２点接着の場合は、ＦＢＧ部分がガラスむき出しとなるため、ＦＢＧが収縮したときに座屈して破断するおそれがある。ＦＢＧに張力をかけておけば、これを防止できる。

【００１８】

ＦＢＧ12に張力をかけて固定するには、例えば図８のような治具を用いるとよい。この治具28は、一対の鉄（磁性材料）製のガイドフレーム30の下部に一定の間隔でガイドブロック32を設けたものである。使用方法は次のとおりである。まずガイドブロック32の間にＦＢＧ12を位置させて光ファイバ10をガイドフレーム30の外面に沿わせ、その片側を磁石よりなる固定具34で一方のガイドフレーム30に固定し、反対側を磁石よりなる仮固定具36で他方のガイドフレーム30に仮止めする。この状態で、治具28をダイヤフラム14上にセットする。次に仮固定具36を取り外し、ガイドフレーム30の内側に垂らした光ファイバ10におもり38を取り付ける。このおもり38も磁石で構成できる。次にＦＢＧ12の両側の光ファイ

バ10を接着剤でダイヤフラム14に固定する。固定完了後、おもり38を取り外し、固定具34を取り外して、治具28を除去する。このようにすれば、ＦＢＧ12に所定の張力をかけた状態で、光ファイバ10をダイヤフラム14に簡単に固定することができる。

【００２０】

【実施例】

次に本発明の光式圧力センサーの試作、試験結果を説明する。試作した光式圧力センサーは図２のタイプである。固定ブロックは外径５㎜、高さ３㎜の円柱形で、固定ブロックの間隔は15㎜とした。固定ブロックは直径120㎜のダイヤフラムの中央部に接着剤により固定し、光ファイバは固定ブロックの頂部に設けた溝部に接着剤により固定した。試作した２点接着方式の光式圧力センサーと、従来の全長接着方式の光式圧力センサーについて、測定精度を比較した結果を表１に示す。測定精度は、温度範囲５～30℃で、フルスケール１kg/cm^2 に対する測定誤差（％）の小ささとした。２点接着方式の方が、測定誤差が小さく、温度特性にすぐれていることが分かる。

【００２１】

【表１】

	全長接着（従来例）			２点接着（本発明）	
	＃１	＃２	＃３	＃４	＃５
測定誤差（％）	±1.4	±2.1	±1.6	±1.0	±0.8

【００２２】

この実施例では、ダイヤフラムに取り付ける固定ブロックとして円柱状のものを用いたが、角柱状のものを使用することもできる。ただし、接合部の応力集中を押さえるためには、固定ブロックは円柱状のものを用いることが好ましい。

また、ＦＢＧの部分はガラスがむき出しとなるため、この部分の強度を向上させるためには、ＦＢＧの部分を金属（金、ニッケル等）や樹脂（ポリイミド、ナイロン等）でコーティングすることが好ましい。

【００２３】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、ダイヤフラム上に二つの固定ブロックを間隔をあけて固定し、この二つの固定ブロック上に前記光ファイバのＦＢＧの両側の２点のみをＦＢＧにたるみがないように固定したことにより、ＦＢＧが接着剤の温度伸縮の影響をほとんど受けなくなるため、測定精度の高い光式圧力センサーを得ることができると共に、光式圧力センサーのダイナミックレンジを大きくとることができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】　本発明に係る光式圧力センサーの関連技術を示す、（ａ）は平面図、（ｂ）は正面図。

【図２】　本発明に係る光式圧力センサーの一実施形態を示す、（ａ）は平面図、（ｂ）は正面図。

【図３】　図２の光式圧力センサーで、固定ブロックの間隔を15㎜にした場合の、圧力と光ファイバの歪み（ＦＢＧの歪み）との関係を示すグラフ。

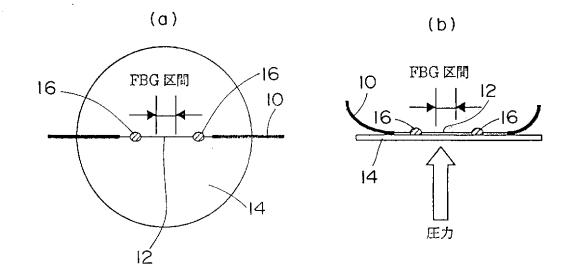
【図４】　同じく固定ブロックの間隔を20㎜にした場合の、圧力と光ファイバの歪みとの関係を示すグラフ。

【図５】　同じく固定ブロックの間隔を30㎜にした場合の、圧力と光ファイバの歪みとの関係を示すグラフ。

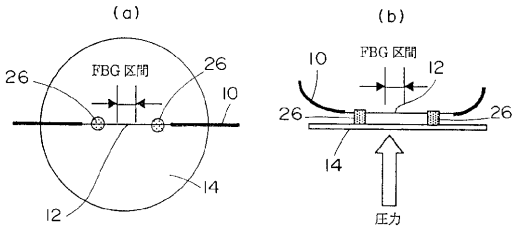
【図６】　図２の光式圧力センサーの、固定ブロックの高さと光ファイバの歪みとの関係を示すグラフ。

【図７】　本発明の光式圧力センサーで、（ａ）ＦＢＧに張力をかけない場合と、（ｂ）ＦＢＧに張力をかけた場合の、圧力と波長差の関係を示すグラフ。
【図８】　ＦＢＧに張力をかけて光ファイバをダイヤフラムに固定する方法の一例を示す説明図。
【図９】　従来の光式圧力センサーを示す、（ａ）は平面図、（ｂ）は正面図。
【図１０】　光式圧力センサーの全体構造を示す断面図。
【符号の説明】
10：光ファイバ
12：ＦＢＧ（光ファイバブラッグ回折格子）
14：ダイヤフラム
16：接着剤
26：固定ブロック

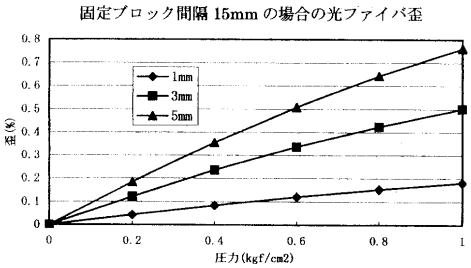
【図１】



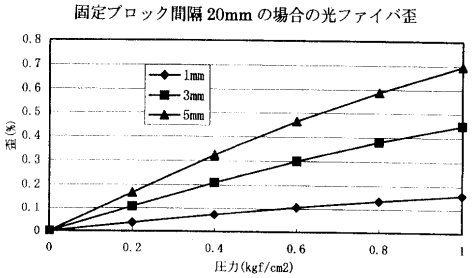
【図２】



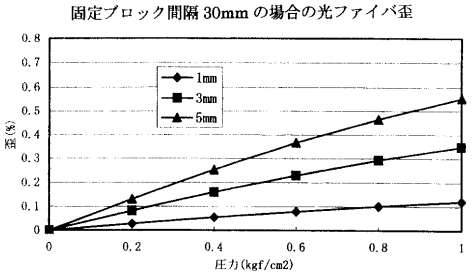
【図３】



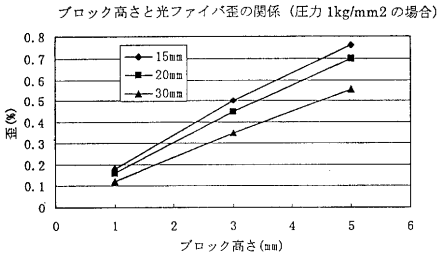
【図４】



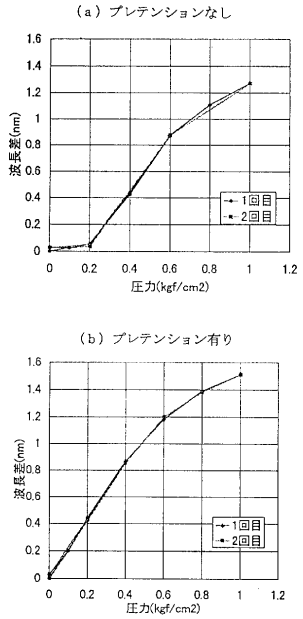
【図５】



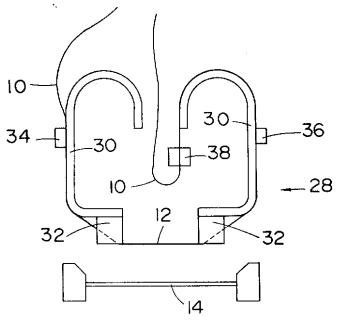
【図６】



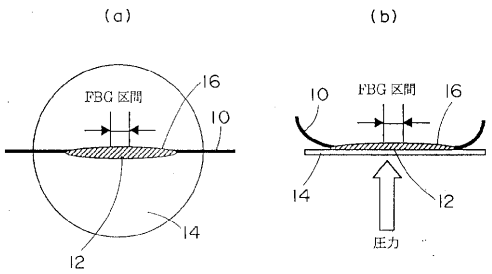
【図７】



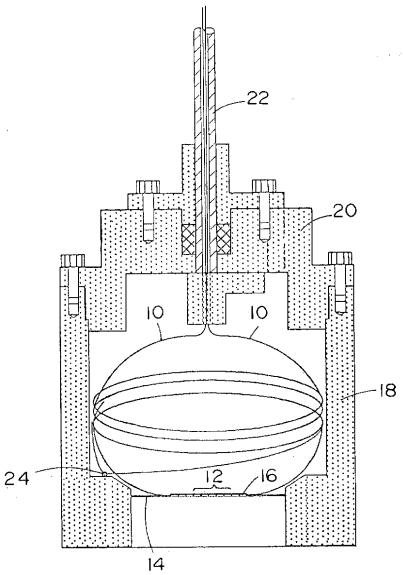
【図８】



【図９】



【図１０】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開２０００－０２８４５６（ＪＰ，Ａ）
国際公開第９９／０００６５２（WO，Ａ１）
特開２０００－０９７７８６（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－０３９３０９（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－１１１３１９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G01L 11/00-11/02
G01L 1/24
G01L 7/02