

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-202686

(P2012-202686A)

(43) 公開日 平成24年10月22日(2012.10.22)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
G 0 1 H 9/00 (2006.01) G 0 1 H 9/00 Z 2 G 0 6 4

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2011-64275 (P2011-64275)	(71) 出願人	000003218
(22) 出願日	平成23年3月23日 (2011. 3. 23)		株式会社豊田自動織機
		(71) 出願人	愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地
			304028346
		(71) 出願人	国立大学法人 香川大学
			香川県高松市幸町1番1号
		(71) 出願人	504237050
			独立行政法人国立高等専門学校機構
			東京都八王子市東浅川町701番2
		(74) 代理人	100110423
			弁理士 曾我 道治
		(74) 代理人	100084010
			弁理士 古川 秀利
		(74) 代理人	100094695
			弁理士 鈴木 憲七

最終頁に続く

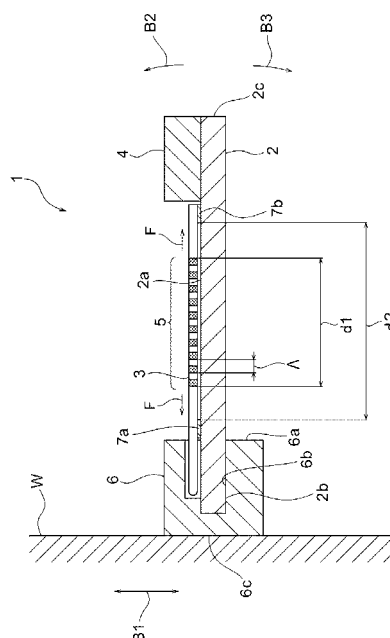
(54) 【発明の名称】 F B G振動センサ

(57) 【要約】

【課題】振動測定時における温度補償を行いつつ、小型化することを実現したF B G振動センサを提供することを目的とする。

【解決手段】F B G振動センサ1は、振動体Wに固定端2 b側が固定される板バネ2を備えている。板バネ2の自由端2 c側には錘4が設けられており、振動体Wの振動に同期して板バネ2が弾性変形する。また、板バネ2の上部表面2 a上には、F B G 5が形成された光ファイバ3が固定されている。光ファイバ3は、F B G 5を間に挟む一対の接着剤7 a、7 bによって板バネ2に固定されており、F B G 5にはプリテンションFが作用している。振動体Wの振動は、板バネ2の弾性変形に応じてF B G 5に生じるひずみに基づいて測定される。また、板バネ2は、光ファイバ3の熱膨張係数と同一の熱膨張係数を有しており、F B G 5に作用するプリテンションFが一定に保たれる。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

振動体の振動に伴って弾性変形可能な弾性部材と、

所定の張力が作用した状態で前記弾性部材に固定され、前記弾性部材の弾性変形量に応じて入射光に対する反射光の波長と前記入射光に対する透過光の波長とを変化させる F B G を有する光ファイバと

を備え、前記反射光の波長の変化量または前記透過光の波長の変化量に基づいて前記振動体の振動を測定する F B G 振動センサにおいて、

前記弾性部材の熱膨張係数は、前記光ファイバの熱膨張係数と同一の値であることを特徴とする F B G 振動センサ。

10

【請求項 2】

前記弾性部材は平板状であり、前記弾性部材の一方の端部は前記振動体に固定可能であり、前記弾性部材の他方の端部は錘が取り付け可能である請求項 1 に記載の F B G 振動センサ。

【請求項 3】

前記光ファイバを前記弾性部材に固定する一对の取り付け部材をさらに備え、

前記一对の取り付け部材は、前記 F B G の長さ以上の間隔をおいて配置され、前記 F B G は前記間隔の内側に対応する部位に配置される請求項 1 または 2 に記載の F B G 振動センサ。

【請求項 4】

20

前記光ファイバ及び前記弾性部材は長手方向をそれぞれ有し、

前記弾性部材の長手方向と前記光ファイバの長手方向とが互いに沿うように配置される請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の F B G 振動センサ。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の F B G 振動センサを用いて車両の衝突を検知する車両用センサであって、

前記車両は複数の被測定部を有し、

前記光ファイバは前記複数の被測定部に設けられる複数の前記 F B G を有し、

前記複数の被測定部の少なくとも 1 つから対応する前記 F B G に印加される振動に基づいて、前記車両の衝突を検知する車両用センサ。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

この発明は、振動体の振動を測定する F B G 振動センサに係り、特に、振動測定時における温度補償を行うための構成に関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、例えば測定対象物のひずみ量等の物理量を測定するためのセンサに、F B G (ファイバブラッググレーティング) が形成された光ファイバが利用される。F B G とは、光ファイバのコアの屈折率を軸方向に沿った所定の長さ周期 (グレーティング周期) で変化した回折格子であって、光ファイバへの入射光に対し、グレーティング周期に応じた特定の波長 (ブラッグ波長) を有する光を反射し、残りの光を透過するという特性を有するものである。

40

【0003】

例えば特許文献 1 には、F B G を利用して測定対象物に生じるひずみを測定する光ファイバセンサが開示されている。これによれば、光ファイバと測定対象物とが、F B G を間に挟むように配置された一对の金属板を介して固定されている。測定対象物にひずみが生じると F B G にもひずみが生じ、そのひずみ量に応じてグレーティング周期が変化するため、ブラッグ波長が長波長側または短波長側にシフトする。したがって、ブラッグ波長のシフト量を測定することにより、測定対象物のひずみ量を求めることが可能となる。

50

【 0 0 0 4 】

また、特許文献 1 に記載されているような光ファイバセンサは、振動体の振動を測定するための振動センサとして適用することが可能となっている。具体的には、振動体の振動に同期して弾性変形する弾性部材を準備し、この部材が弾性変形する際に生じる伸張ひずみ及び圧縮ひずみが光ファイバに印加されるように構成すれば、ブラッグ波長のシフト量及びシフト周期に基づいて振動体の振動量及び振動周期を求めることが可能となる。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 3 - 3 0 2 2 5 6 号 公 報

10

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

ここで、特許文献 1 に記載されているような光ファイバセンサを用いて圧縮ひずみを測定する場合、F B G に緩みが生じた状態では圧縮ひずみが印加されてもグレーティング周期が変化しないため、F B G に対して予め所定の張力を与えておくこと、すなわちプリテンションを与えておくことが必要となる。しかしながら、光ファイバと測定対象物とが互いに異なる熱膨張係数を有する場合、これらの部材が測定時の雰囲気温度に応じて熱膨張または熱収縮する量も互いに異なるものとなる。すなわち、F B G に与えられていたプリテンションが雰囲気温度に応じて変化してしまうため、ひずみ量の測定感度も変化するという問題点が生じる。特に、光ファイバの熱膨張量が測定対象物の熱膨張量を上回った場合、または光ファイバの熱収縮量が測定対象物の熱収縮量を下回った場合に F B G に緩みが生じると、圧縮ひずみを測定することが不可能になるという問題点が生じる。

20

【 0 0 0 7 】

尚、特許文献 1 に記載の光ファイバセンサはひずみセンサとして適用されたものであるが、この光ファイバセンサを上述したように振動センサとして適用した場合においても問題点は共通のものである。

【 0 0 0 8 】

この発明は、このような問題点を解決するためになされたもので、雰囲気温度に応じた温度補償を行うことにより測定感度を一定に保つことを実現した F B G 振動センサを提供することを目的とする。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 9 】

この発明に係る振動センサは、振動体の振動に伴って弾性変形可能な弾性部材と、所定の張力が作用した状態で弾性部材に固定され、弾性部材の弾性変形量に応じて入射光に対する反射光の波長と入射光に対する透過光の波長とを変化させる F B G を有する光ファイバとを備え、反射光の波長の変化量または透過光の波長の変化量に基づいて振動体の振動を測定する F B G 振動センサにおいて、弾性部材の熱膨張係数は、光ファイバの熱膨張係数と同一の値であることを特徴とするものである。

【 0 0 1 0 】

40

振動体の振動に伴って弾性部材が弾性変形すると、光ファイバの F B G に伸張ひずみ及び圧縮ひずみが生じて反射光または透過光の波長が変化するため、その変化量及び変化周期に基づいて振動体の振動量及び振動周期が求められる。このように振動を測定する際、弾性部材及び光ファイバは雰囲気温度に応じて熱膨張または熱収縮するが、これらの熱膨張係数は同一であるため、熱膨張量及び熱収縮量も同一となる。すなわち、F B G に作用するプリテンションによる張力は雰囲気温度にかかわらず一定となり、温度補償された状態となるため、弾性部材の弾性変形に伴って F B G に印加される伸張ひずみ及び圧縮ひずみに対し、一定の感度で反射光または透過光の波長を変化させることが可能となる。したがって、F B G 振動センサにおいて、雰囲気温度に応じた温度補償を行うことにより測定感度を一定に保つことが可能となる。

50

【 0 0 1 1 】

弾性部材は平板状であり、弾性部材の一方の端部は振動体に固定可能であり、弾性部材の他方の端部は錘が取り付け可能であってもよい。弾性部材の他方の端部側に錘を取り付けることにより、振動体の振動に伴って弾性部材が弾性変形する際、弾性部材の一方の端部側に作用する曲げモーメントが増大される。すなわち、他方の端部側に錘を取り付けない場合と比較すると、所定量のひずみを F B G に生じさせるために必要となる弾性部材の長さが短縮される。したがって、F B G 振動センサを小型化することが可能となる。

【 0 0 1 2 】

光ファイバを前記弾性部材に固定する一对の取り付け部材をさらに備え、一对の取り付け部材は、F B G の長さ以上の間隔をおいて配置され、F B G は間隔の内側に対応する部位に配置されてもよい。

10

また、光ファイバ及び弾性部材は長手方向をそれぞれ有し、弾性部材の長手方向と光ファイバの長手方向とが互いに沿うように配置されてもよい。

【 0 0 1 3 】

また、この発明に係る F B G 振動センサは、車両の衝突を検知する車両用センサとして用いられ、この場合の車両用センサは、車両は複数の被測定部を有し、光ファイバは複数の被測定部に設けられる複数の F B G を有し、複数の被測定部の少なくとも 1 つから対応する F B G に印加される振動に基づいて、車両の衝突を検知することを特徴とする。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 4 】

20

この発明によれば、F B G 振動センサにおいて、雰囲気温度に応じた温度補償を行うことにより測定感度を一定に保つことが可能となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 5 】

【 図 1 】 この発明の実施の形態 1 に係る F B G 振動センサの構成を概略的に示す斜視図である。

【 図 2 】 実施の形態 1 に係る F B G 振動センサにおける F B G の構成を概略的に示す部分拡大断面側面図である。

【 図 3 】 実施の形態 1 に係る F B G 振動センサの構成を概略的に示す断面側面図である。

【 図 4 】 実施の形態 1 に係る F B G 振動センサの弾性部材及び光ファイバの熱膨張及び熱収縮を説明するためのグラフである。

30

【 図 5 】 この発明の実施の形態 2 に係る F B G 振動センサの構成を概略的に示す斜視図である。

【 図 6 】 この発明の実施の形態 3 に係る F B G 振動センサを用いた車両用センサの構成を示す概略図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 6 】

以下に、この発明の実施の形態について添付図に基づいて説明する。

実施の形態 1 .

図 1 に、この発明の実施の形態 1 に係る F B G 振動センサ 1 を概略的に示す。

40

F B G 振動センサ 1 は、振動体 W (図 3 参照) の振動を測定するセンサであって、矩形に形成された平板状の弾性部材である板パネ 2 と、板パネ 2 の上部表面 2 a 上に固定される光ファイバ 3 とを備えている。板パネ 2 は、図 1 の矢印 A で示される方向を長手方向とする部材であって、この長手方向における一方の端部が、振動体 W に固定される固定端 2 b となっている。一方、板パネ 2 の他方の端部は自由端 2 c となっており、その上部表面 2 a 上には、所定の質量を有する錘 4 が取り付けられている。光ファイバ 3 は、その軸方向が矢印 A で示される方向に沿って延びるように、すなわち板パネ 2 の長手方向と光ファイバ 3 の長手方向とが互いに沿うように、板パネ 2 の中央部に配置されている。また、光ファイバ 3 は、以下に説明する F B G (ファイバブラッググレーティング) 5 を有しており、F B G 5 が板パネ 2 の上部表面 2 a 上に配置されている。

50

【 0 0 1 7 】

図 2 に示すように、光ファイバ 3 は、図示しない光源から入射される入射光 L 1 が伝播するコア 1 1 と、コア 1 1 の外周部を覆うクラッド 1 2 とを有しており、例えば石英ガラス等の材料から形成されている。F B G 5 は、コア 1 1 の屈折率を軸方向に沿った所定の長さ周期（グレーティング周期） Λ で変化させた回折格子であって、入射光 L 1 に対し、ブラッグ波長と呼ばれる特定の波長を有する光を反射光 L 2 として反射し、残りの光を透過光 L 3 として透過するという特性を有している。ここで、F B G 5 におけるグレーティング周期 Λ は、ブラッグ波長を規定する要素の 1 つとなっている。すなわち、F B G 5 に軸方向のひずみが生じると、それに伴ってグレーティング周期 Λ も変化するため、グレーティング周期 Λ の変化量に応じてブラッグ波長がシフトする。具体的には、F B G 5 に伸張ひずみが生じるとブラッグ波長は長波長側にシフトし、F B G 5 に圧縮ひずみが生じるとブラッグ波長は短波長側にシフトする。

10

【 0 0 1 8 】

ブラッグ波長のシフト量は F B G 5 のひずみ量に比例するため、ブラッグ波長のシフト量を測定することにより、F B G 5 に印加されたひずみ量を求めることが可能となっている。尚、F B G 5 が透過する透過光 L 3 は、光ファイバ 3 に入射される入射光 L 1 からブラッグ波長を有する反射光 L 2 を除いたものであるため、ブラッグ波長のシフト量は、反射光 L 2 だけではなく、透過光 L 3 から求めることも可能となっている。また、F B G 5 は、光ファイバ 3 のコア 1 1 に紫外線等を照射することによって形成される。

【 0 0 1 9 】

次に、F B G 振動センサ 1 が振動体 W に取り付けられている状態を図 3 に示す。

20

図 3 に示すように、振動体 W に対する F B G 振動センサ 1 の設置は、板バネ 2 の固定端 2 b 側を、固定部材 6 を介して振動体 W に固定することによって行われる。固定部材 6 は、一方の端面 6 a 側に開口する溝部 6 b を有しており、この溝部 6 b 内に板バネ 2 の固定端 2 b が挿入され、接着等によって固定されている。また、固定部材 6 の他方の端面 6 c は接着等によって振動体 W に固定されており、それにより、振動体 W と板バネ 2 とが一体として固定された状態となっている。したがって、振動体 W が矢印 B 1 で示される方向に振動すると、その振動が固定部材 6 を介して板バネ 2 に伝達され、矢印 B 2 及び矢印 B 3 で示される方向における板バネ 2 の弾性変形が振動体 W の振動に同期して繰り返される。

【 0 0 2 0 】

30

光ファイバ 3 の一方の端部は、錘 4 に隣接する部位で切断されている。また、光ファイバ 3 の他方の端部は、固定部材 6 の内部に導かれるとともに、固定部材 6 の側部に形成された図示しない貫通孔から外部に引き出されている。固定部材 6 の外部に引き出された光ファイバ 3 には、光ファイバ 3 に入射光 L 1（図 2 参照）を入射するための図示しない光源や、F B G 5 からの反射光 L 2（図 2 参照）を測定するための、すなわちブラッグ波長を測定するための図示しない計測器等が接続されている。

【 0 0 2 1 】

また、光ファイバ 3 は、固定部材 6 に隣接する部位に塗布された接着剤 7 a と、錘 4 に隣接する部位に塗布された接着剤 7 b とによって、板バネ 2 の上部表面 2 a に固定されており、F B G 5 には、所定の張力であるプリテンション F が作用した状態となっている。接着剤 7 a 及び接着剤 7 b は、F B G 5 の軸方向に沿った長さ d 1 以上の間隔 d 2 をおいて配置されており、この間隔 d 1 の内側に対応する部位に F B G 5 が配置されている。ここで、接着剤 7 a 及び接着剤 7 b は、F B G 振動センサ 1 における取り付け部材を構成するものである。尚、光ファイバ 3 を板バネ 2 に固定する箇所的一方を固定部材 6 に隣接する部位、すなわち板バネ 2 が弾性変形したときに最大の応力が作用する部位としたことにより、板バネ 2 の弾性変形を確実に F B G 5 に伝達することが可能となっている。

40

【 0 0 2 2 】

振動体 W の振動に伴って板バネ 2 が矢印 B 2 で示される方向に弾性変形すると、その弾性変形量に応じて F B G 5 に圧縮ひずみが生じるため、F B G 5 のグレーティング周期 Λ が変化してブラッグ波長が短波長側にシフトする。一方、振動体 W の振動に伴って板バネ

50

2 が矢印 B 3 で示される方向に弾性変形すると、その弾性変形量に応じた伸張ひずみが F B G 5 に生じるため、F B G 5 のグレーティング周期 Λ が変化してブラッグ波長が長波長側にシフトする。尚、F B G 5 に作用するプリテンション F の値は、板バネ 2 が矢印 B 2 で示される方向に弾性変形して F B G 5 に圧縮ひずみが生じた場合に、F B G 5 に緩みが生じることのない値が予め選択される。

【0023】

以上のように構成される F B G 振動センサ 1 において、板バネ 2 は、光ファイバ 3 の熱膨張係数と同一となる値の熱膨張係数を有する材料から形成されている。以下に、板バネ 2 の熱膨張係数と光ファイバ 3 の熱膨張係数とが同一である場合と互いに異なる場合との差異について、図 4 (a) 及び図 4 (b) を用いて詳細に説明する。

図 4 (a) に示すように、板バネ 2 の熱膨張係数が光ファイバ 3 の熱膨張係数より大きい場合、F B G 振動センサ 1 の周囲温度である雰囲気温度が板バネ 2 と光ファイバ 3 とが接着された時点の温度 T_0 から温度 T_1 に上昇すると、板バネ 2 の熱膨張量 (直線 C 1 1 参照) が光ファイバ 3 の熱膨張量 (直線 C 1 2 参照) を上回るため、F B G 5 に作用するプリテンション F が増加する。プリテンション F が増加することにより、F B G 5 のグレーティング周期も変化してしまうため、温度 T_0 の時点と同様の感度で振動の測定を行うことが不可能となる。

【0024】

逆に、雰囲気温度が温度 T_0 から温度 T_2 に低下すると、板バネ 2 の熱収縮量 (直線 C 1 1 参照) が光ファイバ 3 の熱収縮量 (直線 C 1 2 参照) を上回ってプリテンション F が減少する。また、板バネ 2 及び光ファイバ 3 の熱収縮量の差が大きくなり、F B G 5 にプリテンション F を作用させることが可能な範囲を超えてしまうと、F B G 5 に緩みが生じた状態となるため、F B G 5 に生じる圧縮ひずみを測定することが不可能となる。一方、本発明における板バネ 2 と光ファイバ 3 とは同一の熱膨張係数を有しているため、これらの熱膨張量 (及び熱収縮量) を示す直線 C 2 1、C 2 2 は、互いに重なり合って同一の直線となる。すなわち、雰囲気温度の変化に対し、板バネ 2 と光ファイバ 3 とが同一量で熱膨張または熱収縮するようになっているため、F B G 5 に作用するプリテンション F は、雰囲気温度の変化にかかわらず一定に保たれる。したがって、板バネ 2 の熱膨張係数と光ファイバ 3 の熱膨張係数とが互いに異なる場合のように、雰囲気温度に応じて測定感度が変化してしまうことや、F B G 5 に緩みが生じて圧縮ひずみの測定が不可能となることがない。

【0025】

また、図 4 (b) に示すように板バネ 2 の熱膨張係数が光ファイバ 3 の熱膨張係数より小さい場合、雰囲気温度が温度 T_0 から温度 T_1 に上昇すると、板バネ 2 の熱膨張量 (直線 C 1 3 参照) が光ファイバ 3 の熱膨張量 (直線 C 1 4 参照) を下回ってプリテンション F が減少する。また、これらの熱膨張量の差異が大きくなって F B G 5 に緩みが生じると、圧縮ひずみを測定することが不可能となる。逆に、雰囲気温度が温度 T_0 から温度 T_2 に低下すると、板バネ 2 の熱収縮量 (直線 C 1 3 参照) が光ファイバ 3 の熱収縮量 (直線 C 1 4 参照) を上回ってプリテンション F が増加する。一方、本発明における板バネ 2 と光ファイバ 3 とは同一量で熱膨張または熱収縮 (直線 C 2 1、2 2 参照) するため、雰囲気温度にかかわらず、測定感度が一定に保たれる。

【0026】

次に、この発明の実施の形態 1 に係る F B G 振動センサ 1 を用いて振動体 W の振動を測定する方法、及び振動体 W の振動を測定する際の F B G 振動センサ 1 の動作について説明する。

図 3 に示すように、まず、固定部材 6 の端面 6 c を接着等によって振動体 W に固定することにより、F B G 振動センサ 1 が振動体 W に固定される。尚、固定部材 6 に対する板バネ 2 の固定は、振動体 W に対する固定部材 6 の固定前及び固定後のどちらで行ってもよい。次いで、固定部材 6 の図示しない貫通孔から外部に引き出されている光ファイバ 3 に対し、図示しない光源や図示しない計測器等が接続される。この計測器は、F B G 5 のブラ

10

20

30

40

50

ッグ波長のシフト量及びシフト周期に基づいて、振動体Wの振動量及び振動周期を算出するものである。

【0027】

振動体WにFBG振動センサ1が固定されると、図示しない光源から光ファイバ3に入射光L1（図2参照）が入射される。入射光L1に対し、FBG5はブラッグ波長を有する光を反射光L2として反射し、残りの光を透過光L3として透過する（図2参照）。このような状態で、振動体Wが矢印B1で示される方向に振動すると、その振動が固定部材6を介して板バネ2に伝達され、矢印B2及び矢印B3で示される方向への板バネ2の弾性変形が振動体Wの振動に同期して繰り返される。また、板バネ2の弾性変形は二箇所の接着剤7a、7bを介して光ファイバ3に伝達されるため、これらの接着剤7a、7bの間に配置されているFBG5には、板バネ2の弾性変形量に応じた伸張ひずみ（矢印B3の方向に弾性変形する場合）及び圧縮ひずみ（矢印B2の方向に弾性変形する場合）が周期的に印加される。

10

【0028】

尚、板バネ2の自由端2c側には錘4が設けられているため、板バネ2が弾性変形する際に固定端2b側に作用する曲げモーメントが増大された状態となっている。したがって、自由端2c側に錘4を設けない場合と比較すると、所定量のひずみをFBG5に生じさせるために必要となる板バネ2の長さを短縮してFBG振動センサ1を小型化することが可能となっている。

【0029】

20

FBG5に伸張ひずみ及び圧縮ひずみが周期的に印加されることに伴い、グレーティング周期Λの周期的な伸縮が繰り返される。また、グレーティング周期Λの周期的な伸縮に伴い、ブラッグ波長の長波長側及び短波長側への周期的なシフトが繰り返される。光ファイバ3に接続された図示しない計測器はブラッグ波長を常時監視しており、ブラッグ波長のシフト量及びシフト周期に基づいて、振動体Wの振動量及び振動周期が算出される。ここで、板バネ2及び光ファイバ3は雰囲気温度の変化に応じて熱膨張または熱収縮するが、これらの熱膨張係数は同一の値であるため、FBG5に作用しているプリテンションFが雰囲気温度の変化に起因して変化することがない。すなわち、

FBG5には、温度補償が行われて常に一定のプリテンションFが作用した状態となっているため、プリテンションFの変化に起因して測定感度が変化してしまうことや、FBG5に緩みが生じて圧縮ひずみの測定が不可能となることがない。

30

【0030】

このように、FBG5を有する光ファイバ3を板バネ2に固定したので、振動体Wの振動に伴って板バネ2が弾性変形すると、光ファイバ3のFBG5にひずみが生じてブラッグ波長がシフトする。したがって、ブラッグ波長のシフト量及びシフト周期に基づいて振動体Wの振動量及び振動周期が求められる。振動を測定する際、板バネ2及び光ファイバ3は雰囲気温度に応じて熱膨張または熱収縮するが、これらの熱膨張係数は同一であるため、熱膨張量及び熱収縮量も同一となる。すなわち、FBG5に作用するプリテンションFは雰囲気温度にかかわらず一定となり、温度補償された状態となるため、板バネ2の弾性変形に伴ってFBG5に印加される伸張ひずみ及び圧縮ひずみに対し、一定の感度で反射光L2または透過光L3の波長を変化させることが可能となる。したがって、FBG振動センサ1において、雰囲気温度に応じた温度補償を行うことにより測定感度を一定に保つことが可能となる。

40

【0031】

また、板バネ2の自由端2cに錘4を設けたので、振動体Wの振動に伴って板バネ2が弾性変形する際、板バネ2の固定端2b側に作用する曲げモーメントが増大される。すなわち、錘4を設けない場合と比較すると、所定量のひずみをFBG5に生じさせるために必要となる板バネ2の長さが短縮されるため、FBG振動センサ1を小型化することが可能となる。

【0032】

50

実施の形態 2 .

次に、この発明の実施の形態 2 に係る F B G 振動センサについて説明する。この実施の形態 2 に係る F B G 振動センサは、実施の形態 1 における F B G 振動センサ 1 が F B G 5 からの反射光 L 2 に基づいて振動体 W の振動を測定していたのに対し、透過光 L 3 に基づいて振動を測定するように構成したものである（図 2、3 参照）。尚、以下に説明する実施の形態において、図 1 ~ 4 に示される符号と同一の符号は同一または同様な構成要素であるので、その詳細な説明は省略する。

【 0 0 3 3 】

図 5 に示すように、F B G 振動センサ 2 1 における板バネ 2 の上部表面 2 a 上には、貫通孔 2 4 a を有する錘 2 4 と、貫通孔 2 4 a を貫通して延びる光ファイバ 2 3 とが固定されている。光ファイバ 2 3 の一方の端部側 2 3 a には、入射光 L 1 を光ファイバ 2 3 に入射するための図示しない光源が接続されている。また、錘 2 4 の貫通孔 2 4 a を貫通した光ファイバ 1 3 の端部側 2 3 b には、F B G 5 が透過した透過光 L 3 を測定可能な図示しない計測器が接続されている。他の構成については、実施の形態 1 と同様である。

10

【 0 0 3 4 】

以上のように構成される F B G 振動センサ 2 1 において、図示しない計測器によって測定される透過光 L 3 のスペクトルは、入射光 L 1 に対して反射光 L 2 の波長、すなわちブラッグ波長が欠落した状態のスペクトルとなる。したがって、透過光 L 3 のスペクトルからブラッグ波長の欠落した部分のシフト量及びシフト周期を読み取ることにより、振動体 W の振動量及び振動周期を算出することが可能となる。すなわち、透過光 L 3 を利用して振動体 W の振動測定を行う場合においても、実施の形態 1 と同様に、雰囲気温度に応じた温度補償を行って測定感度を一定に保つという効果を得ることが可能となる。

20

【 0 0 3 5 】

また、実施の形態 1 における F B G 振動センサ 1 のように、F B G 5 からの反射光 L 2 を利用して振動測定を行う場合、反射光 L 2 を計測器に導くためにサーキュレータ等を用いることが一般的である。一方、F B G 振動センサ 2 1 のように透過光 L 3 を利用する場合、光ファイバ 2 3 の一端側に光源を接続し、他端側に計測器を接続すれば振動の測定を行うことが可能となるため、サーキュレータ等を用いることが不要となり、振動を計測するシステム全体としての構成が簡素化される。

【 0 0 3 6 】

実施の形態 3 .

次に、この発明の実施の形態 3 に係る F B G 振動センサについて説明する。この実施の形態 3 に係る F B G 振動センサは、車両の衝突を検知する車両用センサとして適用されたものであり、単一の光ファイバに対して F B G 及び板バネが複数となるように構成されている。

30

図 6 に示すように、車両用センサ 3 1 は、例えばエアバッグ等の機器を作動させるために車両 4 0 の衝突を検知するセンサであって、車両 4 0 は、例えばボディー 4 1 の前部、中間部及び後部における両側等に、実施の形態 1、2 における振動体 W に相当する複数の被測定部 W 1 ~ W 6 を有している。また、ボディー 4 1 の内部には、各被測定部 W 1 ~ W 6 を順次通過するように単一の光ファイバ 3 3 が敷設されている。

40

【 0 0 3 7 】

各被測定部 W 1 ~ W 6 には、実施の形態 2 における F B G 振動センサ 2 1 と同様に、貫通孔 2 4 a を有する錘 2 4 が設けられた板バネ 2 が固定されている。また、光ファイバ 3 3 は複数の F B G 5 を有しており、F B G 5 が形成された各部位が被測定部 W 1 ~ W 6 における板バネ 2 上でそれぞれ固定されている。すなわち、車両用センサ 3 1 は、実施の形態 2 における F B G 振動センサ 2 1 を各被測定部 W 1 ~ W 6 にそれぞれ設け、これらを単一の光ファイバ 3 3 によって直列に接続したものである。尚、光ファイバ 3 3 の一端には、光ファイバ 3 3 に入射光 L 1（図 2 参照）を入射するための図示しない光源が接続されている。また、光ファイバ 3 3 の他端には、被測定部 W 1 ~ W 6 に対応する各 F B G 5 が透過した透過光 L 3（図 2 参照）を測定して振動の有無を検出可能な図示しない検知部が

50

接続されている。この検知部は、車両 40 の図示しない制御部に電氣的に接続されており、検知部から制御部への出力に基づいて、エアバッグ等の機器の作動が制御される。他の構成については実施の形態 2 と同様である。

【0038】

以上のように構成される車両用センサ 31 において、車両 40 が衝突を起こして各被測定部 W1 ~ W6 の少なくとも一箇所が振動すると、振動した箇所に対応する板バネ 2 が弾性変形するのに伴って F B G 5 におけるブラッグ波長がシフトする。図示しない制御部は、各被測定部 W1 ~ W6 における振動量や振動周期が予め設定された値を上回ると、車両 40 が衝突したと判断してエアバッグ等の機器を作動させる。ここで、車両用センサ 31 では、実施の形態 1、2 と同様に振動測定を行う際の温度補償が行われるため、車両 40 内の温度変化にかかわらず F B G 5 へのプリテンション F を一定に保つことが可能となっている。すなわち、振動を一定の感度で雰囲気温度に起因する誤差なく測定することが可能となっている。また、車両用センサ 31 のように、単一の光ファイバ 33 に対して F B G 及び板バネが複数となるように構成した場合、光ファイバ 33 が断線すると検知部に透過光が届かなくなるため、断線の有無の判定を行うことが可能となる。

10

【0039】

実施の形態 1 (図 3 参照) において、振動体 W に対する F B G 振動センサ 1 の固定は、固定部材 6 の溝部 6b 内に板バネ 2 の固定端 2b 側を固定することによって行われたが、固定部材 6 を用いること、及び固定部材 6 が溝部 6b を有することに限定するものではない。振動体 W の振動を F B G 振動センサ 1 に伝達することが可能であればよいため、板バネ 2 を直接振動体 W に接着することや、例えば板バネ 2 の両側部を保持するような固定部材を用いることも可能である。

20

【0040】

また、実施の形態 1 (図 3 参照) において、光ファイバ 3 は接着剤 7a、7b によって二箇所板バネ 2 に固定されたが、板バネ 2 に対する光ファイバ 3 の固定構造を限定するものではない。板バネ 2 の弾性変形を光ファイバ 3 の F B G 5 に伝達可能であればよく、例えば板バネ 2 と光ファイバ 3 との固定を三箇所以上で固定を行うことや、全面で固定することも可能である。

【0041】

実施の形態 3 における車両用センサは、各 F B G が透過する透過光に基づいて振動の測定が行われるように構成されたが、透過光を利用することに限定されるものではない。入射光が光源から入射される方向における上流側に計測器を配置し、各 F B G からの反射光を計測器に導くためのサーキュレータ等を設ければ、反射光に基づいて振動の測定を行うことも可能である。この場合、光ファイバに断線が生じると、断線箇所より上流側、すなわち光源側に配置されている F B G からの反射光のみが計測器に導かれ、断線箇所より下流側に配置されている F B G からの反射光は計測器に届かなくなる。したがって、光ファイバの断線の有無を判定する他に、断線箇所を特定することが可能となる。

30

【0042】

実施の形態 1 ~ 3 における弾性部材は、長手方向を有する矩形、すなわち長方形に形成された平板状の部材として形成されているが、弾性部材の形状を限定するものではない。振動体の振動に伴って弾性変形可能であればよく、例えば、長手方向を有さない正方形や円形等の形状とすること、あるいはその他の多角形や棒状等の形状とすることも可能である。

40

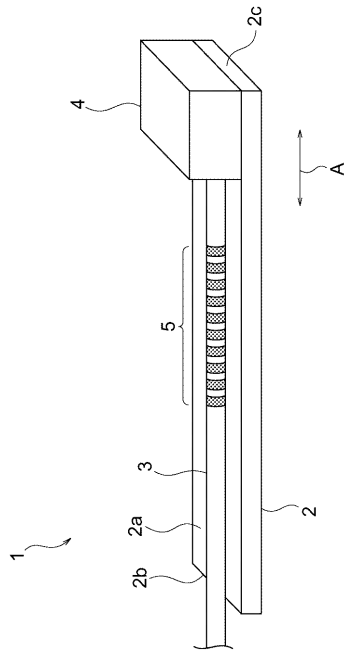
【符号の説明】

【0043】

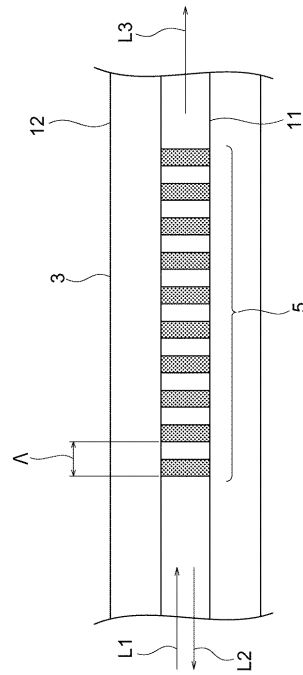
1, 21 F B G 振動センサ、2 板バネ (弾性部材)、2b 固定端、2c 自由端、3, 23, 33 光ファイバ、4, 24 錘、5 F B G、7a, 7b (一対の) 取り付け部材、31 車両用センサ、40 車両、d1 F B G の長さ、d2 一対の取り付け部材の間隔、F プリテンション (張力)、L1 入射光、L2 反射光、L3 透過光、W 振動体、W1 ~ W6 被測定部。

50

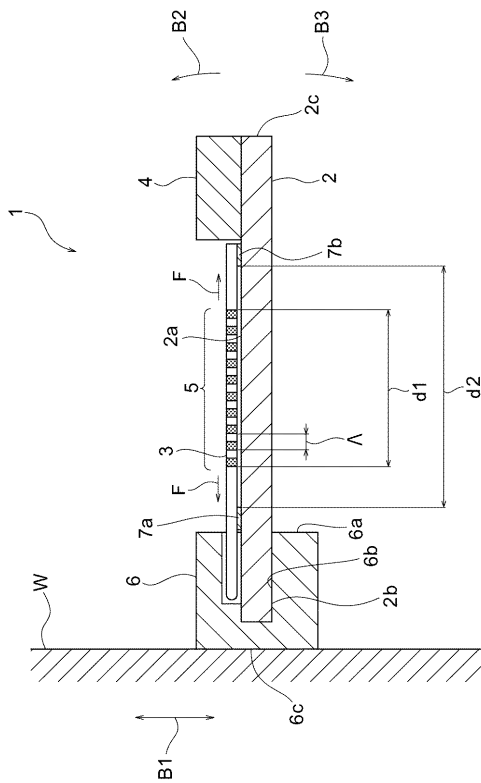
【図 1】



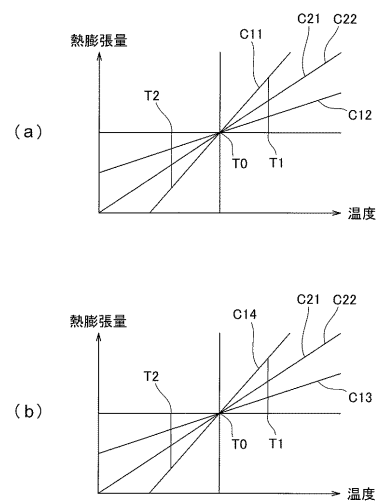
【図 2】



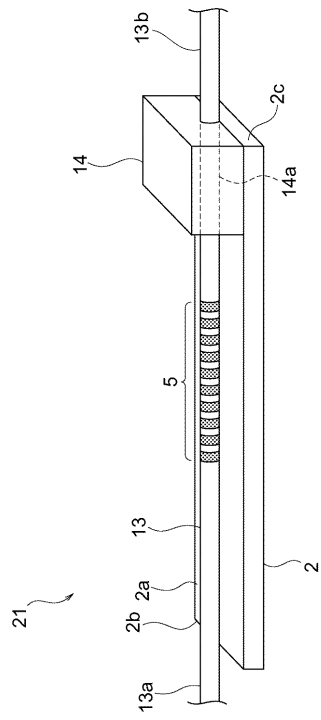
【図 3】



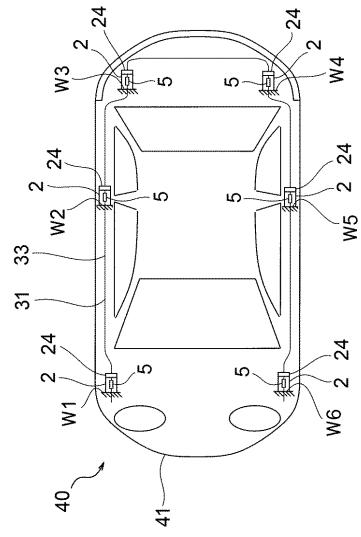
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

- (74)代理人 100111648
弁理士 梶並 順
- (74)代理人 100147500
弁理士 田口 雅啓
- (72)発明者 杉本 祐樹
愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内
- (72)発明者 今岡 功
愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内
- (72)発明者 柴田 顕次
愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内
- (72)発明者 須崎 嘉文
香川県高松市林町2-2-17番地20 国立大学法人香川大学工学部内
- (72)発明者 中川 清
香川県高松市林町2-2-17番地20 国立大学法人香川大学工学部内
- (72)発明者 岩田 弘
香川県高松市勅使町3-5-5 独立行政法人国立高等専門学校機構 香川高等専門学校内
- Fターム(参考) 2G064 AB02 AB28 BC12 BC22 BC32