(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2012-118004
(P2012-118004A)
(43)公開日　平成24年6月21日(2012.6.21)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
G01H 9/00	(2006.01)	G01H 9/00	C	2G064
G08B 13/186	(2006.01)	G08B 13/186		5C084

審査請求 未請求　請求項の数 3　ＯＬ　（全 12 頁）

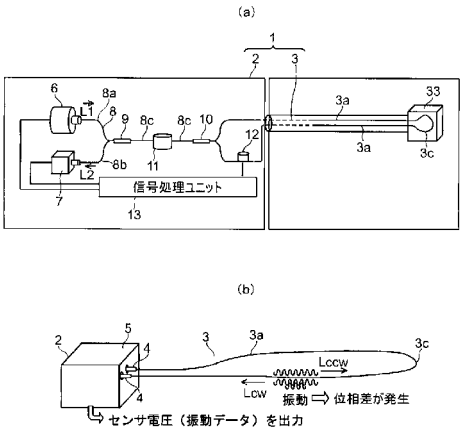
(21)出願番号　特願2010-270264 (P2010-270264)
(22)出願日　平成22年12月3日 (2010.12.3)

(71)出願人　000005120
日立電線株式会社
東京都千代田区外神田四丁目１４番１号
(74)代理人　100074631
弁理士　高田　幸彦
(72)発明者　中村　晃之
東京都千代田区外神田四丁目１４番１号
日立電線株式会社内
(72)発明者　佐藤　忍
東京都千代田区外神田四丁目１４番１号
日立電線株式会社内

Ｆターム(参考)　2G064 BC06　BC12　CC58　DD15
5C084 AA07　AA13　BB04　CC10　DD01
DD77　EE02

(54)【発明の名称】光ファイバセンサ式侵入検知方法及び光ファイバ式侵入検知センサ

(57)【要約】
【課題】風によるフェンス振動と侵入者によるフェンス振動とを区別することができ、侵入者検知感度を向上させることができる光ファイバセンサ式侵入検知方法及び光ファイバ式侵入検知センサを提供する。
【解決手段】本発明に係る光ファイバセンサ式侵入検知方法は、構造体に沿って配置される光ファイバループと、該光ファイバループに接続され構造体で発生した振動をセンサ電圧として処理して検出するための信号処理ユニットを備えたセンサ本体と、を有するサニャック干渉型の光ファイバセンサを用いて、構造体への侵入を検知するための光ファイバセンサ式侵入検知方法において、信号処理ユニットで検出されたセンサ電圧の分散値に応じて、構造体への侵入の有無を検知可能な閾値電圧に更新し、この更新後の閾値電圧とセンサ電圧とを比較して構造体への侵入の有無を検知する。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
構造体に沿って配置される光ファイバループと、該光ファイバループに接続され前記構造体で発生した振動をセンサ電圧として処理して検出するための信号処理ユニットを備えたセンサ本体と、を有するサニャック干渉型の光ファイバセンサを用いて、前記構造体への侵入を検知するための光ファイバセンサ式侵入検知方法において、
前記信号処理ユニットで検出された前記センサ電圧の分散値に応じて、前記構造体への侵入の有無を検知可能な閾値電圧に更新し、
この更新後の閾値電圧と前記センサ電圧とを比較して前記構造体への侵入の有無を検知することを特徴とする光ファイバセンサ式侵入検知方法。
【請求項２】
構造体に沿って配置される光ファイバループと、該光ファイバループに接続され前記構造体で発生した振動をセンサ電圧として処理して検出するための信号処理ユニットを備えたセンサ本体と、を有するサニャック干渉型の光ファイバセンサを用いて、前記構造体への侵入を検知するための光ファイバセンサ式侵入検知方法において、
所定の分散更新間隔内で検出された前記センサ電圧の分散値を計算し、この計算後の分散値に更新する分散値更新ステップと、
前記構造体への侵入の有無を検知可能な閾値電圧を、前記分散値更新ステップで更新された分散値の大きさに応じて更新する閾値電圧更新ステップと、
前記信号処理ユニットで検出された前記センサ電圧と前記閾値電圧更新ステップで更新された閾値電圧とを比較して、当該センサ電圧が当該閾値電圧以上になった場合に前記構造体への侵入を検知する侵入検知ステップと、
を有することを特徴とする光ファイバセンサ式侵入検知方法。
【請求項３】
構造体に沿って配置される光ファイバループと、該光ファイバループに接続され前記構造体で発生した振動をセンサ電圧として処理して検出するための信号処理ユニットを備えたセンサ本体と、を有するサニャック干渉型の光ファイバセンサを用いて、前記構造体への侵入を検知するための光ファイバ式侵入検知センサにおいて、
前記信号処理ユニットは、
所定の分散更新間隔内で検出された前記センサ電圧を格納するための第１メモリと、
前記第１メモリ内に格納された前記センサ電圧から分散値を計算するための分散値計算手段と、
前記分散値計算手段で計算された前記分散値を格納するための第２メモリと、
前記第２メモリに格納された前記分散値の大きさに応じて前記構造体への侵入の有無を検知可能な閾値電圧に更新するための閾値電圧更新手段と、
前記閾値電圧更新手段によって更新された後の閾値電圧を格納するための第３メモリと、
前記第３メモリに格納された前記閾値電圧と前記信号処理ユニットで検出された前記センサ電圧とを比較して、当該センサ電圧が当該閾値電圧以上であると判断した場合に、警報信号を出力する警報信号出力手段と、
を有することを特徴とする光ファイバ式侵入検知センサ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、光ファイバに加わる振動を検知する光ファイバセンサ式侵入検知方法及び光ファイバ式侵入検知センサに関する。
【背景技術】
【０００２】
光ファイバ式侵入検知センサ（光ファイバフェンスセンサ）は、サニャック効果を利用した光ファイバジャイロの原理を応用したものである。光ファイバジャイロの原理は、図

２に示すようにループ状に閉じた光ファイバループ１５が回転したときに、光ファイバを右回りに伝播する光と、左回りに伝播する光との間に回転角速度に比例した光の位相差が生じ（サニャック効果）、この光の位相差を測定することで、光ファイバの回転角速度を検知するものである。

【０００３】

光ファイバフェンスセンサは、光ファイバループをフェンスなどの構造体に沿って配置し、光ファイバを右回りに伝播する光と、左回りに伝播する光との間の位相差を測定することで、構造体の振動を検知するものである。これにより、侵入者などによってフェンスに与えられた振動を光ファイバフェンスセンサで検知することができる。

【０００４】

光ファイバジャイロでは、左右回りの光の位相差を測定することで、光ファイバループの回転角速度を検知していたのに対し、光ファイバフェンスセンサでは、光ファイバループが設置されているフェンスなどの構造体の振動を検知している点が異なる。

【０００５】

特許文献１には、上記原理を用い、センサケーブルのフェンスへの敷設が容易で、低コストに製造でき、センサケーブルの長手方向に加わる振動を高い分解能で検出できる光ファイバ振動センサが記載されている。

【０００６】

特許文献２には、フェンスの振動を検知するだけでなく、その振動がフェンスのどこで発生しているのかという位置情報を得ることが可能な、上記原理を用いた光ファイバ振動センサが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００７】

【特許文献１】特開２００６－２０８０８０号公報

【特許文献２】特開２０１０－８５３２０号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

従来の光ファイバ振動センサには以下の問題点があった。光ファイバ振動センサが設置されているフェンスは、侵入者ばかりでなく、風が吹いたときにも振動する。特許文献１及び特許文献２に記載されている光ファイバ振動センサは、予め設定された値以上の振動を検知したときに警報等を出力するため、風が強いときに侵入者を検知したと誤判断する場合がある。

【０００９】

そのため、台風など風が強い状態が続くと、警報等を出力し続けてしまい、侵入者の検知が困難となり、本来の侵入者検知センサとしての役割を果たさなくなる。

【００１０】

また、風の影響を取り除くための侵入者検知閾値を設定するのみでは、大きな閾値設定となって、侵入者検知感度が鈍くなってしまう。

【００１１】

そこで、本発明は、上記課題を解決し、風による構造体（フェンスなど）の振動と侵入者による構造体の振動とを区別することができるばかりでなく、侵入者検知感度を向上させることができる光ファイバセンサ式侵入検知方法及び光ファイバ式侵入検知センサを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１２】

上記の問題を解決するため、本発明は、構造体に沿って配置される光ファイバループと、該光ファイバループに接続され前記構造体で発生した振動をセンサ電圧として処理して検出するための信号処理ユニットを備えたセンサ本体と、を有するサニャック干渉型の光

ファイバセンサを用いて、前記構造体への侵入を検知するための光ファイバセンサ式侵入検知方法において、前記信号処理ユニットで検出された前記センサ電圧の分散値に応じて、前記構造体への侵入の有無を検知可能な閾値電圧に更新し、この更新後の閾値電圧と前記センサ電圧とを比較して前記構造体への侵入の有無を検知することを特徴とする光ファイバセンサ式侵入検知方法を提供する。

【００１３】

また、本発明は、構造体に沿って配置される光ファイバループと、該光ファイバループに接続され前記構造体で発生した振動をセンサ電圧として処理して検出するための信号処理ユニットを備えたセンサ本体と、を有するサニャック干渉型の光ファイバセンサを用いて、前記構造体への侵入を検知するための光ファイバセンサ式侵入検知方法において、所定の分散更新間隔内で検出された前記センサ電圧の分散値を計算し、この計算後の分散値に更新する分散値更新ステップと、前記構造体への侵入の有無を検知可能な閾値電圧を、前記分散値更新ステップで更新された分散値の大きさに応じて更新する閾値電圧更新ステップと、前記信号処理ユニットで検出された前記センサ電圧と前記閾値電圧更新ステップで更新された閾値電圧とを比較して、当該センサ電圧が当該閾値電圧以上になった場合に前記構造体への侵入を検知する侵入検知ステップと、を有することを特徴とする光ファイバセンサ式侵入検知方法を提供する。

【００１４】

さらに、本発明は、構造体に沿って配置される光ファイバループと、該光ファイバループに接続され前記構造体で発生した振動をセンサ電圧として処理して検出するための信号処理ユニットを備えたセンサ本体と、を有するサニャック干渉型の光ファイバセンサを用いて、前記構造体への侵入を検知するための光ファイバ式侵入検知センサにおいて、前記信号処理ユニットは、所定の分散更新間隔内で検出された前記センサ電圧を格納するための第１メモリと、前記第１メモリ内に格納された前記センサ電圧から分散値を計算するための分散値計算手段と、前記分散値計算手段で計算された前記分散値を格納するための第２メモリと、前記第２メモリに格納された前記分散値の大きさに応じて前記構造体への侵入の有無を検知可能な閾値電圧に更新するための閾値電圧更新手段と、前記閾値電圧更新手段によって更新された後の閾値電圧を格納するための第３メモリと、前記第３メモリに格納された前記閾値電圧と前記信号処理ユニットで検出された前記センサ電圧とを比較して、当該センサ電圧が当該閾値電圧以上であると判断した場合に、警報信号を出力する警報信号出力手段と、を有することを特徴とする光ファイバ式侵入検知センサを提供する。

【発明の効果】

【００１５】

本発明は、風による構造体の振動と侵入者による構造体の振動とを区別することができ、侵入者検知感度を向上させることができる。これにより、風が強いときにおいても構造体への侵入者を正しく検知することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１６】

【図１】図１（ａ）は、本発明に係る光ファイバフェンスセンサの実施の形態を示す模式図である。図１（ｂ）は、光ファイバループの形態を示す模式図である。

【図２】従来の光ファイバジャイロを示す模式図である。

【図３】本発明の実施例の光ファイバフェンスセンサ敷設例を示す平面図である。

【図４】最大風速を横軸に取り、センサ電圧の分散値を縦軸に取ったグラフである。

【図５】図５（ａ）は、経過時間を横軸に取り、風速を縦軸に取ったグラフである。図５（ｂ）は、経過時間を横軸に取り、センサの出力電圧を縦軸に取ったグラフである。

【図６】図６（ａ）は、経過時間を横軸に取り、風速を縦軸に取ったグラフである。図６（ｂ）は、経過時間を横軸に取り、センサの出力電圧を縦軸に取ったグラフである。

【図７】本発明の実施例の侵入者判定システムを示すブロック図である。

【図８】本発明の実施例のメインルーチンを示すフローチャートである。

【図９】本発明の実施例のモード変更処理を示すフローチャートである。

【図１０】本発明の実施例の侵入者判定処理を示すフローチャートである。
【発明を実施するための形態】
【００１７】
以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。
【実施例】
【００１８】
光ファイバ式侵入検知センサとして、フェンス（構造体）に光ファイバループを配置する光ファイバフェンスセンサを用いて説明を行う。図１（ａ）は、本発明に係る光ファイバ式侵入検知センサの実施の形態を示す模式図であり、図１（ｂ）は、光ファイバループの形態を示す模式図である。
【００１９】
図１（ａ）に示すように、光ファイバフェンスセンサ１は、センサ本体２と、センサ本体２に光学的に接続されて光閉回路を形成する光ファイバループ３とを備える。図１（ｂ）に示すように本実施の形態では２個の光コネクタ４によりセンサ本体２と光ファイバループ３が光学的に接続されている。光ファイバで閉回路を形成した光ファイバループ３は、その一部がフェンス振動計測用の光ファイバセンサケーブル３ａとなる。
【００２０】
センサ本体２は、光源６、受光器７、第１の光カプラ９、偏光子１１、第２の光カプラ１０及びこれらを光学的に接続する接続用光ファイバ８、並びに信号処理ユニット１３が筐体５内に収容されて構成される。
【００２１】
光源６及び受光器７にはそれぞれ光ファイバ８ａ，８ｂが光学的に接続され、両光ファイバ８ａ，８ｂは共に光分岐結合素子である光カプラ９に光学的に接続されている。光カプラ９，１０は、１×２入出力ポートを有する光ファイバカプラである。第１の光カプラ９の一端側の２つの入出力ポートに、光ファイバ８ａ，８ｂがそれぞれ光学的に接続される。
【００２２】
光カプラ９の他端側の１入出力ポートには光ファイバ８ｃが光学的に接続され、光ファイバ８ｃは、その一部が偏光子を形成して第２の光カプラ１０の１入出力ポートに光学的に接続されている。第２の光カプラ１０の他端側の２入出力ポートには長尺の光ファイバの両端がそれぞれ光学的に接続され、ループ（閉回路）状の光ファイバループとなっている。
【００２３】
光ファイバループ３の一端側に設けた位相変調器１２は、光ファイバループ３を互いに反対方向に伝播する光波間に相対的に時間遅れのある位相変調をかけるものである。
【００２４】
本実施の形態では、位相変調器１２は、振動子とする円筒上のＰＺＴ（ピエゾセラミック）に光ファイバループ３の一部を巻き付けて形成し、ＰＺＴへ印加する電圧によりＰＺＴに巻き付けた光ファイバを伸縮させて伝播光の位相を変調するものとした。
【００２５】
信号処理ユニット１３は、光源６の駆動、受光器７で検出された光信号が光電変換された電気信号を処理してセンサ電圧（振動データ）を検出、位相変調器１２の変調レベル制御、処理結果の出力等をするものであり、光源６、受光器７及び光位相変調器１２と電気的に接続されている。
【００２６】
偏光子１１は、第１及び第２の両光カプラ９，１０間を接続する光ファイバ８ｃの一部をコイル状に形成すると共に、コアの複屈折を大きくしたファイバ型の偏光子である。
【００２７】
光源６、受光器７、偏光子１１及び光カプラ９、１０に光学的に接続される光ファイバ８ａ、８ｂ、８ｃ及び光ファイバループ３は偏波面保存光ファイバで構成するのが好まし

い。

【００２８】

本実施の形態に係る光ファイバフェンスセンサ１は、前述のサニャック効果を原理とした光ファイバジャイロを応用したものであり、センサ本体２に接続される光ファイバループ３の一部を振動計測用のセンサケーブル３ａとして用いている。

【００２９】

図２に示すように、従来の光ファイバジャイロ１４は、ループ状に閉じた光ファイバ（光ファイバループ）１５が回転を受けたとき、光ファイバ１５を右回りに伝搬する光と左回りに伝搬する光との間に回転角速度に比例した位相差が生じるサニャック効果を利用して、光ファイバループ１５の回転角速度を測定するものである。

【００３０】

光ファイバジャイロ１４の光ファイバループ１５は、回転角速度と同様に、外部の急激な温度変化、振動、音等に対して感度を有する。これら回転角速度以外の要因による位相変化を低減する対策として、通常、光ファイバループ１５を、ループの中心部分から一側をＳ（右）巻きし、他側をＺ（左）巻きする対称巻き技術を施している。また、光ファイバループ１５に加わる振動や衝撃を緩衝するべく熱硬化性樹脂等で光ファイバループ１５を固定する樹脂ポッティングが施されている。

【００３１】

本実施の形態の光ファイバフェンスセンサ１は、光ファイバループの振動によって、左右回り光間に位相差が発生し、光ファイバジャイロにおける回転角速度に相当するセンサ電圧（振動データ）を出力するものである。

【００３２】

光ファイバフェンスセンサ１では、センサケーブル３ａは回転角速度に対する感度を必要とせず、そのため光ファイバループ３を中央部分３ｃに対して一側を右巻き、他側を左巻きにし、左巻き及び右巻きの両光ファイバループがそれぞれ囲む面積を等しくするのが好ましい。

【００３３】

次に、本実施の形態の作用について説明する。

【００３４】

光源６より出射された光Ｌ１は、第１の光カプラ９を伝搬し、偏光子１１で直線偏光にされ、第２の光カプラ１０に入射する。第２の光カプラ１０では、光Ｌ１が２つに分岐されて、光ファイバループ３の互いに異なる端に入射する。ここで、光ファイバループ３に入射した２つの光のうち、一方を右回り光Ｌｃｗ、他方を左回り光Ｌｃｃｗとする。

【００３５】

左右両回り光Ｌｃｃｗ，Ｌｃｗはそれぞれ位相変調器１２で光の位相を変調され、光ファイバループ３を１周して第２の光カプラ１０へ再び入射する。

【００３６】

第２の光カプラ１０へ入射した各々左右両回り光Ｌｃｃｗ，Ｌｃｗは、第２の光カプラ１０で干渉して干渉光Ｌ２となる。干渉光Ｌ２は、偏光子１１を伝搬して第１の光カプラ９へ入射し、再び２つの光に分岐され、分岐された光の一方は受光器７で検出される。

【００３７】

第２の光カプラ１０で干渉する２つの光Ｌｃｗ，Ｌｃｃｗが同位相であれば、第２の光カプラに入射する光Ｌ１と、第２の光カプラを出射する干渉光Ｌ２は、光カプラ９、１０での放射損失等を除き、光強度は等しく検出される。

【００３８】

一方、光が光ファイバループ３を伝搬中に、センサケーブル３ａの任意の箇所に振動が生じると、振動が生じた箇所では光ファイバの伸縮により伝搬光の位相が変化する。

【００３９】

第２の光カプラ１０に入射する２光の位相が異なる（位相差が生じる）と、受光器７で受光される光の強度は、同位相で結合した光の強度とは異なって検出される。すなわち、

受光器７では、センサケーブル３ａに振動がないときは常に略一定の光強度（零点）を検出しており、その一定の光強度と異なる光強度を検出したとき、センサケーブル３ａで振動を検知したことになる。

【００４０】

光ファイバループ３のループ中央部分（図中右端側）３ｃでは、第２の光カプラ１０で分岐された右回り光Ｌｃｗ及び左回り光Ｌｃｃｗがループ中央部分３ｃを同時刻に通過するため、振動による位相差が発生し難い。従って、光ファイバループ３のループ中央部分３ｃは、センサとして機能する必要がない場所に敷設することが好ましい。

【００４１】

光ファイバループ３の中央部分を除いた部分をセンサケーブル３ａとすることで、センサケーブル３ａに加えられた振動による位相差が表れないといったことがなく、高い信頼性を有する。

【００４２】

光ファイバループ３及び接続用の光ファイバ８を慣用のシングルモード光ファイバで構成すると、光ファイバを伝搬する光の偏波が回転して（偏光状態が変化して）左右回り光が干渉しない場合がある。そこで、光ファイバループ３及び接続用光ファイバを偏波面保存光ファイバで形成することで、左右回り光の偏波が回転することなく互いに干渉させることができる。

【００４３】

また、出力されるセンサ電圧（振動データ）から左右両回り光Ｌｃｃｗ，Ｌｃｗ間の位相差を計算して、センサケーブル３ａの振動があった箇所を検知することができる。

【００４４】

本実施の形態の光ファイバフェンスセンサ１は、フェンス等に取り付けて、侵入検知等のセキュリティを目的とするセンサとして適用できる。

【００４５】

例えば、図３に示すように、フェンス３１の一端に収納ボックス３２を設け、収納ボックス３２にセンサ本体２を収納する。光ファイバループ３の行きと折り返した後の帰りの２本を共にして形成したセンサケーブル３ａは、フェンス３１の検知する範囲（例えば金網の部分）に固定される。光ファイバループ３のループ中央部分３ｃはフェンス３１に設けられる終端ボックス３３に収納される。センサケーブル３ａを固定する際、センサケーブル３ａに均一な張力を付与する必要はなく、フェンス３１が振動した時にセンサケーブル３ａが振動する程度に一体に固定すればよい。図４は、３００秒間中の最大風速を横軸に取り、（数１）に示す式（１）によって求めたセンサ電圧（振動データ）の分散値ＳＳを縦軸に取ったものである。

【００４６】

【数１】

$$SS = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2 \qquad \bar{x} \equiv \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \qquad (1)$$

ＳＳ：分散値　　$\bar{x}$：平均値　　x：センサ電圧（Ｖ）

n：分散更新間隔（例：２０００）　　i：出力周期（例：１６０ｍｓ）

【００４７】

ここで、センサ電圧の分散値は、光ファイバフェンスセンサ１から出力されるセンサ電圧を１６０ｍｓ周期で取得し、分散更新間隔２０００（１６０×２０００（ｍｓ））で求めたものである。

【００４８】

図４より、最大風速とセンサ電圧分散値との間には相関関係があることがわかり、最大

風速がある値（図４中で７．５ｍ／ｓ付近）を超えた時点でセンサ電圧分散値が大きく上昇することがわかる。

【００４９】

従って、センサ電圧の分散値をモニタすることにより、分散値が大きい時（０．００１以上）には風が強い状態であることがわかるので、風による振動と人などによる振動とを区別することができる。

【００５０】

図５（ａ）及び図６（ａ）に示す風速データは、光ファイバフェンスセンサ１から出力されるセンサ電圧（図５（ｂ）及び図６（ｂ））と風速との相関関係を調べるために、光ファイバフェンスセンサ１とは別に設けたものであり、参考データである。

【００５１】

図５（ａ）及び図６（ａ）は、経過時間（ｈｒ）を横軸に取り、風速（ｍ／ｓ）を縦軸に取ったものである。図５（ｂ）のデータは、図５（ａ）のデータと同時に、図６（ｂ）のデータは、図６（ａ）のデータと同時に測定したものであり、経過時間（ｈｒ）を横軸に取り、センサ電圧（Ｖ）を縦軸に取ったものである。

【００５２】

ここで図５及び図６のグラフを比較する。図６に示すように風速約１３ｍ／ｓ前後の風が常時吹き続けている時には、センサ電圧のバックグランドが上がり、約３Ｖのセンサ電圧が常時出力され続けていることがわかる。

【００５３】

これに対して、図５に示すように風速が大きく変化する時には、風速が大きい時は、風速が小さい時よりもセンサ電圧が高くなっていて、風速が大きい時には、約３Ｖのセンサ電圧を超えることがわかる。

【００５４】

上記より、風速の変化の度合いとセンサ電圧との間に相関関係があることが読み取れる。

【００５５】

図５、図６で、３．５Ｖ以上のセンサ電圧があったことを示すデータ（楕円表示部分）は、フェンスからの侵入者があったことを示す。

図７は本発明の実施例の光ファイバフェンスセンサ侵入者判定システムを示すブロック図である。この信号処理ユニット１３は、制御装置１３ａと警報機１３ｂを有し、制御装置１３ａが光ファイバループ３に発生した振動が侵入者によって発生したものかの判定を行う。

【００５６】

信号処理ユニット１３内の制御装置１３ａは、所定の分散更新間隔内で検出されたセンサ電圧（振動データ）を格納するための第１メモリと、この第１メモリ内に格納されたセンサ電圧（振動データ）から分散値を計算するためのマイコン等の分散値計算手段と、この分散値計算手段で計算された分散値を格納するための第２メモリと、前記第２メモリに格納された前記分散値の大きさに応じて前記構造体への侵入の有無を検知可能な閾値電圧に更新するためのマイコン等の閾値電圧更新手段と、前記閾値電圧更新手段によって更新された後の閾値電圧を格納するための第３メモリと、この第３メモリに格納された閾値電圧と信号処理ユニット１３で検出されたセンサ電圧（振動データ）とを比較して、当該センサ電圧（振動データ）が当該閾値電圧以上であると判断した場合に、警報機１３ｂに警報信号を出力する警報信号出力手段と、を有する。

【００５７】

次に、制御装置１３ａの具体的な処理方法について説明を行う。制御装置１３ａはメインルーチン（Ｓ１００）に従って処理を行う。メインルーチン（Ｓ１００）はモード変更処理（Ｓ２００）と侵入者判定処理（Ｓ３００）から構成される。警報機１３ｂは、ブザー・警報灯（図示せず）等からなり、制御装置１３ａから警報信号を受信し、警報を発する。

【００５８】
メインルーチン（Ｓ１００）は、具体的には図８のフローチャートで示される。電源を投入した時（Ｓ１）にはタイマーＴ（分散更新間隔）をスタートし（Ｓ２）、閾値電圧は３．５Ｖに設定されている（Ｓ３）。その後、タイマーＴ（分散更新間隔２０００（１６０×２０００（ｍｓ））を経過しているかどうかの判断がなされ（Ｓ４）、経過している場合には閾値電圧のモード変更処理（Ｓ５）がなされ、タイマーＴがリセットされてから再度スタートされ（Ｓ６）、侵入者判定処理（Ｓ７）がなされる。タイマーＴ（分散更新間隔）を経過していない場合には、タイマーＴはそのままで（カウントを続けながら）、侵入者判定処理（Ｓ７）がなされる。侵入者判定処理（Ｓ７）の後、電源投入時かどうかの判断（Ｓ１）に戻り、上記の処理が繰り返される。

【００５９】
閾値電圧のモード変更処理（Ｓ５）は図９のフローチャートＳ２００で示される。タイマーＴ（分散更新間隔２０００）の間に検出されたセンサ電圧（振動データ）を制御装置１３ａ内の第１メモリに格納し、この格納されたセンサ電圧により、式（１）を用いて、センサ電圧（振動データ）の分散値ＳＳを分散値計算手段で計算する（Ｓ２１）。次に分散値ＳＳが０．００１以上かどうかの判断がなされる（Ｓ２２）。分散値ＳＳが０．００１以上のときは、予め定められた数式（プログラム）により、閾値電圧は３．５Ｖ（高感度モード）に設定され（Ｓ２４）、分散値ＳＳが０．００１未満のときは、閾値電圧は３．０Ｖ（低感度モード）に設定され（Ｓ２３）、閾値電圧は第３メモリに格納されてモード変更処理が終了する。

【００６０】
侵入者判定処理（Ｓ７）は図１０のフローチャートＳ３００で示される。フェンス振動を表すセンサ電圧（振動データ）を計測し（Ｓ３１）、閾値電圧のモード変更処理（Ｓ４）で設定された閾値電圧以上かどうかの判断がなされる（Ｓ３２）。センサ電圧（振動データ）が閾値電圧以上のときには、侵入者ありとの判断がなされ（Ｓ３３）、警報信号が警報機１３ｂに送られ（Ｓ３５）、侵入者判定処理が終了する。センサ電圧（振動データ）が閾値電圧未満のときには、侵入者なしとの判断がなされ（Ｓ３４）、侵入者判定処理が終了する。

【００６１】
このように、最大風速、すなわち風速の変化の度合いが大きくなるほど、光ファイバフェンスセンサ１から出力されるセンサ電圧（振動データ）の分散値も大きくなるという知見に基づき、この分散値に応じて閾値電圧を風の影響を受けることなく十分な検知感度となる数値に更新して、更新後の閾値電圧以上のセンサ電圧が検出されたときに、フェンス侵入者があることを検知するようにしているので、風速の影響を無視できる程に小さくしてフェンス侵入者の有無判定を精度良く行うことができることとなる。

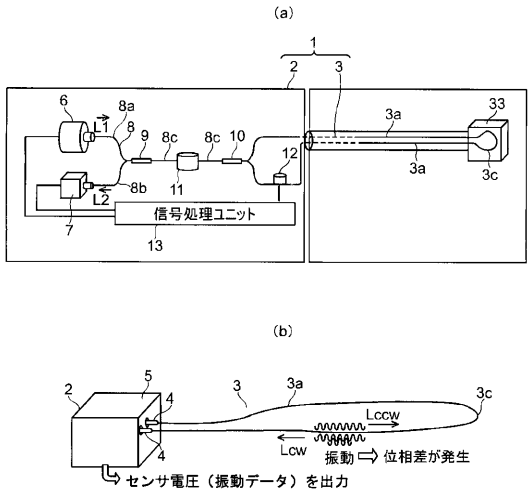
【００６２】
以上のように、本実施例によれば、一定時間毎に光ファイバフェンスセンサ１から出力されるセンサ電圧（振動データ）の分散値を計算し、この計算された分散値によって風速の大きさ・変化の度合いを推定し、センサ電圧（振動データ）の閾値電圧を更新し、この更新後の閾値電圧を用いてフェンス侵入者の有無判定を行っているため、風による振動と侵入者による振動とを区別することができる。これにより、風が強いときにおいてもフェンスへの侵入者を正しく検知し、警報等を出力することができる。

【００６３】
以上述べた実施例においては、予め設定した式（プログラム）により閾値電圧を自動的に設定しているが、これに限定されるものではなく、状況に応じて手動で閾値電圧を設定してもよい。

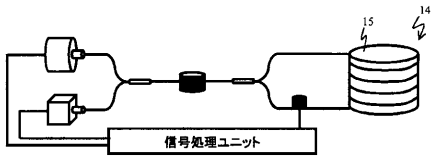
【００６４】
また、分散更新間隔や閾値電圧も上記実施例に限定されるものではなく、光ファイバフェンスセンサが配置・使用される環境に合わせて侵入者検知感度を高めることができるような数値に設定すれば良い。

【００６５】
さらに、図９に示すフローチャートＳ２００では、モード変更処理前後において閾値電圧が同じかどうかを判断することなく、分散値ＳＳの大きさに応じて処理後の閾値電圧に更新（上書き）する方法を示したが、処理前後において閾値電圧が同じかどうかを判断し、同じである場合には、その閾値電圧を維持する方法としても良い。
【符号の説明】
【００６６】
１…光ファイバフェンスセンサ、２…センサ本体、３…光ファイバループ、３ａ…光ファイバセンサケーブル、３ｃ…光ファイバループ中央部、４…光コネクタ、５…筐体、６…光源、７…受光器、８，８ａ，８ｂ，８ｃ…光ファイバ、９…第１の光カプラ、１０…第２の光カプラ、１１…偏光子、１２…位相変調器、１３…信号処理ユニット、１３ａ…制御装置、１３ｂ…警報機、１４…光ファイバジャイロ、１５…光ファイバループ、３１…フェンス、３２…収納ボックス、３３…終端ボックス。

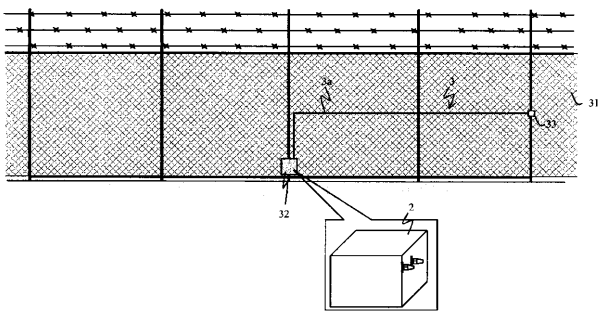
【図１】



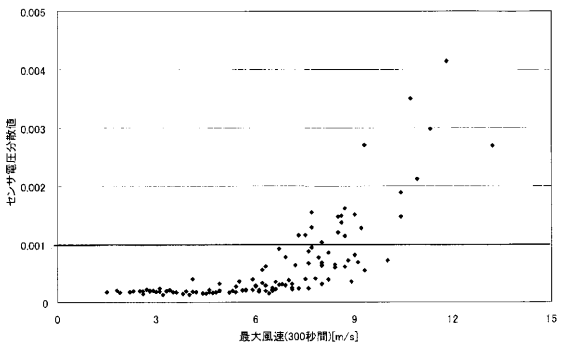
【図２】



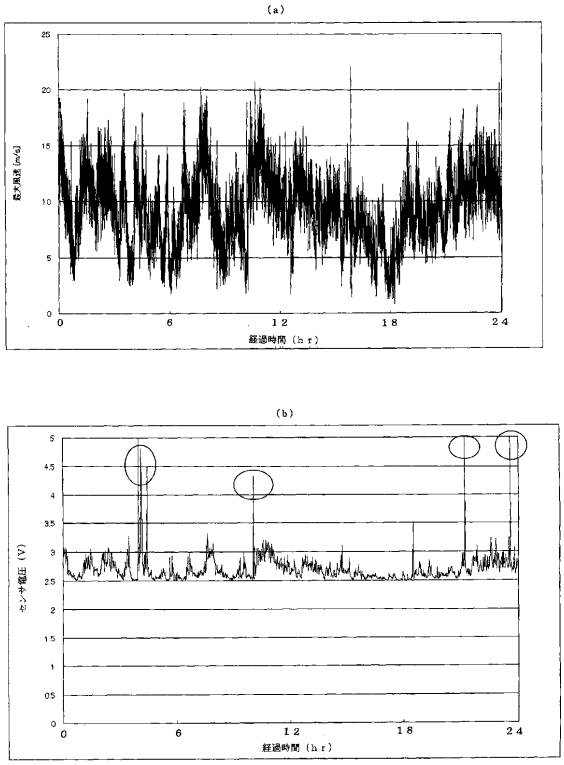
【図３】



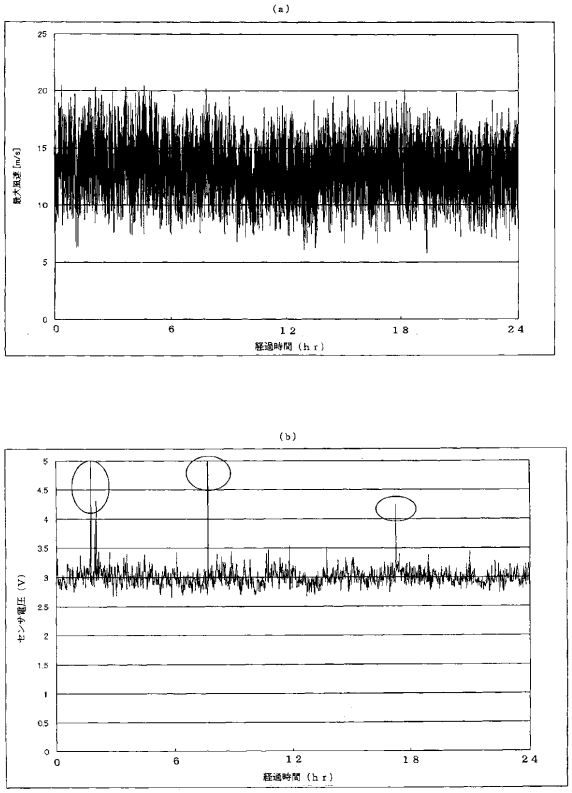
【図４】



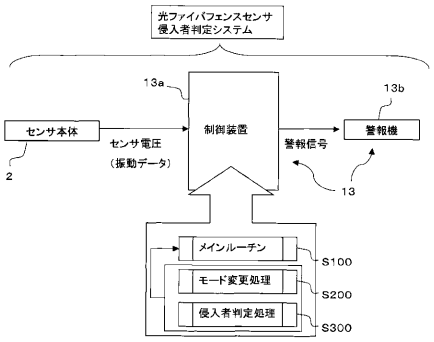
【図５】


(a)
瞬時風速 [m/s]
経過時間 (hr)
(b)
センサ電圧 (V)
経過時間 (hr)

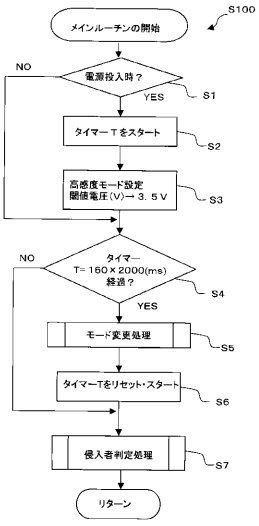
【図６】


(a)
瞬時風速 [m/s]
経過時間 (hr)
(b)
センサ電圧 (V)
経過時間 (hr)

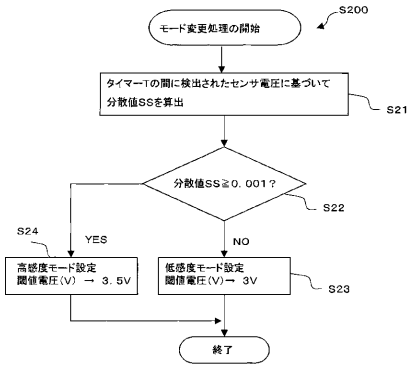
【図７】


光ファイバフェンスセンサ
侵入者判定システム
センサ本体
2
センサ電圧
(振動データ)
13a
制御装置
警報信号
13b
警報機
13
メインルーチン
S100
モード変更処理
S200
侵入者判定処理
S300

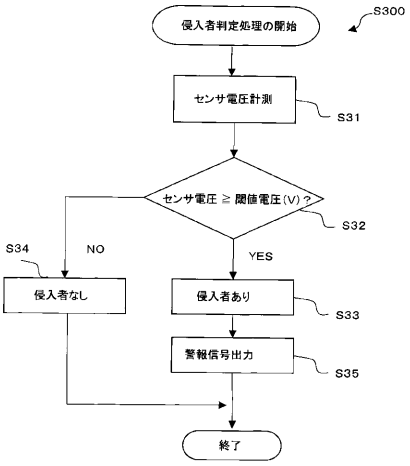
【図８】


S100
メインルーチンの開始
NO
電源投入時？
YES
S1
タイマーTをスタート
S2
高感度モード設定
閾値電圧(V)→3.5V
S3
NO
タイマー
T=160×2000(ms)
経過？
S4
YES
モード変更処理
S5
タイマーTをリセット・スタート
S6
侵入者判定処理
S7
リターン

【図９】


モード変更処理の開始
S200
タイマーTの間に検出されたセンサ電圧に基づいて
分散値SSを算出
S21
分散値SS≧0．001？
S22
YES
NO
S24
高感度モード設定
閾値電圧(V) → 3．5V
低感度モード設定
閾値電圧(V)→ 3V
S23
終了

【図１０】


侵入者判定処理の開始
S300
センサ電圧計測
S31
センサ電圧 ≧ 閾値電圧(V)？
S32
YES
NO
S34
侵入者なし
侵入者あり
S33
警報信号出力
S35
終了