

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5177057号
(P5177057)

(45) 発行日 平成25年4月3日(2013.4.3)

(24) 登録日 平成25年1月18日(2013.1.18)

(51) Int.Cl.	F I	
GO 1 V 8/16 (2006.01)	GO 1 V 9/04	F
GO 1 H 9/00 (2006.01)	GO 1 H 9/00	C
GO 8 B 13/186 (2006.01)	GO 8 B 13/186	
GO 1 V 8/12 (2006.01)	GO 1 V 9/04	J
GO 1 P 5/00 (2006.01)	GO 1 P 5/00	F
請求項の数 3 (全 13 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2009-86392(P2009-86392)
 (22) 出願日 平成21年3月31日(2009.3.31)
 (65) 公開番号 特開2010-237083(P2010-237083A)
 (43) 公開日 平成22年10月21日(2010.10.21)
 審査請求日 平成23年5月20日(2011.5.20)

(73) 特許権者 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 小倉 明
 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 熊谷 達也
 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
 審査官 田中 秀直

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 侵入者検知装置および侵入者検知方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも、光を出射する光源、第1の光カプラ、位相変調器、光ファイバループ、受光器、信号処理ユニットを備え、前記光源より出射し、前記第1の光カプラを伝搬して分岐した2つの光信号を、前記位相変調器を含む前記光ファイバループに左右回りに入射し、その戻り光信号を前記第1の光カプラを介して前記受光器で受信し、前記信号処理ユニットで前記戻り光信号を光電変換して検知信号を出力するサニャック干渉型の光ファイバであって、前記光ファイバループの一部を振動計測用のセンサケーブルとして用いる光ファイバ振動センサと、

侵入判定ユニットおよび警報器を備えた侵入者検知部とから構成され、

前記侵入判定ユニットが、前記警報器を作動させる警報信号の出力に係る複数の閾値が段階的に予め格納したデータ部と、前記光ファイバ振動センサから出力された検知信号に基づいて風速を判定する風速判定部と、該風速判定部による判定された前記風速に基づき、前記複数の閾値の中から1つ選択し決定する閾値決定部と、から構成され、

前記光ファイバ振動センサから出力された検知信号が、前記閾値決定部によって決定された閾値よりも大きいときに、前記警報器に警報信号を出力する侵入者検知装置であって、

前記侵入判定ユニットは、前記光ファイバ振動センサで検知されたセンサケーブルでの検知信号について、区間毎に前記検知信号の分散値を計算する区間分散値演算部を備え、

前記風速判定部は、前記分散値に基づき、区間毎に風速を判定すること

10

20

を特徴とする侵入者検知装置。

【請求項 2】

前記区間分散値演算部は、前の区間について計算した平均的な風速を用いて現に計算している区間の分散値を計算することを特徴とする請求項 1 に記載した侵入者検知装置。

【請求項 3】

少なくとも、光を出射する光源、第 1 の光カプラ、位相変調器、光ファイバループ、受光器、信号処理ユニットを備え、前記光源より出射し、前記第 1 の光カプラを伝搬して分岐した 2 つの光信号を、前記位相変調器を含む前記光ファイバループに左右回りに入射し、その戻り光信号を前記第 1 の光カプラを介して前記受光器で受信し、前記信号処理ユニットで前記戻り光信号を光電変換して検知信号を出力するサニャック干渉型の光ファイバ 10
 であって、前記光ファイバループの一部を振動計測用のセンサケーブルとして用いる光ファイバ振動センサと、

侵入判定ユニットおよび警報器を備えた侵入者検知部とを有する侵入者検知装置による侵入者検知方法において、

前記侵入判定ユニットが備えるデータ部に、前記警報器を作動させる警報信号の出力に係る複数の閾値を段階的に予め格納し、

前記侵入判定ユニットによって、前記光ファイバ振動センサから出力された検知信号に基づいて風速を判定し、該風速に基づき前記複数の閾値の中から 1 つ選択し決定し、

前記光ファイバ振動センサから出力された検知信号が、前記閾値決定部によって決定された閾値よりも大きいときに、前記警報器に警報信号を出力する侵入者検知方法であって 20

前記光ファイバ振動センサで検知されたセンサケーブルでの検知信号の区間毎の分散値を計算する区間分散値演算部によって、風速が 6 m / s を超える範囲で分散値を計算すること

を特徴とする侵入者検知方法。

【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機械的な振動を検知するサニャック干渉型の光ファイバ 30
 振動センサを用いた侵入者検知装置および侵入者検知方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、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て振動を計測できることが知られている。

【0003】

例えば特許文献 1 には、光ファイバジャイロに備えられる光ファイバループの一部を振動計測用のセンサケーブルとして用いたサニャック干渉型の光ファイバ振動センサが記載されている。

【0004】

非特許文献 1 には、侵入検知等のセキュリティを目的とするサニャック干渉型の光ファイバ振動センサについて、侵入等の人的行為（侵入者）による振動の周波数出力分布と、風による振動の周波数出力分布とが異なる特性を利用して、前記センサからの出力信号を周波数解析することで、侵入等の人的行為を正確に判別し、風による誤判定の発生を防止する方法が記載されている。 40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2006 - 208080 号公報

【非特許文献】

10

20

30

40

50

【0006】

【非特許文献1】"Optical Fiber Vibration Sensor for Intrusion Detection", HITACHI CABLE REVIEW No27 (August 2008)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

サニャック干渉型の光ファイバ振動センサは、敷設が容易で、低コストで製造でき、かつ、長手方向のセンサケーブルに加わる振動を高い分解能で検出できるという特徴がある。特に、敷設に際し、センサケーブルに均一な張力を付与する必要がないため、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に適している。しかし、サニャック干渉型の光ファイバ振動センサを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用いる場合、強風時に風による誤判定が頻発するという問題がある。

10

【0008】

サニャック干渉型の光ファイバ振動センサを侵入検知等のセキュリティを目的とするセンサとして使用する場合、前記センサからの出力信号により作動する警報器が接続されることが多い。この場合、予め警報器が作動する出力信号レベル、即ち閾値を設定しておき、前記センサからの出力信号が該閾値を超えた場合に警報器が作動することとなる。

【0009】

ここで、前記センサの侵入検知精度を上げるためには、前記閾値はなるべく低いレベルである方が好ましい。前記閾値のレベルが低ければ、微弱な振動であっても警報器が作動する出力信号レベルとなり、なんらかの事態が発生したことを知らせることが可能となるためである。しかしながら、前記閾値のレベルが低すぎる場合、前記センサが設置されている環境で風が吹いた場合、該風による振動によって前記センサからの出力レベルが前記閾値を超えてしまい、警報器が作動する誤判定を引き起こしてしまう。その一方で、誤判定の発生を回避するために前記閾値のレベルを高く設定すると、侵入等の事案で発生した振動が微弱であった場合に、警報器が作動するだけの出力信号レベルが得られず、十分な侵入検知精度が得られないという問題がある。

20

【0010】

この点について、非特許文献1に記載の方法は、前記センサからの出力信号を周波数解析することで、侵入等の人的行為を正確に判別し、風による誤判定を防止するものである。当該方法は出力信号の周波数解析を行うものであるため、計算負荷が高く、使用できる計算機の性能が充分でない場合、適用が制約される虞がある。

30

【0011】

また、サニャック干渉型の光ファイバ振動センサが侵入検知等のセキュリティを目的とするセンサに適していたとしても、「侵入者の検知」に至る手法が限られていては、セキュリティ設計における自由度（設計自由度）が制限され、十分な活用がなされない懸念がある。

【0012】

本発明は、上記の事情に鑑みなされたもので、セキュリティを目的とするセンサとしてのサニャック干渉型の光ファイバ振動センサの設計自由度を上げるための一つの提案として、高い計算負荷をかけることなく、風による誤判定の発生を防ぎ、侵入検知精度を向上した侵入者検知装置および侵入者検知方法を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記目的を達成するため、本発明は、

少なくとも、光を出射する光源、第1の光カプラ、位相変調器、光ファイバループ、受光器、信号処理ユニットを備え、前記光源より出射し、前記第1の光カプラを伝搬して分岐した2つの光信号を、前記位相変調器を含む前記光ファイバループに左右回りに入射し

50

、その戻り光信号を前記第1の光カプラを介して前記受光器で受信し、前記信号処理ユニットで前記戻り光信号を光電変換して検知信号を出力するサニャック干渉型の光ファイバであって、前記光ファイバループの一部を振動計測用のセンサケーブルとして用いる光ファイバ振動センサと、

侵入判定ユニットおよび警報器を備えた侵入者検知部とから構成され、

前記侵入判定ユニットが、前記警報器を作動させる警報信号の出力に係る複数の閾値が段階的に予め格納したデータ部と、前記光ファイバ振動センサから出力された検知信号に基づいて風速を判定する風速判定部と、該風速判定部による判定された前記風速に基づき、前記複数の閾値の中から1つ選択し決定する閾値決定部と、から構成され、

前記光ファイバ振動センサから出力された検知信号が、前記閾値決定部によって決定された閾値よりも大きいときに、前記警報器に警報信号を出力すること
を特徴とする侵入者検知装置を提供する。

10

【0014】

また、本発明は、前記侵入判定ユニットは、前記光ファイバ振動センサで検知されたセンサケーブルでの検知信号について、区間毎に前記検知信号の分散値を計算する区間分散値演算部を備え、前記風速判定部は、前記分散値に基づき、区間毎に風速を判定することを特徴とする侵入者検知装置を提供する。

【0015】

また、本発明は、前記区間分散値演算部は、前の区間について計算した平均的な風速を用いて現に計算している区間の分散値を計算することを特徴とする侵入者検知装置を提供する。

20

【0016】

上記目的を達成するため、本発明は、

少なくとも、光を出射する光源、第1の光カプラ、位相変調器、光ファイバループ、受光器、信号処理ユニットを備え、前記光源より出射し、前記第1の光カプラを伝搬して分岐した2つの光信号を、前記位相変調器を含む前記光ファイバループに左右回りに入射し、その戻り光信号を前記第1の光カプラを介して前記受光器で受信し、前記信号処理ユニットで前記戻り光信号を光電変換して検知信号を出力するサニャック干渉型の光ファイバであって、前記光ファイバループの一部を振動計測用のセンサケーブルとして用いる光ファイバ振動センサと、

30

侵入判定ユニットおよび警報器を備えた侵入者検知部とを有する侵入者検知装置による侵入者検知方法において、

前記侵入判定ユニットが備えるデータ部に、前記警報器を作動させる警報信号の出力に係る複数の閾値を段階的に予め格納し、

前記侵入判定ユニットによって、前記光ファイバ振動センサから出力された検知信号に基づいて風速を判定し、該風速に基づき前記複数の閾値の中から1つ選択し決定し、

前記光ファイバ振動センサから出力された検知信号が、前記閾値決定部によって決定された閾値よりも大きいときに、前記警報器に警報信号を出力すること
を特徴とする侵入者検知方法を提供する。

40

【0017】

また、本発明は、前記光ファイバ振動センサで検知されたセンサケーブルでの検知信号の区間毎の分散値を計算する区間分散値演算部によって、風速が6 m/sを超える範囲で分散値を計算することを特徴とする侵入者検知方法を提供する。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、高い計算負荷をかけることなく、風による誤判定の発生を防ぎ、侵入検知精度を向上した侵入者検知装置および侵入者検知方法が得られる。

【0019】

これにより、セキュリティを目的とするセンサとしてのサニャック干渉型の光ファイバ振動センサの設計自由度が向上し、活用が促進されることが期待される。また、この設計

50

自由度に関し、設計自由度を向上させること、例えば、「侵入者の検知」に至る手法（アルゴリズム）を増やすことは、アルゴリズムの組み合わせによる侵入検知精度の向上に繋がりが、実用的であり非常に有効である。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明に係る侵入者検知装置の全体の構成を示す図である。

【図2】本発明に係る侵入者検知装置で用いられる侵入判定ユニットの構成を示すブロック図である。

【図3】本発明に係る侵入者検知装置で用いられる区間毎の分散値の演算のフローチャートである。

【図4】本発明に係る侵入者検知装置で用いられる風速値演算方法を示す図である。

【図5】本発明に係る侵入者検知装置での閾値決定方法を示す図である。

【図6】本発明の効果を示す図である。

【図7】本発明に係る侵入者検知装置の応用例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本発明の実施の形態を図に基づいて説明する。

【0022】

図1は、本発明に係る侵入者検知装置の全体の構成を示す。図1において、本発明に係る侵入者検知装置1は、光ファイバ振動センサ2と侵入者検知部3とから構成される。

【0023】

光ファイバ振動センサ2は、例えば特許文献1に記載されているような従来技術のものでよい。本実施の形態における光ファイバ振動センサ2は、光源22、受光器23、第1の光カプラ24、偏光子26、第2の光カプラ25及びこれらを光学的に接続する接続用光ファイバ29、並びに光ファイバループ21、並びに信号処理ユニット28から構成される。

【0024】

光源22及び受光器23には、それぞれ、接続用光ファイバ29である光ファイバ29a、29bが接続され、両光ファイバ29a、29bは共に光分岐結合素子である第1の光カプラ24に接続されている。第1の光カプラ24及び第2の光カプラ25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24の一端側の2つの入出力ポートに、光ファイバ29a、29bがそれぞれ接続される。第1の光カプラ24の他端側の1入出力ポートには、接続用光ファイバ29である光ファイバ29cが接続され、光ファイバ29cは、その一部が偏光子26を形成して第2の光カプラ25の1入出力ポートに接続されている。第2の光カプラ25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接続され、この光ファイバはループ（閉回路）状の光ファイバループ21となっており、該光ファイバループ21の一部が振動計測用のセンサケーブルであるセンサケーブル21aとなる。

【0025】

光ファイバループ21の一端側に設けた位相変調器27は、光ファイバループ21を互いに反対方向に伝搬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。本実施の形態では、位相変調器27は、振動子とする円筒状のPZT（ピエゾセラミック）に光ファイバループ21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搬光の位相を変調するものとした。

【0026】

信号処理ユニット28は、光源22の駆動、位相変調器27の変調レベル制御、受光器23で検出された光信号の光電変換、光電変換された電気信号の処理をし、光電変換された電気信号を出力電圧信号11として、処理結果である振動レベルを振動レベル信号12として出力するものである。信号処理ユニット28は、光源22、受光器23及び位相変調器27と電氣的に接続されている。

10

20

30

40

50

【0027】

偏光子26は、第1及び第2の両光カプラ24、25に接続される光ファイバ29c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。

【0028】

本実施の形態において、光源22、受光器23、偏光子26及び光カプラ24、25に接続される接続用光ファイバ29及び光ファイバループ21は、偏波面保存光ファイバで構成される。

【0029】

本実施の形態に係る光ファイバ振動センサ2は、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る。光ファイバジャイロとは、ループ状に閉じた光ファイバが回転を受けたとき、該ループ状の光ファイバ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、該ループ状の光ファイバの回転角速度を測定するものである。本実施の形態に係る光ファイバ振動センサ2は、光ファイバループ21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振動データを出力するものである。

【0030】

本実施の形態における光ファイバ振動センサ2は以下のように作用する。

【0031】

光源22より出射された光L1は、第1の光カプラ24を伝搬し、偏光子26で直線偏光にされ、第2の光カプラ25に入射する。第2の光カプラ25では、光L1が2つに分岐されて、光ファイバループ21の互いに異なる端に入射する。ここで、光ファイバループ12に入射した2つの光(光信号)のうち、一方を右回り光L_R、他方を左回り光L_Lとする。

【0032】

左右両回り光L_R、L_Lはそれぞれ位相変調器27で光の位相を変調され、光ファイバループ21を1周して第2の光カプラ25へ戻り光信号として再び入射する。

【0033】

第2の光カプラ25へ再び入射した各々左右両回り光L_R、L_L(戻り光信号)は、第2の光カプラ25で干渉して干渉光L2となる。干渉光L2は、偏光子26を伝搬して第1の光カプラ24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23で検出される。

【0034】

第2の光カプラ25で干渉する2つの光L_R、L_Lが同位相であれば、第2の光カプラ25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、第1の光カプラ24、第2の光カプラ25での放射損失等を除き、光強度は等しく検出される。

【0035】

一方、光が光ファイバループ21を伝搬中に、センサケーブル21a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。

【0036】

第2の光カプラ25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23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23では、センサケーブル21aに振動が無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21aで振動を検知したことになる。

【0037】

受光器23で検出された光強度は、信号処理ユニット28で光電変換され、電圧に変換される。また、前記電圧で表わされる振動レベルは、信号処理ユニット28において規格化され、センサケーブル21aの振動レベルがデシベルで表わされる。すなわち、本実施の形態における光ファイバ振動センサ2では、センサケーブル21aが検知した振動レベ

10

20

30

40

50

ルが、信号処理ユニット 2 8 において電圧及びデシベルの 2 通りのデータに変換され、出力される。

【 0 0 3 8 】

光ファイバ振動センサ 2 から出力された、電圧及びデシベルの 2 通りのデータは、電圧が第 1 検知信号である出力電圧信号 1 1 として、デシベルが第 2 検知信号である振動レベル信号 1 2 として、それぞれ侵入検知部 3 に伝達される。

【 0 0 3 9 】

侵入検知部 3 は、侵入判定ユニット 3 1 と警報器 3 2 とから構成される。侵入検知部 3 に伝達された出力電圧信号 1 1 及び振動レベル信号 1 2 は、侵入判定ユニット 3 1 に入力される。

10

【 0 0 4 0 】

侵入判定ユニット 3 1 は、前記入力された出力電圧信号 1 1 に基づき、振動計測用のセンサケーブルであるセンサケーブル 2 1 a を含む光ファイバループ 2 1 が設置されている環境の風速の判定を行う。前記判定された風速から、警報信号 1 3 を出力する振動レベルである閾値の決定を行い、侵入判定ユニット 3 1 に入力された前記振動レベル信号 1 2 が、前記閾値を超えるものであった場合、警報信号 1 3 を出力し、警報器 3 2 を作動させ、侵入事案の発生を知らせる。

【 0 0 4 1 】

侵入判定ユニット 3 1 の構成を示すブロック図を図 2 に示す。侵入判定ユニット 3 1 は、区間分散値演算部 3 1 1、風速判定部 3 1 2、閾値決定部 3 1 3、振動レベル判定部 3 1 4 及びデータ部 3 1 5 から構成される。データ部 3 1 5 には、警報信号 1 3 を出力する振動レベルである閾値、及び閾値が適用される風速が、各々の複数のレベルで予め定められている。

20

【 0 0 4 2 】

侵入判定ユニット 3 1 でのデータ処理の流れを、図 2 に示すブロック図に従って説明する。

【 0 0 4 3 】

侵入判定ユニット 3 1 に入力された出力電圧信号 1 1 は、まず区間分散値演算部 3 1 1 に入力される。区間分散値演算部 3 1 1 では、入力された出力電圧信号 1 1 の分散値が計算される。

30

【 0 0 4 4 】

区間分散値演算部 3 1 1 で計算された分散値は風速判定部 3 1 2 に入力され、風速判定部 3 1 2 では、この分散値に基づき振動計測用のセンサケーブルであるセンサケーブル 2 1 a を含む光ファイバループ 2 1 が設置されている環境の風速の判定を行う。

【 0 0 4 5 】

閾値決定部 3 1 3 では、風速判定部 3 1 2 で判定された風速に基づき、データ部 3 1 5 に格納されたデータを参照して警報信号 1 3 を出力する振動レベルである閾値を決定する。

【 0 0 4 6 】

振動レベル判定部 3 1 4 では、閾値決定部 3 1 3 で決定された前記閾値と、侵入判定ユニット 3 1 に入力された振動レベル信号 1 2 との比較を行う。前記振動レベル信号 1 2 の振動レベルが、前記閾値よりも大きい場合、振動レベル判定部 3 1 4 は警報信号 1 3 を出力する。前記振動レベル信号 1 2 の振動レベルが、前記閾値よりも小さい場合、侵入判定ユニット 3 1 でのデータ処理が終了する。

40

【 0 0 4 7 】

図 1 において、振動レベル判定部 3 1 4 から出力された警報信号 1 3 は、警報器 3 2 に入力され、該入力に基づき警報器 3 2 が作動して、侵入事案の発生を知らせる。

【 0 0 4 8 】

図 2 で示した各々のデータ処理の詳細を以下に説明する。

【 0 0 4 9 】

50

区間分散値演算部 3 1 1 では、侵入判定ユニット 3 1 に入力された出力電圧信号 1 1 の分散値が計算される。

【 0 0 5 0 】

分散とは、平均値からの 2 乗距離の平均をいい、平均値から誤差がどのくらい散らばっているかを示す指標である。分散を s_s とすると、 s_s は図 3 (b) に示す式で求められる。図 3 (b) に示す式において、 x_i は区間 $i = 1 \sim n$ のうちの i 番目の入力信号、すなわち区間 $1 \sim n$ のうちの i 番目の出力電圧信号 1 1 を表し、 $x_{A V E}$ は、現に計算を行っている区間の一つ前の区間の入力信号の平均値を表す。ここで、区間 $i = 1 \sim n$ とは、連続的に入力される出力電圧信号 1 1 の、区間開始点の $i = 1$ に対応する一番目の出力電圧信号 1 1 から、 $i = n$ に対応する n 番目の出力電圧信号 1 1 までの時間区間を表す。

10

【 0 0 5 1 】

すなわち、分散値とは、連続的に入力される出力電圧信号 1 1 の、ある時間区間における平均値からの誤差のばらつきを示す指標である。

【 0 0 5 2 】

区間分散値演算部 3 1 1 での分散値の演算フローチャートを図 3 (a) に示す。ステップ S 1 0 1 から開始する分散値の演算フローチャートは、ステップ S 1 0 2 において、現区間の平均値 $x'_{A V E}$ 、分散値 s_s 、区間認識指標 i が初期化される。ステップ S 1 0 2 で初期化がなされた後、ステップ S 1 0 3 ~ S 1 0 4 で区間 $1 \sim n$ のうちの i 番目の出力電圧信号 1 1 である x_i が入力される。

【 0 0 5 3 】

20

入力された x_i と、現に計算がおこなわれている区間の一つ前の区間における平均値である $x_{A B E}$ とから、ステップ S 1 0 5 において、現区間平均値 $x'_{A V E}$ と、区間 $1 \sim i$ における分散値 s_s が計算される。

【 0 0 5 4 】

前記ステップ S 1 0 3 ~ ステップ S 1 0 5 のステップは、区間 i が n に達するまで繰り返される。

【 0 0 5 5 】

区間 i が n に達したら、ステップ S 1 0 7 において、現に計算を行っている区間の次の区間で用いる平均値 $x_{A B E}$ を計算する。また、ステップ S 1 0 8 において、分散値 s_s の確定を行う。確定された分散値 s_s は、ステップ S 1 0 9 で出力される。

30

【 0 0 5 6 】

ステップ S 1 0 9 で分散値 s_s の出力がなされたら、現に計算を行っている区間での分散値演算は終了し、ステップ S 1 1 0 でリターンされる。ステップ S 1 1 0 でリターンされた後、ステップ S 1 0 1 から開始される次区間での分散値演算では、ステップ S 1 0 7 で計算された現区間 $x_{A B E}$ を用いて、次区間におけるステップ S 1 0 5 において次区間分散値が計算される。

【 0 0 5 7 】

区間分散値演算部 3 1 1 で計算され、ステップ S 1 0 9 で出力された分散値は、風速判定部 3 1 2 に入力される。風速判定部 3 1 2 では、前記分散値に基づき、図 4 に示す、分散値が風速に比例する特徴を用いて、振動計測用のセンサケーブルであるセンサケーブル 2 1 a を含む光ファイバループ 2 1 が設置されている環境の風速を判定する。

40

【 0 0 5 8 】

図 4 (a) は、最大風速の時間当たりの変化と、本実施の形態における光ファイバ振動センサ 2 を用いて該最大風速を計測したときの出力電圧信号 1 1 の分散値の時間当たりの変化を表している。図 4 (a) で表わされる二つの変化から、時間要素を排除して、最大風速と出力電圧信号 1 1 の分散値との関係を求めたものが図 4 (b) である。

【 0 0 5 9 】

図 4 (b) に示すように、最大風速と出力電圧信号 1 1 の分散値との間には、特に最大風速が 6 m/s を超える範囲で比例する特徴が顕著に現れる。

【 0 0 6 0 】

50

従って、風速判定部 3 1 2 において、最大風速と出力電圧信号 1 1 の分散値との間の比例関係を予め把握しておき、ステップ S 1 0 9 で出力された分散値を該比例関係と対比することにより、振動計測用のセンサケーブルであるセンサケーブル 2 1 a を含む光ファイバループ 2 1 が設置されている環境の風速が判定される。

【 0 0 6 1 】

風速判定部 3 1 2 で判定された風速は、閾値決定部 3 1 3 に入力される。閾値決定部 3 1 3 にはデータ部 3 1 5 が接続されており、データ部 3 1 5 には、図 5 に示すように、警報器 3 2 を作動させる警報信号 1 3 を出力する振動レベルである閾値が複数のレベルで、すなわち閾値 1、閾値 2、... 閾値 i、及び各々の閾値が適用される風速が、風速レベル 1、風速レベル 2、... 風速レベル i として段階的に予め定め格納されている。

10

【 0 0 6 2 】

閾値が決定される手順は以下の通りである。すなわち、閾値決定部 3 1 3 に入力された風速は、データ部 3 1 5 に予め定められた風速レベルと比較される。前記風速が風速レベル 1 よりも小さければ閾値 1 が選択され、前記風速が風速レベル 1 を超えたら閾値 2 が選択される。さらに、前記風速が風速レベル 2 を超えたら、閾値 3 が選択される。このように、閾値決定部 3 1 3 に入力される風速に応じて、データ部 3 1 5 に予め定められた複数の閾値の中から最適な閾値が選択され、閾値決定部 3 1 3 において決定される。

【 0 0 6 3 】

本発明の効果として、風速に応じて閾値を決定する効果を図 6 に示す。図 6 (a) は、本実施の形態にかかる光ファイバ振動センサ 2 が侵入者を検知した場合の振動レベルに係る出力を表す図である。図 6 (a) に示すように、侵入事案が発生した場合、1 0 秒程度の短時間の間に大きな出力が得られるのが特徴である。

20

【 0 0 6 4 】

図 6 (b) は、本実施の形態に係る光ファイバ振動センサ 2 が風を検知している場合の振動レベルに係る出力を表す図である。検知される振動が風によるものである場合、その振動レベルに係る出力は、図 6 (b) に示すように、侵入事案の場合と比較して小さい出力が長時間にわたって得られるのが特徴である。

【 0 0 6 5 】

ここで、図 6 (c) に示すように、風が弱風であり、出力される振動レベルが小さい場合には、該振動レベルが閾値 1 を超えることはなく、風により警報器 3 2 が作動する誤報が発生することはない。しかし、風が強風となり、出力される振動レベルが大きくなると、該振動レベルが閾値 1 を超え、侵入事案が発生していないにもかかわらず警報器 3 2 が作動する誤報が発生してしまうことになる。この点において、本実施の形態では、風速が大きくなり、風による振動レベル出力が閾値 1 を超えてしまう状況になった場合、風速に応じて閾値 1 を閾値 2 に変更することが可能である。従って、強風時において、風による振動レベルが大きくなった場合に、閾値を高くして誤報の発生を防ぐことが可能となる。また弱風時に、風による振動レベルが小さくなった場合には、風速に応じて閾値を低くし、侵入者検知精度を高く保つことが可能となる。

30

【 0 0 6 6 】

本発明の実施の形態の応用例を図 7 に示す。図 7 に示す侵入者検知装置 1 は、基本的な構成部分が図 1 に示す侵入者検知装置 1 とほぼ同様であり、同一構成部分には図 1 と同一の符号が付してあるが、本実施の形態においては光ファイバ振動センサ 2 の構成が異なる。

40

【 0 0 6 7 】

図 7 に示す光ファイバ振動センサ 2 では、第 2 の光カップラ 2 5 及び偏光子 2 6 を省略し、一つの光カップラ 2 4 で光源 2 2、受光器 2 3 及び光ファイバループ 2 1 を接続した点において異なる。

【 0 0 6 8 】

当該構成により、本実施の形態に係る光ファイバ振動センサ 2 では、図 1 に示す光ファイバ振動センサ 2 と同様の作用効果を有するのみならず、図 1 に示す光ファイバ振動セン

50

サ 2 と比較して構成する部品点数が少ないので、より容易に構成できるメリットがある。

【 0 0 6 9 】

以上、本実施の形態を構成することにより、高い計算負荷をかけることなく、風による誤判定の発生を防ぎ、侵入検知精度を向上した侵入者検知装置および侵入者検知方法が得られる。

【 0 0 7 0 】

また、本実施の形態は、非特許文献 1 とは違う方法であるため、セキュリティを目的とするサニャック干渉型の光ファイバ振動センサにおける設計自由度を向上させ、活用が促進されることが期待される。また、この設計自由度に関し、設計自由度を向上させること、例えば、「侵入者の検知」に至る手法（アルゴリズム）を増やすことは、アルゴリズム

10

【符号の説明】

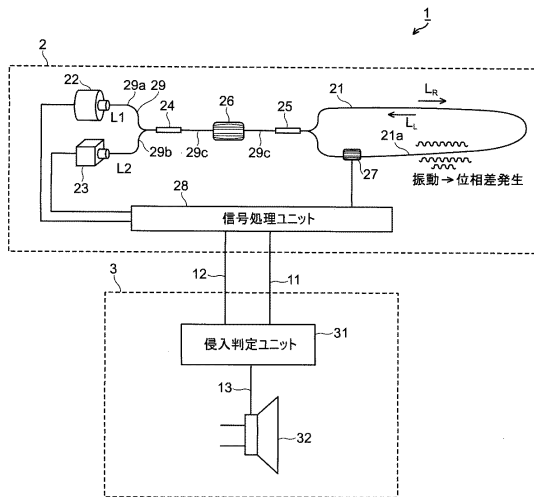
【 0 0 7 1 】

1 ... 侵入者検知装置、 2 ... 光ファイバ振動センサ、 3 ... 侵入者検知部、 1 1 ... 出力電圧信号、 1 2 ... 振動レベル信号、 1 3 ... 警報信号、 2 1 ... 光ファイバループ、 2 1 a ... センサケーブル、 2 2 ... 光源、 2 3 ... 受光器、 2 4 , 2 5 ... 光カプラ、 2 6 ... 偏光子、 2 7 ... 位相変調器、 2 8 ... 信号処理ユニット、 2 9 ... 光ファイバ、 3 1 ... 侵入判定ユニット、 3 2 ... 警報器、 3 1 1 ... 区間分散値演算部、 3 1 2 ... 風速判定部、 3 1 3 ... 閾値決定部、 3 1 4 ... 振動レベル判定部、 3 1 5 ... データ部。

20

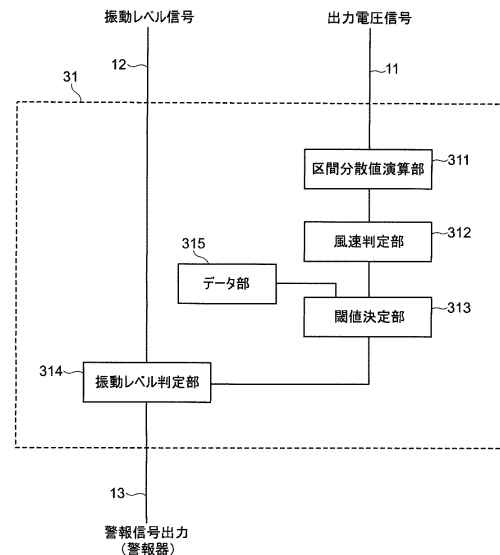
【 図 1 】

図 1

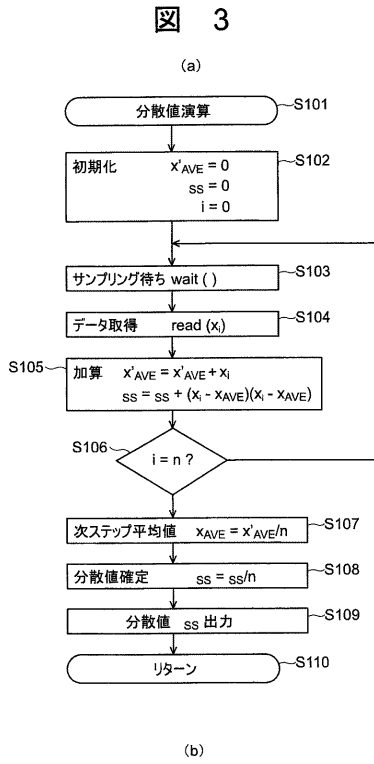


【 図 2 】

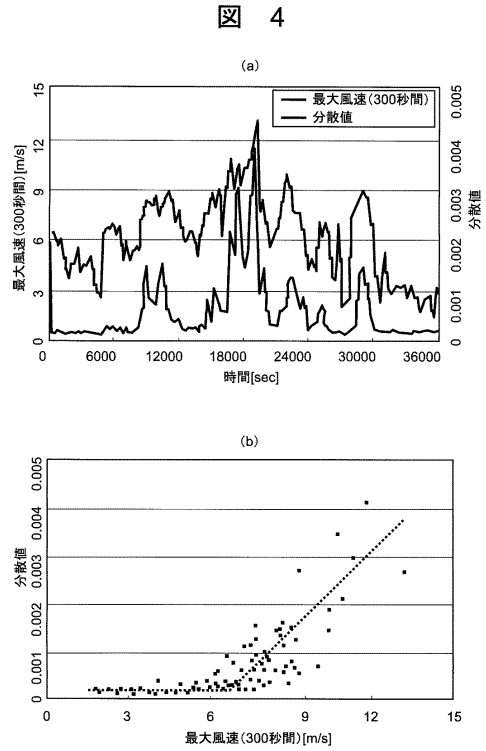
図 2



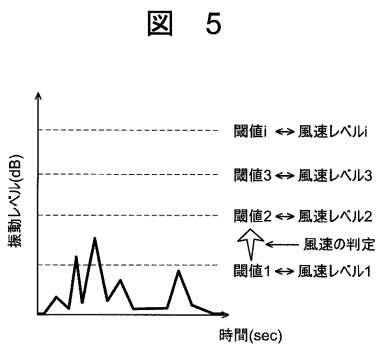
【 図 3 】



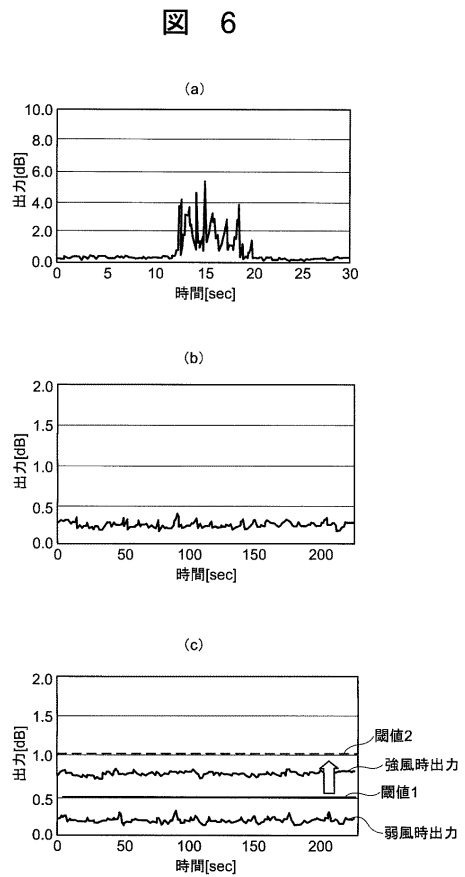
【 図 4 】



【 図 5 】

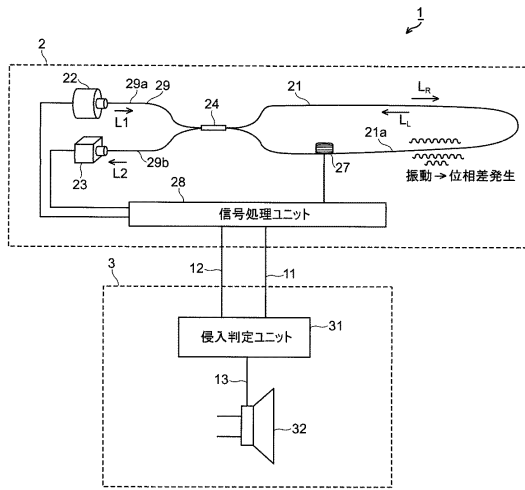


【 図 6 】



【図7】

図 7



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 1 P 13/00 (2006.01) G 0 1 P 13/00 E

(56)参考文献 特開2006-208080(JP,A)
特開2000-182158(JP,A)
特開平07-027870(JP,A)
特開2005-227029(JP,A)
特開2003-247887(JP,A)
特開昭60-022294(JP,A)
特開平07-233548(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 1 V 1 / 0 0 - 1 3 / 0 0
G 0 1 H 9 / 0 0
G 0 1 P 5 / 0 0
G 0 1 P 1 3 / 0 0
G 0 8 B 1 3 / 1 8 6