

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7318706号
(P7318706)

(45)発行日 令和5年8月1日(2023.8.1)

(24)登録日 令和5年7月24日(2023.7.24)

(51)国際特許分類

F I

G O 1 H 9/00 (2006.01) G O 1 H 9/00 E

G O 1 S 3/808(2006.01) G O 1 S 3/808

G O 1 S 5/20 (2006.01) G O 1 S 5/20

請求項の数 9 (全27頁)

(21)出願番号	特願2021-528583(P2021-528583)	(73)特許権者	000004237
(86)(22)出願日	令和1年6月20日(2019.6.20)		日本電気株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2019/024599		東京都港区芝五丁目7番1号
(87)国際公開番号	WO2020/255358	(74)代理人	100103894
(87)国際公開日	令和2年12月24日(2020.12.24)		弁理士 家入 健
審査請求日	令和3年12月8日(2021.12.8)	(72)発明者	小島 崇
			東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
		審査官	萩田 裕介

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光ファイバセンシングシステム及び音源位置特定方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の方向を向くように配置され、監視エリアに発生した音を検知する光ファイバと、
前記光ファイバから、前記音が重畳された光信号を受信する受信部と、
前記光信号に基づいて、前記光ファイバで検知された前記音の分布を分析し、分析した
前記音の分布に基づいて、前記音が発生した発生位置を特定する特定部と、
を備え、

前記特定部は、前記光ファイバで検知された前記音が有するパターンと、予め登録された
監視対象に対応する音が有するパターンと、のパターンマッチングを行うことによって、
前記光ファイバで検知された前記音が前記監視対象に対応する音であると判断した場合、
分析した前記音の分布に基づいて、前記監視対象に対応する音が発生した発生位置を特定
する、

光ファイバセンシングシステム。

【請求項2】

前記特定部は、前記監視対象に対応する音の発生位置の特定を繰り返し行い、前記発生
位置の時系列変化に基づいて前記監視対象の移動軌跡を特定する、

請求項1に記載の光ファイバセンシングシステム。

【請求項3】

前記特定部は、分析した前記音の分布に基づいて、前記監視対象に対応する音が発生し
た発生エリアを特定する、

請求項 1 又は 2 に記載の光ファイバセンシングシステム。

【請求項 4】

前記特定部は、前記発生位置に基づいて、前記監視対象に対応する音が発生した発生エリアを特定する、

請求項 1 又は 2 に記載の光ファイバセンシングシステム。

【請求項 5】

前記特定部は、前記監視対象に対応する音の発生エリアの特定を繰り返し行い、前記発生エリアの時系列変化に基づいて前記監視対象の移動軌跡を特定する、

請求項 3 又は 4 に記載の光ファイバセンシングシステム。

【請求項 6】

前記発生位置が、所定のエリアである場合に報知を行う報知部をさらに備える、

請求項 1 又は 2 に記載の光ファイバセンシングシステム。

【請求項 7】

前記発生位置が、前記監視エリアの外である場合に報知を行う報知部をさらに備える、

請求項 1 又は 2 に記載の光ファイバセンシングシステム。

【請求項 8】

前記発生エリアが、所定のエリアである場合に報知を行う報知部をさらに備える、

請求項 3 から 5 のいずれか 1 項に記載の光ファイバセンシングシステム。

【請求項 9】

複数の方向を向くように配置された光ファイバが、監視エリアに発生した音を検知するステップと、

前記光ファイバから、前記音が重畳された光信号を受信するステップと、

前記光信号に基づいて、前記光ファイバで検知された前記音の分布を分析し、分析した前記音の分布に基づいて、前記音が発生した発生位置を特定する特定ステップと、

を含み、

前記特定ステップでは、前記光ファイバで検知された前記音が有するパターンと、予め登録された監視対象に対応する音が有するパターンと、のパターンマッチングを行うことによって、前記光ファイバで検知された前記音が前記監視対象に対応する音であると判断した場合、分析した前記音の分布に基づいて、前記監視対象に対応する音が発生した発生位置を特定する、

音源位置特定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、光ファイバセンシングシステム及び音源位置特定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、光ファイバをセンサとして使用する光ファイバセンシングと呼ばれる技術がある。光ファイバは、光ファイバを伝送される光信号に音を重畳させることができるため、光ファイバを使用することにより、音を検知することが可能である。

【0003】

また、光ファイバを使用して、音の発生位置を特定する技術も提案されている。

例えば、特許文献 1 には、ガス配管内部に這わせた光ファイバを使用して、ガスの漏洩音等の異常音の検知を行う装置が記載されている。特許文献 1 に記載された装置は、ガス配管内部において、光ファイバを介して複数の光音響媒質部を接続し、異常音を検知した光音響媒質部の位置を異常音の発生位置とみなしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2013-253831 号公報

10

20

30

40

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上述のように、特許文献1に記載された装置は、異常音を検知した光音響媒質部の位置を異常音の発生位置とみなすことから、光ファイバ上に異常音の音源がある場合にのみ、その音源の位置を特定することが可能である。

そのため、特許文献1に記載された装置は、音源が光ファイバから離れた場所にある場合、その音源の位置を特定することができないという課題がある。

【0006】

そこで本開示の目的は、上述した課題を解決し、光ファイバから離れた場所にある音源の位置を特定することができる光ファイバセンシングシステム及び音源位置特定方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

一態様による光ファイバセンシングシステムは、
複数の方向を向くように配置され、監視エリアに発生した音を検知する光ファイバと、
前記光ファイバから、前記音が重畳された光信号を受信する受信部と、
前記光信号に基づいて、前記光ファイバで検知された前記音の分布を分析し、分析した前記音の分布に基づいて、前記音が発生した発生位置を特定する特定部と、
を備える。

【0008】

一態様による音源位置特定方法は、
複数の方向を向くように配置された光ファイバが、監視エリアに発生した音を検知するステップと、
前記光ファイバから、前記音が重畳された光信号を受信するステップと、
前記光信号に基づいて、前記光ファイバで検知された前記音の分布を分析し、分析した前記音の分布に基づいて、前記音が発生した発生位置を特定する特定ステップと、
を含む。

【発明の効果】

【0009】

上述の態様によれば、光ファイバから離れた場所にある音源の位置を特定できる光ファイバセンシングシステム及び音源位置特定方法を提供できるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施の形態1に係る光ファイバセンシングシステムの構成例を示す図である。

【図2】実施の形態1に係る光ファイバの配置例を示す図である。

【図3】実施の形態1に係る光ファイバの配置例を示す図である。

【図4】実施の形態1に係る特定部の構成例を示す図である。

【図5】実施の形態1に係る光ファイバで検知された音の音響データの例を示す図である。

【図6】実施の形態1に係る特定部が、パターンマッチングを利用して、光ファイバで検知された音が監視対象音であるか否かを判断する例を示す図である。

【図7】実施の形態1に係る特定部が、監視対象音の発生位置を特定する方法の例を示す図である。

【図8】実施の形態1に係る特定部が、監視対象音の発生位置を特定する方法の例を示す図である。

【図9】実施の形態1に係る光ファイバセンシングシステムの動作例を示すフロー図である。

【図10】実施の形態2に係る特定部の構成例を示す図である。

【図11】実施の形態2に係る特定部が、監視対象音の発生エリアを特定する方法の例を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 1 2】実施の形態 2 に係る特定部が、監視対象音の発生エリアを特定する方法の例を示す図である。

【図 1 3】実施の形態 2 に係る特定部が、監視対象音の発生エリアを特定する方法の例を示す図である。

【図 1 4】実施の形態 2 に係る特定部が、監視対象音の発生エリアを特定する方法の例を示す図である。

【図 1 5】実施の形態 2 に係る光ファイバセンシングシステムの動作例を示すフロー図である。

【図 1 6】実施の形態 3 に係る特定部の構成例を示す図である。

【図 1 7】実施の形態 3 に係る特定部が、監視対象の移動軌跡を特定する方法の例を示す図である。

【図 1 8】実施の形態 3 に係る特定部が、監視対象の移動軌跡を特定する方法の例を示す図である。

【図 1 9】実施の形態 3 に係る光ファイバセンシングシステムの動作例を示すフロー図である。

【図 2 0】実施の形態 3 に係る特定部が、監視対象の移動軌跡を特定する方法の例を示す図である。

【図 2 1】実施の形態 3 に係る特定部が、監視対象の移動軌跡を特定する方法の例を示す図である。

【図 2 2】実施の形態 4 に係る光ファイバセンシングシステムの構成例を示す図である。

【図 2 3】実施の形態 4 に係る報知部が報知に用いる G U I 画面の例を示す図である。

【図 2 4】実施の形態 4 に係る報知部が報知に用いる G U I 画面の例を示す図である。

【図 2 5】実施の形態 4 に係る報知部が報知に用いる G U I 画面の例を示す図である。

【図 2 6】実施の形態 4 に係る報知部が報知に用いる G U I 画面の例を示す図である。

【図 2 7】実施の形態 4 に係る特定部が特定した移動軌跡の例を示す図である。

【図 2 8】実施の形態 4 に係る報知部が報知に用いる G U I 画面の例を示す図である。

【図 2 9】実施の形態 4 に係る特定部が特定した移動軌跡の例を示す図である。

【図 3 0】実施の形態 4 に係る報知部が報知に用いる G U I 画面の例を示す図である。

【図 3 1】実施の形態 4 に係る光ファイバセンシングシステムの動作例を示すフロー図である。

【図 3 2】光ファイバセンシング機器を実現するコンピュータのハードウェア構成の例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、図面を参照して本開示の実施の形態について説明する。なお、以下の記載及び図面は、説明の明確化のため、適宜、省略及び簡略化がなされている。また、以下の各図面において、同一の要素には同一の符号が付されており、必要に応じて重複説明は省略されている。

【0012】

<実施の形態 1>

まず、図 1 を参照して、本実施の形態 1 に係る光ファイバセンシングシステムの構成例について説明する。

【0013】

図 1 に示されるように、本実施の形態 1 に係る光ファイバセンシングシステムは、光ファイバ 10、受信部 20、及び特定部 30 を備えている。

【0014】

光ファイバ 10 は、監視対象エリアに配置される。監視対象エリアは、例えば、保育園、動物飼育施設、テーマパーク、刑務所、空港、及びこれらの周辺等が考えられるが、これには限定されない。また、光ファイバ 10 は、監視対象エリアが屋外であれば、地中に埋め込まれても良いし、地面に貼り付けられても良いし、電柱等により架空配線されても

10

20

30

40

50

良い。また、光ファイバ１０は、監視対象エリアが屋内であれば、フロア、壁、天井等に貼り付けられても、埋め込まれても良い。

【００１５】

また、光ファイバ１０は、監視対象エリアに、複数の方向を向くように配置される。例えば、図２に示されるように、光ファイバ１０を曲線状に配置すれば、光ファイバ１０は必然的に複数の方向を向くことになる。また、図３に示されるように、光ファイバ１０を１箇所以上で折り曲げて配置しても、光ファイバ１０は必然的に複数の方向を向くことになる。ただし、図２及び図３の例には限定されず、光ファイバ１０は、図２及び図３以外の方法で、複数の方向に向けられても良い。

【００１６】

また、光ファイバ１０は、１本だけ設けても良いし、複数本設けても良い。複数本の光ファイバ１０を設ける場合、複数本の光ファイバ１０に対して、１つの受信部２０を設けても良いし、複数本の光ファイバ１０にそれぞれ対応する複数の受信部２０を設けても良い。

【００１７】

受信部２０は、光ファイバ１０にパルス光を入射する。また、受信部２０は、パルス光が光ファイバ１０を伝送されることに伴い発生した反射光や散乱光を、光ファイバ１０を経由して、戻り光として受信する。

【００１８】

光ファイバ１０の周辺で音が発生すると、その音の振動によって光ファイバ１０が揺れる（ゆがむ）ため、光ファイバ１０により伝送される戻り光の波長が変化する。言い換えれば、光ファイバ１０の周辺で発生した音は、光ファイバ１０により伝送される戻り光に重畳される。そのため、光ファイバ１０は、光ファイバ１０の周辺で発生した音を検知可能である。

【００１９】

したがって、光ファイバ１０の周辺で音が発生すると、光ファイバ１０は、その音を検知して戻り光に重畳して伝送し、受信部２０は、光ファイバ１０が検知した音が重畳された戻り光を受信することになる。

【００２０】

ただし、光ファイバ１０の周辺で音が発生すると、光ファイバ１０上の１点ではなく、複数点で戻り光の波長が変化する。そのため、光ファイバ１０は、光ファイバ１０上の複数点で音を検知することになる。このとき、光ファイバ１０上の複数点の各々で検知された音の強度、その音が検知された時刻は、その音の音源位置と複数点の各々との位置関係に応じて、互いに異なることになる。

【００２１】

そこで、特定部３０は、受信部２０で受信された戻り光に基づいて、光ファイバ１０で検知された音の分布（検知された音の強度及びその音が検知された時刻）を分析し、分析した音の分布に基づいて、その音の発生位置を特定する。

【００２２】

以下、特定部３０について詳細に説明する。

なお、以下の説明では、一例として、特定部３０は、光ファイバ１０の周辺で発生した音のうち、特定部３０に予め登録された監視対象に対応する音（以下、監視対象音と称す）が発生した発生位置を特定する場合を例に挙げて説明する。ただし、これには限定されず、特定部３０は、監視対象音以外の音の発生位置を特定しても良い。監視対象は、例えば、発砲した人、悲鳴をあげた人、所定のエリアを徘徊する人等である。これらの場合、監視対象音は、それぞれ、銃声音、悲鳴音、足音になる。ただし、監視対象及び監視対象音は、これらには限定されない。

【００２３】

まず、図４を参照して、本実施の形態１に係る特定部３０の構成例について説明する。

図４に示されるように、本実施の形態１に係る特定部３０は、抽出部３１、マッチング

10

20

30

40

50

部 3 2、及び音発生位置特定部 3 3を備えている。

【 0 0 2 4】

抽出部 3 1は、受信部 2 0で受信された戻り光から、センシングポイントで検知された音の成分を抽出する。本実施の形態 1においては、光ファイバ 1 0上の 3 点以上のセンシングポイントで検知された音を用いて、その音の発生位置を特定する。そのため、抽出部 3 1は、3 点以上のセンシングポイントの各々で検知された音の成分を抽出する。

【 0 0 2 5】

ここで、受信部 2 0が光ファイバ 1 0にパルス光を入射した時刻と、音が重畳された戻り光が受信部 2 0で受信された時刻と、の時間差は、その音が検知された光ファイバ 1 0上の位置（受信部 2 0からの光ファイバ 1 0の距離）に応じて決まる。そのため、例えば、抽出部 3 1は、光ファイバ 1 0上の 3 点以上のセンシングポイント毎に、そのセンシングポイントの位置に応じた時間差の情報を保持しておくことにより、受信部 2 0で受信された戻り光が、そのセンシングポイントで検知された音が重畳されている戻り光であるか否かを判断できる。そのため、抽出部 3 1は、センシングポイントで検知された音が重畳されていると判断した戻り光から、その音の成分を抽出する。

【 0 0 2 6】

マッチング部 3 2は、抽出部 3 1が抽出した、センシングポイントで検知された音が、予め登録された監視対象に対応する監視対象音であるか否かを判断する。この判断には、例えば、パターンマッチングを利用することができる。例えば、マッチング部 3 2は、抽出部 3 1が抽出した音を、分散型音響センサ（Distributed Acoustic Sensor）を用いて、図 5に示されるような音響データに変換する。図 5に示される音響データは、センシングポイントで検知された音の音響データであり、横軸が時間、縦軸が音強度を示している。また、監視対象音のマッチング用データを予め用意しておく。なお、このマッチング用データは、特定部 3 0の内部で保持していても良いし、外部で保持していても良い。そして、マッチング部 3 2は、図 6に示されるように、上記で変換した音響データが有するパターンを、監視対象音のマッチング用データが有するパターンと比較する。マッチング部 3 2は、監視対象音のマッチング用データが有するパターンに適合する場合、上記で変換した音響データは、監視対象音の音響データであると判断する。図 6は、監視対象音が銃声音である場合の例である。図 6に示される例では、上記で変換した音響データは、銃声音の音響データとパターンが略一致している。そのため、マッチング部 3 2は、センシングポイントで検知された音は、監視対象音（銃声音）であると判定する。マッチング部 3 2は、センシングポイントで検知された音が監視対象音である場合、センシングポイントで検知された監視対象音の音響データを音発生位置特定部 3 3に渡す。

【 0 0 2 7】

音発生位置特定部 3 3は、光ファイバ 1 0上の 3 点以上のセンシングポイントで検知された監視対象音の音響データに基づいて、3 点以上のセンシングポイントで検知された監視対象音の分布（検知された音の強度及びその音が検知された時刻）を分析し、分析した監視対象音の分布に基づいて、監視対象音が発生した発生位置を特定する。

【 0 0 2 8】

ここで、図 7及び図 8を参照して、音発生位置特定部 3 3において、監視対象音の発生位置を特定する方法の概要について説明する。

【 0 0 2 9】

図 7の例では、光ファイバ 1 0が曲線状に配置され、光ファイバ 1 0上に 3 点のセンシングポイント S 1～S 3が設けられている。なお、これは一例であって、光ファイバ 1 0上には 3 点以上のセンシングポイントを設ければ良い。まず、音発生位置特定部 3 3は、任意の 2 点のセンシングポイントを選択する。ここでは、センシングポイント S 1，S 2を選択する。そして、音発生位置特定部 3 3は、2 点のセンシングポイント S 1，S 2で検知された監視対象音の分布（強度及び時刻）から、2 点のセンシングポイント S 1，S 2で検知された監視対象音の強度差及び時間差を導出し、導出した強度差及び時間差に基づいて、監視対象音の発生位置を推定する。ここでは、監視対象音の発生位置を、線 P 1

10

20

30

40

50

2上のいずれかの位置と推定する。続いて、特定部30は、上記で選択された2点とは組み合わせが異なる2点のセンシングポイントを選択する。ここでは、センシングポイントS2, S3を選択する。そして、音発生位置特定部33は、上記と同様に、2点のセンシングポイントS2, S3で検知された監視対象音の分布（強度及び時刻）から、監視対象音の発生位置を推定する。ここでは、監視対象音の発生位置を、線P23上のいずれかの位置と推定する。そして、音発生位置特定部33は、線P12と線P23とが交差する位置を、監視対象音の発生位置と特定する。

【0030】

図8の例では、光ファイバ10が、監視対象エリアとなる施設の周囲に矩形状に配置され、光ファイバ10上の矩形の互いに異なる3辺の各々に3点のセンシングポイントS1～S3が設けられている。なお、これは一例であって、光ファイバ10上には3点以上のセンシングポイントを設ければ良い。図8の例でも、監視対象音の発生位置の特定方法は、図7と同様である。すなわち、まず、音発生位置特定部33は、任意の2点のセンシングポイント（ここでは、センシングポイントS1, S2）で検知された監視対象音の分布（強度及び時刻）に基づいて、監視対象音の発生位置を推定する（ここでは、線P12上のいずれかの位置と推定）。続いて、音発生位置特定部33は、上記の2点とは組み合わせが異なる2点のセンシングポイント（ここでは、センシングポイントS2, S3）で検知された監視対象音の分布（強度及び時刻）に基づいて、監視対象音の発生位置を推定する（ここでは、線P23上のいずれかの位置と推定）。そして、音発生位置特定部33は、線P12と線P23とが交差する位置を、監視対象音の発生位置と特定する。

【0031】

続いて、図9を参照して、本実施の形態1に係る光ファイバセンシングシステムの動作例について説明する。

【0032】

図9に示されるように、光ファイバ10は、光ファイバ10の周辺で発生した監視対象音を検知する（ステップS11）。この監視対象音は、光ファイバ10を伝送される戻り光に重畳されて伝送される。

続いて、受信部20は、光ファイバ10から、光ファイバ10で検知された監視対象音が重畳された戻り光を受信する（ステップS12）。

【0033】

その後、特定部30は、受信部20で受信された戻り光に基づいて、光ファイバ10で検知された監視対象音の分布を分析し、分析した監視対象音の分布に基づいて、監視対象音が発生した発生位置を特定する（ステップS13）。このとき、特定部30は、例えば、上述した図7及び図8の方法を用いて、監視対象音の発生位置を特定すれば良い。

【0034】

上述したように本実施の形態1によれば、受信部20は、光ファイバ10から、光ファイバ10が検知された音が重畳された戻り光を受信する。特定部30は、受信された戻り光に基づいて、光ファイバ10で検知された音の分布を分析し、分析した音の分布に基づいて、その音が発生した発生位置を特定する。これにより、音源が光ファイバ10から離れた場所にある場合でも、その音源の位置を特定することができる。

【0035】

<実施の形態2>

本実施の形態2に係る光ファイバセンシングシステムは、システム構成自体は上述した実施の形態1と同様であるが、特定部30の機能を拡張している。

【0036】

そこで以下では、図10を参照して、本実施の形態2に係る特定部30の構成例について説明する。

図10に示されるように、本実施の形態2に係る特定部30は、上述した実施の形態1の図4の構成と比較して、音発生エリア特定部34が追加されている点異なる。

【0037】

音発生エリア特定部 34 は、監視対象音が発生した発生エリアを特定する。例えば、音発生エリア特定部 34 は、監視対象音の発生エリアが、監視対象エリアの内側か外側かを特定する。又は、監視対象エリアの内部を複数のエリアに区分した場合において、音発生エリア特定部 34 は、監視対象音の発生エリアが、監視対象エリアの内部のどのエリアであるかを特定する。

【0038】

このとき、音発生エリア特定部 34 は、音発生位置特定部 33 が特定した監視対象音の発生位置に基づいて、監視対象音の発生エリアを特定しても良い。この場合、例えば、音発生エリア特定部 34 は、音発生位置特定部 33 が特定する位置とエリアとを対応付けた対応テーブルを予め保持しておき、その対応テーブルを用いて、音発生位置特定部 33 が特定した監視対象音の発生位置から、監視対象音の発生エリアを特定すれば良い。

【0039】

ただし、2 本以上の光ファイバ 10 を略平行に配置すれば、音発生エリア特定部 34 は、音発生位置特定部 33 が特定した監視対象音の発生位置を用いなくとも、監視対象音の発生エリアが、2 本以上の光ファイバ 10 で区切られたエリアのうちのどのエリアであるかを特定することが可能となる。この場合、音発生エリア特定部 34 は、2 本以上の光ファイバ 10 上の各々のセンシングポイントで検知された監視対象音の分布（検知された音の強度及びその音が検知された時刻）を分析し、分析した監視対象音の分布に基づいて、監視対象音の発生エリアを特定する。なお、このように監視対象音の発生エリアを特定する場合、2 本以上の光ファイバ 10 を略平行に配置すれば良く、監視対象音の発生位置を特定する場合のように、2 本以上の光ファイバ 10 の各々を複数の方向に向くように必ずしも配置しなくとも良い。

【0040】

ここで、図 11～図 14 を参照して、音発生エリア特定部 34 において、監視対象音の分布に基づいて、監視対象音の発生エリアを特定する方法の概要について説明する。

【0041】

図 11 の例では、2 本の光ファイバ 10 a, 10 b が曲線状にかつ略平行に配置されている。なお、これは一例であって、2 本以上の光ファイバ 10 を略平行に配置すれば良い。また、光ファイバ 10 a は、エリア A, B の境界に配置され、光ファイバ 10 b は、エリア B, C の境界に配置されている。また、2 本の光ファイバ 10 a, 10 b 上の各々にセンシングポイント S a, S b が設けられている。音発生エリア特定部 34 は、2 点のセンシングポイント S a, S b で検知された監視対象音の分布（強度及び時刻）から、2 点のセンシングポイント S a, S b で検知された監視対象音の強度差及び時間差を導出する。例えば、監視対象音の音源がエリア A 内の音源 1 である場合、センシングポイント S a は、センシングポイント S b よりも早く監視対象音を検知し、検知される監視対象音の強度も大きくなる。そのため、センシングポイント S a, S b でこのような検知をした場合、音発生エリア特定部 34 は、監視対象音の発生エリアがエリア A であると特定する。また、監視対象音の音源がエリア B A 内の音源 2 である場合、センシングポイント S a は、センシングポイント S b と比較して、監視対象音を検知した時間差が小さく、検知される監視対象音の強度も同程度である。そのため、センシングポイント S a, S b でこのような検知をした場合、音発生エリア特定部 34 は、監視対象音の発生エリアがエリア B であると特定する。

【0042】

図 12 の例では、2 本の光ファイバ 10 a, 10 b が、監視対象エリアとなる施設の周囲に矩形状にかつ略平行に配置されている。すなわち、2 本の光ファイバ 10 a, 10 b は、施設の内側と外側との境界に配置されている。また、2 本の光ファイバ 10 a, 10 b 上の各々にセンシングポイント S a, S b が設けられている。図 12 の例でも、監視対象音の発生エリアの特定方法は、図 11 と同様である。すなわち、音発生エリア特定部 34 は、2 点のセンシングポイント S a, S b で検知された監視対象音の強度差及び時間差を導出する。例えば、監視対象音の音源が施設の内側の音源 1 である場合、センシングポ

イント S a は、センシングポイント S b よりも早く監視対象音を検知し、検知される監視対象音の強度も大きくなる。そのため、センシングポイント S a , S b でこのような検知をした場合、音発生エリア特定部 3 4 は、監視対象音の発生エリアが施設の内側（すなわち、監視対象エリアの内側）であると特定する。また、監視対象音の音源が施設の外側の音源 2 である場合、センシングポイント S b は、センシングポイント S a よりも早く監視対象音を検知し、検知される監視対象音の強度も大きくなる。そのため、センシングポイント S a , S b でこのような検知をした場合、音発生エリア特定部 3 4 は、監視対象音の発生エリアが施設の外側（すなわち、監視対象エリアの外側）であると特定する。

【 0 0 4 3 】

図 1 3 及び図 1 4 の例では、監視対象エリアの内部に光ファイバ 1 0 が配置され、光ファイバ 1 0 が監視対象エリアの内部を複数のエリアに区分している。

10

図 1 3 の例では、2 本の光ファイバ 1 0 a , 1 0 b が、1 軸方向に略平行に配置され、監視対象エリアの内部を 3 つのエリア A ~ C に区分している。また、2 本の光ファイバ 1 0 a , 1 0 b 上の各々にセンシングポイント S a , S b が設けられている。

【 0 0 4 4 】

図 1 4 の例では、4 本の光ファイバ 1 0 a ~ 1 0 d が、2 軸方向に配置され、監視対象エリアの内部をマトリクス状に 9 つのエリア A ~ I に区分している。詳細には、2 本の光ファイバ 1 0 a , 1 0 b が、ある軸方向にかつ略平行に配置され、2 本の光ファイバ 1 0 c , 1 0 d が、2 本の光ファイバ 1 0 a , 1 0 b と略直交する軸方向にかつ略平行に配置されている。また、4 本の光ファイバ 1 0 a ~ 1 0 d 上の各々にセンシングポイント S a ~ S d が設けられている。また、センシングポイント S a ~ S d は、光ファイバ 1 0 a ~ 1 0 d の中央付近に配置されている。

20

【 0 0 4 5 】

図 1 3 の例でも、監視対象音の発生エリアの特定方法は、図 1 1 と同様である。また、図 1 4 の例でも、監視対象音の発生エリアの特定方法は、センシングポイントの数が異なること以外は、図 1 1 と同様である。すなわち、例えば、図 1 4 の例では、音発生エリア特定部 3 4 は、4 点のセンシングポイント S a ~ S d で検知された監視対象音の強度差及び時間差を導出する。例えば、監視対象音の音源がエリア B にある場合、センシングポイント S a は、センシングポイント S b よりも早く監視対象音を検知し、検知される監視対象音の強度も大きくなる。また、センシングポイント S c は、センシングポイント S d と比較して、監視対象音を検知した時間差が小さく、検知される監視対象音の強度も同程度となる。そのため、センシングポイント S a ~ S d でこのような検知をした場合、音発生エリア特定部 3 4 は、監視対象音の発生エリアがエリア B であると特定する。

30

【 0 0 4 6 】

このように監視対象エリアの内部に光ファイバ 1 0 を配置することで、監視対象エリアの内部を複数のエリアに区分でき、監視対象音の発生エリアが、複数のエリアのうちのどのエリアであるかを特定できる。また、光ファイバの敷設態様や、センシングポイント設定位置などによって、柔軟にエリアの区分を行うことができる。そのため、監視対象エリア内に侵入不可エリアや危険エリア等の所定のエリアがある場合、所定のエリアに合わせて光ファイバ 1 0 を配置することで、所定のエリアや所定のエリアに隣接するエリアに監視対象音が発生したことを特定できる。これにより、所定のエリアへの侵入等を検知できるようになる。

40

【 0 0 4 7 】

続いて、図 1 5 を参照して、本実施の形態 2 に係る光ファイバセンシングシステムの動作例について説明する。

【 0 0 4 8 】

図 1 5 に示されるように、光ファイバ 1 0 は、光ファイバ 1 0 の周辺で発生した監視対象音を検知する（ステップ S 2 1）。この監視対象音は、光ファイバ 1 0 を伝送される戻り光に重畳されて伝送される。

続いて、受信部 2 0 は、光ファイバ 1 0 から、光ファイバ 1 0 で検知された監視対象音

50

が重畳された戻り光を受信する（ステップＳ２２）。

【００４９】

その後、特定部３０は、受信部２０で受信された戻り光に基づいて、光ファイバ１０で検知された監視対象音の分布を分析し、分析した監視対象音の分布に基づいて、監視対象音が発生した発生エリアを特定する（ステップＳ２３）。このとき、特定部３０は、例えば、上述した図１１～図１４の方法を用いて、監視対象音の発生エリアを特定すれば良い。

【００５０】

なお、図１５には、特定部３０が、監視対象音の分布に基づいて、監視対象音の発生位置を特定するステップを追加しても良い。この場合、ステップＳ２３では、特定部３０は、監視対象音の発生位置に基づいて、監視対象音の発生エリアを特定しても良い。

10

【００５１】

上述したように本実施の形態２によれば、受信部２０は、光ファイバ１０から、光ファイバ１０で検知された音が重畳された戻り光を受信する。特定部３０は、受信された戻り光に基づいて、光ファイバ１０で検知された音の分布を分析し、分析した音の分布に基づいて、その音が発生した発生エリアを特定する。又は、特定部３０は、分析した音の分布に基づいて、その音が発生した発生位置を特定し、特定した発生位置に基づいて、その音が発生した発生エリアを特定する。これにより、音源が光ファイバ１０から離れた場所にある場合でも、その音源があるエリアを特定することができる。

【００５２】

<実施の形態３>

20

本実施の形態３に係る光ファイバセンシングシステムは、システム構成自体は上述した実施の形態１，２と同様であるが、特定部３０の機能を拡張している。

【００５３】

そこで以下では、図１６を参照して、本実施の形態３に係る特定部３０の構成例について説明する。

図１６に示されるように、本実施の形態３に係る特定部３０は、上述した実施の形態２の図１０の構成と比較して、追跡部３５が追加されている点が異なる。

【００５４】

音発生位置特定部３３は、監視対象音の発生位置の特定を繰り返し行う。音発生位置特定部３３は、監視対象音の発生位置の特定を任意のタイミングで行えば良く、このタイミングは定期的でも不定期でも良い。また、音発生位置特定部３３は、監視対象音の発生位置の特定を、一定期間が経過するまで繰り返しても良いし、一定回数の特定が終了するまで繰り返しても良い。

30

【００５５】

追跡部３５は、音発生位置特定部３３が特定した監視対象音の発生位置の時系列変化に基づいて、監視対象の移動軌跡を特定する。例えば、監視対象音が、所定のエリア内を徘徊する人の足音である場合、音発生位置特定部３３は、その人の足音の発生位置の特定を繰り返し行い、追跡部３５は、その人の足音の発生位置の時系列変化に基づいて、その人の移動軌跡を特定する。

【００５６】

40

例えば、図１７に示される例では、音発生位置特定部３３は、上述した図７の例と同様の方法で、監視対象音の発生位置の特定を繰り返し行っている。そのため、追跡部３５は、監視対象音の発生位置の時系列変化に基づいて、監視対象の移動軌跡Ｔを特定する。

【００５７】

また、図１８に示される例では、音発生位置特定部３３は、上述した図８の例と同様の方法で、監視対象音の発生位置の特定を繰り返し行っている。そのため、追跡部３５は、監視対象音の発生位置の時系列変化に基づいて、監視対象の移動軌跡Ｔを特定する。図１８に示される例では、監視対象の移動軌跡Ｔは、監視対象が施設の内側から外側に移動したことを示している。

【００５８】

50

また、音発生位置特定部 33 は、一定期間が経過する前や、一定回数の特定が終了する前に、監視対象音の発生位置を特定できなくなる可能性がある。例えば、監視対象が光ファイバ 10 から遠ざかった場合や、監視対象音が他の音と混ざって、光ファイバ 10 が監視対象音を検知できなくなった場合等には、監視対象音の発生位置を特定できなくなる。この場合、追跡部 35 は、既に特定した監視対象の移動軌跡に基づいて、監視対象が次に移動する方向及び位置を推定しても良い。

【0059】

続いて、図 19 を参照して、本実施の形態 3 に係る光ファイバセンシングシステムの動作例について説明する。ここでは、特定部 30 は、一定期間が経過するまで、監視対象音の発生位置の特定を繰り返すものとして説明する。

【0060】

図 19 に示されるように、光ファイバ 10 は、光ファイバ 10 の周辺で発生した監視対象音を検知する（ステップ S31）。この監視対象音は、光ファイバ 10 を伝送される戻り光に重畳されて伝送される。

続いて、受信部 20 は、光ファイバ 10 から、光ファイバ 10 で検知された監視対象音が重畳された戻り光を受信する（ステップ S32）。

【0061】

続いて、特定部 30 は、受信部 20 で受信された戻り光に基づいて、光ファイバ 10 で検知された監視対象音の分布を分析し、分析した監視対象音の分布に基づいて、監視対象音が発生した発生位置を特定する（ステップ S33）。このとき、特定部 30 は、例えば、上述した図 7 及び図 8 の方法を用いて、監視対象音の発生位置を特定すれば良い。

【0062】

ここで、特定部 30 は、一定期間が経過するまで、監視対象音の発生位置の特定を繰り返す（ステップ S34）。すなわち、特定部 30 は、監視対象音の発生位置を最初に特定してから一定期間が経過していなければ（ステップ S34 の No）、ステップ S33 に戻って、監視対象音の発生位置の特定を行う。

【0063】

その後、特定部 30 は、上記で特定した監視対象音の発生位置の時系列変化に基づいて、監視対象の移動軌跡を特定する（ステップ S35）。このとき、特定部 30 は、例えば、上述した図 17 及び図 18 の方法を用いて、監視対象の移動軌跡を特定すれば良い。

【0064】

なお、図 19 では、特定部 30 は、一定期間が経過した後に、監視対象の移動軌跡を特定しているが、これには限定されない。特定部 30 は、監視対象音の発生位置が 2 箇所以上わかれば、監視対象の移動軌跡を特定できる。そのため、特定部 30 は、一定期間が経過する前に、監視対象の移動軌跡を特定しても良い。

【0065】

また、図 19 には、特定部 30 が、監視対象音の発生エリアを特定するステップを追加しても良い。この場合、特定部 30 は、監視対象音の分布に基づいて、監視対象音の発生エリアを特定しても良いし、監視対象音の発生位置に基づいて、監視対象音の発生エリアを特定しても良い。

【0066】

上述したように本実施の形態 3 によれば、特定部 30 は、監視対象音の発生位置の特定を繰り返し行い、監視対象音の発生位置の時系列変化に基づいて、監視対象の移動軌跡を特定する。これにより、監視対象を追跡することができる。

【0067】

なお、本実施の形態 3 においては、音発生位置特定部 33 が、監視対象音の発生位置の特定を繰り返し行い、追跡部 35 が、監視対象音の発生位置の時系列変化に基づいて、監視対象の移動軌跡を特定していたが、これには限定されない。

【0068】

例えば、音発生エリア特定部 34 が、監視対象音の発生エリアの特定を繰り返し行い、

10

20

30

40

50

追跡部 35 が、監視対象音の発生エリアの時系列変化に基づいて、監視対象の移動軌跡を特定しても良い。

【0069】

例えば、図 20 に示される例では、音発生エリア特定部 34 は、上述した図 13 の例と同様の方法で、監視対象音の発生エリアの特定を繰り返し行っている。そのため、追跡部 35 は、監視対象音の発生エリアの時系列変化に基づいて、監視対象の移動軌跡 T を特定する。図 20 に示される例では、監視対象の移動軌跡 T は、監視対象がエリア B からエリア C に移動したことを示している。

【0070】

また、図 21 に示される例では、音発生エリア特定部 34 は、上述した図 14 の例と同様の方法で、監視対象音の発生エリアの特定を繰り返し行っている。そのため、追跡部 35 は、監視対象音の発生エリアの時系列変化に基づいて、監視対象の移動軌跡 T を特定する。図 21 に示される例では、監視対象の移動軌跡 T は、監視対象がエリア B からエリア C を経由してエリア F に移動したことを示している。

【0071】

<実施の形態 4>

まず、図 22 を参照して、本実施の形態 4 に係る光ファイバセンシングシステムの構成例について説明する。

【0072】

図 22 に示されるように、本実施の形態 4 に係る光ファイバセンシングシステムは、上述した実施の形態 1～3 の図 1 の構成と比較して、報知部 40 が追加されている点異なる。

【0073】

報知部 40 は、特定部 30 が特定した監視対象音の発生位置又は発生エリア、監視対象の移動軌跡に基づいて、所定のイベントが発生したか否かを判断し、所定のイベントが発生した場合に報知を行う。報知先は、例えば、監視対象エリアを監視する監視システムや監視室等としても良い。また、報知方法は、例えば、報知先のディスプレイやモニターに GUI (Graphical User Interface) 画面を表示する方法でも良いし、報知先のスピーカからメッセージを音声出力する方法でも良い。

なお、本実施の形態 4 に係る特定部 30 は、上述した実施の形態 1～3 の図 4、図 10、及び図 16 のいずれの構成であっても良い。

【0074】

以下、報知部 40 による具体的な報知例を説明する。

例えば、報知部 40 は、監視対象音として銃声音や悲鳴音等の危険を示す音が検知された場合に、特定部 30 が特定した監視対象音の発生位置又は発生エリアを報知しても良い。このときの報知を GUI 画面で行う場合の例を図 23 に示す。図 23 は、監視対象音が銃声音である場合の GUI 画面の例を示している。

【0075】

また、報知部 40 は、特定部 30 が特定した監視対象音の発生位置又は発生エリアが、侵入不可エリアや危険エリア等の所定のエリアである場合に報知を行っても良い。このときの報知を GUI 画面で行う場合の例を図 24 に示す。図 24 は、所定のエリアが、侵入不可エリアとなるエリア I である場合の GUI 画面の例を示している。

【0076】

また、報知部 40 は、特定部 30 が特定した監視対象音の発生位置又は発生エリアが、侵入不可エリアや危険エリア等の所定のエリアに隣接する隣接エリアである場合に報知を行っても良い。このときの報知を GUI 画面で行う場合の例を図 25 に示す。図 25 は、所定のエリアが、侵入不可エリアとなるエリア I である場合の GUI 画面の例を示している。

【0077】

また、報知部 40 は、特定部 30 が特定した監視対象音の発生位置又は発生エリアが、

10

20

30

40

50

監視対象エリアの外である場合に報知を行っても良い。このときの報知をGUI画面で行う場合の例を図26に示す。図26は、監視対象エリアが施設の内部である場合のGUI画面の例を示している。

【0078】

また、図27に示される例では、上述した図18の例と同様の方法で、監視対象の移動軌跡Tを特定している。監視対象の移動軌跡Tは、監視対象が監視対象エリアである施設の外に向かっていることを示しており、監視対象が施設の外に出てしまうおそれがある。また、上述した図20に示される例でも、監視対象の移動軌跡Tは、監視対象がエリアBからエリアCに移動し、監視対象が監視対象エリアの外に向かっていることを示していることから、監視対象が監視対象エリアの外に出てしまうおそれがある。

10

【0079】

そのため、報知部40は、図20及び図27に示される例のように、監視対象の移動軌跡Tが監視対象エリアの外に向かっている場合に報知を行っても良い。このときの報知をGUI画面で行う場合の例を図28に示す。図28は、監視対象エリアが施設の内部である場合のGUI画面の例を示している。

【0080】

また、図29に示される例では、上述した図18の例と同様の方法で、監視対象の移動軌跡Tを特定している。監視対象の移動軌跡Tは、監視対象が侵入不可エリアに接近していることを示しており、監視対象が侵入不可エリアに侵入してしまうおそれがある。また、上述した図21に示される例でも、監視対象の移動軌跡Tは、監視対象がエリアBからエリアCを経由してエリアFに移動し、監視対象が侵入不可エリアとなるエリアIに接近していることを示していることから、監視対象がエリアIに侵入してしまうおそれがある。

20

【0081】

そのため、報知部40は、図21及び図29に示される例のように、監視対象の移動軌跡Tが侵入不可エリアや危険エリア等の所定のエリアに接近している場合に報知を行っても良い。このときの報知をGUI画面で行う場合の例を図30に示す。図30は、所定のエリアが、施設の内部の侵入不可エリアである場合のGUI画面の例を示している。

【0082】

以上の通り、報知部40が報知を行うトリガとなる所定のイベントは、例えば、以下の通りである。

30

- ・監視対象音が検知されたこと
- ・監視対象音の発生位置又は発生エリアが、所定のエリアであること
- ・監視対象音の発生位置又は発生エリアが、所定のエリアに隣接する隣接エリアであること
- ・監視対象音の発生位置又は発生エリアが、監視対象エリアの外であること
- ・監視対象の移動軌跡が監視対象エリアの外に向かっていること
- ・監視対象の移動軌跡が所定のエリアに接近していること

【0083】

続いて、図31を参照して、本実施の形態4に係る光ファイバセンシングシステムの動作例について説明する。ここでは、特定部30は、一定期間が経過するまで、監視対象音の発生位置の特定を繰り返すものとして説明する。

40

【0084】

図31に示されるように、まず、図19に示されるステップS31～S35と同様のステップS41～S45が行われる。

その後、報知部40は、特定部30が特定した監視対象音の発生位置、監視対象の移動軌跡に基づいて、所定のイベントが発生したか否かを判断し、所定のイベントが発生した場合に報知を行う（ステップS46）。このとき、報知部40は、例えば、上述した図23～図26、図28及び図30のGUI画面を用いて、報知を行えば良い。

【0085】

なお、図31では、特定部30は、一定期間が経過した後に、監視対象の移動軌跡を特定しているが、一定期間が経過する前に、監視対象の移動軌跡を特定しても良い。

50

また、図 3 1 には、特定部 3 0 が、監視対象音の発生エリアを特定するステップを追加しても良い。この場合、報知部 4 0 は、特定部 3 0 が特定した監視対象音の発生エリアに基づいて、所定のイベントが発生したか否かを判断しても良い。

【 0 0 8 6 】

上述したように本実施の形態 4 によれば、報知部 4 0 は、特定部 3 0 が特定した監視対象音の発生位置又は発生エリア、監視対象の移動軌跡に基づいて、所定のイベントが発生したと判断した場合に報知を行う。所定のイベントは、上述したように、例えば、監視対象音として危険を示す音が検知されたこと等である。これにより、危険を示す音を検知した等の所定のイベントが発生した場合、その旨を報知することができる。

【 0 0 8 7 】

＜実施の形態の適用例＞

以下、上述の実施の形態に係る光ファイバセンシングシステムの具体的な適用例について説明する。

【 0 0 8 8 】

例えば、ショッピングモールやテーマパークにおいて、銃声音や悲鳴音等の危険を示す音を検知するために、上述の実施の形態に係る光ファイバセンシングシステムを適用することができる。また、この適用例において、危険を示す音が検知された場合には、その音の発生位置や発生エリアを報知しても良い。

【 0 0 8 9 】

また、保育園において、園児の脱走を検知したり、保育園への不審者の侵入を検知したりするために、上述の実施の形態に係る光ファイバセンシングシステムを適用することができる。また、この適用例において、園児の脱走や不審者の侵入が検知された場合には、その旨を報知しても良い。

【 0 0 9 0 】

また、動物飼育施設において、動物の脱走を検知したり、侵入不可エリア等の所定のエリアへの動物の侵入を検知したりするために、上述の実施の形態に係る光ファイバセンシングシステムを適用することができる。また、この適用例において、動物の脱走や所定のエリアへの侵入が検知された場合には、その旨を報知しても良い。

【 0 0 9 1 】

また、テーマパークにおいて、侵入不可エリア等の所定のエリアへの人の侵入を検知したり、正規の入場口以外からの不正入場を検知したりするために、上述の実施の形態に係る光ファイバセンシングシステムを適用することができる。また、この適用例において、所定のエリアへの侵入や不正入場が検知された場合には、その旨を報知しても良い。

【 0 0 9 2 】

また、刑務所において、収容者の脱走を検知したり、収容者の不審行動を検知したりするために、上述の実施の形態に係る光ファイバセンシングシステムを適用することができる。また、この適用例において、収容者の脱走や不審行動が検知された場合には、その旨を報知しても良い。

【 0 0 9 3 】

また、空港において、不審行動を検知するために、上述の実施の形態に係る光ファイバセンシングシステムを適用することができる。また、この適用例において、不審行動が検知された場合には、その旨を報知しても良い。

【 0 0 9 4 】

＜光ファイバセンシング機器のハードウェア構成＞

上述した受信部 2 0、特定部 3 0、及び報知部 4 0 は、光ファイバセンシング機器に実装することができる。また、受信部 2 0、特定部 3 0、及び報知部 4 0 が実装された光ファイバセンシング機器は、コンピュータとして実現することができる。

以下では、図 3 2 を参照して、上述した光ファイバセンシング機器を実現するコンピュータ 5 0 のハードウェア構成について説明する。

【 0 0 9 5 】

10

20

30

40

50

図32に示されるように、コンピュータ50は、プロセッサ501、メモリ502、ストレージ503、入出力インタフェース（入出力I/F）504、及び通信インタフェース（通信I/F）505等を備える。プロセッサ501、メモリ502、ストレージ503、入出力インタフェース504、及び通信インタフェース505は、相互にデータを送受信するためのデータ伝送路で接続されている。

【0096】

プロセッサ501は、例えばCPU（Central Processing Unit）やGPU（Graphics Processing Unit）等の演算処理装置である。メモリ502は、例えばRAM（Random Access Memory）やROM（Read Only Memory）等のメモリである。ストレージ503は、例えばHDD（Hard Disk Drive）、SSD（Solid State Drive）、またはメモリカード等の記憶装置である。また、ストレージ503は、RAMやROM等のメモリであっても良い。

10

【0097】

ストレージ503は、光ファイバセンシング機器が備える構成要素（受信部20、特定部30、及び報知部40）の機能を実現するプログラムを記憶している。プロセッサ501は、これら各プログラムを実行することで、光ファイバセンシング機器が備える構成要素の機能をそれぞれ実現する。ここで、プロセッサ501は、上記各プログラムを実行する際、これらのプログラムをメモリ502上に読み出してから実行しても良いし、メモリ502上に読み出さずに実行しても良い。また、メモリ502やストレージ503は、光ファイバセンシング機器が備える構成要素が保持する情報やデータを記憶する役割も果たす。

20

【0098】

また、上述したプログラムは、様々なタイプの非一時的なコンピュータ可読媒体（non-transitory computer readable medium）を用いて格納され、コンピュータ（コンピュータ50を含む）に供給することができる。非一時的なコンピュータ可読媒体は、様々なタイプの実体のある記録媒体（tangible storage medium）を含む。非一時的なコンピュータ可読媒体の例は、磁気記録媒体（例えば、フレキシブルディスク、磁気テープ、ハードディスクドライブ）、光磁気記録媒体（例えば、光磁気ディスク）、CD-ROM（Compact Disc-ROM）、CD-R（CD-Recordable）、CD-R/W（CD-ReWritable）、半導体メモリ（例えば、マスクROM、PROM（Programmable ROM）、EPROM（Erasable PROM）、フラッシュROM、RAMを含む。また、プログラムは、様々なタイプの一時的なコンピュータ可読媒体（transitory computer readable medium）によってコンピュータに供給されても良い。一時的なコンピュータ可読媒体の例は、電気信号、光信号、及び電磁波を含む。一時的なコンピュータ可読媒体は、電線及び光ファイバ等の有線通信路、又は無線通信路を介して、プログラムをコンピュータに供給できる。

30

【0099】

入出力インタフェース504は、表示装置5041、入力装置5042、音出力装置5043等と接続される。表示装置5041は、LCD（Liquid Crystal Display）、CRT（Cathode Ray Tube）ディスプレイ、モニターのような、プロセッサ501により処理された描画データに対応する画面を表示する装置である。入力装置5042は、オペレータの操作入力を受け付ける装置であり、例えば、キーボード、マウス、及びタッチセンサ等である。表示装置5041及び入力装置5042は一体化され、タッチパネルとして実現されていても良い。音出力装置5043は、スピーカのような、プロセッサ501により処理された音響データに対応する音を音響出力する装置である。

40

【0100】

通信インタフェース505は、外部の装置との間でデータを送受信する。例えば、通信インタフェース505は、有線通信路または無線通信路を介して外部装置と通信する。

【0101】

以上、実施の形態を参照して本開示を説明したが、本開示は上述の実施の形態に限定さ

50

れるものではない。本開示の構成や詳細には、本開示のスコープ内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

【0102】

また、上述の実施の形態の一部又は全部は、以下の付記のようにも記載されうるが、以下には限られない。

(付記1)

複数の方向を向くように配置され、監視エリアに発生した音を検知する光ファイバと、前記光ファイバから、前記音が重畳された光信号を受信する受信部と、前記光信号に基づいて、前記光ファイバで検知された前記音の分布を分析し、分析した前記音の分布に基づいて、前記音が発生した発生位置を特定する特定部と、
を備える、光ファイバセンシングシステム。

10

(付記2)

前記特定部は、予め登録された監視対象に対応する音が発生した発生位置を特定する、付記1に記載の光ファイバセンシングシステム。

(付記3)

前記特定部は、前記監視対象に対応する音の発生位置の特定を繰り返し行い、前記発生位置の時系列変化に基づいて前記監視対象の移動軌跡を特定する、
付記2に記載の光ファイバセンシングシステム。

(付記4)

前記特定部は、分析した前記音の分布に基づいて、前記監視対象に対応する音が発生した発生エリアを特定する、
付記2又は3に記載の光ファイバセンシングシステム。

20

(付記5)

前記特定部は、前記発生位置に基づいて、前記監視対象に対応する音が発生した発生エリアを特定する、
付記2又は3に記載の光ファイバセンシングシステム。

(付記6)

前記特定部は、前記監視対象に対応する音の発生エリアの特定を繰り返し行い、前記発生エリアの時系列変化に基づいて前記監視対象の移動軌跡を特定する、
付記4又は5に記載の光ファイバセンシングシステム。

30

(付記7)

前記発生位置が、所定のエリアである場合に報知を行う報知部をさらに備える、
付記2又は3に記載の光ファイバセンシングシステム。

(付記8)

前記発生位置が、前記監視エリアの外である場合に報知を行う報知部をさらに備える、
付記2又は3に記載の光ファイバセンシングシステム。

(付記9)

前記発生エリアが、所定のエリアである場合に報知を行う報知部をさらに備える、
付記4から6のいずれか1項に記載の光ファイバセンシングシステム。

(付記10)

前記発生エリアが、前記監視エリアの外である場合に報知を行う報知部をさらに備える、
付記4から6のいずれか1項に記載の光ファイバセンシングシステム。

40

(付記11)

前記移動軌跡が所定のエリアに向かっている場合に報知を行う報知部をさらに備える、
付記3又は6に記載の光ファイバセンシングシステム。

(付記12)

前記光ファイバは、前記監視エリアの周囲に配置されている、
付記1から11のいずれか1項に記載の光ファイバセンシングシステム。

(付記13)

前記光ファイバは、前記監視エリア内に配置されている、

50

付記 1 から 11 のいずれか 1 項に記載の光ファイバセンシングシステム。

(付記 14)

複数の方向を向くように配置された光ファイバが、監視エリアに発生した音を検知するステップと、

前記光ファイバから、前記音が重畳された光信号を受信するステップと、

前記光信号に基づいて、前記光ファイバで検知された前記音の分布を分析し、分析した前記音の分布に基づいて、前記音が発生した発生位置を特定する特定ステップと、

を含む、音源位置特定方法。

(付記 15)

前記特定ステップでは、予め登録された監視対象に対応する音が発生した発生位置を特定する、

10

付記 14 に記載の音源位置特定方法。

(付記 16)

前記特定ステップでは、前記監視対象に対応する音の発生位置の特定を繰り返し行い、前記発生位置の時系列変化に基づいて前記監視対象の移動軌跡を特定する、

付記 15 に記載の音源位置特定方法。

(付記 17)

前記特定ステップでは、分析した前記音の分布に基づいて、前記監視対象に対応する音が発生した発生エリアを特定する、

付記 15 又は 16 に記載の音源位置特定方法。

20

(付記 18)

前記特定ステップでは、前記発生位置に基づいて、前記監視対象に対応する音が発生した発生エリアを特定する、

付記 15 又は 16 に記載の音源位置特定方法。

(付記 19)

前記特定ステップでは、前記監視対象に対応する音の発生エリアの特定を繰り返し行い、前記発生エリアの時系列変化に基づいて前記監視対象の移動軌跡を特定する、

付記 17 又は 18 に記載の音源位置特定方法。

(付記 20)

前記発生位置が、所定のエリアである場合に報知を行う報知ステップをさらに含む、

30

付記 15 又は 16 に記載の音源位置特定方法。

(付記 21)

前記発生位置が、前記監視エリアの外である場合に報知を行う報知ステップをさらに含む、

付記 15 又は 16 に記載の音源位置特定方法。

(付記 22)

前記発生エリアが、所定のエリアである場合に報知を行う報知ステップをさらに含む、

付記 17 から 19 のいずれか 1 項に記載の音源位置特定方法。

(付記 23)

前記発生エリアが、前記監視エリアの外である場合に報知を行う報知ステップをさらに含む、

40

付記 17 から 19 のいずれか 1 項に記載の音源位置特定方法。

(付記 24)

前記移動軌跡が所定のエリアに向かっている場合に報知を行う報知ステップをさらに含む、

付記 16 又は 19 に記載の音源位置特定方法。

(付記 25)

前記光ファイバは、前記監視エリアの周囲に配置されている、

付記 14 から 24 のいずれか 1 項に記載の音源位置特定方法。

(付記 26)

50

前記光ファイバは、前記監視エリア内に配置されている、
付記 14 から 24 のいずれか 1 項に記載の音源位置特定方法。

【符号の説明】

【0103】

- 10 光ファイバ
- 20 受信部
- 30 特定部
- 31 抽出部
- 32 マッチング部
- 33 音発生位置特定部
- 34 音発生エリア特定部
- 35 追跡部
- 40 報知部
- 50 コンピュータ
- 501 プロセッサ
- 502 メモリ
- 503 ストレージ
- 504 入出力インタフェース
- 5041 表示装置
- 5042 入力装置
- 5043 音出力装置
- 505 通信インタフェース

10

20

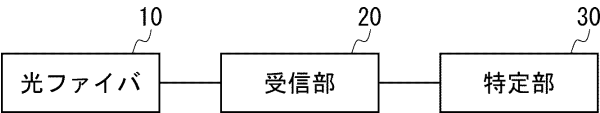
30

40

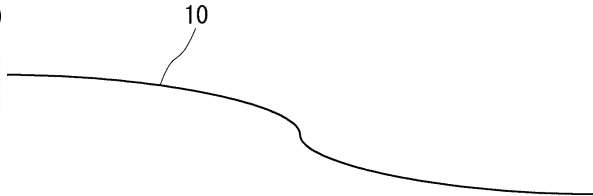
50

【図面】

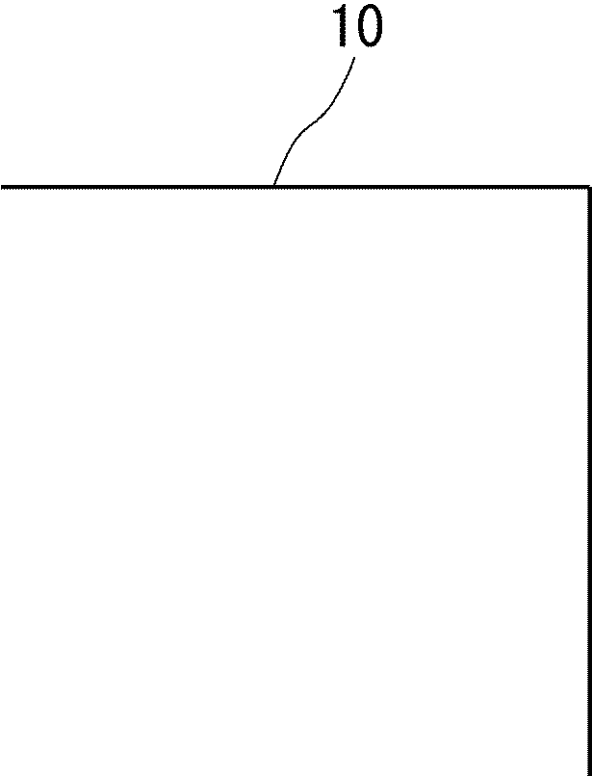
【図 1】



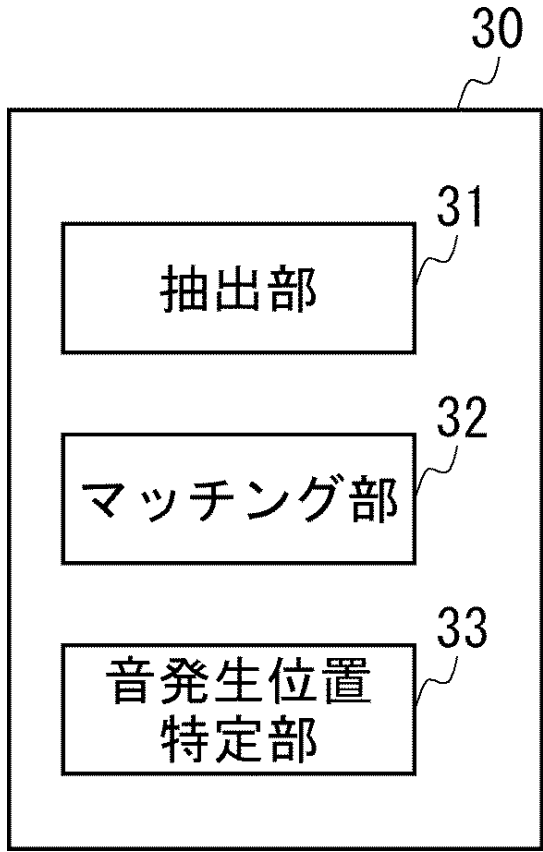
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

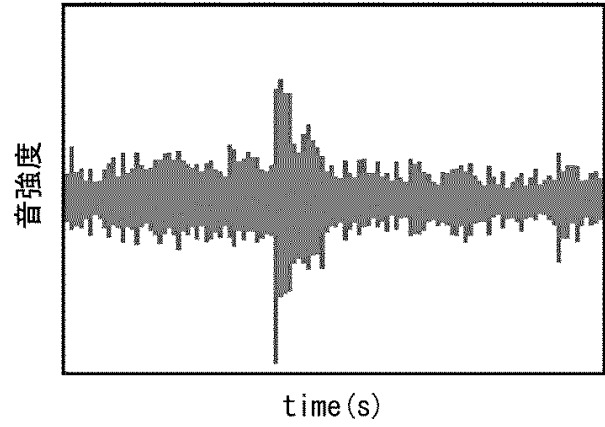
20

30

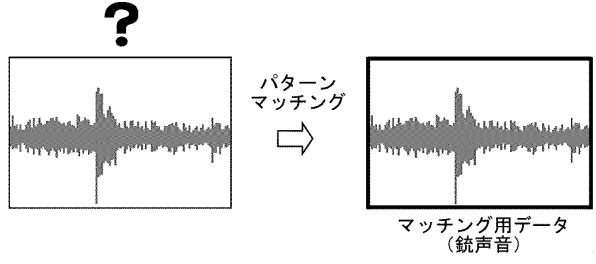
40

50

【図 5】

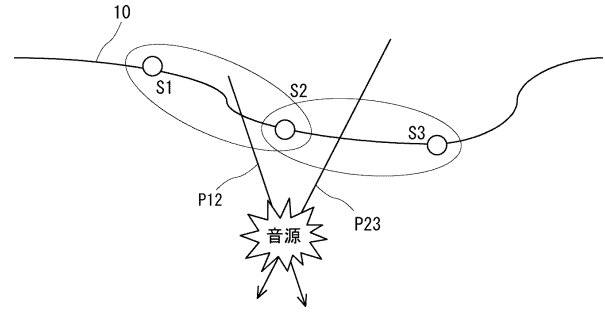


【図 6】

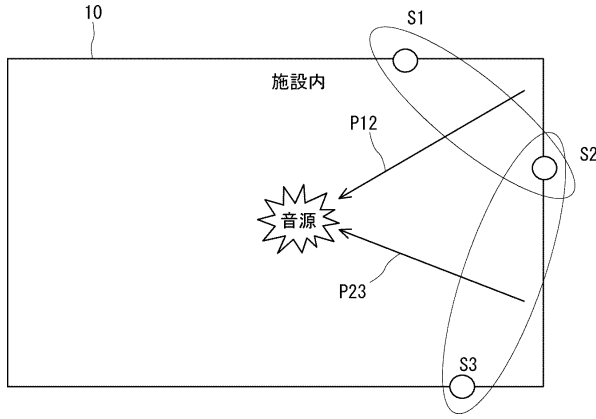


10

【図 7】



【図 8】



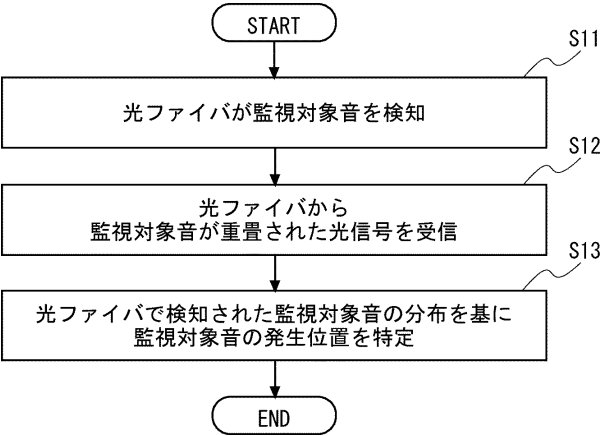
20

30

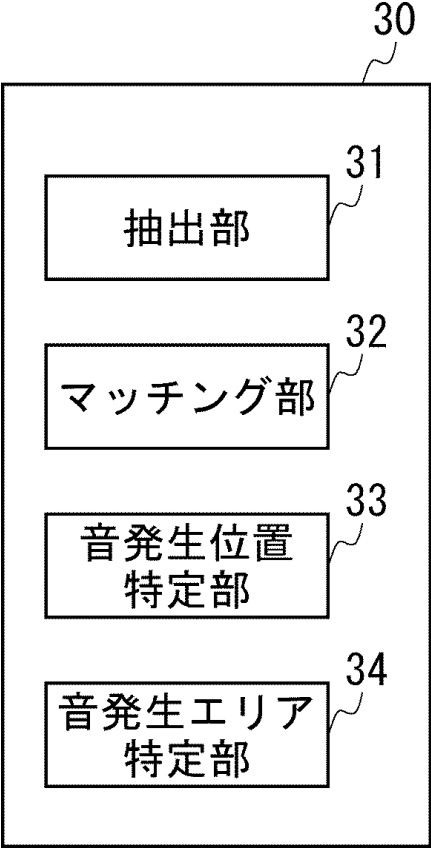
40

50

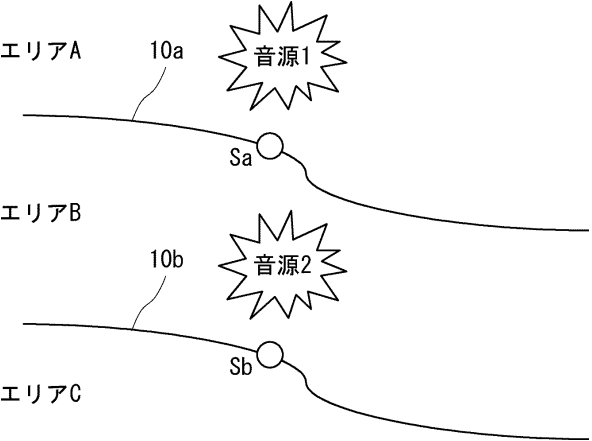
【図 9】



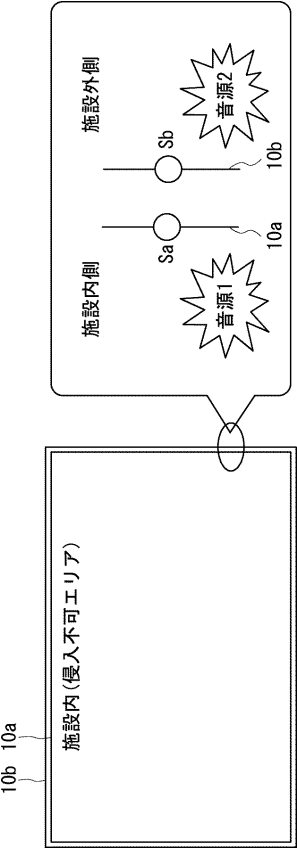
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

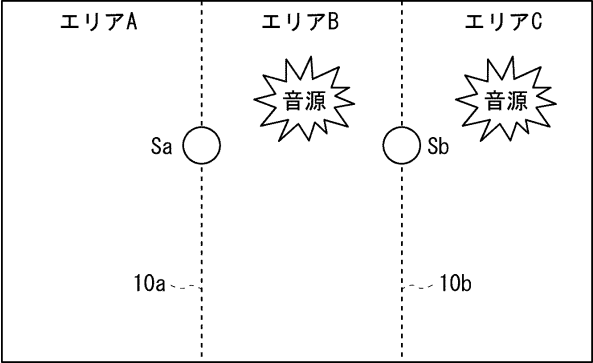
20

30

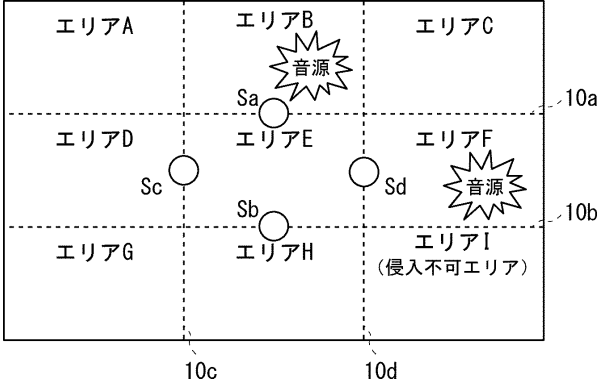
40

50

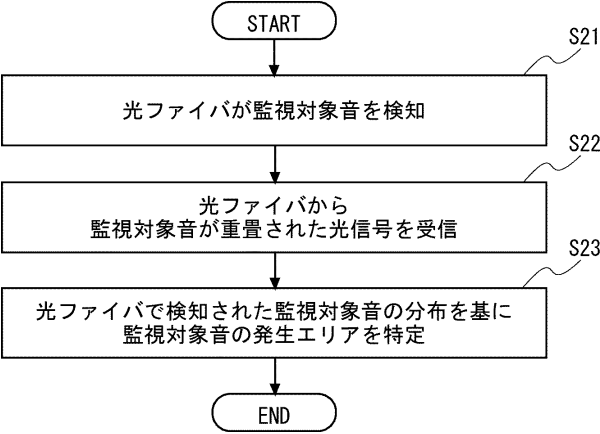
【図 1 3】



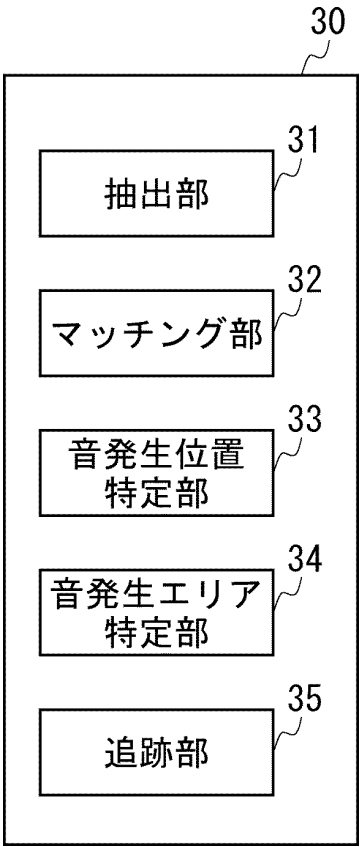
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 1 6】



10

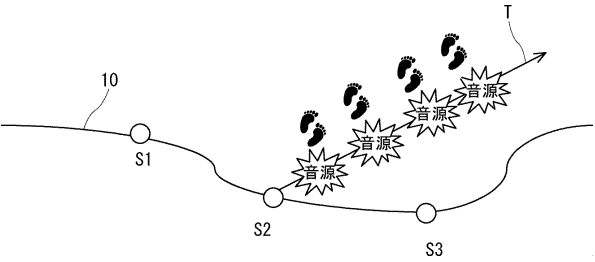
20

30

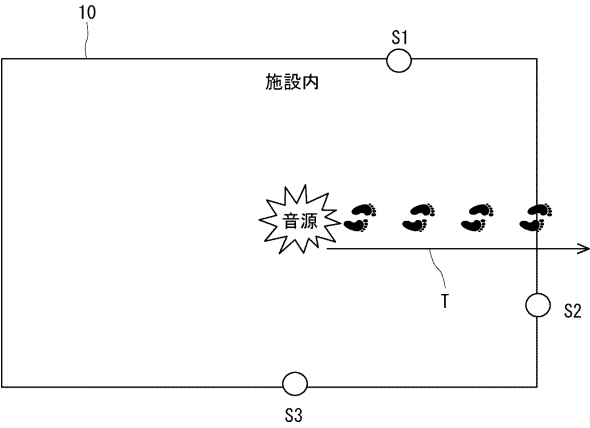
40

50

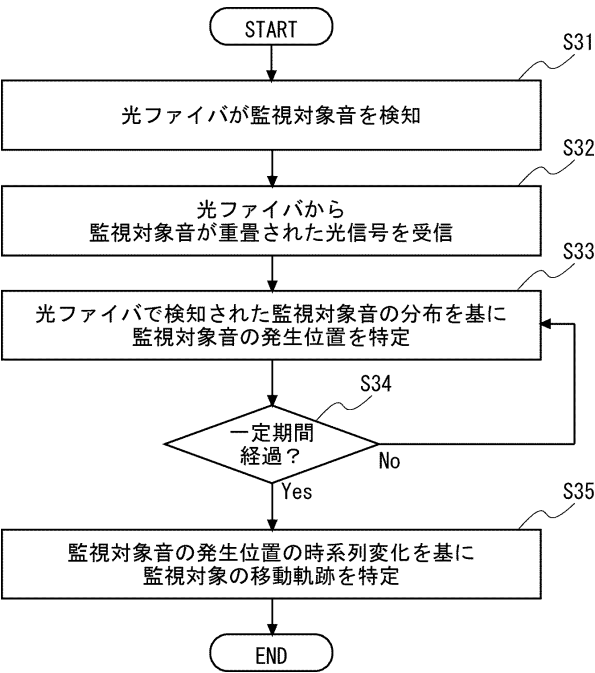
【図 17】



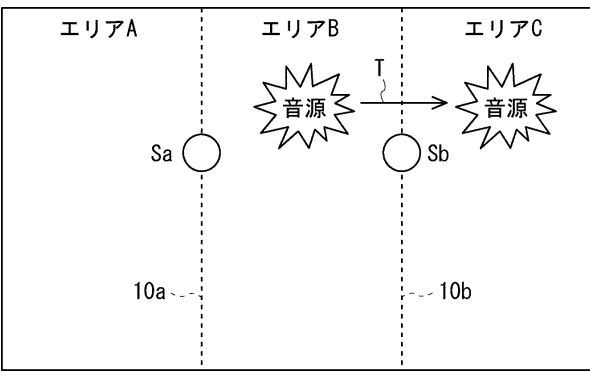
【図 18】



【図 19】



【図 20】



10

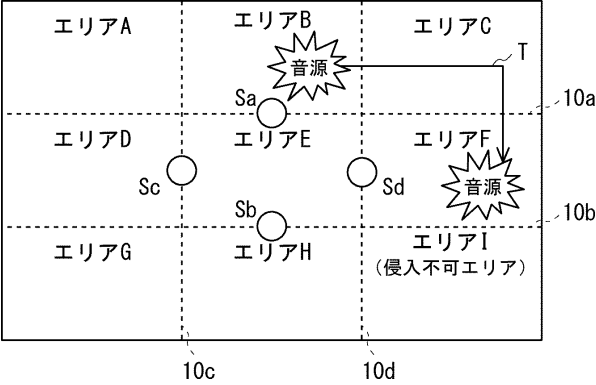
20

30

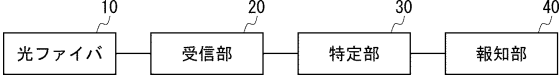
40

50

【図 2 1】

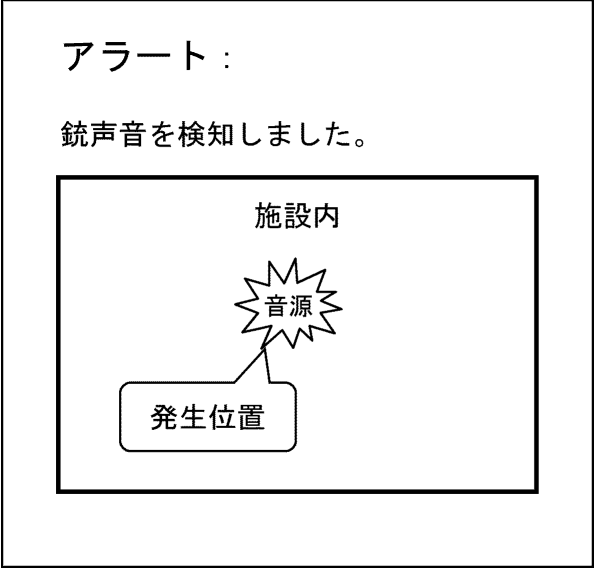


【図 2 2】

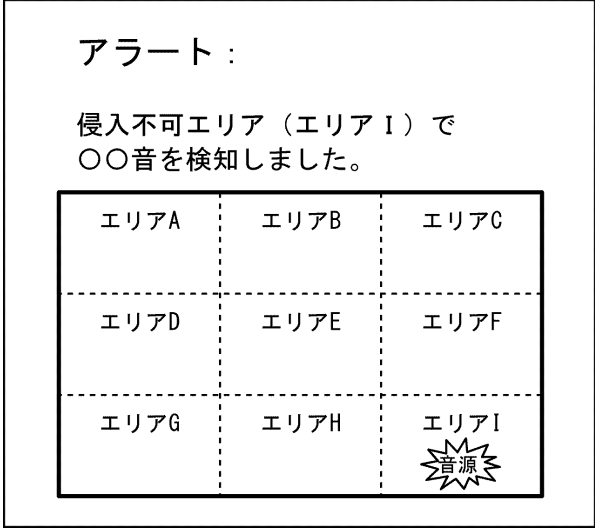


10

【図 2 3】



【図 2 4】



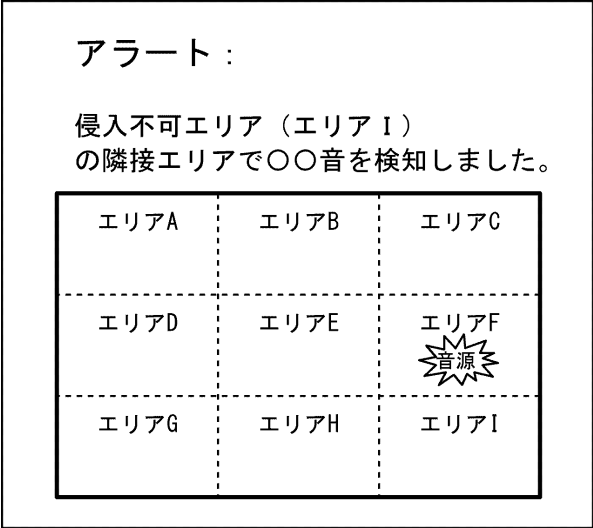
20

30

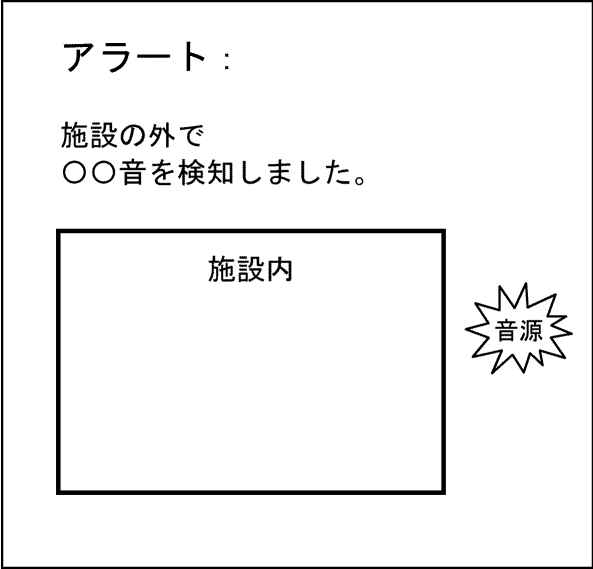
40

50

【図 2 5】

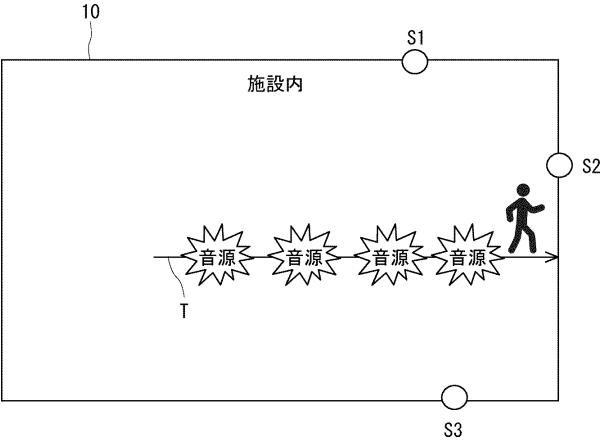


【図 2 6】

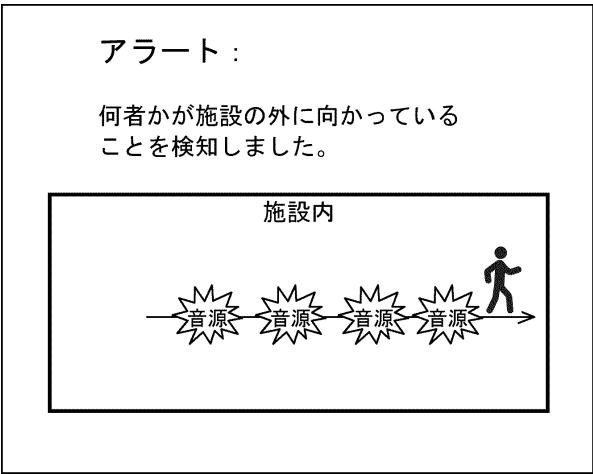


10

【図 2 7】



【図 2 8】



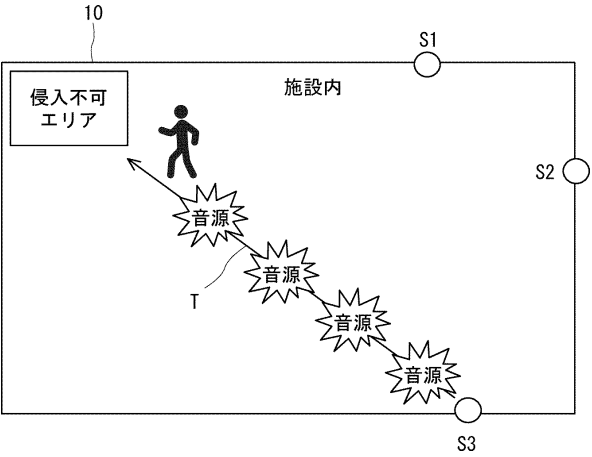
20

30

40

50

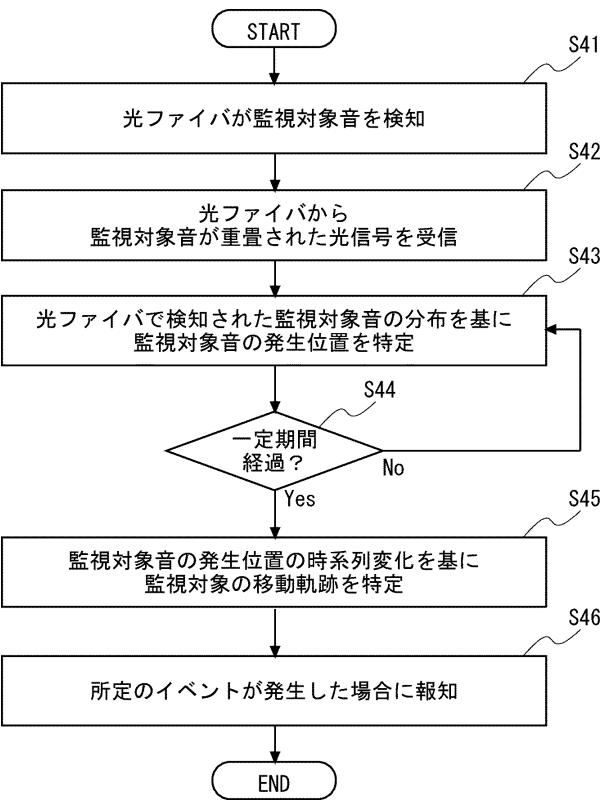
【図 29】



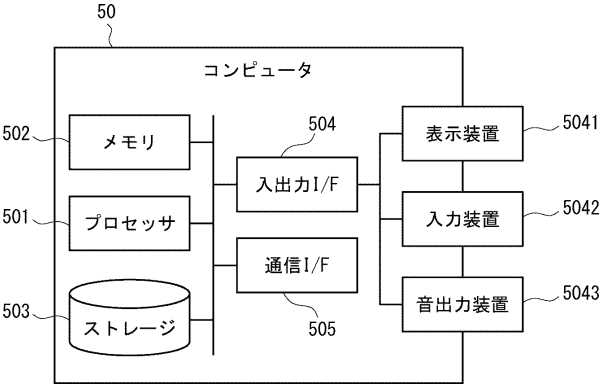
【図 30】



【図 31】



【図 32】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2013/051196 (WO, A1)
米国特許出願公開第2012/0226452 (US, A1)
特許第5294925 (JP, B2)
特許第3903221 (JP, B2)
特許第3920742 (JP, B2)
特許第5473888 (JP, B2)
米国特許出願公開第2018/0332389 (US, A1)
特開2021-221684 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01H 9/00
G01S 3/808
G01S 5/20