

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2021年4月15日(15.04.2021)



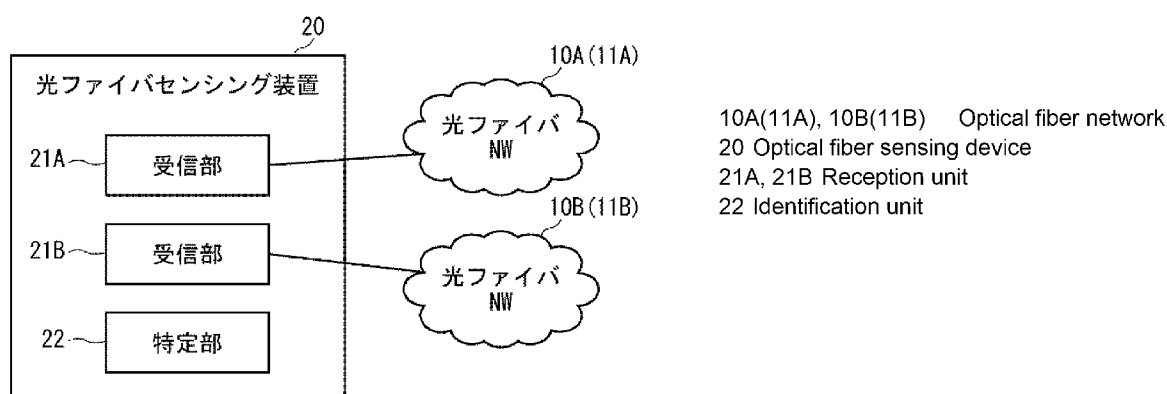
(10) 国際公開番号

WO 2021/070222 A1

- (51) 国際特許分類:  
*G01D 21/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/039486
- (22) 国際出願日: 2019年10月7日(07.10.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 日本電気株式会社 (NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 岩野 忠行 (IWANO Tadayuki); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 石井 理 (ISHII Satoru); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 北原 啓徳 (KITAHARA Yoshinori); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 青野 義明 (AONO Yoshiaki); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 家入 健 (IEIRI Takeshi); 〒2210835 神奈川県横浜市神奈川区鶴屋町三丁目3番8 アサヒビルディング5階 響国際特許事務所 Kanagawa (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS,

(54) Title: OPTICAL FIBER SENSING SYSTEM, OPTICAL FIBER SENSING METHOD, AND OPTICAL FIBER SENSING DEVICE

(54) 発明の名称: 光ファイバセンシングシステム、光ファイバセンシング方法、及び光ファイバセンシング装置



(57) Abstract: This optical fiber sensing system comprises a first optical fiber network (10A) for detecting first sensing information relating to an object under monitoring, a second optical fiber network (10B) for detecting second sensing information relating to the object under monitoring, a first reception unit (21A) for receiving a first optical signal from the first optical fiber network (10A), a second reception unit (21B) for receiving a second optical signal from the second optical fiber network (10B), and an identification unit (22) for identifying the object under monitoring on the basis of first sensing information included in the first optical signal and second sensing information included in the second optical signal.

WO 2021/070222 A1

MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

---

(57) 要約：本開示に係る光ファイバセンシングシステムは、監視対象に関する第1のセンシング情報を検出する第1の光ファイバネットワーク（10A）と、監視対象に関する第2のセンシング情報を検出する第2の光ファイバネットワーク（10B）と、第1の光ファイバネットワーク（10A）からの第1の光信号を受信する第1の受信部（21A）と、第2の光ファイバネットワーク（10B）からの第2の光信号を受信する第2の受信部（21B）と、第1の光信号に含まれる第1のセンシング情報と第2の光信号に含まれる第2のセンシング情報とに基づいて、監視対象を特定する特定部（22）と、を備える。

## 明 細 書

発明の名称：

光ファイバセンシングシステム、光ファイバセンシング方法、及び光ファイバセンシング装置

### 技術分野

[0001] 本開示は、光ファイバセンシングシステム、光ファイバセンシング方法、及び光ファイバセンシング装置に関する。

### 背景技術

[0002] 光ファイバは、高速な光通信を提供するために使用されるが、光ファイバに加えられた応力による損失の変動をモニタすることで、光ファイバをセンサとしても使用することができる。

[0003] 例えば、特許文献1には、河川区域内に光ファイバセンサを設置して、堤防の変状、堤体内推移、河川水位等を観測したり、堤内地に光ファイバセンサを設置して、市街地の浸水状況等を観測したりすることが開示されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：特開2002-269656号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] 近年、光ファイバ内を伝送される光信号に重畳された振動、音、温度等をモニタすることで、高度なモニタ機能を実現する技術が注目されている。

しかし、近年、社会の高度な情報化及び自動化に伴い、光ファイバによってモニタしたい対象や、提供サービスに対するニーズも多岐に渡るようになり、特許文献1のように単純な個別のモニタ機能のみでは、そのニーズを満たすことが難しくなっている。

[0006] そこで本開示の目的は、上述した課題を解決し、様々な箇所及び状態で敷設されている光ファイバを活用し、より高度な光ファイバセンシングによるサービス及びアプリケーションを実現することが可能な光ファイバセンシングシステム、光ファイバセンシング方法、及び光ファイバセンシング装置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、  
監視対象に関する第1のセンシング情報を検出する第1の光ファイバネットワークと、  
前記監視対象に関する第2のセンシング情報を検出する第2の光ファイバネットワークと、  
前記第1の光ファイバネットワークからの第1の光信号を受信する第1の受信部と、  
前記第2の光ファイバネットワークからの第2の光信号を受信する第2の受信部と、  
前記第1の光信号に含まれる前記第1のセンシング情報と前記第2の光信号に含まれる前記第2のセンシング情報とに基づいて、前記監視対象を特定する特定部と、  
を備える。

[0008] 一態様による光ファイバセンシング方法は、  
監視対象に関する第1のセンシング情報を検出する第1の光ファイバネットワークからの第1の光信号を受信する第1の受信ステップと、  
前記監視対象に関する第2のセンシング情報を検出する第2の光ファイバネットワークからの第2の光信号を受信する第2の受信ステップと、  
前記第1の光信号に含まれる前記第1のセンシング情報と前記第2の光信号に含まれる前記第2のセンシング情報とに基づいて、前記監視対象を特定する特定ステップと、  
を含む。

- [0009] 一態様による光ファイバセンシング装置は、  
監視対象に関する第1のセンシング情報を検出する第1の光ファイバネットワークからの第1の光信号を受信する第1の受信部と、  
前記監視対象に関する第2のセンシング情報を検出する第2の光ファイバネットワークからの第2の光信号を受信する第2の受信部と、  
前記第1の光信号に含まれる前記第1のセンシング情報と前記第2の光信号に含まれる前記第2のセンシング情報とに基づいて、前記監視対象を特定する特定部と、  
を備える。

### 発明の効果

- [0010] 上述の態様によれば、様々な箇所及び状態で敷設されている光ファイバを活用し、より高度な光ファイバセンシングによるサービス及びアプリケーションを実現することが可能な光ファイバセンシングシステム、光ファイバセンシング方法、及び光ファイバセンシング装置を提供できるという効果が得られる。

### 図面の簡単な説明

- [0011] [図1]実施の形態に係る光ファイバセンシングシステムの基本構成例を示す図である。  
[図2]実施の形態に係る特定部が保持する対応テーブルの例を示す図である。  
[図3]実施の形態に係る受信部が受信した光信号に重畳されたセンシング情報に含まれる振動パターンの例を示す図である。  
[図4]実施の形態に係る受信部が受信した光信号に重畳されたセンシング情報に含まれる振動パターンの例を示す図である。  
[図5]実施の形態に係る受信部が受信した光信号に重畳されたセンシング情報に含まれる振動パターンの例を示す図である。  
[図6]実施の形態に係る光ファイバセンシングシステムの基本動作の例を示すフロー図である。  
[図7]実施の形態に係る光ファイバセンシングシステムの変形構成例を示す図

である。

[図8]実施の形態に係る光ファイバセンシング装置が、監視対象のデータをサービス提供先に提供するサービス態様の例を示す図である。

[図9]実施の形態に係る光ファイバセンシング装置が、監視対象のデータをサービス提供先に提供するサービス態様の例を示す図である。

[図10]実施の形態に係る光ファイバセンシング装置の変形構成例を示す図である。

[図11]図10に示されるポリシDBの例を示す図である。

[図12]実施の形態に係る受信部がセンシング情報を収集する方法の例を示す図である。

[図13]実施の形態に係る光ファイバセンシングシステムのセンシングカバー範囲の例を示す図である。

[図14]実施の形態に係る光ファイバセンシングシステムのセンシングカバー範囲の例を示す図である。

[図15]実施の形態に係る光ファイバセンシングシステムにおいて、光ファイバネットワークが配備されていない領域における監視対象を推定する動作の例を示すフロー図である。

[図16]実施の形態に係る特定部が振動源の位置を特定する方法の例を示す図である。

[図17]実施の形態に係る複数のセンシング用光ファイバを互いに異なる高さに敷設する方法の例を示す図である。

[図18]実施の形態に係る特定部が保持する対応テーブルの例を示す図である。

[図19]実施の形態に係る特定部が人物及び車両の行動を特定する方法の例を示す図である。

[図20]実施の形態に係る特定部が人物及び車両の行動を特定する方法の例を示す図である。

[図21]実施の形態に係る2つのセンシング用光ファイバの一方を橋梁全体に

敷設し、他方を劣化箇所部分的に敷設する方法の例を示す図である。

[図22]実施の形態に係る特定部が表示部に表示するGUI画面の例を示す図である。

[図23]実施の形態に係る光ファイバセンシング装置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

[0012] 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。

[0013] <実施の形態>

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

[0014] 図1に示されるように、本実施の形態に係る光ファイバセンシングシステムは、光ファイバネットワーク（図中、光ファイバNW（Network）と適宜表記する）10A、10B及び光ファイバセンシング装置20を備えている。光ファイバセンシング装置20は、受信部21A、21B及び特定部22を備えている。以下の記載では、どちらの光ファイバネットワーク10A、10Bであるかを特定しない場合は、光ファイバネットワーク10と適宜称する。同様に、受信部21A、21Bは、受信部21と適宜称する。なお、図1は、2つの光ファイバネットワーク10A、10Bが配備されることを前提とした例であるが、光ファイバネットワーク10の数は複数であれば良く、2つには限定されない。

[0015] 光ファイバネットワーク10Aは、1つ以上のセンシング用光ファイバ11Aにより構成され、光ファイバネットワーク10Bは、1つ以上のセンシング用光ファイバ11Bにより構成される。なお、光ファイバネットワーク10A、10Bは、既存の光ファイバネットワークでも良いし、新設した光ファイバネットワークでも良い。以下の記載では、どちらのセンシング用光

ファイバ11A, 11Bであるかを特定しない場合は、センシング用光ファイバ11と適宜称する。

[0016] 受信部21Aは、光ファイバネットワーク10Aから光信号を受信する。例えば、受信部21Aは、光ファイバネットワーク10Aを構成するセンシング用光ファイバ11Aにパルス光を送出し、そのパルス光がセンシング用光ファイバ11Aを伝送されることに伴い発生した後方散乱光を、光信号として受信する。

同様に、受信部21Bは、光ファイバネットワーク10Bから光信号を受信する。

[0017] 本実施の形態に係る光ファイバセンシングシステムがモニタする監視対象は、例えば、以下の通りである。

- ・電柱、橋梁、トンネル、配管、ダム等の構造物の劣化を含む状態
- ・線路、道路の劣化を含む状態
- ・線路、道路の状況
- ・人物、車両、動物等の行動
- ・火山の噴火、地震、土砂災害、地盤沈下、陥没・落盤、侵食、湖水爆発、風水害、風害、水害、塩害、雪害、吹雪、凍結害、雷、高温（熱波、猛暑、暖冬）、低温（厳冬、冷夏）、自然火災等の自然災害の発生、自然災害による被害状態の監視
- ・停電、工事等の発生
- ・天候、気温、地温、風量、降水量
- ・通信障害の監視

[0018] ここで、監視対象に関する振動、音、及び温度等は、センシング用光ファイバ11Aに伝達される。その結果、センシング用光ファイバ11Aにて伝送される光信号に重畳され、光信号の特性（例えば、波長）が変化する。そのため、光ファイバネットワーク10Aは、監視対象に関する振動、音、及び温度等を含むセンシング情報の検出が可能となる。

[0019] 同様に、光ファイバネットワーク10Bは、監視対象に関する振動、音、

及び温度等を含むセンシング情報を検出可能であり、また、検出したセンシング情報はセンシング用光ファイバ11Bにて伝送される光信号に重畳される。

なお、センシング情報は、監視対象に関する振動、音、及び温度の少なくとも1つを含んでいれば良い。

[0020] 特定部22は、受信部21Aが光ファイバネットワーク10Aから受信した光信号に重畳されたセンシング情報を収集すると共に、受信部21Bが光ファイバネットワーク10Bから受信した光信号に重畳されたセンシング情報を収集する。そして、特定部22は、光ファイバネットワーク10Aから受信した光信号に重畳されたセンシング情報と、光ファイバネットワーク10Bから受信した光信号に重畳されたセンシング情報と、に基づいて、監視対象を特定する。

[0021] このとき、特定部22は、以下のようにして、センシング情報が検出されたセンシング用光ファイバ11A、11B上の位置（光ファイバセンシング装置20からの距離）を特定することができる。例えば、受信部21Aが受信する光信号が後方散乱光である場合、特定部22は、受信部21Aがセンシング用光ファイバ11Aにパルス光を送出した時刻と、受信部21Aがセンシング用光ファイバ11Aから後方散乱光を受信した時刻と、の時間差に基づいて、その後方散乱光に重畳されたセンシング情報が検出されたセンシング用光ファイバ11A上の位置を特定する。同様の方法で、特定部22は、光ファイバネットワーク10Bから受信した光信号に重畳されたセンシング情報が検出されたセンシング用光ファイバ11B上の位置を特定する。

[0022] このとき、特定部22は、センシング用光ファイバ11の位置と実際の地理的な位置とを対応付ける情報を有する。例えば、特定部22は、図2に示されるように、センシング用光ファイバ11における光ファイバセンシング装置20からの距離と、地図上の各領域又は地点と、を対応付けた対応テーブルを予め保持していても良い。これにより、特定部22は、地図上のどの領域でセンシング情報が検出されたのか、すなわち、上記で特定した監視対

象が、地図上のどの領域のものであるかを判断することができる。この場合、特定部 22 は、例えば、センシング用光ファイバ 11 で検知されたセンシング用光ファイバ 11 上の位置が、10 km である場合、地図上における A 領域又は A 地点であることを特定しても良い。ここで、センシング用光ファイバ 11 における位置は、光ファイバセンシング装置 20 からの距離に限られず、例えば、センシング用光ファイバ 11 上における特定のポイントからの距離でも良い。また、実際の地理的な位置は、地図上の領域に限られず、例えば、領域又は地点を文字情報で管理しても良い。なお、特定部 22 は、センシング用光ファイバ 11 A, 11 B 毎に、図 2 に示されるような対応テーブルを保持しても良い。

[0023] 以下、特定部 22 において、監視対象を特定する方法の例について説明する。

受信部 21 A, 21 B が受信した光信号に重畳されたセンシング情報は、例えば、監視対象に関する振動情報を含んでいる。この振動情報は、監視対象に応じて、振動の強弱、振動位置、振動数の変動推移等のパターンが異なる、固有の動的な変動パターンとなる。同様に、センシング情報は、監視対象に関する音及び温度等でも固有の動的な変動パターンを含んでおり、これらの振動パターン、音響パターン及び温度パターン等により、監視対象を特定することが可能である。

[0024] そのため、特定部 22 は、受信部 21 A, 21 B が受信した光信号に重畳されたセンシング情報に含まれる、監視対象に応じた固有の動的な変動パターンを分析することにより、監視対象を特定することが可能となる。

[0025] 例えば、構造物の劣化を検出する場合、構造物にセンシング用光ファイバ 11 A, 11 B を敷設する。特定部 22 は、受信部 21 A, 21 B がセンシング用光ファイバ 11 A, 11 B から受信した光信号からセンシング情報を収集し、さらに、収集したセンシング情報から、図 3 及び図 4 に示されるような、構造物で発生した振動パターンを抽出する。図 3 及び図 4 は、横軸が時間、縦軸が振動強度を示す振動パターンを、FFT (Fast Fourier Transf

orm) した後の振動パターンである。図3及び図4に示される振動パターンは、横軸が周波数、縦軸が振動強度を示す。

[0026] 図3及び図4に示される振動パターンにおいては、振動強度のピークが発生する。このピークが発生する周波数が、構造物の劣化状態に応じて異なっている。具体的例として、劣化している構造物の振動パターン（図4）は、正常な構造物の振動パターン（図3）と比較して、強度のピークが発生する周波数が、高周波側（もしくは低周波側）にシフトしている。そのため、特定部22は、振動強度のピークが発生する周波数に基づいて、構造物の劣化を検出することができる。

[0027] また、自然現象を検出する例として、地面又は海底にセンシング用光ファイバ11A、11Bを敷設する。特定部22は、受信部21A、21Bがセンシング用光ファイバ11A、11Bから受信した光信号からセンシング情報を収集し、さらに、収集したセンシング情報から、図5に示されるような、地面又は海底で発生した振動パターンを抽出する。図5に示される振動パターンは、横軸が時間、縦軸が振動強度になっている。

[0028] 図5に示される振動パターンにおいては、地面又は海底に発生した振動は、その後に減衰する。例えば、自然現象として、地盤の構造変化や崩落等が発生する可能性がある場合、この減衰時間が長くなる。そのため、特定部22は、振動パターンにおける減衰時間に基づいて、地盤の構造変化や崩落等が発生する可能性があることを検出することができる。

[0029] また、特定部22は、パターンマッチングを利用して、監視対象を特定しても良い。例えば、特定部22は、監視対象毎に、監視対象に応じた振動パターンを、マッチング用パターンとして不図示の記憶部に予め記憶させておく。例えば、監視対象が構造物の劣化である場合、構造物の劣化レベルに応じた複数の振動パターンを記憶させておけば良い。特定部22は、光信号から振動パターンを抽出すると、抽出した振動パターンをマッチング用パターンと比較する。マッチング用パターンの中に、光信号から抽出した振動パターンとの適合率が閾値以上となったマッチング用パターンがある場合、特定

部 2 2 は、そのマッチング用パターンに対応する監視対象を特定する。

[0030] 又は、特定部 2 2 は、畳み込みニューラルネットワーク (CNN : Convolutional Neural Network) により監視対象を特定する学習モデルを利用して、監視対象を特定しても良い。例えば、特定部 2 2 は、監視対象を示す教師データと、その監視対象に応じた振動パターンと、の組を複数組入力して、学習モデルを予め構築し、不図示の記憶部に予め記憶させておく。例えば、監視対象が構造物の劣化である場合、構造物の劣化レベルを示す教師データと、その劣化レベルのときの振動パターンと、の組を複数組入力して、学習モデルを構築すれば良い。特定部 2 2 は、光信号から振動パターンを抽出すると、抽出した振動パターンを学習モデルに入力する。これにより、特定部 2 2 は、学習モデルの出力結果として、監視対象を得る。

[0031] なお、以上の説明では、特定部 2 2 が、振動パターンを用いて、監視対象を特定する例について説明したが、音響パターンや温度パターンを用いて、監視対象を特定しても良い。また、以上の説明では、監視対象として、構造物の劣化や自然現象を検出する例について説明したが、以上の説明で述べた方法は、その他の監視対象を特定する場合にも、同様に適用することができる。

[0032] 続いて、図 6 を参照して、本実施の形態に係る光ファイバセンシングシステムにおける基本動作の例について説明する。

図 6 に示されるように、受信部 2 1 A は、光ファイバネットワーク 1 0 A から光信号を受信する (ステップ S 1 0 1) 。また、受信部 2 1 B は、光ファイバネットワーク 1 0 B から光信号を受信する (ステップ S 1 0 2) 。なお、ステップ S 1 0 1 とステップ S 1 0 2 は順番が逆でも良い。

[0033] 続いて、特定部 2 2 は、受信部 2 1 A が光ファイバネットワーク 1 0 A から受信した光信号に含まれる、監視対象に関するセンシング情報と、受信部 2 1 B が光ファイバネットワーク 1 0 B から受信した光信号に含まれる、監視対象に関するセンシング情報と、に基づいて、監視対象を特定する (ステップ S 1 0 3) 。

[0034] 上述したように本実施の形態によれば、受信部21Aは、光ファイバネットワーク10Aから光信号を受信し、受信部21Bは、光ファイバネットワーク10Bから光信号を受信する。特定部22は、受信部21Aが光ファイバネットワーク10Aから受信した光信号に含まれる、監視対象に関するセンシング情報と、受信部21Bが光ファイバネットワーク10Bから受信した光信号に含まれる、監視対象に関するセンシング情報と、に基づいて、監視対象を特定する。

[0035] このように、本実施の形態によれば、光ファイバネットワーク10A、10Bで個別に監視対象をモニタするのではなく、2つの光ファイバネットワーク10A、10Bの双方で監視対象をモニタする。これにより、様々な箇所及び状態で敷設されているセンシング用光ファイバ11A、11Bを活用し、より高度な光ファイバセンシングによるサービス及びアプリケーションを実現することができる。

[0036] <実施の形態の具体例>

以下、本実施の形態をより具体化した具体例について説明する。

<複数の光ファイバネットワークの切り分け方法>

上記の説明では、2つの光ファイバネットワーク10A、10Bを設けた例について説明したが、光ファイバネットワーク10の数は複数であれば良い。

このとき、複数の光ファイバネットワーク10は、図7に示されるように、互いに異なる事業者が所有するものであっても良い。図7の例では、光ファイバネットワーク10Aは、事業者A（通信キャリア）が所有する光ファイバネットワークであるのに対し、光ファイバネットワーク10Bは、事業者B（電力会社）が所有する光ファイバネットワーク10Bになっている。なお、光ファイバネットワーク10は、通信キャリア及び電力会社が所有するものに限らず、鉄道会社や道路会社等の他の業種の事業者が所有するものであっても良い。また、光ファイバネットワーク10は、異なる業種の異なる事業者が所有するものであっても良いし、同じ業種の異なる事業者が所有

するものであっても良い。

[0037] 複数の光ファイバネットワーク10を互いに異なる事業者が所有するものとするにより、図8に示されるように、複数の光ファイバネットワーク10が検出したセンシング情報に基づいて特定した監視対象のデータを、サービス提供先に提供する、というサービスを実現することができる。また、光ファイバセンシング装置20は、このようなサービスを実現する場合における、プラットフォームとして実現することができる。この場合、特定部22が監視対象のデータをサービス提供先に提供しても良いし、監視対象のデータをサービス提供先に提供する提供部を追加で設けても良い。なお、サービス提供先は、例えば、国、地方自治体、企業、個人等が考えられるが、特に限定されるものではない。

[0038] また、複数の光ファイバネットワーク10は、互いに異なる国、地方自治体、組織（警察、消防等）が所有するものであっても良い。

[0039] また、複数の光ファイバネットワーク10は、互いに地理的場所が異なっても良い。例えば、複数の光ファイバネットワーク10は、互いに異なる都道府県に配置されても良い。また、複数の光ファイバネットワーク10は、陸上及び海洋にそれぞれ配置されても良い。

[0040] また、複数の光ファイバネットワーク10は、互いにセンシング用光ファイバ11の敷設態様が異なっても良い。例えば、複数の光ファイバネットワーク10は、センシング用光ファイバ11が敷設される物質、状態（例えば、地中に埋設される、電柱等に架空配線される等）、高さが互いに異なっても良い。

[0041] また、複数の光ファイバネットワーク10は、パブリックの光ファイバネットワーク10及びプライベートの光ファイバネットワーク10が混在していても良い。パブリックの光ファイバネットワーク10は、例えば、センシング用光ファイバ11が、公共インフラとして、電柱、道路、線路等に敷設される光ファイバネットワークである。また、プライベートの光ファイバネットワーク10は、例えば、センシング用光ファイバ11が、私設インフラ

として、ビル内、ショッピングモール内、家庭内、工場内等に敷設される光ファイバネットワークである。

[0042] ここで、プライベートの光ファイバネットワーク10の中には、センシング情報が機密性の高い光ファイバネットワーク10も存在する可能性がある。そのため、プライベートの光ファイバネットワーク10毎に、センシング情報の開示に関するポリシーを設定し、ポリシーに従ってセンシング情報をフィルタリングすることが好適である。

[0043] そこで、以下では、センシング情報をフィルタリングする方法の例について説明する。ここでは、図9に示されるように、事業者A~Cがそれぞれ所有する光ファイバネットワーク10A~10Cが、プライベートの光ファイバネットワークであるものとする。

[0044] 図10に示されるように、光ファイバセンシング装置20は、ポリシーDB(Data Base)23を追加で備えている。ポリシーDB23は、図11に示されるように、プライベートの光ファイバネットワーク10A~10C毎に、センシング情報の開示に関するポリシーを格納したデータベースである。図11において、「全て可」は、監視対象のデータの提供先がどこであっても、センシング情報の利用を許可することを示している。「一部可」は、監視対象のデータの提供先が予め設定された一部のサービス提供先である場合にのみ、センシング情報の利用を許可することを示している。「禁止」は、監視対象のデータの提供先が自身である場合にのみ、センシング情報の利用を許可することを示している。なお、時間帯によって、ポリシーを変更したり、災害発生時等で一時的にポリシーを変更したりする仕組みを追加で備えても良い。そのため、例えば、「一部可」及び「禁止」であっても、災害発生時等に、センシング情報の利用を許可することもあり得る。特定部22は、受信部21A~21Cが受信した光信号に重畳されたセンシング情報に対し、ポリシーDB23に格納されたポリシーに従って、フィルタリングを行う。そして、特定部22は、フィルタリングによって排除されなかったセンシング情報に基づいて、監視対象を特定する。例えば、特定部22は、受信部21Bが受信

した光信号に重畳されたセンシング情報に対し、フィルタリングを行ったとする。その結果、そのセンシング情報に基づいて特定する監視対象のデータの提供先が、予め設定されたサービス提供先であれば、特定部22は、そのセンシング情報に基づいて、監視対象を特定し、特定した監視対象のデータが、予め設定されたサービス提供先に提供される。一方、そのセンシング情報に基づいて特定する監視対象のデータの提供先が、予め設定されたサービス提供先でなければ、特定部22は、監視対象の特定や、監視対象のデータの提供を行わない。

[0045] <センシング情報の収集方法>

上記の説明では、受信部21は、光ファイバネットワーク10を構成するセンシング用光ファイバ11から光信号を受信することで、光信号に重畳されたセンシング情報を収集していた。しかし、センシング情報の収集方法は、これに限定されるものではない。

[0046] 例えば、図12に示されるように、受信部21Aは、光ファイバネットワーク10Aから、光ファイバ通信用ネットワーク30を経由して、センシング情報を収集しても良い。同様に、受信部21Bは、光ファイバネットワーク10Bから光ファイバ通信用ネットワーク30を経由して、センシング情報を収集しても良い。

[0047] <光ファイバセンシングのセンシングカバー範囲>

特定部22は、光ファイバネットワーク10Aから収集したセンシング情報と、光ファイバネットワーク10Bから収集したセンシング情報と、に基づいて、監視対象を特定する。

[0048] そのため、図13に示されるように、センシングカバー範囲を、光ファイバネットワーク10Aのセンシングカバー範囲であるA領域と、光ファイバネットワーク10Bのセンシングカバー範囲であるB領域と、を組み合わせた領域まで、広げることができる。

[0049] これにより、より広い範囲において、道路のトラフィックや車両の監視、天候、気温、地温の監視、災害、停電の検出等を行うことができる。また、

管轄が異なる同系列の企業同士で、センシング情報の引継ぎ等を行うことができる。

[0050] <光ファイバネットワークが配備されていない領域における監視対象の推定>

図13の例では、光ファイバネットワーク10Aのセンシングカバー範囲であるA領域と、光ファイバネットワーク10Bがセンシングのカバー範囲であるB領域と、に重複部分が存在していた。しかし、図14に示されるように、A領域とB領域とが互いに分離している場合もある。この場合、特定部22は、A領域における監視対象の特定結果と、B領域における監視対象の特定結果と、に基づいて、A領域とB領域との間にあるC領域における監視対象を推定しても良い。

[0051] 図14の例では、特定部22は、光ファイバネットワーク10Aから収集したセンシング情報に含まれる振動パターン等に基づいて、A領域における車両等の位置を特定し、さらに、特定した位置の変動に基づいて、車両等の移動経路を特定している。同様に、特定部22は、光ファイバネットワーク10Bから収集したセンシング情報に含まれる振動パターン等に基づいて、B領域における車両等の位置及び移動経路を特定している。そのため、特定部22は、A領域における移動経路の出口となる位置と、B領域における移動経路の入口となる位置と、に基づいて、C領域における移動経路を推定することができる。

[0052] このとき、特定部22は、A領域及びB領域の各々において、車両等の位置及びその位置にいるときの時刻に基づいて、車両等の移動速度を特定することが可能である。そのため、例えば、A領域における移動速度が30km、B領域における移動速度が40kmであった場合、特定部22は、C領域において、車両等は加速していると推定することができる。

[0053] また、特定部22は、光ファイバネットワーク10Aから収集したセンシング情報に含まれる温度パターンに基づいて、A領域における温度を特定することができる。同様に、特定部22は、光ファイバネットワーク10Bか

ら収集したセンシング情報に含まれる温度パターンに基づいて、B領域における温度を特定することができる。そのため、例えば、A領域における温度が20℃、B領域における温度が30℃であった場合、特定部22は、C領域における温度が25℃程度であると推定することができる。

[0054] また、特定部22は、光ファイバネットワーク10Aから収集したセンシング情報に含まれる振動パターン等に基づいて、A領域における停電の発生位置及び発生位置の分布を特定することができる。同様に、特定部22は、光ファイバネットワーク10Bから収集したセンシング情報に含まれる振動パターン等に基づいて、B領域における停電の発生位置及び発生位置の分布を特定することができる。そのため、例えば、特定部22は、A領域における停電の発生位置の分布及びB領域における停電の発生位置の分布に基づいて、C領域における停電の発生位置を推定することができる。

[0055] 続いて、図15を参照して、本実施の形態に係る光ファイバセンシングシステムにおいて、光ファイバネットワーク10が配備されていない領域における監視対象を推定する動作の例について説明する。ここでは、図14の例のように、A領域とB領域との間にあるC領域における監視対象を推定する例について説明する。

[0056] 図15に示されるように、受信部21Aは、センシングカバー範囲がA領域である光ファイバネットワーク10Aから光信号を受信する（ステップS201）。また、受信部21Bは、センシングカバー範囲がB領域である光ファイバネットワーク10Bから光信号を受信する（ステップS202）。なお、ステップS201とステップS202は順番が逆でも良い。

[0057] 続いて、特定部22は、受信部21Aが光ファイバネットワーク10Aから受信した光信号に含まれる、監視対象に関するセンシング情報に基づいて、A領域における監視対象を特定する（ステップS203）。また、特定部22は、受信部21Bが光ファイバネットワーク10Bから受信した光信号に含まれる、監視対象に関するセンシング情報に基づいて、B領域における監視対象を特定する（ステップS204）。なお、ステップS203とステ

ップS 204は順番が逆でも良い。

[0058] 続いて、特定部22は、A領域における監視対象の特定結果と、B領域における監視対象の特定結果と、に基づいて、A領域とB領域との間にあるC領域における監視対象を推定する（ステップS205）。

<振動源及び音源の位置の特定>

[0059] 例えば、1つのセンシング用光ファイバ11から構成される光ファイバネットワーク10が1つだけ配備されている場合、センシング用光ファイバ11から離れた場所に振動源（例えば、地震の震源等）があっても、特定部22は、振動源の方向までは特定することはできる。しかし、特定部22は、振動源の位置までは特定することができない。

[0060] これに対して、複数の光ファイバネットワーク10が配備されている場合には、センシング用光ファイバ11から離れた場所に振動源があっても、特定部22は、振動源の位置を特定することができる。

[0061] 以下、図16を参照して、特定部22において、振動源の位置を特定する方法について説明する。図16の例では、1つのセンシング用光ファイバ11Aから構成される光ファイバネットワーク10Aと、1つのセンシング用光ファイバ11Bから構成される光ファイバネットワーク10Bと、の2つの光ファイバネットワーク10が配備されていることを想定している。

[0062] センシング用光ファイバ11Aは、センシング用光ファイバ11A上の複数の検出ポイントで振動を検出する。特定部22は、センシング用光ファイバ11Aから収集したセンシング情報に基づいて、複数の検出ポイントの各々で検出された振動の分布（検出された振動の強度及びその振動が検出された時刻）を求める。ここで、振動源に近い検出ポイントでは、他の検出ポイントと比較して、早く振動を検出し、かつ、検出した振動強度も大きくなる。これを利用して、特定部22は、複数の検出ポイントの各々で検出された振動の分布に基づいて、振動源の方向D1を特定する。同様に、特定部22は、センシング用光ファイバ11Bから収集したセンシング情報に基づいて、複数の検出ポイントの各々で検出された振動の分布（強度及び時刻）を求

め、求めた振動の分布に基づいて、振動源の方向D 2を特定する。そして、特定部2 2は、方向D 1と方向D 2とが交差する位置を、振動源の位置として特定する。

[0063] なお、図1 6の例では、特定部2 2は、振動源の位置を特定したが、音源の位置を特定することもできる。特定部2 2は、音源の位置を特定する場合は、センシング用光ファイバ1 1上の複数の検出ポイントの各々で検出された音響の分布（強度及び時刻）を用いて、音源の位置を特定すれば良い。

[0064] <複数の光ファイバネットワークの同エリアへの配備>

同じエリアに複数の光ファイバネットワーク1 0を配備することにより、光ファイバセンシングのセンシング精度の向上を図ることができる。

例えば、1つのセンシング用光ファイバ1 1から構成される光ファイバネットワーク1 0が1つだけ配備されている場合、特定部2 2が取得できるセンシング情報は、1次元的な配置のセンシング情報となる。

[0065] これに対して、例えば、図1 6に示したように、同じエリアにおいて、光ファイバネットワーク1 0 Aを構成するセンシング用光ファイバ1 1 Aと、光ファイバネットワーク1 0 Bを構成するセンシング用光ファイバ1 1 Bと、が敷設されている場合、特定部2 2は、2次元的な配置のセンシング情報を取得することができる（例えば、センシング用光ファイバ1 1 AをX軸、センシング用光ファイバ1 1 BをY軸とする2次元的な配置のセンシング情報）。その結果、センシング精度の向上を図ることができる。

[0066] さらに、同じエリアにおいて、複数の光ファイバネットワーク1 0をそれぞれ構成する複数のセンシング用光ファイバ1 1が、互いに異なる高さに敷設されている場合には（例えば、あるセンシング用光ファイバ1 1が架空配線され、別のセンシング用光ファイバ1 1が地中に埋設される等）、特定部2 2は、3次元的な配置のセンシング情報を取得することができる。これにより、センシング精度のさらなる向上を図ることができる。

[0067] 図1 7に、3つの光ファイバネットワーク1 0 A～1 0 Cをそれぞれ構成する3つのセンシング用光ファイバ1 1 A～1 1 Cを、互いに異なる高さに

敷設する方法の例を示す。図17の例では、地中にセンシング用光ファイバ11Aが埋設され、電柱にセンシング用光ファイバ11Bが架空配線され、電柱よりも高い鉄塔にセンシング用光ファイバ11Cが架空配線されている。センシング用光ファイバ11Cは、例えば、OPGW (optical ground wire) として実現することができる。

[0068] 図17の例において、特定部22は、センシング用光ファイバ11の位置と実際の地理的な位置及び高さとを対応付ける情報を有する。例えば、特定部22は、図18に示されるように、センシング用光ファイバ11における光ファイバセンシング装置20からの距離と、センシング用光ファイバ11が敷設されている高さ、地図上の各領域又は地点と、を対応付けた対応テーブルを予め保持していても良い。これにより、特定部22は、特定した監視対象が、地図上のどの領域のものであるかを平面的に判断することができるだけでなく、どの高さのものであるかを判断することができる。その結果、特定部22は、監視対象を3次元的に捉えることができる。例えば、監視対象が風量であれば、特定部22は、3次元的に風量を特定することができる。この場合、特定部22は、例えば、複数の異なる高さで検知されたセンシング情報から、複合的に監視対象の高さを推定するようにしても良い。例えば、特定部22は、センシング用光ファイバ11Aの高さ0メートルで検知されたセンシング情報と、センシング用光ファイバ11Bの高さ10メートルで検知されたセンシング情報から、5メートルの位置にある監視対象の高さや方向を特定しても良い。さらに、特定部22は、複合的な推定を行う場合、例えば、それぞれの高さ位置における振動や音の強弱、分布等により、推定を行っても良い。ここで、センシング用光ファイバ11における位置は、光ファイバセンシング装置20からの距離に限られず、例えば、センシング用光ファイバ11上における特定のポイントからの距離でも良い。また、実際の地理的な位置及び高さは、地図上の領域に限られず、例えば、領域又は地点を文字情報で管理しても良い。なお、特定部22は、センシング用光ファイバ11A~11C毎に、図18に示されるような対応テーブルを保

持しても良い。

[0069] また、センシング用光ファイバ11は、敷設されている状態によって検出し易いセンシング情報の種別が異なる。例えば、地中に埋設されたセンシング用光ファイバ11は、振動を検出し易いのに対し、空中に敷設されたセンシング用光ファイバ11は音を検出し易い。また、センシング用光ファイバ11は、敷設されている構造物の違いによっても、検出し易いセンシング情報が異なる。そのため、特定部22は、互いに異なる状態で敷設された複数のセンシング用光ファイバ11がそれぞれ検出した、異なる種別のセンシング情報を組み合わせて、監視対象を複合的に特定しても良い。例えば、特定部22は、道路で発生した事故の種類を特定する場合、地中に埋設されたセンシング用光ファイバ11で検出した振動と、空中に架空配線されたセンシング用光ファイバ11で検出した音と、に基づいて、事故の種類を特定しても良い。

[0070] また、同じエリアの海洋部分と陸上部分とにそれぞれ光ファイバネットワーク10を配備し、特定部22は、海洋部分に配備された光ファイバネットワーク10で検出した温度に基づいて、海水温の変動をモニタすると共に、陸上部分に配備された光ファイバネットワーク10で検出した振動に基づいて、地殻変動をモニタしても良い。そして、特定部22は、海水温の変動と、地殻変動と、の因果関係を特定しても良い。例えば、特定部22は、海水温が変動したら、どこの地殻がどのように変動するかを特定することができる。

[0071] <人物及び車両の行動を特定する方法の具体例>

特定部22は、ビル等の建物の内部に配備した光ファイバネットワーク10から収集したセンシング情報に基づいて、建物の内部の人物の行動を特定することができる。また、特定部22は、道路に配備した光ファイバネットワーク10から収集したセンシング情報に基づいて、道路上の車両の行動を特定することができる。さらに、特定部22は、人物の行動と車両の行動とに基づいて、一連の行動を特定することができる。以下、人物及び車両の行

動を特定する方法の具体例を説明する。

[0072] 図19の例では、ビル等の建物40の内部に光ファイバネットワーク10Aを配備し、道路に光ファイバネットワーク10Bを配備する。特定部22は、光ファイバネットワーク10Aから収集したセンシング情報に含まれる振動パターン及び音響パターン等に基づいて、建物40の内部の人物の行動を特定する。また、特定部22は、光ファイバネットワーク10Bから収集したセンシング情報に含まれる振動パターン等に基づいて、道路上の車両の行動を特定する。

[0073] 例えば、特定部22は、光ファイバネットワーク10Aから収集したセンシング情報に含まれる振動パターン等に基づいて、建物40の内部の人物の行動、歩き方等を特定し、また、光ファイバネットワーク10Aから収集したセンシング情報に含まれる音響パターン等に基づいて、建物40の内部の人物の会話の内容等を特定することができる。その結果、特定部22は、建物40の内部の人物の行動、歩き方、会話の内容等に基づいて、不審行動を取った複数の人物を特定したとする。また、特定部22は、複数人の人物を特定した後、これらの複数人の人物を検出できなくなったタイミングで、光ファイバネットワーク10Bから収集したセンシング情報に含まれる振動パターン等に基づいて、建物40の付近で1台の車両が走行を開始したことを特定したとする。この場合、特定部22は、建物40の内部にいた複数の人物が1台の車両に乗車したと判断することができる。また、以降、特定部22は、光ファイバネットワーク10Bから収集したセンシング情報に含まれる振動パターン等に基づいて、その車両を追跡しても良い。

[0074] 図20の例では、互いに異なる3つの建物40A~40Cの内部のそれぞれに3つの光ファイバネットワーク10A~10Cを配備し、道路に光ファイバネットワーク10Dを配備する。特定部22は、光ファイバネットワーク10A~10Cから収集したセンシング情報に含まれる振動パターン及び音響パターン等に基づいて、建物40A~40Cの内部の人物の行動を特定する。また、特定部22は、光ファイバネットワーク10Dから収集したセ

ンシング情報に含まれる振動パターン等に基づいて、道路上の車両の行動を特定する。

[0075] 例えば、特定部22は、建物40Aの内部の人物の行動、歩き方、会話の内容等に基づいて、不審行動を取った人物Pを特定したとする。この場合、特定部22は、人物Pの行動、歩き方、会話の内容のパターンを学習し、学習したパターンを、マッチング用パターンとして不図示の記憶部に予め記憶させておく。以降、特定部22は、光ファイバネットワーク10B、10Cから収集したセンシング情報に含まれる振動パターン及び音響パターン等に基づいて、建物40B、40C内の人物の行動、歩き方、会話の内容のパターンを特定し、特定したパターンを、人物Pのマッチング用パターンと比較する。その結果、建物40B、40C内の人物について特定したパターンと、人物Pのマッチング用パターンと、の適合率が閾値以上であれば、特定部22は、人物Pが建物40B、40Cに移動したと判断することができる。

[0076] また、特定部22は、建物40Aにいた人物Pが車両に乗車したと判断した場合、光ファイバネットワーク10Dから収集したセンシング情報に含まれる振動パターン等に基づいて、その車両を追跡しても良い。ただし、図20の例では、車両の追跡は任意で良いため、光ファイバネットワーク10Dの配備も任意で良い。

[0077] <監視対象を特定する方法の他の具体例>

例えば、2つの光ファイバネットワーク10をそれぞれ構成する2つのセンシング用光ファイバ11の一方を衣類に組み込み、他方をベッドに内蔵させても良い。その衣類を着用している人物が、そのベッドで寝ている場合、特定部22は、衣類に組み込まれたセンシング用光ファイバ11及びベッドに内蔵されたセンシング用光ファイバ11のそれぞれから収集したセンシング情報に含まれる振動パターン、音響パターン、及び温度パターン等に基づいて、人物の状態を特定しても良い。例えば、特定部22は、身体器官の振動、心臓音、体温等のパターン等に基づいて、人物の状態を特定することができる。また、ベッドが設置された部屋の床等にもセンシング用光ファイバ

11を敷設し、特定部22は、床等に敷設されたセンシング用光ファイバ11から収集したセンシング情報に含まれる振動パターン等もさらに用いて、人物の状態を特定しても良い。

[0078] また、広域に配備された光ファイバネットワーク10と、部分的に配備された光ファイバネットワーク10と、を組み合わせ、特定部22は、これら組み合わせの光ファイバネットワーク10からそれぞれ収集したセンシング情報に含まれる振動パターンに基づいて、監視対象を特定しても良い。

[0079] 例えば、図21に示されるように、光ファイバネットワーク10Aを構成するセンシング用光ファイバ11Aを、橋梁全体に敷設する。その一方で、光ファイバネットワーク10Bを構成するセンシング用光ファイバ11Bを、ヒビ等が発生した劣化箇所にも部分的に敷設する。そして、特定部22は、センシング用光ファイバ11A、11Bから収集したセンシング情報に含まれる振動パターンに基づいて、監視対象を特定する。このとき、例えば、特定部22は、センシング用光ファイバ11Aから収集したセンシング情報に含まれる振動パターン等に基づいて、橋梁を走行する車両や電車の走行状態を特定し、走行状態と劣化箇所との因果関係を特定しても良い。例えば、特定部22は、どのような走行状態のときに、劣化箇所の劣化度が悪化するかを特定することができる。

[0080] また、海底に敷設されたセンシング用光ファイバ11から構成される光ファイバネットワーク10と、船に敷設されたセンシング用光ファイバ11から構成される光ファイバネットワーク10と、を組み合わせ、特定部22は、これら組み合わせの光ファイバネットワーク10からそれぞれ収集したセンシング情報に含まれる振動パターン等に基づいて、監視対象を特定しても良い。例えば、特定部22は、海底に敷設されたセンシング用光ファイバ11から収集したセンシング情報に含まれる振動パターン等に基づいて、波の状態を特定し、船に敷設されたセンシング用光ファイバ11から収集したセンシング情報に含まれる振動パターン等に基づいて、船に積載された荷物の状態等を特定しても良い。そして、特定部22は、船に転覆等の危険性がある

る場合には、その要因が波に由来するのか、その他の要因（船に積載された荷物等）に由来するのかを判断しても良い。

[0081] <GUI画面によるアラートの報知>

特定部22は、監視対象を特定した場合、特定した監視対象によってはアラートを報知しても良い。例えば、特定部22は、監視対象を監視する監視システムや、監視対象を監視する者が所持する端末の表示部に、GUI (Graphical User Interface) 画面を表示して、上記の報知を行っても良い。この場合、GUI画面は、例えば、光ファイバネットワーク10で監視している領域を示す地図情報と、敷設されているセンシング用光ファイバ11に関する情報と、特定した監視対象に関する情報と、監視対象が検出された領域又は地点に関する情報と、を視覚的に表示する。このGUI画面の例を図22に示す。図22は、監視対象が構造物の劣化の場合の例であり、地図上に、構造物が劣化した位置を表示している。また、図22では、特定部22が図18に示されるような対応テーブルを保持していることを想定しており、構造物の劣化箇所の高さの情報も表示している。GUI画面上に表示する監視対象は、劣化箇所限定されず、車両や電車の状態やトラフィック、人物の行動等、様々な対象が含まれる。

[0082] <光ファイバセンシング装置の分散構成>

上記の説明では、光ファイバセンシング装置20に複数の構成要素（受信部21及び特定部22）が設けられているが、これには限定されない。光ファイバセンシング装置20に設けられていた構成要素は、1つの装置に設けることには限定されず、複数の装置に分散して設けられていても良い。

[0083] <光ファイバセンシング装置のハードウェア構成>

続いて、図23を参照して、光ファイバセンシング装置20を実現するコンピュータ50のハードウェア構成について説明する。

[0084] 図23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。

[0085] 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。

[0086] ストレージ503は、光ファイバセンシング装置20が備える構成要素(受信部21及び特定部22)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装置20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装置20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。

[0087] 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。

[0088] 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。

[0089] 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。

[0090] 以上、実施の形態を参照して本開示を説明したが、本開示は上述した実施の形態に限定されるものではない。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。

[0091] また、上記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)

監視対象に関する第1のセンシング情報を検出する第1の光ファイバネットワークと、

前記監視対象に関する第2のセンシング情報を検出する第2の光ファイバネットワークと、

前記第1の光ファイバネットワークからの第1の光信号を受信する第1の受信部と、

前記第2の光ファイバネットワークからの第2の光信号を受信する第2の受信部と、

前記第1の光信号に含まれる前記第1のセンシング情報と前記第2の光信号に含まれる前記第2のセンシング情報とに基づいて、前記監視対象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。

(付記2)

前記第1の受信部は、第1の事業者が所有する前記第1の光ファイバネットワークからの前記第1の光信号を受信し、

前記第2の受信部は、第2の事業者が所有する前記第2の光ファイバネットワークからの前記第2の光信号を受信する、

付記1に記載の光ファイバセンシングシステム。

(付記3)

前記第1のセンシング情報及び前記第2のセンシング情報の開示に関するポリシーを予め格納するデータベースをさらに備え、

前記特定部は、前記ポリシーに基づいて、前記第1のセンシング情報及び前記第2のセンシング情報のフィルタリングを行い、前記第1のセンシング情報及び前記第2のセンシング情報のうち前記フィルタリングにより排除されなかったセンシング情報に基づいて、前記監視対象を特定する、

付記1又は2に記載の光ファイバセンシングシステム。

(付記4)

前記第1の受信部は、第1の領域に配備された前記第1の光ファイバネットワークからの前記第1の光信号を受信し、

前記第2の受信部は、第2の領域に配備された前記第2の光ファイバネットワークからの前記第2の光信号を受信する、

付記1に記載の光ファイバセンシングシステム。

## (付記5)

前記第1の領域と前記第2の領域とが分離されており、

前記特定部は、

前記第1の光信号に含まれる前記第1のセンシング情報に基づいて、前記第1の領域における前記監視対象を特定し、

前記第2の光信号に含まれる前記第2のセンシング情報に基づいて、前記第2の領域における前記監視対象を特定し、

前記第1の領域における前記監視対象の特定結果と、前記第2の領域における前記監視対象の特定結果と、に基づいて、前記第1の領域と前記第2の領域との間の第3の領域における前記監視対象を推定する、

付記4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、前記第1のセンシング情報及び前記第2のセンシング情報に含まれる、前記監視対象に応じた固有の動的な変動パターンに基づいて、前記監視対象を特定する、

付記1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。

## (付記7)

前記第1のセンシング情報及び前記第2のセンシング情報は、振動、音、及び温度のうちの少なくとも1つを含む、

付記1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8)

光ファイバセンシングシステムによる光ファイバセンシング方法であって、

監視対象に関する第1のセンシング情報を検出する第1の光ファイバネットワークからの第1の光信号を受信する第1の受信ステップと、

前記監視対象に関する第2のセンシング情報を検出する第2の光ファイバネットワークからの第2の光信号を受信する第2の受信ステップと、

前記第1の光信号に含まれる前記第1のセンシング情報と前記第2の光信

号に含まれる前記第2のセンシング情報とに基づいて、前記監視対象を特定する特定ステップと、

を含む、光ファイバセンシング方法。

(付記9)

前記第1の受信ステップでは、第1の事業者が所有する前記第1の光ファイバネットワークからの前記第1の光信号を受信し、

前記第2の受信ステップでは、第2の事業者が所有する前記第2の光ファイバネットワークからの前記第2の光信号を受信する、

付記8に記載の光ファイバセンシング方法。

(付記10)

前記第1のセンシング情報及び前記第2のセンシング情報の開示に関するポリシーをデータベースに予め格納するステップをさらに含み、

前記特定ステップでは、前記ポリシーに基づいて、前記第1のセンシング情報及び前記第2のセンシング情報のフィルタリングを行い、前記第1のセンシング情報及び前記第2のセンシング情報のうち前記フィルタリングにより排除されなかったセンシング情報に基づいて、前記監視対象を特定する、

付記8又は9に記載の光ファイバセンシング方法。

(付記11)

前記第1の受信ステップでは、第1の領域に配備された前記第1の光ファイバネットワークからの前記第1の光信号を受信し、

前記第2の受信ステップでは、第2の領域に配備された前記第2の光ファイバネットワークからの前記第2の光信号を受信する、

付記8に記載の光ファイバセンシング方法。

(付記12)

前記第1の領域と前記第2の領域とが分離されており、

前記特定ステップでは、

前記第1の光信号に含まれる前記第1のセンシング情報に基づいて、前記第1の領域における前記監視対象を特定し、

前記第2の光信号に含まれる前記第2のセンシング情報に基づいて、前記第2の領域における前記監視対象を特定し、

前記第1の領域における前記監視対象の特定結果と、前記第2の領域における前記監視対象の特定結果と、に基づいて、前記第1の領域と前記第2の領域との間の第3の領域における前記監視対象を推定する、

付記11に記載の光ファイバセンシング方法。

(付記13)

前記特定ステップでは、前記第1のセンシング情報及び前記第2のセンシング情報に含まれる、前記監視対象に応じた固有の動的な変動パターンに基づいて、前記監視対象を特定する、

付記8から12のいずれか1項に記載の光ファイバセンシング方法。

(付記14)

前記第1のセンシング情報及び前記第2のセンシング情報は、振動、音、及び温度のうちの少なくとも1つを含む、

付記8から13のいずれか1項に記載の光ファイバセンシング方法。

(付記15)

監視対象に関する第1のセンシング情報を検出する第1の光ファイバネットワークからの第1の光信号を受信する第1の受信部と、

前記監視対象に関する第2のセンシング情報を検出する第2の光ファイバネットワークからの第2の光信号を受信する第2の受信部と、

前記第1の光信号に含まれる前記第1のセンシング情報と前記第2の光信号に含まれる前記第2のセンシング情報とに基づいて、前記監視対象を特定する特定部と、

を備える、光ファイバセンシング装置。

(付記16)

前記第1の受信部は、第1の事業者が所有する前記第1の光ファイバネットワークからの前記第1の光信号を受信し、

前記第2の受信部は、第2の事業者が所有する前記第2の光ファイバネット

トワークからの前記第 2 の光信号を受信する、  
付記 1 5 に記載の光ファイバセンシング装置。

(付記 1 7)

前記第 1 のセンシング情報及び前記第 2 のセンシング情報の開示に関する  
ポリシーを予め格納するデータベースをさらに備え、

前記特定部は、前記ポリシーに基づいて、前記第 1 のセンシング情報及び前  
記第 2 のセンシング情報のフィルタリングを行い、前記第 1 のセンシング情  
報及び前記第 2 のセンシング情報のうち前記フィルタリングにより排除され  
なかったセンシング情報に基づいて、前記監視対象を特定する、

付記 1 5 又は 1 6 に記載の光ファイバセンシング装置。

(付記 1 8)

前記第 1 の受信部は、第 1 の領域に配備された前記第 1 の光ファイバネッ  
トワークからの前記第 1 の光信号を受信し、

前記第 2 の受信部は、第 2 の領域に配備された前記第 2 の光ファイバネッ  
トワークからの前記第 2 の光信号を受信する、

付記 1 5 に記載の光ファイバセンシング装置。

(付記 1 9)

前記第 1 の領域と前記第 2 の領域とが分離されており、

前記特定部は、

前記第 1 の光信号に含まれる前記第 1 のセンシング情報に基づいて、前記  
第 1 の領域における前記監視対象を特定し、

前記第 2 の光信号に含まれる前記第 2 のセンシング情報に基づいて、前記  
第 2 の領域における前記監視対象を特定し、

前記第 1 の領域における前記監視対象の特定結果と、前記第 2 の領域にお  
ける前記監視対象の特定結果と、に基づいて、前記第 1 の領域と前記第 2 の  
領域との間の第 3 の領域における前記監視対象を推定する、

付記 1 8 に記載の光ファイバセンシング装置。

(付記 2 0)

前記特定部は、前記第1のセンシング情報及び前記第2のセンシング情報に含まれる、前記監視対象に応じた固有の動的な変動パターンに基づいて、前記監視対象を特定する、

付記15から19のいずれか1項に記載の光ファイバセンシング装置。

(付記21)

前記第1のセンシング情報及び前記第2のセンシング情報は、振動、音、及び温度のうちの少なくとも1つを含む、

付記15から20のいずれか1項に記載の光ファイバセンシング装置。

### 符号の説明

- [0092] 10, 10A, 10B, 10C 光ファイバネットワーク  
11, 11A, 11B, 11C センシング用光ファイバ  
20 光ファイバセンシング装置  
21, 21A, 21B, 21C 受信部  
22 特定部  
23 ポリシDB  
30 光ファイバ通信用ネットワーク  
40, 40A, 40B, 40C 建物  
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

## 請求の範囲

- [請求項1] 監視対象に関する第1のセンシング情報を検出する第1の光ファイバネットワークと、  
前記監視対象に関する第2のセンシング情報を検出する第2の光ファイバネットワークと、  
前記第1の光ファイバネットワークからの第1の光信号を受信する第1の受信部と、  
前記第2の光ファイバネットワークからの第2の光信号を受信する第2の受信部と、  
前記第1の光信号に含まれる前記第1のセンシング情報と前記第2の光信号に含まれる前記第2のセンシング情報とに基づいて、前記監視対象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。
- [請求項2] 前記第1の受信部は、第1の事業者が所有する前記第1の光ファイバネットワークからの前記第1の光信号を受信し、  
前記第2の受信部は、第2の事業者が所有する前記第2の光ファイバネットワークからの前記第2の光信号を受信する、  
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] 前記第1のセンシング情報及び前記第2のセンシング情報の開示に関するポリシーを予め格納するデータベースをさらに備え、  
前記特定部は、前記ポリシーに基づいて、前記第1のセンシング情報及び前記第2のセンシング情報のフィルタリングを行い、前記第1のセンシング情報及び前記第2のセンシング情報のうち前記フィルタリングにより排除されなかったセンシング情報に基づいて、前記監視対象を特定する、  
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] 前記第1の受信部は、第1の領域に配備された前記第1の光ファイバネットワークからの前記第1の光信号を受信し、

前記第2の受信部は、第2の領域に配備された前記第2の光ファイバネットワークからの前記第2の光信号を受信する、

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5]

前記第1の領域と前記第2の領域とが分離されており、

前記特定部は、

前記第1の光信号に含まれる前記第1のセンシング情報に基づいて、前記第1の領域における前記監視対象を特定し、

前記第2の光信号に含まれる前記第2のセンシング情報に基づいて、前記第2の領域における前記監視対象を特定し、

前記第1の領域における前記監視対象の特定結果と、前記第2の領域における前記監視対象の特定結果と、に基づいて、前記第1の領域と前記第2の領域との間の第3の領域における前記監視対象を推定する、

請求項4に記載の光ファイバセンシングシステム。

[請求項6]

前記特定部は、前記第1のセンシング情報及び前記第2のセンシング情報に含まれる、前記監視対象に応じた固有の動的な変動パターンに基づいて、前記監視対象を特定する、

請求項1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7]

前記第1のセンシング情報及び前記第2のセンシング情報は、振動、音、及び温度のうちの少なくとも1つを含む、

請求項1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。

[請求項8]

光ファイバセンシングシステムによる光ファイバセンシング方法であって、

監視対象に関する第1のセンシング情報を検出する第1の光ファイバネットワークからの第1の光信号を受信する第1の受信ステップと

、

前記監視対象に関する第2のセンシング情報を検出する第2の光ファイバネットワークからの第2の光信号を受信する第2の受信ステップと、

前記第1の光信号に含まれる前記第1のセンシング情報と前記第2の光信号に含まれる前記第2のセンシング情報とに基づいて、前記監視対象を特定する特定ステップと、

を含む、光ファイバセンシング方法。

[請求項9] 前記第1の受信ステップでは、第1の事業者が所有する前記第1の光ファイバネットワークからの前記第1の光信号を受信し、

前記第2の受信ステップでは、第2の事業者が所有する前記第2の光ファイバネットワークからの前記第2の光信号を受信する、

請求項8に記載の光ファイバセンシング方法。

[請求項10] 前記第1のセンシング情報及び前記第2のセンシング情報の開示に関するポリシーをデータベースに予め格納するステップをさらに含み、

前記特定ステップでは、前記ポリシーに基づいて、前記第1のセンシング情報及び前記第2のセンシング情報のフィルタリングを行い、前記第1のセンシング情報及び前記第2のセンシング情報のうち前記フィルタリングにより排除されなかったセンシング情報に基づいて、前記監視対象を特定する、

請求項8又は9に記載の光ファイバセンシング方法。

[請求項11] 前記第1の受信ステップでは、第1の領域に配備された前記第1の光ファイバネットワークからの前記第1の光信号を受信し、

前記第2の受信ステップでは、第2の領域に配備された前記第2の光ファイバネットワークからの前記第2の光信号を受信する、

請求項8に記載の光ファイバセンシング方法。

[請求項12] 前記第1の領域と前記第2の領域とが分離されており、

前記特定ステップでは、

前記第1の光信号に含まれる前記第1のセンシング情報に基づいて

、前記第1の領域における前記監視対象を特定し、  
前記第2の光信号に含まれる前記第2のセンシング情報に基づいて  
、前記第2の領域における前記監視対象を特定し、  
前記第1の領域における前記監視対象の特定結果と、前記第2の領域  
における前記監視対象の特定結果と、に基づいて、前記第1の領域  
と前記第2の領域との間の第3の領域における前記監視対象を推定す  
る、  
請求項11に記載の光ファイバセンシング方法。

[請求項13] 前記特定ステップでは、前記第1のセンシング情報及び前記第2の  
センシング情報に含まれる、前記監視対象に応じた固有の動的な変動  
パターンに基づいて、前記監視対象を特定する、  
請求項8から12のいずれか1項に記載の光ファイバセンシング方  
法。

[請求項14] 前記第1のセンシング情報及び前記第2のセンシング情報は、振動  
、音、及び温度のうち少なくとも1つを含む、  
請求項8から13のいずれか1項に記載の光ファイバセンシング方  
法。

[請求項15] 監視対象に関する第1のセンシング情報を検出する第1の光ファイ  
バネットワークからの第1の光信号を受信する第1の受信部と、  
前記監視対象に関する第2のセンシング情報を検出する第2の光フ  
ァイバネットワークからの第2の光信号を受信する第2の受信部と、  
前記第1の光信号に含まれる前記第1のセンシング情報と前記第2  
の光信号に含まれる前記第2のセンシング情報とに基づいて、前記監  
視対象を特定する特定部と、  
を備える、光ファイバセンシング装置。

[請求項16] 前記第1の受信部は、第1の事業者が所有する前記第1の光ファイ  
バネットワークからの前記第1の光信号を受信し、  
前記第2の受信部は、第2の事業者が所有する前記第2の光ファイ

バネットワークからの前記第2の光信号を受信する、

請求項15に記載の光ファイバセンシング装置。

[請求項17] 前記第1のセンシング情報及び前記第2のセンシング情報の開示に関するポリシーを予め格納するデータベースをさらに備え、

前記特定部は、前記ポリシーに基づいて、前記第1のセンシング情報及び前記第2のセンシング情報のフィルタリングを行い、前記第1のセンシング情報及び前記第2のセンシング情報のうち前記フィルタリングにより排除されなかったセンシング情報に基づいて、前記監視対象を特定する、

請求項15又は16に記載の光ファイバセンシング装置。

[請求項18] 前記第1の受信部は、第1の領域に配備された前記第1の光ファイバネットワークからの前記第1の光信号を受信し、

前記第2の受信部は、第2の領域に配備された前記第2の光ファイバネットワークからの前記第2の光信号を受信する、

請求項15に記載の光ファイバセンシング装置。

[請求項19] 前記第1の領域と前記第2の領域とが分離されており、  
前記特定部は、

前記第1の光信号に含まれる前記第1のセンシング情報に基づいて、前記第1の領域における前記監視対象を特定し、

前記第2の光信号に含まれる前記第2のセンシング情報に基づいて、前記第2の領域における前記監視対象を特定し、

前記第1の領域における前記監視対象の特定結果と、前記第2の領域における前記監視対象の特定結果と、に基づいて、前記第1の領域と前記第2の領域との間の第3の領域における前記監視対象を推定する、

請求項18に記載の光ファイバセンシング装置。

[請求項20] 前記特定部は、前記第1のセンシング情報及び前記第2のセンシング情報に含まれる、前記監視対象に応じた固有の動的な変動パターン

に基づいて、前記監視対象を特定する、

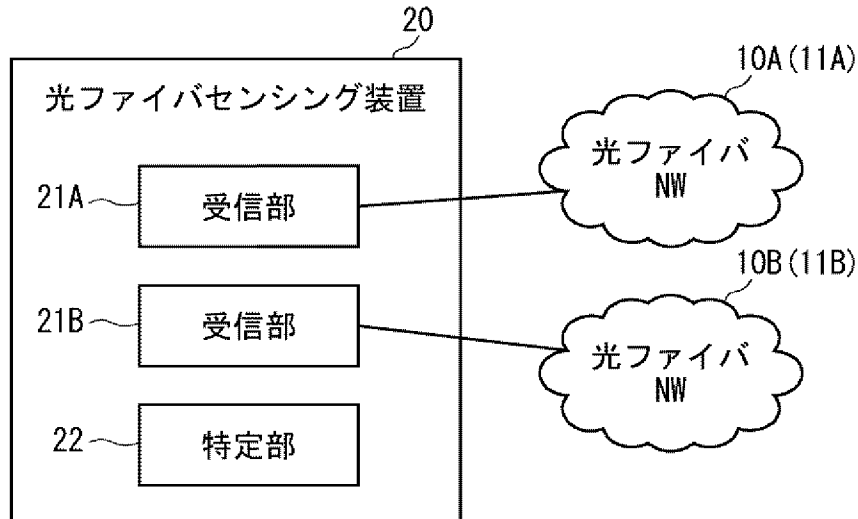
請求項 15 から 19 のいずれか 1 項に記載の光ファイバセンシング装置。

[請求項21]

前記第 1 のセンシング情報及び前記第 2 のセンシング情報は、振動、音、及び温度のうちの少なくとも 1 つを含む、

請求項 15 から 20 のいずれか 1 項に記載の光ファイバセンシング装置。

[図1]

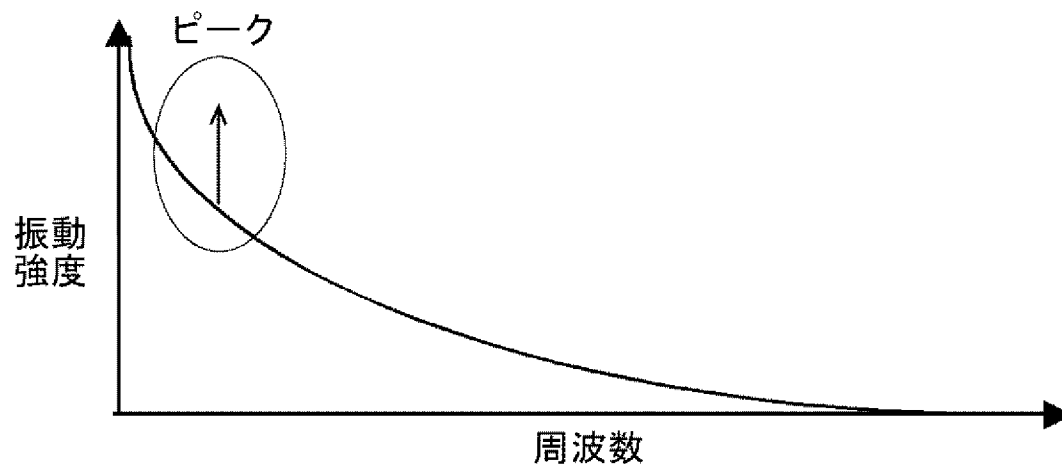


[図2]

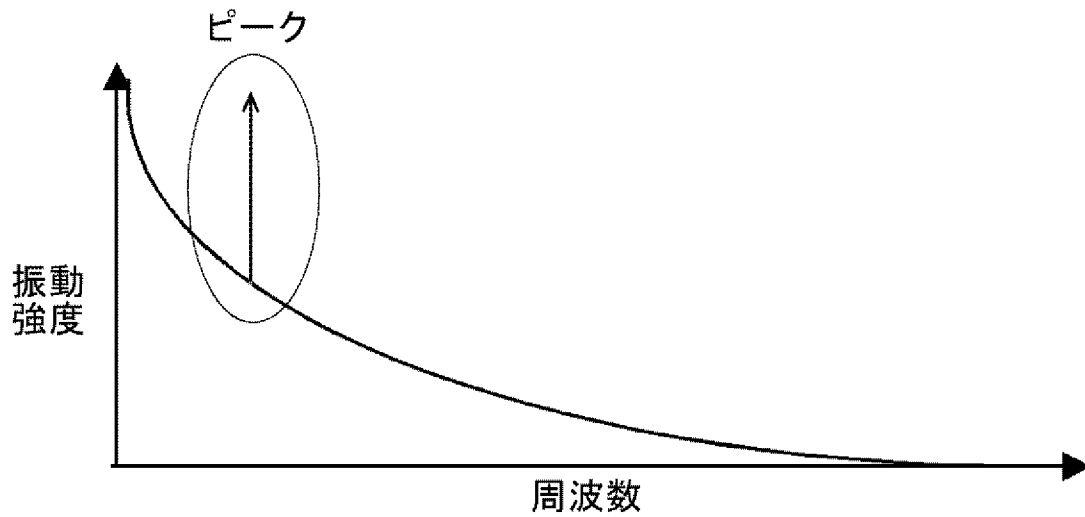
光ファイバ センシング装置 からの距離	領域
a~b km	A
b~c km	B
c~d km	C
d~e km	D
:	:

[図3]

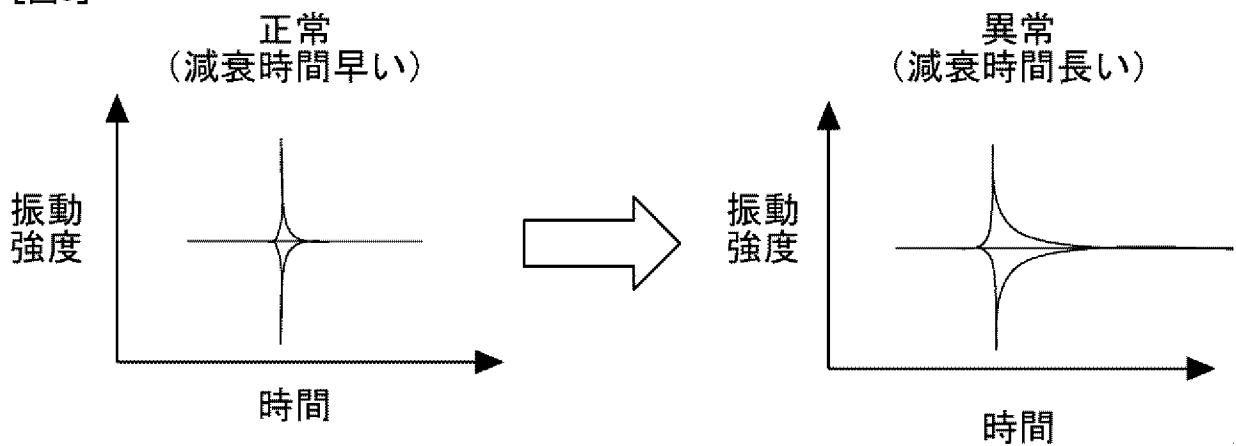
[正常な構造物]



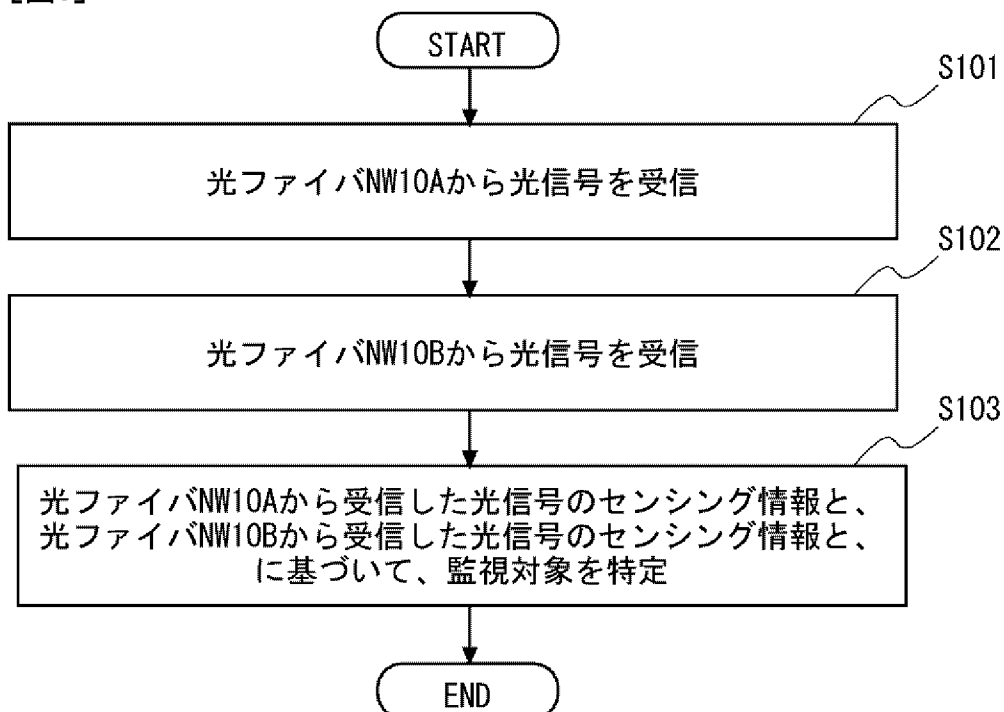
[図4]  
[劣化している構造物]



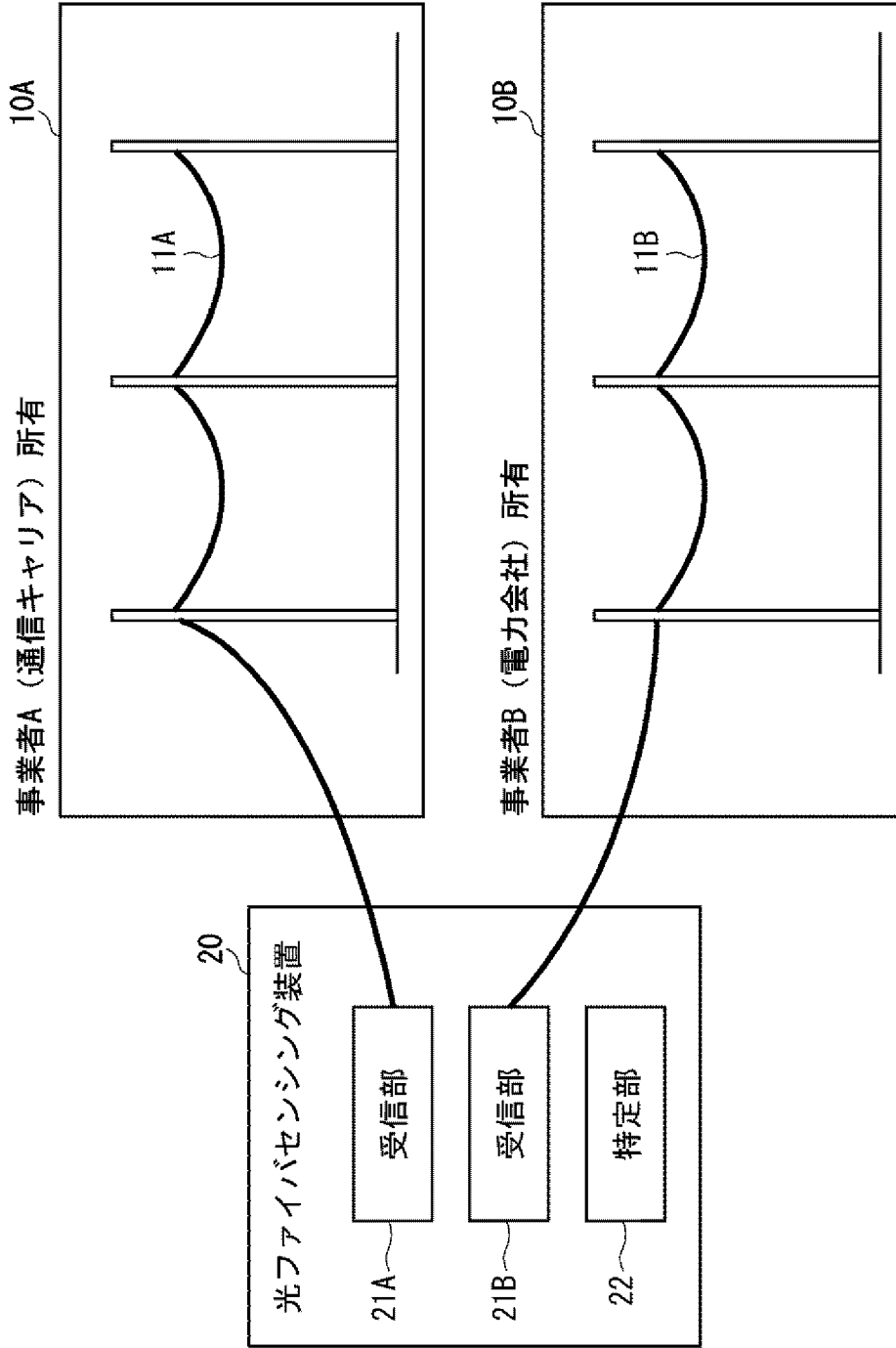
[図5]



[図6]

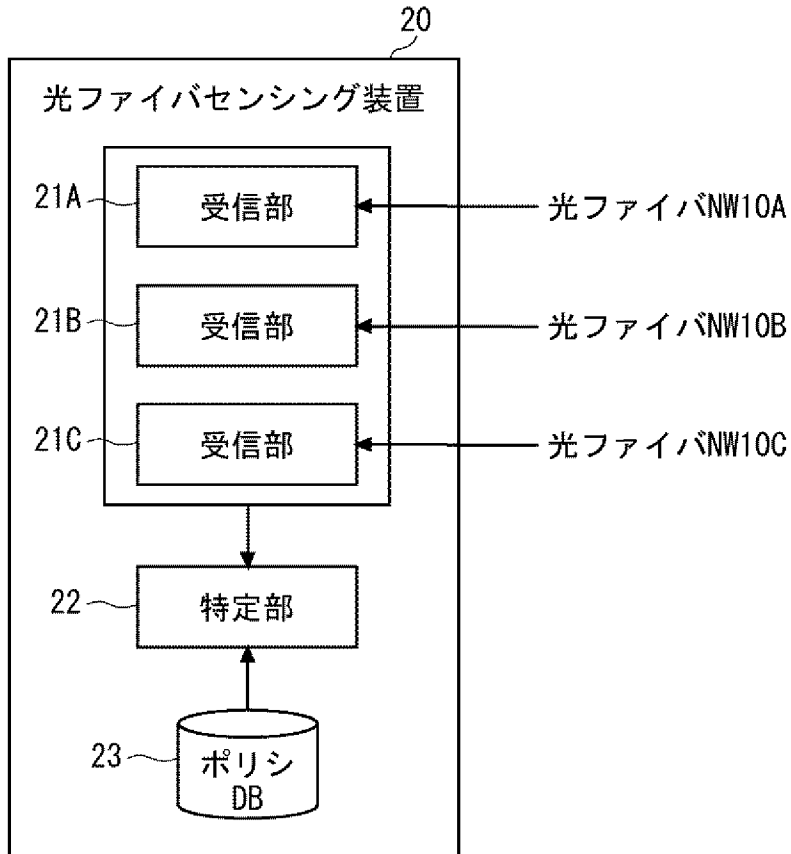


[図7]





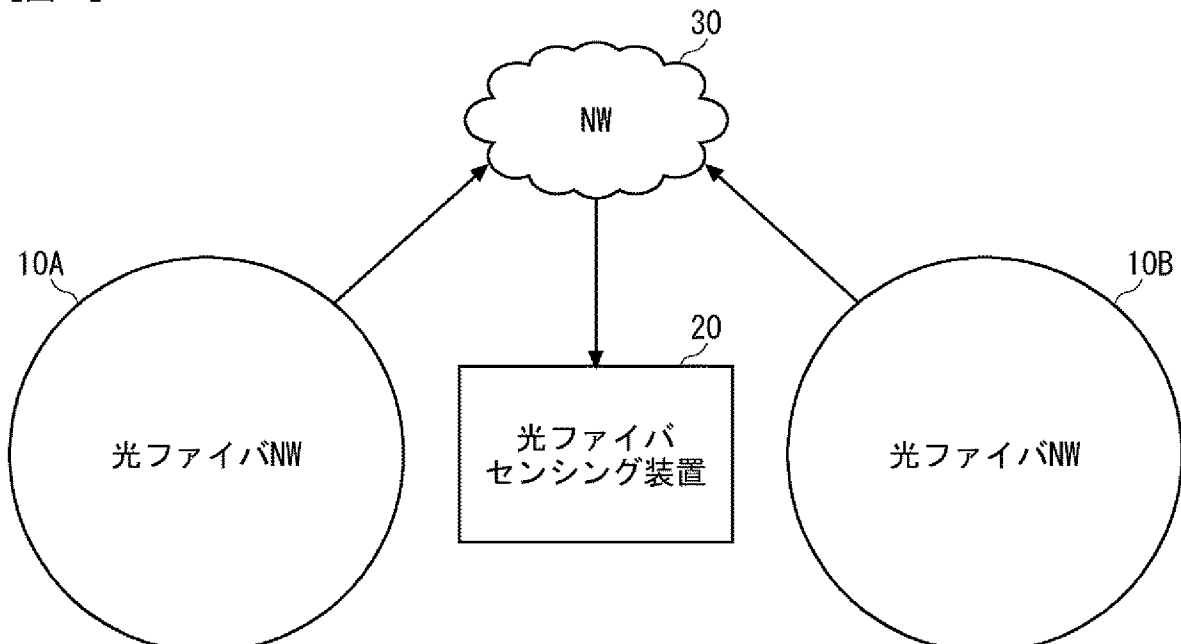
[図10]



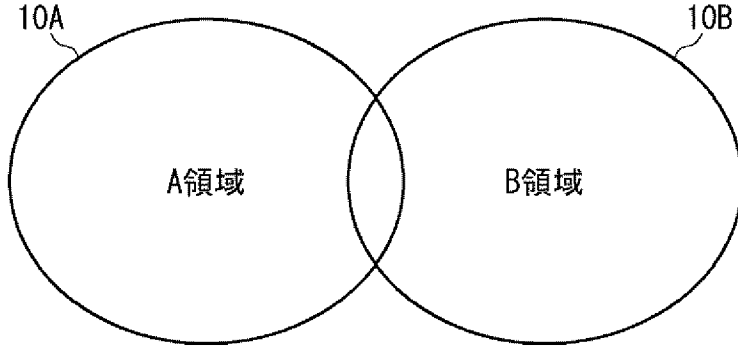
[図11]

光ファイバNW	ポリシ
10A	全て可
10B	一部可
10C	禁止

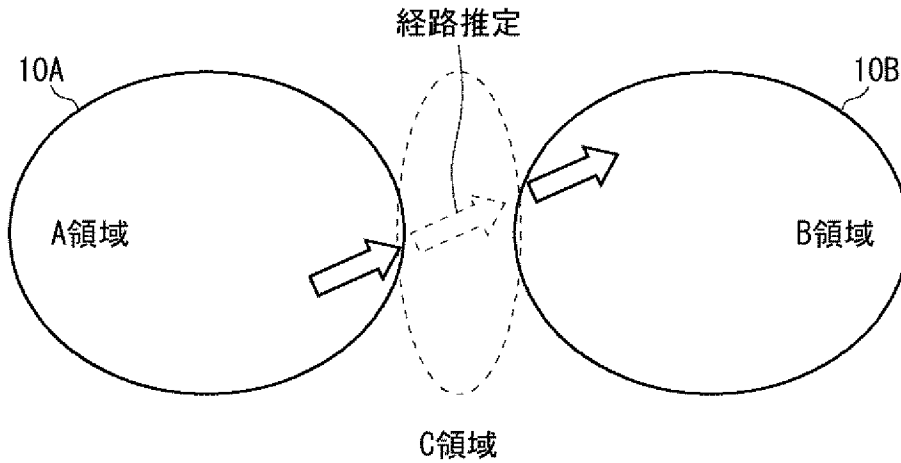
[図12]



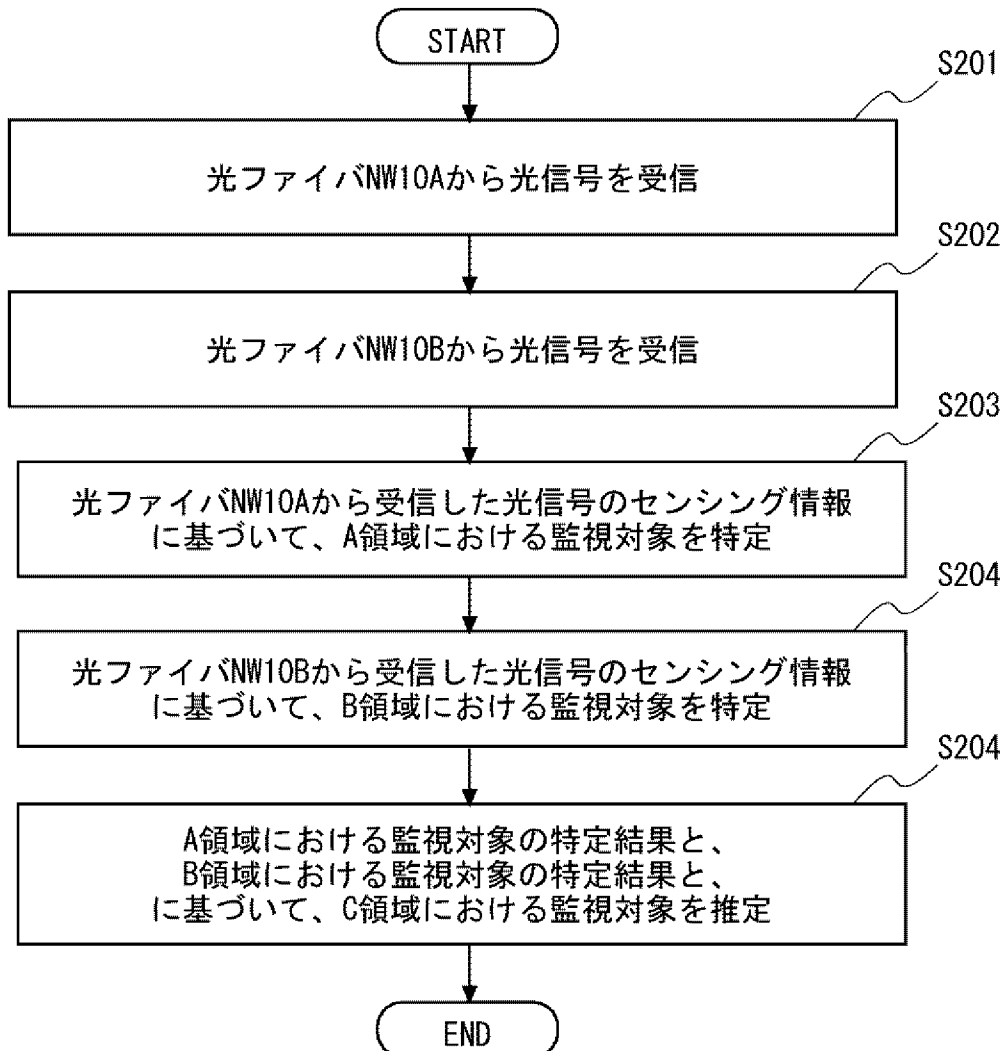
[図13]



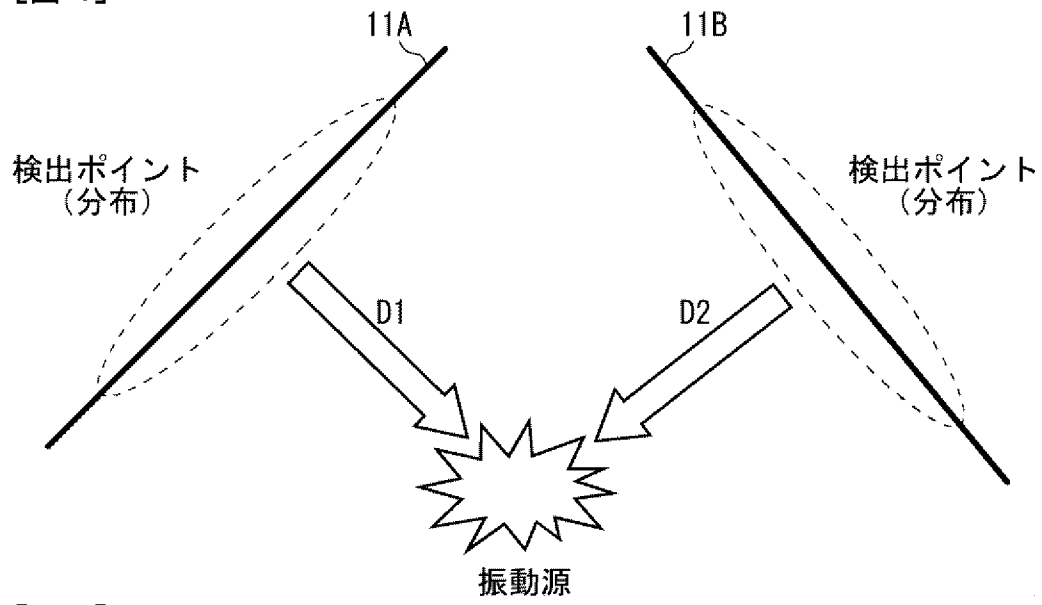
[図14]



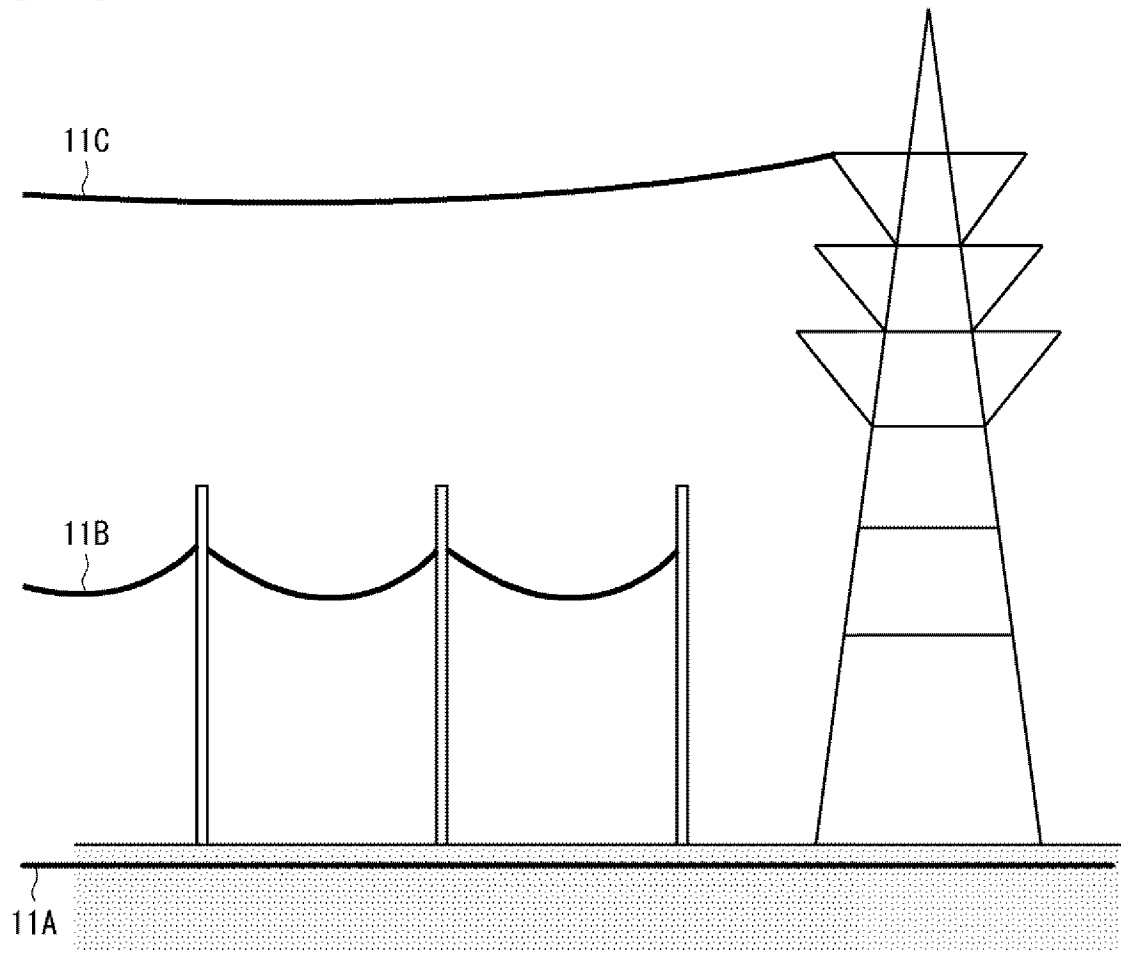
[図15]



[図16]



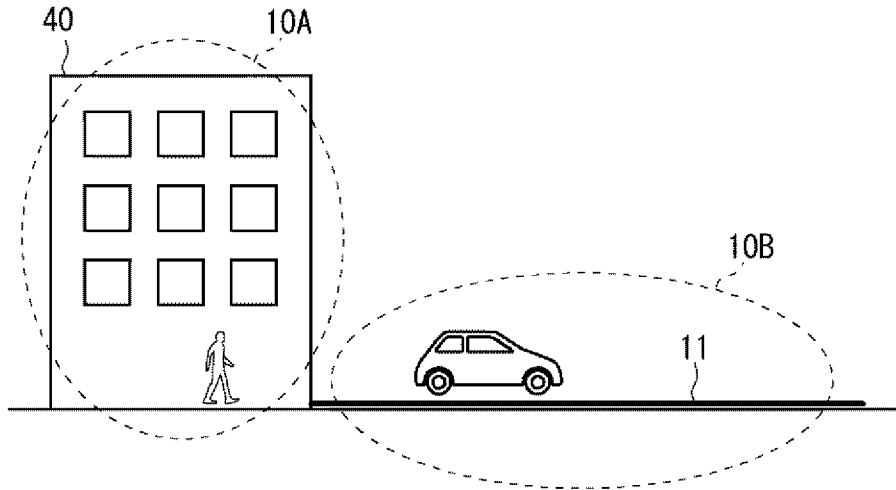
[図17]



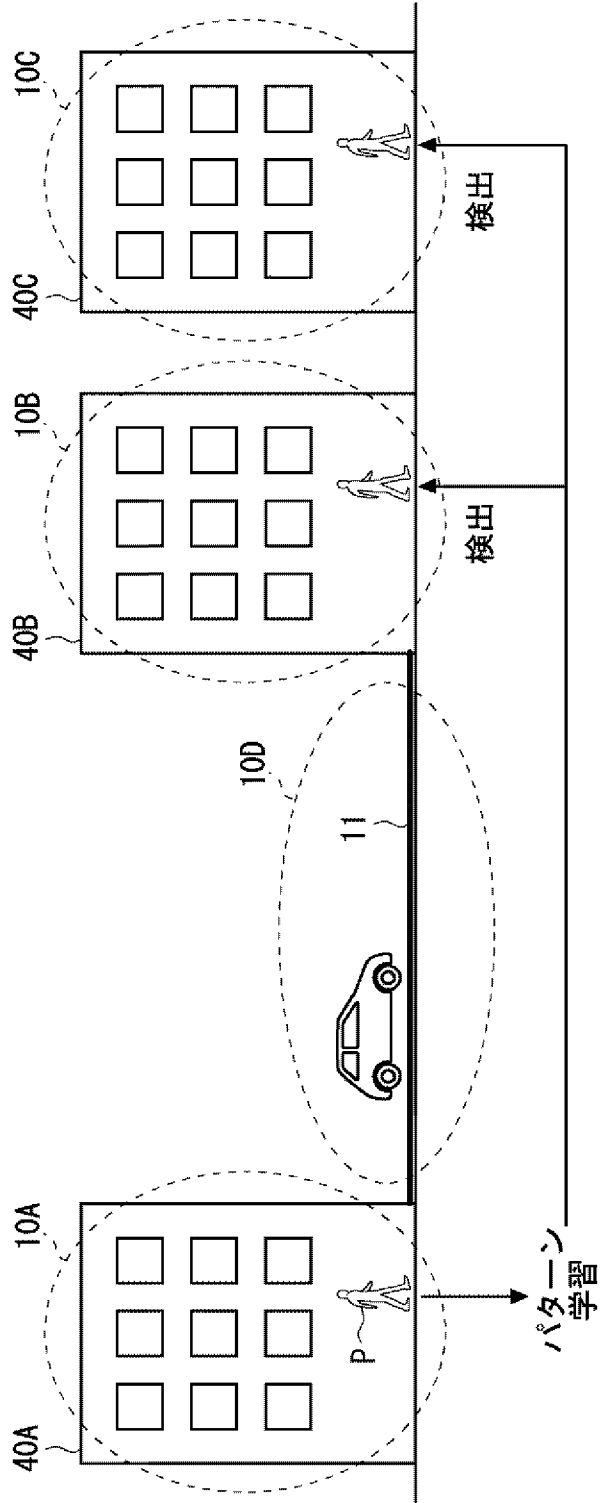
[図18]

光ファイバ センシング装置 からの距離	高さ	領域
a~b km	h1 m	A
b~c km	h2 m	B
c~d km	h3 m	C
d~e km	h4 m	D
:	:	:

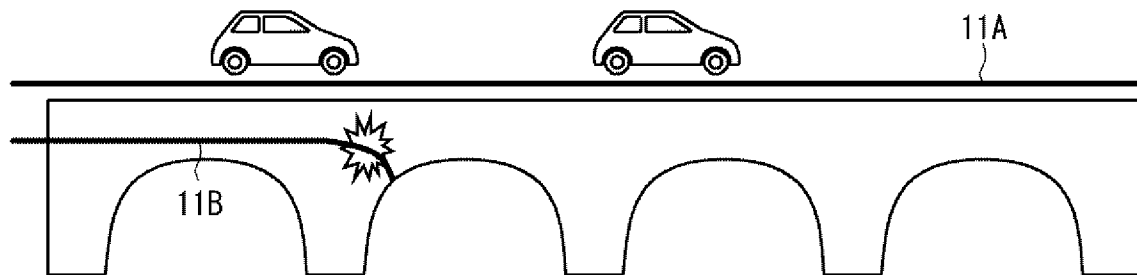
[図19]



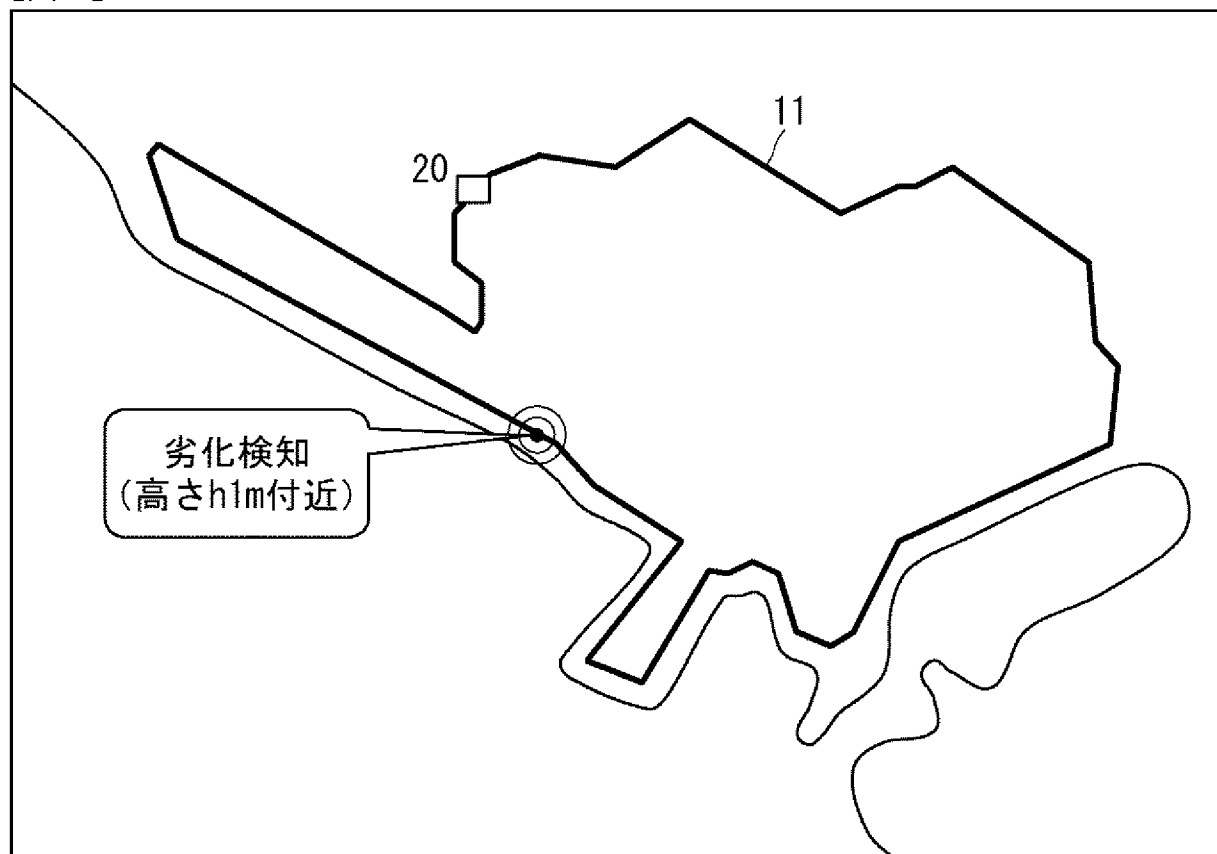
[図20]



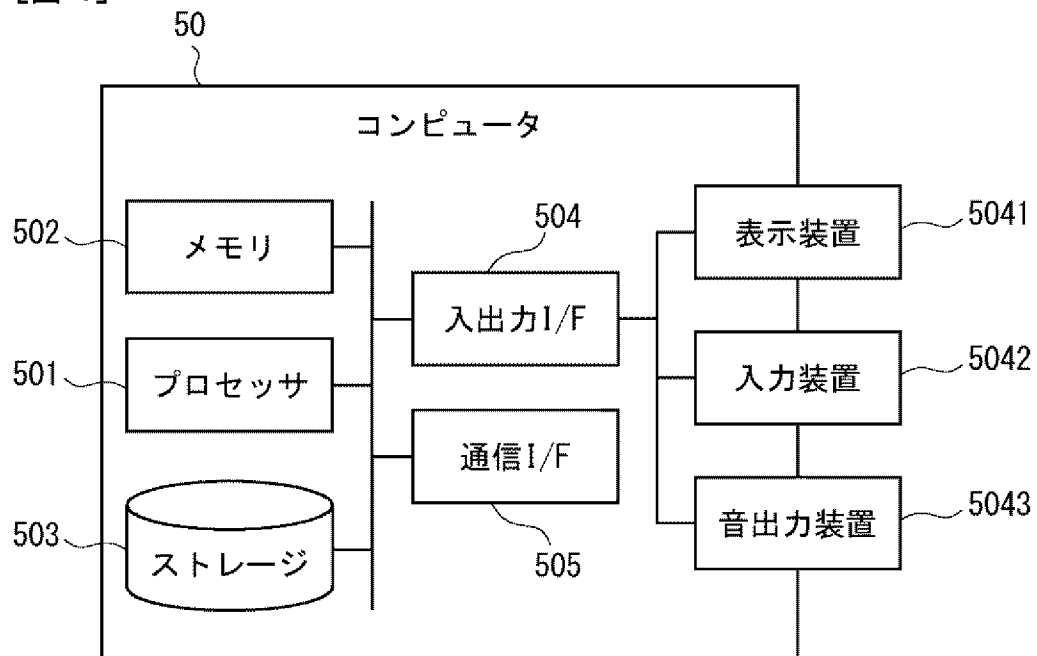
[図21]



[図22]



[図23]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2019/039486

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
Int. Cl. G01D21/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int. Cl. G01D1/00-21/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996  
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019  
Registered utility model specifications of Japan 1996-2019  
Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2003-232043 A (OKI ELECTRIC INDUSTRY CO., LTD.) 19 August 2003, paragraphs [0021]-[0025], [0062]-	1-4, 8-11, 15-18
Y	[0064], fig. 1, 2 (Family: none)	5, 7, 12, 14, 19, 21
A		6, 13, 20
Y	JP 6-20177 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 28 January 1994, paragraphs [0002], [0003], fig. 2	5, 7, 12, 14, 19, 21
A	(Family: none)	6, 13, 20
A	JP 2002-269656 A (FOUNDATION OF RIVER & BASIN INTEGRATED COMMUNICATIONS) 20 September 2002, entire text, all drawings (Family: none)	1-21

Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed  
 "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 09.12.2019	Date of mailing of the international search report 17.12.2019
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**International application No.  
PCT/JP2019/039486

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2005/0082467 A1 (MOSSMAN, Guy) 21 April 2005, entire text, all drawings & US 2008/0013879 A1 & US 2010/0079759 A1 & US 2011/0042557 A1	1-21

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01D21/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01D1/00-21/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 2003-232043 A（沖電気工業株式会社）2003.08.19, 段落 [0021] - [0025]、[0062] - [0064]、図1-2（ファミリーなし）	1-4, 8-11, 15-18 5, 7, 12, 14, 19, 21 6, 13, 20
Y A	JP 6-20177 A（三菱電機株式会社）1994.01.28, 段落 [0002] - [0003]、図2（ファミリーなし）	5, 7, 12, 14, 19, 21 6, 13, 20

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 09.12.2019	国際調査報告の発送日 17.12.2019
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 菅藤 政明 電話番号 03-3581-1101 内線 3216

2 F 1564

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2002-269656 A (財団法人河川情報センター) 2002. 09. 20, 全文、 全図 (ファミリーなし)	1-21
A	US 2005/0082467 A1 (MOSSMAN, Guy) 2005. 04. 21, 全文、全図 & US 2008/0013879 A1 & US 2010/0079759 A1 & US 2011/0042557 A1	1-21