

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7311023号
(P7311023)

(45)発行日 令和5年7月19日(2023.7.19)

(24)登録日 令和5年7月10日(2023.7.10)

(51)国際特許分類 F I
G 0 1 H 9/00 (2006.01) G 0 1 H 9/00 E

請求項の数 8 (全25頁)

(21)出願番号	特願2022-504910(P2022-504910)	(73)特許権者	000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号
(86)(22)出願日	令和2年3月6日(2020.3.6)	(74)代理人	100103894 弁理士 家入 健
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/009653	(72)発明者	岩野 忠行 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
(87)国際公開番号	WO2021/176683	(72)発明者	青野 義明 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
(87)国際公開日	令和3年9月10日(2021.9.10)	(72)発明者	北原 啓徳 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
審査請求日	令和4年8月3日(2022.8.3)	(72)発明者	石井 理

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、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)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の監視対象に関する第1のセンシング情報及び第2の監視対象に関する第2のセンシング情報を検出する光ファイバネットワークと、

前記光ファイバネットワークからの光信号を受信する受信部と、

前記光信号に重畳された前記第1のセンシング情報に基づいて前記第1の監視対象を特定し、前記光信号に重畳された前記第2のセンシング情報に基づいて前記第2の監視対象を特定する特定部と、

前記特定部が特定した前記第1の監視対象に関する情報及び前記第2の監視対象に関する情報をサービス提供先に提供する提供部と、

を備え、

前記提供部は、

前記特定部が特定した前記第1の監視対象に関する情報を第1のサービス提供先に提供し、

前記特定部が特定した前記第2の監視対象に関する情報を第2のサービス提供先に提供する、光ファイバセンシングシステム。

【請求項2】

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、

第1の監視対象に関する第1のセンシング情報及び第2の監視対象に関する第2のセンシング情報を検出する光ファイバネットワークからの光信号を受信する受信ステップと、

前記光信号に重畳された前記第 1 のセンシング情報に基づいて前記第 1 の監視対象を特定し、前記光信号に重畳された前記第 2 のセンシング情報に基づいて前記第 2 の監視対象を特定する特定ステップと、

前記特定ステップで特定した前記第 1 の監視対象に関する情報及び前記第 2 の監視対象に関する情報をサービス提供先に提供する提供ステップと、

を含み、

前記提供ステップでは、

前記特定ステップで特定した前記第 1 の監視対象に関する情報を第 1 のサービス提供先に提供し、

前記特定ステップで特定した前記第 2 の監視対象に関する情報を第 2 のサービス提供先に提供する、光ファイバセンシング方法。

10

【請求項 3】

前記特定ステップでは、

前記第 1 のサービス提供先に応じた解析機能を用いて、前記第 1 のセンシング情報に基づいて前記第 1 の監視対象を特定し、

前記第 2 のサービス提供先に応じた解析機能を用いて、前記第 2 のセンシング情報に基づいて前記第 2 の監視対象を特定する、

請求項 2 に記載の光ファイバセンシング方法。

【請求項 4】

前記第 1 のサービス提供先に提供する前記第 1 の監視対象に関する情報と、前記第 2 のサービス提供先に提供する前記第 2 の監視対象に関する情報と、は、互いに関連する情報である、

請求項 2 又は 3 に記載の光ファイバセンシング方法。

20

【請求項 5】

前記光ファイバセンシングシステムには、複数の前記光ファイバネットワークが設けられており

前記特定ステップでは、

複数の前記光ファイバネットワークのいずれかからの前記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 の監視対象を特定し、

複数の前記光ファイバネットワークのいずれかからの前記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 の監視対象を特定する、

請求項 2 から 4 のいずれか 1 項に記載の光ファイバセンシング方法。

30

【請求項 6】

前記特定ステップでは、

前記第 1 のセンシング情報に含まれる、前記第 1 の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、前記第 1 の監視対象を特定し、

前記第 2 のセンシング情報に含まれる、前記第 2 の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、前記第 2 の監視対象を特定する、

請求項 2 から 5 のいずれか 1 項に記載の光ファイバセンシング方法。

40

【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 2 から 6 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 8】

第 1 の監視対象に関する第 1 のセンシング情報及び第 2 の監視対象に関する第 2 のセンシング情報を検出する光ファイバネットワークからの光信号を受信する受信部と、

前記光信号に重畳された前記第 1 のセンシング情報に基づいて前記第 1 の監視対象を特定し、前記光信号に重畳された前記第 2 のセンシング情報に基づいて前記第 2 の監視対象を特定する特定部と、

前記特定部が特定した前記第 1 の監視対象に関する情報及び前記第 2 の監視対象に関する

50

る情報をサービス提供先に提供する提供部と、
を備え、

前記提供部は、

前記特定部が特定した前記第 1 の監視対象に関する情報を第 1 のサービス提供先に提供し、

前記特定部が特定した前記第 2 の監視対象に関する情報を第 2 のサービス提供先に提供する、光ファイバセンシング装置。

【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、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】

【文献】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】

最近、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、

第 1 の監視対象に関する第 1 のセンシング情報及び第 2 の監視対象に関する第 2 のセンシング情報を検出する光ファイバネットワークと、

前記光ファイバネットワークからの光信号を受信する受信部と、

前記光信号に重畳された前記第 1 のセンシング情報に基づいて前記第 1 の監視対象を特定し、前記光信号に重畳された前記第 2 のセンシング情報に基づいて前記第 2 の監視対象を特定する特定部と、

前記特定部が特定した前記第 1 の監視対象に関する情報及び前記第 2 の監視対象に関する情報をサービス提供先に提供する提供部と、

を備える。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 8 】

一態様による光ファイバセンシング方法は、
 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、
 第 1 の監視対象に関する第 1 のセンシング情報及び第 2 の監視対象に関する第 2 のセン
 シング情報を検出する光ファイバネットワークからの光信号を受信する受信ステップと、
 前記光信号に重畳された前記第 1 のセンシング情報に基づいて前記第 1 の監視対象を特
 定し、前記光信号に重畳された前記第 2 のセンシング情報に基づいて前記第 2 の監視対象
 を特定する特定ステップと、
 前記特定ステップで特定した前記第 1 の監視対象に関する情報及び前記第 2 の監視対象
 に関する情報をサービス提供先に提供する提供ステップと、
 を含む。

10

【 0 0 0 9 】

一態様による光ファイバセンシング装置は、
 第 1 の監視対象に関する第 1 のセンシング情報及び第 2 の監視対象に関する第 2 のセン
 シング情報を検出する光ファイバネットワークからの光信号を受信する受信部と、
 前記光信号に重畳された前記第 1 のセンシング情報に基づいて前記第 1 の監視対象を特
 定し、前記光信号に重畳された前記第 2 のセンシング情報に基づいて前記第 2 の監視対象
 を特定する特定部と、
 前記特定部が特定した前記第 1 の監視対象に関する情報及び前記第 2 の監視対象に関す
 る情報をサービス提供先に提供する提供部と、
 を備える。

20

【 発 明 の 効 果 】

【 0 0 1 0 】

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 】

【 0 0 1 1 】

【 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 1 に係る送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 1 に係る送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 1 に係る送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 1 に係る送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 7 】 実施の形態 1 に係る光ファイバセンシングシステムの基本動作のフロー例を示す
 フロー図である。
 【 図 8 】 実施の形態 2 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 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構成例を示す図である。
 【 図 1 0 】 実施の形態 3 に係る光ファイバセンシング装置の構成例を示すブロック図であ
 る。
 【 図 1 1 】 実施の形態 3 に係るポリシ DB の内容の例を示す図である。
 【 図 1 2 】 実施の形態 3 に係る光ファイバセンシングシステムの具体的な構成例を示す図
 である。
 【 図 1 3 】 実施の形態 3 に係る光ファイバセンシングシステムの基本動作のフロー例を示
 すフロー図である。

30

40

50

【図 1 4】他の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 1 5】他の実施の形態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 1 6】図 1 5 に示される光ファイバセンシングシステムのネットワーク構成例を示す図である。

【図 1 7】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。

10

【0013】

<実施の形態 1>

以下、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。

【0014】

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、光ファイバネットワーク（図中、光ファイバ NW（Network）と適宜表記する）10 及び光ファイバセンシング装置 20 を備えている。また、光ファイバセンシング装置 20 は、送受信部 21、特定部 22、及び提供部 23 を備えている。

20

【0015】

光ファイバネットワーク 10 は、1 つ以上のセンシング用光ファイバ 11 により構成される。センシング用光ファイバ 11 は、例えば、電柱等の構造物、道路、線路、海底、地中、屋内（例えば、床、天井、壁）等に敷設される。なお、光ファイバネットワーク 10 は、既存の光ファイバネットワークであることが好適であるが、新設した光ファイバネットワークであっても良い。

【0016】

送受信部 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 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 11 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。

30

【0017】

本実施の形態 1 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

40

【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 11 に伝達され、センシング用光ファイバ 11 を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 10 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であり、センシング用光ファイ

50

ファイバ 11 を伝送される光信号には、光ファイバネットワーク 10 が検出したセンシング情報が重畳されることになる。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。

【 0 0 1 9 】

このとき、センシング用光ファイバ 11 を伝送される光信号には、複数の監視対象に関する複数のセンシング情報が重畳される。例えば、センシング用光ファイバ 11 が電柱に敷設され、センシング情報が振動情報である場合、センシング用光ファイバ 11 を伝送される光信号には、電柱の劣化状態に応じて発生した振動、電柱の周辺の風量に応じて発生した振動等、様々な監視対象に関するセンシング情報が重畳されることになる。

【 0 0 2 0 】

そのため、特定部 22 は、センシング用光ファイバ 11 を伝送される光信号に重畳される、複数の監視対象に関する複数のセンシング情報に基づいて、複数の監視対象を特定することが可能である。

以下では、説明の簡易化のため、特定部 22 は、2 つの監視対象（以下、第 1 及び第 2 の監視対象と称す）を特定するものと仮定する。

【 0 0 2 1 】

この場合、特定部 22 は、送受信部 21 が光ファイバネットワーク 10 から受信した光信号から、第 1 の監視対象に関するセンシング情報（以下、第 1 のセンシング情報と称す）を抽出し、抽出した第 1 のセンシング情報に基づいて、第 1 の監視対象を特定する。

【 0 0 2 2 】

また、特定部 22 は、送受信部 21 が光ファイバネットワーク 10 から受信した光信号から、第 2 の監視対象に関するセンシング情報（以下、第 2 のセンシング情報と称す）を抽出し、抽出した第 2 のセンシング情報に基づいて、第 2 の監視対象を特定する。

【 0 0 2 3 】

このとき、特定部 22 は、以下のようにして、第 1 及び第 2 のセンシング情報が検出されたセンシング用光ファイバ 11 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、送受信部 21 が受信する光信号が後方散乱光である場合、特定部 22 は、送受信部 21 がセンシング用光ファイバ 11 にパルス光を送出した時刻と、送受信部 21 がセンシング用光ファイバ 11 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第 1 又は第 2 のセンシング情報が検出されたセンシング用光ファイバ 11 上の位置を特定する。

【 0 0 2 4 】

また、特定部 22 は、センシング用光ファイバ 11 上の位置と実際の地理的な位置とを対応付ける情報を有していても良い。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、地図上のどの領域又はどの地点で第 1 又は第 2 のセンシング情報が検出されたのか、すなわち、特定した第 1 又は第 2 の監視対象が、地図上のどの領域又はどの地点のものであるかを判断することができる。

【 0 0 2 5 】

提供部 23 は、特定部 22 が特定した第 1 及び第 2 の監視対象に関する情報をサービス提供先に提供する。このとき、サービス提供先は、1 つでも良いし、複数でも良い。また、第 1 及び第 2 の監視対象に関する情報は、同じサービス提供先に提供されても良いし、互いに異なるサービス提供先に提供されても良い。

【 0 0 2 6 】

このように、本実施の形態 1 に係る光ファイバセンシング装置は、第 1 及び第 2 の監視対象に関する情報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場合における、プラットフォームとして実現されることになる。

【 0 0 2 7 】

以下、特定部 22 において、第 1 及び第 2 の監視対象を特定する方法の例について詳細

10

20

30

40

50

に説明する。

【 0 0 2 8 】

送受信部 2 1 が受信した光信号には、例えば、センシング情報としての振動情報が重畳されている。この振動情報は、第 1 の監視対象に応じて、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を含んでいる。さらに、この振動情報は、第 2 の監視対象に応じた固有の動的な変動パターンも含んでいる。

【 0 0 2 9 】

また、送受信部 2 1 が受信した光信号には、センシング情報としての音響情報及び温度情報も重畳されている。そして、これら音響情報及び温度情報も、振動情報と同様に、第 1 の監視対象に応じた固有の動的な変動パターン、及び、第 2 の監視対象に応じた固有の動的な変動パターンを含んでいる。

10

【 0 0 3 0 】

そのため、特定部 2 2 は、送受信部 2 1 が受信した光信号から、第 1 の監視対象に応じた固有の動的な変動パターンを含む第 1 のセンシング情報を抽出し、抽出した変動パターンを分析することにより、第 1 の監視対象を特定することが可能となる。

【 0 0 3 1 】

また、特定部 2 2 は、送受信部 2 1 が受信した光信号から、第 2 の監視対象に応じた固有の動的な変動パターンを含む第 2 のセンシング情報を抽出し、抽出した変動パターンを分析することにより、第 2 の監視対象を特定することが可能となる。

【 0 0 3 2 】

例えば、センシング用光ファイバ 1 1 が電柱に敷設されている（例えば、電柱に架空配線されている）と仮定する。この場合、第 1 及び第 2 の監視対象の例としては、電柱の劣化状態、電柱の周辺の風量等が考えられる。特定部 2 2 は、電柱の劣化状態、電柱の周辺の風量については、これらに応じた振動パターンを見ることが特定する 1 つの方法である。

20

【 0 0 3 3 】

このうち、例えば、電柱の劣化状態については、特定部 2 2 は、詳細には、以下のようにして、特定すれば良い。

まず、特定部 2 2 は、送受信部 2 1 が受信した光信号から、図 3 及び図 4 に示されるような、電柱の劣化状態に応じた振動パターンを含むセンシング情報を抽出する。図 3 及び図 4 は、ある電柱で発生した振動の振動パターンを示しており、横軸が周波数、縦軸が振動強度を示している。

30

【 0 0 3 4 】

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、電柱の劣化状態に応じて異なっている。具体的には、劣化している電柱の振動パターン（図 4）は、正常時の電柱の振動パターン（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 2 2 は、振動強度のピークが発生する周波数に基づいて、電柱の劣化状態を特定することができる。

【 0 0 3 5 】

また、センシング用光ファイバ 1 1 が道路に沿って敷設されている（例えば、道路脇に敷設されている、又は、道路下に埋設されている）と仮定する。この場合、第 1 及び第 2 の監視対象の例としては、道路の交通状況、道路の路面状況（例えば、凍結、乾燥、湿潤等）、道路を走行する車両のタイヤの状態、道路のポットホールの発生状況等が考えられる。特定部 2 2 は、道路の交通状況、道路を走行する車両のタイヤの状態、道路のポットホールの発生状況については、これらに応じた振動パターンを見ることが特定する 1 つの方法である。また、特定部 2 2 は、道路の路面状況については、これに応じた温度パターンを見ることが特定する 1 つの方法である。

40

【 0 0 3 6 】

このうち、例えば、道路の交通状況については、特定部 2 2 は、詳細には、以下のようにして、特定すれば良い。

50

まず、特定部 2 2 は、送受信部 2 1 が受信した光信号から、図 5 に示されるような、道路の交通状況に応じた振動パターンを含むセンシング情報を抽出する。図 5 は、道路上の各位置で発生した振動の時間経過を表す振動パターンを示しており、横軸が光ファイバセンシング装置 2 0 からの距離、縦軸が時間を示している。なお、縦軸は、正方向に向かうほど、古いデータとなる。

【 0 0 3 7 】

図 5 に示される振動パターンにおいては、道路を 1 台の車両が走行していることが、斜めに 1 本の線で表される。ここで、線の傾きは、車両の走行速度を示し、線の傾きの絶対値が小さいほど、走行速度が速いことを意味している。また、線の傾斜向きは、車両の走行方向を示し、線の傾きの変化は、車両が加減速したことを示している。また、線の横軸方向の間隔 G は、車両同士の車間距離を表しており、間隔 G が短いほど、車間距離が短いことを意味している。

10

【 0 0 3 8 】

図 5 に示される振動パターンにおいては、横軸の中央付近に存在する複数本の線は、傾斜向きが同じでかつ絶対値が大きく、線同士の間隔 G も短くなっている。このことは、複数台の車両が、それぞれ同じ走行方向に走行しているが、走行速度が遅く、車間距離も短いことを意味している。そのため、渋滞が発生していると考えられる。その一方、横軸の中央付近以外では、渋滞が発生していないと考えられる。そのため、特定部 2 2 は、図 5 に示される振動パターンに基づいて、道路の交通状況として、渋滞の有無を特定することができる。さらに、特定部 2 2 は、道路の交通状況として、道路を走行する車両の台数、走行速度、加減速を繰り返す危険車両の有無等も特定することができる。

20

【 0 0 3 9 】

また、センシング用光ファイバ 1 1 が地中に埋設されていると仮定する。この場合、第 1 及び第 2 の監視対象の例としては、自然災害の発生、地上にいる人物の行動等が考えられる。特定部 2 2 は、自然災害の発生、人物の行動については、これらに応じた振動パターンを見ることが特定する 1 つの方法である。

【 0 0 4 0 】

このうち、例えば、自然災害の発生については、特定部 2 2 は、詳細には、以下のようにして、特定すれば良い。

まず、特定部 2 2 は、送受信部 2 1 が受信した光信号から、図 6 に示されるような、自然災害の発生状況に応じた振動パターンを含むセンシング情報を抽出する。図 6 は、地中で発生した振動の振動パターンを示しており、横軸が時間、縦軸が振動強度を示している。

30

【 0 0 4 1 】

図 6 に示される振動パターンにおいては、地中で発生した振動は、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 2 2 は、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。

【 0 0 4 2 】

また、特定部 2 2 は、パターンマッチングを利用して、第 1 及び第 2 の監視対象を特定しても良い。例えば、特定部 2 2 は、第 1 のセンシング情報が振動情報である場合、第 1 の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、第 1 の監視対象が電柱の劣化状態である場合、電柱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 2 2 は、光信号から抽出した第 1 のセンシング情報に含まれる振動パターンを、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、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、電柱が、そのマッチング用パターンに対応する劣化レベルであると判断する。なお、特定部 2 2 は、第 2 の監視対象も、第 1 の監視対象と同様に特定すれば良い。

40

【 0 0 4 3 】

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 Neu

50

ral Network)により監視対象を特定する学習モデルを利用して、第1及び第2の監視対象を特定しても良い。例えば、特定部22は、第1のセンシング情報が振動情報である場合、第1の監視対象を示す教師データと、第1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、第1の監視対象用の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、第1の監視対象が電柱の劣化状態である場合、電柱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、第1の監視対象用の学習モデルを構築すれば良い。特定部22は、光信号から抽出した第1のセンシング情報に含まれる振動パターンを、第1の監視対象用の学習モデルに入力する。これにより、特定部22は、第1の監視対象用の学習モデルの出力結果として、電柱の劣化レベルを得る。なお、特定部22は、第2の監視対象も、第1の監視対象と同様に特定すれば良い。

10

【0044】

なお、以上の説明では、第1及び第2の監視対象として、電柱の劣化状態や道路の交通状況等を特定する方法の例について説明したが、上述した方法は、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。

【0045】

続いて以下では、図7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における基本動作のフロー例について説明する。

図7に示されるように、送受信部21は、光ファイバネットワーク10から光信号を受信する(ステップS101)。

20

【0046】

続いて、特定部22は、送受信部21が受信した光信号に重畳された、第1の監視対象に関する第1のセンシング情報に基づいて、第1の監視対象を特定する(ステップS102)。また、特定部22は、送受信部21が受信した光信号に重畳された、第2の監視対象に関する第2のセンシング情報に基づいて、第2の監視対象を特定する(ステップS103)。なお、ステップS102とステップS103は順番が逆でも良い。

その後、提供部23は、特定部22が特定した、第1の監視対象に関する情報及び第2の監視対象に関する情報をサービス提供先に提供する(ステップS104)。

【0047】

上述したように本実施の形態1によれば、送受信部21は、光ファイバネットワーク10から光信号を受信する。特定部22は、送受信部21が受信した光信号に重畳された第1のセンシング情報に基づいて、第1の監視対象を特定し、送受信部21が受信した光信号に重畳された第2のセンシング情報に基づいて、第2の監視対象を特定する。提供部23は、特定部22が特定した第1の監視対象に関する情報及び第2の監視対象に関する情報を、サービス提供先に提供する。

30

【0048】

このように、本実施の形態1によれば、光ファイバネットワーク10を用いて単一の監視対象をモニタするのではなく、第1及び第2の監視対象という複数の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11を活用し、複数の監視対象に関する情報をサービス提供先に提供するという、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。

40

【0049】

<実施の形態2>

上述の実施の形態1では、1つの光ファイバネットワーク10を設けていた。これに対して、本実施の形態2は、複数の光ファイバネットワーク10を設けた例である。

【0050】

以下、図8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構成例について説明する。図8は、2つの光ファイバネットワーク10a, 10bが存在する例である。

【0051】

50

図 8 に示されるように、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、上述の実施の形態 1 と比較して、2 つの光ファイバネットワーク 10 a , 10 b を備える点と、2 つの光ファイバネットワーク 10 a , 10 b にそれぞれ対応する 2 つの送受信部 21 a , 21 b を光ファイバセンシング装置 20 の内部に備える点と、が異なる。

【 0 0 5 2 】

光ファイバネットワーク 10 a は、1 つ以上のセンシング用光ファイバ 11 a により構成される。また、光ファイバネットワーク 10 b は、1 つ以上のセンシング用光ファイバ 11 b により構成される。

【 0 0 5 3 】

送受信部 21 a は、光ファイバネットワーク 10 a から光信号を受信する。また、送受信部 21 b は、光ファイバネットワーク 10 b から光信号を受信する。

特定部 22 は、上述したように、複数の監視対象を特定することが可能である。ただし、以下では、説明の簡易化のため、特定部 22 は、上述した実施の形態 1 と同様に、第 1 及び第 2 の監視対象を特定するものと仮定する。

【 0 0 5 4 】

この場合、特定部 22 は、送受信部 21 a が光ファイバネットワーク 10 a から受信した光信号及び送受信部 21 b が光ファイバネットワーク 10 b から受信した光信号のいずれかに重畳された、第 1 の監視対象に関する第 1 のセンシング情報に基づいて、第 1 の監視対象を特定する。

【 0 0 5 5 】

また、特定部 22 は、送受信部 21 a が光ファイバネットワーク 10 a から受信した光信号及び送受信部 21 b が光ファイバネットワーク 10 b から受信した光信号のいずれかに重畳された、第 2 の監視対象に関する第 2 のセンシング情報に基づいて、第 2 の監視対象を特定する。

【 0 0 5 6 】

すなわち、特定部 22 は、光ファイバネットワーク 10 a からの光信号を用いて、第 1 及び第 2 の監視対象の双方を特定しても良いし、光ファイバネットワーク 10 b からの光信号を用いて、第 1 及び第 2 の監視対象の双方を特定しても良い。また、特定部 22 は、光ファイバネットワーク 10 a からの光信号及び光ファイバネットワーク 10 b からの光信号のうち、一方の光信号を用いて、第 1 の監視対象を特定し、他方の光信号を用いて、第 2 の監視対象を特定しても良い。

【 0 0 5 7 】

ここで、2 つの光ファイバネットワーク 10 a , 10 b は、互いに異なる事業者が所有するものであっても良い。また、2 つの光ファイバネットワーク 10 a , 10 b 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。なお、事業者の業種としては、通信キャリア、電力会社、鉄道会社、道路会社等が考えられる。

【 0 0 5 8 】

また、2 つの光ファイバネットワーク 10 a , 10 b 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。

また、2 つの光ファイバネットワーク 10 a , 10 b は、互いに地理的場所が異なっても良い。例えば、2 つの光ファイバネットワーク 10 a , 10 b は、互いに異なる都道府県に配置されても良い。また、2 つの光ファイバネットワーク 10 a , 10 b は、陸上及び海洋にそれぞれ配置されても良い。

【 0 0 5 9 】

また、2 つの光ファイバネットワーク 10 a , 10 b 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、2 つの光ファイバネットワーク 10 a , 10 b は、センシング用光ファイバ 11 a , 11 b 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）、高さ等が互いに異なっても良い。

【 0 0 6 0 】

10

20

30

40

50

また、2つの光ファイバネットワーク10a, 10bは、パブリックの光ファイバネットワーク及びプライベートの光ファイバネットワーク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は、例えば、センシング用光ファイバが、電柱、道路、線路等の公共インフラ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は、例えば、センシング用光ファイバが、ビル内、ショッピングモール内、家庭内、工場内等の私設インフラに敷設される光ファイバネットワークである。

【0061】

なお、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、同じ光ファイバネットワーク10a又は10bからの光信号を用いて、第1及び第2の監視対象の双方を特定する場合には、基本動作のフローは、上述した実施の形態1のフローと同様になる。そのため、本実施の形態2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フローの説明は省略する。

10

【0062】

上述したように本実施の形態2によれば、複数の光ファイバネットワーク10a, 10bを設ける。特定部22は、光ファイバネットワーク10aからの光信号又は光ファイバネットワーク10bからの光信号のいずれかに重畳された第1のセンシング情報に基づいて、第1の監視対象を特定し、光ファイバネットワーク10aからの光信号又は光ファイバネットワーク10bからの光信号のいずれかに重畳された第2のセンシング情報に基づいて、第2の監視対象を特定する。

【0063】

このように、本実施の形態2によれば、複数の光ファイバネットワーク10a, 10bを設けることで、第1及び第2の監視対象をモニタするモニタ範囲が拡張されるため、より多様な監視対象をモニタすることができる。

20

その他の効果は、上述した実施の形態1と同様である。

【0064】

<実施の形態3>

上述の実施の形態1では、サービス提供先は、1つでも複数でも良いとした。これに対して、本実施の形態3は、サービス提供先を複数に限定した例である。

以下、図9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構成例について説明する。図9は、2つのサービス提供先30A, 30Bが存在する例である。以下の記載では、どちらのサービス提供先30A, 30Bであるかを特定しない場合は、サービス提供先30と適宜称する。

30

【0065】

図9に示されるように、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、上述の実施の形態1と比較して、監視対象に関する情報を提供するサービス提供先として、2つのサービス提供先30A, 30Bを具現化している点が異なる。

2つのサービス提供先30A, 30B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。

【0066】

特定部22は、上述したように、複数の監視対象を特定することが可能である。

40

しかし、2つのサービス提供先30A, 30Bは、特定部22が特定可能な複数の監視対象に関する情報を全て必要としている訳ではなく、このうち必要な情報は、2つのサービス提供先30A, 30Bのニーズによって異なると考えられる。

【0067】

そこで、本実施の形態3に係る光ファイバセンシング装置20は、図10に示されるように、ポリシDB(Data Base)24を追加で備えている。ポリシDB24は、2つのサービス提供先30A, 30B毎に、情報を必要としている監視対象を表すポリシを格納したデータベースである。図11に、特定部22が第1の監視対象x及び第2の監視対象yという2つを特定可能である場合のポリシDB24の内容の一例を示す。

【0068】

50

特定部 2 2 は、図 1 1 に示されるポリシー DB 2 4 に格納されたポリシーに従って、サービス提供先 3 0 A は、第 1 の監視対象 x に関する情報を必要とし、サービス提供先 3 0 B は、第 2 の監視対象 y に関する情報を必要としていると判断する。

【 0 0 6 9 】

そのため、特定部 2 2 は、サービス提供先 3 0 A に応じた解析機能を用いて、サービス提供先 3 0 A が情報を必要としている第 1 の監視対象 x を特定する。ここで、サービス提供先 3 0 A に応じた解析機能とは、サービス提供先 3 0 A が情報を必要としている第 1 の監視対象 x に応じた固有の動的な変動パターン（振動パターン、音響パターン、温度パターンの少なくとも 1 つ）を、光信号から抽出する機能等である。すなわち、特定部 2 2 は、送受信部 2 1 が受信した光信号から、第 1 の監視対象 x に応じた固有の動的な変動パターンを含む第 1 のセンシング情報を抽出し、抽出した変動パターンを分析することにより、第 1 の監視対象 x を特定する。

10

【 0 0 7 0 】

また、特定部 2 2 は、サービス提供先 3 0 B に応じた解析機能を用いて、サービス提供先 3 0 B が情報を必要としている第 2 の監視対象 y を特定する。なお、第 2 の監視対象 y の特定方法は、上述した第 1 の監視対象 x の特定方法と同様である。

【 0 0 7 1 】

提供部 2 3 は、図 1 1 に示されるポリシー DB 2 4 に格納されたポリシーに従って、特定部 2 2 が特定した第 1 の監視対象 x に関する情報をサービス提供先 3 0 A に提供し、特定部 2 2 が特定した第 2 の監視対象 y に関する情報をサービス提供先 3 0 B に提供する。

20

【 0 0 7 2 】

続いて以下では、図 1 2 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具体的な構成例について説明する。

図 1 2 の例では、サービス提供先 3 0 として、コネクテッドカー（Connected Car）のドライバーに対してモビリティサービスを提供するモビリティサービスプロバイダ 3 0 C、コネクテッドカーを販売する自動車メーカー 3 0 D、コネクテッドカーのドライバーと保険契約を締結する保険会社 3 0 E、及び道路を管理する道路公団 3 0 F が設けられている。

【 0 0 7 3 】

図 1 2 の例では、道路の交通状況、道路の路面状況、道路を走行する車両のタイヤの状態、道路のポットホールの発生状況等を監視対象とする。

30

【 0 0 7 4 】

以下、提供部 2 3 が、モビリティサービスプロバイダ 3 0 C、自動車メーカー 3 0 D、保険会社 3 0 E、及び道路公団 3 0 F に対して提供する情報の例、及び、モビリティサービスプロバイダ 3 0 C、自動車メーカー 3 0 D、保険会社 3 0 E、及び道路公団 3 0 F が、提供部 2 3 から提供される情報を用いて実行する処理の例について説明する。

【 0 0 7 5 】

（ 1 ）モビリティサービスプロバイダ 3 0 C

提供部 2 3 は、特定部 2 2 が特定した、道路の交通状況、道路の路面状況、道路を走行する車両のタイヤの状態、道路のポットホールの発生状況等に関する情報を、モビリティサービスプロバイダ 3 0 C に提供する。

40

【 0 0 7 6 】

モビリティサービスプロバイダ 3 0 C は、提供部 2 3 から提供された情報と、ネットワークを介して取得したコネクテッドカーの GPS（Global Positioning System）情報等の位置情報と、に基づいて、個々のコネクテッドカーの状況及び状態に合わせてカスタマイズされた以下の情報を、ネットワークを介してコネクテッドカーのドライバーに提供する。

- ・交通事故を防ぐために、渋滞後尾の位置を提供する
- ・交通事故を避けるために、代替ルートを提供する
- ・交通事故を防ぐために、ポットホールの位置を提供する
- ・車速を減速することを誘導するために、道路の気象状況を提供する

50

・低圧、パンク、アンバランスなホイールアライメント等の車のタイヤ状態を提供する
【 0 0 7 7 】

(2) 自動車メーカー 3 0 D

提供部 2 3 は、モビリティサービスプロバイダ 3 0 C に提供した情報と同様の情報を自動車メーカー 3 0 D に提供する。

自動車メーカー 3 0 D は、提供部 2 3 から提供された情報を、コネクテッドカーのドライバーに適切に提供するための U I (User Interface) を開発する。また、自動車メーカー 3 0 D は、提供部 2 3 から提供された情報を、運転支援機能の開発や、自動運転機能の開発に活用する。

【 0 0 7 8 】

(3) 保険会社 3 0 E

特定部 2 2 は、コネクテッドカーが交通事故を起こした場合、光信号から抽出したセンシング情報と、ネットワークを介して取得したコネクテッドカーの位置情報と、に基づいて、コネクテッドカーの走行経路や交通事故の発生場所を特定する。さらに、特定部 2 2 は、コネクテッドカーのドライバーが、モビリティサービスプロバイダ 3 0 C から提供された上記の情報に従って交通事故を予防する行動をしていたか否かを判定する。

提供部 2 3 は、特定部 2 2 の判定結果を保険会社 3 0 E に提供する。

【 0 0 7 9 】

保険会社 3 0 E は、特定部 2 2 の判定結果に基づいて、ドライバーへ支払う補償額をダイナミックレーティングで査定する。また、保険会社 3 0 E は、ドライバーが、モビリティサービスプロバイダ 3 0 C から上記の情報の提供を受けているか否かに応じて、ドライバーの保険料を決定する。

【 0 0 8 0 】

(4) 道路公団 3 0 F

提供部 2 3 は、モビリティサービスプロバイダ 3 0 C に提供した情報と同様の情報を道路公団 3 0 F に提供する。

道路公団 3 0 F は、提供部 2 3 から提供された情報に基づいて、電光掲示板等を用いてコネクテッドカー以外のドライバーを誘導して適切な交通量を保つ。また、道路公団 3 0 F は、提供部 2 3 から提供された情報に基づいて、道路の補修を行い、ポットホール等に起因する交通事故を減少させると共に、不要な訴訟を回避する。

【 0 0 8 1 】

図 1 2 の例では、提供部 2 3 から、モビリティサービスプロバイダ 3 0 C、自動車メーカー 3 0 D、保険会社 3 0 E、及び道路公団 3 0 F に対して供給する情報は、互いに関連する情報となる。

【 0 0 8 2 】

また、例えば、モビリティサービスプロバイダ 3 0 C、自動車メーカー 3 0 D、及び保険会社 3 0 E は、自動車メーカー 3 0 D からモビリティサービスプロバイダ 3 0 C に対してコネクテッドカーを提供したり、保険会社 3 0 E からモビリティサービスプロバイダ 3 0 C に対して保険に関する情報を提供したりするといった、ビジネス関係を構築できる。

【 0 0 8 3 】

そのため、モビリティサービスプロバイダ 3 0 C は、自動車メーカー 3 0 D 及び保険会社 3 0 E と連携して、コネクテッドカーのドライバーに対して、多種多様なモビリティサービスを提供できるため、サービスの多様化やサービス品質の向上を図ることができる。

【 0 0 8 4 】

続いて以下では、図 1 3 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における基本動作のフロー例について説明する。ここでは、特定部 2 2 が第 1 の監視対象 x 及び第 2 の監視対象 y を特定可能であり、ポリシ D B 2 4 が図 1 1 の内容になっているものとする。

【 0 0 8 5 】

図 1 3 に示されるように、送受信部 2 1 は、光ファイバネットワーク 1 0 から光信号を

10

20

30

40

50

受信する（ステップ S 2 0 1）。

【 0 0 8 6 】

続いて、特定部 2 2 は、ポリシー DB 2 4 に格納されたポリシーに従って、サービス提供先 3 0 A が、第 1 の監視対象 x に関する情報を必要としていると判断する。そして、特定部 2 2 は、サービス提供先 3 0 A に応じた解析機能を用いて、送受信部 2 1 が受信した光信号に重畳された、第 1 の監視対象 x に関する第 1 のセンシング情報に基づいて、第 1 の監視対象 x を特定する（ステップ S 2 0 2）。具体的には、特定部 2 2 は、送受信部 2 1 が受信した光信号から、第 1 の監視対象 x に応じた固有の動的な変動パターンを含む第 1 のセンシング情報を抽出し、抽出した変動パターンを分析することにより、第 1 の監視対象 x を特定する。

10

【 0 0 8 7 】

続いて、特定部 2 2 は、ポリシー DB 2 4 に格納されたポリシーに従って、サービス提供先 3 0 B が、第 2 の監視対象 y に関する情報を必要としていると判断する。そして、特定部 2 2 は、サービス提供先 3 0 B に応じた解析機能を用いて、送受信部 2 1 が受信した光信号に重畳された、第 2 の監視対象 y に関する第 2 のセンシング情報に基づいて、第 2 の監視対象 y を特定する（ステップ S 2 0 3）。このとき、第 2 の監視対象 y の具体的な特定方法は、上述した第 1 の監視対象 x の特定方法と同様である。

なお、ステップ S 2 0 2 とステップ S 2 0 3 は順番が逆でも良い。

【 0 0 8 8 】

その後、提供部 2 3 は、ポリシー DB 2 4 に格納されたポリシーに従って、特定部 2 2 が特定した第 1 の監視対象 x に関する情報をサービス提供先 3 0 A に提供し、特定部 2 2 が特定した第 2 の監視対象 y に関する情報をサービス提供先 3 0 B に提供する（ステップ S 2 0 4）。

20

【 0 0 8 9 】

上述したように本実施の形態 3 によれば、特定部 2 2 は、サービス提供先 3 0 A に応じた解析機能を用いて、サービス提供先 3 0 A が情報を必要としている第 1 の監視対象 x に関する第 1 のセンシング情報に基づいて、第 1 の監視対象 x を特定する。また、特定部 2 2 は、サービス提供先 3 0 B に応じた解析機能を用いて、サービス提供先 3 0 B が情報を必要としている第 2 の監視対象 y に関する第 2 のセンシング情報に基づいて、第 2 の監視対象 y を特定する。

30

【 0 0 9 0 】

このように、本実施の形態 3 によれば、サービス提供先 3 0 A に応じた解析機能を用いて、サービス提供先 3 0 A が情報を必要としている第 1 の監視対象 x を特定し、また、サービス提供先 3 0 B に応じた解析機能を用いて、サービス提供先 3 0 B が情報を必要としている第 2 の監視対象 y を特定する。そのため、第 1 の監視対象 x 及び第 2 の監視対象 y の特定精度の向上を図ることができる。

その他の効果は、上述した実施の形態 1 と同様である。

【 0 0 9 1 】

< 他の実施の形態 >

特定部 2 2 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 2 2 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監視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 1 0 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 1 1 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、を視覚的に表示した画面とすることができる。この GUI画面の例を図 1 4 に示す。図 1 4 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。なお、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、様々な対象とすることができる。

40

50

【 0 0 9 2 】

また、上述した実施の形態では、光ファイバセンシング装置 2 0 の内部に送受信部 2 1 , 2 1 a , 2 1 b を設けているが、これには限定されない。送受信部 2 1 , 2 1 a , 2 1 b は、光ファイバセンシング装置 2 0 の外部に設けても良い。図 1 5 に、上述した実施の形態 2 に係る光ファイバセンシング装置 2 0 の内部に設けられていた送受信部 2 1 a , 2 1 b を、光ファイバセンシング装置 2 0 の外部に設けた、光ファイバセンシングシステムの構成例を示す。図 1 5 の例では、光ファイバセンシング装置 2 0 には、送受信部 2 1 a , 2 1 b の代わりに、取得部 2 5 が設けられている。取得部 2 5 は、送受信部 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及び送受信部 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のいずれかに重畳された、第 1 の監視対象に関する第 1 のセンシング情報、及び、第 2 の監視対象に関する第 2 のセンシング情報を取得する。

10

【 0 0 9 3 】

また、図 1 5 の例では、光ファイバセンシング装置 2 0 は、光ファイバネットワーク 1 0 a , 1 0 b 及び送受信部 2 1 , 2 1 a , 2 1 b から離れた位置に配置することができ、例えば、クラウド上に配置しても良い。図 1 6 に、光ファイバセンシング装置 2 0 をクラウド上に配置する場合における、図 1 5 示される光ファイバセンシングシステムのネットワーク構成例を示す。図 1 6 の例では、送受信部 2 1 a は、V P N (Virtual Private Network : 仮想プライベートネットワーク) ルータ 4 1 a 及び V P N G W (Gateway) 4 2 を介して、クラウドネットワーク 4 3 に接続され、送受信部 2 1 b は、V P N ルータ 4 1 b 及び V P N G W 4 2 を介して、クラウドネットワーク 4 3 に接続される。光ファイバセンシング装置 2 0 は、例えば、クラウドネットワーク 4 3 内の V P C (Virtual Private Cloud : 仮想プライベートクラウド) 4 4 に配置される。

20

【 0 0 9 4 】

< 実施の形態に係る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 1 7 を参照して、上述した実施の形態に係る光ファイバセンシング装置 2 0 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 】

図 1 7 に示されるように、コンピュータ 5 0 は、プロセッサ 5 0 1、メモリ 5 0 2、ストレージ 5 0 3、入出力インタフェース (入出力 I / F) 5 0 4、及び通信インタフェース (通信 I / F) 5 0 5 等を備える。プロセッサ 5 0 1、メモリ 5 0 2、ストレージ 5 0 3、入出力インタフェース 5 0 4、及び通信インタフェース 5 0 5 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。

30

【 0 0 9 6 】

プロセッサ 5 0 1 は、例えば C P U (Central Processing Unit) や G P U (Graphics Processing Unit) 等の演算処理装置である。メモリ 5 0 2 は、例えば R A M (Random Access Memory) や R O M (Read Only Memory) 等のメモリである。ストレージ 5 0 3 は、例えば H D D (Hard Disk Drive)、S S D (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 5 0 3 は、R A M や R O M 等のメモリであっても良い。

【 0 0 9 7 】

ストレージ 5 0 3 は、光ファイバセンシング装置 2 0 が備える構成要素 (送受信部 2 1 , 2 1 a , 2 1 b、特定部 2 2、及び提供部 2 3) 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 5 0 1 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 2 0 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 5 0 1 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 5 0 2 上に読み出してから実行しても良いし、メモリ 5 0 2 上に読み出さずに実行しても良い。また、メモリ 5 0 2 やストレージ 5 0 3 は、光ファイバセンシング装置 2 0 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。

40

【 0 0 9 8 】

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-

50

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。

10

【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。

20

【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。

例えば、上述した実施の形態は、一部又は全部を相互に組み合わせ用いても良い。

30

【0102】

また、上述した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)

第 1 の監視対象に関する第 1 のセンシング情報及び第 2 の監視対象に関する第 2 のセンシング情報を検出する光ファイバネットワークと、

前記光ファイバネットワークからの光信号を受信する受信部と、

前記光信号に重畳された前記第 1 のセンシング情報に基づいて前記第 1 の監視対象を特定し、前記光信号に重畳された前記第 2 のセンシング情報に基づいて前記第 2 の監視対象を特定する特定部と、

40

前記特定部が特定した前記第 1 の監視対象に関する情報及び前記第 2 の監視対象に関する情報をサービス提供先に提供する提供部と、

を備える、光ファイバセンシングシステム。

(付記 2)

前記提供部は、

前記特定部が特定した前記第 1 の監視対象に関する情報を第 1 のサービス提供先に提供し、

前記特定部が特定した前記第 2 の監視対象に関する情報を第 2 のサービス提供先に提供する、

付記 1 に記載の光ファイバセンシングシステム。

50

(付記 3)

前記特定部は、

前記第 1 のサービス提供先に応じた解析機能を用いて、前記第 1 のセンシング情報に基づいて前記第 1 の監視対象を特定し、

前記第 2 のサービス提供先に応じた解析機能を用いて、前記第 2 のセンシング情報に基づいて前記第 2 の監視対象を特定する、

付記 2 に記載の光ファイバセンシングシステム。

(付記 4)

前記第 1 のサービス提供先に提供する前記第 1 の監視対象に関する情報と、前記第 2 のサービス提供先に提供する前記第 2 の監視対象に関する情報と、は、互いに関連する情報である、

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 5)

複数の前記光ファイバネットワークを備え、

前記特定部は、

複数の前記光ファイバネットワークのいずれかからの前記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 の監視対象を特定し、

複数の前記光ファイバネットワークのいずれかからの前記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 の監視対象を特定する、

付記 1 から 4 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 6)

前記特定部は、

前記第 1 のセンシング情報に含まれる、前記第 1 の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、前記第 1 の監視対象を特定し、

前記第 2 のセンシング情報に含まれる、前記第 2 の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、前記第 2 の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、

第 1 の監視対象に関する第 1 のセンシング情報及び第 2 の監視対象に関する第 2 のセンシング情報を検出する光ファイバネットワークからの光信号を受信する受信ステップと、

前記光信号に重畳された前記第 1 のセンシング情報に基づいて前記第 1 の監視対象を特定し、前記光信号に重畳された前記第 2 のセンシング情報に基づいて前記第 2 の監視対象を特定する特定ステップと、

前記特定ステップで特定した前記第 1 の監視対象に関する情報及び前記第 2 の監視対象に関する情報をサービス提供先に提供する提供ステップと、

を含む、光ファイバセンシング方法。

(付記 9)

前記提供ステップでは、

前記特定ステップで特定した前記第 1 の監視対象に関する情報を第 1 のサービス提供先に提供し、

前記特定ステップで特定した前記第 2 の監視対象に関する情報を第 2 のサービス提供先に提供する、

付記 8 に記載の光ファイバセンシング方法。

(付記 10)

前記特定ステップでは、

10

20

30

40

50

前記第 1 のサービス提供先に応じた解析機能を用いて、前記第 1 のセンシング情報に基づいて前記第 1 の監視対象を特定し、

前記第 2 のサービス提供先に応じた解析機能を用いて、前記第 2 のセンシング情報に基づいて前記第 2 の監視対象を特定する、

付記 9 に記載の光ファイバセンシング方法。

(付記 1 1)

前記第 1 のサービス提供先に提供する前記第 1 の監視対象に関する情報と、前記第 2 のサービス提供先に提供する前記第 2 の監視対象に関する情報と、は、互いに関連する情報である、

付記 9 又は 1 0 に記載の光ファイバセンシング方法。

(付記 1 2)

前記光ファイバセンシングシステムには、複数の前記光ファイバネットワークが設けられており

前記特定ステップでは、

複数の前記光ファイバネットワークのいずれかからの前記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 の監視対象を特定し、

複数の前記光ファイバネットワークのいずれかからの前記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 の監視対象を特定する、

付記 8 から 1 1 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 1 3)

前記特定ステップでは、

前記第 1 のセンシング情報に含まれる、前記第 1 の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、前記第 1 の監視対象を特定し、

前記第 2 のセンシング情報に含まれる、前記第 2 の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、前記第 2 の監視対象を特定する、

付記 8 から 1 2 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 1 4)

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、

付記 8 から 1 3 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 1 5)

第 1 の監視対象に関する第 1 のセンシング情報及び第 2 の監視対象に関する第 2 のセンシング情報を検出する光ファイバネットワークからの光信号を受信する受信部と、

前記光信号に重畳された前記第 1 のセンシング情報に基づいて前記第 1 の監視対象を特定し、前記光信号に重畳された前記第 2 のセンシング情報に基づいて前記第 2 の監視対象を特定する特定部と、

前記特定部が特定した前記第 1 の監視対象に関する情報及び前記第 2 の監視対象に関する情報をサービス提供先に提供する提供部と、

を備える、光ファイバセンシング装置。

(付記 1 6)

前記提供部は、

前記特定部が特定した前記第 1 の監視対象に関する情報を第 1 のサービス提供先に提供し、

前記特定部が特定した前記第 2 の監視対象に関する情報を第 2 のサービス提供先に提供する、

付記 1 5 に記載の光ファイバセンシング装置。

(付記 1 7)

前記特定部は、

前記第 1 のサービス提供先に応じた解析機能を用いて、前記第 1 のセンシング情報に基づいて前記第 1 の監視対象を特定し、

10

20

30

40

50

前記第 2 のサービス提供先に応じた解析機能を用いて、前記第 2 のセンシング情報に基づいて前記第 2 の監視対象を特定する、

付記 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 のサービス提供先に提供する前記第 1 の監視対象に関する情報と、前記第 2 のサービス提供先に提供する前記第 2 の監視対象に関する情報と、は、互いに関連する情報である、

付記 1 6 又は 1 7 に記載の光ファイバセンシング装置。

(付記 1 9)

複数の前記光ファイバネットワークが設けられており、

前記特定部は、

複数の前記光ファイバネットワークのいずれかからの前記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 の監視対象を特定し、

複数の前記光ファイバネットワークのいずれかからの前記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 の監視対象を特定する、

付記 1 5 から 1 8 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 2 0)

前記特定部は、

前記第 1 のセンシング情報に含まれる、前記第 1 の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、前記第 1 の監視対象を特定し、

前記第 2 のセンシング情報に含まれる、前記第 2 の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、前記第 2 の監視対象を特定する、

付記 1 5 から 1 9 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 2 1)

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 5 から 2 0 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】

【 0 1 0 3 】

1 0 , 1 0 a , 1 0 b 光ファイバネットワーク

1 1 , 1 1 a , 1 1 b センシング用光ファイバ

2 0 光ファイバセンシング装置

2 1 , 2 1 a , 2 1 b 送受信部

2 2 特定部

2 3 提供部

2 4 ポリシ D B

2 5 取得部

3 0 A , 3 0 B サービス提供先

3 0 C モビリティサービスプロバイダ

3 0 D 自動車メーカー

3 0 E 保険会社

3 0 F 道路公団

4 1 a , 4 1 b V P N ルータ

4 2 V P N G W

4 3 クラウドネットワーク

4 4 V P C

5 0 コンピュータ

5 0 1 プロセッサ

5 0 2 メモリ

5 0 3 ストレージ

10

20

30

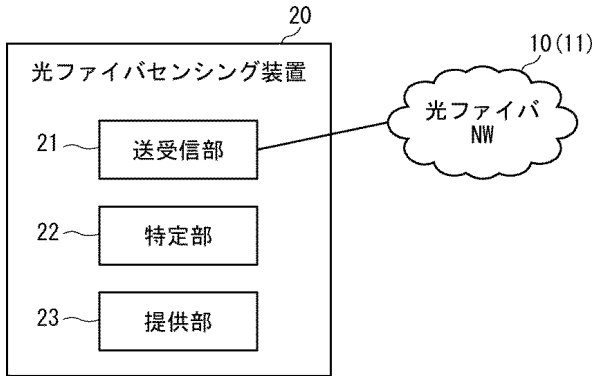
40

50

- 5 0 4 入出力インタフェース
- 5 0 4 1 表示装置
- 5 0 4 2 入力装置
- 5 0 4 3 音出力装置
- 5 0 5 通信インタフェース

【図面】

【図 1】



【図 2】

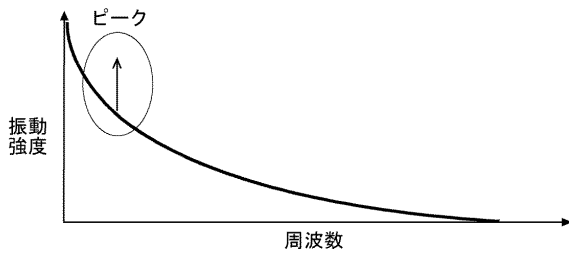
光ファイバセンシング装置からの距離	領域
a~b km	A
b~c km	B
c~d km	C
d~e km	D
:	:

10

20

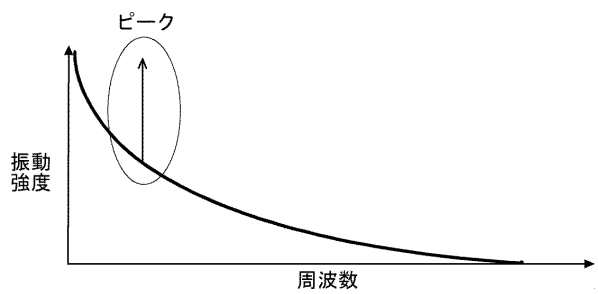
【図 3】

[正常時の電柱]



【図 4】

[劣化している電柱]

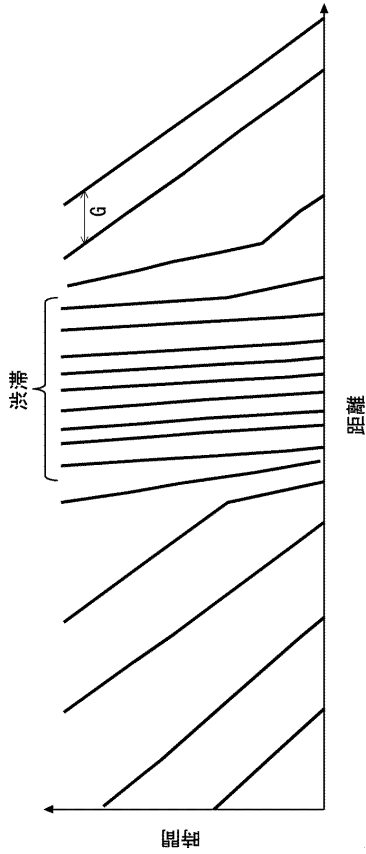


30

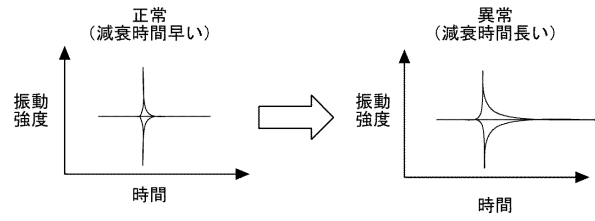
40

50

【図5】



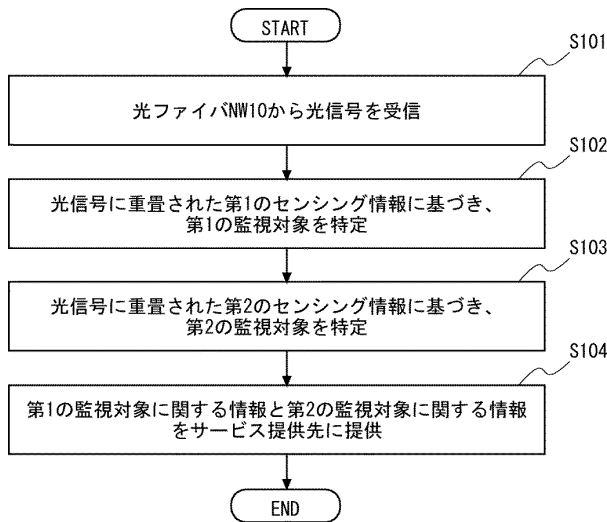
【図6】



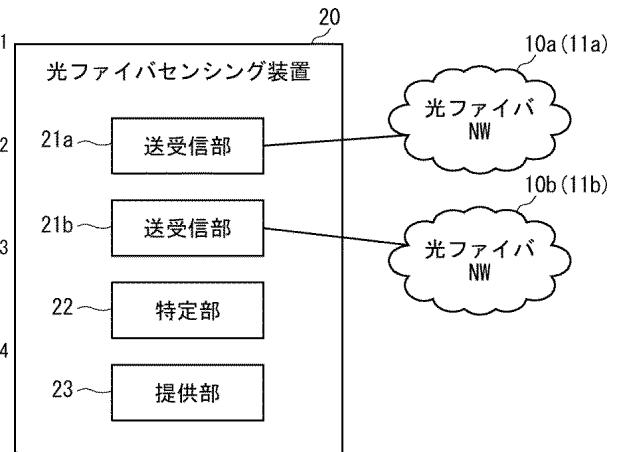
10

20

【図7】



【図8】

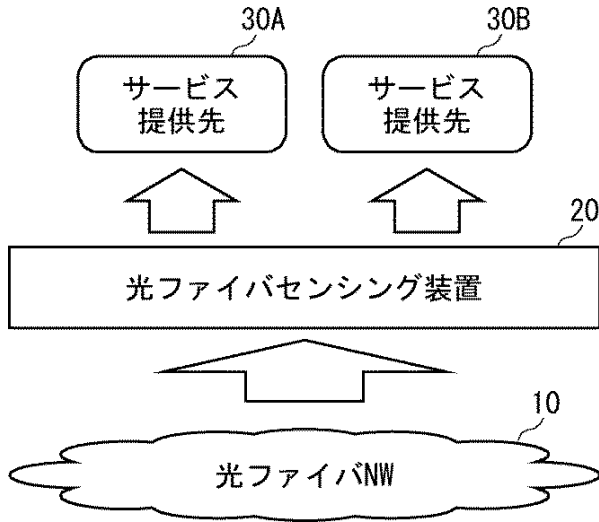


30

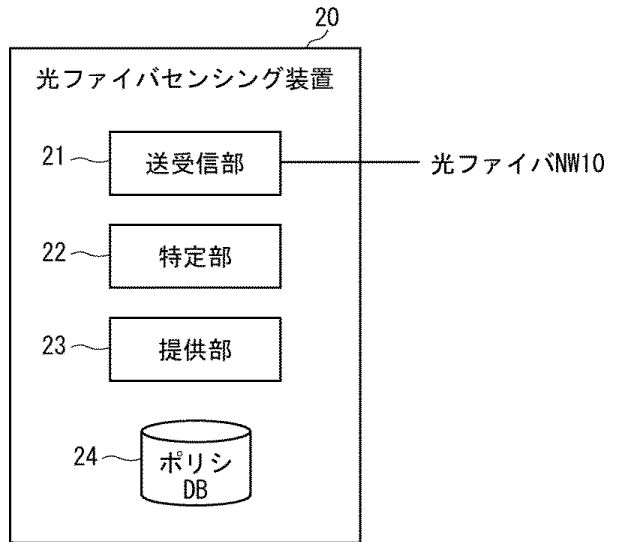
40

50

【図9】



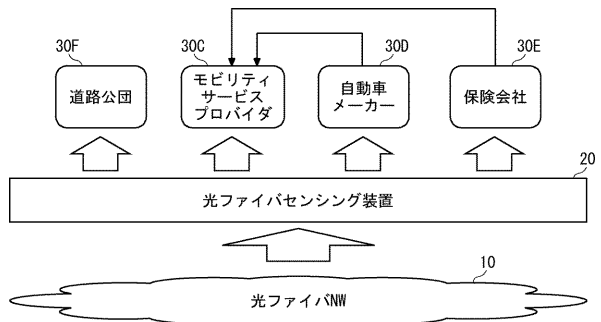
【図10】



【図11】

サービス提供先	ポリシー
30A	監視対象x
30B	監視対象y

【図12】



10

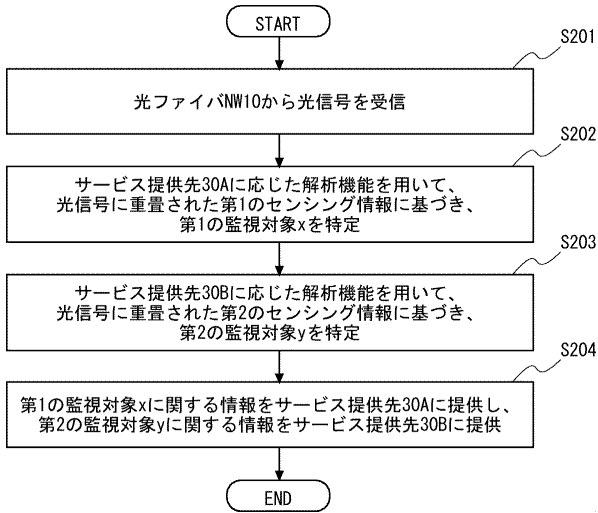
20

30

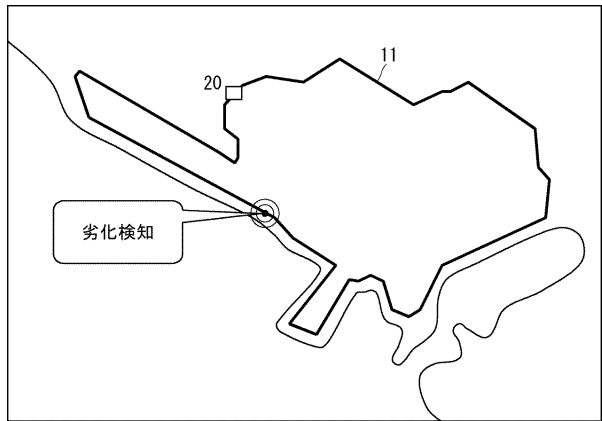
40

50

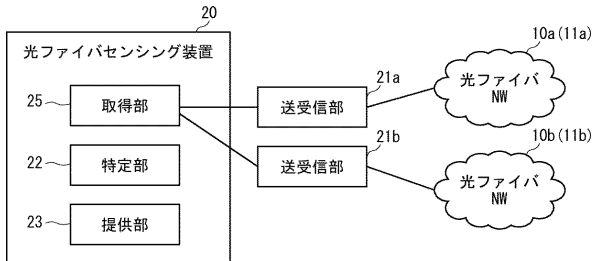
【図13】



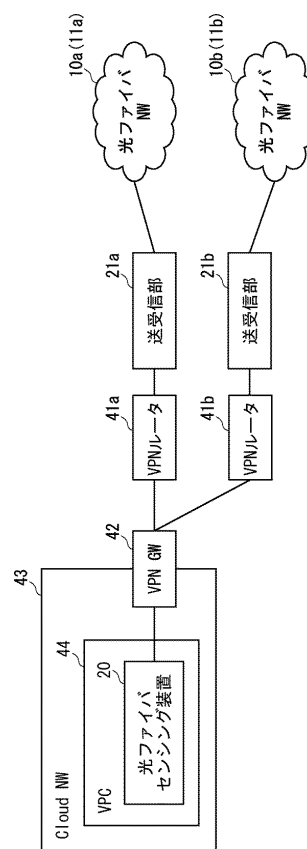
【図14】



【図15】



【図16】



10

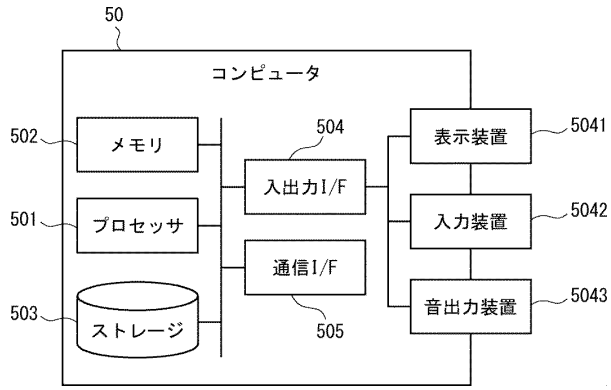
20

30

40

50

【図 17】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

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 佐々木 創太郎

- (56)参考文献 特開2007-198973(JP,A)
特開2013-253831(JP,A)
米国特許出願公開第2017/0176243(US,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01H 1/00-17/00
G01M 11/02