

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7197020号  
(P7197020)

(45)発行日 令和4年12月27日(2022.12.27)

(24)登録日 令和4年12月19日(2022.12.19)

(51)国際特許分類

G 0 1 D 5/353(2006.01)  
G 0 1 R 31/08 (2020.01)

F I

G 0 1 D 5/353  
G 0 1 R 31/08

A

請求項の数 9 (全21頁)

(21)出願番号 特願2021-539181(P2021-539181)  
 (86)(22)出願日 令和2年7月20日(2020.7.20)  
 (86)国際出願番号 PCT/JP2020/028009  
 (87)国際公開番号 WO2021/029186  
 (87)国際公開日 令和3年2月18日(2021.2.18)  
 審査請求日 令和4年1月19日(2022.1.19)  
 (31)優先権主張番号 特願2019-148297(P2019-148297)  
 (32)優先日 令和1年8月13日(2019.8.13)  
 (33)優先権主張国・地域又は機関  
日本国(JP)

(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  
 (74)代理人 100103894  
 弁理士 家入 健  
 依田 幸英  
 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気  
 株式会社内  
 小倉 直人  
 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気  
 株式会社内  
 (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  
 (72)発明者 森 雅之  
 審査官

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機器、及び停電検出方法

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

光ファイバと、

前記光ファイバの近傍の環境の状態を示す環境パターンを含む光信号を、前記光ファイバから受信する受信部と、

前記環境パターンの変化に基づいて、停電の発生を検出する検出部と、

を備え、

前記検出部は、前記光ファイバの近傍の電子機器の作動による振動を示すパターンを前記環境パターンが含まない場合に、停電が発生したと判断する、

光ファイバセンシングシステム。

## 【請求項2】

前記検出部は、前記環境パターンが所定のパターンを含まないパターンに変化した場合、停電が発生したと判断する、

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】

光ファイバの近傍の環境の状態を示す環境パターンを含む光信号を、前記光ファイバから受信する受信部と、

前記環境パターンの変化に基づいて、停電の発生を検出する検出部と、

を備え、

前記検出部は、前記光ファイバの近傍の電子機器の作動による振動を示すパターンを前

10

20

記環境パターンが含まない場合に、停電が発生したと判断する、

光ファイバセンシング機器。

**【請求項 4】**

前記検出部は、前記環境パターンが所定のパターンを含まないパターンに変化した場合、停電が発生したと判断する、

請求項 3 に記載の光ファイバセンシング機器。

**【請求項 5】**

前記検出部は、前記環境パターンが変化した位置に基づいて、停電が発生した位置を特定する、

請求項 3 又は 4 に記載の光ファイバセンシング機器。

10

**【請求項 6】**

前記検出部は、前記光ファイバにおける区間の各々に対応付けられた複数の領域のうち、前記環境パターンが変化した位置を含む区間に対応付けられた領域を、停電が発生した領域として特定する、

請求項 5 に記載の光ファイバセンシング機器。

**【請求項 7】**

停電が発生した位置及び領域の少なくとも一方を示す情報を、地図情報上に重畠して表示部に表示させる報知部、

をさらに備える、請求項 6 に記載の光ファイバセンシング機器。

20

**【請求項 8】**

前記検出部は、前記光ファイバの温度の変化に基づいて前記環境パターンが変化している場合に、停電が発生したと判断する、

請求項 3 から 7 のいずれか 1 項に記載の光ファイバセンシング機器。

**【請求項 9】**

光ファイバセンシングシステムによる停電検出方法であって、

光ファイバの近傍の環境の状態を示す環境パターンを含む光信号を、前記光ファイバから受信する受信ステップと、

前記環境パターンの変化に基づいて、停電の発生を検出する検出ステップと、

を含み、

前記検出ステップでは、前記光ファイバの近傍の電子機器の作動による振動を示すパターンを前記環境パターンが含まない場合に、停電が発生したと判断する、

30

停電検出方法。

**【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、光ファイバセンシング機器、及び停電検出方法に関する。

**【背景技術】**

**【0002】**

地震等の災害が発生した場合には、様々な被害が生じるおそれがある。また、被害が生じた場合には、被害前の状態に復旧する必要があるため、災害が発生した範囲において、被害が実際に発生しているかどうかを検出する必要がある。例えば、特許文献 1 には、光ファイバをセンサとして使用して、河川堤防の決壊を検出する技術が記載されている。

40

**【先行技術文献】**

**【特許文献】**

**【0003】**

【文献】特開 2001-249035 号公報

**【発明の概要】**

**【発明が解決しようとする課題】**

**【0004】**

50

ところで、災害が発生した場合には、停電が生じるおそれもある。停電が発生した場合には、復旧する必要があるが、停電の発生の有無を実際に把握することは困難であった。

【0005】

そこで本開示の目的は、上述した課題を解決し、災害発生時に停電を検出することができる光ファイバセンシングシステム、光ファイバセンシング機器、及び停電検出方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

一態様による光ファイバセンシングシステムは、

光ファイバと、

前記光ファイバの近傍の環境の状態を示す環境パターンを含む光信号を、前記光ファイバから受信する受信部と、

前記環境パターンの変化に基づいて、停電の発生を検出する検出部と、  
を備える。

【0007】

一態様による光ファイバセンシング機器は、

光ファイバの近傍の環境の状態を示す環境パターンを含む光信号を、前記光ファイバから受信する受信部と、

前記環境パターンの変化に基づいて、停電の発生を検出する検出部と、  
を備える。

【0008】

一態様による停電検出方法は、

光ファイバセンシングシステムによる停電検出方法であって、

光ファイバの近傍の環境の状態を示す環境パターンを含む光信号を、前記光ファイバから受信する受信ステップと、

前記環境パターンの変化に基づいて、停電の発生を検出する検出ステップと、  
を含む。

【発明の効果】

【0009】

上述の態様によれば、災害発生時に停電を検出できる光ファイバセンシングシステム、光ファイバセンシング機器、及び停電検出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に係る検出部が停電の発生を検出する方法の例を示す図である。

【図3】実施の形態1に係る検出部が停電の発生を検出する方法の例を示す図である。

【図4】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5】実施の形態2に係る検出部が停電発生領域を特定する方法の例を示す図である。

【図6】実施の形態2に係る検出部が、図5の方法を行う場合に記憶する対応テーブルの例を示す図である。

【図7】実施の形態2に係る検出部が停電発生領域を特定する方法の例を示す図である。

【図8】実施の形態2に係る検出部が、図7の方法を行う場合に記憶する対応テーブルの例を示す図である。

【図9】実施の形態2に係る検出部が停電発生領域を特定する方法の例を示す図である。

【図10】実施の形態2に係る検出部が、図9の方法を行う場合に記憶する対応テーブルの例を示す図である。

【図11】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12】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。

10

20

30

40

50

【図13】実施の形態3に係る報知部が表示部に表示させるGUI画面の例を示す図である。

【図14】実施の形態3に係る報知部が表示部に表示させるGUI画面の例を示す図である。

【図15】実施の形態3に係る報知部が表示部に表示させるGUI画面の例を示す図である。

【図16】実施の形態3に係る報知部が表示部に表示させるGUI画面の例を示す図である。

【図17】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。

10

【図18】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19】実施の形態に係る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】

20

<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及び光ファイバセンシング機器20を備えている。また、光ファイバセンシング機器20は、受信部21及び検出部22を備えている。

【0014】

30

光ファイバ10は、一端が光ファイバセンシング機器20に接続される。光ファイバ10は、センシング専用の光ファイバでも良いし、通信及びセンシング兼用の光ファイバでも良い。なお、光ファイバ10が通信及びセンシング兼用の光ファイバである場合には、センシング用の光信号をフィルタで分波し、センシング用の光信号のみを光ファイバセンシング機器20で受信できるようにする。

【0015】

受信部21は、光ファイバ10から光信号（センシング用の光信号。以下、同じ）を受信する。例えば、受信部21は、光ファイバ10にパルス光を入射し、その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後方散乱光を、光信号として受信する。又は、受信部21は、光ファイバセンシング機器20に対向して配置された装置が光ファイバ10に入射したパルス光を、光信号として受信する。

【0016】

40

ここで、光ファイバ10の近傍には電子機器30が配置されている。電子機器30は、停電時に作動状態が変化する機器である。例えば、電子機器30は、停電時以外は作動し、停電時には作動を停止する機器である。停電時以外は作動する電子機器30の例としては、冷蔵庫、空調設備、工場設備等が考えられるが、これには限定されない。又は、電子機器30は、停電時以外は作動を停止し、停電時に作動する機器である。停電時に作動する電子機器30の例としては、非常用電源等が考えられるが、これには限定されない。

【0017】

上述のような電子機器30が光ファイバ10の近傍に配置されている場合、停電時には、光ファイバ10の近傍の環境の状態が変化する。

例えば、停電時以外は作動する電子機器30は、停電時には作動を停止する。すると、

50

光ファイバ10の近傍では、電子機器30の作動の停止に起因して、振動（音を含む。以下、同じ）の停止、温度の低下又は上昇、温度分布の均一化等の環境の変化が発生する。

また、停電時以外は作動を停止する電子機器30は、停電時には作動する。すると、光ファイバ10の近傍では、電子機器30の作動に起因して、振動の発生、温度の上昇、温度分布の偏り等の環境の変化が発生する。

#### 【0018】

光ファイバ10の近傍で振動変化及び温度変化の少なくとも一方が発生すると、光ファイバ10を伝送される光信号は、光ファイバ10の近傍で発生した振動変化及び温度変化の少なくとも一方に応じて波長が変化する。そのため、受信部21が受信した光信号は、光ファイバ10の近傍の振動及び温度といった環境の状態を示す環境パターンを含むことになる。なお、この環境パターンは、光ファイバ10の近傍の振動及び温度の少なくとも一方の状態を示すものであれば良い。

10

#### 【0019】

そのため、検出部22は、受信部21が受信した光信号に含まれる環境パターンの変化を分析することにより、光ファイバ10の近傍において、環境の状態が変化したこと、すなわち、停電が発生したことを検出することが可能となる。

#### 【0020】

そこで本実施の形態1においては、検出部22は、受信部21が受信した光信号に含まれる環境パターンの変化に基づいて、停電の発生を検出することとする。

20

#### 【0021】

なお、検出部22は、受信部21が受信した光信号に基づいて、環境パターンが変化した位置（光ファイバセンシング機器20からの光ファイバ10の距離）を特定することも可能である。例えば、受信部21が光ファイバ10から後方散乱光を光信号として受信する構成である場合、検出部22は、受信部21が光ファイバ10にパルス光を入射した時刻と、変化した環境パターンを含む光信号を受信した時刻と、の時間差に基づいて、環境パターンが変化した位置を特定可能である。又は、検出部22は、光ファイバセンシング機器20からの光ファイバ10の距離毎に、その距離で検出した振動であって、変化した環境パターンを含む振動の強度を比較し、振動の強度が最も大きい距離にある位置を、環境パターンが変化した位置として特定可能である。また、検出部22は、変化した環境パターンを含む光信号の強度に基づいて、環境パターンが変化した位置を特定可能である。例えば、検出部22は、受信した光信号の強度が小さいほど、受信部21から遠い位置を環境パターンが変化した位置として特定する。

30

#### 【0022】

以下では、検出部22において、受信部21が受信した光信号に含まれる環境パターンの変化に基づいて、停電の発生を検出する方法の例について説明する。

#### 【0023】

##### (A1) 方法A1

まず、方法A1について説明する。

方法A1においては、受信部21が光ファイバ10から後方散乱光を光信号として受信する構成であるものとし、受信部21がパルス光を入射した時刻と、そのパルス光に対する後方散乱光を光信号として受信部21が受信した時刻と、の時間差を  $t$  とする。

40

#### 【0024】

受信部21は、時刻  $t_1, t_2$  において、光ファイバ10にパルス光を入射し、時刻  $t_1 + t, t_2 + t$  において、光ファイバ10から光信号を受信する。

検出部22は、受信部21が時刻  $t_1 + t, t_2 + t$  において受信した光信号の波形パターンを比較し、波形パターンの変化が、光ファイバ10の近傍の停電に起因する環境の変化を示す場合に、環境パターンが変化し、停電が発生したと判断する。検出部22は、環境パターンの変化量から、振動の変化量及び温度の変化量の少なくとも一方を検知できる。

#### 【0025】

50

## (A 2) 方法 A 2

続いて、方法 A 2 について説明する。

方法 A 2 においては、検出部 2 2 は、光信号の波形パターンを予め記憶しておく。このとき、例えば、電子機器 3 0 が停電時以外は作動する機器であれば、検出部 2 2 は、電子機器 3 0 が作動しているときの光信号の波形パターンを予め記憶しておく。電子機器 3 0 が作動しているときの光信号の波形パターンは、例えば電子機器 3 0 の作動によって生じる振動、又は電子機器 3 0 の温度調節機能によって調整された温度等に対応している。

一方、電子機器 3 0 が停電時に作動する機器であれば、検出部 2 2 は、電子機器 3 0 が作動を停止しているときの光信号の波形パターンを予め記憶しておく。

## 【0026】

10

検出部 2 2 は、受信部 2 1 が受信した光信号の波形パターンを、予め記憶している波形パターンと比較し、予め記憶している波形パターンを含まないパターンに変化した場合、環境パターンが変化し、停電が発生したと判断する。検出部 2 2 は、環境パターンの変化量から、振動の変化量及び温度の変化量の少なくとも一方を検知できる。

## 【0027】

## (A 3) 方法 A 3

20

続いて、方法 A 3 について説明する。

方法 A 3 は、光ファイバ 1 0 の近傍に空調設備である電子機器 3 0 が配置されている例である。ここでは、電子機器 3 0 は、温度調節機能により、光ファイバの近傍の温度を一定に保つことが出来る。電子機器 3 0 の作動が停止すると、電子機器 3 0 から光ファイバ 1 0 に伝達していた振動が止み、且つ温度調節が停止する。また、電子機器 3 0 は、停電が発生していない場合であっても、温度調節が不要な場合は停止させられる。

## 【0028】

30

方法 A 3 において、検出部 2 2 は、環境パターンに含まれる光ファイバの振動の変化及び温度に基づいて、停電を検出する。具体的には、検出部 2 2 は、電子機器 3 0 の作動の停止に伴う振動の停止を検知した場合であって、温度の変化量が所定の範囲以上である場合に停電が発生したと判断する。一方で、検出部 2 2 は、電子機器 3 0 の作動の停止に伴う振動の停止を検知した場合であっても、温度の変化量が所定の範囲未満である場合は、温度調節が不要な為に電子機器 3 0 が停止させられたと判断し、停電が発生したとは判断しない。

## 【0029】

なお、方法 A 3 において、振動の停止の検知及び温度の変化量の検知には、例えば、前述の方法 A 1 及び A 2 の少なくとも一方を用いる。

この際、検出部 2 2 は、振動の変化によって環境パターンが変化した位置と、温度の変化によって環境パターンが変化した位置と、が一致した場合に、停電が発生したと判断しても良い。

方法 A 3 において、検出部 2 2 は、振動の変化及び温度の変化の両方に基づいて停電を検出している為、より正確に停電を検出できる。

## 【0030】

40

## (A 4) 方法 A 4

続いて、方法 A 4 について説明する。

方法 A 4 は、光ファイバ 1 0 の近傍に複数の電子機器 3 0 が配置されている例である。ここでは、図 2 に示されるように、光ファイバ 1 0 の近傍には、冷蔵庫である電子機器 3 0 a、空調設備である電子機器 3 0 b、及び、生産装置である電子機器 3 0 c の 3 つの電子機器 3 0 が配置されている場合を例に挙げる。

## 【0031】

方法 A 4 においては、まず、検出部 2 2 は、光ファイバ 1 0 の近傍に配置された 3 つの電子機器 3 0 a ~ 3 0 c の各々の環境パターンが変化したか否かを判断する。なお、環境パターンが変化した場合に、環境パターンが変化した電子機器 3 0 a ~ 3 0 c の位置（光ファイバセンシング機器 2 0 からの光ファイバ 1 0 の距離）を特定する方法は、上述の通

50

りである。

【0032】

そして、検出部22は、3つの環境パターンの変化が所定の条件を満たす場合、停電が発生したと判断する。

例えば、検出部22は、3つの環境パターンのうち所定の数（例えば、2つ）以上又は所定の割合（例えば、50%）以上の環境パターンが変化した場合、停電が発生したと判断する。

又は、検出部22は、3つの環境パターンの全てが変化した場合、停電が発生したと判断する。

【0033】

又は、検出部22は、電子機器30a～30cのうち優先度の高い電子機器30の環境パターンが変化した場合、停電が発生したと判断する。例えば、電子機器30b, 30cは、それぞれ、空調設備、生産装置であるため、停電時以外にも、作動を停止する可能性がある。例えば、生産装置は、工場等の稼働時間の終了によって作動が停止させられる。その一方、冷蔵庫である電子機器30aは、停電時以外に、作動を停止する可能性は低いため、優先度を高くする。この場合、検出部22は、優先度が高い電子機器30aの環境パターンが変化していれば、電子機器30b, 30cのいずれかの環境パターンが変化していなくても、停電が発生したと判断する。逆に、検出部22は、電子機器30b, 30cのいずれかの環境パターンが変化していても、優先度が高い電子機器30aの環境パターンが変化していなければ、停電が発生したとは判断しない。

10

【0034】

以上の通り、方法A4は、光ファイバ10の近傍に配置された複数の電子機器30の各々の環境パターンの変化が所定の条件を満たすか否かで、停電の発生を検出するため、1つの電子機器30の環境パターンの変化に基づいて停電の発生を検出する方法と比較して、より高精度に停電の発生を検出できる。

20

【0035】

なお、上述のように、空調設備及び生産装置等の電子機器は、停電時以外にも、作動を停止する可能性がある。そのため、このような電子機器は、作動している時間帯に限定して、電子機器30として使用しても良い。これ以外の時間帯は、停電時以外に作動を停止する可能性が低い冷蔵庫等の電子機器、又は、停電時に作動する非常用電源等の電子機器を、電子機器30として使用すれば良い。

30

【0036】

(A5) 方法A5

続いて、方法A5について説明する。

方法A5は、光ファイバ10の近傍に、停電時に作動する電子機器30と、停電時以外に作動する電子機器30と、が配置されている例である。ここでは、図3に示されるように、光ファイバ10の近傍には、停電時に作動する電子機器30として、非常用電源である電子機器30bが配置され、停電時以外に作動する電子機器30として、冷蔵庫である電子機器30aが配置されている場合を例に挙げる。

【0037】

方法A5においては、検出部22は、光ファイバ10の近傍に配置された、非常用電源である電子機器30bの環境パターンが変化したか否かを判断し、環境パターンが変化した場合、停電が発生したと判断する。

40

【0038】

また、停電の発生により電子機器30bが作動すると、電子機器30bから、冷蔵庫である電子機器30aに電源が供給される。そのため、電子機器30aの環境パターンは、停電の発生により一時的に変化するが、その後、元のパターンに戻る。

【0039】

そのため、検出部22は、非常用電源である電子機器30bから、冷蔵庫である電子機器30aへ、電源供給が正常に行われていると判断する。

50

よって、検出部 22 は、停電が発生したことを判断できるだけでなく、非常用電源である電子機器 30b からの電源供給が正常に行われていることも判断できる。

#### 【0040】

続いて、図 4 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。

図 4 に示されるように、受信部 21 は、光ファイバ 10 の近傍の環境の状態を示す環境パターンを含む光信号を、光ファイバ 10 から受信する（ステップ S11）。

#### 【0041】

続いて、検出部 22 は、受信部 21 が受信した光信号に含まれる環境パターンの変化に基づいて、停電の発生を検出する（ステップ S12）。この検出は、例えば、上述した方法 A1～A5 のいずれかを利用して、行えば良い。

10

#### 【0042】

上述したように本実施の形態 1 によれば、光ファイバ 10 の近傍の環境の状態を示す環境パターンを含む光信号を、光ファイバ 10 から受信する。検出部 22 は、光信号に含まれる環境パターンの変化に基づいて、停電の発生を検出する。これにより、災害発生時に停電を検出することができる。

#### 【0043】

##### <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、構成自体は上述した実施の形態 2 の構成と同様であるが、検出部 22 の機能を拡張している。

20

#### 【0044】

検出部 22 は、上述したように、受信部 21 が受信した光信号に基づいて、環境パターンが変化した位置（光ファイバセンシング機器 20 からの光ファイバ 10 の距離）を特定することが可能である。

#### 【0045】

そこで、検出部 22 は、停電が発生したと判断した場合、環境パターンが変化した位置に基づいて、停電が発生した位置である停電発生位置及び停電が発生した領域である停電発生領域を特定する。

#### 【0046】

検出部 22 は、停電発生位置については、環境パターンが変化した位置を停電発生位置として特定する。

30

そこで、以下では、検出部 22 において、環境パターンが変化した位置に基づいて、停電発生領域を特定する方法の例について説明する。

#### 【0047】

##### (B1) 方法 B1

まず、方法 B1 について、図 5 及び図 6 を参照して説明する。

図 5 の例では、光ファイバ 10 が敷設されている領域が、4 つの領域 A～D に区分されている。また、領域 A～D には、電子機器 30a～30d がそれぞれ配置されている。

#### 【0048】

図 5 の例の場合、検出部 22 は、図 6 に示されるように、光ファイバセンシング機器 20 からの光ファイバ 10 の距離と、その距離に相当する領域と、を対応付けた対応テーブルを予め記憶しておく。

40

#### 【0049】

例えば、電子機器 30a の環境パターンが変化した場合、光ファイバセンシング機器 20 から、環境パターンが変化した位置までの光ファイバ 10 の距離は、A～B [km] の範囲内になる。この場合、検出部 22 は、図 6 の対応テーブルを参照して、領域 A を停電発生領域として特定する。

#### 【0050】

##### (B2) 方法 B2

続いて、方法 B2 について、図 7 及び図 8 を参照して説明する。

50

区分する領域の単位は任意で良い。方法 B 2 は、例えば、図 7 に示されるように、建物単位で領域を区分する例である。

【 0 0 5 1 】

図 7 の例では、光ファイバ 1 0 が敷設されている領域が、3 つの建物 A ~ C に区分されている。また、建物 A には、電子機器 3 0 a , 3 0 b が配置され、建物 B には、電子機器 3 0 c が配置され、建物 C には、電子機器 3 0 d が配置されている。図 7 の例の場合の対応テーブルの例を図 8 に示す。

【 0 0 5 2 】

なお、図 7 の例では、建物 A には、2 つの電子機器 3 0 a , 3 0 b が配置されている。ここで、検出部 2 2 は、建物 A に2つの電子機器 3 0 a , 3 0 b が配置されていることを事前に把握していることとする。そのため、建物 A における停電の発生を検出するに際にしては、検出部 2 2 は、上述の方法 A 3 を利用する。すなわち、検出部 2 2 は、2 つの電子機器 3 0 a , 3 0 b の各々の環境パターンが変化したか否かを判断し、2 つの環境パターンの変化が所定の条件を満たす場合に、停電が発生したと判断する。

10

【 0 0 5 3 】

( B 3 ) 方法 B 3

続いて、方法 B 3 について、図 9 及び図 1 0 を参照して説明する。

上述した方法 B 1 , B 2 は、光ファイバ 1 0 が直線状に敷設される例であった。方法 B 3 は、例えば、図 9 に示されるように、光ファイバ 1 0 が、途中で曲げられたり、折り返されたりしながら、敷設される例である。図 9 の例の場合の対応テーブルの例を図 1 0 に示す。なお、方法 B 3 は、光ファイバ 1 0 の敷設方法が上述した方法 B 1 , B 2 とは異なるが、停電発生領域を特定する方法自体は、上述した方法 B 1 , B 2 と同様で良い。

20

【 0 0 5 4 】

続いて、図 1 1 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。

図 1 1 に示されるように、まず、図 4 のステップ S 1 1 ~ S 1 2 と同様のステップ S 2 1 ~ S 2 2 が行われる。

【 0 0 5 5 】

検出部 2 2 は、ステップ S 2 2 で停電が発生したと判断した場合 (ステップ S 2 2 の Y e s ) 、続いて、環境パターンが変化した位置を特定し、さらに、環境パターンが変化した位置に基づいて、停電発生位置及び停電発生領域を特定する (ステップ S 2 3 ) 。例えば、停電発生位置は、環境パターンが変化した位置として特定すれば良い。また、停電発生領域は、上述した方法 B 1 ~ B 3 のいずれかを利用して、特定すれば良い。

30

【 0 0 5 6 】

上述したように本実施の形態 2 によれば、検出部 2 2 は、停電が発生したと判断した場合、環境パターンが変化した位置に基づいて、停電発生位置及び停電発生領域を特定する。これにより、停電の発生を検出できるだけでなく、停電が発生した停電発生位置及び停電発生領域も検出することができる。

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 5 7 】

< 実施の形態 3 >

続いて、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構成例について説明する。なお、図 1 2 は、図 7 と同様に、光ファイバ 1 0 が敷設されている領域が3つの建物 A ~ C に区分されている場合の例である。

40

【 0 0 5 8 】

図 1 2 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、上述した実施の形態 1 , 2 の構成と比較して、表示部 4 0 が追加されている点と、光ファイバセンシング機器 2 0 に報知部 2 3 が追加されている点が異なる。

表示部 4 0 は、通信局舎、オペレーションセンター等に設置され、各種の情報を表示するディスプレイやモニター等である。

50

**【 0 0 5 9 】**

報知部 23 は、光ファイバ 10 が敷設された位置を示す情報と、地図情報と、を対応付けて予め記憶しておく。そして、検出部 22 が停電が発生したと判断した場合、報知部 23 は、検出部 22 が特定した停電発生位置及び停電発生領域の少なくとも一方の情報を地図情報上に重畠した G U I (Graphical User Interface) 画面を、表示部 40 に表示させる。

**【 0 0 6 0 】**

以下では、報知部 23 において、表示部 40 に表示させる G U I 画面の例について説明する。なお、以下で説明する G U I 画面における地図は、必要に応じて、拡大及び縮小することができるものとする。

10

**【 0 0 6 1 】****( C 1 ) G U I 画面 C 1**

図 13 に示されるように、G U I 画面 C 1 は、停電発生位置を地図上に重畠した画面となる。図 13 においては、停電発生位置は、地図上に黒丸で表されている。

**【 0 0 6 2 】****( C 2 ) G U I 画面 C 2**

図 14 に示されるように、G U I 画面 C 2 は、停電発生位置及び停電発生領域を地図上に重畠した画面となる。図 14 においては、停電発生位置は、地図上に黒丸で表されている。また、停電発生領域は、地図上に、停電発生位置を含む円として表されている。なお、図 14 においては、地図上に停電発生位置及び停電発生領域を重畠しているが、停電発生位置は重畠せず、停電発生領域のみを重畠しても良い。

20

**【 0 0 6 3 】****( C 3 ) G U I 画面 C 3**

図 15 に示されるように、G U I 画面 C 3 は、停電発生位置及び停電発生領域を地図上に重畠した画面となる。図 15 においては、市町村の区分等に応じて、地図が 5 つの領域 A ~ E に区分されている。また、停電発生位置は、地図上に黒丸で表されている。また、停電発生領域は領域 A, C ~ E となっている。ただし、このうち閾値以上の数の電子機器 30 で停電が検出された領域 A, D, E が、斜線により強調されて表されている。なお、領域 A ~ E 毎に、設置された電子機器 30 の数が異なるため、強調して表す領域を決定する閾値は、領域 A ~ E 毎に設定しても良い。また、全ての停電発生領域を強調して表しても良い。また、図 15 においては、地図上に停電発生位置及び停電発生領域を重畠しているが、停電発生位置は重畠せず、停電発生領域のみを重畠しても良い。

30

**【 0 0 6 4 】****( C 4 ) G U I 画面 C 4**

図 16 に示されるように、G U I 画面 C 4 は、停電発生位置及び停電発生位置に接続されている給電ライン L 1, L 2 を地図上に重畠した画面となる。図 16 においては、停電発生位置は、地図上に黒丸で表されている。また、給電ライン L 1, L 2 は、地図上に線で表されている。このとき、報知部 23 は、地図上に停電発生位置及び給電ライン L 1, L 2 を重畠した結果に基づいて、給電ライン L 1, L 2 のうち復旧する優先度が高い給電ラインとして給電ライン L 1 を特定している。例えば、給電ライン L 1 の周辺に検出された停電発生位置の数が、給電ライン L 2 の周辺に検出された停電発生位置の数よりも多い場合、報知部 23 は、給電ライン L 1 を復旧する優先度が高い給電ラインとして特定する。そのため、図 16 においては、給電ライン L 2 が破線で表される一方で、給電ライン L 1 が実線により強調されて表されている。

40

**【 0 0 6 5 】**

続いて、図 17 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。

図 17 に示されるように、まず、図 11 のステップ S 21 ~ S 23 と同様のステップ S 31 ~ S 33 が行われる。

**【 0 0 6 6 】**

50

続いて、報知部 23 は、検出部 22 が特定した停電発生位置及び停電発生領域の少なくとも一方の情報を地図情報上に重畠して、表示部 40 に表示させる（ステップ S34）。この表示は、例えば、上述した GUI 画面 C1 ~ C4 により行えば良い。

#### 【0067】

上述したように本実施の形態 3 によれば、検出部 22 が停電が発生したと判断した場合、報知部 23 は、検出部 22 が特定した停電発生位置及び停電発生領域の少なくとも一方の情報を地図情報上に重畠して、表示部 40 に表示させる。これにより、停電発生位置及び停電発生領域の少なくとも一方を、表示部 40 が設置された通信局舎、オペレーションセンター等に知らせることができる。ここで、領域毎に、給電ラインを供給する電力会社は異なることが多いと考えられる。そのため、停電発生領域を知らせることができれば、その停電発生領域に給電ラインを供給する電力会社を早急に特定し、その電力会社に対して復旧の要請を早急に行うことが可能となる。

その他の効果は、上述した実施の形態 2 と同様である。

#### 【0068】

なお、報知部 23 は、停電発生位置及び停電発生領域を表示部 40 に表示させるだけでなく、通信局舎、オペレーションセンター等に対して、電話やメール等で停電発生位置及び停電発生領域の情報を通知することとしても良い。

#### 【0069】

##### <他の実施の形態>

上述した実施の形態では、光ファイバセンシング機器 20 を 1 つのみ設けた光ファイバセンシングシステムについて説明したが、これには限定されない。光ファイバセンシングシステムには、複数の光ファイバセンシング機器 20 を設けても良い。図 18 に、上述した実施の形態 3 に係る光ファイバセンシング機器 20 と同様の 2 つの光ファイバセンシング機器 20X, 20Y を設けた光ファイバセンシングシステムの例を示す。なお、図 18 の例では、表示部 40 は、2 つの光ファイバセンシング機器 20X, 20Y 間で共有されているが、これには限定されない。2 つの光ファイバセンシング機器 20X, 20Y にそれぞれ個別に表示部 40 を設けても良い。

#### 【0070】

また、上述した実施の形態では、検出部 22 は、受信部 21 が受信した光信号に含まれる環境パターンに基づいて停電の発生を検出していたが、受信部 21 が光信号自身を受信できないことも考えられる。そこで、受信部 21 が光信号を受信できない場合には、検出部 22 は、光ファイバ 10 自体に障害が発生したと判断しても良い。

#### 【0071】

また、上述した実施の形態では、光ファイバセンシング機器 20 に複数の構成要素（受信部 21、検出部 22、及び報知部 23）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機器 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。

#### 【0072】

##### <光ファイバセンシング機器のハードウェア構成>

続いて以下では、図 19 を参照して、光ファイバセンシング機器 20, 20X, 20Y 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。

#### 【0073】

図 19 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。

#### 【0074】

プロセッサ 501 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 502 は、例えば R A M (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。

【0075】

ストレージ 503 は、光ファイバセンシング機器 20, 20X, 20Y が備える構成要素 (受信部 21、検出部 22、及び報知部 23) 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 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機器 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。

10

【0076】

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)、EPR ROM (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。

20

【0077】

入出力インターフェース 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。

30

【0078】

通信インターフェース 505 は、外部の装置との間でデータを送受信する。例えば、通信インターフェース 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。

40

【0079】

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て用いても良い。

【0080】

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)

光ファイバと、

50

前記光ファイバの近傍の環境の状態を示す環境パターンを含む光信号を、前記光ファイバから受信する受信部と、

前記環境パターンの変化に基づいて、停電の発生を検出する検出部と、  
を備える、光ファイバセンシングシステム。

(付記 2)

前記検出部は、前記環境パターンが所定のパターンを含まないパターンに変化した場合  
、停電が発生したと判断する、

付記 1 に記載の光ファイバセンシングシステム。

(付記 3)

前記検出部は、前記環境パターンが変化した前記光ファイバにおける位置に基づいて、  
停電が発生した位置を特定する、

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)

前記検出部は、前記光ファイバにおける区間の各々に対応付けられた複数の領域のうち  
、前記環境パターンが変化した位置を含む区間に対応付けられた領域を、停電が発生した  
領域として特定する、

付記 3 に記載の光ファイバセンシングシステム。

(付記 5)

表示部と、

停電が発生した位置及び領域の少なくとも一方を示す情報を、地図情報上に重畠して前  
記表示部に表示させる報知部と、

をさらに備える、付記 4 に記載の光ファイバセンシングシステム。

(付記 6)

前記検出部は、前記光ファイバの近傍の電子機器の作動による振動を示すパターンを前  
記環境パターンが含まない場合に、停電が発生したと判断する、

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)

前記検出部は、前記光ファイバの温度の変化に基づいて前記環境パターンが変化してい  
る場合に、停電が発生したと判断する、

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)

光ファイバの近傍の環境の状態を示す環境パターンを含む光信号を、前記光ファイバか  
ら受信する受信部と、

前記環境パターンの変化に基づいて、停電の発生を検出する検出部と、  
を備える、光ファイバセンシング機器。

(付記 9)

前記検出部は、前記環境パターンが所定のパターンを含まないパターンに変化した場合  
、停電が発生したと判断する、

付記 8 に記載の光ファイバセンシング機器。

(付記 10)

前記検出部は、前記環境パターンが変化した位置に基づいて、停電が発生した位置を特  
定する、

付記 8 又は 9 に記載の光ファイバセンシング機器。

(付記 11)

前記検出部は、前記光ファイバにおける区間の各々に対応付けられた複数の領域のうち  
、前記環境パターンが変化した位置を含む区間に対応付けられた領域を、停電が発生した  
領域として特定する、

付記 10 に記載の光ファイバセンシング機器。

(付記 12)

停電が発生した位置及び領域の少なくとも一方を示す情報を、地図情報上に重畠して表

10

20

30

40

50

示部に表示させる報知部、

をさらに備える、付記 11 に記載の光ファイバセンシング機器。

(付記 13)

前記検出部は、前記光ファイバの近傍の電子機器の作動による振動を示すパターンを前記環境パターンが含まない場合に、停電が発生したと判断する、

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機器。

(付記 14)

前記検出部は、前記光ファイバの温度の変化に基づいて前記環境パターンが変化している場合に、停電が発生したと判断する、

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機器。

10

(付記 15)

光ファイバセンシングシステムによる停電検出方法であって、

光ファイバの近傍の環境の状態を示す環境パターンを含む光信号を、前記光ファイバから受信する受信ステップと、

前記環境パターンの変化に基づいて、停電の発生を検出する検出ステップと、  
を含む、停電検出方法。

(付記 16)

前記検出ステップでは、前記環境パターンが所定のパターンを含まないパターンに変化した場合、停電が発生したと判断する、

付記 15 に記載の停電検出方法。

20

(付記 17)

前記検出ステップでは、前記環境パターンが変化した位置に基づいて、停電が発生した位置を特定する、

付記 15 又は 16 に記載の停電検出方法。

(付記 18)

前記検出ステップでは、前記光ファイバにおける区間の各々に対応付けられた複数の領域のうち、前記環境パターンが変化した位置を含む区間に対応付けられた領域を、停電が発生した領域として特定する、

付記 17 に記載の停電検出方法。

(付記 19)

停電が発生した位置及び領域の少なくとも一方を示す情報を、地図情報上に重畠して表示部に表示する表示ステップ、

をさらに含む、付記 18 に記載の停電検出方法。

(付記 20)

前記検出ステップでは、前記光ファイバの近傍の電子機器の作動による振動を示すパターンを前記環境パターンが含まない場合に、停電が発生したと判断する、

付記 15 から 19 のいずれか 1 項に記載の停電検出方法。

(付記 21)

前記検出ステップでは、前記光ファイバの温度の変化に基づいて前記環境パターンが変化している場合に、停電が発生したと判断する、

付記 15 から 20 のいずれか 1 項に記載の停電検出方法。

40

【0081】

この出願は、2019年8月13日に出願された日本出願特願2019-148297を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

【符号の説明】

【0082】

10 光ファイバ

20, 20X, 20Y 光ファイバセンシング機器

21 受信部

22 検出部

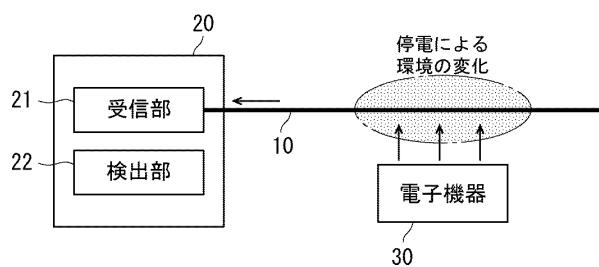
50

2 3 報知部  
 3 0 , 3 0 a ~ 3 0 h 電子機器  
 4 0 表示部  
 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  
 5 0 4 入出力インターフェース  
 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 通信インターフェース

【図面】

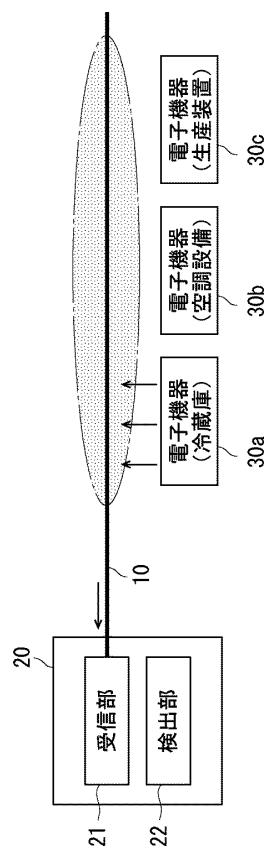
【図1】

Fig. 1



【図2】

Fig. 2



10

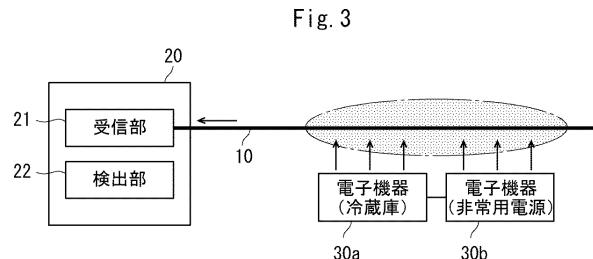
20

30

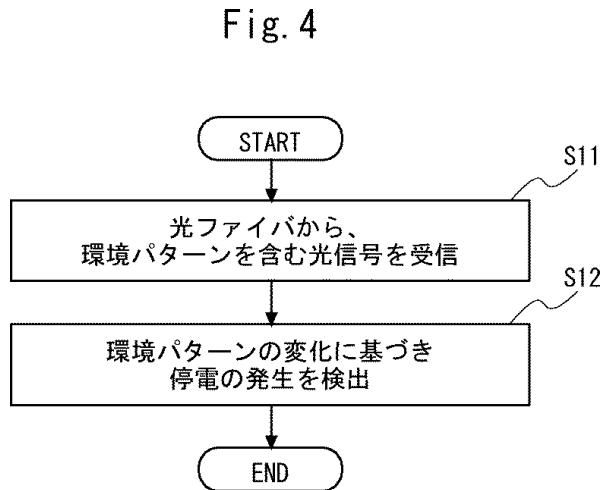
40

50

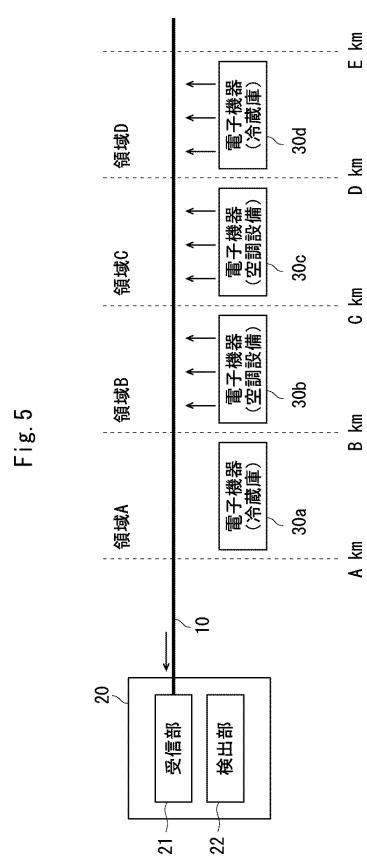
【図3】



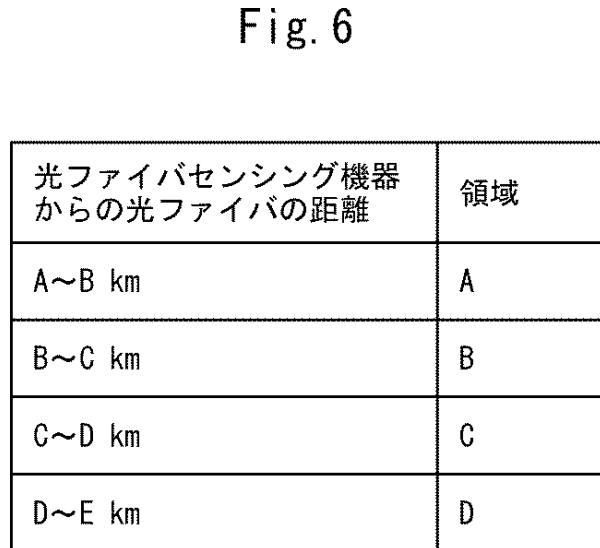
【図4】



【図5】



【図6】



10

20

30

40

50

【図 7】

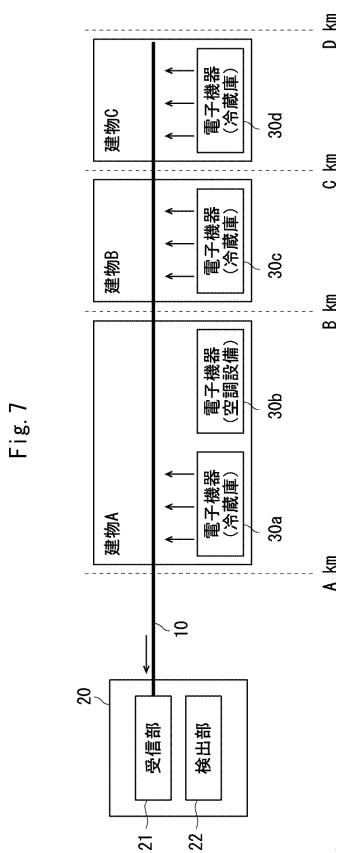


Fig. 7

【図 8】

Fig. 8

光ファイバセンシング機器からの光ファイバの距離	領域(建物)
A~B km	A
B~C km	B
C~D km	C

10

20

【図 9】

Fig. 9

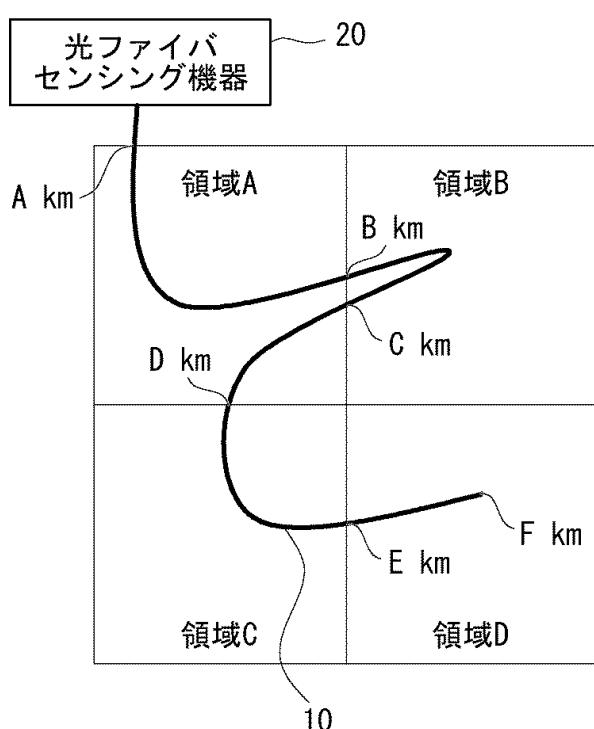


Fig. 9

【図 10】

Fig. 10

光ファイバセンシング機器からの光ファイバの距離	領域
A~B km, C~D km	A
B~C km	B
D~E km	C
E~F km	D

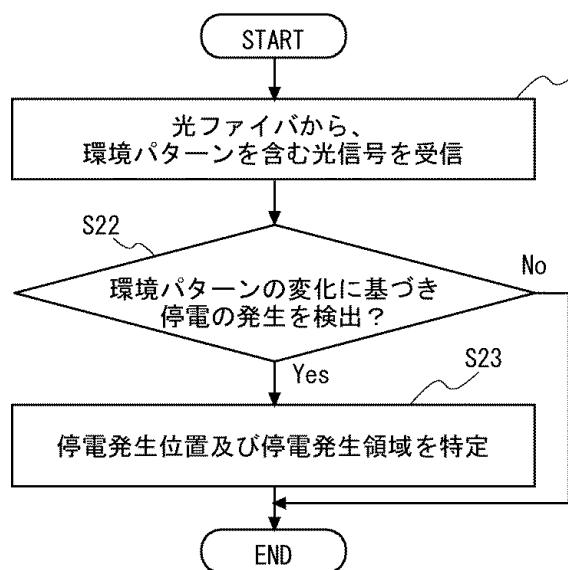
30

40

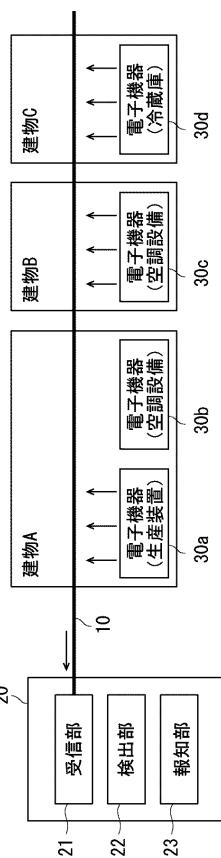
50

【図 1 1】

Fig. 11



【図 1 2】



10

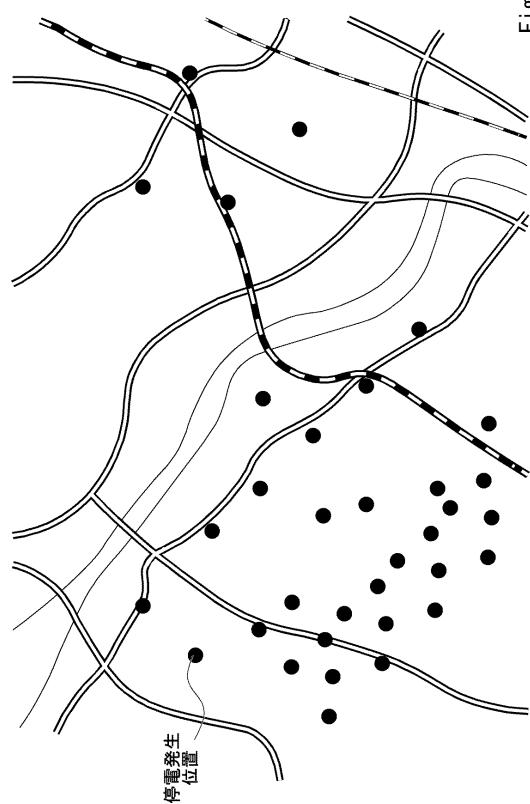
20

30

40

【図 1 3】

Fig. 13



【図 1 4】

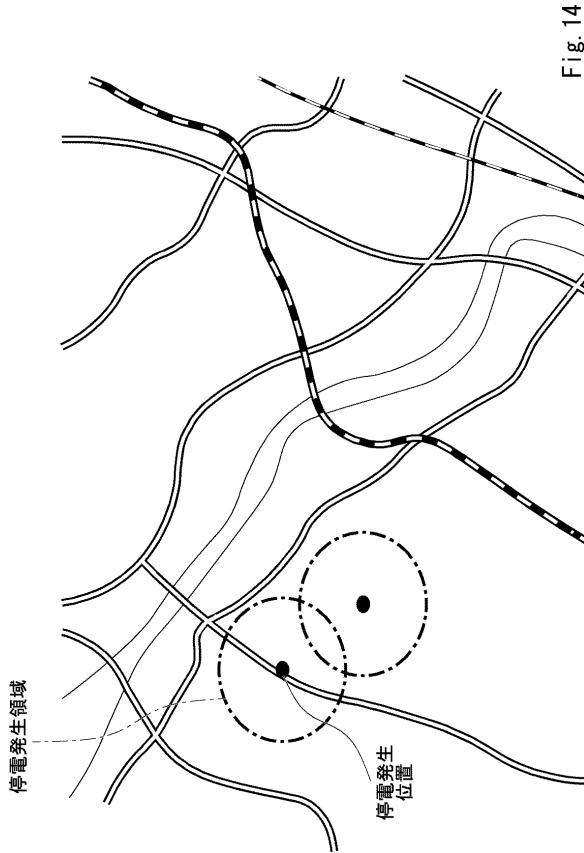


Fig. 14

50

【図 15】

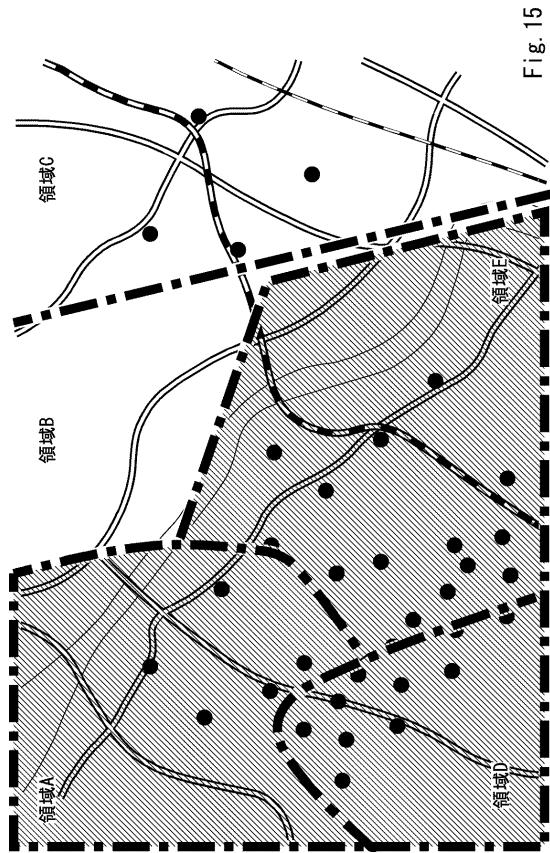


Fig. 15

【図 16】

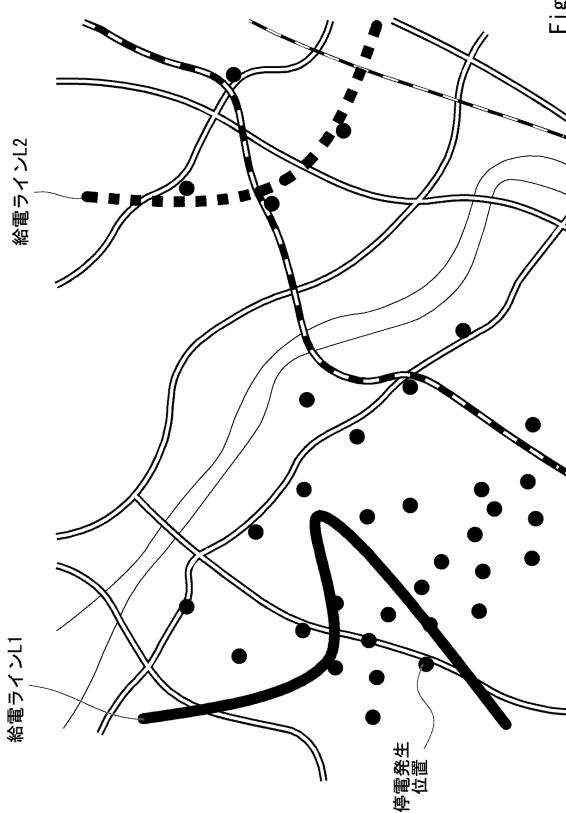


Fig. 16

10

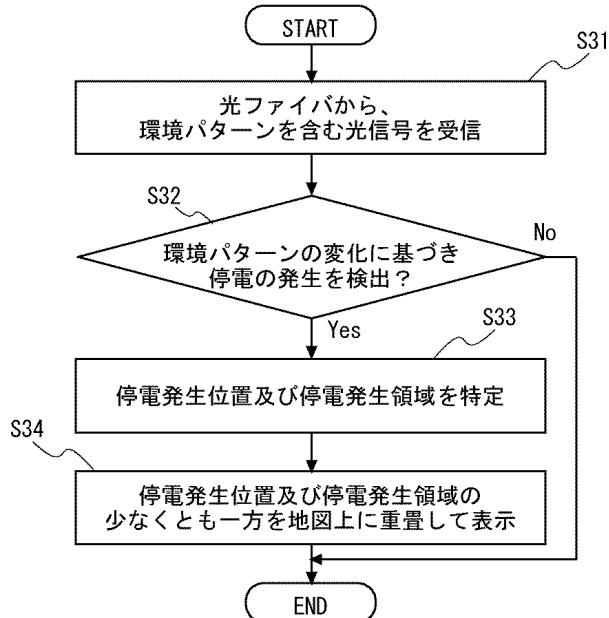
20

30

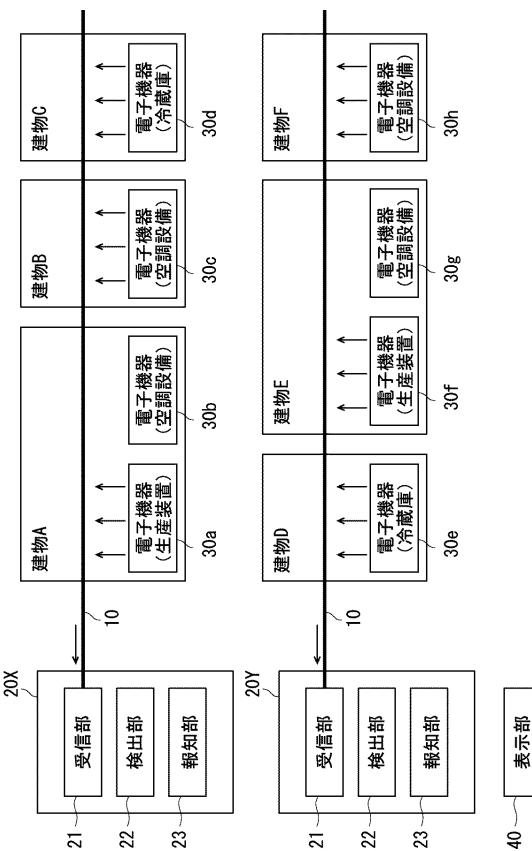
40

【図 17】

Fig. 17



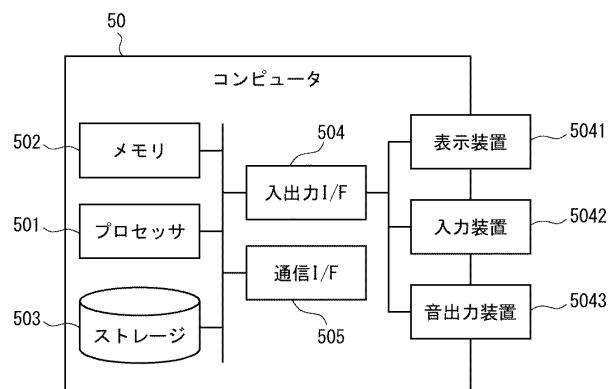
【図 18】



50

【図19】

Fig. 19



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献
- 特開平5 - 52440 (JP, A)
  - 特開平7 - 301571 (JP, A)
  - 特開2011 - 107415 (JP, A)
  - 特許第4519165 (JP, B2)
  - 実公平4 - 49753 (JP, Y2)
  - 特許第5856497 (JP, B2)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- G 01 D 5