

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-190765  
(P2015-190765A)

(43) 公開日 平成27年11月2日(2015.11.2)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)  
**GO 1 B 21/20 (2006.01)** GO 1 B 21/20 A 2 F 0 6 9

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2014-65755 (P2014-65755)  
 (22) 出願日 平成26年3月27日 (2014. 3. 27)

(71) 出願人 593063161  
 株式会社 N T T ファシリティーズ  
 東京都港区芝浦三丁目4番1号  
 (74) 代理人 110001634  
 特許業務法人 志賀国際特許事務所  
 (72) 発明者 元樋 敏也  
 東京都港区芝浦三丁目4番1号 株式会社  
 N T T ファシリティーズ内  
 (72) 発明者 栗林 博之  
 東京都港区芝浦三丁目4番1号 株式会社  
 N T T ファシリティーズ内  
 (72) 発明者 松下 剛史  
 東京都港区芝浦三丁目4番1号 株式会社  
 N T T ファシリティーズ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 測定システム、測定装置、測定プログラム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 時間経過とともにケーブル（線状の測定対象）の形状状態が変化する場合であっても、ケーブルの形状状態を測定するとともに、曲率または曲率半径を測定することができる測定システムを提供する。

【解決手段】 測定システム1が、線状の測定対象200における複数の異なる部位の位置を繰り返し検出する検出部10と、前記検出部により繰り返し検出された位置に基づいて、曲率または曲率半径を算出する算出部30と、を備えている。

【選択図】 図1

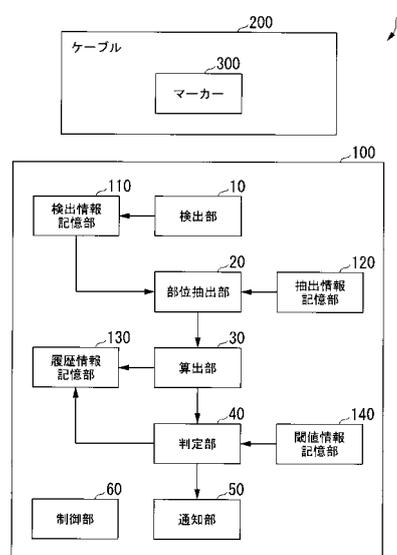


図1

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

線状の測定対象における複数の異なる部位の位置を繰り返し検出する検出部と、前記検出部により繰り返し検出された位置に基づいて、曲率または曲率半径を算出する算出部と、

を備えていることを特徴とする測定システム。

**【請求項 2】**

前記検出部は、前記測定対象における複数の異なる部位の位置に関するモーションキャプチャを実行することにより、前記複数の異なる部位の位置を繰り返し検出する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の測定システム。

10

**【請求項 3】**

前記検出部は、測定対象の異なる部位に取り付けられている複数の位置検出装置であって、自身の位置情報を出力する位置検出装置から、前記位置情報を取得することにより、前記複数の異なる部位の位置を繰り返し検出する、

ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の測定システム。

**【請求項 4】**

前記算出部は、前記検出部により検出された、3 個の異なる前記部位の位置に基づいて、前記曲率または前記曲率半径を算出する

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の測定システム。

**【請求項 5】**

前記算出部は、前記検出部により検出された位置の中から、前記曲率または前記曲率半径の規定に基づいて、3 個の異なる前記部位の位置を抽出し、前記抽出した 3 個の異なる前記部位の位置に基づいて、前記曲率または前記曲率半径を算出する

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の測定システム。

20

**【請求項 6】**

前記算出部は、前記検出部により、同じタイミングにおいて検出された前記位置に基づいて、前記曲率または前記曲率半径を算出する

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の測定システム。

**【請求項 7】**

前記算出部が算出した曲率または曲率半径が、予め定められている曲率または曲率半径の規定を満たしているか否かを判定する判定部、

を備えていることを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の測定システム。

30

**【請求項 8】**

前記算出部が算出した曲率または曲率半径が前記規定を満たしていないと前記判定部が判定した場合、前記算出部が算出した曲率または曲率半径が前記規定を満たしていないことを通知する通知部、

を備えていることを特徴とする請求項 7 に記載の測定システム。

**【請求項 9】**

前記検出部により繰り返し検出された位置を記憶部に記憶させる制御部、を備えていることを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の測定システム。

40

**【請求項 10】**

地震が発生したことが通知された場合、地震が発生したことが通知される前よりも早い時間間隔で、前記検出部は前記位置を検出する、

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 9 のいずれか 1 項に記載の測定システム。

**【請求項 11】**

線状の測定対象における複数の異なる部位の位置を繰り返し検出する検出部と、前記検出部により繰り返し検出された位置に基づいて、曲率または曲率半径を算出する算出部と、

50

を備えていることを特徴とする測定装置。

【請求項 1 2】

コンピュータに、  
線状の測定対象における複数の異なる部位の位置を検出部により繰り返し検出させ、  
前記検出部により繰り返し検出された位置に基づいて、曲率または曲率半径を算出部により算出させる  
ための測定プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、測定システム、測定装置、測定プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

通信ケーブルや電源ケーブルなどのケーブルには、通信機能や電源供給機能の確保を目的として、曲率または曲率半径の規定が定められていることがある。このようなケーブルには、地震等により変形が加えられ、時間経過とともにケーブルの形状が変化する場合であっても、規定を満足しない形状状態が一瞬でも生じないことが求められている。

ここで、ケーブルの屈曲について、シミュレーションによる結果比較と比較検証することを目的として、X線CTスキャナを用いて、静止しているケーブルの断面画像を取得し、取得した断面画像から、静止しているケーブルの形状状態を測定する方法が知られている（特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第4285486号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、従来の方法では、静止しているケーブルの形状状態を測定しているため、地震等によりケーブルに変形が加えられ、時間経過とともにケーブルの形状状態が変化  
する場合には、ケーブルの形状状態を測定することができなかった。そのため、従来の方法では、時間経過とともにケーブルの形状が変化  
する場合には、ケーブルの曲率または曲率半径を測定することもできなかった。またそのため、従来の方法では、規定を満足しない形状状態が一瞬でも生じたか否かを判定することができなかった。

【0005】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、その目的は、時間経過とともにケーブル（線状の測定対象）の形状状態が変化する場合であっても、ケーブルの形状状態を測定するとともに、曲率または曲率半径を測定することができる測定システム、測定装置、測定プログラムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

この発明は上述した課題を解決するためになされたものであり、線状の測定対象における複数の異なる部位の位置を繰り返し検出する検出部と、前記検出部により繰り返し検出された位置に基づいて、曲率または曲率半径を算出する算出部と、を備えていることを特徴とする測定システムである。

【0007】

また、前記検出部は、前記測定対象における複数の異なる部位の位置に関するモーションキャプチャを実行することにより、前記複数の異なる部位の位置を繰り返し検出する、ことを特徴とする。

【0008】

10

20

30

40

50

また、前記検出部は、測定対象の異なる部位に取り付けられている複数の位置検出装置であって、自身の位置情報を出力する位置検出装置から、前記位置情報を取得することにより、前記複数の異なる部位の位置を繰り返し検出する、ことを特徴とする。

【0009】

また、前記算出部は、前記検出部により検出された、3個の異なる前記部位の位置に基づいて、前記曲率または前記曲率半径を算出することを特徴とする。

【0010】

また、前記算出部は、前記検出部により検出された位置の中から、前記曲率または前記曲率半径の規定に基づいて、3個の異なる前記部位の位置を抽出し、前記抽出した3個の異なる前記部位の位置に基づいて、前記曲率または前記曲率半径を算出することを特徴とする。

10

【0011】

また、前記算出部は、前記検出部により、同じタイミングにおいて検出された前記位置に基づいて、前記曲率または前記曲率半径を算出することを特徴とする。

【0012】

また、上述のシステムは、前記算出部が算出した曲率または曲率半径が、予め定められている曲率または曲率半径の規定を満たしているか否かを判定する判定部、を備えていることを特徴とする。

【0013】

また、上述のシステムは、前記算出部が算出した曲率または曲率半径が前記規定を満たしていないと前記判定部が判定した場合、前記算出部が算出した曲率または曲率半径が前記規定を満たしていないことを通知する通知部、を備えていることを特徴とする。

20

【0014】

また、上述のシステムは、前記検出部により繰り返し検出された位置を記憶部に記憶させる制御部、を備えていることを特徴とする。

【0015】

また、地震が発生したことが通知された場合、地震が発生したことが通知される前よりも早い時間間隔で、前記検出部は前記位置を検出する、ことを特徴とする。

【0016】

また、線状の測定対象における複数の異なる部位の位置を繰り返し検出する検出部と、前記検出部により繰り返し検出された位置に基づいて、曲率または曲率半径を算出する算出部と、を備えていることを特徴とする測定装置である。

30

【0017】

また、コンピュータに、線状の測定対象における複数の異なる部位の位置を検出部により繰り返し検出させ、前記検出部により繰り返し検出された位置に基づいて、曲率または曲率半径を算出部により算出させるための測定プログラムである。

【発明の効果】

【0018】

この発明によれば、線状の測定対象における複数の異なる部位の位置を繰り返し検出し、繰り返し検出した位置に基づいて曲率または曲率半径を算出する。これにより、時間経過とともに線状の測定対象（ケーブル）の形状が変化する場合であっても、線状の測定対象（ケーブル）の形状を測定するとともに、曲率または曲率半径を測定することができる。そのため、線状の測定対象（ケーブル）について、規定を満足しない形状状態が一瞬でも生じたか否かを判定することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】この発明の一実施形態による測定システムの構成を示すブロック図である。

【図2】線状の測定対象の一例であるケーブル200の構成を示す構成図である。

【図3】検出情報記憶部110に記憶される情報の一例を示す構成図である。

【図4】抽出情報記憶部120に記憶される情報の一例を示す構成図である。

50

【図5】履歴情報記憶部130に記憶される情報の一例を示す構成図である。

【図6】測定システムの動作の一例を示すフローチャートである。

【図7】第2実施形態による測定システムの構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

<第1実施形態>

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。図1は、この発明の第1実施形態による測定システム1の構成を示す概略ブロック図である。測定システム1は、測定装置100と、マーカー300とを備えている。マーカー300はケーブル200に取り付けられている。ケーブル200は、測定装置100が測定対象とする線状の測定対象である。

10

【0021】

ここでは一例として、測定システム1が、図2に示すケーブル200の曲率または曲率半径を検出する場合について説明する。この図2においては、図2の紙面に垂直な軸をZ軸とし、図2の紙面上において、Z軸と直交するとともに、互いに直交する2軸をX軸とY軸として説明する。そして図2においては、ケーブル200が、X軸とY軸とにより構成される平面上に配置されている場合を例示している。なお測定システム1が測定対象とするケーブル200は、平面上に配置されている必要はなく、ケーブル200は3次元空間において任意に配置されていてもよい。

20

【0022】

この図2に示すケーブル200には、 $n$ 個( $n$ は任意の自然数)のマーカー300が取り付けられている。 $n$ 個のマーカー300のそれぞれは、識別情報により識別される。この図2においては、識別情報の値が $m-8$ から $m+7$ ( $m$ は任意の自然数)となる16個のマーカー300のみを例示している。なおこの場合、 $m$ は9よりも大きい任意の自然数である。

【0023】

この図2に示されるように、マーカー300はケーブル200の長手方向の異なる位置に取り付けられている。なお、マーカー300はケーブル200の長手方向において、等間隔に取り付けられている必要は必ずしもない。

【0024】

後述するように測定装置100は、たとえば、マーカー300それぞれの位置を検出し、検出したマーカー300( $m-1$ )とマーカー300( $m$ )とマーカー300( $m+1$ )との位置に基づいて曲率( $m$ )または曲率半径 $R(m)$ を算出する。つぎに、測定装置100は、この算出した曲率( $m$ )または曲率半径 $R(m)$ が、ケーブル200に対して予め定められている曲率または曲率半径の規定値を満たしているか否かを判定する。

30

【0025】

次に測定装置100は、曲率( $m$ )または曲率半径 $R(m)$ と同様に、曲率( $m+1$ )または曲率半径 $R(m+1)$ を算出し、この曲率( $m+1$ )または曲率半径 $R(m+1)$ についても、ケーブル200に対して予め定められている曲率または曲率半径の規定値を満たしているか否かを判定する。以下、測定装置100は、曲率または曲率半径 $R$ の算出と判定とを、ケーブル200の長手方向にわたって繰り返す。なお上述した曲率( $m+1$ )または曲率半径 $R(m+1)$ を、測定装置100は、検出したマーカー300( $m$ )とマーカー300( $m+1$ )とマーカー300( $m+2$ )との位置に基づいて算出する。

40

【0026】

このようにして、測定装置100は、ケーブル200の全長にわたって、ケーブル200の形状状態が、ケーブル200に対して予め定められている曲率または曲率半径の規定値を満たしているか否かを判定することができる。

【0027】

その後、所定の期間ごとに、測定装置100は、ケーブル200の長手方向にわたって

50

、マーカー 300 の位置を検出することと、曲率 または曲率半径 R を算出することと、算出した曲率 または曲率半径 R が規定値を満たしているか否かを判定することとを、繰り返す。

【0028】

これにより測定装置 100 は、時間経過とともに線状の測定対象（ケーブル）の形状が変化する場合であっても、線状の測定対象（ケーブル）の形状を測定するとともに、曲率または曲率半径を測定することができる。

【0029】

なお、マーカー 300 を説明する場合において、いずれかのマーカーを特定して説明する場合には、その識別情報を付して説明する。たとえば、マーカー 300 の識別情報の値が「m」の場合、「マーカー 300 (m)」と称して説明する。マーカー 300 のうちの任意のマーカー、または、全てのマーカー 300 を説明する場合には、「マーカー 300」と称して説明する。

10

【0030】

また曲率半径 R を説明する場合において、特定のマーカー 300 に基づいて算出される場合には、そのマーカー 300 を識別する情報を付して説明する。たとえば、識別情報の値が「m - 1」と「m」と「m + 1」とに基づいたマーカー 300 の位置に基づいている曲率半径の場合、「曲率半径 R (m)」と称して説明する。また、マーカーを特定しない任意の曲率半径の場合、または、全ての曲率半径の場合、「曲率半径 R」として説明する。「曲率」も、「曲率半径 R」と同様の表記により説明する。

20

【0031】

図 1 の説明に戻り、測定装置 100 の構成について説明する。測定装置 100 は、検出部 10 と、部位抽出部 20 と、算出部 30 と、判定部 40 と、通知部 50 と、制御部 60 とを備えている。また測定装置 100 は、検出情報記憶部 110 と、抽出情報記憶部 120 と、履歴情報記憶部 130 と、閾値情報記憶部 140 とを備えている。

【0032】

検出部 10 は、測定対象における複数の異なる部位の位置に関するモーションキャプチャを実行する。このモーションキャプチャにより、検出部 10 は、線状の測定対象における複数の異なる部位の位置を検出する。ここで、検出部 10 が検出する「位置」とは、3次元空間における「座標」である。

30

なお、ケーブル 200 のような線状の測定対象が 2 次元的に配置されている場合には、検出部 10 は、線状の測定対象における複数の異なる部位の「位置」として、2次元空間における「座標」を検出してもよい。

なお「ケーブル 200 のような線状の測定対象が、2次元的に配置されている場合」の例としては、たとえば、ケーブル 200 が 2次元的にしか変位しないように、ケーブル 200 が施設の床などに平面的に敷設されている場合、ケーブル 200 の敷設の仕方（たわませ方など）により変位方向が定められている場合、また、ケーブル 200 の変位を制御する機器によりケーブル 200 が変位する方向が定められている場合などがある。

【0033】

モーションキャプチャには、光学式、機械式、磁気式、ビデオ式、などの様々な方式がある。本実施形態のモーションキャプチャとしては、これらのうちの任意の方法を利用することも可能であるし、また、複数の方式を組み合わせることも可能である。

40

【0034】

ここでは説明のため、光学式のモーションキャプチャを利用する場合について説明する。この場合、測定対象における複数の異なる部位にあらかじめマーカー 300 が付けられており、検出部 10 が備えている複数台のカメラで、マーカー 300 を撮像する。そして、検出部 10 は、複数台のカメラで撮像したマーカー 300 に基づいて、マーカー 300 の位置を検出する。

【0035】

なお、マーカー 300 のそれぞれが識別可能であるために、マーカー 300 には、それ

50

それが異なる色が付けられていてもよい。この場合のマーカー300は、反射マーカーである。また、マーカー300が自発光する場合には、マーカー300のそれぞれが識別可能であるために、マーカー300のそれぞれは、異なる色で発光してもよいし、発光パターンを異ならせて発光してもよい。

**【0036】**

たとえば、マーカー300の色が異なる場合、検出部10は、マーカー300の色と、マーカー300のそれぞれを識別する識別情報とを関連付けた記憶部を有している。そして、検出部10は、撮像したマーカー300の色と同じ色に関連付けて記憶部に記憶されている識別情報に基づいて、このマーカー300の識別情報を検出する。

**【0037】**

また、マーカー300が異なる色で自発光する場合や発光パターンを異ならせて発光する場合も、検出部10は、マーカー300の色が異なる場合と同様に、その発光する色や発光パターンと識別情報とを関連付けた記憶部を有している。そして、検出部10は、撮像したマーカー300の発光色と同じ発光色と関連付けられている識別情報を記憶部から読み出すことにより、または、撮像したマーカー300の発光パターンと同じ発光パターンと関連付けられている識別情報を記憶部から読み出すことにより、マーカー300の識別情報を検出する。

**【0038】**

このようにして、検出部10は、複数台のカメラで撮像したマーカー300に基づいて、マーカー300の位置を検出するとともに、マーカー300の識別情報も検出する。

**【0039】**

また検出部10は、検出したマーカー300の識別情報と、検出したマーカー300の位置を示す位置情報とを関連付けて、検出情報記憶部110に記憶する。

**【0040】**

図3に、検出情報記憶部110に関連付けて記憶された識別情報と位置情報との一例を示す。この図3に示されるように、検出情報記憶部110には、識別情報と、座標1と座標2と座標3との3つの座標と、さらに、時刻情報とが関連付けられて記憶される。座標1と座標2と座標3とは、測定されたマーカー300の座標の位置を示す情報であり、X軸とY軸とZ軸との座標の値である。時刻情報とは、3つの座標が測定された時刻を示す情報である。

**【0041】**

図3に示されるように、検出情報記憶部110には、一例としては、識別情報の値「1」と、座標1の値「 $X(1)$ 」と、座標2の値「 $Y(1)$ 」と、座標3の値「 $Z(1)$ 」と、時刻情報「 $t_1$ 」とが関連付けられて記憶される。また検出情報記憶部110には、識別情報の値「 $m-1$ 」と、座標1の値「 $X(m-1)$ 」と、座標2の値「 $Y(m-1)$ 」と、座標3の値「 $Z(m-1)$ 」と、時刻情報「 $t_1$ 」とが関連付けられて記憶される。また検出情報記憶部110には、識別情報の値「 $m$ 」と、座標1の値「 $X(m)$ 」と、座標2の値「 $Y(m)$ 」と、座標3の値「 $Z(m)$ 」と、時刻情報「 $t_1$ 」とが関連付けられて記憶される。また検出情報記憶部110には、識別情報の値「 $m+1$ 」と、座標1の値「 $X(m+1)$ 」と、座標2の値「 $Y(m+1)$ 」と、座標3の値「 $Z(m+1)$ 」と、時刻情報「 $t_1$ 」とが関連付けられて記憶される。

**【0042】**

このように、検出情報記憶部110には、同じ時刻情報と関連付けて、 $n$ 個の、識別情報と座標1と座標2と座標3とが関連付けられて記憶される。この図3では、検出情報記憶部110に記憶される情報として時刻情報が $t_1$ の場合のみについて例示しているが、検出情報記憶部110には、たとえば、時刻情報が $t_2$ の場合の情報、時刻情報が $t_3$ の場合の情報、・・・などの情報も、時刻情報が $t_1$ の場合と同様に記憶されてもよい。

**【0043】**

なお上述した時刻情報は、測定装置100が備えている計時部により計時された時刻であってもよいし、他の装置から測定装置100が受信した時刻情報であってもよい。上述

10

20

30

40

50

した検出部 10 は、検出したマーカー 300 の識別情報と、検出したマーカー 300 の位置を示す位置情報とを関連付けるとともに、さらに、計時または受信した時刻情報を関連付けて検出情報記憶部 110 に記憶する。

【0044】

抽出情報記憶部 120 には、検出情報記憶部 110 に関連付けられて記憶されている識別情報と位置情報とのうちから、曲率または曲率半径を算出するために用いる識別情報と位置情報とを抽出するための抽出条件があらかじめ記憶されている。

【0045】

次に、図 4 を用いて、抽出情報記憶部 120 に記憶されている抽出条件の一例について説明する。図 4 に示されるように、抽出情報記憶部 120 には、抽出条件番号と、識別情報 1 と、識別情報 2 と、識別情報 3 とが関連付けてあらかじめ記憶されている。抽出条件番号は、抽出条件を識別する識別情報である。識別情報 1 と、識別情報 2 と、識別情報 3 とのそれぞれは、図 3 を用いて説明した識別情報と同様の情報である。

10

【0046】

たとえば、抽出情報記憶部 120 には、抽出条件番号の値「1」と関連付けて、識別情報 1 の値「1」と、識別情報 2 の値「2」と、識別情報 3 の値「3」とが関連付けて記憶されている。

【0047】

また抽出情報記憶部 120 には、抽出条件番号の値「 $m$ 」と関連付けて、識別情報 1 の値「 $m - 1$ 」と、識別情報 2 の値「 $m$ 」と、識別情報 3 の値「 $m + 1$ 」とが関連付けて記憶されている。この抽出条件に基づいて、後述するように、算出部 30 は、図 3 に示した識別情報  $m - 1$  と識別情報  $m$  と識別情報  $m + 1$  との位置（すなわち座標 1 と座標 2 と座標 3）に基づいて、曲率（ $m$ ）または曲率半径  $R(m)$  を算出する。

20

【0048】

抽出情報記憶部 120 には、同様の抽出条件が、抽出条件番号の値「2」から値「 $n - 1$ 」の「 $n - 2$ 」個予め記憶されている。

【0049】

部位抽出部 20 は、検出情報記憶部 110 に関連付けられて記憶されている識別情報と位置情報とのうちから、抽出情報記憶部 120 に記憶されている抽出条件に基づいて、識別情報と位置情報とを抽出する。

30

【0050】

たとえば、部位抽出部 20 は、抽出情報記憶部 120 に記憶されている抽出条件として、抽出条件番号の値「 $m$ 」の抽出条件を読み出す。図 4 を用いて説明したように、抽出条件番号の値「 $m$ 」の抽出条件には、識別情報 1 の値「 $m - 1$ 」と、識別情報 2 の値「 $m$ 」と、識別情報 3 の値「 $m + 1$ 」とが関連付けて記憶されている。

【0051】

次に部位抽出部 20 は、読み出した抽出条件番号の値「 $m$ 」の抽出条件の識別情報 1 の値「 $m - 1$ 」に基づいて、この識別情報と値が一致する、識別情報の値「 $m - 1$ 」と関連付けられている座標 1 と座標 2 と座標 3 との値を検出情報記憶部 110 から読み出す。

すなわち部位抽出部 20 は、識別情報の値「 $m - 1$ 」と関連付けられている、座標 1 の値「 $X(m - 1)$ 」と、座標 2 の値「 $Y(m - 1)$ 」と、座標 3 の値「 $Z(m - 1)$ 」とを、検出情報記憶部 110 から読み出す。

40

【0052】

また部位抽出部 20 は、読み出した抽出条件の識別情報 1 と同様に、読み出した抽出条件の識別情報 2 と識別情報 3 とに基づいて、識別情報の値「 $m$ 」と「 $m + 1$ 」と関連付けられている座標 1 と座標 2 と座標 3 との値を検出情報記憶部 110 から読み出す。

すなわち部位抽出部 20 は、識別情報の値「 $m$ 」と関連付けられている、座標 1 の値「 $X(m)$ 」と、座標 2 の値「 $Y(m)$ 」と、座標 3 の値「 $Z(m)$ 」とを検出情報記憶部 110 から読み出す。

さらに、部位抽出部 20 は、識別情報の値「 $m + 1$ 」と関連付けられている、識別情報

50

の値「 $m + 1$ 」と、座標 1 の値「 $X(m + 1)$ 」と、座標 2 の値「 $Y(m + 1)$ 」と、座標 3 の値「 $Z(m + 1)$ 」とを検出情報記憶部 110 から読み出す。

【0053】

その後、部位抽出部 20 は、抽出条件番号の値「 $m$ 」の抽出条件に基づいて読み出した識別情報の値「 $m - 1$ 」と「 $m$ 」と「 $m + 1$ 」と関連付けられている座標 1 と座標 2 と座標 3 とのそれぞれの値を、算出部 30 に出力する。

【0054】

算出部 30 は、部位抽出部 20 により抽出された識別情報と位置情報とに基づいて、曲率または曲率半径を算出する。

【0055】

たとえば算出部 30 は、部位抽出部 20 により抽出された識別情報の値「 $m - 1$ 」と「 $m$ 」と「 $m + 1$ 」と関連付けられている座標 1 と座標 2 と座標 3 とに基づいて、下記の式 1 により、曲率半径  $R$ （すなわち、外接円の半径  $R$ ）を算出する。

【0056】

$$R = (a \times b \times c) / ((a+b+c)(-a+b+c)(a-b+c)(a+b-c))^{1/2} \quad (\text{式 1})$$

【0057】

この式 1 において、 $a$ 、 $b$ 、 $c$  は、部位抽出部 20 により抽出された座標 1 と座標 2 と座標 3 とを頂点とした三角形の 3 辺の長さである。たとえば、辺  $a$  の長さは座標 1 と座標 2 との間の距離であり、辺  $b$  の長さは座標 2 と座標 3 との間の距離であり、辺  $c$  の長さは座標 3 と座標 1 との間の距離である。

【0058】

上述した抽出条件番号の値「 $m$ 」の抽出条件に基づいて読み出した識別情報の値「 $m - 1$ 」と「 $m$ 」と「 $m + 1$ 」の場合であれば、算出部 30 は、辺  $a$  の長さ、辺  $b$  の長さ、および、辺  $c$  の長さを、下記の式 2 から式 4 により算出する。

【0059】

$$a = ((X(m) - X(m-1))^2 + (Y(m) - Y(m-1))^2 + (Z(m) - Z(m-1))^2)^{1/2} \quad (\text{式 2})$$

$$b = ((X(m+1) - X(m))^2 + (Y(m+1) - Y(m))^2 + (Z(m+1) - Z(m))^2)^{1/2} \quad (\text{式 3})$$

$$c = ((X(m-1) - X(m+1))^2 + (Y(m-1) - Y(m+1))^2 + (Z(m-1) - Z(m+1))^2)^{1/2} \quad (\text{式 4})$$

【0060】

また算出部 30 は、次の式 5 により、曲率 を算出する。

【0061】

$$= 1/R \quad (\text{式 5})$$

【0062】

このようにして、算出部 30 は、検出部 10 により検出された位置に基づいて、曲率または曲率半径を算出する。なお算出部 30 は、検出部 10 により検出された、3 個の異なる部位の位置に基づいて、曲率または曲率半径を算出する。

【0063】

なお、算出部 30 が「曲率または曲率半径を算出する」とは、曲率または曲率半径のうち、「曲率のみを算出する」、「曲率半径のみを算出する」、または、「曲率と曲率半径との両方を算出する」、のうちのいずれかである。

【0064】

閾値情報記憶部 140 には、曲率または曲率半径の規定値が予め記憶されている。この曲率または曲率半径の規定値は、たとえば、ケーブル 200 に対して規定されている規定値であってもよい。また曲率または曲率半径の規定値は、ケーブル 200 の製造メーカが推奨または規定している曲率の最大値または曲率半径の最小値であってもよい。また曲率または曲率半径の規定値は、ケーブルの材質、構造、剛性、求められる通信品質、または、求められる送電品質や、これらの組み合わせに基づいて、実験やシミュレーションまたは経験により定められてもよい。

【0065】

10

20

30

40

50

判定部 40 は、算出部 30 が算出した「曲率または曲率半径」が、閾値情報記憶部 140 から読み出した「曲率または曲率半径の規定値」を満たしているか否かを判定する。すなわち、判定部 40 は、算出部 30 が算出した曲率が予め定められている曲率の閾値よりも小さいか否か、または、算出部 30 が算出した曲率半径が予め定められている曲率半径の閾値よりも大きいかなかを判定する。

【0066】

ところで、上述したように、算出部 30 は、「曲率」と「曲率半径」とのうちいずれか一方または両方を算出するが、判定部 40 は、算出部 30 が算出した「曲率」または「曲率半径」にあわせて、「曲率」と「曲率半径」とのうちいずれか一方または両方が規定値を満たしているか否かを判定してもよい。

【0067】

通知部 50 は、算出部 30 が算出した曲率または曲率半径が規定値を満たしていないと判定部 40 が判定した場合、算出部 30 が算出した曲率または曲率半径が規定値を満たしていないことを通知する。

すなわち、算出部 30 が算出した曲率が予め定められている曲率の閾値よりも小さいと判定部 40 が判定した場合、または、算出部 30 が算出した曲率半径が予め定められている曲率半径の閾値よりも大きいと判定部 40 が判定した場合、通知部 50 は、算出部 30 が算出した曲率または曲率半径が規定値を満たしていないことを通知する。

【0068】

通知部 50 は、通知方法として、サイレンなどの音出力部を介して音により通知してもよいし、回転灯などの発光部を点灯させて光により通知してもよいし、文字、記号、またはアイコンなどをモニターなどの表示部に表示することにより通知してもよいし、予め設定されているサーバや上位制御装置に対して制御信号を出力することにより通知してもよいし、予め設定されているメールアドレスにメールを送信することにより通知してもよい。

【0069】

履歴情報記憶部 130 は、抽出条件番号と、曲率または曲率半径と、時刻情報とが関連付けて記憶する。図 5 は、履歴情報記憶部 130 に記憶される情報の一例を示す図である。抽出条件番号は、図 4 を用いて説明した抽出条件番号と同様の情報である。曲率または曲率半径は、算出部 30 が算出した曲率または曲率半径である。時刻情報は、図 3 を用いて説明した時刻情報と同様の情報である。

【0070】

一例としては、算出部 30 が曲率または曲率半径を算出するごとに、この曲率または曲率半径を算出するために部位抽出部 20 により用いられた「抽出条件番号」と、算出部 30 が算出した「曲率または曲率半径」と、部位抽出部 20 が抽出した座標と関連付けて検出情報記憶部 110 に記憶されている「時刻情報」と、を関連付けて、制御部 60 が履歴情報記憶部 130 に記憶する。

【0071】

制御部 60 は、測定装置 100 が備えている各部（各構成）を制御する。

【0072】

ところで、検出部 10 が検出する、ケーブル 200 における異なる部位の位置の間の距離が短すぎても、長すぎても、適切な曲率または曲率半径を算出できないことがある。

【0073】

たとえばケーブル 200 の剛性が高く、あまり屈折しない場合、算出部 30 が算出に用いる 3 個のマーカ 300 同士の距離があまり近すぎると、3 個のマーカ 300 の位置関係は、ほぼ直線となってしまう。この場合、算出部 30 が算出する曲率は 0 に近い値となってしまうし、曲率半径は無限に近い値となってしまう。このような算出の場合、その精度が低下してしまう。このようにケーブル 200 の剛性が高く、あまり屈折しない場合には、ケーブル 200 の剛性が低い場合に対比して、算出部 30 が算出に用いる 3 個のマーカ 300 同士の距離を長くしておく方がよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 4 】

逆に、ケーブル 2 0 0 の剛性が低く、屈折しやすい場合、算出部 3 0 が算出に用いる 3 個のマーカ- 3 0 0 同士の距離があまり遠すぎると、3 個のマーカ- 3 0 0 の間で、ケーブル 2 0 0 が複数回の屈折をしていることがありえる。この場合、算出部 3 0 が算出した曲率または曲率半径は、ケーブル 2 0 0 の形状状態を適切に示す指標とはならない。このようにケーブル 2 0 0 の剛性が低く、屈折しやすい場合には、ケーブル 2 0 0 の剛性が高い場合に対比して、算出部 3 0 が算出に用いる 3 個のマーカ- 3 0 0 同士の距離を短くしておく方がよい。

## 【 0 0 7 5 】

このように、算出部 3 0 が算出に用いる 3 個のマーカ- 3 0 0 同士の距離は、ケーブル 2 0 0 の剛性に基づいて定められている。すなわち、算出部 3 0 が算出に用いる 3 個のマーカ- 3 0 0 同士の距離は、ケーブル 2 0 0 の剛性が高い場合は、ケーブル 2 0 0 の剛性が低い場合に対比して、長くされている。

10

## 【 0 0 7 6 】

このようなケーブル 2 0 0 の剛性に基づいて、抽出情報記憶部 1 2 0 には、ケーブル 2 0 0 の曲率または曲率半径を算出するために適切な識別情報 1 の値と、識別情報 2 の値と、識別情報 3 の値とがと関連付けられた抽出条件が予め記憶されている。そして、このような抽出条件に基づいて、部位抽出部 2 0 が 3 個の異なる部位の位置を抽出する。すなわち、部位抽出部 2 0 は、検出部 1 0 により検出された位置の中から、ケーブル 2 0 0 の剛性に基づいて、3 個の異なる部位の位置を抽出する。

20

## 【 0 0 7 7 】

そして、ケーブル 2 0 0 の剛性に基づいて抽出された 3 個の異なる部位の位置に基づいて、算出部 3 0 が曲率または曲率半径を算出する。これにより算出部 3 0 は、ケーブル 2 0 0 の形状状態を適切に示す指標としての「曲率または曲率半径」を、算出することができる。

## 【 0 0 7 8 】

なお、ケーブル 2 0 0 の剛性と、ケーブル 2 0 0 の曲率または曲率半径の規定値（閾値）との間には一般に相関関係がある。

そのため、上述した「部位抽出部 2 0 は、検出部 1 0 により検出された位置の中から、『ケーブル 2 0 0 の剛性』に基づいて、3 個の異なる部位の位置を抽出する。」とは、「部位抽出部 2 0 は、検出部 1 0 により検出された位置の中から、『曲率または曲率半径の規定値（閾値）』に基づいて、3 個の異なる部位の位置を抽出する。」ということと同義である。

30

## 【 0 0 7 9 】

また、上述した「『ケーブル 2 0 0 の剛性』に基づいて抽出された 3 個の異なる部位の位置に基づいて、算出部 3 0 が曲率または曲率半径を算出する。」とは、「『曲率または曲率半径の規定値（閾値）』に基づいて抽出された 3 個の異なる部位の位置に基づいて、算出部 3 0 が曲率または曲率半径を算出する。」ということと同義である。

## 【 0 0 8 0 】

なお、算出部 3 0 が算出に用いる 3 個のマーカ- 3 0 0 同士の距離は、同じ物理的な性質を有しているケーブル 2 0 0 に基づいて、実験やシミュレーションに基づいて定められてもよい。物理的な性質とは、剛性、材質、太さ、構造などのことである。

40

## 【 0 0 8 1 】

また、上記の図 4 においては、抽出条件として、連続して配置されている 3 個のマーカ- 3 0 0 が抽出される場合を例示したが、抽出条件はこれに限られるものではない。

抽出条件として、1 個飛ばしで、連続して配置されている 3 個のマーカ- が抽出されてもよい。たとえば、抽出条件として、マーカ- 3 0 0 ( 1 ) とマーカ- 3 0 0 ( 3 ) とマーカ- 3 0 0 ( 5 ) とが抽出され、次に、マーカ- 3 0 0 ( 2 ) とマーカ- 3 0 0 ( 4 ) とマーカ- 3 0 0 ( 6 ) とが抽出されるようにしてもよい。

また抽出条件として、一方の側と他方の側とで飛ばし方が異なるようにして、連続して

50

配置されている3個のマーカ-が抽出されてもよい。たとえば、抽出条件としては、マーカ-300(1)とマーカ-300(2)とマーカ-300(4)とが抽出され、次に、マーカ-300(2)とマーカ-300(3)とマーカ-300(4)とが抽出されるようにしてもよい。

上述した『ケーブル200の剛性』または『曲率または曲率半径の規定値(閾値)』により、抽出条件はこのように定められてもよい。

【0082】

次に図6を用いて、測定装置100の一例としての動作について説明する。なお、この図6に示す動作は、一定の期間ごとに実行されるものである。

【0083】

まず、検出部10が検出処理を実行する(ステップS10)。すなわち、検出部10が、測定対象における複数の異なる部位の位置に関するモ-ションキャプチャを実行する。そして、検出部10が、検出したマーカ-300の識別情報と、検出したマーカ-300の位置を示す位置情報と、計時または受信した時刻情報とを関連付けて、検出情報記憶部110に記憶する。

【0084】

次に、部位抽出部20が部位抽出処理を実行する(ステップS20)。すなわち、部位抽出部20が、検出情報記憶部110に関連付けられて記憶されている識別情報と位置情報とのうちから、抽出情報記憶部120に記憶されている抽出条件に基づいて、識別情報と位置情報とを抽出する。

【0085】

なおこのステップS20において、部位抽出部20は、検出情報記憶部110に記憶されている最新の時刻情報であり、かつ、ほぼ同じタイミングの時刻情報と関連付けられている識別情報と位置情報とを、抽出情報記憶部120に記憶されている抽出条件に基づいて、検出情報記憶部110から抽出する。これにより、後続のステップS30において、算出部30は、検出部10により同じタイミングにおいて検出された位置に基づいて、曲率または曲率半径を算出することができる。

【0086】

次に、算出部30が算出処理を実行する(ステップS30)。すなわち、算出部30が、ステップS20において部位抽出部20により抽出された識別情報と位置情報とに基づいて、曲率または曲率半径を算出する。

【0087】

次に、判定部40が判定処理を実行する(ステップS40)。すなわち、判定部40は、ステップS30において算出部30が算出した曲率または曲率半径が、閾値情報記憶部140から読み出した、曲率または曲率半径の規定値を満たしているか否かを判定する。

【0088】

ステップS40の判定結果が、算出部30が算出した曲率または曲率半径が規定値を満たしていない場合(ステップS40の判定結果がNOの場合)、通知部50は、通知処理を実行する(ステップS50)。すなわち、通知部50は、算出部30が算出した曲率または曲率半径が規定値を満たしていないことを通知する。

【0089】

一方ステップS40の判定結果が、算出部30が算出した曲率または曲率半径が規定値を満たしている場合(ステップS40の判定結果がYESの場合)、または、ステップS50に続いて、制御部60は、全ての部位を判定処理したか否かを判定する(ステップS60)。

【0090】

このステップS60における「全ての部位を判定処理したか否かを判定」する方法として、たとえば、制御部60は、図4に示した抽出情報記憶部120に記憶されている抽出条件の全てについて、ステップS20の抽出処理、ステップS30の算出処理、または、ステップS40の判定処理が実行されたか否かを判定する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 9 1 】

ステップ S 6 0 の判定結果が「全ての部位を判定処理していない」場合（ステップ S 6 0 の判定結果が N O の場合）、制御部 6 0 は、制御部 6 0 は、ステップ S 2 0 からの処理を繰り返す。なおこのステップ S 2 0 において、部位抽出部 2 0 は、抽出情報記憶部 1 2 0 に記憶されている抽出条件のなかから、「今回の処理」においてまだ抽出処理を実行していない抽出条件を選択し、この選択した抽出条件に基づいて、識別情報と位置情報と検出情報記憶部 1 1 0 から抽出する。以降、ステップ S 3 0 からの処理が繰り返される。ここで「今回の処理」とは、一定の期間ごとに実行される、図 6 を用いて説明した処理のことである。

## 【 0 0 9 2 】

一方ステップ S 6 0 の判定結果が「全ての部位を判定処理している」場合（ステップ S 6 0 の判定結果が Y E S の場合）、制御部 6 0 は、「今回の処理」を終了する。その後、制御部 6 0 は、一定の期間ごとに、ステップ S 1 0 からの処理を繰り返し実行する。すなわち、制御部 6 0 は、一定の期間ごとに、上述した図 6 の処理を繰り返し実行する。

## 【 0 0 9 3 】

なお、たとえばステップ 3 0 とステップ S 4 0 との間において、制御部 6 0 が、算出部 3 0 が算出した「曲率または曲率半径」と、この曲率または曲率半径を算出するために部位抽出部 2 0 により用いられた「抽出条件番号」と、部位抽出部 2 0 が抽出した座標と関連付けられて検出情報記憶部 1 1 0 に記憶されている「時刻情報」とを関連付けて、履歴情報記憶部 1 3 0 に記憶してもよい。

## 【 0 0 9 4 】

なお制御部 6 0 が履歴情報記憶部 1 3 0 に記憶するタイミングは、ステップ 3 0 とステップ S 4 0 との間に限られるものではなく、ステップ S 6 0 の判定結果が Y E S の場合をタイミングとして、制御部 6 0 が履歴情報記憶部 1 3 0 にまとめて記憶するようにしてもよいし、他のタイミングであってもよい。

## 【 0 0 9 5 】

上記に説明した構成と動作により、測定装置 1 0 0 は、ケーブル 2 0 0 における複数の異なる部位の位置を、時間の経過とともに、繰り返し検出し、繰り返し検出した位置に基づいて曲率または曲率半径を算出する。これにより、時間経過とともにケーブル 2 0 0 の形状が変化する場合であっても、ケーブル 2 0 0 の形状を測定するとともに、曲率または曲率半径を測定することができる。そのため、測定装置 1 0 0 は、ケーブル 2 0 0 において、規定を満足しない形状状態が一瞬でも生じたか否かを判定することができる。

## 【 0 0 9 6 】

ここで、たとえば、ケーブル 2 0 0 の形状を写真や映像として撮像し、撮像した写真や映像などに人（測定者）の手により円弧をフィッティングして、ケーブル 2 0 0 の曲率または曲率半径を測定するような測定方法の場合では、測定者によるバラツキが生じることや、写真や映像の鮮明度によっても精度が落ちる恐れがあった。また、このような測定方法では、ケーブル 2 0 0 の曲率または曲率半径を測定するために時間を要してしまい、曲率または曲率半径の時系列をリアルタイムに測定することは不可能であった。

## 【 0 0 9 7 】

これに対して、測定装置 1 0 0 は、ケーブル 2 0 0 の位置情報を検出し、検出した位置情報に基づいて曲率または曲率半径を算出する。そのため測定者によるバラツキが生じることなく、ケーブル 2 0 0 についての定量的な指標としての曲率または曲率半径を測定することができる。また、曲率または曲率半径の時系列をリアルタイムに測定することも可能である。

## 【 0 0 9 8 】

また測定装置 1 0 0 は、ケーブル 2 0 0 の形状状態を示す情報（識別情報と座標 1 と座標 2 と座標 3 ）を、時刻情報と関連付けて検出情報記憶部 1 1 0 に記憶している。そのため、ケーブル 2 0 0 を管理する管理者は、検出情報記憶部 1 1 0 に記憶されている情報を参照することにより、ケーブル 2 0 0 の形状状態の変化の履歴を確認することができる。

10

20

30

40

50

## 【0099】

また測定装置100は、算出した曲率または曲率半径と、抽出条件番号と、時刻情報とを関連付けて履歴情報記憶部130に記憶している。そのため管理者は、履歴情報記憶部130に記憶されている情報を参照することにより、ケーブル200の形状状態の変化の指標としての「曲率または曲率半径」の変化の履歴を確認することができる。またケーブル200を管理する管理者は、履歴情報記憶部130に記憶されている情報を参照することにより、「曲率または曲率半径」の最大値、最小値、平均などの統計的な情報を算出することも可能である。

## 【0100】

また、検出情報記憶部110に記憶された履歴情報、または、履歴情報記憶部130に記憶された履歴情報は、他の場所でケーブルを敷設する場合の参考として用いることも可能であるし、算出部30が算出に用いる3個のマーカ-300同士の距離を定める場合に用いることも可能である。これにより他の場所でケーブルを敷設する場合に、適切な剛性などの物理特性を有したケーブルを敷設することも可能であるし、適切な配置間隔でマーカ-をケーブルに取り付けることや、曲率または曲率半径を算出するのに適切なマーカ-の間の抽出条件を設定することも可能である。

## 【0101】

## &lt;第2実施形態&gt;

上記に説明した第1実施形態においては、検出部10が、線状の測定対象における複数の異なる部位の位置を検出する方式として、測定対象における複数の異なる部位の位置に関するモーションキャプチャを実行する方式の場合について説明した。

しかしながら、検出部10が線状の測定対象における複数の異なる部位の位置を検出する方式は、これに限られるものではない。この第2実施形態においては、検出部10が線状の測定対象における複数の異なる部位の位置を検出する方式として、GPS(Global Positioning System)を用いる場合について説明する。

## 【0102】

図7は、この発明の第2実施形態による測定システム2の構成を示す概略ブロック図である。測定システム2は、測定装置101と、GPS端末400(位置検出装置)とを備えている。GPS端末400は、ケーブル200に取り付けられている。

## 【0103】

この図7に示すように、第2実施形態においては、第1実施形態において図1または図2を用いて説明したマーカ-300が、GPS端末400に変更される。すなわち、複数のGPS端末400がケーブル200に取り付けられている。また検出部10が検出部11に変更されている。

## 【0104】

測定装置100と測定装置101とは、検出部10と検出部11とで構成は相違するが、他の構成は同様である。よって図7において、図1と同様の構成には同一の符号を付し、その説明を省略する。

## 【0105】

GPS端末400のそれぞれは、一例としては、位置検出部410と、通信部420と、蓄電部430と、識別情報記憶部440とを備えている。なおGPS端末400のそれぞれは、識別情報により可能である。

## 【0106】

位置検出部410は、数個のGPS衛星から送信される信号を受信し、受信した信号に基づいて、位置検出部410自身の位置を検出する。

識別情報記憶部440には、自GPS端末400を識別する識別情報が記憶されている。

## 【0107】

通信部420は、位置検出部410が検出した位置を位置情報と、識別情報記憶部440から読み出した識別情報とを関連付けて送付する。通信部420の通信方式は任意であ

10

20

30

40

50

り、無線通信であってもよいし、有線通信であってもよい。

【0108】

蓄電部430は、一次電池または二次電池を有しており、位置検出部410、通信部420または識別情報記憶部440などのGPS端末400が備えている各構成に対して、一次電池または二次電池に蓄電されている電力を供給する。なお蓄電部430が二次電池を備えている場合、GPS端末400は、無線給電により受電した電力を、蓄電部430の二次電池に蓄電する蓄電制御部を備えていてもよい。

【0109】

上記構成により、ケーブル200に取り付けられた複数のGPS端末400それぞれは、自身の位置情報と識別情報とを関連付けて送出する。

【0110】

測定装置101の検出部11は、複数のGPS端末400それぞれが関連付けて送出した自身の位置情報と識別情報とを受信する。これにより、測定装置101の検出部11は、第1実施形態の場合と同様に、ケーブル200における複数の異なる部位の位置を検出することができる。以降の処理などは、第2実施形態と第1実施形態とで同様である。

【0111】

このような第2実施形態によっても、第1実施形態の場合と同様の作用と効果とを奏することができる。

【0112】

なお、GPS端末400それぞれが、数個のGPS衛星から受信した信号に基づいて計時する計時部を備えており、計時部により計時した時刻情報と位置情報と識別情報とを関連付けて通信部420を介して送出してもよい。そして、測定装置101の検出部11は、GPS端末400の通信部420から、時刻情報と位置情報と識別情報とを関連付けて受信してもよい。

これにより、測定装置101の検出部11は、第1実施形態の場合と同様に、ケーブル200における複数の異なる部位の位置を検出できるとともに、時刻情報を受信することにより、時刻を計時することができる。

【0113】

<第3実施形態>

上述した第1実施形態または第2実施形態においては、ケーブル200に取り付けられたマーカ300またはケーブル200に取り付けられたGPS端末400に基づいて、検出部10または検出部11が、ケーブル200における複数の異なる部位の位置を検出する方法について説明した。しかし、ケーブル200における複数の異なる部位の位置を検出する方法は、これに限られるものではない。

【0114】

たとえば、検出部10または検出部11に相当する検出部が、特定のパターンを有している赤外線ケーブル200に対して照射するとともに、照射した赤外線を受光し、受光した赤外線に基づいて、ケーブル200における複数の異なる部位の位置を検出する。

【0115】

照射された赤外線のパターンはケーブル200などの対象物の形状によって歪み、また検出部からの距離が離ればパターンはより大きく広がる。これらの情報を統計分析することで、検出部は、ケーブル200における複数の異なる部位の位置を検出する。この方式によれば、ケーブル200にはマーカ300やGPS端末400などの検出のための部材や装置を取り付けることなく、検出部は、ケーブル200における複数の異なる部位の位置を検出できる。

【0116】

このような第3実施形態によっても、第1実施形態または第2実施形態の場合と同様の作用と効果とを奏することができる。

【0117】

ここで、「検出部」として、第1実施形態の「検出部10」、第2実施形態の「検出部

10

20

30

40

50

11」、または、第3実施形態において説明した「検出部10または検出部11に相当する検出部」のいずれか区別することなく説明する場合、以降においては「検出部」と称して説明する。

また第1実施形態の「測定装置100」、第2実施形態の「測定装置101」、または、第3実施形態における「測定装置」のいずれか区別することなく説明する場合、以降においては「測定装置」と称して説明する。

#### 【0118】

<第4実施形態>

上記の説明において、「図6に示す動作は一定の期間ごとに実行される」ものとして説明したが、これに限られるものではない。

10

#### 【0119】

たとえば、図6に示す動作は、気象庁などから地震速報が通知された後は、地震速報が通知される前よりも、短い期間で動作されてもよい。または、気象庁などから通知される地震速報に基づいて、図6に示す動作は、地震が到来する前後の期間内は、この期間外よりも、短い期間で動作されてもよい。すなわち、図6に示す動作が繰り返し実行される期間（図6に示す動作の実行と次の実行までの時間間隔）は、気象庁などから通知される地震速報に基づいて変更されてもよい。

#### 【0120】

たとえば、測定装置が、地震速報の通知を受信可能な受信部を備えるようにする。そして制御部60は、地震速報が通知される前（地震速報の通知を受信部が受信する前）は、1時間ごとに図6に示す動作を実行し、地震速報が通知された後（地震速報の通知を受信部が受信した後）は、1秒ごとに図6に示す動作を実行する。このように制御部60は、受信部が受信した地震速報に基づいて、地震が発生した場合、地震が発生する前よりも早い時間間隔で、図6に示す動作を実行する。そして制御部60は、地震が到来してから予め定められた時間（たとえば1時間）が経過した後に、図6におけるステップS50において通知処理が実行されていないことを条件に、1時間ごとに図6に示す動作を実行するようにする。

20

#### 【0121】

このように、地震が発生したことが通知された場合、地震が発生したことが通知される前よりも早い時間間隔で、検出部は位置を検出し、算出部30は曲率または曲率半径を算出し、判定部40は、算出部30が算出した曲率または曲率半径が規定値を満たしているか否かを判定してもよい。

30

#### 【0122】

また、図6に示す動作が繰り返し実行される期間は、気象庁などから通知される地震速報に含まれている地震の大きさを示す情報（たとえば、マグニチュードの値）に基づいて変更されもよい。たとえば、制御部60は、マグニチュードの値が大きい場合には、マグニチュードの値が小さい場合に対比して、早い時間間隔で、「検出部は位置を検出し、算出部30は曲率または曲率半径を算出し、判定部40は、算出部30が算出した曲率または曲率半径が規定値を満たしているか否かを判定する」ような制御をしてもよい。

これにより、マグニチュードの値が大きく、ケーブル200に生じる単位時間あたりの変位の大きさが大きい場合であっても、測定装置100は、適切に、ケーブル200の形状を測定するとともに、曲率または曲率半径を測定することができる。そのため、ケーブル200について、規定を満足しない形状状態が一瞬でも生じたか否かを判定することができる。

40

#### 【0123】

また制御部60は、地震速報が通知されたことに応じて図6に示す動作を開始してもよい。たとえば制御部60は、地震速報が通知される前は、図6に示す動作をしていない。または制御部60は、地震速報が通知される前は、定期的な検査のタイミングにより、図6に示す動作を開始している。そして、制御部60は、地震速報が通知されたことに応じて、図6に示す動作を開始するとともに、図6に示す動作を繰り返す。

50

## 【 0 1 2 4 】

このように、地震が発生したことが通知された場合、検出部は位置を検出し、算出部 30 は曲率または曲率半径を算出し、判定部 40 は、算出部 30 が算出した曲率または曲率半径が規定値を満たしているか否かを判定してもよい。

## 【 0 1 2 5 】

このようにすることにより、地震時のように、ケーブル 200 に変位が生じ、ケーブル 200 において曲率または曲率半径が規定値を超える可能性がある場合について、測定装置は、ケーブル 200 を検査することやケーブル 200 の変位の記録を残すことができるとともに、地震時以外のケーブル 200 に変位が生じにくい場合には、検査することや、変位の記録を残すことの頻度を下げることができる。すなわち、検査のために要する電力を低減することや、記録するデータの量を低減することができる。

10

## 【 0 1 2 6 】

なお、上記で説明した「地震速報」とは、「地震速報」のうち、ケーブル 200 が敷設されている場所に関する「地震速報」である。たとえば「地震速報」のうち、地震の発生場所（震源地）と、地震の規模（マグニチュード）とに基づいて、ケーブル 200 に変位が生じうる可能性がある「地震速報」のことである。

## 【 0 1 2 7 】

また上記の説明においては、「図 6 に示す動作が繰り返し実行される期間は、気象庁などから通知される地震速報に基づいて変更される」場合、すなわち、「測定装置の制御部 60 が、受信部が受信した地震速報に基づいて、地震が発生した場合、地震が発生する前よりも早い時間間隔で、図 6 に示す動作を実行する。」場合について説明したが、これに限られるものではない。

20

たとえば、「図 6 に示す動作が繰り返し実行される期間は」、ケーブル 200 が敷設されている建造物内に設置されている地震計による検出結果に基づいて変更されてもよい。

たとえば、ケーブル 200 が敷設されている建造物内に地震計が設置されているものとする。さらに測定装置が、地震計が検出した振動に関するデータを取得する取得部を備えているものとする。

そして測定装置の制御部 60 は、地震計から取得したデータに基づいて、地震が発生したと判定した場合、地震が発生したと判定した前よりも早い時間間隔で、図 6 に示す動作を実行してもよい。

30

このような「地震計」に基づいた制御部 60 による制御によっても、上述した「気象庁などから通知される地震速報」に基づいた制御部 60 による制御の場合と同様の効果が得られる。

## 【 0 1 2 8 】

また制御部 60 は、地震計から取得したデータに基づいて、地震が発生したと判定した場合、図 6 に示す動作を開始してもよい。

また制御部 60 は、地震計から取得したデータに基づいて、「振動が大きい場合には、振動が小さい場合に対比して、早い時間間隔で、「検出部は位置を検出し、算出部 30 は曲率または曲率半径を算出し、判定部 40 は、算出部 30 が算出した曲率または曲率半径が規定値を満たしているか否かを判定する」ような制御をしてもよい。

40

このような「地震計」に基づいた制御部 60 による制御によっても、上述した「気象庁などから通知される地震速報」に基づいた制御部 60 による制御の場合と同様の効果が得られる。なお、地震または振動の検出方法は上記に限られるものではなく、任意の方法であってもよい。

## 【 0 1 2 9 】

< 第 5 実施形態 >

上述した第 4 実施形態においては、図 6 に示す動作が繰り返し実行される期間は、気象庁などから地震速報の通知に基づいて、定められる場合について説明した。しかし、図 6 に示す動作が繰り返し実行される期間は、測定装置 100 が検出した曲率または曲率半径に基づいて変更されてもよい。

50

## 【0130】

たとえば、制御部60は、検出したケーブル200の曲率または曲率半径が、曲率または曲率半径の規定値に対比して余裕がない場合は、余裕がある場合に対比して、図6に示す動作が繰り返し実行される期間を短くするようにしてもよい。

## 【0131】

たとえば閾値情報記憶部140には、さらに、曲率の閾値よりも小さい値の第1閾値、または、曲率半径の閾値よりも大きい値の第2閾値が更に記憶されている。

そして、制御部60は、第1の期間ごとに、図6の処理を繰り返し実行している。そして、制御部60は、図6のステップS30に続いて、ステップS30で算出した曲率が第1閾値よりも大きいか否か、または、ステップS30で算出した曲率半径が第2閾値よりも小さいか否かを判定する。

10

ステップS30で算出した曲率が第1閾値よりも大きいと判定した場合、または、ステップS30で算出した曲率半径が第2閾値よりも小さいと判定した場合、制御部60は、第1の期間よりも時間間隔が短い第2の期間ごとに、図6の処理を繰り返し実行するようにする。

その後、制御部60は、ステップS30で算出した曲率が第1閾値よりも大きくないと判定した場合、または、ステップS30で算出した曲率半径が第2閾値よりも小さくないと判定した場合、制御部60は、第1の期間ごとに、図6の処理を繰り返し実行するようにする。以降、制御部60は、これらの処理を繰り返す。

## 【0132】

20

このようにして、制御部60は、検出したケーブル200の曲率または曲率半径が、曲率または曲率半径の規定値に対比して余裕がない場合は、余裕がある場合に対比して、図6に示す動作が繰り返し実行される期間を短くする。

上記に説明した第5実施形態によっても、第4実施形態と同様の効果を得ることができる。

## 【0133】

<第6実施形態>

なお、上記の第1実施形態における説明において、「制御部60は、全ての部位を判定処理したか否かを判定する(ステップS60)。」(図6のステップS60を参照)ものとして説明したが、これに限られるものではない。

30

たとえば、「全ての部位」でなくても、「特定の部位のみ」でもよい。ここでいう「特定の部位」とは、たとえば管理者が「任意で設定した区間内の全ての部位」である。

たとえば図5において、曲率半径 $R(2)$ から曲率半径 $R(n-1)$ が「全ての部位」に対する曲率半径とすると、「特定の部位のみ」の曲率半径 $R$ とは、曲率半径 $R(p)$ から曲率半径 $R(p+q)$ までの曲率半径のことである。ただし、 $p$ は2以上の自然数であり、 $q$ は $(n-1-p)$ 以下の任意の自然数である。

## 【0134】

たとえば、抽出情報記憶部120には、ケーブル200における「特定の部位」、すなわち、ケーブル200における「任意で設定した区間内の全ての部位」に対応する「抽出条件のみ」が記憶されているものとする。

40

そして図6のステップS60において、制御部60が「全ての部位を判定処理したか否かを判定する(ステップS60)。」ときに、制御部60が、抽出情報記憶部120に記憶されている「特定の部位」に対応する抽出条件の全てについて、ステップS20の抽出処理、ステップS30の算出処理、および、ステップS40の判定処理が実行されたか否かを判定するようにする。

このようにして、図6のステップS60において、「制御部60は、特定の部位の全てを判定処理したか否かを判定する(ステップS60)。」ようにしてもよい。

ここでケーブル200には、敷設により、変形が生じやすい部位と、変形が生じにくい部位とが生じることがある。

このような場合において、「任意で設定した区間内の全ての部位」と、「変形が生じや

50

すい部位」とを対応させることが可能である。たとえば、抽出情報記憶部 120 に、「変形が生じやすい部位」に対応する抽出条件のみが記憶されるようにする。

これにより、測定装置は、「変形が生じやすい部位」のみに対して、曲率または曲率半径を算出すること、判定すること、記録することを実行する。これにより、曲率または曲率半径を算出する回数を低減すること、判定する処理の回数を低減すること、記録する処理の回数を低減することができる。さらには、これらに要する電力を低減することや、記録するデータの量を低減することができる。

#### 【0135】

なお、ケーブル 200 における「部位」に対応する「抽出条件」と、識別情報とが関連付けられて抽出情報記憶部 120 に記憶されていてもよい。この「識別情報」とは、「抽出条件」による抽出を実行するか否かを示す情報である。

そして、部位抽出部 20 は、抽出を実行することを示す識別情報と関連付けられている抽出条件に基づいて、識別情報と位置情報とを検出情報記憶部 110 から抽出する。

そして図 6 のステップ S60 において、「制御部 60」は、抽出を実行することを示す識別情報と関連付けられている「全ての抽出条件」に基づいて、抽出が実行されたか否かを判定する。

このようにしても、図 6 のステップ S60 において、制御部 60 は、「特定の部位の全てを判定処理したか否かを判定する」ことができる。

#### 【0136】

なお上記においては、図 6 のステップ S60 において「制御部 60 が、特定の部位の全てを判定処理したか否かを判定する」ために、抽出情報記憶部 120 に記憶されている「抽出条件」によって抽出する場合について説明したが、これに限られるものでもない。

たとえば、マーカー 300（第 1 実施形態を参照）または GPS 端末 400（第 2 実施形態を参照）が、ケーブル 200 の「特定の部位のみ」に取り付けられていてもよい。

これによっても、上述の「抽出情報記憶部 120 に、ケーブル 200 における「任意で設定した区間内の全ての部位」に対応する「抽出条件のみ」が記憶されている」場合と同様の効果が得られる。

#### 【0137】

##### <変形例>

なお上記の説明においては、部位抽出部 20 が検出部により検出された位置の中から曲率または曲率半径の閾値に基づいて 3 個の異なる部位の位置を抽出する場合について説明したが、部位抽出部 20 の機能を算出部 30 が備えていてもよい。または、部位抽出部 20 と算出部 30 とが一体として算出部 30 として構成されてもよい。

すなわち算出部 30 は、検出部により検出された位置の中から、曲率または曲率半径の閾値に基づいて、3 個の異なる部位の位置を抽出し、抽出した 3 個の異なる部位の位置に基づいて、曲率または曲率半径を算出してもよい。

#### 【0138】

##### <ケーブル 200 の例>

上記に説明した測定装置は、免震構造物に引き込まれるケーブル 200 に適応することが可能である。

#### 【0139】

まず免震構造物について説明する。免震構造物には、下部構造体に免震装置を介して上部構造体を支承するものがある。この種の免震構造物では、地震発生時に免震装置が大きくゆっくりと変形することで構造物に入力される地震動を低減するようになっている。このため、地震発生時には、下部構造体と上部構造体との間に大きな相対変位を生じることになる。

#### 【0140】

よって、免震構造物に引き込まれているケーブル 200 は、地震の影響によってケーブル 200 としての機能を損なわないように、大きな相対変位に対して追随することが必要とされる。また、ケーブル 200 は、大きな相対変位に対して追随する場合であっても、

10

20

30

40

50

ケーブル 200 としての機能を損なわないように、ケーブル 200 の曲率または曲率半径が、ケーブル 200 に対して定められている規定を満足しない形状状態が一瞬でも生じないことが求められている。

【0141】

上記に説明した測定装置によれば、このような免震構造物に引き込まれるケーブル 200 に対しても、ケーブル 200 の形状状態を検出するとともに、ケーブル 200 の曲率または曲率半径を算出することがリアルタイムで可能である。

よって測定装置は、免震構造物に引き込まれているケーブル 200 が、地震の影響によってケーブル 200 としての機能を損なうような形状と一瞬でもなった場合を検出することができる。そして、もしケーブル 200 としての機能を損なうような形状にケーブル 200 が一瞬でもなった場合には、ケーブル 200 の機能を検査することや、ケーブル 200 を交換することができる。よって、ケーブル 200 としての機能を損なった場合であっても、迅速に、ケーブル 200 としての機能を復元することも可能である。このように、上記に説明した測定装置は、免震構造物に引き込まれるケーブル 200 を測定することに好適である。

10

【0142】

なお、上記に説明した測定装置の機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより測定装置 100 による測定処理を行ってもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OS や周辺機器等のハードウェアを含むものとする。

20

【0143】

また、「コンピュータシステム」は、WWWシステムを利用している場合であれば、ホームページ提供環境（あるいは表示環境）も含むものとする。

また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、短時間の間、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持しているものも含むものとする。また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良く、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであっても良い。

30

【0144】

以上、この発明の実施形態を図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

【符号の説明】

【0145】

1、2 測定システム、10、11 検出部、20 部位抽出部、30 算出部、40 判定部、50 通知部、60 制御部、100 測定装置、110 検出情報記憶部、120 抽出情報記憶部、130 履歴情報記憶部、140 閾値情報記憶部、200 測定対象、300 マーカー、400 GPS 端末、410 位置検出部、420 通信部、430 蓄電部、440 識別情報記憶部

40

【 図 1 】

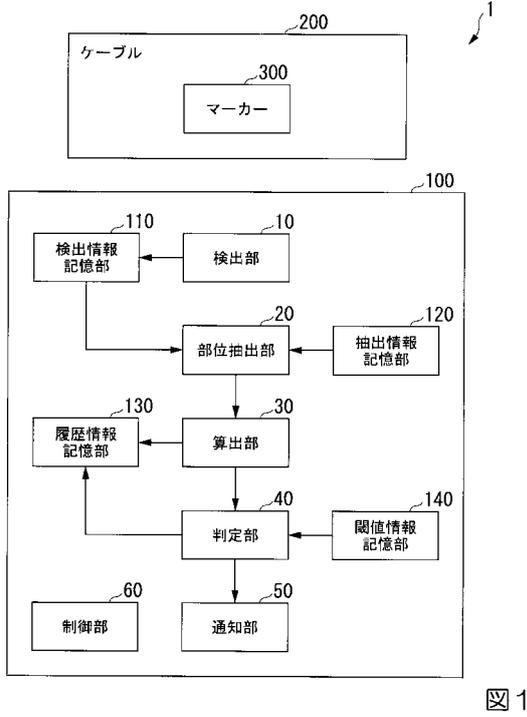


図 1

【 図 2 】

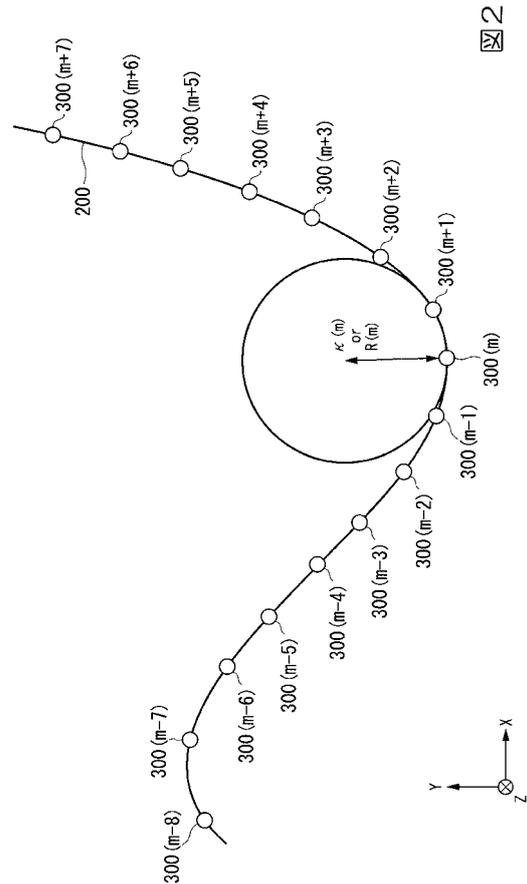


図 2

【 図 3 】

識別情報	座標1	座標2	座標3	時刻情報
1	X(1)	Y(1)	Z(1)	t1
2	X(2)	Y(2)	Z(2)	t1
:	:	:	:	:
m-1	X(m-1)	Y(m-1)	Z(m-1)	t1
m	X(m)	Y(m)	Z(m)	t1
m+1	X(m+1)	Y(m+1)	Z(m+1)	t1
:	:	:	:	:
n	X(n)	Y(n)	Z(n)	t1

図 3

【 図 6 】

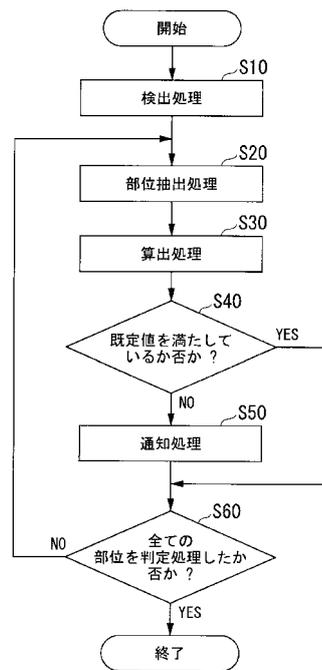


図 6

【 図 4 】

抽出条件番号	識別情報1	識別情報2	識別情報3
2	1	2	3
3	2	3	4
:	:	:	:
m	m-1	m	m+1
:	:	:	:
n-1	n-2	n-1	n

図 4

【 図 5 】

抽出条件番号	曲率または曲率半径	時刻情報
2	$\kappa(2)$ or $R(2)$	t1
3	$\kappa(3)$ or $R(3)$	t1
:	:	:
m	$\kappa(m)$ or $R(m)$	t1
:	:	:
n-1	$\kappa(n-1)$ or $R(n-1)$	t1

図 5

【図7】

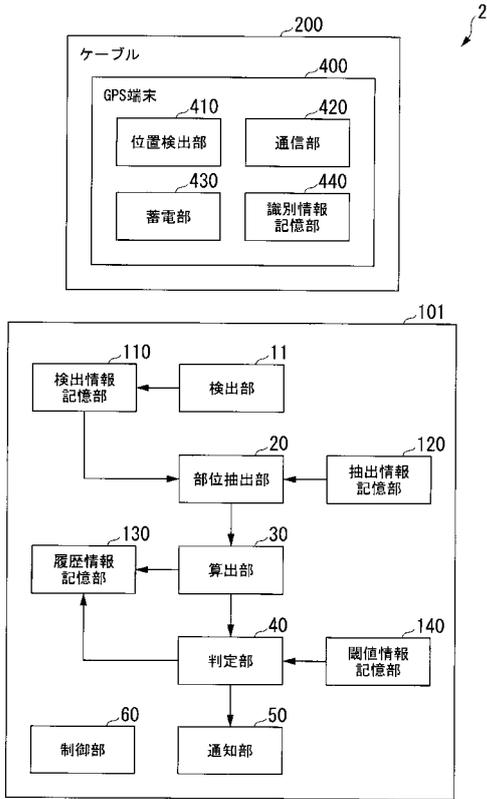


図7

---

フロントページの続き

(72)発明者 杉村 義文

東京都港区芝浦三丁目4番1号 株式会社NTTファシリティーズ内

Fターム(参考) 2F069 AA53 BB26 CC09 GG06 GG07 GG39 GG45 JJ07 QQ03 QQ07