

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B1)

(11) 特許番号

特許第6140353号
(P6140353)

(45) 発行日 平成29年5月31日(2017.5.31)

(24) 登録日 平成29年5月12日(2017.5.12)

(51) Int.Cl. F I
G 0 1 V 1/00 (2006.01) G O 1 V 1/00 Z J M E

請求項の数 6 (全 11 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2016-232664 (P2016-232664)</p> <p>(22) 出願日 平成28年11月30日(2016.11.30)</p> <p>審査請求日 平成28年11月30日(2016.11.30)</p> <p>特許権者において、実施許諾の用意がある。</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 508180655 林 大雅 神奈川県鎌倉市由比が浜2-20-9</p> <p>(73) 特許権者 512223249 林 佐千男 神奈川県鎌倉市由比が浜2-20-9</p> <p>(74) 代理人 100155158 弁理士 渡部 仁</p> <p>(72) 発明者 林 大雅 神奈川県鎌倉市由比が浜2-20-9</p> <p>(72) 発明者 林 佐千男 神奈川県鎌倉市由比が浜2-20-9</p> <p>審査官 田中 秀直</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液体地震計

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の液体地震計と、サーバとを通信可能に接続し、前記液体地震計で検出した信号に基づいて天災の発生を予測する液体地震計システムであって、

前記液体地震計は、

液体を充填したバルーンと、

前記バルーンの異なる表面の画像を撮影する複数の前記撮影手段と、

前記撮影手段ごとに当該撮影手段から前記所定時間差で得られた画像信号の差分信号を生成し、生成した各差分信号を合成した差分合成信号を出力する信号検出手段と、

前記バルーン的环境条件を検出するセンサと、

前記信号検出手段で検出した差分合成信号及び前記センサで検出したセンサ信号を前記サーバに送信する信号送信手段とを有し、

前記サーバは、

前記差分合成信号及び前記センサ信号を受信する信号受信手段と、

前記信号受信手段で受信したセンサ信号に基づいて、前記バルーン的环境条件に関するノイズ要因情報を前記液体地震計の識別情報と対応づけてデータベースに登録するノイズ要因情報登録手段と、

前記データベースに対し検索を行うことにより前記ノイズ要因情報が同一の2台の前記液体地震計を特定する液体地震計特定手段と、

前記液体地震計特定手段で特定した一方の液体地震計について前記信号受信手段で受信

した差分合成信号と、前記液体地震計特定手段で特定した他方の液体地震計について前記信号受信手段で受信した差分合成信号との差分信号を生成する差分信号生成手段と、

前記差分信号生成手段で生成した差分信号と、過去の地震発生時に変形した前記バルーンの変形態様に対応する参照信号との相関をとる相関器と、

前記相関器からの相関信号に基づいて天災の発生を予測する天災発生予測手段とを有することを特徴とする液体地震計システム。

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記ノイズ要因情報登録手段は、前記液体地震計の設置位置を示す位置情報を前記識別情報と対応づけて前記データベースに登録し、

前記液体地震計特定手段は、前記データベースに対し検索を行うことにより前記ノイズ要因情報が同一で且つ前記液体地震計の設置距離が最も大きい 2 台の前記液体地震計を特定することを特徴とする液体地震計システム。

10

【請求項 3】

請求項 1 及び 2 のいずれか 1 項において、

前記液体地震計は、前記バルーンの表面の画像を撮影する撮影手段を備え、

前記信号検出手段は、前記撮影手段から所定時間差で得られた画像信号の差分信号を出力することを特徴とする液体地震計システム。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項において、

地震発生時に前記バルーンが変形する方向と直交する方向に伸長する線状の模様を前記バルーンの表面に付したことを特徴とする液体地震計システム。

20

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項において、

前記液体地震計は、前記信号検出手段から得られる信号をフィルタリングするフィルタリング手段を備え、

前記フィルタリング手段は、地震発生時の重力変化に応じて前記バルーンが変形する周波数帯域の信号成分を通過させ、これよりも低い周波数帯域の信号成分を除去することを特徴とする液体地震計システム。

【請求項 6】

請求項 5 において、

前記フィルタリング手段は、地震発生時の重力変化に応じて前記バルーンが変形する周波数帯域よりも高い周波数帯域の信号成分を除去することを特徴とする液体地震計システム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液体地震計に係り、特に、天災の発生を予測するのに好適な液体地震計に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、液体を用いた地震計としては、例えば、特許文献 1 記載の地震計が知られている。

40

【0003】

特許文献 1 記載の地震計は、容器に収容された液体の液面で反射した光を受光手段で受光して電気信号に変換し、受光手段の出力から地震の揺れが発生したかどうかを判定するものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

50

【特許文献1】特開2009-216493号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1記載の地震計は、地震の振動により液面が乱れ、受光手段での受光の可否を検出するものであるもので、あくまで地震の発生を検出するものであって、地震や津波の発生までは予測することはできない。

【0006】

そこで、本発明は、このような従来の技術の有する未解決の課題に着目してなされたものであって、天災の発生を予測するのに好適な液体地震計を提供することを目的としている。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明者らは、東日本の大地震とそれによって引き起こされた津波について、前兆現象としての引き波に注目した。引き波はなぜ発生するのか。迫り来る津波の大水塊の質量や地殻変動等に起因して引力（以下「津波の引力」という。）が生じ、この引力が湾内や沿岸の海水を引き寄せていることが要因の1つであると考えられる。津波の引力は、漁船の船底に溜まっている海水にも同時に作用していたはずである。また、地震による地殻変動等によって重力変化が生じることが報告されているところ、地震発生前に地殻変動等に起因して重力変化が生じることが可能性として考えられる。そこで、本発明者らは、液体を

20

充填したバルーンが津波の引力等により変形することに着目し、この現象をとられて災害（地震や津波）を予測する本発明に想到した。

【0008】

〔発明1〕 上記目的を達成するために、発明1の液体地震計は、液体を充填したバルーンと、前記バルーンの変形に応じた信号を検出する信号検出手段と、前記信号検出手段からの信号と、過去の地震発生時に変形した前記バルーンの変形態様に対応する参照信号との相関をとる相関器と、前記相関器からの相関信号に基づいて天災の発生を予測する天災発生予測手段とを備える。

【0009】

このような構成であれば、地震発生時に津波の引力等によりバルーンが変形すると、信号検出手段により、バルーンの変形に応じた信号が検出され、相関器の一方の入力に入力される。相関器の他方の入力には、過去の地震発生時に変形したバルーンの変形態様に対応する参照信号が入力される。このため、相関器では、信号検出手段からの信号と、過去の地震発生時に変形したバルーンの変形態様に対応する参照信号との相関がとられる。そして、天災発生予測手段により、相関器からの相関信号に基づいて天災の発生が予測される。

30

【0010】

バルーンの変形は、津波の引力等だけでなく、地震波や騒音等の振動、温度、湿度その他の環境条件、バルーンの経年劣化その他様々な要因によっても生じる。このため、バルーンの変形だけを検出して天災の発生を精度よく予測することは難しい。そこで、本発明は、過去の地震発生時に変形したバルーンの変形態様に基づいて参照信号を生成しておき、バルーンの変形に応じた信号に対しこの参照信号との相関を相関器でとることにより天災の発生を予測するものである。

40

【0011】

〔発明2〕 さらに、発明2の液体地震計は、発明1の液体地震計において、前記バルーンの表面の画像を撮影する撮影手段を備え、前記信号検出手段は、前記撮影手段から所定時間差で得られた画像信号の差分信号を出力する。

【0012】

このような構成であれば、撮影手段により、バルーンの表面の画像が撮影され、信号検出手段により、撮影手段から所定時間差で得られた画像信号の差分信号が出力される。

50

【0013】

〔発明3〕 さらに、発明3の液体地震計は、発明2の液体地震計において、前記バルーンの異なる表面の画像を撮影する複数の前記撮影手段を備え、前記信号検出手段は、前記撮影手段ごとに当該撮影手段から前記所定時間差で得られた画像信号の差分信号を生成し、生成した各差分信号を合成した信号を出力する。

【0014】

このような構成であれば、複数の撮影手段により、バルーンの異なる表面の画像が撮影され、信号検出手段により、撮影手段ごとにその撮影手段から所定時間差で得られた画像信号の差分信号が生成され、生成された各差分信号を合成した信号が出力される。

【0015】

〔発明4〕 さらに、発明4の液体地震計は、発明2及び3のいずれか1の液体地震計において、地震発生時に前記バルーンが変形する方向と直交する方向に伸長する線状の模様を前記バルーンの表面に付した。

【0016】

このような構成であれば、バルーンの表面には、地震発生時にバルーンが変形する方向と直交する方向に伸長する線状の模様が付されているので、バルーンが変形したときに画像内容の変化が大きくなる。

【0017】

〔発明5〕 さらに、発明5の液体地震計は、発明1乃至4のいずれか1の液体地震計において、前記信号検出手段から前記相関器に入力する信号をフィルタリングするフィルタリング手段を備え、前記フィルタリング手段は、地震発生時の重力変化に応じて前記バルーンが変形する周波数帯域の信号成分を通過させ、これよりも高い周波数帯域の信号成分を除去する。

【0018】

このような構成であれば、フィルタリング手段により、地震発生時の重力変化に応じてバルーンが変形する周波数帯域の信号成分が通過し、これよりも高い周波数帯域の信号成分が除去される。

【0019】

本発明は、重力の変化を検出するものであるが、重力の変化については、次の特性がある。

【0020】

(1) 地震波又は経年劣化等による変動に比して極めて微弱な変化であるので、信号検出手段からの信号のS/N比が極めて小さい。

【0021】

(2) 地震発生時の重力の変化は緩やかであるので、地震波よりも変動周期(周波数)が低い。

【0022】

(3) 地震発生時の重力の変化は緩やかとはいうものの、温度、湿度、経年劣化等による変動よりも変動周期(周波数)は高い。

【0023】

本発明は、上記(2)の特性に着目したものであって、フィルタリング手段により地震発生時の重力の変化よりも高い周波数の信号成分を除去することによりS/N比を高めるものである。

【0024】

〔発明6〕 さらに、発明6の液体地震計は、発明5の液体地震計において、前記フィルタリング手段は、地震発生時の重力変化に応じて前記バルーンが変形する周波数帯域よりも低い周波数帯域の信号成分を除去する。

【0025】

このような構成であれば、フィルタリング手段により、地震発生時の重力変化に応じてバルーンが変形する周波数帯域よりも低い周波数帯域の信号成分が除去される。

10

20

30

40

50

【0026】

本発明は、上記(3)の特性に着目したものであって、フィルタリング手段により地震発生時の重力の変化よりも低い周波数の信号成分を除去することによりS/N比を高めるものである。

【発明の効果】

【0027】

以上説明したように、発明1の液体地震計によれば、バルーンの変形に応じた信号に対し過去の地震発生時に変形したバルーンの変形態様に対応する参照信号との相関から天災の発生を予測するので、従来に比して、天災の発生を精度よく予測することができる。

【0028】

さらに、発明2の液体地震計によれば、撮影手段でバルーンの表面の画像を撮影し、差分信号を出力するだけでよいので、比較的簡単な構成でバルーンの変形に応じた信号を検出することができる。

【0029】

さらに、発明3の液体地震計によれば、撮影手段ごとに差分信号を生成し、これらを合成した信号を出力するので、バルーンの変形に応じた信号を精度よく検出することができる。

【0030】

さらに、発明4の液体地震計によれば、バルーンが変形したときに画像内容の変化が大きくなるので、バルーンの変形を感度よく検出することができる。

【0031】

さらに、発明5の液体地震計によれば、地震波のように周波数が高いノイズを除去することができるので、信号検出手段からの信号のS/N比を向上することができる。

【0032】

さらに、発明6の液体地震計によれば、経年劣化等による変動のように周波数が低いノイズを除去することができるので、信号検出手段からの信号のS/N比をさらに向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】液体地震計100の斜視図である。

【図2】液体地震計100の平面図である。

【図3】液体地震計100の機能ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0034】

以下、本発明の実施の形態を説明する。図1乃至図3は、本実施の形態を示す図である。

【0035】

まず、本実施の形態の構成を説明する。

図1は、液体地震計100の斜視図である。図2は、液体地震計100の平面図である。

【0036】

液体地震計100は、図1及び図2に示すように、四角柱形状で中空の筐体10と、筐体10の天井から吊り下げられたバルーン12と、筐体10内に取り付けられた4台のCCDカメラ14とを有して構成されている。

【0037】

バルーン12は、シリコンゴム風船等からなる。バルーン12には、水等の液体が充填されている。バルーン12の表面には、地震発生時にバルーン12が変形する方向と直交する方向に伸長する線状の模様(不図示)が付されている。なお、バルーン12の形状、寸法、材質その他の諸元、液体の充填率並びに模様の態様は、CCDカメラ14でバルーン12の変形が感度よく捉えられるように最適な値に設定することが好ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 8 】

ＣＣＤカメラ１４はそれぞれ、同一水平面に配置され、バルーン１２の中心から９０度間隔で配置されている。４台のＣＣＤカメラ１４により、バルーン１２の表面の画像を９０度間隔で撮影することができる。

【 0 0 3 9 】

図３は、液体地震計１００の機能ブロック図である。

液体地震計１００は、図３に示すように、ＣＣＤカメラ１４からの画像信号を処理する差分合成器１６と、差分合成器１６からの信号（以下「差分合成信号」という。）をフィルタリングするバンドパスフィルタ１８と、バンドパスフィルタ１８からの信号と参照信号との相関をとる表面弾性波コンボルバ２０と、表面弾性波コンボルバ２０からの相関信号に基づいて津波の発生を予測する津波発生予測部２２とを有して構成されている。

10

【 0 0 4 0 】

差分合成器１６は、ＣＣＤカメラ１４ごとにそのＣＣＤカメラ１４から所定時間差で得られた画像信号の差分信号を生成し、生成した各差分信号を合成した信号を出力する。差分信号は、例えば、ＣＣＤカメラ１４からの画像信号を所定時間分バッファに保持しておき、ＣＣＤカメラ１４から現在得られた画像信号と、ＣＣＤカメラ１４から所定時間前に得られた画像信号との差分を演算することにより生成する。

【 0 0 4 1 】

バンドパスフィルタ１８は、地震発生時の重力変化に応じてバルーン１２が変形する周波数帯域の信号成分を通過させ、これ以外の周波数帯域の信号成分を除去する。バンドパスフィルタ１８の周波数帯域は、例えば、過去の地震発生時に差分合成器１６から得られた信号を記録しておき、表面弾性波コンボルバ２０からの相関信号が最も大きくなるように設定することができる。

20

【 0 0 4 2 】

表面弾性波コンボルバ２０の他方の入力には、過去の地震発生時に変形したバルーン１２の変形態様に対応する参照信号を入力する。例えば、過去の地震発生時に差分合成器１６から得られた信号を記録しておき、これを参照信号とすることができる。

【 0 0 4 3 】

津波発生予測部２２は、表面弾性波コンボルバ２０からの相関信号のレベルが所定以上となったときは、津波の発生を警告する通知を出力する。この通知は、音として出力してもよいし、インターネット等のネットワークを介して他の端末に送信してもよい。

30

【 0 0 4 4 】

次に、本実施の形態の動作を説明する。

地震発生時に津波の引力によりバルーン１２が変形すると、差分合成器１６により、バルーン１２の変形に応じた信号が検出され、バンドパスフィルタ１８を介して低周波数帯域及び高周波数帯域の信号成分が除去され、表面弾性波コンボルバ２０の一方の入力に入力される。表面弾性波コンボルバ２０の他方の入力には、過去の地震発生時に変形したバルーン１２の変形態様に対応する参照信号が入力される。このため、表面弾性波コンボルバ２０では、バンドパスフィルタ１８からの信号と、過去の地震発生時に変形したバルーン１２の変形態様に対応する参照信号との相関がとられる。そして、津波発生予測部２２により、表面弾性波コンボルバ２０からの相関信号に基づいて津波の発生を警告する通知が出力される。

40

【 0 0 4 5 】

次に、本実施の形態の効果の説明する。

本実施の形態では、液体地震計１００は、液体を充填したバルーン１２と、バルーン１２の変形に応じた信号を検出する差分合成器１６と、差分合成信号と、過去の地震発生時に変形したバルーン１２の変形態様に対応する参照信号との相関をとる表面弾性波コンボルバ２０と、表面弾性波コンボルバ２０からの相関信号に基づいて津波の発生を予測する津波発生予測部２２とを備える。

【 0 0 4 6 】

50

これにより、バルーン 1 2 の変形に応じた信号に対し過去の地震発生時に変形したバルーン 1 2 の変形態様に対応する参照信号との相関から津波の発生を予測するので、従来に比して、津波の発生を精度よく予測することができる。

【 0 0 4 7 】

さらに、本実施の形態では、差分合成器 1 6 は、CCDカメラ 1 4 ごとにその CCDカメラ 1 4 から所定時間差で得られた画像信号の差分信号を生成し、生成した各差分信号を合成した信号を出力する。

【 0 0 4 8 】

これにより、CCDカメラ 1 4 でバルーン 1 2 の表面の画像を撮影し、差分信号を生成するだけでよいので、比較的簡単な構成でバルーン 1 2 の変形に応じた信号を検出することができる。また、CCDカメラ 1 4 ごとに差分信号を生成し、これらを合成した信号を出力するので、バルーン 1 2 の変形に応じた信号を精度よく検出することができる。

10

【 0 0 4 9 】

さらに、本実施の形態では、地震発生時にバルーン 1 2 が変形する方向と直交する方向に伸長する線状の模様をバルーン 1 2 の表面に付した。

【 0 0 5 0 】

これにより、バルーン 1 2 が変形したときに画像内容の変化が大きくなるので、バルーン 1 2 の変形を感度よく検出することができる。

【 0 0 5 1 】

さらに、本実施の形態では、液体地震計 1 0 0 は、差分合成器 1 6 から表面弾性波コンボルバ 2 0 に入力する信号をフィルタリングするバンドパスフィルタ 1 8 を備え、バンドパスフィルタ 1 8 は、地震発生時の重力変化に応じてバルーン 1 2 が変形する周波数帯域の信号成分を通過させ、これ以外の周波数帯域の信号成分を除去する。

20

【 0 0 5 2 】

これにより、地震波のように周波数が高いノイズ及び経年劣化等による変動のように周波数が低いノイズを除去することができるので、差分合成信号の S / N 比を向上することができる。

【 0 0 5 3 】

本実施の形態において、CCDカメラ 1 4 は、発明 2 又は 3 の撮影手段に対応し、差分合成器 1 6 は、発明 1 乃至 3 又は 5 の信号検出手段に対応し、バンドパスフィルタ 1 8 は、発明 5 又は 6 のフィルタリング手段に対応し、表面弾性波コンボルバ 2 0 は、発明 1 又は 5 の相関器に対応している。また、津波発生予測部 2 2 は、発明 1 の天災発生予測手段に対応している。

30

【 0 0 5 4 】

〔変形例〕

なお、上記実施の形態においては、CCDカメラ 1 4 を 4 台設けたが、これに限らず、CCDカメラ 1 4 の台数は任意である。CCDカメラ 1 4 が 1 台の場合、差分合成器 1 6 に代えて、CCDカメラ 1 4 から所定時間差で得られた画像信号の差分信号を出力する差分器でよい。

【 0 0 5 5 】

また、上記実施の形態及びその変形例においては、複数の CCDカメラ 1 4 を同一水平面に配置したが、さらに、バルーン 1 2 の真上及び真下に配置してもよい。CCDカメラ 1 4 をバルーン 1 2 の真上の配置する場合、バルーン 1 2 内に液面が形成されるように液体の充填率を 8 0 % 程度に調整し、CCDカメラ 1 4 で液面の画像を撮影する。これにより、バルーン 1 2 が変形したときに液面形状の変化が大きくなるので、バルーン 1 2 の変形を感度よく検出することができる。

40

【 0 0 5 6 】

また、上記実施の形態及びその変形例においては、バンドパスフィルタ 1 8 を設けたが、これに限らず、地震発生時の重力変化に応じてバルーン 1 2 が変形する周波数帯域の信号成分を通過させ、これよりも高い周波数帯域の信号成分を除去するローパスフィルタ

50

を設けてもよい。また、地震発生時の重力変化に応じてバルーン 1 2 が変形する周波数帯域の信号成分を通過させ、これよりも低い周波数帯域の信号成分を除去するハイパスフィルタを設けてもよい。

【 0 0 5 7 】

また、上記実施の形態及びその変形例においては、1つの参照信号を用いる構成としたが、これに限らず、複数の参照信号を用いることもできる。この場合、表面弾性波コンポルバ 2 0 を参照信号の数だけ設けてもよいし、参照信号を時系列に切り替えて表面弾性波コンポルバ 2 0 に入力してもよい。

【 0 0 5 8 】

また、上記実施の形態及びその変形例においては、1台の液体地震計 1 0 0 を用いる構成としたが、これに限らず、多数の液体地震計 1 0 0 を様々な地域に設置し、液体地震計 1 0 0 を連携させ、差分合成信号の S / N 比を向上する構成を採用することができる。具体的には、例えば次の構成を採用することができる。

【 0 0 5 9 】

液体地震計 1 0 0 に温度センサ等を取り付け、センサから得られたセンサ情報をサーバに送信する。また、差分合成信号もサーバに送信する。

【 0 0 6 0 】

サーバは、受信したセンサ情報に基づいて、温度、湿度その他の環境条件に関するノイズ要因情報を液体地震計 1 0 0 の識別情報 (I D) と対応づけてデータベースに登録する。ノイズ要因情報は、バルーン 1 2 の製造年月日、使用開始年月日その他の諸元も含まれる。サーバは、ノイズ要因情報が同一の 2 台の液体地震計 A、B を検索により特定する。このとき、温度、湿度、経年劣化等の要因ごとのノイズを $N_1 \sim N_n$ 、液体地震計 A におけるバルーン 1 2 の重力変化に応じた信号を $S_1(t)$ 、液体地震計 A におけるバルーン 1 2 の重力変化に応じた信号を $S_2(t)$ とすると、液体地震計 A の差分合成信号 $x_1(t)$ 及び液体地震計 B の差分合成信号 $x_2(t)$ は、下式 (1) (2) で表すことができる。また差分信号は、下式 (3) で表すことができる。

【 0 0 6 1 】

$$x_1(t) = N_1 + N_2 + \dots + N_n + S_1(t) \quad \dots (1)$$

$$x_2(t) = N_1 + N_2 + \dots + N_n + S_2(t) \quad \dots (2)$$

$$x_1(t) - x_2(t) = S_1(t) - S_2(t) \quad \dots (3)$$

ノイズ成分が同一であれば、上式 (3) の差分信号には、理想的にはノイズ成分が含まれないことになる。また、定常時は $S_1(t)$ 、 $S_2(t)$ がほぼゼロである。そこで、サーバは、受信した差分合成信号に基づいて、特定した液体地震計 A、B について上式 (3) の差分信号を生成し、差分信号と、第 1 の参照信号 (液体地震計 A の設置地域で過去の地震発生時に変形したバルーン 1 2 の変形態様に対応する参照信号) を表面弾性波コンポルバ 2 0 に入力する。これにより、液体地震計 A の設置地域について津波の発生を精度よく予測することができる。同様に、サーバは、差分信号と、第 2 の参照信号 (液体地震計 B の設置地域で過去の地震発生時に変形したバルーン 1 2 の変形態様に対応する参照信号) を表面弾性波コンポルバ 2 0 に入力する。これにより、液体地震計 B の設置地域について津波の発生を精度よく予測することができる。

【 0 0 6 2 】

なお、液体地震計 A、B が十分に離れた距離に設置されていれば、同時に地震の影響を受ける可能性がないか極めて低くなるので、干渉 ($S_1(t)$ 、 $S_2(t)$ のレベルが同時に高くなること) を低減することができる。したがって、液体地震計 A、B の特定においては、設置距離も考慮して特定するとよい。すなわち、液体地震計 1 0 0 の設置位置を示す位置情報を液体地震計 1 0 0 の識別情報 (I D) と対応づけてデータベースに登録しておき、ノイズ要因情報が同一で且つ設置距離が最も大きい 2 台の液体地震計 A、B を検索により特定する。

【 0 0 6 3 】

また、上記実施の形態及びその変形例においては、C C D カメラ 1 4 を設け、C C D カ

10

20

30

40

50

メラ 14 からの画像信号に基づいてバルーン 12 の変形に応じた信号を検出したが、これに限らず、バルーン 12 の表面までの距離を測定する測距センサを設け、測距センサからの測距信号に基づいてバルーン 12 の変形に応じた信号を検出してもよい。その他、バルーン 12 の変形に応じた信号を検出する方式は、任意の方式を採用することができる。

【0064】

また、上記実施の形態及びその変形例においては、参照信号の長さについて説明しなかったが、参照信号が長くなる場合は、参照信号を時間軸上に圧縮して表面弾性波コンボルバ 20 に入力する一方、バンドパスフィルタ 18 からの信号を時間軸上に圧縮して表面弾性波コンボルバ 20 に入力する変調器を設けることができる。

【0065】

また、上記実施の形態及びその変形例においては、バルーン 12 の変形に応じた信号を検出する方式である液体地震計を対象としたが、これに限らず、他の種類の地震計を対象とし、これから得られるセンサ信号を表面弾性波コンボルバ 20 に入力し、地震、津波その他の天災の発生を予測するように構成することもできる。すなわち、差分合成器 16 よりも後段の構成は、他の種類の地震計にも適用することが可能である。

【0066】

また、上記実施の形態及びその変形例においては、表面弾性波コンボルバ 20 を採用したが、これに限らず、その他の種類の相関器を採用することもできる。

【0067】

また、上記実施の形態及びその変形例においては、津波の発生を予測する場合について本発明を適用したが、これに限らず、本発明の主旨を逸脱しない範囲で他の場合にも適用可能である。例えば、地震発生前に地殻変動等に起因して重力変化が生じる場合は、地震の発生を予測することもできる。また、地震による地殻変動等によって重力変化が生じることが報告されているので、予測の場面だけでなく、地震、津波その他の天災の発生を通知する場合や、地震、津波その他の天災のときにどのような重力変化が生じたかを観測する場合などにも適用可能である。

【符号の説明】

【0068】

100 ... 液体地震計、 10 ... 筐体、 12 ... バルーン、 14 ... CCDカメラ、 16 ... 差分合成器、 18 ... バンドパスフィルタ、 20 ... 表面弾性波コンボルバ、 22 ... 津波発生予測部

【要約】

【課題】 天災の発生を予測するのに好適な液体地震計を提供する。

【解決手段】 液体地震計 100 は、液体を充填したバルーン 12 と、バルーン 12 の変形に応じた信号を検出する差分合成器 16 と、差分合成信号と、過去の地震発生時に変形したバルーン 12 の変形態様に対応する参照信号との相関をとる表面弾性波コンボルバ 20 と、表面弾性波コンボルバ 20 からの相関信号に基づいて津波の発生を予測する津波発生予測部 22 とを備える。

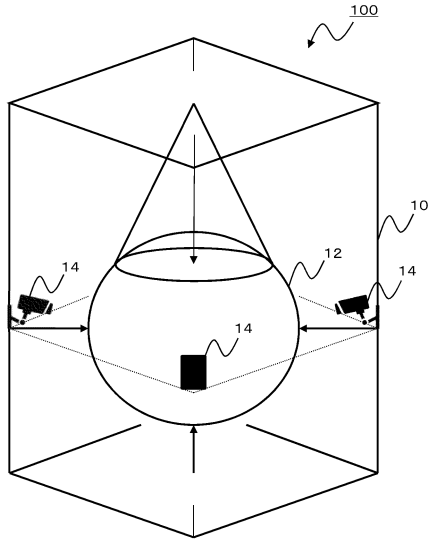
【選択図】 図 3

10

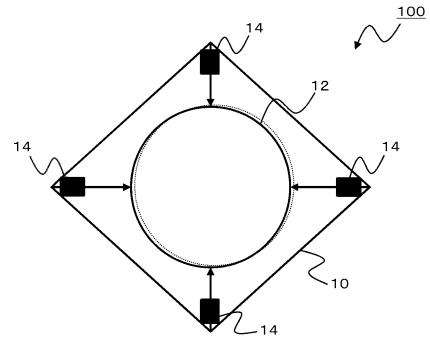
20

30

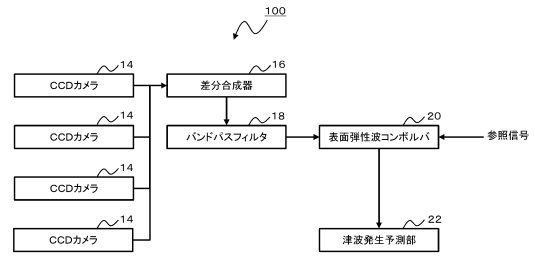
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2010-203914(JP,A)
特開2008-139114(JP,A)
特開2006-153830(JP,A)
特開平08-136426(JP,A)
登録実用新案第3113345(JP,U)
特開2013-055919(JP,A)
林大雅、他、津波の重力波の検知システムの提案、JPCATS 第9回 パーソナルコンピュータ利用技術学会全国大会講演論文集、2014年12月 6日

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01V 1/00
JSTPlus(JDreamIII)