

(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2017-191085
(P2017-191085A)

(43) 公開日 平成29年10月19日(2017.10.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO1C 13/00 (2006.01)	GO1C 13/00	Z 2F013
GO1F 23/62 (2006.01)	GO1C 13/00	S 2F076
GO1F 23/60 (2006.01)	GO1C 13/00	D
GO1P 5/04 (2006.01)	GO1F 23/62	G
GO1D 21/00 (2006.01)	GO1F 23/60	A

審査請求 有 請求項の数 19 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-177400 (P2016-177400)
 (22) 出願日 平成28年9月12日 (2016.9.12)
 (31) 優先権主張番号 105111172
 (32) 優先日 平成28年4月11日 (2016.4.11)
 (33) 優先権主張国 台湾 (TW)

(71) 出願人 512107846
 財団法人国家実験研究院
 NATIONAL APPLIED RESEARCH LABORATORIES
 台湾台北市和平東路二段106号3楼
 (74) 代理人 100167689
 弁理士 松本 征二
 (72) 発明者 林詠彬
 台湾台北市和平東路二段106号3楼 財
 団法人国家実験研究院内
 (72) 発明者 陳佑杰
 台湾台北市和平東路二段106号3楼 財
 団法人国家実験研究院内

最終頁に続く

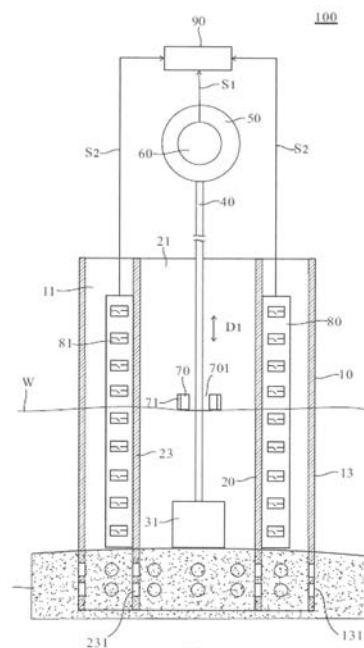
(54) 【発明の名称】 複合式水文監視システム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 土壌流出の深度、水位高度や流速などを監視することで、洪水発生時の安全性を確保し、簡単な構造、低コスト、簡単な施工と長い使用寿命を持つ複合式水文監視システムを提供する。

【解決手段】 複合式水文監視システムであり、ロープ40の両端にそれぞれ重り31と被検ユニットが接続され、重り31の位置を検知することによって、土壌流出の深度を知ることができるとともに、垂直方向に沿って異なる高さの位置で設置された複数の検知素子81で、水位高度や流速を測定することができる。河床の沈下と共に重りがロープ40を下に向けて引っ張ることによって、被検ユニットに力学的エネルギーが変化するため、その力学的エネルギーの変化を検知することで、河床の沈下深度を測定することができる。また、垂直に並んでいる複数の検知素子81は、水面の上昇と下降により信号が変わるため、その信号の変化で水位の変化を検知できる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複合式水文監視システムであり、

内部に第 1 收容空間が形成され、側壁に前記第 1 收容空間と連通する複数の第 1 貫通孔が設けられている第 1 中空座体と、

前記第 1 收容空間内に設置され、内部に第 2 收容空間が形成され、側壁に前記第 1 收容空間及び前記第 2 收容空間と連通する複数の第 2 貫通孔が設けられている第 2 中空座体と

、前記第 2 收容空間内に設置され、重力の作用で垂直方向に沿って移動可能な重りと、

垂直方向に沿って移動する前記重りと共に力学的エネルギーの変化が発生する被検ユニットと、

垂直方向に沿って移動する前記重りによって前記被検ユニットに力学的エネルギーが変化するように、前記重りと前記被検ユニットに連結されるロープと、

前記被検ユニットの力学的エネルギー変化を検知することで、第 1 信号を生成する第 1 検知ユニットと、

前記ロープに貫通され、前記ロープに沿って移動可能な浮体と、

垂直方向に沿って所定の間隔で前記第 1 中空座体と前記第 2 中空座体の間に設置された複数の検知素子を含み、前記浮体の移動で対応位置における前記検知素子を作動させることによって、第 2 信号を生成する第 2 検知ユニットと、

前記第 1 信号と前記第 2 信号を受信し、前記第 1 信号を土壌流出深度データに変換し、前記第 2 信号を水位高度データと流速データのうち、少なくとも一つに変換する信号処理ユニットと、

を備えることを特徴とする複合式水文監視システム。

【請求項 2】

前記浮体の側面に磁気素子が設置され、前記磁気素子で対応位置における前記検知素子を作動させることを特徴とする請求項 1 記載の複合式水文監視システム。

【請求項 3】

前記検知素子は磁気スイッチまたは誘導コイルであることを特徴とする請求項 2 記載の複合式水文監視システム。

【請求項 4】

前記磁気スイッチは、複数の検知部を形成するように、前記第 2 中空座体の外側の少なくとも二つの対称位置に設置され、前記検知部は垂直方向に沿って並んでいる複数の磁気スイッチを備えることを特徴とする請求項 3 記載の複合式水文監視システム。

【請求項 5】

前記磁気スイッチは並列で二つのワイヤーに接続され、前記浮体が対応位置における前記磁気スイッチを作動させる際、前記磁気スイッチは前記二つのワイヤーと導通回路を形成することを特徴とする請求項 3 記載の複合式水文監視システム。

【請求項 6】

前記信号処理ユニットはロックインアンプの原理で第 2 信号を処理することを特徴とする請求項 5 記載の複合式水文監視システム。

【請求項 7】

前記誘導コイルは前記第 2 中空座体に巻き付き、前記浮体が前記誘導コイルを通過するとき、前記浮体にある前記磁気素子は前記誘導コイルと磁気誘導を引き起こし、前記第 2 検知ユニットに第 2 信号を生成させることを特徴とする請求項 3 記載の複合式水文監視システム。

【請求項 8】

前記浮体が前記誘導コイルを通過するとき、前記誘導コイルは前記浮体の前記磁気素子でインダクタンスの変化が発生することを特徴とする請求項 7 記載の複合式水文監視システム。

【請求項 9】

10

20

30

40

50

複合式水文監視システムであり、

内部に第1收容空間が形成され、側壁に前記第1收容空間と連通する複数の第1貫通孔が設けられている第1中空座体と、

前記第1收容空間内に設置され、重力の作用で垂直方向に沿って移動可能な重りと、垂直方向に沿って移動する前記重りと共に力学的エネルギーの変化が発生する被検ユニットと、

垂直方向に沿って移動する前記重りによって前記被検ユニットに力学的エネルギーが変化するように、前記重りと前記被検ユニットに連結されるロープと、

前記被検ユニットの力学的エネルギー変化を検知することで、第1信号を生成する第1検知ユニットと、

垂直方向に所定の間隔で設置される複数の検知素子を含み、前記検知素子で対応した位置の周囲の状態を検知することで、第2信号を生成する第2検知ユニットと、

前記第1信号と前記第2信号を受信し、前記第1信号を土壌流出深度データに変換し、前記第2信号を水位高度データと流速データのうち、少なくとも一つに変換する信号処理ユニットと、

を備えることを特徴とする複合式水文監視システム。

【請求項10】

前記検知素子は前記ロープに設置されることを特徴とする請求項9記載の複合式水文監視システム。

【請求項11】

前記検知素子は温度計または圧力計であることを特徴とする請求項9記載の複合式水文監視システム。

【請求項12】

第3検知ユニットを備え、前記第3検知ユニットは前記重りに設置され、前記重りの移動を検知することで第3信号を生成し、前記信号処理ユニットは前記第3信号を、土壌流出深度、流速と水位高度のうち、少なくとも一つに関連する参考データに変換することを特徴とする請求項1～11のいずれか一項に記載の複合式水文監視システム。

【請求項13】

前記力学的エネルギーの変化は前記被検ユニットの回転による変化であり、前記第1検知ユニットは前記被検ユニットの回転を検知することを特徴とする請求項1～11のいずれか一項に記載の複合式水文監視システム。

【請求項14】

前記被検ユニットは中心軸に対して回転し、前記ロープは前記中心軸に対応して前記被検ユニットに巻き付き、前記重りが下に向けて移動すると、前記ロープは前記重りに引っ張られて伸びて、前記被検ユニットを正回転させることを特徴とする請求項13記載の複合式水文監視システム。

【請求項15】

引っ張られた前記ロープの長さが前記重りの下方移動の距離を超えた場合、前記被検ユニットは弾力によって逆回転し、前記ロープを緊張状態に戻すことを特徴とする請求項14記載の複合式水文監視システム。

【請求項16】

前記被検ユニットは、ケース、機械式ターンテーブル、渦巻ばねと連結部材を有し、前記機械式ターンテーブルは前記ケースの軸に設けられ、前記渦巻ばねは前記軸に巻き付いて、前記機械式ターンテーブルの内側に設けられ、前記ロープは前記機械式ターンテーブルの外側に巻き付き、前記連結部材は前記機械式ターンテーブルと前記第1検知ユニットに連結されることを特徴とする請求項15記載の複合式水文監視システム。

【請求項17】

前記第1検知ユニットは前記被検ユニットと同時に回転する回転エンコーダであることを特徴とする請求項16記載の複合式水文監視システム。

【請求項18】

10

20

30

40

50

前記信号処理ユニットは計算解析モジュールを有し、前記土壌流出深度データと前記水位高度データを総合的に解析し、警告信号を生成することを特徴とする請求項1～11のいずれか一項に記載の複合式水文監視システム。

【請求項19】

前記計算解析モジュールは、前記土壌流出深度データと前記水位高度データを読み込んで解析し、

(1) 前記土壌流出深度データが第1警戒閾値を上回った場合、

(2) 前記水位高度データが第2警戒閾値を上回った場合、

(3) 前記土壌流出深度データが前記第1警戒閾値を下回ったと同時に、前記水位高度データが前記第2警戒閾値を下回ったときに、前記土壌流出深度データと前記水位高度データの合計が第3警戒閾値を上回った場合、

の何れかの状況で警告信号を出し、

前記第1警戒閾値、前記第2警戒閾値及び前記第3警戒閾値は、予め設定したパラメータであることを特徴とする請求項18記載の複合式水文監視システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、複合式水文監視システムであり、特に土壌流出の深度、水位高度や流速を測定することができる複合式水文監視システムである。

【背景技術】

【0002】

土壌流出の深度と水位高度を測定する従来の方法は人員によって行われる。ただし、人員による測定の精度は操作人員の経験に頼る必要があり、水上作業も操作人員には一定の危険性があると考えられる。

【0003】

近年、様々な土壌流出深度と水位の状況を監視する技術が開発されており、例えば、時域反射法 (Time Domain Reflectometry) は、異なる導波管のデザインに合わせて水位や土壌流出などの物理的パラメータを監視することができる。また、アンカーケーブルと似た構造を取り入れた導波管のデザインも提案され、設置とシグナル減衰などの問題点を解消したが、複雑な構造や膨大なコストなどの課題が残されている。また、他にも河床の土壌流出深度、水流の流速や土砂濃度を監視するシステムが開発された。そのシステムは複数の感知ボール、リレー装置と計算装置を備え、各感知ボールは土砂層の異なる深さに対応している。土壌流出によって感知ボールが浮き上がる際に、感知ボールに内蔵の加速度計、深度圧力計と位置測定ユニットは感知ボールの加速度、水深及び位置を測定し、そのデータによって土壌流出の深度、水深、位置と水深方向での流速分布を算出する。ただし、前述システムは複雑な回路構成、設置の難しさ、高いコストと短い使用寿命などの問題点が存在している。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

洪水による河床の土壌流出深度、洪水の水位と流速を把握できる、簡単な構造、低コスト、簡単な施工と長い使用寿命を持つ複合式水文監視システムの開発が必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、土壌流出の深度、水位高度や流速などを監視し、洪水発生時の安全性と河川上または海上の構造物の安全性を確保することができ、簡単な構造、低コスト、簡単な施工と長い使用寿命を持つ複合式水文監視システムを提供することを目的とする。

【0006】

本発明に係る複合式水文監視システムは、
内部に第1收容空間が形成され、側壁に前記第1收容空間と連通する複数の第1貫通孔が設けられている第1中空座体と、
前記第1收容空間内に設置され、内部に第2收容空間が形成され、側壁に前記第1收容空間及び前記第2收容空間と連通する複数の第2貫通孔が設けられている第2中空座体と、
前記第2收容空間内に設置され、重力の作用で垂直方向に沿って移動可能な重りと、
垂直方向に沿って移動する前記重りと共に力学的エネルギーの変化が発生する被検ユニットと、
垂直方向に沿って移動する前記重りによって前記被検ユニットに力学的エネルギーが変化するように、前記重りと前記被検ユニットに連結されるロープと、
前記被検ユニットの力学的エネルギー変化を検知することで、第1信号を生成する第1検知ユニットと、
前記ロープに貫通され、前記ロープに沿って移動可能な浮体と、
垂直方向に沿って所定の間隔で前記第1中空座体と前記第2中空座体の間に設置された複数の検知素子を含み、前記浮体の移動で対応位置における前記検知素子を作動させることによって、第2信号を生成する第2検知ユニットと、
前記第1信号と前記第2信号を受信し、前記第1信号を土壌流出深度データに変換し、前記第2信号を流速データと水位高度データのうち、少なくとも一つに変換する信号処理ユニットと、
を備えることを特徴とする複合式水文監視システム。

10

20

【0007】

また、本発明に係るもう一つの複合式水文監視システムは、
内部に第1收容空間が形成され、側壁に前記第1收容空間と連通する複数の第1貫通孔が設けられている第1中空座体と、
前記第1收容空間内に設置され、重力の作用で垂直方向に沿って移動可能な重りと、
垂直方向に沿って移動する前記重りと共に力学的エネルギーの変化が発生する被検ユニットと、
垂直方向に沿って移動する前記重りによって前記被検ユニットに力学的エネルギーが変化するように、前記重りと前記被検ユニットに連結されるロープと、
前記被検ユニットの力学的エネルギー変化を検知することで、第1信号を生成する第1検知ユニットと、
垂直方向に所定の間隔で設置される複数の検知素子を含み、前記検知素子で対応した位置の周囲の状態を検知することで、第2信号を生成する第2検知ユニットと、
前記第1信号と前記第2信号を受信し、前記第1信号を土壌流出深度データに変換し、前記第2信号を流速データと水位高度データのうち、少なくとも一つに変換する信号処理ユニットと、
を備えることを特徴とする複合式水文監視システム。

30

【0008】

本発明の複合式水文監視システムは、土壌流出の深度、水位高度や流速などを監視し、洪水発生時の状況を把握することができ、河川上または海上の構造物（例えば、橋脚、堤防、石油プラットフォーム、洋上風力発電設備）の安全性を確保することができる。例えば、第1と第2中空座体を河床に立設し、その側壁にある第1と第2貫通孔を通して水や土砂などが第1と第2中空座体の内部に出入りする。洪水で河床の土壌が流出する際に、前記重りは重力の作用で沈んで、ロープを下に向けて引っ張ることになるため、被検ユニットに力学的エネルギーの変化が発生する。その力学的エネルギーの変化を第1検知ユニットで検知することによって、ロープの移動距離で重りの垂直位置を測定し、土壌流出の深度を測定することができる。それと同時に、浮体は浮力で水面上に浮いているため、水面に変化が発生した場合、浮体は水位の変化と共に垂直方向に沿って移動する。第2検知ユニットにある、浮体の高さに対応する前記検知素子を浮体の移動で作動させることによ

40

50

って、第2検知ユニットで浮体の垂直位置を検知し、水位高度を測定することができる。また、乱流の作用で浮体が振動して検知素子を作動させることで信号に変化が生じるため、その不規則の信号の変化の度合を測定することで、水流の流速を知ることができる。あるいは、垂直位置の異なる高さで設置された複数の検知素子でその対応位置の物理的パラメータ（例えば、水温、水圧、流速）を直接に測定することで、水位高度や水流の流速を知ることができる。

【0009】

本発明において、前記複合式水文監視システムはさらに第3検知ユニットを備えることが望ましい。第3検知ユニットは重りの位置に設置され、重りの移動を検知することで第3信号を生成する。前記信号処理ユニットは第3信号を、土壌流出深度、流速と水位高度のうち、少なくとも一つに関連する参考データに変換する。

10

【0010】

本発明において、前記浮体の種類は特に制限がなく、対応する位置の検知素子を作動させることができればよい。例えば、磁気的原理で検知素子を作動させるため、浮体の側面に磁気素子を設置することも可能である。ただし、前記説明は一例に過ぎないので、本発明は検知素子を作動させる方法として磁気的原理に限定するものではない。

【0011】

本発明において、被検ユニットの種類は特に制限がなく、重りの垂直方向の移動で力学的エネルギーが変化すればよい。例えば、被検ユニットの回転で重りの位置変化を知ることが可能である。即ち、被検ユニットが中心軸に対して回転し、ロープはその中心軸に対応して被検ユニットに巻き付いている。重りが下に向けて移動すると、ロープは重りに引っ張られて伸びて、被検ユニットを回転させる。また、重りの下方移動でロープを引っ張りすぎることによってロープの長さが重りの移動距離を上回ることを防ぐため、被検ユニットに弾力の構造が設けられることが望ましい。例えば、被検ユニットは、ケース、機械式ターンテーブル、渦巻ばねと連結部材を有する。機械式ターンテーブルはケースの軸に設けられている。渦巻ばねは前記軸に巻き付いて機械式ターンテーブルの内側に設けられる。ロープは機械式ターンテーブルの外側に巻き付いている。連結部材は機械式ターンテーブルと第1検知ユニットに連結され、連結部材で第1検知ユニットは装着可能に機械式ターンテーブルに接続される。それで、引っ張られたロープの長さが重りの下方移動の距離を超えた場合、渦巻ばねの弾力によって、機械式ターンテーブルは逆方向で回転し、ロープを緊張状態に戻すことができ、ロープの伸びた長さが重りの移動距離に等しいようにすることができる。それによって、的確に重りの垂直位置を測定することができる。

20

30

【0012】

本発明において、第1検知ユニットは特に制限がなく、被検ユニットの力学的エネルギーの変化を検知できればよい。例えば、被検ユニットの力学的エネルギー変化は回転のエネルギー変化である場合、第1検知ユニットは被検ユニットと同時に回転する回転エンコーダである。それによって、被検ユニットの回転を検知することができる。例えば、本発明の実施例において、回転エンコーダは光学式エンコーダである。光学式エンコーダはコーディング用ターンテーブル、発光素子と受光素子を有する。コーディング用ターンテーブルは被検ユニットと同時に回転できるように被検ユニットと接続される。発光素子と受光素子はコーディング用ターンテーブルの対向した両側に設置される。また、コーディング用ターンテーブルに白と黒が交錯したコードがあるため、コーディング用ターンテーブルが機械式ターンテーブルと同時に回転する際に、発光素子の光はそれらのコードで「非透過」と「透過」の状態になり、受光素子はその「非透過」と「透過」の状態、回転のパルス数を表す第1信号としてパルス信号を生成する。信号処理ユニットでパルス信号を解析することで、回転の状況を検知することができる。例えば、本発明の実施例において、第1検知ユニットがA相パルス信号、B相パルス信号とZ相パルス信号を含む第1信号を生成することによって、被検ユニットの回転角度、回転方向（正回転または逆回転）等を知ることができる。

40

【0013】

50

本発明において、第2検知ユニットは垂直方向に沿って異なる高さの位置で複数の検知素子が設置され、多点測定を行う。検知素子が浮体の状態を検知できるように、検知素子を第1中空座体と第2中空座体の間に設置してもよい。または、対応位置の物理的パラメータを検知できるように、ローブに設置してもよい。例えば、本発明の実施例において、浮体の側面に磁気素子を設置し、磁気誘導で検知素子が第2信号を生成する。なお、磁気素子は高透磁率のものが好ましい。それによって、水位に変化が発生した場合、浮体は浮力でローブに沿って垂直方向で上に移動する。その際に第2信号によって浮体でどちらの検知素子が駆動されたかを確認することができるため、浮体の移動後の位置を確認することができ、水位高度を検知することが可能になる。例えば、検知素子を第2中空座体の外側の少なくとも二つの対称位置に設置し、複数の検知部を形成する。各検知部は垂直方向に沿って並んでいる複数の検知素子を備えるため、垂直方向に沿って異なる高さの位置で浮体の側面にある高透磁率の磁気素子と磁気誘導を引き起こすことができる。ここで、検知素子は磁気スイッチであり、各検知部の検知素子は並列で二つのワイヤーに接続される。浮体が相対位置の磁気スイッチに対向した際に、浮体にある高透磁率の磁気素子是对応した磁気スイッチを閉じさせるため、ワイヤーはその対応位置で導通し、導通回路を形成する。それによって、ワイヤー上の位置によって抵抗が異なるため、違う電圧値が出てくる。その電圧値を測定することによって、浮体の位置を確認することができる。ここで、的確に電圧値を測定するために、第2検知ユニットは4線式測定方法で第2信号を生成することが好ましい。また、検知素子は浮体にある磁気素子と磁気誘導を引き起こせる誘導コイルを採用してもよい。すなわち、各検知素子は第2中空座体に巻き付く誘導コイルを備える。浮体が誘導コイルを通過するとき、浮体にある磁気素子は誘導コイルと磁気誘導を引き起こし、第2検知ユニットに第2信号を生成させる。それによって、浮体が誘導コイルを通過する際に引き起こされた電力的または磁力的（インダクタンス、起電力、磁力）変化で、浮体の位置を測定することができ、水位高度を知ることができる。例えば、第2検知ユニットはさらに複数のインダクタンス計算デジタルモジュールを有し、誘導コイルにおけるインダクタンスの変化を検知することが可能である。それと同じように、乱流の作用で浮体が振動して電力的や磁力的変化（両方またはどちらか）をもたらすので、その電力的や磁力的変化を検知することで流速を知ることができる。なお、本発明のもう一つの実施例において、垂直方向に沿って異なる高さの位置でローブに検知素子を設置し、各高さの位置に対応した物理的パラメータ（例えば、水温、水圧、流速）を測定する。水面下と水面上では得られる物理的パラメータは異なり、同じ水面下でも異なる水温、水圧と流速になるので、検知素子（温度計、圧力計）で測定した物理的パラメータでどの検知素子が水面上にあるかを判別することができ、それで水位高度を知ることができる。

【0014】

本発明において、信号処理ユニットは受信した第1信号と第2信号を処理して変換し、重りの垂直位置で土壌流出に関する情報（例えば土壌流出の深度）を検知する。それと同時に、水流の作用で浮体に発生した垂直位置の変化や振動の状況、あるいは垂直方向に沿って異なる高さの位置で測定された物理的パラメータで、水流に関する情報（例えば水位高度や流速など）を得ることができる。ここで、本発明では浮体を検知する検知素子として磁気スイッチを採用した。前記信号処理ユニットは、復号モジュールと、第1変換モジュールと、信号増幅モジュールと、第2変換モジュールと、計算解析モジュールとを含む。また、本発明では浮体を検知する検知素子として誘導コイルを採用してもよい。ここで、信号処理ユニットは復号モジュールと、第1変換モジュールと、計算転送モジュールと、第2変換モジュールと、計算解析モジュールとを含む。復号モジュールは第1信号を受信し、第1信号を復号信号に処理する。第1変換モジュールは復号信号を受信し、復号信号を土壌流出深度データに変換する。信号増幅モジュール/計算転送モジュールは第2信号を受信し、第2信号を増幅信号/計算信号に処理する。第2変換モジュールは増幅信号/計算信号を受信し、増幅信号/計算信号を流速データと水位高度データのうち、少なくとも一つに変換する。計算解析モジュールは土壌流出深度データと水位高度データを総合的に解析し、警告信号を生成する。ここで、復号モジュールはA B相復号回路で第1検知

10

20

30

40

50

ユニットから出力されたパルス信号を受信し、パルス信号をカウントして復号する。第1変換モジュールはパルス変換回路で復号信号を土壌流出深度に変換する。信号増幅モジュールはロックインアンプの原理でノイズを除去し、正確な電圧値を得る。計算転送モジュールは時分割多重化(TDMA)の方式で、第2検知ユニットにある複数のインダクタンス計算デジタルモジュールに伝送媒体を共有させ、それぞれ所属の指定期間内にデータを計算転送モジュールに返送することによって、どの誘導コイルにインダクタンスの変化があるかを判別し、インダクタンス変化値を測定する。第2変換モジュールは抵抗値を位置情報に変換し、あるいはどちらかの誘導コイルにあったインダクタンスの変化で水位高度を取得する。抵抗値または誘導コイルのインダクタンスの変化は頻繁に起こるので、それで水流の流速を得ることが可能である。計算解析モジュールは土壌流出深度データと水位高度データを読み込んで解析し、下記の3つの状況の何れかで警告信号を出す。

- (1) 土壌流出深度データが第1警戒閾値を上回った場合。
- (2) 水位高度データが第2警戒閾値を上回った場合。
- (3) 土壌流出深度データが第1警戒閾値を下回ったと同時に、水位高度データが第2警戒閾値を下回ったときに、土壌流出深度データと水位高度データの合計が第3警戒閾値を上回った場合。

なお、上記第1警戒閾値、第2警戒閾値と第3警戒閾値は、予め設定したパラメータである。

【0015】

本発明において、信号処理ユニットは無線または有線の伝送方式で土壌流出深度データ、水位高度データ、流速データと警告信号を受信側に送信する。詳しく言うと、信号処理ユニットは、土壌流出深度データ、水位高度データ、流速データと警告信号を受信する通信モジュールを有する。通信モジュールは土壌流出深度データ、流速データ、水位高度データと警告信号を受信側に送信する。そこで、通信モジュールは所定の時間間隔で土壌流出深度データ、流速データと水位高度データを読み込み、計算解析モジュールが警告信号を出すと、通信モジュールはSMS、Eメールや音声メッセージなどの方法で、管理にあたる担当者に知らせる。

【発明の効果】

【0016】

上述のように、本発明の複合式水文監視システムは、重りと浮体を利用し、土壌流出深度、水位高度と流速を測定するシステムである。本発明は、簡単な構造、低コストや高い信頼性などの長所を持ち、深刻な洪水でも長い使用寿命を維持することができ、洪水発生時の安全性を確保することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0017】

- 【図1】本発明の実施例において、複合式水文監視システムを示す模式図。
- 【図2】本発明の実施例において、被検ユニットと第1検知ユニットを示す模式図。
- 【図3】本発明の実施例において、被検ユニットを示す分解図。
- 【図4】本発明の実施例において、第2検知ユニットで浮体を検知することを示す模式図。

【図5】本発明の実施例において、信号処理ユニットを示すブロック図。

【図6】本発明の実施例において、計算解析の流れを示すフローチャート。

【図7】本発明のもう一つの実施例において、第2検知ユニットを示す模式図。

【図8】本発明のもう一つの実施例において、検知ユニットで浮体を検知することを示す模式図。

【図9】本発明のもう一つの実施例において、信号処理ユニットを示すブロック図。

【図10】本発明のもう一つの実施例において、インダクタンス計算デジタルモジュールと計算転送モジュールの接続関係を示す模式図。

【図11】本発明のもう一つの実施例において、重りに第3検知ユニットが設置されることを示す模式図。

10

20

30

40

50

【図12】本発明のもう一つの実施例において、複合式水文監視システムを示す模式図。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、具体的な実施例に基づいて本発明の実施形態を説明する。当業者はこの明細書の記載によって本発明のメリットと効果を理解することができる。以下の図面は簡略化した図面であり、部材の数量と、形状と、サイズとは必要に応じて種々変更することができ、実際の構造は図面より複雑な場合もある。また、複数の実施例を組合せ、必要に応じて種々変更することができる。この明細書の詳細内容についても、様々な観点や応用などに基づいて、本発明の原理を背けないことを前提として、種々変更することができる。

【0019】

図1を参照する。図1は本発明の実施例において複合式水文監視システム100を示す模式図である。図1に示すように、複合式水文監視システム100は第1中空座体10と、第2中空座体20と、重り31と、ロープ40と、被検ユニット50と、第1検知ユニット60と、浮体70と、第2検知ユニット80と、信号処理ユニット90とを備える。第1中空座体10は中空のスチール製柱体であり、内部に第1收容空間11が形成され、側壁13に前記第1收容空間11と連通する複数の第1貫通孔131が設けられている。第2中空座体20は中空のプラスチック製のチューブであり、前記第1收容空間11内に設置され、内部に第2收容空間21が形成され、側壁23に前記第1收容空間11及び前記第2收容空間21と連通する複数の第2貫通孔231が設けられている。重り31はリード製の錘であり、前記第2中空座体20の第2收容空間21内に設置され、垂直方向D1に沿って移動可能である。ロープ40は約30メートルのスチールワイヤーであり、その相対の両端にそれぞれ重り31と被検ユニット50に連結される。重力で垂直方向に沿って移動する重り31によって、ロープ40が被検ユニット50を移動させることで、力学的エネルギーが変化する。第1検知ユニット60は被検ユニット50の力学的エネルギー変化を検知することで、第1信号S1を生成する。浮体70は発泡スチロールであり、中心部に貫通孔701が貫穿され、側面に磁気素子として磁石片と高透磁率の材料が設けられている。ロープ40が浮体70の通孔701を貫通することで、浮体70はロープ40に沿って移動可能である。浮体70は浮力でロープ40の垂直方向D1に沿って上下移動可能である。また、浮体70は乱流の作用で振動する。第2検知ユニット80は垂直方向D1に沿って所定の間隔で第1中空座体10と第2中空座体20の間に設置され、第2中空座体20の外側に固定された複数の検知素子81を含む。第2中空座体20内にある浮体70が磁気素子71で対応位置における検知素子81を作動させることで、第2検知ユニット80は第2信号S2を生成する。信号処理ユニット90は第1信号S1と第2信号S2を受信し、第1信号S1と第2信号S2をそれぞれ土壌流出深度データと水位高度データ及び流速データに変換する。

【0020】

それによって、本発明の複合式水文監視システム100は、洪水による河床の土壌流出深度と洪水の水位を随時監視することに適用可能である。洪水で河床Gの土壌が流出した場合、重り31は流出が発生した地点で沈み、ロープ40を下に引っ張ることで、被検ユニット50に力学的エネルギーが変化する。第1検知ユニット60でその力学的エネルギーの変化を検知することによって、重り31の垂直位置を知ることができ、河床の土壌流出深度を測定することができる。それと同時に、浮体70は浮力で水面上に浮いているので、水面Wの高さが変わった場合、浮体70の垂直位置も水面Wによって変わる。それと共に、浮体70にある磁気素子71は対応位置における第2検知ユニット80の検知素子81を作動させる。それによって、浮体70の垂直位置を測定することができ、水位高度を知ることができる。なお、不規則の信号の変化を検知することで、水流の流速を測定することもできる。

【0021】

以下、複合式水文監視システム100の構成と効果について説明する。

【0022】

10

20

30

40

50

図2と図3を参照する。被検ユニット50と第1検知ユニット60の構成と作用について説明する。ここで、本実施例は一例として回転式の被検ユニット50と第1検知ユニット60について説明する。図2は被検ユニット50と第1検知ユニット60を示す模式図である。被検ユニット50は第1検知ユニット60と軸で連結されている。ロープ40は中心軸Cに対応して被検ユニット50に巻き付いている。被検ユニット50が中心軸Cに対して回転すると、第1検知ユニット60も同時に回転する。以下、被検ユニット50を示す分解図である図3で詳しく説明する。被検ユニット50はケース51、機械式ターンテーブル53、渦巻ばね55と連結部材57を有する。ケース51内の中心部に軸511が設置されている。機械式ターンテーブル53はケース51の内部に収容され、ケース51の軸511に設置される。渦巻ばね55は機械式ターンテーブル53の内側に設けられ、付勢力を利用できるように前記軸511に巻き付いている。ロープ40は機械式ターンテーブル53の外側に巻き付いている。連結部材57の一端は3つの係合爪571でターンテーブル53の係合穴531に係合し、他端は連結軸573で第1検知ユニット60に連結される(図2を参照)。ここで、図3に示すように、分解と組立を容易にするために、連結部材57の3つの係合爪571は内側に向く端部5711を有し、係合爪571の端部5711で垂直にターンテーブル53の係合穴531に係合することが可能である。また、図2に示すように、本実施例において第1検知ユニット60として回転エンコーダタイプの光学式エンコーダを採用する。第1検知ユニット60はコーディング用ターンテーブル61、発光素子63と受光素子65を有する。コーディング用ターンテーブル61は被検ユニット50の連結部材57に連結される。発光素子63と受光素子65はコーディング用ターンテーブル61の対向した両側に設置される。コーディング用ターンテーブル61に複数のスリット611が設けられていて、光の「透過」と「非透過」で二進数の「1」と「0」を表す。発光素子63から発射された光がスリット611を通過し、受光素子65に到達した場合、「1」を表す信号が生成される。その一方で、発光素子63から発射された光がスリット611を通過できなく、受光素子65に到達しなかった場合、「0」を表す信号が生成される。それによって、受光素子65で101010...という信号が生成され、回転の状況を知ることができる。

10

20

30

40

50

【0023】

なお、コーディング用ターンテーブル61に複数のコードが設けられていて(黒と白が交錯した一周は1つのコードであり、図2は一周分のスリットで示す簡単な概略図である)、A相パルス信号、B相パルス信号とZ相パルス信号を含む第1信号を生成する。A相パルス信号とB相パルス信号の位相差は90度である。A相パルス信号とB相パルス信号のどちらのほうがあるのかを確認することで、コーディング用ターンテーブル61が正回転または逆回転であるかを判別できる。Z相パルス信号は1つのスリットのみを含む第3コードで生成されるので、ゼロレファレンスである。

【0024】

河床が土壌流出で沈下した場合、重り31(図1を参照)は重力で下に向けて移動する。ロープ40は重り31に引っ張られて伸びて、被検ユニット50の機械式ターンテーブル53を正回転させる(矢印Aに示すように)。それと同時に、第1検知ユニット60のコーディング用ターンテーブル61も正回転する。ロープが引っ張られた距離と河床沈下の深さが一致できるよう、被検ユニット50の渦巻ばね55(図3を参照)の弾力性を利用する。重り31に引っ張られたロープ40の長さが河床沈下の深さを上回った場合、機械式ターンテーブル53は渦巻ばね55の弾力性で(矢印Bに示すように)逆回転し、ロープ40を緊張状態に戻す。それと同時に、第1検知ユニット60のコーディング用ターンテーブル61も逆回転する。最後に、A相、B相とZ相パルス信号を集計することで、ロープ40の移動距離を測定することができる。

【0025】

次に、図4を参照する。浮体70と第2検知ユニット80について説明する。図4に示すように、第2検知ユニット80の検知素子81は、第1検知部801と第2検知部803として第1中空座体(図示せず)の内側と第2中空座体(図示せず)の外側の二つの対

称位置に設置されている。ここで、第1実施例においては一例として検知素子81は磁気スイッチを採用するという構成で説明する。第1検知部801と第2検知部803の各検知素子81は、Y1、Y2、Y3などの位置でそれぞれ並列で二つのワイヤー83に接続される。各検知素子81は垂直方向D1に沿って5センチの間隔で垂直に並んでいる。それによって、図4に示すように、浮体70が相対位置Y3の検知素子81に対向した際に、浮体70にある磁気素子71がY3位置の検知素子81に作動させることで、第1検知部801と第2検知部803における二つのワイヤー83はY3位置で導通し、導通回路を形成する。それで導通回路に電圧値を測定することが可能になる。二つのワイヤー83は異なる位置で違う抵抗値を有するため、浮体70が対向した検知素子81によって、異なる電圧値を得ることになる。それによって、電圧値で水面の高さを判断することができる。ここで、正確に電圧値を測定するため、4線式測定方法を利用するのが望ましい。

10

【0026】

次に、図5で示す信号処理ユニットのブロック図を参照する。第1検知ユニット60と第2検知ユニット80で生成された第1信号S1と第2信号S2を信号処理ユニット90に送信する。信号処理ユニット90で信号を処理する。図5に示すように、この実施例において、信号処理ユニット90は、復号モジュール91と、第1変換モジュール92と、信号増幅モジュール93と、第2変換モジュール95と、計算解析モジュール96と、通信モジュール97と、を含む。

【0027】

復号モジュール91が第1信号S1を受信すると、AB相復号回路で第1信号S1を復号信号に処理する。続いて、第1変換モジュール92はパルス変換回路で復号信号を土壌流出深度データに変換する。なお、信号増幅モジュール93が第2信号S2を受信すると、ロックインアンプの原理で第2信号S2を増幅信号に処理する。詳しく言うと、上述のように、図4で示された検知素子81は5センチ間隔で設置されるので、位置の変化による抵抗値の変化は少なく、ノイズや他の干渉に影響されやすいため、正確に測定できるようにロックインアンプの原理でノイズ等を除去することが望ましい。次に、第2変換モジュール95は抵抗値を利用して増幅信号を位置情報に変換し、水位高度データと流速データを取得する。続いて、計算解析モジュール96は土壌流出深度データと水位高度データを読み込んで総合的に解析し、状況によって警告信号を出す。計算解析モジュール96は警告信号、土壌流出深度データ、水位高度データと流速データを通信モジュール97に送信する。通信モジュール97は所定の時間間隔で上記データを読み込み、無線または有線の伝送方式で上記データと警告信号を受信側Uに送信する。それによって、受信側UはモニターでX軸とY軸でそれぞれ土壌流出深度及び、水位高度あるいは流速を表示することができる。なお、計算解析モジュール96で警告信号を出すと、通信モジュール97はSMS、Eメールや音声メッセージなどの方法で、即時に管理にあたる担当者に知らせる。

20

30

【0028】

以下、計算解析モジュール96で土壌流出深度データXと水位高度データYを総合的に解析する流れについて説明する。図6を参照する。まず、計算解析モジュール96は土壌流出深度データXが第1警戒閾値hhを上回ったかを判別する(ステップS1)。土壌流出深度データXが第1警戒閾値hhを上回った場合、計算解析モジュール96は警告信号を通信モジュール97に送信する(ステップS2)。土壌流出深度データXが第1警戒閾値hhを下回った場合、計算解析モジュール96は水位高度データYが第2警戒閾値yyを上回ったかを判別する(ステップS3)。水位高度データYが第2警戒閾値yyを上回った場合、計算解析モジュール96は警告信号を通信モジュール97に送信する(ステップS4)。水位高度データYが第2警戒閾値yyを下回った場合、計算解析モジュール96は土壌流出深度データXと水位高度データYの合計が第3警戒閾値zzを上回ったかを判別する(ステップS5)。XとYの合計が第3警戒閾値zzを上回った場合、計算解析モジュール96は警告信号を通信モジュール97に送信する(ステップS6)。XとYの合計が第3警戒閾値zzを下回った場合、計算解析モジュール96は警告信号を出さない(ステップS7)。上記第1警戒閾値hh、第2警戒閾値yyと第3警戒閾値zzはバラ

40

50

メータである。

【0029】

また、図7を参照する。図7は本発明のもう一つの実施例において、第2検知ユニット80を示す模式図である。図7に示すように、第2中空座体20の外側Y1、Y2、Y3...の位置で検知素子81として誘導コイルが巻いてある。浮体70が水面の上昇や下降によって対応した誘導コイルを通過したとき、浮体70にある高透磁率の磁気素子71は誘導コイルと磁気誘導を引き起こし、電力的や磁力的（インダクタンス、起電力、磁力）変化を生じさせる。そのため、浮体70が通過したときに起きた電力的や磁力的（インダクタンス、起電力、磁力）変化で、浮体70の位置を知ることができる。それと同じように、浮体70は乱流の作用で振動して電力的や磁力的変化（両方またはどちらか）を引き起こすので、電力的や磁力的変化を測定することで流速を知ることができる。ここで、本発明の第2実施例においては、一例としてインダクタンスの変化を測定することについて説明する。図8を参照する。各検知素子81（即ち、誘導コイル）はインダクタンス計算デジタルモジュール85と組み合わせて測定する。図8に示すように、各検知素子81（即ち、誘導コイル）の両端はインダクタンス計算デジタルモジュール85と接続される。それによって、浮体70が誘導コイルを通過すると、誘導コイルは浮体70にある高透磁率の磁気素子71でインダクタンスの変化が発生する。インダクタンス計算デジタルモジュール85はインダクタンスの数値を算出し、誘導コイルの位置とインダクタンスを含む第2信号S2を出力する。

10

【0030】

次に、図9を参照する。図9は本発明の第2実施例において、信号処理ユニットを示すブロック図である。図9に示すように、信号処理ユニット90は、復号モジュール91と、第1変換モジュール92と、計算転送モジュール94と、第2変換モジュール95と、計算解析モジュール96と、通信モジュール97と、を含む。ここで、第1信号S1の処理方法は上記第1実施例と同じなので省略する。以下、第2信号S2の処理方法について詳しく説明する。図9に示すように、計算転送モジュール94は第2信号S2を受信し、第2信号S2を計算信号に処理する。続いて、第2変換モジュール95で計算信号を流速データと水位高度データに変換する。その後、計算解析モジュール96で上記第1実施例で記載された総合的な解析を行う。

20

【0031】

以下、図10を参照して上記構成について詳しく説明する。図10はインダクタンス計算デジタルモジュール85と計算転送モジュール94の接続関係を示す模式図である。図10に示すように、第2実施例において、複数のインダクタンス計算デジタルモジュール85で垂直位置Y1、Y2、Y3などの位置におけるインダクタンスの変化を検知する。複数のインダクタンス計算デジタルモジュール85は防水接合部87で接続され、計算転送モジュール94に連結される。それによって、それらのインダクタンス計算デジタルモジュール85は伝送媒体を共有でき、時分割多重化（TDMA）の方式で、それぞれ所属の指定期間内にデータを計算転送モジュール94に返送する。インダクタンス計算デジタルモジュール85が送信した第2信号には、所属の誘導コイルの位置ナンバー（ID）と測定したインダクタンスが含まれているため、計算転送モジュール94は第2信号S2でどちらの誘導コイルにインダクタンスの変化があるかを判別でき、インダクタンス変化値を測定できる。それで、第2変換モジュール95で水位高度データと流速データを取得できる。同じように、インダクタンスの変化を検知することで、流速を知ることができる。

30

40

【0032】

また、図11を参照する。本発明において重り31の内部又は周囲に第3検知ユニット33を設置することも可能である。第3検知ユニット33は重り31の移動を検知して第3信号を生成する。信号処理ユニット90は第3検知ユニット33で生成された第3信号を受信し、第3信号を土壌流出深度、流速と水位高度のうち、少なくとも一つに関連する参考データに変換する。それで、第1信号で得られた土壌流出深度データや第2信号で得られた水位高度データまたは流速データと再び比較し、データの正確性を確保する。こ

50

で、第3検知ユニット33は重り31の移動や運動状態を検知できる任意の装置であり、例えば、加速度計、イメージセンサー、温度計やジャイロスコープなどである。

【0033】

次に、図12を参照する。図12は本発明のもう一つの実施例において、複合式水文監視システム200を示す模式図である。複合式水文監視システム200は第1中空座体10と、重り31と、ロープ40と、被検ユニット50と、第1検知ユニット60と、第2検知ユニット80と、信号処理ユニット90と、を備える。図12に示すように、複合式水文監視システム200の第1中空座体10、重り31、被検ユニット50と第1検知ユニット60は、その配置とメカニズムは図1と図3に示されたものとほぼ同じで、主な違いとして複合式水文監視システム200は浮体を備えていなくて、直接ロープ40に設置された第2検知ユニット80で水位高度や流速などを測定する。詳しく言うと、第2検知ユニット80は複数の検知素子81を有し、検知素子81は垂直方向D1に沿って所定の間隔でロープ40のY1、Y2、Y3などの位置に設置される。ロープ40に沿って垂直位置の高さによって周囲の状態が異なるため、検知素子81は高さによって異なる物理的パラメータ（例えば、温度、圧力や流速など）を測定する。それによって、信号処理ユニット90は、第2検知ユニット80で生成された第2信号を受信すると、測定値でどの検知素子81が水面Wにあったのかを判別することで、水位高度を知ることができる。例えば、検知素子81として温度計や圧力計を採用し、各垂直位置の温度や圧力を測定し、温度や圧力の測定値で水位高度を判断する。なお、水深によって流速が異なるため、ロープ40の垂直方向に沿って異なる位置では違う流速が観察できる。そのため、検知素子81で垂直方向に沿って異なる位置における流速を測定し、流速分布で水位高度を判断することも可能である。また、図11に示すように、複合式水文監視システム200はさらに第3検知ユニットを備えてもよい。第3検知ユニットで土壌流出深度、流速と水位高度のうち、少なくとも一つに関連する参考データを提供し、第1信号で得られた土壌流出深度データや第2信号で得られた水位高度データまたは流速データと比較する。

10

20

【0034】

上記の実施例は、本発明の実施形態と特徴を説明するための例である。本発明は上記実施例に限定されるものではなく、その他種々の変更が可能である。特許請求の範囲に記載した本発明の要旨を逸脱しない限り、種々の実施の形態を含むことは言うまでもない。

30

【産業上の利用可能性】

【0035】

本発明の複合式水文監視システムは、重りと浮体を利用し、土壌流出深度、水位高度と流速を測定するシステムである。本発明は、簡単な構造、低コストや高い信頼性などの長所を持ち、深刻な洪水でも長い使用寿命を維持することができ、洪水発生時の安全性を確保することが可能である。

【符号の説明】

【0036】

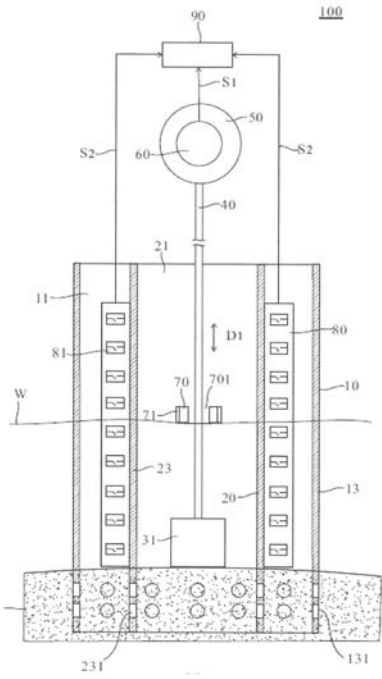
- 100 複合式水文監視システム
- 10 第1中空座体
- 11 第1収容空間
- 13、23 側壁
- 131 第1貫通孔
- 20 第2中空座体
- 21 第2収容空間
- 231 第2貫通孔
- 31 重り
- 33 第3検知ユニット
- 40 ロープ
- 50 被検ユニット
- 51 ケース

40

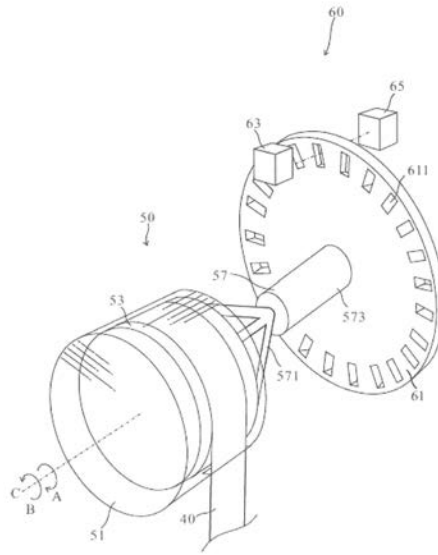
50

5 1 1	軸	
5 3	機械式ターンテーブル	
5 3 1	係合穴	
5 5	渦巻ばね	
5 7	連結部材	
5 7 1	係合爪	
5 7 1 1	端部	
5 7 3	連結軸	
6 0	第 1 検知ユニット	
6 1	コーディング用ターンテーブル	10
6 1 1	スリット	
6 3	発光素子	
6 5	受光素子	
7 0	浮体	
7 0 1	貫通孔	
7 1	磁気素子	
8 0	第 2 検知ユニット	
8 0 1	第 1 検知部	
8 0 3	第 2 検知部	
8 1	検知素子	20
8 3	ワイヤー	
8 5	インダクタンス計算デジタルモジュール	
9 0	信号処理ユニット	
9 1	復号モジュール	
9 2	第 1 変換モジュール	
9 3	信号増幅モジュール	
9 4	計算転送モジュール	
9 5	第 2 変換モジュール	
9 6	計算解析モジュール	
9 7	通信モジュール	30
C	中心軸	
S 1	第 1 信号	
S 2	第 2 信号	
S 3	第 3 信号	
Y 1、Y 2、Y 3、Y 1 0	位置	
D 1	垂直位置	
G	河床	
W	水面	
A、B	矢印	
U	受信側	40

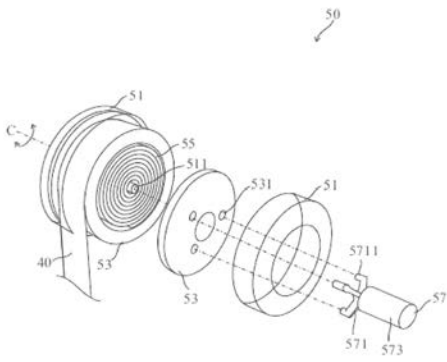
【 図 1 】



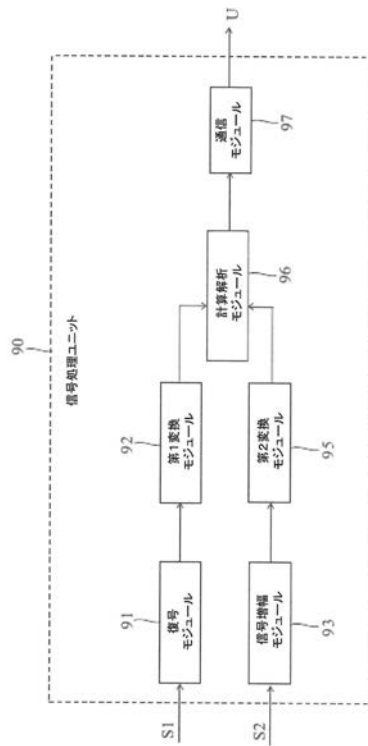
【 図 2 】



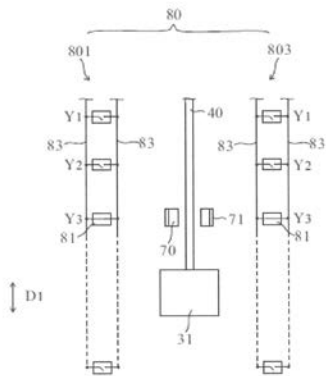
【 図 3 】



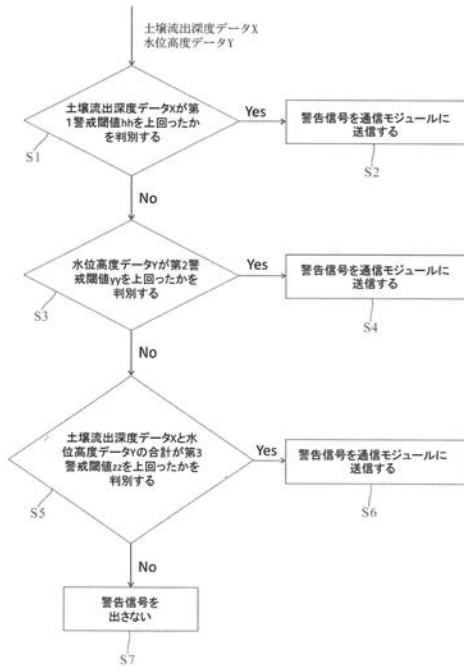
【 図 5 】



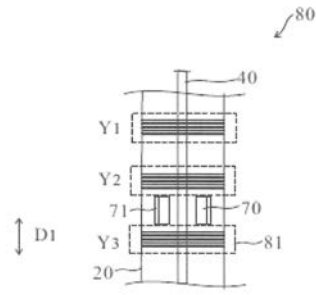
【 図 4 】



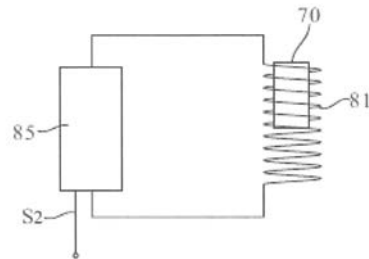
【図6】



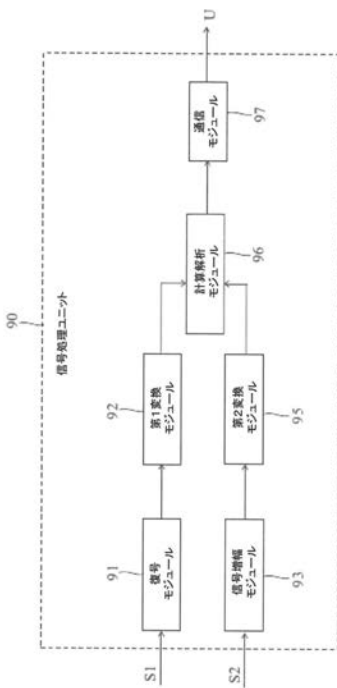
【図7】



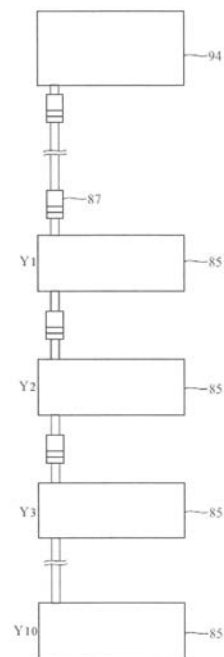
【図8】



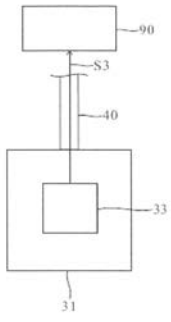
【図9】



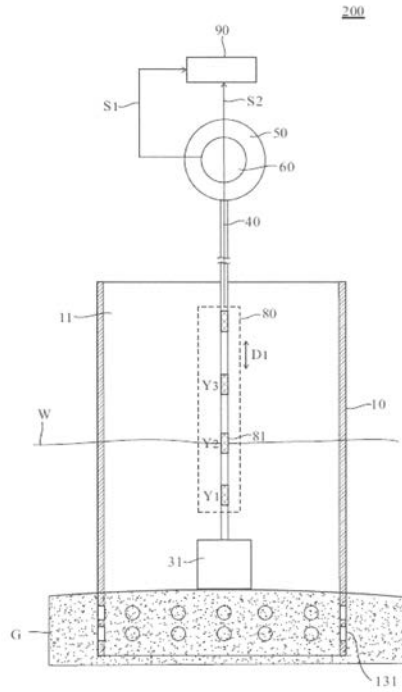
【図10】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
	G 0 1 F 23/62	N
	G 0 1 P 5/04	D
	G 0 1 D 21/00	C
(72)発明者 廖泰杉		
台湾台北市和平東路二段106号3楼	財團法人國家實驗研究院内	
(72)発明者 張國鎮		
台湾台北市和平東路二段106号3楼	財團法人國家實驗研究院内	
(72)発明者 李柏翰		
台湾台北市和平東路二段106号3楼	財團法人國家實驗研究院内	
(72)発明者 王永康		
台湾台北市和平東路二段106号3楼	財團法人國家實驗研究院内	
(72)発明者 古孟晃		
台湾台北市和平東路二段106号3楼	財團法人國家實驗研究院内	
Fターム(参考)	2F013 AA05 AB03 BB01 BC02 BG02 BG13 CA21 CB10 CC10	
	2F076 BA11 BB09 BB13 BB15 BD05 BD07 BD11 BD14 BD17 BD19	
	BE04 BE06 BE18	