

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7579532号
(P7579532)

(45)発行日 令和6年11月8日(2024. 11. 8)

(24)登録日 令和6年10月30日(2024. 10. 30)

(51)Int. Cl.	F I
E 0 1 D 22/00 (2006. 01)	E 0 1 D 22/00 Z
G 1 6 Y 10/30 (2020. 01)	G 1 6 Y 10/30
G 1 6 Y 40/10 (2020. 01)	G 1 6 Y 40/10
G 0 8 B 21/18 (2006. 01)	G 0 8 B 21/18

請求項の数 7 (全 17 頁)

(21)出願番号	特願2020-200308(P2020-200308)	(73)特許権者	505389695 首都高速道路株式会社 東京都千代田区霞が関1-4-1
(22)出願日	令和2年12月2日(2020. 12. 2)	(73)特許権者	591216473 一般財団法人首都高速道路技術センター 東京都港区虎ノ門三丁目10番11号
(65)公開番号	特開2022-88068(P2022-88068A)	(73)特許権者	513220562 首都高技術株式会社 東京都港区虎ノ門3-10-11
(43)公開日	令和4年6月14日(2022. 6. 14)	(73)特許権者	507230382 首都高メンテナンス西東京株式会社 東京都中央区日本橋小伝馬町1番5号
審査請求日	令和5年11月24日(2023. 11. 24)	(73)特許権者	510106968 首都高メンテナンス東東京株式会社 東京都中央区日本橋人形町3-8-1 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 橋梁監視装置、橋梁監視システム、橋梁監視方法、及び橋梁監視プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

橋梁監視装置を用いた橋梁を監視する橋梁監視システムであって、
前記橋梁監視装置は、
橋梁と当接する当接部と、
前記当接部に防振材を介して接続された筐体部と、
前記筐体部の内部に收容され前記当接部を介して当接された前記橋梁の傾斜を検知する傾斜検知センサ部と、
前記傾斜検知センサ部が検知した検知情報を前記橋梁監視装置に固有の識別コードと一組にすることで紐付けて無線通信により送信する検知情報送信部と、を備え、
前記傾斜検知センサ部は前記防振材とは異なる他の防振材を介して前記筐体部に固定され、
前記識別コードは先頭の桁が対応する橋梁の橋梁識別コードとなり、
前記橋梁監視システムの監視対象となる橋梁の設定を受け付ける監視対象設定部と、
前記橋梁監視装置が検知した前記検知情報を前記無線通信により取得する傾斜情報取得部と、
前記傾斜情報取得部により取得された前記検知情報に基づき前記橋梁の傾斜角度の変化量が所定の閾値を超えたか否かを判定する傾斜情報判定部と、
前記傾斜情報判定部が前記橋梁の傾斜角度の変化量が所定の閾値を超えたと判定した場合に、ユーザに前記橋梁の異常を報知する報知部と、

を備える

ことを特徴とする橋梁監視システム。

【請求項 2】

前記防振材は、ゲル状部材を備え、当該ゲル状部材により振動を低減していることを特徴とする請求項 1 に記載の橋梁監視システム。

【請求項 3】

前記橋梁は鋼材からなる部分を備え、

前記当接部は、前記鋼材からなる部分と当接する面部に磁石を備えている請求項 1 に記載の橋梁監視システム。

【請求項 4】

前記筐体部は、前記当接部に備えられた前記磁石の磁力を遮蔽するように磁気シールドされていることを特徴とする請求項 3 に記載の橋梁監視システム。

【請求項 5】

前記傾斜検知センサ部は 2 軸傾斜計を用いて前記橋梁の傾斜を検知する請求項 1 に記載の橋梁監視システム。

【請求項 6】

橋梁監視装置を用いた橋梁を監視する橋梁監視方法であって、

前記橋梁監視装置は、

橋梁と当接する当接部と、

前記当接部に防振材を介して接続された筐体部と、

前記筐体部の内部に収容され前記当接部を介して当接された前記橋梁の傾斜を検知する傾斜検知センサ部と、

前記傾斜検知センサ部が検知した検知情報を前記橋梁監視装置に固有の識別コードと一組にすることで紐付けて無線通信により送信する検知情報送信部と、を備え、

前記傾斜検知センサ部は前記防振材とは異なる他の防振材を介して前記筐体部に固定され、

前記識別コードは先頭の桁が対応する橋梁の橋梁識別コードとなり、

前記橋梁監視方法の監視対象となる橋梁の設定を受け付ける監視対象設定ステップと、

前記橋梁監視装置が検知した前記検知情報を前記無線通信により取得する傾斜情報取得ステップと、

前記傾斜情報取得ステップにより取得された前記検知情報に基づき前記橋梁の傾斜角度の変化量が所定の閾値を超えたか否かを判定する傾斜情報判定ステップと、

前記傾斜情報判定ステップが前記橋梁の傾斜角度の変化量が所定の閾値を超えたと判定した場合に、ユーザに前記橋梁の異常を報知する報知ステップと、

を実行する

ことを特徴とする橋梁監視方法。

【請求項 7】

橋梁監視装置を用いた橋梁を監視する橋梁監視プログラムであって、

前記橋梁監視装置は、

橋梁と当接する当接部と、

前記当接部に防振材を介して接続された筐体部と、

前記筐体部の内部に収容され前記当接部を介して当接された前記橋梁の傾斜を検知する傾斜検知センサ部と、

前記傾斜検知センサ部が検知した検知情報を前記橋梁監視装置に固有の識別コードと一組にすることで紐付けて無線通信により送信する検知情報送信部と、を備え、

前記傾斜検知センサ部は前記防振材とは異なる他の防振材を介して前記筐体部に固定され、

前記識別コードは先頭の桁が対応する橋梁の橋梁識別コードとなり、

橋梁監視システムに用いられるコンピュータに、

監視対象となる橋梁の設定を受け付ける監視対象設定機能と、

10

20

30

40

50

前記橋梁監視装置が検知した前記検知情報を前記無線通信により取得する傾斜情報取得機能と、

前記傾斜情報取得機能により取得された前記検知情報に基づき前記橋梁の傾斜角度の変化量が所定の閾値を超えたか否かを判定する傾斜情報判定機能と、

前記傾斜情報判定機能が前記橋梁の傾斜角度の変化量が所定の閾値を超えたと判定した場合に、ユーザに前記橋梁の異常を報知する報知機能と、

を実現させる

ことを特徴とする橋梁監視プログラム。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、橋梁監視装置、橋梁監視システム、橋梁監視方法、及び橋梁監視プログラムに関し、特に橋梁の傾斜を遠隔地で監視することができる橋梁監視装置、橋梁監視システム、橋梁監視方法、及び橋梁監視プログラムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

道路を構成する橋梁を監視する場合、従来、監視対象となった橋梁の特定位置を監視カメラが撮影し、監視カメラの撮影データに基づいて当該橋梁の特定位置の変位を測定して当該橋梁の異常を検知していた（特許文献1参照）。しかし、監視カメラを用いて橋梁を監視する方法では、監視カメラを常時駆動するため消費電力が大きいという問題があった。

20

【0003】

そこで、監視対象となった橋梁に傾斜計を設置して傾斜角度の変化を測定することで、当該構造物を監視する方法が考案された（特許文献2参照）。しかし、構造物の傾斜角度を測定することで当該構造物を監視しようとしても、車両等による振動の影響が大きく構造物の傾斜角度の変化量を確実に測定することができない場合があった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

30

【特許文献1】特開2015-158112号公報

【特許文献2】特開2020-16115号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

そこで、本開示は、監視対象となった橋梁の傾斜を振動等の影響があったとしても確実に検知し、橋梁の異常を監視できる橋梁監視装置、橋梁監視システム、橋梁監視方法、及び橋梁監視プログラムを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

40

すなわち、第1の態様に係る橋梁監視装置は、橋梁と当接する当接部と、当接部に防振材を介して接続された筐体部と、筐体部の内部に収容され当接部を介して当接された橋梁の傾斜を検知する傾斜検知センサ部と、傾斜検知センサ部が検知した検知情報を無線通信により送信する検知情報送信部と、を備える。

【0007】

第2の態様は、第1の態様に係る橋梁監視装置において、傾斜検知センサ部は、防振材とは異なる他の防振材を介して筐体部に固定されていることとしてもよい。

【0008】

第3の態様は、第1または第2の態様に係る橋梁監視装置において、防振材は、ゲル状部材を備え、当該ゲル状部材により振動を低減していることとしてもよい。

50

【0009】

第4の態様は、第1ないし第3の態様に係る橋梁監視装置において、橋梁は鋼材からなる部分を備え、当接部は、鋼材からなる部分と当接する面部に磁石を備えていることとしてもよい。

【0010】

第5の態様は、第4の態様に係る橋梁監視装置において、筐体部は、当接部に備えられた磁石の磁力を遮蔽するように磁気シールドされていることとしてもよい。

【0011】

第6の態様は、第1ないし第5の態様に係る橋梁監視装置において、傾斜検知センサ部は2軸傾斜計を用いて橋梁の傾斜を検知することとしてもよい。

10

【0012】

第7の態様は、第1ないし第6のいずれか1の態様に係る橋梁監視装置を用いた橋梁を監視する橋梁監視システムであって、橋梁監視システムの監視対象となる橋梁の設定を受け付ける監視対象設定部と、橋梁監視装置が検知した検知情報を無線通信により取得する傾斜情報取得部と、傾斜情報取得部により取得された検知情報に基づき橋梁の傾斜角度の変化量が所定の閾値を超えたか否かを判定する傾斜情報判定部と、傾斜情報判定部が橋梁の傾斜角度の変化量が所定の閾値を超えたと判定した場合に、ユーザに橋梁の異常を報知する報知部と、を備える。

【0013】

第8の態様は、第1ないし第6のいずれか1の態様に係る橋梁監視装置を用いた橋梁を監視する橋梁監視方法であって、橋梁監視方法の監視対象となる橋梁の設定を受け付ける監視対象設定ステップと、橋梁監視装置が検知した検知情報を無線通信により取得する傾斜情報取得ステップと、傾斜情報取得ステップにより取得された検知情報に基づき橋梁の傾斜角度の変化量が所定の閾値を超えたか否かを判定する傾斜情報判定ステップと、傾斜情報判定ステップが橋梁の傾斜角度の変化量が所定の閾値を超えたと判定した場合に、ユーザに前記橋梁の異常を報知する報知ステップと、を実行する。

20

【0014】

第9の態様は、第1ないし第6のいずれか1の態様に係る橋梁監視装置を用いた橋梁を監視する橋梁監視プログラムであって、橋梁監視システムに用いられるコンピュータに、監視対象となる橋梁の設定を受け付ける監視対象設定機能と、橋梁監視装置が検知した検知情報を無線通信により取得する傾斜情報取得機能と、傾斜情報取得機能により取得された検知情報に基づき橋梁の傾斜角度の変化量が所定の閾値を超えたか否かを判定する傾斜情報判定機能と、傾斜情報判定機能が橋梁の傾斜角度の変化量が所定の閾値を超えたと判定した場合に、ユーザに橋梁の異常を報知する報知機能と、を実現させる。

30

【発明の効果】

【0015】

本開示に係る橋梁監視装置、橋梁監視システム、橋梁監視方法、及び橋梁監視プログラムによれば、監視対象となった橋梁の傾斜を振動等の影響があったとしても確実に検知し、橋梁の異常を監視することができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0016】

【図1】本実施形態に係る橋梁監視装置及び橋梁監視システムを含む全体的な構成を示す図。

【図2】橋梁監視装置が橋梁に設置された状態を示す図。

【図3】橋梁監視装置の外観を示し、(a)が側面図、(b)が正面図、(c)が下面図。

【図4】橋梁監視装置の内部を示し、(a)が側面図、(b)が正面図。

【図5】橋梁監視装置の断面を示し、(a)が側面図、(b)が正面図。

【図6】筐体部における防振材及びその周辺を拡大して示す図。

【図7】橋梁監視装置の機能ブロック図の一例を示す図。

50

【図 8】容器の内部を示し、(a) が正面図、(b) が下面図。

【図 9】容器における防振材及びその周辺を拡大して示す図。

【図 10】橋梁監視システムのハードの構成を示すブロック図。

【図 11】橋梁監視システムのソフトの構成を示すブロック図。

【図 12】橋梁監視プログラムのフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 7 】

図 1 乃至図 11 を参照して本開示に係る橋梁監視装置 10 及び橋梁監視システム 12 の一実施形態について説明する。図 1 を参照して、橋梁監視装置 10 及び橋梁監視システム 12 を含む全体的な構成について説明する。図 1 は本実施形態に係る橋梁監視装置 10 及び橋梁監視システム 12 を含む全体的な構成を示す。

10

【 0 0 1 8 】

橋梁監視装置 10 は監視対象となる橋梁 13 に設置される。橋梁監視装置 10 が検知した橋梁 13 の傾斜は L P W A (L o w P o w e r W i d e A r e a) の無線通信を介して橋梁監視システム 12 に送信される。

【 0 0 1 9 】

橋梁監視装置 10 は、後述するように、傾斜検知センサ部 28、検知情報送信部 29、制御部 40、電源部 31、及び記憶部 32 を備える。橋梁監視装置 10 は、傾斜検知センサ部 28 を用いて橋梁 13 の傾斜を検知する。橋梁監視装置 10 が検知した橋梁 13 の傾斜とは、重力加速度の x 成分及び y 成分、及び重力加速度の x 成分及び y 成分に基づいて算出された橋梁 13 の傾斜角度の両方を含み得る。

20

【 0 0 2 0 】

橋梁監視システム 12 は、ユーザによって運用されるシステムであり、L P W A のプラットフォーム 14 に有線 / 無線通信接続されている。プラットフォームとは、基地局設備など L P W A を運用するのに必要な基盤設備のことである。橋梁監視システム 12 は L P W A のプラットフォーム 14 にインターネット 14 a を介して有線 / 無線接続されてもよい。

【 0 0 2 1 】

図 2 を参照して、橋梁監視装置 10 が橋梁 13 に設置された状態について説明する。図 2 は、橋梁監視装置 10 が橋梁 13 に設置された状態を示す。橋梁 13 は、上部構造としての橋体 15 と下部構造としての橋脚 16 とを備える。橋梁 13 は、2 以上の橋体 15 を連結させて、橋体 15 同士の連結部を橋脚 16 が支持することで構成される。さらに、橋梁 13 は、上部構造と下部構造との間に設置される支承 17 を備える。

30

【 0 0 2 2 】

橋梁 13 が地震を受けた場合、及び橋梁 13 の経年劣化が進んだ場合など、当該橋梁 13 を構成する橋体 15 若しくは橋脚 16 が傾斜することがある。橋梁監視装置 10 は、1 つの橋体 15 に対して及び 1 つの橋脚 16 に対して 1 台ずつ設置される。橋体 15 に設置された橋梁監視装置 10 は、橋体 15 と一体となって傾斜することで橋体 15 の傾斜を検知する。橋脚 16 に設置された橋梁監視装置 10 は、橋脚 16 と一体となって傾斜することで橋脚 16 の傾斜を検知する。

40

【 0 0 2 3 】

橋梁監視装置 10 は、図 3 に示すように、永久磁石 18 を備えた磁石保持プレート 22 を備える。永久磁石 18 は、両側をヨーク部 18 a に挟持された状態で磁石保持プレート 22 に取り付けられている。永久磁石 18 及びヨーク部 18 a の背面部は、橋梁監視装置 10 の当接部 19 となっている。

【 0 0 2 4 】

橋梁監視装置 10 は、橋体 15 又は橋脚 16 の鋼材部、若しくは橋体 15 及び橋脚 16 の鋼材部に対して、永久磁石 18 の吸引力により取り付けられる。橋梁監視装置 10 の当接部 19 が、橋体 15 若しくは橋脚 16 の鋼材部に当接される。

【 0 0 2 5 】

50

図 3 乃至図 8 を参照して、橋梁監視装置 10 の構成について説明する。図 3 は、橋梁監視装置 10 の外観を示し、(a) が側面図、(b) が正面図、(c) が下面図である。図 4 は、橋梁監視装置 10 の内部を示し、(a) が側面図、(b) が正面図である。図 4 は、橋梁監視装置 10 から側面シールド板部 23 を取り除いた状態を示している。

【0026】

図 5 は、橋梁監視装置 10 の断面を示し、(a) が側面図、(b) が正面図である。図 5 (b) は図 5 (a) における A - A 断面を示している。図 6 は、筐体部 20 における防振材 27 及びその周辺を拡大して示す。図 7 は、橋梁監視装置 10 の機能ブロック図の一例を示す。図 8 は、容器 30 の内部を示し、(a) が正面図、(b) が下面図である。

【0027】

橋梁監視装置 10 は、図 3 に示すように、略直方体の筐体部 20 とアンテナ部 21 とを備える。筐体部 20 は、磁性材金属でできており、永久磁石 18 の磁力が内部に侵入するのを遮蔽する磁気シールド機能を備える。アンテナ部 21 は、検知情報送信部 29 の中空線を担う。

【0028】

筐体部 20 は、図 3 に示すように、側面シールド板部 23、正面シールド板部 24、上面シールド板部 25、及び底面シールド板部 26 を備える。筐体部 20 の背面は、図 5 (a) に示すように、磁石保持プレート 22 により覆われている。磁石保持プレート 22 も、シールド板部 23 ~ 26 と同様に、磁性材金属でできており、永久磁石 18 の磁力が筐体部 20 の内部に侵入するのを遮蔽する。従って、筐体部 20 は、永久磁石 18 の磁力を遮蔽することができ、内部の傾斜検知センサ部 28 及び検知情報送信部 29 は永久磁石 18 の磁力の影響を受けない。

【0029】

磁石保持プレート 22 は、図 5 (a) に示すように、上端部と下端部とが前方に屈曲し、上部筐体取付部 22a と下部筐体取付部 22b とを備える。筐体部 20 は、上部筐体取付部 22a と下部筐体取付部 22b とに防振材 27 を介して取り付けられる。

【0030】

図 5 (a) (b) に示すように、筐体部 20 の上面シールド板部 25 と底面シールド板部 26 とは、磁石保持プレート 22 の上部筐体取付部 22a と下部筐体取付部 22b とに防振材 27 に挟持された状態で取り付けられる。筐体部 20 は、磁石保持プレート 22 に防振材 27 に挟持された状態で取り付けられることで、当接部 19 に接続される。

【0031】

防振材 27 は、本実施形態では、シリコーンゲルを防振ゲルとして利用したゲルブッシュを用いた。図 6 を参照して、筐体部 20 における防振材 27 及び防振材 27 の周囲の構成について説明する。図 6 は、筐体部 20 における防振材 27 及びその周辺を拡大して示す。

【0032】

防振材 27 は、中心部にネジ 35 が貫通する貫通穴 37 を備える。貫通穴 37 は、その内周に嵌合する筒状のカラー 38 を備える。上面シールド板部 25 及び底面シールド板部 26 は、防振材 27 に挟持された状態で上部筐体取付部 22a 及び下部筐体取付部 22b に固定される。ネジ 35 は、ワッシャー 36 を介してカラー 38 を挟み込む。ネジ 35 は、ナット 33 に螺合する。

【0033】

カラー 38 は金属などの硬質材でできているので、ネジ 35 の締め付け力はカラー 38 によって受け止められ、防振材 27、上面シールド板部 25、及び底面シールド板部 26 に伝達されるネジ 35 の締め付け力はカラー 38 によって減少される。従って、防振材 27 は、ネジ 35 とナット 33 に締め付けられた状態でも硬化することなく、ゲル状のまま上面シールド板部 25 及び底面シールド板部 26 を挟持する。

【0034】

筐体部 20 は、上面シールド板部 25 及び底面シールド板部 26 において、防振材 27

10

20

30

40

50

を介在させた状態で磁石保持プレート 22 に接続される。従って、橋梁 13 から磁石保持プレート 22 に伝達した交通振動は、防振材 27 に吸収されるので、筐体部 20 への伝達は抑制される。交通振動とは車両が走行する際に地面、及び建物などの構造物に生じる振動のことである。

【0035】

磁石保持プレート 22 は左右両側に永久磁石 18 を備え、永久磁石 18 の吸着力により磁石保持プレート 22 は橋梁 13 の鋼材部分に取り付けられる。永久磁石 18 及びヨーク部 18a の裏面が当接部 19 であり、当接部 19 が橋梁 13 の鋼材部分に当接する。

【0036】

橋梁監視装置 10 は永久磁石 18 の吸着力によって橋梁 13 に取り付けられることができるので、当該取り付けの施工などを容易に行うことができ、橋梁 13 側に別途部材などを準備する必要がない。

【0037】

容器 30 は、図 5 に示すように、フレーム板 42 に固定される。フレーム板 42 は上側の板と下側の板が前方に延出しており、上側と下側の板の間に容器 30 を収納する。フレーム板 42 が側面シールド板部 23 に取り付けられることで、容器 30 は筐体部 20 に固定される。フレーム板 42 は、磁性材金属からなり磁気シールド機能を備える。フレーム板 42 は永久磁石 18 の磁力が透過するのを抑制し、容器 30 に届く永久磁石 18 の磁力を低減する。

【0038】

容器 30 は方形箱形の容器形状になっている。容器 30 は容器本体 30a と蓋 30b から構成されている。容器本体 30a は開口を有し、蓋 30b は容器本体 30a の開口を覆い塞ぐように構成されている。

【0039】

容器 30 の外壁は、プラスチック樹脂によって形成され、内部に雨水、粉塵などの侵入を防ぐ構造になっている。容器 30 は、後述する傾斜検知センサ部 28、検知情報送信部 29、制御部 40、電源部 31、及び記憶部 32 を収納する。

【0040】

容器 30 は、容器本体 30a の開口を蓋 30b により塞ぐように構成されているので、雨水、粉塵などの侵入を防ぐことができ、内部に収納された傾斜検知センサ部 28、検知情報送信部 29、制御部 40、電源部 31、及び記憶部 32 は雨水及び粉塵などの影響を受け難い。

【0041】

アンテナ部 21 は、底面シールド板部 26 に固定され、先端が下方に向かって延設されている。アンテナ部 21 は、検知情報送信部 29 と接続され、LPWA による無線通信の空中線として用いられる。無線通信の信号は筐体部 20 の磁気シールド機能により遮蔽されるので、アンテナ部 21 は筐体部 20 の外側に設置される。

【0042】

次に、図 7 を参照して、橋梁監視装置 10 の機能について説明する。図 7 は、橋梁監視装置 10 の機能ブロック図の一例を示す。図 7 に示すように、本実施形態の橋梁監視装置 10 は、傾斜検知センサ部 28、検知情報送信部 29、制御部 40、電源部 31、及び記憶部 32 を備えている。

【0043】

傾斜検知センサ部 28 は、2 軸傾斜計を備えている。2 軸傾斜計は、重力加速度の x 成分及び y 成分を検出し、検出された重力加速度の x 成分及び y 成分に基づいて橋梁監視装置 10 の x 軸方向及び y 軸方向の傾斜角度を検知する。

【0044】

本実施形態では、2 軸傾斜計の x 軸に橋梁監視装置 10 のロール軸を合わせ、2 軸傾斜計の y 軸に橋梁監視装置 10 のピッチ軸を合わせた（図 3 参照）。従って、橋梁監視装置 10 のロールの傾斜量は重力加速度の y 成分に基づいて算出され、橋梁監視装置 10 のピ

10

20

30

40

50

ッチの傾斜量は重力加速度の x 成分に基づいて算出される。

【 0 0 4 5 】

なお、2 軸傾斜計の x 軸に橋梁監視装置 1 0 のピッチ軸を合わせ、2 軸傾斜計の y 軸に橋梁監視装置 1 0 のロール軸を合わせた状態で、2 軸傾斜計を橋梁監視装置 1 0 に実装してもよい。この場合は、橋梁監視装置 1 0 のロールの傾斜量は重力加速度の x 成分に基づいて算出され、橋梁監視装置 1 0 のピッチの傾斜量は重力加速度の y 成分に基づいて算出される。

【 0 0 4 6 】

検知情報送信部 2 9 は、傾斜検知センサ部 2 8 が検知した橋梁 1 3 の傾斜を検知情報として L P W A による無線通信により橋梁監視システム 1 2 へ送信する。L P W A は低消費電力で長距離の通信ができる通信規格である。

10

【 0 0 4 7 】

ここでいう検知情報とは、傾斜検知センサ部 2 8 が検知した重力加速度の x 成分及び y 成分に基づいて算出した橋梁監視装置 1 0 の傾斜量のこと、若しくは、傾斜検知センサ部 2 8 が検知した重力加速度の x 成分及び y 成分そのものであってもよい。ただし、傾斜検知センサ部 2 8 が検知した重力加速度の x 成分及び y 成分を検知情報として橋梁監視システム 1 2 へ送信した場合、橋梁監視システム 1 2 において重力加速度の x 成分及び y 成分に基づいて橋梁監視装置 1 0 の傾斜量を算出する。

【 0 0 4 8 】

L P W A は、I o T (I n t e r n e t o f T h i n g s) 機器による無線通信に適しているとされ、低消費電力でありながら広域的な無線通信が可能である。本実施形態では、L P W A の中でも S I G F O X (登録商標) の通信規格を用いている。S I G F O X (登録商標) は、伝送距離が最大 5 0 k m 程度であり、他の L P W A の通信規格の伝送距離 1 k m ~ 1 0 数 k m 程度に比べて長距離なのが特徴である。

20

【 0 0 4 9 】

なお、L P W A の通信規格には、他にも L o R a W A N (登録商標) 、エルトレス (E L T R E S : 登録商標) などがあり、橋梁監視システムの使用状況によってはこれらの通信規格を用いてもよい。

【 0 0 5 0 】

また、L P W A の他に第三世代 (3 G) 、第四世代 (4 G) 移動通信システム、L T E (L o n g T e r m E v o l u t i o n) 、L T E - M (L o n g T e r m E v o l u t i o n f o r m a c h i n e - T y p e - c o m m u n i c a t i o n) などの無線通信方式があり、橋梁監視システムの使用状況によってはこれらの無線通信を用いてもよい。

30

【 0 0 5 1 】

本実施形態では、傾斜検知センサ部 2 8 と検知情報送信部 2 9 との間の信号、情報などの送受信は有線接続により行われている。なお、傾斜検知センサ部 2 8 と検知情報送信部 2 9 とはブルートゥース (B l u e t o o t h : 登録商標) により無線接続されていてもよい。ブルートゥース (登録商標) は、携帯情報機器などで数 m から数 1 0 m 程度の近距離無線通信を行う。

40

【 0 0 5 2 】

制御部 4 0 は、傾斜検知センサ部 2 8 の動作制御を行うと共に、検知情報送信部 2 9 の動作制御を行い、傾斜検知センサ部 2 8 が検知した検知情報を橋梁監視システム 1 2 に送信するなどの動作制御を行う。

【 0 0 5 3 】

電源部 3 1 は、3 個の一次リチウム電池 3 1 a が用いられ、橋梁監視装置 1 0 の各機能部に電力を供給する。電源部 3 1 が備える一次リチウム電池 3 1 a の数は、橋梁監視装置 1 0 の継続使用期間などの使用状況によって適宜変更でき 1 個でも 2 個でもよく、4 個以上でもよい。

【 0 0 5 4 】

50

記憶部 32 は、傾斜検知センサ部 28 が検知した検知情報を検知情報送信部 29 が送信するまで一時的に記憶し、橋梁監視装置 10 の各機能部の動作制御に必要なプログラム、及び初期設定情報などを記憶する。

【0055】

図 8 及び図 9 を参照して、傾斜検知センサ部 28、検知情報送信部 29、制御部 40、電源部 31、及び記憶部 32 が容器 30 の内部に収納される様子について説明する。図 8 は、容器 30 の内部を示し、(a) が側面図、(b) が下面図である。図 9 は、容器 30 における防振材 27 及びその周辺を拡大して示す。

【0056】

傾斜検知センサ部 28 は、基板 34 の上に 2 軸傾斜計を含む回路が形成されることで実装される。検知情報送信部 29、制御部 40、及び記憶部 32 は、基板 34 の上に図示しない回路が形成されることで実装される。基板 34 は、図 8 に示すように、電源部 31 の一次リチウム電池 31a のリード線 31b が接続されるコネクタ 34a を備える。

10

【0057】

基板 34 は、容器 30 内の容器本体 30a の開口付近にあって、底面シールド板部 26 に対して平行な状態で収納される。容器本体 30a の開口付近であり、容器本体 30a の内周壁四隅のそれぞれにネジ受けとなるボス 39 が形成されている（図 9 参照）。

【0058】

基板 34 は、ボス 39 の上面に設置されネジ 35 により固定されることで、底面シールド板部 26 に対して平行な状態となる。ネジ 35 と共にワッシャー 36 が用いられる。基板 34 は防振材 27 であるゲルブッシュに挟持されて容器 30 の内部に固定される。基板 34 は防振材 27 を介してボス 39 に固定されるので、防振材 27 は橋梁 13 の交通振動が基板 34 に伝達されるのを抑制することができる。

20

【0059】

防振材 27 は、中心部にネジ 35 が貫通する貫通穴 37 を備える。貫通穴 37 は、その内周に嵌合する筒状のカラー 38 を備える。基板 34 は、防振材 27 に挟持された状態でボス 39 に固定される。ネジ 35 は、ワッシャー 36 を介してカラー 38 を挟み込む。ネジ 35 は、ナット 33 に螺合する。

【0060】

カラー 38 は金属などの硬質材でできているので、ネジ 35 の締め付け力はカラー 38 によって受け止められ、防振材 27 及び基板 34 に伝達されるネジ 35 の締め付け力はカラー 38 によって減少される。従って、防振材 27 は、ボス 39 に固定された状態でも硬化することなく、ゲル状のまま基板 34 を挟持する。

30

【0061】

2 軸傾斜計は、図示しないセンサ回路とともに MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 技術を用いて製造される。2 軸傾斜計は、モールド成形された筐体の中に一体的に収納され、当該筐体に平行な 2 軸 (XY) 方向の直線加速度を検出する。

【0062】

2 軸傾斜計は、初期状態において 2 軸傾斜計の筐体を水平状態にして備え、傾斜した状態における重力加速度の x 成分及び y 成分を計測する。2 軸傾斜計が計測した重力加速度の x 成分及び y 成分は、傾斜検知センサ部 28 の検知情報として検知情報送信部 29 によって橋梁監視システム 12 へ向けて送信される。

40

【0063】

傾斜検知センサ部 28 の検知情報は、重力加速度の x 成分及び y 成分、及び重力加速度の x 成分及び y 成分に基づいて算出された橋梁監視装置 10 の傾斜角度の両方を含み得る。本実施形態では、2 軸傾斜計の x 軸に橋梁監視装置 10 のロール軸を合わせ、2 軸傾斜計の y 軸に橋梁監視装置 10 のピッチ軸を合わせた。従って、橋梁監視装置 10 のピッチの傾斜量は重力加速度の x 成分に基づいて算出され、ロールの傾斜量は重力加速度の y 成分に基づいて算出される。

50

【 0 0 6 4 】

本実施形態で用いた 2 軸傾斜計は M E M S 技術で作成された。M E M S 技術を用いた 2 軸傾斜計を用いることで、2 軸傾斜計は軽量で小型になり橋梁監視装置 1 0 の軽量小型化に益するものとなった。さらに、M E M S 技術を用いることで、傾斜を検出する素子と、この素子からの信号を処理する信号処理回路との集積化が容易となり製造コストを下げる事が可能となった。

【 0 0 6 5 】

また、本実施形態では 2 軸傾斜計として静電容量式のものを用いた。静電容量式 2 軸傾斜計は、圧電抵抗式 2 軸傾斜計と比較して省電力であるため、橋梁監視装置 1 0 の省電力化に益するものである。

10

【 0 0 6 6 】

次に、図 1 0 及び 1 1 を参照して本実施形態にかかる橋梁監視システム 1 2 について説明する。橋梁監視システム 1 2 は、コンピュータなどの情報処理装置の一種であり主にユーザに操作され、I / O インターフェース 7 0、Read Only Memory (R O M) 7 1、Random Access Memory (R A M) 7 2、記憶部 7 3、Central Processing Unit (C P U) 7 4 等を備えている。

【 0 0 6 7 】

橋梁監視システム 1 2 は、I / O インターフェース 7 0 を介してインターネット 1 4 a を含む外部のネットワークに対してデータなどの送受信を行う。若しくは、I / O インターフェース 7 0 を介して L P W A のプラットフォーム 1 4 に対してデータなどの送受信を行う。

20

【 0 0 6 8 】

橋梁監視システム 1 2 は、後述する橋梁監視プログラムを R O M 7 1 若しくは記憶部 7 3 に保存し、R A M 7 2 など構成されるメインメモリに橋梁監視プログラムを取り込む。そして、C P U 7 4 は、橋梁監視プログラムを取り込んだメインメモリにアクセスして橋梁監視プログラムを実行する。

【 0 0 6 9 】

橋梁監視システム 1 2 の記憶部 7 3 は、橋梁監視プログラムを実行するために利用されるアプリケーション、各種データ、その他の関連アプリケーション、及び関連データなどが記憶される。

30

【 0 0 7 0 】

次に図 1 1 を参照して、橋梁監視システム 1 2 における各機能構成について説明する。橋梁監視システム 1 2 は、橋梁監視プログラムを実行することで、監視対象設定部 8 1、傾斜情報取得部 8 2、傾斜情報判定部 8 4、及び報知部 8 6 を C P U 7 4 に備える。

監視対象設定部 8 1 は、橋梁監視システム 1 2 の監視対象となる橋梁 1 3 の設定を受け付ける。

【 0 0 7 1 】

監視対象となる橋梁 1 3 は、1 つであっても良いし複数であってもよい。橋梁監視装置 1 0 は、自機を識別する識別コードを橋梁監視装置 1 0 の記憶部 3 2 に記憶している。この識別コードは、n 桁のコードであり、n 桁のうち先頭の m 桁が対応する橋梁 1 3 を示す橋梁識別コードになる。

40

【 0 0 7 2 】

監視対象設定部 8 1 は、橋梁監視システム 1 2 が用いる橋梁監視装置 1 0 に紐付けられた識別コードを記憶部 7 3 に記憶することで監視対象となる橋梁 1 3 の設定を受け付ける。橋梁監視システム 1 2 は、複数の橋梁監視装置 1 0 を用いてもよく、これら複数の橋梁監視装置 1 0 の各々に紐付けられた識別コードを記憶部 7 3 に記憶する。

傾斜情報取得部 8 2 は、橋梁監視装置 1 0 が検知した検知情報を無線通信により取得する。

【 0 0 7 3 】

橋梁監視装置 1 0 は、検知した検知情報と自機の識別コードとを一組にし、検知情報と

50

識別コードとを紐付けて、橋梁監視システム 12 に送信する。傾斜情報取得部 82 は、検知情報と識別コードとを一組にして取得する。取得した検知情報は、識別コードを参照することで、どの橋梁 13 のどの橋梁監視装置 10 によって検知されたのか判別することができる。本実施形態では、無線通信は LPWA を用いる。

【0074】

傾斜情報判定部 84 は、傾斜情報取得部 82 により取得された検知情報に基づき橋梁 13 の傾斜角度の変化量が所定の閾値を超えたか否かを判定する。

【0075】

橋梁 13 は、交通振動、風雨、及び微弱な地震などの影響を受けて、ときより微小な振動、及び微小な傾斜などを繰り返している。従って、橋梁監視システム 12 のユーザにより閾値を設定し、当該閾値を超えた橋梁 13 の傾斜角度の変化量について着目するために、当該判定を行う。

10

【0076】

報知部 86 は、傾斜情報判定部 84 が橋梁 13 の傾斜角度の変化量が所定の閾値を超えたと判定した場合に、ユーザに橋梁 13 の異常を報知する。

【0077】

異常の報知を受けたユーザは、橋梁 13 の傾斜角度の元になった検知情報に紐付けられた識別コードを参照することで、どの橋梁 13 のどの橋梁監視装置 10 において傾斜角度の異常が発生したのかを認識することができる。

ユーザは、傾斜角度の異常が報知される状況では、一般車両が橋梁 13 を通行することは危険と断定してもよい。

20

【0078】

次に、図 12 を参照して、橋梁監視プログラムの流れを示すフローチャートを用い、本開示に係る橋梁監視方法を橋梁監視プログラムとともに説明する。本開示の橋梁監視方法は、橋梁監視プログラムに基づいて、橋梁監視システム 12 の CPU74 により実行される。

【0079】

橋梁監視プログラムは、図 10 の CPU74 に対して、監視対象設定機能、傾斜情報取得機能、傾斜情報判定機能、及び報知機能の各機能を実行させる。これらの機能は図示の順に実行されるが、適宜、順番を入れ替えて実行することもできる。なお、各機能は前述の橋梁監視システム 12 の説明と重複するため、その詳細な説明は省略する。

30

【0080】

監視対象設定機能は、橋梁監視システム 12 の監視対象となる橋梁 13 の設定を受け付ける（81S：監視対象設定ステップ）。

傾斜情報取得機能は、橋梁監視装置 10 が検知した検知情報を無線通信により取得する（82S：傾斜情報取得ステップ）。

【0081】

傾斜情報判定機能は、傾斜情報取得機能より取得された検知情報に基づき橋梁 13 の傾斜角度の変化量が所定の閾値を超えたか否かを判定する（84S：傾斜情報判定ステップ）。

40

【0082】

報知機能は、傾斜情報判定機能が橋梁 13 の傾斜角度の変化量が所定の閾値を超えたと判定した場合に、ユーザに橋梁 13 の異常を報知する（86S：報知ステップ）。

【0083】

上記した実施形態によれば以下のことが可能となる。即ち、橋梁監視装置 10 は、静電容量式 2 軸傾斜計を用いて橋梁 13 の傾斜を検知している。静電容量式 2 軸傾斜計は、他の方式の 2 軸傾斜計と比べて消費電力が小さい。従って、橋梁監視装置 10 は省電力性能に優れている。

【0084】

さらに、橋梁監視装置 10 は、橋梁監視システム 12 へ検知情報を送信する際に無線通

50

信としてLPWAを用いる。LPWAは他の通信方式と比べて消費電力が小さい。従って、橋梁監視装置10は省電力性能に優れている。

【0085】

さらに、筐体部20は磁性材金属を用いて構成され磁気シールド機能を備えるので、内部に収納される傾斜検知センサ部28は永久磁石18の磁界の影響を受けることなく傾斜を検出することができる。

【0086】

さらに、筐体部20は、防振材27に挟持された状態で当接部19に固定されるので、橋梁13の交通振動は筐体部20と当接部19の間に介在する防振材27により低減され、筐体部20の内部に収納された傾斜検知センサ部28が受ける交通振動の影響を抑制することができる。

10

【0087】

さらに、基板34は、容器30の内部に防振材27に挟持された状態で固定されるので、たとえ橋梁13の交通振動が容器30に伝わったとしても防振材27により低減され、容器30の内部に収納された基板34が受ける交通振動の影響を抑制することができる。

【0088】

さらに、容器30の容器本体30a及び蓋30bはプラスチック樹脂により形成され、容器本体30aの開口を蓋30bにより塞ぐように構成されている。容器30のこの構成により、雨水及び粉塵などが容器30の内部へ侵入するのを防ぐことができる。

【0089】

さらに、上記した実施形態では、橋梁監視装置10は永久磁石18の吸引力により橋梁13の鋼材部に設置することとしている。このため、橋梁監視装置10の橋梁13への取り付け施工などを容易に行うことができ、橋梁13側に別途部材などを準備する必要がない。

20

【0090】

本開示は上記した実施形態に係る橋梁監視システムに限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した本開示の要旨を逸脱しない限りにおいて、その他種々の変形例、若しくは応用例により実施可能である。

【0091】

上記した実施形態では、橋梁監視装置10は、橋梁監視システム12へ検知情報を送信する際に無線通信としてLPWAを用いた。しかし、LPWAに代えて第三世代(3G)、第四世代(4G)移動通信システム、LTEなどの無線通信方式による無線通信を用いてもよい。

30

【符号の説明】

【0092】

- 10 橋梁監視装置
- 12 橋梁監視システム
- 13 橋梁
- 14 LPWAのプラットフォーム
- 14a インターネット
- 15 橋体
- 16 橋脚
- 17 支承
- 18 永久磁石
- 18a ヨーク部
- 19 当接部
- 20 筐体部
- 21 アンテナ部
- 22 磁石保持プレート
- 22a 上部筐体取付部

40

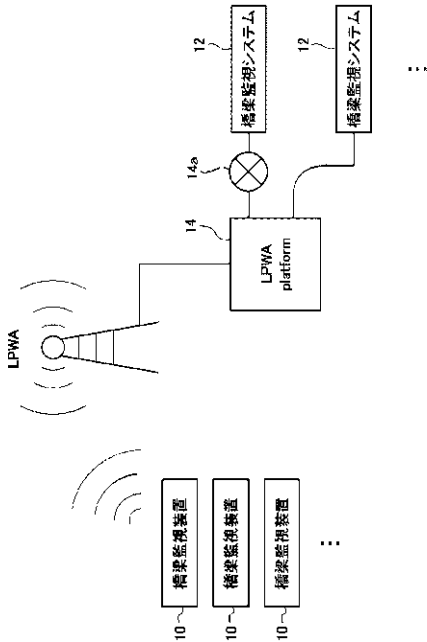
50

- 2 2 b 下部筐体取付部
- 2 3 側面シールド板部
- 2 4 正面シールド板部
- 2 5 上面シールド板部
- 2 6 底面シールド板部
- 2 7 防振材
- 2 8 傾斜検知センサ部
- 2 9 検知情報送信部
- 3 0 容器
- 3 0 a 容器本体
- 3 0 b 蓋
- 3 1 電源部
- 3 1 a 一次リチウム電池
- 3 1 b リード線
- 3 2 記憶部
- 3 3 ナット
- 3 4 基板
- 3 4 a コネクタ
- 3 5 ネジ
- 3 6 ワッシャー
- 3 7 貫通穴
- 3 8 カラー
- 3 9 ボス
- 4 0 制御部
- 4 2 フレーム板

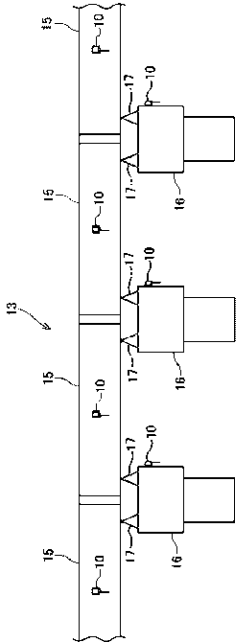
10

20

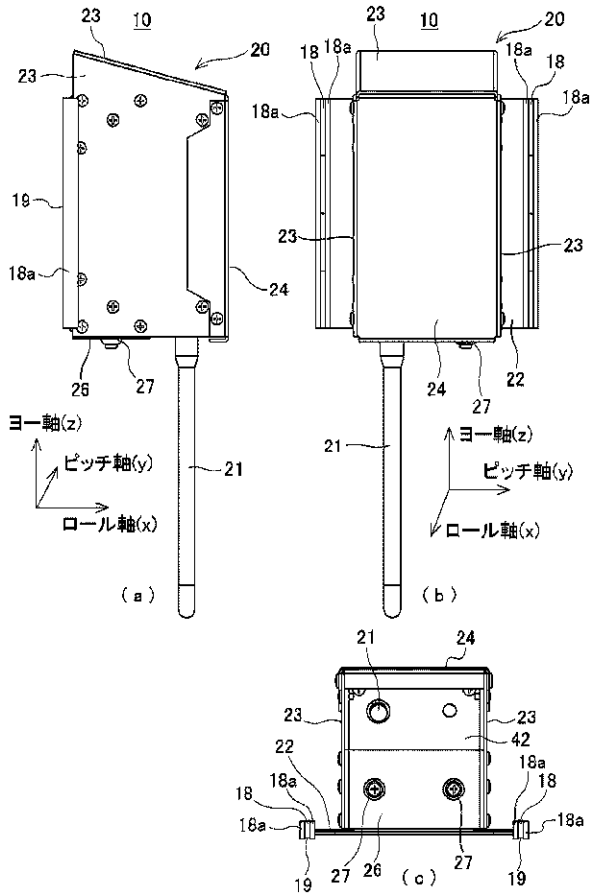
【図 1】



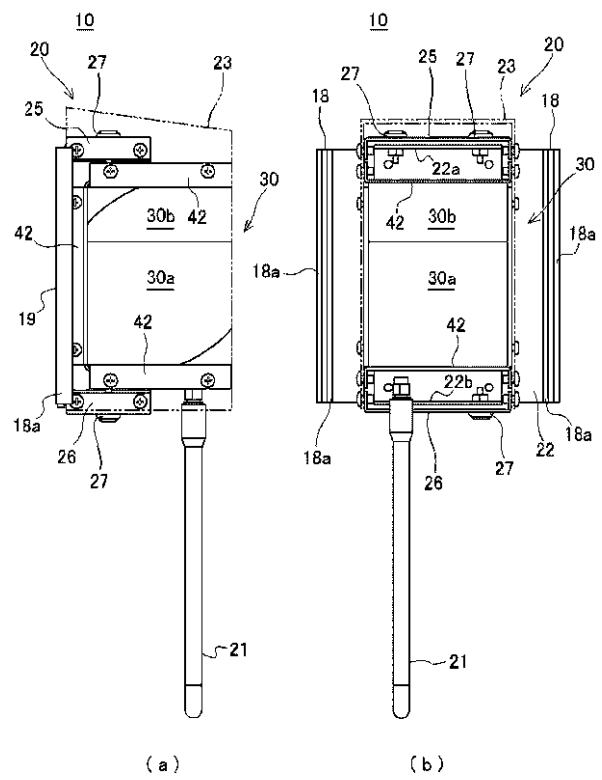
【図 2】



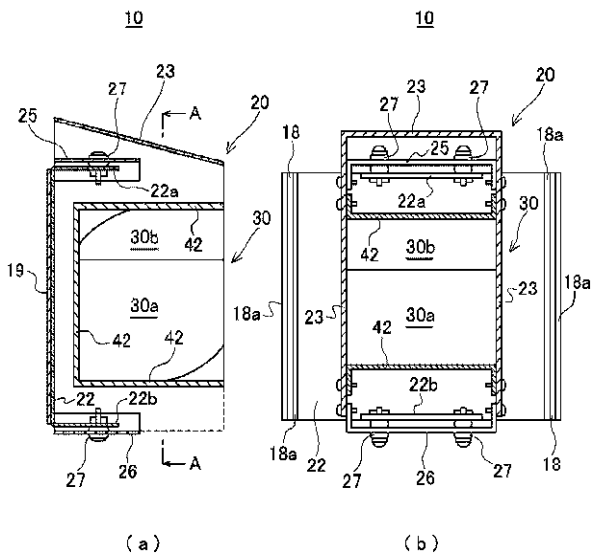
【図 3】



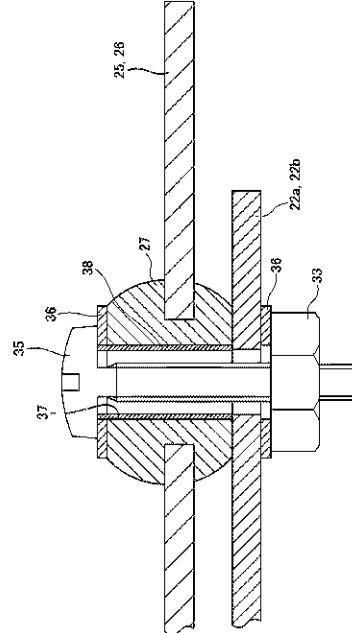
【図 4】



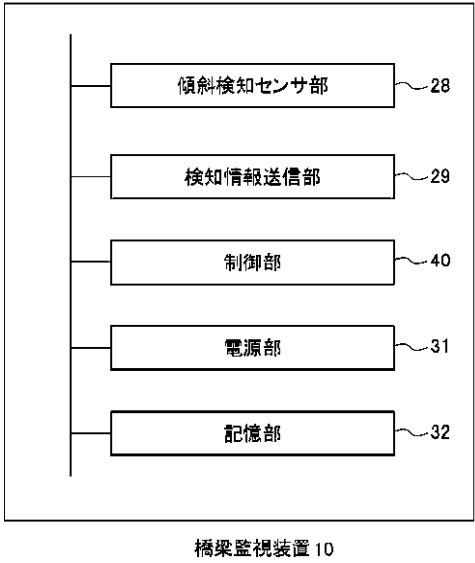
【図 5】



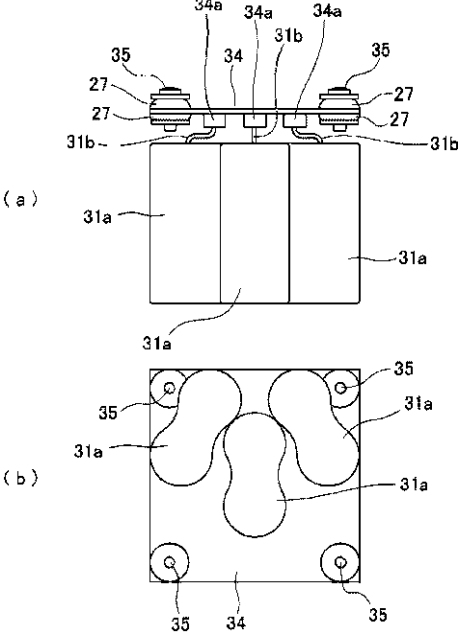
【図 6】



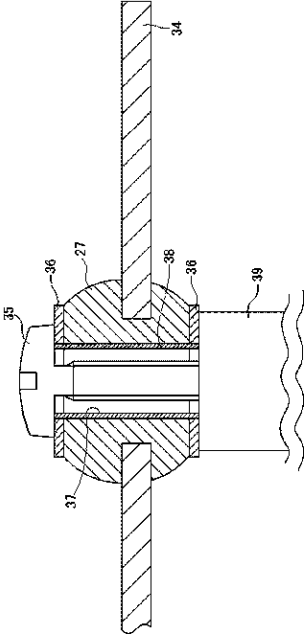
【図 7】



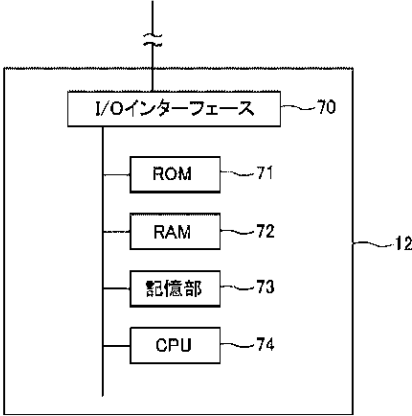
【図 8】



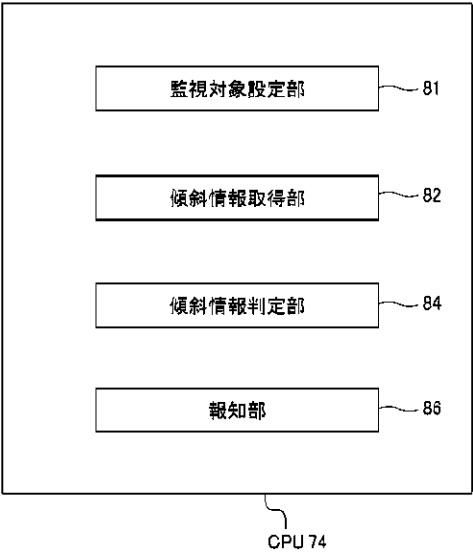
【図 9】



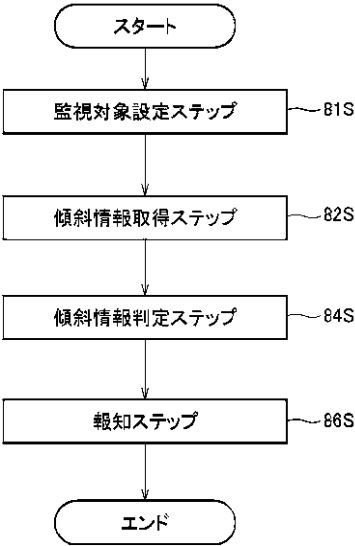
【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】



フロントページの続き

- (73)特許権者 510273798
首都高メンテナンス神奈川株式会社
神奈川県横浜市神奈川区栄町 1 番地 1
- (73)特許権者 517078057
Innovation Farm株式会社
東京都板橋区蓮沼町 4 7 番 8 号
- (74)代理人 110002516
弁理士法人白坂
- (72)発明者 高橋 成典
東京都千代田区霞が関一丁目 4 番 1 号 首都高速道路株式会社内
- (72)発明者 松原 拓朗
東京都千代田区霞が関一丁目 4 番 1 号 首都高速道路株式会社内
- (72)発明者 山本 一貴
東京都千代田区霞が関一丁目 4 番 1 号 首都高速道路株式会社内
- (72)発明者 張 広鋒
東京都港区虎ノ門三丁目 1 0 番 1 1 号 一般財団法人首都高速道路技術センター内
- (72)発明者 右高 裕二
東京都港区虎ノ門三丁目 1 0 番 1 1 号 一般財団法人首都高速道路技術センター内
- (72)発明者 柳瀬 匡雄
東京都港区虎ノ門三丁目 1 0 番 1 1 号 一般財団法人首都高速道路技術センター内
- (72)発明者 岡田 昇一
東京都板橋区蓮沼町 3 4 - 1 Innovation Farm株式会社内
- (72)発明者 多胡 功
東京都板橋区蓮沼町 3 4 - 1 Innovation Farm株式会社内

審査官 五十幡 直子

- (56)参考文献 特開 2 0 2 0 - 0 1 6 1 1 5 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 0 8 3 4 0 7 (J P , A)
特開 2 0 1 8 - 1 8 0 8 8 7 (J P , A)
実開昭 5 8 - 1 3 3 8 9 3 (J P , U)
特開平 0 9 - 2 9 6 8 4 6 (J P , A)
特開 2 0 2 0 - 1 0 5 6 9 2 (J P , A)
特開平 0 8 - 3 3 8 2 2 0 (J P , A)
特開 2 0 2 0 - 0 3 3 7 6 2 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

E 0 1 D 1 / 0 0 - 2 4 / 0 0
G 1 6 Y 1 0 / 3 0
G 1 6 Y 4 0 / 1 0
G 0 8 B 2 1 / 1 8