

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7579533号
(P7579533)

(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	25/04	(2006. 01)	G 0 8 B	25/04	K
G 0 8 B	25/10	(2006. 01)	G 0 8 B	25/10	A
請求項の数 8 (全 17 頁) 最終頁に続く					

(21)出願番号	特願2020-200309(P2020-200309)	(73)特許権者	505389695
(22)出願日	令和2年12月2日(2020. 12. 2)		首都高速道路株式会社
(65)公開番号	特開2022-88069(P2022-88069A)		東京都千代田区霞が関1-4-1
(43)公開日	令和4年6月14日(2022. 6. 14)	(73)特許権者	591216473
審査請求日	令和5年11月24日(2023. 11. 24)		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
		(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
		(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
		(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】 ずれ検知センサ、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】

橋梁を監視する橋梁監視システムであって、
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、
橋梁の接合部のずれを検知するずれ検知センサであって、
第1橋梁部に接続する第1接続部と、
前記第1橋梁部と前記接合部を介して接続する第2橋梁部に接続する第2接続部と、
前記接合部を跨ぎ前記第1接続部と前記第2接続部とに接続されるワイヤと、
前記ワイヤの断線を検知する検知部と、
前記検知部が前記ワイヤの断線を検知した場合に、前記ワイヤが断線したことを示す断線情報を前記ずれ検知センサに付与された前記ずれ検知センサに固有の識別コードと一組にすることで紐付けて無線送信する送信部と、
を備え、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る、前記ずれ検知センサが送信した前記断線情報を取得する断線情報取得部と、
前記断線情報取得部が取得した前記断線情報に基づいて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】

前記ワイヤは、断線しやすい部分を備え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】

前記断線しやすい部分は、永久磁石の磁力により結合された部分であることを特徴とする請求項 2 に記載の橋梁監視システム。

【請求項 4】

前記断線しやすい部分は、前記ワイヤの他の部分より細い部分であることを特徴とする請求項 2 に記載の橋梁監視システム。

【請求項 5】

前記第 1 橋梁部と前記第 2 橋梁部とは、鋼材からなる部分を備え、

前記第 1 接続部と前記第 2 接続部とは、永久磁石を備え、

前記第 1 接続部と前記第 2 接続部とは、前記永久磁石の磁力により前記第 1 橋梁部と前記第 2 橋梁部とに取り付けられることを特徴とする請求項 1 ないし 4 の何れか 1 項に記載の橋梁監視システム。

10

【請求項 6】

前記検知部は、第 1 導体部と第 2 導体部とを備え、

前記第 1 導体部と前記第 2 導体部とは前記断線しやすい部分に接続されており、

前記断線しやすい部分が結合されている状態では、前記第 1 導体部と前記第 2 導体部とは導通しており、

前記断線しやすい部分が断線した状態では、前記第 1 導体部と前記第 2 導体部とは非導通になり、

前記検知部は、前記第 1 導体部と前記第 2 導体部とが非導通になったことを検知することで前記ワイヤの断線を検知することを特徴とする請求項 1 ないし 4 の何れか 1 項に記載の橋梁監視システム。

20

【請求項 7】

橋梁を監視する橋梁監視方法であって、

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、
橋梁の接合部のずれを検知するずれ検知センサであって、

第 1 橋梁部に接続する第 1 接続部と、

前記第 1 橋梁部と前記接合部を介して接続する第 2 橋梁部に接続する第 2 接続部と、

前記接合部を跨ぎ前記第 1 接続部と前記第 2 接続部とに接続されるワイヤと、

前記ワイヤの断線を検知する検知部と、

30

前記検知部が前記ワイヤの断線を検知した場合に、前記ワイヤが断線したことを示す断線情報を前記ずれ検知センサに付与された前記ずれ検知センサに固有の識別コードと一組にすることで紐付けて無線送信する送信部と、

を備え、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る、前記ずれ検知センサが送信した前記断線情報を取得する断線情報取得ステップと、

前記断線情報取得ステップが取得した前記断線情報に基づいて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 8】

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、

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機能と、
橋梁の接合部のずれを検知するずれ検知センサであって、

第 1 橋梁部に接続する第 1 接続部と、

前記第 1 橋梁部と前記接合部を介して接続する第 2 橋梁部に接続する第 2 接続部と、

前記接合部を跨ぎ前記第 1 接続部と前記第 2 接続部とに接続されるワイヤと、

前記ワイヤの断線を検知する検知部と、

前記検知部が前記ワイヤの断線を検知した場合に、前記ワイヤが断線したことを示す断線情報を前記ずれ検知センサに付与された前記ずれ検知センサに固有の識別コードと一組にすることで紐付けて無線送信する送信部と、

40

50

を備え、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る、前記ずれ検知センサが送信した前記断線情報を取得する断線情報取得機能と、

前記断線情報取得機能が取得した前記断線情報に基づいて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】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ずれ検知センサ、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、特に橋梁の構造物の状態を遠隔地で監視することができるずれ検知センサ、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。

10

【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（定点カメラ）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。

【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、当該構造物の異常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の異常を監視しようとしても、車両等による振動などである、いわゆる交通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。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【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】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

そこで、本開示は、省エネルギーでありながら監視対象となった橋梁のずれを確実に検知することで当該橋梁の異常を監視できるずれ検知センサ、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】

すなわち、第1の態様に係るずれ検知センサは、橋梁の接合部のずれを検知するずれ検知センサであって、第1橋梁部に接続する第1接続部と、第1橋梁部と接合部を介して接続する第2橋梁部に接続する第2接続部と、接合部を跨ぎ第1接続部と第2接続部とに接続されるワイヤと、ワイヤの断線を検知する検知部と、検知部がワイヤの断線を検知した場合に、ワイヤが断線したことを示す断線情報を無線送信する送信部と、を備える。

40

【0007】

更に、第2の態様は、第1の態様に係るずれ検知センサにおいて、ワイヤは、断線しやすい部分を備えていることとしてもよい。

【0008】

更に、第3の態様は、第2の態様に係るずれ検知センサにおいて、断線しやすい部分は、永久磁石の磁力により結合された部分であることとしてもよい。

【0009】

更に、第4の態様は、第2の態様に係るずれ検知センサにおいて、断線しやすい部分は

50

、ワイヤの他の部分より細い部分であることとしてもよい。

【 0 0 1 0 】

更に、第 5 の態様は、第 1 ないし 4 の何れか 1 の態様に係るずれ検知センサにおいて、第 1 橋梁部と第 2 橋梁部とは、鋼材からなる部分を備え、第 1 接続部と第 2 接続部とは、永久磁石を備え、第 1 接続部と第 2 接続部とは、永久磁石の磁力により第 1 橋梁部と第 2 橋梁部とに取り付けられることとしてもよい。

【 0 0 1 1 】

更に、第 6 の態様は、第 1 ないし 5 の何れか 1 の態様に係るずれ検知センサにおいて、検知部は、第 1 導体部と第 2 導体部とを備え、第 1 導体部と第 2 導体部とは断線しやすい部分に接続されており、断線しやすい部分が結合されている状態では、第 1 導体部と第 2 導体部とは導通しており、断線しやすい部分が断線した状態では、第 1 導体部と第 2 導体部とは非導通になり、検知部は、第 1 導体部と第 2 導体部とが非導通になったことを検知することでワイヤの断線を検知することとしてもよい。

10

【 0 0 1 2 】

更に、第 7 の態様は、第 1 ないし 6 の何れか 1 の態様に係るずれ検知センサにおいて、断線情報は、ずれ検知センサに付与されたずれ検知センサに固有の識別コードとともに無線送信されることとしてもよい。

【 0 0 1 3 】

更に、第 8 の態様に係る橋梁監視システムは、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、第 1 ないし 7 の何れか 1 の態様に係るずれ検知センサが送信した断線情報を取得する断線情報取得部と、断線情報取得部が取得した断線情報に基づいてユーザに橋梁の異常を報知する報知部と、を備える。

20

【 0 0 1 4 】

更に、第 9 の態様に係る橋梁監視方法は、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、第 1 ないし 7 の何れか 1 の態様に係るずれ検知センサが送信した断線情報を取得する断線情報取得ステップと、断線情報取得ステップが取得した断線情報に基づいてユーザに橋梁の異常を報知する報知ステップと、を備える。

【 0 0 1 5 】

更に、第 10 の態様に係る橋梁監視プログラムは、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、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機能と、第 1 ないし 7 の何れか 1 の態様に係るずれ検知センサが送信した断線情報を取得する断線情報取得機能と、断線情報取得機能が取得した断線情報に基づいて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 】

【 0 0 1 6 】

本開示に係るずれ検知センサ、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、省エネルギーでありながら監視対象となった橋梁のずれを確実に検知することで当該橋梁の異常を監視できる。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 7 】

【 図 1 】 本実施形態に係るずれ検知センサを含む橋梁監視システムの概要を示す図。

【 図 2 】 ずれ検知センサのハードの構成を示す図。

【 図 3 】 ずれ検知センサの切断部の拡大図。

【 図 4 】 アンカー部を示し、(a) が正面図、(b) が下面図、(c) が背面図。

【 図 5 】 ずれ検知センサの動作を示し、(a) が結合時、(b) が分離時を示す図。

【 図 6 】 監視対象となる橋梁の断面斜視図。

【 図 7 】 橋体と橋脚との接合部の拡大図。

50

【図 8】橋体同士の接合部の拡大図。

【図 9】ずれ検知センサの切断部の他の実施例を示す図。

【図 10】ずれ検知センサの機能ブロックを示す図。

【図 11】橋梁監視システムのハードの構成を示す図。

【図 12】橋梁監視システムのソフトの構成を示す図。

【図 13】橋梁監視プログラムのフローチャートを示す図。

【発明を実施するための形態】

【0018】

図 1 乃至図 12 を参照して本開示に係るずれ検知センサ 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、ずれ検知センサ 10 を含む橋梁監視システム 12 の構成について説明する。

10

【0019】

ずれ検知センサ 10 は、橋梁監視システム 12 の監視対象となる橋梁 13 に設置される。ずれ検知センサ 10 が検知した断線情報は LPWA (Low Power Wide Area) の無線通信を介して橋梁監視システム 12 に送信される。

【0020】

断線情報とは、ずれ検知センサ 10 の後述する導体 19 の断線に基づく信号のことである。橋梁 13 の後述する接合部 17 (若しくは 18) のずれが所定の大きさに達したときに導体 19 が断線する。「ずれの所定の大きさ」は、ユーザによって設定され得る。

【0021】

20

本実施形態では、導体 19 には常時、微弱な電流を流し、導体 19 の両端に発生する電圧を測定する。この電圧の測定値がゼロになったときに導体 19 が断線したとする。これは導体 19 の断線により導体 19 に微弱電流が流れなくなることに基づく。導体 19 は、第 1 導体部 19a と第 2 導体部 19b とを備える。

【0022】

橋梁監視システム 12 は、ユーザによって運用される情報処理システムであり、LPWA のプラットフォーム 14 に有線若しくは無線により通信接続されている。プラットフォーム 14 とは、基地局設備など LPWA 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 LPWA のプラットフォーム 14 にインターネット 14a を介して有線若しくは無線により通信接続されてもよい。

30

【0023】

図 2 及び図 3 を参照して、ずれ検知センサ 10 の構成について説明する。図 2 は、ずれ検知センサ 10 のハードの構成を示す図である。図 3 は、ずれ検知センサ 10 の切断部 23 の拡大図である。

【0024】

図 2 に示すように、ずれ検知センサ 10 は、センサ本体 11、第 1 導体部 19a、第 2 導体部 19b、第 1 接続部に相当する第 1 アンカー部 20a、第 2 接続部に相当する第 2 アンカー部 20b、及びワイヤ 21 を備える。

【0025】

ワイヤ 21 は、第 1 ワイヤ部 21a、第 2 ワイヤ部 21b、及び切断部 23 を備える。第 1 ワイヤ部 21a と第 2 ワイヤ部 21b とは紐状のワイヤである。切断部 23 は、第 1 切断部 23a と第 2 切断部 23b とに分離する。第 1 導体部 19a、第 2 導体部 19b、及び切断部 23 は導電性を備えている。なお、ワイヤ 21 は、劣化及び温度変化などによる伸び縮みの少ない特性を有するものが適しており、可撓性は必須の特性ではないので棒状のものでもよい。

40

【0026】

第 1 導体部 19a は、センサ本体 11 から伸びて、その先端が第 1 切断部 23a に接続される。第 2 導体部 19b は、センサ本体 11 から伸びて、その先端が第 2 切断部 23b に接続される。切断部 23 が結合されている状態、即ち、第 1 切断部 23a と第 2 切断部 23b とが分離されていない状態では、第 1 導体部 19a と第 2 導体部 19b とは導通す

50

る。切断部 2 3 が断線した状態、即ち、第 1 切断部 2 3 a と第 2 切断部 2 3 b とが分離した状態では、第 1 導体部 1 9 a と第 2 導体部 1 9 b とは非導通になる。

【 0 0 2 7 】

センサ本体 1 1 は、第 1 導体部 1 9 a と第 2 導体部 1 9 b とが導通しているか、若しくは、第 1 導体部 1 9 a と第 2 導体部 1 9 b とが導通していない（非導通）かを検知することができる。

【 0 0 2 8 】

センサ本体 1 1 は、後述する送信部 2 9 に接続されたアンテナ部 2 2 を備える。アンテナ部 2 2 は L P W A による無線通信の空中線として用いられる。

【 0 0 2 9 】

図 3 を参照して、ワイヤ 2 1 の切断部 2 3 の構成について説明する。切断部 2 3 は、第 1 切断部 2 3 a と第 2 切断部 2 3 b とに分離する。第 1 切断部 2 3 a と第 2 切断部 2 3 b とは、それぞれ永久磁石を備えている。

【 0 0 3 0 】

第 1 切断部 2 3 a の永久磁石と第 2 切断部 2 3 b の永久磁石とは、図 3 に示すようにワイヤ 2 1 が伸びる方向に沿って異なる磁極が並ぶように着磁されている。第 1 切断部 2 3 a は、第 2 切断部 2 3 b と対向する面に永久磁石の N 極を備えている。第 2 切断部 2 3 b は、第 1 切断部 2 3 a と対向する面に永久磁石の S 極を備えている。

【 0 0 3 1 】

なお、これに限らず、第 1 切断部 2 3 a は第 2 切断部 2 3 b と対向する面に永久磁石の S 極を備え、第 2 切断部 2 3 b は第 1 切断部 2 3 a と対向する面に永久磁石の N 極を備えてもよい。

【 0 0 3 2 】

ワイヤ 2 1 に引っ張り力が加わり、即ち、第 1 ワイヤ部 2 1 a と第 2 ワイヤ部 2 1 b とが引き離される力が加わり、当該力が所定の大きさを超えると、第 1 切断部 2 3 a と第 2 切断部 2 3 b とは分離する。第 1 切断部 2 3 a と第 2 切断部 2 3 b とは、一旦分離しても、両者が永久磁石の吸着力の及ぶ範囲に置かれることで再び結合することができる。

【 0 0 3 3 】

図 4 を参照してアンカー部 2 0 の構成について説明する。第 1 アンカー部 2 0 a と第 2 アンカー部 2 0 b とは同じ構成をしているため、第 1 アンカー部 2 0 a と第 2 アンカー部 2 0 b とをアンカー部 2 0 と記す。図 4 は、アンカー部 2 0 を示し、（ a ）が正面図、（ b ）が下面図、（ c ）が背面図である。

【 0 0 3 4 】

アンカー部 2 0 は、ヨーク部 2 4、永久磁石 2 5、ベース部 2 6、及びフック部 2 7 を備える。ベース部 2 6 は、金属製プレートであり永久磁石 2 5 のヨークとしても機能し、永久磁石 2 5 を含む磁気回路の一部を構成する。

【 0 0 3 5 】

ベース部 2 6 は、その両端にヨーク部 2 4 と永久磁石 2 5 とを備える。永久磁石 2 5 はヨーク部 2 4 とベース部 2 6 とに挟まれている。ベース部 2 6 は、その中央部においてフック部 2 7 を備えている。フック部 2 7 はベース部 2 6 の面に対して立設している。フック部 2 7 にはワイヤ 2 1 が接続される。

【 0 0 3 6 】

アンカー部 2 0 は、永久磁石 2 5 の磁力により橋体 1 5 若しくは橋脚 1 6 の鋼材からなる部分に取り付けられる。ベース部 2 6 の背面のふち 2 6 a 及びヨーク部 2 4 の背面が当接部となり橋体 1 5 若しくは橋脚 1 6 に当接する。橋体 1 5 の鋼材からなる部分は、第 1 橋梁部若しくは第 2 橋梁部に相当する。橋脚 1 6 の鋼材からなる部分は、第 1 橋梁部若しくは第 2 橋梁部に相当する。

【 0 0 3 7 】

次に図 5 を参照してずれ検知センサ 1 0 の動作について説明する。図 5 （ a ）は、ずれ検知センサ 1 0 の切断部 2 3 が結合している状態を示している。図 5 （ b ）は、ずれ検知

10

20

30

40

50

センサ 10 の切断部 23 が分離している状態を示している。

【0038】

橋体 15 と橋脚 16 との接合部 17 (図 7 参照)、若しくは隣接する二つの橋体 15 同士の接合部 18 (図 8 参照) がずれて、第 1 アンカー部 20 a と第 2 アンカー部 20 b との間の距離が広がった場合に、第 1 ワイヤ部 21 a は第 1 アンカー部 20 a に引っ張られ、第 2 ワイヤ部 21 b は第 2 アンカー部 20 b に引っ張られる。

【0039】

第 1 アンカー部 20 a と第 2 アンカー部 20 b との間が所定距離を超えた場合に切断部 23 が分離する (図 5 (b) 参照)。なお、ワイヤ 21 の長さは、第 1 アンカー部 20 a と第 2 アンカー部 20 b との間の距離を考慮して決定され、ずれ検知センサ 10 を設置する際に橋梁 13 の周囲の温度変化に起因する伸縮をも考慮して調整される。更に、ワイヤ 21 の断線が生じる際の橋梁 13 のずれの大きさの設定は、ずれ検知センサ 10 を設置する際のワイヤ 21 の長さを調整することで行うことができる。

10

【0040】

図 5 (a) の状態では、センサ本体 11 から流される微弱電流により導体 19 の両端に電圧が生じる。図 5 (b) の状態では、ワイヤ 21 は分離されるためセンサ本体 11 の第 1 導体部 19 a 及び第 2 導体部 19 b には微弱電流は流れず、導体 19 に生じる電圧はゼロになる。ずれ検知センサ 10 の後述する検知部 28 は導体 19 に生じる電圧がゼロになったことを測定することでワイヤ 21 が断線したことを検知する。

20

【0041】

図 6 を参照して橋梁 13 の構造について説明する。図 6 は監視対象となる橋梁 13 の断面斜視図である。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。

【0042】

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、橋梁 13 の接合部 17 (若しくは 18 (図 8 参照)) がずれることがある。即ち、橋体 15 と橋脚 16 との接合部 17、若しくは、隣接する橋体 15 同士の接合部 18 にずれが生じることがある。

【0043】

ずれ検知センサ 10 は、橋体 15 と橋脚 16 との接合部 17 に設置され、この接合部 17 に生じるずれが所定の閾値に達したことに起因するワイヤ 21 の断線を検知する。ずれ検知センサ 10 は、隣接する橋体 15 同士の接合部 18 に設置され、この接合部 18 に生じるずれが所定の距離を超えたことに起因するワイヤ 21 の断線を検知する。

30

【0044】

図 7 を参照して、ずれ検知センサ 10 が、橋体 15 と橋脚 16 との接合部 17 に設置された状態について説明する。図 7 は橋体 15 と橋脚 16 との接合部 17 の拡大図である。

【0045】

ずれ検知センサ 10 の第 1 接続部である第 1 アンカー部 20 a は接合部 17 近傍の橋体 15 の鋼材でできた部分 (第 1 橋梁部に相当) に取り付けられる。ずれ検知センサ 10 の第 2 接続部である第 2 アンカー部 20 b は接合部 17 近傍の橋脚 16 の鋼材でできた部分 (第 2 橋梁部に相当) に取り付けられる。

40

【0046】

ワイヤ 21 は接合部 17 を跨ぐようにして配置される。つまり、接合部 17 の接合が離間した際にワイヤ 21 に引っ張り力が加わるように、ワイヤ 21 の一端は第 1 橋梁部に接続され、ワイヤ 21 の他端は第 2 橋梁部に接続される。センサ本体 11 は、橋体 15 若しくは橋脚 16 に設置される。センサ本体 11 は、第 1 導体部 19 a 及び第 2 導体部 19 b に微弱電流を流す。橋体 15 と橋脚 16 とが離間する方向は、横方向、縦方向、若しくは斜め方向があり得る。

【0047】

50

センサ本体 11 は、図示しない背面に永久磁石を備えており、この永久磁石の吸着力により橋体 15 若しくは橋脚 16 の鋼材でできた部分に取り付けられる。従って、センサ本体 11 を橋体 15 若しくは橋脚 16 に取り付けの際、そ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。

【0048】

図 8 を参照して、ずれ検知センサ 10 が、隣り合う橋体 15 同士の接合部 18 に設置された状態について説明する。図 8 は橋体 15 同士の接合部 18 の拡大図である。ずれ検知センサ 10 の第 1 接続部である第 1 アンカー部 20 a は接合部 18 近傍の橋体 15 の鋼材でできた部分（第 1 橋梁部に相当）に取り付けられる。ずれ検知センサ 10 の第 2 接続部である第 2 アンカー部 20 b は接合部 18 近傍の橋体 15 の鋼材でできた部分（第 2 橋梁部に相当）に取り付けられる。

10

【0049】

ワイヤ 21 は接合部 18 を跨ぐようにして配置される。センサ本体 11 は、隣接する橋体 15 の何れかの橋体 15 に設置される。センサ本体 11 は、第 1 導体部 19 a 及び第 2 導体部 19 b に微弱電流を流す。隣接する二つの橋体 15 同士が離間する方向は、横方向、縦方向、若しくは斜め方向があり得る。

【0050】

図 9 を参照してワイヤ 21 の他の実施例について説明する。ワイヤ 21 の切断部 23 は、ワイヤ 21 の他の部分より細い部分である。ワイヤ 21 は、引っ張り力を受けた場合、切断部 23 において切断され、第 1 ワイヤ部 21 a と第 2 ワイヤ部 21 b とに分離する。

20

【0051】

次に、図 10 を参照してずれ検知センサ 10 の機能について説明する。図 10 はずれ検知センサ 10 の機能ブロックを示す図である。ずれ検知センサ 10 は、第 1 アンカー部 20 a、第 2 アンカー部 20 b、ワイヤ 21、検知部 28、送信部 29、制御部 30、電源部 31、及び記憶部 32などを備える。

【0052】

第 1 アンカー部 20 a、即ち、第 1 接続部は、第 1 橋梁部に接続する。

第 1 橋梁部は鋼材からなる部分を備えており、第 1 アンカー部 20 a は永久磁石 25 を備えている。第 1 アンカー部 20 a は、永久磁石 25 の磁力により第 1 橋梁部に取り付けられる。

30

【0053】

第 2 アンカー部 20 b は、即ち、第 2 接続部は、第 1 橋梁部と接合部 17（若しくは 18）を介して接続する第 2 橋梁部に接続する。

【0054】

第 2 橋梁部は鋼材からなる部分を備え、第 2 アンカー部 20 b は永久磁石 25 を備えている。第 2 アンカー部 20 b は永久磁石 25 の磁力により第 2 橋梁部に取り付けられる。

【0055】

ワイヤ 21 は、接合部 17（若しくは 18）を跨ぎ第 1 接続部（第 1 アンカー部 20 a）と第 2 接続部（第 2 アンカー部 20 b）とに接続される。

【0056】

ワイヤ 21 は、断線しやすい部分（切断部 23）を備えている。断線しやすい部分（切断部 23）は、永久磁石の磁力により結合された部分である。また、断線しやすい部分（切断部 23）は、ワイヤ 21 の他の部分より細い部分であることとしてもよい。

40

【0057】

検知部 28 は、ワイヤ 21 の断線を検知する。

検知部 28 は、導体 19 の両端に発生する電圧を測定する。検知部 28 がワイヤ 21 の断線を検知するとは、検知部 28 が導体 19 の両端に発生した電圧の測定値がゼロになることを測定することである。

【0058】

送信部 29 は、検知部 28 がワイヤ 21 の断線を検知した場合に、ワイヤ 21 が断線し

50

たことを示す断線情報を無線送信する。

【 0 0 5 9 】

断線情報とは、ワイヤ 2 1 の断線に基づく信号のことである。断線情報は、ずれ検知センサ 1 0 に付与された後述するずれ検知センサ 1 0 に固有の識別コードとともに無線送信される。

【 0 0 6 0 】

制御部 3 0 は、ずれ検知センサ 1 0 の各機能部の動作制御を行う。

制御部 3 0 は、検知部 2 8 を制御し導体 1 9 の両端に生じる電圧を測定するとともに、送信部 2 9 を制御し検知部 2 8 が検知した断線情報の無線送信を行う。

【 0 0 6 1 】

電源部 3 1 は、ずれ検知センサ 1 0 の各機能部に電力を供給する。

電源部 3 1 には、一次リチウム電池の電池パックが用いられる。電源部 3 1 が備える一次リチウム電池の数は、ずれ検知センサ 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 個以上でもよい。

【 0 0 6 2 】

記憶部 3 2 は、検知部 2 8 の断線情報を送信部 2 9 が無線送信するまでの間、一時的に記録し、ずれ検知センサ 1 0 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録する。

【 0 0 6 3 】

ずれ検知センサ 1 0 は、自機を識別する識別コードを記憶部 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としてよい。

【 0 0 6 4 】

本実施形態では、ずれ検知センサ 1 0 は 1 個のワイヤ 2 1 を備えている。しかしこれに限定されるものではなく、ずれ検知センサ 1 0 は 2 個のワイヤ 2 1 を備え、2 個のワイヤ 2 1 はそれぞれ橋梁 1 3 の異なる接合部 1 7 (若しくは 1 8) に設置されていてもよい。また、2 個のワイヤ 2 1 は同じ接合部 1 7 (若しくは 1 8) に設置されてもよい。この場合、1 つの接合部 1 7 (若しくは 1 8) に 2 個のワイヤ 2 1 を設置するので断線情報の確度が向上する、

【 0 0 6 5 】

例えば、ずれ検知センサ 1 0 が、2 個のワイヤ 2 1 を備えた場合、2 個のワイヤ 2 1 の各々に固有の識別コードが割当てられて、それぞれの識別コードは記憶部 3 2 に記憶される。この場合、送信部 2 9 は、断線が検出されたワイヤ 2 1 に割当てられた識別コードと共に、断線情報を送信する。

【 0 0 6 6 】

送信部 2 9 は、ずれ検知センサ 1 0 が検知した断線情報を LPWA 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。LPWA は低消費電力で長距離の通信ができる通信規格である。

【 0 0 6 7 】

LPWA は、IoT (Internet of Things) 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、LPWA の中でも SIGFOX (登録商標) の通信規格を用いている。SIGFOX (登録商標) は、伝送距離が最大 50 km 程度であり、他の LPWA の通信規格の伝送距離 1 km ~ 10 数 km 程度に比べて長距離なのが特徴である。

【 0 0 6 8 】

なお、LPWA の通信規格には、他にも LoRaWAN (登録商標)、エルトレス (ELTRES : 登録商標) などがあり、橋梁監視システム 1 2 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 6 9 】

また、LPWA の他に第三世代 (3G)、第四世代 (4G) 移動通信システム、LTE

10

20

30

40

50

(Long Term Evolution)、LTE-M(Long Term Evolution for machine-Type-communication)などの無線通信方式があり、橋梁監視システム12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。

【0070】

次に、図11及び12を参照して本実施形態にかかる橋梁監視システム12について説明する。橋梁監視システム12は、コンピュータなどを含む情報処理システム的一种であり主にユーザに操作され、I/Oインターフェース70、Read Only Memory(ROM)71、Random Access Memory(RAM)72、記憶部73、Central Processing Unit(CPU)74等を備えている。

10

【0071】

橋梁監視システム12は、I/Oインターフェース70を介してインターネット14a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70を介してLPWAのプラットフォーム14に対してデータなどの送受信を行う。

【0072】

橋梁監視システム12は、後述する橋梁監視プログラムをROM71若しくは記憶部73に保存し、RAM72などで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、CPU74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。

20

【0073】

橋梁監視システム12の記憶部73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。

【0074】

次に図12を参照して、橋梁監視システム12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12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81、断線情報取得部82、及び報知部83をCPU74に備える。

【0075】

監視対象設定部81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。

30

ユーザがずれ検知センサ10のそれぞれに紐付けられた識別コードを監視対象設定部81に入力することで、監視対象設定部81は監視対象となる橋梁13の設定を受け付ける。橋梁監視システム12は複数のずれ検知センサ10を用いてもよく、この場合、ユーザは複数のずれ検知センサ10の各々に紐付けられた識別コードを監視対象設定部81に入力する。

【0076】

監視対象となる橋梁13は、1つであっても良いし複数であってもよい。ずれ検知センサ10は、自機を識別する識別コードをそれぞれずれ検知センサ10の記憶部32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13を示す橋梁識別コードになる。

40

【0077】

本実施形態では、ずれ検知センサ10は自機に固有の識別コードを記憶部32に記憶している。これに限るものではなく、例えば、ずれ検知センサ10は、ワイヤ21を識別する識別コードを記憶部32に記憶してもよい。

【0078】

また、本実施形態では、識別コードとして、n桁のコードを用い、n桁のうち先頭のm桁が対応する橋梁13を示す橋梁識別コードとしている。これに限るものではなく、例えば、識別コードのn桁のうち先頭のm桁が対応する橋体15に固有の橋体識別コード、若

50

しくは橋脚 16 に固有の橋脚識別コードとしてもよい。

【0079】

ずれ検知センサ 10 が 2 個のワイヤ 21 を備えた場合、2 個のワイヤ 21 各々に固有の識別コードを割当てて、監視対象設定部 81 は、ワイヤ 21 毎に対応した識別コードを記憶部 73 に記憶することで、監視対象となる橋梁 13 の設定を受け付ける。

【0080】

断線情報取得部 82 は、ずれ検知センサ 10 が送信した断線情報を取得する。

ずれ検知センサ 10 は、断線情報と自機の識別コードとを一組にし、断線情報と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。

【0081】

断線情報取得部 82 は、断線情報と識別コードとを一組にして取得する。取得した断線情報は、識別コードを参照することで、どの橋梁 13 のどのずれ検知センサ 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。

【0082】

報知部 83 は、断線情報取得部 82 が取得した断線情報に基づいてユーザに橋梁 13 の異常を報知する。

報知部 83 は、ユーザに対して橋梁監視システム 12 に備えられた図示しないモニタ、スピーカなどにより映像、音声により異常を報知する。若しくは、報知部 83 は、ユーザが持つ図示しないスマートフォンなどの携帯通信端末に電子メールを送信することで異常を報知する。

【0083】

異常の報知を受けたユーザは、橋梁 13 の異常の元になった断線情報と紐付けられた識別コードを参照することで、どの橋梁 13 のどのずれ検知センサ 10 においてワイヤ 21 の断線が検知されたのかを認識することができる。

ユーザは、橋梁 13 の異常が報知される状況では、車両が橋梁 13 を通行することは危険と断定し得る。

【0084】

次に、図 13 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 CPU 74 により実行される。

【0085】

橋梁監視プログラムは、図 12 の CPU 74 に対して、監視対象設定機能、断線情報取得機能、報知機能の各機能を実行させる。これらの機能は図 13 に示す順に実行されるが、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。

【0086】

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（S81：監視対象設定ステップ）。

【0087】

断線情報取得機能は、ずれ検知センサ 10 が送信した断線情報を取得する（S82：断線情報取得ステップ）。

【0088】

報知機能は、断線情報取得機能が取得した断線情報に基づいてユーザに橋梁 13 の異常を報知する（S83：報知ステップ）。

【0089】

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、ずれ検知センサ 10 は、橋梁 13 の接合部 17（若しくは 18）のずれをワイヤ 21 の断線によって検知している。ワイヤ 21 の断線の検知は、導体 19 に微弱電流を流し、導体 19 の両端に生じた電圧を測定することで行われる。すなわち、単純な構造で有

10

20

30

40

50

りながらも確実に橋梁 1 3 のずれを検知することができる。

【 0 0 9 0 】

また、導体 1 9 の両端に生じる電圧は導体 1 9 に流す微弱電流による。従って、ずれ検知センサ 1 0 は省電力性能に優れる。

【 0 0 9 1 】

本実施形態によれば、ワイヤ 2 1 の切断部 2 3 は永久磁石により結合される。切断部 2 3 は第 1 切断部 2 3 a と第 2 切断部 2 3 b とに分離しても、再び永久磁石の吸引力により第 1 切断部 2 3 a と第 2 切断部 2 3 b とは結合する。従って、ワイヤ 2 1 は、一旦切断したとしても、再利用することができる。

【 0 0 9 2 】

更に、本実施形態では、ずれ検知センサ 1 0 は、橋梁監視システム 1 2 へ断線情報を送信する際に無線通信として L P W A を用いる。L P W A は他の通信方式と比べて消費電力が小さい。

【 0 0 9 3 】

ずれ検知センサ 1 0 の無線送信の消費電力が小さいので、実際にずれ検知センサ 1 0 が断線を検知し断線情報を無線送信しようとした際に電力が不足して断線情報の無線送信が出来なくなるといった可能性を低減することができる。

【 0 0 9 4 】

更に、本実施形態では、アンカー部 2 0 は永久磁石 2 5 の吸引力により橋梁 1 3 の鋼材部に設置することとしている。このため、ワイヤ 2 1 を橋梁 1 3 に取り付ける際、その施工などを容易に行うことができ、橋梁 1 3 側に別途部材などを準備する必要がない。

【 0 0 9 5 】

本開示は上記した実施形態に係る橋梁監視システム 1 2 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。

【 0 0 9 6 】

上記した実施形態では、ずれ検知センサ 1 0 は、橋梁監視システム 1 2 へ検知情報を送信する際に無線通信として L P W A を用いた。しかし、L P W A に代えて第三世代 (3 G)、第四世代 (4 G) 移動通信システム、L T E などの無線通信方式による無線通信を用いてもよい。

【 0 0 9 7 】

上記した実施形態では、導体 1 9 は、ワイヤ状の電線を用いた。これに限定されるものではなく、例えば、扁平導体を導体 1 9 として用いてもよい。導体 1 9 に扁平導体を用いた場合、可撓性に優れるとともに未使用時にコンパクトに収納することが可能になる。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 8 】

- 1 0 ずれ検知センサ
- 1 1 センサ本体
- 1 2 橋梁監視システム
- 1 3 橋梁
- 1 4 L P W A のプラットフォーム
- 1 4 a インターネット
- 1 5 橋体
- 1 6 橋脚
- 1 7 接合部
- 1 8 接合部
- 1 9 導体
- 1 9 a 第 1 導体部
- 1 9 b 第 2 導体部
- 2 0 アンカー部

10

20

30

40

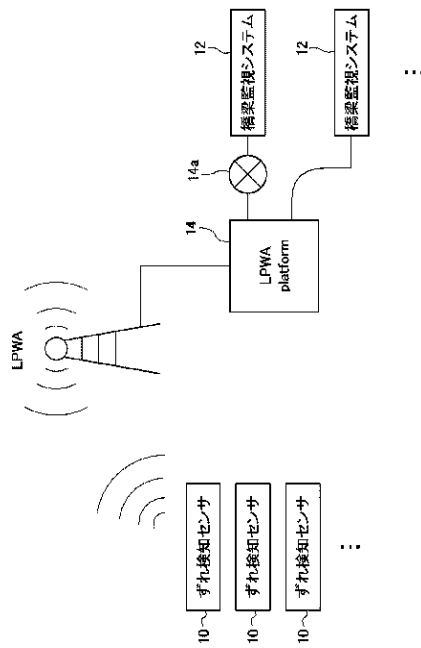
50

2 0 a 第 1 アンカー部 (第 1 接続部)
2 0 b 第 2 アンカー部 (第 2 接続部)
2 1 ワイヤ
2 1 a 第 1 ワイヤ部
2 1 b 第 2 ワイヤ部
2 2 アンテナ部
2 3 切断部
2 3 a 第 1 切断部
2 3 b 第 2 切断部
2 4 ヨーク部
2 5 永久磁石
2 6 ベース部
2 6 a ふち
2 7 フック部
2 8 検知部
2 9 送信部
3 0 制御部
3 1 電源部
3 2 記憶部
7 0 I / O インターフェース
7 1 R O M
7 2 R A M
7 3 記憶部
7 4 C P U
8 1 監視対象設定部
8 2 断線情報取得部
8 3 報知部

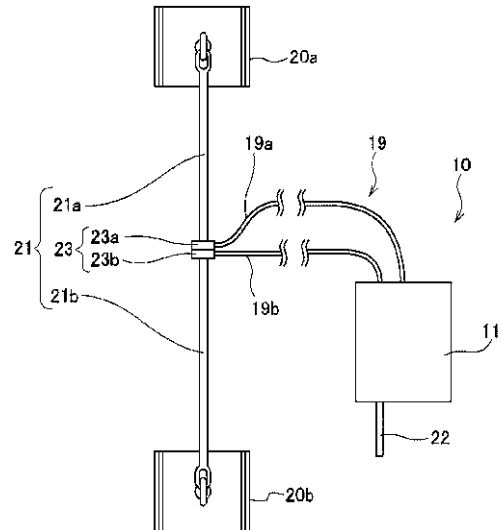
10

20

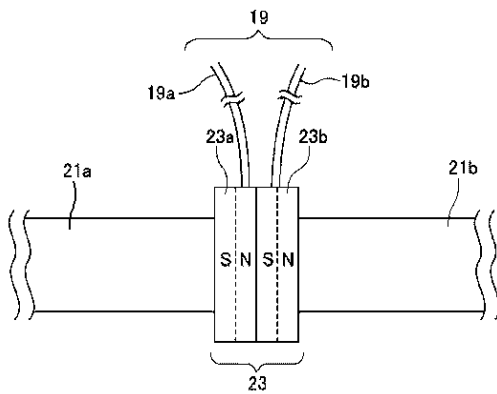
【図 1】



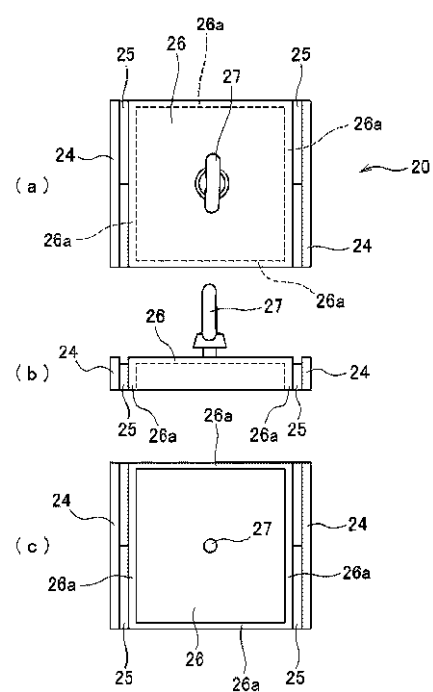
【図 2】



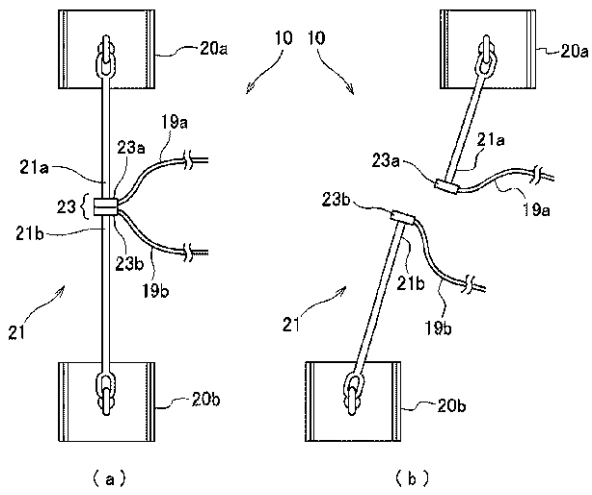
【図 3】



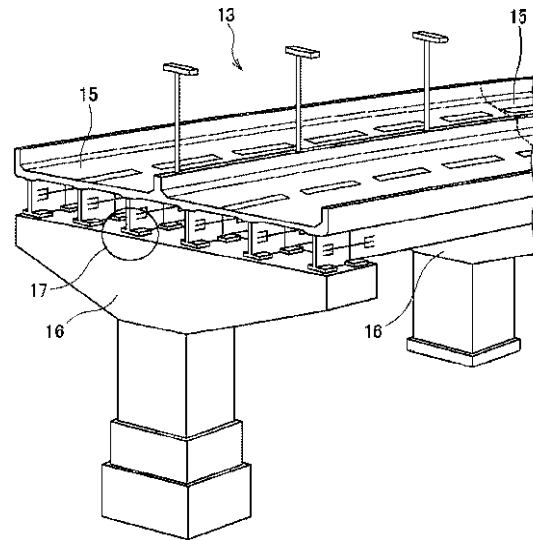
【図 4】



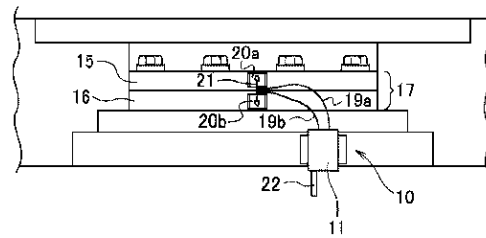
【図 5】



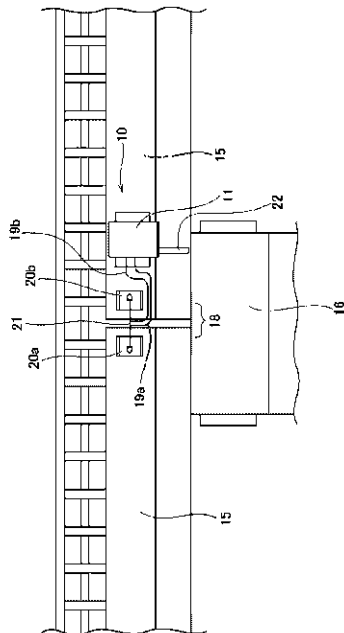
【図 6】



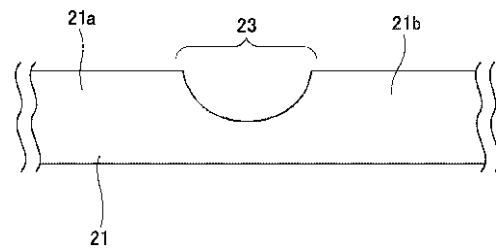
【図 7】



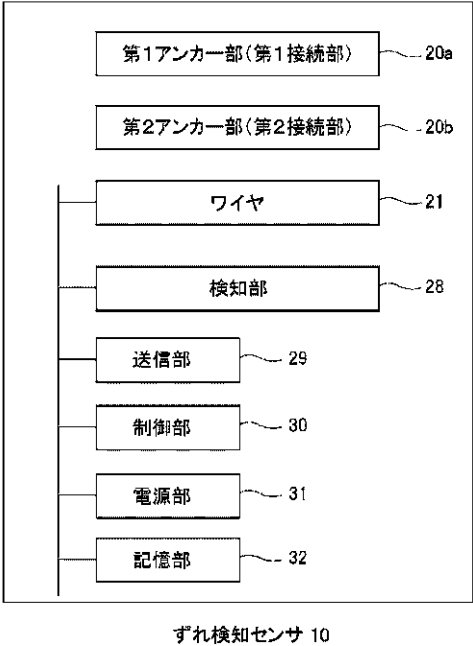
【図 8】



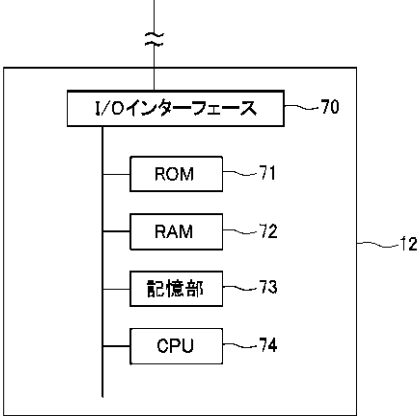
【図 9】



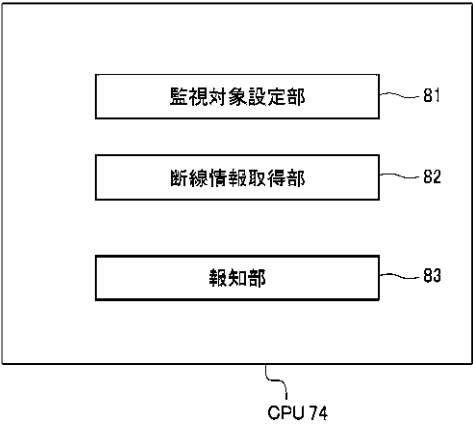
【図 1 0】



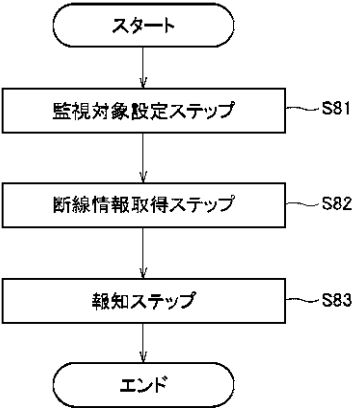
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 8 B 21/02 (2006.01) G 0 8 B 21/02

(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
I n n o v a t i o n F a r m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 I n n o v a t i o n F a r m株式会社内

(72)発明者 多胡 功
東京都板橋区蓮沼町 3 4 - 1 I n n o v a t i o n F a r m株式会社内

審査官 五十幡 直子

(56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 2 1 3 9 2 9 (J P , A)
米国特許第 0 5 4 7 9 1 5 0 (U S , A)
実開昭 5 7 - 0 9 4 9 9 7 (J P , U)
特開 2 0 1 3 - 1 1 7 4 3 4 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 0 1 2 5 1 6 (J P , A)
特開 2 0 2 0 - 0 1 6 1 1 5 (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 / 0 2
G 0 8 B 2 5 / 0 4
G 0 8 B 2 5 / 1 0