

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6551933号  
(P6551933)

(45) 発行日 令和1年7月31日(2019.7.31)

(24) 登録日 令和1年7月12日(2019.7.12)

(51) Int. Cl.		F I		
<b>GO 1 M 99/00</b>	<b>(2011.01)</b>	GO 1 M 99/00		Z
<b>EO 1 D 22/00</b>	<b>(2006.01)</b>	EO 1 D 22/00		A

請求項の数 7 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2015-214909 (P2015-214909)	(73) 特許権者	505389695
(22) 出願日	平成27年10月30日(2015.10.30)		首都高速道路株式会社
(65) 公開番号	特開2017-83407 (P2017-83407A)		東京都千代田区霞が関1-4-1
(43) 公開日	平成29年5月18日(2017.5.18)	(73) 特許権者	591216473
審査請求日	平成30年10月16日(2018.10.16)		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	000002945
			オムロン株式会社
			京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
			動堂町801番地
		(73) 特許権者	000231855
			日本鑄造株式会社
			神奈川県川崎市川崎区白石町2番1号
		(74) 代理人	110000970
			特許業務法人 楓国際特許事務所
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 損傷検知装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

上部構造を下部構造の上に載置した構造物において、前記上部構造と前記下部構造との間に配置される支承に作用する水平力を支持するサイドブロックの損傷を検知する損傷検知装置であって、

前記サイドブロックに取り付けたセンサと、

前記センサの出力によって、前記サイドブロックが損傷しているかどうかを検知する検知部と、を備え、

前記センサは、傾斜センサであり、前記サイドブロックにおける、前記支承の上沓が対向する対向面の両側に形成されている側面の一方に取り付けている、損傷検知装置。

【請求項2】

前記サイドブロックには、前記センサを取り付ける側面に、センサ取付用の凸部が形成されており、

前記センサは、前記センサ取付用の凸部が嵌合する凹部を形成し、前記凸部を前記凹部に嵌合させて前記サイドブロックの側面に取り付けるセンサボックスに内蔵している、請求項1に記載の損傷検知装置。

【請求項3】

前記センサ取付用の凸部の外形形状は、前記サイドブロックの側面に取り付けたセンサボックスが、前記凸部を軸にして回転するのを抑制する形状である、請求項2に記載の損傷検知装置。

10

20

**【請求項 4】**

上部構造を下部構造の上に載置した構造物において、前記上部構造と前記下部構造との間に配置される支承に作用する水平力を支持するサイドブロックの損傷を検知する損傷検知装置であって、

前記サイドブロックの損傷を検知するセンサと、

前記センサの出力によって、前記サイドブロックが損傷しているかどうかを検知する検知部と、を備え、

前記センサは、ひずみセンサであり、前記サイドブロックにおける、前記支承の上沓が対向する対向面の反対側に形成されている背面側に配置した板金に取り付けている、損傷検知装置。

10

**【請求項 5】**

前記板金は、前記サイドブロックの背面から離間させて取り付けている、請求項 4 に記載の損傷検知装置。

**【請求項 6】**

前記板金は、前記支承のベースに固定している、請求項 4、または 5 に記載の損傷検知装置。

**【請求項 7】**

前記検知部における検知結果を外部機器に出力する出力部を備えた請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の損傷検知装置。

**【発明の詳細な説明】**

20

**【技術分野】****【0001】**

この発明は、橋梁やビル等の構造物において、上部構造と下部構造との間に配置される支承のサイドブロックが損傷しているかどうかを検知する技術に関する。

**【背景技術】****【0002】**

従来、橋梁やビル等の様々な種類の構造物について、状態を検知するシステムがある（特許文献 1、2 等参照）。この種のシステムでは、温度センサ、湿度センサ、加速度センサ、変位センサ、赤外線イメージセンサ等、様々な種類のセンサを用いて、構造物にかかる計測対象物理量をセンシングすることによって、構造物の状態をモニタリングしている。

30

**【0003】**

上部構造が下部構造の上に支承を介して載置された構造物は、上部構造と下部構造との間における振動の伝達が支承を介して行われる。構造物の耐震性を向上させるため、サイドブロックを設けた支承がある（例えば、特許文献 3 参照）。サイドブロックは、支承の上沓とベースプレート（または下沓）との相対的な変位量が所定量を超えると、上沓やソールプレート等が衝突するように構成した部材である。サイドブロックは、上沓やソールプレート等が衝突することで、支承の上沓とベースプレート（または下沓）との相対的な変位量を制限し、支承に作用する水平力を支持する。

**【先行技術文献】**

40

**【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特開 2008 - 2986 号公報

【特許文献 2】特開 2013 - 40774 号公報

【特許文献 3】特開 2007 - 332564 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、サイドブロックは、地震動等にもなう下部構造の振動が大きくなるにつれて、上沓やソールプレート等の衝突時の衝撃が大きくなる。サイドブロックは、上沓

50

やソールプレート等の衝突時の衝撃がある程度の大きさを超えると損傷する。したがって、ある程度の震度を超える地震等が発生すると、支承のサイドブロックが損傷しているかどうかの確認を行う必要がある。

【0006】

支承は、狭隘で閉鎖的な空間に配置されている。すなわち、支承は、サイドブロックが損傷しているかどうかの目視確認が容易に行えない場所に配置されている。このため、サイドブロックが損傷しているかどうかの確認にかかる時間が長くなる。特に、多くの支承が使用されている橋梁等では、支承のサイドブロックが損傷しているかどうかの確認作業が長期間におよぶことがある。

【0007】

この発明の目的は、支承のサイドブロックが損傷しているかどうかの確認が簡単に行える技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この発明の損傷検知装置は、上記目的を達するために以下のように構成している。

【0009】

この発明にかかる損傷検知装置は、上部構造を下部構造の上に載置した構造物において、上部構造と下部構造との間に配置される支承に作用する水平力を支持するサイドブロックの損傷を検知する。

【0010】

センサは、サイドブロックに取り付けている。検知部は、センサの出力によって、サイドブロックが損傷しているかどうかを検知する。また、センサは、傾斜センサであり、サイドブロックにおける、支承の上沓が対向する対向面の両側に形成されている側面の一方に取り付けている。

【0011】

サイドブロックは、上沓やソールプレート等の衝突時の衝撃により、支承の上沓が対向する対向面の反対側に折れ曲がり損傷する。これにより、サイドブロックの側面に取り付けた傾斜センサにより検知される傾斜角が変化する。検知部は、傾斜センサにより検知された傾斜角が予め定めた範囲内であるかどうかによって、サイドブロックが損傷しているかどうかを検知する。具体的には、検知部は、傾斜センサにより検知された傾斜角が予め定めた範囲内であれば、サイドブロックが損傷していないと検知し、反対に傾斜センサにより検知された傾斜角が予め定めた範囲外であれば、サイドブロックが損傷していると検知する。

【0012】

したがって、検知部の検知結果によって、サイドブロックが損傷しているかどうかの確認が簡単に行える。

【0013】

また、サイドブロックには、センサを取り付ける側面に、センサ取付用の凸部が形成されており、センサは、センサ取付用の凸部が嵌合する凹部を形成し、凸部を凹部に嵌合させてサイドブロックの側面に取り付けるセンサボックスに内蔵している、構成にしてもよい。これにより、サイドブロックの側面に対する傾斜センサの取り付けが簡単に行える。

【0014】

さらに、センサ取付用の凸部の外形形状は、サイドブロックの側面に取り付けたセンサボックスが、凸部を軸にして回転するのを抑制する形状にするのが好ましい。

【0015】

このように構成すれば、サイドブロックの側面におけるセンサの取付状態の変化が抑えられるので、検知部におけるサイドブロックが損傷しているかどうかの検知精度の低下を抑えることができる。

【0016】

また、センサを上記した傾斜センサではなく、ひずみセンサとし、サイドブロックにお

10

20

30

40

50

ける、支承の上沓が対向する対向面の反対側に形成されている背面側に配置した板金に取り付けた構成にしてもよい。

【0017】

この構成では、サイドブロックが上沓やソールプレート等の衝突時の衝撃により、支承の上沓が対向する対向面の反対側に折れ曲がり損傷すると、ひずみセンサを取り付けた板金が、損傷したサイドブロックに押圧されて変形し歪む。検知部は、ひずみセンサにより検知された板金のひずみが予め定めた範囲内であるかどうかによって、サイドブロックが損傷しているかどうかを検知する。具体的には、検知部は、ひずみセンサにより検知された板金のひずみが予め定めた範囲内であれば、サイドブロックが損傷していないと検知し、反対にひずみセンサにより検知された板金のひずみが予め定めた範囲外であれば、サイドブロックが損傷していると検知する。

10

【0018】

板金は、サイドブロックの背面から離間させて取り付けるのがよい。このように構成すれば、サイドブロックが損傷していないにも関わらず、サイドブロックの振動により生じた板金のひずみによって、検知部がサイドブロックが損傷していると誤検知するのを防止できる。

【0019】

また、板金は、支承のベースに固定するのがよい。

【0020】

さらに、この発明にかかる損傷検知装置は、検知部における検知結果を外部機器に出力する出力部を備えるのが好ましい。このように構成すれば、外部機器において、サイドブロックが損傷しているかどうかの確認が行える。

20

【発明の効果】

【0021】

この発明によれば、支承のサイドブロックが損傷しているかどうかの確認が簡単に行える。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】モニタリングシステムの構成を示す図である。

【図2】高架道路橋の橋軸方向の概略断面図である。

30

【図3】高架道路橋の橋軸直角方向の概略断面図である。

【図4】図4(A)は支承の概略の平面図であり、図4(B)は、支承の概略の分解図である。

【図5】センサノードの主要部の構成を示す図である。

【図6】図6(A)、(B)は、支承のサイドブロックに対する傾斜センサの取付例を示す図である。

【図7】図7(A)、(B)は、センサボックスの概略図である。

【図8】図8(A)は、サイドブロックのセンサボックス取付面に対して直交する方向から見た平面図であり、図8(B)は、サイドブロックのセンサボックス取付面に対して平行する方向から見た平面図である。

40

【図9】報知装置の主要部の構成を示すブロック図である。

【図10】上位装置の主要部の構成を示すブロック図である。

【図11】センサノードの動作を示すフローチャートである。

【図12】報知装置の動作を示すフローチャートである。

【図13】上位装置の動作を示すフローチャートである。

【図14】別の例にかかるセンサノードの主要部の構成を示す図である。

【図15】図15(A)、(B)は、支承に対するひずみセンサの取付例を示す図である。

。

【図16】図16(A)は、傾斜センサを取り付けた例を示す図であり、図16(B)は、ひずみセンサを取り付けた例を示す図である。

50

【図 17】 支承の概略の分解図である。

【図 18】 図 18 (A) は、傾斜センサを取り付けた例を示す図であり、図 18 (B) は、ひずみセンサを取り付けた例を示す図である。

【図 19】 支承の概略の分解図である。

【図 20】 図 20 (A) は、傾斜センサを取り付けた例を示す図であり、図 20 (B) は、ひずみセンサを取り付けた例を示す図である。

【図 21】 支承の概略の分解図である。

【図 22】 図 22 (A) は、傾斜センサを取り付けた例を示す図であり、図 22 (B) は、ひずみセンサを取り付けた例を示す図である。

【図 23】 支承の概略の分解図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、この発明の実施形態について説明する。

【0024】

図 1 は、モニタリングシステムの構成を示す図である。この例にかかるモニタリングシステムは、自動車が行く高架道路橋（橋梁）の支承のサイドブロックが損傷しているかどうかを検知し、検知結果を出力する。高架道路橋は、支承を介して上部構造（橋桁等）を下部構造（橋脚等）に載置している。高架道路橋が、この発明で言う構造物に相当する。この例にかかるモニタリングシステムは、支承のサイドブロックが損傷しているかどうかを検知する。サイドブロックは、支承に作用する水平力を支持する。この例にかかるモニタリングシステムは、複数のセンサノード 1 と、複数の報知装置 2 と、上位装置 3 と、を備える。

20

【0025】

複数のセンサノード 1 は、グループ P 1 ~ P n に分けている。各グループ P 1 ~ P n に属するセンサノード 1 は、1 つであってもよいし、複数であってもよい。また、各グループ P 1 ~ P n に属するセンサノード 1 の数は、均一である必要はない。この例では、各支承に、センサノード 1 を 1 つずつ割り当てている（対応付けている）。1 つの支承には、2 つのサイドブロックが設けられている。センサノード 1 は、割り当てられた支承のサイドブロックが損傷しているかどうかを検知する。センサノード 1 のグループ分けの詳細については、後述する。この例では、センサノード 1 が、この発明で言う損傷検知装置に相当する。また、報知装置 2 が、この発明で言う外部機器に相当する。

30

【0026】

報知装置 2 は、センサノード 1 のグループ P 1 ~ P n 毎に設けている。報知装置 2 は、対応するグループ P 1 ~ P n に属するセンサノード 1 との間で入出力にかかる通信を行う。

【0027】

上位装置 3 は、高架道路橋を含む交通網を管理する道路管制センタに設置している。上位装置 3 は、各報知装置 2 との間で入出力にかかる通信を行う。

【0028】

構造物である高架道路橋について説明する。図 2 は、高架道路橋の橋軸方向（この例では、車両の走行方向）の概略断面図である。図 3 は、高架道路橋の橋軸直角方向（この例では、車両の幅方向）の概略断面図である。高架道路橋の橋脚は、橋軸方向に適当な間隔で並んでいる。高架道路橋は、下部構造である橋脚と、上部構造である主桁との間に、支承 100 を配置している。支承 100 は、主桁を含む上部構造と、橋脚を含む下部構造との間に作用する荷重（振動）を伝達する部材である。自動車が走行する路面は、主桁の上面（橋脚側の反対側）側に設けた床版の上に形成されている。

40

【0029】

この例では、高架道路橋の下部構造である橋脚と、報知装置 2 とを 1 対 1 で対応付けている。報知装置 2 は、図 2 に示すように、上部構造の側壁に取り付けている。報知装置 2 は、橋軸方向において、対応する橋脚と略同じ位置に取り付けている。

50

## 【 0 0 3 0 】

図 4 ( A ) は、支承の概略の平面図であり、図 4 ( B ) は、支承の概略の分解図である。図 4 に示す支承 1 0 0 は、一般にゴム支承と呼ばれるものである。支承 1 0 0 は、上沓 1 0 1 と、ゴム沓 1 0 2 と、ベースプレート 1 0 3 と、アンカボルト 1 0 4 と、サイドブロック 1 0 5 とにより構成される。ベースプレート 1 0 3 は、複数本 ( 図 4 ( B ) では、2 本示している。 ) のアンカボルト 1 0 4 によって、橋脚に固定される。ゴム沓 1 0 2 は、ベースプレート 1 0 3 の上面 ( 橋脚との当接面に対向する面 ) と、上沓 1 0 1 の下面 ( ベースプレート 1 0 3 の上面に対向する面 ) との間に位置する。すなわち、支承 1 0 0 は、主桁側から順番に ( 上から順番に )、上沓 1 0 1、ゴム沓 1 0 2、ベースプレート 1 0 3 を重ねている。2 つのサイドブロック 1 0 5 は、ベースプレート 1 0 3 に取り付けられる。2 つのサイドブロック 1 0 5 は、ベースプレート 1 0 3 の幅方向 ( 橋軸直角方向 ) の両側に対向させて取り付け、ベースプレート 1 0 3 に対する上沓 1 0 1 の相対的な位置の変化を制限する。

## 【 0 0 3 1 】

なお、図 4 では、支承 1 0 0 のサイドブロック 1 0 5 が損傷しているかどうかを検知するためのセンサ等にかかる構成については、図示を省略している。これらの構成の詳細については、後述する。

## 【 0 0 3 2 】

公知のように、支承 1 0 0 は、下部構造である橋脚側に位置するベースプレート 1 0 3 と、上部構造である主桁側に位置する上沓 1 0 1 とを備え、上沓とベースプレート 1 0 3 ( またはゴム沓 1 0 2 ) とが相対的に変位する部材である。支承 1 0 0 は、ベースプレート 1 0 3 を橋脚の上面 ( 上部構造に対向する面 ) に取り付け、上沓 1 0 1 を橋桁の底面に位置するソールプレートの下部構造に対向する面に取り付けている。すなわち、支承 1 0 0 は、図 2、および図 3 に示すように、上部構造と、下部構造との間に配置される。言い換えれば、上部構造は、支承 1 0 0 を介して下部構造の上に載置されている。図 3 では、支承 1 0 0 を橋軸直角方向に 3 つ並べた場合を例示している。

## 【 0 0 3 3 】

なお、橋軸直角方向に並んでいる支承 1 0 0 の数は、3 つでなくてもよい。

## 【 0 0 3 4 】

報知装置 2 と、センサノード 1 のグループ P 1 ~ P n とは 1 対 1 で対応付けている。また、上述したように、報知装置 2 と、橋脚とは 1 対 1 で対応付けている。そして、センサノード 1 のグループ P 1 ~ P n と、橋脚とは 1 対 1 で対応付けている。すなわち、報知装置 2 に対応づけたグループ P 1 ~ P n に属するセンサノード 1 は、その報知装置 2 を対応付けた橋脚に取り付けられている支承 1 0 0 に対応付けたものである。

## 【 0 0 3 5 】

図 5 は、センサノードの主要部の構成を示すブロック図である。センサノード 1 は、制御部 1 1 と、電源部 1 2 と、センサ部 1 3 と、近距離無線通信部 1 4 とを備えている。

## 【 0 0 3 6 】

制御部 1 1 は、センサノード 1 本体の動作を制御する。また、センサノード 1 は、自機を識別するノードコードを制御部 1 1 に設けたメモリ ( 不図示 ) に記憶している。このノードコードは、例えば n 桁のコードであり、先頭の m 桁 (  $n > m$  ) が対応する橋脚を示すコードである。

## 【 0 0 3 7 】

電源部 1 2 は、センサノード 1 本体各部に動作電源を供給する。電源部 1 2 は、センサノード 1 本体に内蔵している電池を電力源とし、センサノード 1 本体各部に動作電源を供給する。

## 【 0 0 3 8 】

なお、電源部 1 2 は、外部接続しているバッテリーや、内蔵、または外部接続している発電ユニット ( 太陽電池等 ) を電力源とし、センサノード 1 本体各部に動作電源を供給する構成であってもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 9 】

センサ部 1 3 は、2つの傾斜センサ 5 を有する。また、センサ部 1 3 は、傾斜センサ 5 毎に、傾斜センサ 5 の駆動を制御し、その出力（センサ出力）を処理するセンサ回路を有している。2つの傾斜センサ 5 は、支承 1 0 0 の2つのサイドブロック 1 0 5 に、1つずつ取り付けられる。センサ部 1 3 が、この発明で言う検知部に相当する。

## 【 0 0 4 0 】

図 6 は、支承のサイドブロックに対する傾斜センサの取付例を示す図である。傾斜センサ 5 は、センサボックス 5 0 に内蔵されている。図 7 ( A ) は、センサボックスの外観を示す図であり、図 7 ( B ) は、図 7 ( A ) における A - A 方向の断面図である。

## 【 0 0 4 1 】

センサボックス 5 0 は、図 7 に示すように、傾斜センサ 5 を内蔵している。センサボックス 5 0 は、内蔵している傾斜センサ 5 がセンサボックス 5 0 内でほとんど動かない構成である。具体的には、センサボックス 5 0 は、傾斜センサ 5 の外形形状と略同形状のセンサ収納空間を形成している。傾斜センサ 5 は、センサボックス 5 0 のセンサ収納空間に嵌め込まれている。

## 【 0 0 4 2 】

また、センサボックス 5 0 は、支承 1 0 0 のサイドブロック 1 0 5 に対する取付面側に凹部 5 1 を形成している。また、センサボックス 5 0 は、支承 1 0 0 のサイドブロック 1 0 5 に対する取付面の反対面側に、凹部 5 1 に連通するネジ穴 5 2 を形成している。

## 【 0 0 4 3 】

センサボックス 5 0 は、図 6 に示すように、サイドブロック 1 0 5 における支承 1 0 0 の上脊 1 0 1 に対向する対向面の両側に形成されている側面的一方（以下、センサボックス取付面と言う場合もある。）に取り付けられる。図 8 ( A ) は、サイドブロックのセンサボックス取付面に対して直交する方向から見た平面図であり、図 8 ( B ) は、サイドブロックのセンサボックス取付面に対して平行する方向（図 8 ( A ) に示す A 方向）から見た平面図である。サイドブロック 1 0 5 のセンサボックス取付面には、凸部 5 6 が形成されている。凸部 5 6 は、センサボックス 5 0 の凹部 5 1 に嵌合する外形形状である。また、凸部 5 6 には、ネジ留め用のタップ 5 7 を形成している。

## 【 0 0 4 4 】

センサボックス 5 0 は、サイドブロック 1 0 5 のセンサボックス取付面に形成されている凸部 5 6 を凹部 5 1 に嵌合させ、ネジ穴 5 2 に通したネジ（不図示）をタップ 5 7 にネジ締めすることにより、サイドブロック 1 0 5 に固定（ネジ止め）する。また、凹部 5 1 、および凸部 5 6 は、サイドブロック 1 0 5 にネジ止めしたセンサボックス 5 0 が、凸部 5 6 を軸にして回転するのを抑制する外形形状である。この例では、凹部 5 1 、および凸部 5 6 は、その平面形状を矩形形状にしたものであるが、この形状に限らず三角形形状や、五角形状等の他の多角形状であってもよいし、楕円形状や、星型形状等であってもよい。

## 【 0 0 4 5 】

センサボックス 5 0 に内蔵されている傾斜センサ 5 は、サイドブロック 1 0 5 の変形に応じて傾き、その傾きに応じた検出信号を出力する。具体的には、サイドブロック 1 0 5 は、上脊 1 0 1 やソールプレート等の衝突時の衝撃がある程度の大きさを超えると、背面側（上脊 1 0 1 に対向している対向面と反対側）に折れ曲がる（損傷する。）。傾斜センサ 5 は、サイドブロック 1 0 5 が背面側に折れ曲がったことにより、傾斜角が変化する。センサ部 1 3 は、傾斜センサ 5 の検出信号を処理し、センサボックス 5 0 に内蔵されている傾斜センサ 5 の傾斜角が予め定めた範囲外であるかどうかによって、サイドブロック 1 0 5 が損傷しているかどうかを検知する。具体的には、センサ部 1 3 は、傾斜センサ 5 により検知された傾斜角が予め定めた範囲内であれば、サイドブロック 1 0 5 が損傷していないと検知し、反対に傾斜センサ 5 により検知された傾斜角が予め定めた範囲外であれば、サイドブロック 1 0 5 が損傷していると検知する。

## 【 0 0 4 6 】

10

20

30

40

50

制御部 11 は、センサ部 13 が支承 100 のサイドブロック 105 が損傷していることを検知すると、その旨をメモリに記憶する。

【0047】

近距離無線通信部 14 は、報知装置 2 との間における近距離無線通信を制御する。

【0048】

センサノード 1 は、近距離無線通信部 14 における近距離無線通信で、センサ部 13 において検知された、サイドブロック 105 が損傷しているかどうかの検知結果を報知装置 2 に送信（出力）する。近距離無線通信部 14 が、この発明で言う出力部に相当する。

【0049】

図 9 は、報知装置の主要部の構成を示すブロック図である。報知装置 2 は、制御部 21 10 と、電源部 22 と、操作部 23 と、表示部 24 と、近距離無線通信部 25 と、無線通信部 26 とを備えている。

【0050】

制御部 21 は、報知装置 2 本体の動作を制御する。また、報知装置 2 は、自機を識別する装置コードを制御部 21 に設けた不揮発性のメモリ（不図示）に記憶している。この装置コードは、例えば m 桁のコードであり、対応する橋脚を示すコードである。

【0051】

電源部 22 は、報知装置 2 本体各部に動作電源を供給する。電源部 22 は、バッテリーが接続されるバッテリー接続端子 22a を備えている。電源部 22 は、バッテリー接続端子 22a にバッテリーが接続されている場合、バッテリー接続端子 22a に接続されているバッテリー 20 を電力源とし、報知装置 2 本体各部に動作電源を供給する。言い換えれば、報知装置 2 は、バッテリー接続端子 22a にバッテリーが接続されていない場合、報知装置 2 本体各部に動作電源が供給されない。

【0052】

なお、この例では、報知装置 2 は、商用電源を電力源とし、報知装置 2 本体各部に動作電源を供給する構成でないので、報知装置 2 の設置時に、商用電源を供給するためのケーブルの敷設工事をもとめない。

【0053】

操作部 23 は、報知装置 2 本体に対応づけた橋脚に取り付けたいずれかの支承 100 のサイドブロック 105 について損傷していることが検知されたかどうかを出力させるときに操作する確認ボタン 23a を有している。この確認ボタン 23a は、報知装置 2 本体の表面に露出しており、簡単に操作できる。 30

【0054】

表示部 24 は、報知装置 2 本体に対応づけた橋脚に取り付けたいずれかのいずれかの支承 100 のサイドブロック 105 について損傷していることが検知された場合に点灯させる通知ランプ 24a を有している。表示部 24 は、報知装置 2 本体に対応づけた橋脚に取り付けられている全ての支承 100 のサイドブロック 105 について、損傷していることが検知されていない場合、通知ランプ 24a を点灯させない。通知ランプ 24a の発光色は、例えば赤色である。 40

【0055】

近距離無線通信部 25 は、対応するグループ P1 ~ Pn に属するセンサノード 1 との間における近距離無線通信を制御する。

【0056】

無線通信部 26 は、上位装置 3 との間における入出力にかかる無線通信を制御する。

【0057】

図 10 は、上位装置の主要部の構成を示すブロック図である。上位装置 3 は、制御部 31 と、操作部 32 と、表示部 33 と、記憶部 34 と、無線通信部 35 と、交通網データベース 36（以下、交通網 DB 36 と言う。）と、を備えている。

【0058】

制御部 31 は、上位装置 3 本体の動作を制御する。 50



## 【 0 0 5 9 】

操作部 3 2 には、キーボードやマウス等の入力デバイスが接続されている。操作部 3 2 は、オペレータによる入力デバイスの操作に応じて、上位装置 3 本体に対する入力を受け付ける。

## 【 0 0 6 0 】

表示部 3 3 には、液晶ディスプレイ等の表示デバイスが接続されている。表示部 3 3 は、接続されている表示デバイスにおける画面表示を制御する。

## 【 0 0 6 1 】

記憶部 3 4 は、動作時に発生したデータ等を一時的に記憶するワーキングエリアとして使用するメモリを有する。

10

## 【 0 0 6 2 】

無線通信部 3 5 は、報知装置 2 との間における入出力にかかる無線通信を制御する。また、上位装置 3 と、報知装置 2 との間における通信は、公衆回線を利用してもよいし、インターネット等のネットワークを利用してもよい。

## 【 0 0 6 3 】

交通網 DB 3 6 は、この例にかかるモニタリングシステムにおいて、状態をモニタリングする高架道路橋を含む交通網の地図データを記憶している。また、この例にかかるモニタリングシステムにおいて、状態をモニタリングする高架道路橋にかかる橋脚毎に、その橋脚の地図上の位置を示すデータを記憶している。具体的には、橋脚の識別コード（この例では、報知装置 2 の装置コードでもある。）と、橋脚の位置を示す緯度データ、および経度データと、を対応付けて記憶している。交通網 DB 3 6 が記憶しているデータを総称して交通網データと言う。

20

## 【 0 0 6 4 】

以下、この例にかかるモニタリングシステムの動作について説明する。

## 【 0 0 6 5 】

図 1 1 は、センサノードの動作を示すフローチャートである。センサノード 1 は、センサ部 1 3 で検知対象の支承 1 0 0 のサイドブロック 1 0 5 が損傷していることを検知すると、その旨を検知結果として制御部 1 1 のメモリに記憶する（s 1、s 3）。センサ部 1 3 は、傾斜センサ 5 の検出信号を処理し、センサボックス 5 0 に内蔵されている傾斜センサ 5 の傾斜角が予め定めた範囲外であるかどうかによって、サイドブロック 1 0 5 が損傷しているかどうかを検知する。

30

## 【 0 0 6 6 】

センサノード 1 は、支承 1 0 0 のサイドブロック 1 0 5 が損傷しているかどうかを常時監視する構成であってもよいし、予め定めた検知タイミングになると、支承 1 0 0 のサイドブロック 1 0 5 が損傷しているかどうかを検知する構成であってもよい。検知タイミングは、毎日午前 0 時や、毎週日曜の午前 0 時等のように定期的に定めたタイミングであってもよいし、図示していないセンサ等によって橋脚の振動が予め定めた大きさを越えたタイミングにしてもよいし、また報知装置 2 から検知の要求があったタイミングにしてもよい。

## 【 0 0 6 7 】

また、センサノード 1 は、近距離無線通信部 1 4 において、報知装置 2 からの検知結果の通知要求を受信すると、制御部 1 1 のメモリに記憶している支承 1 0 0 のサイドブロック 1 0 5 の損傷の有無を報知装置 2 に通知する（s 2、s 4）。

40

## 【 0 0 6 8 】

センサノード 1 は、s 1 ~ s 4 の処理を繰り返す。センサノード 1 は、s 4 で検知結果を送信するとき、この検知結果に自機のノードコードを対応付けている。

## 【 0 0 6 9 】

図 1 2 は、報知装置の動作を示すフローチャートである。報知装置 2 は、保守員等によって確認ボタン 2 3 a が操作されると（s 1 1）、対応づけられているグループ P 1 ~ P n に属する全てのセンサノード 1 に対して検知結果通知要求を送信する（s 1 2）。

50

## 【 0 0 7 0 】

なお、確認ボタン 2 3 a を操作する保守員等は、バッテリーを報知装置 2 のバッテリー接続端子 2 2 a に接続している。

## 【 0 0 7 1 】

報知装置 2 は、s 1 2 で検知結果通知要求を送信すると、予め定めた一定時間経過するのを待つ ( s 1 3 )。この一定時間は、センサノード 1 が上述した s 2、s 4 にかかる処理を行うのに必要な時間よりも、少し長い。すなわち、報知装置 2 は、s 1 3 において、対応づけられているグループ P 1 ~ P n に属する各センサノード 1 から検知結果が送信されてくるのを待っている。報知装置 2 は、近距離無線通信部 2 5 で受信した検知結果に対応づけられているノードコードによって、受信した検知結果が対応づけられているグループ P 1 ~ P n に属するいずれかのセンサノード 1 から送信されてきたものであるかどうかを判定することができる。また、検知結果を受信したセンサノード 1 が、どの支承 1 0 0 のサイドブロック 1 0 5 に割り当てたものであるかも判定することができる。

## 【 0 0 7 2 】

報知装置 2 は、s 1 3 で予め定めた一定時間経過したと判定すると、対応づけられている橋脚に取り付けたいずれかの支承 1 0 0 のサイドブロック 1 0 5 について損傷していることが検知されているかどうかを判定する判定処理を行う ( s 1 4 )。報知装置 2 は、検知結果を受信したセンサノード 1 については、その検知結果によって、このセンサノード 1 に対応する支承 1 0 0 のサイドブロック 1 0 5 が損傷しているかどうかを判断する。また、報知装置 2 は、s 1 3 で一定時間経過するのを待っている間に、検知結果が送信されてこなかったセンサノード 1 については、このセンサノード 1 が損傷している可能性が高いことから、このセンサノード 1 に対応づけられている支承 1 0 0 のサイドブロック 1 0 5 が損傷していると判断する。

## 【 0 0 7 3 】

報知装置 2 は、s 1 4 にかかる今回の判定結果を表示部 2 4 において表示する ( s 1 5 )。具体的には、報知装置 2 は、対応づけた橋脚に取り付けられているいずれかの支承 1 0 0 のサイドブロック 1 0 5 について損傷していると判断した場合、通知ランプ 2 4 a を点灯する。報知装置 2 は、対応づけた橋脚に取り付けられている全ての支承 1 0 0 のサイドブロック 1 0 5 について損傷していないと判断した場合、通知ランプ 2 4 a を点灯させない(消灯状態を保持する。 )。

## 【 0 0 7 4 】

したがって、保守員は、確認ボタン 2 3 a を操作した報知装置 2 に対応づけられている橋脚に取り付けられている支承 1 0 0 のサイドブロック 1 0 5 が損傷しているかどうかの確認が簡単に行える。

## 【 0 0 7 5 】

また、報知装置 2 は、s 1 5 にかかる判定処理の判定結果を上位装置 3 に送信し ( s 1 6 )、s 1 1 に戻る。

## 【 0 0 7 6 】

また、報知装置 2 は、バッテリー接続端子 2 2 a にバッテリーが接続されたときに、s 1 2 以降の処理を実行する構成にしてもよい。このようにすれば、保守員は、確認ボタン 2 3 a を操作することなく、報知装置 2 に対応づけられている橋脚に取り付けられている支承 1 0 0 のサイドブロック 1 0 5 が損傷しているかどうかの確認が行える。

## 【 0 0 7 7 】

また、上記の例では、報知装置 2 は、s 1 4 にかかる判定処理の判定結果を視覚により確認できる形態 ( 通知ランプ 2 4 a の点灯状態 ) で出力する構成であるとしたが、判定結果を音声メッセージ ( 聴覚により確認できる形態 ) で出力する構成にしてもよいし、判定結果をメッセージで表示する構成にしてもよい。判定結果を出力する形態は、保守員が視覚、または聴覚で確認できる形態であれば、どのような形態であってもよい。

## 【 0 0 7 8 】

また、上記の例では、センサノード 1 は、報知装置 2 からの検知結果の通知要求を受信

10

20

30

40

50

したときに、制御部 11 のメモリに記憶している支承 100 のサイドブロック 105 の損傷の有無を報知装置 2 に通知するとしたが、支承 100 のサイドブロック 105 が損傷していることを検知したときに、その検知結果を報知装置 2 に通知する構成にしてもよいし、予め定めた通知タイミングになる毎に、制御部 11 のメモリに記憶している支承 100 のサイドブロック 105 の損傷の有無を報知装置 2 に通知する構成にしてもよい。但し、この場合には、報知装置 2 は、常時、または上述の通知タイミングにおいて、報知装置 2 本体各部に動作電源の供給が行えるように構成される。例えば、報知装置 2 は、バッテリーをバッテリー接続端子 22a に常時接続して運用してもよいし、商用電源を接続する構成にしてもよい。

#### 【0079】

図 13 は、上位装置の動作を示すフローチャートである。上位装置 3 は、無線通信部 35 において、いずれかの報知装置 2 から送信されてきた判定結果を受信すると (s21)、受信した判定結果を記憶部 34 に記憶し (s22)、s21 に戻る。s22 では、受信した判定結果を、この判定結果を送信してきた報知装置 2 の装置コードに対応づけて記憶する。

#### 【0080】

また、上位装置 3 は、判定結果の集計開始要求があると (s23)、記憶部 34 に記憶している各報知装置 2 から通知された判定結果を集計する集計処理を行う (s24)。オペレータは、操作部 32 で所定の入力操作を行うことにより、上位装置 3 に対して s23 にかかる集計開始要求の入力が行える。

#### 【0081】

s24 では、記憶部 34 に記憶している最新の判定結果に基づき、橋脚を、  
 (1) 支承 100 のサイドブロック 105 の損傷が検知されていない橋脚  
 (2) 支承 100 のサイドブロック 105 の損傷が検知された橋脚  
 に分類する。

#### 【0082】

上位装置 3 は、s24 にかかる集計処理の集計結果を出力し (s25)、s21 に戻る。s25 では、例えば、橋脚の分類を一覧表で出力する。また、橋脚の分類を地図上に示して出力する構成であってもよい。この集計結果は、表示部 33 に接続されている液晶ディスプレイ等の表示デバイスに表示してもよいし、プリンタに対して印字データとして出力してもよい。

#### 【0083】

これにより、オペレータは、支承 100 のサイドブロック 105 が損傷している橋脚の確認が簡単に行える。

#### 【0084】

また、上記の例では、報知装置 2 に対応付ける橋脚を 1 つとしたが、隣接する複数の橋脚を対応付けてもよい。このようにすれば、必要な報知装置 2 の台数が抑えられる。また、上記の例では、報知装置 2 は、側壁に取り付けるとしたが、対応する橋脚の周辺であれば、側壁に限らず、他の場所に取り付けてもよい。さらに、報知装置 2 は、保守員が携帯する携帯型の端末で構成してもよい (報知装置 2 を、対応する橋脚周辺に設置しない構成としてもよい。)。この場合、報知装置 2 は、特定のセンサノード 1 のグループ P1 ~ Pn に対応づけられない。

#### 【0085】

また、センサノード 1 は、図 14 に示すように、傾斜センサ 5 をひずみセンサ 6 にかえて、支承 100 のサイドブロック 105 が損傷しているかどうかを検知する構成にしてもよい。図 14 に示すセンサ部 13 は、ひずみセンサ 6 毎に、ひずみセンサの出力 (センサ出力) を処理するセンサ回路を有している。2 つのひずみセンサ 6 は、支承 100 の 2 つのサイドブロック 105 に、1 つずつ取り付けられる。

#### 【0086】

図 15 は、支承のサイドブロックに対する、ひずみセンサの取付例を説明する図である

10

20

30

40

50

。ひずみセンサ6は、センサ取付金具60に貼付されている。センサ取付金具60は、その厚さが1mm程度(0.5~1.5mm程度)の板状の板金である。センサ取付金具60は、図15に示すように、サイドブロック105における支承100の上沓101に対向する対向面の反対面(以下、サイドブロック105の背面と言う場合もある。)側に配置している。センサ取付金具60は、一端(以下、下端と言う。)を支承100のベースプレート103に取り付け、固定している。また、センサ取付金具60は、支承100のベースプレート103に取り付けている下端の反対側端部(以下、上端と言う。)が、支承100の上沓101に達する高さである。

【0087】

また、センサ取付金具60は、高さ方向(下端から上端への方向)の中間で屈曲させることにより、支承100のサイドブロック105の背面から数mm離間させている。これにより、支承100のサイドブロック105が、比較的小さく振動したときに、サイドブロック105がセンサ取付金具60に衝突することがない。したがって、サイドブロック105における比較的小さな振動によって、サイドブロック105が損傷していると誤検知するのを防止できる。

【0088】

また、上記の例では、センサ取付金具60は、その下端を支承100のベースプレート103に取り付けるとしたが、橋脚に取り付けて固定してもよいし、支承100のサイドブロックに取り付けて固定してもよい。

【0089】

この例にかかるセンサノード1は、支承100の上沓101や、ソールプレート(不図示)等がサイドブロック105に衝突し、サイドブロック105が背面側(上沓101に対向している対向面と反対側)に折れ曲がると、センサ取付金具60がサイドブロック105に押圧されて変形する。ひずみセンサ6は、センサ取付金具60のひずみを検知する。センサ部13は、ひずみセンサ6により検知されたセンサ取付金具60のひずみが予め定めた範囲内であれば、サイドブロック105が損傷していないと検知し、反対にひずみセンサ6により検知されたセンサ取付金具60のひずみが予め定めた範囲外であれば、サイドブロック105が損傷していると検知する。

【0090】

この例にかかるセンサノード1も、図11に示した処理を実行する。

【0091】

また、支承100も上述したものに限らず、図16~図23に示す支承を用いてもよい。図16~図23に示す支承は公知であるので、ここで簡単に説明する。

【0092】

図16、および図17に示す支承110は、一般に線支承と呼ばれるものである。図16(A)は、傾斜センサを取り付けた例を示す図であり、図16(B)は、ひずみセンサを取り付けた例を示す図である。また、図17は、支承の概略の分解図である。図16、および図17に示す支承110は、上沓111を下沓112と、ピンチプレート113とで挟んで保持する構造である。アンカボルト114は、支承110を高架道路橋の下部構造に固定するボルトである。アンカボルト114は、ピンチプレート113、上沓111、下沓112を通して、高架道路橋の下部構造に打ち込む等して固定する。

【0093】

この支承110は、下沓112に一体的に形成した突起部112aによって、上沓111が下沓112に対して相対的に移動するのを制限する。すなわち、突起部112aがサイドブロックとして機能する。図16(A)に示すように、傾斜センサ5を内蔵するセンサボックス50は、突起部112aの側面に取り付けられる。また、図16(B)に示すように、ひずみセンサ6は、突起部112aの背面側に設けたセンサ取付金具60に取り付けられる。

【0094】

また、図18、および図19に示す支承120は、一般に密閉ゴム支承板支承(BP-

B 支承)と呼ばれるものである。図 18 (A) は、傾斜センサを取り付けた例を示す図であり、図 18 (B) は、ひずみセンサを取り付けた例を示す図である。また、図 19 は、支承の概略の分解図である。図 18、および図 19 に示す支承 120 は、上沓 121 と下沓 122 との間に、テフロン板 124、中間プレート 125、圧縮リング 126、ゴムプレート 127、シールリング 128 を配置した構造であり、上沓 121 が下沓 122 に対して相対的に移動する。アンカボルト 129 は、支承 120 を高架道路橋の下部構造に固定するボルトである。アンカボルト 129 は、下沓 122 を通して、高架道路橋の下部構造に打ち込む等して固定する。

【0095】

また、この支承 120 には、下沓 122 にサイドブロック 123 が取り付けられる。このサイドブロック 123 が、上沓 121 が下沓 122 に対して相対的に移動するのを制限する。図 18 (A) に示すように、傾斜センサ 5 を内蔵するセンサボックス 50 は、サイドブロック 123 の側面に取り付けられる。また、図 18 (B) に示すように、ひずみセンサ 6 は、サイドブロック 123 の背面側に設けたセンサ取付金具 60 に取り付けられる。

【0096】

また、図 20、および図 21 に示す支承 130 は、一般にゴム支承(せん断型可動・固定タイプ)と呼ばれるものである。図 20 (A) は、傾斜センサを取り付けた例を示す図であり、図 20 (B) は、ひずみセンサを取り付けた例を示す図である。また、図 21 は、支承の概略の分解図である。図 20、および図 21 に示す支承 130 は、上沓 131 と下沓 133 との間に、上沓 131 側から第 1 のせん断キー 137、ゴム沓 132、第 2 のせん断キー 138 を配置した構造である。また、下沓 133 は、アンカボルト 136 を取り付けしたベースプレート 135 に取り付けられる。アンカボルト 136 は、高架道路橋の下部構造に打ち込む等して固定する。ゴム沓 132 は、上沓 131 に対向する面側において、上沓 131 を通したボルトによって取り付けられ、下沓 133 に対向する面側において、下沓 133 を通したボルトによって取り付けられている。

【0097】

また、この支承 130 には、下沓 133 にサイドブロック 134 が取り付けられる。このサイドブロック 134 が、上沓 131 が下沓 133 に対して相対的に移動するのを制限する。図 20 (A) に示すように、傾斜センサ 5 を内蔵するセンサボックス 50 は、サイドブロック 134 の側面に取り付けられる。また、図 20 (B) に示すように、ひずみセンサ 6 は、サイドブロック 134 の背面側に設けたセンサ取付金具 60 に取り付けられる。

【0098】

また、図 22、および図 23 に示す支承 140 は、一般に水平反力分散・免震支承と呼ばれるものである。図 22 (A) は、傾斜センサを取り付けた例を示す図であり、図 22 (B) は、ひずみセンサを取り付けた例を示す図である。また、図 23 は、支承の概略の分解図である。図 22、および図 23 に示す支承 140 は、上沓 141 と下沓 143 との間に、上沓 141 側から第 1 のせん断キー 146、ゴム沓 142、第 2 のせん断キー 147 を配置した構造である。また、下沓 143 は、アンカボルト 148 を取り付けしたベースプレート 145 に取り付けられる。アンカボルト 148 は、高架道路橋の下部構造に打ち込む等して固定する。ゴム沓 142 は、第 1 のせん断キー 146 によって上沓 141 に取り付けられ、第 2 のせん断キー 147 によって下沓 143 に取り付けられている。

【0099】

また、この支承 140 には、ベースプレート 145 にサイドブロック 144 が取り付けられる。このサイドブロック 144 が、上沓 141 が下沓 143 に対して相対的に移動するのを制限する。図 22 (A) に示すように、傾斜センサ 5 を内蔵するセンサボックス 50 は、サイドブロック 144 の側面に取り付けられる。また、図 22 (B) に示すように、ひずみセンサ 6 は、サイドブロック 144 の背面側に設けたセンサ取付金具 60 に取り付けられる。

10

20

30

40

50

【0100】

また、上記の例では、構造物として高架道路橋（橋梁）を例にして説明したが、ビル等の橋梁以外の構造物であっても、本願発明は適用できる。

【符号の説明】

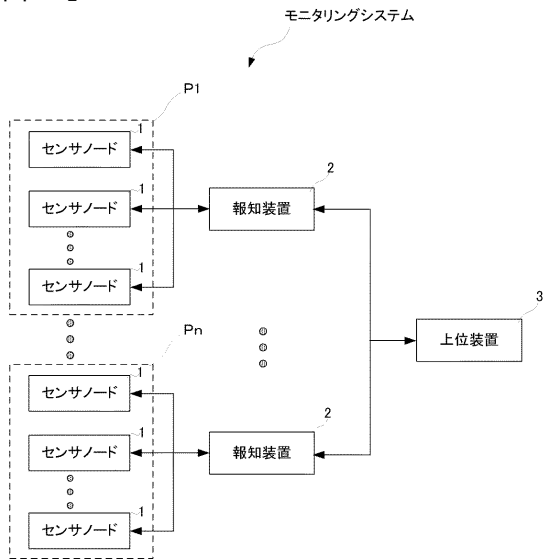
【0101】

- 1 センサノード
- 5 傾斜センサ
- 6 ひずみセンサ
- 11 制御部
- 12 電源部
- 13 センサ部
- 14 近距離無線通信部
- 50 センサボックス
- 51 凹部
- 52 ネジ穴
- 60 センサ取付金具
- 61 凸部
- 62 タップ
- 100、110、120、130、140 支承
- 101、111、121、131、141 上沓
- 105、123、134、144 サイドブロック
- 112a 突起部

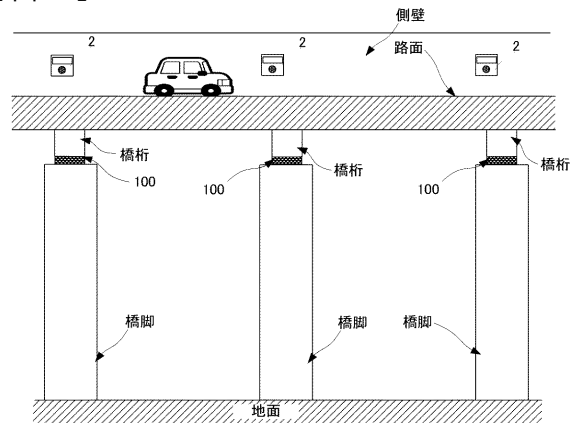
10

20

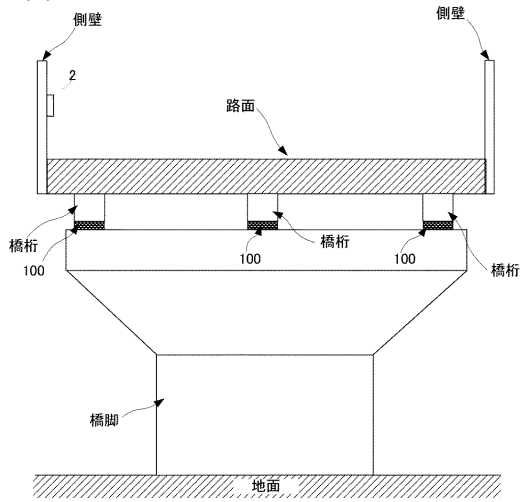
【図1】



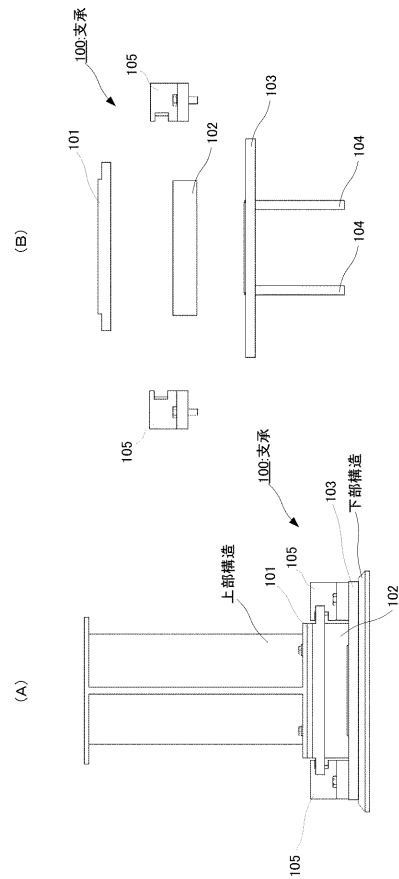
【図2】



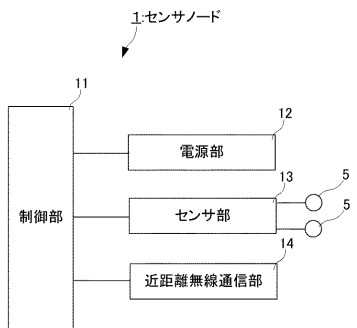
【図3】



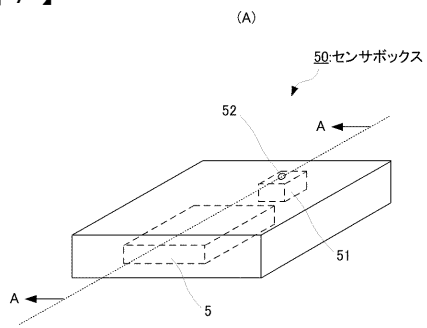
【図4】



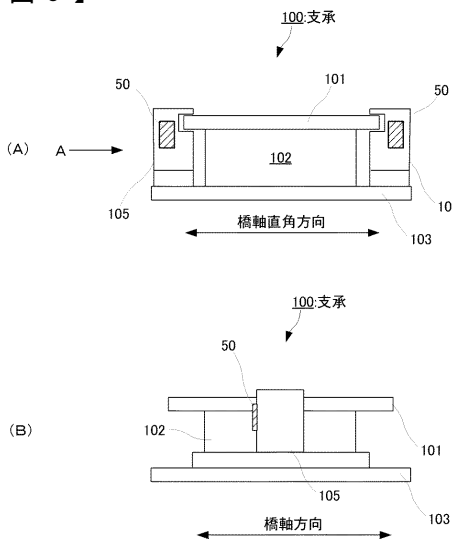
【図5】



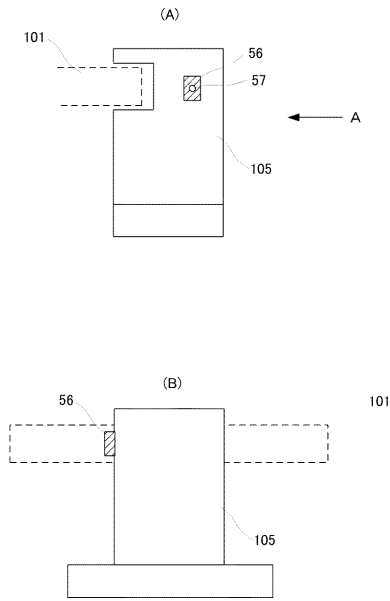
【図7】



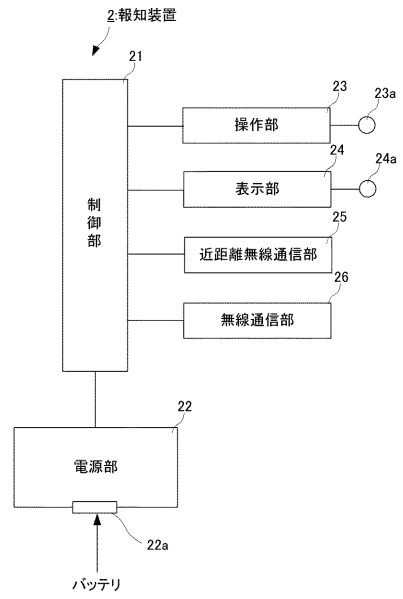
【図6】



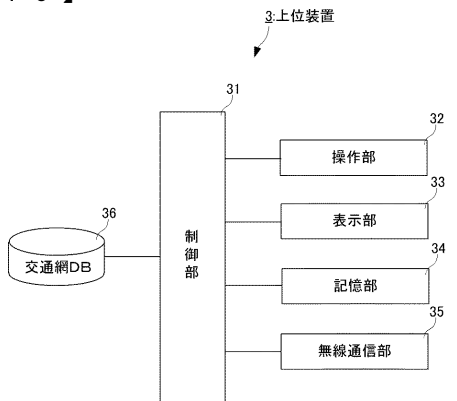
【図8】



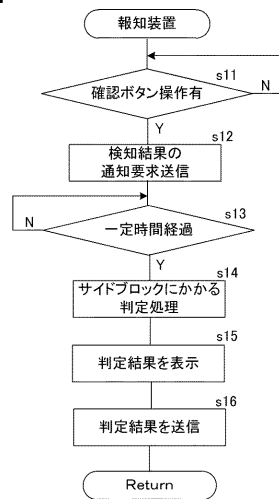
【図9】



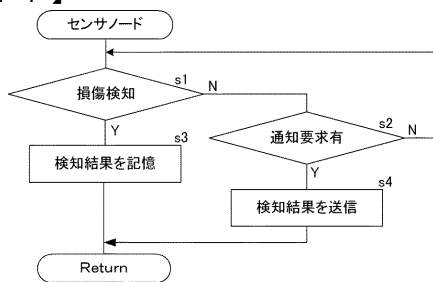
【図10】



【図12】

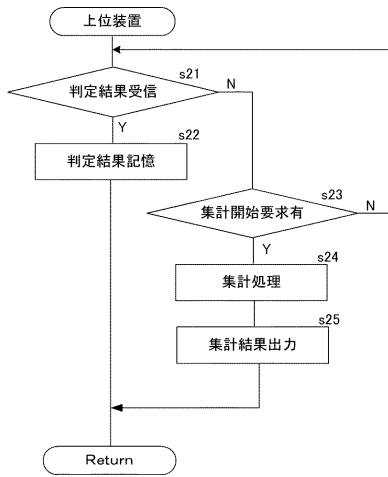


【図11】

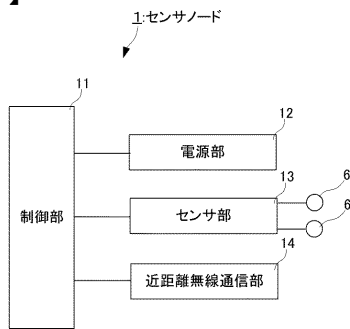




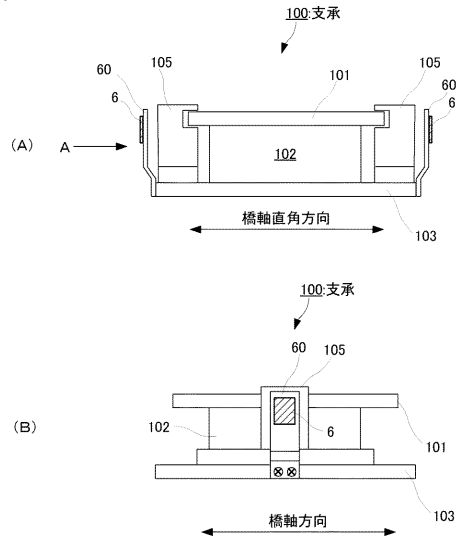
【図13】



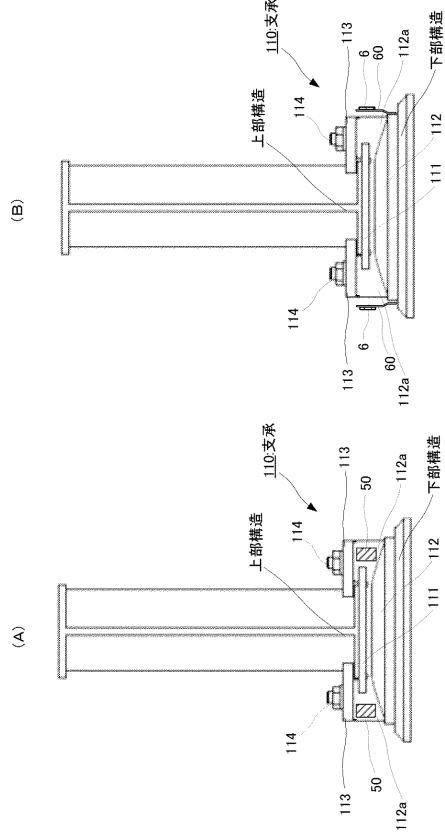
【図14】



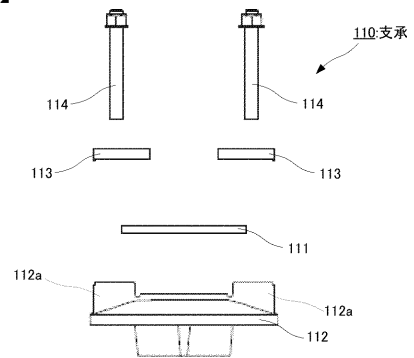
【図15】



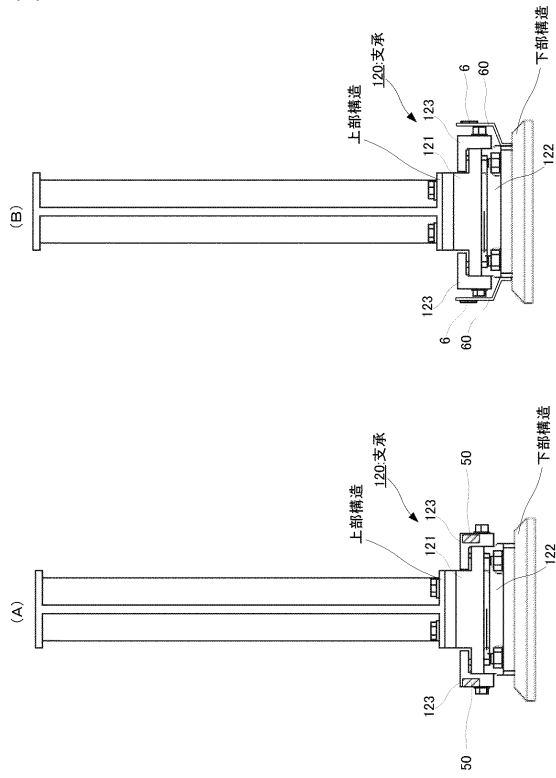
【図16】



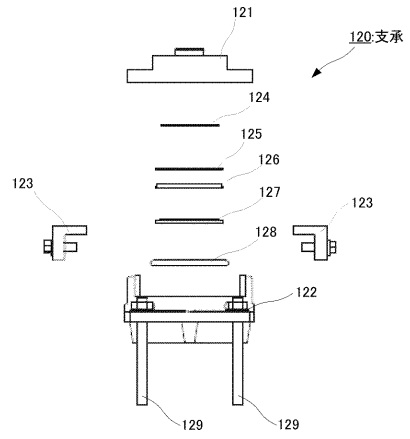
【図17】



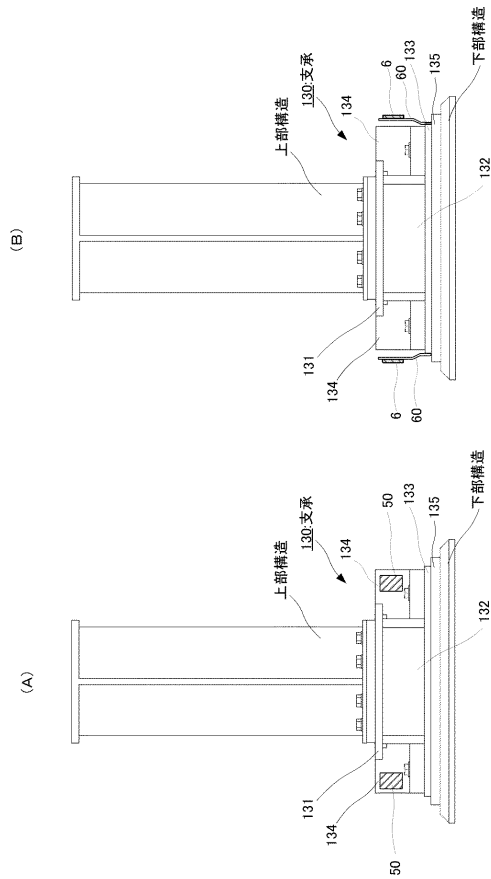
【図 18】



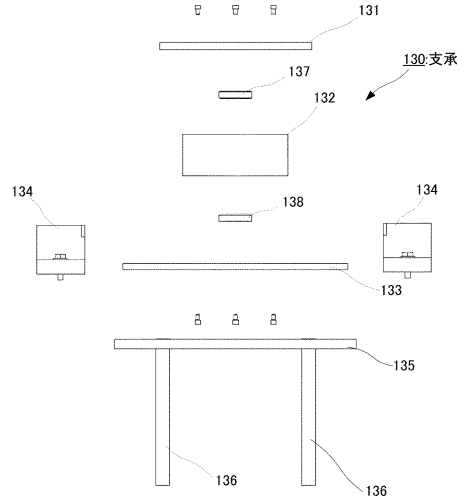
【図 19】



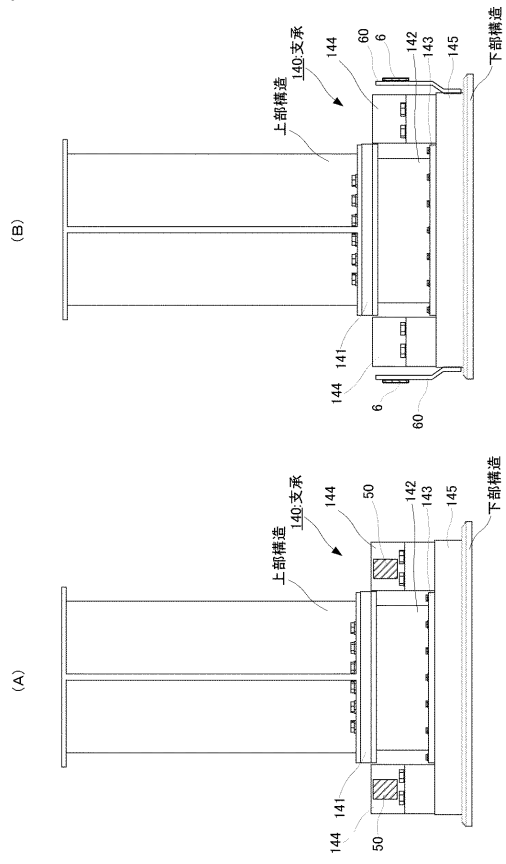
【図 20】



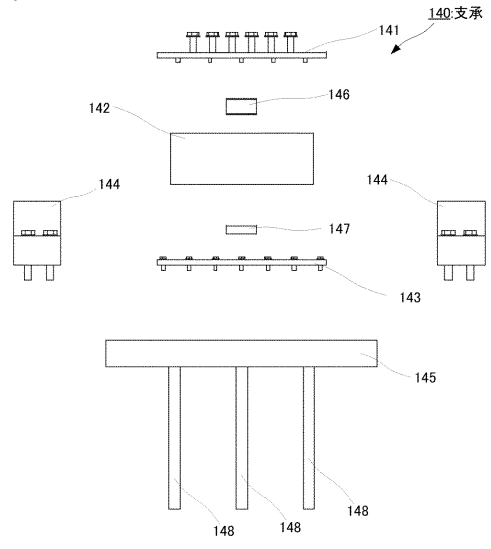
【図 21】



【図 2 2】



【図 2 3】



## フロントページの続き

- (72)発明者 蔵治 賢太郎  
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 和田 新  
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 右高 裕二  
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10番11号 一般財団法人首都高速道路技術センター内
- (72)発明者 大住 圭太  
東京都港区虎ノ門三丁目10番11号 一般財団法人首都高速道路技術センター内
- (72)発明者 笠井 論  
東京都港区港南二丁目3番13号 オムロンソーシアルソリューションズ株式会社内
- (72)発明者 高瀬 和男  
東京都港区港南二丁目3番13号 オムロンソーシアルソリューションズ株式会社内
- (72)発明者 西田 秀志  
東京都港区港南二丁目3番13号 オムロンソーシアルソリューションズ株式会社内
- (72)発明者 尾崎 智博  
東京都港区港南二丁目3番13号 オムロンソーシアルソリューションズ株式会社内
- (72)発明者 樋上 智彦  
東京都港区港南二丁目3番13号 オムロンソーシアルソリューションズ株式会社内
- (72)発明者 原田 孝志  
神奈川県川崎市川崎区白石町2番1号 日本鑄造株式会社内
- (72)発明者 石山 昌幸  
神奈川県川崎市川崎区白石町2番1号 日本鑄造株式会社内
- (72)発明者 朝倉 康信  
神奈川県川崎市川崎区白石町2番1号 日本鑄造株式会社内

審査官 素川 慎司

- (56)参考文献 特開2003-105717(JP,A)  
特開2015-078553(JP,A)  
特開2003-082625(JP,A)  
特開2013-040774(JP,A)  
特開2004-092331(JP,A)  
国際公開第02/052106(WO,A1)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01M 99/00  
E01D 1/00 - 24/00