

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6645646号  
(P6645646)

(45) 発行日 令和2年2月14日(2020.2.14)

(24) 登録日 令和2年1月14日(2020.1.14)

(51) Int. Cl.			F I		
GO 1 M	99/00	(2011.01)	GO 1 M	99/00	Z
EO 1 D	19/04	(2006.01)	EO 1 D	19/04	1 O 1
EO 4 H	9/02	(2006.01)	EO 4 H	9/02	3 5 1
F 1 6 F	15/02	(2006.01)	F 1 6 F	15/02	E
F 1 6 F	7/08	(2006.01)	F 1 6 F	7/08	

請求項の数 5 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2015-214906 (P2015-214906)	(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2017-83405 (P2017-83405A)		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	000002945
審査請求日	平成30年10月16日(2018.10.16)		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	593089046
			青木あすなろ建設株式会社
			東京都千代田区神田美土代町1番地
		(73) 特許権者	000153605
			株式会社巴技研
			東京都中央区月島4丁目16番13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】 ダンパの状態検知システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

支承を介して上部構造を下部構造に載置した構造物において、一端を前記下部構造側に、他端を前記上部構造側に取り付けた鋼製ダンパと、

前記鋼製ダンパの応力を受ける部分に取り付けたひずみセンサの出力によって、前記鋼製ダンパの状態が変化したかどうかを検知する検知部を備えたセンサノードと、

前記センサノードに対して、前記鋼製ダンパの状態が変化したかどうかの検知結果の通知要求を送信し、当該センサノードから検知結果を受信する通信部、および前記通信部において受信した検知結果を出力する出力部を備えた報知装置と、を有し、

前記報知装置は、前記構造物の周辺に設置され、

バッテリー接続端子に接続されたバッテリーから前記報知装置本体の動作電源を得る電源部を備え、

前記通信部が、前記バッテリー接続端子に前記バッテリーが接続されると、前記通知要求を前記センサノードに送信する、

ダンパの状態検知システム。

【請求項2】

前記鋼製ダンパは、摩擦ダンパであり、

前記ひずみセンサは、応力が作用したときに軸方向にスライドする部材に取り付けている、請求項1に記載のダンパの状態検知システム。

【請求項3】

10

20

前記鋼製ダンパは、座屈拘束された鋼材ダンパであり、

前記ひずみセンサは、応力が作用したときに座屈する部分に取り付けている、請求項 1 に記載のダンパの状態検知システム。

【請求項 4】

前記ひずみセンサは、圧電素子で形成したセンサである、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載のダンパの状態検知システム。

【請求項 5】

前記報知装置は、前記通信部における、前記センサノードに対する前記通知要求の送信から、予め定めた時間経過するまでの間に、当該センサノードから検知結果を受信しなければ、前記鋼製ダンパの状態が変化したと判断する、

10

請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のダンパの状態検知システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、支承を介して上部構造を下部構造に載置した橋梁やビル等の構造物に取り付けた鋼製ダンパの状態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。

20

【0003】

また、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においては、耐震性を向上させるために、ダンパを取り付けることが行われている（特許文献 3 等参照）。また、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においては、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。例えば、地震動にともなう下部構造の振動が支承を介して上部構造に伝達される。ダンパは、軸方向（伸縮方向）の一方の端部が上部構造側に取り付けられ、他方の端部が下部構造側に取り付けられ、下部構造または上部構造の一方から他方に伝達される振動を抑制する。

30

【先行技術文献】

【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 2005 - 299078 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、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に取り付けたダンパは、振動時における上部構造と下部構造との相対的な変位を抑制するものである。そして、耐震性を向上させるためにダンパを取り付けた構造物であっても、地震発生時における下部構造の振動は支承を介して上部構造に伝達される。したがって、ダンパが取り付けられた構造物であっても、地震動にともなう下部構造の振動がある程度の大きさを超えると、ダンパの状態が変化することがある。ダンパの状態変化によっては、振動時における上部構造と下部構造との相対的な変位を十分に抑制することができない場合もある。このため、状態が変化したダンパを確認し、必要に応じてダンパの状態を戻す必要がある。

40

【0006】

50

この発明の目的は、支承を介して上部構造を下部構造に載置した橋梁やビル等の構造物に取り付けた鋼製ダンパの状態が変化したかどうかを簡単な構成で検知す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】

【0007】

この発明のダンパの状態検知システムは、上記目的を達するために以下のように構成している。

【0008】

鋼製ダンパは、支承を介して上部構造を下部構造に載置した構造物において、一端を下部構造側に、他端を上部構造側に取り付けている。ここで言う、鋼製ダンパとは、摩擦ダンパや、座屈拘束された鋼材ダンパであって、オイルダンパ、粘性ダンパ、および粘弾性ダンパを含まない。

【0009】

ひずみセンサは、鋼製ダンパの応力を受ける部分に取り付けている。例えば、鋼製ダンパが摩擦ダンパである場合、応力が作用したときに軸方向にスライドする部材にひずみセンサを取り付けている。また、鋼製ダンパが鋼材ダンパである場合、応力が作用したときに座屈する部分にひずみセンサを取り付けている。ひずみセンサは、例えば圧電素子で形成したセンサである。センサノードは、ひずみセンサの出力によって、鋼製ダンパの状態が変化したかどうかを検知する検知部を備えている。

報知装置は、センサノードに対して、鋼製ダンパの状態が変化したかどうかの検知結果の通知要求を送信し、当該センサノードから検知結果を受信する通信部、および通信部において受信した検知結果を出力する出力部を備えている。この報知装置は、構造物の周辺に設置されている。また、報知装置は、バッテリー接続端子に接続されたバッテリーから報知装置本体の動作電源を得る電源部を備え、バッテリー接続端子にバッテリーが接続されると、通信部が通知要求をセンサノードに送信する。

【0010】

このように、簡単な構成で、支承を介して上部構造を下部構造に載置した橋梁やビル等の構造物に取り付けた鋼製ダンパの状態が変化したかどうかの検知が行える。また、構造物の周辺に設置される報知装置に対して、商用電源を供給するためのケーブルを敷設しなくてもよい。すなわち、報知装置の設置に際して、商用電源を供給するためのケーブルの敷設工事を行う必要がない。さらに、作業員は、バッテリーを報知装置のバッテリー接続端子に接続するという簡単な作業で、鋼製ダンパの状態が変化したかどうかを確認できる。

【0011】

また、報知装置は、通信部における、センサノードに対する通知要求の送信から、予め定めた時間経過するまでの間に、当該センサノードから検知結果を受信しなければ、鋼製ダンパの状態が変化したと判断する、構成にしてもよい。このように構成すれば、地震動等によってセンサノードが損傷した場合であっても、対応する鋼製ダンパの状態が変化したと判定できる。

【発明の効果】

【0012】

この発明によれば、簡単な構成で、支承を介して上部構造を下部構造に載置した橋梁やビル等の構造物に取り付けた鋼製ダンパの状態が変化したかどうかの検知が行える。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【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。

【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】摩擦ダンパの取り付け状態を示す図である。

【図5】摩擦ダンパの構造を説明する図である。

【図6】センサノードの主要部の構成を示す図である。

10

20

30

40

50

【図7】図7(A)、(B)は、ダンパにおけるセンサの取り付け例を示す平面図である。

【図8】報知装置の主要部の構成を示すブロック図である。

【図9】上位装置の主要部の構成を示すブロック図である。

【図10】センサノードの動作を示すフローチャートである。

【図11】報知装置の動作を示すフローチャートである。

【図12】上位装置の動作を示すフローチャートである。

【図13】図13(A)は、摩擦ダンパの断面図であり、図13(B)は、図13(A)におけるA方向の平面図である。

【図14】図14(A)、(B)、(C)は、鋼材ダンパを示す図であり、図14(D)は、ひずみセンサ13aの取り付け例を示す図である。

【図15】図15(A)は、鋼材ダンパの平面図であり、図15(B)は、図15(A)におけるA方向の平面図である。

【図16】図16(A)は、鋼材ダンパの平面図であり、図16(B)は、図16(A)におけるA方向の平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、この発明の実施形態について説明する。

【0015】

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、自動車が行走する高架道路橋（橋梁）に取り付けた摩擦ダンパ5の状態が変化したかどうかを検知する。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、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。

【0016】

複数のセンサノード1は、グループP1～Pnに分けている。各グループP1～Pn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P1～Pn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、センサノード1と摩擦ダンパ5とを、1対1で対応付けている。センサノード1は、対応づけられている摩擦ダンパ5の状態が変化した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、および摩擦ダンパ5が、この発明にかかるダンパの状態検知装置に相当する。

【0017】

報知装置2は、センサノード1のグループP1～Pn毎に設けている。報知装置2は、対応するグループP1～Pnに属するセンサノード1との間で入出力にかかる通信を行う。

【0018】

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。

【0019】

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。図4は、図3において破線で囲んだ領域の拡大図である。高架道路橋の橋脚は、橋軸方向に適切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、支承が位置する。支承は、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。

【0020】

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。

【 0 0 2 1 】

支承は、公知のように、下部構造である橋脚側に位置する下沓と、上部構造である主桁側に位置する上沓とを備え、下沓と上沓とが相対的に変位する部材である。支承は、下沓を橋脚の上面（上部構造に対向する面）に取り付け、上沓を橋桁の底面（下部構造に対向する面）に取り付けている。すなわち、支承は、図 2、および図 3 に示すように、上部構造と、下部構造との間に位置する。言い換えれば、上部構造は、支承を介して下部構造の上に載置されている。図 3 は、支承が橋軸直角方向に 3 つ並んでいる場合を例示している

10

【 0 0 2 2 】

なお、橋軸直角方向に並んでいる支承の数は、3 つでなくてもよい。

【 0 0 2 3 】

また、下部構造である橋脚の上面には、定着台が形成されている。この定着台は、橋脚に載置されている上部構造の橋桁のいずれかの側面に対向する面を有するブロックである。

【 0 0 2 4 】

摩擦ダンパ 5 は、上部構造の橋桁と、下部構造の定着台との間に取り付けている。図 4 に示すようには、摩擦ダンパ 5 は、伸縮する軸方向の一方の端部を橋桁に取り付け、軸方向の他方の端部を定着台に取り付けている。すなわち、摩擦ダンパ 5 は、軸方向の一方の端部を上部構造側に取り付け、軸方向の他方の端部を下部構造側に取り付けている。摩擦ダンパ 5 の軸方向は、この例では橋軸直角方向に合わせている。図 3 は、1 つの橋脚に対して、2 つの摩擦ダンパ 5 を取り付けた場合を例示している。

20

【 0 0 2 5 】

なお、1 つの橋脚に取り付ける摩擦ダンパ 5 の数は、2 つでなくてもよい。また、定着台は、橋脚に取り付ける摩擦ダンパ 5 の個数に応じて形成すればよい。

【 0 0 2 6 】

図 5 は、この例にかかる摩擦ダンパの断面図である。図 5 における左右方向が、摩擦ダンパ 5 の軸方向である。摩擦ダンパ 5 は、内筒 6 に取り付けたダイス 8 と、外筒 7 に取り付けたロッド 9 によって構成される。摩擦ダンパ 5 の軸方向は、外筒 7 に対する内筒 6 の挿入方向であり、図 5 における左右方向である。外筒 7 の内部には、軸方向に延びるロッド 9 が取り付けられている。また、内筒 6 の内部には、軸方向に貫通させた穴を有するダイス 8 が取り付けられている。ダイス 8 の穴の内径は、ロッド 9 の外形よりも少し小さい。摩擦ダンパ 5 は、内筒 6 を外筒 7 に挿入したとき、ロッド 9 がダイス 8 の穴に嵌挿される構成である。すなわち、摩擦ダンパ 5 は、ダイス 8 と、ロッド 9 との接触面において生じている摩擦力（静摩擦、または動摩擦）を超える応力が軸方向に作用しているときに伸縮する。また、摩擦ダンパ 5 は、軸方向に作用している応力がダイス 8 と、ロッド 9 との接触面において生じている摩擦力未満になると、そのときの状態を保持する。

30

【 0 0 2 7 】

摩擦ダンパ 5 には、上部構造と下部構造との間で伝達される振動の大きさに応じた応力が軸方向に作用する。摩擦ダンパ 5 の軸方向に作用する応力は、上部構造と下部構造との間で伝達された振動が大きくなるにつれて大きくなる。

40

【 0 0 2 8 】

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、各報知装置 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摩擦ダンパ 5 に対応付けたものである。

【 0 0 2 9 】

50

図 6 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 0 】

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（ $n > m$ ）が対応づけた摩擦ダンパ 5 を取り付けた橋脚を示すコードである。

【 0 0 3 1 】

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 2 】

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。

【 0 0 3 3 】

センサ部 1 3 には、ひずみセンサ 1 3 a が接続されている。ひずみセンサ 1 3 a は、圧電素子（ピエゾ素子）で構成したものである。ひずみセンサ 1 3 a は、図 7 に示すように、摩擦ダンパ 5 の内筒 6 に取り付けている。図 7（A）は、橋軸方向に見た摩擦ダンパ 5 の平面図であり、図 7（B）は、図 7（A）に示す A 方向から見た平面図である。摩擦ダンパ 5 は、ある程度の大きさの応力（第 1 の大きさの応力）が軸方向に作用すると、内筒 6 にひずみが生じる。ひずみセンサ 1 3 a は、この内筒 6 のひずみに応じた電圧を出力する圧電センサである。

【 0 0 3 4 】

なお、摩擦ダンパ 5 は、第 1 の大きさの応力よりも大きい第 2 の大きさの応力が軸方向に作用すると、内筒 6 が外筒 7 に対して軸方向にスライドする。

【 0 0 3 5 】

摩擦ダンパ 5 に割り当てたセンサノード 1 のセンサ部 1 3 は、ひずみセンサ 1 3 a の出力によって、摩擦ダンパ 5 が軸方向に受けた応力の大きさが、予め定めた応力の大きさ（応力閾値）を超えたかどうかを検知することにより、摩擦ダンパ 5 の内筒 6 が外筒 7 に対して軸方向にスライドしたかどうかを検知する。この応力閾値は、摩擦ダンパ 5 の内筒 6 が外筒 7 に対して軸方向にスライドする応力の大きさよりも少し小さい値に定めている。センサ部 1 3 は、ひずみセンサ 1 3 a の出力電圧と、この応力閾値に応じた電圧とを比較することによって、摩擦ダンパ 5 の内筒 6 が外筒 7 に対して軸方向にスライドしたかどうか（摩擦ダンパ 5 の状態が変化したかどうか）を検知する。センサ部 1 3 が、この発明で言う検知部に相当する。

【 0 0 3 6 】

制御部 1 1 は、センサ部 1 3 が摩擦ダンパ 5 の状態が変化したことを検知すると、その旨をメモリに記憶する。

【 0 0 3 7 】

近距離無線通信部 1 4 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。

【 0 0 3 8 】

図 8 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 2 1 と、電源部 2 2 と、操作部 2 3 と、表示部 2 4 と、近距離無線通信部 2 5 と、無線通信部 2 6 とを備えている。

【 0 0 3 9 】

制御部 2 1 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 2 1 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、対応づけた橋脚を示すコードである。

【 0 0 4 0 】

10

20

30

40

50

電源部 2 2 は、報知装置 2 本体各部に動作電源を供給する。電源部 2 2 は、バッテリーが接続されるバッテリー接続端子 2 2 a を備えている。電源部 2 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ている場合、バッテリー接続端子 2 2 a に接続されているバッテリーを電力源とし、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 2 2 a 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。

【 0 0 4 1 】

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とらなわない。

【 0 0 4 2 】

操作部 2 3 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摩擦ダンパ 5 の状態が変化した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 2 3 a を有している。この確認ボタン 2 3 a 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。

【 0 0 4 3 】

表示部 2 4 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摩擦ダンパ 5 において、状態が変化したことが検知されていた場合に点灯させる通知ランプ 2 4 a を有している。表示部 2 4 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摩擦ダンパ 5 において、状態が変化したことが検知されていない場合、通知ランプ 2 4 a を点灯させない。通知ランプ 2 4 a の発光色は例えば赤である。表示部 2 4 が、この発明で言う出力部に相当する。

【 0 0 4 4 】

近距離無線通信部 2 5 は、対応づけたグループ P 1 ~ P n 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。近距離無線通信部 2 5 が、この発明で言う通信部に相当する。

【 0 0 4 5 】

無線通信部 2 6 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。

【 0 0 4 6 】

図 9 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 3 1 と、操作部 3 2 と、表示部 3 3 と、記憶部 3 4 と、無線通信部 3 5 と、交通網データベース 3 6 (以下、交通網 DB 3 6 とする。)と、を備えている。

【 0 0 4 7 】

制御部 3 1 は、上位装置 3 本体の動作を制御する。

【 0 0 4 8 】

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 4 9 】

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 5 0 】

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。

【 0 0 5 1 】

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よいし、インターネット等のネットワークを利用してよい。

【 0 0 5 2 】

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 36 が記憶しているデータを総称して交通網データと言う。

【 0 0 5 3 】

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 5 4 】

図 10 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 13 で検知対象の摩擦ダンパ 5（ひずみセンサ 13a を取り付けた摩擦ダンパ 5）の状態が変化したことを検知すると、その旨（摩擦ダンパ 5 の状態変化有）を検知結果として制御部 11 のメモリに記憶する（s 1、s 3）。

【 0 0 5 5 】

また、センサノード 1 は、近距離無線通信部 14 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 11 のメモリに記憶している摩擦ダンパ 5 の状態変化の有無を報知装置 2 に通知する（s 2、s 4）。

【 0 0 5 6 】

センサノード 1 は、s 1 ~ s 4 の処理を繰り返す。

【 0 0 5 7 】

図 11 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 23a が操作されると（s 11）、対応づけたグループ P 1 ~ P n に属する全てのセンサノード 1 に対して検知結果の通知要求を送信する（s 12）。

【 0 0 5 8 】

なお、確認ボタン 23a を操作する保守員等が、バッテリーを報知装置 2 のバッテリー接続端子 22a に接続している。

【 0 0 5 9 】

報知装置 2 は、s 12 で検知結果の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 13）。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 13 において、対応するグループ 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 25 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。

【 0 0 6 0 】

報知装置 2 は、s 13 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られているいずれかの摩擦ダンパ 5 について、状態が変化した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 14）。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 に対応づけられている摩擦ダンパ 5 の状態が変化したかどうかを判断する。また、報知装置 2 は、s 13 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摩擦ダンパ 5 の状態が変化したと判断する。

【 0 0 6 1 】

報知装置 2 は、s 14 にかかる判定処理が完了すると、今回の判定結果を表示部 24 において表示する（s 15）。具体的には、報知装置 2 は、対応する橋脚に取り付けられているいずれかの摩擦ダンパ 5 について状態が変化したと判断した場合、通知ランプ 24a を点灯する。報知装置 2 は、対応する橋脚に取り付けられている全ての摩擦ダンパ 5 について状態が変化していないと判断した場合、通知ランプ 24a を点灯させない(消灯状態

10

20

30

40

50



を保持する。 )。

【 0 0 6 2 】

このように、ひずみセンサ 1 3 a を利用した簡単な構成で、橋脚に取り付けた摩擦ダンパ 5 の状態が変化したかどうかの検知が行える。また、保守員は、確認ボタン 2 3 a を操作するという簡単な作業で、その報知装置 2 に対応づけられている橋脚に取り付けた摩擦ダンパ 5 の状態が変化したかどうかの確認が簡単に行える。

【 0 0 6 3 】

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 6 4 】

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 を操作しなくても、対応する橋脚に取り付けられている摩擦ダンパ 5 の状態が変化したかどうかの確認が行える。

【 0 0 6 5 】

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 6 6 】

図 1 2 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 3 5 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 ( s 2 1 )、受信した判定結果を記憶部 3 4 に記憶し ( s 2 2 )、s 2 1 に戻る。s 2 2 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。

【 0 0 6 7 】

また、上位装置 3 は、判定結果の集計開始要求があると ( s 2 3 )、記憶部 3 4 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 ( s 2 4 )。オペレータは、操作部 3 2 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 s 2 3 にかかる集計開始要求の入力が行える。

【 0 0 6 8 】

s 2 4 では、記憶部 3 4 に記憶している最新の判定結果に基づき、状態が変化した摩擦ダンパ 5 が取り付けられている橋脚と、状態が変化した摩擦ダンパ 5 が取り付けられていない橋脚と、に分類する。

【 0 0 6 9 】

上位装置 3 は、s 2 4 にかかる集計処理の集計結果を出力し ( s 2 5 )、s 2 1 に戻る。s 2 5 では、例えば、状態が変化した摩擦ダンパ 5 が取り付けられている橋脚を一覧表で出力する。また、地図上に、状態が変化した摩擦ダンパ 5 が取り付けられている橋脚を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 3 3 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。

【 0 0 7 0 】

これにより、オペレータは、状態が変化した摩擦ダンパ 5 が取り付けられている橋脚の確認が行える。

【 0 0 7 1 】

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

10

20

30

40

50

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。）。

【0072】

また、センサノード 1 は、複数のひずみセンサ 13 a をセンサ部 13 に接続した構成であってもよい。このようにすれば、1 つのセンサノード 1 で、複数の摩擦ダンパ 5 について、その状態が変化したかどうかを検知することができる。例えば、1 つの橋脚に対して、その橋脚に取り付けられている全ての摩擦ダンパ 5 について、その状態が変化したかどうかを 1 つのセンサノード 1 で検知する構成にしてもよい。

【0073】

また、上記の例では、摩擦ダンパ 5 は、軸方向を橋軸直角方向に合わせているとしたが、軸方向を橋軸方向にしてもよいし、橋軸直角方向と平行の角度から橋軸方向の角度までの範囲に合わせてもよいし、構造物の鉛直方向に合わせてもよい。

【0074】

また、摩擦ダンパ 5 は、図 13 に示す構成の摩擦ダンパを用いてもよい。図 13 (A) は、摩擦ダンパの断面図であり、図 13 (B) は、図 13 (A) における A 方向の平面図である。

【0075】

図 13 に示す摩擦ダンパ 50 は、中板 51 を 2 枚の外板 52、53 で挟んだ構成である。中板 51 と、外板 52、53 との当接面には、摩擦係数が比較的大きいブレーキ材を設けている。摩擦ダンパ 50 は、中板 51、外板 52、53 を、皿バネおよび座金を介してボルトで締め付けることにより、ブレーキ材により生じる摩擦力を生じさせている。中板 51 には、長径が軸方向(図 13 における左右方向)である長穴を形成している。

【0076】

したがって、この摩擦ダンパ 50 は、ある程度の大きさの応力(第 1 の大きさの応力)が軸方向に作用すると、中板 51 にひずみが生じる。ひずみセンサ 13 a は、この中板 51 に取り付けており、中板 51 のひずみを検出する。

【0077】

なお、摩擦ダンパ 50 は、第 1 の大きさの応力よりも大きい第 2 の大きさの応力が軸方向に作用すると、中板 51 が外板 52、53 に対して軸方向にスライドする。

【0078】

また、摩擦ダンパ 5 に換えて、図 14 ~ 図 16 に示す鋼材ダンパを用いてもよい。図 14 (C) に示す鋼材ダンパ 60 は、軸降伏型の履歴ダンパである。この鋼材ダンパ 60 は、図 14 (A) に示す中心鋼材を、図 14 (B) に示す座屈拘束材に嵌挿した構成である。中心鋼材は、アンボンド材の両端に鋼板を設けた部材である。アンボンド材は、緩衝材である。座屈拘束材は、鋼管とコンクリートによって、嵌挿された中心鋼材を座屈拘束する。

【0079】

鋼材ダンパ 60 は、座屈拘束材に対する中心鋼材の嵌挿方向が軸方向である。

【0080】

図 14 (D) は、図 14 (C) において破線で囲んだ領域の拡大図である。図 14 (D) に示すように、ひずみセンサ 13 a は、中心鋼材の鋼板に取り付けている。

【0081】

この鋼材ダンパ 60 は、ある程度の大きさの応力(第 1 の大きさの応力)が軸方向に作用すると、中心鋼材が座屈し、ひずみが生じる。ひずみセンサ 13 a は、この中心鋼材のひずみを検出する。

【0082】

また、図 15 (A) は、鋼材ダンパの平面図であり、図 15 (B) は、図 15 (A) における A 方向の平面図である。図 15 に示す鋼材ダンパ 61 は、壁型のものである。この鋼材ダンパ 61 は、2 枚の拘束材で波形芯材を挟んだ構成である。この鋼材ダンパ 61 の軸方向は、図 15 における左右方向である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 3 】

この鋼材ダンパ 6 1 は、ある程度の大きさの応力(第 1 の大きさの応力)が軸方向に作用すると、波形心材が座屈し、拘束材にひずみが生じる。ひずみセンサ 1 3 a は、この拘束材のひずみを検出する。

## 【 0 0 8 4 】

また、図 1 6 ( A ) は、鋼材ダンパの平面図であり、図 1 6 ( B ) は、図 1 6 ( A ) における A 方向の平面図である。図 1 6 に示す鋼材ダンパ 6 2 は、パネル型のものである。この鋼材ダンパ 6 2 は、低降伏点鋼等の制振パネルを補剛スチフナで座屈補剛した制振部材である。この鋼材ダンパ 6 2 の軸方向は、制振パネルの対角線方向である。

## 【 0 0 8 5 】

この鋼材ダンパ 6 2 は、ある程度の大きさの応力(第 1 の大きさの応力)が軸方向に作用すると、制振パネルが座屈し、制振パネルにひずみが生じる。ひずみセンサ 1 3 a は、この制振パネルのひずみを検出する。

## 【 0 0 8 6 】

また、この発明で言う鋼製ダンパは、図 5、図 1 3 ~ 図 1 6 に示したものの以外であってもよい。但し、この発明で言う鋼製ダンパとは、摩擦ダンパ、座屈拘束された鋼材ダンパや座屈補剛された鋼材ダンパであって、オイルダンパ、粘性ダンパ、および粘弾性ダンパを含まない。

## 【 0 0 8 7 】

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 】

## 【 0 0 8 8 】

- 1 センサノード
- 2 報知装置
- 3 上位装置
- 5 摩擦ダンパ
- 6 内筒
- 7 外筒
- 8 ダイス
- 9 ロッド
- 1 1 制御部
- 1 2 電源部
- 1 3 センサ部
- 1 3 a センサ
- 1 4 近距離無線通信部
- 2 1 制御部
- 2 2 電源部
- 2 2 a バッテリ接続端子
- 2 3 操作部
- 2 3 a 確認ボタン
- 2 4 表示部
- 2 4 a 通知ランプ
- 2 5 近距離無線通信部
- 2 6 無線通信部
- 3 1 制御部
- 3 2 操作部
- 3 3 表示部
- 3 4 記憶部
- 3 5 無線通信部

10

20

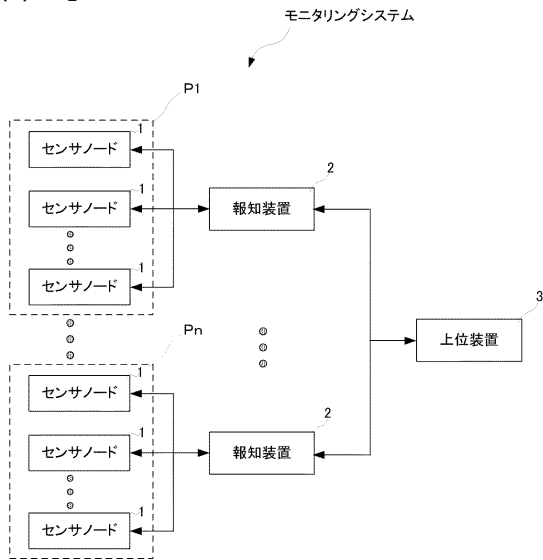
30

40

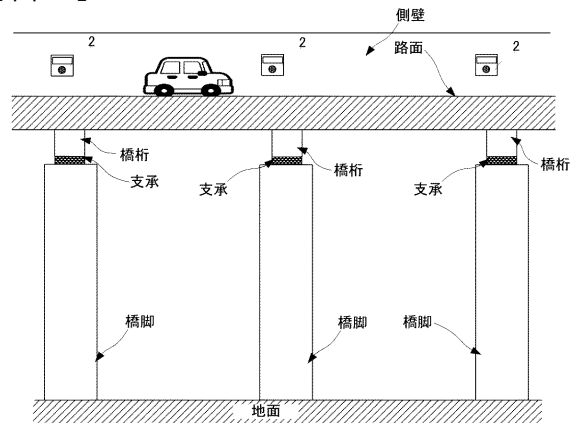
50

- 3 6 交通網データベース ( 交通網 D B )
- 5 0 摩擦ダンパ
- 5 1 中板
- 5 2 外板
- 6 0、6 1、6 2 鋼材ダンパ

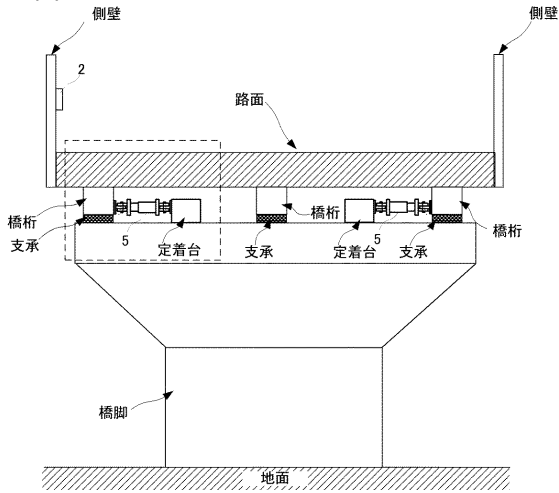
【 図 1 】



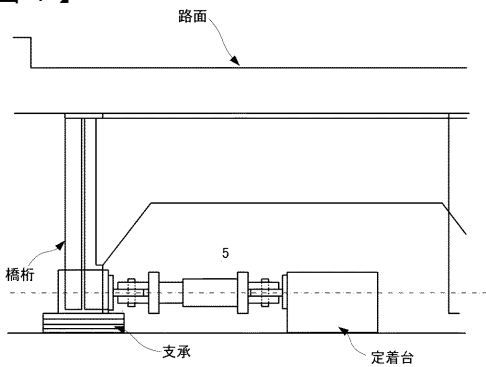
【 図 2 】



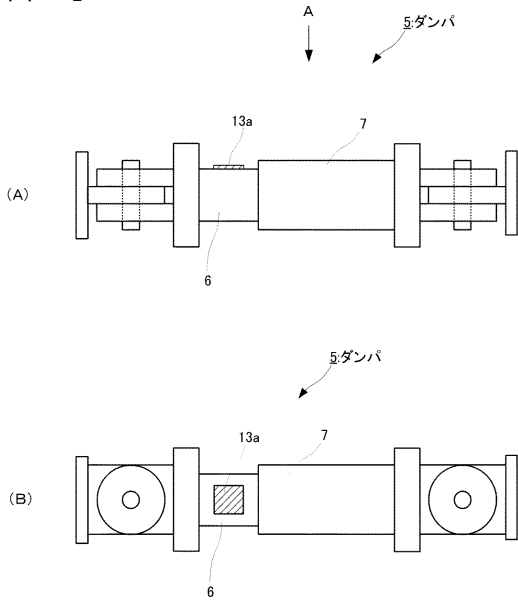
【図3】



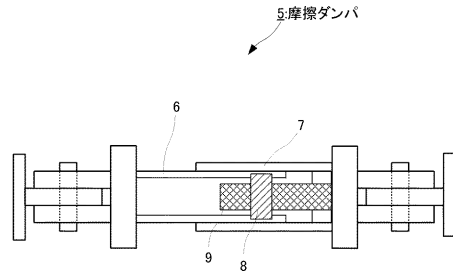
【図4】



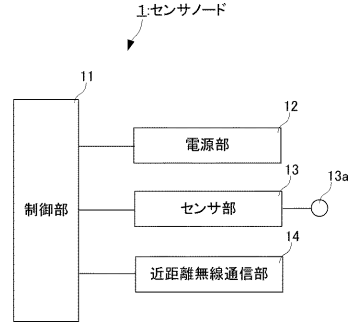
【図7】



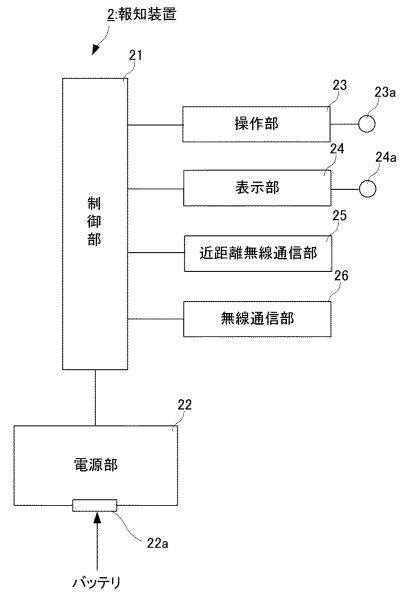
【図5】



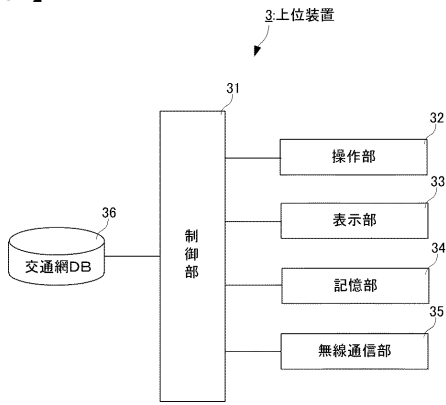
【図6】



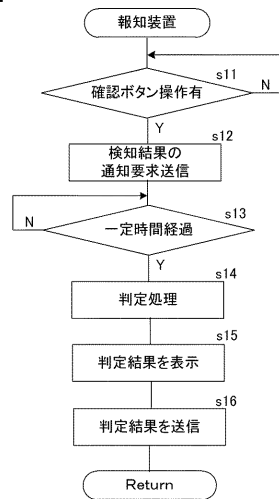
【図8】



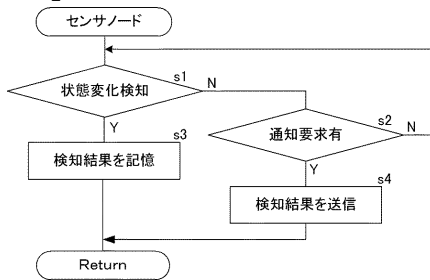
【図9】



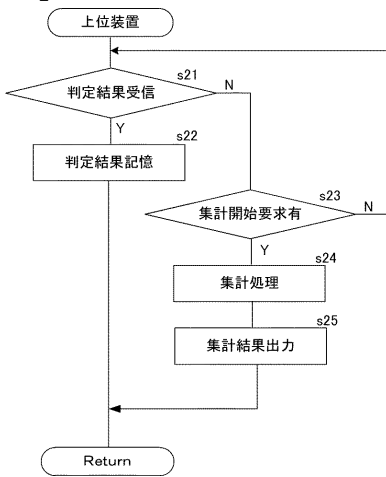
【図11】



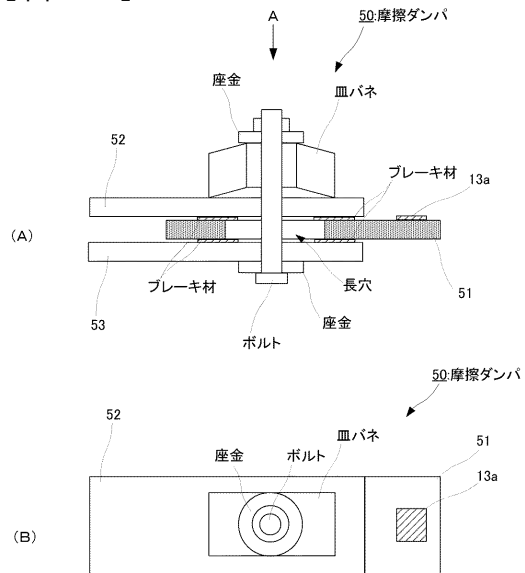
【図10】



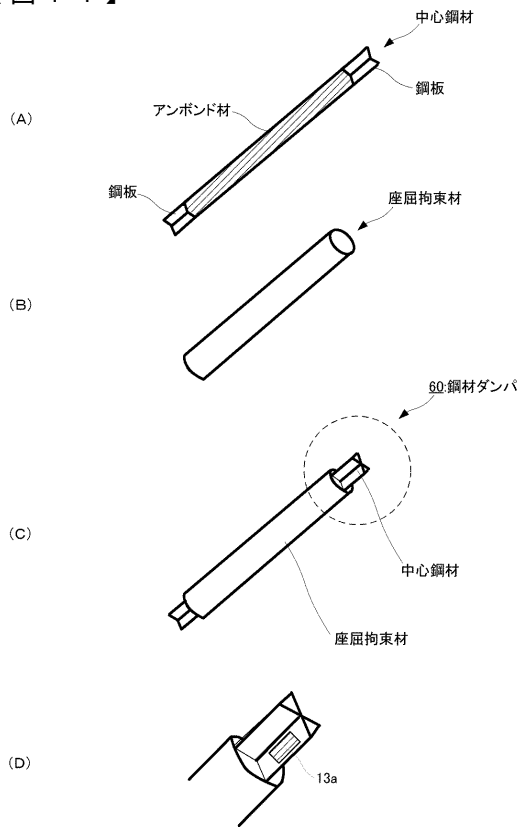
【図12】



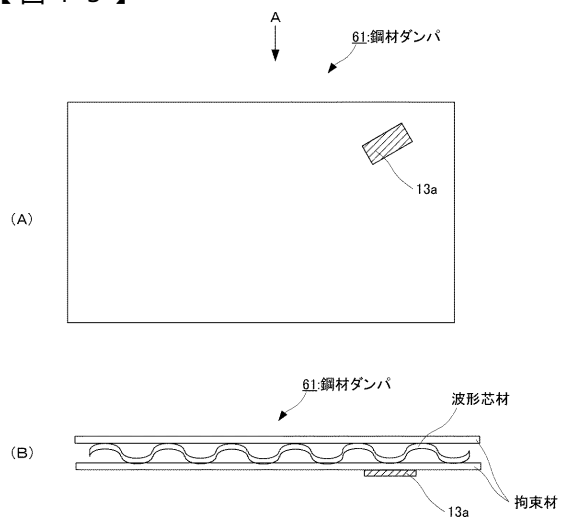
【図13】



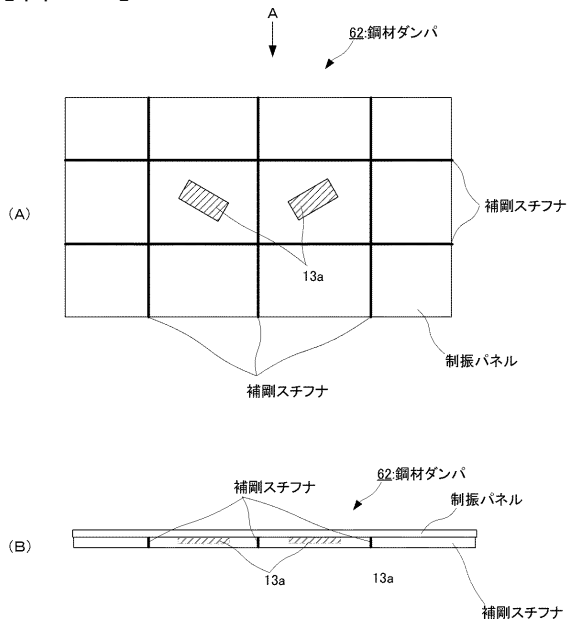
【図14】



【図15】



【図16】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
F 1 6 F	7/12	(2006.01)	F 1 6 F 7/12
G 0 1 M	5/00	(2006.01)	G 0 1 M 5/00

- (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 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 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 牛島 栄  
東京都港区芝四丁目8番2号 青木あすなる建設株式会社内
- (72)発明者 佐藤 俊男  
東京都港区芝四丁目8番2号 青木あすなる建設株式会社内
- (72)発明者 五十畑 登  
東京都中央区勝どき四丁目5番17号 株式会社巴技研内
- (72)発明者 内木 学  
東京都中央区勝どき四丁目5番17号 株式会社巴技研内

審査官 素川 慎司

- (56)参考文献 特開2004-052937(JP,A)  
特開2005-299078(JP,A)  
特開2007-241583(JP,A)  
特開2013-061264(JP,A)  
特開2002-139096(JP,A)  
特開平10-238579(JP,A)  
米国特許第05845438(US,A)  
米国特許出願公開第2010/0187059(US,A1)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 1 M	9 9 / 0 0	
G 0 1 M	1 3 / 0 0	- 1 3 / 0 4 5
E 0 1 D	1 / 0 0	- 2 4 / 0 0
E 0 4 H	9 / 0 0	- 9 / 1 6
F 1 6 F	1 5 / 0 0	- 1 5 / 3 6
F 1 6 F	7 / 0 0	- 7 / 1 4
G 0 1 M	5 / 0 0	