

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02013/084857

発行日 平成27年4月27日 (2015. 4. 27)

(43) 国際公開日 平成25年6月13日 (2013. 6. 13)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)  
**GO 1 M 1/12 (2006.01)** GO 1 M 1/12 2 G O 2 1

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 26 頁)

<p>出願番号 特願2013-548233 (P2013-548233)</p> <p>(21) 国際出願番号 PCT/JP2012/081322</p> <p>(22) 国際出願日 平成24年12月4日 (2012. 12. 4)</p> <p>(31) 優先権主張番号 特願2011-266708 (P2011-266708)</p> <p>(32) 優先日 平成23年12月6日 (2011. 12. 6)</p> <p>(33) 優先権主張国 日本国 (JP)</p>	<p>(71) 出願人 504196300                  国立大学法人東京海洋大学                  東京都港区港南4丁目5番7号</p> <p>(74) 代理人 100097113                  弁理士 堀 城之</p> <p>(74) 代理人 100162363                  弁理士 前島 幸彦</p> <p>(72) 発明者 渡邊 豊                  東京都江東区越中島二丁目1-6 国立大                  学法人東京海洋大学内</p> <p>Fターム(参考) 2G021 AA03 AA05 AC01</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 横転限界検出システム

(57) 【要約】

構造体が横転してしまう限界の重心高さを横転限界高さとして算出することで、算出した横転限界高さに基づいて、重量や重量分布が事前に明らかになっていない構造体の横転の危険性を判断することができる横転限界検出システムを提供する。

載置板 10 とバネ 12 と被検出対象物 40 とを、載置板 10 の揺動中心軸 16 を挟んだ両側がそれぞれバネ 12 によって支持された構造体とし、載置板 10 の上下方向の往復運動を検出する加速度センサ 13 と、被検出対象物 40 が静止状態における水平面に対する載置板 10 の揺動中心軸 16 を中心とする回転方向の傾斜角「 $\theta$ 」と加速度センサ 13 の検出結果に基づき、構造体の載置板 10 上の重心位置において、載置板 10 に載置された被検出対象物 40 が回転方向に横転してしまう限界の重心高さを横転限界高さ  $l_{max}$  として算出する演算部 31 とを備えている。

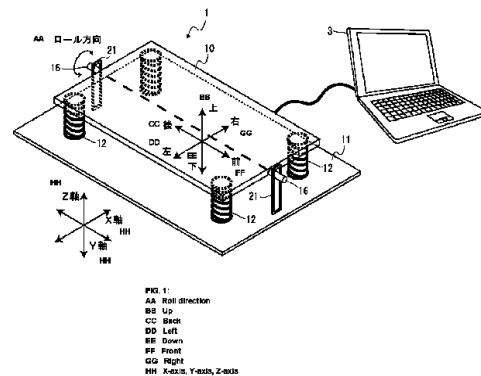


FIG. 1:  
 AA Roll direction  
 BB Up  
 CC Back  
 DD Left  
 EE Down  
 FF Front  
 GG Right  
 HH Roll axis, Z-axis

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基準面の基準軸を挟んだ両側がそれぞれ弾性力によって支持された構造体と、  
前記基準面の上下方向の往復運動を検出する上下方向検出手段と、  
前記構造体が静止状態における水平面に対する前記基準面の前記基準軸を中心とする回  
転方向の傾斜角と前記上下方向検出手段の検出結果とに基づき、前記構造体の前記基準面  
上の重心位置において、前記構造体が前記回転方向に横転してしまう限界の重心高さを横  
転限界高さとして算出する演算手段を具備することを特徴とする横転限界検出システム。

## 【請求項 2】

前記演算手段は、前記弾性力によって前記構造体の重心に働く前記回転方向の力が、重  
力に抗する復元力を得ることができなくなる重心高さを前記横転限界高さとして算出する  
ことを特徴とする請求項 1 記載の横転限界検出システム。

10

## 【請求項 3】

前記基準面の前記基準軸を中心とした回転を検出する回転方向検出手段を具備し、  
前記演算手段は、前記回転方向検出手段の検出結果から静止状態の前記傾斜角を求める  
ことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の横転限界検出システム。

## 【請求項 4】

前記演算手段は、前記回転方向検出手段の検出結果から前記基準軸を中心とする揺動の  
中心角度を静止状態の前記傾斜角として求めることを特徴とする請求項 3 記載の横転限界  
検出システム。

20

## 【請求項 5】

前記演算手段は、前記上下方向検出手段の検出結果から前記基準面の上下方向の縦揺れ  
周波数を求め、前記縦揺れ周波数及び前記揺動の中心角度に基づき、前記横転限界高さを  
算出することを特徴とする請求項 4 記載の横転限界検出システム。

## 【請求項 6】

前記演算手段は、前記上下方向検出手段及び前記回転方向検出手段の検出結果に基づき  
、  
前記上下方向の前記基準軸から前記構造体の重心までの重心高さを算出することを特徴  
とする請求項 3 記載の横転限界検出システム。

## 【請求項 7】

前記演算手段によって算出された前記横転限界高さと同重心高さに基づいて、前記  
構造体の前記回転方向における横転危険性を判定する横転判定手段と、  
前記横転判定手段による判定結果を報知する報知手段とを具備することを特徴とする請  
求項 6 記載の横転限界検出システム。

30

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、横転に至る限界の横転限界高さを検出する横転限界検出システムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

車両の横転を未然に防止するため、横転の危険性を報知する技術が提案されている（例  
えば、特許文献 1、2 参照）。

40

特許文献 1 では、車両のロール角及びロール角速度をパラメータとする二次元マップ上  
に横転限界曲線を設定し、ロール角及びロール角速度が大きい領域を車両横転領域として  
設定するとともに、ロール角速度センサ 1 で検出したロール角速度とロール角の履歴が横  
転限界曲線を越えて車両横転領域に入ったときに車両が横転する可能性がある判断して  
いる。

また、特許文献 2 では、作業機全体の重心位置と転倒支点とを結ぶ線の鉛直線に対する  
なす角（安息角）が、限界安息角より大きいときは、車体は安全姿勢にあり、限界安息角  
以下のときは、危険領域と判断している。

50

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献1】特開2011-6068号公報

【特許文献2】特開2007-186953号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

しかしながら、従来技術では、重量や重量分布が明らかになっている車両が対象となっており、重量や重量分布が事前に明らかになっていない構造体の横転の危険性を判断することができないという問題点があった。

10

## 【0005】

本発明の目的は、上記問題点に鑑み、従来技術の問題を解決し、構造体が横転してしまう限界の重心高さを横転限界高さとして算出することで、算出した横転限界高さに基づいて、重量や重量分布が事前に明らかになっていない構造体の横転の危険性を判断することができる横転限界検出システムを提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

本発明の横転限界検出システムは、基準面の基準軸を挟んだ両側がそれぞれ弾性力によって支持された構造体と、前記基準面の上下方向の往復運動を検出する上下方向検出手段と、前記構造体が静止状態における水平面に対する前記基準面の前記基準軸を中心とする回転方向の傾斜角と前記上下方向検出手段の検出結果とに基づき、前記構造体の前記基準面上の重心位置において、前記構造体が前記回転方向に横転してしまう限界の重心高さを横転限界高さとして算出する演算手段を具備することを特徴とする。

20

さらに、横転限界検出システムにおいて、手段は、前記弾性力によって前記構造体の重心に働く前記回転方向の力が、重力に抗する復元力を得ることができなくなる重心高さを前記横転限界高さとして算出するようにしても良い。

さらに、横転限界検出システムにおいて、前記基準面の前記基準軸を中心とした回転を検出する回転方向検出手段を具備し、前記演算手段は、前記回転方向検出手段の検出結果から静止状態の前記傾斜角を求めるようにしても良い。

30

さらに、横転限界検出システムにおいて、前記演算手段は、前記回転方向検出手段の検出結果から前記基準軸を中心とする揺動の中心角度を静止状態の前記傾斜角として求めるようにしても良い。

さらに、横転限界検出システムにおいて、前記演算手段は、前記上下方向検出手段の検出結果から前記基準面の上下方向の縦揺れ周波数を求め、前記縦揺れ周波数及び前記揺動の中心角度に基づき、前記横転限界高さを算出するようにしても良い。

さらに、横転限界検出システムにおいて、前記演算手段は、前記上下方向検出手段及び前記回転方向検出手段の検出結果に基づき、前記上下方向の前記基準軸から前記構造体の重心までの重心高さを算出するようにしても良い。

さらに、横転限界検出システムにおいて、前記演算手段によって算出された前記横転限界高さとは前記重心高さとはに基づいて、前記構造体の前記回転方向における横転危険性を判定する横転判定手段と、前記横転判定手段による判定結果を報知する報知手段とを具備するようにしても良い。

40

## 【発明の効果】

## 【0007】

本発明によれば、基準面の上下方向の往復運動と、基準軸を中心とした回転方向の角度とに基づいて、構造体が横転してしまう限界の重心高さを横転限界高さとして算出することで、算出した横転限界高さに基づいて、重量や重量分布が事前に明らかになっていない構造体の横転の危険性を判断することができるという効果を奏する。

## 【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 0 8 】

【 図 1 】 本発明に係る横転限界検出システムの第 1 の実施の形態の構成を示す斜視図である。

【 図 2 】 図 1 に示す振動検出装置の側面図である。

【 図 3 】 図 2 に示す載置板の形状及びバネの配置を説明するための説明図である。

【 図 4 】 図 1 に示すデータ処理装置の構成を示すブロック図である。

【 図 5 】 図 1 に示す振動検出装置の動作を説明するための説明図である。

【 図 6 】 図 1 に示す振動検出装置の動作を説明するための説明図である。

【 図 7 】 図 4 に示す報知部に出力される報知画面例を示す図である。

【 図 8 】 本発明に係る横転限界検出システムの第 2 の実施の形態が搭載されたトレーラトラックの構成を示す側面図である。

10

【 図 9 】 本発明に係る横転限界検出システムの第 2 の実施の形態が搭載されたトレーラトラックの構成を示す背面図である。

【 図 1 0 】 本発明に係る横転限界検出システムの第 2 の実施の形態の構成を示すブロック図である。

【 図 1 1 】 図 1 0 に示す報知部に出力される報知画面例を示す図である。

【 図 1 2 】 本発明に係る横転限界検出システムの第 3 の実施の形態が搭載されたクレーン車の構成を示す側面図である。

【 図 1 3 】 本発明に係る横転限界検出システムの第 3 の実施の形態が搭載されたクレーン車の構成を示す背面図である。

20

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 0 9 】

次に、本発明の実施の形態を、図面を参照して具体的に説明する。

【 0 0 1 0 】

( 第 1 の実施の形態 )

第 1 の実施の形態の横転限界検出システムは、図 1 を参照すると、振動検出装置 1 と、データ処理装置 3 とを備えている。振動検出装置 1 は、弾性力によって支持された載置板 1 0 を備え、載置板 1 0 に載置された被検出対象物の揺動（固有振動）を検出する。データ処理装置 3 は、パーソナルコンピュータ等の情報処理装置であり、振動検出装置 1 によって検出された被検出対象物の揺動（固有振動）に基づいて被検出対象物の横転限界高さ  
と重心高さ及び重心位置とを求める。なお、横転限界高さとは、載置板 1 0 上に載置された被検出対象物が横転してしまう限界の重心高さであり、載置板 1 0 上において、横転限界高さ未満に被検出対象物の重心が位置しない場合には、被検出対象物は横転してしまうことになる。また、横転、転倒、転覆等の表現は、物体の重心が安定を保てず回転運動を進行させて、重力方向に抗すすべなく落下や崩落してゆく同義語とみなす。以下、本実施の形態では、この現象の総称として、横転をその代表語として用いる。

30

【 0 0 1 1 】

振動検出装置 1 は、図 1 及び図 2 を参照すると、被検出対象物が載置される基準面である載置板 1 0 と、底板 1 1 に植設され、載置板 1 0 を支えるバネ 1 2 とを備えている。なお、図 2 ( a ) は、振動検出装置 1 を図 1 に示す X 軸方向から見た側面図であり、図 2 ( b ) は、振動検出装置 1 を図 1 に示す Y 軸方向から見た側面図である。

40

【 0 0 1 2 】

載置板 1 0 は、図 1 及び図 3 を参照すると、被検出対象物が載置される載置平面として機能する平面を有する矩形状の板である。載置板 1 0 には、載置平面と平行な基準軸である揺動中心軸 1 6 が、載置板 1 0 の両端から突出するように形成されている。なお、図 3 は、載置板 1 0 を裏面側から見た図である。載置板 1 0 としては、木材やプラスチック等の任意の素材を用いることができるが、被検出対象物に対して十分に軽量であることが望ましい。載置板 1 0 は、重量分布が均一な平板であると共に、揺動中心軸 1 6 に対して線対称な形状に構成されている。従って、載置板 1 0 における載置平面上の重心は、揺動中心軸 1 6 上に位置する。

50

## 【 0 0 1 3 】

なお、第 1 の実施の形態では、図 1 に示すように、載置板 1 0 の載置平面に対して垂直な方向を上下方向、揺動中心軸 1 6 に平行な方向を前後方向、載置板 1 0 の載置平面に対して平行且つ揺動中心軸 1 6 と直交する方向を左右方向とする。また、重力が作用する自重方向を Z 軸方向、Z 軸方向及び前後方向と直交する方向を X 軸方向、Z 軸方向及び左右方向と直交する方向を Y 軸方向とし、載置板 1 0 が水平な状態では、上下方向と Z 軸方向とが、前後方向と Y 軸方向とが、左右方向と X 軸方向とがそれぞれ一致する。

## 【 0 0 1 4 】

パネ 1 2 は、弾性力を有して載置板 1 0 を支持する支持手段として機能し、揺動中心軸 1 6 を挟んだ両側を同じ弾性力で支持するように構成されている。第 1 の実施の形態では、同一の弾性力を有するコイル状の圧縮パネであるパネ 1 2 が矩形状の載置板 1 0 の四隅にそれぞれ配置されており、図 2 ( a )、( b ) に示すように、被検出対象物が載置されていない状態の載置板 1 0 が水平に支持される。このように、同一の弾性力を有するパネ 1 2 を揺動中心軸 1 6 に対して線対称に配置することにより、載置板 1 0 の揺動中心軸 1 6 を挟んだ両側を同じ弾性力で支持することができる。なお、パネ 1 2 は、コイル状の圧縮パネに限定されることなく、板パネや、空気パネ等を用いるようにしても良い。また、載置板 1 0 の揺動中心軸 1 6 を挟んだ両側を同じ弾性力で支持できるのであれば、揺動中心軸 1 6 を挟んで異なる弾性力を有するパネ 1 2 を揺動中心軸 1 6 からの距離を変えて配置したり、異なる個数のパネ 1 2 を配置したりしても良い。さらに、揺動中心軸 1 6 上に配置させた 1 個もしくは複数のパネ 1 2 ( 例えば、径の大きいコイル状の圧縮パネや空気

10

20

## 【 0 0 1 5 】

載置板 1 0 の裏面には、加速度センサ 1 3 と角速度センサ 1 4 とが載置板 1 0 の揺動を検出する揺動検出手段として設けられている。加速度センサ 1 3 は、上下 ( 自重 ) 方向 ( 図 1 に示す Z 軸方向 ) の加速度、すなわち基準面である載置板 1 0 の上下方向の縦揺れ ( 揺動 ) を検出するように感度軸が調整されている。また、角速度センサ 1 4 は、基準軸である揺動中心軸 1 6 を中心とした回転方向の角速度、すなわち揺動中心軸 1 6 を中心とした回転方向の横揺れ ( 揺動 ) を検出するように感度軸が調整されている。加速度センサ 1 3 及び角速度センサ 1 4 には、特に限定はなく、例えば水晶音叉式のセンサや振動式のセンサを用いることができ、加速度センサ 1 3 及び角速度センサ 1 4 として 3 軸 ( 3 次元 ) の角速度センサを用いても良い。

30

## 【 0 0 1 6 】

底板 1 1 には、揺動中心軸 1 6 の両端部の動きをそれぞれ規制する一対の X 軸規制用ガイド部 2 1 が設けられている。X 軸規制用ガイド部 2 1 には、Z 軸方向 ( 自重方向 ) を長手方向とする長穴が形成されており、揺動中心軸 1 6 の両端部が対象位置にある X 軸規制用ガイド部 2 1 のそれぞれの長穴に嵌合されている。これにより、揺動中心軸 1 6 は、X 軸規制用ガイド部 2 1 の長穴に沿って移動されるため、載置板 1 0 は、X 軸方向の動きが規制された状態で、上下方向の縦揺れ ( 揺動 ) と、揺動中心軸 1 6 を中心とした回転方向の横揺れ ( 揺動 ) とが可能な状態となる。

40

## 【 0 0 1 7 】

また、底板 1 1 には、パネ 1 2 と干渉しない位置に A / D ( アナログ / デジタル ) 変換器 1 5 が設けられている。A / D 変換器 1 5 は、加速度センサ 1 3 及び角速度センサ 1 4 から出力されるアナログ信号 ( 検出結果 ) をデジタル信号に変換してデータ処理装置 3 に出力する。なお、A / D 変換機能が内蔵された加速度センサ 1 3 及び角速度センサ 1 4 を用いた場合には、A / D 変換器 1 5 を省略しても良い。

50

## 【 0 0 1 8 】

データ処理装置 3 は、図 4 を参照すると、マイクロプロセッサ等からなる演算部 3 1 と、ROM (リードオンリーメモリ) や RAM (ランダムアクセスメモリ) 等からなる記憶部 3 2 と、キーボード等の操作部 3 3 と、液晶ディスプレイやスピーカ等の報知部 3 4 と、受信部 3 5 とを備え、各部はバス 3 6 によって接続されている。

## 【 0 0 1 9 】

記憶部 3 2 には、重心位置を導くための演算プログラムや、当該演算に必要な各種の入力用の定数が記憶されている。演算部 3 1 は、操作部 3 3 からの演算指示に基づいて、一定期間、加速度センサ 1 3 及び角速度センサ 1 4 から出力を記憶部 3 2 に記憶させる。次に、演算部 3 1 は、記憶部 3 2 に記憶されている演算プログラムに従って、記憶部 3 2 に記憶した加速度センサ 1 3 及び角速度センサ 1 4 から出力を演算することで、載置板 1 0 に載置された被検出対象物の横転限界高さ $h$ と重心位置 $W$ とを算出する。演算部 3 1 によって算出された被検出対象物の横転限界高さ $h$ と重心位置 $W$ とは、報知部 3 4 から表示通知や音声通知として出力される。

10

## 【 0 0 2 0 】

次に、第 1 の実施の形態における横転限界高さ検出動作について図 5 乃至図 7 を参照して詳細に説明する。

まず、図 5 に示すように、被検出対象物 4 0 を振動検出装置 1 の載置板 1 0 に載置する。被検出対象物 4 0 が載置板 1 0 に載置された状態では、載置板 1 0 を支持するバネ 1 2 の弾性力によって支えられ、被検出対象物 4 0 の重量及び重心位置に応じた高さ $h$ に中立する。なお、本発明では、被検出対象物 4 0 の重量やバネ 1 2 のバネ定数は任意であるが、バネ 1 2 の弾性力は、被検出対象物 4 0 の重さに対して、適度な強さに設定されている必要があり、バネ 1 2 の弾性力が弱すぎても強すぎても好ましくない。すなわち、被検出対象物 4 0 の想定重量に応じ、被検出対象物 4 0 が載置板 1 0 に載置された状態では、被検出対象物 4 0 の重量に応じた高さ $h$ に中立し、被検出対象物 4 0 を安定静止させるのみならず十分な揺動を発生するに足るようにバネ 1 2 の弾性力が設定されている。

20

## 【 0 0 2 1 】

次に、図 5 に矢印で示すように、被検出対象物に対して縦振動と横揺れとを同時に発生させる外乱を作用させ、載置板 1 0 に載置された被検出対象物 4 0 を揺動させる。なお、外乱は、載置板 1 0 に作用させても良く、また、振動検出装置 1 を台車や車両等の走行体に乗せて路面の凹凸によって作用させても良い。

30

## 【 0 0 2 2 】

載置板 1 0 に被検出対象物 4 0 に載置した状態で外乱を被検出対象物 4 0 もしくは載置板 1 0 に作用させると、被検出対象物 4 0 は、図 5 に示すように、バネ 1 2 の弾性力、被検出対象物 4 0 の総重量及びその重心位置 $W$ に依存する固有の周期 (周波数) を持つ運動に基づいて揺動 (固有振動) する。この運動は、X 軸規制用ガイド部 2 1 によって、X 軸方向の動きが規制された状態で行われる。従って、加速度センサ 1 3 によって、被検出対象物 4 0 の重心 $W$ の上下方向の往復運動が上下方向の縦揺れ (揺動) として正確に検出されると共に、角速度センサ 1 4 によって、被検出対象物 4 0 の重心 $W$ の揺動中心軸 1 6 を中心とした単振り運動が回転方向の横揺れ (揺動) として正確に検出される。

40

## 【 0 0 2 3 】

加速度センサ 1 3 の検出結果 (上下方向の加速度) と、角速度センサ 1 4 の検出結果 (回転方向の角速度) とは、データ処理装置 3 に入力される。データ処理装置 3 の演算部 3 1 は、加速度センサ 1 3 の検出結果 (上下方向の加速度) から上下方向の縦揺れ (揺動) の縦揺れ周波数「 $v$ 」を求めると共に、角速度センサ 1 4 の検出結果 (回転方向の角速度) から揺動中心軸 1 6 を中心とした回転方向の横揺れ (揺動) の横揺れ周波数「 $V$ 」をそれぞれ求める。また、演算部 3 1 は、角速度センサ 1 4 の検出結果 (回転方向の角速度) から揺動中心軸 1 6 を通る垂直中心ラインと、横揺れの中心を示す横揺れ中心ラインとの間の角度を揺動の中心角度「 $\theta$ 」として求める。

## 【 0 0 2 4 】

50

なお、揺動の中心角度「 $\theta$ 」は、静止状態における水平面に対する載置板 10 の回転方向の傾斜角「 $\alpha$ 」（以下、静止状態の傾斜角「 $\alpha$ 」と称す）である。従って、傾斜角センサ等の静止状態での載置板 10 の角度を測定するセンサを載置板 10 に取り付け、被検出対象物 40 を揺動させる前の静止状態の傾斜角「 $\alpha$ 」を測定するようにしても良い。また、手間が必要になるが、水準器等を用いて静止状態の傾斜角「 $\alpha$ 」を目視し、操作部 33 から入力設定することも可能である。さらに、載置板 10 の角度を測定できるジャイロ等の測定手段を設け、静止状態の傾斜角「 $\alpha$ 」を測定したり、測定結果から揺動の中心角度「 $\theta$ 」を求めるようにしたりしても良い。

【0025】

次に、演算部 31 は、求めた縦揺れ周波数「 $\nu$ 」及び中心角度「 $\theta$ 」に基づいて、被検出対象物 40 が左右方向に横転に至る重心高さの限界を示す横転限界高さ  $l_{max}$  を算出すると共に、求めた縦揺れ周波数「 $\nu$ 」、横揺れ周波数「 $V$ 」及び中心角度「 $\theta$ 」に基づいて、揺動中心軸 16 から被検出対象物 40 の重心 W までの上下方向の重心高さ「 $l$ （スモールエル）」と、揺動中心軸 16 から被検出対象物 40 の重心 W までの左右方向の重心位置「 $s$ 」とを算出する。

10

【0026】

まず、横転限界高さ  $l_{max}$  の算出方法について説明する。

回転方向の横揺れ（揺動）は、揺動中心軸 16 を中心とした左右方向の単振り運動である。従って、回転モーメントの釣り合い式から、被検出対象物 40 の重心 W に働く回転方向の力「 $f$ 」は、次式で表すことができる。

20

【0027】

【数 1】

$$f = - \frac{mg}{\sqrt{l^2 + s^2} \cos \alpha} \left( \frac{kb^2}{2mg} - 1 \right) \sin \theta,$$

【0028】

〔数 1〕において、「 $m$ 」は被検出対象物 40 の重量、「 $g$ 」は重力加速度、「 $k$ 」はバネ 12 の弾性係数（バネ定数）、「 $b$ 」は揺動中心軸 16 を挟んだバネ 12 の間隔である。また、「 $\theta$ 」は水平面から回転方向に中心角度「 $\theta$ 」傾斜した面に対する被検出対象物 40 の回転方向の角度であり、回転方向の横揺れ（揺動）に伴って時間と共に変化する。なお、ここで用いる弾性係数「 $k$ 」は、揺動中心軸 16 を挟んだ左右片側全体のバネ 12 を一つのバネとして見立てたものである。

30

【0029】

ここで、図 6 (a) に示すように、被検出対象物 40 の重心 W が垂直中心ライン上に存在する場合について考察する。被検出対象物 40 の重心 W が垂直中心ライン上に存在する場合には、「 $s$ 」= 0、中心角度「 $\theta$ 」= 0 となる。従って、この状態の時の重心 W の高さを「 $l_0$ 」とすると、〔数 1〕は次式となる。

【0030】

【数 2】

$$f = - \frac{mg}{l_0} \left( \frac{kb^2}{2mg} - l_0 \right) \sin \theta$$

40

【0031】

〔数 2〕において、「 $\theta$ 」は水平面に対する被検出対象物 40 の回転方向の角度であり、回転方向の横揺れ（揺動）に伴って時間と共に変化する。

【0032】

〔数 2〕において、重心 W に働く回転方向の力「 $f$ 」が重力に抗する復元力となるためには、次式を満たす必要がある。

50

【 0 0 3 3 】

【 数 3 】

$$\frac{kb^2}{2mg} - l_0 > 0$$

【 0 0 3 4 】

換言すると、〔数 3〕を満たさない場合には、重力に抗する復原力となる重心 W に働く回転方向の力「f」が得られず、被検出対象物 40 が横転に至ることになる。従って、被検出対象物 40 が横転に至る重心高さの限界を横転限界高さ  $l_{0max}$  とすると、横転限界高さ  $l_{0max}$  は、次式で表すことができる。

10

【 0 0 3 5 】

【 数 4 】

$$l_{0max} = \frac{kb^2}{2mg}$$

【 0 0 3 6 】

また、「k」/「m」は、次式のように上下方向の縦揺れ（揺動）の縦揺れ周波数「v」を用いて表すことができる。なお、「 $\pi$ 」は、円周率である。

20

【 0 0 3 7 】

【 数 5 】

$$\frac{k}{m} = 2\pi^2 v^2$$

【 0 0 3 8 】

従って、横転限界高さ  $l_{0max}$  は、次式のように、上下方向の縦揺れ（揺動）の縦揺れ周波数「v」と、揺動中心軸 16 を挟んだバネ 12 の間隔「b」とで表すことができ、「b」を設定しておき、縦揺れ（揺動）の縦揺れ周波数「v」を計測することで、横転限界高さ  $l_{0max}$  を求めることができる。

30

【 0 0 3 9 】

【 数 6 】

$$l_{0max} = \frac{\pi^2 v^2 b^2}{g}$$

【 0 0 4 0 】

現実には、重心 W が垂直中心ライン上に存在するとは限らず、任意の位置に存在し、垂直中心ライン上の横転限界高さ  $l_{0max}$  のみではなく、左右方向の横転限界位置を示す必要がある。

40

【 0 0 4 1 】

図 5 に示すように、横揺れ中心ラインが垂直中心ラインから中心角「 $\theta$ 」傾いた状態で、垂線方向と水平位置方向の成分を考えると、垂線方向の「l」の長さは、 $l \cos \theta$  であり、同様に、水平方向の「b」の長さは、 $b \cos \theta$  である。従って、図 5 に示す状態は、図 6 (b) に示すように、 $l \cos \theta$  という高さで垂線上にある重心 W' が、 $b \cos \theta$  の幅のばね構造体上で揺動している現象と置き換えることができる。図 6 (b) に示す状態を〔数 2〕と〔数 6〕とを用いて表すと次式になる。

【 0 0 4 2 】



【数 7】

$$f = -\frac{mg}{l \cos \alpha} \left( \frac{kb^2 \cos^2 \alpha}{2mg} - l \cos \alpha \right) \sin \theta$$

$$= -\frac{mg}{l \cos \alpha} (l_{0\max} \cos^2 \alpha - l \cos \alpha) \sin \theta$$

【0043】

〔数 7〕において、重心 W に働く回転方向の力「f」が重力に抗する復原力となるため  
には、次式を満たす必要がある。 10

【0044】

【数 8】

$$l_{0\max} \cos^2 \alpha - l \cos \alpha > 0$$

【0045】

換言すると、左右方向の重心位置「s」がゼロでない場合には、〔数 8〕を満たさないと、重力に抗する復原力となる重心 W に働く回転方向の力「f」が得られず、被検出対象物 40 が横転に至ることになる。従って、左右方向の重心位置「s」がゼロでない場合の、被検出対象物 40 が横転に至る重心高さの限界を横転限界高さ  $l_{\max}$  とすると、横転限界高さ  $l_{\max}$  は、次式で表すことができる。 20

【0046】

【数 9】

$$l_{\max} = l_{0\max} \cos \alpha$$

【0047】

従って、左右方向の重心位置「s」がゼロでない場合の横転限界高さ  $l_{\max}$  は、〔数 6〕によって求めた横転限界高さ  $l_{0\max}$  と垂直中心ラインと横揺れ中心ラインとの間の中心角度「 $\theta$ 」とから求めることができる。〔数 9〕によると、横転限界高さ  $l_{\max}$  は、横転限界高さ  $l_{0\max}$  よりも必ず小さい値となり、中心角「 $\theta$ 」が大きくなるほど、すなわち左右方向の重心位置「s」が垂直中心ラインから離れるほど小さい値となることがわかる。 30

【0048】

次に、上下方向の重心高さ「l（スモールエル）」と、左右方向の重心位置「s」との算出方法について説明する。

上下方向の重心高さ「l」及び左右方向の重心位置「s」は、加速度センサ 13 及び角速度センサ 14 の検出結果から求められる縦揺れ周波数「 $\nu$ 」、横揺れ周波数「 $V$ 」及び中心角度「 $\theta$ 」を用いて次式で表すことができる。 40

【0049】

【数 10】

$$l^2 + s^2 = \frac{b^2 \pi^2 \nu^2 - gl}{4 \pi^2 V^2 \cos \alpha}$$

【0050】

また、左右方向の重心位置「s」は、上下方向の重心高さ「l」と、加速度センサ 13 50

の検出結果から求められる縦揺れ周波数「 $v$ 」及び中心角度「 $\alpha$ 」とを用いて次式で表すことができる。

【 0 0 5 1 】

【 数 1 1 】

$$s = \left( \frac{\pi^2 v^2 b^2}{g} - 1 \right) \tan \alpha$$

【 0 0 5 2 】

さらに、【 数 1 1 】を【 数 1 0 】に代入することで、次式で示す上下方向の重心高さ「 $l$ 」による二次方程式が得られる。 10

【 0 0 5 3 】

【 数 1 2 】

$$(1 + \tan^2 \alpha) l^2 + \left( \frac{g}{4\pi^2 V \cos \alpha} - \frac{2\pi^2 v^2 b^2}{g} \tan \alpha \right) l + \frac{\pi^4 v^4 b^4}{g} \tan^2 \alpha - \frac{b^2 v^2}{4V^2 \cos \alpha} = 0$$

【 0 0 5 4 】

【 数 1 2 】において、二次係数、一次係数及び定数項は、求めた縦揺れ周波数「 $v$ 」、横揺れ周波数「 $V$ 」及び中心角度「 $\alpha$ 」を用いて特定することができる。従って、データ処理装置 3 では、求めた縦揺れ周波数「 $v$ 」、横揺れ周波数「 $V$ 」及び中心角度「 $\alpha$ 」を用いて【 数 3 】を演算することで上下方向の重心高さ「 $l$ 」を求め、さらに、【 数 2 】を演算することで左右方向の重心位置を「 $s$ 」を求める。なお、上下方向の重心高さを「 $l$ 」は、揺動中心軸 16 から被検出対象物 40 の重心 W までの高さであるため、載置板 10 の厚さや揺動中心軸 16 の半径が無視できない値である場合には、当該値を減算した結果を上下方向の重心高さを「 $l$ 」として求めると良い。 20

【 0 0 5 5 】

演算部 31 によって求められた横転限界高さ  $l_{max}$  と、上下方向の重心高さを「 $l$ 」と、左右方向の重心位置「 $s$ 」とは、報知部 34 によって出力される。報知部 34 は、例えば、図 7 に示すような報知画面 50 を報知部 34 に表示させ、横転限界高さ  $l_{max}$  と、上下方向の重心高さを「 $l$ 」と、左右方向の重心位置「 $s$ 」とを報知する。報知画面 50 には、上下方向を縦軸に、左右方向を横軸にしたグラフ 51 が設けられており、横転限界高さ  $l_{max}$  と、上下方向の重心高さを「 $l$ 」と、左右方向の重心位置「 $s$ 」とをグラフ化されて出力されるように構成されている。グラフ 51 において、 $x$  印が横転限界高さ  $l_{max}$  を、 $y$  印が上下方向の重心高さを「 $l$ 」及び左右方向の重心位置「 $s$ 」をそれぞれ示している。さらに、グラフ 51 中の点線は、左右方向の重心位置「 $s$ 」に応じた横転限界高さ  $l_{max}$  の予想曲線であり、転倒に至る左右方向の重心位置「 $s$ 」の限度を把握することができるようになっている。これにより、ユーザは、横転限界高さ  $l_{max}$ 、上下方向の重心高さを「 $l$ 」及び左右方向の重心位置「 $s$ 」を視覚的に簡単に認識することができる。また、報知画面 50 において、求めた縦揺れ周波数「 $v$ 」、横揺れ周波数「 $V$ 」及び中心角度「 $\alpha$ 」の表示欄や、揺動中心軸 16 を挟んだバネ 12 の間隔「 $b$ 」、FFT の条件等を入力することができる入力欄を設けるようにしても良い。 30 40

【 0 0 5 6 】

以上説明したように、第 1 の実施の形態では、振動検出装置 1（載置板 10 とバネ 12）と、載置板 10 に載置された被検出対象物 40 とを、基準面（載置板 10）の基準軸（揺動中心軸 16）を挟んだ両側がそれぞれ弾性力（バネ 12）によって支持された構造体とし、基準面（載置板 10）の上下方向の往復運動を検出する加速度センサ 13 と、被検出対象物 40 が静止状態における水平面に対する基準面（載置板 10）の基準軸（揺動中心軸 16）を中心とする回転方向の傾斜角「 $\alpha$ 」と加速度センサ 13 の検出結果に基づき、構造体（被検出対象物 40）の基準面（載置板 10）上の重心位置において、載置板 1 50

0に載置された被検出対象物40が回転方向に横転してしまう限界の重心高さを横転限界高さ $l_{max}$ として算出する演算部31とを備えている。この構成より、第1の実施の形態では、重量や重量分布が事前に明らかになっていない構造体においても、横転限界高さ $l_{max}$ を算出することができ、算出した横転限界高さ $l_{max}$ に基づいて、重量や重量分布が事前に明らかになっていない構造体の横転の危険性を判断することができるという効果を奏する。例えば、各種車両を模擬した振動検出装置1及び被検出対象物40を用い、被検出対象物40の重心高さ・位置を変更して横転限界高さ $l_{max}$ をそれぞれ算出することで、様々な状況における横転の危険性をシミュレーションすることが可能になる。

【0057】

さらに、第1の実施の形態では、演算部31において、弾性力(バネ12)によって構造体(被検出対象物40)の重心Wに働く回転方向の力が、重力に抗する復元力を得ることができなくなる重心高さを横転限界高さ $l_{max}$ として算出するように構成されている。この構成より、第1の実施の形態では、重量や重量分布が事前に明らかになっていない構造体においても、加速度センサ13の検出結果に基づき、簡単な計算式によって横転限界高さ $l_{max}$ を算出することができる。

10

【0058】

さらに、第1の実施の形態では、基準面(載置板10)の基準軸(揺動中心軸16)を中心とした回転を検出する角速度センサ14を具備し、演算部31において、角速度センサ14の検出結果から基準軸(揺動中心軸16)を中心とする揺動の中心角度 $\theta$ を静止状態の傾斜角 $\theta_0$ として求めるように構成されている。また、演算部31において、加速度センサ13の検出結果から基準面(載置板10)の上下方向の縦揺れ周波数 $\nu$ を求め、縦揺れ周波数 $\nu$ 及び揺動の中心角度 $\theta$ に基づき、横転限界高さ $l_{max}$ を算出するように構成されている。この構成より、第1の実施の形態では、静止状態の傾斜角を振動している状態で求めることができ、振動している状態で横転限界高さ $l_{max}$ を算出することができる。

20

【0059】

さらに、第1の実施の形態では、演算部31において、加速度センサ13及び角速度センサ14の検出結果に基づき、上下方向の基準軸(揺動中心軸16)から被検出対象物40の重心Wまでの重心高さを算出するように構成されている。この構成より、第1の実施の形態では、横転限界高さ $l_{max}$ と重心高さとに基づいて、構造体の横転の危険性を判断することができるという効果を奏する。

30

【0060】

(第2の実施の形態)

本発明の横転限界検出システムは、各種貨物自動車、各種バス、各種乗用車等の走行車両に搭載することができる。

第2の実施の形態では、貨物自動車としてコンテナを牽引するトレーラトラック60に本発明の横転限界検出システムを搭載している。

【0061】

トレーラトラック60は、図8及び図9を参照すると、コンテナ61と、コンテナ61が積載される荷台62を備えた台車としてのコンテナシャーシ63と、コンテナシャーシ63と連結してコンテナシャーシ63を牽引又は駆動させるトラクタ(牽引車両)64とを備えている。図8に示すように、コンテナ61がコンテナシャーシ63に積載された状態では、コンテナ61を含むトレーラトラック60の車重がトラクタ64及びコンテナシャーシ63のタイヤ65や、図示しないサスペンションによる緩衝用弾性力に支えられ、路面66から一定の高さで中立する。トレーラトラック60が走行すると、タイヤ65が路面66の凹凸を踏み続けることにより、ランダムな外乱がタイヤ65及び図示しないサスペンションを通してトレーラトラック60の車体に伝わる。

40

【0062】

なお、第2の実施の形態では、図8及び図9に示すように、荷台62の載置平面に対して垂直な方向を上下方向、トレーラトラック60の縦幅方向を前後方向、トレーラトラッ

50

ク60の横幅方向を左右方向とする。また、重力が作用する自重方向をZ軸方向、Z軸方向及び前後方向と直交する方向をX軸方向、Z軸方向及び左右方向と直交する方向をY軸方向とし、荷台62が水平な状態では、上下方向とZ軸方向とが、前後方向とY軸方向とが、左右方向とX軸方向とがそれぞれ一致する。

#### 【0063】

第2の実施の形態の横転限界検出システムは、トレーラトラック60の揺動を検出する振動検出器70と、データ処理装置3aとを備え、振動検出器70はトラクタ64の左右方向の中央に設置され、データ処理装置3はトラクタ64の室内に設置されている。なお、トレーラトラック60においては、コンテナシャーシ63とトラクタ64とが切り離し可能に構成されているため、便宜上、振動検出器70をトラクタ64に設置するように構成したが、貨物が載置される荷台62の揺動を正確に検出できるように、振動検出器70を荷台62に設置することが好ましい。

10

#### 【0064】

振動検出器70は、図10を参照すると、加速度センサ13と、角速度センサ14と、A/D変換器15とを備えている。なお、第1の実施の形態と同一の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。また、振動検出器70は、第1の実施の形態の振動検出装置1に対応する構成であり、振動検出装置1の載置板10、バネ12、揺動中心軸16が、それぞれコンテナシャーシ63の荷台62、タイヤ65と図示しないサスペンションによる緩衝用弾性力、トレーラトラック60(コンテナシャーシ63)の車軸に相当するものとして、トレーラトラック60の揺動を検出している。

20

#### 【0065】

データ処理装置3aは、演算部31と、記憶部32と、操作部33と、報知部34と、受信部35と、横転警告の判定を行う横転判定部37とを備え、各部はバス36によって接続されている。

#### 【0066】

振動検出器70の加速度センサ13の検出結果(上下方向の加速度)と、角速度センサ14の検出結果(回転方向の角速度)とは、データ処理装置3aに入力される。データ処理装置3aの演算部31は、第1の実施の形態と同様に、縦揺れ周波数「 $v$ 」及び中心角度「 $\theta$ 」に基づいて、左右方向に横転する横転限界高さ $l_{max}$ を算出すると共に、縦揺れ周波数「 $v$ 」、横揺れ周波数「 $V$ 」及び中心角度「 $\theta$ 」に基づいて、車軸から重心Wまでの上下方向の重心高さ「 $l$ 」と、車軸から重心Wまでの左右方向の重心位置「 $s$ 」とを算出する。

30

#### 【0067】

加速度センサ13の検出結果(上下方向の加速度)と、角速度センサ14の検出結果(回転方向の角速度)とは、データ処理装置3aに常時入力されており、データ処理装置3aの演算部31は、走行時一定期間毎に、横転限界高さ $l_{max}$ 、重心高さ「 $l$ 」及び重心位置「 $s$ 」を算出する。従って、横転限界高さ $l_{max}$ 、上下方向の重心高さ「 $l$ 」及び左右方向の重心位置「 $s$ 」は、リアルタイムで随時更新されていくことになる。なお、過去分の横転限界高さ $l_{max}$ と、上下方向の重心高さ「 $l$ 」及び左右方向の重心位置「 $s$ 」の変位とを記憶部32に記憶しておくようにしても良い。この場合には、横転限界高さ $l_{max}$ の変位や、上下方向の重心高さ「 $l$ 」及び左右方向の重心位置「 $s$ 」の変位を検証することで、横転事故等の原因解析を行うことができる。

40

#### 【0068】

横転判定部37は、演算部31によって算出された横転限界高さ $l_{max}$ と上下方向の重心高さ「 $l$ 」との差を監視することで、横転危険性の有無を判定し、横転危険性が高まると、すなわち横転限界高さ $l_{max}$ と上下方向の重心高さ「 $l$ 」との差が所定の横転判定閾値以下になると、横転警告を報知部34から出力させる。

#### 【0069】

演算部31によって求められた横転限界高さ $l_{max}$ と、上下方向の重心高さを「 $l$ 」と、左右方向の重心位置「 $s$ 」とは、報知部34によって出力される。報知部34は、例

50

例えば、図 11 に示すような報知画面 50a を報知部 34 に表示させ、リアルタイムで随時更新されていく横転限界高さ  $l_{max}$  と、上下方向の重心高さを「 $l$ 」と、左右方向の重心位置「 $s$ 」とを報知する。これにより、走行中の貨物の荷崩れや移動をリアルタイムに検知することができる。報知画面 50a には、トレーラトラック 60 を後部側から見たイラスト 52 が設けられており、イラスト 52 上に、横転限界高さ  $l_{max}$  と、上下方向の重心高さを「 $l$ 」と、左右方向の重心位置「 $s$ 」と出力されるように構成されている。イラスト 52 において、 $x$  印が現在の横転限界高さ  $l_{max}$  を、 $y$  印が現在の上下方向の重心高さを「 $l$ 」及び左右方向の重心位置「 $s$ 」をそれぞれ示している。さらに、イラスト 52 中の点線は、過去分の横転限界高さ  $l_{max}$  の推移を示しており、実線は、過去分の上下方向の重心高さを「 $l$ 」及び左右方向の重心位置「 $s$ 」の推移を示している。さらに、イラスト 52 中の網掛け箇所 53 は、横転判定部 37 によって横転警告が出力される範囲（横転判定閾値の範囲）を示している。これにより、運転手は、横転限界高さ  $l_{max}$ 、上下方向の重心高さを「 $l$ 」及び左右方向の重心位置「 $s$ 」を視覚的に捉え、横転危険性を容易に認識することができる。具体的には、上下方向の重心高さを「 $l$ 」と横転限界高さ  $l_{max}$  の差が直線走行時にすでに余裕の無い状態（0 に近い状態）であれば、速度を十分に落とさないとハンドルを切れないということが分る。また、上下方向の重心高さを「 $l$ 」と横転限界高さ  $l_{max}$  の差に余裕があっても、ステアリングを切り始めると、その差はぐっと小さくなってゆくのが視覚的に判断できるので、運転手は曲路の入り口の段階で、その後危険に陥るか否かを判断できる。

10

20

30

40

50

#### 【0070】

以上説明したように、第 2 の実施の形態では、トレーラトラック 60 を、荷台 62 の車軸を挟んだ両側がそれぞれ弾性力（タイヤ 65、図示しないサスペンション等）によって支持された構造体とし、荷台 62 の上下方向の往復運動を検出する加速度センサ 13 と、車軸を中心とした回転方向の単振り運動を検出する角速度センサ 14 と、加速度センサ 13 及び角速度センサ 14 の検出結果に基づき、トレーラトラック 60 の荷台 62 上の重心位置において、トレーラトラック 60 が回転方向に横転してしまう限界の重心高さを横転限界高さ  $l_{max}$  として算出する演算部 31 とを備えている。この構成より、第 2 の実施の形態では、トレーラトラック 60 等の走行車両において、走行中に横転限界高さ  $l_{max}$  を算出することができ、算出した横転限界高さ  $l_{max}$  に基づいて、走行中の走行車両の横転の危険性を判断することができるという効果を奏する。なお、荷台 62 のない乗用車等の走行車両についても、シャーシ等を基準面とすることで、横転限界高さ  $l_{max}$  を算出することができ、同様に走行中の走行車両の横転の危険性を判断することができる。また、横転限界高さ  $l_{max}$  の変化によって、タイヤ 65 の空気圧の異常やサスペンションのへたり等を検出することも可能になる。

#### 【0071】

さらに、第 2 の実施の形態では、演算部 31 において、加速度センサ 13 及び角速度センサ 14 の検出結果に基づき、上下方向の基準軸（揺動中心軸 16）から被検出対象物 40 の重心  $W$  までの重心高さを算出するように構成されている。また、第 2 の実施の形態では、演算部 31 によって算出された横転限界高さ  $l_{max}$  と重心高さとに基づいて、構造体（被検出対象物 40）の回転方向における横転危険性を判定する横転判定部 37 と、横転判定部 37 による判定結果を報知する報知部 34 とを備えている。この構成より、第 2 の実施の形態では、横転限界高さ  $l_{max}$  と重心高さとに基づいて、構造体の横転の危険性を判断することができるという効果を奏する。

#### 【0072】

（第 3 の実施の形態）

本発明の横転限界検出システムは、移動式もしくは固定式のクレーンに搭載することができる。

第 3 の実施の形態では、第 2 の実施の形態の振動検出器 70 とデータ処理装置 3a とが移動式のクレーンであるクレーン車 80 に搭載されている。

#### 【0073】

クレーン車 80 は、図 12 及び図 13 を参照すると、車輛 81 と、車輛 81 の搭載面 82 に旋回可能に搭載されている旋回台 83 と、旋回台 83 に伸縮及び起伏可能に設置されている伸縮ブーム 84 とを備えている。また、車輛 81 には、アウトリガー 85 が備わっており、クレーン作業は、アウトリガー 85 を車体横に張り出して、地面 86 に接地させることで車輛 81 を安定させた状態で行われる。

【0074】

なお、第 3 の実施の形態では、図 12 及び図 13 に示すように、搭載面 82 の載置平面に対して垂直な方向を上下方向、クレーン車 80 の縦幅方向を前後方向、クレーン車 80 の横幅方向を左右方向とする。また、重力が作用する自重方向を Z 軸方向、Z 軸方向及び前後方向と直交する方向を X 軸方向、Z 軸方向及び左右方向と直交する方向を Y 軸方向とし、搭載面 82 が水平な状態では、上下方向と Z 軸方向とが、前後方向と Y 軸方向とが、左右方向と X 軸方向とがそれぞれ一致する。

10

【0075】

クレーン車 80 においては、建設資材等の吊荷 87 がクレーン車 80 の運用耐荷重量より軽いにも拘わらず、吊り下げ上昇中に横転に至ることがある。このような横転事故は、軟弱地盤の地面 86 上でクレーン作業を行っている場合が多い。地面 86 が軟弱地盤である場合には、クレーン車 80 のエンジンや揚貨装置の振動が軟弱地盤に伝わり、軟弱地盤がクレーン車 80 と共にばね構造体を形成し、地面 86 が振動する。この地面 86 の振動がクレーン車 80 の固有運動を誘発し、横転事故に至ると考えられる。

【0076】

そこで、第 3 の実施の形態では、第 1 の実施の形態の振動検出装置 1 の載置板 10、パネ 12、揺動中心軸 16 が、それぞれ車輛 81 の搭載面 82、地面 86 (軟弱地盤) 及び車輛 81 の図示しないサスペンションやタイヤ 65、車輛 81 の車軸に相当するものとして、クレーン車 80 の揺動を検出している。

20

【0077】

以下、第 2 の実施の形態と同様に、クレーン作業時一定期間毎に、横転限界高さ  $l_{m a x}$ 、重心高さ「 $l$ 」及び重心位置「 $s$ 」を算出し、報知部 34 に表示させると共に、横転限界高さ  $l_{m a x}$  と上下方向の重心高さ「 $l$ 」との差を監視することで、横転危険性の有無を判定し、横転警告を報知部 34 から出力させる。

【0078】

なお、本発明が上記各実施の形態に限定されず、本発明の技術思想の範囲内において、各実施の形態は適宜変更され得ることは明らかである。また、上記構成部材の数、位置、形状等は上記実施の形態に限定されず、本発明を実施する上で好適な数、位置、形状等にすることができる。なお、各図において、同一構成要素には同一符号を付している。

30

【符号の説明】

【0079】

- 1 振動検出装置
- 3、3a データ処理装置
- 10 載置板
- 11 底板
- 12 パネ
- 13 加速度センサ
- 14 角速度センサ
- 15 A/D変換器
- 16 揺動中心軸
- 21 X軸規制用ガイド部
- 31 演算部
- 32 記憶部
- 33 操作部
- 34 報知部

40

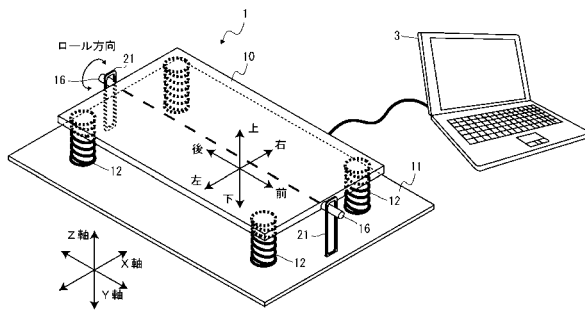
50

- 3 5 受信部
- 3 6 バス
- 3 7 横転判定部
- 4 0 被検出対象物
- 5 0、5 0 a 報知画面
- 5 1 グラフ
- 5 2 イラスト
- 5 3 網掛け箇所
- 6 0 トレーラトラック
- 6 1 コンテナ
- 6 2 荷台
- 6 3 コンテナシャーシ
- 6 4 トラクタ
- 6 5 タイヤ
- 6 6 路面
- 7 0 振動検出器
- 8 0 クレーン車
- 8 1 車輻
- 8 2 搭載面
- 8 3 旋回台
- 8 4 伸縮ブーム
- 8 5 アウトリガー
- 8 6 地面
- 8 7 吊荷

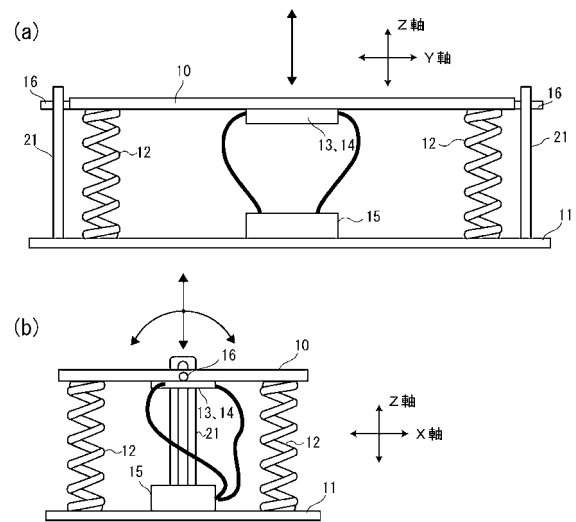
10

20

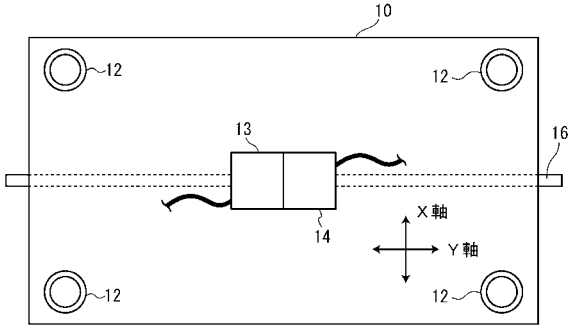
【 図 1 】



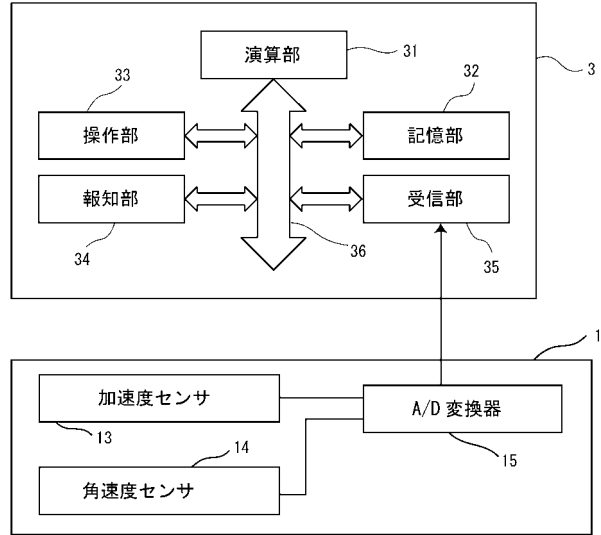
【 図 2 】



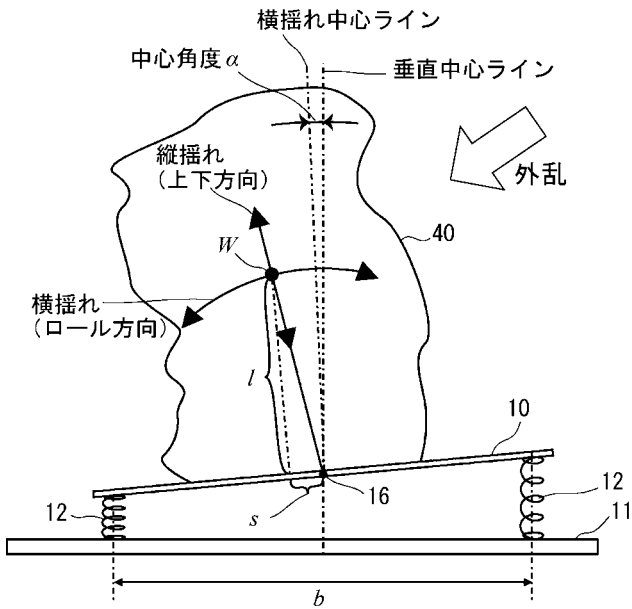
【図3】



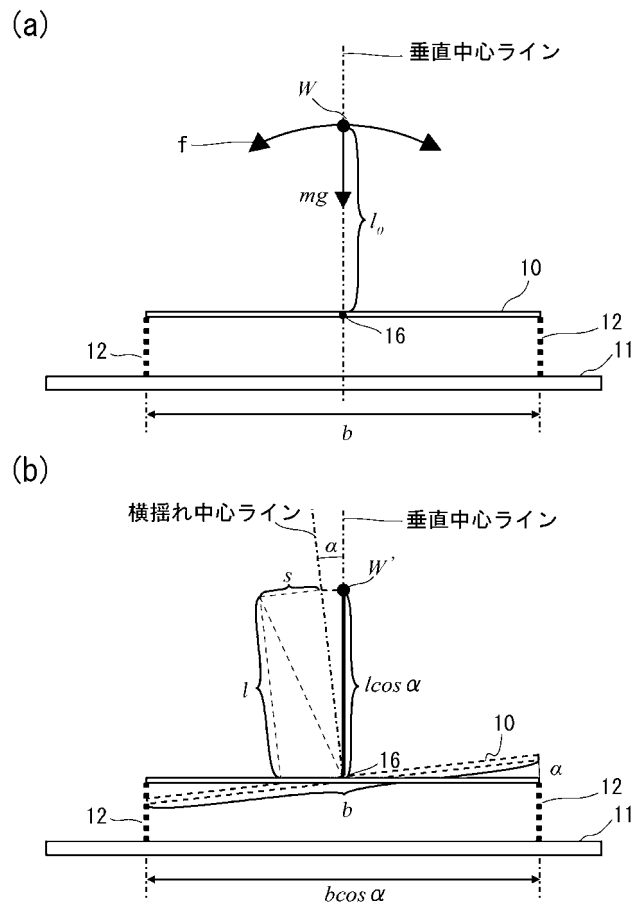
【図4】



【図5】

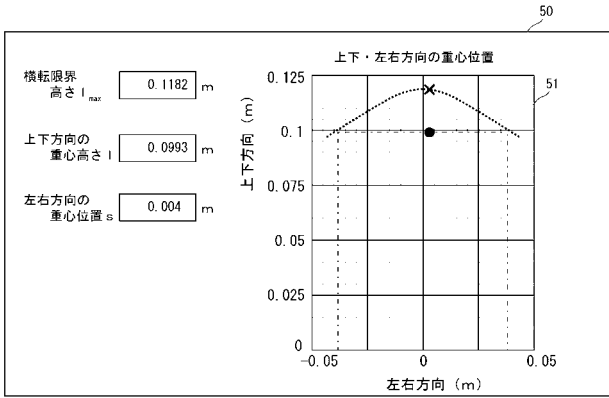


【図6】

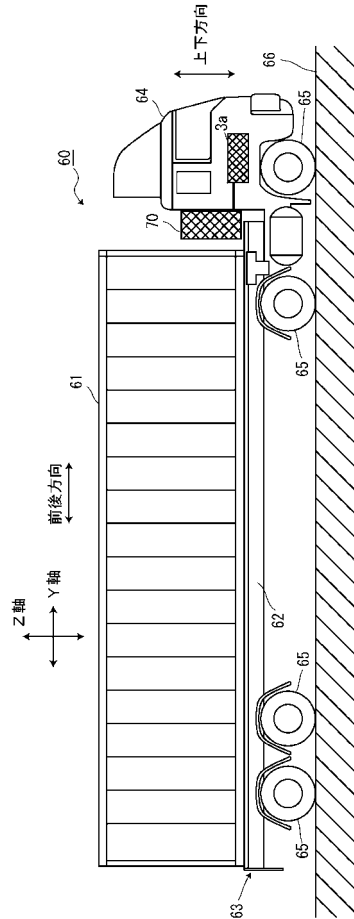




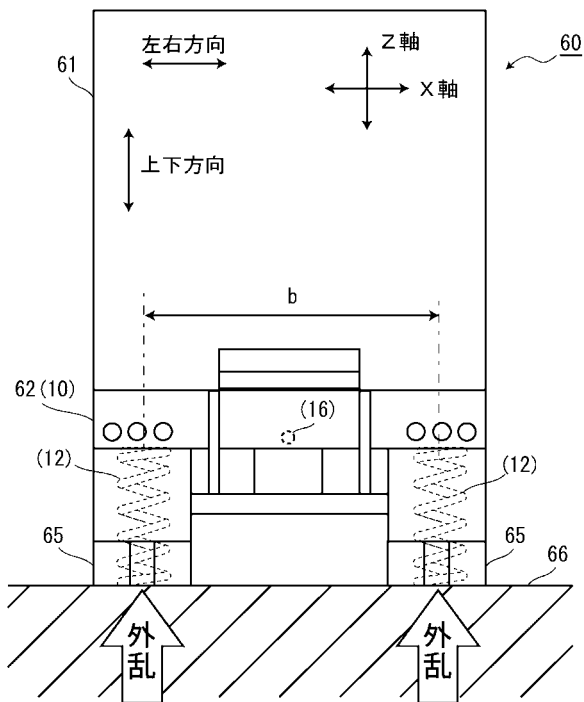
【 図 7 】



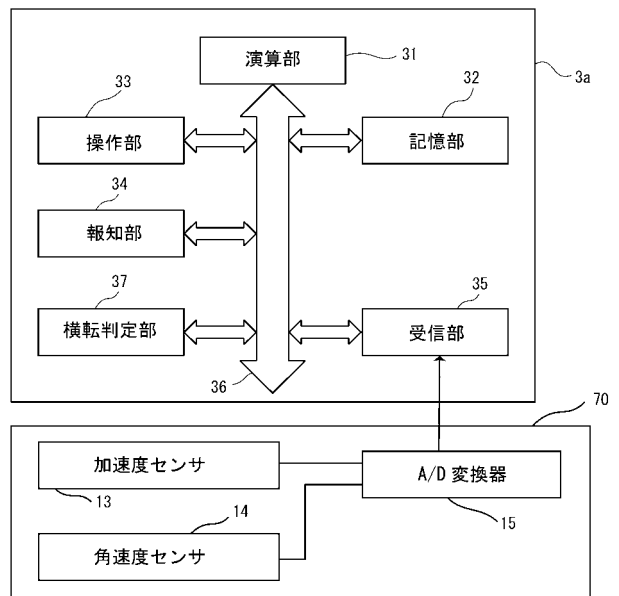
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】





## 【手続補正書】

【提出日】平成25年10月3日(2013.10.3)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

基準面の基準軸を挟んだ両側がそれぞれ弾性力によって支持された構造体と、  
前記基準面の上下方向の往復運動を検出する上下方向検出手段と、  
前記弾性力によって前記基準軸を挟んで前記構造体を支持している間隔と前記上下方向  
検出手段の検出結果とに基づき、前記構造体の重心が前記基準軸上に存在する場合におけ  
る、前記構造体が前記回転方向に横転してしまう限界の重心高さを横転限界高さとして算  
出する演算手段を具備することを特徴とする横転限界検出システム。

【請求項2】

前記演算手段は、前記弾性力によって前記構造体の重心に働く前記回転方向の力が、重  
力に抗する復元力を得ることができなくなる重心高さを前記横転限界高さとして算出する  
ことを特徴とする請求項1記載の横転限界検出システム。

【請求項3】

前記基準面の前記基準軸を中心とした回転を検出する回転方向検出手段を具備し、  
前記演算手段は、前記回転方向検出手段の検出結果から求めた前記基準面の静止状態の  
傾斜角を用いて、前記構造体の前記基準面上の重心位置における前記横転限界高さを算出  
することを特徴とする請求項2記載の横転限界検出システム。

【請求項4】

前記演算手段は、前記回転方向検出手段の検出結果から前記基準軸を中心とする揺動の  
中心角度を静止状態の前記傾斜角として求めることを特徴とする請求項3記載の横転限界  
検出システム。

【請求項5】

前記演算手段は、前記上下方向検出手段の検出結果から前記基準面の上下方向の縦揺れ  
周波数を求め、前記縦揺れ周波数及び前記揺動の中心角度に基づき、前記横転限界高さを  
算出することを特徴とする請求項4記載の横転限界検出システム。

【請求項6】

前記演算手段は、前記上下方向検出手段及び前記回転方向検出手段の検出結果に基づき  
、  
前記上下方向の前記基準軸から前記構造体の重心までの重心高さを算出することを特徴  
とする請求項3記載の横転限界検出システム。

【請求項7】

前記演算手段によって算出された前記横転限界高さと前記重心高さとに基づいて、前記  
構造体の前記回転方向における横転危険性を判定する横転判定手段と、

前記横転判定手段による判定結果を報知する報知手段とを具備することを特徴とする請  
求項6記載の横転限界検出システム。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0002

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0002】

した横転限界高さに基づいて、重量や重量分布が事前に明らかになっていない構造体の横  
転の危険性を判断することができる横転限界検出システムを提供することにある。

課題を解決するための手段

[ 0 0 0 6 ]

本発明の横転限界検出システムは、基準面の基準軸を挟んだ両側がそれぞれ弾性力によって支持された構造体と、前記基準面の上下方向の往復運動を検出する上下方向検出手段と、前記弾性力によって前記基準軸を挟んで前記構造体を支持している間隔と前記上下方向検出手段の検出結果とに基づき、前記構造体の重心が前記基準軸上に存在する場合における、前記構造体が前記回転方向に横転してしまう限界の重心高さを横転限界高さとして算出する演算手段を具備することを特徴とする。

さらに、横転限界検出システムにおいて、手段は、前記弾性力によって前記構造体の重心に働く前記回転方向の力が、重力に抗する復元力を得ることができなくなる重心高さを前記横転限界高さとして算出するようにしても良い。

さらに、横転限界検出システムにおいて、前記基準面の前記基準軸を中心とした回転を検出する回転方向検出手段を具備し、前記演算手段は、前記回転方向検出手段の検出結果から求めた前記基準面の静止状態の傾斜角を用いて、前記構造体の前記基準面上の重心位置における前記横転限界高さを算出するようにしても良い。

さらに、横転限界検出システムにおいて、前記演算手段は、前記回転方向検出手段の検出結果から前記基準軸を中心とする揺動の中心角度を静止状態の前記傾斜角として求めるようにしても良い。

さらに、横転限界検出システムにおいて、前記演算手段は、前記上下方向検出手段の検出結果から前記基準面の上下方向の縦揺れ周波数を求め、前記縦揺れ周波数及び前記揺動の中心角度に基づき、前記横転限界高さを算出するようにしても良い。

さらに、横転限界検出システムにおいて、前記演算手段は、前記上下方向

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0003

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0003】

検出手段及び前記回転方向検出手段の検出結果に基づき、前記上下方向の前記基準軸から前記構造体の重心までの重心高さを算出するようにしても良い。

さらに、横転限界検出システムにおいて、前記演算手段によって算出された前記横転限界高さと同重心高さとに基づいて、前記構造体の前記回転方向における横転危険性を判定する横転判定手段と、前記横転判定手段による判定結果を報知する報知手段とを具備するようにしても良い。

発明の効果

[ 0 0 0 7 ]

本発明によれば、基準面の上下方向の往復運動と、基準軸を中心とした回転方向の角度とに基づいて、構造体が横転してしまう限界の重心高さを横転限界高さとして算出することで、算出した横転限界高さに基づいて、重量や重量分布が事前に明らかになっていない構造体の横転の危険性を判断することができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[ 0 0 0 8 ]

[ 図 1 ] 本発明に係る横転限界検出システムの第 1 の実施の形態の構成を示す斜視図である。

[ 図 2 ] 図 1 に示す振動検出装置の側面図である。

[ 図 3 ] 図 2 に示す載置板の形状及びバネの配置を説明するための説明図である。

[ 図 4 ] 図 1 に示すデータ処理装置の構成を示すブロック図である。

[ 図 5 ] 図 1 に示す振動検出装置の動作を説明するための説明図である。

[ 図 6 ] 図 1 に示す振動検出装置の動作を説明するための説明図である。

[ 図 7 ] 図 4 に示す報知部に出力される報知画面例を示す図である。

[ 図 8 ] 本発明に係る横転限界検出システムの第 2 の実施の形態が搭載されたトレーラトラックの構成を示す側面図である。

[ 図 9 ] 本発明に係る横転限界検出システムの第 2 の実施の形態が搭載されたトレーラトラックの構成を示す背面図である。

[ 図 1 0 ] 本発明に係る横転限界検出システムの第 2 の実施の形態の構成を示すブロック図である。

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/081322

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01M1/12(2006.01) i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01M1/00-1/38		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2013 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) JSTPlus (JDreamII)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Shizuka JIN, Yutaka WATANABE, "Sanjigen Jushin Kenchi Riron ni Motozuku Daishajo Kamotsu no Jushin Kenchi Jikken", The Society of Packaging Science & Technology, Japan Dai 20 Kai Nenji Taikai Koen Yokoshu, The Society of Packaging Science & Technology, Japan, 07 July 2011 (07.07.2011), pages 112 to 113	1-7
Y	JP 2011-133297 A (Nippon Sharyo, Ltd.), 07 July 2011 (07.07.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:		
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E"	earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
Date of the actual completion of the international search 05 February, 2013 (05.02.13)		Date of mailing of the international search report 26 February, 2013 (26.02.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/081322

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-131301 A (Robert Bosch GmbH), 31 May 2007 (31.05.2007), entire text; all drawings & JP 2001-523620 A & US 6756890 B1 & EP 1030798 A & WO 1999/026823 A1 & DE 19751891 A & DE 59804005 D	1-7
Y	WO 2008/062867 A1 (Tokyo University of Marine Science and Technology), 29 May 2008 (29.05.2008), entire text; all drawings & JP 4517107 B & US 2010/0198492 A1 & EP 2090874 A1	1-7
A	JP 4-191179 A (Hino Motors, Ltd.), 09 July 1992 (09.07.1992), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 6-265433 A (Suzuki Motor Corp.), 22 September 1994 (22.09.1994), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 11-083534 A (Mitsubishi Motors Corp.), 26 March 1999 (26.03.1999), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 56-138230 A (Hitachi Zosen Corp.), 28 October 1981 (28.10.1981), entire text; all drawings (Family: none)	1-7

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 2 / 0 8 1 3 2 2									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01M1/12(2006.01)i											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01M1/00-1/38											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2013年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2013年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2013年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2013年	日本国実用新案登録公報	1996-2013年	日本国登録実用新案公報	1994-2013年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2013年										
日本国実用新案登録公報	1996-2013年										
日本国登録実用新案公報	1994-2013年										
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語) JSTPlus(JDreamII)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号									
Y	任静, 渡邊豊, 三次元重心検知理論に基づく台車上貨物の重心検知実験, 日本包装学会第20回年次大会講演予稿集, 日本包装学会, 2011.07.07, pp.112-113	1-7									
Y	JP 2011-133297 A (日本車輛製造株式会社) 2011.07.07, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7									
Y	JP 2007-131301 A (ロベルト・ボッシュ・ゲゼルシャフト・ミット・ベシュレンクテル・ハフツング) 2007.05.31, 全文, 全図	1-7									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。											
* 引用文献のカテゴリー		の日の後に公表された文献									
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの		「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの									
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの									
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)		「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの									
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献									
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願											
国際調査を完了した日 05.02.2013		国際調査報告の発送日 26.02.2013									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 高橋 亨	2 J   4 0 7 6								
		電話番号 03-3581-1101	内線 3252								



国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 2 / 0 8 1 3 2 2
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
	& JP 2001-523620 A & US 6756890 B1 & EP 1030798 A & WO 1999/026823 A1 & DE 19751891 A & DE 59804005 D	
Y	WO 2008/062867 A1 (国立大学法人東京海洋大学) 2008.05.29, 全文, 全図 & JP 4517107 B & US 2010/0198492 A1 & EP 2090874 A1	1-7
A	JP 4-191179 A (日野自動車工業株式会社) 1992.07.09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 6-265433 A (スズキ株式会社) 1994.09.22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 11-083534 A (三菱自動車工業株式会社) 1999.03.26, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 56-138230 A (日立造船株式会社) 1981.10.28, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。