

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6454294号  
(P6454294)

(45) 発行日 平成31年1月16日 (2019. 1. 16)

(24) 登録日 平成30年12月21日 (2018. 12. 21)

(51) Int. Cl.

F 1

A 6 2 B 35/00 (2006.01)

A 6 2 B 35/00

A

A 6 2 B 35/00

Z

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2016-73665 (P2016-73665)  
 (22) 出願日 平成28年3月31日 (2016. 3. 31)  
 (65) 公開番号 特開2017-184774 (P2017-184774A)  
 (43) 公開日 平成29年10月12日 (2017. 10. 12)  
 審査請求日 平成30年2月22日 (2018. 2. 22)

(73) 特許権者 000004226  
 日本電信電話株式会社  
 東京都千代田区大手町一丁目5番1号  
 (74) 代理人 110001634  
 特許業務法人 志賀国際特許事務所  
 (72) 発明者 塚田 信吾  
 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日  
 本電信電話株式会社内  
 (72) 発明者 中島 寛  
 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日  
 本電信電話株式会社内  
 (72) 発明者 住友 弘二  
 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日  
 本電信電話株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 状態評価装置及び状態評価方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

支点固定具近傍の安全帯に付設された第1の動きセンサから前記支点固定具の動きに関する情報を取得する取得部と、

取得された前記支点固定具の動きに関する情報に基づいて作業者の状態を評価する評価部と、

を備え、

前記取得部は、作業者の動きを計測する第2の動きセンサから前記作業者の動きに関する情報と、前記作業者の生体情報を取得する生体センサから前記生体情報と、をさらに取得し、

前記評価部は、取得された前記支点固定具の動きに関する情報と、前記作業者の動きに関する情報と、前記生体情報とに基づいて前記作業者の状態を評価し、

前記評価部は、前記支点固定具の動きに関する情報から得られる判定結果と、前記作業者の動きに関する情報から得られる判定結果と、前記生体情報から得られる判定結果とを用いて、前記判定結果の尤度を求めることによって前記支点固定具の支点固定の危険性と、前記作業者の身体由来の危険性とを判定する状態評価装置。

【請求項 2】

前記評価部は、前記支点固定具の動きに関する情報から前記支点固定具の固定状況を判定する、請求項 1 に記載の状態評価装置。

【請求項 3】

10

20

前記評価部は、前記作業者の動きに関する情報から前記作業者の身体の揺れの状態を判定する、請求項 1 に記載の状態評価装置。

【請求項 4】

前記評価部は、前記生体情報から前記作業者の身体の異常を判定する、請求項 1 に記載の状態評価装置。

【請求項 5】

前記取得部によって過去に取得された情報を履歴として保持する履歴データベースをさらに備え、

前記評価部は、前記履歴データベースから事前確率を求め、前記支点固定具の支点固定の危険性と、前記作業者の身体由来の危険性と、前記事前確率とに基づいて総合的に前記作業者の状態を評価する、請求項 1 に記載の状態評価装置。

【請求項 6】

支点固定具に付設された第 1 の動きセンサから前記支点固定具の動きに関する情報と、作業者の動きを計測する第 2 の動きセンサから前記作業者の動きに関する情報と、前記作業者の生体情報を取得する生体センサから前記生体情報と、を取得する取得ステップと、取得された前記支点固定具の動きに関する情報と、前記作業者の動きに関する情報と、前記生体情報とに基づいて前記作業者の状態を評価する評価ステップと、

を有し、

前記取得ステップにおいて、前記作業者の足場の動きを計測する第 3 の動きセンサから前記足場の動きに関する情報と、環境情報を取得する環境センサから前記環境情報と、をさらに取得し、

前記評価ステップにおいて、取得された前記支点固定具の動きに関する情報と、前記作業者の動きに関する情報と、前記生体情報と、前記足場の動きに関する情報と、環境情報を取得する環境センサから前記環境情報と、に基づいて前記作業者の状態を評価する状態評価方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高所作業等の安全保持技術に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、高所作業での安全確保には、安定した支点到固定具を掛け、固定具により命綱（例えば、ロープ、スリング及びテープ類）を介して身体に装着した安全ベルト又はハーネスを結合状態とし、落下事故を防ぐことが必要である（例えば、非特許文献 1 及び非特許文献 2 参照）。安全確保に多くの道具・手順・安全基準・注意点検事項・訓練・日々の努力がなされているが転落等の事故は発生しており解決策が求められている。事故の原因としては、安全確保手順の不備や省略、体調不良などがあり、防止できるものも少なくない。

【0003】

安全確保には、支点到固定具の確実な結合と作業者の体調管理が不可欠であり、安全手順と自己点検だけでなくセンサ等による安全監視が望ましい。しかし、高所作業中のセンサ類による安全管理システムの導入は、動作環境の制約、安全装置の簡素化要求により進んでいない。安全装置の簡素化要求としては、安全装置のいたずらな複雑化により現場における混乱の原因となりやすいことや、過大な装備の追加により作業への負担が増えることや、作業の障害になるなどの複数の原因となるためである。特に、安全確保用の支点到（アンカー）への固定具（カラビナ等）の確実な設置固定は安全のために必須である。通常、2 つ以上の固定具を用いて、身体移動の際には必ず一つは支点到に固定し、他方を支点到から外して次の支点到に固定するというルールが用いられる。

【先行技術文献】

【非特許文献】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 4 】

【非特許文献 1】“安全帯の規格”、[online]、平成 14 年 3 月 14 日、平成 14 年厚生労働省告示第 38 号、[平成 28 年 3 月 18 日検索]、インターネット<URL:<http://anzen.info.mhlw.go.jp/anzen/hor/hombun/hor1-11/hor1-11-22-1-0.htm>>

【非特許文献 2】“安全帯の正しい使い方”、[online]、日本安全帯研究会編、[平成 28 年 3 月 18 日検索]、インターネット<URL:[http://www.safety-kinki.meti.go.jp/kouzan/downloadfiles/H27tsuiraku\\_kenshuu/anzentai.pdf](http://www.safety-kinki.meti.go.jp/kouzan/downloadfiles/H27tsuiraku_kenshuu/anzentai.pdf)>

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 0 5 】

10

しかしながら、上記ルールが不注意もしくは意図的省略により守られない場合がある。このような場合には、事故発生の原因につながってしまう可能性がある。さらに、作業者は、長時間作業による疲労や、体調不良による集中力の低下により不注意を生じることがあり、近年においては高齢化と高齢化に伴う有病率の増加によりその危険性が高まりつつある。体調不良を事前に察知し、安全地帯に避難する、救急処置を行うなどの対策が求められるが高所作業中に作業員全員の体調を監督することは難しい。そこで、作業員の状態を定量的に評価できる装置が求められている。

## 【 0 0 0 6 】

上記事情に鑑み、本発明は、作業員の状態を定量的に評価することができる技術の提供を目的としている。

20

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 7 】

本発明の一態様は、支点固定具近傍の安全帯に付設された第 1 の動きセンサから前記支点固定具の動きに関する情報を取得する取得部と、取得された前記支点固定具の動きに関する情報に基づいて前記作業員の状態を評価する評価部と、を備える状態評価装置である。

## 【 0 0 0 8 】

本発明の一態様は、上記の状態評価装置であって、前記取得部は、作業員の動きを計測する第 2 の動きセンサから前記作業員の動きに関する情報と、前記作業員の生体情報を取得する生体センサから前記生体情報と、をさらに取得し、前記評価部は、取得された前記支点固定具の動きに関する情報と、前記作業員の動きに関する情報と、前記生体情報とに基づいて前記作業員の状態を評価する。

30

## 【 0 0 0 9 】

本発明の一態様は、上記の状態評価装置であって、前記評価部は、前記支点固定具の動きに関する情報から得られる判定結果と、前記作業員の動きに関する情報から得られる判定結果と、前記生体情報から得られる判定結果とを用いて、前記判定結果の尤度を求めることによって前記支点固定具の支点固定の危険性と、前記作業員の身体由来の危険性とを判定する。

## 【 0 0 1 0 】

本発明の一態様は、上記の状態評価装置であって、前記評価部は、前記支点固定具の動きに関する情報から前記支点固定具の固定状況を判定する。

40

## 【 0 0 1 1 】

本発明の一態様は、上記の状態評価装置であって、前記評価部は、前記作業員の動きに関する情報から前記作業員の身体の揺れの状態を判定する。

## 【 0 0 1 2 】

本発明の一態様は、上記の状態評価装置であって、前記評価部は、前記生体情報から前記作業員の身体の異常を判定する。

## 【 0 0 1 3 】

本発明の一態様は、上記の状態評価装置であって、前記取得部によって過去に取得された情報を履歴として保持する履歴データベースをさらに備え、前記評価部は、前記履歴デ

50

ータベースから事前確率を求め、前記支点固定具の支点固定の危険性と、前記作業者の身体由来の危険性と、前記事前確率とに基づいて総合的に前記作業者の状態を評価する。

【 0 0 1 4 】

本発明の一態様は、支点固定具に付設された第 1 の動きセンサから前記支点固定具の動きに関する情報と、作業者の動きを計測する第 2 の動きセンサから前記作業者の動きに関する情報と、前記作業者の生体情報を取得する生体センサから前記生体情報と、を取得する取得ステップと、取得された前記支点固定具の動きに関する情報と、前記作業者の動きに関する情報と、前記生体情報とに基づいて前記作業者の状態を評価する評価ステップと、を有する状態評価方法である。

【 0 0 1 5 】

本発明の一態様は、上記の状態評価方法であって、前記取得ステップにおいて、前記作業者の足場の動きを計測する第 3 の動きセンサから前記足場の動きに関する情報と、環境情報を取得する環境センサから前記環境情報と、をさらに取得し、前記評価ステップにおいて、取得された前記支点固定具の動きに関する情報と、前記作業者の動きに関する情報と、前記生体情報と、前記足場の動きに関する情報と、環境情報を取得する環境センサから前記環境情報と、に基づいて前記作業者の状態を評価する評価ステップと、を有する。

【発明の効果】

【 0 0 1 6 】

本発明により、作業者の状態を定量的に評価することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 7 】

【図 1】本発明における安全保持装置の具体例を示す図である。

【図 2】支点固定具 1 の係留固定位置を説明するための図である。

【図 3】図 2 の各状態における動きセンサの振れと移動の特徴を説明するための図である。

【図 4】図 3 ( A ) ~ 図 3 ( D ) の状態で動きセンサ 3 により計測された結果を示す図である。

【図 5】支点固定具 1 を支点 4 に固定しなかった場合の計測の結果を示す図である。

【図 6】状態評価装置 10 の機能構成を表す概略ブロック図である。

【図 7】評価部 102 の具体的な処理を説明するための図である。

【図 8】支点固定具 1 が二つの場合の評価部 102 の具体的な処理を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 8 】

以下、本発明の一実施形態を、図面を参照しながら説明する。

[ 概略 ]

本発明における安全保持システムでは、安全保持装置に付設された動きセンサと、作業者の身体に直接的又は間接的に接する生体センサと、作業者の身体に直接的又は間接的に接する動きセンサとから取得された情報に基づいて、作業者の状態を定量的に評価する。動きセンサは、例えば加速度センサである。安全保持装置には、支点固定具と、命綱と、安全ベルト（ハーネス）とが含まれる。支点固定具は、例えばカラビナ、アンカーロープ、フック等である。命綱は、例えばロープ、スリング及びテープ類等である。そして、安全保持システムでは、評価結果を作業員や作業員以外の人物にフィードバックすることによって作業員の現在の状態を通知する。

このように構成されることによって、作業員の状態を定量的に評価することができる。そして、作業員及び作業員以外の人物は、評価結果を見ることによって作業員の現在の状態を把握することができる。作業員以外の人物は、例えば作業管理者である。これにより、作業員及び作業員以外の人物は、事故を未然に防ぐための行動をとることができる。

【 0 0 1 9 】

[ 詳細 ]

まず、本実施形態において用いる機器及び装置について説明する。

動きセンサは、支点固定具に直接的又は間接的に付設される。また、動きセンサは、作業者の身体（例えば、上半身）の動きを計測可能な位置に取り付けられる。動きセンサは、支点固定具の動きに関する情報（例えば、角度、加速度及び移動）を取得する。動きセンサは、取得した情報を含む取得データを状態評価装置に出力する。また、動きセンサは、作業者の動きに関する情報を取得する。動きセンサは、取得データを状態評価装置に出力する。なお、動きセンサは、バッテリーを内蔵した無線方式が望ましい。

生体センサは、作業者の生体情報を取得する。生体情報は、例えば心拍数、心臓の活動電位、体温、音声の出力レベル、血圧等の値である。生体センサは、取得データを状態評価装置に出力する。

10

#### 【0020】

状態評価装置は、動きセンサ及び生体センサによって取得された取得データに基づいて、作業者の状態を定量的に評価する。状態評価装置は、例えば小型軽量の専用端末、スマートフォンやスマートウォッチ及びタブレット等の情報処理装置を用いて構成される。状態評価装置は、評価結果を作業者及び作業者以外の人物のいずれか又は両方に逐次通知する。例えば、状態評価装置は、評価結果を音、振動、光及び映像等で通知する。これにより、作業者は、自身の状態を把握し、安全手順に従った作業を徹底することができる。また、作業者以外の人物は、作業者に対して注意喚起を徹底することができる。また、状態評価装置は、評価結果を、他の装置（例えば、ホストコンピュータ等）に出力する。これにより、状態評価装置は、作業者以外の人物に評価結果を通知することができる。

20

以下、具体的な処理について説明する。

#### 【0021】

図1は、本発明における安全保持装置の具体例を示す図である。図1では、安全保持装置の具体例として、4パターンの安全保持装置を示している。図1(A)では、支点固定具1に接続する命綱2の支点固定具1近傍に動きセンサ3を付設した安全保持装置の一例を示している。図1(A)のように構成されることによって、動きセンサ3は支点固定具1の動き（振動、移動）及び支点固定具1の設置状態に関する情報を取得することができる。支点固定具1の設置状態に関する情報とは、例えば支点固定具1の角度の情報を表す。

#### 【0022】

図1(B)では、支点固定具1に直接動きセンサ3を取り付けた安全保持装置の一例を示している。図1(B)のように構成されることによって、動きセンサ3は図1(A)よりも支点固定具1の動き（振動）及び支点固定具1の設置状態に関する情報を直接的に取得することができる。

30

図1(C)では、支点固定具1を支点4に固定した状態において直接動きセンサ3を取り付けた安全保持装置の一例を示している。

#### 【0023】

図1(D)では、支点固定具1の他に胸バンド5と、安全ベルト6とを含む安全保持装置において、胸バンド5に動きセンサ付き生体信号トランスミッタ7と、生体センサ8とを取り付けて、支点固定具1に動きセンサ3を取り付けた安全保持装置の一例を示している。作業者は、安全確保の必要のない状態や、作業場所の移動時に安全ベルト6に設けられる支点固定具ホルダ9に支点固定具1を吊り下げる。動きセンサ付き生体信号トランスミッタ7は、作業者の動きを計測することによって計測結果を取得する。動きセンサ付き生体信号トランスミッタ7は、計測結果を状態評価装置に出力する。また、動きセンサ付き生体信号トランスミッタ7は、生体センサ8による計測結果を取得する。動きセンサ付き生体信号トランスミッタ7は、計測結果を状態評価装置に出力する。

40

なお、安全保持装置は、上記の4つに限定される必要はない。

#### 【0024】

図2は、支点固定具1の係留固定位置を説明するための図である。支点固定具1の係留固定位置としては、以下の4つのパターンが想定される。

50

図 2 ( A ) では、作業者の腰の位置と同じ又は腰の位置以上の高さに位置している支点 4 に支点固定具 1 を固定した状態を示している。図 2 ( B ) では、支点固定具ホルダ 9 に支点固定具 1 を吊り下げて固定した状態と、支点固定具 1 を垂れ下げて固定した状態とを示している。支点固定具ホルダ 9 に支点固定具 1 を吊り下げて固定した状態としては、移動時や地上作業中に邪魔にならないように支点固定具 1 を安全ベルト 6 (ハーネス) に付けられたループやフック等に掛けられている状態である。図 2 ( C ) では、作業者の腰の位置よりも低い位置にある支点 4 に支点固定具 1 を固定した状態を示している。支点固定具 1 に接する、又は、支点固定具 1 の近傍に付設された動きセンサ 3 は、支点固定具 1 が支点 4 に係留されている場合、静止しているか、もしくは支点固定具 1 の支点を頂点とした振り運動を行う。この振り運動により、動きセンサ 3 は、一定の特徴量を持った角度、加速度及び移動を含む取得データを出力する。これにより、出力された取得データを元に、支点固定具 1 が支点到に係留されているかが把握可能である。

#### 【 0 0 2 5 】

図 3 は、図 2 の各状態における動きセンサの振れと移動の特徴を説明するための図である。なお、図 3 における a、b、b 1、b 2、c、d は、支点固定具 1 の状況と、支点固定具 1 の運動する角度を模式的に表している。図 3 ( A ) のように支点固定具 1 が支点 4 に固定されている場合、支点固定具 1 は不動の支点を中心とした振り運動 a を行う。そのため、動きセンサ 3 は、その動きに応じた角度、加速度及び移動を取得することができる。そして、動きセンサ 3 は、取得した取得データを状態評価装置に出力する。これにより、出力された取得データを元に、支点固定具 1 が支点到に係留されているかが把握可能である。

#### 【 0 0 2 6 】

図 3 ( B ) のように支点固定具 1 が安全ベルト 6 の支点固定具ホルダ 9 に固定されている場合、支点固定具 1 は身体の動き b と同様の動き b 1 に加え、身体の動きによる横や縦の運動、体動によって動揺を受けて支点固定具ホルダ 9 を支点とした振り運動 c 2 を行う。そのため、動きセンサ 3 及び動きセンサ付き生体信号トランスミッタ 7 は、その動きに応じた特徴量を有する、角度、加速度、移動を取得することができる。そして、動きセンサ 3 及び動きセンサ付き生体信号トランスミッタ 7 は、取得した取得データを状態評価装置に出力する。これにより、動きセンサ 3 から出力された取得データを元に、支点固定具 1 が支点到に係留されているかが把握可能である。また、動きセンサ付き生体信号トランスミッタ 7 から出力された取得データを元に、作業者のふらつきの有無を把握可能である。

#### 【 0 0 2 7 】

図 3 ( C ) のように支点固定具 1 が支点 4 に固定されず垂れ下がった状態の場合、支点固定具 1 は図 3 ( A ) と上下が逆転し、安全ベルト 6 を支点とした命綱 2 の長さの不連続な振り運動 d を行う。図 3 ( C ) のように支点固定具 1 が誤って身体から垂れ下がり、安全ベルト 6 (ハーネス) の支点固定具ホルダ 9 にもかけられず、支点 4 にもかかっていない危険性の高い状況では、命綱 2 の安全ベルト 6 への接合点を頂点とした大きな振り運動 d を行い、かつ、動きセンサ 3 の上下が逆転状態となる。そのため、動きセンサ 3 は、その動きに応じた特徴量を有する、角度、加速度、移動を取得することができる。そして、動きセンサ 3 は、取得した取得データを状態評価装置に出力する。これにより、出力された取得データを元に、支点固定具 1 が垂れ下がった危険性のある状態であることが把握可能である。

#### 【 0 0 2 8 】

図 3 ( D ) のように支点固定具 1 が支点 4 に固定されている場合、つまり腰の位置よりも低い位置に支点 4 がある場合、命綱 2 が張っている状態では支点固定具 1 は図 3 ( A ) と上下が逆転もしくは横方向となり、支点 4 を中心とした不連続な振り運動 b を行う。図 3 ( B ) のように支点 4 に支点固定具 1 が固定されているものの、作業者の位置が支点よりも高い位置で作業している比較的危険度の高い状況では、命綱 2 の安全ベルト 6 との接合点を頂点とし、支点 4 により振り運動が抑制された周期運動を行い、かつ、動きセ

ンサ 3 が上下逆転または横向き状態となる。そのため、動きセンサ 3 は、その動きに応じた特徴量を有する、角度、加速度、移動を取得することができる。そして、動きセンサ 3 は、取得した取得データを状態評価装置に出力する。これにより、出力された取得データを元に、身体が支点 4 よりも高い位置にあり、危険性のある状態であることが把握可能である。比較的危険度の高い状況とは、転落した際に作業者に強い衝撃がかかり、なおかつ振り子運動により体を壁や柱などに衝突させる危険性がある状況である。

【 0 0 2 9 】

上記の図 3 ( A ) ~ 図 3 ( D ) の状態では、それぞれ異なる特徴量を有する、角度、加速度及び移動が動きセンサ 3 によって取得される。そのため、状態評価装置は、動きセンサ 3 から出力された取得データに基づいて、支点固定具 1 がどのような状態であるのかを評価することができる。

10

【 0 0 3 0 】

図 4 は、図 3 ( A ) ~ 図 3 ( D ) の状態で動きセンサ 3 により計測された結果を示す図である。図 4 において、縦軸は加速度を表し、横軸は時刻を表す。図 4 には上下に 2 つの計測結果を示している。図 4 の上に示す線グラフ 1 1、1 2 及び 1 3 は動きセンサ 3 を支点固定具 1 に接続した命綱 2 上に固定し、計測した動きセンサ 3 の X Y Z の加速度  $m/s^2$  ( X チャンネル ( 線グラフ 1 1 )、Y チャンネル ( 線グラフ 1 2 ) 及び Z チャンネル ( 線グラフ 1 3 ) ) を示した図である。

【 0 0 3 1 】

図 4 における支点固定正常位置 A で示される範囲の計測結果は、図 3 ( A ) のように支点固定具 1 を支点 4 に固定した状態の計測結果を表す。図 4 におけるホルダ固定 B で示される範囲の計測結果は、図 3 ( B ) のように支点固定具 1 が安全ベルト 6 の支点固定具ホルダ 9 に固定されている状態の計測結果を表す。図 4 における支点固定具下垂 C で示される範囲の計測結果は、図 3 ( C ) のように支点固定具 1 が支点到固定されず垂れ下がった状態の計測結果を表す。図 4 における身体高位支点下位 D で示される範囲の計測結果は、図 3 ( D ) のように支点固定具 1 が支点 4 に固定されている場合、つまり腰の位置よりも低い位置に支点 4 がある状態の計測結果を表す。図 4 に示すように、図 3 ( A ) ~ 図 3 ( D ) の各状態で異なる計測結果が得られていることが分かる。

20

【 0 0 3 2 】

また、図 4 の下に示す線グラフ 1 4、1 5 及び 1 6 は、図 4 の上と同時に動きセンサ付き生体信号トランスミッタ 7 により計測した、身体 ( 体幹 ) の X Y Z 角度 ( 相対値 ) である。各状態により特徴的な信号が記録される。支点固定正常位置 A においては、支点 4 を頂点とした相対角度を示した。ホルダ固定 B では、動きセンサ付き生体信号トランスミッタ 7 と近似した加速度変化を示し、相関が高い。支点固定具下垂 C では上下反転し、支点固定具 1 が身体や柱と衝突した際の衝撃波形が散見される。身体高位支点下位 D では、上下動や横向きになる外、支点により加速度が相対的に変化する。

30

【 0 0 3 3 】

図 5 は、支点固定具 1 を支点 4 に固定しなかった場合の計測の結果を示す図である。図 5 において、縦軸は加速度を表し、横軸は時刻を表す。図 5 では、身体のふらつきの際の動きセンサ 3 の計測結果を示す。支点固定正常位置 A にて、身体のふらつき ( 矢印 ) と動きセンサ 3 ( 上グラフ ) と動きセンサ付き生体信号トランスミッタ 7 ( 下グラフ ) の関係を示した。身体のふらつきの際には、動きセンサ 3 よりも動きセンサ付き生体信号トランスミッタ 7 により早く、大きな加速度変化が記録され、図 5 に示す支点固定状態によるデータとは異なる特徴が示された。

40

【 0 0 3 4 】

図 6 は、状態評価装置 1 0 の機能構成を表す概略ブロック図である。

状態評価装置 1 0 は、バスで接続された C P U ( Central Processing Unit ) やメモリや補助記憶装置などを備え、評価プログラムを実行する。評価プログラムの実行によって、状態評価装置 1 0 は、取得部 1 0 1、評価部 1 0 2、出力制御部 1 0 4、出力部 1 0 5 を備える装置として機能する。なお、状態評価装置 1 0 の各機能の全て又は一部は、A S

50

I C (Application Specific Integrated Circuit) や P L D (Programmable Logic Device) や F P G A (Field Programmable Gate Array) 等のハードウェアを用いて実現されてもよい。また、評価プログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録されてもよい。コンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、例えばフレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置である。また、評価プログラムは、電気通信回線を介して送受信されてもよい。

#### 【0035】

取得部101は、動きセンサ3、動きセンサ付き生体信号トランスミッタ7及び生体センサ8によって取得された取得データを取得する。取得部101は、取得した取得データを評価部102及び履歴データベース103に出力する。

10

評価部102は、取得部101から出力された取得データに基づいて、作業者の現在の状態を評価する。評価部102の具体的な処理については後述する。評価部102は、評価結果を出力制御部104に出力する。

#### 【0036】

履歴データベース103は、磁気ハードディスク装置や半導体記憶装置などの記憶装置を用いて構成される。履歴データベース103は、取得部101によって取得された取得データ(動きセンサ3、動きセンサ付き生体信号トランスミッタ7及び生体センサ8によって取得された取得データ)を、取得したセンサに対応付けて記憶する。

#### 【0037】

20

出力制御部104は、評価部102の評価結果に基づいて出力部105を制御する。例えば、出力制御部104は、評価結果が作業者の状態として危険な状態を示している場合には、出力部105を制御して注意を促す情報を出力させる。注意を促す情報としては、評価結果に基づいて危険な状態を示している内容によって決定される。例えば、支点固定具1に関する支点固定がなされていない場合、出力制御部104は、支点固定がなされていないことを示す情報を出力部105に出力させる。出力の態様としては、音、振動、光及び映像等など挙げられる。

出力部105は、出力制御部104の制御に従って、注意を促す情報を出力する。また、出力部105は、評価結果を他の装置(例えば、ホストコンピュータ等)に出力してもよい。

30

#### 【0038】

図7は、評価部102の具体的な処理を説明するための図である。なお、図7では、支点固定具1が一つの場合を例に説明する。

評価部102は、支点固定具1に付設された動きセンサ3から取得された取得データに基づいて支点固定具1の固定有無を判定する。また、評価部102は、支点固定具1に付設された動きセンサ3から取得された取得データと、動きセンサ付き生体信号トランスミッタ7によって取得された取得データとの相関からホルダ固定の判定と、支点位置から身体ふらつき判定、生体情報から身体の異常の有無を判定する。また、評価部102は、履歴データベース103に記憶されている取得データを用いて事前確率を算出する。また、評価部102は、判定結果の尤度から支点固定の危険性と身体由来の危険性とを判定する。支点固定の危険性とは、支点固定具1の固定について安全ではない確率を表す。支点固定の危険性は、支点固定具1に付設された動きセンサ3から取得された取得データに基づく判定結果から得られる。身体由来の危険性とは、身体の異常、ふらつきについて安全ではない確率を表す。身体由来の危険性は、動きセンサ付き生体信号トランスミッタ7によって取得された取得データと、生体情報とに基づく判定結果から得られる。評価部102は、支点固定の危険性と、身体由来の危険性と、事前確率とから総合的に危険性を評価する。そして、評価部102は、評価結果に応じて作業者や作業者以外の人物に評価結果を通知し、安全対策を促す。

40

#### 【0039】

以上のように構成された状態評価装置10は、支点固定具1に付設された動きセンサ3

50



から得られた取得データと、身体の動きを計測する動きセンサ付き生体信号トランスミッタ7から得られた取得データと、生体センサ8により得られた取得データとを用いて、支点固定具1の固定状況、作業者の身体のふらつきなどの身体の揺れの状態及び身体の異常があるか否かを判定する。そのため、作業者の状態を定量的に評価することが可能となる。

#### 【0040】

疾病や体調不良等は、めまい、ふらつき、意識障害、心臓発作等による直接的な事故原因だけでなく、注意力の低下や安全手順の省略などの間接的な事故要因となりうる。そこで、本発明のように、身体の動きを計測する動きセンサを取り付けることによって、通常の作業とは異なる身体の動揺を捉えることが可能となる。

10

また、支点固定具1に直接的又は間接的に付設した動きセンサ3と、身体の動きを計測する動きセンサのデータを用いることにより、身体の異常な動揺であるのか、支点が揺れるなどの外的要因による動揺なのかを把握することができる。

#### 【0041】

生体センサ8を設けることによって、異常を生じた作業者の状態を察知することが可能となる。例えば、作業者の胸部に生体電極を装着することによって、心電から心臓疾患、発作の有無、心拍数及び心拍数の揺らぎから、不整脈の有無、自律神経のバランス、緊張状態、熱中症や脱水などの状況を推測することができる。また、骨格筋上に装着された生体電極やストレッチセンサにより、骨格筋の疲労や回復状態を知ることができ、休憩のタイミングや、必要性を知ることができる。さらに、頭部に装着された生体電極によって、脳波や筋電、眼球電位により、意識状態や集中力などの概要を知ることができる。さらに、手首や耳などの皮膚上に血流センサを装着することにより、血行動態や心拍数、おおまかな自律神経バランス、緊張状態、熱中症の可能性などを推測することもできる。

20

#### 【0042】

また、身体に温度湿度センサを装着することによって、体温または被服内温度から、熱中症や脱水症のリスクも評価することができる。上記生体センサの単独または複数の組み合わせによるデータと、支点固定具1の固定状況のデータとを合わせることで、総合的な危険度を評価することが可能となる。

#### 【0043】

さらに、動きセンサ3の信号と、生体センサ8並びに作業履歴から、作業者の現時点の危険度や、将来危険度を算出することができる。例えば、作業履歴ならびに安全固定具の状態、ヒヤリハット件数、事故の事象と、動きセンサならびに生体情報の時系列データを蓄積することによって、安全手順のミス発生と疲労の関係性、ヒヤリハット、事故発生と体調不良の関係性から危険度を算出することができる。上記の判定結果を作業者または監督者にフィードバックすることにより、早期に安全策を講じることが可能なシステムを例示している。

30

#### 【0044】

##### <変形例>

状態評価装置10は、支点固定具1に付設された動きセンサ3から取得された取得データに基づいて、支点固定具1の固定状況を判定し、判定結果に基づいて支点固定の危険性を判定するように構成されてもよい。このように構成される場合、状態評価装置10は、支点固定の危険性と、履歴データベース103に記憶されている取得データから事前確率を求め、支点固定の危険性と、事前確率とに基づいて総合的に作業者の状態を評価する。

40

#### 【0045】

状態評価装置10は、評価結果を他の装置に出力するように構成されてもよい。このように構成される場合、状態評価装置10は、データ及び判定結果を逐次もしくは間欠的にホストコンピュータ等の上位装置に送信する。このように構成されることによって作業管理者が作業者の安全を監督し、適切な指示を出すことができる。

動きセンサの設置場所は、支点固定具1と身体に限定されるものではない。例えば、動きセンサは、作業ゴンドラ、吊り橋、電線などの作業者の足場の動きを検出可能な位置に

50

設置されてもよい。この場合、状態評価装置 10 は、動きセンサ 3 から取得したデータと、動きセンサ付き生体信号トランスミッタ 7 から取得したデータと、作業の足場の動きのデータとを収集することによって体動、安全確保状況、足場安定性、支点の安定性を個別に評価することが可能になる。

#### 【0046】

動きセンサの取得データの分析は、上記の特徴を判定するものであれば特に限定されず、演算方式は以下のいずれの方法が用いられてもよい。例えば、第 1 の方法として、角度、加速度、移動の時系列データを用いて、合成された支点 4 の動揺から判定する方法が挙げられる。また、第 2 の方法として、取得データの各種（線形）演算後に、閾値を用いて判定する方法が挙げられる。また、第 3 の方法として、教師データを用いて、線形または非線形機械学習等の学習器により各種パラメータの特徴量から判定する方法が挙げられる。

10

#### 【0047】

電柱や吊り橋、高圧線ケーブル上、作業ゴンドラが吊り下げ式など、支点固定具 1 の支点 4 が不安定で揺れるなど、支点 4 の安定性が状況により異なる使用環境においては、状況に応じて教師データを与え、線形または非線形機械学習等の学習器により各種パラメータの特徴量から判定する方法が最も望ましい。

#### 【0048】

動きセンサ 3 は、加速度センサに限定される必要はない。例えば、動きセンサ 3 は、角度、傾き、移動及び振動のいずれか又は全てを感知するセンサであればどのようなセンサであってもよい。なお、動きセンサ 3 は、加速度センサ、ジャイロ、方位センサ、角度センサ、振動子、角度スイッチ等を単独又は組み合わせて用いることができる。動きセンサ 3 は、取得データを有線で出力してもよい。

20

#### 【0049】

危険度の算出法は特に限定されず、各種の統計手法を用いることができる。特にベイズ統計的に事前確率と直近の計測値から事後確率を求める方法や、複数の要素からデータ同化による統計的判定、線形もしくは非線形の分離器を用いた機械学習による判定を例示することができる。特に時系列情報を扱う点から、ベイズ統計を基盤とした状態空間モデルを用いた評価法は適合しやすい。

#### 【0050】

30

支点固定具 1 に付設された動きセンサ 3 による安全確保状況のセンシング方法は、感圧センサ、光学式センサ、磁気式センサ、（カラビナ、鍵、フックの）ロック位置センサ等を支点固定具 1 内に設置するセンシング法と比較して、下記の 1 から 5 の点で優位性がある。

1．作業環境や種別、企業、国、地域により安全規格が多種多様な支点及び支点固定具に対し、専用の各種センサを内蔵させる加工を施す必要がなく、既存の支点固定具 1 に動きセンサ 3 を内蔵した小型無線トランスミッタを取り付けるだけで実施できる点。

2．従来型の接触式センサや光学式センサを支点固定具 1 に内蔵させる方式（接触状態、牽引力の有無が計測できるが、基本的に支点 3 への接続の有無を判定するものであり、どこにどのようにつながっているかはわからない）に対して、支点固定具 1 に取り付けた動きセンサ 3 は、上記のように支点 3 にどのようにつながっているかという安全確保に関する、より多くの情報を収集できる点。

40

3．センサそのものに機械的ストレスがかからないため、寿命やメンテナンス面で有利な点。

4．安全保持装置（支点固定具 1、安全ベルト 6 など）の更新や交換の際にセンサ（例えば、動きセンサ 3、動きセンサ付き生体信号トランスミッタ 7 及び生体センサ 8）を取り外して継続的に使用できる点。

5．無線式センサであればアースや信号線と電氣的に接続されず、漏電や感電、短絡を誘発する危険がない点。

#### 【0051】

50

評価部 102 は、図 8 に示す各種センサからの情報に基づいて作業者の状態を評価するように構成されてもよい。図 8 は、支点固定具 1 が二つの場合の評価部 102 の具体的な処理を説明するための図である。図 8 には、二つの支点固定具 1 それぞれに付設される動きセンサ 3 と、動きセンサ付き生体信号トランスミッタ 7 と、足場動きセンサと、生体センサと、環境センサとが示されている。足場動きセンサは、作業者の足場（例えば、ゴンドラなど）に設けられ、足場の動きに関する情報を取得する。環境センサは、環境情報を取得する。環境情報は、温度、湿度、天気情報などである。このように構成される場合、評価部 102 は、動きセンサ 3 から取得された取得データから各支点固定具 1 の固定状況（例えば、支点到固定、ホルダに固定、固定されていない等）を判定する。

【0052】

10

また、評価部 102 は、動きセンサ付き生体信号トランスミッタ 7 から取得された取得データと、動きセンサ 3 から取得された取得データとから支点位置を判定する。また、評価部 102 は、足場動きセンサから取得された取得データから足場の動揺の有無を判定する。また、評価部 102 は、動きセンサ付き生体信号トランスミッタ 7 から取得された取得データから身体の高さの付きの有無を判定する。また、評価部 102 は、生体センサ 8 から取得された取得データから身体の高さの異常の有無、緊張の有無及び高熱の有無を判定する。また、評価部 102 は、環境センサから取得された取得データから高温環境であるか低温環境であるかを判定する。

【0053】

そして、評価部 102 は、これらの判定結果を用いて支点固定危険性及び身体由来危険性を判定する。支点固定危険性及び身体由来危険性の判定方法は、上記の通りである。その後、評価部 102 は、支点固定危険性と、身体由来危険性と、事前確率から作業者の総合的な危険性を評価する。このように構成されることによって、図 7 よりも高い精度で作業者の状態を定量的に評価することができる。

20

【0054】

以上、この発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

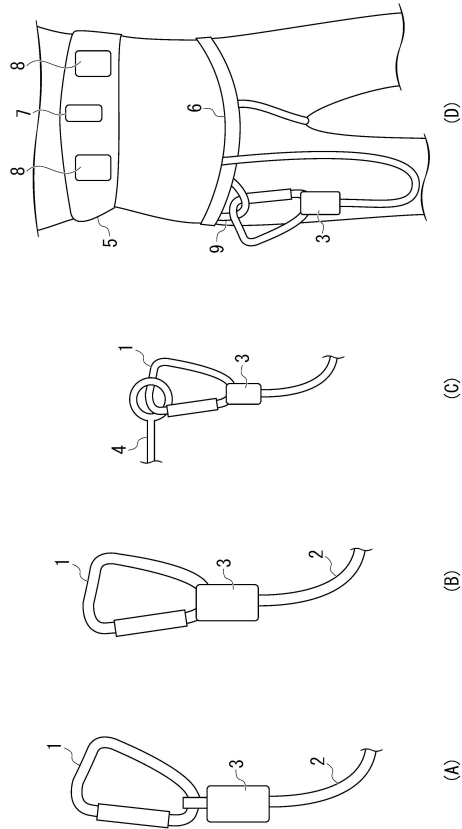
【符号の説明】

【0055】

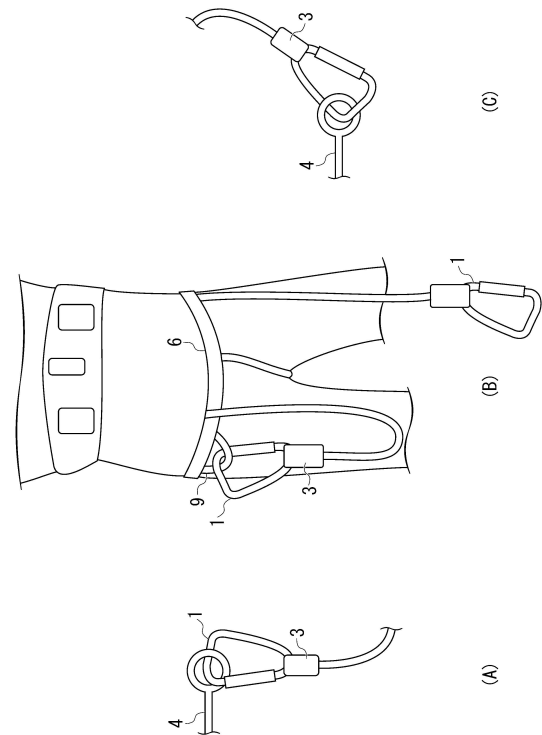
30

1 ... 支点固定具, 2 ... 命綱, 3 ... 動きセンサ, 4 ... 支点, 5 ... 胸バンド, 6 ... 安全ベルト, 7 ... 動きセンサ付き生体信号トランスミッタ, 8 ... 生体センサ, 9 ... 支点固定具ホルダ, 10 ... 状態評価装置, 101 ... 取得部, 102 ... 評価部, 103 ... 履歴データベース, 104 ... 出力制御部, 105 ... 出力部

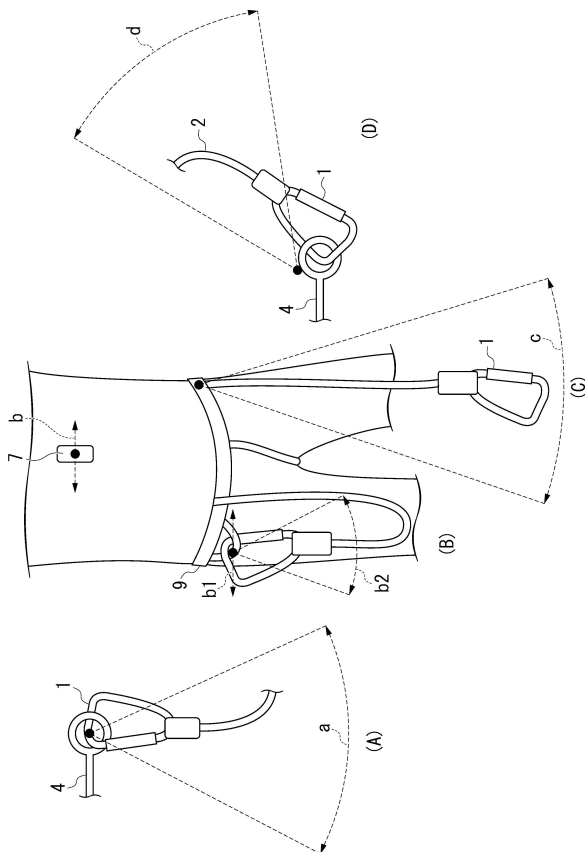
【図 1】



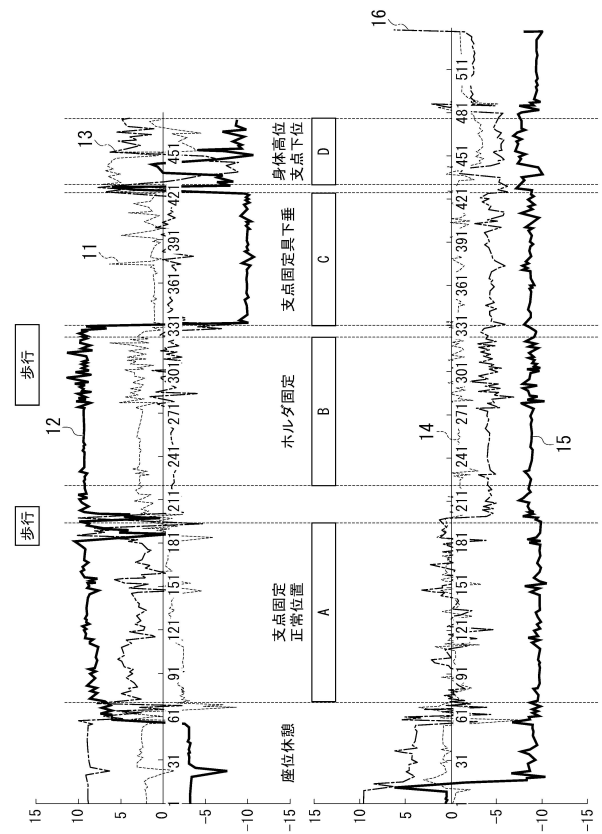
【図 2】



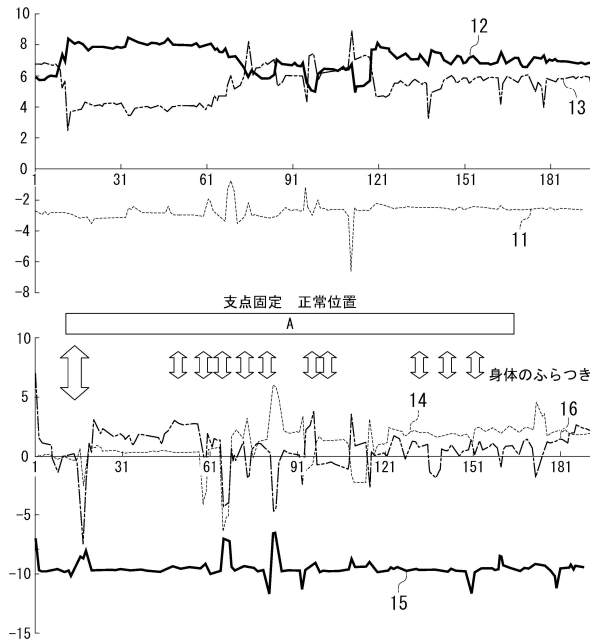
【図 3】



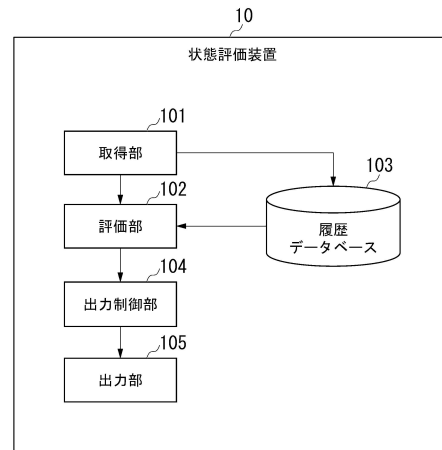
【図 4】



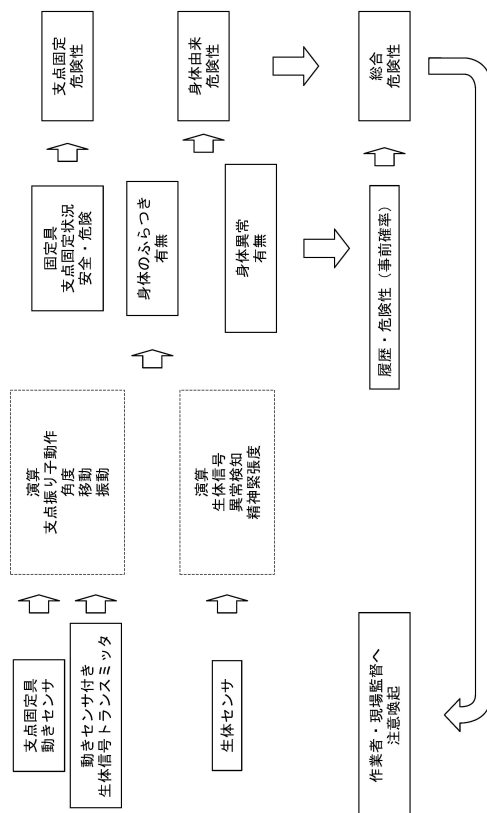
【図 5】



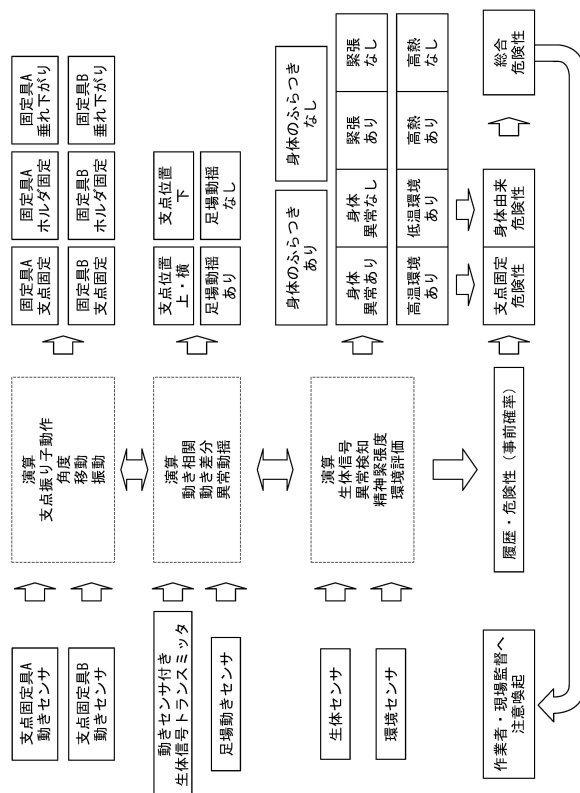
【図 6】



【図 7】



【図 8】



---

フロントページの続き

(72)発明者 河西 奈保子

東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内

審査官 楠永 吉孝

(56)参考文献 特開2010-046325(JP,A)

特開2016-038665(JP,A)

韓国公開特許第10-2013-0138421(KR,A)

特開2013-022217(JP,A)

特開2011-015794(JP,A)

特開2014-140545(JP,A)

特開2014-025330(JP,A)

特開2013-092923(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A62B 35/00

G08B 21/02