

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5082942号  
(P5082942)

(45) 発行日 平成24年11月28日(2012.11.28)

(24) 登録日 平成24年9月14日(2012.9.14)

(51) Int.Cl.

**B66B 5/02 (2006.01)**

F 1

B 6 6 B 5/02  
B 6 6 B 5/02C  
F

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2008-59836 (P2008-59836)  
 (22) 出願日 平成20年3月10日 (2008.3.10)  
 (65) 公開番号 特開2009-214988 (P2009-214988A)  
 (43) 公開日 平成21年9月24日 (2009.9.24)  
 審査請求日 平成22年11月11日 (2010.11.11)

(73) 特許権者 000006013  
 三菱電機株式会社  
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号  
 (74) 代理人 100082175  
 弁理士 高田 守  
 (74) 代理人 100106150  
 弁理士 高橋 英樹  
 (74) 代理人 100142642  
 弁理士 小澤 次郎  
 (72) 発明者 川村 智信  
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内  
 審査官 大塚 多佳子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】エレベータのロープ横揺れ検出装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

エレベータが備えられた建物に設けられ、複数の検出軸を有する加速度計と、前記加速度計によって検出された各検出軸方向の加速度に基づいて、エレベータのロープに発生する横振幅を推定して算出するロープ横揺れ検出手段と、を備え、

前記加速度計は、前記建物に揺れが発生していない状態で水平に配置されたX軸及びY軸からなる検出軸、並びに、鉛直に配置されたZ軸からなる検出軸を有し、

前記ロープ横揺れ検出手段は、

前記加速度計によって検出されたZ軸方向の加速度に基づいて、前記加速度計のZ軸の鉛直方向に対する傾きを算出する傾斜角算出部と、

前記加速度計によって検出された各検出軸方向の加速度、及び、前記傾斜角算出部によって算出された傾きに基づいて、前記建物に作用する水平方向の加速度を算出するベクトル合成部と、

前記ベクトル合成部によって算出された前記建物の加速度を時間積分する時間積分部と、前記時間積分部の算出結果に基づいて、前記ロープの横振幅を算出するロープ横振幅推定部と、

を備えたことを特徴とするエレベータのロープ横揺れ検出装置。

## 【請求項 2】

10

20

加速度計は、互いに直交する3つの検出軸を有することを特徴とする請求項1に記載のエレベータのロープ横揺れ検出装置。

【請求項3】

加速度計は、エレベータが備えられた建物の頂部に設置されたことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のエレベータのロープ横揺れ検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、エレベータのロープに横揺れが発生した時の振幅（横振幅）を推定して算出するエレベータのロープ横揺れ検出装置に関するものである。

10

【背景技術】

【0002】

強風或いは揺れの周期が長い長周期地震等によって、高層の建物が1次の固有振動数でゆっくり揺れ続けると、エレベータのロープがこの建物の横揺れに共振して、上記ロープの振幅が大きくなってしまうことがある。エレベータ昇降路内には、種々の機器類が取り付けられているため、横揺れが発生したロープの振幅が大きくなると、ロープが昇降路内の機器に接触して機器損傷を引き起こしたり、昇降路内の突出物（例えば、上記機器を支持する支持部材等）に引っ掛けたりする恐れがあった。

【0003】

このような課題を解決するための従来技術として、エレベータが備えられた建物に波動エネルギー感知器を設置することにより、この波動エネルギー感知器の出力に応じてエレベータを制御するように構成したものが知られている（例えば、特許文献1参照）。具体的に、特許文献1記載のものでは、波動エネルギー感知器からエレベータの制御装置に対して、強風を検知したことを示す強風信号と強風のレベルを示す複数の信号とが出力される。そして、各信号を受信したエレベータの制御装置では、強風レベルに応じて減速運転、中間階待機、停止等の管制運転を実施する。

20

【0004】

【特許文献1】特開平5-319720号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0005】

特許文献1に記載のものによれば、強風によって建物がゆっくり揺れた場合であっても、建物の揺れ自体を捉えることは可能である。しかし、この建物に備えられたエレベータのロープがどれだけ揺れているかを判断することができないという問題があった。

【0006】

なお、現在では、エレベータ機械室等に地震計（加速度計）を設置することにより、この地震計によって長周期地震ではない通常の地震による建物の揺れを検出し、エレベータを管制運転に移行させるように構成したものも実現されている。しかし、このようなエレベータでは、地震を検出するために設定された加速度レベルが大きく、強風や長周期地震等によって建物がゆっくり揺れた際に、その揺れを加速度計によって検出することができないという問題があった。

40

【0007】

また、高層の建物が強風や長周期地震等によってゆっくり揺れると、地震計が設置されている建物の頂部の振幅は非常に大きなものとなる。即ち、建物の頂部に設置されている地震計の検出軸も大きく傾いてしまう。このため、強風や長周期地震等によって発生する建物の揺れを上記地震計を利用して検出しようとしても、検出軸の傾きに起因する誤差が大きく、その出力値（加速度）から正確なロープの振幅を推定することはできなかった。

【0008】

この発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、その目的は、加速度計の検出軸の傾きを考慮することにより、強風や長周期地震等によって建物がゆっくり揺

50

れた場合でも、この建物に備えられたエレベータのロープの横振幅を正確に推定することができるエレベータのロープ横揺れ検出装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

この発明に係るエレベータのロープ横揺れ検出装置は、エレベータが備えられた建物に設けられ、複数の検出軸を有する加速度計と、加速度計によって検出された各検出軸方向の加速度に基づいて、エレベータのロープに発生する横振幅を推定して算出するロープ横揺れ検出手段と、を備え、加速度計は、建物に揺れが発生していない状態で水平に配置されたX軸及びY軸からなる検出軸、並びに、鉛直に配置されたZ軸からなる検出軸を有し、ロープ横揺れ検出手段は、加速度計によって検出されたZ軸方向の加速度に基づいて、加速度計のZ軸の鉛直方向に対する傾きを算出する傾斜角算出部と、加速度計によって検出された各検出軸方向の加速度、及び、傾斜角算出部によって算出された傾きに基づいて、建物に作用する水平方向の加速度を算出するベクトル合成部と、ベクトル合成部によって算出された建物の加速度を時間積分する時間積分部と、時間積分部の算出結果に基づいて、ロープの横振幅を算出するロープ横振幅推定部と、を備えたものである。

10

【発明の効果】

【0010】

この発明によれば、加速度計の検出軸の傾きを考慮することにより、強風や長周期地震等によって建物がゆっくり揺れた場合でも、この建物に備えられたエレベータのロープの横振幅を正確に推定することができるようになる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

この発明をより詳細に説明するため、添付の図面に従ってこれを説明する。なお、各図中、同一又は相当する部分には同一の符号を付しており、その重複説明は適宜に簡略化ないし省略する。

【0012】

実施の形態1.

図1はこの発明の前提となるエレベータのロープ横揺れ検出装置を示す構成図である。先ず、図1に基づいて、この発明の前提となるエレベータのロープ横揺れ検出装置の構成について説明する。

30

図1において、長周期振動感知装置は、横揺れが発生したエレベータのロープの振幅を推定するために必要な部品、具体的には、加速度計1及びロープ横揺れ検出手段2のみで構成される。この長周期振動感知装置は、ロープ横揺れ検出装置の要部を構成する。

【0013】

加速度計1は、エレベータが据え付けられた建物の頂部、例えば、エレベータ昇降路の上方にあるエレベータ機械室に設置されている。なお、加速度計1は、建物の何れの場所に設置されていても構わない。しかし、建物の揺れの検出レンジを広げる（検出精度を上げる）ためには、加速度計1を建物の頂部付近に設置するのが望ましい。

【0014】

加速度計1は、直交する2つの検出軸（X軸及びY軸）を有し、各検出軸が地表に対して平行な平面上に配置されている。即ち、加速度計1の各検出軸は、水平に配置されている。そして、加速度計1からは、検出された一方の検出軸方向の加速度（以下、「X軸加速度1a」という）と、他方の検出軸方向の加速度（以下、「Y軸加速度1b」という）とが出力される。

40

【0015】

上記ロープ横揺れ検出手段2は、加速度計1によって検出された各検出軸方向の加速度に基づいて、エレベータのロープに横揺れが発生した時のロープの振幅（横振幅）を推定（算出）する機能を有する。また、ロープ横揺れ検出手段2は、推定されたロープの横振幅に基づいて、エレベータに適切な管制運転を行わせる機能も有している。

【0016】

50

具体的に、ロープ横揺れ検出手段 2 に入力された X 軸加速度 1 a と Y 軸加速度 1 b とは、バンドパスフィルター（BPF）3 a 及び 3 b において高周波成分のノイズが除去された後、增幅器 4 a 及び 4 b において所定倍の信号増幅が行われ、ADC 5 に入力される。そして、ロープ横振幅演算回路 6 において、ロープの横振幅の推定（算出）等が行われる。

#### 【0017】

上記ロープ横振幅演算回路 6 には、例えば、加速度データ取得部 7、ベクトル合成部 8、時間積分部 9、ロープ横振幅推定部 10、レベル判定部 11 が備えられる。

具体的に、ロープ横振幅演算回路 6 では、加速度データ取得部 7 により、ADC 5 から 2 軸（X 軸、Y 軸）の加速度データ（ $a_x, a_y$ ）を取得し、この取得した 2 軸の加速度データをベクトル合成部 8 において合成する。即ち、ベクトル合成部 8 により、上記加速度データ（ $a_x, a_y$ ）を合成したベクトル合成値（ $a$ ）が算出される。

#### 【0018】

そして、時間積分部 9 においてベクトル合成値（ $a$ ）を時間積分することにより、時間積分値（ $a(t)$ ）を取得し、この時間積分値（ $a(t)$ ）に基づき、ロープ横振幅推定部 10 においてロープの横振幅を推定（算出）する。即ち、ロープ横振幅推定部 10 により、横揺れが発生したロープの振幅の推定値（ $L_v(t)$ ）が求められる。

なお、上記ベクトル合成値（ $a$ ）及びロープの横振幅の推定値（ $L_v(t)$ ）を得るために、例えば、次式が用いられる。

#### 【0019】

##### 【数1】

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} \quad \cdots (1)$$

#### 【0020】

##### 【数2】

$$L_v(t) = \frac{1 - e^{-\zeta \omega_0 t}}{\zeta \omega_0 t} \cdot \frac{\pi(c_1 + c_2)}{8\omega_0} \cdot \int_0^t |a(\tau)| d\tau = K(x, t) \cdot \int_0^t |a(\tau)| d\tau \quad \cdots (2)$$

#### 【0021】

変数の定義は、以下の通りである。

$t$  : 時間

: ロープ減衰率

$$\omega_0 : \text{ロープの固有振動数 } (\omega_0 = \frac{\pi}{L} \sqrt{\frac{T}{\rho}})$$

$L$  : ロープ長さ

$T$  : ロープ張力

: ロープ線密度

なお、 $K(x, t)$  は、ロープの固有振動数  $\omega_0$  を含む、エレベータのかご位置  $x$  とロープの揺れの継続時間  $t$  で決まる時変の係数項である。

#### 【0022】

ロープ横振幅演算回路 6 では、このようにして得られたロープの横振幅の推定値（ $L_v(t)$ ）に基づき、レベル判定部 11 において、上記推定値（ $L_v(t)$ ）が所定のレベル（例えば、LEVEL0 乃至 LEVEL3）に達したか否かを判定する。そして、上記推定値（ $L_v(t)$ ）が所定のレベルに達したと判定された場合は、そのレベルに応じたエレベータの管制運転を行うため、レベル判定部 11 からリレー出力部 12 に対して、リレー出力を行うための指令が出力される。

#### 【0023】

上記構成を有するエレベータのロープ横揺れ検出装置では、強風や長周期地震によって

10

20

30

40

50

建物がゆっくり揺れると、エレベータ機械室等に設置された加速度計 1 の検出軸が建物とともに傾いてしまうため、上記推定値 ( $L_v(t)$ ) の誤差が大きくなってしまう。

本願の発明に係るエレベータのロープ横揺れ検出装置は、上述のような問題を解決するためになされたものである。以下に、その具体的な構成について説明する。

#### 【0024】

図 2 は建物にゆっくりとした横揺れが発生した状態を示す模式図、図 3 は加速度計に作用する加速度成分を示す模式図、図 4 はこの発明の実施の形態 1 におけるエレベータのロープ横揺れ検出装置を示す構成図である。

図 2 乃至図 4 において、長周期振動感知装置は、横揺れが発生したエレベータのロープの振幅を推定するために必要な部品、具体的には、加速度計 1 3 及びロープ横揺れ検出手段 1 4 のみで構成される。この長周期振動感知装置は、ロープ横揺れ検出装置の要部を構成する。10

#### 【0025】

加速度計 1 3 は、エレベータが備えられた建物の頂部（例えば、エレベータ機械室）に設置される。なお、加速度計 1 3 は、加速度計 1 と同様に、建物の何れの場所に設置されても構わない。しかし、建物の揺れの検出レンジを広げるためには、上述のように、加速度計 1 3 を建物の頂部付近に設置するのが望ましい。

#### 【0026】

加速度計 1 3 は、各軸が互いに直交する 3 つの検出軸（X 軸、Y 軸、Z 軸）を有している。即ち、X 軸及び Y 軸は、建物に揺れが発生していない状態で、地表に対して平行な平面上（水平）に配置され、Z 軸は同じ状態で鉛直に配置されている。そして、加速度計 1 3 からは、各検出軸方向の加速度（X 軸加速度 1 3 a、Y 軸加速度 1 3 b、Z 軸加速度 1 3 c）が出力される。20

#### 【0027】

上記ロープ横揺れ検出手段 1 4 は、加速度計 1 3 によって検出された各検出軸方向の加速度に基づいて、エレベータのロープに横揺れが発生した時のロープの振幅（横振幅）を推定（算出）する機能を有する。また、ロープ横揺れ検出手段 1 4 は、推定されたロープの横振幅に基づいて、エレベータに適切な管制運転を行わせる機能も有している。

#### 【0028】

具体的に、ロープ横揺れ検出手段 1 4 に入力された X 軸加速度 1 3 a、Y 軸加速度 1 3 b、Z 軸加速度 1 3 c は、バンドパスフィルター（BPF）3 a 乃至 3 c において高周波成分のノイズが除去された後、增幅器 4 a 乃至 4 c において所定倍の信号増幅が行われ、ADC 5 に入力される。そして、ロープ横振幅演算回路 1 5 において、ロープの横振幅の推定（算出）等が行われる。30

#### 【0029】

上記ロープ横振幅演算回路 1 5 には、例えば、加速度データ取得部 1 6 及び 1 7、傾斜角算出部 1 8、ベクトル合成部 1 9、時間積分部 2 0、ロープ横振幅推定部 2 1、レベル判定部 2 2 が備えられる。

具体的に、ロープ横振幅演算回路 1 5 では、加速度データ取得部 1 6 により、ADC 5 から X 軸及び Y 軸の加速度データ ( $a_x, a_y$ ) を、また、加速度データ取得部 1 7 により、ADC 5 から Z 軸の加速度データ ( $a_z$ ) を取得する。40

#### 【0030】

また、加速度データ取得部 1 7 によって取得された Z 軸方向の加速度データ ( $a_z$ ) に基づき、傾斜角算出部 1 8 において、上記 Z 軸の鉛直方向に対する傾きを算出する。なお、図 3 は加速度計 1 3 の Z 軸が、鉛直方向に対して角度  $\theta$  だけ傾いた状態を示している。そして、加速度データ取得部 1 6 及び 1 7 によって取得された各加速度データ ( $a_x, a_y, a_z$ ) と傾斜角算出部 1 8 によって算出された加速度計 1 3 の検出軸の傾きとに基づき、ベクトル合成部 1 9 において、建物に作用する鉛直方向の加速度である重力加速度 ( $a_g$ ) と、水平方向の加速度である建物振動加速度 ( $a_h$ ) とを算出する。

#### 【0031】

ここで、上記重力加速度 ( $a_v$ ) と建物振動加速度 ( $a_h$ ) とは、図3に示すように、次式によって示される。

【0032】

【数3】

$$a_v = a \cdot \sin \theta + a_z \cdot \cos \theta \quad \cdots(3)$$

【0033】

【数4】

$$a_h = a \cdot \cos \theta - a_z \cdot \sin \theta \quad \cdots(4)$$

10

また、加速度計13に生じたZ軸の鉛直方向に対する傾きは、次式によって求めることができる。

【0034】

【数5】

$$\cos \theta = a_{z0} / a_z, \quad \sin \theta = \pm \sqrt{1 - \cos^2 \theta} \quad \cdots(5)$$

上記  $a_{z0}$  は、建物の揺れがない時のZ軸の初期加速度であり、鉛直方向の重力加速度と一致する。

【0035】

時間積分部20では、ベクトル合成部19によって算出された建物振動加速度 ( $a_h$ ) を時間積分することにより、時間積分値 ( $a_h(t)$ ) を算出する。そして、この時間積分値 ( $a_h(t)$ ) に基づいて、ロープ横振幅推定部21により、加速度計13の検出軸の傾きを補正した状態のロープ横振幅の推定値 ( $L_{va}(t)$ ) が求められる。なお、ロープ横振幅の推定値 ( $L_{va}(t)$ ) は、次式で表される。

20

【0036】

【数6】

$$L_{va}(t) = K(x, t) \cdot \int_0^t |a_h(\tau)| d\tau \quad \cdots(6)$$

ロープ横振幅演算回路15では、このようにして得られたロープ横振幅の推定値 ( $L_{va}(t)$ ) に基づき、レベル判定部22において、上記推定値 ( $L_{va}(t)$ ) が所定のレベルに達しているか否かを判定する。なお、レベル判定部22の機能は、上記レベル判定部11の機能と同様である。

30

【0037】

この発明の実施の形態1によれば、強風や長周期地震等によって建物がゆっくり揺れた場合でも、この建物に備えられたエレベータのロープの横振幅を正確に推定することができるようになる。

即ち、建物の揺れに伴い発生する加速度計13の検出軸の傾きを重力加速度の変動分から補正することにより、建物に作用する水平方向の加速度（建物振動加速度 ( $a_h$ )）を正確に求めることができる。そして、この建物振動加速度 ( $a_h$ ) を時間積分してロープの横振幅の推定値 ( $L_{va}(t)$ ) を算出することにより、その精度を大幅に向上させることが可能となる。

40

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】この発明の前提となるエレベータのロープ横揺れ検出装置を示す構成図である。

【図2】建物にゆっくりとした横揺れが発生した状態を示す模式図である。

【図3】加速度計に作用する加速度成分を示す模式図である。

【図4】この発明の実施の形態1におけるエレベータのロープ横揺れ検出装置を示す構成図である。

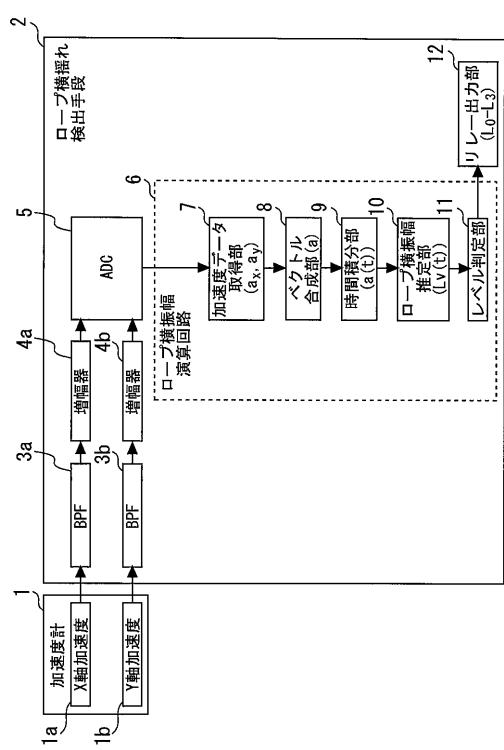
【符号の説明】

【0039】

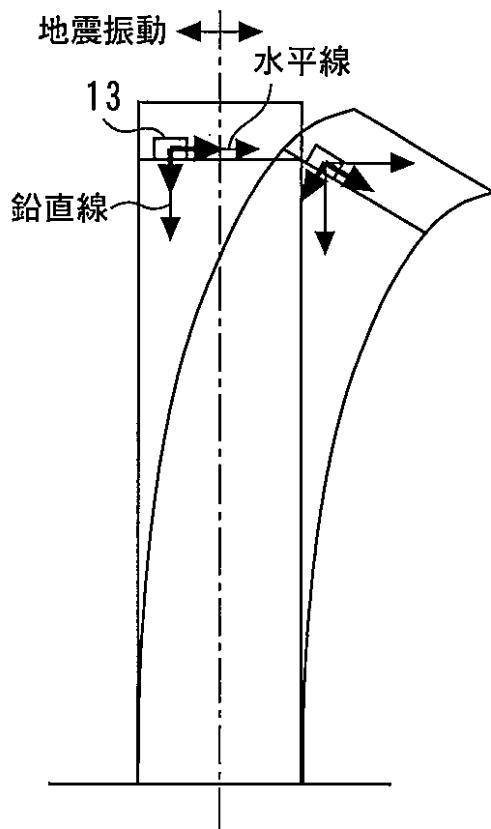
50

- 1、13 加速度計  
 1 a、13 a X 軸加速度  
 1 b、13 b Y 軸加速度  
 2、14 ロープ横揺れ検出手段  
 3 a、3 b、3 c バンドパスフィルター (BPF)  
 4 a、4 b、4 c 増幅器  
 5 ADC  
 6、15 ロープ横振幅演算回路  
 7、16、17 加速度データ取得部  
 8、19 ベクトル合成部  
 9、20 時間積分部  
 10、21 ロープ横振幅推定部  
 11、22 レベル判定部  
 12 リレー出力部  
 13 c Z 軸加速度  
 18 傾斜角算出部
- 10

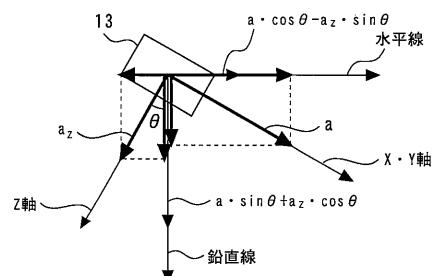
【図1】



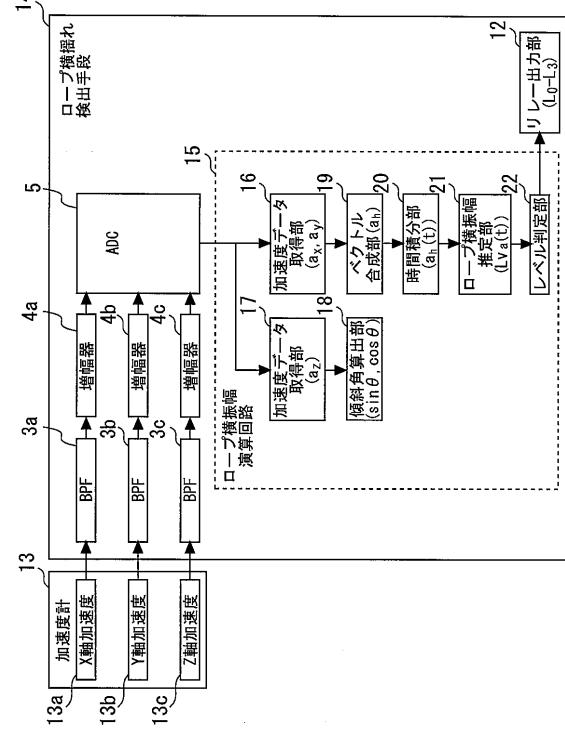
【図2】



【図3】



【図4】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平06-342004(JP,A)  
特開2007-331901(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B66B 5/00 - 5/28