

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5046509号
(P5046509)

(45) 発行日 平成24年10月10日 (2012.10.10)

(24) 登録日 平成24年7月27日 (2012.7.27)

(51) Int. Cl. F I
G O 1 C 9/00 (2006.01) G O 1 C 9/00 Z

請求項の数 3 (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願2005-323097 (P2005-323097)	(73) 特許権者	501004464
(22) 出願日	平成17年11月8日 (2005.11.8)		サウアー ダンフォース インコーポレイテッド
(65) 公開番号	特開2006-133230 (P2006-133230A)		アメリカ合衆国 アイオワ州 50010
(43) 公開日	平成18年5月25日 (2006.5.25)		エイムズ イーストサーティーンズストリート 2800
審査請求日	平成20年8月8日 (2008.8.8)		
(31) 優先権主張番号	10/983445	(74) 代理人	100060759
(32) 優先日	平成16年11月8日 (2004.11.8)		弁理士 竹沢 莊一
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100087893
			弁理士 中馬 典嗣
		(72) 発明者	リンカーン デイヴィッドソン
			アメリカ合衆国 アイオワ州 50010
			エイムズ イーストサーティーンズストリート 2800

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 傾度センサ及びその使用方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基部と、

この基部に取り付けられ、同一の面に配置された少なくとも 3 個の加速度計とを備え、
前記各々の加速度計は、読み取り値を提供し、

前記加速度計は、エラーが生じていないときには前記読み取り値の加重和がゼロであるように、前記加重和がゼロでないときには少なくとも前記読み取り値の 1 つにおいて誤作動を表す前記エラーを示すように位置し、

前記加重和は代数和であることを特徴とする傾度センサ。

【請求項 2】

加速度計が、互に 120° の角度をなして、設けられている請求項 1 の傾度センサ。

【請求項 3】

同一の面において、基部に取り付けられた、少なくとも 3 個の加速度計を配置する段階と、

各加速度計の重力加速度を検知する段階と、

検知された加速度に基づき、傾斜角度を計算する段階と、

前記各加速度計が検知した加速度へ前記各加速度計に固有の加重係数を乗算することによって、前記各加速度計に対する加重加速度値を決定する段階と、

前記加重加速度値の合計を計算し、定数を加算する段階と、

ゼロでないときには少なくとも前記読み取り値の 1 つにおいてエラーを示す加重和であっ

10

20

て、前記加速度計の前記加重和を決定する段階とを含み、
前記加重和は代数和であることを特徴とする傾斜角度の測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、傾度センサ即ち傾斜計に関し、特に加速度計を備える傾度センサ及びそれを使用する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

加速度計は種々の装置に取り付けられ、水平軸に対する装置の傾斜角度を測定するために使用される。加速度計は、重力加速度の下に動作し、重力場における変位を検知する。特に、加速度計は、水平面に対し、ある角度で傾いているので、加速度計に作用する重力の垂直成分は変化し、加速度計内に設けた電子部品に作用し、加速度計の出力読み取り値を変化させる。

【0003】

いくつかの加速度計は、圧電結晶と質量を使用し、傾斜角度の変化が圧電結晶に対する圧力を変え、出力信号を生成する。他の加速度計においては、コンデンサと抵抗器が使用され、質量バネ装置を有効に形成し、それにより、重力下に、出力信号は傾斜角度とともに変化する。

【0004】

加速度センサを備える、従来の傾度センサは、各回転軸ごとに、異なる加速度計を使用する。例えば、代表的な2軸傾度センサは、2個の加速度計を使用する。誤差の補正のために、各回転軸に追加の加速度計が使用される。即ち、2軸傾度センサに応用性を与えるために、4個の加速度計が必要である。

【特許文献1】ドイツ特許公開第19645952号

【特許文献2】ドイツ特許公開第19744084号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

加速度計を備える従来の傾度センサは、装置が好適に作動しているかどうかを決定するのが難しい。傾度センサによる多くの加速度計は、その機能を評価することの可能な自身による試験方法を持っている。この試験方法の欠点は、加速度計が、試験方法と同じ時間には、傾斜度に対し応答することが出来ないことである。

【0006】

従来の傾度センサのもう1つの欠点は、装備する際に、加速度計の座標系を、所望の測定装置の座標系と正確に一致させることが困難なことである。このように正確に一致させるには、複雑な製造方法が必要である。測定者は、最終製品に対し、加速度計の軸の方向を正確に制御しなくてはならない。

【0007】

しかし、加速度計と、最終製品の取り付け位置との間に、正確さの度合いを同じにすることは難しい。加速度計の測定軸を間違えて配置すると、所望の方向での感度を減少させ、軸を横断する方向、即ち所望の測定軸に直交する方向の加速度に対する感度を増大させてしまう。

【0008】

従来の傾度センサの更にもう1つの欠点は、異なる座標系でさまざまに利用しうるように、物理的な設計を変更せずに、最終製品の座標系を変更することが困難なことである。傾斜度を測定する最終製品は、それぞれ自身の座標系を有する、多数の異なる製品に使用される。また、製品のデザインを作成する工程において、傾度センサの必要な取り付け位置と配置を変更しなくてはならない。これらの可能性のために、傾度センサを取り替えずに、座標系を変更しなくてはならない。

【 0 0 0 9 】

本発明の第 1 の目的は、通常の操作の間にエラーを検知するべく、加速度計を備える傾度センサを提供することにある。

本発明の第 2 の目的は、複雑な製造工程と傾度センサ部品の調節を必要とせずに、装置に容易に取り付けられる傾度センサを提供することにある。

本発明の上記及びその他の目的は、当業者には明らかである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、基部と、この基部に取り付けられ、同一の面に配置された少なくとも 3 個の加速度計とを備える傾度センサが提供される。

10

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、また、同一の面において、基部に取り付けられた、少なくとも 3 個の加速度計を配置する段階と、

各加速度計の重力加速度を検知する段階と、

検知された加速度に基づき、傾斜角度を計算する段階とを含む、傾斜角度の測定方法が提供される。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 2 】

図 1 には、基部 12 を有する傾度センサ 10 が示されている。基部 12 は、重量のある機械のような最終製品に取り付けられるか、大工仕事のような簡単な作業に使用される。基部 12 は、ハウジング（図示せず）を備え、公知の材料で作られている。

20

【 0 0 1 3 】

図 1 に示すように、少なくとも 3 個の加速度計 14, 16, 18 が、基部 12 に取り付けられている。追加の加速度計が、3 方向以上の傾きを検知するために設けられていてもよい。加速度計 14, 16, 18 は、傾斜角度とともに重力の変位を検知する、重力による加速度計であるとよい。

【 0 0 1 4 】

加速度計 14, 16, 18 は、X - Y 面のような同一の平面に配置される。X、Y 軸は、水平面に平行な軸であるが、本発明によれば、Z 軸即ち垂直軸に対する感度も考慮される。図 1 に示すように、加速度計 14, 16, 18 は、平面の中心軸の回りに等間隔、即ちほぼ 120° の角度を置いて配置されている。加速度計 14, 16, 18 は、加速度計 14 が図 1 に角度 で示すように、X 軸に対し、ほぼ 45° をなして配置されているとよい。加速度計 14, 16, 18 は、互に対し固定され、すべてが同一の重力加速度を受けるようになっている。

30

【 0 0 1 5 】

加速度計 14, 16 のような 2 個の加速度計で、X 軸と Y 軸に対する傾度を測定するのに十分である。第 3 の加速度計 18 は、2 つの方向に対し補助し、加速度計の読み取り値における誤差を検知する。加速度計 14, 16, 18 により、3 個の加速度計の読み取り値における代数的な合計は必ずゼロになる。合計がゼロでないのは、3 個の読み取りのうちの 1 つ以上にエラーが生じていることを示し、加速度計が誤作動していることを示している。

【 0 0 1 6 】

40

加速度計 14, 16, 18 を、図 1 のように正確に配置することは、必ずしも可能でなく、各加速度計の検知精度は、通常の製造公差のために、正確に予期されるものではない。各読み取り値は、合計を計算する前に、一定の乗算器により測定される必要がある。また、加速度計 14, 16, 18 は、Z 軸即ち垂直軸に沿う加速度に対し、感度を有している。25° 未満の傾斜角度において、Z 軸に沿う重力成分は、10% 以上変化せず、一定として処理されることが可能である。そこで、一定値に加算された、加速度計の読み取りは、広い傾斜角度範囲において、ほぼゼロに等しい。合計が所定の臨界値を越えると、加速度計に 1 つ以上のエラーが生じる。

【 0 0 1 7 】

傾度センサが水平面に対し、実際に傾くにつれ、加速度計 14, 16, 18 は、重力における変

50

位を検知する。加速度計14,16,18の読み取り値は、傾度センサ10の傾斜角度とともに変化する。これらの読み取り値から、加速度のX、Y成分が計算され、次に傾斜角度が求められる。

【0018】

加速度のX成分、 A_x は、3つの加速度の読み取り値を乗算し、定数 C_x を加算して求められる。これは次式のように示される。

$$A_x = C_x + A_1 C_{x1} + A_2 C_{x2} + A_3 C_{x3}$$

式中、 A_1 は加速度計14の読み取り値、 A_2 は加速度計16の読み取り値、 A_3 は加速度計18の読み取り値、 C_{x1} は加速度計14の加重された係数、 C_{x2} は加速度計16の加重された係数、 C_{x3} は加速度計18の加重された係数を示す。当業者によれば、 $A_1 C_{x1}$ の乗算値は、加重された加速度値を生成することが理解される。

10

【0019】

加速度のY成分、 A_y は、読み取り値の乗算値の合計に、異なる定数 C_y を加算して求められる。

$$A_y = C_y + A_1 C_{y1} + A_2 C_{y2} + A_3 C_{y3}$$

製造における配置の誤差により、加速度計の実際の配置を知ることは困難である。そこで、各加速度計と定数の加重された係数は、実験により最大の精度で決定される。特に、センサ10が製造された後の実験は、最良の結果を達成する。加速度 A_x と A_y を計算した後で、次に、逆正弦関数により、加速度が、X軸とY軸に対する傾斜角度に変換される。

【0020】

20

多数の乗算加速度読み取り値の加重された合計値を使用し、1つの軸に沿う加速度を求める方法により、多数の追加の加速度計を配置することを可能にする。

【0021】

4個の加速度計を使用すると、3個の加速度計によるすべての利点を満足させるばかりでなく、1個の加速度計が誤作動した場合に、どの加速度計が誤作動したのかを、知るための十分な情報を与える。4個の加速度計が、45度の角度を隔て、即ち、 0° 、 45° 、 90° 、 135° の位置に取り付けられている場合、いずれかの2つが、X方向とY方向の傾斜角度を計算するのに使用され、いずれかの3つが、傾斜角度を検知し、エラーを検出するのに使用される。

【0022】

30

4個の加速度計は、3個の加速度計よりなる4個の独自のセットを与える。1個の加速度計が、誤作動した場合に、これら4セットの1つが、間違った読み取り値を含んでいないので、X軸とY軸に正確な加速度値を与えるために使用されることが可能である。残りの3個のセットは、すべて、誤りの読み取り値を含んでおり、エラーを示すが、無視すべきである。

【0023】

このように、4個の加速度計を使用して、1個の加速度計が誤作動した場合に、エラーを検知し、補正することが出来る。1個の加速度計が誤作動した場合にさえ、エラーを検知して、残りの3個の加速度計を好適に機能させる。

【0024】

40

X軸とY軸の配置の変更は、X方向とY方向の加速度を計算するのに使用される係数と定数を調整することにより、実施することが可能である。加速度計14,16,18のいずれも、変更したり、調整する必要はない。唯一の調整は、加速度計が取り付けられている平面に対し、新たなX-Y面を平行に配置しなくてはならないことである。

【0025】

同一の面に配置した3個の加速度計を使用することにより、本発明は、通常の動作において、応用性を与え、それにより、使用される部品数を減らし、複雑な製造工程を省略する。

【図面の簡単な説明】

【0026】

50

【図 1】本発明による、加速度計を備える傾度センサの平面図である。

【符号の説明】

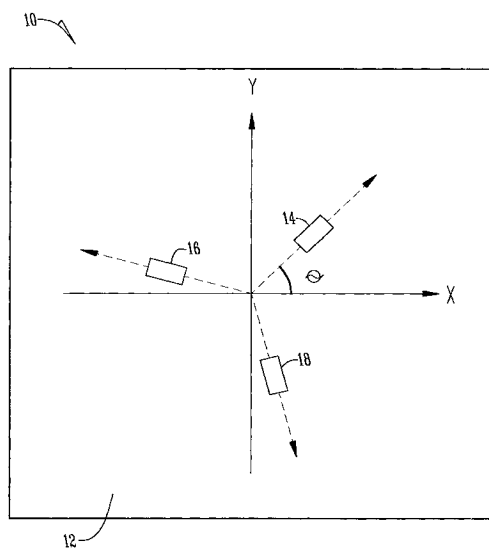
【 0 0 2 7 】

10 傾度センサ

12 基部

14, 16, 18 加速度計

【図 1】



フロントページの続き

審査官 須中 栄治

(56)参考文献 特開昭62-123361(JP,A)
特開平04-315058(JP,A)
特開平10-221358(JP,A)
特開平08-184404(JP,A)
特表2001-507656(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01C9/00
G01P15/00
G01B7/00-7/34