



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1773216 B

(45) 授权公告日 2012.04.04

(21) 申请号 200510120160.0

审查员 郭欣悦

(22) 申请日 2005.11.08

(30) 优先权数据

10/983,445 2004.11.08 US

(73) 专利权人 沙厄-丹福丝股份有限公司

地址 美国衣阿华州

(72) 发明人 L·戴维森

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司
31100

代理人 张兰英

(51) Int. Cl.

G01C 9/00 (2006.01)

(56) 对比文件

W0 03/079052 A1, 2003.09.25, 说明书第4
页5-24行, 附图1, 2.

US 6032092 A, 2000.02.29, 全文.

EP 0942855 B1, 2003.05.21, 说明书第10
段.

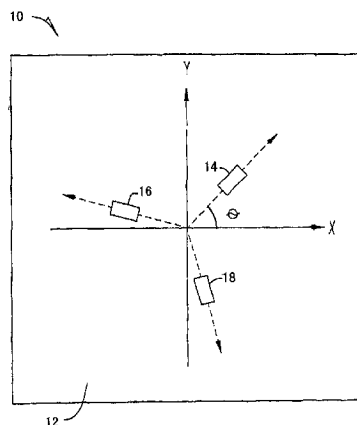
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 发明名称

基于加速度计的倾斜传感器和使用该倾斜传感器的方法

(57) 摘要

一倾斜传感器和一利用倾斜传感器来计算倾斜度的方法, 由此, 倾斜传感器具有安装在一底板上的至少三个加速度计, 诸加速度计定位在一公共的平面内, 其中, 各个加速度计较佳地以等距离角度彼此间隔。



1. 一测量倾斜角的方法,包括以下步骤:

提供安装在一底板上一公共平面内的至少三个加速度计;

探测各个加速度计上的重力加速度;

根据探测得的加速度计算倾斜度;

确定所述加速度计读数的加权的和;

其中,通过计算加速度计检测的加速度的加权的和加上一常数来求得一误差项,所述计算所得到的非零的结果指示出在所述读数的至少一个中的误差。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,在装置制造之后用加速度计进行实验后确定加权的和及常数。

3. 一测量倾斜角的方法,包括以下步骤:

提供安装在一底板上一公共平面内的至少三个加速度计;

探测各个加速度计上的重力加速度;

根据探测得的加速度计算倾斜度;

确定所述加速度计读数的加权的和,其中,非零的加权的和指示出在所述读数的至少一个中的误差;

其中,所述加权的和是代数和,并且

其中,根据探测得的加速度计算倾斜度的步骤进一步包括:通过每个加速度计检测的加速度乘上各加速度计专用的加权系数确定每个加速度计的加权的加速度值;以及

计算加权的加速度值的和并加上一常数。

4. 如权利要求 3 所述的方法,其特征在于,在装置制造之后用加速度计进行实验后确定加权系数及常数。

5. 一测量倾斜角的方法,包括以下步骤:

提供安装在一底板上一公共平面内的至少三个加速度计;

探测各个加速度计上的重力加速度;

根据探测得的加速度计算倾斜度;

其中,根据探测得的加速度计算倾斜度的步骤进一步包括利用反正弦函数将所探测到的加速度转换成倾斜度的步骤;

确定所述加速度计读数的加权的和;其中,通过计算加速度计检测的加速度的加权的和加上一常数来求得一误差项,所述计算所得到的非零的结果指示出在所述读数的至少一个中的误差;以及

其中,所述加权的和是代数和。

基于加速度计的倾斜传感器和使用该倾斜传感器的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及倾角计或倾斜传感器,具体来说,涉及一基于加速度计的倾斜传感器和使用该倾斜传感器的方法。

背景技术

[0002] 加速度计通常安装在各种装置上,并用来测量装置相对于水平轴线的倾斜度。加速度计在重力加速度下起作用并检测重力场中的偏位。具体来说,当一加速度计相对于水平轴线倾斜某一角度时,作用在加速度计上的重力的垂直分量发生变化,导致加速度计内的电子部件不同地反应,并变化加速度计的输出读数。某些加速度计利用一压电晶体和一质量,由此,倾斜角的变化导致质量在压电晶体上施加变化的压力,这就产生输出信号。在其它的加速度计中,使用一电容器和电阻器来有效地形成一质量-弹簧系统,由此,输出信号在重力作用下随倾斜角而变化。

[0003] 传统的基于倾斜传感器的加速度计对每一转动轴线使用一单独的加速度计。例如,一典型的双轴线倾斜传感器利用两个加速度计。为了纠正误差的目的,通常对每个转动轴线使用一附加的加速度计。换句话说,为了让双轴线倾斜传感器实现冗余性,需要四个加速度计。

[0004] 传统的基于倾斜传感器的加速度计的一个缺点在于,它通常难于确定装置是否合适地发挥了功能。许多基于倾斜传感器的加速度计已安装了能验证加速度计合适功能的自检模式。这些自检模式的弱点在于,在自检模式的时候加速度计对于倾斜不能作出反应。

[0005] 传统倾斜传感器的另一缺点在于,在安装过程中,它通常难于精确地将加速度计的坐标系统与要求测量的坐标系统对齐。通常这样的精确度需要复杂的制造过程。制造商常相对于最终组装好的产品保持加速度计轴线方向的精确控制。然而,要在加速度计和最终产品的安装点之间保持相同水平的精度较为困难。与加速度计测量轴线对齐不准会降低沿要求方向的灵敏度而增加横轴的灵敏度,它是对于沿正交于要求测量轴线方向的加速度的灵敏度。

[0006] 传统倾斜传感器的还有另一缺点在于,如果在不改变物理设计使它能用于具有不同坐标系统的各种应用的情形下,不是不能改变最终组装好的产品的坐标系统的话,则这是困难的。可测量倾斜的最终产品可用于许多各具有其自己坐标系统的不同的产品中。因此,倾斜传感器所要求的安装部位和定向可能需要改变。由于这些可能性,所以,通常需要改变坐标系统而不变化该倾斜传感器。

[0007] 因此,本发明的一主要目的是提供一基于倾斜传感器的加速度计,其允许在正常操作过程中进行误差探测。

[0008] 本发明的另一主要目的是提供一倾斜传感器,其能容易地对齐于和安装在一装置上,而不需复杂的制造过程或对倾斜传感器部件的调整。

[0009] 上述的和其它的目的对于本技术领域内的技术人员是很显然的。

发明内容

[0010] 提供一倾斜传感器,由此,倾斜传感器具有安装在一底部上并定位在一公共平面内的至少三个加速度计。较佳地,加速度计围绕该公共平面的原点等距离地间隔开,相对于彼此大约间隔 120° 角。此外,第一加速度计较佳地相对于公共平面的其中一个轴线定位在 45° 角处。

[0011] 还提供一使用倾斜传感器根据加速度计的读数来确定倾斜角的方法。

[0012] 附图的简要说明

[0013] 图 1 是一基于本发明的倾斜传感器的加速度计的平面图。

具体实施方式

[0014] 参照图 1,提供一倾斜传感器 10,其具有一用来固定到一最终组装产品上的底板 12,所述最终组装产品诸如重型机械,或在一简化的应用中诸如木匠的水平仪。底板 12 可包括一外壳(未示出),并可由本技术领域内已知的任何传统材料制成。

[0015] 如图 1 所示,至少三个加速度计 14、16 和 18 安装在底板 12 上。本发明考虑可使用附加的加速度计来用于冗余设计或可检测两个以上方向的倾斜。此外,加速度计 14-18 包括任何类型的基于力的加速度计,它们检测带有倾斜度的重力的偏移。

[0016] 加速度计 14-18 定位在一公共平面内,例如,一 X-Y 平面。尽管 X 和 Y 轴通常与平行于水平方向的那些轴线相关,但本发明考虑可以是任何轴线的定向,包括一 Z 轴或垂直轴线。较佳地,如图 1 所示,加速度计 14-18 围绕公共平面的原点等距离地间隔,以使加速度计 14-18 彼此大约间隔 120° 。此外,加速度计 14-18 较佳地定位成:第一加速度计 14 相对于 X 轴成大约 45° 角,图 1 中用角 Θ 表示。加速度计 14-18 相对于彼此固定,以使所有三个都经受相同的重力加速度。

[0017] 诸如加速度计 14 和 16 的两个加速度计足以用来测量围绕 X 和 Y 轴的倾斜。添加的第三个加速度计 18 提供沿两个方向的冗余性,其可用于加速度计读数中的误差探测。利用加速度计 14-18,三个加速度计读数的代数和总等于零。一非零的总和表示一误差,或在一个或多个三个读数中的误差项,因此可指示一有误差的加速度计。

[0018] 因为通常的制造存在公差,所以,不可能总是如图 1 所示准确地进行定位,且各加速度计的灵敏度不可能如所期望的那样准确。这样,在求和之前,各个读数需要用一常数乘子进行换算。此外,加速度计 14-18 对沿 Z 轴或垂直轴线的加速度计可具有某种灵敏度。对于小于 25° 的倾斜角,业已发现,沿 Z 轴的重力分量的变化不超过 10%,于是可作为一常数处理。因此,加速度计读数之和加上一常数,在一宽的倾斜范围上几乎等于零。如果该和超过一预定的阈值,则对一个或多个加速度计可能有一误差。

[0019] 在实践中,当倾斜传感器 10 相对于水平方向倾斜时,加速度计 14-18 检测重力中的偏移。这样,加速度计 14-18 的读数随倾斜传感器 10 的倾斜角而变化。从这些读数中,可计算加速度的 X 和 Y 分量,然后,它们用来推导出倾斜角。具体来说,通过三个加速度计读数的加权的和加上一常数 C_x ,可求得加速度的 X 分量 A_x ,或者是:

[0020] $A_x = C_x + A_1 C_{x1} + A_2 C_{x2} + A_3 C_{x3}$

[0021] 其中, A_1 是加速度计 14 的读数, A_2 是加速度计 16 的读数, A_3 是加速度计 18 的读数, C_{x1} 是加速度计 14 的加权系数, C_{x2} 是加速度计 16 的加权系数, C_{x3} 是加速度计 18 的加

权系数。本技术领域内的技术人员将会理解到, A_1C_{x1} 的相乘形成一加权的加速度值。通过三个加速度计读数的不同的加权的和加上一不同的常数 C_y , 可求得加速度的 Y 分量 A_y , 或者是:

$$[0022] \quad A_y = C_y + A_1C_{y1} + A_2C_{y2} + A_3C_{y3}$$

[0023] 因为在制造过程中的对齐不准, 所以, 难于知道诸加速度计的实际定向, 于是, 为求得最大的精确度, 对于每个加速度计的加权系数和常数可用实验方法予以确定。具体来说, 在传感器 10 已经制造好之后, 实验可产生最佳的结果。在求得加速度 A_x 和 A_y 之后, 则使用一反正弦函数将加速度转换为相对于 X 和 Y 轴的倾斜角。

[0024] 使用多个加速度计读数的加权的和来求沿一单一轴的加速度的这种方法, 可容易地加以扩大来适应任何数量的附加的加速度计。

[0025] 使用四个加速度计可提供使用三个的所有优点, 但也可提供足够的信息来确定在一单一加速度计失效的情形中那一个加速度计是故障的。如果安装四个加速度计, 每隔 45° 安装在 0° 、 45° 、 90° 和 135° 处, 则可使用任何两个来求沿 X 和 Y 方向的倾斜角, 而可使用任何三个来求倾斜角和探测误差。四个加速度计给出四个独特组的三个加速度计。如果一单一加速度计失效, 则这四组之一将不包含故障的读数并可用来获得对于 X 和 Y 轴的正确加速度值。其它三组将都包含故障的读数, 并将指示误差且应予以忽略。使用四个以此方式的加速度计可提供误差的探测, 并在一单一加速度计失效的情形中提供纠正。即使有一单一的加速度计失效, 也仍可提供误差探测, 其验证其余三个加速度计发挥功能正常。

[0026] 通过调整用来计算沿 X 和 Y 方向的加速度的系数和常数, 可以实现 X 和 Y 轴定向的改变。这样, 加速度计 14-18 中没有一个需要改变或调整。唯一的限制在于, 新的 X-Y 平面必须保持平行于加速度计 14-18 所安装的平面。

[0027] 由此可见, 通过利用对齐在一公共平面内的三个加速度计, 本发明提供了在正常操作过程中沿两个方向的冗余性, 由此, 减少所使用的部件数量并不再需要复杂的制造过程。

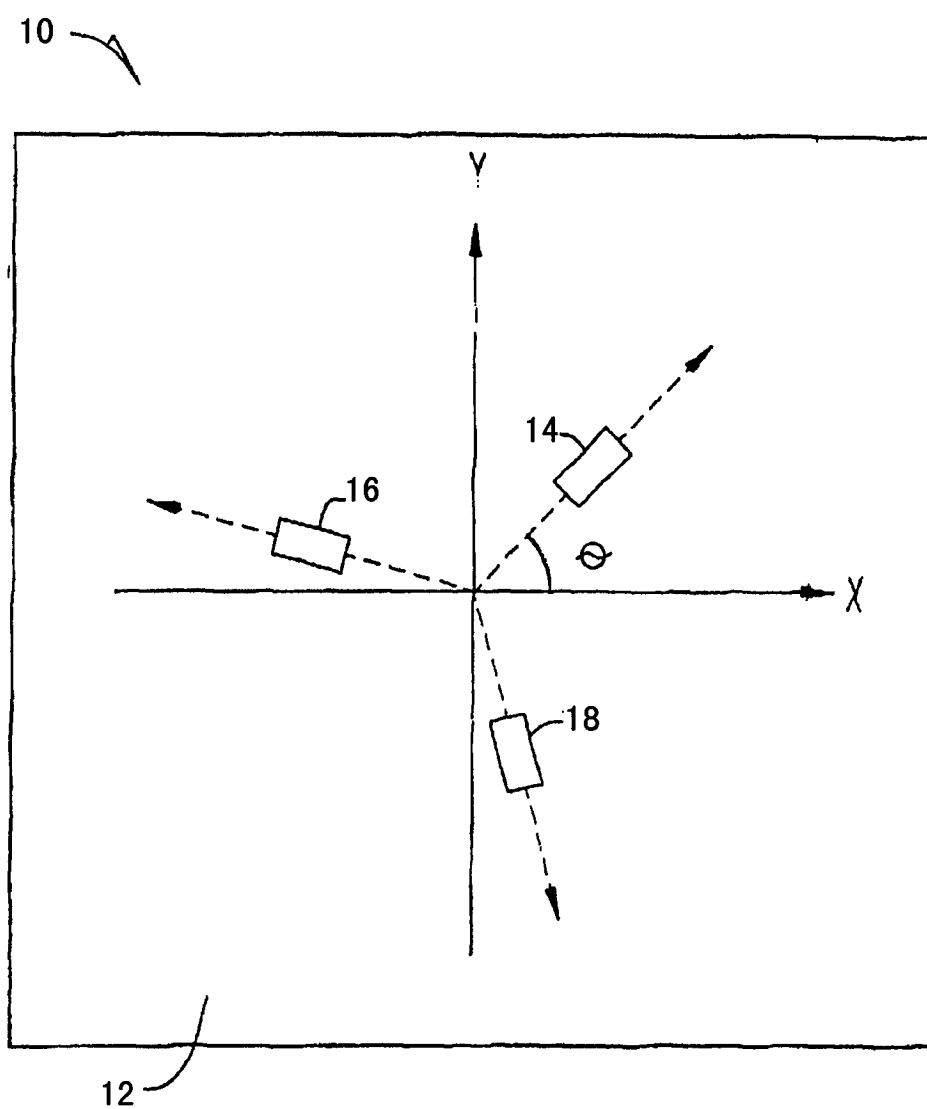


图 1