



发明专利证书

Certificate of Invention Patent

中华人民共和国国家知识产权局

STATE INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

证书号第 958603 号



发明 专利 证书

发明名称：用于校准加速度和力传感器的方法和装置

发明人：马丁·布鲁克

专利号：ZL 2009 8 0101627.3

专利申请日：2009 年 05 月 18 日

专利权人：斯派克塔震动科技与声学德累斯顿有限公司

授权公告日：2012 年 05 月 30 日

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书，并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 05 月 18 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长

田力普





(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101918850 B

(45) 授权公告日 2012.05.30

(21) 申请号 200980101627.3

(22) 申请日 2009.05.18

(30) 优先权数据

102008025866.0 2008.05.29 DE

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010.06.30

(86) PCT申请的申请数据

PCT/DE2009/075023 2009.05.18

(87) PCT申请的公布数据

W02009/143838 DE 2009.12.03

(73) 专利权人 斯派克塔震动科技与声学德累斯

顿有限公司

地址 德国德累斯顿

(72) 发明人 马丁·布鲁克

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 李辉 吕俊刚

(51) Int. Cl.

G01P 21/00(2006.01)

G01N 3/30(2006.01)

G01L 25/00(2006.01)

(56) 对比文件

JP 特开 2003-294785 A, 2003.10.15,

US 5000030, 1991.03.19,

CN 1320207 A, 2001.10.31,

CN 1955644 A, 2007.05.02,

US 3830091, 1974.08.20,

审查员 郑大磊

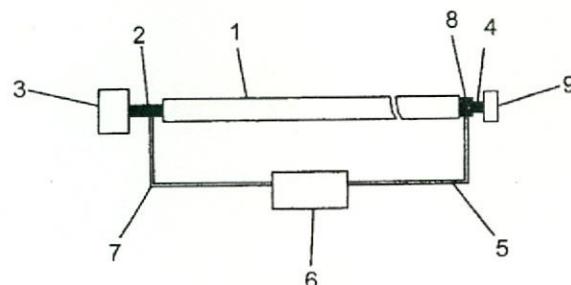
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

用于校准加速度和力传感器的方法和装置

(57) 摘要

将杆中波的激励（特别是以高幅值）用于校准加速度和力传感器。本发明涉及通过一个霍普金森杆来校准加速度和力传感器的一种方法和一种装置，该方法和装置用于在大幅值范围内对信号形式、信号幅值以及这些信号的脉冲持续时间进行受控制的影响。将一个参考传感器以及用于校准的传感器安排在霍普金森杆上。在该霍普金森杆的与这些传感器相反的末端处，通过一个机电致动器来进行该激励用于将一个电信号转换成一个机械力。该机电致动器可以通过一个控制和调节电子电路来控制。可以在加速度和力脉冲形式中实现一种有目标的影响和变化。



1. 通过一个霍普金森杆 (1) 对加速度和力传感器进行校准的一种方法, 其中, 以常规方式设计的一个参考传感器系统 (8) 被定位于该霍普金森杆上并且有待校准的传感器 (4) 被定位于该霍普金森杆的一端处, 该霍普金森杆的与该传感器相反的另一端是通过一个机电致动器受到激发, 以便将一个电信号转换成一个机械力, 该机电致动器通过开环与闭环控制电子装置来驱动, 其特征在于, 并且一个加速度或力的脉冲形式是借助该参考传感器系统通过测量相应的变量来控制的, 该测量变量被传输给该开环与闭环控制电子装置, 并且对用于该机电致动器的这些驱动信号故意地进行预失真。

2. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 通过叠加多个波使得在该霍普金森杆一端的该加速度幅值或力的幅值被最大化。

3. 一种用于进行如权利要求 1 所述的方法的装置, 其中以常规方式设计的一个参考传感器系统 (8) 被定位于一个霍普金森杆 (1) 上, 并且有待校准的传感器 (4) 被定位于该霍普金森杆 (1) 的一端处, 并且其中一个机电致动器 (2) 被固定地安装到该霍普金森杆 (1) 的另一端上, 其特征在于, 该机电致动器 (2) 是通过一条控制线 (7) 连接到开环与闭环控制电子装置 (6) 上, 其中:

- 一个平衡重量 (3) 在该机电致动器 (2) 的反面被附装到该霍普金森杆 (1) 上, 并且
- 其中, 一条控制线 (5) 从该参考传感器系统 (8) 引至该开环与闭环控制电子装置 (6) 上。

4. 如权利要求 3 所述的装置, 其特征在于, 该机电致动器 (2) 是一种压电致动器。

5. 如权利要求 3 所述的装置, 其特征在于, 该机电致动器 (2) 是一种磁致伸缩的致动器。

用于校准加速度和力传感器的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及用于在杆中激励波（特别是带有高幅值的波）以便校准加速度传感器和力传感器的一种方法和装置。像这样的一个传感器是一种机电换能器，该换能器将机械的可变加速度或力转换成一个电气地可测量的信号，例如，电荷或电压。必须进行校准以便确定该传感器的转换功能。

背景技术

[0002] 用于校准加速度传感器的不同装置是已知的。ISO16063 说明了用于对振动和冲击传感器进行校准的多种装置和方法。为了校准大于 1000m/s^2 的加速度幅值，必需使用冲击形式的信号，这就是说在时间上受限制的信号。通常已知的锤与砧的原理（它是基于两个彼此撞击的实心体）在高达 5000m/s^2 的加速度幅值上令人满意地工作。为了产生用于高质量校准的更高的加速度，则必须使用霍普金森杆原理。在 ISO16063-13 说明了所述的校准方法。静态方法被常规地用于校准力传感器。这意味着对传感器加载一个静态重力。通过随时间改变并且由一个霍普金森杆产生的信号校准力传感器代表了一种新事物。

[0003] 在原理上，通过一个霍普金森杆来进行校准的三种不同的方法是已知的。这些不同的方法涉及到所使用的参考传感器系统。

[0004] 在杆末端处的加速度是可以通过一个光学测量系统（例如，激光振动计）或一个参考加速度传感器或力传感器来测量。另一种用于校准的方法是通过多个应变仪来测量杆上的应变。杆末端的加速度可以由该杆的应变来计算。

[0005] 霍普金森杆原理是基于以下事实，即一个机械波在一个细长的杆中传播。波在一个自由的杆末端处的反射导致了一种运动，该运动产生了用于校准这些传感器所需要的加速度或力。作为一个细长的杆的这些特性的结果，这些加速度和力可以达到非常高的幅值（对应地大于 1000000m/s^2 以及大于 100000N ）。

[0006] 在传统的霍普金森杆的情况下，一个实心体（例如，一个钢球）被射向杆的一端，由此导致一个机械力冲击。这种力冲击在杆中触发了一个纵向延伸的波，并且该波可以沿杆传播。在杆末端处的应变随时间的曲线连同加速度和力 / 时间的曲线是由在该杆的起点处的冲击力的力 / 时间曲线所限定的。例如，大的钢球激发了一个很窄频率的频率谱。当球的直径变得较小时，则频率谱变得较宽。然而，当球的直径变得较大时，最大幅值极大地增加。

[0007] 传统的霍普金森杆的主要缺点是：

[0008] - 它不可能影响加速度信号的形式。

[0009] - 加速度的麦冲持续时间是由该冲击配合件预先确定的并且因此困以使其受影响。

[0010] - 这些加速度信号并因此校准结果的再现性受到这些冲击配合件的磨损的限制。

[0011] - 从约为大于 5000m/s^2 起的受限制的低幅值的范围。

[0012] US5000030A 说明了用于测量冲击加速计的动态特性的一种方法和装置。一个参考

传感器系统被定位于一个霍普金森杆上，并且有待被校准的传感器被定位于其末端处。除其他之外，还可以通过一个压电元件来激发一个机械冲击。对于信号形式、信号幅值或这些信号的脉冲持续时间没有故意的影响。

[0013] US3830091A 说明了一种用于校准加速度传感器的测试系统，其中被安装在一个铝杆侧面的多个机电致动器通过开环与闭环电子装置在该杆中产生了共振，并且有待测试的加速度传感器连同一个参考加速度传感器被安装在该杆的一端上。在这个测试系统中可以产生谐波加速度。然而，加速度的这些频率仅可以被设置为基本频率的整数倍（例如，1kHz, 2kHz, 3kHz...）。可实现的加速度幅值仅为约 3000m/s^2 。

发明内容

[0014] 本发明的目的是通过一个霍普金森杆来开发用于校准加速度和力传感器的一种方法和装置，这使之有可能在一个宽的幅值范围上故意影响信号形式、信号幅值以及这些信号的脉冲持续时间。该装置应当具有一种简单的设计，并且应当可靠地、安全地并且以极少的维护来工作。

[0015] 根据本发明，这个目的是通过权利要求 1 所述的方法的这些特征以及通过权利要求 3 所述的装置的这些特征来实现的。从属权利要求 2 以及 4 至 5 说明了多个改进特征。

[0016] 根据本发明用于校准加速度和力传感器的装置使用了一个参考传感器系统，该参考传感器系统通常是形成在一个霍普金森杆上。该参考传感器系统可以是一种光学测量系统（例如，一种激光振动计）或一个参考传感器。另一种用于校准的方法是通过多个应变仪来测量该杆上的应变。在杆末端的加速度或力可以由该杆的应变来计算。

[0017] 通常所使用的霍普金森杆是一个金属杆，该金属杆具有约 2 米至 4 米的长度并且具有约 18mm 至 30mm 的厚度。

[0018] 有待被校准的传感器被附装到该霍普金森杆的一端上。被附装到该霍普金森杆的相反端上的一个机电致动器被用于激发一个加速度冲量或力冲量。

[0019] 一个平衡重量在与该霍普金森杆相反处被附装到机电致动器上，该平衡重量必须比该杆的长度短许多并且必须具有大于杆质量的 1/100 的质量。这个平衡重量具有的功能是将致动器力引入到杆中。

[0020] 该机电致动器通过一条控制线被连接到开环与闭环控制电子装置上。

[0021] 该机电致动器优选地是一个压电致动器或是一种磁致伸缩的致动器。一个磁致伸缩的致动器可以被非常简单地连接到该杆上，但它比压电致动器的效率低很多。

[0022] 一个控制线可以从该参考传感器系统引导到该开环与闭环控制电子装置上。

[0023] 该装置可以用于校准力或加速度传感器。为了校准加速度传感器，必须将该传感器安装在杆的自由端上。为了校准力传感器，该传感器必须与一个连接质量一起安装在杆的自由端上。

[0024] 根据本发明的装置的操作如下：

[0025] 通过霍普金森杆的已知的校准方法的所说明的这些缺点产生于以下事实，即该杆中的波是由一个机械力冲击引起的。本发明是基于该机械力冲击被一种用于在该杆中激发多个波的一种替代方法所代替。这种方法的目的是将一个电动驱动信号转换成一个限定的力冲击。这种类型的换能器总体上可以被称为致动器。具体地讲，机电致动器可以通过根

据本发明的装置而用于校准加速度和力传感器，这些机电致动器具有一个宽的力的动态范围（1mN 至 5kN）以及一个宽的可使用的频率范围（大于 10kHz）。

[0026] 通过测量该参考传感器系统上的对应的变量可以控制加速度和力的冲击形式。该测量变量被传输给闭环控制电子装置，并且该机电致动器的这些驱动信号可以被故意地预失真。

[0027] 如果霍普金森杆以其纵向自然频率被带入共振状态并且该激励功率是恒定的，则在该杆末端处产生该加速度或力幅值的最大值。这允许以一种特别能量有效的方式来实现大的加速度幅值和力的幅值。

[0028] 在杆末端处的加速度和力的幅值通过叠加多个波而被最大化。该力和加速度幅值是借助机电致动器、通过以霍普金森杆的更新的激励的形式重复地供给能量而在多级中增加。

[0029] 本发明使之有可能克服通过霍普金森杆的传统校准方法的这些缺点。

[0030] 本发明的优点是可以电气地影响加速度信号的形式。加速度信号的脉冲持续时间也可以被电气地影响。本发明使之有可能影响信号形式（谐波信号、脉冲信号）、信号幅值（典型地是 20m/s² 至 100000m/s²）以及这些信号的脉冲持续时间（典型地是 50 μ s 至 500 μ s）。

[0031] 几乎不存在磨损，因此改进了这些加速度信号的以及校准结果的可再现性。

[0032] 此外，与常规的校准装置相比，作为该校准装置的有利特性可以提及这些校准运行的简单自动化的能力以及更加能量有效的操作方式。

附图说明

[0033] 在下文中将通过参见两个示例性实施方案对本发明予以更详细地说明。在附图中：

[0034] 图 1 示出了带有作为参考传感器系统的激光振动计的一个校准装置，

[0035] 图 2 示出了带有作为参考传感器系统的力传感器的一个校准装置。

具体实施方式

[0036] 图 1 示出了一种用于校准加速度传感器的装置。该装置包括一个霍普金森杆 1，该杆是金属圆柱形的杆的形式，具有 2 米的长度以及 20 毫米的直径。一个压电致动器 2 通过强制配合被连接到霍普金森杆 1 上杆的左手起点处。一个具有 50mm 的直径以及 30mm 的长度的圆柱形金属平衡重量 3 被黏性地结合到致动器 2 上。有待被校准的传感器 4 被安装在该杆的右手末端处。参考传感器系统 8 是出于一个激光器的形式。该开环与闭环控制电子装置通过控制线 7 控制着压电致动器 2。

[0037] 图 2 说明了一种用于校准力传感器的装置。该装置包括一个霍普金森杆 1，该杆通常是金属圆柱形的杆的形式，具有 2 米的长度以及 20 毫米的直径。一个压电致动器 2 通过强制配合被连接到霍普金森杆 1 上杆的左手起点处。一个圆柱形金属平衡重量 3 具有 50mm 的直径以及 30mm 的长度，并且被黏性地结合（即被整体地连接）到压电致动器 2 上。有待被校准的传感器 4、参考传感器 8 以及连接质量 9 被安装在杆的右手末端上。开环与闭环控制电子装置 6 通过控制线 7 控制着压电致动器 2。

[0038] 这些来自有待校准的传感器 4 以及参考传感器系统 8 的信号被供给开环与闭环控制电子装置 6。通过用限定的电信号对压电致动器 2 进行驱动在杆中产生了多个限定的波。限定的加速度 - 时间信号以及力 - 时间信号因此可以由这些波在该杆的右手末端处的反射来产生。

[0039] 通过改变在压电致动器 2 处的这些电动驱动信号可以故意地影响在杆右手末端处的这些信号。因此,本发明使之有可能影响信号形式(谐波信号、脉冲信号)、信号幅值(典型地是 20m/s^2 至 100000m/s^2)以及这些信号的脉冲持续时间(典型地是 $50\mu\text{s}$ 至 $500\mu\text{s}$)二者。

[0040] 为了在该杆的末端处产生一个限定的标称信号,可以使用参考传感器系统的这些实际信号,以便将它们与标称信号进行比较。用于该致动器的这些驱动信号的预失真可以通过多种适合的数学方法来进行计算,这样使标称信号产生在杆末端处。这使之有可能产生与有待校准的对应的传感器相匹配的校准信号。

[0041] 可以使用杆的这些连续谱特性,以便在该杆的右手末端处实现特别高的信号幅值。

[0042] 一方面,该杆可以通过纵向自然频率的多个谐波信号来激励。这使之有可能在该杆末端处通过引入最小量的电力而实现特别高的信号幅值。

[0043] 另一方面,该致动器可以用同一个信号周期性地被驱动。如果该驱动周期与波通过杆的传播时间相匹配,则起始波与对应地最新产生的波相叠加。这种叠加同样使之有可能在该杆末端处通过引入最小量的电力而实现特别高的信号幅值。

[0044] 参考符号清单

[0045] 1 杆

[0046] 2 机电致动器

[0047] 3 平衡重量

[0048] 4 有待校准的传感器

[0049] 5 控制线

[0050] 6 开环与闭环控制电子装置

[0051] 7 控制线

[0052] 8 参考传感器系统

[0053] 9 连接质量

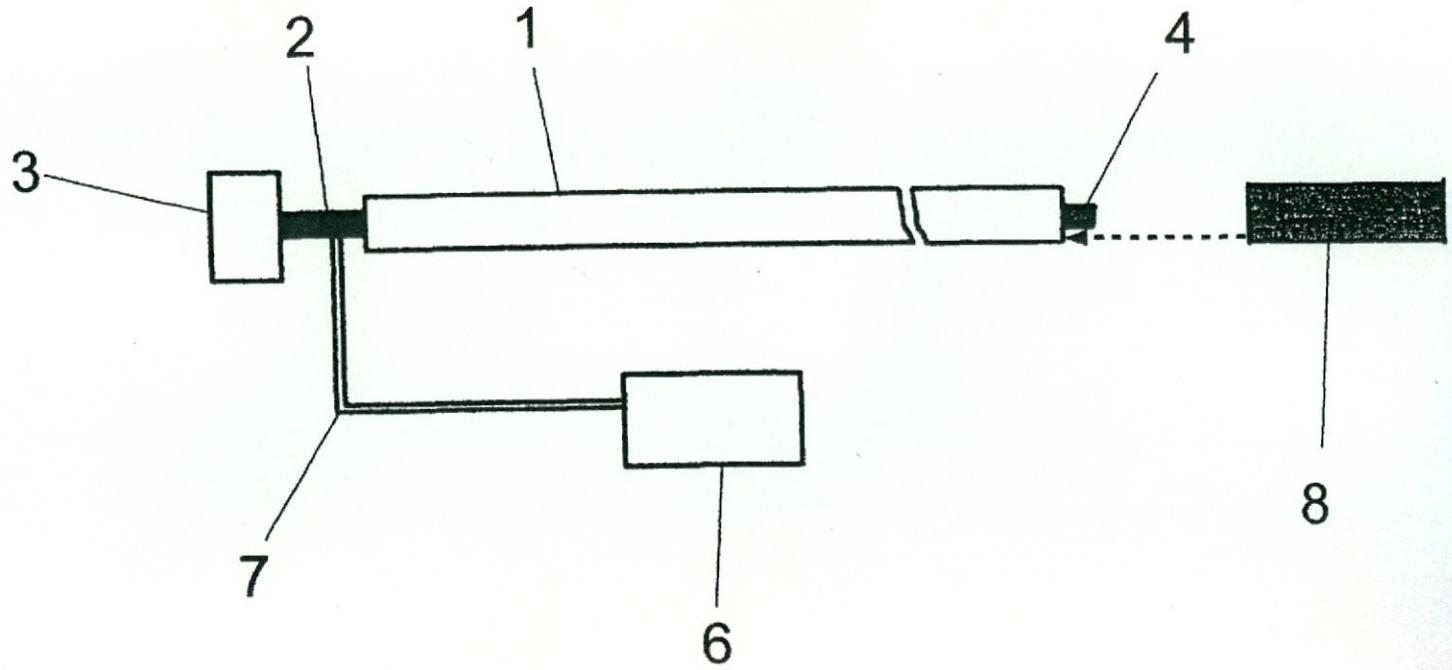


图 1

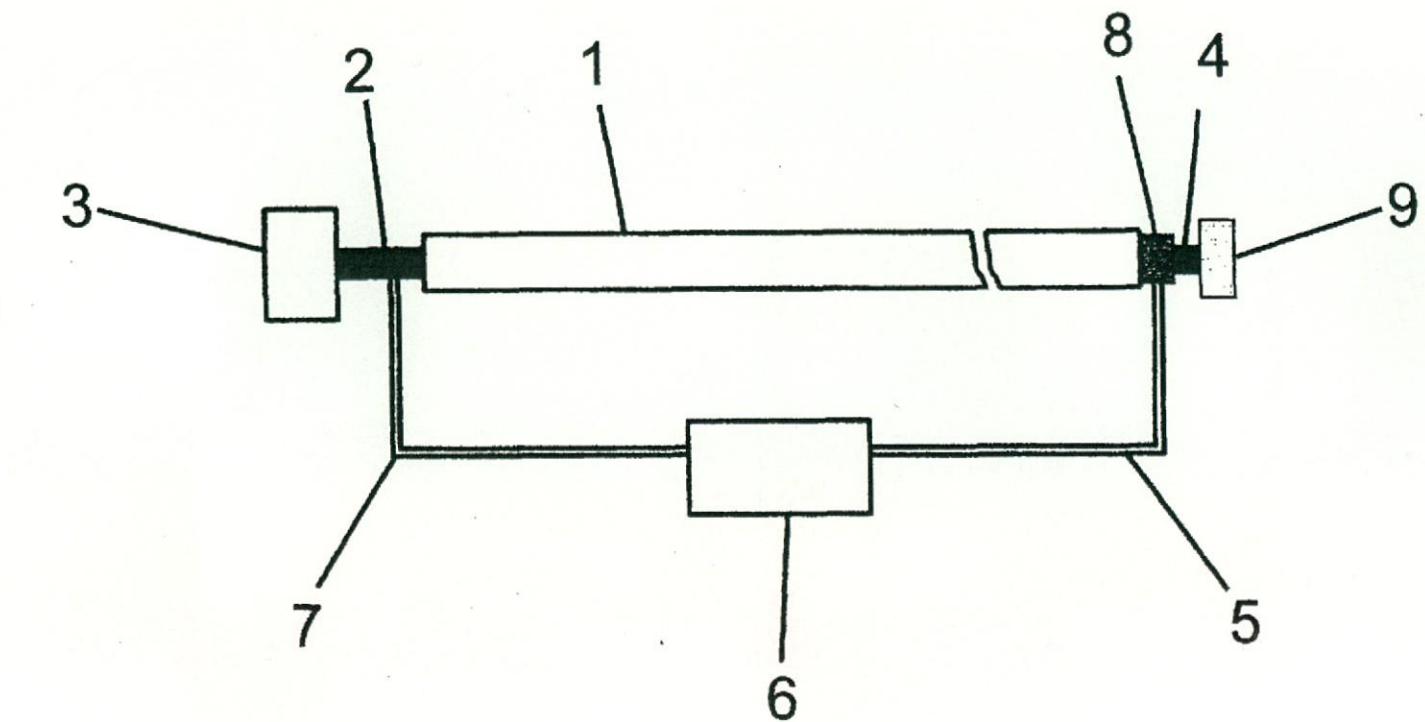


图 2