



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203744938 U

(45) 授权公告日 2014. 07. 30

(21) 申请号 201420019151. 7

(22) 申请日 2014. 01. 10

(73) 专利权人 中国计量学院

地址 310018 浙江省杭州市江干区学源街
258 号

(72) 发明人 高晓良 刘月明 夏忠诚 陈浩
邹建宇

(51) Int. Cl.

G01B 11/16(2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

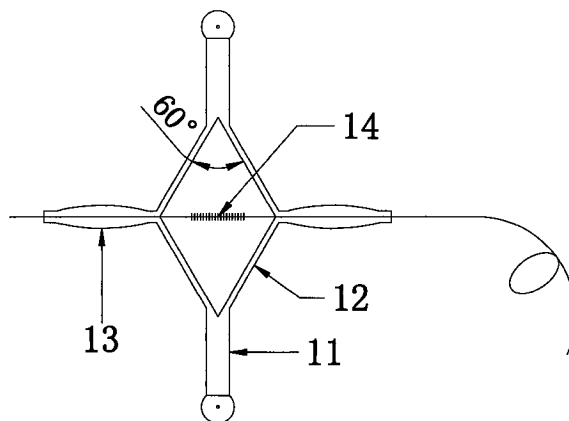
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 实用新型名称

一种高温压力管道外壁应变在线监测的光纤光栅传感器

(57) 摘要

本实用新型属于光纤光栅传感技术领域,具体涉及一种高温压力管道外壁应变在线监测的光纤光栅传感器。所述光纤光栅传感器包括直接传感臂、菱形基体、间接传感臂和耐高温光纤布拉格光栅。所述的直接传感臂、菱形基体和间接传感臂为一体化的金属基底结构,其材料尽量选择与高温压力管道相一致的材料;耐高温光纤布拉格光栅通过低温玻璃焊料固定在间接传感臂的橄榄槽中;菱形基体在直接传感臂方向的内角度为 60° 。本实用新型所述的一种高温压力管道外壁应变在线监测的光纤光栅传感器,可以在高温 300°C 环境下对高温压力管道等高温构件的安全状况进行在线监测,预先发现应变异常点,提醒企业及时修复或更换相关设备,从而避免爆管事故的发生。



1. 一种高温压力管道外壁应变在线监测的光纤光栅传感器,其特征在于,所述的光纤光栅传感器包括直接传感臂、菱形基体、间接传感臂和耐高温光纤布拉格光栅,其中直接传感臂、菱形基体和间接传感臂为一体化刚性连接,直接传感臂和间接传感臂位于菱形基体的两个垂直方向上,涂覆层为聚酰亚胺的耐高温光纤布拉格光栅通过低温玻璃焊料固定在间接传感臂的橄榄槽中。

2. 根据权利要求1所述的一种高温压力管道外壁应变在线监测的光纤光栅传感器,其特征在于,所述的直接传感臂、菱形基体和间接传感臂,其材料选择与高温压力管道相一致的材料。

3. 根据权利要求1所述的一种高温压力管道外壁应变在线监测的光纤光栅传感器,其特征在于,所述的菱形基体,在其直接传感臂方向的菱形内角度小于 90° ,以起到应变增敏的效果。

4. 根据权利要求1所述的一种高温压力管道外壁应变在线监测的光纤光栅传感器,其特征在于,所述的低温玻璃焊料的熔点为 $350^{\circ}\text{C} \sim 400^{\circ}\text{C}$ 。

一种高温压力管道外壁应变在线监测的光纤光栅传感器

技术领域

[0001] 本发明涉及光纤光栅传感技术领域,尤其涉及一种高温压力管道外壁应变在线监测的光纤光栅传感器,适合于对高温压力管道等各种高温构件表面进行应变在线监测。

背景技术

[0002] 自 1978 年 K. O. Hill 等人发现光纤的光敏性并利用纵向驻波写入法制成世界上第一根光纤布拉格光栅以来,光纤光栅以其本质安全、质量轻、体积小、不受电磁干扰、易于复用、可远距离遥测等独特优点而在传感领域得到广泛应用,已成为目前传感技术发展的主流方向之一。

[0003] 目前高温压力管道的安全监测技术手段主要包括:电学传感器检测方法、超声波检测方法和红外热成像检测方法。由于高温压力管道内部通常为易燃易爆的危险介质,任何微弱的电火花都可能会引起管道燃爆,因此电类传感器不适宜对高温压力管道进行安全监测;基于无损检测理论的超声波检测方法和红外热成像检测方法,虽然避免了电学传感器的缺陷,但是超声波检测方法限于其工作原理只能检测管道内壁的裂缝和材料的气泡缺陷等,不能对高温压力管道表面进行应变在线监测;而红外热成像检测方法分辨率较低,只能检测内部蚀坑和壁厚缺陷,同样无法实时检测管道的外壁应变变化。

[0004] 大量数据结果表明,在排除管道制造先天缺陷和人为失误操作的前提下,引起管道泄漏和爆管事故的主要原因是管道材料的高温蠕变和管壁腐蚀,而无论是管道材料的高温蠕变还是管壁腐蚀,其外在效应均会造成管道外壁的明显应变,最终导致管道泄漏或爆裂。基于材料力学的理论分析可以得出,高温压力管道的外壁失效应变是一个非线性过程,即管道越接近失效爆裂,其外壁的应变速率越快,因此通过监测高温压力管道的外壁失效应变状态,可以获知管道的安全状况,预先发现高温压力管道的应变异常点,提醒企业及时修复或更换高温压力管道,确保高温压力管道安全运行,避免爆管事故的发生。

发明内容

[0005] 鉴于监测高温压力管道安全状况的迫切性,本发明的目的在于提供一种高温压力管道外壁应变在线监测的光纤光栅传感器,通过对高温压力管道外壁表面进行实时应变监测,可以监控高温压力管道的安全状况。通过选取适合的耐高温光纤光栅、基体结构和材料,可以实现光纤光栅传感器的增敏和温度补偿效果。

[0006] 本发明提供一种高温压力管道外壁应变在线监测的光纤光栅传感器,所述光纤光栅传感器包括直接传感臂、菱形基体、间接传感臂和耐高温光纤布拉格光栅。

[0007] 为达到上述目的,本发明采取以下技术方案:

[0008] 所述的直接传感臂、菱形基体和间接传感臂为一体化刚性连接,直接传感臂和间接传感臂位于菱形基体的两个垂直方向上。

[0009] 所述的直接传感臂、菱形基体和间接传感臂,其材料选择与高温压力管道相一致的材料。

[0010] 所述的菱形基体,在其直接传感臂方向的菱形内角度小于 90° ,以起到应变增敏的效果。

[0011] 所述的间接传感臂中粘接光纤光栅的部位为橄榄形。

[0012] 所述的耐高温光纤布拉格光栅为聚酰亚胺涂覆层的特种光纤布拉格光栅。

[0013] 所述的耐高温光纤布拉格光栅通过低温玻璃焊料固定在间接传感臂的橄榄槽中。

[0014] 所述的低温玻璃焊料的熔点为 $350^{\circ}\text{C} \sim 400^{\circ}\text{C}$ 。

[0015] 所述的耐高温光纤布拉格光栅粘接在间接传感臂上时,需要施加适当预拉,以保证传感器具有双向应变传感能力。

[0016] 本发明所述的一种高温压力管道外壁应变在线监测的光纤光栅传感器,通过对材料和结构的合理选取与设计,可以在耐高温 300°C 的同时,提高传感器的应变灵敏度,对高温压力管道的安全状况进行在线监测,并且通过连接多个监测传感器,形成传感器网络,在降低系统平均成本的同时,可以对整个高温压力管道系统进行多点实时遥测。

附图说明

[0017] 图 1 为所述的一种高温压力管道外壁应变在线监测的光纤光栅传感器示意图

[0018] 图 2 为所述的光纤光栅传感器加工平台示意图

[0019] 图 3 为安装的光纤光栅传感器相对于高温压力管道的具体位置示意图

具体实施方式

[0020] 本发明所述的一种高温压力管道外壁应变在线监测的光纤光栅传感器,包括直接传感臂 (11)、菱形基体 (12)、间接传感臂 (13) 和耐高温光纤布拉格光栅 (14),其中直接传感臂 (11)、菱形基体 (12) 和间接传感臂 (13) 为一体化的金属结构,直接传感臂 (11) 和间接传感臂 (13) 位于菱形基体 (12) 的两个垂直方向上;耐高温光纤布拉格光栅 (14) 通过低温玻璃焊料固定在间接传感臂 (13) 上面。

[0021] 直接传感臂 (11)、菱形基体 (12) 和间接传感臂 (13) 的材料选择与高温压力管道相一致的材料,避免不同材料在温度变化时热膨胀系数差异所引起的热应力,以保证传感器的监测精度。

[0022] 菱形基体 (12) 在直接传感臂方向的内夹角小于 90° ,根据结构力学相关理论,在管道应变不变的情况下,菱形内角度越小,应变放大系数越高。在本发明中,菱形内夹角为 60° ,实际中可根据高温压力管道的具体尺寸进行调整以取得最佳效果。

[0023] 通过使用低温玻璃焊料粘接耐高温光纤布拉格光栅 (14) 和间接传感臂 (13),可以实现在高温 300°C 环境下监测构件表面应变的目的。

[0024] 下面结合附图对本发明实例做进一步的阐述:

[0025] 1. 光纤光栅传感器的制作

[0026] 如图 2 所示,一对滑轮 (21) 和升降平台 (23) 固定在操作平台 (24) 上面,将金属基底结构放在升降平台 (23) 上面,保证金属基底结构稳固、水平放置;

[0027] 将耐高温光纤布拉格光栅 (22) 架装在两个固定的滑轮 (21) 之间,且栅区部分刚好位于菱形基体 (12) 内部,光栅的一端用夹具 (26) 固定在操作平台 (24) 侧面,另一端悬

挂适当重量的重物 (25), 以保证耐高温光纤布拉格光栅 (22) 处于水平拉紧状态;

[0028] 用升降平台 (23) 调整金属基底结构的竖直位置, 保证栅区两端处于菱形基体 (12) 的橄榄槽中;

[0029] 放入适量低温玻璃焊料, 然后进行烧结;

[0030] 在耐高温光纤布拉格光栅与菱形基体的接合处均匀地涂抹硅胶, 以消除耐高温光纤布拉格光栅和低温玻璃焊料之间的应力集中现象, 避免光栅因应力集中而发生断裂, 然后待硅胶完全固化;

[0031] 整个制作过程须用光谱仪 (27) 实时监测耐高温布拉格光纤光栅的中心波长, 以便有异常现象时及时进行调整。

[0032] 2. 光纤光栅传感器的固定

[0033] 对管道进行焊接前的预处理, 去除高温压力管道的表面附着物, 使管道露出光洁表面;

[0034] 将光纤光栅传感器的直接传感臂 (11) 两端焊接在管道表面, 焊接时对于每一个测点, 采取轴向和环向分别焊接一个传感器的方法, 可以同时监测高温压力管道表面的环向和轴向应变变化, 以提供全面、可靠的应变信息, 如图 3 所示;

[0035] 焊接完毕后用高温胶布将传感器覆盖保护, 避免外界物理损伤。

[0036] 3. 在线监测

[0037] 将焊接于高温压力管道表面的光纤光栅传感器用光缆连接, 利用传感器复用技术组成传感网络, 覆盖需要监测的高温压力管道。通过信号解调模块对携有高温压力管道应变信息的传感器反射波长信号进行分析, 可以预先发现高温管道的应变异常点, 提醒企业及时修复或更换高温压力管道, 从而避免高温压力管道泄漏或爆管事故的发生。

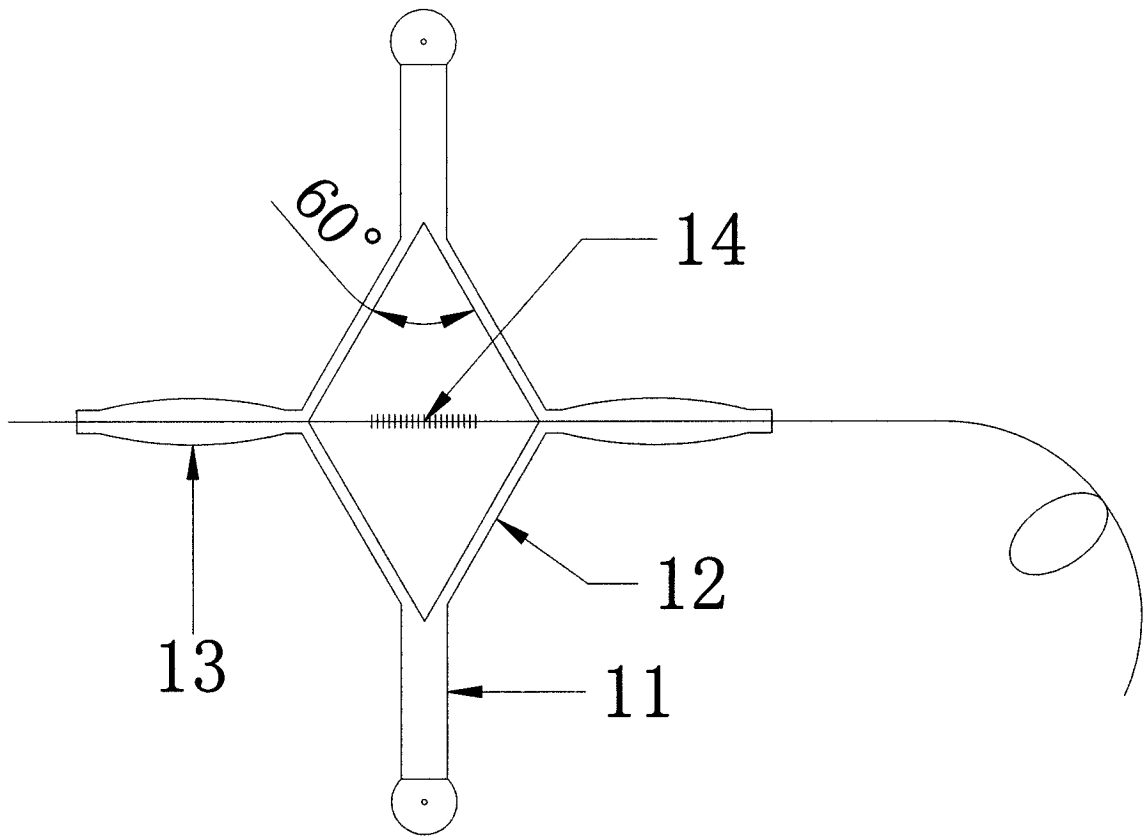


图 1

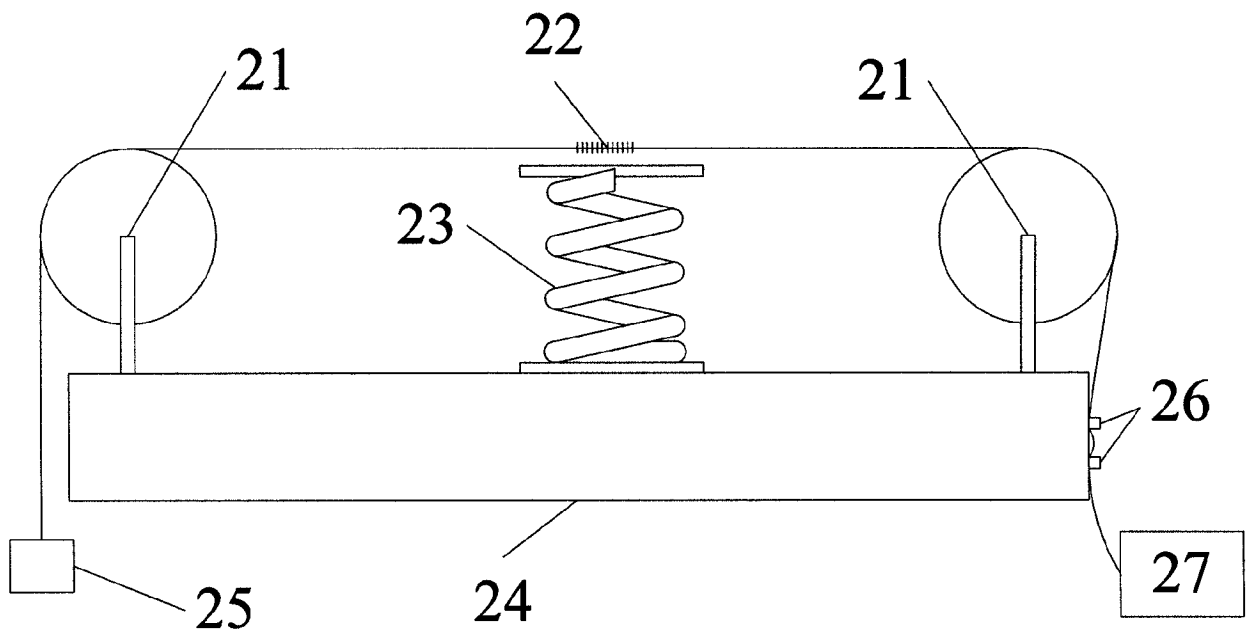


图 2

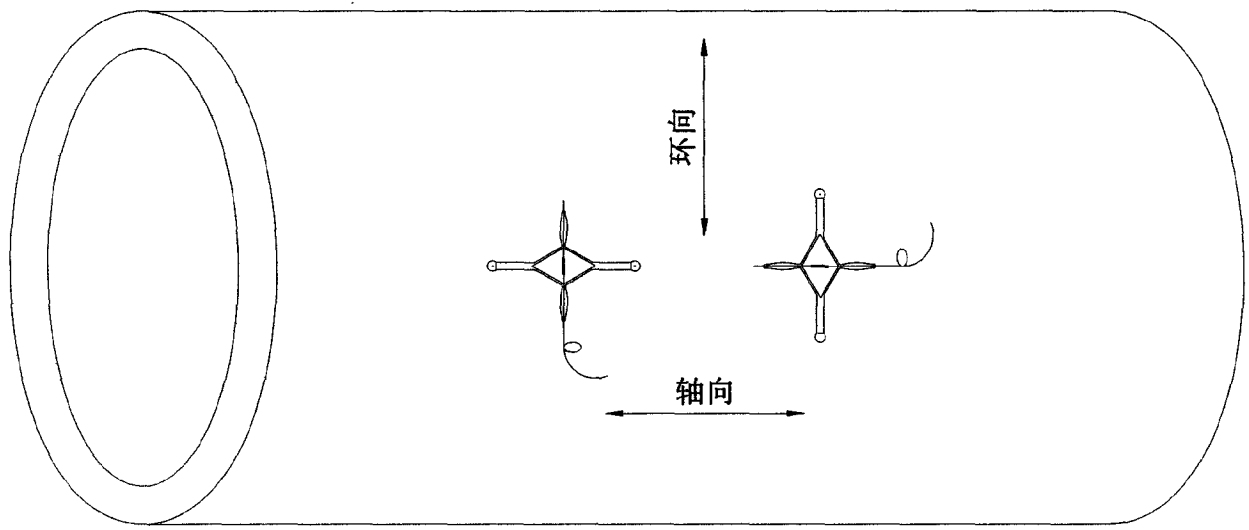


图 3