



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110987229 A

(43)申请公布日 2020.04.10

(21)申请号 201911327005.4

(22)申请日 2019.12.20

(71)申请人 西安工业大学

地址 710032 陕西省西安市未央区学府中路2号

(72)发明人 陈海滨 冯嘉双 高明 谢田宠
申佳鑫 王伟 张雄星 郭子龙

(74)专利代理机构 西安新思维专利商标事务所
有限公司 61114

代理人 韩翎

(51)Int.Cl.

G01K 11/32(2006.01)

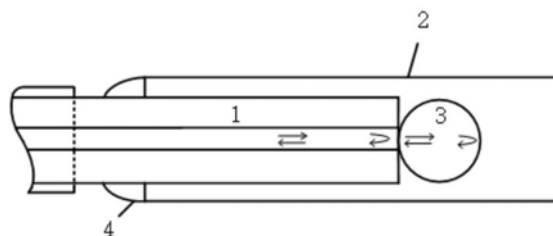
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种光纤端面型法珀腔温度传感器

(57)摘要

本发明涉及一种光纤端面型法珀腔温度传感器,包括单模光纤、聚合物微球、空心玻璃管。将聚合物微球通过紫外胶固定在垂直切割的单模光纤端面,并套入空心玻璃管之中进行保护。该传感器利用聚合物微球直径对温度变化的敏感特性,采用光学方式实现温度测量。本发明温度灵敏度较高,并且具有尺寸小、结构紧凑、易于制造的特点。



1. 一种光纤端面型法珀腔温度传感器,其特征在于:包括单模光纤(1)和空心玻璃管(2),所述单模光纤(1)的一个端部为裸纤段,将聚合物微球(3)固定在该单模光纤(1)裸纤段的端面上,单模光纤(1)穿设于空心玻璃管(2)中,单模光纤(1)裸纤段和聚合物微球(3)设置于空心玻璃管(2)内,聚合物微球(3)一端的空心玻璃管(2)的端口封闭。

2. 根据权利要求1所述的光纤端面型微球法珀腔温度传感器,所述聚合物微球(3)为单分散交联聚苯乙烯微球。

3. 根据权利要求1所述的光纤端面型法珀腔温度传感器的制作方法,其特征在于,包含以下步骤:

步骤1:去除靠近单模光纤(1)端部的部分涂覆层,并用光纤切割刀切割形成垂直于光纤轴线的平整端面,对该端面做抛光处理,保证光纤端面的绝对平整;

步骤2:截取一段内径略大于单模光纤(1)包层外径的空心玻璃管(2),用切割刀切割空心玻璃管(2)两端端面,确保空心玻璃管(2)的两个端面平整,并在单模光纤(1)包层外涂抹紫外胶(4)后将其裸纤段整个送入空心玻璃管中;

步骤3:在单模光纤(1)的裸线段的顶端涂抹少量紫外胶,将直径聚合物微球(3)粘结固定于光纤端面中心位置;

步骤4:微调单模光纤(1)的位置,使聚合物微球3完全包含于空心玻璃管(2)中,之后固化单模光纤(1)包层外涂抹的紫外胶(4),同时在聚合物微球(3)一端的空心玻璃管(2)的管口涂抹紫外胶(4),固化封闭该端部。

一种光纤端面型法珀腔温度传感器

[0001] 技术领域:

本发明涉及光纤传感领域,涉及一种光纤端面型法珀腔温度传感器。

[0002] 背景技术:

光纤法珀腔温度传感器具有体积小、重量轻、灵敏度高、动态响应范围大和抗电磁干扰等优点,通过光学方法可根据法珀腔腔长信息精确解调与解算温度信息,可用于航空、石油、生物、医疗等多种应用领域。其中,端面型光纤法珀腔温度传感器可以做到尺寸更为小巧,并且使用更为灵活。

[0003] 目前,端面型光纤法珀腔温度传感器已有多种技术方法可以实现。例如,可以通过在光纤端面制备介质、聚合物薄膜,实现光纤端面薄膜型光纤法珀腔温度传感器;通过MEMS技术制备微型法珀腔然后将其粘贴在光纤端面上,实现MEMS光纤温度传感器;使用飞秒激光或紫外激光在光纤端面附近写入微型法珀腔等。但这些制备方法普制备流程较为复杂,需要使用昂贵的仪器设备,因此传感器的制备成本较高。也有人提出通过特殊的熔接技术在光纤端面制备微型空气泡型法珀腔,这种传感器限于熔石英材料本身的热膨胀系数,其温度灵敏度较低。

[0004] 发明内容:

针对现有光纤端面型温度传感器制作复杂、温度灵敏度较低的问题,本发明提出一种光纤端面型法珀腔温度传感器。

[0005] 为了达到本发明的目的,本发明提供的技术方案如下:

一种光纤端面型法珀腔温度传感器,包括单模光纤和空心玻璃管,所述单模光纤的一个端部为裸纤段,将聚合物微球固定在该单模光纤裸纤段的端面上,单模光纤穿设于空心玻璃管中,单模光纤裸纤段和聚合物微球设置于空心玻璃管内,聚合物微球一端的空心玻璃管的端口封闭。

[0006] 进一步的,所述聚合物微球为单分散交联聚苯乙烯微球。

[0007] 一种光纤端面型法珀腔温度传感器的制作方法,其特征在于,包含以下步骤:

步骤1:去除靠近单模光纤端部的部分涂覆层,并用光纤切割刀切割形成垂直于光纤轴线的平整端面,对该端面做抛光处理,保证光纤端面的绝对平整;

步骤2:截取一段内径略大于单模光纤包层外径的空心玻璃管,用切割刀切割空心玻璃管两端端面,确保空心玻璃管的两个端面平整,并在单模光纤包层外涂抹紫外胶后将其裸纤段整个送入空心玻璃管中;

步骤3:在单模光纤的裸线段的顶端涂抹少量紫外胶,将直径聚合物微球3粘结固定于光纤端面中心位置;

步骤4:微调单模光纤的位置,使聚合物微球完全包含于空心玻璃管中,之后固化单模光纤包层外涂抹的紫外胶,同时在聚合物微球一端的空心玻璃管的管口涂抹紫外胶,固化封闭该端部。

[0008] 与现有技术相比,本发明的有益效果有:

1. 将聚合物微球粘结于光纤端面,由聚合物微球本身的反射界面构成尺度在百微米

或百微米以下的微型法珀腔,利用聚合物微球本身在不同温度下的热胀冷缩实现温度传感,由于聚合物材料相比于常规熔石英材料具备更高的温度灵敏度,本发明利用聚合物微球直径对温度变化的敏感特性,采用光学方式实现温度测量,较常规光纤端面型温度传感器具有更高的温度灵敏度,能实现更高精度的温度测量。

[0009] 所提出光纤端面型微球法珀腔温度传感器结构小巧,制作简便,工艺一致性高:所需材料仅为单模光纤、聚合物微球、空心玻璃管和紫外胶,制作过程简单,仅需要实现聚合物微球与单模光纤端面的对准粘结,以及空心玻璃管与单模光纤的粘结,制作的传感器结构包含空心玻璃管在内,直径也只有数百微米。由于有现成标准的工艺大批量制备相同或相近直径的聚合物微球,因此可采用自动对准粘结装置以相同流程大批量制备该种聚合物光纤端面型微球法珀腔温度传感器,实现较高的工艺一致性。

[0010] 附图说明:

图1是本发明实施例的结构示意图;

图2是本发明实施例实验论证装置图;

图3是本发明实施例微球直径和温度的线性关系图。

[0011] 图中,1-单模光纤,2-空心玻璃管,3-聚合物微球,4-紫外固化胶,5-SLD光源,6-光纤环行器,7-可编程高温炉,8-传感器,9-光谱分析仪。

具体实施方式

[0012] 下面将结合本发明实施例和附图,对本发明进行清楚、完整地描述。

[0013] 实施例:

如图1所示的一种光纤端面型法珀腔温度传感器,包括单模光纤1和空心玻璃管2,所述单模光纤1的一个端部为裸纤段,将聚合物微球3固定在该单模光纤1裸纤段的端面上,单模光纤1穿设于空心玻璃管2中,单模光纤1裸纤段和聚合物微球3设置于空心玻璃管2内,聚合物微球3一端的空心玻璃管2的端口封闭。

[0014] 根据权利要求1所述的一种光纤端面型微球法珀腔温度传感器,所述聚合物微球3为单分散交联聚苯乙烯微球。

[0015] 一种光纤端面型法珀腔温度传感器的制作方法,包含以下步骤:

步骤1:去除靠近单模光纤1端部的部分涂覆层,并用光纤切割刀切割形成垂直于光纤轴线的平整端面,对该端面做抛光处理,保证光纤端面的绝对平整;

步骤2:截取一段内径略大于单模光纤1包层外径的空心玻璃管2,用切割刀切割空心玻璃管2两端端面,确保空心玻璃管2的两个端面平整,并在单模光纤1包层外涂抹紫外胶4后将其裸纤段整个送入空心玻璃管中;

步骤3:在单模光纤1的裸线段的顶端涂抹少量紫外胶,将直径聚合物微球3粘结固定于光纤端面中心位置;

步骤4:微调单模光纤1的位置,使聚合物微球3完全包含于空心玻璃管2中,之后固化单模光纤1包层外涂抹的紫外胶4,同时在聚合物微球3一端的空心玻璃管2的管口涂抹紫外胶4,固化封闭该端部。

[0016] 具体的:单模光纤1为美国康宁公司的 G652D 型标准单模裸光纤,纤芯9 μm ,除去涂覆层后外径为125 μm 。聚合物微球3使用的是倍思乐出品的UniBead单分散交联聚苯乙烯

微球,直径100 μm ,90 $^{\circ}\text{C}$ 以下受热软化缩小;空心玻璃管2的尺寸为外径420 μm ,内径128 μm 。

[0017] 本发明提供的传感器的测温方法是:根据多光束干涉理论,光线通过单模光纤1出射端出射,在单模光纤1出射端面被部分反射,部分透射,部分透射光由出射端面出射后,继续在聚合物微球3内传播,遇到聚合物微球3反射端面,发生部分反射部分透射,反射光再重新从单模光纤1出射端面入射进入单模光纤1时,与单模光纤1出射端面的部分反射光发生干涉。当外界温度变化并作用于光纤微球温度传感器时,法珀腔腔长的改变会引起反射干涉光的相位发生变化,即可按照多峰检测法计算得到腔长值,测得腔长以后,根据腔长和温度的线性关系即可测得温度值。

[0018] 参见图2,采用公知的实验装置进行温度特性测试实验。光源5接于光纤环行器6的1端口,本发明所制作的传感器8接于光纤环行器6的2端口,光谱分析仪9接于光纤环行器6的3端口。光源5采用美国Thorlabs公司的SLD宽带光源(S5FC1550S-A2),其中心波长为1568nm,3dB带宽约为90nm,最大输出功率3mW。光纤环行器6采用1550波长的光线环行器。光谱分析仪9采用日本Anritsu公司生产的高精度光纤光谱分析仪(MS9740A),其光谱测量范围为0.6~1.75 μm ,最高波长分辨率可达0.03nm。使用可编程高温炉7(High Temperature Furnace)进行温度控制和参照测量,最高温度可到达1200K、最大升温速率10 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 、温度分辨率为1 $^{\circ}\text{C}$ 。将本发明所制作的传感器8置于高温炉内部,且使传感器腔体位于加热炉管中心处进行加热测试。

[0019] 以室温20 $^{\circ}\text{C}$ 为温度基准点,在90 $^{\circ}\text{C}$ 以下以10 $^{\circ}\text{C}$ 为间隔记录光谱数据,利用光谱分析仪记录不同温度条件下的光谱数据。并通过多峰检测法计算光纤端面型微球法珀腔温度传感器的腔长,可得腔长与温度之间的线性关系,如图3所示。可见光纤端面型微球法珀腔温度传感器的法珀腔腔长与温度之间有着很好的线性关系。通过线性拟合,可得光纤微球法珀腔温度传感器的腔长变化量-温度灵敏度为-0.6405nm/ $^{\circ}\text{C}$,线性度为0.9975。

[0020] 以上所述,并非用于限定本发明的保护范围。

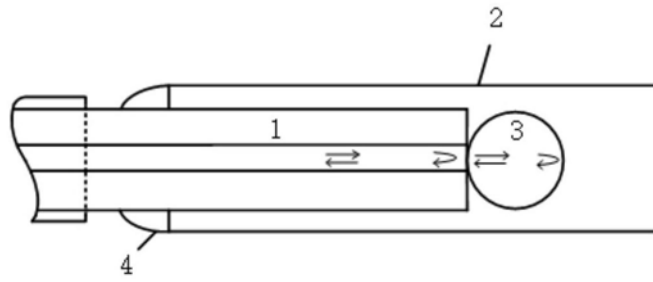


图1

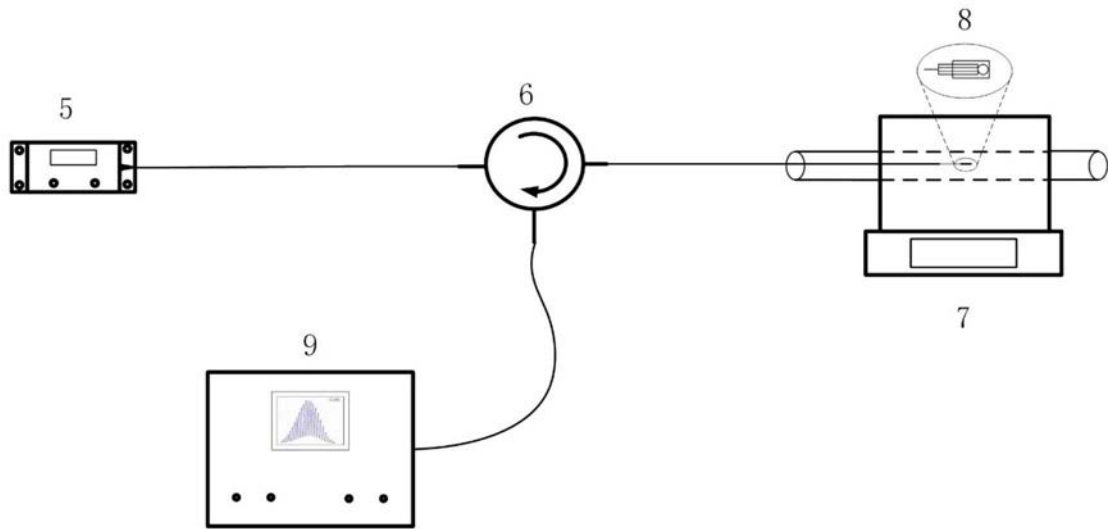


图2

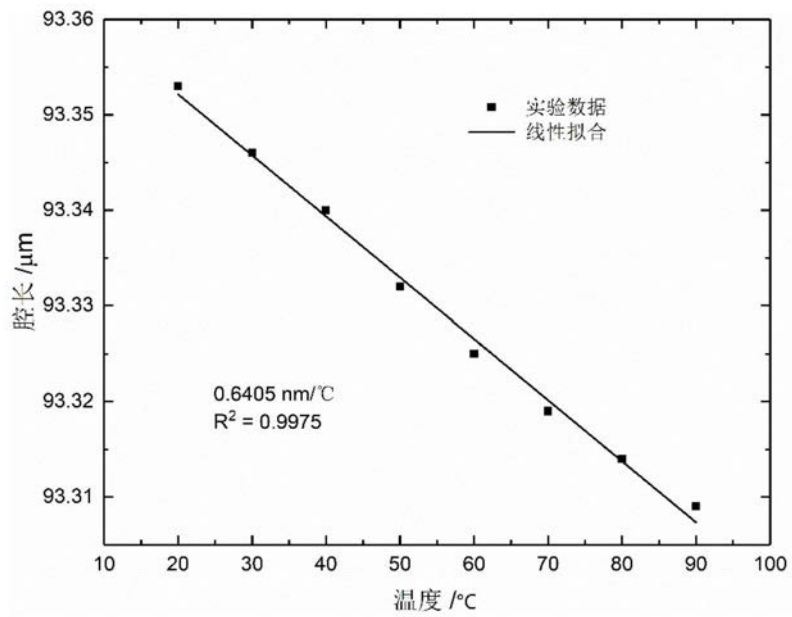


图3