



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114485485 B

(45) 授权公告日 2023. 07. 25

(21) 申请号 202210104715.6

(22) 申请日 2022.01.28

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114485485 A

(43) 申请公布日 2022.05.13

(73) 专利权人 南京信息工程大学
地址 210032 江苏省南京市江北新区宁六
路219号

(72) 发明人 王图涛

(74) 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限
公司 32200
专利代理师 王美章

(51) Int. Cl.
G01B 11/26 (2006.01)
G01B 9/02 (2022.01)

(56) 对比文件

- CN 104220846 A, 2014.12.17
- CN 107476661 A, 2017.12.15
- CN 113324570 A, 2021.08.31
- CN 113777345 A, 2021.12.10
- JP H1054805 A, 1998.02.24
- US 2005169568 A1, 2005.08.04
- US 2008037028 A1, 2008.02.14
- US 4767210 A, 1988.08.30
- US 9291774 B1, 2016.03.22
- WO 03006921 A2, 2003.01.23

姚毅, 路伟东, 简水生. 单模光纤中的双折射
测试. 北方交通大学学报. 1994, (第02期), 全文.

审查员 郝敏

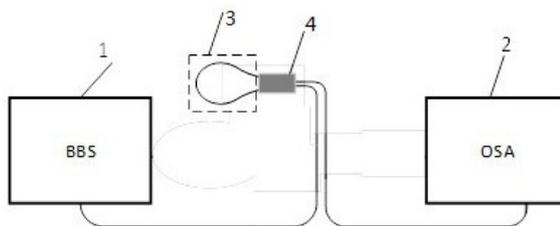
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

基于气球形光纤干涉仪的角度传感系统及其测量方法

(57) 摘要

本发明涉及光纤传感技术领域, 包括单模光纤、毛细管和角度测量装置, 单模光纤通过弯曲构成气球形结构的传感回路, 传感回路的输入端和输出端均内置在毛细管中, 传感回路的输入端与宽带光源连接, 传感回路的输出端与光谱分析仪连接, 角度测量装置包括角度尺和转动臂, 角度尺水平设置, 转动臂的转动轴位于角度尺0刻度的外侧, 角度尺的上设有传感回路, 传感回路位于0刻度处, 传感回路的平面与角度尺的0刻度线相对齐, 其顶面面向0刻度方向, 转动臂延伸至传感回路的侧面, 转动臂挤压传感回路使其发生角度偏转, 本发明利用光纤弯曲为气球形结构的特性实现对角度传感的同时也增加了角度传感器的稳定性、传感范围和传感灵敏度。



1. 一种基于气球形光纤干涉仪的角度传感系统, 传感装置包括单模光纤、毛细管和角度测量装置, 其特征在于, 所述单模光纤通过弯曲构成气球形结构的传感回路, 所述传感回路的输入端和输出端均内置在毛细管中固定, 所述传感回路的输入端与宽带光源的出射光端口相连接, 所述传感回路的输出端与光谱分析仪的入射光端口相连接, 所述角度测量装置包括角度尺和转动臂, 角度尺水平设置, 转动臂的转动轴对应于角度尺0刻度位置的外侧, 角度尺的上表面设有传感回路, 传感回路位于0刻度位置, 传感回路所在平面与角度尺的刻度面相垂直, 且与角度尺上的0刻度线直线对齐, 气球形结构的顶面面向0刻度方向设置, 转动臂延伸至传感回路的侧面, 转动臂挤压传感回路使其发生角度偏转。

2. 根据权利要求1所述的基于气球形光纤干涉仪的角度传感系统, 其特征在于, 所述角度尺为半圆形结构, 所述0刻度位于半圆形的中点位置, 传感回路的角度偏转范围在 $0\sim\pm 50^\circ$ 之间。

3. 根据权利要求1所述的基于气球形光纤干涉仪的角度传感系统, 其特征在于, 所述毛细管的内径为0.4mm, 长度为15mm。

4. 根据权利要求1所述的基于气球形光纤干涉仪的角度传感系统, 其特征在于, 所述单模光纤型号为G.652, 单模光纤的纤芯直径为 $8.25\mu\text{m}$, 单模光纤的包层直径为 $125\mu\text{m}$ 。

5. 根据权利要求1所述的基于气球形光纤干涉仪的角度传感系统, 其特征在于, 所述传感回路中气球形结构的顶端A点距离与其相邻的毛细管顶端的中点B点的直选距离为20mm。

6. 根据权利要求1所述的基于气球形光纤干涉仪的角度传感系统的测量方法, 其特征在于,

步骤1, 通过单模光纤将宽带光源和光谱分析仪分别连接传感回路的输入和输出端;

步骤2, 光通过单模光纤传输至传感回路的输入端, 通过光谱分析仪检测透射光谱, 由于不同大小的角度会导致传感回路发生不同程度的弯曲从而改变透射光谱的波长, 利用光谱分析仪检测透射光谱波谷的波长变化就能得到角度的变化。

基于气球形光纤干涉仪的角度传感系统及其测量方法

技术领域

[0001] 本发明涉及光纤传感技术领域,具体的是基于气球形光纤干涉仪的角度传感系统及其测量方法。

背景技术

[0002] 在1966年,英籍华人科学家高锟首次提出光导纤维(光纤)传输光信号的理论,在这理论指导下,几年后第一根低损耗光纤由美国康宁公司研制成功。光纤作为光信号传输的重要通道,已经广泛应用光纤通信和传感领域。光纤传感主要分为分布式光纤传感和光纤干涉仪,由于光纤干涉仪具有体积小、灵敏度高、成本低等独特的优点而被人们深入的研究。光纤干涉仪已经在安全监测、工业、生物化学等领域具有广泛的应用。研究最为广泛的光纤干涉仪主要有马赫-曾德尔干涉仪(MZI)、迈克尔逊干涉仪(MI)和法布里-珀罗干涉仪(FPI)。其中,光纤MZI相对于其他两种干涉仪来说,具有制作简单、消光比高、信号插入损耗低、应用场景多等优点。在各个领域中,光纤MZI通常被用来测量温度、液体折射率、曲率、位移、湿度等常见物理量。角度的传感在生物医学、机械工业、结构健康等领域发挥了重要的作用,近年来,许多研究者提出了不同的方案来对角度进行传感。其中,利用光纤锥形结构级联光纤布拉格光栅(FBG)的迈克尔逊干涉仪(MI)被证实可以测量角度。用光纤锥形级联光纤花生形结构组成的马赫曾德尔干涉仪(MZI)也可以测量角度。此外,基于聚合物光纤(POF)的传感系统也被用于角度传感。但这些角度传感器通常制作过程复杂,在实际使用中不仅容易断裂而且灵敏度不高。

发明内容

[0003] 针对上述问题,本专利创新的提出了一种基于气球形光纤干涉仪的角度传感系统,具体方案如下:

[0004] 一种基于气球形光纤干涉仪的角度传感系统,传感装置包括单模光纤、毛细管和角度测量装置,所述单模光纤通过弯曲构成气球形结构的传感回路,所述传感回路的输入端和输出端均内置在毛细管中固定,所述传感回路的输入端与宽带光源的出射光端口相连接,所述传感回路的输出端与光谱分析仪的入射光端口相连接,所述角度测量装置包括角度尺和转动臂,角度尺水平设置,转动臂的转动轴对应于角度尺0刻度位置的外侧,角度尺的上表面设有传感回路,传感回路位于0刻度位置,传感回路所在平面与角度尺的刻度面相垂直,且与角度尺上的0刻度线直线对齐,气球形结构的顶面面向0刻度方向设置,转动臂延伸至传感回路的侧面,转动臂挤压传感回路使其发生角度偏转。

[0005] 进一步,所述角度尺为半圆形结构,所述0刻度位于半圆形的中点位置,传感回路的角度偏转范围在 $0\sim\pm 50^\circ$ 之间。

[0006] 进一步,所述毛细管的内径为0.4mm,长度为15mm。

[0007] 进一步,所述单模光纤型号为G.652,单模光纤的纤芯直径为 $8.25\mu\text{m}$,单模光纤的包层直径为 $125\mu\text{m}$ 。

[0008] 进一步,所述传感回路中气球形结构的顶端A点距离与其相邻的毛细管顶端的中点B点的直选距离为20mm。

[0009] 基于气球形光纤干涉仪的角度传感系统的测量方法:

[0010] 步骤1,通过单模光纤将宽带光源和光谱分析仪分别连接传感回路的输入和输出端;

[0011] 步骤2,光通过单模光纤传输至传感回路的输入端,通过光谱分析仪检测透射光谱,由于不同大小的角度会导致传感回路发生不同程度的弯曲从而改变透射光谱的波长,利用光谱分析仪检测透射光谱波谷的波长变化就能得到角度的变化。

[0012] 与现有技术相比较,本发明的优点如下:

[0013] 本发明的一种基于气球形光纤干涉仪的角度传感系统,仅使用单模光纤、光纤切割机、光纤熔接机毛细管等常见材料和器材就可以实现,无需光纤的熔接操作,当光通过单模光纤传输至传感回路的输入端时,由于不满足光的全反射条件,一部分光会从纤芯入射到包层里面,当光继续传输至传感回路的输出端的弯曲处时,包层里面的光会重新耦合回纤芯,并与纤芯里面的光发生干涉,可以通过光谱分析仪检测透射光谱,由于不同大小的角度会导致传感回路发生不同程度的弯曲从而改变透射光谱的波长,利用光谱分析仪检测透射光谱的波长变化就能得到角度的变化,利用上述光纤气球形状其自身的特点,在实现对角度传感的同时也增加了角度传感器的稳定性、传感范围和传感灵敏度,且制作工艺简单、成本低、灵敏度高、可靠性强。

附图说明

[0014] 图1为实施例中基于气球形光纤干涉仪的角度传感系统示意图;

[0015] 图2为传感回路的结构图;

[0016] 图3为角度测量装置的结构图;

[0017] 图4为不同偏转角度下的光谱图;

[0018] 图5为波长与传感回路角度偏转的变化关系图;

[0019] 附图标记:

[0020] 1、宽带光源;2、光谱分析仪;3、单模光纤;4、毛细管;5、角度尺;6、转动臂。

具体实施方式

[0021] 下面将对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。

[0022] 基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0023] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0024] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相

连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0025] 实施例1

[0026] 如图1至图3一种基于气球形光纤干涉仪的角度传感系统,传感装置包括单模光纤3、毛细管4和角度计算装置,所述单模光纤3通过弯曲构成气球形结构的传感回路,所述单模光纤3型号为G.652,单模光纤3的纤芯直径为 $8.25\mu\text{m}$,单模光纤3的包层直径为 $125\mu\text{m}$,所述传感回路的输入端和输出端均内置在毛细管4中固定,所述毛细管4的内径为 0.4mm ,长度为 15mm ,所述传感回路中气球形结构的顶端A点距离与其相邻的毛细管4顶端的中点B点的直选距离为 20mm ,所述传感回路的输入端与宽带光源1的出射光端口相连接,所述传感回路的输出端与光谱分析仪2的入射光端口相连接,所述角度计算装置包括角度尺5和转动臂6,角度尺5水平设置,转动臂6的转动轴对应于角度尺50刻度位置的外侧,角度尺5的上表面设有传感回路,传感回路位于0刻度位置,传感回路所在平面与角度尺5的刻度面相垂直,且与角度尺5上的0刻度线直线对齐,气球形结构的顶面面向0刻度方向设置,转动臂6延伸至传感回路的侧面,转动臂6挤压传感回路使其发生角度偏转。所述角度尺5为半圆形结构,所述0刻度位于半圆形的中点位置,传感回路的角度 θ 偏转范围在 $0\sim\pm 50^\circ$ 之间。

[0027] 实施例2

[0028] 传感回路的制作以及角度测量方法:

[0029] 步骤1,首先取一段单模光纤3和毛细管4,首先将单模光纤3中间一段的涂覆层去除,然后将单模光纤3的两端插入毛细管4,最后调整先前去除涂覆层光纤的位置将其弯曲成气球形状并调整至合适的大小再使用紫外线固化胶将其固定;

[0030] 步骤2,通过单模光纤3将宽带光源1和光谱分析仪2分别连接传感回路的输入和输出端。

[0031] 如图4所示,当光通过单模光纤3传输至传感回路的输入端时,由于不满足光的全反射条件,一部分光会从纤芯入射到包层里面,当光继续传输至传感回路的输出端的弯曲处时,包层里面的光会重新耦合回纤芯,并与纤芯里面的光发生干涉,可以通过光谱分析仪2检测透射光谱,由于不同大小的角度会导致传感回路发生不同程度的弯曲从而改变透射光谱的波长,图4中a线为没有发生偏转而形成的光谱,图中b、c、d、e、f线分别为不同偏转角度下形成的光谱。如图5所示,利用光谱分析仪2检测透射光谱波谷的波长变化就能得到角度的变化。

[0032] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

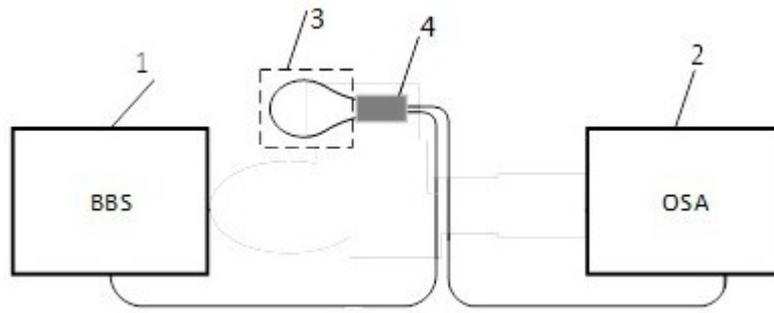


图1

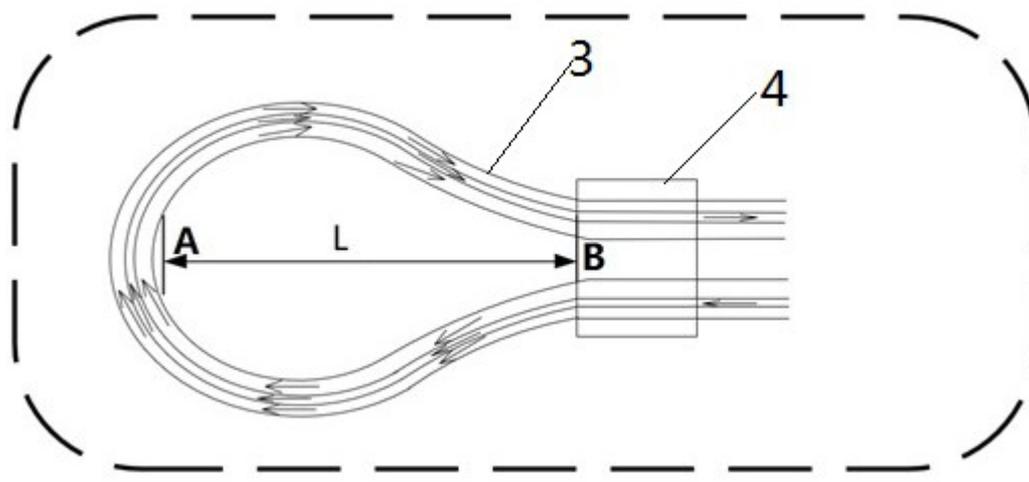


图2

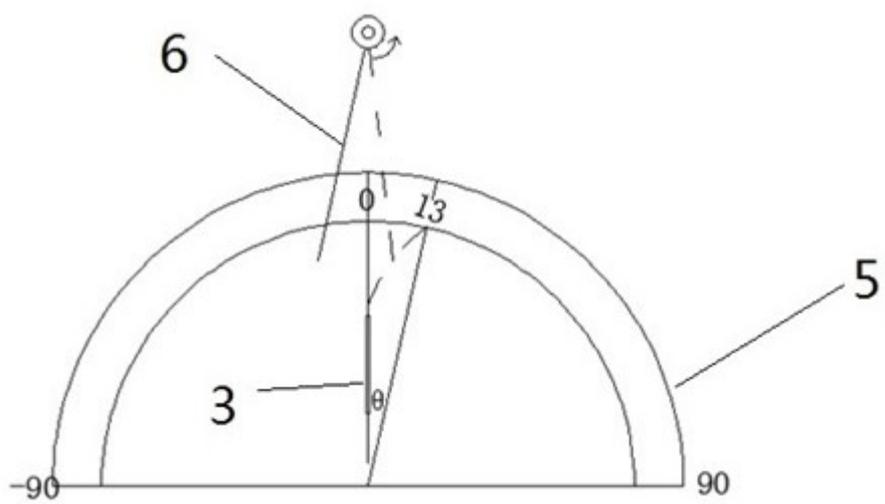


图3

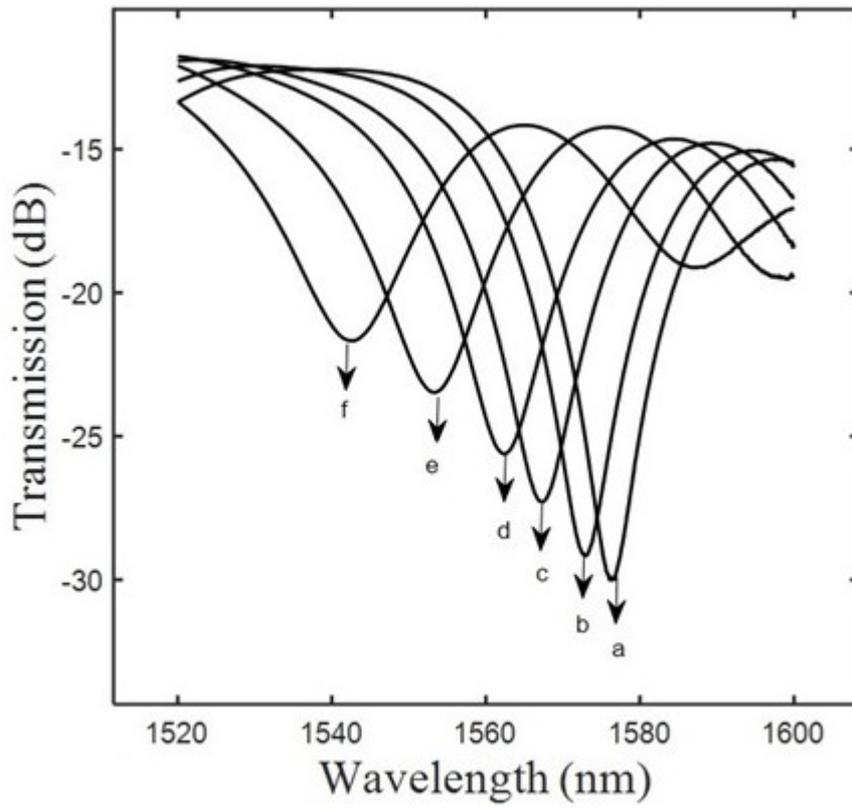


图4

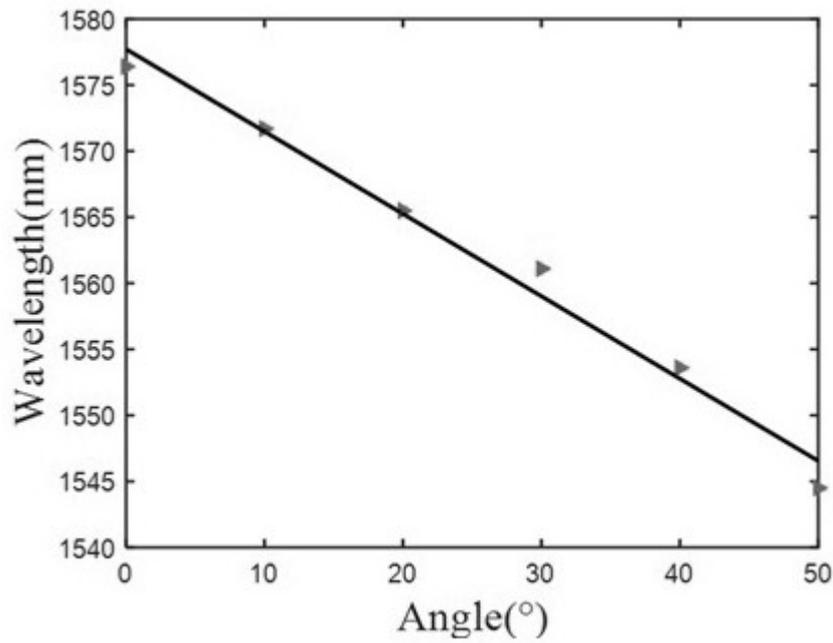


图5