

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

G02B 6/34

G02F 1/01 H04B 10/12



# [12] 实用新型专利说明书

[21] ZL 专利号 200320125909.7

[45] 授权公告日 2005 年 2 月 16 日

[11] 授权公告号 CN 2679702Y

[22] 申请日 2003. 12. 18

[21] 申请号 200320125909.7

[73] 专利权人 南开大学

地址 300027 天津市卫津路 94 号 (南开大学  
物理科学学院吕可诚)

[72] 设计人 吕可诚 韩 群 李乙钢 李家方

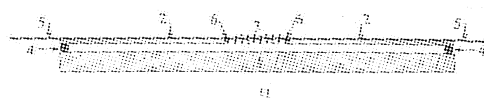
[74] 专利代理机构 天津市学苑有限责任专利代理  
事务所  
代理人 解松凡

权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

[54] 实用新型名称 双肩梁光纤光栅温度增敏器

[57] 摘要

本实用新型涉及一种光纤光栅温度调谐器，特别是灵敏度高且灵敏度可控的宽波段光纤光栅布拉格波长的温度调谐器，适用于窄线宽光纤滤波器、窄线宽可调谐光纤激光器、超高灵敏度传感和传感解调系统。因为光纤的固有温度敏感性较低，如何增加温度调谐灵敏度是技术关键。本实用新型所采用的技术方案是：采用不同热膨胀系数的材料，热膨胀系数较大的材料作为底梁，热膨胀系数较小的材料作双臂，设计不同长度的底梁和双臂，利用温度变化时底梁和双臂伸缩量的差异实现对光纤光栅布拉格波长的增敏。该新型的有益效果是：突破了现有调谐方法中存在的调谐材料热膨胀系数对灵敏度的限制，提高了调谐装置的灵敏度和灵活性。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1.一种双肩梁光纤光栅温度增敏器，包括光纤光栅、梁，其特征是：位于底梁（1）上方的双肩梁的双臂（2）的两外端用环氧树脂分别粘贴到底梁的两端点（4）上，位于底梁上方中部的的光纤光栅（3）的两端用环氧树脂粘贴到双臂的自由端（6）上，光纤光栅（3）的外延部分（5）是光纤光栅的非栅区光纤，构成双肩梁光纤光栅温度增敏器（11）。

2. 根据权利要求1所述的双肩梁光纤光栅温度增敏器，其特征是：用热膨胀系数较大的材料作为底梁，热膨胀系数较小的材料作为双臂。

3. 根据权利要求1所述的双肩梁光纤光栅温度增敏器，其特征是：光纤光栅的温度灵敏度可以通过选取底梁和双臂的不同长度来设计。

## 双肩梁光纤光栅温度增敏器

### 技术领域

本实用新型涉及一种光纤光栅温度调谐器，特别是灵敏度高且灵敏度可控的宽波段光纤光栅布拉格波长的温度调谐器，适用于窄线宽光纤滤波器、窄线宽可调谐光纤激光器、超高灵敏度传感和传感解调系统。

### 背景技术

光纤光栅是利用光纤的光敏性在光纤芯中构建起一种折射率周期分布结构，形成相位光栅，使满足布喇格条件波长的光反射增强，制成精巧的光纤光栅无源器件。因为光纤光栅的布喇格反射波长与诸多因素有关，因此在制造过程中其反射波长的精确控制相当困难。同时，在某些应用领域还要求光纤光栅的反射波长在一定范围内连续可调。光纤光栅的调谐原理是借助某种装置改变栅区的有效折射率或栅格周期，从而实现光纤光栅布喇格波长的变化。目前已发展了多种调谐技术，诸如直接拉伸/压缩调谐、悬臂梁/简支梁调谐、电/磁调谐和温度调谐等。不同的调谐技术各具特点，各有优选应用领域。温度调谐的优势在于，调谐结构简单、线性度好且不存在温度补偿问题。虽然其调谐速度较慢，但仍有广泛的应用领域。

因为光纤的温度敏感性较低，如何增加温度调谐灵敏度是技术关键。现有的各种温度调谐方法普遍存在的问题是光纤光栅布喇格波长的温度灵敏度依赖于调谐材料的热膨胀系数，其调谐灵敏度低，而且在实际应用中缺少灵活性。

### 发明内容

为了克服现有温度调谐方法的缺点，本实用新型设计一种新颖的双肩梁光纤光栅温度增敏器。本实用新型不仅可以实现高灵敏度调谐，而且灵敏度方便可控，是一种特色鲜明的创新性器件。本实用新型的目的是提供一种灵活有效的光纤光栅布喇格波长温度调谐方法，它是一种新颖的光纤光栅布喇格波长温度增敏器件，可对光纤光栅的布喇格波长进行有效的调谐，并且由于采用了新颖的结构，可对光纤光栅波长的温度灵敏度进行人为设计，具有很大的灵活性和实用价值。

本实用新型包括一条由热膨胀系数较大材料制成的底梁、两个热膨胀系数较小材料制成的臂以及光纤光栅三部分构成。

本实用新型所采用的具体的技术方案是：位于底梁（1）上方的双肩梁的双臂（2）的两外端用环氧树脂分别粘贴到底梁的两端点（4）上，位于底梁上方中部的的光纤光栅（3）的两端用环氧树脂粘贴到双臂的自由端（6）上，光纤光栅（3）的外延部分（5）是光纤光栅的非栅区光纤，构成双肩梁光纤光栅温度增敏器（11）。

采用两种热膨胀系数不同的材料，用热膨胀系数较大的材料作为底梁，热膨胀系数较小的材料作为双臂，利用温度变化时两种材料热胀冷缩的差别，来对光纤光栅的布喇格波长进行调谐。

光纤光栅的温度灵敏度可以通过选取不同热膨胀系数材料的底梁和双臂以及它们的长度来设计。具体设计时，所选作底梁的材料的热膨胀系数尽量大、双臂材料的热膨胀系数尽量小。在底梁和双臂材料选定后，其具体长度可根据实际应用的需要灵活设计。

本实用新型的原理：如图 1 所示，如果底梁长度用  $L_1$  表示，两个臂的长度相等，它们的长度都用  $L_2$  表示。双臂长度之和  $2L_2$  小于底梁长度  $L_1$ ，中间间隙的长度用  $L_3$  表示，光纤光栅置于该间隙之中，两端的光纤分别固定到双臂的自由端上。底梁材料的热膨胀系数用  $\alpha_1$  表示，双臂材料的热膨胀系数用  $\alpha_2$  表示。光纤光栅的热膨胀系数为  $\alpha_s$ ，热光系数为  $\xi_s$ ，弹光系数用  $P_e$  表示。通过计算得到光纤光栅布喇格波长的相对变化与温度变化的关系：

$$\frac{\Delta\lambda_B}{\lambda_B} = \left[ (1 - P_e) \left( \frac{\alpha_1 L_1 - 2\alpha_2 L_2}{L_3} - \alpha_s \right) + (\alpha_s + \xi_s) \right] \cdot \Delta T \quad <1>$$

与传统的温度调谐方法相类比，该实用新型的等效热膨胀系数为：

$$\alpha_d = \frac{(\alpha_1 - \alpha_2)L_1}{L_3} + \alpha_2 \quad <2>$$

等效热膨胀系数不仅与底梁和双臂材料的热膨胀系数有关，还与它们的长度有关。底梁和双臂材料选定后，仍可以通过改变它们的长度来设计实际应用所需要的灵敏度。

所以该实用新型的效果是：本实用新型可以应用于窄线宽滤波器、窄线宽可调谐光纤激光器、高灵敏度光纤光栅传感器以及传感解调系统等。突破了现有调谐方法中存在的调谐材料热膨胀系数对灵敏度的限制，大大提高了调谐装置的灵敏度和灵活性。

#### 附图说明

图 1 是本实用新型的结构示意图

图 2 是实施例一光纤光栅调谐装置示意图。

图 3 是增敏前后光纤光栅调谐效果的对比图

图中：1.底梁，2.臂，3.光纤光栅，4.固定点，5.光纤光栅的非栅区光纤，6. 固定点，7. 宽带光源，8.光谱仪，9. 3dB 耦合器，10.温度控制器，11.双肩梁光纤光栅温度增敏器。

#### 具体实施方式

下面结合附图和实施例对本实用新型进一步说明

图 1 是本实用新型的结构示意图。

双肩梁光纤光栅温度增敏器由底梁（1）、双肩（2）、光纤光栅（3）和光纤光栅的非栅区光纤（5）构成：位于底梁上方的双肩梁的双臂的两外端用环氧树脂分别粘贴到底梁的两端点（4）上，位于底梁上方中部的的光纤光栅（3）的两端用环氧树脂粘贴到双臂（2）的自由端（6）上，（5）是光纤光栅的非栅区光纤，便于实际应用时与其它部件的连接。

## 实施例

图 2 是实施例——光纤光栅调谐装置示意图。

将 3dB 耦合器 (9) 一侧的两个端口中的一个与宽带光源 (7) 连接, 另一个与光谱仪 (8) 连接, 将 3dB 耦合器另一侧的端口与双肩梁光纤光栅温度增敏器中的光纤光栅非栅区光纤 (5) 连接, 将双肩梁光纤光栅温度增敏器 (11) 放在温度控制器 (10) 内。

该实施例中的底梁采用有机玻璃制作, 其热膨胀系数为  $\sim 8.54 \times 10^{-5} / K$ , 长度为  $L_1=10\text{cm}$ ,; 双臂用钢片制作, 钢片的热膨胀系数  $\sim 1.67 \times 10^{-5} / K$ , 臂长  $L_2=2\text{cm}$ , 双臂之间的间隙长度  $L_3=2\text{cm}$ 。光纤光栅长度为 1.5cm, 粘贴在双臂的之间的间隙中, 构成双肩梁光纤光栅增敏器 (11)。

本光纤光栅调谐装置是利用不同长度、不同热膨胀系数材料制成的底梁和双臂在温度变化时伸缩量的差异来驱动光纤光栅, 实现光纤光栅布喇格波长对温度的高灵敏度调谐。

实际应用时, 光信号从光纤光栅两端光纤中的任一端输入。当双肩梁的温度发生变化时, 由于底梁和双肩材料的热膨胀系数不同, 光纤光栅将受到沿轴向的应力作用, 由于弹光效应和光纤光栅栅格周期的变化导致满足布喇格条件的光波长发生变化, 从而可以对光纤光栅的布喇格波长进行调谐。反过来, 光纤光栅布喇格波长的变化反应了双肩梁所处环境温度的变化, 从布喇格波长的变化量可以得到环境温度的变化量。当温度变化是由于外界其他物理参量引起时, 光纤光栅布喇格波长的变化反应了该物理参量的变化, 从而可以对该参量进行传感。通过温度控制器来改变双肩梁光纤光栅增敏器的温度, 当温度高于粘贴时的温度时, 光纤光栅被双肩梁驱动, 光纤光栅的布喇格波长向长波方向变化。用本实用新型增敏器和用不使用任何增敏器件的裸光纤光栅进行温度调谐进行实验, 获得的光纤光栅布喇格波长与温度之间的变化关系示于图 3。可以看到使用本实用新型后, 光纤光栅布喇格波长的温度灵敏度达到  $0.436\text{nm}/^\circ\text{C}$ , 是不加任何增敏装置的裸光纤光栅温度灵敏度的 ( $0.0087\text{nm}/^\circ\text{C}$ ) 50 倍之多。

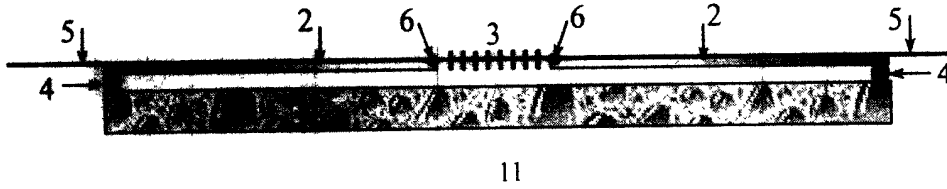


图 1

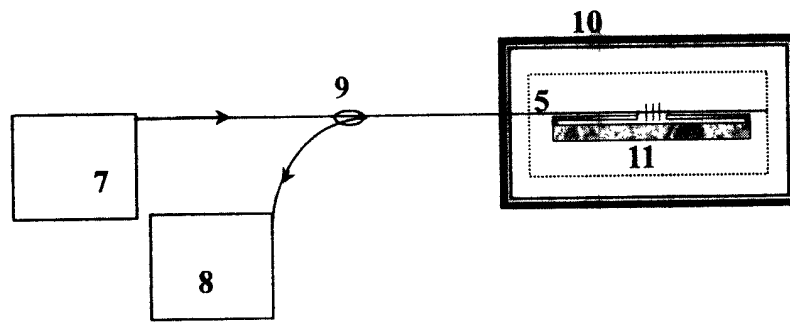


图 2

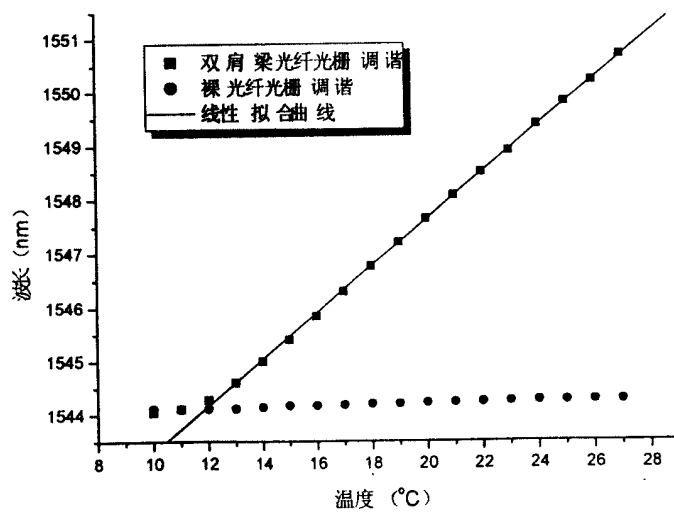


图 3