



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111189802 A

(43)申请公布日 2020.05.22

(21)申请号 202010206924.2

(22)申请日 2020.03.23

(71)申请人 浙江师范大学

地址 321004 浙江省金华市婺城区迎宾大道688号(浙江师范大学)

(72)发明人 彭保进 李连琴 范荣华 骆琰

(74)专利代理机构 金华大器专利代理事务所
(特殊普通合伙) 33345

代理人 童健

(51) Int. Cl.

G01N 21/45(2006.01)

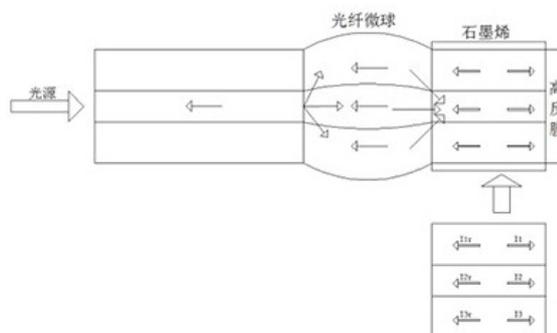
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种基于石墨烯特性气体传感器研究方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于石墨烯特性气体传感器研究方法,包括以下步骤:步骤1、用光纤剥钳将单模光纤(纤芯直径为9 μm包层直径为125 μm)的涂敷层剥掉2cm,然后用酒精擦拭并用光纤切割刀将其端面切平,步骤2、将端面切平擦拭过的单模光纤放在光纤镀膜机中,在切平的一侧镀上一层高反膜,运用光纤熔接机对光纤放电制作微球,最后在光纤上涂上一层石墨烯,本发明是基于迈克尔逊干涉原理的石墨烯特性光纤气体传感器,采用光纤微球耦合原理,通过镀高反膜和涂敷石墨烯,可实现对待定气体的实时检测,同时实现抗干扰能力强且灵敏度高。在煤矿瓦斯爆炸、环境污染等方面具有广泛的运用。



1. 一种基于石墨烯特性气体传感器研究方法,其特征包括以下步骤:

步骤1、用光纤剥钳将单模光纤(纤芯直径为 $9\mu\text{m}$ 包层直径为 $125\mu\text{m}$)的涂敷层剥掉 2cm ,然后用酒精擦拭并用光纤切割刀将其端面切平。

2. 步骤2、将端面切平擦拭过的单模光纤放在光纤镀膜机中,在切平的一侧镀上一层高反膜,运用光纤熔接机对光纤放电制作微球,最后在光纤上涂上一层石墨烯,当光进入到光纤中,经过微球时纤芯的光有部分会泄露到包层中传播,经过微球的右边耦合到纤芯中,包层和纤芯中的光到达光纤右端被高反膜反射回来继续传播,再一次经过微球左端时形成干涉,又通过石墨烯对气体分子的吸附能力,提高传感器的灵敏度。

3. 基于石墨烯特性的高灵敏度的光纤气体传感器为反射式吸收光谱传感器, I_1 、 I_2 为出射端面反射的光强, I_{1r} 、 I_{2r} 为高反膜界面反射进入光纤的光强,四束反射光到达光电探测器产生干涉,其输出光强 I_{out} 可表示为:

$$I_{out} = (I_1 + I_2 + I_{1r} + I_{2r}) + (I_{12} + I_{11r} + I_{12r} + I_{21r} + I_{22r} + I_{1r2r}) \quad (1)$$

式中, I_1 、 I_2 —光纤出射端面反射的光强;

I_{1r} 、 I_{2r} —高反膜界面反射进入光纤的光强;

I_{12} 、 I_{11r} 、 I_{12r} 、 I_{21r} 、 I_{22r} 、 I_{1r2r} —两束入射光和两束反射光干涉的光强。

4. 用 ψ_1 和 ψ_2 分别表示光纤纤芯和包层的光纤端面反射光 I_1 和 I_2 到达探测器的位相,而分别用 ψ_{1r} 和 ψ_{2r} 表示高反膜界面反射并进入光纤中的光 I_{1r} 和 I_{2r} 到达探测器的位相。

5. 在式(1)中,相干项可表示为:

$$I_{ij} = 2\sqrt{I_1 I_2} \cos(\psi_i - \psi_j) \quad i \neq j$$

式中, ψ_1 、 ψ_2 —纤芯和包层的光纤端面反射光 I_1 和 I_2 到达探测器的位相,是与光纤耦合器的耦合系数和注入到光电检测器的光功率相关的常量。

6. 根据权利要求1所述的基于石墨烯特性气体传感器研究方法,其特征是:光从光源发出经过 3dB 耦合器进入光纤中,经过光纤微球纤芯中部分光泄露到包层中传播,部分在纤芯中传播,当传输光到达光纤右端时被高反膜反射回来继续在光纤中传播,再一次经过光纤微球左端时耦合形成干涉,石墨烯吸附外界气体分子,可以将气体分子吸附在石墨烯的表面充当电子供体或受体,形成电掺杂,导致石墨烯的电导率和介电常数发生改变,进而影响其光学折射率,在接收端能观察到气体变化的频谱图样。

一种基于石墨烯特性气体传感器研究方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于石墨烯特性气体传感器研究方法。

背景技术

[0002] 随着工农业的发展,数以万计的动力工厂和煤矿排放出大量有毒、易燃、易爆等危险气体,使人类的生存环境受到大面积污染,另外,国内煤矿瓦斯爆炸的事件时有发生,为了尽可能地减轻这些危害,就必须对特殊环境中的气体进行快速、实时、高效的检测,由于光纤传感器具有体积小、质量轻、抗电磁干扰、不易腐蚀、适用于恶劣环境、响应度快、精确度高等优点,在近几年得到了快速发展。

[0003] 目前光纤传感器可以实时在线监测温度、应变、折射率、微位移、磁场、气体浓度等,并有很好的响应度、线性度、灵敏度,给人们的生产生活带来了极大的方便。

[0004] 在传统的工艺中,无法精确的对待定气体进行实时检测,抗干扰能力弱等等问题,基于上述问题,需要提供一种可以解决问题的基于石墨烯特性气体传感器研究方法。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是提供一种基于石墨烯特性气体传感器研究方法。

[0006] 本发明是通过以下技术方案来实现的:

一种基于石墨烯特性气体传感器研究方法,包括以下步骤:

步骤1、用光纤剥钳将单模光纤(纤芯直径为 $9\mu\text{m}$ 包层直径为 $125\mu\text{m}$)的涂敷层剥掉 2cm ,然后用酒精擦拭并用光纤切割刀将其端面切平。

[0007] 步骤2、将端面切平擦拭过的单模光纤放在光纤镀膜机中,在切平的一侧镀上一层高反膜,运用光纤熔接机对光纤放电制作微球,最后在光纤上涂上一层石墨烯,当光进入到光纤中,经过微球时纤芯的光有部分会泄露到包层中传播,经过微球的右边耦合到纤芯中,包层和纤芯中的光到达光纤右端被高反膜反射回来继续传播,再一次经过微球左端时形成干涉,又通过石墨烯对气体分子的吸附能力,提高传感器的灵敏度。

[0008] 基于石墨烯特性的高灵敏度的光纤气体传感器为反射式吸收光谱传感器, I_1 、 I_2 为出射端面反射的光强, I_{1r} 、 I_{2r} 为高反膜界面反射进入光纤的光强,四束反射光到达光电探测器产生干涉,其输出光强 I_{out} 可表示为:

$$I_{out} = (I_1 + I_2 + I_{1r} + I_{2r}) + (I_{12} + I_{11r} + I_{12r} + I_{21r} + I_{22r} + I_{1r2r}) \quad (1)$$

式中, I_1 、 I_2 —光纤出射端面反射的光强;

I_{1r} 、 I_{2r} —高反膜界面反射进入光纤的光强;

I_{12} 、 I_{11r} 、 I_{12r} 、 I_{21r} 、 I_{22r} 、 I_{1r2r} —两束入射光和两束反射光干涉的光强。

[0009] 用 ψ_1 和 ψ_2 分别表示光纤纤芯和包层的光纤端面反射光 I_1 和 I_2 到达探测器的位相,而分别用 ψ_{1r} 和 ψ_{2r} 表示高反膜界面反射并进入光纤中的光 I_{1r} 和 I_{2r} 到达探测器的位

相。

[0010] 在式(1)中,相干项可表示为:

$$I_{ij} = 2\sqrt{I_1 I_2} \cos(\psi_i - \psi_j) \quad i \neq j \quad (2)$$

式中, ψ_1 、 ψ_2 —纤芯和包层的光纤端面反射光 I_1 和 I_2 到达探测器的位相,是与光纤耦合器的耦合系数和注入到光电检测器的光功率相关的常量。

[0011] 优选地,光从光源发出经过3dB耦合器进入光纤中,经过光纤微球纤芯中部分光泄露到包层中传播,部分在纤芯中传播,当传输光到达光纤右端时被高反膜反射回来继续在光纤中传播,再一次经过光纤微球左端时耦合形成干涉,石墨烯吸附外界气体分子,可以将气体分子吸附在石墨烯的表面充当电子供体或受体,形成电掺杂,导致石墨烯的电导率和介电常数发生改变,进而影响其光学折射率,在接收端能观察到气体变化的频谱图样,这样的灵敏度实际上可以探测单个气体分子。

[0012] 本发明基于石墨烯特性的迈克尔逊干涉原理结构,当光进入到光纤中,会被高反膜反射回来到达光纤微球左端处形成干涉。利用石墨烯对外界气体分子具有很强的吸附能力,从而实现对待测气体的检测

本发明的有益效果是:本发明是基于迈克尔逊干涉原理的石墨烯特性光纤气体传感器,采用光纤微球耦合原理,通过镀高反膜和涂敷石墨烯,可实现对待定气体的实时检测,同时实现抗干扰能力强且灵敏度高。在煤矿瓦斯爆炸、环境污染等方面具有广泛的运用。

附图说明

[0013] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0014] 图1为石墨烯特性的光纤微球结构图;

图2为基于石墨烯特性的高灵敏度的光纤气体传感装置。

具体实施方式

[0015] 本说明书中公开的所有特征,或公开的所有方法或过程中的步骤,除了互相排斥的特征和/或步骤以外,均可以以任何方式组合。

[0016] 本说明书(包括任何附加权利要求、摘要和附图)中公开的任一特征,除非特别叙述,均可被其他等效或具有类似目的的替代特征加以替换。即,除非特别叙述,每个特征只是一系列等效或类似特征中的一个例子而已。

[0017] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“一端”、“另一端”、“外侧”、“上”、“内侧”、“水平”、“同轴”、“中央”、“端部”、“长度”、“外端”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必须具有特定的方位、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。

[0018] 此外,在本发明的描述中,“多个”的含义是至少两个,例如两个,三个等,除非另有明确具体的限定。

[0019] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,术语“设置”、“套接”、“连接”、“贯穿”、“插接”等术语应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;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或两个元件的相互作用关系,除非另有明确的限定。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。

[0020] 如图1所示的一种基于石墨烯特性气体传感器研究方法,包括以下步骤:

步骤1、用光纤剥钳将单模光纤(纤芯直径为 $9\mu\text{m}$ 包层直径为 $125\mu\text{m}$)的涂敷层剥掉 2cm ,然后用酒精擦拭并用光纤切割刀将其端面切平。

[0021] 步骤2、将端面切平擦拭过的单模光纤放在光纤镀膜机中,在切平的一侧镀上一层高反膜,运用光纤熔接机对光纤放电制作微球,最后在光纤上涂上一层石墨烯,如图1所示,当光进入到光纤中,经过微球时纤芯的光有部分会泄露到包层中传播,经过微球的右边耦合到纤芯中,包层和纤芯中的光到达光纤右端被高反膜反射回来继续传播,再一次经过微球左端时形成干涉,又通过石墨烯对气体分子的吸附能力,提高传感器的灵敏度。

[0022] 基于石墨烯特性的高灵敏度的光纤气体传感器为反射式吸收光谱传感器, I_1 、 I_2 为出射端面反射的光强, I_{1r} 、 I_{2r} 为高反膜界面反射进入光纤的光强,四束反射光到达光电探测器产生干涉,其输出光强 I_{out} 可表示为:

$$I_{out} = (I_1 + I_2 + I_{1r} + I_{2r}) + (I_{12} + I_{11r} + I_{12r} + I_{21r} + I_{22r} + I_{1r2r}) \quad (1)$$

式中, I_1 、 I_2 —光纤出射端面反射的光强;

I_{1r} 、 I_{2r} —高反膜界面反射进入光纤的光强;

I_{12} 、 I_{11r} 、 I_{12r} 、 I_{21r} 、 I_{22r} 、 I_{1r2r} —两束入射光和两束反射光干涉的光强。

[0023] 用 ψ_1 和 ψ_2 分别表示光纤纤芯和包层的光纤端面反射光 I_1 和 I_2 到达探测器的位相,而分别用 ψ_{1r} 和 ψ_{2r} 表示高反膜界面反射并进入光纤中的光 I_{1r} 和 I_{2r} 到达探测器的位相。

[0024] 在式(1)中,相干项可表示为:

$$I_{ij} = 2\sqrt{I_1 I_2} \cos(\psi_i - \psi_j) \quad i \neq j \quad (2)$$

式中, ψ_1 、 ψ_2 —纤芯和包层的光纤端面反射光 I_1 和 I_2 到达探测器的位相,是与光纤耦合器的耦合系数和注入到光电检测器的光功率相关的常量。

[0025] 本发明中一个较佳的实施例,如图2所示,光从光源发出经过 3dB 耦合器进入光纤中,经过光纤微球纤芯中部分光泄露到包层中传播,部分在纤芯中传播,当传输光到达光纤右端时被高反膜反射回来继续在光纤中传播,再一次经过光纤微球左端时耦合形成干涉,石墨烯吸附外界气体分子,可以将气体分子吸附在石墨烯的表面充当电子供体或受体,形成电掺杂,导致石墨烯的电导率和介电常数发生改变,进而影响其光学折射率,在接收端能观察到气体变化的频谱图样,这样的灵敏度实际上可以探测单个气体分子。

[0026] 该基于石墨烯特性的高灵敏度的光纤气体传感装置可以消除光纤端面的菲涅尔反射损耗、结构紧凑、易于制作、高耦合效率、高灵敏度,在光纤耦合、传感领域有应用价值。

[0027] 本发明的具体方式:

(1) 根据要求制作出不同尺寸的光纤端面微球结构和选择镀上效果最好的高反膜。

[0028] (2) 将石墨烯特性的传感器结构的单模光纤与宽带光源、光谱分析仪连接起来, 观察光谱分析仪中接收端的光强。

[0029] (3) 研究不同涂敷工艺石墨烯, 通过观察光谱分析仪中接收端的光强, 来判断最佳涂敷效果。

[0030] 以上所述, 仅为本发明的具体实施方式, 但本发明的保护范围并不局限于此, 任何不经过创造性劳动想到的变化或替换, 都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此, 本发明的保护范围应该以权利要求书所限定的保护范围为准。

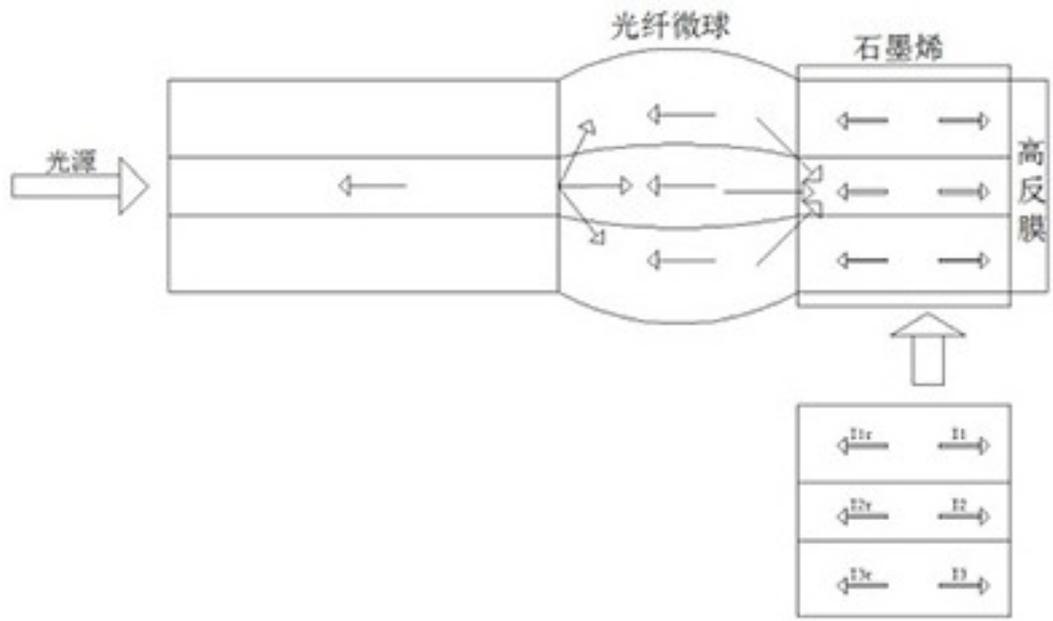


图1

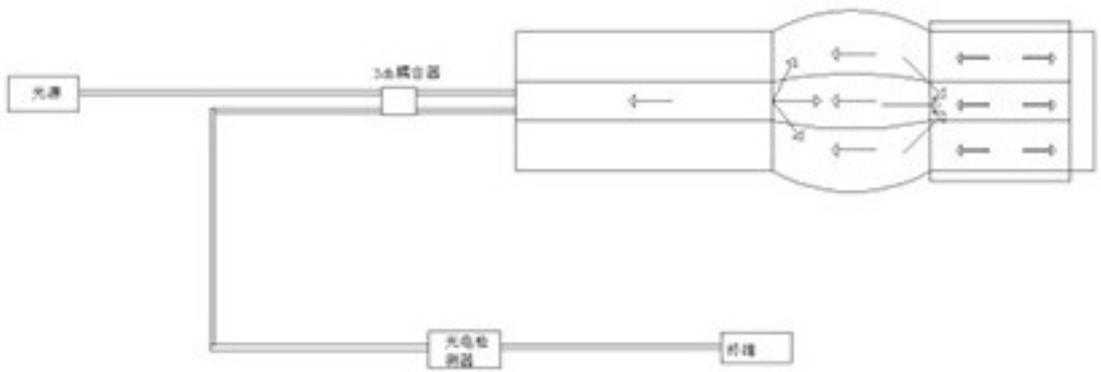


图2