



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110632033 B

(45) 授权公告日 2024. 04. 12

(21) 申请号 201911085109.9

CN 109520532 A, 2019.03.26

(22) 申请日 2019.11.08

CN 210982221 U, 2020.07.10

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 胡慧

申请公布号 CN 110632033 A

(43) 申请公布日 2019.12.31

(73) 专利权人 中国计量大学

地址 310018 浙江省杭州市下沙高教园区

学源街258号中国计量大学

(72) 发明人 赵春柳 李嘉丽 毛邦宁 王海龙

(51) Int. Cl.

G01N 21/55 (2014.01)

G01N 21/01 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 105841840 A, 2016.08.10

CN 108152220 A, 2018.06.12

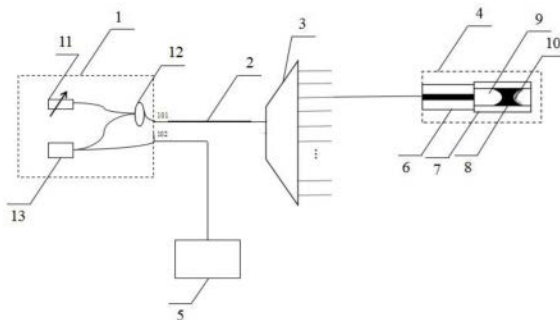
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

基于FBG解调仪的F-P干涉型多点测量氢气传感器的使用方法

(57) 摘要

本发明涉及基于FBG解调仪的F-P干涉型多点测量氢气传感器的使用方法,包括FBG解调仪、长距离单模传输光纤、阵列波导光栅、FP传感头、PC机;所述FP传感头由空芯光纤、PDMS(聚二甲基硅氧烷)薄膜和Pt/WO<sub>3</sub>(三氧化钨载铂)氢敏材料组成;当氢气浓度增加时,Pt/WO<sub>3</sub>氢敏材料与氢气发生反应放热,PDMS薄膜体积膨胀,空气腔腔长缩短,FP传感头的干涉光谱将发生漂移,进而阵列波导光栅的反射光强发生改变,通过PC机检测反射光强的变化,就可实现对氢气浓度的测量。本发明提出一种结构简单、灵敏度高、可同时多点测量的基于FBG解调仪的F-P干涉型多点测量氢气传感器。



1. 基于FBG解调仪的F-P干涉型多点测量氢气传感器的使用方法,其特征在于如下步骤:

步骤一,选择一台FBG解调仪,一台工作波长与FBG解调仪输出波长相匹配的具有N个通道的阵列波导光栅,一根长距离单模传输光纤,N个FP传感头和一台PC机;所述FP传感头由空芯光纤、PDMS薄膜和Pt/WO<sub>3</sub>氢敏材料组成;所述FBG解调仪由光源、环形器和信号解调模块组成;

步骤二,FP传感头的制作过程为:利用光纤熔接机将一段空芯光纤的一端和单模光纤熔接在一起,空芯光纤的长度为100μm-150μm,将空芯光纤尖端插入PDMS液体中10秒,由于毛细效应,PDMS液体会进入到空芯光纤中,空气会被密封在空芯光纤内部,空气腔长度为30μm-80μm;然后用酒精擦拭掉附着在光纤外部的PDMS液体,将整个传感头放在加热台上加热固化,在60℃-70℃下持续加热3-4小时,使PDMS材料由液态变为半交联状态;从加热台取下传感头,将空芯光纤一端伸入Pt/WO<sub>3</sub>氢敏材料中,Pt/WO<sub>3</sub>氢敏材料粘到具有黏性的半交联状态PDMS薄膜上,将粘有Pt/WO<sub>3</sub>氢敏材料的传感头放在加热台上,在60℃-70℃下持续加热3-4小时,使PDMS薄膜完全固化,Pt/WO<sub>3</sub>氢敏材料紧密固定PDMS薄膜上,整个FP传感头制作完成;

对于制作完成的FP传感头,通过单模光纤传输的信号光,一部分将在单模光纤和空芯光纤的熔接面处反射,另一部分光将通过熔接面进入空气腔,进入空气腔的光将在PDMS薄膜与空气的界面处反射,然后两束反射光发生相干干涉,反射光强度I表示为:

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \frac{4\pi n_{\text{air}} L}{\lambda} \quad (1)$$

I<sub>1</sub>和I<sub>2</sub>分别是单模光纤和空芯光纤的熔接面和PDMS薄膜与空气的交界面的反射强度,L是FP传感头的空气腔长度,n<sub>air</sub>是空气的折射率,λ是光的波长;

当光强度达到最大值时,相位差φ表示为:

$$\varphi = \frac{4\pi n_{\text{air}} L}{\lambda_d} = 2m\pi \quad (2)$$

$$\lambda_d = \frac{2n_{\text{air}} L}{m} \quad (3)$$

λ<sub>d</sub>是与光的最大强度相对应的波长,m是任意整数;

自由光谱范围(FSR)是两个相邻反射波峰或波谷之间的距离,与单个光谱周期的带宽有关,它表示为:

$$FSR = \frac{\lambda^2}{2n_{\text{air}} L} \quad (4)$$

随着氢气浓度的改变,Pt/WO<sub>3</sub>氢敏材料与氢气发生氧化还原反应放热,PDMS薄膜迅速膨胀,空气腔长度L将变短,相位差φ减小,因此,FP传感头的反射光谱将发生漂移;

FP传感头的氢气灵敏度S表示为:

$$S = \frac{\Delta\lambda}{\Delta c} = \frac{2}{m} \frac{\partial L}{\partial c} n_{\text{air}} = \lambda_d \frac{\partial L}{\partial c} \frac{1}{L} = \lambda_d k\alpha \quad (5)$$

$\Delta\lambda$ 表示波长漂移量, $c$ 为氢气浓度, $\Delta c$ 表示氢气浓度变化量, $k$ 为PDMS的热膨胀系数, $\alpha$ 为Pt/WO<sub>3</sub>氢敏材料在单位浓度下所释放的热量;由于 $k$ 与 $\alpha$ 均为常量,可以看出,波长的漂移量与氢气浓度为线性关系;

步骤三,FBG解调仪的光输出端通过单模传输光纤与阵列波导光栅的光输入端相连,阵列波导光栅的 $N$ 个通道分别与 $N$ 个FP传感头的单模光纤端相连,FBG解调仪的信号输出端与PC机相连;FBG解调仪产生信号光,由单模光纤传输到阵列波导光栅,阵列波导光栅将信号光分为中心波长不同的 $N$ 个通道,每个通道分别与FP传感头相连,每束信号光分别在FP传感头发生反射,两束反射光发生相干干涉,反射光经过阵列波导光栅后合为一束光,输出到FBG解调仪,光信号经FBG解调仪的信号解调模块解调后,转换为电信号输出到PC机上,进行显示与处理;

阵列波导光栅是具有 $N$ 个通道的复用元件,其各个通道有固定的波长范围,每个通道分别和能与其中中心波长相匹配的FP传感头连接,对于阵列波导光栅的第 $m$ 通道来说,其中心波长固定;当FP传感头的中心波长与第 $m$ 通道的中心波长完全重合时,FP传感头和阵列波导光栅反射光谱的重合部分为最大值,即反射光强为最大值;当氢气浓度改变时,FP传感头的反射光谱发生漂移,阵列波导光栅的第 $m$ 通道与FP传感头反射光谱的重合部分减少,此时,反射光强将会减小;当FP传感头的反射光谱与第 $m$ 通道的光谱图完全不重合时,反射光强为最小值;因此,阵列波导光栅反射光强随氢气浓度改变单调变化;

FBG解调仪通过解调处理得到阵列波导光栅第 $m$ 个通道的反射光强信号,在FBG解调仪的一个扫描周期内,其输出的横坐标对应波长范围,纵坐标表示光强值;

阵列波导光栅第 $m$ 个通道的反射光谱 $I_m$ 表示为:

$$I_m = e^{-(x-\lambda_m)^2/2b^2} \quad (6)$$

$\lambda_m$ 为阵列波导光栅第 $m$ 个通道的中心波长, $b$ 为标准差,即控制通道的宽度;FP传感头随氢气浓度变化的反射光谱 $I$ 如(1)式,即:

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \frac{4\pi n_{air} L}{\lambda} \quad (7)$$

FBG解调仪监测到的阵列波导光栅第 $m$ 个通道的反射光强 $S_m$ 表示为:

$$S_m = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} e^{-(x-\lambda_m)^2/2b^2} \times \left( I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \frac{4\pi n_{air} L}{\lambda} \right) dx \quad (8)$$

$\lambda_1$ 和 $\lambda_2$ 为阵列波导光栅第 $m$ 个通道的波长范围;由(8)式可以看出,由FBG解调仪解调得到的光强与FP传感头的空气腔腔长 $L$ 有关,FP传感头的空气腔腔长 $L$ 与氢气浓度 $c$ 有关,FBG解调仪通过监测阵列波导光栅第 $m$ 个通道的反射光强的变化,就可以得到对应FP传感头处氢气浓度的变化;

FBG解调仪的扫描范围覆盖阵列波导光栅的工作波长,即FBG解调仪依次对阵列波导光栅的 $N$ 个通道的反射光强进行监测,因此,使用FBG解调仪监测阵列波导光栅所有通道反射光强的变化,就可以实现对 $N$ 个FP传感头处的氢气浓度的实时测量,从而实现了FP传感头的复用与多点氢气浓度的同时测量。

## 基于FBG解调仪的F-P干涉型多点测量氢气传感器的使用方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于光纤传感技术领域,特别涉及基于FBG解调仪的F-P干涉型多点测量氢气传感器的使用方法。

### 背景技术

[0002] 氢气作为一种清洁,可持续,无污染的新能源,在解决能源危机方面引起了各界广泛的关注。氢气燃烧产物只有水,无任何有害物质,是一种清洁能源,在生产生活领域有广泛的应用。然而,由于氢气的高扩散系数、低点火能量、高燃烧热和宽爆炸浓度范围(4%~75%),也极易从容器中泄漏,甚至在空气中爆炸,因此为了可以安全使用氢气,对氢气浓度的检测和监测就显得极为重要。传统的电传感器容易产生电火花,引发氢气爆炸,而光纤氢气传感器是以光信号为传感介质的本质安全器件,所以近年来,光纤氢气传感器受到了人们的广泛关注。

[0003] 光纤氢气传感器的原理是利用光纤与氢敏材料结合,当氢敏材料与氢气反应后,光纤物理性质发生改变,导致光纤中传输光的光学特性发生变化,通过检测输出光的变化,分析与对应物理量的关系,可测得氢气浓度。目前常见的光纤氢气传感器包括干涉型和光纤光栅型等。

[0004] 干涉型光纤氢气传感器如M-Z(马赫-增德尔)干涉仪型和F-P(法布里-珀罗)干涉仪型等,具有灵敏度高,结构简单,成本低,易操作等优点,其中,F-P干涉型传感器是通过在光纤内制作两个反射面,从而在两个反射面内形成一个微腔,当光束沿光纤入射时,光束被两端面反射后沿原路返回并形成干涉光。当氢气浓度变化作用于微腔时,就会导致微腔的腔长发生变化,因而输出的干涉光信号也会发生变化,根据这个原理,从干涉光信号的变化,就可以得到氢气浓度的变化。但干涉型光纤氢气传感器往往只有一个传感头,只能测量单点位置的氢气浓度,如果将相同结构的干涉型传感器级联,其干涉光谱将更为复杂,难以区分信号光,无法满足多点同时测量的实际应用场合的需求。

[0005] 光纤光栅(FBG)型光纤氢气传感器是以波长改变的方式进行信号传感的,是目前技术较为成熟的一种传感器,广泛应用于分布式测量,但其灵敏度与干涉型光纤氢气传感器相比一般较低,FBG传感器的信号解调技术是各种光纤光栅传感系统中的关键部分,目的在于将传感信号从波长信息中解调出来,转换为电信号以进行显示和计算。FBG解调仪是技术较为成熟的商用化光纤光栅解调仪器,具有体积小、精度高,大动态范围测量和光谱分析能力准确等优点,其内置的扫描激光器可做为光源使用,信号解调模块具有光谱分析的能力,因此,若在传统的光纤传感系统使用FBG解调仪,就可代替常用的宽带光源和光谱仪,从而可以大大简化光传感的体积,更便于实际操作使用。

[0006] 针对上述光纤氢气传感器灵敏度低、结构复杂、无法同时多点测量的问题,本发明提出了基于FBG解调仪的F-P干涉型多点测量氢气传感器。本发明具有结构简单、灵敏度高、可同时多点测量、适用于远距离测量等优点。

## 发明内容

[0007] 针对现有光纤氢气传感器灵敏度低、结构复杂,对于F-P干涉型传感器无法同时多点测量的缺点,本发明提出了一种灵敏度高、操作简单,灵活方便,可同时多点测量、可适用于远距离测量的基于FBG解调仪的F-P干涉型多点测量氢气传感器。

[0008] 本发明为解决技术问题所采取的方法包括如下步骤:

[0009] 步骤一选择一台FBG解调仪,一台工作波长与FBG解调仪输出波长相匹配的具有N个通道的阵列波导光栅,一根长距离单模传输光纤,N个FP传感头和一台PC机;所述FP传感头由空芯光纤、PDMS(聚二甲基硅氧烷)薄膜和Pt/WO<sub>3</sub>(三氧化钨载铂)氢敏材料组成;所述FBG解调仪由光源、环形器和信号解调模块组成;

[0010] 步骤二FP传感头的制作过程为:利用光纤熔接机将一段空芯光纤的一端和单模光纤熔接在一起,空芯光纤的长度为100μm-150μm,将空芯光纤尖端插入PDMS液体中10秒,由于毛细效应,PDMS液体会进入到空芯光纤中,空气会被密封在空芯光纤内部,空气腔长度为30μm-80μm;然后用酒精擦拭掉附着在光纤外部的PDMS液体,将整个传感头放在加热台上加热固化,在60℃-70℃下持续加热3-4小时,使PDMS材料由液态变为半交联状态;从加热台取下传感头,将空芯光纤一端伸入Pt/WO<sub>3</sub>氢敏材料中,Pt/WO<sub>3</sub>氢敏材料可以粘到具有黏性的半交联状态PDMS薄膜上,将粘有Pt/WO<sub>3</sub>氢敏材料的传感头放在加热台上,在60℃-70℃下持续加热3-4小时,使PDMS薄膜完全固化,Pt/WO<sub>3</sub>氢敏材料紧密固定PDMS薄膜上,整个FP传感头制作完成;

[0011] 对于制作完成的FP传感头,通过单模光纤传输的信号光,一部分将在单模光纤和空芯光纤的熔接面处反射,另一部分光将通过熔接面进入空气腔,进入空气腔的光将在PDMS薄膜与空气的交界面处反射,然后两束反射光发生相干干涉,反射光强度I可以表示为:

$$[0012] \quad I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \frac{4\pi n_{\text{air}} L}{\lambda} \quad (1)$$

[0013] I<sub>1</sub>和I<sub>2</sub>分别是单模光纤和空芯光纤的熔接面和PDMS薄膜与空气的交界面的反射强度,L是FP传感头的空气腔长度,n<sub>air</sub>是空气的折射率,λ是光的波长;

[0014] 当光强度达到最大值时,相位差φ可以表示为:

$$[0015] \quad \varphi = \frac{4\pi n_{\text{air}} L}{\lambda_d} = 2m\pi \quad (2)$$

$$[0016] \quad \lambda_d = \frac{2n_{\text{air}} L}{m} \quad (3)$$

[0017] λ<sub>d</sub>是与光的最大强度相对应的波长,m是任意整数;

[0018] 自由光谱范围(FSR)是两个相邻反射波峰或波谷之间的距离,与单个光谱周期的带宽有关,它可以表示为:

$$[0019] \quad FSR = \frac{\lambda^2}{2n_{\text{air}} L} \quad (4)$$

[0020] 随着氢气浓度的改变,Pt/WO<sub>3</sub>氢敏材料与氢气发生氧化还原反应放热,PDMS薄膜迅速膨胀,空气腔长度L将变短,相位差φ减小,因此,FP传感头的反射光谱将发生漂移;

[0021] FP传感头的氢气灵敏度S可以表示为:

$$[0022] \quad S = \frac{\Delta\lambda}{\Delta c} = \frac{2}{m} \frac{\partial L}{\partial c} n_{\text{air}} = \lambda_d \frac{\partial L}{\partial c} \frac{1}{L} = \lambda_d k \alpha \quad (5)$$

[0023]  $\Delta\lambda$ 表示波长漂移量,  $c$ 为氢气浓度,  $\Delta c$ 表示氢气浓度变化量,  $k$ 为PDMS的热膨胀系数,  $\alpha$ 为Pt/WO<sub>3</sub>氢敏材料在单位浓度下所释放的热量;由于 $k$ 与 $\alpha$ 均为常量,可以看出,波长的漂移量与氢气浓度为线性关系;

[0024] 步骤三FBG解调仪的光输出端通过单模传输光纤与阵列波导光栅的光输入端相连,阵列波导光栅的 $N$ 个通道分别与 $N$ 个FP传感头的单模光纤端相连,FBG解调仪的信号输出端与PC机相连;FBG解调仪产生信号光,由单模光纤传输到阵列波导光栅,阵列波导光栅将信号光分为中心波长不同的 $N$ 个通道,每个通道分别与FP传感头相连,每束信号光在分别在FP传感头发生发射,两束反射光发生相干干涉,反射光经过阵列波导光栅后合为一束光,输出到FBG解调仪,光信号经FBG解调仪的信号解调模块解调后,转换为电信号输出到PC机上,进行显示与处理;

[0025] 阵列波导光栅是具有 $N$ 个通道的复用元件,其各个通道有固定的波长范围,每个通道分别和能与其中中心波长相匹配的FP传感头连接,对于阵列波导光栅的第 $m$ 通道来说,其中中心波长固定;当FP传感头的中心波长与第 $m$ 通道的中心波长完全重合时,FP传感头和阵列波导光栅反射光谱的重合部分为最大值,即反射光强为最大值;当氢气浓度改变时,FP传感头的反射光谱发生漂移,假设向右漂移,阵列波导光栅的第 $m$ 通道与FP传感头的反射光谱的重合部分减少,此时,反射光强将会减小;当FP传感头的反射光谱与第 $m$ 通道的光谱图完全不重合时,反射光强为最小值;因此,阵列波导光栅反射光强随氢气浓度改变单调变化;

[0026] FBG解调仪通过解调处理得到阵列波导光栅第 $m$ 个通道的反射光强信号,在FBG解调仪的一个扫描周期内,其输出的横坐标对应波长范围,纵坐标表示光强值;

[0027] 阵列波导光栅第 $m$ 个通道的反射光谱 $I_m$ 可表示为:

$$[0028] \quad I_m = e^{-(x-\lambda_m)^2/2b^2} \quad (6)$$

[0029]  $\lambda_m$ 为阵列波导光栅第 $m$ 个通道的中心波长,  $b$ 为标准差,控制通道的宽度;

[0030] FP传感头随氢气浓度变化的反射光谱 $I$ 如(1)式,即:

$$[0031] \quad I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \frac{4\pi n_{\text{air}} L}{\lambda} \quad (7)$$

[0032] FBG解调仪监测到的阵列波导光栅第 $m$ 个通道的反射光强 $S_m$ 可表示为:

$$[0033] \quad S_m = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} e^{-(x-\lambda_m)^2/2b^2} \times \left( I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \frac{4\pi n_{\text{air}} L}{\lambda} \right) dx \quad (8)$$

[0034]  $\lambda_1$ 和 $\lambda_2$ 为阵列波导光栅第 $m$ 个通道的波长范围;由(8)式可以看出,由FBG解调仪解调得到的光强与FP传感头的空气腔腔长 $L$ 有关,FP传感头的空气腔腔长 $L$ 与氢气浓度 $c$ 有关,FBG解调仪通过监测阵列波导光栅第 $m$ 个通道的反射光强的变化,就可以得到对应FP传感头处氢气浓度的变化;

[0035] FBG解调仪的扫描范围覆盖阵列波导光栅的工作波长,即FBG解调仪可以依次对阵列波导光栅的 $N$ 个通道的反射光强监测,因此,使用FBG解调仪监测阵列波导光栅所有通道反射光强的变化,就可以实现对 $N$ 个FP传感头处的氢气浓度的实时测量,从而实现了FP传感头的复用。

[0036] 本发明为解决技术问题所采用的装置:

[0037] 其特征在于包括了一台FBG解调仪、一根长距离单模传输光纤、一台阵列波导光栅、N个FP传感头、一台PC机;FBG解调仪的光输出端通过单模传输光纤与阵列波导光栅的光输入端相连,阵列波导光栅的N个光输出通道分别与N个FP传感头的单模光纤端相连,FBG解调仪的光输出端与PC机相连。

[0038] 本发明的有益效果为:

[0039] 1、本发明采用PDMS薄膜和Pt/WO<sub>3</sub>氢敏材料填充的FP为传感头,PDMS材料热膨胀系数高,Pt/WO<sub>3</sub>氢敏材料与氢气反应会放出热量,PDMS薄膜会迅速受热膨胀,导致FP传感头的空气腔长迅速缩短,因而该FP传感头的氢气灵敏度高,体积小,同时由于Pt/WO<sub>3</sub>氢敏材料被固定在空芯光纤内部,不易脱落损坏。

[0040] 2、本发明采用基于阵列波导光栅作为复用装置,具有N个不同中心波长的通道,可分别与N个FP传感头直接相连,各个通道互不干扰,每个通道可独立测量,可直接监测其反射光强的变化,实现同时测量多点氢气浓度。

[0041] 3、本发明采用FBG解调仪作为光信号的产生解调装置,可以同时代替常见的光纤氢气传感器中的体积庞大的光学仪器,如宽带光源和光谱仪等进行工作,大大简化了整个光纤传感器的体积,使得现实测量更为方便灵活。

## 附图说明

[0042] 图1为基于FBG解调仪的F-P干涉型多点测量氢气传感器结构示意图。

[0043] 图2为基于FBG解调仪的F-P干涉型多点测量氢气传感器的测试原理图。

[0044] 图3为基于FBG解调仪的F-P干涉型多点测量氢气传感器的测试结果示意图。

## 具体实施方式

[0045] 下面结合附图对本发明作进一步描述。

[0046] 如图1所示,基于FBG解调仪的F-P干涉型多点测量氢气传感器,包括FBG解调仪1、单模传输光纤2、阵列波导光栅3、FP传感头4、PC机5。所述FP传感头4由一小段单模光纤6和空芯光纤7熔接,在空芯光纤7内填充PDMS薄膜8形成封闭的空气腔9,并在PDMS薄膜8外侧粘Pt/WO<sub>3</sub>氢敏材料10形成;FBG解调仪1由光源11、环形器12和信号解调模块13组成。FBG解调仪1的光输出端101通过单模传输光纤2与阵列波导光栅3的光输入端相连,阵列波导光栅3的N个光输出通道分别与N个FP传感头4的单模光纤6端相连,FBG解调仪1的信号输出端102与PC机5相连。

[0047] 如图2-1所示,FP传感头的中心波长与阵列波导光栅第m通道的中心波长完全重合,此时FP传感头和阵列波导光栅反射光谱的重合部分为最大值,即反射光强为最大值;当氢气浓度变化,FP传感头的反射光谱漂移,如图2-1所示,FP传感头和阵列波导光栅反射光谱的重合部分减小,反射光强逐渐减小,氢气浓度改变与反射光强的变化在一定区间内呈线性关系。

[0048] 如图3所示,阵列波导光栅的N个通道的反射光强随氢气浓度变化而变化。

[0049] 本发明的工作方式为:FBG解调仪1中光源11发出的信号光,从单模传输光纤2输入到阵列波导光栅3中,阵列波导光栅3可以将一束信号光解复用为N束具有不同中心波长的

光,并从其N个通道分别输出到N个FP传感头4,每束光在PDMS薄膜8反射,反射光经N个通道到阵列波导光栅3并复用成为一束合成光,反射光经单模传输光纤2传输到FBG解调仪1,经过信号解调模块13解调后,将光信号转换为电信号输出到PC机5。当环境中氢气浓度增加时,Pt/WO<sub>3</sub>氢敏材料10会与氢气发生化学反应放出热量,PDMS薄膜8受热体积膨胀,导致空气腔9的腔长缩短,因而FP传感头4的干涉光谱将会发生漂移,进而阵列波导光栅3的反射光强会发生改变,通过PC机5检测反射光强的变化,建立反射光强与氢气浓度的对应关系,就可以实现对多点氢气浓度的测量。

[0050] 该装置能够实现基于FBG解调仪的F-P干涉型多点测量氢气传感器的氢气浓度测量关键技术有:

[0051] 1、FP传感头的结构。PDMS薄膜和Pt/WO<sub>3</sub>氢敏材料填充的FP传感头是实现高灵敏度传感的基础,采用高热膨胀系数的PDMS材料和对氢气有良好的选择性的Pt/WO<sub>3</sub>氢敏材料,使氢气浓度测量更加准确和灵敏,将Pt/WO<sub>3</sub>氢敏材料粘附到PDMS薄膜内侧,内嵌到空芯光纤内部,可以对其起到一定的保护作用,不易脱落磨损,易于长期测量。

[0052] 2、FBG解调仪的作用。FBG解调仪内置的光源和信号解调模块,可以代替传统的光纤氢气传感器中的光源和光谱仪,是缩小整个装置体积的关键。

[0053] 3、阵列波导光栅。阵列波导光栅作为本传感器的光路复用和解复用单元,是实现氢气浓度同时多点测量的关键器件,在其工作波长范围为有N个通道,通道间隔固定,且工作时各个通道互不干扰。

[0054] 4、FP传感头与阵列波导光栅的连接。FP传感头的中心波长要与阵列波导光栅相应通道的中心波长相匹配,从而保证FP传感头处氢气浓度的变化与阵列波导光栅相应通道的反射光强呈线性关系。

[0055] 本发明的一个具体实施例中,FBG解调仪(Sm125)的激光光源的输出波长为1530nm-1565nm,单模传输光纤和制作FP传感头的单模光纤,均采用常规单模光纤(G.625),空芯光纤采用石英毛细管(TSP075150),空芯光纤的长度为100μm-150μm,空气腔长度为30μm-80μm,PDMS薄膜的厚度为20μm-70μm,阵列波导光栅具有16个通道,分别与16个FP传感头相连,实验结果表明,在30℃到40℃温度范围内,基于FBG解调仪的F-P干涉型多点测量氢气传感器的氢气灵敏度可以达到1.210dB/℃。

[0056] 以上显示和描述了本发明的基本原理和主要特征,在不脱离本发明的原理的前提下,本发明还有各种变化和改进,这些变化和改进都落入要求保护的本发明的保护范围。



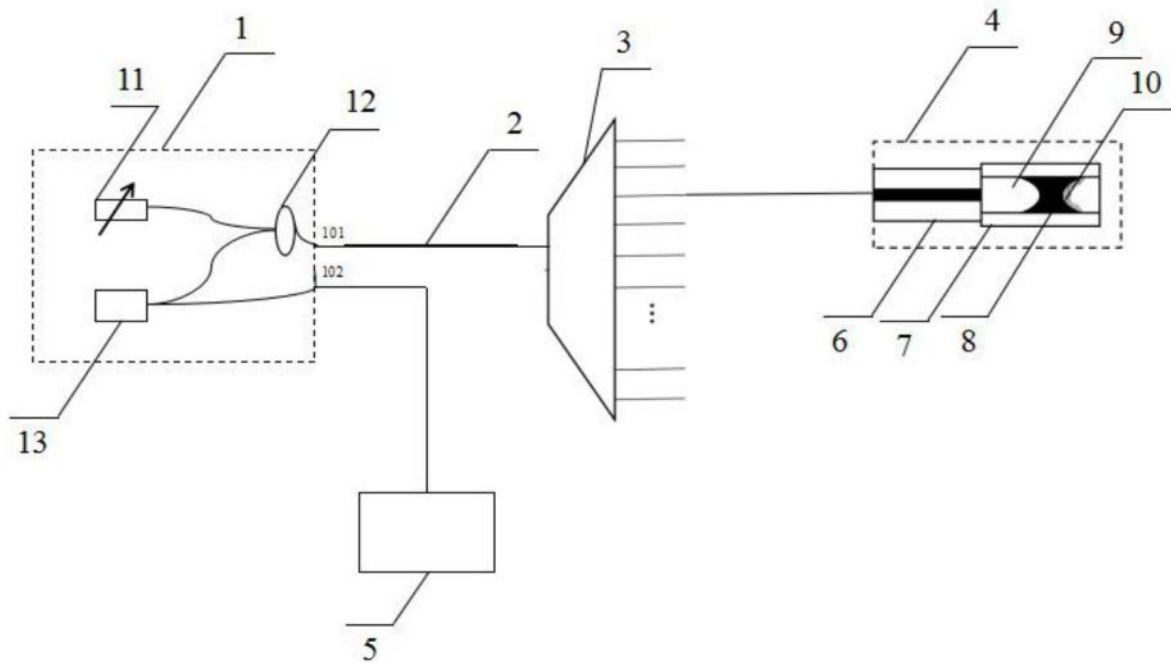


图1

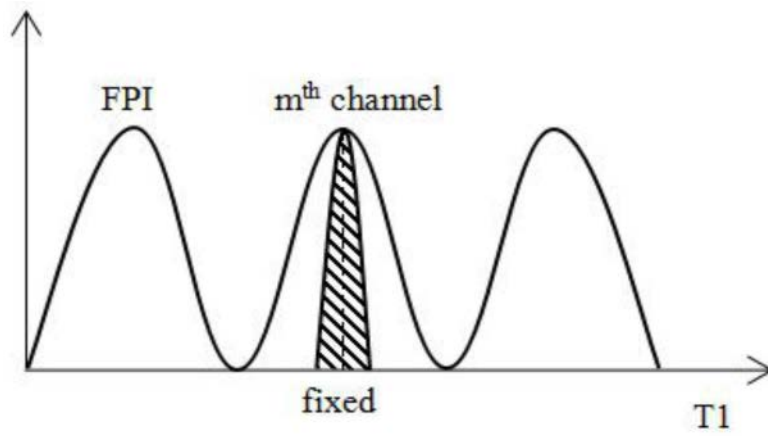


图2-1

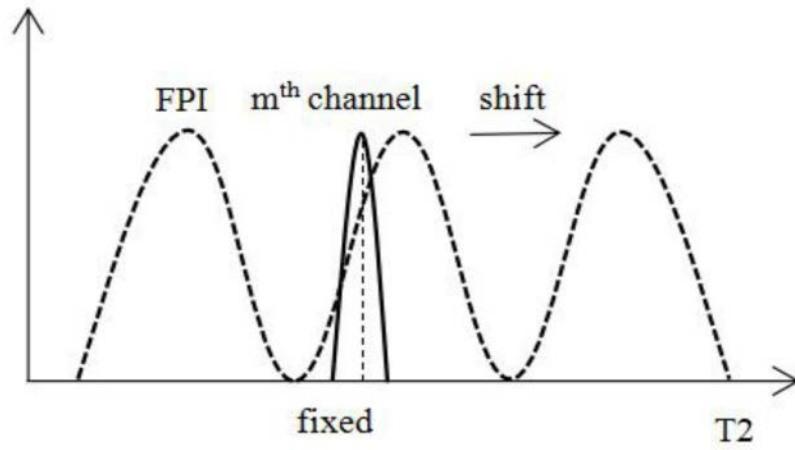


图2-2

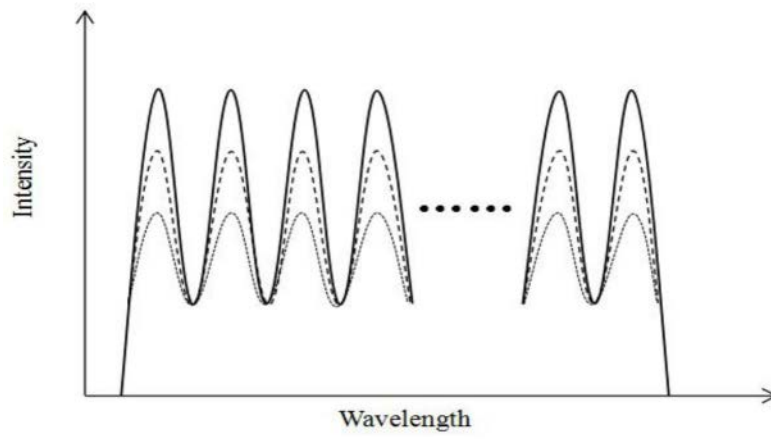


图3