



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105444839 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 30

(21) 申请号 201510795296. 5

(22) 申请日 2015. 11. 18

(71) 申请人 中北大学

地址 030051 山西省太原市尖草坪区学院路  
3号

(72) 发明人 景宁 李墅娜 陈媛媛 李晋华  
张敏娟

(74) 专利代理机构 北京志霖恒远知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11435

代理人 申绍中

(51) Int. Cl.

G01F 23/292(2006. 01)

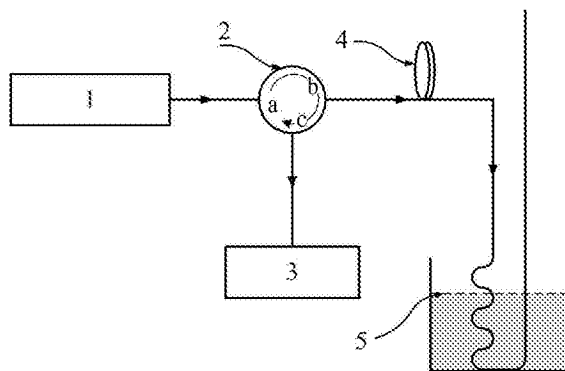
权利要求书1页 说明书2页 附图3页

(54) 发明名称

基于光时域反射技术的塑料光纤液位传感器  
及测量方法

(57) 摘要

本发明涉及光纤传感技术领域,更具体而言,涉及一种基于光时域反射技术的塑料光纤液位传感器及测量方法;提供一种量程在 20m、分辨率优于 2cm 的光纤液位传感器及测量方法,该传感器量程大、精度高、分辨率高;基于光时域反射技术的塑料光纤液位传感器,包括皮秒激光器、光纤环形器、光子计数器和塑料光纤,所述光纤环形器设置有 a 口、b 口和 c 口,所述皮秒激光器与 a 口连接,所述光子计数器与 c 口连接,所述塑料光纤与 b 口连接,所述塑料光纤的一端浸入待测液体中,所述塑料光纤与待测液体的液面及上下两侧设置为具有宏弯曲半径的 S 型结构;本发明主要应用在工业生产中,特别是易燃易爆等危险环境中。



1. 基于光时域反射技术的塑料光纤液位传感器,其特征在于:包括皮秒激光器(1)、光纤环形器(2)、光子计数器(3)和塑料光纤(4),所述光纤环形器(2)设置有a口、b口和c口,所述皮秒激光器(1)与a口连接,所述光子计数器(3)与c口连接,所述塑料光纤(4)与b口连接,所述塑料光纤(4)的一端浸入待测液体中。

2. 根据权利要求1所述的一种基于光时域反射技术的塑料光纤液位传感器,其特征在于:所述塑料光纤(4)与待测液体的液面(5)及上下两侧设置为具有宏弯曲半径的S型结构。

3. 基于光时域反射技术的塑料光纤液位传感器的测量方法,其特征在于:皮秒激光器(1)发出的皮秒脉冲可见光经光纤环形器(2)耦合进入塑料光纤(4)中,塑料光纤(4)的液位敏感部分被制成了S型结构,后散射光沿塑料光纤(4)原路返回再经光纤环形器(2)后由光子计数器(3)探测,通过探测到的光时域反射信号(6)得到液面(5)的位置信息。

## 基于光时域反射技术的塑料光纤液位传感器及测量方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及光纤传感技术领域,更具体而言,涉及一种基于光时域反射技术的塑料光纤液位传感器及测量方法。

### 背景技术

[0002] 易燃易爆液体的液位检测是工业生产中面临的重要问题,基于光纤传感器的液位传感技术由于具有光电分离的特点,为易燃易爆液位检查提供了一种高安全性解决方案。现有光纤液位传感器一般有两种,即基于单模石英光纤波长调制技术和塑料光纤强度调制技术,前者分辨率极高,但量程通常较小且理论上很难提高;而后者分辨率、精度均较差,但量程很大。这样,现有光纤液位传感器均不足以适应工业生产要求。

### 发明内容

[0003] 为了克服现有技术中光纤液位传感器在工业生产上的不足,本发明提供一种量程在20m、分辨率优于2cm的光纤液位传感器及测量方法,该传感器量程大、精度高、分辨率高,特别适合工业生产中对易燃易爆等危险液体的液位测量。

[0004] 为了解决上述技术问题,本发明所采用的技术方案为:

基于光时域反射技术的塑料光纤液位传感器,包括皮秒激光器、光纤环形器、光子计数器和塑料光纤,所述光纤环形器设置有a口、b口和c口,所述皮秒激光器与a口连接,所述光子计数器与c口连接,所述塑料光纤与b口连接,所述塑料光纤的一端浸入待测液体中。

[0005] 所述塑料光纤与待测液体的液面及上下两侧设置为具有宏弯曲半径的S型结构。

[0006] 基于光时域反射技术的塑料光纤液位传感器的测量方法,皮秒激光器发出的皮秒脉冲可见光经光纤环形器耦合进入塑料光纤中,塑料光纤的液位敏感部分被制成了S型结构,后散射光沿塑料光纤原路返回再经光纤环形器后由光子计数器探测,通过探测到的光时域反射信号得到液面的位置信息。

[0007] 与现有技术相比本发明所具有的有益效果为:

本发明提出了基于塑料光纤光时域反射技术液位传感技术,将塑料光纤制备成连续S型宏弯曲结构,光线在液面上下的光纤宏弯曲结构中传输时具有不同的后散射状态,导致后散射信号产生突变,对该信号进行特征提取及分析即可得到高分辨率的液位信息。该设计方案不仅保留了塑料光纤液位传感器大量程的特点,同时提高了其测量精度和分辨率,特别适合工业生产中对易燃易爆等危险液体的液位测量。

### 附图说明

[0008] 下面通过附图对本发明的具体实施方式作进一步详细的说明。

[0009] 图1为本发明的结构示意图;

图2为本发明S型塑料光纤与液位位置的示意图;

图3为本发明液位位置对光时域反射信号的影响原理图。

[0010] 图中:1为皮秒激光器、2为光纤环形器、3为光子计数器、4为塑料光纤、5为液面、6为光时域反射信号。

### 具体实施方式

[0011] 下面实施例结合附图对本发明作进一步的描述。

[0012] 本发明的工作原理为:将塑料光纤4制备出具有连续宏弯曲的S型结构,在液面5处光纤中所传输的光信号的能量将发生突变,通过采用光时域反射技术测量该突变来判断液面5的位置,所述的S型结构塑料光纤4是指将塑料光纤4进行一定的弯曲,该结构光纤的导光能力将受到外部环境折射率影响,所述的光时域反射技术是指采用皮秒激光耦合进塑料光纤4,激光在沿光纤传输过程中不断发生后散射,由于光信号能量在液面处发生突变导致后散射光信号也发生急剧变化,后散射光沿塑料光纤4原路返回,通过测量发出的皮秒激光与后散射光突变的时间差来精确判断液面5的位置。具体为:皮秒激光器1发出的皮秒脉冲可见光信号注入到塑料光纤4中,塑料光纤4被制成具有一定曲率半径的S型结构,处在液面5上下方的塑料光纤4传输损耗不同导致后散射信号发生突变,通过光子计数器3对后散射信号进行采集得到当前的液位信息。

[0013] 如图1所示,本发明的塑料光纤液位传感器包括皮秒激光器1、光纤环形器2、光子计数器3、塑料光纤4。皮秒激光器1发出的皮秒脉冲可见光经光纤环形器2耦合进塑料光纤4中,塑料光纤4的液位敏感部分被制成了具有S型结构,后散射光沿塑料光纤4原路返回再经光纤环形器2后由光子计数器3探测,得到包含液面5位置信息的光时域反射信号。

[0014] 如图2所示,塑料光纤4的敏感部分被制成具有一定宏弯曲半径R的S型结构,用于液面5位置的测量。

[0015] 如图3所示,液面5淹没塑料光纤4的位置会在后反射光即光时域反射信号6上有所反应。在液面5上方的光时域反射信号6的衰减系数较小,而处在液面5下方的光时域反射信号6的衰减系数较大,在液面5的位置,光时域反射信号6发生突变,通过光子计数器3测量得到光时域反射信号6突变的反射时间,即可根据下式换算出液面5的高度变化:

$$\Delta h = \frac{R}{2} \Delta t \cdot v$$

上式中, $R$ 是塑料光纤4的宏弯曲半径, $\Delta t$ 是皮秒激光器1发出脉冲信号与光子计数器3得到的光时域反射信号6突变的时间差, $v$ 是光信号在塑料光纤4中的传播速度。

[0016] 此处所说明的附图及实施例仅用以说明本发明技术方案而非对其限制;尽管参照较佳实施例对本发明进行了较详细的说明,所属领域的技术人员应当理解;依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者对部分技术特征进行等同替换;而不脱离本发明方案的精神,其均应涵盖在本发明请求保护的技术方案范围当中。

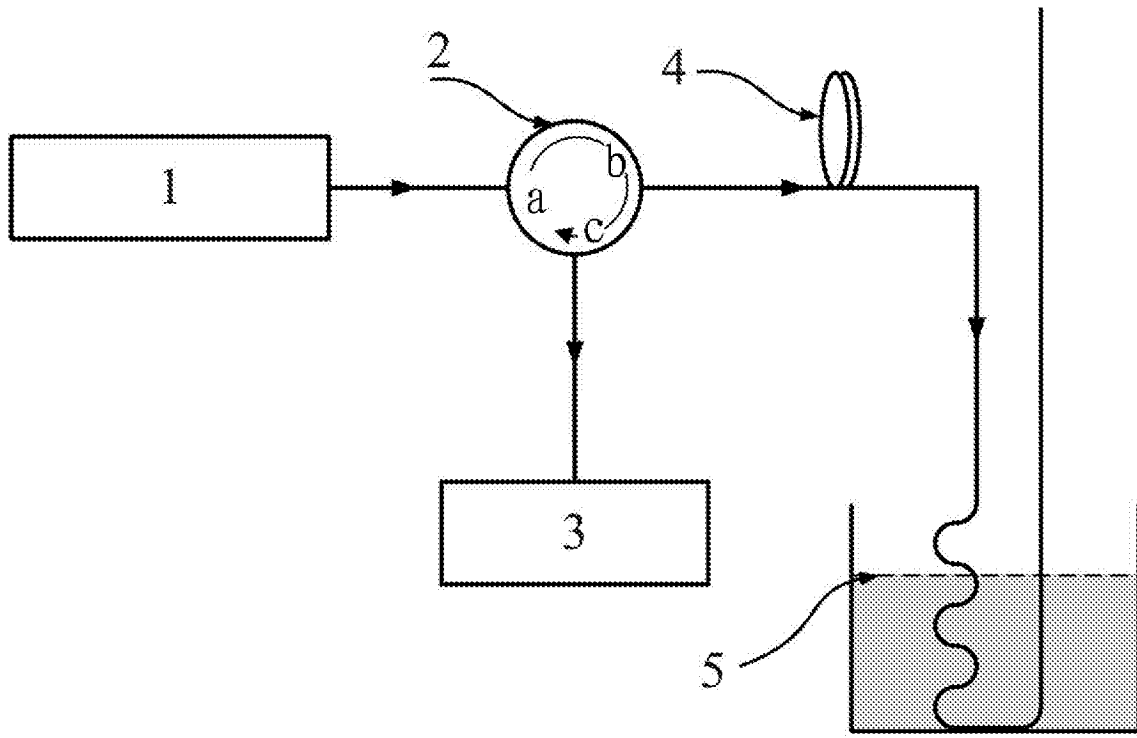


图1

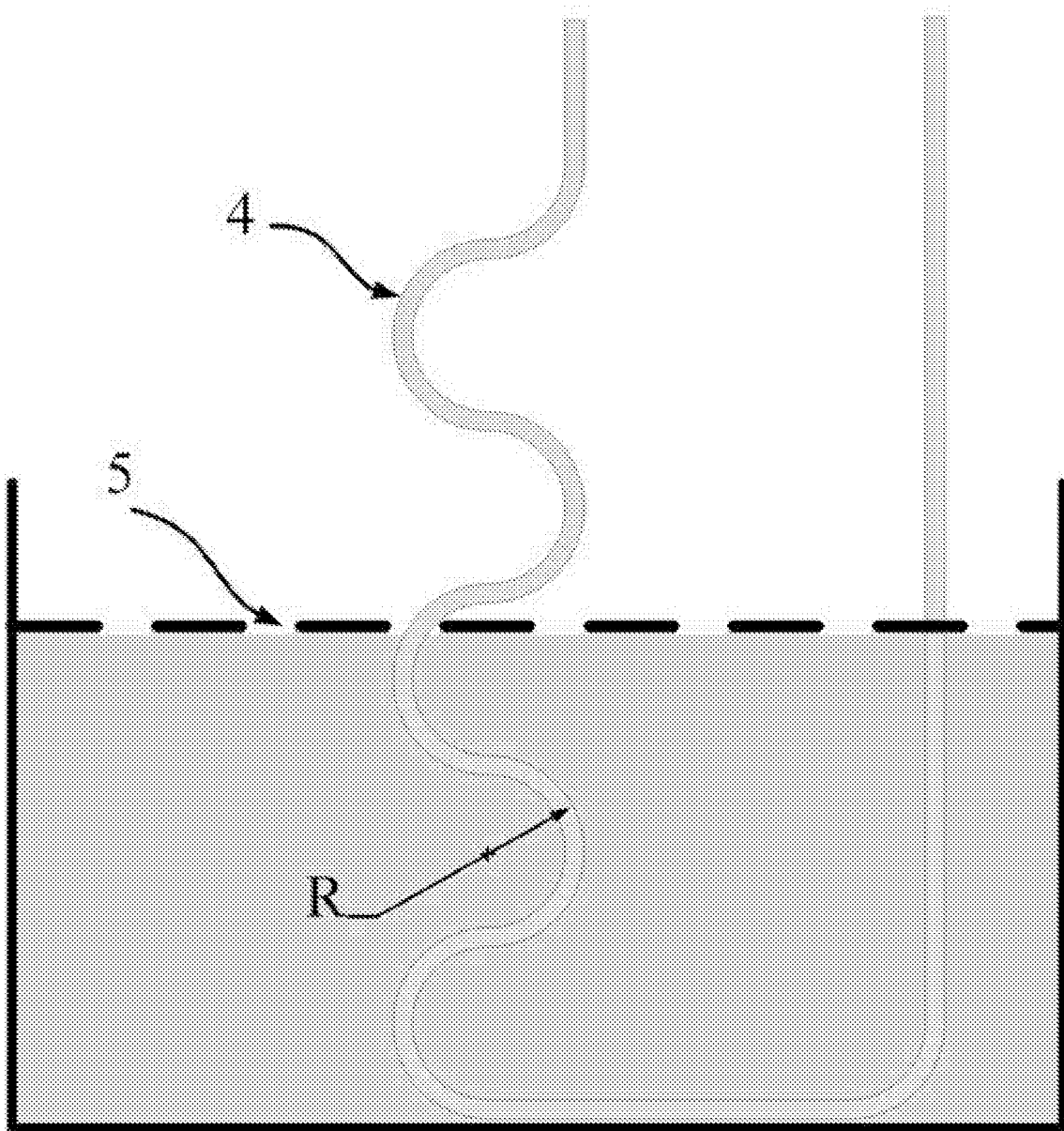


图2

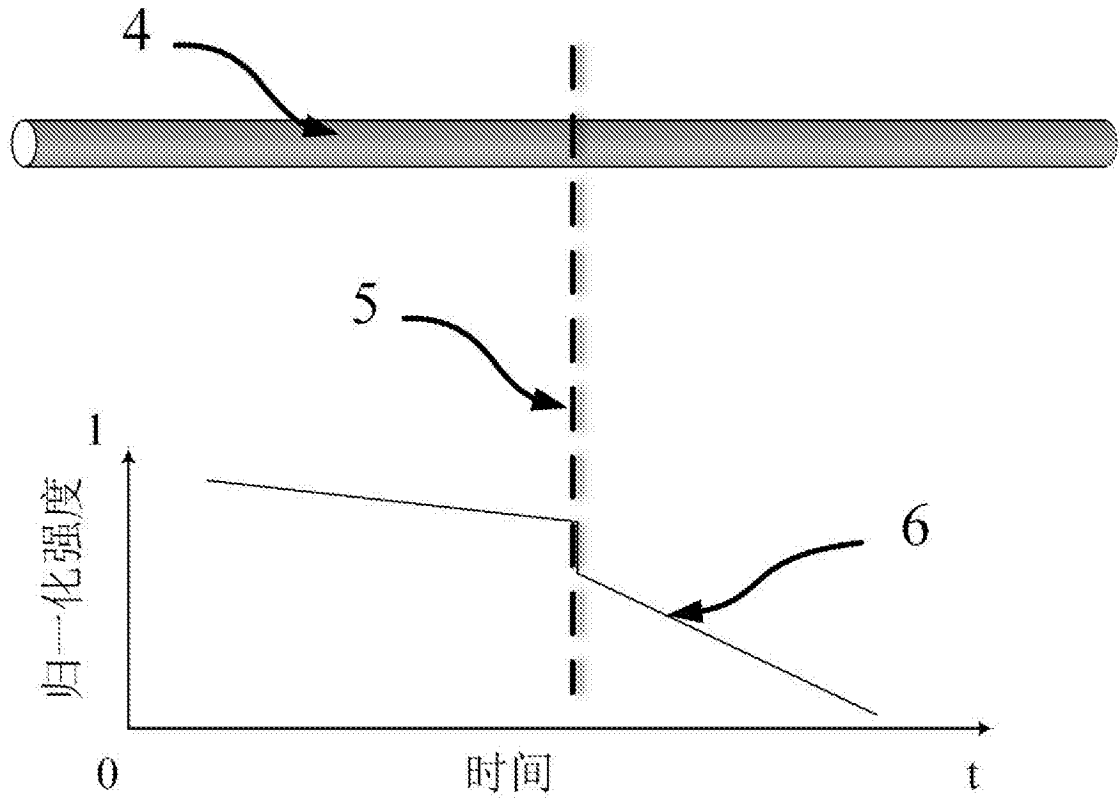


图3