

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01N 21/00 (2006.01)



[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200720075176.9

[45] 授权公告日 2008 年 10 月 29 日

[11] 授权公告号 CN 201141829Y

[22] 申请日 2007.9.29

[21] 申请号 200720075176.9

[73] 专利权人 中国科学院上海光学精密机械研究所

地址 201800 上海市 800 - 211 邮政信箱

[72] 发明人 初凤红 蔡海文 耿健新 方祖捷

[74] 专利代理机构 上海新天专利代理有限公司
代理人 张泽纯

权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

[54] 实用新型名称

光纤溶解氧传感头

[57] 摘要

一种光纤溶解氧传感头，该传感头用塑料光纤-聚甲基丙烯酸甲酯制成；传感头的形状为 U 形、双锥形、双锥形 + U 形和灯丝形；传感头上涂有敏感材料。本实用新型光纤溶解氧传感头用一根塑料光纤就可以实现传光和传感的功能，具有价格便宜、制作简单、灵敏度高且不受外界电磁场干扰的特点。



1、一种光纤溶解氧传感头，其特征在于该传感头用塑料光纤制成，传感头的形状为U形、双锥形、双锥形+U形或灯丝形，传感头的光纤外壁上涂覆敏感材料。

2、根据权利要求1所述的传感头，其特征在于所述的塑料光纤是聚甲基丙烯酸甲酯塑料光纤。

3、根据权利要求1所述的传感头，其特征在于所述的敏感材料是含有荧光物质的溶胶-凝胶。

光纤溶解氧传感头

技术领域

本实用新型涉及是光纤溶解氧传感器，特别是一种用于光纤溶解氧传感器的光纤溶解氧传感头。

背景技术

水中溶解氧(Dissolved Oxygen, 简称 DO)是指水体中以溶解态存在的氧，是水中生长的动植物和微生物的供氧来源，对水中溶解氧浓度的测定在医疗、临床医学、工业处理、环境监测等领域都具有重要意义，特别在水质监测和水处理中，溶解氧是一项重要的控制指标，同时也是水环境保护、水产养殖业及海洋科学中最重要的调查参数。光纤溶解氧传感器主要由光源、传感头、探测器和一些外围电路组成。目前的传感头主要有以下几种：

(1)含有敏感材料的薄膜[参见文献 1：姜德生、赵士威、韩蕴、越方禹、黄俊。一种基于荧光淬灭原理的光纤氧气传感器。光学学报，2003，233(3):81]，这种传感头是将敏感材料涂覆于某种基底上，然后用 Y 分支石英光纤传导激发光和荧光。Y 分支石英光纤的总端接传感头，一个支端接光源，另一个支端接探测器。它的缺点是结构较复杂，需要 Y 分支光纤；

(2)将敏感材料直接涂覆在石英光纤的端面[参见文献 2：A.Campbell , D. Uttamchandani, Optical dissolved oxygen lifetime sensor based on sol-gel immobilization. IEE Proc.-Sci. Meas. Technol. 2004,151(4):291]，但是需要复杂的光学系统接收光；

(3)直接将敏感材料涂到石英光纤的侧面[参见文献 3：Brian D. MacCraith, Gerard O'Keeffe, Aisling K. McEvoy, Colette M. McDonagh,

Light-emitting-diode-based oxygen sensing using evanescent wave excitation of a dye-doped sol-gel coating. OPTICAL ENGINEERING 1994,33(12):3861], 但是这种传感头接收到的荧光信号很少, 不利于探测。用以上的石英光纤做传感头的缺点是普通的石英光纤纤芯较细, 与光源的耦合效率低; 传感头的形状比较单一, 会影响到传感的灵敏度; 另外石英光纤易碎, 可操作性差。

由于上述石英光纤传感头存在的缺点, 因此开发高灵敏度、实现简单的新型溶解氧传感头是研究中的一个热点。

发明内容

本实用新型要解决的技术问题在于克服上述现有技术的缺陷, 提供一种用于光纤溶解氧传感器的光纤溶解氧传感头, 该传感头应具有高灵敏度、不易受外界环境干扰、结构简单、价格低廉的特点。

将传感头做成特定形状, 可以提高传感的灵敏度。采用光纤做溶解氧传感, 主要是利用倏逝波原理。对于直光纤, 倏逝波可以传输的距离为:

$$d_p = \frac{\lambda}{2\pi n_1 (\sin^2 \theta - \sin^2 \theta_c)^{1/2}} \quad (1)$$

其中 λ 是入射光波长, n_1 是纤芯的折射率, θ 是入射光线与纤芯-包层界面法线的夹角, $\theta_c = \arcsin(n_2/n_1)$ 是纤芯与敏感层的临界角, n_2 是敏感层的折射率。光纤包层的折射率 n_{cl} 大于 n_2 , 所以 θ 不能无限接近于 θ_c , 倏逝波传输的就不远。对于U形光纤来说, 在U形光纤的外侧, 设 θ 角变为 ϕ ; 在U形光纤的内测, θ 角变为 δ 。其值分别为:

$$\phi = \sin^{-1} \left[\left(\frac{R+h}{R+2\rho} \right) \frac{n_{cl}}{n_1} \right] \quad (2)$$

$$\delta = \sin^{-1} \left[\left(\frac{R+h}{R} \right) \frac{n_{cl}}{n_1} \right] \quad (3)$$

其中 ρ 是光纤的芯径, R 是U形光纤的弯曲半径, h 是光线入射到U

形区时的高度。聚甲基丙烯酸甲酯塑料光纤的芯层折射率是 1.49，包层折射率是 1.41，敏感材料的折射率是 1.34。设入射光波长是 470nm，U 形光纤的弯曲半径是 10mm， $h=0$ 通过计算可以得知倏逝波在直线形光纤情况下传输的最大距离是 236nm，倏逝波在 U 形光纤情况下传输的最大距离是在光纤外侧和内侧分别是 458nm 和 236nm，因而 U 形光纤可以得到高的灵敏度。同理，把光纤传感头做成其它的形状，都是为了提高倏逝波的传输距离，进而提高灵敏度。

本实用新型的技术解决方案如下：

一种光纤溶解氧传感头，其特征在于该传感头用塑料光纤制成，传感头的形状为 U 形、双锥形、双锥形+U 形或灯丝形，传感头的光纤外壁上涂覆敏感材料。

所述的塑料光纤是聚甲基丙烯酸甲酯塑料光纤。

所述的敏感材料是含有荧光物质的溶胶-凝胶。

所述的光纤溶解氧传感头的制备方法，其特征在于包括下列步骤：

①首先将塑料光纤用刀片剥去一定长度的护套，然后将剥去护套的光纤用酒精棉球擦干净，将其制成所需形状的光纤传感头；

②配制敏感材料溶胶-凝胶溶液；

③将制备好的传感头插入所述的溶胶-凝胶溶液中，用提拉法涂上一定厚度的敏感材料，在室温凉干即可。

所述的敏感材料的配制方法如下：

①按下列原料配比称量各原料：

原料	体积比
正硅酸四乙酯	1
甲基三乙氧基硅烷	1~3

酒精	1.8
0.03mol/l 盐酸水溶液	0.55

②将正硅酸四乙酯、甲基三乙氧基硅烷、酒精和盐酸水溶液依次倒入烧瓶中配成溶液，然后将荧光物质邻菲咯啉钌加入该溶液中，使邻菲咯啉钌在溶液中的浓度为 2mg ~4mg/ml，将配好的溶液在 50℃水浴条件下搅拌 6 小时，得到透明的含敏感材料溶胶-凝胶溶液。

所述的 U 形传感头的做法：首先将塑料光纤用刀片剥去约 3 厘米长的护套，然后将剥去护套的光纤用酒精棉球擦干净，将其弯成 U 形。

所述的双锥形传感头的做法：首先将塑料光纤用刀片剥去约 3 厘米长的护套，然后将剥去护套的光纤用酒精棉球擦干净，将光纤置于酒精灯上方加热一段时间后光纤变软，用一定的力将其拉成双锥形。

所述的双锥形+U 形传感头的做法：首先将塑料光纤用刀片剥去约 3 厘米长的护套，然后将剥去护套的光纤用酒精棉球擦干净，将光纤置于酒精灯上方加热一段时间后光纤变软，用一定的力将其拉成双锥形，将拉成双锥形的光纤弯成 U 形，即形成了双锥形+U 形光纤传感头。

所述的灯丝形传感头的做法：首先将塑料光纤用刀片剥去约 6 厘米长的护套，然后将剥去护套的光纤用酒精棉球擦干净，将其卷成灯丝形。

本发明的技术效果：

经试用表明，本发明光纤溶解氧传感头具有高灵敏度、不易受外界环境干扰、结构简单、价格低廉的特点。

附图说明

图 1 是本发明光纤溶解氧传感头的 U 形传感头结构示意图

图 2 是本发明光纤溶解氧传感头的双锥形传感头结构示意图

图3是本发明光纤溶解氧传感头的U形+双锥形传感头结构示意图

图4是本发明光纤溶解氧传感头的灯丝形传感头结构示意图

具体实施方式

下面结合实施例对本发明作进一步说明。

先请参阅图1至图4，由图可见，本发明光纤溶解氧传感头的结构是用塑料光纤制成的，传感头的形状有U形、双锥形、双锥形+U形和灯丝形多种，分别依次见图1、图2、图3、图4，传感头的光纤外壁上涂覆敏感材料。

所述的塑料光纤是聚甲基丙烯酸甲酯塑料光纤。

所述的敏感材料是含有荧光物质的溶胶-凝胶。



图 1

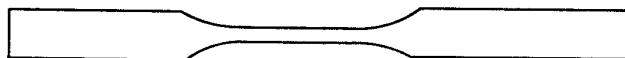


图 2

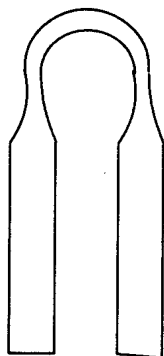


图 3



图 4