

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01N 21/31 (2006.01)

G02B 6/02 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910066778.1

[43] 公开日 2009年9月2日

[11] 公开号 CN 101520409A

[22] 申请日 2009.4.8

[21] 申请号 200910066778.1

[71] 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路16号

[72] 发明人 吴一辉 庄须叶 王淑荣

[74] 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所
代理人 赵炳仁

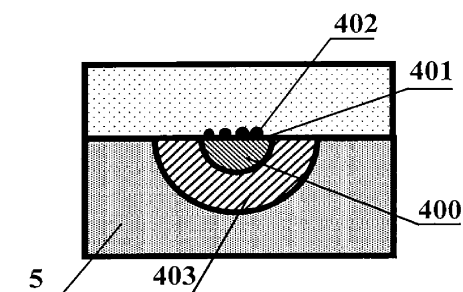
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

[54] 发明名称

D形光纤消逝场化学传感器

[57] 摘要

本发明提出一种用于医疗、环境监测、食品安全卫生等检测量的D形光纤消逝场化学传感器，由光源和依次连接的聚焦透镜组、第一裸光纤转换器、传感部分被置于样品池中的直通式D形消逝场传感光纤、第二裸光纤转换器、光电信号采集器组成，其D形消逝场传感光纤的传感部分为横截面呈半圆形的半圆柱体，其光纤芯的平面部分作为传感面。本发明的D形传感光纤激发的消逝场能量高、有效作用面积大，消逝场能量不需要穿过预留的光纤包层，可以直接与被测物质作用，大大提高了传感器的灵敏度；结构简单，使用操作方便，便于小型化和集成化。



1. 一种 D 形光纤消逝场化学传感器，由光源（1）和依次连接的聚焦透镜组（2）、第一裸光纤转换器（3）、传感部分被置于样品池（5）中的直通式 D 形消逝场传感光纤（4）、第二裸光纤转换器（6）、光电信号采集器（7）组成，其特征在于，所述的 D 形消逝场传感光纤（4）的传感部分为横截面呈半圆形的半圆柱体，其光纤芯（400）的平面部分作为传感面（401）。

2. 根据权利要求 1 所述的 D 形光纤消逝场化学传感器，其特征在于，在所述的传感面（401）上还加工有半球形或半椭圆球形纳米纳米尺寸的颗粒凸起（402）。

D 形光纤消逝场化学传感器

技术领域

本发明属于用于医疗、环境监控、食品安全卫生等方面的测量仪器，具体涉及一种 D 形光纤消逝场化学传感器。

背景技术

光纤消逝场化学传感器利用光在光纤内以全内反射方式传播时在传感光纤所处的介质内产生的消逝场与处在消逝场穿透范围内的待测物质发生相互作用，引起能量的吸收，反映为光纤输出光强的降低，从而实现对待测物质浓度的检测。

少模传感光纤激发的消逝场能量相对较高，基于少模光纤的消逝场传感器灵敏度高，但因传感光纤直径相对很小，制约了其抗冲击能力，传感器的刚性相对较差，易损害。D 形光纤消逝场化学传感器具有结构刚性好，抗冲击能力强，寿命长等优点。但传统的 D 形光纤消逝场化学传感器灵敏度较低，根据文献[B.Culshaw, F.Muhammad. Evanescent wave methane detection using optical fibers(光纤消逝波甲烷传感器).Electronics Letters,1992, 628(24):2232-2234 和 G. Stewart, W. Jinb, B. Culshaw. Prospects for fibre-optic evanescent-field gas sensors using absorption in the near-infrared(红外吸收光纤消逝场气体传感器前景展望).Sensors and Actuators B,1997,38: 42-47]报道，在相同的光程条件下，其灵敏度仅有直接探测方法灵敏度的千分之一。

发明内容

本发明的目的是提供一种改进结构的 D 形光纤消逝场化学传感器，以大大提高其传感灵敏度。

本发明 D 形光纤消逝场化学传感器，由光源和依次连接的聚焦透镜组、

第一裸光纤转换器、传感部分被置于样品池中的直通式 D 形消逝场传感光纤、第二裸光纤转换器、光电信号采集器组成，其所述的 D 形消逝场传感光纤的传感部分为横截面呈半圆形的半圆柱体，其光纤芯的平面部分作为传感面。

为了增强消逝场能量在待测物质中的散射，在所述的光纤芯传感面上还加工有半球形或半椭圆球形纳米尺寸的颗粒凸起。

本发明的工作原理是：

光源发出的光，经过透镜组聚焦到第一裸光纤转接器上，将光耦合进入 D 形消逝场传感光纤中。由于 D 形消逝场传感光纤的传感部分在样品池中，当 D 形消逝场传感光纤激发的消逝场与样品池中的待测物质发生作用后，该光发生变化，成为携带被测物质信号的光。携带被测物质信号的光，经过第二裸光纤转接器输入到光电信号采集器中。光电信号采集器根据光源发出的光与携带被测物质信号的光的光强变化数值，实现对被测物质的测量。

本发明的核心部件是 D 形消逝场传感光纤。D 形消逝场传感光纤的传感部分为横截面呈半圆形的半圆柱形，即所称的 D 形。D 形消逝场传感光纤仅在其弧面上有光纤包层，光纤芯的平面部分是传感面，也称上表面。被测物质直接与 D 形消逝场传感光纤的上表面即传感面接触，避免了消逝场能量在穿透光纤包层时在包层内的耦合损失。

为了进一步增强消逝场能量在待测物质中的散射，在 D 形消逝场传感光纤的上表面上，加工有纳米颗粒凸起，纳米颗粒的形状可以为半球形或半椭圆球形。可大大增加 D 形消逝场传感光纤的传感面与被测物质的有效作用面积。纳米颗粒对 D 形消逝场传感光纤激发的消逝场能量产生散射作用，诱使更多的能量与被测物质相互作用，因此大大提高了传感器的灵敏度。

D 形消逝场传感光纤的上表面上的纳米颗粒是利用除去材料的方法直接在半圆柱形光纤上加工出来的，与 D 形消逝场传感光纤成为一体，结合牢固。并将 D 形消逝场传感光纤深埋于样品池中的结构，大大增强了传感器抗冲击的能力，传感器刚度大，使用寿命长。直通式的 D 形消逝场传感光纤，集信

号传感和信息传递于一体，大大简化了光路结构，光路布置灵活度高。

本发明的 D 形消逝场传感光纤，激发的消逝场能量高，有效作用面积大，消逝场能量不需要穿过预留的光纤包层，可以直接与被测物质作用，大大提高了传感器的灵敏度。以及将 D 形消逝场传感光纤深埋于样品池基底的方式，增强了传感器的刚度，且直通式的传感光纤减少了光学分离器件，简化了光路，传感器的结构简单，使用操作方便，便于小型化和集成化。

附图说明

图 1 是本发明 D 形光纤消逝场化学传感器的结构示意图：

图 2 是图 1 中所示 D 形消逝场传感光纤 4 的横截面示意图。

具体实施方式

以下结合附图给出的实施例对本发明光纤消逝场化学传感器的结构作进一步详细说明。

实施例 1

参照图 1、2，一种 D 形光纤消逝场化学传感器，由光源 1 和依次连接的聚焦透镜组 2、第一裸光纤转换器 3、传感部分被置于样品池 5 中的直通式 D 形消逝场传感光纤 4、第二裸光纤转换器 6、光电信号采集器 7 组成，所述的 D 形消逝场传感光纤 4 的传感部分为横截面呈半圆形的半圆柱体，其光纤芯 400 的平面部分作为传感面 401。

图中：403 为光纤包层。

为了增强消逝场能量在待测物质中的散射，在所述的光纤芯传感面 401 上还加工有半球形或半椭圆球形纳米尺寸的颗粒凸起 402。

本实施例具体结构参数如下：

光源 1 为波长 632.8nm 的 He-Ne 激光器，输出功率 1.8mW。聚焦透镜组 2 采用一个数值孔径为 0.25 的显微镜物镜。D 形消逝场传感光纤 4 为多模石英光纤，光纤的芯径 62.5 μ m，包层直径 125 μ m，全长 30cm，传感部分长 12mm，研磨深度 62.5 μ m，等于光纤的芯径。纳米颗粒为半椭圆球形结构，其底面截

面圆的直径 100nm，半椭圆球的短半轴长 30nm。光电信息采集器 7 为微型光纤光谱仪，波长范围 400-800nm。

如图 1 所示，光源 1 发出的光经过透镜组 2 汇聚后，聚焦到第一裸光纤转接器 3 上，耦合进入表面纳米颗粒增强的 D 形消逝场传感光纤 4 中。D 形消逝场传感光纤 4 与样品池 5 中的被测物质 401 发生作用，产生能量的吸收。此时，D 形消逝场传感光纤 4 传输的是携带待测物质信息的光，经过第二裸光纤转接器 6 耦合进入光电信号采集器 7 中。光电信号采集器 7 将携带被测物质信息的光转换为电信号，输入电脑中进行数据处理，从而测量出被测物质溶液的浓度。

被测物质溶液加入到样品池 5 中，待反应结束后，把被测物质溶液排出样品池 5，对 D 形消逝场传感光纤 4 进行冲洗和擦拭，可继续下一次测量。当 D 形消逝场传感光纤 4 已达到使用寿命时，直接将 D 形消逝场传感光纤 4 连同样品池 5 从第一裸光纤转接器 3 和第二裸光纤转接器 6 上取下来，换成另一根 D 形消逝场传感光纤 4 进行测量，操作简单。

采用本 D 形光纤消逝场化学传感器检测亚甲基蓝浓度，最低测量浓度在 10^{-7} mol/L 数量级。完成一次测试的时间少于 15 分钟。

实验证明，相同光程长度条件下测量亚甲基蓝浓度时，本发明传感器的灵敏度是直接探测方法的灵敏度的 1.2 倍，是背景文献中所述 D 形光纤传感器的灵敏度的 1000 多倍。

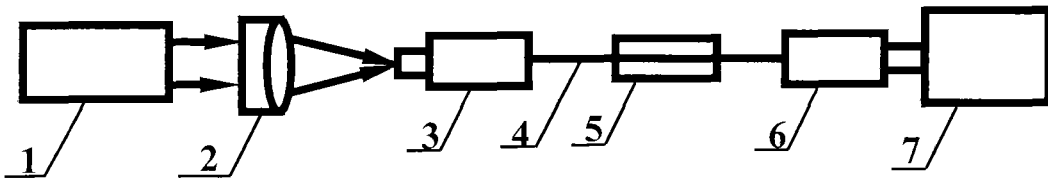


图 1

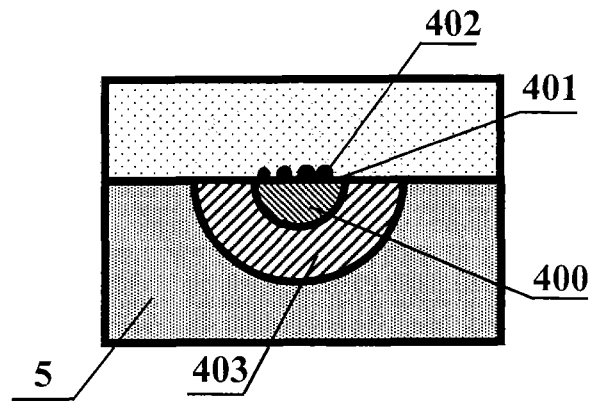


图 2