



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910066779.6

[43] 公开日 2009 年 9 月 2 日

[11] 公开号 CN 101520410A

[22] 申请日 2009.4.8

[74] 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所

[21] 申请号 200910066779.6

代理人 赵炳仁

[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 张志强
张 平 刘永顺

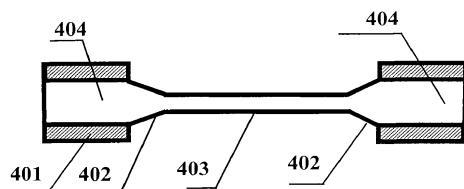
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

[54] 发明名称

无标组合少模光纤消逝场生物传感器

[57] 摘要

本发明属于涉及用于生物的生物传感器，具体涉及一种无标组合少模光纤消逝场生物传感器。是由光源和依次连接的聚焦透镜组、第一裸光纤转换器、传感区部分被置于样品池中的少模传感光纤、第二裸光纤转换器、光电信号采集器组成，所述的少模传感光纤由直径为微米量级的裸露纤芯的传感区段和该传感区段两端分别通过锥形过渡区段相连接的传输区段构成。本发明结构中的两端具有锥形过渡的少模传感光纤，激发的消逝场能量高，光纤表面上的生物识别分子既形成了弱导条件又增强了消逝场与待测物质分子的相互作用，大大提高了传感器的灵敏度。



-
1. 一种无标组合少模光纤消逝场生物传感器，是由光源（1）和依次连接的聚焦透镜组（2）、第一裸光纤转换器（3）、传感区部分被置于样品池（5）中的少模传感光纤（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，所述的少模传感光纤（4）由直径为微米量级的裸露纤芯的传感区段（403）和该传感区段两端分别通过锥形过渡区段（402）相连接的传输区段（404）构成。
 2. 根据权利要求 1 所述的无标组合少模光纤消逝场生物传感器，其特征在于，所述的少模传感光纤（4）的锥形过渡区段（402）的锥度为 1: 2~3。

无标组合少模光纤消逝场生物传感器

技术领域

本发明属于生物检测仪器，特别涉及一种利用光纤消逝场与消逝场能量穿透范围内的生物物质发生作用，引起光纤中传输的能量吸收，来实现对生物物质的检测的光纤消逝场生物传感器。

背景技术

光纤消逝场生物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中产生消逝场，在传感光纤激发的消逝场穿透范围内的生物物质与该消逝场产生相互作用，引起能量的吸收，反映为光纤输出的整体的光强的降低，从而实现检测目标物质的浓度。

传统的光纤消逝场生物传感器利用除去包层的多模、大直径式的光纤作为传感光纤，因光纤内光的传播模式太多造成激发的消逝场能量低，包层功率占有率小，从而影响了传感器的灵敏度，如文献 1[A.P. Ferreira , M.M. Werneck, R.M. Ribeiro, Development of an evanescent-field fibre optic sensor for Escherichia coli O157:H7 (光纤消逝场埃希氏大肠杆菌传感器的研制)，Biosensors & Bioelectronics 16 (2001) 399–408]和文献 2[A.Kishan, M.S.John, C.S.Lim, A.Asundi. A Fiber optic biosensor to monitor mutans streptococci in human saliva (用与人唾液中变形链球菌监控的光纤生物传感器) . Biosensors and Bioelectronics,2003,18:1371-1378]所述，文献中所用传感光纤结构为直的圆柱型多模传感光纤，没有锥形过渡结构。

为提高传感器的灵敏度，许多学者通过用荧光染料标记待测物质，利用消逝场的能量激发荧光染料发出荧光，通过检测发射的荧光强度的大小来反映被测物的浓度情况。此方法需要一套额外的荧光收集和检测系统，包括反

射镜、半透镜、斩波器等光学器件和光电倍增管等检测设备。光路布置的灵活性低，占用空间大，不易实现仪器的小型化和便携化。如文献 3 [Nidhi Nath, Seema R.Jain, Sneh Anand. Evanescent wave fiber optic sensor for detection of L.donovani specific antibodies in sera of kala azar patients (检测黑热病病人血清中杜氏利什曼原虫特异性抗体的光纤消逝波传感器). Biosensors and Bioelectronics, 1997,12 (6): 491-498]和文献 4[George P. Anderson, Chris A. Rowe-Taitt, Frances S. Ligler , RAPTOR: A PORTABLE, AUTOMATED BIOSENSOR(自动化便携式的生物传感器：RAPTOR).Proceedings of the First Conference on Point Detection for Chemical and Biological Defense, Oct., 2000]所述。文献 4 中提到了一种可用于多种生物分子浓度探测的光纤消逝场生物传感器，以上文献中用到的传感光纤为锥形探针式传感光纤。

发明内容

本发明的目的是提供一种无标组合少模光纤消逝场生物传感器，以克服目前传统的光纤消逝场生物传感器存在的上述缺陷。

本发明无标组合少模光纤消逝场生物传感器，是由光源和依次连接的聚焦透镜组、第一裸光纤转换器、传感区部分被置于样品池中的少模传感光纤、第二裸光纤转换器、光电信号采集器组成，所述的少模传感光纤由直径为微米量级的裸露纤芯的传感区段和该传感区段两端分别通过锥形过渡区段相连接的传输区段构成。

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，将光耦合进入少模传感光纤中。由于少模传感光纤的传感部分置于样品池中，当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，光纤传播的光强发生变化，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，实现对待测物质的测量。

因为少模传感光纤的传输区段和传感区段的光纤直径和包层折射率的不一致，导致两部分的归一化频率不一样，造成光纤内传感模式的不匹配。通过传感区段两端的锥形过渡区段，可以消除这种因传感模式不匹配造成的影响。在光从传输区段通过第一个锥形过渡区段向传感区段过渡时，一方面通过减小光在界面处的反射角，增加光的反射次数，增大消逝场与待测物质的作用几率；另一方面可以将以低阶模式输入的光转化为高阶模式，提高传感光纤激发的消逝场能量。在光从传感区段通过第二个锥形过渡区段向另一端传输区段过渡时，可以将携带被测物质信息较多的高阶模式的光转化为低阶模式，减少因模式不匹配造成的能力损失，提高了传感器的信息收集能力和信噪比。

本发明利用两端具有锥形过渡的少模光纤作为传感光纤，集传感和信号传输于一体，简化了光路结构，便于集成化、小型化。通过在少模光纤的表面上固定生物识别分子，不仅可以通过捕捉待测溶液中的待测物质来增强消逝场与待测物间的相互作用，而且可以匹配传感光纤的折射率，达到弱导条件，增强传感光纤的消逝场场强，提高传感器的灵敏度。且待测溶液中的生物分子无需用酶或荧光染料等进一步标记，降低了制作成本，简化了光路设计和仪器结构。

本发明结构中的两端具有锥形过渡的少模光纤，激发的消逝场能量高，光纤表面上的生物识别分子既形成了弱导条件又增强了消逝场与待测物质分子的相互作用，大大提高了传感器的灵敏度。本发明无需复杂的生物荧光染料或酶的标记，不需要额外的荧光收集和探测装置，光路简洁，结构简单，操作方便，便于小型化和集成化。

附图说明

图1是无标组合少模光纤消逝场生物传感器的结构示意图；

图2是图1中所示少模传感光纤4的结构示意图。

具体实施方式

以下就附图给出的实施例对本发明无标组合少模光纤消逝场生物传感器结构作进一步详细说明。

参照图 1、图 2，一种无标组合少模光纤消逝场生物传感器，是由光源 1 和依次连接的聚焦透镜组 2、第一裸光纤转换器 3、传感区部分被置于样品池 5 中的少模传感光纤 4、第二裸光纤转换器 6、光电信号采集器 7 组成，所述的少模传感光纤 4 由直径为微米量级的裸露纤芯的传感区段 403 和该传感区段两端分别通过锥形过渡区段 402 相连接的具有光纤包层 401 的传输区段 404 构成。

光源 1 为红光 LED，中心波长 627nm，半波宽度 24nm，输出功率 3w。聚焦透镜组 2 采用一个数值孔径为 0.35 的显微镜物镜。少模传感光纤 4 为单模石英光纤，芯径 8.2um，包层直径 125um，全长 30cm，除掉光纤包层 401 的光纤长 14mm，两端的锥形过渡区段 402 的锥度为 2: 5，传感区段 403 的光纤直径 5um。光电信号采集器 7 为微型光纤光谱仪，波长范围 400–800nm。第一裸光纤转换器 3 和第二裸光纤转换器 6 为常用的裸光纤转换器。

采用本无标组合少模光纤消逝场生物传感器进行生物监测实例：

被测量物质为葡萄球菌肠毒素 B，传感光纤 403 表面上固定相应的多克隆抗体。传感光纤传感区段 403 表面的生物层的折射率为 1.46，纤芯的折射率为 1.4682，光纤中的传播模式少于 10 个。实例中传感器的最低检测浓度为 1ng/ml，在 1–500ng/ml 的动态范围内有良好的线形。完成一次测试的时间少于 15 分钟。

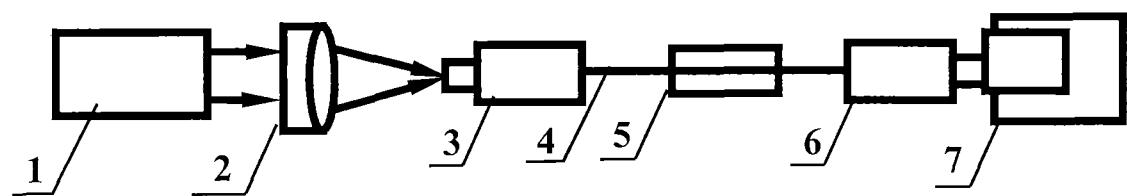


图 1

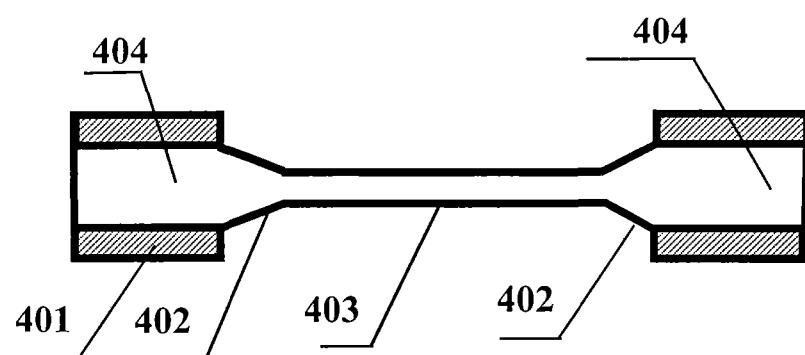


图 2