



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104833635 B

(45)授权公告日 2018.03.16

(21)申请号 201510194633.5

审查员 郑义智

(22)申请日 2015.04.23

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104833635 A

(43)申请公布日 2015.08.12

(73)专利权人 东北大学

地址 110819 辽宁省沈阳市和平区文化路
东北大学321信箱

(72)发明人 李晋 张亚男 陈飞

(51)Int.Cl.

G01N 21/17(2006.01)

(56)对比文件

CN 104266983 A,2015.01.07,

CN 103868887 A,2014.06.18,

CN 103115895 A,2013.05.22,

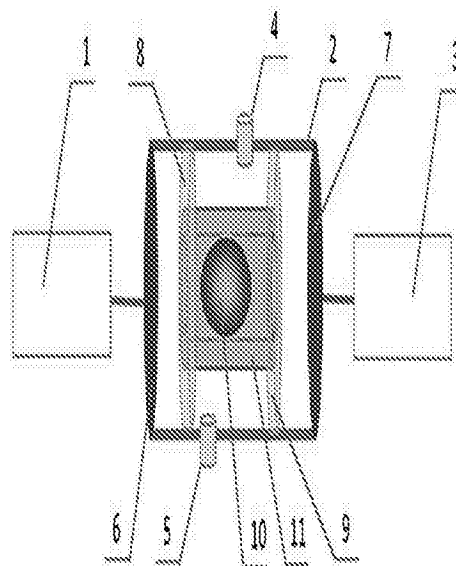
权利要求书1页 说明书2页 附图3页

(54)发明名称

一种检测葡萄糖浓度的微型石英空心管复合光纤结构

(57)摘要

本发明公开了一种检测葡萄糖浓度的微型石英空心管复合光纤结构,包括可见光光源1、密封腔2、探测器3、进液管口4、出液管口5、耦合透镜6、输出透镜7、第一隔离套管8、第二隔离套管9、微米金球10、微米石英空心管11。本发明利用光入射到微米石英空心光纤产生的倏逝场效应和光入射到微米金球表面产生的表面等离子体共振效应来提高传感器灵敏度。实验结果表明,利用该结构可以连续测量葡萄糖浓度的变化,具有良好的线性特性,浓度检测的灵敏度可以达到 $5.6 \mu\text{mol/L}$,可以实现对血液和体液内葡萄糖浓度的检测。同时,该结构可以集成到微型芯片中,减小安装设备所需的空间。



1. 一种检测葡萄糖浓度的装置,包括可见光光源(1)、密封腔(2)、探测器(3)、进液管口(4)、出液管口(5)、耦合透镜(6)、输出透镜(7)、第一隔离套管(8)、第二隔离套管(9)、微米金球(10)、微米石英空心管(11),其特征在于:微米石英空心管(11)与微米金球(10)构成复合光纤结构,微米石英空心管(11)和微米金球(10)由第一隔离套管(8)和第二隔离套管(9)支撑固定在密封腔(2)内,可见光光源(1)发出的宽束光经过耦合透镜(6)聚焦后变为窄束光进入密封腔(2),窄束光进入密封腔(2)检测葡萄糖浓度后,经由输出透镜(7)聚焦出射,到达探测器(3),获得葡萄糖浓度和光功率的关系。

2. 根据权利要求1所述的一种检测葡萄糖浓度的装置,其特征在于:可见光光源(1)为输出光波长为532nm的激光二极管,微米金球(10)的直径为 $2\mu\text{m}$,微米石英空心管(11)的内径为 $2\mu\text{m}$ 、外径为 $3\mu\text{m}$,第一隔离套管(8)和第二隔离套管(9)的材料为氟化镁晶体,探测器(3)为灵敏度为10pW的光电二极管探测器。

一种检测葡萄糖浓度的微型石英空心管复合光纤结构

技术领域

[0001] 本发明涉及一种可集成的微型葡萄糖浓度检测的高灵敏度传感结构,具体涉及一种微型石英空心管复合光纤结构。

背景技术

[0002] 近年来,基于倏逝场效应和表面等离子共振效应的微纳米尺寸的光纤传感结构具有体积小、重量轻、灵敏度高、不受电磁干扰的优点,被用于测量折射率、速度、压力、应变、气体浓度、液体浓度,并且在生物、化学和环境检测领域受到广泛的关注。葡萄糖浓度检测是人体健康监测和疾病诊断的重要手段,目前医学上常用的葡萄糖浓度检测器件存在检测时间长、灵敏度低、智能化程度低的缺点。本发明提出了一种用于葡萄糖浓度检测的微型石英空心管-金球复合光纤结构,既可以获得很高的灵敏度,实现葡萄糖浓度的快速检测,又可以集成在微芯片上,实现葡萄糖浓度的智能化检测。

发明内容

[0003] (一)、要解决的技术问题

[0004] 本发明解决了目前医学上常用的葡萄糖浓度检测器件存在检测时间长、灵敏度低、智能化程度低的问题,提供了一种检测葡萄糖浓度的微型石英空心管复合光纤结构。

[0005] (二)、技术方案

[0006] 为了达到上述目的,本发明提出了一种检测葡萄糖浓度的微型石英空心管复合光纤结构,采用的技术方案是:可见光光源1发出的宽束光经过耦合透镜6聚焦后变为窄束光进入密封腔2,葡萄糖溶液经由进液管口4进入,由出液管口5流出,微米石英空心管11和微米金球10由第一隔离套管8和第二隔离套管9支撑固定在密封腔2内,窄束光进入微米石英空心管11和微米金球10产生倏逝场,与葡萄糖溶液作用,携带葡萄糖浓度信息的光信号经由输出透镜7聚焦出射,到达探测器3,获得葡萄糖浓度和光功率的关系。

[0007] 上述方案中,所述的可见光光源1为输出光波长为532nm的激光二极管,探测器3为灵敏度10pW的光电二极管探测器,微米石英空心管11的内径为2 μm 、外径为3 μm ,微米金球10直径为2 μm ,第一隔离套管8和第二隔离套管9的材料为二氟化镁晶体。

[0008] (三)、有益效果

[0009] 与现有技术相比,本发明的有益效果是

[0010] 1) 本发明中的入射光进入微米石英空心管11会产生倏逝场,入射光到达微米金球10表面产生表面等离子共振效应,会使倏逝场增强,从而更易感知葡萄糖浓度的变化,提高了传感器的灵敏度,比传统葡萄糖浓度检测仪高1000倍,可以实现对血液和体液内葡萄糖浓度的检测;

[0011] 2) 本发明提出的微型复合光纤结构既可以获得葡萄糖浓度的高灵敏度和快速检测,同时,该结构的尺寸在微米量级,可以集成在可植入人体的微生物芯片上,实现体内健康信息的实时、全天候智能化监测。

附图说明

[0012] 图1为一种检测葡萄糖浓度的微型石英空心管复合光纤结构的工作原理图。

[0013] 图2为水和5%-30%浓度的葡萄糖溶液对应的光谱强度变化曲线。

[0014] 图3为光功率随葡萄糖溶液浓度的变化曲线。

具体实施方式

[0015] 下面通过具体实施方式阐明本发明的实质特点和显著进步。

[0016] 一种检测葡萄糖浓度的微型石英空心管复合光纤结构,与传统葡萄糖浓度检测结构相比,采用光学传感方法实现了葡萄糖浓度的快速检测,选取微米尺寸的石英空心管和金球作为传感元,并引入倏逝场效应和表面等离子共振效应来提高传感器灵敏度。其中,倏逝场效应指的是光入射到亚波长介质波导结构中时,光波不会完全局限在波导中传输,而会逸出到波导外侧,并在波导周围形成一层光场包络,即光学倏逝场。该倏逝场由于与波导外部环境直接接触,因而会将波导外部环境参数变化的信息反映到在沿波导传输的光信号变化上,从而实现对外部环境参数的检测。除此之外,本发明还应用到另外一种效应,即表面等离子共振效应。这种效应的产生是由于光入射到微纳米金属结构上时,入射光的光子会与金属表层的自由电子发生共振,该共振条件与金属结构周围介质的变化紧密相关。因而可以利用金属结构表面产生的表面等离子共振效应来实现对外部环境参数的检测。本发明中将倏逝场效应和表面等离子共振效应相结合,光入射到金球表面产生的表面等离子共振会使光入射到石英空心管内产生的倏逝场效应增强,从而提高石英空心管复合光纤结构检测葡萄糖浓度的灵敏度。

[0017] 本发明的实施方式如下,可见光光源1发出的宽束光经过耦合透镜6聚焦后变为窄束光进入密封腔2,葡萄糖溶液经由进液管口4进入,由出液管口5流出,微米石英空心管11和微米金球10由第一隔离套管8和第二隔离套管9支撑固定在密封腔2内,窄束光进入微米石英空心管11和微米金球10产生倏逝场,与葡萄糖溶液作用,携带葡萄糖浓度信息的光信号经由输出透镜7聚焦出射,到达探测器3,获得葡萄糖浓度和光功率的关系。其中,可见光光源1为输出光波长为532nm的激光二极管,探测器3为探测灵敏度10pW的光电二极管探测器。微米石英空心管11的内径为2 μm 、外径为3 μm ,微米金球10的直径为2 μm ,在具体实施过程中需要根据微纳米制造工艺和技术设备来选取合适尺寸。第一隔离套管8和第二隔离套管9的材料为氟化镁晶体。

[0018] 图2所示为水和浓度为5%-30%浓度葡萄糖的出射光谱功率变化曲线,结果表明,利用本发明的微型石英空心管复合光纤结构可以连续测量葡萄糖浓度的变化。其中,出射光谱上存在透射峰P1和透射峰P2,透射峰P1和透射峰P2的功率均随着葡萄糖浓度的增大而逐渐增大。图3所示为透射峰P2的峰值功率随葡萄糖溶液浓度的线性变化关系,结果表明,利用本发明的微型石英空心管复合光纤结构,对葡萄糖浓度检测的灵敏度可以达到5.6 $\mu\text{mol/L}$ 。

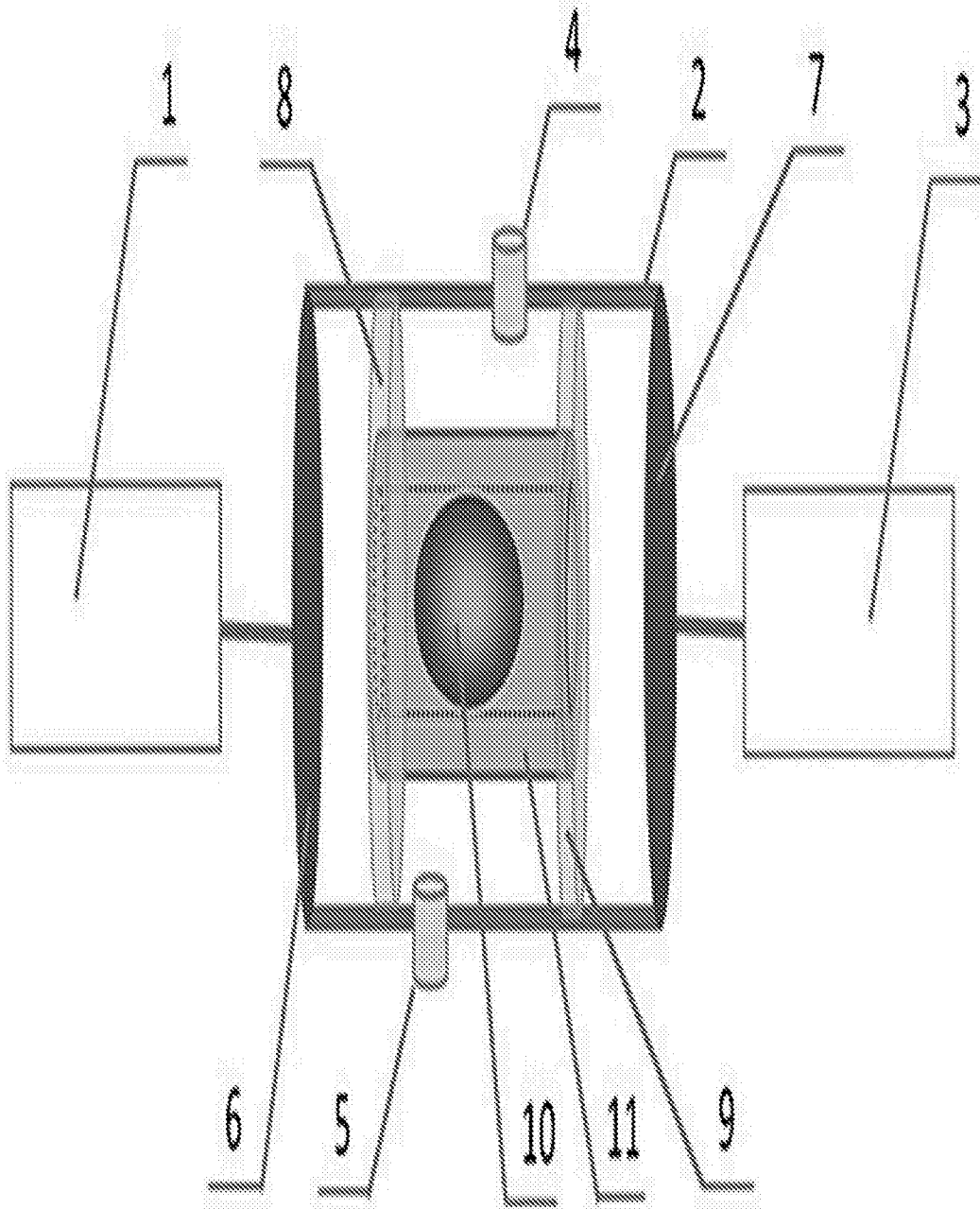


图1

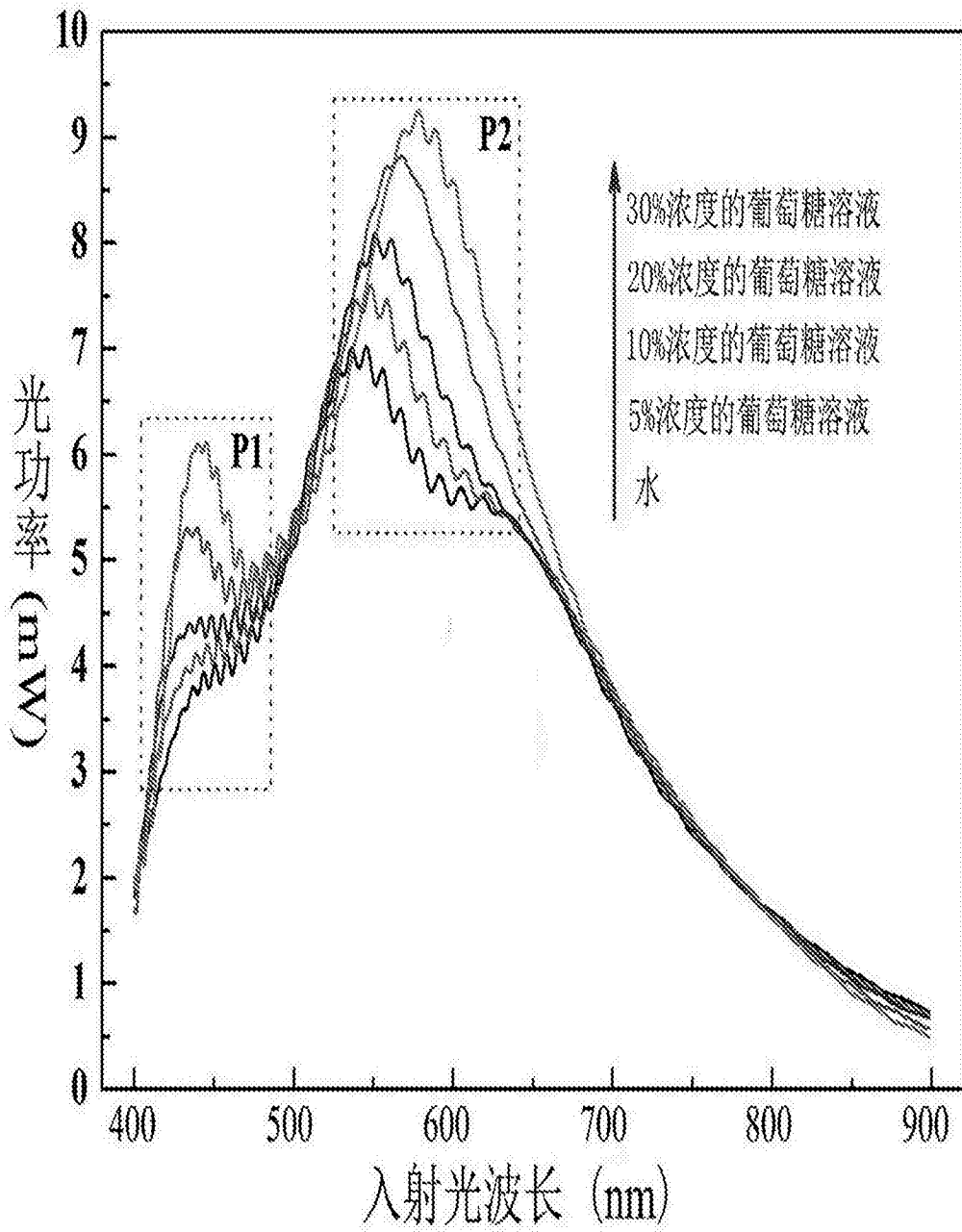


图2

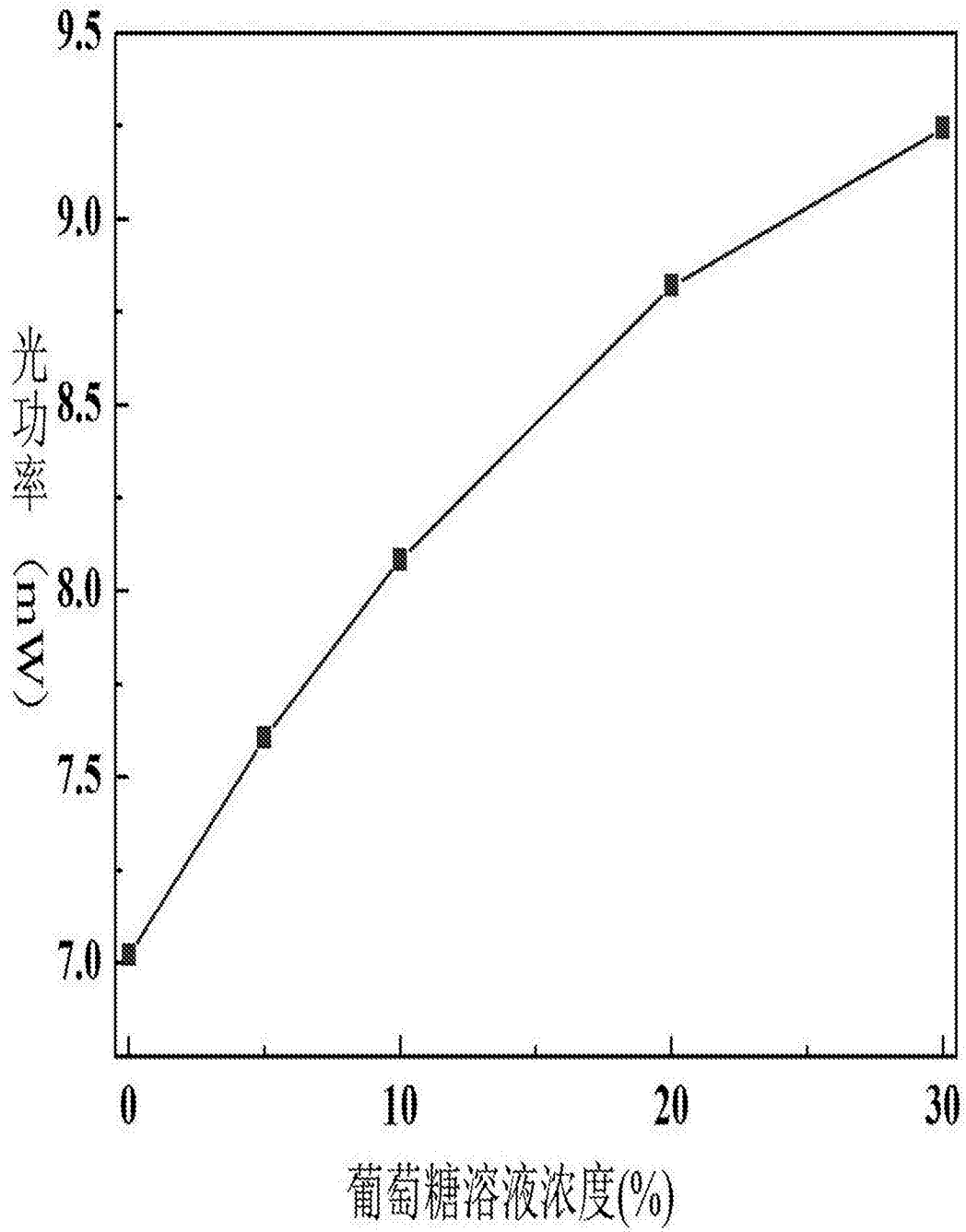


图3