



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104614345 A

(43) 申请公布日 2015. 05. 13

(21) 申请号 201510031015. 9

(22) 申请日 2015. 01. 21

(71) 申请人 大连理工大学

地址 116024 辽宁省大连市甘井子区凌工路
2号

(72) 发明人 彭伟 刘云 方鹏 程昉

(74) 专利代理机构 大连理工大学专利中心
21200

代理人 李宝元 梅洪玉

(51) Int. Cl.

G01N 21/552(2014. 01)

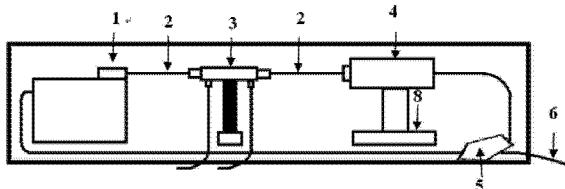
权利要求书1页 说明书3页 附图4页

(54) 发明名称

便携式光纤 SPR 图像传感器

(57) 摘要

本发明属于生化传感领域，便携式光纤 SPR 图像传感器。利用表面等离子体共振的原理，在任何地点、任何时间，通过连接一台普通电脑，就可以进行 SPR 的检测。技术方案是：利用 LED 光源形成单色光，光通过包有流通池的光纤，流通池位置处的光纤经过特殊处理可以产生 SPR 现象，流通池的作用是方便对生化液体的检测，可以实时测量。经过光纤的光被末端摄像头接受，摄像头与电脑相连，在电脑屏幕上显示出光斑。通过编程，实现对光斑强度的测量。也就是说本系统可以将生化液体的信息转化成光斑强度的信息，可以方便快捷的随时随地进行 SPR 生化检测。本发明的效果和益处是在可以在随时随地进行 SPR 生化检测，简单快捷，而且成本低廉。



1. 一种便携式光纤 SPR 图像传感器，其特征在于，该便携式光纤 SPR 图像传感器包括 LED 光源、光纤传感元件、流通池和探测器；LED 光源、光纤传感元件和探测器处在同一高度，LED 光源和探测器分别位于光纤传感元件的两端；

光纤传感元件采用多模塑料包层光纤，封装在流通池内；封装的两根光纤，结构如下：

(1) 一根多模塑料包层光纤去除中间部位 5–10mm 塑料包层后，镀 45–55nm 厚度的金膜，在镀膜的位置安装上流通池；

(2) 另一根光纤作为参考通道，其两个端面利用研磨技术进行微结构处理制作成平面，一端与 LED 对准，另一端与连接到计算机的探测器对准；

光从 LED 光源发出，依次通过光纤和光纤传感元件，从光纤传感元件另一端射出被探测器捕捉并生成图像，通过计算机计算图像的光强变化，实现对待测样品的探测。

2. 根据权利要求 1 所述的便携式光纤 SPR 图像传感器，其特征在于，所述的 LED 光源采用波长为 590–650nm 光源。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的便携式光纤 SPR 图像传感器，其特征在于，所述的探测器采用网络摄像头。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的便携式光纤 SPR 图像传感器，其特征在于，所述的光纤传感元件中，采用塑料光纤长度为 7 cm，纤芯和包层的直径分别为 400 μm 和 430 μm 数值孔径为 0.37。

5. 根据权利要求 3 所述的便携式光纤 SPR 图像传感器，其特征在于，所述的光纤传感元件中，采用塑料光纤长度为 7 cm，纤芯和包层的直径分别为 400 μm 和 430 μm 数值孔径为 0.37。

便携式光纤 SPR 图像传感器

技术领域

[0001] 本发明属于一种生化传感技术领域,涉及到表面等离子体共振 (SPR) 的原理。

背景技术

[0002] 表面等离子共振 (Surface Plasmon Resonance, SPR) 传感器是一种新型的光电检测技术,它的关键探测部分是一个基于表面等离子体共振效应的敏感区域,当入射光在满足一定条件时,引起金属自由电子的共振,从而使特定波长的反射光明显减弱来实现传感效应。与传统的传感器相比,它具有设备简单、灵敏度高、稳定性好、响应速度快等优点,已经在医学、生物、环境、食品检测、制药等许多重要领域得到广泛的应用并逐渐走向成熟,具有良好的发展前景。

[0003] 目前,棱镜式 SPR 传感器在国外已经有了商品化的成品仪器,并且也可以实现多通道在线检测,但是由于其结构复杂、体积庞大、不适宜便携式测量等,应用推广受到很大的限制。光纤因其本身的小尺寸、高灵活性以及成本低等独特优势,成为便携式传感器的一种发展方向。光纤 SPR 传感器与棱镜 SPR 传感器相比,具有灵敏度高,响应速度快,动态范围大,防电磁干扰,超高绝缘,无源性,适于实时检测,体积小,灵活性高等优点。

[0004] 但是,目前的光纤 SPR 传感器需要在实验室中使用,无论波长 SPR、偏振 SPR、角度 SPR 还是图像 SPR 需要光源、解调仪、CCD 等实验器材,成本较高,而且对实验条件要求比较高。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是提供一种便携式光纤 SPR 图像传感器,使用光纤 SPR 元件替代棱镜元件,大幅度简化了光路与控制系统,使用家庭常见的 LED 和网络摄像头作为光源和探测器,整个系统结构简单,成本低廉,可以用于进行生化样品的快速检测。该传感器不需要大型的实验仪器,便于携带。不会对样品产生损伤,对工作环境的要求低。该传感器不仅能实现生化检测,而且增加了参考通道,确保实验结果的准确性。

[0006] 本发明所采用的技术方案是:一种便携式光纤 SPR 图像传感器,该便携式光纤 SPR 图像传感器包括 LED 光源、光纤传感元件、流通池和探测器;LED 光源、光纤传感元件和探测器处在同一高度,LED 光源和探测器分别位于光纤传感元件的两端;

[0007] 光纤传感元件采用多模塑料包层光纤,封装在流通池内;封装的两根光纤,结构如下:

[0008] (1) 一根多模塑料包层光纤去除中间部位 5-10mm 塑料包层后,镀 45-55nm 厚度的金膜,在镀膜的位置安装上流通池;

[0009] (2) 另一根光纤作为参考通道,其两个端面利用研磨技术进行微结构处理制作成平面,一端与 LED 对准,另一端与连接到计算机的探测器对准;

[0010] 光从 LED 光源发出,依次通过光纤和光纤传感元件,从光纤传感元件另一端射出被探测器捕捉并生成图像,通过计算机计算图像的光强变化,实现对待测样品的探测。

- [0011] 所述的 LED 光源采用波长为 590–650nm 光源。
- [0012] 所述的探测器采用网络摄像头。
- [0013] 所述的光纤传感元件中,采用塑料光纤长度为 7 cm,纤芯和包层的直径分别为 400 μm 和 430 μm 数值孔径为 0.37。
- [0014] 本发明的效果和益处是在可以在随时随地进行 SPR 生化检测,简单快捷,而且成本低廉。

附图说明

- [0015] 图 1 是便携式光纤 SPR 图像传感器系统示意图。
- [0016] 图 2 是 LED 光源示意图。
- [0017] 图 3 是流通池结构图。
- [0018] 图 4 是光纤结构图。
- [0019] 图 5 是双通道补偿示意图。
- [0020] 图 6 是测量系统示意图。
- [0021] 图 7 是测试液体折射率变化的曲线示意图。
- [0022] 图 8 是测试 Con A 与 RNase B 结合情况的曲线示意图。
- [0023] 图中 :1LED 光源 ;2 光纤 ;3 流通池 ;4 探测器 ;5USB 集线器 ;
- [0024] 6USB 线 ;7 滑动变阻器 ;8USB 接口 ;9 软管 ;10 包层 ;11 渐逝场 ;
- [0025] 12 表面等离子体波 ;13 金膜 ;14 待测样品 ;15 测试通道 ;16 参考通道 ;
- [0026] 17 蠕动泵 ;18SPR 图像传感系统 ;19 计算机 ;20 容器。

具体实施方式

- [0027] 以下结合技术方案和附图详细叙述本发明的具体实施方式。
- [0028] 1. 仪器
 - [0029] (1) 一个中心波长为 625nm 的普通红色 LED 光源,如图 2。
 - [0030] (2) 一块设计简单的电路板,与 LED 光源连接,实现 LED 光强的调整。
 - [0031] (3) 一个液体流通池,如图 3。
 - [0032] (3) 一台计算机,带有一个摄像头。
 - [0033] (4) 光纤 SPR 传感元件,材质为塑料光纤 HPOF,惠普 400/430-37/730E)。长度为 7 cm,纤芯和包层的直径分别为 400 μm 和 430 μm 数值孔径为 0.37。
- [0034] 2. 设备工艺
 - [0035] 对塑料光纤的端面利用研磨技术进行微结构处理,将两个端面制作成平面。然后在一根光纤的中间部位去掉 5mm 的包层,使用镀膜机镀上 50nm 的金膜,在镀膜的位置安装上流通池,如图 4 所示。另一根光纤两端磨平,作为参考通道。两根光纤封装在流通池内,其中一端与 LED 对准,另一端与摄像头对准,如图 5。
- [0036] 3. 操作
 - [0037] 测试装置如图 6 所示。使用波长为 625nm 的红色 LED 灯珠,30 万像素家用网络摄像头,封装在流通池中的纤芯为 400 μm 多模光纤 SPR 传感元件,家用计算机,蠕动软管以及蠕动泵。待测样品为刀豆球蛋白 A,样品的浓度分别为 0.05mg/mL,0.1mg/mL 和 0.2mg/mL。

在实施过程中,来自 LED 的光通过光纤后进入到摄像头,在电脑上会检测到两个圆形光斑。当依次向流通池中通入折射率变大的液体时,会在光纤镀金膜的区域发生 SPR 现象,随着液体折射率的升高,会发现作为测量通道的光纤的另一端光强逐渐增强,而没有镀膜的光纤端面光强没有显著变化。通过程序对光斑进行处理,会得到相对强度(测试通道与参考通道光斑光强的比值)与液体折射率的关系,从而完成折射率的测量。通过将网络摄像头捕捉到的彩色图像转换为灰度图像。在灰度图像里,每一个图像的亮度用灰度值来表示,灰度值可以从 0% (白色) 变化到 100% (黑色)。所以照片的强度可以用图片上所有像素点的灰度值之和来衡量。如图 7,该系统用于测试不同折射率的溶液,得到了良好的线性响应曲线,而且由于参考通道的存在,即使在光源发生了较大波动的情况下,仍然得到了较为理想的测试结果,在折射率范围为 1.3335–1.3645 的区间上得到了 2.8555 / 折射率的灵敏度。此外作为测试通道的光纤可以进行化学修饰使其拥有特异性识别功能。如图 8,是该系统在测试通道进行化学修饰后实时监测的刀豆球蛋白(Con A) 与核糖核酸酶 B(RNase B) 结合情况的示意图。

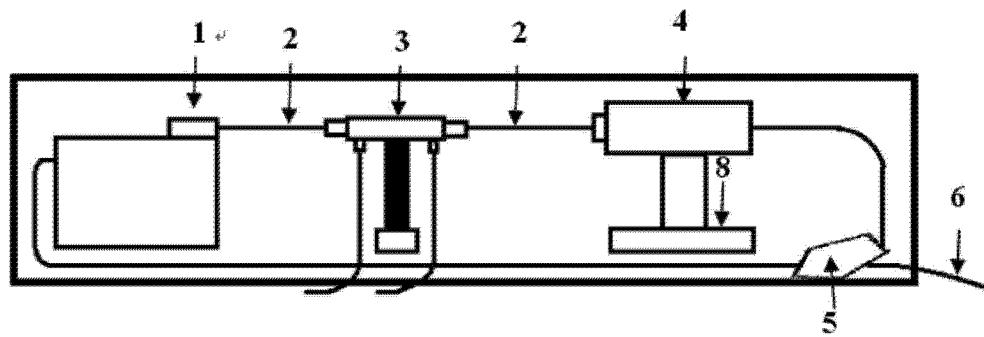


图 1

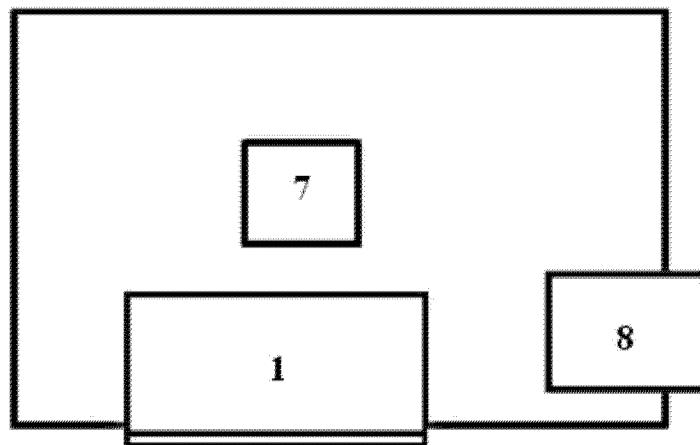


图 2

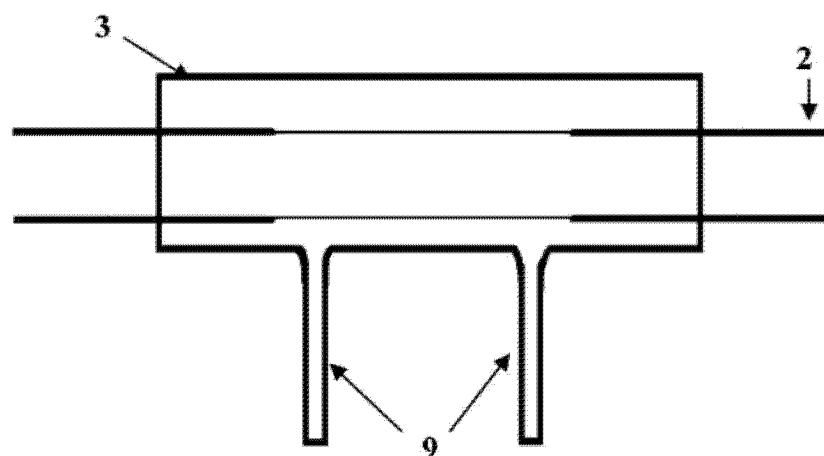


图 3

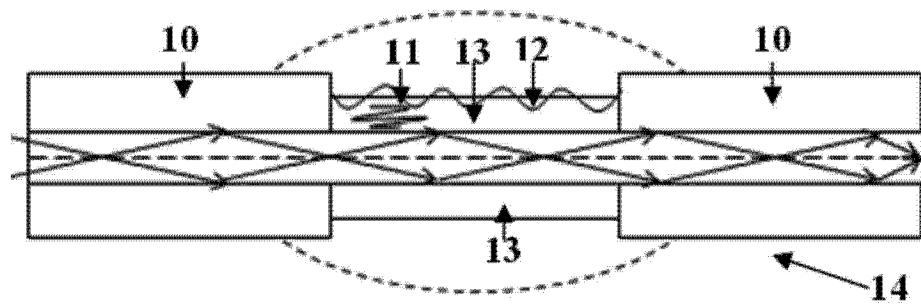


图 4

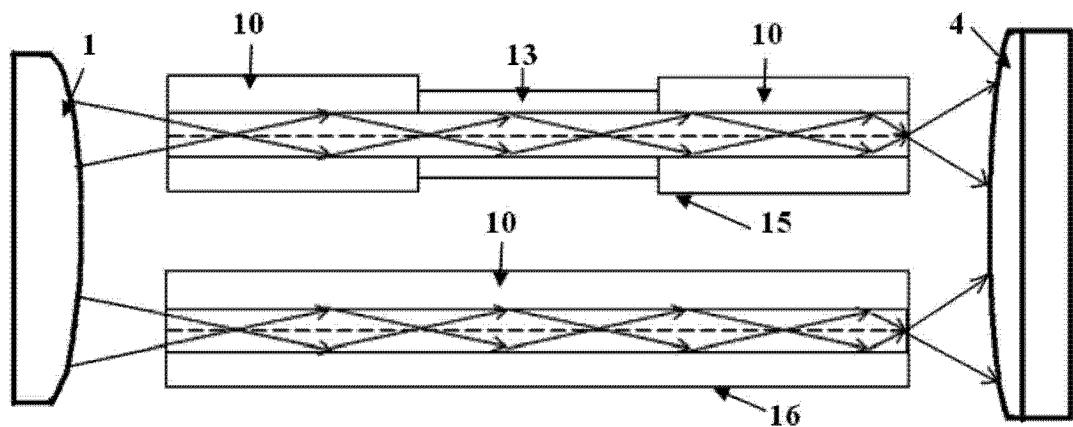


图 5

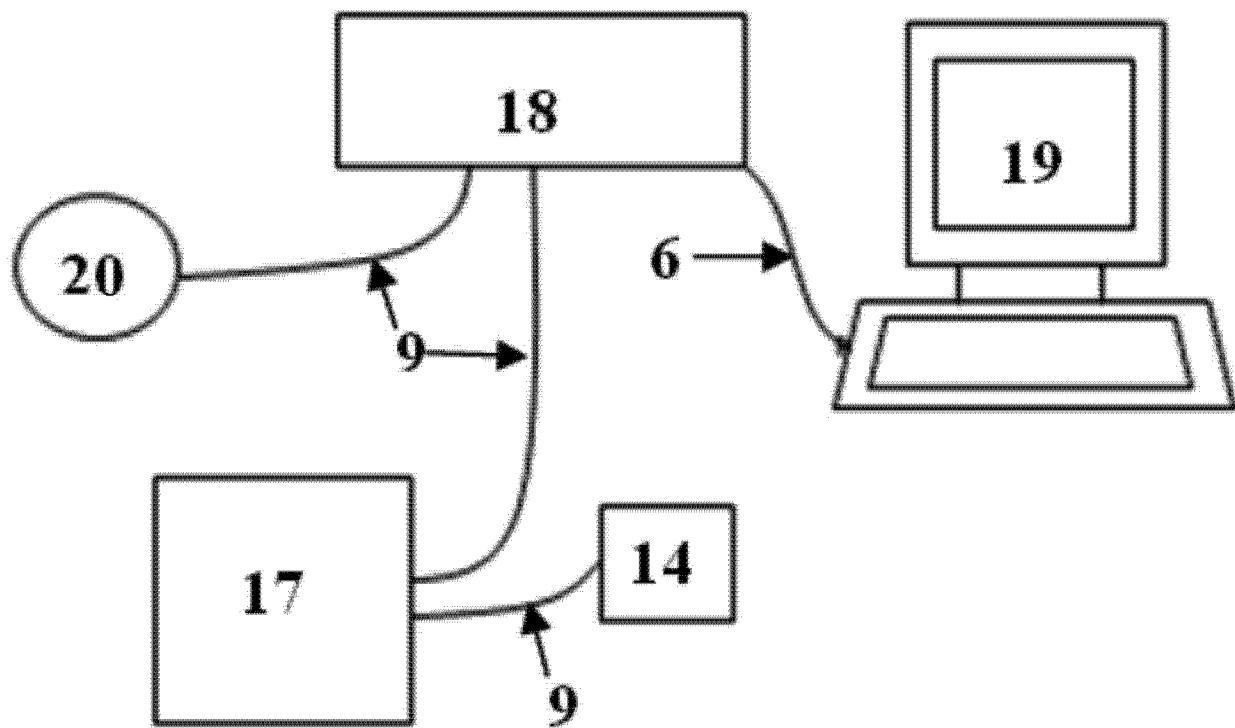


图 6

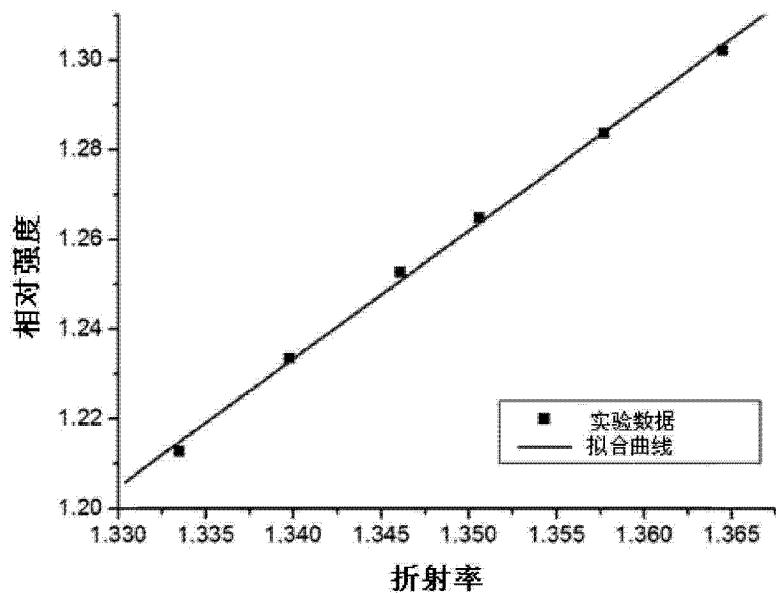


图 7

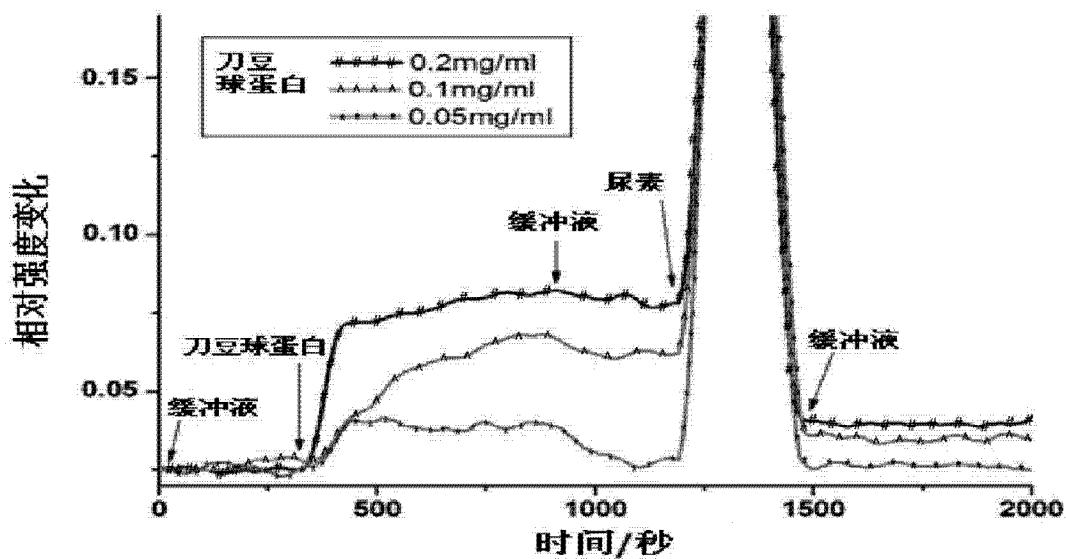


图 8