



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101825568 B

(45) 授权公告日 2012. 01. 04

(21) 申请号 201010139176. 7

审查员 贾培军

(22) 申请日 2010. 03. 31

(73) 专利权人 中国科学院半导体研究所

地址 100083 北京市海淀区清华东路甲 35 号

(72) 发明人 刘宏伟 阚强 王春霞 陈弘达

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

代理人 周国城

(51) Int. Cl.

G01N 21/41 (2006. 01)

G01N 21/55 (2006. 01)

G01N 21/64 (2006. 01)

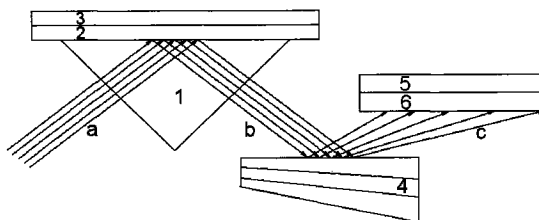
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种利用光谱强度变化检测介质折射率变化的装置

(57) 摘要

本发明公开了一种利用光谱强度变化检测介质折射率变化的装置,包括:耦合棱镜;在耦合棱镜表面蒸镀的金属层;在金属层表面涂覆的传感介质层;形变布拉格反射镜;CCD 传感器;以及在 CCD 传感器表面涂覆的荧光物质层。宽谱传感光束通过耦合棱镜后,特定波长与棱镜表面金属层发生表面等离子体模式共振,金属层表面介质折射率会对表面等离子体共振波长调制,不同介质折射率对应不同的波长表面等离子体耦合,通过棱镜的传感光束反射光谱由形变布拉格反射镜分光反射至 CCD 探测器上,利用 CCD 探测器不同位置对应波长光谱强度变化探测特定波长的表面等离子体共振光吸收,达到探测棱镜上金属表面介质折射率变化的目的。



1. 一种利用光谱强度变化检测介质折射率变化的装置,其特征在于,该装置包括:
耦合棱镜(1);
在耦合棱镜(1)表面蒸镀的金属层(2);
在金属层(2)表面涂覆的传感介质层(3);
形变布拉格反射镜(4);
CCD 传感器(5);以及
在 CCD 传感器(5)表面涂覆的荧光物质层(6);

其中,平行入射光波 a 经过所述耦合棱镜(1)入射至所述金属层(2)发生表面等离子体谐振耦合,并变为表面等离子体耦合反射光波 b;反射光波 b 入射至所述形变布拉格反射镜(4),被所述形变布拉格反射镜(4)反射,形成传感光波 c;传感光波 c 入射至所述 CCD 传感器(5)表面的荧光物质层(6);荧光物质层(6)被激发后由所述 CCD 传感器(5)检测荧光光谱强度;发生表面等离子体耦合的波长在 CCD 传感器(5)相应位置体现为暗条纹,通过检测暗条纹位置即可监测表面等离子体耦合波长,实现对介质折射率变化的检测;

所述形变布拉格反射镜(4)通过多层介质薄膜叠加制作,使用厚度均匀变化介质薄膜按照相同的厚度变化方向周期性堆叠而成;

所述形变布拉格反射镜(4),对应传感波长位置单层介质薄膜厚度为传感光波 c 波长的四分之一,对此波长形成全反射;由于介质薄膜厚度均匀变化,在形变布拉格反射镜表面不同位置对应不同波长形成全反射,其他波长成分完全透过布拉格反射镜;

所述形变布拉格反射镜(4)对耦合棱镜(1)反射的反射光波 b 分光,得到的传感光波 c 按照波长顺序入射至所述 CCD 传感器(5)的不同位置,由于发生表面等离子体共振的波长光谱强度由于能量为最低,因而通过检测入射至所述 CCD 传感器(5)表面不同位置的光谱强度,能够得到发生表面等离子体共振的光波的波长,通过检测表面等离子体共振波长的变化监控传感介质折射率的变化。

2. 根据权利要求 1 所述的利用光谱强度变化检测介质折射率变化的装置,其特征在于,所述金属层(2)采用厚度为 40nm 的金。

3. 根据权利要求 1 所述的利用光谱强度变化检测介质折射率变化的装置,其特征在于,所述传感介质层(3)为经过生物修饰的抗体抗原或其待测溶液。

4. 根据权利要求 1 所述的利用光谱强度变化检测介质折射率变化的装置,其特征在于,所述平行入射光波 a 是波长为 800nm-900nm 宽谱光源,则与该平行入射光波 a 对应的形变布拉格反射镜(4)介质薄膜厚度变化区域为 200nm 至 225nm 范围。

5. 根据权利要求 1 所述的利用光谱强度变化检测介质折射率变化的装置,其特征在于,通过所述 CCD 传感器(5)监测传感光波 c 激发不同位置的荧光物质发光而检测共振波长变化。

一种利用光谱强度变化检测介质折射率变化的装置

技术领域

[0001] 本发明涉及在表面等离子体光学传感和生物传感技术领域,特别是涉及一种利用光谱强度变化检测介质折射率变化的装置。

背景技术

[0002] 表面等离子波是在金属表面存在的自由振动的电子与光子相互作用产生的沿着金属表面传播的电子疏密波。表面等离子体波在金属-介质表面传输时,它的倏逝波场在介质中具有一定穿透深度。当介质的折射率出现扰动,表面等离子体的传播常数会发生变化,表面等离子体共振传感器就是通过测量传播常数的变化来检测折射率的变化。表面等离子体波的传播常数的变化可以通过检测与表面等离子体耦合的输入光的特性变化来体现。表面等离子体传感作为一种光学传感技术,无需进行样品标记、能够实时监测生物分子之间相互作用,近年来发展迅速,成为生物分子检测的有利工具。该检测方法样品用量少,灵敏度高,抗干扰能力强,在核酸杂交、遗传病诊断、基因突变研究及微生物检测等领域得到广泛的应用。

[0003] 根据检测光波的特性的不同,常见的表面等离子体传感器可以分为角度调制传感器,波长调制传感器,强度调制传感器,相位调制传感器,偏振调制传感器五种类型。其中比较常见是角度调制传感器和波长调制传感器。

[0004] 表面等离子体波激发需要特定条件,真空中光波矢量小于表面等离子体波矢量,光波可以通过棱镜表面全反射增加光波波矢量,使入射光波矢量与表面等离子体波波矢量匹配,以棱镜耦合方式激发金属表面等离子体波。表面等离子体波共振激发后,由于入射光波与表面等离子体波模式耦合,发生全反射的入射光波反射率会大大降低。传感金属层表面介质折射变化会导致表面等离子体波矢量变化,此时入射光波需要调整入射角度或者波长使棱镜耦合光波矢量与表面等离子体波矢量匹配,才能达到共振激发表面等离子体波的目的。通过检测不同入射角度或不同波长的入射光波的反射率变化即可得到表面等离子体波共振状态变化,通过这一变化可以监测金属表面介质折射率的细微扰动,达到传感目的。

[0005] 常规角度调制表面等离子体传感器传感光源采用单色光源或激光光源,改变入射光全反射角,检测反射率对于全反射角度的变化,监测金属表面介质折射率变化。探测过程中需要改变探测光源入射角度,需要精确控制光路变化,对角度控制和样品定位设备精度要求较高。表面等离子体波长调制传感通常使用宽谱光源,经过棱镜全反射后利用光谱仪分析反射光谱强度变化得到相应入射光波对金属表面等离子体波共振响应,设备复杂。

发明内容

[0006] (一)要解决的技术问题

[0007] 本发明针对上述表面等离子体传感技术不足,提供了一种利用光谱强度变化检测介质折射率变化的装置,该装置使用形变布拉格反射镜作为光波检测信号的分光装置,反射光波经过形变布拉格反射镜分光入射至 CCD 传感器,通过 CCD 传感器实时监测反射光谱

强度变化,达到检测金属表面介质折射率变化目的。

[0008] (二) 技术方案

[0009] 为达到上述目的,本发明提供了一种利用光谱强度变化检测介质折射率变化的装置,该装置包括:

[0010] 耦合棱镜 1;

[0011] 在耦合棱镜 1 表面蒸镀的金属层 2;

[0012] 在金属层 2 表面涂覆的传感介质层 3;

[0013] 形变布拉格反射镜 4;

[0014] CCD 传感器 5;以及

[0015] 在 CCD 传感器 5 表面涂覆的荧光物质层 6;

[0016] 其中,平行入射光波 a 经过所述耦合棱镜 1 入射至所述金属层 2 发生表面等离子体谐振耦合,并变为表面等离子体耦合反射光波 b;反射光波 b 入射至所述形变布拉格反射镜 4,被所述形变布拉格反射镜 4 反射,形成传感光波 c;传感光波 c 入射至所述 CCD 传感器 5 表面的荧光物质层 6;荧光物质层 6 被激发后由所述 CCD 传感器 5 检测荧光强度;发生表面等离子体耦合的波长在 CCD 传感器 5 相应位置体现为暗条纹,通过检测暗条纹位置即可监测表面等离子体耦合波长,实现对介质折射率变化的检测。

[0017] 上述方案中,所述金属层 2 采用厚度为 40nm 的金。

[0018] 上述方案中,所述传感介质层 3 为经过生物修饰的抗体抗原或其待测溶液。

[0019] 上述方案中,所述形变布拉格反射镜 4 采用倾斜镀膜技术制作,在离子束溅射介质膜同时依次按照固顶角度改变衬底与反应室托盘夹角,由于溅射区域与溅射源位置不同,得到厚度逐渐变化的多层薄膜,形成形变布拉格反射镜 4。

[0020] 上述方案中,所述形变布拉格反射镜 4 通过多层介质薄膜叠加制作,使用厚度均匀变化介质薄膜按照相同的厚度变化方向周期性堆叠而成。

[0021] 上述方案中,所述形变布拉格反射镜 4,对应传感波长位置单层介质膜厚度为传感光波波长的四分之一,对此波长形成全反射;由于介质膜厚度均匀变化,在形变布拉格反射镜表面不同位置对应不同波长形成全反射,其他波长成分完全透过布拉格反射镜。

[0022] 上述方案中,所述平行入射光波 a 是波长为 800nm-900nm 宽谱光源,则与该平行入射光波 a 对应的形变布拉格反射镜 4 介质膜厚度变化区域为 200nm 至 225nm 范围。

[0023] 上述方案中,所述形变布拉格反射镜 4 对耦合棱镜 1 反射的反射光波 b 分光,得到的传感光波 c 按照波长顺序入射至所述 CCD 传感器 5 的不同位置,发生表面等离子体共振的波长光谱强度由于能量为最低;通过检测入射至所述 CCD 传感器 5 表面不同位置光谱,能够得到发生表面等离子体共振的光波的波长,通过检测表面等离子体共振波长的变化监控传感介质折射率的变化。

[0024] 上述方案中,所述荧光物质层 6 通过所述 CCD 传感器 5 监测传感光波激发不同位置的荧光物质发光而检测共振波长变化。

[0025] (三) 有益效果

[0026] 本发明提供的利用光谱强度变化检测介质折射率变化的装置,使用形变布拉格反射镜结合表面等离子体耦合进行波长调制传感,传感光波直接被形变布拉格反射镜分光,利用 CCD 传感器直接检测形变布拉格反射镜不同位置对应波长光谱强度变化。传感光路简

单,检测不需使用光谱仪等设备,检测方式简化。可以直观实时地通过 CCD 传感器检测点信号强度变化检测传感介质折射率微小扰动,具有较高的灵敏度。另外,检测波长范围存在变化时,可以改变入射至形变布拉格反射镜光波位置,利用形变布拉格反射镜不同的厚度区域进行传感,波长调制传感范围灵活可控。

附图说明

[0027] 图 1 为本发明提供的利用光谱强度变化检测介质折射率变化装置的示意图;其中:

[0028] 1 耦合棱镜

[0029] 2 金属层

[0030] 3 传感介质层

[0031] 4 形变布拉格反射镜

[0032] 5 CCD 传感器

[0033] 6 荧光物质层

[0034] a 平行入射光波

[0035] b 表面等离子体耦合的反射光波

[0036] c 布拉格反射镜反射的传感光波

具体实施方式

[0037] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,以下结合具体实施例,并参照附图,对本发明进一步详细说明。

[0038] 如图 1 所示,图 1 为本发明提供的利用光谱强度变化检测介质折射率变化装置的示意图,该装置包括:

[0039] 耦合棱镜 1;

[0040] 在耦合棱镜 1 表面蒸镀的金属层 2;

[0041] 在金属层 2 表面涂覆的传感介质层 3;

[0042] 形变布拉格反射镜 4;

[0043] CCD 传感器 5;以及

[0044] 在 CCD 传感器 5 表面涂覆的荧光物质层 6;

[0045] 其中,平行入射光波 a 经过所述耦合棱镜 1 入射至所述金属层 2 发生表面等离子体谐振耦合,并变为表面等离子体耦合反射光波 b;反射光波 b 入射至所述形变布拉格反射镜 4,被所述形变布拉格反射镜 4 反射,形成传感光波 c;传感光波 c 入射至所述 CCD 传感器 5 表面的荧光物质层 6;荧光物质层 6 被激发后由所述 CCD 传感器 5 检测荧光强度;发生表面等离子体耦合的波长在 CCD 传感器 5 相应位置体现为暗条纹,通过检测暗条纹位置即可监测表面等离子体耦合波长,实现对介质折射率变化的检测。

[0046] 金属层 2 采用厚度为 40nm 的金。传感介质层 3 为经过生物修饰的抗体抗原或其待测溶液。形变布拉格反射镜 4 采用倾斜镀膜技术制作,在离子束溅射介质膜同时依次按照固顶角度改变衬底与反应室托盘夹角,由于溅射区域与溅射源位置不同,得到厚度逐渐变化的多层薄膜,形成形变布拉格反射镜 4。

[0047] 形变布拉格反射镜 4 通过多层介质薄膜叠加制作,使用厚度均匀变化介质薄膜按照相同的厚度变化方向周期性堆叠而成。形变布拉格反射镜 4 对应传感波长位置单层介质膜厚度为传感光波波长的四分之一倍,对此波长形成全反射;由于介质膜厚度均匀变化,在形变布拉格反射镜表面不同位置对应不同波长形成全反射,其他波长成分完全透过布拉格反射镜。平行入射光波 a 是波长为 800nm-900nm 宽谱光源,则与该平行入射光波 a 对应的形变布拉格反射镜 4 介质膜厚度变化区域为 200nm 至 225nm 范围。

[0048] 形变布拉格反射镜 4 对耦合棱镜 1 反射的反射光波 b 分光,得到的传感光波 c 按照波长顺序入射至所述 CCD 传感器 5 的不同位置,发生表面等离子体共振的波长光谱强度由于能量为最低;通过检测入射至所述 CCD 传感器 5 表面不同位置光谱,能够得到发生表面等离子体共振的光波的波长,通过检测表面等离子体共振波长的变化监控传感介质折射率的变化。荧光物质层 6 通过所述 CCD 传感器 5 监测传感光波激发不同位置的荧光物质发光而检测共振波长变化。

[0049] 入射光波为宽谱光源,以一定角度入射至棱镜并在棱镜表面发生全反射,此时入射光与棱镜表面金属发生表面等离子体耦合,相应波长反射光波反射率大大降低,对应光波光谱强度会大大降低。反射光波入射至形变布拉格反射镜,形变布拉格反射镜对反射光分光,不同波长反射光波在形变布拉格反射镜表面反射率不同,使反射光波按照一定波长排布顺序入射至 CCD 传感器,形成反射光谱。发生表面等离子体共振反射光波模式对应波长光谱强度大大降低,可以在 CCD 传感器表面实时检测,通过分析不同共振光波的波长强度的变化,可以得到棱镜金属层表面介质折射率的变化。

[0050] 再参照图 1,在耦合棱镜 1 表面蒸镀厚度为 40nm 的金作为表面等离子体耦合金属层 2,在金属层 2 的表面蒸镀一层传感介质层 3,可传感介质层 3 以为经过生物修饰的抗体抗原或其待测溶液。形变布拉格反射镜 4 采用倾斜镀膜技术制作,在离子束溅射介质膜同时依次按照固顶角度改变衬底与反应室托盘夹角,由于溅射区域与溅射源位置不同,得到厚度逐渐变化的多层薄膜,形成形变布拉格反射镜 4。在 CCD 传感器 5 表面涂覆荧光物质层 6。

[0051] 平行入射光波 a 可以选择为 800nm-900nm 宽谱光源,则对应布拉格反射镜介质膜厚度变化区域为 200nm 至 225nm 范围。平行入射光波 a 经过耦合棱镜 1 入射至金属层 2 发生表面等离子体谐振耦合,并变为表面等离子体耦合反射光波 b。反射光波 b 入射至形变布拉格反射镜 4,相应波长范围的光波按照 800nm-900nm 波长顺序,在被形变布拉格反射镜 4 薄膜厚度范围 200nm 至 225nm 区域内反射,形成形变布拉格反射镜 4 反射传感光波 c,传感光波 c 入射至 CCD 传感器表面的荧光物质层 6。荧光物质层 6 被激发后由 CCD 传感器 5 检测荧光强度。发生表面等离子体耦合的波长在 CCD 传感器 5 相应位置体现为暗条纹,通过检测暗条纹位置即可监测表面等离子体耦合波长,达到检测介质折射率变化的目的。

[0052] 以上所述的具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

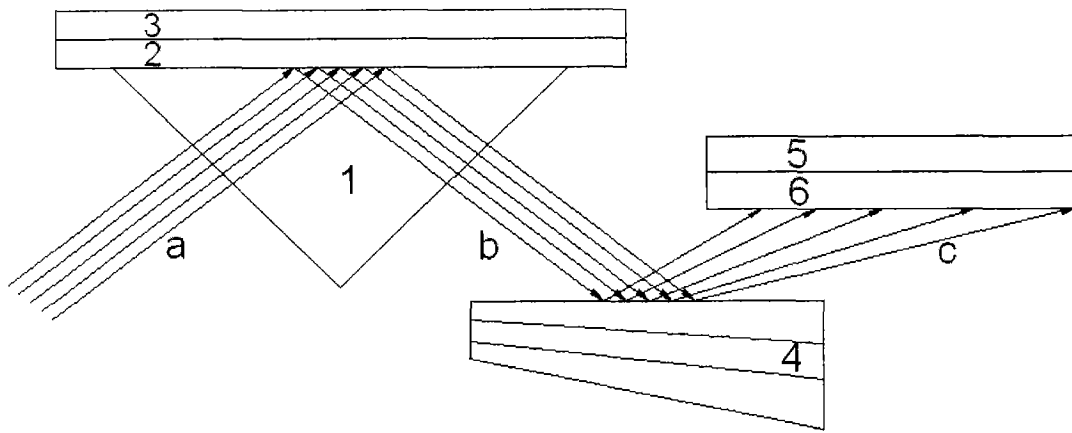


图 1