



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103487573 B

(45) 授权公告日 2015.07.01

(21) 申请号 201310450342.9

(22) 申请日 2013.09.27

(73) 专利权人 安徽大学

地址 230039 安徽省合肥市肥西路3号

(72) 发明人 毛昌杰 胡晓炜 石阳阳 王程
殷畅 刘莘贞 张胜义 牛和林
宋吉明

(74) 专利代理机构 安徽省合肥新安专利代理有
限责任公司 34101

代理人 何梅生

(51) Int. Cl.

G01N 33/537(2006.01)

G01N 33/53(2006.01)

G01N 21/76(2006.01)

(56) 对比文件

CN 102930991 A, 2013.02.13, 全文.

CN 102898832 A, 2013.01.30, 全文.

CN 102350372 A, 2012.02.15, 全文.

CN 102942788 A, 2013.02.27, 全文.

CN 102219390 A, 2011.10.19, 全文.

WO 2012112818 A2, 2012.08.23, 全文.

CN 102706939 A, 2012.10.03, 权利要求
1-8, 说明书第0016段.

CN 103151178 A, 2013.06.12, 全文.

HU Xiaowei et al..Fabrication of GO/
PANi/CdSe nanocomposites for sensitive
electrochemiluminescence biosensor..
《Biosensors and Bioelectronics》.2013, 第41
卷第372-378页.

王宏智等..石墨烯/聚苯胺复合材料的制
备及其电化学性能..《物理化学学报》.2013, 第
29卷(第1期), 第117-122页.

审查员 王晓媛

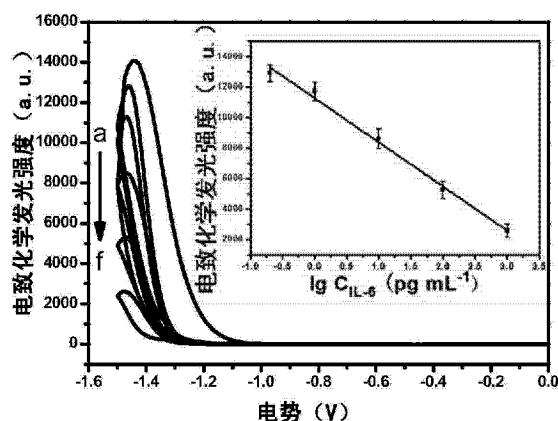
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种检测人白介素6的电致化学发光免疫传
感器及其制备方法和检测方法

(57) 摘要

本发明公开了一种检测人白介素6的电致化
学发光免疫传感器,其特征在于:免疫传感器是
在玻碳电极的表面覆盖有氧化石墨烯纳米片/聚
苯胺纳米线阵列/硒化镉量子点复合物膜,在所
述氧化石墨烯纳米片/聚苯胺纳米线阵列/硒化
镉量子点复合物膜的表面通过1-乙基-3-(3-二
甲基氨基丙基)碳二亚胺盐酸盐和N-羟基琥珀
酰亚胺处理后固定有人白介素6抗体。本发明通
过电致化学发光免疫传感器实现了对人白介素6
的检测,方法简单、灵敏度高,易于操作。



1. 一种检测人白介素 6 的电致化学发光免疫传感器的制备方法, 其特征在于:

所述免疫传感器是在玻碳电极的表面覆盖有氧化石墨烯纳米片 / 聚苯胺纳米线阵列 / 硒化镉量子点复合物膜, 在所述氧化石墨烯纳米片 / 聚苯胺纳米线阵列 / 硒化镉量子点复合物膜的表面通过 1-乙基-3-(3-二甲基氨基丙基) 碳二亚胺盐酸盐和 N-羟基琥珀酰亚胺处理后固定有人白介素 6 抗体;

所述免疫传感器按如下步骤进行制备:

步骤一、将 50 μ l 的苯胺溶于 20ml 浓度为 1mol/L 的浓硫酸溶液中, 超声处理 0.5h 后获得苯胺的硫酸溶液; 向 20ml 浓度为 0.5mg/ml 的氧化石墨烯溶液中滴加所述苯胺的硫酸溶液, 室温下搅拌 30min 后, 再加入 0.1512g 过硫酸铵, 持续搅拌 12h, 然后用去离子水离心洗涤至 pH 为 6~7, 65 $^{\circ}$ C 下真空干燥, 获得墨绿色产物, 即为氧化石墨烯纳米片 / 聚苯胺纳米线阵列复合物, 以去离子水为溶剂, 将氧化石墨烯纳米片 / 聚苯胺纳米线阵列复合物配制成浓度为 0.5mg/ml 的氧化石墨烯纳米片 / 聚苯胺纳米线阵列复合物溶液;

步骤二、将步骤一所制得的氧化石墨烯纳米片 / 聚苯胺纳米线阵列复合物溶液与以去离子水为溶剂、浓度为 8.2×10^{-5} mol/L 硒化镉量子点溶液按体积比 1:3 混合, 获得氧化石墨烯纳米片 / 聚苯胺纳米线阵列 / 硒化镉量子点复合物溶液;

步骤三、将玻碳电极依次用中位粒径为 1.0 μ m、0.3 μ m 和 0.05 μ m 的三氧化二铝抛光粉抛光至镜面, 然后超声清洗, 并用氮气吹干, 得备用玻碳电极;

步骤四、在步骤三制得的备用玻碳电极上滴加 10 μ l 步骤二所制得的氧化石墨烯纳米片 / 聚苯胺纳米线阵列 / 硒化镉量子点复合物溶液, 室温晾干后在备用玻碳电极上形成氧化石墨烯纳米片 / 聚苯胺纳米线阵列 / 硒化镉量子点复合物膜, 再滴加 10 μ l 由 20-30mg/ml 1-乙基-3-(3-二甲基氨基丙基) 碳二亚胺盐酸盐和 10-20mg/ml N-羟基琥珀酰亚胺组成的混合溶液于所述氧化石墨烯纳米片 / 聚苯胺纳米线阵列 / 硒化镉量子点复合物膜的表面, 静置 20-30min, 得中间样;

步骤五、将步骤四所制得的中间样浸入以浓度为 10mmol/ml 的 pH7.4 磷酸盐缓冲液为溶剂、浓度为 0.1mg/ml 的人白介素 6 抗体的溶液中反应 12-20 小时, 取出后用浓度为 10mmol/ml 的 pH7.4 磷酸盐缓冲液清洗, 再浸入质量浓度为 2-3% 的牛血清蛋白中封闭 1-2 小时, 取出清洗即得检测人白介素 6 的电致化学发光免疫传感器。

2. 一种利用权利要求 1 所述检测人白介素 6 的电致化学发光免疫传感器的检测方法, 其特征是按如下步骤获得待测人白介素 6 样品浓度:

步骤 a、将所述检测人白介素 6 的电致化学发光免疫传感器浸入 10 μ l 待测人白介素 6 样品中, 并在 37 $^{\circ}$ C 下温育 50 分钟后取出清洗, 得待测免疫传感器;

步骤 b、将步骤 a 所得的待测免疫传感器在含有 0.1mol/L $K_2S_2O_8$ 和 0.1mol/L KCl 的 0.1mol/L 的 pH7.4 磷酸盐缓冲液中进行电致化学发光的测试, 获得发光强度, 利用发光强度与待测人白介素 6 样品浓度的标准关系曲线, 判断待测人白介素 6 样品的浓度。

3. 根据权利要求 2 所述的检测方法, 其特征是: 所述标准关系曲线是通过以浓度分别为 0.0005ng/ml、0.01ng/ml、0.1ng/ml、1ng/ml 和 10ng/ml 的人白介素 6 样品所制备的待测免疫传感器进行电致化学发光的测试, 获得各浓度人白介素 6 样品所对应的发光强度, 然后以人白介素 6 样品的浓度的对数值为横坐标、以发光强度为纵坐标进行拟合。

一种检测人白介素 6 的电致化学发光免疫传感器及其制备方法 和检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种检测人白介素 6 的电致化学发光免疫传感器及其制备方法和检测方法,更具体地说是涉及一种基于氧化石墨烯纳米片 / 聚苯胺纳米线阵列 / 硒化镉量子点(GO/PANI/CdSe)复合物的电致化学发光免疫传感器。

背景技术

[0002] 自英国科学家在 2004 年发现石墨烯以来,石墨烯作为一种密集堆积的单层碳原子二维材料已经迅速成为了碳材料研究中的热点。氧化石墨烯表面存在大量含氧基团,表现出优异的电、热以及机械性能,在微电子器件、液晶器件以及太阳能电池等领域中有潜在的应用价值 [参见:(a)X. S. Li, Y. W. Zhu, W. W. Cai, M. Borysiak, B. Y. Han, D. Chen, R. D. Piner, L. Colombo, R. S. Ruoff, Nano Letters, 2009, 9, 4359.]。利用聚合物对氧化石墨烯进行功能化修饰,可以大大提高了石墨烯的水溶性和导电性能。在众多功能化石墨烯中,聚苯胺功能化的氧化石墨烯除具备大的比表面积外,还具有良好的生物相容性和导电性 [参见:(b)Y. X. Liu, X. C. Dong, P. Chen, Chem. Soc. Rev., 2012, 41, 2283.]。

[0003] 电致化学发光是电极反应产物之间或者电极产物与体系中某组分进行化学反应所产生的一种光辐射,具有成本低,分析范围广和高灵敏度等很多优点。自 2002 年, Bard 等在 2002 年发现了量子点的电致化学发光(ECL)现象以来, ECL 免疫传感器已经引起了人们极大的兴趣 [参见:(c)Z. F. Ding, B. M. Quinn, S. K. Haram, L. E. Pell, B. A. Korgel, A. J. Bard, Science, 2002, 296, 1293.]。然而与传统的 ECL 发光试剂相比,发光效率低和生物相容性差等问题限制了它们在生命分析中的应用。因此,寻找新型高效、价廉、生物相容性好的发光材料仍是构建 ECL 免疫传感器的重要研究目标。

[0004] 人白介素 6 是一种多效性细胞因子,其在炎症反应中具有关键作用,与一些炎症性疾病,如牛皮癣、炎症性关节炎、心血管疾病、发炎性肠道疾病等疾病的发病机制具有密切联系。传统的检测人白介素 6 的方法是酶联免疫法。该方法虽然准确,但是它的检测步骤繁琐,分析时间长,样品消耗量大,需要专业的实验室,且需要昂贵的仪器和专门的底物显色剂,不利于进行现场检测。因此,急需发展一种简单、快速和高灵敏度的分析方法实现人白介素 6 的快速检测。

[0005] 将氧化石墨烯纳米片、聚苯胺纳米线阵列和硒化镉量子点的优点结合起来制备氧化石墨烯纳米片 / 聚苯胺纳米线阵列 / 硒化镉量子点复合物,可以充分发挥三者的优点,能提高电致化学发光性能,良好的生物相容性,较大的比表面积和极好的稳定性,是用于研究 ECL 免疫传感器的良好的纳米材料,在免疫生物学和临床诊断等领域将会有广阔的应用前景。目前,基于氧化石墨烯纳米片 / 聚苯胺纳米线阵列 / 硒化镉量子点复合物的电致化学发光免疫传感器还尚无报道。

发明内容

[0006] 本发明为解决上述现有技术所存在的不足之处,提供一种基于氧化石墨烯纳米片/聚苯胺纳米线阵列/硒化镉量子点复合物的检测人白介素 6 的电致化学发光免疫传感器及其制备方法和检测方法,以期可以以高电致化学发光、高生物相容性的电致化学发光免疫传感器实现对人白介素 6 的简单、快速的检测。

[0007] 本发明解决技术问题采用如下技术方案:

[0008] 本发明检测人白介素 6 的电致化学发光免疫传感器,其结构特点在于:所述免疫传感器是在玻碳电极的表面覆盖有氧化石墨烯纳米片/聚苯胺纳米线阵列/硒化镉量子点复合物膜,在所述氧化石墨烯纳米片/聚苯胺纳米线阵列/硒化镉量子点复合物膜的表面通过 1-乙基-3-(3-二甲基氨基丙基)碳二亚胺盐酸盐和 N-羟基琥珀酰亚胺处理后固定有人白介素 6 抗体。

[0009] 本发明检测人白介素 6 的电致化学发光免疫传感器,其结构特点也在于:所述氧化石墨烯纳米片/聚苯胺纳米线阵列/硒化镉量子点复合物膜是以苯胺和氧化石墨烯为原材料,通过原位反应得到氧化石墨烯纳米片/聚苯胺纳米线阵列复合物,再和硒化镉量子点混合后获得。

[0010] 本发明检测人白介素 6 的电致化学发光免疫传感器的制备方法,其特点在于按如下步骤进行:

[0011] 步骤一、将 50 μ l 的苯胺溶于 20ml 浓度为 1mol/L 的浓硫酸溶液中,超声处理 0.5h 后获得苯胺的硫酸溶液;向 20ml 浓度为 0.5mg/ml 的氧化石墨烯溶液中滴加所述苯胺的硫酸溶液,室温下搅拌 30min 后,再加入 0.1512g 过硫酸铵,持续搅拌 12h,然后用去离子水离心洗涤至 pH 为 6~7,65 $^{\circ}$ C 下真空干燥,获得墨绿色产物,即为氧化石墨烯纳米片/聚苯胺纳米线阵列复合物,以去离子水为溶剂,将氧化石墨烯纳米片/聚苯胺纳米线阵列复合物配制成浓度为 0.5mg/ml 的氧化石墨烯纳米片/聚苯胺纳米线阵列复合物溶液;

[0012] 步骤二、将步骤一所制得的氧化石墨烯纳米片/聚苯胺纳米线阵列复合物溶液与以去离子水为溶剂、浓度为 8.2×10^{-5} mol/L 硒化镉量子点溶液按体积比 1:3 混合,获得氧化石墨烯纳米片/聚苯胺纳米线阵列/硒化镉量子点复合物溶液;

[0013] 步骤三、将玻碳电极依次用中位粒径为 1.0 μ m、0.3 μ m 和 0.05 μ m 的三氧化二铝抛光粉抛光至镜面,然后超声清洗,并用氮气吹干,得备用玻碳电极;

[0014] 步骤四、在步骤三制得的备用玻碳电极上滴加 10 μ l 步骤二所制得的氧化石墨烯纳米片/聚苯胺纳米线阵列/硒化镉量子点复合物溶液,室温晾干后在备用玻碳电极上形成氧化石墨烯纳米片/聚苯胺纳米线阵列/硒化镉量子点复合物膜,再滴加 10 μ l 由 20-30mg/ml 1-乙基-3-(3-二甲基氨基丙基)碳二亚胺盐酸盐和 10-20mg/ml N-羟基琥珀酰亚胺组成的混合溶液于所述氧化石墨烯纳米片/聚苯胺纳米线阵列/硒化镉量子点复合物膜的表面,静置 20-30min,得中间样;

[0015] 步骤五、将步骤四所制得的中间样浸入以浓度为 10mmol/ml 的 pH7.4 磷酸盐缓冲液为溶剂、浓度为 0.1mg/ml 的人白介素 6 抗体的溶液中反应 12-20 小时,取出后用浓度为 10mmol/ml 的 pH7.4 磷酸盐缓冲液清洗,再浸入质量浓度为 2-3% 的牛血清蛋白中封闭 1-2 小时,取出清洗即得检测人白介素 6 的电致化学发光免疫传感器。

[0016] 利用本发明检测人白介素 6 的电致化学发光免疫传感器的检测方法,其特点是按如下步骤获得待测人白介素 6 样品浓度:

[0017] 步骤 a、将所述检测人白介素 6 的电致化学发光免疫传感器浸入 10 μ l 待测人白介素 6 样品中,并在 37 $^{\circ}$ C 下温育 50 分钟后取出清洗,得待测免疫传感器;

[0018] 步骤 b、将步骤 a 所得的待测免疫传感器在含有 0.1mol/L $K_2S_2O_8$ 和 0.1mol/L KCl 的 0.1mol/L 的 pH7.4 磷酸盐缓冲液中进行电致化学发光的测试,获得发光强度,利用发光强度与待测人白介素 6 样品浓度的标准关系曲线,判断待测人白介素 6 样品的浓度。

[0019] 本发明的检测方法,其特点也在于:所述标准关系曲线是通过以浓度分别为 0.0005ng/ml、0.01ng/ml、0.1ng/ml、1ng/ml 和 10ng/ml 的人白介素 6 样品所制备的待测免疫传感器进行电致化学发光的测试,获得各浓度人白介素 6 样品所对应的发光强度,如图 1 所示,各线条所对应浓度分别为:a 为 0ng/ml、b 为 0.0005ng/ml、c 为 0.01ng/ml、d 为 0.1ng/ml、e 为 1ng/ml 和 f 为 10ng/ml;然后以人白介素 6 样品的浓度的对数值为横坐标、以发光强度为纵坐标进行拟合,如图 1 的插图所示。检测表明当人白介素 6 样品浓度在 0.0005 到 10ng/ml 范围内,发光强度随着浓度的增大而降低,与浓度成线性关系,检测限达到 0.17pg/ml。

[0020] 所述电致化学发光测试是以所述免疫传感器为工作电极、以 Pt 电极为对电极、以饱和氯化银电极为参比电极的三电极体系,用 MPI-A 型电致化学发光仪,在 0 到 -1.5V 进行循环伏安扫描,光电倍增管高压设为 700V。

[0021] 与已有技术相比,本发明的有益效果体现在:

[0022] 1、本发明通过电致化学发光免疫传感器实现了对人白介素 6 的检测,方法简单、灵敏度高,易于操作;

[0023] 2、本发明对人白介素 6 的检测方法所需样品量少,检测成本低;

[0024] 3、本发明通过氧化石墨烯纳米片/聚苯胺纳米线阵列/硒化镉量子点复合物膜制备电致化学发光免疫传感器,电致化学发光性能高,生物相容性好,且具有极好的稳定性。

附图说明

[0025] 图 1 为本发明对浓度分别为 0.0005ng/ml、0.01ng/ml、0.1ng/ml、1ng/ml 和 10ng/ml 的人白介素 6 样品进行电致化学发光的测试结果,插图为标准关系曲线;

[0026] 图 2 为本发明中氧化石墨烯纳米片/聚苯胺纳米线阵列复合物的扫描电子显微镜 (SEM) 表征结果;

[0027] 图 3 为本发明中氧化石墨烯纳米片/聚苯胺纳米线阵列/硒化镉量子点复合物的扫描电子显微镜 (SEM) 表征结果;

具体实施方式

[0028] 实施例 1

[0029] 本实施例检测人白介素 6 的电致化学发光免疫传感器按如下步骤进行制备:

[0030] 步骤一、将 50 μ l 的苯胺溶于 20ml 浓度为 1mol/L 的浓硫酸溶液中,超声处理 0.5h 后获得苯胺的硫酸溶液;向 20ml 浓度为 0.5mg/ml 的氧化石墨烯溶液中滴加所述苯胺的硫酸溶液,室温下搅拌 30min 后,再加入 0.1512g 过硫酸铵,持续搅拌 12h,然后用去离子水离心洗涤至 pH 为 6~7,65 $^{\circ}$ C 下真空干燥,获得墨绿色产物,即为氧化石墨烯纳米片/聚苯胺纳米线阵列复合物,以去离子水为溶剂,将氧化石墨烯纳米片/聚苯胺纳米线阵列复合物

配制成浓度为 0.5mg/ml 氧化石墨烯纳米片 / 聚苯胺纳米线阵列复合物溶液 ; 氧化石墨烯纳米片 / 聚苯胺纳米线阵列复合物的扫描电子显微镜 (SEM) 表征结果如图 2 所示 ;

[0031] 步骤二、将步骤一所制得的氧化石墨烯纳米片 / 聚苯胺纳米线阵列复合物溶液与硒化镉量子点溶液 (浓度为 8.2mol/L, 溶剂为水) 按体积比 1:3 均匀混合, 获得氧化石墨烯纳米片 / 聚苯胺纳米线阵列 / 硒化镉量子点复合物溶液 ; 氧化石墨烯纳米片 / 聚苯胺纳米线阵列 / 硒化镉量子点复合物的扫描电子显微镜 (SEM) 表征结果如图 3 所示 ;

[0032] 步骤三、将直径 4mm 玻碳电极依次用中位粒径为 1.0 μm 、0.3 μm 和 0.05 μm 的三氧化二铝抛光粉抛光至镜面, 然后超声清洗, 并用氮气吹干, 得备用玻碳电极 ;

[0033] 步骤四、在步骤三制得的备用玻碳电极上滴加 10 μl 步骤二所制得的氧化石墨烯纳米片 / 聚苯胺纳米线阵列 / 硒化镉量子点复合物溶液, 室温晾干后在备用玻碳电极上形成氧化石墨烯纳米片 / 聚苯胺纳米线阵列 / 硒化镉量子点复合物膜, 再滴加 10 μl 由 20mg/ml 1- 乙基 -3- (3- 二甲基氨基丙基) 碳二亚胺盐酸盐 (EDC) 和 10mg/ml (NHS) N- 羟基琥珀酰亚胺组成的混合溶液于氧化石墨烯纳米片 / 聚苯胺纳米线阵列 / 硒化镉量子点复合物膜的表面, 静置 20min, 得中间样 ;

[0034] 步骤五、将步骤四所制得的中间样浸入以浓度为 10mmol/ml 的 pH7.4 磷酸盐缓冲液为溶剂、浓度为 0.1mg/ml 的人白介素 6 抗体的溶液在中在 4 $^{\circ}\text{C}$ 下反应 12 小时, 取出后用浓度为 10mmol/ml 的 pH7.4 磷酸盐缓冲液清洗, 再浸入质量浓度为 2% 的牛血清蛋白中封闭 1 小时, 取出清洗即得检测人白介素 6 的电致化学发光免疫传感器。

[0035] 利用本实施例电致化学发光免疫传感器的检测人白介素 6 的检测方法是按如下步骤进行 :

[0036] 步骤 a、将检测人白介素 6 的电致化学发光免疫传感器浸入 10 μl 待测人白介素 6 样品中, 并在 37 $^{\circ}\text{C}$ 下温育 50 分钟后取出清洗, 得待测免疫传感器 ;

[0037] 步骤 b、将待测免疫传感器在含有 0.1mol/L $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 和 0.1mol/L KCl 的 0.1mol/L 的 pH7.4 磷酸盐缓冲液中进行电致化学发光的测试, 获得待测免疫传感器的发光强度, 利用发光强度与待测人白介素 6 样品浓度的标准关系曲线, 判断待测人白介素 6 样品的浓度。

[0038] 实施例 2

[0039] 本实施例是以浓度为 30mg/ml 的 EDC 按与实施例 1 相同的方法制备免疫传感器, 所得免疫传感器与实施例 1 所得免疫传感器的形貌与性质类似, 通过对相同待测人白介素 6 样品的检测, 得到相同的免疫检测结果。

[0040] 实施例 3

[0041] 本实施例是以浓度为 20mg/ml NHS 按与实施例 1 相同的方法制备免疫传感器, 所得免疫传感器与实施例 1 所得免疫传感器的形貌与性质类似, 通过对相同待测人白介素 6 样品的检测, 得到相同的免疫检测结果。

[0042] 实施例 4

[0043] 本实施例将实施例 1 中的步骤四“滴加 10 μl 由 20mg/ml 1- 乙基 -3- (3- 二甲基氨基丙基) 碳二亚胺盐酸盐 (EDC) 和 10mg/ml (NHS) N- 羟基琥珀酰亚胺组成的混合溶液于氧化石墨烯纳米片 / 聚苯胺纳米线阵列 / 硒化镉量子点复合物膜的表面, 静置 20min”改为静置 30min, 其余条件步骤与实施例 1 相同, 所得免疫传感器与实施例 1 所得免疫传感器的形貌与性质类似, 通过对相同待测人白介素 6 样品的检测, 得到相同的免疫检测结果。

[0044] 实施例 5

[0045] 本实施例将实施例 1 中的步骤四“滴加 10 μ l 由 20mg/ml 1- 乙基 -3- (3- 二甲基氨基丙基) 碳二亚胺盐酸盐(EDC) 和 10mg/ml (NHS) N- 羟基琥珀酰亚胺组成的混合溶液于氧化石墨烯纳米片 / 聚苯胺纳米线阵列 / 硒化镉量子点复合物膜的表面, 静置 20min”改为“滴加 10 μ l 由 30mg/ml 1- 乙基 -3- (3- 二甲基氨基丙基) 碳二亚胺盐酸盐(EDC) 和 20mg/ml (NHS) N- 羟基琥珀酰亚胺组成的混合溶液于氧化石墨烯纳米片 / 聚苯胺纳米线阵列 / 硒化镉量子点复合物膜的表面, 静置 30min”, 其余条件步骤与实施例 1 相同, 所得免疫传感器与实施例 1 所得免疫传感器的形貌与性质类似, 通过对相同待测人白介素 6 样品的检测, 得到相同的免疫检测结果。

[0046] 实施例 6

[0047] 本实施例将实施例 1 中的步骤五“将步骤四所制得的中间样浸入以浓度为 10mmol/ml 的 pH7.4 磷酸盐缓冲液为溶剂、浓度为 0.1mg/ml 的人白介素 6 抗体的溶液中在 4℃ 下反应 12 小时”改为反应 20 小时, 其余条件步骤与实施例 1 相同, 所得免疫传感器与实施例 1 所得免疫传感器的形貌与性质类似, 通过对相同待测人白介素 6 样品的检测, 得到相同的免疫检测结果。

[0048] 实施例 7

[0049] 本实施例将实施例 1 中的步骤五所用的质量浓度为 2% 的牛血清蛋白改为质量浓度为 3% 的牛血清蛋白, 其余条件步骤与实施例 1 相同, 所得免疫传感器与实施例 1 所得免疫传感器的形貌与性质类似, 通过对相同待测人白介素 6 样品的检测, 得到相同的免疫检测结果。

[0050] 实施例 8

[0051] 本实施例将实施例 1 中的步骤五“再浸入质量浓度为 2% 的牛血清蛋白中封闭 1 小时”改为封闭 2 小时, 其余条件步骤与实施例 1 相同, 所得免疫传感器与实施例 1 所得免疫传感器的形貌与性质类似, 通过对相同待测人白介素 6 样品的检测, 得到相同的免疫检测结果。

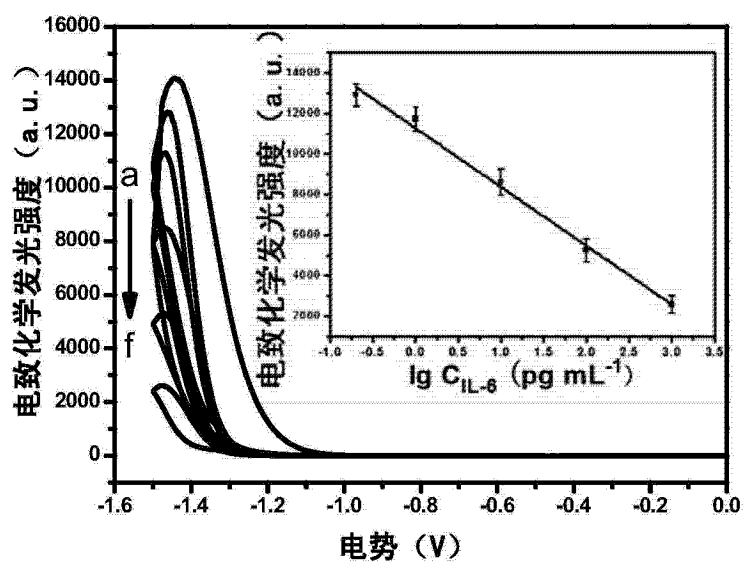


图 1

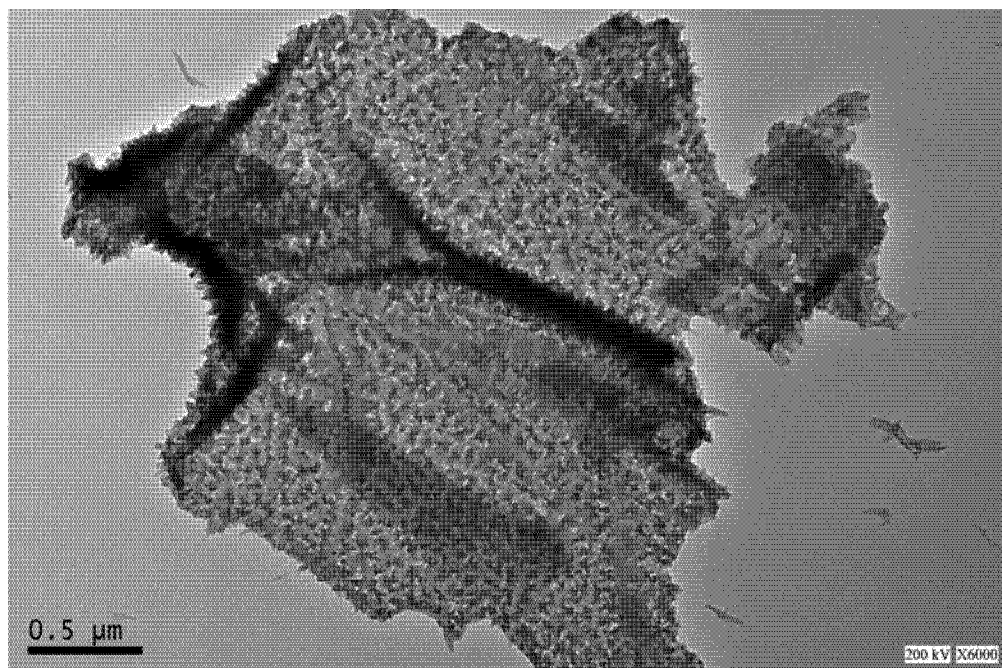


图 2

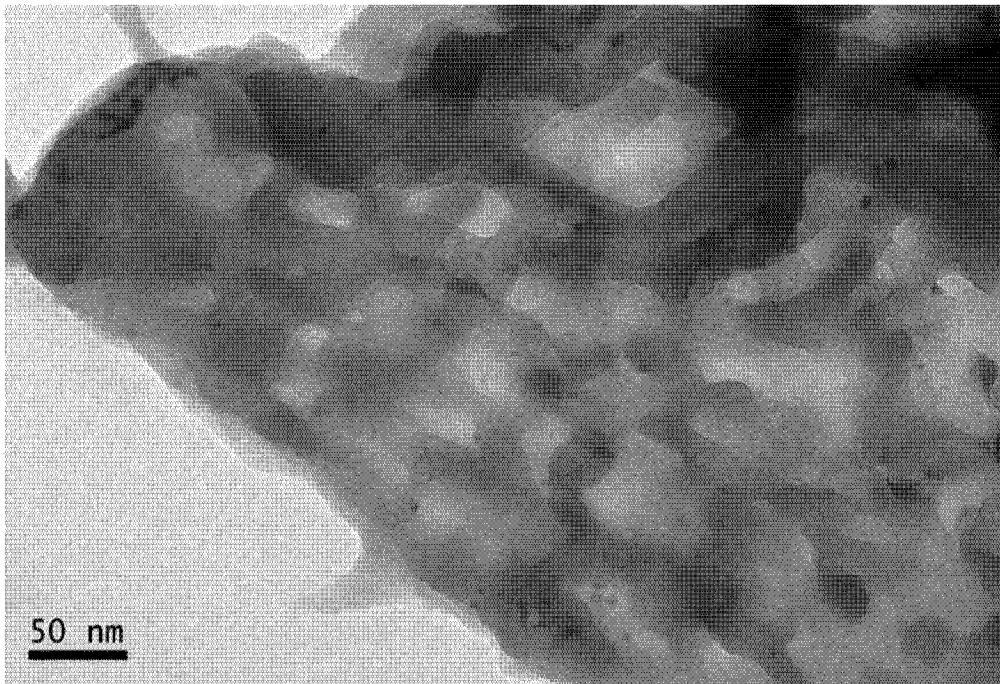


图 3

专利名称(译)	一种检测人白介素6的电致化学发光免疫传感器及其制备方法和检测方法		
公开(公告)号	CN103487573B	公开(公告)日	2015-07-01
申请号	CN201310450342.9	申请日	2013-09-27
[标]申请(专利权)人(译)	安徽大学		
申请(专利权)人(译)	安徽大学		
当前申请(专利权)人(译)	安徽大学		
[标]发明人	毛昌杰 胡晓炜 石阳阳 王程 殷畅 刘萃贞 张胜义 牛和林 宋吉明		
发明人	毛昌杰 胡晓炜 石阳阳 王程 殷畅 刘萃贞 张胜义 牛和林 宋吉明		
IPC分类号	G01N33/531 G01N33/53 G01N21/76		
CPC分类号	G01N33/588 G01N2800/7095		
代理人(译)	何梅生		
审查员(译)	王晓媛		
其他公开文献	CN103487573A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种检测人白介素6的电致化学发光免疫传感器，其特征在于：免疫传感器是在玻碳电极的表面覆盖有氧化石墨烯纳米片/聚苯胺纳米线阵列/硒化镉量子点复合物膜，在所述氧化石墨烯纳米片/聚苯胺纳米线阵列/硒化镉量子点复合物膜的表面通过1-乙基-3-(3-二甲基氨基丙基)碳二亚胺盐酸盐和N-羟基琥珀酰亚胺处理后固定有人白介素6抗体。本发明通过电致化学发光免疫传感器实现了对人白介素6的检测，方法简单、灵敏度高，易于操作。

