



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109358195 A

(43)申请公布日 2019.02.19

(21)申请号 201811312340.2

(22)申请日 2018.11.06

(71)申请人 枣庄学院

地址 277160 山东省枣庄市市中区北安西路

(72)发明人 刘建波 龙琳 吴晓春

(74)专利代理机构 济南泉城专利商标事务所
37218

代理人 杨阳

(51)Int.Cl.

G01N 33/535(2006.01)

G01N 33/536(2006.01)

G01N 33/569(2006.01)

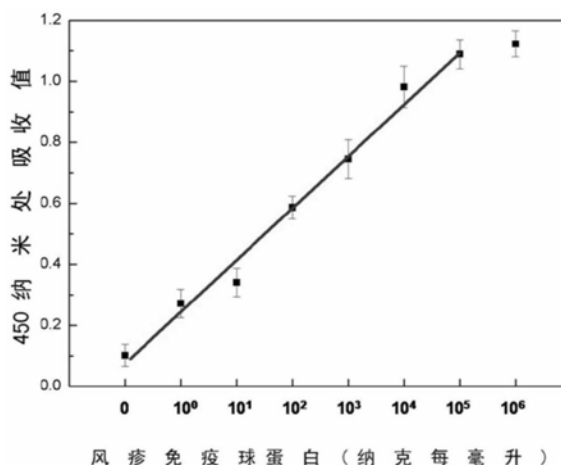
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶及其制备方法和应用

(57)摘要

本发明提供了一种中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶及其制备方法和应用,属于纳米材料领域。本发明通过氯铂酸钾刻蚀金核铂壳纳米结构得到中空金铂合金纳米笼;再利用硅酸四乙酯在其表面包被二氧化硅,最终得到了以圆棒状的中空金铂合金纳米笼为内核,内核外为二氧化硅外壳的纳米酶;内核的长度为80-100nm,直径为20-25nm;外壳具备3-5nm的孔道。所述纳米酶带负电。通过正负电荷相吸作用可以结合抗原,形成纳米酶标抗原复合物,用于进行酶联免疫分析。本发明的纳米酶降低了天然酶标抗原复合物试剂成本,延伸了酶联免疫检测的工作环境,克服了天然酶易失活、易变性等缺点,可广泛应用于各种酶联免疫检测中。



1. 一种中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 将金核铂壳纳米棒溶液与十六烷基三甲基溴化铵溶液混合后加入四氯亚铂酸钾混合均匀成反应液,反应后获得中空金铂合金纳米笼;

(2) 将中空金铂合金纳米笼溶液、十六烷基三甲基溴化铵溶液、NaOH溶液和硅酸四乙酯溶液混合均匀成混合液,反应后获得纳米酶。

2. 根据权利要求1所述的制备方法,其特征在于,步骤(1)中,所述金核铂壳纳米棒与四氯亚铂酸钾的摩尔比为0.001:4000-20000。

3. 根据权利要求2所述的制备方法,其特征在于,步骤(1)中,所述金核铂壳纳米棒的长度为80-100nm,直径为20-25nm;所述金核铂壳纳米棒溶液的浓度优选为0.05-0.5nM。

4. 根据权利要求3所述的制备方法,其特征在于,步骤(1)中,所述十六烷基三甲基溴化铵在反应液中的浓度为0.03M-0.1M。

5. 根据权利要求1所述的制备方法,其特征在于,步骤(2)中,中空金铂合金纳米笼和硅酸四乙酯的摩尔比为0.0002-0.001:1;NaOH和硅酸四乙酯的摩尔比为1:6。

6. 根据权利要求1所述的制备方法,其特征在于,步骤(2)中,所述中空金铂合金纳米笼的浓度为0.05-0.5nM;所述十六烷基三甲基溴化铵在混合液中的浓度优选为5-10mM。

7. 根据权利要求1-6任一所述的制备方法获得的中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶,其特征在于,以圆棒状的中空金铂合金纳米笼为内核,内核外包裹二氧化硅外壳;所述内核的长度为80-100nm,直径为20-25nm,所述内核中空空间的长度为75-95nm,直径为17-22nm;所述外壳具备孔道,孔道直径为3-5nm;其Zeta电位为-(18-25)mV。

8. 一种如权利要求7所述的中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶在酶联免疫法检测中的应用,其特征在于,中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶与抗原形成复合物;底物为过氧化物。

9. 根据权利要求8所述的应用,其特征在于,所述抗原选自但不限于风疹病毒抗原、麻疹病毒抗原、水痘-带状疱疹病毒抗原或手足口病毒抗原;所述纳米酶与抗原的重量比优选为1:100-1000。

10. 一种含有如权利要求7所述的中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶的酶联免疫分析试剂盒。

一种中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶及其制备方法和应用

技术领域

[0001] 本发明属于纳米材料领域,具体涉及一种纳米酶,特别是一种金铂合金核二氧化硅壳纳米酶。

背景技术

[0002] 酶联免疫法(Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay, ELISA)是血清免疫分析中应用最广泛的一种,其基础是抗原或抗体的固相化及抗原或抗体的酶标记。结合在固相载体表面的抗原或抗体仍保持其免疫学活性,酶标记的抗原或抗体既保留其免疫学活性,又保留酶的活性。通过加入酶反应的底物后,底物被酶催化成为有色产物,产物的量与标本中受检物质的量直接相关,故可根据反应体系的颜色变化进行定性或定量分析。酶联免疫法检测病毒方便快捷,并且免疫球蛋白抗体测定程序统一化,操作时间短,费用低,敏感性好,作为一种临床筛查是非常有必要的,不但在传染病、寄生虫病及非传染病等方面的免疫学诊断上得到了应用,也应用到了分子抗原和抗体的检测,已逐渐成为本世纪主流检测方法之一,但是酶联免疫法检测技术多依附于天然酶免疫标记物的活性,使用及储藏受到温度、pH等环境因素的限制。所以,近年来研究人员开始关注纳米颗粒的类过氧化物酶活性,将其定义为“纳米酶”,并开始将纳米酶作为天然酶(HRP)的替代物引入传统的酶联免疫检测,以期摆脱传统酶联免疫法检测对天然酶活性的依赖性,提高检测的稳定性和灵敏度。研究人员基于纳米材料的过氧化物酶样活性,利用四氧化三铁纳米颗粒[Gao L, Zhuang J, Nie L, et al.. Nature Nanotechnology, 2007, 2(9):577.]、氧化石墨烯[Qu F, Li T, Yang M. Biosensors & Bioelectronics, 2011, 26(9):3927.]、铂基合金结构的纳米颗粒[Hu X, Saran A, Hou S, et al. Chinese Science Bulletin, 2014, 59(21):2588-2596.]等取代免疫测定中的辣根过氧化物酶,建立了相应的纳米酶免疫测定体系。然而,目前对纳米酶标抗原复合物取代天然酶标抗原复合物在ELISA中的检测尚缺乏深入研究和报导。同时纳米酶的催化往往发生在无机纳米材料的表面,如能构建中空纳米笼结构可以提供更多的催化位点,进而增加其催化效率,有效地降低纳米酶的使用量。同时由于纳米笼状结构的限域作用,使催化反应局域在微腔中,加快催化反应速度,缩短酶联免疫检测的时间。

发明内容

[0003] 针对目前缺乏纳米酶标抗原复合物的问题以及现有纳米酶催化效率低的问题,本发明提供一种中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶,可用于标记抗原复合物,在酶联免疫法检测中响应范围宽、灵敏度高。

[0004] 为实现上述目的,本发明采用如下技术方案。

[0005] 一种中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶的制备方法,包括以下步骤:

(1)将金核铂壳纳米棒溶液与十六烷基三甲基溴化铵溶液混合后加入四氯亚铂酸钾混

合均匀成反应液,反应后获得中空金铂合金纳米笼;

(2)将中空金铂合金纳米笼溶液、十六烷基三甲基溴化铵溶液、NaOH溶液和硅酸四乙酯溶液混合均匀成混合液,反应后获得纳米酶。

[0006] 所述金核铂壳纳米棒的长度为80-100nm,直径为20-25nm。

[0007] 步骤(1)中,所述金核铂壳纳米棒与四氯亚铂酸钾的摩尔比为0.001:4000-20000。所述金核铂壳纳米棒溶液的浓度为0.05nM-0.5nM。所述十六烷基三甲基溴化铵在反应液中的浓度优选为0.03M-0.1M。

[0008] 所述金核铂壳纳米棒可以采用现有技术中常规的金核铂壳材料的制备方法;如,金核铂壳纳米棒光学特性的研究(枣庄学院学报,2016,33(02):25-31)中公开的制备金核铂壳纳米棒的方法。优选的,在金纳米棒溶液中通过还原剂还原四氯亚铂酸钾即得。还原剂可选择本领域常用还原剂,如抗坏血酸、硼氢化钠。优选的,金纳米棒的合成方法采用种子生长法;如,金纳米棒的表面改性及与H₂O₂的作用(高等学校化学学报,2017,38(04):517-521)中公开的制备金纳米棒的方法。

[0009] 步骤(2)中,中空金铂合金纳米笼和硅酸四乙酯的摩尔比为0.0002-0.001:1。NaOH和硅酸四乙酯的摩尔比为1:6。所述中空金铂合金纳米笼的浓度为0.05nM-0.5nM。所述十六烷基三甲基溴化铵在混合液中的浓度优选为5-10mM。

[0010] 作为优选,步骤(2)的混合液中还包括异丙醇;异丙醇与中空金铂合金纳米笼溶液体积比为10-5:1。

[0011] 步骤(1)和步骤(2)中,还包括纯化步骤:将产物离心获得沉淀,水重新悬浮沉淀后再离心,获得沉淀即为纯化后产物。

[0012] 上述制备方法获得的纳米酶,以圆棒状的中空金铂合金纳米笼为内核,内核外为二氧化硅外壳;所述内核的长度为80-100nm,直径为20-25nm,所述内核中空空间的长度为75-95nm,直径为17-22nm;所述外壳具备孔道,孔道直径为3-5nm。所述纳米酶的Zeta电位为-(18-25)mV。

[0013] 上述中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶在酶联免疫法检测中的应用。所述应用中,中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶与抗原形成复合物,底物为过氧化物。

[0014] 上述中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶标抗原复合物的制备方法,包括以下步骤:将中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶液分散于抗原缓冲液中,37℃孵育后纯化获得纳米酶标抗原复合物。优选的,纯化步骤为离心弃上清。

[0015] 所述纳米酶与抗原的重量比优选为1:100-1000。

[0016] 所述抗原选自但不限于风疹病毒抗原、麻疹病毒抗原、水痘-带状疱疹病毒抗原或手足口病毒抗原。

[0017] 所述中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶抗原复合物是通过正负电荷相吸作用结合抗原。

[0018] 一种含有上述中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶或中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶标抗原复合物的酶联免疫分析试剂盒。

[0019] 优选的,所述酶联免疫分析试剂盒还包括显色底物与过氧化氢,如过氧化氢。

[0020] 上述基于中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶标抗原复合物的免疫分

析方法的测定过程如下：将待测血清加入抗人免疫球蛋白抗体预包被的微孔板中孵育，再加入中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶标抗原复合物孵育，从而在微孔板上捕获待测样品的病毒免疫球蛋白抗体，形成一抗-二抗-酶标抗原复合物，然后加入中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶标抗原复合物的最适底物液，反应后加入终止剂，如硫酸，终止液终止反应，用酶标仪检测各个微孔的吸光度值，再根据吸光度值的强弱用以定量待测样品。

[0021] 本发明通过对金核铂壳纳米棒、四氯亚铂酸钾和十六烷基三甲基溴化铵浓度与比例的调节，实现了对金核铂壳纳米棒的有效刻蚀，能够使金核铂壳纳米棒完全形成中空金铂合金纳米笼核。通过中空金铂合金纳米笼和硅酸四乙酯及NaOH的比例调节，有效的在中空金铂合金纳米笼外形成了二氧化硅壳，且外壳具有特殊的孔道结构。一方面形成的孔道结构可以保证反应物与中空金铂合金纳米笼活性位点的接触，另一方面孔道结构也可以增加标记抗原的负载量。

[0022] 本发明具有以下有益效果：

本发明制备的中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶标抗原复合物具有限域效应，成为一种微型酶催化反应器，在酶联免疫法检测中具有响应范围宽、灵敏度高等特点，检测限能够达到ng/mL的水平。本发明所提供的制备方法简单易操作、重复性高，所使用的纳米颗粒成本低廉、易于制备。本发明利用中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶标抗原复合物，替代了原有天然酶标抗原复合物，不但降低了试剂成本，而且延伸了酶联免疫检测的工作环境，克服了天然酶易失活、易变性等缺点，与实心金铂合金纳米棒核-多空二氧化硅壳纳米酶相比，具有酶用量少、反应速度快等优点。能够广泛应用于各种酶联免疫检测工作中。

附图说明

[0023] 图1是实施例1制备的中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶溶液标抗原复合物的结构示意图(A)，及其参与的免疫分析反应过程示意图(B)；

图2是实施例1制备的金纳米棒(A)、中空金铂合金纳米笼(B)中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶(C和D)溶液的透描电镜照片；

图3是实施例2制备的中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶溶液纳米酶标风疹抗原复合物相应的Zeta电位数，图中横坐标1、2、3、4、5分别代表的是复合风疹病毒抗原的量为0.001mg/mL, 0.01mg/mL, 0.1mg/mL, 1mg/mL和10mg/mL；

图4是实施例2制备的中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶溶液标风疹抗原复合物溶液在不同温度下(A)和不同pH值的高离子强度缓冲溶液中(B)放置3 h后的类过氧化物酶的相对活性；

图5是实施例2制备的中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶溶液标风疹抗原复合物溶液免疫分析显色检测风疹病毒免疫球蛋白抗体标准工作曲线图；

图6是对比例1和2制备的金铂合金纳米材料溶液的透描电镜照片。

具体实施方式

[0024] 下面结合实施例和附图对本发明做进一步说明，但本发明不受下述实施例的限

制。

[0025] 实施例1 中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶的制备

(1) 制备金晶种

取7.5 mL浓度为0.1 M十六烷基三甲基溴化铵水溶液,向其中加入100.4 μ L浓度为24.7 mM的四氯金酸水溶液,混合均匀后将体积稀释到9.4 mL,在磁力搅拌的条件下加入0.6 mL浓度为0.01 M的硼氢化钠水溶液(使用前临时配制并置于冰水中),搅拌3 min后停止,静置2 h,得到含有金晶种的金晶种溶液,所述金晶种溶液中金的浓度为0.25 mM。

[0026] (2) 制备金纳米棒

取100 mL浓度为0.1 M的十六烷基三甲基溴化铵水溶液,向其中加入2.05 mL浓度为24.7 mM的四氯金酸水溶液,1 mL浓度为10 mM的硝酸银水溶液和2 mL 0.5 M的硫酸水溶液,混合均匀后,再加入800 μ L浓度为0.1 M的抗坏血酸水溶液,得到的混合溶液由桔红色变为无色,然后加入240 μ L步骤(1)制备的金晶种溶液;混合均匀后放入30 $^{\circ}$ C恒温水浴中;溶液在20 min后开始出现颜色,经过16 h,最终变为枣红色,说明形成了金纳米棒溶液;通过透射电镜图表征所制备的金纳米棒,如图2A所示。从图2A可以看出,所制备的金纳米棒长约为80 nm,直径约为20 nm。

[0027] (3) 金纳米棒溶液的纯化

先将步骤(2)中的金纳米棒溶液在30 $^{\circ}$ C的恒温水浴中静置,然后于12000 rpm下离心10min两次,每次,去掉未反应的离子及多余的十六烷基三甲基溴化铵,得到纯化的金纳米棒溶液,再加入去离子水,控制纯化的金纳米棒溶液中金纳米棒的浓度为0.5 mM。

[0028] (4) 制备中空金铂合金纳米笼

取1 mL上述离心后的纯化的金纳米棒溶液放入试管中,并先后向其中加入1 mL去离子水、40 μ L 2 mM四氯亚铂酸钾水溶液和8 μ L 0.1 M的抗坏血酸水溶液混合均匀;然后放入30 $^{\circ}$ C的恒温水浴中,反应3 h后溶液由枣红色变成了暗灰色(表明金核铂壳纳米棒的形成),之后再向上述暗灰色的溶液中加入十六烷基三甲基溴化铵水溶液及四氯亚铂酸钾,并使溶液中的金核铂壳纳米棒浓度为0.05 nM,十六烷基三甲基溴化铵浓度为30 mM,四氯亚铂酸钾的浓度为0.2 mM,然后放入30 $^{\circ}$ C的恒温水浴中反应3 h;然后再进行离心分离,沉淀即为中空金铂合金纳米笼。通过透射电镜图表征所制备的中空金铂合金纳米笼结构,如图2B所示。

[0029] (5) 制备中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶

取10 mL中空金铂合金纳米笼溶液(0.5nM),并先后向其中加入75 μ L 0.1 M十六烷基三甲基溴化铵水溶液、5 μ L 2M氢氧化钠水溶液和30 μ L 20 %的硅酸四乙酯水溶液、1 mL异丙醇混合均匀,然后放入30 $^{\circ}$ C的恒温水浴中搅拌反应0.5 h,然后再加入30 μ L 20 %的硅酸四乙酯水溶液继续反应20 h,然后再进行离心分离,得到中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶溶液。通过透射电镜图表征所制备的中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶,如图2C和2D所示。从图2C和2D可以看出,中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶长约为130 nm,直径约为80 nm;二氧化硅壳层具备孔道,孔道直径约为3-5 nm。

[0030] 实施例2 纳米酶标风疹抗原复合物的制备

(1) 制备中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶标风疹抗原复合物

取50 μ L中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳溶液(5nM),分散在450 μ L含50 μ L的10

mg/mL风疹病毒抗原的磷酸盐缓冲溶液(0.1M, pH 7)中。混合均匀后放入37℃恒温箱中, 孵化96 h之后, 于12000 rpm转速下离心5min去掉游离的风疹病毒抗原分子。倒掉上清液, 将沉淀物分散在100 μ L 磷酸盐缓冲液(0.1M, pH 7)中备用。通过zeta电位表征所制备的中空金铂合金纳米笼, 中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶和中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶标风疹抗原复合物, 如图3所示。结果显示原始制备的中空金铂合金纳米笼带正电; 中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶带负电; 与带正电荷的风疹病毒抗原形成复合物后, 纳米酶的表面负电荷变小; 进一步加大风疹病毒抗原的复合量, 表面负电荷会持续减小, 说明纳米酶表面风疹病毒抗原的存在, 表明已成功制备中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶标风疹抗原复合物。

[0031] (2) 纳米酶标风疹抗原复合物溶液的耐受性

测定了中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶标风疹抗原复合物溶液在不同温度下和在不同pH值的高离子强度缓冲溶液中放置3 h后的类过氧化物酶活性, 如图4所示。图4A显示的是温度的影响, 在pH=5浓度为0.1 M的磷酸缓冲溶液中, 在30-80℃温度范围内中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶标风疹抗原复合物一直保持良好的类过氧化物酶活性, 这说明中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶标风疹抗原复合物对温度变化有很高的稳定性。图4B显示的是pH的影响, 当pH值从3-9变化过程中, 中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶标风疹抗原复合物的类过氧化物酶活性几乎不变, 这表明中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶标风疹抗原复合物对外界环境酸碱度变化也有很高的稳定性。

[0032] 实施例3 纳米酶标抗原复合物在酶联免疫分析中的应用

首先, 在高亲和力的96孔酶标微孔板上每孔加入300 μ L浓度为1 μ g/mL的鼠抗人工免疫球蛋白抗体, 包被缓冲液为0.1 M的磷酸盐缓冲液(pH=7)在4℃下孵育过夜, 然后将上述的微孔板用磷酸盐-吐温缓冲液洗涤5次, 再每孔加入300 μ L封闭液(1.0 wt%牛白蛋白)置于37℃下封闭2 h后用磷酸盐-吐温缓冲液洗涤5次。然后, 加入100 μ L一系列的血清样品在37℃下孵育1 h, 用磷酸盐-吐温缓冲液洗涤5次, 再加入50 μ L纳米酶标抗原复合物孵育0.5 h, 从而在微孔板上捕获待测样品的病毒免疫球蛋白抗体, 形成一抗-二抗-酶标抗原复合物, 后用磷酸盐-吐温缓冲液洗涤5次以去除未吸附的病毒免疫球蛋白抗体。

[0033] 随后再加入100 μ L 3,3',5,5'-四甲基联苯胺底物溶液(含0.5 mM的3,3',5,5'-四甲基联苯胺, 20 mM的过氧化氢的磷酸盐缓冲溶液, pH 5)。反应10min后加入2 M硫酸终止反应, 检测450 nm处的吸光度。整个实验设立了对比、阳性对比、阴性对比和空白对照。根据吸光度值和风疹病毒免疫球蛋白抗体浓度变化的关系绘制标准工作曲线, 结果如图5所示, 可以看出对待测风疹病毒免疫球蛋白抗体响应范围为1 ng/mL-10⁵ ng/mL。

[0034] 对比例1 金铂合金纳米材料的制备

- (1) 同实施例1中的步骤(1);
- (2) 同实施例1中的步骤(2);
- (3) 同实施例1中的步骤(3);

(4) 同实施例1中的步骤(4), 不同在于十六烷基三甲基溴化铵的终浓度为25 mM, 四氯亚铂酸钾的终浓度为0.05 mM。通过透射电镜图表征所制备的金铂合金纳米材料, 如图6A所示。由图可知, 制备的材料多数仍为棒状材料, 不具备中空的纳米笼结构。

[0035] 对比例2 金铂合金纳米材料的制备

(1) 同实施例1中的步骤(1)；

(2) 同实施例1中的步骤(2)；

(3) 同实施例1中的步骤(3)；

(4) 同实施例1中的步骤(4)，不同在于十六烷基三甲基溴化铵的终浓度为150 mM，四氯亚铂酸钾的终浓度为1.5 mM。通过透射电镜图表征所制备的金铂合金纳米材料，如图6B所示。由图可知，金核铂壳纳米棒受刻蚀程度过大，形成了离散的不规则颗粒，制备的材料不具备中空的纳米笼结构。

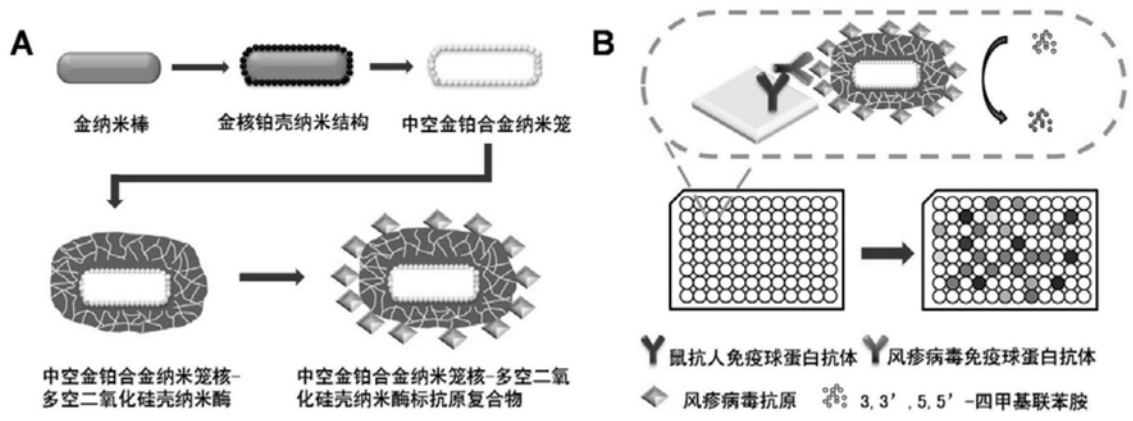


图1

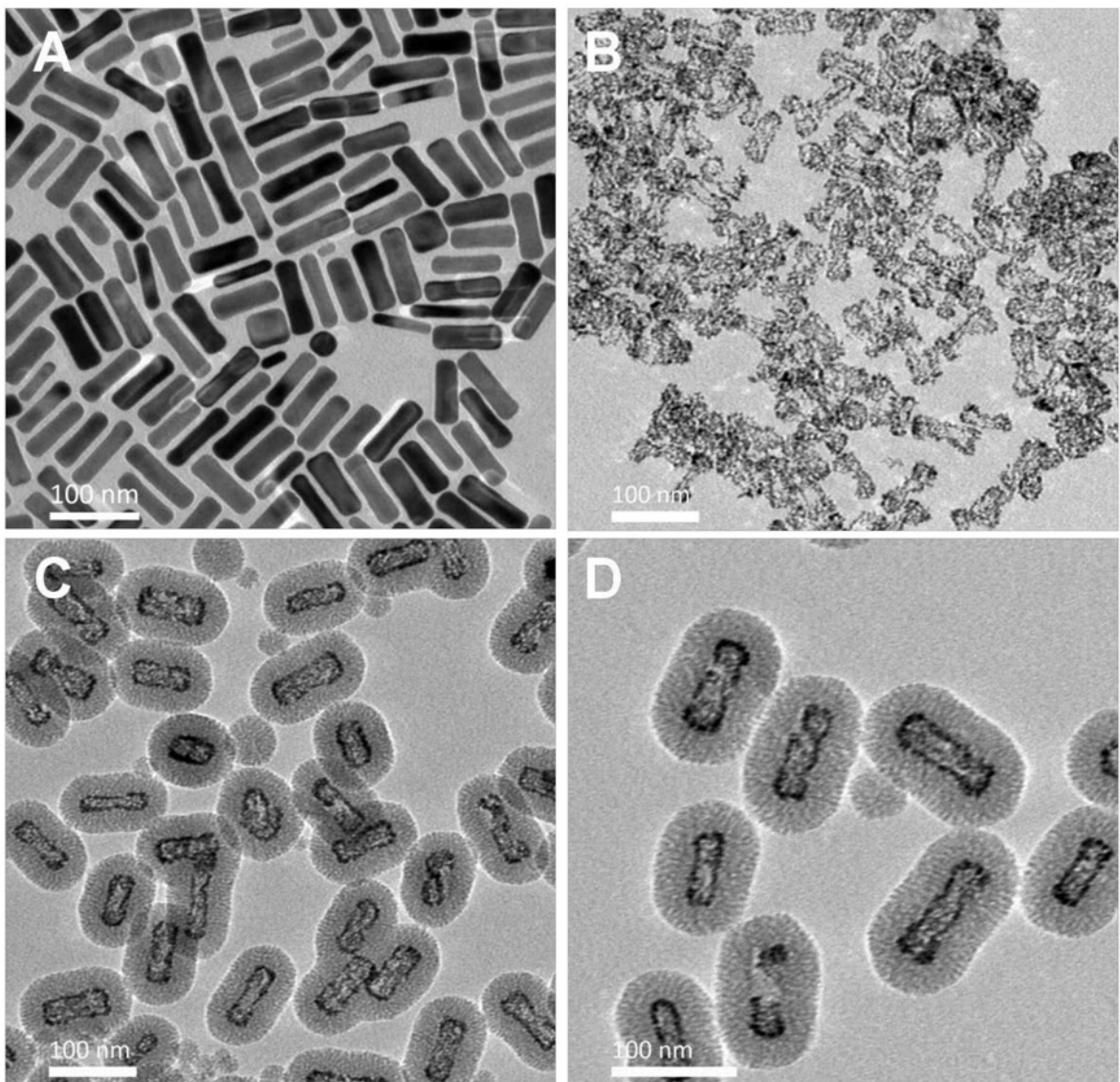


图2

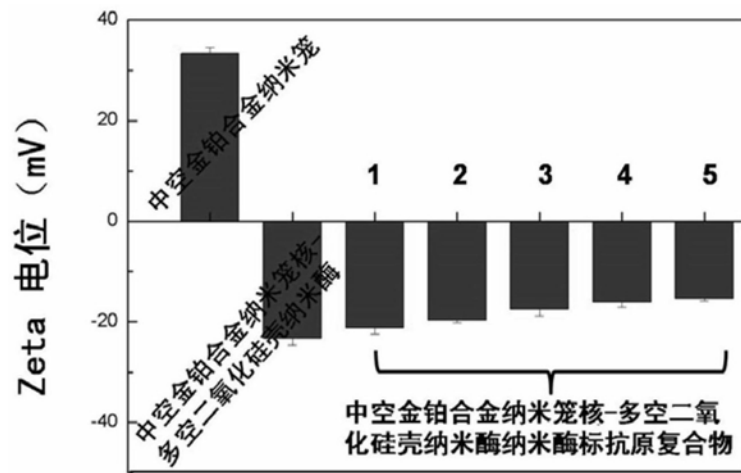


图3

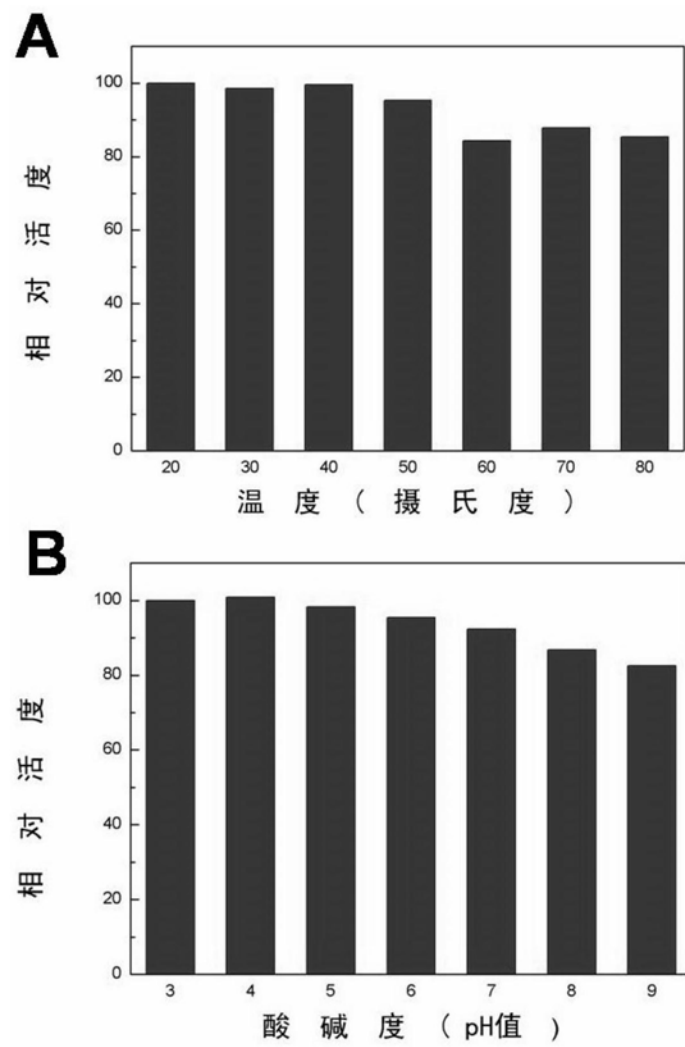


图4

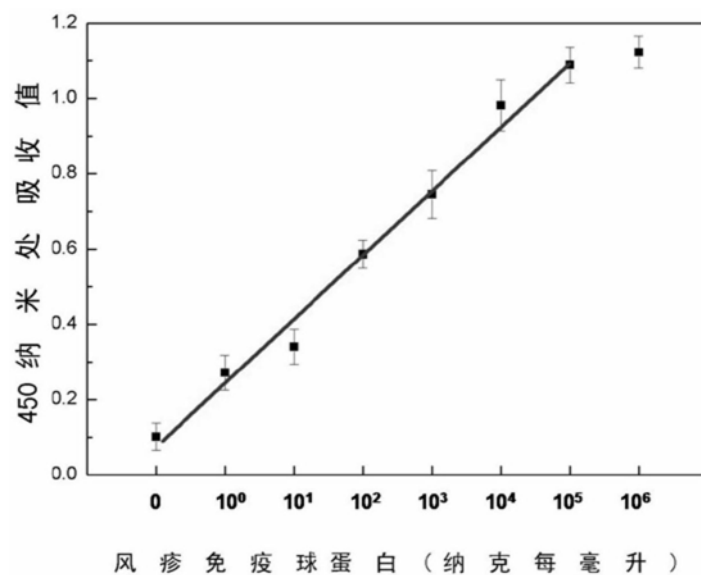


图5

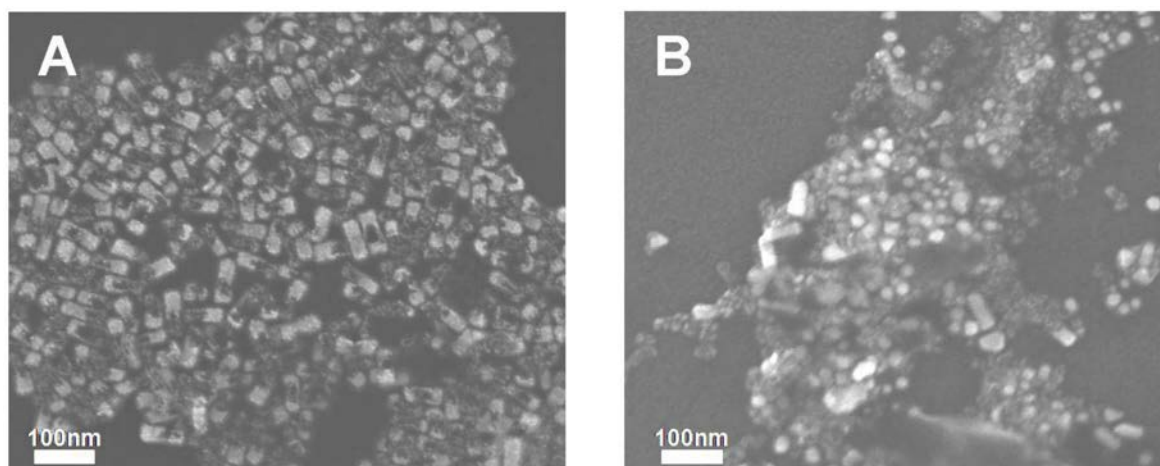


图6

专利名称(译)	一种中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶及其制备方法和应用		
公开(公告)号	CN109358195A	公开(公告)日	2019-02-19
申请号	CN201811312340.2	申请日	2018-11-06
[标]申请(专利权)人(译)	枣庄学院		
申请(专利权)人(译)	枣庄学院		
当前申请(专利权)人(译)	枣庄学院		
[标]发明人	刘建波 龙琳 吴晓春		
发明人	刘建波 龙琳 吴晓春		
IPC分类号	G01N33/535 G01N33/536 G01N33/569		
CPC分类号	G01N33/535 G01N33/536 G01N33/56983		
代理人(译)	杨阳		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供了一种中空金铂合金纳米笼核-多空二氧化硅壳纳米酶及其制备方法和应用,属于纳米材料领域。本发明通过氯铂酸钾刻蚀金核铂壳纳米结构得到中空金铂合金纳米笼;再利用硅酸四乙酯在其表面包被二氧化硅,最终得到了以圆棒状的中空金铂合金纳米笼为内核,内核外为二氧化硅外壳的纳米酶;内核的长度为80-100nm,直径为20-25nm;外壳具备3-5nm的孔道。所述纳米酶带负电。通过正负电荷相吸作用可以结合抗原,形成纳米酶标抗原复合物,用于进行酶联免疫分析。本发明的纳米酶降低了天然酶标抗原复合物试剂成本,延伸了酶联免疫检测的工作环境,克服了天然酶易失活、易变性等缺点,可广泛应用于各种酶联免疫检测中。

