



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108845120 A

(43)申请公布日 2018.11.20

(21)申请号 201810395515.4

(22)申请日 2018.04.27

(71)申请人 天津华科泰生物技术有限公司

地址 300000 天津市北辰区天津北辰经济
技术开发区医药园京福公路东侧优谷
新科园135-1,4-401;135-1,4-402

(72)发明人 林斯

(74)专利代理机构 北京汇泽知识产权代理有限
公司 11228

代理人 张秋越

(51)Int.Cl.

G01N 33/53(2006.01)

G01N 27/62(2006.01)

G01N 27/64(2006.01)

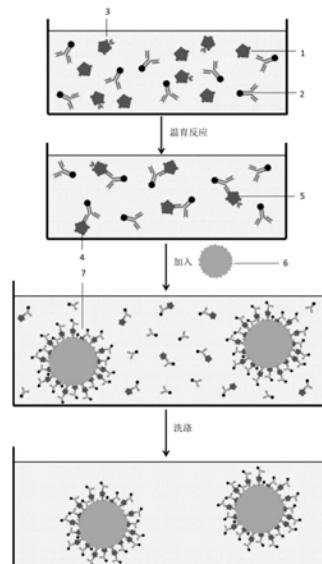
权利要求书2页 说明书10页 附图2页

(54)发明名称

一种金属离子标记的免疫反应单脉冲检测
方法

(57)摘要

本发明公开了一种金属离子标记的免疫反
应单脉冲检测方法,通过采用电感耦合等离子体
或微波等离子体质谱分析技术实现了单脉冲信
号检测,通过采用金属纳米颗粒标记免疫反应,
进一步利用电感耦合等离子体或微波等离子体
质谱分析技术检测标记免疫反应的金属离子的
脉冲信号,从而实现间接检测待测物的目的。



1. 一种金属离子标记的免疫反应单脉冲检测方法,其特征在于,包括以下步骤:

1) 将含有待测物的样本、具有特异亲和性一对物质中的一个标记的待测物完全抗原、小纳米颗粒标记的待测物的一株抗体加入到反应池中,孵育1-120min,形成小纳米颗粒标记的第一免疫复合物和一端标记小纳米颗粒、另一端标记具有特异亲和性的一对物质中的一个的第二免疫复合物;

2) 然后向步骤1)反应后的混合物中加入具有特异亲和性的一对物质中的另一个标记的大纳米微球,标记在第二免疫复合物一端的具有特异亲和性一对物质中的一个与标记在大纳米微球表面的具有特异亲和性一对物质中的另一个进行特异性结合,形成大纳米微球外表面结合了大量的步骤1)中的第二免疫复合物;

3) 最后将步骤2)中反应后的混合物加入到配套的仪器中,大纳米微球外表面结合的大量第二免疫复合物上的小纳米颗粒中特征金属元素、第一免疫复合物上小纳米颗粒中的特征金属元素和未参加反应的待测物的一株抗体上的小纳米颗粒中的特征金属元素会同时产生强脉冲强度信号,配套仪器中的检测器捕获特征金属元素的脉冲信号,并且通过滤除第一免疫复合物上小纳米颗粒中的特征金属元素和未参加反应的待测物的一株抗体上的小纳米颗粒中的特征金属元素的脉冲信号来获得大纳米微球外表面结合的大量第二免疫复合物上的小纳米颗粒中特征金属元素的脉冲信号,大纳米微球外表面结合的大量第二免疫复合物上的小纳米颗粒中特征金属元素脉冲信号的数量与待测物的含量具有负相关性,通过标准曲线计算能够得到待测物的含量。

2. 如权利要求1所述的金属离子标记的免疫反应单脉冲检测方法,其特征在于,所述配套仪器为微波等离子体炬质谱仪或电感耦合等离子体质谱仪;所述的免疫反应为均相或非均相;所述大纳米微球的材质包含碱金属、碱土金属、镧系金属、锕系金属、过渡金属、主族金属或类金属但不限于上述金属微球,或者为上述金属化合物的纳米微球,或者为二氧化硅,或者包含聚乙烯、聚苯乙烯类、聚氟乙烯、有机硅、三聚氰胺、聚氯乙烯、聚乳酸、环氧树脂、酚醛树脂、聚酯类、聚丙烯腈、聚丙烯酸、聚酰胺类、壳聚糖类、纤维素类、聚苯胺类、聚炔类、聚(L-谷氨酸)、聚酰亚胺、聚吡咯、 β -环糊精聚合物微球但不限于上述聚合物微球,或者为上述任意两种或两种以上物质形成的核/壳结构或者掺杂结构的微球;并且大纳米微球的粒径为100nm~100μm。

3. 如权利要求2所述的金属离子标记的免疫反应单脉冲检测方法,其特征在于,所述碱金属为锂Li、钠Na、钾K、铷Rb、铯Cs或钫Fr;所述碱土金属为铍Be、镁Mg、钙Ca、锶Sr、钡Ba或镭Ra;所述镧系金属为镧La、铈Ce、镨Pr、钕Nd、钷Pm、钐Sm、铕Eu、钆Gd、铽Tb、镝Dy、钬Ho、铒Er、铥Tm、镱Yb或镥Lu;所述锕系金属为锕Ac、钍Th、镤Pa、铀U、镎Np、钚Pu、镅Am、锔Cm、锫Bk、锔Cf、锿Es、镄Fm、钔Md、锘No或铹Lr;所述过渡金属为钪Sc、钛Ti、钒V、铬Cr、锰Mn、铁Fe、钴Co、镍Ni、铜Cu、锌Zn、钇Y、锆Zr、铌Nb、钼Mo、锝Tc、钌Ru、铑Rh、钯Pd、银Ag、镉Cd、铪Hf、钽Ta、钨W、铼Re、锇Os、铱Ir、铂Pt、金Au或汞Hg;所述主族金属为铝Al、镓Ga、铟In、锡Sn、铊Tl、铅Pb、铋Bi、镥Lu、镥Lu、镥Lu或镥Lu;所述类金属为硼B、硅Si、锗Ge、砷As、锑Sb、碲Te或钋Po。

4. 如权利要求1所述的金属离子标记的免疫反应单脉冲检测方法,其特征在于,所述小纳米颗粒的材质包含碱金属、碱土金属、镧系金属、锕系金属、过渡金属、主族金属、类金属但不限于上述金属的微球,或者为上述金属化合物的纳米颗粒,或者为上述金属材料与二氧化硅或者聚合物形成的核/壳结构或者掺杂结构的纳米颗粒,或者为上述金属化合物与

二氧化硅或者聚合物形成的核/壳结构或者掺杂结构的纳米颗粒；并且小纳米颗粒的粒径为0.1nm～800nm。

5. 如权利要求4所述的金属离子标记的免疫反应单脉冲检测方法，其特征在于，所述碱金属为锂Li、钠Na、钾K、铷Rb、铯Se或钫Fr；所述碱土金属为铍Be、镁Mg、钙Ca、锶Sr、钡Ba或镭Ra；所述镧系金属为镧La、铈Ce、镨Pr、钕Nd、钷Pm、钐Sm、铕Eu、钆Gd、铽Tb、镝Dy、钬Ho、铒Er、铥Tm、镱Yb或镥Lu；所述锕系金属为锕Ac、钍Th、镤Pa、铀U、镎Np、钚Pu、镅Am、锔Cm、锫Bk、锎 Cf、锿Es、镄Fm、钔Md、锘No或铹Lr；所述过渡金属为钪Sc、钛Ti、钒V、铬Cr、锰Mn、铁Fe、钴Co、镍Ni、铜Cu、锌Zn、钇Y、锆Zr、铌Nb、钼Mo、锝Tc、钌Ru、铑Rh、钯Pd、银Ag、镉Cd、铪Hf、钽Ta、钨W、铼Re、锇Os、铱Ir、铂Pt、金Au或汞Hg；所述主族金属为铝Al、镓Ga、铟In、锡Sn、铊Tl、铅Pb、铋Bi、锔Uut、锔Uuo或锔Uuh；所述类金属为硼B、硅Si、锗Ge、砷As、锑Sb、碲Te或钋Po。

6. 如权利要求1所述的金属离子标记的免疫反应单脉冲检测方法，所述大纳米微球和小纳米颗粒中的金属元素不同时为同一种金属；且所述大纳米微球粒径要大于小纳米颗粒。

7. 如权利要求1所述的一种金属离子标记的免疫反应单脉冲检测方法，其特征在于，所述具有特异亲和性的一对物质为生物素和链酶亲和素、生物素和亲和素、荧光素和抗荧光素、抗体和特异性结合此抗体的二抗；

并且所述具有特异亲和性的一对物质与大纳米微球、待测物的完全抗原之间的连接方式为化学偶联或者物理吸附；小纳米颗粒与待测物的一株抗体连接方式为化学偶联或者物理吸附。

8. 如权利要求1所述的金属离子标记的免疫反应单脉冲检测方法，其特征在于，所述待测物的完全抗原通过化学偶联或者物理吸附的方式直接连接到大纳米微球的表面上，不通过具有特异亲和性的一对物质进行连接；

所述小纳米颗粒与待测物的一株抗体之间通过具有特异亲和性的一对物质的桥梁作用进行连接，具有特异亲和性的一对物质中的一个与小纳米颗粒之间连接方式为化学偶联或者物理吸附，具有特异亲和性的一对物质中的另一个与待测物的抗体之间的连接方式为化学偶联或者物理吸附。

9. 如权利要求1-8任一项所述的金属离子标记的免疫反应单脉冲检测方法，其特征在于，在步骤2) 和步骤3) 之间还包括将步骤2) 反应后的混合物用清洗液洗涤去除小纳米颗粒标记的第一免疫复合物和未参加反应的小纳米颗粒标记的待测物的一株抗体，然后用柠檬酸-柠檬酸钠缓冲液分散的步骤；在所述步骤3) 中省去了滤除第一免疫复合物上小纳米颗粒中的特征金属元素和未参加反应的待测物的一株抗体上的小纳米颗粒中的特征金属元素的脉冲信号的过程。

10. 如权利要求9所述的金属离子标记的免疫反应单脉冲检测方法，其特征在于，所述洗涤采用离心分离或静置沉淀的方式；或者当大纳米微球的材质为磁性的 Fe_3O_4 、 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 、Pt、Ni或Co微球，或者为磁性的 Fe_3O_4 、 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 、Pt、Ni或Co与无机物或有机物形成的核/壳结构或掺杂结构的微球时，则所述洗涤采用磁分离的方式。

一种金属离子标记的免疫反应单脉冲检测方法

技术领域

[0001] 本发明属于医学检验领域,但不限制于此领域,具体涉及一种金属离子标记的免疫反应单脉冲检测方法。

背景技术

[0002] 目前,在免疫诊断方面,临幊上常用的有放射免疫法、酶联免疫法、化学发光法、电化学发光法;同时在快速检验领域,常用的有胶体金法、荧光免疫层析法以及新兴的微流控芯片检测方式等。然而,放射免疫法存在放射污染,对人体损害大;酶联免疫法和化学发光法的操作繁琐、检测周期长;电化学法检测系统配套使用的电极设备以及精密的信号解析系统,检测设备昂贵;胶体金法、荧光免疫层析法批间变异大、标记物的稳定性差;微流控芯片法目前尚未实现商业化应用。

[0003] 质谱分析是一种测量离子质荷比(质量-电荷比)的分析方法,其基本原理是使试样中各组分在离子源中发生电离,生成不同荷质比的带电荷的离子,经加速电场的作用,形成离子束,进入质量分析器。在质量分析器中,再利用电场和磁场使发生相反的速度色散,将它们分别聚焦而得到质谱图,从而确定其质量。

[0004] 电感耦合等离子体质谱(ICP-MS)是20世纪80年代发展起来的无机元素和同位素分析测试技术,它以独特的接口技术将电感耦合等离子体的高温电离特性与质谱计的灵敏快速扫描的优点相结合而形成一种高灵敏度的分析技术。ICP-MS仪器所使用的等离子体除了方位和线圈接地方式外,与发射光谱中使用的基本相同。所使用的质量分析器、离子检测器和数据采集系统又与四极杆GC-MS仪器相类似。质量分析器多采用四极杆质谱计,也有采用具有高分辨的双聚焦扇形磁场质谱计、飞行时间质谱计等。该技术的特点:灵敏度高;速度快,可在几分钟内完成几十个元素的定量测定;谱线简单,干扰相对于光谱技术要少;线性范围可达7~9个数量级;样品的制备和引入相对于其他质谱技术简单;既可用于元素分析,还可进行同位素组成的快速测定;测定精密度(RSD)可到0.1%。

[0005] 微波等离子体炬是金钦汉等提出并研制的一种新型等离子体发生装置。微波等离子体炬质谱(MPT-MS)包括微波功率源、雾化去溶装置、微波等离子炬和离子质量分析装置。样品溶液由蠕动泵泵入雾化去溶装置进行雾化去溶,产生的干燥气溶胶由矩管的中心通道进入炬焰,在微波功率源的作用下电离,产生可供质谱仪分析的离子。其具有功率低、耗气省、易于医学检测推广应用的特点。

[0006] ICP-MS与MPT-MS质谱分析技术具有动态线性范围宽、检测限低、灵敏度高、测量精度高的优点,被广泛应用于生物、医药、环境、食品等领域。

发明内容

[0007] 有鉴于此,本发明的目的是提供一种金属离子标记的免疫反应单脉冲检测方法。

[0008] 为了实现本发明的目的,本发明提供一种金属离子标记的免疫反应单脉冲检测方法,包括以下步骤:

[0009] 1) 将含有待测物的样本、具有特异亲和性一对物质中的一个标记的待测物完全抗原、小纳米颗粒标记的待测物的一株抗体加入到反应池中, 孵育1-120min, 形成小纳米颗粒标记的第一免疫复合物和一端标记小纳米颗粒, 另一端标记具有特异亲和性的一对物质中的一个的第二免疫复合物;

[0010] 2) 然后向步骤1) 反应后的混合物中加入具有特异亲和性的一对物质中的另一个标记的大纳米微球, 标记在第二免疫复合物一端的具有特异亲和性一对物质中的一个与标记在大纳米微球表面的具有特异亲和性一对物质中的另一个进行特异性结合, 形成大纳米微球外表面结合了大量的第二免疫复合物;

[0011] 3) 最后将步骤2) 中反应后的混合物加入到配套的仪器中, 大纳米微球外表面结合的大量第二免疫复合物上的小纳米颗粒中特征金属元素、第一免疫复合物上小纳米颗粒中的特征金属元素和未参加反应的待测物的一株抗体上的小纳米颗粒中的特征金属元素会同时产生强脉冲强度信号, 配套仪器中的检测器捕获特征金素元素的信号, 并且通过滤除第一免疫复合物上小纳米颗粒中的特征金属元素和未参加反应的待测物的一株抗体上的小纳米颗粒中的特征金属元素的脉冲信号来获得大纳米微球外表面结合的大量第二免疫复合物上的小纳米颗粒中特征金属元素脉冲信号, 大纳米微球外表面结合的大量第二免疫复合物上的小纳米颗粒中特征金属元素脉冲信号的数量与待测物的含量具有负相关性, 通过标准曲线计算能够得到待测物的含量。

[0012] 为了实现本发明的目的, 本发明还提供了另一种金属离子标记的免疫反应单脉冲检测方法, 包括以下步骤:

[0013] 1) 将含有待测物的样本、具有特异性亲和性一对物质中的一个标记待测物的一株抗体、小纳米颗粒标记待测物完全抗原同时加入到反应池中, 孵育1-120min, 待测物与小纳米颗粒标记的待测物完全抗原竞争与具有特异性亲和性的一对物质中的一个标记待测物的一株抗体发生反应, 形成一端标记有具有特异性亲和性一对物质中的一个的第一免疫复合物和一端标记有小纳米颗粒, 另一端标记有具有特异性亲和性一对物质中的一个的第二免疫复合物;

[0014] 2) 向反应池中加入具有特异亲和性的一对物质中的另一个标记的大纳米微球, 标记在第一免疫复合物一端的具有特异性亲和性一对物质中的一个与标记在大纳米微球表面的具有特异亲和性的一对物质中的另一个进行结合, 标记在第二免疫复合物一端的具有特异性亲和性一对物质中的一个与标记在大纳米微球表面的具有特异亲和性的一对物质中的另一个进行结合, 形成大纳米微球外表面结合了大量的第一免疫复合物和标记有小纳米颗粒的第二免疫复合物;

[0015] 3) 最后将步骤2) 中反应后的混合物加入到配套的仪器中, 大纳米微球外表面结合的大量的第二免疫复合物上的小纳米颗粒中的特征金属元素和未参加反应的待测物完全抗原上的特征金属元素会同时产生强的脉冲强度信号, 配套仪器中的检测器捕获特征金属元素的脉冲信号, 并且通过滤除未参加反应的待测物完全抗原上的特征金属元素的脉冲信号来获得大纳米微球外表面结合的大量的第二免疫复合物上的小纳米颗粒中的特征金属元素的脉冲信号, 大纳米微球外表面结合的大量的第二免疫复合物上的小纳米颗粒中的特征金属元素脉冲信号的数量与待测物的含量具有负相关性, 通过标准曲线计算能够得到待测物的含量。

[0016] 进一步地,其中所述配套仪器为微波等离子体炬质谱仪(MPT-MS)或电感耦合等离子体质谱仪(单四极杆或三重四级杆ICP-MS、高分辨率ICP-MS、ICP-TOF-MS)等能够定量检测金属元素的仪器;所述的免疫反应为均相或非均相。

[0017] 进一步地,其中所述大纳米微球的材质为碱金属(锂Li、钠Na、钾K、铷Rb、铯Se、钫Fr)、碱土金属(铍Be、镁Mg、钙Ca、锶Sr、钡Ba、镭Ra)、镧系金属(镧La、铈Ce、镨Pr、钕Nd、钷Pm、钐Sm、铕Eu、钆Gd、铽Tb、镝Dy、钬Ho、铒Er、铥Tm、镱Yb、镥Lu)、锕系金属(锕Ac、钍Th、镤Pa、铀U、镎Np、钚Pu、镅Am、锔Cm、锫Bk、锎 Cf、锿Es、镄Fm、钔Md、锘No、铹Lr)、过渡金属(钪Sc、钛Ti、钒V、铬Cr、锰Mn、铁Fe、钴Co、镍Ni、铜Cu、锌Zn、钇Y、锆Zr、铌Nb、钼Mo、锝Tc、钌Ru、铑Rh、钯Pd、银Ag、镉Cd、铪Hf、钽Ta、钨W、铼Re、锇Os、铱Ir、铂Pt、金Au、汞Hg)、主族金属(铝Al、镓Ga、铟In、锡Sn、铊Tl、铅Pb、铋Bi、Uut、Uuq、Uup、Uuh)、类金属(硼B、硅Si、锗Ge、砷As、锑Sb、碲Te、钋Po)等包含但不限于上述金属微球,或者为上述金属化合物纳米颗粒,或者为二氧化硅,或者为聚乙烯、聚苯乙烯类、聚氟乙烯、有机硅、三聚氰胺、聚氯乙烯、聚乳酸、环氧树脂、酚醛树脂、聚酯类、聚丙烯腈、聚丙烯酸、聚酰胺类、壳聚糖类、纤维素类、聚苯胺类、聚炔类、聚(L-谷氨酸)、聚酰亚胺、聚吡咯、 β -环糊精聚合物微球等包含但不限于上述聚合物微球,或者为上述任意两种或两种以上物质形成的核/壳结构或者掺杂结构的微球;并且大纳米微球的粒径为100nm~100μm。

[0018] 进一步地,其中所述小纳米颗粒的材质为碱金属(锂Li、钠Na、钾K、铷Rb、铯Se、钫Fr)、碱土金属(铍Be、镁Mg、钙Ca、锶Sr、钡Ba、镭Ra)、镧系金属(镧La、铈Ce、镨Pr、钕Nd、钷Pm、钐Sm、铕Eu、钆Gd、铽Tb、镝Dy、钬Ho、铒Er、铥Tm、镱Yb、镥Lu)、锕系金属(锕Ac、钍Th、镤Pa、铀U、镎Np、钚Pu、镅Am、锔Cm、锫Bk、锎 Cf、锿Es、镄Fm、钔Md、锘No、铹Lr)、过渡金属(钪Sc、钛Ti、钒V、铬Cr、锰Mn、铁Fe、钴Co、镍Ni、铜Cu、锌Zn、钇Y、锆Zr、铌Nb、钼Mo、锝Tc、钌Ru、铑Rh、钯Pd、银Ag、镉Cd、铪Hf、钽Ta、钨W、铼Re、锇Os、铱Ir、铂Pt、金Au、汞Hg)、主族金属(铝Al、镓Ga、铟In、锡Sn、铊Tl、铅Pb、铋Bi、Uut、Uuq、Uup、Uuh)、类金属(硼B、硅Si、锗Ge、砷As、锑Sb、碲Te、钋Po)等包含但不限于上述金属微球,或者为上述金属化合物纳米颗粒,或者为上述金属材料与二氧化硅或者聚合物形成的核/壳结构或者掺杂结构的纳米颗粒,或者上述金属化合物与二氧化硅或者聚合物形成的核/壳结构或者掺杂结构的纳米颗粒;并且小纳米颗粒的粒径为0.1nm~800nm。

[0019] 进一步地,其中所述大纳米微球和小纳米颗粒中的金属元素不同时为同一种金属;且所述大纳米微球粒径要大于小纳米颗粒。

[0020] 进一步地,其中所述的具有特异亲和性的一对物质为生物素和链酶亲和素、生物素和亲和素、荧光素和抗荧光素、抗体和特异性结合此抗体的二抗;

[0021] 并且所述具有特异亲和性的一对物质与大纳米微球、待测物的完全抗原之间的连接方式为化学偶联或者为物理吸附;小纳米颗粒与待测物的一株抗体连接方式为化学偶联或者为物理吸附。

[0022] 进一步地,其中所述待测物的完全抗原通过化学偶联或者物理吸附的方式直接连接到大纳米微球的表面上,不通过具有特异亲和性的一对物质进行连接;

[0023] 所述小纳米颗粒与待测物的一株抗体之间通过具有特异亲和性的一对物质的桥梁作用进行连接,具有特异亲和性的一对物质中的一个与小纳米颗粒之间连接方式为化学偶联或者物理吸附,具有特异亲和性的一对物质中的另一个与待测物的抗体之间的连接方

式为化学偶联或者物理吸附。

[0024] 进一步地,其中在步骤2)和步骤3)之间还包括将步骤2)反应后的混合物用清洗液洗涤去除小纳米颗粒标记的第一免疫复合物和未参加反应的小纳米颗粒标记的待测物的一株抗体,然后用柠檬酸-柠檬酸钠缓冲液分散的步骤;在步骤3)中省去滤除第一免疫复合物上小纳米颗粒中的特征金属元素和未参加反应的待测物的一株抗体上的小纳米颗粒中的特征金属元素的脉冲信号的过程。

[0025] 进一步地,其中所述洗涤采用离心分离或静置沉淀的方式;或者当大纳米微球的材质为磁性的 Fe_3O_4 、 $\gamma-\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、Pt、Ni或Co微球,或者为磁性的 Fe_3O_4 、 $\gamma-\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、Pt、Ni或Co与无机物或有机物形成的核/壳结构或掺杂结构的微球时,则所述洗涤采用磁分离的方式。

[0026] 本发明立足于均相/非均相反应,联用质谱采集金属纳米颗粒的脉冲信号,将脉冲信号转换成待测物的含量,检测速度快,检测结果稳定、准确、可靠。

[0027] 本发明具有以下有益效果:

[0028] 1、本发明通过采用电感耦合等离子体或微波等离子体质谱分析技术实现了单脉冲信号检测方法,通过采用金属纳米颗粒标记免疫反应,进一步利用电感耦合等离子体或微波等离子体质谱分析技术检测标记免疫反应的金属离子的脉冲信号,从而实现间接检测待测物的目的;

[0029] 2、本发明采用的电感耦合等离子体或微波等离子体质谱分析技术具有检测的线性范围宽、检测线低检测速度快、灵敏度高、测量精度高等优点,拓展了电感耦合等离子体或微波等离子体质谱分析技术在医学检验领域中的应用;

[0030] 3、本发明不洗涤直接进行单脉冲信号的检测方法,采用通过单脉冲信号分析手段识别小纳米颗粒中特征金属元素的脉冲信号,并且进一步滤除体系中游离的物质上金属元素的特征信号来获得大纳米微球表面结合的免疫复合物上的小纳米颗粒中特征金属元素的信号,省去了洗涤过程,提升信噪比,提高系统检测灵敏度。

[0031] 4、本发明洗涤后单脉冲信号的检测方法,采用洗涤的方式去除体系中游离的物质,单脉冲信号分析手段识别大纳米微球表面结合的免疫复合物上的小纳米颗粒中特征金属元素的信号,降低了游离物质中的特征金属元素的脉冲信号产生的干扰,提高灵敏度。

附图说明

[0032] 图1是本发明所述的金属离子标记的免疫反应单脉冲检测方法示意图,其中,1-待测物,2-小纳米颗粒标记的待测物的一株抗体,3-具有特异亲和性一对物质中的一个标记的待测物完全抗原,4-第一免疫复合物,5-第二免疫复合物;6-具有特异亲和性的一对物质中的另一个标记的大纳米微球,7-大纳米微球外表面结合了大量的第二免疫复合物;

[0033] 图2是将步骤2)反应后的混合物直接进行检测获得的 FT_3 的标准曲线;

[0034] 图3是将步骤2)反应后的混合物洗涤后进行检测获得的 FT_3 的标准曲线。

具体实施方式

[0035] 下面结合实施例解释本发明,实施案例仅用于说明本发明。除非特别说明,本发明中所用的技术手段均为本领域技术人员所公知的方法。另外,实施方案应理解为说明性的,而非限制本发明的范围,本发明的实质和范围仅由权利要求书所限定。对于本领域技术人

员而言，在不背离本发明实质和范围的前提下，对这些实施方案中的物料成分和用量进行的各种改变或改动也属于本发明的保护范围。

[0036] 如图1所示，本发明提供了一种金属离子标记的免疫反应单脉冲检测方法，包括以下步骤：

[0037] 1) 将含有待测物1的样本、具有特异亲和性一对物质中的一个标记的待测物完全抗原3、小纳米颗粒标记的待测物的一株抗体2加入到反应池中，孵育5-60min，形成小纳米颗粒标记的第一免疫复合物4和一端标记小纳米颗粒，另一端标记具有特异亲和性的一对物质中的一个的第二免疫复合物5；

[0038] 2) 然后向步骤1) 反应后的混合物中加入具有特异亲和性的一对物质中的另一个标记的大纳米微球6，标记在第二免疫复合物一端的具有特异亲和性一对物质中的一个与标记在大纳米微球表面的具有特异亲和性一对物质中的另一个进行特异性结合，形成大纳米微球外表面结合了大量的第二免疫复合物7；

[0039] 3) 最后将步骤2) 中反应后的混合物加入到配套的仪器中，大纳米微球外表面结合的大量第二免疫复合物上的小纳米颗粒中特征金属元素、第一免疫复合物上小纳米颗粒中的特征金属元素和未参加反应的待测物的一株抗体上的小纳米颗粒中的特征金属元素会同时产生强脉冲强度信号，配套仪器中的检测器捕获特征金属元素的信号，并且通过滤除第一免疫复合物上小纳米颗粒中的特征金属元素和未参加反应的待测物的一株抗体上的小纳米颗粒中的特征金属元素的脉冲信号来获得大纳米微球外表面结合的大量第二免疫复合物上的小纳米颗粒中特征金属元素的脉冲信号，大纳米微球外表面结合的大量第二免疫复合物上的小纳米颗粒中特征金属元素脉冲信号的数量与待测物的含量具有负相关性，通过标准曲线计算能够得到待测物的含量。

[0040] 本发明还提供了另一种金属离子标记的免疫反应单脉冲检测方法，包括以下步骤：

[0041] 1) 将含有待测物的样本、具有特异性亲和性一对物质中的一个标记待测物的一株抗体、小纳米颗粒标记待测物完全抗原同时加入到反应池中，孵育5-60min，待测物与小纳米颗粒标记的待测物完全抗原竞争与具有特异性亲和性的一对物质中的一个标记待测物的一株抗体发生反应，形成一端标记有具有特异性亲和性一对物质中的一个的第一免疫复合物和一端标记有小纳米颗粒，另一端标记有具有特异性亲和性一对物质中的一个的第二免疫复合物；

[0042] 2) 向反应池中加入具有特异亲和性的一对物质中的另一个标记的大纳米微球，标记在第一免疫复合物一端的具有特异性亲和性一对物质中的一个与标记在大纳米微球表面的具有特异亲和性的一对物质中的另一个进行结合，标记在第二免疫复合物一端的具有特异性亲和性一对物质中的一个与标记在大纳米微球表面的具有特异亲和性的一对物质中的另一个进行结合，形成大纳米微球外表面结合了大量的第一免疫复合物和标记有小纳米颗粒的第二免疫复合物；

[0043] 3) 最后将步骤2) 中反应后的混合物加入到配套的仪器中，大纳米微球外表面结合的大量的第二免疫复合物上的小纳米颗粒中的特征金属元素和未参加反应的待测物完全抗原上的特征金属元素会同时产生强的脉冲强度信号，配套仪器中的检测器捕获特征金属元素的脉冲信号，并且通过滤除未参加反应的待测物完全抗原上的特征金属元素的脉冲信

号来获得大纳米微球外表面结合的大量的第二免疫复合物上的小纳米颗粒中的特征金属元素的脉冲信号,大纳米微球外表面结合的大量的第二免疫复合物上的小纳米颗粒中的特征金属元素脉冲信号的数量与待测物的含量具有负相关性,通过标准曲线计算能够得到待测物的含量。

[0044] 其中所述配套仪器可以为微波等离子体炬质谱仪(MPT-MS)、电感耦合等离子体质谱仪(单四极杆或三重四级杆ICP-MS、高分辨率ICP-MS、ICP-TOF-MS)等能够定量检测金属元素的仪器;所述的免疫反应为均相或非均相。

[0045] 其中所述大纳米微球的材质为碱金属(锂Li、钠Na、钾K、铷Rb、铯Se、钫Fr)、碱土金属(铍Be、镁Mg、钙Ca、锶Sr、钡Ba、镭Ra)、镧系金属(镧La、铈Ce、镨Pr、钕Nd、钷Pm、钐Sm、铕Eu、钆Gd、铽Tb、镝Dy、钬Ho、铒Er、铥Tm、镱Yb、镥Lu)、锕系金属(锕Ac、钍Th、镤Pa、铀U、镎Np、钚Pu、镅Am、锔Cm、锫Bk、锎 Cf、锿Es、镄Fm、钔Md、锘No、铹Lr)、过渡金属(钪Sc、钛Ti、钒V、铬Cr、锰Mn、铁Fe、钴Co、镍Ni、铜Cu、锌Zn、钇Y、锆Zr、铌Nb、钼Mo、锝Tc、钌Ru、铑Rh、钯Pd、银Ag、镉Cd、铪Hf、钽Ta、钨W、铼Re、锇Os、铱Ir、铂Pt、金Au、汞Hg)、主族金属(铝Al、镓Ga、铟In、锡Sn、铊Tl、铅Pb、铋Bi、Uut、Uuq、Uup、Uuh)、类金属(硼B、硅Si、锗Ge、砷As、锑Sb、碲Te、钋Po)等包含但不限于上述金属微球,或者为上述金属化合物纳米颗粒,或者为二氧化硅,或者为聚乙烯、聚苯乙烯类、聚氟乙烯、有机硅、三聚氰胺、聚氯乙烯、聚乳酸、环氧树脂、酚醛树脂、聚酯类、聚丙烯腈、聚丙烯酸、聚酰胺类、壳聚糖类、纤维素类、聚苯胺类、聚炔类、聚(L-谷氨酸)、聚酰亚胺、聚吡咯、β-环糊精聚合物微球等包含但不限于上述聚合物微球,或者为上述任意两种或两种以上物质形成的核/壳结构或者掺杂结构的微球;并且大纳米微球的粒径为100nm~100μm。

[0046] 其中所述小纳米颗粒的材质为碱金属(锂Li、钠Na、钾K、铷Rb、铯Se、钫Fr)、碱土金属(铍Be、镁Mg、钙Ca、锶Sr、钡Ba、镭Ra)、镧系金属(镧La、铈Ce、镨Pr、钕Nd、钷Pm、钐Sm、铕Eu、钆Gd、铽Tb、镝Dy、钬Ho、铒Er、铥Tm、镱Yb、镥Lu)、锕系金属(锕Ac、钍Th、镤Pa、铀U、镎Np、钚Pu、镅Am、锔Cm、锫Bk、锎 Cf、锿Es、镄Fm、钔Md、锘No、铹Lr)、过渡金属(钪Sc、钛Ti、钒V、铬Cr、锰Mn、铁Fe、钴Co、镍Ni、铜Cu、锌Zn、钇Y、锆Zr、铌Nb、钼Mo、锝Tc、钌Ru、铑Rh、钯Pd、银Ag、镉Cd、铪Hf、钽Ta、钨W、铼Re、锇Os、铱Ir、铂Pt、金Au、汞Hg)、主族金属(铝Al、镓Ga、铟In、锡Sn、铊Tl、铅Pb、铋Bi、Uut、Uuq、Uup、Uuh)、类金属(硼B、硅Si、锗Ge、砷As、锑Sb、碲Te、钋Po)等包含但不限于上述金属微球,或者为上述金属化合物纳米颗粒,或者为上述金属材料与二氧化硅或者聚合物形成的核/壳结构或者掺杂结构的纳米颗粒,或者为上述金属化合物与二氧化硅或者聚合物形成的核/壳结构或者掺杂结构的纳米颗粒;并且小纳米颗粒的粒径为0.1nm~800nm。

[0047] 其中所述大纳米微球和小纳米颗粒中的金属元素不同时为同一种金属;且所述大纳米微球粒径要大于小纳米颗粒。

[0048] 其中所述的具有特异亲和性的一对物质为生物素和链酶亲和素、生物素和亲和素、荧光素和抗荧光素、抗体和特异性结合此抗体的二抗;

[0049] 并且所述具有特异亲和性的一对物质与大纳米微球、待测物的完全抗原之间的连接方式为化学偶联或者为物理吸附;小纳米颗粒与待测物的一株抗体连接方式为化学偶联或者为物理吸附。

[0050] 其中所述待测物的完全抗原可以通过化学偶联或者物理吸附的方式直接连接到

大纳米微球的表面上,不通过具有特异亲和性的一对物质进行连接;

[0051] 所述小纳米颗粒与待测物的一株抗体之间通过具有特异亲和性的一对物质的桥梁作用进行连接,具有特异亲和性的一对物质中的一个与小纳米颗粒之间连接方式为化学偶联或者为物理吸附,具有特异亲和性的一对物质中的另一个与待测物的抗体之间的连接方式为化学偶联或者为物理吸附。

[0052] 其中在步骤2) 和步骤3) 之间还包括将步骤2) 反应后的混合物用清洗液洗涤去除小纳米颗粒标记的第一免疫复合物和未参加反应的小纳米颗粒标记的待测物的一株抗体,然后用柠檬酸-柠檬酸钠缓冲液分散的步骤,在步骤3) 中省去滤除第一免疫复合物上小纳米颗粒中的特征金属元素和未参加反应的待测物的一株抗体上的小纳米颗粒中的特征金属元素的脉冲信号的过程。

[0053] 其中所述洗涤采用离心分离或静置沉淀的方式;或者当大纳米微球的材质为磁性的 Fe_3O_4 、 $\gamma-\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、Pt、Ni或Co微球,或者为磁性的 Fe_3O_4 、 $\gamma-\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、Pt、Ni或Co与无机物或有机物形成的核/壳结构或掺杂结构的微球时,则所述洗涤采用磁分离的方式。

[0054] 以下通过具体实施例对本发明进行进一步的说明。

[0055] 实施例1(不洗涤单脉冲竞争法)

[0056] 1.Pt纳米颗粒的制备过程;

[0057] 依次将0.15g聚乙烯吡咯烷酮(PVP)、33.9mg氯铂酸($\text{H}_2\text{PtCl}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)、20mL超纯水、20mL乙二醇加入到反应容器中,在240r/min的转速下,在60℃下回流反应3h,得到棕黑色的Pt纳米颗粒胶体溶液。

[0058] 2.链酶亲和素标记 SiO_2 微球

[0059] 取2mL 2.5%w/v SiO_2 微球(粒径为1μm,西安瑞禧生物科技有限公司)用PBS缓冲溶液中(pH=7.4)洗涤2次后重悬与10mL的PBS缓冲溶液中;向洗涤后的磁性微球溶液中继续加入5mg EDC和5mg NHS,搅拌下活化1h;用PBS缓冲溶液洗涤后重悬于10mL PBS缓冲溶液中,继续加入封闭液封闭30min,用用PBS缓冲溶液洗涤后重悬于10mL PBS缓冲溶液中待用。

[0060] 3.生物素标记一株游离三碘甲状腺原氨酸(FT_3)完全抗原

[0061] 先用碳酸钠缓冲液将一株 FT_3 完全抗原稀释成1mg/mL,并用碳酸钠缓冲液室温(25℃±5℃)避光搅拌4小时后透析;随后用N,N-二甲基酰胺(DMF)将6-氨基己酸-N羟基琥珀酰亚胺-生物素(BCNHS)配置成1mg/mL;在1mL一株 FT_3 完全抗原溶液中加入上述DMF溶液125μL~66.7μL,玻璃瓶中混合,室温(25℃±5℃)避光搅拌2小时;加入1mol/L氯化铵溶液9.6μL,室温(25℃±5℃)避光搅拌10分钟;然后混合溶液转入透析袋,用磷酸缓冲液4℃透析过夜。最后取出加等量甘油-20℃保存即可。

[0062] 4.Pt纳米颗粒标记一株鼠抗人 FT_3 单克隆抗体

[0063] 先用碳酸钠缓冲液将另一株鼠抗人 FT_3 单克隆抗体稀释成1mg/mL,并用碳酸钠缓冲液室温(25℃±5℃)避光搅拌4小时后透析;在5mL制备的Pt纳米颗粒胶体溶液中加入1mL另一株鼠抗人 FT_3 单克隆抗体溶液,在25℃±5℃下避光磁力搅拌30min,然后混合溶液转入透析袋,用磷酸缓冲液4℃透析过夜。最后取出加等量甘油-20℃保存即可。

[0064] 5.不洗涤单脉冲竞争法检测过程

[0065] (1)取10μL待测物的样本、10μL生物素标记的一株 FT_3 完全抗原和10μL Pt纳米颗粒标记的一株鼠抗人 FT_3 单克隆抗体,在37℃的温育下竞争反应30min,待测样本中的 FT_3 与

Pt纳米颗粒标记的一株鼠抗人FT₃单克隆抗体发生免疫反应结合形成第一FT₃免疫复合物，生物素标记的FT₃完全抗原和Pt纳米颗粒标记的一株鼠抗人FT₃单克隆抗体发生免疫反应形成第二FT₃免疫复合物；

[0066] (2) 继续向反应池中加入链酶亲和素标记的SiO₂微球，标记在第二免疫复合物一端的生物素迅速与标记在SiO₂微球表面的链酶亲和素发生特异性结合，形成SiO₂微球外表面结合了大量的标记有Pt纳米颗粒的第二FT₃免疫复合物，第一FT₃免疫复合物不参加反应；

[0067] (3) 将步骤(2)中的反应后的混合物使用ICP-MS检测，大纳米微球外表面结合的大量第二FT₃免疫复合物上的Pt纳米颗粒、第一FT₃免疫复合物上Pt纳米颗粒和未参加反应的一株FT₃完全抗原上的Pt纳米颗粒会同时产生强脉冲信号，ICP-MS仪器中的检测器捕获Pt金属元素信号，并且通过滤除第一FT₃免疫复合物上Pt纳米颗粒和未参加反应的一株FT₃完全抗原上的Pt纳米颗粒的脉冲信号获得大纳米微球外表面结合的大量第二FT₃免疫复合物上的Pt纳米颗粒的脉冲信号，大纳米微球外表面结合的大量第二FT₃免疫复合物上的Pt纳米颗粒脉冲信号的数量与样本中FT₃的含量具有负相关性，通过标准曲线计算能够得到FT₃的含量。

[0068] 6. 标准曲线的建立

[0069] 配置浓度为0、1.8、4.5、7.5、12、40pg/mL的FT₃校准品用于建立FT₃标准曲线，检测灵敏度为1.8pg/mL，检测范围为1.8~40pg/mL，检测结果如表1所示，标准曲线如图2所示。

[0070] 表1

[0071]

FT ₃ 校准品 (pg/mL)	0	1.8	4.5	7.5	12	40
Pt脉冲信号的数量 (cps)	101564	55248	21380	13422	7125	2342

[0072] 实施例2(洗涤单脉冲竞争法)

[0073] 1. 同实施例1中1的“Pt纳米颗粒的制备”的过程相同；

[0074] 2. 同实施例1中2的“链酶亲和素标记SiO₂微球”的过程相同；

[0075] 3. 生物素标记一株鼠抗人FT₃单克隆抗体：

[0076] 先用碳酸钠缓冲液将一株鼠抗人FT₃单克隆抗体稀释成1mg/mL，并用碳酸钠缓冲液室温(25℃±5℃)避光搅拌4小时后透析；随后用N,N-二甲基酰胺(DMF)将6-氨基己酸-N-羟基琥珀酰亚胺-生物素(BCNHS)配置成1mg/mL；在1mL一株鼠抗人FT₃单克隆抗体溶液中加入上述DMF溶液125μL~66.7μL，玻璃瓶中混合，室温(25℃±5℃)避光搅拌2小时；加入1mol/L氯化铵溶液9.6μL，室温(25℃±5℃)避光搅拌10分钟；然后混合溶液转入透析袋，用磷酸缓冲液4℃透析过夜。最后取出加等量甘油-20℃保存即可。

[0077] 4. Pt纳米颗粒标记一株FT₃完全抗原：

[0078] 先用碳酸钠缓冲液将另一株FT₃完全抗原稀释成1mg/mL，并用碳酸钠缓冲液室温(25℃±5℃)避光搅拌4小时后透析；在5mL制备的Pt纳米颗粒溶液中加入1mL另一株FT₃完全抗原溶液，在25℃±5℃下避光磁力搅拌30min，然后混合溶液转入透析袋，用磷酸缓冲液4℃透析过夜。最后取出加等量甘油-20℃保存即可。

[0079] 5. 检测过程：

[0080] (1) 取10μL待测物的样本、10μL生物素标记的一株抗鼠抗人FT₃单克隆抗体和10μL Pt纳米颗粒标记的一株FT₃完全抗原，在37℃的温育下竞争反应30min，待测样本中的FT₃与

生物素标记的一株鼠抗人FT₃单克隆抗体发生免疫反应结合形成第一FT₃免疫复合物,Pt纳米颗粒标记的一株FT₃完全抗原与生物素标记的一株鼠抗人FT₃单克隆抗体发生免疫反应结合形成第二FT₃免疫复合物;

[0081] (2)继续向反应池中加入链酶亲和素标记的SiO₂微球,标记在第一FT₃免疫复合物一端的生物素、标记在第二FT₃免疫复合物一端的生物素分别与标记在SiO₂微球表面的链酶亲和素发生特异性结合,形成SiO₂微球外表面结合了大量的第一FT₃免疫复合物和标记有Pt纳米颗粒的第二FT₃免疫复合物;

[0082] (3)将步骤2)反应后的混合物用离心分离的方式洗涤去除未参加反应的Pt纳米颗粒标记的一株FT₃完全抗原,然后分散在LM缓冲液中;

[0083] (4)将分散在LM缓冲液中的物质使用ICP-MS检测,SiO₂微球外表面结合了大量的第二FT₃免疫复合物上的Pt纳米颗粒会同时产生强脉冲信号,ICP-MS中的检测器捕获Pt纳米颗粒的脉冲信号,SiO₂微球外表面结合了大量的第二FT₃免疫复合物上的Pt纳米颗粒脉冲信号的数量与样本中FT₃的含量具有负相关性,通过标准曲线计算能够得到FT₃的含量。

[0084] 6. 标准曲线的建立

[0085] 配置浓度为0、1.8、4.5、7.5、12、40pg/mL的FT₃校准品用于建立FT₃标准曲线,检测灵敏度为1.8pg/mL,检测范围为1.8~40pg/mL,检测结果如表2所示,标准曲线如图3所示。

[0086] 表2

[0087]

FT ₃ 校准品 (pg/mL)	0	1.8	4.5	7.5	12	40
Pt脉冲信号的数量 (cps)	201564	130358	44915	31983	17153	4598

[0088] (1) PBS缓冲溶液

磷酸二氢钠 0.24 g

磷酸氢二钠 1.44 g

[0089] 氯化钠 8.0 g

氯化钾 0.2 g

纯化水定容至 1000 mL;

[0090] (2) 柠檬酸-柠檬酸钠缓冲液 (LM)

柠檬酸三钠 7.33 g

柠檬酸 4.44 g

[0091] 氢氧化钠 1 g

纯化水定容至 1000 mL;

[0092] (3) 封闭液

牛血清白蛋白 50 g
蔗糖 50 g
磷酸二氢钠 0.99 g
[0093] 磷酸氢二钠 5.16 g
Proclin300 1 mL
纯化水定容至 1000 mL;
[0094] (4) 碳酸钠缓冲液 (CB)
[0095] 碳酸钠 4.33g
[0096] 碳酸氢钠 2.96g
[0097] 纯化水定容至 1000mL;
[0098] (5) 磷酸缓冲溶液 (PB)
[0099] 磷酸二氢钠 0.99g
[0100] 磷酸氢二钠 5.16g
[0101] 纯化水定容至 1000mL;
[0102] (6) 清洗液
[0103] 磷酸二氢钠 0.99 g
磷酸氢二钠 5.16 g
[0104] 吐温-20 1 mL
Proclin300 1 mL。

[0105] 虽然,上文中已经用一般性说明及具体实施方案对本发明作了详尽的描述,但在本发明基础上,可以对之作一些修改或改进,这对本领域技术人员而言是显而易见的。因此,在不偏离本发明精神的基础上所做的这些修改或改进,均属于本发明要求保护的范围。

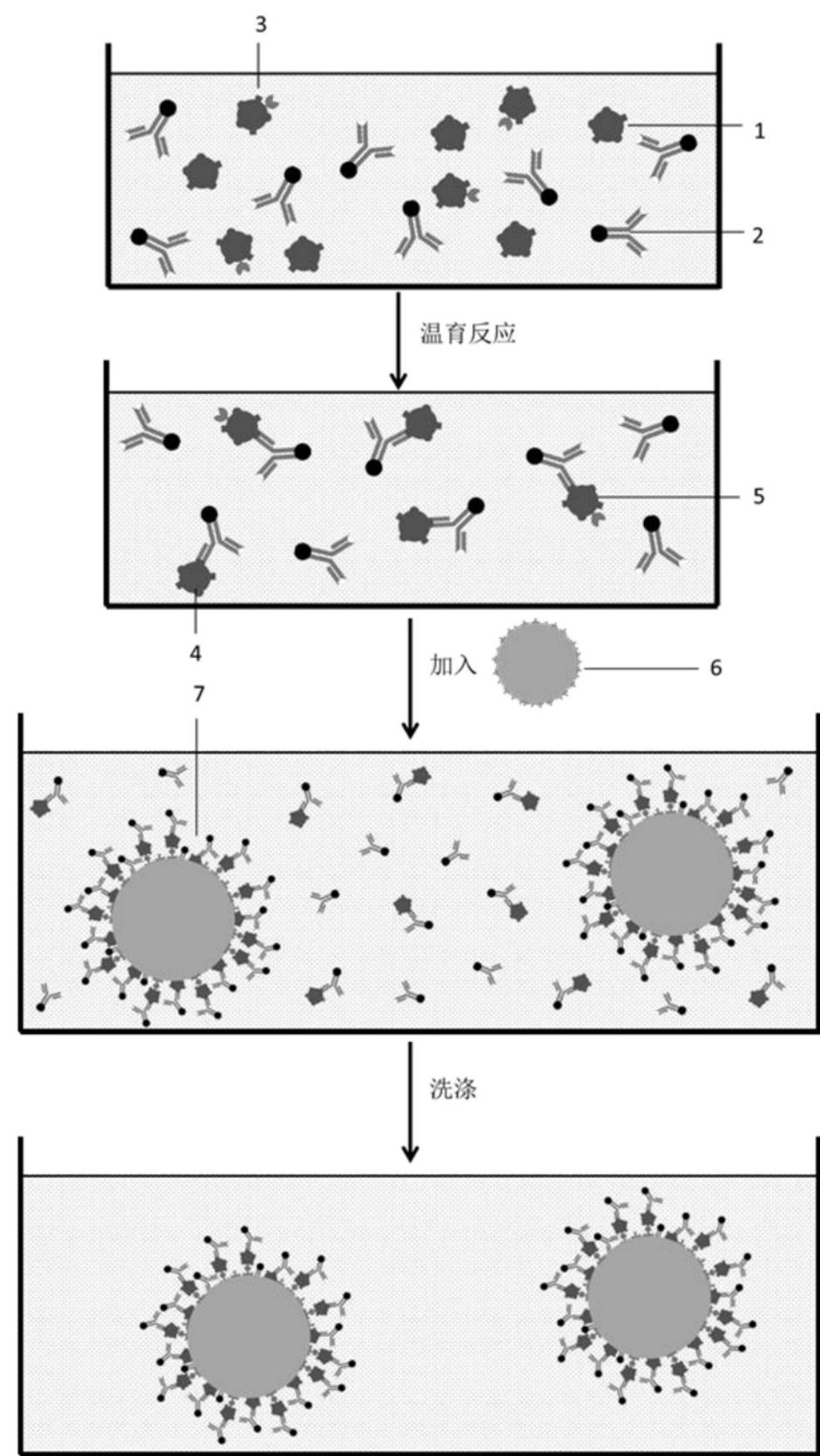


图1

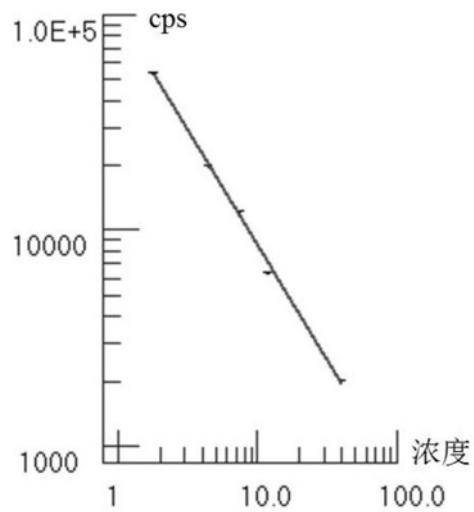


图2

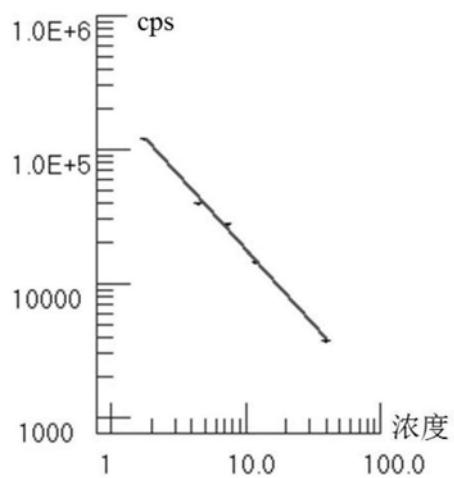


图3

专利名称(译)	一种金属离子标记的免疫反应单脉冲检测方法		
公开(公告)号	CN108845120A	公开(公告)日	2018-11-20
申请号	CN201810395515.4	申请日	2018-04-27
[标]发明人	林斯		
发明人	林斯		
IPC分类号	G01N33/53 G01N27/62 G01N27/64		
CPC分类号	G01N33/5302 G01N27/626 G01N27/64		
代理人(译)	张秋越		
外部链接	Espacenet	Sipo	

摘要(译)

本发明公开了一种金属离子标记的免疫反应单脉冲检测方法，通过采用电感耦合等离子体或微波等离子体质谱分析技术实现了单脉冲信号检测，通过采用金属纳米颗粒标记免疫反应，进一步利用电感耦合等离子体或微波等离子体质谱分析技术检测标记免疫反应的金属离子的脉冲信号，从而实现间接检测待测物的目的。

