



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101846673 B

(45) 授权公告日 2012. 12. 26

(21) 申请号 201010176884. 8

国优秀硕士学位论文全文数据库工程科技 I 辑》. 2009, (第 5 期), B020-94.

(22) 申请日 2010. 05. 17

审查员 高欣

(73) 专利权人 中国科学院宁波材料技术与工程研究所

地址 315201 浙江省宁波市镇海区庄市大道 519 号

(72) 发明人 刘宜伟 李润伟 陈斌

(74) 专利代理机构 宁波市天晟知识产权代理有限公司 33219

代理人 张文忠 任汉平

(51) Int. Cl.

G01N 33/53 (2006. 01)

G01N 33/532 (2006. 01)

G23C 14/06 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101219813 A, 2008. 07. 16, 全文.

CN 101229930 A, 2008. 07. 30, 全文.

詹温祺. 多铁性铁酸铋材料及性能研究. 《中

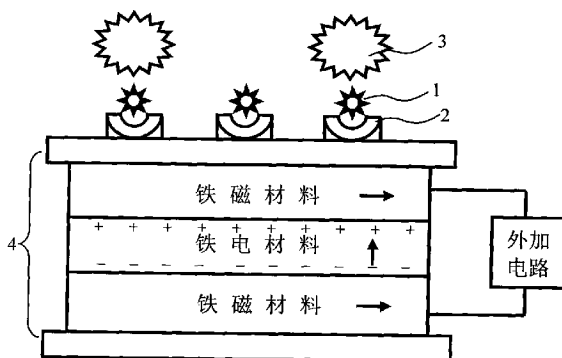
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种抗原检测方法

(57) 摘要

本发明一种抗原检测方法将多铁性材料磁传感技术与免疫磁标记技术巧妙地结合在一起, 通过抗原与抗体之间的免疫应答反应对抗原进行磁标记, 对磁标记进行磁化处理产生磁信号, 利用多铁性材料磁传感元件将磁信号转变为电信号, 通过对电信号的检测实现对抗原的识别分析; 本发明的抗原检测方法简单易于实现、检测成本低廉、具有高检测精度, 可应用于临床医学、环境监测、发酵工业、食品工业等众多领域。



1. 一种非疾病诊断目的的抗原检测方法,其特征是:包括如下步骤:

步骤 1、通过抗原 (1) 与抗体之间的免疫应答反应对抗原 (1) 进行磁标记;所述的磁标记通过间接标记法实现;

所述的间接标记法中,抗体包括第一抗体 (2) 与第二抗体 (3),第一抗体 (2) 通过化学交联反应吸附在传感元件的表面,第二抗体 (3) 通过物理或者化学吸附与磁性颗粒结合,抗原 (1) 与第一抗体 (2) 通过免疫应答反应进行结合,第二抗体 (3) 通过免疫应答反应对抗原 (1) 进行磁标记;

所述的传感元件是多铁性材料磁传感元件 (4),依次由保护层、上电极层、铁磁层、铁电层和下电极层构成,或者由保护层、上电极层、铁磁层、铁电层、铁磁层和下电极层构成;

步骤 2、对磁标记进行磁化处理,磁标记产生的磁场作用于多铁性材料磁传感元件 (4) 的铁磁层,根据磁电耦合效应,多铁性材料磁传感元件 (4) 中铁电层的电极化强度将发生变化,通过外加电路中补偿电荷电量的测量探知抗原 (1) 的浓度。

2. 根据权利要求 1 所述的一种非疾病诊断目的的抗原检测方法,其特征是:所述的磁性颗粒是铁、钴、镍、 γ 相三氧化二铁、四氧化三铁、钐钴合金、铁碳合金、铁-碳化铁合金、钴铬合金、钴铂合金或者钴钨合金。

3. 根据权利要求 1 所述的一种非疾病诊断目的的抗原检测方法,其特征是:所述的化学交联反应具体包括如下步骤:

步骤 1:对所述的保护层进行清洗、表面氨基化处理和醛基化处理;

步骤 2:将所述的抗体与经步骤 1 处理后的保护层表面的醛基进行反应。

4. 根据权利要求 1 所述的一种非疾病诊断目的的抗原检测方法,其特征是:所述的铁磁层是采用磁控溅射或者电子束蒸发的方法在所述的铁电层表面制备得到,或者是采用环氧胶粘结的方法粘结在所述的铁电层表面。

5. 根据权利要求 1 所述的一种非疾病诊断目的的抗原检测方法,其特征是:所述的保护层由 10 ~ 500nm 厚的 SiO_2 或者类金刚石薄膜构成。

6. 根据权利要求 1 所述的一种非疾病诊断目的的抗原检测方法,其特征是:所述的上电极层和下电极层分别由铂、金、钛、钨、钽、铝、铜和银中的一种材料构成。

7. 根据权利要求 1 所述的一种非疾病诊断目的的抗原检测方法,其特征是:所述的铁电层由钛酸钡、钛酸钡掺杂材料、铅基铁电材料或者单相多铁材料构成;所述的铅基铁电材料是钛酸铅、锆钛酸铅、钛酸铅镧、锆钛酸铅镧、铋镁酸铅、铋锌酸铅、铋钪酸铅、铋镁酸铅掺杂的钛酸铅、铋锌酸铅掺杂的钛酸铅或者铋钪酸铅掺杂的钛酸铅;所述的单相多铁材料是铁酸铋。

8. 根据权利要求 1 所述的一种非疾病诊断目的的抗原检测方法,其特征是:所述的铁磁层由钴基材料、铁氧体材料、铁磁性金属或者钙钛矿结构氧化物构成;所述的钴基材料包括钴铬合金、钴钨多层膜、钴铂多层膜、钐钴合金、钐钴铬合金、钴掺杂的 γ 相三氧化二铁或者钴掺杂的四氧化三铁;所述的铁氧体材料包括 γ 相三氧化二铁、四氧化三铁、钡铁氧体、锶铁氧体、镍铁氧体或者钴铁氧体;所述的铁磁性金属包括铁、钴、镍、钴合金、铁钴镍合金或者铋镉铁磁致伸缩合金;所述的钙钛矿结构氧化物包括锰酸锶镧、锰酸钙镧、锰酸钡镧、锰酸铅镧或者锰酸银镧。

一种抗原检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及生物技术领域,尤其是涉及一种抗原检测方法,该方法可以应用于临床医学、环境监测、发酵工业、食品工业等众多领域。

背景技术

[0002] 1979年,John Ugelstad等人利用免疫磁标记(dynabeads)很好地分离了细胞,引发了生物分离技术史上的一次革命,从此,免疫磁标记得到广泛应用。免疫磁标记是表面结合有单克隆抗体的磁性微球,近年来免疫磁标记技术已经成为国内外研究比较热门的一种新的免疫学技术,可应用于快速诊断、高通量药物筛选、单分子抗原检测等。

[0003] 近几年来,多铁性材料受到了人们的广泛关注,美国《科学》杂志在2007年底预测多铁性材料将是2008年值得关注的7大研究热点领域之一。多铁性材料是指在同一种材料中同时存在两种或者两种以上“铁性”(铁磁性、铁电性和铁弹性),而且其中的两种“铁性”之间存在耦合作用。例如,在同时具有铁电性和铁磁性的磁电多铁性材料中,由于铁电与铁磁之间的耦合作用,当施加外磁场 H 时,会引起电极化强度 $P(P = \alpha H)$ 的改变,而当施加外电场 E 时,会引起磁化强度 $M(M = \beta E)$ 的改变。这种耦合效应使得多铁性材料非常适合用在磁传感器的转换元件上构成多铁性材料磁传感器,从而实现多功能传感的目的。多铁性材料磁传感器具有结构简单、磁场探测精度高等特点,磁场探测精度可以达到 10^{-8} 奥斯特(Oe)。

发明内容

[0004] 本发明的目的是针对现有技术的不足,提供一种抗原检测方法。

[0005] 本发明实现上述目的所采用的技术方案为:一种抗原检测方法,通过抗原与抗体之间的免疫应答反应对抗原进行磁标记,利用传感元件检测该磁标记从而识别抗原;所述的传感元件是多铁性材料磁传感元件;所述的抗体通过化学交联反应吸附在所述的多铁性材料磁传感元件的表面。

[0006] 为优化上述技术方案,采取的措施还包括:

[0007] 上述磁标记通过直接标记法或者间接标记法实现;所述的直接标记法中,抗体通过物理或者化学吸附与磁性颗粒结合,抗体通过免疫应答反应对抗原进行磁标记;所述的间接标记法中,抗体包括第一抗体与第二抗体,第一抗体通过化学交联反应吸附在所述的多铁性材料磁传感元件的表面,第二抗体通过物理或者化学吸附与磁性颗粒结合,抗原与第一抗体通过免疫应答反应进行结合,第二抗体通过免疫应答反应对抗原进行磁标记。

[0008] 上述磁性颗粒是铁、钴、镍、 γ 相三氧化二铁、四氧化三铁、钕钴合金、铁碳合金、铁-碳化铁合金、钴铬合金、钴铂合金或者钴钨合金。

[0009] 上述多铁性材料磁传感元件依次由保护层、上电极层、铁磁层、铁电层和下电极层构成,或者由保护层、上电极层、铁磁层、铁电层、铁磁层和下电极层构成。

[0010] 上述化学交联反应具体包括如下步骤:

- [0011] 步骤 1 :对所述的保护层进行清洗、表面氨基化处理和醛基化处理 ;
- [0012] 步骤 2 :将所述的抗体与经步骤 1 处理后的保护层表面的醛基进行反应。
- [0013] 上述铁磁层是采用磁控溅射或者电子束蒸发的方法在所述的铁磁层表面制备得到,或者是采用环氧胶粘结的方法粘结在所述的铁电层表面。
- [0014] 上述保护层由 10 ~ 500nm 厚的 SiO_2 或者类金刚石薄膜构成。
- [0015] 上述上电极层和下电极层分别由铂、金、钛、钨、钽、铝、铜和银中的一种材料构成。
- [0016] 上述铁电层由钛酸钡、钛酸钡掺杂材料、铅基铁电材料或者单相多铁材料构成 ;所述的铅基铁电材料是钛酸铅、锆钛酸铅、钛酸铅镧、锆钛酸铅镧、铌镁酸铅、铌锌酸铅、铌钽酸铅、铌镁酸铅掺杂的钛酸铅、铌锌酸铅掺杂的钛酸铅或者铌钽酸铅掺杂的钛酸铅 ;所述的单相多铁材料是铁酸铋。
- [0017] 上述铁磁层由钴基材料、铁氧体材料、铁磁性金属、铁磁性合金或者钙钛矿结构氧化物构成 ;所述的钴基材料包括钴铬合金、钴钽多层膜、钴铂多层膜、钐钴合金、钐钴铬合金、钴掺杂的 γ 相三氧化二铁或者钴掺杂的四氧化三铁 ;所述的铁氧体材料包括 γ 相三氧化二铁、四氧化三铁、钡铁氧体、锶铁氧体、镍铁氧体或者钴铁氧体 ;所述的铁磁性金属包括铁、钴或者镍 ;铁磁性合金包括铁钴合金、铁钴镍合金或者铽镨铁磁致伸缩合金 ;所述的钙钛矿结构氧化物包括锰酸锶镧、锰酸钙镧、锰酸钡镧、锰酸铅镧或者锰酸银镧。
- [0018] 与现有技术相比,本发明一种抗原检测方法将多铁性材料磁传感技术与免疫磁标记技术巧妙地结合在一起,通过抗原与抗体之间的免疫应答反应对抗原进行磁标记,对磁标记进行磁化处理产生磁信号,利用多铁性材料磁传感元件将磁信号转变为电信号,通过对电信号的检测实现对抗原的识别分析 ;本发明的抗原检测方法简单易于实现、检测成本低廉、具有高检测精度,可应用于临床医学、环境监测、发酵工业、食品工业等众多领域。

附图说明

- [0019] 图 1 是多铁性材料磁传感器的工作原理图 ;
- [0020] 图 2 是本发明一种抗原检测方法的示意图 ;
- [0021] 图 3 是本发明一种抗原检测方法中多铁性材料磁传感元件的结构示意图 ;
- [0022] 图 4 是本发明一种抗原检测方法中多铁性材料磁传感元件的另一种结构示意图。

具体实施方式

- [0023] 以下结合附图实施例对本发明作进一步详细描述。
- [0024] 其中的附图标记为 :抗原 1、第一抗体 2、第二抗体 3、多铁性材料磁传感元件 4。
- [0025] 图 1 所示为多铁性材料磁传感器的工作原理图。多铁性材料磁传感器依次由上电极层、铁磁层、铁电层和下电极层构成。H 为直流偏置场,通过信号发生器提供交流磁信号 ΔH (相当于生物传感器中的磁标记颗粒),多铁性材料磁传感器中的铁磁层对该交流磁信号发生响应,产生磁致伸缩,通过磁电耦合作用传递给铁电层,引起铁电层的电极化强度 $P = \alpha \Delta H$ 的变化,通过电荷放大器对电荷进行放大,通过示波器可以得到电极化强度的变化,从而可以反应出交流磁信号的大小。
- [0026] 本发明一种抗原的检测方法主要用于对抗原 1 的检测,进而可以得到在一定的被测区域内抗原 1 的浓度,含量等参数。本发明一种抗原的检测方法是通过抗原 1 与抗体之间

的免疫应答反应对抗原 1 进行磁标记,利用传感元件检测该磁标记,从而可以识别抗原 1。本发明中,传感元件是多铁性材料磁传感元件 4,抗体通过化学交联反应固定连接在所述的多铁性材料磁传感元件 4 的表面。其中,多铁性材料磁传感元件 4 的结构由保护层、上电极层、铁磁层、铁电层和下电极层构成(如图 3 所示),或者由保护层、上电极层、铁磁层、铁电层、铁磁层和下电极层构成(如图 4 所示)。

[0027] 本发明一种抗原检测方法中,磁标记有两种实现方式:直接标记法与间接标记法。直接标记法中,抗体通过物理或者化学吸附与磁性微球连接,抗原 1 与抗体通过免疫应答反应进行结合,即抗体对抗原 1 进行了磁标记,通过外加磁场可以分离被磁标记的抗原 1。间接标记法中,抗体包括第一抗体 2 与第二抗体 3,第一抗体 2 与多铁性材料磁传感元件 4 的表面相连接,第二抗体 3 通过物理或者化学吸附与磁性颗粒结合,抗原 1 与第一抗体 2 通过免疫应答反应进行结合,第二抗体 3 通过免疫应答反应对抗原 1 进行磁标记。

[0028] 直接标记是最快速磁性标记方法。目前有多种人、小鼠、大鼠以及非人类灵长类细胞的商业化的直接标记磁珠可供选用。当没有直接标记磁珠时,几乎针对任何种系任何细胞的任何一种单抗或多抗,均可用于间接标记法,间接标记法与直接标记法相比,除适应范围广外,还可以使用一组单克隆抗体,会获得更好的抗原识别效果。例如:选用牛蛋白 IgG(Bovine IgG)作为目标识别的抗原 1,由于吸附有磁性微球的 Protein G 与抗原牛蛋白 IgG 有很强的免疫应答反应,选用 Protein G 作为第二抗体 3;选用羊抗牛 IgG(Goat anti-Bovine IgG)作为第一抗体 2;采用化学交联反应(即吸附法)将第一抗体 2,即羊抗牛 IgG 吸附到多铁性材料磁传感元件 4 的保护层表面;通过抗原 1 与第一抗体 2 的免疫应答反应挂接抗原 1,即牛蛋白 IgG 与羊抗牛 IgG 的免疫应答反应挂接牛蛋白 IgG;通过第二抗体 3 与抗原 1 的免疫应答反应对抗原 1 进行磁标记,即通过 Protein G 与牛蛋白 IgG 的免疫应答反应对牛蛋白 IgG 进行磁标记。

[0029] 图 2 是本发明一种抗原检测方法的示意图。图 2 中选用间接标记法对抗原 1 进行磁标记,第一抗体 2 与多铁性材料磁传感元件 4 的表面相连接,通过抗原 1 与第一抗体 2 的免疫应答反应捕获抗原 1。第二抗体 3 吸附了纳米磁性颗粒,通过第二抗体 3 与抗原 1 的免疫应答反应对抗原 1 进行磁标记。对磁标记进行磁化处理时,磁标记产生的磁场作用于多铁性材料磁传感元件 4 的铁磁层,根据磁电耦合效应,多铁性材料磁传感元件 4 中铁电层的电极化强度($P = \alpha H$)将发生变化,通过外加电路中补偿电荷电量的测量即可探知抗原 1 的浓度。

[0030] 保护层,也可称生物固定层,由 10 ~ 500nm 厚的 SiO_2 或者类金刚石薄膜构成,而且保护层经过氨基化、醛基化处理。

[0031] 上电极层与下电极层的材料选自铂、金、钛、钨、钽、铝、铜或者银中的一种或者多种,可以采用磁控溅射或者电子束蒸发的方法来制备上电极层与下电极层。

[0032] 铁电层的材料选取范围很广,可以是钛酸钡(BaTiO_3)、钛酸钡的掺杂材料、铅基铁电材料或者单相多铁材料构成;铅基铁电材料可以是钛酸铅(PbTiO_3)、锆钛酸铅($\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$)、钛酸铅镧($(\text{La}, \text{Pb})\text{TiO}_3$)、锆钛酸铅镧($(\text{La}, \text{Pb})(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$)、铌镁酸铅($\text{Pb}(\text{Mg}, \text{Nb})\text{O}_3$)、铌锌酸铅($\text{Pb}(\text{Zn}, \text{Nb})\text{O}_3$)、铌钪酸铅($\text{Pb}(\text{Sc}, \text{Nb})\text{O}_3$)、铌镁酸铅-钛酸铅($\text{Pb}(\text{Mg}, \text{Nb})\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$)、铌锌酸铅-钛酸铅($\text{Pb}(\text{Zn}, \text{Nb})\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$)或者铌钪酸铅-钛酸铅($\text{Pb}(\text{Sc}, \text{Nb})\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$)、钛酸钡(BaTiO_3)、钛酸锶钡($(\text{Ba}, \text{Sr})\text{TiO}_3$)、铁酸铋(BiFeO_3)等;单相多铁材料

可以是铁酸铋 (BiFeO_3)。

[0033] 可以采用脉冲激光沉积 (PLD)、磁控溅射或者电子束蒸发的方法来制备上述铁电层。

[0034] 铁磁层的材料可以是钴铬合金 (Co-Cr)、钴钯多层膜 (Co/Pd)、钴铂多层膜 (Co/Pt)、钐钴合金 (Sm-Co)、钐钴铬合金 (Sm-Co-Cr)、钴掺杂的 γ 相三氧化二铁 ($\text{Co}-\gamma-\text{Fe}_2\text{O}_3$)、钴掺杂的四氧化三铁 ($\text{Co}-\text{Fe}_3\text{O}_4$)、 γ 相三氧化二铁 ($\gamma-\text{Fe}_2\text{O}_3$)、四氧化三铁 (Fe_3O_4)、钡铁氧体 (BaFe_2O_4)、锶铁氧体 (SrFe_2O_4)、镍铁氧体 (NiFe_2O_4)、钴铁氧体 (CoFe_2O_4)、铁 (Fe)、钴 (Co)、镍 (Ni)、铁钴合金 (Fe-Co)、铁钴镍合金 (Fe-Ni)、铽镧铁磁致伸缩合金 (Terfenol-D)、锰酸镧 (La, Sr) MnO_3 、锰酸钙 (La, Ca) MnO_3 、锰酸钡 (La, Ba) MnO_3 、锰酸铅 (La, Pb) MnO_3 或者锰酸银 (La, Ag) MnO_3 。

[0035] 可以采用磁控溅射或者电子束蒸发的方法来制备上述铁磁层,此外,也可采用环氧胶粘结的方法粘结铁电层与铁磁层。

[0036] 实施例 1:

[0037] 采用 PMN-PT (铌镁酸铅-钛酸铅) 作为铁电层,尺寸为 $6\text{mm} \times 3\text{mm} \times 0.5\text{mm}$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$ 作为铁磁层,上电极与下电极均采用 Au 电极,保护层为 SiO_2 。多铁性材料磁传感元件的结构依次为保护层、上电极层、铁磁层、铁电层和下电极层。

[0038] 多铁性材料磁传感元件的制备方法如下:

[0039] (1) 用脉冲激光沉积 (PLD) 的方法在 PMN-PT 基底上生长 100nm 厚的 $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$ 。激光脉冲频率为 2Hz ,激光的能量为 300mJ ,沉积气氛为 O_2 ,沉积压强为 50Pa ,沉积温度为 800 度,沉积时间为 10min 。

[0040] (2) 用电子束蒸发的方法在 $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$ 和 PMN-PT 背面上生长 50nm 厚的 Au 电极。背底真空为 $2 \times 10^{-4}\text{Pa}$,沉积速率为 1 \AA/s 。

[0041] (3) 用磁控溅射的方法在 Au 电极表面生长 50nm 厚的 SiO_2 保护层。背底真空为 $7 \times 10^{-5}\text{Pa}$,溅射气氛为 O_2 和 Ar 的混合气体,其中, $P(\text{O}_2) : P(\text{Ar}) = 2 : 1$,溅射压强为 1Pa ,溅射功率为 60W ,射频溅射。

[0042] 磁标记的方法如下:

[0043] (1) 保护层的清洗:用体积比为 H_2O_2 (浓度为 30%) : H_2SO_4 (浓度为 98%) = $1 : 3$ 的混和溶液浸泡保护层,然后用丙酮冲洗,风干,去除表面的有机物和杂质;

[0044] (2) 保护层表面氨基化处理:用浓度为 3% , 5% , 12% 的氨基硅烷的乙醇溶液依次对保护层表面进行处理,温度为室温,然后水洗、晾干;

[0045] (3) 保护层表面醛基化处理:将上述氨基化处理的保护层浸入 3% 的戊二醛 PBS (盐酸缓冲液) 溶液中,作用 $40-50$ 分钟,用 PBS 溶液清洗晾干;

[0046] (4) 挂接第一抗体:设定不同浓度的羊抗牛抗体 ($0.1\text{mg/mL} \sim 0.5\text{mg/mL}$),利用经氨基、醛基化处理的保护层表面的醛基与羊抗牛抗体之间的化学交联反应来挂接羊抗牛抗体;

[0047] (5) 挂接抗原:利用羊抗牛 IgG 与牛蛋白 IgG 抗原免疫应答反应,挂接牛蛋白 IgG 抗原;

[0048] (6) 进行磁标记:Protein G 第二抗体 (带有磁性微球) 与抗原牛蛋白 IgG 发生免疫应答反应,进行磁标记;

[0049] 信号发生器采用上海君达仪器厂的GSF-3015(频率范围0.01Hz ~ 15MHz);电荷放大器采用北京京仪北方仪器厂的DHF-2(电荷灵敏度1 ~ 10.99PC/ms²);示波器TDS2004B(4通道,带宽60MHz);

[0050] 测量本发明的抗原检测方法的响应时,首先通过外加500V的直流电压来极化PMN-PT铁电层,然后通过外加的交流磁场对磁标记进行磁化,通过示波器记录输出信号的变化,反应出所探测抗原的浓度。

[0051] 本实施例的方法同样可以应用于铁磁层与铁电层由其他材料构成的多铁性材料磁传感元件中。

[0052] 实施例2:

[0053] 采用PMN-PT作为铁电层,尺寸为6mm×3mm×0.5mm, Terfenol-D作为铁磁层,电极采用Au电极,保护层SiO₂。多铁性材料磁传感元件4的结构为保护层、上电极层、铁磁层、铁电层、铁磁层和下电极层。

[0054] 多铁性材料磁传感元件4的制备方法如下:

[0055] (1)用磁控溅射的方法在双抛的PMN-PT基底的正反面上各生长100nm厚的Terfenol-D。背底真空为 7×10^{-5} Pa,溅射气氛为Ar,溅射压强为1Pa,直流溅射。

[0056] (2)用电子束蒸发的方法在Terfenol-D上生长50nm厚的Au上电极和Au下电极。背底真空为 2×10^{-4} Pa,沉积速率为1 Å/s。

[0057] (3)用磁控溅射的方法在Au上电极表面生长50nm厚的SiO₂保护层。背底真空为 7×10^{-5} Pa,溅射气氛为O₂和Ar的混合气体,其中,P(O₂):P(Ar)=2:1,溅射压强外为1Pa,溅射功率为60W,射频溅射。

[0058] 磁标记的过程、所用的测量仪器和方法与实施例1相同。

[0059] 本实施例的方法同样可以应用于铁磁层与铁电层由其他材料构成的多铁性材料磁传感元件中。

[0060] 实施例3:

[0061] 采用PMN-PT作为铁电层,尺寸为6mm×3mm×0.5mm, Terfenol-D作为铁磁层,尺寸为6mm×3mm×0.5mm,上电极与下电极均采用Au电极,保护层为SiO₂,多铁性材料磁传感元件4的结构为保护层、上电极层、铁磁层、铁电层和下电极层。

[0062] (1)用环氧导电胶(E-Solder No.3021,ACME Division of Allied Products Co., CONN, USA)将PMN-PT与Terfenol-D粘结好,在60℃的环境中,加10MPa的压力固化6h。

[0063] (2)用电子束蒸发的方法在Terfenol-D的上表面生长50nm厚的Au下电极,PMN-PT的背面生长50nm厚的Au下电极。背底真空 2×10^{-4} Pa,沉积速率1 Å/s。

[0064] (3)用磁控溅射的方法生长50nm厚的SiO₂保护层。背底真空为 7×10^{-5} Pa,溅射气氛O₂、Ar,P(O₂):P(Ar)=2:1,溅射压强为1Pa,溅射功率为60W,射频溅射。

[0065] 磁标记的过程、所用的测量仪器和方法与实施例1相同。

[0066] 本实施例的方法同样可以应用于铁磁层与铁电层由其他材料构成的磁传感元件中。

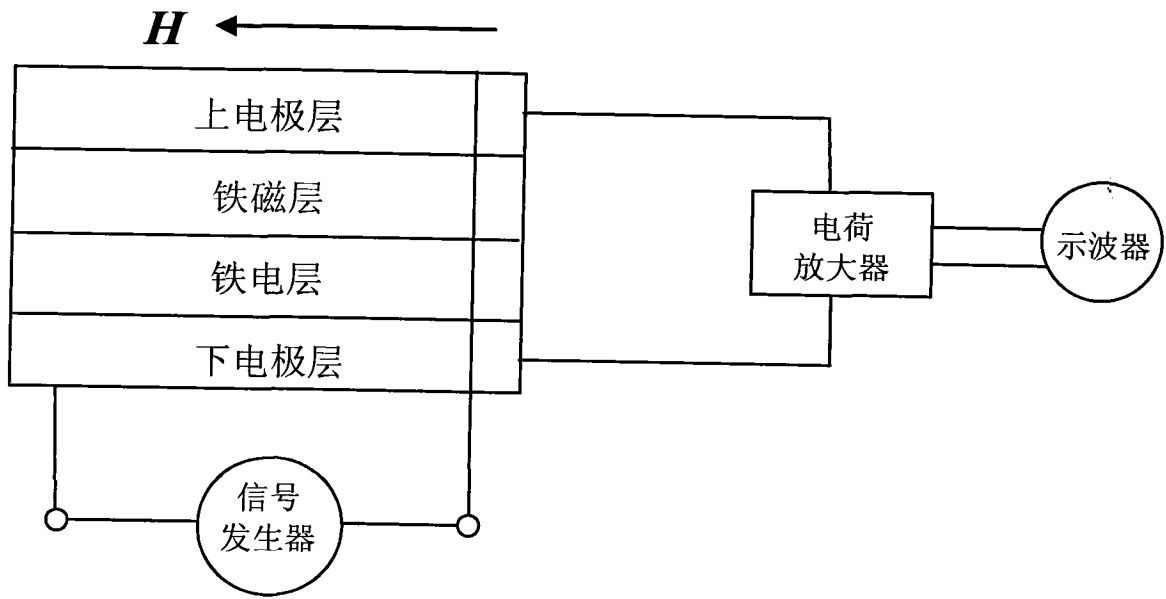


图 1

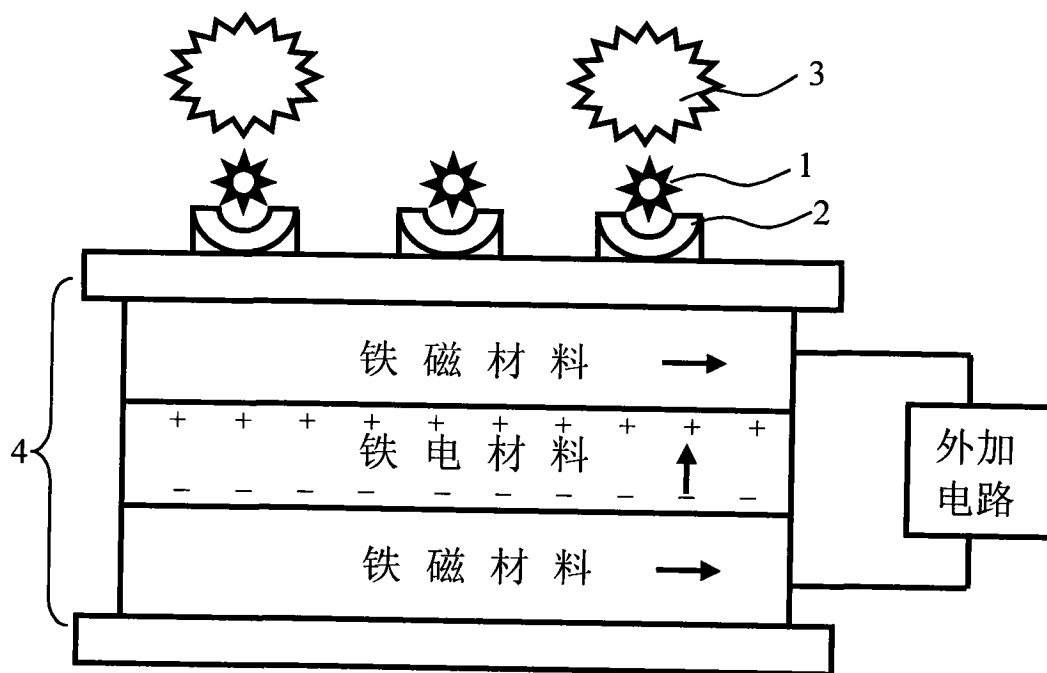


图 2

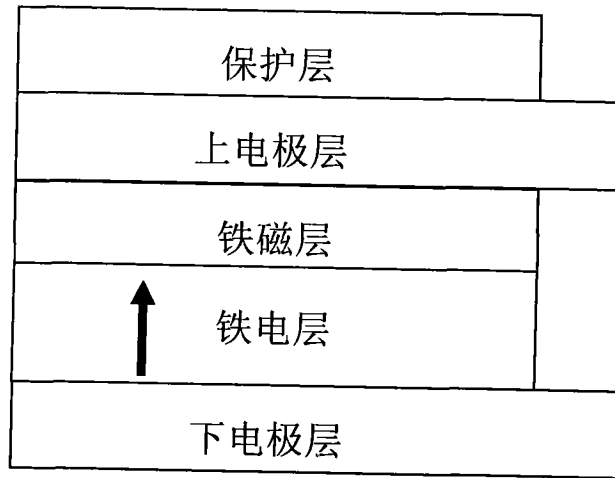


图 3

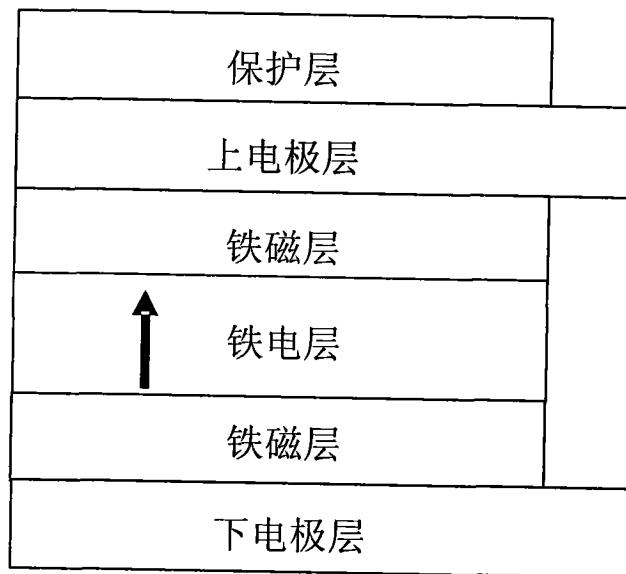


图 4

专利名称(译)	一种抗原检测方法		
公开(公告)号	CN101846673B	公开(公告)日	2012-12-26
申请号	CN201010176884.8	申请日	2010-05-17
[标]申请(专利权)人(译)	中国科学院宁波材料技术与工程研究所		
申请(专利权)人(译)	中国科学院宁波材料技术与工程研究所		
当前申请(专利权)人(译)	中国科学院宁波材料技术与工程研究所		
[标]发明人	刘宜伟 李润伟 陈斌		
发明人	刘宜伟 李润伟 陈斌		
IPC分类号	G01N33/53 G01N33/532 C23C14/06		
代理人(译)	张文忠		
审查员(译)	高欣		
其他公开文献	CN101846673A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明一种抗原检测方法将多铁性材料磁传感技术与免疫磁标记技术巧妙地结合在一起，通过抗原与抗体之间的免疫应答反应对抗原进行磁标记，对磁标记进行磁化处理产生磁信号，利用多铁性材料磁传感元件将磁信号转变为电信号，通过对电信号的检测实现对抗原的识别分析；本发明的抗原检测方法简单易于实现、检测成本低廉、具有高检测精度，可应用于临床医学、环境监测、发酵工业、食品工业等众多领域。

