



(21) 申请号 201610711222.3

(22) 申请日 2016.08.24

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106199679 A

(43) 申请公布日 2016.12.07

(73) 专利权人 中国工程物理研究院核物理与化学研究所

地址 621999 四川省绵阳市919信箱212分箱

(72) 发明人 王栋 张传飞 蔡易平 席志国
司粉妮 李波均 朱学彬 彭星宇
胡青元

(74) 专利代理机构 中国工程物理研究院专利中心 51210

专利代理师 翟长明 韩志英

(51) Int.Cl.

G01T 3/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 205941926 U, 2017.02.08

CN 101598017 A, 2009.12.09

CN 205132770 U, 2016.04.06

CN 201489122 U, 2010.05.26

CN 202210159 U, 2012.05.02

CN 203366892 U, 2013.12.25

JP H02304390 A, 1990.12.18

US 5585920 A, 1996.12.17

US 4614635 A, 1986.09.30

RU 39409 U1, 2004.07.27

US 5631461 A, 1997.05.20

US 2016146953 A1, 2016.05.26

DE 19600591 A1, 1997.07.24

Dong Wang 等. "Simulation study of a " fission electron-collection" neutron detector".《Radiation Measurements》.2015, 第73卷第46-50页.

审查员 马梨

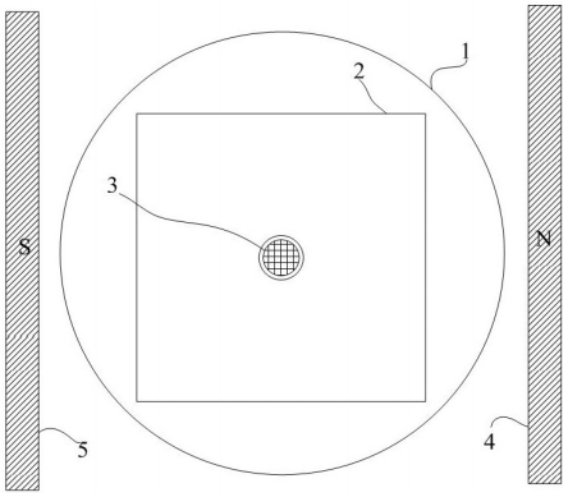
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于裂变-电子收集原理的中子探测器

(57) 摘要

本发明公开了一种基于裂变-电子收集原理的中子探测器,该中子探测器包括外壳、收集电极、灵敏电极和外部磁场,灵敏电极材质为铀合金。中子通过辐射通道穿过外壳入射至灵敏电极,灵敏电极中的铀元素发生裂变反应形成裂变碎片,裂变碎片产生的部分电子从灵敏电极表面逃逸,这些电子在外部磁场的作用下运动轨迹发生偏转,收集电极对偏转的电子进行收集。本发明的基于裂变-电子收集原理的中子探测器能够避免灵敏电极铀镀膜的不稳定问题和裂变碎片对测量的不良影响,将中子信号从 γ 本底中分离出来,可用于中子- γ 混合辐射场中的中子测量。



1. 一种基于裂变-电子收集原理的中子探测器,包括外壳(1)、收集电极(2)和灵敏电极(3),其特征在于:

所述的探测器还包括外部磁场;

外壳(1)为真空封闭的容器,容器的空腔中心放置收集电极(2),收集电极(2)的表面与入射中子的辐射通道垂直;收集电极(2)中心开孔,孔径略大于辐射通道的直径,灵敏电极(3)放置在孔中;外部磁场的磁力部件分布在收集电极(2)的外侧,外部磁场笼罩收集电极(2)和灵敏电极(3),磁场方向与收集电极(2)的表面平行;

灵敏电极(3)材料为铀合金,形状为圆片形状,灵敏电极(3)的直径略小于辐射通道的直径,灵敏电极(3)的表面与收集电极(2)的表面平行;

所述的收集电极(2)的形状为矩形,材料为金属铜或铝中的一种。

2. 根据权利要求1所述的基于裂变-电子收集原理的中子探测器,其特征在于:

所述的外部磁场为稳恒磁场。

一种基于裂变-电子收集原理的中子探测器

技术领域

[0001] 本发明属于辐射测量领域,具体涉及一种基于裂变-电子收集原理的中子探测器。

背景技术

[0002] 用于中子数量实时测量的电流型探测器对中子和 γ 都会输出电流,在中子- γ 混合辐射场中测量中子, γ 产生的电流形成本底,需要降低或排除其对中子信号的影响。

[0003] 期刊论文Radiation Measurements 73 (2015) 46-50公开了一种电流型“裂变-电子收集”中子探测器,它包括外壳、收集电极、八氧化三铀涂层和涂层电极。收集电极和涂层电极为圆形铝金属片,八氧化三铀涂层以镀膜形式附着于涂层电极上。外壳为圆柱形,用于保持真空环境并容纳其它组件。“裂变-电子收集”中子探测器的工作原理如下:中子与八氧化三铀涂层中的铀发生核裂变反应并产生裂变碎片,裂变碎片在涂层中运动产生次级电子,部分次级电子从涂层表面飞出到达收集电极,“裂变-电子收集”中子探测器通过收集电极给出的电信号大小来测量中子数量。

[0004] 期刊论文Radiation Measurements 73 (2015) 46-50指出,“裂变-电子收集”中子探测器的灵敏度较低,其灵敏度在一定范围内随涂层厚度的增加而增加,提升灵敏度需要增加镀膜厚度。由于镀膜的附着力随厚度增加而降低,镀膜越厚越容易脱落,通过增加镀膜厚度提升探测器灵敏度是受限的。此外,混合场中的 γ 射线从收集电极中打出电子,由此产生的信号形成本底,对中子测量造成干扰。

[0005] 在现有技术中,电流型“裂变-电子收集”中子探测器的收集电极正对涂层,从涂层表面飞出的裂变碎片会造成不良影响。裂变碎片带正电荷,被收集电极接收会造成信号输出下降,裂变碎片同样会从收集电极上打出电子,造成信号输出的进一步下降,进而影响中子测量。

发明内容

[0006] 本发明所要解决的技术问题是提供了一种基于裂变-电子收集原理的中子探测器。

[0007] 本发明的基于裂变-电子收集原理的中子探测器,包括外壳、收集电极和灵敏电极、其特点是还包括外部磁场;

[0008] 所述的外壳为真空封闭的容器,容器的空腔中心放置收集电极,收集电极的表面与入射中子的辐射通道垂直;所述的收集电极中心开孔,孔径略大于辐射通道的直径,灵敏电极放置在孔中;所述的外部磁场的磁力部件分布在收集电极的外侧,外部磁场笼罩收集电极和灵敏电极,磁场方向与收集电极表面平行;

[0009] 灵敏电极材料为铀合金,形状为圆片形状,圆片的直径略小于辐射通道的直径,圆片的表面与收集电极表面平行。

[0010] 所述的收集电极的形状为矩形,材料为金属铜或铝中的一种。

[0011] 所述的外部磁场为稳恒磁场。

[0012] 本发明的基于裂变-电子收集原理的中子探测器采用铀合金作为灵敏电极,将收集电极设置在辐射通道之外,与灵敏电极处于同一平面,使收集电极避开裂变碎片以及入射 γ 射线的影响,同时利用磁场偏转分离中子产生的电子和 γ 射线产生的电子。

[0013] 本发明的基于裂变-电子收集原理的中子探测器采用铀合金作为灵敏电极,不存在镀膜脱落的问题,可以最大限度的提高探测器对中子的灵敏度。中子辐射通常伴随 γ 射线, γ 射线来源于原子核的能级跃迁,能量分布在几十个keV到几个MeV,这些 γ 射线与物质相互作用产生的电子能量基本在几十个keV以上。另一方面,由裂变碎片产生的次级电子能量较低,从灵敏电极表面逃逸的电子能量主要在几百eV,与 γ 射线产生电子的能量相差至少两个量级。对于上述灵敏电极产生的电子(包含源于中子的电子和源于 γ 射线的电子),可以有效偏转中子产生电子的磁场对 γ 射线产生电子的影响很小,即利用磁场可以有效分离来源于中子的电子和来源于 γ 的电子,从而基本排除 γ 射线本底。裂变碎片的质量远大于电子,上述磁场对其影响可忽略不计。由于收集电极与灵敏电极处于同一平面,裂变碎片无法到达收集电极,解决了裂变碎片自身以及碎片在收集电极上打出电子造成的信号下降问题。

[0014] 综上所述,本发明的基于裂变-电子收集原理的中子探测器能够避免灵敏电极铀镀膜的不稳定问题和裂变碎片对测量结果的不良影响,将中子信号从 γ 本底中分离出来,可用于中子- γ 混合辐射场中的中子测量。

附图说明

[0015] 图1为发明的基于裂变-电子收集原理的中子探测器结构示意图(正视图);

[0016] 图2为发明的基于裂变-电子收集原理的中子探测器结构示意图(俯视图);

[0017] 图中,1.外壳 2.收集电极 3.灵敏电极 4.N级 5. S级。

具体实施方式

[0018] 下面结合附图和实施例详细说明本发明。

[0019] 如图1、2所示,本发明的一种基于裂变-电子收集原理的中子探测器,包括外壳1、收集电极2和灵敏电极3、其特点是还包括外部磁场;

[0020] 所述的外壳1为真空封闭的容器,容器的空腔中心放置收集电极2,收集电极2的表面与入射中子的辐射通道垂直;所述的收集电极2的中心开孔,孔径略大于辐射通道直径,灵敏电极3放置在孔中;所述的外部磁场的磁力部件分布在收集电极2的外侧,外部磁场笼罩收集电极2和灵敏电极3,磁场方向与收集电极2的表面平行;

[0021] 灵敏电极3材料为铀合金,形状为圆片形状,圆片的直径略小于辐射通道的直径,圆片的表面与收集电极2的表面平行。

[0022] 所述的收集电极2的形状为矩形,材料为金属铜或铝中的一种。

[0023] 所述的外部磁场为稳恒磁场。

[0024] 实施例1

[0025] 本实施例的外壳1为圆柱形,直径60cm,采用0.4mm厚的导磁不锈钢。灵敏电极3材质为铀铌合金,直径5cm,厚度0.1mm。收集电极2采用中空正方形铜板,边长40cm,厚度0.1mm;中空部分为圆形,直径5.5cm。稳恒磁场由永磁铁的N级4、S级5产生,强度10Gs,沿辐

射通道方向和沿垂直辐射通道方向的覆盖范围均大于40cm。

[0026] 电子在磁场中受洛伦兹力的作用会发生偏转,中子产生的电子能量主要分布在几百eV,偏转磁场设置针对能量1000eV以下的电子。对于10Gs的磁场,1000eV电子的偏转轨道直径为21.3cm由于1000eV电子的速度约为光速的6%,偏转轨道计算考虑了相对论效应。洛伦兹力的方向始终垂直于磁场方向,对于1000eV的电子,其沿垂直于磁场方向的最大偏转距离为21.3cm,收集电极2的尺寸设置可以收集绝大部分来自于灵敏电极且由中子产生的电子。

[0027] 实施例2

[0028] 本实施例的实施方式与实施例1基本相同,主要区别在于:收集电极2采用中空正方形铝板,稳恒磁场为电磁场。

[0029] 收集电极2还可选用其他容易造型的固体导电金属,如金、银、铁、锌等。

[0030] 本发明不局限于上述具体实施方式,所属技术领域的技术人员从上述构思出发,不经过创造性的劳动,所作出的种种变换,均落在本发明的保护范围之内。

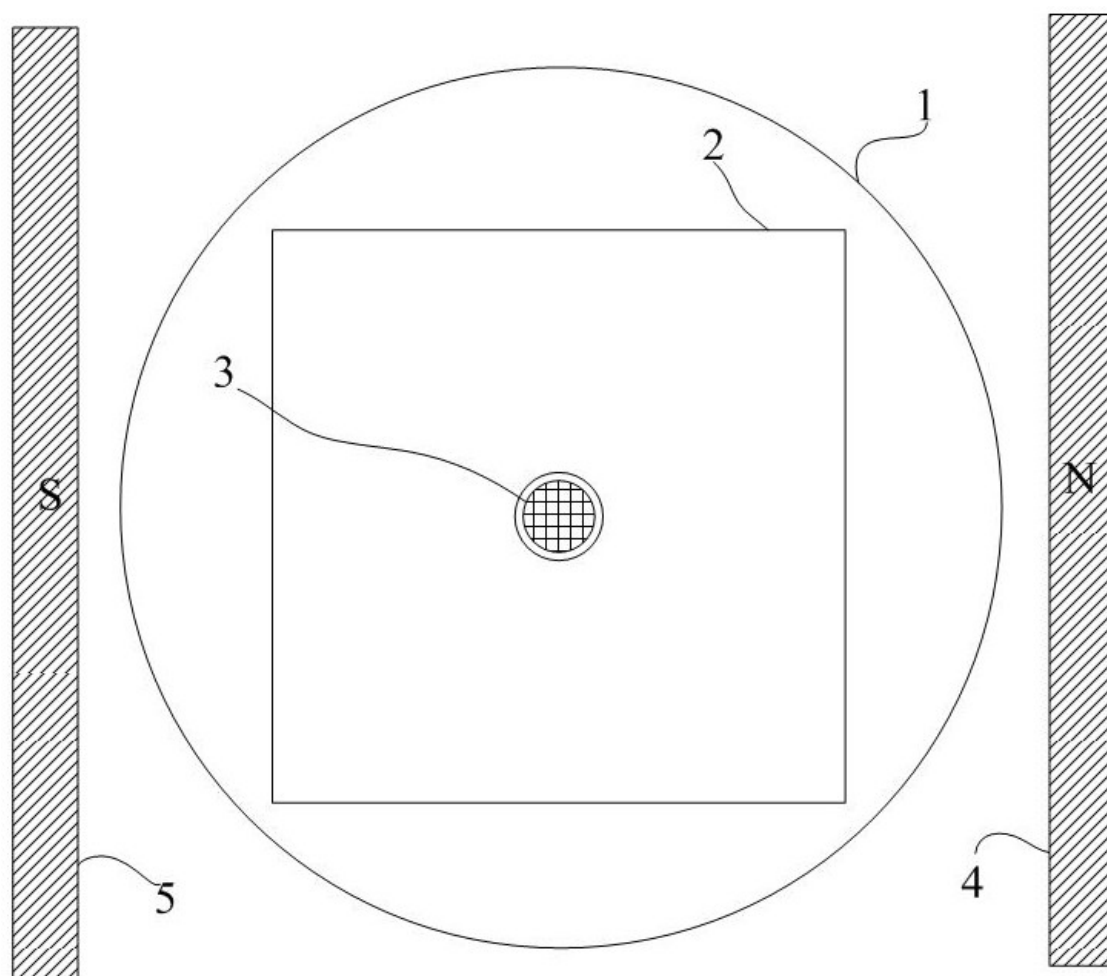


图1

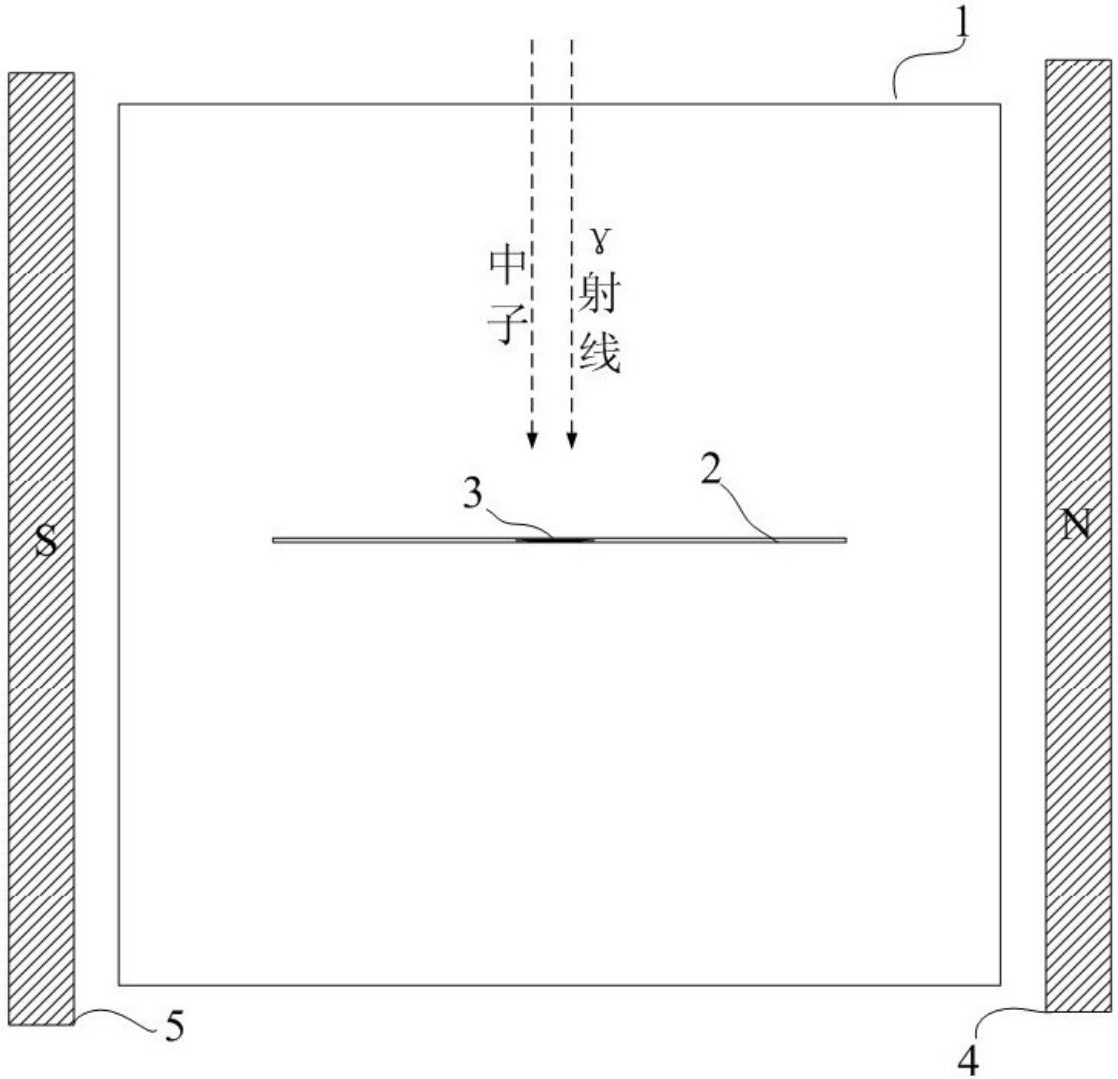


图2