



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 106526653 B

(45) 授权公告日 2023. 02. 28

(21) 申请号 201611177189.7

(22) 申请日 2016.12.19

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106526653 A

(43) 申请公布日 2017.03.22

(73) 专利权人 桂林百锐光电技术有限公司
地址 541004 广西壮族自治区桂林市七星
区高新区铁山工业园铁山路20号
专利权人 中国有色桂林矿产地质研究院有
限公司

(72) 发明人 任孟德 王金亮 卢福华 左艳彬
胡乔帆 周海涛 何小玲 张昌龙
吴文渊 王进保 林峰

(74) 专利代理机构 桂林市持衡专利商标事务
所 有限公司 45107
专利代理师 陈跃琳

(51) Int. Cl.
G01T 1/202 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 206270501 U, 2017.06.20
- CN 1127553 A, 1996.07.24
- CN 1245570 A, 2000.02.23
- CN 1183631 A, 1998.06.03
- CN 106002659 A, 2016.10.12
- US 5471062 A, 1995.11.28
- US 2013043397 A1, 2013.02.21
- WO 2011093140 A1, 2011.08.04
- SU 1229413 A1, 1986.05.07
- US 2011163237 A1, 2011.07.07
- US 5150396 A, 1992.09.22
- CA 2588430 A1, 2008.06.08
- TW 200606742 A, 2006.02.16
- WO 2008014492 A2, 2008.01.31
- US 5338937 A, 1994.08.16
- US 2006081786 A1, 2006.04.20
- US 7141799 B1, 2006.11.28

审查员 马梨

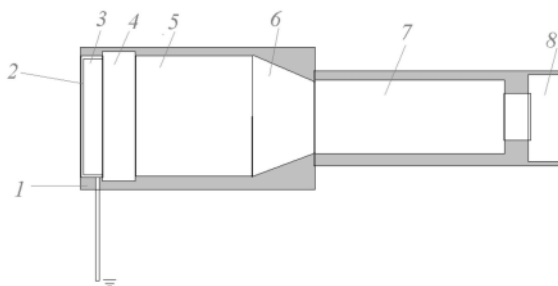
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种闪烁探测器

(57) 摘要

本发明公开一种闪烁探测器,由金属腔体、金属过滤层、ZnO:Sc单晶片、耐温玻璃窗口、光纤面板、UVT导光管、光电倍增管和分压器组成;金属腔体为自探测的前端向后端贯通的中空腔体,金属过滤层、ZnO:Sc单晶片、耐温玻璃窗口、光纤面板、UVT导光管、电倍增管和分压器紧固在金属腔体内,并在金属腔体内自探测的前端向后端依次排列;金属过滤层外接地线;光电倍增管的阴极连接UVT导光管,阳极与分压器相连。本发明具有高密度、超快衰减和高光输出的特点。



1. 一种闪烁探测器,其特征在於:由金属腔体(1)、金属过滤层(2)、ZnO:Sc单晶片(3)、耐温玻璃窗口(4)、光纤面板(5)、UVT导光管(6)、光电倍增管(7)和分压器(8)组成;

金属腔体(1)为自探测的前端向后端贯通的中空腔体,金属过滤层(2)、ZnO:Sc单晶片(3)、耐温玻璃窗口(4)、光纤面板(5)、UVT导光管(6)、光电倍增管(7)和分压器(8)紧固在金属腔体(1)内,并在金属腔体(1)内自探测的前端向后端依次排列;ZnO:Sc单晶片(3)的辐射探测端面为晶体的晶面;

金属过滤层(2)外接地线;光电倍增管(7)的阴极连接UVT导光管(6),阳极与分压器(8)相连。

2. 根据权利要求1所述的一种闪烁探测器,其特征在於:金属腔体(1)分为探测前端腔体和光电转换腔体2个部分;其中金属过滤层(2)、ZnO:Sc单晶片(3)、耐温玻璃窗口(4)、光纤面板(5)和UVT导光管(6)置于探测前端腔体内;光电倍增管(7)和分压器(8)置于光电转换腔体内。

3. 根据权利要求2所述的一种闪烁探测器,其特征在於:探测前端腔体为铝合金材料;光电转换腔体为铜合金。

4. 根据权利要求1所述的一种闪烁探测器,其特征在於:金属过滤层(2)为镀于ZnO:Sc单晶片(3)的前表面及厚度边缘表面的金属层。

5. 根据权利要求1或4所述的一种闪烁探测器,其特征在於:金属过滤层(2)为金、铝、锌或锡。

6. 根据权利要求1所述的一种闪烁探测器,其特征在於:ZnO:Sc单晶片(3)为圆形晶片。

7. 根据权利要求1所述的一种闪烁探测器,其特征在於:耐温玻璃窗口(4)为圆形玻璃片。

8. 根据权利要求1或7所述的一种闪烁探测器,其特征在於:耐温玻璃窗口(4)为派热克斯玻璃、硼铝玻璃、高硼硅玻璃或耐温石英玻璃。

9. 根据权利要求1或7所述的一种闪烁探测器,其特征在於:耐温玻璃窗口(4)的横截面尺寸等于或大于ZnO:Sc单晶片(3)的通光口径。

10. 根据权利要求1所述的一种闪烁探测器,其特征在於:UVT导光管(6)呈锥形。

一种闪烁探测器

技术领域

[0001] 本发明涉及高能粒子或射线的辐照探测设备技术领域,具体涉及一种闪烁探测器。

背景技术

[0002] 闪烁晶体材料是一种吸收高能粒子后发出可见光的功能材料,被广泛的应用于影像核医学(PET)、核物理及高能物理、工业CT、油井勘探、安全稽查、核空间物理、核测量学等重要领域,特别是日本福岛核泄漏事故以来,核探测领域对闪烁晶体的需求急剧增加。另据有关报道全球仅医用闪烁体年需求量就将达175t。与普通的塑料、液体、液晶以及荧光粉等闪烁材料相比,无机闪烁晶体具有密度高、体积小、物化性能和闪烁性能优良等显著特点,从而使它在所有实用的闪烁材料中占据了重要的地位。

[0003] 自20世纪80年代初期,我国先后开发出了多种闪烁晶体,如: $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ (BGO), BaF_2 , CeF_3 , CsI:Tl 以及 PbWO_4 (PWO)等,在国际核探测器界特别是高能物理实验领域享有盛誉。这些闪烁晶体被广泛的应用于PET扫描系统、ISPA相机、SEM显示等。伴随着高能物理,核科学探测器件向小型化、紧凑化、精密化方向发展,对闪烁晶体性能提出了愈发苛刻的要求:高密度($\geq 5\text{g}/\text{cm}^3$)、超快衰减($< 1\text{ns}$)、高光输出(≥ 6000 光子/MeV)、高辐照强度(106rad)、低成本等。晶体如 BaF_2 快分量的衰减时间最短,具有优良的时间分辨能力,但其密度较低,衰减长度较大,发光波长太短而难于用普通的光电器件读出。对于 NaI:Tl 和 CsI:Tl 来说,其光产额大有利于能量分辨能力的提高,但衰减时间长、响应慢,且抗辐射能力差,只能适用于低辐射场合。BGO的衰减长度最短,具有良好的辐射阻断能力,但较高的折射率对它的光输出能力会产生不利影响。为了寻求更巨大和潜在的应用,研究学者希望找到一种“理想的”闪烁晶体,其具有 $\text{NaI}(\text{Tl}^+)$ 和 $\text{CsI}(\text{Tl}^+)$ 级别的光产额、BGO的强截止能量、 BaF_2 的超快衰减速度,钨酸盐的低成本等优势。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的是现有闪烁晶体无法同时满足高密度、超快衰减和高光输出的要求的问题,提供一种闪烁探测器。

[0005] 为解决上述问题,本发明是通过以下技术方案实现的:

[0006] 一种闪烁探测器,由金属腔体、金属过滤层、 ZnO:Sc 单晶片、耐高温玻璃窗口、光纤面板、UVT导光管、光电倍增管和分压器组成;金属腔体为自探测的前端向后端贯通的中空腔体,金属过滤层、 ZnO:Sc 单晶片、耐高温玻璃窗口、光纤面板、UVT导光管、电倍增管和分压器紧固在金属腔体内,并在金属腔体内自探测的前端向后端依次排列;金属过滤层外接地线;光电倍增管的阴极连接UVT导光管,阳极与分压器相连。

[0007] 上述方案中,金属腔体分为探测前端腔体和光电转换腔体2个部分;其中金属过滤层、 ZnO:Sc 单晶片、耐高温玻璃窗口、光纤面板和UVT导光管置于探测前端腔体内;光电倍增管和分压器置于光电转换腔体内。

- [0008] 上述方案中,探测前端腔体为铝合金材料;光电转换腔体为铜合金。
- [0009] 上述方案中,金属过滤层为镀于ZnO:Sc单晶片的前表面及厚度边缘表面的金属层。
- [0010] 上述方案中,金属过滤层为金、铝、锌或锡。
- [0011] 上述方案中,ZnO:Sc单晶片为圆形晶片。
- [0012] 上述方案中,耐高温玻璃窗口为圆形玻璃片。
- [0013] 上述方案中,耐高温玻璃窗口为派热克斯玻璃、硼铝玻璃、高硼硅玻璃或耐高温石英玻璃。
- [0014] 上述方案中,耐高温玻璃窗口的横截面尺寸等于或大于ZnO:Sc单晶片的通光口径。
- [0015] 上述方案中,UVT导光管呈锥形。
- [0016] 与现有技术相比,本发明具有如下特点:
- [0017] 1、以ZnO:Sc单晶(密度 $>5.61\text{g}/\text{cm}^3$,衰减时间 $\leq 1\text{ns}$,光输出 $\geq 15000\text{ph}/\text{MeV}$)作为闪烁体的超快闪烁探测器件,达到了适应未来大加速器(能量高达 10TeV 以上)以及第三代高能物理、核物理同步辐射探测器的高密度、超快衰减、高光输出要求,填补国内低温闪烁领域用晶体材料特别是高质量钼掺杂氧化锌闪烁晶体的空白;
- [0018] 2、使用掺铈氧化锌单晶作为闪烁体,并对其表面进行离子溅射镀膜,达到了减少辐射探测中非探测粒子如氘核,氚核,二次电子影响的效果,使探测性能大大提升。
- [0019] 3、使用光纤面板与UVT光导管组合传导光子系统,使光子传导效率提升,光子位移更精确,大大提高了 α 粒子辐射探测精度与超快探测的可靠性。
- [0020] 4、整体构造简单,探测效果明显,能够适用于高能质子、高能 α 粒子、x射线、硬x射线、 γ 射线的辐照探测。

附图说明

- [0021] 图1为一种闪烁探测器的结构示意图。
- [0022] 图中标号:1、金属腔体;2、金属过滤层;3、ZnO:Sc单晶片;4、耐高温玻璃窗口;5、光纤面板;6、UVT导光管;7、光电倍增管;8、分压器。

具体实施方式

- [0023] 一种闪烁探测器,如图1所示,主要由金属腔体1、金属过滤层2、ZnO:Sc单晶片3、耐高温玻璃窗口4、光纤面板5、UVT导光管6、光电倍增管7和分压器8组成。
- [0024] 金属腔体1用于保护承载探测系统,并隔离电离辐射。金属腔体1分为探测前端腔体和光电转换腔体两部分。探测前端腔体为铝合金材料,内部做钝化处理。金属过滤层2、ZnO:Sc单晶片3、耐高温玻璃窗口4、光纤面板5和UVT导光管6自探测的前端向后端依次叠置于探测前端腔体内。光电转换腔体为铜合金,内部做电镀硬铬处理。光电倍增管7和分压器8自探测的前端向后端依次叠置于光电转换腔体内。
- [0025] 金属过滤层2用于消除和屏蔽背景辐射,如氘核,氚核,二次电子等。金属过滤层2使用离子溅射镀膜机在ZnO:Sc单晶片3的前表面及厚度边缘表面蒸镀一层极薄的金属层,该金属层可为金,铝,锌或锡等。金属过滤层2的外端连接地线。在本发明中,金属过滤层2的厚度为 $<15\mu\text{m}$ 。在本实施例中,金属过滤层2的为 $1\mu\text{m}$ 。

[0026] ZnO:Sc单晶片3用于接收放射性射线及高能粒子、粒子束并发出闪烁光子。ZnO:Sc单晶片3由水热法生长的钼掺杂氧化锌单晶按照不同探测需要厚度经+C方向切割,研磨,抛光制得。ZnO:Sc单晶片3的辐射探测端面为晶体的(0001)晶面,且根据探测需要,其形状与厚度设计不同。在本实施例中,ZnO:Sc单晶片3的辐射探测端面为晶体的晶面,形状为1英寸半径的圆形晶片,厚度为3mm。

[0027] 耐温玻璃窗口4用于传导闪烁晶体发出的闪烁光,并起到隔热作用。耐温玻璃窗口4位于ZnO:Sc单晶片3的后方,为圆形玻璃片,其材料为高透过的派热克斯玻璃、硼铝玻璃、高硼硅玻璃、耐温石英玻璃中的一种,其横截面尺寸等于或大于ZnO:Sc单晶片3的通光口径,其厚度<10mm。在本实施例中,耐温玻璃窗口4为高透过的高硼硅圆形玻璃片,厚度为6mm。光纤面板5用于引导和准直闪烁光子通过真空区域,限制闪烁光在输送过程的散射,以确保闪烁探测的位置分辨率。UVT导光管6用于吸收、汇聚和传导闪烁光。光纤面板5和UVT导光管6构成光传导系统,其根据探测需要,其形状与厚度设计不同。在本实施例中,UVT导光管6呈锥形。

[0028] 光电倍增管7用于进行光电转换,产生光电子,电子运动并倍增,并在阳极输出回路输出信号。光电倍增管7的阴极连接UVT导光管6,阳极通过一管座与分压器8相连。

[0029] 分压器8用于测量光电倍增管直流电压。

[0030] 本发明使用掺钪氧化锌单晶作为闪烁体,其厚度分别选取3mm,1mm,2mm,3.5mm,5mm,均经过严格的研磨抛光,测试平均能量18keV室温脉冲x射线60ps(FWHM)激发下主要成分衰减时间都在0.9ns(70%)以下。此外,本发明整体构造简单,探测效果明显,达到了高密度($\geq 5\text{g}/\text{cm}^3$)、超快衰减($< 1\text{ns}$)、高光输出(≥ 6000 光子/MeV)、高辐照强度(106rad)、低成本的要求。

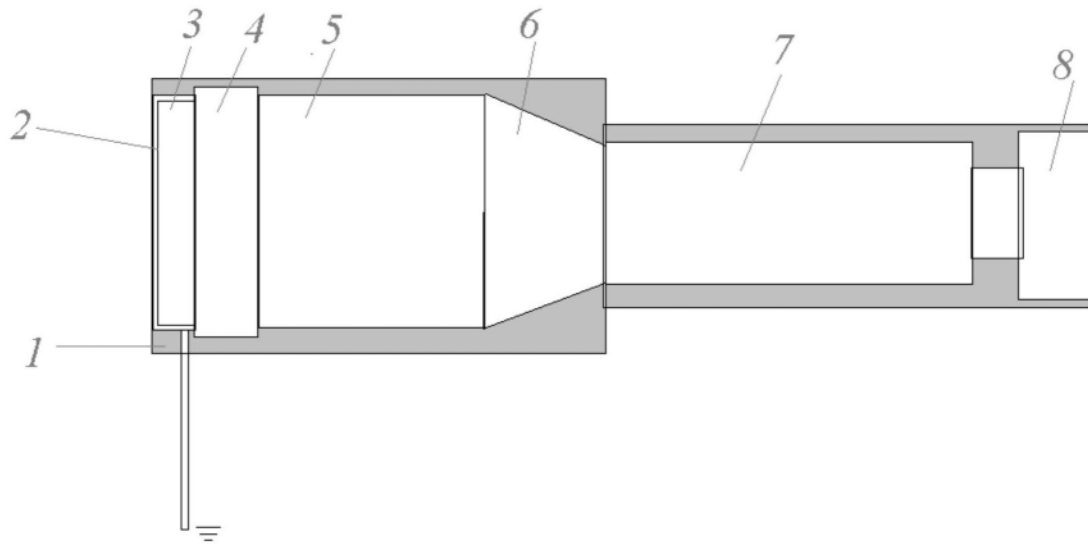


图1