



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108877980 A

(43)申请公布日 2018. 11. 23

(21)申请号 201810647451.2

G21H 1/12(2006.01)

(22)申请日 2018.06.22

(71)申请人 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216分
箱

(72)发明人 李刚 杨玉青 熊晓玲 董文丽
徐建 胡睿 雷轶松 刘业兵
魏洪源 杨宇川 涂俊 彭太平
罗顺忠

(74)专利代理机构 中国工程物理研究院专利中
心 51210

代理人 翟长明 韩志英

(51)Int.Cl.

G21H 1/00(2006.01)

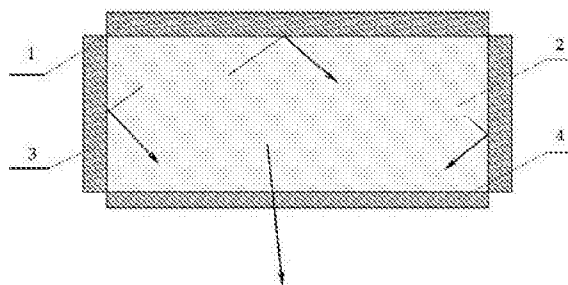
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种辐伏类同位素电池用的光导组件

(57)摘要

本发明公开了一种辐伏类同位素电池用的光导组件,包含反射膜层、发光材料层、侧面高反层以及透射膜层;所述反射膜层贴近同位素电池放射源,所述透射膜层贴近同位素电池换能器件;所述发光材料层为薄片状;所述反射膜层位于发光材料层的上表面,侧面高反层位于发光材料层的侧面,透射膜层位于发光材料层的下表面。所述高反膜层、侧面高反层和透射膜层的厚度均小于4 μ m。所述反射膜层、侧面高反层和透射膜层是单层材料,或者是多层材料组合成的膜系。该光导组件将辐伏类同位素电池用的发光材料与导光措施集成起来,实现辐射致发光材料发射的光全部从一面定向、高效出射,在不增大发光材料体积的同时提高发光材料单位面积的光出射功率。



1. 一种辐伏同位素电池用光导组件,其特征在于:所述的光导组件包含反射膜层(1)、发光材料层(2)、侧面高反层(3)以及透射膜层(4);所述反射膜层(1)贴近同位素电池放射源,所述透射膜层(4)贴近同位素电池换能器件;所述反射膜层(1)位于发光材料层(2)的上表面,侧面高反层(3)位于发光材料层(2)的侧面,透射膜层(4)位于发光材料层(2)的下表面。

2. 根据权利要求1所述辐伏类同位素电池用的光导组件,其特征在于:所述高反膜层(1)、侧面高反层(3)和透射膜层(4)的厚度均小于4 μm ;所述发光材料层(2)为薄片状。

3. 根据权利要求1所述辐伏类同位素电池用的光导组件,其特征在于:所述反射膜层(1)和侧面高反层(3)为铝、银、 SiO_2 、 ZrO_2 中的一种或者组合。

4. 根据权利要求1所述同位素电池用的光导组件,其特征在于:所述透射膜层(4)为 SiO_2 、 ZrO_2 、 Ta_2O_5 中的一种。

5. 根据权利要求1所述同位素电池用的光导组件,其特征在于:所述反射膜层(1)、侧面高反层(3)和透射膜层(4)为单层材料或者多层材料组合成的膜系。

6. 根据权利要求1所述同位素电池用的光导组件,其特征在于:所述发光材料层(2)为无机氧化物、硫化物晶体和陶瓷中的一种。

7. 根据权利要求1所述同位素电池用的光导组件,其特征在于:所述发光材料层(2)为聚苯烃类、芳香族烃类。

一种辐伏类同位素电池用的光导组件

技术领域

[0001] 本发明属于同位素电池技术领域,具体涉及一种辐伏类同位素电池用的光导组件。

背景技术

[0002] 目前,辐伏类同位素电池主要包括直接辐射伏特效应同位素电池、辐射致光-光伏效应同位素电池及辐伏/光伏联合转换同位素电池。最早的辐伏类同位素电池主要采用中低能放射性同位素的直接辐射伏特效应机制,限于中低能放射性同位素的自吸收效应,其输出功率的提升空间很有限,同时由于直接辐伏效应中粒子是直接打在换能器件上,不可避免的导致换能器件因辐射损伤而性能下降,加载的放射性物质越多,辐射损伤越大,严重限制了电池整体输出功率和使用寿命的提高。

[0003] 辐射致光光伏同位素电池通过二次转换的方式,即将放射性同位素的能量通过辐射致发光材料转换为光能,利用光伏器件将光能转换为电能,此时源衰变产生的粒子能量完全沉积在发光材料中,不会直接打在半导体器件上,可以大幅降低半导体器件的辐射损伤效应,采用无机氧化物或硫化物晶体或陶瓷作为发光材料,具有优良的抗辐射性能,因此可以大幅增加同位素的加载量,并使用 $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ 、 ^{147}Pm 、 ^{201}Tl 、 ^{63}Ni 等中高能 β 核素,在保证使用寿命的同时可以大幅增加同位素电池的电能输出功率。此时,如何高效收集发光材料发出的光至关重要。

[0004] 现有文献和专利对如何提高光收集效率做了初步探索,比如:Bower, K. E.等人在《Polymers phosphors and voltaics for radioisotope microbatteries》(crc press bocaroton London New York Washington, D.C. www.crcpress.com.2002)中总结了基于氚加载的辐射光伏同位素电池提高转换效率的几种方法,包括为提高光利用率采用发光材料两面覆盖光伏换能器件以及为提高光伏转换效率采用镜子聚光实现侧面出光等措施。李宣成专利“一种同位素电池”(授权号CN204440917U)提出了光电转换板六面贴于导光盒外壁来增大器件接受光的面积;刘建国专利“同位素 β 射线辐射荧光发光光伏电池”(申请公布号CN106297936A),提出了采用三明治夹心饼结构的辐射光伏同位素电池;赵一英等“一种高效的基于气态放射源的同位素电池”(申请公布号CN105788692A),提出了利用外置曲面反射和凸透镜聚光等措施提高光电转换效率。上述文献和专利的缺点是:发光材料单位面积的光出射功率没有明显提高,对于薄片状发光材料,夹心饼式布置换能器件并不能利用侧面发光,由于上下表面全反射的因素,侧面发光可能占到总发光量的一半;对于六面布置换能器件或者侧面布置换能器件,往往光程过长,发光材料对光的自吸收严重,导致光的出射功率并不高;采用外置凸透镜聚光,想要实现高效率的导光,光路设计会非常复杂,整个装置体积也会较大。如果可以将发光材料与导光措施集成起来,实现辐射致发光材料发射的所有光全部从一面定向、高效出射,然后被换能器件收集,将会大幅提高发光材料单位面积的光出射功率,进而大幅提高同位素电池的能量转换效率以及电输出功率。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是提供一种辐伏类同位素电池用的光导组件。本发明的光导组件大幅提高了发光材料单位面积的光发射功率,大幅提高了辐伏同位素电池的能量转换效率和电输出功率,降低了同位素电池的生产制造成本。

[0006] 本发明的辐伏同位素电池用光导组件,包含反射膜层、发光材料层、侧面高反层以及透射膜层;所述反射膜层贴近同位素电池放射源,所述透射膜层贴近同位素电池换能器件;所述反射膜层位于发光材料层的上表面,侧面高反层位于发光材料层的侧面,透射膜层位于发光材料层的下表面。

[0007] 所述高反膜层、侧面高反层和透射膜层的厚度均小于4 μm ;所述发光材料层为薄片状;

所述反射膜层和侧面高反层为铝、银、 SiO_2 、 ZrO_2 中的一种或者组合。

[0008] 所述透射膜层是 SiO_2 、 ZrO_2 、 Ta_2O_5 中的一种。

[0009] 所述反射膜层、侧面高反层和透射膜层是单层材料或者是多层材料组合成的膜系。

[0010] 所述发光材料层是无机氧化物、硫化物晶体和陶瓷中的一种。

[0011] 所述发光材料层是聚苯炔类、芳香族炔类。

[0012] 本发明的辐伏类同位素电池用的光导组件,包括:反射膜层、发光材料层、侧面高反层以及透射膜层;所述反射膜层在发光材料层的上表面,所述侧面高反层在发光材料层的侧面,所述透射膜层位于发光材料层的下表面。反射膜层贴近同位素电池放射源,通过设计反射层的材料和厚度,实现发光材料内部产生的光子在反射层、侧面高反层处95%反射,光子将完全从透射膜层单面出射,实现光子单一面定向出射,提高了发光材料单位面积的光发射功率。由于发光材料层呈薄片状,光子从底面出射,光程很短,发光材料对光子的自吸收作用很小,同时由于透射膜层的增透作用,光子的出射效率大幅增加。

[0013] 所述反射膜层和侧面高反层是金属材料如铝或银,或者低原子序数介质材料 SiO_2 、 ZrO_2 组成的膜系。当选用铝、银时,优选地,在金属表面镀一层 SiO_2 ,防止金属在空气中被氧化而导致反射性能退化。透射膜层是单层 SiO_2 ,或者多层介质材料 SiO_2 、 ZrO_2 组成的膜系,或者多层介质材料 SiO_2 、 Ta_2O_5 组成的膜系,或者是硅油直接涂覆在发光材料层上。优选地,当使用单层 SiO_2 或者多层介质材料 SiO_2 、 ZrO_2 组成的膜系作为透射膜层时,可以在透射膜层表面再涂覆一层硅油,将此光导组件通过硅油与光伏器件粘合,可进一步增强光导组件对光的定向出射作用。高反膜层、侧面高反层和透射膜层的厚度均小于4 μm 。

[0014] 当本发明的光导组件应用在 ^3H 或 ^{63}Ni 低中能 β 核素时,优选地使用金属铝作为反射膜层和侧面高反层,降低粒子在反射膜层中的能量沉积与反散射损失。当本发明的光导组件应用在 $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ 、 ^{147}Pm 和 ^{201}Tl 中高能 β 核素时,优选地使用多层介质材料 SiO_2 、 Ta_2O_5 组成的膜系作为透射膜层。

[0015] 所述发光材料层可以是刚性的发光材料如无机氧化物、硫化物晶体和陶瓷,或者是柔性的有机发光材料如聚苯炔类、芳香族炔类和它的派生物。

[0016] 本发明的有益效果是:提供了一种辐伏类同位素电池用的光导组件,实现了辐射致发光材料在放射源作用下发出的光从发光材料一面定向、高效出射,同时增大了光子在

出射面的出射效率,在相同放射源加载量的条件下,大幅提高了发光材料单位面积的光发射功率,从而提高了辐伏同位素电池的能量转换效率和电输出功率,与现有辐伏类同位素电池相比,在达到相同输出功率的条件下,可以降低放射源的加载量,从而降低电池的生产制造成本。

附图说明

[0017]

图1是本发明的辐伏类同位素电池用的光导组件示意图;

图2是透射面涂覆硅油的光导组件示意图;

图3是多层介质材料 SiO_2 、 ZrO_2 组合膜系示意图;

图中,1.反射膜层 2.发光材料层 3.侧面高反层 4.透射膜层 5.硅油, 6. SiO_2 材料层 7. ZrO_2 材料层。

具体实施方式

[0018] 下面结合附图和实施例对本发明一种辐伏类同位素电池用的光导组件做进一步说明。

[0019] 实施例1

图1是本发明的辐伏类同位素电池用的光导组件示意图。

[0020] 图1中,反射膜层1和侧面高反层3为金属铝或者银,或者低原子序数介质材料 SiO_2 、 ZrO_2 组成的膜系;发光材料层2为刚性的发光材料如无机氧化物、硫化物晶体和陶瓷,或者是柔性的有机发光材料如聚苯烃类、芳香族烃类和它的派生物,发光材料层呈薄片状;透射膜层4是单层 SiO_2 ,或者多层介质材料 SiO_2 、 ZrO_2 组成的膜系,或者多层介质材料 SiO_2 、 Ta_2O_5 组成的膜系。反射膜层1通过电子束蒸发或者离子束溅射形成在发光材料层2的上表面,侧面高反层3形成在发光材料层2的侧面,透射膜层4形成在发光材料层2的下表面,每做一面反射膜层1或者侧面高反层3或者透射膜层4时,需将发光材料层2的其他面通过设置掩膜的方式进行保护。

[0021] 实施例2

图2是透射面涂覆硅油的光导组件示意图。

[0022] 图2中,反射膜层1通过电子束蒸发或者离子束溅射形成在发光材料层2的上表面,侧面高反层3形成在发光材料层2的侧面,透射膜层4形成在发光材料层2的下表面,硅油层5涂覆在透射膜层的表面,将光导组件与光伏器件耦合。

[0023] 实施例3

图3是多层介质材料 SiO_2 、 ZrO_2 组合膜系示意图。

[0024] 图3中,发光材料层2上表面和侧面通过电子束蒸发或者离子束溅射方式镀制多层 SiO_2 层6和 ZrO_2 层7组合而成的膜系,通过调节 SiO_2 层6和 ZrO_2 层7的数目和厚度,实现发光材料层2内部产生的光在上表面和侧面95%的反射。

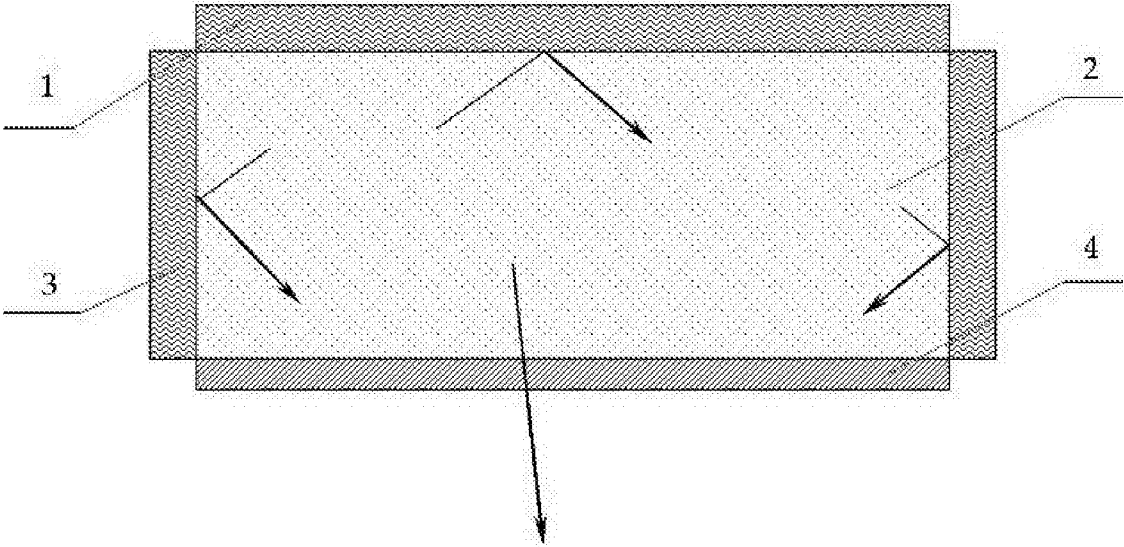


图1

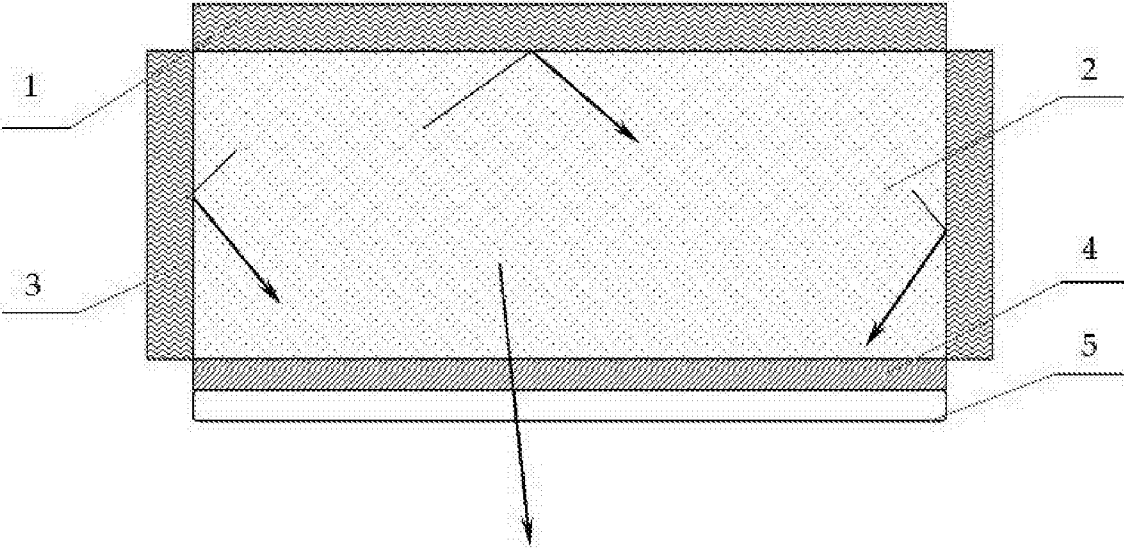


图2

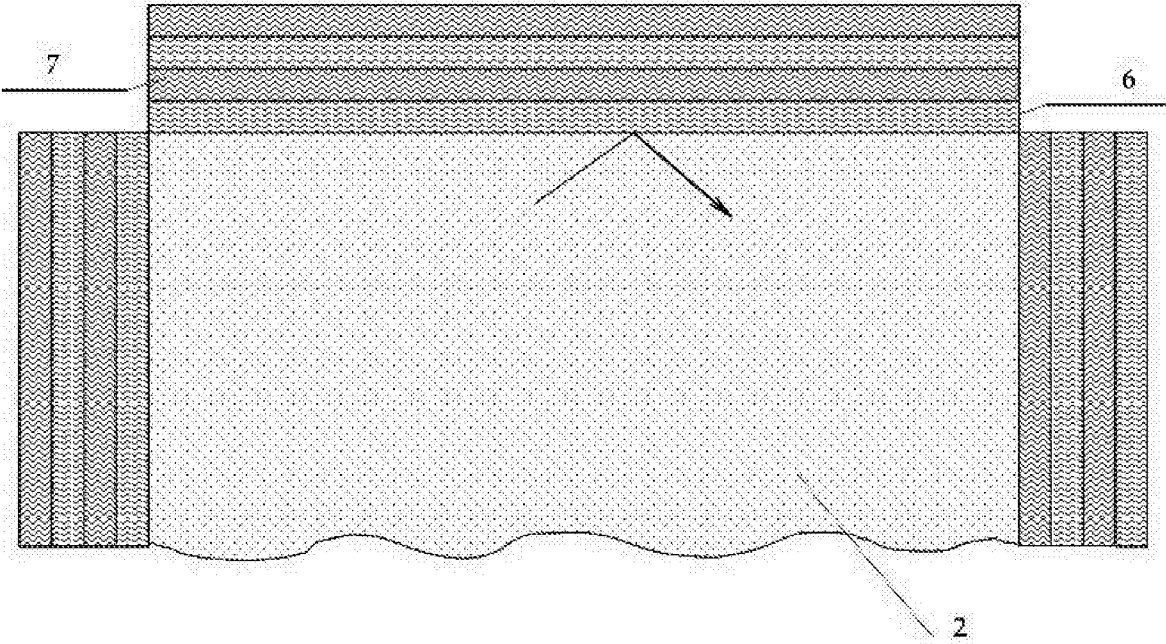


图3