



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108877979 A

(43)申请公布日 2018.11.23

(21)申请号 201810647435.3

G21G 4/06(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 熊晓玲 胡睿 董文丽 秦传洲
邓建 杨玉青 徐建 李刚
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4页 附图1页

(54)发明名称

一种辐伏类同位素电池的密封放射源及其
制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种辐伏类同位素电池的密封放射源结构及其制备方法。该密封放射源由下层金属支撑环、下层金属膜、放射性源芯、上层金属膜、下层有机高分子膜、上层有机高分子膜、中层金属支撑环和上层金属支撑环组成。本发明的制备方法工序简单易控,产生的放射源废物少,制备出的密封放射源活度分布均匀,原材料用料少,活性层自吸收少,且是 4π 利用(双面源),使放射源达到最大利用率。



1. 一种用于辐伏类同位素电池的密封放射源,其特征在于:所述的放射源由下层金属支撑环(1)、下层金属膜(2)、放射性源芯(3)、上层金属膜(4)、下层有机高分子膜(5)、上层有机高分子膜(6)、中层金属支撑环(7)和上层金属支撑环(8)组成;放射性源芯(3)被包裹在下层有机高分子膜(5)、上层有机高分子膜(6)中,置于下层金属膜(2)和上层金属膜(4)之间,形成三个金属支撑环夹着两层金属膜的双三明治结构。

2. 根据权利要求1所述的用于辐伏类同位素电池的密封放射源,其特征在于:所述的金属膜为钛箔或铝箔,厚度为 $10\mu\text{m}$ ~ $20\mu\text{m}$ 。

3. 根据权利要求1所述的用于辐伏类同位素电池的密封放射源,其特征在于:所述的金属支撑环为钛环或镍环,性状可以为圆形、方形或其他异形,厚度为 0.3mm ~ 1mm ,环宽为 1mm ~ 3mm 。

4. 根据权利要求2所述的用于辐伏类同位素电池的密封放射源,其特征在于:所述的耐辐照的有机高分子溶液中的有机高分子为聚甲基丙烯酸甲酯及其衍生物,分子量在 $300\sim 350000$,溶剂为氯仿或乙腈,浓度为 10g/l ~ 30g/l ;聚苯乙烯及其衍生物,分子量在 $300\sim 350000$,溶剂为氯仿或乙腈,浓度为 10g/l ~ 30g/l ;聚酰亚胺及其衍生物,分子量在 $300\sim 350000$,溶剂为氯仿或乙腈,浓度为 10g/l ~ 30g/l ;

步骤2和步骤4滴加的量均为 $100\mu\text{l}$ ~ $300\mu\text{l}$ 。

5. 根据权利要求2所述的用于辐伏类同位素电池的密封放射源,其特征在于:所述的放射性溶液中的放射性同位素为 $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ 、 ^{147}Pm 、 ^{63}Ni 中高能 β 核素,化学形态为氯化盐或硝酸盐,放射性浓度为 $1\mu\text{Ci}/\mu\text{l}$ ~ $3\text{mCi}/\mu\text{l}$,每次滴加量为 $50\mu\text{l}$ ~ $300\mu\text{l}$ 。

6. 一种权利要求1所述的辐伏类同位素电池的密封放射源的制备方法,其特征在于,所述的方法包括如下步骤:

A、将下层金属膜(2)夹在下层金属支撑环(1)和中层金属支撑环(7)之间激光焊接成浅盒状下壳体,将上层金属膜(4)和上层金属支撑环(8)激光焊接成上壳体;

B、在下壳体内滴 $100\mu\text{l}$ ~ $300\mu\text{l}$ 耐辐照的有机高分子溶液,使其平铺在金属膜上,形成下层有机高分子膜(5);

C、放入一张厚为 $170\mu\text{m}$ ~ $210\mu\text{m}$ 的耐辐照且吸水性好的纤维素材料,将 $50\mu\text{m}$ ~ $300\mu\text{m}$ 的放射性溶液滴在纤维素材料上,在常温下,静置 5min ~ 15min ,形成放射性源芯(3);

D、待纤维素材料略干,在其上再滴步骤2)中的有机高分子溶液 $100\mu\text{m}$ ~ $300\mu\text{m}$,形成上层有机高分子膜(6);

E、将步骤1)中焊接好的上壳体压在下壳体上,边缘进行密封焊接,即制成密封放射源。

一种辐伏类同位素电池的密封放射源及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于微能源领域和放射源制备领域,具体地是涉及一种辐伏类同位素电池的密封放射源及其制备方法。

背景技术

[0002] 放射性同位素的衰变能是除裂变能和聚变能之外的另一种重要的核能,通过一定的能量转换方式,放射性同位素可以用来制造特种电源——同位素电池。同位素电池的特点是功率密度高,使用寿命长,而且放射性同位素在衰变时放出粒子的能量不受外界环境中的温度、化学反应、压力、电磁场和光波等的影响,它抗干扰性强和工作稳定可靠的特性是其他能源(太阳能电池、化学电池、燃料电池)无法替代的。

[0003] 辐伏同位素电池是继热电同位素电池(RTG)之后的研究热点,美国自上世纪50年代开始基础研究,至本世纪初进入产品开发,在低功耗及超低功耗芯片及传感器技术迅速发展的大背景下,辐伏同位素电池已经在美国的国防电子系统、情报传感系统、结构件健康状况监测传感、密码锁、水下传感器等方面投入实际应用。自从L.C. Olsen等在上世纪70年代研制了Betacel原型辐射伏特同位素电池之后,不少科研单位和专利报道了多种改进技术,以提高这类同位素电池的转换效率和输出功率。典型改进技术包括:1) BetaBatt公司以及美国专利US7939986B2等提出的采用三维多孔器件作为换能器件改进措施;2) 乔大勇等人在专利《具有保护环结构的微型核电池及其制作方法》(专利号CN101599308A)中提出采用保护环结构,以抑制表面漏电流,降低暗电流的改进措施;3) 以及刘云鹏等人在专利《外延硅基PIN结微型同位素电池及其制备方法》(专利号CN102522136A)中提出的减小内阻等措施。

[0004] 但是,这些改进技术多只关注了辐伏同位素电池的结构、换能器件的改进,而忽视了增加放射源加载量和采用高能射线作为加载源等增大输入功率密度的技术改进。已有研究表明,同位素电池转换效率随输入功率密度增加而近似成指数上升,同时输出功率也成倍上升。而现有放射源加载技术,增加放射源加载量的方法会因增加放射源的自吸收而降低射线的有效利用率,并且增加有一饱和值。

[0005] 密封放射源的制作一般由源芯制作技术和焊接技术组成,焊接技术通常采用激光焊接技术、电子束焊接技术和氩弧焊接技术,根据源壳体的金属材料不同,选择的焊接方法不同。

[0006] ^{90}Sr 密封放射源的源芯制作通常采用陶瓷法。将氧化锶和陶瓷、搪瓷或玻璃料混合在一起,或者将硝酸锶溶液吸附在陶瓷微球、沸石、陶瓷釉面、硅铝阳离子交换剂上,高温下烧成陶瓷体、搪瓷釉或玻璃。比如钛酸锶 $^{90}\text{SrTiO}_3$ 陶瓷源,就是将硝酸锶溶液滴加在压制成型的二氧化钛上,烘干后,加热灼烧,在 1400°C 形成 $^{90}\text{SrTiO}_3$;磷酸锆玻璃 ^{90}Sr 源,是将磷酸锆玻璃微球浸泡在 ^{90}Sr 溶液中,然后将吸附了 ^{90}Sr 的微球烘干后在 1100°C 下灼烧。 ^{90}Sr 放射源还可以用粉末冶金法制成,在硝酸锶溶液中加入碳酸钠和银粉,形成碳酸锶和银粉的共沉淀,然后将混合物烘干,压制成型,在 800°C 下金属陶瓷体毛坯,活性体封在银或金—银包壳

中,在轧机上轧成箔源。 ^{147}Pm 密封放射源的源芯制作常用方法和 ^{90}Sr 密封放射源的制源方法类似,有粉末冶金法、搪瓷法和电镀法。 ^{63}Ni 密封放射源的源芯制作通常采用电镀法,电镀底片采用镍片或铂片,经严格除油污处理后在热盐酸中浸蚀去除氧化层,电镀液一般由 H_3BO_3 、 KCl 、 $^{63}\text{NiCl}_2$ 料液组成,电镀时控制电镀电流密度为 $15\text{mA}/\text{cm}^2$, ^{63}Ni 以金属形式沉积在阴极底片上。这些密封放射源的制作方法优点是源芯均匀性好,缺点是工艺复杂,生产成本高,同时还会产生大量的放射性废液,块体源自吸收严重,电镀源受电镀沉积效率和放射源比活度的影响,其放射性加载量不高,两者一般是 2π 利用(即单面源),源的表面发射率低,不足以满足辐伏同位素电池对其的要求。

发明内容

[0007] 本发明要解决的一个技术问题是提供一种辐伏类同位素电池的密封放射源。本发明要解决的另一个技术问题是提供一种辐伏类同位素电池的密封放射源的制备方法。

[0008] 本发明的成本更低,制作更简单,结构合理,可以 4π 利用,即双面源,表面发射率高,适用于辐伏类同位素电池的密封放射源。

[0009] 本发明的技术方案概述如下:

一种辐伏类同位素电池的密封放射源,其基本结构由下层金属支撑环、下层金属膜、放射性源芯、上层金属膜、下层有机高分子膜、上层有机高分子膜、中层金属支撑环和上层金属支撑环组成。放射性源芯被包裹在下层有机高分子膜、上层有机高分子膜中,置于下层金属膜和上层金属膜之间,形成三个金属支撑环夹着两层金属膜的双三明治结构。

[0010] 所述金属膜为钛箔或铝箔,厚度为 $10\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ 。

[0011] 所述金属支撑环为钛环或镍环,性状可以为圆形、方形或其他异形,厚度为 $0.3\text{mm} \sim 1\text{mm}$,环宽为 $1\text{mm} \sim 3\text{mm}$ 。

[0012] 所述有机高分子溶液,溶剂为氯仿或乙腈,浓度为 $10\text{g}/\text{l} \sim 30\text{g}/\text{l}$,有机高分子为聚甲基丙烯酸甲酯及其衍生物,聚苯乙烯及其衍生物,聚酰亚胺及其衍生物,每次滴加量均为 $100\mu\text{l} \sim 300\mu\text{l}$ 。

[0013] 所述放射性溶液,放射性同位素为 $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ 、 ^{147}Pm 、 ^{63}Ni 等中高能 β 核素,化学形态为氯化锶或硝酸锶,放射性浓度为 $1\mu\text{Ci}/\mu\text{l} \sim 3\text{mCi}/\mu\text{l}$,每次滴加量为 $50\mu\text{l} \sim 300\mu\text{l}$ 。

[0014] 本发明的辐伏类同位素电池的密封放射源的制备方法包括如下步骤:A、将下层金属膜夹在下层金属支撑环和中层金属支撑环之间激光焊接成浅盒状下壳体,将上层金属膜和上层金属支撑环激光焊接成上壳体;

B、在下壳体内滴 $100\mu\text{l} \sim 300\mu\text{l}$ 耐辐照的有机高分子溶液,使其平铺在金属膜上,形成下层有机高分子膜(5);

C、放入一张厚为 $170\mu\text{m} \sim 210\mu\text{m}$ 的耐辐照且吸水性好的纤维素材料,将 $50\mu\text{m} \sim 300\mu\text{m}$ 的放射性溶液滴在纤维素材料上,在常温下,静置 $5\text{min} \sim 15\text{min}$,形成放射性源芯;

D、待纤维素材料略干,在其上再滴步骤2)中的有机高分子溶液 $100\mu\text{m} \sim 300\mu\text{m}$,形成上层有机高分子膜;

E、将步骤1)中焊接好的上壳体压在下壳体上,边缘进行密封焊接,即制成密封放射源。

[0015] 本发明是用放射性溶液直接滴加,利用纤维素材料吸水性好特点达到源均匀分布的目的,放射性同位素的利用率更高,符合辐伏类同位素电池的 4π 发射,表面发射率高,

且是薄膜源的要求；用高分子有机溶液进行初步密封达到焊封时沾污率低的目的，整个制备工艺简单，基本没有放射性废液，降低了放射性废液处理的成本。

附图说明

[0016]

图1是用于辐伏类同位素电池的密封放射源整体示意图。

具体实施方式

[0017] 下面结合附图和实施例对本发明的辐伏类同位素电池的密封放射源结构及其制作方法做进一步说明。

[0018] 实施例1

图1是用于辐伏类同位素电池的密封放射源整体示意图。

[0019] 如图1中，下层金属膜2和上层金属膜4为钛膜，厚度为 $10\mu\text{m}$ ；下层金属支撑环1、中层金属支撑环7和上层金属支撑环8为钛环，厚度为 0.3mm ，环宽 1mm ；放射源源芯3为 ^{147}Pm 放射源；下层有机高分子膜5和上层下层有机高分子膜6为分子量为300的聚甲基丙烯酸甲酯。

[0020] 制备步骤如下：

用 10ml 的容量瓶配制 $10\text{g}/1$ 的聚甲基丙烯酸甲酯/氯仿溶液。将高比活度的 ^{147}Pm 溶液稀释到 $1\text{mCi}/\mu\text{l}$ 。将钛膜附在圆形的钛环上，激光焊接，形成上下两个壳体。在下壳体中滴加 $150\mu\text{l}$ 聚甲基丙烯酸甲酯/氯仿溶液。将 $200\mu\text{m}$ 厚的纤维素材料放入下壳体中，滴加 $150\mu\text{l}$ 的 $^{147}\text{Pm}(\text{NO}_3)_2$ 溶液，静置 5min 。再滴加 $150\mu\text{l}$ 聚甲基丙烯酸甲酯/氯仿溶液。将上壳体盖上，激光密封焊接。即制成一种 ^{147}Pm 密封放射源。

[0021] 实施例2

图1中，下层金属膜2和上层金属膜4为铝膜，厚度为 $15\mu\text{m}$ ；下层金属支撑环1、中层金属支撑环7和上层金属支撑环8为镍环，厚度为 1.0mm ，环宽 1.5mm ；放射源源芯3为 ^{90}Sr 放射源；下层有机高分子膜5和上层下层有机高分子膜6为分子量为3000的聚酰亚胺/氯仿溶液。

[0022] 制备步骤如下：

用 10ml 的容量瓶配制 $15\text{g}/1$ 的分子量为3000的聚酰亚胺/氯仿溶液。将高比活度的 ^{90}Sr 溶液稀释到 $0.5\text{mCi}/\mu\text{l}$ 。将铝膜附在正方形的钛金属环上，激光焊接，形成上下两个壳体。在下壳体中滴加 $300\mu\text{l}$ 聚酰亚胺/氯仿溶液。将 $170\mu\text{m}$ 厚的纤维素材料放入下壳体中，滴加 $200\mu\text{l}$ 的 ^{90}Sr 溶液，静置 15min 。再滴加 $300\mu\text{l}$ 聚酰亚胺/氯仿溶液。将上壳体盖上，激光密封焊接。即制成一种 ^{90}Sr 密封放射源。

[0023] 实施例3

图1中，下层金属膜2和上层金属膜4为钛膜，厚度为 $10\mu\text{m}$ ；下层金属支撑环1、中层金属支撑环7和上层金属支撑环8为钛环，厚度为 0.8mm ，环宽 2mm ；放射源源芯3为 ^{63}Ni 放射源；下层有机高分子膜5和上层下层有机高分子膜6为分子量为15000的聚苯乙烯乙腈溶液。

[0024] 制备步骤如下：

用 10ml 的容量瓶配制 $15\text{g}/1$ 的聚苯乙烯/乙腈溶液。将高比活度的 ^{63}Ni 溶液稀释到 $50\mu\text{Ci}/\mu\text{l}$ 。将钛膜附在方形的钛金属环上，激光焊接，形成上下两个壳体。在下壳体中滴加 $100\mu\text{l}$ 聚苯乙烯/乙腈溶液。将 $210\mu\text{m}$ 厚的纤维素材料放入下壳体中，滴加 $300\mu\text{l}$ 的 ^{63}Ni 溶液，静置

10min。再滴加100 μ l聚苯乙烯/乙腈溶液溶液。将上壳体盖上,激光密封焊接。即制成一种 ^{63}Ni 密封放射源。

[0025] 以上内容是结合优选的实施例对本发明所做的具体说明,不能认定本发明的具体实施方式仅限于这些说明。对本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干简单推演和变换,都应当视为属于本发明的报护范围。

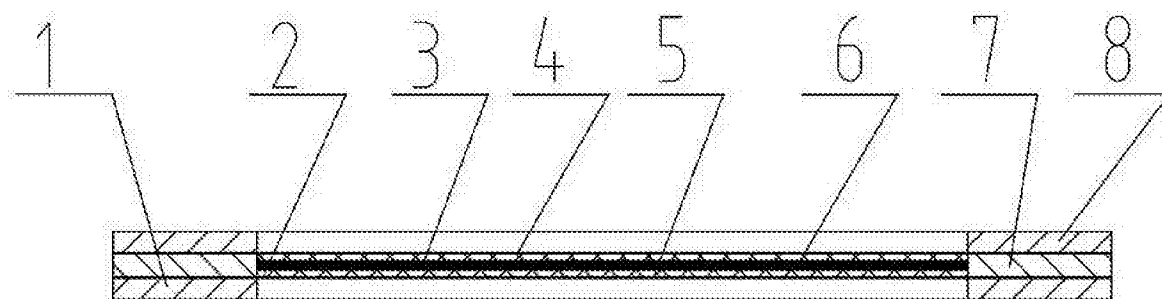


图1