

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102176044 B

(45) 授权公告日 2013.01.09

(21) 申请号 201110048037.8

(22) 申请日 2011.02.26

(73) 专利权人 衡阳师范学院

地址 421008 湖南省衡阳市黄白路 165 号

(72) 发明人 谭延亮

(74) 专利代理机构 衡阳市科航专利事务所

43101

代理人 邹小强

(51) Int. Cl.

G01T 1/20 (2006.01)

G01T 1/18 (2006.01)

(56) 对比文件

JP 特开 2008-139114 A, 2008.06.19, 全文.

US 5952655 A, 1999.09.14, 全文.

CN 101377468 A, 2009.03.04, 全文.

吴健, 张磊, 郭秋菊, 卓维海. 卢卡斯闪烁室法测量 ^{220}Rn 浓度研究. 《辐射防护》. 2010, 第 30 卷 (第 2 期), 85—90.吴健, 张磊, 郭秋菊, 卓维海. 卢卡斯闪烁室法测量 ^{220}Rn 浓度研究. 《辐射防护》. 2010, 第 30 卷 (第 2 期), 85—90.肖拥军, 肖德涛, 赵桂芝, 周青芝. 一种单闪烁室测量 ^{220}Rn 室中 $^{222}\text{Rn}/^{220}\text{Rn}$ 浓度的方法. 《核电子学与探测技术》. 2010, 第 30 卷 (第 6 期), 857—860.

审查员 陈俊

权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 发明名称

利用低压闪烁室对 ^{220}Rn 浓度参考水平定值的方法及装置

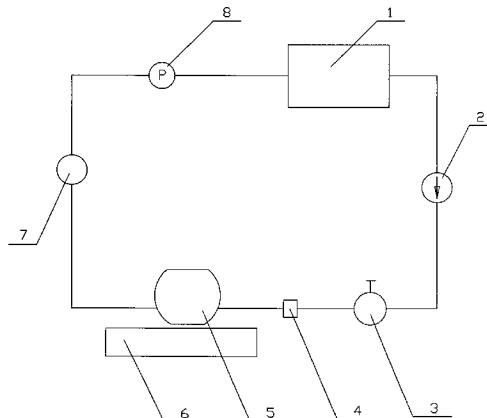
(57) 摘要

一种利用低压闪烁室对 ^{220}Rn 浓度参考水平定值的方法及装置, 装置由 ^{220}Rn 室、流量计、调节阀、过滤器、闪烁室、闪烁室测量装置、真空表和采样泵组成。测量时, 开启取样泵并调节调节阀将含 ^{220}Rn 的空气以一定的流速在回路中循环 5~20min, 从而使闪烁室中 ^{220}Rn 气体与测量环境中 ^{220}Rn 气体达到平衡, 闪烁室内气压为 P, P 低于一个大气压; 接着开启闪烁室测量系统, 计数时间 T 为 5~30min, 闪烁室测量装置得到计数 N, 其单位时间本底计数为 N_0 。则闪烁室内 ^{220}Rn 浓度换

B 算到一个大气压下为: $C = \frac{(N - N_0)P_0}{2KPV}$ 。考虑

^{220}Rn 在管道中及闪烁室中循环的时间延迟, 就可以反推得到空气中的 ^{220}Rn 浓度。

CN 102176044 B



1. 一种利用低压闪烁室对²²⁰Rn 浓度参考水平定值的方法,其特征是:开启取样泵并调节调节阀将含²²⁰Rn 的空气以一定的流速在回路中循环 5~20min,从而使闪烁室中²²⁰Rn 气体与测量环境中²²⁰Rn 气体达到平衡,闪烁室内气压为 P,P 低于一个大气压,使得²²⁰Rn 及其子体²¹⁶Po 衰变放出的 α 粒子在该气压下射程大于闪烁室内任意一点到 ZnS 表面最大距离;接着开启闪烁室测量系统计数时间 T 为 5~30min,闪烁室测量装置得到计数 N,其单位时间本底计数为 N₀,²²⁰Rn 的半衰期为 55.6s,²¹⁶Po 的半衰期为 0.15s,其很快达到平衡,

则闪烁室内²²⁰Rn 浓度换算到一个大气压下为:

$$C = \frac{(\frac{N}{T} - N_0)P_0}{2KPV} \quad (1)$$

P₀ 是环境的气压, V 是闪烁室的体积, K 为探测效率;

考虑²²⁰Rn 在管道中及闪烁室中循环的时间延迟 t,依据放射性衰变规律,就可以反推得到²²⁰Rn 室中的²²⁰Rn 浓度 C₁:

$$C_1 = C/e^{-\lambda t} \quad (2)$$

式中 λ 是²²⁰Rn 衰变常数。

利用低压闪烁室对²²⁰Rn 浓度参考水平定值的方法及装置

技术领域

[0001] 发明涉及一种核辐射探测技术,特别是一种利用低压闪烁室对²²⁰Rn 浓度参考水平定值的方法及装置。

背景技术

[0002] 近年来,对环境²²⁰Rn 水平调查的兴趣呈明显上升趋势,调查发现有些环境中²²⁰Rn 浓度较高,而我国土壤中²³²Th 的含量与世界均值比较明显偏高。由于²²⁰Rn 的半衰期很短,很难建立一个稳定均匀的²²⁰Rn 水平环境,再加上对²²⁰Rn 的危害不够重视,所以²²⁰Rn 及其子体的测量技术远没有氡(²²²Rn)的那么方便和完善。当前对²²⁰Rn 气体浓度定值的方法主要 γ 谱法、小闪烁室法等。利用 γ 谱法需要先用吸附材料吸附²²⁰Rn,然后取出测量,测量系统复杂、测量时间长、不易实现自动化。利用小闪烁室法,由于其体积小,导致相同的²²⁰Rn 浓度下其计数比标准闪烁室少,增加了统计涨落,而且小闪烁室是非标产品,成本高,一致性差。

发明内容

[0003] 本发明的目的是克服现有技术的上述不足而提供一种利用低压闪烁室对²²⁰Rn 浓度参考水平定值的方法及装置,该方法测量系统简单、测量时间短且易实现自动化,尤其是对标准²²⁰Rn 室的定值提供了一种新方法。

[0004] 本发明的技术方案是:一种利用低压闪烁室对²²⁰Rn 浓度参考水平定值的方法,其具体步骤如下:开启取样泵并调节调节阀,将含²²⁰Rn 的空气以一定的流速在回路中循环 5~20min,从而使闪烁室中²²⁰Rn 气体与测量环境中²²⁰Rn 气体达到平衡,闪烁室内气压为 P,P 低于一个大气压,使得²²⁰Rn 及其子体²¹⁶Po 衰变放出的 α 粒子在该气压下射程大于闪烁室内任意一点到 ZnS 表面最大距离;接着开启闪烁室测量系统,计数时间 T 为 5~30min,闪烁室测量装置得到计数 N,其单位时间本底计数为 N₀。²²⁰Rn 的半衰期为 55.6s,²¹⁶Po 的半衰期为 0.15s,其很快达到衰变平衡。

[0005] 则闪烁室内²²⁰Rn 浓度换算到一个大气压下为:

$$[0006] C = \frac{(\frac{N}{T} - N_0)P_0}{2KPV} \quad (1)$$

[0007] P₀ 是环境的气压,V 是闪烁室的体积,K 为探测效率。

[0008] 考虑²²⁰Rn 在管道中及闪烁室中循环的时间延迟 t,依据放射性衰变规律,就可以反推得到²²⁰Rn 室中的²²⁰Rn 浓度 C₁,见式(2):

$$[0009] C_1 = C / e^{-\lambda t} \quad (2)$$

[0010] 式中 λ 是²²⁰Rn 衰变常数。

[0011] 本发明的原理如下:开启采样泵后,含²²⁰Rn 的空气以一定的流速经高效过滤器过滤掉子体后进入测量闪烁室,由于采样泵流率较大,调节调节阀,可以使得闪烁室内处于低压状态(低于一个大气压)。现在所用标准闪烁室的体积较大,它里面两点间最长距离大于 α 粒子的射程,因此分布在它里面的放射性气体及衰变子体产生的 α 粒子不能全部击

中闪烁室内表面 ZnS 并且使其发光。特别是 ^{222}Rn 、 ^{220}Rn 及其子体衰变放出的 α 粒子能量不同，导致其在空气中的射程不同，使得对 ^{222}Rn 、 ^{220}Rn 及其子体衰变放出的 α 粒子具有不同的探测效率。其中 ^{222}Rn 衰变放出的 α 粒子能量最小，射程也最小为 3.95cm。假设闪烁室内任意一点到 ZnS 表面最大距离为 L，降低闪烁室内的气压，使得 ^{222}Rn 衰变放出的 α 粒子在该气压下射程大于 L，这样使得对 ^{222}Rn 、 ^{220}Rn 及其子体衰变放出的 α 粒子具有相同的探测效率 K。探测效率 K 可以在低压下利用闪烁室对恒定 ^{222}Rn 浓度的测量实验得到。

[0012] 本发明还提供了一种利用低压闪烁室对 ^{220}Rn 浓度参考水平定值的装置，该装置由 ^{220}Rn 室、流量计、调节阀、过滤器、闪烁室、闪烁室测量装置、真空表和采样泵组成。以上部件通过串联组成回路，其中 ^{220}Rn 室通过管道与流量计连接，流量计通过管道与调节阀连接，调节阀通过管道与过滤器连接，过滤器通过管道与闪烁室连接，闪烁室通过管道与真空表连接，真空表通过管道与采样泵连接，采样泵通过管道与 ^{220}Rn 室连接。闪烁室测量装置对闪烁室测量计数。

[0013] 本发明与现有技术相比具有如下特点：

[0014] 1、闪烁室内气压为 P，由于 P 低于一个大气压，使得 ^{220}Rn 及其子体 ^{216}Po 衰变放出的 α 粒子在该气压下射程大于闪烁室内任意一点到 ZnS 表面最大距离。

[0015] 2、与 γ 谱法相比：测量系统简单、测量时间短；与小闪烁室相比：统计误差较小、成本低、测量精度高。

[0016] 以下结合附图和具体实施方式对本发明的详细结构作进一步描述。

附图说明

[0017] 附图 1 为本发明提供的利用低压闪烁室对 ^{220}Rn 浓度参考水平定值的装置示意图。

具体实施方式

[0018] 一种利用低压闪烁室对 ^{220}Rn 浓度参考水平定值的方法，其具体步骤如下：开启取样泵并调节调节阀将含 ^{220}Rn 的空气以一定的流速在回路中循环 5-20min，从而使闪烁室中 ^{220}Rn 气体与测量环境中 ^{220}Rn 气体达到平衡，闪烁室内气压为 P，P 低于一个大气压，使得 ^{220}Rn 及其子体 ^{216}Po 衰变放出的 α 粒子在该气压下射程大于闪烁室内任意一点到 ZnS 表面最大距离；接着开启闪烁室测量系统计数时间 T 为 5-30min，闪烁室测量装置得到计数 N，其单位时间本底计数为 N_0 ， ^{220}Rn 的半衰期为 55.6s， ^{216}Po 的半衰期为 0.15s，其很快达到平衡。

[0019] 则闪烁室内 ^{220}Rn 浓度换算到一个大气压下为：

$$[0020] C = \frac{\left(\frac{N}{T} - N_0\right)P_0}{2KPV} \quad (1)$$

[0021] P_0 是环境的气压，V 是闪烁室的体积，K 为探测效率。

[0022] 考虑 ^{220}Rn 在管道中及闪烁室中循环的时间延迟 t，依据放射性衰变规律，就可以反推得到 ^{220}Rn 室中的 ^{220}Rn 浓度 C_1 ：

$$[0023] C_1 = C / e^{-\lambda t} \quad (2)$$

[0024] 式中 λ 是 ^{220}Rn 衰变常数。

[0025] 一种利用低压闪烁室对 ^{220}Rn 浓度参考水平定值的装置，该装置由 ^{220}RR 室 1、流量计 2、调节阀 3、过滤器 4、闪烁室 5、闪烁室测量装置 6、真空表 7 和采样泵 8 组成。以上部件

通过串联组成回路,其中²²⁰Rn室1通过管道与流量计2连接,流量计2通过管道与调节阀3连接,调节阀3通过管道与过滤器4连接,过滤器4通过管道与闪烁室5连接,闪烁室5通过管道与真空表7连接,真空表7通过管道与采样泵8连接,采样泵8通过管道与²²⁰Rn室1连接,测量装置6对闪烁室5测量计数。

[0026] 在上述装置中,流量计2的量程为0.5~6L/min,过滤器4采用高效²²²Rn、²²⁰Rn子体过滤器。

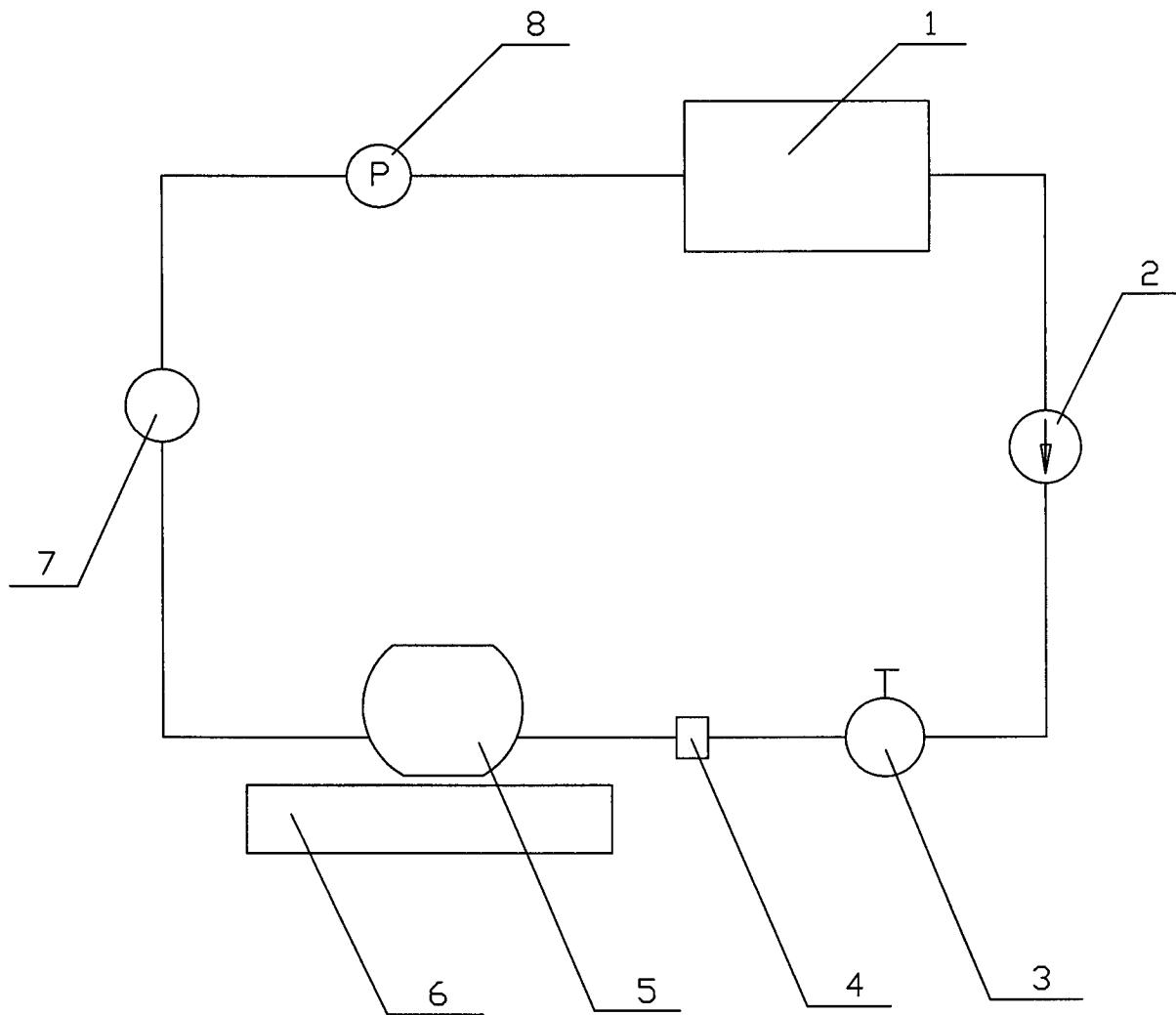


图 1