



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113477023 A

(43) 申请公布日 2021. 10. 08

(21) 申请号 202110648707.3

(22) 申请日 2021.06.10

(71) 申请人 中国科学院合肥物质科学研究院
地址 230031 安徽省合肥市蜀山湖路350号

(72) 发明人 柳伟平 刘玉昆 郑明杰 周勋
冯宇钦

(74) 专利代理机构 合肥兴东知识产权代理有限公司 34148

代理人 李静

(51) Int. Cl.

B01D 53/04 (2006.01)

B01D 53/78 (2006.01)

G21F 9/02 (2006.01)

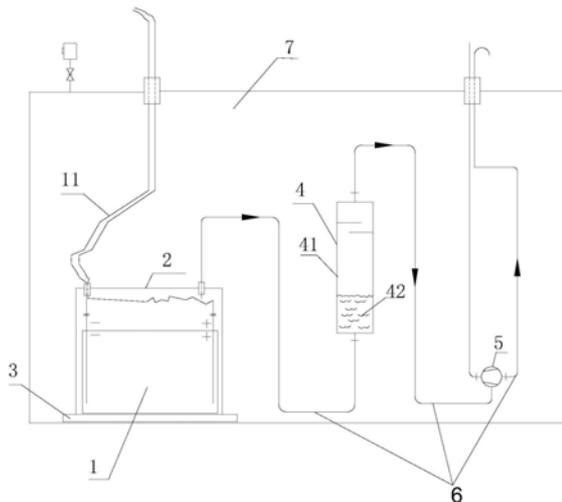
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种适用于实验室放射性气体处理的净化系统及方法

(57) 摘要

本发明提供了一种适用于实验室放射性气体处理的净化系统,包括化学反应装置、密封罩、橡胶板、废气净化装置和真空发生器;所述化学反应装置设置在密封罩与橡胶板构成的隔离空间内,并通过橡胶软管、真空发生器将产生的废气传输至废气净化装置;所述废气净化装置的内部装有填料或吸收液,废气经填料或吸收液处理后排至系统外部。本发明还提供了一种基于上述净化系统的气体处理方法。本发明使用密封罩将放射性气溶胶以及有毒有害气体隔绝在很小的空间内,既避免了通风柜箱体内部的放射性污染和腐蚀,又减少了废气的处理量,使得废气净化装置体积较同类发明小很多,在实现实验室废气达标处理的同时,满足废物最小化原则。



1. 一种适用于实验室放射性气体处理的净化系统,其特征在于,包括化学反应装置、密封罩、橡胶板、废气净化装置和真空发生器;所述化学反应装置设置在所述密封罩与橡胶板构成的隔离空间内,并通过所述橡胶软管、真空发生器将产生的废气传输至所述废气净化装置;所述废气净化装置的内部装有填料或吸收液,所述废气经所述填料或吸收液处理排至系统外部。

2. 根据权利要求1所述的适用于实验室放射性气体处理的净化系统,其特征在于,所述橡胶板位于底端,密封罩盖设在橡胶板上端,二者构成一个相对密封的隔离空间;所述密封罩上连接有橡胶软管,所述橡胶软管的一端位于所述密封罩内,其另一端穿过所述密封罩的顶部向外延伸、并依次连接所述废气净化装置和真空发生器。

3. 根据权利要求2所述的适用于实验室放射性气体处理的净化系统,其特征在于,所述密封罩的内部容积为所述化学反应装置体积的3~5倍,所述密封罩与橡胶板构成的相对密封空间完全包容所述化学反应装置;此外,所述密封罩的顶部设有对所述化学反应装置进行的操作孔,所述操作孔通过一块活动板进行开启和关闭。

4. 根据权利要求3所述的适用于实验室放射性气体处理的净化系统,其特征在于,所述操作孔的面积不小于所述化学反应装置的投影面积。

5. 根据权利要求1所述的适用于实验室放射性气体处理的净化系统,其特征在于,所述化学反应装置为非密闭式化学反应装置;所述非密闭式化学反应装置的一端连接有电源线,所述电源线穿过所述密封罩、与所述净化系统外部的电源相连。

6. 根据权利要求1所述的适用于实验室放射性气体处理的净化系统,其特征在于,所述废气净化装置为高径比为(3~8):1的圆柱形容器;所述圆柱形容器内部充装有对废气进行物理吸附的填料,或者,与废气发生化学反应的吸收液;其中,所述吸收液的液位在圆柱形容器高度的1/3~2/3处。

7. 根据权利要求6所述的适用于实验室放射性气体处理的净化系统,其特征在于,所述填料具体为硅胶或活性炭,吸收液为NaOH溶液或去离子水。

8. 根据权利要求1所述的适用于实验室放射性气体处理的净化系统,其特征在于,所述真空发生器的排气量可调,其额定排气量为废气产生量的5~10倍。

9. 根据权利要求1~8任一所述的适用于实验室放射性气体处理的净化系统,其特征在于,所述净化系统安装在手套箱或通风柜内;当废气得到净化后,废气排放到所述手套箱或通风柜内,并通过手套箱或通风柜的排气管排放到环境中。

10. 一种使用如权利要求1~9任一所述的适用于实验室放射性气体处理的净化系统进行气体处理的方法,其特征在于,包括如下步骤:

(1) 手套箱或通风柜排风系统运行;

(2) 将化学反应装置置于密封罩和橡胶板构成的隔离空间内;

(3) 启动真空发生器运行并调节密封罩内负压在-20~-50Pa;

(4) 打开密封罩顶部的活动板,将反应试剂加入化学反应装置内,然后关闭活动板;

(5) 启动化学反应装置内的化学反应,废气在真空发生器的抽吸下经橡胶软管进入废气净化装置;废气中的有毒有害气体被填料物理吸附,或者,与吸收液发生化学反应;同时,放射性气溶胶吸附于填料,或,溶于吸收液中;

(6) 废气得到净化后排放到手套箱或通风柜内,并通过排气管排放到环境中。

一种适用于实验室放射性气体处理的净化系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及实验室废气处理技术领域,尤其涉及一种适用于实验室放射性气体处理的净化系统及方法。

背景技术

[0002] 固体或液体放射性物质颗粒悬浮于空气中形成的分散体系称为放射性气溶胶,其对环境和人员的身体健康危害很大,因此必须加以净化处理。

[0003] 放化实验室内对放射性物料的操作是在通风柜或密闭的手套箱内进行的,为了防止液体和气体侵蚀箱体内部、并便于清洗去污,这种用于放射性物料操作的通风柜或手套箱箱体内部衬里为不锈钢敷面。对通风柜或手套箱内操作产生的放射性气溶胶废气,根据废气中是否有毒有害气体,选择两种净化方案:第一种方案是在通风柜或手套箱的外部设置排风机、风管以及一级或二级高效空气粒子过滤器,对放射性气溶胶废气净化后排放,适用于废气中不含有毒有害气体的情况;第二种方案是在第一种方案的基础上,在高效空气粒子过滤器后再设置一套废气净化系统对废气进行净化后排放,适用于废气中含有其它有毒有害气体的情况。

[0004] 大多数情况下,上述方案能够满足放射性气溶胶废气的净化要求,但在一些特殊情况下,如放射性操作产生的气体对不锈钢有强烈的腐蚀性时,腐蚀性气体会随着气流扩散到箱体内部和排风管中,从而造成箱体内部和排风管严重腐蚀。而且,第二种方案对有毒有害气体的净化,采用活性炭或附有催化剂的固定床以及吸收液等吸附(吸收)剂处理的方式,由于待处理的废气量大,吸附(吸收)剂用量大,产生的二次废物量大,不满足废物最小化原则。

[0005] 中国专利文献CN108231229A披露了一种放射性气溶胶净化装置及其处理方法,其采用前置过滤部分、电凝并收集部分、风机和末端过滤吸附部分等设备。该装置系统的设备较多,且解决技术问题的方法本质上与上述第二种方案相同,也就是说,在放射性气溶胶废气中存在对不锈钢有强烈腐蚀性的气体时,不能避免对设备的腐蚀。

[0006] 中国专利文献CN106297931B披露了一种放射性气溶胶高效净化回收装置及其工作方法,其采用放射性气溶胶过滤单元、调节阀、真空保护阀、抽气泵、冒泡单元等设备。该装置系统的设备较多、且解决技术问题的方法本质上也跟上述第二种方案相同,不能避免对设备的腐蚀。

[0007] 关于放射性气溶胶的净化技术,在2009年中国《工业安全与环保》刊物刊登的一篇“放射性气溶胶的净化”文章中对国内外放射性气溶胶的净化技术进行了综述,净化方法有过滤、吸附、洗涤、滞留、衰变等。为了实现放射性废气的达标排放,工业上对放射性气溶胶的净化装置采用上述技术中的一种或多种组合。

[0008] 由此可见,目前的技术手段能基本满足废气中放射性气溶胶和有毒有害气体的净化要求,但是利用这些技术建立的装置一般只适用于有毒有害气体不对设备产生腐蚀的情况;对于特殊情况,如有毒有害气体对设备产生强烈腐蚀性时,目前的技术手段并没有采取

针对性的措施,而且有毒有害气体与空气和其他气体混合增大了待处理的废气也没有考虑,存在设备腐蚀和废物量大的问题。

发明内容

[0009] 本发明所要解决的技术问题在于提供一种适用于实验室放射性气体处理的净化系统及方法,其可避免采用传统废气处理系统与方法带来的设备腐蚀与废物量大的问题。

[0010] 本发明采用以下技术方案解决上述技术问题:

[0011] 一种适用于实验室放射性气体处理的净化系统,包括化学反应装置、密封罩、橡胶板、废气净化装置和真空发生器;所述化学反应装置设置在所述密封罩与橡胶板构成的隔离空间内,并通过所述橡胶软管、真空发生器将产生的废气传输至所述废气净化装置;所述废气净化装置的内部装有填料或吸收液,所述废气经所述填料或吸收液处理排至系统外部。

[0012] 作为本发明的优选方式之一,所述橡胶板位于底端,密封罩盖设在橡胶板上端,二者构成一个相对密封的隔离空间;所述密封罩上连接有橡胶软管,所述橡胶软管的一端位于所述密封罩内,其另一端穿过所述密封罩的顶部向外延伸、并依次连接所述废气净化装置和真空发生器。

[0013] 作为本发明的优选方式之一,所述密封罩的内部容积为所述化学反应装置体积的3~5倍,所述密封罩与橡胶板构成的相对密封空间完全包容所述化学反应装置;此外,所述密封罩的顶部设有对所述化学反应装置进行的操作孔,所述操作孔通过一块活动板进行开启和关闭。

[0014] 作为本发明的优选方式之一,所述操作孔的面积不小于所述化学反应装置的投影面积。

[0015] 作为本发明的优选方式之一,所述化学反应装置为非密闭式化学反应装置;所述非密闭式化学反应装置的一端连接有电源线,所述电源线穿过所述密封罩、与所述净化系统外部的电源相连。

[0016] 作为本发明的优选方式之一,所述废气净化装置为高径比为(3~8):1的圆柱形容器;所述圆柱形容器内部充装有对废气进行物理吸附的填料,或者,与废气发生化学反应的吸收液;其中,所述吸收液的液位在圆柱形容器高度的1/3~2/3处。

[0017] 作为本发明的优选方式之一,所述填料具体为硅胶或活性炭,吸收液为NaOH溶液或去离子水。

[0018] 作为本发明的优选方式之一,所述真空发生器的排气量可调,其额定排气量为废气产生量的5~10倍。

[0019] 作为本发明的优选方式之一,所述净化系统安装在手套箱或通风柜内;当废气得到净化后,废气排放到所述手套箱或通风柜内,并通过手套箱或通风柜的排气管排放到环境中。

[0020] 一种基于上述适用于实验室放射性气体处理的净化系统进行气体处理的方法,包括如下步骤:

[0021] (1) 手套箱或通风柜排风系统运行;

[0022] (2) 将化学反应装置置于密封罩和橡胶板构成的隔离空间内;

- [0023] (3) 启动真空发生器运行并调节密封罩内负压在-20~-50Pa;
- [0024] (4) 打开密封罩顶部的活动板,将反应试剂加入化学反应装置内,然后关闭活动板;
- [0025] (5) 启动化学反应装置内的化学反应,废气在真空发生器的抽吸下经橡胶软管进入废气净化装置;废气中的有毒有害气体被填料物理吸附,或者,与吸收液发生化学反应;同时,放射性气溶胶吸附于填料,或,溶于吸收液中;
- [0026] (6) 废气得到净化后排放到手套箱或通风柜内,并通过排气管排放到环境中。
- [0027] 本发明相比现有技术的优点在于:
- [0028] (1) 本发明使用密封罩将通风柜或密闭的手套箱内产生的含有放射性气溶胶以及腐蚀性有毒有害气体的废气隔绝在很小的空间内,采用洗涤技术先对腐蚀性有毒有害气体进行净化,既避免了手套箱或通风柜箱体内部的腐蚀,又大大减少了废气的处理量,使得废气净化装置体积较同类发明小很多,在实现实验室废气达标处理的同时,满足废物最小化原则,达到保护环境和公众健康的目标;
- [0029] (2) 本发明装置结构简单,轻便灵活,安装在通风柜箱体内,根据实际情况制作满足实验室废气排放要求的装置;
- [0030] (3) 本发明装置采用真空发生器抽排废气,无转动部件,无需维护保养,操作便捷可靠,成本低廉,安装、拆卸容易。

附图说明

- [0031] 图1是实施例1中适用于实验室放射性气体处理的净化系统示意图(图1中箭头表示废气传输方向)。
- [0032] 图中:1为非密闭化学反应装置,11为电源线,2为密封罩,3为氯丁橡胶板,4为废气净化装置,41为圆柱形吸收柱,42为吸收液,5为真空发生器,6为橡胶软管,7为手套箱或通风柜。

具体实施方式

- [0033] 下面对本发明的实施例作详细说明,本实施例在以本发明技术方案为前提下进行实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程,但本发明的保护范围不限于下述的实施例。
- [0034] 设计思路:将含有腐蚀性的废气限制在隔离空间内并先净化,防止其腐蚀设备,同时尽量减少待净化处理的废气体积,从而实现废气净化系统的小型化和废物最小化目的。
- [0035] 实施例1
- [0036] 如图1所示,本实施例的一种适用于实验室放射性气体处理的净化系统,安装在手套箱或通风柜7内。所述净化系统包括非密闭化学反应装置1、密封罩2、氯丁橡胶板3、废气净化装置4、真空发生器5和橡胶软管6;其中,非密闭化学反应装置1设置在密封罩2与氯丁橡胶板3构成的隔离空间内,并通过橡胶软管6、真空发生器5将产生的废气传输至废气净化装置4;废气净化装置4的内部装有吸收液42,废气经吸收液42处理后排放到手套箱或通风柜7内,并通过手套箱或通风柜7的排气管排放到环境中。
- [0037] 进一步地,在本实施例中,氯丁橡胶板3位于底端,密封罩2盖设在氯丁橡胶板3上

端,二者构成一个相对密封的隔离空间。密封罩2的顶部连接有橡胶软管6,橡胶软管6的一端位于密封罩2内,其另一端穿过密封罩2顶部的套管向外延伸、并依次连接废气净化装置4和真空发生器5两端的接管。

[0038] 进一步地,在本实施例中,非密闭化学反应装置1为电镀池,其功能是利用电镀法将溶液中的放射性核素⁶³Ni沉积到铜板上形成金属薄膜,电镀过程产生氯气。电镀池的尺寸 $L \times W \times H = 100 \times 30 \times 70 \text{mm}$,插上阴极和阳极后最大外形尺寸 $L \times W \times H = 100 \times 30 \times 100 \text{mm}$ 。电镀池的一端连接有电源线11,电源线11穿过密封罩2、与系统外部的电源相连。

[0039] 进一步地,在本实施例中,密封罩2、氯丁橡胶板3需根据电镀池及附件的最大外形尺寸制作,以将电镀池完全包容在一个相对密封的小隔离空间内。同时,密封罩2的顶部设有对非密闭化学反应装置1进行的操作孔,操作孔通过一块活动板进行开启和关闭;操作孔的面积不小于非密闭化学反应装置1的投影面积。

[0040] 具体地,密封罩2为无下盖板的长方形盒子,先用两块 $L \times W \times \delta = 200 \times 160 \times 3 \text{mm}$ 、两块 $L \times W \times \delta = 160 \times 160 \times 3 \text{mm}$ 的有机玻璃板拼接成一个无上、下盖板的长方形盒子,四块板的拼接端为 45° 角斜面,接缝处用环氧树脂粘接牢固且密封,底端面保证光滑且在同一个平面上;然后,用两块 $L \times W \times \delta = 220 \times 90 \times 3 \text{mm}$ 的有机玻璃板拼接上盖板,这两块板中的一块占据长方形盒子上盖板的一半、且用环氧树脂粘接固定,板中间开有两个 $\phi 12 \text{mm}$ 的安装孔(分别用于插入电极和橡胶软管6),另一块是活动板,两块板对接面平整且光滑。氯丁橡胶板3的 $L \times W \times \delta = 240 \times 180 \times 3 \text{mm}$,使用时,将密封罩2底端朝下放置到氯丁橡胶板3上,其底端面与氯丁橡胶板3密切接触形成密封面。

[0041] 进一步地,在本实施例中,废气净化装置4为圆柱形吸收柱41,柱径 $\phi 70 \times 3 \text{mm}$ 、柱高300mm,柱两端的接管 $\phi 8 \times 2 \text{mm}$,长40mm,柱内乱堆 $D \times H = 8 \times 8 \text{mm}$ 塑料拉西环至90mm,圆柱形吸收柱41竖直放置并固定可靠。具体地,圆柱形吸收柱41的内部充装有与废气发生化学反应的 2mol/l NaOH溶液(即上述吸收液42),NaOH溶液的液位在圆柱形容器高度的 $1/3 \sim 2/3$ 处。

[0042] 进一步地,在本实施例中,真空发生器5的排气量 $0 \sim 27 \text{L/min}$ 可调,接管 $\phi 8 \text{mm}$,其额定排气量为废气产生量的 $5 \sim 10$ 倍。

[0043] 此外,需注意的是,本实施例中,橡胶软管6规格为 $\phi 10 \text{mm}$,并且,除了橡胶软管6与密封罩2的连接处设有套管,电源线11与密封罩2的连接处、电源线11与手套箱或通风柜7箱体的连接处、橡胶软管6与手套箱或通风柜7箱体的连接处也分别设有套管。

[0044] 利用上述净化系统对电镀过程产生的放射性气溶胶废气进行处理的方法,包括如下步骤:

[0045] (1) 手套箱或通风柜7排风系统运行;

[0046] (2) 将电镀槽置于密封罩2和氯丁橡胶板3构成的隔离空间内;

[0047] (3) 启动真空发生器5运行,调节进入真空发生器5的压空流量,控制密封罩2内负压在 $-20 \sim -50 \text{Pa}$;

[0048] (4) 打开密封罩2顶部的活动板,将电镀液加入电镀槽内,插上阴极(铜板)和阳极并固定好,然后关闭活动板;

[0049] (5) 电镀槽通电,电化学反应开始进行;此时,阳极产生的氯气夹带放射性气溶胶

与少量漏入密封罩2内的空气混合,在负压抽吸下经橡胶软管6进入废气净化装置4;废气中的氯气和NaOH溶液发生化学反应,放射性气溶胶则溶于NaOH溶液中,废气据此得到净化;

[0050] (6) 净化后的废气通过取样滤纸过滤1小时,用 β 表面污染监测仪测量取样滤纸表面的放射性活度为本底水平;用PH试纸测试无变色反应。以上测试结果说明废气经净化后满足环境排放要求。

[0051] 实施例2

[0052] 本实施例的一种适用于实验室放射性气体处理的净化系统,其结构与实施例1大致相同,主要不同之处在于:(1) 本实施例中,非密闭化学反应装置1是容积为100mL的烧杯,规格D×H=52×72mm,用三氯乙酸铵溶解镀镍后的铜板,铜板溶解过程有氨味气体和放射性气溶胶放出。(2) 本实施例中,废气净化装置4的圆柱形吸收柱41内部充装有填料,而非吸收液42;当废气经过时,废气经填料处理后排放到手套箱或通风柜7内,并通过手套箱或通风柜7的排气管排放到环境中;具体地,填料为对废气进行物理吸附的硅胶或活性炭。实施例1中所用的设备和操作完全适用于实施例2。

[0053] 净化后的废气通过取样滤纸过滤1小时,用 β 表面污染监测仪测量取样滤纸表面的放射性活度为本底水平;用PH试纸测试无变色反应。以上测试结果说明废气经净化后满足环境排放要求。

[0054] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

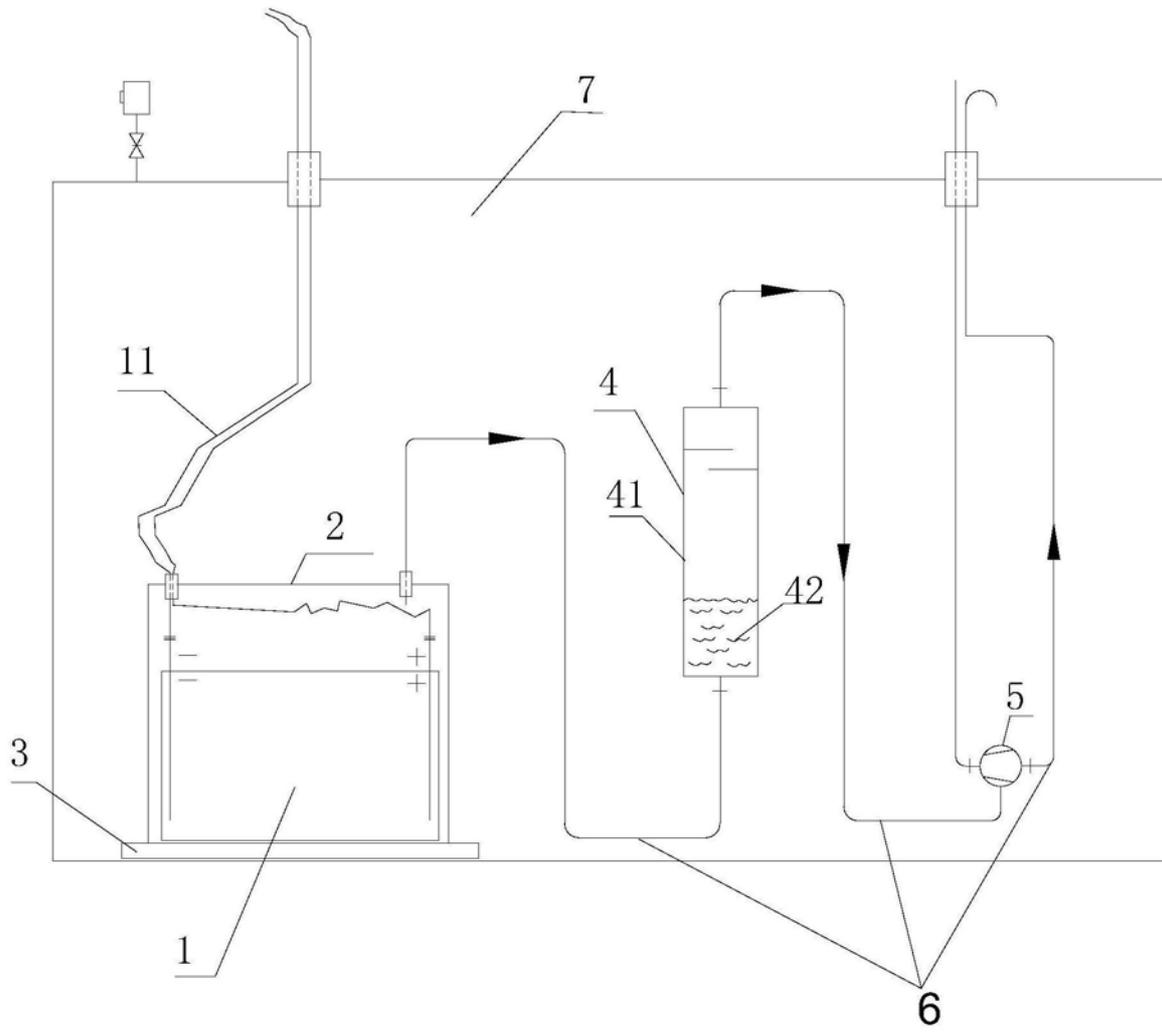


图1