



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113399737 B

(45) 授权公告日 2022. 10. 28

(21) 申请号 202110762185.X

(22) 申请日 2021.07.06

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113399737 A

(43) 申请公布日 2021.09.17

(73) 专利权人 中国原子能科学研究院
地址 102413 北京市房山区新镇三强路1号
院

(72) 发明人 付晓刚 龙斌 阮章顺 王鑫
朱庆福 杨红义 李美山 褚凤敏
陶柳 马浩然 秦博 张金权
钱燕悦 梁娜

(74) 专利代理机构 北京英创嘉友知识产权代理
事务所(普通合伙) 11447
专利代理师 陈庆超

(51) Int.Cl.

B23D 33/02 (2006.01)

B23D 21/04 (2006.01)

B23D 33/10 (2006.01)

B23Q 7/00 (2006.01)

B23Q 7/04 (2006.01)

B23Q 11/00 (2006.01)

G22B 26/10 (2006.01)

B01D 29/03 (2006.01)

G21K 5/00 (2006.01)

审查员 黄志花

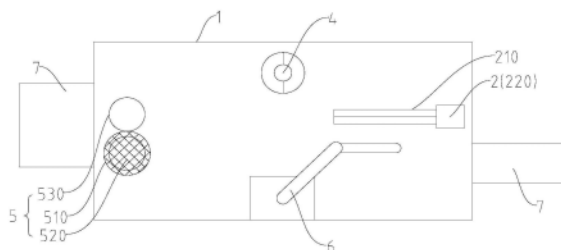
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

辐照容器的解体分离设备

(57) 摘要

本公开涉及一种辐照容器的解体分离设备，包括：箱体，具有用于将其内部抽真空的气体出口和用于向其内部填充惰性气体的气体进口；自动切割装置，设置在箱体内且包括平台和切割机构，切割机构用于将辐照容器切割为盛装有辐照样品和固态钠的第一容器段和中空的第二容器段；加热装置，设置在箱体内且具有腔室，以将固态钠加热为液态钠；分离装置，设置在箱体内且包括废钠接收罐，废钠接收罐上设置有滤网；以及转运装置，设置在箱体内，用于将辐照容器自辐照容器入口处搬运至平台上、将第一容器段自平台上搬运至腔室内、将腔室内的第一容器段搬运并倒扣在滤网上方。本公开能够解决辐照容器无法安全解体分离的问题。



1. 一种辐照容器的解体分离设备,其特征在于,所述解体分离设备包括:

箱体(1),该箱体(1)具有用于将其内部抽真空的气体出口和用于向其内部填充惰性气体的气体进口,以用于将所述箱体(1)内的空气置换为惰性气体,所述箱体(1)具有可封闭的辐照容器入口和解体产物出口;

自动切割装置(2),设置在所述箱体(1)内且包括平台(210)和切割机构(220),所述平台(210)用于放置辐照容器(3),所述切割机构(220)用于将所述辐照容器(3)切割为盛装有辐照样品的第一容器段(310)和中空的第二容器段(320);

加热装置(4),设置在所述箱体(1)内且具有用于加热所述第一容器段(310)的腔室,以将所述固态钠加热为液态钠;

分离装置(5),设置在所述箱体(1)内且包括废钠接收罐(510),该废钠接收罐(510)上设置有滤网(520),以用于允许所述液态钠通过所述滤网(520)进入所述废钠接收罐(510)中,且用于将所述辐照样品阻挡在所述滤网(520)上;以及

转运装置(6),设置在所述箱体(1)内且具有用于可释放地抓取所述辐照容器(3)的执行端,以用于通过所述执行端将所述辐照容器(3)自所述辐照容器入口处搬运至所述平台(210)上、将所述第一容器段(310)自所述平台(210)上搬运至所述腔室内、将所述腔室内的所述第一容器段(310)搬运并倒扣在所述滤网(520)上方。

2. 根据权利要求1所述的辐照容器的解体分离设备,其特征在于,所述分离装置(5)还包括样品存储罐(530),所述转运装置(6)用于通过所述执行端将所述辐照样品自所述滤网(520)上搬运至所述样品存储罐(530)中。

3. 根据权利要求2所述的辐照容器的解体分离设备,其特征在于,所述解体分离设备还包括密封地设置在所述辐照容器入口处和所述解体产物出口处的两个过渡舱(7),所述过渡舱(7)具有延伸至所述箱体(1)之内的第一舱门(710)和延伸至所述箱体(1)之外的第二舱门(720),所述过渡舱(7)内设置有位于所述第一舱门(710)和所述第二舱门(720)之间的输送机构,所述转运装置(6)用于将所述辐照容器入口处的所述输送机构上的所述辐照样品搬运至所述平台(210)上且用于将所述废钠接收罐(510)和所述样品存储罐(530)搬运至所述解体产物出口处的所述输送机构上。

4. 根据权利要求3所述的辐照容器的解体分离设备,其特征在于,所述解体分离设备还包括对应两个过渡舱(7)设置的两个换气系统,所述换气系统包括真空泵(8)、第一气体流路(9)和第二气体流路(10),所述真空泵(8)设置在所述过渡舱(7)和所述箱体(1)之外且通过第一气体流路(9)连通于对应的所述过渡舱(7),以用于将对应的所述过渡舱(7)内部抽真空,所述第二气体流路(10)连通在所述箱体(1)和对应的所述过渡舱(7)之间,以用于引导所述箱体(1)内的所述惰性气体流入对应的所述过渡舱(7)中,其中,所述第一气体流路(9)上设置有第一阀体(11),所述第二气体流路(10)上设置有第二阀体(12)。

5. 根据权利要求4所述的辐照容器的解体分离设备,其特征在于,所述第二气体流路(10)远离所述箱体(1)的一端连通于所述第一气体流路(9)且两者的连接处位于所述过渡舱(7)和所述第一阀体(11)之间。

6. 根据权利要求1所述的辐照容器的解体分离设备,其特征在于,所述平台(210)上设置有支架(230),该支架(230)上形成有沿横向延伸的用于放置所述辐照容器(3)的V型通道,所述支架(230)包括沿横向间隔布置且依次交替设置的多个第一支撑杆(231)和多个第

二支撑杆(232),所述第一支撑杆(231)和所述第二支撑杆(232)成角度的交叉设置,多个所述第一支撑杆(231)和多个所述第二支撑杆(232)之间共同形成所述V型通道。

7.根据权利要求1所述的辐照容器的解体分离设备,其特征在于,所述自动切割装置(2)还包括用于可释放地夹持所述辐照容器(3)的夹持机构(240),所述夹持机构(240)包括第一安装架(241)、固定部(242)、移动部(243)和第一驱动单元,所述固定部(242)固连在所述第一安装架(241)上,所述移动部(243)可移动地设置在所述第一安装架(241)上,所述固定部(242)和所述移动部(243)之间用于放置所述辐照容器(3),所述第一驱动单元用于驱动所述移动部(243)朝向或远离所述固定部(242)移动。

8.根据权利要求7所述的辐照容器的解体分离设备,其特征在于,所述第一安装架(241)构造为设置在所述平台(210)上的环状框架,所述固定部(242)和所述移动部(243)相对设置在所述第一安装架(241)的内侧,且所述移动部(243)背离所述固定部(242)的一侧设置有沿所述第一安装架(241)的径向可移动地贯穿所述第一安装架(241)的连杆(244),且所述连杆(244)远离所述移动部(243)的一端连接于所述第一驱动单元。

9.根据权利要求8所述的辐照容器的解体分离设备,其特征在于,所述第一驱动单元构造为气缸,所述气缸与所述连杆(244)同轴线设置,且所述气缸的活塞杆固连于所述连杆(244)、缸体固连于所述第一安装架(241)或所述平台(210)。

10.根据权利要求1所述的辐照容器的解体分离设备,其特征在于,所述切割机构(220)包括第二安装架(221)、切割件(222)和第二驱动单元,所述切割件(222)可移动地设置在所述第二安装架(221)上,以用于切割所述辐照容器(3),所述第二驱动单元用于驱动所述切割件(222)朝向或远离所述辐照容器(3)移动。

11.根据权利要求10所述的辐照容器的解体分离设备,其特征在于,所述第二驱动单元构造为设置在所述第二安装架(221)上的电动推杆,所述电动推杆的输出端连接于所述切割件(222)。

12.根据权利要求10所述的辐照容器的解体分离设备,其特征在于,所述切割机构(220)还包括环形安装架(223),所述第二安装架(221)设置在所述环形安装架(223)上且可沿所述环形安装架(223)的周向移动。

13.根据权利要求12所述的辐照容器的解体分离设备,其特征在于,所述切割机构(220)还包括电机和传动机构,所述第二安装架(221)通过所述传动机构沿所述环形安装架(223)的周向移动,所述传动机构包括设置在所述环形安装架(223)上且沿其周向设置的环形齿条和可绕自身轴线转动地设置在所述第二安装架(221)上的齿轮,所述齿轮与所述环形齿条啮合连接,所述电机设置在所述第二安装架(221)上且与所述齿轮传动连接。

14.根据权利要求1所述的辐照容器的解体分离设备,其特征在于,所述加热装置(4)构造为立式加热炉。

15.根据权利要求1-14中任意一项所述的辐照容器的解体分离设备,其特征在于,所述转运装置(6)构造为六轴机械手。

辐照容器的解体分离设备

技术领域

[0001] 本公开涉及反应堆辐照试验技术领域,具体地,涉及一种辐照容器的解体分离设备。

背景技术

[0002] 钠冷快堆有中子能量高、中子通量大的特点,适于开展各种辐照试验。含钠辐照容器由不锈钢容器、辐照样品和填充的金属钠组成。辐照样品浸没在金属钠中,容器充入惰性气体后焊接密封。钠冷快堆配有乏燃料清洗系统,辐照试验后附着在容器外表面的钠可经清洗系统去除,随后存入乏燃料水池,待进入热室进行解体和分离操作。为了取出辐照样品,需要将辐照容器切开,并将金属钠加热至液态。相关技术中,在切割容器和加热钠的操作过程中,金属钠的温度不断上升,极易在空气中燃烧。考虑到热室放射性操作的特殊性,一旦发生钠燃烧情况,后续处理难度将非常大。因此,使得含钠辐照容器的解体分离过程危险系数显著增大。

发明内容

[0003] 本公开的目的是提供一种辐照容器的解体分离设备,该解体分离设备能够解决辐照容器无法安全解体分离的问题。

[0004] 为了实现上述目的,本公开提供一种辐照容器的解体分离设备,所述解体分离设备包括:箱体,该箱体具有用于将其内部抽真空的气体出口和用于向其内部填充惰性气体的气体进口,以用于将所述箱体内的空气置换为惰性气体,所述箱体具有可封闭的辐照容器入口和解体产物出口;自动切割装置,设置在所述箱体内且包括平台和切割机构,所述平台用于放置辐照容器,所述切割机构用于将所述辐照容器切割为盛装有辐照样品和固态钠的第一容器段和中空的第二容器段;加热装置,设置在所述箱体内且具有用于加热所述第一容器段的腔室,以将所述固态钠加热为液态钠;分离装置,设置在所述箱体内且包括废钠接收罐,该废钠接收罐上设置有滤网,以用于允许所述液态钠通过所述滤网进入所述废钠接收罐中,且用于将所述辐照样品阻挡在所述滤网上;以及转运装置,设置在所述箱体内且具有用于可释放地抓取所述辐照容器的执行端,以用于通过所述执行端将所述辐照容器自所述辐照容器入口处搬运至所述平台上、将所述第一容器段自所述平台上搬运至所述腔室内、将所述腔室内的所述第一容器段搬运并倒扣在所述滤网上方。

[0005] 可选地,所述分离装置还包括样品存储罐,所述转运装置用于通过所述执行端将所述辐照样品自所述滤网上搬运至所述样品存储罐中。

[0006] 可选地,所述解体分离设备还包括密封地设置在所述辐照容器入口处和所述解体产物出口处的两个过渡舱,所述过渡舱具有延伸至所述箱体之内的第一舱门和延伸至所述箱体之外的第二舱门,所述过渡舱内设置有位于所述第一舱门和所述第二舱门之间的输送机构,所述转运装置用于将所述辐照容器入口处的所述输送机构上的所述辐照样品搬运至所述平台上且用于将所述废钠接收罐和所述样品存储罐搬运至所述解体产物出口处的所

述输送机构上。

[0007] 可选地,所述解体分离设备还包括对应两个过渡舱设置的两个换气系统,所述换气系统包括真空泵、第一气体流路和第二气体流路,所述真空泵设置在所述过渡舱和所述箱体之外且通过第一气体流路连通于对应的所述过渡舱,以用于将对应的所述过渡舱内部抽真空,所述第二气体流路连通在所述箱体和对应的所述过渡舱之间,以用于引导所述箱体内部的所述惰性气体流入对应的所述过渡舱中,其中,所述第一气体流路上设置有第一阀体,所述第二气体流路上设置有第二阀体。

[0008] 可选地,所述第二气体流路远离所述箱体的一端连通于所述第一气体流路且两者的连接处位于所述过渡舱和所述第一阀体之间。

[0009] 可选地,所述平台上设置有支架,该支架上形成有沿横向延伸的用于放置所述辐照容器的V型通道,所述支架包括沿横向间隔布置且依次交替设置的多个第一支撑杆和多个第二支撑杆,所述第一支撑杆和所述第二支撑杆成角度的交叉设置,多个所述第一支撑杆和多个所述第二支撑杆之间共同形成所述V型通道。

[0010] 可选地,所述自动切割装置还包括用于可释放地夹持所述辐照容器的夹持机构,所述夹持机构包括第一安装架、固定部、移动部和第一驱动单元,所述固定部固连在所述第一安装架上,所述移动部可移动地设置在所述第一安装架上,所述固定部和所述移动部之间用于放置所述辐照容器,所述第一驱动单元用于驱动所述移动部朝向或远离所述固定部移动。

[0011] 可选地,所述第一安装架构造为设置在所述平台上的环状框架,所述固定部和所述移动部相对设置在所述第一安装架的内侧,且所述移动部背离所述固定部的一侧设置有沿所述第一安装架的径向可移动地贯穿所述第一安装架的连杆,且所述连杆远离所述移动部的一端连接于所述第一驱动单元。

[0012] 可选地,所述第一驱动单元构造为气缸,所述气缸与所述连杆同轴线设置,且所述气缸的活塞杆固连于所述连杆、缸体固连于所述第一安装架或所述平台。

[0013] 可选地,所述切割机构包括第二安装架、切割件和第二驱动单元,所述切割件可移动地设置在所述第二安装架上,以用于切割所述辐照容器,所述第二驱动单元用于驱动所述切割件朝向或远离所述辐照容器移动。

[0014] 可选地,所述第二驱动单元构造为设置在所述第二安装架上的电动推杆,所述电动推杆的输出端连接于所述切割件。

[0015] 可选地,所述切割机构还包括环形安装架,所述第二安装架设置在所述环形安装架上且可沿所述环形安装架的周向移动。

[0016] 可选地,所述切割机构还包括电机和传动机构,所述第二安装架通过所述传动机构沿所述环形安装架的周向移动,所述传动机构包括设置在所述环形安装架上且沿其周向设置的环形齿条和可绕自身轴线转动地设置在所述第二安装架上的齿轮,所述齿轮与所述环形齿条啮合连接,所述电机设置在所述第二安装架上且与所述齿轮传动连接。

[0017] 可选地,所述加热装置构造为立式加热炉。

[0018] 可选地,所述转运装置构造为六轴机械手。

[0019] 通过上述技术方案,即本公开提供的辐照容器的解体分离设备,在箱体中构建高纯惰性气体氛围,并利用自动切割装置、加热装置、分离装置以及转运装置实现对辐照容器

的解体以及对辐照样品和液态钠的分离,能够解决辐照容器无法安全解体分离的问题。

[0020] 具体的工作中,辐照容器自辐照容器入口处送入箱体内,随后通过气体出口将箱体内部抽真空并通过气体进口向箱体内部填充惰性气体,通过多次抽真空和惰性气体置换,在箱体内构建高纯惰性气体氛围,然后通过转运装置将辐照容器入口处的辐照容器搬运至平台上,并通过切割机构将辐照容器切割为盛装有辐照样品和固态钠的第一容器段和中空的第二容器段,随后通过转运装置将第一容器段放置到加热装置的腔室内,使第一容器段内的固态钠熔化为液态钠,加热完成后由转运装置将第一容器段搬运并倒扣在滤网上方,以使液态钠经过滤网进入废钠接收罐中,辐照样品阻挡在滤网上,以实现辐照样品和液态钠的分离过程,待液态钠和辐照样品冷却后可经由解体产物出口送出箱体外。这样,通过在箱体内构建高纯惰性气体氛围,在切割辐照容器的过程中、对钠的加热过程中以及对液态钠和辐照样品的分离过程中,能够避免在高温条件下钠与空气的接触,显著提升了辐照容器解体分离过程的安全性能,并通过自动化的解体分离操作,实现了辐照样品及金属钠的安全分离。

[0021] 本公开的其他特征和优点将在随后的具体实施方式部分予以详细说明。

附图说明

[0022] 附图是用来提供对本公开的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与下面的具体实施方式一起用于解释本公开,但并不构成对本公开的限制。在附图中:

[0023] 图1是本公开示例性实施方式中提供的辐照容器的解体分离设备的结构示意图;

[0024] 图2是本公开示例性实施方式中提供的辐照容器的解体分离设备的部分结构示意图;

[0025] 图3是本公开示例性实施方式中提供的辐照容器的解体分离设备的自动切割装置的立体图;

[0026] 图4是本公开示例性实施方式中提供的辐照容器的解体分离设备的自动切割装置的另一角度的立体图;

[0027] 图5是本公开示例性实施方式中提供的辐照容器的解体分离设备的自动切割装置的俯视图。

[0028] 附图标记说明

[0029] 1-箱体;2-自动切割装置;210-平台;220-切割机构;221-第二安装架;222-切割件;223-环形安装架;230-支架;231-第一支撑杆;232-第二支撑杆;240-夹持机构;241-第一安装架;242-固定部;243-移动部;244-连杆;3-辐照容器;310-第一容器段;320-第二容器段;4-加热装置;5-分离装置;510-废钠接收罐;520-滤网;530-样品存储罐;6-转运装置;7-过渡舱;710-第一舱门;720-第二舱门;8-真空泵;9-第一气体流路;10-第二气体流路;11-第一阀体;12-第二阀体。

具体实施方式

[0030] 以下结合附图对本公开的具体实施方式进行详细说明。应当理解的是,此处所描述的具体实施方式仅用于说明和解释本公开,并不用于限制本公开。

[0031] 在本公开中,在未作相反说明的情况下,使用的方位词如“上、下”是指解体分离设备处于使用状态时,其所述空间内的上、下。“内、外”是指相对于部件或结构本身轮廓的内、外。此外,需要说明的是,所使用的术语如“第一、第二”等是为了区别一个要素和另一个要素,不具有顺序性和重要性。另外,在参考附图的描述中,不同附图中的同一标记表示相同的要素。

[0032] 在本公开的具体实施方式中,参考图1至图5所示,提供一种辐照容器的解体分离设备,该解体分离设备包括:箱体1,该箱体1具有用于将其内部抽真空的气体出口和用于向其内部填充惰性气体的气体进口,以用于将箱体1内的空气置换为惰性气体,箱体1具有可封闭的辐照容器入口和解体产物出口;自动切割装置2,设置在箱体1内且包括平台210和切割机构220,平台210用于放置辐照容器3,切割机构220用于将辐照容器3切割为盛装有辐照样品和固态钠的第一容器段310和中空的第二容器段320;加热装置4,设置在箱体1内且具有用于加热第一容器段310的腔室,以将固态钠加热为液态钠;分离装置5,设置在箱体1内且包括废钠接收罐510,该废钠接收罐510上设置有滤网520,以用于允许液态钠通过滤网520进入废钠接收罐510中,且用于将辐照样品阻挡在滤网520上;以及转运装置6,设置在箱体1内且具有用于可释放地抓取辐照容器3的执行端,以用于通过执行端将辐照容器3自辐照容器入口处搬运至平台210上、将第一容器段310自平台210上搬运至腔室内、将腔室内的第一容器段310搬运并倒扣在滤网520上方。

[0033] 通过上述技术方案,即本公开提供的辐照容器的解体分离设备,在箱体1中构建高纯惰性气体氛围,并利用自动切割装置2、加热装置4、分离装置5以及转运装置6实现对辐照容器3的解体以及对辐照样品和液态钠的分离,能够解决辐照容器3无法安全解体分离的问题。

[0034] 具体的工作中,本公开提供的解体分离设备可以设置在热室内,辐照容器3自辐照容器入口处送入箱体1内,随后通过气体出口将箱体1内部抽真空并通过气体进口向箱体1内部填充惰性气体,通过多次抽真空和惰性气体置换,在箱体1内构建高纯惰性气体氛围,然后通过转运装置6将辐照容器入口处的辐照容器3搬运至平台210上,并通过切割机构220将辐照容器3切割为盛装有辐照样品和固态钠的第一容器段310和中空的第二容器段320,随后通过转运装置6将第一容器段310放置到加热装置4的腔室内,使第一容器段310内的固态钠熔化为液态钠,加热完成后由转运装置6将第一容器段310搬运并倒扣在滤网520上方,以使液态钠经过滤网520进入废钠接收罐510中,辐照样品阻挡在滤网520上,以实现辐照样品和液态钠的分离过程,待液态钠和辐照样品冷却后可经由解体产物出口送出箱体1外。这样,通过在箱体1内构建高纯惰性气体氛围,在切割辐照容器3的过程中、对钠的加热过程中以及对液态钠和辐照样品的分离过程中,能够避免在高温条件下钠与空气的接触,显著提升了辐照容器3解体分离过程的安全性能,并通过自动化的解体分离操作,实现了辐照样品及金属钠的安全分离。

[0035] 箱体1可以根据实际应用需求以任意合适的方式构造,其目的是在箱体1内构建高纯惰性气体氛围,以使得辐照容器3在解体分离过程中,避免高温下的钠与空气接触燃烧,本公开对此不作具体限定。

[0036] 其中,箱体1的气体出口可以通过管路连接真空泵,以用于将箱体1内抽真空,箱体1的气体进口可以通过管路连接气体增压泵,以用于向箱体1内填充惰性气体,进而可以完

成对箱体1内的气体置换,以构建高纯惰性气体氛围。

[0037] 在一些具体的实施方式中,箱体1上可以设置有观察镜和摄像头,以用于解体分离过程的观察和监视。

[0038] 在一些实施方式中,参考图1所示,分离装置5还包括样品存储罐530,转运装置6用于通过执行端将辐照样自滤网520上搬运至样品存储罐530中。这样,通过废钠接收罐510存放液态钠,通过样品存储罐530存放辐照样,便于液态钠和辐照样品的分开存储,同时便于液态钠和辐照样品冷却后运出箱体1。

[0039] 为了便于辐照容器3的转入和解体产物的转出,在一些实施方式中,参考图1和图2所示,解体分离设备还包括密封地设置在辐照容器入口处和解体产物出口处的两个过渡舱7,过渡舱7具有延伸至箱体1之内的第一舱门710和延伸至箱体1之外的第二舱门720,过渡舱7内设置有位于第一舱门710和第二舱门720之间的输送机构,转运装置6用于将辐照容器入口处的输送机构上的辐照样品搬运至平台210上且用于将废钠接收罐510和样品存储罐530搬运至解体产物出口处的输送机构上。这样,可以通过两个过渡舱7及其内的输送机构实现对辐照容器3的转入和解体产物的转出,避免人工搬运,提升安全性和可靠性,同时有效提升工作效率。此外,可以通过转运装置6将切割完毕后的第二容器段320和分离完毕后的中空的第一容器段310搬运至解体产物出口处的输送机构上以运出箱体1。

[0040] 其中,输送机构可以根据实际应用需求以任意合适的方式构造,其目的是实现辐照容器3和解体产物在过渡舱7内的运输。例如,输送机构可以采用传送带设备,例如带式输送机,本公开在此不作具体限制。

[0041] 为了使得辐照容器3和解体产物在经过各自的过渡舱7时不破坏箱体1内的高纯惰性气体氛围,在一些实施方式中,参考图2所示,图2示例性地示出了在辐照容器入口处的过渡舱7的结构示意简图,解体分离设备还包括对应两个过渡舱7设置的两个换气系统,换气系统包括真空泵8、第一气体流路9和第二气体流路10,真空泵8设置在过渡舱7和箱体1之外且通过第一气体流路9连通于对应的过渡舱7,以用于将对应的过渡舱7内部抽真空,第二气体流路10连通在箱体1和对应的过渡舱7之间,以用于引导箱体1内的惰性气体流入对应的过渡舱7中,其中,第一气体流路9上设置有第一阀体11,第二气体流路10上设置有第二阀体12。

[0042] 参考图2所示,在过渡舱7不工作时,第一舱门710、第二舱门720、第一阀体11以及第二阀体12均处于关闭状态,在将辐照容器3通过辐照容器入口处的过渡舱7运入箱体1内时,包括以下步骤(该步骤针对于位于辐照容器入口处的过渡舱7):

[0043] S1、打开第二舱门720,将辐照容器3放置到输送机构上并运送至第一舱门710处,关闭第二舱门720;

[0044] S2、打开第一阀体11,通过真空泵8将过渡舱7内抽真空;

[0045] S3、关闭第一阀体11,打开第二阀体12,因过渡舱7内的压力小于箱体1内的压力,所以箱体1内的惰性气体经由第二气体流路10流入到过渡舱7中;

[0046] S4、待过渡舱7内气压与箱体1内的气压接近时,关闭第二阀体12;

[0047] S5、重复S2-S4两到三次;

[0048] S6、打开第一舱门710,通过转运装置6将输送机构上的辐照容器3搬运至平台210上,关闭第一舱门710。

[0049] 同理,在将解体产物通过解体产物出口处的过渡舱7运出箱体1时,包括以下步骤(该步骤针对于位于解体产物出口处的过渡舱7):

[0050] S1、打开第一舱门710,通过转运装置6将废钠接收罐510和样品存储罐530搬运至输送机构上并运送至第二舱门720处,关闭第一舱门710;

[0051] S2、打开第二舱门720,将废钠接收罐510和样品存储罐530取出,关闭第二舱门720;

[0052] S3、通过换气系统将过渡舱7内的气体置换为惰性气体。

[0053] 综上所述,通过两个换气系统能够实现两个过渡舱7内的高纯惰性气体氛围,以避免破坏箱体1内的高纯惰性气体氛围,能够提高解体分离过程的可靠性和安全性。此外,因过渡舱7相对于箱体1的体积较小,通过在过渡舱7内进行惰性气体置换过程,能够始终保持箱体1内的高纯惰性气体氛围,进而不需要反复对箱体1内进行惰性气体置换,因此能够提高解体分离过程的效率,缩短解体分离过程的时间。

[0054] 在一些具体的实施方式中,第二气体流路10远离箱体1的一端连通于第一气体流路9且两者的连接处位于过渡舱7和第一阀体11之间。这样,第一气体流路9和第二气体流路10能够共用一部分管路,且减少在过渡舱7上开口,有利于节省空间、降低成本及增加过渡舱7的密封性。

[0055] 在一些实施方式中,参考图3至图4所示,平台210上设置有支架230,该支架230上形成有沿横向延伸的用于放置辐照容器3的V型通道。这样,通过支架230形成的V型通道可以用于放置辐照容器3以及实现对辐照容器3的定位,以使其与切割机构220更好的配合。

[0056] 支架230可以以任意合适的方式设置,例如,参考图3至图5所示,支架230可以包括沿横向间隔布置且依次交替设置的多个第一支撑杆231和多个第二支撑杆232,第一支撑杆231和第二支撑杆232成角度的交叉设置,多个第一支撑杆231和多个第二支撑杆232之间共同形成V型通道。这样,通过多个第一支撑杆231和多个第二支撑杆232形成的支架230可以用于放置以及定位辐照容器3。

[0057] 在一些实施方式中,参考图4所示,自动切割装置2还包括用于可释放地夹持辐照容器3的夹持机构240。这样,在将辐照容器3放置到支架230上后,通过夹持机构240可以对辐照容器3进行夹持固定,以避免辐照容器3在切割过程中移动。

[0058] 夹持结构240可以以任意合适的方式构造,例如,参考图4所示,夹持机构240包括第一安装架241、固定部242、移动部243和第一驱动单元,固定部242固连在第一安装架241上,移动部243可移动地设置在第一安装架241上,固定部242和移动部243之间用于放置辐照容器3,第一驱动单元用于驱动移动部243朝向或远离固定部242移动。这样,通过第一驱动单元驱动移动部243朝向固定部242移动,可以实现对辐照容器3的夹持固定,通过第一驱动单元驱动移动部243远离固定部242移动,可以释放辐照容器3,以便于转运装置6移走辐照容器3。

[0059] 在一些具体的实施方式中,参考图4所示,第一安装架241构造为设置在平台210上的环状框架,固定部242和移动部243相对设置在第一安装架241的内侧,且移动部243背离固定部242的一侧设置有沿第一安装架241的径向可移动地贯穿第一安装架241的连杆244,且连杆244远离移动部243的一端连接于第一驱动单元。这样,移动部243通过连杆244实现可移动地设置在第一安装架241上,以便于在第一驱动单元的驱动下移动。

[0060] 在一些具体的实施方式中,固定部242具有固连于第一安装架241内侧的第一弧形面和与第一弧形面相对的用于夹持辐照容器3的第一夹持面,移动部243具有与第一安装架241内侧相匹配的第二弧形面和与第二弧形面相对的用于夹持辐照容器3的第二夹持面,通过第一夹持面和第二夹持面的相互靠近或远离实现对辐照容器3的夹持和释放。

[0061] 其中,第一夹持面上可以设置有用于与辐照容器3的外侧壁贴合的第一弧形槽,第二夹持面上可以设置有用于与辐照容器3的外侧壁贴合的第二弧形槽,第一弧形槽和第二弧形槽共同形成用于夹持辐照容器3的夹持空间,以实现更好地夹持固定效果。

[0062] 在一些具体的实施方式中,第一驱动单元可以构造为气缸,气缸与连杆244同轴线设置,且气缸的活塞杆固连于连杆244、缸体固连于第一安装架241或平台210。这样,通过气缸驱动的方式可以实现移动部243的移动。

[0063] 在一些实施方式中,参考图3所示,切割机构220包括第二安装架221、切割件222和第二驱动单元,切割件222可移动地设置在第二安装架221上,以用于切割辐照容器3,第二驱动单元用于驱动切割件222朝向或远离辐照容器3移动。这样,通过第二驱动单元驱动切割件222朝向辐照容器3移动,可以对辐照容器3切割。其中,切割件222可以包括主体、可绕自身轴线设置在主体上的旋转刀片和与旋转刀片传动连接的驱动电机,主体连接于第二驱动单元,以在第二驱动单元的带动下朝向或远离辐照容器3移动。这样,通过驱动电机驱动旋转刀片转动,可以实现对辐照容器3的切割。

[0064] 第二驱动单元可以以任意合适的方式构造,例如,第二驱动单元可以构造为设置在第二安装架221上的电动推杆,电动推杆的输出端连接于切割件222。这样,可以通过电动推杆可以实现对切割件222的驱动。或者,第二驱动单元也可以构造为气缸,通过气缸实现对切割件222的驱动,本公开对此不作具体限定。

[0065] 为了使切割机构220达到更好的切割效果,在一些实施方式中,切割机构220还包括环形安装架223,第二安装架221设置在环形安装架223上且可沿环形安装架223的周向移动。这样,因第二安装架221可沿环形安装架223的周向移动,所以可以使得切割件222沿辐照容器3的周向旋转一周,将其切断,以达到更好的切割效果。

[0066] 在一些具体的实施方式中,切割机构220还包括电机和传动机构,第二安装架221通过传动机构沿环形安装架223的周向移动,传动机构包括设置在环形安装架223上且沿其周向设置的环形齿条和可绕自身轴线转动地设置在第二安装架221上的齿轮,齿轮与环形齿条啮合连接,电机设置在第二安装架221上且与齿轮传动连接。这样,通过电机驱动齿轮转动,可以实现第二安装架221及其上的切割件222沿环形安装架223的周向移动。

[0067] 加热装置4可以根据实际应用需求以任意合适的方式构造,例如,加热装置4可以构造为立式加热炉,具体的,可以构造为立式电阻炉,该立式电阻炉具有沿竖直方向延伸且开口向上的炉膛,该炉膛为加热装置4的腔室,用于加热第一容器段310。这样,便于第一容器段310沿竖直方向插入到腔室中,且在此过程中,可以保持第一容器段310的开口向上,避免固态钠加热熔化后流出。

[0068] 转运装置6可以根据实际应用需求以任意合适的方式构造,例如,转运装置可以构造为六轴机械手,六轴机械手是利用各个轴的旋转和移动进行操作的机械手,能够精确地定位到三维空间上的某一点进行作业。六轴机械手的应用为较成熟的现有技术,本公开在此不再赘述。

[0069] 以上结合附图详细描述了本公开的优选实施方式,但是,本公开并不限于上述实施方式中的具体细节,在本公开的技术构思范围内,可以对本公开的技术方案进行多种简单变型,这些简单变型均属于本公开的保护范围。

[0070] 另外需要说明的是,在上述具体实施方式中所描述的各个具体技术特征,在不矛盾的情况下,可以通过任何合适的方式进行组合。为了避免不必要的重复,本公开对各种可能的组合方式不再另行说明。

[0071] 此外,本公开的各种不同的实施方式之间也可以进行任意组合,只要其不违背本公开的思想,其同样应当视为本公开所公开的内容。

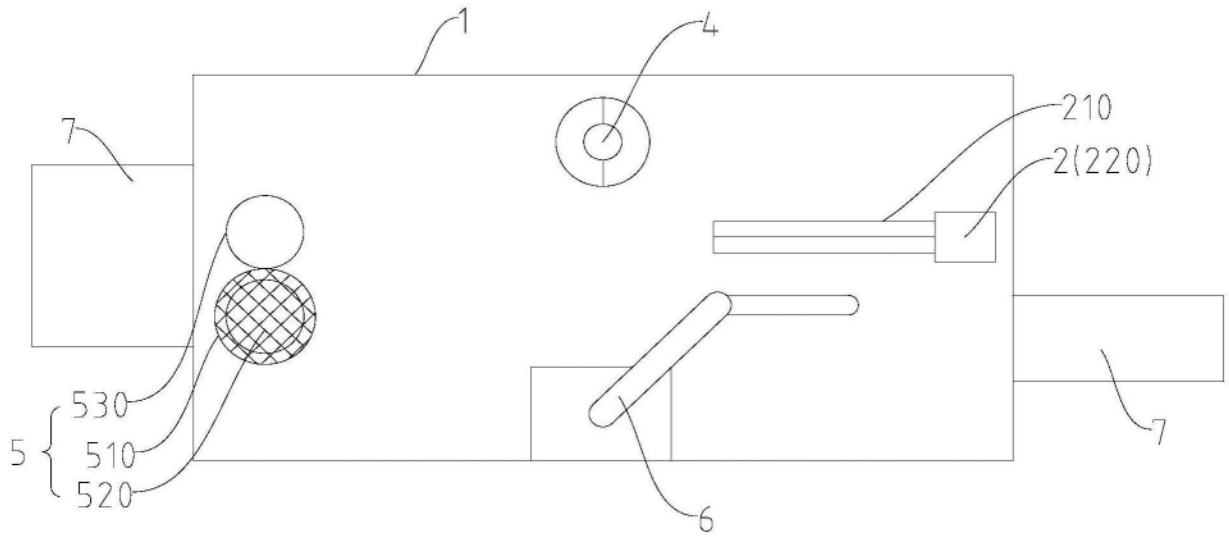


图1

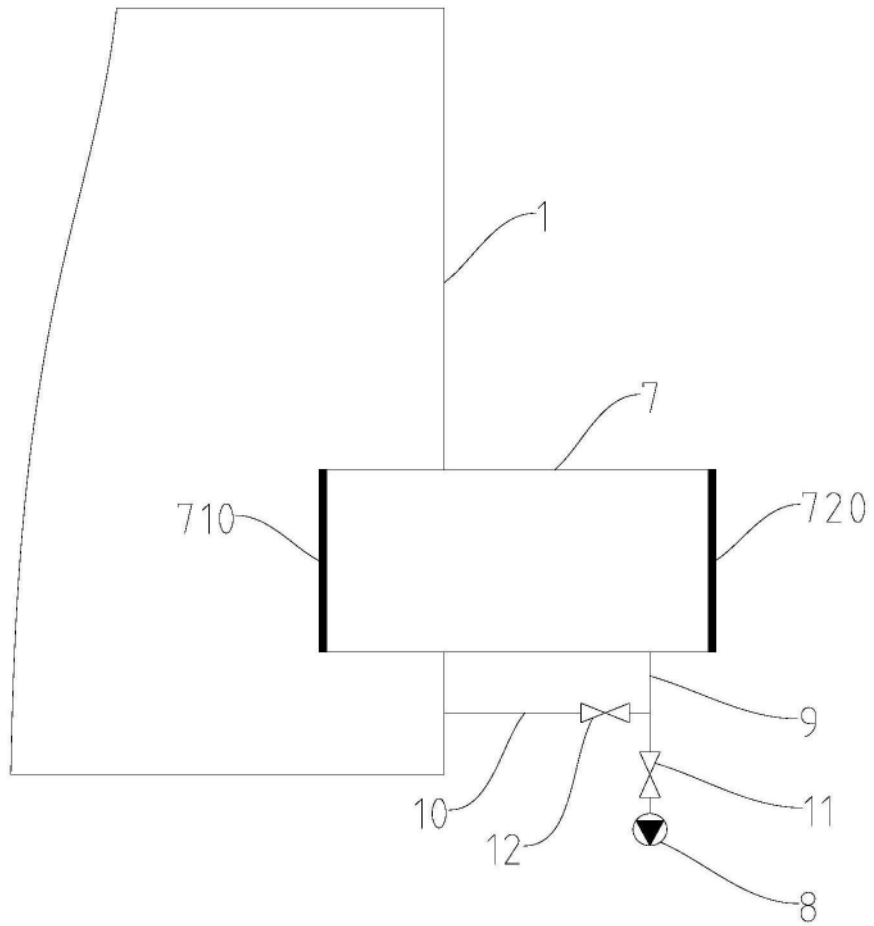


图2

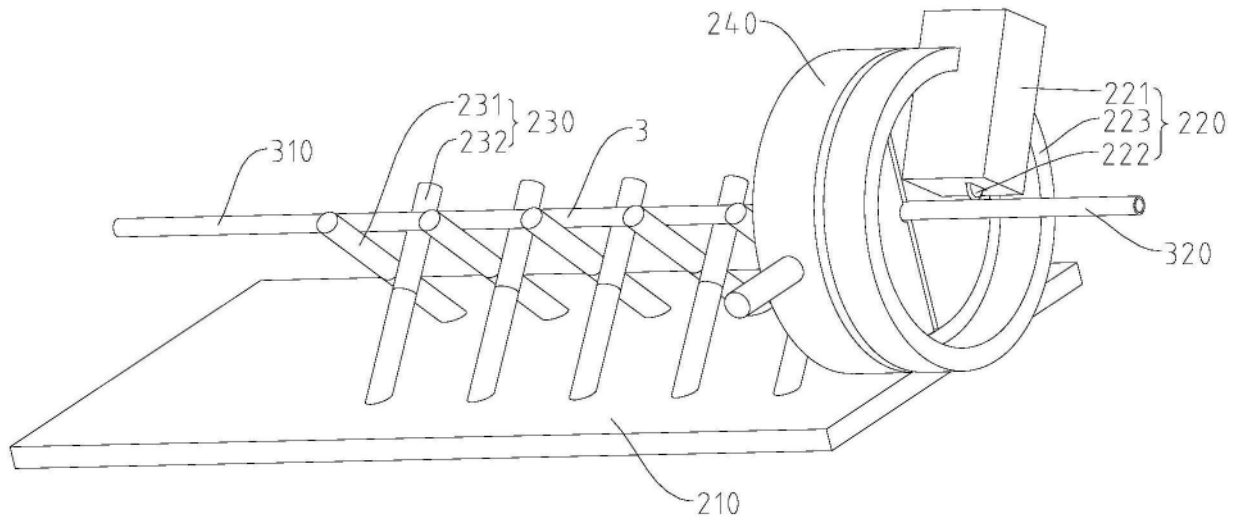


图3

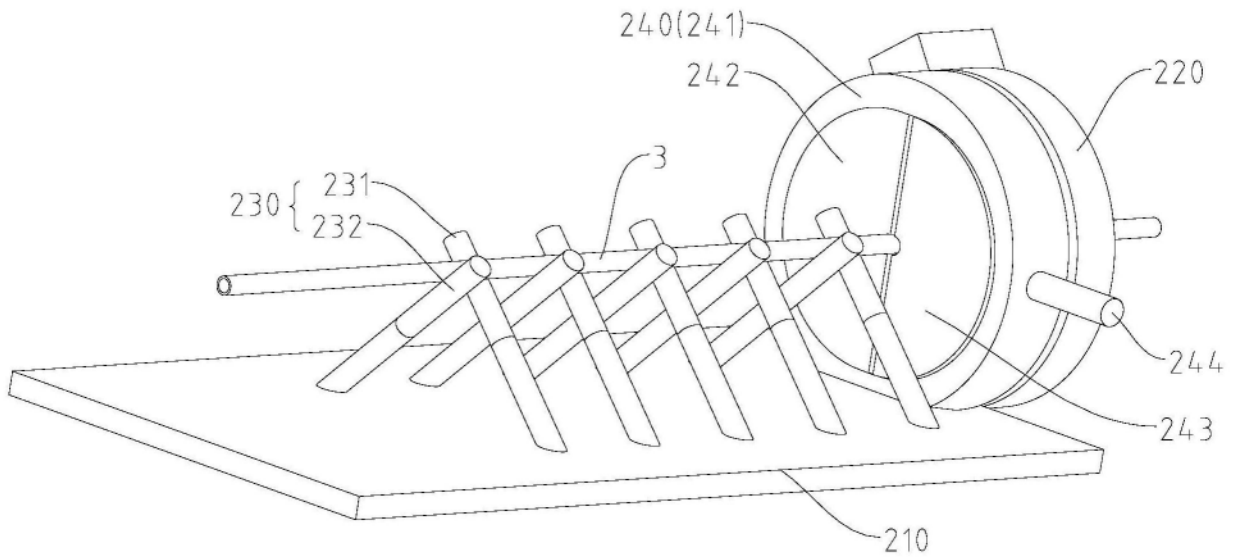


图4

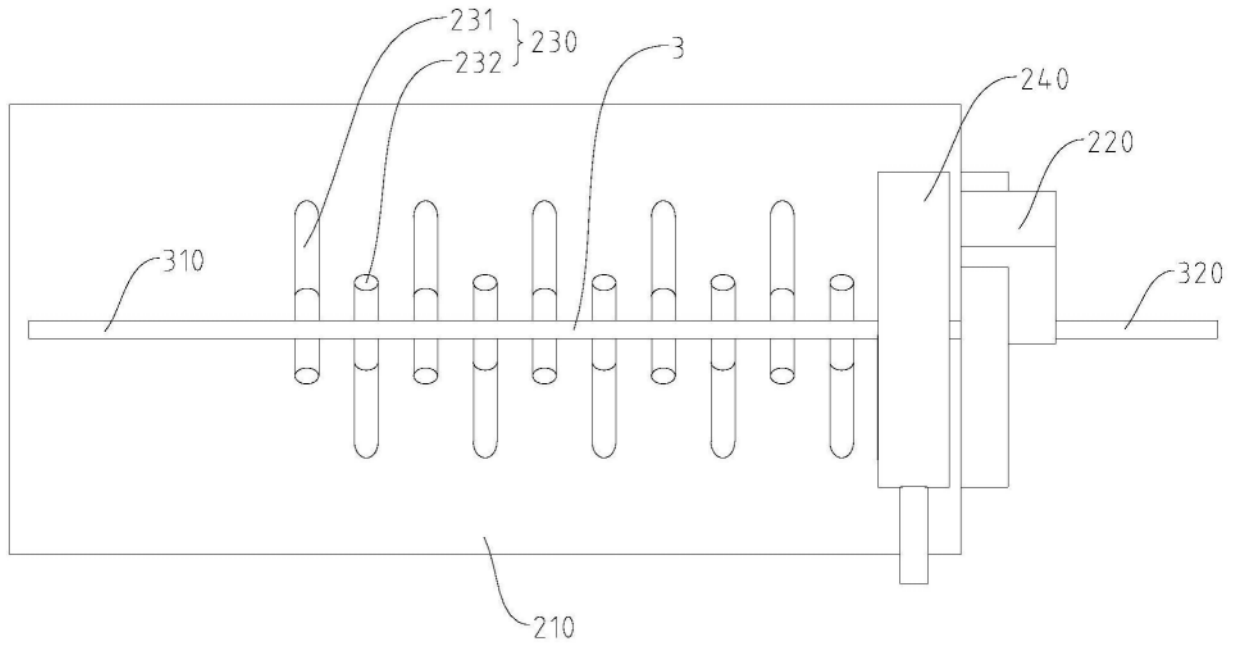


图5