



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107230506 A

(43)申请公布日 2017. 10. 03

(21)申请号 201610169708.9

(22)申请日 2016.03.23

(71)申请人 中国科学院上海应用物理研究所
地址 201800 上海市嘉定区宝嘉公路2019号

(72)发明人 杨洋 窦强 付海英 耿俊霞
王子豪 李晴暖

(74)专利代理机构 上海弼兴律师事务所 31283
代理人 薛琦 孙静

(51) Int. Cl.
G21C 19/50(2006.01)
B01D 3/10(2006.01)

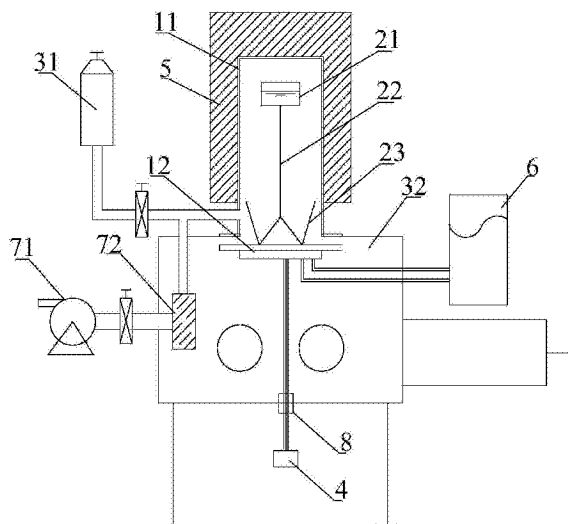
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

熔盐蒸馏装置及方法

(57)摘要

本发明公开了一种熔盐蒸馏装置及方法。所述熔盐蒸馏装置包括蒸馏炉和坩埚,所述蒸馏炉包括炉体和密封连接于所述炉体的底部的法兰,所述炉体围绕形成有炉腔,所述坩埚固定于所述法兰并位于所述炉腔内;所述熔盐蒸馏装置还包括惰性气氛设备和水冷系统,所述惰性气氛设备设置于所述炉体的下方,所述水冷系统与所述法兰相连接;其中,当所述法兰脱离于所述炉体时,所述惰性气氛设备的内部与所述炉腔相通。本发明通过将提供惰性气氛环境的惰性气氛设备与蒸馏系统连用,使有毒或者低放射性熔盐的蒸馏分离成为可能,并避免了某些较为敏感的熔盐与水氧接触发生污染,从而能够获得低水氧含量、品质较高的蒸馏产物。



1. 一种熔盐蒸馏装置,包括蒸馏炉和坩埚,其特征在于,所述蒸馏炉包括炉体和密封连接于所述炉体的底部的法兰,所述炉体围绕形成有炉腔,所述坩埚固定于所述法兰并位于所述炉腔内;

所述熔盐蒸馏装置还包括惰性气氛设备,所述惰性气氛设备设置于所述炉体的下方;

所述熔盐蒸馏装置还包括水冷系统,所述水冷系统与所述法兰相连接;

其中,当所述法兰脱离于所述炉体时,所述惰性气氛设备的内部与所述炉腔相连通。

2. 如权利要求1所述的熔盐蒸馏装置,其特征在于,所述惰性气氛设备包括惰性气体源和设备腔体,所述惰性气体源设置于所述设备腔体的外部并通过供气管与所述炉腔相连通,所述炉体的底部与所述设备腔体的顶部密封连接,且所述设备腔体的内部与所述炉腔相连通。

3. 如权利要求2所述的熔盐蒸馏装置,其特征在于,所述法兰与升降装置相连接,所述升降装置用于实现所述法兰抵靠于或脱离于所述炉体的底部;

和/或,所述法兰通过橡胶圈与所述炉体的底部密封连接;

和/或,所述炉体的外壁面包覆有加热器。

4. 如权利要求3所述的熔盐蒸馏装置,其特征在于,所述升降装置穿过所述设备腔体与所述法兰相连接,所述升降装置与所述设备腔体的连接处设有动密封。

5. 如权利要求1所述的熔盐蒸馏装置,其特征在于,所述坩埚包括蒸发坩埚、坩埚支架以及收集坩埚,所述收集坩埚固定于所述法兰,所述蒸发坩埚通过所述坩埚支架固定于所述收集坩埚。

6. 如权利要求2所述的熔盐蒸馏装置,其特征在于,所述水冷系统包括水冷循环泵、进水管和出水管,所述进水管和所述出水管贯穿所述设备腔体并与所述法兰的水冷管路相连接。

7. 如权利要求2所述的熔盐蒸馏装置,其特征在于,所述熔盐蒸馏装置还包括真空系统,所述真空系统包括真空泵和抽气管,所述真空泵通过所述抽气管与所述炉腔相连通,所述抽气管上设有管路阀。

8. 如权利要求7所述的熔盐蒸馏装置,其特征在于,所述抽气管上设有过滤器,且所述过滤器位于所述设备腔体的内部。

9. 一种应用了如权利要求2所述的熔盐蒸馏装置的熔盐蒸馏方法,其特征在于,所述坩埚包括蒸发坩埚、坩埚支架以及收集坩埚,所述收集坩埚固定于所述法兰,所述蒸发坩埚通过所述坩埚支架固定于所述收集坩埚,所述炉体的外壁面包覆有加热器,所述水冷系统通过管路与所述法兰的水冷管路相连通,所述熔盐蒸馏装置还包括真空系统,所述真空系统通过气路与所述炉腔相连通,所述熔盐蒸馏方法包括以下步骤:

S1、打开所述惰性气体源,使惰性气体充满所述炉腔及所述设备腔体的内部;

S2、装载蒸馏物于所述蒸发坩埚内,使所述法兰与所述炉体密封连接,并调节所述加热器至预设的操作温度;

S3、打开所述水冷系统与所述真空系统,进行熔盐蒸馏;

S4、蒸馏结束后,关闭所述水冷系统与所述真空系统,打开所述惰性气体源通入惰性气体,再打开所述法兰使所述法兰脱离所述炉体,将所述坩埚内的产物封装后取出。

熔盐蒸馏装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种惰性气体环境中的熔盐蒸馏装置及方法。

背景技术

[0002] 熔盐反应堆(MSR)是第四代反应堆型中唯一一种以液体为燃料的反应堆,被认为是钍铀循环较好的增殖堆,其燃料盐为高温氟盐,载体盐为FLiBe;其经过一段时间使用后需要进行燃料盐的在线处理,以去除裂变产物,回收载体盐。其中一种处理燃料盐的方法是通过蒸馏方法回收载体盐,其原理是各物质相对挥发性的差异。由于熔盐蒸汽压较低,例如LiF在1000℃下蒸汽压仅为70Pa,因此需要在较高的温度和真空度下蒸馏熔盐,分离杂质;通常的蒸馏方法为减压蒸馏。

[0003] 载体盐中含有具较强毒性的BeF₂,其粉尘被人体吸入后会造成很大伤害;而由于熔盐蒸馏后常常得到较多粉尘,因此在蒸馏和后续的处理过程中必须进行隔离操作,防止操作人员直接接触熔盐粉尘。另外,很多其他种类的熔盐易吸水潮解或要求无氧处理,为获得高品质的蒸馏产物,因此同样有必要在隔离条件中进行蒸馏操作。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是为了克服现有技术的熔盐蒸馏装置及方法缺乏隔离防护措施的缺陷,提供一种惰性气体环境中熔盐蒸馏装置及方法。

[0005] 本发明是通过下述技术方案来解决上述技术问题:

[0006] 本发明提供了一种熔盐蒸馏装置,包括蒸馏炉和坩埚,所述蒸馏炉包括炉体和密封连接于所述炉体的底部的法兰,所述炉体围绕形成有炉腔,所述坩埚固定于所述法兰并位于所述炉腔内;

[0007] 所述熔盐蒸馏装置还包括惰性气氛设备,所述惰性气氛设备设置于所述炉体的下方;

[0008] 所述熔盐蒸馏装置还包括水冷系统,所述水冷系统与所述法兰相连接;

[0009] 其中,当所述法兰脱离于所述炉体时,所述惰性气氛设备的内部与所述炉腔相连通。

[0010] 较佳地,所述惰性气氛设备包括惰性气体源和设备腔体,所述惰性气体源设置于所述设备腔体的外部并通过供气管与所述炉腔相连通,所述炉体的底部与所述设备腔体的顶部密封连接,且所述设备腔体的内部与所述炉腔相连通。

[0011] 较佳地,所述法兰与升降装置相连接,所述升降装置用于实现所述法兰抵靠于或脱离于所述炉体的底部;

[0012] 和/或,所述法兰通过橡胶圈与所述炉体的底部密封连接;

[0013] 和/或,所述炉体的外壁面包覆有加热器,该加热器能够达到的加热温度为室温到1200℃,通常温度设置为顶部1000℃,中部600℃。

[0014] 较佳地,所述升降装置穿过所述设备腔体与所述法兰相连接,升降装置的控制主

体设置在惰性气氛外,便于维修维护,同时节省设备内部空间;所述升降装置与所述设备腔体的连接处设有动密封,以避免装卸操作时设备漏气。

[0015] 较佳地,所述坩埚包括蒸发坩埚、坩埚支架以及收集坩埚,所述收集坩埚固定于所述法兰,所述蒸发坩埚通过所述坩埚支架固定于所述收集坩埚。

[0016] 较佳地,所述水冷系统包括水冷循环泵、进水管和出水管,所述进水管和所述出水管贯穿所述设备腔体并与所述法兰的水冷管路相连接;所述水冷系统用于冷却法兰密封圈,实现高温工作条件下腔体的密封,同时隔绝热量,避免惰性气氛设备过热。

[0017] 较佳地,所述熔盐蒸馏装置还包括真空系统,所述真空系统包括真空泵和抽气管,所述真空泵通过所述抽气管与所述炉腔相通,所述抽气管上设有管路阀。

[0018] 较佳地,所述抽气管上设有用于过滤有害粉尘的过滤器;经过若干次真空蒸馏实验,少部分盐雾或者粉尘会随着真空泵抽气,逐渐累积在过滤器内,堵塞其滤芯,阻碍抽真空操作,因此过滤器滤芯需要定期更换;所述过滤器位于所述设备腔体的内部,可以直接在设备腔体内拆装更换,便于更换滤芯时的人员保护。

[0019] 本发明还提供了一种应用了如上所述的熔盐蒸馏装置的熔盐蒸馏方法,所述坩埚包括蒸发坩埚、坩埚支架以及收集坩埚,所述收集坩埚固定于所述法兰,所述蒸发坩埚通过所述坩埚支架固定于所述收集坩埚,所述炉体的外壁面包覆有加热器,所述水冷系统通过管路与所述法兰的水冷管路相通,所述熔盐蒸馏装置还包括真空系统,所述真空系统通过气路与所述炉腔相通,所述熔盐蒸馏方法包括以下步骤:

[0020] S1、打开所述惰性气体源,使惰性气体充满所述炉腔及所述设备腔体的内部;

[0021] S2、装载蒸馏物于所述蒸发坩埚内,使所述法兰与所述炉体密封连接,并调节所述加热器至预设的操作温度;

[0022] S3、打开所述水冷系统与所述真空系统,进行熔盐蒸馏;

[0023] S4、蒸馏结束后,关闭所述水冷系统与所述真空系统,打开所述惰性气体源通入惰性气体,再打开所述法兰使所述法兰脱离所述炉体,将所述坩埚内的产物封装后取出。

[0024] 在符合本领域常识的基础上,上述各优选条件,可任意组合,即得本发明各较佳实例。

[0025] 本发明的积极进步效果在于:本发明通过将提供惰性气氛环境的惰性气氛设备与蒸馏系统连用,实现了蒸馏操作中对操作人员的隔离防护,保护了操作人员免受有毒有害的蒸馏物的影响,使有毒或者低放射性熔盐的蒸馏分离成为可能;同时,由于蒸馏操作在惰性气体环境内进行,避免了某些较为敏感的熔盐与水氧接触发生污染,从而能够获得低水氧含量、品质较高的蒸馏产物。

附图说明

[0026] 图1为本发明较佳实施例的熔盐蒸馏装置的结构示意图。

具体实施方式

[0027] 下面通过实施例的方式进一步说明本发明,但并不因此将本发明限制在所述的实施例范围之中。

[0028] 如图1所示,一种熔盐蒸馏装置,包括蒸馏炉和坩埚,所述蒸馏炉包括炉体11和密

封连接于所述炉体的底部的法兰12,所述炉体11围绕形成有炉腔,所述坩埚固定于所述法兰12并位于所述炉腔内;所述熔盐蒸馏装置还包括惰性气氛设备,所述惰性气氛设备设置于所述炉体11的下方;所述熔盐蒸馏装置还包括水冷系统6;其中,当所述法兰12脱离于所述炉体11时,所述惰性气氛设备的内部与所述炉腔相连通。

[0029] 所述惰性气氛设备包括惰性气体源31和设备腔体32,所述惰性气体源31设置于所述设备腔体32的外部并通过供气管与所述炉腔相连通,所述炉体11的底部与所述设备腔体32的顶部密封连接,且所述设备腔体32的内部与所述炉腔相连通。所述设备腔体32选用手套箱。

[0030] 所述法兰12与升降装置4相连接,所述升降装置4用于实现所述法兰12抵靠于或脱离于所述炉体11的底部;所述法兰12通过橡胶圈与所述炉体11的底部密封连接;所述炉体11的外壁面包覆有加热器5。所述升降装置4穿过所述设备腔体32与所述法兰12相连接,所述升降装置4与所述设备腔体32的连接处设有动密封8。

[0031] 所述坩埚包括蒸发坩埚21、坩埚支架22以及收集坩埚23,所述收集坩埚23固定于所述法兰12,所述蒸发坩埚21通过所述坩埚支架22固定于所述收集坩埚23。

[0032] 所述水冷系统6包括水冷循环泵、进水管和出水管,所述进水管和所述出水管贯穿所述设备腔体并与所述法兰的水冷管路相连接。

[0033] 所述熔盐蒸馏装置还包括真空系统,所述真空系统包括真空泵71和抽气管,所述真空泵通过所述抽气管与所述炉腔相连通,所述抽气管上设有管路阀。所述抽气管上设有过滤器72,且所述过滤器位于所述设备腔体的内部。

[0034] 上述熔盐蒸馏装置在使用过程中,手套箱内各操作均通过手套操作接口进行,原料及产品等在装置内部的进出均通过手套箱过渡舱进行。

[0035] 应用了上述熔盐蒸馏装置的熔盐蒸馏方法包括以下步骤:

[0036] S1、打开所述惰性气体源31,使惰性气体充满所述炉腔及所述设备腔体32的内部;

[0037] S2、打开封装熔盐并装入蒸发坩埚21中,按照图1所示将蒸发坩埚21、坩埚支架22、收集坩埚23放置在法兰12上,安放稳当后通过升降将蒸发坩埚21、坩埚支架22、收集坩埚23和法兰12一起上升,直到法兰12与手套箱上方的炉体11腔体密封后停止上升,并调节所述加热器5至预设的操作温度,通常温度设置为顶部1000℃,中部600℃;

[0038] S3、检查腔体的密闭性并且开启真空系统7进行抽真空操作,底部开启水冷系统6,同时开启加热器5,加热蒸馏腔体的不同部位,进行熔盐蒸馏;蒸发坩埚21内的熔盐受热蒸发,在中部蒸馏腔体内壁上冷凝,并且流入收集坩埚23中;通过观察蒸馏过程中腔体的真空度、温度变化判断蒸馏的终点;

[0039] S4、蒸馏结束后,关闭加热器5、水冷系统6与真空系统,腔体冷却至室温后进行打开放样操作:首先向腔体中充入惰性气体至常压,打开法兰12使其脱离炉体11,操作升降装置4将蒸发坩埚21、坩埚支架22、收集坩埚23和法兰12一起下降至手套箱内,取出蒸馏剩余盐、冷凝收集盐。在手套箱内封装后通过过渡舱取出。

[0040] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0041] 虽然以上描述了本发明的具体实施方式,但是本领域的技术人员应当理解,这些仅是举例说明,本发明的保护范围是由所附权利要求书限定的。本领域的技术人员在不背离本发明的原理和实质的前提下,可以对这些实施方式做出多种变更或修改,但这些变更和修改均落入本发明的保护范围。

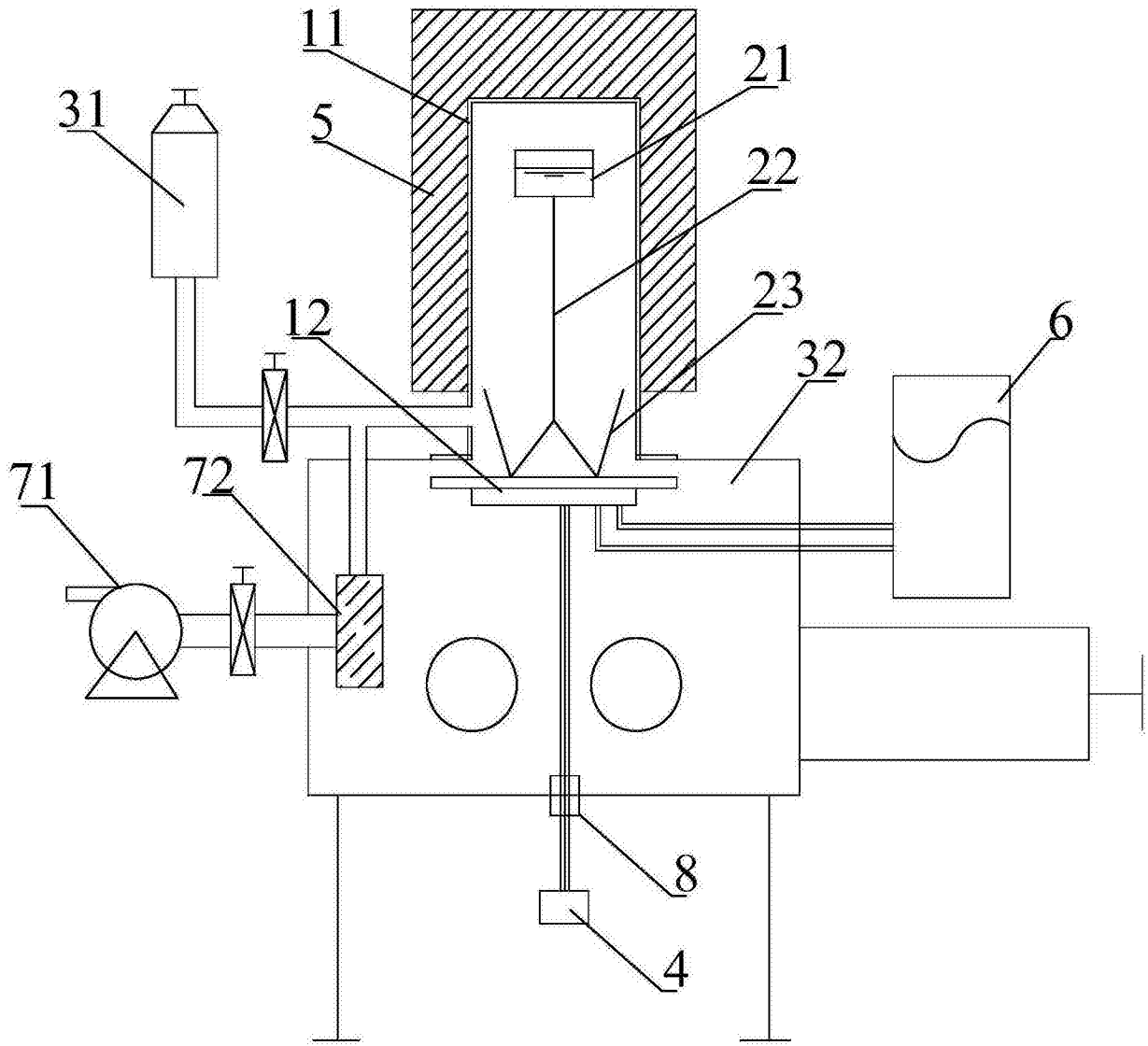


图1