



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103106933 B

(45) 授权公告日 2016. 05. 25

(21) 申请号 201310042973. 7

页, 图 1A-1B.

(22) 申请日 2013. 02. 04

CN 102737735 A, 2012. 10. 17, 说明书第 3-4

(73) 专利权人 中国核动力研究设计院

页, 图 4.

地址 610000 四川省成都市一环路南三段
28 号

US 3855060 A, 1974. 12. 17, 全文.

审查员 徐长江

(72) 发明人 范恒 张宏亮 杜华 周禹
慕殿鹏 李娜 李宁

(74) 专利代理机构 成都行之专利代理事务所
(普通合伙) 51220

代理人 梁田

(51) Int. Cl.

G21C 15/16(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 203134391 U, 2013. 08. 14, 权利要求
1-10.

JP 特表 2010-515079 A, 2010. 05. 06, 说明
书第 3-4 页, 图 3.

CN 87102541 A, 1988. 01. 20, 说明书 12-15

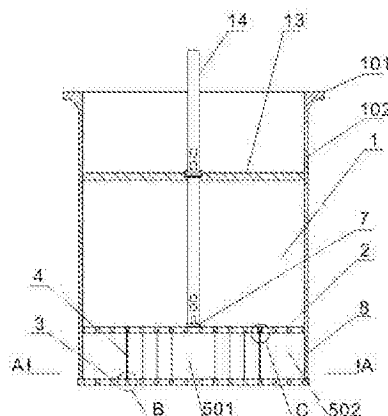
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

双腔室筒式超临界水冷堆蒸汽腔结构及压力
容器

(57) 摘要

本发明公开了一种双腔室筒式超临界水冷堆
蒸汽腔结构, 主要由筒体(1) 以及设置于筒体(1)
中的上腔板(2) 和下腔板(3) 构成, 上腔板(2) 与
下腔板(3) 之间的空间由筒体(1) 围合形成腔体,
所述筒体(1) 为悬臂式结构, 上腔板(2) 直接与筒
体(1) 的筒壁连接。本发明的优点在于: 结构稳定
性好, 制造和安装难度低, 不影响反应堆的效率。
本发明还公开了一种使用上述蒸汽腔结构的超临
界水冷堆压力容器。



1. 双腔室筒式超临界水冷堆蒸汽腔结构, 主要由筒体(1)以及设置于筒体(1)中的上腔板(2)和下腔板(3)构成, 上腔板(2)与下腔板(3)之间的空间由筒体(1)围合形成腔体, 其特征在于: 所述筒体(1)为悬臂式结构, 上腔板(2)直接与筒体(1)的筒壁连接;

还包括设置于所述腔体中的内腔隔板(4), 内腔隔板(4)的顶部和底部分别与所述上腔板(2)和所述下腔板(3)连接, 内腔隔板(4)在所述腔体中合围形成一流程冷却剂腔体(501), 所述筒体(1)的筒壁与内腔隔板(4)之间的空间为二流程冷却剂腔体(502);

还包括螺栓(202)和密封垫(302), 所述上腔板(2)的上表面开设有台阶孔(201), 所述内腔隔板(4)的顶部通过设置于台阶孔(201)中的螺栓(202)与上腔板(2)连接, 所述下腔板(3)的上表面开设有定位槽(301), 所述内腔隔板(4)的底部设置于定位槽(301)中, 密封垫(302)设置于所述内腔隔板(4)的底部与定位槽(301)之间。

2. 根据权利要求1所述的双腔室筒式超临界水冷堆蒸汽腔结构, 其特征在于: 所述筒体(1)包括法兰(101)与主筒体(102), 法兰(101)设置于主筒体(102)的顶部。

3. 根据权利要求1所述的双腔室筒式超临界水冷堆蒸汽腔结构, 其特征在于: 所述上腔板(2)通过冷装销连接在筒体(1)的筒壁上, 所述上腔板(2)和下腔板(3)上开设有慢化剂孔(6), 所述筒体(1)的筒壁上开设有蒸汽出口(8)。

4. 根据权利要求1所述的双腔室筒式超临界水冷堆蒸汽腔结构, 其特征在于: 所述上腔板(2)上开设有冷却剂孔(203), 冷却剂孔(203)位于所述一流程冷却剂腔体(501)的范围内。

5. 根据权利要求1~4中任意一项所述的双腔室筒式超临界水冷堆蒸汽腔结构, 其特征在于: 还包括控制棒导向组件(14), 所述上腔板(2)上开设有定位孔(7), 控制棒导向组件(14)的下端位于定位孔(7)中, 控制棒导向组件(14)的下端与定位孔(7)之间设置有限位键。

6. 根据权利要求5所述的双腔室筒式超临界水冷堆蒸汽腔结构, 其特征在于: 还包括固定在所述筒体(1)内的上部支承板(13), 所述控制棒导向组件(14)活动贯穿上部支承板(13)。

7. 超临界水冷堆压力容器, 主要由压力容器筒体(9)、设置于压力容器筒体(9)顶部的顶盖(10)、设置于压力容器筒体(9)内部的吊篮组件(11)构成, 其特征在于: 还包括权利要求1~6中任意一项所述的双腔室筒式超临界水冷堆蒸汽腔结构, 吊篮组件(11)悬挂于压力容器筒体(9)上, 所述筒体(1)设置于吊篮组件(11)内且悬挂于吊篮组件(11)上。

8. 根据权利要求7所述的超临界水冷堆压力容器, 其特征在于: 还包括设置于所述筒体(1)顶部与顶盖(10)之间的压紧弹簧组件(12), 设置于吊篮组件(11)中的密封支撑环(15)以及设置于密封支撑环(15)与下腔板(3)之间的密封环(16)。

双腔室筒式超临界水冷堆蒸汽腔结构及压力容器

技术领域

[0001] 本发明涉及核工业领域,具体涉及一种超临界水冷堆堆内构件。

背景技术

[0002] 超临界水冷堆(SCWR)是以水为冷却剂,其出口水状态在临界点(374°C,22.1MPa)之上的一种反应堆。由于运行温度和压力较高,综合考虑到现有材料、制造水平等方面的限制,超临界水冷堆需要设计为多流程结构。在这种设计下,蒸汽腔成为了水冷堆出口超临界态水汇集的重要结构,同时,蒸汽腔内还必须设有各流程冷却剂的分流装置。

[0003] 目前,只有在欧盟的超临界水冷堆设计方案中,提出了用于多流程结构的蒸汽腔。但是,该蒸汽腔存在如下问题:

[0004] 1.蒸汽腔没有固定结构,直接放置于吊篮内,然后通过上部的筒体压紧,其稳定性很差,而且安装不方便;

[0005] 2.蒸汽腔中,由于需要承受上部筒体的压力,上腔板采用多根支撑管与下腔板连接,支撑管为上腔板提供支撑,但是支撑管的设置导致蒸汽腔内结构复杂,使得蒸汽腔的制造和安装难度增大,而且还使蒸汽腔内部空间变小,极大的影响了反应堆的效率。

[0006] 现有的超临界水冷堆压力容器使用了上述蒸汽腔,导致其内部的结构稳定性非常差。另外现有的超临界水冷堆压力容器在工作时,其内部的燃料组件会发生膨胀,使蒸汽腔发生位移,导致燃料组件发生松动,从而产生泄露,影响反应堆的安全性。

发明内容

[0007] 本发明的目的即在于提供一种双腔室筒式超临界水冷堆蒸汽腔结构,以克服现有蒸汽腔结构稳定性差,制造和安装难度增大,影响反应堆效率的缺陷。

[0008] 本发明的目的通过以下技术方案实现:

[0009] 双腔室筒式超临界水冷堆蒸汽腔结构,主要由筒体以及设置于筒体中的上腔板和下腔板构成,上腔板与下腔板之间的空间由筒体围合形成腔体,所述筒体为悬臂式结构,上腔板直接与筒体的筒壁连接。本发明对现有蒸汽腔的筒体作出了改进,采用悬臂式结构,在安装时采用悬臂悬挂于压力容器内,安装过程非常方便,只需要将筒体吊装至压力容器内的安装台上就位即可。另外悬臂式结构具有很强的结构稳定性,在压力容器内的高温高压环境下,也能为燃料组件提供一个稳定的工作环境。本发明还对上腔板的安装方式作出了改进,将上腔板直接与筒体的筒壁连接,让筒体的筒壁直接支撑上腔板的重量,在不影响结构强度的情况下,避免了使用支撑管,简化了蒸汽腔内结构,使得蒸汽腔的制造和安装难度减小。更为重要的是,取消支撑管使蒸汽腔内部的空间增大,为冷却剂提供了更大的流动空间,冷却剂的流动效率提高,大大提高了反应堆的效率。

[0010] 作为本发明的第一种优化方案,将筒体分为法兰与主筒体两部分,法兰设置于主筒体的顶部,将法兰作为悬臂,以承受主筒体的重量。法兰结构简单,制造容易,并且法兰与压力容器内的安装台之间为面接触,使得本发明的结构稳定性更高。

[0011] 作为本发明的第二种优化方案,所述上腔板通过冷装销连接在筒体的筒壁上,所述上腔板和下腔板上开设有慢化剂孔,所述筒体的筒壁上开设有蒸汽出口。冷装销连接定位精度高,变形量小,采用冷装销安装上腔板能得到更高的安装精度,并且冷装销为可拆卸结构,便于检修。慢化剂孔用于通过燃料组件上的慢化剂管,使慢化剂能够进入燃料组件内部。蒸汽出口用于导出腔体内聚集的蒸汽。

[0012] 作为本发明的第三种优化方案,还增设设置于所述腔体中的内腔隔板,内腔隔板的顶部和底部分别与所述上腔板和所述下腔板连接,内腔隔板在所述腔体中合围形成一流程冷却剂腔体,所述筒体的筒壁与内腔隔板之间的空间为二流程冷却剂腔体。一流程冷却剂腔体用于汇集冷却剂,冷却剂从一流程冷却剂腔体中进入燃料棒组件中,二流程冷却剂腔体用于汇集冷却剂蒸汽。内腔隔板的作用在于使冷却剂和冷却剂蒸汽分流,使本发明适用于双流程超临界水冷堆。

[0013] 作为第三种优化方案的进一步优化,还包括螺栓和密封垫,所述上腔板的上表面开始有台阶孔,所述内腔隔板的顶部通过设置于台阶孔中的螺栓与上腔板连接,所述下腔板的上表面开设有定位槽,所述内腔隔板的底部设置于定位槽中,密封垫设置于所述内腔隔板的底部与定位槽之间。采用可拆卸连接对内腔隔板进行安装与限位,降低了安装难度。冷却剂从上腔板流入,冷却剂的压力主要作用于下腔板与内腔隔板上,为了防止冷却剂渗透至二流程冷却剂腔体,采用定位槽和密封垫进行密封,保证了一流程冷却剂腔体与二流程冷却剂腔体之间的彼此隔绝。另外,由于上腔板与内腔隔板的接触处不是水压的主要作用点,将内腔隔板的顶部与上腔板之间通过螺栓连接紧密即可起到很好的密封效果,简化了腔体的内部结构。

[0014] 作为第三种优化方案的进一步优化,所述上腔板上开设有冷却剂孔,冷却剂孔位于所述一流程冷却剂腔体的范围内。冷却剂自冷却剂孔进入一流程冷却剂腔体中,保证一流程冷却剂腔体实现冷却剂汇集的作用,并且实现冷却剂与慢化剂的分流。

[0015] 作为上述各种方案中任意一个的进一步优化,还包括控制棒导向组件,所述上腔板上开设有定位孔,控制棒导向组件的下端位于定位孔中,控制棒导向组件的下端与定位孔之间设置有限位键。

[0016] 作为上一个方案的进一步优化,还包括固定在所述筒体内的上部限位板,所述控制棒导向组件活动贯穿上部限位板,上部限位板为控制棒导向组件提供上部限位。

[0017] 本发明的另一个目的在于提供一种超临界水冷堆压力容器,以克服现有压力容器结构稳定性差,在工作时无法压紧燃料组件的问题。

[0018] 本发明的另一个目的通过以下技术方案实现:

[0019] 超临界水冷堆压力容器,主要由压力容器筒体、设置于压力容器顶部的顶盖、设置于压力容器筒体内部的吊篮组件构成,还包括上述各种方案中任意一项所述的双腔室筒式超临界水冷堆蒸汽腔结构,吊篮组件悬挂于压力容器筒体上,所述筒体设置于吊篮组件内且悬挂于吊篮组件上。双腔室筒式超临界水冷堆蒸汽腔结构采用悬臂式结构安装在吊篮组件上,能够克服现有压力容器中蒸汽腔结构稳定性不强的问题。

[0020] 作为本发明的优化方案,还包括设置于所述筒体顶部与顶盖之间的压紧弹簧组件,设置于吊篮组件中的密封支撑环以及设置于密封支撑环与下腔板之间的密封环。压紧弹簧组件为双腔室筒式超临界水冷堆蒸汽腔结构提供向下的预紧力,在燃料组件受热膨胀

时也能通过双腔室筒式超临界水冷堆蒸汽腔结构将燃料组件压紧,避免了燃料组件松动带来的泄露,提高了反应堆的安全性。密封支撑环与密封环防止冷却剂不进入吊篮组件与筒体之间,得到较好的密封效果。

[0021] 综上所述,本发明的优点和有益效果在于:

[0022] 1. 结构稳定性好,制造和安装难度低,提高了反应堆的效率;

[0023] 2. 适用于双流程反应堆,且内部结构简单,密封效果好;

[0024] 3. 能为堆内测量结构提供定位、支承和通道等功能;

[0025] 4. 实现了一流程冷却剂和二流程冷却剂蒸汽的分隔和密封。。

附图说明

[0026] 为了更清楚地说明本发明的实施例,下面将对描述本发明实施例中所需要用到的附图作简单的说明。显而易见的,下面描述中的附图仅仅是本发明中记载的一些实施例,对于本领域的技术人员来讲,在不付出创造性劳动的情况下,还可以根据下面的附图,得到其它附图。

[0027] 图1为双腔室筒式超临界水冷堆蒸汽腔结构的示意图;

[0028] 图2为图1的A-A向剖视图;

[0029] 图3为图1的B部放大图;

[0030] 图4为图1的C部放大图;

[0031] 图5为超临界水冷堆压力容器的结构示意图;

[0032] 其中,附图标记对应的零部件名称如下:

[0033] 1-筒体,2-上腔板,3-下腔板,4-内腔隔板,6-慢化剂孔,7-定位孔,8-蒸汽出口,9-压力容器筒体,10-顶盖,11-吊篮组件,12-压紧弹簧组件,13-上部支承板,14-控制棒导向组件,15-密封支撑环,16-密封环,101-法兰,102-主筒体,201-台阶孔,202-螺栓,203-冷却剂孔,301-定位槽,302-密封垫,501-一流程冷却剂腔体,502-二流程冷却剂腔体。

具体实施方式

[0034] 为了使本领域的技术人员更好地理解本发明,下面将结合本发明实施例中的附图对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整的描述。显而易见的,下面所述的实施例仅仅是本发明实施例中的一部分,而不是全部。基于本发明记载的实施例,本领域技术人员在不付出创造性劳动的情况下得到的其它所有实施例,均在本发明保护的范围内。

[0035] 实施例1:

[0036] 如图1所示,双腔室筒式超临界水冷堆蒸汽腔结构,主要由筒体1以及设置于筒体1中的上腔板2和下腔板3构成,上腔板2与下腔板3之间的空间由筒体1围合形成腔体,所述筒体1为悬臂式结构,上腔板2直接与筒体1的筒壁连接。

[0037] 筒体1可以采用多种现有的方式比如挂钩、悬臂管、轴向凸起等方式即可构成悬臂式结构。采用悬臂式结构,在安装时采用悬臂悬挂于压力容器内,安装过程非常方便,只需要将筒体1吊装至压力容器内的安装台上就位即可。另外悬臂式结构具有很强的结构稳定性,在压力容器内的高温高压环境下,也能为燃料组件提供一个稳定的工作环境。上腔板2可以采用铆接、焊接、螺纹连接等现有方式直接与筒体1的筒壁连接,使筒体1直接支撑上腔

板2的重量,在不影响结构强度的情况下,避免了使用支撑管,简化了蒸汽腔内结构,使得蒸汽腔的制造和安装难度减小。更为重要的是,取消支撑管使蒸汽腔内部的空间增大,为冷却剂提供了更大的流动空间,冷却剂的流动效率提高,大大提高了反应堆的效率。

[0038] 实施例2:

[0039] 如图1所示,本实施例在实施例1的基础上,将筒体1设计成法兰101与主筒体102两部分,法兰101设置于主筒体102的顶部。本实施例中优选法兰101作为筒体1的悬臂,法兰101结构简单,制造容易,并且法兰101与压力容器内的安装台之间为面接触,使得本发明的结构稳定性更高。

[0040] 实施例3:

[0041] 如图1和图2所示,本实施例在实施例1的基础上,上腔板2优选通过冷装销连接在筒体1的筒壁上,冷装销连接定位精度高,变形量小,采用冷装销安装上腔板2能得到更高的安装精度,并且冷装销为可拆卸结构,便于检修。

[0042] 所述上腔板2和下腔板3上开设有慢化剂孔6,所述筒体1的筒壁上开设有蒸汽出口8。慢化剂孔6用于通过燃料组件上的慢化剂管,使慢化剂能够进入燃料组件内部。蒸汽出口8用于导出腔体内聚集的蒸汽。

[0043] 实施例4:

[0044] 如图1和图2所示,本实施例为了更好的适用于双流程超临界水冷堆,在实施例1的基础上,在所述腔体中增设的内腔隔板4,内腔隔板4的顶部和底部分别与所述上腔板2和所述下腔板3连接,内腔隔板4在所述腔体中合围形成一流程冷却剂腔体501,所述筒体1的筒壁与内腔隔板4之间的空间为二流程冷却剂腔体502。一流程冷却剂腔体501用于汇集冷却剂,冷却剂从一流程冷却剂腔体501中进入燃料棒组件中,二流程冷却剂腔体502用于汇集冷却剂蒸汽。内腔隔板4的作用在于使冷却剂和冷却剂蒸汽分流,使本发明适用于双流程超临界水冷堆。

[0045] 实施例5:

[0046] 如图1、图3和图4所示,本实施例在实施例4的基础上,增设螺栓202和密封垫302,并在上腔板2的上表面开始有台阶孔201,所述内腔隔板4的顶部通过设置于台阶孔201中的螺栓202连接,所述下腔板3的上表面开设有定位槽301,所述内腔隔板4的底部设置于定位槽301中,密封垫302设置于所述内腔隔板4的底部与定位槽301之间。

[0047] 采用可拆卸连接对内腔隔板4进行安装与限位,降低了安装难度。冷却剂从上腔板2流入,冷却剂的压力主要作用于下腔板3与内腔隔板4上,为了防止冷却剂渗透至二流程冷却剂腔体502,采用定位槽301和密封垫302进行密封,保证了一流程冷却剂腔体501与二流程冷却剂腔体502之间的彼此隔绝。另外,由于上腔板2与内腔隔板4的接触处不是水压的主要作用点,将内腔隔板4的顶部与上腔板2之间通过螺栓202连接紧密即可起到很好的密封效果,简化了腔体的内部结构。台阶孔201的作用在于容置螺栓202,减小上腔板2上各种部件占用的体积,有利于降低冷却剂流动阻力。

[0048] 实施例6:

[0049] 如图2所示,本实施例在实施例4的基础上,在上腔板2上开设冷却剂孔203,冷却剂孔203位于所述一流程冷却剂腔体501的范围内。冷却剂自冷却剂孔203进入一流程冷却剂腔体501中,保证一流程冷却剂腔体501实现冷却剂汇集的作用,并且实现冷却剂与慢化剂

的分流。

[0050] 实施例7:

[0051] 如图1所示,本实施例在实施例1~6中任意一种的基础上,还包括控制棒导向组件14,所述上腔板2上开设有定位孔7,控制棒导向组件14的下端位于定位孔7中,控制棒导向组件14的下端与定位孔7之间设置有限位键。

[0052] 实施例8:

[0053] 如图1所示,本实施例在实施例7的基础上,增设固定在所述筒体1内的上部支承板13,所述控制棒导向组件14活动贯穿上部支承板13。上部支承板13为控制棒导向组件14提供上部限位。

[0054] 需要说明的是,上述各个实施例的相互组合也是完全可行的,在本发明保护的范围之内。

[0055] 为了便于理解,在下面的实施例9中,将对上述各个实施例的结合而成的技术方案进行说明。

[0056] 实施例9:

[0057] 如图1、图2、图3和图4所示,双腔室筒式超临界水冷堆蒸汽腔结构,主要由筒体1以及设置于筒体1中的上腔板2和下腔板3构成,上腔板2与下腔板3之间的空间由筒体1围合形成腔体,筒体1为悬臂式结构,上腔板2直接与筒体1的筒壁连接。其中,筒体1包括法兰101与主筒体102,法兰101设置于主筒体102的顶部,采用法兰101作为悬臂,上腔板2通过冷装销连接在筒体1的筒壁上。上腔板2和下腔板3上开设有慢化剂孔6,筒体1的筒壁上开设有蒸汽出口8。内腔隔板4的顶部和底部分别与上腔板2和下腔板3连接,其中上腔板2的上表面开始有台阶孔201,内腔隔板4的顶部通过设置于台阶孔201中的螺栓202与上腔板2连接,内腔隔板4的底部设置于定位槽301中,密封垫302设置于内腔隔板4的底部与定位槽301之间。内腔隔板4在腔体中合围形成一流程冷却剂腔体501,筒体1的筒壁与内腔隔板4之间的空间为二流程冷却剂腔体502。上腔板2上还开设有冷却剂孔203,冷却剂孔203位于一流程冷却剂腔体501的范围内。还包括控制棒导向组件14,所述上腔板2上开设有定位孔7,控制棒导向组件14的下端位于定位孔7中,控制棒导向组件14的下端与定位孔7之间设置有限位键。还包括固定在筒体1内的上部支承板13,控制棒导向组件14活动贯穿上部支承板13。

[0058] 实施例10:

[0059] 如图5所示,超临界水冷堆压力容器,主要由压力容器筒体9、设置于压力容器筒体9顶部的顶盖10、设置于压力容器筒体9内部的吊篮组件11构成,还包括实施例1~9中任意一项所述的双腔室筒式超临界水冷堆蒸汽腔结构,吊篮组件11悬挂于压力容器筒体9上,所述筒体1设置于吊篮组件11内且悬挂于吊篮组件11的顶部法兰上。双腔室筒式超临界水冷堆蒸汽腔结构采用悬臂式结构安装在吊篮组件11上,能够克服现有压力容器中蒸汽腔结构稳定性不强的问题。

[0060] 实施例11:

[0061] 如图5所示,本实施例在实施例10的基础上,增设设置于所述筒体1顶部与顶盖10之间的压紧弹簧组件12。压紧弹簧组件12为双腔室筒式超临界水冷堆蒸汽腔结构提供向下的预紧力,在燃料组件受热膨胀时也能通过双腔室筒式超临界水冷堆蒸汽腔结构将燃料组件压紧,避免了燃料组件松动带来的泄露,提高了反应堆的安全性。

[0062] 另外,在吊篮组件11中设置密封支撑环15,在密封支撑环15与下腔板3之间设置密封环16,防止冷却剂不进入吊篮组件11与筒体1之间,得到较好的密封效果。

[0063] 如上所述,便可很好的实现本发明。

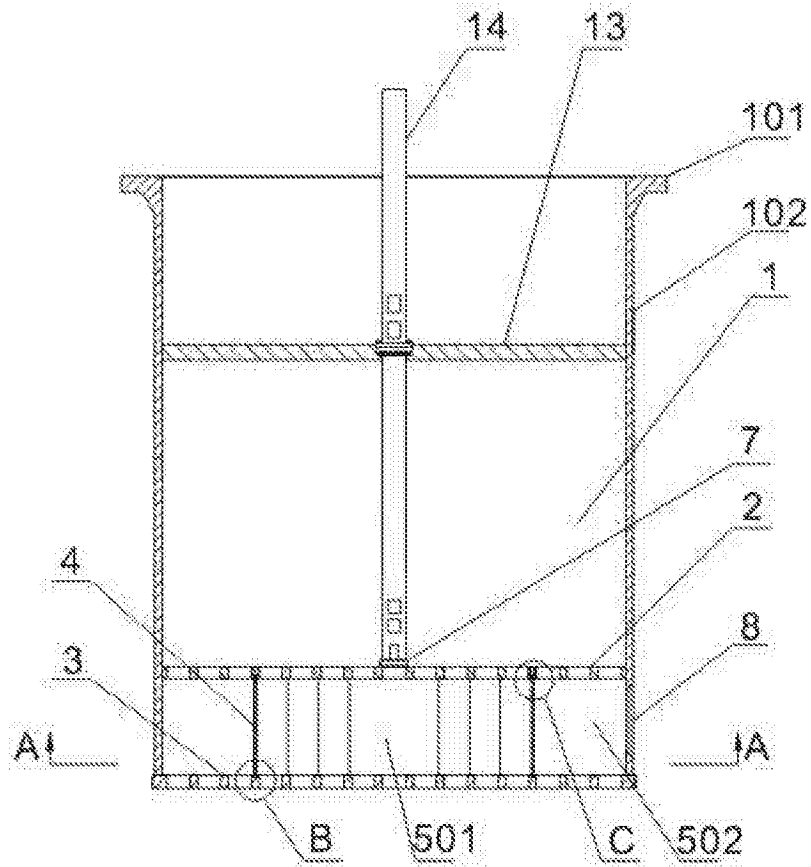


图1

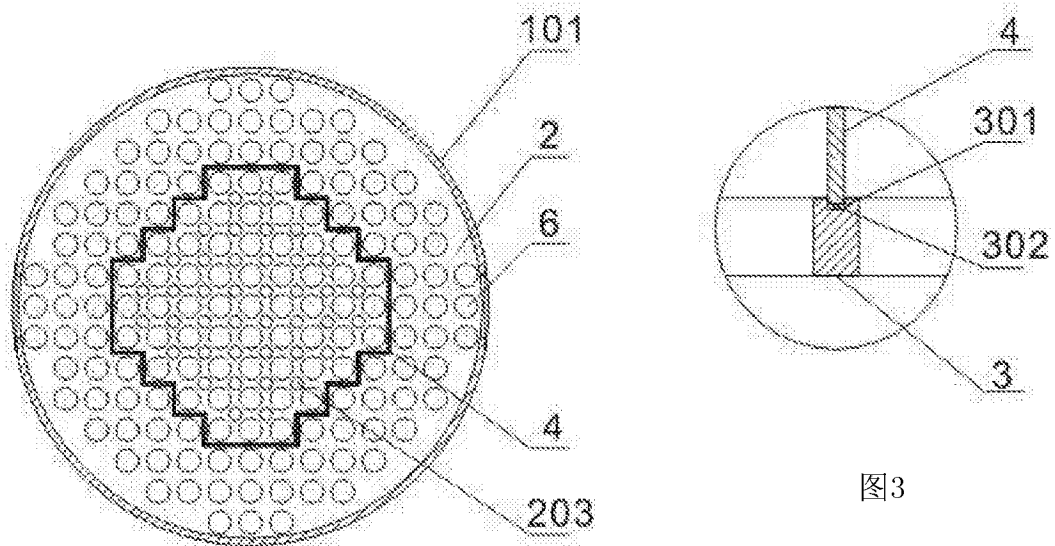


图2

图3

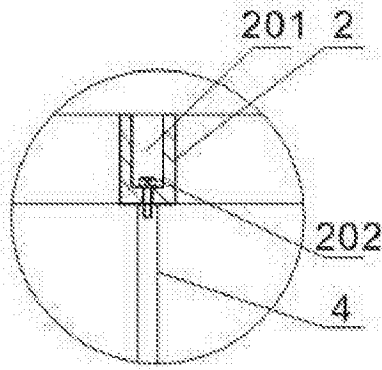


图4

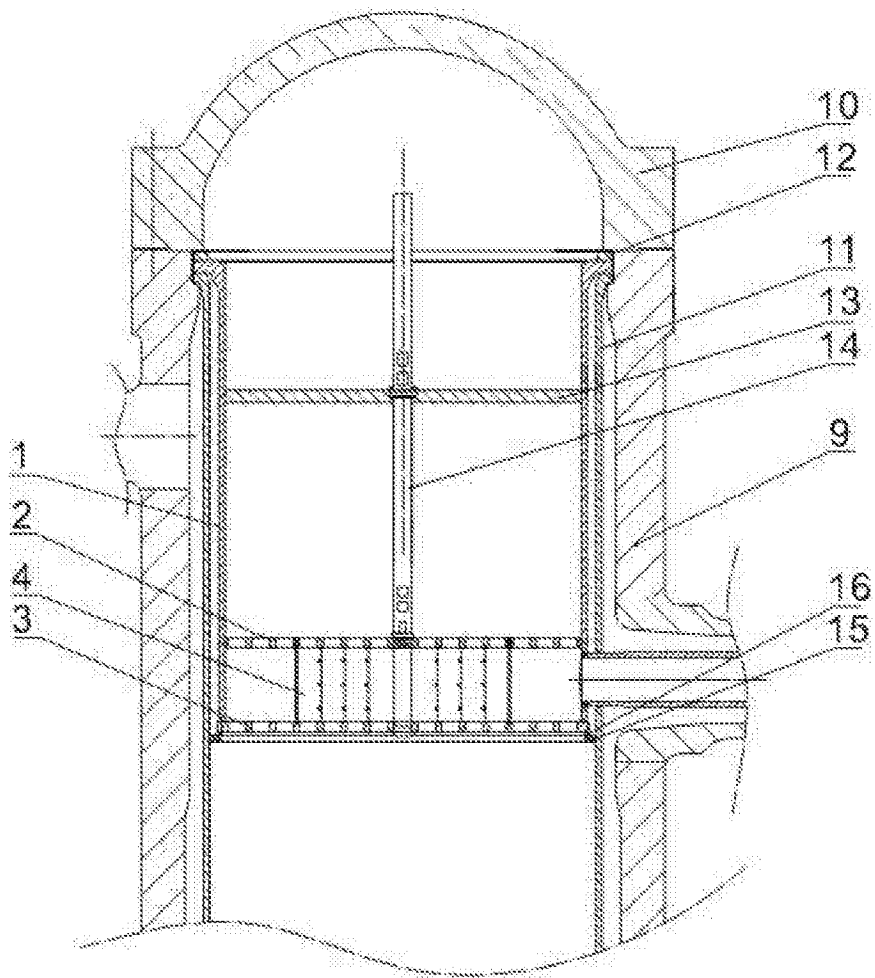


图5