



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99105539.X

[45] 授权公告日 2004年6月23日

[11] 授权公告号 CN 1155005C

[22] 申请日 1999.2.26 [21] 申请号 99105539.X

[30] 优先权

[32] 1998.10.15 [33] JP [31] 293919/1998

[71] 专利权人 三菱重工业株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 市川利郎 松岛洋子 久保登

中岛诚 泉 元

审查员 许国宽

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利  
商标事务所

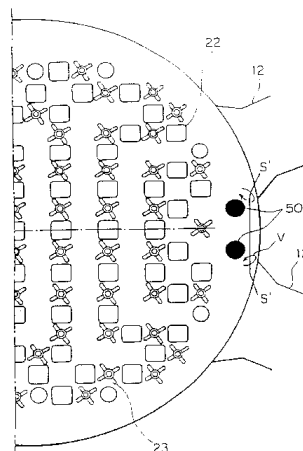
代理人 王宪模

权利要求书2页 说明书8页 附图9页

[54] 发明名称 用于带有冷却剂流稳定装置的核反应堆的上部堆芯支撑结构

[57] 摘要

一种核反应堆芯支撑结构，能够稳定出口管嘴附近的冷却剂流，从而提高对流经出口管的冷却剂流的热度的测量精度和可靠性。该结构置于一个上部空间(40)内，该上部空间在一个反应堆芯之上并与许多安装在核反应堆容器(10)侧壁的出口管嘴(12)流体地连通，并包括至少一置于靠近出口管嘴(12)的某一位置的流动稳定件或置于两邻近的出口管嘴(12)之间的某一区域的流动稳定件。



1、在包括一个上部空间的一个核反应堆中，该上部空间限定在一有被加热的流体流过的反应堆芯之上，并与许多安装在核反应堆容器侧壁的出口管嘴流体地连通，一种支撑所说的反应堆芯的结构，它包括：

至少一个流动稳定件，其靠近所说的出口管嘴，该流动稳定件的设置替代了上部堆芯支撑柱。

2、根据权利要求 1 所述的反应堆芯支撑结构，其特征是所述的流动稳定件基本设置于上部堆芯板和上部堆芯支撑板之间的整个间距上，所说的上部堆芯板和上部堆芯支撑板共同形成所说的上部空间。

3、根据权利要求 2 所述的反应堆芯支撑结构，其特征是所说的流动稳定件由一个圆筒件构成。

4、根据权利要求 2 所述的反应堆芯支撑结构，其特征是所说的流动稳定件由基本呈长方形沟槽状管形件构成。

5、根据权利要求 3 或 4 所述的反应堆芯支撑结构，其特征是所说的流动稳定件具有许多小通孔。

6、在包括一个上部空间的一个核反应堆中，该上部空间限定在一有被加热的流体流过的反应堆芯之上，并与许多安装在核反应堆容器侧壁的出口管嘴流体地连通，一种支撑所说的反应堆芯的结构，它包括：

至少两个流动稳定件，它们并列设置在一个基本介于两相邻出口管嘴之间的区域中。

7、根据权利要求 6 所述的反应堆芯支撑结构，其特征是所述的流动稳定件基本上设置于上部堆芯板和上部堆芯支撑板之间的整个间距上，所说的上部堆芯板和上部堆芯支撑板共同形成所说的上部空间。

8、根据权利要求 7 所述的反应堆芯支撑结构，其特征是所说的流动稳定件由一个圆筒件构成。

9、根据权利要求 7 所述的反应堆芯支撑结构，其特征是所说的流动稳定件由基本呈长方形沟槽状管形件构成。

---

10、根据权利要求 8 或 9 所述的反应堆芯支撑结构，其特征是所说的流动稳定件具有许多小通孔。

## 用于带有冷却剂流稳定装置的 核反应堆的上部堆芯支撑结构

### 技术领域

一般地说，本发明涉及一种置于压水反应堆上部空间的堆芯支撑结构，该空间位于反应堆芯之上，在该反应堆芯内燃料棒和冷却剂如轻水进行热交换，并具有入口和出口管嘴。更确切地说，本发明涉及一种包括置于上部空间的出口管嘴附近的冷却剂流稳定部件的堆芯支撑结构。

### 背景技术

在核电厂的压力水反应堆中，作为冷却剂的轻水输送到被核裂变产生的热加热到高温的堆芯中。被加热的轻水流出并输送到蒸汽发生器以产生蒸汽，然后将蒸汽输送到一独立于堆芯冷却系统的蒸汽系统来循环地驱动一蒸汽涡轮机和一与之连接的发电机的转子，由此产生可供利用的电能。

为更好地理解本发明，下面将回顾一下背景技术。附图 7 中表示了一种压水反应堆，一种典型的反应堆的内部堆芯结构。参照附图，核反应堆容器 10 中所包含的是反应堆芯内部构件，比如核燃料组件、控制棒、控制棒束导向管、一冷却剂、支撑结构以及其它部件。通常，核反应堆容器 10 一体地形成有反应堆冷却剂如轻水的入口喷嘴 11 和出口喷嘴。堆芯筒体 30 竖直悬挂在核反应堆容器 10 内。入口管嘴 11 和出口管嘴 12 的数目分别与冷却剂循环回路数目一致，而该冷却剂循环回路数目又取决于核反应堆的额定输出功率。通常，入口管嘴 11 以及出口管嘴 12 的数目为 2-4。

例如，在一个大功率生产能力的核动力厂中，考虑到在冷却系统中使用的泵和蒸汽发生器的能力以及由于在密封压力容器中配置所受到的限制，一般有多个冷却剂循环回路。换句话说，所安装的冷却剂循环回路数量取决于核反应堆的输出能力。通常，具有大的输出能力的核动力工厂有 4 个冷却剂循环回路。在这种情况下，入口管嘴 11 和出口管嘴 12 的个数也各为 4 个。入口管嘴

11.和出口管嘴 12 在圆周方向以预定间距被安装在核反应堆容器中。此外,设置在堆芯筒体 30 下部的是下部堆芯支撑板 32 和下部堆芯板 31,各自在水平方向延伸。下部堆芯支撑板 32 以下为一下部空间 41。

安装在下部堆芯板 31 之上的是大量的燃料组件 33,这些燃料组件 33 彼此邻近排列以构成一反应堆芯。安装在燃料组件 33 之上的是通过上部堆芯支撑柱 23 由上部堆芯支撑板 20 支撑的上部堆芯板 21。借助于上部堆芯板 21 将燃料组件 33 向下压,防止燃料组件 33 由于受到流动冷却剂产生的浮力的影响而向上移动。在上部堆芯板 21 的上部表面,利用支撑销或其它类似的部件(未示出)在控制棒束导管 22 底端支撑大量的控制棒束导管 22。控制棒束导管 22 向上延伸到上部堆芯支撑板 20 以上。通过借助于控制棒束导管 22 从反应堆芯中抽取控制棒束(也未示出)或通过控制棒束导管 22 向核反应堆的燃料组件 33 中插入控制棒束,可以对反应堆芯的热输出量进行调整。

上部堆芯板 21 和上部堆芯支撑板 20 通过上部堆芯支撑柱 23 相互连接,以确保较高的结构强度或牢固度。此外,延伸过上部堆芯支撑板 20 的控制棒束导管 22 固接在上部堆芯支撑板 20 上。因此,控制棒束导管 22 在侧向或横向不会移位或错位。在上部堆芯板 21 和如上所述的与之相连接的上部堆芯支撑板 20 之间为上部空间 40。

接下来,将描述应用在具有上述结构的核反应堆容器 10 中作为冷却剂的轻水的流动。参照图 7,低温轻水经过入口管嘴 11 按照图 7 中箭头所示的路径模式输送至核反应堆容器 10。更具体地说,轻水经过入口管嘴 11 首先向下流经一由堆芯筒体 30 的外表面和核反应堆容器 10 的内表面所形成的环形空间后进入核反应堆容器 10。轻水在下部空间 41 内被压向上流。其后,轻水在流经下部堆芯支撑板 32 和下部堆芯板 31 后流入反应堆芯。在反应堆芯内,轻水实质上并行地向上流。在流经反应堆芯的过程中,轻水带走由燃料组件的燃料棒产生的热,该热由此使轻水的温度上升。在流经上部堆芯板 21 后,轻水朝水平向或横向流动。最后,轻水经出口管嘴 12 流出核反应堆容器 10,经一出口管 42 被输送到一蒸汽发生器(未示出)。

在此,需说明的是,在一些具有上述结构的核反应堆容器 10 中,两个出

口管嘴 12 相互接近设置以便解决由于基本冷却剂回路的特殊结构所带来的限制和满足减少反应堆密封容器的直径的要求等。因此，由于在每个回路中的冷却剂的流率和置于上部空间 40 中的内部结构件的布置，使得流向核反应堆容器 10 中的每个出口管嘴 12 的冷却剂流变得复杂和不稳定。通过在模拟实验中的对流动性能的观测和温度的测量，在该模拟实验中涉及流体的流动性能的区域可以被可视地检查，实验上已经发现上述流动的不稳定是在出口管嘴 12 和出口管 42 内的冷却剂温度的一个波动因素。此外，如图 8 中 S-S 线所示，在位于邻近的出口管嘴 12 的附近的没有结构部件的区域中可能产生旋涡 V 和 V'，这也是导致冷却剂流不稳定的一个因素。另外，在图 9 中所示的旋涡 V' 表示所谓的垂直旋涡，该旋涡是在从上部堆芯支撑板 20 流向出口管嘴 12 的冷却剂流中产生的。

从上述内容可以理解，不稳定的冷却剂流引起流经与出口管嘴 12 相连的出口管 42 的冷却剂在温度上的波动或变化。因此，核反应堆的中间温度（即核反应堆的平均温度）测量结果受到极大的影响，因为该温度的测量是通过测量流经连到出口管嘴 12 的出口管 42 的冷却剂的温度来实现的。结果，可能产生对控制堆芯输出的控制系统的不希望发生的错误或不正确的操作和使流入到涡轮机的蒸汽流量上升，而对这些的控制是通过考虑在测量出口管 42 内的冷却剂的温度的基础上确定反应堆芯的平均温度来实现的。

### 发明描述

根据上述技术状况，本发明的一个目的是提供一种置于核反应堆容器中的核反应堆芯支撑结构，该结构包括一如此构造和设置的堆芯支撑结构件：使该堆芯支撑结构件能够稳定在位于接近或靠近一出口管嘴的区域内的冷却剂流，由此消除在测量流经出口管的冷却剂的温度过程中可能出现的困难。

根据上述目的和随着说明的深入而呈现的其它目的，本发明涉及包括位于反应堆芯之上并与安装在核反应堆容器的侧壁的许多出口管嘴流体地连通的上部空间的一种核反应堆。依据本发明的一个方面，提供一种设置于所说上部空间中、支撑反应堆芯的结构，该结构包括至少一个位于靠近出口管嘴的某一位置或基本上置于在两个相邻的出口管嘴之间的某一区域中的流动稳定件。

借助于上述结构，减少了邻近出口管嘴的没有结构件的区域或空间的面积，使得难以产生旋涡，由此稳定了出口管嘴附近的冷却剂的流动性能。因此，基于测量出口喷嘴后面管路系统中的冷却剂的温度来测量核反应堆的平均温度的测量可以具有更高的准确性和可靠性，因此能够更加确定地消除对上述控制系统的错误或不正确的操作。

按照实施本发明的一种方式，流动稳定件基本上可以设置在共同形成上部空间的一下部堆芯板和一下部堆芯支撑板之间的整个距离范围内。

借助于上述结构，可以进一步减少没有结构部件的区域或空间，由此可以进一步抑制旋涡的产生和提高冷却剂的流动稳定性。

按照实施本发明的另一种方式，流动稳定件最好由一个圆柱件或具有基本呈长方形沟槽形式的管形件构成。

在流动稳定件以圆柱件形式实现的情况下，围绕圆柱件流动的冷却剂流变得平稳，难以产生旋涡。在另一面，当流动稳定件用具有基本上为 U 型横截面的管形件来实现时，可以毫不困难地安装该流动稳定件。此外，后者可以通过利用现有的堆芯支撑结构件来安装。

按照实施本发明的再一种方式，流动稳定件最好具有许多小的通孔。

借助于上述结构，通过流动稳定件阻止了旋涡的产生，同时能够完全防止由流动稳定件产生并向出口管嘴运动的旋涡。

结合附图，通过阅读下面仅作为例子的最佳实施例的描述，可以更容易地理解本发明的上述和其它目的、特征和其它优点。

#### 附图描述

在后面的描述中，将参照附图，其中：

附图 1 所示为装有依据本发明的一实施例中的流动稳定件并置于具有 4 个回路的反应堆设备的核反应堆容器中的上部空间中的内部结构件的设置或排列的一半俯视平面图。

附图 2 所示为置于具有 4 个回路的反应堆设备的核反应堆容器中的上部空间中的内部结构件的设置或排列的一半俯视平面图，在该视图中已存在的上部堆芯支撑柱分别由依据本发明的另一实施例中的流动稳定件替代。

附图 3 所示为依据本发明的再一实施例的一流动稳定件的结构的大小的局部垂直剖面图。

附图 4 所示为沿附图 3 中 A-A 线的横截面图。

附图 5 所示为依据本发明的再一实施例的一流动稳定件的结构的大小的局部垂直剖面图。

附图 6 所示为沿附图 5 中 A-A 线的横截面图。

附图 7 所示为迄今为止所知的压水反应堆的主要部分的垂直剖面示意图。

附图 8 所示为已知的置于具有 4 个回路的反应堆设备的核反应堆容器中的上部空间中的内部结构件的设置或排列的一半俯视平面图。

附图 9 所示为迄今为止所知的压水反应堆的上部空间内的邻近出口管嘴一区域的局部垂直剖面示意图。

### 具体实施方式

下面参照附图优选的或典型的实施例对本发明进行详细描述。在下面的描述中，相同参照标号指示在各个视图中的相同或相应部分。在下面的描述中，术语“右”，“左”，“顶部”，“底部”等等术语是为描述方便而引用的术语，而不将其解释为具有限制性的术语。

### 实施例 1

附图 1 所示为装有依据本发明的第一实施例中的流动稳定件并置于具有 4 个回路的反应堆设备的核反应堆容器中的上部空间中的内部结构件的设置或排列的一半顶部俯视平面图。如图所示，分别用作流动稳定件的一对穿孔件 50 置于相邻的出口管嘴 12 之间。更准确地说，各自安装在上部空间 40 内的上部堆芯板 21 上的穿孔件 50 位于与堆芯外周边部分相对应的一个外周边空白区域，该区域内没有控制棒束导管 22<sub>1</sub> 上部堆芯支撑柱 23 及其它的堆芯支撑结构件。上述外周边空白区域在附图 8 中以曲线 S-S 示范性地指出。换言之，外周边空白区域是指没有流经上部堆芯板 21 的基本冷却剂流的区域。

通过在相邻的出口管嘴 12 之间的空白区域设置分别用作流动稳定件的穿孔件 50 来减少该空白区域的面积，如附图 1 中的曲线 S'-S' 所示，由此稳定在相邻的出口管嘴 12 附近的冷却剂流。此外，由于减少了空白区域 S'-S' 面积，

抑制了在该区域的旋涡 V 的产生。因此，在上部空间 40 内的出口管嘴 12 的邻近区域内的冷却剂流可进一步得到稳定。通过这种方式，可以抑制流经与出口管嘴 12 相连的出口管的冷却剂的温度的变化，而这有利于抑制上述温度的波动。进一步，由于流动稳定件具有许多小的通孔 52，当冷却剂经穿孔件 50 朝出口管嘴 12 流动时，穿孔件 50 很难产生旋涡。

实际上每个穿孔件 50 都设置于上部堆芯支撑板 20 和上部堆芯板 21 之间的整个间距上，而上部堆芯支撑板 20 和上部堆芯板 21 共同形成上部空间 40。在此，穿孔件 50 在整个长度上最好具有基本相同的横截面积。这是因为穿孔件 50 所放置的上部空间 40 内的位置不能增加任何施加在上部空间 40 内的堆芯支撑结构件的流体动力载荷，因为流向出口管嘴 12 的冷却剂流没有遇到阻碍。因此，尽可能地减少空白区域的面积或空间以有效地稳定冷却剂流的同时抑制旋涡的产生是可取的。另外，从附图 1 可以看到，在依据本发明的本实施例的支撑结构中，两个穿孔件 50 并排设置。

### 实施例 2

在依据本发明的第二个实施例的核反应堆内的堆芯支撑结构中，设置有分别用作流动稳定件的穿孔件 50，其分别替代上部堆芯支撑柱 23，并靠近出口管嘴 12，如附图 2 所示。如上所述，穿孔件 50 在整个长度上最好具有基本相同的横截面积。因此，穿孔件 50 比已有的上部堆芯支撑柱 23 占用较大的空间。因而，依据本发明的本实施例的这种设计，减少了空白区域或面积 S''-S''（见附图 2），由此限制或阻挡了冷却剂流，这有利于抑制如附图 9 中所示的垂直旋涡的产生。结果，由于减少了在与出口管嘴 12 相连的出口管内的冷却剂的温度波动，稳定了流向出口管嘴 12 的冷却剂流。

### 实施例 3

附图 3 和 4 所示为依据本发明的第 3 个实施例的一种堆芯支撑结构，在该结构中，将流动稳定件设计成能够稳定出口管嘴 12 附近区域的冷却剂流，同时能更有效地抑制旋涡的产生。更详细地说，在依据本发明的本实施例的流动稳定件中，分别应用 3 个穿孔圆筒管 51 作为流动稳定件，其中中间一个在位置上向上部空间 40 的外周边偏移。三个一组的穿孔圆筒管 51 设置在空白区

域。每个穿孔圆筒管 51 在整个长度上具有相同的外径。在此，穿孔圆筒管 51 的外径最好较大以减少位于靠近出口管嘴 12 并从上部堆芯支撑板 20 延伸的区域或空间和邻近出口管嘴 12 的附近空白区域 S'-S' 的面积。此外，在包盖整个出口管嘴 12 的孔的范围内每个穿孔圆筒管 51 都具有许多小通孔 52。由于穿孔圆筒管 51 具有如此的小通孔 52，阻止了旋涡。另外，使穿孔圆筒管 51 难以产生旋涡是可能的。附带地还必须指出，通过在上部堆芯板 21 和上部堆芯支撑板 20 之间设置穿孔圆筒管 51，增强了堆芯支撑结构的机械强度。

#### 实施例 4

附图 5 和 6 所示为依据本发明的第 4 个实施例的一种堆芯支撑结构，在该结构中，3 个上部堆芯支撑柱 23 安装在介于相邻的出口管嘴 12 之间的一区域中，其中具有大致 U 形横截面的穿孔沟槽状板件 53 安装在一空白区域，并使上部堆芯支撑柱 23 的中间的一个由穿孔沟槽状板件 53 包围。也就是，穿孔沟槽状板件 53 分别安装成从核反应堆容器 10 的中心看去径向朝外张开。具有 U 形横截面的中间的穿孔沟槽状板件 53 有两侧向板段或支腿板，每个侧向板段或支腿板在其包盖整个出口管嘴 12 的孔的纵向范围上有许多小通孔 54。依据本发明的第 4 个实施例能够确保具有上述的第 1 到第 3 个实施例的有益效果。此外，安装穿孔沟槽状板件 53 很容易，因为朝顶部管嘴的外周边的一侧是打开的。

从上述描述中可以得知，本发明的许多特征和优点是明显的，因此希望通过附加的权利要求来包括所有的落在本发明构思范围内的结构的技术特征和优点。另外，因为对于本领域技术人员来说，可以容易地进行大量的改进和组合，所以本发明并不限于上述的具体结构和操作。

通过上述例子，已经描述了依据本发明的作为流动稳定件的穿孔件安装在上部堆芯板 21 和上部堆芯支撑板 20 之间。然而，本发明并不仅限于上述设置。例如，只要流动稳定件能够被设置在上部堆芯板 21 和上部堆芯支撑板 20 之间，流动稳定件也可以安装在堆芯筒体 30 的内表面上。在这种情况下，能够减小没有结构件的空白区域或空间的面积，从而达到预定的效果。

此外，在上面的描述中都是假设穿孔件是圆筒形或长方形沟槽状来实现

的。然而，本发明并仅限于上述几何结构。它可以是三角形，平面形或半圆形。此外，当使用径向开口朝外的穿孔沟槽状或 U 形板件 53 作为流动稳定件并安装成包围上部堆芯支撑柱 23 时，支腿板或侧向板段可以径向朝外延伸到堆芯筒体 30 的内表面。

因此，所有适合的改进和等效替换都落入本发明的构思和范围内。

图 1

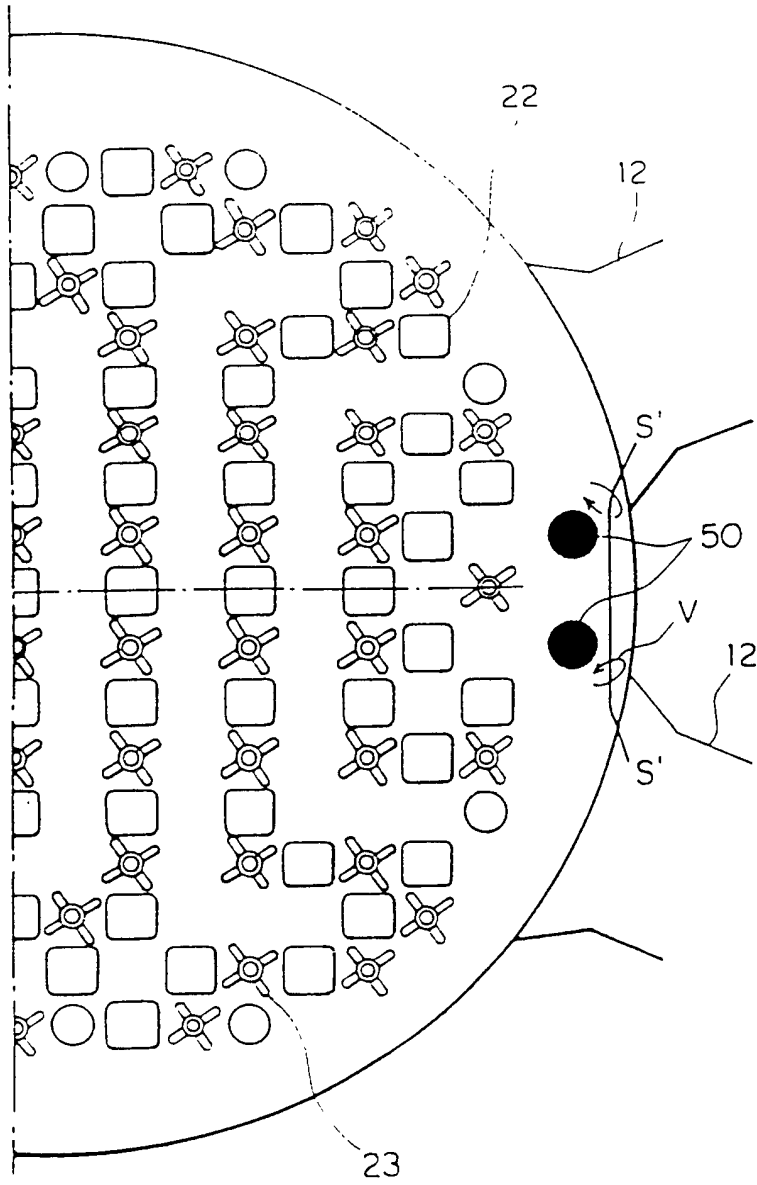


图 2

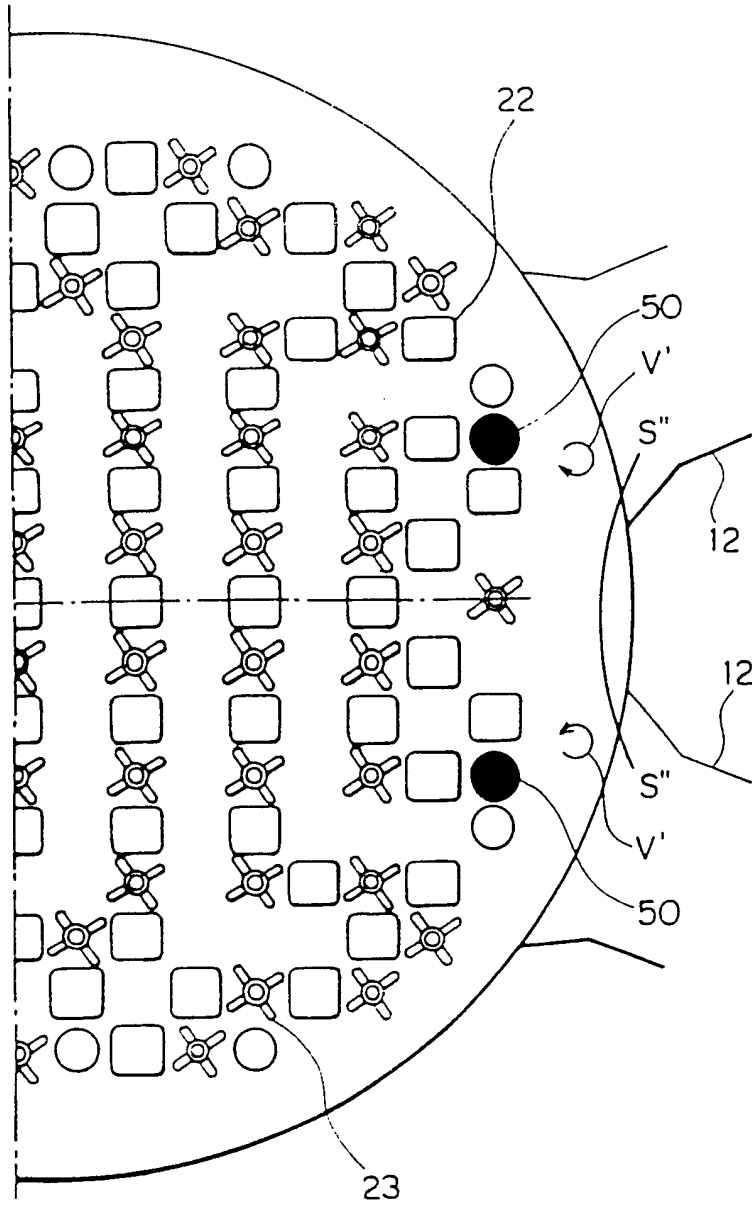


图 3

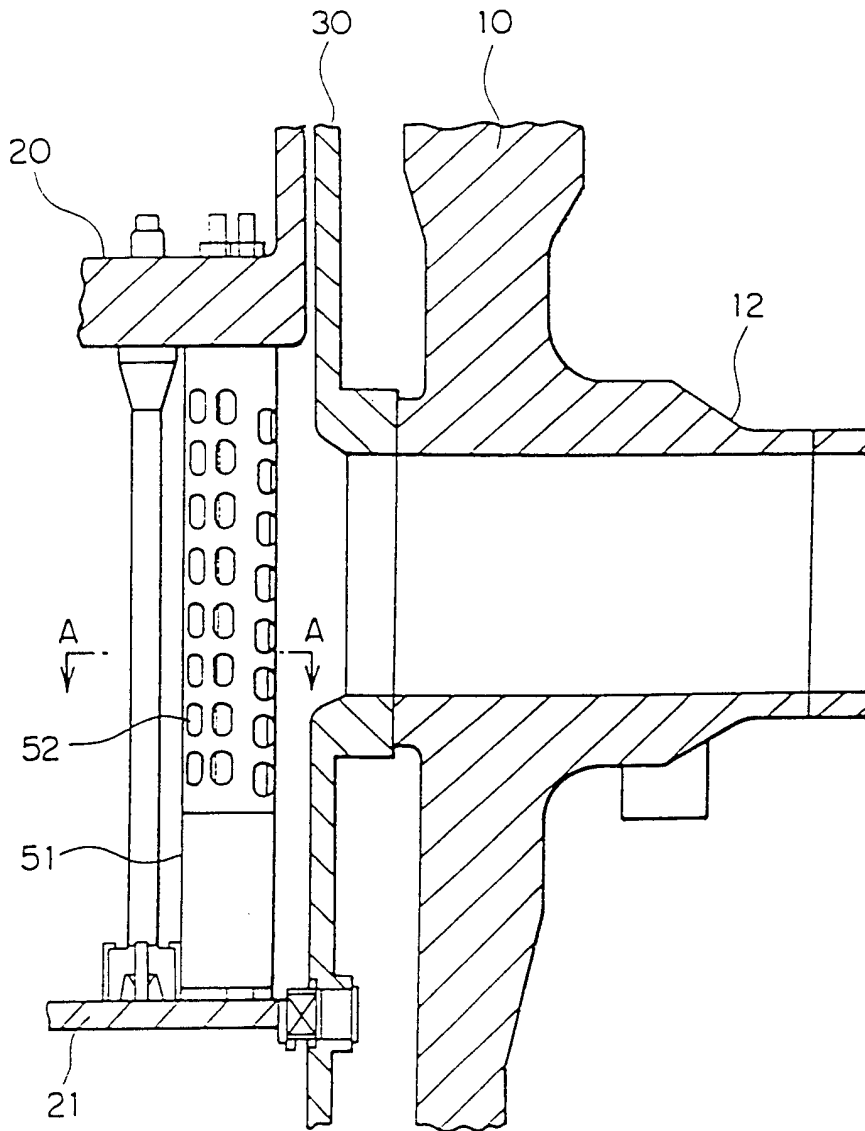


图 4

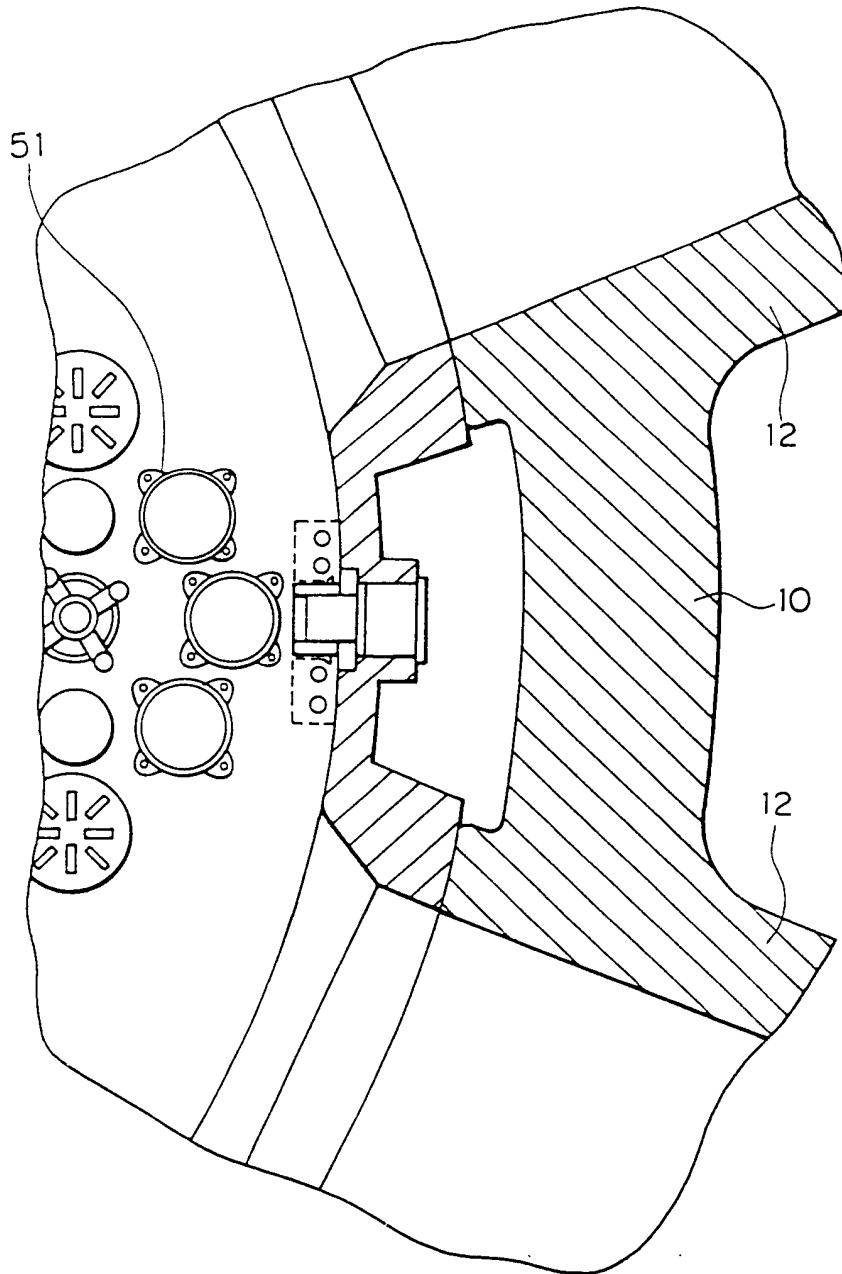


图 5

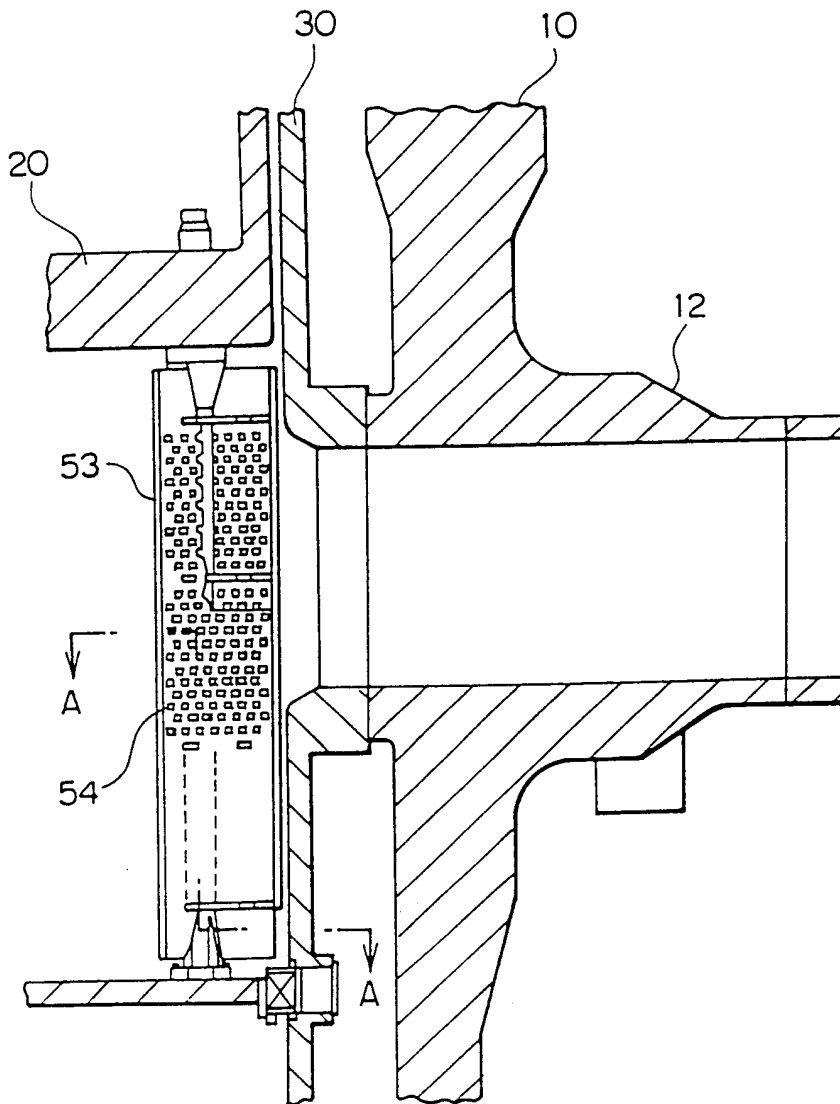


图 6

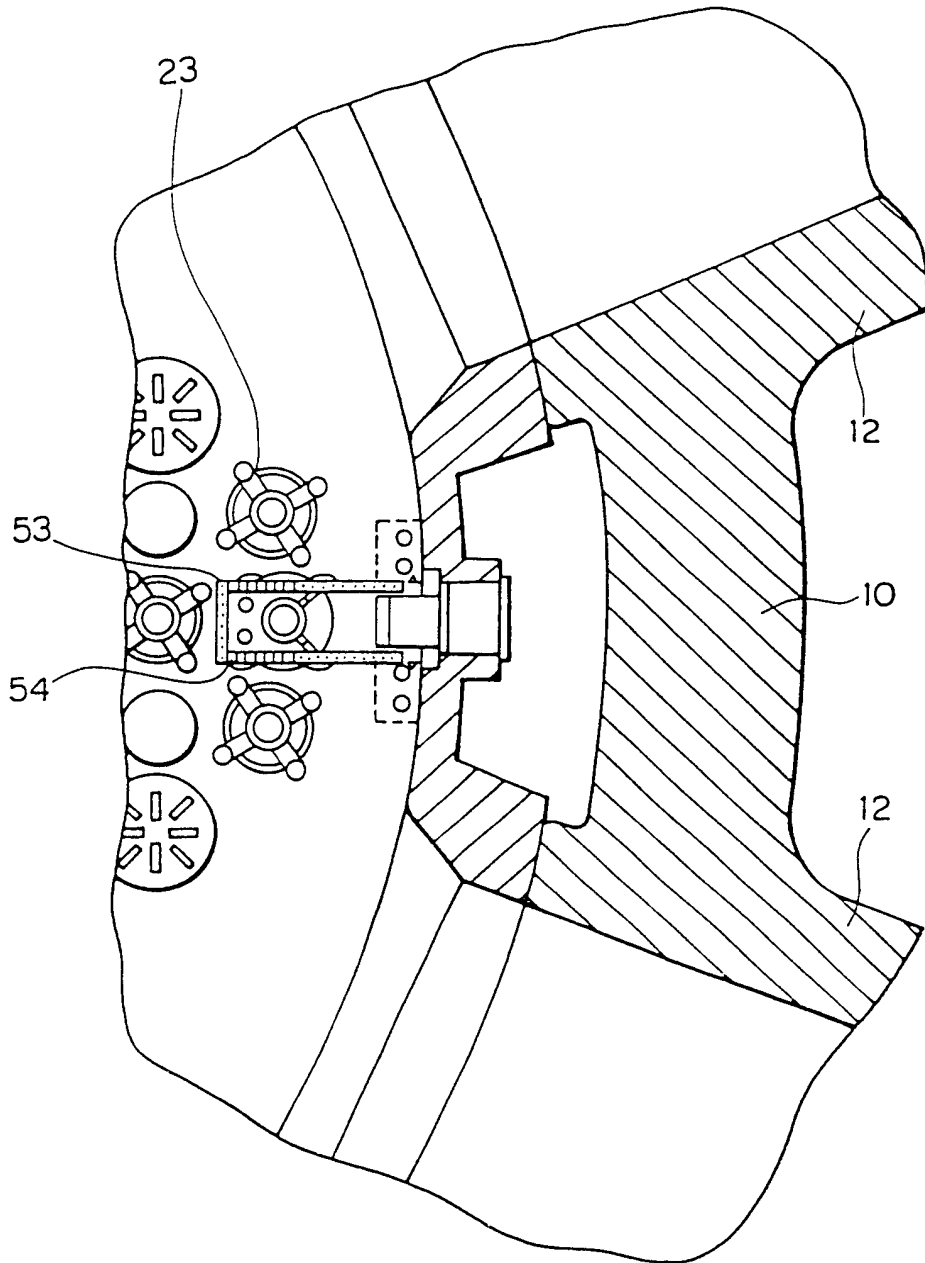


图 7

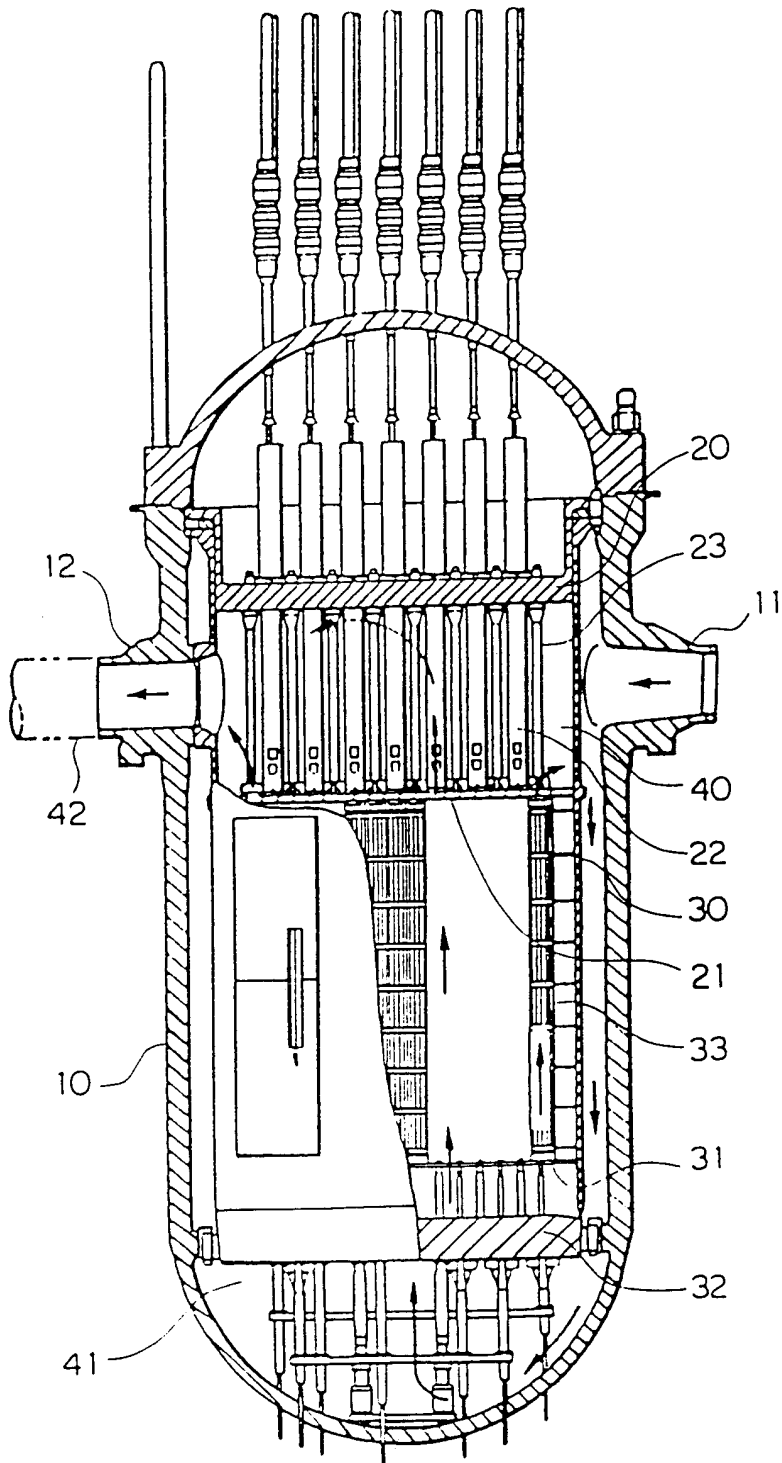


图 8

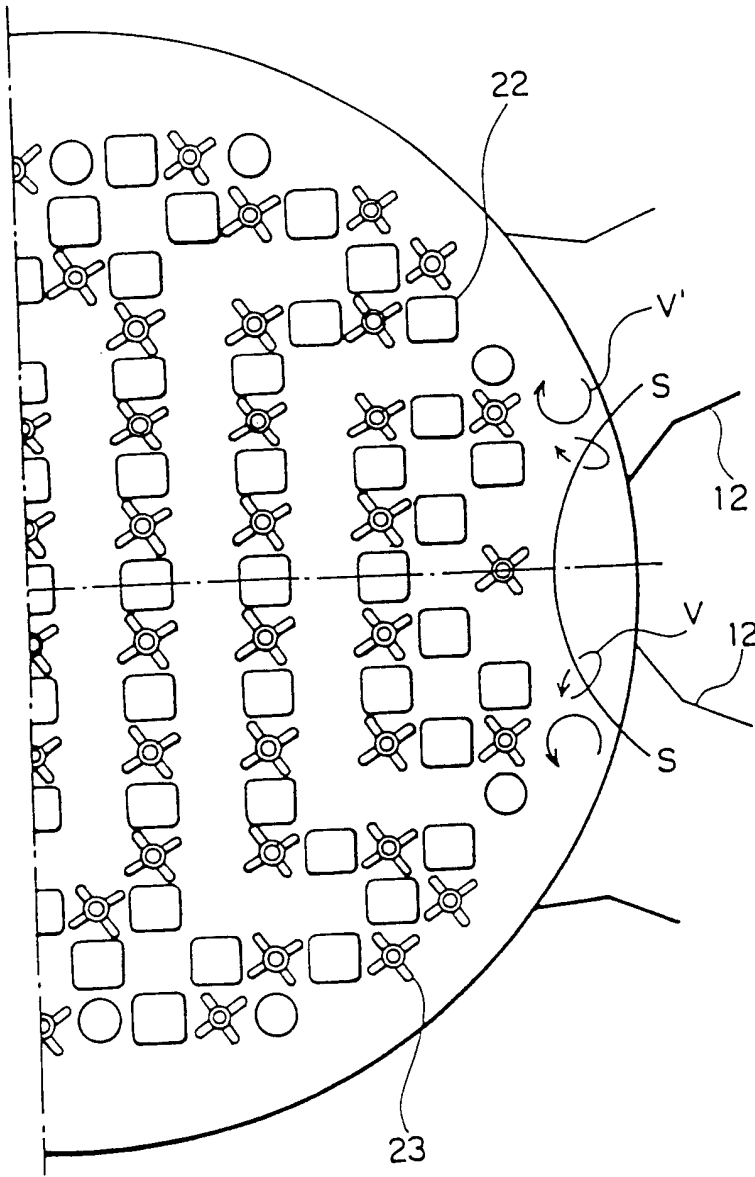


图 9

