



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1836292 B

(45) 授权公告日 2011.07.06

(21) 申请号 200480023049.3

(22) 申请日 2004.05.27

(30) 优先权数据

2003/6376 2003.08.15 ZA

(85) PCT申请进入国家阶段日

2006.02.13

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2004/001738 2004.05.27

(87) PCT申请的公布数据

W02005/017920 EN 2005.02.24

(73) 专利权人 卵石床模块反应器控股有限公司

地址 南非森图里翁

(72) 发明人 弗雷德里克·阿尔弗雷德·福蒂埃

(74) 专利代理机构 北京信慧永光知识产权代理

有限责任公司 11290

代理人 武玉琴 黄永武

(51) Int. Cl.

G21C 13/024 (2006.01)

G21C 5/10 (2006.01)

B65D 90/12 (2006.01)

(56) 对比文件

US 4379119, 1983.04.05, 全文.

GB 889758, 1959.01.28, 全文.

JP 1982189096 A, 1982.11.20, 全文.

US 4008757, 1977.02.22, 全文.

GB 808739, 1957.04.23, 全文.

GB 1080405, 1967.08.23, 全文.

US 3986581, 1976.10.19, 全文.

审查员 曲新兴

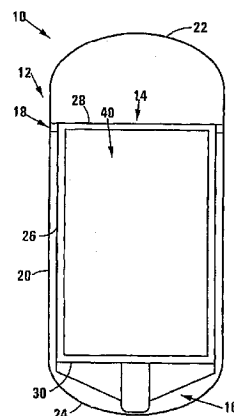
权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 9 页

(54) 发明名称

支撑结构以及支撑容器的方法

(57) 摘要

一种核反应堆,包括反应堆压力容器(12)和包含在该反应堆压力容器(12)内的中心桶(14)。该反应堆(10)还包括单个垂直支撑(16),用于把垂直负载从中心桶转移到反应堆压力容器。另外,在该垂直支撑(16)上方的位置处设置侧边支撑装置,以便为中心桶(14)提供侧边支撑。这种结构将会减小因温度波动而产生的应力。



1. 一种支撑结构,其特征在于,包括:

容器,其形式为用气体冷却的高温反应堆(10,200)的中心桶(14),该中心桶(14)位于反应堆压力容器(12)内,该中心桶(14)在形状上大致是圆柱形的,并且其轴线大致在竖直方向上延伸;

用于支撑所述中心桶(14)重量的单个垂直支撑(16),该垂直支撑(16)包括上、下支撑部件(44,46),它们分别连接到垂直负载在其间转移的所述中心桶(14)和所述反应堆压力容器(12),可相对移动的所述上、下支撑部件(44,46)具有接触表面(50,60),该接触表面(50,60)彼此相对布置且绕轴线定位于中央位置;以及

用于向所述中心桶(14)提供支撑的侧边支撑装置(18),该侧边支撑装置包括多个沿周向分隔的上部侧边支撑(76),每个上部侧边支撑包括一套内、外上部侧边支撑部件(78、80)以及滚筒(86),所述内、外上部侧边支撑部件(78、80)分别连接于所述中心桶(14)和所述反应堆压力容器(12),所述滚筒(86)位于所述内、外上部侧边支撑部件(78、80)之间。

2. 根据权利要求1所述的支撑结构,其中,至少一个所述接触表面(50,60)是弯曲的。

3. 根据权利要求2所述的支撑结构,其中,两个所述接触表面(50,60)都是弯曲的。

4. 根据权利要求3所述的支撑结构,其中,所述上支撑部件(44)具有面朝下方的凹接触表面(50),所述下支撑部件(46)具有面朝上方的凸接触表面(60)。

5. 根据权利要求4所述的支撑结构,其中,所述凸接触表面(60)的半径小于所述凹接触表面(50)的半径。

6. 根据权利要求1所述的支撑结构,其中,所述垂直支撑(16)包括布置在所述上、下支撑部件(44、46)之间的中间部件(202)。

7. 根据权利要求6所述的支撑结构,其中,所述中间部件(202)具有上、下接触表面(204、206),它们分别与上、下支撑部件(44、46)的对应接触表面(208、210)相配合。

8. 根据权利要求7所述的支撑结构,其中,所述中间部件(202)的接触表面(204、206)是凸起的,所述上、下支撑部件(44、46)的对应接触表面(208、210)是凹陷的。

9. 根据权利要求8所述的支撑结构,其中,每个凸接触表面(204、206)的半径小于对应的凹接触表面(208、210)的半径。

10. 根据前面任意一项权利要求所述的支撑结构,其中,所述上部侧边支撑(76)设置得用于在或者朝着所述中心桶(14)的上端从侧边支撑该中心桶(14)。

11. 根据权利要求1-9之一所述的支撑结构,其中,所述滚筒(86)包括至少一个具有齿牙的齿轮(92),且所述内、外上部侧边支撑部件(78、80)中的至少一个具有与所述齿轮(92)上齿牙相对应的齿牙(98),以确保通过滚动来实现所述滚筒(86)与所述内、外上部侧边支撑部件(78、80)的对应支承表面(82、84)之间的相对位移。

12. 根据权利要求11所述的支撑结构,其中,所述内、外上部侧边支撑部件(78、80)的支承表面(82、84)是倾斜的。

13. 根据权利要求1-9之一所述的支撑结构,其中,每套内、外上部侧边支撑部件(78、80)中的至少一个安装在可弹性变形的支撑(104)上。

14. 根据权利要求13所述的支撑结构,其中,每个外上部侧边支撑部件(80)安装在所述可弹性变形的支撑(104)上,所述可弹性变形的支撑则安装在固定于所述反应堆压力容器(12)的上部支撑环(72)上。

15. 根据权利要求14所述的支撑结构,其中,所述可弹性变形的支撑(104)包括一对支撑柱(106)以及可弹性变形的引导梁(108),所述一对支撑柱(106)在互相分隔开的位置处与所述上部支撑环(72)相连,所述可弹性变形的引导梁(108)在所述支撑柱(106)之间延伸且所述外上部侧边支撑部件(80)安装在所述引导梁(108)上。

16. 根据权利要求15所述的支撑结构,其中,所述引导梁(108)的位置是可调节的,用于实现所述内、外上部侧边支撑部件(78、80)的相对位置的调节。

17. 根据权利要求1-9之一所述的支撑结构,其中,所述侧边支撑装置(18)包括多个沿周向分隔的下部侧边支撑(312),布置它们以便在所述中心桶(14)下端附近向该中心桶(14)提供侧边支撑。

18. 根据权利要求17所述的支撑结构,其中,每个下部侧边支撑包括可弹性变形的定位元件(312),该定位元件在内插结构与外插结构(314与316)之间沿径向延伸,用于在所述中心桶(14)与所述反应堆压力容器(12)之间转移横向负载。

19. 根据权利要求18所述的支撑结构,其中,所述内插结构(314)设置在所述上支撑部件(44)上,所述外插结构(316)是从固定于所述反应堆压力容器(12)的下部支撑环(134)沿径向向内凸出的突起(304、318)。

20. 根据权利要求1-9之一所述的支撑结构,包括辅助支撑装置(130、132),当所述反应堆压力容器内的中心桶(14)在地震之类的事件中受到超过正常工作负载的负载时,所述辅助支撑装置(130、132)向该中心桶(14)提供支撑。

21. 根据权利要求20所述的支撑结构,其中,所述上支撑部件(44)包括从所述中心桶(14)底部(30)向下延伸的中心部件(48)以及多个按一定角度分隔的支撑梁(54),这些支撑梁(54)连接于所述中心桶(14)的底部(30)和所述中心部件(48),并从该中心部件(48)沿径向向外延伸,所述辅助支撑装置包括下部辅助支撑(130),该下部辅助支撑(130)包含多个沿周向分隔、沿径向面朝向内的槽(138),所述支撑梁(54)的径向外端可插入该槽(138)中并留有空隙。

22. 根据权利要求21所述的支撑结构,其中,所述槽(138)位于固定于所述反应堆压力容器(12)的下部支撑环(134)的径向内表面上。

23. 根据权利要求20所述的支撑结构,其中,所述上支撑部件(44)包括从所述中心桶(14)的底部(30)向下延伸的中心部件(48)以及多个按一定角度分隔的支撑梁(54),这些支撑梁(54)连接于所述中心桶(14)的底部(30)和所述中心部件(48),并从该中心部件(48)沿径向向外延伸到环形底箍(302),该环形底箍(302)附着在所述中心桶(14)上,所述辅助支撑装置包括下部辅助支撑(130),该下部辅助支撑(130)包含多个沿周向分隔的突起(304),这些突起(304)从固定于所述反应堆压力容器的下部支撑环(134)沿径向向内凸出,并插入所述底箍(302)的对应槽(306)中而留有空隙。

24. 根据权利要求20所述的支撑结构,其中,所述辅助支撑装置包括上部辅助支撑(132),该上部辅助支撑(132)包含多个沿周向分隔的肋(140)以及对应的槽(142),所述肋(140)连接于所述中心桶(14)并从那里向外凸出,所述槽(142)位于所述上部支撑环(72)的径向内表面中并在那里敞开着,所述肋(140)的一部分可以插入所述槽(142)中而留有空隙。

25. 一种支撑容器的方法,该容器的形式为用气体冷却的高温核反应堆(10,200)的中

心桶 (14), 该中心桶 (14) 位于反应堆压力容器 (12) 内, 该中心桶 (14) 在形状上大致是圆柱形的, 并且其轴线大致在竖直方向上延伸, 该方法的特征在于包括如下步骤:

通过单个垂直支撑 (16) 把中心桶 (14) 及其容纳物的重量转移到所述反应堆压力容器 (12) 上; 并且

通过侧边支撑装置 (18) 在所述中心桶 (14) 与所述反应堆压力容器 (12) 之间转移横向负载, 该侧边支撑装置 (18) 布置在所述中心桶上端或其附近, 该侧边支撑装置 (18) 包括多个沿周向分隔的上部侧边支撑 (76), 每个上部侧边支撑包括一套内、外上部侧边支撑部件 (78、80) 以及滚筒 (86), 所述内、外上部侧边支撑部件 (78、80) 分别连接于所述中心桶 (14) 和所述反应堆压力容器 (12), 所述滚筒 (86) 位于所述内、外上部侧边支撑部件 (78、80) 之间。

支撑结构以及支撑容器的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种支撑结构,也涉及一种支撑容器的方法。

[0002] 背景技术

[0003] 目前遇到的问题是受到温度波动影响的容器的支撑。由于温度变化可能使得容器的形状和/或尺寸改变,而这会导致在容器和/或容器的支撑中产生不希望出现的应力。在温度变化不均匀时尤其会如此。

[0004] 发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种装置,本发明人相信该装置至少可以缓解上述这种状况。

[0006] 根据本发明的一方面,提供一种支撑结构,包括:

[0007] 被支撑的容器;

[0008] 支撑上述容器重量的单个垂直支撑;以及

[0009] 至少在所述单个垂直支撑上方的位置处、用于为所述容器提供侧边支撑的侧边支撑装置。

[0010] 根据本发明的另一方面,提供一种支撑结构,包括:

[0011] 容器,其形式为用气体冷却的高温反应堆的中心桶,该中心桶位于反应堆压力容器内,该中心桶在形状上大致是圆柱形的,并且其轴线大致在竖直方向上延伸;

[0012] 用于支撑所述中心桶重量的单个垂直支撑,该垂直支撑包括上、下支撑部件,它们分别连接到垂直负载在其间转移的所述中心桶和所述反应堆压力容器,可相对移动的所述上、下支撑部件具有相对布置的接触表面,该接触表面绕轴线定位于中央位置;以及

[0013] 用于向所述中心桶提供支撑的侧边支撑装置,该侧边支撑装置包括多个沿周向分隔的上部侧边支撑,每个上部侧边支撑包括一套内、外上部侧边支撑部件以及滚筒,所述内、外上部侧边支撑部件分别连接于所述中心桶和所述反应堆压力容器,所述滚筒位于所述内、外上部侧边支撑部件之间。

[0014] 本发明人认为,本发明尤其适用于,但不是仅仅适用于用气体冷却的高温核反应堆。

[0015] 因此,所述容器可以用气体冷却的高温核反应堆的中心桶,该核反应堆包括里面安置有所述中心桶的反应堆压力容器,所述垂直支撑包括上、下支撑部件,它们分别连接于垂直负载在其间转移的中心桶和反应堆压力容器。

[0016] 所述中心桶在形状上可以是大致圆柱形的,并且其轴线大致在竖直方向上延伸,所述上、下支撑部件具有位于中央且相对布置的接触表面。

[0017] 至少一个所述的接触表面可以是弯曲的,以便通过滚动而不是滑动来实现接触表面之间的相对移动,从而减少磨损和在氦环境中工作时所述表面粘合在一起的风险。在本发明的优选实施例中,两个所述接触表面都是弯曲的。

[0018] 所述上支撑部件可以具有面朝下方的凹接触表面。所述下支撑部件可以具有面朝上方的凸接触表面。所述接触表面可以是部分球形。在本发明的优选实施例中,所述凸接

触表面的半径小于所述凹接触表面的半径。

[0019] 所述垂直支撑可以包括布置在上、下支撑部件之间的中间部件。所述中间部件可以具有上、下接触表面，它们分别与上、下支撑部件的对应接触表面相配合。

[0020] 所述中间部件的接触表面可以是凸起的，而所述上、下支撑部件的对应接触表面是凹陷的。在本发明的优选实施例中，各个凸接触表面的半径小于对应的凹接触表面的半径。

[0021] 所述侧边支撑装置可以包括多个沿周向分隔的上部侧边支撑，布置它们以便在或者朝着所述中心桶的可操作上端支撑该中心桶。

[0022] 每个上部侧边支撑可以包括一套内、外上部侧边支撑部件，它们分别连接于中心桶和反应堆压力容器；每套内、外上部侧边支撑部件中的至少一个安装在可弹性变形的支撑上。

[0023] 在每个上部侧边支撑的内、外上部侧边支撑部件之间可以放入滚筒，以利于内、外上部侧边支撑部件之间以及它们所连接的中心桶与反应堆压力容器之间的相对位移。所述滚筒与所述内、外上部侧边支撑部件中的至少一个可以具有相互对应的齿牙，以保证通过滚动而不是滑动来实现滚筒与内、外上部侧边支撑部件的对应支承表面之间的相对位移。

[0024] 除了使用滚筒，可以对所述支承表面进行处理以抑制粘合。这种处理可以包括对支承表面进行渗氮。

[0025] 所述内、外上部侧边支撑部件的支承表面可以是倾斜的。具体地，所述内、外上部侧边支撑部件的支承表面可以是大致平行并向外向上倾斜的。

[0026] 每个外上部侧边支撑部件可以装在可弹性变形的支撑上，该可弹性变形的支撑则安装在固定于反应堆压力容器的上部支撑环上。所述可弹性变形的支撑可以包括一对支撑柱和可弹性变形的引导梁，所述一对支撑柱在互相分隔开的位置处与上部支撑环相连，所述可弹性变形的引导梁在支撑柱之间延伸且外上部侧边支撑部件安装在其上。所述引导梁的位置可以是可调节的，从而允许调整内、外上部侧边支撑部件的相对位置。

[0027] 所述侧边支撑装置可以包括多个沿周向分隔的下部侧边支撑，布置它们以便在中心桶下端附近向该中心桶提供侧边支撑。

[0028] 每个下部侧边支撑可以包括可弹性变形的定位元件，该定位元件在内插结构与外插结构之间沿径向延伸，从而在中心桶与反应堆压力容器之间转移横向负载。

[0029] 所述内插结构可以设置在上支撑部件上，所述外插结构是从固定于反应堆压力容器的下部支撑环沿径向向内凸出的突起。

[0030] 所述支撑结构可以包括辅助支撑装置，用于在地震事件等情况下而受到异常负载时支撑反应堆压力容器内的中心桶。

[0031] 在本发明的一个优选实施例中，所述上支撑部件包括从中心桶底部向下延伸的中心部件和多个按一定角度分隔的支撑梁，这些支撑梁连接于所述中心桶底部和所述中心部件，并从该中心部件沿径向向外延伸，所述辅助支撑装置包括下部辅助支撑，该下部辅助支撑包含多个沿周向分隔、沿径向面朝向内的槽，所述支撑梁的径向外端可插入该槽中并留有微小空隙。

[0032] 所述槽可以位于固定于反应堆压力容器的下部支撑环的径向内表面上。可以使用垫片以获得该槽内的梁末端处所需的空隙。

[0033] 在本发明的另一个优选实施例中,所述上支撑部件包括从中心桶底部向下延伸的中心部件和多个按一定角度分隔的支撑梁,这些支撑梁连接于中心桶底部和中心部件,并从该中心部件沿径向向外延伸到环形底箍,该环形底箍附着在中心桶上,所述辅助支撑装置包括下部辅助支撑,该下部辅助支撑包含多个沿周向分隔的突起,这些突起从固定于反应堆压力容器的下部支撑环沿径向向内凸出,并插入所述底箍的对应槽中而留有微小空隙。

[0034] 可以设置垫片以获得所述突起与所述槽之间的所需空隙。

[0035] 根据本发明的另一方面,提供一种支撑容器的方法,包括如下步骤:

[0036] 通过单个垂直支撑把所述容器及其容纳物的重量转移到支撑结构上;并且

[0037] 至少在高于所述垂直支撑的位置处从侧边支撑所述容器。

[0038] 当所述容器是用气体冷却的高温核反应堆的中心桶,且该核反应堆包括里面支撑着所述中心桶的反应堆压力容器时,所述方法可以包括如下步骤:

[0039] 通过单个垂直支撑把中心桶及其容纳物的重量转移到反应堆压力容器上;并且

[0040] 通过在高于垂直支撑的位置处设置的侧边支撑,在中心桶与反应堆压力容器之间转移横向负载。

附图说明

[0041] 现通过实施例,并参照所附简图,对本发明进行说明。

[0042] 附图中:

[0043] 图 1 是按照本发明包含支撑结构的核反应堆的布局示意图;

[0044] 图 2 是该核反应堆的下部的剖视图;

[0045] 图 3 是从中心桶下端的下方观察得到的立体图,该中心桶构成该核反应堆的一部分,此图也显示了垂直支撑的一部分;

[0046] 图 4 是该反应堆的下部辅助支撑的局部放大立体图;

[0047] 图 5 是该反应堆的反应堆压力容器下部立体图,此图也显示了该反应堆压力容器内的下部支撑环的位置;

[0048] 图 6 是可安装在下部支撑环上的垫片的立体图;

[0049] 图 7 是所述中心桶上端的立体图;

[0050] 图 8 是装在反应堆压力容器上的上部支撑环的局部立体图;

[0051] 图 9 是按照本发明的上部侧边支撑的局部立体分解图;

[0052] 图 10 是装在上部支撑环上的支撑柱的立体分解图;

[0053] 图 11 是上部辅助支撑的局部立体图;

[0054] 图 12 是反应堆压力容器和上部支撑环的局部放大剖视图,该上部支撑环构成支撑结构的一部分;

[0055] 图 13 是按照本发明包含另一种支撑结构的另一个核反应堆的下部正面剖视图,此图类似于图 2;

[0056] 图 14 是中心桶下端的立体图,该中心桶构成按照本发明包含支撑结构的又一个核反应堆的一部分,此图类似于图 3;

[0057] 图 15 是下部支撑环的立体图,该下部支撑环构成图 14 中反应堆的支撑结构的一

部分 ;以及

[0058] 图 16 是由图 15 中支撑环凸出的突起的放大立体图。

具体实施方式

[0059] 附图中,附图标记 10 泛指按照本发明包含支撑结构的核反应堆。该反应堆 10 包括反应堆压力容器 12 和位于反应堆压力容器 12 内、一般用附图标记 14 表示的中心桶。该反应堆 10 还包括单个垂直支撑和侧边支撑装置 ;该垂直支撑用于把垂直负载从中心桶转移到反应堆压力容器,一般用附图标记 16 表示 ;该侧边支撑装置用于为中心桶 14 提供侧边支撑,一般用附图标记 18(图 7) 表示。

[0060] 反应堆压力容器 12 包括圆柱形侧壁 20 以及分别为圆顶形的上端 22 和下端 24。

[0061] 中心桶 14 包括圆柱形侧壁 26、顶部 28 和底部 30。反射器(未示出)位于在中心桶 14 内,在它们之间形成容纳核燃料的反应中心或反应室 40。

[0062] 反应堆的工作详情和相关的结构特征对于理解本发明来说并不重要,所以不作详细的说明或图示。

[0063] 现在具体参照附图中的图 2、图 3 和图 5,垂直支撑 16 包括上支撑部件 44 和下支撑部件 46。

[0064] 上支撑部件 44 包括圆柱形中心部件 48,其与中心桶 14 的底部 30 相连,从那里向下延伸,并与中心桶 14 同轴。该中心部件 48 形成面向下的凹接触表面 50。该接触表面 50 向内凹陷,因此由环形肩部 52 围绕着。上支撑部件 44 还包括多个相隔一定角度的支撑梁 54,它们连接于中心桶 14 的底部 30 和中心部件 48,并从该中心部件沿径向向外延伸。因此,支撑梁 54 向底部 30 和中心部件 48 提供支撑,并用于把中心桶 14 的重量转移到中心部件 48 上。

[0065] 从附图中的图 2 和图 5 能最清楚地看出,下支撑部件 46 包含基部 56 和位于中心的圆柱形部 58,该基部 56 固定于反应堆压力容器 12 的下端 24,该圆柱形部 58 从基部向上突起并形成凸接触表面 60。该下支撑部件 46 通过螺栓连接于反应堆压力容器。考虑到通过垂直支撑 16 转移的是中心桶组件的重量因而该负载是垂直向下的这个事实,所以这些螺栓承受的负载并不是非常大。突起的圆柱形部 58 的直径比环形肩部 52 的内直径小,以便能够被容纳进去并留有空隙。此外,接触表面 50 的曲率半径比接触表面 60 的大。在本发明的一个实施例中,接触表面 50 的半径是 5250mm 而接触表面 60 的半径是 4400mm。当然,这些半径仍然可以随反应堆的尺寸而变化,并可以针对具体的应用通过常规实验或者经验手段进行优化。设置弯曲的表面是为了保证相对运动以滚动而不是滑动的形式出现。另外,采用相对大的半径是为了得到所需的接触面积。

[0066] 从附图中的图 7、图 8 和图 12 能最清楚地看出,在反应堆压力容器 12 内的适当位置固定上部支撑环 72。对此,使用一个或多个扭力键 74 使该环 72 固定于适当位置。从附图中的图 12 能最清楚地看出,环 72 和压力容器 12 具有相互对应、向下并沿径向向内逐渐变细的表面 73 和表面 75。另外,环形锁板 77 通过焊接或者螺栓固定到上部支撑环 72 上,且该环形锁板 77 的径向外侧边缘部分插在反应堆压力容器 12 的环形凹槽 79 中。这种结构用于将该环 72 锁定于适当位置而不需要焊接到反应堆压力容器 12 的表面上。

[0067] 侧边支撑装置 18 包括多个沿周向分隔的上部侧边支撑 76,布置它们以在或者朝

着中心桶 14 的可操作上端支撑该中心桶 14。再参照附图中的图 9,每个上部侧边支撑 76 包括内上部侧边支撑部件 78 和外上部侧边支撑部件 80。该内上部侧边支撑部件 78 固定于中心桶 14,该外上部侧边支撑部件 80 连接到上部支撑环 72,这将在下面作更具体的说明。上部侧边支撑部件 78、80 形成相互对应、倾斜的支撑或者支承表面 82、84,用于支承位于支撑部件 78、80 之间的滚筒 86。该滚筒 86 包括中央设有环形凹槽 90 的圆柱形主体 88。另外,在该主体的两端均设置齿轮 92,且有圆柱形轴向突起 94 从各个齿轮 92 凸出。每个内、外上部侧边支撑部件 78、80 具有设置在其中的肋 96,该肋 96 从表面 82、84 凸出并插在凹槽 90 中。而且,在每个表面 82、84 的各侧均设有一套齿牙,其与齿轮 92 的齿牙相互对应。这种结构用于保证通过滚筒 86 的滚动来实现内侧边支撑部件 78 和外侧边支撑部件 80 的相对位移。而且,每个外侧边支撑部件 80 有一对颊板 100,该颊板 100 中设置有槽 102。该槽 102 与表面 84 平行。所述突起 94 插在槽 102 中并留有很小的空隙,用于限制滚筒 86 相对于外上部侧边支撑部件 80 的运动范围。

[0068] 每个外上部侧边支撑部件 80 安装在一般用附图标记 104(图 8)表示的可弹性变形的支撑上。每个支撑 104 包括一对安装在上部支撑环 72 上的支撑柱 106 和在该支撑柱 106 之间延伸的可弹性变形的引导梁 108。

[0069] 从附图中的图 10 能最清楚地看出,每个支撑柱 106 包括通过焊接固定于上部支撑环 72 的基体 110 和滑块 112。该基体 110 和滑块 112 具有相互对应的唇缘结构 113 和沟槽结构 115,使得滑块 112 能在基体 110 上沿垂直方向作相对位移。分别在基体 110 和滑块 112 上设置相互对应的半圆形凹槽 114、116,它们一起构成孔,调节螺栓 118 的一部分位于该孔中。凹槽 116 具有螺纹。通过安装在支撑基体上并用螺栓 122 固定的盖板 120 来限制调节螺栓 118 的垂直位移。该盖板 120 与调节螺栓 118 上的轴环 124 相配合以限制调节螺栓 118 的垂直位移。该盖板 120 也用于使滑块 112 始终附着在基体 110 上,并通过调节螺栓 118 的转动而允许滑块 112 相对于基体 110 作有限程度的垂直位移。滑块 112 设有槽孔 126,引导梁 108 的末端插在该槽孔中。因此,该引导梁 108 由一对支撑柱 106 支撑,并构造成允许该引导梁 108 以板簧的方式作一定程度的弹性移动,进而使得安装于其上的外上部侧边支撑部件 80 弹性移动。此外,通过调整调节螺栓 118,能够调整引导梁进而调整外上部侧边支撑部件 80 相对于内上部侧边支撑部件 78 的位置,从而获得所需的预加负载。在图示的实施例中,引导梁 108 是弯曲的,以适合在中心桶与反应堆压力容器之间形成的空间。

[0070] 如下面将更详细说明的,在正常操作条件下,垂直支撑 16 和侧边支撑装置 18 用于支撑反应堆压力容器 12 内的中心桶 14。然而,也存在反应堆 10 受到异常负载的可能性,比如由地震事件而引起的。因此,反应堆 10 包括辅助支撑装置。该辅助支撑装置包括一般用附图标记 130(图 3 和图 4)表示的下部辅助支撑和一般用附图标记 132(图 11)表示的上部辅助支撑。

[0071] 下部辅助支撑 130 包括下部支撑环 134,该下部支撑环 134 固定于反应堆压力容器 12 并与中心桶 14 的下端相邻。可以用类似于前述上部支撑环 72 的方式,将该下部支撑环 134 固定于反应堆压力容器 12 内的适当位置。在下部支撑环 134 上沿周向分隔的位置处,设置多个沿径向朝内敞开的槽 138。将支撑梁 54 的径向外端插入该槽 138 内。

[0072] 上部辅助支撑 132 包括多个沿周向分隔的肋 140,其连接于中心桶 14 的侧壁 26

并在那里向外凸出。在上部支撑环 72 上沿周向分隔的位置处,设置对应的沿径向朝内的槽 142,可将肋 140 的一部分插入该槽内。

[0073] 应当注意的是,在正常应用时,例如由于温度变化、膨胀率的不同等的影响,在中心桶 14 与反应堆压力容器 12 之间会有某种相对运动。采用支撑梁 54 与下部支撑环 134 之间以及肋 140 与上部支撑环 72 之间的空隙来允许这种相对运动。为了在槽 138、142 中获得所需的空隙,使用垫片 144,附图中的图 6 显示了一个这样的垫片。将该垫片加工成所需的尺寸,然后安装在下部支撑环 134 和上部支撑环 72 上,从而分别在支撑梁 54 和肋 140 的端部之间提供所需的空隙。从附图中的图 6 能最清楚地看出,每个垫片 144 包括末端板 160 和从该末端板 160 突起的主要部分 162。相对设置的平行肋 164 从主体部分 162 向外侧突出,并可滑动地插在支撑环 72、134 的对应沟槽结构中,该沟槽结构被相对地向内设置并垂直延伸。利用螺栓 166 来固定该垫片的位置,该螺栓 166 穿过末端板 160 伸出部分中的对应孔 168。

[0074] 通常,中心桶的长度大约为 22 米,且周长大约为 18 米。该中心桶在运转期间变热而在停运期间冷却。为了维持在材料的温度限制范围内,必须从外面冷却该中心桶,因此,设置了中心桶冷却系统。然而,中心桶侧边不太可能在任何给定高度的所有圆周上都处于相同温度。温度的变化可由各种因素引起,例如,围绕在中心桶周围的中心桶冷却系统气体的不均匀流动,由于制造公差而引起的侧边反射器与中心桶侧边之间的不均匀间隙,由于反应堆压力容器与中心桶这两个组件的制造公差而引起的它们之间的不均匀间隙,入口管与出口管之类的组件的不对称布置,等等。中心桶上温度分布的不均匀可能会导致该中心桶的某种侧向变形,比如它的轻微弯曲。通过布置在中央的单个垂直支撑 16 来支撑中心桶的重量,该中心桶弯曲时不会在该中心桶或者支撑结构中产生异常应力。这使得中心桶对不均匀的温度分布不敏感。现有技术的缺点是中心桶由多个分隔开的垂直支撑来支撑。由于中心桶的运动,会出现支撑结构进而是中心桶的不均匀负载,这就会导致不希望产生的高度应力。通过使用布置在中央的单个垂直支撑 16 能避免上述问题。

[0075] 此外,由于温度的差异以及所使用材料的不同,中心桶和反应堆压力容器 12 的膨胀率与膨胀程度自然可能不同。对此,上部侧边支撑 76 用于支撑中心桶的上端。当中心桶变热时,它在垂直方向和径向上都会膨胀。这导致内上部侧边支撑部件 78 相对于外上部侧边支撑部件 80 向上并沿径向向外移动。然而,支撑表面 82、84 的倾斜允许这种膨胀并维持支撑表面与滚筒 86 表面的接触。引导梁 108 的自然弹性也允许一定程度的侧向移动。如果由于某种原因使得表面 82、84 与滚筒 86 失去接触,该滚筒将通过齿牙 92、98 来定位。如果表面 82、84 之间分隔得更远以致于齿牙 92、98 失去接触,那么滚筒将沿表面 84 滚下到所述突起 94 位于槽 102 的底部。这就确保滚筒 86 不会落入反应堆压力容器 12 与中心桶 14 之间。表面 82、84 相对于垂直方向倾斜的角度通常是大约 10° 。但应当注意的是,对于具体的应用,可以通过常规实验或者经验来进行优化从而改变这个角度。

[0076] 在例如由于地震事件而有异常负载施加于反应堆 10 的情况下,单个垂直支撑 16 将会支撑中心桶 14 的重量,但是,由于引导梁 108 会变形,上部侧边支撑 76 可能无法向中心桶 14 提供足够的水平支撑。如果变形够大,支撑梁 54 端部与槽 138 之间以及肋 140 与槽 142 之间的空隙会闭合,从而把水平负载从中心桶 14 转移到反应堆压力容器 12。地震事件之后,引导梁 108 会使中心桶 14 居中并使肋 140 与槽 142 之间留出空隙。对此,应注意

的是,将引导梁 108 设计成能处理这种变形并保持在制造该引导梁 108 所采用材料的弹性范围内。

[0077] 当然,该支撑结构的某些变化是可能的。例如,下部支撑部件 46 可以通过梁结构而连接于反应堆压力容器,该梁结构的设置能把由中心桶转移到那里的负载分散于反应堆压力容器的较大面积上。

[0078] 附图中的图 1 3 显示了支撑结构的另一种变化,其中,附图标记 200 一般表示按照本发明包含支撑结构的另一种反应堆的一部分,并且,除非另作说明,上面所用的相同附图标记用于表示同样的部件。

[0079] 反应堆 200 与反应堆 10 的支撑结构之间的主要差别在于,反应堆 200 中的支撑结构包括位于上部支撑部件 44 与下部支撑部件 46 之间的中间部件 202。该中间部件 202 在形状上大致是椭圆形,有凸起的上接触表面 204 和下接触表面 206。上部支撑部件 44 和下部支撑部件 46 有凹陷的支撑表面 208、210。支撑表面 208、210 的半径大于接触表面 204、206 的半径。

[0080] 这种结构的优点是它能自行居中。

[0081] 现在参照附图中的图 14 至图 16,其中附图标记 300 一般表示按照本发明包含支撑结构的另一种反应堆的一部分,并且,除非另作说明,上面所用的相同附图标记用于表示同样的部件。

[0082] 在本发明的这一实施例中,环形底箍 302 向下依附于中心桶的底部 30。支撑梁 54 连接于中心桶 14 的底部 30 和中心部件 48,并从该中心部件沿径向往外延伸,支撑梁 54 的径向外端与底箍 302 相连。

[0083] 另外,在附图第 9 页所示的实施例中,从下部支撑环 134 沿径向向内凸出多个突起 304。该突起 304 延伸穿过底箍 302 上的槽 306。因此,底箍 302 和突起 304 起到下部辅助支撑 130 的作用,即,在中心桶遭受地震之类的事件而承受异常负载时支撑着该中心桶。为了在突起 304 与槽 306 之间获得所需的空隙,使用垫片 308。此外,从附图中的图 16 能最清楚地看出,每个突起 304 具有凸面外侧 310,其在出现地震的情况下与垫片 308 接触。凸面外侧 310 确保的是,即便由于中心桶弯曲等情况而导致底箍 302 与水平方向形成微小的角度时,也仅出现较低的接触应力。

[0084] 此外,在本发明的这一实施例中,侧边支撑装置包括下部侧边支撑,该下部侧边支撑包含三个可弹性变形的定位元件或定位梁 312。该定位梁 312 的内端部位于中心部件 48 上的凹槽 314 形式的内插结构中,且 定位梁 312 的径向外端位于安装在三个突起 304 上的垫片 318 的对应凹槽 316 中。垫片 318 用于在定位梁 312 中获得所需的预加负载。定位梁 312 是弯曲的,以便在地震事件中使该定位梁中的应力最小而变形最大;该定位梁 312 的变形将会足够大而使得突起 304 与垫片 308 之间的空隙闭合,从而把横向负载从中心桶转移到反应堆压力容器。地震事件之后,该定位梁 3 12 将使中心部件 48 居中并重新形成突起 304 与垫片 308 之间的空隙。

[0085] 本发明人相信,与现有技术中的系统相比,本发明能使得受到温度波动影响的容器上的应力降低,对于支撑结构上的应力也是如此。而且,在反应堆的特定情况下,允许中心桶的轻微弯曲而不会导致应力的增加。中心桶能够承受温度的不均匀分布。此外,中心桶可能相对于反应堆压力容器沿径向膨胀,也可以沿轴向膨胀。通过允许对支撑 104 进行

调节,可调整中心桶上端附近的侧边支撑,以保证中心桶的自行对准和稳定。另外,设置在上、下部支撑环上的垫片是在安装时确定尺寸的,从而确保获得所需的空隙或者公差。

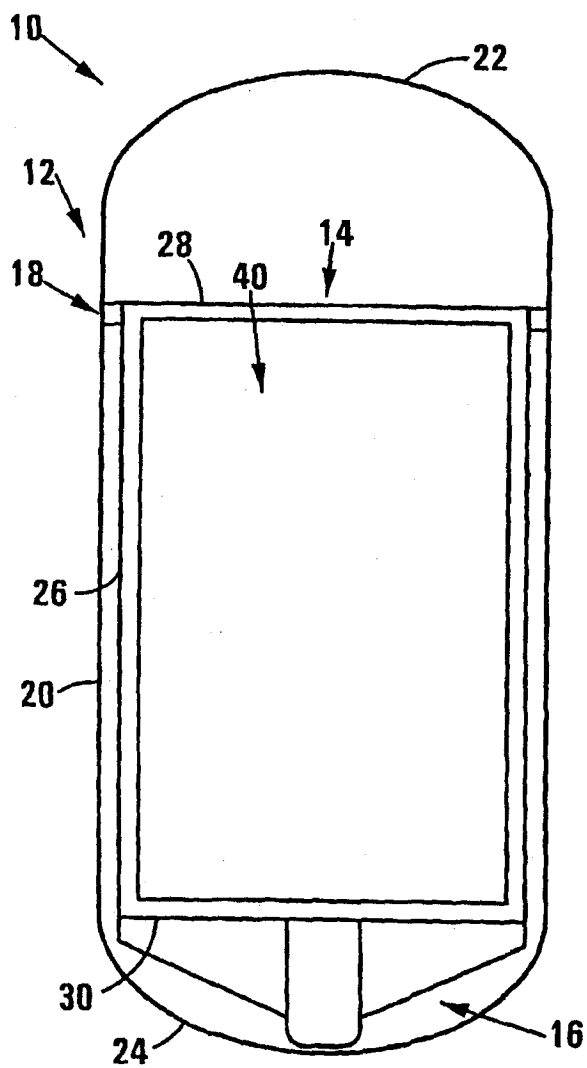


图1

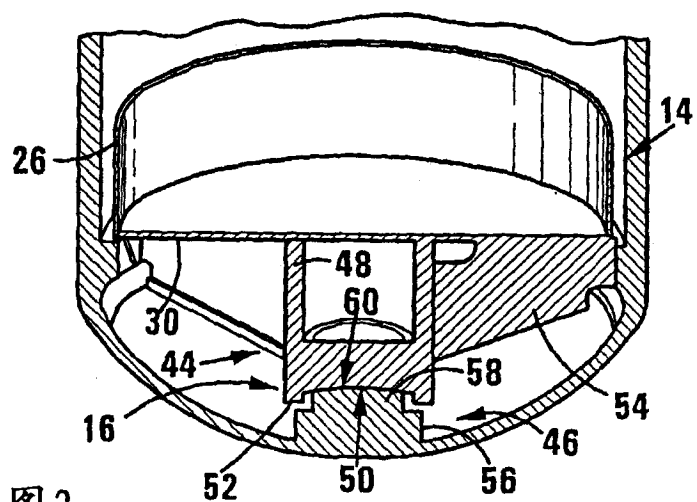


图2

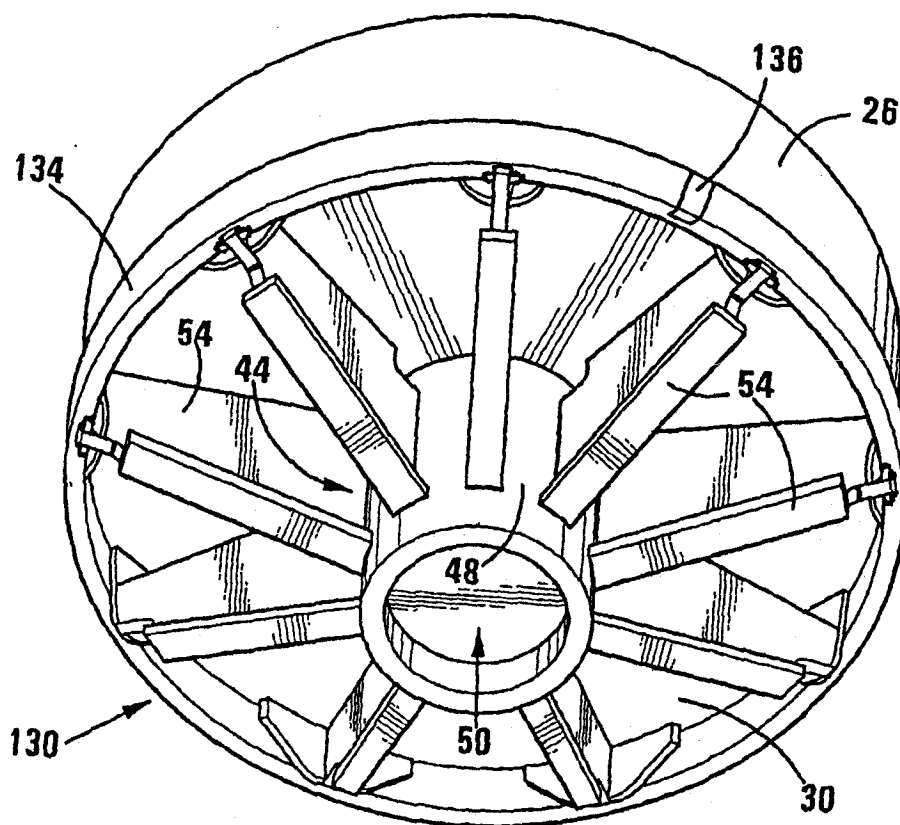


图 3

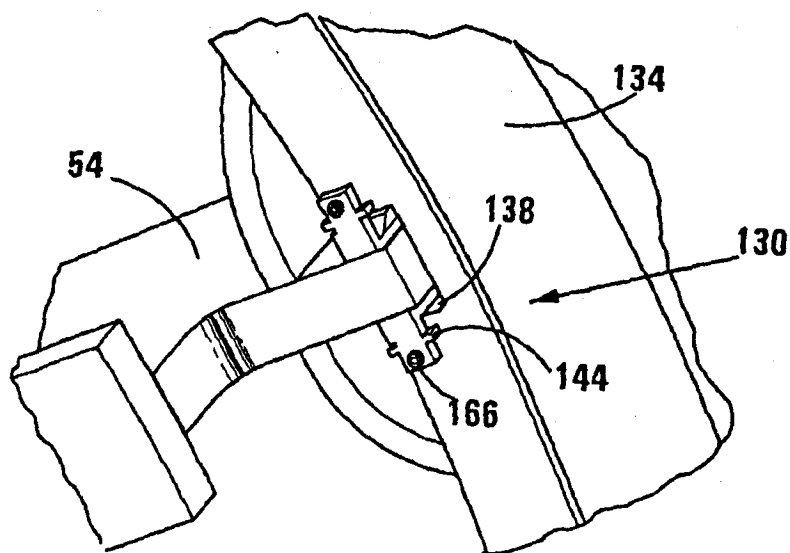


图 4

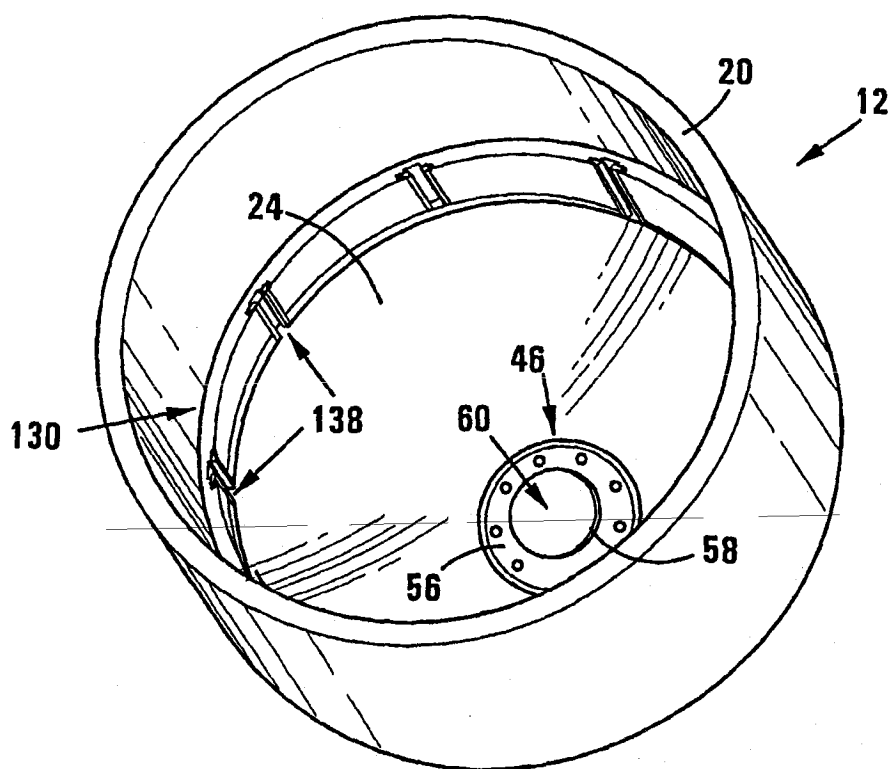


图 5

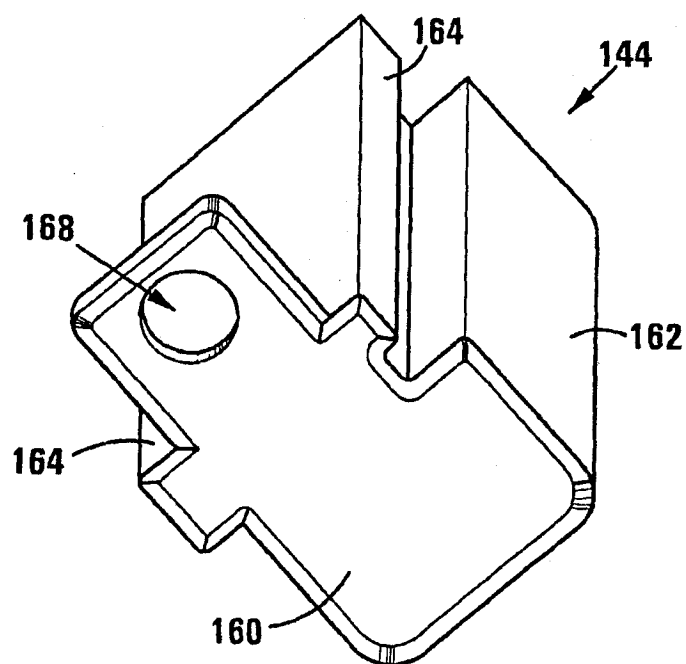


图 6

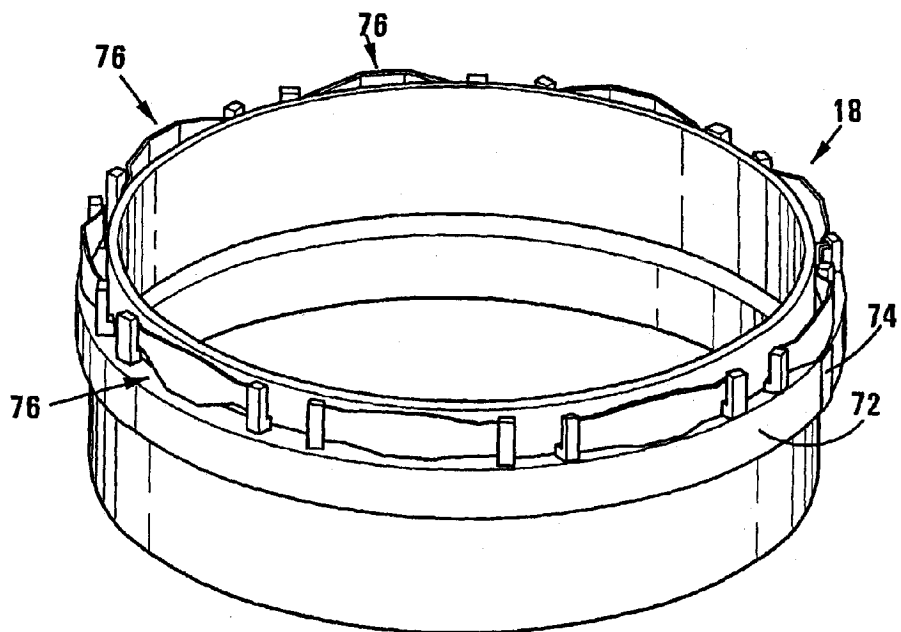


图 7

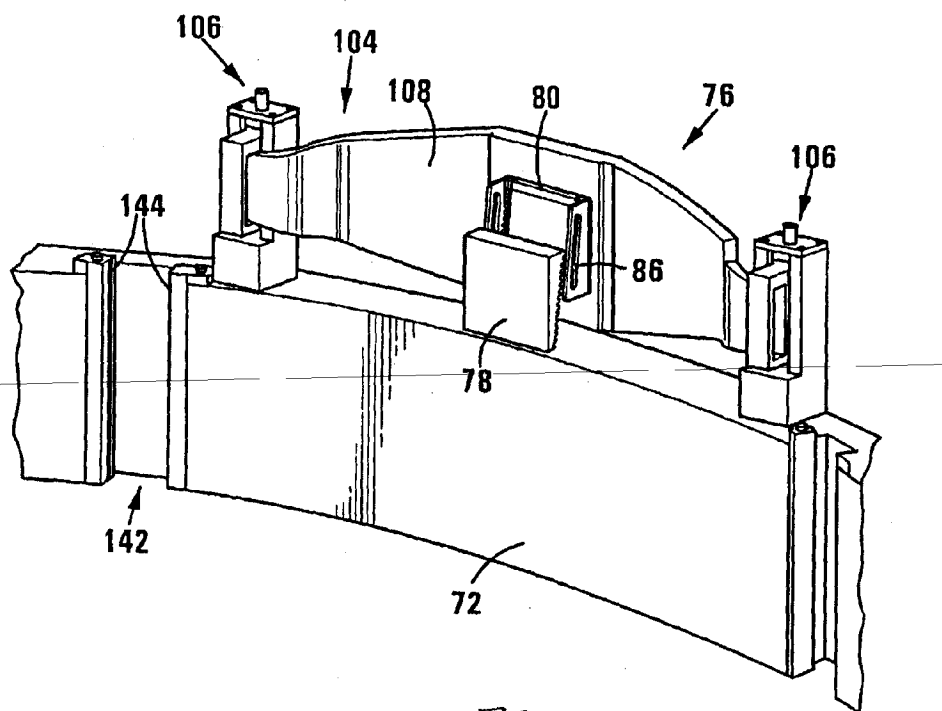
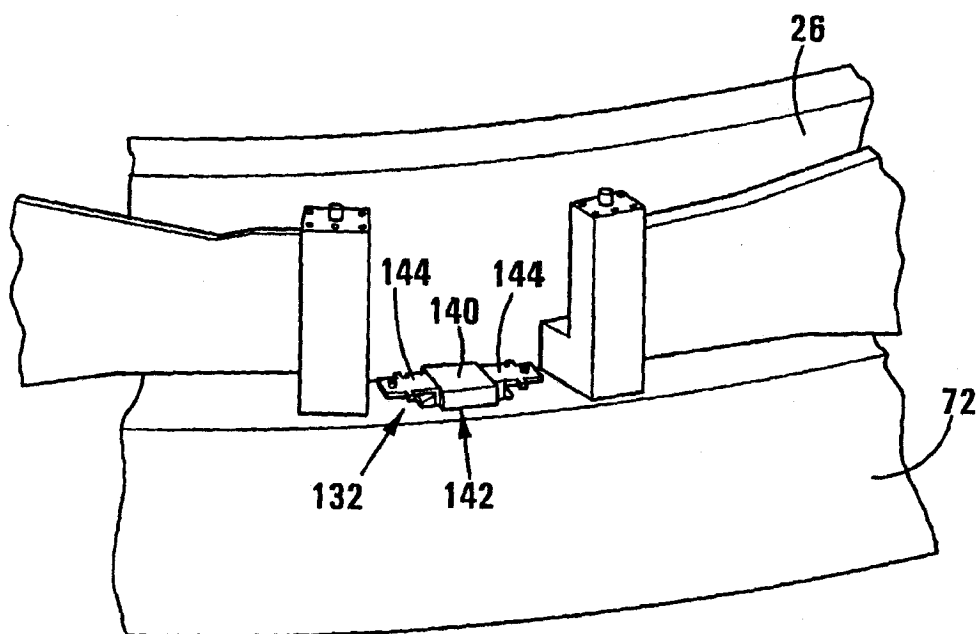
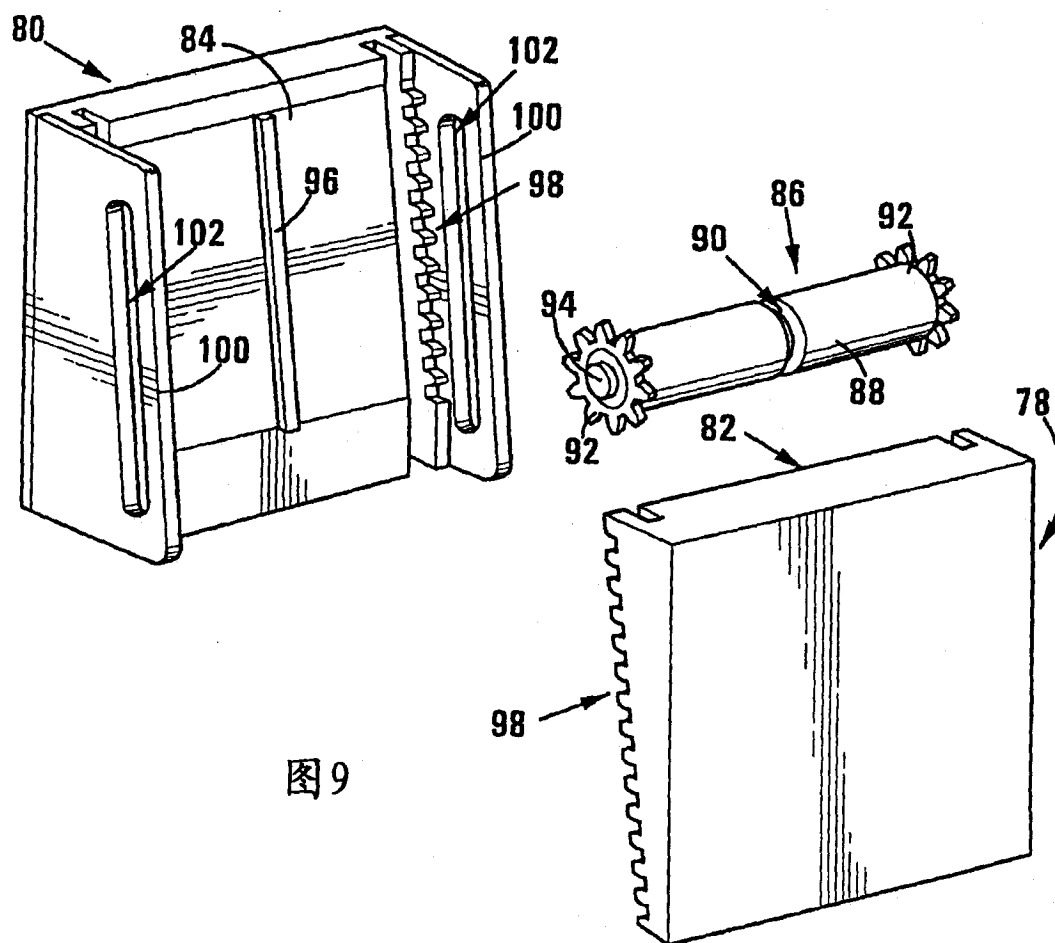


图 8



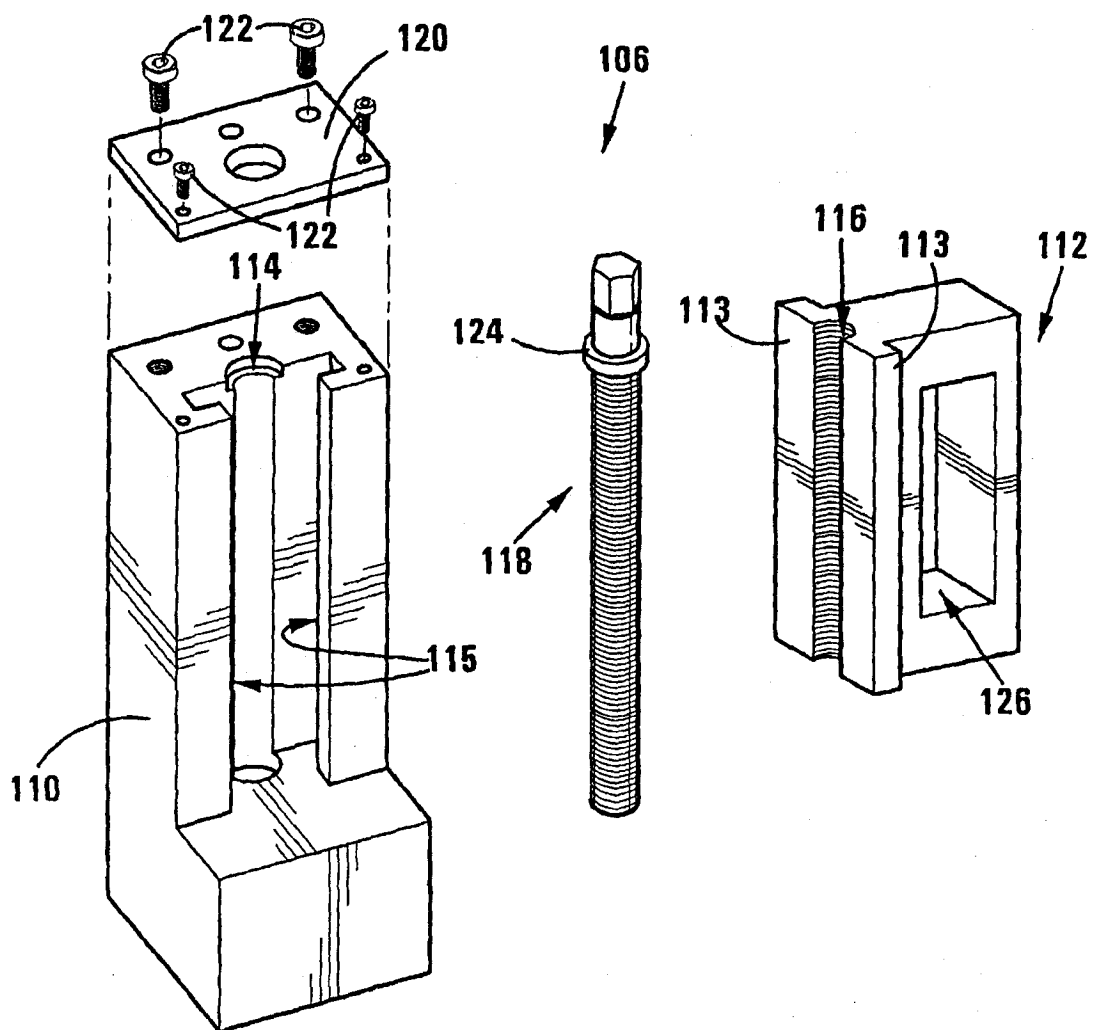


图10

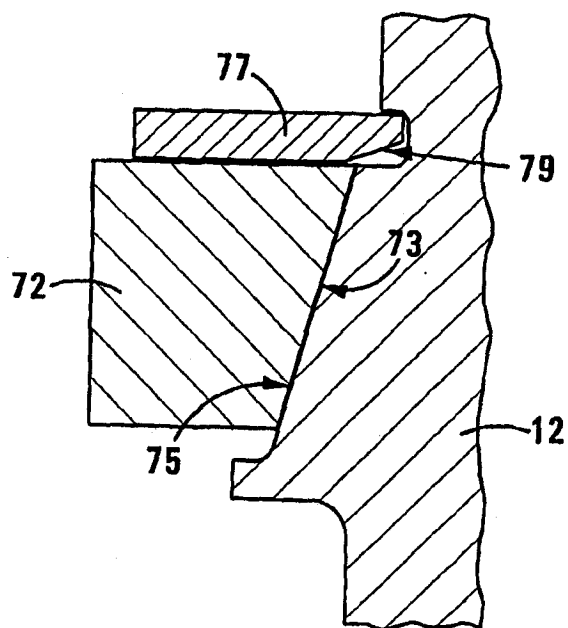


图12

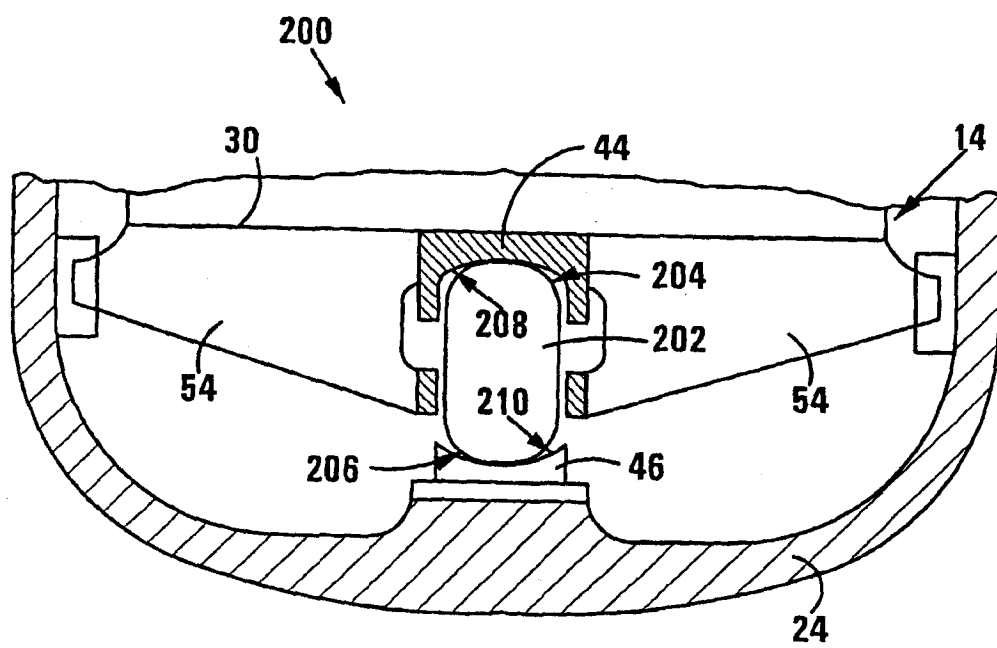


图13

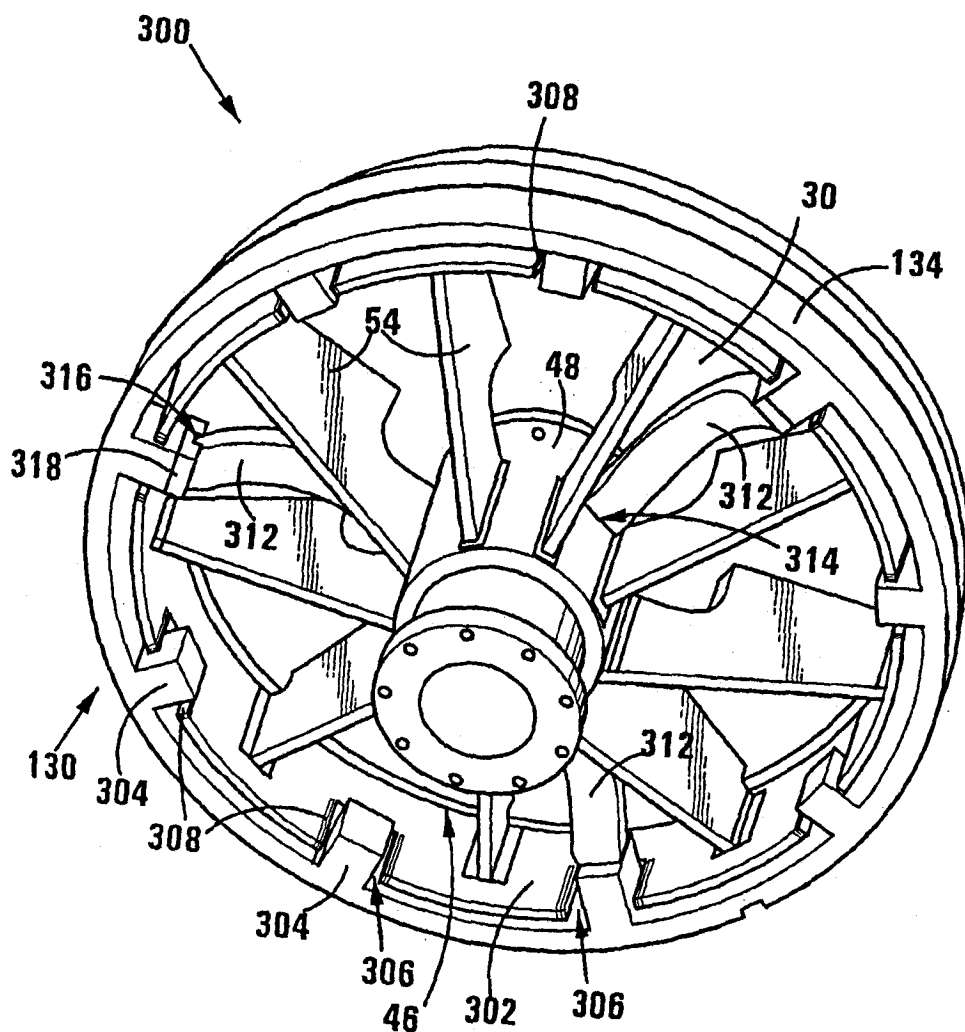


图 14

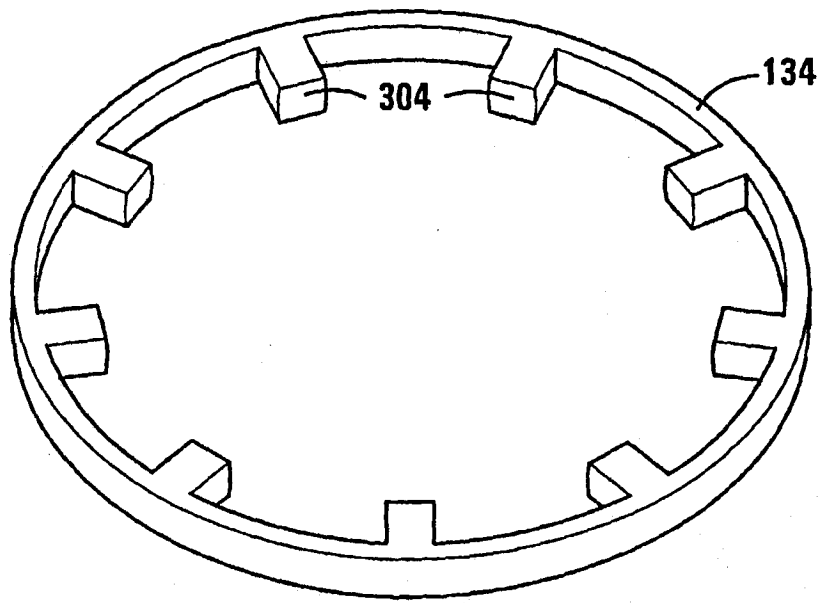


图15

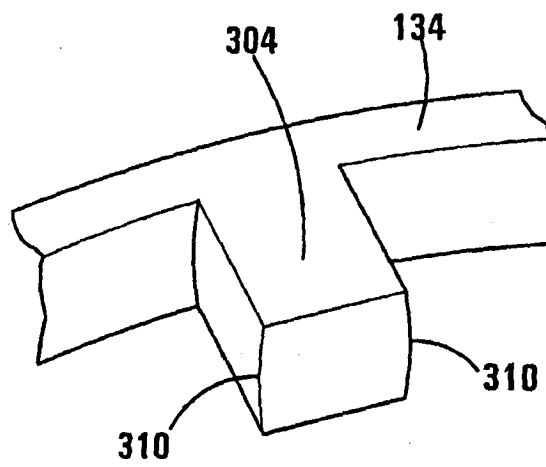


图16