



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101606205 B

(45) 授权公告日 2012. 10. 31

(21) 申请号 200780046748. 3

G21C 3/326(2006. 01)

(22) 申请日 2007. 11. 16

G21C 7/117(2006. 01)

(30) 优先权数据

0611036 2006. 12. 18 FR

(56) 对比文件

JP 10170679 A, 1998. 06. 26,

CN 1060921 A, 1992. 05. 06,

CN 1159648 A, 1997. 09. 17,

JP 7218672 A, 1995. 08. 18,

JP 9145879 A, 1997. 06. 06,

CN 1672219 A, 2005. 09. 21,

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 06. 18

(86) PCT申请的申请数据

PCT/FR2007/001883 2007. 11. 16

(87) PCT申请的公布数据

W02008/081085 FR 2008. 08. 21

审查员 陈晓

(73) 专利权人 阿海珐核能公司

地址 法国库伯瓦

(72) 发明人 M·蒙沙南 T·德拉努瓦

D·佩尔格 R·费里

(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 11038

代理人 李丽

(51) Int. Cl.

G21C 5/06(2006. 01)

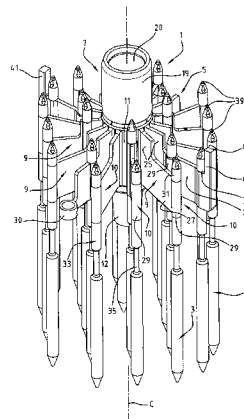
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 4 页

(54) 发明名称

具有蜘蛛形支架的固定式组件, 相应压水核反应堆堆芯及包括核燃料组件和这种固定式组件的组合物

(57) 摘要

本发明涉及一种用于压水核反应堆堆芯的固定式组件(1), 其包括棒(3)和棒(3)的支架(5)。该支架(5)包括: 圆头(7), 翼形件(9), 它们从圆头(7)向外径向延伸, 棒(3)的安装系统(10), 它们分布在翼形件(9)上, 以及至少两个抵靠在堆芯的上板上的支撑元件(41), 当固定式组件(1)布置在核燃料组件上时, 所述支撑元件(41)每个都在取向为竖直朝上的方向上从相应的翼形件(9)纵向凸出超过安装系统(10)。



1. 一种用于压水核反应堆的堆芯 (47) 的固定式组件 (1), 包括:
  - 棒 (3), 用于插入到核燃料组件 (45) 的导向管中,
  - 棒 (3) 的支架 (5), 当所述固定式组件 (1) 布置在核燃料组件 (45) 上时, 所述棒 (3) 从所述支架 (5) 沿着纵向在取向为竖直朝下的方向上延伸, 其特征在于, 所述支架 (5) 包括:
    - 圆头 (7), 其具有中心纵轴线 (C),
    - 翼形件 (9), 这些翼形件从所述圆头 (7) 径向地向外延伸,
    - 棒 (3) 的安装系统 (10), 这些安装系统分布在所述翼形件 (9) 上, 以及
    - 至少两个用于纵向抵靠在所述核反应堆的所述堆芯的上板 (51) 上的支撑元件 (41), 当所述固定式组件 (1) 布置在核燃料组件 (45) 上时, 所述支撑元件 (41) 每个都从相应的翼形件 (9)、在取向为竖直朝上的方向上纵向地凸出超过所述安装系统 (10), 所述支撑元件 (41) 相对于相邻的所述安装系统 (10) 径向地布置在外部。
2. 如权利要求 1 所述的固定式组件, 其特征在于, 所述支撑元件 (41) 位于所述翼形件 (9) 的径向外端。
3. 如权利要求 1 或 2 所述的固定式组件, 其特征在于, 所述支撑元件 (41) 围绕着所述中心纵轴线 (C) 基本规则地按角度布置。
4. 如权利要求 3 所述的固定式组件, 其特征在于, 所述支架 (5) 包括两个支撑元件 (41), 这两个支撑元件相对于所述中心纵轴线 (C) 基本上完全径向相反地布置。
5. 如权利要求 1 所述的固定式组件, 其特征在于, 所述圆头 (7) 的至少一部分 (11) 和所述翼形件 (9) 一体成形。
6. 如权利要求 1 所述的固定式组件, 其特征在于, 所述安装系统 (10) 包括: 接收指状件 (29), 用于接收所述棒 (3) 的上端部 (33); 以及螺母 (31), 其旋拧在所述上端部 (33) 上以将所述棒 (3) 固定在所述接收指状件 (29) 中。
7. 如权利要求 6 所述的固定式组件, 其特征在于, 当所述固定式组件 (1) 布置在所述核燃料组件 (45) 上时, 所述螺母 (31) 在取向为竖直朝上的方向上从所述接收指状件 (29) 纵向凸出; 并且, 所述螺母 (31) 布置在沿所述中心纵轴线 (C) 的不同高度上。
8. 如权利要求 6 所述的固定式组件, 其特征在于, 所述棒 (3) 的上端部 (33) 包括杆 (39), 所述杆 (39) 穿过所述螺母 (31) 并焊接至所述螺母 (31)。
9. 如权利要求 1 所述的固定式组件, 其特征在于, 至少一个所述翼形件 (9) 包括接收仪表装置的通道 (30)。
10. 一种压水核反应堆的堆芯 (47), 所述堆芯包括上板 (51)、下板以及布置在所述上板 (51) 和所述下板之间的核燃料组件 (45), 所述堆芯 (47) 还包括布置在相应核燃料组件 (45) 上的固定式组件 (1) 和可动组件, 每个固定式组件 (1) 包括:
  - 棒 (3), 用于插入到相应核燃料组件 (45) 的导向管中,
  - 棒 (3) 的支架 (5), 当所述固定式组件 (1) 布置在相应核燃料组件 (45) 上时, 所述棒 (3) 从所述支架 (5) 沿着纵向在取向为竖直朝下的方向上延伸,
  - 至少一个支撑元件 (41), 用以纵向地抵靠在所述核反应堆的堆芯 (47) 的上板 (51) 上, 其特征在于, 至少一个所述固定式组件为根据权利要求 1 至 9 中任一项所述的固定式

组件,该固定式组件(1)的支撑元件(41)围绕着过水孔(55)竖直地抵靠在所述上板(51)上,所述过水孔(55)在所述核燃料组件(45)上方设置于所述上板(51)中,而所述固定式组件(1)布置在该核燃料组件(45)上。

11. 如权利要求10所述的堆芯,其特征在于,至少一个可动组件包括:

- 棒,用于插入到相应核燃料组件的导向管中,

- 棒的支架,当所述可动组件布置在相应核燃料组件上时,所述可动组件的所述棒从所述可动组件的棒的支架沿着纵向在取向为竖直朝下的方向上延伸;

并且,所述固定式组件(1)的支架(5)的形状和所述可动组件的支架的形状相似。

12. 如权利要求11所述的堆芯,其特征在于,所述固定式组件(1)和所述可动组件相邻。

13. 一种组合体,其包括核燃料组件和适于布置在所述核燃料组件(45)上的固定式组件(1),其特征在于,所述固定式组件为根据权利要求1至9中任一项所述的固定式组件(1)。

## 具有蜘蛛形支架的固定式组件,相应压水核反应堆堆芯及包括核燃料组件和这种固定式组件的组合体

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于压水核反应堆堆芯的固定式组件,包括:

[0002] - 棒,用于插入到核燃料组件的导向管中,

[0003] - 棒的支架,当固定式组件布置在核燃料组件上时,棒从支架沿着纵向在取向为竖直朝下的走向上延伸,以及

[0004] - 至少一个支撑元件,其纵向地抵靠在核反应堆堆芯的上板上。

### 背景技术

[0005] 传统上,核燃料组件包括一束核燃料棒和支撑这些核燃料棒的骨架。该骨架包括底座、顶座和连接这两个座的导向管,导向管用于接收调节核反应堆堆芯运行的可动组件(控制棒束组件)的棒。

[0006] 每个可动组件包括一组由支架支撑的吸收中子的棒。该支架通常被称为“蜘蛛”形件,由圆头构成,围绕该圆头向四周辐射装有指状件的翼形件,指状件用于安装这些吸收中子的棒。

[0007] 在堆芯的运行周期中,可动组件将被移动以将它们的棒或多或少地插入到相应导向管中,从而调节核反应堆堆芯的反应性。

[0008] 在核反应堆堆芯中,某些核燃料组件没有配备可动组件(grappemobile),而是配备了所谓的固定式组件(堆芯部件组件),所谓固定是因为它们在堆芯的运行周期中不经历受控的移动。

[0009] 可燃毒物组件尤其是这种情况。这类可燃毒物组件的至少某些棒包括消耗性的中子毒物,其允许降低溶解在初级回路的水中的硼的浓度,主要是在循环的初期。

[0010] 装备于某些核燃料组件的阻力塞组件也是这种情况。因而,这些阻力塞组件的棒占据相关核燃料组件的导向管,以限制环绕相邻燃料核燃料组件的水流量,其中相邻核燃料组件本身配备有可动组件。

[0011] 中子源组件也是这种情况。这些中子源组件,可以为初级源组件或次级源组件,它们在启动阶段介入以使反应开始和/或校准核反应堆的计数链。

[0012] 从文献 JP-7/218672 中知道了一种前述类型的固定式组件,更确切地,它是一种可燃毒物组件。

[0013] 棒的支架由穿孔的板构成,在该板的中心配备有向上延伸的圆柱形导向件。该圆柱形导向件可相对于支撑在堆芯上板下面的支撑杆竖直滑动。该支撑杆延伸通过设置在堆芯上板中的过水孔,其中上板在相关核燃料组件的上方。弹簧围绕着圆柱形导向件在棒的支架和支撑杆之间延伸。该弹簧因而阻止支架在初级回路的水的水力推动作用下朝上的移动。

[0014] 一般来说,可动组件在初级回路的水中引起压力损失,压力损失比固定式组件的要小。因此,通过配备有可动组件的核燃料组件的初级回路的水的上升流量比在配备有固

定式组件的核燃料组件中更大。

[0015] 这种过流量将体现为可动组件的棒紧靠在该可动组件的导向件中的力的增大,其中导向件布置在堆芯上板的上方,另外还体现为这些棒的剧烈振动。这些振动归因于试图在被过度供应了初级回路的水的核燃料组件和供应不足的核燃料组件的下游建立的水流动,以便重新平衡水分布。

[0016] 为了减少由固定式组件引起的压力损失,也就是为了减少上述的困难,文献 JP-7/218672 已改进了固定式组件的棒的形状以提高核燃料组件的导向管内的流量。

[0017] 该解决方案确实允许减小压力损失,但是它也伴有对相关核燃料组件的核燃料棒的冷却的削弱,因为与围绕着核燃料棒的流动相比,水优选地在导向管中流动。

## 发明内容

[0018] 因此,本发明的一个目的是,通过提供前述类型的固定式组件 (grappe fixe) 来解决这个问题,该固定式组件在初级回路的水中引起的压力损失更少,也不降低堆芯的效率。

[0019] 为此,本发明的主题是前述类型的固定式组件 (堆芯部件组件),其特征在于,所述支架包括:

[0020] - 圆头,其具有中心纵轴线,

[0021] - 一些翼形件,它们从圆头向外径向延伸,

[0022] - 棒的安装系统,它们分布在翼形件上,以及

[0023] - 至少两个抵靠在堆芯的上板上的支撑元件,当固定式组件布置在核燃料组件上时,所述支撑元件每个都在取向为竖直朝上的方向上从相应的翼形件纵向凸出超过安装系统。

[0024] 根据特定实施方式,固定式组件可包括一个或多个以下特征,这些特征单独采用或根据所有技术上可能的组合采用:

[0025] - 支撑元件围绕着中心纵轴线基本规则地按角向布置;

[0026] - 支架包括两个支撑元件,它们相对于中心纵轴线基本上完全径向相反地布置;

[0027] - 至少圆头的一部分和翼形件一体成形;

[0028] - 安装系统包括:接收指状件,用于接收棒的上端部;以及螺母,其旋拧在上端部上以将棒固定在接收指状件中;

[0029] - 当固定式组件布置在核燃料组件上时,螺母在取向为竖直朝上的方向上从指状件纵向凸出,且螺母布置在沿着中心纵轴线的不同高度上;

[0030] - 棒的上端部包括杆,杆穿过螺母并焊接在螺母上;以及

[0031] - 至少一个翼形件包括接收仪表装置的通道。

[0032] 本发明的再一个主题是压水核反应堆的堆芯,堆芯包括上板、下板以及布置在上板和下板之间的核燃料组件,堆芯还包括布置在相应核燃料组件上的固定式组件和可动组件,每个固定式组件包括:

[0033] - 棒,用于插入到相应核燃料组件的导向管中,

[0034] - 棒的支架,当固定式组件布置在相应核燃料组件上时,棒从支架沿着纵向在取向为竖直朝下的方向上延伸,

[0035] - 至少一个支撑元件,其纵向地抵靠在核反应堆堆芯的上板上,

[0036] 其特征在于,至少一个固定式组件为如上文所限定的固定式组件,该固定式组件的支撑元件围绕着过水孔竖直地抵靠在上板上,过水孔设置在核燃料组件上方的上板中,所述固定式组件布置在核燃料组件上。

[0037] 根据一个变型,至少一个可动组件包括:

[0038] - 棒,用于插入到相应核燃料组件的导向管中;

[0039] - 棒的支架,当可动组件布置在相应核燃料组件上时,棒从支架沿着纵向在取向为竖直朝下的方向上延伸;

[0040] - 所述固定式组件的支架的形状和所述可动组件的支架的形状相似。

[0041] 根据另一个变型,所述固定式组件和所述可动组件相邻。

[0042] 本发明的还一个主题是组合体,其包括核燃料组件和能布置在核燃料组件上的固定式组件,其特征在于,固定式组件为如上文所限定的固定式组件。

### 附图说明

[0043] 在阅读了下文仅为举例而给出并参照附图进行的描述之后,将对本发明有更好的理解,在附图中:

[0044] - 图 1 为根据本发明的第一实施方式的固定式组件的透视示意图,

[0045] - 图 2 为图 1 中的固定式组件的俯视图,

[0046] - 图 3 为沿着图 2 中的线 III-III 所取的剖视图,

[0047] - 图 4 为沿着图 2 中的折线 IV-IV 所取的局部剖视图,示出了图 1 的固定式组件支撑在核反应堆堆芯的上板上;以及

[0048] - 图 5 和图 6 为俯视图,示出了根据现有技术和根据本发明的初级回路中的水围绕固定式组件的流动区。

### 具体实施方式

[0049] 图 1 示出了用于压水核反应堆(英语为 PWR)的固定式组件 1。例如涉及阻力塞组件(*grappe bouchon*)。

[0050] 固定式组件 1 主要包括棒 3 和支架 5。

[0051] 除了在后续描述中所强调的主要区别之外,支架 5 的整体形状类似于现有技术中对于可动组件所使用的形状。

[0052] 可形容成蜘蛛的该支架 5,主要包括:

[0053] - 圆头 7,当固定式组件 1 在核反应堆堆芯中布置于核燃料组件上时,该圆头的中心纵轴线 C 竖直取向,

[0054] - 翼形件 9,其从圆头 7 径向向外延伸并围绕着轴线 C 基本规则地呈角向分布,以及

[0055] - 将棒 3 安装在支架 5 上的安装系统 10。

[0056] 支架 5 由抗辐射的金属制成,例如诸如钢 AISI 304 的钢。

[0057] 圆头 7 具有底部为圆形的中空圆柱形状。圆头包括下部 11,翼形件 9 从该下部 11 延伸。该下部 11 和翼形件 9 例如一体成形,如在文件 FR-2742912 和相应文件 US-5889832 中所描述的。因此,圆头 7 的下部 11 和翼形件 9 可通过模制、机械加工或电腐蚀而制成。

[0058] 支架 5 还包括用以支撑在核燃料组件的顶座上的环 12, 固定式组件 1 待与该核燃料组件相连。环 12 包括凸缘 13(图 3), 凸缘 13 可向下支靠在圆头 7 的下边缘 15 上。凸缘 13 因而被保持在设置于圆头 7 中的中心腔道 17 内。

[0059] 圆头 7 的上部 19 附加在下部 11 上并通过例如螺接、焊接、钎焊或粘接固定在下部 11 上。腔道 17 在上部 19 中终止于上区段 20, 上区段 20 形成将圆头 7 连接到用于装卸固定式组件 1 的工具的连接腔。

[0060] 推力弹簧 21 设置在腔道 17 中, 该推力弹簧通过其下端支靠在凸缘 13 上, 并通过其上端部抵靠在设置于圆头 7 的上部 19 内的内部隔板 23 上。

[0061] 环 12 是可在降低位置(图 1 和 3)和未示出的升高位置之间平移活动的。当环 12 朝升高位置行进时, 弹簧 21 受到压缩并会使环 12 向其降低位置复位。

[0062] 翼形件 9 包括径向内段 25 和径向外段 27。内段 25 沿着中心轴线 C 所取的高度大于外段 27 的高度。

[0063] 安装系统 10 包括接收棒 3 的指状件 29 和将棒 3 固定在指状件 29 中的固定螺母 31。

[0064] 指状件 29 以与导向管在应装配固定式组件 1 的核燃料组件中的分布方式相类似的方式, 分布在翼形件 9 上。这种分布特别在图 2 中可以看到。

[0065] 大部分翼形件 9 各装配有两个指状件 29。某些指状件 29 设置在内段 25 上, 另一些设置在外段 27 上。指状件 29 的沿着轴线 C 所取的高度与这些指状杆设置所在的段 25 或 27 的大致相同。但是, 一个翼形件 9 可以在对应于一导向管的地方, 包括替代指状件 29 的仪表装置接收通道 30。

[0066] 每个指状件 29 设计用于接收棒 3 的阻力塞的延长部 33。在所示实例中, 每个延长部 33 包括具有较小截面的区段 35, 并随后穿过设置在相应指状件 29 中的孔 37。螺母 31 旋拧在延长部 33 的上端部上, 该上端部向上凸出超过相关指状件 29。终杆 39 从延长部 33 的上端部向上凸出并穿过螺母 31。该终杆 39 已被熔化并焊接至螺母 31, 从而确保锁止螺母 31 相对于所考虑棒 3 的旋转。

[0067] 棒 3 因而固定在支架 5 上并从支架 5 向下平行于轴线 C 延伸。这些棒 3 形成一棒束, 并且棒的分布对应于指状件 29 的分布, 因而对应于要装配固定式组件 1 的核燃料组件的导向管的分布。

[0068] 在所示实例中, 指状件 29 和翼形件 9 一体形成, 并与翼形件 9 以及圆头 7 的下部 11 同时制成。

[0069] 与现有技术中用于可动组件所设计的相反, 根据本发明的固定式组件 1 包括两个具有更大径向长度的翼形件 9, 且这两个翼形件的径向端纵向地向上延长, 每一个翼形件通过支撑元件 41 支承在核反应堆堆芯的上板上。

[0070] 在所示实例中, 固定式组件 1 包括两个支撑元件 41, 它们设置在相对于中心轴线 C 完全径向对置的翼形件 9 上。

[0071] 各支撑元件 41 具有相似的结构, 下面将只描述其中一个。

[0072] 支撑元件 41 具有柱的形状并和翼形件 9 一体形成。因此, 支撑元件 41 为刚性且厚重的元件, 其与圆头 7 径向隔开很远。

[0073] 支撑元件 41 相对于相邻螺母 31 径向地设置在外部, 并从所关联翼形件 9 的外段

27 向上凸出超过所考虑的螺母 31。这尤其在图 3 上可以看到。

[0074] 在所实例中示出支撑元件 41 的径向内表面 43(图 1) 为凹形,用以允许工具操纵螺母 31。

[0075] 图 4 示出了在压水核反应堆堆芯 47 中装备于核燃料组件 45 的图 1-3 中的固定式组件 1。

[0076] 在图 4 中,仅仅示出了固定式组件 1 的支架 5,棒 3 均没有示出。对于核燃料组件 45 而言,只有顶座 49 可见。在图 4 上也能区分出堆芯 47 的上板 51 的一部分以及用于定位核燃料组件 45 的定位销 53。

[0077] 传统上,过水孔 55 与核燃料组件 45 的顶座 49 相对地设置在上板 51 中。

[0078] 与现有技术中所设置的相反,过水孔 55 没有被固定式组件 1 的支撑柱部分地阻塞,而固定式组件 1 在上板 51 上的支靠是通过支撑元件 41 来保障的。更具体地,支撑元件 41 围绕着过水孔 55 纵向支承在上板 51 上。

[0079] 另外,固定式组件 1 通过环 12 支承在核燃料组件 45 的顶座 49 上,从而压缩弹簧 21。出于简化的原因,弹簧 21 的这种压缩未在图 4 上示出。

[0080] 如上所述,由于支撑元件 41 的存在,因而不需要设置延伸穿过过水孔 55 的支撑柱。由固定式组件 1 所引起的压力损失因此被减小。由于使用了具有蜘蛛形状的支架 5,即支架具有中心圆头 7 和围绕其辐射的一些翼形件 9,因此压力损失更进一步被减小了。

[0081] 这由图 5 和 6 示出,在这两幅图中,有影线的区域对应于初级回路的水在核燃料组件顶座下游的流动区。在使用按本发明的固定式组件 1 时的水流动区 Z2 的面积(图 6)比使用根据现有技术的固定式组件时的水流动区 Z1 的面积(图 5)大 50%左右。

[0082] 由于支架 5 的纺锤形状以及由于弹簧 21 设置在圆头 7 内部、而不是如现有技术中的固定式组件那样设置在支架 5 的外部,因此压力损失被进一步减小。

[0083] 此外,压力损失的减小不会伴随对核燃料棒冷却的削弱,因此不会降低堆芯的效率。

[0084] 具有蜘蛛型结构的支架 5 的使用,还允许使固定式组件的结构接近可动组件的结构,因而可减小由这些不同组件在相同堆芯 47 中所引起的压力损失的差别。

[0085] 这样,在一个优选实施方式中,在核反应堆堆芯 47 中配合具有类似蜘蛛形状的支架 5 使用可动组件和固定式组件 1。因而,水的分配在核燃料组件中更加均匀,这避免了相关问题,尤其是横向的平衡流量。

[0086] 另外,这样的堆芯 47 还允许使用单一种装卸工具来操纵固定式组件和可动组件。

[0087] 将观察到,在这样的堆芯中,可动组件的支架的形状可与固定式组件的支架的形状略有不同,不同之处尤其在于,可动组件的支架的形状不包括用于阻止其自由通过堆芯 47 的上板 51 的过水孔 55 的支撑元件 41。同样,只有某些固定式组件 1 和可动组件可具有形状类似的支架 5。优选地,这些具有类似支架的固定式组件 1 和可动组件在堆芯 47 中相邻。

[0088] 还将观察到,在图 1-4 的固定式组件 1 中,螺母 31 在沿着中心轴线 C 的不同高度处的定位还允许方便装卸工具的接合。

[0089] 实际上,包括接收圆头 7 和螺母 31 的凹槽的工具,首先经由圆头 7 的上部 19 接合,然后经由位于最高位的螺母 31 接合,最后经由位于最低位的螺母 31 接合。

[0090] 螺母 31 的分级接合,允许确保工具和支架 5 的相对位置是正确的,因而确保更快地进行该接合。

[0091] 此外,将观察到,相对于现有技术,由固定式组件 1 施加在核燃料组件 45 上的保持力被极大地减小了,因为弹簧 21 不需要确保承受由初级回路的水施加在固定式组件 1 上的所有水力。实际上,在图 1-4 的固定式组件 1 中,该承受是直接由支撑元件 41 确保的。

[0092] 在现有技术中,阻力塞组件的寿命通常受限于弹簧的老化。若固定式组件 1 的弹簧 21 受到较小的应力,则固定式组件 1 的寿命延长,这就允许减小运营核反应堆所产生的放射性垃圾的量。

[0093] 因此在图 1-4 的固定式组件 1 中,弹簧 21 唯一的功能是使固定式组件 1 保持接触顶座 49,因而在寿命初期施加在核燃料组件 45 上的力可被减小至少 50%。力的减小允许限制核燃料组件 45 使用时的变形。

[0094] 此外,将观察到,支架 5 包括的零件数量减少了,这一方面是因为圆头 7 的下部 11、翼形件 9 和指状件 29 被制成单一零件,另一方面是因为通过杆 39 的焊接而使螺母 31 不能旋转了,这允许摆脱传统的销式止动系统。

[0095] 但是,将观察到,支架 5 的结构可以不同于以上描述的结构,例如它可由更多数量的零件制成。因此,举例来说,翼形件 9 可具有分支,翼形件的若干部分从这些分支延伸,如在 EP-158812 中所描述的。同样,仪表装置接收通道 30 的数量以及它们的位置也可以变化。

[0096] 此外,棒的安装系统 10 可不同于前面所描述的。

[0097] 在前面描述的实例中,设置了两个支撑元件 41,但该数量也可以根据需求和待装备的反应堆的几何参数所固有的约束、尤其是堆芯 47 的上板 51 的过水孔 55 的位置、大小和形状而变化。优选地,支撑元件围绕着轴线 C 基本规则地按角度地分布。

[0098] 最后,由于支撑元件 41 径向地处在相对于相邻安装系统 10、也即相对于相邻棒 3 的外部,固定式组件 1 可使用在堆芯的所有部位,而不只是在对应于有较小尺寸的孔 55 的部位。因此,固定式组件 1 允许提高标准化程度并限制成本。

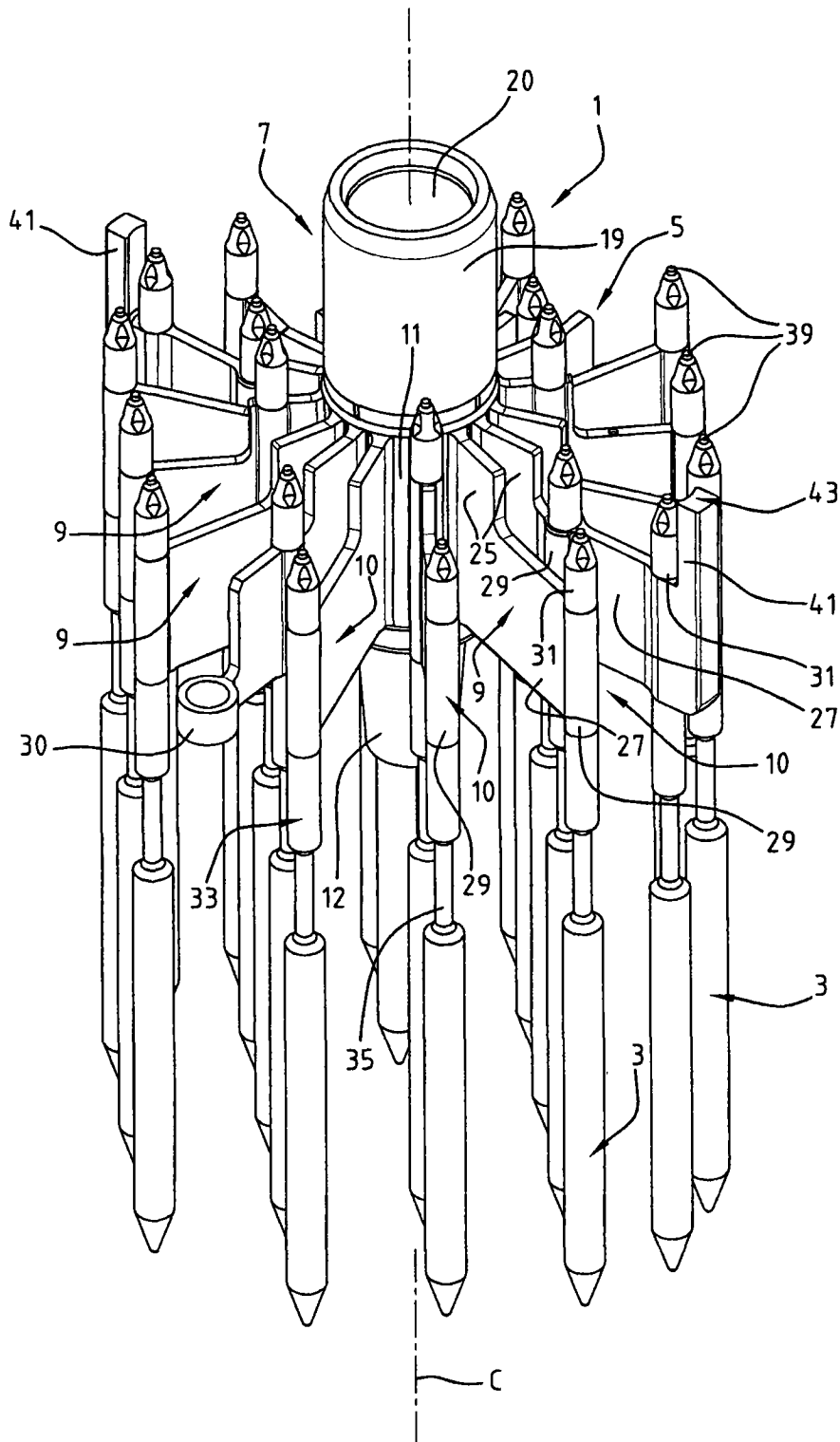


图 1

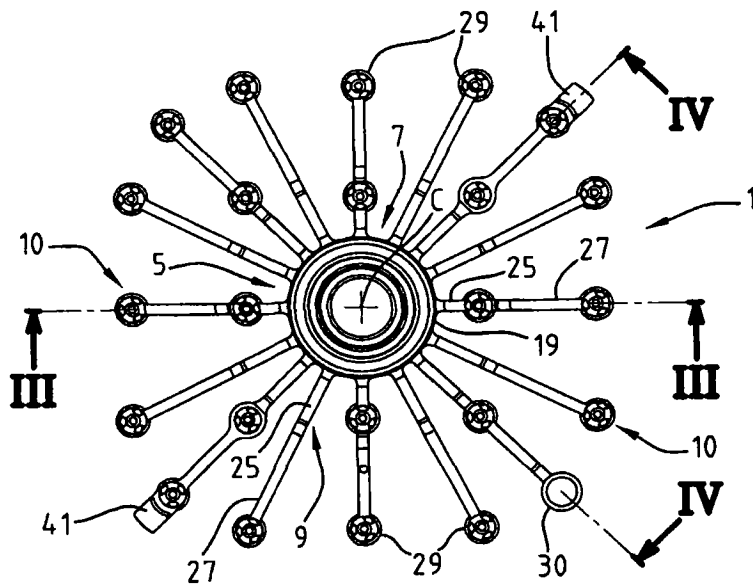


图 2

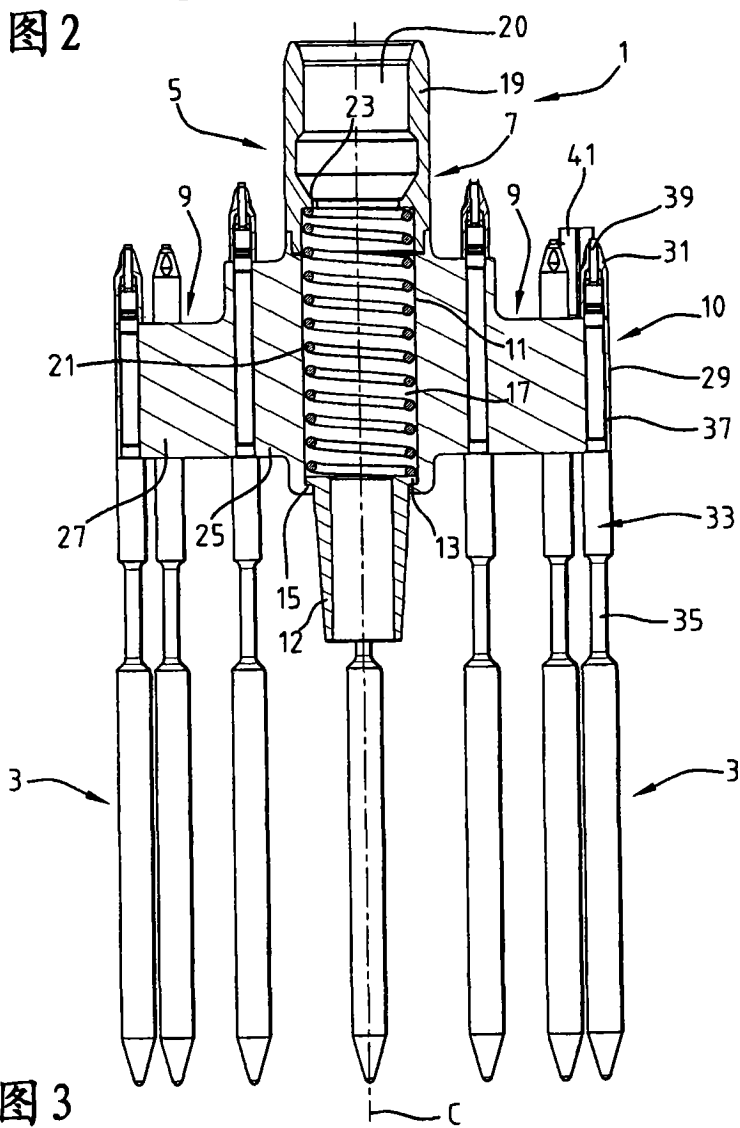


图 3

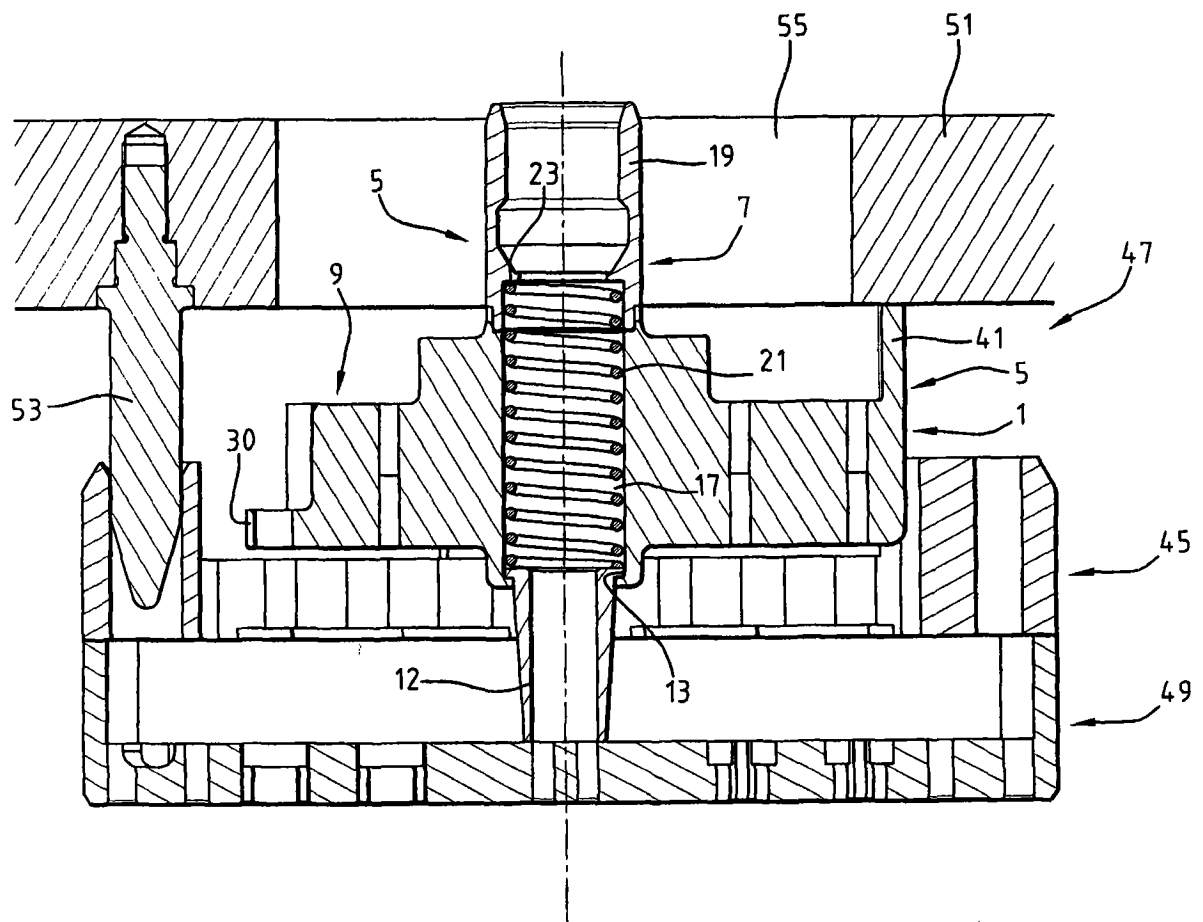


图 4

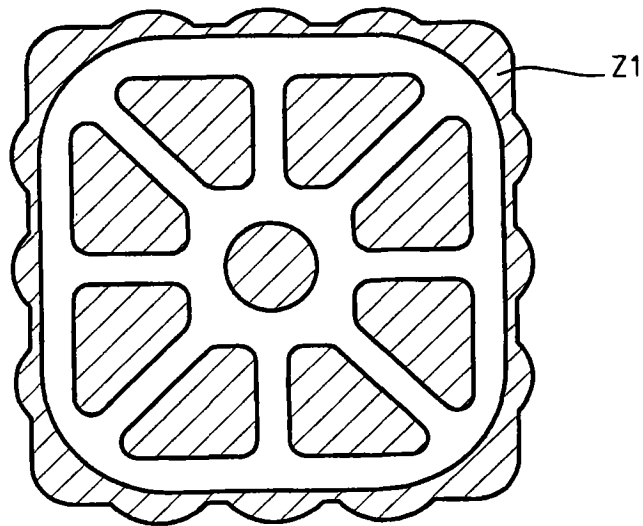


图 5

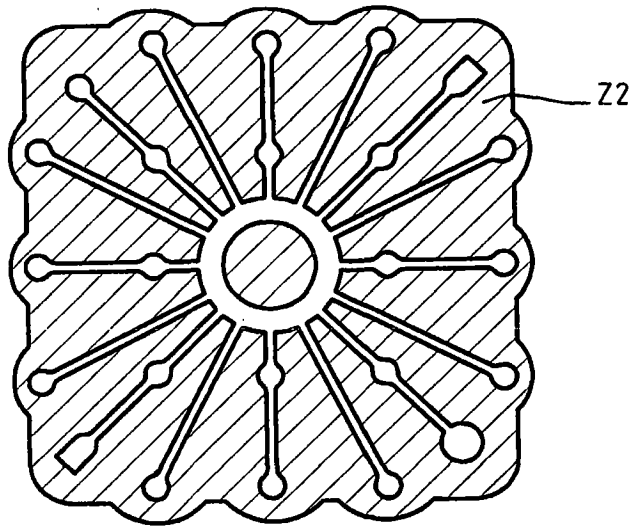


图 6