

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利说明书

B01J 3/00 (2006.01)
B01J 8/02 (2006.01)
B01J 19/24 (2006.01)
C07C 27/00 (2006.01)

专利号 ZL 200580006293.3

[45] 授权公告日 2010年2月10日

[11] 授权公告号 CN 100588454C

[22] 申请日 2005.2.7

[21] 申请号 200580006293.3

[30] 优先权

[32] 2004.2.6 [33] US [31] 10/774,298

[86] 国际申请 PCT/US2005/003904 2005.2.7

[87] 国际公布 WO2005/077516 英 2005.8.25

[85] 进入国家阶段日期 2006.8.28

[73] 专利权人 维洛塞斯公司

地址 美国俄亥俄

[72] 发明人 W·A·罗格斯 C·P·维尔

R·D·利特 R·C·帕萨蒂恩

G·B·史密斯 C·R·米勒

T·P·伏特 J·G·佩尔哈姆

P·W·尼格勒 M·A·马驰安多

[56] 参考文献

US4167915A 1979.9.18

燃料电池用微通道反应器的研究现状. 胡林会, 胡鸣若, 朱新坚, 王明华. 电源技术, 第27卷第6期. 2003

审查员 武立民

[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 龙传红

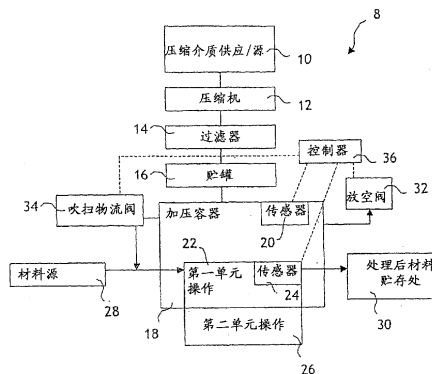
权利要求书7页 说明书26页 附图35页

[54] 发明名称

微通道压缩反应器系统

[57] 摘要

第一微通道组件包括具有与第一入口物流和第一出口物流流体连通的微通道的第一单元操作(22), 和具有与第一单元操作热连通并与第二入口物流和第二出口物流流体连通的微通道的第二单元操作(26)。加压容器(18)至少部分包含第一微通道组件且被与第一微通道组件热连通的压缩介质(10)占据。本发明还包括可拆卸的微通道单元, 其包括与分布在整个微通道单元内的多个微通道流体连通的入口孔和出口孔, 和加压容器适合具有安装在其上的微通道单元, 其中加压容器含有在微通道单元外部至少部分上产生正表压的加压流体。



1. 一种微通道单元组件，其包括：

多个可拆卸的微通道单元，每一可拆卸的微通道单元包括与在整个可拆卸的微通道单元中分布的多个微通道流体连通的入口孔和出口孔以及与所述多个微通道热连通和与冷却剂孔流体连通的冷却剂微通道；

包括加压器壁的加压器，该加压器适合可拆卸的微通道单元安装到其上，和该加压器适合包含加压流体，从而在每一可拆卸的微通道单元外部至少部分上产生正表压；

延伸通过加压器壁且与入口孔流体连通的入口管道；

延伸通过加压器壁且与出口孔流体连通的出口管道；和

延伸通过加压器壁且与冷却剂孔流体连通的冷却剂管道；

其中所述多个微通道含有费-托催化剂；和其中所述冷却剂微通道的出口与加压容器的内部流体连通。

2. 权利要求 1 的微通道单元组件，其中：

加压器包括适合可拆卸的微通道单元安装到其上并提供与入口管道及出口管道流体连通的平台段，所述入口管道携带输入物流至可拆卸的微通道单元，所述出口管道从可拆卸的微通道单元上带走输出物流；和

平台段包括入口孔和出口孔，其中平台段的入口孔适合通常与可拆卸的微通道单元的入口孔成直线，以提供微通道与入口管道之间的流体连通，和其中平台段的出口孔适合通常与可拆卸的微通道单元的出口孔成直线，以提供微通道与出口管道之间的流体连通。

3. 权利要求 2 的微通道单元组件，还包括：

在操作上维持平台段的入口孔与可拆卸微通道单元的入口孔的通常取向以及维持平台段的出口孔与可拆卸微通道单元的出口孔的通常取向的定位器；和

夹在至少一个定位器和平台段以及可拆卸的微通道单元与平台段之间的第一垫片组件，以确保在其间的流体密封。

4. 权利要求 3 的微通道单元组件，其中：

可拆卸的微通道单元包括呈锥形的至少一侧；和

平台段包括呈锥形的至少一侧，以对应于可拆卸的微通道单元的至少一侧的锥形。

5. 权利要求 4 的微通道单元组件，其中：

可拆卸的微通道单元包括呈锥形的两个相对侧；和

平台段包括呈锥形的两个相对侧，以对应于可拆卸的微通道单元的两个相对侧的锥形。

6. 权利要求 5 的微通道单元组件，其中将定位器栓接到加压容器和可拆卸的微通道单元中的至少一个上。

7. 权利要求 6 的微通道单元组件，其中：

呈锥形的可拆卸的微通道单元的两个相对侧向外呈锥形，以提供至少部分 V 形断面；

呈锥形的平台段的两个相对侧向外呈锥形，以提供至少部分 V 形断面；和

可拆卸的微通道单元的 V 形断面位于平台段的 V 形断面上并受其支撑。

8. 权利要求 7 的微通道单元组件，其中：

在定位器和平台段之间夹有第一垫片组件，以提供第一流体密封；

在定位器和可拆卸的微通道单元之间夹有第二垫片组件，以提供第二流体密封，其中第一和第二垫片组件中的至少一个在操作上密封加压容器和可拆卸的微通道单元之间的间隙；和

在可拆卸的微通道单元和平台段之间夹有第三垫片组件，以提供入口孔和出口孔之间的密封流体界面。

9. 权利要求 6 的微通道单元组件，其中：

呈锥形的可拆卸的微通道单元的两个相对侧向外呈锥形，以提供至少部分反向的 V 形断面；

呈锥形的平台段的两个相对侧向外呈锥形，以提供至少部分反向的 V 形断面；和

可拆卸的微通道单元的反向V形断面适合对着平台段的反向V形断面设置。

10. 权利要求9的微通道单元组件，其中：

在定位器和平台段之间夹有第一垫片组件，以提供第一流体密封；

在定位器和可拆卸的微通道单元之间夹有第二垫片组件，其中第一和第二垫片组件中的至少一个在操作上密封加压容器和可拆卸的微通道单元之间的间隙；和

在可拆卸的微通道单元和平台段之间夹有第三垫片组件，以提供入口孔和出口孔之间的密封流体界面。

11. 一种微通道系统，其包括：

多个组件式微通道单元操作，其中每一组件式微通道单元操作包括多个分配微通道、与多个分配微通道流体连通的至少一个入口孔和至少一个出口孔以及与所述多个分配微通道热连通和与冷却剂孔流体连通的冷却剂通道；

适合携带和引导入口物流朝向多个组件式微通道单元操作中的至少一个的至少一个入口管道；

适合携带出口物流离开多个组件式微通道单元操作中的至少一个的至少一个出口管道；

与所述冷却剂通道流体连通的冷却剂管道；

支撑结构，所述支撑结构包括至少一个平台，该平台具有：

与至少一个入口管道流体连通的至少一个入口物流开口，该入口物流开口适合邻接至少一个组件式微通道单元操作的入口孔，以在多个分配微通道与入口管道之间提供流体连通，

与至少一个出口管道流体连通的至少一个出口物流开口，该出口物流开口适合邻接至少一个组件式微通道单元操作的出口孔，以在多个分配微通道与出口管道之间提供流体连通；

与冷却剂管道流体连通的至少一个冷却剂物流开口，该冷却剂物流开口适合邻接至少一个组件式微通道单元操作的冷却剂孔，以在冷却剂通道和冷却剂管道之间提供流体连通；

适合包含流体的容器，所述流体暴露于多个组件式微通道单元操作中的至少一个的一部分；

其中多个组件式微通道单元操作中的至少一个可拆卸地安装到支撑结构和容器中的至少一个上；和

其中多个分配微通道中的至少一个含有费-托催化剂；和

其中冷却剂通道的出口与所述容器的内部流体连通。

12. 权利要求 11 的微通道系统，其中至少一个可拆卸地安装到支撑结构上的组件式微通道单元操作不需要破坏组件式微通道单元操作和支撑结构中的至少一个，就可实现与支撑结构分离。

13. 权利要求 11 的微通道系统，其中至少一个可拆卸地安装到容器上的组件式微通道单元操作不需要破坏组件式微通道单元操作和容器中的至少一个，就可实现与容器分离。

14. 权利要求 11 的微通道系统，其中支撑结构、至少一个入口管道、冷却剂管道和至少一个出口管道被安装到容器上。

15. 权利要求 11 的微通道系统，其中：

多个组件式微通道单元操作中的至少一个包括微通道反应器；和
多个分配微通道的至少部分含有催化内衬、催化粒料和催化插件。

16. 权利要求 11 的微通道系统，其中：

支撑结构安装到容器上；和

容器包括接收平台的开口，所述开口包括适合被多个组件式微通道单元操作中的每一个占据的开口。

17. 权利要求 11 的微通道系统，其中：

与第一入口管道流体连通的第一歧管在多个组件式微通道单元操作之间分配第一入口物流；

与第二入口管道流体连通的第二歧管在多个组件式微通道单元操作之间分配第二入口物流；

与第三入口管道流体连通的第三歧管在多个组件式微通道单元操作之间分配第三入口物流；

与第一出口管道流体连通的第四歧管在多个组件式微通道单元操

作之间收集出口物流。

18. 权利要求 11 的微通道系统，其中：

垫片材料置于多个组件式微通道单元操作的至少一个内并在至少一个入口孔和至少一个入口物流开口之间提供密封的流体连通；

垫片材料在至少一个出口孔和至少一个出口物流开口之间提供密封的流体连通；

使平台成一定角度，以便与多个组件式微通道单元操作的至少一个的相应角度相匹配，其中相应的角度不是完全垂直。

19. 权利要求 11 的微通道系统，其中：

多个组件式微通道单元操作的至少一个包括一系列连续的金属板，其在操作上形成微通道的迷宫；和

一系列连续的板提供两个相对和呈锥形的表面，其中所述表面适合邻接平台的两个相应的锥形表面，其中连续的板的表面平行于平台的锥形表面。

20. 权利要求 11 的微通道系统，其中多个组件式微通道单元操作的至少一个显示出截锥体部分，其适合在平台的相应表面之间取向，以在平台的相应表面之间楔入多个组件式微通道单元操作的至少一个。

21. 权利要求 20 的微通道系统，还包括用于安装多个组件式微通道单元操作的至少一个到平台和容器中的至少一个的可拆卸定位器，其中该定位器环绕部分截锥体部分的锥体设置。

22. 权利要求 21 的微通道系统，其中：

锥体是多侧面的；和

定位器用可拆卸的扣件安装到平台上。

23. 权利要求 22 的微通道系统，其中：

锥体通常为平行四边形；

定位器栓接到平台上；和

垫片材料插入定位器与平台和容器中至少一个之间，其中垫片材料在操作上密封可拆卸的微通道单元与平台和容器中至少一个之间的间隙。

24. 一种安装微通道单元的方法，该方法包括：

在压力容器内安置至少一部分微通道单元，其中包括：

使微通道单元的至少一个入口管道与第一个已有结构的至少一个原料物流管道成直线，和

使微通道单元的至少一个出口管道与第二个已有结构的至少一个产品物流管道成直线；

使用可拆卸的扣件至少部分在压力容器内在所安置的位置内紧固微通道单元。

25. 一种微通道单元组件，其包括：

第一微通道单元操作，其中包括：

与第一入口孔和第一出口孔流体连通的第一组微通道，和
与第二入口孔和第二出口孔流体连通的第二组微通道；

第二微通道单元操作，其中包括：

与第三入口孔和第三出口孔流体连通的第三组微通道，和
与第四入口孔和第四出口孔流体连通的第四组微通道；

与第一组微通道和第三组微通道流体连通且适合引导第一入口物流到第一组微通道和第三组微通道的第一入口管道；

与第一组微通道和第三组微通道流体连通且适合引导第一出口物流离开第一组微通道和第三组微通道的第一出口管道；

与第二组微通道和第四组微通道流体连通且适合引导第二入口物流到第二组微通道和第四组微通道的第二入口管道；

在其内包含至少部分第一微通道单元操作和第二微通道单元操作的加压容器，其中该加压容器适合包含在微通道单元操作外部至少部分上产生正表压的加压流体；

其中第二出口孔和第三出口孔与加压容器的内部流体连通；和
其中第一组微通道和第三组微通道含有费-托催化剂。

26. 权利要求 25 的微通道单元组件，其中：

第一微通道单元操作和第三微通道单元操作各自包括进行费-托合成的微通道反应器；

第一入口物流包括一氧化碳和氢气;

第一出口物流包括烃;

第二入口物流包括液态水; 和

加压容器的内部包括液态水和水蒸气。

27. 权利要求 26 的微通道单元组件, 其中:

加压容器包括液态水的出口;

加压容器包括水蒸气的出口; 和

进入第二组微通道和第四组微通道的至少部分液态水以水蒸气形式流出第二组微通道和第四组微通道。

28. 权利要求 25 的微通道单元组件, 还包括适合引导升温流体到第一组微通道和第三组微通道内的升温流体管道。

29. 权利要求 28 的微通道单元组件, 其中:

升温流体流出第一组微通道和第三组微通道并进入第一出口管道;

升温流体管道形成第一出口管道的夹套; 和

升温流体在流经第一组微通道和第三组微通道之前, 传递热能到第一出口物流上。

30. 一种进行费-托合成的方法, 该方法包括:

至少部分在加压容器内包含微通道单元操作, 其中微通道单元操作包括与第一入口管道、第二入口管道和第一出口管道流体连通的第一组微通道, 其中微通道单元操作包括与第一组微通道热连通的第二组微通道;

在催化剂存在下, 使一氧化碳和氢气在第一组微通道内反应产生烃;

通过在第一组微通道内催化剂下游的第二入口管道引入升温流体;

和

在第二组微通道内生成蒸汽, 其中将蒸汽排放到加压容器的内部。

微通道压缩反应器系统

相关申请的交叉参考

[0001]本申请要求2004年2月6日提交的题为“微通道压缩反应器”的美国专利申请序列号No.10/774298的权益，其公开内容在此引入作为参考。

技术领域

[0002]本申请公开内容涉及单元操作，其中至少部分单元操作处于压缩中；更具体地，涉及单元操作，其中至少部分单元操作包含在压力容器内并保持压缩状态。

背景技术

[0003]现有技术的公开内容，例如美国专利No.5167930公开了密封反应器的密封室，其中在密封室内的压力等于反应器的压力。通过提供适应这种变化的可膨胀反应器和可膨胀的密封室来维持在反应器和室之间的压力相等。

[0004]其它现有技术的公开内容，例如美国专利No.3515520公开了一种反应器，其具有适合接收催化剂和/或在其内的腐蚀性反应物的内部耐腐蚀套筒。通过非腐蚀性反应物的较高压力流动对套筒形成夹套，以抑制套筒内的渗漏处泄漏腐蚀性反应物和/或催化剂并与外部反应器壁接触。非腐蚀性反应物通过开口进入套筒，并通过与催化剂/腐蚀性反应物流体连通的另一开口流出，之后通过正常的反应工艺消耗。

[0005]另外的现有技术的公开内容，例如美国专利No.2462517公开了一种多壁反应器，其中内部第一壁确定反应室，第二壁确定由加压大气占据的空腔，第三壁确定由冷却流体占据的空腔。使用加压大气调节外部反应器的容器压力，同时使用冷却流体调节在加压容器和反应器内部的热能。

发明内容

[0006]本公开内容涉及单元操作，其中至少部分单元操作处于压缩中；更具体地，涉及单元操作，其中至少部分单元操作包含在压力容器内并通过压缩介质保持压缩状态，所述压缩介质可以包括但不限于惰性介质和化学反应物。介质的压缩性质确保：在单元操作内的泄漏导致介质进入单元操作并抑制任何材料流出该单元操作。单元操作可包括一个或多个化学反应器、混合器、化学分离单元和换热器。化学分离单元可进行蒸馏、提取、吸收和吸附，但不限于此。进一步详细的实施方案使得可获得通常与单元操作等温的惰性介质，以便同时维持单元操作的压缩并提供充足的惰性介质源以供在反应器停车工序过程中吹扫单元操作的化学反应器。

[0007]本公开内容还涉及化学反应器，所述化学反应器利用微通道技术，至少部分反应在该微通道内发生。更具体地，本公开内容利用化学反应器，所述化学反应器包括由在其外部的压缩、可能惰性的介质维持压缩的多个微通道。甚至更具体地，惰性介质可提供微通道的加热或冷却，和当应用时，若牺牲反应器的完整性和/或在停车工序过程中吹扫反应器，则抑制反应物和/或产物流出化学反应器的断流介质。

[0008]本发明公开了至少部分包含在加压容器内的微通道基化学处理单元操作。当在工艺单元外部产生的压力接近于通过在微通道内进行的工艺在工艺单元内部产生的压力时，该容器的加压性质起到在微通道的工艺单元上平衡压力的作用。

[0009]另外，本发明包括从加压容器上可拆卸的微通道处理单元。此处公开的例举实施方案提供加压容器，所述加压容器具有适合携带材料出入微通道结构单元的管道。按照该方式，与容器相连的平台(docking)结构使处理单元能拆卸、更换和/或重新安装且不要求全部或部分破坏加压容器、管道或微通道处理单元。例如在其中一个或多个微通道处理单元包括在微通道内保留催化剂的微通道反应器的情况下，可在远离容器的位置处发生催化剂的整修且没有利用容器的管道

或要求构造附加的管道以提供通过容器到达反应器的通路。总之，从压力容器中拆卸和/或重新安装微通道处理单元的能力简化了在加压环境内例如通过容器提供的加压环境内操作单元之前改进、测试和更换单元的工艺。

[0010]本发明还包括在至少部分容纳于加压容器内的固定或可拆卸的微通道处理单元内进行费-托合成的例举实施方案。费-托合成使一氧化碳和氢气在催化剂存在下反应，生成较高分子量的烃。这些较高分子量的烃提供部分固化的可能性，若物流中的固体含量太大，则这种部分固化可堵塞微通道处理单元的微通道。为了降低堵塞可能性，例举实施方案注入升温流体到微通道处理单元的下游部分，以提高携带费-托合成产品的产品物流的温度，维持流体在微通道内流动。在升温流体进入微通道处理单元之前，在携带升温流体的管道和携带费-托合成产品的管道之间建立逆流换热器，以便产品管道的更远的下游部分接触较高升温的流体，以确保流体流动。例举实施方案还利用放热费-托合成，以便在化学设施内提供该工艺或其它工艺用蒸汽。

[0011]根据下述公开内容，本发明的这些和其它方面将更明显。尽管部分解释了权利要求，以提供本发明的概述，但应理解本发明的概述不限制或受限于权利要求或此处包含的作为利用本发明基础的清楚的例举实施方案。

附图说明

[0012]图 1 是本发明第一个例举实施方案的示意图；

[0013]图 2 是本发明第二个例举实施方案的示意图；

[0014]图 3 是本发明第三个例举实施方案的示意图；

[0015]图 4 是按本发明进行的第一个例举反应工艺的示意图；

[0016]图 5 是按本发明进行的第一个可供替代的例举反应工艺的示意图；

[0017]图 6 是本发明第一个例举加压容器的右侧视图；

[0018]图 7 是本发明第一个例举的加压容器的顶视图；

[0019]图 8 是本发明第一个例举的加压容器的端视图；

[0020]图 9 是本发明第一个例举的加压容器的截面视图;

[0021]图 10 是流体流经本发明的微通道组件的例举区段的示意图;

[0022]图 11 是流体流经本发明的微通道组件的例举重复单元的示意图;

[0023]图 12 是本发明第二个例举的加压容器的放大透视图;

[0024]图 13 是本发明第二个例举的加压容器的顶视图;

[0025]图 14 是本发明第二个例举的加压容器的右侧视图;

[0026]图 15 是本发明第二个例举的加压容器的右侧剖视图;

[0027]图 16 是本发明第二个例举的实施方案的截面视图;

[0028]图 17 是本发明第一个例举的实施方案的放大透视图;

[0029]图 18 是第一个例举实施方案的放大透视图和微通道处理单元、法兰和垫片的分解图;

[0030]图 19 是第一个例举实施方案的截面视图;

[0031]图 20 是用于装配第一个例举实施方案的第一个例举结构的放大透视图;

[0032]图 21 是用于装配第一个例举实施方案的第二个例举结构的放大透视图;

[0033]图 22 是用于装配第一个例举实施方案的第三个例举结构的放大透视图;

[0034]图 23 是用于装配第一个例举实施方案的第四个例举结构的放大透视图;

[0035]图 24 是用于装配第一个例举实施方案的第五个例举结构的放大透视图;

[0036]图 25 是用于装配第一个例举实施方案的第六个例举结构的放大透视图;

[0037]图 26 是用于装配第一个例举实施方案的第七个例举结构的放大透视图;

[0038]图 27 是用于装配第一个例举实施方案的第八个例举结构

的放大透视图；

[0039]图 28 是没有安装微通道处理单元的第一个例举实施方案的放大透视图；

[0040]图 29 是第一个可供替代的例举实施方案的放大截面视图；

[0041]图 30 是第二个例举实施方案的放大透视图；

[0042]图 31 是图 30 的第二个例举实施方案的右侧视图；

[0043]图 32 是图 30 的第二个例举实施方案的主视图；

[0044]图 33 是图 30 的第二个例举实施方案的右侧截面视图；

[0045]图 34 是图 30 的第二个例举实施方案的截面主视图；

[0046]图 35 是在拆除压力容器外壳的情况下，图 30 的第二个例举实施方案正面的放大透视图；

[0047]图 36 是在拆除压力容器外壳的情况下，图 30 的第二个例举实施方案背面的放大透视图。

具体实施方式

[0048]以下以进行所需工艺的步骤、工序和装置阐述和描述本发明的例举实施方案。根据该例举的步骤、工序和装置，利用描述本发明元件所使用的不同取向、位置和参考术语。但为了清楚和精确起见，只利用单一的取向或位置标准；因此，应理解只是使用描述本发明的例举实施方案所使用的位置和取向标准来相对于彼此描述各元件。因此，本领域技术人员预见到的各种变化应当同时落在本发明公开的范围之内。

[0049]参考附图和特别是参考图 1，第一个例举的系统 8 包括与任选的压缩机/泵 12 选择性流体连通的压缩介质供应/源 10。包含在供应/源 10 内的压缩介质可以是气体或液体形式，且可同样包括本领域技术人员已知的情性流体。气体形式的压缩介质被进料到压缩机 12 内，之后通过过滤单元 14 过滤介质，除去与之相关的杂质或粒状物质。本领域技术人员熟知可获得的以过滤单元 14 为代表的很多过滤操作。压缩介质可存放在与加压容器 18 选择性流体连通的贮罐 16 内，以便向其内提供过滤和加压的压缩介质。

[0050] 加压容器 18 含有在其内的第一压单元操作 22, 所述第一压单元操作 22 通过占据在第一单元操作 22 外部的加压容器 18 的内部区域的压缩介质保持压缩状态。加压容器 18 和第一单元操作 22 包括与之操作偶联的传感器 20、24, 以检测在加压容器 18 和第一单元操作 22 内的压力。第一单元操作 22 可包括但不限于化学反应器、混合器、化学分离单元和换热器。化学分离单元可进行蒸馏、提取、吸收和吸附, 但不限于此。因此, 应理解单元操作可进行一种或多种操作。

[0051] 第一单元操作 22 适合与材料源 28 流体连通并接收来自其中的材料, 而输出管道从第一单元操作 22 处带走处理后的材料并适合与处理后材料贮存处 30 流体连通。在例举的结构中, 第一单元操作 22 可包括一个或多个微通道, 例如标题为“Active microchannel fluid processing unit and method of making”的美国专利 No. 6192596 和标题为“Process for cooling a product in a heat exchanger employing microchannels for the flow of refrigerant and product”的美国专利 No. 6622519 中所讨论的, 各文献在此引入作为参考, 但不限于此。这种微通道可包括催化剂, 例如内壁内衬形式、包装的颗粒形式和适合布置在微通道内的内衬或包装的插件形式, 但不限于此。第一单元操作 22 的出口物流可与除了或替代处理材料储存处以外的一个或多个附加的单元操作流体连通和/或热连通。这种附加的单元操作适合处理含处理后材料物流的一种或更多种成分, 且这种附加的单元操作可包括但不限于分离其中的一种或更多种组分的蒸馏单元。

[0052] 第二单元操作 26 可以与第一单元操作 22 流体连通, 便于在其间热交换。例如在其中第一单元操作 22 包括进行吸热反应的化学反应器的例举情况下, 第二单元操作 26 可包括换热器, 以利于提供至少部分热能, 所述热能是引发和/或维持在第一单元操作 22 的化学反应器内的反应所要求的。该例举的第二单元操作 26 适合携带饱和蒸汽与第一单元操作 22 的化学反应器热连通并从中带走冷凝水或较低温度的蒸汽。可通过对流、传导和辐射中的至少一种促进单元操作之间

热传递的各种系统和装置是本领域技术人员公知的。

[0053]同样在本发明的范围和精神内的是,第二单元操作 26 包括除了或替代换热器以外的化学反应器。第二单元操作 26 中的例举的化学反应器可进行放热反应,例如燃烧反应,从而提供可获得传递到与之热连通的第一单元操作 22 的热源。同样,第二单元操作 26 可包括高热能流体流过其中的换热器,其中工艺参数可要求降低通过在该流体与第一单元操作 22 之间的热连通可实现的在其内的热能量。在该热传递可能有利的情况下,第一单元操作 22 可进行的例举的工艺包括但不限于蒸馏和吸热反应。

[0054]同样在本发明的范围和精神内的是,第二单元操作 26 提供与第一单元操作 22 热连通的热能散热器(sink)。第一单元操作 22 例如可包括进行放热反应如燃烧反应的化学反应器。同样,第一单元操作 22 可包括高热能流体流过其中的换热器,其中工艺参数可要求降低通过在该流体与第二单元操作 26 之间的热连通可实现的在其内的热能量。在该例举的情况下,第二单元操作 26 可包括进行吸热反应的化学反应器、换热器和/或适合促进从第一单元操作 22 热传递的另一处理单元。本领域技术人员熟知落在这种例举情况内的很多这种工艺。

[0055]加压容器 18 可包括放空阀 32 以排放包含在其内的部分压缩介质。其中可打开放空阀 32 的例举情况包括压缩介质的过度热膨胀以及第一单元操作 22 和/或第二单元操作 26 的停车。

[0056]加压容器 18 可进一步包括与之串联的吹扫物流和阀门 34,以提供在加压容器 18 内的压缩介质和第一单元操作 22 之间的选择性流体连通。在例举的结构中,第一单元操作 22 可包括结合微通道和催化剂的化学反应器。在该结构中,可有利的是,在化学反应器的停车工序过程中,提供通常等温的压缩介质物流(任选惰性介质物流),以便避免对第一单元操作 22 的热冲击,维持在其内的任何微通道的完整性,并最小化或者几乎消除在其内的任何催化剂的热结垢。通常等温的压缩介质的例举源可包括在加压容器 18 内的压缩介质。正因为如此,可从加压容器 18 中引出压缩介质流经吹扫物流和相关的阀门 34

进入供应物流内，之后进入第一单元操作 22 的化学反应器内，以稀释反应物并降低在其内发生反应的次数和/或频率。替代或除此之外，吹扫物流中的压缩介质可直接流入在其内不再携带大量反应物的供应物流内，以实现完全吹扫。同样，第一单元操作 22 中的化学反应器可在加压容器 18 内包括入口，在此，在不利用供应物流的情况下，压缩介质可直接和选择性进入其内。在其中除了第一单元操作 22 的化学反应器以外的处理单元包括在其内或者替代它的情况下，上述例举的吹扫工艺也是可用的。

[0057] 控制器 36 可与第一传感器 20、第二传感器 24、放空阀 32 和吹扫物流的阀门 34 操作偶联。第一传感器 20 和第二传感器 24 同时检测在加压容器 18 和第一单元操作 22 内各自的压力，并将该压力数据传输到控制器 36。在例举的情况下，可能有利的是维持加压容器 18 内较高的压力和在第一单元操作 22 内相对较低的压力；即其中第一单元操作 22 处于压缩的情况。一旦接收到来自第一传感器 20 和第二传感器 24 的数据，则可通过控制器 36 采取许多动作，以控制这种压力，这对于相关领域的普通技术人员来说是明显的。

[0058] 同样在本发明的范围内的是提供只是除了以上讨论的第一和第二单元操作以外的更多单元操作。同样在本发明范围内的是在加压容器内提供一个以上单元操作，和/或在可与之热连通的加压容器外部提供一个以上单元操作。上述讨论同样可应用于具有两个以上单元操作的可供替代的实施方案上，其中一个以上单元操作位于加压容器内部或者其外部。在充分理解前述内容之后，这种可供替代的实施方案对本领域技术人员来说是明显的。

[0059] 在本发明的例举的单元操作的开车工序中，第一单元操作 22 可包括与材料源 28 流体连通的化学反应器。来自于材料源 28 的供应物流可以按浓度和/或体积流量攀升，从而导致越来越多的材料分子流经其中。假设第一单元操作 22 的化学反应器进行其中以摩尔比为基准的反应，分子的净增加来自于反应物(材料)转化成产品(处理后材料)，则当更多的反应物转化成产品时，第一单元操作 22 的化学反应

器内的压力可增加,且还可能随着与入口物流有关的压力和温度的增加而增加。第二传感器 24 传输压力数据到控制器 36,反映在化学反应器内压力的任何这种变化。若来自第一传感器 20 和第二传感器 24 的比较压力数据表明在加压容器 18 内的压力不足以维持第一单元操作 22 在预定的公差内处于压缩状态,则控制器 36 可引导阀门(未示出)在贮罐 16 和加压容器 18 之间打开。在相当地较高的压力下保持在贮罐 16 内的压缩介质涌入加压容器 18 内,所得压力增加将是通过第一传感器 20 产生并输送到控制器 36 的压力数据的指示。在加压容器 18 内的压力处于与开车工艺有关的参数的预定公差以内之后,控制器 36 将指挥在加压容器 18 和贮罐 16 之间的阀门封闭。若通过控制器 36 检测到压力不足,则该循环可继续一直达到并包括稳态操作。

[0060]在本发明的例举的单元操作的停车工序中,第一单元操作 22 可包括与材料源 28 流体连通的化学反应器。可限制来自材料源 28 的供应物流,以限制到达第一单元操作 22 的材料分子数。假设反应的转化速度保持相对不变,该限制可导致生成越来越少的处理后材料分子。假设第一单元操作 22 的化学反应器进行化学反应,其中当反应物(材料)转化成产品(处理后材料)时,所述化学反应基于摩尔基准导致分子的净增加,则化学反应器内的压力可下降。同样,可降低供应物流的压力和/或温度,以降低在第一单元操作 22 的化学反应器内的压力。第二传感器 24 传输压力数据到控制器 36,反映在第一单元操作 22 的化学反应器内压力的任何变化。若来自第一传感器 20 和第二传感器 24 的比较压力数据表明在加压容器 18 内的压力高于预定公差,则控制器 36 可引导放空阀 32 打开,以排放在加压容器 18 内的至少部分压缩介质,于是降低其内压力。压缩介质流出压力较高的加压容器 18,直到控制器 36 收到来自第一传感器 20 的数据,所述数据表明在加压容器 18 内的压力在停车的预定公差以内并导致通过控制器 36 引导放空阀 32 封闭。替代地,在其中大气压大于加压容器 18 内的压力的情况下,可提供与之流体连通的压缩机或泵(未示出),以降低在加压容器 18 内的内部压力。

[0061]在以上讨论的例举的停车工序中,也可能有利的是同时用包含在加压容器 18 内的压缩介质吹扫第一单元操作 22 的化学反应器。在加压容器 18 内的压缩介质可提供压缩介质源,所述压缩介质源可以与第一单元操作 22 的化学反应器和与其相关的内容物相对等温。当在例举的停车工序过程中通过控制器 36 引导吹扫阀 34 打开时,压缩介质(任选惰性介质)离开较高压力的加压容器 18 并进入反应物物流内,之后进入第一单元操作 22 的化学反应器内。如上所述,第一单元操作 22 可包括直接的入口体系(未示出),以供在不使用携带反应物物流的供应管道的情况下,使压缩介质从加压容器 18 直接流入到第一单元操作 22 内。打算用压缩介质吹扫第一单元操作 22 的化学反应器,以降低在其内发生的反应数量,和在放热反应循环中,同时起到降低化学反应器温度的作用,条件是进入反应器的反应物和/或吹扫气体不是处于升温下。当压缩介质离开加压容器 18 时,第一传感器 20 检测内部压力的下降,并将该数据传输到控制器 36。控制器 36 可通过打开在贮罐 16 和加压容器 18 之间的阀门响应该数据,以允许更多的压缩介质流入到加压容器内,条件是在加压容器 18 和反应器 22 之间的压差在预定公差以外。从贮罐 16 流入到加压容器 18 内的压缩介质可以高于、等于或低于第一单元操作 22 的化学反应器以及加压容器 18 的任何其它内容物的温度。

[0062]本领域技术人员容易意识到,本发明不要求第一单元操作 22 单向耐受在其内显示出的高内压。压缩介质(其可任选包括惰性介质)的压力提供作用在第一单元操作 22 上的压缩力,于是对在其内形成的任何内压提供反作用力。总之,第一单元操作 22 的组件可由具有对加压容器 18 来说不可能的尺寸的材料制造且抵消作用在第一单元操作 22 上的外部压力。

[0063]参考图 2,本发明第二个例举的体系 8'包括在加压容器 18' 内的第一单元操作 22'和第二单元操作 26'。如上所述,第一单元操作 22'和第二单元操作 26'可包括但不限于化学反应器、混合器、化学分离单元和换热器。同样,第一单元操作 22'和第二单元操作 26'可包括

微通道，且适合通过在加压容器 18' 内的压缩介质维持压缩状态。可在第一例举体系 8 的第一单元操作 22 内进行的例举工艺的讨论同样可应用于第二个例举的体系 8' 中的第一单元操作 22' 和第二单元操作 26'。另外，第二单元操作 26' 可包括传感器 38，用于检测在第二单元操作 26' 内的压力并输送该信息到与之操作偶联的控制器 36'。

[0064] 参考图 3，本发明第三个例举的体系 8'' 包括与输送已压缩的介质到过滤单元 14'' 的压缩机 12'' 流体连通的压缩介质供应/源 10''。在过滤之后，压缩介质可存放在与具有第一传感器 20'' 的加压容器 18'' 流体连通的贮罐 16'' 内，所述第一传感器监控加压容器内压力。加压容器 18'' 含有第一单元操作 22''，所述第一单元操作 22'' 具有监控其内压力的传感器 24''。供应物流将材料从材料源 28'' 引导到第一单元操作 22'' 内，和输出物流携带来自第一单元操作 22'' 的处理后材料并到达处理后材料贮存处 30''。加压容器 18'' 也可含有带传感器 38'' 的第二单元操作 26''，所述第二单元操作 26'' 可与第一单元操作 22'' 偶联和/或热连通。加压容器 18'' 也可包括放空阀 32''，以从中选择性排放压缩介质。

[0065] 第一单元操作 22'' 和第二单元操作 26'' 可在其内包括一个或多个微通道。如上所述，这种微通道可包括与一些或所有供应物流流体连通的催化剂，在其中第一单元操作 22'' 和/或第二单元操作 26'' 包括化学反应器的例举结构中，例如为占据至少部分微通道内壁的催化内衬形式。

[0066] 如同前面相对于第一和第二例举实施方案 8、8' 中所述的一样，第一单元操作 22'' 和第二单元操作 26'' 可包括但不限于化学反应器、混合器、化学分离单元和换热器。化学分离单元可包括但不限于蒸馏、提取、吸收和吸附。诸如在第一个例举实施方案 8 中更详细地讨论的，第一单元操作 22'' 可包括与第二单元操作 26'' 的化学反应器热连通的化学反应器。前面所述的例举的停车、稳态和开车工艺可应用于第三例举实施方案 8''，因为加压容器 18'' 可包括阀门（未示出），以提供在其内包含的压缩介质和第一单元操作 22'' 和/或第二单元操作 26'' 之间的选择性流体连通，以实现以上讨论的例举的目的如吹扫和对

本领域普通技术人员来说明显的其它目的。近等温吹扫流体例如在加压容器 18'' 内的压缩介质可避免潜在的设备损坏，所述潜在的设备损坏是由于与吹扫流体和第一单元操作 22'' 和/或第二单元操作 26'' 之间的大温差有关的热诱导的应力导致的。

[0067] 第三例举实施方案 8'' 还包括与之串联排列的具有循环阀 39 的循环物流，以提供加压容器 18'' 和至少一个辅助换热器 40 以及压缩介质源 10'' 之间的选择性流体连通。可利用辅助换热器 40，以改变与经其循环的压缩介质有关的热能，之后引导到压缩介质供应/源 10'' 中。

[0068] 同样在本发明的范围和精神内的是，同时通过压缩介质提供来自或至第一单元操作 22'' 和/或第二单元操作 26'' 的热传递。在该例举的工序中，据认为在加压容器 18'' 和在体系内的压缩介质在不要求第二单元操作 26'' 承担热负载的情况下，本身足以处理第一单元操作 22'' 的热负载，反之亦然。同样在本发明精神内的是，在不需要循环物流和体系内的压缩介质承担可供替代的单元操作 26''、22'' 的显著负荷的热负载的情况下，一个单元操作 22''、26'' 能承担全部热负载。在其中第一单元操作 22'' 要求向其中添加热能或者从中带走热能的例举的工序中，可希望第二单元操作 26'' 能接纳全部热负载，并同样提供压缩介质和与之有关的体系能接纳全部热负载，以便压缩介质和体系或单元操作 26'' 完全故障时允许另一个充分接纳与第一单元操作 22'' 相关的热能负担，反之亦然。

[0069] 参考图 4，可使用第一、第二或第三例举实施方案 8、8'、8'' 及其明显变体中所述的组件进行第一例举的反应工艺 100。但为了简单的目的，并未示出和/或讨论与第一、第二或第三例举实施方案 8、8'、8'' 中的例举组件相类似的所有组件。加压容器 18''' 含有压缩介质，所述压缩介质压缩与第二单元操作 26''' 相邻的第一单元操作 22'''。第一单元操作 22''' 包括进行放热反应工艺如燃烧反应工艺(但不限于此)的第一化学反应器。本领域技术人员熟知该工艺和可在其下进行该工艺的条件。第二单元操作 26''' 包括与第一化学反应器热连通的在其内

进行吸热反应例如蒸汽重整（但不限于此）的第二化学反应器。

[0070]第一化学反应器包括与来自燃料源 102 的燃料和来自氧源 104 的氧气流体连通的微通道。第一化学反应器的微通道可包括催化剂，催化剂促进燃料与氧气之间的燃烧反应，导致至少一种产品并产生热能。在燃烧之后，废物/产品从第一化学反应器中流出并可释放到开放的大气中和/或收集在废物/产品贮存处 106。

[0071]第二化学反应器包括与来自蒸汽进料 108 的蒸汽和来自烃源 110 的烃流体连通的微通道（参见美国专利 No. 6680044，其在此引入作为参考）。第二化学反应器的微通道可包括催化剂，催化剂促进蒸汽和烃之间的吸热重整反应并导致至少一种产品。在反应之后，产品从第二化学反应器中流出并被引导到产品贮存处 112。据认为产品贮存处 112 可提供一种或多种下游单元操作的进料源。

[0072]氧气、燃料、蒸汽和烃可相对于废物/产品以交叉流、逆流或顺流的方向输送，以促进在其间的热传递。通过微通道提供的提高的传热能力允许燃烧反应生成的热能有效传递至流经其中的氧气、燃料、蒸汽和烃。

[0073]在加压容器 18''' 内的压缩介质可包括高压水，所述高压水通过在第一化学反应器内的燃烧反应生成的热能加热。一部分高压水可从加压容器 18''' 中引出并通过循环管道 114 引导，在其内被闪蒸进入蒸汽罐 116。蒸汽罐 116 内部的压力显著低于加压容器 18''' 和循环管道 114 内的压力，使一部分高温高压水相变并生成饱和蒸汽。底部产品液态水被进料到压缩机/泵 118 并循环回到加压容器 18'''，以吸收来自第一化学反应器的热能。顶部产品或蒸汽被进料到蒸汽进料 108 中，所述蒸汽进料 108 提供蒸汽作为在第二化学反应器内进行的蒸汽重整反应的反应物。本领域技术人员熟知同样可利用通过第一例举的反应工艺 100 生成的蒸汽的各种工艺。

[0074]参考图 5，可使用在第一反应工艺 100 中所述的一些组件及其明显变体，进行可供替代的第一例举反应工艺 100''''。反应工艺 100'''' 包括在第一单元操作 22'''' 内的放热反应和在第二单元操作 26''''

内的吸热反应。可供替代的第一例举反应工艺 100'''' 包括与压缩机/泵 118'''' 流体连通的水源 117, 以提供加压水源到加压容器 118'''' 中。本领域技术人员应理解, 水源在前面讨论的第一例举反应工艺 100 中是隐含的。通过由 22'''' 生成的过量热量, 由包含在 118'''' 内的水生成蒸汽。与加压容器 118'''' 流体连通的蒸汽罐/分离器 119 含有水和蒸汽二者, 并提供给蒸汽进料 108'''' 和第二单元操作 26'''' 蒸汽源。蒸汽和水在罐 199 内分离, 之后蒸汽被引导到蒸汽进料 108'''' 中。

[0075] 此处所讨论的反应物和产品可包括流体, 例如可含有固体的气体、液体及其混合物, 但不限于此。尽管上述讨论涉及物流、管道和通道, 但应理解该工艺路径可由多个物流、管道和通道组成。例如可与本发明一起同时使用数十、数百、数千、数万、数十万或数百万的单独的工艺路径操作。例如工艺物流可由包含必不可少的体积流量的多个单独的微通道组成, 且视需要成倍地提供这种微通道以容纳该流量。

[0076] 参考图 6-9, 第一例举的加压容器单元 120 包括长的圆筒形加压容器 18、18'、18''、18'''、18'''' (统称 18*), 其含有以上讨论的例举实施方案 8、8'、8''、8'''、8'''' 中的第一单元操作 22、22'、22''、22'''、22'''' (统称 22*) 和第二单元操作 26、26'、26''、26'''、26'''' (统称 26*), 其中第一单元操作 22* 和第二单元操作 26* 结合形成完整的组件 122。

[0077] 参考图 10, 组件 122 的例举的区段包括重复单元 124, 所述重复单元 124 可包括一系列相邻的微通道。只是为了说明的目的, 第一单元操作 22* 和第二单元操作 26* 各自包括化学反应器。第一单元操作 22* 可包括适合携带其内处理后材料(产品)的第一微通道 126, 其中处理后材料可以是例如吸热反应的结果。第一单元操作 22* 也可包括适合携带其内材料(反应物)的第二微通道 128, 所述第二微通道 128 在重复单元 124 内与第一微通道 126 相邻地隔开但与之流体连通。第二单元操作 26* 可包括适合携带其内反应物(燃料)的第三微通道 130。第二单元操作 26* 也可包括适合携带其内反应物(空气)且与第三微通

道 130 流体连通的第四微通道 132, 以便在第三微通道 130 的催化部分内选择性混合反应物, 在此进行反应, 将反应物转化成产品。第二单元操作 26* 可进一步包括适合携带产品流的第五微通道 134, 所述第五微通道 134 在重复单元 124 内与第三和第四微通道 130、132 相邻地隔开但与之流体连通。而第一和第二微通道 126、128 适合与第三、第四和第五微通道 130、132、134 隔开但不与之流体连通。

[0078] 参考图 11, 可结合该重复单元 124 与第二重复单元 124, 产生在这个组件 122 内重复的基本单元 136。参考标题为“Process for Cooling a Product in a Heat Exchanger Employing Microchannels for the Flow of Refrigerant and Product”的美国专利 No. 6622515、标题为“Integrated Combustion Reactors and Methods of Conducting Simultaneous Endothermic And Exothermic Reaction”的美国专利申请序列号 No. 10/222196、标题为“Multi-Stream Microchannel Device”的美国专利申请序列号 No. 10/222604、标题为“Process for Conducting an Equilibrium Limited Chemical Reaction in a Single Stage Process Channel”的美国专利申请序列号 No. 10/219956 和标题为“Microchannel Apparatus, Methods of Making Microchannel Apparatus, and Process of Conducting Unit Operations”的美国专利申请序列号 No. 10/306722 关于组件 122 构造的更详细的解释, 和各文献的公开内容在此引入作为参考。

[0079] 参考图 6-9, 加压容器单元 120 包括: 适合接收与材料源 (未示出) 流体连通的供应物流的通道 140, 适合接收与处理后材料贮存处 (未示出) 流体连通的输出物流的通道 142, 和适合接收与压缩介质源 (未示出) 流体连通的压缩介质物流的通道 144。安装两个集管 (header) 146、148 到加压容器单元 120 上并包括适合与第二材料源 (未示出) 如甲烷贮罐和第三材料源 (未示出) 如空气罐流体连通的在其内的开口 150、152。例举的单元 120 包括至少部分位于其内的第五微通道组件 122, 且每一个第一单元操作 22* 与其它 22* 流体连通以排除第二单元操作 26*, 和每一个第二单元操作 26* 与其它 26* 流体连通。

[0080]参考图 8 和 9,组件 122 至少部分包含在加压容器单元 120 内,使第一单元操作 22*和第二单元操作 26*适合处于压缩状态。与集管 146 流体连通的管道 154 可提供供应物流到第二单元操作 26*中,同时与管道 148 流体连通的管道 156 同样可携带供应物流到第二单元操作 26*中。与通道 140 流体连通的内部管道 158(参见图 8)可提供材料如反应物到第一单元操作 22*中,同时与通道 142 流体连通的内部管道 159(参见图 8)可从第一单元操作 22*中带走处理后材料如产品。在于第二单元操作 26*内发生的例举的燃烧反应中,管道 154 可携带烃,和其它管道 156 可携带氧气、空气或其它氧源。来自第二单元操作 26*的废物或产品物流可通过接近组件 122 的暴露部分的端口 160 放空。同样在本发明的范围与精神内的是,通过在端口 160 上设置歧管并将废物/产品引导到随后的处理单元(未示出)中捕集废物/产品。

[0081]加压容器单元 120 也可包括两个或更多个整修管线 162、164 以供在单元操作 22*、26*内催化剂再生。任选地,加压容器单元 120 可包括法兰管 166,其用作包含在其内的单元操作 22*、26*的检查端口。在加压容器单元 120 和包含在其内的单元操作 22*、26*的正常操作下,这些法兰管 166 通常法兰封闭。

[0082]参考图 11-15,第二例举的加压容器单元 200 包括长的圆筒形加压容器 18*,在同样包含于其内并通过开口 201 进入的压缩介质供应的压缩力下,其内包含第一单元操作 22*和第二单元操作 26*。正如相对于第一例举的加压容器单元 120 中所讨论的一样,只是为了说明的目的,第一单元操作 22*和第二单元操作 26*各自可包括微通道化学反应器。

[0083]相对于外部环境,在两个纵轴端 202、204 处密封单元 200,该单元 200 可包括至少部分安装在其内的 5 个微通道组件 122',它们与安装在其外部的集管 206、208、210、212 选择性流体连通。第一集管 206 包括与第一单元操作 22*的反应器流体连通的供应物流入口 214,而第二集管 208 包括同样与第一单元操作 22*流体连通的输出物流出口 216。第三集管 210 包括与第二单元操作 26*的反应器流体连通

的供应物流入口 218,和第四集管 212 包括与第二单元操作 26*流体连通的供应物流入口 220。如上所述,每一组件 122'可包括在其内含微通道的第一单元操作和第二单元操作,因此集管 206、208、210、212 提供与各组件 122 的流体连通。

[0084]在第一单元操作 22*内进行的例举的蒸汽重整反应中,第一集管 206 可携带蒸汽和甲烷(材料),第二集管 208 可携带氢气、二氧化碳和一氧化碳(处理后材料)。在第二单元操作 26*内进行的例举的燃烧反应中,第三集管 208 可携带烃(反应物或燃料),和第四集管 210 可携带空气或其它氧源(反应物)。来自第二单元操作 26*的废物或产品物流可通过靠近组件 122'的暴露部分的端口 230 放空。同样在本发明范围内的是,通过在端口 230 上设置歧管并将废物/产品引导到随后的处理单元(未示出)中捕集废物/产品。

[0085]加压容器单元 200 也可包括两个或更多个整修管线 222、224(在图 12 和 13 中未示出)以供在单元操作 22*、26*的反应器内催化剂再生。任选地,加压容器单元 200 可包括法兰管(未示出),其用作单元操作 22*、26*的检查端口。在加压容器单元 200 的正常操作下,这种法兰管通常法兰封闭。

[0086]本领域技术人员会理解,图 6-9 和 12-16 所示的例举的加压容器单元 120、200 在本质上完全是例举,可进一步构造它们,以包括在上述任何一个例举实施方案中讨论的特征。

[0087]以上相对于一般的放热和吸热反应及燃烧与重整反应作为更具体的实例描述了本发明,但本发明可应用于进行其它反应,例如酰化、加成反应、烷化、脱烷化、加氢脱烷化、还原烷化、胺化、氨氧化芳构化、芳基化、自热重整、羰化、脱羰化、还原羰化、羧化、还原羧化、还原偶联、缩合、裂解、加氢裂解、环化、环低聚化、脱卤化、脱氢、加氧脱氢、二聚化、环氧化、酯化、交换、费-托、卤化、加氢卤化、同系化、水化、脱水、氢化、脱氢、加氢羧化、加氢酰化、氢解、氢金属化、氢化硅烷化、水解、加氢处理(其中包括加氢脱硫化 HDS/HDN)、异构化、甲基化、脱甲基化、复分解、硝化、氧化、部分

氧化、聚合、还原、重整、反向水气变换、Sabatier、磺化、调聚反应、酯交换、三聚化和水气变换，但不限于此。

[0088]对于以上列出的例举反应来说，本领域普通技术人员已知的进行该反应的催化剂和条件同样落在本发明的范围与精神内。例如本发明包括通过胺化催化剂的胺化方法和含有该胺化催化剂的装置。总之，可针对以上列出的每一反应，单独(例如氢解)或分组(例如分别采用加氢卤化、氢金属化和氢化硅烷化催化剂的加氢卤化、氢金属化和氢化硅烷化)描述本发明。

[0089]参考图 17-19，本发明第三例举实施方案包括微通道单元操作系统 1000。微通道单元操作系统 1000 包括圆筒形的加压容器 1200，所述加压容器 1200 确定由圆筒形壁 1400 和两个端盖 1600、1800 划定的内部空腔。通过后端盖 1600 的进入孔和流出孔(未示出)提供到达内部空腔的通路并在操作上供应或除去在容器 1200 内包含的加压流体。在容器 1200 顶部安装平台(dock)2000 并沿着容器 1200 的主要纵向长度延伸。平台 2000 在圆筒形壁 1400 内围成一个矩形开口 2200 并确定在操作上接收 5 个可拆卸微通道处理单元 2600 的 5 个通常矩形的开口 2400。正如以下更详细地讨论的，微通道处理单元 2600 包括锥形的且适合支撑在平台 2000 的相应锥形表面上的至少一侧。之后，矩形法兰 2800 栓接到平台 2000 (和任选单元 2600)上，并在操作上在每一处理单元 2600 和平台 2000 之间夹有垫片组件 3000、3000'。第一垫片组件 3000 在操作上密封由微通道处理单元 2600 占据的平台 2000 内的矩形开口并密封在法兰 2800 和每一处理单元 2600 之间的界面，而第二垫片组件 3000'在操作上密封在处理单元 2600 内的开口和在平台 2000 侧上的开口之间的界面。

[0090]一系列管道 3200、3400、3600、3800 安装在容器 1200 上并适合引导流体物流进入或离开每一微通道处理单元 2600。每一微通道处理单元 2600 包括适合与安装到容器 1200 上的管道流体连通的一系列微通道。三根管道 3200、3400、3600 在操作上携带输入的物流，同时一根管道 3800 携带输出物流。第二输出物流在每一微通道处理单

元 2600 顶部通过在法兰 2800 和垫片组件 3000 内的矩形开口 4000 排放。

[0091] 只是为了说明的目的, 微通道处理单元 2600 包括在操作上进行两个同时反应的微通道反应器 2600。尽管可在微通道反应器 2600 内进行各种反应, 但为了说明目的, 假设微通道反应器 2600 进行燃烧反应和合成气反应(其中甲烷和物流反应主要生成一氧化碳和氢气)。在该例举的燃烧反应中, 流体燃料物流(它可由二氧化碳、氢气、甲烷和二氧化碳组成)被携带通过第一输入管道 3200 并被引导到反应器 2600 内的第一组微通道中。第二输入管道 3400 在操作上携带可由空气组成的富氧流体, 它被引导到反应器 2600 内的第二组微通道中。第二组微通道在操作上引导富氧流体与在第一组微通道的下游部分内流动的燃料物流直接接触。该下游部分包括分配的催化剂, 所述分配的催化剂促进富氧流体和燃料物流之间的燃烧反应, 产生热能与反应产物。催化剂可作为第一组微通道的下游部分壁的内衬, 或者可以以其它方式保留在微通道内。

[0092] 第一组微通道的下游部分与通过第三输入管道 3600 输送到其中的含有反应物物流的第三组微通道紧密接触。反应物物流包括蒸汽和甲烷的加压混合物, 所述混合物利用在催化剂存在下由燃烧反应生成的热能, 驱动吸热合成气(蒸汽重整)反应, 其中产品物流富含氢气。燃烧反应的废物通过反应器 2600 顶部的开口 4000 放空, 而蒸汽重整产品被引导出反应器 2600 并进入第一输出物流 3800 以供下游进一步的处理。对于这些反应来说, 在反应器的微通道上产生的例举的压力包括等于或大于 335psig 的压力。为了降低在微通道上的应力, 反应器 2600 至少部分被容器 1200 内的加压流体包围, 所述加压流体通过产生约 335psig 的压力在操作上提供压力平衡。为了在反应器 2600 的外部产生该压力, 必需制造加压容器 1200 以便长时间地耐受所述压力。以直径 36 英寸的圆筒形容容器 1200 为基准, 以下是根据本发明制造加压容器 1200 和相关管道 3200、3400、3600、3800 的例举顺序。

[0093]参考图 20, 初步框架 10000 包括矩形金属棒 10200, 其具有各自通过一系列金属条 10600 隔开的具有 5 组通过其中形成的 4 个燕尾矩形开口 10400。棒 10200 的例举尺寸包括长度 16000 英寸、宽度 12.15 英寸和厚度 2.38 英寸, 而每一条 10600 的例举尺寸包括长度 4.00 英寸、宽度 12.15 英寸和厚度 7.24 英寸。金属条 10600 以预定的角度安装到棒 10200 的内表面 10800 上, 正如以下所述, 所述预定角度可在偏离垂直 ± 45 度之间变化。4 个矩形开口 10400 每一个的尺寸为长度 27.19 英寸、宽度 12.15 英寸和对应于棒厚度的深度。10 组垫片材料 11000 安装到棒 10200 的内表面 10800 内的通道(未示出)上, 且每一组垫片材料 11000 围绕 4 个燕尾矩形开口 10400 中的两个(顶部两个 11200 或者底部两个 11400)。与本发明一起使用的例举的垫片材料 11000 包括但不限于 Garlock Helicoflex Spring Energized Seals、金属/石墨垫片、增强石墨、波纹金属/螺旋缠绕的垫片和弹性体密封件。如前所述, 垫片材料 11000 在操作上提供棒 10200 的内表面 10800 与微通道处理单元(参见图 18, 3000')的外表面之间的流体密封。制造两个镜像框架 10000, 以便每一框架的金属条 10600 彼此面对, 且每一棒 10200 的外表面 11600 彼此不面对。

[0094]参考图 21 和 22, 将弓形金属长条 11800 焊接到每一棒 10200 的外表面 11600 上。根据以下很明显的是, 金属长条 11800 被结合到整个结构内, 以确定圆筒形容器 1200(参见图 17), 因此具有 36 英寸圆筒的 9.69 英寸宽的纵截面的弧形样品。金属长条 11800 沿着棒 10200 的整个长度延伸, 且在操作上分成顶部两个 11200 和底部两个 11400 矩形开口 10400。10 英寸的管道部分 12000 焊接到长条 11800 的下部一侧并焊接到棒 10200 的外表面 11600 上, 产生供应底部 11400 开口的纵向管道 12200。两个弓形延伸部分 12600、12800 与金属长条 11800 的末端取齐并焊接到框架 10000 的各端上, 其中包括安装延伸部分 12600、12800 到长条 11800、棒 10200 和条 10600 的末端上。弓形延伸部分 12600、12800 是 36 英寸直径圆筒的 19.65 英寸部分的样品, 其中第一延伸部分 12600 的宽度 W_1 为 20.00 英寸, 和第

二延伸部分 12800 的宽度 W2 为 6.00 英寸。

[0095]参考图 23, 将 10 英寸的管道段 14000 焊接到棒 10200 的外表面 11600、长条 11800、条 10600 和延伸部分 12600、12800 上, 以提供给顶部 11200 系列开口进料的独立的纵向管道 14200。该管道 14200 与管道 12400 平行地为顶部两个 11400 系列开口供料。在焊接之前, 从区段 14000 中切割缺口, 使得正面 14300 与棒 10200、条 10600 的末端以及第一延伸部分 12600 的顶部表面的轮廓相匹配。

[0096]参考图 24 和 25, 在第二延伸部分 12800 上方和下方焊接与两个相应的区段 12000、14000 的末端、棒 10200 和较远的条 10600 接触的端盖 14400、14600, 以便封闭管道 12400、14200 的末端。

[0097]参考图 26, 第一管道 12400 的相对末端 14800 接管接头 (adapter) 15000, 所述管接头 15000 在操作上再引导材料沿着除棒 10200 的直线纵向长度以外的方向流动。管接头 15000 包括 10 英寸的管区段 15200 和轮廓与第一延伸部分 12600 下侧的弧形相匹配的端盖 15400。6 英寸的管道区段 15600 环形焊接到 10 英寸管道区段 15200 的孔 (未示出) 上, 以提供下向管道。所得结构包括中间框架 16000。

[0098]参考图 27, 通过在相对的条 10600 之间焊接一系列条隔板 16200, 连接两个镜像中间框架 16000, 从而导致在最终容器 1200 顶部内 5 个矩形开口 16400 (参见图 28)。在延伸部分 12600、12800 之间焊接相应的隔板 16600、16800 到条隔板 16200 和相对的条 10600 上, 以便桥连延伸部分之间的间隙。将弯管 17000 焊接到每一管接头 15000 的环形开口上, 其中弯管具有焊接到其上的延伸管 17200。

[0099]参考图 28, 将半圆形管道 17200 焊接到每一长条 11800 的相对末端 17400 和延伸部分 12600、12800 上, 以提供连续的圆筒 17600 (出口 15400 的外侧)。将后端盖 18000 和前端盖 18200 焊接到圆筒 17600 上, 以封闭每一端上直径 3600 英寸的开口。后端盖 18000 包括提供与容器 1200 内部流体连通的两个法兰管 (未示出)。当使盖子取向以毗邻圆筒 17600 前面的开口时, 前端盖 18200 包括适合一对延伸管道 17200 穿过其中的两个孔 18400。第一次环形焊接安装圆筒

17600 到后盖 18000 上, 和第二次环形焊接安装前盖 18200 到圆筒 17600 上。第三组环形焊接在操作上通过密封开口 18400 和穿入开口 18400 的延伸管道 17200 之间的任何间隙, 封闭容器 1200 的前端。安装法兰 18600 到各自的延伸管道 17200 的每一端上, 并适合与已有的法兰管(未示出)相匹配。两个 10 英寸的法兰管 18800 分别在轮廓上与容器 1200 的外部形状相匹配并焊接到管道部分 14000 的末端和容器 1200 的外部上。在管道 18800 末端处的法兰适合在安装容器 1200 时与已有的法兰管(未示出)相匹配。

[0100]所得容器 1200 沿着容器 1200 的内侧在操作上在法兰开口 19000、19200、19400、19600 和开口 11200、11400 之间提供密封的流体连通。更具体地说, 第一法兰开口 19000 提供与沿着容器的左手侧 20000 纵向隔开的顶部开口 11200 流体连通的密封管道 3200(参见图 17), 而第二法兰开口 19200 提供与沿着容器的右手侧 20200 纵向隔开的顶部开口 11200 流体连通的密封管道 3400(参见图 17)。第三法兰开口 19400 提供与沿着容器的右手侧 20200 纵向隔开的底部开口 11400 流体连通的密封管道 3800(参见图 17), 而第四法兰开口 19600 提供与沿着容器的左手侧 20000 纵向隔开的底部开口 11400 流体连通的密封管道 3600(参见图 17)。

[0101]如上所述, 可在制造过程中控制条 10600 相对于棒 10200 的取向, 以便开口 11200、11400 相对于完全垂直成一定角度, 例如使开口 11200、11400 向内呈锥形(从底部到顶部)或者使开口 11200、11400 向外呈锥形(从底部到顶部)。在操作上使开口相对于完全垂直成一定角度的其它方法对本领域技术人员来说是明显的, 所有这些方法和装置均落在本发明的范围内。通过控制开口 16400 的尺寸, 可在开口内悬置微通道处理单元 2600。例如若每一棒 10200 向外取向偏离垂直 5 度(从底部到顶部), 则沿着开口 16400 的至少一个平面提供 V 形断面(参见图 19)。若微通道处理单元 2600 被相应地成形为从顶部到底部向内呈锥形, 以便与开口 16400 的锥形相匹配, 则可从平台 2000 处垂直悬置反应器且不要求处理单元 2600 坚固地安装到平台上, 例如

通过焊接进行。

[0102]参考图 29, 可在例如其中通过在容器 1200' 内的流体在处理单元 2600' 上产生的操作压力是正表压, 从而倾向于将处理单元 2600' 推出开口 16400' 的情况下, 可利用替代结构 10000', 有利的是可使每一棒 10200' 向内取向偏离垂直 5 度(从底部到顶部), 并沿着开口 16400' 的至少一个平面提供反向 V 形断面或部分锥体部分, 以便较高的压力倾向于对着平台 2000' 更紧密地推动处理单元 2600' 与相应的反向 V 形断面。在该情况下, 处理单元 2600' 可包括法兰 2800' 或其它连接点以安装单元 2600' 到平台/容器 2000'/1200' 上。应理解, 可通过容器 1200、1200' 所包含的流体, 在要求于处理单元 2600、2600' 上产生正或负的操作表压的条件下, 利用任何一种方法(向内呈锥形或者向外呈锥形)。

[0103]本发明的例举实施方案的数个优点是明显的。例如通过制造可从容器 1200 上拆卸的微通道处理单元 2600, 使得单元 2600 的更换容易得多, 这与现有技术要求切割在单元和容器 1200 之间的焊接的方法相反。焊接单元 2600 还引入局部高温, 这种局部高温倾向于劣化或破坏与焊接点相邻的催化剂和/或导致脱层。另外, 通过简单地扭转数个螺栓使单元 2600 可拆卸, 可在不需要穿入压力容器 1200 和单元的独立的催化剂整修管线的情况下, 实现在反应器单元内催化剂的整修。

[0104]使微通道处理单元 2600 可拆卸的其它优点包括拆卸或更换单独的单元 2600(与成组的单元相反), 能远离压力容器 1200 整修活性金属催化剂, 且能在远离压力容器 1200 的处理单元 2600 上进行压力试验或进行其它试验。

[0105]参考图 30-32, 本发明第二例举实施方案包括费-托反应器系统 30000。该反应器系统包括加压容器 30200, 所述加压容器 30200 由在其一端通过前端盖 30600 和后端盖 30800 密封的中空圆筒形壳 30400 组成。前端盖 30600 包括三个孔, 这三个孔接收延伸到壳 30400 内部的相应的法兰管 31000、31200、31400。两个其它的法兰管 31600、

31800 通过在壳 30400 内的两个孔接收, 并提供与壳内部的连通。每一端盖 30600、30800 环形安装到圆筒形壳上, 以便在其间提供流体密封。安装端盖 30600、30800 到圆筒形壳 30400 上的例举技术包括但不限于焊接和使用扭矩螺栓的法兰连接。每一法兰管 31000、31200、31400、31600、31800 环形焊接到容器 30200 内部的相应开口上, 以便安装管道到容器上并确保容器能被加压和维持该压力。

[0106] 只是为了说明的目的, 费-托反应器系统 30000 适合进行费-托合成, 其中在催化剂存在下原料物流内的一氧化碳和氢气转化成较高分子量烃。更具体地说, 较高分子量的烃包括 C_{5-100} 链烷烃、含氧物和烯烃。为了增加所需产品的产率, 重要的是将热能耗散到远离费-托反应器的反应区, 因为该反应高度放热。

[0107] 参考图 33, 本发明利用微通道反应器 32000, 例如标题为 “Active microchannel fluid processing unit and method of making” 的美国专利 No. 6192596 和标题为 “Process for cooling a product in a heat exchanger employing microchannels for the flow of refrigerant and product” 的美国专利 No. 6622519 中公开的那些, 其中各文献在此引入作为参考。本发明中使用的例举的微通道反应器 32000 由不锈钢合金制造, 且包括插入的微通道, 其中第一组微通道含有用于费-托合成的催化剂, 在费-托合成中, 反应物 (CO 和 H_2) 形成烃并产生热能, 和第二组微通道携带冷却剂, 所述冷却剂适合于除去费-托合成生成的至少部分热能。

[0108] 参考图 33-36, 一系列的微通道反应器 32000 安装在容器 30200 内部并通过反应物管道 31400 接收具有相对高浓度一氧化碳和氢气的反应物物流。与反应物管道 31400 连通的歧管 32200 被焊接到每一反应器上, 并在操作上在六个微通道反应器 32000 内分配反应物物流。当反应物流经微通道(未示出)时, 包含在微通道内的费-托合成催化剂促进放热反应, 从而生成热能。通过冷却剂管道 31200 向歧管 32400 进料, 将内部冷却剂输送到微通道反应器 32000 中, 其中歧管 32400 焊接到六个微通道反应器上并在其间分配冷却剂。在该例举实

施方案中，冷却剂是锅炉进料水，其在约 220℃下进入反应器 32000 并以液态水和饱和蒸汽的混合物形式在歧管 32400 的相对侧流出反应器。

[0109]过热蒸汽通过蒸汽管道 31000 进入反应器 32000，以便提供来自反应器 32000 的产品的流动物流。如上所述，来自反应器 32000 的产品包括高分子量的烃，所述高分子量的烃可导致微通道内部分固化。为了抑制产品物流的固体内容物堵塞微通道，将过热蒸汽注入到微通道的反应部分下游的微通道内，提供给产品物流热能能源并提高产品物流内的温度，以及确保流体继续流动。当产品物流通过焊接歧管 32600 流出反应器 32000 时，在产品管道 32800 内收集产品。通过蒸汽管道 31000 对产品管道 32800 形成夹套，并提供逆流换热器，当产品物流行进到反应器 32000 更远的下游时，所述逆流换热器提供给产品物流更多的热能(较高温度的蒸汽)。

[0110]容器 30200 包括灵敏高度控制体系(未示出)，用于抑制容器内水位达到其中水和蒸汽从中流出的反应器 32000 出口。在容器 30200 的较下部的环形区域内的孔(未示出)提供到达水管 31800 的通路以供从容器中除去水。据认为从容器 30200 中引出的水通向冷却剂管道 31200，以供应锅炉原料水。容器 30200 顶部是在操作上引出反应器 32000 内产生的蒸汽的蒸汽出口管道 31600。灵敏的控制体系还在操作上维持包围反应器 32000 的流体处于提高的压力下，以便在反应器外部产生的压力不会明显低于在反应器内部上产生的压力。

[0111]本领域技术人员应理解，通过围绕反应器 32000 的流体产生的压力随反应器所选的操作参数而变化。尽管如此，在本发明范围内的是制造容器耐受 500psig 的内压。在制造容器 30200 时使用的例举材料包括但不限于 SA515、SA516 和 1 1/4 铬合金。

[0112]本领域技术人员熟知在费-托合成中使用的可商购的催化剂。这些催化剂包括但不限于标题为“Fischer-Tropsch Synthesis Using Microchannel Technology and Novel Catalyst and Microchannel Reactor”的美国专利申请序列号 No.10/776297 中公

开并教导的那些，其公开内容在此引入作为参考。

[0113]同样在本发明范围内的是，反应器 32000 可从歧管 32200、32400、32600 中拆卸。按照该方式，采用插入的垫片将歧管 32200、32400、32600 栓接到反应器 32000 上，以确保在歧管与反应器之间的流体密封。在该可供替代的例举实施方案中使用的例举垫片包括但不限于 Garlock Helicoflex Spring Energized Seals、石墨垫片、增强石墨、波纹金属/螺旋缠绕的垫片和弹性体密封件。如前所述，焊接反应器 32000 引入局部高温，这种局部高温可劣化或破坏与焊接点相邻的催化剂和/或导致脱层。另外，从容器 30200 中快速拆卸一个或多个反应器 32000 可不需提供独立的催化剂整修管线。在该可供替代的例举实施方案中，可在远离压力容器 30400 处进行活性金属催化剂的整修，以及能在远离压力容器 30400 的反应器 32000 上进行试验。

[0114]根据上述说明和本发明的概述，对于本领域技术人员来说很明显的是：尽管此处描述并阐述的装置与方法构成本发明的例举实施方案，但应理解本发明不限于这些精确的实施方案，可在不偏离权利要求所定义的本发明的范围的情况下作出变化。另外，应理解，本发明由权利要求所定义，且不打算将描述此处给出的例举实施方案的任何限定或元素引入到权利要求内，除非在权利要求本身中清楚引述。同样，应理解，为落在任何权利要求的范围内，不必满足此处公开的本发明的所有或全部引述的优点或目的，这是因为本发明由权利要求定义，还因为可能存在本发明的固有和/或未预见的优点，即使在此未清楚地予以讨论。

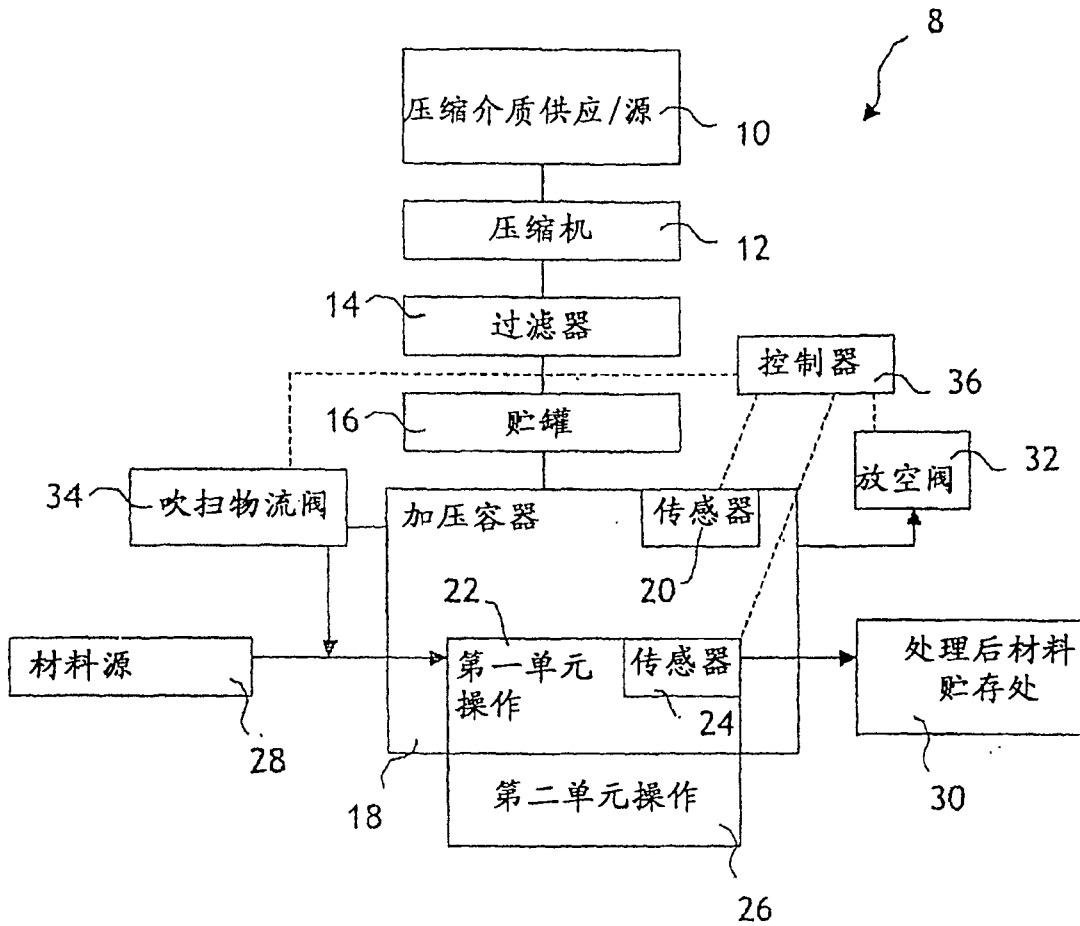


图1

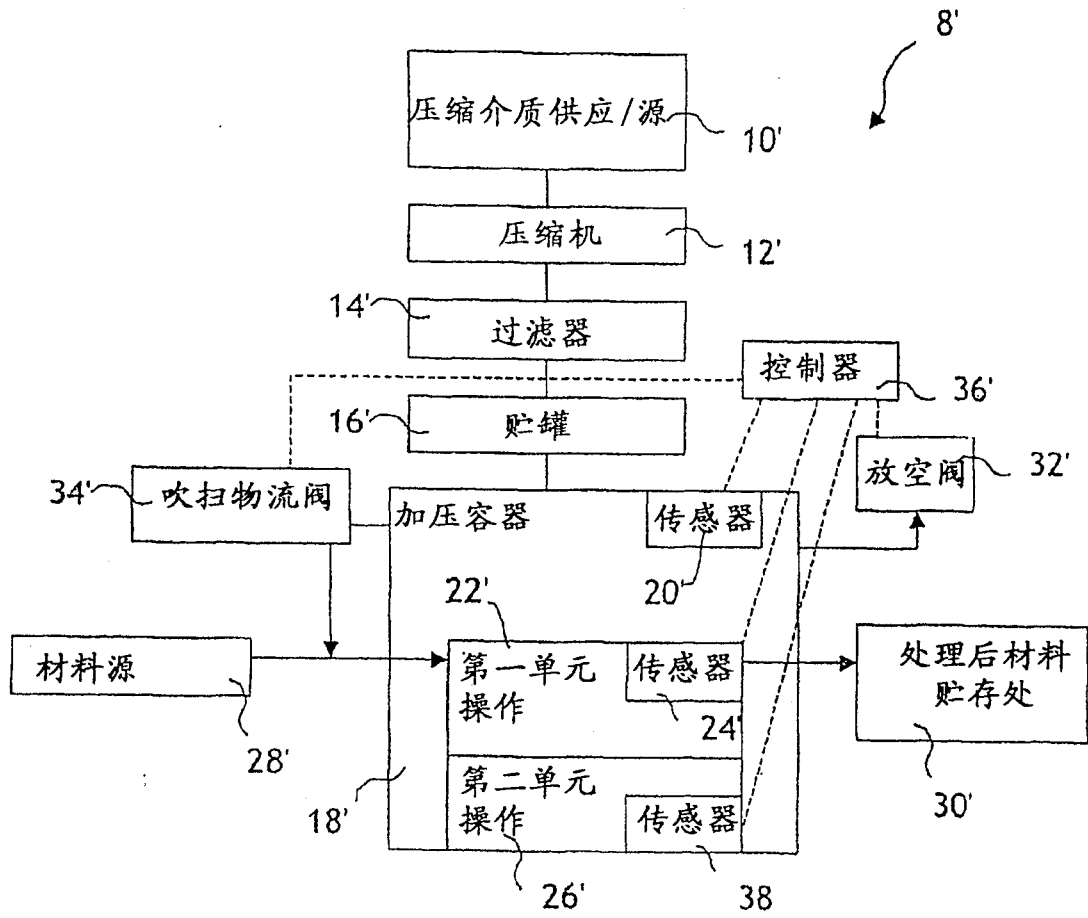


图2

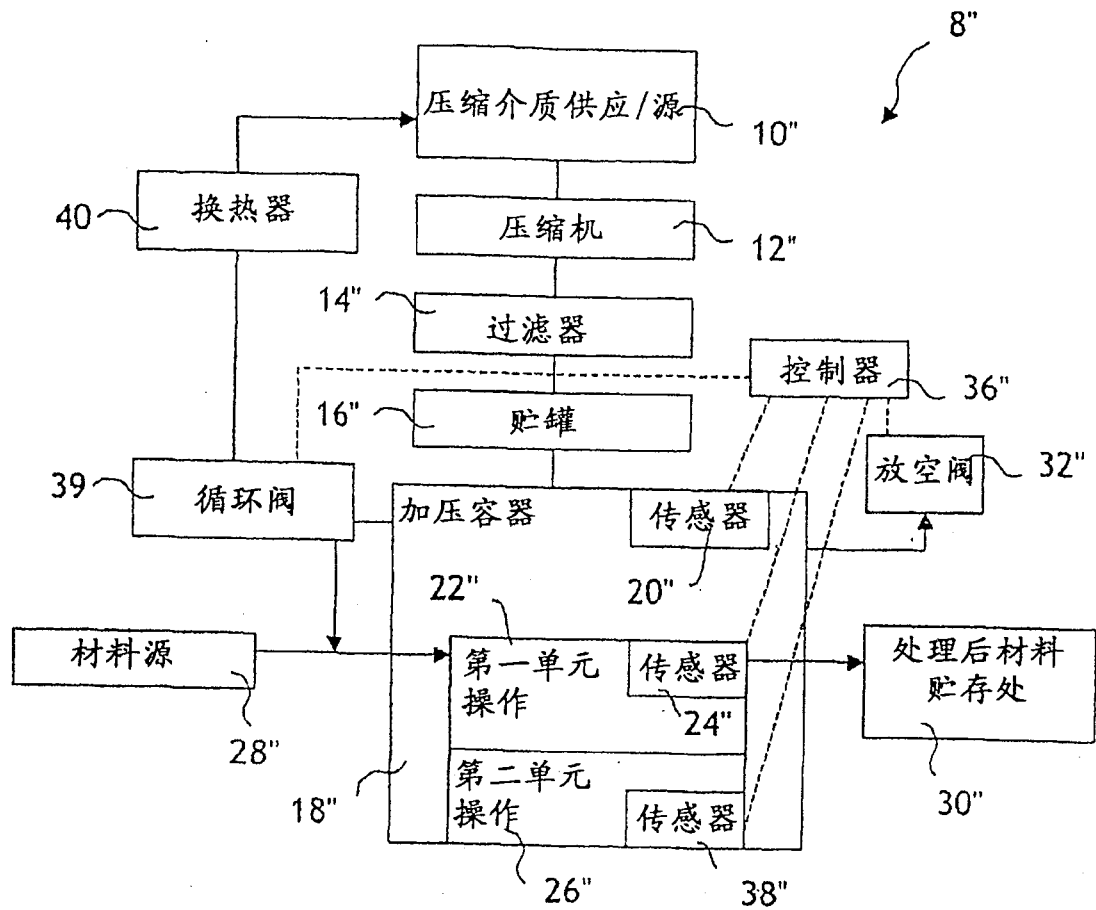


图3

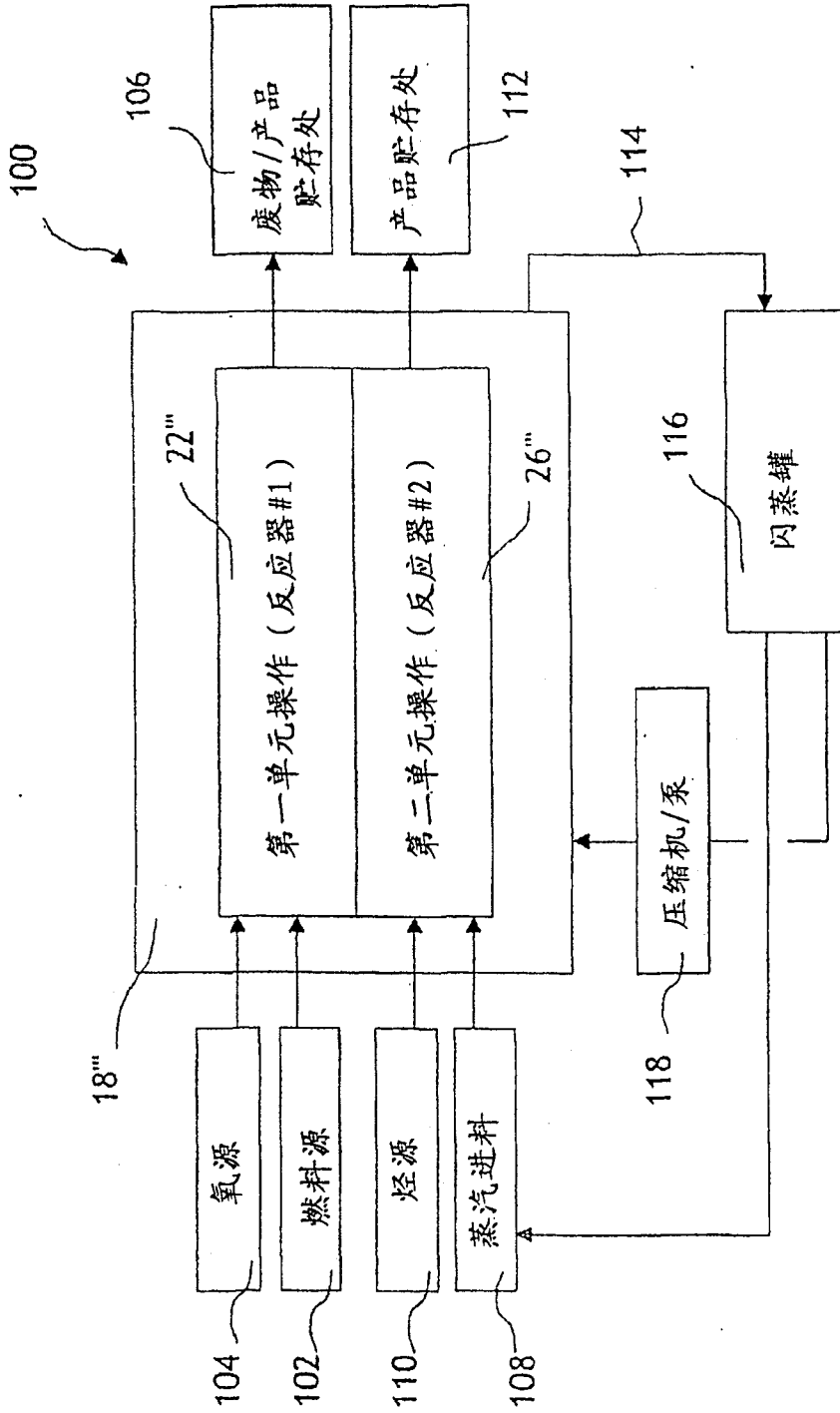


图4

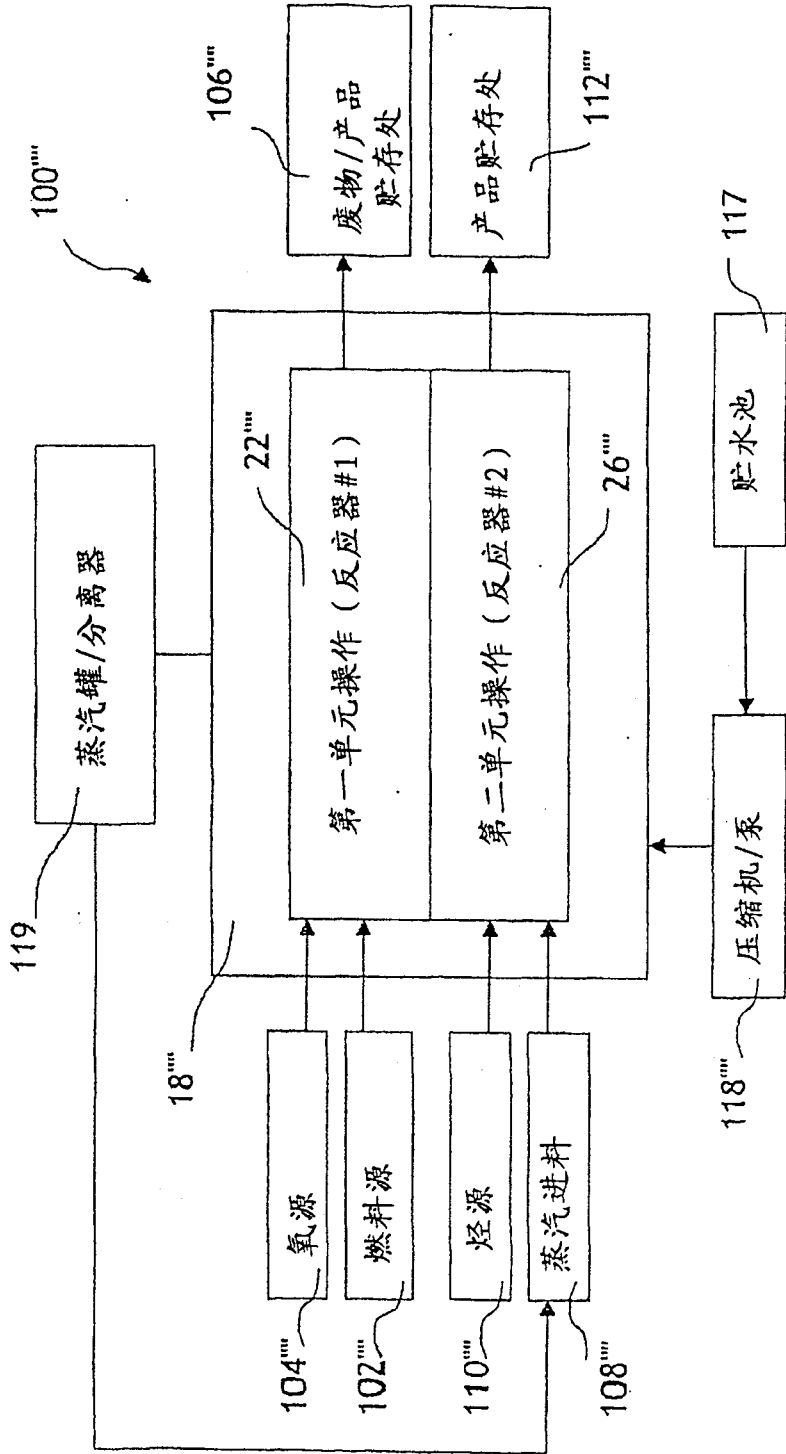


图5

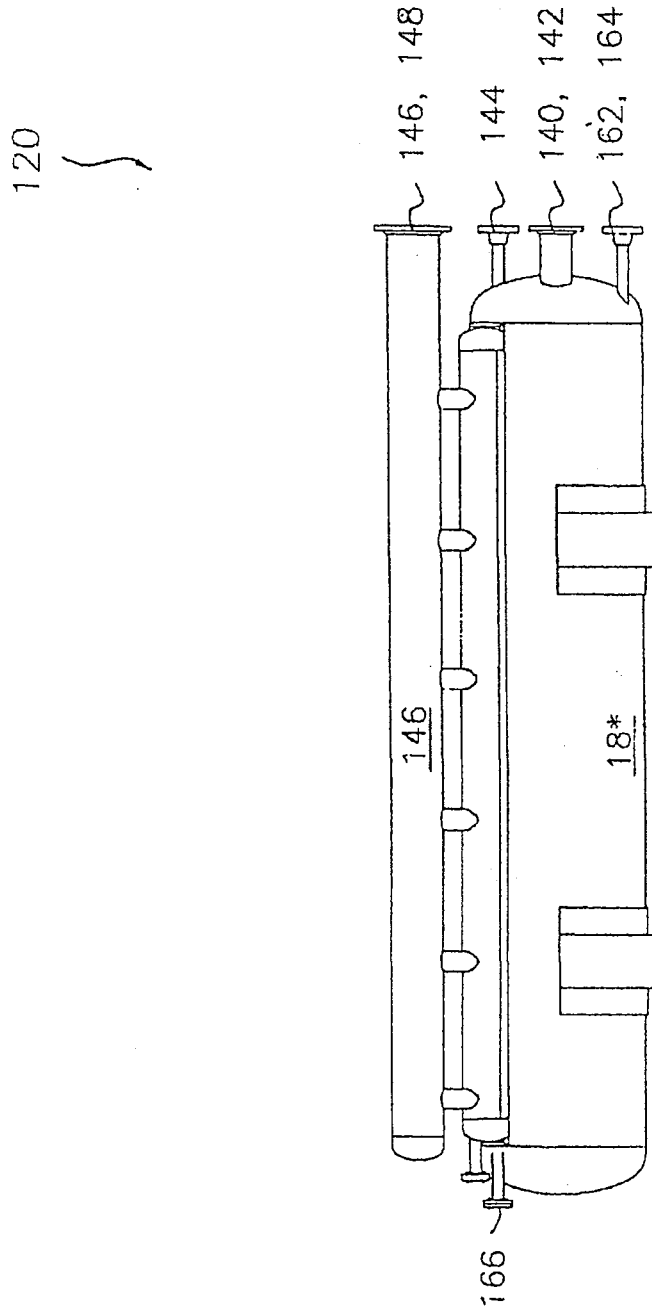


图6

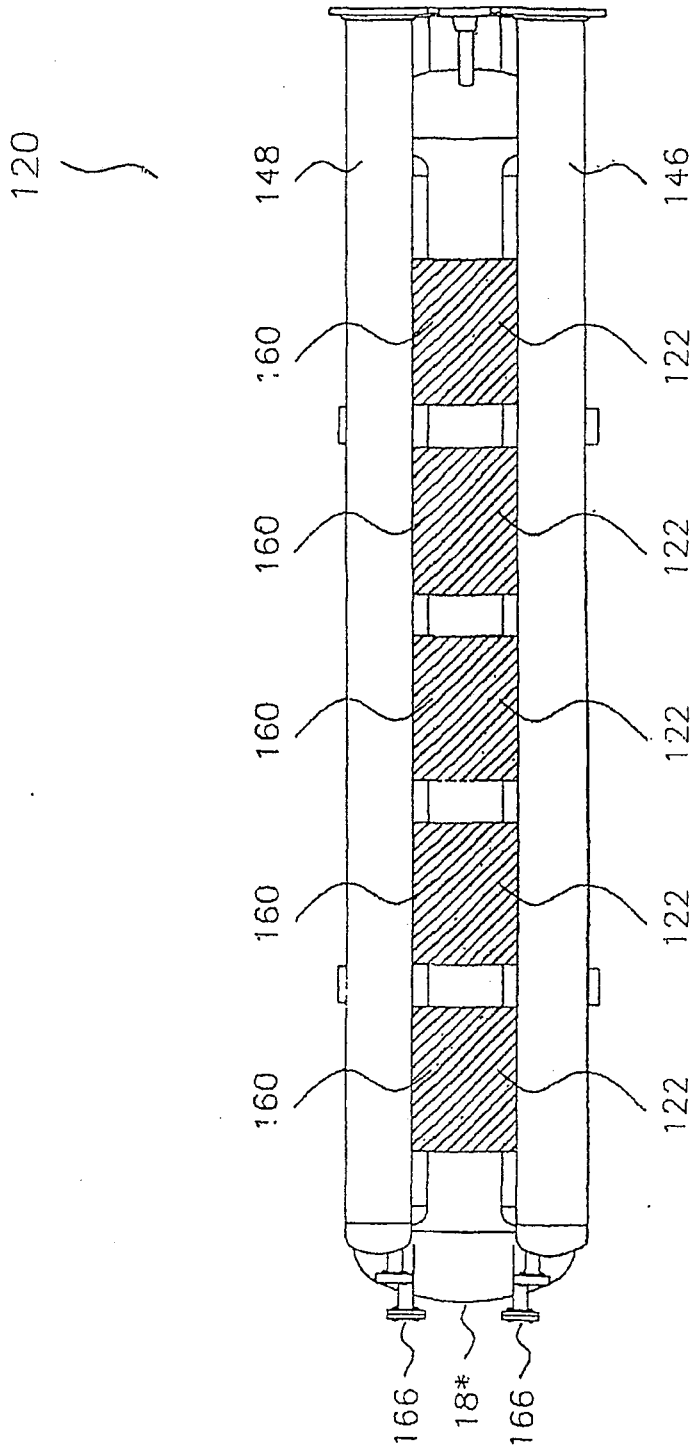


图7

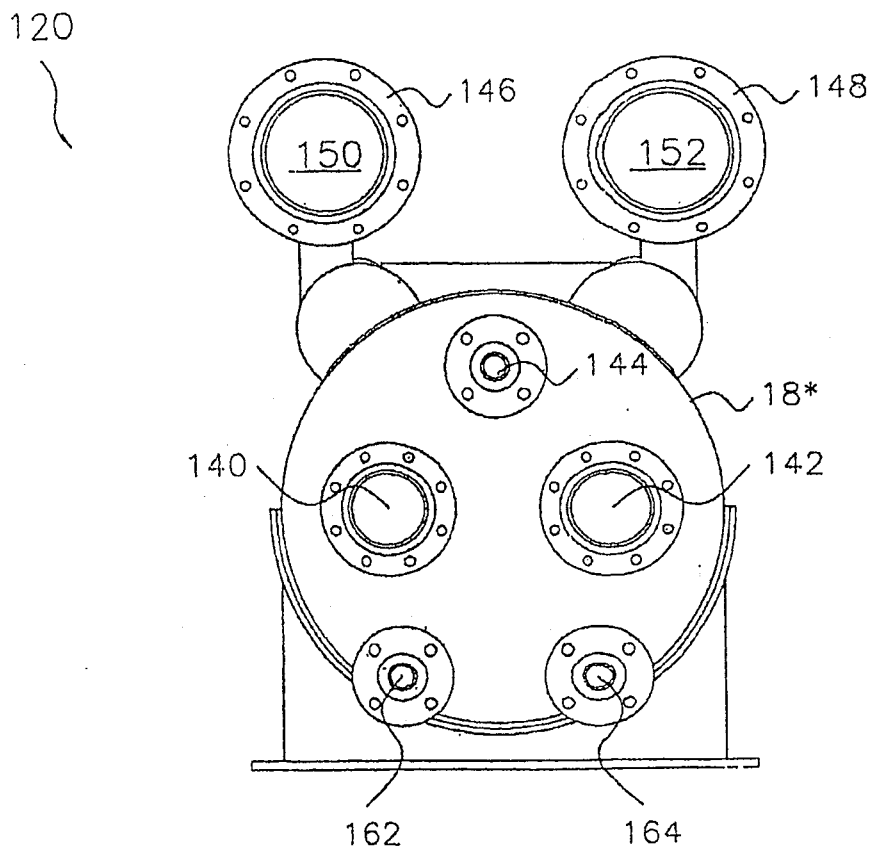


图8

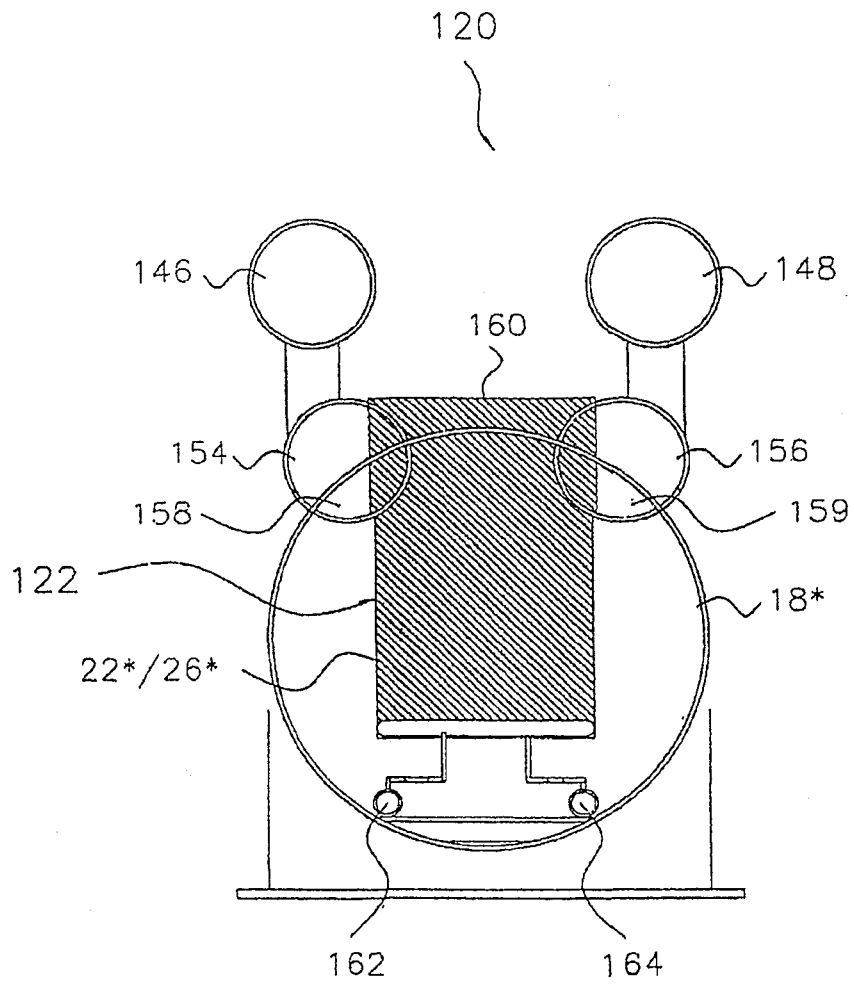


图9

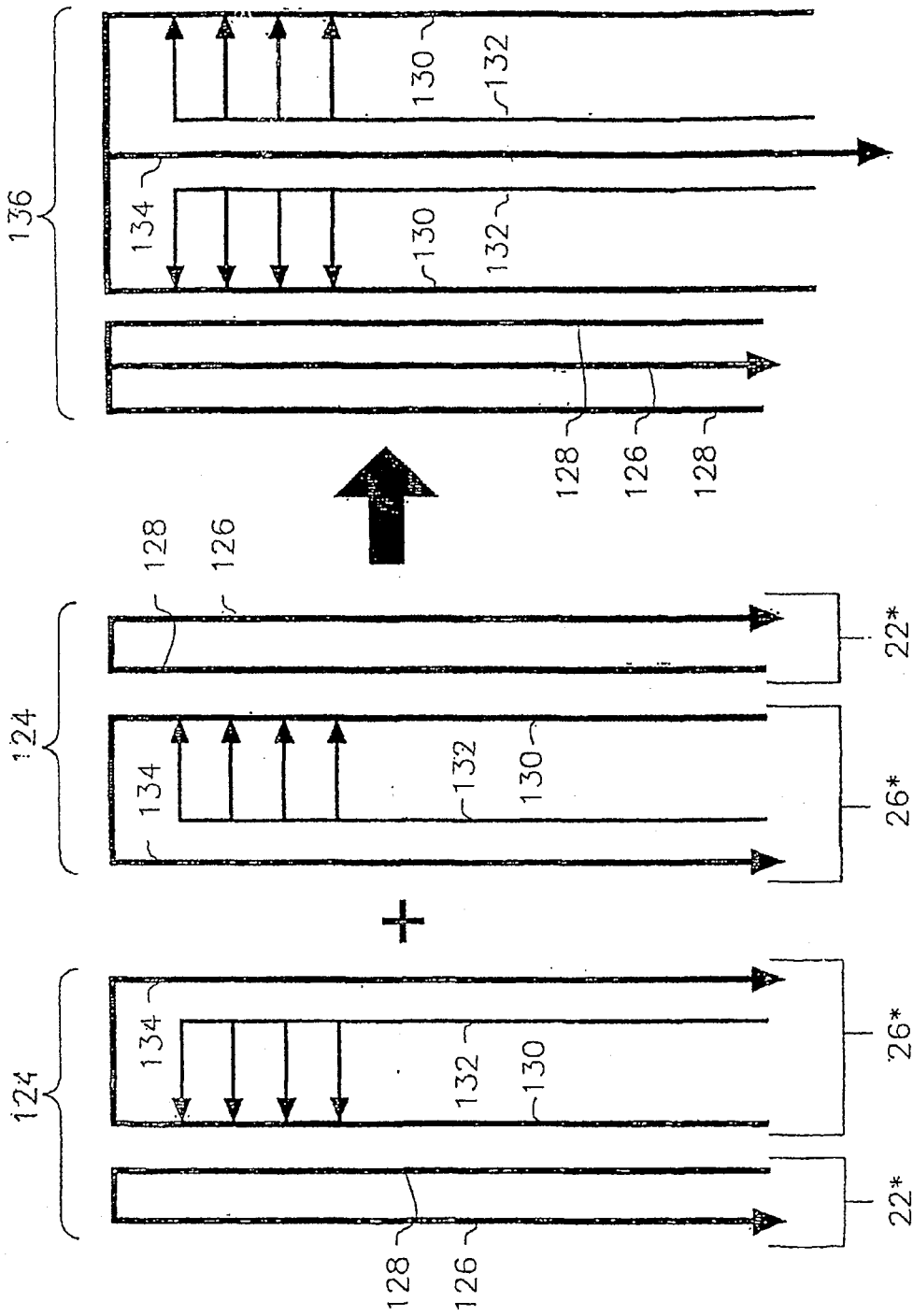


图10

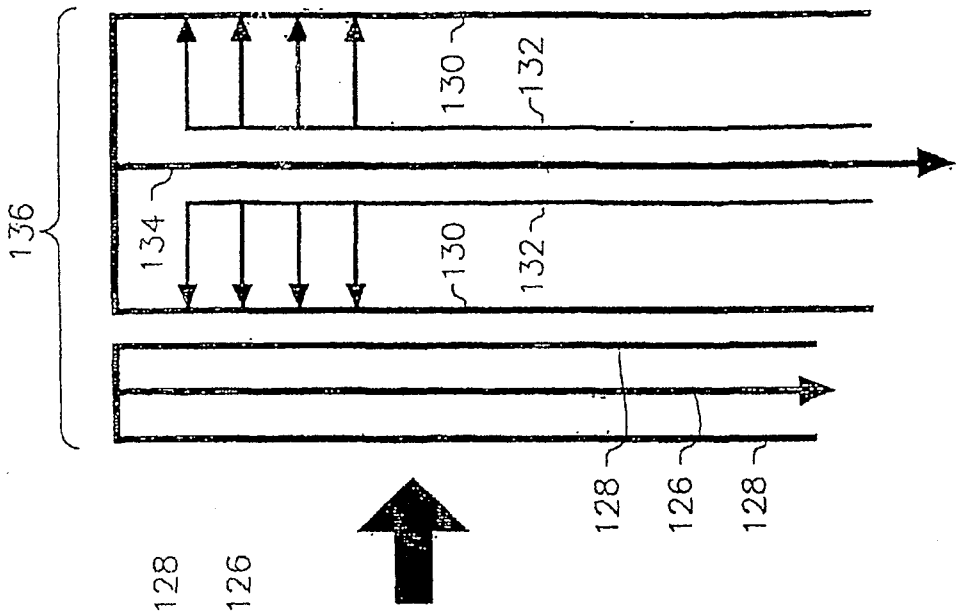


图11

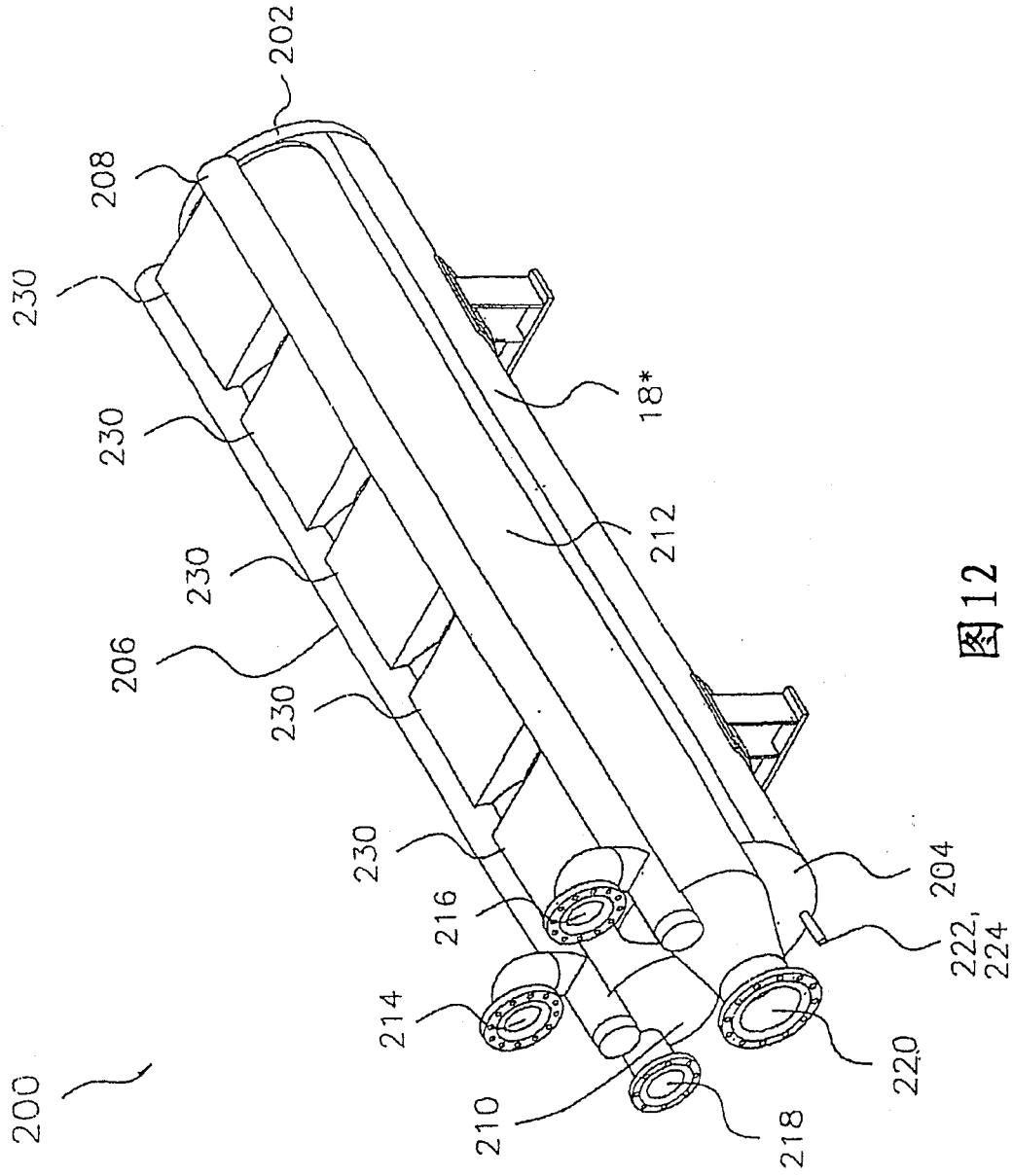


图12

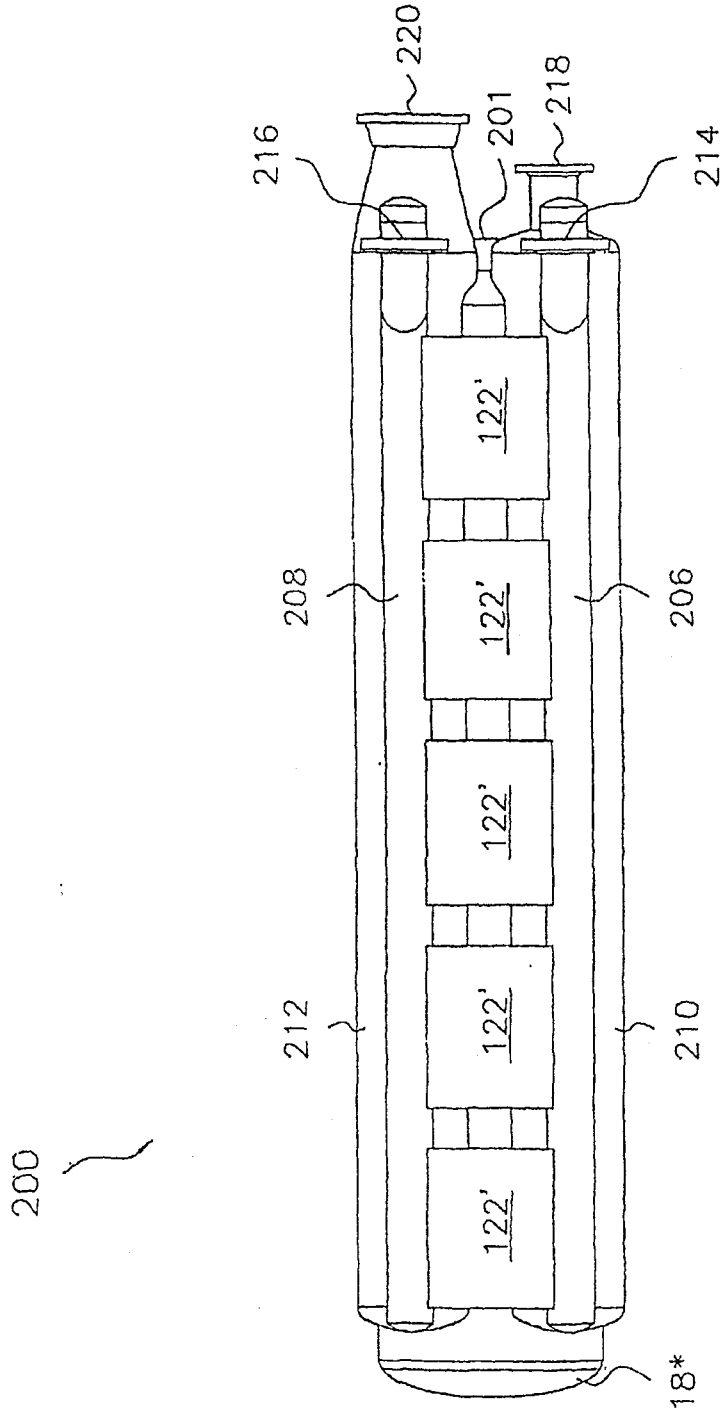


图13

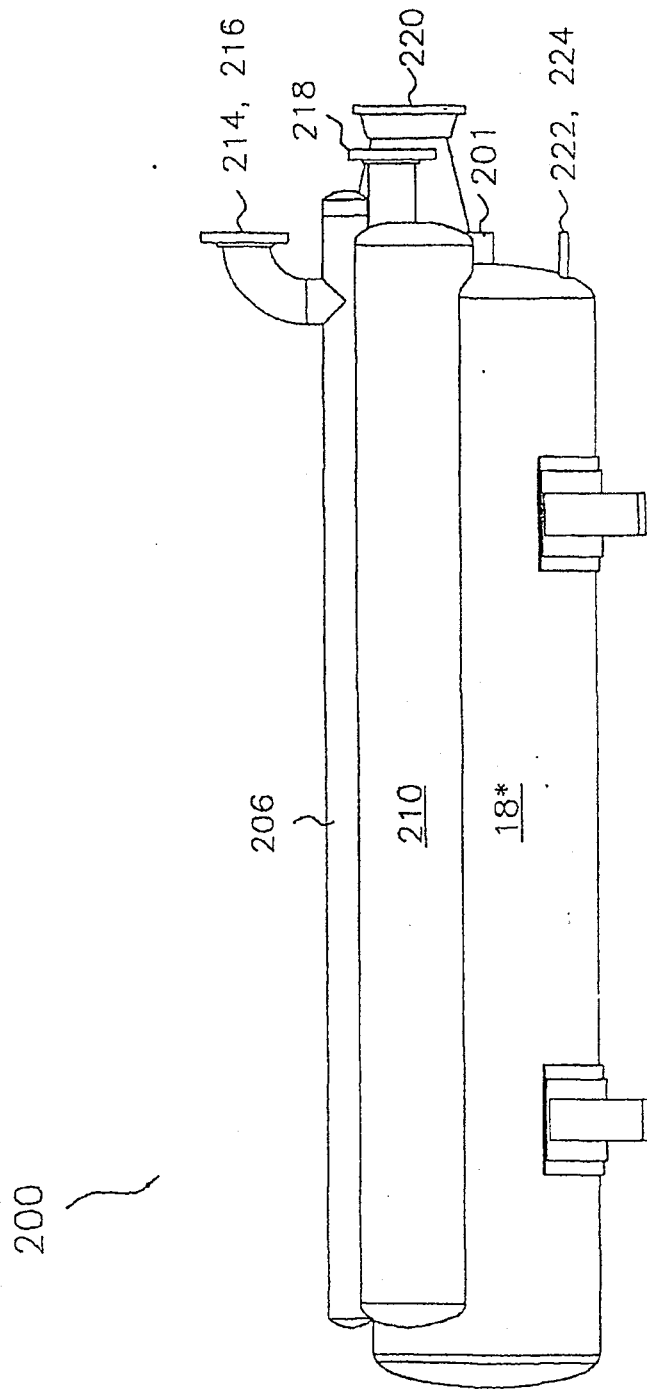


图14

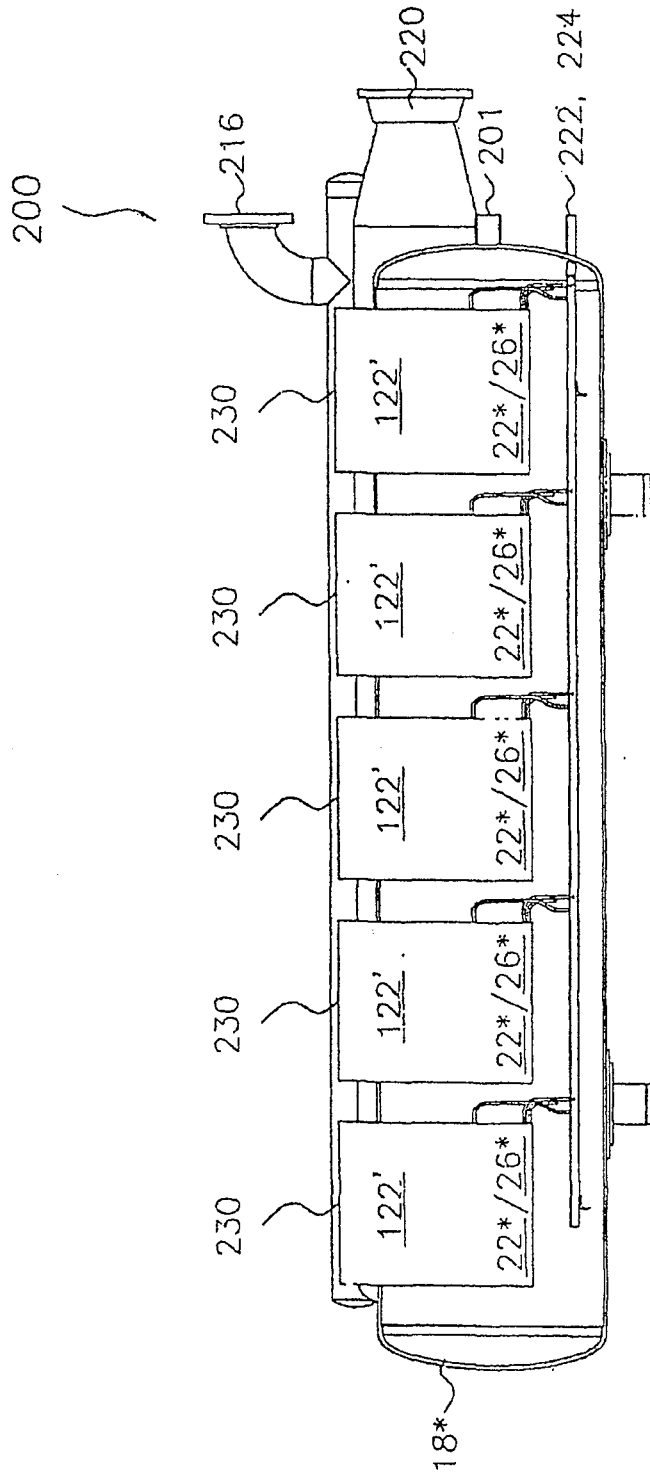


图15

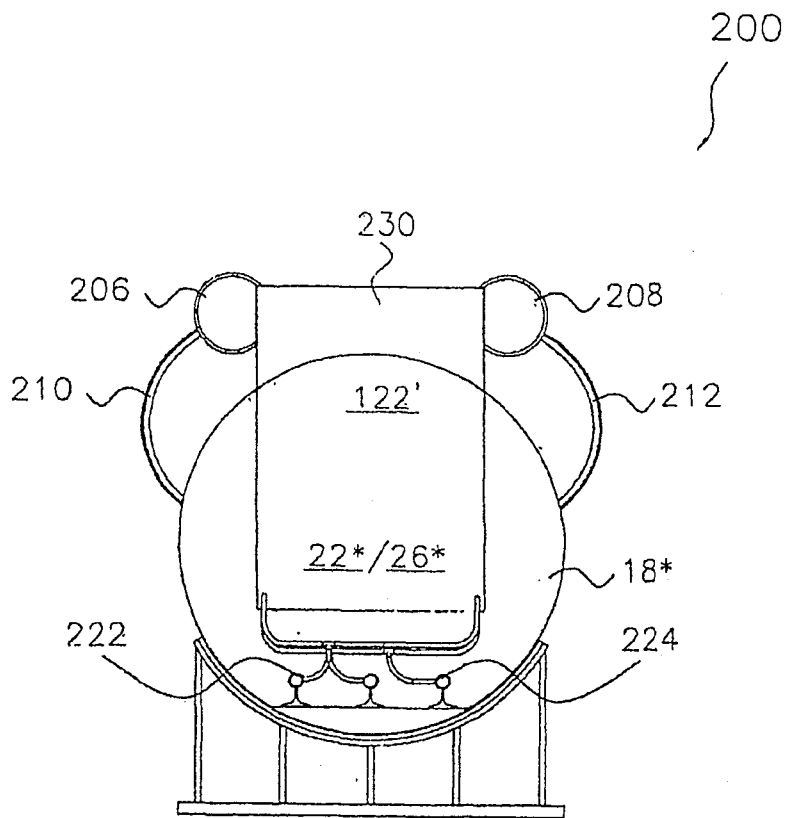


图16

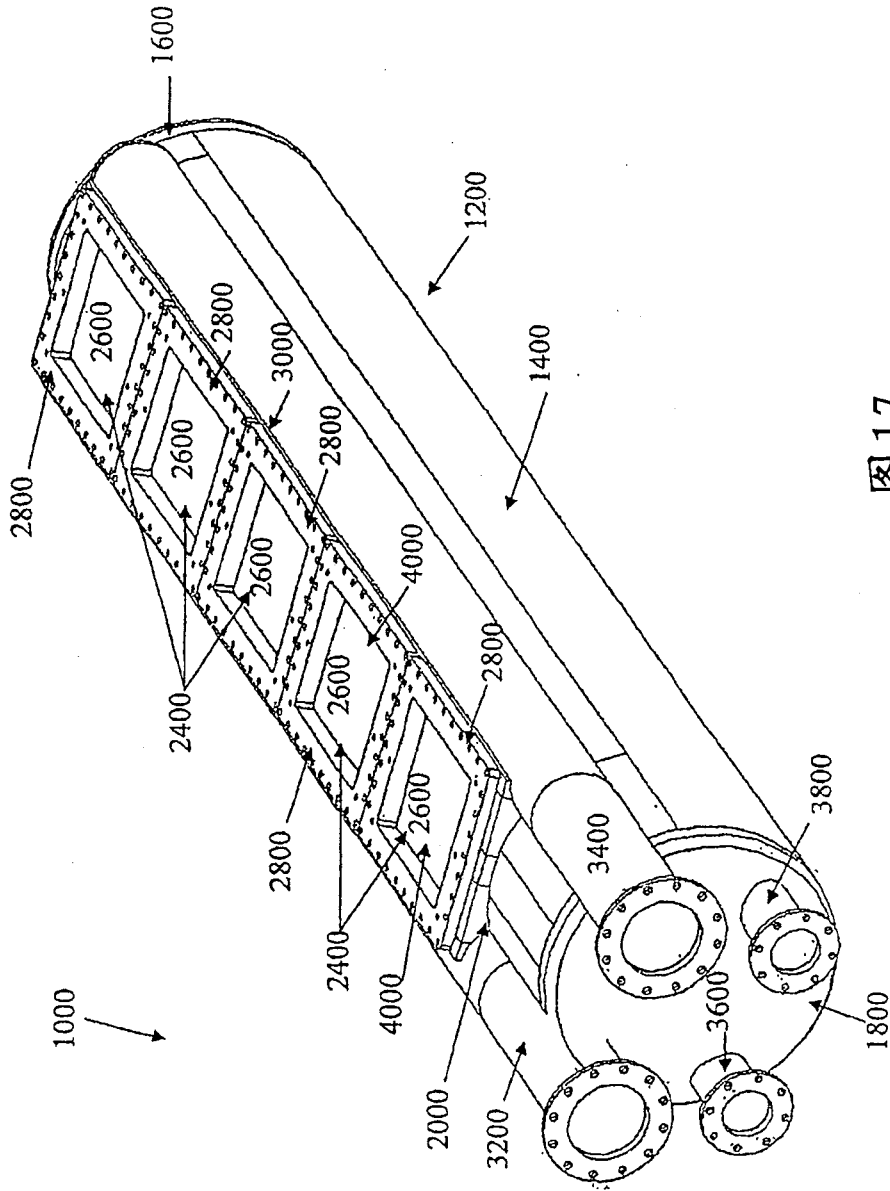


图17

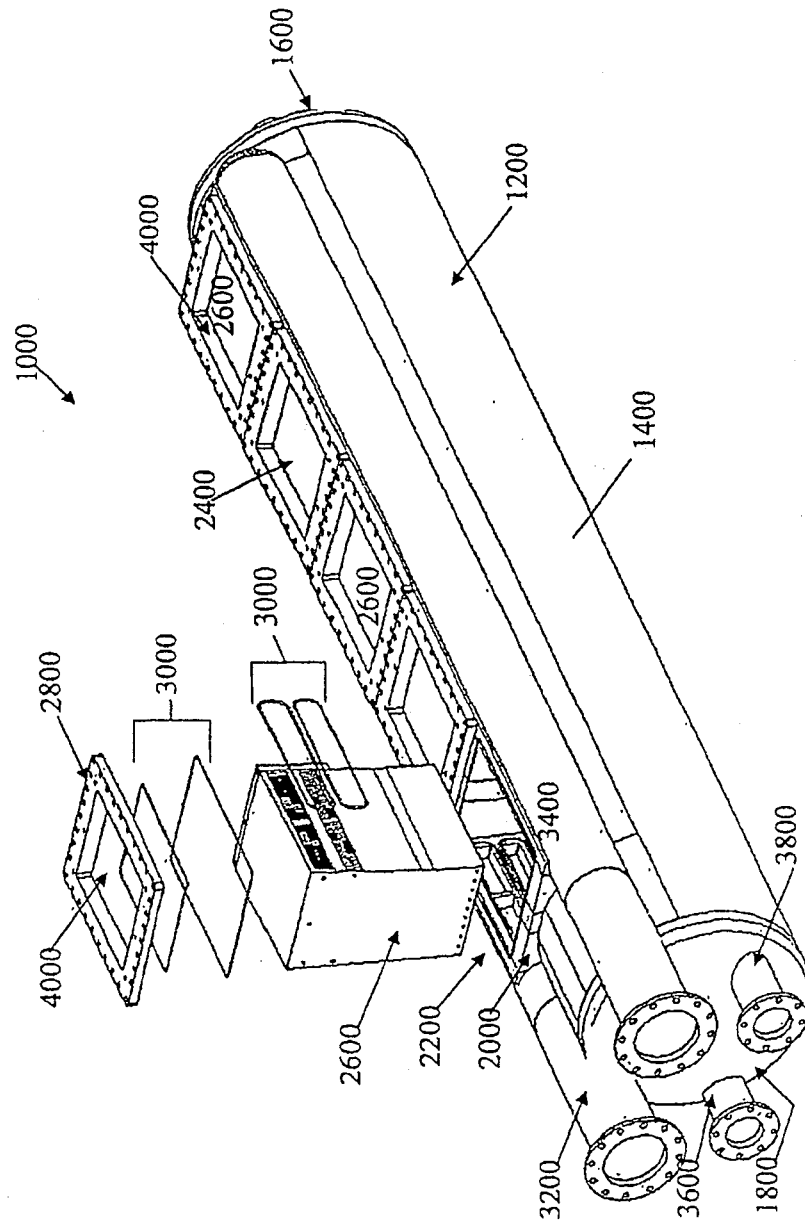


图 18

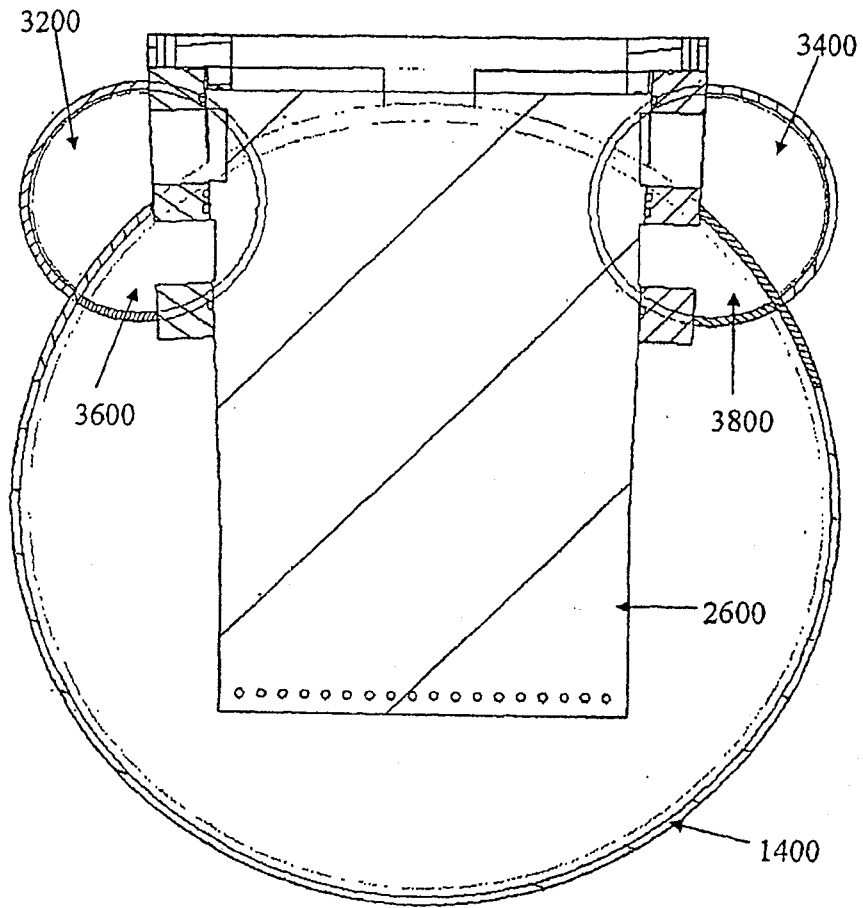


图19

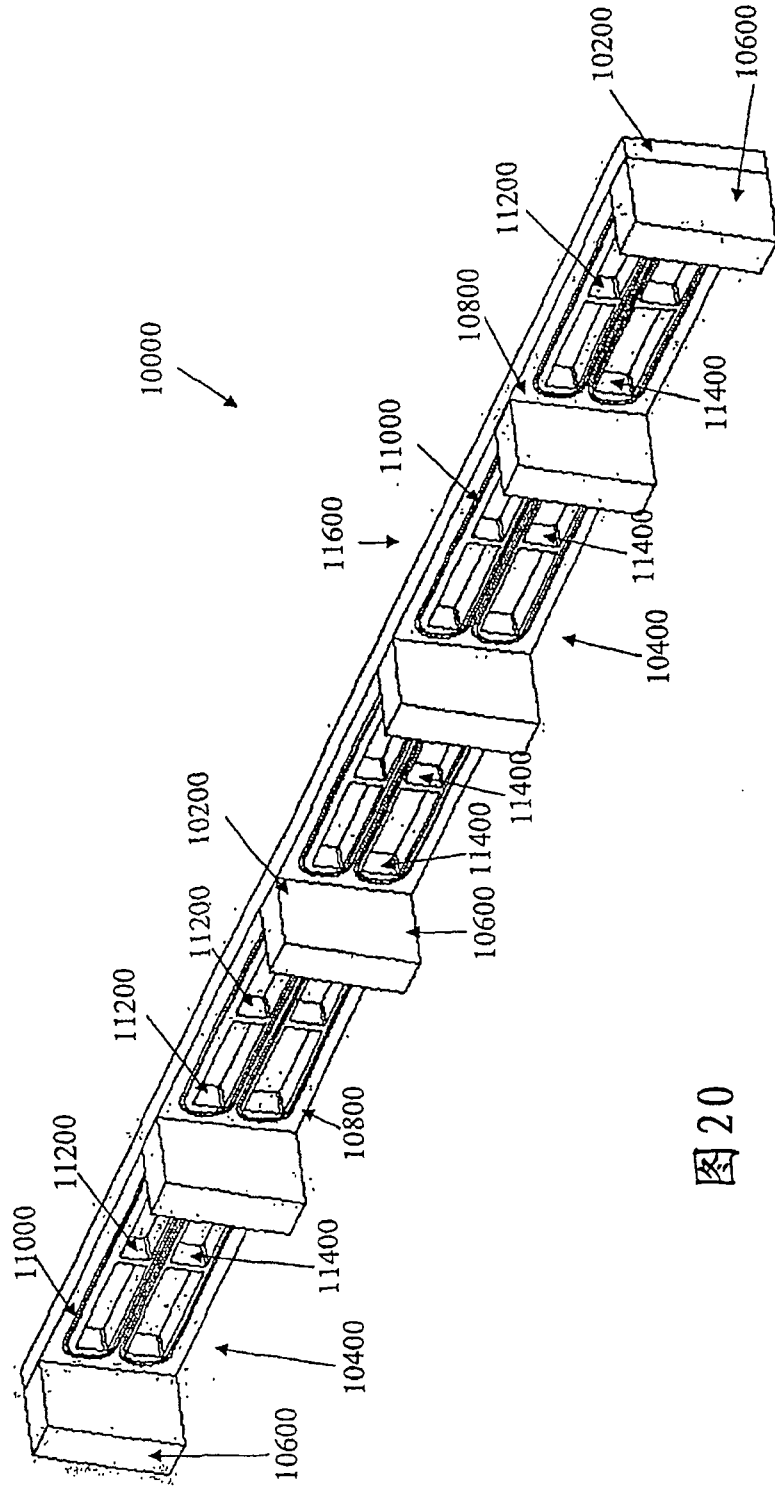


图 20

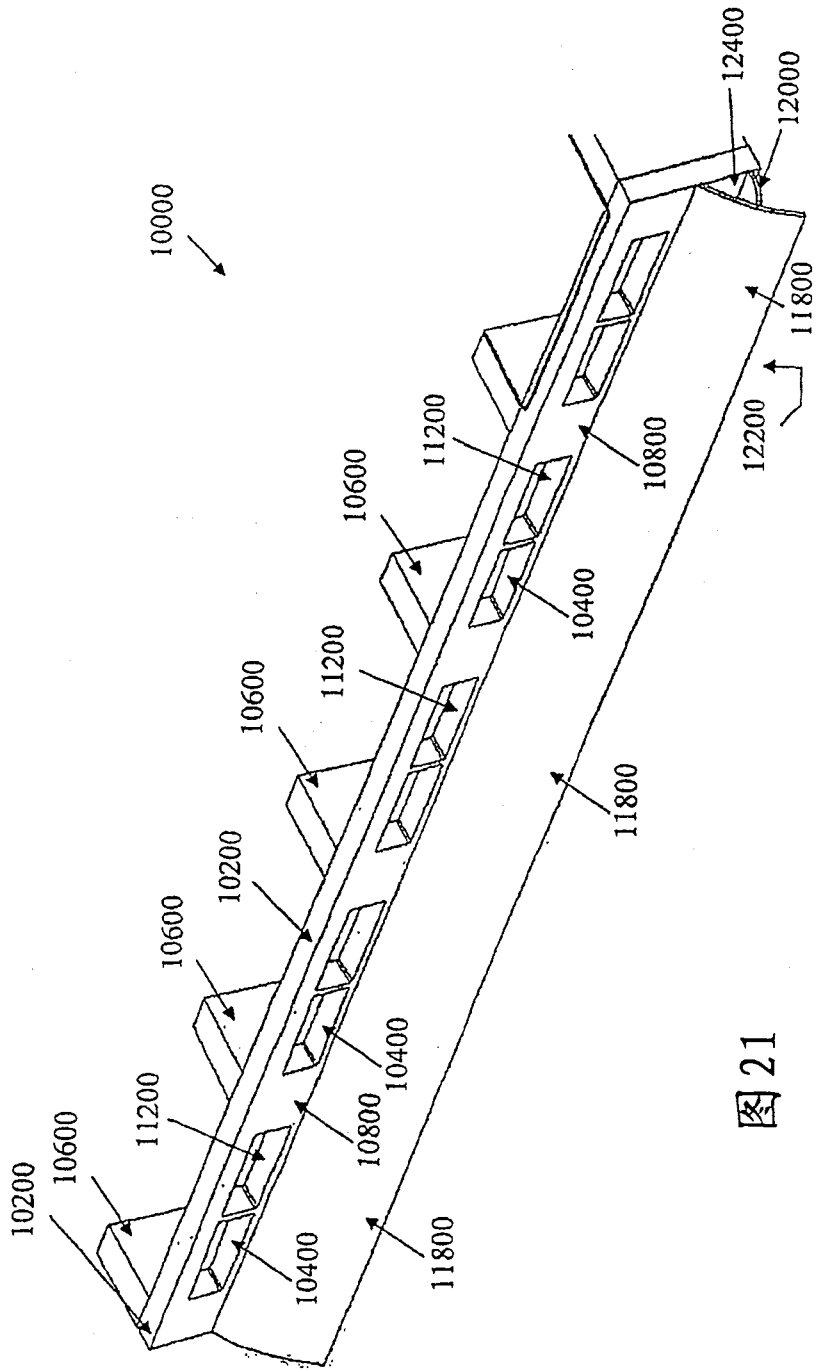


图 21

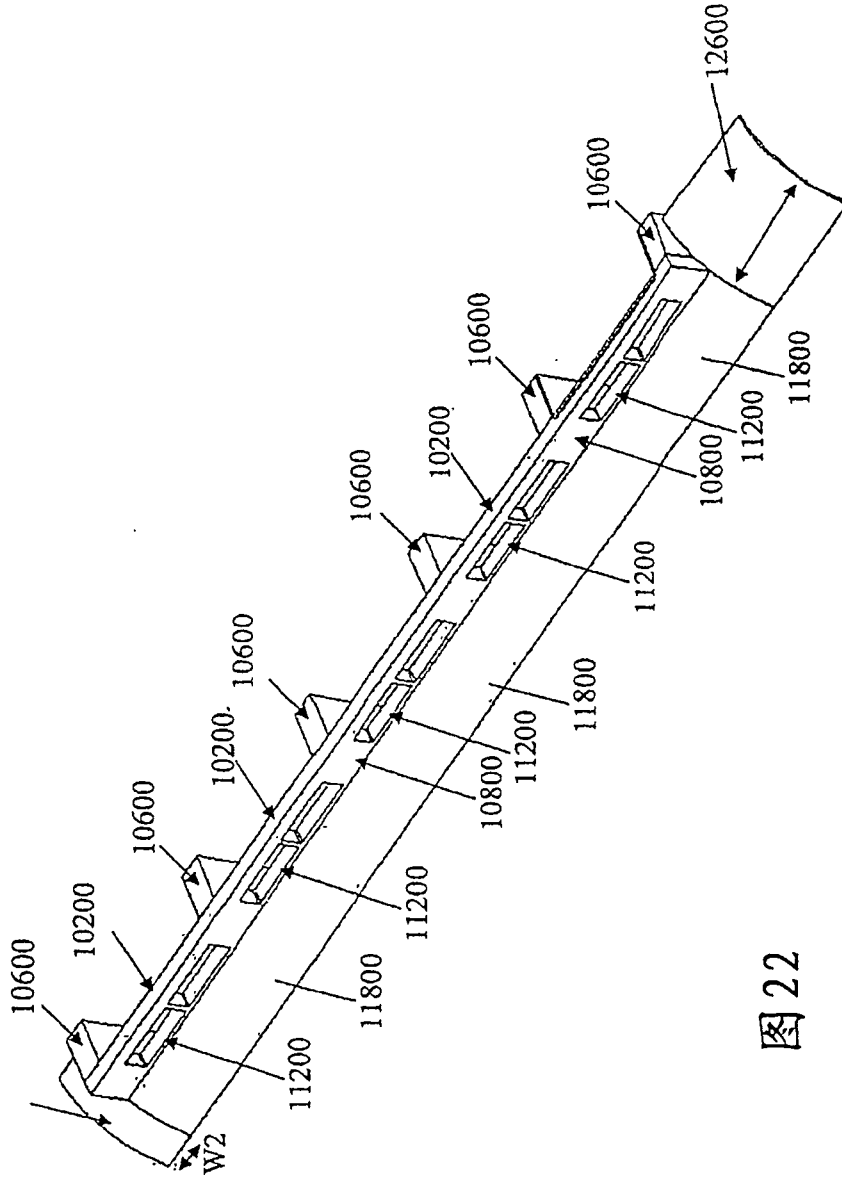


图 22

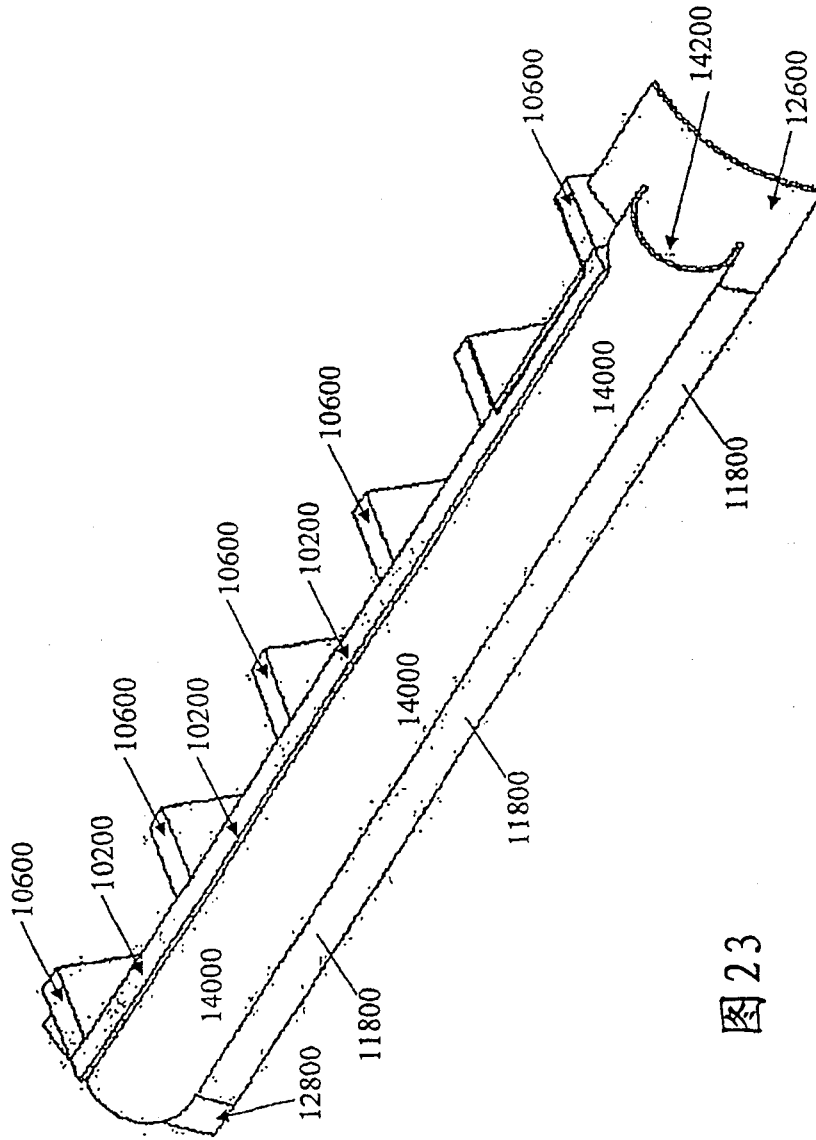


图 23

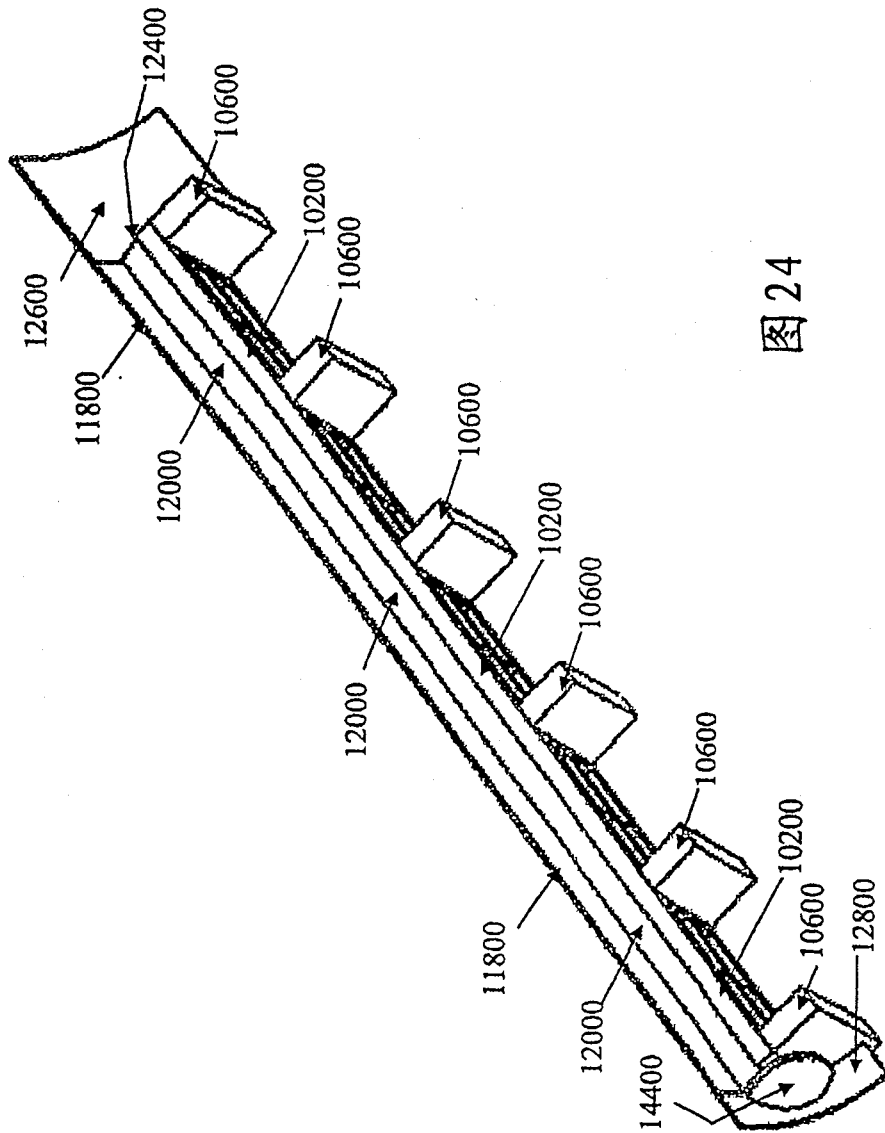


图 24

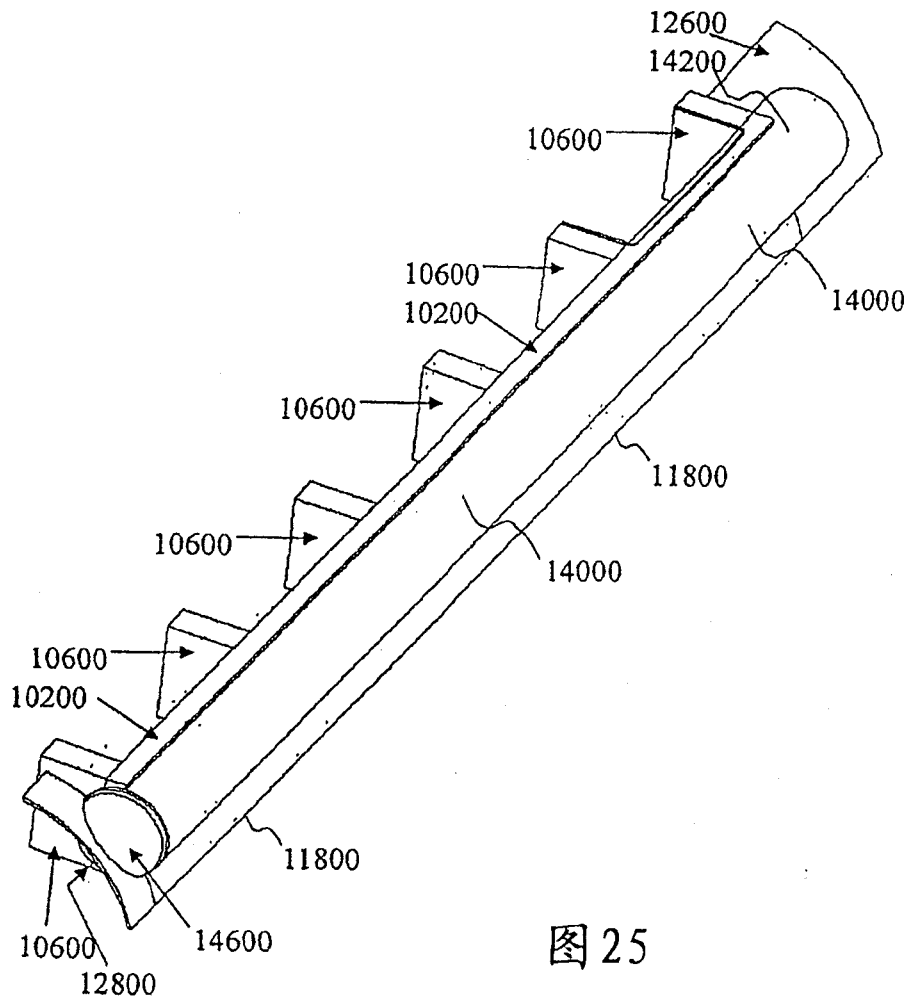


图 25

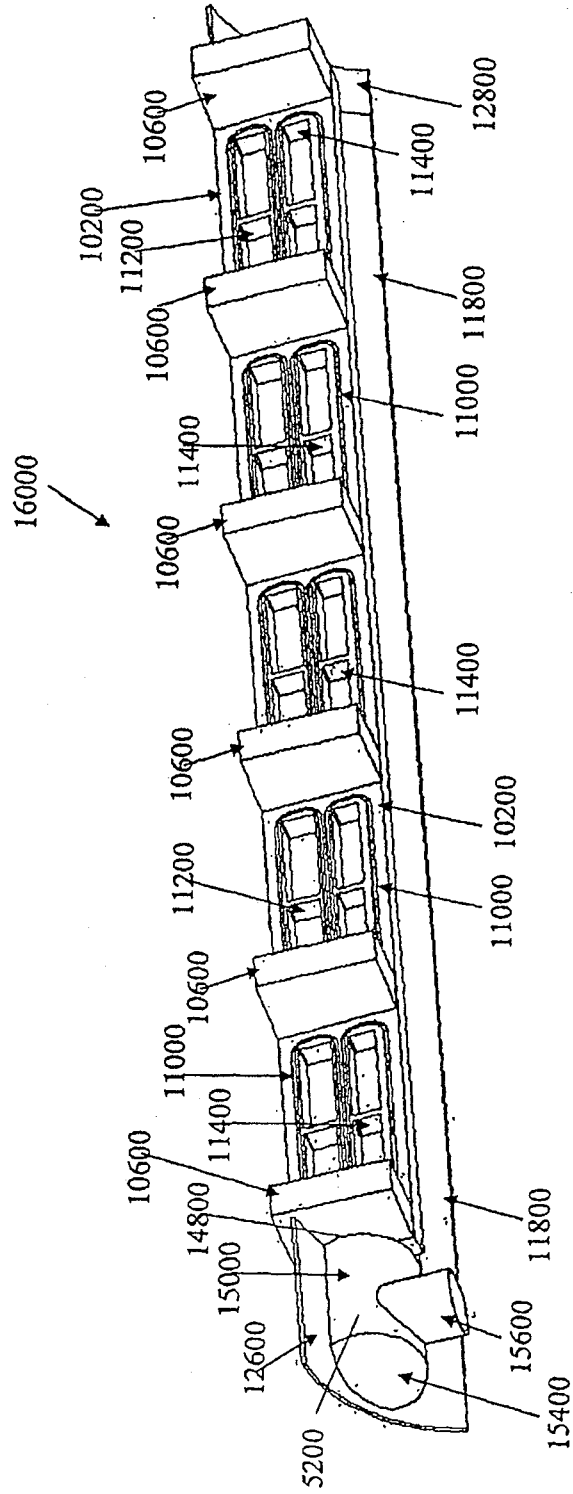


图26

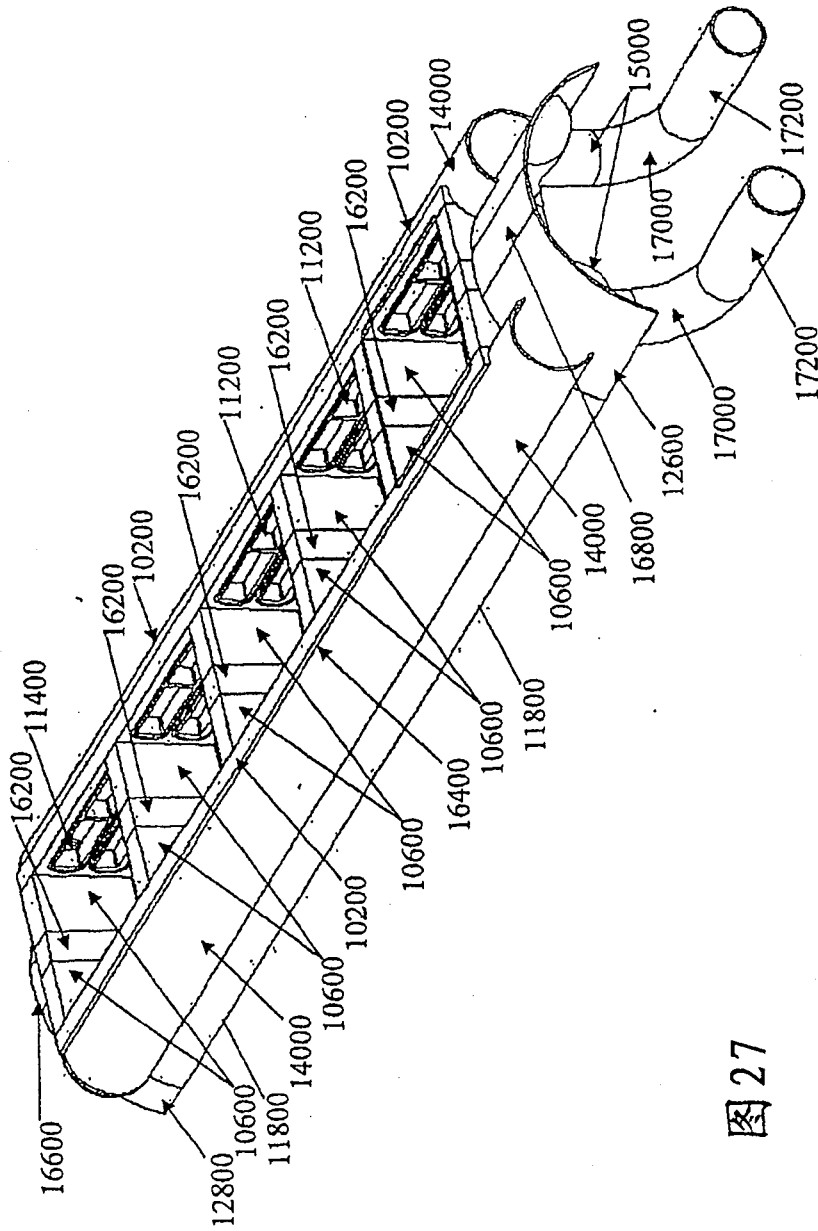


图 27

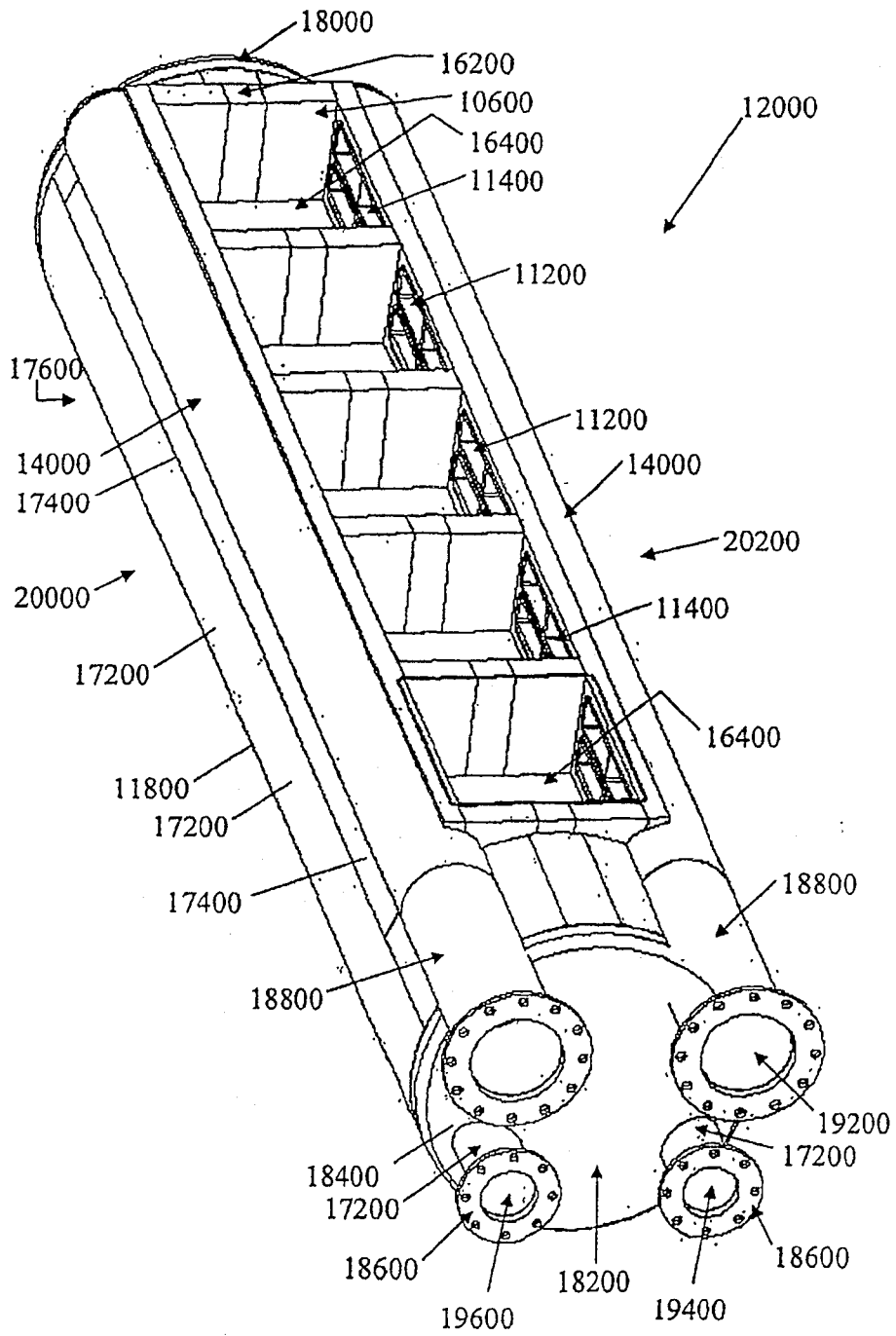


图 28

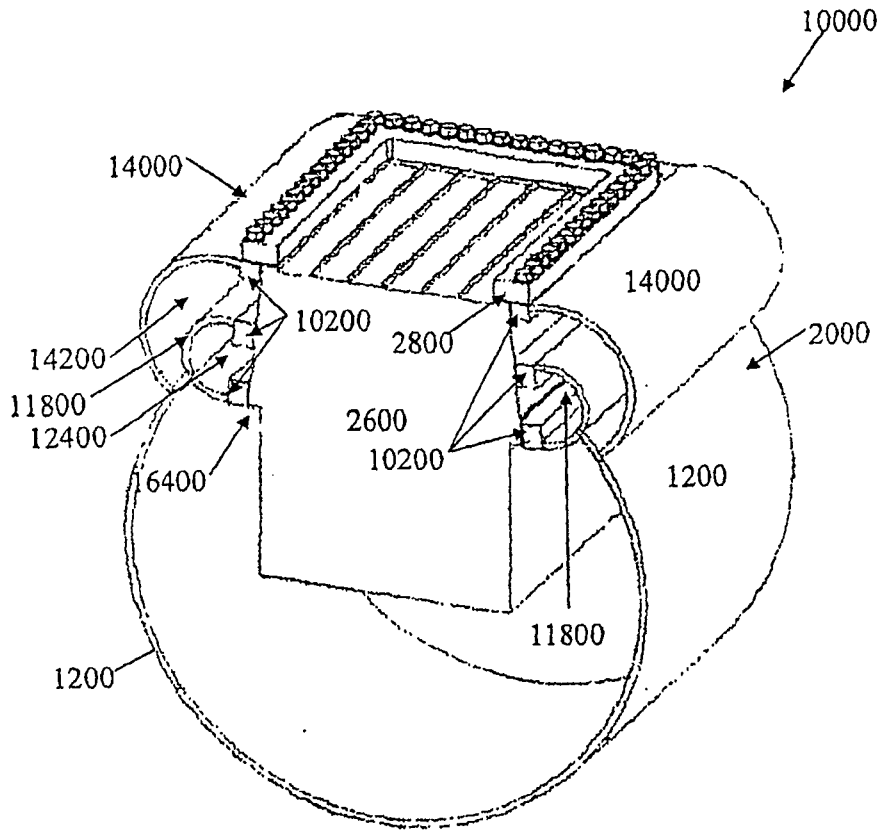


图 29

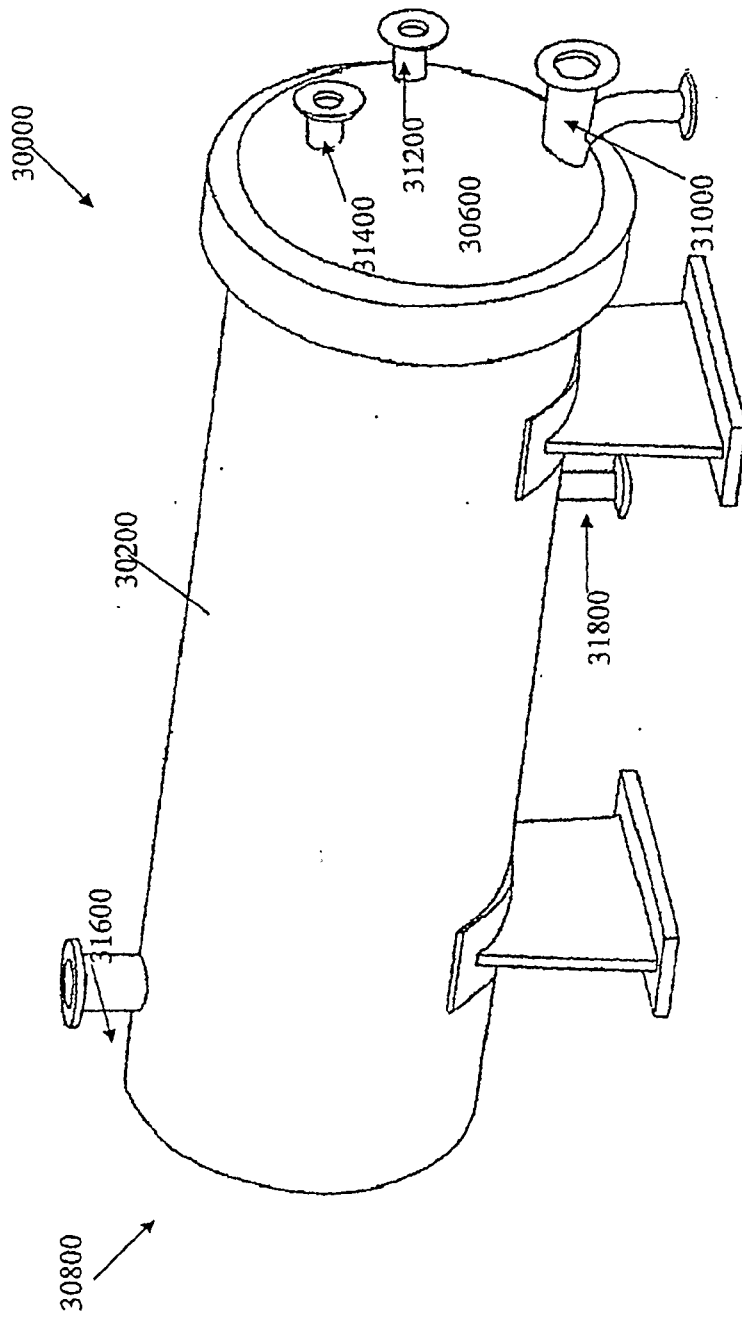


图 30

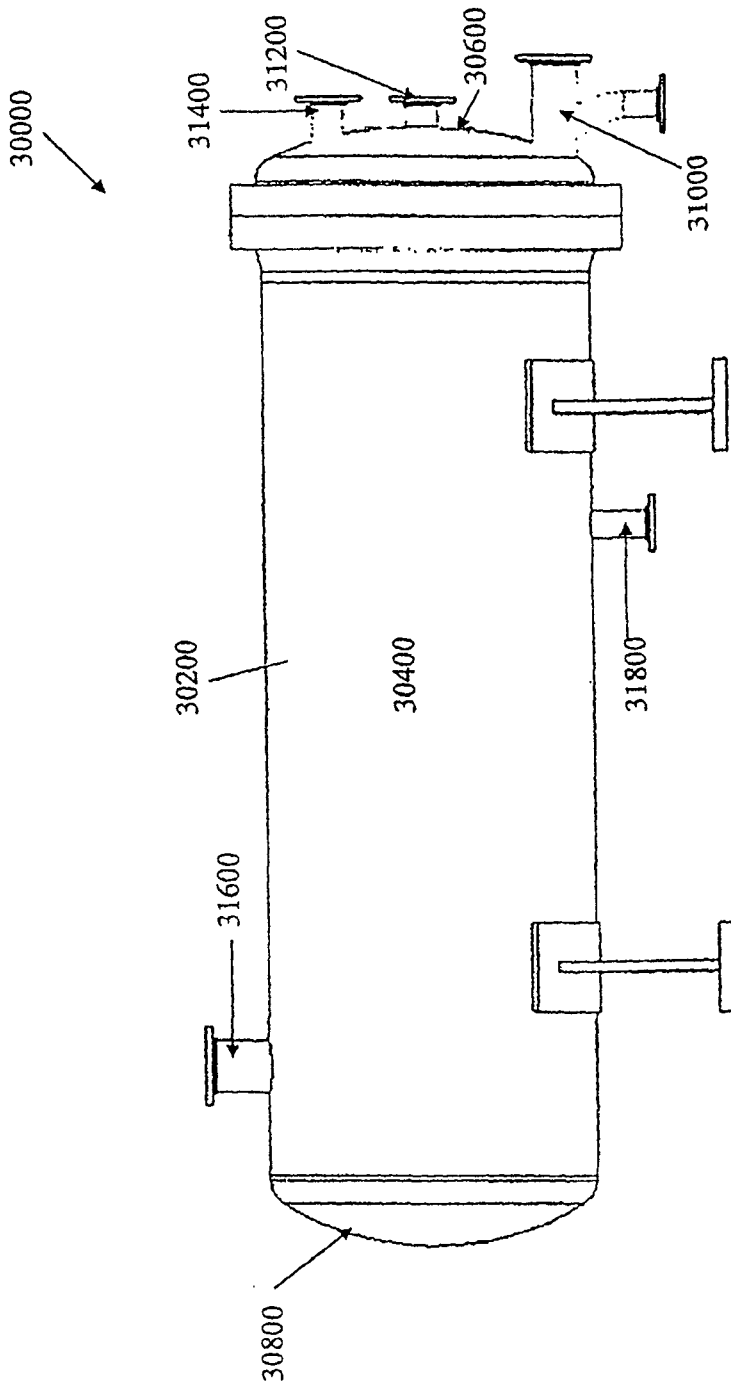


图 31

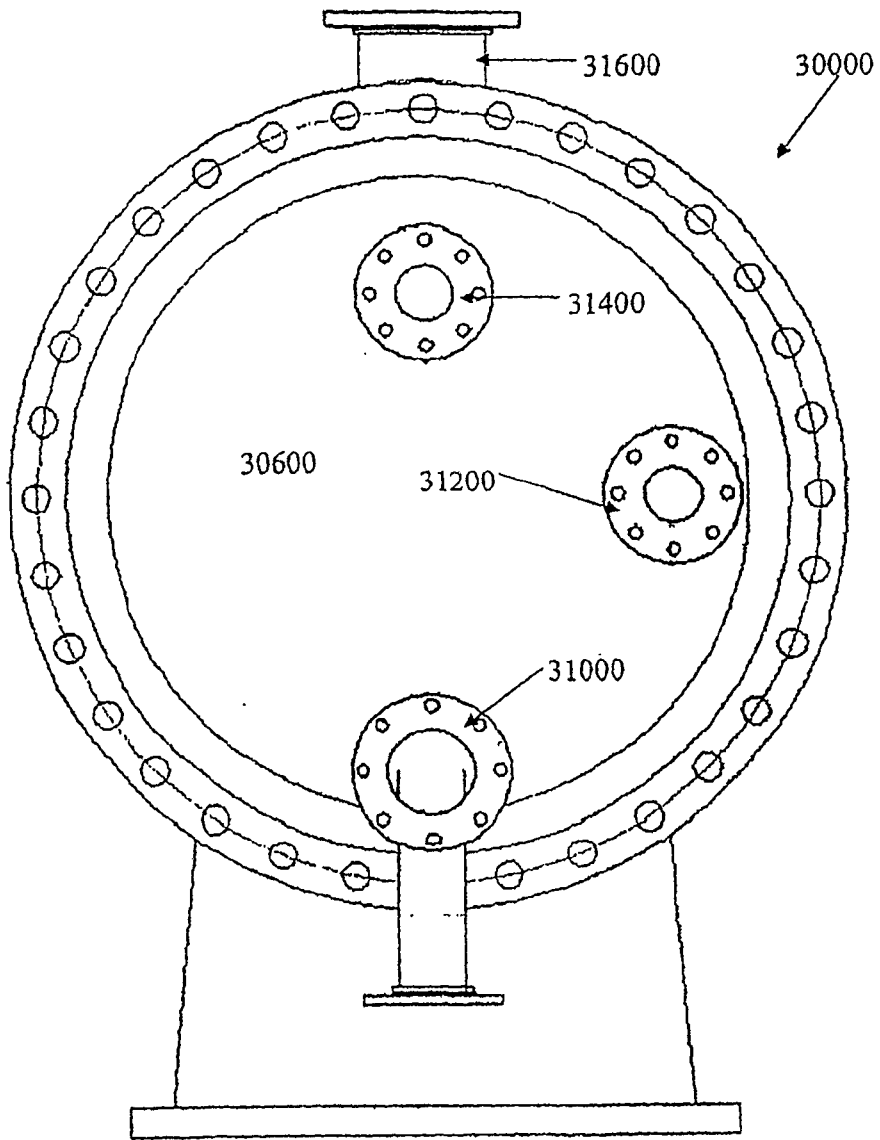


图 32

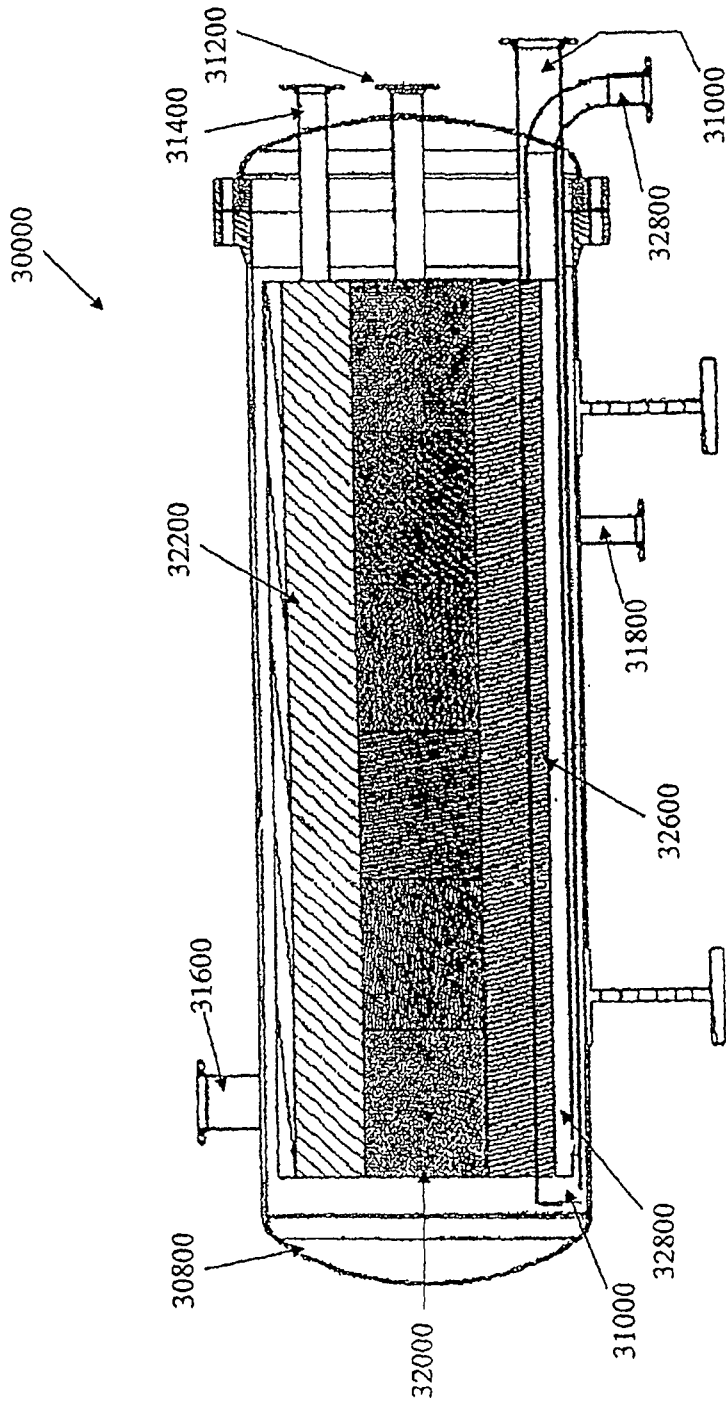


图 33

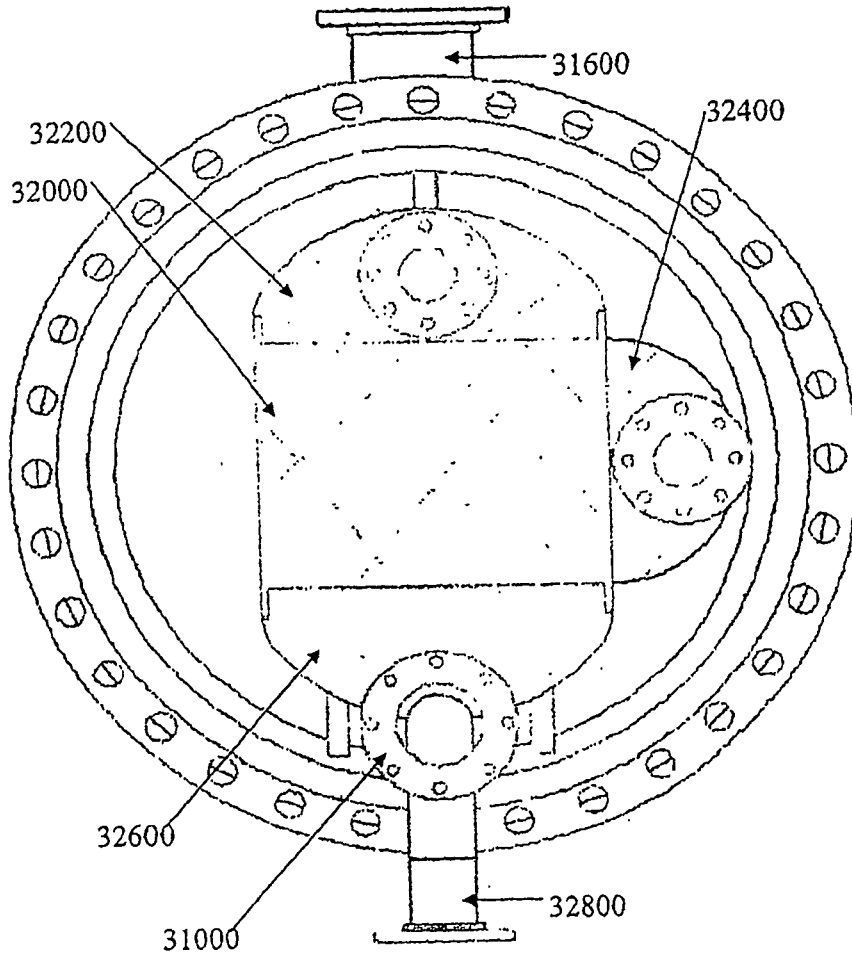


图 34

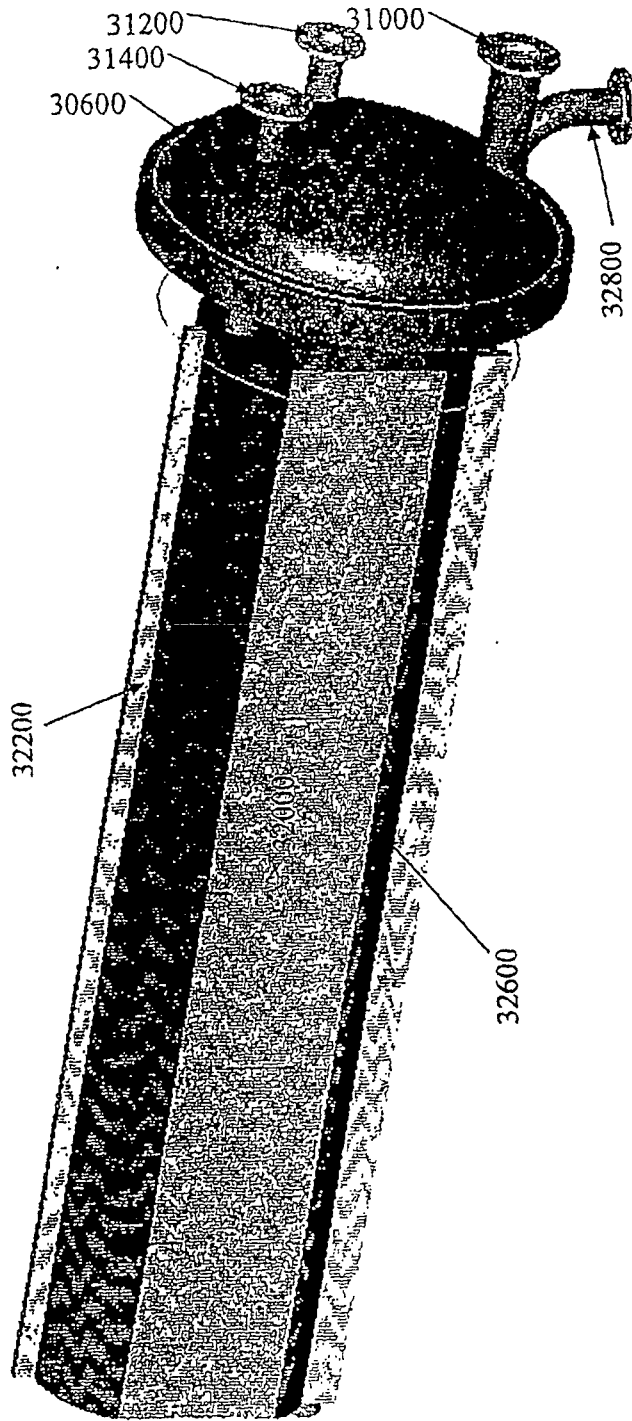


图 35

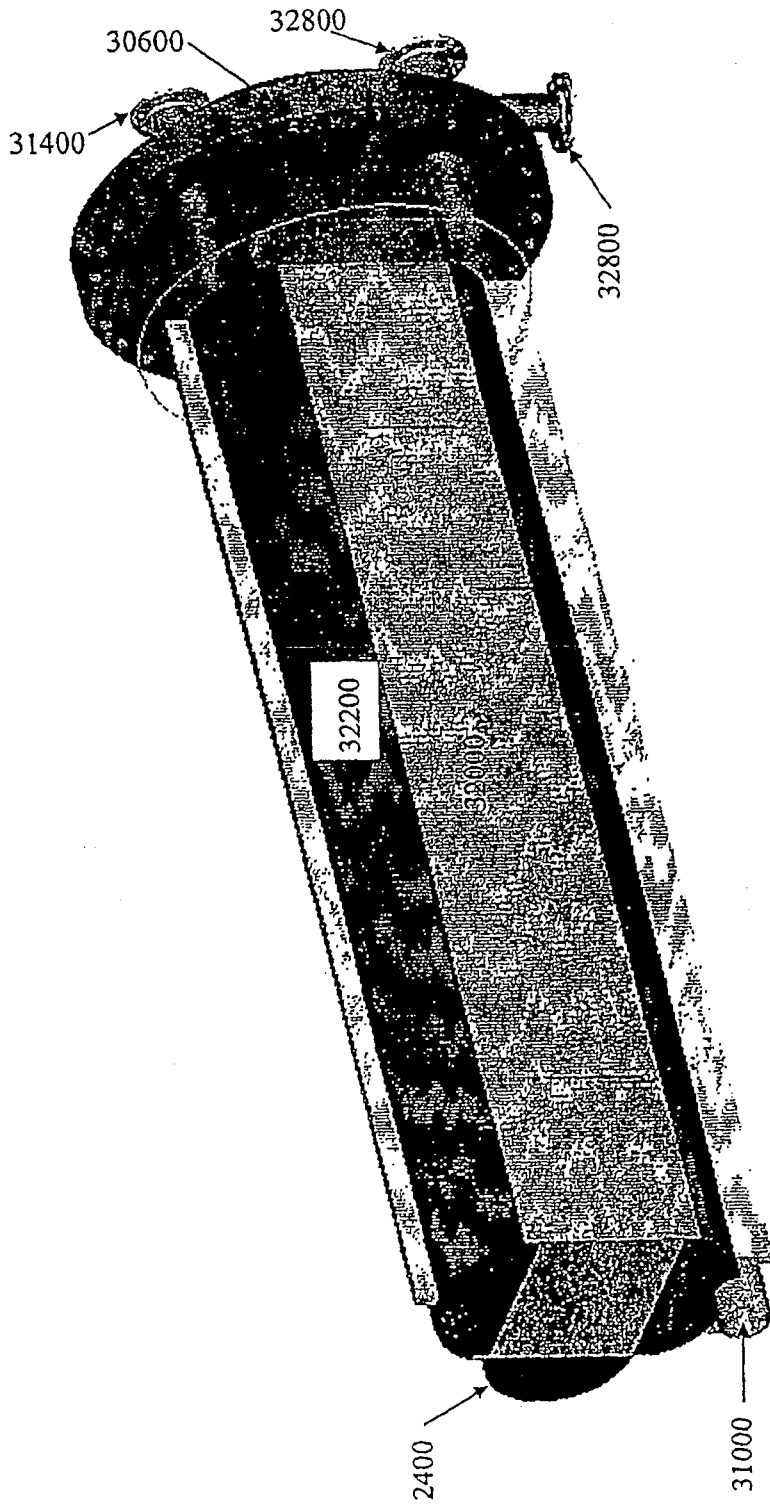


图36