

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01M 8/04 (2006.01)

H01M 8/06 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810187098.0

[43] 公开日 2009年6月3日

[11] 公开号 CN 101447579A

[22] 申请日 2004.6.25

[21] 申请号 200810187098.0

分案原申请号 200480024619.0

[30] 优先权

[32] 2003. 6. 27 [33] US [31] 60/483416

[32] 2003. 6. 27 [33] US [31] 60/482996

[71] 申请人 超电池公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 I·W·凯 A·索莫吉瓦里

Q·坎

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 曹若

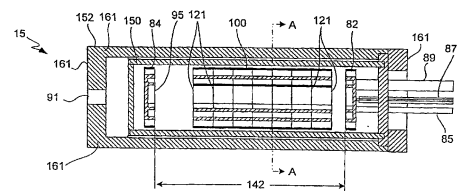
权利要求书 2 页 说明书 38 页 附图 16 页

[54] 发明名称

环状燃料处理器和方法

[57] 摘要

一种环状燃料处理器和方法，特别是用于在燃料处理器中产生氢气的方法。所述燃料处理器(15)包括重整器(32)和燃烧器(30)。所述重整器(32)包括用于产生氢气的催化剂。大容积重整器室增加了用于所述重整器中的催化剂的量且因此增加了对于给定燃料处理器尺寸产生的氢气。所述燃烧器将热量提供给所述重整器。一个或多个燃烧器可在多条边上围绕所述重整器以增加传热。杜瓦容器(150)可用以进一步增加对所述燃料处理器(15)的热管理且增加燃烧器效率。杜瓦容器包括在所述燃烧器接收入口空气(31)之前接收所述空气的一个或多个杜瓦容器室。使用由所述燃烧器(30)产生的热量在所述杜瓦容器室中对所述空气进行预热。



1、一种用于在燃料处理器中产生氢气的方法，所述燃料处理器包括燃烧器、重整器和至少部分包含所述燃烧器和重整器的杜瓦容器，所述方法包括：

在所述燃烧器中产生热量；

使过程气体或液体通过杜瓦容器室；

使用所述燃烧器中产生的热量加热所述杜瓦容器室中的所述过程气体或液体，其中使用来自所述燃烧器和所述杜瓦容器共用的第一壁部的热量加热所述过程气体或液体，以及其中在热量从所述燃烧器传递至所述杜瓦容器的壁之后才加热所述杜瓦容器室中的所述过程气体或液体；

在所述过程气体或液体已经在所述杜瓦容器室中受到加热之后将其供应至所述燃烧器；

将所述燃烧器中产生的热量传递至所述重整器，其中所述燃料处理器包括由所述燃烧器和所述杜瓦容器共用的第二壁部，以及所述燃料处理器构造成允许从燃烧器催化剂通过所述壁部进行传导传热连通；和

对燃料源进行重整以产生氢气。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其中所述过程气体或液体沿与所述过程气体或液体通过所述燃烧器室的方向至少部分相反的方向通过所述杜瓦容器室。

3、根据权利要求 1 所述的方法，其中所述杜瓦容器室包括在所述燃烧器的壁部与所述杜瓦容器的一组壁部之间形成的空间。

4、根据权利要求 1 所述的方法，其中所述燃料处理器包括包含所述杜瓦容器的壳体，和所述壳体和所述杜瓦容器形成第二杜瓦容器室，所述第二杜瓦容器室在所述杜瓦容器室接收所述过程气体或液体之前接收所述过程气体或液体。

5、根据权利要求 4 所述的方法，进一步包括使用所述燃烧器中产生的热量加热所述第二杜瓦容器室中的所述过程气体或液体。

6、根据权利要求 5 所述的方法，其中加热所述过程气体或液体包括在所述燃烧器和所述杜瓦容器共用的壁部之间的进行对流或辐射传热。

7、根据权利要求 6 所述的方法，其中所述杜瓦容器包括设置在所

述内壁上的改进所述内壁的辐射热反射性能的辐射层。

8、一种用于管理燃料处理器中的热量的方法，所述燃料处理器包括燃烧器、重整器和至少部分地包含所述燃烧器的杜瓦容器，所述方法包括：

在所述燃烧器中产生热量，所述燃烧器具有包括燃烧器催化剂的燃烧器室；

使过程气体或液体通过杜瓦容器室；和

使用所述燃烧器中产生的热量加热所述杜瓦容器室中的所述过程气体或液体，其中使用来自所述燃烧器和所述杜瓦容器共用的壁部的传导或辐射传热来加热所述过程气体或液体。

9、根据权利要求 8 所述的方法，其中所述过程气体或液体沿与所述过程气体或液体通过所述燃烧器室的方向至少部分相反的方向通过所述杜瓦容器室。

10、根据权利要求 8 或 9 所述的方法，其中所述杜瓦容器室包括在所述燃烧器壁部和所述杜瓦容器的一组壁部之间形成的空间。

11、根据权利要求 8 或 9 所述的方法，其中所述燃料处理器包括包含所述杜瓦容器的壳体，所述壳体和所述杜瓦容器形成第二杜瓦容器室，所述第二杜瓦容器室在所述杜瓦容器室接收所述过程气体或液体之前接收所述过程气体或液体。

12、根据权利要求 11 所述的方法，进一步包括使用所述燃烧器中产生的热量加热所述第二杜瓦容器室中的所述过程气体或液体，其中所述燃烧器在大于约 200 摄氏度的温度下操作且所述壳体的外侧在所述燃烧器中的生热过程中保持小于约 50 摄氏度。

13、根据权利要求 8 或 9 所述的方法，其中所述杜瓦容器包括在横截面上螺旋围绕所述燃烧器的壁部。

14、根据权利要求 8 或 9 所述的方法，其中所述杜瓦容器包括在横截面上螺旋围绕所述燃烧器的壁部，其中所述杜瓦容器包括一部分所述螺旋壁部且所述燃烧器部分包括第二部分所述螺旋壁部，所述第二部分包括所述燃烧器催化剂。

环状燃料处理器和方法

本申请作为享有申请日 2004 年 6 月 25 日且名称“环状燃料处理器和方法”的申请号 200480024619.0 的分案申请。

技术领域

本发明涉及燃料电池技术。具体而言，本发明涉及产生氢气且适用于便携应用情况中的燃料处理器。

背景技术

燃料电池电化学地结合氢气和氧气以产生电。环境空气易于供应氧气。然而，氢气的提供需要实用的供应装置。气态氢具有低能量密度，由此降低了作为便携式燃料的可操作性。具有适当能量密度的液态氢必须在极低的温度和高压条件下进行储存，这使得液态氢的储存和运输很麻烦。

重整氢气供应装置通过对燃料源进行处理以产生氢气。燃料源用作氢气载体。目前可得的可燃燃料源包括甲醇、乙醇、汽油、丙烷和天然气。液态可燃燃料源提供了高能量密度和易于储存和运输的能力。燃料处理器对可燃燃料进行重整以产生氢气。

燃料电池的发展迄今已集中于大规模应用情况如用于电源备用设备的工业尺寸的发电机。消费电子产品和其它便携式电源应用当前依赖于锂离子电池和类似的电池技术。用于便携应用情况如电子装置的燃料处理器是所希望的但在商业上还无法获得。此外，减少燃料处理器尺寸或增加燃料处理器效率的技术将是高度有益的。

发明内容

本方面涉及一种由燃料源产生氢气的燃料处理器。所述燃料处理器包括重整器和燃烧器。所述重整器包括有利于由所述燃料源产生氢气的催化剂。提供增加了可用于重整器中的催化剂的量且增加了对于给定燃料处理器尺寸的氢气输出的大容积重整器室设计。所述燃烧器将热量提供给所述重整器。一个或多个燃烧器可被构造以在多条边上围

绕重整器从而增加向所述重整器进行的热传递。

还描述了通过减少热损失且增加燃烧器效率而改进燃料处理器的热管理的杜瓦容器(dewar)。杜瓦容器包括在反应器接收入口过程气体或液体之前接收它们的一个或多个杜瓦容器室。所述杜瓦容器被布置以使得通过所述杜瓦容器室的入口过程气体或液体在热量逸出所述燃料处理器之前截断所述燃烧器中产生的热量。使入口过程气体或液体以这种方式通过杜瓦容器室执行了三种功能：a) 在燃烧器中产生的热量到达所述燃料处理器外部之前主动冷却并消散热量，和 b) 在空气由所述燃烧器接收之前加热空气，和 c) 吸收热量和使热量再循环回入燃烧器内以增加燃烧器的效率。当所述燃烧器依靠催化燃烧产生热量时，所述燃烧器中产生的热量根据所述过程气体或液体的温度使所述燃烧器中的冷却过程气体变暖。这从所述重整器中窃取了热量、减少了燃烧器的加热效率且通常导致更大量地消耗所述燃料源。所述杜瓦容器因此在引入过程气体或液体到达燃烧器之前对其进行预热以使得所述燃烧器使更少的热量到达所述过程气体或液体，所述热量要不然将传递至所述重整器。

在一个方面中，本发明涉及一种用于由燃料源产生氢气的燃料处理器。所述燃料处理器包括被构造以接收所述燃料源、被构造以输出氢气且包括有利于产生氢气的催化剂的重整器。所述燃料处理器还包括被构造以在所述重整器接收所述燃料源之前加热所述燃料源的煮沸器。所述燃料处理器进一步包括被构造以将热量提供给所述重整器且环状地设置在所述重整器周围的至少一个燃烧器。所述燃料处理器还可包括加热所述燃烧器的供给液体燃料的煮沸器。

在另一个方面中，本发明涉及一种用于由燃料源产生氢气的燃料处理器。所述燃料处理器包括被构造以接收所述燃料源、被构造以输出氢气且包括有利于产生氢气的催化剂的重整器。所述重整器还包括具有大于约 0.1 立方厘米且小于约 50 立方厘米的容积的重整器室且特征在于横截面宽度和大于三分之一所述横截面宽度的横截面高度。所述燃料处理器还包括被构造以在所述重整器接收所述燃料源之前加热所述燃料源的煮沸器。所述燃料处理器进一步包括被构造以将热量提供给所述重整器的至少一个燃烧器。

在又一个方面中，本发明涉及一种用于由燃料源产生氢气的燃料处

理器。所述燃料处理器包括被构造以接收所述氢燃料源、被构造以输出氢气且包括有利于产生氢气的催化剂的重整器。所述燃料处理器还包括被构造以将热量提供给所述重整器的燃烧器。所述燃料处理器进一步包括至少部分地包含所述重整器和所述燃烧器且包括形成被构造以在所述燃烧器接收入口过程气体或液体之前接收所述入口过程气体或液体的杜瓦容器室的一组杜瓦容器壁。所述燃料处理器附加地包括壳体，所述壳体包括至少部分地包含所述杜瓦容器且为所述重整器和所述燃烧器提供外部机械保护的一组壳壁。

在再一个方面中，本发明涉及一种用于管理燃料处理器中的热量的方法。所述燃料处理器包括燃烧器、重整器和至少部分地包含所述燃烧器的杜瓦容器。所述方法包括在所述燃烧器中产生热量。所述方法还包括使入口过程气体或液体通过杜瓦容器室。所述方法进一步包括使用所述燃烧器中产生的热量加热所述杜瓦容器室中的所述入口过程气体或液体。

在另一个方面中，本发明涉及一种用于在燃料处理器中产生氢气的方法。所述燃料处理器包括燃烧器、重整器和至少部分地包含所述燃烧器和所述重整器的杜瓦容器。所述方法包括在所述燃烧器中产生热量。所述方法还包括使入口过程气体或液体通过杜瓦容器室。所述方法进一步包括使用所述燃烧器中产生的热量加热所述杜瓦容器室中的所述入口过程气体或液体。所述方法附加地包括在所述入口过程气体或液体已经在所述杜瓦容器室中受热之后将其供应至所述燃烧器。所述方法还包括将所述燃烧器中产生的热量传递至所述重整器。所述方法进一步包括对燃料源进行重整以产生氢气。

在一个方面中，本发明涉及一种用于由燃料源产生氢气的燃料处理器。所述燃料处理器包括重整器，所述重整器包括设置在第一基板中的一组重整器通道。所述重整器还包括有利于由所述燃料源产生氢气的重整器催化剂。所述燃料处理器进一步包括煮沸器，所述煮沸器包括设置在第二基板中的一组通道且被构造以在所述重整器接收所述重整器之前加热所述燃料源。所述燃料处理器还包括被构造以将热量提供给所述重整器且被构造以将热量提供给所述煮沸器的燃烧器。所述燃料处理器附加地包括被构造以通过施加穿过一部分所述第一基板和一部分所述第二基板的柔顺紧固力以保持所述重整器和所述煮沸器在

所述燃料处理器内的位置的坞部。

在另一个方面中,本发明涉及一种用于由燃料源产生氢气的燃料处理器。所述燃料处理器包括重整器,所述重整器包括设置在第一基板中的一组重整器通道。所述重整器还包括有利于由所述燃料源产生氢气的重整器催化剂。所述燃料处理器进一步包括煮沸器,所述煮沸器包括设置在第二基板中的一组通道且被构造以在所述重整器接收所述燃料源之前加热所述燃料源。所述燃料处理器还包括催化燃烧器,所述催化燃烧器包括有利于使用所述燃料源产生热量的催化剂、被构造以将热量提供给所述第一基板和所述第二基板且包括设置在所述第一基板和所述第二基板中的一个中的一组通道。

在又一个方面中,本发明涉及一种用于由燃料源产生氢气的燃料处理器。所述燃料处理器包括重整器,所述重整器包括设置在第一基板中的一组重整器通道。所述重整器还包括有利于由所述燃料源产生氢气的重整器催化剂。所述燃料处理器进一步包括被构造以将热量提供给所述重整器的燃烧器。所述燃料处理器还包括包含所述重整器和所述燃烧器的杜瓦容器且包括形成被构造以在所述重整器接收所述燃料源或氧气之前接收所述燃料源或氧气的杜瓦容器室的一组杜瓦容器壁。

在本发明的下列描述和相关附图中将对本发明的这些以及其它特征和优点进行描述。

附图说明

图 1A 示出了根据本发明的一个实施例的用于产生电能的燃料电池系统;

图 1B 示出了根据本发明的一个具体实施例的图 1A 所示的燃料电池系统的示意操作;

图 1C 示出了使氢气从燃料电池的阳极排出口按路线移动至燃料处理器中的燃烧器的图 1A 所示的燃料电池系统的一个实施例;

图 2A 示出了根据本发明的一个实施例的用于图 1A 所示的燃料电池系统中的燃料处理器的侧剖视图;

图 2B 示出了沿燃料处理器的中平面截取的用于图 1A 所示的燃料电池系统中的燃料处理器的前剖视图;

图 3A 示出了根据本发明的一个实施例的图 2A 所示的燃料处理器中采用的整体式结构的前剖视图；

图 3B 示出了根据本发明的另一个实施例的用于燃料处理器中的管状设计的横截面布置图；

图 3C 示出了根据本发明的一个实施例的燃料处理器中的整体式结构的前剖视图，所述整体式结构包括具有“O 形”的单个燃烧器，所述单个燃烧器完全围绕重整器室；

图 3D 示出了图 2A 所示的燃料处理器中使用的端板的外视图；

图 3E 示出了根据本发明的另一个实施例的燃料处理器 15；

图 4A 示出了图 2A 所示的燃料处理器的侧剖视图和由根据本发明的一个实施例的杜瓦容器产生的空气移动；

图 4B 示出了图 2A 所示的燃料处理器的前剖视图且证实了杜瓦容器获得的热管理优点；

图 4C 示出了由用于图 2A 所示的燃料处理器中的杜瓦容器壁产生的热路径的热图；

图 4D 示出了根据本发明的另一个实施例的增加了空气流过杜瓦容器壁的对流路径的燃料处理器的剖视图；

图 4E 示出了根据本发明的另一个实施例的杜瓦容器；

图 4F 和图 4G 示出了根据本发明的另一个实施例的包括整体式结构和多通道杜瓦容器的燃料处理器的剖视图；

图 4H 示出了根据本发明的另一个实施例的在初始构造过程中处于展开形式的螺旋杜瓦容器；

图 4I 和图 4J 示出了根据本发明的两个实施例的燃烧器壁部上的载体涂层 (wash coating)；

图 5 示出了用于在根据本发明的一个实施例的燃料处理器中产生氢气的工艺流程；

图 6A 示出了根据本发明的一个实施例的燃料处理器的顶视图；

图 6B 示出了沿线 K-K 截取的图 6A 所示的燃料处理器的侧剖视图；

图 6C 示出了沿线 L-L 截取的图 6A 所示的燃料处理器的侧剖视图；

图 6D 示出了沿线 A-A 截取的图 6A 所示的燃料处理器的侧剖视图；

图 6E 示出了沿线 M-M 截取的图 6A 所示的燃料处理器的侧剖视图；

图 6F 示出了沿线 N-N 截取的图 6A 所示的燃料处理器的侧剖视图；

图 6G 示出了沿线 B-B 截取的图 6A 所示的燃料处理器的前剖视图；
图 6H 示出了沿线 C-C 截取的图 6A 所示的燃料处理器的前剖视图；
图 6I 示出了沿线 D-D 截取的图 6A 所示的燃料处理器的前剖视图；
和
图 6J 示出了图 6G 所示的一部分的放大图。

具体实施方式

结合附图中示出的多个优选实施例对本发明进行详细描述。在下面的描述中，为了帮助对本发明的全面的理解，披露了很多具体的细节。然而，对于本领域技术人员来说，很明显的是，没有某些或全部的具体细节也能够实施本发明。在其它的例子中，为了避免不必要地模糊了本发明，对于公知的过程步骤和/或结构没有进行详细描述。

图 1A 示出了根据本发明的一个实施例的用于产生电能的燃料电池系统 10。燃料电池系统 10 包括储存装置 16、燃料处理器 15 和燃料电池 20。

“重整”氢气供应装置对燃料源进行处理以产生氢气。如图所示，重整氢气供应装置包括燃料处理器 15 和燃料源储存装置 16。储存装置 16 储存燃料源 17，且可包括便携和/或可处置的燃料筒。可处置的筒为用户提供者提供了瞬间再填充的功能。在一个实施例中，筒包括在硬塑料分配器套壳内的可伸缩囊。单独的燃料泵通常控制来自储存装置 16 的燃料源 17 流。如果系统 10 是负载跟踪的，那么控制系统计量燃料源 17 以便以由燃料电池 20 的所需功率水平输出确定的流速将燃料源 17 输送至处理器 15。

燃料源 17 用作氢气的载体且可受到处理以分离氢气。燃料源 17 可包括任何载氢燃料流、烃燃料或其它氢燃料源如氨。适于与本发明一起使用的目前可得的烃燃料源 17 例如包括汽油、C₁至 C₄烃、其氧化类似物和/或其组合。多种烃和氨产品也可产生适当的燃料源 17。液体燃料源 17 提供了高能量密度和易于储存和运输的能力。储存装置 16 可包含燃料混合物。当燃料处理器 15 包括蒸汽重整器时，储存装置 16 可包含烃燃料源和水的燃料混合物。烃燃料源/水燃料混合物通常被示作水中的百分比燃料源。在一个实施例中，燃料源 17 包括水中的浓度在 1%至 99.9%的范围内的甲醇或乙醇。其它液体燃料如丁烷、丙烷、汽油、军

用级“JP8”等也可被包含在储存装置 16 中且水中浓度在 5 至 100% 的范围内。在具体实施例中，燃料源 17 包括体积百分比为 67% 的甲醇。

燃料处理器 15 对烃燃料源 17 进行处理并输出氢气。烃燃料处理器 15 在存在催化剂的情况下加热和处理烃燃料源 17 以产生氢气。燃料处理器 15 包括重整器，所述重整器是将液体或气体烃燃料源 17 转化成氢气和二氧化碳的催化装置。当在此使用该术语时，重整指的是由燃料源产生氢气的过程。燃料处理器 15 可输出纯氢气或载氢气体流。下面对燃料处理器 15 进行进一步详细地描述。

燃料电池 20 将氢气和氧气电化学地转化成水且在该过程中产生电和热量。环境空气通常为燃料电池 20 供应氧气。纯或直接氧气源也可用于进行氧气供应。水通常形成蒸汽，这取决于燃料电池 20 部件的温度。对于很多燃料电池而言，电化学反应还会产生二氧化碳作为副产物。

在一个实施例中，燃料电池 20 是适于与便携应用情况如消费者用电子装置一起使用的低容积聚合物电解质膜 (PEM) 燃料电池。聚合物电解质膜燃料电池包括实施产生电能的电化学反应的膜电极组件 40。膜电极组件 40 包括氢催化剂、氧催化剂和离子传导膜，所述离子传导膜 a) 选择性地传导质子和 b) 使氢催化剂与氧催化剂电隔离开来。氢气分配层包含氢催化剂且允许氢气扩散通过其中。氧气分配层包含氧催化剂且允许氧气和氢质子扩散通过其中。离子传导膜使氢气和氧气分配层分离开来。在化学术语中，阳极包括氢气分配层和氢催化剂，而阴极包括氧气分配层和氧催化剂。

聚合物电解质膜燃料电池通常包括具有一组双极板的燃料电池堆。膜电极组件被设置在两块双极板之间。氢气分配 43 通过一块板上的通道区域发生，而氧气分配 45 通过第二块对向板上的通道区域发生。具体而言，第一通道区域将氢气分配至氢气分配层，而第二通道区域将氧气分配至氧气分配层。术语“双极”在电学上指的是夹在两个膜电极组件层之间的双极板（无论包括一块板或两块板）。在这种情况下，双极板用作一个相邻膜电极组件的负极端子和布置在双极板的相对面上的第二个相邻膜电极组件的正极端子。

在电学术语中，阳极包括氢气分配层、氢催化剂和双极板。阳极用作燃料电池 20 的负电极且传导由氢气分子释放的电子以使得它们可在

外部使用如为外部电路供电。在燃料电池堆中，双极板串连连接以累加堆的每层中获得的电位。在电学术语中，阴极包括氧气分配层、氧催化剂和双极板。阴极表示燃料电池 20 的正电极且将电子从外部电路传导回氧催化剂，在所述氧催化剂处电子可与氢离子和氧气重新结合以形成水。

氢催化剂将氢气分离成质子和电子。离子传导膜阻挡电子，且使化学阳极（氢气分配层和氢催化剂）与化学阴极电隔离开来。离子传导膜还选择性地传导带正电的离子。阳极将电子电传导至负载（产生电）或电池（储存能量）。同时，质子移动通过离子传导膜以与氧气结合。质子和使用过的电子随后在阴极侧上相遇且与氧气结合以形成水。氧气分配层中的氧催化剂有利于该反应。一种普遍的氧催化剂包括极薄地涂覆到碳纸或布上的铂粉末。多种设计采用粗糙和多孔的催化剂以增加暴露于氢气和氧气的铂的表面积。

在一个实施例中，燃料电池 20 包括一组双极板，所述双极板分别包括在相对面上的分配氢气和氧气的通道区域。一条通道区域分配氢气而相对面上的通道区域分配氧气。多块双极板可叠置以产生“燃料电池堆”，其中膜电极组件被设置在每对相邻双极板之间。由于燃料电池 20 中的生电过程是放热的，因此燃料电池 20 可实施热管理系统以消散来自燃料电池的热量。燃料电池 20 还可采用多个湿化板（HP）以管理燃料电池中的湿气水平。在题目为“微燃料电池构造”且命名 Ian Kaye 为发明人且于与本专利申请相同的日期申请的共同所有的共同待审的专利申请中包括对适于与本发明一起使用的燃料电池的进一步描述。该申请由此被引入以供参考。

尽管将结合聚合物电解质膜燃料电池对本发明进行主要描述，但应该理解可通过其它燃料电池构造实施本发明。燃料电池构造之间的主要差别在于所用离子传导膜的类型。在一个实施例中，燃料电池 20 是采用液体磷酸进行离子交换的磷酸燃料电池。固体氧化物燃料电池采用硬的无孔陶瓷化合物以进行离子交换且可适于与本发明一起使用。通常，任何燃料电池构造可受益于在此所述的燃料处理器改进。其它这种燃料电池构造包括直接甲醇、碱性和熔融碳酸盐燃料电池。

燃料电池 20 产生可用于多种应用情况中的直流电压。例如，由燃料电池 20 产生的电可用以为马达或灯供电。在一个实施例中，本发明

提供了被设计以输出小于 200 瓦的功率（净或总）的“小”燃料电池。这种尺寸的燃料电池普遍被称作“微燃料电池”且很适于与便携电子装置一起使用。在一个实施例中，燃料电池 20 被构造以产生约 1 毫瓦至约 200 瓦的功率。在另一个实施例中，燃料电池 20 产生约 3 瓦至约 20 瓦的功率。燃料电池 20 还可以是独立的燃料电池，所述燃料电池是产生动力的单个单元，只要其具有 a) 氧气和 b) 氢气或烃燃料供应装置。输出约 40 瓦至约 100 瓦的燃料电池 20 非常适于为膝上型计算机供电。

图 1B 示出了根据本发明的具体实施例的燃料电池系统 10 的示意操作。如图所示，燃料电池系统 10 包括燃料容器 16、氢燃料源 17、燃料处理器 15、燃料电池 20、多泵 21 和风机 35、燃料管线和气体管线和一个或多个阀 23。尽管现在将结合作为燃料源 17 的甲醇对本发明进行主要描述，但应该理解本发明可采用另一种燃料源 17 如上面提供的一种燃料源。

燃料容器 16 储存甲醇作为氢燃料源 17。燃料容器 16 的出口 26 提供甲醇 17 进入氢燃料管线 25。如图所示，管线 25 分成两条管线：将甲醇 17 输运至燃料处理器 15 的燃烧器 30 的第一管线 27 和将甲醇 17 输运至燃料处理器 15 中的重整器 32 的第二管线 29。管线 25、27 和 29 例如可包括塑料管道系统。分别为管线 27 和 29 提供了单独的泵 21a 和 21b 以对管线进行加压且如果需要则以独立的速度传送燃料源。由 Plymouth Meeting, PA 的 Instech 提供的型号为 P625 的泵适于传送用于系统 10 的液体甲醇且适用于本实施例中。位于储存装置 16 与燃料处理器 15 之间的管线 29 上的流量传感器或阀 23 检测且传达在储存装置 16 与重整器 32 之间传递的甲醇 17 的量。结合传感器或阀 23 和适当控制如由执行来自储存软件的指令的处理器施加的数字控制，泵 21b 调节储存装置 16 对重整器 32 的甲醇 17 供应。

风机 35a 将氧气和空气从环境空间输送通过管线 31 到达燃料处理器 15 的再生器 36。风机 35b 将氧气和空气从环境空间输送通过管线 33 到达燃料处理器 15 的再生器 36。在本实施例中，由 California 的 Adda USA 提供的型号为 AD2005DX-K70 的风机适于传送用于燃料电池系统 10 的氧气和空气。风机 37 将冷却空气吹过燃料电池 20 及其传热附件 46。

燃料处理器 15 接收来自储存装置 16 的甲醇 17 且输出氢气。燃料处理器 15 包括燃烧器 30、重整器 32、煮沸器 34 和杜瓦容器 150。燃烧器 30 包括接收来自管线 27 的甲醇 17 的入口和在存在甲醇的情况下产生热量的催化剂。在一个实施例中，燃烧器 30 包括将加热气体排出至管线 41 的出口，所述管线将加热气体传送过燃料电池 20 的传热附件 46 以对燃料电池进行预热且加快了当初始开启燃料电池 20 时需要的预热时间。燃烧器 30 的出口还可将加热气体排出进入环境空间内。

煮沸器 34 包括接收来自管线 29 的甲醇 17 的入口。煮沸器 34 的结构允许燃烧器 30 中产生的热量在重整器 32 接收甲醇 17 之前加热煮沸器 34 中的甲醇 17。煮沸器 34 包括将加热甲醇 17 提供给重整器 32 的出口。

重整器 32 包括接收来自煮沸器 34 的加热甲醇 17 的入口。重整器 32 中的催化剂与甲醇 17 反应且产生氢气和二氧化碳。该反应是略微吸热的且从燃烧器 30 中吸取热量。重整器 32 的氢气出口将氢气输出至管线 39。在一个实施例中，燃料处理器 15 还包括截断重整器 32 的排出氢且减少排出物中的一氧化碳量的优先氧化器。优先氧化器采用从空气入口到达优先氧化器的氧气和对于一氧化碳比二氧化碳更优先的例如基于钌或铂的催化剂。

杜瓦容器 150 在空气进入燃烧器 30 之前对过程气体或液体进行预热。杜瓦容器 150 还通过在热量逸出燃料处理器 15 之前加热引入过程液体或气体而减少来自燃料电池 15 的热损失。在一种意义上，杜瓦容器 150 用作使用燃料处理器 15 中的废热以增加燃料处理器的热管理和热效率的再生器。具体而言，来自煮沸器 30 的废热可用以对提供给燃烧器 30 的引入空气进行预热从而减少传递至燃烧器中的空气的热量，以使得更多的热量传递至重整器 32。下面对杜瓦容器 150 进行进一步详细地描述。

管线 39 将氢气从燃料处理器 15 输运至燃料电池 20。气体输送管线 31、33、39 例如可包括聚合物或金属管道系统。还可将氢气流量传感器（未示出）添加在管线 39 上以检测和传达输送至燃料电池 20 的氢气量。结合氢气流量传感器和适当控制如由执行来自储存软件的指令的处理器施加的数字控制，燃料处理器 15 调节燃料电池 20 的氢气提供。

燃料电池 20 包括接收来自管线 39 的氢气且将其输送至氢气进气歧管从而输送至一个或多个双极板及其氢气分配通道的氢气入口。燃料电池 20 的氧气入口接收来自管线 33 的氧气并将其输送至氧气进气歧管以便输送至一个或多个双极板及其氧气分配通道。阳极排气歧管收集来自氢气分配通道的气体且将它们输送至阳极排气口，所述阳极排气口将排出气体排出并使其进入环境空间。阴极排气歧管收集来自氧气分配通道的气体且将它们输送至阴极排气口。

图 1B 所示的燃料电池系统 10 的示意操作是典型的且预期了燃料电池系统设计如反应物和副产物管道设备的其它变型。除了图 1B 所示的部件之外，系统 10 还可包括本领域的技术人员已公知的且为了简要而在此省略的有助于实现系统 10 的功能的其它元件，如电子控制装置、附加泵和阀、增加的系统传感器、歧管、热交换器和电动内部连线装置。

图 1C 示出了使未使用的氢气从燃料电池 20 按路线移动回燃烧器 30 的燃料系统 10 的实施例。燃烧器 30 包括与未使用的氢气反应以产生热量的催化剂。由于燃料电池 20 内的氢气消耗过程通常是不完全的且阳极排出物通常包括未使用的氢气，因此使阳极排出物改变路线到达燃烧器 30 允许燃料电池系统 10 利用燃料电池 20 中的未使用氢气且增加系统 10 中的氢气使用率和效率。正如在此使用的术语，未使用的氢气通常指的是由燃料电池输出的氢气。

管线 51 被构造以将未使用的氢气从燃料电池 20 传送至燃料处理器 15 的燃烧器 30。对于图 1C，燃烧器 30 包括两个入口：被构造以接收氢燃料源 17 的入口 55 和被构造以接收来自管线 51 的氢气。将氢气从燃料处理器 15 分配至每个膜电极组件层的阳极气体收集通道收集和排出未使用的氢气。入口风机对将氢气从燃料处理器 15 的出口输送至燃料电池 20 的阳极入口的管线 39 进行加压。入口风机还对阳极气体收集通道进行加压以分配燃料电池 20 内的氢气。在一个实施例中，在管线 51 中进行的将气体输送回燃料处理器 15 的过程取决于阳极气体分配通道的排出口处例如阳极排气歧管中的压力。在另一个实施例中，额外的风机被添加至管线 51 以对管线 51 进行加压并使未使用的氢气返回燃料处理器 15。

燃烧器 30 还包括被构造以接收来自燃料电池 20 中包括的氧气排出

装置的氧气的入口 59。将来自环境空间的氧气和空气分配至每个膜电极组件层的阴极气体收集通道收集且排出未使用的氢气。管线 61 将未使用的氧气从收集来自每条阴极气体收集通道的氧气的排气歧管输送至入口 59。燃烧器 30 因此包括两个氧气入口：入口 59 和被构造以在将来自环境空间的氧气输送通过杜瓦容器 150 之后接收所述氧气的入口 57。由于燃料电池 20 内的氢气消耗过程通常是不完全的且阴极排出物包括未使用的氢气，因此使阴极排出物改变路线到达燃烧器 30 允许燃料电池系统 10 利用燃料电池 20 中的未使用氢气且增加系统 10 中的氢气使用率和效率。

在一个实施例中，燃料处理器 15 是仅需要蒸汽以产生氢气的蒸汽重整器。适用于燃料电池系统 10 中的多种类型的重整器包括蒸汽重整器、自动热重整器 (ATR) 或催化部分氧化器 (CPOX)。自动热重整器或催化部分氧化器重整器使空气与燃料和蒸汽混合物混合。自动热重整器或催化部分氧化器系统对燃料如甲醇、柴油、普通无铅汽油和其它烃进行重整。在具体实施例中，储存装置 16 将甲醇 17 提供给燃料处理器 15，所述燃料处理器在约 250°C 或更低的温度下对甲醇进行重整且允许燃料电池系统 10 用于温度要最小化的应用情况中。

图 2A 示出了根据本发明的一个实施例的燃料处理器 15 的侧剖视图。图 2B 示出了沿处理器 15 的中平面截取的燃料处理器 15 的前剖视图，图中还示出了端板 82 的特征。燃料处理器 15 对甲醇进行重整以产生氢气。燃料处理器 15 包括整体式结构 100、端板 82 和 84、重整器 32、燃烧器 30、煮沸器 34、煮沸器 108、杜瓦容器 150 和壳体 152。尽管现在将结合用于产生氢气的甲醇消耗对本发明进行描述，但是应该理解本发明的燃料处理器可消耗另一种燃料源，正如本领域的技术人员应该意识到地。

正如在此使用的术语，“整体式”指的是包括至少部分用于燃料处理器 15 中的多个部件的单个整体结构。如图所示，整体式结构 100 包括重整器 32、燃烧器 30、煮沸器 34 和煮沸器 108。整体式结构 100 还可包括用于重整器 32、燃烧器 30 和煮沸器 34 的相关联的管道设备入口和出口。整体式结构 100 包括构成该结构的通用材料 141。通用材料 141 被包括在限定出重整器 32、燃烧器 30 和煮沸器 34 和 108 的壁部中。具体而言，壁部 111、119、120、122、130、132、134 和 136 都包括通用

材料 141。通用材料 141 可包括金属，如铜、硅、不锈钢、因科耐尔和显示出有利的导热性质的其它金属/合金。整体式结构 100 和通用材料 141 简化了燃料处理器 15 的制造过程。例如，将金属用于通用材料 141 允许通过挤压或铸造工艺形成整体式结构 100。在一些情况下，整体式结构 100 的横截面尺寸在端板 82 与 84 之间是一致的且仅包括在单次挤压中形成的铜。通用材料 141 例如还可包括陶瓷。可通过烧结形成陶瓷整体式结构 100。

壳体 152 为燃料处理器 15 的内部部件如燃烧器 30 和重整器 32 提供了机械保护。壳体 152 还提供了与处理器 15 的外部环境隔离的功能且包括使气体和液体与燃料处理器 15 内部和外部连通的进入和排出口。壳体 152 包括至少部分地包含杜瓦容器 150 且为燃料处理器 15 中的部件提供外部机械保护的一组壳壁 161。壁部 161 例如可包括适当硬的材料如金属或刚性聚合物。杜瓦容器 150 改进了燃料处理器 15 的热管理性能且将结合图 4A 进行进一步详细地描述。

整体式结构 100 以及端板 82 和 84 一起结构地限定出重整器 32、燃烧器 30、煮沸器 34 和煮沸器 108 及其相应的室。为了图示目的，图 2A 单独示出了整体式结构 100 和端板 82 和 84，而图 4A 一起示出了它们。

参见图 3B，煮沸器 34 在重整器 32 接收甲醇之前加热甲醇。煮沸器 34 通过联接至图 1B 所示的甲醇供应管线 27 的燃料源入口 81 接收甲醇。由于通过重整器 32 中的催化剂 102 进行的甲醇重整和氢气产生通常需要升高的甲醇温度，因此燃料处理器 15 在甲醇由重整器 32 接收之前通过煮沸器 34 对甲醇进行预热。煮沸器 34 被设置在接近燃烧器 30 的位置处以接收燃烧器 30 中产生的热量。热量通过从燃烧器 30 传导通过整体式结构到达煮沸器 34 且通过从煮沸器 34 壁部向通过其中的甲醇进行对流而进行传递。在一个实施例中，煮沸器 34 被构造以使液体甲醇汽化。煮沸器 34 随后使气体甲醇通过到达重整器 32 从而与催化剂 102 产生气体相互作用。

重整器 32 被构造以接收来自煮沸器 34 的甲醇。整体式结构 100 中的壁部 111（参见图 3A 中的横截面）和端板 82 和 84 上的端壁 113（图 2B）限定出重整器室 103 的尺寸。在一个实施例中，端板 82 和/或端板 84 还包括使从煮沸器 34 排出的加热甲醇按路线移动进入重整器 32 内的

通道 95 (图 2A)。加热甲醇随后进入处于整体式结构 100 一端的重整器室 103 且到达另一端,重整器排出物在所述另一端受到处置。在另一个实施例中,设置在重整器 32 壁部中的孔眼接收来自管线或其它供应装置的入口加热甲醇。进入孔眼或孔口可被设置在重整器 32 的适当壁部 111 或 113 上。

重整器 32 包括有利于产生氢气的催化剂 102。催化剂 102 与甲醇 17 进行反应且有利于产生氢气和一氧化碳。在一个实施例中,颗粒尺寸被设计以使暴露于引入甲醇的表面积的量最大化。范围在约 50 微米至约 1.5 毫米内的颗粒直径适用于多种应用情况。范围在约 300 微米至约 1500 微米范围内的颗粒直径适于与重整器室 103 一起使用。颗粒尺寸和充填还可改变以控制穿过重整器室 103 的压降。在一个实施例中,重整器室 103 的入口与出口之间的压降数量级在约 0.2 至约 5psi 范围内是适当的。例如当重整器室尺寸增加且催化剂 102 的颗粒直径可增加时,颗粒尺寸可相对于重整器室 103 的横截面尺寸改变。在一个实施例中,颗粒直径 (d) 与横截面高度 117 (D) 之比可在约 0.0125 至约 1 的范围内。 D/d 比率在约 5 至约 20 的范围内也适用于多种应用情况。充填密度还可作为催化剂 102 在重整器室 103 中的充填特征。对于铜锌催化剂 102,充填密度在约 0.3 克/毫升至约 2 克/毫升的范围内是适当的。充填密度在约 0.9 克/毫升至约 1.4 克/毫升的范围内适用于图 3A 所示的实施例。

当甲醇被用作烃燃料源 17 时,一种适当的催化剂 102 可包括氧化铝颗粒上的 CuZn。适用于催化剂 102 的其它材料例如可基于单独的镍、铂、钨、或其它贵金属催化剂或其组合。催化剂 102 的颗粒商业上可从本领域的技术人员已公知的多位卖方处得到。颗粒催化剂还可被设置在重整器室 103 中设置的阻障系统内。阻障系统包括导引燃料源沿非线性路径行进的一组壁部。阻障系统减慢并控制气体甲醇在室 103 中的流动以改进气体甲醇与颗粒催化剂 102 之间的相互作用。另一种可选方式是,催化剂 102 可包括涂覆到金属海绵或金属泡沫材料上的上面列出的催化剂材料。将所需金属催化剂材料洗覆到重整器室 103 的壁部上的技术也可用于重整器 32。

重整器 32 被构造以输出氢气且包括使重整器 32 中形成的氢气与燃料处理器 15 外部连通的排出口 87。在燃料系统 10 中,孔口 87 使氢气

连通至管线 39 以便在燃料电池 20 中进行氢气分配 43。孔口 87 被设置在端板 82 的壁部上且包括通过壁部的孔眼（参见图 2B）。排出孔口可被设置在任何适当壁部 111 或 113 上。

重整器 32 中的氢气产生过程是略微吸热的且从燃烧器 30 中吸取热量。燃烧器 30 产生热量且被构造以将热量提供给重整器 32。燃烧器 30 被环状地设置在重整器 32 周围，正如下面将进一步详细地讨论地。如图 2B 所示，燃烧器 30 包括两个燃烧器（或燃烧器部分）30a 和 30b 及其围绕重整器 32 的相应的燃烧器室 105a 和 105b。燃烧器 30 包括通过端板 82 或 84 中的一个端板中的通道接收来自煮沸器 108 的甲醇 17 的入口。在一个实施例中，燃烧器入口通往燃烧器室 105a 内。甲醇随后沿燃烧器室 105a 的长度 142 行进至设置在端板 82 中的通道，所述通道使甲醇从燃烧器室 105a 按路线移动至燃烧器室 105b。甲醇随后向后行进通过燃烧器室 105b 的长度 142 到达燃烧器排出口 89。在另一个实施例中，燃烧器入口通往室 105a 和 105b 内。甲醇随后沿室 105a 和 105b 的长度 142 行进至燃烧器排出口 89。

在一个实施例中，燃烧器 30 采用催化燃烧以产生热量。设置在每个燃烧器室 105 中的催化剂 104 帮助通过室的燃烧器燃料产生热量。在一个实施例中，甲醇在燃烧器 30 中产生热量且催化剂 104 有利于甲醇产生热量。在另一个实施例中，来自燃料电池 20 的废氢气在存在催化剂 104 的情况下产生热量。适当的燃烧器催化剂 104 例如可包括涂覆到适当载体或氧化铝颗粒上的铂或钯。适用于催化剂 104 的其它材料包括铁、氧化锡、其它贵金属催化剂、可还原的氧化物及其混合物。催化剂 104 作为小颗粒在商业上可从本领域的技术人员已公知的多位卖方处获得。颗粒可被充填入燃烧器室 105 内以形成多孔基床或要不然被适当地填充入燃烧室容积内。催化剂 104 颗粒尺寸可相对于燃烧器室 105 的横截面尺寸改变。催化剂 104 还可包括涂覆到金属海绵或金属泡沫材料上或洗覆到燃烧器室 105 的壁部上的上面列出的催化剂材料。燃烧器排出口 89（图 2A）使燃烧器 30 中形成的排出物与燃料处理器 15 的外部连通。

一些燃料源在燃烧器 30 中产生附加热量，或更有效地产生热量，且使温度升高。燃料处理器 15 包括在燃烧器 30 接收燃料源之前加热甲醇的煮沸器 108。在这种情况下，煮沸器 108 通过燃料源入口 85 接收甲

醇。煮沸器 108 被设置在接近燃烧器 30 的位置处以接收燃烧器 30 中产生的热量。热量通过从燃烧器 30 传导通过整体式结构到达煮沸器 108 且通过从煮沸器 108 壁部向通过其中的甲醇进行对流而传递。

包括氧气的空气通过空气入口 91 进入燃料处理器 15。燃烧器 30 使用氧气以对甲醇进行催化燃烧。正如下面将结合图 4A 和图 4B 进一步详细讨论地,空气在通过杜瓦容器中的孔之前首先沿杜瓦容器 150 的外部通过且沿杜瓦容器 150 的内部通过。这使空气在由燃烧器 30 的空气入口 93 接收前受热。

图 3A 示出了根据本发明的一个实施例的沿中平面 121 截取的整体式结构 100 的前剖视图。整体式结构 100 从端板 82 延伸至端板 84。图 3A 所示的整体式结构 100 的横截面从端板 82 处的结构 100 的一端延伸至端板 84 处的结构 100 的另一端。整体式结构 100 包括端板 82 与 84 之间的重整器 32、燃烧器 30、煮沸器 34 和煮沸器 108。

重整器 32 包括重整器室 103,所述重整器室是燃料处理器 15 中的大容积空间,所述大容积空间包括重整催化剂 102、通往燃料源入口(来自燃料处理器 15 的煮沸器 34)且通往氢气出口 87。侧壁 111 限定出重整器 32 及其重整器室 103 的非平面横截面形状。端板 82 和 84 上的壁部 113 在室 103 的任一端上封闭重整器室 103 且包括室 103 的进入和排出口。

重整器 103 包括非平面容积。正如在此使用的术语,非平面重整器室 103 指的是大体上非平或非线性的横截面形状。横截面指的是切过燃料处理器或部件的平面薄片。对于包括多个燃料处理器部件(例如燃烧器 30 和重整器 32)的横截面而言,横截面包括所有两个部件。对于图 3A 所示的垂直和前横截面 121 而言,所示的整体式结构 100 的横截面尺寸在从端板 82 至端板 84 的范围内是一致的,且在每个横截面 121(图 2A)处是一致的。

重整器 32 及其重整器室 103 可采用四边形或非四边形横截面形状。四条边限定出横截面为四边形的重整器室 103。四条大体上垂直的边限定出矩形和正方形四边形重整器 32。非四边形重整器 32 可采用具有或多或少条边的横截面尺寸、椭圆形状(参见图 3B)和更复杂的横截面形状。如图 3A 所示,重整器 32 包括具有倒角的六边横截面“P 形”。从整体式结构 100 中除去重整器 32 的一个角部以允许煮沸器 34 接近

燃烧器 30。

重整器燃烧器 103 具有横截面宽度 115 和横截面高度 117 的特征。沿横跨重整器室 103 横截面的方向的室 103 的内壁 111 之间的最大线性距离表示横截面宽度 155 的数量。与宽度 115 垂直的室 103 的内壁 111 之间的最大线性距离表示横截面高度 117 的数量。如图所示，横截面高度 117 大于横截面宽度 115 的三分之一。该高度/宽度关系增加了对于给定燃料处理器 15 的重整器室 103 的容积。在一个实施例中，横截面高度 117 大于横截面宽度 115 的一半。在另一个实施例中，横截面高度 117 大于横截面宽度 115。

返回参见图 2A，重整器室 103 包括从端板 82 处的整体式结构 100 的一端延伸至端板 84 处的结构 100 的另一端的长度 142（垂直于宽度 115 和高度 117）。在一个实施例中，重整器室 103 具有小于 20:1 的长度 142 与宽度 115 的比率。在不那么细长的设计中，重整器室 103 具有小于 10:1 的长度 142 与宽度 115 的比率。

重整器 32 提供了大容积的重整器室 103。重整器室 103 的该三维构造与微燃料处理器设计形成对比，在所述微燃料处理器设计中，燃烧器室 103 被蚀刻为平面基板上的微通道。重整器室 103 的非平面尺寸允许重整器 32 具有更大的容积且允许给定尺寸的燃料处理器 15 具有更多催化剂 102。这增加了可受到处理的甲醇的量且增加了对于具体燃料处理器 15 的尺寸的氢气输出。重整器 32 因此改进了燃料处理器 15 在便携应用情况中的适用性和性能，在所述便携应用情况中，燃料处理器尺寸是重要的或受到限制。换句话说，由于尽管增加重整器室 103 的容积但入口和出口管道设备和管口的尺寸几乎不改变，因此这允许燃料处理器 15 增加氢气输出且增加了用于便携应用情况的功率密度同时保持相关联的管道设备的尺寸和重量相对恒定。在一个实施例中，重整器室 103 包括大于约 0.1 立方厘米且小于约 50 立方厘米的容积。在一些实施例中，重整器 32 容积在约 0.5 立方厘米与约 2.5 立方厘米之间适用于膝上型计算机的应用情况。

燃料处理器 15 包括至少一个燃烧器 30。每个燃烧器 30 包括燃烧器室 105。对于催化燃烧器 30，燃烧器室 105 是在燃料处理器 15 中的包括催化剂 104 的大容积空间。对于连通或燃烧器反应物和产品到达和离开燃烧器室 105 的过程而言，燃烧器室 105 可直接或间接通往燃料源入

口（来自燃料处理器 15 的煮沸器 108）、通往空气入口 93 且通往燃烧器排出口 89。

燃烧器 30 和燃烧器室 105 的数量可根据设计改变。图 3A 所示的整体式结构 100 包括双燃烧器 30a 和 30b 设计，所述双燃烧器设计分别具有两个燃烧器室 105a 和 105b 且形成横截面大体上围绕重整器 32 的不连续室。燃烧器 30a 包括整体式结构 100 中包括的侧壁 119a（图 3A）和限定出燃烧器室 105a 的端板 82 和 84 上的端壁 113。相似地，燃烧器 30b 包括整体式结构 100 中包括的侧壁 119b（图 3A）和限定出燃烧器室 105b 的端板 82 和 84 上的端壁 113。图 3C 所示的整体式结构 100 包括具有完全围绕重整器 32 的单个燃烧器室 105c 的单个燃烧器 30c。图 3B 所示的管状布置包括完全围绕重整器 202 的超过四十个燃烧器 204。图 4F 所示的整体式结构 452 包括被分成完全围绕重整器 32 的 104 个燃烧器室的单个燃烧器。

参见图 2B，相对于重整器 32 构造每个燃烧器 30 以使得燃烧器 30 中产生的热量传递至重整器 32。在一个实施例中，一个或多个燃烧器 30 被环状设置在重整器 32 周围。正如在此使用的术语，至少一个燃烧器 30 相对于重整器 32 的环状构型指的是燃烧器 30 具有围绕重整器 32 的连续或不连续的部段或室 105、由所述部段或室制造或由所述部段或室形成。环状关系在横截面上是清楚的。对于燃烧器和重整器布置，围绕指的是燃烧器 30 与重整器 32 的周界交界或相邻以使得热量可从燃烧器 30 传送至重整器 32。燃烧器 30a 和 30b 可在重整器 32 的周界周围围绕重整器 32 以改变基于设计的程度。一个或多个燃烧器 30 至少围绕大于 50% 的重整器 32 的横截面周界。这使燃料处理器 15 与平面和平板设计区别开来，在平面和平板设计中，燃烧器和重整器是共平面的且具有相似的尺寸，且就几何逻辑而言，燃烧器与小于 50% 的重整器周界相邻。在一个实施例中，一个或多个燃烧器围绕大于 75% 的重整器 32 的横截面周界。增加燃烧器在横截面上围绕重整器 32 周界的程度增加了可用以通过燃烧器中产生的热量加热重整器容积的重整器 32 的表面积。对于一些燃料处理器 15 的设计而言，一个或多个燃烧器 30 可围绕超过 90% 的重整器 32 的横截面周界。对于图 3B 所示的实施例，燃烧器 30 围绕整个重整器 32 的横截面周界。

尽管现在将结合环状设置在重整器 32 周围的燃烧器 30 对本发明进

行描述,但应该理解整体式结构 100 可包括相反的构型。即,重整器 32 可被环状设置在燃烧器 30 周围。在这种情况下,重整器 32 可包括围绕燃烧器 30 的一个或多个连续或不连续的部段或室 103。

在一个实施例中,每个燃烧器 30 及其燃烧器室 105 具有非平面横截面形状。非平面燃烧器 30 可采用横截面形状如四边形、具有或多或少条边的非四边形几何形状、椭圆形(参见图 3B 的圆形/管状燃烧器 30)或更复杂的横截面形状。如图 3A 所示,每个燃烧器 30 包括在重整器 32 周围 90 度弯曲的六边形横截面“L”形状(具有倒角)。

每个燃烧器 30 因此与重整器 32 双边接界。这种意义的 N 侧接界指的是重整器 32 在横截面上与燃烧器 30(及其燃烧器室 105)接界的边数 N。因此,燃烧器 30b 与重整器 32 的右边和底边接界,而燃烧器 30a 与重整器 32 的顶边和左边接界。可采用“U 形”燃烧器 30 以在三边上与重整器 32 三边接界。燃烧器 30a 和 30b 一起在所有四个垂直的重整器 32 的边上与重整器 32 四边接界。图 3B 所示的构型中使用的重整器 32 包括与重整器 32 四边接界的多个管状燃烧器。图 3C 示出了根据本发明的一个实施例的包括具有完全围绕燃烧器室 103 的 O 形的单个燃烧器 30c 的整体式结构 100 的前剖视图。燃烧器 30c 是围绕重整器 32 周界的连续室且与重整器 32 四边接界。

燃烧器 30 中产生的热量直接和/或间接传递至重整器 32。对于图 3A 所示的整体式结构 100,每个燃烧器 30 和重整器 32 共用共有壁部 120 和 122 且每个燃烧器 30 中产生的热量通过传导传热通过共有壁部 120 和 122 而直接传递至重整器 32。壁部 120 形成了燃烧器 30b 的边界壁部和重整器 32 的边界壁部。如图所示,壁部 120 的一侧通往燃烧器室 105b 而壁部的另一部分通往燃烧器室 103。壁部 120 因此允许在燃烧器 30b 与重整器 32 之间进行直接传导传热。相似地,壁部 122 形成了燃烧器 30a 的边界壁部和重整器 32 的边界壁部、通往燃烧器室 105a、通往重整器室 103 且允许在燃烧器 30a 与重整器 32 之间进行直接传导传热。壁部 120 和 122 的横截面都是非平面的且与重整器室 103 的多条边接界,燃烧器 30b 和 30a 与所述重整器的多条边相邻。壁部 120 因此提供了沿多个垂直方向 128 和 129 从燃烧器 30a 向重整器 32 进行直接传导传热的功能。壁部 122 相似地提供了沿与 128 和 129 相对的方向从燃烧器 30b 向重整器 32 进行直接传导传热的功能。

煮沸器 34 包括整体式结构 100 中包括的圆柱形壁部 143 和限定出煮沸器室 147 的端板 82 和 84 上的端壁 113 (参见图 2B)。圆壁 143 的横截面形成了煮沸器 34 的圆柱形状, 所述圆柱形状从选路端部 82 延伸至选路端部 84。煮沸器 34 被设置在接近燃烧器 30a 和 30b 的位置处以接收每个燃烧器 30 中产生的热量。对于整体式结构 100 而言, 煮沸器 34 与燃烧器 30a 共用共有壁部 130 且与燃烧器 30b 共用共有壁部 132。共有壁部 130 和 132 允许从每个燃烧器 30 向煮沸器 34 进行直接传导传热。煮沸器 34 还被设置在燃烧器 30 和重整器 32 之间以截断始终从高温和生热燃烧器 30 向吸热重整器 32 移动的传导热量。

煮沸器 108 被构造以接收来自燃烧器 30 的热量从而在燃烧器 30 接收甲醇之前加热甲醇。煮沸器 108 还包括具有从端板 82 延伸通过整体式结构 100 到达端板 84 的圆形横截面的管状形状。煮沸器 108 被设置在接近燃烧器 30a 和 30b 的位置处以接收每个燃烧器 30 中产生的热量, 所述热量被用以加热甲醇。煮沸器 108 与燃烧器 30a 共用共有壁部 134 且与燃烧器 30b 共用共有壁部 136。共有壁部 134 和 136 允许从燃烧器 30a 和 30b 向煮沸器 108 进行直接传导传热。

图 3D 示出了根据本发明的一个实施例的端板 82 的外视图。端板 82 包括燃料源入口 81、燃料源入口 85、氢气排出口 87 和燃烧器空气入口 93。燃料源入口 81 包括在端板 82 的端壁 113 中的孔眼或孔口, 所述孔眼或孔口使来自外部甲醇供应装置的甲醇 (通常作为液体) 与煮沸器 34 连通从而在重整器 32 接收甲醇之前加热甲醇。甲醇燃料源入口 85 包括在端板 82 的端壁 113 中的孔眼或孔口, 所述孔眼或孔口使来自外部甲醇供应装置的甲醇 (通常作为液体) 与煮沸器 108 连通从而在燃烧器 30 接收甲醇之前加热甲醇。燃烧器空气入口 93 包括在端板 82 的端壁 113 中的孔眼或孔口, 所述孔眼或孔口使来自环境空间的空气和氧气已经在杜瓦容器 150 中预热后向内连通。氢气排出口 87 使来自重整器室 103 的气体氢与燃料处理器 15 外部连通。

螺栓孔 153 被设置在整体式结构 100 的翼部 145 中。螺栓孔 153 允许螺栓通过其中且允许紧固结构 100 和端板 82 和 84。

图 3B 示出了根据本发明的另一个实施例的替换整体式结构 100 的用于燃料处理器 15 中的管状设计 200 的横截面布置图。结构 200 包括重整器 202、燃烧器 204、煮沸器 206 和煮沸器 208。

图 3B 所示的横截面设计 200 在端板（未示出）之间的整个圆柱形长度范围内是一致的，所述端板包括用于将气体供应和排出至设计 200 的部件的进入和排出口。重整器 202。燃烧器室 212、煮沸器 206 和煮沸器 208 的圆形形状因此在端板之间延伸整个圆柱形长度。端板还可负责使气体在单个管道之间如在管状燃烧器 234 之间按路线移动。

重整器 202 包括限定出大体上圆形横截面的圆柱形壁部 203。重整器 232 因此在三维上重新组装成中空圆柱体，所述中空圆柱体限定出管状重整器室 210。通常，重整器 202 可包括适用于包含催化剂 102、使甲醇流动通过重整器室 210、在重整器室 210 中产生氢气且使氢气在重整器室 210 中流动的任何椭圆形状（圆形表示具有大约相等的垂直尺寸的椭圆）。如图所示，重整器室 210 由大体上相等的横截面宽度和横截面高度限定且因此重整器 202 包括 1:1 的横截面纵横比。

燃烧器 204 包括分别限定出管状燃烧器室 212 的一组圆柱形壁部 214。如图所示，管状设计 200 包括完全围绕重整器 32 的横截面周界的超过四十个管状燃烧器室 212。每个管状燃烧器 212 包括由圆柱形壁部 214 限定出的大体上圆形的横截面。每个管状燃烧器 212 包括有利于由甲醇产生热量的催化剂 104。燃烧器 204 可包括约两个至约两百个圆柱形壁部 214 和管状燃烧器室 212。一些设计可包括约十个至约六十个管状燃烧器室 212。在一个实施例中，每个圆柱形壁部 214 包括金属且被挤压成其所需尺寸。在具体实施例中，圆柱形壁部 214 包括镍。可通过将镍电镀到适当的基体如锌或铝上形成镍壁 214，所述基体随后被蚀刻出以留下镍管。可在其上形成镍壁 214 的其它材料包括锌、锡、铅、蜡或塑料。除了镍之外，壁部 214 可包括金、银、铜、不锈钢、陶瓷和在不导致燃烧器催化剂 104 复杂化的情况下显示适当的热性质的材料。

如图所示，燃烧器 204 完全环状围绕重整器 202 的横截面周界。在这种情况下，燃烧器 204 包括呈圆形地设置在重整器 202 周围且处于三个不同半径处的管道 214 的三个环状层 216、218 和 220。每层 216、218 和 220 中的管道 214 限定重整器 202 的圆形范围。燃烧器 30 的每个管状室 212 中产生的热量通过多条路径：a) 热量传导通过层 216 中的管道 214 到达重整器 202 的壁部；b) 热量传导通过外层 218 和 220 中的管道 214 到达层 216 中的管道 214 且到达重整器 202 的壁部；和/

或 c) 在外层 218 和 220 中的管道 214 与管道 214 之间进行热辐射且随后向内传导至重整器 202 而直接或间接地传递至重整器 202。

煮沸器 206 被构造以在重整器 202 接收甲醇之前加热甲醇。煮沸器 206 接收来自燃烧器 204 的热量且包括限定出煮沸器的管状形状的圆柱形壁部 207。煮沸器 206 被设置在接近燃烧器管道 214 的位置处以接收每个燃烧器室 212 中产生的热量。具体而言，煮沸器 206 被设置在第二个环状层 218 中且接收层 216、218 和 220 中的相邻燃烧器室 212 的热量。燃烧器 204 通过传导通过每条相邻管道 214 的壁部且通过壁部 207 而将热量提供给煮沸器 206。

煮沸器 208 被构造以在燃烧器 204 接收甲醇之前加热甲醇。煮沸器 208 接收来自燃烧器 204 的热量且还包括限定出煮沸器的管状形状的圆柱形壁部 209。与煮沸器 206 相似地，煮沸器 208 被设置在第二个环状层 218 中且接收来自层 216、218 和 220 中的相邻燃烧器室 212 的热量。

在一个实施例中，整体式燃料处理器 15 包括沿重整器室 103 中的气体流向联接在一起且在横截面线 121 处联接的多个部段。每个部段具有如图 3A 所示的共有轮廓且可包括垂直于气体流向进行结合或铜焊的金属或陶瓷元件。另一种可选方式是，燃料处理器 15 可包括除了由端部部件 82 和 84 限定界限的区域之外限定出所有重整器 32、燃烧器 30、煮沸器 34 和煮沸器 108 的界限的单个长的整体式部件。

在另一个实施例中，燃料处理器 15 包括在横截面上联接在一起的多个部件。图 3E 示出了根据本发明的另一个实施例的燃料处理器 15。在这种情况下，燃料处理器 15 包括三个部件：下部部件 280、中间部件 282 和顶盖部件 284。下部部件 280 和中间部件 282 附接以形成重整器 32 和两个燃烧器室 30。顶盖部件 284 和中间部件 282 附接以形成煮沸器 34 和 108。每个部件 208、282 和 284 包括通用材料且可被挤压或铸造成适当尺寸。部件之间的附接例如可包括化学结合。

图 4A 示出了燃料处理器 15 的侧剖视图和由根据本发明的一个实施例的杜瓦容器 150 产生的空气移动。图 4B 示出了燃料处理器 15 的前剖视图且证实了杜瓦容器 150 获得的热管理优点。尽管在此所述的热管理技术现在将被描述为燃料处理器部件，但是本领域的技术人员将认识到本发明包括用于普遍应用的热管理方法。

燃料处理器 15 中的燃烧器 30 产生热量且通常在升高的温度下操

作。燃烧器 30 的操作温度大于 200 摄氏度是普遍的。制造电子装置的标准通常规定了装置的最大表面温度。电子装置如膝上型计算机通常包括冷却装置如风机或冷却管以管理和消散内部热量。损失热量进入装置内的电子装置内部的燃料处理器要求装置的冷却系统对损失的热量进行处理。

在一个实施例中，燃料处理器 15 包括杜瓦容器 150 以改进燃料处理器 15 的热管理性能。杜瓦容器 150 至少部分地使壳体 152 内部的部件如燃烧器 30 热隔离开来且包含燃料处理器 15 内的热量。杜瓦容器 150 减少了来自燃料处理器 15 的热损失且帮助燃烧器 30 与壳体 152 的外表面之间的温度梯度。且正如下面将要描述的，杜瓦容器 150 还在燃烧器 30 接收空气之前对空气进行预热。

杜瓦容器 150 至少部分地包含燃烧器 30 和重整器 32，且包括帮助形成杜瓦容器室 156 和室 158 的一组杜瓦容器壁 154。在一些实施例中，杜瓦容器 150 在横截面视图上且在燃烧器 30 和重整器 32 的端部完全围绕燃烧器 30 和重整器 32。杜瓦容器 150 提供的更少包含还适于提供在此所述的热优点。图 4E 所示的多通道杜瓦容器 300 在横截面上仅部分地封住燃烧器 30 和重整器 32。在一些情况下，杜瓦容器 150 不沿整体式结构 100 的长度完全延伸且提供了不完全的包含。

如图 4B 所示，杜瓦容器 150 在横截面上环状地围绕燃烧器 30。壁部组 154 包括与顶壁和底壁 154b 和 154d 结合以形成图 4B 所示的矩形横截面的侧壁 154a 和 154c；且包括与顶壁和底壁 154b 和 154d 结合以形成图 4A 所示的矩形横截面的两个端壁 154e 和 154f。端壁 154f 包括允许进入和排出口 85、87 和 89 通过其中的孔。

在杜瓦容器壁 154 内形成杜瓦容器室 156 且所述杜瓦容器室包括杜瓦容器壁 154 内未被整体式结构 100 占据的所有空间。如图 4B 所示，杜瓦容器室 156 围绕整体式结构 100。如图 4B 所示，室 156 包括整体式结构 100 与杜瓦容器室 150 的所有四侧上的壁部 154 之间的导管。此外，室 156 包括杜瓦容器 150 的端壁与整体式结构 100 的两端上的端板 82 和 84 的外表面之间的气穴（图 4A）。

在杜瓦容器壁 154 外部且在杜瓦容器 150 与壳体 152 之间形成室 158。室 158 包括壳体 152 内未被杜瓦容器 150 占据的所有空间。如图 4B 所示，壳体 152 封住杜瓦容器 150 和进一步内部的整体式结构 100。

室 158 包括杜瓦容器 150 的所有四侧上的壁部 154 与壳体 152 之间的导管。此外，室 158 在两端上包括杜瓦容器 150 与壳体 152 之间的气穴 167，所述气穴防止杜瓦容器 150 与壳体 152 之间的接触和传导传热（图 4A）。

杜瓦容器 150 被构造以使得通过杜瓦容器室 156 的过程气体或液体接收燃烧器 30 中产生的热量。过程气体或液体例如可包括燃料处理器中使用的任何反应物如氧气、空气或燃料源 17。杜瓦容器 150 因此为燃料处理器 15 提供了两种功能：a) 其允许在热量到达燃料处理器外部之前主动冷却燃料处理器 15 内的部件，且 b) 对去往燃烧器 30 的空气进行预热。对于重整器，空气移动通过燃料处理器 15 且穿过杜瓦容器 150 的壁部 154 以使得更冷的空气从更热的燃料处理器 15 的部件中吸收热量。

如图 4A 所示，壳体 152 包括允许空气从外部壳体 152 进入室 158 内的空气入口 91 或孔眼。风机通常将空气直接提供给燃料处理器 15 且对通过孔口 91 的空气进行加压。顶壁和底壁 154b 和 154d 包括允许空气从室 158 到达杜瓦容器室 156 的空气入口或孔眼 172。通过燃料处理器 15 的空气流随后：在空气入口 91 中流动、沿杜瓦容器 150 的长度流动通过室 158、通过壁部 154b 和 154d 中的孔眼 172、在与通过室 158 相对的方向上沿杜瓦容器 150 的长度回流通通过室 156、且进入允许空气进入燃烧器 30 的空气入口 176。在室 158 中，空气 a) 移动穿过杜瓦容器壁 154 的外表面且从杜瓦容器壁 154 中对流地吸收热量，和 b) 移动穿过壳体 152 的内表面且从壳体 152 壁部中对流地吸收热量（当壳体 152 处于高于空气的温度时）。在室 156 中，空气 a) 移动穿过整体式结构 100 的外表面且从整体式结构 100 的壁部中对流地吸收热量，和 b) 移动穿过杜瓦容器 150 的内表面且从杜瓦容器壁 154 中对流地吸收热量。

杜瓦容器 150 因此被构造以使得通过杜瓦容器的空气通过从燃烧器 30 的外部上的整体式结构 100 中的壁部向通过杜瓦容器室 156 的空气进行直接对流传热而接收燃烧器 30 中产生的热量。杜瓦容器 150 还被构造以使得通过室 156 的空气从燃烧器 30 间接地接收热量。这种意义上的间接指的是燃烧器 30 中产生的热量在由空气接收之前移动至燃料处理器 15 中的另一个结构。

图 4C 示出了由杜瓦容器 150 的壁部 154 产生的热路径的热图。来自燃烧器 30 的热量传导通过整体式结构 100 到达通往杜瓦容器室 156 内的结构 100 的表面。从这里, 热量 a) 传导进入通过杜瓦容器室 156 的空气内, 由此加热空气; b) 辐射至杜瓦容器壁 154 的内壁 155, 从所述内壁处热量对流进入通过杜瓦容器室 156 的空气; c) 辐射至杜瓦容器壁 154 的内壁 155、传导通过壁部 154 到达杜瓦容器壁 154 的外表面 157, 从所述外表面处热量对流进入通过杜瓦容器室 158 的空气内; 和 d) 辐射至杜瓦容器壁 154 的内壁 155、传导通过壁部 154 到达杜瓦容器壁 154 的外表面 157、辐射至壳体 152 的壁部, 从所述壁部处热量对流进入通过杜瓦容器室 158 的空气内。

杜瓦容器 150 因此在容积 156 和 158 中提供了防止燃烧器 30 (或燃料处理器 15 的其它内部部件) 中产生的热量逸出燃料处理器的两条对流散热流和活化空气冷却流。

将热量反射回室 156 内减少了来自燃料处理器 150 的热损失量且增加了对通过室 156 的空气中的加热。为了进一步改进反射回室 156 内的辐射性能, 杜瓦容器壁 154 的内表面可包括辐射层 160 以减少辐射传递入壁部 154 内的热量 (参见图 4B 或图 4C)。辐射层 160 被设置在一个或多个壁部 154 上的内表面 155 上以增加内表面 155 的辐射热反射。通常, 用于辐射层 160 中的材料具有比用于壁部 154 中的材料更低的发射率。适于与杜瓦容器 150 的壁部 154 一起使用的材料例如包括镍或陶瓷。辐射层 160 可包括金、铂、银、钯、镍且金属可被溅射涂覆到内表面 155 上。辐射层 160 还可包括低的导热性。在这种情况下, 辐射层 160 例如可包括陶瓷。

当杜瓦容器 150 完全封闭整体式结构 100 时, 杜瓦容器则限制了来自结构的热损失且减少了从杜瓦容器 150 和壳体 152 中流失的热量。燃料处理器 15 如图 4A 和 4B 所示的燃料处理器很适于包含壳体 152 内的热量且管理来自燃料处理器的热传递。在一个实施例中, 燃烧器在大于约 200 摄氏度的温度下操作且壳体外侧保持小于约 50 摄氏度的温度。在用于便携应用情况的实施例中, 其中燃料处理器 15 占据小容积, 容积 156 和 158 相对较小且包括狭窄通道和导管。在一些情况下, 容积 156 和 158 中的通道高度小于 5 毫米且整体式结构上的燃烧器 30 的壁部不超过壳体 152 壁部 10 毫米。

通过使用杜瓦容器 150 获得的热优点还允许使用更高温度的燃烧燃料作为产生氢气的燃料源, 如甲醇和汽油。在一个实施例中, 通过使用杜瓦容器 150 获得的热管理优点允许重整器 32 在远高于 100 摄氏度的温度下且在足够高以使得燃烧器 32 中产生的一氧化碳降至不需要优先氧化器的量的温度下对甲醇进行处理。

正如上面提到地, 杜瓦容器 150 通过对去往燃烧器的空气进行预热而为燃料处理器 15 提供了第二种功能。燃烧器 30 依靠催化燃烧以产生热量。提供给燃烧器 30 的空气中的氧气被消耗作为部分燃烧过程。燃烧器 30 中产生的热量将根据空气温度对冷的引入空气进行加热。这种将热量损失给引入冷空气的问题减少了燃烧器 30 的热效率, 且通常导致更大量地消耗甲醇。为了增加燃烧器 30 的加热效率, 本发明加热引入空气以使得更少的燃烧器中产生的热量进入引入空气内。换句话说, 由杜瓦容器 150 形成的室和空气流允许来自燃烧器的废热在空气到达燃烧器之前对空气进行预热, 因此用作燃料电池 15 的再生器。

尽管图 4A 和图 4B 所示的燃料处理器 15 示出了封闭整体式结构 100 杜瓦容器 150, 但是本发明还可采用杜瓦容器 150 的其它构造和实施上述的一个或两个杜瓦容器功能的燃烧器 30 或重整器 32 与杜瓦容器 150 之间的关系。图 4D 示出了根据本发明的另一个实施例的延长了冷空气流过更热的杜瓦容器壁 254 的对流路径的燃料处理器 15 的横截面图。燃料处理器 15 包括燃烧器 30 和重整器 32 的管状设计。

杜瓦容器 250 使冷的引入空气按路线穿过细长的传热路径。杜瓦容器 250 包括横截面为螺旋形的壁部 254, 所述螺旋壁部围绕燃烧器 30 和重整器 32。螺旋壁部 254 限定出螺旋杜瓦容器室 256。冷空气在杜瓦容器进口 252 处进入杜瓦容器室 256。壁部 154 的最内部 257 附接到燃烧器 30 的外壁 258 上。来自燃烧器 30 的热量直接传导通过螺旋壁部 254。因此, 内部 257 是壁部 154 的最暖部分, 而入口 252 处的壁部 254 通常是最冷的。空气在行进通过杜瓦容器室 256 的过程中逐渐变暖。当空气向内行进时, 壁部 254 的温度上升, 可用于传递至空气的热量同样上升。根据空气的瞬间温度。来自壁部 154 的热损失量还可随着空气向内前进而增加。

螺旋杜瓦容器 250 延长了引入冷空气与由燃烧器加热的壁部之间的对流相互作用。杜瓦容器 250 还增加了沿由燃料处理器中心的给定

径向的壁部和对流层的数量。如图 4D 所示，杜瓦容器 250 沿给定径向包括 4-5 个壁部和对流层，这取决于计算数量的位置。沿径向的壁部和对流层的数量可根据设计改变。在一个实施例中，螺旋杜瓦容器 250 被构造沿由燃料处理器中心的给定径向具有 1 层至约 50 个壁部和对流层。3 层至 20 层适用于多种应用情况。通道宽度 260 限定出相邻壁部 254 之间的导管空间。在一个实施例中，通道宽度 260 在约 1/4 毫米至约 5 毫米的范围内。

可通过将镍电镀到可去除层如铝或锌上而构造螺旋杜瓦容器 250。图 4H 示出了根据本发明的另一个实施例的在初始构造过程中处于展开形式的螺旋杜瓦容器 250。初始铝或锌层 262 被添加以在轧制过程中控制通道宽度 260。可去除层 262 随后与壁部 214 的选定材料如镍电镀在一起。在所述过程后，采用电铸技术蚀刻出铝或锌层从而因此留下螺旋杜瓦容器 250。

图 4H 所示的螺旋杜瓦容器 250 还采用卷绕在重整器 32 周围的浮凸或折叠燃烧器结构 264。图 4I 和图 4J 示出了根据本发明的两个实施例的在燃烧器 30 的壁部 268 上的载体涂层 266。对于图 4I 所示的折叠燃烧器结构 264，将包括燃烧器催化剂 104 的载体涂层 266 施涂到壁部 268 的两侧上。

图 4J 示出了适用于螺旋杜瓦容器 250 中的平壁 270。平壁 270 包括沿其表面蚀刻或要不然设置的通道 272。包括燃烧器催化剂 104 的载体涂层 266 随后被添加在平壁 270 和通道 272 的表面上。

燃料处理器 15 如图 4D 所示的燃料处理器很适于包含内部产生的热量。在一个实施例中，燃烧器 30 在大于约 350 摄氏度的温度下操作且壳体外侧保持小于约 75 摄氏度。这例如有利于使用更高的温度使烧器 30 内的燃料源如甲醇和丙烷燃烧。

如图 4A 和 4D 所示的杜瓦容器可被认为是“多通道”的，这是因为引入空气在多个表面上通过以在更暖的表面和更冷的空气之间进行对流传热。图 4A 所示的实施例示出了两通道系统，在所述系统中空气通过两个杜瓦容器室，而图 4D 所示的实施例示出了 N 通道系统，其中 N 是沿由燃料处理器中心的给定径向的杜瓦容器壁的数量。

图 4E 示出了根据本发明的另一个实施例的多通道杜瓦容器 300 的横截面图。杜瓦容器 300 包括连接到壳壁 304 上的四个杜瓦容器壁

302a-d。杜瓦容器 300 部分地包含整体式结构 100。杜瓦容器壁 302a 与壳壁 304 协同作用以封住整体式结构 100, 所述整体式结构包括燃烧器 30。杜瓦容器壁 302b 和壳壁 304 封住杜瓦容器壁 302a 和燃烧器 30。相似地, 杜瓦容器壁 302c 和壳壁 304 封住杜瓦容器壁 302b, 而杜瓦容器壁 302d 和壳壁 304 封住杜瓦容器壁 302c。杜瓦容器壁 302a-d 形成了四个容积以便引入空气在更暖的壁部上通过并接收热量。空气进入杜瓦容器入口 310 且流动通过杜瓦容器 308a 并在大体上行进通过整个室 308a 后通过孔口 312 进入杜瓦容器室 308b 内。空气随后在进入燃烧器入口 314 之前序列地进入且通过室 308c 和 308d。

图 4F 和图 4G 示出了根据本发明的另一个实施例的包括整体式结构 452 和多通道杜瓦容器 450 的燃料处理器 15 的横截面。整体式结构 452 包括设置在结构 452 的中心部分中的多个重整器室 454。多个燃烧器室 456 围绕且与重整器室 454 四边接界。重整器的煮沸器 458 被布置在燃烧器室 456 的横截面内, 而燃烧器的煮沸器 460 被布置在横截面外部中。

杜瓦容器 462 包括四个杜瓦容器壁 462a-d。在图 4F 所示的横截面中, 杜瓦容器壁 462a 围绕整体式结构 452。杜瓦容器壁 462b 围绕且封住杜瓦容器壁 462a。杜瓦容器壁 462c 围绕且封住杜瓦容器壁 462b, 而杜瓦容器壁 462d 围绕且封住杜瓦容器壁 462c。杜瓦容器壁 462a-d 形成了四个杜瓦容器容积以便使引入空气通过并接收热量。如图 4G 所示, 空气进入杜瓦容器入口 464 且流动通过杜瓦容器室 468a 并在沿整体式结构 452 的长度大体上行进通过整个室 468a 之后进入杜瓦容器室 468b 内。空气随后在进入燃烧器入口 40 之前序列地从室 468b 通往室 468c 和室 468d。

图 6A-6J 示出了根据本发明的另一个实施例的燃料处理器 615。图 6A 示出了燃料处理器的顶视图。图 6B-图 6F 示出了沿多个型面截取的燃料处理器 615 的侧剖视图。图 6G-图 6J 示出了沿多个型面截取的燃料处理器 615 的前剖视图。图 6J 示出了图 6G 所示的燃料处理器 615 的一部分的扩展侧剖视图。

燃料处理器 615 包括重整器 632、燃烧器 630、煮沸器 634、塙部 638、壳部 675、优先氧化器 650 和板 641、649 和 653 (图 6J)。尽管现在将结合用于产生氢气的甲醇消耗对本发明进行描述, 但应该理解

本发明的燃料处理器可消耗另一种燃料源，正如本领域的技术人员将意识到地。

燃料处理器 615 包括基板 640、642 和 644。每块基板 640、642 和 644 包括在基板的相对侧上的两个大体上平的面。在一个实施例中，每块基板 640、642 和 644 包括硅且基板组 640、642 和 644 被称作“芯片组”。在基板 640、642 和 644 的面内形成通道以形成重整器 632、燃烧器 630、煮沸器 634 和优先氧化器 650。通道指的是在基板中形成的槽道。每条通道导引通过其中的气体和液体进行移动。硅基板 640、642 和 644 允许使用半导体制造技术以构造燃料处理器 615。在具体实施例中，使用蚀刻工艺如深层反应离子蚀刻 (DRIE etch) 和湿法蚀刻 (wet etch) 工艺在硅基板中形成重整器通道 637、燃烧器通道 631 和/或煮沸器通道 635。在另一个实施例中，每块基板 640、642 和 644 包括硅合金、碳化硅和金属如不锈钢、钛或因科耐尔。金属有利于热量在燃烧器 632 与重整器 630 之间且在燃烧器 632 与煮沸器 634 之间传递。微电子机械系统 (MEMs) 制造技术如成层和蚀刻技术也可用以制造基板 640、642 和 644 和设置在其中的通道。

参见图 6B、图 6G 和图 6J，煮沸器 634 在重整器 632 接收甲醇之前加热甲醇。煮沸器 634 包括设置在基板 640 的面 640a 中的一组煮沸器通道 635。板 641 附接到面 640a 上且覆盖每条通道 635 的开口侧。煮沸器 634 包括由通道组中的煮沸器通道 635 的累积尺寸确定的容积。

煮沸器 634 被设置在接近燃烧器 630 的位置处以接收燃烧器 630 中产生的热量。在所示的实施例中，煮沸器通道 635 被设置在与基板 640 的面 640b 相对的基板 640 的面 640a 上，所述面 640b 包括燃烧器通道 631 (图 6J)。热量随后 1) 通过从燃烧器 630 传导通过基板 640 到达煮沸器 634 和 2) 通过从煮沸器通道 635 的壁部向通过其中的甲醇进行对流而进行传递。在一个实施例中，煮沸器 634 被构造以使液体甲醇汽化。流出煮沸器 634 的气体甲醇随后到达重整器 632 以便与催化剂 702 进行气体相互作用。

煮沸器 634 通过燃料源入口 681 (图 6B) 接收甲醇，所述燃料源入口联接至图 1B 所示的甲醇供应管线 27。入口 681 包括设置在坞部 638 的壁部 728b 中且被构造以接收将甲醇输运至燃料处理器 615 的管道 27 的插口 682。入口歧管 684 将液体甲醇从插口 682 输运至基板 640 和基

板 640 中的重整器通道 635。歧管 684 包括通过柔顺材料 710、基板 640 和 642 以及板 641 的孔眼或孔。通过螺栓 726 对材料 710、基板 640 和 642 以及板 641 进行压缩在部件之间密封歧管 684。

重整器 632 包括设置在基板 642 的面 642b 中的一组重整器通道 637。板 649 附接到面 642b 上且覆盖每条通道 637 的开口侧。重整器 632 包括由通道组中的重整器通道 637 的累积容积和尺寸确定的容积。更具体而言，重整器 632 包括分段容积，所述分段容积包括来自多条通道 637 的贡献。在一个实施例中，通道 637 的横截面大体上为矩形。通道 637 的宽度 637b 在约 20 至约 400 微米之间适用于多种应用情况。在具体实施例中，通道 637 包括约 100 微米的宽度 637b。还可使用一种或多种纵横比作为通道 637 的尺寸特征。长度 637c 与宽度 637b 之比描述了基板的面上的通道 637 的平面面积。具有约 10000:1 至约 200:1 范围内的长宽比的通道 637 适用于多种应用情况。在具体实施例中，通道 637 包括约 200:1 的长宽比。深度 637a 与宽度 637b 之比描述了通道 637 沿其长度 637c 的横截面尺寸。包括在约 2:1 至约 100:1 范围内的深度宽度比的通道 637 适用于多种应用情况。在具体实施例中，通道 637 包括约 630:1 的深度宽度比。通道组包括至少一条通道。重整器 632 的通道 637 的数量和尺寸可根据燃料处理器 615 的所需氢气输出如基于燃料源和重整器催化剂 702 的生产容量进行改变。

重整器 632 被构造以在甲醇已经通过煮沸器 634 之后接收甲醇。重整器 632 通过管路 671 接收甲醇，所述管路将输出甲醇从煮沸器 634 的通道 635 输运至重整器 632 的通道 637 (图 2B)。更具体而言，管路 671 使甲醇自基板 640 的面 640a 向外连通、横穿基板 640 和 642 且通往基板 642 的面 642b 上的通道 637。

重整器 632 中的催化剂 702 有利于产生氢气。催化剂 702 与甲醇 17 反应且有利于产生氢气和二氧化碳。在一个实施例中，催化剂 702 包括设置在每条通道 637 上的载体涂层。所需催化剂的载体涂层可被溅射或喷涂到基板上且进行深腐蚀以保持平的表面 642b。催化剂 702 随后作为薄层在每条通道 637 的壁部上形成。当甲醇用作烃燃料源时，一种适当的催化剂 702 包括 CuZn。适用于催化剂 702 的其它材料例如包括铂、钯、铂/钯混合物和其它贵金属催化剂。下列材料的组合也可用于催化剂 702 中：Cu、Zn、Pt、Ru、Rh、氧化铝、氧化钙、氧化硅

和/或铱。

优先氧化器 650 截断了重整器 632 的排出氢且减少了排出物中一氧化碳的量(图 2G)。优先氧化器 650 包括设置在基板 644 的面 644b 中的一组氧化器通道 651 (图 2J)。板 653 附接到面 644b 上且覆盖每条氧化器通道 651 的开口侧。优先氧化器 650 包括由通道组中的煮沸器通道 651 的累积尺寸确定的容积。优先氧化器 650 采用来自空气入口 707 的氧气(图 2C)。

空气入口 707 接收来自环境空间的空气且包括插口 711 和歧管 712。插口 711 被设置在坞部 638 的壁部 728b 中且具有一定尺寸以接收将空气输运至燃料处理器 615 的管道。插口 711 通往将空气输运至基板 633 中的通道 651 的歧管 712。更具体而言,歧管 712 横穿柔顺材料 710、通过板 640、通过基板 642 和 640、通过板 649、通过隔件 730 且通过基板 644 以通往通道 651。催化剂 714 被洗覆到通道 651 的壁部上且可包括下列材料中的一种或组合: Cu、Zn、Pt、Ru、Rh、氧化铝、氧化钙、氧化硅、铱和/或对于一氧化碳比对二氧化碳更优先的另一种催化剂。

排出口 87 使重整器 632 中形成的氢气与燃料处理器 615 外部连通(图 2E)。在图 1B 所示的燃料电池系统 10 中,孔口 87 使氢气连通至管线 39 以将氢气提供给燃料电池 20。孔口 87 被设置在坞部 638 的壁部中且包括通过壁部 728 打开的插口 701 和歧管 703。插口 701 具有一定尺寸以接收管线 39 的金属或塑料管道以便使氢气自燃料处理器 615 向外连通。粘结剂可将管道固定到插口 701 的内壁上。另一种可选方式是,金属管道可铜焊到插口 701 的内壁上。当如图所示燃料处理器 615 包括优先氧化器 650 时,歧管 703 将氢气从优先氧化器中输运出来、通过基板 644、通过隔件 730、通过板 649、通过基板 642 和 640、通过板 640、通过柔顺材料 710 并到达插口 701 (图 6B)。

在另一个实施例中,优先氧化器 650 未用于燃料处理器 615 中且重整器 632 被构造以将氢气从燃料处理器 615 直接输出出来。在这种情况下,重整器 632 中的通道 637 将气体提供至歧管 703 以使氢气自燃料处理器 615 向外连通。当燃料处理器 615 不包括优先氧化器时,歧管 703 将氢气从基板 642 中的重整器通道 637 输运出来、通过基板 642 和 640、通过板 640、通过柔顺材料 710 并到达插口 701。

重整器 632 中的氢气产生过程是略微吸热的且从燃烧器 630 中吸取热量。燃烧器 630 产生热量且被构造以将热量提供给重整器 632。燃烧器 630 包括两组燃烧器通道 631：设置在基板 642 的面 642a 中的第一组通道 631a 和设置在基板 640 的面 640b 中的第二组通道 631b。基板 640 和 642 被放置和附接以使得相对面 642a 和 640b 上的通道 631a 和 631b 通往彼此。燃烧器 630 包括由燃烧器通道 631a 和通道 631b 的累积尺寸确定的容积。

燃烧器 630、煮沸器 634 和优先氧化器 650 分别包括由在其相应的通道组中的通道的累积容积和尺寸确定的容积。上面结合重整器通道 637 描述的通道尺寸还可用于煮沸器 634 的通道 635、燃烧器 630 的通道 631 和优先氧化器 650 的通道 651。因此，上面描述的用于通道 637 的通道宽度、通道长度宽度比和通道深度宽度比还适用于通道 635、通道 631 和通道 651。

在一个实施例中，燃烧器 630 采用催化燃烧以产生热量。燃烧器 630 中的催化剂 704 帮助通过室的燃烧器燃料产生热量。在一个实施例中，甲醇在燃烧器 630 中产生热量且催化剂 704 有利于使用甲醇产生热量。适当的甲醇燃烧器催化剂 704 可包括铂、钯、铁、氧化锡、其它贵金属催化剂和可还原的氧化物。其它适当催化剂 704 材料包括下列材料中的一种或组合：Cu、Zn、Pt、Ru、Rh、氧化铝、氧化钙、氧化硅和/或铈。在另一个实施例中，来自燃料电池 20 的废氢气在存在催化剂 704 的情况下产生热量。催化剂 704 在商业上可从本领域的技术人员已公知的多位卖方处获得。在一个实施例中，催化剂 704 包括设置在每条通道 631 上的载体涂层。可使用众所周知的混合、注射、汽化和还原方法将所需催化剂 704 的载体涂层注入微通道内。催化剂 704 随后在每条通道 631 的壁部上形成薄的多孔且高表面积层。

燃烧器 630 包括接收甲醇 17 的入口 714 (图 6F)。燃烧器入口 714 包括设置在坞部 638 中的壁部 728b 中且被构造以接收将甲醇运输至燃料处理器 615 的管道 27 (图 1B) 的插口 716。甲醇入口歧管 718 将甲醇从插口 716 运输至基板 640 和 642 中的燃烧器通道 631。

包括氧气的空气通过空气入口 691 (图 6F) 进入坞部 638。燃烧器 630 使用氧气以对甲醇进行催化燃烧。燃烧器排出口 720 (图 6D) 使燃烧器 630 中形成的排出物与燃料处理器 615 的外部连通。燃烧器

排出口 720 包括设置在坞部 638 的壁部中且被构造以接收将排出物输运远离燃料处理器 615 的管道的插口 722。燃烧器出口歧管 124 将排出物从通道 631 输运至插口 716。

一些燃料源在燃烧器 630 中产生附加热量，或更有效地产生热量，具有升高的温度。在一个实施例中，燃料处理器 615 包括在燃烧器 630 接收燃料源之前加热甲醇的煮沸器。在这种情况下，煮沸器通过燃料源入口 714 接收甲醇。煮沸器被设置在接近燃烧器 630 的位置处以接收燃烧器 630 中产生的热量。

燃烧器 630 被构造以将热量提供给重整器 632 且被构造以将热量提供给煮沸器 634。在基板 642 中设置一组燃烧器通道 631a 允许每条燃烧器通道 631a 中产生的热量通过传导通过基板 642 到达重整器 632 和重整器 632 的通道 637 而进行传递。热量随后从每条通道 637 附近的基板 642 传导进入催化剂 702 内。热量还可对流进入通道 637 内且加热甲醇。在基板 640 中设置一组燃烧器通道 631b 允许每条通道 631b 中产生的热量通过传导通过基板 640 到达煮沸器 634 和煮沸器 634 的通道 635 而进行传递。将燃烧器 630 和重整器 632 放置在相同的芯片上且彼此接近允许热量直接从燃烧器催化剂 704 直接流动通过薄的单独基板 642 并进入重整器催化剂 702 内。由于热传递传导离开一个催化剂结构、通过薄固体进入下一个催化剂微结构，因此燃料处理器 615 不需大的传热区域以将热量从燃烧器 630 传递至重整器 632。这减少了燃料处理器 615 的总容积。燃烧器 630 不需在基板 640 和基板 642 中包括燃烧器通道 631。如果仅有一块基板包括一组燃烧器通道 631，那么热量可从具有所述燃烧器通道组的基板传导至另一块基板且随后传导至煮沸器 634 或重整器 632。

尽管迄今已经结合催化燃烧器 632 对燃料处理器 615 进行了描述，但是应该理解本发明的一些实施例可采用被构造以将热量提供给重整器且被构造以将热量提供给煮沸器的电燃烧器 630。电燃烧器 630 包括响应于输入电流产生热量的电阻加热元件。电燃烧器 630 可被设置在基板 640 与基板 642 之间以为两块基板 640 和 642 提供传导传热。

板 641、649 和 653 覆盖且密封与每块板相邻的基板中的通道的开口部分。每块板 641、649 和 653 还增加了芯片组的机械强度。每块板 641、649 和 653 例如可使用适当的粘结剂附接且结合至基板。在具体

实施例中，板 641、649 和 653 包括玻璃，所述玻璃与硅相比具有低导热率且减少了燃料处理器 615 的总热损失。

坞部 638 保持燃料处理器 615 内的重整器 632 和煮沸器 634 的位置。坞部包括螺栓 726、一组坞壁 728、隔件 730、柔顺材料 710、和用于将过程气体或液体输运到达和离开重整器 632、燃烧器 630 和煮沸器 634 的插口 684、711、722、701 和 716。坞壁 728 包括紧固壁部 728a、与紧固壁部 728a 相对的壁部 728b 和在紧固壁部 728a 与壁部 728b 之间延伸的一个或多个侧壁 728c (图 6C)。紧固壁部 728a 包括用于接收螺栓 726 的螺纹孔。还可用弹簧替换螺栓 716 以将芯片组推靠在柔顺材料 710 和坞部 638 上。坞壁 728 组合以形成部分围绕重整器 632、煮沸器 634 和燃烧器 630 的一部分的罩壳。坞壁 728 例如可包括云母玻璃、陶瓷、玻璃填充聚酯或金属如铜。

坞部 638 施加通过一部分基板 640 和一部分基板 642 的柔顺紧固力。螺栓 726 螺旋通过紧固壁部 728a，或弹簧压缩直至其将压缩力施加到板 653 上。该压缩力将基板 640 和 642 以及板 641、649 和 653 锁定在适当位置处，且防止它们在处理过程中移置。壁部 728b 与紧固壁部 728a 几何地相对且当其平移通过其间的堆中的部件时，提供了对螺栓 726 提供的压缩力的抵抗力。在螺栓 726 遇到板 653 的位置与壁部 728 之间的线 732 可用以粗略地描述螺栓 726 与壁部 728b 之间的压缩力路径 (图 6G)。压缩力在螺栓 726 的螺纹中产生、传送通过板 653 与螺栓 726 相遇的位置附近的一部分板 653、传送通过线 732 附近的一部分基板 644、通过线 732 附近的一部分隔件 730、通过线 732 附近的一部分基板 649、通过线 732 附近的一部分基板 642、通过线 732 附近的一部分基板 640、通过线 732 附近的一部分板 641、通过线 732 附近的一部分柔顺材料 710 且到达壁部 728b。在这种情况下，受到螺栓 726 的压缩力影响的基板 640 和 642 的部分包括压缩力传播通过基板的位置附近的端部。在一个实施例中，基板 640 和 642 以及板 641、649 和 653 通过螺栓 726 (或弹簧) 施加的压缩力重新组装悬臂梁使其保持在一起且处于适当位置处。

柔顺材料 710 阻截螺栓 726 提供的紧固力且产生柔顺紧固力的上限。如图 6D 所示，柔顺材料 710 被设置在板 641 和壁部 728b 之间且极端了板 641 和壁部 728b 之间的紧固力。柔顺材料 710 包括已公知的

材料和为螺栓 726 施加的压缩力设定了上限的预定柔量。在一个实施例中，材料 710 包括小于基板 640 或 642 的刚性或弹性模量的刚性或弹性模量。柔顺材料 710 随后允许施加到基板 640 和 642 上的应力传递到材料 710 上。这减少了基板 640 和 642 上的局部应力且为基板 640 和 642 上的应力设定了上限。当基板 640 和 642 包括脆性材料如硅时，材料 710 通过增加基板 640 和 642 对外部应力的机械阻碍和保护能力而防止对燃料处理器 615 的功能产生损害。通过提供对施加到基板 640 和 642 以及板 641 和 649 上的力的机械阻碍，柔顺材料 710 减少了机械应力在基板 640 或 642 与附接在坞部 638 中的插口内的管道之间的传送。柔顺材料 710 的变形还可减少材料 710 附近的基板 640 和 642 的部分中的压力变化。柔顺材料 710 还减少了由于每个部件的热膨胀和收缩而导致在基板 640 和 642 与板 641 和 649 之间诱发的应力，因此导致产生重整器 632、煮沸器 634 和燃烧器 630 的更坚固的机械结构和增加的保护。适于与柔顺材料 710 一起使用的材料包括高温硅酮、Teflon 或具有适当的柔量和应对燃料处理器 615 中所用的升高温度的能力的任何其它材料。在具体实施例中，柔顺材料 710 包括 Wilmington DE 的 Graftech International 提供的 Grafoil。

在一个实施例中，柔顺材料 710 用作密封板 640 与壁部 728b 的内部之间的进入和排出口的垫圈。除了密封气体流之外，该垫圈还使芯片组与坞部 638 和杜瓦容器 150 热隔离开来（参见下文），由此减少了来自燃料处理器 615 的热损失。

隔件 730 保持基板 642 与基板 644 之间的隔离。这减少了从基板 642 向更冷的基板 644 进行的传热且允许更多的热量保持在基板 642 中且传递至重整器 632（如催化剂 702 或通道 637 中的甲醇）。在一个实施例中，隔件 730 包括刚性和低导热材料如陶瓷。另一种可选方式是，隔件 730 可包括另一层柔顺材料 710 以进一步控制燃料处理器 615 中的力且保护基板 640 和 642 以及板 641 和 649。

坞壁 728 为燃料处理器 615 的内部部件如基板 640 和 642、板 641 和 649、重整器 632、燃烧器 630 和煮沸器 634 提供机械保护。壳部 675 附接到坞部 638 上且也为燃料处理器 615 的内部部件提供机械保护。壳部 675 包括至少部分包含重整器 632、燃烧器 630 和煮沸器 634 的一组壁部 77。壁部 77 例如包括适当硬的材料如金属、陶瓷或刚性聚酯。

壳部 675 可使用粘结剂或通过一个或多个螺栓附接到坞部 638 上。壳部 675 和坞部 638 一起封闭重整器 632、燃烧器 630 和煮沸器 634。正如结合杜瓦容器 150 进行描述地,壳部 675 和坞部 638 还可为燃料处理器 615 提供热管理优点。

尽管燃料处理器 615 包括螺栓 726 以提供压缩力但应该预想其它机械装置可用以施加力以保持重整器和煮沸器在燃料处理器内的位置。例如,可用被构造以将压缩力提供到芯片组上的弹簧夹或垫片替换螺栓 726。

坞部 638 还包括用于使气体和液体与燃料处理器 615 内部和外部连通的进入和排出口。通过上述孔口 681 和插口 682,坞部 638 允许将甲醇从外部燃料处理器 615 输运通过壁部 728b 到达重整器 632。相似地,通过上述孔口 87 和插口 701,坞部 638 允许将氢气从重整器输运通过坞部中包括的壁部到达外部燃料处理器。坞部 638 因此还为由坞部 638 保持的部件提供了气体和液体互连性能。

图 5 示出了用于在根据本发明的一个实施例的燃料处理器中产生氢气的工艺流程 500。燃料处理器包括燃烧器、重整器和至少部分地包含燃烧器和重整器的杜瓦容器。尽管本发明迄今已经结合在此所述的环状重整器和燃烧器设计对杜瓦容器进行了讨论,但是应该预期在此所述的杜瓦容器对于包含其它重整器和燃烧器设计中的热量而言也是有用的。多种构造采用设置在平面燃烧器顶上或下面的平面重整器。在硅中制造的微通道设计普遍采用这种叠置平面构造且将受益于在此所述的杜瓦容器。

工艺流程 500 通过在燃烧器中产生热量而开始 (502)。催化燃烧器构造可包括上面描述的那些构造或硅上的微通道设计。在题目为“平面微燃料处理器”且命名 Ian Kaye 为发明人且于与本专利申请相同的日期申请的共同所有的共同待审的专利申请中包括对适于与本发明一起使用的微通道燃料处理器的进一步描述。该申请为了所有目的而被引入以供参考。燃烧器中的催化剂有利于在存在加热燃料的情况下产生热量。燃烧器还可采用包括响应于输入电流产生热量的电阻加热元件的电燃烧器。

空气进入杜瓦容器的孔口且通过杜瓦容器室 (504)。对于图 4A 所示的杜瓦容器,燃烧器 30 和杜瓦容器 150 共用壁部且空气沿至少部

分地与空气通过燃烧器室 105 的方向相对的方向通过杜瓦容器室 156。

随后使用燃烧器中产生的热量而在杜瓦容器室中加热空气(506)。热量通过传导传热而从燃烧器 30 行进至杜瓦容器室 156。热量还可通过对流和/或辐射传热从燃烧器行进至杜瓦容器室。一旦处于杜瓦容器室中,空气通常通过从杜瓦容器壁向空气进行的对流传热而被加热。在一个实施例中,杜瓦容器与燃烧器共用壁部且使用来自共用壁部的热量加热杜瓦容器室中的空气。来自燃烧器壁部的热量还可行进至杜瓦容器中的其它壁部并在热量从共用壁部传递至另一个非共用杜瓦容器壁之后加热杜瓦容器室中的空气。在共用壁部和非共用杜瓦容器壁之间行进的热量通过在连接壁部之间传导或在面向壁部之间辐射而传递。

工艺流程 500 随后在空气已经在杜瓦容器室中受到加热之后将变暖空气供应至燃烧器(508)。通常,燃料处理器包括杜瓦容器室的出口和燃烧器的入口-以及允许加热空气在其间通过的任何间歇管道设备。对于图 2A 所示的燃料处理器,处于燃烧器端部处的杜瓦容器 150 与燃烧器 30 之间的空间使空气从杜瓦容器按路线移动至燃烧器。

空气随后用于燃烧器中以进行催化燃烧从而产生热量。产生的热量随后从燃烧器传递至重整器(510)。在重整器中,热量随后用于对燃料源进行重整以产生氢气(512)。

工艺流程 500 的最初三个元素(502、504 或 506)还形成了管理燃料处理器中的热量的方法。在这种情况下,燃烧器中产生的热量(502)到达杜瓦容器中的空气(504)。杜瓦容器 150 使燃料处理器壳体内部的部件如燃烧器至少部分地热隔离开来且包含燃料处理器内的热量。杜瓦容器因此减少了来自燃料处理器的热损失且帮助管理燃烧器与壳体外表面之间的温度梯度。杜瓦容器还可包括延长的和/或多个杜瓦容器室,空气通过所述杜瓦容器室且受到燃烧器中产生的热量的加热。图 4A 示出了在杜瓦容器与燃料处理器的壳体之间形成的第二杜瓦容器室 158。空气首先通过室 158 随后进入杜瓦容器室 156 内。图 4D 示出了包括延长的杜瓦容器室 408 的螺旋杜瓦容器。在这种情况下,杜瓦容器 250 包括随着引入空气接近燃烧器而渐增地提供热量的一个壁部。图 4E 示出了包括四个部分杜瓦容器室 308 的杜瓦容器 300,其中每个杜瓦容器室随着引入空气接近燃烧器而依次加热引入空气。图 4F 示出

了包括四个环状且同心的矩形杜瓦容器室 408 的杜瓦容器，每个所述杜瓦容器室随着引入空气向燃烧器行进而依次加热引入空气。

尽管已经根据多个优选实施例对本发明进行了描述，但存在落入本发明的范围内且为简要缘故而已经省略的改型、置换和等效物。例如，尽管如图 3A 所示，重整器 32 包括倒角，但本发明可在重整器 32 中采用非倒角。此外，尽管已经根据形成大容积重整器 32 的整体式结构 100 对本发明进行了描述，但本发明不限于设置在整体式结构中的大容积重整器。因此预期应该结合所附权利要求确定本发明的范围。

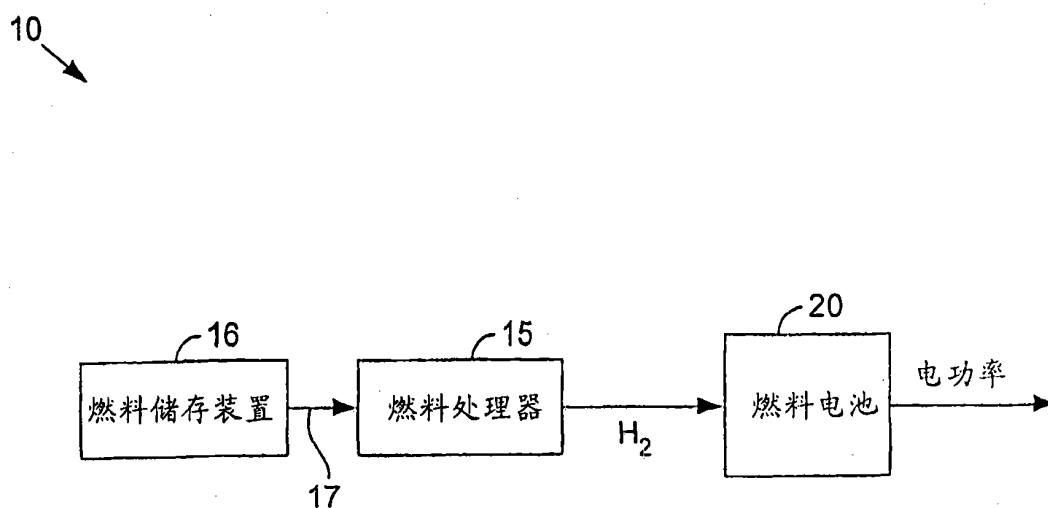


图 1A

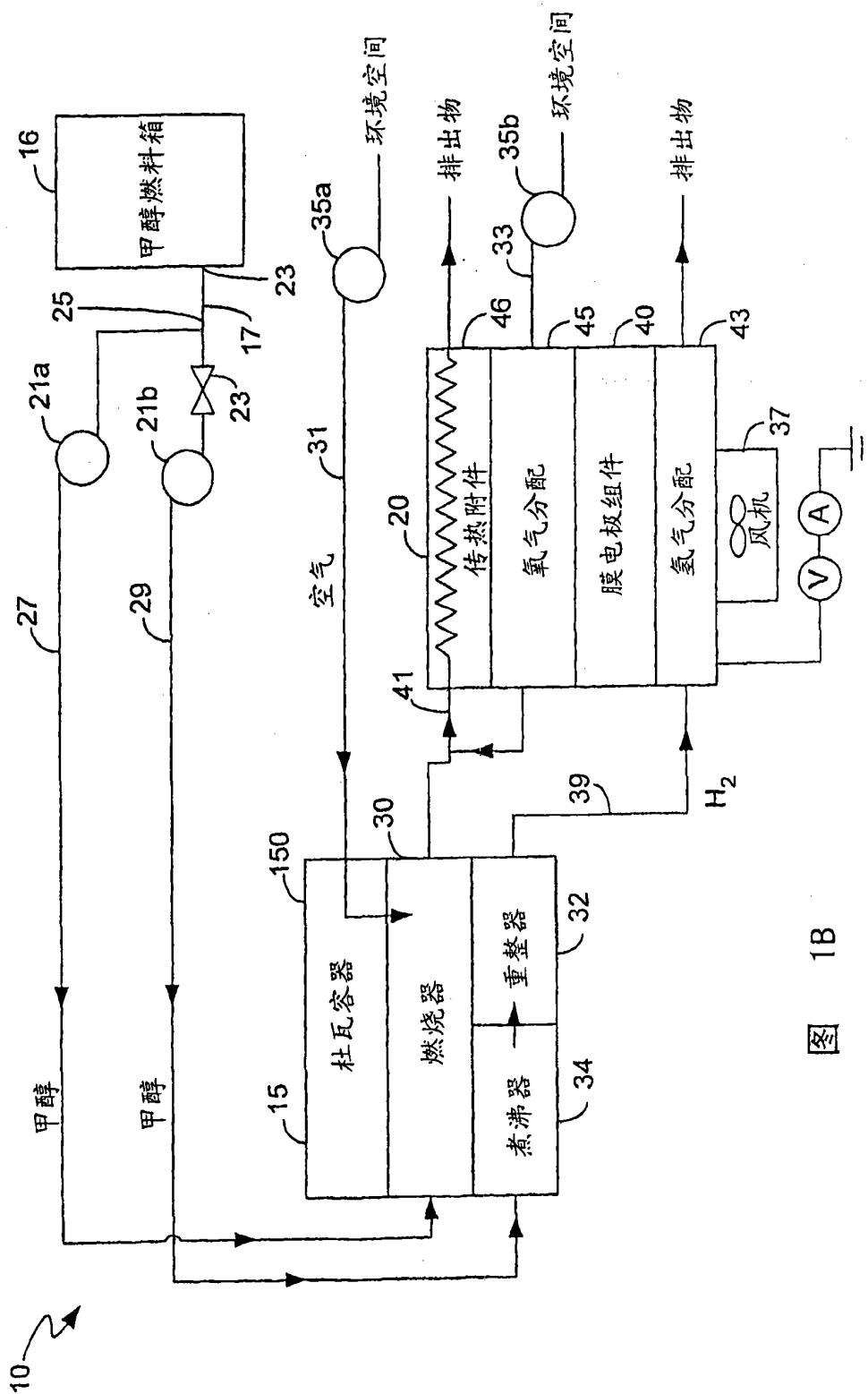


图 1B

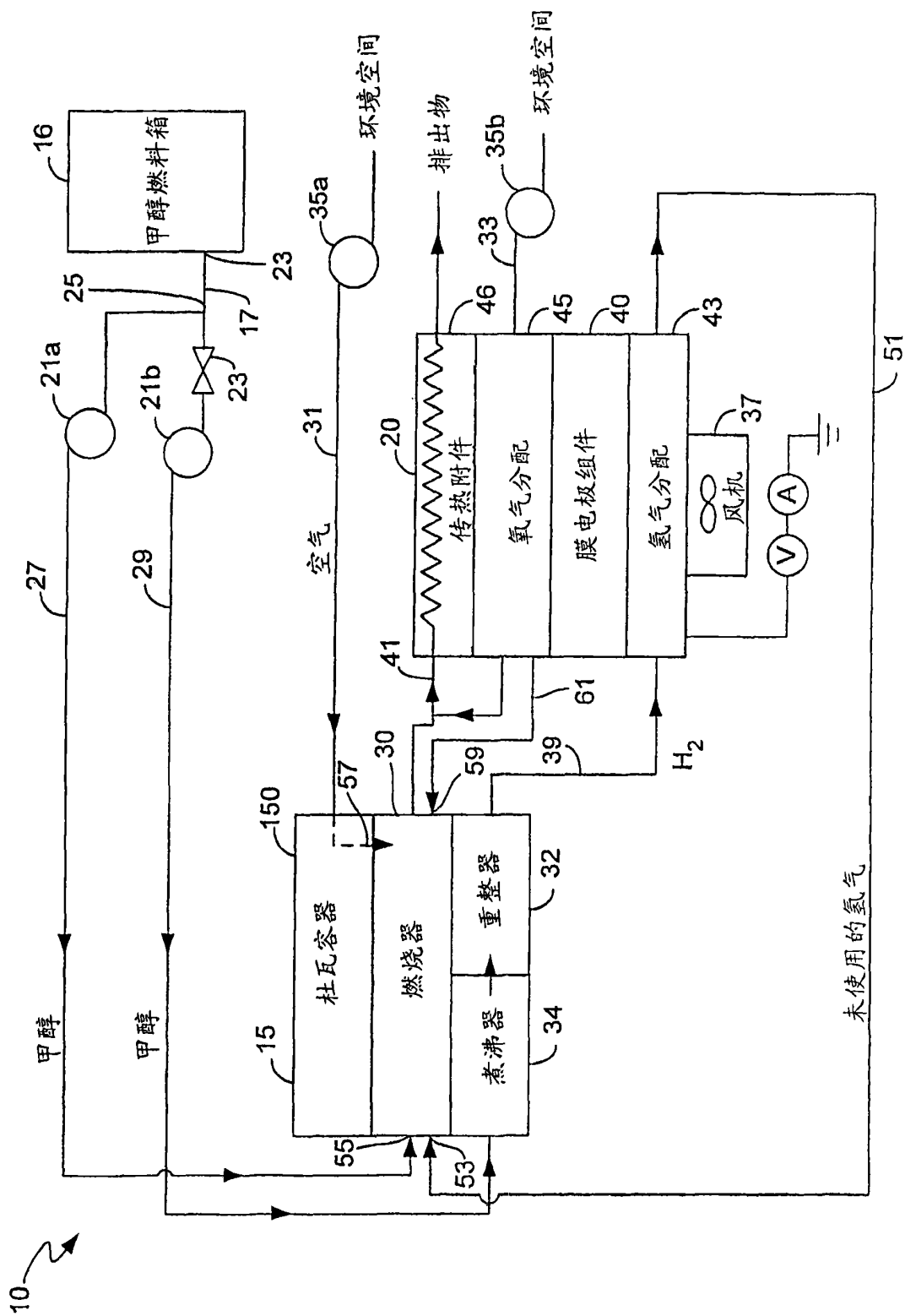


图 1C

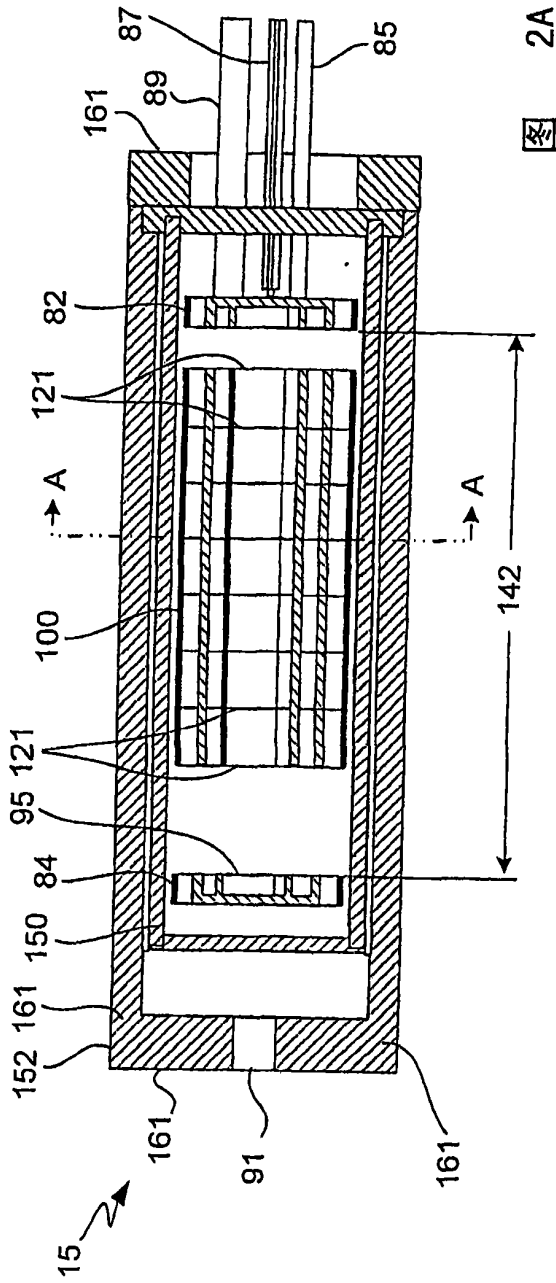


图 2A

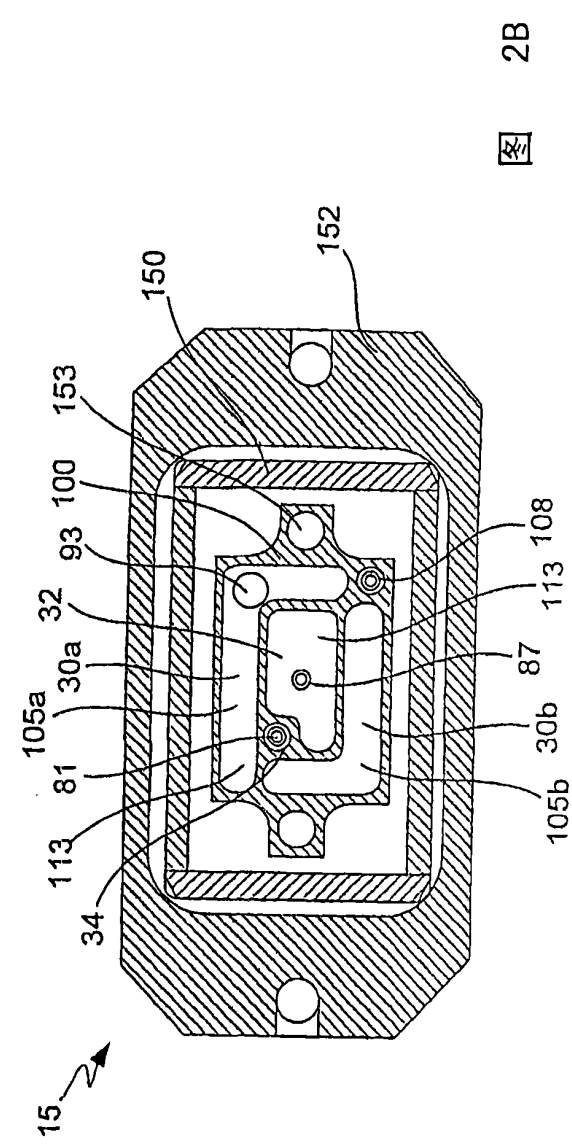


图 2B

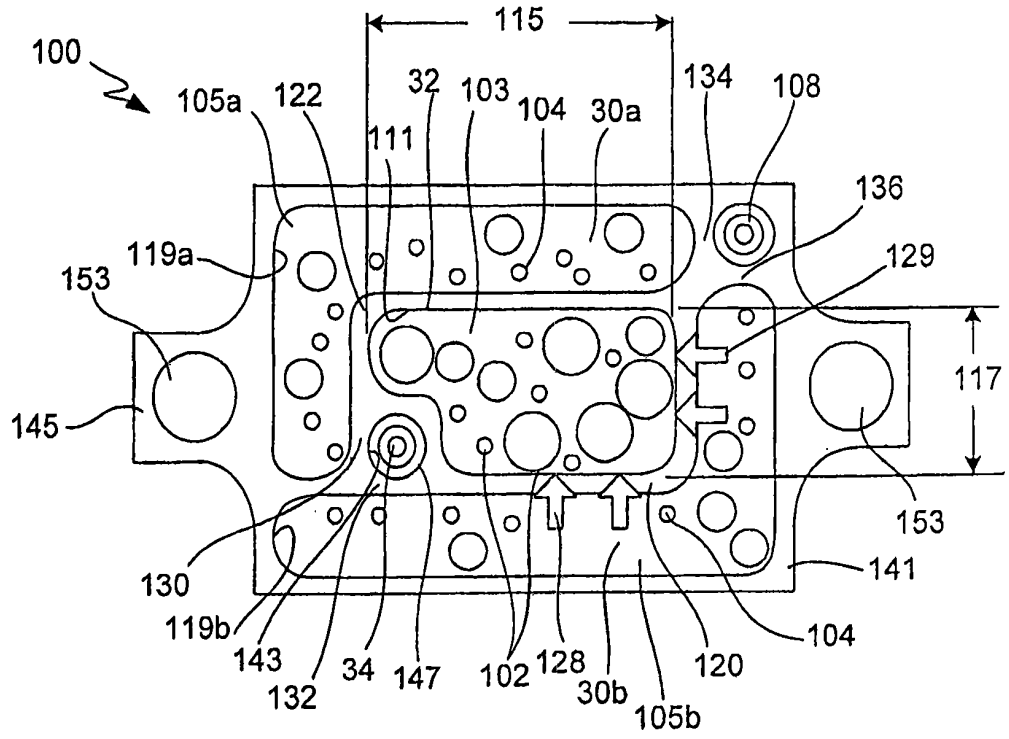


图 3A

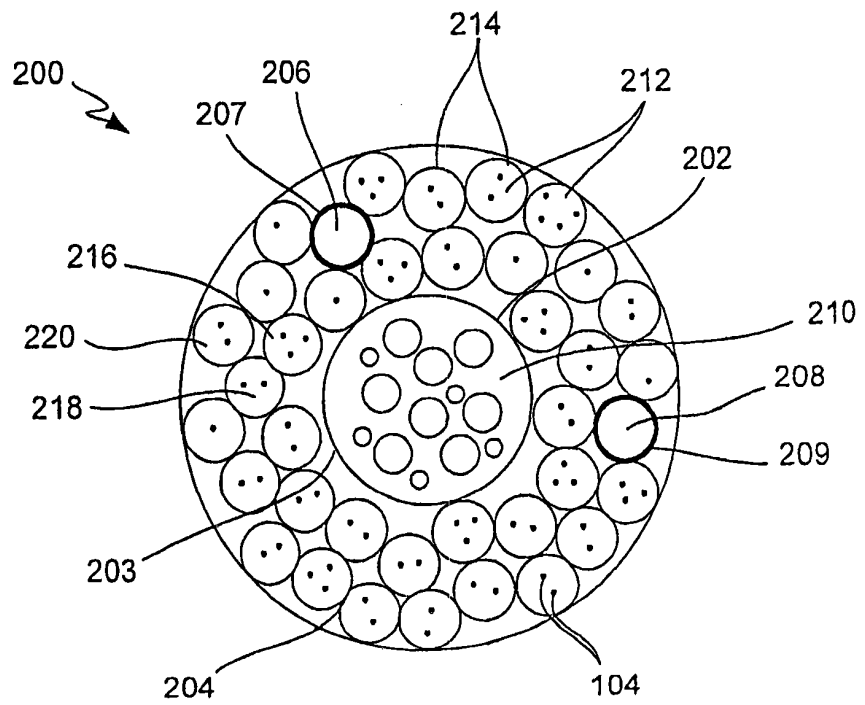


图 3B

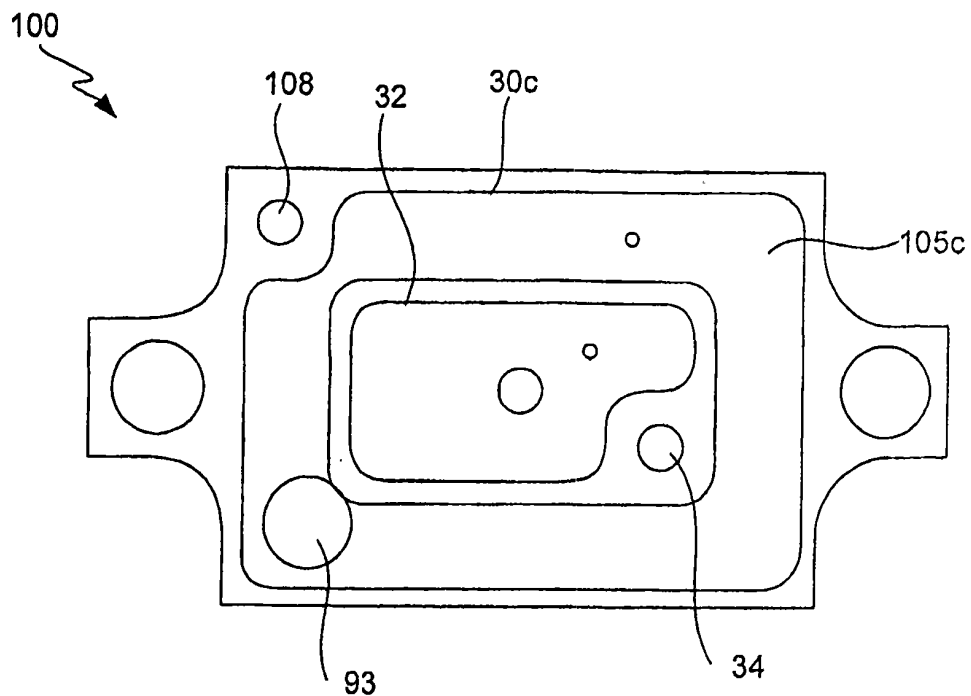


图 3C

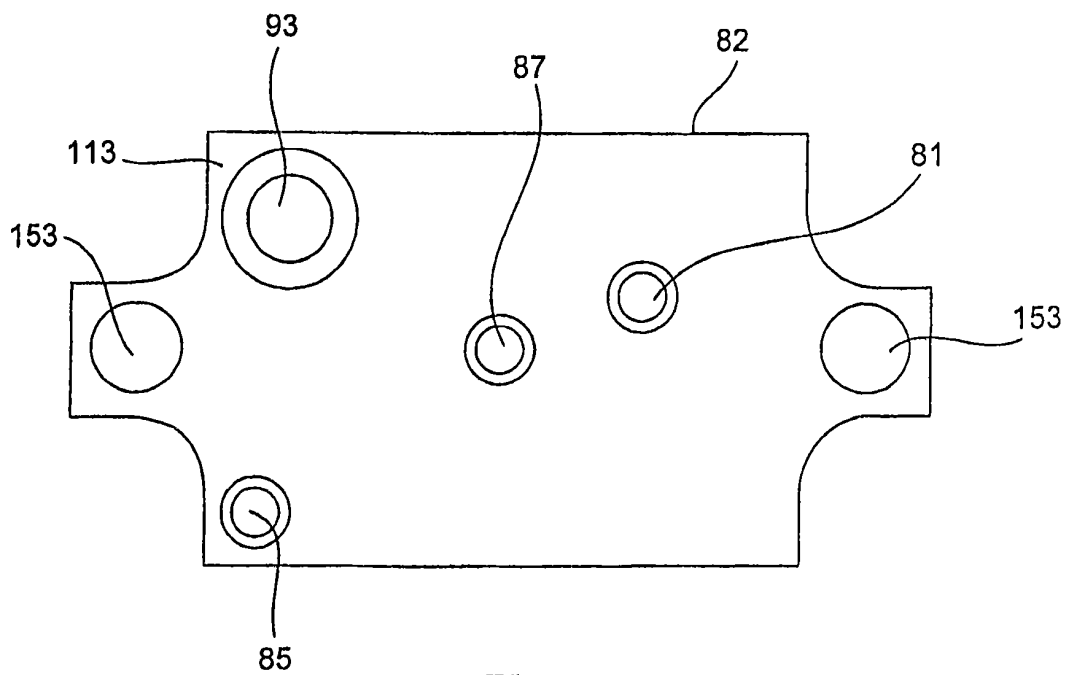


图 3D

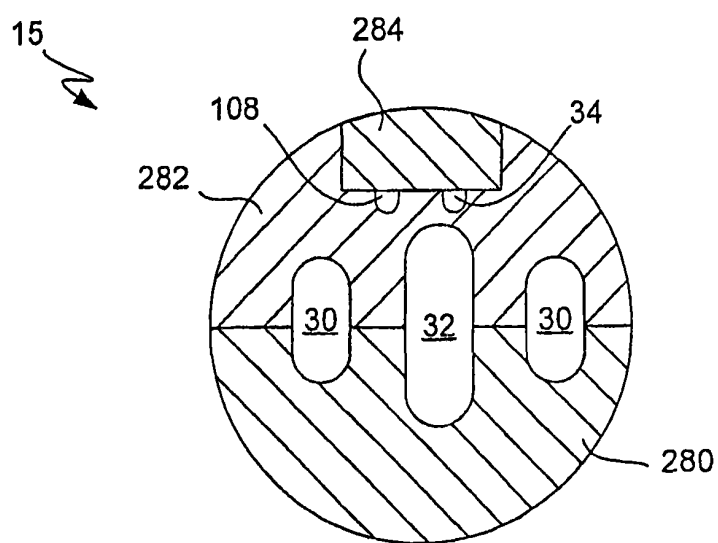


图 3E

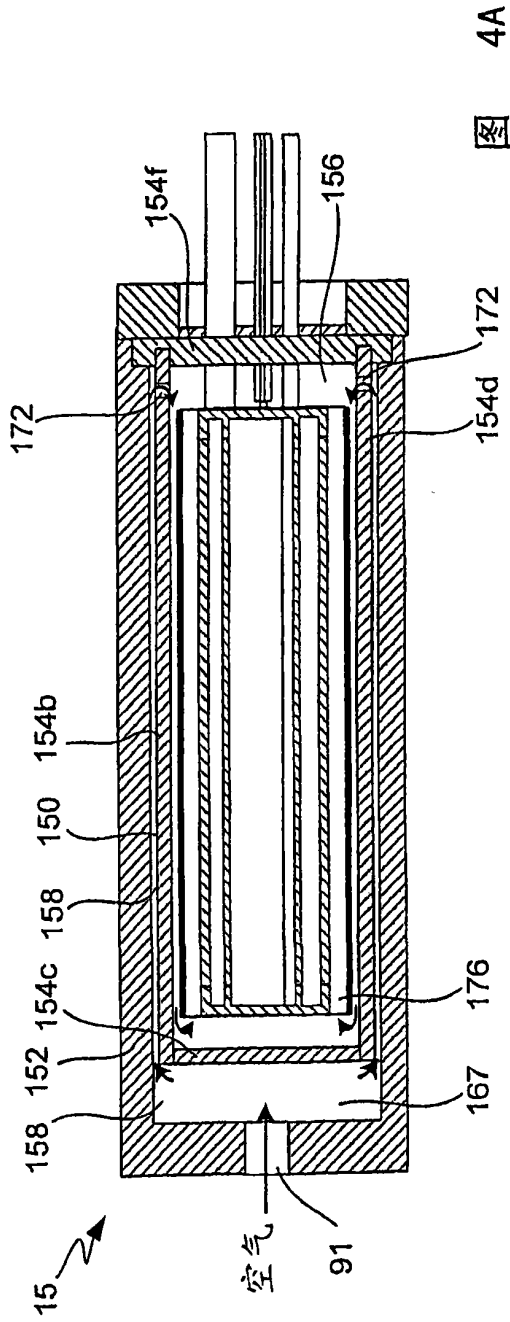


图 4A

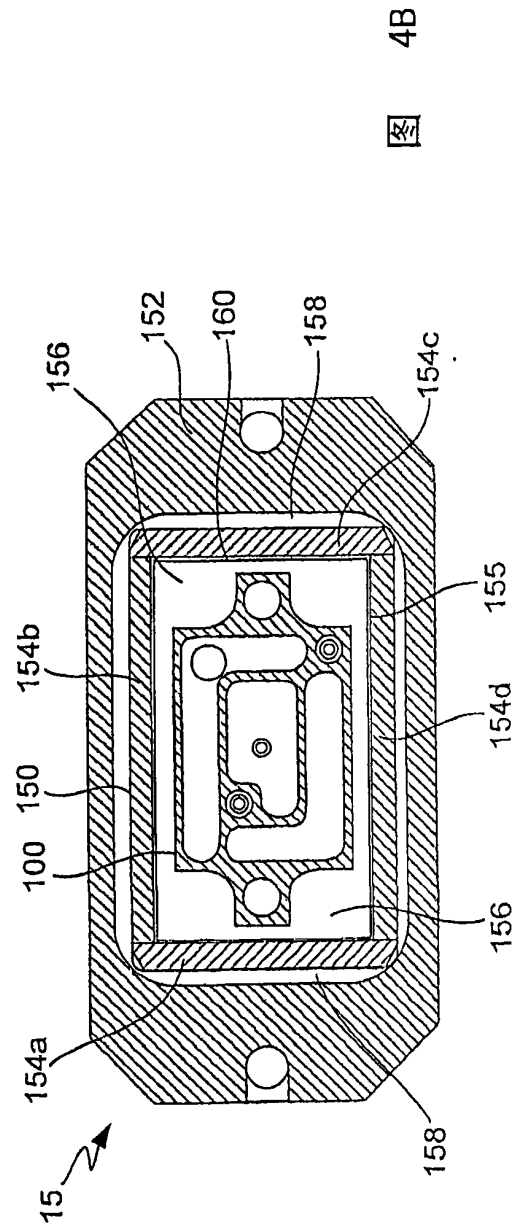


图 4B

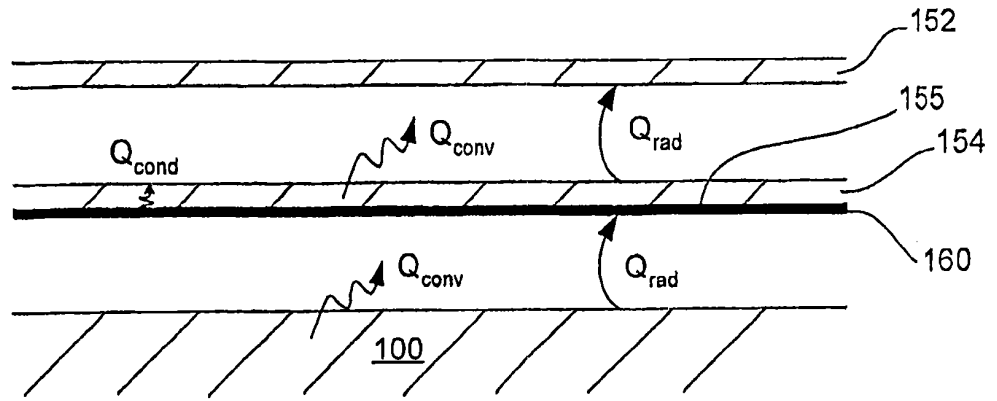


图 4C

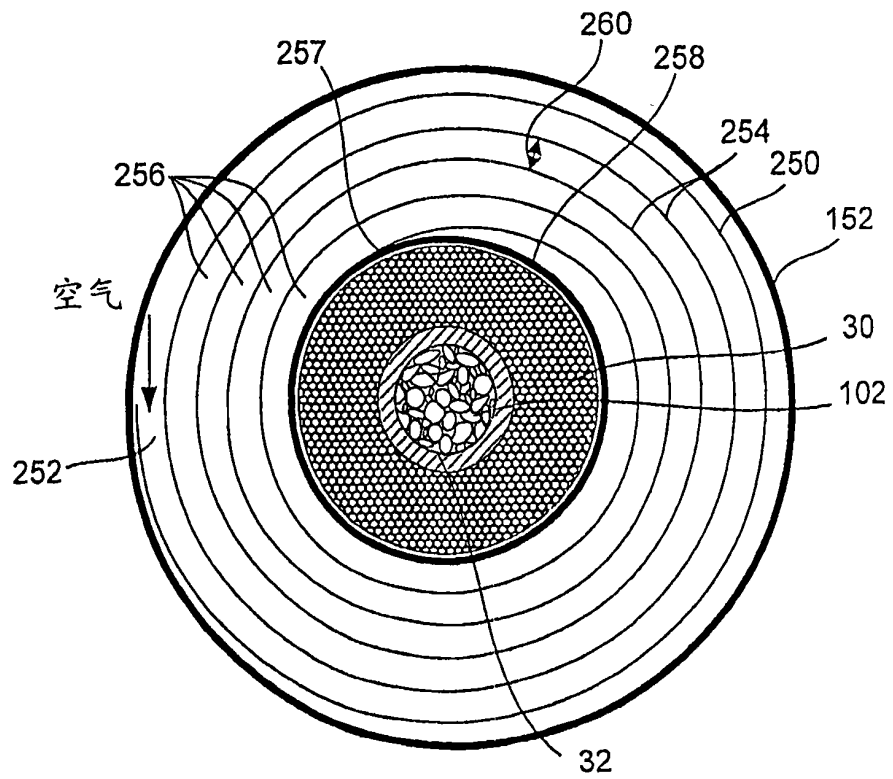


图 4D

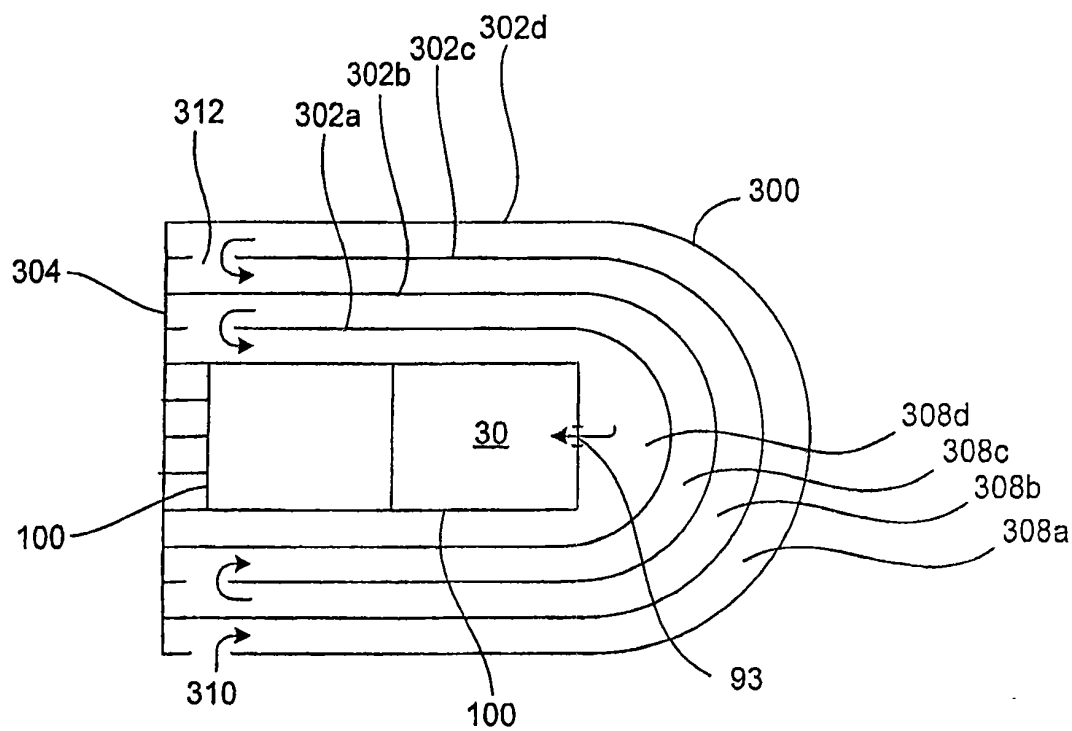


图 4E

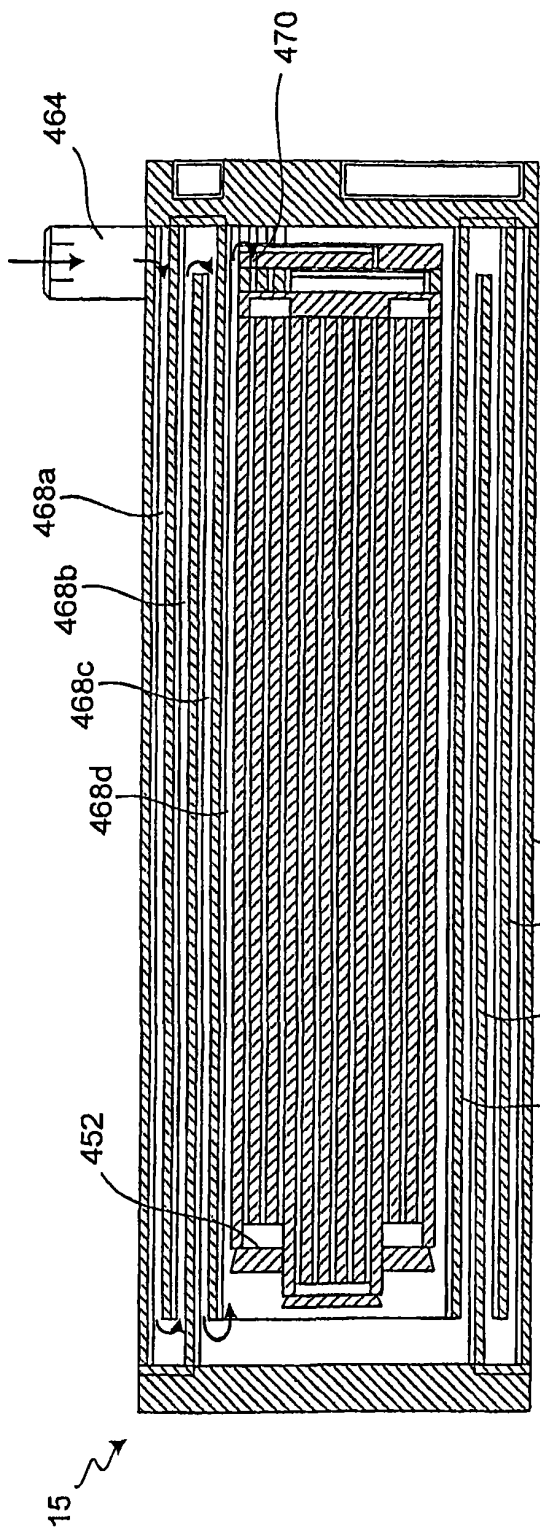


图 4G

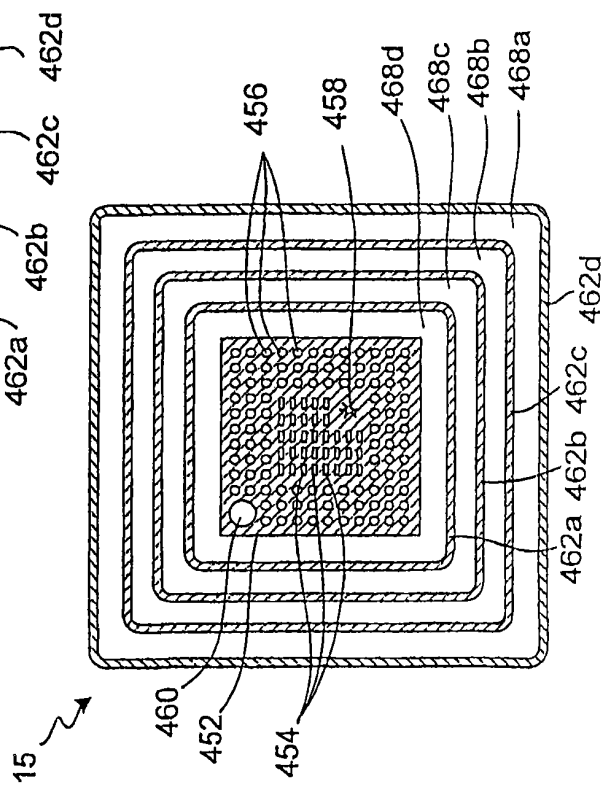


图 4F

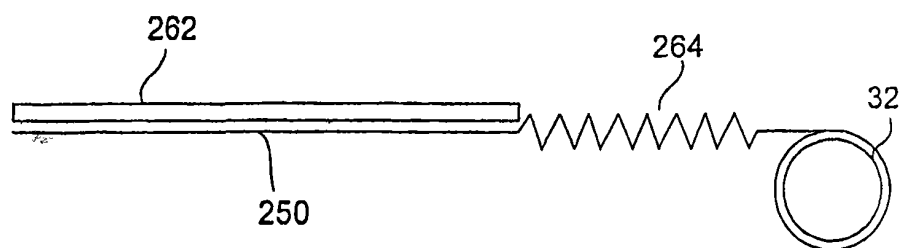


图 4H

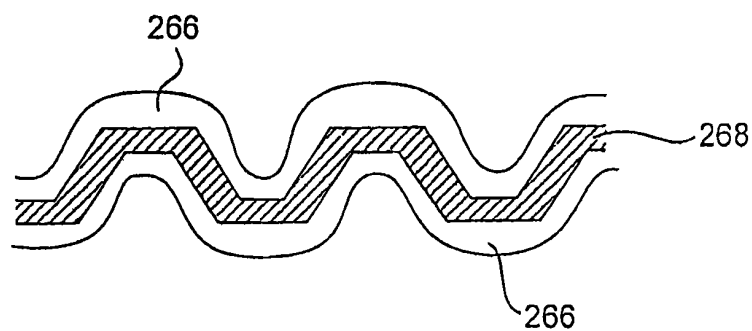


图 4I

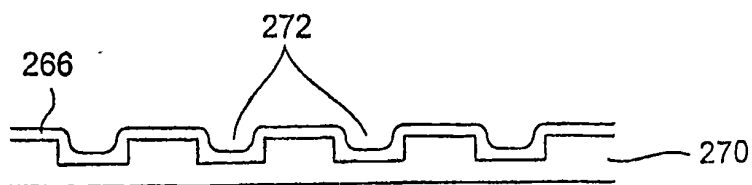


图 4J

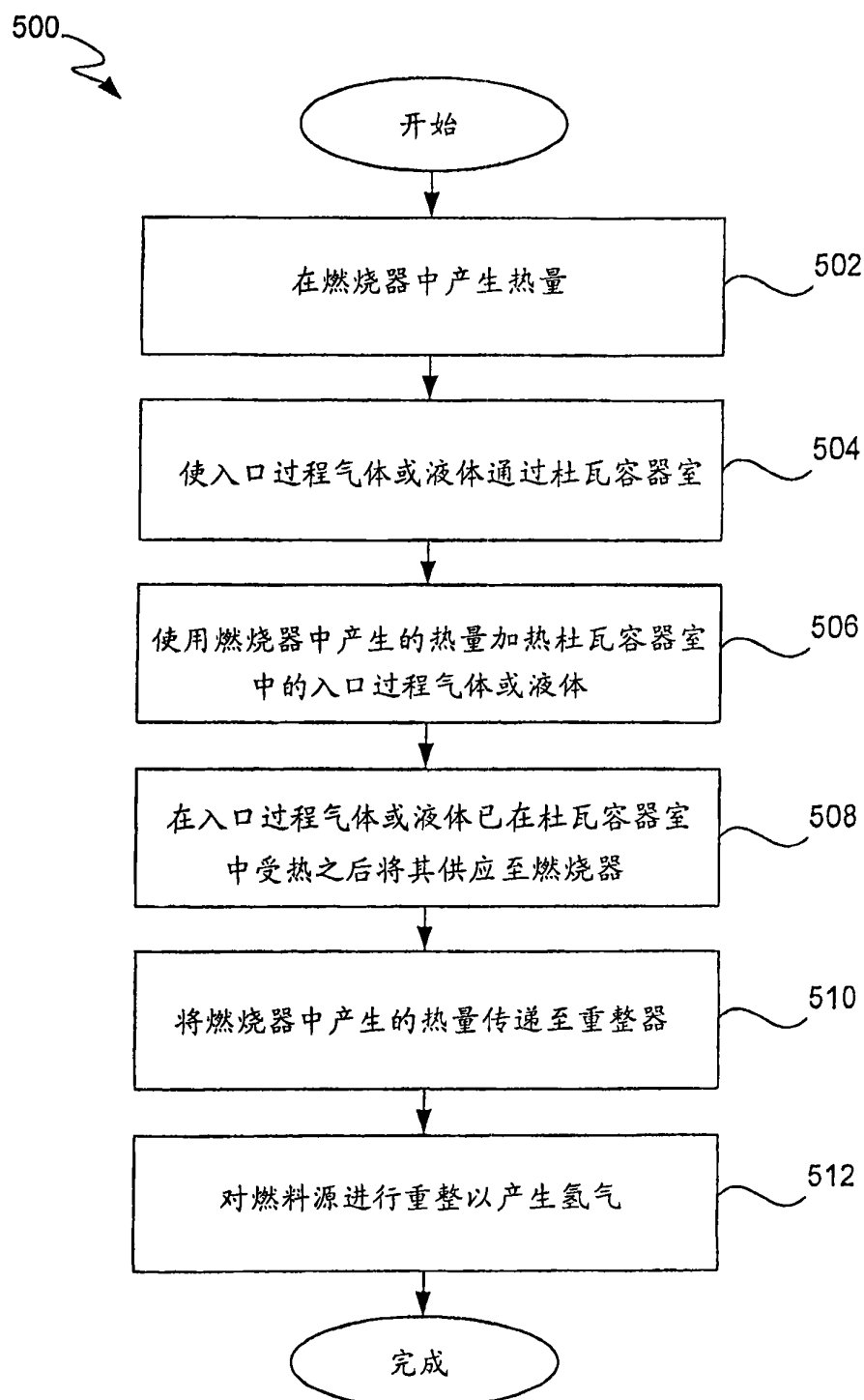


图 5

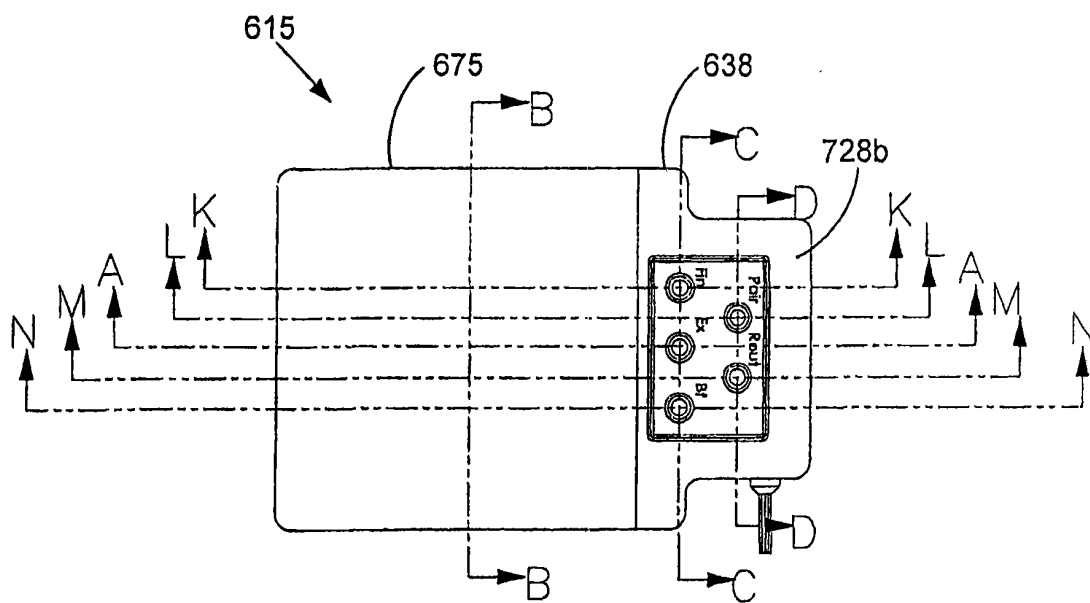


图 6A

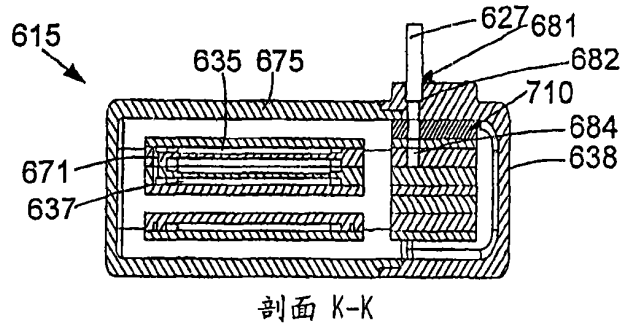


图 6B

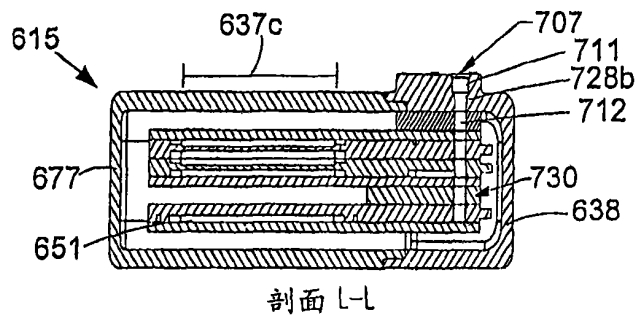


图 6C

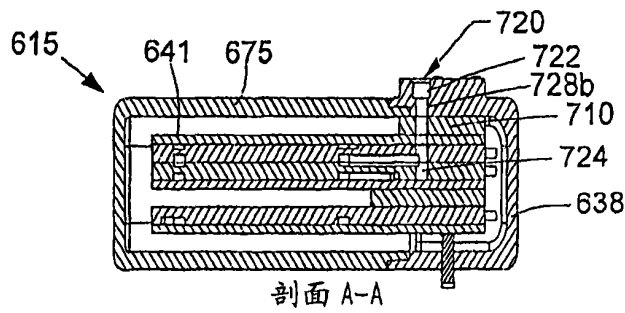


图 6D

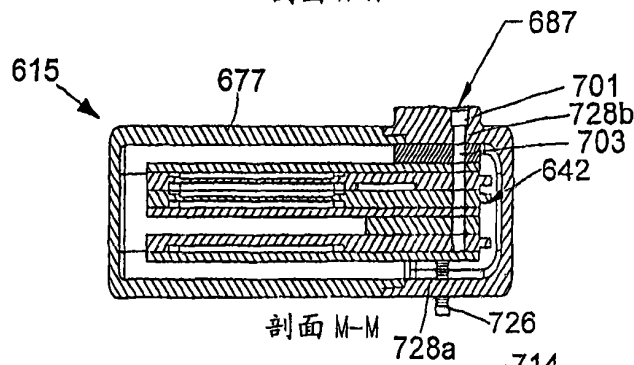


图 6E

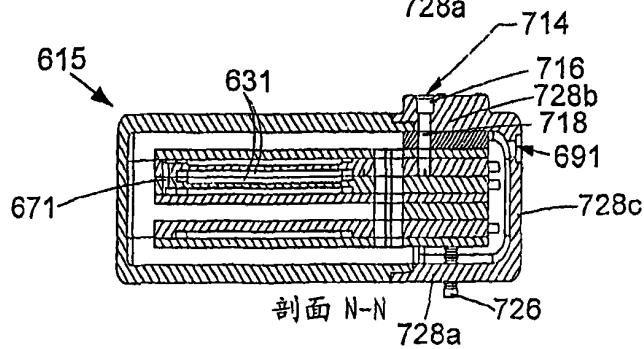


图 6F

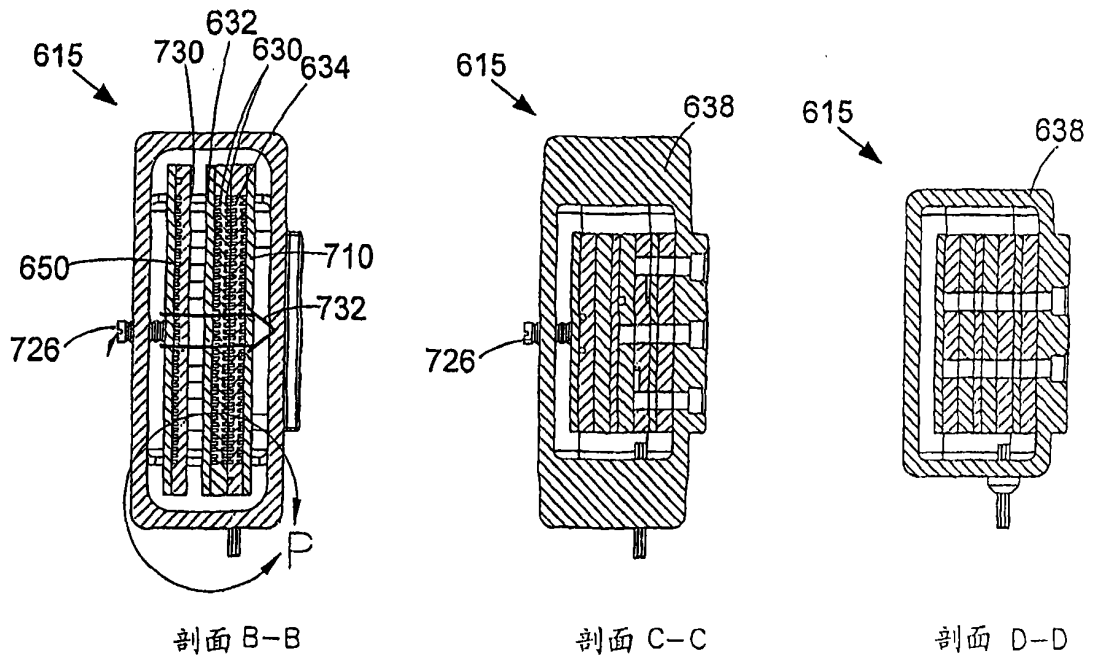


图 6G

图 6H

图 6I

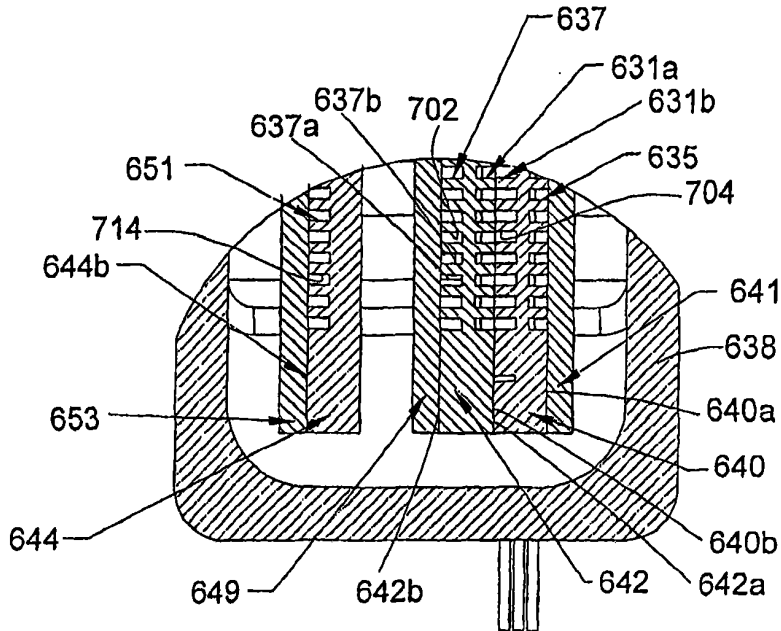


图 6J