

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780002041.2

[51] Int. Cl.

B01J 7/00 (2006.01)
C10J 3/46 (2006.01)
H01M 8/06 (2006.01)
C10J 3/54 (2006.01)
C01B 3/36 (2006.01)
B01J 7/02 (2006.01)

[43] 公开日 2009 年 2 月 11 日

[11] 公开号 CN 101365530A

[22] 申请日 2007.1.5

[21] 申请号 200780002041.2

[30] 优先权

[32] 2006.1.6 [33] US [31] 11/327,580

[86] 国际申请 PCT/US2007/060130 2007.1.5

[87] 国际公布 WO2007/120942 英 2007.10.25

[85] 进入国家阶段日期 2008.7.7

[71] 申请人 法商 BIC 公司

地址 法国克利西

[72] 发明人 安德鲁·J·库瑞罗

艾伦·娄森兹威格

安东尼·史格洛依·二世

保罗·史葩尔 康士坦士·斯蒂芬

[74] 专利代理机构 北京汇泽知识产权代理有限公司

代理人 张瑾 王黎延

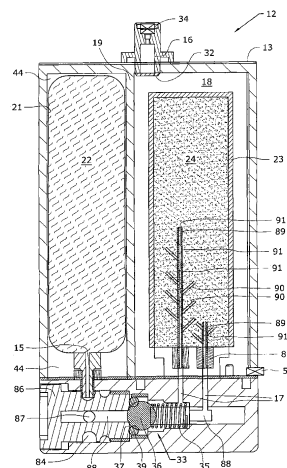
权利要求书 4 页 说明书 28 页 附图 12 页

[54] 发明名称

制氢燃料电池盒

[57] 摘要

本发明是关于一种气体产生设备与多种的压力调节器或压力调节阀。氢气产生于上述气体产生设备中，并传输至燃料电池。将第一燃料构件传输至第二燃料构件来产生氢气，藉由上述气体产生设备内的反应腔的压力而自动发生。上述压力调节器与流量孔口用以调节氢气的压力并使上述燃料电池所得到的氢气压力的变动程度最小化。还提供连接阀将上述气体产生设备连接至上述燃料电池。



1.一种气体产生设备，包含：

反应腔，具有固体燃料构件；

贮液器，具有液体燃料构件；

流体通路，用于将液体燃料构件引导至反应腔，以产生气体；

用于控制该液体燃料构件进入该反应腔的流量的装置；以及

用于控制来自该反应腔的气体流量的装置。

2.一种气体产生设备，包含：

含有固体燃料构件的透气容器；

含有液体燃料构件的贮液器；以及

流体通路，用于将该液体燃料构件引导至该透气容器，以产生气体。

3.如权利要求2所述的气体产生设备，其中该透气容器置于反应腔中。

4.如权利要求3所述的气体产生设备，其中该透气容器为液密式的。

5.如权利要求4所述的气体产生设备，其中该透气容器包含一个吸收层，位于内层与外层之间，其中该内层与该外层中的至少一个包含液密材料，该液密材料具有至少一个开口贯穿其中。

6.如权利要求5所述的气体产生设备，其中该固体燃料构件包含亲水性材料。

7.如权利要求4所述的气体产生设备，其中该透气容器包含至少一个流体分散管。

8.如权利要求7所述的气体产生设备，其中该流体分散管具有至少一个毛细管或芯吸延伸。

9.如权利要求3所述的气体产生设备，其中贮液器是加压的。

10.如权利要求9所述的气体产生设备，其中流体通路包含一个阀，其根据反应腔与贮液器的压力开启与关闭。

11.如权利要求2所述的气体产生设备，更包含压力调节阀。

12.如权利要求 11 所述的气体产生设备，其中压力调节阀包含一个压力响应隔板。

13.如权利要求 12 所述的气体产生设备，其中储能组件施加偏压于该隔板。

14.如权利要求 13 所述的气体产生设备，其中储能组件包含一个弹簧。

15.如权利要求 13 所述的气体产生设备，其中该储能组件包含一个参考压力。

16.如权利要求 12 所述的气体产生设备，其中该隔板与该反应腔连通。

17.如权利要求 12 所述的气体产生设备，其中该隔板连接至一个密封组件。

18.如权利要求 17 所述的气体产生设备，其中该密封组件为可调节的，以改变密封该压力调节阀的压力。

19.一种阀用于将燃料供应器与一个装置相连接，包含：

第一阀构件，与燃料供应器或燃料电池中的任何一个相连接的，和第二阀构件，与燃料供应器或燃料电池中的另一个相连接的，

其中每个阀构件均含有一个外罩（housing）与一个受偏压的可滑动内体，其中该可滑动内体所受的偏压是朝向一个密封表面，从而在每个阀构件中形成一个内部密封，其中在连接该第一阀构件与该第二阀构件期间，至少在该内部密封开启从而产生流经阀的流体流动路径之前，形成一个构件间密封，并且

其中阀构件中的至少一个包含延伸组件，其延伸到外罩以外，并且配置成插入另一阀构件。

20.如权利要求 19 所述的阀，其中该延伸组件包含一个棒，且该流体流动路径包含延伸组件与棒之间的空间。

21.一种压力调节阀，包含一可移动的压力响应组件置于外罩组件上，其中该可移动的压力响应组件响应进口压力与出口压力，其中该压力调节阀是流体性地连接至气体产生设备，并且该进口压力与该出口压力的至少其中之一为该气体产生设备的压力。

22.如权利要求 21 所述的压力调节阀，其中该可移动的压力响应组件亦暴露于参考压力下。

23.如权利要求 21 所述的压力调节阀, 其中该可移动的压力响应组件包含一个隔板, 其中该隔板的外缘固定于该外罩。

24.如权利要求 21 所述的压力调节阀, 其中该可移动的压力响应组件包含一个可滑动的活塞。

25.如权利要求 21 所述的压力调节阀, 其中该可移动的压力响应组件包含相对的受偏压的活塞。

26.如权利要求 24 所述的压力调节阀, 其中该可移动的压力响应组件更包含一隔板, 其中该隔板的外缘固定于该外罩。

27.如权利要求 23 所述的压力调节阀, 其中储能装置施加偏压于该隔板。

28.如权利要求 21 所述的压力调节阀, 其中该出口压力为该气体产生设备内反应腔的压力。

29.如权利要求 21 所述的压力调节阀, 其中该进口压力为该气体产生设备内的贮液器的压力。

30.如权利要求 21 所述的压力调节阀, 其中该出口压力为燃料电池中的压力。

31.如权利要求 21 所述的压力调节阀, 其中该进口压力为该气体产生设备内的反应腔的压力。

32.如权利要求 21 所述的压力调节阀, 其中该可移动的压力响应组件连接至密封组件。

33.如权利要求 32 所述的压力调节阀, 其中该密封组件为可调节的, 以改变密封该压力调节阀的压力。

34.如权利要求 21 所述的压力调节阀, 其中连接阀将该压力调节阀连接至该气体产生设备。

35.如权利要求 34 所述的压力调节阀, 其中该连接阀包含两个阀构件并且其中每个阀构件各具有一个内部密封。

36.如权利要求 35 所述的压力调节阀, 其中该些阀构件在该些内部密封的至少其中一个开启之前, 形成构件间的密封。

37.如权利要求 36 所述的压力调节阀，其中该构件间的密封是形成于棒与密封组件之间，该棒是从该些阀构件中的一个延伸出来的，该密封组件则是从另一阀构件中延伸出来的。

38.如权利要求 37 所述的压力调节阀，其中该密封组件包含一个 O 型环。

39.如权利要求 37 所述的压力调节阀，其中来自该气体产生设备的气体在该棒中进行传输。

40.如权利要求 39 所述的压力调节阀，其中该气体的传输是经由该棒中的一个环形空间来进行的。

41.如权利要求 21 所述的压力调节阀，其中至少两个弹簧以相反的方向作用于该可移动的压力响应组件。

42.如权利要求 21 所述的压力调节阀，更包含一个限流器与该压力调节阀的外部进行流体连通。

43.如权利要求 42 所述的压力调节阀，其中该限流器包含一个孔口。

44.如权利要求 43 所述的压力调节阀，其中该孔口具有一个可变动的有效直径。

45.如权利要求 44 所述的压力调节阀，其中该孔口具有一个鸭嘴阀。

制氢燃料电池盒

相关申请的交叉引用

本申请为在 2003 年 7 月 29 日申请的美国申请案案号 10/629,006、在 2005 年 2 月 25 日申请的美国申请案案号 11/067,167、在 2005 年 6 月 13 日申请的美国临时申请案案号 60/689,538、以及在 2005 年 6 月 13 日申请的美国临时申请案案号 60/689,539 的部分接续申请案，这里将这些申请通过引用整体合并入本申请。

背景技术

燃料电池是将反应物即燃料与氧化剂的化学能，直接转换成直流（DC）电的装置。在日渐增加的应用中，燃料电池的效率优于传统的发电装置例如矿物燃料的燃烧、且优于携带式的蓄能装置例如锂电池。

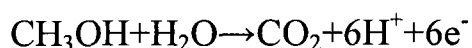
通常，燃料电池技术包含各种不同的燃料电池，例如碱性燃料电池、聚合物电解质燃料电池、磷酸燃料电池、熔融碳酸盐燃料电池、固体氧化物燃料电池与酶燃料电池。目前较重要的燃料电池可分为数个主要的类型，那就是（i）使用压缩氢气（ H_2 ）作为燃料的燃料电池；（ii）质子交换膜（proton exchange membrane; PEM）燃料电池，其是使用醇类例如甲醇（ CH_3OH ）、金属氢化物例如硼氢化钠（ $NaBH_4$ ）、碳氢化合物或其它可重整成氢燃料的燃料；（iii）可直接消耗非氢燃料的质子交换膜燃料电池、或直接氧化燃料电池；以及（iv）可在高温直接将碳氢化合物燃料转换成电能的固体氧化物燃料电池（solid oxide fuel cell; SOFC）。

压缩氢气通常保持在高压的状态，因此而难以操作。且通常需要多个大型储存槽，而无法缩小到符合消费性电子装置的需求。传统重整式的燃料电池需要重整装置（reformer）与其它蒸发与辅助系统，将燃料转换为氢气，使其在燃

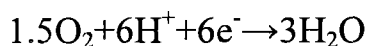
料电池中与氧化剂反应。近来的发展是有希望使重整装置或重整式的燃料电池适用于消费性电子装置。最常见的直接氧化燃料电池为直接甲醇燃料电池 (direct methanol fuel cell) 或 DMFC, 而其它的直接氧化燃料电池包含直接乙醇燃料电池与直接原碳酸四甲酯 (tetramethyl orthocarbonate) 燃料电池。在直接甲醇燃料电池中, 甲醇是直接与燃料电池中的氧化剂反应, 是最简单且有可能是最小的燃料电池, 也有希望作为消费性电子装置的电源。固体氧化物燃料电池是将碳氢化合物燃料例如丁烷 (butane) 转换成高热量而发电, 其需要 1000 °C 范围左右的相对高温, 以使燃料电池发生反应。

各种型式的燃料电池在发电时发生不同的化学反应。在直接甲醇燃料电池中, 在各个电极中的化学-电学反应及其整体反应如下:

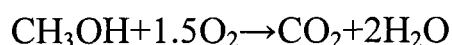
阳极的半反应:



阴极的半反应:



燃料电池的整体反应:



由于整个质子交换膜的氢离子 (H^+) 的迁移是由阳极至阴极, 且因为自由电子 (e^-) 无法穿透质子交换膜, 电子是流经一外部电路, 而在该外部电路形成一电流。外部电路可作为许多有用的消费性电子装置的电源, 例如移动或蜂窝电话、计算器、个人数字助理 (PDA)、膝上型 (laptop) 计算机、与电动工具机 (power tool) 等。

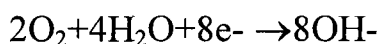
在美国专利号 5,992,008 与 5,945,231 中讨论了直接甲醇燃料电池, 这里通过引用整体结合入本申请。一般来说, 质子交换膜通常是由聚合物例如杜邦 (DuPont) 公司的 Nafion[®] 所制得, 其为一种厚度在大约 0.05mm 到大约 0.5mm 之间的全氟化磺酸聚合物材料; 或是其它适合的薄膜。阳极通常由一张用聚四氟乙烯处理的碳纸制成, 其上支撑并沉积有很薄的一层催化剂, 如铂-钌。阴极通常是一种气体扩散电极, 其中有铂颗粒粘接到该膜的一侧上。

在另一种直接氧化燃料电池中，硼氢化物燃料电池（DBFC）的反应如下：

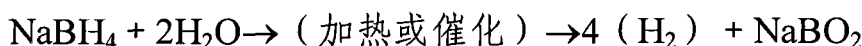
阳极的半反应：



阴极的半反应：



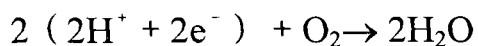
在化学金属氢化物燃料电池中，通常来说硼氢化钠经改性并反应如下：



阳极的半反应：



阴极的半反应：



适用于此反应的催化剂包含铂、钨、与其它金属。由重组硼氢化钠所制得的氢燃料是在燃料电池中与氧化剂例如氧反应，以产生电力（或电子流）与水副产物。该重组过程亦产生硼酸钠（ NaBO_2 ）副产物。在美国专利号 4,261,956 讨论了硼氢化钠燃料电池，这里通过引用整体结合入本申请。

燃料的储存为燃料电池应用技术中的重要特征之一。另一重要的特征为将燃料由燃料盒传送至燃料电池以外的调节方面。在商业应用方面，诸如直接甲醇燃料电池或质子交换膜系统的燃料电池应该具有存储足够燃料以满足消费者的正常用量。例如，在移动或蜂窝电话、笔记本电脑、以及个人数字助理方面，燃料电池给这些装置提供的电力至少要与现有的电池相同，优选地为更长久。另外，燃料电池的燃料槽需要容易更换或可再填充，以减少或排除如现行可充电电池所需的冗长的充电时间。

已知氢气产生器的一项缺点是：一旦反应开始时，气体产生盒便无法控制该反应。因此，反应会继续进行，直到反应物的供应耗尽或是以手动关闭反应物的来源为止。

因此，我们需要一氢气产生设备其可以自我控制至少一反应物流入反应腔和其它装置的流量，以控制燃料的流量。

发明内容

本发明是关于一种气体产生设备与多种的压力调节器或压力调节阀。氢气是产生于该气体产生设备中，并传输至燃料电池。将第一燃料构件传输至第二燃料构件来产生氢气，是借由该气体产生设备内的一反应腔的压力而自动发生。该压力调节器，包含流量孔口，是用以调节氢气的压力并使该燃料电池所得到的氢气压力的波动最小化。还提供连接阀将该气体产生设备连接至该燃料电池。

附图说明

在构成说明书一部分并与其一起阅读的附图，其中类似的附图标号用以在不同图中代表类似的部件：

图 1 为一剖面示意图，是显示本发明的气体产生设备；图 1A 则为用于图 1 所示的气体产生设备的一固体燃料容器的局部放大的剖面图；图 1B 则为用于图 1 所示的气体产生设备另一固体燃料容器的局部放大的剖面图；图 1C 为图 1B 另一实施例；图 1D 为另一实施例的流体导管的剖面图；

图 2A 为用于图 1 所示的气体产生设备的一关闭或连接阀的剖面图，是显示其切断与关闭的位置；图 2B 为图 2A 所显示的关闭阀的剖面图，是显示其连接与开启的位置；

图 3 为一剖面图，是显示用于图 1 所示的气体产生设备的一压力调节流体喷嘴或阀；

图 4A 为一剖面图，是显示用于图 1 所示的气体产生设备的一压力调节阀；图 4B 为一分解透视图，是显示图 4A 的压力调节阀；图 4C 为一剖面图，是显示另一压力调节阀；图 4D 为一分解透视图，是显示图 4C 的压力调节阀；

图 5A 为一剖面图，是显示连接于图 2 的关闭阀的第一阀构件的另一个压力调节阀；图 5B~5D 为一剖面图，是显示该压力调节阀与该关闭阀的第一阀构件及第二阀构件的未连接、连接/关闭、与连接/开启的位置；

图 6A 为一剖面图，是显示用于图 1 所示的气体产生设备的一压力调节阀；图 6B 为一分解透视图，是显示图 6A 的压力调节阀；和

图 7A 与 7B 为剖面图，是显示用于本发明的压力调节阀的孔口，其直径可作变动。

具体实施方式

如附图所示与以下所讨论的细节，本发明是关于一燃料供应器，其储存用于燃料电池的燃料例如甲醇与水、甲醇/水的混合物、不同浓度的甲醇/水的混合物、纯甲醇、和/或甲基包合物 (methyl clathrates)，记载于美国专利号 5,364,977 与 6,512,005 B2，通过引用将这些文献整体结合入本申请。甲醇及其它醇类可用于许多种类的燃料电池例如直接甲醇燃料电池、酶燃料电池、与重整式的燃料电池等。该燃料供应器可包含其它种类的燃料电池燃料，例如乙醇或醇类；金属氢化物例如硼氢化钠、其它可经重整形成氢气的化学物质；或其它可改善燃料电池的性能或效率的化学物质。燃料亦可包含氢氧化钾 (KOH) 电解质，其可用于金属燃料电池或碱性燃料电池，并可储存于燃料供应器中。在金属燃料电池中，燃料的形式是浸于一氢氧化钾电解质反应溶液中的承载在流体中的锌粒子，在电池的凹穴中的阳极是由锌粒子所形成的微粒状的阳极。氢氧化钾电解质溶液是公开于美国专利申请公开号 US 2003/0077493，其标题为 “Method of Using Fuel Cell System Configured to Provide Power to One or More Loads” (燃料电池系统的使用方法-供电给一或多个装置)，其公开日为 2003 年 4 月 24 日，通过引用将其整体合并入本申请。燃料亦可包含甲醇、过氧化氢与硫酸的混合物，其流经形成于硅芯片上的催化剂，以产生燃料电池反应。另外，燃料可包含甲醇、硼氢化钠、电解质、与其它化合物的混合或混合物，例如在美国专利号 6,554,877、6,562,497 与 6,758,871 中所描述的，通过引用将其整体合并入本申请。另外如美国专利号 6,773,470 中所描述的，燃料包括一部分溶于溶剂中，一部分则悬浮于溶剂中的化合物；以及美国专利申请公开号 US 2002/0076602 中描述的化合物同时包含液体燃料与固体燃料。合适的燃料还公开于共同拥有，共同待审的标题为 “Fuels for Hydrogen-Generating Cartridges” (适用于氢气产生盒的燃料)，于 2005 年 6 月 13 日申请的美国专利申请号 60/689,572 中。这

些参考文献也通过引用将其整体合并入本申请中。

如前所述，燃料也可包含金属氢化物例如硼氢化钠（ NaBH_4 ）与水。燃料可更包含碳氢化合物燃料，其包含但不限于丁烷、煤油、醇类、与天然气，如标题为“Liquid Hereto-Interface Fuel Cell Device”（直到液体接口的燃料电池装置），公开日为2003年5月22日的美国专利申请公开号 US 2003/0096150 中所阐述的，通过引用将其整体合并入本申请。燃料亦可包含用以与燃料发生反应的液体氧化剂。因此本发明的不限于任何类型的燃料、电解质溶液、氧化剂溶液、或液体或固体，其储存于供应器中，或是以其它方法为燃料电池系统所使用。用于此处的“燃料”一词包含可在燃料电池中或在燃料供应器中发生反应的所有燃料，且包含但不限于所有上述适当的燃料、电解质溶液、氧化剂溶液、气体、液体、固体、和/或包含添加物、催化剂、与其混合物的化学物质。

用于此处的“燃料供应器”一词包含但不限于一次性使用的盒、可再填充/可再使用的盒、容器、位于电子装置内部的盒、可移动式的盒、位于电子装置外部的盒、燃料槽、燃料再填充槽、其它储存燃料的容器以及连接至燃料槽和容器的管路。下述盒与本发明的实施例结合在一起，需注意该些实施例亦可用于其它的燃料供应器，且本发明并不限于某一特定类型的燃料供应器。

本发明的燃料供应器也可以用来存储那些不在燃料电池中使用的燃料。这些应用可包含但不限于储存建于硅芯片上的微型气体涡轮引擎的碳氢化合物与氢燃料，在2001年12月/2002年1月出版的“The Industrial Physicist”的第20~25页的“Here Come the Microengines”（微引擎来了）一文中进行了讨论。用于此处的“燃料电池”一词亦包含微引擎。其他应用可包含储存用于内燃机引擎的传统燃料；以及碳氢化合物例如用于口袋型与实用型打火机的丁烷和液体丙烷。

适当的已知氢气产生装置在共同拥有、待审的美国专利申请公开号 US 2005-0074643 A1 与 US 2005-0266281、以及2005年2月25日申请的美国专利申请序列号 11/066,573 中公开。这些参考文献公开的内容通过引用整体合并入本申请中。

本发明的气体产生设备可包含反应腔与贮液器，该反应腔可包含可选的第一反应物，该贮液器具有第二反应物。第一与第二反应物可以是金属氢化物例如硼氢化钠、与水。该反应物可以是气态、液态、水状、或固态。优选地，储存在该反应腔的第一反应物为固体金属氢化物或硼氢化金属，其具有可选择的添加物和催化剂例如钌；而第二反应物为水，并可选择性地与所选的添加物与催化剂混合。本发明中的水与金属氢化物会发生反应而制造出氢气，其可以被燃料电池所消耗以产生电能。其它适当的反应物与试剂则公开于上述结合入本申请的文献中。

另外，该气体产生设备可包含能控制第二反应物从贮液器到反应腔传输的装置或系统。该反应腔和/或贮液器内部的操作条件，优选地该反应腔内部的压力，能够控制贮液器内的第二反应物传输至该反应腔。例如，当该反应腔内部的压力小于一默认值时，就可将贮液器内的第二反应物导入该反应腔，优选地，该默认值小于该贮液器内的压力、更优选地，比贮液器中的压力小预定的量。优选的是从该贮液器到反应腔的第二反应物流是自调节的。因此当反应腔到达一个预定压力的时候，优选地高于贮液器中的压力，从该贮液器到反应腔的第二反应物流能够被阻止，从而停止氢气的产生。同样地，当该反应腔的压力降低至低于该贮液器的压力、优选地为较该贮液器的压力再小于一预设的数值，就可使该第二反应物由该贮液器流入该反应腔。可使用任何已知的方法将该贮液器中的第二反应物导入该反应腔中，这些方法包含但不限于抽吸 (pumping)、渗透作用 (osmosis)、毛细管作用、压差阀、其它的阀、或其组合。可藉由弹簧或加压的液体与气体对第二反应物加压。优选地，以液化的碳氢化合物例如液化丁烷对该第二反应物加压。

参考图 1，显示一个有创造性的燃料供应系统。该系统包括一气体产生设备 12，该设备包含在外罩 13 中，并且配置成经由燃料导管 16 与阀 34 而连接至燃料电池（未示出）。优选地，燃料导管 16 起始于气体产生设备 12 中，并且阀 34 则以流体与燃料导管 16 连通。燃料导管 16 可以是柔软的管例如为塑料或橡胶管；或者可以为连接至外罩 13 实质上不易弯曲的部件。

在外罩 13 中，气体产生设备 12 优选地为包含为两个主要部分：一流体燃料构件贮液器 44，其包含流体燃料构件 22；与反应腔 18，其包含固体燃料构件 24。贮液器 44 与反应腔 18 是相互闭锁，直到通过将流体燃料构件 22 与固体燃料构件 24 发生反应，使燃料气体例如氢气的产生是可预期的。优选地以内壁 19 分隔外罩 13，以形成流体燃料构件贮液器 44 与反应腔 18。

然而，流体燃料构件贮液器 44 优选为可包含衬垫、囊状或类似的流体容器 21，以承装流体或如图所示液体燃料构件 22。流体燃料构件 22 优选为包含水和/或添加物/催化剂或其它液体反应物。在此还讨论其它适当的流体燃料构件与添加物。适当的添加物/催化剂包含但不限于抗冻剂（例如甲醇、乙醇、丙醇与其它醇类）、催化剂（例如氯化钴与其它已知的催化剂）、pH 值调整剂（例如酸，如硫酸与其它常见的酸类）。尽管流体燃料构件 22 也可以是非加压的状态，但流体燃料构件 22 优选为加压的状态，例如为藉由弹簧或加压/液化气体（丁烷或丙烷）来进行加压。当使用液化的碳氢化合物时，是将其射入贮液器 44 中，并将其储存于衬垫 21 与外罩 13 之间的空间中。

贮液器 44 与反应腔 18 之间是藉由流体传输导管 88 进行流体连接。流体传输导管 88 连接导管 15 以及一个或多个导管 17，导管 15 是以流体与衬垫 21 内的流体燃料构件 22 连通，导管 17 则将流体燃料构件 22 导引至与固体燃料构件 24 接触。孔口 15 可直接与导管 88 连接；或是如图 1 所示，可连接至限定在插塞 86 外表面上的通道 84，而在其中定义导管 88。孔洞 87 将表面通道 84 连接至导管 88。插塞 86 的功能会在后文作详细地定义。流体传输导管 88 可以是形成于外罩 13 内的通道或类似的孔洞、或是位于外罩 13 外侧的外部管道系统（tubing）。亦可以是其它适当的构成。

反应腔 18 是包含于外罩 13 中，藉由内壁 19 与流体燃料构件贮液器 44 隔离，其优选为由液密式材料所制得，诸如金属，例如为不锈钢或一树脂或塑料材料。由于流体燃料构件 22 与固体燃料构件 24 是在反应腔 18 中混合以制造燃料气体例如氢气，反应腔 18 优选亦包含位于外罩 13 中的压力释放阀 52。压力释放阀 52 优选为压力触动阀例如为止回阀（check valve）或鸭嘴阀（duckbill

valve)，当反应腔内的压力 P_{18} 达到一特定的触发压力时，会自动释放所制造的燃料气体。可在流体燃料构件贮液器 44 上，再安装另一个压力释放阀。

固体燃料构件 24 可以是粉末、细粒 (granules)、或是其它的固体形式，其是置于固体燃料容器 23 中。在本实施例中，固体燃料容器 23 为透气的囊状、衬垫或袋状物。可在固体燃料构件 24 中加入填充物、其它添加物、与化学物质以改善其与流体反应物的反应。会对阀或流体传输导管 88、导管 15、与导管 17 的其它组件造成腐蚀的添加物优选应包含于固体燃料 24 中。固体燃料构件 24 是堆于固体燃料容器 23 的内部，优选为使用例如橡胶带或塑料带、橡胶带或金属带、热收缩覆盖物、或压敏黏着胶带紧紧地系于或缠绕于一或多个流体分散元件 89 的周围。亦可使用热成形来形成固体燃料容器 23。在一实例中，固体燃料容器 23 包含多个薄膜，可选择性地在该薄膜上打孔，以控制流体反应物、气体、和/或副产品在其内的流量。每个流体分散元件 89 是以流体与导管 17 连通，而将其内的液体燃料传送至固体燃料。分散元件 89 优选为不易弯曲的管状中空结构，由不具反应性的材料所制，沿着其长度方向以及在其尖端具有开口 91，以促进最大的流体燃料构件 22 的分散量，以与固体燃料构件 24 接触。流体分散元件 89 中的至少一些开口 91 优选为具有多个毛细流体导管 90，其为相对较小的分支导管，以在固体燃料构件 24 中更有效率地分散流体。毛细流体导管 90 可以是填充物、纤维、细纤维 (fibrils) 或其它毛细导管。每个流体分散元件 89 是藉由一底座 85 支持于反应腔 18 中，其亦是將流体分散元件 89 连接至导管 17 与流体传输导管 88 之处。

流体分散元件 89 的内径是按照一定尺寸制作并切割以控制在其中传输的流体燃料构件 22 的体积与速度。在某些实例中，流体分散元件 89 的有效内径需够小，因此制造这样小的管可能会较为困难或昂贵。在该例子中，一较大的管 89a 可与一较小的棒 89b 一起使用，将较小的棒 89b 置于较大的管 89a 内，以减少较大的管 89a 的有效内径。如图 1D 所示，液体燃料构件是在管与其内的棒之间的环状空间 89c 中传输。

在另一实施例中，为了增加通过固体燃料构件 24 的流体燃料构件 22 的渗

透性，可将亲水性材料例如纤维、细泡沫纤维（foam chopped fiber）、或其它具有芯吸作用的材料与固体燃料构件 24 混合。该亲水性材料可在固体燃料构件 24 中形成相互连接的网络，但不需要在固体燃料构件中相互接触以增加渗透性。

固体燃料容器 23 可由许多材料所制得，亦可以是可挠式或实质上不易弯曲的材质。在图 1A 所示的实施例中，固体燃料容器 23 的材质优选为透气、液密性的单层材料 54 例如为 CELGARD®与 GORE-TEX®。可用于本发明的其它透气、液密性的材料包含但不限于由 Millipore 公司所取得的 SURBENT®聚偏二氟乙烯（Polyvinylidene Fluoride; PVDF），其为多孔质，孔径为大约 0.1 至大约 0.45 μm 。SURBENT®聚偏二氟乙烯的孔径是调节进入系统的液体燃料构件 22 或水的量。如由 W. L. Gore & Associates, Inc.公司所取得的具有 0.2 μm 含氢（hydro）的电子式透气材料的材料亦可用于本发明中。另外，由 Applied Porous Technologies Inc.公司所取得的孔小于 10 μm 的经烧结和/或陶瓷多孔材料亦可用于本发明中。此外，揭露于本案申请人所共同拥有的待审查美国专利申请案案号 10/356,793 中的透气式、液密式的材料，通过引用整体合并入本申请中。藉由该材料的使用，因混合流体燃料构件 22 与固体燃料构件 24 所制造出的燃料气体可渗透、穿过固体燃料容器 23，并进入反应腔 18 中，以传输至燃料电池（未示出），并限制该化学反应所产生的流体和/或胶态的副产物进入固体燃料容器 23 的内部。

图 1B 是显示固体燃料容器 23 的另一构成。在本实施例中，是以多层材料来制造固体燃料容器 23 的器壁：由吸收层 58 所隔开的外层 57 与内层 56。内层 56 与外层 57 的材质可使用本技术领域中的任何材料，并可形成至少一狭缝 55 于其中。狭缝 55 为内层 56 与外层 57 中的开口，允许所制造的燃料气体由固体燃料容器 23 中渗出。为了减少流经狭缝 55 的流体燃料构件 22 和/或胶态的副产物，吸收层 58 则置于内层 56 与外层 57 之间，以形成屏障。吸收层 58 可使用本技术领域中的任何可吸收材料所制得，但优选为允许气体通过该材料时，能够吸收液体材料。该材料的其中一例为纸绒毛（paper fluff），其

包含聚丙烯酸晶体 (polyacrylate crystals)，例如常用于尿布中的材料。其它例子包含但不限于填充物、非编织布、纸、与泡沫塑料。本领域普通技术人员应当了解固体燃料容器 23 可以包括任何数量的层，在包含狭缝 55 和吸收层之间改变。

在图 1C 所示的例子中，固体燃料构件 24 是围入四个层 54a、54b、54c、54d 所围成的容器中。该层优选为透气性且液密性。可选择地，如图所示，各层材料可由任何材料所制得，并具有多个孔洞或狭缝 55，以供所制得的气体穿透。吸收层 58 则置于相邻的层 54a、54b、54c、54d 之间。在本实施例中，提供给所制得的气体与副产物（如果有的话）的流动通路较为迂回曲折，以促使其更多的流体燃料构件 22 保持与固体燃料构件 24 接触更久的时间，以制造更多气体。如图所示，两侧的最内侧层 54a 均作穿孔处理；而接下来的层 54b 中，仅对其中一侧者作穿孔处理；再接下来的层 54c 中，亦对其中一侧者作穿孔处理，然而是对已穿孔的层 54b 的相反侧的层 54c 作穿孔处理；层 54d 中，亦对其中一侧者作穿孔处理，然而是对已穿孔的层 54c 的相反侧的层 54d 作穿孔处理，诸如此类。可选择地，具有可渗透部分与不可渗透部分的衬垫或袋状物，亦可用以取代缠绕于固体燃料构件 24 周围的部分开孔的层 54a~54d，衬垫渗透部分位于下一个外层渗透部分相对的位置。

优选为将一流体传输阀 33 置于流体传输导管 88 中，以控制进入反应腔 18 的流体燃料构件 22 的流量。流体传输阀 33 可以是本技术领域已知的压力开启式单向阀的任意形式，例如为止回阀（如图 1 所示）、螺线管阀、鸭嘴阀、具有压力响应式隔板的阀，当到达一阈值压力时，阀就会开启。流体传输阀 33 的开启，可藉由用户的介入、和/或因受压的流体燃料构件 22 而自动触发。换句话说，流体传输阀 33 可作为一开关，用以触发将流体燃料构件 22 送至反应腔 18 的传输。在本实施例中，流体传输阀 33 为一止回阀，其具有偏压弹簧 35，偏压弹簧 35 推动球 36，使其倚靠密封表面 37。优选为亦包含一可变形的密封组件 39 例如为 O 型环，以确保密封的状态。图 1 所示的重叠区域是指阀 33 的一部分受到压缩而形成密封状态。前文所讨论的插塞 86 是用于组装流体传输

阀 33 的例示方法。通道是形成于外罩 13 的底部的终端，提供给流体传输导管 88。首先，将偏压弹簧 35 插入该通道中，再插入球状物 36 与密封组件 39。插塞 86 是最后插入该通道的组件，以压缩偏压弹簧 35 并对球状物 36 与密封组件 39 施压，以与流体传输阀 33 形成密封状态。部分的插塞 86 即为孔洞 87 与周边通道 86，是将流体传输导管 88 连接至导管 15 而到达流体燃料构件 22。

在本实施例中，当贮液器 44 内的流体压力超过反应腔 18 的压力达一个预定值时，流体传输阀 33 就会开启。贮液器 44 优选为受压状态，此触发压力超过直接作用于对贮液器 44 施压的压力。为了在欲制造燃料气体之前中止流体传输阀 33 的开启状态，可包含一中止机构（未示出）例如为一闩扣（latch）或一拉片（pull tab），因此燃料供应器 10 的第一位用户可藉由释放该中止机构而开启流体燃料构件 22 的传输。除此之外，可使用一惰性气体或氢气对反应腔 18 施压，以在该的默认值范围内平衡流体传输阀 33 两侧的压力。

燃料导管 16 是以本技术领域已知的任何方法附于外罩 13 上。可视需求将透气、液密式薄膜 32 固定于燃料导管 16 的面对反应腔的那一侧。透气、液密式薄膜 32 是限制由气体产生设备 12 经由燃料导管 16 传输至燃料电池的液体或副产物的量。填充物与泡沫塑料可以与透气、液密式薄膜 32 一起使用以保持液体或副产物并减少阻塞。透气、液密式薄膜 32 可以任何本发明所属技术领域具有通常知识者所知道的任何透气、液密式的材料所制得，可包含但不限于具有烷烃类的疏水性材料。更多的具体例子包含但不限于聚乙烯成分、聚四氟乙烯、聚丙烯、丙交酯乙交酯共聚物/酯（polyglactin; VICRY[®]）、冷冻干燥的硬脑膜（lyophilized dura mater）、或其他的组合。透气、液密式薄膜 32 亦可包含覆盖多孔质组件的透气/液密式薄膜。此透气、液密式薄膜 32 可用于本说明书所揭露的任一实施例中。阀 34 可以是任何阀，例如为压力触发阀（止回阀或鸭嘴阀）或后文所叙述的压力调节阀或压力调节器。当阀 34 为压力触发阀（例如流体传输阀 33）时，无法传输任何燃料，直到 P_{18} 达到一个阈值压力为止。阀 34 可以如图 1 所示置于燃料导管 16 中，或是置于距离气体产生设备 12 很远的地方。

连接阀或停止阀 27 亦可以包含于阀 34、优选为以液体与阀 34 连通。如图 2A 所示，连接阀 27 优选为分离的阀，具有第一阀构件 60 与第二阀构件 62。阀构件 60 与 62 的每一个具有内部密封。另外，将第一阀构件 60 与第二阀构件 62 安装成在开启之前，二者之间具有一构件间的密封。连接阀 27 是与描述于母案'006 号案的停止阀类似。连接阀 27 是为了传输气体而成型并依尺寸切割。

第一阀构件 60 包含外罩 61，而外罩 61 则定义出穿透其内部的第一流动通路 79。第一可滑动本体 64 则置于第一流动通路 79 内。可滑动本体 64 的安装是藉由将密封表面 69 加压而倚靠于可变形的密封组件 70，而密封第一流动通路 79，其中可变形的密封组件 70 例如为 O 型环，是置于第一流动通路 79 内的肩部 82 的附近，而肩部 82 是由第一流动通路 79 的结构所形成。可滑动本体 64 则朝向形成于第一阀构件 60 的第二终端上的肩部 82 而受到偏压的施加，从而将形成于密封表面 69 的密封锁紧。可滑动本体 64 会维持受到偏压施加的位置，直到第一阀构件 60 与第二阀构件 62 接合为止。可选择地，可滑动本体 64 是由弹性体材料所制得，以形成密封，并可以省略可变形的密封组件 70。

如图所示，已伸长的组件 65 是延伸自第一可滑动本体 64 的一端。已伸长的组件 65 为凸出于外罩 61 的针状延伸体。其优选为受到一管状密封表面 67 的覆盖。空间或孔洞则形成于已伸长的组件 65 与管状密封表面 67 之间的环状空间中，以将第一流动通路 79 延伸至外罩 61 的外部。藉由选用的间隔物或肋（未示出），将管状密封表面 67 连接至已伸长的组件 65，而未将第一流动通路 79 隔离。已伸长的组件 65 与管状密封表面 67 的安装是将其插入第二阀构件 62 中。

第二阀构件 62 是与第一阀构件 60 类似，而包含外罩 63，其材质为实质上不易弯曲的材料。外罩 63 则定义出穿透其内部的一第二流动通路 80。第二可滑动本体 74 则置于第二流动通路 80 内。可滑动本体 74 的安装是藉由将密封表面 75 加压而倚靠于可变形的密封组件 73，而密封第二流动通路 80，其中可变形的密封组件 73 是置于一肩部 83 的附近。可滑动本体 74 则藉由一弹簧 76 而向密封位置受到偏压的施加。因此，第二阀构件 62 会维持密封，直到第一阀构

件 60 与第二阀构件 62 正确地连接为止。可选择地，可滑动本体 74 是由弹性体材料所制得，以形成密封，并可以省略可变形的密封组件 73。

销栓 81 是延伸自可滑动本体 74 的另一端，其为针状的延伸体并保留在外罩 63 中，而未密封第二流动通路 80。销栓 81 是为了在接合第一阀构件 60 与第二阀构件 62 时，与已伸长的组件 65 接合而按照一定尺寸制作并切割。密封组件 71 例如 O 型环，可将其置于销栓 81 与第二阀构件 62 的界面那一端之间，因此在接合第一阀构件 60 与第二阀构件 62 的其间以及在此之前，密封是形成于管状密封表面 67 的周围。

为了打开第一阀构件 60 与第二阀构件 62，而形成贯穿二者的单一流动通路，是将第一阀构件 60 插入第二阀构件 62、或是反之亦可。接合第一阀构件 60 与第二阀构件 62 时，已伸长的组件 65 则与销栓 81 接合，二者倚靠着彼此而挤压，而将第一可滑动本体 64 自肩部 82 移开、且将可滑动本体 74 自肩部 83 移开。如此，将可变形的密封组件 70 与 73 脱离，而如图 2B 所示，允许流体流经第一流动通路 79 与第二流动通路 80。

第一阀构件 60 与第二阀构件 62 的组装是在第一可滑动本体 64 的密封表面 69 或是第二可滑动本体 74 的密封表面 75 分别自可变形的密封组件 70 及 73 脱离之前，在管状密封表面 67 与密封组件 71 之间形成一组件间的密封。

外罩 61 的第一端与外罩 63 的第二端优选为分别具有倒钩 92 与 87，使其较容易插入燃料导管 16 并与其闭锁。除此之外，倒钩 92 与 87 可以是本领域已知的任何的闭锁连接器例如为刻上螺纹的连接器或是直接压合连接器（press fit connector）。在母案的'006 申请案中对于连接阀的其它结构有较充分的叙述，其亦公开于美国专利申请早期公开号 US 2005/0022883 A1 中，作为本案的参考文献。

承件 77 是置于第二阀构件 62 的界面那一端上。其亦可以是密封组件例如为 O 型环、垫片（gasket）、一黏胶、或是类似物。承件/密封组件 77 的组装是与第一阀构件 60 上的前方密封表面 78 接合，而形成另一构件间的密封。

阀构件 60 与阀构件 62 的其中一个可与燃料供应器整合，另一个则可连接

至燃料电池或由该燃料电池提供电源装置。阀构件 60 和/或阀构件 62 亦可与流量或压力调节器、或前述的压力调节阀连接。

在第一次的使用之前，藉由移除一拉片或栓扣、或移除反应腔 18 内的初始加压气体，将图 1 所示的流体传输阀 33 开启。经由流体传输导管 88 将受压的流体燃料构件 22 传输进入反应腔 18 中，而与固体燃料构件 24 反应。受压的流体燃料构件 22 是流经孔口 15 并流入流体传输导管 88。当流体传输阀 33 开启时，持续将流体燃料构件 22 送入反应腔 18 中，以产生燃料气体，然后经由燃料导管 16 将燃料气体传送至该燃料电池或该装置。在一个实施例中，为了暂停更多气体的制造，可以手动关闭流体传输阀 33。

在另一实施例中，在气体产生设备 12 中亦可使用一或数个压力调节装置，以可以自动并动态控制气体的产生，其达成通常是藉由后文叙述的流体传输阀 33 和/或一个或数个压力调节阀 26 的使用，以反应腔压力 P_{18} 去控制流体燃料构件 22 的流入。

如图 3 所示，在一实施例中，压力调节阀 26 是置于底座 85 或导管 17 内，而通常作为流体传输导管 88 与流体分散元件 89 之间的进气口（inlet port）。压力调节阀 26 亦可置于流体传输导管 88 或导管 15 内。流体分散元件 89 的一端是连接至一个托架 99，托架 99 是可滑动地置于底座 85 中。在接近流体传输导管 17 的终点之处，托架 99 的一端是与围绕一喷嘴 94 的球状密封 93 接触。喷嘴 94 是以流体与导管 17 连接，而球状密封 93 的安装则是为了控制喷嘴 94 与导管 17 之间的连接。如图 3 所示，压力调节阀 26 是在开放式的结构内，因此流体可以自流体传输导管 88 流入喷嘴 94 中。

托架 99 的另一端是连接至压力开启装置包含暴露于反应腔 18 与反应腔压力 P_{18} 的隔板 96，弹簧 95 朝反应腔 18 对隔板 96 与支持板 98 施加偏压。托架 99 是与支持板 98 接合。隔板 96 可以是本技术领域中的任何形式的压力响应隔板，例如为薄橡胶、金属、或弹性体薄片。当因为燃料气体的制造而使反应腔压力 P_{18} 增加时，隔板 96 会倾向于发生形变并向底座 85 的底部扩展，但是藉由弹簧 95 的力量 F_{95} 而维持原来的位置。当反应腔压力 P_{18} 超过弹簧 95 所

提供的力量 F_{95} 时, 隔板 96 会将支持板 98 推向底座 85 的底部。由于托架 99 是与支持板 98 接合, 托架 99 亦朝向底座 85 的底部移动。此移动会使球状密封 93 发生形变, 而将流体传输导管 88 与喷嘴 94 之间的连接密封, 而藉此将流体燃料构件 22 流入反应腔 18 的液流切断。

当流体传输阀 33 (示出于图 1) 开启时, 可因此以动态与周期性的方式开启气体产生设备 12 的运转。当阀 33 最初开启时, 反应腔压力 P_{18} 仍低, 因此压力调节阀 26 为完全开启的状态。阀 33 与压力调节阀 26 可具有实质上相同的开启与关闭的压差, 而在较佳的实施例中, 二者其中的一个可作为另一个的备用阀。可选择地, 二者的开启压差亦可以不同, 即用以开启或关闭阀 33 的压差可大于或小于用以开启或关闭阀 26 的压差, 以提供额外的方式来控制流经流体传输导管 88 的流量。

经由压力调节阀 26 和/或流体传输阀 33 将流体燃料构件 22 供应至反应腔和流体分散元件 89 时, 流体燃料构件 22 与固体燃料构件 24 的反应而开始产生燃料气体。反应腔压力 P_{18} 会由于燃料气体的堆积而逐渐增加, 直到达到阈值压力 P_{34} 而开启阀 34 而使气体流经燃料导管 16。然后将燃料气体传输至反应腔 18 之外。当该流程达成一个稳定状态时, 气体的产量会大于经阀 34 的传输量; 亦可选择地或是有可能因用户的手动操作、或是燃料电池或其供应电源的装置的电子式操作而将阀 34 或另一下游的阀关闭。在该情况中, 反应腔压力 P_{18} 会持续增加, 直到超过来自弹簧 95 的力量 F_{95} 为止。此时, 隔板 96 会朝向底座 85 的底部变形, 而藉此将托架 99 向底座 85 的底部驱动。如前文所述, 此作动会使球状密封 93 将流体传输导管 88 与喷嘴 94 之间的连接密封。由于无更多的流体燃料构件 22 可流入反应腔 18, 燃料气体的制造就变慢, 最后则停下来。阀 33 亦可以因反应腔压力 P_{18} 而关闭, 即当 P_{18} 超过 P_{44} 或当 P_{18} 与 P_{44} 的差值小于一默认值例如为偏压弹簧 35 的施力值的时。

如果阀 34 仍是开启状态或是重新开启, 燃料气体就会自反应腔 18 传出, 因此反应腔压力 P_{18} 就降低了。最后, 反应腔压力 P_{18} 降至低于弹簧 95 的力量 F_{95} 时, 会将支持板 98 推至反应腔 18。当支持板 98 与托架 99 相耦合, 托架 99

也滑向反应腔 18，而使球状密封 93 回到其非密封的结构。结果，额外的流体燃料构件 22 就开始流经喷嘴 94，经由流体分散元件 89 而进入反应腔。产生新的燃料气体，反应腔压力 P_{18} 则再一次上升。同样地，当 P_{18} 小于 P_{44} 时、或小于 P_{44} 达一个预设的数值，然后流体传输阀 33 就会打开而使流体燃料构件 22 流动。

此动态的操作是归纳于表 1 中，当以手动开启阀 33、或当流体传输阀 33 与阀 26 具有实质上相同的触发压差，因此其中一个阀是作为另一个的备用阀。

表 1: 具有开启的阀 33 或将其忽略的气体产生设备的压力循环

压力平衡	压力调节阀 26 的条件	气体产生的状况; 反应腔 18 内的压力状况
$P_{44} > P_{18}$ $F_{95} > P_{18}$ $P_{18} < P_{34}$	开启	气体产生起始; 压力增加
$P_{44} \geq P_{18}$ $F_{95} \geq P_{18}$ $P_{18} = P_{34}$	开启	气体产生持续; 如果气体产量大于流出量, 压力增加
$P_{44} \leq P_{18}$ $F_{95} \leq P_{18}$ $P_{18} \geq P_{34}$	关闭	气体产生减慢而至暂停; 压力减少
$P_{44} > P_{18}$ $F_{95} > P_{18}$ $P_{18} < P_{34}$	开启	气体产生再开始

表 2: 具有开启的阀 26 或将其忽略的气体产生设备的压力循环

压力平衡	压力调节阀 33 的条件	气体产生的状况; 反应腔 18 内的压力状况
$P_{44} > P_{18}$ $P_{18} < P_{34}$	开启	气体产生起始; 压力增加

$P_{44} \geq P_{18}$ $P_{18} = P_{34}$	开启	气体产生持续；如果气体产量大于流出量，压力增加
$P_{44} \leq P_{18}$ $P_{18} \geq P_{34}$	关闭	气体产生减慢而至暂停；压力减少
$P_{44} > P_{18}$ $P_{18} < P_{34}$	开启	气体产生再开始

请参考图 4A 与 4B，是显示另一适当的压力调节器或压力调节阀 126。压力调节阀 126 可置于流体传输导管 88 内，与图 1 所示的流体传输阀 33 的位置相同。压力调节阀 126 优选为与流体传输阀 33 连续排列、或是可以压力调节阀 126 来取代流体传输阀 33。压力调节阀 126 可与其它盒或是氢气产生器一起使用，且可作为一压力调节器。在另一实施例中，可以压力调节阀 126 取代阀 34。调节阀 126 可连接至该燃料电池或作为该燃料电池的外罩的装置，调节阀 126 亦可以是该燃料电池或作为该燃料电池的外罩的装置的一部分。调节阀 126 可置于连接阀或停止阀 27 的第一阀构件 60 与第二阀构件 62 的上游或下游。

与前文叙述的压力调节阀 26 相似，压力调节阀 126 包含压敏隔板 140。压敏隔板 140 是与前文叙述的隔板 96 相似。然而在本实施例中，压敏隔板 140 是被两个外罩组件，阀外罩 146 与阀盖 148，夹在中间，且具有一个孔洞 149 贯穿其中心，其最佳示例示于图 4A 中。另外，空孔 129 则形成于阀外罩 146 与阀盖 148 的接口，以允许隔板 140 因通道 143 的进口压力、通道 145 的出口压力与一参考压力 P_{ref} 之间的压力差而移动或弯曲。阀外罩 146 具有一个内部结构，其定义贯穿调节阀 126 的流动通路。特别地，通道 143 与 145 是形成于阀外罩 146 内，其中通道 143 是暴露于进口压力，而通道 145 则暴露于出口压力。另外，排放通道 141 是形成于阀盖 148 中，因此压敏隔板 140 是暴露于该参考压力中，该参考压力可以是大气压力。

阀外罩通道 143 的结构是以滑动的方式容纳阀柄 142。阀外罩通道 143 的结构是缩小至或接近阀外罩 146 与阀盖 148 的界面，而形成一肩部 137。阀柄 142 优选为一个单一的组件，其具有一瘦长的把柄部分 138 与盖子 131。此结构

允许瘦长的把柄部分 138 延伸而穿越阀外罩通道 143 的狭窄部分，而盖子 131 则倚靠肩部 137。如此，盖子 131 与肩部 137 均包含密封表面，而当盖子 131 倚靠在肩部 137 时，通过阀 126 关闭在肩部 137 处的流动通路。另外，扣环 147 则将阀柄 142 闭锁于压敏隔板 140 中的孔洞 149 中，而在压敏隔板 140 与阀柄 142 之间形成密封与闭锁连接。因此，当压敏隔板 140 移动时，阀柄 142 也会移动，而使盖子 131 倚靠或未倚靠肩部 137，而藉此开启与关闭压力调节阀 126。

当压力调节阀 126 置于气体产生设备 12 的流体传输导管 88 中时，反应腔压力 P_{18} 则提供为通道 145 的出口压力，而贮液器压力 P_{44} 则提供为通道 143 的进口压力。当反应腔压力 P_{18} 较低时，压力调节阀 126 为开启的结构如图 4A 所示，其中隔板并未弯曲，且阀柄 142 的盖子 131 并未倚靠于肩部 137。如此，流体燃料构件 22 (示于图 1) 会流经压力调节阀 126 而进入流体分散元件 89 (示于图 1)，而将流体传输阀 33 视为也是开启的状态。将流体燃料构件 22 导至固体燃料构件 24 会开启燃料气体的制造，如前文所述，燃料气体会渗出流体燃料容器 23 (示于图 1)，且进入反应腔 18 中。反应腔压力 P_{18} 开始上升。通道 145 内的压力随着反应腔压力 P_{18} 而上升，而转移至空孔 129。随着燃料气体的堆积，反应腔压力 P_{18} 逐渐增加，直到达到阈值压力 P_{34} ，且阀 34 (示于图 1) 开启而允许气体流经燃料导管 16 (示于图 1)。然后，燃料气体自反应腔 18 传送出来。当此过程达到一稳定状态时，气体的生产量可能会大于经由阀 34 的气体传送量；亦或是有可能因用户的手动操作而将阀 34 或阀 27 关闭。在该情况中，由于阀 34 (或阀 34, 27) 的关闭而使无其它气体自反应腔 18 传出，反应腔压力 P_{18} 会持续增加，直到反应腔压力 P_{18} 超过参考压力 P_{ref} 、 P_{44} 、或 ($P_{44} < P_{ref}$) 为止。由于反应腔压力 P_{18} 上升的结果，隔板 140 向阀盖 148 发生形变。如果反应腔压力 P_{18} 持续上升，向阀盖 148 的压敏隔板 140 的形变会扩张到使阀柄 142 的盖子 131 倚靠在肩部 137 从而密封阀 126。因此，是使额外的流体燃料构件的流动暂停，反应腔 18 内的燃料气体的制造就变慢，最后则停下来。

如果阀 34 仍是开启状态，燃料气体就会自反应腔 18 传出，就降低反应腔压力 P_{18} 。此反应腔压力 P_{18} 的降低会藉由通道 145 传输至空孔 129，而由于此

间的压力差开始平衡, 即 P_{18} 、 P_{44} 、与 P_{ref} 开始平衡, 压敏隔板 140 开始回复其原始结构。随着隔板 140 移回原来位置, 亦使阀柄 142 移动, 而使盖子 131 不倚靠肩部 137, 而重新开启阀 126。因此, 流体燃料构件 22 自由地流入反应腔 18。此循环与表 1 所示的循环相似, 可重复下去直到流体传输阀 33、流体传输阀 34、或另一下游的阀因作业员或控制器而关闭。

调节器/阀 126 开启或关闭之处的压力可作调整, 是藉由调整阀柄的长度和/或调整 P_{ref} , 盖子 131 在开启与关闭位置之间移动的间距。把柄部 138 是按照一定尺寸制作并切割, 而使其可对扣环 147 作相对运动而调整瘦长的把柄部 138 的长度。在扣环 147 与盖子 131 之间的瘦长的把柄部 138 的长度愈长, 就需要较大的压力来关闭压力调节阀 126。

例如在压力调节阀 126 是置于反应腔 18 的下游的实施例中, 如当压力调节阀 126 取代阀 34、或当压力调节阀 126 连接至该燃料电池或由该燃料电池提供电源的装置时, P_{18} 则成为通道 143 的进口压力, 而通道 145 的出口压力则是该燃料电池所接收到的氢燃料气体的压力。该出口压力优选为实质上为常数、或是保持在一可接受的范围内, 且选择或调整 P_{ref} 以提供此出口压力。换句话说, 将 P_{ref} 作设定, 所以当进口压力超过一默认值时, 压敏隔板 140 则关闭以使通道 145 的高出口压力或出口压力的变动最小化。

另一实施例的一压力调节阀 226 是示出于图 4C 与 4D。压力调节阀 226 与前文所叙述的压力调节阀 126 相似, 其为阀外罩 248 附于阀盖 247。进口 243 是形成于阀盖 247 中, 而压力调节出口 245 则形成于阀外罩 248 中。孔洞 251 是形成于阀盖 247 的较低部分。孔洞 251 优选为轻微地偏离压力调节阀 226 的纵轴的中央。

可形变的加盖圆柱体 250 是夹于阀盖 247 与阀外罩 248 之间。加盖圆柱体 250 包含上端 259、下端 287、与贯穿于其中的孔洞或通道 201。加盖圆柱体 250 的材质可以是本技术领域已知的任何可形变、弹性体材料例如为橡胶、氨基钾酸酯 (urethane)、或硅树脂 (silicone)。加盖圆柱体 250 的功能与压敏隔板类似。

上端 259 的位置是邻接阀盖 247，而使当无任何流体流经压力调节阀 226 时，上端 259 则会注满而倚靠阀盖 247 的下表面。上端 259 的边缘则固定在适当位置，因此，即使上端 259 的剩余部分弯曲，其边缘仍维持不动与密封。

下端 287 的位置是邻接阀外罩 248。空孔 202 是形成于阀外罩 248 中，且位于下端 287 的正下方以使下端 287 能够自由弯曲。如后文所述，下端 287 的直径优选为异于上端 259 的直径。

材质为实质上不易弯曲的材料的定位器 253 是围绕加盖圆柱体 250。定位器 253 是定义出孔洞 241，以藉由参考压力 P_{ref} 连接第二孔洞 203，第二孔洞 203 是形成于加盖圆柱体 250 与定位器 253 之间的周围。第二孔洞 203 的部分 205 的结构延伸是部分沿着与位于下端 287 的顶端。

为了调节压力，进口气体或流体是经由进口 243 进入压力调节阀，且进入孔洞 251。孔洞 251 可以是定义于阀盖 247 上的圆形或环形的通道。上端 259 将孔洞 251 密封，直到来自进口 243 的进口气体或液体所施加的压力达到使上端 259 发生形变的阈值为止。当气体使上端 259 发生形变时，其形变的传输穿过加盖圆柱体 250 的整体，而亦使下端 287 发生形变。一旦上端 259 发生形变，气体会穿过孔洞 251、加盖圆柱体 250，而至压力调节出口 245 之外。

由于作用在加盖圆柱体 250 上的力量是所施加的压力乘以暴露在压力下的面积的乘积，作用于加盖圆柱体 250 上的力量可归纳如下：

进口力量+参考力量 $\leftrightarrow$ 出口力量

(进口 243 之处的压力 $\cdot$ 上端 259 的面积) $+$ (参考压力 $\cdot$ 部分 205 的面积)
 $\leftrightarrow$ (出口 245 之处的压力 $\cdot$ 下端 287 的面积)

当出口力量大于进口力量与参考力量时，压力调节阀 226 就会关闭；当出口力量小于进口力量与参考力量的和时，阀 226 就会打开。由于在本实施例中，出口力量必须抵消进口力量与参考力量，故如图所示，下端 287 的面积优选为大于上端 259 的面积，因此可增加出口力量而毋须增加出口压力。藉由上端 259、下端 287、与部分 205 的面积变动，可控制作用在加盖圆柱体 250 上的力量的平衡，而可决定开启或关闭压力调节阀 226 所需的压力差。

由于参考压力 P_{ref} 倾向于下压于下端 287 上, 此额外的压力会降低起始流动的阈值压力, 即参考压力 P_{ref} 是相对较高而帮助气体去使加盖圆柱体 250 发生形变。可将参考压力 P_{ref} 调高或调低, 进而调节离开压力调节出口 245 的气体的压力。

图 5A~5D 是显示将压力调节阀 326 与连接阀或停止阀 27 一起使用的组合。图 5A 是显示对压力调节阀 326 作配合, 使其以流体与连接阀或停止阀 27 的阀构件 60 流通。压力调节阀 326 与前文叙述的压力调节阀 126 与 226 类似, 且具有一个受到弹簧偏压的隔板 340。隔板 340 是为第一活塞 305 所支持, 弹簧 306 是朝向第二活塞 307 对第一活塞 305 施加偏压。第一活塞 305 是与第二活塞 307 相对配置, 弹簧 309 是朝向第一活塞 305 对第二活塞 307 施加偏压。球 311 是置于弹簧 309 与第二活塞 307 之间。

弹簧 306 与 309 是彼此相对配置, 藉由两个弹簧所作用的合力, 可决定通道 313 之处的出口压力。弹簧 309 并未作用于阀构件 60 的弹簧 66 上, 或对其无任何作用。如图 5B~5D 所示, 当阀构件 60 因为与阀构件 62 配合而开启时, 氢燃料气体或其它流体会流经第一阀构件 60 而至进口 315。如果该流体为氢气时, 氢气会传送至燃料电池。穿过压力调节阀 326 的流动路径是从进口 315, 经过弹簧 309、围绕球 311、经过第二活塞 307 与外罩 346 的肩部 337 之间的空间、经过外罩 346 的孔口 337、与经过出口 313 的孔口 348 而建立起来。在本实施例中, 第二活塞 307 与肩部 337 之间的空间通常是开启, 以让流体从中穿过。

如果流经进口 315 的进来的流体压力或是出口 313 处的压力够高时, 其可克服弹簧 306 与 309 的合力, 而将隔板 340、活塞 305、与活塞 307 移至如图 5A 所示的左边。然后弹簧 309 朝向密封组件 319 而对球 311 施加偏压, 以密封压力调节阀 326。为了确保燃料流是依照优选的路径, 可提供密封组件 317。

在一个实施例中, 可调整施加在隔板 340、活塞 305、与活塞 307 上的力量。可藉由旋转的调整组件 320 来调整弹簧 306, 旋转的调整组件 320 是为一带螺纹的止动螺帽 321 所闭锁。向一方向旋转调节组件 321, 另外压缩弹簧 306 以

增加施加于隔板与活塞上的力量；而向另一方向旋转，则使弹簧 306 扩张，而减少施加于隔板与活塞上的力量。另外，参考压力 P_{ref} 可施加于活塞 305 后方的通道 323，以施加另一力量于活塞 305 上。

图 5B 是显示以阀构件 62 将压力调节器/调节阀 326 连接至阀构件 60，而阀构件 62 未与阀构件 60 连接。图 5C 是显示压力调节器/调节阀 326 与部分接合的阀构件 60 及阀构件 62，但是在阀构件 60 和 62 中不建立流体通道。图 5D 是显示压力调节器/压力调节阀 326、与完全接合的阀构件 60 及阀构件 62，其接合是使用贯穿阀构件 60 与阀构件 62 而建立的一流动通道。在一个实施例中，可将阀构件 62 连接至气体产生设备 12 的燃料导管 16 如图 1 所示，且压力调节阀 326 是取代阀 34，并连接至该燃料电池或该装置。另一方面，阀构件 62 可连接至该燃料电池或该装置，而调节器 326 与阀构件 60 则连接至该气体产生设备或燃料供应器。如果高压奔至而穿过阀 326，隔板 340 会限制可经由出口 313 而传输的燃料的量。

另一实施例的压力调节阀 426 示于图 6A 与 6B 中。压力调节阀 426 与前文所述的压力调节阀 226 相似，除了阀 426 具有用以取代加盖圆柱体 350 的可滑动的活塞 450 之外。阀 426 具有附于阀盖 447 的阀外罩 448。进口 443 是形成于阀盖 447 内，而压力调节出口 445 则形成于阀外罩 448 内。孔洞 451 是形成于阀盖 447 的较低部分。孔洞 451 优选为轻微地偏离压力调节阀 426 的纵轴的中央。孔洞 451 可包含形成为一环形的多个孔洞，而使进口压力均匀地施加在可滑动的活塞 450 上。

可滑动的活塞 450 是以可滑动的方式置于阀盖 447 与阀外罩 448 之间。可滑动的活塞 450 包含上部 459、下部 487、与孔洞 401 贯穿于其中，上部 459 具有第一直径，下部 487 具有第二直径，该第二直径优选为大于该上部 459 的第一直径。可滑动的活塞 450 的材质可以是本技术领域中的任何已知的不易弯曲的材质例如为塑料、弹性体、铝、弹性体与不易弯曲的材料的组合、或与其类似者。

空间 402 是形成于阀外罩 448 中，以允许可滑动的活塞 450 在阀盖 447 与

阀外罩 448 之间滑动。第二空孔 403 则形成于可滑动的活塞 450 与阀外罩 448 之间。空孔 403 是连接参考压力 P_{ref} 。空孔 403 的一部分 405 则置于下部 487 的相反侧，因此参考力量可施加在可滑动的活塞 450 上。

上部 459 的位置是与阀盖 447 邻接，因此如前文所叙述，当出口力量超过进口力量与参考力量之和时，上部 459 会溢出而倚靠在阀盖 447 的下表面，而将压力调节阀 426 关闭如图 6A 所示。当出口力量小于进口力量与参考力量之和时，活塞 450 的受压是朝向外罩 448，而允许流体例如为氢气，自进口 443 经由孔洞 451 与孔洞 401，而流至出口 445。再一次如前文对压力调节阀 226 的叙述，上部 459、下部 487、与空间 405 的表面区域可作变动，以控制压力调节阀 426 的开启与关闭。

本领域普通技术人员可了解，这些阀可单独或一起使用，以对气体产生设备 12 提供压力调节。例如，可将阀 126、226、326、或 426 用于阀 26、阀 33、或阀 34 之处。

关于本发明的另一特征，是提供预选的孔口，以与阀 126、226、326、和/或 426 结合，以调节存在于这些阀的进口的流体例如为氢气的压力或体积。例如请参考示出于图 5A 的压力调节阀 326，孔口 348 是置于出口 313 的上游。在某一方面，孔口 326 是作为流量限制器，当进口 315 或压力调节阀 326 内的进口压力为高压时，可确保孔口 348 足以限制出口 313 的出口流量，而使该高压可作用在隔板 340 上，而将其向左移动，以密封阀 326。使用流量控制器/孔口 348 的一项好处，即是当出口 313 向低压例如为大气压力开启、或是向无法保持压力的反应腔开启时，孔口 348 是帮助确保隔板 340 可检测出进口压力。

孔口 348 亦可控制自出口 313 流出的流体的流量。当进口 315 处的进口压力或压力调节阀 326 的内部压力已知、且所需的流量亦已知时，藉由适用于可压缩流体流量的流体方程式的使用例如伯努利方程式（或是使用不可压缩的流体流量方程式作为其近似），而可以求出孔口 348 的直径。

另外，孔口 348 的有效直径亦可根据进口 315 处的进口压力或压力调节阀 326 的内部压力而变动。该可变动的孔口的一例是揭露于本案申请人所共同拥

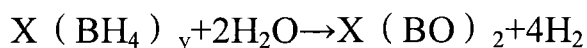
有的审查中的美国专利申请早期公开号 US 2005/0118468 中，通过引用将其整体结合入本申请。该'468 参考文献公开了示于图 6 (a) ~6 (d) 及图 7 (a) ~7 (k)、与该文献中相关叙述的阀 (252)，其各种实施例中：当流体压力高时，此阀 (252) 的有效直径就减少；当流体压力低时，此阀 (252) 的有效直径就增加。

另一可变动的孔口 348 示于图 7A 与 7B 中。如图所示，在本实施例中，孔口 348 或其它流体导管是具有鸭嘴阀 350 喷嘴 352 与置于其中，喷嘴 352 是面对流体流的方向。该流体的压力是作用于颈部 354 上，且当压力相对较低时，喷嘴 352 的直径则相对较大；而当压力相对较高时，喷嘴 352 的直径则相对较小，而另外对流量进行限制。当压力够高时，可将喷嘴 352 关闭。

用于本发明的燃料的一些例子包含但不限于元素周期表的 IA~IVA 族元素的氢化物与其混合物例如碱土族或碱金族的金属氢化物或其组合。亦可使用其它化合物例如碱金族金属-铝的氢化物（铝氧化物（alanate））与碱金族金属的硼氢化物。更多金属氢化物具体的例子包含但不限于氢化锂、氢化铝锂、硼氢化锂、氢化钠、硼氢化钠、氢化钾、硼氢化钾、氢化镁、氢化钙、与盐类、和/或其他的衍生物。含氢燃料优选为包含固体形式的 NaBH_4 、 $\text{Mg}(\text{BH}_4)_2$ 、或固体且含有甲醇的甲醇晶笼化合物（methanol clathrate compound; MCC）。在固体形式中，在缺水的情况下， NaBH_4 就不会水解，而可改善其在盒内的保存时间。然而溶液型式的含氢燃料例如为 NaBH_4 的溶液，亦可用于本发明中使用溶液形式的 NaBH_4 时，含 NaBH_4 溶液的反应腔亦包含一稳定剂。例示的稳定剂可包含但不限于金属与金属的氢氧化物例如为碱金族金属的氢氧化物。此一稳定剂的例子是公开于美国专利 US 6,683,025 中，其列为本案的参考数据。较佳的稳定剂为 NaOH 。

固体形式的含氢燃料较液体者为佳。通常比起液体燃料，固体燃料较为有益，因为液体燃料所含的能量正比性地低于固体燃料，且与固体燃料对应，液体燃料较不稳定。因此，对本发明而言最佳的燃料是粉末状的或结块的硼氢化钠粉末。

在本发明中，流体燃料构件优选为在视需要而具有催化剂的情况下，能与含氢的固体燃料构件发生反应而产生氢气。流体燃料构件优选为包含但不限于水、醇类、和/或经稀释的酸。最常用的流体燃料构件的来源为水。如前文所述且在以下的反应式中，在视需要而具有催化剂的情况下，水可与一含氢燃料例如 NaBH_4 发生反应而产生氢气。



其中 X 包含但不限于 Na、Mg、Li、与所有的碱土族金属，而 y 为整数。

流体燃料构件亦包含视需求而加入的添加物以减少或增加其 pH 值。流体燃料构件的 pH 值可用以决定氢气产生的速率。例如使流体燃料构件的 pH 值降低的添加物会造成较高的氢气产生的速率。相反地，使流体燃料构件的 pH 值升高的添加物会在几乎无氢释出的点造成较低的氢气产生的速率。本发明的溶液的 pH 值可以是小于 7 的任何值，例如为 1~6、优选为 3~5。

在某些例示的实施例中，流体燃料构件包含一催化剂，而可藉由增加流体燃料构件与一燃料构件的反应速率，而起始和/或帮助氢气的产生。这些例示的实施例中的催化剂包含可促进所需反应的任何形状与大小。例如根据所需的催化剂表面积，该催化剂可以小到去形成粉末、或是大到如该反应腔。在某些例示的实施例中，该催化剂为催化剂床。只要流体燃料构件或固体燃料构件的至少其中的一个能接触到该催化剂，该催化剂可置于反应腔内或接近反应腔之处。

本发明的催化剂可以是元素周期表 VIIB 族的一个或多个过渡金属。举例来说，该催化剂可包含过渡金属例如铁 (Fe)、钴 (Co)、镍 (Ni)、钌 (Ru)、铑 (Rh)、铂 (Pt)、钯 (Pd)、锇 (Os)、与铱 (Ir)。另外，IB 族的过渡金属即铜 (Cu)、银 (Ag)、与金 (Au)；以及 IIB 族的即锌 (Zn)、镉 (Cd)、与汞 (Hg) 亦可作为本发明的催化剂。该催化剂亦可包含其它的过渡金属，包含但不限于钪 (Sc)、钛 (Ti)、钒 (V)、铬 (Cr)、与锰 (Mn)。可用于本发明的过渡金属催化剂是公开于美国专利号 US 5,804,329 中，列为本案的参考文献。本发明的较佳催化剂为 CoCl_2 。

本发明的某些催化剂通常可以下式来定义：



其中 M 为过渡金属的阳离子、X 为阴离子，“a”与“b”为用来平衡过渡金属络合物的电荷所需的 1~6 的整数。

适当的过渡金属阳离子包含但不限于二价铁离子(II) (Fe^{2+})、三价铁离子 (Fe^{3+})、钴离子 (Co^{2+})、二价镍离子 (Ni^{2+})、三价镍离子 (Ni^{3+})、三价钌离子 (Ru^{3+})、四价钌离子 (Ru^{4+})、五价钌离子 (Ru^{5+})、六价钌离子 (Ru^{6+})、八价钌离子 (Ru^{8+})、三价铑离子 (Rh^{3+})、四价铑离子 (Rh^{4+})、六价铑离子 (Rh^{6+})、钯离子 (Pd^{2+})、三价铱离子 (Os^{3+})、四价铱离子 (Os^{4+})、五价铱离子 (Os^{5+})、六价铱离子 (Os^{6+})、八价铱离子 (Os^{8+})、三价铱离子 (Ir^{3+})、四价铱离子 (Ir^{4+})、六价铱离子 (Ir^{6+})、二价铂离子 (Pt^{2+})、三价铂离子 (Pt^{3+})、四价铂离子 (Pt^{4+})、六价铂离子 (Pt^{6+})、铜离子 (Cu^+)、二价铜离子 (Cu^{2+})、银离子 (Ag^+)、二价银离子 (Ag^{2+})、金离子 (Au^+)、三价金离子 (Au^{3+})、锌离子 (Zn^{2+})、镉离子 (Cd^{2+})、汞离子 (Hg^+)、二价汞离子 (Hg^{2+}) 以及与其类似者。

适当的阴离子包含但不限于氢离子 (H^+)、氟离子 (F^-)、氯离子 (Cl^-)、溴离子 (Br^-)、碘离子 (I^-)、氧离子 (O^{2-})、硫离子 (S^{2-})、氮离子 (N^{3-})、硼离子 (P^{4-})、次氯酸根离子 (ClO^-)、亚氯酸根离子 (ClO_2^-)、氯酸根离子 (ClO_3^-)、高氯酸根离子 (ClO_4^-)、亚硫酸根离子 (SO_3^{2-})、硫酸根离子 (SO_4^{2-})、硫酸氢根离子 (HSO_4^-)、氢氧根离子 (OH^-)、氰离子 (CN^-)、硫氰根离子 (SCN^-)、氰酸根离子 (OCN^-)、过氧根离子 (O_2^{2-})、锰酸根离子 (MnO_4^{2-})、高锰酸根离子 (MnO_4^-)、重铬酸根离子 ($Cr_2O_7^{2-}$)、碳酸根离子 (CO_3^{2-})、碳酸氢根离子 (HCO_3^-)、磷酸根离子 (PO_4^{2-})、磷酸氢根离子 (HPO_4^-)、磷酸二氢根离子 ($H_2PO_4^-$)、铝酸根离子 ($Al_2O_4^{2-}$)、砷酸根离子 (AsO_4^{3-})、硝酸根离子 (NO_3^-)、醋酸根离子 (CH_3COO^-)、草酸根离子 ($C_2O_4^{2-}$) 以及与其类似者。较佳催化剂为氯化钴 ($CoCl_2$)。

在某些例示的实施例中，可视需求加入于流体燃料构件中和/或反应腔中的添加物，可以是可实质上防止流体燃料构件和/或固体燃料构件冻结或降低其冰

点的任何成分。在某些例示的实施例中，该添加物可以是一醇基的成分例如为一抗冻剂。本发明较佳的添加物为甲醇。然而如前文所述，只要是可降低流体燃料构件和/或固体燃料构件的冰点的任何添加物均可使用。

只要参照本发明的说明书与实施例的内容，本发明的其它实施例，对本领域普通技术人员而言为显而易见。例如本发明的任何阀可以是藉由电子控制器例如微处理器而触发。阀组件可以与另一阀一起使用。亦可包含一泵，将流体燃料构件抽吸至反应腔中。本专利说明书的实施例均仅作为参考范例之用；而本发明的实际范围与精神请参考以下的申请专利范围及其等效叙述。

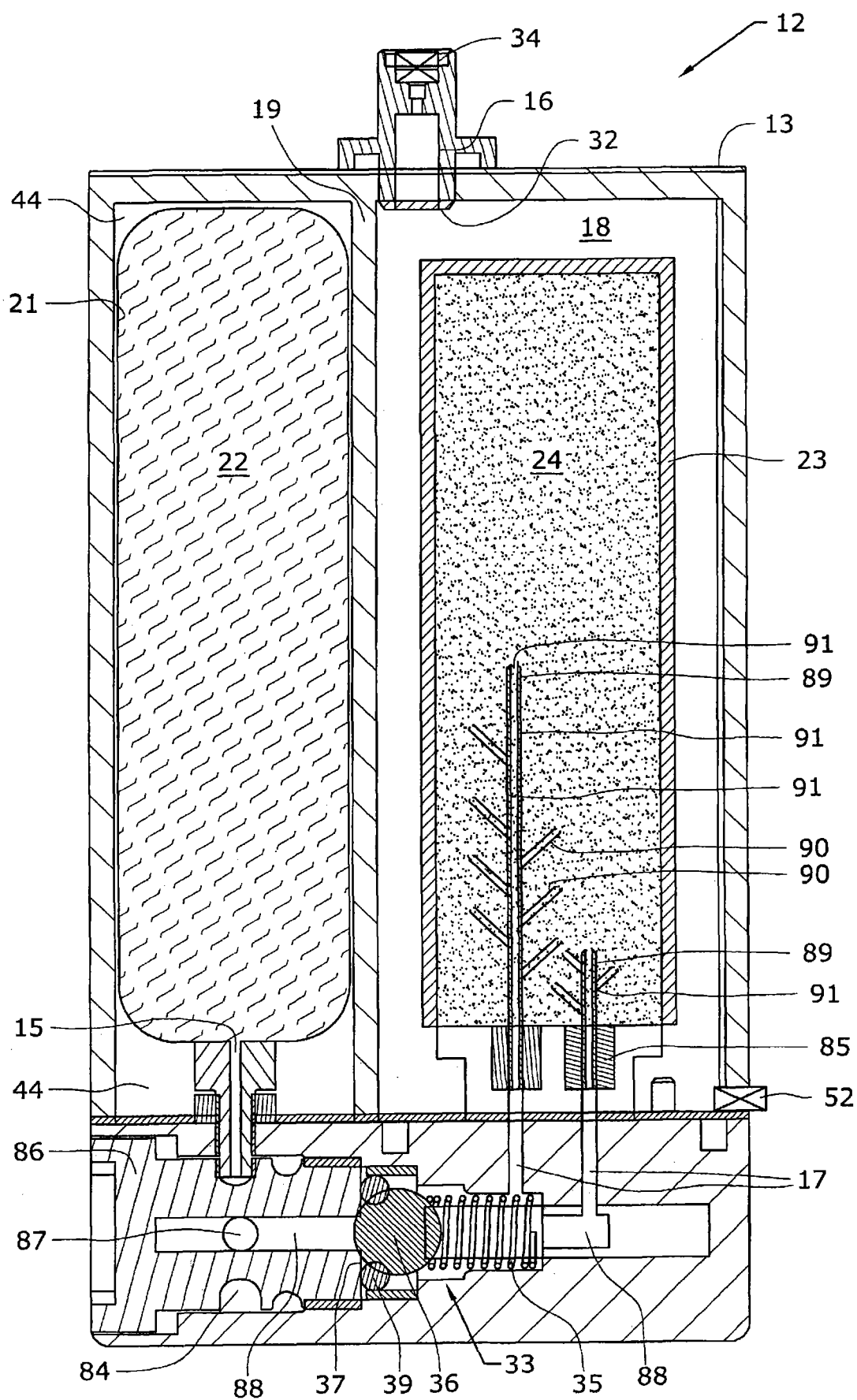


图 1

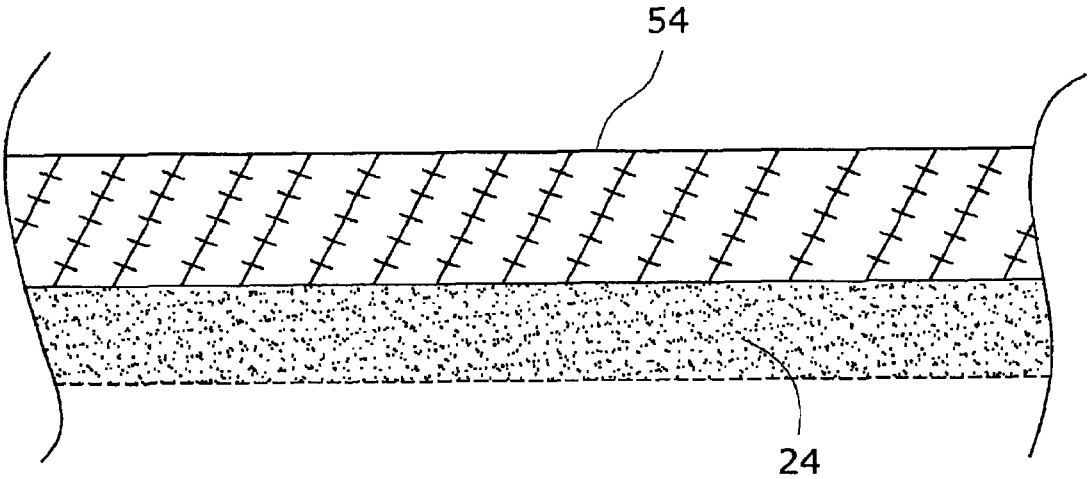


图 1A

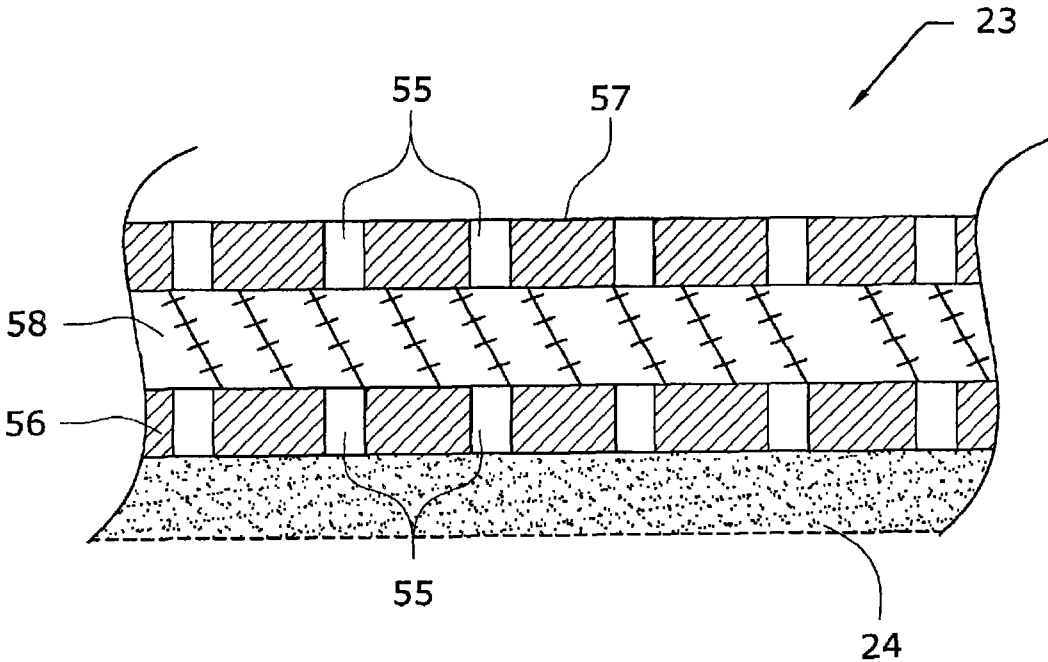


图 1B

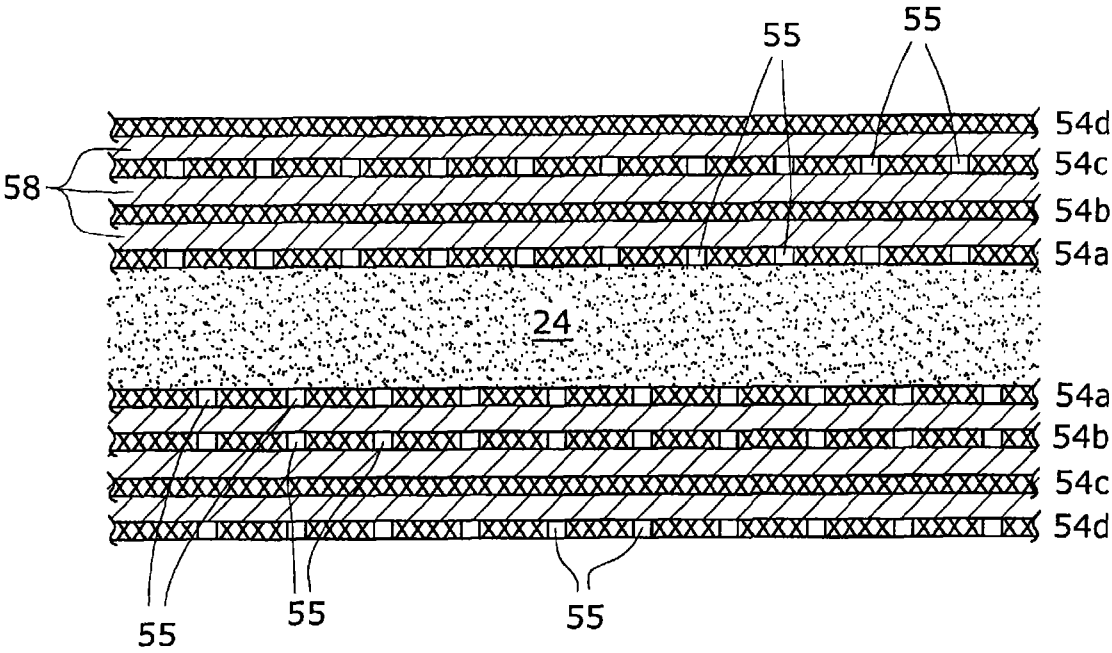


图 1C

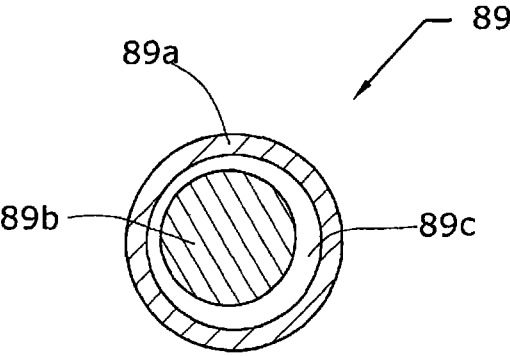


图 1D

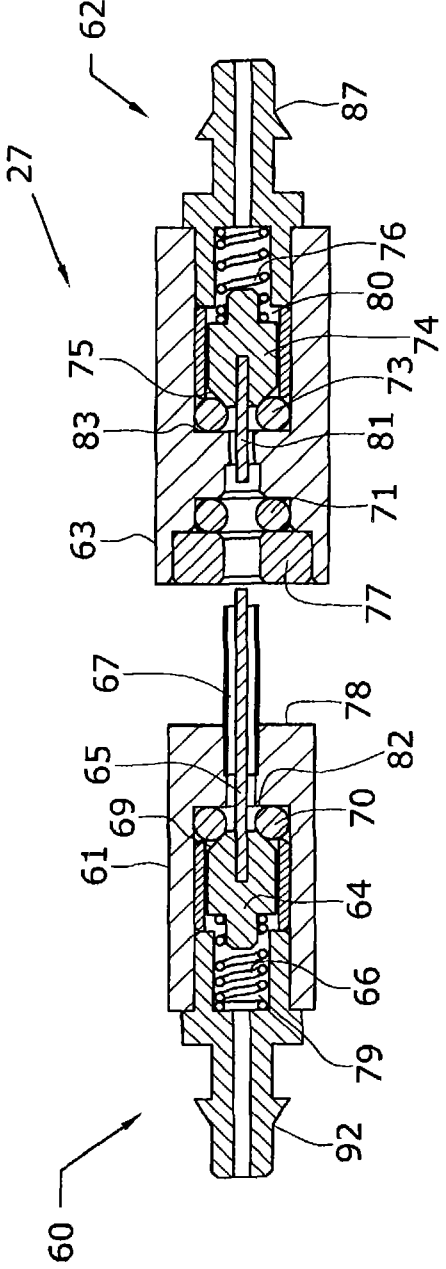


图 2A

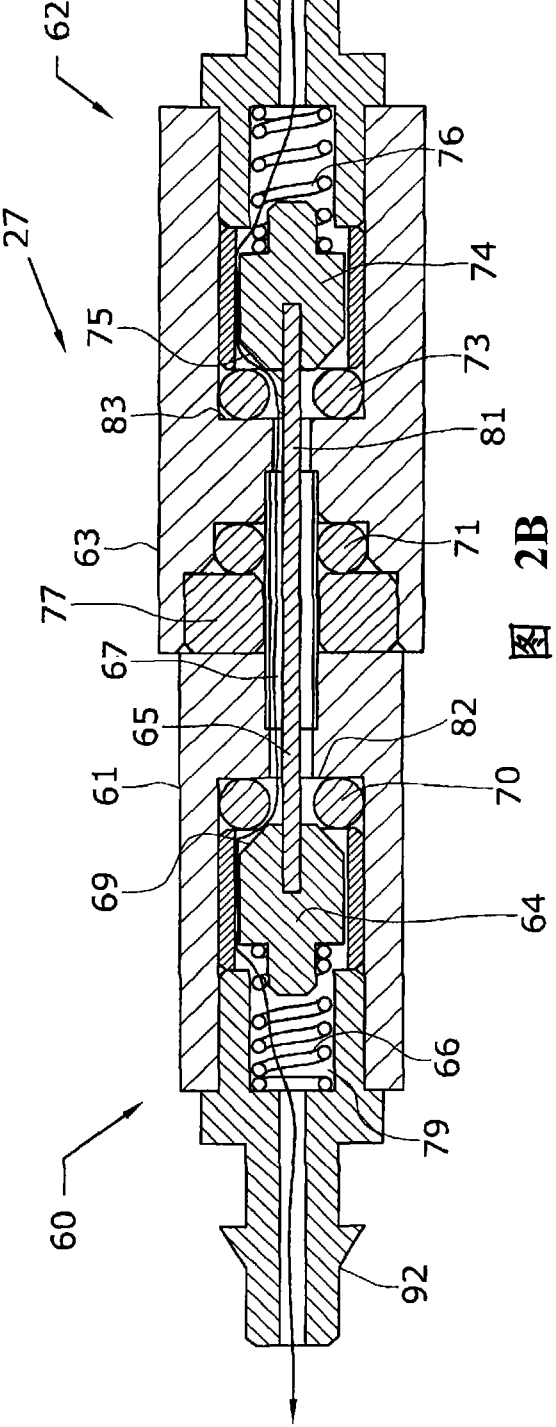


图 2B

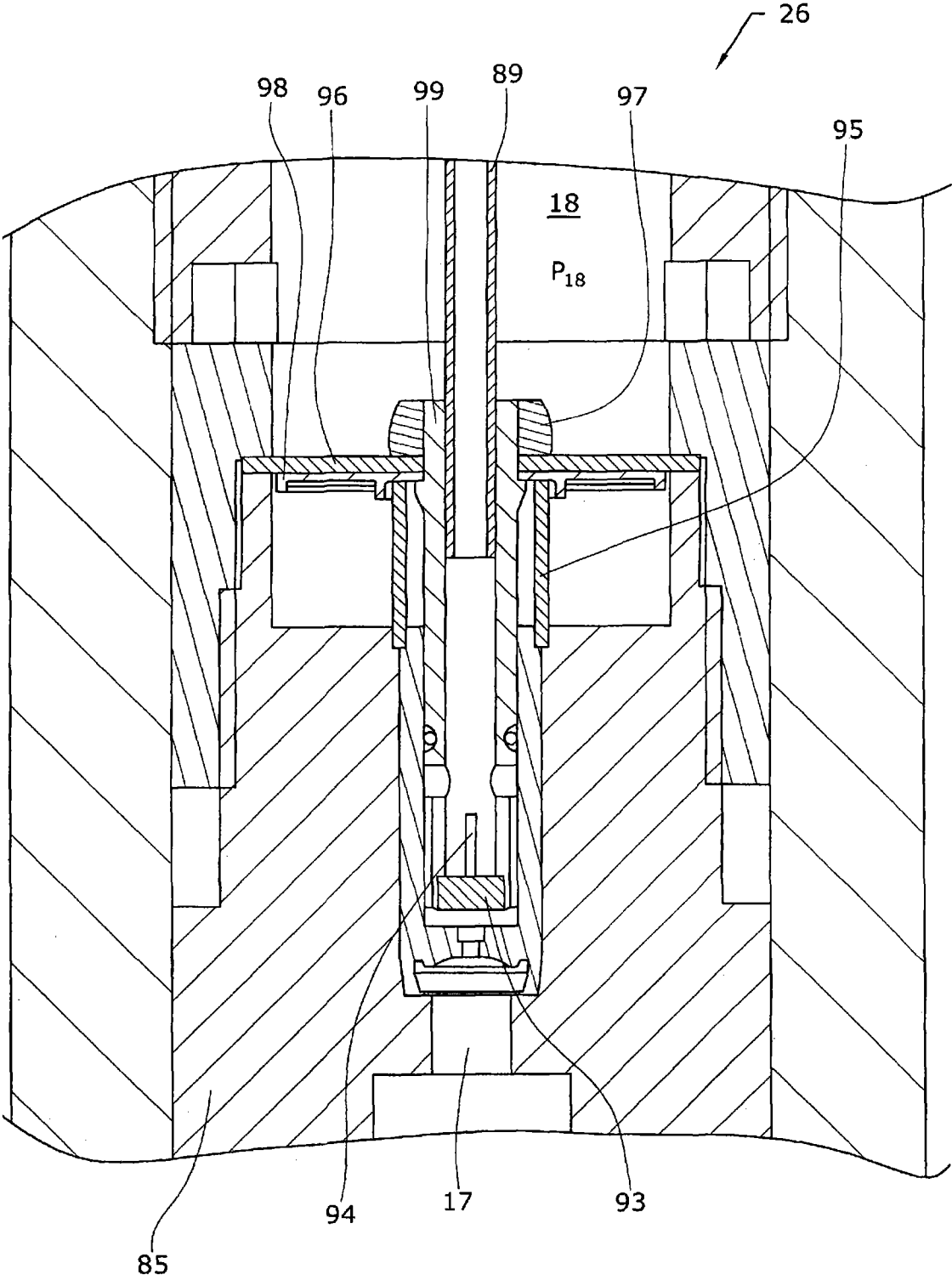


图 3

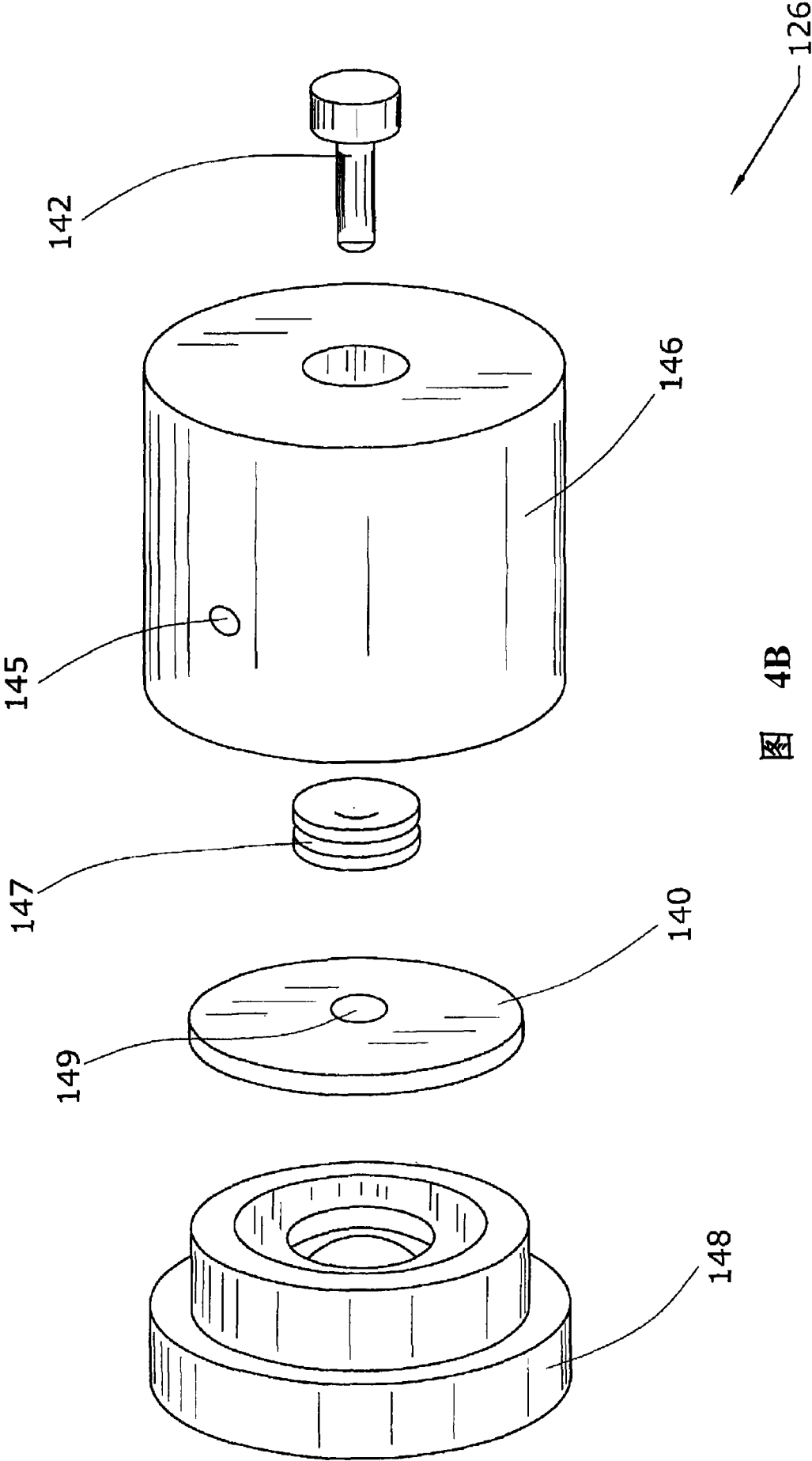


图 4B

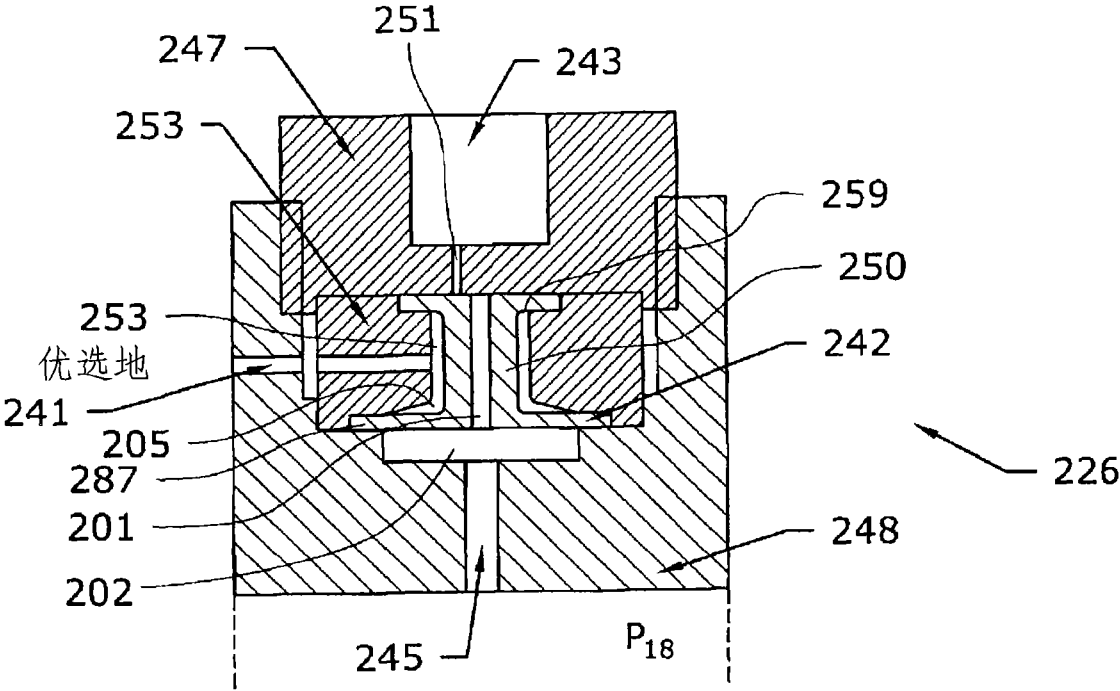


图 4C

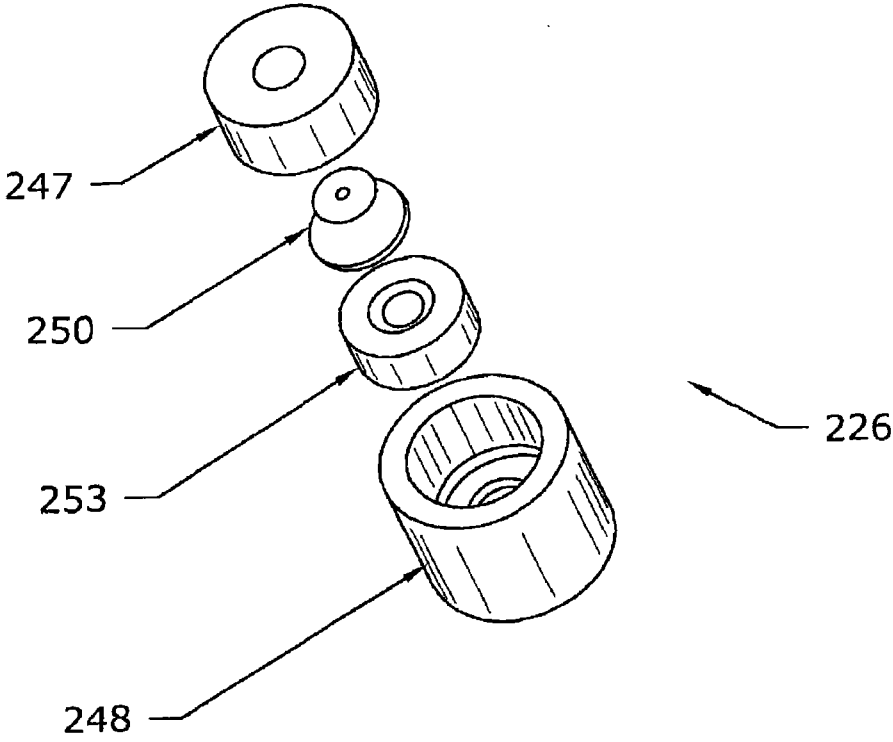


图 4D

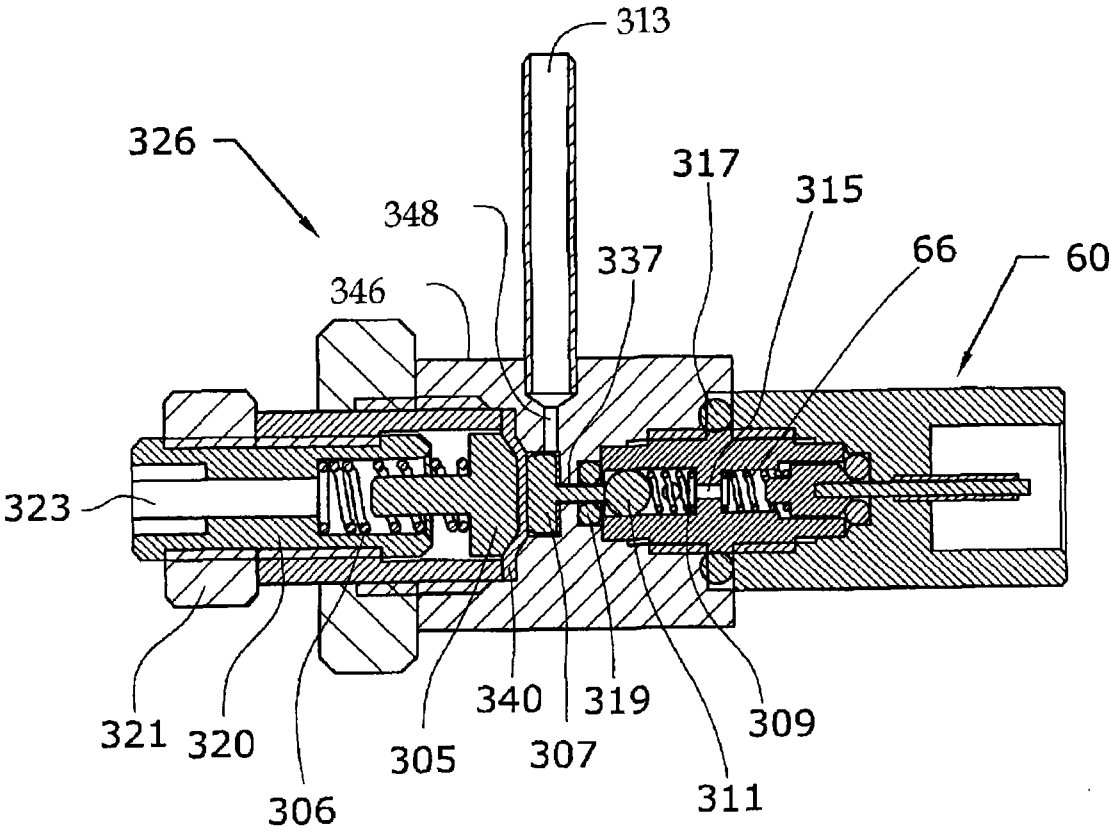


图 5A

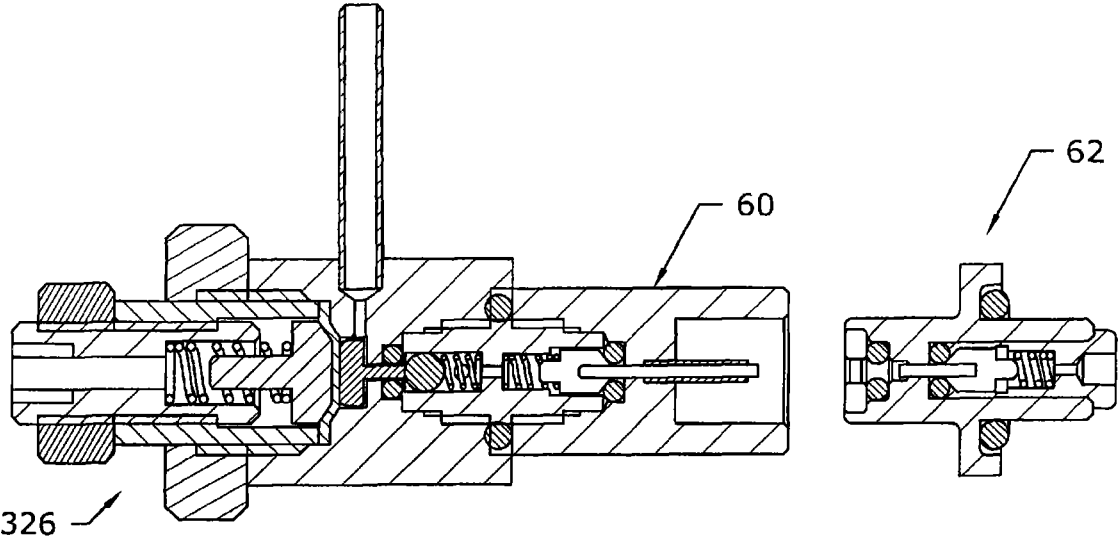


图 5B

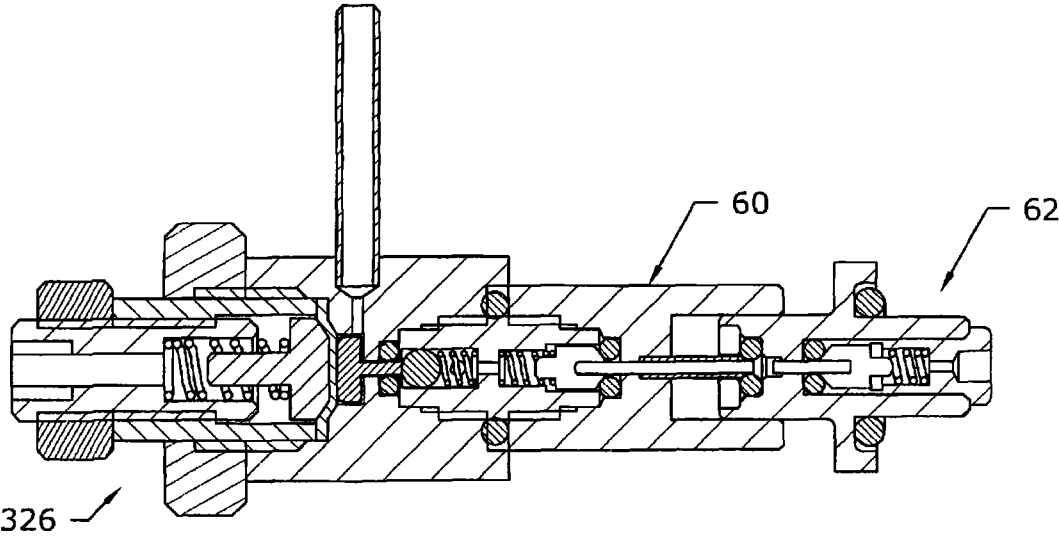


图 5C

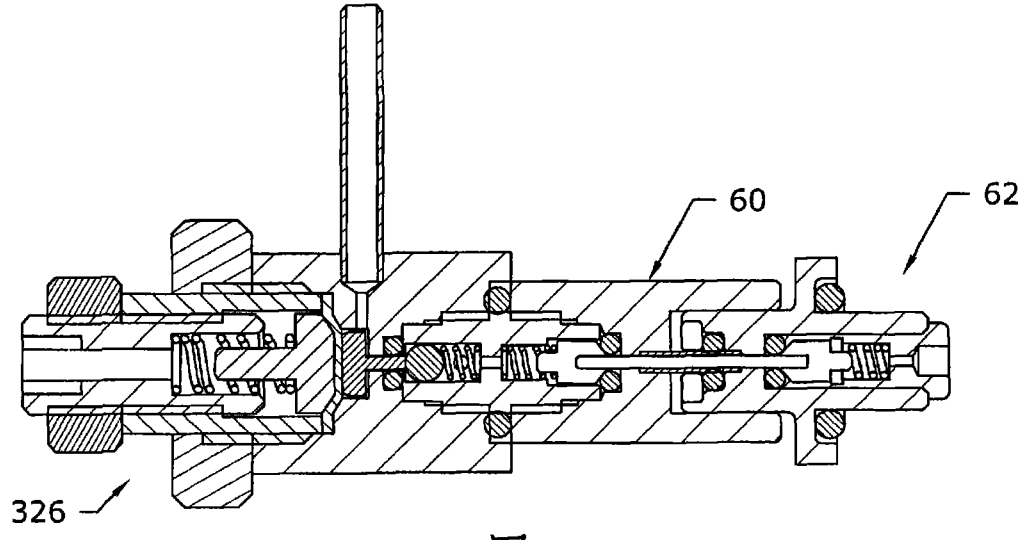


图 5D

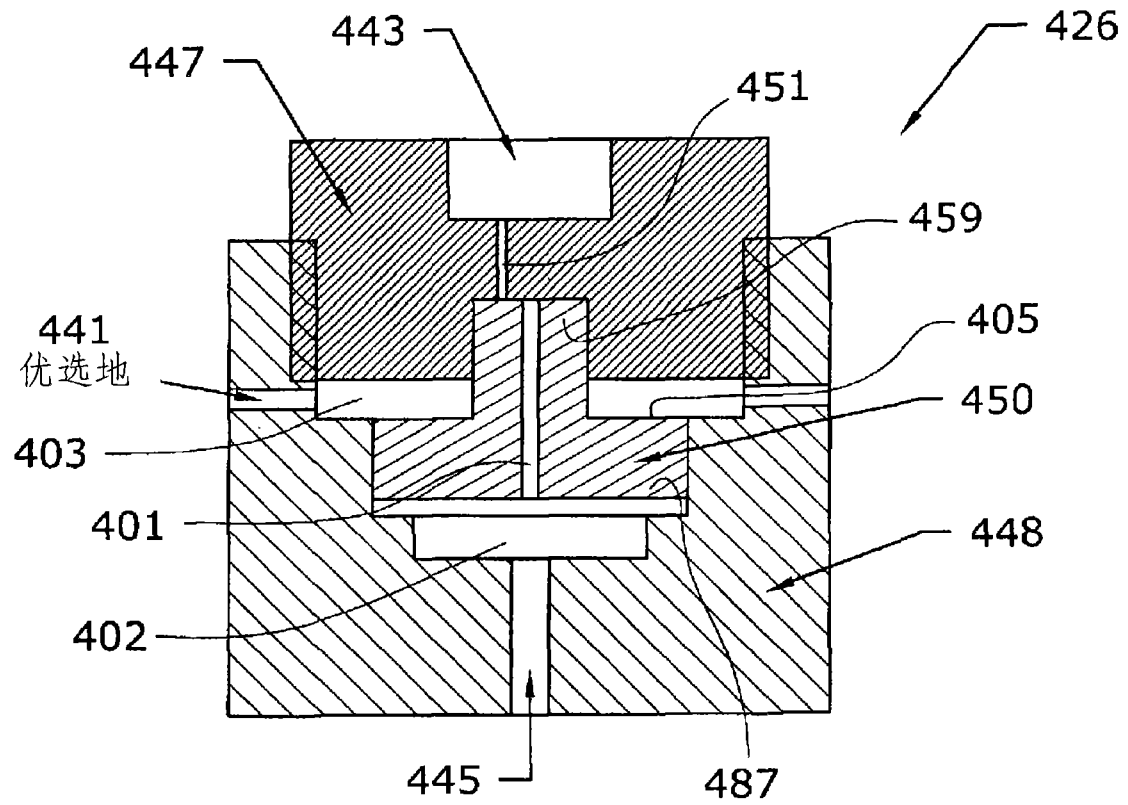


图 6A

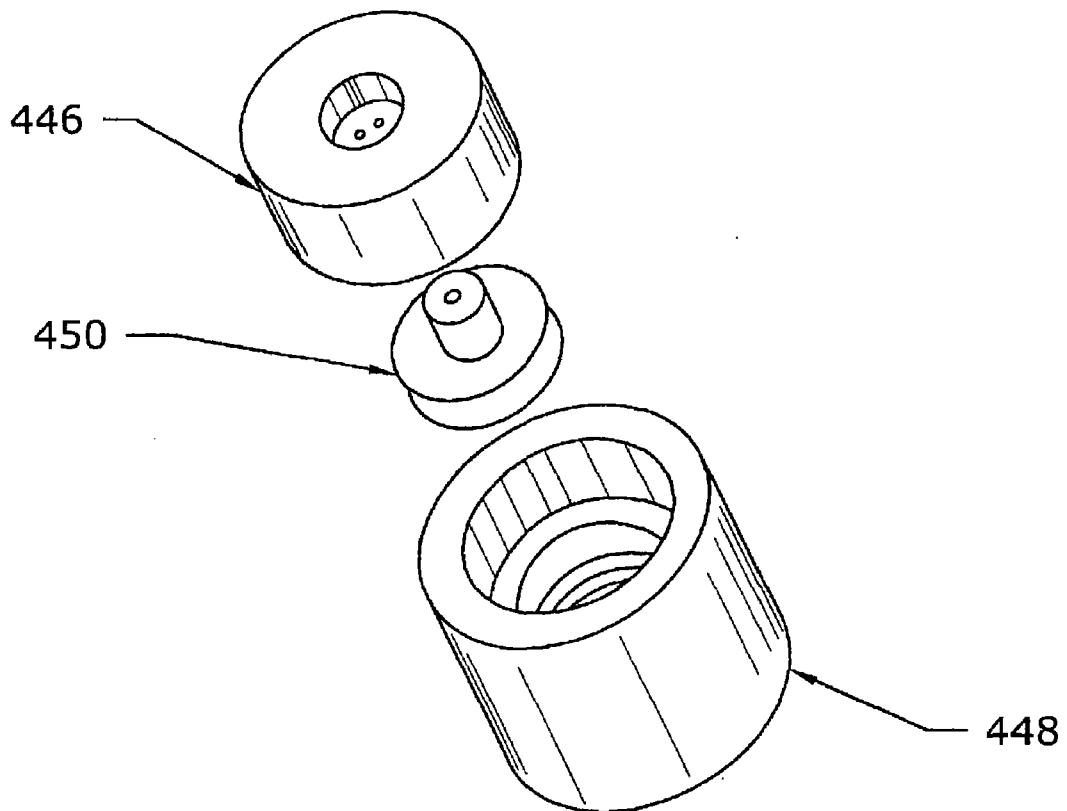


图 6B

