



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102257663 B

(45) 授权公告日 2014. 08. 13

(21) 申请号 200980150763. 1

(22) 申请日 2009. 12. 16

(30) 优先权数据

61/139, 238 2008. 12. 19 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 06. 17

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2009/068326 2009. 12. 16

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/080450 EN 2010. 07. 15

(73) 专利权人 百拉得动力系统公司

地址 加拿大不列颠哥伦比亚

(72) 发明人 K·M·马丁 S·巴拉卡特

E·R·加拉格尔

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 王莉莉

(51) Int. Cl.

H01M 8/02(2006. 01)

H01M 8/10(2006. 01)

H01M 8/24(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1379919 A, 2002. 11. 13, 权利要求 1-4, 附图 2-4.

US 6261711 B1, 2001. 07. 17, 权利要求 1, 说明书第 5 栏, 附图 7、8.

US 5464700 A, 1995. 11. 07, 全文.

审查员 熊跃

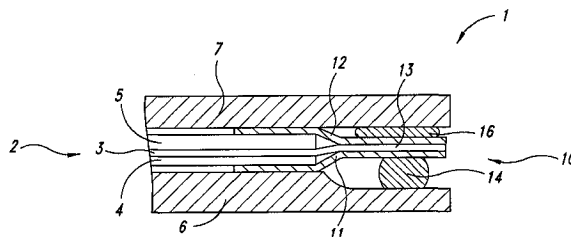
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

用于固体聚合物电解质燃料电池的密封

(57) 摘要

在采用加框架的膜电极组件的固态聚合物燃料电池中, 尤其在燃料电池组的上下文中, 结合阴极非顺从密封件采用传统的阳极顺从密封件以提供较薄的燃料电池设计。这个方案尤其适于低压下工作的燃料电池。



1. 一种固态聚合物电解质燃料电池,包括:

膜电极组件,包括安置在阳极与阴极之间的离聚物电解质、与阳极相邻的阳极流体扩散层和与阴极相邻的阴极流体扩散层,其中,电解质延伸超越阳极、阴极和扩散层的边缘;

阳极和阴极隔离物板,分别与阳极和阴极流体扩散层相邻;

框架,围绕膜电极组件的外周,包括阳极框架件和阴极框架件,所述阳极框架件在其内周附接到阳极流体扩散层的边缘并且在其外周附接到延伸的电解质,所述阴极框架件在其内周附接到阴极流体扩散层的边缘并且在其外周附接到延伸的电解质;

密封件,位于加框架的膜电极组件的边缘处,用于使阳极与阴极流体式隔离以及用于使阳极和阴极都与周围环境流体式隔离;

其中,所述密封件主要包括:

顺从密封件,位于阳极框架件与阳极隔离物板之间,其中,在 50psi 的压力之下被放置在平板之间时顺从密封件压缩至少 50 微米;以及

非顺从密封件,位于阴极框架件与阴极隔离物板之间。

2. 根据权利要求 1 的燃料电池,其中,非顺从密封件包括弹性体或压敏粘合剂的膜。

3. 根据权利要求 1 的燃料电池,其中,非顺从密封件是阴极框架件与阴极隔离物板之间的接口。

4. 根据权利要求 1 的燃料电池,其中,阳极和阴极框架件包括热塑性板。

5. 根据权利要求 4 的燃料电池,其中,热塑性板是聚酰亚胺或聚萘二甲酸乙二醇酯板。

6. 根据权利要求 1 的燃料电池,其中,顺从密封件是硅基弹性体。

7. 根据权利要求 6 的燃料电池,其中,顺从密封件的厚度被压缩 15% 到 50%。

8. 根据权利要求 1 的燃料电池,其中,阳极和阴极隔离物板包括碳。

9. 一种燃料电池组,包括串行堆叠的多个权利要求 1 所述的燃料电池。

10. 根据权利要求 9 的燃料电池组,其中,电池组中的燃料电池的阳极隔离物板与电池组中的相邻燃料电池的阴极板为一个整体。

11. 一种密封固态聚合物电解质燃料电池的方法,所述燃料电池包括:膜电极组件,包括安置在阳极与阴极之间的离聚物电解质、与阳极相邻的阳极流体扩散层和与阴极相邻的阴极流体扩散层,其中,电解质延伸超越阳极、阴极和扩散层的边缘;阳极和阴极隔离物板,分别与阳极和阴极流体扩散层相邻;框架,围绕膜电极组件的外周,包括阳极框架件和阴极框架件,所述阳极框架件在其内周附接到阳极流体扩散层的边缘并且在其外周附接到延伸的电解质,所述阴极框架件在其内周附接到阴极流体扩散层的边缘并且在其外周附接到延伸的电解质;所述方法包括:

在阳极框架件与阳极隔离物板之间设置顺从密封件,其中,在 50psi 的压力之下被放置在平板之间时顺从密封件压缩至少 50 微米;以及

在阴极框架件与阴极隔离物板之间设置非顺从密封件;

其中,非顺从密封件向周围环境的泄漏率高于顺从密封件向周围环境的泄漏率。

12. 根据权利要求 11 的方法,其中,非顺从密封件包括弹性体或压敏粘合剂的膜。

13. 根据权利要求 11 的方法,其中,非顺从密封件是阴极框架件与阴极隔离物板之间的接口。

用于固体聚合物电解质燃料电池的密封

技术领域

[0001] 本发明涉及固体聚合物电解质燃料电池的密封设计。

背景技术

[0002] 燃料电池是燃料和氧化剂流体以电化学方式进行反应以产生电流的装置。针对各种商业应用开发的一种类型的燃料电池是固体聚合物电解质燃料电池,它采用膜电极组件 (MEA),该膜电极组件 (MEA) 包括设置在两个电极之间的由合适的离聚物材料 (例如, **Nafion®**) 形成的固体聚合物电解质。每个电极包括紧接着固体聚合物电解质定位的适宜催化剂。该催化剂例如可以是黑色金属 (Metal Black)、合金、或者例如碳上铂的支持金属催化剂。该催化剂可以安置在催化剂层内,并且该催化剂层通常包含离聚物,这可以与用于固体聚合物电解质的情况类似。为了机械支撑、电流收集、和 / 或反应物分布,通常与电极相邻采用流体扩散层 (多孔导电片状材料)。在气态反应物的情况下,流体扩散层称作气体扩散层。如果催化剂层被并入在气体扩散层上,则这个单元被称作气体扩散电极。

[0003] 针对商业应用,多个燃料电池通常串行堆叠在一起从而传递更大的输出电压。通常与固体聚合物电解质燃料电池中的气体扩散电极层相邻采用隔离物板将堆叠在一起的燃料电池进行彼此隔离。流体分布特征 (包括入口和出口、流体分布稳压室和大量流体通道) 通常形成于与电极相邻的隔离物板的表面中,从而将反应物流体分布到电极以及从电极去除反应副产品。隔离物板还提供电传导和热传导的路径以及对 MEA 提供机械支撑和尺寸稳定性。

[0004] 在组装的燃料电池中,必须在 MEA 中的多孔气体扩散层的外周使它们充分密封以及使 MEA 中的多孔气体扩散层与它们的相邻隔离物板密封,从而防止反应物气体泄漏到错误电极或者防止反应物气体与围绕燃料电池组的环境大气之间的泄漏。这可能是个挑战,这是因为 MEA 通常是相对大的薄片。因此,需要在重要周界上进行密封,并且燃料电池组通常涉及密封大量 MEA。MEA 边缘密封的设计应该形成较高生产率并且形成可靠的高品质泄漏紧密封。在现有技术中已经提出实现这的各种方法。

[0005] 一种这样的密封方法涉及使用密封垫圈,该密封垫圈围绕 MEA 并且能够在阳极与阴极隔离物板之间明显受到压缩,从而实现 MEA 与环境之间的可靠密封。通过使垫圈密封材料充满 (impregnate) MEA 的边缘并且使这些充满的边缘附接或集成到周围垫圈能够获得使阳极与阴极隔离的密封。美国专利 No. 6, 057, 054 公开了使用平面切削 MEA 的这样一个实施例,其中,膜电解质、电极和气体扩散层的边缘对齐并且终止于相同位置 (即,在平面切削边缘)。然而,这种方案通常要求对于边缘充满以及垫圈使用相同材料,并且还可能要求紧密度容限 (tight tolerance),因此是生产难点。

[0006] 或者,框架可以应用到 MEA 的边缘,该 MEA 的边缘以密封形式附接或结合到周围可压缩垫圈。在这个实施例中,MEA 中的电解质通常轻微延伸超越阳极和阴极的边缘。采用的框架通常包括应用到 MEA 的任一侧上的边缘的两个薄片。这些框架片基本没有可压缩性并且主要与膜电解质的边缘密封,从而隔离阳极与阴极。EP1246281 公开了这样一个实施例,

其中,框架结合到周围的明显可压缩橡胶垫圈(例如,1毫米厚的聚异丁烯)。

[0007] 其它密封方法采用超过一个的可压缩垫圈以实现所需密封。例如,已经提出了采用加框架的 MEA 的实施例,其中,框架没有结合到周围单个垫圈,而是被夹在两个周围可压缩垫圈之间。因此,一个周围垫圈密封阳极框架与相邻隔离物板之间的阳极,而其它周围垫圈密封阴极框架与它的相邻隔离物板之间的阴极。然而,如果相对垫圈没有彼此对齐则可能出现难题,并且再次需要紧密度容限。已经提出了另外实施例,这些实施例采用在 MEA 上不采用框架的两个可压缩垫圈,从而实现所需密封。例如,美国专利 No. 6,815,115 公开了各种实施例,其中,使一个可压缩垫圈直接与 MEA 中的膜电解质进行密封,而其它垫圈用于在相邻隔离物板的边缘之间进行密封。这里,两个垫圈错位从而不对齐不是问题。

[0008] 在所有这些现有实施例中,采用可充分压缩的顺从密封件(compliant seal)将阳极和阴极与周围环境进行密封隔离。然而,为了增加功率密度,持续尝试减小组成燃料电池组的各个电池的厚度。由于燃料电池制造商成功减小了电池中的其它部件的厚度,所以密封设计现在表现为对厚度进一步减小的重要限制。因此,现有技术中仍需要改进的密封方法和设计。本发明满足这个需要并且提供另外的相关优点。

发明内容

[0009] 在某些应用中,已经发现可接受放宽燃料电池的氧化剂(空气)侧上的密封的质量并且由此虑及较简单较薄的密封设计。该设计由较薄和相对不可压缩密封件替代氧化剂侧上的较厚和明显更加可压缩密封件,由此导致较高泄漏率。然而,泄漏量在具有较低工作压力(例如,低于 5psig)的应用中较低,结果对于燃料电池的氧化剂侧与周围环境之间的微小泄漏通常并不严重。当使用加框架的膜电极组件时,该设计虑及较薄密封件,于是虑及较薄电池。另外,使用非顺从密封件(non-compliant seal)避免一些现有技术结构发现的密封件对齐的密封问题。

[0010] 本发明可应用于具有膜电极组件的固态聚合物电解质燃料电池,该膜电极组件包括安置在阳极与阴极之间的离聚物电解质、与阳极相邻的阳极流体扩散层以及与阴极相邻的阴极流体扩散层。膜电极组件中的电解质延伸超越阳极、阴极和扩散层的边缘。该燃料电池还包括与阳极流体扩散层相邻的阳极隔离物板、与阴极流体扩散层相邻的阴极隔离物板、和围绕 MEA 的外周的框架。该框架包括阳极框架件和阴极框架件,其中,该阳极框架件在其内周附接到阳极流体扩散层的边缘并且在其外周附接到延伸的电解质,该阴极框架件在其内周附接到阴极流体扩散层的边缘并且在其外周附接到延伸的电解质。

[0011] 在加框架的膜电极组件的边缘处设置密封件,用于使阳极与阴极流体式隔离以及用于使阳极和阴极都与周围环境流体式隔离。该密封件主要包括位于阳极框架件与阳极隔离物板之间的顺从密封件和位于阴极框架件与阴极隔离物板之间的非顺从密封件。因此,不存在使燃料电池组的氧化剂/空气侧与周围大气隔离的顺从密封件。然而,存在使电池组的燃料侧与氧化剂侧和周围环境都隔离的顺从密封件。顺从密封件可以受到明显压缩(例如,根据密封件材料,厚度压缩 15%到 50%或者 30%到 50%)。

[0012] 无需附加部件就可以获得非顺从密封件并且非顺从密封件主要源于在阴极框架件与阴极隔离物板之间不存在传统的顺从密封件。在这个例子中,在阴极框架件与阴极隔离物板之间的接口处进行非顺从密封。

[0013] 或者,附加非顺从部件(例如,压敏粘合剂或弹性体的膜)可用于增强非顺从密封的质量。

[0014] 本发明能够用于具有其他传统部件(例如,由聚酰亚胺或聚萘二甲酸乙二醇酯形成的热塑性片状框架件、由硅基弹性体形成的顺从垫圈和由碳形成的隔离物板)的燃料电池实施例中。

[0015] 多个燃料电池以串行堆叠方式进行组装以形成燃料电池组。这个电池组可以采用双极板,其中,电池组中的一个燃料电池的阳极隔离物板与电池组中的相邻燃料电池的阴极板为一个整体。

[0016] 鉴于附图和下面详细描述,本发明的这些和其它方面将变得清楚。

附图说明

[0017] 图 1a 是采用附接到并充满 MEA 的边缘部分的垫圈的现有技术固态聚合物电解质燃料电池的密封部分的示意性截面图。

[0018] 图 1b 是采用加框架 MEA 和在框架的相对侧上的两个垫圈的现有技术固态聚合物电解质燃料电池的密封部分的示意性截面图。

[0019] 图 2 是采用加框架 MEA 以及顺从和非顺从密封的本发明的代表性燃料电池的密封部分的示意性截面图。

具体实施方式

[0020] 在下面的描述中,阐述某些特定细节以提供对本发明的各个实施例的完全理解。然而,本领域技术人员应该明白,无需这些细节就可以实现本发明。在其它例子中,没有详细显示或描述与燃料电池、燃料电池组和燃料电池系统关联的已知结构从而避免不必要的模糊本发明的实施例的描述。

[0021] 除非上下文另外需要,否则贯穿说明书和随后的权利要求,词语“包括”及其变型(诸如“包括”和“包含”)应该以开放相容意义进行解释,即解释为“包括但不限于”。

[0022] 整个说明书中对“一个实施例”或“实施例”的提及是指与实施例结合描述的特定特征、结构或特性被包括在本发明的至少一个实施例中。因此,整个说明书中的各个地方的“在一个实施例中”或“在实施例中”的短语的出现并非必须指同一实施例。另外,在一个或多个实施例中特定特征、结构或特性可以以任何适宜方式进行组合。

[0023] 在本文中,术语“顺从”和“非顺从”用于根据密封件在给定负载下受到多大压缩来区分密封件。在密封件在大约 50psi 的压力之下在平板之间压缩至少 50 微米的特定情况下,密封件被认为是顺从的。由于这是基于位移的定义,所以在非常薄的片中采用可压缩弹性体的情况下该可压缩弹性体仍可能是非顺从的。以类似方式,粘合剂膜被认为是非顺从的,即使在负载之下可以容易地置换非常厚的层。由此,顺从性不仅随材料变化还随尺寸和形状变化。非常顺从的密封件将是压缩超过这个量的 10 倍的密封件,非常非顺从的密封件将是压缩小于这个量(例如小于这个量的 10 倍)的密封件。

[0024] 图 1a 和图 1b 是现有技术固态聚合物电解质燃料电池的密封部分的示意性截面图,示出了顺从密封如何用于使阳极和阴极与周围环境都密封隔离以及如何使阳极与阴极密封隔离。

[0025] 在这两个附图中,燃料电池 1 包括膜电极组件“MEA”2,该膜电极组件“MEA”2 包括离聚物电解质 3、阳极和相邻阳极流体扩散层 4(在这些附图中显现为一个单元)以及阴极和相邻阴极流体扩散层 5(在这些附图中显现为一个单元)。燃料电池 1 还包括阳极隔离物板 6 和阴极隔离物板 7。

[0026] 在图 1a 中,MEA 2 是“平面切削”(即,组成组件的部件全部一起终止)。(通常,这是在部件层叠在一起以后将组件切削到期望尺寸的结果。)非常顺从的垫圈 8 附接到 MEA 2 的边缘部分 9 并充满 MEA 2 的边缘部分 9。阳极和阴极隔离物板 6 和 7 相当充分地压缩垫圈 8,由此形成使阳极和阴极都与周围环境大气 10 隔离的有效密封。通过在边缘部分 9 处附接并充满垫圈 8 形成使阳极 4 与阴极 5 彼此隔离的密封。

[0027] 在图 1b 中,电解质 3 延伸超越其余的 MEA 2 的边缘(即,超越阳极、阴极以及相邻阳极流体扩散层 4 和 5)。这里,在阳极框架件 11 与阴极框架件 12 之间在 MEA 2 的边缘加框架。框架件 11 和 12 在 13 结合到电解质 3。在框架的相对侧上使用两个非常顺从的垫圈 14 和 15 以分别将 MEA 2 的加框架边缘与相邻阳极和阴极隔离物板 6 和 7 进行密封。再次,隔离物板相当彻底压缩垫圈 14 和 15 从而形成使阳极和阴极都与周围环境大气 10 隔离的有效密封。在 MEA 2 的边缘处的加框架的延伸的电解质用于使阳极 4 与阴极 5 进行彼此密封隔离。

[0028] 然而,在本发明的燃料电池中,在能够保持可接受密封的同时,能够减小整体电池厚度并且能够简化密封结构。图 2 示出了这样的代表性燃料电池的密封部分的示意性截面图。图 2 中的实施例采用加框架的 MEA 以及顺从和非顺从密封。

[0029] 在图 2 中,相同标号用于标识图 1b 中出现的相同部件。非顺从密封被标识为部件 16。然而,在一个实施例中,非顺从密封 16 是指没有垫圈 15。在这个实施例中,没有采用其它密封部件并且在阴极流体扩散层 5 和阴极隔离物板 7 的表面之间形成密封。通过加框架的 MEA 的另一侧上的非常压缩的垫圈 14 提供闭合力。在另一个实施例中,非顺从密封 16 可以包括一些适宜弹性材料(例如但不限于硅树脂)或压敏粘合剂(例如但不限于 3M 467MP)的可选择薄膜,从而改进密封的质量(即,降低泄漏率)。与垫圈 14 和 15 相比,可选择膜十分薄。

[0030] 尽管由非顺从密封替代图 1b 的垫圈 15 导致相对较差的密封和较高的泄漏率,但是这在燃料电池的氧化剂或空气侧仍是可以接受的。氧化剂侧与环境之间的微小泄漏不会明显影响燃料电池性能或者对周围环境产生任何安全问题。可接受的阴极泄漏率例如可以小于在给定负载下燃料电池工作期间氧化剂化学计量的 10%,例如小于在给定负载下燃料电池工作期间氧化剂化学计量的 5%。

[0031] 简化的较薄密封设计适用于各种固态聚合物电解质燃料电池结构。下面例子用于示出本发明的某些方面和实施例但不应该解释为以任何方式进行限制。

[0032] 例子

[0033] 使用具有加框架的膜电极组件的电池组装五电池固态聚合物电解质燃料电池组。该电池设计与图 2 所示的类似。膜电极组件具有通过 3M 467MP 压敏粘合剂附接到边缘的聚酰亚胺(Kapton)片状框架。在阳极框架件与阳极隔离物板之间采用单个顺从硅弹性体垫圈。在阴极框架件与阴极隔离物板之间没有采用垫圈或附加密封部件。

[0034] 当首先组装电池组时(干状态)以及在已经对电池组进行加热以后对电池组进行

泄漏测试并且电池组在加湿空气氧化剂供应上进行工作（湿状态）。在这两种情况下，泄漏测试压力是 20psi。对于干状态和湿状态，泄漏率分别是 76cc/m 和 16cc/m。对于商业目的，这被认为是可接受的。

[0035] 此外，结构与上述五电池燃料电池组类似但每个电池组平均超过 80 个电池并且使用 PEN（聚萘二甲酸乙二醇酯）片状框架利用热塑性粘合剂的超过 10 个以上的电池组也在工作以后进行泄漏测试。当在标称阴极工作压力的 1.6 倍下进行测量时，阴极泄漏率表示为低于 0.01 化学计量损失。

[0036] 在这个说明书中涉及和 / 或在应用数据页中列出的所有以上美国专利、美国专利申请公布、美国专利申请、外国专利、外国专利申请和非专利公布的全部内容以引用方式并入本文。

[0037] 尽管已经显示和描述了本发明的特定元件、实施例和应用，但是应该明白，本发明不限于此，这是因为在不脱离本发明的精神和范围的情况下尤其鉴于上述教述本领域的技术人员可以进行改动。

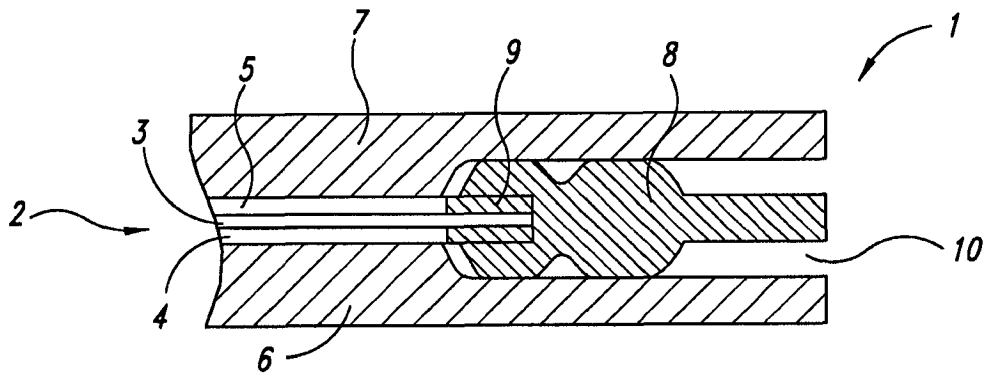


图 1A(现有技术)

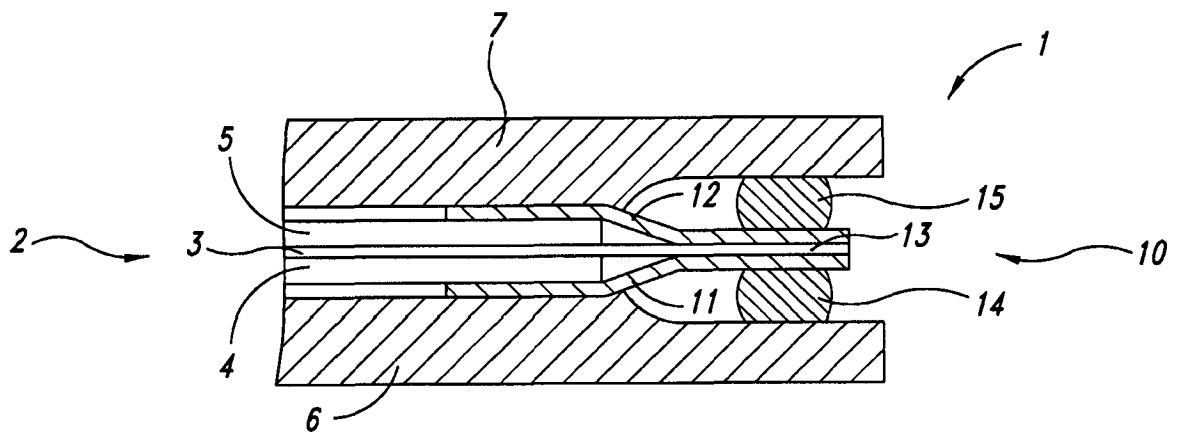


图 1B(现有技术)

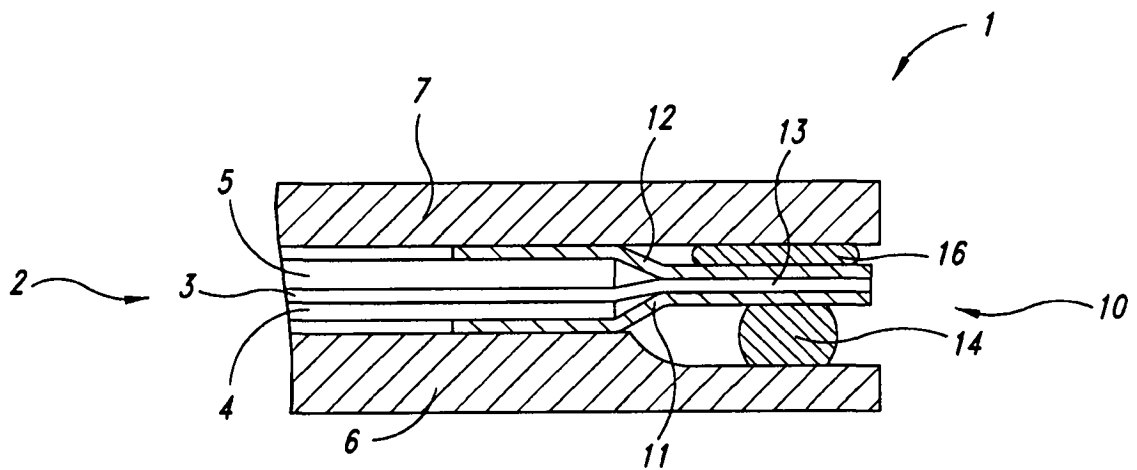


图 2