

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101563804 B

(45) 授权公告日 2012. 07. 11

(21) 申请号 200780046444. 7

代理人 郇春艳 樊卫民

(22) 申请日 2007. 11. 20

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

H01M 8/02 (2006. 01)

11/611, 564 2006. 12. 15 US

H01M 8/10 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

(56) 对比文件

2009. 06. 15

US 20040241525 A1, 2004. 12. 02,

(86) PCT申请的申请数据

US 20030221311 A1, 2003. 12. 04,

PCT/US2007/085155 2007. 11. 20

US 20050095490 A1, 2005. 05. 05,

(87) PCT申请的公布数据

US 20040028983 A1, 2004. 02. 12,

W02008/073679 EN 2008. 06. 19

CN 1476646 A, 2004. 02. 18,

(73) 专利权人 3M 创新有限公司

审查员 王占良

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 马克·K·德贝

安德鲁·J·L·斯坦巴克

吉米·M·勒

斯蒂芬·J·奥布拉多维奇

埃里克·J·艾弗森

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

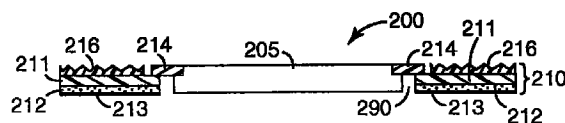
权利要求书 1 页 说明书 13 页 附图 10 页

(54) 发明名称

用于制造卷材燃料电池子组件的方法和装置

(57) 摘要

描述了通过卷绕法制造采用了垫圈 (GIG) 燃料电池子组件的气体扩散层的制造方法。将可通过热和压力中的一种或两种进行加工并且具有间隔开的孔隙的材料传送至粘合位置。将第一垫圈层传送至所述粘合位置, 其中第一垫圈层使气体扩散层相对于第一垫圈层的间隔开的孔隙进行布置。将所述热 / 压力可加工材料与所述第一垫圈层和所述气体扩散层对齐。在所述粘合位置处, 将所述热 / 压力可加工材料粘合至所述第一垫圈层和所述气体扩散层。粘合后, 所述热 / 压力可加工材料形成将所述气体扩散层附连至所述第一垫圈层的第二垫圈层。



1. 一种通过卷绕法制造采用了垫圈 (GIG) 燃料电池子组件的气体扩散层的方法, 包括:

将能够通过热和压力中的一种或两种进行加工并且具有间隔开的孔隙的材料传送至粘合位置;

将第一垫圈层传送至所述粘合位置, 所述第一垫圈层具有相对于所述第一垫圈层的间隔开的孔隙布置的气体扩散层;

将所述热 / 压力可加工材料与所述第一垫圈层和所述气体扩散层对齐; 以及

在所述粘合位置处, 将所述热 / 压力可加工材料粘合至所述第一垫圈层和所述气体扩散层, 所述热 / 压力可加工材料在粘合后形成将所述气体扩散层附连至所述第一垫圈层的第二垫圈层, 其中传送所述热 / 压力可加工材料包括在第一载体料片上或第一真空输送机上传送所述热 / 压力可加工材料; 以及传送所述第一垫圈层和所述气体扩散层包括在第二载体料片上或第二真空输送机上传送所述第一垫圈层和所述气体扩散层。

2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中对齐所述热 / 压力可加工材料包括将所述热 / 压力可加工材料的所述孔隙与所述第一垫圈层的所述孔隙对齐, 使得所述热 / 压力可加工材料与所述第一垫圈层和所述气体扩散层的至少一部分交叠。

3. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中所述气体扩散层设置于所述第一垫圈层的所述间隔开的孔隙内。

4. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中所述气体扩散层与所述第一垫圈层交叠。

5. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中第一粘合剂将所述热 / 压力可加工材料粘附至所述第一载体料片, 并且第二粘合剂将所述气体扩散层和所述第一垫圈层粘附至所述第二载体料片。

6. 根据权利要求 5 所述的方法, 其中所述第二粘合剂包括热灭活的压敏粘合剂。

7. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中所述第一垫圈层包括粘合剂层和可任选的粘合剂衬垫, 并且所述方法还包括从所述气体扩散层和所述第一垫圈层移除所述第二载体料片, 其中移除所述第二载体料片暴露了所述第一垫圈层的粘合剂层或粘合剂衬垫。

8. 一种用于制造燃料电池子组件的装置, 包括:

传送系统, 其被构造用于移动能够通过热和压力中的一种或两种进行加工的材料料片以及包括第一垫圈层的料片, 所述第一垫圈层具有设置在所述第一垫圈层的间隔开的孔隙内的气体扩散层;

对齐系统, 其被构造用于将所述气体扩散层和所述第一垫圈层的孔隙与所述热 / 压力可加工材料的孔隙对齐; 以及

第一粘合位置, 其被构造用于将所述热 / 压力可加工材料粘合至所述气体扩散层和所述第一垫圈层, 所述热 / 压力可加工材料在粘合后形成将所述气体扩散层附连至所述第一垫圈层的第二垫圈层;

其中:

在第一载体料片上传送所述热 / 压力可加工材料;

在第二载体料片上传送所述第一垫圈层和气体扩散层;

第一粘合剂将所述热 / 压力可加工材料粘附至所述第一载体料片; 以及

热灭活粘合剂将所述第一垫圈层和所述气体扩散层粘附至所述第二载体料片。

用于制造卷材燃料电池子组件的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明整体涉及用于自动制造卷材形式的多层燃料电池子组件的工艺和装置。

背景技术

[0002] 已经开发出多种装置和方法来利用以料片或卷材形式研制的部件生产燃料电池。传统的组装方法通常涉及在分批操作中切割若干输入料片部件来形成这类材料的叠堆。然后利用多种机械和真空装置调控材料以使材料在燃料电池组装期间进行正确地定位。

[0003] 虽然这些工艺中的一些可为自动化的,但这种方法通常包括通过复杂的、耗时的以及通常昂贵的自动化设备进行许多处理、对准和排列步骤。与传统的燃料电池制造方法相关的工序的数目和复杂性通常降低了产品的通过量,这对自动化燃料电池组装线的生产率产生了不利影响。此外,一些传统的燃料电池制造装置和方法没有足够适于高度自动化,尤其是具有严格的定位公差需求的这种装置和工艺。

[0004] 需要改进的燃料电池制造装置、方法以及利用这种装置和方法制造的燃料电池子组件。进一步需要的是可以在自动化组装环境中(例如在自动化燃料电池组装工厂中)实现的这种装置、方法和燃料电池。本发明满足了这些以及其它的需要,并且解决了以前方法中的其它缺陷。

发明内容

[0005] 本发明的实施例涉及燃料电池的制造工艺和装置。各种实施例以实例说明了卷材形式的多层燃料电池子组件的自动化制造,其中包括采用了卷材形式的垫圈和/或膜电极组件(MEA)的气体扩散层。

[0006] 本发明的一个实施例涉及通过卷绕法制备气体扩散层(采用了垫圈(GIG)燃料电池子组件)的方法。将具有间隔开的孔隙的垫圈材料(在本文中称为热/压力可加工材料)传送至粘合位置。将第一垫圈层传送至粘合位置,其中第一垫圈层使气体扩散层相对第一垫圈层的间隔开的孔隙布置。将热/压力可加工材料与第一垫圈层和气体扩散层对齐。在粘合位置处,将热/压力可加工材料粘合至第一垫圈层和气体扩散层。粘合后,热/压力可加工材料形成第二垫圈层,该层将气体扩散层附连至第一垫圈层。在一些具体实施中,气体扩散层包括催化剂涂覆的气体扩散层。

[0007] 在一个实施例中,将热/压力可加工材料的孔隙与第一垫圈层的孔隙对齐,以使得热/压力可加工材料与第一垫圈层和气体扩散层的至少一部分交叠。通常将气体扩散层设置在第一垫圈层的间隔开的孔隙内。

[0008] 可将热/压力可加工材料和/或第一垫圈层和气体扩散层分别传送至第一和第二载体料片上。在一个应用中,通过第一粘合剂将热/压力可加工材料粘附至第一载体料片,并且通过第二粘合剂(例如热灭活压敏粘合剂)将第一垫圈层和气体扩散层粘附至第二载体料片。移除第二载体料片暴露了第一垫圈层的粘合剂层或者粘合剂衬垫。

[0009] 以连续的工艺,通过粘合辊对热/压力可加工材料施加热和压力中的至少一个,

将热 / 压力可加工材料粘合至气体扩散层以及第一垫圈层。

[0010] 本发明的另一个实施例涉及利用卷绕工艺的膜电极组件方法。通过将热 / 压力可加工材料粘合至第一垫圈层和气体扩散层形成第一和第二 GIG。使粘合剂层暴露于每个 GIG 的第一垫圈层上。由退绕轮递送一个或多个电解质膜。将第一和第二 GIG 粘合至一个或多个电解质膜的表面。

[0011] 根据本发明的一个方面,一个或多个电解质膜至少部分地为催化剂涂覆的。根据本发明的另一个方面,第一和第二 GIG 的气体扩散层至少部分地为催化剂涂覆的。一个或多个电解质膜可包括连续膜料片或者可以为布置在载体料片上的多个离散膜或者可以为具有图案化的催化剂区域的连续膜料片。就离散或者图案化的膜而言,在粘合之前将第一和第二 GIG 与离散膜或者图案化的区域对齐。

[0012] 如果使用 GIG 的粘合剂衬垫,则在粘合之前从粘合剂移除 GIG 的粘合剂衬垫。通过粘合剂将第一和第二 GIG 粘合至电解质膜。在一些具体实施中,通过它们各自的粘合剂层使第一和第二 GIG 子组件彼此粘合。根据一些具体实施,粘合剂层可包含压敏粘合剂。

[0013] 将热 / 压力可加工材料粘合至气体扩散层和第一垫圈层,可涉及以连续的工艺通过粘合辊将热和压力中的一种或两种施加到热 / 压力可加工材料、气体扩散层以及第一垫圈层。

[0014] 通过第一组辊可将第一 GIG 粘合至电解质膜,并且通过第二组辊可将第二 GIG 粘合至电解质膜。粘合后,可以移除第一和第二载体料片,并可以将使第一和第二 GIG 子组件与之粘合的电解质膜切割成单个的膜电极组件。

[0015] 本发明的另一个实施例涉及用于连续制造燃料电池子组件的装置。该装置包括传送系统,其中传送系统被构造用于移动热 / 压力可加工材料和使气体扩散层设置在第一垫圈层的间隔开的孔隙内的第一垫圈层,热 / 压力可加工材料设置在第一载体料片上并且第一垫圈层和气体扩散层设置在第二载体料片上。对齐系统使热 / 压力可加工材料的孔隙与第一垫圈层和气体扩散层的孔隙对齐。粘合位置将热 / 压力可加工材料粘合至气体扩散层和第一垫圈层。粘合后,热 / 压力可加工材料形成第二垫圈层,以用于将气体扩散层附连至第一垫圈层。

[0016] 在一些具体实施中,第一粘合剂将热 / 压力可加工材料粘附至第一载体料片,并且热灭活粘合剂将第一垫圈层和气体扩散层粘附至第二载体料片。层离位置将第二载体料片从气体扩散层和第一垫圈层移除,第二载体料片的移除暴露了第一垫圈层的粘合剂层或者粘合剂剥离衬垫。

[0017] 又一个实施例涉及用于连续制备燃料电池膜电极组件的装置。该装置包括第一和第二系统,其中第一和第二系统被构造用于制造第一和第二用垫圈装配的气体扩散层(GIG)子组件。电解质膜传送系统利用连续卷绕法移动一个或多个电解质膜。膜粘合位置将第一和第二 GIG 粘合至一个或多个电解质膜。

[0018] 在一个实施中,将第一和第二 GIG 粘合至一个或多个膜的表面可通过第一和第二粘合位置进行。在另一个实施中,将第一和第二 GIG 子组件基本上同时粘合至一个或多个电解质膜,例如通过单对粘合辊。如果需要,使用膜对齐系统将第一和第二 GIG 子组件中的一个或两个与一个或多个膜对齐。

[0019] 本发明的另一个实施例涉及利用卷绕工艺制备气体扩散层,该气体扩散层采用了

垫圈 (GIG) 燃料电池子组件。将具有间隔开的孔隙的第一垫圈层传送至沉积位置,在该处将热 / 压力可加工材料沉积到第一垫圈层上。将其上设置有热 / 压力可加工材料的第一垫圈层与气体扩散层对齐。在粘合位置,将热 / 压力可加工材料粘合至第一垫圈层和气体扩散层。粘合后,热 / 压力可加工材料形成第二垫圈层,该层将气体扩散层附连至第一垫圈层。

[0020] 在一种构造中,将气体扩散层与第一垫圈层对齐以使得气体扩散层在第一垫圈层的孔隙内。在另一种构造中,可对齐气体扩散层以使得它们与热 / 压力可加工材料交叠。

[0021] 本发明的另一个实施例涉及用于制造燃料电池子组件的装置。传送系统移动包括具有间隔开的孔隙的第一垫圈层的料片和包括气体扩散层的料片。沉积系统将通过热和压力中的一种或两种可加工的材料沉积到第一垫圈层上。对齐系统使气体扩散层与其上设置有热 / 压力可加工材料的第一垫圈层对齐。粘合位置将热 / 压力可加工材料粘合至气体扩散层以及第一垫圈层。粘合后,热 / 压力可加工材料形成第二垫圈层,该层将气体扩散层附连至第一垫圈层。

[0022] 本发明的以上发明内容并非意图描述本发明的每个实施例或本发明的每种实施方式。通过参照结合附图的以下具体实施方式和权利要求书,本发明的优点和成效与对本发明的更完整的理解一起将变得容易明显并被理解。

附图说明

[0023] 图 1 示出了典型的燃料电池及其基本操作;

[0024] 图 2A 和 2B 分别为根据本发明的实施例构造的采用了垫圈 (GIG) 的气体扩散层的剖视图和平面图;

[0025] 图 2C 为根据本发明的实施例的包括催化剂涂覆的 GDL 的 GIG 的剖视图;

[0026] 图 2D 和 2E 为根据本发明的实施例的其中第一垫圈层设置在 GDL 下方的 GIG 的剖视图;

[0027] 图 2F 为根据本发明的实施例的其中一部分用于第二垫圈层的热 / 压力可加工材料设置于第一垫圈层和 GDL 之间的 GIG 的剖视图;

[0028] 图 3A 为根据一个实施例形成的包括夹在第一载体料片和第二载体料片之间的多个 GIG 的 GIG 子组件的剖视图;

[0029] 图 3B 为根据本发明的实施例的不存在第一载体料片时图 3A 的 GIG 子组件料片的平面图;

[0030] 图 3C 为根据一个实施例的 GIG 子组件料片的剖视图,其中 GIG 子组件料片包括多个被夹在第一和第二载体料片 (GDL 与第一垫圈层交叠) 之间的 GIG;

[0031] 图 4A 示出了根据本发明的实施例的包括设置在催化剂涂覆的电解质膜 (CCM) 的第一和第二表面上的 GIG 的膜电极组件 (MEA);

[0032] 图 4B 示出了根据本发明的实施例的包括 GIG 的膜电极组件 (MEA),其中 GIG 具有设置在没有催化剂层的电解质膜上的催化剂涂覆的 GDL;

[0033] 图 4C 示出了根据本发明的实施例的包括其中 GDL 与 GIG 的第一垫圈层交叠的 GIG 的膜电极组件 (MEA);

[0034] 图 5 为根据本发明的实施例的多层 MEA 子组件料片的剖视图;

- [0035] 图 6 为根据本发明的实施例的包括采用了 GIG 的 MEA 的单个燃料电池；
- [0036] 图 7A 为示出了根据本发明的实施例的用于制造 GIG 子组件料片的工艺的示意图，其中 GIG 子组件料片使用了梯型结构的热 / 压力可加工材料以形成第二垫圈层；
- [0037] 图 7B 为示出了根据本发明的实施例的用于制造 GIG 子组件料片的工艺的示意图，该工艺涉及将热 / 压力可加工材料沉积到第一垫圈层上以及将 GDL 布置在第一垫圈层上；
- [0038] 图 8 为示出了根据本发明的实施例的用于制造采用了 GIG 子组件料片的 MEA 子组件料片的工艺的流程；
- [0039] 图 9A 示出了根据本发明的实施例的处理燃料电池材料的输入料片以及制造卷材 GIG 子组件料片的装置；
- [0040] 图 9B 示出了根据本发明的实施例的制备卷材 GIG 子组件料片的装置，该装置被构造用于将热 / 压力可加工材料沉积到第一垫圈层上；以及
- [0041] 图 10 示出了根据本发明的实施例的处理第一和第二 GIG 子组件料片以制造输出卷材 MEA 子组件料片的装置；
- [0042] 虽然本发明可具有多种修改形式和替代形式，其具体特点已在图中以实例的方式示出，并将详尽描述。然而，应当理解，其目的不在于将本发明局限于所述具体实施例。相反，其目的在于涵盖由所附权利要求书限定的本发明范围内的所有修改形式、等同形式和替代形式。

具体实施方式

[0043] 在图示实施例的以下描述中，参考形成实施例的一部分并且通过举例说明的方式示出的附图，可以实施本发明的各种实施例。应当理解，在不脱离本发明范围的前提下，可以利用这些实施例，并可以对其进行结构上的修改。

[0044] 本发明的实施例涉及构造燃料电池子组件的方法和装置。在多个实施例中，包括多个采用了垫圈 (GIG) 的气体扩散层的子组件形成为卷材。随后可将卷材 GIG 子组件用于制造卷材 MEA 子组件，继而该卷材 MEA 子组件可与流场板和其它部件结合以制造完整的燃料电池。

[0045] 燃料电池是一种电化学装置，使氢燃料和空气中的氧气结合以生成电、热和水。燃料电池不利用燃烧，因此，燃料电池生成少许（如果有的话）危害性流出物。燃料电池将氢燃料和氧气直接转换为电，并且其工作效率比（例如）内燃发电机高得多。

[0046] 本文所述的各种实施例示出的 GIG 和 MEA 子组件尤其用于制造聚合物电解质膜 (PEM) 燃料电池。典型的燃料电池构造示于图 1 中。图 1 中所示的燃料电池 110 包括与第一 GIG114 相邻的第一流体流板 112。与 GIG114 相邻的为催化剂涂覆的电解质膜 (CCM) 120。第二 GIG118 的位置与 CCM120 相邻，并且第二流体流板 119 的位置与第二 GIG118 相邻。

[0047] 在操作中，将氢燃料引入燃料电池 110 的阳极部分，越过第一流体流板 112 并且穿过第一 GIG114 的 GDL 部分。在第一 GIG114 的 GDL 与 CCM120 的接合处（催化剂层 115 的表面上），氢燃料被分解成氢离子 (H^+) 和电子 (e^-)。

[0048] CCM120 的电解质膜 116 使得仅氢离子或质子穿过电解质膜 116 到达燃料电池 110 的第二 GIG118。电子不能穿过电解质膜 116，并且相反，以电流的形式流过外电路。此电流可为电气负载 117（诸如电动机）提供电力或者被引入能量存储装置（诸如可充电电池）。

[0049] 氧在燃料电池 110 的阴极侧穿过第二流体流板 119 流过第二 GIG118 的 GDL 部分。在阴极催化剂层 113 的表面上,氧、质子以及电子相结合生成水和热。

[0050] 可以将例如图 1 中所示的单个燃料电池与多个其它燃料电池相结合以形成燃料电池组。组内的燃料电池的数量决定了该组的总电压,并且每个电池的活性区域决定了总电流。给定燃料电池组的总发电量可由该组总电压乘以总电流确定。

[0051] 根据本发明的实施例,在燃料电池(例如图 1 中所示的燃料电池 110)的形成中所使用的卷材子组件可通过卷材输入材料(如,燃料电池部件的料片)进行制造。例如,可使用连续组装方法(通过该方法处理卷材输入料片材料以制造卷材输出料片)制造卷材 GIG 和/或采用 GIG 的卷材 MEA。在某些方法中,可以处理卷材输入料片材料以制造包括 GIG 的燃料电池子组件的卷材输出料片,其在随后的工艺中可被用于制造卷材 MEA 子组件和/或全部的燃料电池组件。

[0052] 可以用合适的衬垫材料卷绕输出染料电池子组件,以形成卷筒。在另一个方法中,可以对输出燃料电池子组件料片使用切割工艺,通过该工艺将单个的燃料电池子组件从它们各自的料片中分离出来。在一些方法中,可以连续的方式处理卷材 GIG 子组件以制造 MEA 子组件。

[0053] 图 2A 和 2B 分别提供了根据一个实施例的 GIG200 的剖视图和平面图。GIG200 包括垫圈 210 和气体扩散层(GDL)205。GDL205 可由能够会聚来自电极的电流并允许反应物气体穿过的任何材料(通常为织造或非织造碳纤维纸或布)制成。

[0054] 垫圈 210 为层状结构,该结构包括相对于 GDL205 布置的第一垫圈层 211。在一个实施例中,如图 2A 最佳所示,GDL205 略微小于第一垫圈层 211 内的孔隙 290。在该实施例中,GDL205 设置在第一垫圈层 211 的孔隙 290 内。第一垫圈层 211 可包含不同类型的聚合材料,例如聚酸亚胺、聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)和/或其它类似的材料,包括足够薄、足够坚固并且在存在水、氢气和/或氧气的情况下与燃料电池环境(即 80-100°C 的温度)充分相容的刚性聚合物材料。

[0055] 垫圈 210 包括设置在第一垫圈层 211 的一个表面上的粘合剂层 212 并且可任选地包括粘合剂衬垫 213。选择第一垫圈层 211 和粘合剂层 212 的材料使得粘合剂层 212 充分粘附至第一垫圈层 211。粘合剂层 212 可包含压敏粘合剂(PSA)或者热活化粘合剂。例如,粘合剂层 212 可包含以下任何物质:丙烯酸酯 PSA、橡胶基粘合剂、乙烯马来酸酐共聚物、烯烃粘合剂(例如 1-辛烯和乙烯或丙烯的共聚物)、腈基粘合剂、环氧基粘合剂以及氨基甲酸酯基粘合剂。在一些实施例中,粘合剂层 212 可包含热活化粘合剂,例如 Thermobond 845(聚乙烯马来酸基)或者 Thermobond 583(腈橡胶基)。

[0056] 垫圈 210 包括将 GDL205 和第一垫圈层 211 粘合在一起的第二垫圈层 214。在本文所讨论的各种实施例中,第二垫圈层 214 可以由室温下为固体的材料形成,并且该材料可利用热和/或压力进行处理以在 GDL205 和第一垫圈层 211 之间形成粘合。将热和/或压力施加到该材料可引起该材料的充分流动或变形,以在 GDL205 和第一垫圈层 211 之间形成粘合。用于形成第二垫圈层 214 的材料在本文被称为热/压力可加工材料。适于形成第二垫圈层的材料包括(例如)热可加工聚合物或者热塑性密封材料。热塑性材料可为氟塑料,例如 THV(四氟乙烯、六氟丙烯以及偏二氟乙烯的三元共聚物)、聚乙烯、聚乙烯的共聚物(例如乙烯和丙烯酸的那些)、Thermo-Bond 845(由 3M 公司制造,如聚乙烯马来酸酐共聚物)

以及 Thermo-Bond 668(由 3M 公司制造,如聚酯)。这些材料的共混物或者这些材料与填充剂(例如碳、玻璃、陶瓷等)的复合材料也可用作热塑性材料。熔融范围可为约 50-180℃,例如,或者可为约 100-150℃。

[0057] 在一个实施例中,第一垫圈层 211 和 / 或第二垫圈层 214 的表面可包括表面特征,例如微结构化的特征 216。在一些燃料电池的构造中,微结构化的特征 216 提高了 GIG 的密封特性。微结构化的特征 216 可形成为多种形状,包括密集堆积的六边形或任何其它的形状。在某些实施例中,可以选择微结构化的特征 216 的高度以使其适合单极性流场板,其中 GIG 的密封表面与流场的顶部是共面的或者密封表面为些许凹陷的。这种凹陷的形式使得微结构化的特征 216 较高,从而在存在板厚度不均匀性的情况下增加了密封公差。在某些情况下,第一和 / 或第二垫圈层 211、214 的优选表面特征 216 基本上是平坦的以便于粘合至燃料电池组的流场板,该流场板具有合适的隆起用于进行密封。

[0058] 在一种构造中,热 / 压力可加工材料用于形成第二垫圈层 214。GDL205 设置在第一垫圈层 211 的孔隙 290 内。将用于形成第二垫圈层 214 的热 / 压力可加工材料切割成具有孔隙的框架,并且将该材料置于 GDL205 的外边缘 206(图 2B)和第一垫圈层 211 的内边缘 217 的上方。放置后,将热和 / 或压力施加到子组件,使得一些热 / 压力可加工材料流入 GDL205 的相邻边缘和 / 或表面同时流入第一垫圈层 211 的相邻边缘和 / 或表面。热和 / 或压力的施加使得第二垫圈层 214 粘合至第一垫圈层 211 以及 GDL205,从而将第一垫圈层 211 附接至 GDL205。用于热压机的压缩工具的表面在其上可具有微结构化的特征(作为底片)以在第一和 / 或第二垫圈层 211、214 的表面上形成微结构化的特征。在一些实施例中,GIG201 的 GDL205 可附加包括设置在一个表面上的催化剂层 215,如图 2C 所示。

[0059] 图 2D 和 2E 示出了第一垫圈层 221 设置在 GDL225 下方的实施例,其中第一垫圈层具有粘合剂层 222 以及可任选的粘合剂衬垫 223。在图 2D 和 2E 示出的实施例中,第二垫圈层 224 设置在与 GDL225 相邻的第一垫圈层 221 的上方。在一些实施例中,形成第二垫圈层 224 的材料可与 GDL225 的顶部表面交叠。第二垫圈层 224 可包括微结构化的特征 226(图 2D)或者具有基本上平坦的密封表面 228(图 2E)。

[0060] 在一些实施例中,GIG 的组装工序如下:在 GDL 布置在第一垫圈层上之前,将用于形成第二垫圈层的热 / 压力可加工垫圈材料布置或沉积到第一垫圈层上。例如,可通过其它方法将热 / 压力可加工垫圈材料丝网印刷或沉积到第一垫圈层的表面上。然后将 GDL 设置在第一垫圈层的上方。在一些实施例中,可将第二垫圈层的垫圈材料的一部分设置在 GDL 和第一垫圈层之间。放置 GDL 后,将热和 / 或压力施加至子组件,使得一些热 / 压力可加工材料流入 GDL 的相邻边缘和 / 或表面和 / 或流入第一垫圈层的相邻边缘和 / 或表面。

[0061] 图 2F 示出了可根据上述工艺形成的 GIG204。在该实施中,将第二垫圈层的一些热 / 压力可加工材料 285 设置在 GDL280 和第一垫圈层 281 之间。第一垫圈层 281 包括粘合剂层 282 以及可任选的粘合剂衬垫 283。第二垫圈层 284 可包括微结构化的特征,或者可基本上为平坦的,如图 2F 所示。

[0062] 用于制造 GIG200、201、202 和 / 或 203 的方法和装置如下文所述。有关 GIG 以及采用 GIG 的 MEA 和 / 或燃料电池的其它细节描述于共同拥有的美国专利申请(代理人案卷号 62462US002)中,该申请与本专利申请同时提交并且以引用的方式并入本文。

[0063] 可利用卷绕工艺将包括多个 GIG(例如图 2A-2C 所示的那些)的料片制造为 GIG

子组件料片。图 3A 示出了根据本发明的一个实施例的包括多个 GIG310 的 GIG 子组件料片 300 的剖视图。为了便于处理和传送 GIG 子组件部件,在制造工艺期间,可将形成第二垫圈层 314 的热 / 压力可加工材料设置在第一载体料片 331 上,并且可将第一垫圈层设置在第二载体料片 332 上。

[0064] 在制造期间,通过第一和第二载体料片 331、332 的移动将形成第二垫圈层 314 的热 / 压力可加工材料与第一垫圈材料 311 和 GDL305 一起引至压缩装置,例如一对粘合辊。在粘合辊处,将热和 / 或压力施加到热 / 压力可加工材料,使得该材料流动或变形,从而形成将第一垫圈材料 311 粘合至 GDL305 的第二垫圈层 314。每个 GIG310 可具有平坦的垫圈表面或者可具有包括微结构化特征 316 的垫圈表面。将粘合剂层 312 以及可任选的粘合剂衬垫 313 设置在第一垫圈层 311 上。图 3B 示出了 GIG 子组件料片的平面图(未按比例绘制),其中包括第二载体料片 332 且未示出第一载体料片。

[0065] 包括多个 GIG(例如图 2D-2E 中所示的那些)的料片示于图 3C 中。图 3C 示出了根据本发明的一个实施例的包括多个 GIG320 的 GIG 料片 302 的剖视图。为了便于处理和传送 GIG 子组件部件,在制造工艺期间,可将形成第二垫圈层 324 的热 / 压力可加工材料设置在第一载体料片 331 上,并且可将第一垫圈层设置在第二载体料片 332 上。

[0066] 在制造期间,通过第一和第二载体料片 331、332 的移动将形成第二垫圈层 324 的热 / 压力可加工材料与第一垫圈层 321 和 GDL325 一起引至压缩装置,例如一对粘合辊。在粘合辊处,将热和 / 或压力施加到热 / 压力可加工材料,使得该材料流动或变形,从而形成将第一垫圈层 321 粘合至 GDL325 的第二垫圈层 324。将粘合剂层 322 和可任选的粘合剂衬垫 323 设置在第一垫圈层 321 上。

[0067] 在某些实施例中,根据上述工艺制造的并且在图 2A-3C 中示出的 GIG 和 / 或 GIG 子组件料片可用于后续工艺以形成单独的 MEA 或 MEA 子组件料片。图 4A 和 4B 示出了设置在电解质膜的第一和第二表面上的 GIG 制造的 MEA。图 4A 示出了设置在催化剂涂覆的电解质膜 (CCM) 430 的第一和第二表面上的 GIG410、420。每个 GIG410、420 包括第一垫圈层 411、421(可包括或不包括微结构化的结构 416、426)。将粘合剂层 412、422 设置在第一垫圈层 411、421 中的每一个上。GIG410、420 的第一垫圈层 411、421 中的每一个都具有孔隙,且将 GDL405、406 布置在这些孔隙内。

[0068] 图 4A 中所示的 GDL405、406 略微小于第一垫圈层 411、421 的孔隙以使得 GDL405、406 适配在第一垫圈层 411、421 的孔隙内。在一些实施例中, GDL405、406 可以略微大于第一垫圈层 411、421 的孔隙以使得 GDL405、406 的外边缘 417、427 与第一垫圈层 411、421 的内边缘 418、428 交叠。每个 GIG 包括利用热 / 压力可加工材料形成的第二垫圈层 414、424。

[0069] 施加热和压力后,热 / 压力可加工材料流动或变形以形成粘合第一垫圈层 411、421 和 GDL405、406 的第二垫圈层 414、424。在粘合工艺期间,可将微结构化的特征赋予第二垫圈层 414 和 / 或第一垫圈层 411 以提高 GIG401 的密封特性。

[0070] 图 4B 示出了与图 4A 所示的相类似的 MEA401,不同的是 GIG450、460 包括在与电解质膜 436 相邻的 GDL407、408 的表面上的催化剂层 433、434。在该实施例中,电解质膜 436 可包括或不包括催化剂层。

[0071] 图 4C 示出了设置在催化剂涂覆的电解质膜 (CCM) 430 的第一和第二表面上的 GIG480、490,其中 CCM 具有膜 435 和催化剂层 431、432。每个 GIG480、490 都包括第一垫圈

层 441、451。将粘合剂层 442、452 设置在第一垫圈层 441、451 中的每一个上。在该实施例中，GDL403、404 与第一垫圈层 441、451 交叠。每个 GIG480、490 包括利用热 / 压力可加工材料形成的第二垫圈层 444、454。在该实施例中，第二垫圈层 444、454 包括微结构化的特征 446、456，但在其它实施例中，第二垫圈层的表面可基本上是平坦的。

[0072] 图 5 示出了根据一个实施例的包括多个可利用卷绕制造工艺制造的 MEA510 的 MEA 子组件料片 500 的剖视图。在从每个 GIG 子组件移除第二载体料片和粘合剂衬垫（如果使用的话）后，可利用两个图 3A 中示出的 GIG 子组件料片制造 MEA 子组件料片 500。一个 GIG 子组件 501 借助第一垫圈层 511 的粘合剂层 512 粘结性地粘合至 CCM530 的一个表面。另一个 GIG 子组件 502 粘结性地粘合至 CCM530 的相对的表面以形成 MEA 子组件料片 500。该工艺使得 GIG 子组件料片 501、502 中的每一个的第一载体料片 531 为完整的，这可有利于在后续的处理步骤中处理 MEA 子组件料片 500。

[0073] 现在参见图 6，示出了根据本发明的实施例的燃料电池组 600 的单个电池组件的剖视图。燃料电池组包括五层 MEA650，其中 MEA 采用了夹在流体流板 660、661 之间的两个上述的 GIG651、655。

[0074] 可利用卷绕工艺实现包括 MEA 和流场板的燃料电池的制造。可用于卷绕燃料电池制造的方法和装置，包括适用于卷绕工艺的流场隔板，描述于共同拥有的美国专利公布 No. 20060141328 中，其全文以引用方式并入本文。

[0075] 燃料电池 600 的 MEA650 包括阳极 653 和阴极 654 催化剂层之间的电解质膜 652。在一些构造中，可将阳极 653 和阴极 654 催化剂层中的一个或两个设置在电解质膜 652 的表面上，形成催化剂涂覆的膜（CCM）。在其它构造中，如此前图 4B 所示，可将催化剂层 653、654 设置在 GDL605、625 的表面上。另外在其它构造中，可将催化剂层 653、654 部分设置在电解质膜 652 上，同时部分设置在 GDL605、625 上。

[0076] 将阳极和阴极催化剂层 653、654 设置在电解质膜 652 和按本文所述进行构造的 GIG651、655 之间。每个 GIG651、655 包括 GDL605、625，第一垫圈层 611、621，粘合剂层 612、622 以及将第一垫圈层 611、621 粘合至 GDL605、625 的第二垫圈层 614、624。在组装用垫圈装配的 MEA650 之前，GIG651、655 可任选地包括粘合剂衬垫，该衬垫在 MEA650 的组装期间被移除。移除粘合剂衬垫后，GIG651、655 的粘合剂层 612、622 粘合至 CCM 的表面和 / 或在一些构造中互相粘合以形成用垫圈装配的 MEA650。

[0077] 在图 6 所提供的实例中，GIG651、655 的第一垫圈层 611、621 和 / 或第二垫圈层 614、624 包括可任选的微结构化特征 616、626 以便于在 GIG651、655 和燃料流板 660、661 之间形成密封。流场板 660、661 中的每一个包括气体流动通道 643 和口，氢和氧燃料从中通过。在图 6 所示的构造中，流场板 660、661 被构造为单极流场板。在其它构造中，流场板 660、661 可包括双极流体流板以有利于组装多个 MEA，从而得到在整个燃料电池组上的所需电压。

[0078] 任何合适的电解质膜可用于在本发明的操作中。可用的 PEM 厚度的范围为在约 200 μm 和约 15 μm 之间。四氟乙烯（TFE）和根据化学式 $\text{FSO}_2\text{-CF}_2\text{-CF}_2\text{-O-CF}(\text{CF}_3)\text{-CF}_2\text{-O-CF}=\text{CF}_2$ 的共聚单体的共聚物是已知的，并且以商品名 NAFION[®] 由 DuPont Chemical Company, Wilmington, Delaware（特拉华州威尔明顿市的杜邦化学公司）以磺酸形式（即其中的 $\text{FSO}_2\text{-}$ 端基被水解为 $\text{HSO}_3\text{-}$ ）出售。NAFION[®] 常用于制造燃料电池中使用的聚合

物电解质膜。四氟乙烯 (TFE) 和根据化学式 $\text{FSO}_2\text{-CF}_2\text{-CF}_2\text{-O-CF}=\text{CF}_2$ 的共聚单体的共聚物也是已知的,并且以磺酸形式(即其中的 $\text{FSO}_2\text{-}$ 端基被水解为 $\text{HSO}_3\text{-}$)用于制造燃料电池中使用的聚合物电解质膜。最优选的是四氟乙烯 (TFE) 和 $\text{FSO}_2\text{-CF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{-O-CF}=\text{CF}_2$ (其中的 $\text{FSO}_2\text{-}$ 端基被水解为 $\text{HSO}_3\text{-}$) 的共聚物。其它适用于 PEM 构造的材料描述于共同拥有的提交于 2005 年 9 月 13 日的美国专利申请 No. 11/225690 中,该专利申请以引用的方式并入本文。

[0079] 在一些实施例中,催化剂层可包含通过湿化学法(例如氯铂酸还原法)涂布到较大碳粒上的铂或铂合金。这种形式的催化剂与离聚物粘合剂、溶剂以及(常常)聚四氟乙烯 (PTFE) 颗粒一起分散以形成应用到膜或 GDL 上的墨水、糊剂或分散体。

[0080] 在一些实施例中,催化剂层可包含催化剂材料的具有颗粒的纳米结构化支撑元件或纳米结构化薄膜 (NSTF)。纳米结构化催化剂层不包含载体碳粒,因此可被掺入到非常薄的电解质膜表面层,使催化剂颗粒形成密集分布。与使用分散体方法所形成的催化剂层相比,使用 NSTF 催化剂层可获得更高的催化剂利用率,并且由于不存在碳载体,在高电势和高温的情况下提供更强的耐腐蚀性。在一些具体实施中,通过将微结构化的结构压印至电解质膜上可进一步增加 CCM 的催化剂表面积。将 NSTF 催化剂涂布到微结构化催化剂转移基底上,在热和压力下将该基底上的催化剂层压转印至电解质膜上,使得电解质膜的表面被微复制。涉及微结构化催化剂转移基底的方法和系统描述于共同拥有的美国专利 6,136,412 中,该专利以引用的方式并入本文。用于制备微结构化电解质膜和 NSTF 催化剂层的多种方法描述于以下共同拥有的专利文献(以引用的方式并入本文):美国专利 4,812,352 和 5,879,827、以及提交于 2005 年 9 月 13 日的美国专利申请 S/N 11/225,690 和提交于 2005 年 9 月 13 日的美国专利申请 S/N 11/224,879。

[0081] NSTF 催化剂层包含伸长的纳米级粒子(可通过将催化剂材料真空沉积至针状纳米结构化支撑体上形成)。适用于本发明的纳米结构化支撑体可包括须状的有机颜料,例如 C. I. 颜料红 149(荭红)。晶须具有基本上均匀但是不相同的横截面以及高的长宽比。利用适于催化并且向须赋予细小的纳米级表面结构(能够用作多个催化位点)的涂层材料涂覆纳米结构化支撑须。

[0082] 在某些具体实施中,可通过不断地螺形位错生长伸展纳米结构化支撑元件。延伸和/或增加纳米结构化支撑元件的密度能够增加用于催化的表面积。用于延伸纳米结构化支撑元件的工艺描述于此前并入的美国专利申请 No. 11/225,690 中。另外,或作为另外一种选择,多层纳米结构化支撑元件也提供了增加的表面积。用于制造多层纳米结构化支撑元件的工艺描述于此前并入的美国专利申请 No. 11/224,879 中。利用催化剂材料涂覆纳米结构化支撑元件以形成纳米结构化薄膜催化剂层。根据一项具体实施,催化剂材料包含金属,诸如铂族金属。在一个实施例中,可将催化剂涂覆的纳米结构化支撑元件转移至电解质膜的表面以形成催化剂涂覆膜。在另一个实施例中,可在 GDL 表面上形成催化剂涂覆的纳米结构化支撑元件。

[0083] GDL 可为能够会聚来自电极的电流并允许反应物气体穿过的任何材料,通常为织造或非织造碳纤维纸或布。GDL 提供气体反应物、水蒸气至催化剂和膜的孔道,同时还会聚催化剂层所产生的电流为外部负载提供能量。

[0084] GDL 可以为任何合适的导电多孔基底,例如碳纤维构造(如织造和非织造碳纤维

构造)。可商购获得的碳纤维构造的实例包括得自 Ballard Material Products, Lowell, MA(马萨诸塞州洛厄尔的 Ballard Material Products 公司)的商品名“AvCarb P50”的碳纤维构造;得自 ElectroChem, Inc., Woburn, MA(马萨诸塞州沃本市的 ElectroChem 公司)的商品名为“Toray”的碳纸;得自 Spectracorp, Lawrence, MA(马萨诸塞州劳伦斯的 Spectracorp)的商品名为“SpectraCarb”的碳纸;得自 Hollingsworth&Vose Company, East Walpole, MA(马萨诸塞州东沃波尔的 Hollingsworth&Vose 公司)的商品名为“AFN”的非织造碳布;以及得自 Zoltek Companies, Inc., St. Louis, MO(密苏里州圣路易斯的 Zoltek Companies 公司)的商品名为“Zoltek”的碳布和得自 Mitsubishi Rayon Co., Tokyo(日本东京的 Mitsubishi Rayon 公司)的商品名为“U-105”的碳布。另外可处理 GDL 以增加或者赋予疏水特性。例如, GDL 可利用诸如聚四氟乙烯 (PTFE) 和氟化乙烯丙烯 (FEP) 之类的高度氟化聚合物进行处理。

[0085] 本发明的实施例涉及用于制造(例如)图 3A、3B 和 5 中所示的卷材 GIG 和 / 或 MEA 子组件料片的工艺。图 7A 为示出根据本发明的实施例的可用于制造包括多个 GIG 的 GIG 子组件料片的方法的流程图。该方法涉及通过制造工艺移动各种材料料片。该方法包括将具有间隔开的孔隙的热 / 压力可加工材料料片传送至粘合位置 (710)。通常, 具有间隔开的孔隙的热 / 压力可加工材料为相对易碎的梯型结构, 这在借助载体料片或输送机的制造工艺期间需要支撑体。例如, 在一个实施例中, 可利用介质粘性粘合剂将热 / 压力可加工材料附连于载体料片。可从退绕轮或其它源传送其上设置有热 / 压力可加工材料的载体料片。在另一个实施例中, 利用制造工艺的一部分可将热 / 压力可加工材料支撑和传送至真空输送机上。

[0086] 该方法还涉及将具有间隔开的孔隙的第一垫圈材料和 GDL 传送至粘合位置 (720)。在一种构造中, 将 GDL 设置于第一垫圈层的孔隙内。可利用上述的第二载体料片或输送机传送第一垫圈层和 GDL。第一垫圈层包括粘合剂层, 该粘合剂层可包含高粘性粘合剂并具有可任选的粘合剂衬垫。第一垫圈层的粘合剂层用于形成 MEA 子组件料片, 以将 GIG 子组件附连至电解质膜或 CCM。

[0087] 在一个实施中, 第一垫圈层(下面为粘合剂层 / 粘合剂衬垫)位于第二载体料片上。例如, 可通过低粘性粘合剂将第一垫圈层粘附至第二载体料片。将 GDL 设置在第一垫圈层孔隙内的载体料片上, 并且也可通过低粘性粘合剂将 GDL 附连至载体料片。

[0088] 将热 / 压力可加工材料与第一垫圈层和 GDL 对准 (730)。例如, 可以控制热 / 压力可加工材料和第一垫圈层以及 GDL 间的对准以将热 / 压力可加工材料放置在 GDL 的周边上。在一个实施例中, 将被构造为梯型料片的热 / 压力可加工材料与第一垫圈层和 GDL 对准, 以使得热 / 压力可加工材料在第一垫圈层的孔隙处覆盖 GDL 的外边缘以及第一垫圈层的内边缘。例如, 热 / 压力可加工材料可与 GDL 的外边缘和 / 或第一垫圈层的内边缘交叠约 1-2mm, 或其它量。

[0089] 对齐后, 使用热和压力将热 / 压力可加工材料粘合至第一垫圈层和 GDL (740)。在一种构造中, 通过一对受热的粘合辊将热和压力施加给热 / 压力可加工材料、第一垫圈层和 GDL。通过粘合辊施加的热和压力促使热 / 压力可加工材料进入 GDL 的边缘和 / 或表面以及第一垫圈层的边缘和 / 或表面。粘合后, 热 / 压力可加工材料形成将第一垫圈层附连至 GDL 的第二垫圈层。粘合辊的表面在其上可具有微结构化的特征(作为底片)以在第一

和 / 或第二垫圈层的表面上形成微结构化的特征。可在层离位置层离第二载体料片（可利用热灭活压敏粘合剂附连至第一垫圈层和 GDL）并且可将其移除。粘合后，所得的卷材 GIG 子组件料片可卷起供将来使用或者立即用于形成下文所述的用垫圈装配的 MEA 子组件。

[0090] 图 7B 为示出根据本发明的实施例的可用于制造包括多个 GIG 的 GIG 子组件料片的方法的流程图。图 7B 中所示的方法在布置 GDL 之前使用了沉积在第一垫圈层上的热 / 压力可加工垫圈材料。可在切割间隔开的孔隙之前将热 / 压力可加工垫圈材料沉积到第一垫圈层上。作为另外一种选择，将具有间隔开的孔隙的第一垫圈层料片传送至沉积位置（750），例如丝网印刷位置，在此处将热 / 压力可加工材料沉积到第一垫圈层上（760）。相对于第一垫圈层料片布置 GDL（770）。GDL 的布置方式使得它们适配于第一垫圈层的孔隙内或者 GDL 的边缘可与孔隙的边缘交叠。在一些实施中，GDL 的边缘可与热 / 压力可加工材料交叠。可将热 / 压力可加工材料沉积到第一垫圈层上以使其具有不同的厚度或梯度厚度。例如，可以沉积热 / 压力可加工材料以使得 GDL 下方的热 / 压力可加工层（与其它区域相比）较薄。在粘合位置，将 GDL、其上设置有热 / 压力可加工材料的第一垫圈层料片进行模制（780）。该模制工艺形成了将第一垫圈层粘合至 GDL 的第二垫圈层。

[0091] 图 8 为示出了利用上述制造的第一和第二子组件以连续工艺制造用垫圈装配的 MEA 子组件（810）的方法的流程图。将第一和第二 GIG 子组件传送至粘合位置（820），该位置可包括多个粘合辊和 / 或其它的粘合装置。另外将催化剂涂覆的电解质膜或者 CCM 传送至粘合位置（830）。

[0092] 如此前所述的 GIG 子组件的形成可涉及在通过粘合辊施加的热和压力下粘合 GIG 组件。粘合后，将用于方便传送 GIG 组件的第二载体料片移除。在一些实施例中，通过热灭活压敏粘合剂将第二载体料片附连至 GIG 子组件。通过热活化层离工艺将第二载体料片从 GIG 子组件处移除。热灭活压敏粘合剂可由不混溶材料的共混物组成。例如，热灭活 PSA 可包括基于苯乙烯 - 丁二烯共聚物（SBS）的热熔融共聚物 PSA。仅在料片穿过受热的粘合辊的时间内由于热而可以非永久性地去除 PSA 的粘性，因此在退出受热的粘合辊后 GDL 和第一垫圈从第二载体料片处层离。

[0093] 将第二载体料片从每个暴露第一垫圈层的粘合剂层的 GIG 子组件处层离。如果第一垫圈层包括粘合剂衬垫，层离工艺还可任选地包括从第一垫圈层移除粘合剂衬垫。

[0094] 在粘合位置将第一 GIG 子组件料片和第二 GIG 子组件料片粘合 840 至电解质膜料片。在一个实施例中，GIG 的第一垫圈层的粘合剂层包含高粘性粘合剂。通过高粘性粘合剂和室温下工作的粘合辊将 GIG 子组件料片粘合至催化剂涂覆的电解质膜或 CCM。在室温下粘合避免了由于会造成膜和 / 或催化剂的劣化的较高温度导致的电解质膜和催化剂的暴露。在一些实施例中，粘合辊施加热以及压力。

[0095] 在一些构造中，电解质膜可包含连续的伸长的无催化剂层料片。在该构造中，在未充分对齐的情况下可将电解质膜粘合至 GIG 子组件（具有设置在 GIG 子组件的 GDL 上的催化剂）。在一些构造中，将多个有或无催化剂层的离散电解质膜置于连续料片上，并且在粘合之前可将电解质膜与 GIG 子组件的 GDL 对齐。在其它的构造中，连续的电解质膜可包含设置在电解质膜的相对的表面上的连续阳极和阴极催化剂层。另外在其它的构造中，催化剂在连续电解质膜的表面上可为图案化的。在粘合之前可将 GIG 子组件与催化剂图案对齐。

[0096] 处理燃料电池材料的输入料片以及制造卷材燃料电池 GIG 子组件的装置示于图

9A 和 9B 中。概括来讲,图 9A 和 9B 的装置可利用卷材燃料电池的部件制造卷材 GIG 子组件。图 9A 和 9B 的装置提供了以连续的燃料电池制造工艺制造子组件料片(包括多个 GIG)的独特方法。

[0097] 现在参见图 9A,将形成类似梯型结构的热/压力可加工材料 919 附连于第一载体料片 972。将第一载体料片 972 和热/压力可加工材料 919 由第一退绕轮 986 递送,并且传送至粘合辊 985。

[0098] 将具有间隔开的孔隙 961 的第一垫圈层 911 粘附至第二载体料片 971。GDL905 位于第一垫圈层 911 的间隔开的孔隙 961 内。将其上设置有第一垫圈层 911 和 GDL905 的第二载体料片 971 由第二退绕轮 980 进行递送,并且传送至粘合辊 985。

[0099] 光学传感器 998、999 可用于将热/压力可加工材料梯 919 与第一垫圈层 911 和 GDL905 对齐。光纤传感器例如可以检测到相对于第一垫圈层 911 的孔隙 961 和/或 GDL905 边缘的热/压力可加工材料梯 919 的孔隙 920。在某些应用中,可通过检测燃料电池部件材料 911、905、919 或载体料片 971、972 上的基准标记而实现对齐。

[0100] 本领域内的技术人员将会知道,可使用若干技术和构造以便于利用光学传感器或其它类型的感测装置进行对齐。以实例的方式,可布置一个或多个光学传感器 998,以检测第一垫圈层 911 和/或第二载体料片 971 和/或第一垫圈层 911 的特征和/或第一垫圈层上设置的 GDL905 上的基准标记。可布置一个或多个第二光学传感器 999,以检测热/压力可加工梯 919 和/或第一载体料片 972 和/或其上设置的热/压力可加工材料 919 的特征上的基准标记。控制系统利用得自传感器 998、999 的信息控制每个载体料片 971、972 的速度、纵向位置和/或横向位置。

[0101] 将其上设置有热/压力可加工梯 919 的第一载体料片 972 以及其上设置有第一垫圈层 911 和 GDL905 的第二载体料片 971 在对齐后在粘合辊 985 处结合在一起。由粘合辊 985 所施加的热和压力引起热/压力可加工材料 919 在第一垫圈层 911 和 GDL905 的表面和/或边缘上流动并且/或流入其内。粘合处理后,利用热/压力可加工材料 919 形成第二垫圈层。第二垫圈层将第一垫圈层 911 附连至 GDL905,从而形成卷材 GIG 子组件料片 930。在一些具体实施中,粘合后剥去第二载体料片 971 并且将 GIG 子组件料片 930 卷绕在卷绕轮上用于存储和/或以后在后续处理中使用。在一些具体实施中,将 GIG 子组件传送至另一个加工阶段,例如形成采用了 GIG 子组件的 MEA 子组件的加工阶段。

[0102] 图 9B 示出了根据另一个实施例的用于形成 GIG 的装置。在该实施例中,在布置 GDL 之前,将用于形成第二垫圈层的热/压力可加工材料沉积到第一垫圈层 944 上。具有间隔开的孔隙 945 的第一垫圈层 944 由第一退绕轮 943 递送,并且在第一载体料片 951 上传送至沉积位置 946。在沉积位置处,将热/压力可加工材料沉积到第一垫圈层上。例如,可将热/压力可加工材料丝网印刷到或者说是沉积到第一垫圈层 944 上。将 GDL942 设置在由第二退绕轮 940 递送的第二载体料片 941 上。

[0103] 可利用得自光学或者其它类型的传感器 948、949 的信息将其上设置有热/压力可加工材料的第一垫圈层 944 与设置在第二载体料片 941 上的 GDL942 对齐。如此前所述,例如传感器可以检测第一垫圈层 944 的特征和/或 GDL942 并且/或可以检测料片 941、951 上的基准标记以用于方便对齐。将 GDL942 相对于第一垫圈层 944 对齐。在一些具体实施中,对齐 GDL942 以使得 GDL942 适配于第一垫圈层 944 的孔隙 945 内。在其它的具体实施

中, GDL942 的边缘与第一垫圈层 944 的孔隙 945 的边缘交叠。在这些具体实施中, 可将一部分热 / 压力可加工材料设置在第一垫圈层 944 和 GDL942 之间。

[0104] 将具有第一垫圈层 944 (其上设置有热 / 压力可加工材料) 的第一载体料片 951 以及传送 GDL942 的第二载体料片 941 在粘合辊 947 处结合在一起。由粘合辊 947 所施加的热和 / 或压力引起热 / 压力可加工材料 919 在第一垫圈层 944 和 GDL942 的表面和 / 或边缘上流动并且 / 或流入其内。在粘合工艺期间, 利用热 / 压力可加工材料形成第二垫圈层。第二垫圈层将第一垫圈层 944 附连至 GDL942, 从而形成卷材 GIG 子组件料片 950。

[0105] 利用图 9A 或 9B 所示的工艺制造的 GIG 子组件可用于形成用垫圈装配的 MEA 子组件。图 10 示出了可用于制造用垫圈装配的 MEA 子组件 (使用图 9A 或 9B 的装置制造的两个 GIG 子组件) 的装置。

[0106] 在某些应用中, 可将两个 GIG 子组件 1001、1002 直接从先前的加工位置处递送至图 10 的装置。在其它的应用中, 可由退绕轮递送卷材 GIG 子组件 1001、1002。利用层离辊 1081、1082 将第二载体料片 1071、1072 从第一和第二 GIG 子组件 1001、1002 层离。将第二载体料片 1071、1072 从第一和第二 GIG 子组件 1001、1002 剥去并且卷绕在垃圾轮 1083、1084 上。将 GIG 子组件 1001、1002 的粘合剂层的粘合剂衬垫 1073、1074 剥去并且收集到垃圾轮 1085、1086 上。

[0107] 由退绕轮 1076 递送电解质膜料片 1075。在一些实施例中, 如图 10 所示, 电解质膜料片 1075 可包括连续催化剂涂覆的电解质膜, 该膜具有图案化的催化剂区域 1070。将电解质膜料片 1075 传送至粘合位置 1088。

[0108] 在粘合位置 1088 处, 传感器 1095、1096 有利于将第一 GIG 子组件 1001 的 GDL 与电解质膜子组件 1075 的一个表面上的图案化的催化剂区域 1070 对齐。第一 GIG 子组件 1001 的粘合剂层利用由粘合辊 1087 所施加的压力将第一 GIG 子组件 1001 粘合至电解质膜 1075。传感器 1097、1098 有利于将第二 GIG 子组件 1002 的 GDL1005 与电解质膜子组件 1075 的表面上的图案化的催化剂区域对齐。第二 GIG 子组件 1002 的粘合剂层利用由粘合辊 1004 所施加的压力将第二 GIG 子组件 1002 粘合至电解质膜 1075。在一些实施例中, 可利用单个粘合阶段 (如单对粘合辊) 将第一和第二 GIG 子组件 1001、1002 同时粘合至电解质膜料片 1075 的相对的表面。所得的产品为用垫圈装配的 MEA 子组件料片 1090, 该料片可直接被递送至后续的加工步骤, 或者被卷在卷绕轮 1099 上作为卷材。例如, 用垫圈装配的 MEA 子组件料片 1090 可用于后续的卷材或片材工艺以借助整合流体流板制造燃料电池组, 或者可以进行存储直至准备切割成片材或零件。

[0109] 上述有关对本发明的多种实施例进行描述的目的是为了举例说明和描述。并非意图穷举本发明或将本发明局限于所公开的精确形式。可以按照上述教导内容进行多种修改和变化。例如, 结合附图所描述的各种旋转粘合工艺可以反过来使用非旋转方法和装置 (例如使用 (如) 本领域所已知的步骤以及重复压缩工艺和装置) 进行实现。所预期的是, 本发明的范围不受该具体实施方式的限定, 而更确切地说, 其受所附权利要求书的限定。

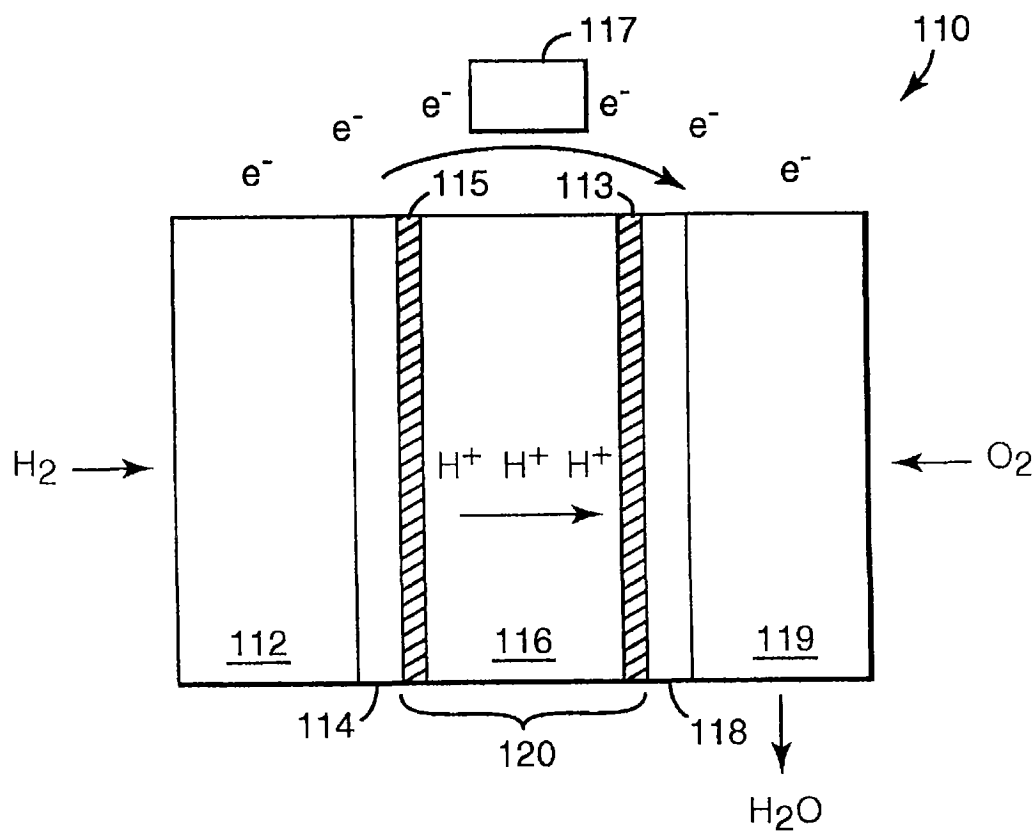


图 1

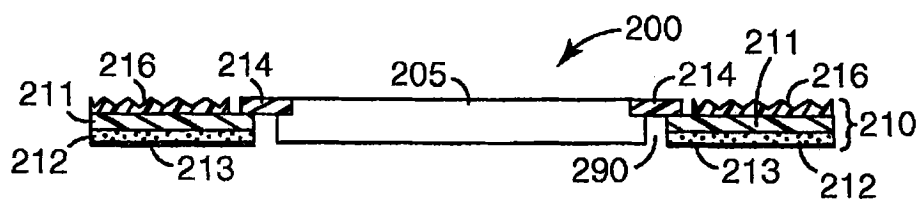


图 2A

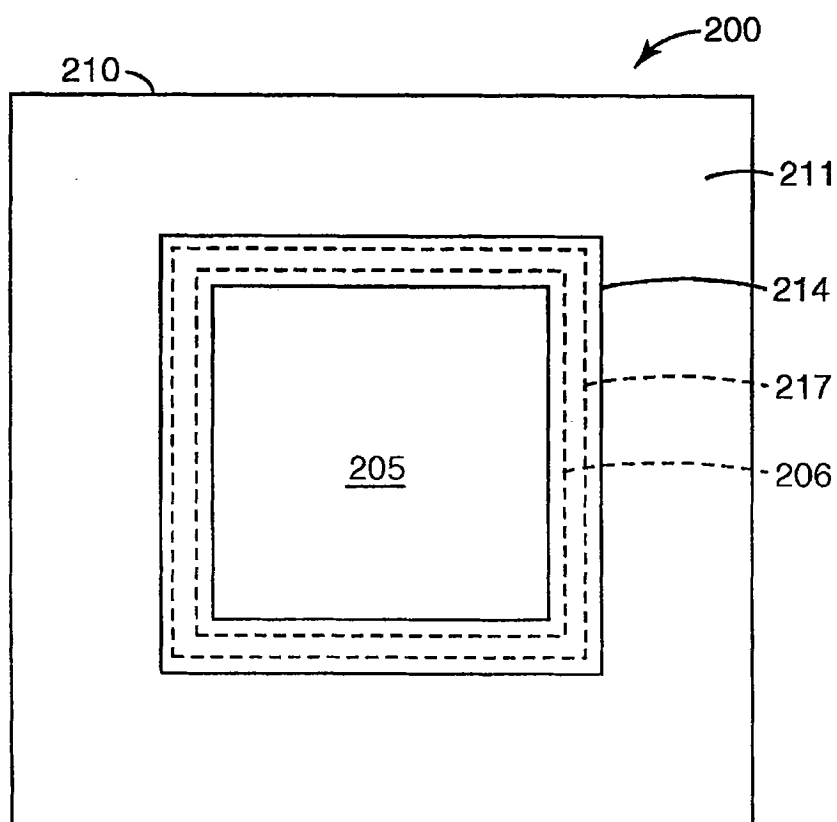


图 2B

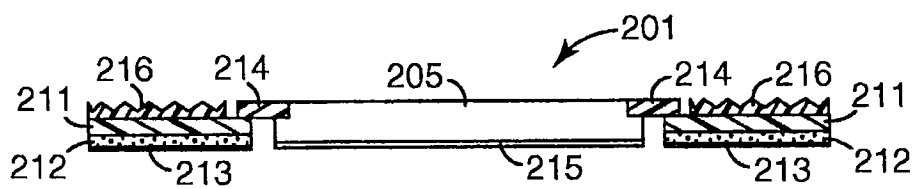


图 2C

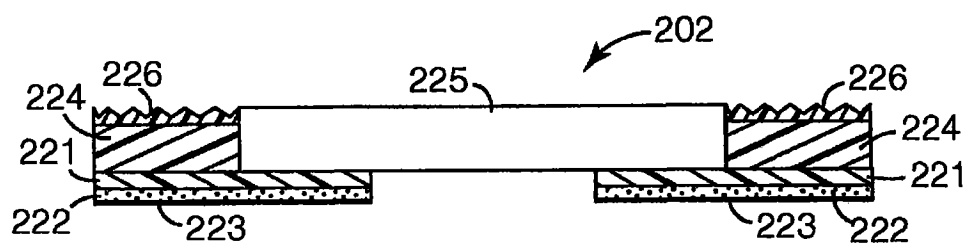


图 2D

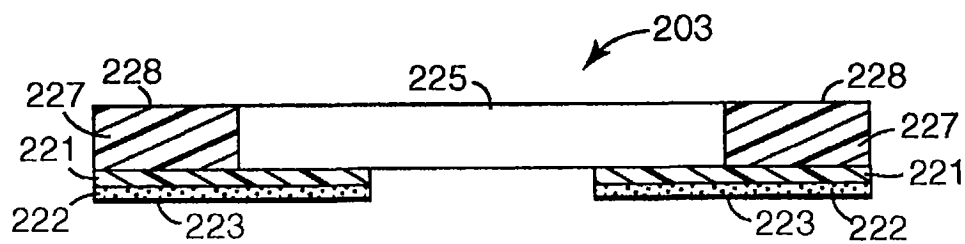


图 2E

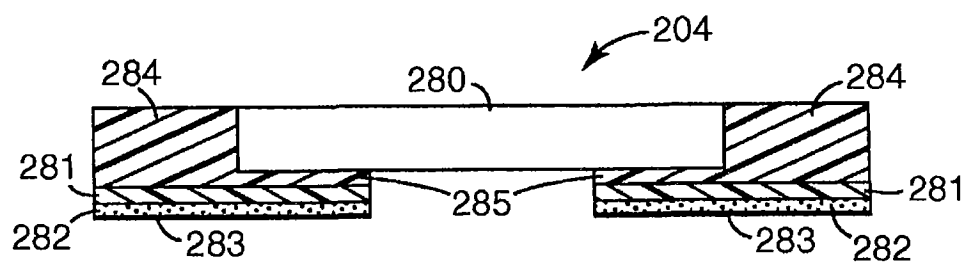


图 2F

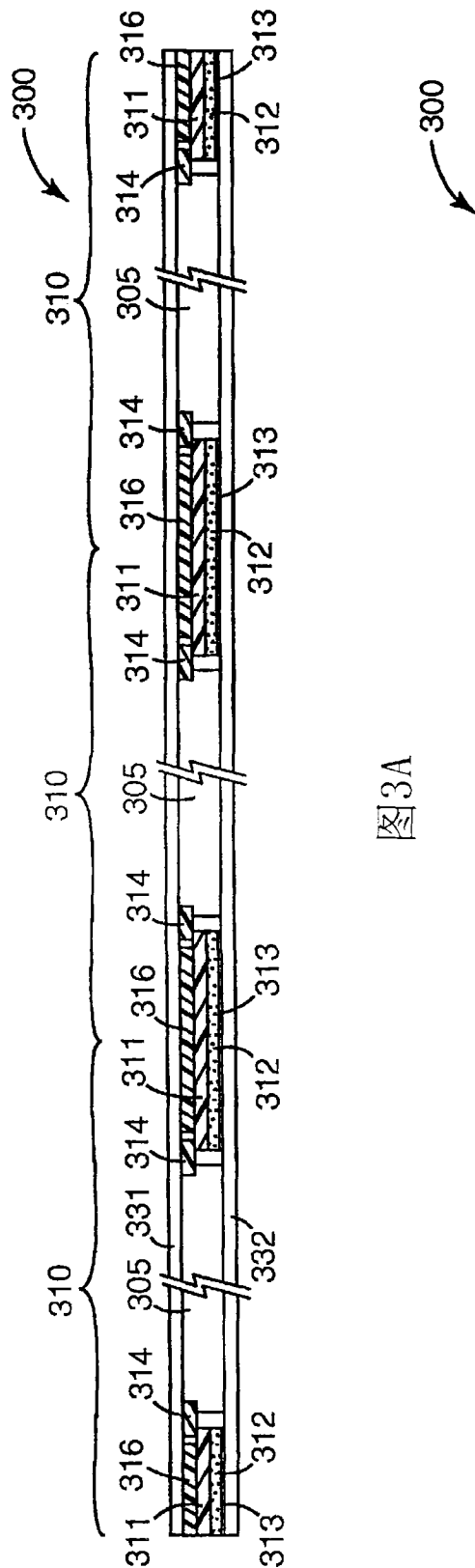


图3A

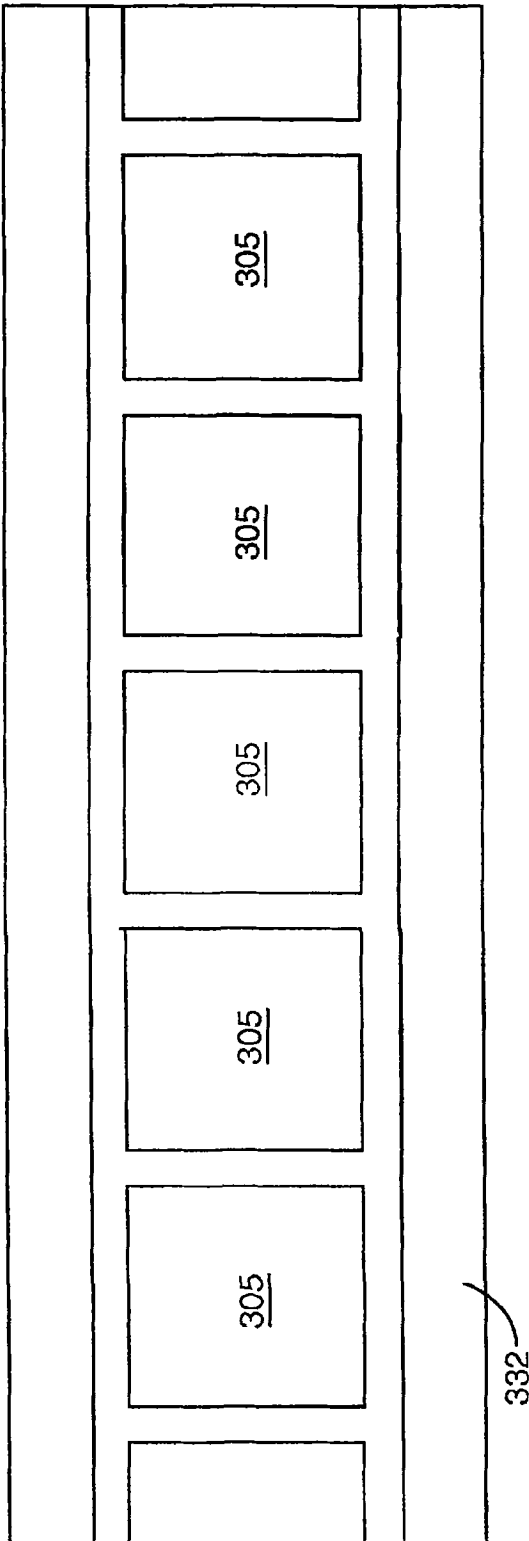


图3B

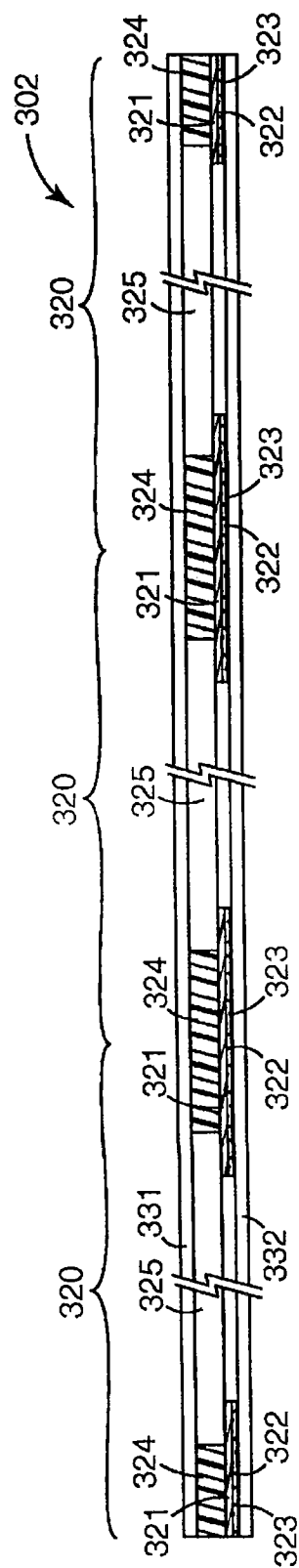


图 3C

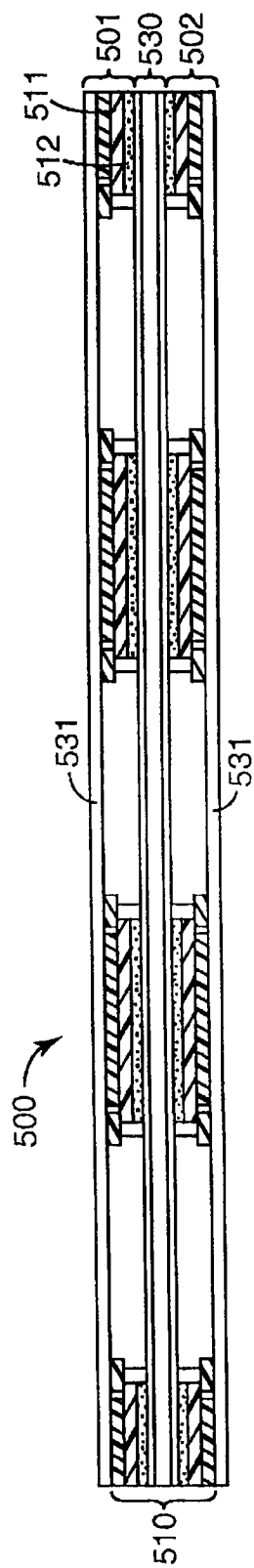


图 5

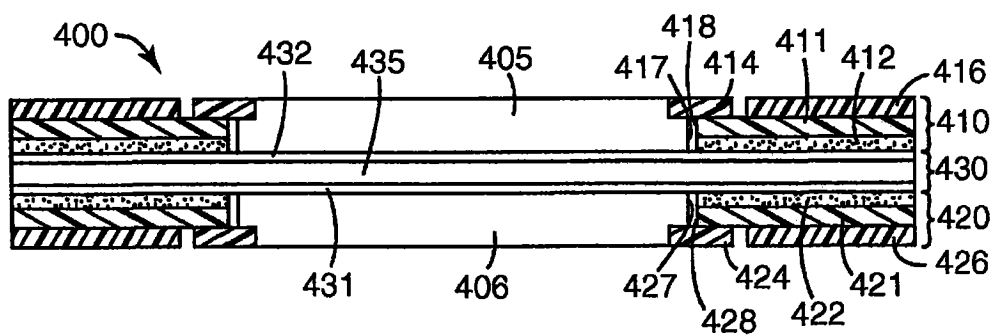


图 4A

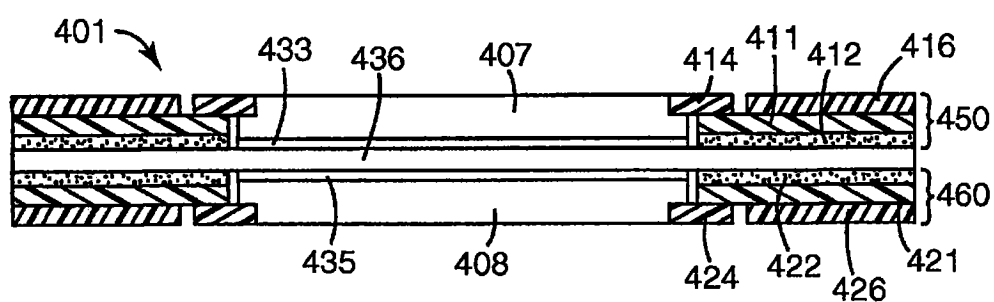


图 4B

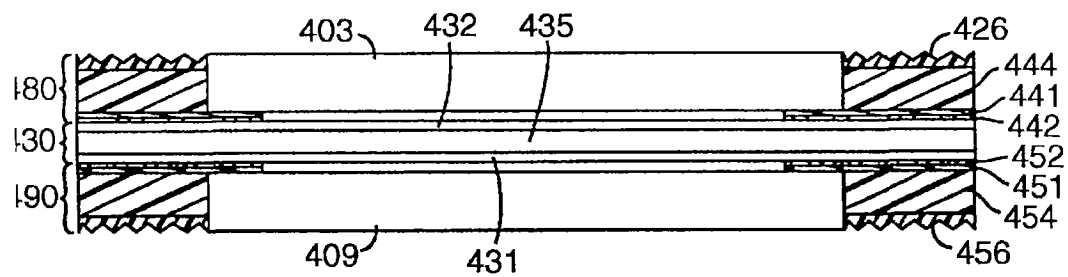


图 4C

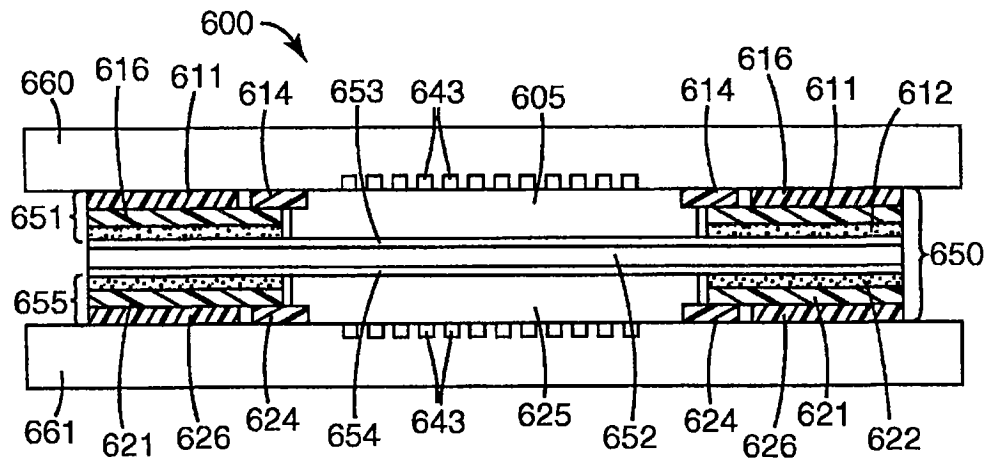


图 6

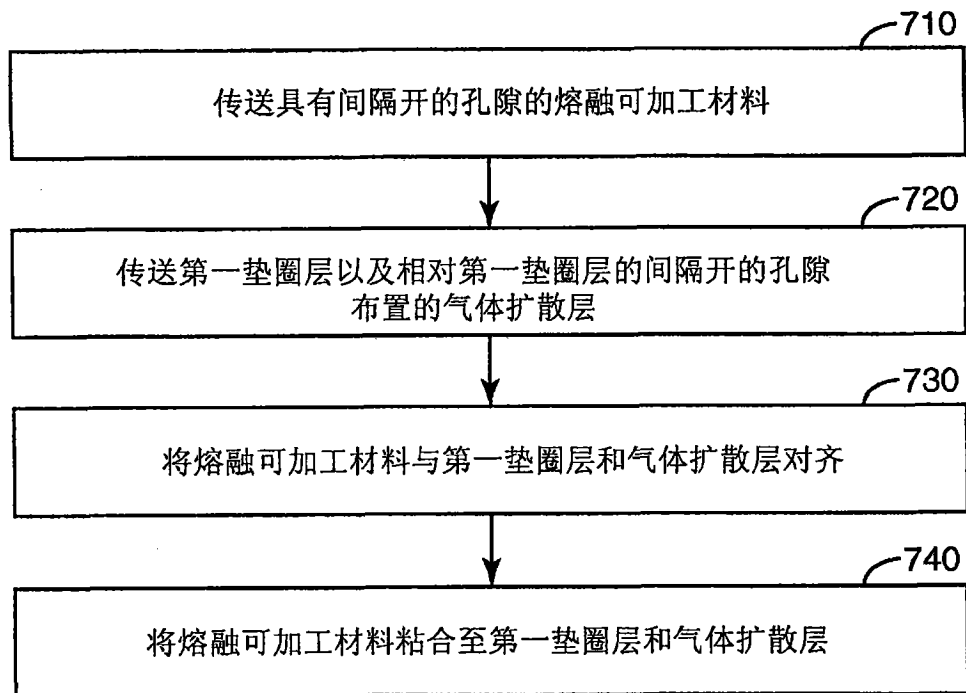


图 7A

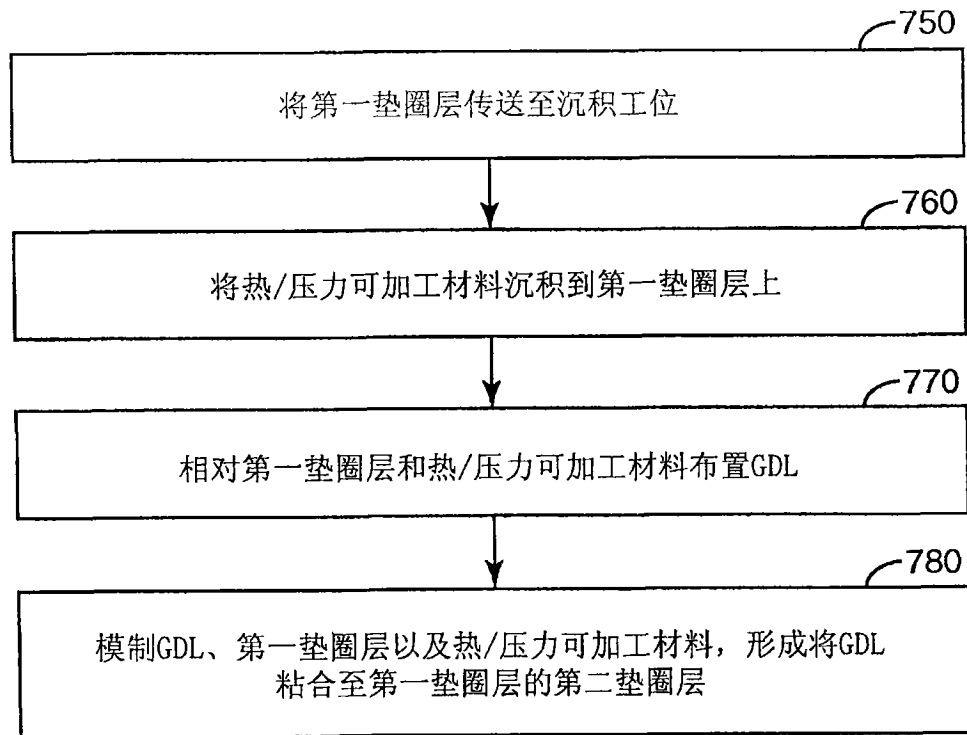


图 7B

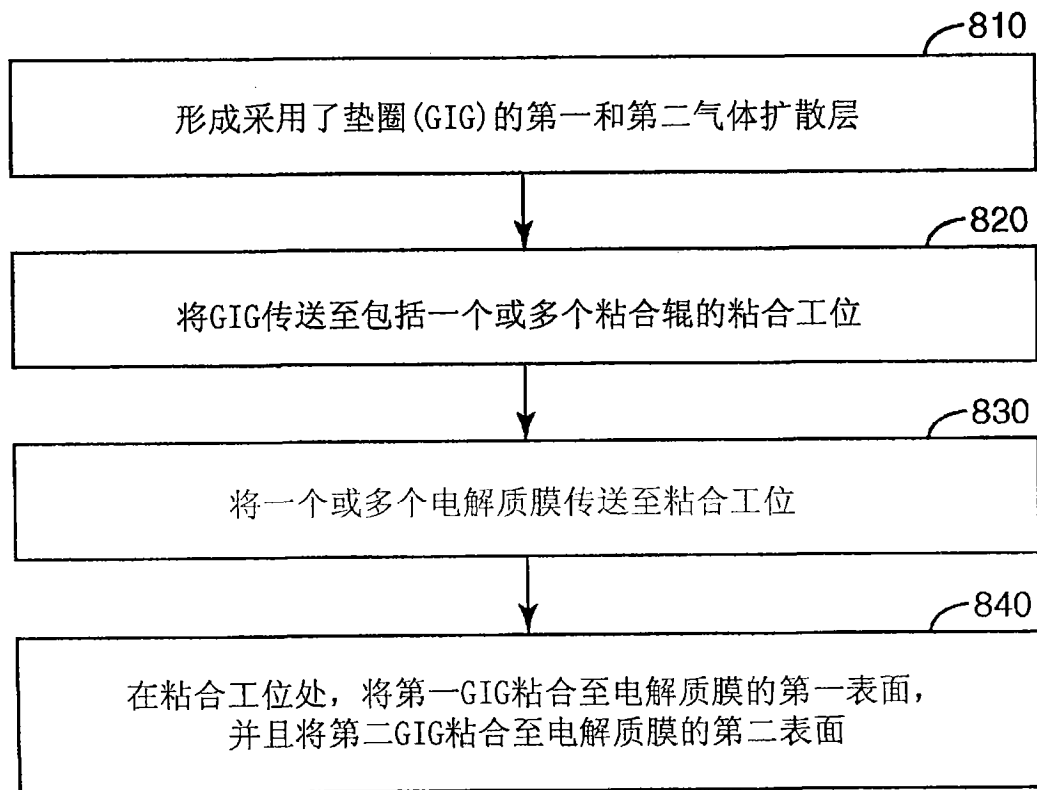


图 8

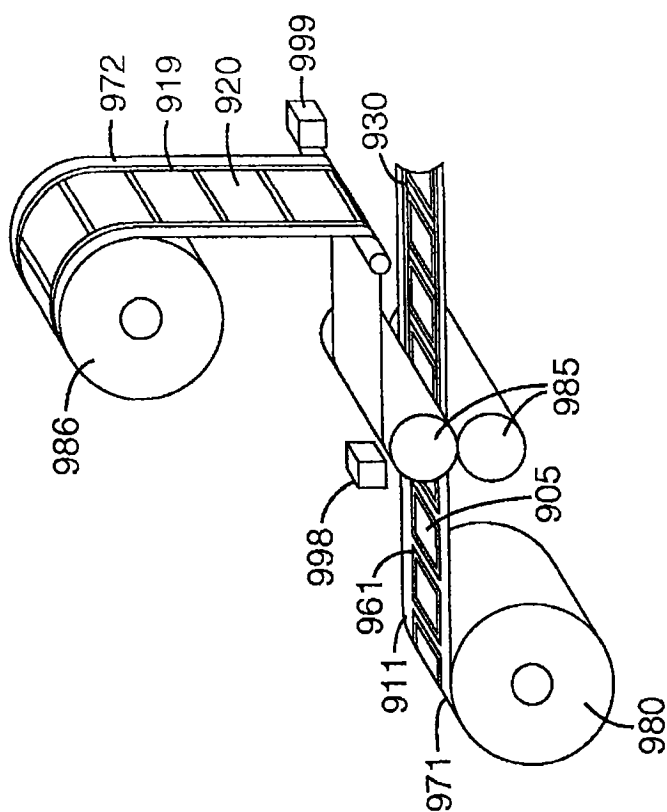


图9A

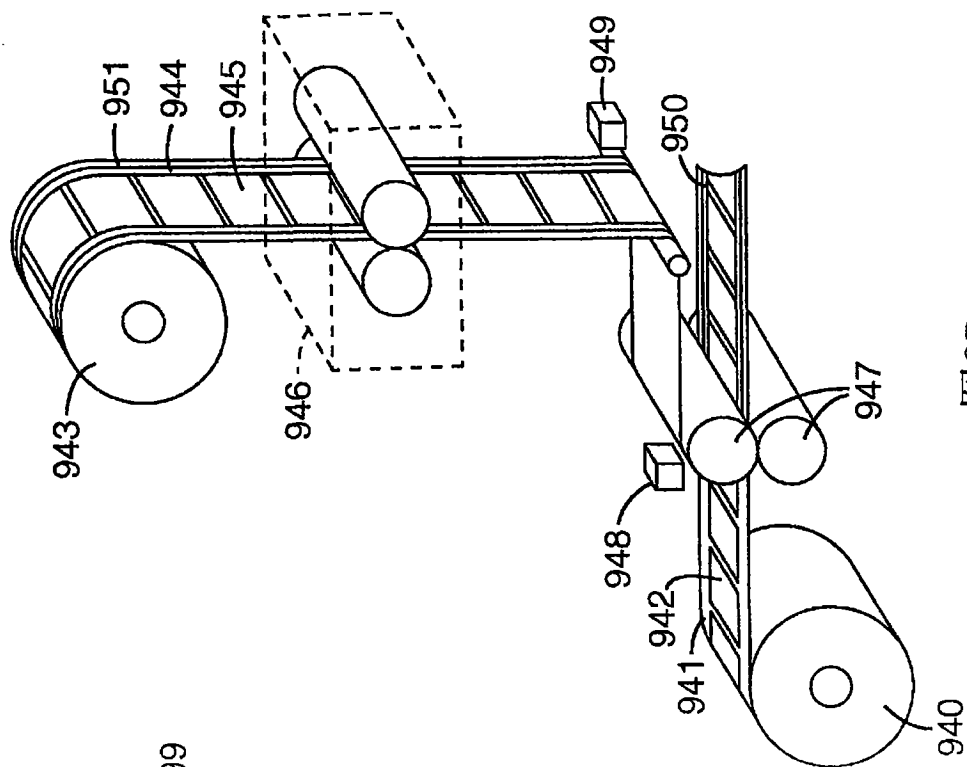


图9B

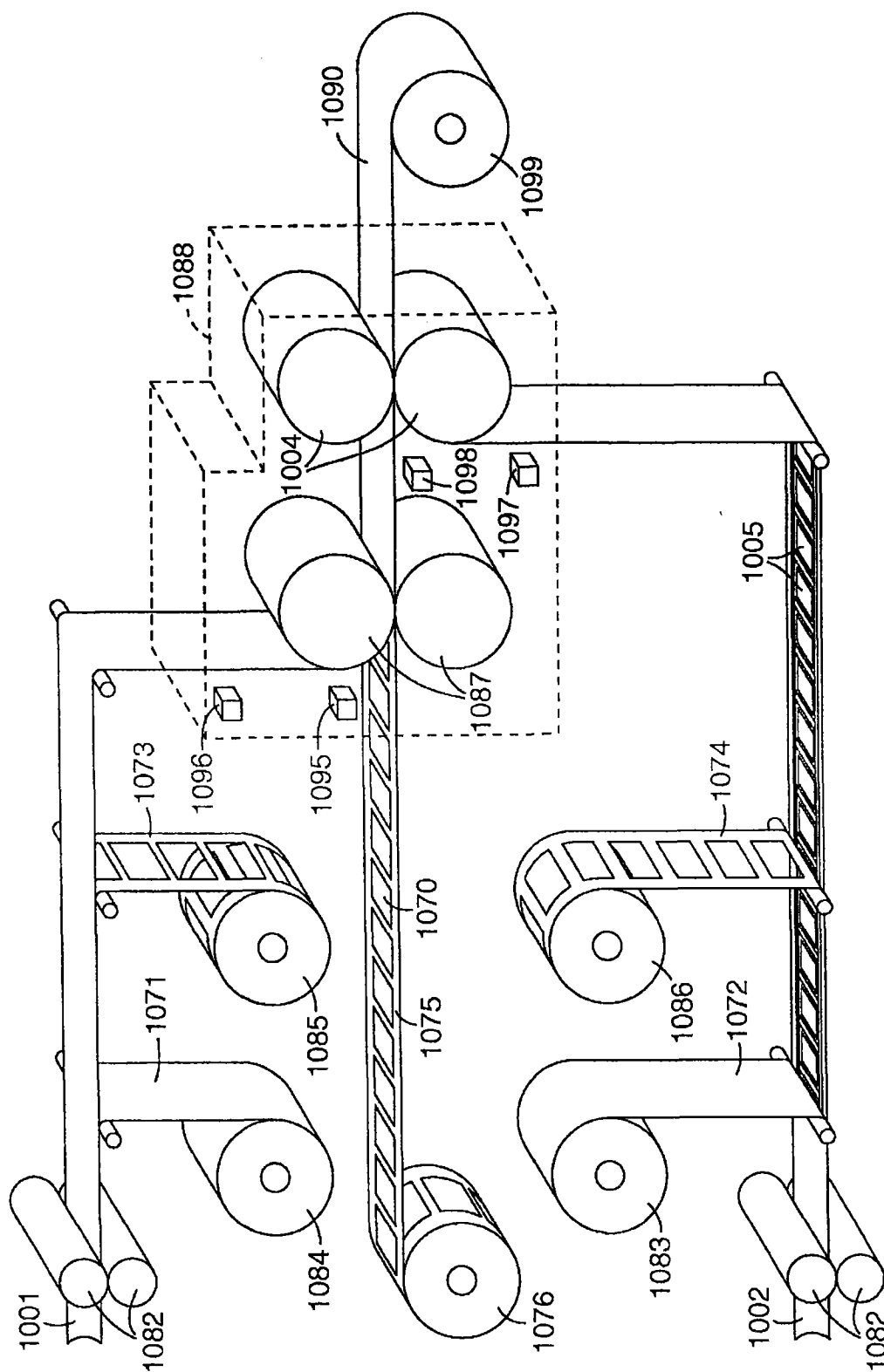


图 10