



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102687323 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 30

(21) 申请号 201080059305. X

(22) 申请日 2010. 12. 20

(30) 优先权数据

61/289, 036 2009. 12. 22 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 06. 25

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2010/061244 2010. 12. 20

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/146094 EN 2011. 11. 24

(73) 专利权人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 埃里克·J·艾佛森

丹尼尔·M·皮尔庞特

迈克尔·A·扬德拉希茨

史蒂文·J·哈姆罗克

斯特凡·J·奥布拉多维奇

唐纳德·G·彼得森

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219

代理人 梁晓广 关兆辉

(51) Int. Cl.

H01M 8/02(2006. 01)

H01M 8/10(2006. 01)

H01M 8/24(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2005/0095490 A1, 2005. 05. 05,

WO 00/10216 A1, 2000. 02. 24,

CN 1992406 A, 2007. 07. 04,

审查员 王臻

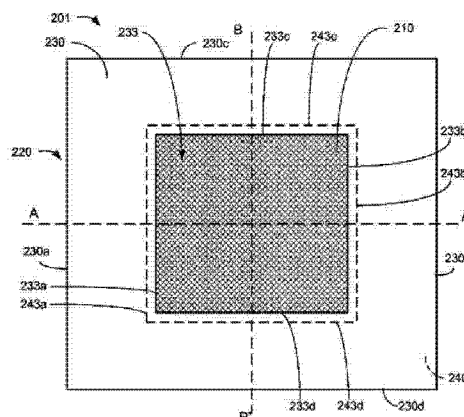
权利要求书2页 说明书18页 附图32页

(54) 发明名称

采用子垫片式节约膜的燃料电池子组件

(57) 摘要

本文公开了包括多个单个电解质膜的燃料电池卷材子组件。一个或多个第一子垫片附接到所述单个电解质膜。每个所述第一子垫片至少具有一个孔并且所述第一子垫片被布置为使得所述单个电解质膜的所述中心区域通过所述第一子垫片的所述孔暴露出来。第二子垫片包括具有多个孔的幅材。所述第二子垫片幅材附接到所述一个或多个第一子垫片,使得所述单个电解质膜的所述中心区域通过所述第二子垫片幅材的所述孔暴露出来。所述第二子垫片幅材在面向所述电解质膜的所述子垫片表面上可以几乎不含或完全不含粘合剂。



1. 一种燃料电池卷材子组件,包括:

多个单个电解质膜,每个电解质膜包括中心区域;

附接到所述单个电解质膜的一个或多个第一子垫片,每个所述子垫片具有至少一个孔,所述第一子垫片被布置为使得所述单个电解质膜的所述中心区域通过所述第一子垫片的所述孔暴露出来;以及

包括具有多个孔的幅材的第二子垫片,所述第二子垫片的幅材被布置为使得所述单个电解质膜的所述中心区域通过所述第二子垫片的幅材的所述孔暴露出来,

其中所述第一子垫片的孔和所述第二子垫片的孔的尺寸不同。

2. 根据权利要求 1 所述的卷材子组件,其中:

所述一个或多个第一子垫片中的每一者包括具有朝向所述电解质膜定向的第一子垫片表面的第一子垫片层,所述第一子垫片具有设置在所述第一子垫片表面上的第一粘合剂层;并且

所述第二子垫片包括具有朝向所述电解质膜定向的第二子垫片表面的第二子垫片层,其中所述第二子垫片表面的至少 25% 上未设置有第二粘合剂层。

3. 根据权利要求 2 所述的卷材子组件,其中每个所述第一子垫片的所述第一粘合剂层附接到所述第二子垫片表面。

4. 根据权利要求 1 所述的卷材子组件,其中:

每个所述第一子垫片包括具有朝向所述电解质膜定向的第一子垫片表面的第一子垫片层,每个所述第一子垫片具有设置在所述第一子垫片表面上的第一粘合剂层;并且

所述第二子垫片包括具有朝向所述电解质膜定向的第二子垫片表面的第二子垫片层,所述第二子垫片具有设置在所述第二子垫片表面上的第二粘合剂层。

5. 根据权利要求 1 所述的卷材子组件,其中所述一个或多个第一子垫片为包括具有多个孔的幅材的第一子垫片,其中所述电解质膜的至少一些为催化剂涂覆的膜,所述卷材子组件还包括设置在所述单个电解质膜的所述中心区域上的气体扩散层或催化剂涂覆的气体扩散层。

6. 根据权利要求 1 所述的燃料电池卷材子组件,其中所述第一子垫片的孔小于所述第二子垫片的孔。

7. 根据权利要求 1 所述的燃料电池卷材子组件,其中所述电解质膜中的至少一些是催化剂涂覆电解质膜,所述催化剂涂覆电解质膜包括第一催化剂、第二催化剂和电解质膜,所述电解质膜具有相对的第一和第二主表面和相对的第一和第二边缘,其中所述第一催化剂处于所述第一主表面上,所述第二催化剂处于所述第二主表面上,并且所述电解质膜中的至少之一的所述第一边缘和第二边缘、所述第一催化剂和所述第二催化剂是具有共同边界的。

8. 一种燃料电池卷材子组件,包括:

多个单个电解质膜,每个电解质膜包括中心区域;

粘附于所述单个电解质膜的一个或多个第一子垫片,每个所述第一子垫片具有至少一个孔,所述第一子垫片被布置为使得所述单个电解质膜的所述中心区域通过所述第一子垫片的所述孔暴露出来;以及

包括具有多个孔的幅材的第二子垫片,所述第二子垫片的幅材被布置为使得所述单个

电解质膜的所述中心区域的第二表面通过所述第二子垫片的幅材的所述孔暴露出来,其中所述第二子垫片表面的大部分上未设置有粘合剂层

其中所述第一子垫片的孔和所述第二子垫片的孔的尺寸不同。

9. 根据权利要求 8 所述的燃料电池卷材子组件,其中每个所述第一子垫片的第一粘合剂层接触所述第二子垫片表面。

10. 根据权利要求 8 所述的燃料电池卷材子组件,其中所述一个或多个第一子垫片包括具有多个孔的幅材。

11. 根据权利要求 8 所述的燃料电池卷材子组件,其中所述电解质膜包括催化剂涂覆的膜。

采用子垫片式节约膜的燃料电池子组件

[0001] 根据能源部授予的合同 No. DE-FG36-07G017006 的规定,本发明得到美国政府支持。政府拥有本发明的某些权利。

[0002] 相关专利申请的交叉引用

[0003] 本专利申请要求于 2009 年 12 月 22 日提交的美国临时专利申请 No. 61/289036 的优先权,该专利的公开内容全文以引用方式并入本文。

技术领域

[0004] 本发明整体涉及燃料电池子组件以及用于制造燃料电池子组件的系统。

背景技术

[0005] 燃料电池是一种通过混合氢燃料和空气中的氧而生成电、热及水的电化学反应装置。燃料电池不利用燃烧,因此,燃料电池几乎不会产生危害性流出物。燃料电池直接将氢燃料和氧转化为电能,较之例如内燃发电机,其效率高得多。

[0006] 典型的燃料电池电源系统包括电源部分,其中提供了一个或多个燃料电池堆。燃料电池电源系统的功效部分地取决于单个燃料电池内部和相邻燃料电池堆之间的各种接触和密封界面的完整性。

[0007] 可将子垫片部署在燃料电池的电解质膜上以密封燃料电池的活性区域并为电解质膜提供尺寸稳定性。在压力下,电池堆中的燃料电池组件的边缘可能导致膜上局部应力集中,这可能导致燃料电池失效。子垫片为膜提供支承,以降低该失效机制的发生率。

发明内容

[0008] 实施例涉及具有多个单个电解质膜的燃料电池卷材子组件。一个或多个第一子垫片附接到单个电解质膜。每个第一子垫片具有至少一个孔,并且第一子垫片被布置为使得单个电解质膜的中心区域的第一表面通过第一子垫片的孔暴露出来。第二子垫片包括具有多个孔的幅材。第二子垫片幅材被布置为使得单个电解质膜的中心区域的第二表面通过第二子垫片幅材的孔暴露出来。

[0009] 其他实施例包括具有子垫片幅材的燃料电池卷材子组件,所述子垫片幅材具有附接到多个单个电解质膜的多个孔。子垫片幅材被布置为使得单个电解质膜的中心区域的表面通过子垫片幅材的孔暴露出来。

[0010] 一些实施例涉及包括电解质膜的燃料电池组合件,所述电解质膜具有粘附于电解质膜的第一子垫片。第一子垫片具有朝向电解质膜定向的第一子垫片表面以及设置在第一子垫片表面上的第一粘合剂层。燃料电池组合件包括第二子垫片,其具有朝向电解质膜定向的第二子垫片表面。第二子垫片在第二子垫片表面的大部分上不包括第二粘合剂层。

[0011] 燃料电池卷材子组件包括多个单个电解质膜,每个单个电解质膜具有中心区域。一个或多个第一子垫片粘附于各个单个电解质膜,每个第一子垫片具有至少一个孔。第一子垫片被布置为使得单个电解质膜的中心区域通过第一子垫片的孔暴露出来。燃料电池卷

材组件还包括第二子垫片,其包括具有多个孔的幅材。第二子垫片幅材被布置为使得单个电解质膜中心区域的第二表面通过第二子垫片幅材的孔暴露出来。粘合剂层未设置在第二子垫片表面的大部分上。

[0012] 制造燃料电池卷材子组件的自动化卷对卷方法包括提供具有多个孔的细长第一子垫片幅材与多个单个电解质膜之间的相对移动。将单个电解质膜与第一子垫片幅材对齐,使得每个电解质膜的中心区域与第一子垫片幅材的孔对齐。将单个电解质膜附接到第一子垫片幅材。

[0013] 根据一种实施方式,可将第一子垫片幅材切成多个单个的子垫片式膜。具有多个孔的第二子垫片幅材与所述多个单个的子垫片式膜对齐,使得每个电解质膜的中心区域与第二子垫片幅材的孔对齐。各个单个子垫片式膜附接到第二子垫片幅材。

[0014] 根据另一种实施方式,具有多个孔的第二子垫片幅材可与第一子垫片幅材对齐并附接到第一子垫片幅材上,所述第一子垫片幅材具有附接到其上的单个膜。

[0015] 本发明的以上概述并非旨在说明本发明所公开的每个实施例或本发明的每种实施方式。结合附图并参照下文的具体实施方式以及所附权利要求书,再结合对本发明比较完整的理解,本发明的优点和成效将变得显而易见并且为人所领悟。

附图说明

[0016] 图 1 示出典型燃料电池及其基本操作;

[0017] 图 2A、2B 和 2C 为采用节约式电解质膜和单面粘合剂子垫片的燃料电池子组件的平面视图和横截面视图;

[0018] 图 2D 为采用图 2A 的子垫片式膜和催化剂涂覆的气体扩散层的五层膜电极组件的横截面视图;

[0019] 图 2E-2G 示出各种子垫片式电解质膜,其中至少一个子垫片层的大部分不具有粘合剂;

[0020] 图 2H 示出子垫片式电解质膜,其中至少一个子垫片层的一部分包括能减轻膜移动的表面处理;

[0021] 图 3A 为具有单面粘合剂子垫片的节约式催化剂涂覆的膜的横截面;

[0022] 图 3B 为采用图 3A 的子垫片式催化剂涂覆的膜的五层 MEA 的横截面视图;

[0023] 图 3C 示出采用半个子垫片式 CCM 的 MEA;

[0024] 图 4 示出包括燃料电池子组件幅材的燃料电池卷材;

[0025] 图 5A-5C 为包括多个级联在一起的燃料电池子组件的燃料电池子组件幅材的平面视图、y 方向和 x 方向的横截面视图;

[0026] 图 5D、5E 和 5F 分别为采用图 5A 的燃料电池子组件幅材的五层 MEA 幅材的平面视图、y 方向和 x 方向的横截面视图;

[0027] 图 5G 和 5H 分别为包括多个具有单个电解质膜的级联在一起的燃料电池子组件和单个第一子垫片的燃料电池子组件幅材的平面视图和横截面视图;

[0028] 图 5I 和 5J 分别为采用图 5G 的燃料电池子组件幅材的五层 MEA 幅材的平面视图和横截面视图;

[0029] 图 6A-6C 示出在 x 和 y 方向上具有 CCM 节约的燃料电池子组件幅材;

- [0030] 图 6D、6E 和 6F 示出使用图 6A 的燃料电池子组件幅材形成的五层 MEA 幅材；
- [0031] 图 6G 和 6H 分别为包括多个具有单个 CCM 的级联在一起的燃料电池子组件和单个第一子垫片的燃料电池子组件幅材的平面视图和横截面视图；
- [0032] 图 6I 和 6J 分别为采用图 6G 的燃料电池子组件幅材的五层 MEA 幅材的平面视图和横截面视图；
- [0033] 图 7A-7F 示出燃料电池子组件幅材，其包括 x 和 y 方向的电解质膜节约，且具有在第一和第二子垫片层上具有粘合剂的子垫片；
- [0034] 图 7G 和 7H 分别为包括多个具有单个电解质膜的级联在一起的燃料电池子组件和单个第一子垫片的燃料电池子组件幅材的平面视图和横截面视图；
- [0035] 图 7I 和 7J 分别为采用图 7G 的燃料电池子组件幅材的五层 MEA 幅材的平面视图和横截面视图；
- [0036] 图 8A-8F 示出燃料电池子组件幅材，其包括 x 和 y 方向的 CCM 节约，且具有在第一和第二子垫片层上具有粘合剂的子垫片；
- [0037] 图 8G 和 8H 为包括多个具有单个电解质膜的级联在一起的燃料电池子组件和单个 CCM 的燃料电池子组件幅材的平面视图和横截面视图；
- [0038] 图 8I 和 8J 分别为采用图 8G 的燃料电池子组件幅材的五层 MEA 幅材的平面视图和横截面视图；
- [0039] 图 9 为示出用于制造子垫片式燃料电池子组件幅材的工艺的工艺流程图；
- [0040] 图 10A-10D 示出被构造为生产 x 和 y 节约的燃料电池子组件的卷对卷系统的各种子系统，所述子组件包括子垫片式膜幅材、单个子垫片式膜、五层 MEA 幅材、单个五层 MEA 和各种中间燃料电池子组件；
- [0041] 图 11A-11N 为用图 10A-10D 的子系统生产的输入、中间和 / 或输出子组件幅材或子组件的 x 方向(幅材纵向)横截面；
- [0042] 图 12A 和 12B 示出用于预处理电解质膜的可选子系统；
- [0043] 图 13A 为发泡真空压模滚轮的横截面示意图；
- [0044] 图 13B 为发泡真空压模滚轮的实施例和用于制造发泡真空压模滚轮的工艺；
- [0045] 图 14 示出温度测试前具有双面粘合剂子垫片的样品 MEA 构造；
- [0046] 图 15 示出温度测试后图 15 的 MEA 构造；
- [0047] 图 16 示出温度测试前在膜上采用单面粘合剂子垫片的 MEA 构造；以及
- [0048] 图 17 示出温度测试后图 18 的 MEA 构造。
- [0049] 虽然本发明可修改为各种修改形式和替代形式，但其具体细节已以举例的方式在附图中示出并且将会作详细描述。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，其目的在于涵盖落入所附权利要求所限定的本发明范围内的所有修改形式、等同形式和可供选择的形式。

具体实施方式

[0050] 在下文对所举例说明的实施例的叙述中将参考构成本发明一部分的附图，并且在附图中以举例方式示出可以在其中实施本发明的多个实施例。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，并且可以进行结构上的修改。

[0051] 燃料电池 110 (不具有子垫片、垫片或密封件)的基本组件示于图 1 中。在工作中,氢燃料 H₂ 越过第一流体贯通口 112 并通过气体扩散层 (GDL) 114 被引入燃料电池 110 的阳极部分中。在催化剂层 115 的表面上,氢燃料分解为氢离子 (H⁺) 和电子 (e⁻)。

[0052] 电解质膜 116 只允许氢离子或质子和水通过电解质膜 116 到达燃料电池 110 的阴极催化剂层 113。电子不能通过电解质膜 116,而是以电流的形式从外部电路通过。该电流可以为诸如电动马达等电负载 117 提供电力或能被导入诸如可充电电池的能量贮藏装置。

[0053] 氧气 O₂流经第二流场板 119 并通过燃料电池 110 的阴极侧处的第二 GDL 118。在阴极催化剂层 113 的表面上,氧气、质子和电子结合生成水 (H₂O) 和热量。

[0054] 单个燃料电池 (例如图 1 所示的燃料电池 110)可与多个其他燃料电池结合形成燃料电池堆。电池堆内燃料电池的数量决定了电池堆的总电压,每个电池的面积决定了总电流。给定燃料电池堆产生的总电能可通过电池堆总电压与总电流的乘积确定。

[0055] 燃料电池堆为密封结构。子垫片、垫片和 / 或密封件通常围绕电解质膜活性区域的周边部署。催化剂可以设置在膜的表面上、设置在 GDL 上,或者可以部分设置在 GDL 上并部分设置在膜上。子垫片和 / 或垫片可以在电解质膜的一个表面或两个表面的上面、上方或附近设置,和 / 或可以在 GDL 的一个表面或两个表面上设置,和 / 或可以在面向 GDL 的流体流板的一个表面或两个表面上设置。

[0056] 需要大批量生产 MEA 和 / 或燃料电池的其他子组件以将燃料电池发电的成本降低到使该技术能被纳入到更广泛应用的程度。除大批量生产外,部件成本的降低还促使最终产品总成本的降低。电解质膜为 MEA 的较昂贵的部件之一,并且通常期望减少用于形成卷材燃料电池子组件的电解质膜的数量,从而降低燃料电池堆的成本。用于减少在 MEA 中使用的电解质膜的数量技术在本文中称为“膜节约”。

[0057] 本文讨论的一些实施例示出了膜节约式燃料电池子组件幅材,以及用于制造节约式燃料电池子组件幅材的工艺和系统。膜节约涉及节省膜材料以降低例如燃料电池子组件卷材产品总成本的制造工艺。

[0058] 一些实施例示出了子垫片式燃料电池子组件,其包括电解质膜或设置在第一半子垫片和第二半子垫片之间的催化剂涂覆的膜 (CCM)。第一半子垫片具有朝向电解质膜定向的第一表面,第二半子垫片具有朝向电解质膜定向的第二表面。第一半垫片表面和第二半垫片表面中的至少一者具有粘合剂层。第一半垫片表面和第二半垫片表面中的至少一者的大部分不具有粘合剂层。子垫片表面的“大部分”不具有粘合剂层是指子垫片表面的至少 25%、或子垫片表面的至少 50%、或基本上整个子垫片表面都不具有粘合剂层。在具有第一半垫片 (具有粘合剂层) 和第二半垫片 (没有粘合剂) 的 MEA 中,第二半垫片通过第一半子垫片的粘合剂层粘附于第一半子垫片上,并且未通过粘合剂附接到膜上。

[0059] 在一些应用中,包括在面向电解质膜的表面上具有粘合剂的第一半子垫片和面向电解质膜的表面的大部分或全部不含粘合剂层的第二半子垫片的子垫片提高了子垫片式燃料电池子组件的稳定性。例如,在超过 80°C 的温度和压力下,即便粘合剂层存在于两个子垫片层的表面上,亦可以通过挤压或转移电解质膜来改变电解质膜相对于子垫片的位置。从不希望受到任何针对该现象的特定理论束缚的角度出发,一种解释为,在较高的温度下存在于子垫片层和膜的界面处的粘合剂变得稍微更加润滑,从而在施加压力时使膜移位和 / 或挤出。然而,当至少一个子垫片表面的大部分不存在粘合剂时,即使其他子垫片表面的

大部分包含粘合剂,膜的移位和 / 或挤出也会降低。电解质膜的移位和 / 或挤压的降低可归因于电解质膜和不具有粘合剂的子垫片层之间的增大的摩擦。

[0060] 图 2A 为燃料电池子组件 201 的平面视图,图 2B 和 2C 分别为燃料电池子组件 201 通过线 A—A' 和 B—B' 截取的横截面视图。子组件 201 包括电解质膜 210 和子垫片 220,所述子垫片 220 包括第一半子垫片 230 和第二半子垫片 240。半子垫片 230、240 设置在电解质膜 210 的周边并且具有“框架”形式,其具有孔 233、243,电解质膜 210 的中心区域通过所述孔暴露出来。尽管图 2A 中示出了矩形框架形半子垫片,但是半子垫片可呈现任何形状,如圆形、五边形、六边形等等。此外,每个半子垫片 230、240 可以是一个连续层,或者可以包括若干围绕电解质膜周边布置的小片。每个半子垫片 230、240 可以包括一个或多个层。

[0061] 第一半子垫片 230 与第二半子垫片 240 的尺寸可以相同也可以不同。如果第一半子垫片和第二半子垫片尺寸相同(如图 2A-2C 中所示),那么第一半子垫片 230 的边缘 230a、230b、230c、230d 与第二半子垫片 240 的对应边缘 240a、240b、240c、240d 对齐。然而,如果第一半子垫片和第二半子垫片的尺寸不同,那么第一半子垫片的一个或多个边缘不与第二半子垫片的对应边缘对齐。

[0062] 第一半子垫片孔 233 与第二半子垫片孔 243 的尺寸可以相同也可以不同。图 2A-2C 示出实施方式,其中第一半子垫片 230 的孔 233 小于第二半子垫片 240 的孔 243。当第一半子垫片孔 233 小于第二半子垫片孔 243 时,则更多的第一半子垫片孔的边缘 233a、233b、233c、233d 不与对应的第二半子垫片孔的边缘 243a、243b、243c、243d 对齐。在一些构造中,第一半子垫片孔与第二半子垫片孔的尺寸相同,在这种情况下,第一半子垫片和第二半子垫片的孔的边缘就会对齐。

[0063] 第一半子垫片 230 具有朝向电解质膜 210 定向的第一表面 231。包含如压敏粘合剂 (PSA) 或其他类型粘合剂的粘合剂层 250 设置在第一表面 231 上。第二半子垫片具有朝向电解质膜 210 定向的第二表面 241。第二半子垫片 240 的第二表面 241 的大部分不具有粘合剂或者整个第二表面 241 都不具有粘合剂。粘合剂可以存在于第二垫片表面上,只要朝向膜定向的第一垫片表面和第二垫片表面中的至少一者的大部分不包含粘合剂即可。没有粘合剂的大部分会促进子垫片表面与膜之间的摩擦,从而在与燃料电池工作相关的温度和压力过程中增大膜的位置稳定性。尽管第二半子垫片的第二表面 241 不具有粘合剂层,但其通过设置在第一半子垫片的第一表面 231 上的粘合剂层 250 粘附到第一半子垫片上。第二半子垫片未粘附于膜上。

[0064] 电解质膜 210 在 x 和 y 方向上“节约”,意指电解质膜仅仅在半子垫片 230、240 下方部分地延伸。如本文所用的膜节约是指通过减小电解质膜的 x 和 / 或 y 维度来减少用于形成燃料电池子组件的电解质膜的量。

[0065] 图 2D 为子垫片式五层膜电极组件 (MEA) 202 的横截面,该组件包括子垫片式电解质膜 201 (如结合图 2A-2C 所更加详细的描述)和催化剂涂覆的 GDL,所述催化剂涂覆的 GDL 包括设置在 GDL 262、263 上的催化剂层 212、213。

[0066] 图 2E 示出子垫片 260 和膜 210 的一部分。该子垫片包括第一半子垫片 264 和第二半子垫片 265。第一半子垫片 264 和第二半子垫片 265 具有朝向膜 210 定向的第一子垫片表面 266 和第二子垫片表面 267。在该实例中,第一表面 266 基本上被第一粘合剂层 268 覆盖。第二表面 267 具有第二粘合剂层 269。然而,第二半子垫片表面 267 的大部分 261 没

有粘合剂层。

[0067] 在一些实施例中,第一半子垫片表面在第一半子垫片表面的大部分或全部的上方具有粘合剂,并且第二半子垫片表面不具有粘合剂。图 2F 示出具有部署在膜 210 上方的第一半子垫片 271 和第二半子垫片 272 的子垫片 270。第一半子垫片 271 和第二半子垫片 272 分别具有朝向膜 210 定向的第一子垫片表面 273 和第二子垫片表面 274。粘合剂层 275 设置在第一半子垫片表面 273 的大部分上方。第二子垫片表面 274 不具有粘合剂。

[0068] 在一些实施例中,两个子垫片表面的一些部分都具有粘合剂并且两个子垫片表面的大部分不具有粘合剂。图 2G 示出具有部署在膜 210 上方的第一半子垫片 281 和第二半子垫片 282 的子垫片 280。第一半子垫片 281 和第二半子垫片 282 分别具有朝向膜 210 定向的第一子垫片表面 283 和第二子垫片表面 284。第一子垫片表面 283 的一个或多个部分具有粘合剂层 285。第二子垫片表面 284 的一个或多个部分具有粘合剂层 286。第一子垫片表面 283 的大部分 287 没有粘合剂。第二子垫片表面 284 的大部分 288 没有粘合剂。对于一些子垫片式膜构造,例如图 2F 和 2G 中所示的构造,半子垫片之间的界面和 / 或每个子垫片层和膜之间的界面的至少一些部分的任一子垫片表面处都不存在粘合剂。

[0069] 在一些实施例中,至少一个半子垫片包括用于减少第一半子垫片和第二半子垫片之间膜移动量的表面处理。例如,表面处理可以增大朝向膜的第一子垫片表面与第二子垫片表面之间的摩擦和 / 或可以增大子垫片表面与膜之间的摩擦。示例性的表面处理可以包括(例如)电晕处理、等离子体处理、底漆、在朝向膜的子垫片的一个或两个表面上提供微结构,和 / 或使朝向膜的子垫片的一个或两个表面粗糙化,和 / 或其他处理。还可以在子垫片的相对侧上添加表面处理以增大粘合剂与膜或塑料子垫片的粘合力。

[0070] 图 2H 示出子垫片式膜,其中朝向膜的第二半子垫片的表面的至少一部分具有增大摩擦和 / 或减少膜移动量的表面处理。子垫片 290 包括部署在膜 210 上方的第一半子垫片 291 和第二半子垫片 292。第一半子垫片 291 和第二半子垫片 292 分别具有朝向膜 210 定向的第一子垫片表面 293 和第二子垫片表面 294。第一子垫片表面 293 的一个或多个部分具有粘合剂层 295。第二子垫片表面 294 的大部分 296 不具有粘合剂。子垫片表面 293、294 中的一者或两者包括减少膜移动的表面处理 297。例如,表面处理可以增大膜与第二半子垫片的表面 294 之间的摩擦。表面处理 297 可以在基本上整个子垫片表面 293、294 上方或仅在子垫片表面的一部分的上方存在。

[0071] 图 3A 和 3B 分别为燃料电池子组件 301 和 302 的横截面。子组件 301 为子垫片式 CCM,子组件 302 为子垫片式五层 MEA。子组件 301 和 302 包括设置在子垫片 320 之间的催化剂涂覆的膜 (CCM) 311。CCM311 包括电解质膜 310 和催化剂层 312、313。子垫片 320 包括具有粘合剂 350 的第一半子垫片 330 和不具有粘合剂的第二半子垫片 340。半子垫片 330、340 为具有框架形式的周边子垫片,该框架具有孔 333、343,CCM 311 的某些部分(即中心区域)通过所述孔暴露出来。子组件 302 包括子组件 301,子组件 301 添加有设置在子垫片式 CCM 301 任一面上的 GDL 362、363。如图 3A 和 3B 的横截面示意图所示,CCM 的宽度可以小于 GDL 的宽度。在其他实施方式中,CCM 的宽度可以大于 GDL 的宽度,或者 CCM 和 GDL 可以具有基本上等同的宽度。GDL 可以使用合适的粘合剂来粘附或者通过加热来粘合到子垫片式 CCM。

[0072] 在一些实施方式中,电解质膜或 CCM 可只使用一个半子垫片来子垫片化,如图 3C

中所描绘的 MEA 303 所示。在该示例性实施方式中, MEA 303 包括具有电解质膜 310 和第一及第二催化剂层 312、313 的 CCM 311。第一半子垫片 330 具有粘合剂层 350。在这些实施方式中没有使用第二半子垫片。该 MEA 还包括安装在半垫片式 CCM 上方的 GDL362、363。

[0073] 如图 4 所示, 燃料电池子组件 401 (例如, 图 2-3 中所示的子组件) 可以被制造为多个级联在一起的子组件的卷材幅材 400。本文所讨论并于图 4 中示出的“幅材”为 x 轴尺寸远大于其 y 轴尺寸、且具有足够的柔韧性以便处理并以卷的方式保存的制品。该卷材幅材 400 可以包括(例如) 多个半子垫片式或全子垫片式燃料电池子组件 401, 例如半或全子垫片式膜或 CCM、五层 MEA 和 / 或其他燃料电池子组件 401。多个燃料电池子组件 401 可以沿着幅材 400 的 x 轴设置, 并且多个燃料电池子组件 401 可以在幅材 400 的整个 y 轴上设置。卷材幅材 400 可缠绕在具有适当衬里材料(如有必要) 的滚轴 402 上, 并且可以以成卷的形式销售。在形成燃料电池子组件卷材幅材 400 后, 可将幅材 400 切成单个燃料电池子组件 401, 如 MEA。然后可将单个 MEA 组装成燃料电池堆。

[0074] 卷材燃料电池子组件幅材可以包括根据本发明实施例的在 x 和 y 方向上都节约的电解质膜和 / 或 CCM。在 y 方向上的膜节约涉及膜在 y 方向(幅材横向方向)上宽度的减小, 所述膜可为膜幅材或 CCM 幅材。如下面的实例所示, 对于卷材燃料电池子组件幅材而言, 在 x 方向(幅材纵向方向)上的膜节约涉及使用多个单个电解质膜或 CCM 来形成燃料电池子组件幅材的多个燃料电池子组件。

[0075] 图 5A-5C 示出包括多个级联在一起的燃料电池子组件的燃料电池子组件幅材 500, 其上示出了子组件 503A、503B、503C。燃料电池子组件幅材 500 以展开的状况示于平面视图(图 5A)、沿着线 G-G' 的横截面视图(图 5B)以及沿着线 H-H' 的横截面视图(图 5C)中。在该实施方式中, 使用多个单个电解质膜 510A、510B、510C。子垫片 520 包括第一半子垫片幅材 530 和第二半子垫片幅材 540。第一半子垫片幅材 530 和第二半子垫片幅材 540 具有含孔 533、543 的连续阶梯的形式, 电解质膜 510A、510B、510C 的中心区域通过所述孔暴露出来。粘合剂层 550 设置在面向单个电解质膜 510A、510B、510C 的第一半子垫片幅材 530 的表面 531 上。面向单个电解质膜 510A、510B、510C 的第二半子垫片幅材 540 的表面 541 的大部分上未设置粘合剂。

[0076] 从图 5B 的横截面中可以看出, 单个电解质膜 510A、510B、510C 的使用提供了在 x 方向上的膜节约, 这是因为膜材料在相邻燃料电池子组件 503A、503B、503C 之间的区域 504 中得到了节省。单个电解质膜 510A、510B、510C 的使用还提供了在 y 方向上的膜节约, 如图 5C 的横截面所示。每个单个电解质膜 510A、510B、510C 在沿着燃料电池子组件幅材 500 侧面的区域 505 处节省了膜材料, 这是因为单个电解质膜 510A、510B、510C 在 y 方向上只在子垫片 520 的下方部分地延伸。

[0077] x 和 / 或 y 方向上的膜节约节省燃料电池组合件幅材中相邻燃料电池组件之间的区域内的膜材料, 和 / 或节省沿着燃料电池组合件幅材的侧面的区域内的膜材料。在这些区域中, 电解质膜在子垫片下方延伸到能在制造过程中实现燃料电池子组件幅材 500 的良好结构稳定性以及在燃料电池堆中操作时实现燃料电池子组件 503A、503B、503B 的良好稳定性和密封性能所必需的程度。

[0078] 图 5D、5E 和 5F 分别示出五层 MEA 幅材 502 的平面视图、y 方向和 x 方向横截面视图, 该幅材通过在燃料电池子组件幅材 500 上安装包括 GDL 562A、563A、562B、563B、562C、

563C 和催化剂涂层 564A、565A、564B、565B、564C、565C 的催化剂涂覆的 GDL 而形成。

[0079] 在一些实施例中,上面讨论的第一半子垫片幅材可以用多个单个的第一半子垫片 593A、593B、593C 替换,如图 5G 和 5H 中所示。图 5G 和 5H 示出包括多个级联在一起的燃料电池子组件的燃料电池子组件幅材 590,其上示出了子组件 591A、591B、591C。燃料电池子组件幅材 590 以展开的状况示于平面视图(图 5G)和沿着线 C-C' 的横截面视图(图 5H)中。在该实施方式中,使用了多个单个电解质膜 592A、592B、592C。燃料电池子组件幅材 590 包括多个单个的第一半子垫片 593A、593B、593C,每个半子垫片具有孔 598A、598B、598C,电解质膜 592A、592B、592C 的中心区域通过所述孔暴露出来。每个单个的第一半子垫片 593A、593B、593C 包括设置在面向单个电解质膜 592A、592B、592C 的第一半子垫片表面 594A、594B、594C 上的粘合剂层 595A、595B、595C。燃料电池子组件幅材包括第二半子垫片幅材 596,其包括多个孔 599,电解质膜 592A、592B、592C 的中心区域通过所述孔暴露出来。面向单个电解质膜 592A、592B、592C 的第二半子垫片幅材 596 的表面 597 的大部分上未设置粘合剂。

[0080] 图 5I 和 5J 分别示出五层 MEA 幅材 575 的平面视图和 y 方向横截面视图,该幅材通过在燃料电池子组件幅材 590 上安装包括 GDL 562A、563A、562B、563B、562C、563C 和催化剂涂层 564A、565A、564B、565B、564C、565C 的催化剂涂覆的 GDL 而形成。

[0081] 图 6A-6C 示出在 x 和 y 方向上具有 CCM 节约的燃料电池子组件幅材 600。燃料电池子组件幅材 600 包括多个级联在一起的燃料电池子组件,其上示出了子组件 603A、603B、603C。燃料电池子组件幅材 600 以展开的状况示于平面视图(图 6A)、沿着线 I-I' 的横截面视图(图 6B)以及沿着线 J-J' 的横截面视图(图 6C)中。在该实施方式中,使用多个单个的 CCM 611A、611B、611C。单个 CCM 611A、611B、611C 包括具有催化剂层 612A、613A、612B、613B、612C、613C 的单个电解质膜 610A、610B、610C。

[0082] 子垫片 620 包括第一半子垫片幅材 630 和第二半子垫片幅材 640。第一半子垫片幅材 630 和第二半子垫片幅材 640 具有含孔 633、643 的连续阶梯的形式,CCM 611A、611B、611C 的中心区域通过所述孔暴露出来。粘合剂层 650 设置在面向单个 CCM 611A、611B、611C 的第一半子垫片幅材 630 的表面 631 上。第二半子垫片幅材 640 的大部分在面向单个 CCM 611A、611B、611C 的表面 641 上不具有粘合剂,如表面 641 没有粘合剂。图 6D、6E 和 6F 示出五层 MEA 幅材 602,其在安装 GDL 662A、663A、662B、663B、662C、663C 后使用燃料电池子组件幅材 600 形成。

[0083] 图 6G 和 6H 示出燃料电池子组件幅材 690,其具有取代如图 6A-6F 所示的第一子垫片幅材的单个第一半子垫片 693A、693B、693C。燃料电池子组件幅材 690 包括多个级联在一起的燃料电池子组件,其上示出了子组件 691A、691B、691C。燃料电池子组件幅材 690 以展开的状况示于平面视图(图 6G)和沿着线 D-D' 的横截面视图(图 6H)中。在该实施方式中,使用多个单个的 CCM 611A、611B、611C。单个 CCM 611A、611B、611C 包括具有催化剂层 612A、613A、612B、613B、612C、613C 的单个电解质膜 610A、610B、610C。

[0084] 燃料电池子组件幅材 690 包括多个单个的第一半子垫片 693A、693B、693C,每个半子垫片具有孔 698A、698B、698C,CCM 611A、611B、611C 的中心区域通过所述孔暴露出来。每个单个的第一半子垫片 693A、693B、693C 包括设置在面向单个 CCM 611A、611B、611C 的第一半子垫片 693A、693B、693C 的表面 694A、694B、694C 上的粘合剂层 695A、695B、695C。燃料电池子组件幅材 690 包括第二半子垫片幅材 696,其为具有多个孔 699 的幅材,单个 CCM

611A、611B、611C 的中心区域通过所述孔暴露出来。面向单个 CCM 611A、611B、611C 的第二半子垫片幅材 696 的表面 697 的大部分没有粘合剂。

[0085] 图 6I 和 6J 分别示出五层 MEA 幅材 675 的平面视图和 y 方向横截面视图,该幅材通过在燃料电池子组件幅材 690 上安装 GDL 662A、663A、662B、663B、662C、663C 而形成。

[0086] 在如前所讨论的一些应用中使用具有单面粘合剂的子垫片可能是期望的。在其他应用中,可能有用的是包括在两个子垫片层上具有粘合剂的子垫片,该子垫片与在 x 和 y 方向上都节约的膜一起使用。图 7A-7J 和 8A-8J 示出燃料电池子组件幅材,其包括 x 和 y 方向的膜节约和在第一和第二半子垫片层上具有粘合剂的子垫片。

[0087] 如图 7A-7F 所示的燃料电池子组件幅材 700 和五层 MEA 幅材 702 包括多个级联在一起的燃料电池子组件,其上示出了子组件 703A、703B、703C。燃料电池子组件幅材 700 和 MEA 幅材 702 以展开的状况示于平面视图(分别为图 7A 和 7D)、沿线 K—K' 的横截面视图(分别为图 7B 和 7E),以及沿线 L—L' 的横截面视图(分别为图 7C 和 7F)中。燃料电池子组件幅材 700 使用多个单个电解质膜 710A、710B、710C。子垫片 720 包括第一半子垫片幅材 730 和第二半子垫片幅材 740。第一半子垫片幅材 730 和第二半子垫片幅材 740 中的每一个具有含孔 733、743 的连续阶梯的形式,单个电解质膜 710A、710B、710C 的中心区域通过所述孔暴露出来。

[0088] 粘合剂层 753 设置在朝向电解质膜 710A、710B、710C 定向的第一半子垫片幅材 730 的表面 731 上。粘合剂层 754 设置在朝向电解质膜 710A、710B、710C 定向的第二半子垫片幅材 740 的表面 741 上。图 7D、7E 和 7F 分别示出五层 MEA 幅材 702 的平面视图、y 方向横截面视图和 x 方向横截面视图,该幅材在安装催化剂涂覆的 GDL 之后使用燃料电池子组件幅材 700 形成。催化剂涂覆的 GDL 包括具有催化剂涂层 764A、765A、764B、765B、764C、765C 的 GDL 762A、763A、762B、763B、762C、763C。

[0089] 在一些实施例中,结合图 7A-7F 讨论的第一半子垫片幅材可以用多个单个的第一半子垫片 793A、793B、793C 替换,如图 7G 和 7H 中所示。图 7G 和 7H 示出包括多个级联在一起的燃料电池子组件的燃料电池子组件幅材 790,其上示出了子组件 791A、791B、791C。燃料电池子组件幅材 790 以展开的状况示于平面视图(图 7G)和沿着线 D—D' 的横截面视图(图 7H)中。在该实施方式中,使用多个单个电解质膜 792A、792B、792C。燃料电池子组件幅材 790 包括多个单个的第一半子垫片 793A、793B、793C,每个半子垫片具有孔 798A、798B、798C,电解质膜 792A、792B、792C 的中心区域通过所述孔暴露出来。每个单个的第一半子垫片 793A、793B、793C 包括设置在面向单个电解质膜 792A、792B、792C 的第一半子垫片的表面 794A、794B、794C 上的粘合剂层 795A、795B、795C。燃料电池子组件幅材包括第二半子垫片幅材 796,其包括多个孔 799,电解质膜 792A、792B、792C 的中心区域通过所述孔暴露出来。面向单个电解质膜 792A、792B、792C 的第二半子垫片幅材 796 的表面 797 上设置了粘合剂层 785。

[0090] 图 7I 和 7J 分别示出五层 MEA 幅材的平面视图和 y 方向横截面视图,该幅材通过在燃料电池子组件幅材 790 上安装包括 GDL 762A、763A、762B、763B、762C、763C 和催化剂涂层 764A、765A、764B、765B、764C、765C 的催化剂涂覆的 GDL 而形成。

[0091] 图 8A-8F 中所示的燃料电池子组件幅材 800 类似于燃料电池子组件幅材 700,不同的是,子组件幅材 800 包括单个 CCM,而不是如图 7A-7F 中所示的不具有催化剂涂层的单

个电解质膜。图 8A-8C 示出连在一起的燃料电池子组件 803A、803B、803C。燃料电池子组件幅材 800、802 以展开的状况示于平面视图(分别为图 8A 和 8D)、沿线 M-M' 的横截面视图(分别为图 8B 和 8E),以及沿线 N-N' 的横截面视图(分别为图 8C 和 8F)中。在该实施方式中,使用多个单个的 CCM 811A、811B、811C。单个 CCM 811A、811B、811C 包括具有催化剂层 812A、813A、812B、813B、812C、813C 的单个电解质膜 810A、810B、810C。子垫片 820 包括第一半子垫片幅材 830 和第二半子垫片幅材 840。第一半子垫片幅材 830 和第二半子垫片幅材 840 中的每一个具有含孔 833、843 的连续阶梯的形式,单个电解质膜 811A、811B、811C 的中心区域通过所述孔暴露出来。

[0092] 粘合剂层 853 设置在朝向 CCM 811A、811B、811C 定向的第一子垫片幅材 830 的表面 831 上。粘合剂层 854 设置在朝向 CCM 811A、811B、811C 定向的第二半子垫片幅材 840 的表面 841 上。图 8D、8E 和 8F 示出五层 MEA 幅材 802,其包括燃料电池子组件幅材 800 和 GDL862A、863A、862B、863B、862C、863C。

[0093] 图 8G 和 8H 示出燃料电池子组件幅材 890,其具有取代如图 8A-8F 所示的第一半子垫片幅材的单个第一半子垫片 893A、893B、893C。燃料电池子组件幅材 890 包括多个级联在一起的燃料电池子组件,图中示出了其中的子组件 891A、891B、891C。燃料电池子组件幅材 890 以展开的状况示于平面视图(图 8G)和沿着线 E-E' 的横截面视图(图 8H)中。在该实施方式中,使用多个单个的 CCM 811A、811B、811C。单个 CCM 811A、811B、811C 包括具有催化剂层 812A、813A、812B、813B、812C、813C 的单个电解质膜 810A、810B、810C。

[0094] 燃料电池子组件幅材 890 包括多个单个的第一半子垫片 893A、893B、893C,每个半子垫片具有孔 898A、898B、898C,单个 CCM 811A、811B、811C 的中心区域通过所述孔暴露出来。每个单个的第一半子垫片 893A、893B、893C 包括设置在面向单个电解质膜 811A、811B、811C 的第一半子垫片 893A、893B、893C 的表面 894A、894B、894C 上的粘合剂层 895A、895B、895C。燃料电池子组件幅材 890 包括第二半子垫片幅材 896,其具有多个孔 899,单个 CCM 811A、811B、811C 的中心区域通过所述孔暴露出来。面向单个 CCM 811A、811B、811C 的第二半子垫片幅材 896 的表面 897 包括粘合剂层 885。

[0095] 图 8I 和 8J 分别示出五层 MEA 幅材 875 的平面视图和 y 方向横截面视图,该幅材通过在燃料电池子组件幅材 890 上安装 GDL 862A、863A、862B、863B、862C、863C 而形成。

[0096] 本文所述的子垫片可以包含各种类型的聚合物材料,例如聚酯(例如聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)或聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET))、聚酰亚胺和/或其他类似材料,包括足够薄、足够强效以及与燃料电池环境(即,60-120℃,存在水、氢气和/或氧气)足够相容的刚性聚合物材料。在一个实例中,子垫片材料具有大于约 0.0125mm 的厚度。在一个实施例中,子垫片材料为具有约 0.1mm 厚度的 PEN。子垫片可任选地具有粘附到一个或两个外表面的垫片或密封件。垫片材料可包括微结构化的弹性体肋,例如通过加热来固化的乙烯丙烯二烯单体(EPDM)弹性体肋。第一半子垫片和第二半子垫片不必具有相同特性。可以选择半子垫片的特性以便于部件处理或燃料电池操作。例如,在某些实施例中,第一半子垫片的厚度可以不同于第二半子垫片的厚度,和/或第一半子垫片可以包含不同于第二半子垫片材料的一种或多种材料。

[0097] 选择子垫片和粘合剂层的材料以使得粘合剂层良好地粘附到子垫片表面。粘合剂层(如果使用)的厚度可以为约 0.005 至约 0.05mm。粘合剂层可以包含压敏粘合剂(PSA)、

热活化粘合剂、紫外线活化粘合剂或其他类型的粘合剂。例如,粘合剂层可以包含下列材料中的任何一种:丙烯酸 PSA、橡胶基粘合剂、乙烯马来酸酐共聚物、烯烃粘合剂(例如 1-辛烯与乙烯或丙烯的共聚物)、腈基粘合剂、环氧基粘合剂和氨基甲酸酯基粘合剂。在其他实施例中,粘合剂层可以包含热活化粘合剂,例如 Thermobond 845(聚乙烯马来酸酐基热活化粘合剂)和 Thermobond 583(丁腈橡胶基热活化粘合剂)。

[0098] 粘合剂可以包括具有高粘度的交联粘合剂。例如,粘合剂可以为丙烯酸酯压敏粘合剂,该粘合剂被配制为具有水解稳定性,并且当在燃料电池堆中受压时能够抗蠕变。粘合剂和子垫片层(例如 PEN 层)可以使用隔离衬片卷起,随后用于形成本文所述的子垫片式燃料电池子组件。

[0099] 任何合适的电解质膜都可应用在本发明中。可用的 PEM 厚度范围在约 200 μm 至约 1 μm 之间。四氟乙烯 (TFE) 和根据式 $\text{FSO}_2\text{-CF}_2\text{-CF}_2\text{-O-CF}(\text{CF}_3)\text{-CF}_2\text{-O-CF=CF}_2$ 的共聚单体的共聚物是已知的,并由 DuPont Chemical Company (Wilmington, Delaware) 以商品名 NAFION[®] 以磺酸形式(即,具有水解成 HSO_3^- 的 FSO_2^- 端基)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) 和根据式 $\text{FSO}_2\text{-CF}_2\text{-CF}_2\text{-O-CF=CF}_2$ 的共聚单体的共聚物也是已知的,并以磺酸形式(即,具有水解成 HSO_3^- 的 FSO_2^- 端基)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 $\text{FSO}_2\text{-CF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{-O-CF=CF}_2$ 的共聚物,其具有水解成 HSO_3^- 的 FSO_2^- 端基。

[0100] 在一些实施例中,催化剂层可以包含通过湿化学方法(例如氯铂酸的还原)涂覆到较大碳粒上的 Pt 或 Pt 合金。这种形式的催化剂使用离子键粘结剂和/或溶剂分散以形成施用到膜、隔离衬片或 GDL 上的油墨、糊剂或分散体。

[0101] 在一些实施例中,催化剂层可包括催化剂材料的含纳米结构化支撑元件的颗粒或纳米结构化薄膜 (NSTF)。纳米结构化催化剂层不包含作为载体的碳粒,因此可以被掺入到电解质膜的非常薄的表面层中从而形成催化剂颗粒的致密分布。使用纳米结构化薄膜 (NSTF) 催化剂层使得催化剂利用率远高于由分散方法所形成的催化剂层,并且由于不存在碳载体而提供了在高电势和高温下的更高的抗腐蚀性。在一些实施方式中,CCM 的催化剂表面积可以通过使用具有微结构化特征的电解质膜而进一步增大。NSTF 催化剂层包括细长的纳米级颗粒,该颗粒可通过将催化剂材料真空沉积到针状纳米结构化载体上而形成。适用于本发明的纳米结构化载体可以包括有机颜料晶须,例如 C. I. 颜料红 149(花红)。晶体晶须具有基本上均匀但是不相同的横截面以及较高的长宽比。用适用于催化的涂层材料涂布纳米结构化载体晶须,这会赋予晶须能够充当多个催化部位的细小纳米级表面结构。在某些具体实施中,纳米结构化载体晶须可以通过连续的螺型位错生长来伸展。延长纳米结构化载体元件使得催化的表面积增大。

[0102] 用催化剂材料涂布纳米结构化载体晶须以形成纳米结构薄膜催化剂层。根据一个具体实施,催化剂材料包含金属,诸如铂族金属。在一个实施例中,催化剂涂覆的纳米结构化支撑元件可以转移到电解质膜的表面以形成催化剂涂覆的膜。在另一个实施例中,催化剂涂覆的纳米结构化支撑元件可以在 GDL 表面上形成。

[0103] GDL 可以为能够收集来自电极的电流、同时允许反应气体通过的任何材料,通常为织造或非织造碳纤维纸或布。GDL 向催化剂和膜提供气体反应物和水汽的多孔通路,并且还收集催化剂层中产生的电流来为外部负载供电。

[0104] GDL 可以包括微孔层 (MPL) 和电极背衬层 (EBL), 其中 MPL 设置在催化剂层与 EBL 之间。EBL 可以是任何合适的导电多孔基底, 诸如碳纤维构造 (例如, 织造和非织造碳纤维构造)。市售的碳纤维构造的例子包括以商品名 “AvCarb P50” 购自 Ballard Material Products (Lowell, MA) 的碳纤维纸; 以及可购自 ElectroChem, Inc. (Woburn, MA) 的 “Toray” 碳纸。也可以处理 EBL 来提高或赋予疏水特性。例如, 可以使用高氟化聚合物来处理 EBL, 所述高氟化聚合物诸如为聚四氟乙烯 (PTFE) 和氟化乙丙烯 (FEP)。

[0105] 所述 EBL 的碳纤维构造通常具有粗糙多孔的表面, 其显示与催化剂层之间具有较低的粘合附着性。为了增强粘合附着性, 可将微孔层涂布到 EBL 的表面。这使 EBL 的粗糙多孔表面变得平滑, 从而增强与某些类型的催化剂层的粘合附着性。

[0106] 燃料电池子组件幅材 (如, 示于图 5A-5C、5G、5H、6A-6C、6G、6H、7A-7C、7G、7H、8A-8C、8G、8H 中的燃料电池子组件幅材 500、590、600、690、700、790、800、890) 可以使用卷对卷制备工艺来制造。安装 GDL 以形成如图 5D-5F、5I、5J、6D-6F、6I、6J、7D-7F、7I、7J、8D-8F、8I、8J 中所示的五层 MEA 子组件幅材 502、575、602、675、702、775、802、875 也可以用卷对卷工艺来完成。

[0107] 用于制造子垫片式燃料电池子组件幅材 (如, 子垫片式电解质膜幅材、子垫片式 CCM 幅材和 / 或子垫片式五层 MEA 幅材) 的卷对卷工艺的流程图示于图 9 中。图 9 示出采用 CCM 的五层 MEA 幅材的制造过程。应当理解, 可使用类似的工艺来形成使用催化剂涂覆的 GDL 而非 CCM 的五层 MEA 子组件幅材。

[0108] 任选地, 在步骤 910 中通过将阳极和阴极催化剂层合到电解质膜来形成连续的 CCM 幅材。如果使用不具有催化剂涂层的电解质膜幅材与催化剂涂覆的 GDL 来形成 MEA, 则此部分工艺可以省略。将膜幅材切割成多个单个膜, 将这些单个膜在步骤 920 中粘附到设置在第一半子垫片阶梯幅材上的第一粘合剂层。将单个膜层合到第一半子垫片阶梯幅材形成具有单个电解质膜的半垫片幅材。在步骤 930 中, 将在朝向电解质膜定向的表面上几乎不含或完全不含粘合剂的第二半子垫片阶梯幅材附接到半子垫片式单个膜幅材。第二半子垫片阶梯幅材为通过设置在第一半子垫片幅材上的粘合剂层粘附的半子垫片式幅材。任选地, 在步骤 940 中将 GDL 附接到子垫片式膜幅材以形成五层 MEA 幅材。如果子垫片式膜幅材不是 CCM 幅材, 则 GDL 包括催化剂层。可将五层 MEA 幅材切削形成各个单个五层 MEA。

[0109] 图 10A-10D 示出被构造为生产 x 和 y 节约的燃料电池子组件的卷对卷系统的各种子系统, 所述子组件包括半子垫片式单个膜幅材、全子垫片式单个膜幅材、单个子垫片式膜、五层 MEA 幅材、单个五层 MEA 和各种中间燃料电池子组件。燃料电池子组件 (如, 具有多个单个电解质膜或 CCM 的全子垫片式幅材或半子垫片式幅材和 / 或五层 MEA 幅材) 可以如图 4 所示被制备为卷材。卷对卷系统被构造为使用基于卷的方法执行至少一些工艺, 但不是每个子系统都需要基于卷和 / 或不是所有输入部件、输出部件和 / 或中间部件都需要缠绕到卷上和 / 或从卷上退绕。结合图 10A-10D 所示的制造工艺, 输入、中间和 / 或输出子组件幅材或子组件的一些 x 方向 (幅材纵向) 横截面示于图 11A-11N 中, 以帮助理解中间子组件幅材或子组件的结构。

[0110] 图 10A 示出被构造为生产 CCM 幅材 1005 的子系统 1000。通过层合辊 1008 和 1009 将沉积在或涂覆在临时载体幅材上的阴极和阳极催化剂层 1002、1003 层合到电解质膜幅材 1001 上。如, 通过鸭嘴形剥离器 1007 剥掉载体幅材 1095、1096 以形成 CCM 幅材 1005。

CCM 幅材 1005 的横截面示意图示于图 11A 中。CCM 幅材 1005 包括电解质膜 1102、设置在电解质膜 1102 的一个表面上的阳极催化剂 1101 和设置在电解质膜 1102 的相对表面上的阴极催化剂 1103。将通过子系统 1000 制造的 CCM 幅材 1005 输入至图 10B 所示的子系统 1010,用于附着第一半子垫片。或者,将不具有催化剂层的电解质幅材输入至子系统 1010。

[0111] 子系统 1010 使用砧辊 1011 和发泡真空压模 1012 将膜幅材 1005 (或不具有催化剂的电极膜) 切割成单个膜 1021a、1021b。膜幅材 1005 在通过砧辊 1011 和发泡真空压模 1012 之间时被切割成单个膜 1021a、1021b。发泡真空压模 1012 的更详细的视图示于图 13A 和 13B 中。

[0112] 在切削之前,可任选地对膜幅材进行预处理,以便使膜幅材 1005 在实现更为均匀切削的状况下被提供到压模 1012。膜预处理选项示于图 12A 和 12B 中。例如,一种预处理操作(图 12A)涉及使用具有缓冲器 1203 的预处理辊 1201,该缓冲器可以通过带材卷绕或类似方法而在预处理辊 1201 的任一侧上形成。具有缓冲器 1203 的预处理辊 1201 的操作为在切削操作前略微展开膜幅材 1005 以实现重复性更高的切削。作为另外一种选择或除此之外,如图 12B 中所示,在切削操作前,膜幅材 1005 可以(如通过强制通风加热器或其他类型的加热器 1202)被略微加热以降低水分和 / 或轻微收缩膜幅材 1005。

[0113] 丢弃来自膜切削工艺的残余膜阶梯 1004。残余膜阶梯 1004 的平面视图示于图 11B 中。为了通过减少使用膜材料来实现成本降低,可以配置真空压模 1012 并且控制切削工艺以使得残余膜阶梯 1004 的梯级厚度 d1 和 / 或侧面厚度 d2 可以小于 1/8 英寸或者在一些具体实施中通过小心控制切削工艺甚至可以减小到 0 英寸。单个膜 1021a、1021b 在压模 1012 朝层合辊 1013 旋转时通过真空保持在压模 1012 上。

[0114] 如图 11C 的横截面示意图所示,第一半子垫片幅材 1016 包括第一子垫片层 1106 和具有隔离衬片 1108 的粘合剂层 1107。第一半子垫片幅材 1016 在载体幅材 1105 (如,具有可再贴粘合剂的载体幅材) 上被输入至子系统 1010。在一些具体实施中,可使用真空带将第一半子垫片幅材(包括载体幅材)传送到子系统 1010。具有可再贴粘合剂的载体幅材起到支撑和稳定第一半子垫片幅材 1016 的作用。可再贴载体幅材为包括粘合剂的幅材,该粘合剂具有足够低的粘合剂粘性以使得载体幅材可以轻易地从第一半子垫片幅材(或其他工作产品)上移除并且粘合剂保留在载体幅材上。在一些具体实施中,载体幅材为 1 密耳的塑料膜或纸膜,在该膜的表面上具有 0.5 密耳的低粘性粘合剂。

[0115] 回到图 10B,当第一半子垫片幅材 1016 在砧辊 1015 和子垫片压模滚筒 1014 之间移动时,压模滚筒 1014 在第一子垫片幅材 1016 中进行孔切割,该切割在保持载体幅材完整的同时限定第一子垫片幅材孔。第一半子垫片材料、粘合剂和粘合剂隔离衬片初始时被保留在孔中作为孔塞。在产生保留下来的孔塞 1109 的切割操作后,第一半子垫片幅材 1017 的横截面示于图 11D 中。孔塞 1109 (保留在子垫片孔内的切口子垫片材料、粘合剂和粘合剂衬片) 初始时保留在合适位置,但最后被移除以显现出第一半子垫片幅材的孔。

[0116] 在辊 1019 处移除粘合剂隔离衬片阶梯 1018,使第一半子垫片幅材(具有除去粘合剂隔离衬片阶梯的完整孔塞)1020 留在载体幅材上。粘合剂隔离衬片阶梯 1018 示于图 11E 的平面视图中。第一半子垫片幅材 1020 (具有除去粘合剂隔离衬片阶梯 1018 的完整孔塞 1109) 的横截面示于图 11F 中。第一半子垫片幅材 1020 位于载体幅材 1105 上并包括第一半子垫片层 1106 和粘合剂层 1107。粘合剂衬片 1108 的一部分留在粘合剂层 1107 上。粘

合剂层 1107 的表面部分 1107a、1107b 暴露出来。如图 11F 中所示,粘合剂隔离衬片 1108 的一部分保留在粘合剂层 1107 上孔塞 1109 的区域内。在层合辊 1013 处单个膜 1021a、1021b 和第一半子垫片幅材(具有除去粘合剂隔离衬片阶梯的完整孔塞) 1020 汇集在一起。

[0117] 发泡真空压模 1012 (如图 13A 和 13B 中详细示出)在压模 1012 的压模腔中包括多孔的顺应性材料(如泡沫)以保持并保护膜以免在制造过程中受到损坏。在单个膜 1021a、1021b 附连到子垫片幅材 1021 的过程中,期望的是在发泡真空压模 1012 上的压模腔之间的间隙(参见图 13 的 1315)内不存在泡沫。在压模上的间隙 1315 内不存在材料使得第一半子垫片幅材 1020 能够向前通过 1013、1012 的辊隙,同时当子垫片幅材 1020 内的孔之间的间隙与层合辊 1013 对齐时发泡真空压模 1012 和砧辊 1011 停下来。在单个膜对准子垫片幅材 1020 中的孔时,发泡真空压模 1012 恢复线速度。工艺控制模块 1099 包括一个或多个传感器以及被构造为控制如图 10A-10E 中所示子系统操作的电路。例如,该工艺控制模块 1099 可以包括传感器以及被构造为调节一个过程相对于另一个过程的速度和 / 或控制制造燃料电池子组件所用的一个或多个幅材的幅材纵向位置的电路。工艺控制模块 1099 还可以包括传感器和控制一个或多个幅材的幅材横向位置的电路。对幅材纵向和 / 或幅材横向位置的控制有利于正确对齐燃料电池子组件幅材和 / 或组件。

[0118] 子垫片压模 1014 上的传感器用于开启或停止切削单个膜 1021a、1021b 的发泡真空压模 1012,以便控制与在层合辊 1013 处第一子垫片幅材 1020 中孔切削有关的单个膜 1021a、1021b 的对齐。位于第一子垫片幅材 1020 上的压敏粘合剂通过移除隔离衬片阶梯 1018 暴露出来,其将第一子垫片幅材粘附到单个膜 1021a、1021b 以形成半子垫片式膜幅材 1025。在该阶段,半子垫片膜幅材 1025 保留孔塞。单个膜 1021a、1021b 在单个膜 1021a、1021b 的周边表面区域处粘附到第一子垫片幅材 1020,同时单个膜 1021a、1021b 的中心表面区域被粘合剂隔离衬片孔塞保护起来不接触粘合剂。

[0119] 位于载体幅材 1105 上的半子垫片式膜幅材(具有保留下来的孔塞)1025 的横截面示于图 11G 中。半子垫片式膜幅材 1025 包括第一子垫片层 1106 和粘合剂层 1107。粘合剂衬片 1108 的一部分留在粘合剂 1107 上。此时粘合剂层 1107 的表面部分 1117 附接到膜 1021a。在该工艺阶段,保留有孔塞 1109。

[0120] 图 10C 示出子系统 1030,该子系统被构造为将半子垫片式膜幅材 1025 切削为单个半子垫片式膜并将第二子垫片幅材附接到单个半子垫片式膜。子系统 1030 的工艺可以用于在将子垫片式膜幅材切削为单个子垫片式膜后生产具有第二子垫片框架的子垫片式膜,其中所述第二子垫片框架的尺寸大于第一子垫片框架。

[0121] 将半子垫片式膜幅材(具有保留下来的孔塞)1025 输入至子系统 1030。在辊 1026 处移除孔塞 1109 和可再贴载体幅材 1105,留下半子垫片式膜幅材 1028。孔塞 1109 和可再贴载体幅材 1105(一起称为 1027)和半子垫片式膜幅材 1028 的横截面视图分别示于图 11H 和 11I 中。移除图 11H 中所示的孔塞 1109 和载体幅材 1105(一起称为 1027)后留下了半子垫片式膜幅材 1028。半子垫片式膜幅材 1028 通过图 11I 的横截面视图和图 11J 的平面视图示出。半子垫片式膜幅材 1028 包括多个通过第一子垫片阶梯幅材 1106 的阶梯结构保持在一起的单个膜(图 11I 中所示的 1021a 和图 11J 中所示的 1021a-1021d),所述第一子垫片阶梯幅材 1106 通过粘合剂 1107 粘附到单个膜 1021a-1021d 的周边表面区域。

[0122] 在半子垫片式膜幅材 1028 从图案化的砧辊 1031 和真空压模 1032 之间通过时,单

个半子垫片式膜 1035 从半子垫片式膜幅材 1028 切除。丢弃因切削遗留的残余物子垫片阶梯 1036。通过真空压模 1032 将单个半子垫片式膜 1035a、1035b 运送到泡沫层合辊 1033。

[0123] 第二半子垫片幅材 1041 (不具有粘合剂层) 在第二载体幅材 (如, 具有可再贴粘合剂的载体幅材) 上被输入至子系统 1030。第二半子垫片幅材 1041 和载体幅材 1110 的横截面示于图 11K 的横截面示意图中。当第二垫片幅材 1041 在压模 1043 和砧辊 1044 之间通过时在该幅材中进行孔切削从而形成孔塞。形成孔塞的第二半垫片材料的切削部分保留在第二载体幅材 1110 上的适当位置。位于载体幅材 1110 上的第二子垫片幅材 1042 (具有在恰当位置的孔塞 1111) 的横截面示于图 11L 的横截面示意图中。

[0124] 第二半子垫片幅材 1042 在层合辊 1033 处层合到单个半子垫片式膜 1035, 以形成设置在第二载体幅材上的全子垫片式膜幅材 1045。载体幅材 1110 上的全子垫片式膜幅材 1045 的横截面示于图 11M 中。全子垫片式膜幅材 1045 包括具有完整孔塞 1111 的第二半子垫片幅材 1041。包括单个膜 1021a 的单个半子垫片式膜幅材 1035 通过设置在单个第一半子垫片 1106a 上的粘合剂层 1107a 粘附到第二半子垫片幅材 1041。移除第二载体幅材 1110 和孔塞 1111 以显现出子垫片式单个膜幅材。子垫片式单个膜幅材包括使用单个第一半子垫片来子垫片化的节约式单个电解质膜和第二半子垫片幅材。单个第一半子垫片通过设置在单个第一半子垫片上的粘合剂层粘附到第二半子垫片幅材及单个膜。第二半子垫片幅材在面向电解质膜的表面上可以几乎不含或完全不含粘合剂。子系统 1030 的工艺可以用于在将子垫片式膜幅材切削为单个子垫片式膜后生产具有第二子垫片框架的子垫片式膜, 其中所述第二子垫片框架大于第一子垫片框架。一个单个子垫片式膜 1049a 通过图 11N 的横截面示意图示出。单个子垫片式膜 1049a 包括膜 1021a、具有粘合剂层 1107a 的第一半子垫片 1106a 以及不具有粘合剂层的第二半子垫片 1041a。注意, 第一半子垫片 1106a 和第二半子垫片 1041a 的尺寸不必相同, 如, 第一半子垫片 1106a 可以小于第二半子垫片 1041a, 如图 11N 中所示。

[0125] 图 10D 示出可替代子系统 1050, 其被构造为将图 11G 示出的子垫片式膜幅材 1025 对齐并附接到图 11K 中示出的半子垫片式幅材 1042。图 10D 的子系统 1050 可用于取代 (例如) 图 10C 的子系统 1030。子系统 1050 的工艺可以用于在将子垫片式膜幅材切削为单个子垫片式膜后生产具有第二子垫片的子垫片式膜, 其中所述第二子垫片的外周边尺寸与第一子垫片的外周边尺寸相同。

[0126] 将半子垫片式膜幅材 (具有完整的孔塞) 1025 (以图 11G 的横截面示出) 输入至子系统 1050。在辊 1051 处移除孔塞和可再贴的载体幅材 1027。孔塞和可再贴的载体幅材 1027 的横截面视图示于图 11H 中。

[0127] 第二子垫片幅材 1041 (具有或不具有粘合剂层) 在载体幅材 (例如, 具有可再贴粘合剂的载体幅材) 上被输入至子系统 1050。第二子垫片幅材 1041 和载体幅材 1110 的横截面示于图 11K 中。当第二子垫片幅材 1041 通过压模 1053 和砧辊 1054 之间时, 在第二子垫片幅材 1041 中进行孔切削。如果使用粘合剂层, 则粘合剂层的隔离衬片阶梯在辊 1057 处被剥去。形成孔塞的第二垫片幅材材料留在载体幅材上的适当位置。载体幅材上的第二子垫片幅材 1041 的横截面示于图 11L 中, 其中孔塞 1042 处于适当位置。

[0128] 当半子垫片式膜幅材 1025 和第二子垫片幅材 1042 通过辊 1051 和泡沫或橡胶层合辊 1058 之间时, 半子垫片式膜幅材 1025 层合到第二子垫片幅材 1042, 所述第二子垫片幅

材 1042 位于具有仍在原处的孔塞 1111 的载体幅材 1110 上。通过子系统 1050 制造的子垫片式膜幅材 1045 的横截面示于图 11M 中。

[0129] 可使用如图 10E 所示的子系统 1060 将 GDL 附连到子垫片式膜幅材上。如果使用不具有催化剂的电解质膜,那么用于该步骤的 GDL 可以为催化剂涂覆的 GDL。如果使用 CCM 膜,那么在该步骤中所附接的 GDL 可不需要催化剂层。将第一 GDL 幅材 1061 输入至子系统 1060,并且粘合剂 1062 可任选地在辊 1063 处粘附到 GDL 幅材 1061 上。粘合剂可以为(例如)双面转移粘合剂、分配的液体或热活化粘合剂。例如,如果粘合剂施用到 GDL 的整个宽度上,则粘合剂层可以在 GDL 幅材 1061 上形成多孔的导电层。当第一粘合剂 GDL 幅材 1067 在压模 1064 和砧辊 1065 之间通过时,第一粘合剂 GDL 幅材 1067(第一 GDL 幅材 1061 加上粘合剂 1062)被切削为单个粘合剂 GDL 1066a、1066b。单个粘合剂 GDL 1066a、1066b 例如在真空带或载体幅材上被运送到层合辊 1081、1082。

[0130] 将第二 GDL 幅材 1071 输入至子系统 1060,并且粘合剂 1072 层在辊 1073 处粘附到 GDL 幅材 1071 上。粘合剂可以为(例如)双面胶带、分配的液体或热活化粘合剂。粘合剂层在 GDL 幅材 1071 上形成多孔导电层。当第二粘合剂 GDL 幅材 1068 在压模 1074 和砧辊 1075 之间通过时,第二粘合剂 GDL 幅材 1068(GDL 幅材 1071 加上粘合剂 1072)被切削为单个粘合剂 GDL 1076a、1076b。单个粘合剂 GDL 1076a、1076b 在真空带或载体幅材上被运送到层合辊 1081、1082。

[0131] 将子垫片式 CCM 或电解质膜幅材 1085(如,结合图 10 所述的子垫片式 CCM 或电解质膜幅材)输入至子系统 1060。具有孔塞的第二载体幅材在辊 1088 处剥离。在一些具体实施中,辊 1088 可以被成角度的剥离棒取代。当单个 GDL 1066a、1066b、1076a、1076b 和电解质膜 1085 在层合辊 1081、1082 之间通过时,单个粘合剂 GDL 1066a、1066b、1076a、1076b 层合到子垫片式 CCM 或电解质膜 1085 而形成子垫片式五层 MEA 幅材 1086。子垫片式五层 MEA 幅材 1086 可以缠绕在辊上或如通过切片刀 1087 切削为单个五层 MEA 1089。

[0132] 如图 10A-10E 中所示的工艺控制模块 1099 包括用于控制燃料电池子组件部件的相对速度和位置的传感器和控制电子器件,以确保各种燃料电池子组件层之间的正确对齐。例如,工艺控制模块 1099 可以包括一个或多个传感器,用于感测膜幅材 1085 的边缘以控制膜幅材 1085 的幅材横向位置。在一些具体实施中,设置在膜幅材 1085 上和/或通过膜幅材的一个或多个层中的切口而对齐的基准点可以被工艺控制模块的传感器所感测,从而控制膜幅材相对于其他燃料电池子组件部件的幅材纵向位置。例如,感测的基准点可以用于控制膜幅材 1085 上的第一单个粘合剂 GDL 1066 和第二单个粘合剂 GDL 1076 的定位。

[0133] 发泡真空压模 1012(参见图 10B)用于将 CCM 或电解质膜幅材切割成单个 CCM 或单个电解质膜,其比较详细地示于图 13A 的横截面视图和图 13B 的分解图中。发泡真空压模 1012 包括圆筒形芯,圆筒形芯具有多个压模腔 1316 和位于压模腔 1316 之间的间隙 1315。通过芯 1310 中的孔 1311 在压模腔 1316 中施加真空。将插件 1320 设置在压模腔内。插件 1320 可由泡沫材料制成,该泡沫材料不仅有利于通过材料的厚度施加真空、还有利于在材料内部横向地施加真空。经由芯 1310 中的孔 1311 并通过压模腔插件 1320 施加的真空将单个电解质膜 1313a、1313b、1313c 保持在发泡真空压模的表面上。泡沫插件 1320 可以包括一个或多个多孔层。泡沫插件 1320 的材料为充分适形的,以保护单个电解质膜 1313a、

1313b、1313c 在制造过程中免遭损坏。

[0134] 发泡真空压模 1012 包括一个或多个刀片 1312, 所述刀片从芯 1310 的表面向外延伸并且刚好低于泡沫插件 1320 的表面 1321。刀片 1312 被构造为在发泡真空压模 1012 围绕其轴线旋转时将膜幅材 1323 (或其他类型的幅材) 切割成单个膜 1313a、1313b、1313c。泡沫插件 1320 将足够的压力施加到单个膜 1313a、1313b、1313c 以使膜 1313a、1313b、1313c 能够粘附到子垫片幅材, 同时提供足够的压缩度以避免在附接到膜 1313a、1313b、1313c 时压模刀片 1312 刻划子垫片幅材 1020。

[0135] 图 13B 示出发泡真空压模 1012 和用于制备发泡真空压模的方法。真空压模 1012 包括具有一个或多个压模刀片 1312 的可旋转的芯 1310, 所述刀片的高度为约 0.057 英寸, 且从可旋转的芯 1310 的表面向外延伸。压模刀片 1312 的布置方式限定了压模腔 1316 以及压模腔 1316 之间的间隙 1315。至少在压模腔 1316 内, 可旋转的芯 1310 穿有孔 1311, 所述孔延伸穿过可旋转的芯 1310 的外表面 1319 以便有利于将真空施加到芯 1310 的外表面 1319。

[0136] 多层插件 1320 设置在压模腔 1316 内。压模腔 1316 之间的间隙 1315 不具有插件。为形成插件 1320, 首先将 3.5 密耳的 PET 胶带层 1351 施加到压模腔 1316 内的芯 1310 的外表面 1319, 随后施加具有粘合剂层 1352 和 6 密耳粘合剂层 1353 的 0.050 英寸泡沫。6 密耳的双面粘合剂层 1353 最初包括隔离衬片 (未示出)。在安装了包括 PET 胶带 1351、泡沫 1352 和粘合剂层 1353 的插件内层之后, 将孔 1361、1362、1363 融合在每个插件内层 1351、1352、1353 中以有利于将真空转移到插件 1320 的外表面。在移除隔离衬片后, 多孔可透气的厚度方向材料或面内材料 1354 的外层通过粘合剂 1353 粘附到泡沫 1352。

[0137] 制造包括电解质膜的 MEA 并对其进行温度测试, 所述电解质膜具有单面的粘合剂子垫片和双面的粘合剂子垫片。图 14 示出测试前具有双面粘合剂子垫片的样品 MEA 构造。子垫片边缘与膜边缘重叠大约 1/8 英寸。

[0138] 图 15 示出在 90°C 下保持 20 小时的温度测试后图 15 的 MEA 构造。在加热测试期间, 膜发生位移并且可以被看到突出穿过两个子垫片之间的粘合剂-粘合剂界面。MEA 的垫片区域被压缩到用于密封目的的硬停点。垫片区域中的压力与电解质膜的温度以及电解质膜吸水的能力相结合似乎引起膜足够润滑从而滑离并挤压超出其预期的边界。这种膜挤压超出边界可以发生或可以不发生, 这取决于垫片构造、压缩系统以及施加到垫片区域的压力。

[0139] 图 16 示出在膜上采用单面粘合剂子垫片的 MEA 构造。子垫片与膜边缘重叠约 1/8 英寸。在该构造中, 第一子垫片层包括将第一子垫片层粘合到不包括粘合剂的第二子垫片层的粘合剂。

[0140] 图 17 示出在 90°C 下保持 20 小时的温度测试后图 16 的 MEA 构造测试后, 使用单面粘合剂子垫片的 MEA 几乎没有或完全没有显示膜的挤出, 从而为图 15 中所见证的问题提供了解决方案。

[0141] 上文对于本发明的各种实施例的描述, 其目的在于进行举例说明和描述。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。可以按照上述教导进行多种修改和变化。例如, 各种参照附图所述的旋转粘结工艺可以使用非旋转方法和设备来替代完成, 例如, 通过使用本领域中已知的分步重复压缩工艺和设备。本发明的范围不受所述具体实施

方式的限定,而仅受所附权利要求书的限定。

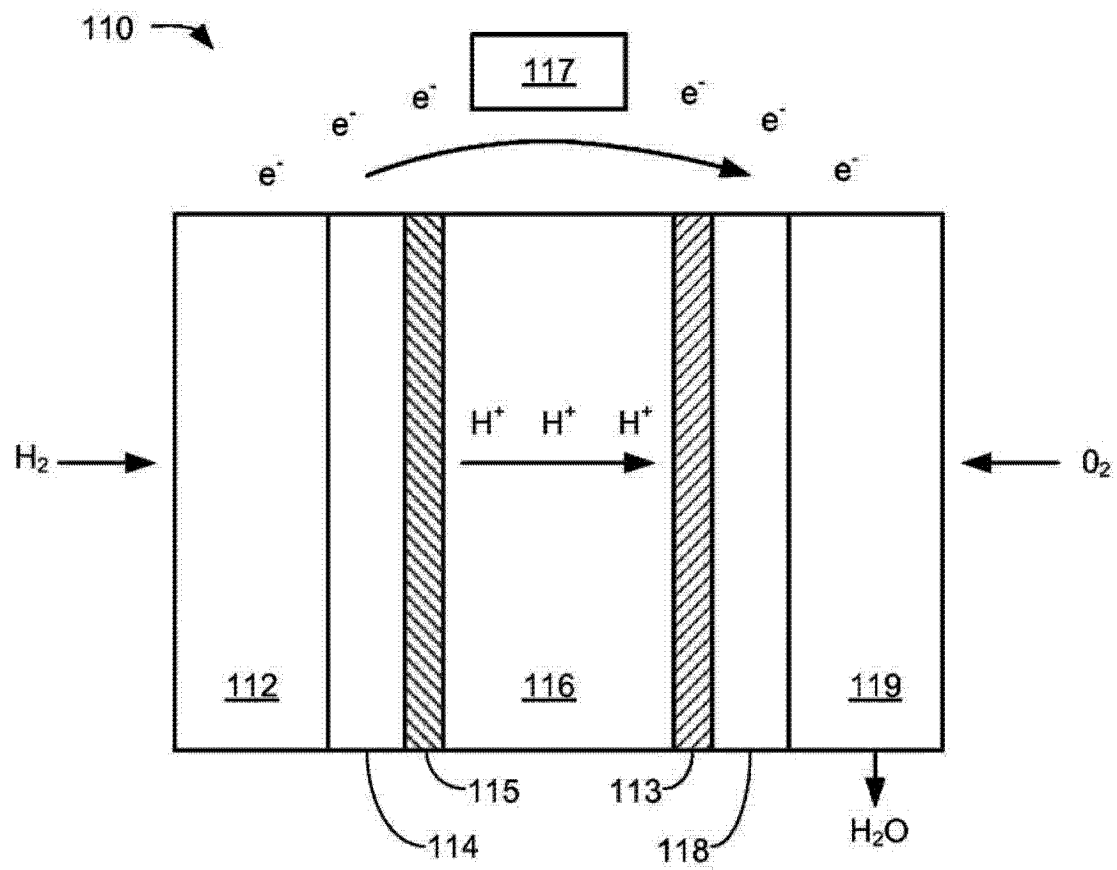


图 1

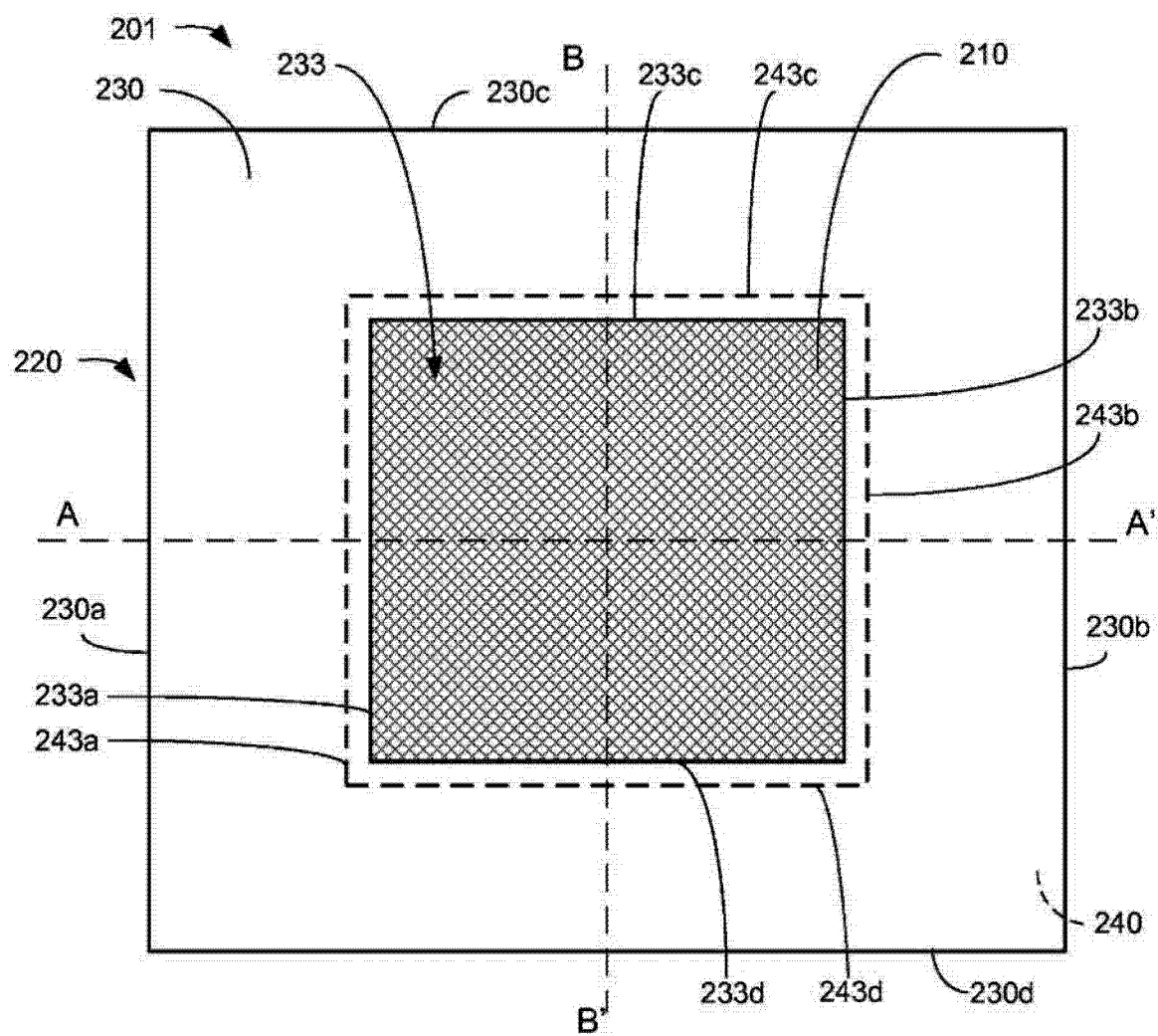


图 2A

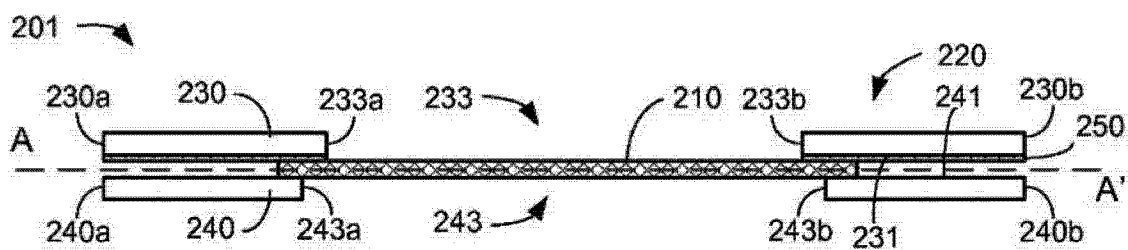


图 2B

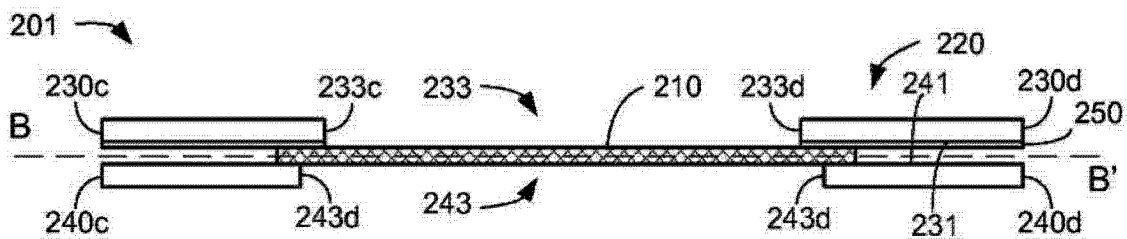


图 2C

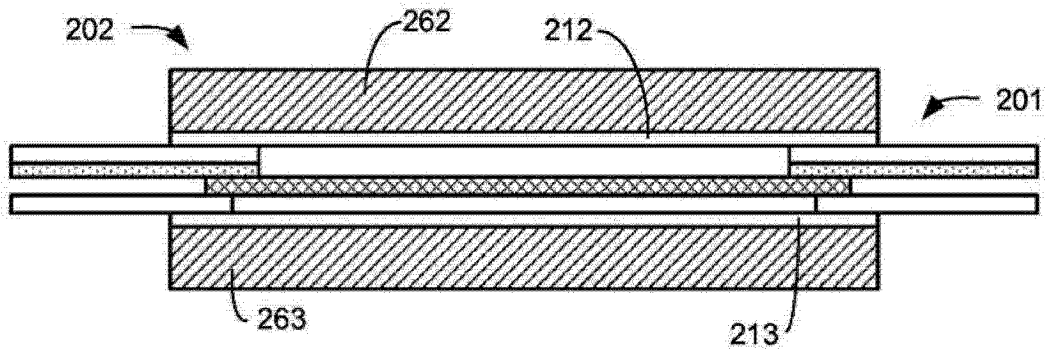


图 2D

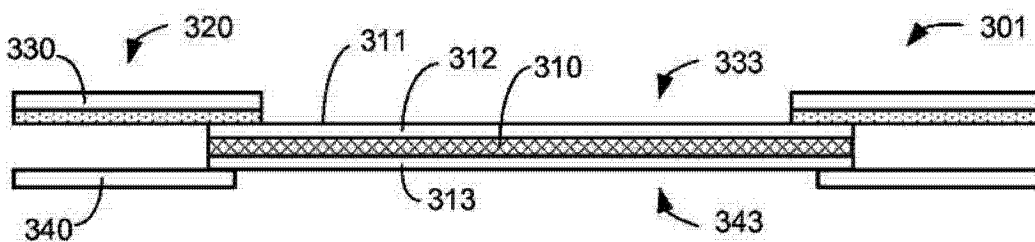


图 3A

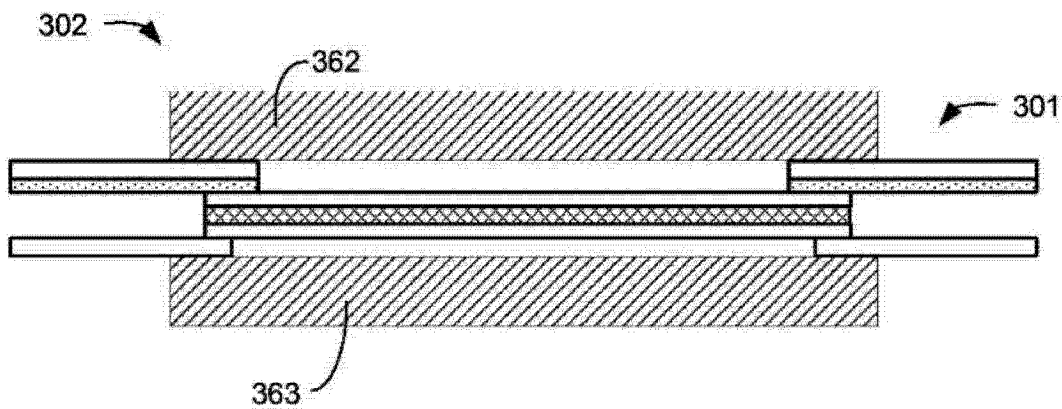


图 3B

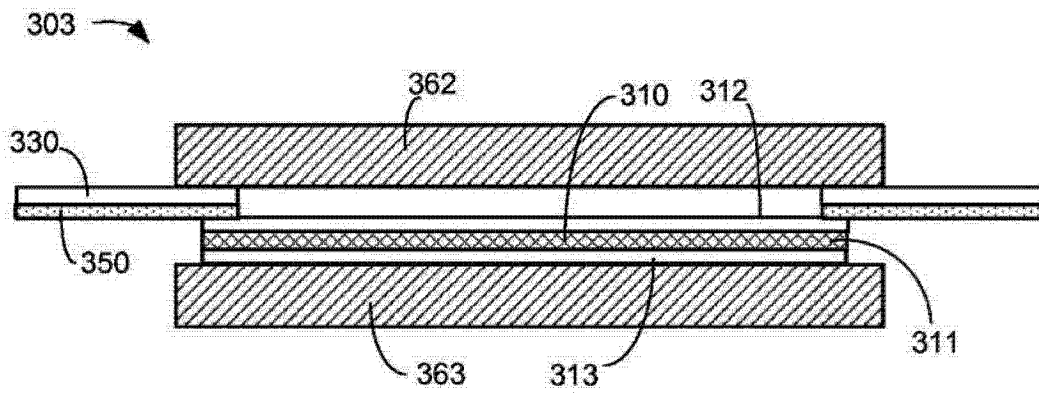


图 3C

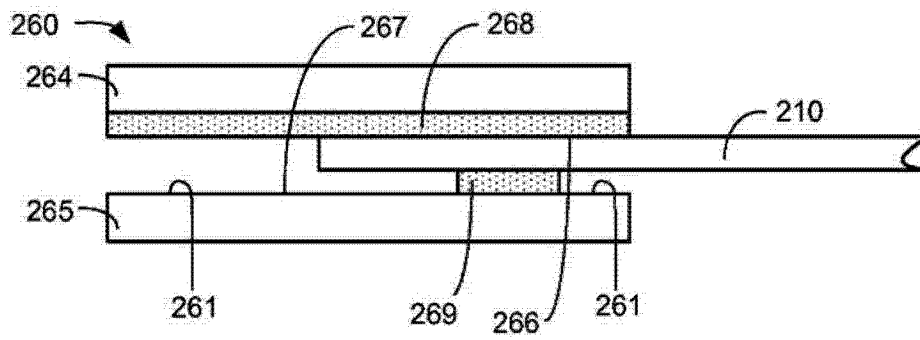


图 2E

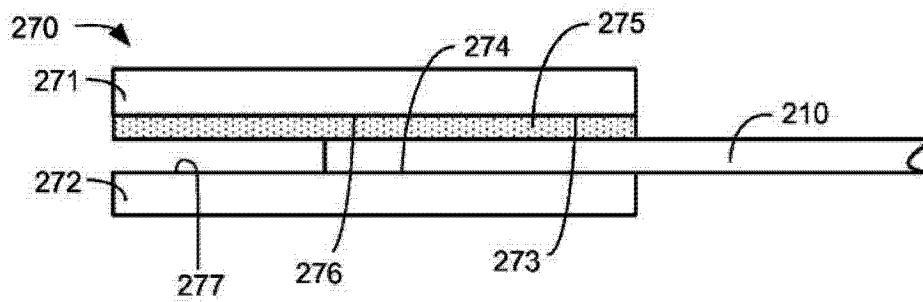


图 2F

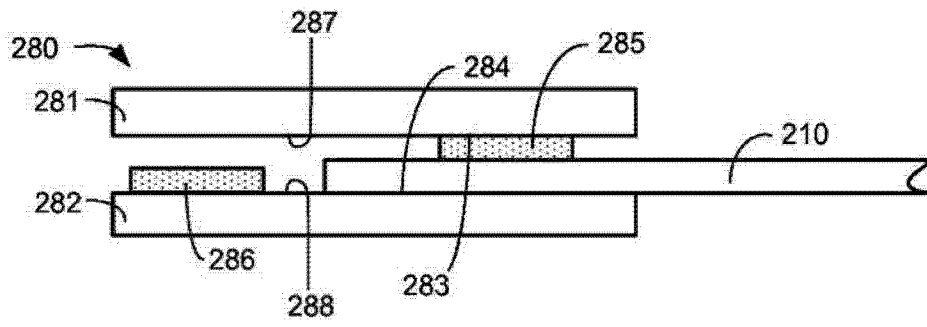


图 2G

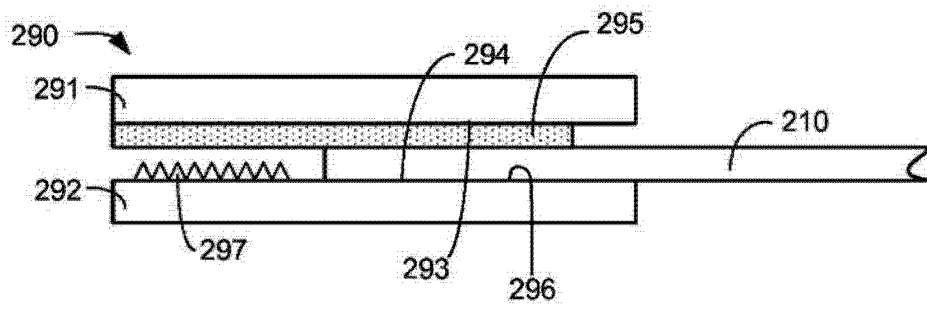


图 2H

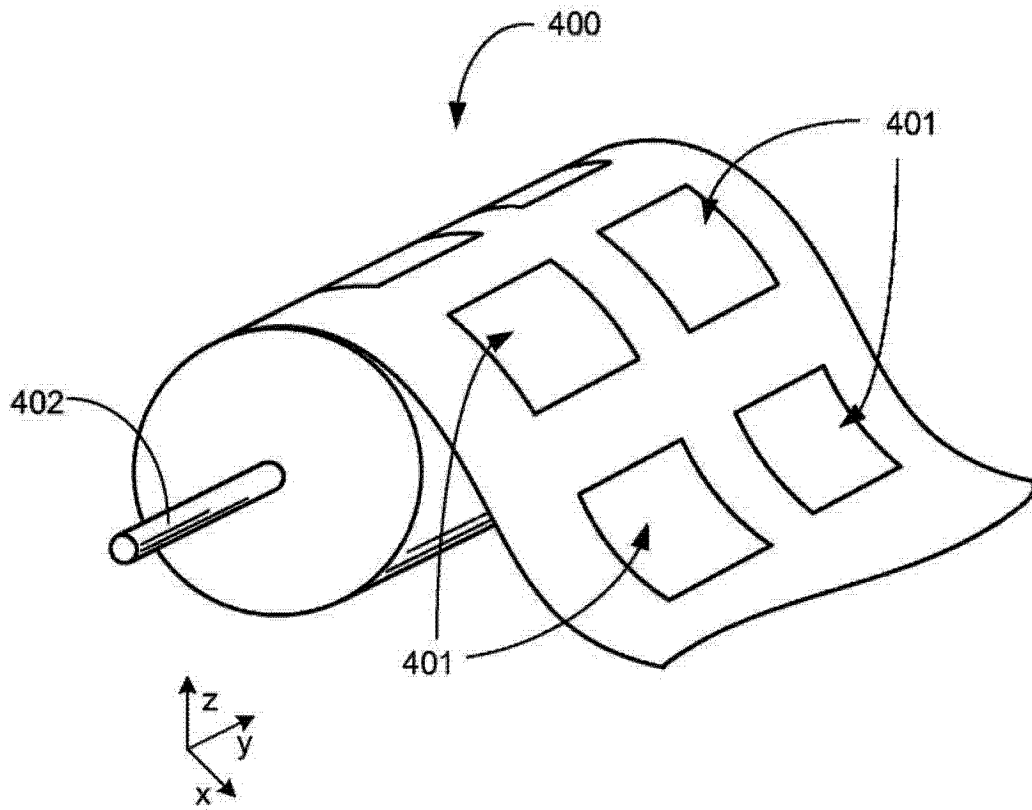


图 4

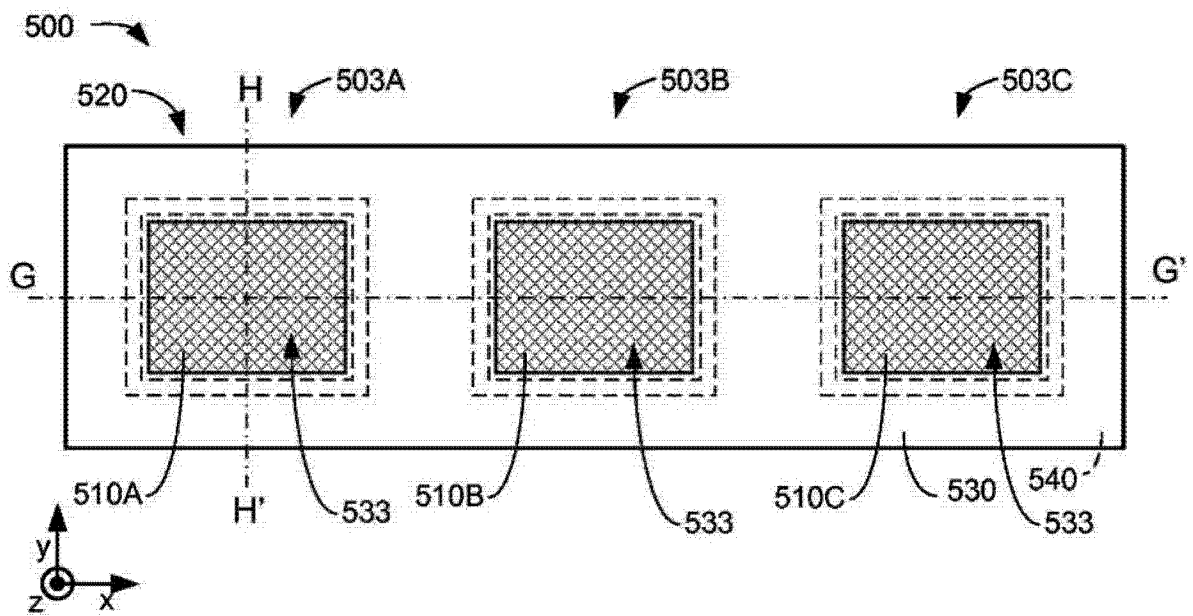


图 5A

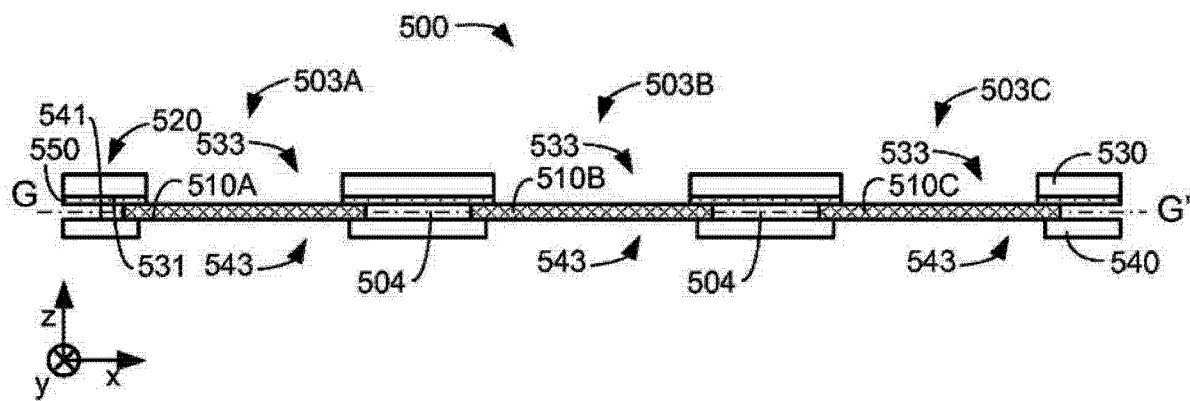


图 5B

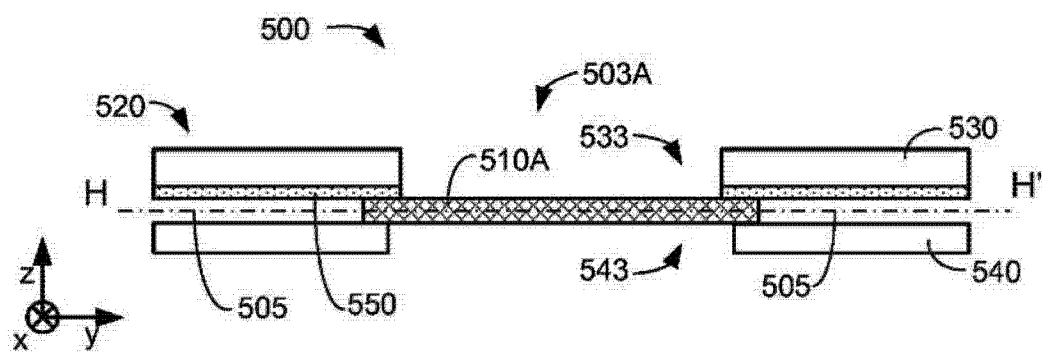


图 5C

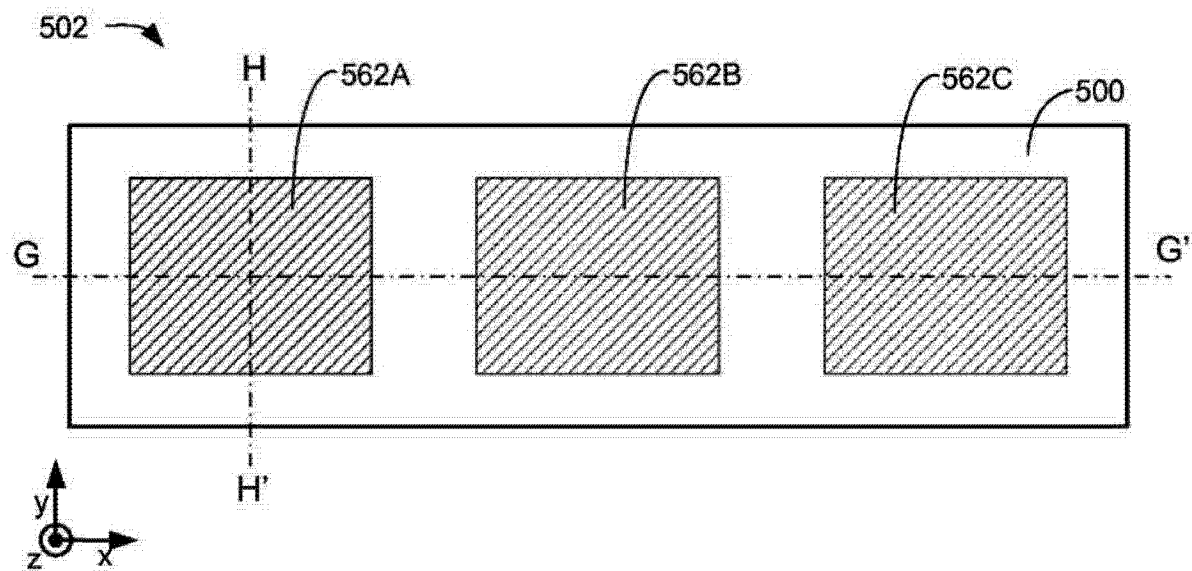


图 5D

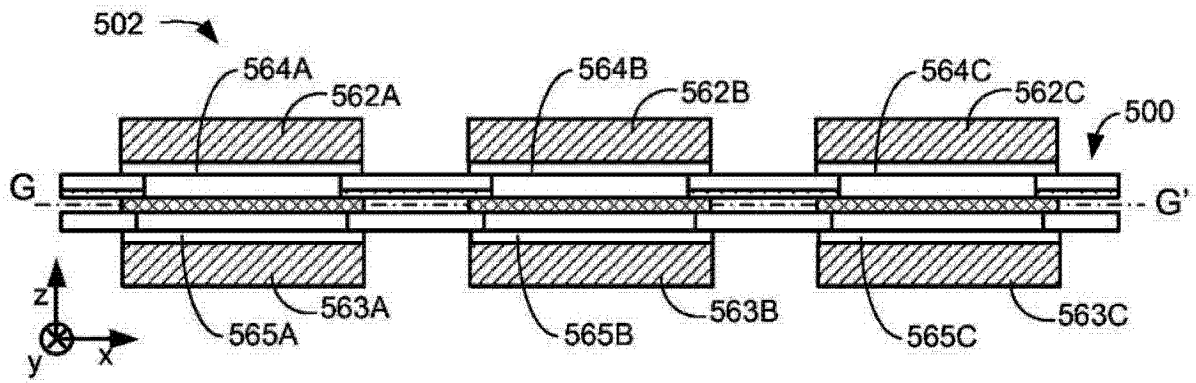


图 5E

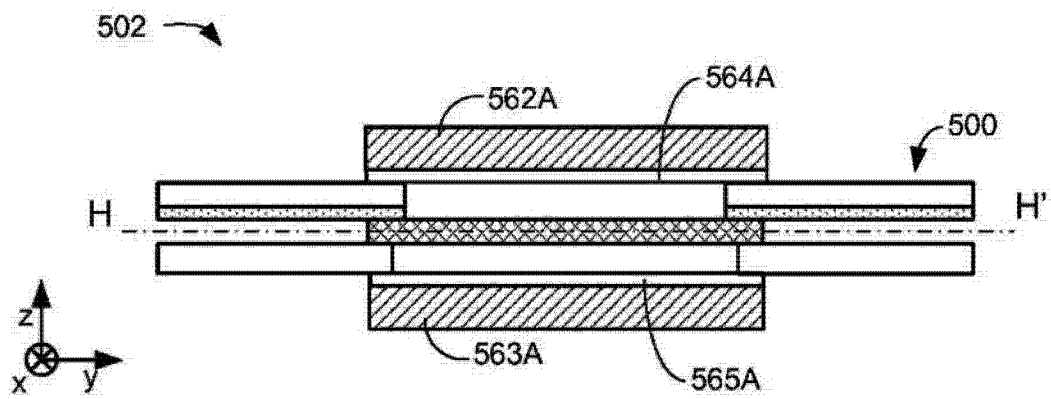


图 5F

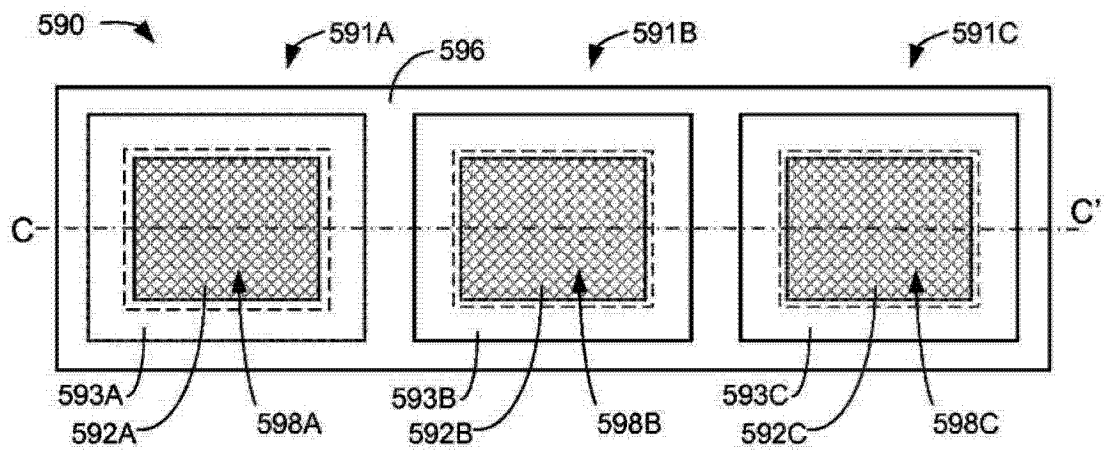


图 5G

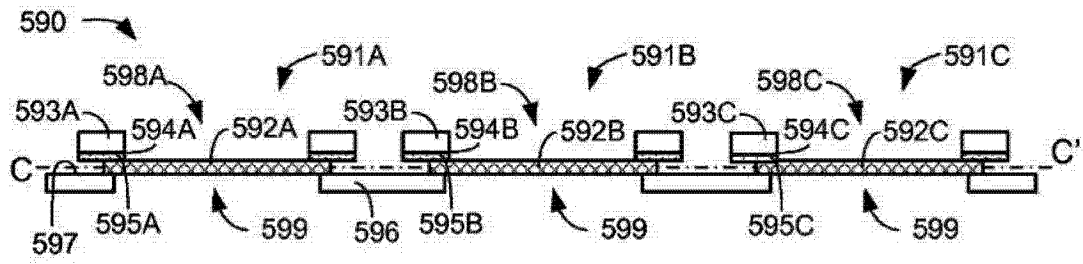


图 5H

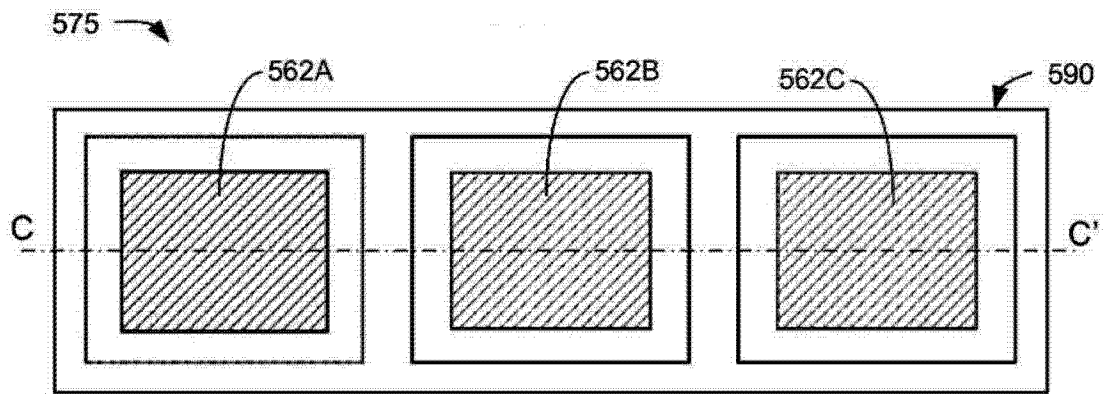


图 5I

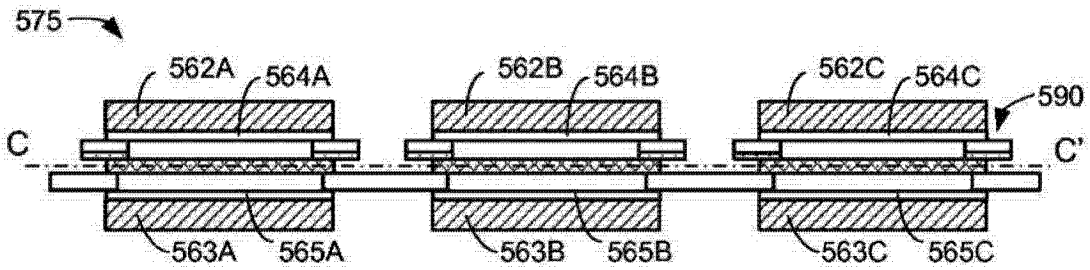


图 5J

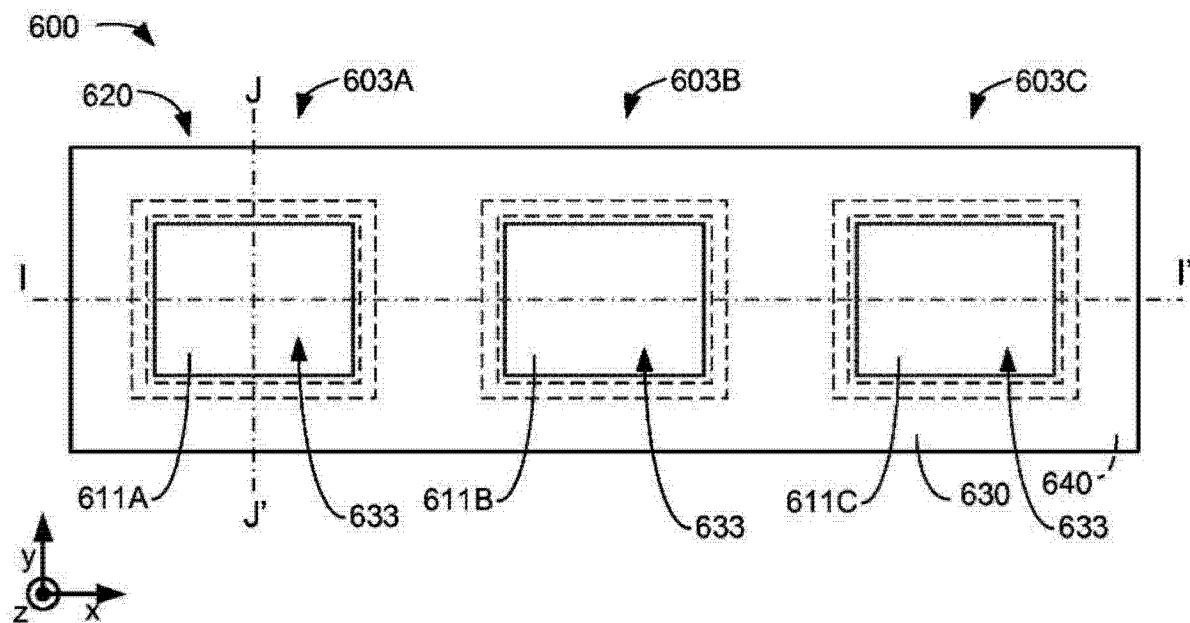


图 6A

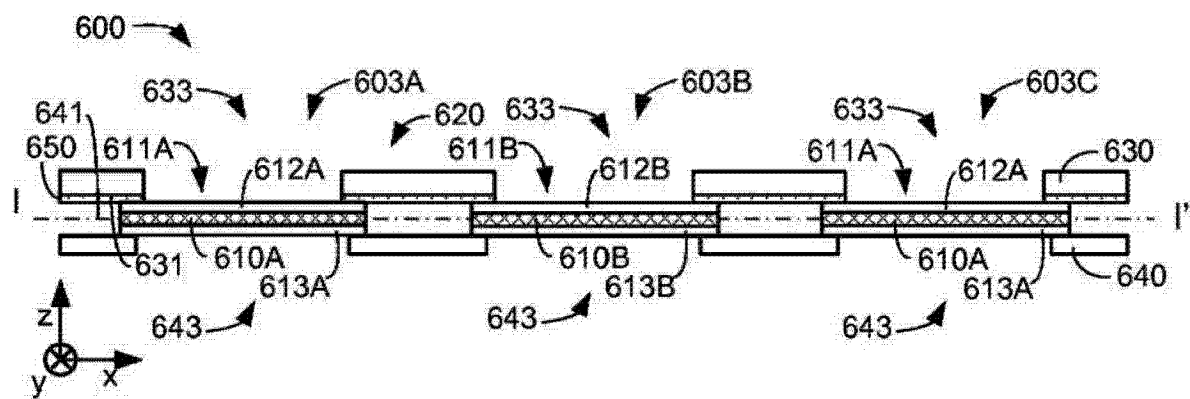


图 6B

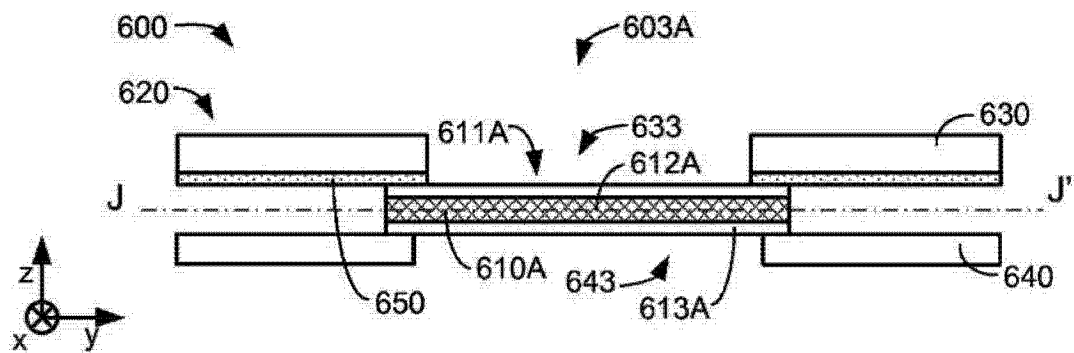


图 6C

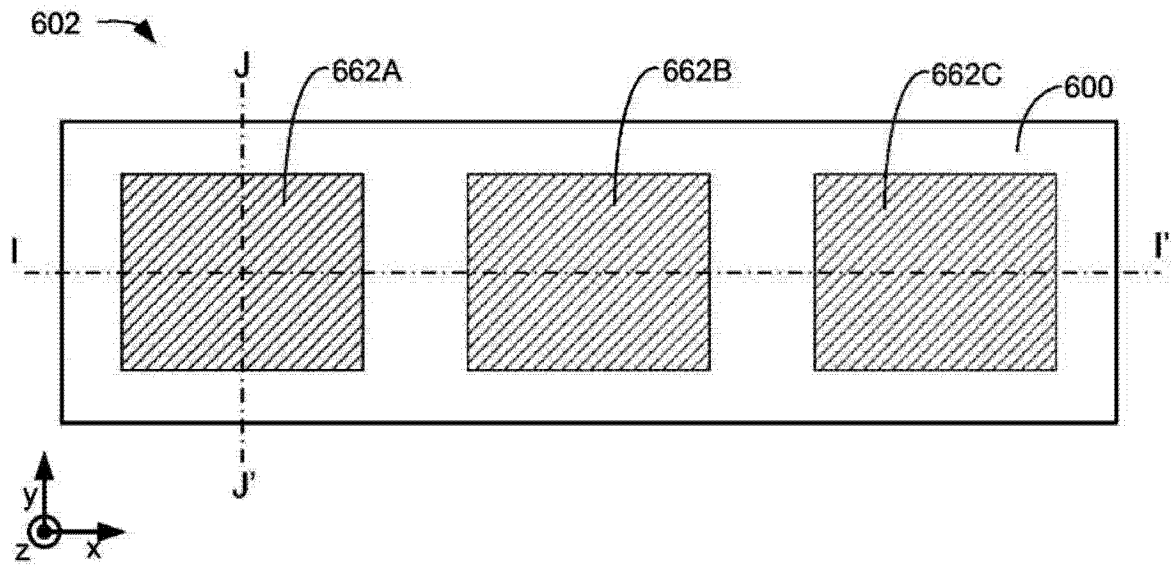


图 6D

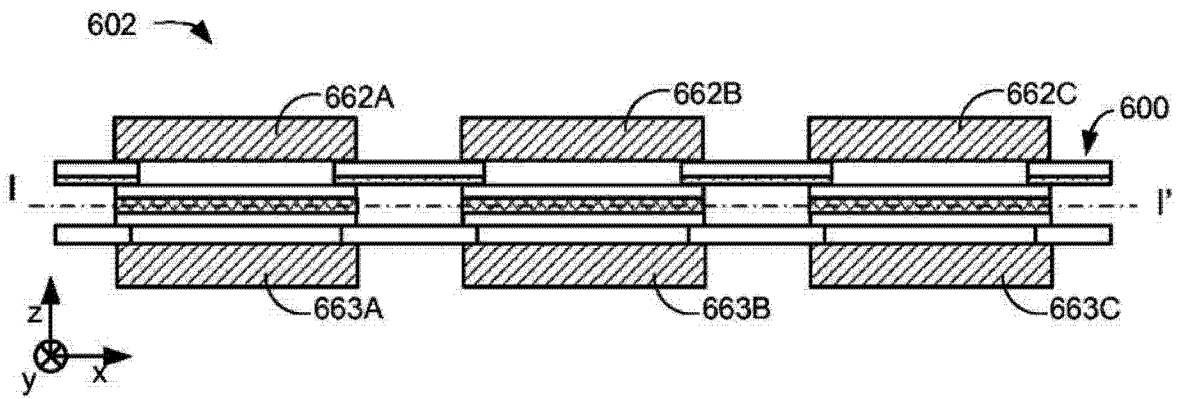


图 6E

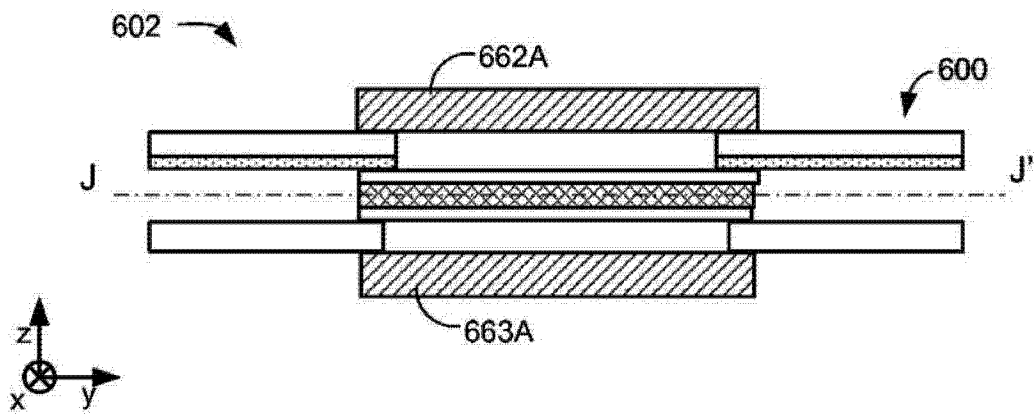


图 6F

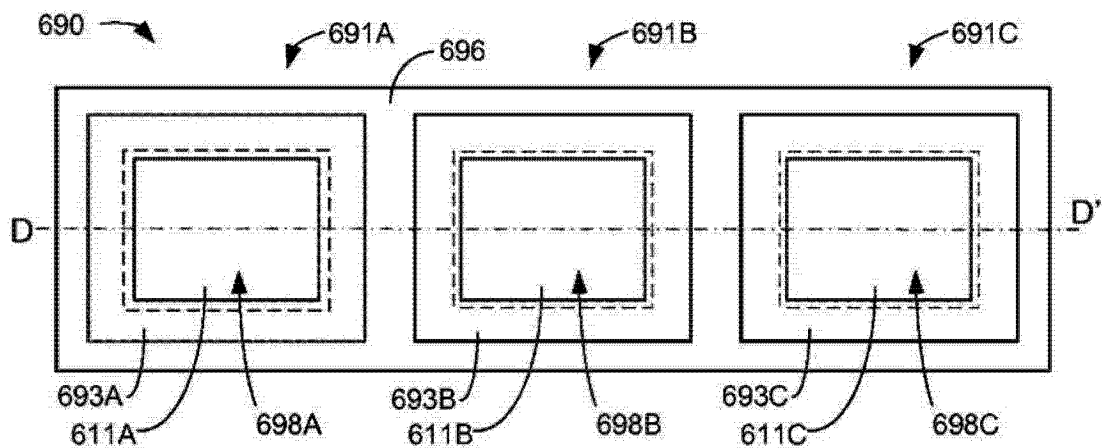


图 6G

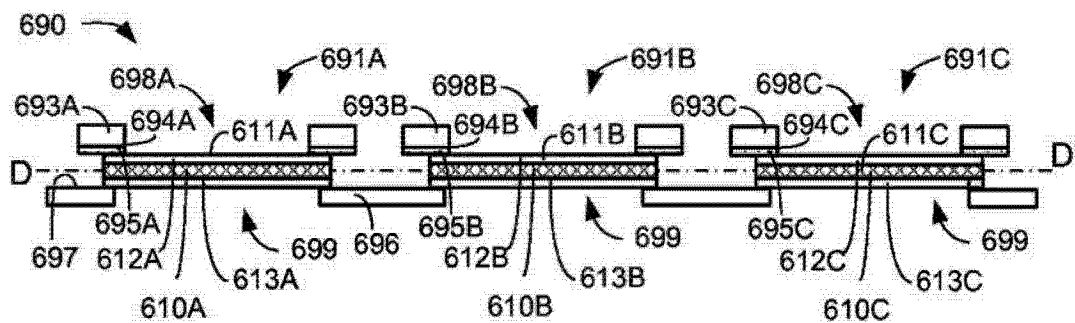


图 6H

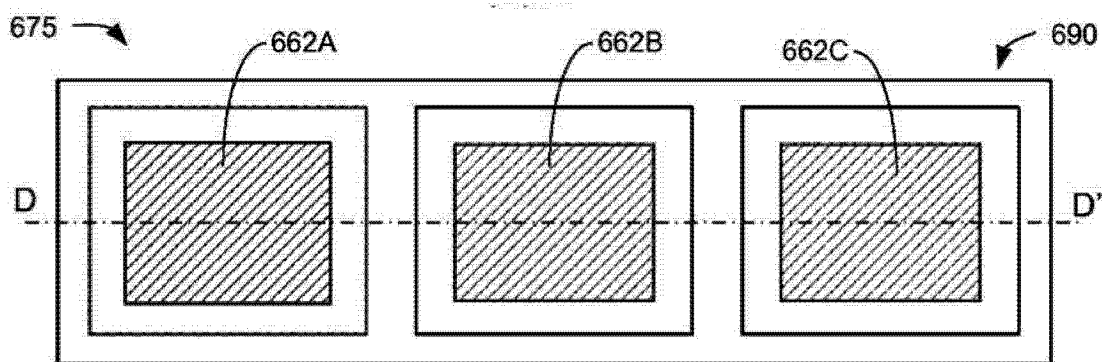


图 6I

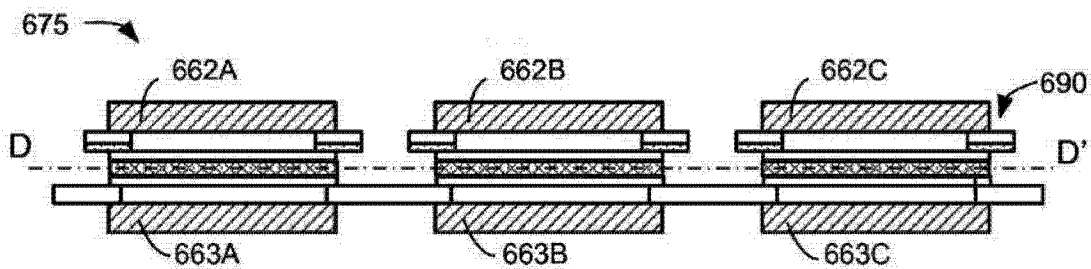


图 6J

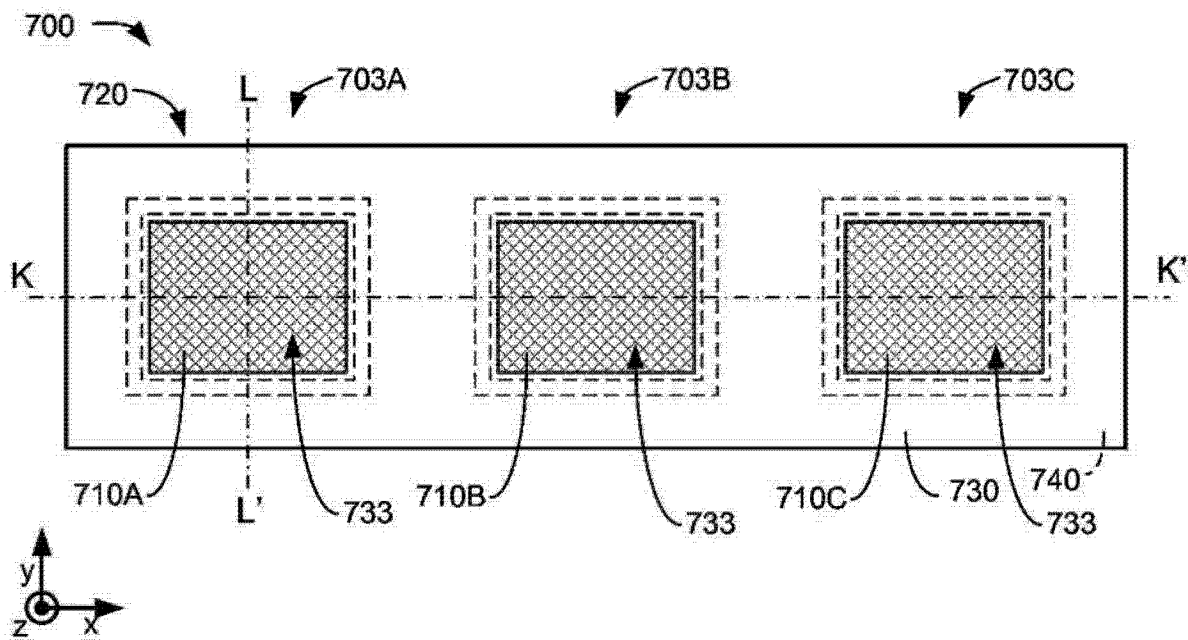


图 7A

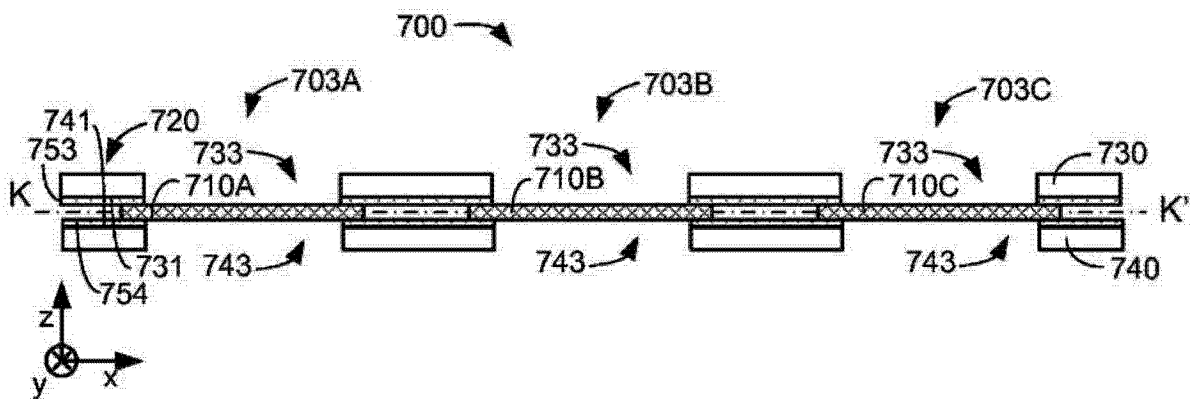


图 7B

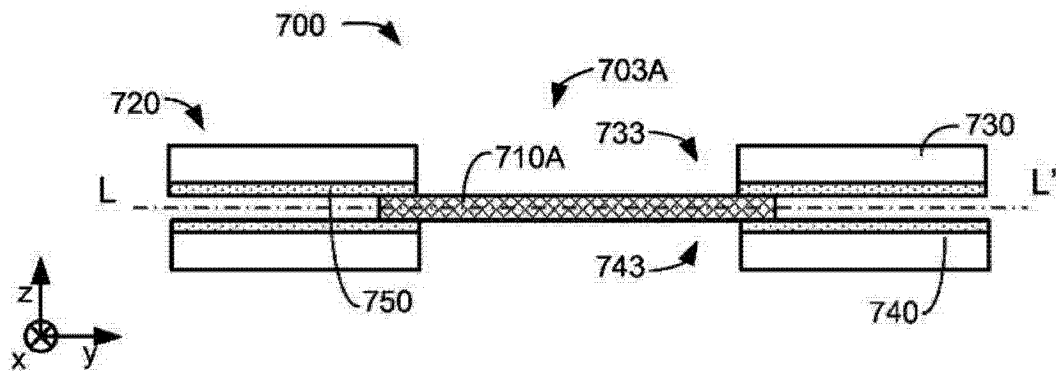


图 7C

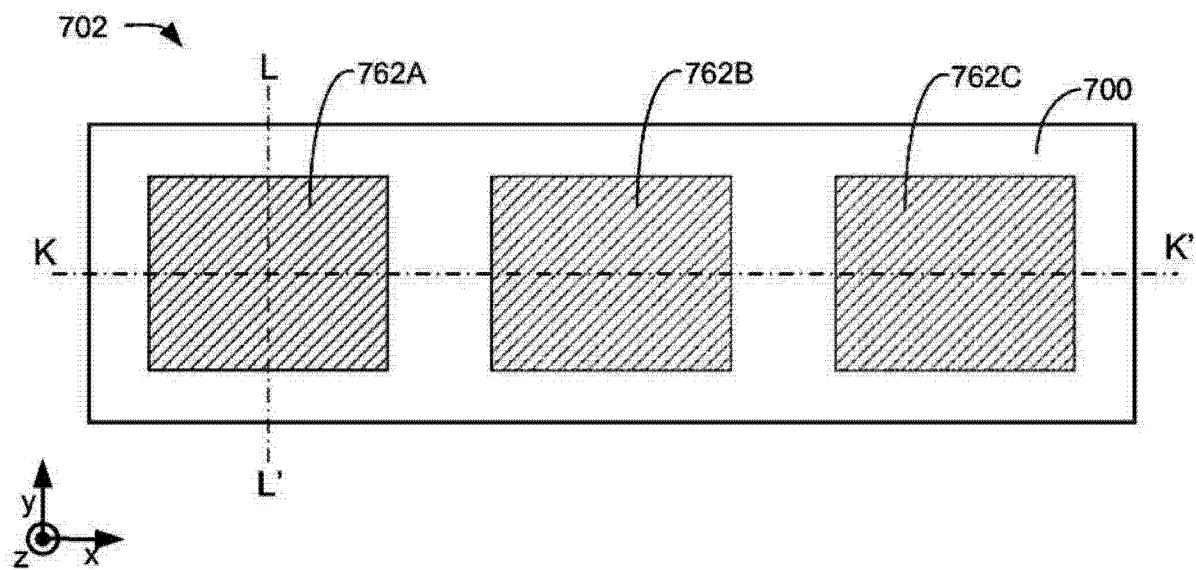


图 7D

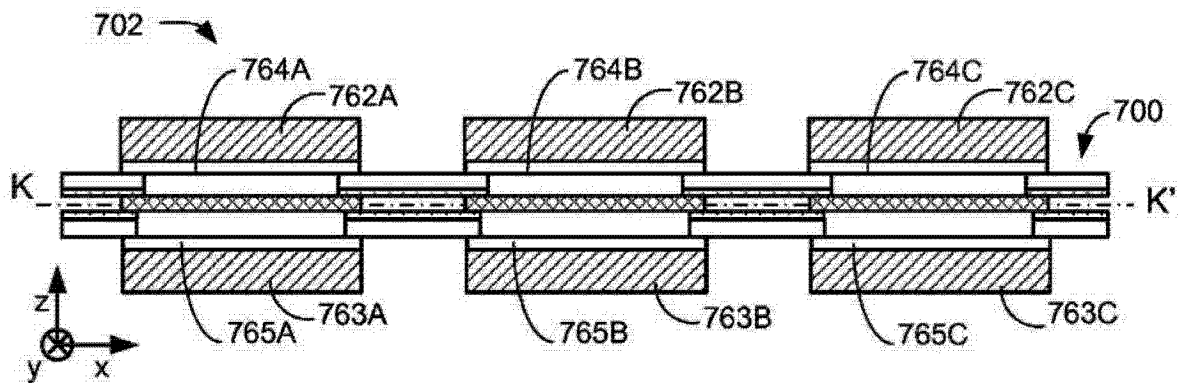


图 7E

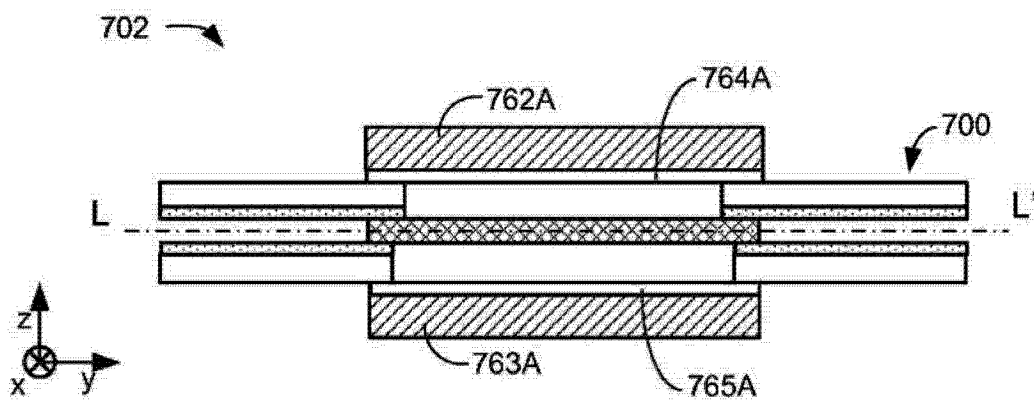


图 7F

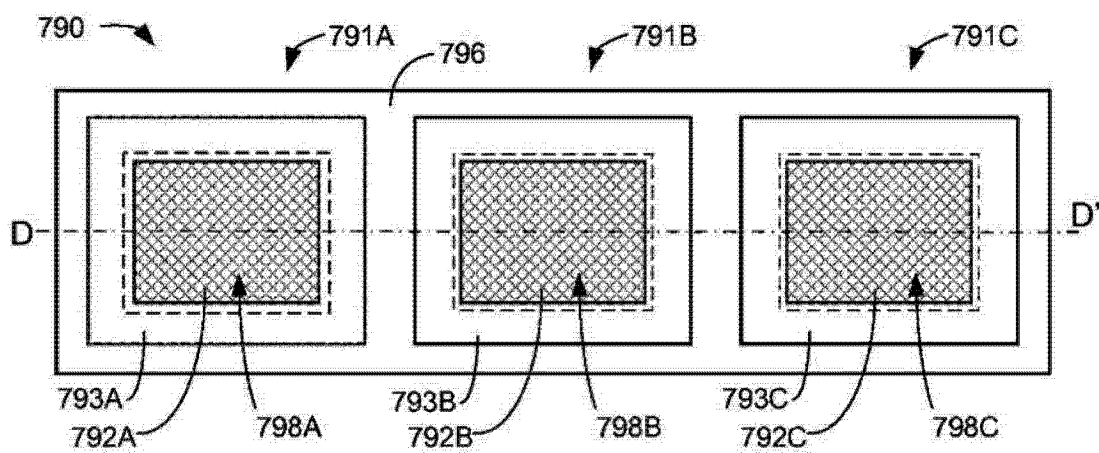


图 7G

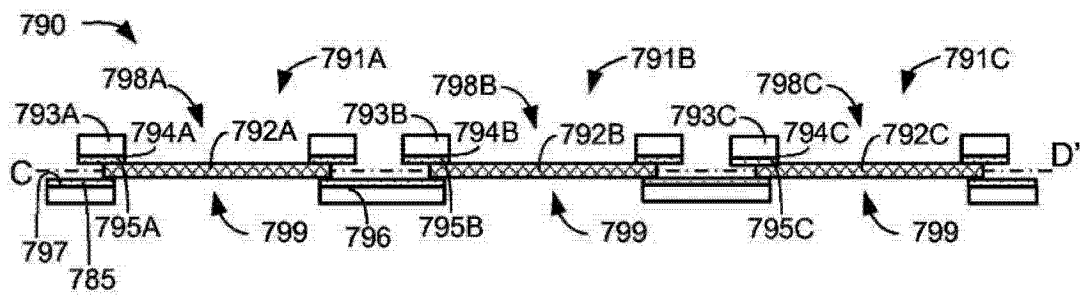


图 7H

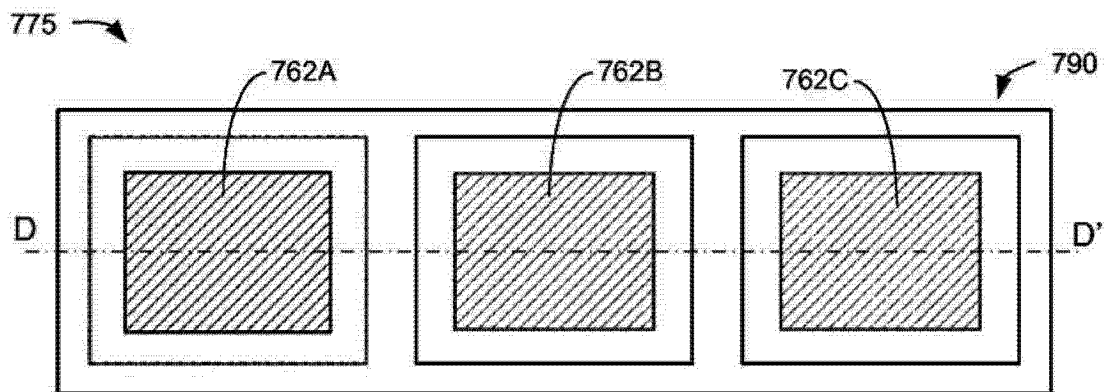


图 7I

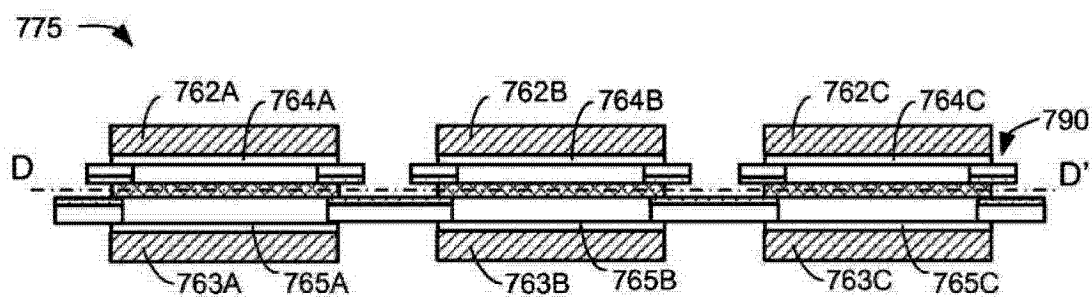


图 7J

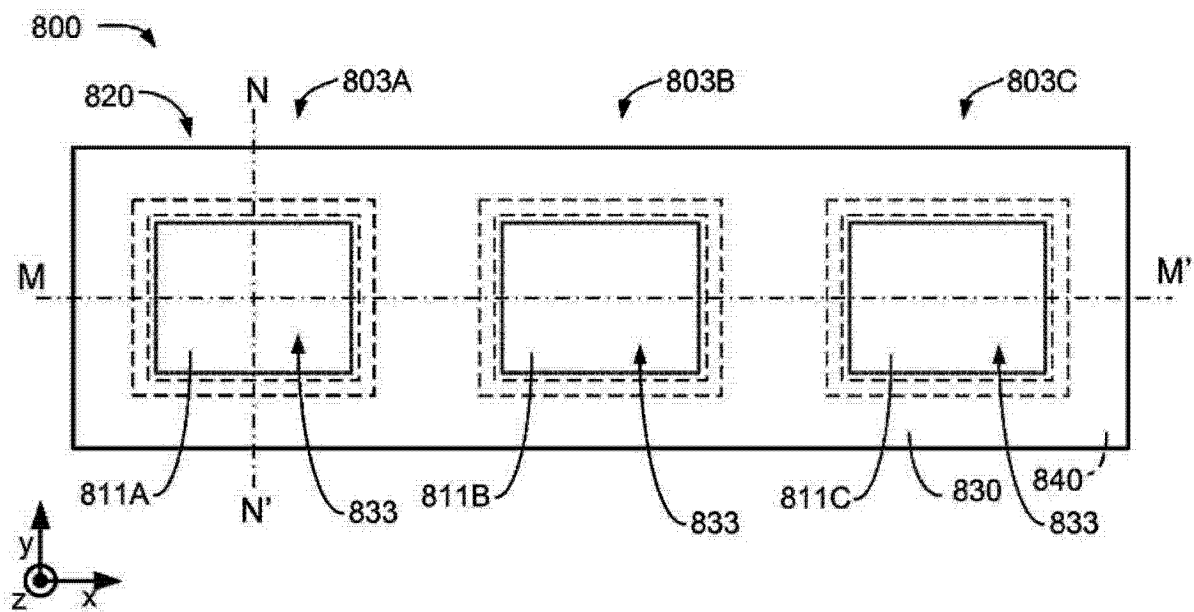


图 8A

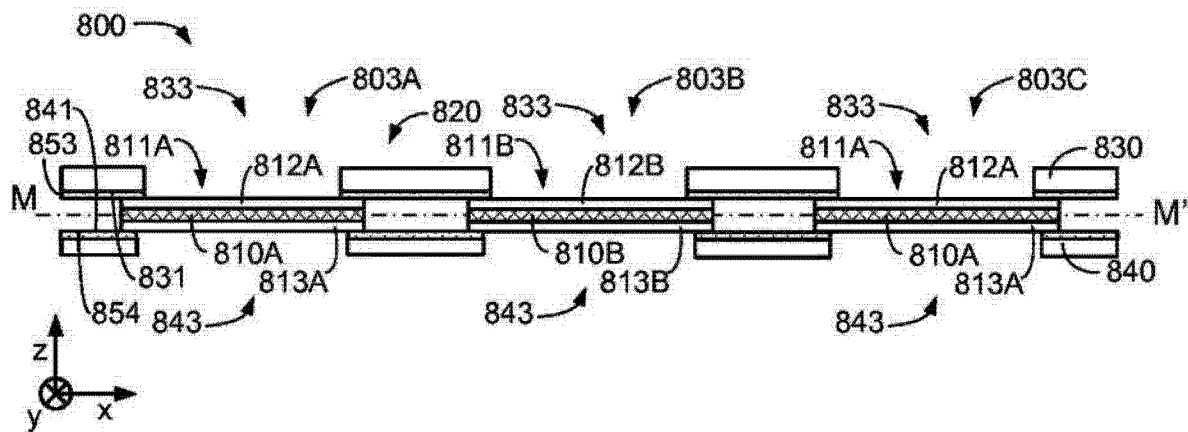


图 8B

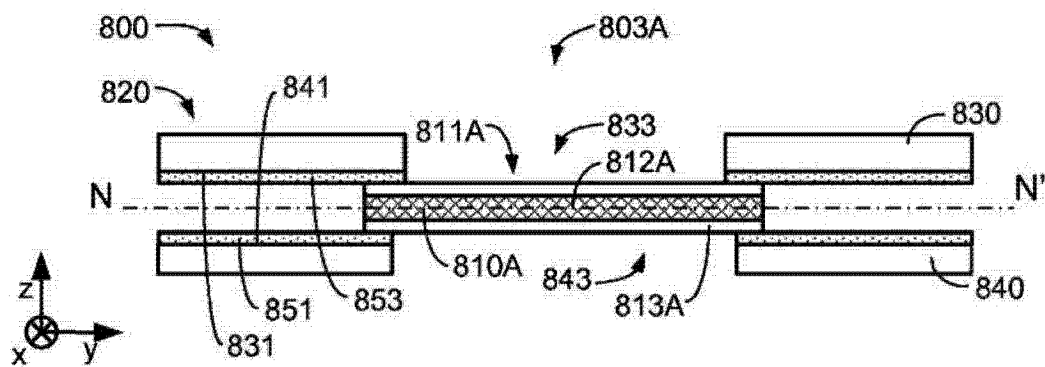


图 8C

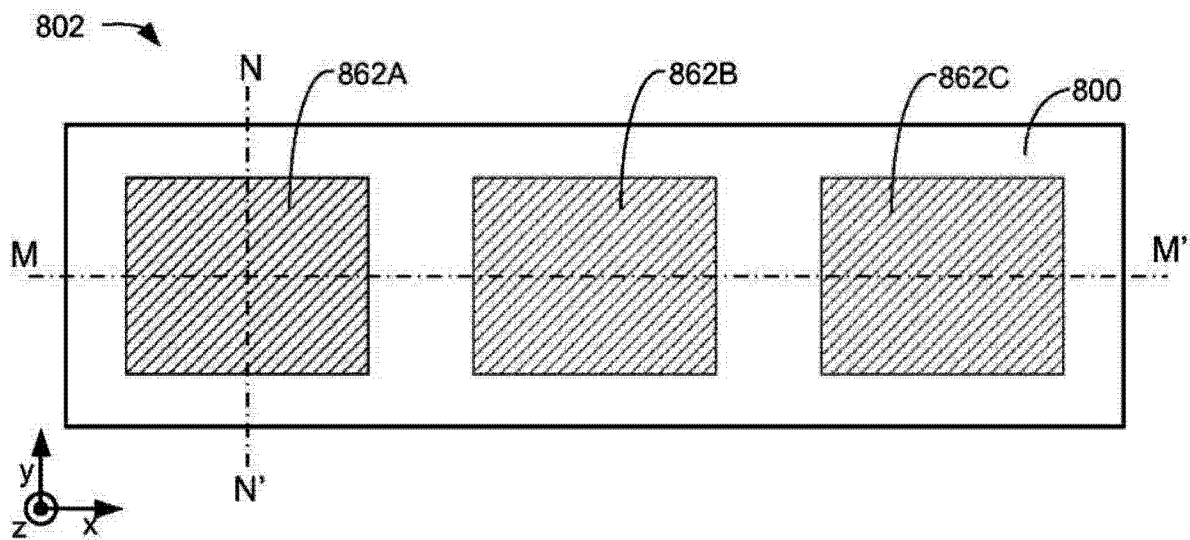


图 8D

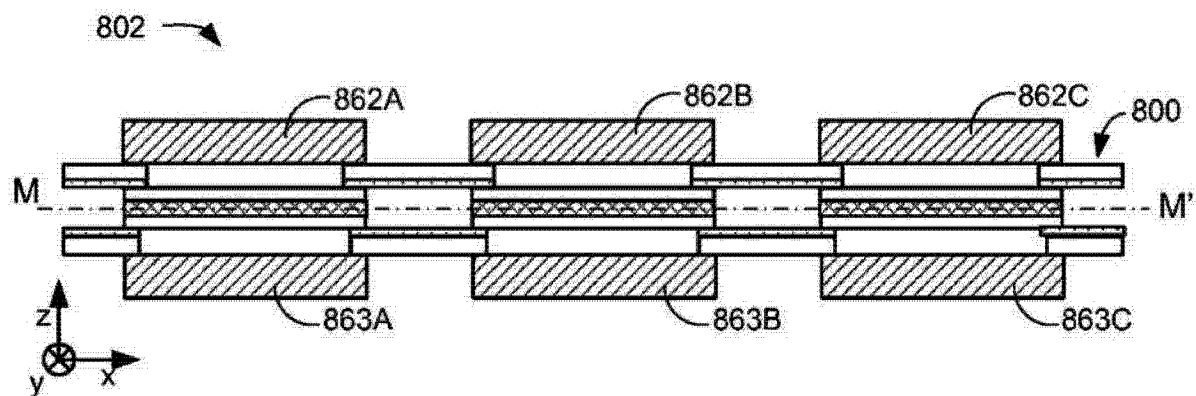


图 8E

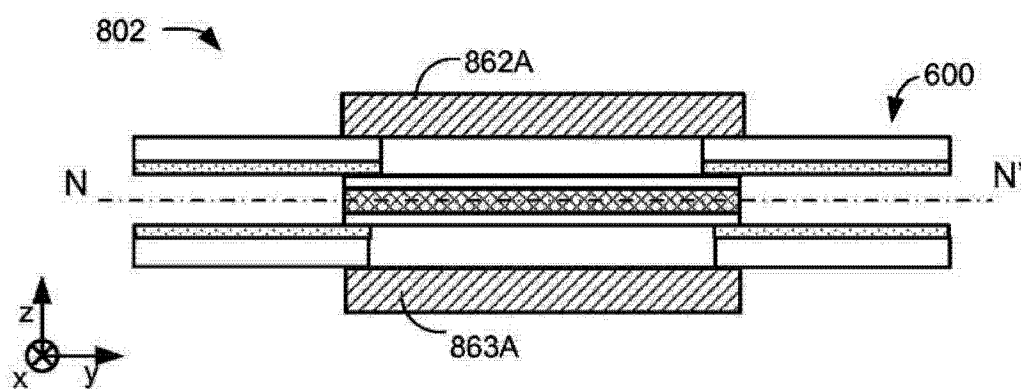


图 8F

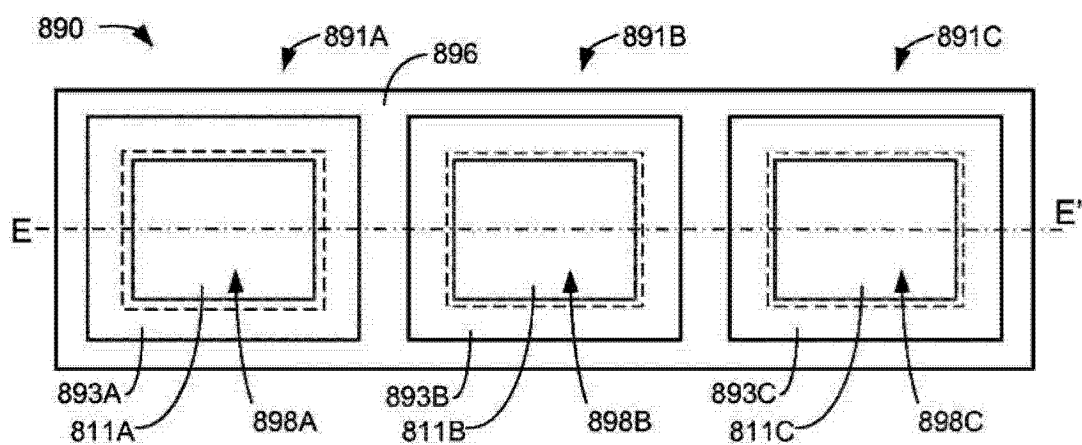


图 8G

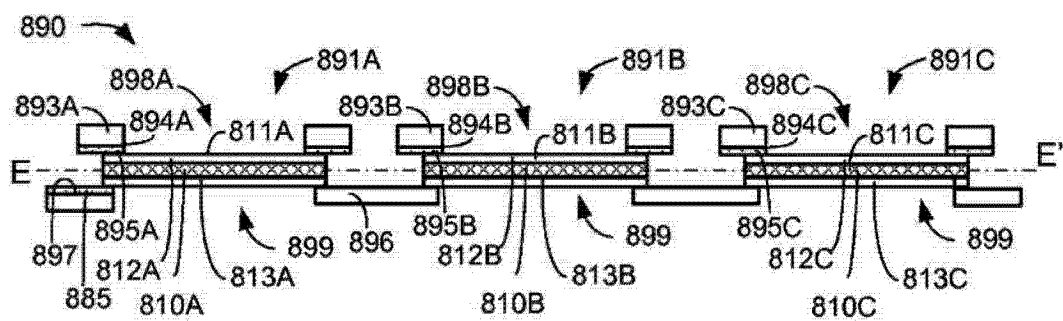


图 8H

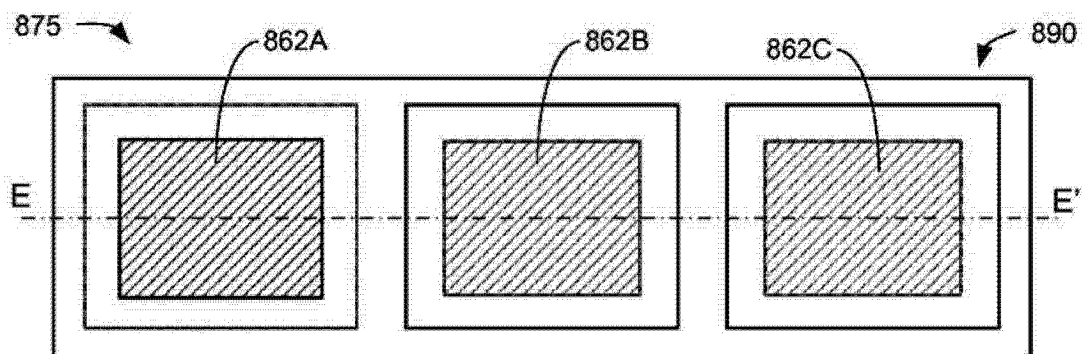


图 8I

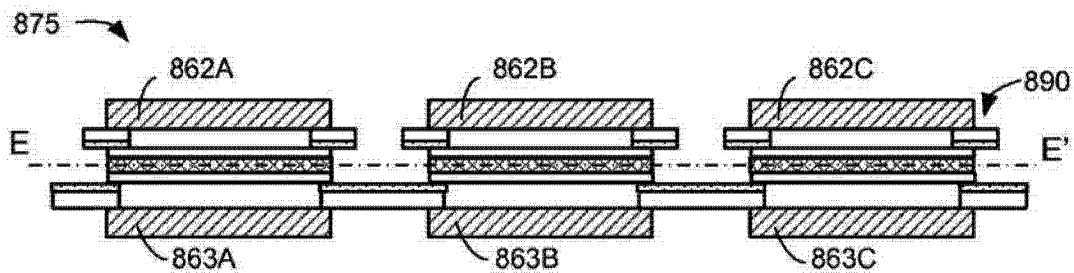


图 8J

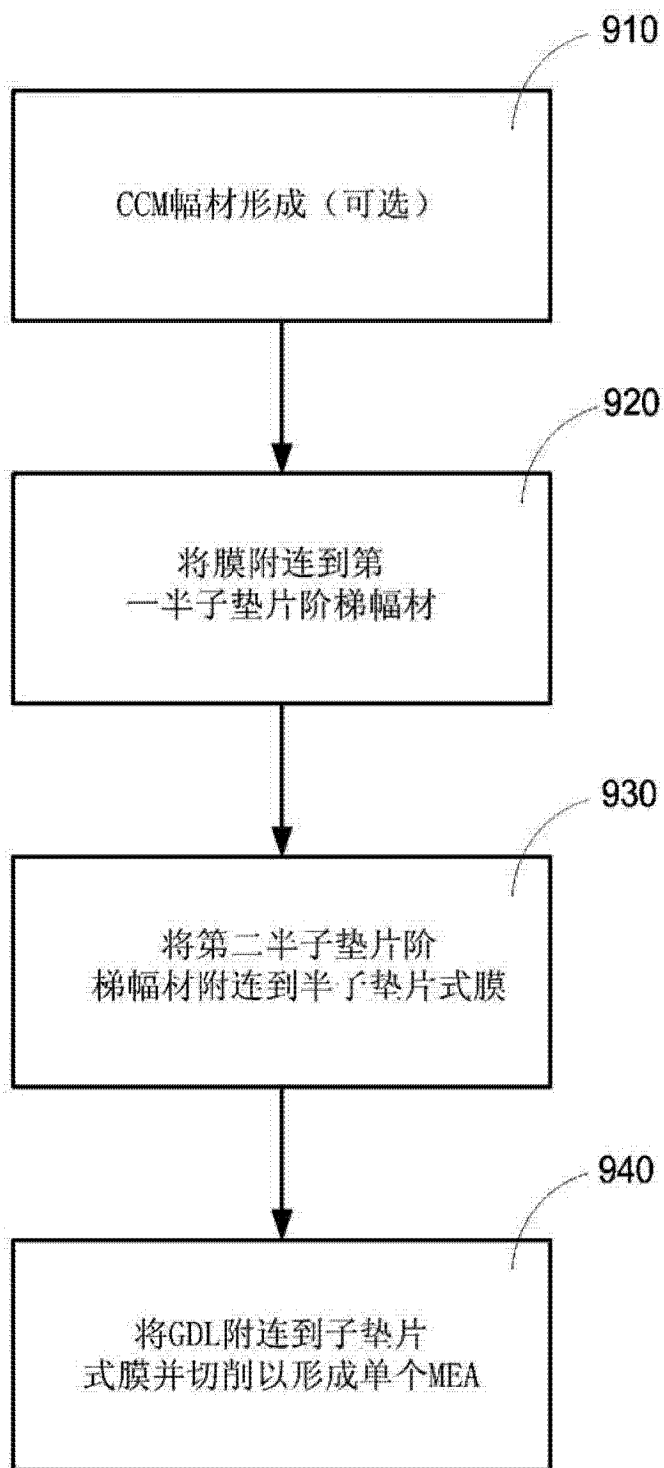


图 9

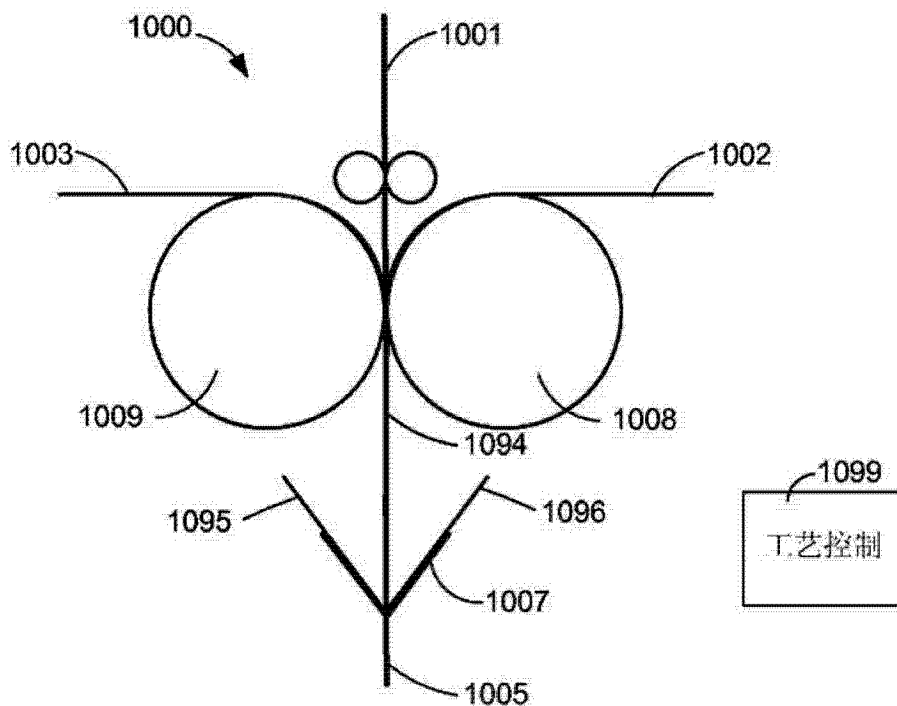


图 10A

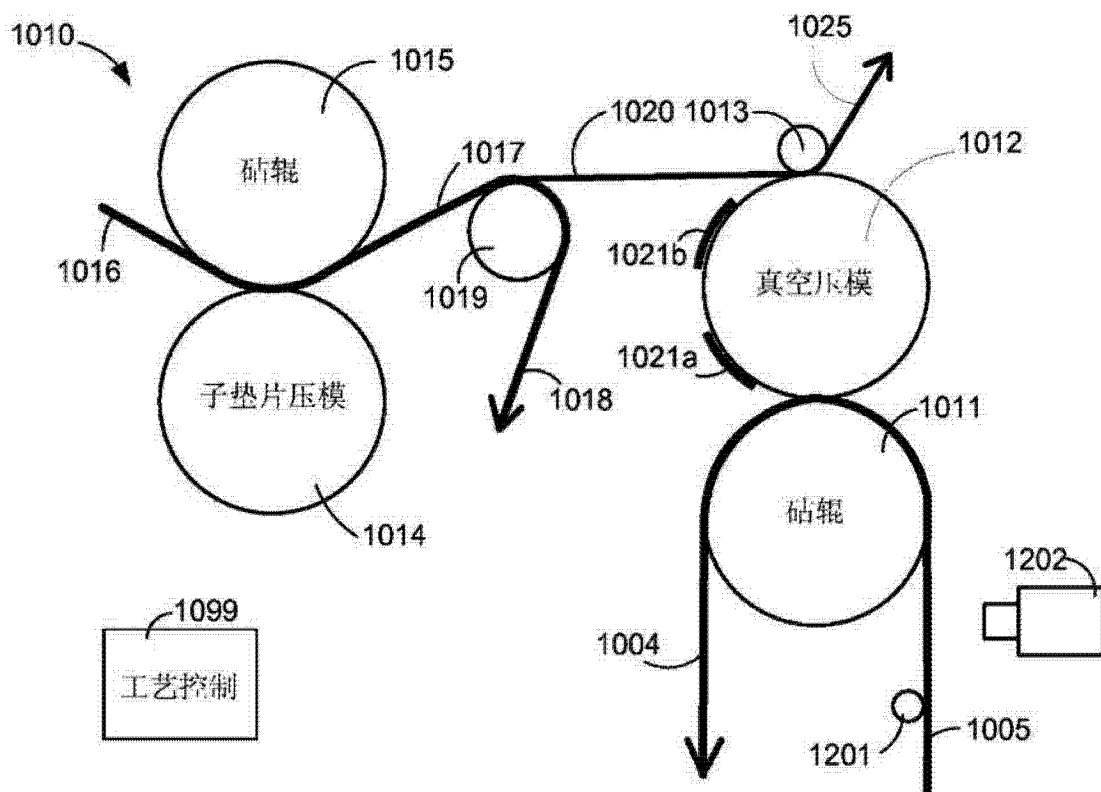


图 10B

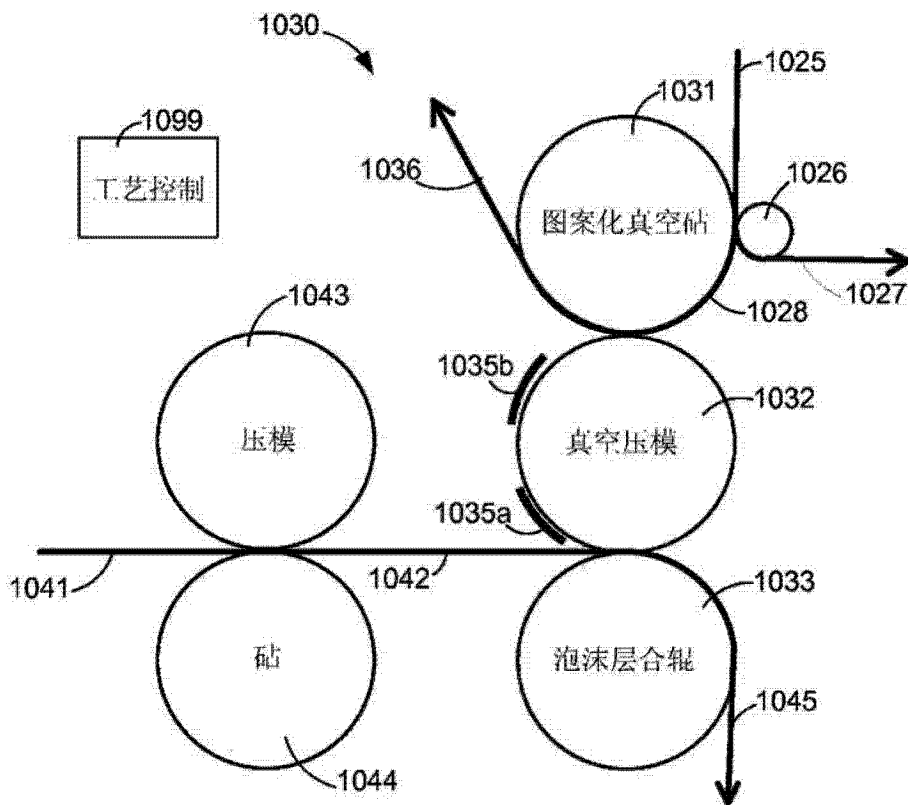


图 10C

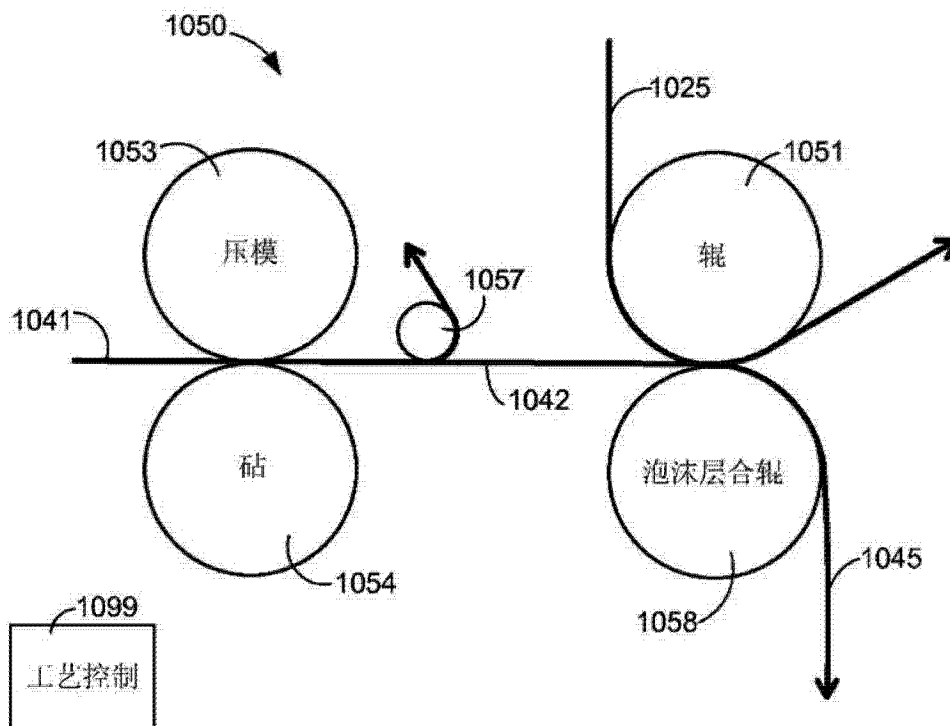


图 10D

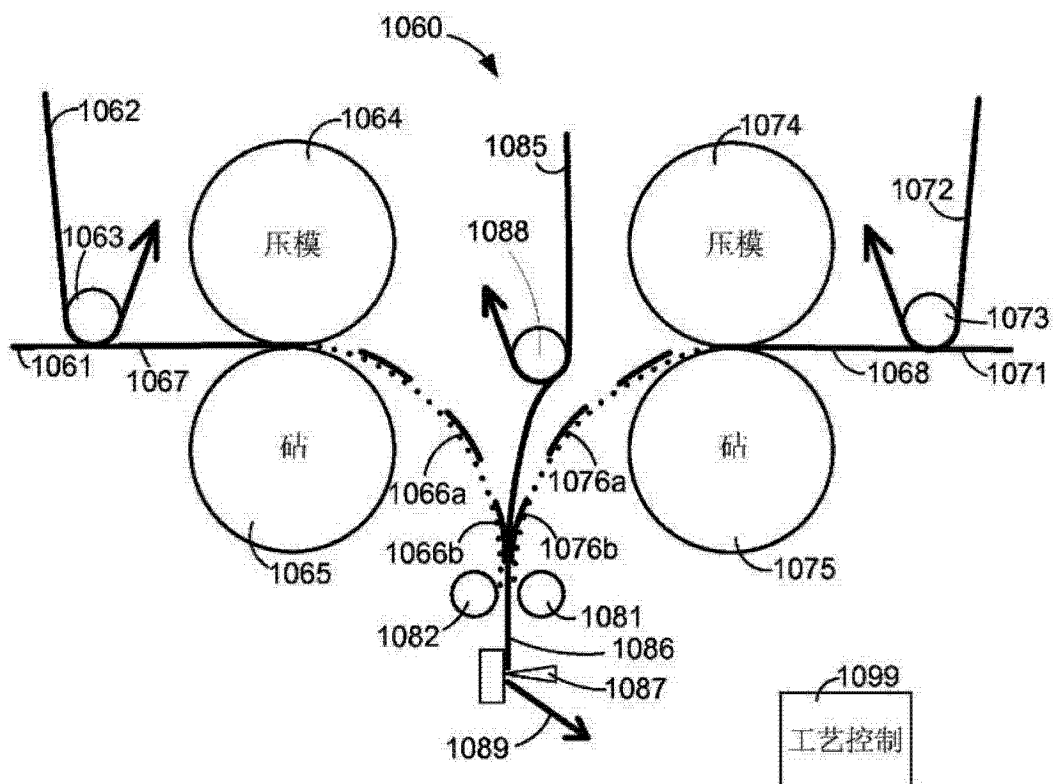


图 10E

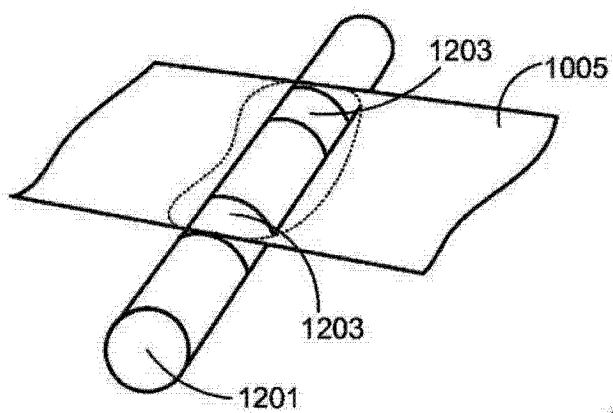


图12A

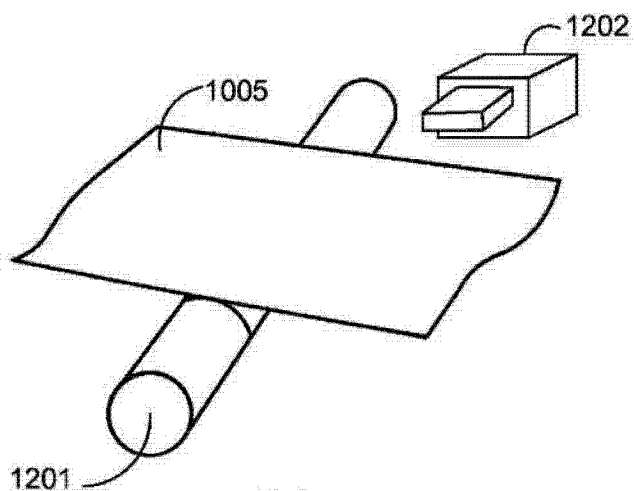


图12B

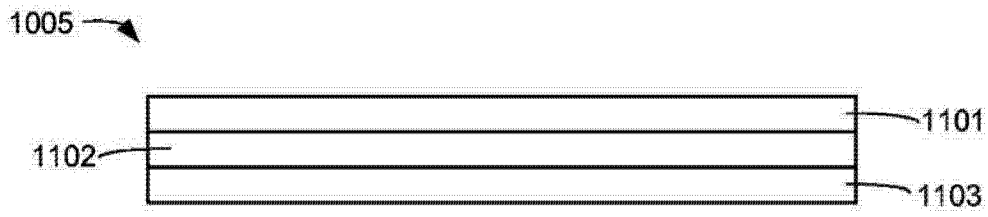


图 11A

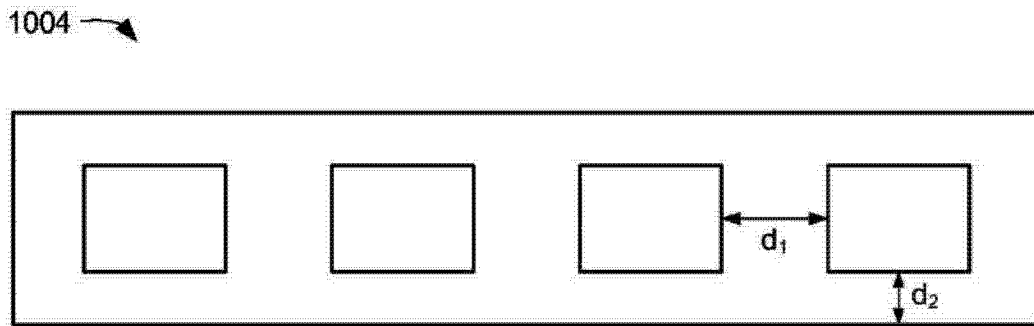


图 11B

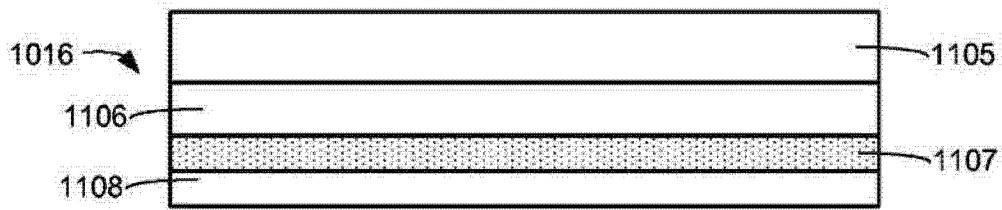


图 11C

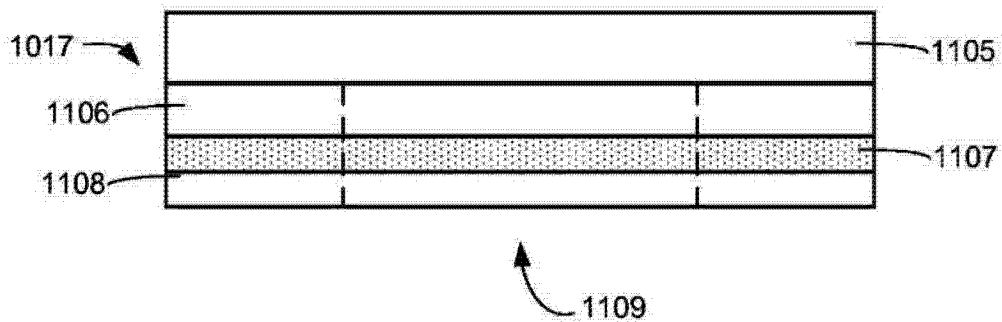


图 11D

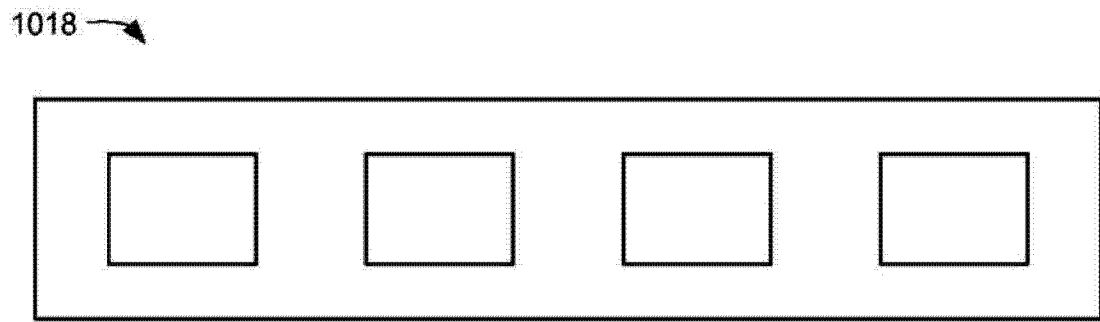


图 11E

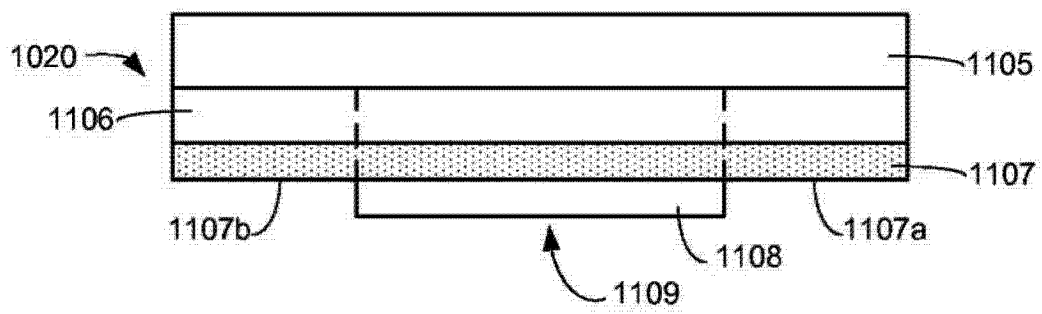


图 11F

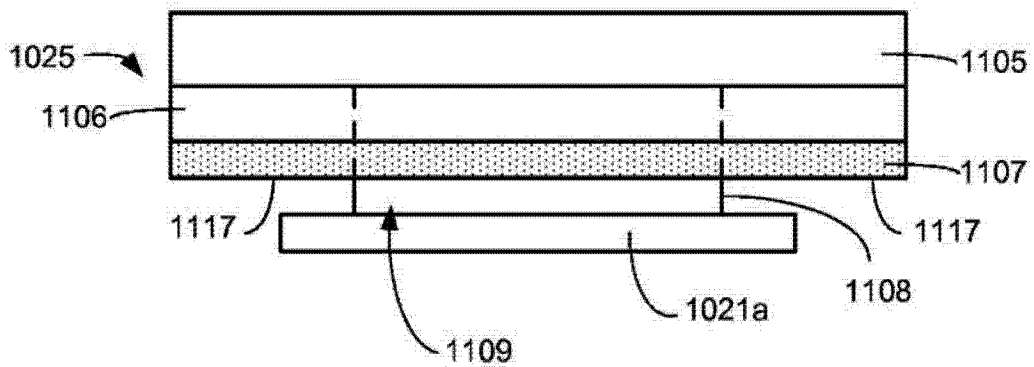


图 11G

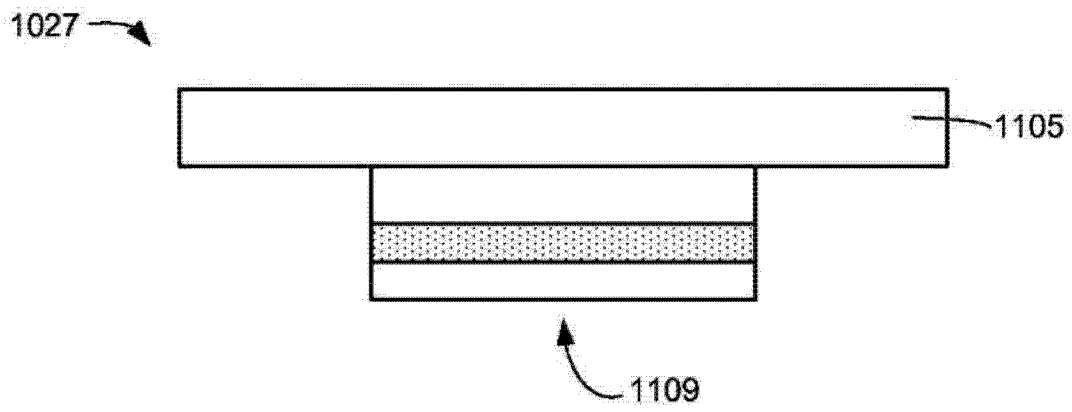


图 11H

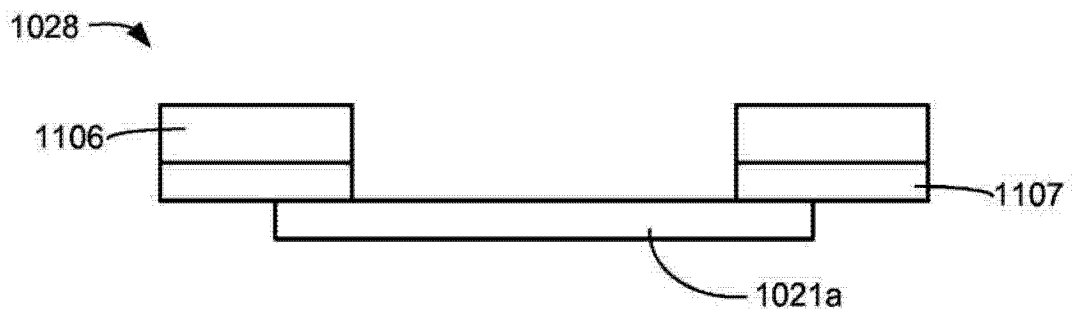


图 11I

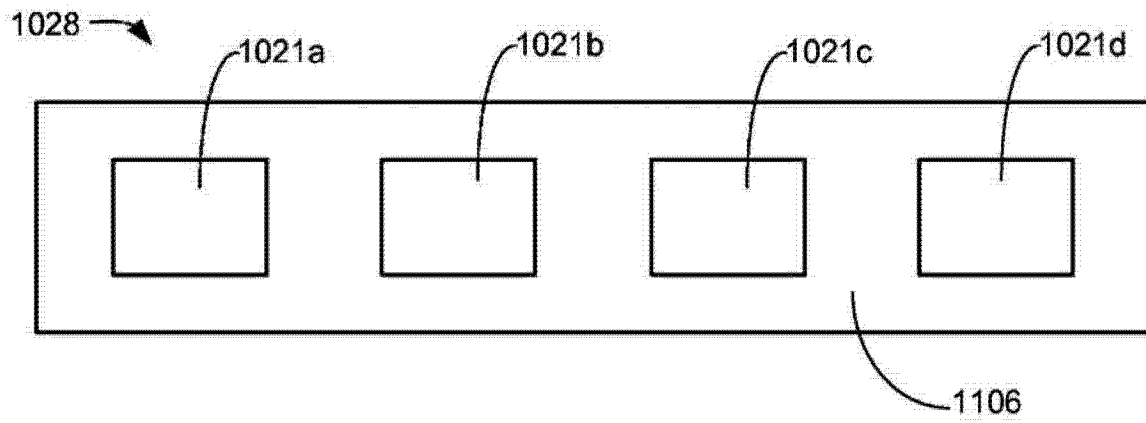


图 11J

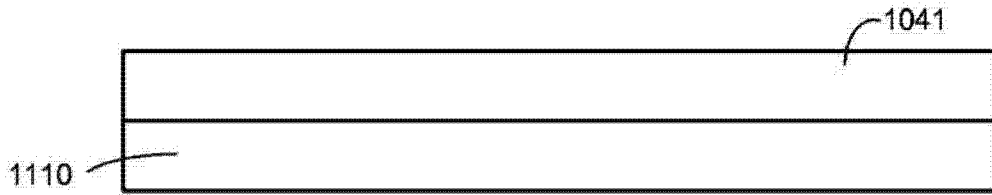


图 11K

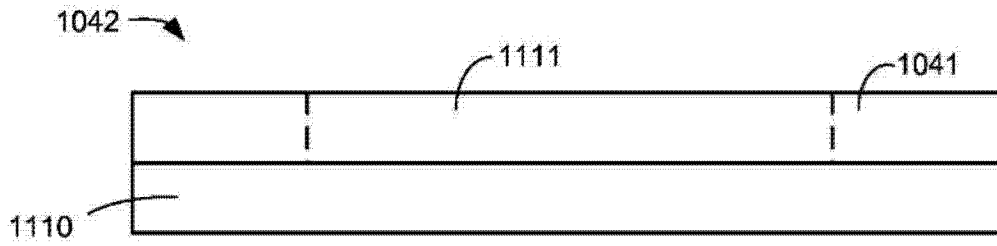


图 11L

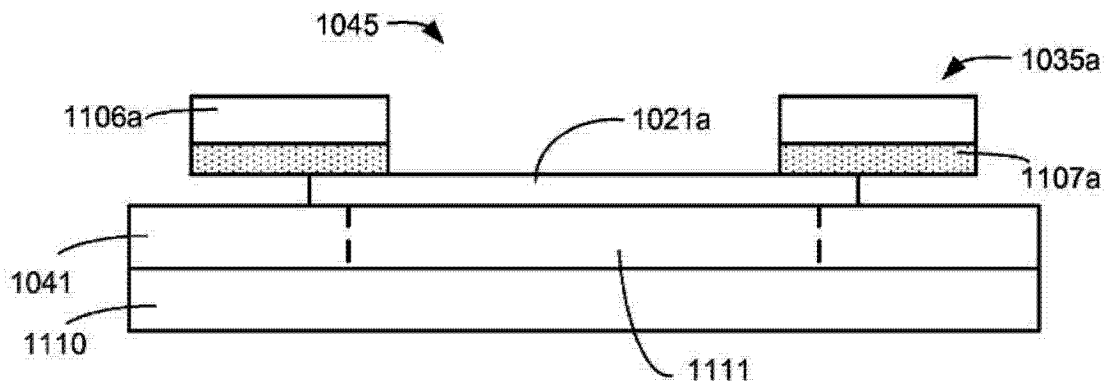


图 11M

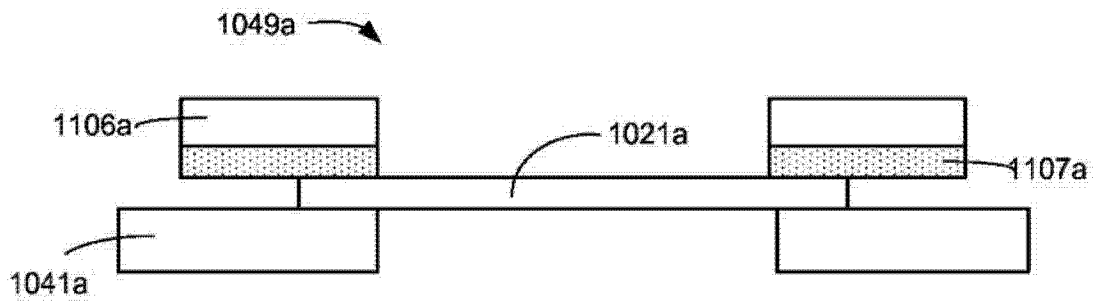


图 11N

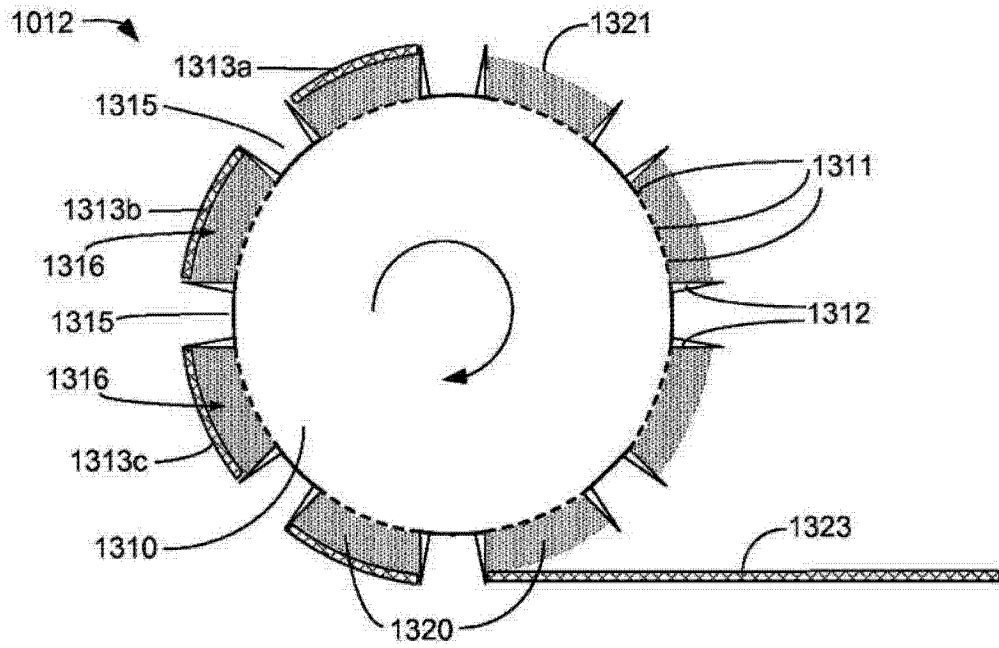


图 13A

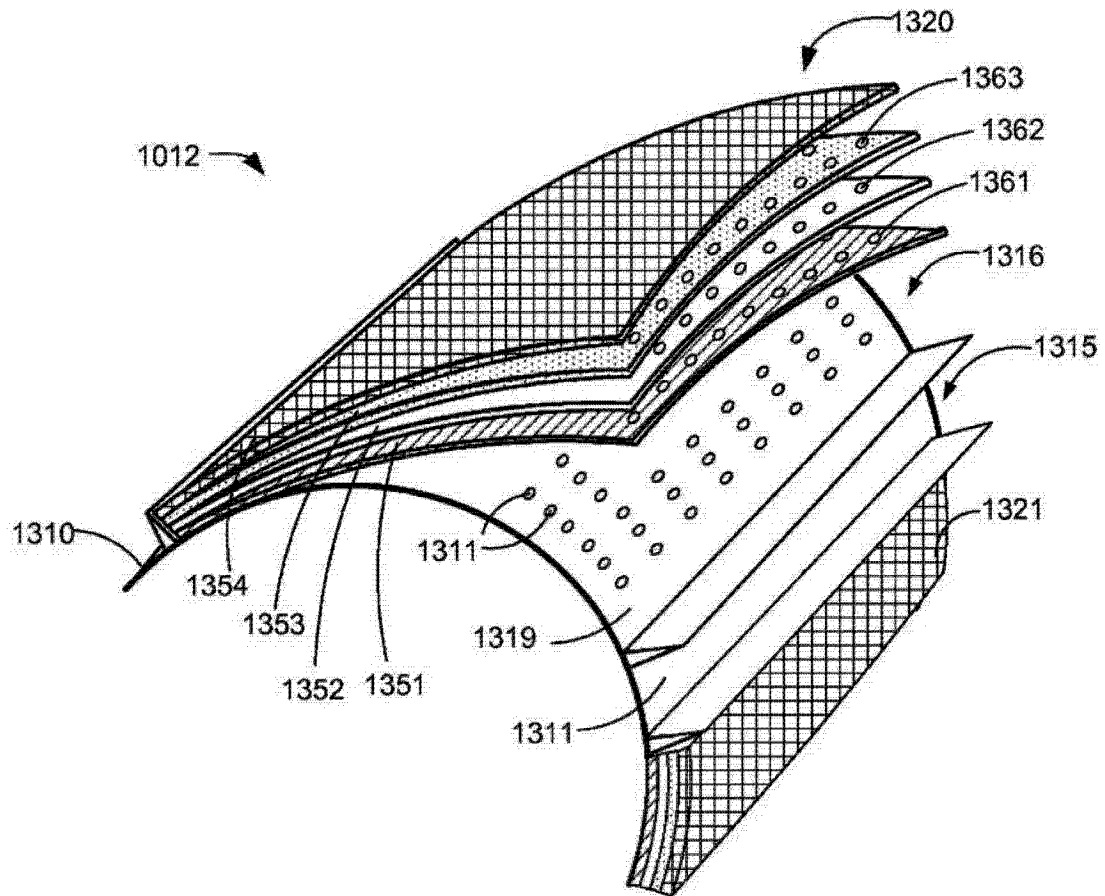


图 13B

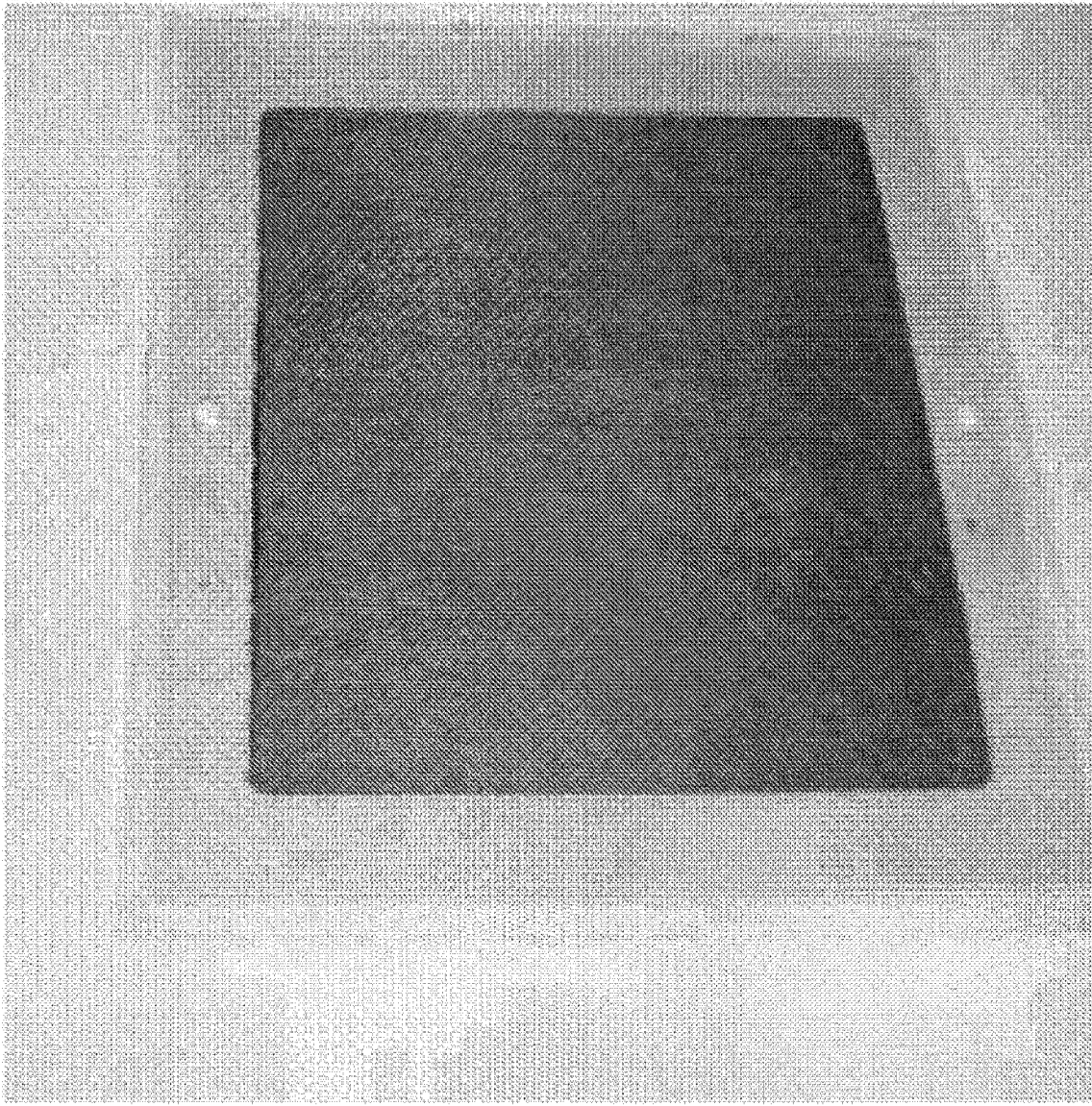


图 14

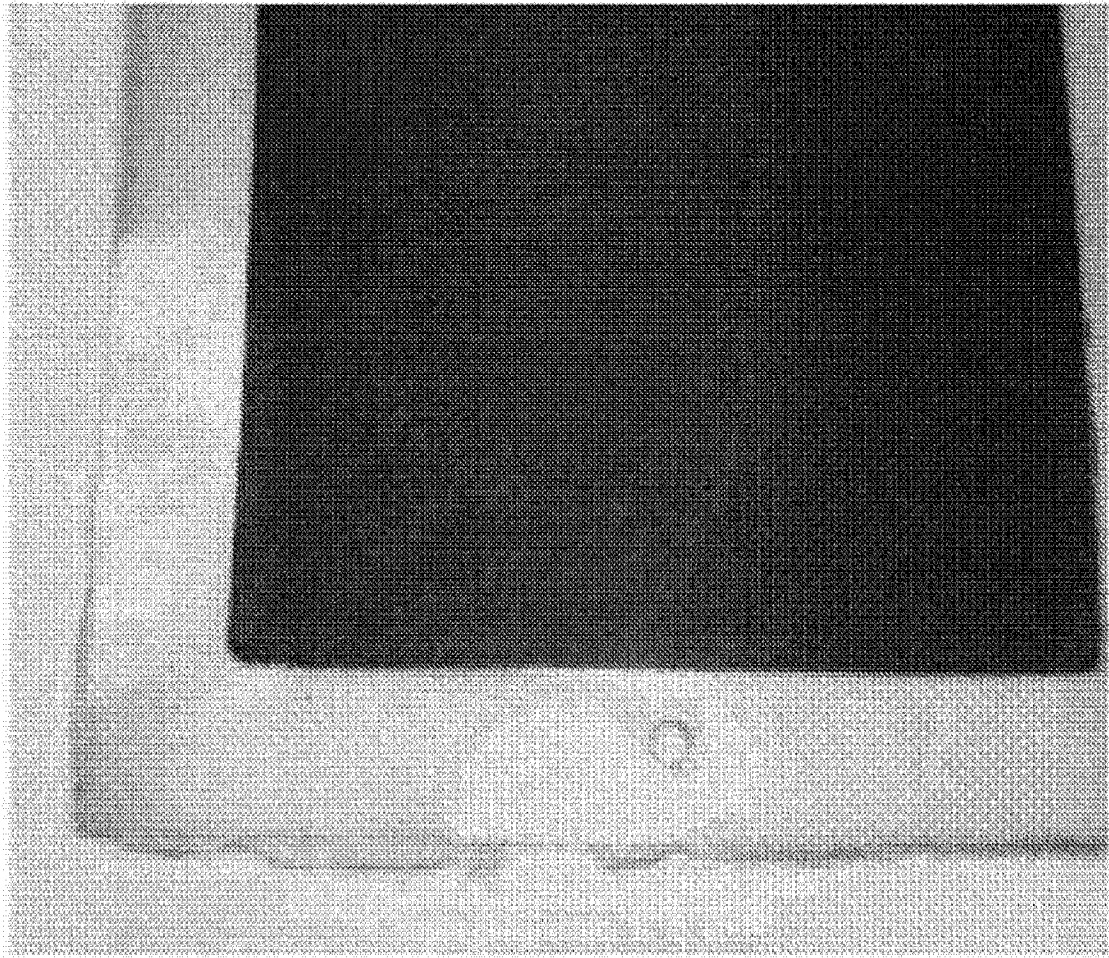


图 15

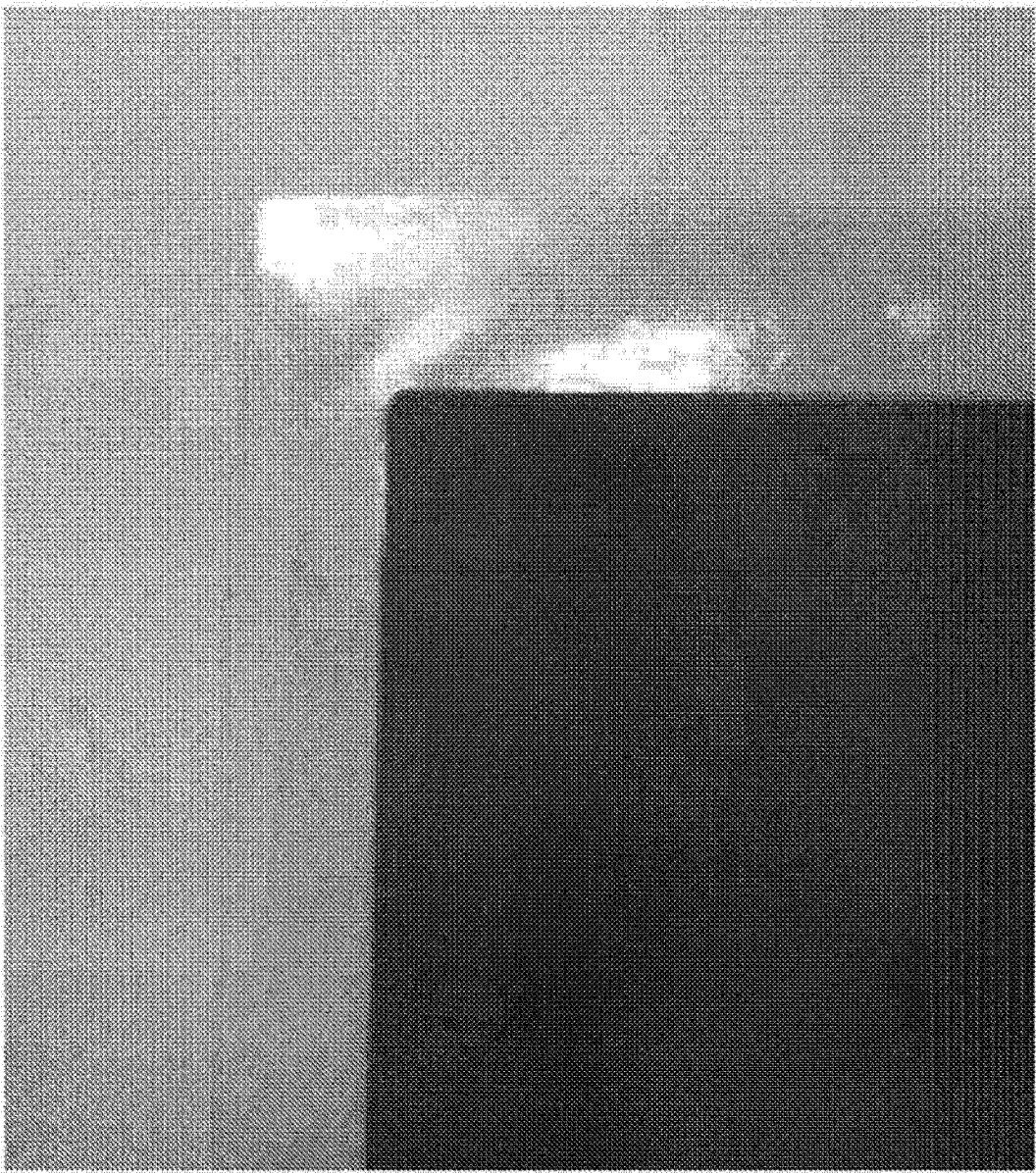


图 16

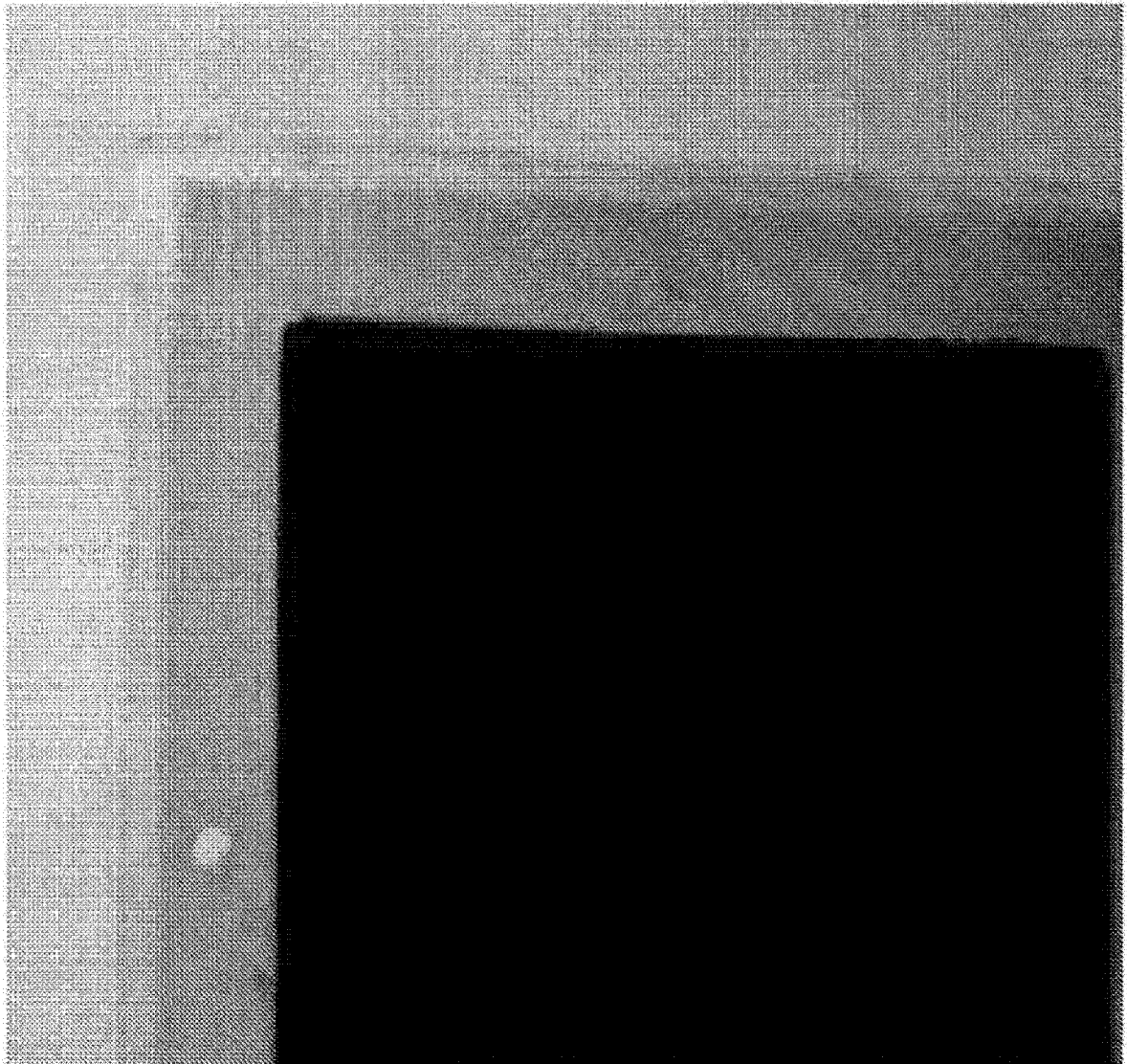


图 17