



(45)授权公告日 2017.04.26

权利要求书1页 说明书14页 附图19页

1. 一种用于燃料电池膜电极组件 (MEA) 的子组件, 所述子组件包括:
气体扩散层 (GDL); 和
粘合到所述气体扩散层的垫片, 所述垫片包括:
第一垫片层, 所述第一垫片层具有孔隙, 所述气体扩散层设置在所述第一垫片层的孔隙内;
第二垫片层, 所述第二垫片层包括接触所述第一垫片层和所述气体扩散层的垫片材料, 所述垫片材料将所述气体扩散层粘合到所述第一垫片层; 以及
设置在所述第一垫片层的表面上的粘合剂层,
其中所述第二垫片层包括位于表面上、用于增强所述垫片的密封性的微结构化的特征物, 并且所述微结构化的特征物与所述第一垫片层相背。
2. 根据权利要求1所述的子组件, 其中所述第二垫片层被设置在所述气体扩散层的表面的一部分的上方。
3. 根据权利要求1所述的子组件, 其中所述气体扩散层小于所述第一垫片层内的孔隙。
4. 根据权利要求1所述的子组件, 其中所述粘合剂层包括可移除的粘合剂衬垫。
5. 根据权利要求1所述的子组件, 其中所述子组件为成卷制品的部件, 所述成卷制品包括多个所述子组件。
6. 一种制备根据权利要求1所述的子组件的方法, 包括:
制备子组件部件, 所述制备包括:
相对于第一垫片层布置气体扩散层 (GDL), 所述第一垫片层具有设置于其上的粘合剂层, 其中所述第一垫片层具有孔隙, 所述气体扩散层设置在所述第一垫片层的孔隙内; 并且
将垫片材料设置在所述第一垫片层上; 以及
模制所述子组件部件, 以实现所述第一垫片层和所述气体扩散层之间的粘合, 所述粘合通过将所述垫片材料渗透到所述气体扩散层中形成。
7. 根据权利要求6所述的方法, 还包括固化所述垫片材料。

结合垫片的气体扩散层

技术领域

[0001] 本发明整体涉及燃料电池,并且更具体地讲,涉及用于膜电极组件的衬有垫片的气体扩散层。

背景技术

[0002] 典型的燃料电池动力系统包括配备了一个或多个燃料电池组的电源部分。燃料电池动力系统的功效很大程度上取决于各个燃料电池内以及相邻燃料电池组之间的各种接触和密封接合的完整性。

[0003] 为达到一些具体实施所要求的动力,燃料电池组可以包括大量的膜电极组件(MEA)、流场板和密封垫片。必须将燃料电池组的这些及其他部件精确对准和组装。即使很少的几个部件的错位也会导致气体渗漏、氢穿越以及性能/耐久性的下降。

[0004] 长期运转期间燃料电池膜的耐久性通常决定了是否能够节省成本地使用燃料电池。然而MEA可在多种情况下失效,一个典型的失效机理为过度气体渗漏,这种渗漏由在活动区域边缘处的膜穿孔或由湿度循环导致膜的溶胀和收缩的反复物理变形造成。

[0005] 存在对具有改善的耐久性和使用寿命的MEA的需求。本发明满足了这些以及其他需求。

发明内容

[0006] 本发明涉及结合垫片的气体扩散层(GIG)、采用GIG的组件、以及制备GIG和制备结合GIG的膜电极组件(MEA)的方法。

[0007] 在一个实施例中,用于MEA的GIG子组件包括气体扩散层(GDL)和粘合到GDL的垫片。该垫片包括第一垫片层和第二垫片层。第二垫片层由与第一垫片层边缘和/或表面的至少一部分以及GDL边缘和/或表面的至少一部分接触的垫片材料形成。第二垫片层的垫片材料将GDL粘合到第一垫片层。粘合剂层和可选的粘合剂衬垫设置在与第二垫片层相对的第一垫片层的表面上。GDL可以设置在第一垫片层中的孔隙内或可以叠盖第一垫片层。

[0008] 在一些具体实施中,第二垫片层设置在GDL的表面的至少一部分的上方。第二垫片层的垫片材料可以在GDL的边缘和/或表面处渗透GDL。第二垫片层的垫片材料可以渗透第一垫片层的表面和/或边缘。

[0009] 第一垫片层和/或第二垫片层可以具有微结构化的特征物以增强一些构造中垫片的密封性质。在其他构造中,第一垫片层和/或第二垫片层的密封表面可为基本上平坦的。

[0010] 第一垫片层可包含聚合物,例如聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚酰亚胺,或充分薄、充分强效并与燃料电池环境充分相容的其他刚性聚合物材料。第二垫片层的垫片材料可以包含(例如)有机硅、橡胶、含氟聚合物、或各种热固性柔性聚合物。

[0011] 本发明的另一个实施例涉及膜电极组件(MEA)。该MEA包括电解质膜、催化剂层和GIG。可将催化剂层设置在形成催化剂涂覆的膜(CCM)的电解质膜上或在面向膜的GDL的表

面上。在多种构造中,电解质膜可以具有微结构化的特征物和/或包含纳米结构化薄膜(NSTF)催化剂的第一和第二催化剂层中的一者或两者。例如,NSTF催化剂可以包含设置在针状纳米结构化支承晶须上的催化剂粒子。

[0012] 本发明的另一个实施例涉及燃料电池组。该燃料电池组包括MEA,该MEA包括结合流场板之间设置的垫片(GIG)的两层GDL,这些流场板在压缩力的作用下接触GIG的垫片。MEA包括电解质膜、催化剂层以及第一和第二子组件,每个子组件包括GDL和粘合到GDL的垫片。垫片包括第一垫片层,该第一垫片层具有设置在一个表面上的粘合剂层。垫片也包括第二垫片层,该第二垫片层具有与第一垫片层和GDL中的至少一个表面接触的垫片材料。

[0013] 本发明的又一个实施例涉及制备用于膜电极组件的子组件的方法。子组件部件通过以下步骤制备:相对于第一垫片层布置气体扩散层(GDL)并且将可流动或可变形的垫片材料设置在第一垫片层的一个表面上。可以将压敏粘合剂和可移除的粘合剂衬垫设置在第一垫片层的相面对的表面上。模制子组件部件以实现第一垫片层与GDL之间的粘合,该粘合是通过垫片材料形成的。

[0014] 子组件部件的制备可以涉及在第一垫片层中切割孔隙,以及将气体扩散层布置在该孔隙内。在一项具体实施中,可在模制之前将可流动垫片材料的小珠设置在第一垫片层上和/或模板上。模制后,可以将可流动的垫片材料固化。用于模制的模板可以包括微结构化的特征物,以使得可将第二垫片层形成为具有压印在可流动垫片材料中的微结构化的特征物。该模制方法可有利于实现子组件部件的预定厚度。

[0015] 根据另一项具体实施,适合通过加热和加压方法中的一种或两种方法进行处理的材料(本文称为可加热/加压处理的材料)的预切割框架被设置为邻近GDL和第一垫片层。例如,该可加热/加压处理的材料可以设置在GDL的边缘上方和第一垫片层的边缘上方。对GDL、预切割框架和第一垫片层进行热压,从而使将GDL粘合到第一垫片层的该可加热/加压处理的材料形成第二垫片层。在加热和加压方法中的一种或两种方法的作用下,可加热/加压处理的材料为可充分流动或变形的,从而实现第一垫片层和GDL之间粘合的形成。

[0016] 本发明的另一个实施例涉及制备膜电极组件的方法。形成第一GIG和第二GIG。每个形成的GIG都是通过包含至少第一垫片层的垫片中切割孔隙的方法而形成的。将GDL布置在孔隙中或其上方。将可加热/加压处理的垫片材料设置在第一垫片层上或第一垫片层附近和/或在模板上。模制第一垫片层、GDL和可加热/加压处理的垫片材料,以实现第一垫片层和GDL之间的粘合,此粘合是通过可加热/加压处理的垫片材料形成的。将电解质膜和催化剂层布置在具有垫片的第一和第二GDL子组件之间。根据本发明的一个方面,电解质膜具有设置于其上的催化剂层,从而形成催化剂涂覆的膜(CCM)。根据另一个方面,催化剂层设置在第一和第二GIG的GDL上。

[0017] 根据本发明的一个方面,CCM布置在第一和第二GIG之间。例如,将CCM设置在第一GIG上而将第二GIG设置在CCM上,以使得CCM被夹在第一GIG和第二GIG之间。具有一层GIG或两层GIG的垫片可以包括具有可移除粘合剂衬垫的压敏粘合剂层。在将第二GIG设置在CCM上之前,将粘合剂衬垫(如果使用)从第二GIG上移除,以使第二GIG的粘合剂层暴露。施加压力以使第二GIG通过压敏粘合剂层附连到CCM和/或第一GIG。

[0018] 以上发明内容并非旨在描述本发明的每个实施例或本发明的每种具体实施。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

[0019] 图1示出了燃料电池的运行；

[0020] 图2A至图2D示出了根据本发明各种实施例的结合垫片的气体扩散层 (GIG)；

[0021] 图3A和图3B分别示出了根据本发明实施例结合催化剂涂覆的膜 (CCM) 和GIG的膜电极组件 (MEA) 的展开视图和压缩视图；

[0022] 图3C示出了根据本发明实施例的单个燃料电池组件，其中GIG具有基本上平坦的表面，以有利于对具有凹槽的流场板的密封；

[0023] 图3D示出了根据本发明实施例的单个燃料电池组件，其中GIG包括设置在GDL上的催化剂层；

[0024] 图3E示出了根据本发明实施例的、包括多个单个电池的燃料电池，每个单个电池均结合了GIG；

[0025] 图4A和图4B分别为根据本发明实施例所构造的、结合垫片的气体扩散层 (GIG) 的剖视图和平面图；

[0026] 图4C为根据本发明实施例的、包括催化剂涂覆的GDL的GIG的剖视图；

[0027] 图4D和图4E为根据本发明实施例的GIG的剖视图，其中第一垫片层设置在GDL的下方；

[0028] 图4F为根据本发明实施例的GIG的剖视图，其中用于第二垫片层的可加热/加压处理材料的一部分设置在第一垫片层和GDL之间；

[0029] 图5A为根据一个实施例所形成的GIG子组件网的剖视图，该GIG子组件网包括多个被夹在第一和第二载网之间的GIG；

[0030] 图5B为缺少第二载网的图5A的GIG子组件网的平面图；

[0031] 图5C为根据本发明的一个实施例的GIG子组件网的剖视图，该GIG子组件网包括多个被夹在第一和第二载网之间的GIG，其中GDL叠盖第一垫片层；

[0032] 图6A示出了根据本发明实施例的膜电极组件 (MEA)，该膜电极组件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；

[0033] 图6B示出了根据本发明实施例的包括GIG的MEA，该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；

[0034] 图6C示出了根据本发明实施例的包括GIG的膜电极组件 (MEA)，其中GDL叠盖GIG的第一垫片层；

[0035] 图7为根据本发明实施例形成的MEA网的剖视图；

[0036] 图8为根据本发明实施例的包括结合GIG的MEA的单个燃料电池；

[0037] 图9A和9B为示出根据本发明实施例制备GIG的方法的示意图；

[0038] 图10A至图10G为示出根据本发明实施例制备GIG的方法的一系列示意图；

[0039] 图11A至图11H为示出根据本发明实施例制备结合GIG的MEA的方法的一系列示意图；以及

[0040] 图12至图15示出了可以根据多种实施例结合本文所述GIG的多种燃料电池系统。

[0041] 虽然本发明经得起多种修改形式和替代形式的检验，其具体特点已在图中以举例

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

[0042] 在所示实施例的以下描述中,参考作为其一部分的附图并且其中以举例说明的方式示出本发明可以实施的各种实施例。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,并可以进行结构上的修改。

[0043] 本发明的实施例涉及粘合到垫片的气体扩散层(GDL),本文称为结合垫片的气体扩散层(GIG)或GIG子组件。以往的衬垫方法需要垫片层良好地粘合到催化剂涂覆的膜(CCM)。粘合不充分会在MEA处于运行状态下时导致泄漏的发生。在制备和叠堆组件过程中,如果垫片未能粘附并且从电解质膜上脱离,粘合不充分也会使子组件的处理变得困难。本文所述的衬垫方法加强了在GDL/CCM接合处的粘合,并且在结合纳米结构化薄膜催化剂层使用时尤为有利。

[0044] 根据本文所述的实施例,膜电极组件(MEA)可以结合一个或多个GIG。本发明的一些实施例涉及制备GIG子组件的方法和制备结合GIG子组件的MEA的方法。在本文所述的一些实施例中,MEA的第一GIG和第二GIG的垫片粘合在一起,从而消除了将GDL牢固地粘合到CCM的需要。在一些实施例中,可将GIG子组件和/或结合GIG的MEA加工为成卷制品。

[0045] 本发明的GIG在聚合物电解质膜(PEM)燃料电池应用中尤其有用。图1中示出了典型的燃料电池构造。图1所示的燃料电池110包括与第一GIG 114相邻的第一流体流板112。与该GIG 114相邻的是包括电解质膜116和催化剂层115、113的催化剂涂覆的电解质膜(CCM) 120。第二GIG 118位于与CCM 120相邻的位置,并且第二流体流板119位于与第二GIG 118相邻的位置。

[0046] 运行中,氢燃料在第一流体流板112的上方通过并穿过第一GIG114的GDL部分被引入燃料电池110的阳极部分。氢燃料在第一GIG114的GDL和CCM 120的接合处、催化剂115的表面上被分离为氢离子(H^+)和电子(e^-)。

[0047] CCM 120的电解质膜116仅允许氢离子或质子穿过电解质膜116到达燃料电池110的阴极催化剂113。电子无法穿过电解质膜116,相反,其以电流的形式流过外部电路。此电流可向电负载117(诸如电机)供电或者被引入储能装置(诸如可充电电池)。

[0048] 氧气在燃料电池110的阴极侧通过第二流体流板119流过第二GIG 118的GDL部分。氧气、质子和电子在阴极催化剂113的表面上混合以生成水和热。

[0049] 单独的燃料电池,如图1所示,可以同多个其他的燃料电池结合以形成燃料电池组。燃料电池组内的燃料电池数目确定燃料电池组的总电压,电池活动区域的表面积确定总电流。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。

[0050] 图2A和图2B分别示出了根据本发明一个实施例的GIG的剖视图和平面图。该GIG包括垫片210和气体扩散层(GDL) 205。该GDL 205可以由能够从电极集电同时允许反应气体通过的任何材料制备,通常为机织物或非织造材料的碳纤维纸或布。

[0051] 垫片210为层状结构,其包括相对于GDL 205设置的第一垫片层211。在一个实施例中,由图2A中可清楚地看见,GDL 205比第一垫片层211内的孔隙略小。GDL 205布置在第一

垫片层211的孔隙内。第一垫片层211可以包括多种类型的聚合物材料,例如聚酰亚胺、聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)、聚对苯二甲酸乙二酯(PET)和/或其他材料,例如充分薄、充分强效并且同燃料电池环境(即在暴露于水、氢气或氧气的情况下温度为80℃至100℃的环境)充分相容的刚性聚合物材料,而且这些聚合物材料提供有利于同粘合剂和第二垫片层214粘合的表面。

[0052] 垫片210包括粘合剂层212和可选的设置在第一垫片层211的一个表面上的粘合剂衬垫213。粘合剂层212可以包括压敏粘合剂(PSA)或热活化粘合剂。例如,粘合剂层212可以包括下列任何物质: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)、丁腈基粘合剂、环氧基粘合剂、以及聚氨酯基粘合剂。在一些实施例中,粘合剂层212可以包括热活化粘合剂,例如Thermobond 845(聚乙烯马来酸酯基)或Thermobond 583(丁腈橡胶基)。

[0053] 垫片210包括与第一垫片层211和GDL 205接触的第二垫片层214。第二垫片层214可为基本上平坦的,如图2A所示,或可以包括表面特征物。例如,可以使用基本上平坦的垫片表面以有利于对具有适于形成密封的隆起的燃料电池组隔板或流场板进行密封。在此构造中,平垫片随隔板或流场板变形以形成密封。例如,下述具有微结构化的特征物的垫片表面,可有利于对基本上平坦的流场板提供增强的密封。

[0054] 形成第二垫片层214的材料将第一垫片层211粘合到GDL 205。在一个构造中,形成第二垫片层214的材料包括有机硅材料。在其他实施例中,第二垫片层214可以由(例如)橡胶、含氟聚合物或其他可变形的、可流动的和/或可固化的材料形成。在多种实施例中,第二垫片层包括在施加热和压力中的一种或两种时流动或变形的材料(本文表述为可加热/加压处理的材料)。可加热/加压处理的材料在热和/或压力条件下可以充分流动或变形以在第一垫片层和GDL之间形成粘合。

[0055] 任何合适的垫片材料均可用于第二垫片层,包括热塑性材料和可固化材料。热塑性弹性体和弹性体粘合剂也可以用作垫片材料。弹性体垫片通常不导电。垫片材料可以选自橡胶,例如三元乙丙橡胶(EPDM橡胶)或丁基橡胶、或有机硅。当可固化材料大体上固化时,其基本上是固定的。大体上固化通常是指固化到使得垫片材料在不存在外力时保持稳定形状的程度。接下来可进行另外的进一步固化步骤。热塑性材料被冷却到低于其玻璃化转变温度时基本上是固定的。

[0056] 图2C示出了根据另一个实施例用于GIG的构造。该GIG包括粘合到GDL 205的垫片220。在此构造中,第二垫片层215的一个表面包括微结构化的特征物216。在一些具体实施中,微结构化的特征物216增强了GIG的密封性。在图2C至图2D中示出的微结构化的特征物216示出为三角形的峰和谷,但在其他实施例中,微结构化的特征物可以采用多种其他形状中的任何形状。例如,在一个实施例中,微结构化的特征物可以包括紧密排列的六边形。微结构化的特征物可以在第一垫片层和第二垫片层中的一者或两者中存在。

[0057] 在一些具体实施中,可以选择微结构化的特征物的高度以适合流场板,其中垫片的密封表面与该流场的顶部共平面。在其他具体实施中,垫片的密封表面可以从流场顶部凹陷一定的程度。有凹陷的具体实施允许微结构化的特征物更高,从而允许在存在板厚度不均匀的情况下,增大密封公差。

[0058] 第二垫片层215的材料接触第一垫片层211和GDL 205,并且在第一垫片层211和

GDL 205之间形成粘合。第二垫片层215设置在与粘合剂层212相对的第一垫片层211的表面219上,并且在GDL的边缘区域201与GDL 205相邻。在一些具体实施中,如图2C所示,第二垫片层215的材料可以接触GDL 205的边缘201,并且垫片材料可以渗透GDL边缘201至某一深度204,以有利于将第二垫片层215粘合到GDL 205。

[0059] 图2D示出了根据另一个实施例的GIG。在此实施例中,GIG的第二垫片层217包括微结构化表面特征物216。第二垫片层217的材料接触GDL的边缘201,并且也在边缘201附近接触GDL 205的表面202的一部分。第二垫片层217的材料可以渗透GDL 205的表面202和/或边缘201至某一深度204。为达到处理和MEA组件的预期目的,渗透深度应足以使GDL和垫片保持在一起,但不能大到显著减少MEA活性面积的程度。例如,在多个实施例中,渗透深度可以包括约0.1mm至约5mm的范围、约0.5mm至约3mm的范围、约0.5mm至约2mm的范围、或约0.5mm至约1mm的范围。

[0060] 现在参见图3A和图3B,图3A和图3B示出了根据本发明实施例的燃料电池组的单个电池组件。图3A示出了单个燃料电池组件的展开视图。图3B提供了压缩后的单个燃料电池组件的剖视图。在图3A和图3B中,燃料电池组包括五层MEA 350,该MEA 350结合了两层如上所述在流体流板360、361之间的GIG 351。如图3B所示,该MEA 350包括在阳极353和阴极359催化剂层之间的电解质膜352。在一些构造中,可以将阳极353和阴极354催化剂层中的一者或两者设置在电解质膜352的表面上,从而形成催化剂涂覆的膜(CCM) 355。在其他构造中,可以将催化剂层353、359设置在GDL 305的表面上。在另外的其他构造中,可以将催化剂层353、359部分设置在电解质膜352上以及部分设置在GDL 305上。

[0061] 每个GIG 351包括GDL 305、第一垫片层311、粘合剂层312和将第一垫片层311粘合到GDL 305的第二垫片层315。在组装已衬有垫片的MEA 350之前,GIG 351可以包括将在组装MEA 350期间移除的粘合剂衬垫。GIG 351的粘合剂层312粘附到CCM 355的表面并且彼此粘附,以形成衬有垫片的MEA 350。

[0062] 在图3A和图3B所提供的实例中,每个GIG 351的第二垫片层315都包括可选的微结构化的特征物316,以有利于GIG 351和燃料流板360、361之间的密封。流场板360、361中的每一个都包括气体流动通道场343和让氢气和氧气燃料通过的口。在图3A和图3B示出的构造中,流场板360、361被构造为单极流场板。在其他构造中,流场板360、361可以包括双极流体流板以有利于堆叠多个MEA,从而在整个燃料电池组实现所需的电压。在图3C所提供的实例中,第二垫片层318的表面基本上是平坦的。第二垫片层318在具有隆起345的燃料流板362、363之间被压缩。

[0063] 图3D示出了类似于图3B组件的单个电池组件,所不同的是MEA375包括没有催化剂层的电解质膜372,而不是包括CCM。GIG 376包括GDL 370,该GDL 370具有设置于其上的催化剂层373、379。图3E示出了结合多个电池380的燃料电池组。

[0064] 图4A和图4B分别提供了根据一个实施例的GIG 400的剖视图和平面图。该GIG 400包括垫片410和气体扩散层(GDL) 405。

[0065] 垫片410为包括相对于GDL 405设置的第一垫片层411的层状结构。在一个实施例中,由图4A中可清楚地看见,GDL 405比第一垫片层411内的孔隙490略小。在此实施例中,GDL 405设置在第一垫片层411的孔隙490内。如前所述,第一垫片层411可以包括多种类型的聚合物材料,例如聚酰亚胺、聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)和/

或其他类似材料,包括充分薄、充分强效并且与燃料电池环境(即在水、氢气和/或氧气存在的条件下温度为80℃至100℃的环境)充分相容的刚性聚合物材料。

[0066] 垫片410包括设置在第一垫片层411一个表面上的粘合剂层412,并且可任选地包括粘合剂衬垫413。选择第一垫片层411和粘合剂层412的材料,使得粘合剂层412良好地粘附至第一垫片层411。粘合剂层412可以包括压敏粘合剂(PSA)或热活化粘合剂。

[0067] 垫片410包括将GDL 405和第一垫片层411粘合在一起的第二垫片层414。在本文讨论的多个实施例中,第二垫片层414可以由在室温下为固体、并且可通过加热和/或加压处理以在GDL 405和第一垫片层411之间形成粘合的材料形成。对材料施加热和/或压力引起材料充分流动或变形,从而在GDL 405和第一垫片层411之间形成粘合。用于形成第二垫片层414的材料在本文中称为可加热/加压处理的材料。适于形成第二垫片层的材料包括(例如)可加热处理的聚合物或热塑性密封材料。热塑性材料可为类似于THV(四氟乙烯、六氟丙烯和偏二氟乙烯的三元共聚物)的氟塑料、聚乙烯、聚乙烯共聚物(例如乙烯和丙烯酸的共聚物)、Thermo-Bond 845(即聚乙烯马来酸酐共聚物,由3M公司制备)以及Thermo-Bond 668(即聚酯,由3M公司制备)。这些材料的共混物或这些材料与例如碳、玻璃、陶瓷等填充剂的复合材料也可以用作热塑性塑料。熔程可以为(例如)50℃至180℃,或100℃至150℃。

[0068] 在一个实施例中,第一垫片层411和/或第二垫片层414的表面可以包括表面特征物,例如微结构化的特征物416。在一些具体实施中,微结构化的特征物416增强了GIG的密封性。微结构化的特征物416可形成为多种形状,包括紧密排列的六边形或任何其他形状。如前所述,在某些实施例中,可以选择微结构化的特征物416的高度以适合GIG的密封表面与流场顶部共平面、或密封表面凹陷一定程度的隔板流场板。凹陷形式允许微结构化的特征物416更高,从而允许在存在板厚度不均匀的情况下,增大密封公差。在某些情况下,第一和/或第二垫片层411、414的优选表面特征物416基本上是平坦的,以有利于粘合到具有适于形成密封的隆起的燃料电池流场板。

[0069] 在一些实施例中,将用于形成第二垫片层414的可加热/加压处理的材料切割为具有孔隙的框架,并且将其设置在GDL 405的外边缘406(图4B)和第一垫片层411的内边缘417的上方。设置后,向子组件施加热和/或压力,使一些可加热/加压处理的材料流入GDL 405的相邻边缘和/或表面,以及流入第一垫片层411的相邻边缘和/或表面。施加热和/或压力使第二垫片层414粘附到第一垫片层411和GDL 405上,从而将第一垫片层411附接到GDL 405上。用于热压的压缩工具的表面可以在其上具有微结构化的特征物(反向的)以在第一和/或第二垫片层411、414的表面上形成微结构化的特征物。在一些实施例中,GIG401的GDL 405可以附加包括设置在一个表面上的催化剂层415,如图4C所示。

[0070] 图4D和图4E示出了GIG 402、GIG 403的实施例,其中具有粘合剂层422和可选的粘合剂衬垫423的第一垫片层421被布置在GDL425的下方。在图4D和图4E示出的实施例中,第二垫片层424、427设置在与GDL 425相邻的第一垫片层421上。在一些具体实施中,第二垫片层424、427的材料可以叠盖GDL 425的顶部表面。第二垫片层424、427可以包括微结构化的特征物426(图4D)或具有基本上平坦的密封表面428(图4E)。

[0071] 在一些实施例中,GIG由下述方法装配:在将GDL布置在第一垫片层上之前,将用于形成第二垫片层的可加热/加压处理的垫片材料设置或沉积在第一垫片层上。例如,可对可加热/加压处理的垫片材料进行丝网印刷或以其他方式将其沉积在第一垫片层的表面上。

然后,将GDL布置在第一垫片层的上方。在一些具体实施中,第二垫片层的垫片材料的一部分可以设置在GDL和第一垫片层之间。GDL设置完成后,向子组件施加热和/或压力,使一些可加热/加压处理的材料流入GDL的相邻边缘和/或表面,以及流入第一垫片层的相邻边缘和/或表面。

[0072] 图4F示出了可以根据上述方法形成的GIG 404。在此具体实施中,第二垫片层的一些可加热/加压处理的材料485设置在GDL 480和第一垫片层481之间。第一垫片层481包括粘合剂层482和可选的粘合剂衬垫483。第二垫片层484可以包括微结构化的特征物,或可以为基本上平坦的,如图4F所示。

[0073] 包括多个GIG (例如如图4A至图4F中示出的那些GIG) 的网,可以通过卷绕法加工为GIG子组件网。图5A示出了包括多个GIG 510 (类似于图4A至图4C中示出的GIG) 的GIG网500的剖视图。为便于处理和运输GIG子组件部件,在制造过程中,形成第二垫片层514的可加热/加压处理的材料可以设置在第一载网531上,并且第一垫片层可以设置在第二载网532上。

[0074] 在制造过程中,通过第一和第二载网531、532的移动,使形成第二垫片层514的可加热/加压处理的材料与第一垫片材料511和GDL505在诸如一对粘合辊之类的压缩设备中结合在一起。在粘合辊处,对可加热/加压处理的材料施加热和/或压力,以促使材料流动或变形,从而形成将第一垫片材料511粘合到GDL 505的第二垫片层514。每个GIG可以包括或可以不包括微结构化的特征物516。粘合剂层512和可选的粘合剂衬垫513设置在第一垫片层511上。图5B示出了包括第二载网532但不包括图5A示出的第一载网531的GIG子组件网的平面图(未按比例绘制)。

[0075] 图5C示出了包括多个GIG (例如如图4D至图4E示出的那些) 的网。图5C示出了根据一个实施例的包括多个GIG 520的GIG网502的剖视图。为便于处理和运输GIG子组件部件,在粘合之前的制造过程中,形成第二垫片层524的可加热/加压处理的材料可以设置在第一载网531上,并且第一垫片层可以设置在第二载网532上。

[0076] 在制造过程中,通过第一和第二载网531、532的移动,使形成第二垫片层524的可加热/加压处理的材料与第一垫片材料521和GDL525在诸如一对粘合辊之类的压缩设备中结合在一起。在粘合辊处,对可加热/加压处理的材料施加热和/或压力,以促使材料流动或变形,从而形成将第一垫片材料521粘合到GDL 525的第二垫片层524。将粘合剂层522和可选的粘合剂衬垫523设置在第一垫片层521上。

[0077] 在某些实施例中,根据上述方法和在图4A至图5C中示出的方法加工的GIG和/或GIG子组件网,可用来在后续处理中形成MEA或MEA子组件网。图6A和图6B示出了使用设置在催化剂涂覆的电解质膜的第一和第二表面上的GIG加工的MEA。图6A示出了设置在催化剂涂覆的电解质膜(CCM) 630的第一和第二表面上的GIG 610、GIG620。每个GIG 610、GIG620包括可以包括微结构化的特征物616、626的第一垫片层611、621。粘合剂层612、622设置在第一垫片层611、621中的每一个上。GIG 610、GIG 620的第一垫片层611、621中的每一个都具有孔隙,这些孔隙内布置有GDL 605、GDL 606。

[0078] 图6A所示的GDL 605、GDL 606比第一垫片层611、621的孔隙略小,以使得GDL 605、GDL 606在第一垫片层611、621的孔隙内拟合。在一些实施例中,GDL 605、GDL 606可以比第一垫片层611、621的孔隙略大,以使得GDL 605、GDL 606的外边缘617、627叠盖第一垫片层

611、621的内边缘618、628。每个GIG包括由可加热/加压处理的材料形成的第二垫片层614、624。

[0079] 施加热和/或压力后,可加热/加压处理的材料流动以形成将第一垫片层611、621和GDL 605、GDL 606粘合在一起的第二垫片层614、624。在粘合过程中,可向第二垫片层614和/或第一垫片层611赋予微结构化的特征物,以提高GIG 601的密封性。

[0080] 图6B示出了类似于图6A所示MEA的MEA 601,不同的是图6B的GIG 650、GIG 660包括位于GDL 607、GDL 608表面上的催化剂层633、634。在此实施例中,电解质膜636可以包括或不包括催化剂层。

[0081] 图6C示出了设置在催化剂涂覆的电解质膜 (CCM) 630的第一和第二表面上的GIG 680、690,该催化剂涂覆的电解质膜 (CCM) 630具有膜635和催化剂层631、632。每个GIG 680、690包括第一垫片层641、651。粘合剂层642、652设置在第一垫片层641、651的每一个上。在此实施例中,GDL 603、GDL 609叠盖第一垫片层641、651。每个GIG 680、690包括由可加热/加压处理的材料形成的第二垫片层644、654。在此实施例中,第二垫片层644、654包括微结构化的特征物626、656。

[0082] 图7示出了根据一个实施例的MEA子组件网700的剖视图,该MEA子组件网700包括多个可以通过卷绕制造方法制成的MEA。在从每个GIG子组件上移除第二载网后,可以如图5A所示使用两个GIG子组件网来加工MEA子组件网700。在移除第二载网和粘合剂衬垫(如果使用)后,GIG子组件701中的一个通过第一垫片层711的粘合剂层712以粘结的方法粘合到CCM 730的一个表面。GIG子组件702中的另一个以粘结的方法粘合到CCM 730的相对表面,以形成MEA子组件网700。该方法使GIG子组件网701、702中的每一个的第一载网731保持完整无损,这样可以有利于MEA子组件网700在后续工艺步骤中的处理。

[0083] 现在参见图8,其中示出了根据本发明实施例的燃料电池组800的单个电池组件的剖视图。该燃料电池组包括五层MEA 850,该MEA 850结合了两层如上所述被夹在流体流板860、861之间的GIG 851、855。

[0084] 可以通过卷绕法来实现包括MEA和流场板的燃料电池的制备。卷绕法燃料电池制备(包括适用于卷绕法的流场隔板的制备)中可用的方法和设备,在共同拥有的美国专利公布No. 20060141328中有所描述,该专利全文以引用的方式并入本文。

[0085] 燃料电池800的MEA 850包括在阳极853和阴极854催化剂层之间的电解质膜852。在一些构造中,可以将阳极853和阴极854催化剂层中的一者或两者设置在电解质膜852的表面上,从而形成催化剂涂覆的膜 (CCM)。在其他构造中,如此前在图6B中所示,催化剂层853、854可以设置在GDL 805、825的表面上。在另外的其他构造中,可以将催化剂层853、854部分设置在电解质膜852上以及部分设置在GDL 805、825上。

[0086] 阳极和阴极催化剂层853、854设置在电解质膜852和如本文所述构造的GIG 851、855之间。每个GIG 851、855包括GDL 805、825、第一垫片层811、821、粘合剂层812、822和将第一垫片层811、821粘合到GDL 805、825的第二垫片层814、824。在组装衬有垫片的MEA 850之前,GIG 851、855可任选地包括将在组装MEA 850期间移除的粘合剂衬垫。移除粘合剂衬垫后,GIG 851、855的粘合剂层812、822粘附到CCM的表面和/或在一些构造中彼此粘附,以形成衬有垫片的MEA 850。

[0087] 在图8提供的实例中,第一垫片层811、821和/或GIG 851、855的第二垫片层814、

824包括可选的微结构化的特征物816、826以有利于GIG 851、855和燃料流板860、861之间的密封。流体流板860、861中的每一个都包括气体流动通道场843和让氢气和氧气燃料通过的口。在图8示出的构造中,流场板860、861被构造为单极流场板。在其他构造中,流场板860、861可以包括双极流体流板以有利于堆叠多个MEA,从而在整个燃料电池组实现所需的电压。

[0088] 任何合适的电解质膜都可以在本发明的实施中使用。可用的PEM厚度范围在约200 μm 至约15 μm 之间。四氟乙烯(TFE)共聚物和符合该化学式的共聚单体:FSO₂-CF₂-CF₂-O-CF(CF₃)-CF₂-O-CF=CF₂是已知的并且以磺酸的形式(即FSO₂-端基被水解为HSO₃-),以商品名NAFION[®]由DuPont Chemical Company (Wilmington, Delaware) 制备)出售。NAFION[®]常用于制备燃料电池中使用的聚合物电解质膜。四氟乙烯(TFE)共聚物和符合该化学式的共聚单体:FSO₂-CF₂-CF₂-O-CF=CF₂也是已知的并且以磺酸的形式(即FSO₂-端基被水解为HSO₃-)用于制备燃料电池中使用的聚合物电解质膜。最优选的是FSO₂-端基被水解为HSO₃-的四氟乙烯(TFE)和FSO₂-CF₂CF₂CF₂CF₂-O-CF=CF₂的共聚物。其他适用于PEM构造的材料在于2005年9月13日提交的共同拥有的美国专利申请No. 11/225690中有所描述,该专利以引用的方式并入本文。

[0089] 在一些实施例中,催化剂层可以包括通过化学湿选法(例如氯铂酸还原法)涂覆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、以及常用的聚四氟乙烯(PTFE)粒子一起分散,以形成应用于膜或GDL的油墨、糊剂、或分散体。

[0090] 在一些实施例中,催化剂层可以包括催化剂材料的纳米结构化支撑元件、支撑粒子或纳米结构化薄膜(NSTF)。纳米结构化催化剂层不含作为支承体的碳粒,因此可将其掺入到电解质膜的非常薄的表面层中,从而形成致密分布的电解质粒子。使用NSTF催化剂层允许具有比由分散方法形成的催化剂层更高的催化剂利用率,并且在由于不存在碳支承体而导致的高电势和温度条件下具有更好的抗腐蚀能力。在一些具体实施中,CCM的催化剂表面积可以通过将微结构化的特征物压印到电解质膜上而进一步增大。将NSTF催化剂涂覆到微结构化催化剂转移基底上,该转移基底在热和压力条件下将催化剂层压转印到电解质膜上后,会使电解质膜表面成为微复制型表面。涉及微结构化催化剂转移基底的方法和系统在共同拥有的美国专利6,136,412中有所描述,该专利以引用的方式并入本文。制备微结构化电解质膜和NSTF催化剂层的各种方法在下述共同拥有的专利文件中有所描述,这些专利以引用的方式并入本文:美国专利4,812,352和5,879,827、和于2005年9月13日提交的美国专利申请S/N 11/225,690、以及于2005年9月13日提交的美国专利申请S/N. 11/224,879。

[0091] NSTF催化剂层包含细长的纳米观粒子,这些细长的纳米观粒子可以通过将催化剂材料真空沉积在针状纳米结构化支承体上来形成。适用于本发明的纳米结构化支承体可以包括有机颜料的晶须,例如C.I. PIGMENT RED 149 (花红)。结晶晶须具有基本上均匀但不相同的横截面以及较高的长宽比。纳米化结构支承体的晶须涂覆有适用于催化的涂层材料,该涂层材料赋予晶须以能够作为多重催化部位的细小的纳米观表面结构。

[0092] 在某些具体实施中,纳米结构化支撑元件可以通过不断的螺旋位错生长得以伸展。延长纳米结构化支撑元件和/或增加纳米结构化支撑元件的密度可以增加用于催化的表面积。延长纳米结构化支撑元件的方法在此前并入的美国专利申请No. 11/225,690中有所描述。另外,或作为另外一种选择,多层纳米结构化支撑元件也会形成增大的表面积。制

备多层纳米结构化支撑元件的方法在此前并入的美国专利申请No.11/224,879中有所描述。纳米结构化支撑元件涂覆有催化剂材料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。

[0093] GDL可为能够从电极集电同时允许反应气体通过的任何材料,通常为机织物或非织造材料的碳纤维纸或布。GDL为气态反应物和水蒸汽提供到达催化剂和膜的多孔通道,并且也收集催化剂层中生成的电流,用于向外部负载供电。

[0094] GDL可为任何合适的导电多孔基底,例如碳纤维构造(例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以商品名“AvCarb P50”得自Ballard Material Products (Lowell,MA)的碳纤维纸;以商品名“Toray”得自ElectroChem, Inc. (Woburn, MA)的碳纸;以商品名“SpectraCarb”得自Spectracorp (Lawrence,MA)的碳纸;以商品名“AFN”得自Hollingsworth & Vose Company (East Walpole,MA)的非织造碳布;以及以商品名“Zoltek”得自Zoltek Companies, Inc. (St.Louis,MO)的碳布,以及以商品名“U-105”得自Mitsubishi Rayon Co. (Tokyo,Japan)的碳布。还可对GDL进行处理以增大或赋予疏水特性。例如,可以使用高氟化聚合物处理GDL,例如聚四氟乙烯(PTFE)和氟化乙丙烯(FEP)。

[0095] 图9A示出了根据本发明实施例制备GIG的方法。该方法可实施用于形成为卷材的单个GIG或多个GIG。将可加热和/或加压处理的材料设置或沉积902在第一垫片层上,该第一垫片层包括粘合剂层和可选的粘合剂衬垫。例如,在第一垫片层内切割一个或多个孔隙之前或之后,可以对可加热/加压处理的材料进行丝网印刷或通过其他方法将其沉积在第一垫片层的表面上。进行可加热/加压处理的材料沉积,以使得可加热/加压处理的材料具有在整个第一垫片层表面的厚度梯度。相对于第一垫片层对GDL进行布置904,以使其叠盖第一垫片层孔隙的边缘,并且将一些可加热/加压处理的材料设置在第一垫片层和GDL之间。例如,GDL的下方的可加热/加压处理的材料厚度可以小于第一垫片层上其他位置的可加热/加压处理的材料厚度。在粘合工位模制906包括GDL、第一垫片层和可加热/加压处理的材料子组件。使可加热/加压处理的材料变形或流动以形成将第一垫片层粘合到GDL的第二垫片层。

[0096] 图9B为示出根据另一个实施例制备GIG的方法的示意图。相对于第一垫片层的边缘对GDL进行布置910。例如,可相对于第一垫片层的内边缘对GDL进行布置,该内边缘框住第一垫片层的孔隙。第一垫片层包括在一个表面上的粘合剂层,并可任选地包括粘合剂衬垫。将由于热和/或压力而流动或变形的垫片材料设置920在与粘合剂层相对的第一垫片层的表面上,和/或设置在模板上。将GDL、第一垫片层和垫片材料放入模具内并且模制930。该模制方法使垫片材料形成第二垫片层,并且将GDL和第一垫片层粘合在一起。在一些构造中,垫片材料包括可加热/加压处理的聚合物,该可加热/加压处理的聚合物被冲切为覆盖在GDL和第一垫片层邻接边缘的上方。在一些构造中,微结构化的特征物在模制过程中被压印在第二垫片层和/或第一垫片层的表面上。

[0097] 现在转到图10A至图10G,图10A至图10G示出了根据本发明实施例的多个描述各种处理阶段的举例说明,其中GIG由组分材料层构成。如图10A中的剖视图所示,第一垫片层1011被冲切为具有比GDL尺寸略大的孔隙1060。第一垫片层1011可以包含PEN、PET、聚酰亚

胺、或其他合适的聚合物。第一垫片层1011具有粘合剂层1012和可选的粘合剂衬垫1013。例如,在一项具体实施中,第一垫片层的厚度可以为约0.125mm,粘合剂层的厚度可以小于约0.0125mm,并且粘合剂衬垫的厚度可以为约0.025mm。

[0098] 对冲切后的第一垫片层/粘合剂/衬垫(1011至1013)进行设置,将粘合剂衬垫1013面朝下放置在具有防粘涂层或衬垫的平板1090上,该防粘涂层或衬垫可防止GDL和第二垫片层的材料(例如有机硅)粘附在平板上(图10B)。将GDL 1005装入第一垫片层的孔隙中,如图10C所示。在一个构造中,将可流动、可固化垫片材料(例如有机硅)的小珠1018设置在第一垫片层1011的自由表面上(图10D)。将模板1095安装在上述子组件的顶部(图10E)。该模板1095具有防止可流动垫片材料粘附的防粘涂层。模板1095可以结合与第一垫片层1011的表面相对应的微结构化的图案化表面1096。模板1095可以具有特定深度(例如约0至约0.250mm)的凹陷部,以适应GDL 1005的高度的某部分。

[0099] 将上述子组件安装在压机内,并且在热和压力的条件下模制(图10F),例如,在温度为约60℃至约150℃、压力为约25吨至约30吨的条件下模制约2分钟至约10分钟,以使有机硅流动并且使GIG达到所需的厚度。使有机硅固化,从而形成第二垫片层1015。图10G示出了从压机1060移除后的GIG。所述步骤可以以任何合适的顺序进行。

[0100] 图11A至图11H示出了根据本发明实施例的多个示意图,这些示意图示出了结合GIG的MEA的制备方法。图11A示出了已设置在真空盘1190上的第一GIG 1180,该真空盘1190具有被构造为有利于多层MEA的各种层定位的定位销1191。第一GIG 1180的微孔层面朝上。施加真空以将第一GIG 1180保持就位。将粘合剂衬垫1113从第一GIG1180上移除,如图11B所示。

[0101] 图11C示出了已设置在真空板1193上的CCM 1185,该真空板1193具有适合的定向特征物1194,以同真空盘1190的销1191接合。向真空板1193施加真空,使CCM 1185保持就位。将固定CCM 1185的真空板1193设置在真空盘1190/第一GIG 1180的顶部,使销1191与特征物1194对齐,从而得到第一GIG 1180和CCM 1185层的精确匹配,如图11D所示。移除真空板1193的真空,并且移除真空板1193,剩下粘附于第一GIG 1180的CCM 1185。

[0102] 将第二GIG 1181设置在真空板1193内,使微孔层面朝上,如图11E所示。施加真空以将第二GIG 1181保持就位。将粘合剂衬垫1114从第二GIG 1181上移除。将真空板1193/第二GIG 1181设置在真空盘1190上的CCM 1185/第一GIG 1180组件的顶部,如图11G所示。移除真空板1193的真空,并且移除真空板1193,剩下第二GIG 1181/CCM1185/第一GIG 1180 MEA组件,如图11H所示。将MEA从真空盘1190上移除,并且可对其进行冲切以设置此部分的外部尺寸。

[0103] 在一些实施例中,根据本文所述实施例构造的GIG可以通过连续法和/或卷绕法制备,这些方法在与本专利申请同时提交的共同拥有的美国专利申请(代理卷号No.62591US002)中有所描述,该专利以引用的方式并入本文。

[0104] 根据本文提供的实施例所构造的GIG具有许多超越以往衬垫方法的优点。以往的方法需要将MEA和GDL暴露于比垫片形成或粘合燃料电池部件(例如,将GDL粘合到CCM或将催化剂涂覆的GDL粘合到电解质膜)所需的期望温度和压力更高的温度和压力。制造过程中暴露在高温和高压下,可能会导致GDL穿过CCM的电路短路。本文所述的GIG可以使用超出CCM容许的温度制造。使用本发明的GIG可以使CCM免于暴露到过高的温度,从而允许在缓慢

的垫片制备步骤中具有可能较快的周期。固化步骤的速度取决于使用的具体材料。此外,垫片材料(例如有机硅)的固化,可以释放对CCM有害的物质。使用本文所述的GIG不会使CCM暴露于垫片固化过程。

[0105] 使用本文所述的GIG可用来使制造过程中CCM的报废最小化。首先形成GIG,然后将其附接到CCM,这意味着垫片制备过程中的任何故障都不会导致浪费更昂贵的CCM。

[0106] 以往衬垫方法需要垫片层(即PEN、PET或其他聚合物)良好地粘合到CCM。粘合不充分会在MEA处于运行状态下时导致泄漏的发生。在制备和叠堆组件过程中,如果垫片未能粘合并且从电解质膜上脱离,粘合不充分也会使子组件的处理变得困难。本文所述的衬垫方法加强了GIG/CCM接合的粘合,并且在使用纳米结构化薄膜催化剂层时尤为有利。

[0107] 另外,以往的一些衬垫方法需要将衬有垫片的CCM切割为与此部分的最终外部尺寸相同的尺寸,以形成足够的密封面积以及形成足够的垫片到CCM的粘合面积。本发明的方法允许将CCM切割为仅比GDL略大,刚好大到可阻止此区域内的反应物从一个电极穿越到另一个电极。本文所述的方法有利地降低了昂贵的催化剂涂覆的膜的需求量。

[0108] 在以往将MEA结合到燃料电池组的方法中,MEA不包括已粘合的GDL,因此,这些方法会因其所需的严格定向公差而存在困难。本文所述的方法提供更方便MEA组装,其中GDL的粘合是不可能的或非所需的。

[0109] 图12至图15示出了多种燃料电池系统,这些燃料电池系统可以结合本文所述的燃料电池组件并且使用燃料电池组发电。图12所示的燃料电池系统1200示出许多种可能系统中的一种,其中可利用如本文实施例所示的燃料电池组件。

[0110] 燃料电池系统1200包括燃料处理器1204、电源部分1206和功率调节器1208。包括燃料重整器的燃料处理器1204接收源燃料1201,例如天然气,并且处理源燃料1201以生成富氢燃料1202。富氢燃料1202供应到电源部分1206。在电源部分1206内,富氢燃料1202被引入包含在电源部分1206内的燃料电池组的MEA组中。还向电源部分1206提供空气供应源1203,其为燃料电池组提供了氧气来源。

[0111] 电源部分1206的燃料电池组生成直流电1210、热1212以及清洁水1213。聚合物电解质膜燃料电池系统可以将产物水1213重新供给到燃料处理器1204,该燃料处理器1204生成的氢大部分来源于水,其他来源于甲烷或其他燃料1201。由电源部分1206生成的直流电1210传输到功率调节器1208,该功率调节器1208将直流电1210转换为交流电1211以用于后续使用。应当理解,交流电转换无需包括在提供直流电输出的系统中。

[0112] 图13示出了燃料电池电源1300,该燃料电池电源1300包括燃料供应单元1305、燃料电池电源部分1306、和功率调节器1308。燃料供应单元1305包括贮存器,该贮存器包括供给燃料电池电源部分1306的氢燃料。在电源部分1306内,氢燃料与空气或氧气一起被引入包含在电源部分1306内的燃料电池组的MEA中。

[0113] 燃料电池电源系统1300的电源部分1306生成直流电、可用热、以及清洁水。由电源部分1306生成的直流电可以传输至功率调节器1308,以便可根据需要转换为交流电。例如,图13所示的燃料电池电源系统1300可用作固定的或便携式的交流或直流发电机。

[0114] 在图14中示出的具体实施中,燃料电池系统1400使用由燃料电池电源生成的电力向计算机运行供电。如结合图8所述,燃料电池电源系统包括燃料供应单元1405和燃料电池电源部分1406。燃料供应单元1405为燃料电池电源部分1406提供氢燃料。电源部分1406的

燃料电池组生成用于运行计算机1410(例如台式电脑或笔记本电脑)的电力。

[0115] 在另一项具体实施中,如图15所示,燃料电池系统1500使用来自燃料电池电源的电力使汽车运行。在此构造中,燃料供应单元1505为燃料电池电源部分1506供应氢燃料。电源部分1506的燃料电池组产生用来运行连接到汽车1510传动机构的发动机1508的电力。

[0116] 上述对于本发明的各种实施例的描述,其目的在于举例说明和描述,并非意图详尽列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。本发明的范围不受所述具体实施方式的限定,而仅受本文所附权利要求书的限定。

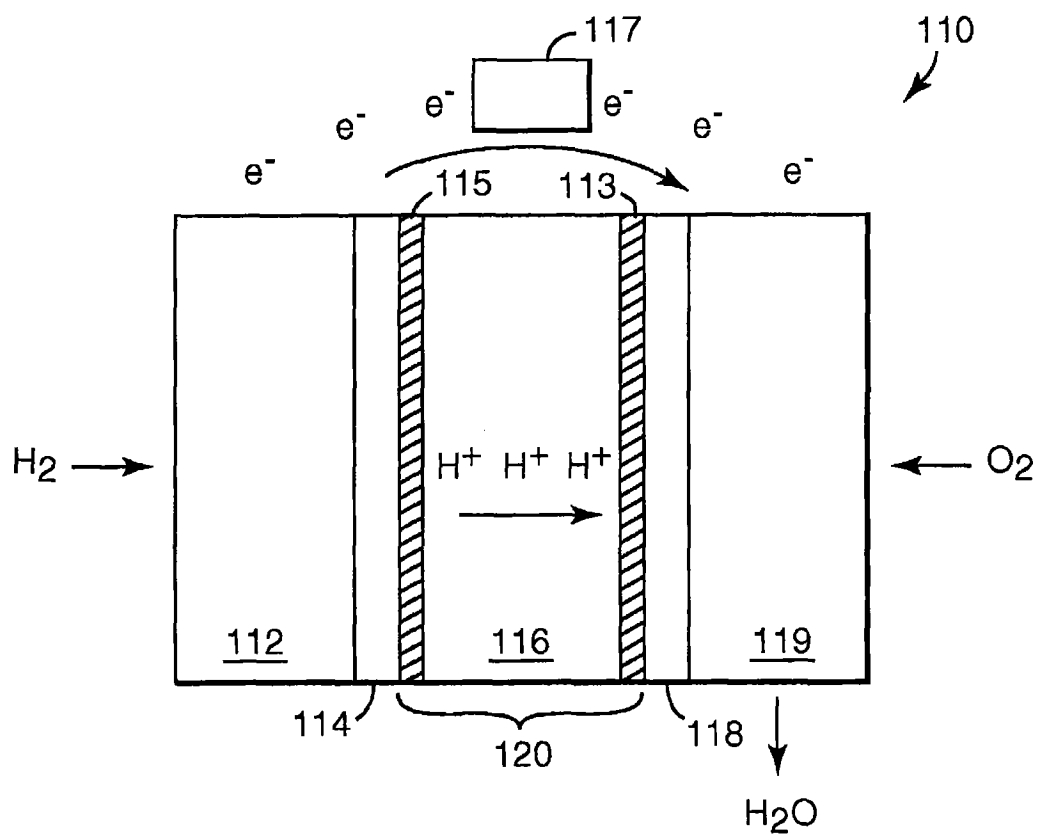


图1

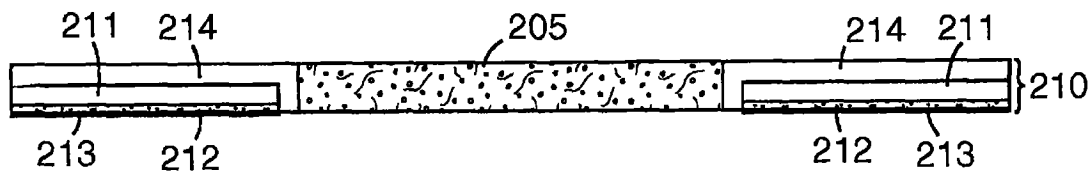


图2A

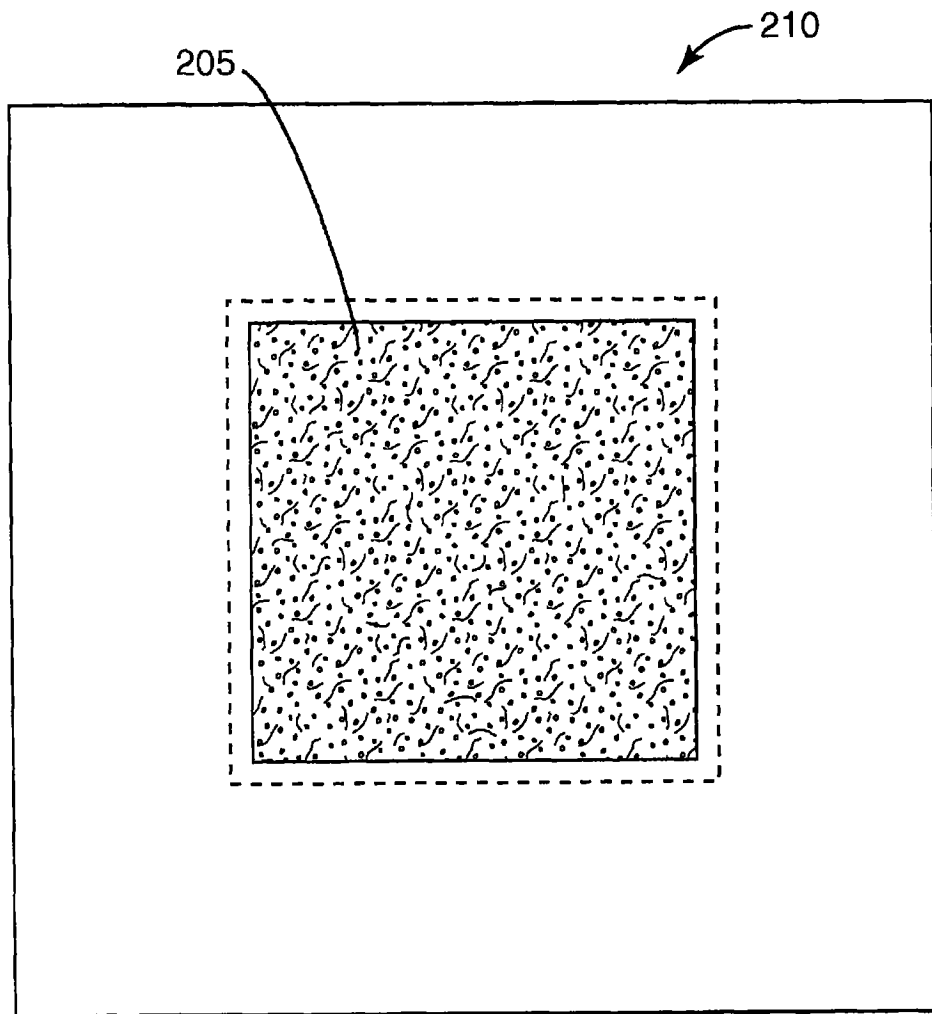


图2B

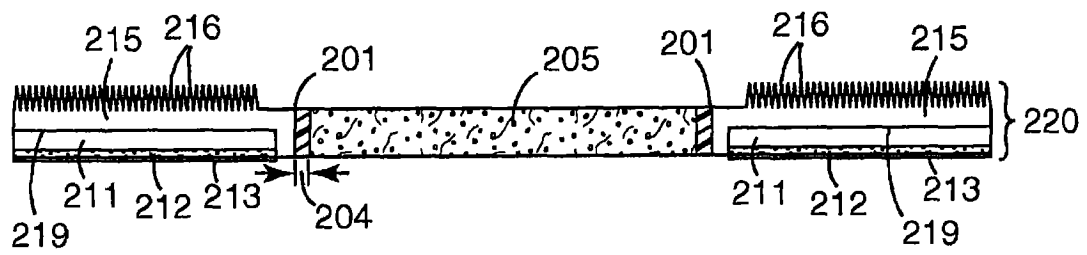


图2C

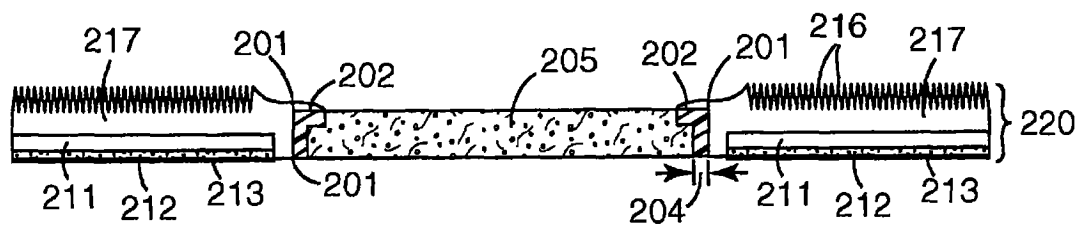


图2D

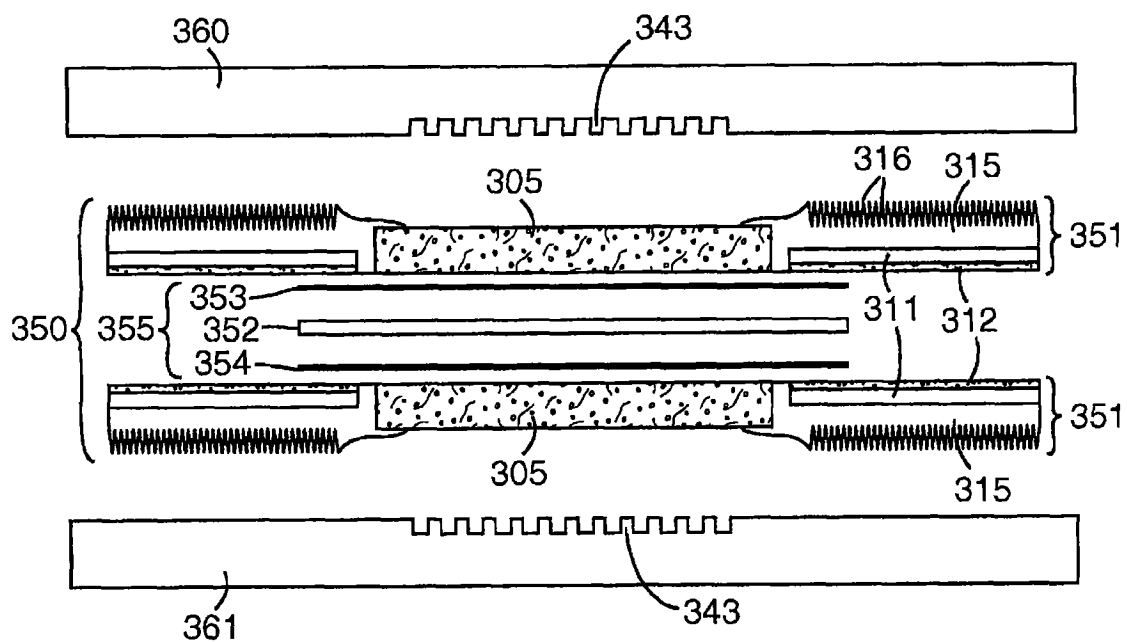


图3A

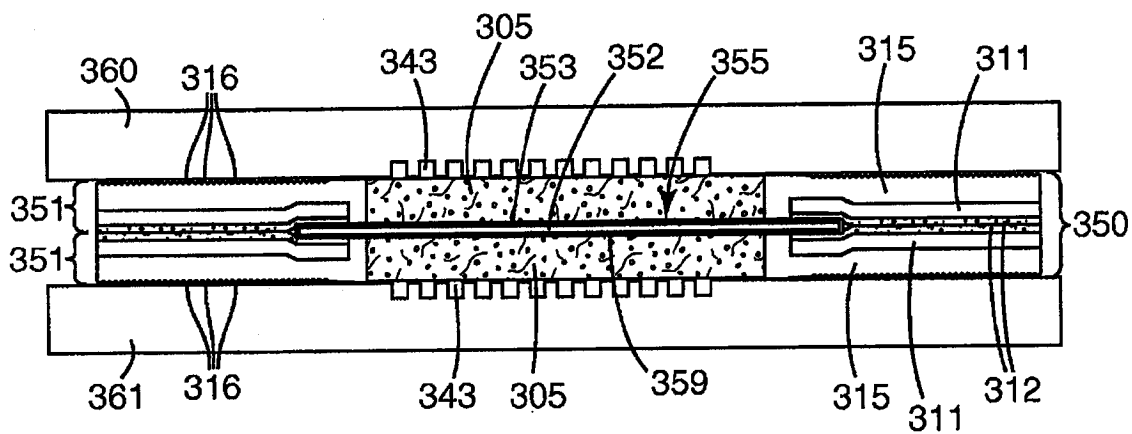


图3B

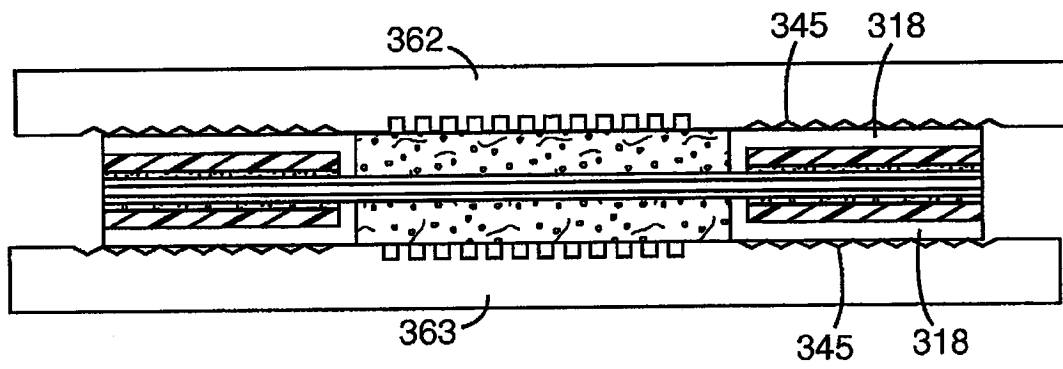


图3C

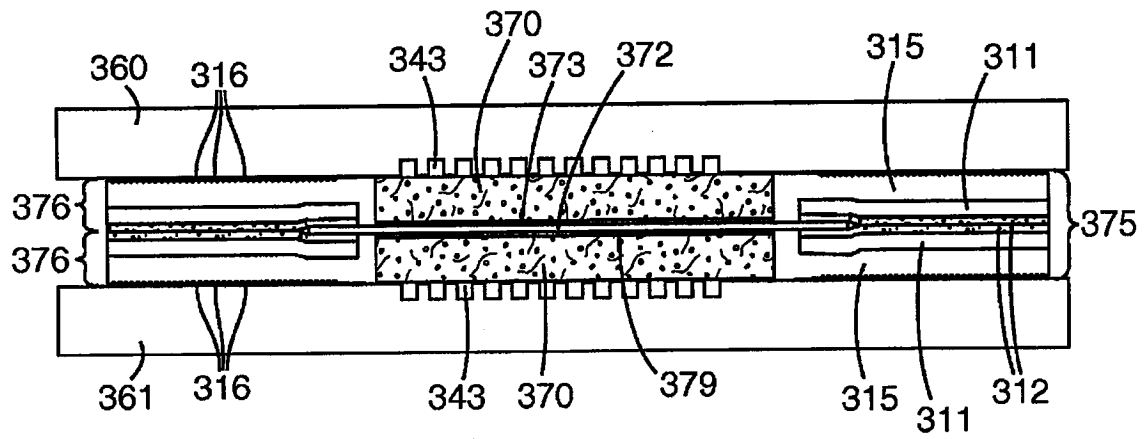


图3D

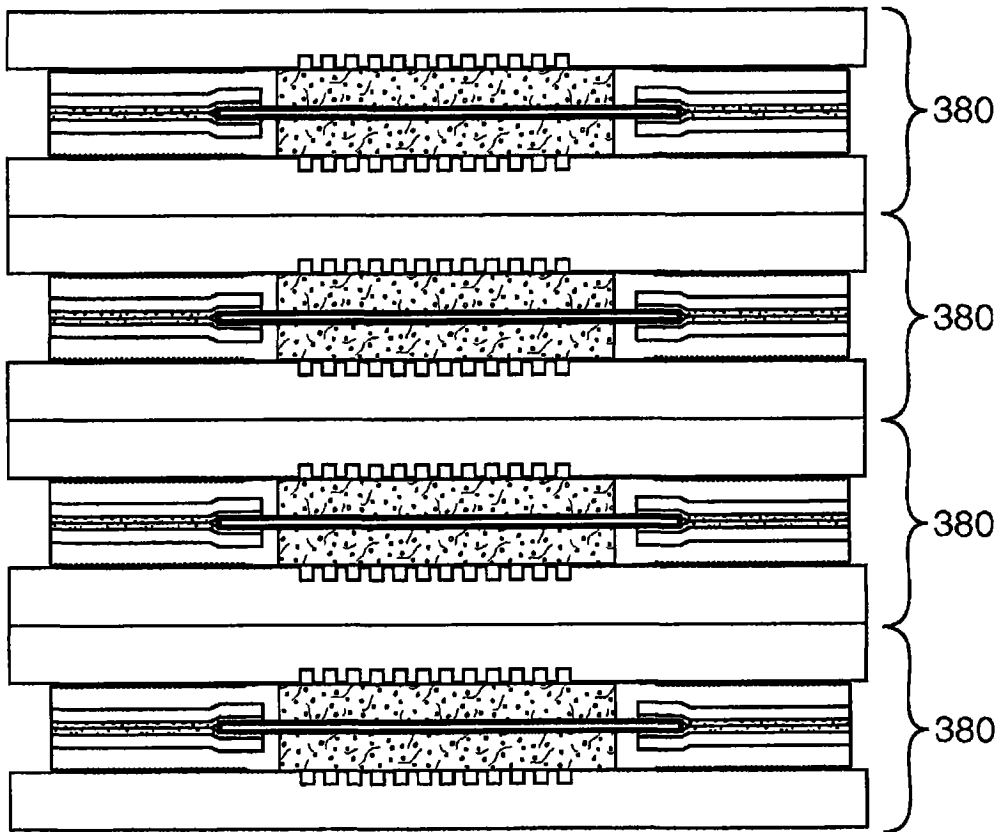


图3E

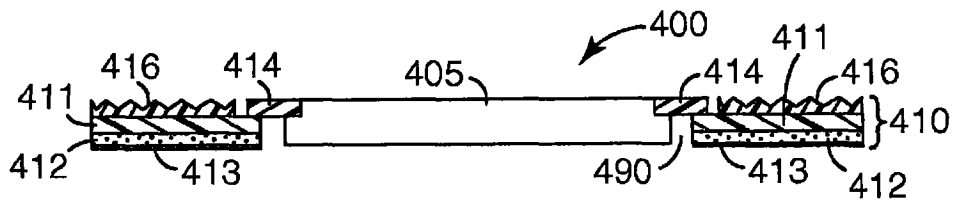


图4A

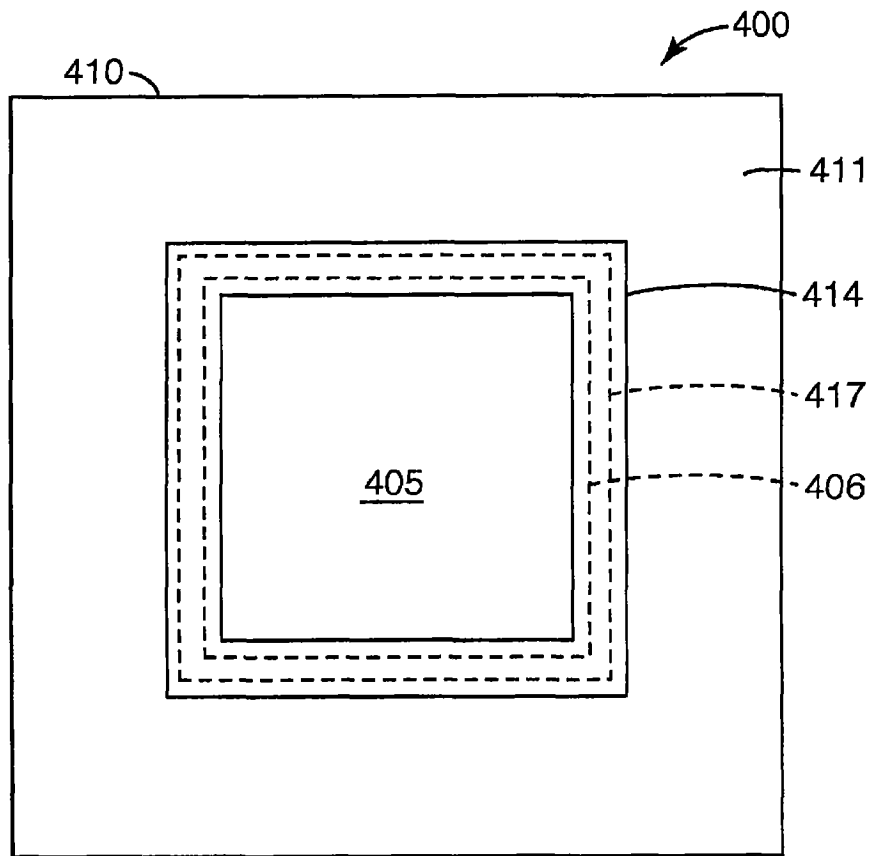


图4B

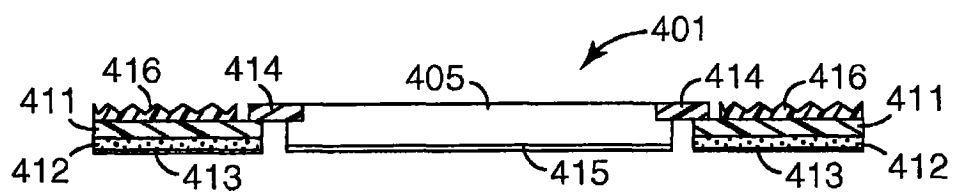


图4C

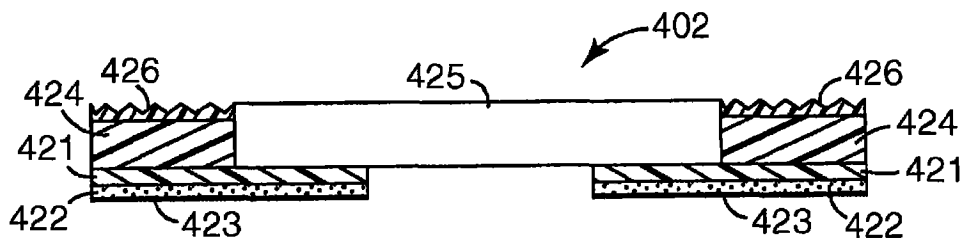


图4D

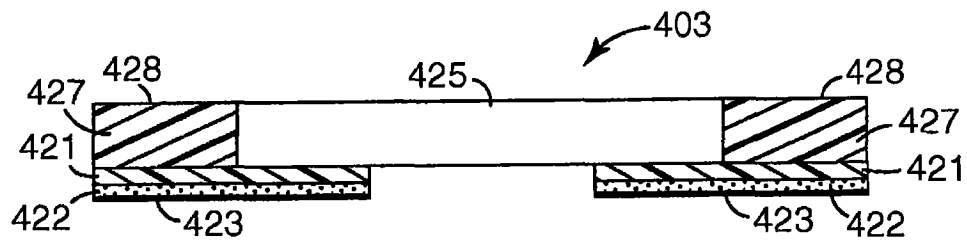


图4E

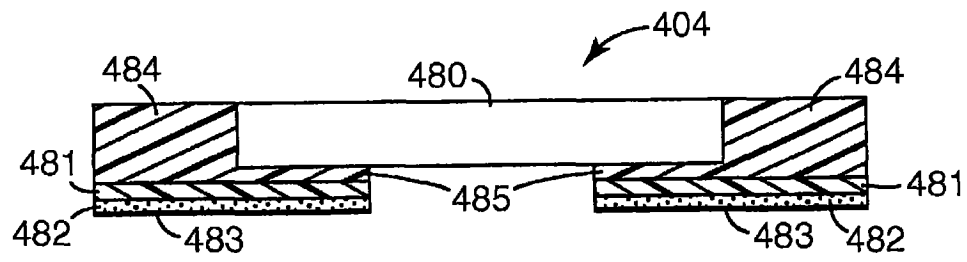


图4F

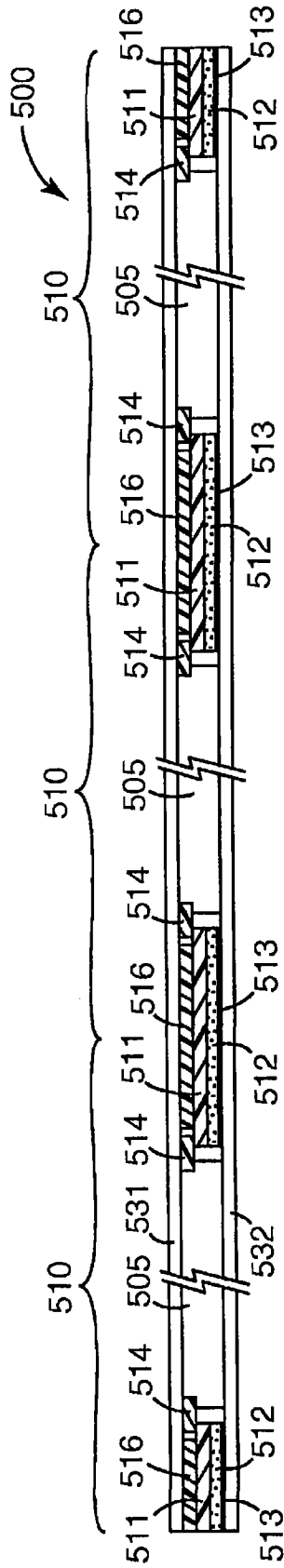


图5A

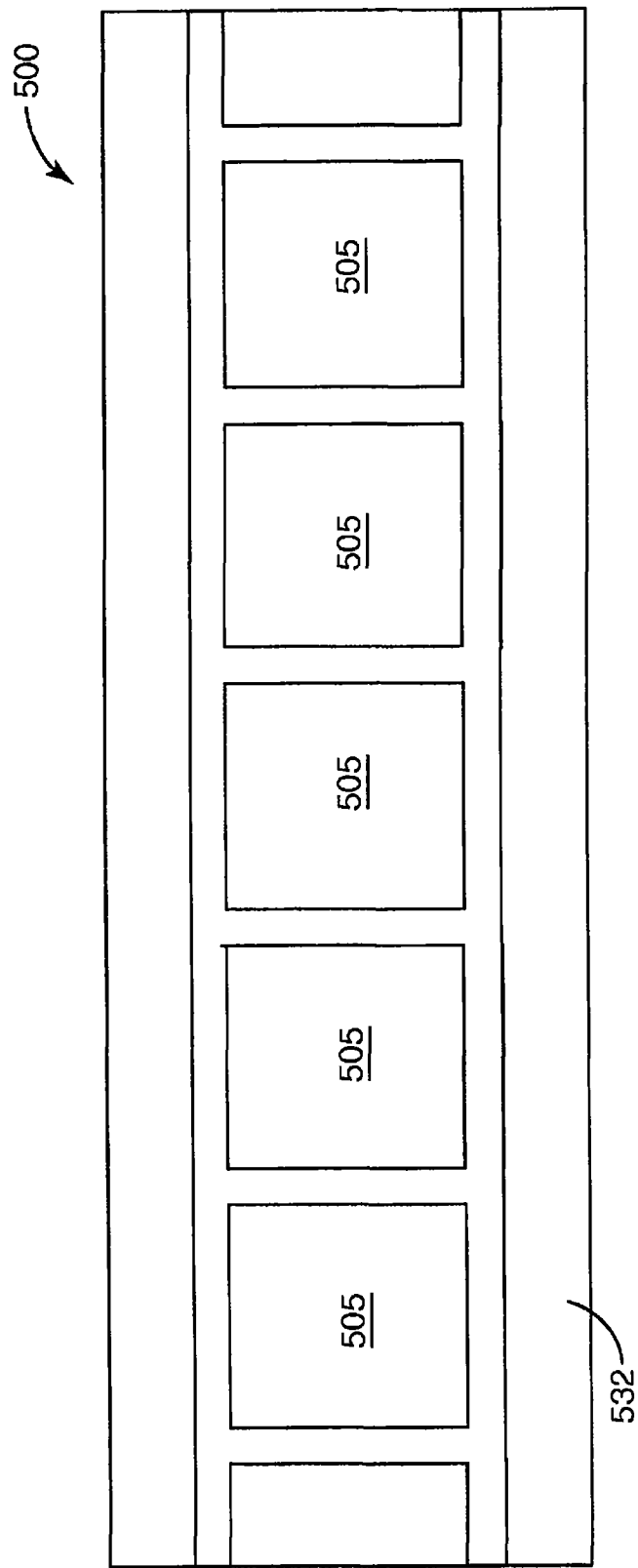


图5B

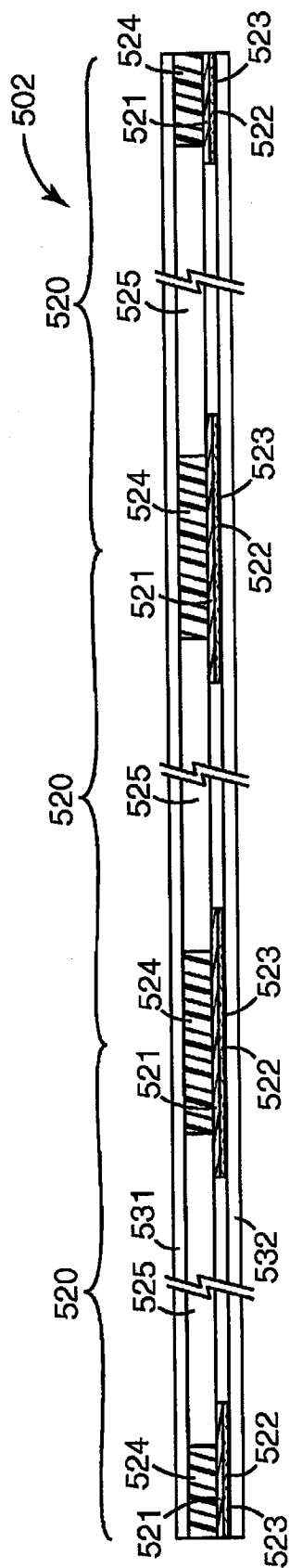


图5C

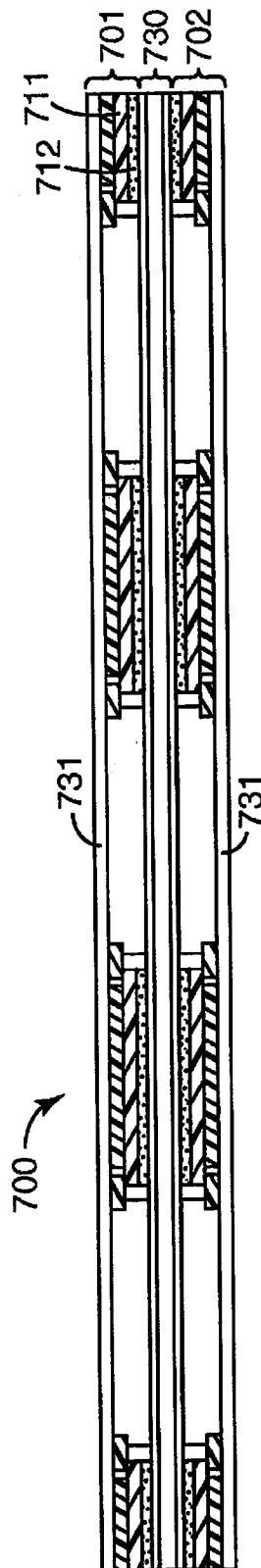


图7

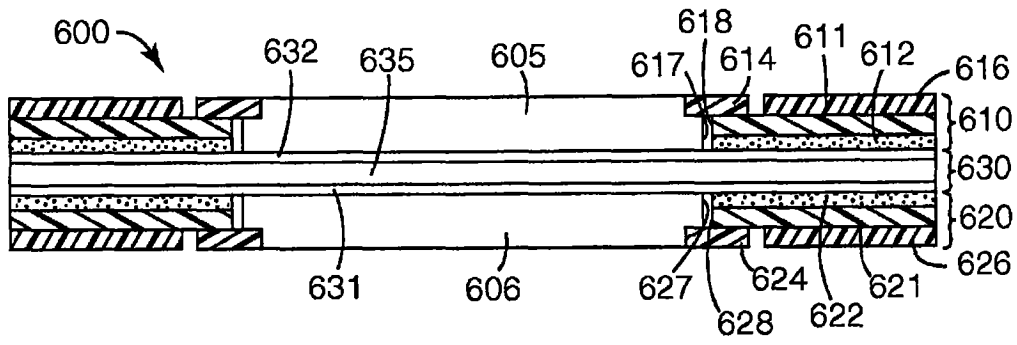


图6A

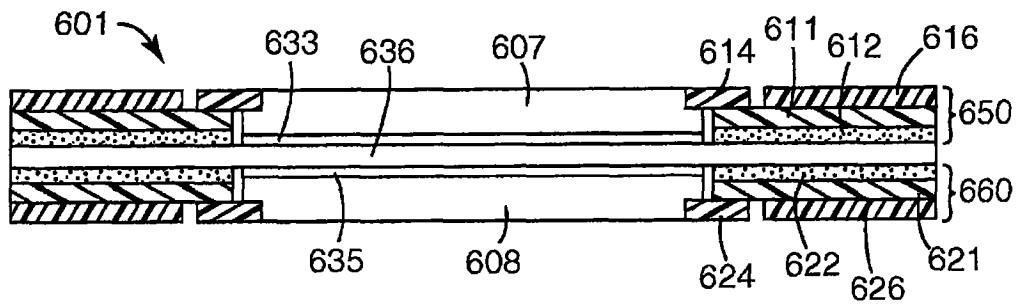


图6B

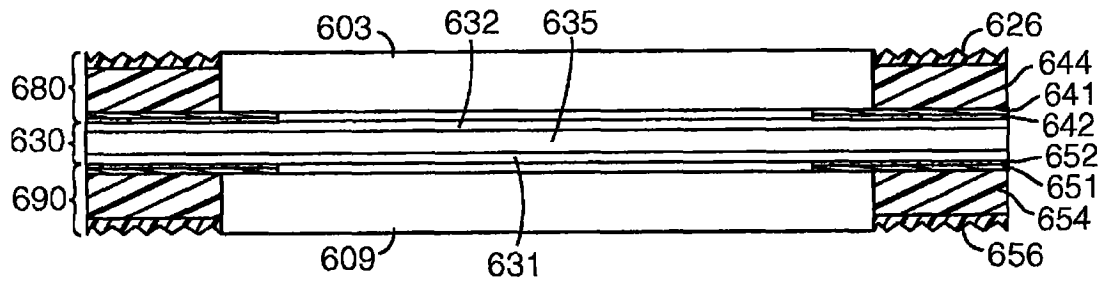


图6C

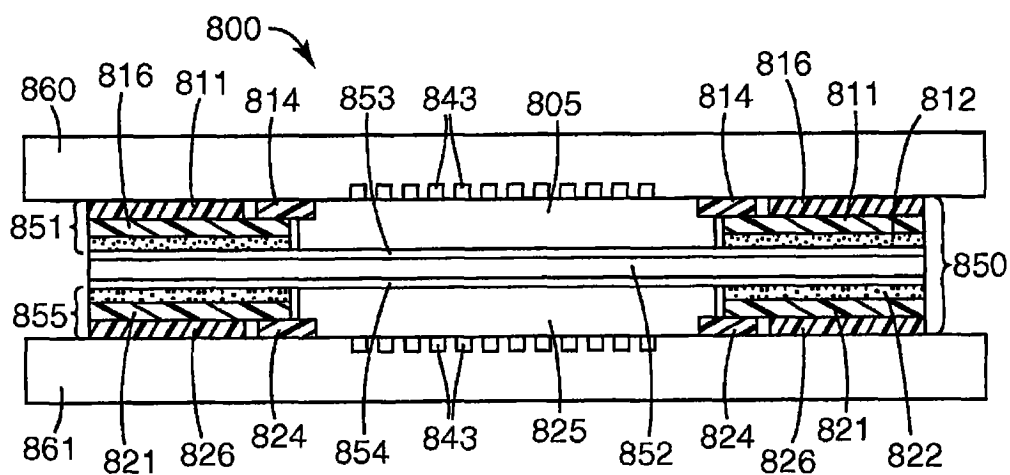


图8

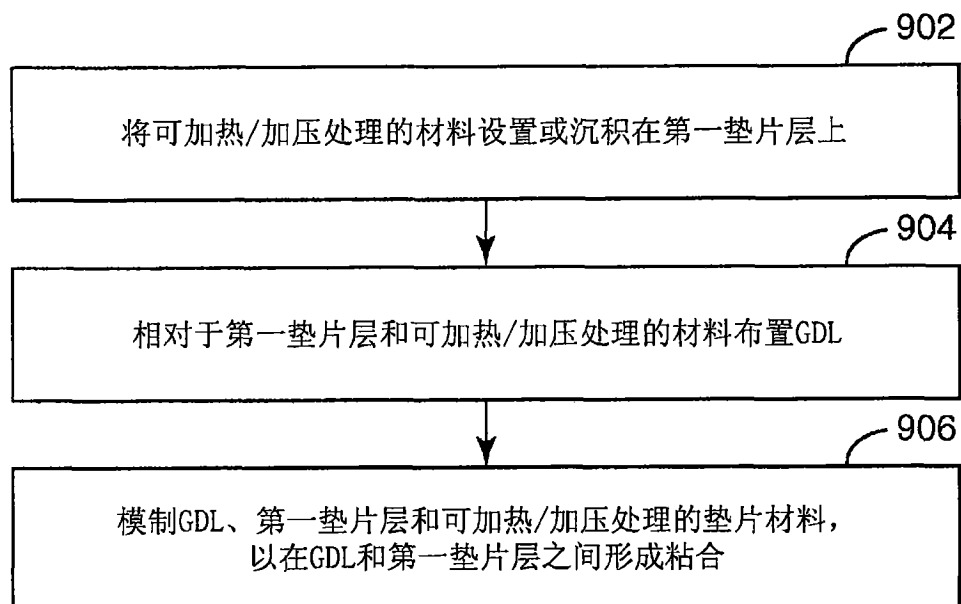


图9A

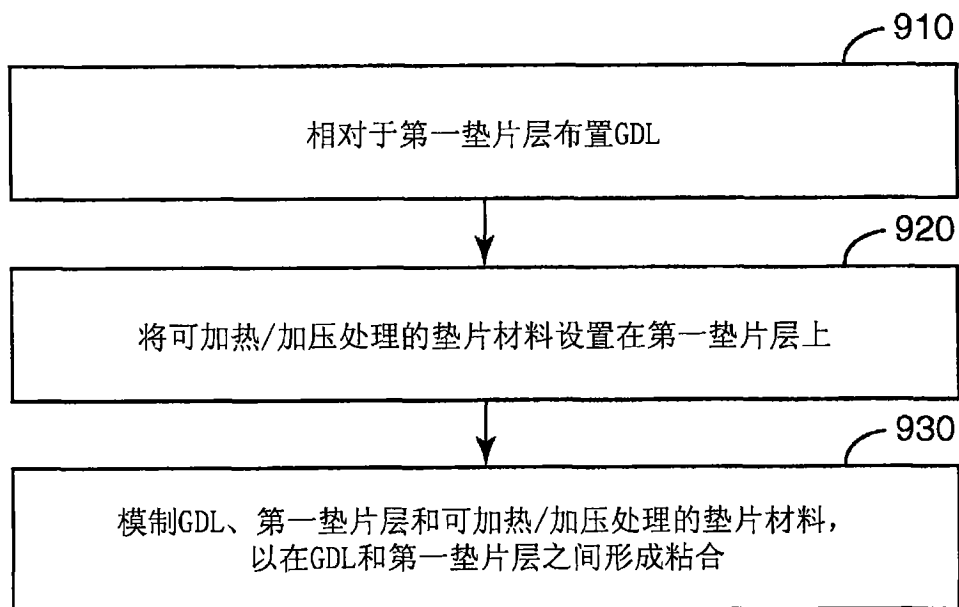


图9B

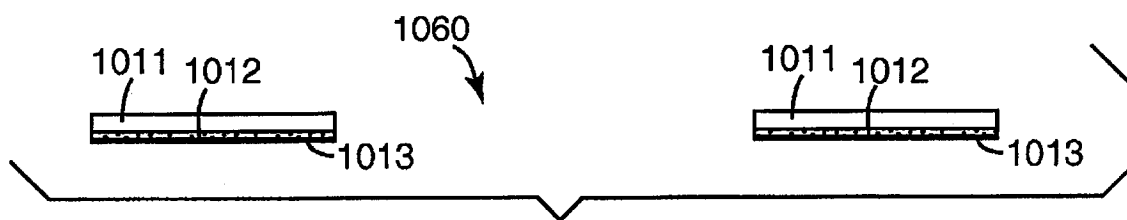


图10A

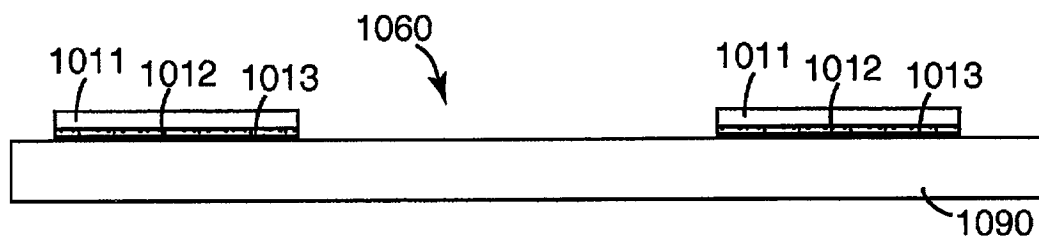


图10B

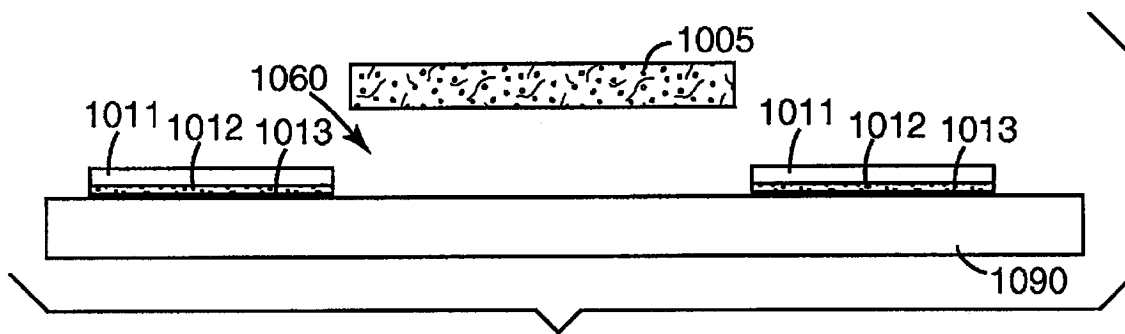


图10C

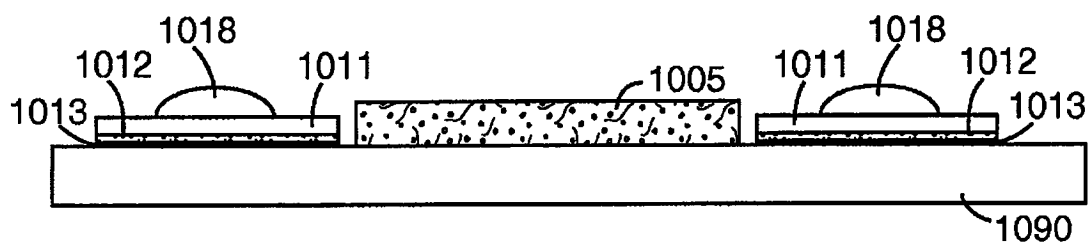


图10D

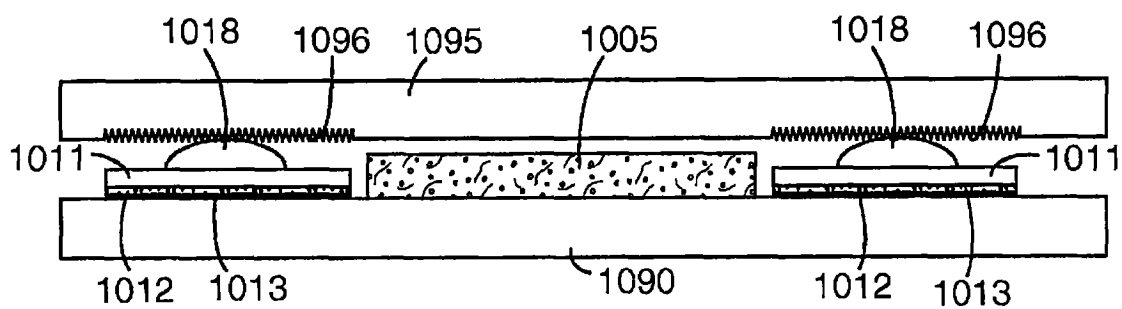


图10E

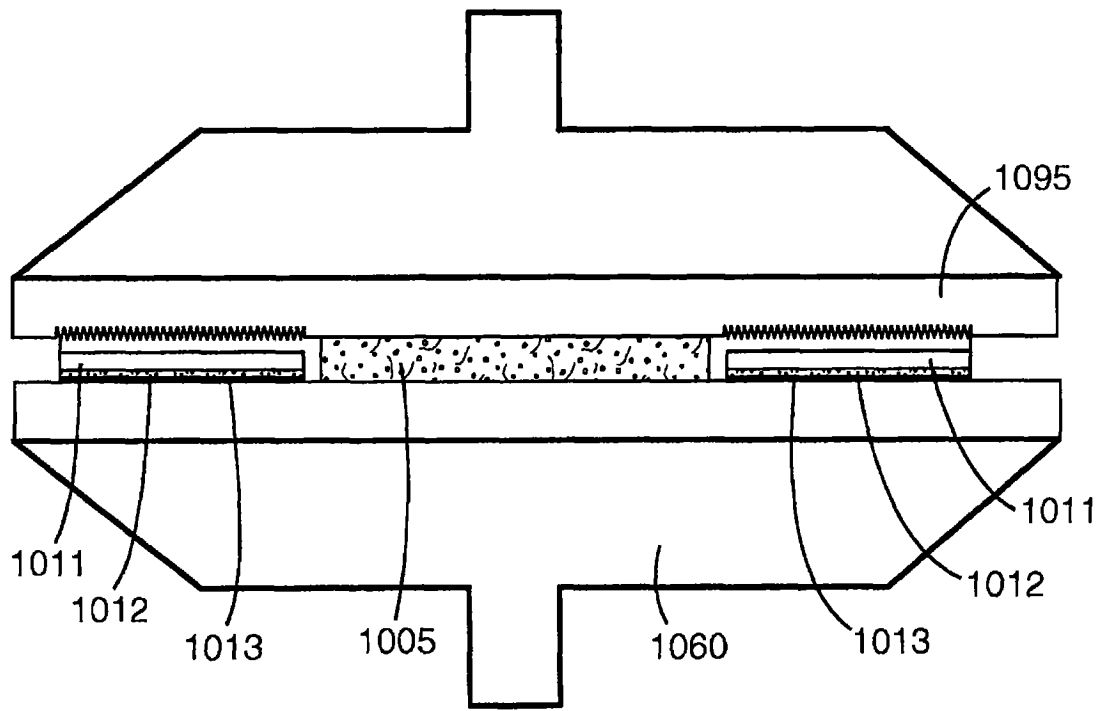


图10F

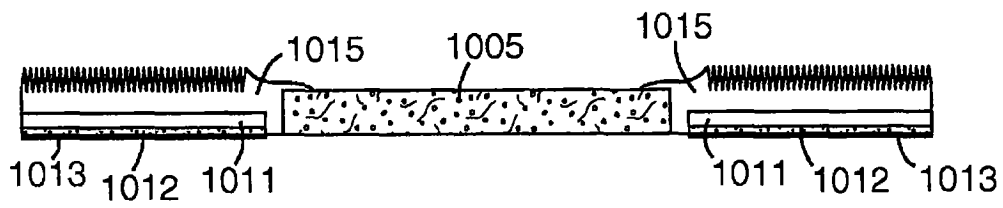


图10G

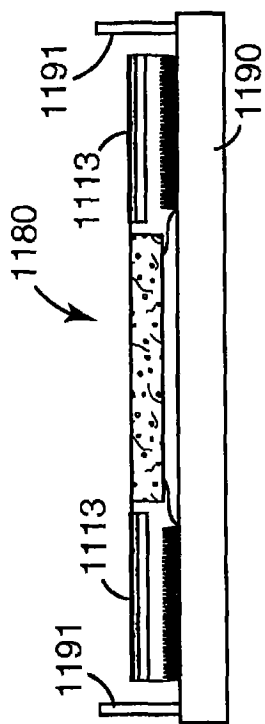


图11A

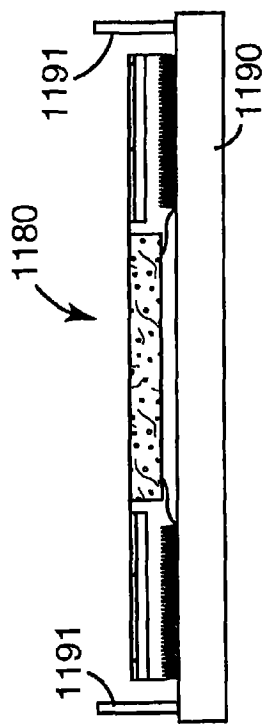


图11B

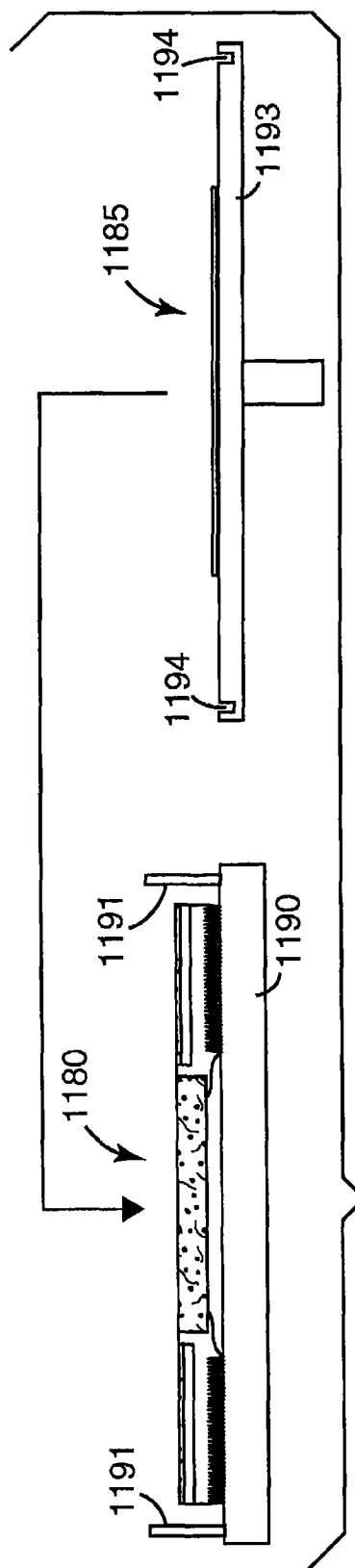


图11C

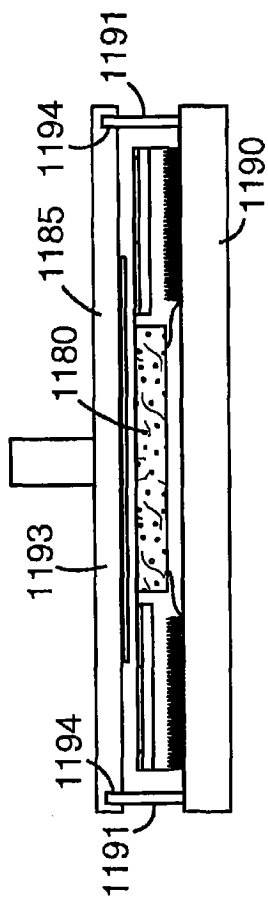


图11D

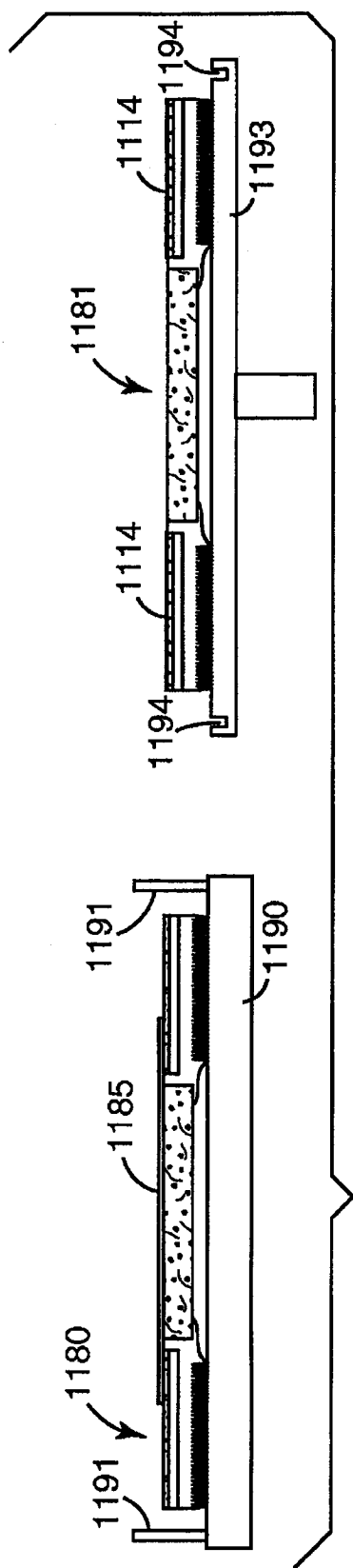


图11E

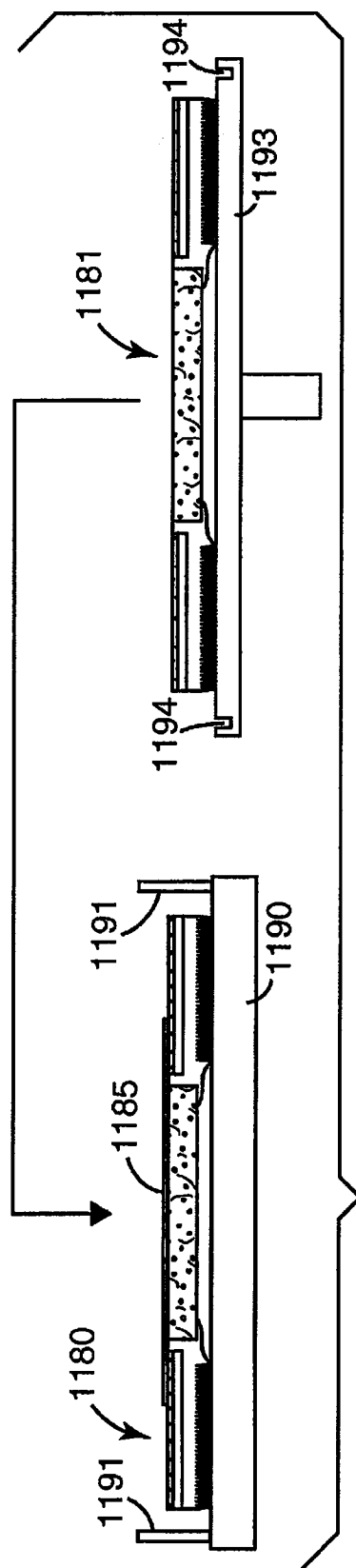


图11F

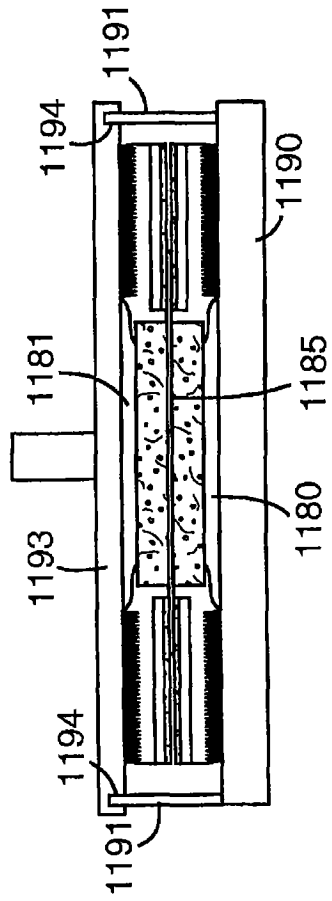


图11G

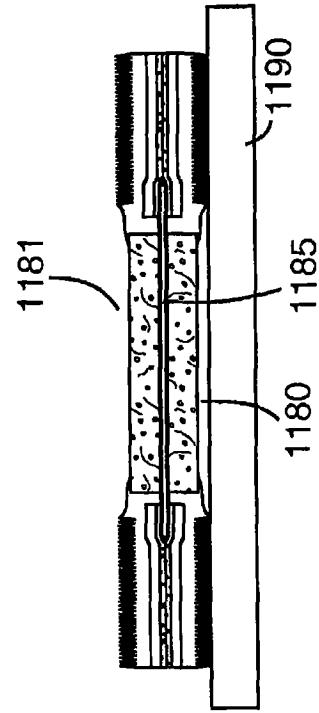


图11H

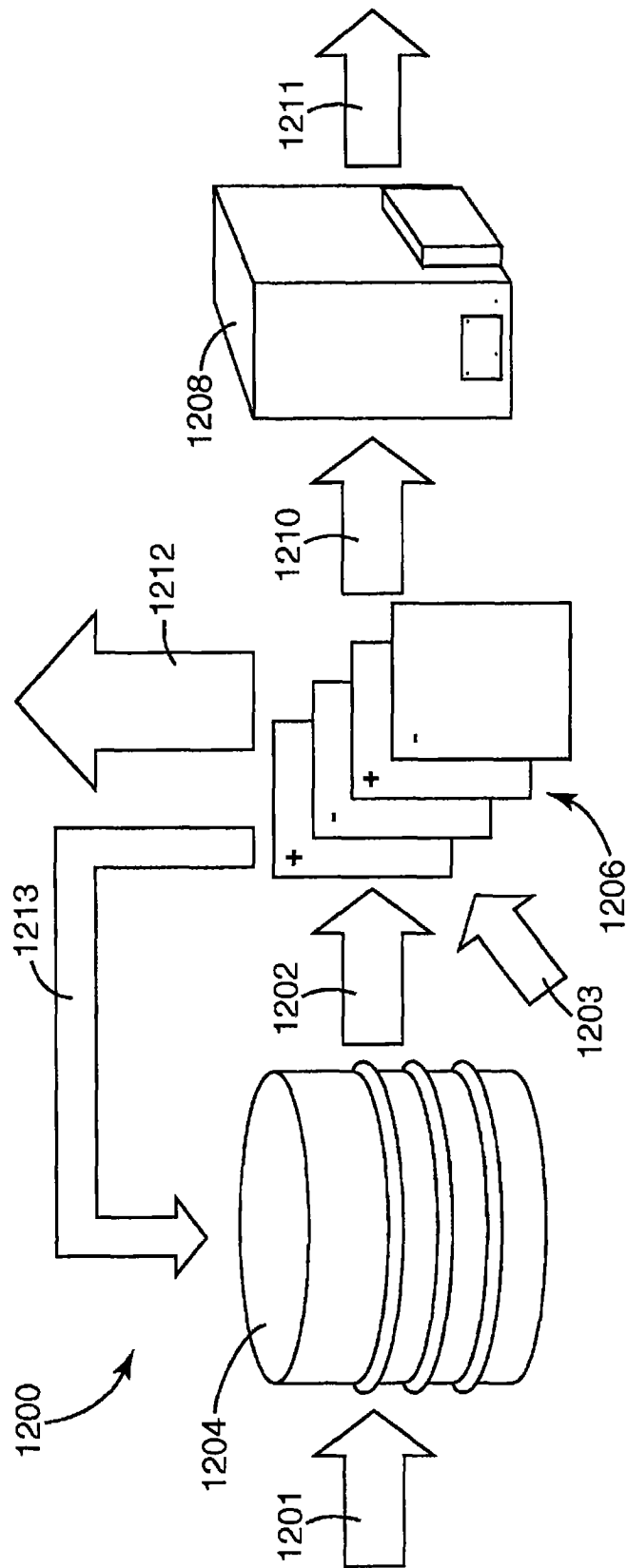


图12

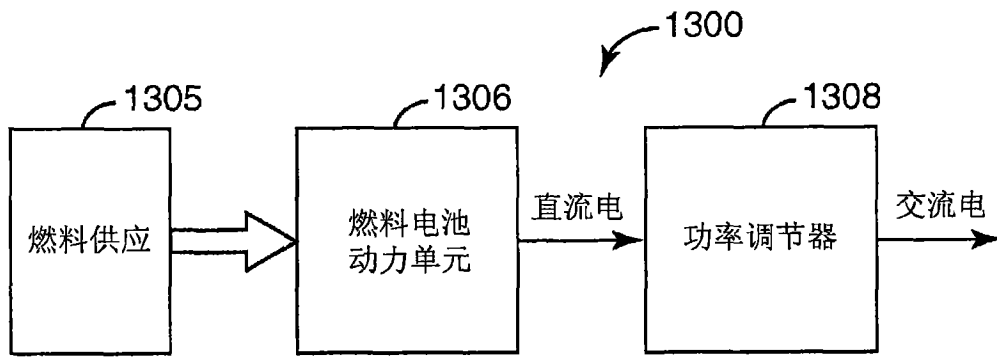


图13

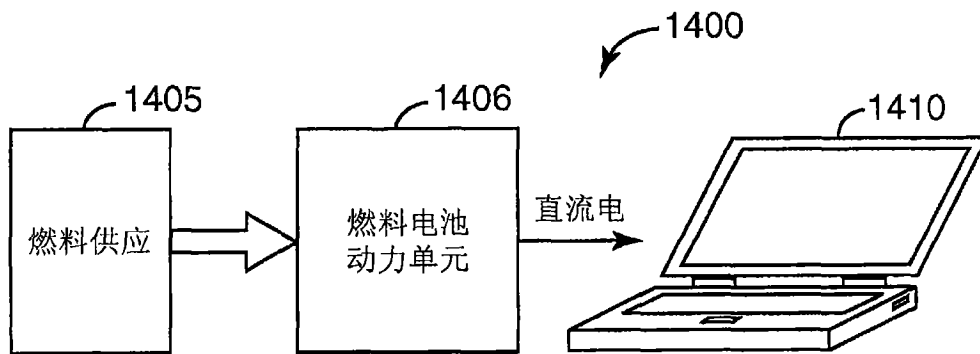


图14

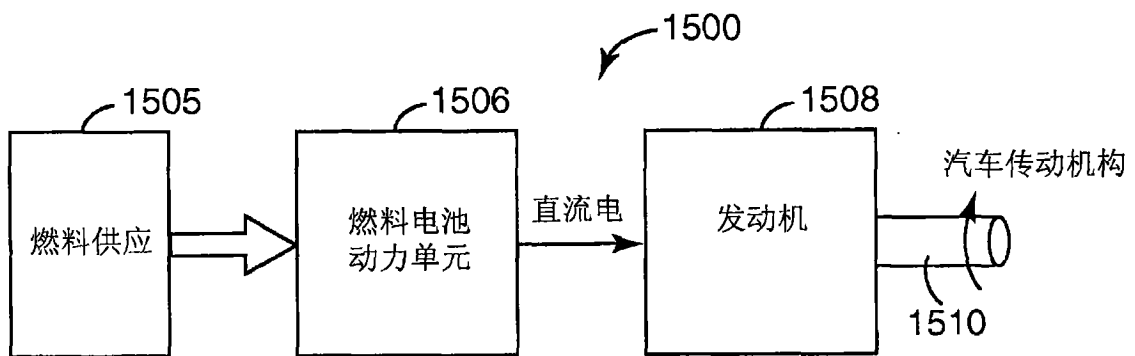


图15