



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102792502 A

(43) 申请公布日 2012. 11. 21

(21) 申请号 201080064408. 5

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010. 12. 23

H01M 8/02 (2006. 01)

(30) 优先权数据

H01M 4/86 (2006. 01)

61/290, 444 2009. 12. 28 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 08. 21

(86) PCT申请的申请数据

PCT/CA2010/002026 2010. 12. 23

(87) PCT申请的公布数据

W02011/079378 EN 2011. 07. 07

(71) 申请人 法商 BIC 公司

地址 法国克利希

(72) 发明人 侯国艳 J·施鲁特恩

G·F·麦克莱恩

詹姆斯·亚历山大·萨瓦达 王涛

(74) 专利代理机构 北京派特恩知识产权代理事

务所(普通合伙) 11270

代理人 武晨燕 迟姗

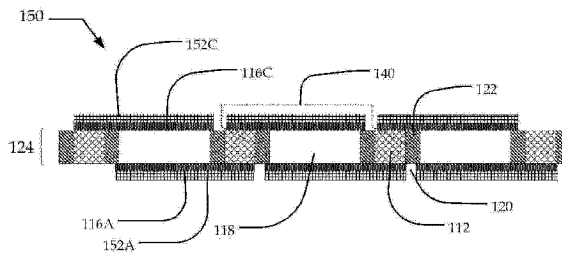
权利要求书 2 页 说明书 16 页 附图 12 页

(54) 发明名称

用于燃料电池的性能加强层

(57) 摘要

实施例涉及一种用于燃料电池的性能加强层,所述性能加强层包括:一种或多种导电材料,所述导电材料中的至少一种包括颗粒,所述颗粒在形态学上是各向异性的并且被定向成赋予所述层中的各向异性导电性;以及粘结剂,其中所述粘结剂将所述颗粒定位成彼此接触。



1. 一种用于燃料电池的性能加强层,包括:
一种或多种导电材料,所述导电材料中的至少一种包括颗粒,所述颗粒在形态学上是各向异性的并且被定向成赋予所述层中的各向异性导电性;以及
粘结剂,其中所述粘结剂将所述颗粒定位成彼此接触。
2. 根据权利要求1所述的性能加强层,其中所述导电材料中的至少一种的所述颗粒被定向成赋予所述层中的导电性,所述导电性在处于所述层的平面中的第一方向上比在垂直于所述层的平面的第二方向上大。
3. 根据权利要求1或2所述的性能加强层,其中所述导电材料中的至少一种的所述颗粒被定向成赋予所述层中的导电性,所述导电性在处于所述层的平面中的第一方向上比在处于所述层的平面中的第三方向上大。
4. 根据权利要求3所述的性能加强层,其中通过在所述第一方向上施加剪切应力定向所述颗粒。
5. 根据权利要求1或2所述的性能加强层,其中所述导电材料包括碳。
6. 根据权利要求5所述的性能加强层,其中所述导电材料包括碳纤维、炭黑、石墨或它们的组合。
7. 根据权利要求5所述的性能加强层,其中所述各向异性颗粒是碳纤维。
8. 根据权利要求6所述的性能加强层,其中所述导电材料包括炭黑。
9. 根据权利要求6所述的性能加强层,其中所述导电材料包括石墨。
10. 根据权利要求1或2所述的性能加强层,其中所述粘结剂包括聚偏1,1-二氟乙稀。
11. 根据权利要求1或2所述的性能加强层,其中所述粘结剂赋予所述层中的弹性、塑性或两者。
12. 根据权利要求1或2所述的性能加强层,其中所述层是多孔的并且允许流体从所述层的一侧大量输运到另一侧。
13. 根据权利要求1或2所述的性能加强层,其中所述层具有小于1mm的厚度。
14. 根据权利要求13所述的性能加强层,其中所述层具有在大约50 μm 至大约200 μm 的范围内的厚度。
15. 根据权利要求1或2所述的性能加强层,其中所述层可透过离子流。
16. 根据权利要求1所述的性能加强层,其还包括与所述粘结剂相接触的两个或更多电极涂层。
17. 一种制造用于具有电极涂层的燃料电池层的性能加强层的方法,所述方法包括:
混合一种或多种导电材料、粘结剂和溶剂,足以产生浆料;
铸塑所述浆料,足以产生湿膜;
烘干所述湿膜,足以产生膜;以及
将所述膜粘结到燃料电池层。
18. 根据权利要求17所述的方法,包括图案化所述性能加强层、所述电极涂层、所述具有性能加强层的燃料电池层或它们的组合。
19. 根据权利要求17所述的方法,其中所述浆料具有固形物和流变能力,允许所述浆料被铸塑。
20. 根据权利要求17所述的方法,其中铸塑包括在转移膜上铸塑所述浆料。

21. 根据权利要求 17 所述的方法,其包括活化所述膜以改善与所述电极涂层的层的附着。

22. 根据权利要求 21 所述的方法,其中活化包括施加促进与所述电极涂层的附着的材料。

23. 一种燃料电池层,包括:

一个或多个燃料电池,相邻地布置从而形成大致平面层;

所述一个或多个燃料电池包括:

复合物,包括离子传导元件和两个或更多电子传导元件;

两个电极涂层,均与所述离子传导元件离子接触并且与所述电子传导元件中的至少一个电接触,每个电极涂层包括内表面和外表面;以及

性能加强层,被布置成接触或紧靠所述电极涂层中的一个的表面,其中所述层提供往返于关联的电子传导元件的导电路径。

24. 根据权利要求 23 所述的燃料电池层,其中所述性能加强层包括至少一种导电材料和粘结剂。

25. 根据权利要求 24 所述的燃料电池层,其中所述导电材料中的一种包括具有各向异性形态的颗粒。

26. 根据权利要求 25 所述的燃料电池层,其中所述颗粒被定向成赋予所述层中的各向异性导电性。

27. 根据权利要求 23 所述的燃料电池层,其中所述性能加强层邻近所述电极涂层的内表面布置。

28. 根据权利要求 23 所述的燃料电池层,其中所述性能加强层邻近所述电极涂层的外表面布置。

29. 根据权利要求 23 所述的燃料电池层,其中所述性能加强层为所述燃料电池层提供结构支撑。

30. 根据权利要求 23 所述的燃料电池层,其中所述性能加强层减小所述燃料电池层的可变形性。

用于燃料电池的性能加强层

背景技术

[0001] 燃料电池可以作为电源用于越来越多的大规模应用,例如材料装卸(例如叉式升降机)、运输(例如电动和混合式车辆)和离网电力供应(例如用于紧急电力供应或长途通信)。更小的燃料电池现在正被开发用于便携式消费电子产品,例如笔记本式计算机、蜂窝电话、个人数字助理(PDA)等。

[0002] 燃料电池可以以常规燃料电池组的形式被连接。许多常规燃料电池组利用气体扩散层(GDL)收集来自一个单位电池中的催化层(例如阳极)的电流并且将它(例如通过双极板)传递到下一个单位电池的相对催化层(例如阴极)。在许多常规燃料电池组中,电流的主方向垂直于燃料电池和GDL的平面。

[0003] 燃料电池也可以在边缘收集配置(例如平面配置)中被连接。在这样的实施例中,电子流的主方向可以不同于常规燃料电池组中的电子流的主方向。用于常规燃料电池组的GDL在用于边缘收集式燃料电池系统时可能不是最佳的。

发明内容

[0004] 实施例涉及一种用于燃料电池的性能加强层,所述性能加强层包括:一种或多种导电材料,所述导电材料中的至少一种包括颗粒,所述颗粒在形态学上是各向异性的并且被定向成赋予所述层中的各向异性导电性;以及粘结剂,其中所述粘结剂将所述颗粒定位成彼此接触。

[0005] 本发明的实施例也涉及一种制造用于具有电极涂层的燃料电池层的性能加强层的方法,所述方法包括:混合一种或多种导电材料、粘结剂和溶剂,足以产生浆料;铸塑所述浆料,足以产生湿膜;烘干所述湿膜,足以产生膜;以及将所述膜粘结到燃料电池层。

[0006] 实施例涉及燃料电池,所述燃料电池包括:复合物,其包括离子传导元件和两个或更多电子传导元件;两个电极涂层,其均与所述离子传导元件离子接触并且与所述电子传导元件中的至少一个电接触,每个电极涂层包括内表面和外表面;性能加强层,其被布置成接触或紧靠所述电极涂层中的一个的表面。所述层提供往返于关联的电子传导元件的导电路径。

附图说明

[0007] 附图示出了本发明的非限定性示例实施例。在图中,相似的附图标记描述相似、但不必相同的元件。具有不同字母后缀的相似附图标记表示相似、但不必相同的元件的不同实例。

[0008] 图1是现有技术的常规燃料电池组的横截面示意图;

[0009] 图1A是图1的常规燃料电池组的现有技术的单位燃料电池的放大示意图;

[0010] 图2A是第一平面燃料电池层的例子的横截面图;

[0011] 图2B是第二平面燃料电池层的例子的横截面图;

[0012] 图3是图2的平面燃料电池层的例子中的单位燃料电池的例子的横截面示意图;

[0013] 图 4A 是根据示例性实施例的具有性能加强层 (PEL) 的平面燃料电池层的例子的横截面图；

[0014] 图 4B 是根据第二示例性实施例的具有 PEL 的平面燃料电池层的例子的横截面图；

[0015] 图 4C 是根据第三示例性实施例的具有 PEL 的平面燃料电池层的例子的横截面图；

[0016] 图 5A 是平面燃料电池的例子中的电子流的横截面示意图；

[0017] 图 5B 是根据示例性实施例的具有 PEL 的平面燃料电池的例子中的电子流的横截面示意图；

[0018] 图 6 是根据第四示例性实施例的具有 PEL 的平面燃料电池层的例子的横截面图；

[0019] 图 7 是根据示例性实施例的制备具有 PEL 的燃料电池层的方法的方块流程图；

[0020] 图 8 是根据示例性实施例制备的不具有 PEL 的燃料电池层和具有 PEL 的燃料电池层的性能的图形；

[0021] 图 9 是根据示例性实施例的具有 PEL 的燃料电池层的俯视图；

[0022] 图 10 是从根据特定示例性实施例制备的从 PEL 膜切割的试样的电阻率与角的关系以及电导率与角的关系的绘图。

具体实施方式

[0023] 在以下描述中,阐述具体细节以便提供对本发明的更透彻理解。然而,可以在没有这些细节的情况下实施本发明。在其它情况下,未详细地显示或描述公知要素以便避免不必要地使本发明晦涩。附图通过图解显示了可以实施本发明的具体实施例。可以组合这些实施例、可以利用其它要素或者可以进行结构或逻辑变化而不脱离本发明的范围。因此,应当在示例的意义上而不是在限制的意义上考虑说明书和附图。

[0024] 在本文献中提及的所有出版物、专利和专利文献通过引用完整地合并于本文中,如同单独地通过引用被合并。在本文献和通过引用被合并的那些文献之间的使用不一致的情况下,在合并参考文献中的使用应当被认为是本文献的补充;对于不可调和的矛盾,本文献中的使用占主导。

[0025] 在本文献中,使用在专利文献中常用的术语“一”或“一个”以包括一个或一个以上,与“至少一个”或“一个或更多”的任何其它情况或使用无关。在本文献中,使用术语“或”以表示可兼或,使得“A、B 或 C”包括“仅仅 A”、“仅仅 B”、“仅仅 C”、“A 和 B”、“B 和 C”、“A 和 C”以及“A、B 和 C”,除非另外指出。

[0026] 在附带的方面和权利要求中,术语“第一”、“第二”和“第三”等仅仅用作标记,并且不旨在对它们的对象强加数值要求。

[0027] 在本文中提供了用于边缘收集式燃料电池的性能加强层 (PEL)。PEL 提供电流从一个单位电池中的电极涂层流动到集流器 (或电子传导元件) 到达下一个单位电池的相对电极涂层的路径。PEL 可以具有各向异性导电性。PEL 包括具有颗粒的导电材料。颗粒可以在形态学上是各向异性的并且被定向成赋予性能加强层中的高平面内电导率。在本文中也提供了制备 PEL 和包括 PEL 的燃料电池层的方法。

[0028] 本发明的实施例被描述为质子交换膜 (PEM) 燃料电池或 PEM 燃料电池的元件。然

而,实施例可以用其它类型的燃料电池实施,例如碱性燃料电池或固体氧化物燃料电池。实施例也可以在其它类型的电化学电池中得到应用,例如电解剂或氯碱电池。

[0029] 根据一些实施例的燃料电池系统可以用作各种应用的电源。例如,燃料电池系统可以用于为便携式消费电子装置供电,例如笔记本式计算机、蜂窝电话或PDA。然而,本发明不限于便携式消费电子装置,并且实施例可以实施以为更大型的应用供电,例如材料装卸应用、运输应用或离网发电;或其它更小型的应用。

[0030] 本发明的实施例可以用各种不同设计的燃料电池实施。在本文中描述了用平面燃料电池实施实施例。然而,相同或其它实施例可以备选地用其它边缘收集式燃料电池实施。为了容易引用,在整个说明书中,边缘收集式燃料电池和相关技术被称为“平面”燃料电池、“平面”燃料电池系统或“平面”燃料电池层。然而,应当理解在一些实施例中,边缘收集式燃料电池可以不是平面的并且边缘收集式燃料电池不需要是平面的以实施本发明。例如,单位燃料电池可以不全部位于相同平面中(例如它们可以是挠性的、螺旋形的、管状的或波状的)或者可以大体上位于相同平面中,但是具有非平面微尺寸。

[0031] 定义

[0032] 当在本文中使用时,“复合层”或“复合物”指的是包括具有厚度的至少两个表面的层,其中一个或多个离子传导通道以及一个或多个导电通道限定于所述表面之间。通过限定具有不同尺寸、形状、密度或布置的离子传导通道和导电通道,复合物的离子传导性质和导电性质可以在复合物的不同区域中变化。复合层可以包括一个或多个界面区域。复合层可以流体(例如气体或液体)不能透过。在一些实施例中,复合层可以基本上不可透过一些流体,但是可透过其它流体。例如,复合层可以基本上不可透过由燃料施加的气体压力;然而,水能够迁移通过离子传导元件。

[0033] 当在本文中使用时,“电子传导元件”指的是提供导电路径的复合层的元件。例如,电子传导元件可以提供从复合层的一个表面通过复合层到达复合层的相对表面的导电路径。电子传导元件包括导电的一种或多种材料,例如金属、金属泡沫、碳质材料、导电陶瓷、导电聚合物、它们的组合等。电子传导元件也可以包括不导电的材料。

[0034] 当在本文中使用时,“离子传导元件”指的是提供离子传导通道的元件。离子传导元件可以是复合层的元件。离子传导元件包括离子传导材料,例如基于含氟聚合物的离子传导材料或基于烃的传导材料。

[0035] 当在本文中使用时,“界面区域”指的是不导电的复合层的元件。例如,界面区域可以包括具有可忽略的离子传导性和可忽略的导电性的材料。界面区域可以与电子传导元件结合使用以形成集流器,并且在这样的情况下可以在电子传导区域的一侧或两侧上布置邻近的电子传导区域。电子传导区域可以嵌入界面区域中以形成集流器。应当理解界面区域(或多个界面区域)是集流器中的可选元件,而不是必要元件。当用作集流器的元件时,界面区域可以用于促进电子传导区域和离子传导元件之间的附着,和/或可以用于提供相邻电化学电池之间的电绝缘。

[0036] 当在本文中使用时,“颗粒”指的是材料的部分、碎片或片段。例如,导电颗粒可以包括电化学层的纤维、薄片、片段或离散部分。

[0037] 当在本文中使用时,“平面”指的是具有确定延展和空间方向或位置的二维假想表面。例如,长方体可以具有彼此正交的竖直平面和两个水平平面。例如,平面可以使用大于

或小于 90 度的角相对于彼此限定。

[0038] 当在本文中使用时,“燃料”指的是适合用作燃料电池中的燃料的任何材料。燃料的例子可以包括、但不限于氢、甲醇、乙醇、丁烷、硼氢化物(例如硼氢化钠或硼氢化钾)、甲酸、氨和氨衍生物(例如胺和胂)、复合金属氢化物(例如硼氢化铝)、硼烷(例如乙硼烷)、烃(例如环己烷)、咪唑(例如十二氢 -n- 乙基咪唑)以及其它饱和环、多环烃、饱和硼烷氨(例如饱和环硼氮六烷)。

[0039] 在图 1 中显示了现有技术的常规燃料电池组 10。燃料电池组 10 具有可以串联布置的单独的燃料电池 20。燃料电池 20 例如可以包括质子交换膜 (PEM) 燃料电池。燃料电池组 10 具有歧管(未显示),燃料(例如氢气)和氧化剂(例如空气或氧气)引入所述歧管中。

[0040] 燃料和氧化剂经由单极板 11 和具有流道 22 和岸台 24 的双极板 12 行进到单位燃料电池 20。燃料从双极板 12A 中的流道 22 通过多孔载流层或气体扩散层 (GDL) 14A 进入阳极催化层 16A。在阳极催化层 16A,燃料经历化学反应以产生自由电子和带正电荷的离子(典型地为质子)。自由电子由 GDL 14A 收集并且穿过双极板 12A 进入下一个单位燃料电池的 GDL 14C。离子在相反方向上行进,通过电绝缘离子交换膜 18。离子交换膜 18 位于阳极催化层 16A 和阴极催化层 16C 之间。

[0041] 图 1A 是图 1 的常规燃料电池组 10 的单位燃料电池 20 的横截面示意图。在燃料电池 20 中,电子从阳极催化层 16A 中的化学反应的位置行进到 GDL14A。质子(或其它带正电荷的离子)在与电子流的方向相反的方向上行进进入并且通过离子交换膜 18。在 GDL 14A 中收集的电子行进通过双极板 12A 的岸台 24 到达下一个单位电池的 GDL 14C。在这样的燃料电池中,电子流和离子流在大体相反的方向上发生,并且都大致垂直于离子交换膜 18、GDL 14 和催化层 16 的平面。

[0042] 在催化层 16C,质子和带负电荷的氧离子组合以形成水。产物水保持在 GDL14C 中、由离子交换膜 18 吸收、行进到双极板 12C 的流道 22 或是这些的组合。

[0043] 由于 GDL 14 将来自双极板的电子传导到催化层并且反之亦然,因此 GDL14 常常需要高平面内电导率,例如在垂直于燃料电池和 GDL 的平面的方向上导电。

[0044] 典型地,将压缩力施加于燃料电池组以防止燃料和氧化剂的泄漏并且减小催化层、GDL 和双极板之间的接触电阻。特别地,许多燃料电池组需要压缩力以便实现 GDL 和双极板之间的良好电接触。所以燃料电池组需要许多部件(例如夹子)并且组装可能很复杂。

[0045] 图 2A 和 2B 显示了第一平面燃料电池层 100 的例子和第二平面燃料电池层 110 的例子横截面图,如名称分别为“具有在电化学反应层之下的载流结构的电化学电池 (ELECTROCHEMICAL CELLS HAVING CURRENT-CARRYING STRUCTURES UNDERLYING ELECTROCHEMICAL REACTION LAYERS)”和“电化学电池及其相关膜 (ELECTROCHEMICAL CELL AND MEMBRANES RELATED THERETO)”的共同转让的美国专利申请第 11/047,560 号和专利合作条约申请第 CA2009/000253 号中所述。平面燃料电池层 100、110 的例子包括具有离子传导元件 118、118' 和电子传导元件 112、112' 的复合层 124、124'。可选地,复合层 124、124' 也可以具有界面或衬底区域 122、122'。界面或衬底区域 122、122' 可以包括电绝缘并且离子绝缘的材料。燃料电池层 100、110 具有两种类型的电极涂层,即,阴极涂层 116C、116C' 和阳极涂层 116A、116A'。阴极涂层 116C、116C' 布置在复合层 124、124' 的第一侧并且附着到

复合层 124、124' 的第一表面。阳极涂层 116A、116A' 布置在复合层 124、124' 的第二侧并且附着到复合层 124、124' 的第二表面。阴极涂层 116C、116C' 和阳极涂层 116A、116A' 均通过间隙或介电区域 120、120' 彼此分离。

[0046] 图 3 是平面燃料电池层 100 的例子中的单位燃料电池 140 的横截面示意图。在所示的实施例中,燃料和氧化剂分别是氢气和氧气。然而,应当理解本发明的实施例可以用于利用燃料和氧化剂的其它组合的燃料电池。氢气接触阳极涂层 116A 并且离解成质子和电子。电子在主要平行于阳极涂层 116A 的平面的方向上行进通过阳极涂层 116A 并且进入和通过与下一个单位电池共用的电子传导元件 112b。质子在大致正交于电子行进通过阳极涂层 116A 的方向的方向上从阳极涂层 116A 内的化学反应的位置行进。在电子传导元件 112b 中收集的电子行进到下一个单位电池的阴极涂层。电子在主要平行于阴极涂层 116C 的平面的方向上从电子传导元件 112a 行进通过阴极涂层。氧气接触阴极涂层 116C 并且行进到化学反应的位置。氧气被还原并且产生产物水,产物水可以离开或保持在阴极涂层 116C 中。

[0047] 使用一些边缘收集式燃料电池层,可能期望的是使电极涂层或其它层在平行于涂层的平面(例如相对于垂直于涂层的平面,正如许多常规燃料电池那样)的方向上具有良好导电性。一些边缘收集式燃料电池层利用很小的单独的燃料电池来减小电流所行进的距离,因此最小化欧姆损耗。一些边缘收集式燃料电池的电极涂层具有大于电化学反应所需的催化剂装填。在这样的边缘收集式燃料电池中,催化剂可以用于引导电流以及催化电化学反应。在一些边缘收集式燃料电池层中,电极涂层可能具有裂缝,这可能增加涂层的平面中的电阻。一些边缘收集式燃料电池的电极涂层利用高导电材料来增加电极涂层中的电导率,如名称为“具有带有改善的导电性的催化层的平面燃料电池 (PLANAR FUEL CELL HAVING CATALYST LAYER WITH IMPROVED CONDUCTIVITY)”的共同拥有的美国专利申请第 12/275,020 号中所述,上述申请通过引用被合并于本文中。本发明的实施例描述了利用具有良好导电性的电路径的燃料电池层,所述电路径平行于电极涂层的平面。

[0048] 图 4A 是根据示例性实施例的具有性能加强层的平面燃料电池层的横截面图。平面燃料电池层 150 包括具有离子传导元件 118 和电子传导元件 112 的复合层 124。可选地,复合层 124 也可以具有界面区域 122。阴极涂层 116C 布置在复合层 124 的第一侧并且附着到复合层 124 的第一表面。阳极涂层 116A 布置在复合层 124 的第二侧并且附着到复合层 124 的第二表面。阴极涂层 116C 和阳极涂层 116A 均通过间隙或介电区域 120 彼此分离。

[0049] 平面燃料电池层 150 具有一个或多个单位燃料电池 140。可以看到,当组装为燃料电池层时,在单位电池中,阴极涂层布置在关联离子传导元件的第一表面上并且与离子传导元件大致共同延伸。阳极涂层布置在关联离子传导元件的第二表面上并且与离子传导元件大致共同延伸。阴极涂层和阳极涂层与离子传导元件离子接触并且与电子传导元件中的一个电接触。单位电池的阴极涂层大致上在第一电子传导元件上延伸并且阳极涂层大致上在第二电子传导元件上延伸。在所示的例子中,单位电池串联连接。然而,单位电池可以备选地并联或串并联组合连接。

[0050] 平面燃料电池层 150 具有性能加强层 (PEL) 152C 和 152A。阴极 PEL 152C 布置在阴极涂层 116C 的外侧并且附着到阴极涂层 116C 的外表面。阳极 PEL 152A 布置在阳极涂层 116A 的外侧并且附着到阳极涂层 116A 的外表面。阴极 PEL 152C 和阳极 PEL 152A 均通过

间隙或介电区域 120 彼此分离。在该说明书中,术语“外”和“内”分别用于表示远离和靠近复合层或离子传导元件的中心的方向。尽管为了易于图解将离子传导元件显示为矩形,但是应当理解并且发明人可以预料在一些实施例中离子传导元件可以具有不规则形状,可以具有凹或凸表面,或者可以关于燃料电池层的中间不对称地布置。离子传导元件(和电流收集元件)的这样的潜在不对称的另外例子可以在名称为“具有不对称架构的燃料电池和燃料电池元件及其方法(FUEL CELLS AND FUEL CELL COMPONENTS HAVING ASYMMETRIC ARCHITECTURE AND METHODS THEREOF)”的共同拥有的专利申请共同未决美国专利申请第 61/290,448 号以及要求其优先权的相关申请中找到,上述申请的公开内容通过引用完整地合并于本文中。

[0051] 在该说明书中,使用术语“性能加强”层。然而应当理解性能加强层不需要改善燃料电池层的电性能。包括 PEL 的燃料电池层可以具有优于不具有 PEL 的燃料电池层的一个或多个以下性能改善:改善的电性能;更低的成本;更容易制造;更低的降解率(改善的使用寿命性能),减小性能波动或在更大范围的环境条件下的满意性能;以及改善的环境污染物(例如氮氧化物、硫氧化物、碳氧化物等)耐受性。

[0052] PEL 可以增大电极涂层中的反应位置和关联电子传导元件之间的电路径。具有 PEL 的燃料电池层可以具有较薄的电极涂层,并且因此减小的催化剂装填,这可以使它们成本效益更高。具有 PEL 的燃料电池层可以具有减小的电阻率并且因此与不具有 PEL 的燃料电池层相比,具有更好的性能。

[0053] 在所示的实施例中,阴极 PEL 152C 和阳极 PEL 152A 均分别与阴极涂层 116C 和阳极涂层 116A 大致共同延伸。然而,阴极 PEL 152C 和阳极 PEL 152A 不需要与关联电极涂层共同延伸。在一些实施例中,PEL 不在整个电极区域上延伸并且具有的表面积小于关联电极涂层的表面积。在其它实施例中,PEL 在整个电极区域上延伸并且具有的表面积大于关联电极涂层的表面积。

[0054] 图 4B 是根据第二示例性实施例的具有 PEL 的平面燃料电池层的例子的横截面图。平面燃料电池层 160 具有阴极涂层 117C 和阳极涂层 117A。在所示的实施例中,阴极涂层 117C 和阳极涂层 117A 均与关联的离子传导元件 118 大致共同延伸并且几乎不与或不与关联的电子传导元件 112 直接物理接触。平面燃料电池层 160 具有阴极 PEL 154C 和阳极 PEL 154A。在所示的实施例中,阴极 PEL 154C 和阳极 PEL 154A 均在关联的电极涂层 117 的大致所有外表面和关联的电子传导元件 112 的大致所有外表面上延伸。阴极 PEL 154C 提供阴极涂层 117C 和关联的电子传导元件 112 之间的电连接。阳极 PEL 154A 提供阳极涂层 117A 和关联的电子传导元件 112 之间的电连接。

[0055] 使用所示实施例的 PEL,燃料电池层 160 可以具有带有减小的厚度或面积并且因此带有减小的催化剂装填的电极涂层。因此,所示实施例的 PEL 可以允许平面燃料电池层的成本效益更高的制备。附加地或备选地,具有 PEL 的燃料电池层可以具有减小的电阻率和因此更好的性能。具有 PEL 的燃料电池层的制备方法可以比不具有 PEL 的燃料电池层需要更小的精度,原因是催化剂不需要覆盖燃料电池层的电子传导元件。

[0056] 图 4C 是根据第三示例性实施例的具有 PEL 的平面燃料电池层的例子的横截面图。燃料电池层 170 具有阴极涂层 116C' 和阳极涂层 116A'。在所示的实施例中,阴极涂层 116C' 和阳极涂层 116A' 均在关联的离子传导元件 118' 的外表面上和在关联的离子传

导元件 112' 的至少一部分上延伸。燃料电池层具有阴极 PEL 156C 和阳极 PEL 156A。阴极 PEL 156C 和阳极 PEL 156A 均在关联的电极涂层 116' 的一部分上延伸。在所示的实施例中, PEL 156 具有的表面积小于关联的电极涂层 116' 的表面积。所示实施例的具有 PEL 的燃料电池层相比于不具有 PEL 的燃料电池层可以允许单独的电极涂层的更简单电隔离。因此, 具有 PEL156 的燃料电池层可以更简单地进行制备。

[0057] PEL 可以包括各种材料并且在燃料电池层中可以用于各种不同功能或目的中的一个或多个。PEL 可以通过允许具有减小的催化剂装填的电极涂层来减小成本。附加地或备选地, PEL 可以改善单位电池内的电导率, 由此减小燃料电池层中的欧姆损耗。

[0058] PEL 可以以许多不同的方式改善电导率。例如, PEL 可以提供电极涂层中的裂缝之间的桥接。图 5A 和 5B 分别是不具有 PEL 的平面燃料电池的例子的单位燃料电池 180 和根据示例性实施例的具有 PEL 的平面燃料电池的例子的单位电池 185 的横截面示意图。燃料电池 180、185 均具有阴极涂层 176C、186C 和阳极涂层 176A、186A。阴极涂层 176C、186C 和阳极涂层 176A、186A 均具有裂缝 126。燃料电池 185 具有阴极 PEL 188C 和阳极 PEL 188A。

[0059] 在燃料电池 180、185 中, 来自前一个单位电池的电子行进通过电子传导元件进入阴极涂层 176C、186C。在燃料电池 180 的阴极涂层 176C 中, 电子采用曲折路径到达反应位置。在阳极涂层 176A 中, 电子也采用从反应位置朝着电子传导元件的曲折路径。然而, 由于裂缝 126' 在阳极涂层 176A 的整个厚度上延伸, 因此电子不能到达电子传导元件并且燃料电池 180 出故障。

[0060] 在燃料电池 185 的阴极涂层 186C 中, 电子通过行进通过阴极涂层 186C 的厚度、在平行于 PEL 188C 的平面的方向上通过 PEL 188C 并且然后再次通过催化涂层 186C 的厚度而到达反应位置。在阳极侧, 电子采用类似路径。在具有有裂缝的电极涂层的平面燃料电池的例子中, PEL 可以通过提供电极涂层中的裂缝上的桥接而改善电导率。在这样的燃料电池中或在具有带有减小的催化剂装填的电极的燃料电池中, PEL 可以通过提供附加的导电路径而减小电压损失。

[0061] PEL 是导电的并且在许多实施例中, PEL 具有高平面内电导率。在一些实施例中, PEL 是电学各向异性的, 例如, 它们具有在一个或多个方向上大于在一个或多个其它方向上的电导率。在一些实施例中, PEL 具有的在 PEL 的平面中的一个或多个方向上的电导率大于在垂直于 PEL 的平面的方向上的电导率。在一些示例性实施例中, PEL 具有的在 PEL 的平面中的第一方向上的电导率大于在以下两个方向上的电导率: 垂直于 PEL 的平面的第二方向; 以及在 PEL 的平面中的第三方向。第三方向可以正交于第一方向或者它可以与第一方向成另一个角定向。在特定的示例性实施例中, PEL 具有的电导率在从一个电子传导元件朝着下一个电子传导元件延伸以及相反地延伸的方向上最大。

[0062] PEL 可以包括各种导电材料。PEL 可以包括也耐腐蚀的一种或多种导电材料。例如, PEL 可以包括碳, 例如炭黑、石墨、碳纤维、碳泡沫、碳薄片、碳纳米管、碳针和无定形碳。PEL 可以附加地或备选地包括其它导电材料, 例如贵金属、耐腐蚀金属或金属合金以及导电聚合物 (例如聚苯胺)。

[0063] 导电材料可以包括 PEL 层的离散颗粒或部分, 例如片段、薄片或纤维。在一些实施例中, 导电材料包括在形态学上各向异性的颗粒。例如, 导电材料可以包括在形态学上各向异性的碳颗粒, 例如碳纤维。导电材料可以包括短的碳纤维 (例如具有在小于单位燃料电

池的长度的量级上的平均长度的纤维)或长的碳纤维(例如具有在与单位燃料电池的长度相同的量级上的平均长度的纤维)。在示例性实施例中,纤维短于离子传导元件的厚度。这样的实施例可以避免发生由于纤维穿透到离子传导元件中导致的电短路。

[0064] 在一些实施例中,导电材料的各向异性颗粒被定向成赋予 PEL 中的各向异性(例如导电性或导热性的各向异性)。在示例性实施例中,通过在优选取向的方向上施加剪切力来定向各向异性颗粒。可以通过牵拉包括各向异性颗粒的浆料来制备这样的实施例,最后产生的 PEL 中的各向异性颗粒在牵拉的方向上对准。在其它实施例中,PEL 利用导电材料中的各向异性。在这样的实施例中,导电材料可以包括呈编织或非编织碳纤维的形式碳纤维。

[0065] 在一些实施例中,PEL 可以是坚硬的或刚性的或者可以包括坚硬或刚性材料。在这样的实施例中,PEL 可以为离子传导元件提供支撑。在其它实施例中,PEL 可以是挠性的或弹性的。在一些实施例中,PEL 是挠性的并且可以用于挠性或顺应燃料电池层,例如在名称为“由顺应燃料电池供电的装置(DEVICES POWERED BY CONFORMABLE FUEL CELLS)”的共同转让的美国专利第 7,474,075 号或名称分别为“具有外部支撑的挠性燃料电池结构(FLEXIBLE FUEL CELL STRUCTURES HAVING EXTERNAL SUPPORT)”和“包括节省空间的流体室的燃料电池系统和相关方法(FUEL CELL SYSTEMS INCLUDING SPACE- SAVING FLUID PLENUM AND RELATED METHODS)”的美国专利申请第 11/327,516 和 12/238,241 号中所述的燃料电池层。在示例性实施例中,当受到存在于燃料电池的正常操作范围内的应力或应变时 PEL 可以是弹性的。

[0066] PEL 可以具有各向异性的弹性,例如,PEL 可以具有在一个或多个方向上大于在一个或多个其它方向上的弹性。在一些实施例中,PEL 具有的在 PEL 的平面中的一个或多个方向上的弹性大于在垂直于 PEL 的平面的方向上的弹性。在一些示例性实施例中,PEL 具有的在 PEL 的平面中的第一方向上的弹性大于在以下两个方向上的弹性:垂直于 PEL 的平面的第二方向;以及在 PEL 的平面中的第三方向。第三方向可以正交于第一方向或者它可以与第一方向成另一个角定向。在特定的示例性实施例中,PEL 具有的弹性在从一个电子传导元件朝着下一个电子传导元件延伸以及相反地延伸的方向上最大。

[0067] 在一些实施例中,PEL 可以通过防止或减少电极涂层中的裂缝的形成而减小电压损失。在燃料电池的正常操作期间,离子传导元件可能由于吸收水而膨胀。在这样的实施例中,PEL 可以减小离子传导元件的膨胀或者可以减小这样的膨胀作用于电极涂层的应力。例如,如果 PEL 是刚性的或部分刚性的,则它可以减小离子传导元件的变形。

[0068] PEL 可以包括用作粘结剂或基质的材料。在一些实施例中,用作粘结剂或基质的材料可以是便于粘结到催化层的材料。粘结剂材料可以用于将导电材料的颗粒保持在一起、将导电材料粘结到电极涂层或两者兼具。粘结剂材料可以具有附加功能,例如管理燃料电池层中的热或水。粘结剂材料可以与电极涂层、电子传导元件或离子传导元件很好地粘结。粘结剂材料可以是化学惰性的或耐腐蚀的。粘结剂材料可以是可变形的、可溶于水的或在存在燃料的情况下稳定的。例如,PEL 可以包括是塑料的粘结剂材料,例如热塑性或热固性聚合物。例如,PEL 可以包括以下的一种或多种:含氟聚合物,例如聚 1,1- 偏二氟乙烯(PVDF)、聚四氟乙烯(PTFE)和全氟磺酸(例如来自 E. I. du Pont de Nemours and Company 的 Nafion®全氟磺酸);非氟化离聚物;非氟化热塑性塑料,例如聚乙烯和聚丙烯;或聚氨

酯。

[0069] 在一些实施例中,催化层可以包含粘结剂,这使催化层具有更大的可变形性而不完全破坏电连续性。这些粘结剂也可以增强催化层和 PEL 之间的粘结,并且提供更稳固的燃料电池层。这样的粘结剂材料例如包括塑料或导电塑料。例如,离聚物分散体(例如 Nafion)可以用作催化层的粘结剂。其它合适的粘结剂材料可以包括聚四氟乙烯(例如特氟纶(Teflon))、聚丙烯、聚乙烯或可以增加催化层的弹性的其它相对惰性添加剂。

[0070] 平面燃料电池中的催化层可以利用防止裂化或防止产生层上的电间断的其它手段。例如,催化层可以利用由导电材料或涂覆有导电材料的非导电结构构件制成的微结构。这样的微结构可以是长且细的,具有的总尺寸将不妨碍围绕材料的流动(例如反应物和副产品),并且可以被称为“裂缝桥接”微结构。可能的裂缝桥接微结构的例子包括各种类型的碳纤维、碳纳米管或布置在塑料或陶瓷纤维上的导电材料(例如铂、金)。

[0071] 催化层也可以利用“裂缝销接”微结构,其中通过将结构加强件加入催化层内以防止裂缝在催化层中的蔓延。这样的微结构可以是导电的或不导电的。裂缝销接微结构的例子可以包括例如将不污染离子传导元件或催化剂并且可以是相对无弹性的惰性材料,例如塑料、陶瓷或某些有机材料。

[0072] PEL 在燃料电池层中的使用可以允许减小催化剂装填:这样的减小也可以提供不容易裂化的更易延展的催化层。催化层还可以利用任何数量的添加剂(例如碳载铂、金、碳或石墨)以加强催化层的耐用性,并且在一些情况下,也可以促进 PEL 粘结到燃料电池层和提高层内的导电性。

[0073] 在一些实施例中,PEL 可以具有允许它们与电极涂层、电子传导元件或可选地与离子传导元件容易地粘结的性质。因此,这样的 PEL 可以不需要压缩力以便保持与电子传导元件和电极涂层的良好电接触。包含这样的 PEL 的燃料电池系统可以更简单地进行组装。

[0074] 在一些这样的实施例中,可以使用热和/或压力或使用粘结 PEL 的任何其它合适的手段将 PEL 粘结到燃料电池层或燃料电池层的(一个或多个)电极涂层。

[0075] 在其它实施例中,PEL 可以不粘结到燃料电池并且因而需要燃料电池盖或其它结构特征将力施加于导电层以保持与燃料电池的接触。在一些例子中,多个离散件安装到结构中可以有利的消除粘结要求和在 PEL 中形成间隙的要求。在一个示例性实施例中,燃料电池层可以本质上是**不对称的,使得离子传导元件的一侧可以在轮廓上是大体凹的。在这样的实施例中,由离子传导元件的凹部分相对于集流器的表面的平面形成的空隙可以填充或支撑有多孔传导材料,例如碳织物、碳粉末、耐腐蚀金属织物、耐腐蚀金属粉末、石墨粉末或 PEL。在这样的实施例中,外部支撑结构可以将多孔嵌入物压入催化层中,加强电接触并且允许电流流动进入并且通过多孔结构,从而即使在存在催化剂裂缝的情况下也能够实现低电阻电流路径。插入燃料电池的凹区域中的多孔传导材料的其它机械和化学性质可以被选择成最佳地实现燃料电池功能:例如,PEL 可以是可压缩层并且可以具有适合于帮助水管理的保水性质。在这样的实施例中,支撑结构可以粘结到燃料电池层(例如在集流器处)和/或 PEL 以促进结构支撑。

[0076] 在一些实施例中,可以在与燃料电池层粘结之前活化或涂底 PEL。在示例性实施例中,活化或涂底 PEL 以改善与电极涂层的粘结或附着或者减小 PEL 和电极涂层之间的接触电阻。

[0077] 在一些实施例中,阴极和阳极 PEL 可以足够地多孔以允许氧化剂或燃料的大量输运。在一些实施例中,PEL 可以被设计成改善水或热管理。例如,可以针对保水或保热的程度设计 PEL 的孔隙率。诸如多孔性、疏水性和导热性的性质可以在不同层(例如阴极涂层、阳极涂层、阴极 PEL 和阳极 PEL) 中变化以加强水或热管理。PEL 可以包括实现 PEL 的疏水性或亲水性的材料,例如离聚物(例如全氟磺酸、聚芳撑磺酸(polyarylene sulfonic acid)、以及苯乙烯和二乙烯基苯的共聚物)、PTFE、尼龙、氧化物(例如二氧化硅、氧化锡)等。

[0078] 在示例性实施例中,PEL 具有小于大约 1mm 的厚度。例如,该厚度可以在大约 35 μm 至大约 750 μm 之间、大约 50 μm 至大约 500 μm 之间或大约 100 μm 至大约 350 μm 之间。在一些示例性实施例中,PEL 可以具有在大约 50 μm 至大约 200 μm 的范围内的厚度。

[0079] 在一些实施例中,PEL 布置在邻近阳极涂层或阴极涂层的内表面的复合层的一个或多个表面上。图 6 是根据示例性实施例的具有 PEL 的平面燃料电池层 190 的例子的横截面图。燃料电池层 190 具有阳极涂层 116A、阴极涂层 196C、阳极 PEL 152A 和阴极 PEL 192C。阴极涂层 196C 和阴极 PEL 192C 的位置相对于阳极涂层 116A 和阳极 PEL 152A 的位置是反转的,以及上述实施例的电极涂层和 PEL。阴极 PEL 192C 布置在复合层 124 的第一侧并且附着到复合层 124 的第一表面。

[0080] 在单位燃料电池内,阴极涂层 196C 布置在阴极 PEL 192C 的外侧并且附着到阴极 PEL 192C 的外表面。在燃料电池的操作期间,质子(或其它离子)从阳极涂层 116A 中的反应位置行进、通过离子传导元件 118、通过阴极 PEL 192C、到达阴极涂层 196C 中的反应位置。电子从电子传导元件 112 行进、通过阴极 PEL 192C、到达阴极涂层 196C 中的反应位置。氧化剂行进到阴极涂层 196C 并且在反应位置还原。

[0081] 相比于上述的实施例的 PEL,阴极 PEL 192C 可以具有不同的性质或者可以包括不同的材料。由于阴极 PEL 192C 布置在阴极涂层 192C 的内表面上,因此 PEL 192C 不需要可透过氧化剂。PEL 192C 可以可透过质子或其它离子。例如,PEL 192C 可以包括离子传导路径。在一些示例性实施例中,PEL 192C 可以包括离子传导材料,例如离聚物(例如全氟磺酸、或苯乙烯和二乙烯基苯的共聚物)。

[0082] 燃料电池层 190 具有的阴极 PEL 和阳极 PEL 是彼此不同的并且具有关于相应电极涂层的不同布置。在其它实施例中,阴极 PEL 和阳极 PEL 可以是相同的或者可以具有关于相应电极涂层的相同布置。

[0083] 图 4A、4B 和 4C 中分别所示的燃料电池层 150、160 和 170 中的每一个具有处于关于相应电极涂层的相同布置的阴极 PEL 和阳极 PEL。然而,应当理解阴极 PEL 和阳极 PEL 可以具有关于相应电极涂层的不同布置。也应当理解燃料电池层的阴极 PEL 和阳极 PEL 可以关于组成、性质、尺寸和功能是相同的或不同的。燃料电池层内的阴极 PEL 可以全部相同或者它们可以不同。燃料电池层内的阳极 PEL 可以全部相同或者它们可以不同。燃料电池层可以同时具有阴极 PEL 和阳极 PEL;仅仅具有阴极 PEL;或者,仅仅具有阳极 PEL。

[0084] 在所示的实施例中,PEL 是连续的并且大致上在电极涂层或离子传导元件的表面上延伸。然而,在其它实施例中,PEL 可以在空间上是不连续的。例如,PEL 可以具有开口或狭缝或其它间断,或者可以具有指状或曲折图案。这样的间断或图案可以允许改善反应物、燃料或质子大量输运到电极涂层或改善从电极涂层去除水。在一些实施例中,PEL 可以仅仅部分地横越层并且部分地或完全地沿着每个单位电池延伸。

[0085] PEL 可以应用于各种常规和非常规燃料电池层。例如, PEL 可以应用于现有技术的电化学电池, 例如在名称为“具有电池的并排布置的电化学电池系统 (ELECTROCHEMICAL CELL SYSTEM WITH SIDE-BY-SIDE ARRANGEMENT OF CELLS)”的美国专利第 5, 989, 741 号、名称为“燃料电池 (FUEL CELL)”的美国专利申请第 12/153, 764 号和名称为“成形为包含若干电池的膜片的蓄电池 (BATTERY SHAPED AS A MEMBRANE STRIP CONTAINING SEVERAL CELLS)”的美国专利第 5, 861, 221 号中所述的电化学电池。

[0086] PEL 可以粘结或附着到燃料电池层、电子传导元件、离子传导元件或这些的组合。因此, 在一些实施例中, 具有 PEL 的燃料电池层可以在 PEL 和电极涂层或电子传导元件之间具有减小接触电阻而只需要极小的或不需要附加或外部压缩力。在一些例子中, PEL 可以例如通过减小膜变形、催化剂裂化或两者为燃料电池层提供附加结构支撑和稳定性。

[0087] 图 7 是制备具有 PEL 的燃料电池层的一种可能方法的方块流程图。在方法 200 中, 浆料组分 202 可以经历混合阶段 240 以产生浆料 214。浆料 214 可以经历铸塑阶段 250 以产生湿膜 216。湿膜 216 可以经历烘干阶段 260; 可选地, 经历孔隙形成阶段 265; 并且可选地, 经历活化阶段 267; 从而产生 PEL 膜 218。PEL 膜 218 与燃料电池层 220 一起可以经历燃料电池应用阶段 270 并且可选地经历开隙阶段 275 以产生包括 PEL 222 的燃料电池层。

[0088] 在混合阶段 240 中, 可以组合并且混合浆料组分 202。浆料组分 202 可以包括一种或多种导电材料 204、一种或多种粘结剂 206 和一种或多种溶剂 208。导电材料 204 可以包括颗粒, 例如片段或纤维。导电材料可以包括各向异性的颗粒。包括这样的 (一种或多种) 导电材料的 PEL 可以具有电学各向异性。

[0089] 浆料组分 202 可以包括用作填充剂或例如通过赋予剪切稀化性质实现浆料 214 的流变能力的导电材料。浆料组分 202 可以包括例如通过产生孔隙或微孔或结合其它导电材料的颗粒实现 PEL 的微结构的导电材料。导电材料 204 可以包括具有被优化以产生 PEL 中的期望微孔结构的平均直径或尺寸的颗粒 (例如片段)。在示例性实施例中, 颗粒大到在 PEL 膜 218 中产生足够孔隙率, 但是小到足以能够容易地铸塑浆料 214。在特定的示例性实施例中, 导电材料 204 包括碳纤维、炭黑和石墨中的一种或多种。

[0090] 浆料组分 202 可以包括用于促进导电材料的附着和 / 或接触的粘结剂 206。浆料组分 202 可以包括赋予 PEL 中的弹性或延展性的粘结剂。浆料组分 202 可以包括耐腐蚀的粘结剂。在示例性实施例中, 浆料组分 202 包括的粘结剂 206 与导电材料 204 的比率高到足以使得导电材料 204 的颗粒保持在一起, 但是低到足以使得 PEL 膜 218 具有足够的孔隙率和传导性。在特定的示例性实施例中, 浆料组分 202 包括包括 PVDF。浆料组分 202 可以包括溶解粘结剂的溶剂。

[0091] 浆料组分 202 可以可选地包括孔隙形成剂。浆料组分 202 可以包括例如可以通过溶解、蒸发或燃烧去除的材料。例如, 浆料组分 202 可以包括一种或多种孔隙形成剂, 例如盐、蜡和其它短效材料。

[0092] 浆料组分 202 可以由各种手段 (例如搅动、搅拌、摇动或旋转) 混合以产生浆料 214。浆料 214 可以具有各种性质。浆料 214 可以具有适合于在铸塑阶段 250 中使用的涂覆或印刷方法的类型的性质。例如, 浆料 214 可以具有允许它被牵拉的性质。在特定的示例性实施例中, 浆料 214 具有固形物和流变能力, 允许通过在表面上牵拉刮片来铸塑它。

[0093] 在铸塑阶段 250 中, 可以将浆料 240 应用于转移膜 215 以产生湿 PEL 膜 216。转移

膜 215 可以包括化学惰性、耐高温或可变形的材料。在一些示例性实施例中,转移膜 215 可以包括聚四氟乙烯 (PTFE)。可以使用各种不同的方法应用或铸塑浆料 214。例如,可以使用将剪切应力施加于浆料 214 的方法铸塑浆料 214。在示例性实施例中,可以在表面上牵拉浆料而铸塑浆料 214。然而,可以备选地使用其它类型的膜铸塑(例如流延)、丝网印刷、或其它常规涂覆或印刷方法应用浆料 214。

[0094] 在一些实施例中,铸塑阶段 250 产生在形态学上各向异性的湿 PEL 膜 216,例如具有主要在一个方向上定向的各向异性导电材料的颗粒的湿膜。在特定的示例性实施例中,铸塑阶段 250 产生具有主要在处于湿 PEL 膜 216 的平面中的方向上定向的导电材料的颗粒的湿 PEL 膜 216。

[0095] 在烘干阶段 260 中,允许溶剂蒸发以形成大致上没有溶剂的 PEL 膜 218。可以在一定温度和压力下并且持续一段时间烘干湿 PEL 膜 216。在示例性实施例中,可以在低于粘结剂的玻璃软化温度或溶解温度的温度下烘干湿 PEL 膜 216。在示例性实施例中,在允许它快速烘干的温度和压力下烘干湿 PEL 膜 216,从而防止导电材料的颗粒的迁移,但是不能太快使得蒸发溶剂破坏微孔结构。在特定的示例性实施例中,可以在大约 80℃ 至大约 120℃ 的范围内的温度下、在小于大约 1atm 的压力下、持续大约 20 至大约 40 分钟的时间加热湿 PEL 膜 216。

[0096] 在燃料电池应用阶段 270 中,可以将 PEL 膜 218 应用于燃料电池层 220。燃料电池层 220 可以是平面燃料电池。燃料电池层可以是在单独的电极涂层之间具有间隙或介电区域的已完成燃料电池层 220a 或者它可以是在单独的电极涂层之间不具有间隙或介电区域的未完成燃料电池层 220b。

[0097] 在燃料电池应用阶段 270 的例子中,可以将 PEL 膜 218 置于燃料电池层 220 上或之下,并且 PEL 膜 218 和燃料电池层 220 可以在一定温度下被加热并且受到一定压力持续一段时间。例如可以在高于燃料电池层中的离子传导元件的玻璃软化温度并且低于离子传导元件降解的温度的温度下或略高于粘结剂 206 的玻璃软化温度的温度下加热 PEL 膜 218 和燃料电池层 220。PEL 膜 218 可以受到足以使 PEL 膜 218 和燃料电池层 220 的电极涂层紧密接触的压力。在示例性实施例中,PEL 膜 218 和燃料电池层 220 可以在大约 110℃ 至大约 150℃ 的范围内的温度下被加热并且受到在大约 25psi 至大约 200psi 的范围内的压力持续小于 10 分钟的时间。

[0098] 在一些实施例中,可以将 PEL 膜 218 应用于具有不平坦的电极涂层的燃料电池层 220。例如,可以将 PEL 膜 218 应用于不对称燃料电池层,如名称为“具有不对称架构的燃料电池和燃料电池元件及其方法 (FUEL CELLS AND FUEL CELL COMPONENTS HAVING ASYMMETRIC ARCHITECTURE AND METHODS THEREOF)”的共同拥有的共同未决美国专利申请中所述,或者应用于波浪形或不规则燃料电池层。例如,可以通过将可变形材料(例如海绵,例如开室海绵)布置在 PEL 膜的外侧上以产生 PEL 和凹形或槽形阳极涂层之间的紧密接触,同时保持阳极涂层的表面形状,从而将 PEL 膜粘结到具有凹形或槽形阳极涂层的燃料层。在这样的实施例中,燃料电池层还可以具有粘结到燃料电池层和 / 或 PEL 以提供附加支撑的支撑结构。这样的支撑结构可以粘结到层的阳极侧、层的阴极侧或两者。例如,支撑结构可以包括尺寸稳定的多孔材料,其可以粘结到燃料电池层的集流器。这样的支撑结构可以提供附加压缩或粘结力以增强 PEL 和电极涂层之间的接触。

[0099] 可选地, 粘结的 PEL 膜和燃料电池层可以经历图案化阶段 275 以产生具有 PEL 222 的燃料电池层。在图案化阶段 275 中, 可以在单独的 PEL 之间以及可选地在单独的电极涂层之间产生间断。这样的间断可以电绝缘相邻电化学电池。在一些实施例中, 间断可以在涂覆阶段 250 期间预图案化为湿 PEL 膜 216 上的间隙或介电区域或者可以在涂覆阶段 250 之后形成。在一些实施例中, 间断可以在燃料电池层应用阶段 270 之前形成为干 PEL 膜 218 上的间隙或介电区域。名称为“包括间断区域的电化学电池组件 (ELECTROCHEMICAL CELL ASSEMBLIES INCLUDING A REGION OF DISCONTINUITY)”的共同转让的美国专利申请第 12/341, 294 号描述了间断的可能布置, 上述申请的公开内容通过引用完整地合并于本文中。

[0100] 如果浆料组分 202 包括孔隙形成剂, 则方法 200 可以包括可选的孔隙形成阶段 265。在孔隙形成阶段 265 中, 例如可以通过溶解在溶剂中或蒸发来去除孔隙形成剂。可以在烘干阶段 260 之前、期间或之后执行孔隙形成阶段 265 (如果有的话)。

[0101] 在一些实施例中, 方法 200 包括可选的活化阶段 267。在可选的活化阶段 267 中, 湿 PEL 膜 216、PEL 膜 218 或燃料电池层 220 可以受到活化或涂底。活化可以包括应用中间物 217。中间物 217 例如可以改善 PEL 膜 218 和燃料电池层 220 的电极涂层之间的粘结或附着。中间物 217 可以包括存在于 PEL 膜 218 或燃料电池层 220 的电极涂层中的材料, 例如粘结剂 206、催化剂、离聚物或导电材料 204。在其它实施例中, 可选的活化阶段可以包括活化湿 PEL 膜 216、PEL 膜 218 或燃料电池层 220 的其它方法。可以在烘干阶段 260 之前、期间或之后并且在孔隙形成阶段 265 (如果有的话) 之前、期间或之后执行活化阶段 (如果有的话)。

[0102] 取决于期望使燃料电池层同时具有阴极和阳极 PEL 还是仅仅具有阴极 PEL 或阳极 PEL 中的一个, 可以重复方法 200 或任何它的阶段。

[0103] 例子

[0104] 在示例性实施例中, 将根据方法 200 制备的 PEL 膜粘结到类似于图 2B 的平面燃料电池层的例子燃料电池层。图 8 示出了具有性能加强层的这样的燃料电池层的性能数据的例子与不具有性能加强层的燃料电池层的性能的比较。可以看出, 具有 PEL 的燃料电池层的性能明显优于不具有 PEL 的燃料电池层的性能。

[0105] 图 9 是具有根据方法 200 制备的 PEL 的燃料电池层的示意性俯视图, 通过牵拉包括纤维 286 的浆料以使这样的纤维与图 9 中所示的 Y 方向对准而制备 PEL 膜。在所示的实施例中, 纤维 286 的定向的主方向是处于 PEL 282 的平面中并且从每个单位燃料电池的一侧延伸到相对侧的方向 (显示为图中的 Y 方向)。

[0106] 对根据以上示例性实施例制备的 PEL 膜进行电阻率测量。从这些测量计算电导率。从 PEL 膜切割均具有 1 英寸乘 2 英寸的尺寸的三个试样。每个试样具有相对于牵引方向 (例如施加的剪切应力的方向) 的不同定向: (1) 平行于牵引方向; (2) 与牵引方向成 45° ; 以及 (3) 与牵引方向成 90° 。

[0107] 通过在保持与试样接触的两个臂上施加电压并且测量最后产生的电流而测量每个试样的平面内电阻率。表 1 和图 10 均显示试样的电阻率和电导率。

[0108] 表 1: PEL 膜的电阻率和电导率作为相对于牵引方向所成的角的函数

[0109]

角 (°)	电阻率 ($\times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$)	电导率 ($\Omega \cdot \text{cm})^{-1}$
0	6.5	15.4
45	9.4	10.6
90	12.8	7.8

[0110] 可以看出,随着与牵引或牵拉方向所成的角(例如与施加的剪切应力的方向所成的角)增加,PEL 膜的电阻率增加并且电导率减小。因此,可以制备具有各向异性电性质的 PEL 膜。可以在优选定向上将 PEL 膜应用于燃料电池层以形成在预定方向上具有高电导率的 PEL。例如,可以通过定向使得施加的剪切应力的方向正交于单独的单位燃料电池的长度而将 PEL 膜应用于燃料电池层。

[0111] 方法 200 是制备具有 PEL 的燃料电池层的方法的一个例子。在另一个实施例中,具有布置在阳极涂层或阴极涂层的内侧的 PEL 的燃料电池层可以由以下方式制备:使 PEL 膜和复合物粘结;将电极涂层应用于 PEL 膜的外侧;可选地,粘结复合物、PEL 膜和电极涂层;以及可选地,开隙 PEL 膜或电极涂层。

[0112] 另一个实施例包括可以由以下方式制备的具有 PEL 的燃料电池层:将电极涂层直接应用到 PEL 膜上;使 PEL 膜和电极涂层与燃料电池层粘结;以及可选地,开隙 PEL 膜或电极涂层。

[0113] 在又一个实施例中,可以由以下方式制备 PEL 膜:混合粘结剂并且可选地混合导电材料以产生浆料;将浆料铸塑到包括各向异性颗粒的导电材料中以形成湿 PEL 膜;以及,烘干湿 PEL 膜以产生 PEL 膜。

[0114] 附加实施例

[0115] 本发明提供以下示例性实施例,所述实施例的编号不必与附图中所述的实施例的编号相关:

[0116] 实施例 1 提供一种用于燃料电池的性能加强层,包括:一种或多种导电材料,所述导电材料中的至少一种包括颗粒,所述颗粒在形态学上是各向异性的并且被定向成赋予所述层中的各向异性导电性;以及粘结剂,其中所述粘结剂将所述颗粒定位成彼此接触。

[0117] 实施例 2 提供实施例 1 的性能加强层,其中所述导电材料中的至少一种的所述颗粒被定向成赋予所述层中的导电性,所述导电性在处于所述层的平面中的第一方向上比在垂直于所述层的平面的第二方向上大。

[0118] 实施例 3 提供实施例 1-2 中的任何一个的性能加强层,其中所述导电材料中的至少一种的所述颗粒被定向成赋予所述层中的导电性,所述导电性在处于所述层的平面中的第一方向上比在处于所述层的平面中的第三方向上大。

[0119] 实施例 4 提供实施例 1-3 中的任何一个的性能加强层,其中通过在所述第一方向上施加剪切应力定向所述颗粒。

[0120] 实施例 5 提供实施例 1-4 中的任何一个的性能加强层,其中所述导电材料包括碳。

[0121] 实施例 6 提供实施例 1-5 中的任何一个的性能加强层,其中所述导电材料包括碳纤维、炭黑、石墨或它们的组合。

[0122] 实施例 7 提供实施例 1-6 中的任何一个的性能加强层,其中所述各向异性颗粒是碳纤维。

[0123] 实施例 8 提供实施例 1-7 中的任何一个的性能加强层,其中所述导电材料包括炭黑。

[0124] 实施例 9 提供实施例 1-8 中的任何一个的性能加强层,其中所述导电材料包括石墨。

[0125] 实施例 10 提供实施例 1-9 中的任何一个的性能加强层,其中所述粘结剂包括聚偏二氟乙稀。

[0126] 实施例 11 提供实施例 1-10 中的任何一个的性能加强层,其中所述粘结剂赋予所述层中的弹性、塑性或两者。

[0127] 实施例 12 提供实施例 1-11 中的任何一个的性能加强层,其中所述层是多孔的并且允许流体从所述层的一侧大量输运到另一侧。

[0128] 实施例 13 提供实施例 1-12 中的任何一个的性能加强层,其中所述层具有小于 1mm 的厚度。

[0129] 实施例 14 提供实施例 1-13 中的任何一个的性能加强层,其中所述层具有在大约 50 μm 至大约 200 μm 的范围内的厚度。

[0130] 实施例 15 提供实施例 1-14 中的任何一个的性能加强层,其中所述层可透过离子流。

[0131] 实施例 16 提供实施例 1-15 中的任何一个的性能加强层,其还包括与所述粘结剂相接触的两个或更多电极涂层。

[0132] 实施例 17 提供一种制造用于具有电极涂层的燃料电池层的性能加强层的方法,所述方法包括:混合一种或多种导电材料、粘结剂和溶剂,足以产生浆料;铸塑所述浆料,足以产生湿膜;烘干所述湿膜,足以产生膜;以及将所述膜粘结到燃料电池层。

[0133] 实施例 18 提供实施例 17 的方法,包括图案化所述性能加强层、所述电极涂层、所述具有性能加强层的燃料电池层或它们的组合。

[0134] 实施例 19 提供实施例 17-19 中的任何一个的方法,其中所述浆料具有固形物和流变能力,允许所述浆料被铸塑。

[0135] 实施例 20 提供实施例 17-19 中的任何一个的方法,其中铸塑包括在转移膜上铸塑所述浆料。

[0136] 实施例 21 提供实施例 17-20 中的任何一个的方法,其包括活化所述膜以改善与所述电极涂层的层的附着。

[0137] 实施例 22 提供实施例 21 的方法,其中活化包括施加促进与所述电极涂层的附着材料。

[0138] 实施例 23 提供一种燃料电池层,包括:一个或多个燃料电池,相邻地布置从而形成大致平面层;所述一个或多个燃料电池包括:复合物,包括离子传导元件和两个或更多电子传导元件;两个电极涂层,均与所述离子传导元件离子接触并且与所述电子传导元件中的至少一个电接触,每个电极涂层包括内表面和外表面;以及性能加强层,被布置成接触或紧靠所述电极涂层中的一个的表面,其中所述层提供往返于关联的电子传导元件的导电路径。

[0139] 实施例 24 提供实施例 23 的燃料电池层,其中所述性能加强层包括至少一种导电材料和粘结剂。

[0140] 实施例 25 提供实施例 23-24 中的任何一个的燃料电池层,其中所述导电材料中的一种包括具有各向异性形态的颗粒。

[0141] 实施例 26 提供实施例 23-25 中的任何一个的燃料电池层,其中所述颗粒被定向成赋予所述层中的各向异性导电性。

[0142] 实施例 27 提供实施例 23-26 中的任何一个的燃料电池层,其中所述性能加强层邻近所述电极涂层的内表面布置。

[0143] 实施例 28 提供实施例 23-27 中的任何一个的燃料电池层,其中所述性能加强层邻近所述电极涂层的外表面布置。

[0144] 实施例 29 提供实施例 23-28 中的任何一个的燃料电池层,其中所述性能加强层为所述燃料电池层提供结构支撑。

[0145] 实施例 30 提供实施例 23-29 中的任何一个的燃料电池层,其中所述性能加强层减小所述燃料电池层的可变形性。

[0146] 以上描述旨在是示例性的而不是限制性的。例如本领域的普通技术人员通过回顾以上描述可以使用其它实施例。而且,在以上具体实施方式中,各种特征可以组合在一起以使公开简明。这不应当被理解为表示未要求权利的公开特征对于任何权利要求是必需的。相反地,本发明的主题可以在于特定公开实施例的非全部特征。因此,所附权利要求在此合并到具体实施方式中,每个权利要求单独作为独立实施例。应当参考附带的权利要求以及这样的权利要求的等效物的全部范围确定本发明的范围。

[0147] 提供摘要以符合 37C. F. R. § 1. 72(b),从而允许读者快速地确定该技术公开的性质。应当理解提交摘要将不用于解释或限制权利要求的范围或含义。

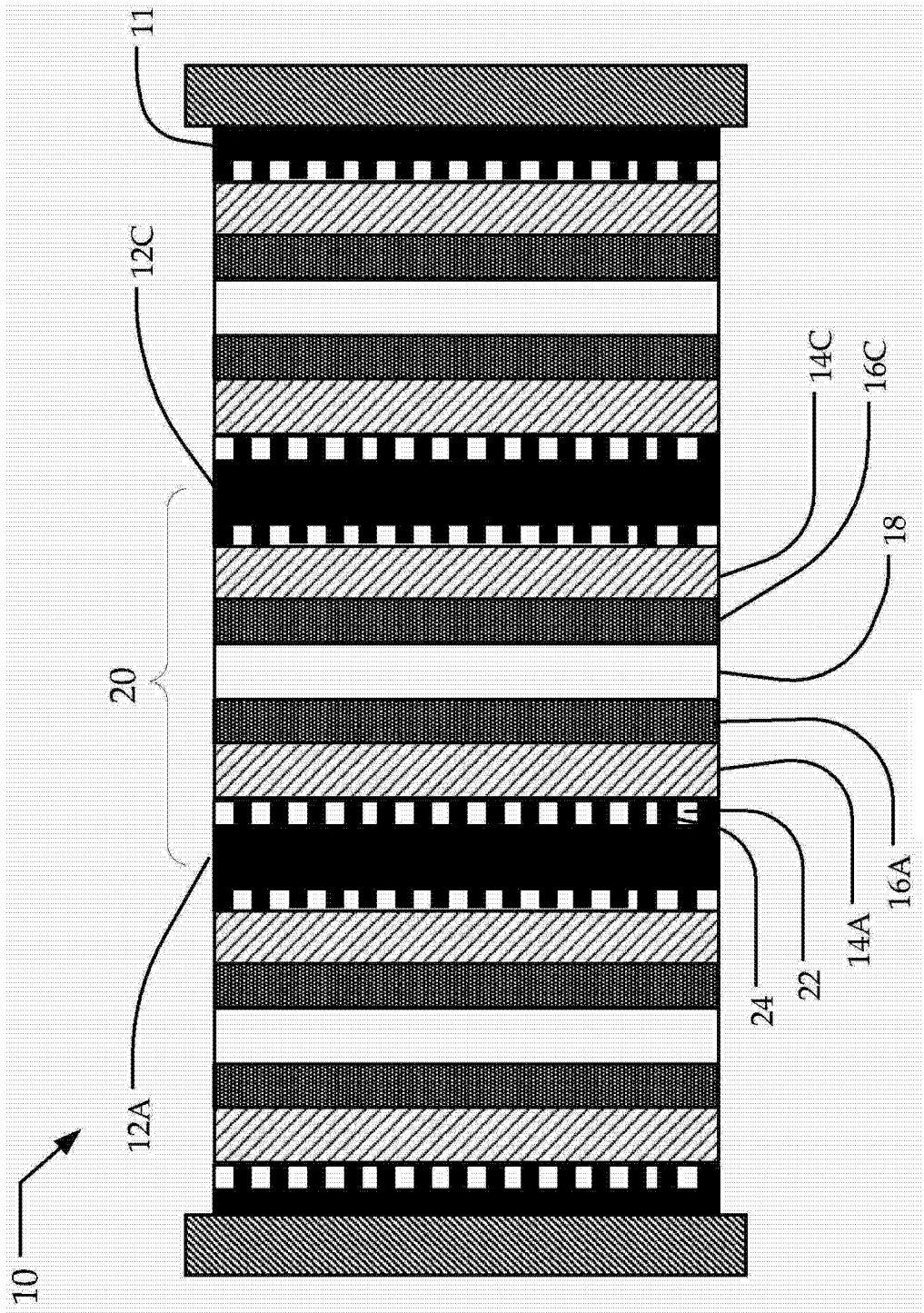


图 1(现有技术)

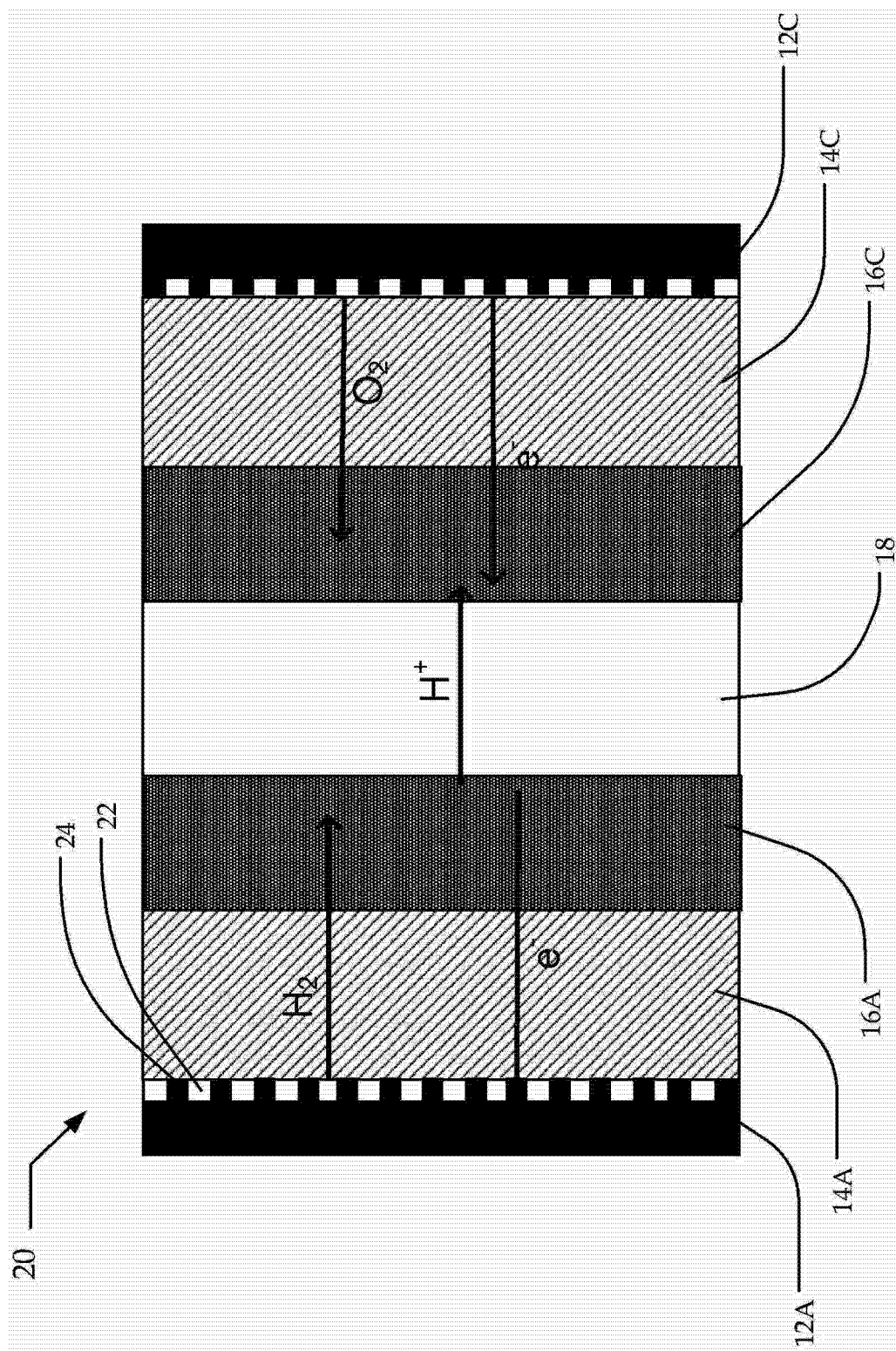


图 1A(现有技术)

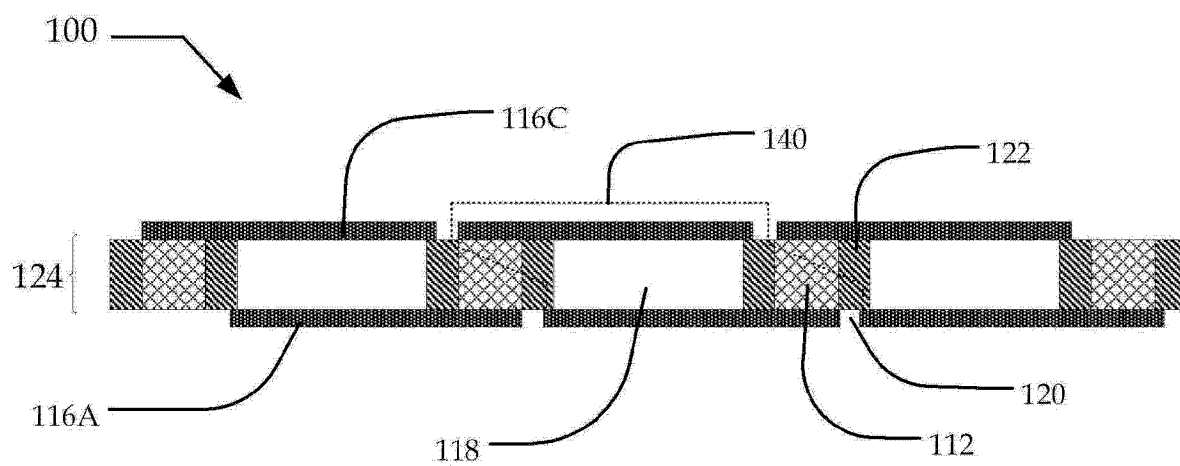


图 2A

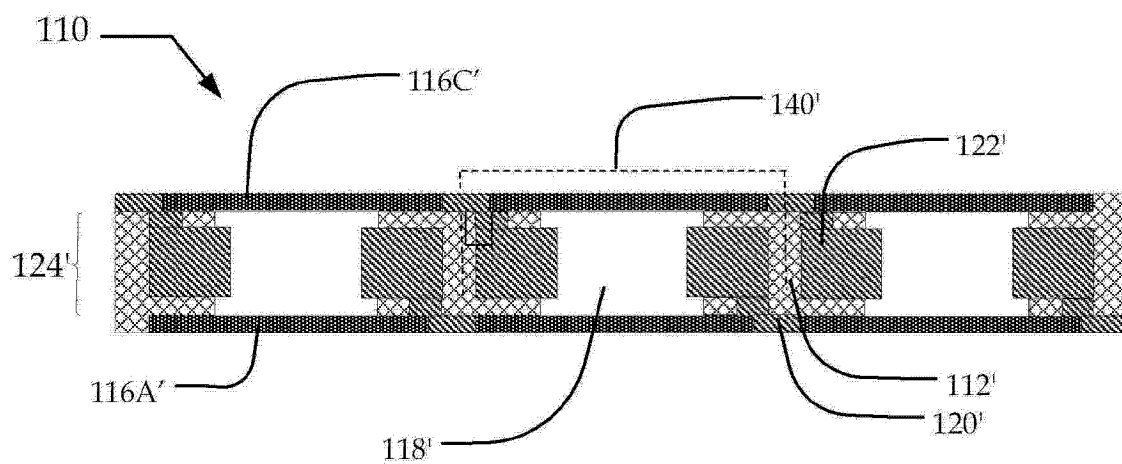


图 2B

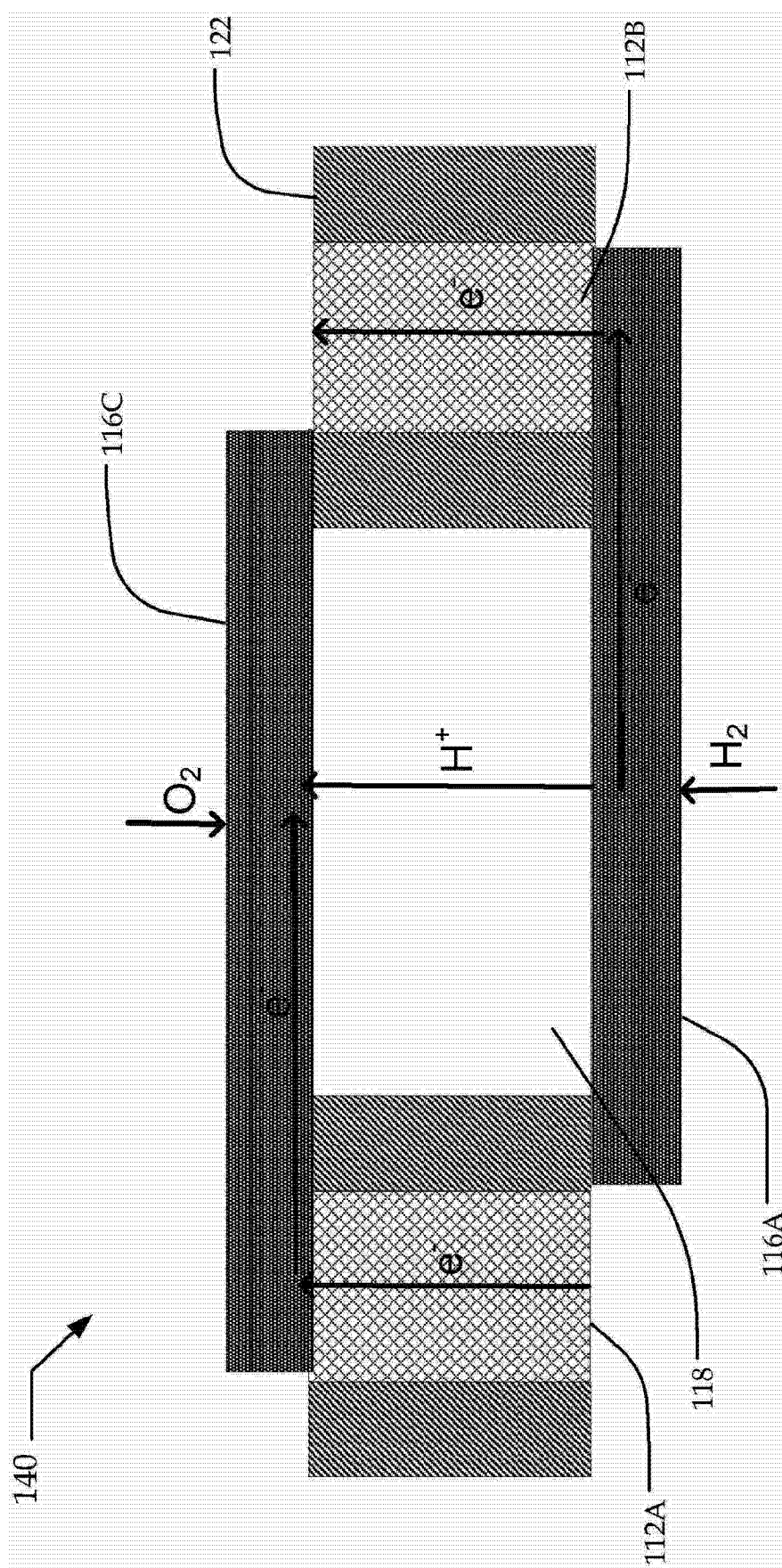


图 3

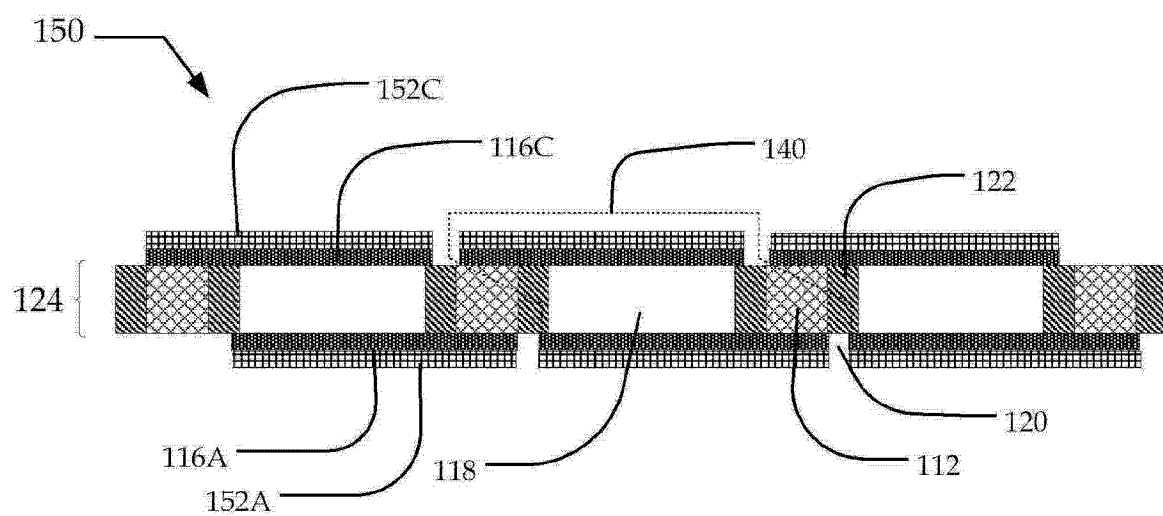


图 4A

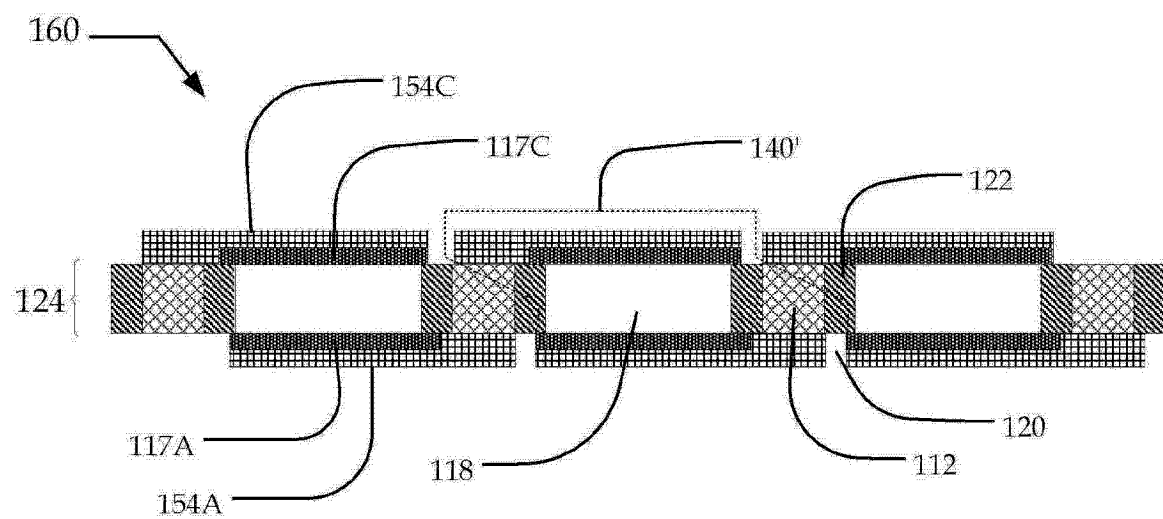


图 4B

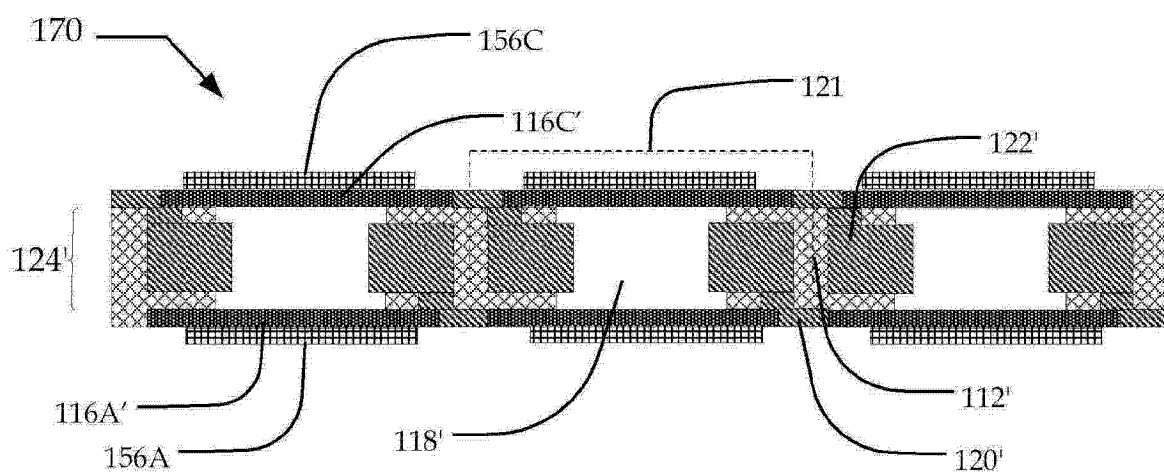


图 4C

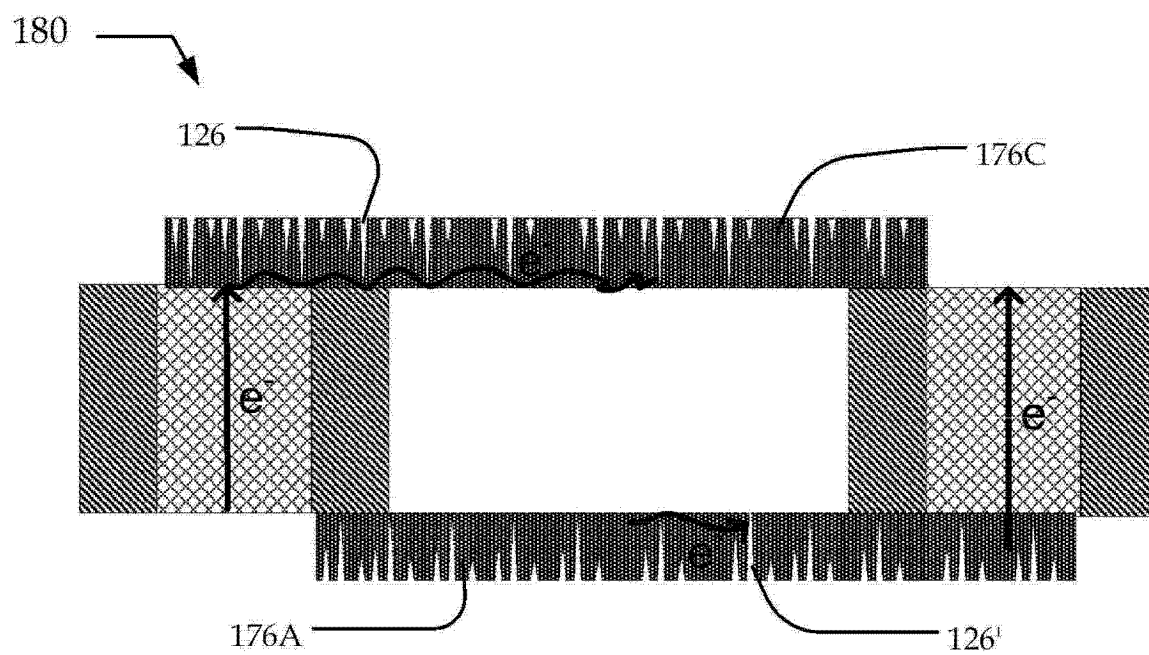


图 5A

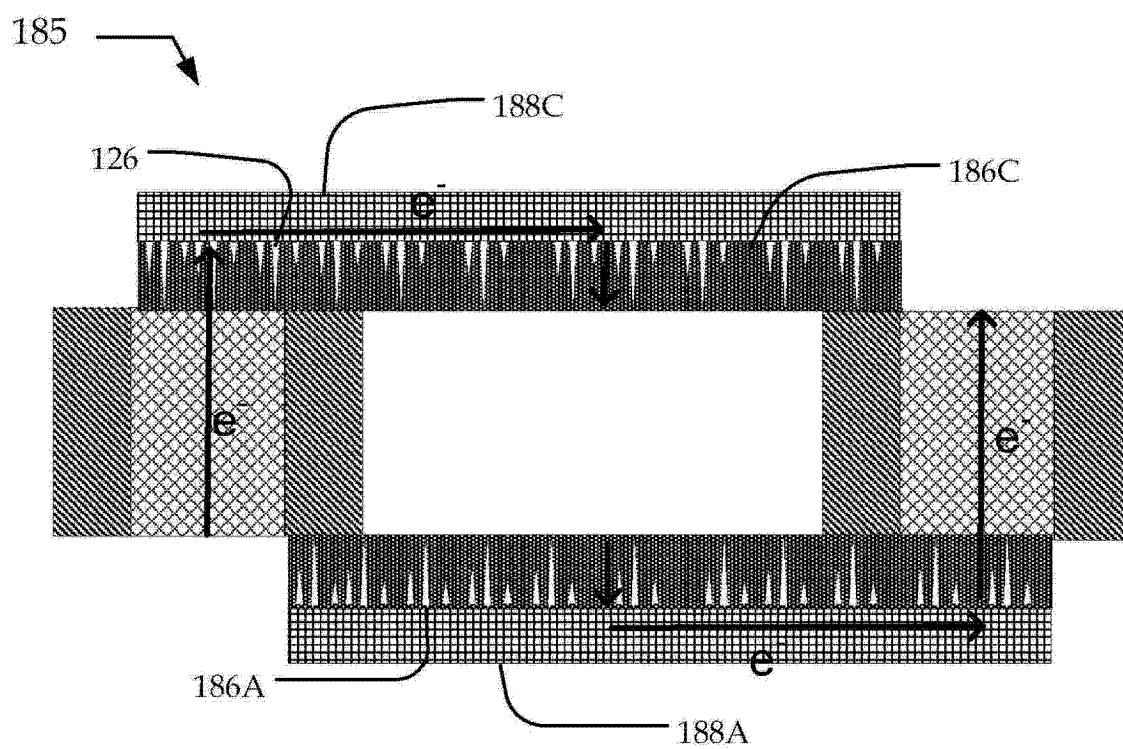


图 5B

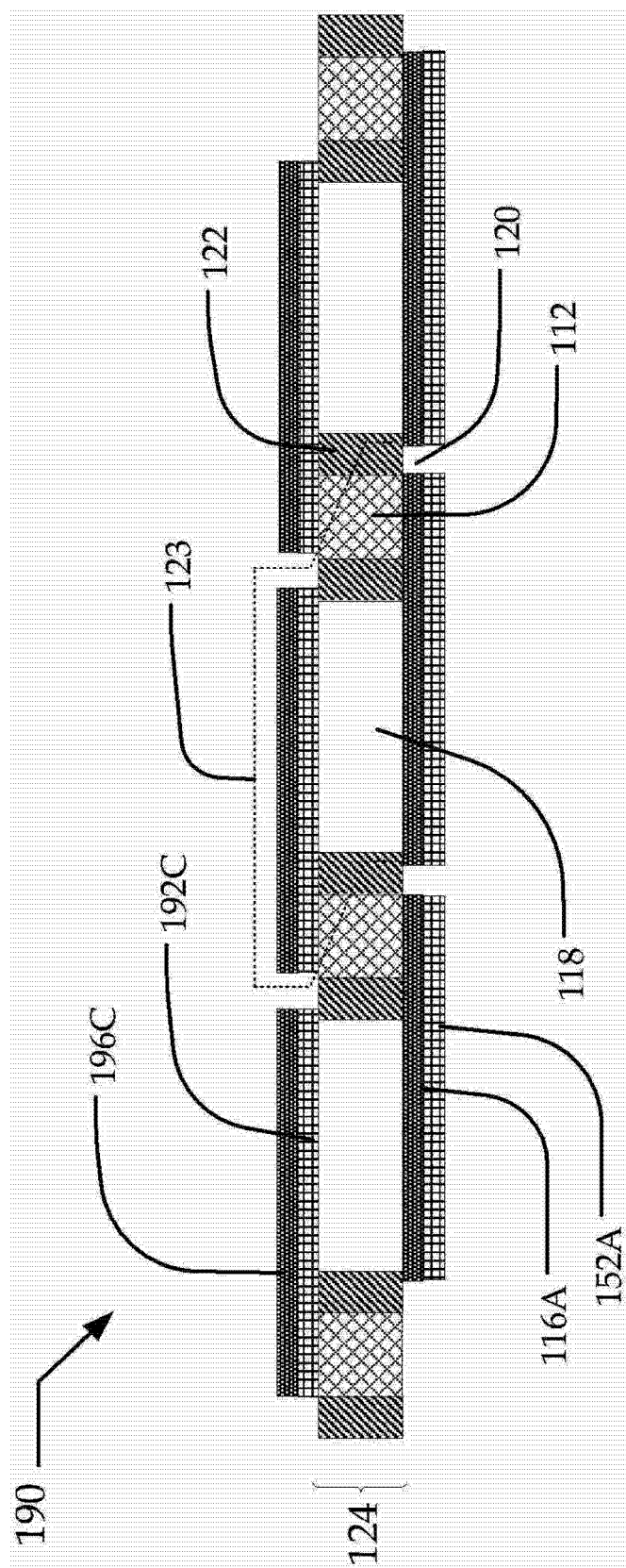


图 6

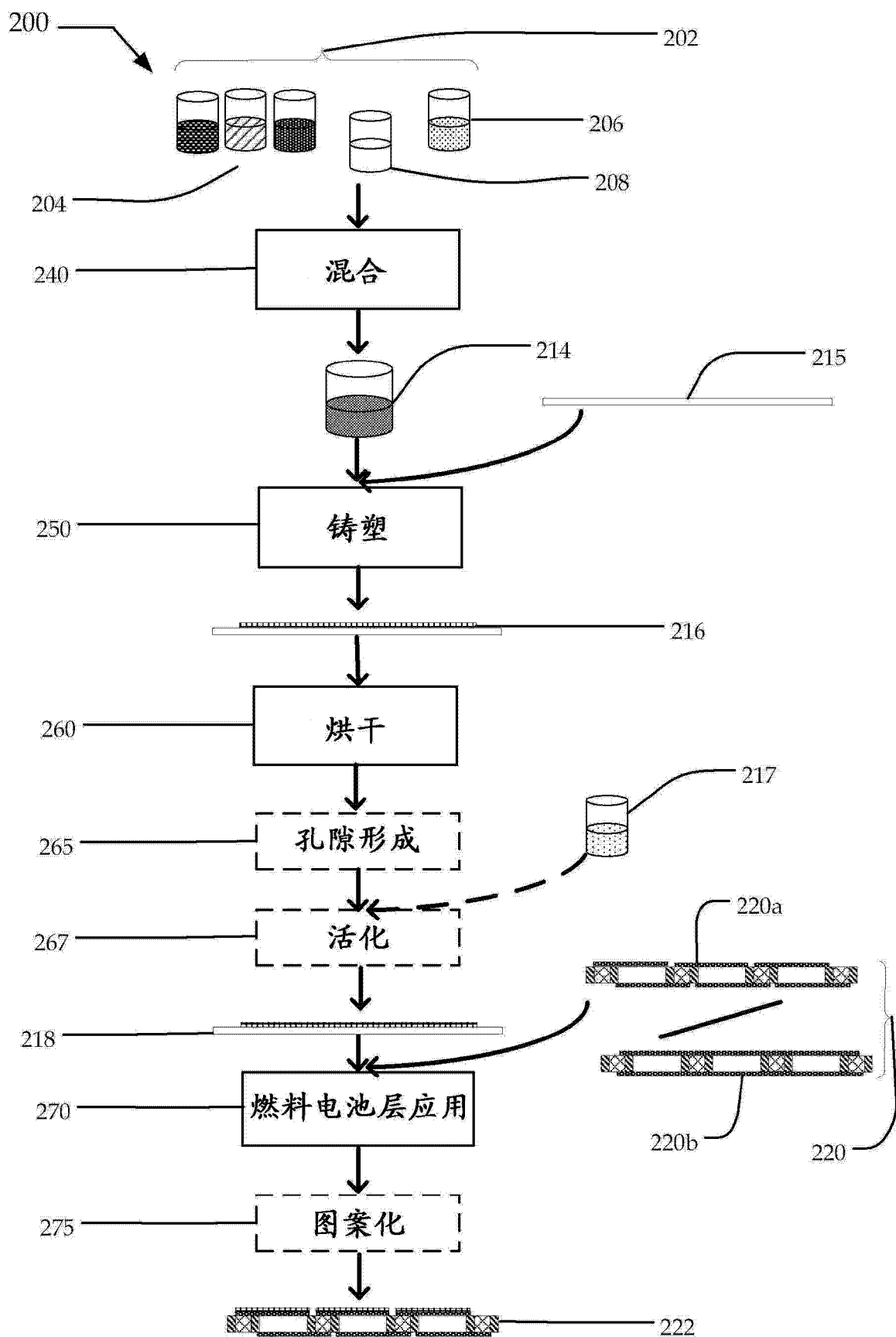


图 7

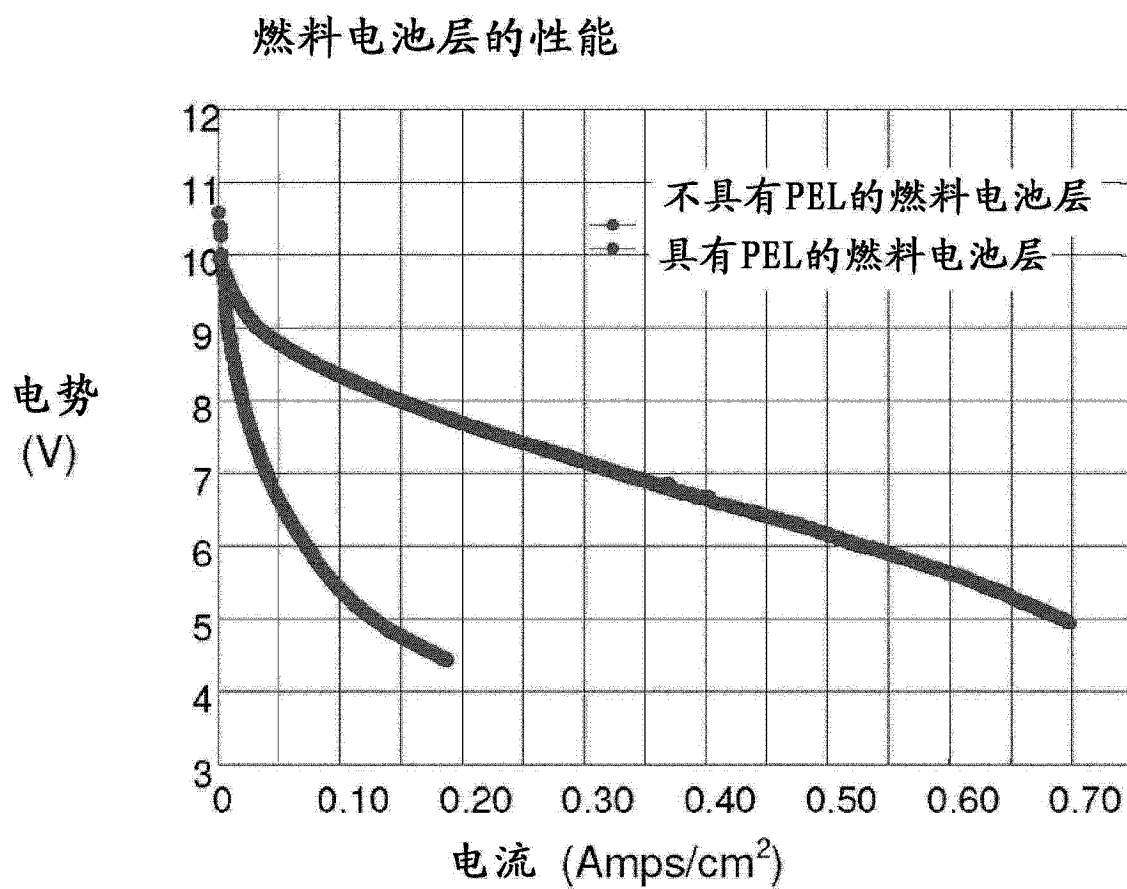


图 8

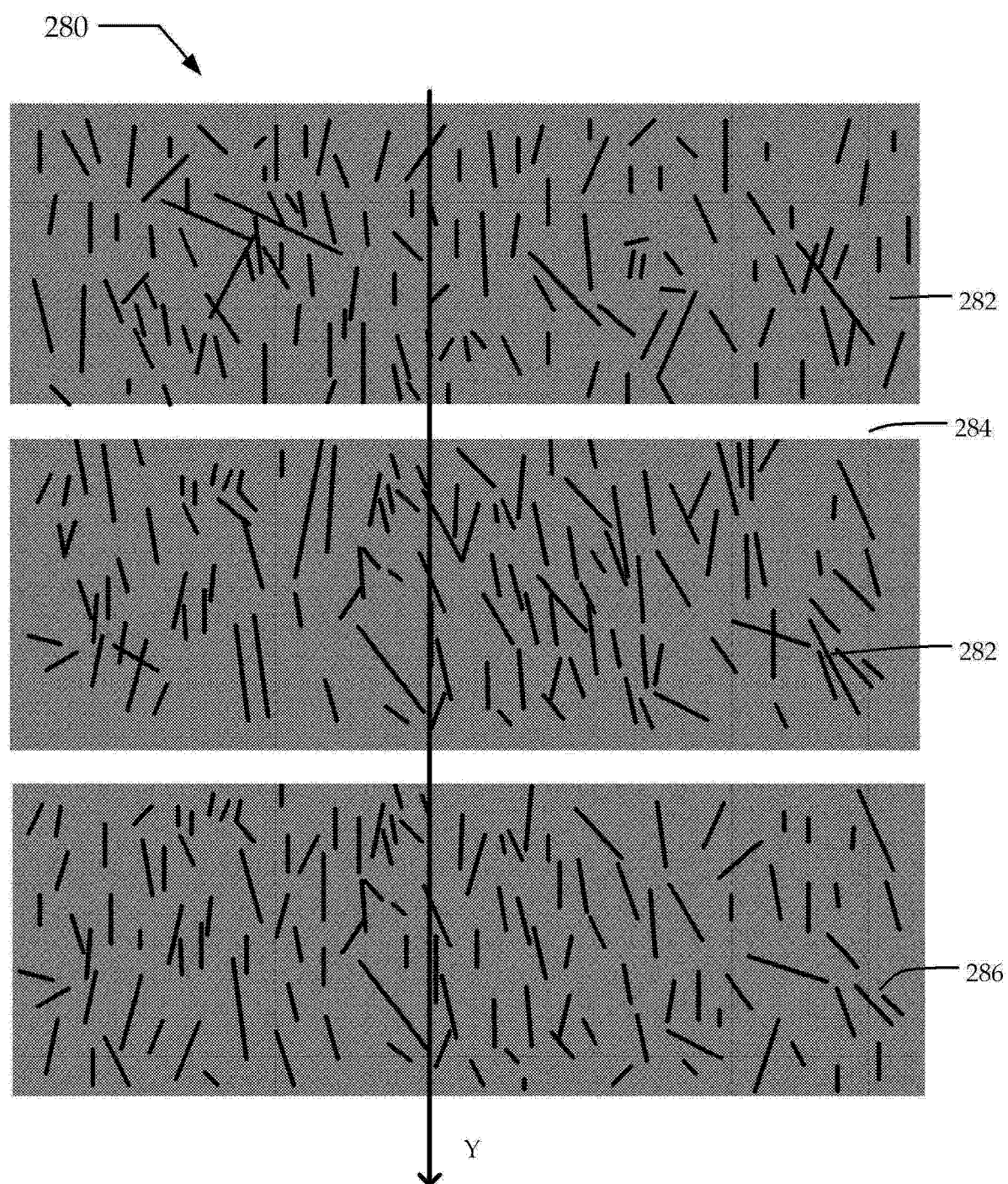


图 9

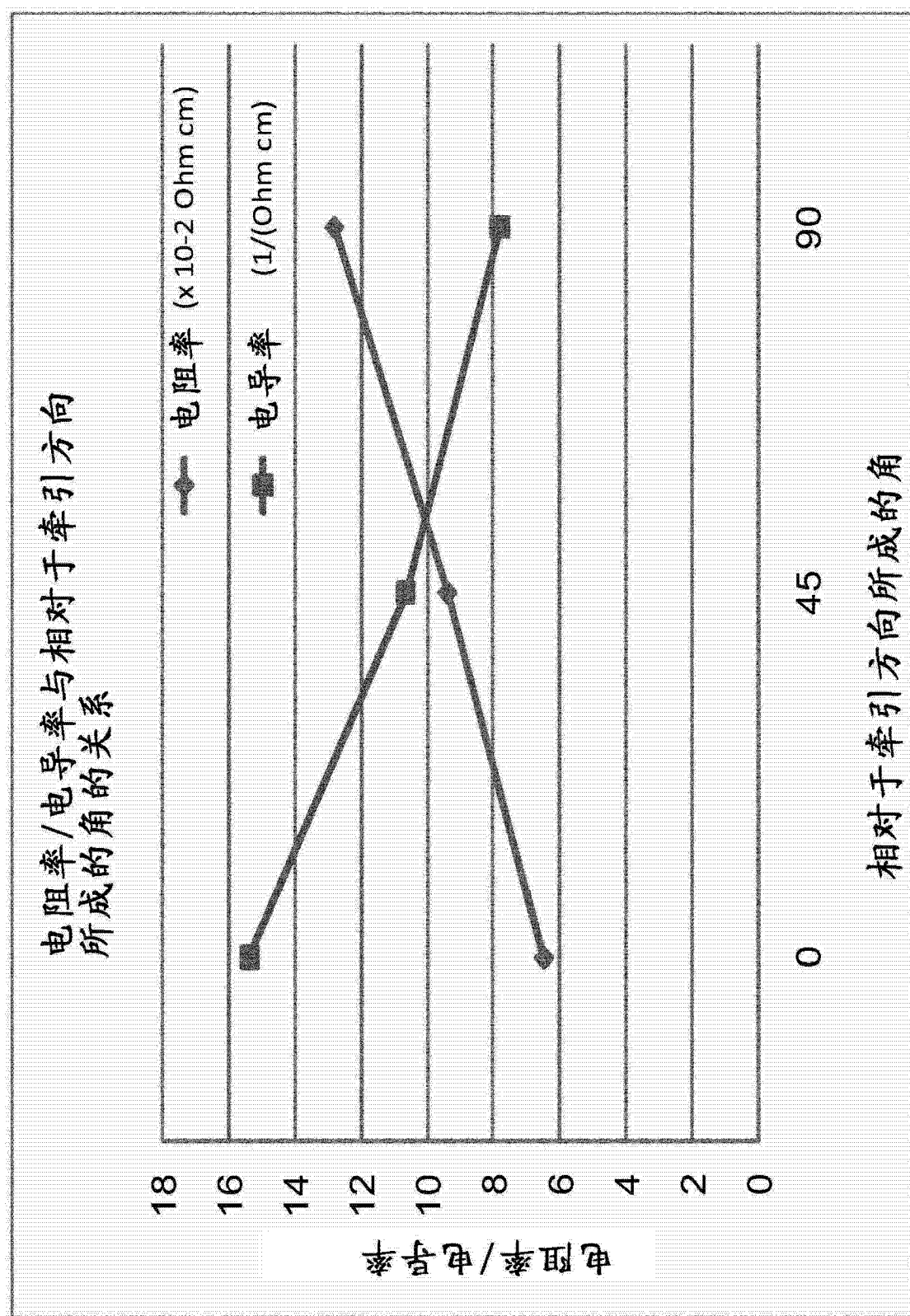


图 10