

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01M 8/02 (2006.01)

H01M 8/24 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580045486.X

[43] 公开日 2008 年 11 月 12 日

[11] 公开号 CN 101305486A

[22] 申请日 2005.11.17

[21] 申请号 200580045486.X

[30] 优先权

[32] 2004.12.29 [33] US [31] 11/025,246

[86] 国际申请 PCT/US2005/041739 2005.11.17

[87] 国际公布 WO2007/061407 英 2007.5.31

[85] 进入国家阶段日期 2007.6.29

[71] 申请人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 雷蒙德·P·约翰斯通

马克·K·德贝 张海燕

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责
任公司

代理人 黄启行 穆德骏

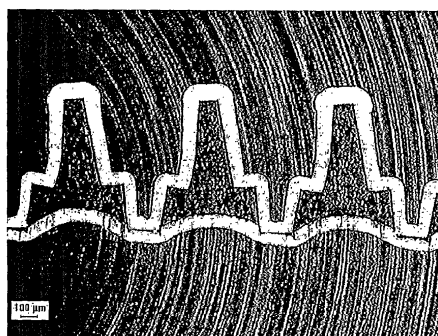
权利要求书 7 页 说明书 26 页 附图 12 页

[54] 发明名称

z 轴导电流场隔板

[57] 摘要

柔性导电流场隔板包括由柔性材料形成并且具有第一和第二表面的基底层。在基底层的第一表面上限定出结构化流场图形。结构化的流场图形限定出一个或多个流道。隔板包括由一种或者多种金属形成并且设置在基底层的第一表面上的第一层。第一层由导电材料形成。隔板还包括设置在基底层的第二表面上的第二层。第二层由柔性导电材料形成。第一层在一个或者多个位置上与第二层接触，从而限定了第一和第二层之间的电连接。



1. 一种柔性流场隔板，包括：
由柔性材料形成并且具有第一和第二表面的基底层；
在基底层的第二表面上限定出的结构化的流场图形，结构化的流场图形限定出一个或多个流道；
由导电材料形成并且设置在基底层的第二表面上的第二层；
设置在基底层的第二表面上的第二层，第二层由柔性导电材料形成；
其中第一层在一个或者多个位置上与第二层接触，以限定第一层与第二层之间的电连接。
2. 根据权利要求1的所述隔板，还包括设置在第二层和基底层之间的粘结层。
3. 根据权利要求1的所述隔板，还包括设置在第一层和基底层之间的粘结促进层。
4. 根据权利要求3的所述隔板，其中粘结促进层包括溅射金属层。
5. 根据权利要求1的所述隔板，其中基底层由一个或多个膜形成。
6. 根据权利要求1的所述隔板，其中结构化的流场图形限定在基底层的第二表面上提供的压纹结构的流场图形。
7. 根据权利要求1的所述隔板，其中：
基底层包括一个或多个膜；
第二层包括一个或者多个膜或者箔；以及
第一层限定了由一种或者多种金属形成的导电涂层。

-
8. 根据权利要求 1 的所述隔板, 其中基底层由聚合物材料形成。
 9. 根据权利要求 8 的所述隔板, 其中聚合物为聚碳酸酯。
 10. 根据权利要求 1 的所述隔板, 其中基底层由基本上不导电的材料形成。
 11. 根据权利要求 1 的所述隔板, 其中基底层由导电性基本上比第一和第二层之间限定的电连接小的材料形成。
 12. 根据权利要求 1 的所述隔板, 其中基底层包括一个或者多个缺口, 并且通过一个或者多个缺口建立第一和第二层之间的电连接。
 13. 根据权利要求 1 的所述隔板, 其中第二层由一个或者多个膜或者箔形成。
 14. 根据权利要求 1 的所述隔板, 其中第二层包括铝箔。
 15. 根据权利要求 1 的所述隔板, 其中第一层包括镍涂层。
 16. 根据权利要求 1 的所述隔板, 其中第一和第二层之间的电连接提供了在大约 0.001ohm-cm^2 到大约 0.1ohm-cm^2 之间的面积专用电阻率。
 17. 根据权利要求 1 的所述隔板, 其中第二层包括构造成允许冷却剂通过其中的沟道。
 18. 根据权利要求 1 的所述隔板, 其中第二层包括突出的箔结构, 该突出的箔结构包括构造成允许冷却剂通过其中的沟道。

19. 根据权利要求 1 的所述隔板，其中基底层包括构造成允许冷却剂通过其中的沟道。

20. 根据权利要求 1 的所述隔板，其中第二层包括第一表面和第二表面，第一表面与基底层的第二表面接触，该隔板还包括：

由柔性材料形成的并且具有第一和第二表面的第二基底层，第二基底层的第二表面与第二层的第二表面接触；以及

在第二基底层的第一表面上限定的第二结构化的图形，第二结构化图形限定出一个或者多个流道；以及

由导电材料形成并且设置在第二基底层上的第三层。

21. 根据权利要求 1 的所述隔板，其中第二层包括第一表面和第二表面，第一表面与基底层的第二表面接触，该隔板还包括：

由柔性材料形成的并且具有第一和第二表面的第二基底层，第二基底层的第二表面与第二层的第二表面接触；以及

在第二基底层的第一表面上限定的第二结构化的流场图形，第二结构化图形限定出一个或者多个流道；以及

由一种或者多种金属形成并且设置在第二基底层上的第三层，第三层由导电材料形成；

其中第三层与第二层在一个或多个位置接触，以限定第一层和第二层之间的电连接。

22. 根据权利要求 21 的所述隔板，其中第二层包括构造成允许冷却剂通过其中的沟道。

23. 根据权利要求 21 的所述隔板，其中第二层包括突出的箔结构，该突出的箔结构包括构造成允许冷却剂通过其中的沟道。

24. 根据权利要求 21 的所述隔板，其中基底层和第二基底层中的至少一个包括构造成允许冷却剂通过其中的沟道。

25. 根据权利要求 1 的所述隔板，还包括设置在第一和第二层中之一或者两者的至少一部分上的抗腐蚀层，抗腐蚀层由导电抗腐蚀的材料构成。

26. 根据权利要求 1 的所述隔板，其中多个隔限定出了辊子优点。

27. 根据权利要求 1 的所述隔板，其中多个隔板结合在单元电池组件（UCA）中。

28. 根据权利要求 27 的单元电池组件，其中包括权利要求 1 的所述隔板的多个单元电池组件结合在燃料电池堆中。

29. 根据权利要求 27 的单元电池组件，其中通过聚合物焊接将多个权利要求 1 所述的隔板焊接起来。

30. 根据权利要求 27 的单元电池组件，其中多个单元电池组件结合在燃料电池堆中。

31. 根据权利要求 27 的单元电池组件，其中多个权利要求 1 所述的隔板通过机械干涉连接在一起。

32. 一种制造柔性流场隔板的方法，包括：

提供由柔性导电材料形成的第二层；

将聚合物基底层第二表面与第二层接触放置；

在温度下将第二层和基底层层叠，以在聚合物基底层的第一表面上形成结构化流场图形；以及

在聚合物基底层的第一表面上涂覆第一层导电材料，使得第一层在一个或者多个位置与第二层接触，从而在第一和第二层之间建立电

连接。

33. 根据权利要求 32 的所述方法, 其中通过第一和第二层之间一个或者多个不连续的导电通道建立电连接。

34. 根据权利要求 32 的所述方法, 其中通过在第一和第二层之间限定的一个或者多个导电区域建立电连接。

35. 根据权利要求 32 的所述方法, 其中聚合物基底层包括一个或者多个缺口, 并且该方法还包括在第一和第二层之间通过一个或者多个缺口建立电连接。

36. 根据权利要求 35 的所述方法, 还包括激光加工聚合物基底层, 从而形成一个或者多个缺口。

37. 根据权利要求 35 的所述方法, 还包括机械加工聚合物基底层, 从而形成一个或者多个缺口。

38. 根据权利要求 35 所述的方法, 还包括模塑聚合物, 从而形成聚合物基底层和一个或者多个缺口。

39. 根据权利要求 32 的所述方法, 其中第二层和基底层中的至少一个由一个或者多个膜形成。

40. 根据权利要求 32 的所述方法, 其中第二层和基底层均由一个或者多个膜形成。

41. 根据权利要求 32 的所述方法, 通过气相淀积形成第一层。

42. 根据权利要求 32 的所述方法, 其中通过溅射工艺形成第一层。

43. 根据权利要求 32 的所述方法，其中柔性流场隔板还包括设置在第一和第二层中之一或者两者的至少一部分上的抗腐蚀层，抗腐蚀层包括导电、抗腐蚀的材料。

44. 根据权利要求 32 的所述方法，还包括对聚合物基层层经历模塑工艺，从而形成流场图形的结构化特征。

45. 根据权利要求 32 的所述方法，其中隔板制造成单极性隔板。

46. 根据权利要求 32 的所述方法，其中隔板制造成双极性隔板。

47. 根据权利要求 32 的所述方法，还包括形成与第一和第二层中的一个或者两个相邻设置的冷却剂流场。

48. 根据权利要求 32 的所述方法，还包括形成多个隔板的辊子优点。

49. 根据权利要求 32 的所述方法，还包括：

形成包括多个隔板的单元燃料电池组件；

形成包括多个单元燃料电池组件的燃料电池堆；

通过在多个相邻的单元燃料电池组件之间形成的聚合物焊接来连接多个单元燃料电池组件。

50. 一种检修燃料电池堆的方法，该燃料电池堆包括多个权利要求 30 所述的单元电池组件，包括：

检测有故障的单元电池组件；

从多个单元电池组件上除去压力；

替换有故障的单元电池组件；

保持单元电池组件到单元电池组件定位；以及

对该多个单元电池组件重新施加正确的压力。

51. 一种柔性流场隔板，具有大于大约 20 度的韧度以及小于大约 4.5 的平均体积密度。

52. 根据权利要求 51 的所述柔性流场隔板，其中柔性流场隔板包括层状结构。

53. 根据权利要求 51 的柔性流场隔板，其中柔性流场隔板还包括：
由柔性材料形成并且具有第一和第二表面的基底层；
在基底层的第一表面上限定出的结构化的流场图形，结构化的流场图形限定出一个或多个流道；

由导电材料形成并且设置在基底层的第一表面上的第一层；以及
设置在基底层的第二表面上的第二层，第二层由柔性导电材料形成；

其中第一层在一个或者多个位置上与第二层接触，以限定第一层与第二层之间的电连接。

54. 根据权利要求 51 的柔性流场隔板，其中柔性流场隔板包括在流场隔板的顶部和底部之间导电的层状结构。

z 轴导电流场隔板

技术领域

本发明一般涉及一种在 z 轴方向上导电的流体传输膜。

背景技术

典型的燃料电池系统包括发电部分，其中一个或者多个燃料电池发电。燃料电池是在过程中将氢气和氧气转换成水，产生电和热的能量转换装置。每个燃料电池单元可以包括位于中间的质子交换膜，在质子交换膜的两侧上具有气体扩散层。阳极和阴极催化剂层分别位于气体扩散层的内侧。这种单元称为膜电极组件（MEA）。隔板或者流场隔板分别位于膜电极组件的气体扩散层的外侧。这种类型的燃料电池通常称作 PEM 燃料电池。

单个燃料电池中的反应一般产生不到 1 伏的电压。可以将多个燃料电池堆叠在一起并且串联电连接，从而获得所需要的电压。从燃料电池堆中收集电流并且使用电流驱动负载。燃料电池可以用于为从汽车到膝上型计算机的各种应用供电。

发明内容

本发明涉及一种流场隔板。根据一个实施方案，柔性流场隔板包括由柔性材料形成并且具有第一和第二表面的基层层。在基层层的第一表面上限定出结构化的流场图形。结构化的流场图形限定出一个或多个流道。隔板包括由一种或者多种金属形成并且设置在基层层的第一表面上的第一层。第一层由导电材料形成。隔板还包括设置在基层层的第二表面上的第二层。第二层由柔性导电材料形成。第一层在一个或者多个位置上与第二层接触，从而限定了第一和第二层之间的电连接。

另一个实施方案涉及一种制造柔性流场隔板的方法。该方法包括设置由柔性导电材料形成的第二层。聚合物基基层的第二表面设置成与第二层接触。在压力和任意温度下将第二层和基基层层叠在一起，使得在聚合物基基层的第一表面上形成结构化的流场图形。在聚合物基基层的第一表面上涂覆第一层导电材料，使得第一层在一个或者多个位置上与第二层接触，从而在第一和第二层之间建立电连接。

本发明的另一个实施方案涉及一种柔性流场隔板，根据此处说明的韧度测试，测量的韧度大于大约 20 度，并且平均体积密度小于大约 4.5。

本发明的另一个实施方案涉及检修燃料电池堆的方法。燃料电池堆包括一个或者多个流场隔板，该流场隔板具有由柔性材料形成并且具有第一和第二表面的基基层。在基基层的第一表面上限定出结构化的流场图形。结构化的流场图形限定出一个或多个流道。隔板包括由一种或者多种金属形成并且设置在基基层的第一表面上的第一层。第一层由导电材料形成。隔板还包括设置在基基层的第二表面上的第二层。第二层由柔性导电材料形成。第一层在一个或者多个位置上与第二层接触，从而限定了第一和第二层之间的电连接。

根据本发明的一个方面，检测有故障的单元电池组件。除去燃料电池堆中多个单元电池组件上的压力，然后更换有故障的单元电池组件。当保持单元电池组件到单元电池组件定位的时候，适当的压力再次施加到多个单元电池组件上。

本发明的上述概述不是要描述本发明的每个实施方案或者每一个实施。通过结合附图参考下面的详细说明和权利要求，本发明的优点、成就以及更完整的理解将变得显而易见并且明白。

附图说明

图 1a 是燃料电池及其构成层的图示；

图 1b 图示出根据本发明实施方案构造的包括流场隔板的单元电池组件；

图 2 图示出根据本发明实施方案的流场隔板的横截面；

图 3 是根据本发明实施方案的流场隔板的横截面的显微照片；

图 4 图示出根据本发明实施方案设置在铝基层上的聚丙烯基底的几个沟道/缺口特征的横截面；

图 5 是根据本发明实施方案形成的基底和铝基层之间的界面的特写图；

图 6 是根据本发明实施方案在基底中形成的包括缺口的基底沟道的顶视图的显微照片；

图 7 图示出根据本发明实施方案的在一个表面上具有冷却沟道的流场隔板的横截面；

图 8 是根据本发明实施方案的双极流场隔板的图；

图 9 是根据本发明实施方案的具有冷却内部沟道的双极流场隔板的图；

图 10 和 11 图示出根据本发明实施方案流场隔板的第一和第二表面。

图 12 图示出根据本发明实施方案的通过示出完整的垫圈的连接杆孔截取的隔板横截面；

图 13 是根据本发明实施方案的内部连接区域的可行设置的更加详细的视图；

图 14 图示出根据本发明具有两个 MEA 的实施方案的用于燃料电池应用的单元电池组件。

本发明进行各种变形和替换形式时，已经通过图中的实施例示出其细节并且详细说明。然而应当明白，本发明不是要将本发明局限于描述的特定实施方案。相反，本发明是要覆盖所有落在附带权利要求限定的本发明范围内的变形、等价物和替换。

具体实施方式

在图示实施方案的下述说明中，对形成其一部分的附图进行参考，并且其中通过图示的方式示出了本发明可以实施的各种实施方案。应当理解，可以利用这些实施方案并且进行结构变化而没有脱离本发明的范围。

本发明涉及流场膜，此处称为流场隔板，其在隔板的表面之间提供 z 轴导电。隔板包括柔性基底，该柔性基底具有在至少一个表面上限定的结构化流场图形。在基底的表面上设置第一和第二导电层，通过在一个或者多个位置上穿过基底的缺口或者传导通路使第一层与第二层进行电连接。

已经意识到对于一定应用例如汽车牵引堆来说，现有 PEM 燃料电池因为重量、体积过大和/或成本过高而存在局限性。对于这个的重要原因是流场隔板的厚度和重量。机械加工的石墨、碳复合物和金属是流场隔板常用材料。这些材料选择物可能有着过大的体积或者重量。这这种限制导致燃料电池堆笨重或者大体积，因为典型地在每个堆中具有许多隔板。而且，难以使这些隔板变薄且结实。石墨和碳复合物基隔板产生破损和裂缝的问题。小瑕疵能够导致破裂和灾难性故障。薄、轻量金属板隔板能够容易弯曲并且维持形变。已经进行了多种尝试来改进流场隔板的性能，但是难以在成本、厚度、重量和韧度之间找到平衡。本发明专注于这些问题，通过有效成本且结实的方案解决这些局限性。本发明还提供一种成本有效地制造用于 PEM 燃料电池的隔板的方法。与成本有效塑模方法一起，还提供了基于连续膜的方法。这些方法提供了制造 PEM 燃料电池的新机会，其成本更有效且工业化。

燃料电池发电系统的效率还取决于燃料电池堆中单个燃料电池内部的各种接触和密封界面的完整性。这种接触和密封界面包括在燃料电池堆内部和之间与燃料、冷却剂和排放物的传输相关的那些界面。

使燃料电池堆中燃料电池部件和组件的位置正确对齐是确保燃料电池系统有效的关键。在燃料电池子组件的组装过程中操作导致的燃料电池部件的未对准，例如能够导致单个燃料电池的失效和燃料电池系统性能的恶化。这还需要扩展到子组件。单元电池组件（UCA）需要精确的对准、密封和结合。

本发明的隔板特别适用于形成用于燃料电池应用的双极性或者单极性流场隔板。虽然根据本发明的流场隔板在燃料电池组件的环境中特别有益，但是要理解可以在各种广阔的应用中实施本发明。因此，下面描述的具体说明性实施方案是出于解释的目的，而不是限制。

在下面提供的实施例中描述的隔板膜可以以通用的且成本有效的方式，用于有效地传输反应物和副产物、传导热能并且最小化抗电流损失。其他类型的流场隔板，例如使用机械加工的石墨、模塑导电石墨复合聚合物、平版印刷蚀刻板以及金属形成的板，均受到主要性能或者成本限制。本发明涉及一种通用的且成本有效的 z 轴导电流场传输膜，其具有非常薄、坚韧、柔软且重量轻的流场单元和双极板。

除了基本性能参数之外，此处描述的某些实施方案说明了柔性且可以通过连续加工技术形成的流场隔板。此处描述的柔性隔板可以制造成分离的部件或者在连续辊子中制造。

根据本发明实施方案的隔板包括由具有一定弹性的材料制成的流射结构，使得隔板可以提供整合性和改进的密封垫。在某些实施方案中，隔板包括整体垫圈特征，这可以用来代替隔离密封。在某些实施方案中，隔板能够促进三个截然不同的流体区域的移动，容纳例如冷却剂和两种反应物流。对于燃料电池应用来说，这种构造特别适用于形成具有整体冷却的双极性流场隔板。

本发明的流场隔板可以结合在各种类型、构造和工艺的燃料电池

组件和燃料电池堆中。图 1a 中描述了典型的燃料电池。燃料电池是结合氢气燃料和空气中的氧气产生电、热和水的电化学反应装置。燃料电池不利用燃烧，并且同样地，燃料电池产生少许即便是任何危险排放物。燃料电池将氢气燃料和氧气直接转化成电，并且能够以高于例如内燃发电机的效率运行。

图 1a 中示出的燃料电池 10 包括与阳极 14 相邻的第一扩散体/集流体 (DCC) 12。与阳极 14 相邻的是电解质膜 16。阴极处于与电解质膜 16 相邻的位置，并且第二扩散体/集流体 19 处于与阴极 18 相邻的位置。在运行中，氢气燃料被导入燃料电池 10 的阳极部分，穿过第一扩散体/集流体 12 并且流过阳极 14。在阳极 14 上，氢气燃料被分离成氢离子 (H^+) 和电子 (e^-)。

电解质膜 16 仅仅允许氢离子或者质子穿过电解质膜 16 到燃料电池 10 的阴极部分。电子不能穿过电解质膜 16，而是以电流形式流过外部电路。这种电流能够给电负载 17 例如电动机供电，或者直接导向能量存储装置，例如可充电电池。

氧气通过第二扩散体/集流体 19 流到燃料电池 10 的阴极侧中。当氧气通过阴极 18 时，氧气、质子和电子结合产生水和热。

单个燃料电池，例如图 1a 中示出的燃料电池能够组装成如下描述的单元燃料电池组件。单元燃料电池组件，此处称作单元电池组件 (UCA)，能够与许多其他的 UCA 结合形成燃料电池堆。UCA 可以在燃料电池堆中与多个 UCA 串联电连接来确定燃料电池堆的总电压并且每个电池的活性表面面积决定总电流。给定燃料电池堆产生的总电功率可以由总的燃料电池堆电压乘以总电流得到。

根据本发明的原理可以使用许多不同的燃料电池技术构造 UCA。例如，可以使用本发明的一个或者多个流场隔板来构造质子交换膜

(PEM)燃料电池组件。PEM 燃料电池在相对低的温度(大约 175°F/80 °C)下运行,具有高电流密度,能够快速改变它们输出,满足功率需求转换,并且很好地适用于需要快速启动的应用,例如在汽车中。

用在 PEM 燃料电池中的质子交换膜典型地为允许氢离子穿过其中但是仍然分隔开气体反应物的薄的固体聚合物电解质片。该膜典型地在两侧上涂覆有高度分散的活性催化剂金属或者金属合金颗粒(例如,铂或者铂/钌)。使用的电解质典型地为固体全氟磺酸聚合物。使用固体电解质是有利的,因为它降低腐蚀和电解质保存问题。

氢气供给到燃料电池的阳极侧上,在阳极侧上催化剂促使氢原子释放电子并且变成氢离子(质子)。电子在其返回到燃料电池中已经导入了氧气的阴极侧上之前,以能够利用的电流形式移动。同时,质子扩散通过膜到达阴极,在阴极,氢离子与氧气再次结合并且生成水。

膜电极组件(MEA)是 PEM 燃料电池例如氢气燃料电池的中间部件。如上所讨论的,典型的 MEA 包括聚合物电解质膜(PEM)(也称为离子传导膜(ICM)),起到固体电解质的作用。

PEM 的一面与阳极催化剂电极层接触,相对的一面与阴极催化剂电极层接触。每个电极层包括电化学催化剂,典型的包括铂金属。扩散体/集流体促进气体传输到阴极和阳极电极材料以及从阴极和阳极电极材料传输出来,并且将电流从催化剂层导出到隔板或者流场膜。

在典型的 PEM 燃料电池,在阳极上通过氢气氧化反应形成质子并且质子传输到阴极侧与氧气反应,电流可以在与电极连接的外部电路中流动。

DCC 也可以称作气体扩散层(GDL)。可以在制备过程中将阳极和阴极电极层涂覆在 PEM 或者 DCC 上,只要在完成的 MEA 中它们设

置在 PEM 和 DCC 之间即可。

在本发明的实践中可以使用任何合适的 PEM。可用的 PEM 厚度在大约 200 μm 到大约 150 μm 之间的范围。PEM 典型的包括带酸官能团的含氟聚合物这种聚合物电解质，例如 Nafion® (Dupont Chemicals, Wilmington DE)，Flemion® (Asahi Glass Co.Ltd., Tokyo, Japan)，以及根据化学式 $\text{YOSO}_2\text{-CF}_2\text{-CF}_2\text{-CF}_2\text{-CF}_2\text{-O-}$ [聚合物主链]的具有高度氟化主链和重复支链基团的聚合物，其中 Y 为 H^+ 或者其他一价阳离子，例如碱性金属阳离子。后一聚合物在 WO2004062019 中公开。可在本发明中使用的聚合物电解质典型地优选四氟乙烯和一种或者多种氟化酸官能团共聚单体的共聚物。

典型地，聚合物电解质具有磺酸官能团。聚合物电解质典型地具有 1200 或者更小的酸当量，更典型地为 1100 或者更小，并且最典型地为大约 1000。可以使用当量低于 800 或者甚至 700。

在本发明的实践中可以使用任何合适的 DCC。典型地，DCC 由包括碳纤维的片材构成。DCC 典型地为选自纺织和无纺碳纤维构造的碳纤维构造。可以在本发明实践中使用的碳纤维构造可以包括：Toray 碳纸、SpectraCarb 碳纸、AFN 无纺碳布、Zoltek 碳布等。DCC 可以涂覆或者浸渍有各种材料，包括碳颗粒涂覆物、亲水处理、疏水处理例如涂覆聚四氟乙烯 (PTFE)。

在本发明的实践中可以使用任何合适的催化剂，包括铂黑或者包含碳载催化剂颗粒的精细墨水（如 US20040107869 中描述的），或者纳米构造薄膜催化剂（如 US648276 和 US5879827 中描述的）。催化剂可以通过任何合适的方式包括手工方法和机械方法涂覆到 PEM 或者 DCC 上，包括手刷、带缺口棒涂覆、液压轴承模具涂覆、线绕杆涂覆、液压轴承涂覆、槽馈刮刀涂覆、三辊涂覆或者贴花转印。涂覆可以一次实施或者多次实施完成。

直接甲醇燃料电池（DMFC）与 PEM 电池相似，因为它们都使用聚合物膜作为电解质。然而在 DMFC 中，阳极催化剂自己从液体甲醇燃料中提取氢气，不需要燃料重整器。DMFC 典型地在 40-90℃ 之间的温度下运行。直接甲醇燃料电池可以利用一个或者多个根据本发明构成的流场隔板。

现在参考图 1b，图示出了根据 PEM 燃料电池技术实施的 UCA 的实施方案。如图 1b 中所示，UCA 20 的膜电极组件（MEA）25 包括五个组成层。PEM 层 22 夹在 DCC 层 24 和 26 或者例如气体扩散层（GDL）之间。阳极催化剂 30 位于第一 DCC 24 和膜 22 之间，并且阴极催化剂 32 位于膜 22 和第二 DCC 26 之间。

在一个构造中，PEM 层 22 制造成一个表面上包括阳极催化剂涂层 30 以及在另一个表面上包括阴极催化剂涂层 32。这结构通常称作涂覆催化剂的膜或者 CCM。根据另一种结构，第一 DCC 24 和第二 DCC 26 分别制造成包括阳极催化剂涂层 30 和阴极催化剂涂层 32。在又一种结构中，阳极催化剂涂层 30 可以部分地设置在第一 DCC 24 上、部分地设置在第二 DCC 26 上以及部分地设置在 PEM 22 的另一个表面上。

DCC 24, 26 典型地由碳纸或者无纺材料或者纺织布制造。根据产物结构，DCC 24, 26 可以在一侧上具有碳颗粒涂层，如上所述，DCC 24, 26 可以制造成包括或者不包括催化剂涂层。

在图 1b 中示出的特定实施方案中，示出 MEA 25 夹在第一边缘密封体系 34 和第二边缘密封体系 36 之间。边缘密封体系 34, 36 在 UCA 组件中提供了必须的密封，从而避免各种流体（气体/液体）传输和反应区域彼此污染并且避免不恰当的排出 UCA 20，并且还可以为在流场隔板膜 40, 42 之间提供电绝缘和立即终止压力控制。在图 1b 中图示

出的实施例中，流场膜 40 和 42 分别位于与第一和第二边缘密封系统 34 和 36 相邻的位置。在此处描述的某些实施方案中，流场隔板构造成提供整体垫圈代替边缘密封系统 34，36。

每个流场膜 40，42 包括一系列气体流道 43 和氢气和氧气供给燃料通过其中的端口。流场膜 40，42 还可以包括冷却剂沟道和端口。冷却剂沟道可以结合在流场膜 40，42 的表面上，与结合气体流道 43 的表面相反。

在图 1b 中描述的构造中，流场膜 40，42 构造成单极性流场隔板，其中在其之间夹持单个 MEA 25。图 1b 中示出的 UCA 构造表示根据本发明的可以为了在流场隔板方法的环境中使用而实施的特殊布局。提供这种布局仅仅是为了说明的目的，并不是要表示本发明范围内的所有可能的构造。相反地，图 1b 是要说明能够选择地结合到特定燃料电池组件设计中的各种部件。

本发明的多个方面涉及单极性或者双极性流场隔板膜。此处描述的单极性或者双极性流场隔板膜特别适用于制造燃料电池组件或者子组件。本发明的多个方面还涉及通过将多个电池组件(MCA)或者 UCA 的子单元放在一起而构建的燃料电池堆，其中每个 MCA (UCA) 组件自身是个“短堆”，其中结合至少一个膜电极组件 (MEA) 以及至少两个双极性或者单极性流场隔板 (或者混合的双极性和单极性流场隔板对)。

图 2 中图示出了根据本发明实施方案的流场隔板的横截面。图 2 中的流场隔板在燃料电池应用中可以用作例如单极性流场膜。流场隔板包括柔性基底层 210，柔性基底层 210 可以由聚合物材料形成，例如具有良好尺寸稳定性和低膨胀系数的聚合物。例如，聚合物可以是选自例如聚甲基丙烯酸甲酯、聚丙烯和聚碳酸酯的材料，其中优选的是聚碳酸酯。

第一和第二导电层 220, 230 设置在基底 210 的相对表面上。在某些实施中, 可以在基底 210 和第二层 230 之间设置粘结层。例如, 粘结层可以包括橡胶、硅酮或者丙烯酸基粘结剂。也可以尝试其他粘结层, 包括环氧树脂、异氰酸酯等。基底 210 可以包括一个或者多个膜并且可以是不导电的, 或者导电性基本上小于第一和第二层。第二层 230 可以是柔性的并且包括一个或者多个导电膜和/或箔片, 例如铝箔。第一层 220 可以由一种或者多种金属例如镍的导电涂层形成。在某些实施中, 可以在第一层 220 和基底 210 之间使用粘结促进层。例如, 粘结促进层可以包括溅射或者蒸汽涂覆得到的金属层。粘结促进层的某些示例包括镍、或者铬/镍金属层、或者金属膜的结合, 亚单层的厚度在几十或者几百纳米范围内。

隔板包括在第一层 220 和第二 230 层之间提供电连接的互连区域 270。设置区域 270, 使得在几个更小的不连续区域和/或在一个或多个较大的连续区域中第一导电层 220 与第二导电层 230 电连接。设置区域 270, 使得隔板可以承载主要电流而通过隔板的 z 轴没有很大的电阻电流损失。第一层和第二层 220, 230 之间的互连区域 270 可以提供在大约 $0.001\text{ohm}\cdot\text{cm}^2$ 到大约 $0.1\text{ohm}\cdot\text{cm}^2$ 之间的面积电阻率。

基底 210 包括具有特征 260 的流场图形, 形成至少一个沟道 250 和一个缺口 240。流场图形可以在基底 210 的表面上限定出结构化的流场图形。沟道 250 为燃料反应物、副产物和/或冷却剂越过隔板的表面提供传输。流场隔板的沟道或者多个沟道 250 可以限定出各种图形, 包括越过基底 210 的表面的蛇形图形、弯曲图形和/或线性图形。

基底特征 260 和/或缺口 240 优选通过模塑形成, 但也可以通过其他方法形成。基底 210 中的缺口 240 便于第一层 220 和第二层 230 之间互连区域 270 的形成。缺口 240 可以通过模塑、层叠、激光切割、对基底穿缺口或者其他方法形成。

第一导电层 220 可以包括一种或者多种金属并且同样地涂覆基底 210 的一个表面的特征 260。例如，第一层 220 可以包括电镀形成的金属外皮，与基底特征 260 的表面一致。第一层 220 可以具有大约 3 密耳的厚度，优选为大约 1.5 到 2 密耳的厚度，然而该厚度可以在大约 0.1 密耳到大于 5 密耳的范围内。第一层 220 的厚度优选地相对于特征 260 和/或基底 210 的沟道 250 比较薄。典型的沟道 250 的尺寸可以在大于 1 密耳到大约 100 密耳的范围，并且更优选在大约 3 密耳到大约 50 密耳，并且更优选在大约 10 密耳到大约 35 密耳。一般地，第一层 220 与沟道 250 相比仍然比较薄，并且期望地可以使第一层 220 尽可能的薄。

第二导电层 230 设置在基底 210 上与第一导电层 220 相对的表面上。第二导电层 230 可以包括柔性导电材料，例如金属箔，象镍、铝或不锈钢。第二层 230 可以任选地由柔性形式的石墨例如 GRAPHOIL 形成或者由其他导电材料且柔性的材料形成。

如前所述，基底 210 包括缺口 240，使第一层 220 和第二层 230 之间的电互连 270 穿过其中。在一个实施方案中，缺口 240 可以通过用于形成沟道特征 260 的模塑方法形成，或者通过单独的方法步骤形成。例如，缺口 240 可以通过对随后层叠在第二层 230 上的复制的基底膜打孔来形成。可替换地，缺口 240 可以任选地在第二层 230 上层叠或者模塑基底 210 之后形成。第一层 220 同样地设置在基底 210 的表面上，并且在互连区域 270 中通过缺口 240 与第二层电连接。

基底 210 可以但不是必须的由导电材料形成。如果基底是导电的，隔板的 z 轴导电性增强，超过单独由互连区域 270 提供的 z 轴导电性。因为与上述结构化的基底 210 相邻的第一和第二导电层 220，230 是相类似的层，流射沟道可以很小。这种特征对燃料电池非常有用，因为能够使流场非常薄，而且促进小型单极性或者双极性流场膜和燃料电

池设计。

如下面更加详细的描述，韧度测量可以用于判断隔板耐灾难性损坏的抵抗力。例如根据此处描述的韧度测试测量，根据本发明实施方案形成的隔板可以具有大于大约 20 度的韧度测试值，典型地同时保持小于大约 4.5gm/cm^3 的平均体积密度。

图 3—6 是根据本发明实施方案的部分或者整体形成的隔板的各种视图的显微照片。图 3 是根据本发明实施方案的流场隔板的横截面的显微照片。图 3 图示出了通过一系列互连区域或者通孔切开的横截面。在横截面中基底中的沟道和缺口表现为不连续的台阶。在这个实施例中，基底由聚合物形成，第一导电层为 Ni 以及第二导电层（背面层）为 Al。

图 4 和 5 示出横截面形状与图 2 和 3 中图示的不同的模塑基底。基底的模塑表面凹凸形成沟道和缺口。图 4 图示出在铝底层上设置的聚合物基底的几个沟道/缺口的横截面。图 5 是基底和铝底层之间的界面的特写视图。图 6 为基底中形成的包括缺口的基底沟道的顶视图显微照片。

在一个实施方案中，图 7 中图示出的，隔板可以包括一组构造成容纳热传递流体的沟道 750，从而进一步提高隔板的去热性质。如图 7 中所示，这个实施方案包括第二基底 710，第二基底 710 限定了与第一基底 210 限定的沟道 250 相对的第二组沟道 750。第一沟道 250 不需要对准或者与第二组沟道 750 对齐。类似地，电连接 270 和 770 也不需要对准。类似地，缺口 240 和 740 不需要对准。本发明的隔板薄度，与电连接 270 和 770 结合，也有助于将热量从第一层 220 侧传递到第三层侧 720 中。

如图 7 中所示，第二基底 710 设置在第二层 230 上。结合图 2 描

述的, 第一和第二基底 210, 710 的表面上形成的 260, 760 特征的图形形成沟道 250, 750。第一基底 210 同样地涂覆有导电第一层 220。第二基底 710 可以同样地涂覆有导电第三层 720。第一基底中的缺口 240 允许第一层 220 和第二层 230 之间的电互连区域 270。在运行期间, 热传导流体可以流过第二基底 710 的沟道 750, 使得热量被携带离开隔板。热量在第一层 220 和第二层 230 之间的 z 轴互连区域 270 的位置上具有高通量率。

如图 8 中描述的, 本发明的实施方案涉及双极性流场隔板。双极性流场隔板包括设置在第二层 230 上的相对的柔性基层 210, 910。第一和第二基底 210, 910 包括形成沟道 250, 950 和缺口 240, 940 的特征 260, 960。第一导电层 220 形成在第一基底 210 的表面上, 使得第一基底 210 与第一基底 210 的特征 260 一致。第一基底 210 中的缺口允许电连接第一层 220 和第二层 230 的电互连区域 270 形成。

在第二基底 230 上形成第三导电层 920, 使得第三层 920 与第二基底 230 的特征 960 一致。第二基底 910 中的缺口 940 允许形成电连接第三层 920 和第二层 230 的电互连区域 970。在这种构造中, 隔板的两个表面都可以用作反应物和/或副产物的流场。隔板可以用作提供 z 轴电流通过该膜的双极性流场膜。可替换地, 在这种构造中隔板可以用作在一个表面上具有冷却沟道并且在相对表面上具有反应物沟道的单极性流场膜, 并且 z 轴电流通过该膜。

图 9 中图示出的本发明实施方案涉及双极性流场隔板, 其具有可以用于从双极性膜中将热带走的内部沟道 1090。根据这个实施方案, 提供了三个不同的流体移动区域。内部冷却沟道 1090 促使冷却剂在隔板内部流动。化学反应物和/或副产物流过双极性隔板的两个外表面上的沟道 250, 950。

根据这个实施方案, 隔板的第二层 230 包括沟道 1090, 以促进冷

却剂流动。在这个实施方案中，第二层 230 可以包括突起的箔结构，例如突起的铝箔。第一和第二基底 210, 910 形成在第二层 230 的相对表面上。第一和第二基底 210, 910 包括形成沟道 250, 950 和缺口 240, 940 的特征 260, 960。第一导电层 220 形成在第一基底 210 的表面上，使得第一层 220 与第一基底 210 的特征 260 一致。第一基底 210 中的缺口 240 允许形成电连接第一层 220 和第二层 230 的电互连区域 270。

第三导电层 920 形成在第二基底 910 上，使得第三层 920 与第一基底 910 的特征一致。第二基底 910 中的缺口允许形成电连接第三层 920 和第二层 230 的电互连区域 970。

有些实施包括隔板表面上的任选涂层。根据一个实施方案，任选可以在上述第一、第二和/或第三层中的一个或多个上设置抗腐蚀涂层。例如，抗腐蚀涂层可以用于防止金属腐蚀并且在第一、第二和/或第三层之间保持足够的面积电阻率，例如在大约 0.001ohm-cm^2 到大约 0.1ohm-cm^2 。

根据本发明的另一个实施方案，可以在第一、第二和/或第三层的表面上涂覆涂层，从而提供减小的接触电阻。这种涂层可以用于降低隔板的整体电阻。

根据本发明的另一个实施方案，在基底和第二层之间可以施加黏黏涂层。

基底可以由具有弹性性质的材料制得。弹性基底可以允许隔板构造成成为隔板提供密封垫。这个实施方案特别适用于流体需要包含在隔板的一定区域中的应用中。例如，在燃料电池应用中，隔板可以包括弹性基底，用作燃料电池堆中的单极性或者双极性流场隔板的周边区域和相邻结构之间的垫圈。可以使用由弹性基底形成的垫圈区域，例如替代燃料电池组件中典型使用的隔板密封件。

图 10 和 11 图示出根据本发明实施方案适于用作单极性燃料电池流场膜的流场隔板的第一表面 1100 和第二表面 1200。如图 11 和 12 中图示，隔板的第一表面 1100 包括具有蛇形图形的反应物沟道的流场 1111。隔板的第二表面 1200 结合有具有冷却沟道的冷却区域 1211。在这个应用中，图 11 和 12 图示出构成的两个隔板可以设置成使得聚合物电解膜（PEM）层、扩散体/集流体（DCC）层、阳极和阴极催化基层夹在流场隔板之间，从而形成燃料电池单元电池组件（UCA）。

图 11 和 12 的隔板包括构造成有助于使 UCA 结构中不同区域密封的表面，例如包围冷却剂入口歧管 1221，1222、冷却剂出口歧管 1223，1224 的区域、包围燃料入口歧管 1131—1133、燃料出口歧管 1134—1135 的区域和/或包围连接杆孔 1241 的周边区域。

如前所讨论的隔板基底可以由在包围冷却剂和燃料歧管 1131—1135、1221—1224 的区以及包围连接杆孔 1241 的周边区域提供密封垫的弹性材料形成。燃料电池中的密封垫起到降低冷却剂和/或燃料电池泄漏可能性的作用，冷却剂和/或燃料电池泄漏会显著恶化燃料电池的运行。

图 12 图示出了隔板经由连接杆孔 1241 切开的横截面。隔板包括第一基底 1110 和第二基底 1210，第一基底 1110 和第二基底 1210 具有在第一和第二基底 1110，1210 上形成沟道 1150，1250 和缺口 1140，1240 的特征 1160，1260。部分第一基底 1110 设置在第一层 1120 和第二层 1130 之间，第一层 1120 是类似的金属层。在第一基底 1110 中的缺口 1140 提供的互连区域 1170 中第一层 1120 与第二层 1130 接触。部分第二基底 1210 设置在第二层 1130 和第三类似层 1220 之间。在第二基底 1210 中的缺口 1240 提供的互连区域 1270 中第三层 1220 与第二层 1130 接触。

第一表面 1100 的沟道 1150 提供了用于燃料电池的反应物燃料的流场。液体冷却剂可以通过第二表面 1200 的沟道 1250 分散，从燃料电池的活性区域将热带走。隔板通过电连接第一和第三层的互连区域 1170，1270 提供 z 轴方向的电流收集。

图 13 是如表面 1200 所示的用于图 11 和 12 的隔板的互连区域 1170，1270 的可行设置的更加详细的视图。互连区域 1170，1270 可以包括多个区域，其中导电第一和第三类似层与同样导电的第二层接触。这种设置为电流收集提供了低电阻。

如图 10—12 所示，隔板还可以延伸过流场 111，1121 到达包围冷却剂和燃料歧管 1131—1135，1221—1224 以及连接杆孔 1241 四周的周边区域的区域。根据本发明的实施方案，第一和第二基底 1110，1210 可以由弹性材料形成，便于为这些周边区域中的一个或者多个提供密封垫。可以使周边区域中的基底 1110，1210 比流场区域中的更厚，从而形成可压缩的垫圈。如图 12 中所示，基底 1110，1210 在周边区域 1175 不需要包括第一和第三类似层。

图 14 图示出了根据本发明的实施方案用于燃料电池应用的单元电池组件（UCA）1550。UCA 1550 通过使用一个或者多个单极性流场膜 1552，1556，1554 结合多个 MEA1525a 和 1525b。在图 14 中示出的构造中，UCA 1550 结合两个 MEA1525a 和 1525b 和四个单极性流场膜 1552，1554，1556。单极性流场膜 1556 在一个表面 1556b 上结合了冷却沟道。可替换的，两个单极性流场膜 1556 可以由此处讨论的具有内部冷却沟道的双极性流场膜替换。UCA 可以通过任何合适的方法或者机构保持在一起，包括 US 专利申请 11/025267（Atty.Docket No.60138US002）中描述的。

MEA 1525a 包括夹在扩散体/集流体（DCC）1566a 和 1564a 之间的阴极 1562a/膜 1561a/阳极层状结构。DCC 1564a 位于与单极性流场

膜 1556 的第一流场表面 1556a 相邻的位置。单极性流场膜 1556 的第二流场表面 1556b 包括冷却沟道。DCC 1566a 位于与流场膜 1552 相邻的位置上，其可以构造成单极性流场膜或者双极性流场膜。如果流场膜 1552 构造成单极性流场膜，那么一个表面 1552a 可以包括反应物流场以及第二表面 1552b 可以包括冷却剂流场。

MEA 1525b 包括夹在扩散体/集流体（DCC）1566b 和 1564b 之间的阴极 1562b/膜 1561b/阳极 1560b 层状结构。DCC 1564b 位于与单极性流场膜 1556 的第一流场表面 1556a 相邻的位置。单极性流场膜 1556 的第二流场表面 1556b 包括冷却沟道。DCC 1566b 位于与流场膜 1554 相邻的位置上，其可以构造成单极性流场膜或者双极性流场膜。如果流场膜 1554 构造成单极性流场膜，那么一个表面 1554a 可以包括反应物流场以及第二表面 1554b 可以包括冷却剂流场。

多个图 4 中图示构造的 UCA 可以通过聚合物焊接连在一起形成燃料电池堆。其他适当的连接方式包括夹具、螺栓、粘结剂、环氧树脂、作为弹簧锁或者 DUAL-LOCK™ 示例的机械干涉、锁簧等。

燃料电池堆是通过挤压多个已经对齐以便于使 UCA 和/或 UCA 部件之间密封的 UCA 而形成的。例如，燃料电池堆可被对齐，并使用通过 UCA 的周围部分的连接杆来挤压，并且对燃料电池堆施加预定压力。UCA 的一个或者多个部件可以包括用于在挤压过程对齐 UCA 的定位特征。正如此处讨论的，隔板可以为 UCA 提供密封垫，或者如图 1b 中所示的隔离垫圈可以用于提高燃料电池堆的密封。

本发明的一个实施方案包括替换燃料电池堆中 UCA 的方法。在一个示例中，如果确定 UCA 有故障的话，需要替换燃料电池堆中的 UCA。如果例如 UCA 包括一个或者多个表现不佳的 MEA，则该 UCA 是有故障的。在这个情况下，从燃料电池堆的 UCA 上解除挤压，例如通过松动连接杆的螺母。然后将有故障的 UCA 取走并且将替代的 UCA 插入

到燃料电池堆中。

在挤压过程中，使 UCA 部件保持正确对齐。可以通过例如一个或者多个 UCA 部件的定位特征保持正确对齐。燃料电池堆的挤压可以包括以预定顺序紧固连接杆螺母并且到预定压力，从而均匀提高横过燃料电池表面的压力。

根据一个实施方案，用于制造柔性流场隔板的方法包括将聚合物基底的第二表面与柔性导电材料例如铝箔的第二层接触放置。第二层和/或基底可以包括一个或者多个膜。在某些实施方案中，基底可以由聚合物膜例如聚丙烯或者聚碳酸酯形成，并且第二层可以由铝箔或者膜形成。在基底的第一表面上形成结构化的流场图形。基底的第一表面涂覆有第一导电材料例如镍的第一层。第一层在一个或者多个位置上与第二层接触，使得在第一和第二层之间建立导电。

可以通过对基底层使用模塑方法在基底的表面上形成结构化的特征例如沟道和缺口来完成流场图形的形成。典型的方法包括压缩模塑、喷射模塑、挤压压纹、挤压涂覆、浇铸和固化。用于形成基底层的材料可以是热塑性聚合物、聚合物复合物或者可固化的聚合物树脂组分。典型的结构特征包括 V 形肋、扁平截头形肋以及可行的柱或者不连续的肋。结构的设计取决于燃料电池的需要。典型的沟道深度在大约 1 密耳到 100 密耳的范围内，并且更优选在大约 3 密耳到大约 50 密耳。肋可以具有尖头，或者可以具有圆头或者甚至是平头。

在某些实施方案中，对基底进行模塑或者层叠形成图形并且在图形上面设置第一层。在另一个实施方案中，第一层设置在平滑的基底上并且在压缩模中对该层状结构进行压纹形成图形。可以在将基底放置在第二层上之前或后者之后进行基底的模塑或者层叠。

隔板可以制造成在隔板的一个或者两个表面上具有流场。在一个

实施方案中，隔板第一表面上的流场可以用于反应物和/或副产物的传输以及隔板第二表面上的流场可以用于液体或者气体冷却剂。在隔板的一个表面上使用反应物流场以及相对表面上使用冷却剂流场的隔板可以实现为具有整体冷却的燃料电池单极性流场膜。

在另一个实施方案中，隔板两侧上的流场可以用作双极性流场隔板。

在两个表面上具有反应物流场的双极性流场隔板和在隔板的第一表面上具有反应物流场并且在另一个表面上具有冷却剂沟道的单极性流场隔板可以使用相似的方法制造。根据本发明制造这种结构的方法包括将第一和第二聚合物基底放置在第二层的第一和第二表面上。在第一基底的表面和第二基底的表面上形成结构化的流场图形。第一层放置在第一基底的表面上。第三层放置在第二基底的表面上。

根据各种实施方案，可以通过第一和第二层之间的一个或多个不连续的导电通路或者区域建立第一和第二层和/或第三和第二层之间的电互连。例如，在第一和第二基底中的一个或者两个上形成缺口，通过一个或者多个基底缺口建立第一和第二层和/或第三和第二层之间的电互连。缺口可以作为上述讨论的层叠或者模塑过程的一部分来形成，或者可以通过激光方法、打孔或者用机械工具切割来形成。

第一层可以包括一种或者多种金属并且可以在图形形成之前或者之后放置在基底上。可以通过各种方法将第一层设置在基底的第一表面上，例如包括电镀、气相淀积、溅射或者其他涂覆技术。

在某些实施方案中，第一层可以包括多层结构。可以通过一种淀积方法在基底上淀积第一子层，然后通过不同的淀积方法在第一子层上淀积第二子层来形成第一层。第一和第二子层可以包括相同的金属或者第一子层可以包括与第二子层不相同的金属。

在一个实施例中，第一子层可以通过在基底上蒸汽淀积镍而形成。第二子层可以通过在第一子层上电镀镍而形成。在这个示例中，第一子层可以包括相对薄的层并且第二子层可以形成大量的第一层。在另一个实施例中，第一子层可以通过在基底上气相淀积铜而形成，第二子层可以通过在铜子层上气相淀积镍而形成。

可以在第一层和/或第二层上设置附加层。在一个实施例中，附加层可以包括导热层。在另一个实施例中，附加层可以包括降低基层电阻的层。在又一个实施例中，附加层包括抗腐蚀层。

第二层可以是金属箔，例如铝箔或者其他金属。在一种情况下，可以挤压第二层从而在金属箔内形成多个内部沟道。内部沟道可以用于冷却剂流过沟道。在每个表面上具有内部沟道和流场的隔板为三种流体越过表面和/或流到隔板内部的移动提供区域。隔板可以包括进口和出口部分，用于反应物、副产物、冷却剂和/或其他物质在表面上并且在隔板内部移动到流场或者从流场移动。

此处描述的隔板是柔性的并且可以使用连续加工技术制造。此处描述的柔性隔板可以制成不连续的部件或者在连续辊子上制成多个部件。

实施例

在这些实施例中，沟道由聚丙烯形成并且扁平的背面金属由铝构成，以及前面侧类似层由镍构成。通过将工具压入到铝箔和聚丙烯中，在沟道底座上由暴露的铝形成沟道而制成样品。然后在该箔上蒸汽涂覆 Ni，然后在 Ni 气相涂层上淀积由 Ni 电镀形成的另一层。然后对该样品测试电流承载容量、电阻和燃料电池性能。

实施例 1:

使用由 RJR Packaging, Winston-Salem, NC 得到的 3 密耳的聚丙烯涂覆的铝箔（标识为 RHR 箔，KW384-116,ID003）作为该实施例的隔板的导电材料底层。接着，将由 Shell Chemical Company(Houston Texas)得到的 8 密耳厚的超高冲压乙烯/屏息共聚物 SRD7-560, (30MFI) 放置在多涂覆的 Al 箔上，然后使用下面作为图形 1 描述的 V 形槽工具，在型号为 V75H-24-CLX 的 Wabash Vantage 压制机中压制。所用的压制条件如下：

步骤 1：将工具、聚丙烯层、Al 箔和镀铬压制板放入压制机中，将其预加热到 175℃。将内部压盘控制设置到 175℃，并且外部压盘设置到 150℃。关闭压制机并且在 20psi 下夹紧。在这种条件下保持 5 分钟。

步骤 2：将温度保持在 175℃，并且将压力增大到 200psi。在这种条件下保持 10 分钟。

步骤 3：压力保持在 200psi，并且开始水冷却。当压盘热电偶指示温度在 40℃-50℃之间时打开压制机。

步骤 4：将该样品从压制机中取出，然后除去工具。在图 4 和 5 的显微照片中提供了步骤 4 之后样品中铝和聚丙烯界面看起来的样子。

接下来的步骤是将导电层放置在聚丙烯上，连接微结构化侧和 Al 箔。通过氧辉光放电步骤，对膜蒸汽涂覆 Ni，随后是 Ni 蒸汽涂覆。用于淀积导电 Ni 层的多步骤方法，使用扩散泵抽的 DVB44 Denton 箱式涂覆器（Denton Vacuum, Cherry Hill, NJ）。首先将真空腔抽真空降到 2.0×10^{-6} Torr。接着，关闭 hi-vac 阀，打开旁路阀并且开始供给 20 sccm 的氧气。使旁路阀节流达到 4mTorr 的腔压力。使用设置在 400 毫安培的氧气等离子体源对网预处理 10 分钟，达到良好的 Ni 附着。关闭氧气阀和旁路阀，打开 hi-vac 阀，从而获得 2.0×10^{-6} Torr 的腔压力。通

过电子束方法以每秒钟 3 埃淀积 750 埃的 Ni 层。在网的相对面上重复该方法。最后将膜放置在镀 Ni 的罐中，Ni 以 Ni/h 为 0.001” 的速率淀积在膜表面上。600 埃层是类似的且本质上均匀，并且与沟道底层上暴露的 Al 箔电连接。步骤 4：将样品从压制机中取出，然后除去工具。在图 4 和 5 的显微照片中提供了步骤 4 之后样品中铝和聚丙烯界面的样子。

实施例 2

在这个实施例中，条件与实施例 1 相同，只是使用具有下面作为图形 2 描述的矩形沟道的工具制造用于沟道和电连接区域的 Ni 加工。形成基底中不连续的孔，电流由此从前表面流向后表面。图 6 图示出了通过工具在基底中切割的缺口。

实施例 3：

对于实施例 3 来说，条件和工具与实施例 1 相同，只是所使用的 Al 箔是 4 密耳极软的铝箔，仅在一侧上有聚合物涂层，留下 Al 箔的背面侧（没有形成结构化构造的侧面）未涂覆。该箔是来自 HUECK FOLIEN GmbH&Co.KG Pirkmühle 14-16 D-92712 Pirk, 批号为 1020007 的冷形式 PP firmpak。

加工说明：

工具图形 1：具有 90° 顶端以及 20° 凹口、41.24 密耳间距和 30 密耳沟道深度的 V-槽图形。90° 顶端具有 0.8 密耳的半径。使 V-槽壁弯曲符合 20° 底角和 90° 顶角。

工具图形 2：具有 20 密耳高的沟道的矩形沟道图形。沟道具有 20 密耳顶宽，25.62 密耳的底宽。沟道位于 30.62 密耳间距上。沟道壁是直的。沟道顶端上是矩形端口。该端口高 9 密耳，宽 6.8 密耳，长 41 密耳（在沟道方向上）。该端口在沟道方向上具有 0.35 英寸（.89cm）的间距，并且在横过沟道方向上具有 30.62 密耳间距（每个沟道都具有

端口)。该端口在横过沟道方向上彼此对齐。

进行韧度测试,将根据本发明实施方案形成的隔板的韧度和复合石墨板进行比较。韧度测试测量材料耐灾难性损坏的抵抗力。使用下述方法,对根据本发明实施方案形成的三个铝/聚丙烯/镍层状隔板样品测试韧度。隔板包括第一铝层、聚丙烯基底和第一镍层,且总体厚度为大约 0.144cm 厚。在韧度测试中使用的铝/聚丙烯/镍层状隔板样品的平均体积密度为大约 3gm/cm^3 。图 7 中表示在韧度测试中使用的铝/聚丙烯/镍层状隔板样品。分别制造第一和第二基底,然后层叠到第二层上。首先通过压缩模塑聚丙烯共聚物 7C50 (Dow Chemical, Midland, MI) 制造第一和第二基底,按压不锈钢工具形成沟道壁。第一基底具有深度为 30 密耳且间距为 84 密耳的沟道。第一基底沟道是蛇行沟道,具有 7.1cm 宽的横梁,使 13 个横梁越过 11.1cm 的宽沟道区域。具有四部分横向沟道,覆盖 29.01cm 长度的沟道区域。第二基底具有 10 密耳深度的沟道,间距为 95 密耳且占据基底长度。沟道的面积为 11.1cm 宽 $\times$ 29.01cm 长。所使用的压制条件与实施例 1 相同,只是以 50psi 进行步骤 1 的夹紧以及步骤 2 和 3 的压力为 300psi。使用 3MVHB Tape F-9460 (3M Company, St. Paul MN), 厚度为 2 密耳的粘结转移带,将第一和第二基底层叠到从 RJR Packaging, Winston-Salem, NC 得到的 3 密耳的聚丙烯涂覆的铝箔(标识为 RHR 箔, KW384-116, ID003)上。然后,使用 266nm 的激光在沟道底层中钻孔,向下钻到 Al 箔上。通孔直径为 20 密耳,并且具有 72 个通孔/ in^2 。下一步是将导电层放置在聚丙烯上,从而将微结构化侧连接 Al 箔。与实施例 1 中一样进行这个步骤。

将铝/聚丙烯/镍层状隔板样品与用作控制器的三个石墨复合板样品比较。石墨隔板样品由 Bulk Molding Compounds, Inc., West Chicago, Illinois 购买到的 BMC 940-8549 复合乙烯酯块模塑复合物模塑。石墨隔板的厚度大约为 0.267cm, 平均体积密度为大约 2gm/cm^3 , 切割前尺寸大约为 15cm $\times$ 15cm。用于比较, 钛隔板典型地具有大约 4.5gm/cm^3 的

平均体积密度，并且典型不锈钢隔板的平均体积密度为大约 7.9gm/cm^3 。

从大块切割出一英寸（2.54cm）宽的样品。使用带锯切割石墨复合物，使样品宽一英寸（2.54cm）并且近似 6 英寸长（15.24）。使用剪刀剪取铝/聚丙烯/镍层状隔板样品。

使用尖锐的金刚石越过样品的宽度对每个样品划直线。距离样品末端大约两英寸终止划线。然后将样品放置在铝板上，使划线面向下。然后将铝块放置在样品的顶上，使得铝块平行于划线并且甚至与划线齐平。位于顶面的铝块的横截面是正方形。然后使用水压机相对样品和铝板压制铝块，轻压使铝块与样品相抵。

然后样品被提起离开铝板，在样品损坏的地方测量样品距离划线的高度为 3 英寸。记录损坏处的角度，或者如果样品没有损坏，但是可以弯曲直到样品弯曲达到铝块，记录角度为 90 度。角度越大表示样品显示出的韧度和延展性越大。

韧度测试结果如下：

石墨隔板

样品 1：5.95 度

样品 2：3.58 度

样品 3：3.58 度

铝/聚丙烯/镍隔板

样品 1：90 度（没有损坏）

样品 2：90 度（没有损坏）

样品 3：90 度（没有损坏）

如上所述，本发明的隔板可以用于形成特别适用于燃料电池应用

的双极性或者单极性流场隔板。此处描述的隔板提供了成本有效的方式来传输反应物、反应物副产物和冷却剂，同时可以通过隔板进行 z 轴电流传导。在某些实施方案中，隔板提供了三个不同的流体区域，可以用于容纳冷却和两种反应物流。隔板的柔性结构考虑到了整体垫圈区域的形成。

出于说明和描述的目的，提出了本发明各种实施方案的上述描述。不是要将本发明穷举或者限制为公开的形式。根据上述教导可以进行多种变形和改动。这种详细描述并不是要限制本发明的范围，而是由这里附带的权利要求限制本发明的范围。

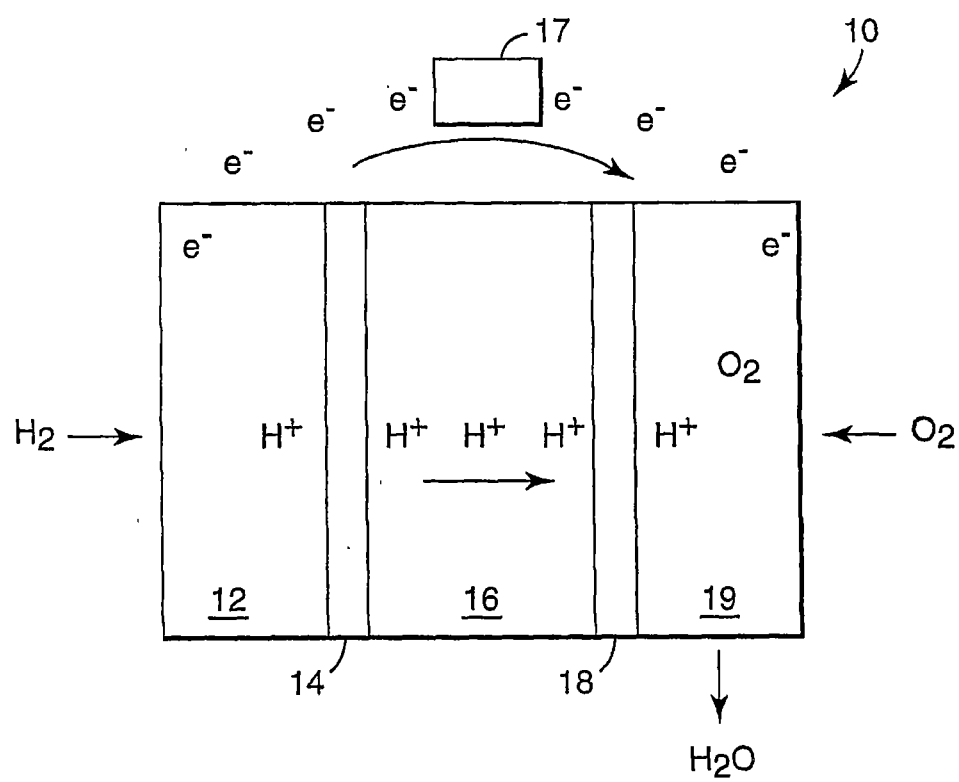


图1a

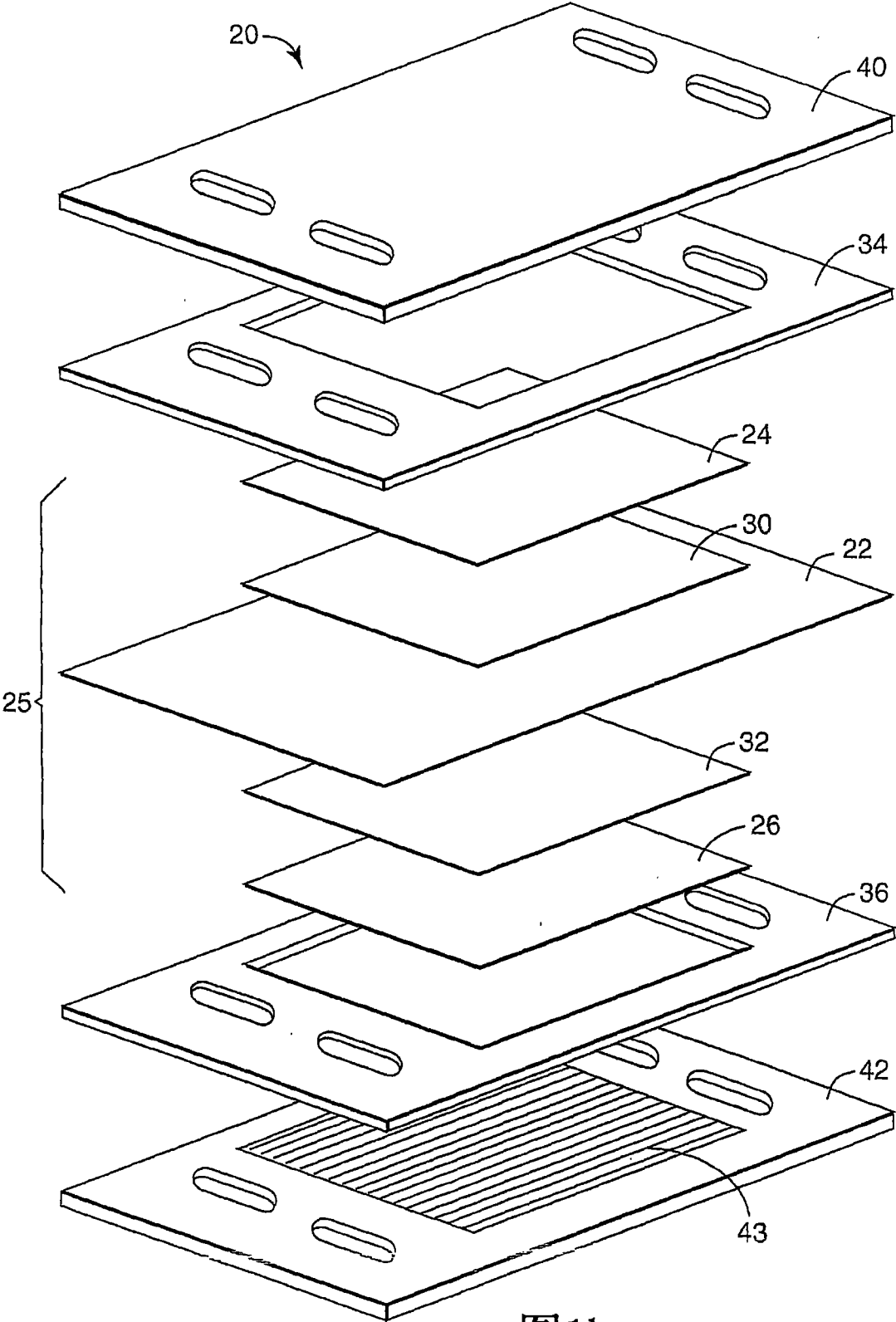


图1b

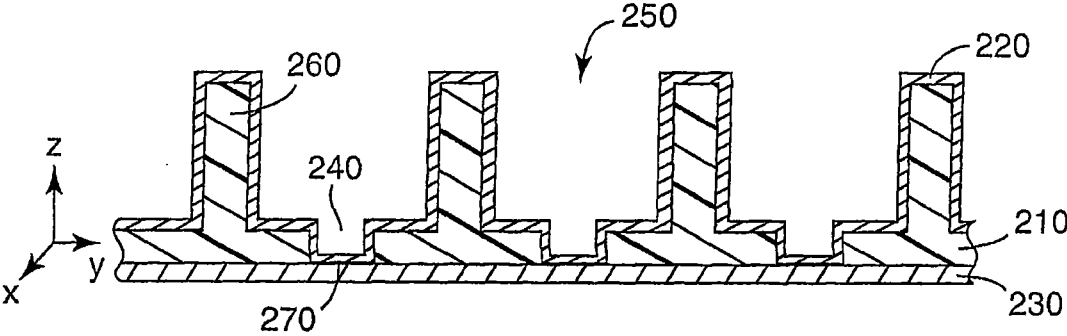


图2

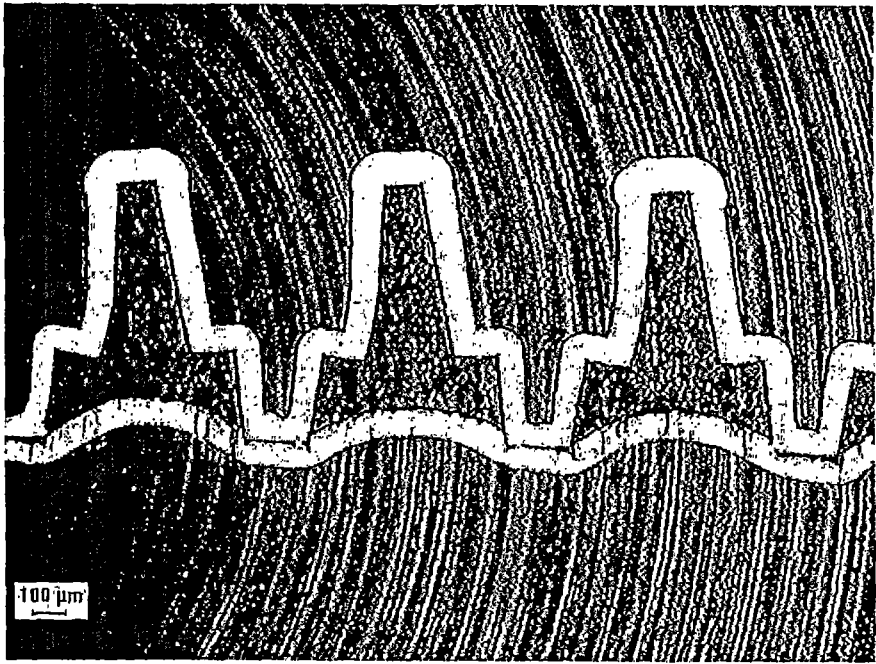


图3

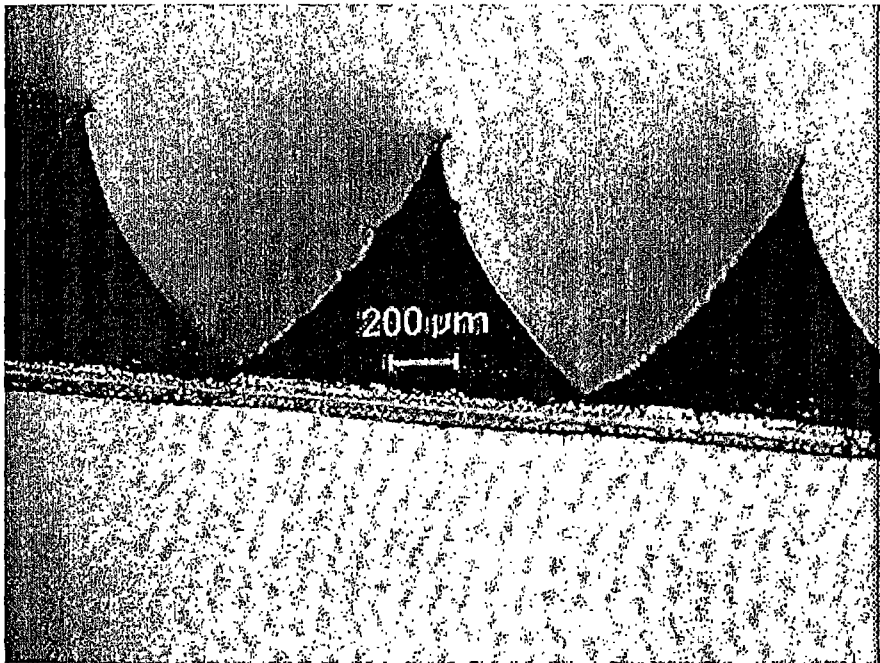


图4

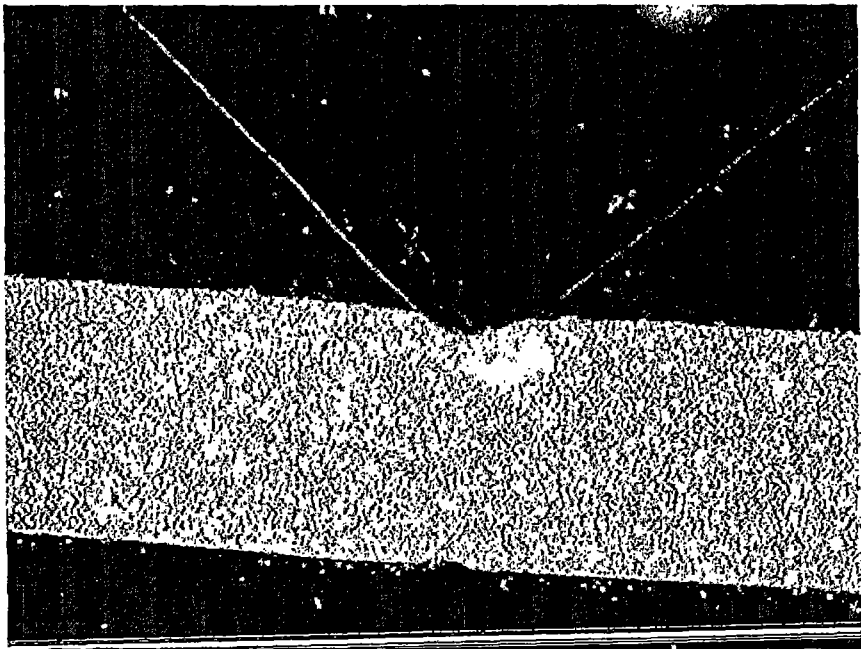


图5

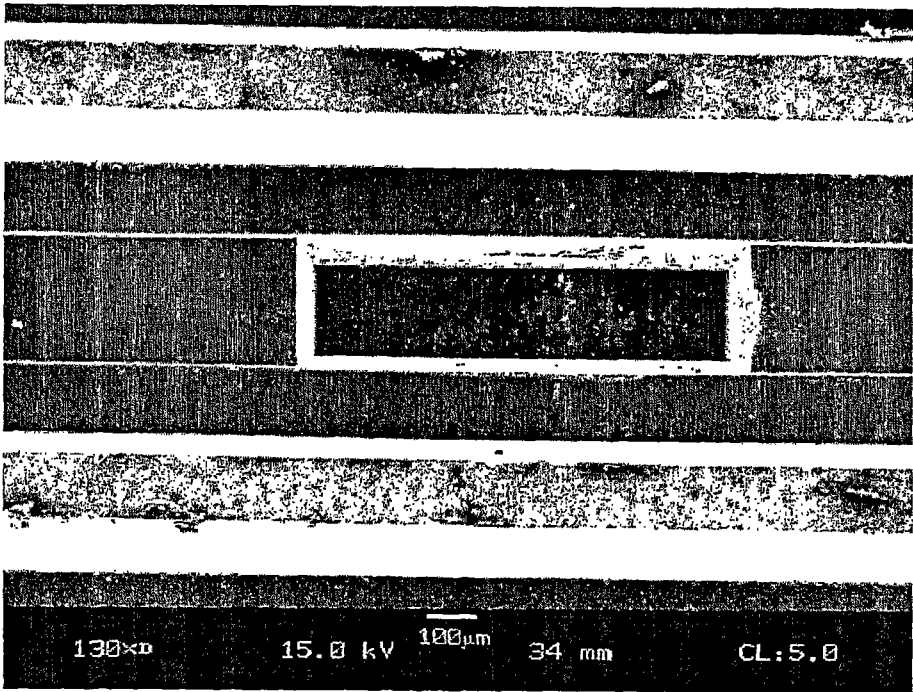


图6

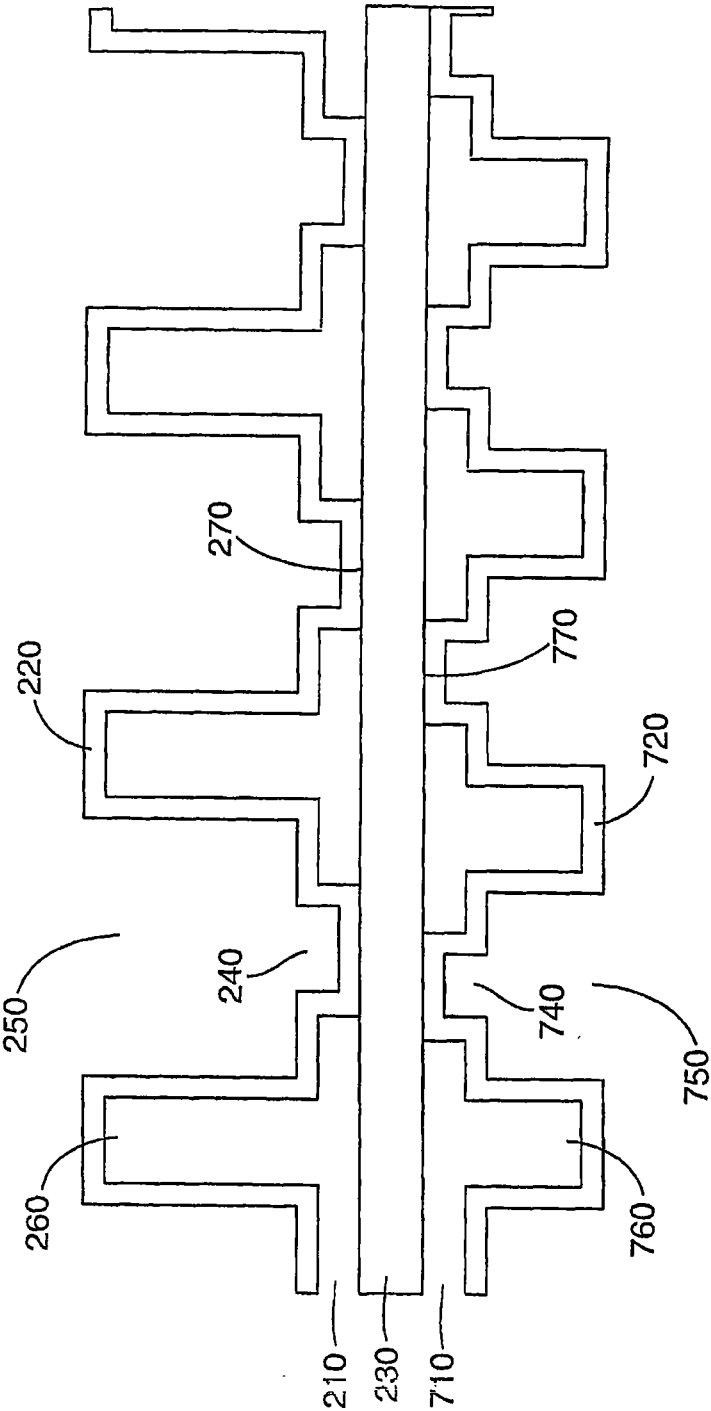


图7

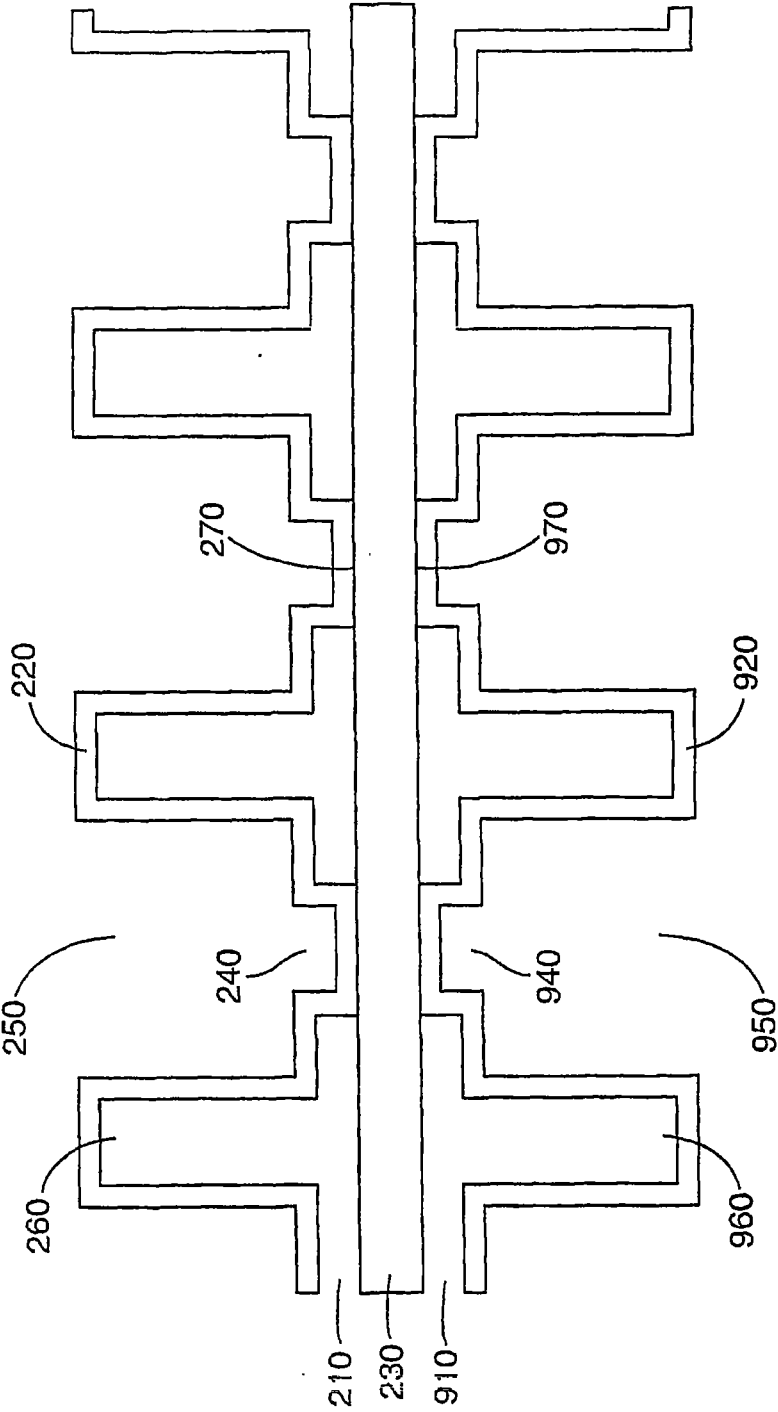


图8

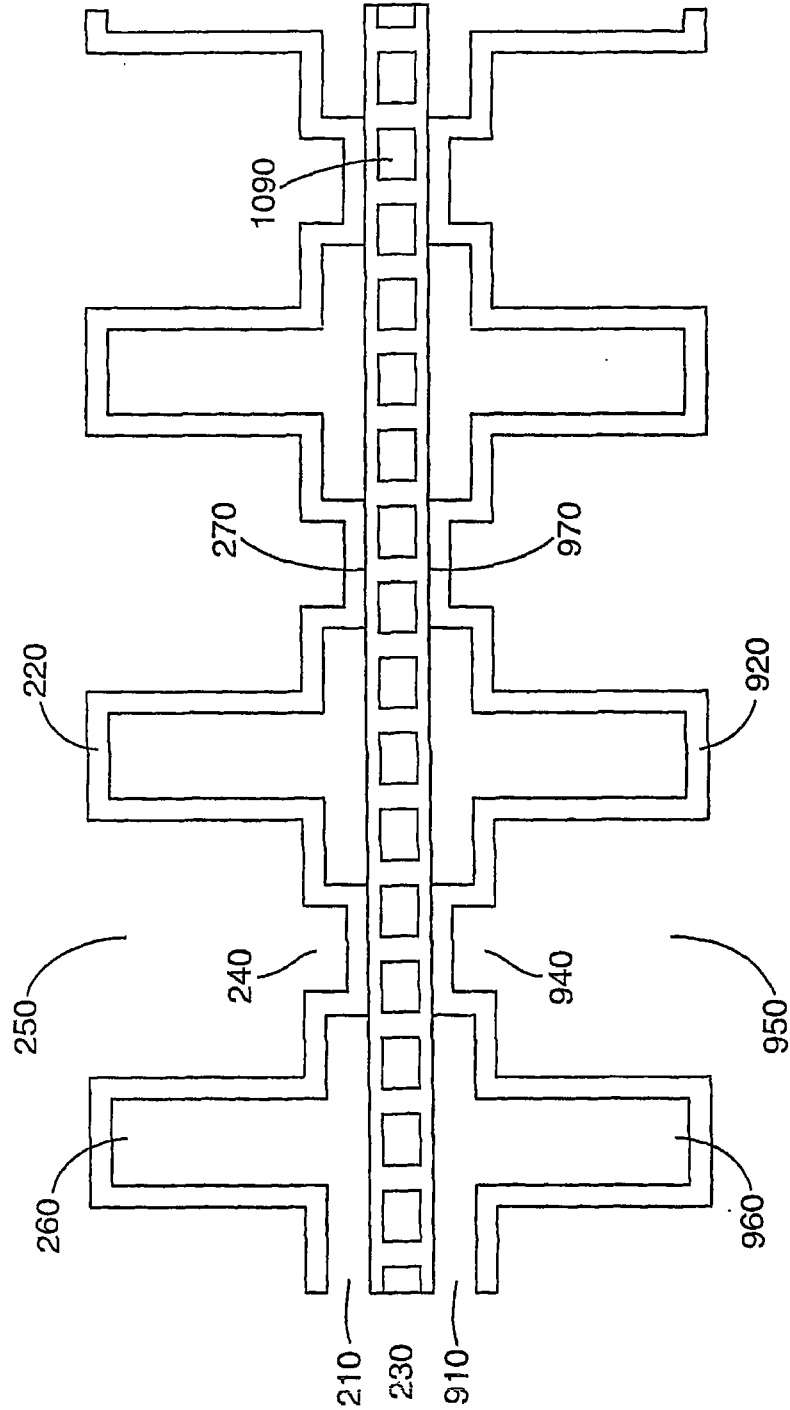


图9

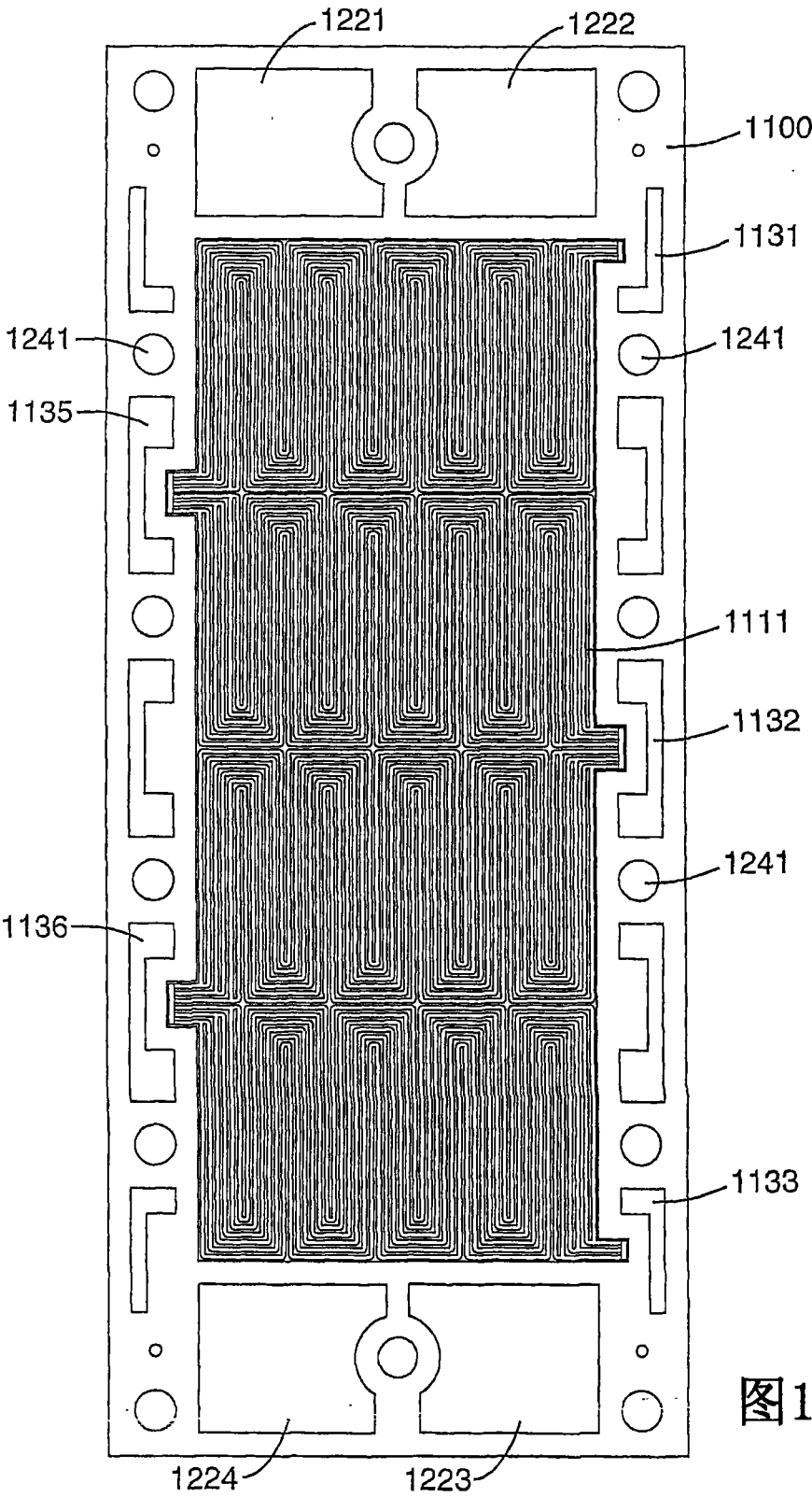


图10

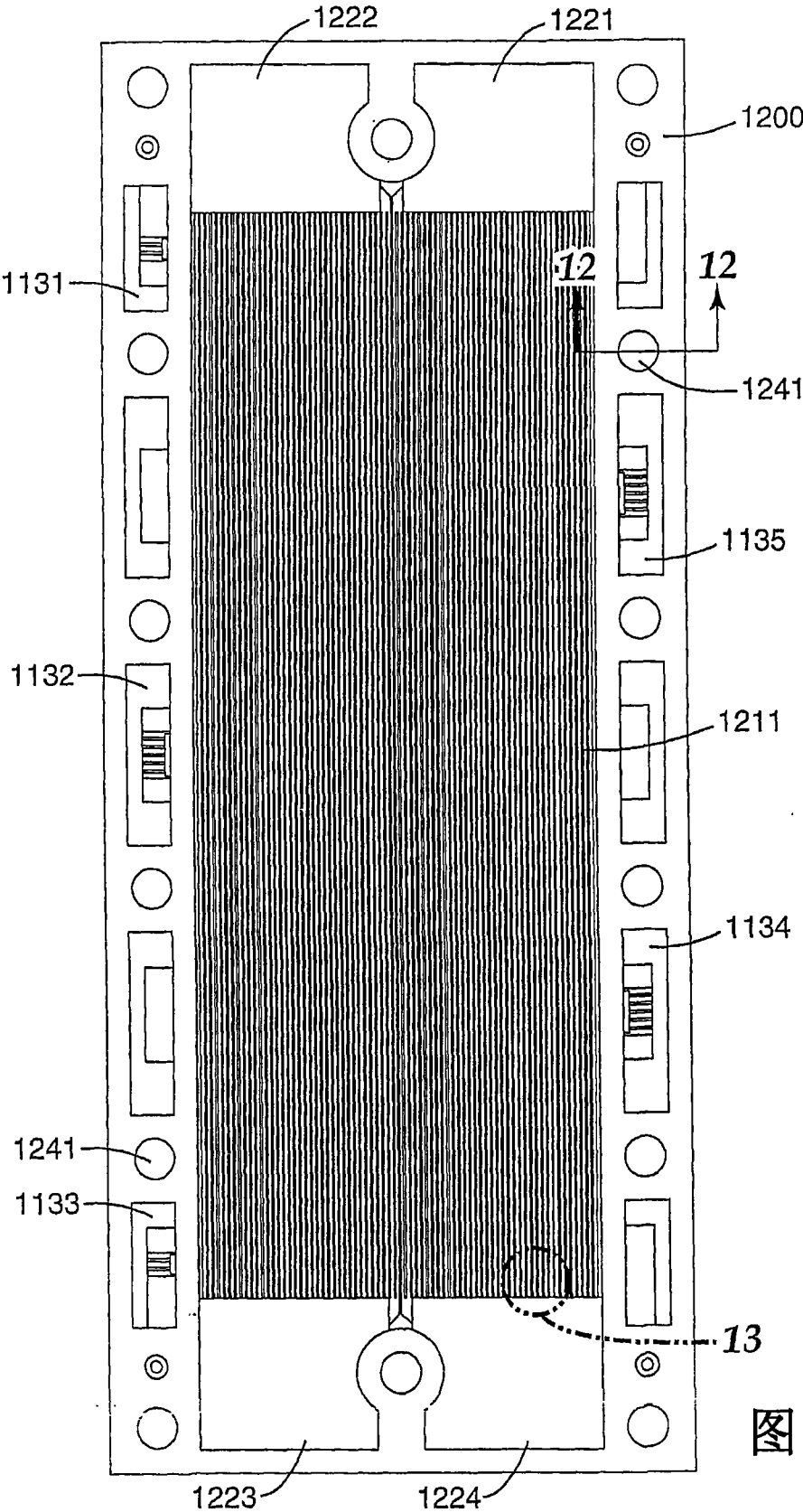


图11

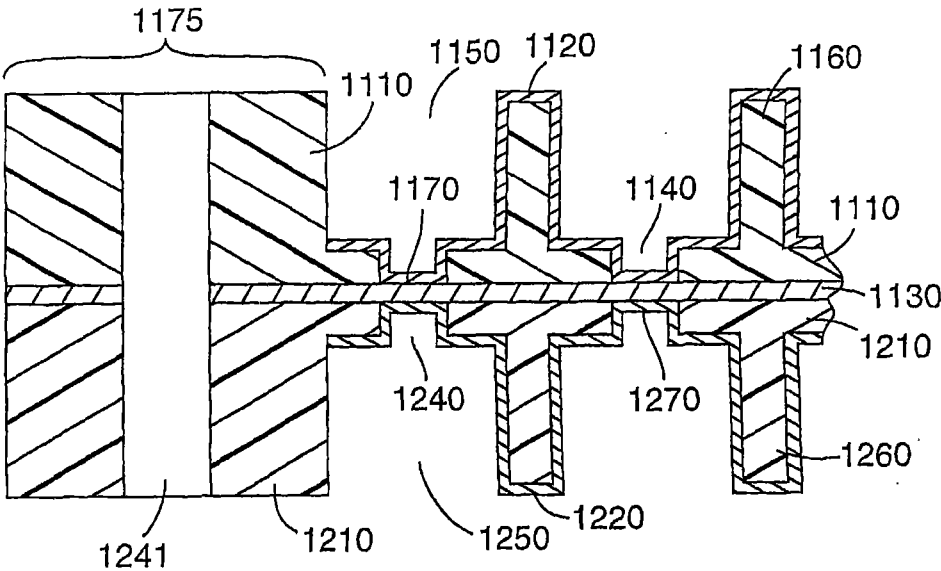


图12

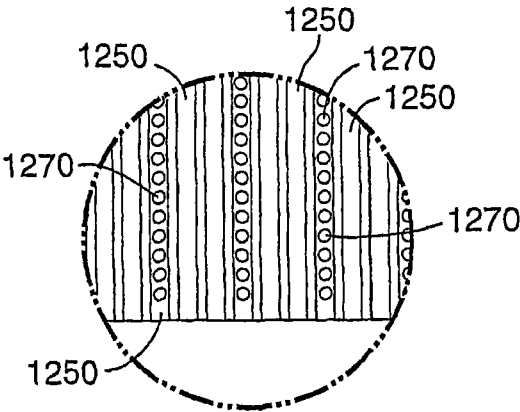


图13

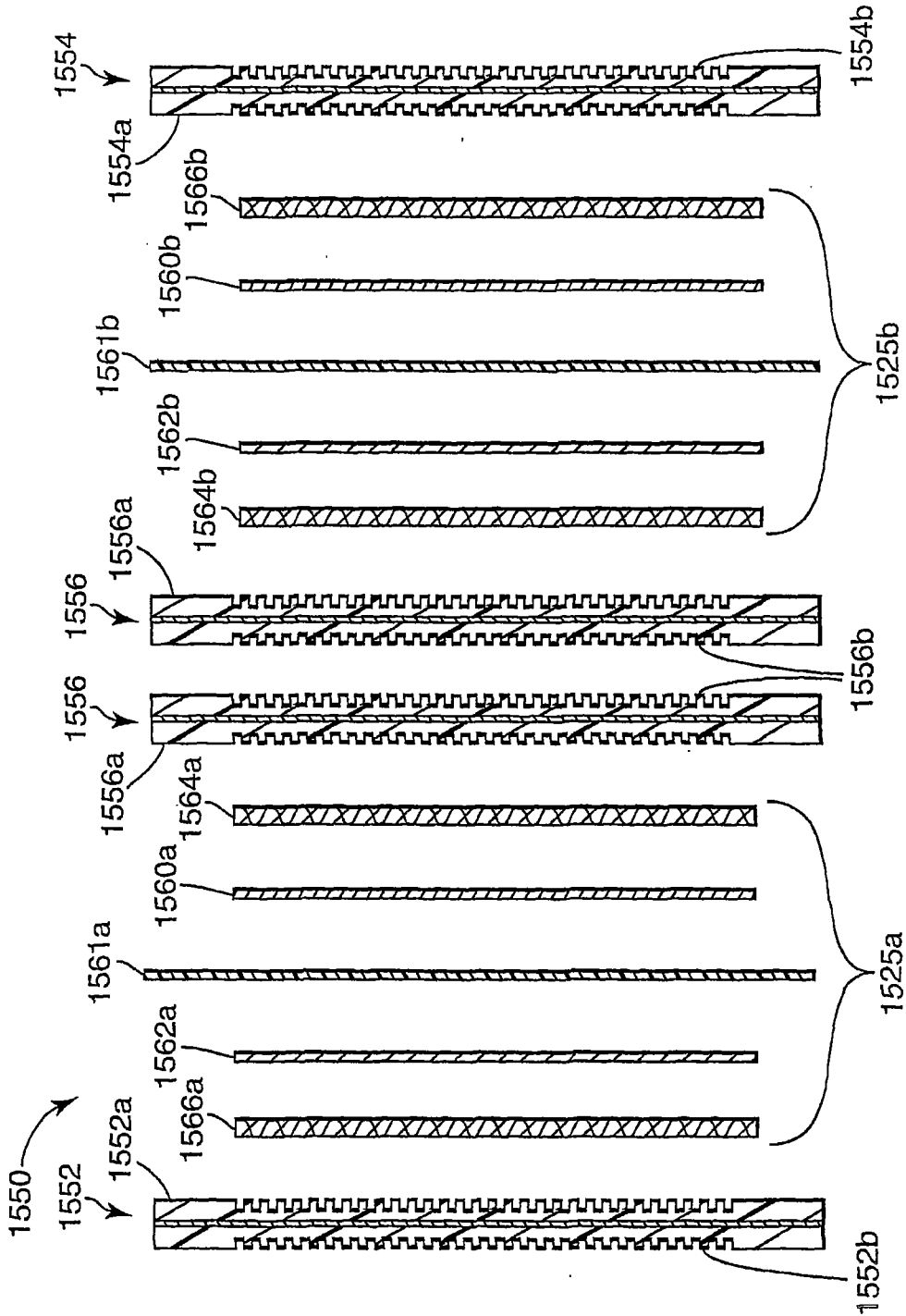


图 14