



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200380109215.7

[45] 授权公告日 2007 年 10 月 17 日

[11] 授权公告号 CN 100344011C

[22] 申请日 2003.12.1

[21] 申请号 200380109215.7

[30] 优先权

[32] 2002.12.4 [33] US [31] 10/310,166

[86] 国际申请 PCT/US2003/038031 2003.12.1

[87] 国际公布 WO2004/051764 英 2004.6.17

[85] 进入国家阶段日期 2005.7.26

[73] 专利权人 通用汽车公司

地址 美国密执安州

[72] 发明人 J·H·李 B·K·布雷迪

R·L·福斯

[56] 参考文献

CN1352812A 2002.6.5

US4751062A 1988.6.14

US6291094B1 2001.9.18

US6350539B1 2002.2.26

US6372376B1 2002.4.16

审查员 朱 科

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 廖凌玲

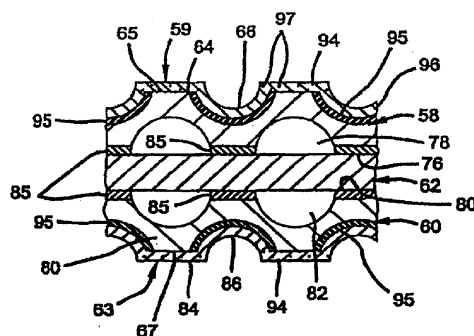
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 5 页

[54] 发明名称

耐蚀质子交换膜燃料电池

[57] 摘要

本发明涉及一种具有催化电极和面对该电极的导电接触元件的质子交换膜燃料电池。导电接触元件传导来自电极的电流，并且具有带有多个钝化区和分散在钝化区之中的多个非钝化区的表面。该表面进一步涂覆有导电耐蚀的涂层。本发明的其它优选方面包括通过钝化方法处理导电接触元件以耐受腐蚀，并仍然保持导电性。



- 1、 一种质子交换膜燃料电池，包括：

催化电极、和面对所述电极用以传导来自所述电极的电流的导电接触元件；

其中所述导电接触元件具有包括多个钝化区域和多个分散在所述钝化区域中的非钝化区域的表面，以及覆盖在所述表面上的导电、耐蚀的涂层。
- 2、 根据权利要求 1 所述的质子交换膜燃料电池，其中所述非钝化区限定出凸台而所述钝化区限定出沟槽，其中所述凸台和沟槽沿所述表面交替布置。
- 3、 根据权利要求 2 所述的质子交换膜燃料电池，其中所述涂层是耐蚀的，含有在所述凸台上的第一聚合物组成和所述沟槽上的第二聚合物组成。
- 4、 根据权利要求 3 所述的质子交换膜燃料电池，其中所述第一组成含有大量导电耐蚀填料颗粒。
- 5、 根据权利要求 3 所述的质子交换膜燃料电池，其中所述第二聚合物组成是不导电的。
- 6、 根据权利要求 2 所述的质子交换膜燃料电池，其中所述涂层为一种聚合物耐蚀保护性涂层，并且所述涂层在所述沟槽上的厚度大于其在所述凸台上的厚度。
- 7、 根据权利要求 1 所述的质子交换膜燃料电池，其中所述导电接触元件包括对腐蚀敏感的金属基体，所述钝化区相对耐蚀，并且所述涂层为一种聚合物耐蚀保护性涂层。
- 8、 根据权利要求 7 所述的质子交换膜燃料电池，其中所述导电接触元件包括铝。
- 9、 根据权利要求 7 所述的质子交换膜燃料电池，其中所述涂层为包含含有大量导电耐蚀填料颗粒的耐蚀聚合物的聚合物耐蚀涂层。
- 10、 根据权利要求 9 所述的质子交换膜燃料电池，其中所述导电颗粒从包括金、铂、镍、钯、铑、铈、铌、钛、铬、稀土金属、石墨、碳、它们的化合物和合金，以及它们的混合物的组中选择。
- 11、 根据权利要求 9 所述的质子交换膜燃料电池，其中所述聚合物从包括环氧树脂、硅氧烷、聚酰胺酰亚胺、聚醚酰亚胺、多酚、氟

- 代弹性体、聚酯、苯氧-酚醛树脂、环氧-酚醛树脂、丙烯酸树脂、聚氨酯的组中选择。
- 12、一种处理具有带有一个或者多个气体分配区域的表面的隔板的方法，包括以下步骤：  
钝化隔板的气体分配区域，在其上形成耐蚀的钝化层；以及在隔板所述表面上施加涂层，所述涂层是耐蚀的。
- 13、根据权利要求 12 所述的方法，其中所述钝化步骤通过钝化双极板的整个表面，然后从气体分配区之间的区域除去所述钝化层而实施。
- 14、根据权利要求 12 所述的方法，其中所述气体分配区为在隔板所述表面中的沟槽，并且所述沟槽分散在凸台之间。
- 15、根据权利要求 14 所述的方法，其中在所述钝化步骤之前，向所述凸台上施加掩模的步骤保护所述凸台在所述钝化步骤中不被钝化，并且其中所述钝化步骤钝化所述沟槽。
- 16、根据权利要求 15 所述的方法，其中刚刚在钝化所述沟槽的所述钝化步骤之后，在施加涂层的所述步骤之前，又一个步骤用以从所述凸台上去除所述掩模。
- 17、根据权利要求 12 所述的方法，其中施加涂层的所述步骤之后，又一个步骤用以钝化在所述涂层中存在针孔的全部涂覆表面区域，由此钝化所述针孔下面的隔板区域。
- 18、一种形成隔板的方法，所述隔板包括具有带有由多个分散在凸台之间的沟槽限定出轮廓的表面的基体，所述方法包括：  
(1) 施加一掩模至基体的第一区域；  
(2) 在基体的第二未被遮盖区域中刻蚀出沟槽图案；  
(3) 钝化所述第二区域的所述沟槽；以及  
(4) 在该基体表面上施加涂层。
- 19、根据权利要求 18 所述的方法，包括在步骤(3)之后从所述第一区域去除该掩模。
- 20、根据权利要求 19 所述的方法，包括在步骤(4)之前和在去除该掩模的所述步骤之后，存在又一个步骤，即清洁该基体的所述第一区域以去除至少一部分其上存在的全部氧化物。
- 21、根据权利要求 18 所述的方法，其中在施加涂层的步骤(4)之后，

处理步骤钝化被在该施加的涂层中的针孔暴露出的下面的基体的任何区域。

22、一种处理具有基体的隔板的方法，该方法包括：

(1) 清洁该基体的表面以除去至少一部分其上存在的全部氧化物；

(2) 用导电、耐蚀层涂覆该基体；

(3) 处理基体以钝化被在该施加的涂层中的针孔暴露出的下面的基体的任何区域。

## 耐蚀质子交换膜燃料电池

### 技术领域

本发明涉及质子交换膜燃料电池，更具体而言，涉及耐蚀隔板及其制造方法。

### 背景技术

燃料电池已被建议作为机动车辆和其它应用的电源。一种已公知的燃料电池是 PEM(即质子交换膜)燃料电池，所述 PEM 燃料电池包括所谓的“膜电极组件”，该“膜电极组件”含有薄的固体聚合物膜-电解质，在膜-电解质一个表面上具有阳极而在相对表面上具有阴极。阳极和阴极一般含有精细分散的碳颗粒，非常精细分散的催化剂颗粒担载在碳颗粒内外表面上，且质子导电材料与催化剂和碳颗粒相混合。

膜电极组件被夹在一对作为阳极和阴极的集电器的导电接触元件之间，并可以在其中含有合适的通道和开口，用以在相应阳极和阴极的表面上分配燃料电池气体反应物(即  $H_2$  和  $O_2$ /空气)。

双极 PEM 燃料电池包括串联堆叠在一起的多个膜电极组件，但是由不能透过的导电接触元件也就是通常所说的双极板或者隔膜彼此隔开。隔膜或者双极板具有两个工作表面，一个表面面对一个电池的阳极而另一个表面面对电池堆中下一个相邻电池的阴极，且双极板在相邻电池间导通电流。在电池堆末端的接触元件仅仅接触末端电池而被称为端板。

在  $H_2$ - $O_2$ /空气 PEM 燃料电池环境中，双极板和其它接触元件(比如端板)持续接触含有  $F^-$ 、 $SO_4^-$ 、 $SO_3^-$ 、 $HSO_4^-$ 、 $CO_3^-$  和  $HCO_3^-$  等的强酸性溶液(pH 3-5)。而且，阴极在高氧化性环境下工作，最大会被极化至+1V 左右(相对于标准氢电极)并暴露在加压空气中。最后，阳极持续暴露在超过大气的氢中。因此，由金属制成的接触元件在燃料电池环境中必须能够耐酸、耐氧化和氢脆。由于很少有金属可以满足这样的标准，因此接触部件一直以来常用大片石墨制备，其在 PEM 燃料电池环境中是耐蚀和导电的。但是，石墨非常易碎并多孔，这使得非常难于制备成十分薄的气体不能透过的板。

轻金属，比如铝及其合金也已经被建议用于制造燃料电池接触元

件。这种金属比石墨导电性更好，并能够成形出非常薄的板。不幸的是，这样的轻金属在不友好的 PEM 燃料电池环境中容易产生腐蚀，由它们制备出的接触元件会溶解(比如在铝的情况下)，这将会增加燃料电池的内阻并降低燃料电池的性能。

考虑到轻金属比如铝的腐蚀敏感性，已经在努力开发保护性涂层。但是，一些这样的保护方法使铝板的电阻增加至不可接受的程度。其它保护方法虽然使导电性保持在可接受的程度，但是不能足以达到所需的保护水平。

因此，需要耐蚀并且导电的导电双极板以提高燃料电池的功率输出和效率。

### 发明内容

本发明提供一种具有催化剂电极和面对该电极的导电接触元件的质子交换膜燃料电池，其中导电接触元件传导来自电极的电流，而且导电接触元件具有带有多个钝化和非钝化区的表面，非钝化区分散在钝化区之中，并且导电耐蚀的涂层被施加在该表面上。

本发明的另一个方面包括用于处理导电接触元件的方法，以为导电接触元件提供耐蚀性并仍然具有导电性。

本发明的其它适用领域将通过此后的详细描述变得显而易见。应该理解的是这些详细的描述和具体的实施例，尽管表明了本发明的最优实施例，只是说明性的而非旨在对本发明的限定。

### 附图说明

本发明通过详细描述和附图将得到更好的理解，其中：

图 1 为在液体冷却的 PEM 燃料电池堆中的两个电池的示意图；

图 2 为在如图 1 所示 PEM 燃料电池堆中使用的双极板的分解立体图；

图 3 为沿着图 2 中 3-3' 方向的截面图，图中示出了本发明的一个优选实施例，其具有钝化层和聚合物导电耐蚀层；

图 4 为图 3 所示双极板的放大部分；

图 5 为本发明的一个优选实施例的工作表面的部分横断面视图，图中示出了钝化层和典型的聚合物膜；

图 6 为本发明的一个优选实施例的工作表面的部分横断面视图，图中示出了具有无遮盖区域；具有遮盖区域、聚合物层和钝化层的基体；

图 7 为本发明的一个优选实施例的工作表面的部分横断面视图，具有部分去除的工作表面层、钝化层和聚合物层；和

图 8 为本发明的一个优选实施例的工作表面的部分横断面视图，图中示出了钝化层和在沟槽内没有施加导电颗粒的第一聚合物层，以及在凸台上施加了导电颗粒的第二聚合物层。

### 具体实施方式

下面对优选实施例的描述本质上仅是示例性的，而决不是旨在限制本发明、其应用或者使用。

本发明预期一种用在电化学燃料电池中的隔板(比如燃料电池堆中的双极板)，其使用经过处理而耐蚀的轻质导电材料，其可以显著的提高燃料电池的效率并延长使用寿命。首选，为了更好的理解本发明，在这里提供一个对典型燃料电池和燃料电池堆的说明。

图 1 示出了两个质子交换膜(PEM)燃料单电池，所述燃料电池相互连接在一起构成电池堆，所述电池堆具有一对由液体冷却的导电双极隔板 8 相互隔开的膜电极组件(MEAs) 4 和 6。一个在电池堆中没有串联连接的燃料单电池具有带有单个电活性侧的隔板 8。在电池堆中，优选的双极隔板 8 一般具有两个电池堆内的电活性侧 19、21，每一活性侧 19、21 分别面对隔开的具有相反电荷的膜电极组件 4、6，因此被称为“双极板”。如在这里所述，燃料电池堆被描述成具有导电双极板，但是本发明同样适用于单个燃料电池内的导电板。

膜电极组件 4 和 6 以及双极板 8 在不锈钢夹板 10 和 12 之间叠置在一起。端部接触元件 14 和 16，以及双极板 8 的两个工作表面包括多条沟槽或者通道 18、20、22 和 24，用于将燃料和氧化气体(即  $H_2$  和  $O_2$ )分配至膜电极组件 4 和 6。不导电的垫圈或者密封装置 26、28、30 和 32 提供了多个燃料电池堆部件之间的密封和电绝缘。气体可透过的导电扩散介质 34、36、38 和 40 压在膜电极组件 4 和 6 的电极表面上。端部接触元件 14 和 16 分别压在扩散介质 34 和 40 上，而双极板压 8 压在膜电极组件 4 的阳极表面上的扩散介质 36 上，以及压在膜电极组件 6 的阴极表面上的扩散介质 38 上。

氧通过合适的供给管路 42 从存储罐 46 供应至燃料电池堆的阴极侧，而氢通过合适的供给管路 44 从存储罐 48 供应至燃料电池的阳极侧。另一种可选方式是，空气可以从周围环境中供应至阴极侧，而氢从甲醇或者石油重整装置等供应至阳极。还提供用于膜电极组件的  $H_2$  和  $O_2$ /空气侧的废气管路(未示出)。附加管路 50、52、54 被设置用以

使冷却剂循环通过双极板 8 和端板 14 和 16。

图 2 为包括第一外部金属板 58、第二外部金属板 60、和位于第一金属板 58 和第二金属板 60 之间的内部金属垫板 62 的双极板 56 的立体分解图。外部金属板 58 和 60 被制造成尽可能的薄(比如约 0.002-0.02 英寸厚); 可以通过冲压、通过光蚀刻(即通过光刻用掩模)或者用于金属薄片成型的任何其它常规方法成形。

外部金属板 58 在其面对膜电极组件(未示出)的外侧具有第一工作表面, 并且形成以提供多个凸台 64, 所述凸台在其间限定出多条被称为“流场”的沟槽 66, 燃料电池反应气体(即  $H_2$  或  $O_2$ )通过所述沟槽从双极板的进口侧 68 沿弯曲的路径流向出口侧 70。当燃料电池组装好时, 凸台 64 施压于扩散介质 36、38(图 1), 其又分别施压于膜电极组件 4 和 6。为了简单绘制起见, 图 2 仅示出了两列凸台和沟槽。实际上, 凸台和沟槽将覆盖与扩散介质 36 和 38 相接合的金属板 58 和 60 的整个外表面。反应气体从沿着燃料电池一侧 68 设置的集管或者歧管沟槽 72 供应至沟槽 66, 并且通过紧邻燃料电池相对侧 70 设置的另一条集管/歧管沟槽 74 排出沟槽 66。

金属板 60 与金属板 58 相似。金属板 60 的内表面(即冷却剂侧)如图 2 所示。在这一点上, 示出了多个脊部, 所述脊部在其间限定出多条通道 82, 冷却剂从双极板的一侧 69 通过所述通道流至另一侧 71。与板 58 相类似且如图 3 所示, 图 3 是沿图 2 中线 3-3' 的截面图, 板 60 的外侧具有工作表面 63, 所述工作表面上面具有多个凸台 84, 所述凸台限定出多条通过反应物气体的沟槽 86。一块内部金属垫板 62 设置在外部板 58 和内部板 60 之间, 并在其中包括多个通孔 88 以允许冷却剂在板 60 中的通道 82 和板 58 中的通道 78 之间流动, 由此打破层流边界层并提供湍流, 所述湍流分别增强了与外部板 58 和 60 的内表面 90 和 92 的热交换。本领域技术人员应该能够理解的是, 在燃料电池单电池导电板上也可以使用相似的结构, 其在内部以膜电极组件为边界, 在外部以端板为边界, 其中沿活性表面可以使用冷却剂流场。

图 4 为沿图 2 中线 3-3' 的截面的放大图, 图中示出了在第一板 58 上的脊部 76 和在第二板 60 上的脊部 80, 所述脊部被粘合(比如通过铜焊 85)到垫板 62 上。根据本发明, 形成接触元件板 58、60 的基体金属包括腐蚀敏感的金属比如铝。如在此处所使用的, 腐蚀是指一般通过电化学溶解产生的对材料的非故意的破坏性侵蚀。由此腐蚀敏感材料, 比如金属, 易于在燃料电池操作环境中分解。

本发明的优选实施例, 通过如图 4 所示的预防性涂层保护第一或



者第二板 58、60 的基体金属的工作表面 59、63 不受氧化和酸的腐蚀。第一和第二板 58、60 的工作表面 59 和 63 的基体表面 65、67 涂覆有耐蚀性保护涂层 94。耐蚀是指材料对腐蚀，包括化学腐蚀机理比如：氧化(即不可逆电化学反应)，酸腐蚀或者两者同时发生，降低的敏感性。“相对”耐蚀是指与其它相似材料相比，材料具有更好的抵抗腐蚀的能力，由此产生更低的腐蚀速率和更长的使用寿命。

根据如图 4 所示的本发明的优选实施例，第一和第二板 58、60 的工作表面 59、63 被钝化。暴露于燃料电池中的有害或者腐蚀性环境中的表面发生钝化，以在基体表面 65、67 上形成钝化层 95。如此处所使用的，钝化一般是指对金属的一般性处理以赋予该表面更小的化学反应性和/或电化学非活性，由此更小的腐蚀敏感性。进一步进行说明，钝化一般是指通过使合适的试剂比如低溶解度的氧化物、磷酸盐或者铬酸盐化合物与金属表面发生反应产生的转化涂层，改变了表面性质包括阻抗的改变。一种优选的钝化方法是第一和第二板 58、60 的铝金属基体的阳极化。阳极化是本领域公知的技术，一般是指一种电解过程，其中金属被阳极化处理形成赋予金属板电化学惰性的保护性氧化膜。进一步进行说明，阳极化一般是指一种使铝的自然氧化膜增厚的电解过程，这样显著增加了耐蚀性。在本发明的一个优选实施例中，阳极化形成了金属氧化物，比如铝的氧化物的表面层，其具有比基底金属，金属铝低得多的电化学反应性。由此，阳极化的金属更加耐蚀。此外，铝的氧化物层提供了此后施加涂层的良好粘合性能。这使得涂层中的潜在缺陷，比如暴露未涂覆金属区域的针孔减至最少。这些针孔产生于金属表面的小的未保护区域，并有可能成为腐蚀的生长位置。这样的位置可能会在表面上进一步扩大，因此表面上的钝化层通过增加各种随后施加的涂层的附着性能，使这种缺陷的产生减至最少。

现有技术中公知多种不同的铝阳极化方法。阳极化方法的选择取决于合金特性和电池中操作所需的保护层。举例来说，一种阳极化方法在铝上使用铬酸形成铝的氧化物，且在“金属手册”第 8 版，第二卷，第 621 页(美国金属学会，1964)中有更详细的描述。根据所使用的阳极化方法，形成钝化层 95 的处理时间的变化范围为从大约 5 分钟到 4 个多小时。而形成的膜厚度的变化范围为从 5 $\mu\text{m}$  到大于 700 $\mu\text{m}$ 。在另一可选优选实施例中，可以使用化学转化涂层钝化金属表面，其中金属在氧化-还原化学反应中被转化为活性更小的物质。

最小化隔板或者双极板的导电性的阻抗对保持燃料电池的功率输

出和效率是重要的。电化学惰性钝化层可能会减小燃料电池内隔板的导电性。在根据本发明的优选实施例中，双极板 56 的电接触部分，即与导电性扩散介质 34、36、38、40 接触的凸台 64 上的钝化层 95 被除去，而充分覆盖双极板的剩余部分，如沟槽 66。这样重新建立了导电扩散介质 34、36、38、40 与双极板 8 的凸台 64 之间的电接触，减少了钝化层 95 的电阻对双极板 56 的功能的影响。优选的去除方法包括用机械或者化学方法除去钝化层 95，或者磨掉钝化层 95，但是本领域技术人员所公知的任何除去金属层的手段都能满足要求，只要能够重新建立电接触。

在本发明优选实施例的另一方面中，保护性涂层 94 包括施加在第一和第二板 58、60 的工作表面 59、63 上的聚合物涂层 96。选择聚合物涂层中的聚合物使其与双极板 56 的金属基体表面 65、67 相容，以及使其具有耐蚀性和导电性。这样的聚合物包括任何交联或者固化后不溶于水的聚合物，其可以在金属基体下形成薄的附着膜，并能够经受燃料电池的有害的氧化性和酸性环境。因此，聚合物，如环氧树脂、硅氧烷、聚酰胺酰亚胺、聚醚酰亚胺、多酚、氟代弹性体(比如聚偏二氟乙烯)、聚酯、苯氧-酚醛树脂、环氧-酚醛树脂、丙烯酸树脂、聚氨酯可以用于本发明中。优选交联聚合物产生提供耐蚀性的不可渗透的涂层。

应用这样的聚合物涂层 96 可以进一步将任何由保护性涂层 94 产生的电阻率增加值减至最小。优选地，聚合物涂层 96 是导电的，具有小于约  $50\Omega\cdot\text{cm}$  左右的电阻率。取决于所选择的聚合物的特性，聚合物涂层 96 可以选择性地进一步包括分散在整个耐酸、抗氧化聚合物基体中的抗氧化的、不溶于酸的、导电颗粒 97(即小于大约  $50\mu\text{m}$ )。这些导电颗粒 97 进一步减小了保护性涂层 94 的电阻率。

导电颗粒 97 可以从包括金、铂、石墨、碳、镍、导电金属硼化物、氮化物和碳化物(比如氮化钛、碳化钛、二硼化钛)、含有铬和/或镍、钨、铌、铍、铈、稀土金属和其它贵金属的钛合金的组中选择。最优选地，颗粒 97 包括碳或者石墨(即六角形结晶碳)。颗粒 97 在聚合物涂层 96 中具有变化的重量百分比，所述重量百分比取决于聚合物自身的导电性能(确定所需导电性的程度)以及进一步颗粒 97 的密度和导电性(即具有高导电性和低密度的颗粒可以使用更低的重量百分比)。含有碳/石墨的涂层 96 一般含有 25% 重量百分比的碳/石墨颗粒 97。含有许多导电填料颗粒的耐蚀聚合物在 Fronk 等的美国专利 US 6,372,376 中进一步描述，该专利结合在这里。

聚合物涂层 96 可以通过多种方式施加在基体表面 65、67 上, 比如(1) 电泳沉积, (2) 刷涂, 喷涂或者涂敷, 或者(3)层压法, 或者(4) 粉末涂覆。聚合物物质的粉末涂层是特别优选的, 因为它可以被有效地沉积而很少浪费, 可以覆盖具有先前存在的聚合物涂层的表面, 并且较其它聚合物应用方法可在更厚的涂层上基本均匀地沉积。粉末涂覆是本领域公知的技术, 通过当它们排出具有衬里(比如 Teflon®)的喷涂器时, 给干燥的聚合物颗粒加上一般大于 80kV 的电压, 可用于在多种导电或者不导电的基体上进行涂覆。多种聚合物可以应用这一技术, 包括但不限于环氧树脂、聚酰胺和聚酰亚胺, 进行涂覆。电泳沉积的涂层 96 也是有利的, 因为它们可以在形成少量废料的自动化过程中快速沉积, 并且还可以被基本均匀地沉积在具有类似那些用于在接触元件的工作表面上形成反应物流场的复杂和凹入的表面的基体上。电泳沉积是一种公知的技术, 用以涂覆多种导电基体比如汽车和卡车的车体。举例来说, 阴极环氧树脂、丙烯酸树脂、聚氨酯和聚酯可以用于这种电泳沉积涂层方法。随后烘干经过涂覆的接触元件 58、60, 使该涂层固化、交联和致密化。

一种施加聚合物涂层的替代方法是首先形成聚合物不连续膜(比如通过溶剂浇注、挤出成形等), 然后比如通过热轧层压至接触元件 58、60 的工作表面 59、63 上。在这一涂覆方法中, 不连续膜优选包含增塑剂以改进该膜的加工性能, 由此在基体 58 和 60 上形成足够柔软因而易于成型(比如冲压)的涂层, 而不会在接触元件 58、60 通过冲压成型时使膜撕裂或者破裂。氟代弹性体比如聚偏二氟乙烯等可用于这一实施例, 并可以使用常用的增塑剂比如邻苯二甲酸二丁酯。

另一种可选方式是, 聚合物膜 96 通过喷涂、刷涂或者涂敷(比如使用刮浆刀)施加到基体 58、60 的工作表面 59、63 上。通过将聚合物溶解在合适的溶剂中形成涂层前驱体, 可选择地, 可以在溶解的聚合物中混合导电填料颗粒 97, 然后以湿浆料形式将其施加在基体 58、60 上。然后干燥湿涂层(即除去溶剂)并且根据需要进行固化(比如对于热固树脂)。如果存在的话, 导电颗粒 97 时通过无溶剂的聚合物粘附在基体 58、60 上。

可以用于这种喷涂、刷涂或者涂敷应用的优选聚合物包括聚酰胺酰亚胺热固性树脂。聚酰胺酰亚胺溶解在含有 N-甲基吡咯烷酮、丙二醇和甲基醚醋酸酯(methyl ether acetate)混合物的溶剂中。可选择地, 向这一溶液中加入大约 21% 至大约 23% 重量百分比的石墨和碳黑颗粒的混合物, 其中石墨颗粒尺寸在大约 5 $\mu$ m 至大约 20 $\mu$ m 范围内, 而

碳黑颗粒尺寸在大约  $0.5\mu\text{m}$  至大约  $1.5\mu\text{m}$  范围内, 较小尺寸的碳黑颗粒用于填充较大石墨颗粒之间的空隙, 由此与全部为石墨的涂层相比增加了涂层的导电性。将混合物施加在基体 58、60 上, 干燥并固化得到大约  $15\text{-}30\mu\text{m}$  厚度的涂层 96(优选大约  $17\mu\text{m}$ ), 具有大约 38% 重量百分比的碳-石墨含量(如果使用的话)。其可以在低温(即  $<400^\circ\text{F}$ )下缓慢固化, 或者在一种两个步骤的方法中更快固化, 其中首先通过在大约  $300^\circ\text{F}\text{--}350^\circ\text{F}$  温度下加热 10 分钟除去溶剂(即干燥), 接着在更高温度( $500^\circ\text{F}\text{--}750^\circ\text{F}$ )下加热大约 30 秒至大约 15 分钟(取决于所使用的温度)以固化聚合物。

本发明的一个方面的保护性涂层 94 可以通过聚合物涂层 96 和钝化层 95 的多种结构而获得。根据本发明的优选实施例, 双极板 56 的整个表面 65、67 通过阳极化或者相似的方法被钝化, 可以包括转化涂覆方法以形成钝化层 95。通过第一步骤在双极板凸台区域上形成的钝化层 95 通过比如机械剥离被除去。然后将整体分散有导电颗粒的导电聚合物涂层涂覆在整个双极板上。

在一个优选实施例中, 仅从凸台区域 64 中除去钝化层 95, 在双极板的通道或者沟槽区域 66 上仍然保持有钝化层 95。仅从凸台区域 64 上去除钝化层使得电导率最大化。保持在通道或者沟槽 66 区域上的钝化层 95 使得耐蚀性最大化。增加聚合物涂层 96 防止了在电活性凸台区域 64 上形成自然氧化物。自然氧化物的形成降低了双极板的电导率。

图 5 示出了双极板 56 的部分视图, 描绘了第一板 58 的单活性侧 19 的一个优选实施例。整个双极板 56 的工作表面 59 通过阳极化等方法被钝化。然后仅通过仅将第一钝化层 100 从凸台区域 64 上去除的机械剥离、化学蚀刻或者相似方法将得到的第一钝化层 100 从凸台区域 64 上去除。接着在整个双极板 56 的基体表面 65 上涂覆耐蚀聚合物层 96。最后, 整个基体表面 65 被第二次钝化。第二次钝化处理在下面的钝化层 100 和耐蚀聚合物层 96 的所有针孔 104(或者基体表面 65 上未涂覆区域)的位置处形成铝的氧化物, 进一步最小化该板 58 的腐蚀。

流场或者通道(即凸台 64 和沟槽 66)经常通过围绕着被遮盖区域进行光化学蚀刻来形成, 其中未被遮盖区域被除去以形成沟槽或者通道。根据本发明的另一个优选实施例, 如图 6 所示, 双极导电板 56 具有蚀刻掩模 106 留在基体表面 65 上, 由此凸台区域 64 没有暴露在随后的钝化/处理过程中。掩模是施加在基体上并在钝化过程中保持稳

定的任何材料，一般由不透明材料制成，比如光掩模。双极板 56 的未被遮盖部分通过阳极化等方法被钝化。紧随着钝化，蚀刻掩模 106 从双极板 56 上除去。凸台区域 64(即在钝化过程中由掩模 106 覆盖的区域)可能在掩模边缘处 108 具有形成一些钝化或者氧化物，由此可选地，凸台区域 64 可具有由机械剥离、化学蚀刻或者相似方法除去的氧化物存在。然后在由掩模方法形成的具有沟槽 66 的整块双极板 56 上涂覆耐蚀聚合物层 96，如图 7 所示。这一聚合物层 96 可以包括导电颗粒 97。该被涂覆的双极板 56 可选择地可以进行二次钝化。第二次钝化确保涂层 94 中保存下来的任何针孔被钝化，以保持涂层稳定性防止发生腐蚀。

根据本发明的又一个优选实施例，可以通过使用机械、化学或者电化学方法除去表面上已经自然存在的氧化物层而对双极板 56 进行处理。从整个双极板 56 基体表面 65 上除去自然氧化物确保了随后施加的涂层 94 的粘附性。然后施加耐蚀聚合物密封层 96。该聚合物密封层 96 可含有导电颗粒 97 以增加导电性。具有聚合物层 96 的整个双极板 56 工作表面 59 然后被钝化。这一钝化步骤确保整个聚合物层 96 中保留的所有针孔受到保护免于发生腐蚀，提供腐蚀不能透过的保护性涂层 94。

另一个优选实施例包括根据上述任意优选实施例施加的聚合物层 96。然而，导电颗粒 97 分散在基体中，并且仅施加在导电性极为重要的凸台区域 64 上，如图 8 所示。中间的沟槽 66 或者通道由不含有导电颗粒的耐蚀聚合物基体 96 覆盖，因为在这些区域增加导电性并不是至关重要的。由此，实质上使用了两种不同的耐蚀聚合物层，一个聚合物层 114 具有分散在整个聚合物层中的导电材料 97，以增加凸台区域 64 或者电接触区域的导电性，以及另一种聚合物层 116 不含有导电颗粒 97，施加主要为了保护下面的基体 65。本领域技术人员可以理解的是，在沟槽 66 中的聚合物 116 可以更大的厚度施加从而增强这些区域的耐蚀性。此外，根据本发明，施加在沟槽 66 和凸台 64 中的聚合物层 116 可以具有不同的聚合物组成，选择第一组成以提供沟槽 66 中更强的腐蚀防护，而第二组成提供凸台 64 更高的导电性同时依然提供一定的耐蚀性。

本发明提供了用导电涂层涂覆铝的能力，同时克服了现有技术中膜的多孔性的问题，这些孔在铝上成为快速膨胀的腐蚀位置，由此侵蚀下面的金属并降低了燃料电池堆的性能。

尽管本发明依据其具体实施例进行描述，但是并不是为了限制到

那个范围，本发明仅受以下权利要求阐明的范围的限制。

本质上本发明的说明仅仅是示例性的，没有偏离本发明要点的变化将落入本发明的范围内。这样的变化不能被视为偏离了本发明的精神和范围。

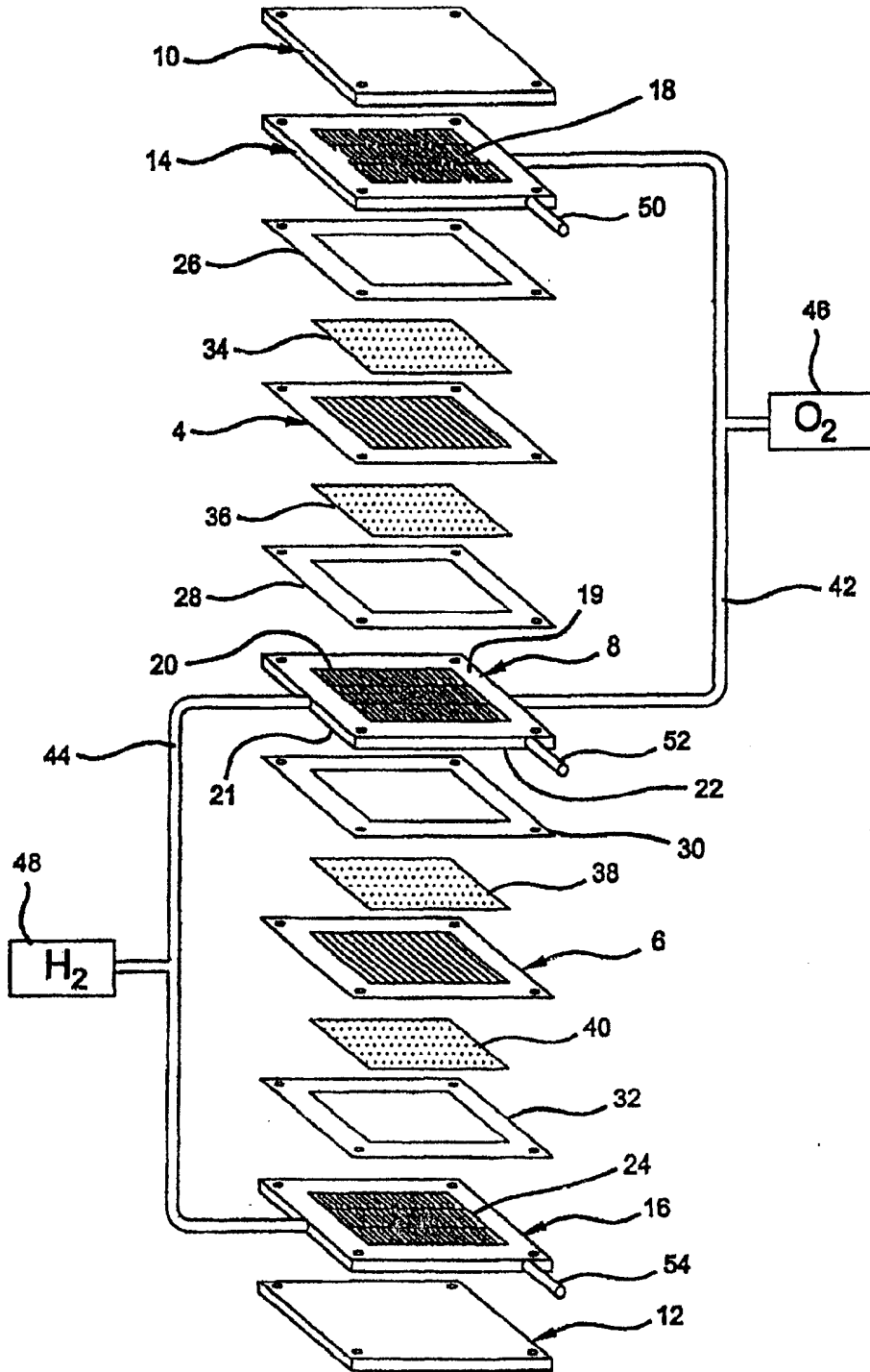


图 1

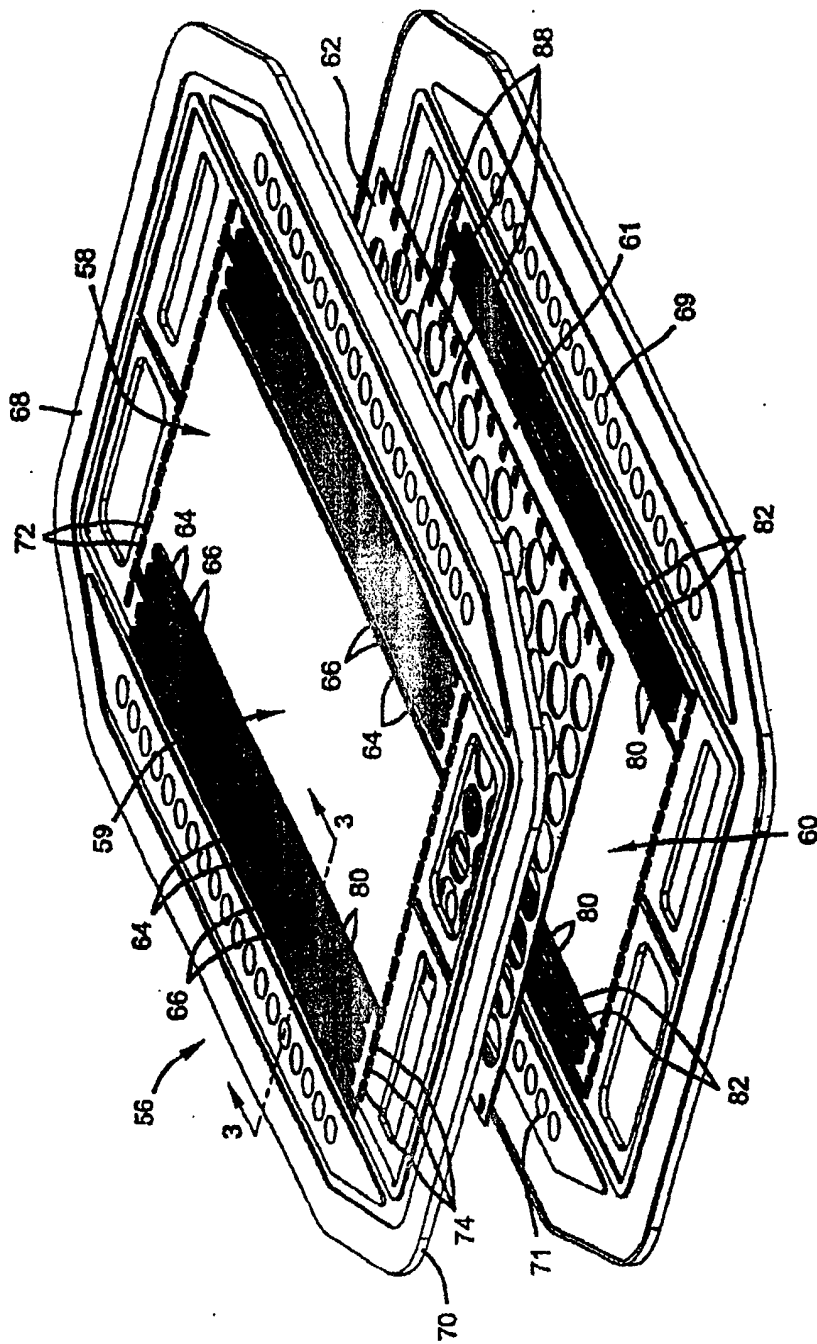


图 2



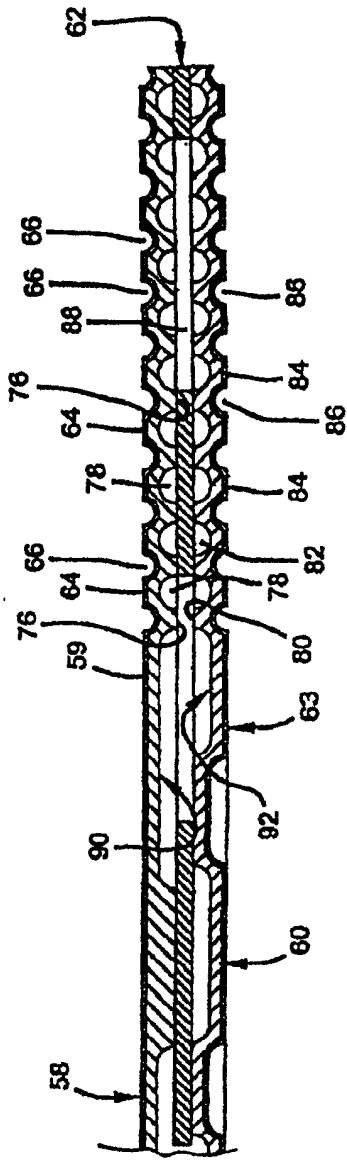


图 3

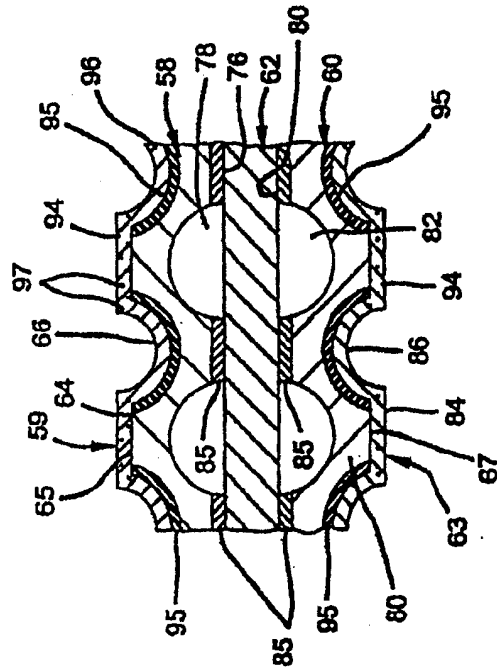


图 4

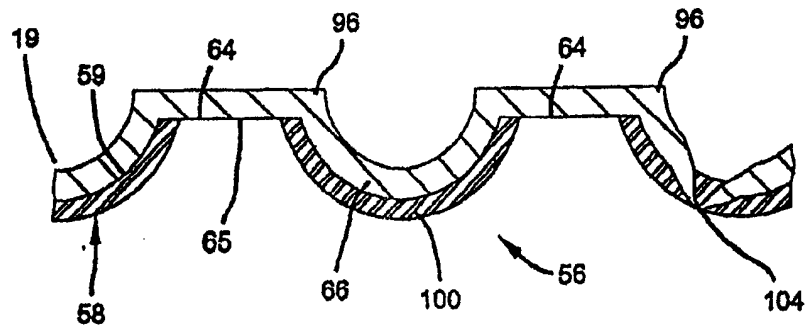


图 5

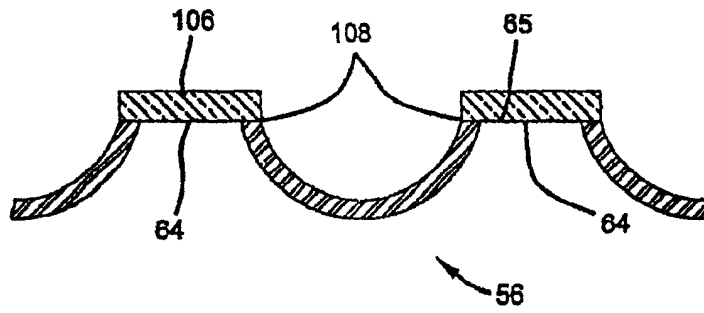


图 6

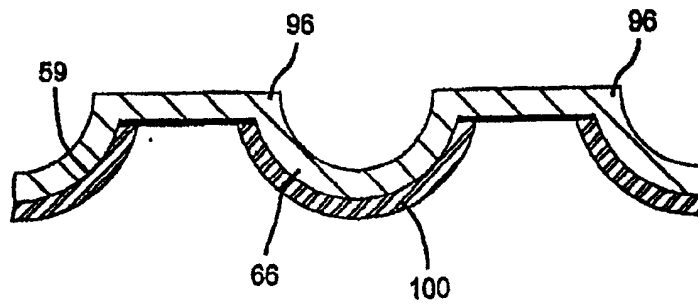


图 7

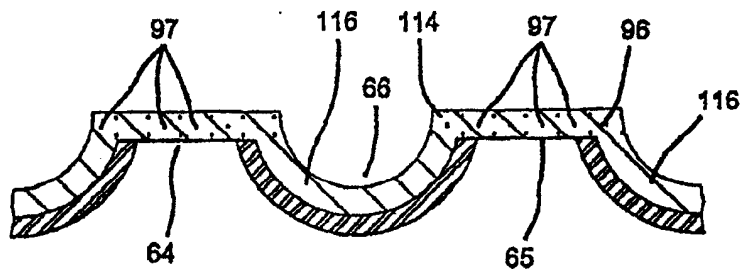


图 8