

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H01M 8/02 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480023765.1

[45] 授权公告日 2008 年 4 月 16 日

[11] 授权公告号 CN 100382370C

[22] 申请日 2004.8.2

[21] 申请号 200480023765.1

[30] 优先权

[32] 2003.8.22 [33] GB [31] 0319780.3

[86] 国际申请 PCT/GB2004/003334 2004.8.2

[87] 国际公布 WO2005/020356 英 2005.3.3

[85] 进入国家阶段日期 2006.2.20

[73] 专利权人 约翰逊马西有限公司

地址 英国伦敦

[72] 发明人 S·布歇 A·J·霍奇金森

C·H·德鲁菲纳克

J·D·B·夏马

[56] 参考文献

EP0273427A2 1988.7.6

US6080503A 2000.6.27

EP1320142A2 2003.6.18

WO00/74160A1 2000.12.7

CN1324500A 2001.11.28

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 赵 辛

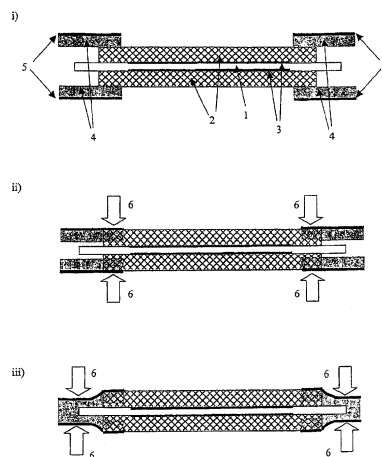
权利要求书 4 页 说明书 16 页 附图 5 页

[54] 发明名称

膜电极组件的密封

[57] 摘要

本发明公开了一种密封和/或加强式的膜电极组件。包括衬里层和粘合层的封装薄膜设置在每个气体扩散基片的至少一个表面的边缘上,使得粘合层渗透到每个气体扩散基片中。本发明还公开了形成这种密封和/或加强式膜电极组件的方法。



1. 一种膜电极组件，其包括聚合物电解质隔膜、设置在所述隔膜任一侧的电催化剂层、以及与每个所述电催化剂层接触的气体扩散基片，其中，各自包括衬里层和粘合层的封装薄膜设在每个所述气体扩散基片的至少一个表面的边缘上，使得所述粘合层渗透到每个所述气体扩散基片中，其中，所述衬里层与每个所述气体扩散基片的至少一个表面接触。

2. 根据权利要求1所述的膜电极组件，其特征在于，所述衬里层的厚度在5微米和50微米之间。

3. 根据权利要求1所述的膜电极组件，其特征在于，所述粘合层的厚度是从1微米至300微米。

4. 根据权利要求1所述的膜电极组件，其特征在于，所述电催化剂层不与所述气体扩散基片上的被所述封装薄膜的粘合层渗透的区域接触。

5. 根据权利要求1所述的膜电极组件，其特征在于，所述封装薄膜设置在所述气体扩散基片的外表面上。

6. 根据权利要求5所述的膜电极组件，其特征在于，所述封装薄膜的粘合层粘合在所述隔膜上。

7. 根据权利要求5所述的膜电极组件，其特征在于，所述隔膜延伸到所述气体扩散基片以外，所述粘合层直接粘合在突出的所述隔膜上。

8. 根据权利要求7所述的膜电极组件，其特征在于，所述隔膜延伸到所述气体扩散基片以外达0.5毫米至40毫米。

9. 根据权利要求6所述的膜电极组件，其特征在于，所述封装薄膜延伸到所述气体扩散基片的边缘以外，并且延伸到所述隔膜的边缘以外，所述两个封装薄膜的粘合层彼此粘合起来，从而将所述隔膜的边缘和所述基片的边缘包封起来。

10. 根据权利要求6所述的膜电极组件,其特征在于,所述膜电极组件还包括设在所述封装薄膜的衬里层上的一个或多个垫片。

11. 根据权利要求1所述的膜电极组件,其特征在于,所述封装薄膜设置在所述气体扩散基片的内表面上。

12. 根据权利要求11所述的膜电极组件,其特征在于,所述封装薄膜只有一个粘合层,并且在所述封装薄膜和所述隔膜之间没有粘附。

13. 根据权利要求12所述的膜电极组件,其特征在于,所述衬里层的厚度与所述催化剂层的厚度相同。

14. 根据权利要求11所述的膜电极组件,其特征在于,所述封装薄膜具有两个粘合层,其中第一粘合层渗透到所述基片中,第二粘合层粘附在所述隔膜上。

15. 根据权利要求14所述的膜电极组件,其特征在于,所述衬里层和所述第二粘合层的组合厚度与所述催化剂层的厚度相同。

16. 根据权利要求11所述的膜电极组件,其特征在于,所述粘合层仅仅渗透过所述基片的部分厚度,所述基片的其余部分渗入了弹性体材料。

17. 根据权利要求1所述的膜电极组件,其特征在于,所述封装薄膜设置在所述气体扩散基片的外表面上和内表面上。

18. 一种密封膜电极组件的方法,包括以下步骤:

a) 取一个五层层压膜电极组件,其包括隔膜、设置在所述隔膜任一侧上的电催化剂层、以及与所述电催化剂层接触的气体扩散基片;

b) 取两个封装薄膜,每个所述封装薄膜都包括衬里层和粘合层,将所述封装薄膜紧邻于所述气体扩散基片外表面的边缘而放置,其中所述粘合层面对所述气体扩散基片;和

c) 对所述封装薄膜加压,使得所述粘合层渗入所述气体扩散基片,并粘合在所述隔膜上。

19. 根据权利要求18所述的密封膜电极组件的方法,其特征在

于,所述隔膜延伸到所述气体扩散基片以外,所述方法还包括另一个步骤:

d) 对所述封装薄膜加压,使得所述封装薄膜粘合到延伸到所述气体扩散基片以外的所述隔膜上。

20. 一种生产膜电极组件的方法,包括以下步骤:

a) 取一个未经层压的五层组件,其包括隔膜、与所述隔膜任一侧接触的电催化剂层、以及与所述电催化剂层接触的气体扩散基片;

b) 取一些封装薄膜,每个所述封装薄膜都包括衬里层和粘合层,将所述封装薄膜紧邻于所述气体扩散基片的外表面和/或内表面的边缘而放置,其中所述粘合层面对所述气体扩散基片;和

c) 对所述封装薄膜和所述未经层压的五层组件加压,以形成层压膜电极组件,其中,所述粘合层渗入所述气体扩散基片。

21. 一种生产膜电极组件的方法,包括以下步骤:

a) 取一些封装薄膜,每个所述封装薄膜都包括衬里层和粘合层,将所述封装薄膜紧邻于气体扩散基片的边缘而放置,其中所述粘合层面对所述气体扩散基片;

b) 对所述封装薄膜加压,以便使所述粘合层渗透到所述气体扩散基片中;

c) 制备未经层压的五层组件,其包括隔膜、与所述隔膜任一侧接触的电催化剂层、以及与所述电催化剂层接触的渗入了所述粘合层的气体扩散基片;和

d) 对所述未经层压的五层组件加压,以形成层压膜电极组件。

22. 根据权利要求 20 所述的生产膜电极组件的方法,其特征在于,所述封装薄膜只设在所述气体扩散基片的内表面上,所述方法还包括另一个步骤:

将所述层压膜电极组件放入模具中,并在所述膜电极组件的边缘周围形成弹性体材料的模制区域,使得所述弹性体材料渗入所述基片的一部分中。

23. 根据权利要求 21 所述的生产膜电极组件的方法，其特征在于，所述封装薄膜只设在所述气体扩散基片的内表面上，所述方法还包括另一个步骤：

将所述层压膜电极组件放入模具中，并在所述膜电极组件的边缘周围形成弹性体材料的模制区域，使得所述弹性体材料渗入所述基片的一部分中。

24. 一种气体扩散基片，其中，包括衬里层和粘合层的封装薄膜设置在所述气体扩散基片的表面的边缘上，使得所述粘合层渗透到所述气体扩散基片中。

25. 一种气体扩散电极，其包括沉积在气体扩散基片上的电催化层，其中，包括衬里层和粘合层的封装薄膜设置在所述气体扩散基片的表面的边缘上，使得所述粘合层渗透到所述气体扩散基片中。

膜电极组件的密封

本发明涉及适用于聚合物电解质隔膜燃料电池的膜电极组件，其中膜电极组件的边缘利用封装薄膜进行密封和/或加强。

燃料电池是包含由电解质隔开的两个电极的电化学电池。燃料如氢或甲醇被输送至阳极，而氧化剂如氧气或空气被输送至阴极。在电极上发生电化学反应，燃料和氧化剂的化学能转换成电能和热量。燃料电池是一种清洁高效的动力源，而且可以替代传统的动力源，例如固定动力装置和汽车动力装置中的内燃机。

在聚合物电解质隔膜（PEM）燃料电池中，电解质是一种隔离电子但可传导离子的固态聚合物膜。通常采用基于全氟磺酸材料的质子传导膜，阳极上产生的质子穿过隔膜被输送至阴极，在那里它们与氧气结合以生成水。

聚合物电解质燃料电池的主要部件被称作膜电极组件（MEA），并且基本上由五层组成。中心层是聚合物膜。在隔膜的每侧有包含电催化剂的电催化剂层，其被定制成可满足阳极和阴极的不同要求。最后，与每个电催化剂层相邻的是气体扩散基片。气体扩散基片必须使反应物能够到达电催化剂层，并且必须能够传导由电化学反应产生的电流。因此，基片必须是多孔和导电的。

MEA 可以若干种方法构造而成。可以将电催化剂层加到气体扩散基片上以形成气体扩散电极。两个气体扩散电极可以设置在隔膜的每一侧并层压到一起，以形成五层的 MEA。或者，可以将电催化剂层加到隔膜的两面上，以形成覆盖有催化剂的隔膜。然后，将气体扩散基片加到覆盖了催化剂的隔膜的两面。最后，MEA 可以由一侧覆盖有电催化剂层的隔膜、相邻于电催化剂层的气体扩散基片，

以及位于该隔膜另一侧的气体扩散电极形成。

对于大多数应用来说，通常需要有数十或数百个 MEA 来提供足够的电力，因此将多个 MEA 装配起来以组成燃料电池组。场流板用来分隔多个 MEA。场流板起到若干作用：将反应物输送至 MEA，除去反应生成物、提供电连接和提供物理支承。比如用球囊或活塞系统或者一系列设置在电池组端板中的螺栓，以通常为 50 至 200 磅/平方英寸的绝对压力，将电池组中的场流板和 MEA 压紧到一起。一般来说，其中一个电池组端板中还包含有必要的端口，以便为电池组中的反应物、生成物以及任何有关的增湿水分提供输送和去除的通道。还需要设置成用于输送和去除电池组冷却板上电池组冷却剂的端口以消除 MEA 内所产生的过度热量。通过电池组端板中的这些端口，气体和流体被输送至电池组的每个场流板。端口设计可能要求除去每个 MEA 内部的某些部分，或者所有端口可以设置在 MEA 的外部。

在燃料电池组中，防止反应物出现到大气中的任何泄漏或者防止反应物产生任何潜在的混合十分重要。因为这会导致整个系统效率的降低，而且有可能由于燃料和氧化剂的混合而产生燃烧的危险。电池组中部件的密封和填实是为了防止这类情况的发生。在本说明书中，术语“密封”用于指防止流体扩散通过单个部件中或从单个部件中扩散出来的方法。举例来说，通过在气体扩散基片周边渗入密封材料，可将气体扩散基片的周边密封起来。术语“填实”用于指通过在两个部件之间放置弹性材料来防止部件之间流体扩散的方法。

在一种众所周知的密封和填实燃料电池组中部件的方法中，隔膜突出到气体扩散基片之外相当大的余度，比如达到 25 毫米之多，因此可以将垫片设置在突出的隔膜和场流板之间。通过压紧使垫片保持就位。这种方法会产生问题，尤其是对于越来越多地使用的很薄隔膜（大约为 30 微米）而言，因为这种隔膜很脆弱而可能被压紧

力破坏。而且，在膜电极组件活性区域之外的区域中使用大量昂贵的隔膜材料也很浪费。

膜电极组件一般都不是很坚固，因而带有突出隔膜的组件将具有特别脆弱的边缘区域。这会给装卸膜电极组件和构造燃料电池组带来困难。

美国专利 US 5,187,025 介绍了一种膜电极组件，其中直接填充到隔膜上的问题可被避免，而且可以提高膜电极组件边缘区域的强度。塑料隔板包围隔膜，带有粘合层的塑料薄膜被粘合到隔板及隔膜的两侧。这在隔膜周围形成了刚性框架，因而围绕隔膜边缘实现了气密密封。WO 00/74160 公开了另一种膜电极组件，其中通过带有粘合到隔膜上的粘合层的塑料薄膜来提供增强框架。粘合层延伸到隔膜以外，并且在两个粘合层之间形成很强的结合。

在这些现有技术的实例中，塑料薄膜和粘合层粘合到隔膜上。但是隔膜材料的尺寸会根据其水合作用的程度而发生变化。如果隔膜被受到塑料薄膜和粘合层构成的刚性框架的约束，那么水合作用的变化可能会在隔膜上产生应力，并可能造成损害。

WO 00/74160 公开了可以将塑料薄膜嵌入气体扩散基片中，但是它并没有公开通过将塑料薄膜和粘合层加到基片上来密封或加强膜电极组件的边缘。本发明人发现，通过将封装薄膜加到气体扩散基片上，可以密封和/或加强膜电极组件。封装薄膜常常用于粘合和层压工艺中，并且具有衬里层和粘合层。在本发明中，粘合层渗入气体扩散基片。

因此，本发明提供了一种膜电极组件，其包括聚合物电解质隔膜、设置在隔膜任一侧的电催化剂层、以及与每个电催化剂层接触的气体扩散基片，其中，各自包括衬里层和粘合层的封装薄膜被设置在每个气体扩散基片的至少一个表面的边缘上，使得粘合层能够渗透到每个气体扩散基片中。

粘合层不必渗透基片的整个厚度，虽然这在某些具体实施例中可能是优选的。适当的是，粘合层渗入基片厚度的至少 25%，优选渗入至少 40%。粘合层还可以比基片更厚，因此粘合层渗透基片的整个厚度并突出到基片的表面以外。

适当的是，整个粘合层渗透到基片中，使得衬里层与每个气体扩散基片的至少一个表面接触。

封装薄膜设置在每个气体扩散基片的至少一个表面的边缘上。如果 MEA 具有内部端口，那么膜电极组件内可能也有边缘，而不只是围绕周缘。适当的是，封装薄膜所覆盖的区域位于离基片边缘在 15 毫米范围之内，优选在 8 毫米范围之内。

封装薄膜具有衬里层，其最好由不导电的自支承薄膜材料构成。衬里层未渗入气体扩散基片，并且最好与气体扩散基片接触。衬里层最好是无粘性的。衬里薄膜的熔化温度必须高于制造膜电极组件时所采用的温度（如层压温度），衬里层在制造温度下最好不会出现明显的薄膜软化。优选的是，衬里层在制造条件下不会出现明显的收缩。

衬里层宜于用不会使杂质渗滤到燃料电池系统中的材料制成，而且这种材料对于氢、氧和水具有低渗透性（最好低于聚合物电解质隔膜的渗透率）。另外，衬里层的材料最好能够防止被气体扩散基片中的纤维刺穿。

衬里层最好是聚合物材料，例如聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）、聚偏二氟乙烯（PVDF）、双向聚丙烯（BOPP）、聚四氟乙烯（PTFE）、乙烯四氟乙烯（ETFE）、聚醚砜（PES）、聚醚醚酮（PEEK）、氟化乙烯丙烯（FEP）、聚苯撑硫醚（PPS）或聚酰亚胺（PI）。衬里层也可以是金属化的薄膜，即涂有聚合物的金属薄层。衬里层的厚度最好大于 1 微米，优选在 5 微米和 50 微米之间。

封装薄膜具有粘合层，它比如可以是基于聚乙烯或基于聚丙烯的粘合剂。粘合层可以包含热熔粘合剂、压敏粘合剂或热固性粘合

剂。如美国专利 US 6,756,147 中所介绍的, 粘合剂可以是乙烯与甲基丙烯酸共聚物或乙烯与醋酸乙烯酯的共聚物。粘合剂必须具有足够的流动性以渗入基片。优选的是, 粘合层在低于 100℃ 的温度下不会软化。优选的是, 粘合层在制造条件下不会出现明显的收缩。粘合层最好用不会使杂质渗透至燃料电池系统中的材料制成。

适当的是, 封装薄膜只是在衬里层的一侧上具有一个粘合层, 但在某些实施例中, 在衬里层的两侧都具有粘合层是优选的。如果薄膜具有两个粘合层, 那么只有其中一个粘合层将渗入气体扩散基片。粘合层可以包含有相同或不同的粘合剂。

粘合层的厚度宜于为 1 微米至 300 微米, 优选为 20 微米至 300 微米。然而, 如果封装薄膜具有两个粘合层, 那么最终与聚合物电解质隔膜相邻的那个粘合层的厚度宜于为 1 微米至 10 微米。

所述气体扩散基片可以是本领域技术人员已知的任何适当的气体扩散基片。典型的基片包括基于碳纸(比如可从日本 Toray 工业公司得到的 Toray® 纸)、纺织的碳织物(比如可从美国 Zoltek 公司得到的 Zoltek® PWB-3)或无纺碳纤维网(比如可从英国 Technical 纤维制品公司得到的 Optimat 203)的基片。碳基片一般来说可以利用嵌入基片内或涂覆在平面表面上的粒状材料来改性, 或者通过这两者相结合的方法进行改性。粒状材料一般为碳黑和聚合物如聚四氟乙烯(PTFE)的混合物。气体扩散基片的厚度宜于在 150 和 300 微米之间。优选的是, 在气体扩散基片的与电催化剂层相接触的面上有一层粒状材料, 例如碳黑和聚四氟乙烯。

聚合物电解质隔膜可以是本领域技术人员已知的任何类型的能传导离子的隔膜。适当的是, 隔膜是可传导质子的。在膜电机组件的技术领域中, 隔膜通常基于全氟磺酸材料, 例如 Nafion® (DuPont)、Flemion® (Asahi Glass) 和 Aciplex® (Asahi Kasei)。隔膜可以是复合材料隔膜, 其包含有可传导质子的材料以及可提高某些性能如机械强度的其它材料。例如, 隔膜可以包括质子传导膜和硅石纤维基

质，如欧洲专利 EP 875524 中所介绍。隔膜的厚度最好小于 200 微米，优选小于 50 微米。

电催化剂层包含电催化剂，所述电催化剂可以是细粒度的粉碎的金属粉末（金属黑料），或者可以是被承载的催化剂，其中细小金属微粒被散布在导电的颗粒状碳载体上。电催化剂金属可适当地选自：

- (i) 铂族金属（铂、钯、铑、钌、铱和钪），
- (ii) 金或银，
- (iii) 贱金属，

或者是包含有这些金属其中一种或多种的合金或混合物，或者可以是其氧化物。优选的电催化剂金属是铂，它可以与其它贵金属如钌或者与贱金属如钼或钨形成合金。如果电催化剂是被承载的催化剂，那么碳载体材料上所载带的金属微粒的量最好为 10-100 重量%，优选为 15-75 重量%。

电催化剂层可以适当地包含有其它成分如离子传导聚合物，以提高层内的离子传导率。为了将电催化剂层结合到膜电极组件中，这些层可形成于气体扩散基片上或形成于隔膜上。

优选的是，电催化剂层不与气体扩散基片的被封装薄膜粘合层渗透的区域相接触。这是因为这一区域中的任何电催化剂将处于 MEA 的电化学活性区之外，不能参与电化学反应。而且，如果气态反应物能够接近活性区之外的催化剂，那么就会存在发生多相的气相反应并使隔膜产生小孔的危险。

在本发明的第一实施例中，封装薄膜被设置在气体扩散基片的外表面、即远离隔膜的表面上。衬里层与气体扩散基片的外表面相邻并适当地与之接触，粘合层从外表面朝隔膜方向而渗入基片。在此实施例中，封装薄膜可以用来密封 MEA 的边缘区域，而衬里层可以提供适于支承垫片的表面。为了密封 EMA，封装薄膜的粘合层适当地粘合到隔膜上。

隔膜位于气体扩散基片之间并优选延伸到基片以外，因此粘合层能够直接粘合到突出的隔膜上。隔膜适当地突出到气体扩散基片以外达 0.5 毫米至 40 毫米，优选达 0.5 毫米至 5 毫米，而最好是在 0.5 毫米至 2 毫米之间。或者，隔膜可以与气体扩散基片共同地延伸，或处于气体扩散基片的边缘内侧。如果隔膜没有延伸到基片以外而又需要密封 MEA 的边缘区域，那么粘合层必须渗透基片的整个厚度并粘合到隔膜上。

封装薄膜适当地延伸到气体扩散基片的边缘以外，如果隔膜突出，则优选延伸到隔膜的边缘以外，使得两个封装薄膜的粘合层能够相互粘合，从而将隔膜边缘和基片边缘包封起来。

在此第一实施例中，MEA 还适当地包含有设置在封装薄膜的衬里层上的一个或多个垫片。衬里层使 MEA 的边缘区域得到加强，因此可以将垫片压紧到这一区域而几乎不会有损坏的危险性。垫片最终将被压在场流板上。垫片可以适当地用弹性材料制成，它在挤压之后能够恢复其初始形状。垫片还可以适当地用聚合物材料制成。优选的垫片材料可以包括弹性体/橡胶（如乙烯丙烯橡胶）、含氟弹性体材料（如 Viton™（DuPont Dow Elastomers 公司））、含氟橡胶（如聚氯丁烯、硫化氯乙烯）、热塑性弹性体（如 Kraton™ 或 Dynaflex™（GLS 公司））、氟硅酮（如氟烷聚硅酮）、硅酮橡胶或热塑性塑料（如乙烯醋酸乙烯酯共聚物、氟化乙烯丙烯共聚物或 Santoprene™（Bayer 公司））。适当的是，垫片可以预先形成并连在 MEA 上，或者可以原位形成。

在本发明的第二实施例中，封装薄膜被设置在气体扩散基片的内表面、即靠近隔膜的表面上。衬里层适当地与气体扩散基片的内表面接触，而粘合层从内表面朝着外表面渗入基片。在此实施例中，封装薄膜在气体扩散基片的边缘区域与隔膜之间形成了屏障。这是有利的，因为它可以防止气体扩散基片中的纤维刺穿隔膜材料而形成穿过隔膜的电接触。如果存在穿过隔膜的电短路，那么 MEA 的性

能将降低，并且可能对隔膜造成损害。另外，如果隔膜被刺穿，将更加可能发生反应气体交叉，这将导致多相气相反应、发热以及对隔膜的进一步损坏。

封装薄膜可以只有一个粘合层，而这一粘合层必须从内表面朝外表面渗入。在这种情况下，衬里层直接接触隔膜，因而在封装薄膜和隔膜之间不会有粘附。其一项优点是，隔膜的尺寸能够变化，而不会有粘附在衬里层上的局限性。适当的是，衬里薄膜的厚度与电催化剂层的厚度相同，以防止接触损耗。或者，封装薄膜可以具有两个粘合层，因此第一粘合层能够渗入基片，而第二粘合层能够粘附到隔膜上。其优点之一是在隔膜和封装薄膜之间能够形成有效的密封。适当的是，第二粘合层的厚度小于第一粘合层的厚度。优选的是，第二粘合层的厚度在 0.1 和 20 微米之间，更优选在 1-10 微米厚之间。衬里层和第二粘合层的组合厚度最好与电催化剂层的厚度相同。

将封装薄膜设置在气体扩散基片的内表面上可以对 MEA 的边缘区域起到机械加强作用。适当的是，隔膜和封装薄膜延伸到气体扩散基片以外，因此在 MEA 的周缘周围存在与封装薄膜相接触的隔膜区域。具有隔膜和封装薄膜的区域比没有封装薄膜的类似区域更加坚固，因此提供了可放置垫片的适当表面。

如果粘合层渗透了基片的整个厚度，那么位于气体扩散基片内表面上的封装薄膜能够密封气体扩散基片。或者，粘合层可以只是渗入基片的部分厚度，比如在厚度的 20-60%之间，而基片的其余部分（即在粘合剂渗入区域与外表面之间的部分）可以渗入弹性体材料。适当的弹性体材料包括硅树脂、氟硅酮、含氟弹性体（如 Viton）、EPDM（乙撑丙二烯单体）橡胶、热塑性弹性体（如苯乙烯-丁二烯块状共聚物）和液晶聚合物弹性体。弹性体材料还可以设置在基片的外表面上，并优选构成垫片部件。

在本发明的第三实施例中，如同本发明第一实施例中所介绍的

那样，封装薄膜被设置在气体扩散基片的外表面上，并且如同本发明第二实施例中所介绍的那样，另外的封装薄膜被设置在气体扩散基片的内表面上。因此封装薄膜在基片边缘和隔膜之间起到密封、加强和屏障的作用。

有很多种方法可以用来制备根据本发明的膜电极组件。在其中一种方法中，可以将封装薄膜施加到预先形成的五层层压膜电极组件上，从而密封了膜电极组件。本发明提供了一种密封膜电极组件的方法，包括以下步骤：

a) 取一个五层层压膜电极组件，其包含有隔膜、设置在隔膜任一侧上的电催化剂层、以及与电催化剂层接触的气体扩散基片；

b) 取两个封装薄膜，每个封装薄膜都包括衬里层和粘合层，将封装薄膜紧邻于气体扩散基片外表面的边缘放置，其中使粘合层面对气体扩散基片；和

c) 对封装薄膜加压，使粘合层渗入气体扩散基片中并粘合到隔膜上。

如果隔膜突出到气体扩散基片以外，这种方法可能还必须包括另一个步骤：

d) 对封装薄膜加压，使得封装薄膜粘合到突出的隔膜上。

如果所述粘合剂是热熔粘合剂，则加压步骤必须在粘合剂的熔化温度以上的温度下进行。适当的压力将取决于所使用的材料，但一般在 50-250 磅/平方英寸的范围之内。

在第二种方法中，可以将封装薄膜施加到气体扩散基片上，同时将隔膜、电催化剂层和气体扩散基片层压起来以形成膜电极组件。密封和/或加强的膜电极组件通过单个加压步骤由其组成部件来形成。这种生产密封和/或加强的膜电极组件的方法包括以下步骤：

a) 取一个未经层压的五层组件，其包含隔膜、与隔膜任一侧接触的电催化剂层、以及与电催化剂层接触的气体扩散基片；

b) 取一些封装薄膜，每个封装薄膜包括衬里层和粘合层，将封

装薄膜相邻于气体扩散基片外表面和/或内表面的边缘而放置，其中粘合层面对气体扩散基片；和

c) 对封装薄膜和未经层压的五层组件加压，以形成层压膜电极组件，其中粘合层渗入气体扩散基片。

所述未经层压的五层组件可包括设置在两个气体扩散电极之间的隔膜、设置在两个气体扩散基片之间的涂覆了催化剂的隔膜、或者设置在一个气体扩散电极和一个气体扩散基片之间的具有一个催化表面的隔膜。为了通过这种方法生产密封膜电极组件，封装薄膜应当紧邻于气体扩散基片的外边缘而放置，并且粘合层应当渗入气体扩散基片并粘合到隔膜上。

所施加的压力必须足以将五层组件的各个部分层压到一起，并且最好在 50-250 磅/平方英寸的范围内。

在第三方法中，可以在基片与隔膜及电催化剂层结合起来之前，将封装薄膜加到气体扩散基片上，即需要有两个加压步骤来形成膜电极组件。因此，本发明提供了一种气体扩散基片，其中包括衬里层和粘合层的封装薄膜被设置在气体扩散基片一表面的边缘上，使得粘合层能够渗透到气体扩散基片中。可以在封装薄膜加到气体扩散基片上之前或之后，将电催化剂层加到气体扩散基片上。因此，本发明还提供了一种气体扩散电极，其包括沉积在气体扩散基片上的电催化剂层，其中，包括衬里层和粘合层的封装薄膜被设置在气体扩散基片一表面的边缘上，使得粘合层能够渗透到气体扩散基片中。一种用于生产密封和/或加强的膜电极组件的工艺过程包括以下步骤：

a) 取一些封装薄膜，每个封装薄膜包括衬里层和粘合层，并将封装薄膜紧邻于气体扩散基片的边缘而放置，其中粘合层面对气体扩散基片；

b) 对封装薄膜加压，以便使粘合层渗透到气体扩散基片中；

c) 制备未经层压的五层组件，其包括隔膜、与隔膜任一側接触

的电催化剂层、以及与电催化剂层接触的渗入了粘合层的气体扩散基片；和

d) 对所述未经层压的五层组件加压，以形成层压的膜电极组件。

所述未经层压的五层组件可包括设置在两个气体扩散电极之间的隔膜、设置在两个气体扩散基片之间的涂覆有催化剂的隔膜、或者包括设置在一个气体扩散电极和一个气体扩散基片之间的具有一个催化表面的隔膜。当基片、隔膜和电催化剂层装配起来以形成未经层压的五层组件时，封装薄膜可以在气体扩散基片的内表面和/或外表面上。

一种用于制备膜电极组件的方法，其中粘合层只是渗透了基片的部分厚度，而基片的其余部分被渗入了弹性体材料，因此包括进一步的步骤：

将层压的膜电极组件放置到模具中，并在膜电极组件的边缘周围形成弹性体材料的模制区域，使得弹性体材料渗入基片的一部分中。

模制区域可以利用注射模塑法或压模法形成。

为了更全面地理解本发明，下面将参考示意性附图来进行介绍，在这些附图中：

图 1 是一示意图，示出了根据本发明的对膜电极组件进行密封的方法；

图 2 是一示意图，示出了根据本发明的生产密封膜电极组件的一种方法；

图 3 是一示意图，示出了根据本发明的生产加强膜电极组件的一种方法；

图 4 是一示意图，示出了根据本发明的生产密封和加强膜电极组件的一种方法；和

图 5 是一示意图，示出了根据本发明的生产密封和加强膜电极组件的一种方法。

图 1 中的步骤 (i) 示出了一个五层层压膜电极组件，其包括隔膜 (1)、两个气体扩散基片 (2) 和两个电催化剂层 (3)。电催化剂层 (3) 不与整个基片区域接触。隔膜 (1) 延伸到基片 (2) 以外。包括衬里层 (5) 和粘合层 (4) 的封装薄膜被设置在基片 (2) 外表面的边缘上。在步骤 (ii) 中，封装薄膜在箭头所示位置进行热压 (6)，于是粘合层渗透到气体扩散基片中。电催化剂层没有延伸到基片的渗透区域，因此所有的电催化剂可处于 MEA 的电化学活性区中。在步骤 (iii) 中，在箭头指示位置对封装薄膜进行进一步的热压 (6)，使得粘合剂粘合到突出隔膜上。封装薄膜延伸到突出的隔膜以外，因此在步骤 (iii) 中，突出的隔膜被粘合剂包封起来。

图 2 中的步骤 (i) 示出了在两个气体扩散电极之间的隔膜 (1)，这种气体扩散电极包括气体扩散基片 (2) 和电催化剂层 (3)。隔膜 (1) 与气体扩散基片 (2) 共同延伸，但电催化剂层 (3) 没有与整个基片区域接触。包括衬里层 (5) 和粘合层 (4) 的封装薄膜被设置在基片 (2) 外表面的边缘上。在步骤 (ii) 中，封装薄膜在箭头所示位置进行热压 (6)。气体扩散电极被层压到隔膜上，粘合层渗透过气体扩散基片的整个厚度而粘合到隔膜上，并使相对封装薄膜的粘合层相互粘合起来。

图 3 中的步骤 (i) 示出了气体扩散基片 (2) 以及设置在基片 (2) 内表面边缘上的包括衬里层 (5) 和粘合层 (4) 的封装薄膜。在步骤 (ii) 中，封装薄膜在箭头所示位置被热压 (6)，并且粘合层 (4) 渗透到气体扩散基片 (2) 中。包括隔膜 (1) 和两个电催化剂层 (3) 的涂覆有催化剂的隔膜设置在气体扩散基片 (2) 之间。隔膜 (1) 延伸到气体扩散基片 (2) 以外。在步骤 (iii) 中，气体扩散基片 (2) 在箭头所示位置通过热压 (6) 而被层压到涂覆有催化剂的隔膜 (1,3)

上。

图4中的步骤(i)示出了在两个气体扩散电极之间的隔膜(1),所述气体扩散电极包括气体扩散基片(2)和电催化剂层(3)。电催化剂层(3)不与整个基片区域接触。隔膜(1)延伸到基片(2)以外。包括衬里层(5)、第一粘合层(4)和第二粘合层(7)的封装薄膜位于基片(2)的内表面边缘上。在步骤(ii)中,封装薄膜在箭头所示位置被热压(6)。气体扩散电极被层压到隔膜上,第一粘合层(4)渗透到气体扩散基片(2)中,而第二粘合层(7)粘接到隔膜上。封装薄膜延伸到隔膜边缘以外,而衬里层(5)之间的区域被粘合剂填充。在步骤(iii)中,弹性体材料被模制到膜电极组件上,使得弹性体材料(8)渗透到气体扩散基片(2)中,并将基片(2)和封装薄膜(4,5,7)的边缘包封起来。弹性体材料还形成了垫片部件(9)。

图5中的步骤(i)示出了包括隔膜(1)和两个电催化剂层(3)的涂覆有催化剂的隔膜。气体扩散基片(2)被设置在涂覆有催化剂的隔膜的任一侧。隔膜(1)延伸到气体扩散基片(2)以外。电催化剂层(3)不与整个基片区域接触。包括衬里层(5)和粘合层(4)的封装薄膜被设置在基片(2)的内表面和外表面的边缘上。在步骤(ii)中,封装薄膜在箭头所示位置被热压(6)。气体扩散基片被层压到涂覆有催化剂的隔膜上,粘合层渗透到气体扩散基片中并相互粘合起来。在气体扩散基片(2)的外表面上以及在气体扩散基片(2)与隔膜(1)之间均有衬里层(5)存在。

现在将参考实例来介绍本发明,这些实例只是说明性的而非对本发明有限制性。

实例 1

MEA 由两个 200 微米 Toray® TGP-H-060 气体扩散基片(每个气体扩散基片的一个表面上除了边缘周围的 1 厘米边界区之外,都

带有碳黑/聚四氟乙烯底层) 和一个 30 微米 Flemion® SH-30 隔膜制成。包括碳承载式铂催化剂和 Nafion®离子交联聚合物的催化剂层被施加到这两个基片的底层之上。催化基片和隔膜通过层压工艺而结合。这两个基片具有相同的尺寸, 并且隔膜延伸到基片边缘以外达 1 毫米。

封装薄膜(从英国 Morane 有限公司购买)放置成相邻于 MEA 的外边缘, 并通过两步加压工艺来施加, 如图 1 中所示。第一步, 以 100 磅/平方英寸的压力将封装薄膜压在基片上达 30 秒钟的时间。第二步, 以 200 磅/平方英寸的压力来加压封装薄膜达 1 分钟, 将其粘合在突出的隔膜上。这两个步骤都在 95℃ 的温度下进行。薄膜的衬里层是 20 微米的聚脂层, 而粘合层是 55 微米的聚乙烯层。

封装薄膜延伸到突出隔膜的边缘以外, 因此这两个粘合层就粘合在一起。在两步加压工艺之后, 对封装薄膜的边缘进行修边。

将 MEA 放入热水(80℃)中达 288 小时, 并每 48 小时进行泄漏测试。为了进行泄漏测试, 将 MEA 放置在两块不锈钢板之间。一进口管连接在其中一块不锈钢板上, 并可用来将空气输送给 MEA。一出口管连接在第二块不锈钢板。这两根管都包含有阀门。进行平面内泄漏测试, 以确定是否有气体泄漏出 MEA 的边缘。出口管中的阀门关闭, 并通过进口管施加 3 磅/平方英寸压力的空气。如果压力不会下降, 则表示没有气体通过 EMA 的边缘而泄漏出。进行穿过平面的泄漏测试, 以确定是否有气体会穿过 MEA 泄漏。通过进口管了施加 3 磅/平方英寸的氮气并且出口管上的阀门开启。对离开出口管的气体量进行测量。预期应有一定量的气体穿过 MEA, 因为隔膜具有固有的透气性。如果离开出口管的气体量与所预期的透过隔膜的气体的计算量一致, 则表示 MEA 中没有另外的泄漏通路如针孔等。

实例 2

除了封装薄膜具有 30 微米的聚脂衬里层和 55 微米的聚乙烯粘

合层之外，重复实例 1。泄漏测试显示，MEA 是密封的。

实例 3

除了封装薄膜具有 20 微米的 BOPP 衬里层和 105 微米的聚乙烯粘合层之外，重复实例 1。泄漏测试显示，MEA 是密封的。

实例 4

MEA 由两个 200 微米 Toray® TGP-H-060 气体扩散基片（每个气体扩散基片在一整个表面上带有碳黑/聚四氟乙烯底层）和一个 30 微米 Flemion® SH-30 隔膜制成。包括碳承载的铂催化剂和 Nafion® 离子交联聚合物的催化剂层被施加到这两个基片的底层之上，但在基片边缘周围留下一个无催化剂的边界。包含有 12 微米聚脂衬里层和 30 微米聚乙烯粘合层的封装薄膜被设置在催化基片和隔膜之间，使得衬里层与隔膜接触。在 150℃ 下以超过 200 磅/平方英寸的压力对催化基片、封装薄膜和隔膜加压达 2 分钟，使它们结合在一起。这两个基片具有相同的尺寸，并且隔膜延伸到基片边缘以外达 30 毫米。封装薄膜延伸至隔膜的边缘并延伸过基片达 5 毫米。加强膜电极组件在被组装到燃料电池中之前进行了修边。

将 MEA 夹在两块场流板之间，并且使垫片相邻于底部场流板，然后将 MEA 装配到燃料电池中。通过将电池连接至稳压器上，在电池上施加 0.3V 电压并测量电流，这样来测定穿过 MEA 的电短路。电阻由电流计算得出，并在表 1 中示出。

对比实例 1

除了 MEA 中未结合有封装薄膜之外，重复实例 4。

实例 5

除了隔膜是包含 Flemion® 聚合物和无定形硅石纤维的 30 微米复合隔膜之外，重复实例 4。

对比实例 2

除了 MEA 中未结合有封装薄膜之外，重复实例 5。

电阻测量

表 1 示出了实例 4 和 5 以及对比实例 1 和 2 的电阻测量值。显然，在 MEA 中在基片的内表面上包括封装薄膜会降低穿过 MEA 的电短路。

表 1

	电阻 (Ωcm^2)
实例 4	13,107
对比实例 1	1000-2000
实例 5	8,500
对比实例 2	500-1000

图 1

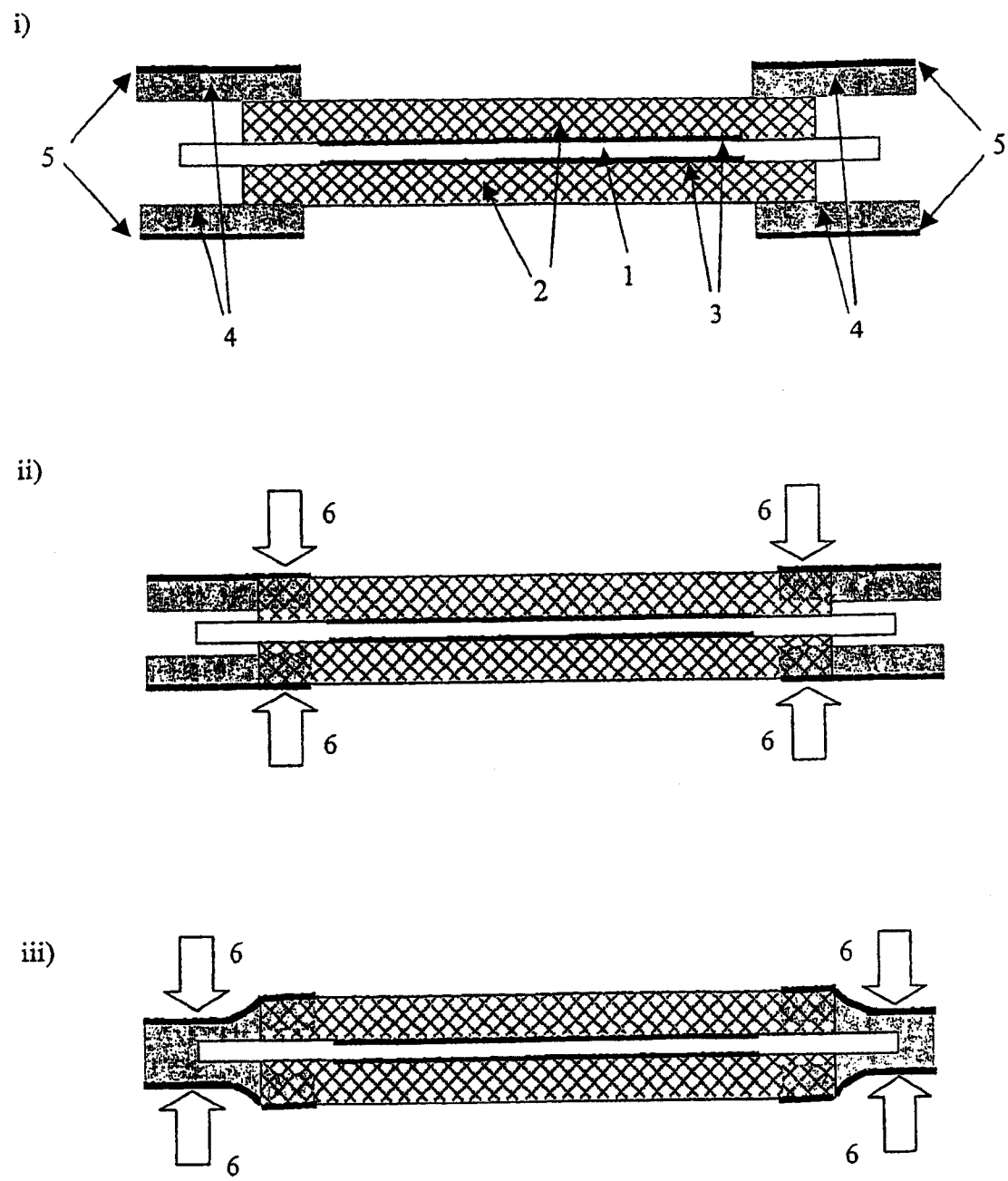


图 2

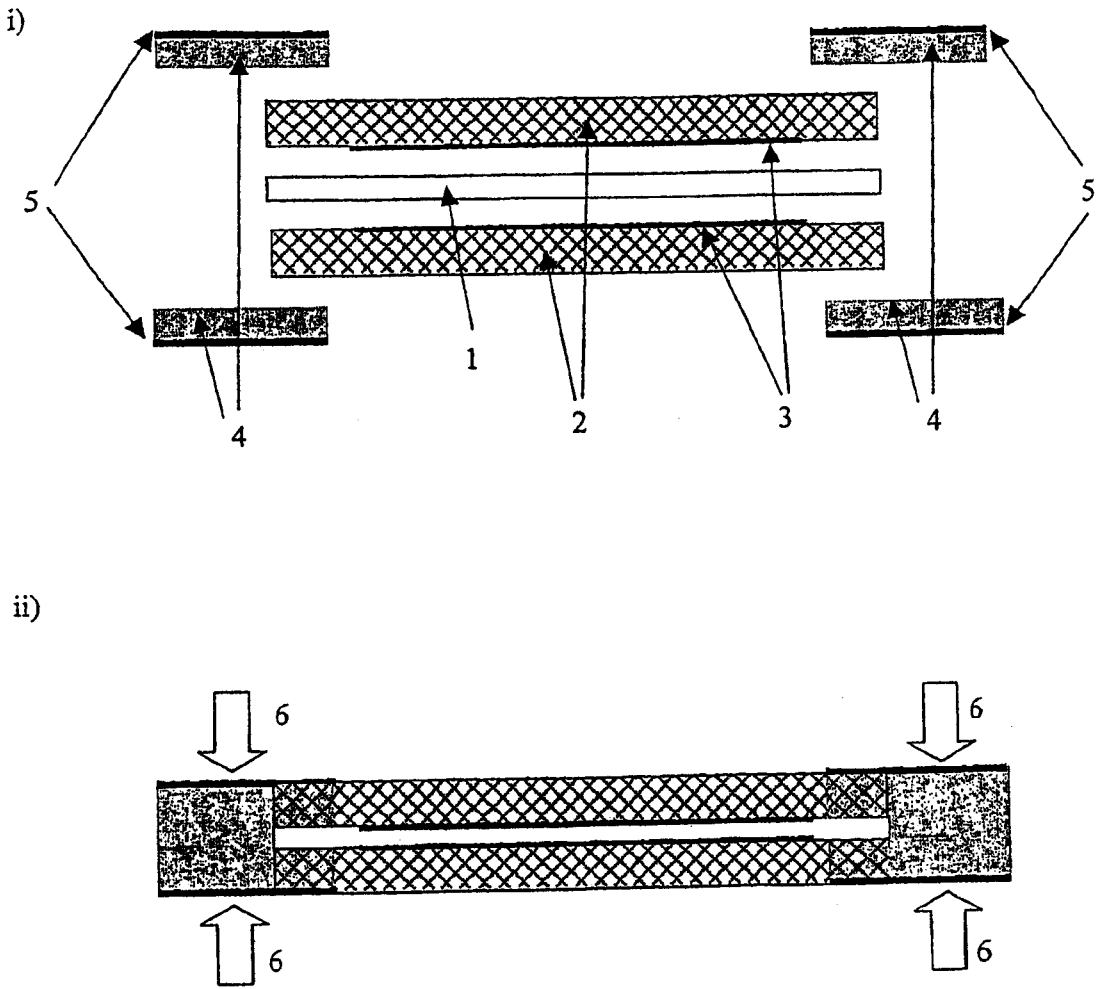


图 3

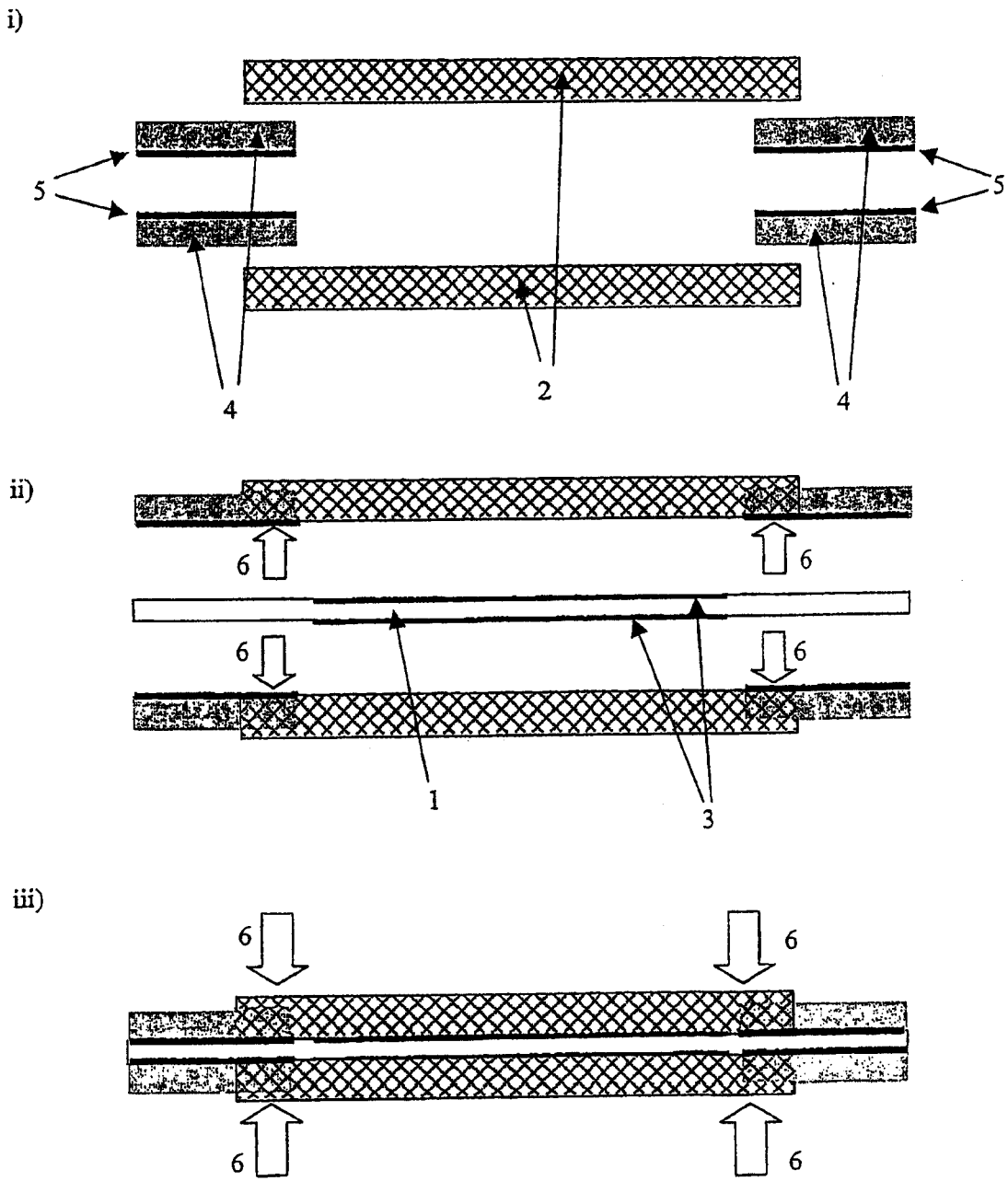


图 4

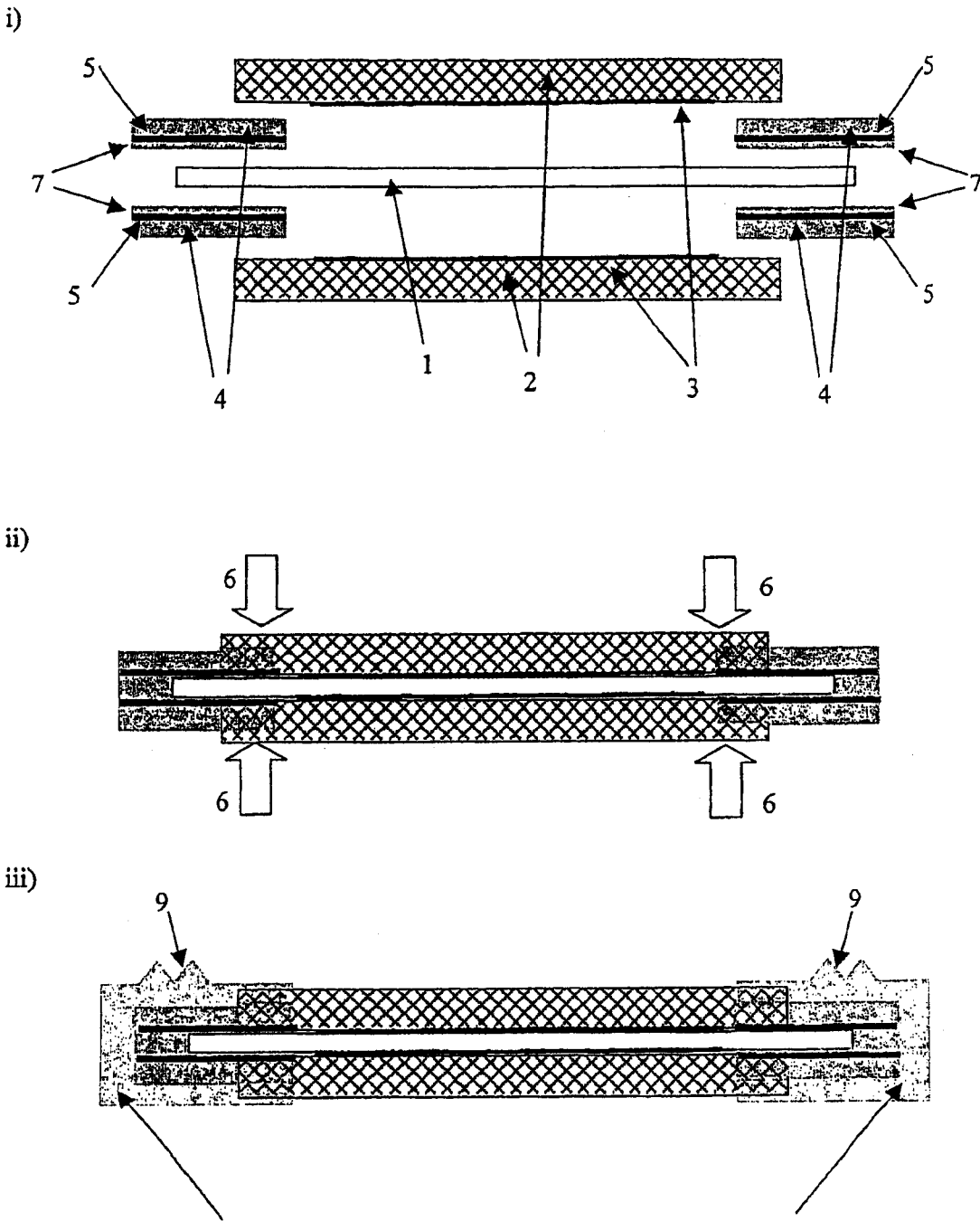
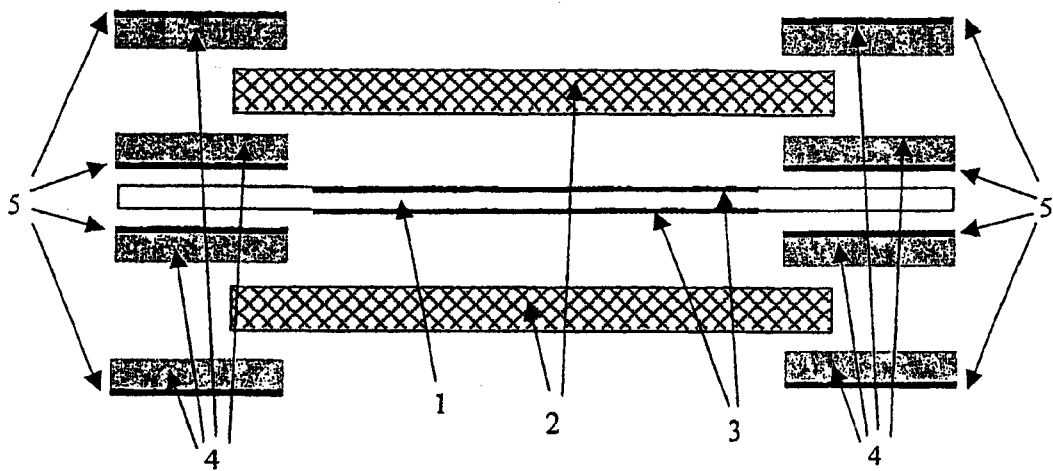


图 5

i)



ii)

