



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103003994 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201180033309. 5

(22) 申请日 2011. 06. 22

(30) 优先权数据

152668/2010 2010. 07. 05 JP

264861/2010 2010. 11. 29 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 01. 04

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2011/064859 2011. 06. 22

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/005146 EN 2012. 01. 12

(73) 专利权人 丰田自动车株式会社

地址 日本爱知县

(72) 发明人 五味雄一 菊地克英 藤谷宏

川角明人 中西淳二 壶阪健二

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 杨晓光 郭晓华

(51) Int. Cl.

H01M 4/88(2006. 01)

H01M 8/10(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1650452 A , 2005. 08. 03, 说明书第 3 页第 16 行 - 第 5 页第 27 行, 说明书第 6 页第 25 行 - 第 7 页第 3 行, 第 12 页第 25 行 - 第 14 页第 6 行, 附图 1.

CN 1700544 A , 2005. 11. 23, 说明书第 3 页第 17 行 - 第 4 页第 9 行, 附图 1-2.

JP P2004-259463 A , 2004. 09. 16, 全文.

JP P2004-281363 A , 2004. 10. 07, 说明书第 [0009] 段, 摘要.

JP P2007-149613 A , 2007. 06. 14, 全文.

JP P2009-181891 A , 2009. 08. 13, 全文.

US 4894355 A , 1990. 01. 16, 说明书第 2 栏第 44 行 - 第 3 栏第 58 行, 摘要, 图 1-8.

审查员 曹兴丽

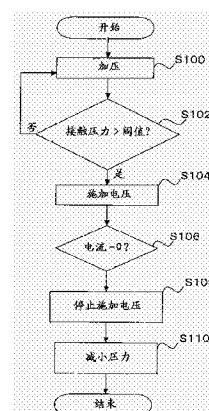
权利要求书2页 说明书10页 附图7页

(54) 发明名称

燃料电池的气体扩散层的制造方法和制造设备及燃料电池

(57) 摘要

根据燃料电池的制造方法, 在通过层叠由碳纤维制成的层和防水层而形成的气体扩散层的设置有防水层的一侧上设置其中具有多个连通孔的绝缘部件, 通过电极对夹着气体扩散层和绝缘部件, 并且在电极对的各自的后表面上设置接触压力板对以夹着电极对, 从而通过接触压力板对而对气体扩散层加压(S100)。当在维持加压状态的同时将电压施加到电极对时(S104), 电流流经过由绝缘部件的连通孔而与防水层侧的电极接触的碳纤维的突出部, 从而通过焦耳热燃烧并去除碳纤维的突出部。当检测到没有电流在电极之间流动时(S106), 停止向电极对施加电压(S108), 并将加压状态的压力减小到常压状态(S110)。



1. 一种燃料电池的气体扩散层的制造方法,包括以下步骤:

沿气体扩散层的厚度方向将预定压力施加到所述气体扩散层,所述气体扩散层是通过层叠由碳纤维制成的层和防水层而形成的,其中所述预定压力为与当以叠层形式层叠燃料电池的多个电池单体时施加的接触压力对应的压力;以及

当用所述预定压力对所述气体扩散层加压时去除从所述防水层突出的碳纤维,其中,

所述去除突出的碳纤维的步骤为这样的步骤:在与所述防水层的接触所述由碳纤维制成的层的表面相反的所述防水层的表面上设置绝缘部件,并且通过对所述突出的碳纤维通电而燃烧并去除所述突出的碳纤维。

2. 根据权利要求 1 的燃料电池的气体扩散层的制造方法,其中,

所述去除突出的碳纤维的步骤为以下步骤:将电极对设置为夹着所述气体扩散层和所述绝缘部件,并且通过对从所述防水层突出并进而穿过所述绝缘部件而与所述电极中的一个接触的碳纤维通电来燃烧并去除所述突出的碳纤维。

3. 根据权利要求 2 的燃料电池的气体扩散层的制造方法,还包括在对所述突出的碳纤维通电之前:

在加压状态下使所述气体扩散层沿所述气体扩散层的平面的方向相对于所述绝缘部件滑动的滑动步骤。

4. 根据权利要求 1 的燃料电池的气体扩散层的制造方法,其中,

所述施加预定压力的步骤为仅从所述气体扩散层的设置有所述由碳纤维制成的层的一侧将等于或大于预定压力的压力瞬时施加到所述气体扩散层的步骤,且

所述去除突出的碳纤维的步骤为以下步骤:将电极对设置为夹着所述气体扩散层和所述绝缘部件,并且通过对从所述防水层突出并进而穿过所述绝缘部件而与所述电极中的一个接触的碳纤维通电来燃烧并去除所述突出的碳纤维。

5. 根据权利要求 1 到 4 中任一项的燃料电池的气体扩散层的制造方法,其中,

用与形成所述防水层的材料相同种类的材料填充当燃烧并去除从所述防水层突出的碳纤维时在所述防水层中形成的凹部。

6. 一种通过以交替方式层叠发电体和隔板而形成的燃料电池,所述发电体是通过在膜电极组件上设置根据权利要求 1 的燃料电池的气体扩散层的制造方法制造的气体扩散层而形成的,所述膜电极组件包括在电解质膜的一个表面上的燃料电池电极和在所述电解质膜的另一表面上的空气电极。

7. 一种燃料电池的气体扩散层的制造设备,包括:

加压单元,其沿气体扩散层的厚度方向将压力施加到所述气体扩散层,所述气体扩散层是通过层叠由碳纤维制成的层和防水层而形成的;以及

去除单元,其在预定压力被施加到所述气体扩散层的状态下去除从所述防水层突出的碳纤维,其中所述预定压力为与当以叠层形式层叠燃料电池的多个电池单体时施加的接触压力对应的压力,其中,

所述去除单元包括:

绝缘部件,其被设置在与所述防水层的接触所述由碳纤维制成的层的表面相反的所述防水层的表面上;

电极对,其被设置为夹着所述气体扩散层和所述绝缘部件;以及

电压施加单元, 其将电压施加到所述电极对。

8. 根据权利要求 7 的燃料电池的气体扩散层的制造设备, 其中, 所述绝缘部件包括连通孔。

9. 根据权利要求 7 的燃料电池的气体扩散层的制造设备, 还包括:

气体扩散层滑动单元, 其在加压状态下使所述气体扩散层沿所述气体扩散层的平面的方向相对于所述绝缘部件滑动。

10. 根据权利要求 7 的燃料电池的气体扩散层的制造设备, 其中,

所述加压单元为仅从所述气体扩散层的设置有所述由碳纤维制成的层的一侧将等于或大于预定压力的压力瞬时施加到所述气体扩散层的加压单元。

11. 根据权利要求 7 到 10 中任一项的燃料电池的气体扩散层的制造设备, 还包括:

涂敷单元, 其将与形成所述防水层的材料相同种类的材料施加在当燃烧并去除从所述防水层突出的碳纤维时在所述防水层中形成的凹部中。

燃料电池的气体扩散层的制造方法和制造设备及燃料电池

技术领域

[0001] 本发明涉及燃料电池的气体扩散层的制造方法和制造设备及燃料电池。

背景技术

[0002] 例如,在聚合物电解质燃料电池中,通过用两个隔板 80 夹着膜电极组件(MEA),将电池形成成为最小单位,该膜电极组件如图 8 所示由夹着电解质膜 72 的燃料电极 70 和空气电极 74 构成,其中电解质膜 72 由聚合物电解质膜形成,并且通常层叠多个电池以形成可提供高电压的燃料电池叠层(FC 叠层)。

[0003] 作为通过聚合物电解质燃料电池发电的机制,通常,诸如含氢气体的燃料气体被供给到燃料电极(即,阳极侧电极),并且诸如主要包含氧气(O_2)的气体或空气的氧化剂气体被供给到空气电极(即,阴极侧电极)。含氢气体通过燃料气体流动通道而被供给到燃料电极 70,并且通过电极的催化剂的作用而被分解为电子和氢离子(H^+)。电子通过外部电路而从燃料电极 70 移动到空气电极 74 并产生电流。同时,氢离子(H^+)穿过电解质膜 72 到达空气电极 74,在那里氢离子接合到氧和穿过外部电路的电子,从而产生反应水(H_2O)。与氢气(H_2)和氧气(O_2)以及电子的接合反应同时产生的热被冷却水收集。此外,在存在空气电极的阴极侧产生的水(下文中,称为“生成水”)被从阴极侧排放。

[0004] 上述燃料电池的燃料电极和空气电极由包括用于分别扩散含氢气体和氧化剂气体的气体扩散层的叠层形成。这里,如果通过上述反应产生的生成水的排放在阴极侧被中断,则存在出现堵塞现象(也称为“泛滥现象”)的可能性。为了解决该问题,气体扩散层通常由碳纤维制成的层和防水层形成,并通过促进生成水的排放而防止泛滥现象。

[0005] 然而,如果气体扩散层中的碳纤维的至少一部分突出,则当气体扩散层被层叠以形成膜电极组件时,碳纤维的该突出的部分会损伤膜电极组件。

[0006] 专利文件 1 提议了一种用于燃料电池的具有平滑表面且是薄的气体扩散层材料,其是通过使包括用于碳纤维的耐火丝作为主要成分的织物或无纺布通过热压辊以平滑化表面并减小其厚度,之后对所产生的织物或无纺布进行在 800 到 3000℃ 的温度下的最终热处理而获得的。此外,专利文件 2 提议了在将气体扩散层设置在聚合物电解质膜上之前预加热用于燃料电池的气体扩散层的表面以由此平滑化碳纤维的不平坦表面,该气体扩散层这样的织物形成,该织物由碳纤维制成的经纱和纬纱构成的织物形成。

[0007] 另外,专利文件 3 提议了一种将包括纤维的气体扩散层基材(base)置于辊上以使气体扩散层基材弯曲并使从气体扩散层基材突出的纤维突出物起来(rise),并去除所述纤维突出物。专利文件 4 提议了一种通过使用具有导电材料和防水剂的两种类型的防水糊来制造具有两层结构的防水气体扩散层的方法。

[0008] 专利文件 1 :JP 2004-111341A

[0009] 专利文件 2 :W02003/081700 的小册子

[0010] 专利文件 3 :JP 2008-198526A

[0011] 专利文件 4 :JP 2009-181891A

发明内容

[0012] 技术问题

[0013] 然而,通过预加热处理来平滑化气体扩散层的技术需要增加工艺的数目,从而使操作复杂。此外,即使气体扩散层被弯曲以去除纤维突出物或者形成具有包括导电材料和防水剂的双层结构的气体扩散层,当以叠层形式层叠通过用气体扩散层夹着膜电极组件的相反表面并进一步用隔板对夹着膜电极组件而形成的燃料电池的单体时,存在以下可能性:纤维的掩埋在气体扩散层内的部分将因气体扩散层的厚度从初始厚度减小而突出。

[0014] 本发明鉴于上述问题而被构思并提供了燃料电池的气体扩散层的制造方法和制造设备以及燃料电池,其中防止了由包括在气体扩散层中的碳纤维的突出导致的膜电极组件或电解质膜的损伤。

[0015] 解决问题的方案

[0016] 为了达到上述目的,根据本发明的燃料电池的气体扩散层的制造方法和制造设备以及燃料电池具有以下特征。

[0017] (1)一种燃料电池的气体扩散层的制造方法,包括:沿气体扩散层的厚度方向将预定压力施加到所述气体扩散层的步骤,所述气体扩散层是通过层叠由碳纤维制成的层和防水层而形成的;以及当用所述预定压力对所述气体扩散层加压时去除从所述防水层突出的碳纤维的步骤,其中,所述去除突出的碳纤维的步骤为通过对所述突出的碳纤维通电而燃烧并去除所述突出的碳纤维的步骤。

[0018] 通过例如沿气体扩散层的厚度方向施加与在层叠燃料电池的单体时使用的压力对应的压力作为预定压力并在该加压状态下去除从防水层突出的碳纤维,可以在层叠其中使用气体扩散层的燃料电池的单体时防止由气体扩散层的碳纤维的突出导致的对膜电极组件或电解质膜的损伤。

[0019] 可以使电通过突出的碳纤维以由此通过焦耳热燃烧并去除碳纤维。

[0020] (2)在上面的(1)中描述的燃料电池的气体扩散层的制造方法中,所述去除突出的碳纤维的步骤为以下步骤:在与所述防水层的接触所述由碳纤维制成的层的表面相反的所述防水层的表面上设置绝缘部件,进而将电极对设置为夹着所述气体扩散层和所述绝缘部件,并且通过对从所述防水层突出并进而穿过所述绝缘部件而与所述电极中的一个接触的碳纤维通电来燃烧并去除所述突出的碳纤维。

[0021] 通过在气体扩散层和电极之间设置绝缘部件,可以仅仅使突出的碳纤维接触电极以燃烧并去除碳纤维。

[0022] (3)在上面的(2)中描述的燃料电池的气体扩散层的制造方法中,在对所述突出的碳纤维通电之前,在加压状态下使所述气体扩散层沿所述气体扩散层的平面的方向相对于所述绝缘部件滑动。

[0023] 通过使气体扩散层相对于绝缘部件滑动,从防水层突出但处于倒伏状态的碳纤维起来(rise),从而碳纤维的前端变为与电极接触。结果,与没有使碳纤维滑动的情况相比,增加了从防水层突出的碳纤维的去除百分比。此外,由于不需要用于使突出的碳纤维进一步从防水层突出的过度加压,可以维持气体扩散层的结构,特别地,由碳纤维制成的层的结构。

[0024] (4)在上面的(1)中描述的燃料电池的气体扩散层的制造方法中,所述施加预定压力的步骤为仅从所述气体扩散层的设置有所述由碳纤维制成的层的一侧将等于或大于预定压力的压力瞬时施加到所述气体扩散层的步骤,且所述去除突出的碳纤维的步骤为以下步骤:在与所述防水层的接触所述由碳纤维制成的层的表面相反的所述防水层的表面上设置绝缘部件,进而将电极对设置为夹着所述气体扩散层和所述绝缘部件,并且通过对从所述防水层突出并进而穿过所述绝缘部件而与所述电极中的一个接触的碳纤维通电来燃烧并去除所述突出的碳纤维。

[0025] 例如,当防水层由微孔(microporous)层(下文中,也称为“MPL”)形成时,通过将等于或大于预定压力的压力瞬时施加到气体扩散层,载荷被瞬时施加到MPL以燃烧并去除突出的碳纤维,从而可以维持MPL的孔。

[0026] (5)在上面的(1)或(4)中描述的燃料电池的气体扩散层的制造方法中,所述预定压力为与当以叠层形式层叠燃料电池的多个电池单体时施加的接触压力对应的压力。

[0027] 即使当以叠层形式层叠燃料电池的多个电池单体且沿多个电池单体的层叠方向施加接触压力时,也可以防止由气体扩散层中的碳纤维引起的对膜电极组件的损伤。

[0028] (6)在(1)到(5)中任一项中描述的燃料电池的气体扩散层的制造方法中,用与形成所述防水层的材料相同种类的材料填充当燃烧并去除所述从所述防水层突出的碳纤维时在所述防水层中形成的凹部。

[0029] 通过用与形成防水层的材料相同种类的材料填充在去除了从防水层突出的碳纤维之后形成的在所述防水层中的凹部,可以恢复气体扩散层的导电性、气体扩散特性以及排放特性。

[0030] (7)一种通过以交替方式层叠发电体和隔板而形成的燃料电池,所述发电体是通过在膜电极组件上设置上面的(1)中描述的燃料电池的气体扩散层的制造方法制造的气体扩散层而形成的,所述膜电极组件包括在电解质膜的一个表面上的燃料电极和在所述电解质膜的另一表面上的空气电极。

[0031] 在根据本发明的燃料电池中,与包括其中碳纤维的突出部分没有通过上述制造方法处理的气体扩散层的燃料电池相比,可以减少由碳纤维的突出部分引起的对膜电极组件的损伤。

[0032] (8)一种燃料电池的气体扩散层的制造设备,包括:加压单元,其沿气体扩散层的厚度方向将压力施加到所述气体扩散层,所述气体扩散层是通过层叠由碳纤维制成的层和防水层而形成的;以及去除单元,其在所述预定压力被施加到所述气体扩散层的状态下去除从所述防水层突出的碳纤维,其中,所述去除单元包括:绝缘部件,其被设置在与所述防水层的接触所述由碳纤维制成的层的表面相反的所述防水层的表面上;电极对,其被设置为夹着所述气体扩散层和所述绝缘部件;以及电压施加单元,其将电压施加到所述电极对。

[0033] 通过沿气体扩散层的厚度方向施加与在层叠燃料电池的单体时施加的压力对应的压力作为预定压力并在该加压状态下去除从防水层突出的碳纤维,可以在层叠其中使用气体扩散层的燃料电池的电池单体时防止由气体扩散层的碳纤维的突出导致的对膜电极组件和电解质膜的损伤。

[0034] 通过在穿过防水层并从防水层突出并进而穿过绝缘部件的碳纤维与电极中的一个接触的状态下将电压施加到电极对,电流在具有导电性的突出的碳纤维中流动,从而可

以通过焦耳热燃烧并去除突出的碳纤维。

[0035] (9)在上面的(8)中描述的燃料电池的气体扩散层的制造设备中,所述绝缘部件包括连通孔。

[0036] 通过在穿过防水层并从防水层突出的碳纤维通过绝缘部件的连通孔而与电极中的一个接触的状态下将电压施加到电极对,电流在具有导电性的突出的碳纤维中流动,从而可以通过焦耳热燃烧并去除突出的碳纤维。例如,与其中在绝缘部件中没有设置连通孔的情况相比,穿过防水层并从防水层突出的碳纤维更容易通过连通孔而从绝缘部件突出,从而促进了通过焦耳热燃烧并去除突出的碳纤维。

[0037] (10)在上面的(8)中描述的燃料电池的气体扩散层的制造设备还包括:气体扩散层滑动单元,其在加压状态下使所述气体扩散层沿所述气体扩散层的平面的方向相对于所述绝缘部件滑动。

[0038] 通过使气体扩散层相对于绝缘部件滑动,使得从防水层突出但处于倒伏状态的碳纤维起来,从而碳纤维的前端变为与电极接触。结果,与没有使气体扩散层滑动的情况相比,增加了从防水层突出的碳纤维的去除百分比。此外,由于不需要用于使突出的碳纤维进一步从防水层突出的过度加压,可以维持气体扩散层的结构,特别地,由碳纤维制成的层的结构。

[0039] (11)在上面的(8)中描述的燃料电池的气体扩散层的制造设备中,所述加压单元为仅从所述气体扩散层的设置有所述由碳纤维制成的层的一侧将等于或大于预定压力的压力瞬时施加到所述气体扩散层的加压单元,且所述去除单元包括:绝缘部件,其被设置在与所述防水层的接触所述由碳纤维制成的层的表面相反的所述防水层的表面上;电极对,其被设置为夹着所述气体扩散层和所述绝缘部件;以及电压施加单元,其将电压施加到所述电极对。

[0040] 例如,当防水层由微孔层(下文中,也称为“MPL”)形成时,通过将等于或大于预定压力的压力瞬时施加到气体扩散层,载荷被瞬时施加到MPL以燃烧并去除突出的碳纤维,从而可以维持MPL的孔。此外,通过沿气体扩散层的厚度方向将等于或大于预定压力的压力瞬时施加到气体扩散层,可以使在气体扩散层中产生的压力分布不同(即,在由碳纤维制成的层侧的变形的量可以变为较大,而在防水层侧的变形的量可以变为较小),从而可以保护防水层侧的孔不被破坏。

[0041] (12)在上面的(8)或(11)中描述的燃料电池的气体扩散层的制造设备中,所述预定压力为与当以叠层形式层叠燃料电池的多个电池单体时施加的接触压力对应的压力。

[0042] 即使当以叠层形式层叠燃料电池的多个电池单体且沿多个电池单体的层叠方向施加接触压力时,也可以防止由气体扩散层中的碳纤维引起的对膜电极组件的损伤。

[0043] (13)在上面的(8)到(12)中任一项中描述的燃料电池的气体扩散层的制造设备还包括:涂敷单元,其将与形成所述防水层的材料相同种类的材料施加在当燃烧并去除从所述防水层突出的碳纤维时在所述防水层中形成的凹部中。

[0044] 通过将形成防水层的材料相同种类的材料涂敷在当去除了从防水层突出的碳纤维之后形成的在所述防水层中的凹部中以填充凹部,可以恢复气体扩散层的导电性、气体扩散特性以及排放特性。

[0045] 发明的有益效果

[0046] 根据本发明,可以防止当层叠其中使用气体扩散层的燃料电池的电池单体时由气体扩散层的碳纤维的突出造成的对膜电极组件或电解质膜的损伤。

附图说明

[0047] 将在下面的描述中结合附图解释本发明的这些和其他目的,在附图中:

[0048] 图 1 为示意性示例了根据本发明的实施例的燃料电池的气体扩散层的制造设备的结构的实例的视图;

[0049] 图 2 为示例了根据本发明的实施例的燃料电池的气体扩散层的制造方法的实例的流程图;

[0050] 图 3 为示意性示例了根据本发明的实施例的燃料电池的气体扩散层的制造设备的另一实例的结构的视图;

[0051] 图 4 为解释通过滑动使从防水层突出的碳纤维的突出部起来的机制的视图;

[0052] 图 5 为示意性示例了根据本发明的实施例的燃料电池的气体扩散层的制造设备的另一实例的结构的视图;

[0053] 图 6 为解释了填充在燃烧和去除突出的碳纤维之后形成的防水层的凹部的方法的实例的视图;

[0054] 图 7 为解释由碳纤维的突出造成的损伤的示例性状况的视图;以及

[0055] 图 8 为解释燃料电池的电池单体的结构和发电机制的视图。

[0056] 参考符号列表

[0057] 10 框架;12 加压装置;14a,14b 接触压力板;16a,16b,16c,16d 电极;17 金属膜;18 绝缘部件;19 连通孔;20,52,54 气体扩散层;22 防水层;24 碳纤维;26 烟灰状碳;27 混合物;28 填充部;30 电源;32,34,36,38 辊;40 控制器;50 膜电极组件;60 突出部;62,64 隔板。

具体实施方式

[0058] 将参考附图描述本发明的优选实施例。

[0059] 在说明根据本实施例的燃料电池的气体扩散层的制造方法和制造设备之前,将参考图 7 描述当以叠层形式层叠燃料电池的多个电池单体时引起的由碳纤维的突出导致的对膜电极组件的损伤的状况。

[0060] 如图 7 所示,通常如下形成燃料电池的电池单体。具体而言,在用各自作为电极的一对催化剂层夹着电解质层而形成的膜电极组件(MEA) 50 的两个表面上都设置气体扩散层 52、54,气体扩散层 52、54 中的每一者通过层叠由碳纤维 24 形成的层和防水层 22 而形成,然后进一步将隔板 62 和 64 设置为夹着膜电极组件 50 以及气体扩散层 52 和 54。这里,由碳纤维 24 形成的层由碳纤维 24 的积聚体(aggregate)形成,并且碳纤维 24 的该积聚体被接合到防水层 22,从而形成气体扩散层 52 和 54。

[0061] 通常,在燃料电池的电池单体的状态下,即使碳纤维 24 从由碳纤维 24 形成的层朝向防水层 22 突出,碳纤维 24 的突出部分保留在防水层 22 内。然而,当层叠燃料电池的多个电池单体时,压力被沿气体扩散层 52 和 54 的厚度方向施加,从而减小气体扩散层 52 和 54 的厚度。因此,存在碳纤维的突出部分 60 穿过防水层 22 突出而损伤膜电极组件 50 的可

能性。这里,对膜电极 50 的损伤会导致差的燃料经济性。

[0062] 为了解决该问题,根据本发明的燃料电池的气体扩散层的制造方法和制造设备,当层叠燃料电池的多个电池单体时,即使在该层叠工艺时施加接触压力,也可以防止气体扩散层的碳纤维对膜电机组件的损伤。

[0063] 图 1 示例了根据本实施例的用于燃料电池的气体扩散层的制造设备的实例。如图 1 所示,根据本发明的用于燃料电池的气体扩散层的制造设备包括加压单元和去除单元,加压单元通过沿气体扩散层 20 的厚度方向将压力施加到气体扩散层 20,气体扩散层 20 是通过层叠由碳纤维 24 制成的层和防水层 22 而形成的,去除单元在预定压力被施加到气体扩散层 20 的状态下去除从防水层 22 突出的碳纤维 24。

[0064] 这里,在本实施例中使用的“预定压力”是指“与在层叠燃料电池的多个电池单体时施加的接触压力对应的压力”,且“接触压力”是指沿膜电机组件、气体扩散层等等的厚度方向施加的压力。此外,根据每个燃料电池的电池单体的层叠压力而适当地设定本实施例中的“与在层叠燃料电池的多个电池单体时施加的接触压力对应的压力”,例如为约 0.1MPa 到 2MPa。

[0065] 在本实施例中,作为去除单元,一种类型的去除单元选自使用焦耳热或氧等离子体的燃烧去除单元、使用切割工具的切割去除单元、以及用于弯曲(bend)从防水层突出的碳纤维的边缘部分的弯曲去除单元。在该实例中,将描述使用焦耳热的燃烧去除单元。

[0066] 如图 1 所示,所述去除单元包括:绝缘部件 18,其具有多个连通孔 19 且被设置在防水层 22 的与接触由碳纤维 24 形成的层的表面相反的表面;电极 16a 和 16b 的对,其被设置为夹着气体扩散层 20 和绝缘层 18;以及电源 30,其是将电压施加到电极 16a 和 16b 的对的电压施加单元。

[0067] 如图 1 所示,所述加压单元包括:接触压力板 14a 和 14b,其被分别设置在电极 16a 和 16b 的对的后表面上,以沿气体扩散层 20 的厚度方向施加压力,即,将接触压力施加到气体扩散层 20;以及加压装置 12,其能够沿图 1 中示例的空白箭头的方向将接触压力施加到接触表面板 14a 和 14b。

[0068] 此外,如图 1 所示,根据本发明的用于燃料电池的气体扩散层的制造设备被配置为使得加压装置 12、接触压力板 14a 和 14b、电极 16a 和 16b、绝缘部件 18 以及气体扩散层 20 以层叠结构依次设置在框架 10 中,并且电源 30 被电连接到电极 16a 和 16b,控制器 40 被电连接到加压装置 12,并且电源 30 和控制器 40 彼此电连接。

[0069] 此外,在本实施例的由碳纤维 24 形成的层中,作为碳纤维的积聚体,例如,使用诸如碳纸或碳布的含碳多孔部件,并且使用通过高温下碳化经加热而熔融且然后被纺纱(spin)的沥青而获得的 PAN(聚丙烯腈)和丙烯酸纤维作为碳纤维。此外,防水层 22 由诸如聚四氟乙烯(PTFE)、四氟乙烯/六氟丙烯共聚物(FEP)的氟化聚合物和碳黑形成,且防水层 22 被接合到碳纤维 24 的积聚体以形成气体扩散层 20。

[0070] 参考图 1 和 2,将描述根据本实施的燃料电池的气体扩散层的制造方法的实例。

[0071] 首先,在气体扩散层 20 的设置防水层 22 的一侧,设置绝缘部件 18,并且通过电极 16a 和 16b 的对夹着气体扩散层 20 和绝缘部件 18。此外,分别在电极板 16a 和 16b 的对的后表面上设置接触压力板 14a 和 14b 以夹着电极 16a 和 16b 的对。然后,基于从控制器 40 的输出,加压装置 12 分别沿图 1 中示例的空白箭头的方向对接触压力板 14a 和 14b 加压

(S100)。通过加压,已被嵌入在防水层 22 中的碳纤维 24 的突出部从防水层 22 突出,并且由此突出的碳纤维 24 的突出部通过绝缘部件 18 的连通孔 19(对应于图 1 中的由虚线包围的部分 X1、X2 以及 X3)而与电极 16b 接触。

[0072] 然后,如果控制器 40 检测到由加压装置 12 施加的“接触压力”达到“阈值”(S102),则在使加压装置 12 维持该接触压力状态的同时,控制器 40 使电源 30 向电极 16a 和 16b 的对施加电压。这里,作为“阈值”,设定“与在层叠燃料电池的多个电池单体时施加的接触压力对应的压力”。

[0073] 接下来,在将电压施加到电极 16a 和 16b 的对(S104)时,由于碳纤维具有导电性,电流在碳纤维的通过绝缘部件 18 的连通孔 19 而接触电极 16b 的突出部分中流动,从而通过焦耳热燃烧并去除突出的碳纤维。然后,当控制器 40 检测到碳纤维的接触电极 16b 的突出部分被燃烧而阻止了电流在电极 16a 和 16b 之间流动时(S106),控制器 40 使电源 30 停止向电极 16a 和 16b 的对施加电压(S108)。进而,减小由加压装置 12 引起的加压状态中的压力以使压力返回到常压(normal pressure)(S110),并且取出如上所述已被处理的气体扩散层。

[0074] 这里,绝缘部件 18 具有等于或小于层叠时的膜电极组件的厚度,以便可以在层叠燃料电池的电池单体时防止由从气体扩散层 20 突出的碳纤维 24 穿过膜电极组件导致的对膜电极组件的损伤。

[0075] 虽然根据气体扩散层 20 的由碳纤维形成的层的碳纤维的直径和长度而适当地选择在绝缘部件 18 中设置的连通孔 19 的直径,但连通孔 19 的直径优选大约为碳纤维的直径的若干倍,以便可以更加可靠地去除在层叠时突出的碳纤维的突出部。

[0076] 虽然已经描述了如图 1 所示的具有连通孔 19 的绝缘部件 18 的实例,但本发明不限于该结构,绝缘部件 18 并不必具有图 1 中示例的连通孔,只要绝缘部件 18 为具有绝缘特性的部件且是碳纤维能够容易地从其中穿过的部件,例如,多孔或纤维状部件。此外,当通过焦耳热燃烧碳纤维的突出部时,绝缘部件 18 优选为具有绝缘特性、碳纤维可容易地从其中穿过并具有耐热性的部件,例如,优选为由硅树脂和石棉以及玻璃纤维形成的绝缘部件。

[0077] 此外,作为由电源 30 施加的电压,允许使这样的电流流动的电压是足够的:在该电流下,碳纤维 24 的接触电极 16 的突出部可以被燃烧,并且,考虑绝缘部件 18 的耐热温度而适当地选择电压。

[0078] 同样,虽然在图 1 中,分别沿由空白箭头指示的方向移动接触压力板 14a 和 14b,以从气体扩散层 20 的两侧施加接触压力,但本发明不局限于该结构,并且可以使用表面压力板中的至少一者来施加接触压力。

[0079] 图 3 示例了本实施例的用于气体扩散层的制造设备的另一实例。在该实例中,与根据上述实施例的气体扩散层的制造设备相同的结构要素由相同的参考标号表示,并略去对其的说明。如图 3 所示,在该实施例中的燃料电池的气体扩散层的另一制造设备包括能够施加载荷的辊状电极 16c 和 16d。辊状电极 16c 和 16d 被电连接到电源 30,该电源 30 向辊状电极 16c 和 16d 施加电压。并且,通过旋转辊 32 和 34 而在辊状电极 16c 和 16d 的对之间间歇地输运带状的气体扩散层 20。此外,通过旋转辊 36 和 38,在辊状电极 16c 和 16d 的对之间间歇地输运绝缘层 18,以将绝缘层 18 叠置在气体扩散层 20 的防水层侧。

[0080] 将描述根据本实施例的燃料电池的气体扩散层的制造设备的操作。通过使辊 32

和 34 旋转而沿箭头 48 的方向输运气体扩散层 20 且使辊 36 和 38 旋转而沿箭头 42 的方向输运绝缘部件 18, 在辊状电极 16c 和 16d 的对之间输运气体扩散层 20 和绝缘部件 18, 以便在气体扩散层 20 的防水层侧上层叠绝缘部件 18。然后, 停止对气体扩散层 20 和绝缘部件 18 的输运, 并沿减小辊状电极 16c 和 16d 的对之间的距离的方向移动辊状电极 16c 和 16d 中的二者或至少一者。在该状态下, 通过预定压力对层叠的气体扩散层 20 和绝缘部件 18 加压。然后, 在该加压状态下, 辊 36 和 38 反向旋转以沿箭头 44 的方向反向地输运绝缘部件 18。通过该操作, 如图 4 所示, 气体扩散层 20 相对于绝缘部件 18 滑动, 以使从防水层稍微突出但没有穿透绝缘部件 18 的碳纤维 24 的突出部分、或者从防水层 22 突出但处于倒伏状态的碳纤维 24 的突出起来, 因而, 碳纤维 24 的已起来的突出部分与辊状电极 16c 接触。然后, 通过电源 30 在辊状电极 16c 和 16d 的对之间施加电压, 电在具有导电性的碳纤维 24 中流动, 从而通过焦耳热燃烧并去除突出的碳纤维 24。之后, 移动辊状电极 16c 和 16d 中的一者或两者以增加辊状电极 16c 和 16d 的对之间的距离, 并且分别通过辊 32、34 以及 36、38 而沿箭头 48 和 42 的方向输运气体扩散层 20 和绝缘部件 18。然后, 以与上述相似的方式, 沿减小辊状电极 16c 和 16d 的对之间的距离的方向移动辊状电极 16c 和 16d 中的一者或两者, 并将气体扩散层 20 的另外的表面和绝缘部件 18 压到一起, 从而以与上述相似的方式去除从防水层突出的碳纤维 24。

[0081] 这里, 例如, 可以通过如图 3 中示例的空白箭头 46 所示仅移动电极 16d (即, 仅从气体扩散层的设置有由碳纤维形成的层的一侧) 而进行对辊状电极 16c 和 16d 的对之间的距离的控制。此外, 绝缘部件 18 可以为在辊 36 和 38 之上环绕的带状绝缘部件, 或者可以为具有分别固定到辊 36 和 38 的端部的绝缘部件。如果绝缘部件 18 的端部被分别固定到辊 36 和 38, 绝缘部件 18 沿箭头 44 的方向移动以使碳纤维 24 的突出部分起来, 并且, 在去除突出的碳纤维之后, 沿箭头 42 的方向移动。在该情况下, 在绝缘层 18 沿箭头 44 的方向移动的同时, 气体扩散层 20 还可以沿箭头 48 的方向移动。这样, 根据本实施例的气体扩散层滑动单元至少包括用于相反地 (reversely) 输运绝缘层 18 的辊 36 和 38, 并且, 在某些情况下, 除了辊 36 和 38 之外, 还包括用于输运气体扩散层 20 的辊 32 和 34。

[0082] 此外, 更优选地, 使用辊状电极 16c 和 16d 以在对气体扩散层 20 和绝缘部件 18 加压的同时使气体扩散层 20 相对于绝缘部件 18 滑动。还优选在加压的同时, 通过电源 30 向辊状电极 16c 和 16d 施加电压。

[0083] 如上所述, 通过使气体扩散层 20 相对于绝缘部件 18 滑动, 使从防水层突出但保持倒伏状态的碳纤维起来, 以使碳纤维的前端与电极接触。结果, 与不进行滑动的情况相比, 可以增大对从防水层突出的碳纤维的去除百分比。这导致进一步减少了由碳纤维的突出部引起的对电解质膜的损伤。此外, 由于不需要用于使突出的碳纤维进一步从防水层突出的过度加压, 因此可以维持气体扩散层的结构, 特别地, 由碳纤维形成的层的结构。

[0084] 在上述实施例中, 气体扩散层 22 相对滑动的距离优选大于碳纤维的长度, 并且滑动的速度为例如若干 mm/秒。此外, 更优选地, 考虑到突出的纤维的突出方向, 气体扩散层 20 沿两个或更多个方向相对滑动。此外, 通过在对气体扩散层 20 加压的同时使辊状电极 16c 和 16d 中的至少一者沿气体扩散层 20 的平面方向平行地滑动, 可以使仅仅稍微突出的碳纤维以及突出但处于倒伏状态的碳纤维起来, 从而使碳纤维的前端接触电极并被燃烧和去除。并且, 通过将绝缘部件 18 的弹性模量设定为低于碳纤维 24 的弹性模量, 可以促进碳

纤维 24 穿过绝缘部件 18 的突出,从而可以提高燃烧和去除突出的碳纤维的效率。

[0085] 图 5 示例了本实施例的气体扩散层的制造设备的另一实例。在该实例中,与根据上述实例的用于气体扩散层的制造设备相同的结构要素通过相同的标号表示并略去了对其的说明。如图 5 所示,该实施例中的燃料电池的气体扩散层的另一制造设备包括:具有多个连通孔 19 的绝缘部件 18,其被设置在防水层 22 的与接触由碳纤维 24 形成的层的表面相反的表面;电极 16a,其与气体扩散层 20 接触;金属膜 17,其与绝缘部件 18 接触;以及电源 30,其是在电极 16a 和金属膜 17 之间施加电压的电压施加装置。

[0086] 本实施例中的加压装置为加压装置 11,该加压装置 11 仅从气体扩散层 20 的设置由碳纤维 24 形成的层的一侧通过接触压力板 14a 将等于或大于预定压力的压力瞬时施加到气体扩散层 20,并且,例如,使用伺服脉冲器(servo pulser)作为加压装置 11。这里,“预定压力”是指“与在层叠燃料电池的多个电池单体时施加的接触压力对应的压力”。此外,“将等于或大于预定压力的压力瞬时施加到气体扩散层”是指在向气体扩散层施加等于或大于预定压力的压力之后的即刻释放所施加的压力,更具体而言,是指施加等于或大于在层叠燃料电池的多个电池单体时施加的接触压力的过量接触压力并在施加接触压力之后的即刻释放该接触压力。通过该操作,在防水层 22 由微孔层(下文中,也称为“MPL”)形成的情况下,载荷被瞬时施加到 MPL,突出的碳纤维被燃烧并去除,从而可以维持 MPL 的多孔性质。

[0087] 虽然金属膜 17 可以为任何膜,只要是导电的即可,但金属膜可以由金(Au)、铜(Cu)等等形成的金属箔,并例如被接合到绝缘部件 18 的与接触 MPL 的表面相反的表面。

[0088] 为了以预定或更大的速率将接触压力瞬时施加到气体扩散层 20,增加基于以下表达式而获得的“加速度”。

[0089] [表达式 1]

[0090] 气体扩散层质量(每单位面积的质量)× 加速度 > 要求的接触压力(每单位面积的载荷)

[0091] 具体地,

[0092] 加速度 > 要求的接触压力(每单位面积的载荷) / 气体扩散层质量(每单位面积的质量)

[0093] 图 6 示例了填充在根据上述实例的设备和方法燃烧并去除突出的碳纤维之后形成的防水层的凹部的方法的实例。

[0094] 如图 6 所示,在燃烧并去除从防水层 22 突出的碳纤维 24 之后,在防水层 22 中形成凹部,并且在燃烧碳纤维 24 之后在凹部中存储有烟灰状(soot-like)碳。这里,在防水层 22 中形成的凹部中,导电性低,对在燃料电池的操作期间产生的水的排放特性低于其他部分,并且气体扩散特性也降低。并且,存在产生的水累积在凹部中的可能性。因此,在本实施例中,将与形成防水层 22 的材料相同种类的材料置于凹部中以形成填充部 28。具体而言,形成防水层 22 的树脂(例如,PTFE 树脂)被涂敷到凹部,之后施加超声波以使凹部中的树脂与保留在凹部中的烟灰状碳 26 混合,然后烘烤所产生的混合物 27,由此用与形成防水层 22 的材料相同种类的材料填充凹部。在该情况下,由于去除残留在凹部中的烟灰状碳 26 的工艺是不必要的,因此可以仅通过添加树脂而用与防水层 22 的成分基本相同的成分填充凹部。此外,作为施加超声波的条件,以 20kHz 进行持续约 30 分钟的混合。如果填充

部 28 在烘烤后具有突出形状,由于压力被部分地施加到燃料电池的膜催化剂,通过反复地对填充部 28 加压来平坦化防水层的表面。加压条件被设定为不破坏气体扩散层 20,并且,例如,通过在例如 100℃ 下以 1Mpa 每分钟 10 次地反复加压来实现平坦化。

[0095] 通过图 6 示例的方法,可以恢复气体扩散层的导电性、气体扩散特性和排放特性。

[0096] 此外,根据本实施例的用于燃料电池的气体扩散层的制造设备包括作为用于填充凹部的装置结构的施加装置和根据需要烘烤所施加的材料的烘烤装置,所述施加装置在燃烧并去除从防水层突出的碳纤维时在防水层中形成的凹部中施加与形成防水层的材料相同种类的材料。

[0097] 通过以交替方式层叠发电体和隔板而形成根据本实施例的燃料电池,该发电体是通过将由上述用于气体扩散层的制造方法制造的气体扩散层层叠到膜电极组件而形成的,所述膜电极组件包括在电解质膜的一个表面上的燃料电极和在电解质膜的另一表面上的空气电极。

[0098] 虽然已经详细描述了本发明,但本发明的范围不限于上述实例。

[0099] 此外,在 2010 年 7 月 5 日提交的序列号为 2010-152668 的日本专利申请和 2010 年 11 月 29 日提交的序列号为 2010-264861 的日本专利申请的说明书中对发明的详细描述部分中的描述、权利要求、附图以及摘要被整体并入到本申请中。

[0100] 工业适用性

[0101] 虽然本发明的燃料电池的制造方法和燃料电池对于使用燃料电池的任何应用而言是有效的,但本发明特别地可用于车辆用燃料电池。

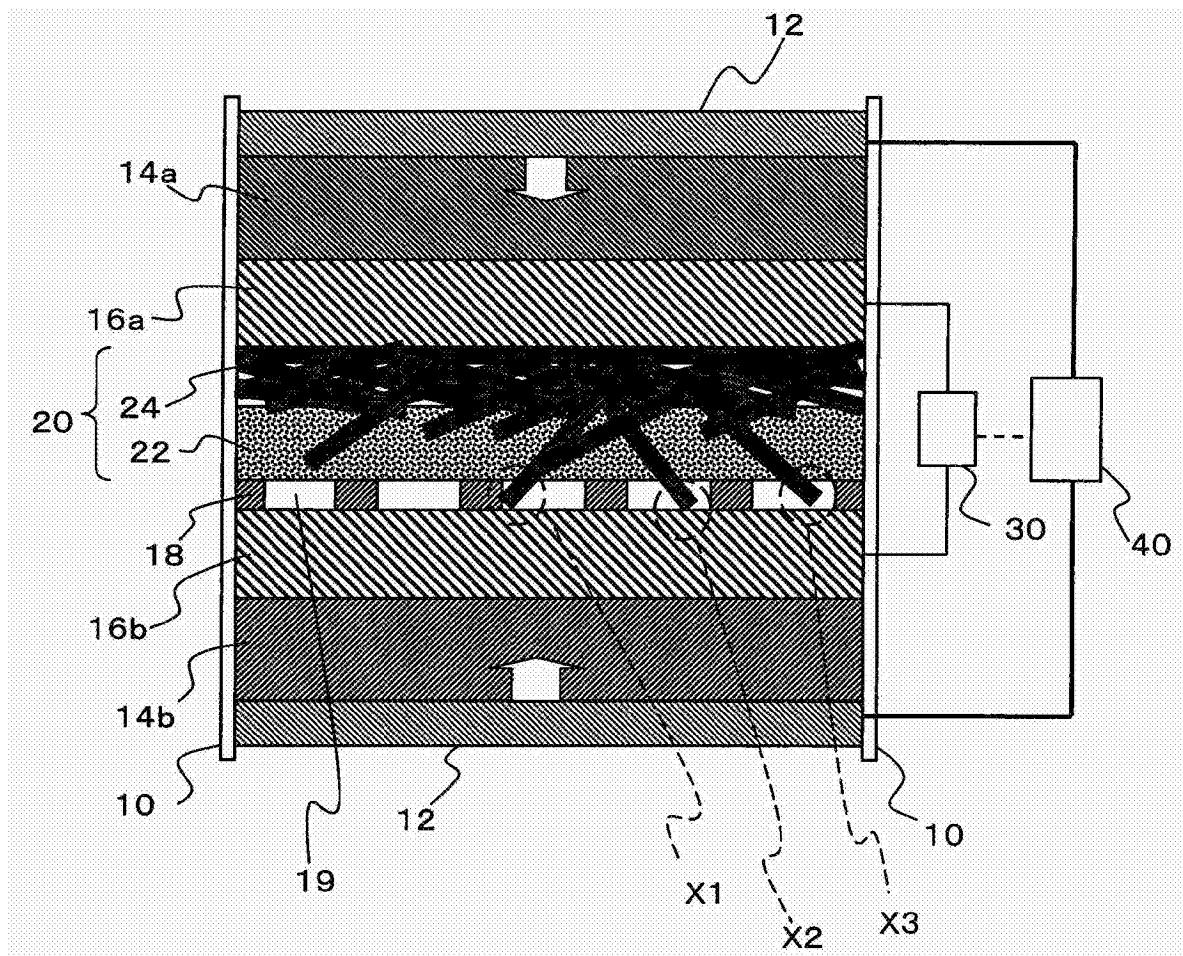


图 1

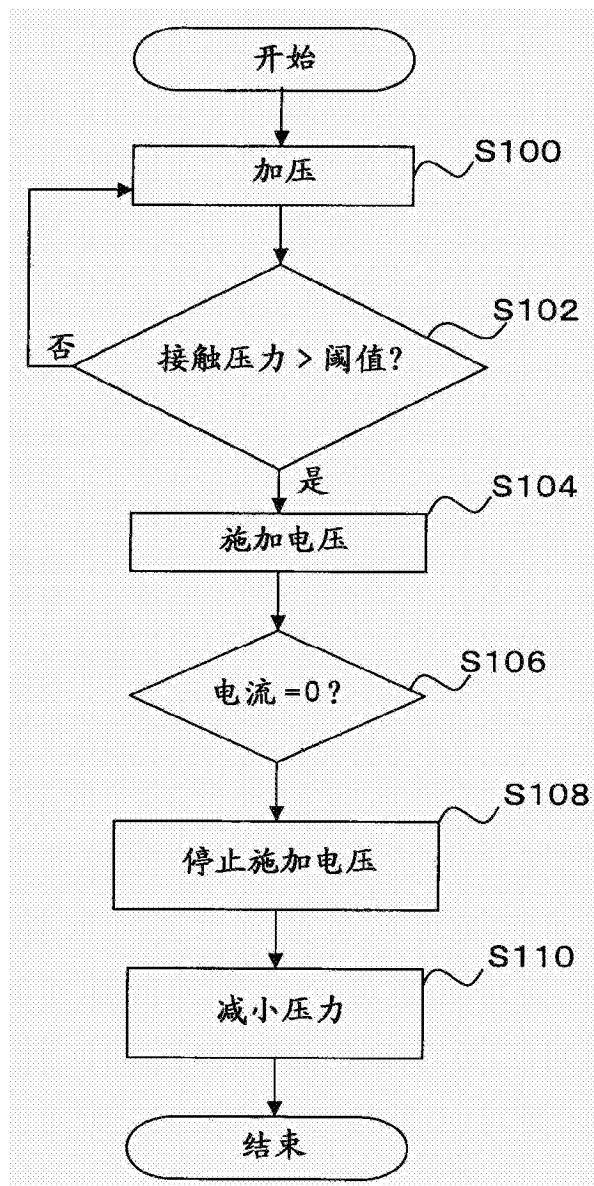


图 2

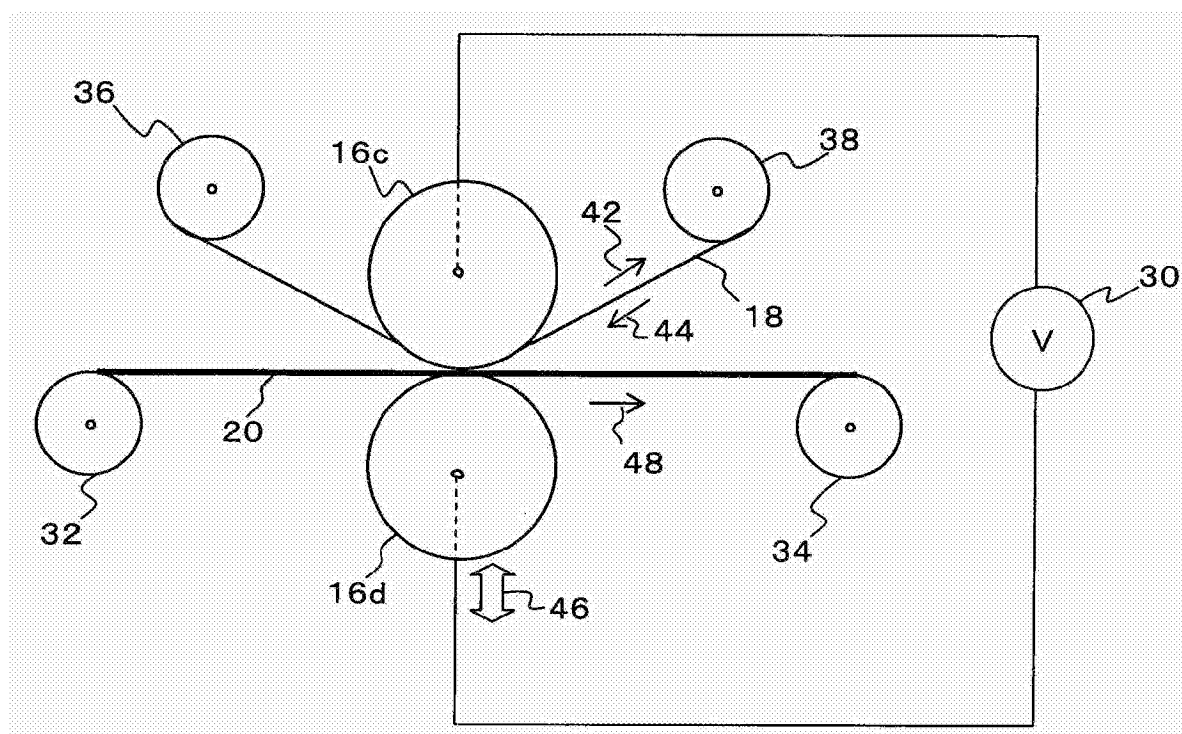


图 3

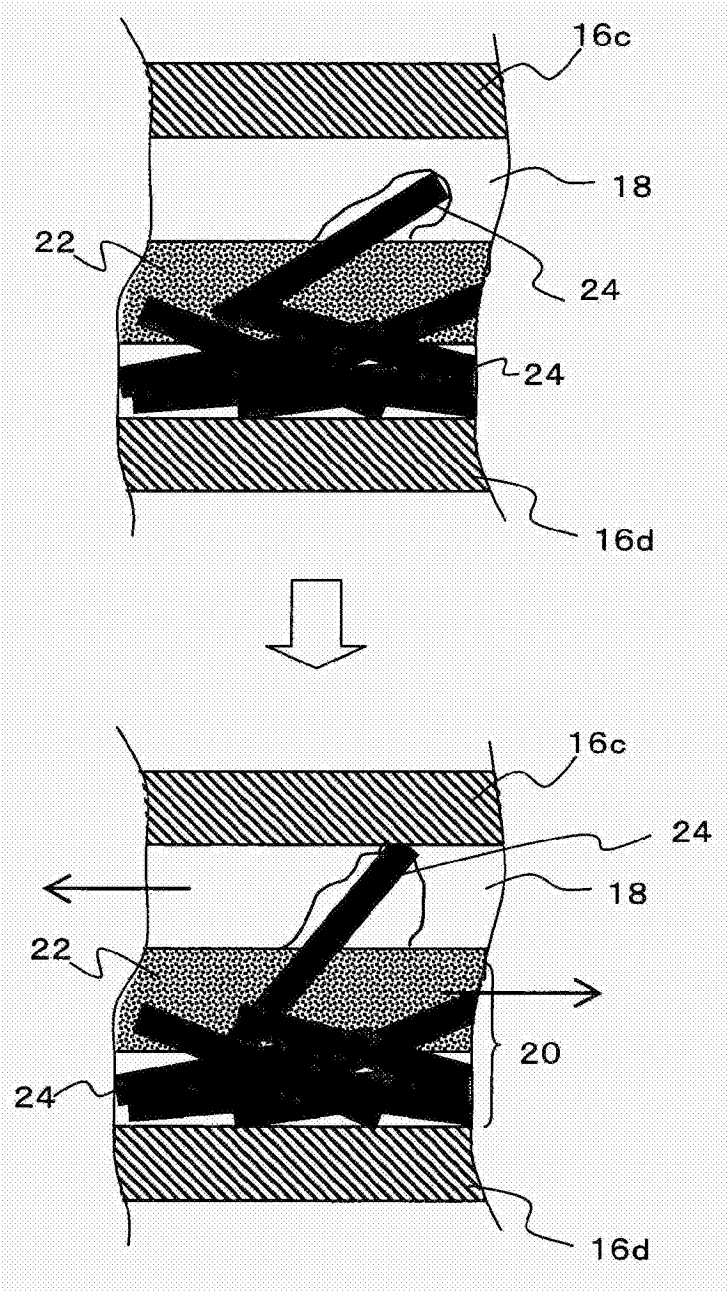


图 4

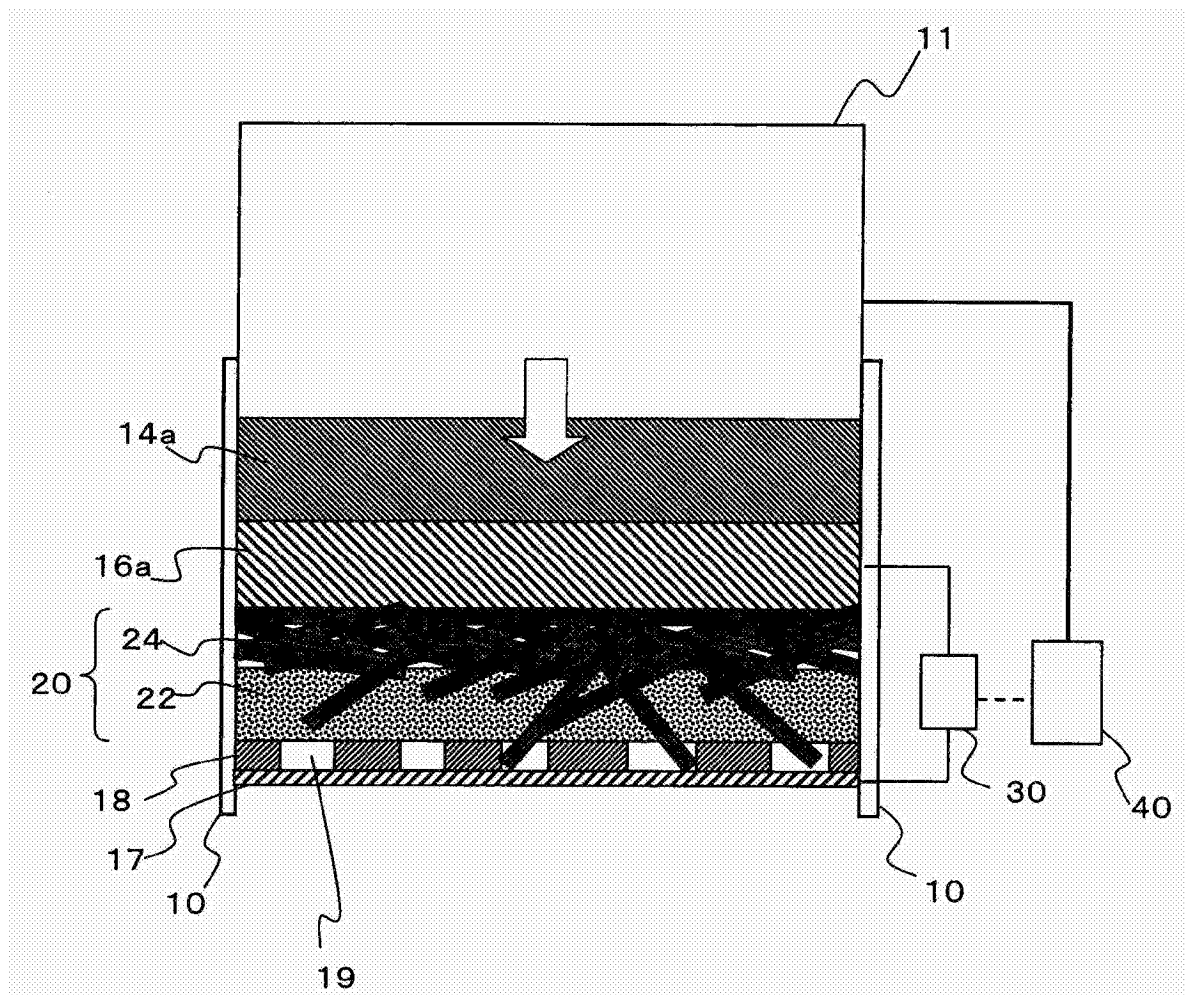


图 5

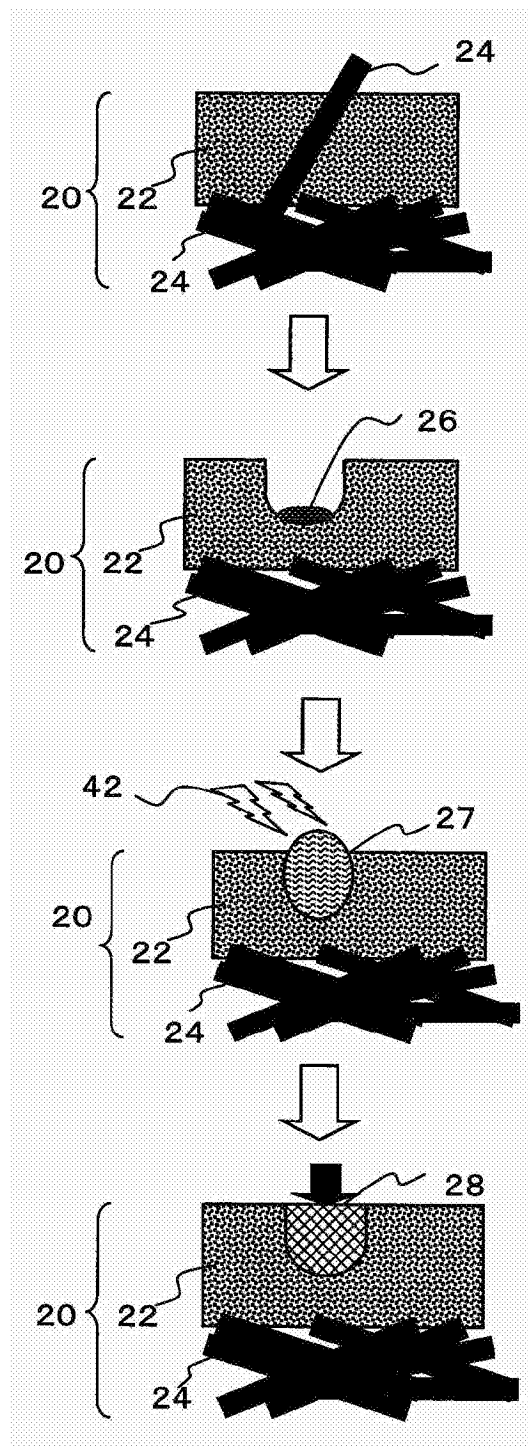


图 6

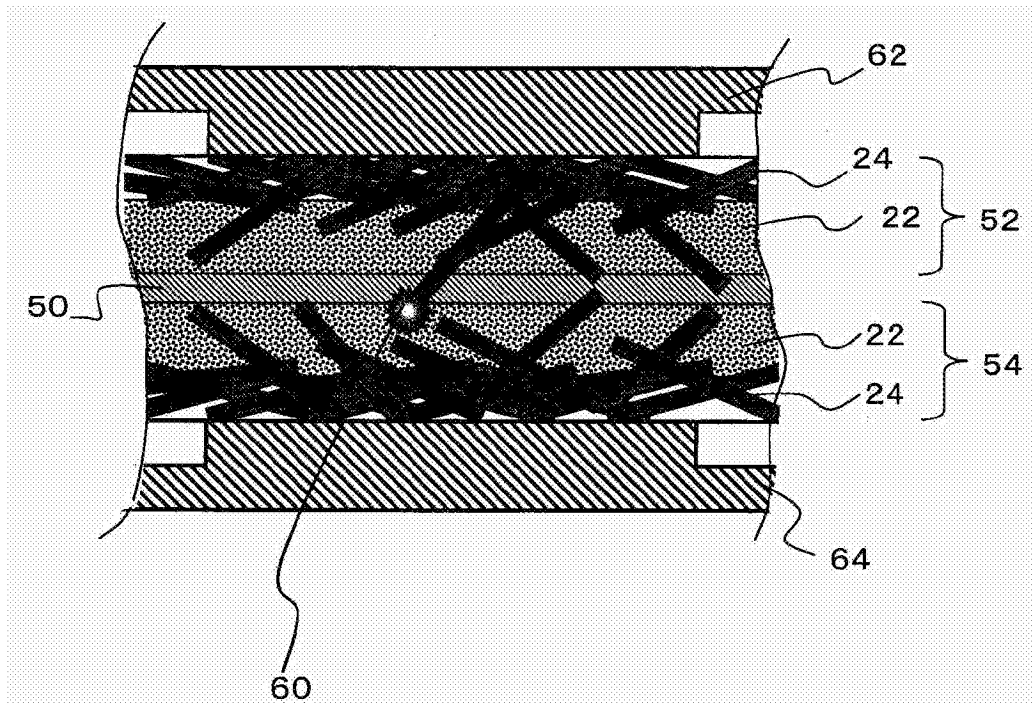


图 7

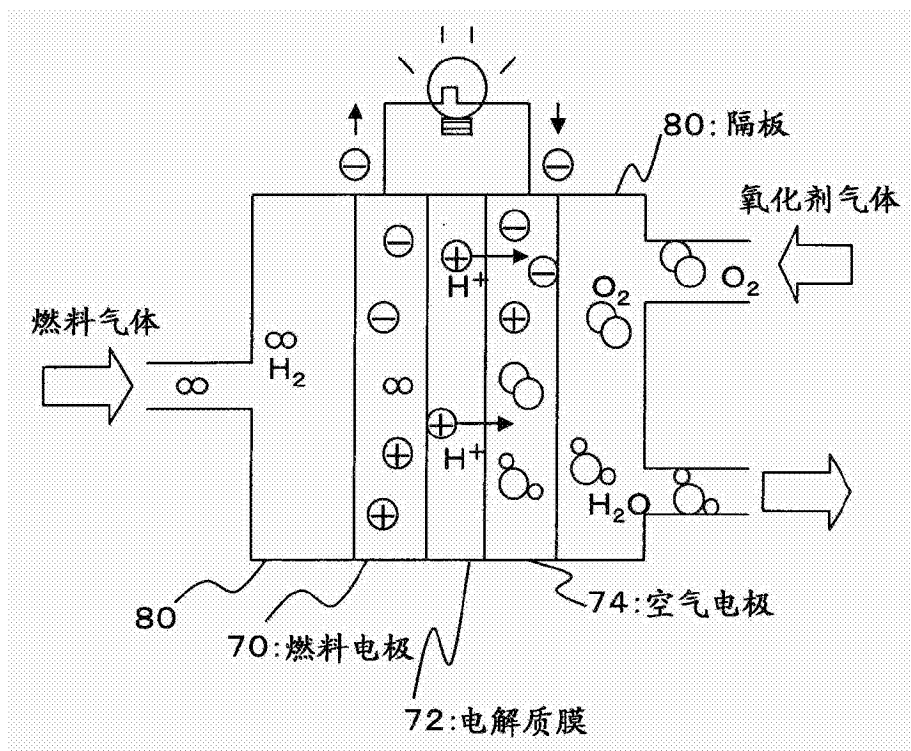


图 8