

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101371387 B

(45) 授权公告日 2013.04.10

(21) 申请号 200680049776.6

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2006.12.29

H01M 8/04 (2006.01)

(30) 优先权数据

H01M 2/18 (2006.01)

11/323,767 2005.12.30 US

11/638,731 2006.12.13 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

(56) 对比文件

2008.06.27

JP 特开 2005-166543 A, 2005.06.23, 说明书第 0006, 0007-0020, 0050, 0062-0063 段、图 1-3.

审查员 王占良

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2006/049620 2006.12.29

(87) PCT申请的公布数据

W02007/079243 EN 2007.07.12

(73) 专利权人 UTC 电力公司

地址 美国康涅狄格州

(72) 发明人 R·M·达林 E·C·雷奇

R·J·巴利特 J·P·迈尔斯

C·E·埃文斯 T·D·贾维

S·拉马斯瓦米

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 徐丁峰

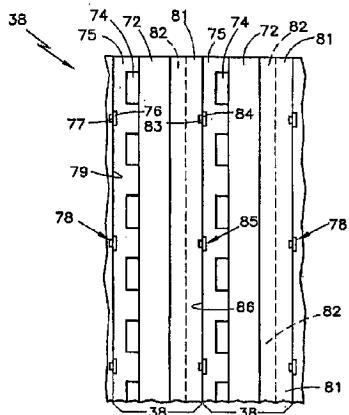
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 14 页

(54) 发明名称

燃料电池冷却剂气泡控制

(57) 摘要

为了减轻燃料电池 (38) 的反应物气体流场板 (74,81) 内或靠近其的水通道 (78,85) 内的气泡堵塞, 通道构造为具有 (a) 具有相交的多边形或包括三角形和梯形的其它形状钝角的横截面, 或 (b) 疏水的表面 (111), 或 (c) 不同的邻近的通路 (127,128), 或 (d) 邻近水通路的水可透的层 (93,115,116,119) 或疏水 / 亲水层 (114,120), 或 (e) 发散的通路 (152)。



1. 燃料电池组 (37), 包括 :

多个燃料电池 (36), 所述燃料电池具有电极组件 (72), 所述电极组件包括具有布置在所述电极组件的分别的阳极侧和阴极侧上的阳极催化剂和阴极催化剂的电解质, 具有从邻近所述阳极侧的阳极侧第一表面 (90) 延伸的燃料反应物气体流通路 (74) 的燃料反应物气体流场板 (75), 和具有从邻近所述阴极侧的阴极侧第一表面 (92) 延伸的氧化剂反应物气体流通路 (82) 的氧化剂反应物气体流场板 (81), 所述流场板中的至少一个为多孔的并且亲水的; 且

其特征在于 :

构造为允许冷却剂流的冷却剂流路径包括布置在与所述其第一表面相反的每个燃料电池的所述流场板中的至少一个的第二表面 (91, 93) 内或与所述第二表面 (91, 93) 靠近的至少一个冷却剂通道, 所述冷却剂通道每个包括用于与所述反应物气体流场板 (75, 81) 中的一个接触的亲液体的层 (115, 119), 和在所述亲液体的层和所述反应物气体流场板 (81, 75) 中的另一个之间提供亲液体的和疏液体的部分的至少一个附加的层 (114, 116, 120)。

2. 根据权利要求 1 所述的燃料电池组 (37), 其特征在于 :

所述亲液体的层 (115, 119) 是亲水的, 并且所述疏液体的层 (114, 120) 是疏水的。

3. 根据权利要求 1 所述的燃料电池组 (37), 其特征在于 :

所述冷却剂通道通过散布在所述燃料电池 (38) 之间的复合的双极板 (114, 115, 116, 120) 提供。

4. 根据权利要求 1 所述的燃料电池组 (37), 其特征在于 :

每个所述复合的双极板包括两个亲液体的层 (115, 119), 疏液体的层 (114) 在所述两个亲液体的层之间。

5. 根据权利要求 1 所述的燃料电池组 (37), 其特征在于 :

每个所述复合的双极板包括亲液体的层 (119) 和具有分开的亲液体的和疏液体的部分的层 (120)。

6. 燃料电池组 (37), 包括 :

多个燃料电池 (38), 所述燃料电池具有包括电解质的电池组件 (78), 所述电池组件具有布置在其相对着的侧部上的阳极和阴极, 具有从邻近所述阳极侧的阳极侧第一表面 (90) 延伸的燃料反应物气体流通路 (74) 的燃料反应物气体流场板 (75), 和具有从邻近所述阴极侧的阴极侧第一表面 (92) 延伸的氧化剂反应物气体流通路 (82) 的氧化剂反应物气体流场板 (81), 所述流场板中的至少一个为多孔的并且亲水的;

其特征在于 :

冷却剂流路径构造为允许液体冷却剂的流动, 所述冷却剂流路径包括布置在每个燃料电池的所述流场板中的至少一个的第二表面 (91, 93) 内或与所述第二表面 (91, 93) 靠近的至少一个冷却剂通道, 所述冷却剂通道每个具有入口端 (156) 和出口端 (157), 所述通道中的每个通过从所述入口端向所述出口端发散的通路 (152) 形成。

7. 根据权利要求 6 所述的燃料电池组 (37), 其特征在于 :

所述冷却剂通道包括从所述流场板 (81) 中的一个的所述第二表面 (93) 延伸的冷却剂通路 (102) 和布置在所述组内的所述流场板 (75, 81) 中的邻近的流场板之间并且与其大致同延的对冷却剂高度可透的材料的层 (100)。

8. 根据权利要求 7 所述的燃料电池组 (37), 其特征在于：
所述冷却剂通路 (102) 为：
(a) 大致矩形 (102), 或
(b) 成形为具有气体容许的横截面 (102a, 102b)。

燃料电池冷却剂气泡控制

技术领域

[0001] 冷却剂通道构造减小燃料电池的小的、低流速的冷却剂通道内的气泡堵塞。

背景技术

[0002] 为了减小质子交换膜 (PEM) 燃料电池面临的由凝固温度产生的问题，并且为了减小对作为燃料电池的附件的水泵和其它管道的依靠，可以减小燃料电池内的冷却剂的总体积。

[0003] 然而，在不使用冷却剂泵或气体排出微型泵并且具有最小外部水管道的系统中，电池内的冷却剂的流速非常低。如果仅从冷却剂通道排出气体，水流被限制在蒸发到反应物气体内的水的量。用小的通道和低水流速，气泡可以联合在一起（聚集）并且堵塞来自水通路的大的区域的水流，有时称作反应物气体流场板的“气体突破”，由此导致在不同的地点的膜的局部加热和脱水，导致部件降级和性能降低。

[0004] 利用具有乙二醇或其它冷却剂的电池之间的冷却剂板的系统可以具有特别小的、电池内的水通道以将低流速的水提供到燃料电池的阳极侧以水合，由水流导致的冷却可忽略。

发明内容

[0005] 确保在小的燃料电池冷却剂通道中的冷却剂流，减轻在燃料电池冷却剂通道内以低流速流动的冷却剂的气泡堵塞；帮助气泡流动通过 PEM 燃料电池的冷却剂通道；改进 PEM 燃料电池冷却剂通道内的气体的排出；改进 PEM 燃料电池内的气体朝向排出口的流动；改进 PEM 燃料电池水合；并且改进 PEM 燃料电池内的冷却。

[0006] 虽然这里的最终目的为确保在燃料电池的小的冷却剂通道内不会堵塞冷却剂流，通过解决冷却剂通道的气流特性实现冷却剂堵塞气泡的移除。认识到在确保通过冷却剂通道到排出口的足够的冷却剂流的适当地设计的通道中，可以驱动存在于具有低冷却剂流速的小的燃料电池冷却剂通道内的典型地为气泡的气体，由此为了操作上的目的确保足够的冷却剂流，而不是通过气泡堵塞冷却剂。

[0007] 当冷却剂流通道变得更小时，它们变得更加倾向于被其中的任何气体的气泡堵塞。对于现有技术的冷却剂通道的给定的横截面积，存在阈值冷却剂流速，等于或低于阈值冷却剂流速时，如果冷却剂内存在气体，气泡将堵塞冷却剂通道；在阈值以上的冷却剂流速，气泡被冷却剂流冲走并且将不会堵塞冷却剂通道。

[0008] 当在这里使用时，术语“燃料电池”可以意味着用于能够从氧化剂和燃料反应物气体产生电的完全的、操作的燃料电池的装备，或者在上下文这样要求的场合，该术语可以意味着燃料电池的部分，除可以布置在邻近的所述燃料电池部分之间的为燃料电池提供冷却剂的层以外。

[0009] 当在这里使用时，术语“液体冷却剂”意味着当燃料电池操作时处于液体状态的冷却剂，即使当燃料电池没有操作并且环境温度低于冷却剂的凝固点时，这样的液体冷却剂

可以凝固并且变为固体。冷却剂可以为水或其它液体：这里，“疏液体”定义为对冷却剂排斥，或缺乏对冷却剂的亲和力，并且“亲液体”定义为具有对冷却剂的亲和力，或缺乏对冷却剂的排斥。在一些情况中，这里辅助的冷却剂流可以主要用于水合，具有最小的冷却效果。这里的冷却剂流路径和通道不同于燃料和氧化剂反应物气体流场通路。

[0010] 当在这里使用时，术语“冷却剂通道”指的是与燃料电池的平面形状（平面内的轮廓）大致同延的燃料电池组内的冷却剂流路径的那些部分。

[0011] 因此，燃料电池的气体容许的冷却剂通道促进在存在或不存在气体的情况下在这样的通道内的冷却剂的流动。气体容许构造沿冷却剂通道的大致全部长度提供，由此提供从所述通道的入口到其出口的连续的气流能力。

[0012] 在一个形式中，气体容许的燃料电池冷却剂通道构造为提供部分，气体对该部分具有亲和力，即，倾向于迁移到这样的部分并且在其中流动，和通道的其它部分形成对比，在该其它部分中，冷却剂可以不受气体干扰地流动，由此确保保存在不被气泡堵塞的用于冷却剂的流动的空间。

[0013] 此外，具有气体容许横截面的冷却剂通道可以包括第一部分和第二部分，该第一部分与第二部分相比对气体的存在具有优先的传导性，第二部分对气体的存在的传导性比第一部分小。

[0014] 这里的气体容许的通道可以包括在同一通道内的第一和第二部分：第一部分可以邻近疏液体的通道的壁；第一部分可以每个包括在通道的两个壁之间对着大于90°的角部；第一部分可以包括远离其锐角区域的三角形、梯形或其它多边形的一部分；或者它们可以包括前述的组合。

[0015] 在一个形式中，通过发散的水通路使得冷却剂通路内的气泡达到亚稳态，发散的水通路在距离每个通路的入口的对应的递增地增加的距离具有递增地增加的尺寸的横截面。气泡寻求通过在通路内寻找气泡将更紧密接近具有球形的位置来最小化其表面能。发散的通路导致亚稳态的气泡在朝向通路的出口的方向即水流的方向运动，确保最小化由于通路内的气体导致的水流堵塞。

[0016] 目的为冷却剂流而不是气流；然而，通过影响关于气体的冷却剂通路的特性实现对气流的控制：即，在低流速的冷却剂流特性在气体容许的冷却剂通道的一个部分内与在通道的其它部分内基本上相同的同时，提供气体对其具有亲和力的气体容许的通路的一定部分。因此，影响通道内的气体的流动实现通道内的冷却剂的流动，不管是否存在气体。

[0017] 根据接下来对本发明的示例性的实施例的详细描述，其它特征和优点将变得更加明显，如附图所示。

附图说明

[0018] 图1为可以修改为利用气体容许的冷却剂流的蒸发地冷却的燃料电池系统的简化的、程式化的方块图。

[0019] 图2为为了清晰省略剖面线的利用微小的水通道的一对燃料电池的局部剖视的侧视图。

[0020] 图3为为了清晰省略剖面线的利用气体容许的冷却剂通路的一对燃料电池的局部剖视的侧视图。

- [0021] 图 4-9 为具有气体对其具有朝向燃料反应物气体流场定向的倾向的部分的气体容许的冷却剂通路的片段的剖视的侧视图, 如下:
- [0022] 图 4- 在邻接的板内形成的相交的矩形;
- [0023] 图 5- 在氧化剂反应物气体流场板内形成的相交的矩形;
- [0024] 图 6- 在氧化剂反应物气体流场板内形成的三角形;
- [0025] 图 7- 在邻接的板内形成的相交的矩形和三角形;
- [0026] 图 8- 在燃料反应物气体流场板内形成的相交的三角形和矩形;
- [0027] 图 9- 在氧化剂反应物气体流场板内形成的梯形;
- [0028] 图 10-15 为图 4-9 的分别的变体, 具有气体对其具有朝向氧化剂反应物气体流场定向的倾向的冷却剂通道的部分。
- [0029] 图 16 为利用对冷却剂高度可透的层与邻近的冷却剂通路的一对燃料电池的局部剖视的侧视图。
- [0030] 图 17 为图 16 所示的通路和层的片段的扩展图。
- [0031] 图 18 和 19 为与图 16 所示的高度可透的层相关的相交的矩形和三角形的片段的视图。
- [0032] 图 20 为具有一个疏水的壁的冷却剂通路的片段的剖视的侧视图。
- [0033] 图 21 为利用在邻近的反应物气体流场板之间的亲水的和疏水的层的一对燃料电池的局部剖视的侧视图。
- [0034] 图 22 为利用布置在邻近的反应物气体流场板之间的邻近亲水的 / 疏水的层的亲水的层的一对燃料电池的局部剖视的侧视图。
- [0035] 图 23 为图 22 所示的亲水的 / 疏水的层的平面图。
- [0036] 图 24 为邻近的窄的和宽的冷却剂通路的平面图。
- [0037] 图 25 和 26 为体现图 24 所示的形式的变体的一对燃料电池的局部剖视的侧视图。
- [0038] 图 27 为利用发散的冷却剂通路的一对燃料电池的局部剖视的侧视图。
- [0039] 图 28 为图 27 所示的发散的冷却剂通路的侧视图。

具体实施方式

[0040] 利用蒸发冷却的燃料电池系统在 2005 年 9 月 19 日提出的美国序号 No. 11/230,066、现在的出版物 No. US2006-0141331 中披露并且在这里关于图 1 和 2 描述。在前面提到的申请中, 水蒸发到空气中, 通过空气入口 53 泵送 52, 在组 37 内的氧化剂反应物气体 (空气) 流场内, 由此冷却燃料电池 38 (图 2)。氧化剂反应物气体通路的流出物 57 通过冷凝器 59, 其中移除热量并且水恢复并且通过导管 60 返回水 / 气体分离器 64, 水 / 气体分离器 64 还用作存储器。从水分开的任何气体通过排气装置 62 移除, 水经由导管 65 和冷却剂入口 66 到组 37 内的水通道并且向上朝向出口 68。

[0041] 在图 2 中, 燃料电池 38 每个包括传统的膜电极组件 72, 膜电极组件 72 包括在其相反的侧上具有阳极和阴极催化剂的电解质, 并且可以包括在一个或全部两个电极上的气体扩散层。燃料反应物气体流动通过具有凹槽 76 的燃料反应物气体流场板 75 内的通路 74, 凹槽 76 与邻近的燃料电池的凹槽 77 一起在燃料电池 38 的接合 79 处形成微小的水通道 78。在阴极侧上, 氧化剂反应物气体流场板 81 包括空气流通路 82 和凹槽 83, 凹槽 83 与邻

近的燃料电池的凹槽 84 一起在燃料电池的接合 86 处形成微小的水通道 85。

[0042] 为了防止溢流,通道内的水的压力比诸如通过空气泵和压力调节的燃料提供的反应物气体的压力低 1 到 10 千帕。

[0043] 通道可以通过除了如图所示的匹配凹槽以外的方式形成,诸如通过仅提供在反应物气体流场板 75、81 中的一个内的通路 76、83 或 77、84。

[0044] 反应物气体流场板 75、81 看起来与在利用大的水流通过水传送板的具有外部水处理的燃料电池动力设备中的有时称作小孔隙板的水传送板相同,如在美国专利 5,700,595 中披露的。然而,因为当使用蒸发冷却时,每单位体积水的冷却效率改进了大约 40 倍,上述'595 专利的水流通路具有比图 2 所示的水通道 78、85 的横截面大数十倍的横截面。

[0045] 在前面提到的专利申请的另一个实施例中,代替形成通道 78、85 的凹槽,传导的、亲水的并且对水高度可透的材料在反应物气体流场板 75、81 的大致整个平面形状上方延伸。这样的材料可以为碳纤维纸,纤维在水运动的方向对齐以帮助实现平面内的水可透性,或者其可以为传统地用作燃料电池扩散介质的其它材料。

[0046] 水通道典型地非常小并且能够提供蒸发冷却需要的水。除了用于蒸发冷却需要的以外的水流能够帮助移除从反应物气体通路漏入的气泡,并且可以帮助去除在系统内循环的水中的离子(矿物质)。如果通过燃料电池外部的泵和管道提供,这样的水流能够是足够的。

[0047] 这里,与燃料电池的一般的平面形状大致同延的燃料电池冷却剂路径的部分包括气体容许的冷却剂通道,诸如图 3 和 4 所示的通道 78、85。燃料电池的一般的平面形状垂直于图 2-22,并且在图 23 和 24 中示出(以特定的形式)。气体容许的冷却剂通道 78、85 包括从燃料反应物气体流场板 75 的表面 91 向内延伸的矩形的通路 76、84,表面 91 与表面 90 相反,燃料流场通路 74 从表面 90 延伸,和具有显著地小于通路 76、84 的横截面的矩形的横截面的通路 77、83。通路 77、83 从氧化剂反应物气体流场板 81 的表面 93 延伸,表面 93 与表面 92 相反,氧化剂反应物气体通路 82 从表面 92 延伸。这是包括诸如多边形的相交的闭合的平面图的气体容许的冷却剂通路的一个实施例。

[0048] 通道 78、85 内的任何气体倾向于迁移和 / 或保持在较大的矩形 76、84 内,而不是在较小的矩形 77、83 内。如通过气泡 87 所示,与包括小的矩形 76、84 的通道的第二部分相比,通过大的矩形 77、83 形成的冷却剂通道的第一部分对于气体的存在具有优先的传导性。从而,气泡在较大的矩形 76、84 内聚集,由此使得较小的矩形 77、83 没有任何气泡堵塞。这确保在较小的矩形 77、83 内得到对于适当的燃料电池操作必要的冷却剂流。

[0049] 由于较小的矩形 77、83 以及较大的矩形 76、84 内的未被气泡堵塞的部分内的冷却剂的流动,水流将朝向排出口(图 1)冲走气泡,确保气泡将不会聚集到整个通路 78、85 充满气体的程度。从而,大致不受气泡堵塞的确保的水流能够朝向气体排出口冲走气泡。

[0050] 如图 5 所示,通路 77、85 可以直接形成在氧化剂反应物气体流场板 81 内,从其表面 93 延伸,而不是在燃料反应物气体流场板 75 内和在氧化剂反应物气体流场板 81 内分开形成的两个矩形,如图 4 所示。

[0051] 图 6 所示的另一个形式提供形状为三角形的气体容许的冷却剂通路 85。在图 6 所示的实施例中,等腰三角形示出为其底边在与表面 93 的平面相同的平面内。在此实施例

中,在表面 93 处的锐角 96、97 小于远离表面的钝角 98,并且气泡倾向于靠近钝角 98 聚集,如通过气泡 99 所示。如通过气泡 99 所示,与冷却剂通道 85 的锐角 96、97 相比,气体倾向于优先聚集在邻近钝角 98 的冷却剂通道 85 的部分内。这意味着冷却剂能够容易地远离通路 85 的顶角 98 流动,更靠近燃料反应物气体流场板 75。在图 6 所示的实施例中,在冷却剂邻近燃料反应物气体流场板 75 流动的情况下,确保利用的电极组件 72 的阳极侧的湿润。

[0052] 气体容许的冷却剂通道 85 的三角形的横截面可以为等边三角形、或它们可以为不等边或等腰直角三角形。或者,它们可以为除了直角三角形以外的不等边三角形。然而,因为与小的锐角的角部相比,气体优先倾向于朝向大的钝角的角部迁移和 / 或保持在其中,等边三角形可能没有靠近表面 93 的角 96、97 为锐角并且小于远离表面 93 的顶角 98 的三角形有用;在这样的情况中,顶角大于 $180^\circ / N$ 。如果 $\theta < \pi/2 - \alpha$,在液体通道的角部内可以发生毛细流动,其中, α 等于角部的角度的一半并且 θ 等于液体的静态接触角。对于等边三角形, $2\alpha = 60^\circ$ 并且 $\alpha = 30^\circ$; $\theta < 90 - 30 = 60$,所以如果接触角小于 60° ,角部内将发生液体的毛细流动。限定足够确保通过冷却剂通道的冷却剂的非零流动的高毛细压力。

[0053] 在一般的情况中,此形式将具有冷却剂通路的侧的一个有角度的相交,其具有大于 $180^\circ / N$ 的角度,其中, N 为侧(包括大致在表面 91、93 中的一个的平面内的打开部分)的总数量。从而,三角形通道的角中的一个,典型地为顶角,将大于 60° 。

[0054] 参考图 7,三角形的通路 84 从燃料反应物气体流场板 75 的表面 91 延伸,与从氧化剂反应物气体流场板 81 的表面 93 延伸的矩形 83 相交。在此情况中,气泡将聚集在三角形的通路 84 内,允许冷却剂在矩形的通路 83 内自由地流动,流朝向排出口 68(图 1)冲走气泡。

[0055] 图 8 示出了三角形 84 与矩形 83 相交,三角形 84 和矩形 83 可以都从燃料反应物气体流场板 75 的边缘 91 延伸。虽然图 3-8 所示的实施例包括相交的多边形,在一般的情况下,气体容许的冷却剂通道可以具有包括通过除了直线外约束的两个闭合的平面图(具有至少一些曲线的边界)以及通过直线约束的闭合的平面图(多边形)的相交的横截面区。

[0056] 图 9 示出了气体容许的冷却剂通路 85 可以具有梯形的横截面。在这样的情况中,气体倾向于远离与氧化剂反应物气体流场板 81 的表面 93 相反的锐角 96、97 迁移或保持。冷却剂靠近梯形的横截面的锐角部分自由流动,并且冷却剂的流朝向排出口 68(图 1)冲走气泡。钝角 98、99 大于 $180^\circ / N$ 。

[0057] 在图 4-9 中示出了气体容许的冷却剂通道的第一部分,诸如图 4 所示的大的矩形 83 或图 6 所示的三角形的通道 85 的钝角,与诸如图 4 所示的小的矩形或图 6 所示的三角形的气体容许的冷却剂通道 85 的锐角或图 9 所示的梯形的第二部分相比,气体将优先迁移和 / 或流动到或在第一部分内。气体对允许冷却剂的流动的第一部分具有亲和力,在第二部分内不受气泡束缚。在此形式中,水或其它冷却剂将在大的或小的通路内和在通道的角部内或其它部分内以低流速流动;但是,为了确保该流动,必须将气体隔离到通道的第一部分,使得在对气泡的迁移或保持不优先的通道的第二部分内,水或其它冷却剂将不受气泡阻碍地流动,以根据需要实现产物水移除、水合和 / 或蒸发冷却,同时朝向排出口冲走气泡。

[0058] 在一般的情况下,气体倾向于从燃料反应物气体流场板泄漏到燃料电池的冷却剂通道内。为此,气体对其具有亲和力的气体容许的冷却剂通道的部分可以优选地朝向燃料

反应物气体流场板布置,而对气泡的传导性较差的气体容许的冷却剂通道的那些部分将朝向氧化剂反应物气体流场板定位。在蒸发冷却的燃料电池中利用的气体容许的水通道的情况下,这确保水将容易地到达并且蒸发到氧化剂反应物气体流场通路 82 内。

[0059] 图 10-15 中的每个分别对应图 4-9 中的一个并且示出了能够与图 4-9 所示的相反的构造,以提供气体优先地迁移或保持到其或在其中迁移或保持的第一部分更加靠近氧化剂反应物气体流场通路,然而对气体较不优先并且由此确保水的存在和流动的第二部分朝向燃料反应物气体流场通路。图 10-15 所示的实施例对于最重要考虑质子交换膜的阳极侧的湿润的燃料电池组有用。例如,在通过具有诸如水乙二醇混合物的不可凝固的冷却剂的冷却剂板冷却组,但是水邻近燃料反应物气体流场板循环以湿润质子交换膜的燃料电池动力设备中,这是有用的。

[0060] 参考图 16,一对燃料电池 38a 具有包括邻近燃料反应物气体流场板的平面形状的整个活性区域布置的对水高度可透的多孔的、传导的层 100 的气体容许的冷却剂通道。冷却剂通道还包括通路,诸如优选地从氧化剂反应物气体流场板 81 的表面 93 延伸的矩形的通路 102,表面 93 与表面 92 相反,氧化剂反应物气体流场通路 82 从表面 92 延伸。然而,如果在任何给定的情况下需要,通路能够从燃料反应物气体流场板的表面延伸。可透的层 100 可以由可湿的碳纤维纸形成,诸如以传统的方式用锡处理的通常使用的 TORAY® 纸。一些燃料电池组将气体吸入燃料反应物气体通路的量大,多孔层帮助防止这一现象。

[0061] 虽然气泡可以在通路 102 中的一个内形成,由此倾向于堵塞该通路内的水,高度可透的层 100 将围绕气泡堵塞的通路自由地将水从另外的通路 102 传导到燃料冷却剂气体流场板 75 的整个平面形状。水在可透的层 106 比在通路 102 内流动得更快,并且导致从冷却剂入口到排出口 68(图 1)的压降,该压降朝向排出口 68 推动通路 102 内的气泡。

[0062] 从而,高度可透的层 100 布置在所述组内的每个燃料电池的氧化剂反应物气体流场板和邻近其的燃料电池的燃料反应物气体流场板之间;当然,在通常的情况下,邻近在组的阴极端部处的燃料电池内的氧化剂反应物气体流场板的高度可透的层不会邻近任何燃料反应物气体流场板。当在这里使用时,术语“每个燃料电池”排除在组的阴极端部处的最后的燃料电池,该燃料电池具有紧接其氧化剂反应物气体流场板的高度可透的层,但是该层典型地不邻近任何燃料反应物气体流场板,没有一个超出在组的阴极端部处的最后的燃料电池。

[0063] 另外,高度可透的层 100 允许水围绕可以正在堵塞邻近的水通路的任何气泡迅速地运动。这防止燃料气体流场板的局部干燥,由此避免允许气体自由地通过流场板的“突破”。这样,层 100 大致“堵塞”来自燃料反应物气体流场通路 74 和氧化剂反应物气体流场通道 82 的反应物气体流到水通道 102。从而,减小气泡在冷却剂水通道 102 内的形成,并且还减小这样的气泡对来自燃料电池平面形状的不同部分的水的堵塞的作用。

[0064] 如图 16 所示,水通道 102 为矩形的,如图 17 中以更大的形式示出的,因为当邻近通道 102 使用高度可透的层 100 时,容易地在没有气泡问题的情况下使用矩形横截面的通道 102。

[0065] 然而,如果在高度可透的层 100 的任何给定的应用中认为必要,诸如在希望具有特别小的横截面的水通道 102 的情况下,水通道 102 的横截面可以提供附加的气体容许。例如,图 18 所示的通路构造具有从氧化剂反应物气体流场板 81 的第二表面 93 延伸的第一矩

形的凹槽 107 和从第一矩形的凹槽 107 朝向氧化剂反应物气体流场板 81 的第一表面 92 延伸的比第一凹槽小的第二矩形的凹槽 108。此构造将允许气泡形成并且可能与其它气泡聚集以在通路 107 内形成更大的气泡,同时对气体迁移和保持的传导性较差的凹槽 108 提供遍及每个燃料电池的平面形状的连续的水路径,如在上文中关于图 3 和 4 描述的。

[0066] 通道可以为三角形的,如通过图 19 所示的通道 102b 示出的。三角形的底边处于与氧化剂气体流场板 81 的第二表面 93 同延的平面内。具有两个锐角和一个钝角的此构造导致气体在小的角内流动,允许水在远离钝角的区域内自由流动,如在上文中关于图 6 描述的。

[0067] 水通道能够为其它构造,因为高度可透的层 100 的使用避免了当水的流速非常低时水通道被气泡堵塞的问题。

[0068] 如图 20 所示的另一个构造利用气体容许的冷却剂通路,其一个壁 111 已经被处理为疏水的,如通过点画指示的。如图 20 所示,被处理的壁平行于燃料反应物气体流场板 75 的第二表面 91 的平面。然而,根据需要,可以使得通路 110 的任何其它壁为疏水的,以适合气体容许的冷却剂流路径的任何实现。如图 20 所示,通路 110 为矩形的;然而,根据需要,其可以为一些其它形状,诸如为了使得在气体容许的冷却剂流路径的实现中容易制造。

[0069] 另一个构造利用对水传导的、高度可透的并且包括亲水性和疏水性的层。在图 21 所示的一个实施例中,疏水的层 114 布置在两个亲水的层 115、116 之间;层布置在一个燃料电池的氧化剂反应物气体流场板 81 和邻近其的燃料电池的燃料反应物气体流场板 75 之间。亲水的层 115、116 允许平面内的水分布并且疏水的层 114 提供用于气体聚集并且通过排出口 68(图 1)流出的路径。根据需要,可以使用单一的亲水的层 115 或 116 而不是两个亲水的层。在一般的情况下,或在主要的目的为蒸发冷却的情况下,单一的亲水的层 115 应该邻近氧化剂反应物气体流场板 81;当主要目的为确保使用的电极组件 72 内的质子交换膜的水合时,亲水的层 116 应该邻近燃料反应物气体流场板 75。

[0070] 层 114-116 可以包括典型地用于燃料电池内的气体扩散层的类型的多孔的碳纤维层,进行适当的处理以使得它们为亲水的或疏水的。

[0071] 在图 22 和 23 所示的另一个实施例中,传导的多孔的亲水的层 119 邻近氧化剂反应物气体流场板 81,并且层 120 邻近燃料反应物气体流场板 75,层 120 为亲水的和疏水的。

[0072] 疏水的 / 亲水的板 120 可以包括其中具有多个非疏水的区 122 的多孔的传导的疏水的材料 121。非疏水的区 122 可以为与板 120 的剩下的部分相同的材料,然而,其被处理以使得它们为亲水的,诸如通过涂敷锡。另一方面,非疏水的区 122 可以简单地为通道(例如,通过材料 121 穿孔的孔)以允许水通过层 120。从而,非疏水的区 122 可以为亲水的或可以简单地为通道。

[0073] 已经描述了关于使用水冷却剂的燃料电池的构思,这意味着为大致纯水的冷却剂。图 20 所示的实施例已经被描述为具有冷却剂通路,其中,每个通路 110 的一个壁 111 已经被处理为关于水冷却剂疏水的;如果应用除了水以外的冷却剂,图 20 所示的通路 110 的壁 111 可以更加准确地描述为疏液体的,在这里定义为对冷却剂液体排斥,或者缺乏对冷却剂液体的亲和力。

[0074] 如图 21 和 22 所示,双极板包括至少一个亲水的层和具有亲水的和 / 或疏水的区的至少一个附加的层。在一般的情况下,双极板可以包括亲液体的层,和具有亲液体的和疏

液体的区的至少一个附加的层。术语亲液体在这里定义为具有对液体冷却剂的亲和力,无论其是否为大致纯水或其它。

[0075] 气体容许的冷却剂通道可以组合构造,诸如交替地确定尺寸或成形的通路的对或更大的系列。在图 24 所示的一个实施例中,燃料反应物气体流场板 75 具有散布有窄的通路 128 的宽的通路 127。如通过气泡 131、132 示出的,气体沿阻力最小的路径通过流场,并且因此,气体优先通过宽的通路 127 而不是窄的通路 128 行进。根据需要,通路能够形成在氧化剂反应物气体流场板内。

[0076] 在图 25 所示的另一个实施例中,通路的深度的变化导致气体倾向比从燃料反应物气体流场板 75 的第二表面 91 延伸的通路 136 更深的通路 135。

[0077] 如图 26 所示,另一个实施例示出了可以散布有三角形的通路 140 的矩形的通路 139。气体将倾向三角形的通路,从而确保通路 139 内的水流。

[0078] 在图 24-26 所示的实施例中,气体不倾向的通路内的水流将形成穿过流场板的压降,由此促使气泡朝向流场板 75 的出口 142(图 24)迁移。在图 24-26 所示的实施例中,气体将仅在每隔一个通路中被捕获的可能性将最小化在反应物气体流场板内的平面内的水传递需要的距离。可以使用不同的其它组合:例如,图 25 所示的深 / 浅组合也可以为三角形,而不是矩形;或者一些可以为圆形。

[0079] 如图 27 和 28 所示,发散的冷却剂通路 152 从氧化剂反应物气体流场板 81 的表面 93 向内延伸并且通过与燃料反应物气体流场板 75 的第一表面 91 配合封闭。通路 152 可以具有如图 27 所示的方形的横截面,或者可以具有任何其它横截面,只要通路在流动的方向发散,从通路 152 的入口端 156 向通路 152 的出口端 157 发散,如图 28 所示。如果通路 152 具有除了圆形的横截面以外的横截面,气泡 154 的横截面不会是圆形的。在任何点处,根据气泡内的气体的量和通路的横截面积,气泡可以倾向于在流动的方向内具有豆形的横截面,如图 28 所示。

[0080] 在气泡 154 定位在通路内的任何位置,气泡将试图将其自身恢复到完全的球形,使得更靠近通路的出口的气泡的元件将扩张,沿通路拖气泡的尾部,并且气泡将在其试图达到球形的过程中朝向通路出口蔓延,试图最小化其表面能。完全的球形的气泡将通过在冷却剂通路内流动的液体润滑并且将容易地在其中朝向出口流动。

[0081] 发散的通路可以每个形成为具有一个与流场板的边缘正交的边缘,并且发散全部通过第二壁相对于流场板的边缘的角度形成。通道可以形成为具有与流场板的边缘成一角度的第一壁和与流场板的边缘成一角度的第二壁,第二壁与流场板的边缘所成的角度大于第一壁与流场板的边缘所成的角度。通道可以为蜿蜒的,然而优选地,在发散的通道的任何部分内,流动至少某种程度上逆着重力。

[0082] 气泡的运动将由于接下来的因素:(a) 表面能最小化导致气泡在气泡的形状将具有最小的表面能(即,球形)的方向运动;(b) 浮力 - 气泡的较低的密度和周围的冷却剂的较高的密度之间的密度差异将导致气泡在与重力方向相反的方向运动;和(c) 由于通路内的冷却剂流作用在气泡上的流引起的压力。因为上面列出的力中的任何一个可以为占优势的力,其可能与不同的组方位一起操作。在一些实现中,用于气泡的出口可以不与用于冷却剂通路的出口一致。换句话说,气泡可以不在与冷却剂流相同的方向运动。优选的实施例具有向上的逆着重力的冷却剂流,并且气泡出口与冷却剂出口一致。在垂直的方向向上的

冷却剂流与和冷却剂出口一致的气泡出口为优选的实施例。

[0083] 虽然前述实施例描述为它们可以结合这里关于图 1 描述的类型的蒸发冷却的燃料电池动力设备使用, 它们可以用于各种燃料电池系统。示例包括前面提到的美国出版物中描述的系统。例如, 这里描述的实施例可以用于燃料电池组, 其中的冷却剂通道为死端的, 不具有通路出口, 并且依靠来自冷却剂的气泡气体流, 通过多孔的水传送板并且进入反应物流。

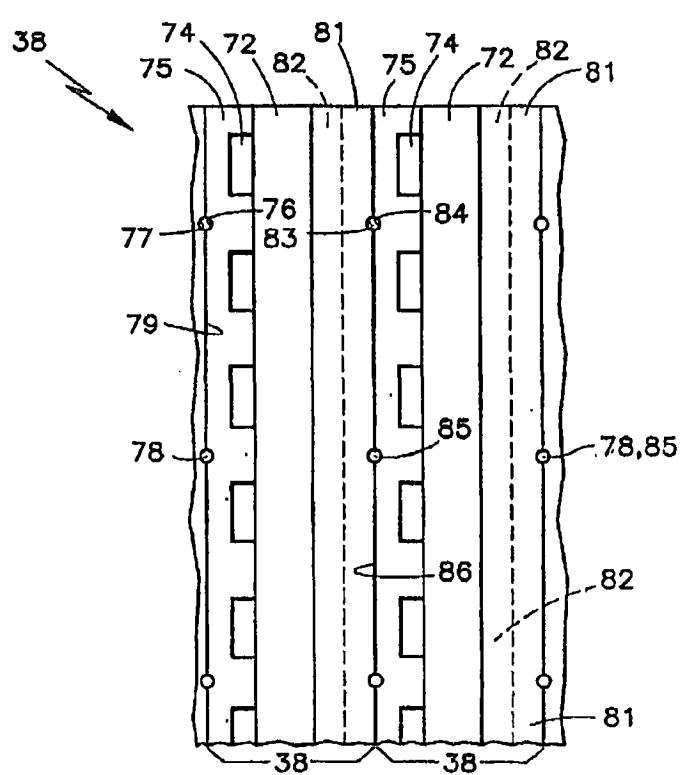
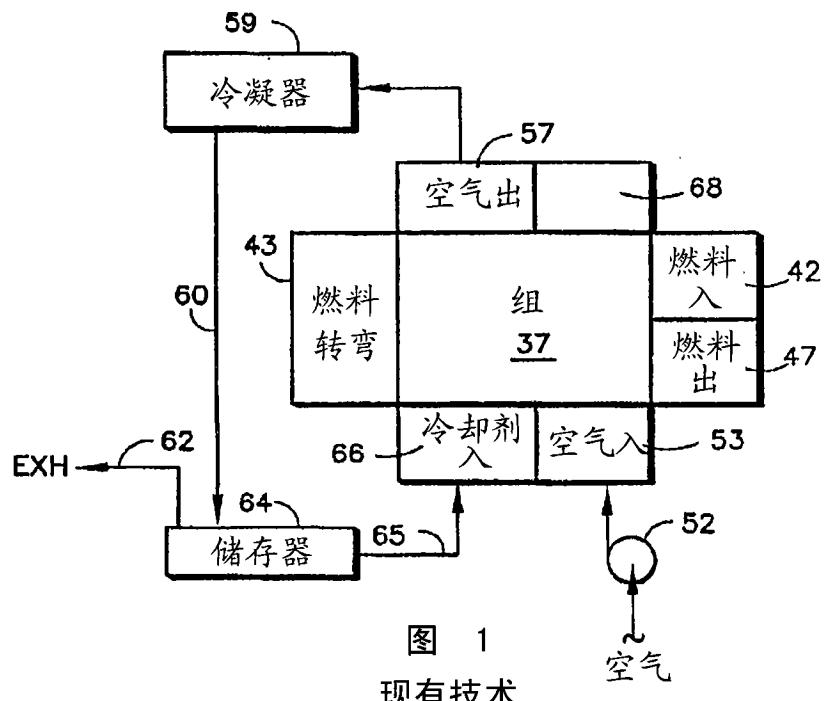


图 2
现有技术

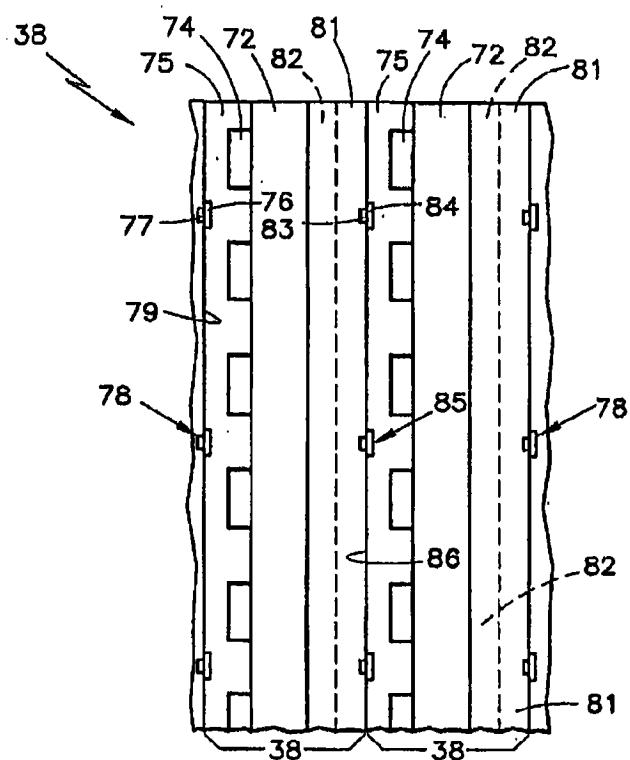


图 3

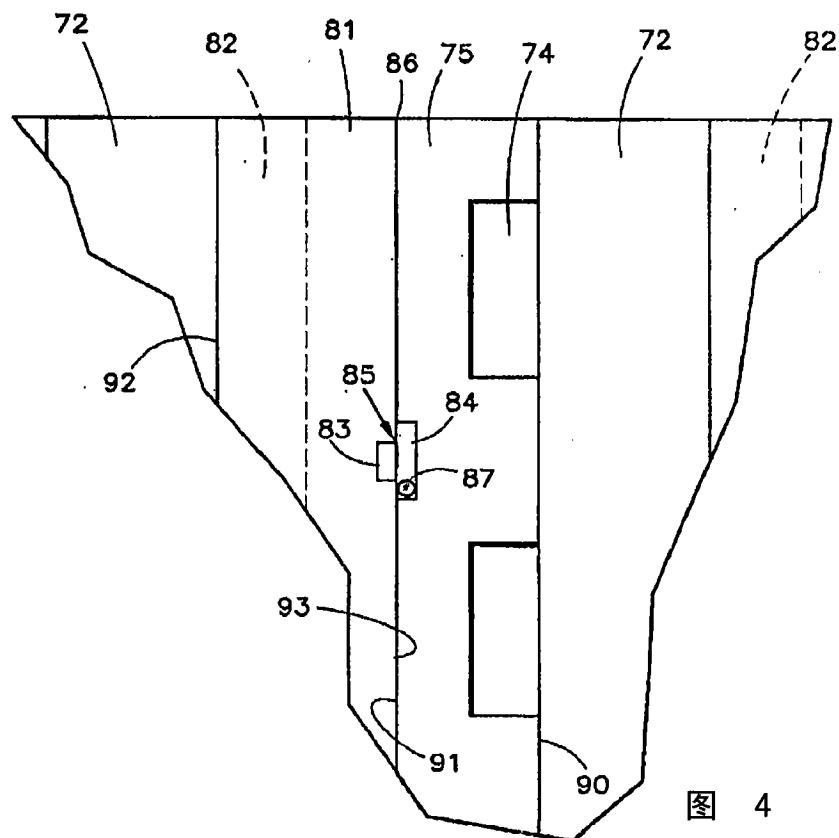


图 4

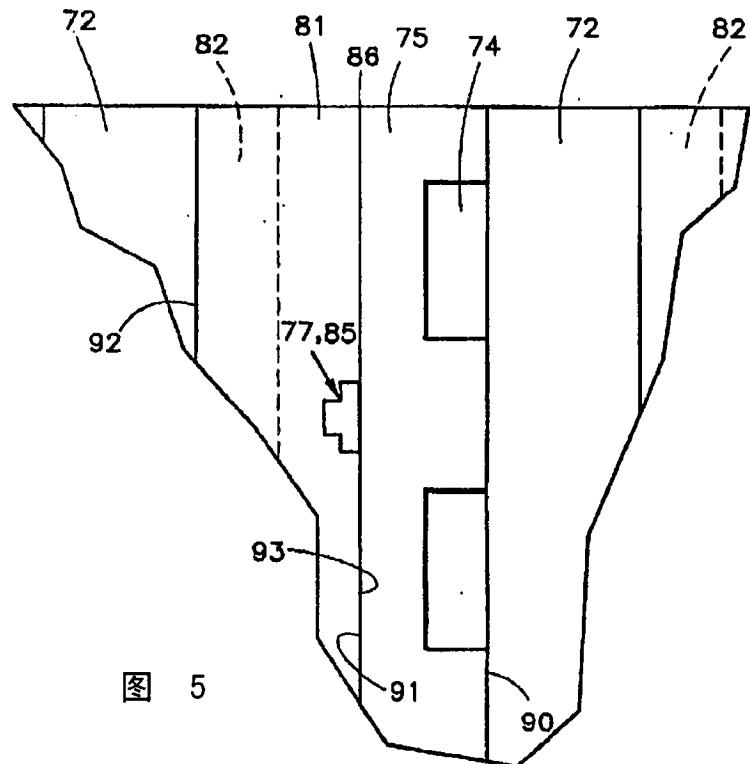


图 5

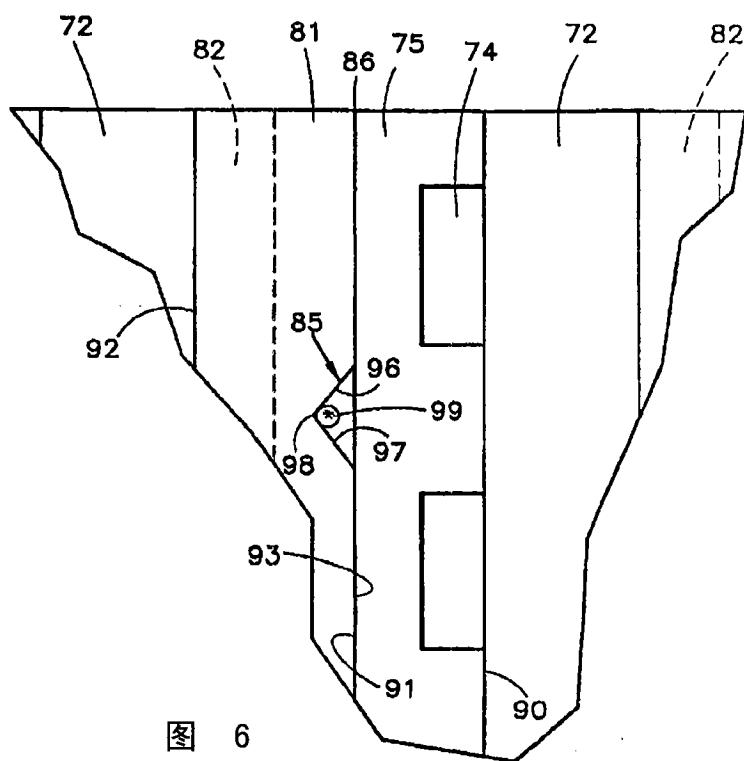


图 6

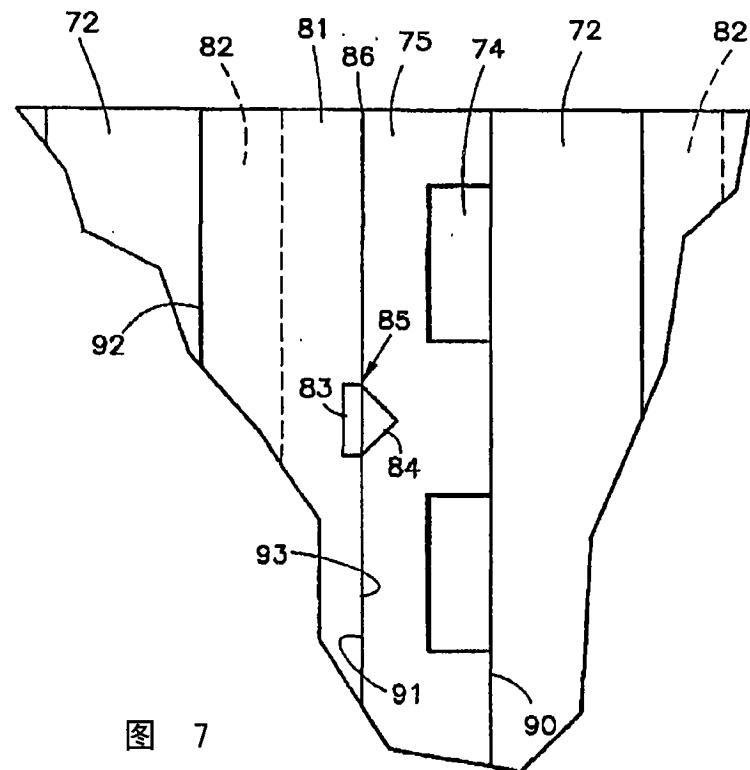


图 7

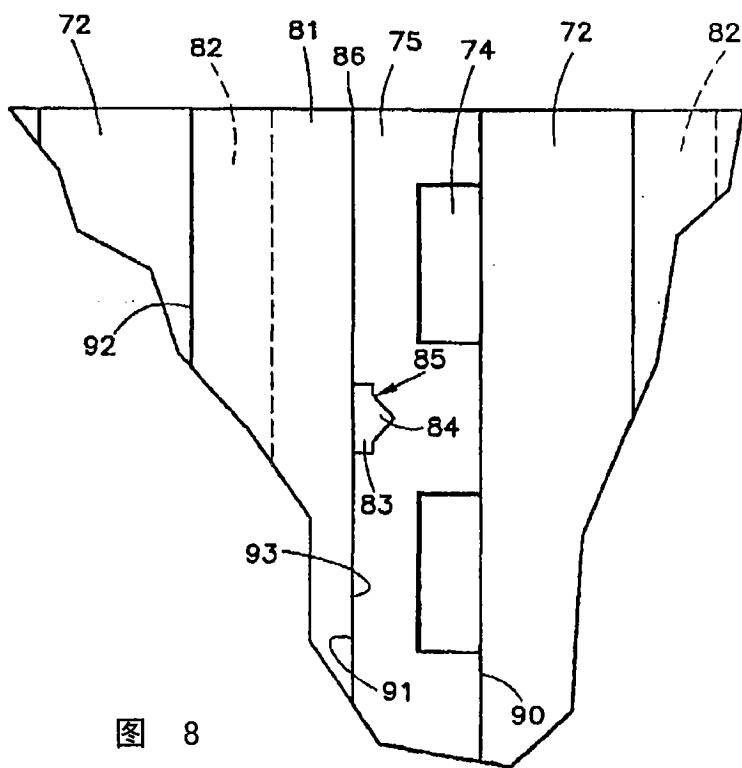


图 8

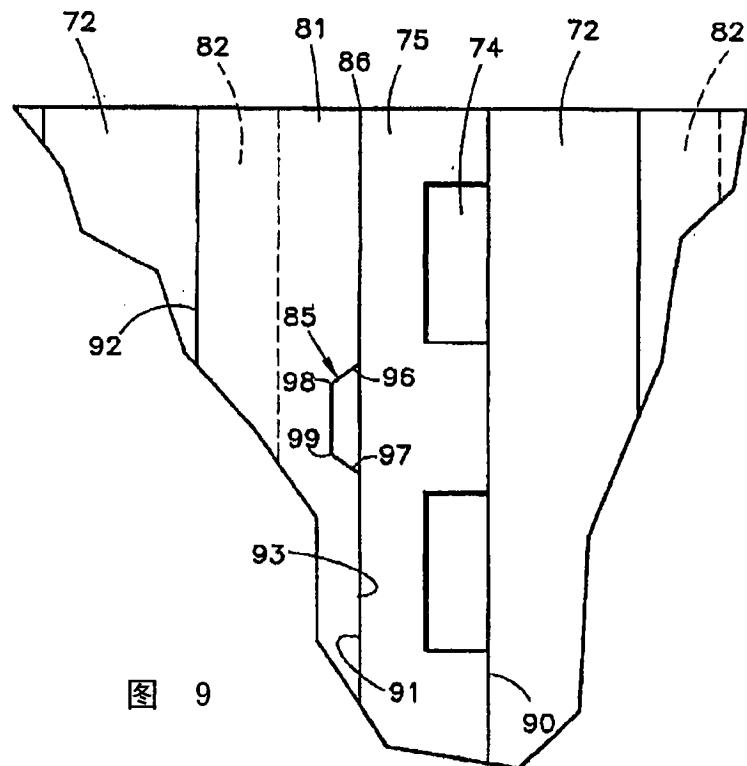


图 9

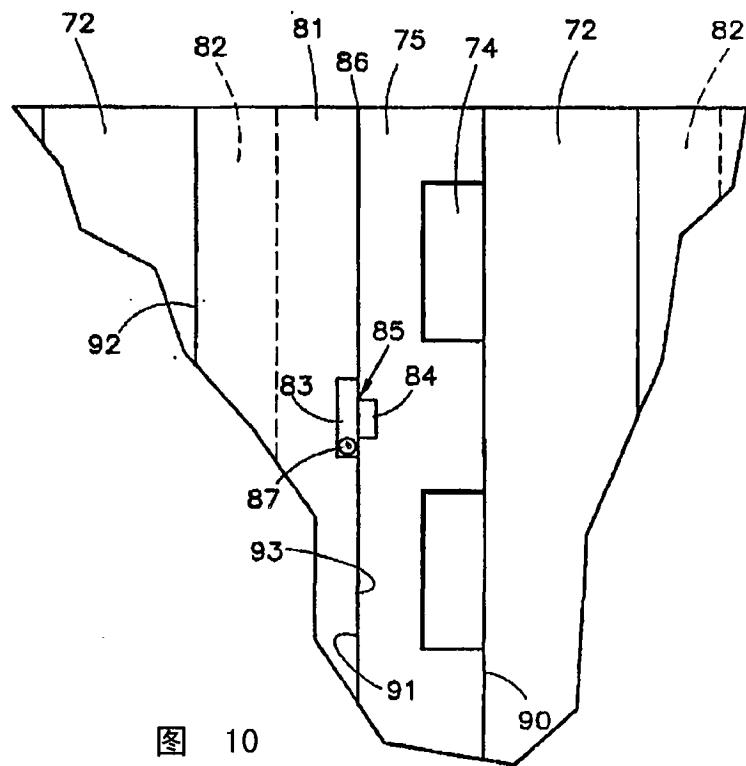


图 10

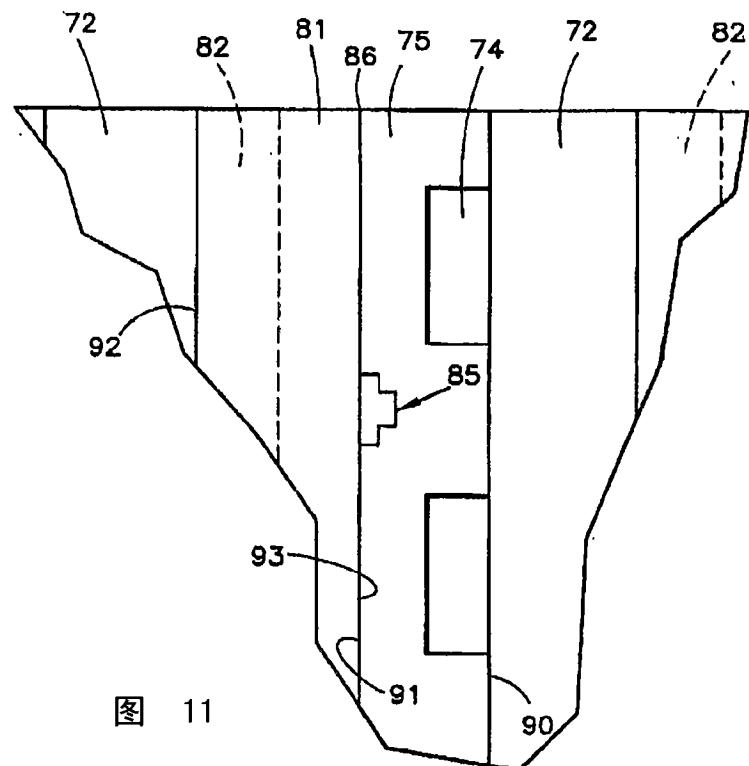


图 11

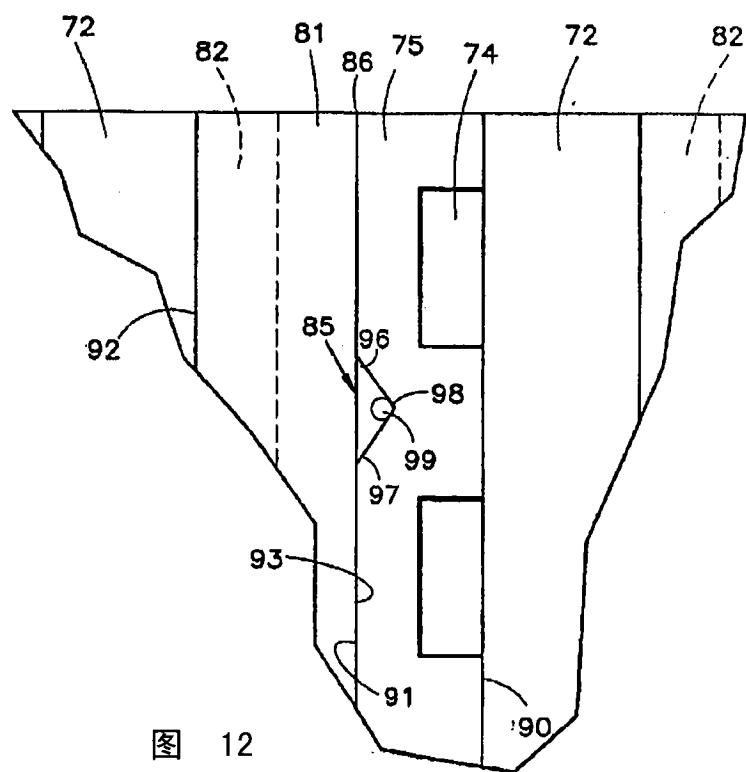
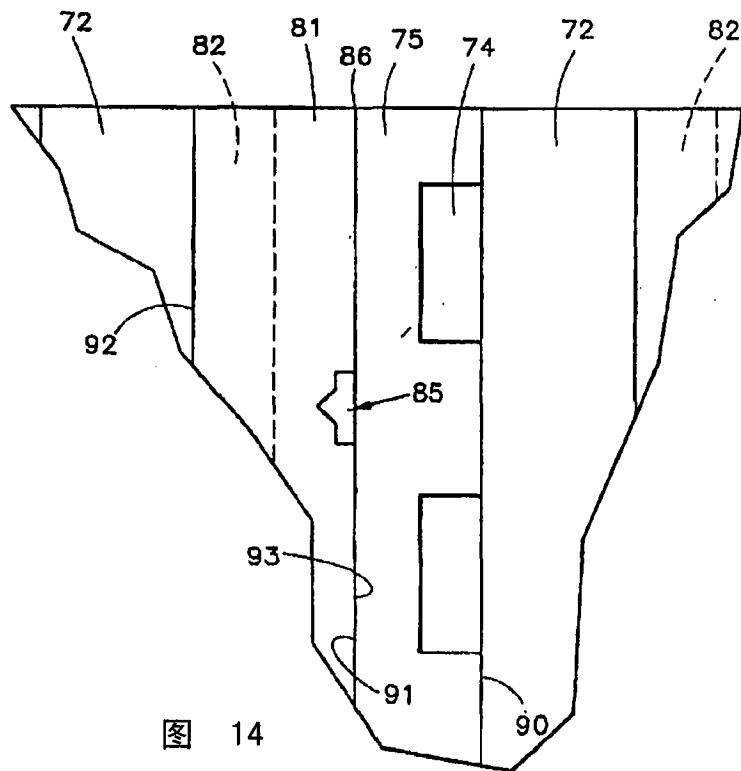
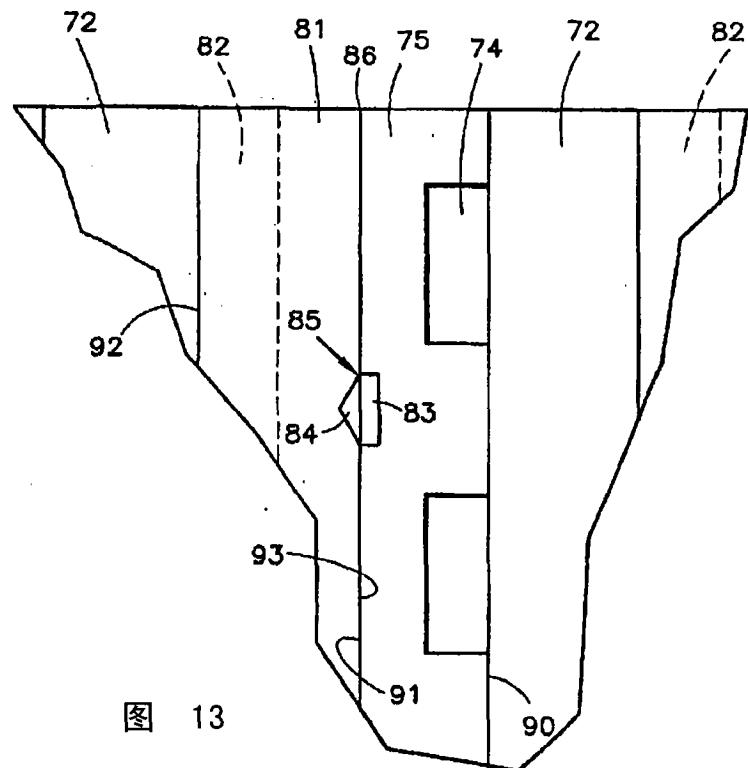


图 12



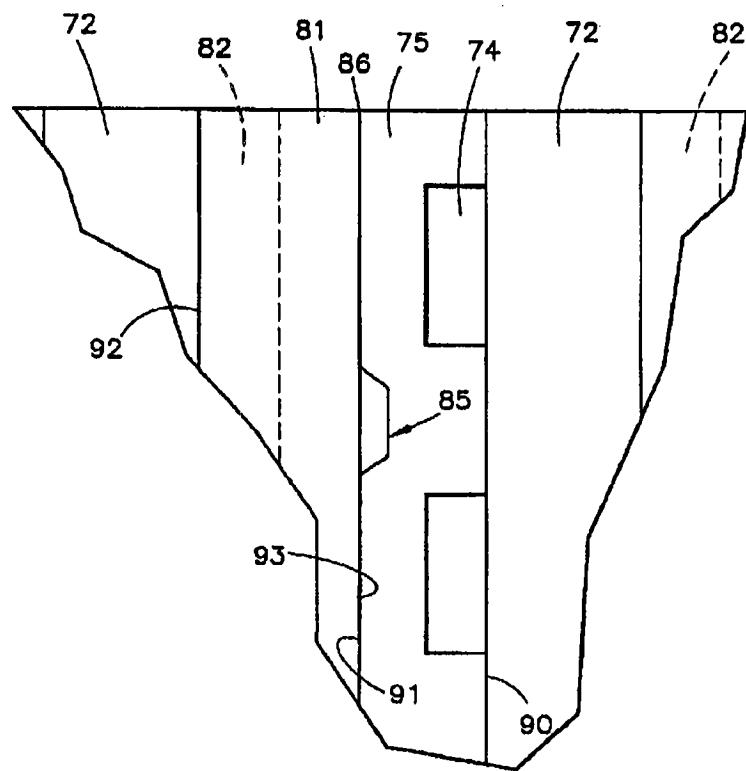


图 15

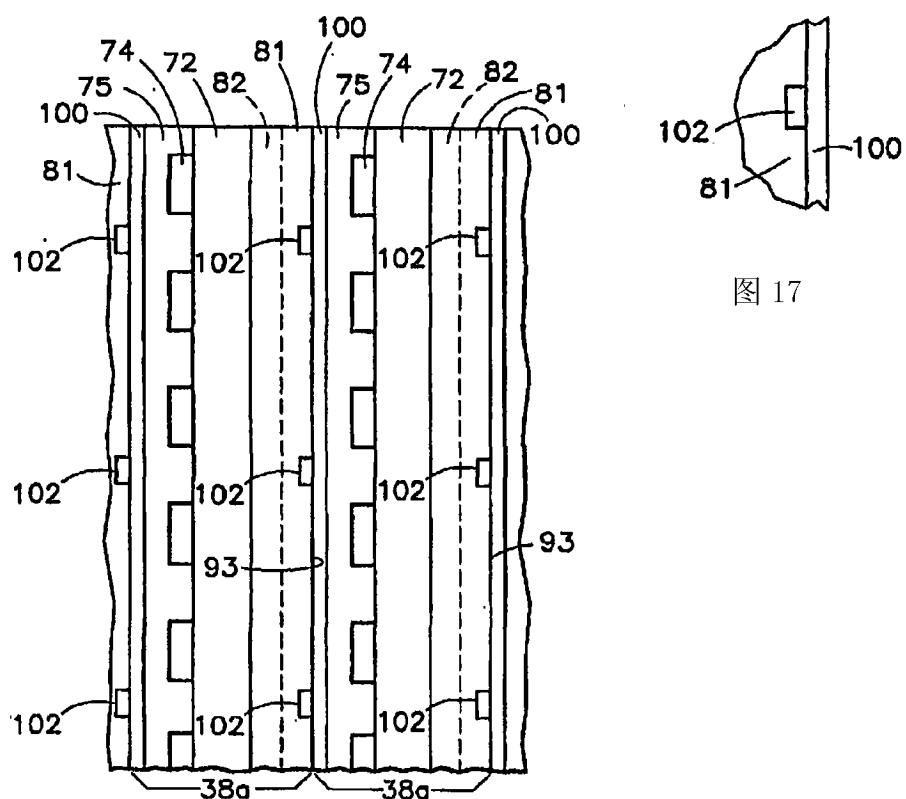


图 16

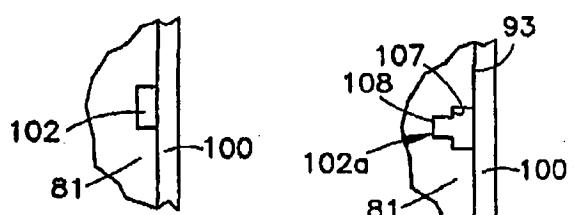


图 17

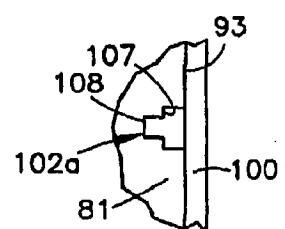


图 18

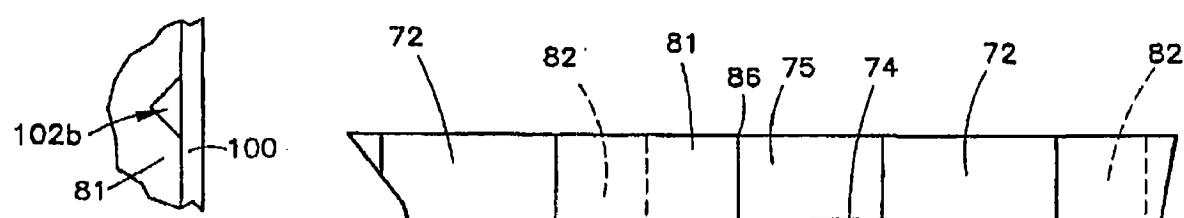


图 19

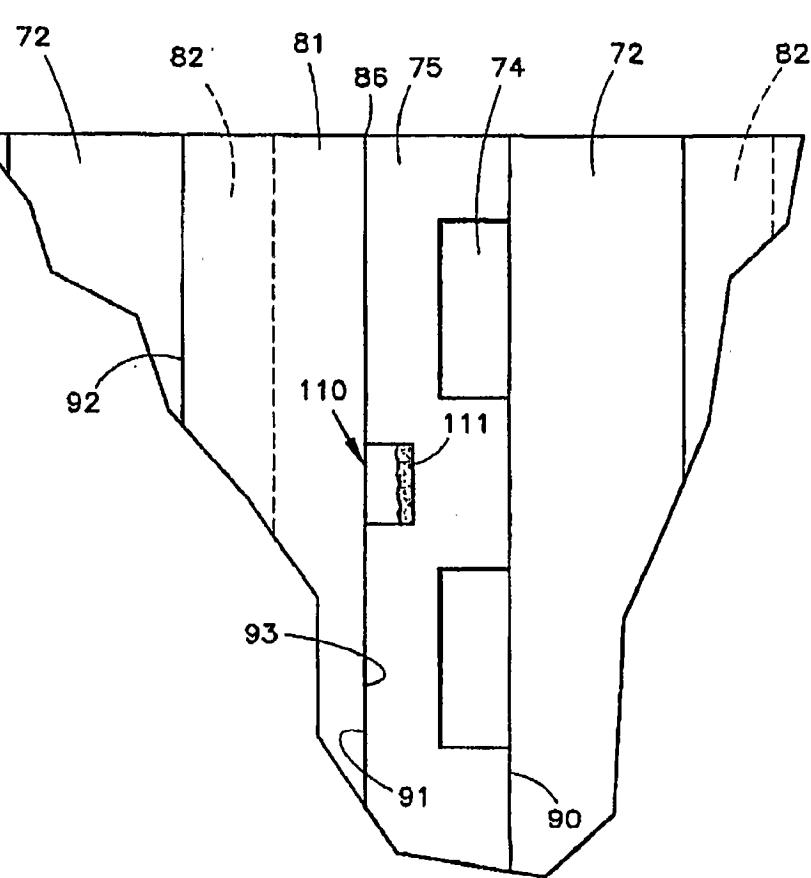


图 20

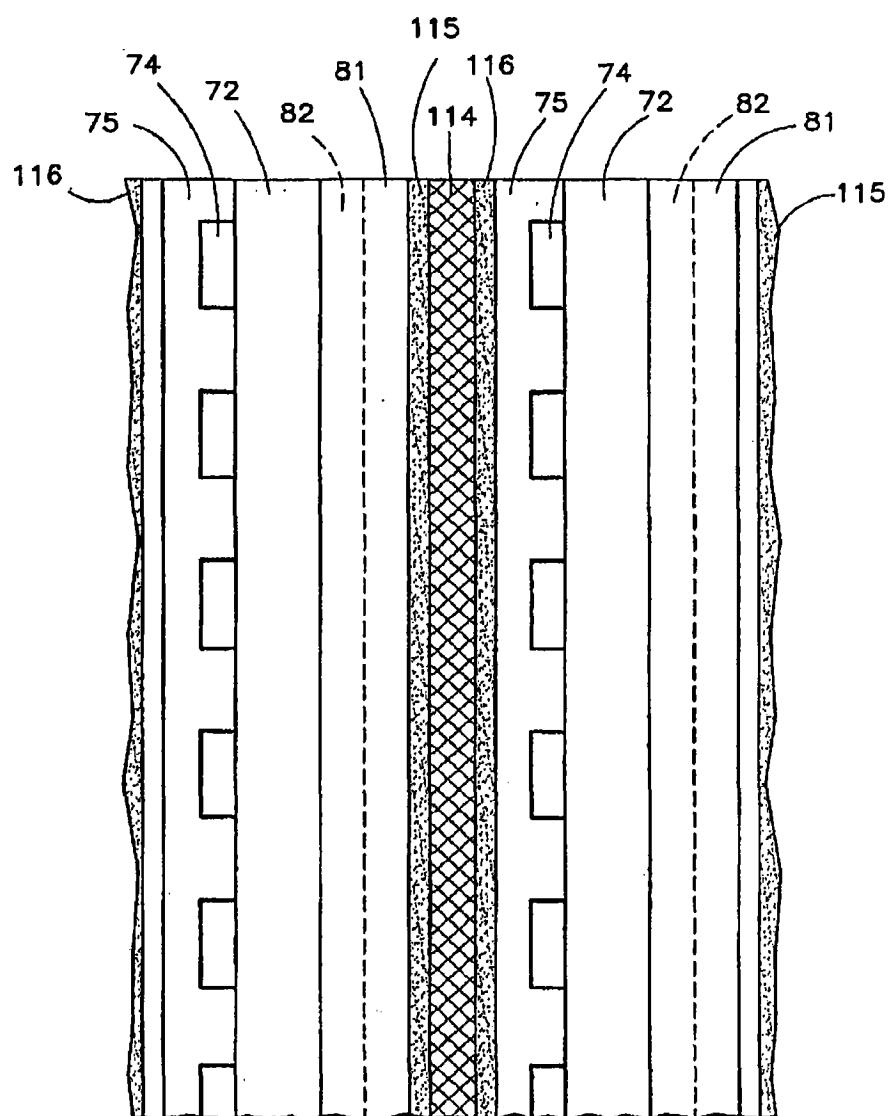


图 21

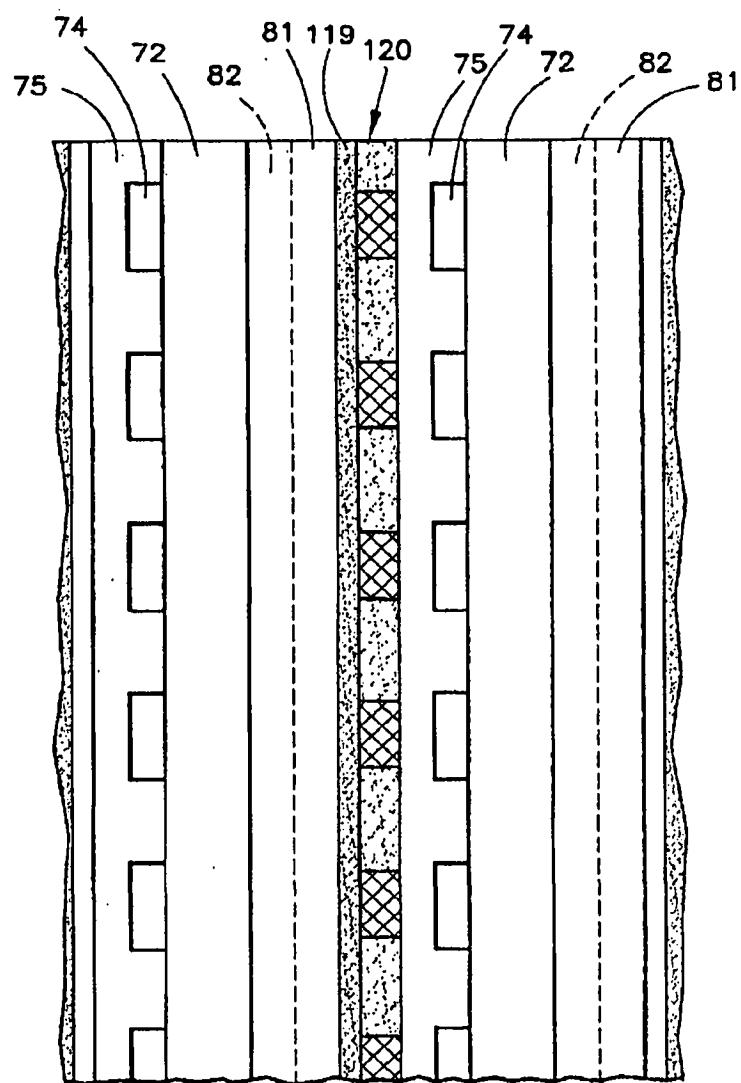


图 22

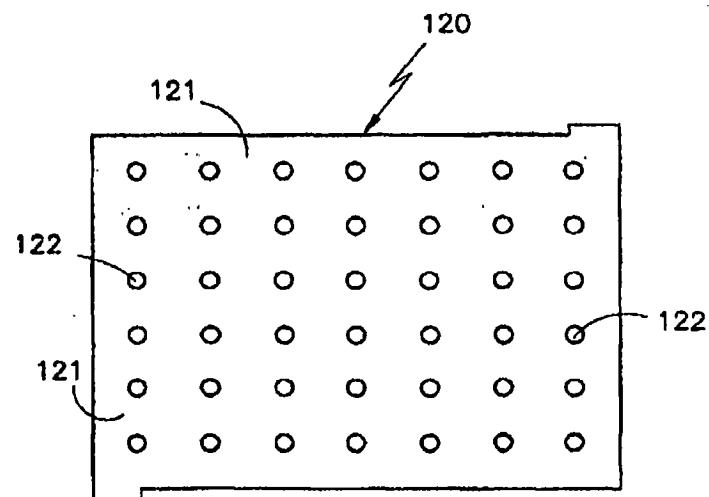


图 23

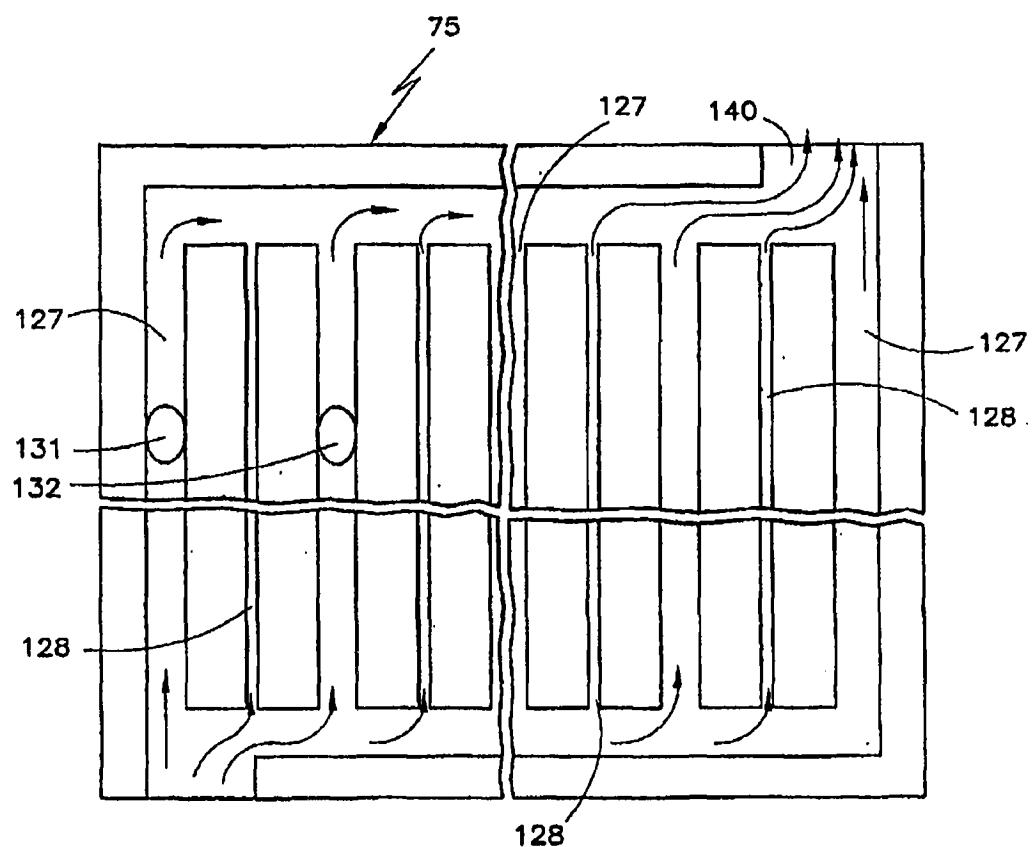


图 24

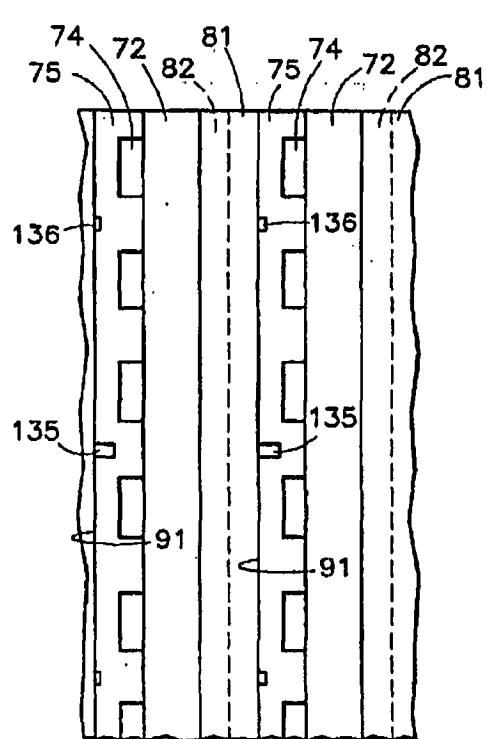


图 25

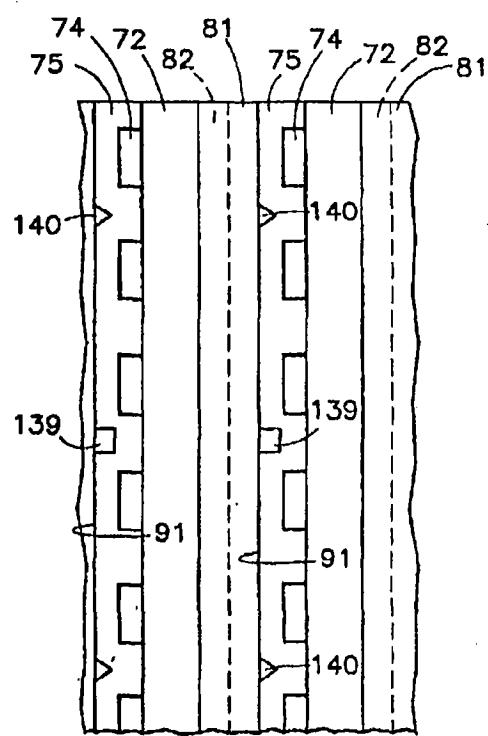


图 26

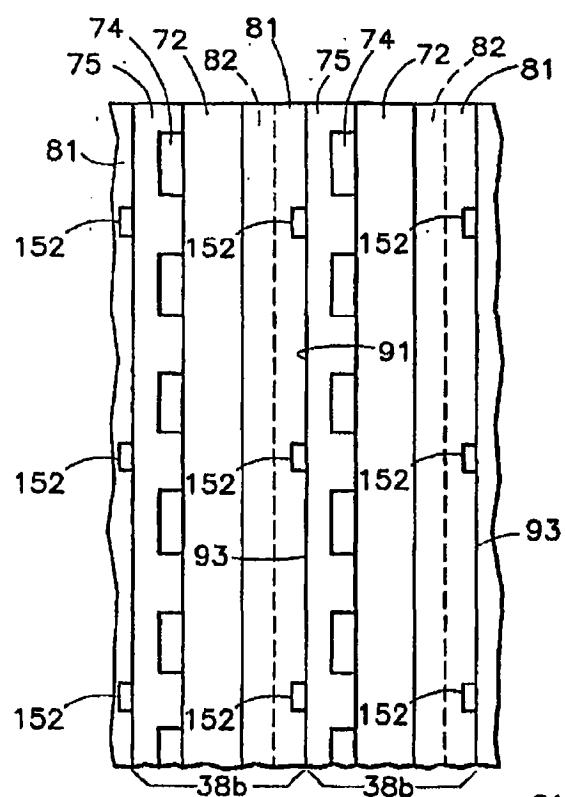


图 27

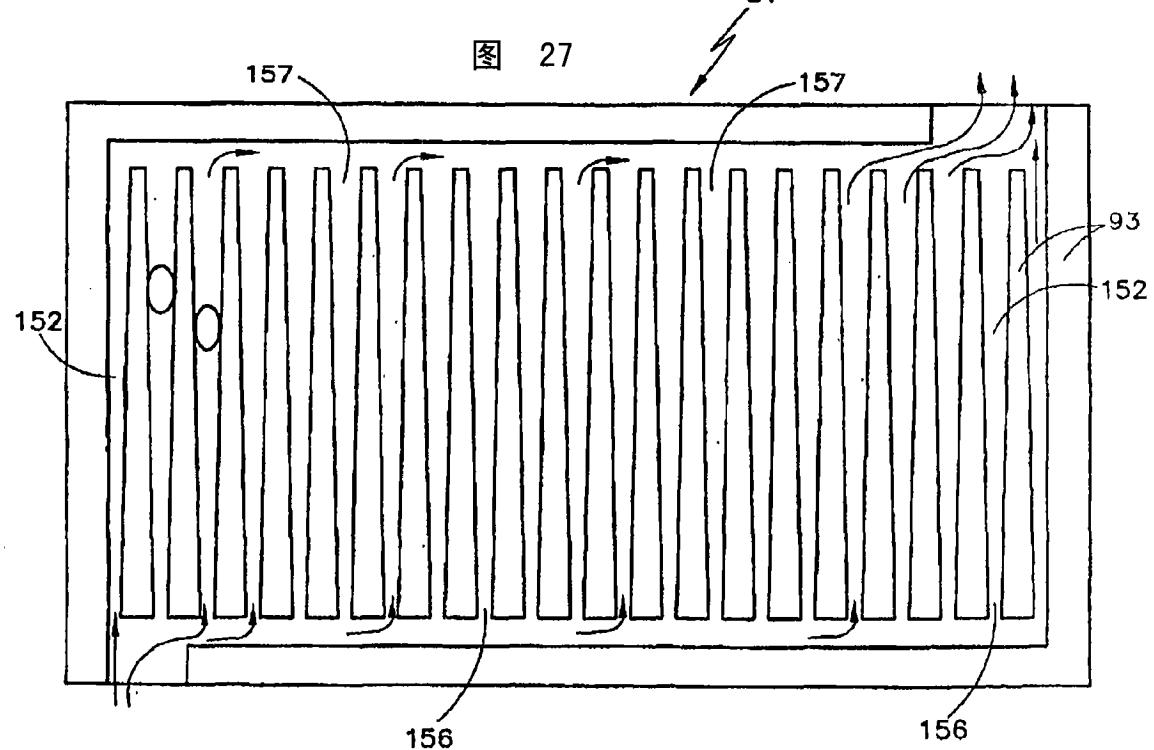


图 28