



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101547786 B

(45) 授权公告日 2013. 06. 19

(21) 申请号 200780044928. 8

B64C 3/26 (2006. 01)

(22) 申请日 2007. 11. 26

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

0624208. 5 2006. 12. 04 GB

US 6405978 B, 2002. 06. 18, 全文.

WO 00/45001 A, 2000. 08. 03, 全文.

US 6648273 B, 2003. 11. 18, 全文.

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 06. 04

审查员 杨云

(86) PCT申请的申请数据

PCT/GB2007/050712 2007. 11. 26

(87) PCT申请的公布数据

W02008/068523 EN 2008. 06. 12

(73) 专利权人 空中客车英国运营有限责任公司

地址 英国布里斯托尔

(72) 发明人 詹姆斯·劳埃德

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

11127

代理人 党晓林

(51) Int. Cl.

B32B 3/02 (2006. 01)

B64C 1/12 (2006. 01)

B64C 3/24 (2006. 01)

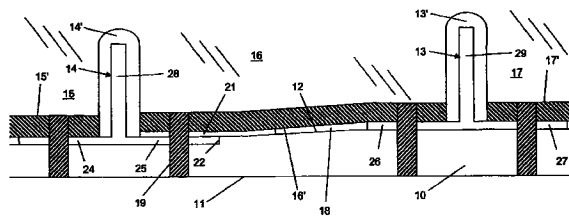
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

(54) 发明名称

复合结构

(57) 摘要

一种复合结构,该复合结构包括:由两个或更多个复合材料板层形成的面板,该面板具有形成有台阶的表面,在该台阶处面板的厚度改变。在面板的表面上附装有两个或更多个加强件。所述加强件中的一个与所述台阶的至少一部分接合以便传递面板中的载荷力。



1. 一种复合结构,该复合结构包括:

由两个或更多个复合材料板层形成的面板,该面板具有形成有台阶的表面,在该台阶处所述面板的厚度改变;以及

附装到所述面板的表面的两个或更多个加强件;

其中,所述加强件中的第一加强件在所述台阶的较厚侧附装至所述面板的表面,并且所述加强件中的第二加强件与所述台阶的至少一部分接合,所述加强件中的第二加强件的至少一部分在所述台阶的较薄侧附装至所述面板的表面。

2. 根据权利要求1的复合结构,该复合结构还包括盖板,该盖板在所述台阶的较厚侧附装到所述面板的表面,并且在所述台阶的较薄侧附装到所述加强件中的一个。

3. 根据权利要求2的复合结构,其特征在于,所述盖板由一个或多个复合材料板层形成。

4. 根据前述权利要求之一的复合结构,其特征在于,与所述台阶的至少一部分接合的加强件包括加强部和足部,该加强部远离所述面板延伸,该足部在所述台阶的较薄侧上附装到所述面板的表面,并远离所述加强部延伸到远离所述加强部的足尖部,其中该足尖部与所述台阶的至少一部分接合。

5. 根据权利要求1的复合结构,其特征在于,所述加强件中的所述第二加强件包括加强部,该加强部远离所述面板延伸并与所述台阶的至少一部分接合。

6. 根据权利要求5的复合结构,其特征在于,邻近的加强件包括远离所述面板延伸的加强部,并且其中上述这些加强部至少部分地由同一层形成。

7. 根据权利要求1的复合结构,其特征在于,与所述台阶的至少一部分接合的所述加强件包括在所述台阶的较厚侧附装到所述面板的表面的第一部分,以及在所述台阶的较薄侧附装到所述面板的表面的第二部分,由此使所述加强件跨过所述台阶。

8. 根据权利要求1的复合结构,其特征在于,所述台阶由所述面板中的一个或多个不连续的板层的边缘形成。

9. 根据权利要求1的复合结构,其特征在于,所述台阶由一个或多个不连续的板层的边缘、以及在一个加强件和所述不连续板层之间的填料形成。

10. 根据权利要求1的复合结构,其特征在于,所述台阶以大于 45° 的角度相对于所述面板中的邻近该台阶的板层延伸。

11. 根据权利要求1的复合结构,其特征在于,在所述面板的表面中,在邻近的加强件和该台阶之间形成斜坡。

12. 根据权利要求1的复合结构,其特征在于,在所述面板的表面中形成斜坡,所述加强件中的一个的至少一部分与该斜坡接合。

13. 根据权利要求1的复合结构,其特征在于,所述加强件均由两个或更多个复合材料板层形成。

14. 根据权利要求1的复合结构,该复合结构还包括穿过所述加强件和所述面板的紧固件。

15. 一种制造根据前述权利要求之一的复合结构的方法,该方法包括:使面板形成有台阶;在所述面板的表面上附装多个加强件,其中所述加强件中的第一加强件在所述台阶的较厚侧附装至所述面板的表面;以及使所述台阶的至少一部分与所述加强件中的第二加

强件接合。

16. 根据权利要求 15 的方法,该方法还包括通过使所述面板中的两个或更多个板层不连续并且加工不连续板层的端部来形成所述台阶。

17. 一种在根据权利要求 1 至 14 之一的复合结构中传递载荷的方法,该方法包括在台阶和加强件之间传递载荷。

复合结构

技术领域

[0001] 本发明涉及一种复合结构,一种制造复合结构的方法,以及一种在复合结构中传递载荷的方法。该结构可例如为飞行器外壳,但不限于这种应用。

背景技术

[0002] 图1中所示的复合飞行器外壳结构包括面板1,该面板具有内模制线表面(IML)和外模制线表面(OML),该内模制线表面形成有斜坡2,该外模制线表面形成飞行器的外部空气动力学表面。IML上附装有一对纵梁(stringer)3、4,所述纵梁沿面板的长度在翼展方向上延伸,从而增强面板以防止其沿翼展方向弯曲。

[0003] 该外壳经由三个肋脚5-7与肋接合,所述肋脚被一对为纵梁叶片(blade)提供间隙的“鼠洞式”狭缝3'、4'隔开。每个肋脚5-7均具有各自的凸缘5'-7',所述凸缘与肋脚的连结板成直角地延伸。通过使紧固件9穿过纵梁足部、面板以及肋脚凸缘而将该外壳接合至肋。

[0004] 图1所示结构的问题在于,斜坡2必须较浅(通常具有相对于OML不超过1:20的斜度)以避免载荷偏心。此外,优选在纵梁足部下方IML平行于OML(因为这使得更容易在纵梁足部上安装肋脚),并且因此优选斜坡不延伸到纵梁足部下方。结果,难以使面板厚度在两个纵梁之间发生显著变动。这种厚度的大变动例如在发动机或塔支架(pylon mount)的区域中可能是希望的,在这些区域中需要较厚的外壳。

发明内容

[0005] 根据本发明的第一方面,本发明提供了一种复合结构,该复合结构包括:

[0006] 由两个或更多个复合材料板层形成的面板,该面板具有形成有台阶的表面,在该台阶处所述面板的厚度改变;以及

[0007] 附装到所述面板的表面的两个或更多个加强件;

[0008] 其中,所述加强件中的第一加强件在所述台阶的较厚侧附装至所述面板的表面,并且所述加强件中的第二加强件与所述台阶的至少一部分接合。

[0009] 所述复合结构还包括盖板,该盖板在所述台阶的较厚侧附装到所述面板的表面,并且在所述台阶的较薄侧附装到所述加强件中的一个。

[0010] 所述盖板由一个或多个复合材料板层形成。

[0011] 与所述台阶的至少一部分接合的加强件包括加强部和足部,该加强部远离所述面板延伸,该足部在所述台阶的较薄侧上附装到所述面板的表面,并远离所述加强部延伸到远离所述加强部的足尖部,其中该足尖部与所述台阶的至少一部分接合。

[0012] 所述加强件中的所述第二加强件包括加强部,该加强部远离所述面板延伸并与所述台阶的至少一部分接合。

[0013] 所述加强件中的所述第一加强件包括远离所述面板延伸的加强部,并且其中上述这些加强部至少部分地由同一层形成。

[0014] 与所述台阶的至少一部分接合的所述加强件包括在所述台阶的较厚侧附装到所述面板的表面的第一部分,以及在所述台阶的较薄侧附装到所述面板的表面的第二部分,由此使所述加强件跨过所述台阶。

[0015] 所述台阶由所述面板中的一个或多个不连续的板层的边缘形成。

[0016] 所述台阶由一个或多个不连续的板层的边缘、以及在一个加强件和所述不连续板层之间的填料形成。

[0017] 所述台阶以大于 45° 的角度相对于所述面板中的邻近该台阶的板层延伸。

[0018] 在所述面板的表面中,在邻近的加强件和该台阶之间形成斜坡。

[0019] 在所述面板的表面中形成斜坡,所述加强件中的一个的至少一部分与该斜坡接合。

[0020] 所述加强件均由两个或更多个复合材料板层形成。

[0021] 所述复合结构还包括穿过所述加强件和所述面板的紧固件。

[0022] 根据本发明的第二方面,本发明还提供了一种制造复合结构的方法,该方法包括:使面板形成有台阶;在所述面板的表面上附装多个加强件,其中所述加强件中的第一加强件在所述台阶的较厚侧附装至所述面板的表面;以及使所述台阶的至少一部分与所述加强件中的第二加强件接合。

[0023] 所述方法还包括通过使所述面板中的两个或更多个板层不连续并且加工不连续板层的端部来形成所述台阶。

[0024] 根据本发明的第三方面,本发明还提供了一种在复合结构中传递载荷的方法,该方法包括在台阶和与该台阶的至少一部分接合的加强件之间传递载荷。

[0025] 该复合结构可以是飞行器的一部分,例如机翼或机身外壳,或者可以为任何需要面板厚度急剧改变的加强复合结构。

附图说明

[0026] 下面将参照附图说明本发明的实施方式,在附图中:

[0027] 图 1 是复合飞行器外壳结构的示意性横截面;

[0028] 图 2 是根据本发明第一实施方式的复合飞行器外壳结构的示意性横截面;

[0029] 图 3 是安放在面板上的纵梁和心轴;

[0030] 图 4 示出形成一个纵梁的方法;

[0031] 图 5a 详细示出图 2 的结构的一部分;

[0032] 图 5b 示出斜坡的一种变型;

[0033] 图 5c 示出面板内具有非垂直台阶的一种变型;

[0034] 图 5d 示出具有填料的一种变型;

[0035] 图 6 是根据本发明第二实施方式的复合飞行器外壳结构的示意性横截面;

[0036] 图 7 是根据本发明第三实施方式的复合飞行器外壳结构的示意性横截面;

[0037] 图 8 是根据本发明第四实施方式的复合飞行器外壳结构的示意性横截面;

[0038] 图 9 是根据本发明第五实施方式的复合飞行器外壳结构的示意性横截面;

[0039] 图 10 是根据本发明第六实施方式的复合飞行器外壳结构的示意性横截面;以及

[0040] 图 11 是根据本发明第七实施方式的复合飞行器外壳结构的示意性横截面。

具体实施方式

[0041] 图 2 中示出的复合飞行器外壳结构包括由堆叠的复合材料板层形成的面板 10。该面板 10 具有内模制线表面 (IML) 和外模制线表面 (OML) 11, 该内模制线表面形成有台阶 22 和斜坡 12, 该外模制线表面形成飞行器的外部空气动力学表面。OML 11 示出为在弦向方向上具有平的横截面, 但它也可根据需要而在翼展和弦向方向上都略微弯曲以具有期望的空气动力学特性。由于在 OML 11 中没有台阶, 所以面板 10 的厚度在 IML 中的台阶 22 处突然改变。

[0042] 面板 10 通过在图 3 所示的 OML 工具 23 上铺放堆叠的“预浸料坯”(预浸渍有未固化的环氧树脂的不定向碳纤维层) 板层而形成。OML 工具 23 成形以便赋予 OML 期望的轮廓。然后通过面板上放置装袋层(即去皮板层、释放膜、呼吸层和真空袋) 并将真空袋的边缘密封到 OML 工具 23 来“袋装”该面板。袋装后, 通过高压灭菌器中将面板加热到固化温度, 并排空真空袋和面板之间的空间(同时增加高压灭菌器中的压力) 以向面板施加固结压力来在第一固化循环中固化该面板。

[0043] 为保证台阶 22 的表面平滑并处于希望的角度, 可在固化期间用增强板(未示出) 向台阶 22 的表面施加附加压力, 以便控制其几何形状。或者, 可在固化后利用刨槽机加工台阶 22。

[0044] 然后将第一纵梁 13 在台阶 22 的较厚侧上附装到 IML, 并将第二纵梁 14 在台阶 22 的较薄侧上附装到 IML。纵梁 13、14 沿面板的长度顺翼展方向延伸, 从而加强面板以防其在翼展方向上弯曲。纵梁 13、14 均由相似的工艺形成, 图 3 和 4 详细示出了一个纵梁 13 的形成和附装方法。在图 4 所示的第一步中, 通过在一对心轴 42、43 上铺放堆叠的预浸料坯板层而形成一对 L 形截面的预成型件 40、41, 每个预浸料坯板层都围绕心轴的一角部弯曲。在图 3 所示的第二步骤中, 在固化的面板 10 上背对背地安放一对 L 形截面的预成型件 40、41, 其中可选地在每个预成型件的叶片部分之间具有预浸料坯填料层 44。虽然每个预成型件 40、41 的角部处的外边缘在图 4 中示意性地示出为尖形边缘, 但实际上也可具有留出间隙的倒圆, 该间隙在心轴安放到面板上之前填充有填料材料(未示出)。合适的填料材料包括一段翼展长度的卷起或模制成形(通常称为“长条(noodle)”) 的 CFRP 预浸料坯, 或者一些形式的结构粘合剂。每个心轴具有凸台区域 45, 该凸台区域延伸超过纵梁足部并且与面板 10 接合, 以便支撑心轴的重量。纵梁 13、14 然后在与上述第一固化循环类似的第二固化循环中固化。

[0045] 回到图 2, 每个纵梁均包括一对附装到面板 10 的 IML 的足部 24-27, 以及加强部 28、29(通常称为“叶片”), 所述加强部相对于足部以一定角度远离面板延伸到肋脚之间的相应“鼠洞式”狭缝 13'、14' 中。每个足部均从叶片延伸到远离叶片的足尖部。足部 25 的足尖部 30 与台阶 22 之间的界面在图 5a 中详细示出。

[0046] 图 5a 以虚线示出各个预浸料坯板层。由于可以采用各种板层斜坡形成技术, 因此斜坡 12 虚线区域只是描述性的。后面将解释斜坡的形成。如可从图 5a 中看出的, 台阶 22 是通过面板 10 中不连续板层的边缘形成的所谓“陡壁边缘”。优选具有两个以上的不连续板层, 在图 5a 所示的示例中, 有六个不连续板层(但也可使更多或更少的板层不连续以形成期望高度的台阶)。纵梁足部 25 的足尖部 30 也通过六个不连续板层的边缘而形成, 所述

边缘与台阶 22 的表面接合,如图 5a 所示。

[0047] 当纵梁已经固化后,去除心轴,并在 IML 上铺放盖板 21,以桥接台阶的上侧上的面板 10 和台阶下侧上的第二纵梁 14 的足部 25。盖板 21 由一个或多个复合材料板层形成,所述复合材料例如为玻璃纤维增强的环氧树脂 (GFRP) 或碳纤维增强的环氧树脂 (CFRP)。在图 5a 所示的示例中,盖板 21 由三个板层形成,但也可铺放更多或更少的板层以形成期望厚度的盖板。然后在第三固化循环中固化该盖板 21。或者,可将盖板 21 制造成如图 4 所示的预成型件 40 的一部分。在这种情况下,只需要两个固化循环,但可能需要更复杂的加工。

[0048] 为确保纵梁足部 25 和台阶 22 之间的密切接合,形成纵梁足部的足尖部 30 的不连续板层可以可选地切割(例如利用刀片,音速刀或者水射流),以便以期望的角度提供平滑表面。或者,可在第二固化循环中用增强板(未示出)在足尖部 30 的区域施加附加压力,以便形成具有期望几何形状的足尖部。由于足尖部 30 和台阶 22 之间的接合,压缩载荷力(在图 5a 中由直块箭头示出)直接在足尖部 30 和台阶 22 之间传递。拉伸载荷力(在图 5a 中由弯曲块箭头示出)经由盖板 21 在面板和纵梁足部 25 之间传递。这样,盖板 21 确保足尖部 30 和台阶 22 之间的界面在面板承受使 IML 被拉伸的弯曲力矩时不打开。

[0049] 在纵梁之间在面板的 IML 中形成斜坡 12。该斜坡通过使面板内部的选定板层(例如每隔一个板层)不连续而形成,图 5a 中所示的其余板层会聚以形成斜坡。不连续的内部板层未在图 5a 中示出。斜坡 12 的表面由此具有较平滑的轮廓,因为它是由连续的表面板层形成的。

[0050] 图 5b 中示出一种替代性的斜坡结构。在该例中,通过使面板的多个表面板层不连续以形成具有台阶轮廓的斜坡 12' 而形成斜坡。

[0051] 图 5c 中示出面板中的台阶和纵梁足部之间的一种替代性界面。在该例中,以一定角度切割纵梁足部的足尖部 30' 和斜坡 22'。

[0052] 面板中的台阶和纵梁足部之间的另一替代性界面在图 5d 中示出。在该例中,在其中面板的板层不连续的边缘 50 和足尖部 30 之间存在间隙。该间隙填充有与前述相似的填料材料 51。填料材料 51 与纵梁足尖部 30 和形成边缘 50 的复合材料板层的边缘接合,以便传递压缩载荷力。

[0053] 然后通过将外壳接合到肋而将该外壳集成到翼盒,如图 2 所示。该肋具有三个肋脚 15-17,所述肋脚由为纵梁叶片提供间隙的一对“鼠洞式”狭缝 13'、14' 分开。每个肋脚 15-17 具有各自的凸缘 15'-17',所述凸缘相对于肋脚的连结板成直角延伸。通过使紧固件 19 穿过纵梁足部、面板和肋脚凸缘而将外壳接合到该肋,如图 2 所示。

[0054] 在肋凸缘 16 和面板之间存在间隙 18。该间隙 18 是所期望的,以便在肋的两侧在燃料室中形成燃料流。或者,如果不需要间隙 18,则可使肋脚 16 向下摇摆以填充间隙 18 并与面板接合,并且可在纵梁 13、14 之间的中间点处穿过面板和肋脚的凸缘 16' 安装另一紧固件(未示出)。

[0055] 图 6 中示出第二外壳结构。该结构与图 2 的结构相似,并且与图 2 的元件对应的元件采用相同的标号。可以看到,图 6 的结构省略了纵梁之间的斜坡 12。

[0056] 图 7 中示出第三外壳结构。该结构与图 2 的结构相似,并且与图 2 的元件对应的元件采用相同的标号。与图 2 中的离散斜坡 12 不同,图 7 的结构具有形成在其 IML 中的连续斜坡,该斜坡在两个纵梁下方延伸。

[0057] 图 8 中示出第四外壳结构。该结构与图 2 的结构相似,并且与图 2 的元件对应的元件采用相同的标号。可以看到,图 8 中未示出斜坡。此外,纵梁 14' 略微不同于图 2 的纵梁 14。具体地,形成纵梁 14' 的左侧预成型件的叶片部分延伸超出右侧预成型件的叶片部分。因此,在纵梁 14' 的基部中存在与面板中的台阶 55 接合的台阶 56。可以看到,纵梁 14' 横跨该台阶,这与仅在台阶的较薄侧上附装到面板的纵梁 14 不同。

[0058] 图 9 中示出第五外壳结构。该结构与图 2 的结构相似,并且与图 2 的元件对应的元件采用相同的标号。可以看到,图 9 中未示出斜坡。此外,两个纵梁以不同的方式形成。左侧纵梁的叶片由一对层 60、61 (可选地由图 9 中未示出的预浸料坯填料层隔开) 形成。层 61 延续至右侧纵梁,并由此形成面板的表面层以及右侧纵梁的叶片的左侧部分。面板的下一层 62 终止而形成台阶 63。该台阶 63 在台阶 64 处与层 60 接合,在该台阶 64 处,层 60 的叶片部分的基部延伸超出层 61 的叶片部分的基部。层 60 向左侧延续而形成下一纵梁 (未示出) 的叶片的右侧部分。层 60、61、62 可仅由一个板层形成,但在大多数情况下可由两个或更多个预浸料坯板层形成。可以看到,左侧纵梁横跨台阶,与图 8 中的纵梁 14' 的方式相同。

[0059] 图 10 中示出第六外壳结构。薄片状复合面板 70 形成有台阶 71。在面板 70 的 IML 上安装有一对“顶帽”纵梁。左侧纵梁横跨该台阶,并具有一对加强部 74、75、连接加强部 74、75 的连结板 76、以及从加强部 73、74 延伸的足部 72、73。台阶 71 与加强部 74 接合,其中加强部 74 的基部与纵梁足部 72 相接。紧固件 77、78 穿过纵梁足部 72、73 以及面板 70。肋脚 (未示出) 可通过紧固件附装到纵梁连结板 76,或者可通过图 10 中示出的紧固件 77、78 附装到纵梁足部。

[0060] 图 11 示出第七外壳结构。这是图 10 的结构的变型,并且与图 10 中的元件对应的元件采用相同的标号。在该例中,面板中的台阶 71' 比纵梁足部 72 深,并且与加强部 74 的较长长度接合。

[0061] 在另一种变型 (未示出) 中,各纵梁可仅由单个 L 形预成型件形成,其中纵梁足部的足尖部或纵梁叶片的基部与面板中的台阶接合。

[0062] 下面将说明各种实施例的优点。

[0063] 面板中的台阶使得外壳厚度能具有较大和急剧的变化。如果台阶位于纵梁之间 (即,不与纵梁之一接合),则将在角部处形成载荷偏心 and 应力集中,在该角部处台阶的表面与面板的较薄部分相接。该应力集中会在角部处导致层间剪切破坏。通过使台阶的一部分 (或全部) 与纵梁接合,可通过纵梁传递载荷而消除该问题或至少减轻该问题。

[0064] 通过一个或多个不连续板层在面板中形成台阶,与使用由不连续的内部板层形成的斜坡的常规面板结构相比,对于自动铺带机来说可以减少面板铺放时间。在这种常规铺放程序中,铺带机的头部在其沿着斜坡向上或向下移动时必须减慢。相反,当铺放如图 2-11 所示的面板时,头部可跨越台阶移动而不必减慢。

[0065] 在图 2、6 和 8-11 中,在纵梁下方 IML 平行于 OML。这是有利的,因为这使得更容易在组装期间将纵梁足部与肋脚凸缘放到一起。这也意味着紧固件可使用常规螺母。此外,这意味着肋脚之间的“鼠洞” 13'、14' 可以较窄。相比之下,图 7 在使用较宽的鼠洞的同时需要使用自对齐螺母。

[0066] 在图 2 和 6 中,纵梁都是基本对称的,从而与图 7-11 所示的不对称纵梁相比,它们

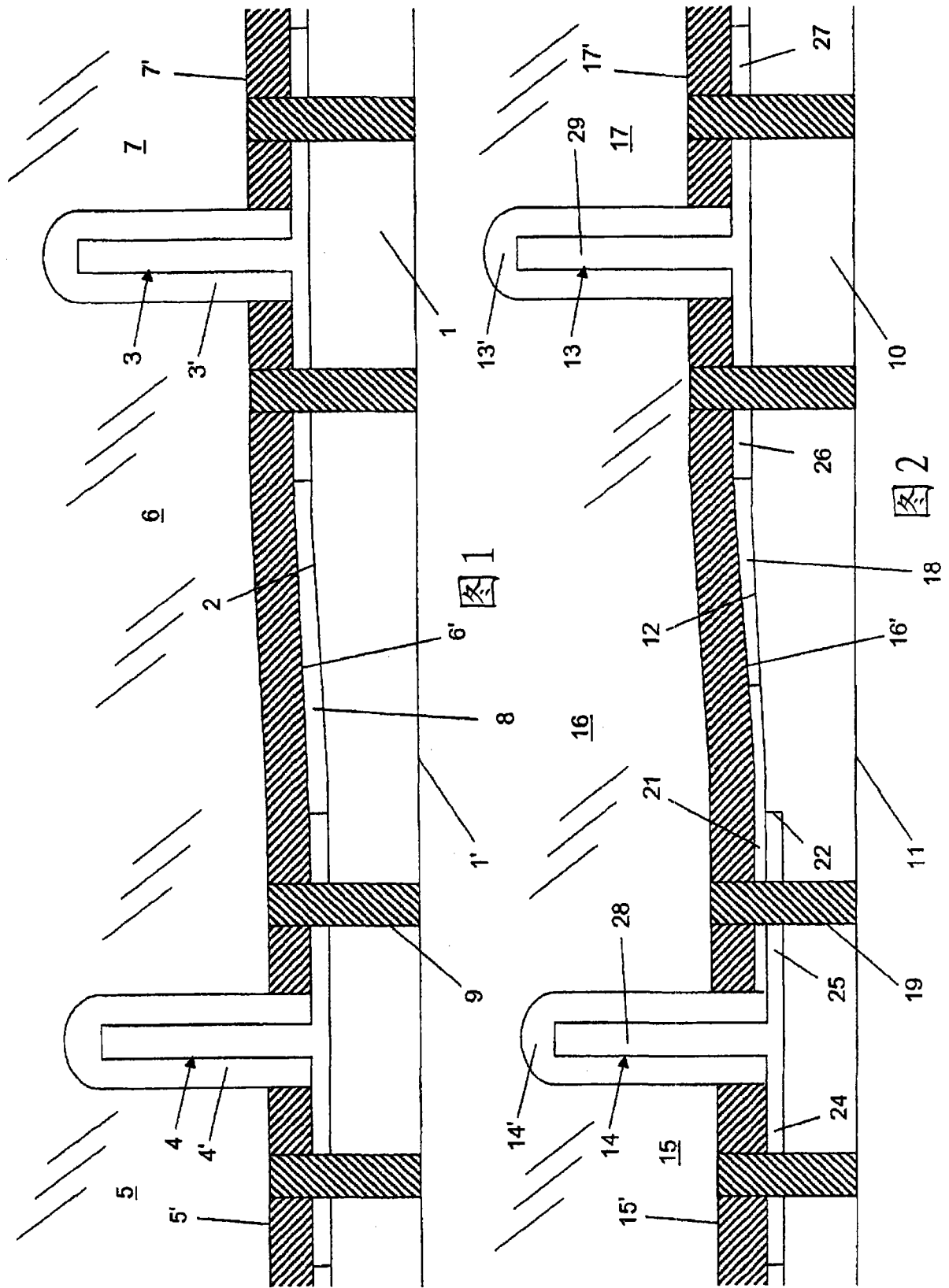
较容易制造。

[0067] 在图 2、6 和 7 中,台阶的深度由纵梁足部的足尖部的高度限定。相比之下,在图 8-11 中(其中台阶与纵梁的加强部接合),如果需要,台阶高度可进一步增加。

[0068] 在附图中,仅示出一对纵梁,但通常可将其它纵梁在所示纵梁的左右侧附接至面板。或者,如果台阶形成在面板的边缘,则与该台阶接合的纵梁(14、14'等)可为最外部的纵梁。在这种情况下,其它纵梁可位于该纵梁的左侧(即,台阶的较薄侧上),在这种情况下,纵梁 13、13' 等将被省略。或者,其它纵梁可位于纵梁 14、14' 等的右侧上(即,台阶的较厚侧上)。

[0069] 在附图中,仅示出一个台阶,但通常可在面板中设置更多台阶,每个台阶都与相应的纵梁接合。特别地,右侧纵梁 13、13' 等可与面板中的第二台阶接合。

[0070] 虽然上面已经参照一个或多个优选实施方式说明了本发明,但可以看出,可在不脱离由所附权利要求限定的发明范围内进行各种改变或更改。



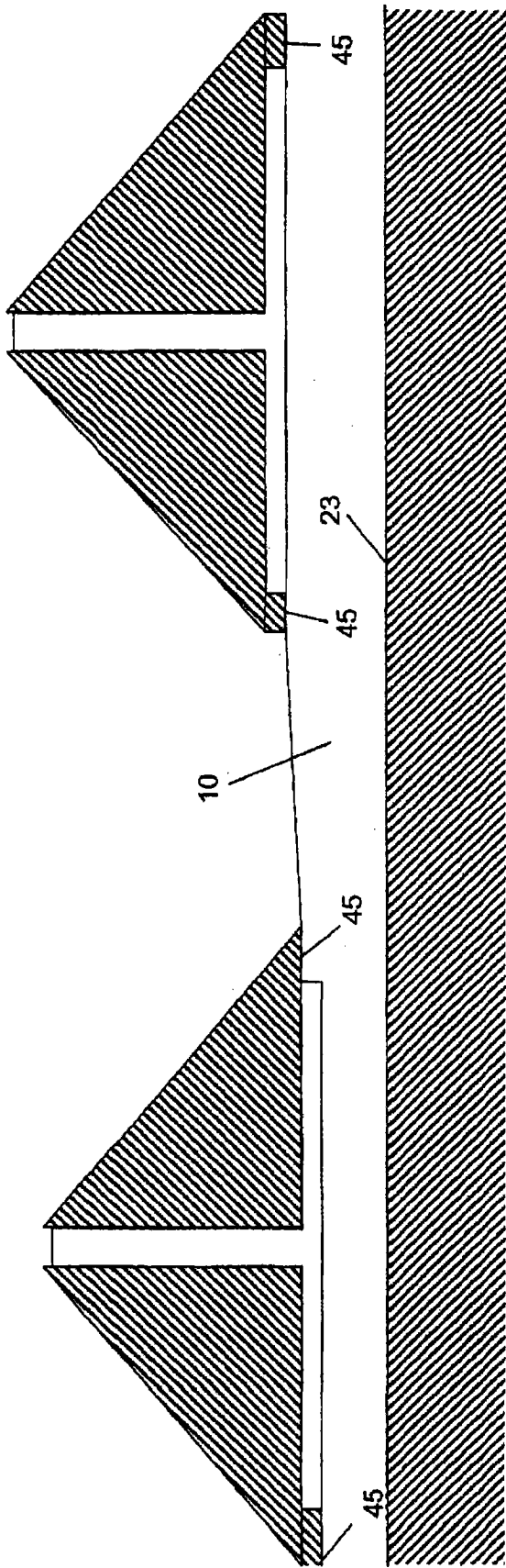


图 3

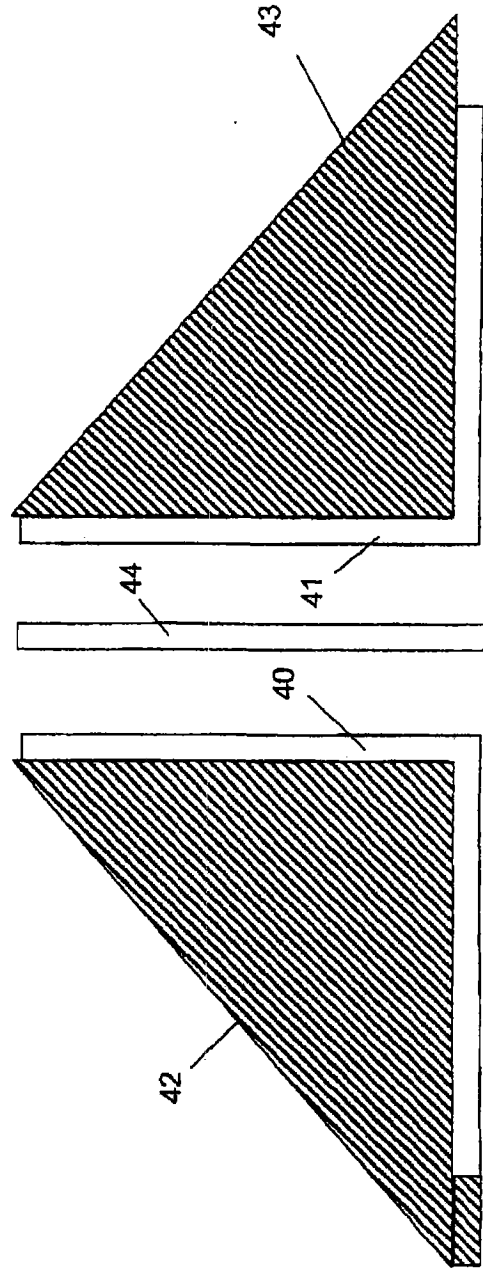


图 4

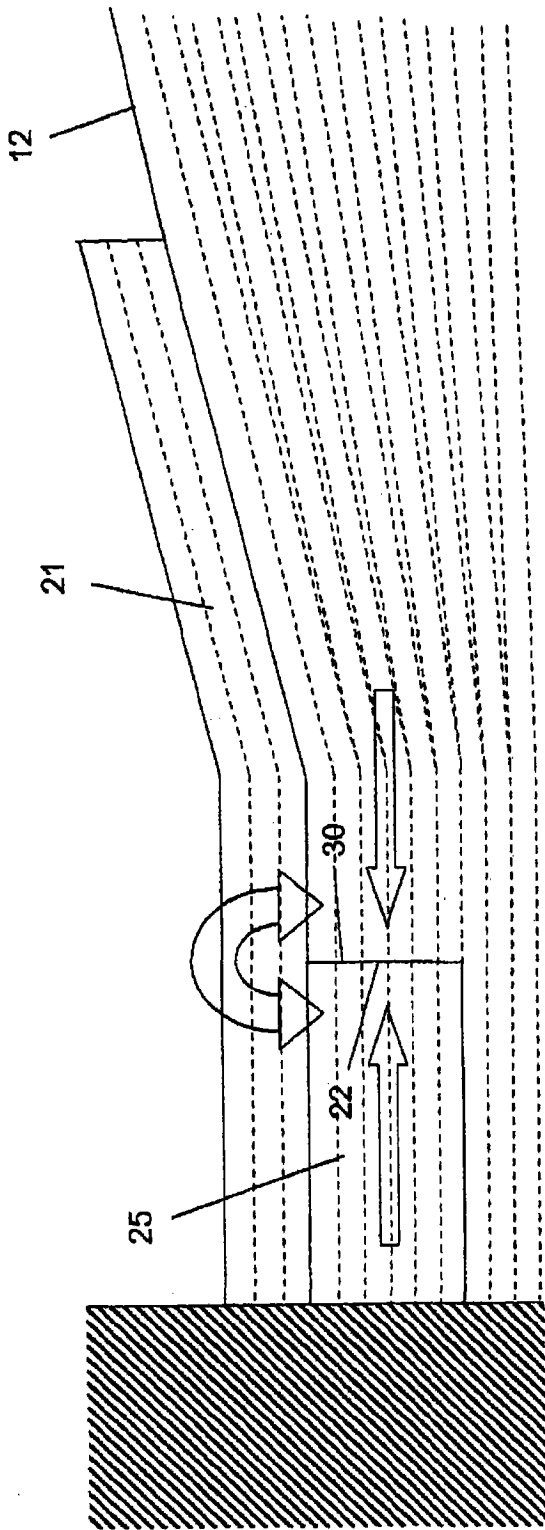


图 5a

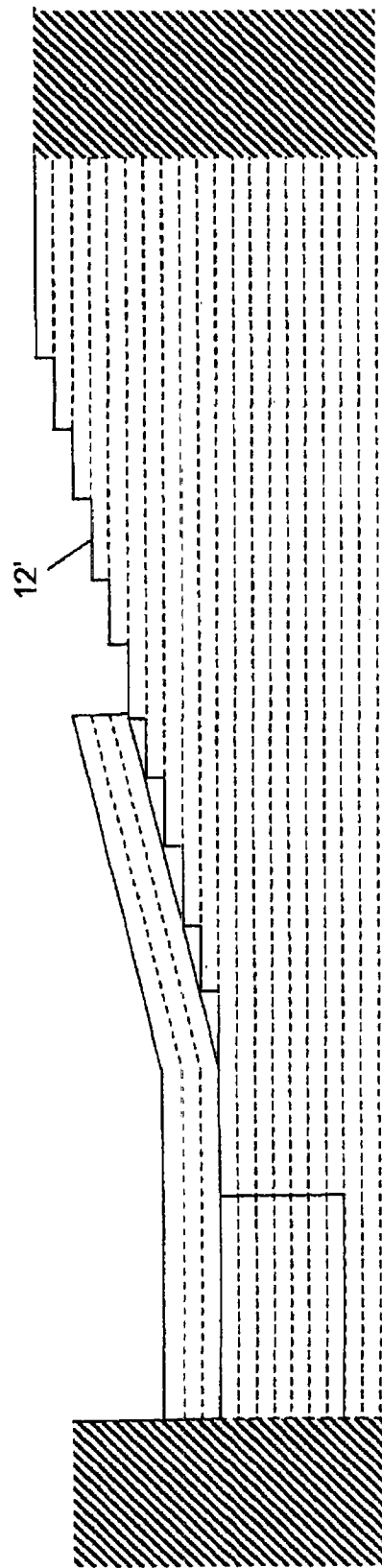


图 5b

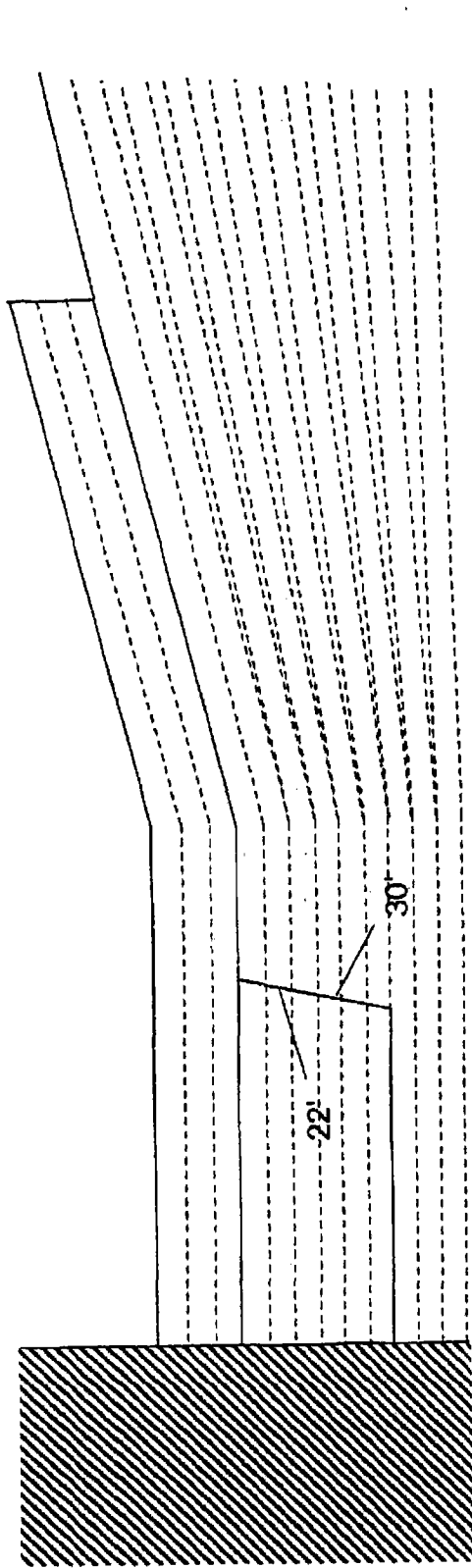


图 5c

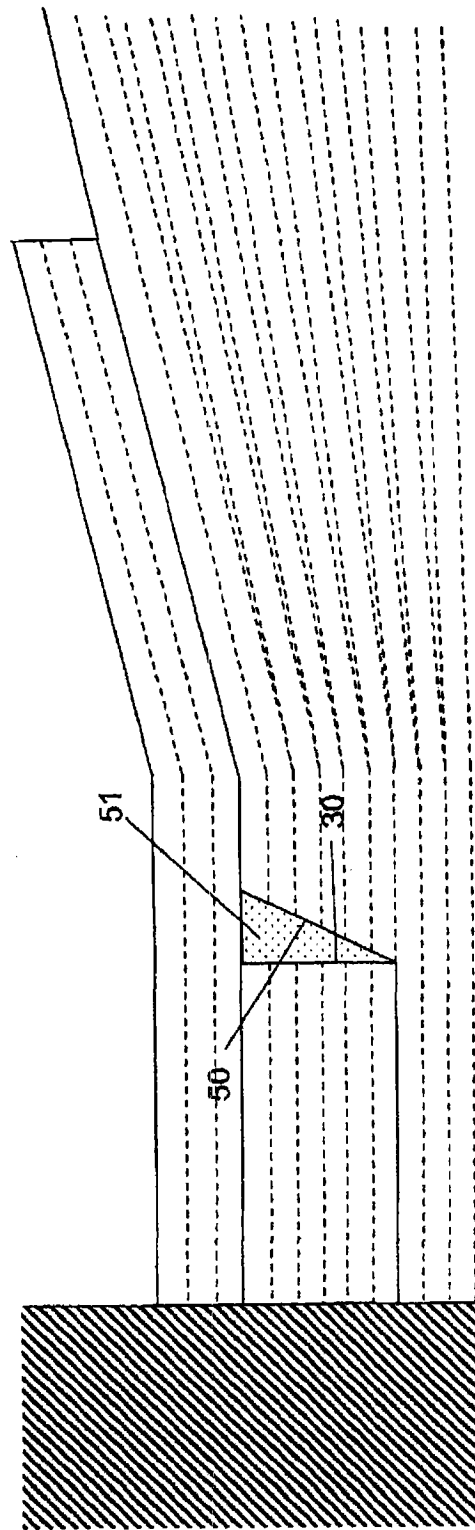
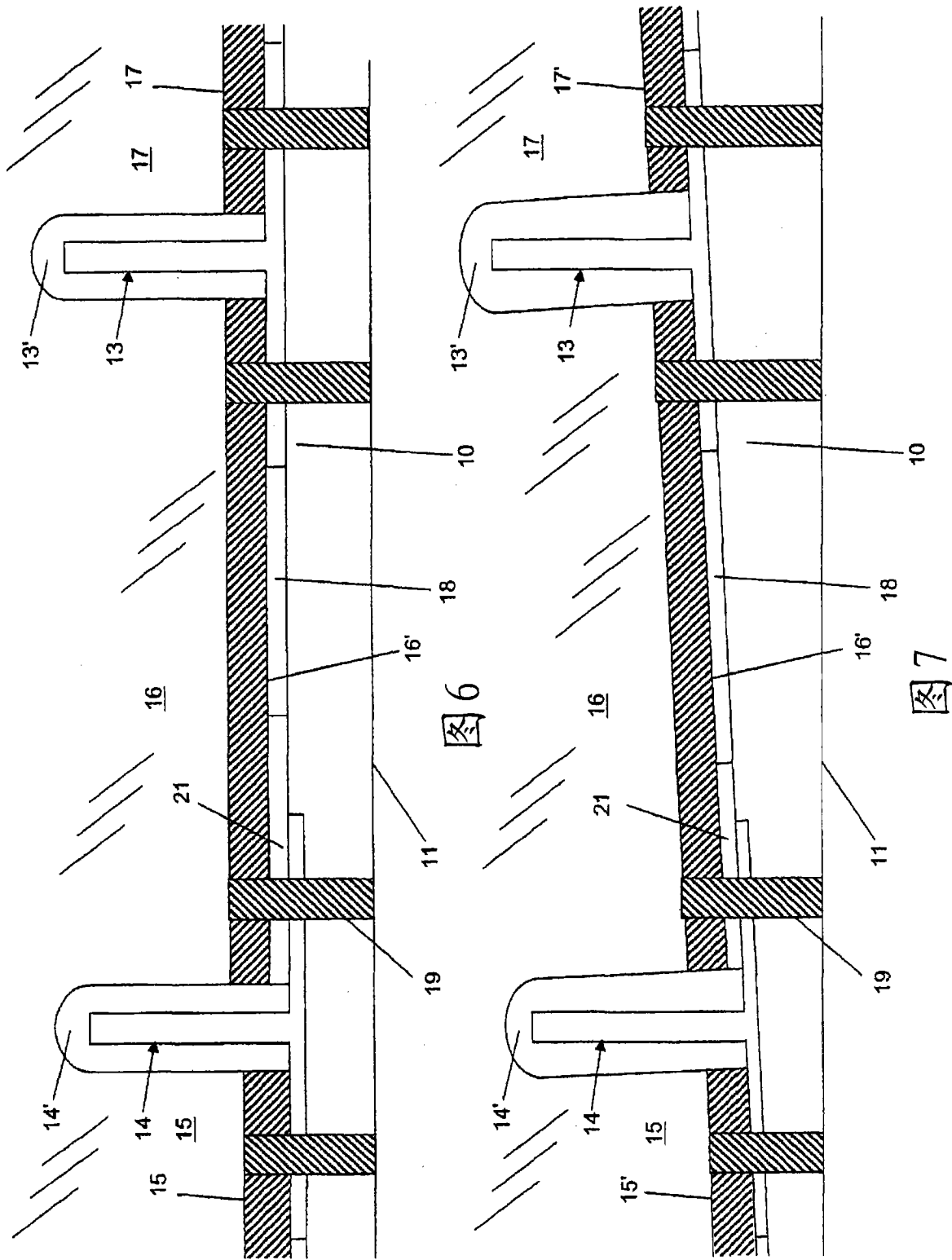


图 5d



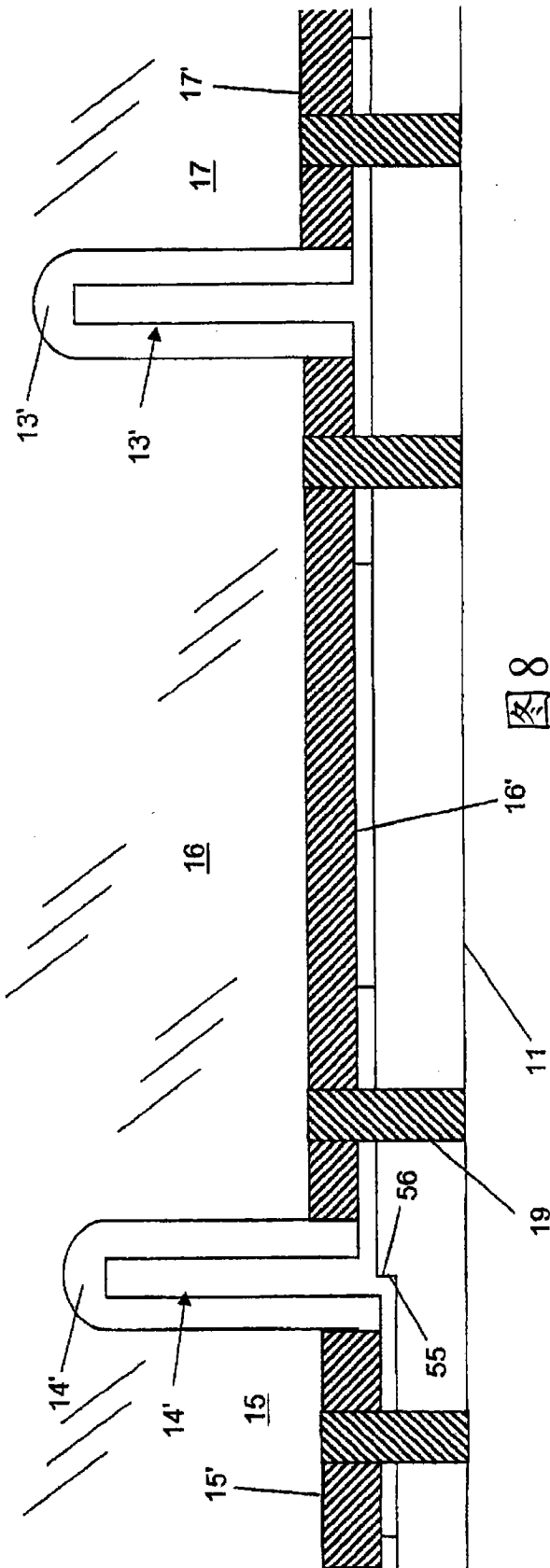


图8

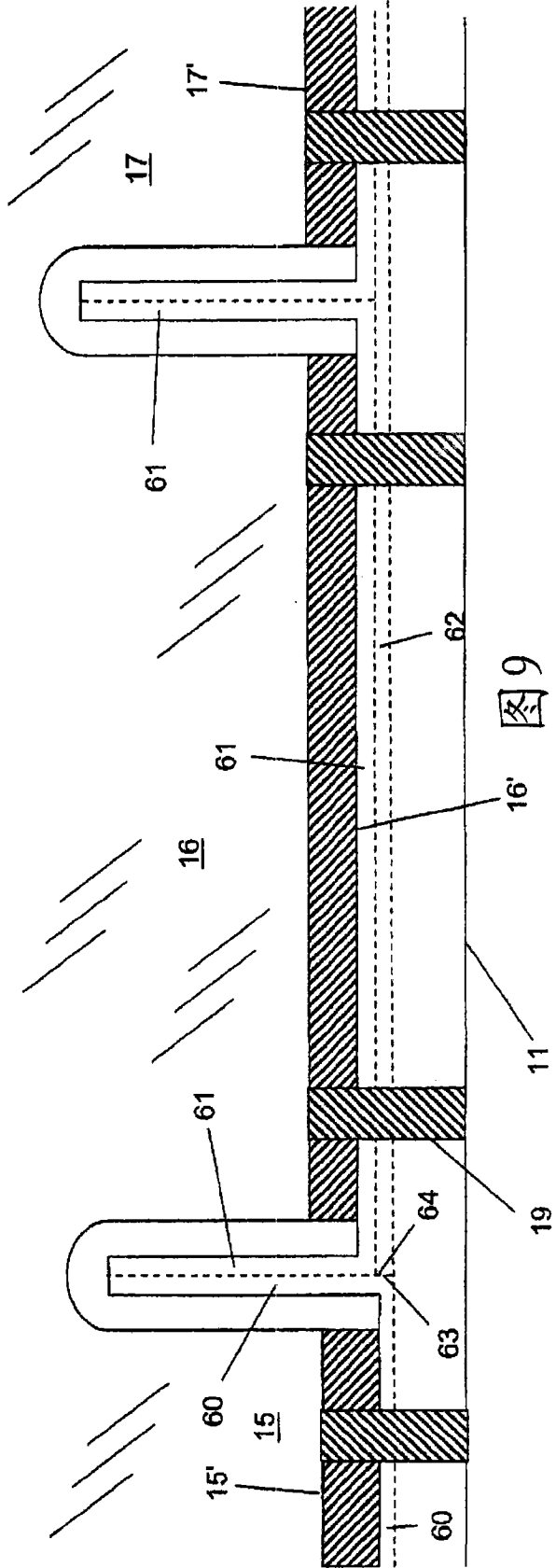


图9

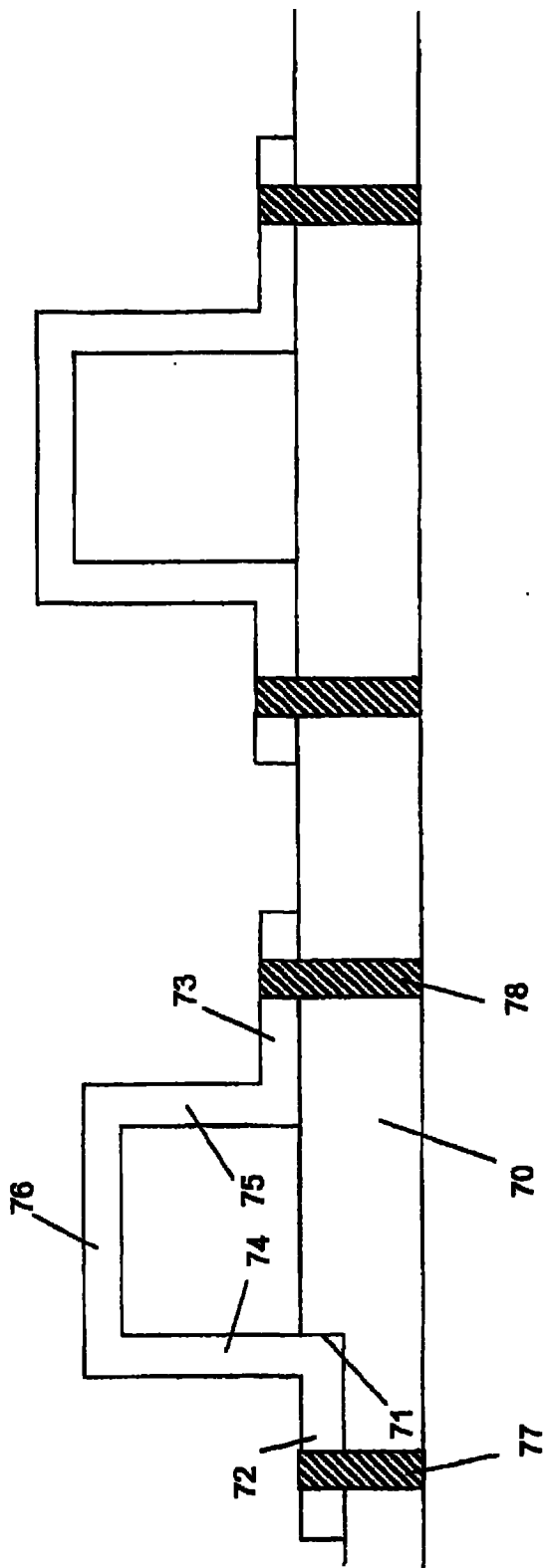


图 10

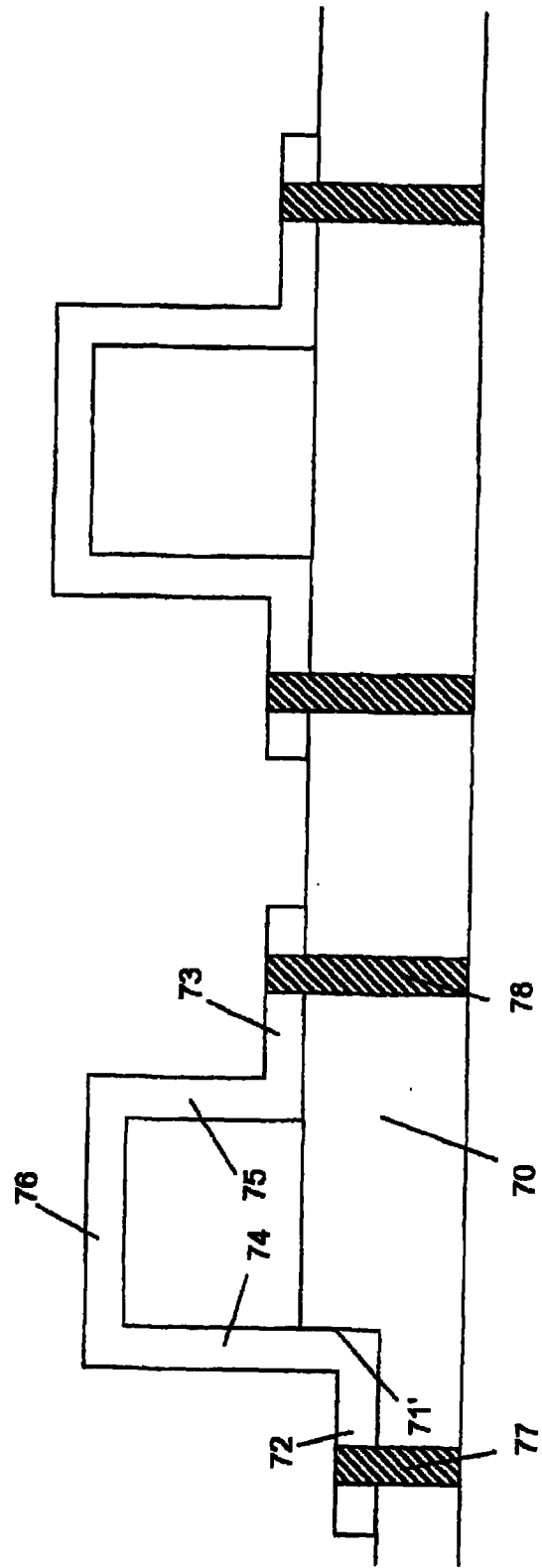


图 11