



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101646548 B

(45) 授权公告日 2013. 12. 04

(21) 申请号 200780041781. 7

(22) 申请日 2007. 11. 08

(30) 优先权数据

60/857, 593 2006. 11. 09 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 05. 11

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2007/023537 2007. 11. 08

(87) PCT申请的公布数据

W02008/147393 EN 2008. 12. 04

(73) 专利权人 美利肯公司

地址 美国南卡罗来纳州

(72) 发明人 斯蒂芬·W·达伊

G·斯科特·坎贝尔

丹尼·E·蒂尔顿

弗雷德里克·施托尔

迈克尔·谢泼德 罗宾·班纳吉

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 陈晓帆

(51) Int. Cl.

B29C 65/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 6740381 B2, 2004. 05. 25, 说明书第
16-19 栏, 21 栏.

US 6740381 B2, 2004. 05. 25, 说明书第
16-19 栏, 21 栏.

US 20050074593 A1, 2005. 04. 07, 说明书第
6、11、13、15-16、18.

US 5589243 A, 1996. 12. 31, 说明书第 2、7、
17 栏.

CN 2638980 Y, 2004. 09. 08, 全文.

审查员 卜艳

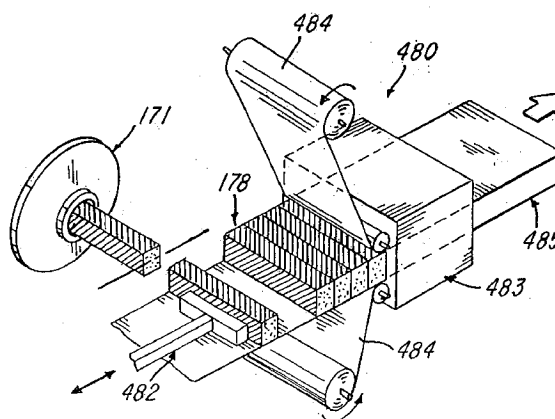
权利要求书3页 说明书31页 附图22页

(54) 发明名称

纤维增强的复合芯部和面板

(57) 摘要

从塑料泡沫的条带形成纤维增强芯板, 所述塑料泡沫的条带螺旋地缠绕有粗纱层以形成板片, 所述板片可以以波纹的样式延伸或者可以与横向板片交叉。中空管可以替代泡沫条带。轴向粗纱与覆在上面的螺旋缠绕粗纱相互协作以形成横梁或者柱子。为了结构效率可以沿着条带改变缠绕粗纱样式。缠绕条带可以与隔开条带交替, 并且在条带之间的间隔件加强了板片屈曲强度。在隔开条带之间的连续缠绕粗纱允许折叠以形成具有增强边缘的面板。连续缠绕条带被螺旋地包覆以形成环形结构, 并且复合面板可以结合热固性和热塑性这两种树脂。连续缠绕条带或者条带部分可以纵向地或者横向地被连续地进给到模制设备中, 该模制设备可以接收蒙皮材料以形成增强复合面板。



1. 一种生产复合面板的方法,包括以下步骤:

形成低密度多孔材料的连续细长条带,所述条带具有沿该条带长度连续地并且螺旋地围绕所述连续细长条带的至少一层纤维性粗纱,

将所述连续细长条带切割成具有预定长度的若干条带,

推进所述若干条带相继地通过模制设备,相邻条带被所述纤维性粗纱的层分开,从而形成连续芯板,所述芯板具有在所述芯板的相对侧表面之间延伸的所述纤维性粗纱的层,

在所述若干条带之间的所述纤维性粗纱的层内提供可硬化树脂,

在所述模制设备中硬化所述树脂并且以粘结方式连接所述若干条带以形成连续复合面板,和

将所述连续复合面板切割成预定的长度,

其中所述树脂穿越相邻条带的被暴露的表面的一部分横向地延伸以形成一系列的结构工字梁,所述树脂浸渍相邻条带之间的纤维性粗纱并且还浸渍穿越芯板的面延伸的纤维性粗纱的一部分,并且所述树脂硬化以形成所述结构工字梁。

2. 根据权利要求1所述的方法,包括在所述细长条带内形成沿着纵向隔开的横向增强构件的步骤。

3. 根据权利要求1所述的方法,包括在所述树脂硬化之后保持所述纤维性粗纱内的孔隙度的步骤。

4. 根据权利要求1所述的方法,包括与所述连续芯板相邻地推进蒙皮材料通过所述模制设备并且利用所述树脂将所述蒙皮材料以粘结方式连结到所述芯板的步骤。

5. 根据权利要求1所述的方法,包括热活化所述可硬化树脂的步骤。

6. 根据权利要求1所述的方法,包括向所述若干条带之间的所述粗纱施加所述可硬化树脂的步骤。

7. 根据权利要求1所述的方法,包括将所述可硬化树脂施加到所述若干条带的相对侧表面上的步骤。

8. 根据权利要求1所述的方法,包括与螺旋围绕的粗纱层相邻地将纵向延伸的粗纱层添加到所述细长条带的步骤。

9. 根据权利要求1所述的方法,其中所述纤维性粗纱的层由一组编织粗纱形成。

10. 根据权利要求1所述的方法,其中所述若干条带形成有大于它们的长度的宽度。

11. 根据权利要求1所述的方法,其中沿着垂直于所述若干条带的长度的方向将所述若干条带推进到所述模制设备中。

12. 根据权利要求1所述的方法,其中相对于推进所述若干条带的方向成锐角地将所述若干条带推进到所述模制设备中。

13. 根据权利要求1所述的方法,其中通过向所述若干条带施加压力而推进所述若干条带通过所述模制设备。

14. 根据权利要求1所述的方法,其中通过在所述连续复合面板上拉拽而推进所述若干条带通过所述模制设备。

15. 根据权利要求1所述的方法,包括向正被推进通过所述模制设备的所述若干条带施加连续纤维性粗纱的步骤。

16. 一种生产复合面板的方法,包括以下步骤:

形成低密度多孔材料的多个平行的连续细长条带,所述条带具有沿该条带长度连续地并且螺旋地围绕所述条带的至少一层纤维性粗纱,

沿着平行于所述条带的长度的方向推进所述连续细长条带通过模制设备,相邻条带被所述纤维性粗纱的层分开,从而形成连续芯板,所述芯板具有在所述芯板的相对侧表面之间延伸的所述纤维性粗纱的层,

在所述纤维性粗纱内施加可硬化树脂,以及
硬化所述树脂以形成连续复合面板,

其中所述树脂穿越相邻条带的被暴露的表面的一部分横向地延伸以形成一系列的结构工字梁,所述树脂浸渍相邻条带之间的纤维性粗纱并且还浸渍穿越所述芯板的面延伸的纤维性粗纱的一部分,并且所述树脂硬化以形成所述结构工字梁。

17. 根据权利要求 16 所述的方法,包括在所述细长条带内形成沿着纵向隔开的横向增强构件的步骤。

18. 根据权利要求 16 所述的方法,包括从第二成形设备将所述连续细长条带引导到所述模制设备中的步骤,所述第二成形设备向所述条带施加粗纱层。

19. 根据权利要求 16 所述的方法,包括将所述连续细长条带从至少一个供应卷引导到所述模制设备中的步骤。

20. 根据权利要求 16 所述的方法,包括与所述连续细长条带相邻地推进蒙皮材料通过所述模制设备并且利用所述树脂将所述蒙皮材料以粘结方式连结到所述芯板的步骤。

21. 根据权利要求 16 所述的方法,包括利用热量活化所述可硬化树脂的步骤。

22. 根据权利要求 16 所述的方法,包括与螺旋围绕的粗纱层相邻地添加纵向延伸的粗纱层的步骤。

23. 根据权利要求 16 所述的方法,其中所述纤维性粗纱的层由一组编织粗纱形成。

24. 一种增强复合面板,包括:

由低密度多孔材料构成并且具有相对侧表面的芯板,

在所述相对侧表面之间延伸的纤维性增强构件,

与所述芯板的所述侧表面相邻的纤维性蒙皮,和

延伸通过所述纤维性增强构件并且仅仅通过所述蒙皮中的至少一个的内部的硬化热固性树脂,和

仅仅延伸通过所述蒙皮中的所述至少一个的外部的热塑性树脂,

其中硬化树脂穿越所述芯板的相邻条带的被暴露的表面的一部分横向地延伸以形成一系列的结构工字梁,所述树脂浸渍相邻条带之间的纤维性增强构件并且还浸渍穿越芯板的面延伸的纤维性增强构件的一部分,并且所述树脂硬化以形成所述结构工字梁。

25. 一种复合面板,包括:

低密度多孔材料的多个细长平行条带,

沿所述条带的长度连续地并且螺旋地围绕每一个所述条带的至少一层纤维性粗纱,

相邻的所述多个细长平行条带,所述多个细长平行条带被所述纤维性粗纱的层分开并且形成连续芯板,所述纤维性粗纱的层在所述芯板的相对侧表面之间延伸,和

在所述多个细长平行条带之间的所述纤维性粗纱的层内并且连接所述多个细长平行条带的硬化树脂,

其中所述树脂穿越相邻条带的被暴露的表面的一部分横向地延伸以形成一系列的结
构工字梁,所述树脂浸渍相邻条带之间的纤维性粗纱并且还浸渍穿越芯板的面延伸的纤维
性粗纱的一部分,并且所述树脂硬化以形成所述结构工字梁。

26. 根据权利要求 25 所述的复合面板,包括利用粘结树脂连结到所述芯板的所述相对
侧表面的蒙皮材料。

27. 一种复合面板,包括:

低密度多孔材料的多个细长平行条带,

相邻的所述多个细长平行条带,所述多个细长平行条带被纤维性粗纱分开并且形成连
续芯板,所述纤维性粗纱在所述芯板的相对侧表面之间延伸,

在所述多个细长平行条带之间的所述纤维性粗纱内并且连接所述多个细长平行条带
的硬化树脂,并且

所述纤维性粗纱的与所述相对侧表面相邻的部分不含有所述硬化树脂,

其中所述树脂穿越相邻条带的被暴露的表面的一部分横向地延伸以形成一系列的结
构工字梁,所述树脂浸渍相邻条带之间的纤维性粗纱并且还浸渍穿越芯板的面延伸的纤维
性粗纱的一部分,并且所述树脂硬化以形成所述结构工字梁。

纤维增强的复合芯部和面板

[0001] 相关申请

[0002] 该申请是 2004 年 3 月 27 日提交的申请序列 No. 10/810, 298 的部分继续申请, 申请序列 No. 10/810, 298 的申请是 2000 年 12 月 27 日提交的申请序列 No. 09/749, 064 的部分继续申请, 并且该申请要求在 2006 年 11 月 9 日提交的临时申请序列 No. 60/857, 593 的利益。

[0003] 美国政府权利

[0004] 本发明是根据美国空军合同 No. F29601-02-C-0169 并且根据合同 F33615-99-C-3217、F33615-00-C-3018、F42650-03-C-0029、FA8201-06-C-0091、美国海军合同 N00167-99-C-0042 和 NASA 合同 NNC04CA18C 而在美国政府的支持下作出的。联邦政府在本发明中具有一定的权利。

技术领域

[0005] 本发明涉及一种包括纤维增强低密度多孔材料、树脂、纤维性和非纤维性蒙皮增强物的夹芯板复合结构, 并且具体地涉及改进的结构构造、改进的树脂灌输方法以及生产方法。

背景技术

[0006] 很多年来, 已经在构造各种产品例如船壳和冷藏挂车时使用具有由低密度闭孔材料例如闭孔塑料泡沫材料构成的芯部, 和由在固化树脂基质中的纤维性增强衬垫或者织物构成的相对蒙皮的结构夹芯板。该泡沫芯部用于分离并且稳定该结构蒙皮、承受剪切和压缩载荷, 并且提供热绝缘。

[0007] 例如, 如在本申请人的美国专利 No. 5, 834, 082 中所公开地, 通过在泡沫芯部内提供纤维性增强构件结构以加强芯部并且同时改进芯部到面板蒙皮的连结, 具有泡沫芯部的夹芯板的结构性能可以被显著地加强。当多孔纤维性增强物被引入闭孔泡沫芯部中并且多孔纤维性蒙皮增强织物或者衬垫被施加到该芯部的每一个面时, 可以利用差压, 例如在真空袋下, 使得粘结树脂例如聚酯、乙烯基酯或者环氧树脂流动通过全部的多孔蒙皮和芯部增强物。在浸渍纤维性增强物时, 因为它的闭孔结构, 树脂并不使得塑料泡沫芯部饱和。树脂然后在全部的增强结构中共同固化以提供一种坚固的单片面板。

[0008] 期望通过改进在泡沫芯部内的增强构件间的以及在芯部和面板蒙皮之间的结构连接和支撑而生产具有加强的结构性能的夹芯板。这是令人期望的, 从而承受在增强构件中的屈曲载荷, 防止在载荷下增强构件相互间和从蒙皮过早地分离, 并且提供用于分配被施加到面板的作用力的多个载荷路径。在这方面, 相对于非增强泡沫, 现有的纤维增强芯部产品提供重要的改进但是不能充分地将芯部的各个增强元件集成到统一的并且在内部被支撑的结构中。例如, 在其中第一组连续板片被第二组间断或者非连续板片交叉的纤维性增强薄片类型板片的栅格状构造中, 板片确实相互支撑来抵抗屈曲。然而, 在严重加载条件下, 非连续板片趋于沿着它们的窄交叉线在到连续板片的粘结树脂结合点处失效。如在上

述专利中所公开地,通过沿着交叉线在泡沫中设置树脂填充带状凹槽,可以基本上降低这种趋势。而且,因为间断板片的增强纤维在与连续板片的每一个交叉点处终止,那些纤维的结构贡献基本上小于连续板片的纤维的结构贡献。

[0009] 在包括玻璃纤维或者碳纤维或者在芯部的面之间延伸的其它纤维的粗纱的支柱或者杆类型芯部增强物的情形中,在给定的一行支柱内的各个支柱可以在栅格构造中相互交叉。这为每一个支柱提供了屈曲支撑,但这仅是在支柱行的平面中。为了实现双向支撑,第一行支柱应该延伸通过交叉行的支柱的细丝。在机器处理中,这要求困难的并且高成本的精确度和控制水平,因为应该在三个维度中精确地定位所有的支柱。

发明内容

[0010] 本发明的一个实施例克服了板片类型和支柱类型这两种增强泡沫芯部的限制,这是通过将这两种类型的增强元件组合成混合增强构造。在混合体系中,泡沫芯部设有以锐角或者直角在泡沫板的面之间延伸的平行的、被隔开的成行纤维性增强板片或者薄片。包括杆状纤维性粗纱或者支柱的、第二组平行隔开的成行增强元件也以锐角或者直角在泡沫板的面之间延伸,并且粗纱或者支柱与板片交叉并且延伸通过板片。因此板片和支柱构成互锁三维支撑结构,其中在芯部内的所有的增强纤维都是非间断的。被相互连接的板片和支柱提供了多个载荷路径以在芯部的增强元件间并且在芯部结构和面板蒙皮之间有效率地分配正常载荷。冲击损坏趋向于被限制于紧接冲击区域,因为该复杂增强结构阻止剪切面在芯部内发展。

[0011] 在一种可替代的混合体系中,板片包括被形成为具有在芯部的面之间延伸的片段的波纹的织物或者衬垫的连续薄片,并且利用具有匹配截面的泡沫条带填充在波纹之间的空隙。波纹与交叉的面板蒙皮一起地可以在截面中形成在结构上有效率的或者提供制造优点的矩形、三角形、平行四边形或者其它几何形状。

[0012] 在混合芯部的一种特别成本有效率的类型中,通过以螺旋方式将较低成本的纤维性粗纱缠绕到矩形泡沫条带上生产芯部增强板片,而不是通过将基本上更加昂贵的纺织或者缝合织物附着到泡沫条带的表面。在缠绕操作期间,可以沿着条带长度轴向地施加另外的粗纱以加强条带的结构性质或者用作最终面板蒙皮的低成本部件。被纤维缠绕的泡沫条带还可以被连结到一起以形成结构芯部,而不用添加成行的结构支柱。在这种构造中,具有矩形截面的缠绕条带的邻接的或者相邻的侧面形成具有用于连结到面板蒙皮的工字梁(I-beam)凸缘的板片元件。与美国专利No. 4411939的公开相比,在板片的两侧而非仅仅一侧上将每一个芯部板片的纤维性延伸部连结到面板蒙皮,从而大大地增加了所得面板的剪切强度。对于给定的强度要求,这允许使用更轻的且不太昂贵的板片。类似地,当与在本申请人的美国专利No. 5,462,623、No. 5,589,243和No. 5,834,082中披露的结构相比时,本发明提供显著改进的芯部到蒙皮连结和剪切强度。通过测试,由沿着周向缠绕的粗纱构成的板片展示出比其端部邻近面板蒙皮终止的那些高75%的剪切强度。每一个被缠绕的条带均可以设有内部横向增强板片以提供双向强度和刚度。还可以使用具有三角形截面的条带形成被粗纱缠绕的芯部。

[0013] 利用机器缠绕粗纱以及将被纤维缠绕的条带合并成单一芯部具有经济性和操纵性这两方面的优点。根据美国专利No. 5,701,234、5904972或者5958325构造的单一复合

桥面板或者游艇船体通常地包括上千的或者更多的单独芯部块。生产这些单独芯部的劳动量非常高。增强织物被切割成被围绕每一个独立的芯部缠绕和胶合的薄片,或者更小的织物片被胶合到每一个芯部的单独面,或者首先形成管状织物并且将芯部插入其中。随着芯部部件的尺寸降低,这些过程变得越来越困难。在模具中布置这些芯部也是劳动密集型的、昂贵的和耗时的,这限制了可以在给定时间内从模具生产的面板数目。随着模具的曲率增加或者随着模具表面偏离水平方向,定位各个芯部块变得越来越棘手。通过在单一、易于操纵的芯部中利用大数目的部件,作为本发明主题的芯部基本上消除了这些缺陷。

[0014] 除了它们的优良结构性能,混合设计允许在高机器生产量下利用比较简单的过程以经济的方式生产极度复杂的并且在结构上有效率的构造而不要求极高的制造精度水平。如上所述,双向支柱类型芯部要求以一定的精确度将粗纱增强物插入泡沫板中,当期望交叉行的粗纱通过彼此地延伸时,所述精确度是难以实现的。还有必要的是,多次地穿过支柱插入器件以在板中安置沿着两个到四个方向倾斜的支柱。

[0015] 相反,可以在少至单次地穿过支柱插入器件时生产双向混合芯部。增强板片与交叉的支柱相互协作以承受在支柱平面中的载荷。板片还提供沿着横向于支柱的方向的强度,这是因为板片横向于成行的支柱延伸。此外,在生产时需要更加受限的精确度,这是因为支柱仅需与板片平面而非窄束的细丝交叉。

[0016] 通过增加对芯部增强元件和覆在芯部上面的夹芯板蒙皮这两者的树脂浸渍或者灌输的速率和可靠性,混合芯部改进了模制面板的生产。在真空辅助树脂传递模塑(VARTM)工艺中,包括干燥和多孔蒙皮增强物的面板被置于在其中利用不透空气的密封袋覆盖面板的封闭模具或者单侧模具中。面板然后被抽空,并且允许树脂在大气压力下流入并且灌输增强物。因为在本发明芯部中的板片和支柱之间的复杂的相互连接,空气和树脂这两者均能够在整个结构中快速地并且遍布地流动。多孔板片和支柱在蒙皮之间形成天然树脂流动路径并且将树脂从它的引入源快速地输送到在多孔蒙皮处的多个位置。这减轻了其中由于非均匀推进的树脂前沿而使得干燥蒙皮织物区域被从真空源隔离的竞流问题,从而在树脂开始变稠并且固化之前防止蒙皮完全地湿润。

[0017] 在本发明的一个实施例中,在面板蒙皮和模具表面或者真空袋隔膜之间无需任何种类的树脂分配介质。这不仅消除了这种分配介质的成本而且还允许生产在所有的侧面上均具有平滑面的面板。而且,与例如在美国专利 No. 5,958,325 中所公开的现有技术相反,泡沫芯部不需要作为用于向蒙皮分配树脂的装置而设有位于与面板蒙皮相邻的芯部周边上的微型凹槽,或者在蒙皮之间延伸的、在泡沫中的狭槽或者孔。在本发明中,所有的树脂均通过芯部增强结构而流动到蒙皮,而专利 No. 5,958,325 具体地描述了由于始于芯部表面处的树脂灌输而引起的浸渍。周边微型凹槽的缺点在于,微型凹槽的尺寸和间隔应该被选择以匹配面板的纤维性织物的类型和数量从而确保在树脂固化之前对蒙皮和芯部增强物的充分浸渍。在本发明中,灌输蒙皮的全部树脂均穿过芯部的多孔增强结构以到达蒙皮,并且因为面板蒙皮通常与每平方英寸面板表面两个或者更多的多孔增强元件交叉,树脂趋向于快速地并且同时均匀地经过蒙皮表面展开。能够看到的对于面板蒙皮的彻底浸渍是芯部增强结构并不具有干燥的并且因此脆弱的区域的一种可靠示意。与在其中与蒙皮相邻地引入树脂的其它灌输系统相比,这是一个重要的优点。

[0018] 根据本发明,通过在泡沫芯部内部的并且与芯部增强板片相邻的并且平行于板片

延伸的而不与面板蒙皮相邻的凹槽的网络将树脂供应到芯部增强结构。这些凹槽的端部与通常具有更大截面面积的进给通道交叉。被供应到进给通道的树脂快速地流动通过与板片相邻的凹槽并且基本上全部的树脂然后流动通过纤维性芯部增强元件以到达并且浸渍面板蒙皮。如果树脂凹槽位于靠近面板厚度中心的平面中,则在实现完全树脂饱和之前,树脂仅需从中心平面沿着每一个方向流动通过面板厚度的一半。这种比通常的其中树脂被穿越单一面板面地引入并且应该流动通过整个面板厚度以到达并且灌输相对面的树脂灌输技术显著更快。带有厚芯部或者厚蒙皮的面板可以设有另外的一组或者多组树脂凹槽和进给通道从而更加快速地灌输。成组的凹槽和进给通道描绘出平行于面板面的多个平面。

[0019] 本发明的灌输方法特别好地适合于生产其中面板的两个面均要求优良的表面光洁度的模制面板。因为树脂被引入芯部的内部中并且在全部芯部中在差压下快速地流动到蒙皮增强结构,所以面板的两个面均可以是具有期望形状和光洁度的相邻的刚性模具表面,而与在柔性表面,例如真空袋下执行的灌输相比不会严重地增加灌输所需时间。相反,其中在引入树脂之前利用压力合并蒙皮增强物的通常的差压模制工艺例如 VARTM 要求利用柔性隔膜例如真空袋覆盖面板的一侧,在期望保持相当的压力并且同时在蒙皮表面上快速地引入树脂时该真空袋封装树脂分配介质。如果没有使用这种布置,则刚性模具表面在两个面板面上的压力使得长的并且缓慢的灌输路径成为必要,在该路径中,树脂通过沿着它们的长度和宽度,而非通过它们的厚度流动而浸渍蒙皮。

[0020] 本发明的由里而外 (inside-out) 芯部灌输方法可以用于将树脂灌输到纤维性芯部增强物和内部蒙皮层中,在性质方面,该树脂不同于灌输面板的外部蒙皮层的树脂。它可以被用于例如生产具有包括耐火酚醛树脂的外部蒙皮层和内部蒙皮层以及包括结构乙烯基酯树脂的芯部增强结构的夹芯板。这是通过多孔、纤维性蒙皮增强物的内部和外部层之间提供例如薄膜形式的环氧树脂粘结剂屏障而实现的。通过如在前描述的那样从芯部内进行灌输而供应第一树脂,并且第二树脂被直接地灌输到外部蒙皮增强物中,其中该屏障薄膜用于保持树脂当在它们之间产生结构粘合时是独立的。

[0021] 在本发明的混合芯部的一种有用的变型中,增强板片并不在面板的面之间延伸。而是两个或者更多泡沫板与多孔、纤维性板片相互交织并且以夹心构造堆叠。多孔粗纱支柱或者杆在芯部的面之间并且通过一个或多个中间板片地延伸。该一个或多个板片针对在载荷下的屈曲稳定支柱并且还用于将树脂分配到支柱和蒙皮。可以通过与板片相邻在泡沫中平行的、被隔开的凹槽引入树脂。可替代地,树脂可以通过垂直于面板面的并且终止于与板片相邻的径向凹槽中的进给通道而流入芯部中。在灌输圆形面板例如人孔盖时,这种布置是有用的。在第三种变型中,该板片可以结合低密度纤维性衬垫或者非结构性、多孔灌输介质,通过该衬垫或者介质,通过进给通道供应的树脂穿越面板的中心平面流动到支柱并且通过支柱流动到面板蒙皮。

[0022] 本发明另外的特征在于在支柱或者杆类型芯部增强元件和夹芯板蒙皮之间提供改进的连接。这种改进能够被应用于具有板片和支柱这两种类型的芯部增强构件的混合面板,以及其芯部增强仅仅包括支柱的面板。在芯部的面之间延伸的多孔纤维性支柱可以在芯部和蒙皮之间终止,可以延伸通过蒙皮并且终止于它们的外表面处,或者可以覆在一个或者多个面板蒙皮层上面。在载荷下,支柱在与蒙皮的交叉点处经受相当大的拉伸或者压缩作用力,并且这些作用力可以引起在增强元件和蒙皮之间的粘合失效。

[0023] 现有技术,例如,如在欧洲专利 No. 0672, 805B1 中所公开地,披露了与蒙皮相邻地提供增强元件的环形端部。在模制期间的压力下,在支柱的端部中形成的环提供了与蒙皮的扩大的粘结剂接触面积。然而,这种设计的严重缺点在于,作为被反折的纤维束的环,形成在模制压力下引起面板蒙皮变形成非平面的结块。这导致过量的树脂在蒙皮中积聚,蒙皮在面内压缩载荷下屈曲的趋势增加,以及不理想的表面光洁度。

[0024] 在本发明中,支柱类型增强元件的终端被切割以允许构成支柱的细丝在模制压力下横向地张开,这显著地朝着蒙皮整平端部并且同时在紧邻支柱端部的区域中在每一个支柱端部和蒙皮之间提供扩大的粘合面积。通过在模制之前、有时与加热同时地向面板的面施加充分的压力,以提供用于在模制过程期间将任何增强物结块或者凸脊嵌入泡沫芯部中的凹部,可以进一步改进蒙皮表面的平坦度。可替代地,可以沿着支柱插入线在泡沫的面中形成凹槽,在模制期间,支柱端部或者覆在上面的缝合部分被压入该凹槽中。

[0025] 本发明还提供一种可替代的用于锚固支柱端部的并且即使当支柱端部并不覆在面板蒙皮上面时也是有效的方法。在这个构造中,平行凹槽或者狭缝如此在泡沫板的面中定位,使得支柱类型增强构件的端部穿过凹槽。在插入支柱构件之前,具有充分深度从而以粘结方式锚固支柱端部的多孔增强粗纱被插入凹槽中,并且在模制期间流入结构中的树脂提供支柱到凹槽内的粗纱的结构连结。与覆在上面的面板蒙皮具有相当的接触面积的粗纱完成结构载荷在蒙皮和芯部之间的转移。这种构造的一个重要的、另外的益处在于,凹槽粗纱和支柱构件可以被确定尺寸以构成一体式的桁架结构,其中凹槽粗纱用作桁架弦杆。因为粗纱的成本基本上低于纺织织物,在于桁架行之间存在足够的较薄蒙皮的情形中,这允许经济的面板制造。

[0026] 在本发明中,在将增强构件插入泡沫中的过程期间并且替代将具有更高成本的纺织或者针织织物增强物的蒙皮施加到芯部的面,还可以将低成本粗纱直接地施加到泡沫板的面以形成面板蒙皮。在这种方法中,通过泡沫芯部通过支柱插入机器向前行进而以足够的数目沿着横向于芯部长度的平行线路供应多个粗纱并且从供应粗纱架连续地沿着纵向方向将其抽出,以或多或少地覆盖泡沫的面。在插入支柱之前,成组的粗纱被从粗纱架穿越芯部的面以直角或者锐角横向地抽出并且与芯部一起地推进,同时通过芯部缝合支柱粗纱。针脚的覆在上面的部分将所有的表面粗纱保持到位以在一旦树脂已被施加到面板时便形成结构面板蒙皮。根据需要,可以在缝合之前在表面粗纱上施加增强材料的轻质面纱以改进芯部在模制之前的操纵特征。替代连续粗纱,可以在芯部面和表面面纱之间施加随机或者定向的短切无捻粗纱以形成结构衬垫。

[0027] 即便没有通过芯部地缝合蒙皮,包括覆在已被用于替代蒙皮织物增强物的轴向粗纱上面并且约束它的、螺旋缠绕有粗纱的夹芯板在抵制蒙皮分层方面也是有效的。在由于蒙皮中的屈曲或者拉伸载荷而产生分层的、具有非均匀芯部厚度的区域中,例如在面板边缘逐步降低和减缩处,这是非常有用的。

[0028] 本发明包括增强芯板的几种有用的变型,该增强芯板具有双向芯部强度并且其中利用螺旋缠绕过程提供所有的芯部增强构件。在最经济的实施例,由平行缠绕的泡沫条带构成的单向芯板沿着垂直于条带轴线的方向被切割成均匀的第二条带,第二条带然后被旋转 90 度并且被合并以形成第二一体式芯板。初始的螺旋缠绕粗纱然后作为其端部邻近芯部面终止的、独立的支柱状粗纱片段在芯板的面之间延伸。这种芯部体系提供双向剪切

强度和高压压缩强度,但是降低的芯部到面板蒙皮的连结强度。通过在它们合并之前螺旋地缠绕第二条带可以加强蒙皮连结,以提供在泡沫条带之间并且穿越与蒙皮相邻的芯板面地连续地延伸的被缠绕的增强物层。根据所期望的结构性质,在合并之前,被缠绕的第二条带可以被定向,以或者在蒙皮之间或者与蒙皮相邻地提供加倍的粗纱层。双向芯板还可以设有被插入芯板的面中的狭缝中从而为薄的面板蒙皮在芯部增强板片之间形成支撑构件的平行的、成行的连续粗纱。通过缠绕已在缠绕之前在条带之间设有增强板片的、成对的泡沫条带,在被缠绕的增强板片之间的蒙皮支撑可以被设于单向芯部中。

[0029] 在这里描述的所有的双向芯部的一个重要的优点在于,相交叉的增强板片针对在载荷下的屈曲相互稳定到相邻的低密度和低强度泡沫条带中。通过在相邻的被缠绕泡沫条带之间提供间隔条带,例如高密度泡沫塑料以增加板片的有效宽度,可以提高在单向芯部中的板片抗屈曲性。在一种经济的单向芯板形式中,被粗纱缠绕的泡沫条带与单纯的泡沫条带交替,因此对于给定大小的缠绕机器输出而言允许面板输出加倍。在该实施例中,为了针对屈曲而稳定板片,间隔条带被设于在每一个缠绕条带的相对侧上的、相对的被缠绕层之间。通过提供其中条带边缘并不平行并且因此沿着除了普通条带方向之外的方向提供结构性质的、曲折的或者其它构造的条带,单向条带可以被修改以提供双向强度。通过作为随后在热量和压力下合并的独立的部件向条带施加增强纤维和低成本热塑性材料,可以经济地生产包括具有所有的构造的条带并且结合热塑性树脂的芯板。

[0030] 通过沿着条带的角部并且在缠绕的粗纱之下提供轴向延伸的粗纱,可以改进螺旋缠绕条带的结构性能。这种添加引起在每一个泡沫条带的每一侧上的增强板片采取具有被杆状剪切构件分离的顶部和底部弦杆的轻钢搁架的一般形式。这种结构更加耐受冲击,并且轴向粗纱可以允许在面板蒙皮中使用较少的增强纤维。被如此构造的各个条带可以被用作离散的结构构件,例如柱子或者矩形梁,通过提供带有横向增强构件的条带并且通过在条带的角部之间提供另外的轴向粗纱,其性能可以被进一步地加强。

[0031] 通过改变条带通过粗纱缠绕设备的进给速率从而改变沿着泡沫条带的长度被缠绕的增强物的角度和密度,可以加强包括被缠绕的条带的特定面板的结构效率。这可以在载荷支承点处为面板提供改进的压缩强度,或者被定制以匹配沿着面板长度的预测剪切载荷的芯部剪切阻力。

[0032] 通过在缠绕过程期间隔开被连续地缠绕的泡沫条带并且在合并它们以形成芯板之前将条带前后折叠,在包括被单向缠绕的泡沫条带的芯板中的剪切载荷可以被转移到条带的端部并且由此被转移到相交叉的面板增强物。这样穿越泡沫条带的相对端部定位被隔开的片段的缠绕粗纱并且提供到面板边缘增强物的或者到相邻芯板的、强的结构连接。还可能期望生产具有基本柱形的或者其它封闭构造的并且具有并不终止于芯部接头中并且由此避免结构中断的连续芯板增强物的夹芯板。这个实施例可以例如用于形成喷气发动机机壳,喷气发动机机壳被设计成承受非常高的能量冲击同时保持机壳的总体完整性。通过围绕连续的泡沫条带螺旋地缠绕增强粗纱,然后围绕柱形心轴螺旋地包覆条带而生产芯板。可以在缠绕粗纱的下面提供连续的轴向粗纱以实现额外的环向强度和抗冲击性。

[0033] 在本发明的一个有用的实施例中,薄壁管被用于替代在其上缠绕增强粗纱的泡沫条带。所述管可以包括低结构性质的材料,例如加劲纸张(stiffened paper),或者具有高结构性质的材料,例如优选地被处理以实现到为纤维性增强物用作基质的树脂的强粘附力

的、滚压或者挤出铝。当期望提供中空结构,或者消除低密度实心芯部的重量,或者在面板中结合管状材料的结构性质时,这个实施例是有用的。

[0034] 增强包括被螺旋地缠绕的芯部和热固性树脂的夹芯板的抗冲击性的另一种方案是在面板蒙皮的外部部分中结合通常与热固性树脂相比基本上没有那么脆弱的热塑性树脂。这可通过几种方案实现。一种热塑性薄膜可以被加热以流入纤维性增强衬垫或者织物的外部部分中,使得内部是多孔的,从而随后利用用于浸渍芯部增强物的热固性树脂浸渍。根据需要,由混合玻璃纤维和热塑性纤维构成的织物层可以被用于替代热塑性薄膜。混合织物被加热以形成被增强的热塑性外表面并且使得热塑性树脂局部地流动通过内部增强衬垫的厚度。在又一个实施例中,混合织物蒙皮可以与增强芯部相邻地放置并且被灌输而不施加热量,从而该蒙皮的玻璃纤维和热塑性纤维这两者均被用于灌输芯部的热固性树脂浸渍。

附图说明

- [0035] 图 1 是根据本发明构造的增强泡沫芯部复合面板的片段透视图；
- [0036] 图 2 是根据本发明另一实施例构造的增强泡沫芯部复合面板的片段截面；
- [0037] 图 3 是根据本发明构造的增强泡沫芯部复合面板的另一实施例的片段截面；
- [0038] 图 4 是根据本发明构造的增强泡沫芯部复合面板的另一实施例的片段截面；
- [0039] 图 5 是根据本发明构造的增强泡沫芯部复合面板的另一实施例的片段截面；
- [0040] 图 6 是根据本发明构造的增强泡沫芯部复合面板的另一实施例的片段截面,其中中心部分被剖开；
- [0041] 图 7 是基本在图 6 的线 7-7 上截取的并且中心部分被剖开的片段截面；
- [0042] 图 8 是根据本发明构造的增强泡沫芯部复合面板的另一实施例的片段截面；
- [0043] 图 9 是根据本发明另一实施例构造的增强泡沫芯部复合面板的片段透视图；
- [0044] 图 10 是根据本发明另一实施例构造的增强泡沫芯部复合面板的片段透视图；
- [0045] 图 11 是根据本发明的修改构造的增强泡沫芯部复合面板的片段透视图；
- [0046] 图 12 是用于生产根据本发明的被纤维缠绕的泡沫条带的设备的图解视图；
- [0047] 图 13 是根据本发明构造的被纤维缠绕的泡沫条带的片段透视图；
- [0048] 图 14 是根据本发明构造的增强泡沫芯部复合面板的片段透视图；
- [0049] 图 15 是用于生产根据本发明的纤维增强泡沫芯板的设备的图解视图。
- [0050] 图 16 是根据本发明构造的增强泡沫部件的片段透视图；
- [0051] 图 17 是使用图 16 的部件的增强泡沫部件的片段透视图；
- [0052] 图 18 是根据本发明构造的并且使用图 17 的部件的增强泡沫芯部的片段透视图；
- [0053] 图 19 是根据本发明构造的增强泡沫芯部的另一实施例的片段透视图；
- [0054] 图 20 是根据本发明的修改构造的芯板的片段透视图；
- [0055] 图 21 是图 20 的放大片段部分；
- [0056] 图 22 是从图 20 所示面板切割的一个截面的片段透视图；
- [0057] 图 23 是形成有图 22 所示的条带并且被局部地分解的芯板的片段透视图；
- [0058] 图 24 是带有螺旋缠绕粗纱的、图 22 所示条带的透视图；
- [0059] 图 25 是图 24 所示的被缠绕条带的一个部分的放大透视图；

- [0060] 图 26 是利用如在图 24 中所示的条带构造的芯板的片段透视图；
- [0061] 图 27 是根据本发明的修改利用图 24 所示的条带构造的芯板的片段透视图；
- [0062] 图 28 是根据本发明的另一种修改形成的芯部条带的片段透视图；
- [0063] 图 29 是图 28 所示芯部条带的一个部分的放大透视图；
- [0064] 图 30 是使用如在图 28 中所示的芯部条带构造的芯板的片段透视图；
- [0065] 图 31 是根据本发明的另一种修改形成的芯板的片段透视图；
- [0066] 图 32 是根据本发明的另一种修改构造的芯板的片段透视图；
- [0067] 图 33 是根据本发明的修改形成的芯部条带的片段透视图；
- [0068] 图 34 是根据本发明的修改形成的另一种芯板的片段透视图；
- [0069] 图 35 是组件螺旋地缠绕根据本发明构造的芯部条带而形成的环形芯部的片段透视图；
- [0070] 图 36 是由每一个均具有螺旋缠绕粗纱并且根据本发明的修改形成的管状芯部条带形成的芯板的片段透视图；
- [0071] 图 37 是根据本发明的另一种进一步的修改构造的芯部条带的片段平面视图；
- [0072] 图 38 是利用根据本发明的图 37 所示的芯部条带形成的芯板的片段平面视图；
- [0073] 图 39 是根据本发明的另一种修改形成的芯板的片段透视图；
- [0074] 图 40 是根据本发明的另一种修改形成的面板的片段透视图；
- [0075] 图 41 是根据本发明的另一种修改形成的复合面板的片段透视图；
- [0076] 图 42 是根据本发明形成的修改芯板的片段透视图；
- [0077] 图 43 是根据本发明形成的另一种复合面板的片段透视图；
- [0078] 图 44-47 是根据本发明形成的芯板的片段透视图；
- [0079] 图 48 是示出制造根据本发明的复合面板的方法的设备的图解透视图；
- [0080] 图 49 是示出制造根据本发明的复合面板的另一种方法的、另一种设备的另一图解透视图；
- [0081] 图 50 是用于生产根据本发明的另一种形式的复合面板的设备的进一步的图解透视图；并且
- [0082] 图 51 是根据本发明形成的复合面板的片段分解端视图。

具体实施方式

[0083] 图 1 示意可以例如被用作公路卡车驾驶室的底板、船体或者船尾板、工厂建筑物的屋顶或者被用作车辆或人行桥面板的结构复合夹芯板 30。面板 30 包括纤维增强闭孔塑料泡沫芯部 31 和相对的纤维增强蒙皮 32。泡沫芯部 31 包括多个泡沫条带 33，泡沫条带 33 的结构性质不足以承受在芯部中的载荷，所述载荷将相应于设计蒙皮 32 所用于的 载荷。

[0084] 被选择为赋予芯部所需的结构性质的芯部增强纤维是玻璃纤维或者碳纤维或者其它增强纤维。沿着一个方向，增强纤维构成多孔、纤维性织物或者衬垫的多个平行的薄片或者板片 34，薄片或者板片 34 在芯部 31 的面之间延伸并且已被以粘结方式连结到每一个泡沫条带 33 的一个面同时在板片材料中保持相当大的孔隙度。根据需要，板片 34 可以结合包括从其切割出条带 33 的、被以粘结方式施加到泡沫板（未示出）的多个单独粗纱的增强物。沿着基本垂直于板片 34 的交叉方向，芯部增强纤维构成多行平行的、被隔开的杆或

者支柱 35, 杆或者支柱 35 在芯部的面之间延伸并且由多孔增强细丝束或者粗纱构成。

[0085] 每一行支柱均包括与面板蒙皮以相反的锐角例如 +58 度和 -58 度或者 +45 度和 -45 度倾斜的多个支柱 35。在每一行中的两组相对的支柱位于相同平面中并且相互交叉以形成三角形化的或者栅格类型的结构。在一行支柱内的支柱 35 的直径和间隔是根据结构考虑而被确定的, 但是通常在 0.01 英寸到 0.12 英寸直径和 0.25 英寸到 2.0 英寸间隔的范围中。在一些情形中, 支柱可以超过 0.50 英寸直径和 7.0 英寸间隔。支柱 35 的行通常被隔开 0.5 英寸到 1.0 英寸。闭孔泡沫条带或者条片 33 可以是聚亚安酯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、酚醛、聚乙烯、聚甲基丙烯酰亚胺或者具有用于特定应用的所期望性质的其它泡沫材料。通常, 泡沫密度是低的, 在 2 到 5 磅每立方英尺的范围中, 但是在适当时可以使用高得多的密度。

[0086] 如在图 1 中所示, 支柱 35 与板片 34 交叉, 并且构成支柱的纤维延伸通过构成板片的纤维。因为在缝合操作中, 构成支柱的纤维性粗纱被插入泡沫芯部中并且穿过板片, 所以构成支柱的细丝穿过板片的细丝而不断开任一组细丝, 从而芯部增强结构的所有元件的连续性保持不受影响。在一个优选实施例中, 面板蒙皮 32 包括内部蒙皮 36 和外部蒙皮 37。增强支柱 35 的端部 38 还延伸通过内部蒙皮 36 并且横向地张开以覆在内部蒙皮 36 上面。在利用树脂模制面板 30 之前, 内部蒙皮 36 被外部蒙皮 37 覆盖。支柱因此被机械地连结到蒙皮, 从而对于在载荷下蒙皮 32 从芯部 31 分层提供高的阻力。根据需要, 支柱粗纱的端部可以邻近增强芯部 31 的面终止。

[0087] 利用粘结树脂浸渍或者灌输芯部和蒙皮这两者的多孔纤维性增强物, 粘结树脂优选地在差压下流动通过全部增强材料并且固化以形成刚性的载荷支承结构。在面板 30 被模制和固化之前, 利用由于塑料泡沫和蒙皮纤维对形成支柱 35 的粗纱纤维的压力而引起的摩擦, 以及利用覆在面板蒙皮上面的粗纱片段或者端部, 内部蒙皮 36 和带有被连结的板片 34 的泡沫条带 33, 作为一体式的结构而被保持到一起。虽然对于特定的应用, 芯部 30 可以大范围地改变尺寸, 但是实用的芯部尺寸包括例如 0.25 英寸到 5.0 英寸厚和 2 英尺到 8 英尺宽 $\times$ 2 英尺到 40 英尺长。芯部通常被以连续的长度生产并且被切割成所期望的长度。为了模制面积比根据本发明构造的单一增强芯部更大的夹芯板, 可以在引入树脂之前在模具中相互相邻地布置两个或者更多的芯部。

[0088] 主要由支柱 35 沿着一个方向并且主要由板片 34 沿着横向方向承受在芯部 31 中的剪切载荷。另外, 通过在支柱和板片的每一个交叉点处的刚性树脂结合并且通过增强纤维通过所有的这种交叉点的连续性而实现了板片和支柱的复杂集成。板片和支柱相互支撑而抵抗屈曲载荷, 这允许在芯部增强构件的细长度使得它们倾向于发生屈曲失效的、厚的面板中使用重量更轻的增强构件。图 1 所示的构造能够承受垂直于蒙皮的、大的压缩载荷, 这是因为板片 34 与蒙皮 32 成直角地定向并且支柱 35 阻止其屈曲。板片和支柱的结构集成还提供了多个载荷路径以在芯部增强元件间增加对局部压缩载荷的分担并且对于在芯部内剪切失效分离平面的发生和发展提供相当大的阻力。芯部增强构件到蒙皮的粘结和机械连结对于在面板蒙皮中拉动紧固器通过提供了高的阻力。

[0089] 通常通过在工艺例如真空袋模制、树脂转移模制或者真空辅助树脂转移模制 (VARTM) 中、在差压下使得树脂流动通过全部多孔增强纤维中, 而利用树脂浸渍或者灌输泡沫芯部和蒙皮的纤维增强物。在 VARTM 模制中, 通常在具有一个柔性模具面的不透气的模具

中密封芯部和蒙皮,并且空气被从该模具抽空,该模具通过柔性面施加大气压力以使得面板 30 顺应模具并且压紧蒙皮 32 的纤维。被催化的树脂通常通过设于面板表面上的树脂分配介质或者通道网而被真空抽入模具中,并且被允许固化。根据需要,本发明可以结合一种改进的 VARTM 灌输方法。

[0090] 增强芯部 31 可以设有被加工到泡沫条带 33 中并且与泡沫芯部 31 内部中的板片 34 相邻地定位的树脂凹槽 39。凹槽 39 终止于通常截面面积比各个凹槽 39 更大但是可以具有相同规格的树脂进给通道 40(图 1)处。通道 40 用于在差压下将树脂分配到凹槽 39。可以沿着增强芯部 31 的、增强板片 34 所终止的边缘之一或者两个边缘定位进给通道 40。可替代地,通道 40 可以完全地在芯部的内部中定位。为了示意的目的,图 1 示出在芯部边缘处的通道 40,并且图 7 示出在芯部内部的进给通道。如果通道 40 被设于芯部 31 的仅仅一个边缘上,则根据在增强泡沫芯部和面板蒙皮增强物中的树脂流动动力学,凹槽 39 可以延伸到芯部 31 的相对边缘或者可替代地可以在泡沫条带 33 内终止。

[0091] 被催化的树脂通过被连接到树脂源、通常为树脂滚筒的管(未示出)而流动到通道 40。管开口可以位于沿着通道 40 的任何位置处。在使用真空袋灌输本发明的增强芯部的一种优选方法中,在将任何树脂管件设备连结到模具之前,模具被密封和抽空。刚性树脂连接或者插入管设有锐利的尖形端部并且然后穿过真空袋隔膜以及面板蒙皮 36 和 37,或者在面板 30 的边缘处穿过真空袋,并且进入与进给通道 40 交叉的增强芯部 31 中。插入管已经在它的周边中设有允许树脂流入通道 40 中的开口。在插入点处施加密封胶条以防止真空损失,插入管被连接到树脂供应源,并且树脂被真空抽吸通过插入管并且进入通道 40 中。

[0092] 除了将树脂引入面板中的这种方法的速度、简洁性和低的材料成本,在灌输进行中时,另外的树脂连接管可以在其它位置处被插入面板中以使另外的树脂进入面板的特定区域。通过在模具表面中提供可以通过其插入树脂连接管的一个或者多个孔,该管插入方法还可以被用于灌输完全地封在刚性模具中的面板 30。当树脂填充凹槽 39 时,它流入并且通过全部多孔纤维性板片 34,流入并且通过全部相交叉的多孔纤维性支柱 35 中,以及流入并且通过全部相交叉的面板蒙皮 32,在这之后,树脂固化以形成刚性增强夹芯板结构。已经设有通道 40 的增强芯部 31 可以被置于带有彼此相邻并且形成单一、更大通道的通道 40 的模具中。流入这个更大的通道中的树脂固化以形成被键固到板片 34 的边缘部分中并且承受在相邻芯部 31 之间的剪切作用力的结构花键。

[0093] 与现有的 VARTM 工艺相比,结合到增强芯部 31 中的树脂分配系统具有显著的优点。通过利用板片和支柱而与蒙皮的多个、比较均匀分配的连接部,树脂快速地填充凹槽 39 并且在全部板片和支柱增强结构中流动到面板蒙皮 32,由此使在蒙皮中存在未被浸渍的区域的可能性最小化。在芯部 31 的周边上无需任何树脂微型凹槽或者分配介质材料。树脂被引入位于面板的中平面中的多个凹槽 39 中并且通过较短的距离而行进至两个蒙皮 32。可以在外部蒙皮 37 或者面板边缘织物上的任何所期望的一个或者多个位置处施加真空。根据需要,可以朝着外部蒙皮 37 的表面提供多行穿孔真空管道、纤维性泄流介质或者引入真空的其它装置以保证干燥、多孔蒙皮增强物的小的区域不被周围的树脂流动从真空隔离。具有异常厚的芯部或者蒙皮的面板可以设有另外的成组树脂凹槽 39 和位于平行于面板蒙皮 32 的平面中的、相关的进给通道 40。被引入面板中心中的树脂通过较短的距离行进到两

个蒙皮 32。在不具有相交叉的纤维性支柱的、包括在蒙皮之间延伸的板片的芯部中,刚刚描述的内部芯部灌输系统也是有效的。对于均匀的树脂分配,可能需要更加紧密的板片间隔。

[0094] 与增强芯板接触的模具表面可以或者是刚性的或者柔性的,而不削弱树脂在全部芯部增强结构或者蒙皮中的快速流动。例如,带有相关的多孔纤维性蒙皮的增强芯部可以被放置在刚性模具台和刚性隔板之间,使得隔板被密封到模具台的真空袋覆盖。从面板的一个边缘抽空所述袋子向面板施加大气压力,并且在面板的相对边缘处引入的树脂在全部芯部和蒙皮增强结构中快速地流动,而不必如在其中两个模具面都是刚性的、传统的 VARTM 工艺中那样纵向地流动通过面板蒙皮的全部长度或者宽度。

[0095] 增强面板 30 可以被构造成允许利用具有不同性质的两种树脂同时地灌输芯部。例如,可以利用耐火酚醛树脂浸渍面板的外部蒙皮,并且可以利用在结构上优良的但是耐火性较低的乙烯基酯树脂浸渍内部蒙皮和芯部增强结构。如果期望这种结构,则在树脂灌输之前,为面板 30 提供位于内部蒙皮 36 和外部蒙皮 37 之间的粘结剂屏障薄膜 41。屏障薄膜 41 由粘结剂材料例如环氧树脂构成,该材料防止液体树脂从薄膜一侧行进到另一侧,并且在施加热量和适度压力时固化以在内部蒙皮 36 和外部蒙皮 37 之间形成结构结合。

[0096] 为了与被连结的内部蒙皮 36 一起地灌输面板、增强芯部 31,粘结剂屏障薄膜 41 和外部蒙皮 37 被置于封闭模具中,然后利用真空泵抽空该模具。第一树脂通过通道 40 和 39 而被引入芯部 31 的内部中并且如在前描述的那样被允许在全部芯部增强结构和内部蒙皮中流动。同时地,具有不同组分的第二树脂通过模具表面或者外部蒙皮边缘而被直接地引入外部蒙皮中。粘结剂屏障薄膜 41 用于防止该两种不同的树脂混合,并且通过该两种树脂的固化所产生的热量还促进了粘结剂薄膜的固化,因此在内部和外部蒙皮之间提供结构结合。如果粘结剂薄膜被施加到面板 30 的两侧,则三种单独的树脂可以被灌输到面板中。如果粘结剂薄膜 41 仅仅被施加到面板 30 的一侧,则灌输芯部 31 的树脂还将灌输在面板的相对侧上的内部和外部蒙皮这两者。

[0097] 在图 1、2、6、7、13、14 和 18 中示意的本发明实施例已经示出为设有与芯部增强板片相邻的内部树脂分配凹槽并且设有相关的树脂进给通道。应该理解,根据需要,这个特征可以被从图 1、2、6、7、13、14 和 18 的实施例省略并且可以在图 3、4、5、9 和 19 所示的实施例中或者在泡沫芯部内具有多孔纤维性板片的任何其它实施例中添加所述特征。

[0098] 夹芯板 50(图 2)利用与图 1 所示实施例相比能够以提高了的产出速率生产的增强泡沫芯部 52,这是因为增强支柱仅需以单一角度而非以两个相反的角度被插入泡沫芯部中。平行纤维增强板片 51 与芯部的面成锐角例如 58 度或者 45 度地在泡沫芯部 52 的面之间延伸。成行的板片 51 基本以直角地与一组平行的成行纤维增强支柱 53 交叉,支柱 53 的纤维以关于图 1 描述的方式延伸通过板片 51 和蒙皮 54。

[0099] 在图 2 所示的实施例中,所有的支柱均相对于面板蒙皮以一定的角度倾斜,并且该角度与板片 51 的角度匹配但是是沿着相反的方向。板片 51 和支柱 53 相互支撑而抵抗屈曲并且相互协作以承受沿着一个方向的剪切载荷,并且板片还承受沿着横向方向的剪切载荷。虽然可以选择任何数目的板片增强织物或者衬垫,但是通过使用使得它的一部分纤维以与支柱 53 的角度相反的角度定向的板片增强织物,可以加强板片的双重方向结构功能。通过以与面板蒙皮成 +45 度和 -45 度的角度定向板片 51 的其余纤维可以有效率地实现横

向剪切强度,这是因为在芯部中的剪切作用力基本上将自身分解成这些角度。图 1 的芯部增强板片 34 和图 2 的芯部增强板片 51 分别地终止于相邻的面板蒙皮 32 和 54。因此,通过包围面板中的所有增强纤维的树脂基质的粘合,提供了在板片和蒙皮之间的直接结构连接。如在美国专利 5,834,082 中描述地,通过为板片 34 和 51 提供位于它们的边缘部分的凸出的并且张开的纤维或者提供通过与板片的边缘部分相邻地对泡沫条带 55 开槽而形成的板片边缘树脂带,可以提高这种板片到蒙皮连接的强度。

[0100] 板片 34 和 51 还具有分别地通过支柱 35 和 53 而与蒙皮 32 和 54 的间接结构连接,所述支柱被连接到板片和蒙皮这两者并且因此承受在板片和蒙皮之间的一部分载荷。还利用图 2 所示的粗纱支柱的构造将面板蒙皮结合在一起,所述粗纱支柱包括成行的连续倾斜独立短纤维,每一个短纤维均具有张开的支柱端部。倾斜短纤维形式的支柱构造还可以被设于具有相对支柱的面板中并且结合图 8 被更加充分地描述。

[0101] 如果期望进一步增加具有交叉板片和支柱的复合面板的强度和刚度,则芯部增强板片可以包括单一、连续的纤维增强衬垫或者织物而非多个离散的板片条带。在图 3、4 和 5 中示意出这个实施例。参考图 3,复合夹芯板 60 包括纤维增强蒙皮 61 和纤维增强泡沫芯部 62。泡沫芯部 62 包括泡沫条片或者条带 63、隔开的成行间隔的纤维性粗纱支柱 64 和已被形成在面板蒙皮之间并且横向于成行支柱延伸的多个矩形波纹的纤维性板片 65。如在图 1 中,支柱 64 与蒙皮成相等的相反角度倾斜并且与相对的支柱和蒙皮 61 交叉且延伸通过相对的支柱和蒙皮 61。支柱还与在蒙皮之间延伸的波纹板片片 66 交叉且延伸通过波纹板片片 66,并且支柱延伸通过与蒙皮相邻的板片片 67。图 3 所示的体系对于图 1 所示的体系提供几个结构加强物。波纹板片片 67 提供到蒙皮 61 的扩大的粘结剂连结区域,并且支柱 64 在板片片 67 和蒙皮 61 之间提供缝合机械连结。而且,板片结构的波纹沿着横向于成行支柱的方向提供相当大的、另外的强度和刚度。

[0102] 图 4 所示的增强夹芯板 70 还提供板片到蒙皮连结以及结合图 3 描述的波纹强度和刚度的优点。在图 4 中,泡沫条带 71 具有平行四边形截面,并且连续波纹板片 73 的板片片 72 与蒙皮 74 成锐角地在芯部 76 的面之间延伸。平行的多行被隔开的纤维性粗纱支柱 75 也在增强芯部 76 的面之间延伸,并且支柱 75 以等于板片片 72 的角度但是与之相反的角度倾斜。支柱与波纹板片片 72 交叉并且延伸通过波纹板片片 72、延伸通过与蒙皮 74 相邻的板片片 76,并且优选地延伸通过一层或者多层蒙皮。如结合图 2 更加充分地描述地,对于总体芯部 76 的结构性质而言,在板片中的纤维定向可以被优化。同样如在图 2 的情形中那样,支柱以单一角度的定向允许快速并且有效率地生产增强芯部,这是因为仅需单单一支柱插入步骤。

[0103] 图 5 所示的另一增强夹芯板 80 也采用连续波纹板片 81 作为泡沫芯部 82 的一部分增强物。泡沫条片或者条带 83 具有三角形截面,并且在蒙皮 87 之间延伸的板片片 84 和 85 与蒙皮成相反的角度倾斜。多行被隔开的纤维性粗纱支柱 86 彼此以相等但是相反的角度倾斜,并且与板片片 84 和 85 交叉并延伸通过板片片 84 和 85。支柱还与一层或者多层蒙皮 87 交叉并且优选地延伸通过一层或者多层蒙皮 87。

[0104] 与图 3 和 4 所示的构造相比,即使在不存在增强支柱 86 时,图 5 的三角形化板片体系也沿着纵向和横向这两个方向向面板 80 提供相当大的强度和刚度。支柱通过稳定板片片 84 和 85 并且通过将蒙皮 87 结合在一起而加强了这些性质。支柱 86 还沿着支柱行的

方向提供额外的强度和刚度。支柱的角度是基于总体结构考虑而被选择的并且不需要对应于板片片段 84 和 85 的角度。例如,根据需要,支柱 86 可以垂直于蒙皮。这不仅向面板 80 提供了增加的压缩强度,而且还仅仅要求单一的支柱插入角度,因此简化了面板生产。

[0105] 图 6 和 7 示意一种夹芯板 90,该夹芯板 90 在增强泡沫芯部 91 中具有平行的多行被隔开的增强粗纱支柱 92、相交叉的平行的多行被隔开的增强粗纱支柱 93,和平行于蒙皮 95 的单一连续增强板片 94。泡沫芯部 91 包括被板片 94 分离的、堆叠的泡沫板 96。如果结构设计需要,则在间隔、直径、纤维组分和角度方面,支柱 92 可以不同于支柱 93。如果面板的结构要求主要是单向的,则支柱可以被设为单一的一组平行的支柱行。主要由支柱 92 和 93 提供面板 90 的压缩和剪切性质。随着芯部 91 的厚度增加,或者支柱的直径降低,支柱越来越易于在结构载荷条件下发生屈曲失效。在每一行中的支柱 92 或者 93 以栅格状构造相互交叉,在支柱行的平面中为彼此提供屈曲支撑。然而,低密度泡沫 96 仅仅提供了薄弱的并且经常不足的横向屈曲支撑。所有的支柱 92 和 93 延伸通过的连续纤维增强板片 94 提供所需的、额外的屈曲支撑。如果需要,则可以提供一个或者多个另外的支撑板片 94,所述支撑板片 94 全部被相互隔开并且平行于面板蒙皮 95。

[0106] 图 6 还示出支柱端部 97 和板片边缘部分 98,它们从泡沫板 96 凸出以提供确保在芯部 91 的增强构件和作为单一夹芯板的部件模制的相邻泡沫芯部的增强构件之间或者到其它相邻复合结构(未示出)的加强结构连续性的方案。如果期望在给定夹芯板中的、相邻芯部的结构连结,则泡沫板 96 的边缘部分和相邻增强芯部(未示出)的泡沫板的边缘部分被磨掉或者被以其它方式移除以在将树脂引入芯部和蒙皮增强物中之前暴露出纤维性支柱端部 97 和板片边缘部分 98。增强芯部然后例如在模具中被挤压到一起,并且从相邻芯部暴露出的端部和边缘部分相混合并且随后嵌入树脂中,所述树脂在差压下流入面板增强物中并且固化以与支柱端部和板片边缘部分形成强的粘合。优选地,在蒙皮 95 之间延伸的纤维性增强衬垫或者织物的条带在相邻芯部之间被布置在模具中以加强在芯部之间的接头的载荷支承性质。

[0107] 还可以通过为芯部 31 提供延伸超过它们的与芯部 31 的边缘的交叉点的纤维性板片 34 而实现在相邻的增强芯部 31 之间或者在芯部 31 和夹芯板边缘蒙皮之间的强的结构连接。板片 31 的延伸部以翼片的形式相对于泡沫条带 33 被成直角地折叠。这些板片端部翼片提供扩大的接触面积从而当利用树脂浸渍面板 31 时以粘结方式将板片增强构件结合到相邻的增强物。如果期望在被树脂浸渍并且固化的面板 90 和相邻的复合结构之间实现强的结构结合,则泡沫板 91 被磨蚀以暴露出坚硬的、被硬化的支柱端部 97 和板片边缘部分 98,并且邻近该端部和边缘部分的区域被利用粘结树脂、乳香树脂或者封装化合物填充并且被挤压到在树脂固化时面板 90 将被结合到此的面板上。

[0108] 图 6 和 7 所示的增强芯部 91 已设有如结合图 1 在上面总体描述的、成一体的树脂灌输系统。夹芯板 90 包括多孔纤维性蒙皮以及芯部增强物并且被置于从其将空气抽空的封闭模具中。树脂然后被引入在通道端部处的进给通道 99 中或者通过从面板面钻出的孔(未示出)。树脂然后填充位于增强芯部 91 内部的树脂进给通道 99,并且填充在内部或者芯部 91 内并且邻近多孔纤维性板片 94 定位的相连接的、被隔开的树脂凹槽 100。树脂然后从凹槽 100 流动通过整个多孔板片 94,从板片 94 流动通过全部多孔支柱 92 和 93,并且从支柱流动通过全部多孔蒙皮 95,在此之后,树脂固化以形成结构面板。如果芯部 91 将被

用于生产圆形面板,则可以从面板的中心沿着径向布置树脂凹槽 100,并且将树脂从面板面供应到中心。

[0109] 图 1、3、5、6 和 7 所示的芯部增强支柱体系采取平坦的、成行的相对支柱的形式,所述支柱在泡沫芯部内相互交叉。这种交叉点的数目和所形成的栅格状结构的密度依赖于芯部厚度、在支柱之间的间隔,以及支柱角度相对于面板蒙皮的陡度。一种可替代的支柱体系在图 8 中示出并且可以用于替代图 1、3、5、6 和 7 所示的体系,但是在比较薄的面板或者比较厚的支柱的情形中是最适当的。图 8 的芯部增强体系包括如所示的那样的单向的支柱行,或者成组的、相交叉的支柱行并且根据结构要求可以使用或者不使用芯部增强板片。

[0110] 参考图 8,夹芯板 110 包括相对蒙皮 111 和具有多行纤维性粗纱支柱 113 的增强泡沫芯部 112,纤维性粗纱支柱 113 在面板蒙皮 111 之间延伸并且相对于蒙皮以相等但是相反的角度倾斜。相对支柱 113 以简单的三角形化构造邻近面板蒙皮 111 相互交叉并且延伸通过蒙皮。在生产增强芯部 110 时,从泡沫芯部的相对面,连续纤维性粗纱 114 被缝合通过蒙皮 111 和泡沫芯部 112。根据需要,可以从芯部的相同面将两组粗纱支柱缝合通过蒙皮和泡沫芯部。在缝合过程中,连续粗纱 114 离开蒙皮 111 并且以环 115(以幻影示出)的形式凸出。粗纱然后被沿着插入线反折以形成由双重粗纱片段构成的支柱 113。

[0111] 当面板 110 行进通过缝合设备时,粗纱片段 116 覆在蒙皮 111 上面。在缝合过程期间形成的凸出的粗纱环 115 在距蒙皮的表面所期望距离例如 0.2 英寸处被切断以形成凸出的支柱端部 117(以幻影示出)。当在树脂模制过程期间压力被施加到面板蒙皮时,凸出的支柱端部 117 张开并且靠着蒙皮 111 形成被平坦化的端部 118,从而形成到蒙皮的、强的粘合以及对于通过蒙皮 111 拉拽被平坦化的支柱端部 118 的机械阻力。

[0112] 如结合图 1 所示地,可以通过添加外部蒙皮而改进机械连结。与利用完整的环所实现的蒙皮特征相比,被切割的并且张开的支柱端部 118 也提供基本上改进的蒙皮特征,所述完整的环趋向于邻近蒙皮形成结块或者阻止面板密配到模具表面,从而允许过量树脂在蒙皮表面处积聚。通过向面板 110 施加充分的压力以使得泡沫芯部 112 顺应凸出超过蒙皮 111 的表面的任何粗纱片段或者通过为泡沫芯部提供在适度模制压力下凸出的粗纱片段可以被压入其中的凹槽或者凹口,可以进一步提高表面平坦度。

[0113] 如在图 8 中所示,包括支柱 113、被切割的并且张开的支柱端部 118 和覆在蒙皮上面的粗纱片段 116 的、倾斜的短纤维构造提供了一种用于确保在芯部增强支柱和面板蒙皮之间的结构连结的、有效率的并且有效果的方案,以及一种用于生产作为本发明主题的所有增强芯部的优选方法。应该理解,还可以使用其它缝合方法和对位于泡沫芯部的面外部的粗纱片段的其它处理,例如,传统的样式的、连续纤维的锁针缝合或者链形缝合。

[0114] 在图 1-8 中示意的夹芯板和芯部通常具有大于它们的深度的宽度。包括多孔纤维性板片和支柱的芯部增强构件还可以被并入深度大于它的宽度的夹芯板中。图 9 示意一种结合有支柱类型芯部增强体系并且被设计为在耐腐蚀建筑物中用作屋顶支撑的梁型面板或者横梁 120。横梁 120 包括相对玻璃纤维或者碳纤维增强塑料蒙皮 121 和增强泡沫芯部 122,增强泡沫芯部 122 包括泡沫板或者条片 123 和以轻钢搁架的一般形式相对于蒙皮 121 成锐角地延伸通过泡沫芯部 122 的、相对的多孔玻璃纤维或者碳纤维增强构件支柱 124。如果结构设计需要,则可以将另外的支柱添加到交叉支柱 124 以形成如在图 6 和 7 中所示意的栅格状构造,或者另外的一行或者多行平行增强支柱可以被并入面板或者横梁

120 中。蒙皮 121 用作结构弦杆凸缘,其纤维主要地沿着纵向定向。蒙皮 121 包括内部蒙皮 125 和具有纤维性增强物的外部蒙皮 126,其中如结合图 8 描述的那样,增强构件 124 的端部 127 张开并且被夹在蒙皮层之间。根据需要,通过使用延伸通过端部 127 的纤维并且邻近蒙皮 125 和 126 的柔性纤维或者薄的刚性杆将蒙皮缝合到端部,可以将蒙皮 125 和 126 更加牢固地连接到张开的端部 127。

[0115] 如果需要,一个或者多个多孔纤维性支撑板片 128 可以被并入横梁 120 中以稳定支柱 124 来抵抗载荷下的屈曲。在相对蒙皮 121 之间延伸的泡沫板 123 的面设有多孔纤维性增强织物,例如玻璃纤维的第二组蒙皮 129,以稳定横梁 120 来抵抗载荷下的横向偏转。如在前描述的那样,在差压下引入的可固化树脂浸渍形成横梁 120 的全部的多孔纤维性增强材料并且固化以形成刚性的载荷支承横梁。如果在结构方面的考虑需要的话,则横梁可以具有非均匀的截面,即,深度从横梁端部到横梁中心变化,并且还可以具有被弯曲的或者拱的形式。根据需要,蒙皮 120 的厚度可以被降低相当多,并且如在下面结合图 10 更加充分地描述地那样,可以利用邻近蒙皮在泡沫板中插进凹槽中的粗纱束提供桁架弦杆结构功能。

[0116] 其中面板宽度大于深度的夹芯板的芯部增强结构可以采取多个平行的真正的桁架类型结构的形式,其中杆或者支柱类型增强构件在支柱的端部被锚固于其中的顶部和底部弦杆构件之间在三角形化构造中以相反的角度延伸。这种布置提供了优良的支柱端部连接。它还作为桁架弦杆构件、例如碳纤维或者玻璃纤维的纤维性增强材料,以它们的较低成本的粗纱形式替代更加昂贵的织物蒙皮增强物的相当大的一部分。如在图 10 中所示,夹芯板 140 包括增强闭孔泡沫芯部 141 和相对的纤维性增强蒙皮 142。增强芯部 141 设有平行的多行桁架 143,桁架 143 在蒙皮 142 之间延伸。每一个桁架 143 均包括平行的多束纤维性增强粗纱 144,例如玻璃纤维或者碳纤维,所述多束纤维性增强粗纱位于在泡沫芯部 141 中形成的凹槽中并且用作用于每一个桁架 143 的顶部和底部弦杆构件。纤维性增强杆或者支柱 145 穿过弦杆构件并且在弦杆构件 143 中被锚固,并且以相反的锐角在面板蒙皮 142 之间延伸,优选地穿过并且覆在一层或者多层蒙皮 142 上面。如在前描述的那样,固化树脂浸渍全部的增强材料。如例如在图 1 和 7 中所示的那样,包括支柱 145 和弦杆构件 143 的桁架结构也可以被并入具有在面板蒙皮之间或者平行于面板蒙皮延伸的增强板片的芯部中。

[0117] 参考图 11,使用比较经济的纤维性粗纱替代纺织或者针织纤维性增强织物可以被扩展至形成全部的面板蒙皮结构。夹芯板 150 包括增强闭孔泡沫芯部 151 和相对纤维性蒙皮 152。芯部 151 包括泡沫板 153 和在蒙皮之间延伸的纤维性增强构件或者支柱 154。每一个蒙皮 152 均包括邻近泡沫芯部 153 并且基本覆盖泡沫面的第一层平行增强粗纱 155。第二层平行增强粗纱 156 覆在第一粗纱层 155 上面并且穿越第一粗纱层 155 并且基本上覆盖第一层 155 的表面。根据需要,纤维性衬垫或者面纱 157 的层可以覆在第二粗纱层 156 上面。

[0118] 在生产面板 150 时,包括第一蒙皮层 155 的粗纱的端部被固定在穿越泡沫板 153 的前边缘的线中。该板行进通过例如图 15 所示的缝合设备,并且板的向前运动从供应粗纱架拉拽粗纱以形成蒙皮层 155 从而覆盖该板的相对面。在利用缝合设备插入支柱 154 之前,利用具有引导件的往复机构穿越第一粗纱层 155 地施加多个平行的蒙皮粗纱 156,所述引导件保持粗纱 156 的所期望间隔和张力。然后利用从供应卷抽出的纤维性面纱 157 覆盖

第二蒙皮层 156。芯部增强支柱 154 被缝合通过面纱 157、蒙皮粗纱 156 和 155 的层以及泡沫板 153 以生产出夹芯板 150。

[0119] 如果在结构方面的考虑需要,则可以在缝合之前以各种角度将另外的蒙皮粗纱层施加到面板面。可替代地,定向或者非定向的粗纱纤维可以被短切为所期望的长度并且替代连续粗纱地被施加到芯部面。缝合支柱粗纱 154 的、覆在上面的片段 158 将全部的蒙皮粗纱 155 和 156 保持到位直至面板 150 被置于模具中,在模具处,可固化或者可硬化树脂流动通过全部的纤维性增强物以生产出结构面板。从粗纱直接地形成面板蒙皮的这种方法可以被结合到图 1-10 所示的任何实施例中。

[0120] 在本发明的一个优选实施例中,通过从纤维性粗纱直接地生产板片类型芯部增强构件,而非通过将比粗纱显著地更加昂贵的纺织或者缝合织物用作板片,实现了相当大的成本节约。在这种方法中,围绕连续泡沫条带沿着周向地缠绕粗纱以围绕条带形成结构管增强结构。形成缠绕结构的一种特别成本有效的方案是通过螺旋形或者螺旋缠绕。以结合图 15 描述的方式,被缠绕的条带被切割成所期望的长度并且被进给到粗纱缝合机器中。

[0121] 参考图 12,具有方便长度的塑料泡沫条带 170 被首尾相连地进给通过以图解方式示意的螺旋缠绕设备 171。与现有过程相比,对芯部增强物进行螺旋缠绕提供了重大的经济优点。粗纱形式的纤维的成本是被并入双重偏压 45 度织物中的那些的大致百分之 50 到 60,并且缠绕机器生产速率是编织机器的速率的五到十倍。根据需要,泡沫条带可以设有如结合图 1 描述的一个或者多个凹槽 39 以便树脂在随后的模制操作中流动。泡沫条带 170 具有等于从该条带生产出的夹芯板芯部的厚度的厚度和等于在芯部内增强板片的所期望间隔的宽度。

[0122] 当条带 170 行进通过缠绕设备 171 时,它穿过沿着一个方向旋转的旋转线轴轮 172 和沿着相反方向旋转的线轴轮 173 的轴。每一个轮子均装载有利用纤维性增强粗纱 175 缠绕的多个线轴 174。旋转线轴轮 172 以单一角度将粗纱层 176 缠绕到泡沫条带上,该角度由条带 170 通过设备 171 的行进速率和线轴轮 172 的旋转速率所确定。单一缠绕条带然后行进通过反向旋转的线轴轮 173,线轴轮 173 在已缠绕的粗纱层 176 上缠绕第二粗纱层 177。

[0123] 缠绕设备 171 可以具有一定的比例从而有效率地处理大范围的泡沫条带尺寸,例如,厚度从四分之一英寸到一英尺或者更大。根据最终缠绕条带以及它将被结合到其中的复合面板的结构要求,粗纱可以具有不同的厚度并且可以被紧密地隔开,从而覆盖泡沫条带的表面或者被更宽地隔开。被施加到泡沫条带的表面的粗纱可以具有低至每平方英尺 0.1 盎司或者更低并且高至每平方英尺 5.0 盎司或者更高的总重量。图 12-14 所示的粗纱比正常的更厚,从而可以理解构造细节。粗纱可以被以 +45 度和 -45 度的角度缠绕从而对于在条带经受弯曲载荷的应用中的剪切应力实现最大阻力,或者可以根据它们将被结合到其中的专用终端产品的结构要求而规定的其它角度施加粗纱。

[0124] 具有覆在上面的缠绕层 176 和 177 的连续泡沫条带 170 被行进式切割设备例如圆锯(未示出)切割成一定长度以形成最终的缠绕条带 178。因为缠绕泡沫条带 178 被用作例如在图 14 中所示的混合式夹芯板的泡沫和板片元件,所以它们的长度等于夹芯板的所期望宽度。在被切割之前,例如通过在切口的任一侧上利用由热熔粘结剂浸渍的细纱 179 包覆或者通过围绕切割位置施加粘结胶带或者通过向粗纱施加粘结剂,确保缠绕粗纱 174 不会散开。根据需要,可以利用在粗纱层之前施加的屏障薄膜缠绕泡沫条带 170 以保护泡

沫免受湿气、树脂侵袭等。

[0125] 最终的条带 178 被推进到在图 15 中示意的芯部形成设备 200 的横进给端部并且被插入如结合图 15 描述的设备中,或者被推进到用以将条带一起地与如图 18 中所示的粘结面纱 241 连结的设备(未示出)中。所生产的每平方英尺芯部的劳动力成本非常低。在结合图 12 描述的缠绕过程的一种变型中,沿着平行于条带的纵向轴线的方向并且在粗纱 174 缠绕条带之前,纵向纤维性粗纱层 180 被施加到泡沫条带 170 的表面,从而层 180 被缠绕粗纱 174 保持到位。纵向层 180 的粗纱被从固定式粗纱卷装 181 供应并且被正在推进的泡沫条带 170 的向前运动拉拽通过缠绕设备 171。纵向粗纱可以被施加到条带的两个相对的面,如在图 12 中所示,从而用作如将结合图 14 描述的夹芯板蒙皮元件。可替代地,纵向粗纱可以被施加到泡沫条带的所有面从而提供结构柱所需的压缩和屈曲性质。

[0126] 图 13 提供缠绕泡沫条带 178 的详细视图,示出在图 12 中示意的缠绕过程期间施加的四组多孔纤维性粗纱的层次和定向。在图 13 中,所有的粗纱被示为具有平坦的截面并且被紧密地隔开以覆盖闭孔塑料泡沫条带 170 的表面。纵向粗纱层 180 覆盖泡沫条带 170 的顶面和底面。以 +45 度的角度示出的第一层缠绕粗纱 176 覆盖纵向粗纱层 180 和泡沫条带 170 的侧面。成 -45 度的角度的第二层缠绕粗纱 177 覆盖第一缠绕层 176。当随后利用可固化热固性树脂或者可硬化热塑性树脂浸渍时,所有的纤维性粗纱连同固化的或者硬化的树脂生产出具有带矩形管状截面的横梁的一般性质的结构元件。

[0127] 图 14 示意在上面结合图 1 描述的具有交叉板片和支柱混合构造的增强泡沫芯部夹芯板,但是其中图 13 所示的被粗纱缠绕的条带 178 用于替代图 1 所示带有被连结的板片 34 的泡沫条带 33。另外地,在图 15 所示的生产方法中,图 14 结合有替代纺织或者针织织物以形成夹芯板蒙皮的粗纱。被粗纱缠绕的泡沫芯部条带和施加粗纱的面板蒙皮的这种组合提供了重要的结构和成本优点。再次参考图 14,结构复合面板 190 包括纤维增强闭孔塑料泡沫芯部 191 和相对的纤维增强蒙皮 192。增强泡沫芯部 191 包括图 13 所示的多个平行的条带 178。根据需要,泡沫条带 178 可以通过在形成夹芯板芯部时交替右手和左手缠绕条带而沿着仅仅一个方向设有沿对角方向缠绕的粗纱,从而相邻的缠绕边缘处于正和负角度定向,而非这两者均处于相同定向中而因此在结构上不平衡。

[0128] 缠绕泡沫条带 178 与在芯部的面之间延伸的并且由多孔纤维性增强粗纱构成的、多行平行隔开的杆或者支柱 193 成直角交叉。在每一行中的支柱 193 均相对于面板蒙皮 192 并且相对于缠绕条带 178 的平表面以彼此相反的锐角倾斜。沿着平行于支柱 193 行的平面并且垂直于包覆条带 178 以及它们的纵向粗纱层 180 的方向延伸的平行的多孔纤维性蒙皮粗纱 194 层覆在缠绕条带 178 的上面。可以以多个离散的粗纱或者作为具有预先附着到轻质面纱的粗纱的单向织物的形式而被施加到面板 190 的轻质纤维性面纱、衬垫或者薄纱 195 覆在蒙皮粗纱层 194 上面。支柱 193 的端部穿过纵向粗纱 180、缠绕粗纱 176 和 177、蒙皮粗纱 194 和面纱 195 的所有的层,并且这些端部覆在面纱 195 上面。

[0129] 在图 14 中示意的面板已被从其中它在图 15 的设备中生产的位置倒转从而示出构成支柱 193 的连续粗纱。如在图 14 中所示,多个连续粗纱已被以相反的角度并且从面板的同一侧缝合通过夹芯板 190,其中每一个连续粗纱片段 196 均以链形缝合构造与自身互锁。应该理解可以使用可替代的缝合方法,例如如在图 1 中所示的锁定缝合或者切割环。

[0130] 图 14 所示纤维性增强结构的一个重要特征在于在缠绕条带 178 上的纵向粗纱层

180 构成夹芯板蒙皮 192 的横向增强物,并且覆在纵向层 180 上面的 +45 度和 -45 度粗纱层 176 和 177 也构成夹芯板蒙皮的元件。即,芯部增强物的板片元件由与 +45 度和 -45 度蒙皮元件相同的连续缠绕粗纱构成。这导致对于在芯部和蒙皮结构之间分层阻力更高,这是因为板片类型的芯部增强板片并不如在图 1 中那样邻近面板蒙皮终止。粗纱层 180、176 和 177 覆盖泡沫条带 178,还将支柱 193 的端部锚固。

[0131] 在生产图 14 所示的增强芯部 190 时,还可以省去构成在面板的长度和 / 或宽度上连续的蒙皮元件的粗纱层 180 和 194 以及面纱 195。当增强芯部被用于生产通常由彼此相邻并且在面板蒙皮之间的多个芯部构成的大型夹芯板例如船壳时,这可能是令人期望的。在这种面板中,通常优选的是,使用具有充分长度和宽度的蒙皮以穿越多个芯部提供结构连续性,而非使用具有预连结蒙皮的芯部,无论如结合图 14 所描述地,这种预连结蒙皮是否包括集成到芯部中的增强织物或者粗纱。当连续蒙皮元件 180、194 和 195 被省去时,利用与相邻芯部交叉的支柱粗纱 193 的摩擦并且利用被沿着条带 178 的顶面和底面缝合的连续支柱粗纱片段,缠绕条带 178 继续作为一体式芯部而被紧密地保持一起。在这种构造中,支柱 193 的端部 196 并不延伸通过夹芯板的蒙皮,而是实际上被陷入缠绕外部粗纱层 177 和被施加到芯部表面的面板蒙皮之间。

[0132] 图 12-14 的被粗纱缠绕的泡沫条带 178 被示为具有矩形截面。根据需要,这些条带可以具有如在图 4、5 和 19 中所示的其它截面,例如,平行四边形或者三角形。

[0133] 美国专利 No. 5, 904, 972 披露了由利用增强织物包覆的离散的塑料泡沫块或者条带构成的夹芯板芯部元件。在模具中以蜂窝构造在夹芯板蒙皮之间堆叠多个包覆块,使得泡沫块的端部和包覆织物的边缘部分邻近面板蒙皮。本申请的、图 13 所示被螺旋地缠绕的泡沫条带 178 可以用于替代这些包覆块以在织物成本和制造劳动力方面以相当大的节约提供比得上的结构性质。

[0134] 如在专利 No. 5, 904, 972 中所述,可能期望使得增强织物的边缘部分延伸超过泡沫块的端部,从而它们可以被折叠以形成用于改进到夹芯板蒙皮的结构连结的凸缘。通过与芯部泡沫条带 170 首尾相连地交替牺牲泡沫块(未示出)、如上所述地缠绕泡沫、经由牺牲泡沫块的中部切割被包覆的条带,并且移除牺牲块,可以实现图 13 的被包覆的和纵向的粗纱层 180、176 和 177 的类似的延伸部。泡沫条带 170 还可以在插入缠绕设备 171 之前设有表面微型凹槽。其它适当的芯部材料可以替代用于被缠绕条带或者块的塑料泡沫,例如巴尔杉木或者具有类似几何形状的中空、密封塑料瓶子。

[0135] 因为通常主要利用纤维性芯部增强结构提供图 1-19 所示夹芯板芯部的结构性质,可以基于其它所期望的面板性质,例如防水或者防火性、热绝缘或者光线透射而选择构成芯部的闭孔塑料泡沫。例如,可以利用半透明树脂浸渍半透明聚乙烯泡沫和玻璃纤维增强材料以生产用作公路拖车车顶或者建筑物屋顶的透光和承载面板。使用其它多孔材料例如碳泡沫或者巴尔杉木替代塑料泡沫也在本发明的范围内。

[0136] 图 1-8、10、11 和 14 示意部分地通过插入或者缝合多孔纤维性增强元件例如玻璃纤维粗纱通过泡沫塑料芯部材料的厚度而生产的纤维增强芯部和夹芯板。这可以利用在图 15 中示意的设备 200 实现。多个泡沫条带 201 被彼此相邻地插入缝合设备 200 中。条带 201 可以具有矩形或者其它截面并且可以如在前描述的那样设有被连结的增强织物的多孔纤维性板片或者设有被缠绕的多孔纤维性增强粗纱。应该理解,根据需要,长度比条带 201

的宽度大很多的泡沫板可以包括泡沫塑料材料。

[0137] 利用例如往复压力杆（未示出）或者可移动环带 202 以基本相等的步幅将条带 201 推进到缝合头 203 和 204，适用于刺穿和插入纤维性粗纱的多个管状针 205、套管或者复合钩子被刚性连接到所述缝合头。缝合头 203 和 204 相对于条带 201 的表面成相反的锐角倾斜。当条带 201 在每一个向前步骤结束时停止推进时，往复缝合头 203 和 204 将针 205 插入并且穿过条带 201。利用针引导件 207 将针准确地定位在它们的到条带 201 中的进入点处。从被缠绕的粗纱卷装（未示出）供应的多孔纤维性粗纱 208 被针 205 穿过条带 201 并且以如在图 8 中所示的环 115 的一般形式在与它们的进入点相对的表面上出现。

[0138] 再次参考图 15，环 115 被保持这些环形成在条带的表面（这些环从该表面出现）之外的设备（未示出）抓持，并且，根据需要，该设备将这些环与其它的环境接合以形成如在图 14 中所示的链形缝合或者将这些环与被分开地供应的粗纱接合以形成锁针缝合。缝合头 203 和 204 然后缩退，它们将粗纱 208 的足以形成下一个缝合的预定长度推进到针 205 中。在缩退之后，条带 201 的行推进预定的步幅或者距离并且停止，并且缝合头 203 和 204 往复以插入下一对相对支柱。被与条带交叉的缝合粗纱 208 保持到一起的条带 201 的一体式组件被锯或者其它适当的装置切割成具有有所期望长度的芯部 209。

[0139] 缝合设备 200 可以被用于生产具有如在图 1 中所示的、被预连结的多孔纤维性蒙皮的面板 209。再次参考图 15，增强蒙皮织物 210 被从卷供应并且邻近面板 206 的相对面推进到缝合头 203 和 204。当粗纱被缝合通过形成面板 206 的条带 201 时，粗纱覆在蒙皮织物 210 上面并且将织物 210 机械地连接到面板 206。

[0140] 图 15 所示的设备 200 也可以用于生产其中如在图 14 中所示、芯部和蒙皮这两者的所有的结构增强部件均包括低成本纤维性粗纱的夹芯板。在图 15 所示的缝合设备 200 中生产面板 206 期间，作为面板 206 的表面施加纵向蒙皮粗纱 194 的层（图 14）。足以覆盖面板的面的多个多孔纤维性粗纱 211 被正在推进的面板 206 从粗纱供应卷装（未示出）拉拽并且邻近条带 201 的被暴露出的面推进到缝合头。薄的多孔面纱、衬垫或者薄片 210 被正在推进的面板 206 从卷拉拽以覆在蒙皮粗纱 211 上面并且在粗纱 208 已被缝合通过面板 206 之后将它们保持到位。条带 201 已被设有纵向粗纱层 180，如在图 14 中所示，从而图 14 的层 180 和 194 构成在图 15 中生产的面板 206 的横向和纵向蒙皮增强物。在于提供具有向面板 206 的面施加横向和双重偏压角度粗纱的往复机构（未示出）的面板生产设备 200 也在本发明的范围中。这允许生产图 11 所示的面板 150，其中泡沫芯部并不包括含有粗纱层 180 的缠绕条带 178。

[0141] 在本发明的另一个优选实施例中，通过为缠绕泡沫条带 177 提供内部横向增强构件，而非通过将结构粗纱 193 穿过条带 177，实现了双向面板强度。参考图 16，增强泡沫条带 220 包括被板片状纤维性增强材料，例如玻璃纤维或者碳纤维织物或者衬垫的薄片 222 分离的泡沫塑料的多个块或者条片 221。如在美国专利 5834082 中描述地，泡沫条片 221 和增强板片 222 被以粘结方式相互连接以便处理和操纵，同时保持相当大的板片材料孔隙度。增强条带 220 可以设有用于树脂流动的凹槽 223。应该理解，其它材料可以用于替代泡沫条片 221，例如巴尔杉木或者塑料吹塑立方体，而不影响芯部的形式或者结构完整性。

[0142] 参考图 17，增强条带 230 设有纤维性粗纱层 176 和 177，如在图 12 和 13 中所示，以形成缠绕增强条带 233。如果需要增加弯曲或者轴向强度，则还可以提供图 13 所示的粗

纱层 180。参考图 18, 增强芯部 240 由多个利用面纱 241 作为一体式结构被保持到一起的缠绕增强条带 233 构成, 面纱 241 利用热活化粘结剂而被附着到芯部 240 的相对面。如果需要更高的弯曲挠度, 则面纱 241 可以被施加到芯部的仅仅一个表面。利用芯部结构的其它方案包括穿越缠绕条带附着热熔细纱或者薄纱的平行带或者向条带的相互接触的面施加加压敏粘结剂。替代面纱 241, 结构蒙皮织物或者衬垫可以被附着到芯部表面以形成准备浸渍的预成型夹芯板。当一个或者多个芯部 240 在织物蒙皮增强物之间被置于模具中并且树脂流动通过全部芯部和蒙皮结构并且固化以形成结构复合面板时, 由四个缠绕粗纱层 176 和 177 构成的织物板片 222 和粗纱板片 242 形成栅格状增强结构, 并且缠绕层 176 和 177 的邻近面板蒙皮的部分提供异常粘结性的连结从而承受剪切作用力。芯部 240 的铰接式构造还允许对于弯曲的模具表面的高度顺应性。

[0143] 图 19 示意被纤维缠绕的芯部 250 的一个实施例, 其中实现了双向强度和刚度而没有添加内部板片或者粗纱支柱。纤维增强芯部 250 包括多个三角形泡沫条带 251, 条带 251 设有螺旋形纤维性粗纱层 252 和 253 以形成缠绕条带 254。缠绕三角形条带 254 被利用热活化粘结剂附着到缠绕条带 254 的外部缠绕粗纱层 253 的面纱 255 作为一体式芯部结构保持到一起。用于切割三角形条带 251 的角度可以被选择从而实现所期望的剪切和压缩强度平衡。

[0144] 在本发明的范围内, 可以使用两种普通类型的可硬化树脂灌输或者浸渍芯部和蒙皮的多孔纤维性增强物中的任一种。热固性树脂例如聚酯、乙烯基酯、环氧和酚醛是通过在模制过程期间发生的化学固化或者交联过程硬化的液体树脂。已被先前交联的热塑性树脂例如聚乙烯、聚丙烯、PET 和 PEEK 通过在灌输增强物之前施加热量而被液化并且当它们在面板内冷却时再次硬化。

[0145] 作为利用液体树脂灌输已组装面板结构的多孔增强材料的一种替代, 增强材料可以包括已经利用部分固化的热固性树脂预浸渍的织物和粗纱, 所述树脂随后通过施加热量而被固化。类似地, 增强粗纱和织物材料可以预浸渍有热塑性树脂或者与热塑性纤维混合, 随后通过施加热量和压力而将所述热塑性纤维熔合到一起。

[0146] 进一步地在本发明的范围中, 将刚性蒙皮薄片材料例如钢、铝、胶合板或者玻璃纤维增强塑料结合到增强泡沫芯部的面。这可通过利用可固化或者可硬化树脂浸渍芯部增强物并且在树脂固化时向刚性蒙皮施加压力, 或者通过在利用粘结剂将刚性蒙皮结合到芯部之前浸渍并且固化芯部增强结构而被实现。

[0147] 图 20-23 示出在构造包括螺旋地缠绕条带并且具有改进的双向强度和有用的制造优点的纤维增强泡沫芯板时的步骤。在图 20 中, 螺旋地缠绕的泡沫条带 178 被连接到一起以形成单向增强芯板 260。根据需要, 包括粗纱 176 和 177 的缠绕层 (图 2) 的条带 178 可以结合基本平行于芯板 260 的面的板片 94, 如在图 6 和 7 中所示, 以稳定粗纱 176 和 177 来抵抗载荷下的屈曲。在图 23 中示出将包括低密度泡沫和螺旋地缠绕增强粗纱的多个条带连接到一起的一种优选方法, 其中通过施加热量和压力将已被涂覆有热熔粘结剂的玻璃纤维薄纱 271 连结到芯板的相对面。薄纱 271 或者被粘结剂涂覆的各个纤维的行可以被用于连接在于这里示出的所有的芯板实施例中的并且构成多个条带或者块的相邻条带。

[0148] 粗纱层 176 和 177 可能包括抵制粘合的材料, 例如, 部分固化的预浸渍树脂或者热塑性纤维。当使用这种材料时, 粗纱 176 和 177 可以被设有包括可结合纤维例如非浸渍

玻璃纤维或者碳纤维的、另外的被隔开的粗纱。参考图 21,粗纱 177 的层穿越并且覆在粗纱 176 的层上面。根据需要,粗纱可以在其中粗纱 176 和 177 交替地覆在彼此之上的编织过程中被缠绕到泡沫条带上。这种编织操作适用于包括被缠绕到泡沫塑料或者其它低密度多孔材料的单一条带上的两层或者更多层增强纤维的、本发明的所有实施例。如果在压差过程中旨在利用液体热塑性树脂灌输芯板,则条带 170 包括闭孔泡沫。闭孔泡沫和开孔泡沫均可以适用于包括预浸渍粗纱 176 和 177,或者包括硬化热塑性树脂部件的芯板。在利用蒙皮和可硬化树脂模制之后,可以通过喷砂、溶剂或者以其它方式将泡沫从增强条带 178 移除以生产中空复合面板。

[0149] 参考图 20 和 22,利用直锯或者其它装置沿着垂直于条带 178 的长度的方向 C 将芯板 260 切割成具有期望厚度的多个第一窄纤维增强芯板 261。在切割过程期间,粗纱 176 和 177 的被切断的端部 262 被磨损并且由于利用切割过程移除泡沫层而使其从泡沫条带 170 的表面凸出。参考图 23,多个第一窄芯板 261 使用粘结薄纱 271 而被连接到一起,以形成具有沿着纵向和横向这两个方向延伸的增强板片的双向芯板 270。当利用可硬化树脂灌输面板时,增强粗纱 176 和 177 的凸出端部 262 有助于形成到相对面板蒙皮(未示出)的粘结连接。根据需要,可以利用单一的粗纱层 176 螺旋地缠绕每一个条带 170 并且相邻的粗纱层 176 将仍然包括具有被平衡的结构性质的交叉层。类似地,在这里描述的并且包括相邻条带的所有的芯板均可以被螺旋地延伸的粗纱的单一层缠绕。

[0150] 如在图 13 中所示,通过在缠绕之前在泡沫条带 170 的一侧或者多侧上为缠绕条带 178 提供轴向粗纱 180,可以生产具有更高压缩强度的芯部。在最终芯板 270 中,可以被类似地施加到芯板 290 和 300 的这些轴向粗纱在面板的面之间垂直地延伸。双向增强芯板 270 的一个重要优点在于,通过简单地将面板 260 切片成其宽度对应于期望面板厚度的第一窄芯板 261 并且如前所述的那样将条带连接到一起,能够从以前存有的单向芯板 260 以任何期望厚度快速地生产双向增强芯板 270。

[0151] 可以为芯板 270 提供如在图 24-26 中所示的、到面板蒙皮的基本上被加强的结构连接。这是一种包括泡沫条带 170 和粗纱 176 与 177 的缠绕层的、窄芯板 261(图 24),设有覆在层 176 和 177 上面的、另外的螺旋缠绕的粗纱层 281 和 282,以形成第二窄芯板 280。使用粘结薄纱 271 或者其它装置将多个面板 280 连接到一起,以形成图 26 所示的增强芯板 290。缠绕粗纱 281 和 282 的层形成在芯板 290 的面之间延伸的连续板片,而粗纱层 176 和 177 形成与该连续板片交叉的非连续板片。当可硬化树脂被引入夹芯板中时,所有的四个粗纱层均被连接到夹芯板蒙皮 291。图 25 详细地示出纤维性芯部增强粗纱到面板蒙皮的被大大地增加的连结面积。再次参考图 24,如果粗纱 282 的层被省略,则在相邻缠绕条带 280 上的粗纱 281 层将形成其中粗纱 281 以相反角度穿越的增强板片。

[0152] 图 27 示出双向增强芯板 290 的一种变型,其中在被连接到一起之前,第二窄芯板 280 被从图 26 所示的定向旋转 90 度。在图 27 的构造中,在每一个缠绕芯板 280 上的最为稠密的粗纱层位于芯部中而不是邻近蒙皮。如根据在增强板片和面板蒙皮之间期望的强度和刚度的平衡而确定地,对缠绕面板 280 的定向进行选择以生产芯板 290 或者芯板 300。

[0153] 通过螺旋地缠绕增强构件,例如在图 23 和 26 中示意的那些而生产的双向芯板,是由被连接到一起的多个泡沫块构成的。如果利用具有比较低的抗拉强度的薄纱纤维而使得面板的凸形面一体化,或者通过施加热量以软化将薄纱连接到面板面的粘结剂而实现曲

率,则这种铰接构造允许面板顺应于弯曲的表面。参考图 23,在朝向成形工具将面板形成简单或者复合曲率之后,具有高抗拉强度的粘结薄纱 271 例如玻璃纤维可以被施加到芯板 270 的相对面。在薄纱粘结剂已经固化之后,可以释放压力并且芯板 270 保持它的曲率。这种方法对于生产可以被有效率地装载到弯曲模具中的预成型件而言是有用的。也可以以此方式使用粘结薄纱以生产包括非强化泡沫塑料的弯曲预成型件。

[0154] 薄的蒙皮例如用于拖车的车顶使用的芯板可以在芯部中提供足够的剪切强度和刚度但是在冲击或者压缩载荷条件下对于蒙皮的支撑不足。不良蒙皮支撑可以是由于如在图 23 中不存在覆在芯板面上面的芯部增强物,或者是由于使用构成芯板的螺旋地缠绕泡沫的比较宽的条带,这导致支撑蒙皮的板片具有宽的间隔。在图 27 中示出一种提供另外的蒙皮支撑的装置,其中,包括多个窄芯板 280 的双向芯板 300 已被设有刚性蒙皮支撑构件 301。在一个优选实施例中,支撑构件 301 包括在利用增强粗纱 281 和 282 螺旋地缠绕面板 261 以形成图 24 所示的窄芯板 280 之前被插入图 22 所示的窄芯板 261 中形成的狭缝中的纤维性粗纱,例如玻璃纤维。支撑构件 301 描绘了基本横梁状的矩形截面并且顺次在它们与芯部增强板片 302 交叉的每一个点处被支撑,所述芯部增强板片 302 包括图 22 所示的粗纱 176 和 177 的缠绕层。再次参考图 27,被施加到面板蒙皮 291 的压缩或者冲击载荷被蒙皮支撑构件 301 转移到增强板片 302,由此防止损坏蒙皮 291。

[0155] 图 28-30 示意本发明的另一个实施例,其中纤维增强条带 310 设有沿着泡沫条带 170 的角部的一侧或者两侧并且在粗纱 176 和 177 的一个或者多个螺旋缠绕层下面轴向延伸的增强粗纱 311。在图 29 中放大地示出这种构造。当多个增强条带 310 如在前所述那样被连接到一起以形成如在图 30 中所示的增强芯板 320 时,由穿越螺旋缠绕粗纱构成的相邻的成对增强板片与角部轴向粗纱 311 相互协作以实际上形成具有被杆状剪切构件分离的顶部和底部弦杆的多个结构轻钢搁架。这种结构在板片增强物和面板蒙皮之间提供优良冲击强度和加强的连结强度,并且允许使用更少的蒙皮增强物。根据需要,在例如在图 24-26 中示出的双向芯板的构造中也可以添加轴向角部粗纱 311。

[0156] 可以在缠绕粗纱下面设置另外的轴向粗纱以覆盖具有螺旋缠绕的增强构件的本发明的任何一种形式的泡沫条带 170 的任何一个或者所有的表面。在利用可硬化树脂模制之后,单一增强条带 310(图 28)可以被用作离散的结构构件,例如柱子或者匣形梁。通过提供如在图 17 和 24 中所示的横向增强构件并且通过提供另外的轴向粗纱以覆盖所有的被暴露的泡沫表面,可以进一步加强这种结构构件的性能。通过在将粗纱层缠绕到条带上之前,在条带的端部处,或者在条带的其它所期望区域中,围绕泡沫条带 170 螺旋地包覆增强材料例如玻璃纤维或者碳纤维织物的层以在结构连结区域中提供加强的强度,可以进一步增强柱子。

[0157] 可以利用一种连续工艺经济地生产模制柱状结构构件,在该连续过程中,螺旋缠绕设备的纤维增强泡沫输出直接地并且连续地进给到模制设备,例如用于施加并且固化热固性树脂的树脂注射拉挤设备(未示出)。类似地,通过被连续地推进通过一种对纤维增强泡沫结构相继地进行加热和冷却的设备(未示出),与由 Saint-Gobain Vetrotex 制造的热塑性细丝,例如“Twintex”粗纱混合的螺旋缠绕的玻璃纤维粗纱可以被混合和硬化。在本发明的范围内,还提供一种连续工艺,在该工艺中,螺旋缠绕设备的纤维增强产品被切割以形成具有预定长度的部件并且所述部件被传送到用于在随后涂覆并且硬化树脂的模具。

[0158] 图 31 示意包括一体式的多个螺旋缠绕条带 331 的单向纤维增强芯板 330, 在条带 331 中, 在螺旋缠绕的芯部增强板片之间为面板蒙皮提供支撑。至少两个泡沫条带 170 在一侧或者两侧上设有饰面 332, 饰面 332 可以包括刚性条带材料或者可以包括多孔纤维性材料, 例如玻璃纤维衬垫, 在模制芯板期间树脂流动到饰面 332 中并且硬化。在一种特别经济的实施例中, 从在一种连续工艺中生产的低成本塑料泡沫绝缘板切割泡沫条带 170, 在该工艺中, 泡沫被引入玻璃纤维衬垫 332 的连续薄片之间。成对的相邻衬垫 332 在包括螺旋缠绕粗纱的芯部增强板片之间为面板蒙皮提供相当大的支撑。玻璃纤维衬垫的邻近缠绕粗纱的那些片段相互协作以形成在结构上被加强的增强板片 333, 增强板片 333 由两层玻璃纤维衬垫 332 和四层缠绕粗纱 176 和 177 构成。这种结构提供与仅仅被螺旋缠绕的板片相比数量增加的增强纤维, 同时由于更高的总板片厚度而提高了对于在载荷下板片屈曲的阻力。替代玻璃纤维衬垫, 条带 332 可以包括在施加被施加到条带 331 从而熔化粗纱 176 和 177 的热塑性部件的辐射热量期间可以被用于保护泡沫条带 170 的各种其它材料包括例如铝箔。

[0159] 图 32 示意能够从给定的粗纱缠绕设备以大大增加的数量生产的一种形式的增强芯板。增强芯板 340 包括粗纱缠绕塑料泡沫 178 和单纯的塑料泡沫条带 170 的交替条带。通过增加在条带 178 上缠绕的增强粗纱的重量, 在图 32 所示的交替条带芯板中可以实现大致等同于图 20 所示的均匀条带芯板 260 的那些的结构性质。

[0160] 螺旋缠绕泡沫条带的方法允许生产具有其结构性性质沿着芯部长度改变的芯部的夹芯板。通过在当它们被缠绕到随后将被一体化以成为芯板的泡沫条带上时以受控方式改变粗纱的间隔和角度, 这种构造得以实现。图 33 示出包括泡沫条带 170 以及间隔的螺旋缠绕粗纱 176 和 177 的缠绕条带 350。参考图 12, 在缠绕头 172 和 173 的给定旋转速率下通过改变用以推进条带通过缠绕头 172 和 173 的速度, 在泡沫条带 170 上粗纱的角度和间隔受到控制。通过使用被编程的条带传送器驱动马达, 可以密切地控制这种关系。例如, 当条带进给速度降低时, 缠绕粗纱的间隔降低并且粗纱穿越条带的轴线的角度降低。缠绕头 172 和 173 相互间的间隔优选地能够被调节以对应于所期望的条带 350 长度。图 33 所示的被缠绕条带 350 示意出一种泡沫条带, 其中相对于条带 350 的面, 粗纱的密度和角向陡度在条带的端部处最高, 从而提供加强的压缩强度以承受在面板支撑件上面的集中载荷。为了改进双向强度, 图 22 所示的增强条带 261 或者图 28 所示的增强条带 310 可以被用于替代图 33 所示的非增强泡沫条带 170。

[0161] 图 33 也示意在具有非均匀芯部厚度的复合面板中提供改进的蒙皮强度的一种装置。在结构夹芯板中, 通常使得面板的边缘末尾 (closeout) 部分渐缩或者逐步降低至更小的厚度, 并且在面板内部有时需要厚度变化。当构成面板蒙皮的纤维偏离平表面时, 在蒙皮中的拉伸或者压缩应力可以导致蒙皮增强物失效以及蒙皮从面板芯部分层。在将构成增强芯板的面条带 350 的相对面上, 图 33 所示的螺旋缠绕条带 350 已被设有轴向粗纱 180 的层, 如结合图 12 和 13 所描述的那样。如结合图 14 描述地, 粗纱 180 的轴向层提供沿着条带的方向延伸的蒙皮纤维的功能, 并且利用粗纱层 176 和 177 在轴向粗纱上面螺旋地缠绕。在弯曲应力条件下, 轴向粗纱 180 在或者靠近芯部厚度过渡区域 351 处失效的趋势降低, 这是因为螺旋缠绕粗纱层约束轴向粗纱的向外移动。通过如在前描述的那样为条带 350 提供横向增强物, 以防止粗纱层 180 向内屈曲, 可以进一步加强轴向粗纱的稳定性。

[0162] 在包括低密度泡沫的、螺旋缠绕的单向芯板中,通过降低板片的细长度,可以基本上改进在比较厚的面板中的比较薄的增强板片对于在压缩或者剪切载荷下的屈曲的阻力。图 34 示出包括纤维增强泡沫条带 178 和板片间隔条带 361 的芯板 360,间隔条带 361 的功能在于与粗纱层 176 和 177 相互协作以形成复合增强板片 362。间隔条带 361 可以包括具有比泡沫条带 170 更高的压缩强度的泡沫塑料、多孔席子或者 具有充分强度的其它材料以使得复合增强板片 362 用作具有增加的厚度的结构板片。复合板片 362 的间隔件和粗纱部件利用用于灌输夹芯板的树脂而在结构上被结合到一起。间隔条带 361 用于分隔存在于泡沫条带 170 之间的树脂的质量并且由此减小通常在固化过程期间在部分质量的树脂中引起的收缩。沿着增强板片的这种被减小的收缩增加了模制面板蒙皮的平坦度,这改进了外观并且可以允许使用更轻的蒙皮增强物。

[0163] 对于在例如用于喷气发动机的机壳或者用于被设计成防止射弹穿透的装甲的结构支持的应用中的使用,已经证实,包括螺旋缠绕条带的夹芯板在高能弹道冲击之后保持相当的结构完整性方面是有效的。图 35 示意可被用作喷气发动机机壳的、本发明的柱形或者环形实施例,其中通过消除在螺旋缠绕泡沫条带的端部之间的接头而优化了芯部性质中的结构连续性,从而在整个面板内的每一个螺旋缠绕粗纱均不被中断。通过以螺旋样式围绕柱形或者非柱形心轴连续地包覆条带 371 而从单一螺旋缠绕泡沫条带 371 生产柱形或者环形芯板 370。

[0164] 包括塑料泡沫条带 170 和螺旋缠绕粗纱层 176 和 177 的缠绕条带 371 可以具有除了矩形之外的截面形状,例如如在图 19 中所示的三角形或者梯形并且其中在芯部内的增强板片被以相反的角度定向从而向芯部提供横向剪切强度。还可以通过为缠绕条带 371 提供例如如在图 24 中所示的内部横向增强物而提供横向剪切强度。根据需要,可以优选地以交叉角度在芯板 370 上螺旋地缠绕第二连续条带 371 以实现更高的强度。还可以如在图 13 中所示通过在缠绕粗纱 176 和 177 下面提供轴向粗纱 180 而加强芯板 370 的环向强度和抗冲击性。如先前结合图 14 和 15 描述的那样,可以通过以交叉角度或者垂直于面板蒙皮地缝合纤维性增强物通过面板蒙皮和芯部而增加具有螺旋缠绕芯部增强物和结构蒙皮增强物的夹芯板的弹道抗冲击性。通过围绕容器的所有面形成条带 371 并且提供利用细丝缠绕过程施加的蒙皮,一层或者多层的连续增强条带 371 也可以被用于形成柱形或者盒子状构造并且旨 在防止爆炸的封闭容器。

[0165] 可以使用重量比较低或者比较脆性的增强纤维,例如碳粗纤维(carbon tow)缠绕连续条带 371,从而允许弹道物体例如喷气发动机风机叶片穿过柱形外壳而不会严重地损坏面板的形状或者结构完整性,并且例如通过在周围包覆的非树脂浸渍芳族聚酸胺纤维织物例如 Kevlar 而在外壳的外侧捕捉穿透物体。可替代地,面板可以被设计成含有冲击物体同时仍然保持面板完整性。在这种构造中,可能期望作为芯部、蒙皮和通过面板缝合的增强物采用纤维例如芳族聚酸胺纤维或者将在冲击下变得细长并且阻止穿透的钢。通过采用如结合图 1 描述的树脂薄膜屏障 41,可以在模制期间保持这些耐受冲击的增强物的特殊的层基本上不含树脂,以优化弹道冲击性能。

[0166] 图 36 示出本发明的一个实施例,其中中空管被用于替代泡沫条带以生产可以用于分配空气或者水或者特别地当设有具有高的导热性的增强纤维例如碳时用作有效率的热交换器的非绝缘结构夹芯板。增强芯板 380 包括可以具有矩形、三角形或者其它截面形

状,并且利用增强粗纱层 176 和 177 而被螺旋缠绕的多个薄壁管 381。管 381 可以主要用作在其上缠绕结构粗纱的心轴并且因此可以包括在结构上薄弱的材料例如加劲纸张。可替代地,管 381 可以包括具有重要结构性质的材料,例如滚压或者挤出塑料或者铝,所述材料优选地被表面处理以实现到缠绕增强层和到随后施加的面板蒙皮的结构结合。

[0167] 在模制过程期间,管 381 的、包括薄的柔性材料的壁可以设有凸形曲率以承受压力。还可以通过在生产芯板 380 的过程期间或者在模制过程期间密封管 381 的端部而承受模制压力。含有空气或者其它气体并且包括薄膜塑料或者不透树脂的其它材料的、具有圆形截面的被密封的螺旋缠绕的柔性管可以被一体化以形成芯板 380 并且可以通过使用刚性压板向芯板面施加压力而在模制过程期间使其顺应基本矩形的截面。被密封以防止树脂侵入的芯板 380 可以与蒙皮增强物结合并且使用液体树脂模制。当粗纱 176 和 177 包括部分固化的预浸渍热固性树脂或者热软化热塑性树脂时,可以通过施加热量模制芯板 380,而不用密封管 381 的端部。

[0168] 图 37 和 38 示出增强芯板的一个实施例,其中在芯板的面之间和上方延伸的、螺旋缠绕芯部增强物还在芯板的边缘之上延伸。这种构造提供了在芯板中的结构载荷到相邻芯板的和到夹芯板的边缘的优良的转移并且在图 37 中示意出。优选地设有如结合图 28-30 描述的轴向角部粗纱 311 的、被隔开的泡沫条带 170 穿过如在前描述的螺旋缠绕设备以形成连续增强条带 390。条带 390 包括多个沿着轴向隔开的、螺旋缠绕泡沫条带 178,条带 178 可以设有如在前描述的、被隔开的横向增强构件,并且被粗纱层 176 和 177 相互连接,并且利用轴向延伸粗纱 311 在条带 178 之间支撑粗纱层,以形成中空缠绕片段 391。缠绕粗纱层在泡沫条带之间的空间上保持完整。

[0169] 在图 38 所示的第二步骤中,缠绕条带 178 被前后地折叠,从而相继的条带彼此相邻以形成增强芯板 400。包括中空缠绕片段 391 的增强粗纱被折叠并且穿越条带 178 的端部收折,以提供条带端部到相邻面板部件的优良的粘结连结从而在内部芯板增强物和外部芯板边缘之间转移结构载荷。通过在它们被移动或者被折叠以与相邻条带接触之后向被连接的条带片段 178 施加连续的粘结薄纱,可以以连续的长度生产增强芯板 400。在它的连续形式中,芯板 400 很好地适用于与粗纱螺旋缠绕设备相关联的连续模制过程例如拉挤。

[0170] 在本发明的另一个实施例中,通过将增强粗纱螺旋地缠绕到具有曲折形状的泡沫条带上,可以为纤维增强泡沫芯板提供双向强度。图 39 示意包括螺旋缠绕泡沫条带 411 的增强芯板 410,每一个条带 411 均具有曲折构造并且被示为具有夹芯板蒙皮增强物 291。包括螺旋缠绕增强粗纱 176 和 177 的交叉层的曲折板片 412 为芯板 410 提供沿着纵向和横向这两个方向的剪切强度,并且利用板片 412 与直线的角度偏差确定沿着每一个方向的强度的比率。泡沫条带 170 可以具有带有曲折构造的平行边缘以替代图 39 所示的、对称的非平行边缘,并且可以使用多个直锯喷水口或者热或者磨蚀性金属丝而被从泡沫板切割或者可以通过向可热成型的线性泡沫条带施加热量而被形成。可以通过改变通过如在前描述的缠绕设备的条带进给而控制在具有非平行边缘的条带上的缠绕粗纱的缠绕角度。

[0171] 可以通过在夹芯板蒙皮的外部部分中结合具有优良冲击性质的热塑性树脂而基本上增加包括利用热固性树脂浸渍的纤维增强芯部的夹芯板的抗冲击性,而不是允许更加脆性的热固性树脂延伸到面板的外表面。图 40 示意包括螺旋缠绕的纤维增强芯部 260 和面板蒙皮 421 和 422 的复合夹芯板 420 的一个高度放大截面。泡沫条带 170 已被设有在前

面结合图 13 和 14 被描述为凹槽 39 的树脂分配凹槽 223。面板蒙皮 421 包括如下纤维性增强衬垫或者织物,即,其外部部分 423 浸渍有例如聚丙烯的热塑性树脂,并且其从蒙皮 421 的外表面延伸并且局部地通过蒙皮厚度。

[0172] 可以通过在利用热固性树脂灌输面板 420 之前在热量和压力下向纤维性蒙皮 421 的一侧施加热塑性薄膜而提供这个热塑性树脂层。根据需要,由混合玻璃纤维和热塑性纤维例如来自 Saint-Gobain Vetrotex 的“Twintex”织物构成的织物层可以用于替代热塑性薄膜。混合织物被加热以形成增强的热塑性外表面并且使得热塑性树脂部分地流动通过在下方的增强织物的厚度。也可以通过施加没有通过加热而被合并的“Twintex”蒙皮织物 422 以增强芯板 260,并且利用热固性树脂灌输所有的芯部和蒙皮增强物而实现加强的抗冲击性。构成蒙皮 422 的热塑性细丝赋予已被灌输的蒙皮加强的抗冲击性,并且该蒙皮可以在灌输之后被加热以熔化热塑性纤维。

[0173] 在生产具有低密度多孔芯部例如泡沫塑料的、螺旋缠绕纤维增强复合面板的一种优选方法中,芯板设有被分开施加的纤维性增强物和已硬化热塑性材料,而非被混合的细丝粗纱例如“Twintex”织物。参考图 20,通过在连续挤出过程中向条带施加被加热并且液化的树脂,在此之后在螺旋地包覆条带之上的增强粗纱 176 和 177 之前树脂被冷却和固化,泡沫条带 170 可以被设有周围的热塑性树脂例如聚丙烯的层。被包覆的条带 178 可以被连接到一起,并且热塑性树脂通过施加热量和压力而浸渍增强纤维,并且包括纤维性增强物和热塑性树脂的蒙皮可以被类似地连结到芯板。替代挤出,可以邻近粗纱层 176 和 177 并且在泡沫条带 170 之间设置热塑性材料的条带。

[0174] 在又一种方法中,利用每一个均由多个增强粗纱例如玻璃纤维和热塑性粗纱构成的粗纱层 176 和 177 螺旋地缠绕泡沫条带 170。在所有的向泡沫条带分开地施加纤维性增强和热塑性部件的这些方法中,与通过使用混合细丝的粗纱而实现的相比,随后通过施加热量和压力对增强纤维的浸渍通常没有那么完全。本方法的优点在于,可以在生产过程中使用成本非常低的材料,包括回收热塑性塑料。应该理解,在于本发明中描述的所有的纤维增强面板中,各种柔性材料,包括金属和高抗拉强度塑料的单丝纤维,可以被用作增强物,以替代包括多个细丝的纤维性粗纱。

[0175] 如在前描述的那样,在其中树脂在差压下流动通过所有的内部芯部增强元件并且浸渍内部芯部增强元件的过程中本发明的实施例适用于使用液体热固性模制树脂。这些实施例在图 1-40 中示意出并且在芯板内包括多孔增强元件。夹芯板工业主要地采用其中差压未被利用或者不足以引起树脂湿润芯部增强物的过程。随着夹芯板芯部的厚度增加,缺乏差压严重地限制了模制树脂能够渗透并且流动通过芯部内的全部芯部增强构件例如玻璃纤维粗纱的程度。树脂渗透和硬化对于实现纤维增强芯部和夹芯板的结构性质而言是必要的。

[0176] 在这里描述的几个实施例使得本发明适合用于并不采用差压的夹芯板制造过程中。这种过程包括例如利用液体树脂的敞开式模塑、开槽式拉挤成型以及刚性蒙皮到面板芯部的粘结层压。在适用于这些过程的实施例中,在生产芯板期间,增强构件的位于夹芯板芯部内的那些部分被浸渍和硬化,并且增强构件的邻近芯板的面的那些部分保持是多孔的。内部增强构件的硬化确保了所期望的芯部结构性质,并且增强构件的邻近芯板面的那些部分的孔隙度使得芯部适合用于到夹芯板蒙皮的特别强的结构连结,随后使用粘结树脂

将夹芯板蒙皮连接到芯部。

[0177] 也可以在采用差压的模制过程例如树脂灌输、注射拉挤和树脂转移模制中有利地使用硬化板片的芯板。在这些放热树脂固化过程中,通过降低或者消除在板片中的未固化树脂的数量,在芯部内的树脂温度被显著地降低,因此降低了泡沫损坏或者产生挥发性气体的可能性。可能有用的是,将硬化板片的芯板穿孔以允许蒙皮模制树脂从芯板的一个面流动到另一个面。可替代地,芯板的板片可以仅仅被部分地浸渍和硬化,从而在板片增强物中保持一定的残余孔隙度以允许树脂在模制过程期间流动。

[0178] 图 41 示意包括增强芯板 431 和面板蒙皮 432 的、可以被用作冷藏挂车或者娱乐车辆的壁的结构复合夹芯板 430。芯板 431 包括大体上如结合图 12-14 所述的那样构造的、塑料泡沫或者其它低密度多孔材料的多个螺旋缠绕条带 178。在图 41 中未示出但是根据需要提供轴向粗纱层 180。根据需要,缠绕泡沫条带 178 可以省去第二粗纱层 177,并且根据需要,还可以设有如在图 31 中所示的、被预连结的增强衬垫 332 或者设有如结合图 16 描述的横向增强构件 222。

[0179] 再次参考图 41,在合并多个条带 178 以形成芯板 431 之前,硬化粘结树脂 433 例如聚酯或者聚亚安酯被涂覆到多孔缠绕粗纱层 176 和 177 的、构成芯板 431 的增强板片的那些部分。以当条带 178 被连接到一起时足以湿润相邻板片面的多孔纤维的数量将树脂 433 涂覆到每一个泡沫条带的两个相对的板片面,或者将其涂覆到仅仅一个面。根据需要,通过限制所被涂覆的树脂的数量,可以保持一定的孔隙度。可以在涂覆树脂之前向粗纱层施加热量以便当它接触已被加热的增强物时通过降低树脂粘度而湿润增强纤维。升高的温度还加速了在涂覆树脂之后的树脂固化速率。在树脂 433 硬化以形成复合增强板片 434 时,通过在堆叠中朝向彼此地挤压相邻的条带而将板片条带 178 连接到一起。可替代地,各个条带 178 的板片部分可以被硬化,并且可以如在前描述的那样使用粘结薄纱或者其它连接装置以合并条带 178 的堆叠而形成芯板 431。

[0180] 在图 41 所示的实施例中,从芯板板片紧邻芯板的面或者相对侧表面的那些部分保持板片硬化树脂 433 例如处于距芯板的面八分之一英寸的距离处,从而允许蒙皮连结树脂芯吸或者流入板片增强物的外部部分中以改进板片 434 到蒙皮 432 的结构连结。应该理解,根据需要,硬化树脂 433 可以充分地延伸到芯板的相对侧表面或者面,或者树脂可以部分地或者完全地穿越芯板的面地进一步延伸。

[0181] 图 51 示意芯板 500,其中板片硬化树脂 433 穿越相邻纤维缠绕条带 178 的被暴露的表面或者面的一部分横向地延伸以形成一系列的结构工字梁 501。这个实施例对于增加其中具有比较低的结构性质的粘结剂被用于将蒙皮连结到芯板的夹芯板的强度和刚度而言是有用的。树脂 433 浸渍相邻条带 178 之间的缠绕纤维并且还浸渍穿越芯板 500 的面延伸的缠绕纤维 502 的一部分,并且树脂 433 硬化以形成结构工字梁 501。使用渗透多孔缠绕纤维部分 502 以形成强的蒙皮到芯部结合的粘结剂 435 将蒙皮 432 连结到芯板 500,同时已硬化的工字梁 501 提供加强的面板强度和刚度。

[0182] 如果芯板 431 的相对侧表面或者面被树脂 433 完全地浸渍并且硬化,则芯板 431 成为刚性夹芯板。可以通过如结合图 13 和 14 描述的那样为缠绕条带 178 提供纵向纤维性粗纱 180 而加强这种所得夹芯板的结构性质和图 51 所示的工字梁 501 的结构性质。可以通过涂覆辊、挤出、喷射或者流动设备、树脂薄膜或者以其它方式涂覆板片硬化树脂 433。

树脂可以是热固性的例如聚酯、环氧或者聚氨酯或者它可以是热塑性的例如聚丙烯、PET 或者尼龙。可以通过施加高催化剂水平、热量、紫外线辐射或者以其它方式而加速热固性树脂的硬化速率,从而增加缠绕条带 178 相互连结以形成芯板 431 的速率。

[0183] 可以通过提供包括混合结构和热塑性细丝例如由 Saint-GobainVetrotex 制造的“Twintex”的粗纱,或者利用如由 Hexcel Corporation 制造的热塑性树脂进行表面涂覆的结构粗纱,而在缠绕过程期间将热塑性树脂结合到粗纱层 176 和 177 中。通过在向条带的板片部分施加充分的热量以熔化热塑性基质之后将条带挤压到一起而将包括热塑性树脂的条带 178 相互连接。可替代地,可以邻近缠绕层 176 和 177 提供导电纤维例如碳纤维,并且电流可以流过导电纤维以熔化热塑性基质。根据需要,层 176 和 177 可以包括已硬化纤维增强热塑性胶带,例如由 Crane Composites 制造的“Zenicon”,以替代 Twintex 粗纱。可以通过在与条带 170 接触之前提供充分的热量以软化胶带而将热塑性胶带缠绕到泡沫条带 170 上。如关于 Twintex 描述的那样,被胶带缠绕的条带被连接到一起。在本发明的范围内,还可使得层 176 和 177 包括高抗拉强度聚合物纤维,例如 Milliken 的 MFT 和 Propex 的 Curv。

[0184] 最终的芯板 431(图 41)被移动到模制或者层叠工艺,其中使用粘结树脂 435 如在前描述的那样将夹芯板蒙皮 432 连结到芯板。用于连结蒙皮的树脂 435 可以但是并非必须具有与用于硬化板片 434 的树脂 433 相同的类型。树脂 433 可以例如包括被催化的聚酯树脂,并且树脂 435 可以包括水分固化聚亚安酯树脂,或者一种树脂可以是热塑性的并且另一种是热固性的。蒙皮连结树脂 435 湿润包括芯板 431 的相对侧表面或者面并且可以包括与芯板面相邻的板片的边缘部分的、缠绕粗纱层 176 和 177 的多孔部分,从而提供强的蒙皮到芯部结构连结。

[0185] 如果已经如在前描述的那样浸渍并且硬化粗纱层 176 和 177 的所有的部分,则类似地涂覆用于结合蒙皮的粘结树脂。夹芯板蒙皮 432 可以是在连结树脂 435 之前的多孔纤维性的,例如玻璃纤维织物,或者它们可以是刚性的,例如铝或者玻璃纤维增强塑料薄片。蒙皮连结树脂可以利用任何方便的涂覆过程涂覆而且并不要求用于流入板片 434 中的差压,这是因为如在前描述的那样,板片已被硬化。当芯板 431 包括结合热塑性基质的粗纱层时,可以通过加热芯部面以液化暴露粗纱层的热塑性基质而连结蒙皮。

[0186] 通过结合包括在建筑业中常用的薄片材料例如装饰性胶合板或者薄的涂色金属的蒙皮 432,夹芯板 430 可以被用作构造面板或者建筑物壁。粘结树脂 435 也可以被用于附着多片单独覆层材料,例如上釉瓷砖或者石头。在图 41 所示的面板的一种有用的变型中,树脂层 435 可以包括乳香树脂状材料例如纤维增强聚合灰泥,或者其它硬化壁饰面材料。在该实施例中,构成层 435 的材料在硬化之前渗透纤维性粗纱层 176 和 177 以形成到芯板 431 的面的永久结构结合并且与硬化板片 434 相互协作以承受被施加到建筑物面板的结构载荷。根据需要,如在前结合图 36 描述的那样,中空管可以被用于替代泡沫条带 170,并且可以利用稠密材料,例如沙子或者混凝土填充管,以提供可被用作土壤保持壁或者公路噪音屏障的、图 41 所示的夹芯板 430。

[0187] 具有邻近面板蒙皮的多孔部分的硬化板片也可以被设于其中芯部增强构件包括平坦的纤维性增强材料板片例如玻璃纤维布或者衬垫的芯板中。图 42 示出如在前结合图 1 描述的那样包括具有被连结的多孔纤维性板片 34 的多个泡沫条带 33 的增强芯板 440。省

略了提供图 1 所示的纤维性支柱 35 的步骤。再次参考图 42, 硬化树脂 433 被涂覆到多孔板片 34, 并且如结合图 41 描述的那样, 带有被连结的板片 34 的多个泡沫条带 33 被连接到一起。可以从板片 34 的与芯板 440 的相对侧表面或者面相邻的边缘部分不施加图 42 所示的板片硬化树脂 433, 从而如结合图 41 描述的、用于将蒙皮连结到芯板的粘结树脂将渗透到板片中以提供改进的结构结合。根据需要, 板片 434 可以包括 Twintex 混合玻璃纤维和热塑性织物, 并且可以通过施加热量和压力而硬化板片, 从而保持在用于使用液体树脂连结到蒙皮的板片边缘部分中的孔隙度。

[0188] 图 43 所示的实施例示意具有被隔开的增强芯部条带的夹芯板 450。具有硬化板片部分 451 和多孔面部分 452 的、多个被粗纱缠绕的泡沫条带 178 被以隔开的阵列或者关系组装并且使用粘结树脂 435 采用叠片过程被连结到相对刚性面板蒙皮 453。这个实施例基本上降低了所需的塑料泡沫的体积并且在并不要求热绝缘的结构夹芯板中是有用的。如果需要用于面板蒙皮的热绝缘或者连续支撑, 则可以如结合图 32 总体描述的那样将单纯的泡沫和具有硬化板片 451 的缠绕泡沫的交替条带连接到一起。根据需要, 图 41 和 43 所示的本发明实施例可以结合如在图 36 中所示的中空管 381, 以替代泡沫条带 33。在可替代实施例中, 更高密度的材料例如规格材可以被用于替代泡沫条带 170 以实现改进的结构性质。

[0189] 图 44-47 示出在构造包括螺旋地缠绕条带和硬化结构板片并且具有改进的双向强度的增强芯板中的步骤。图 44 所示的并且具有如结合图 41 描述的硬化板片 434 的芯板 431 被沿着垂直于条带 178 的长度的方向切割成具有期望厚度的多个第一窄纤维增强芯板 462。参考图 46, 利用交叉粗纱层 281 和 282 螺旋地缠绕第一芯板 462 以形成第二增强条带 464。参考图 47, 硬化树脂 433 被涂覆到多个第二增强条带 464 的相邻面。树脂 433 湿润在图 46 中详细地示出的粗纱层 177、178、281 和 282 以形成图 47 所示的硬化板片 465, 并且条带 464 被挤压到一起并且当树脂 433 硬化时被连接, 以形成具有纵向地延伸的硬化板片 465 和横向地延伸的、以部分剖视图示出的硬化板片 434 的增强芯板 460。如结合图 41 描述的那样, 夹芯板蒙皮可以被施加到芯板 460。参考图 45, 也可以通过向窄芯板 462 的缠绕粗纱涂覆硬化树脂 433 并且当树脂固化时将缠绕边缘挤压到一起, 以形成具有与图 23 所示类似的体系的芯板, 从而生产双向芯板。

[0190] 图 48-50 概略地示意生产包括具有螺旋缠绕增强物层的泡沫条带的连续夹芯板的有利的方案。在图 48 所示的面板模制设备 470 中, 利用在拉挤技术中通常使用的拉拽设备 (未示出) 将多个具有多孔增强粗纱层的连续长度的泡沫条带 471 从卷 472 拉到包括树脂池或者树脂注射模块 474 和加热模 475 的拉挤设备 473。在如在图 12 中所示的缠绕条带 177 的过程期间, 连续缠绕条带 471 被带到卷 472 上, 省去将条带 177 切割成一定长度的步骤。根据需要, 可以提供单一连续条带 471 以替代图 48 所示的多个条带, 并且根据需要, 可以同时地从多个卷 472 将条带 471 拉入拉挤设备 473 中。

[0191] 条带 471 可以设有横向增强构件、轴向增强物或者先前在这里描述的其它改进。当条带 471 行进通过设备 470 时, 蒙皮材料 476 例如玻璃纤维布被施加到条带 471 的表面, 蒙皮和芯部增强物在树脂模块 474 中被湿润, 树脂在加热模 475 中硬化以形成具有增强芯部 478 的增强夹芯板 477, 并且夹芯板被切割成期望长度 (未示出)。连续条带 471 在夹芯板芯部 478 中提供非中断的增强层 176、177 和 180, 而与在何处切割夹芯板 477 无关, 因

此生产在它的全部长度上具有均匀强度的面板。

[0192] 如这里在前描述的那样,本发明的螺旋缠绕形式很好地适用于模制复合面板的连续过程生产。图 49 示意一种生产连续夹芯板的经济的方法,所述夹芯板可被用作拖车壁或者建筑物壁并且具有包括横向于面板长度的纤维增强泡沫条带 178 的芯部。在传统的连续面板生产方法例如拉挤中,有效率地结合横向增强构件是特别困难的。面板生产设备 480 包括缠绕设备 171(图 12)、缠绕条带推进器件 482 和模制模块 483。结合图 12 描述的缠绕设备 171 生产纤维缠绕泡沫条带 178,如在图 49 中所示,纤维缠绕泡沫条带 178 被推进器件 482 相继地推进到树脂模块 483 中并且通过树脂模块 483。可以垂直于条带的长度(图 49)或者相对于条带推进方向成锐角地推进条带 178。

[0193] 缠绕条带可以结合先前在这里描述的特征,例如,在条带内的横向增强构件。根据需要,缠绕泡沫条带 178 可以如结合图 48 描述的那样被从卷 472 进给,并且在被推进到树脂模块 483 中之前被切割成所期望长度。在进入模制模块之前,为条带 178 的堆叠提供多孔蒙皮材料 484。树脂湿润多孔蒙皮 484 和泡沫条带 178 中的多孔粗纱,并且在模制模块 483 中固化以形成连续夹芯板 485。在本发明的一个特别经济的实施例中,缠绕条带 178 设有轴向粗纱层 180,并且从卷供应的多个增强粗纱用于替代蒙皮 484,从而消除编织增强织物的成本。

[0194] 模制模块 483 可以是如结合图 48 描述的一种拉挤设备,如将结合图 50 描述的一种挤出设备,或者在工业中已知的其它模制器件。这种方法的一个重要优点在于,可以直接地从缠绕机器的输出或者可替代地从单卷连续纤维增强泡沫条带生产具有任何所期望宽度的面板。如在图 31 中所示,根据需要,缠绕有粗纱的泡沫条带 178 可以包括邻近泡沫条带的一个或者相对的面预加劲板片 332。在这种构造中,板片 332 向芯部提供相当大的压缩和剪切强度,并且根据需要可以省略利用用于连结蒙皮 484 的模制树脂渗透粗纱层 176 和 177。

[0195] 图 50 示意生产连续夹芯板的一种经济的方法,该连续夹芯板可被用作具有高强度、低材料用量和低的重量,并且结合塑料树脂挤出过程的构造厚木板、板或者支柱。面板生产设备 490 包括缠绕设备 171' 和 173' 和挤出模块 491。结合图 12 描述的缠绕设备 171' 和 173' 生产如在图 50 中所示被推进通过挤出模块 491 的连续纤维缠绕泡沫条带 178。在模块 491 中,涂覆被加热的液体热塑性树脂例如 PVC 或者聚乙烯以湿润纤维性增强层 180、176 和 177,并且树脂被冷却和硬化以形成连续夹芯板 492。条带 178 包括能够承受被加热的挤出树脂的温度的塑料泡沫组分例如多异氰脲酸酯或者酚醛。

[0196] 根据需要,如结合图 31 描述地,纤维缠绕泡沫条带 178 可以包括纤维性衬垫增强物 332 以向夹芯板 492 提供加强的压缩强度,并且如结合图 48 和 49 描述地,另外的蒙皮材料可以被提供给夹芯板 492。根据需要,如结合图 48 描述地,可以从卷供应增强泡沫芯部。而且,根据需要,挤出树脂可以包括填料材料例如纤维素木屑以产生例如在甲板中有用的表面性质,在此情形中,挤出过程可以包括第一非填充树脂阶段以保证夹芯板 492 的纤维性增强物的充分湿润。而且,如在挤出技术中通常实践的那样,面板 492 可以设有表面压花或者设有另外的挤出树脂表面层以承受紫外线辐射。根据在夹芯板 492 中需要的具体材料和性质,如结合图 48 描述的拉挤模块 473 可以被用于替代图 50 所示的挤出模块 491。如结合图 36 描述的纤维缠绕中空管可以被用于替代缠绕泡沫条带 178,只要中空管足够坚固以

承受挤出过程的压力。

[0197] 在这里所披露的任何一种纤维增强芯板均可被用于生产具有超过单独芯板的厚度的结构模制复合面板。可以在模具中堆叠两个或者更多芯板,使得相邻芯板面的纤维增强物相互或者与分离芯板的、增强材料例如玻璃纤维织物的层接触。根据需要,例如通过沿着交叉定向堆叠图 18 所示的两层芯板,可以以交叉定向安置相邻芯板的纤维性增强物以实现特殊的结构性质。图 32 所示的缠绕条带 178,可以设有如在前描述的横向增强构件,并且具有所述横向增强构件的两个或者更多芯板 340 可以以交叉布置与条带 178 堆叠以形成具有加强的双向强度的第二芯板。根据需要,可以利用增强衬垫或者织物分离被堆叠的芯板 340。

[0198] 为了清晰和比较的目的,在这里芯板已被示为具有矩形形状并且具有成组的基本平行于芯板边缘的纤维性增强物。如果在结构方面的考虑需要,则可以与芯板方向或者边缘成任何所期望角度地定向所述成组的增强物。例如,参考图 18,横向增强泡沫条带 233 可以以 45 度的角度与矩形芯板 240 的边缘交叉。

[0199] 虽然在这里描述的增强泡沫芯部和芯板的形式以及它们的构造方法步骤构成本发明的优选实施例,应该理解本发明不限于这些精确的形式和方法步骤并且可以在其中作出改变而不偏离本发明的范围和精神。

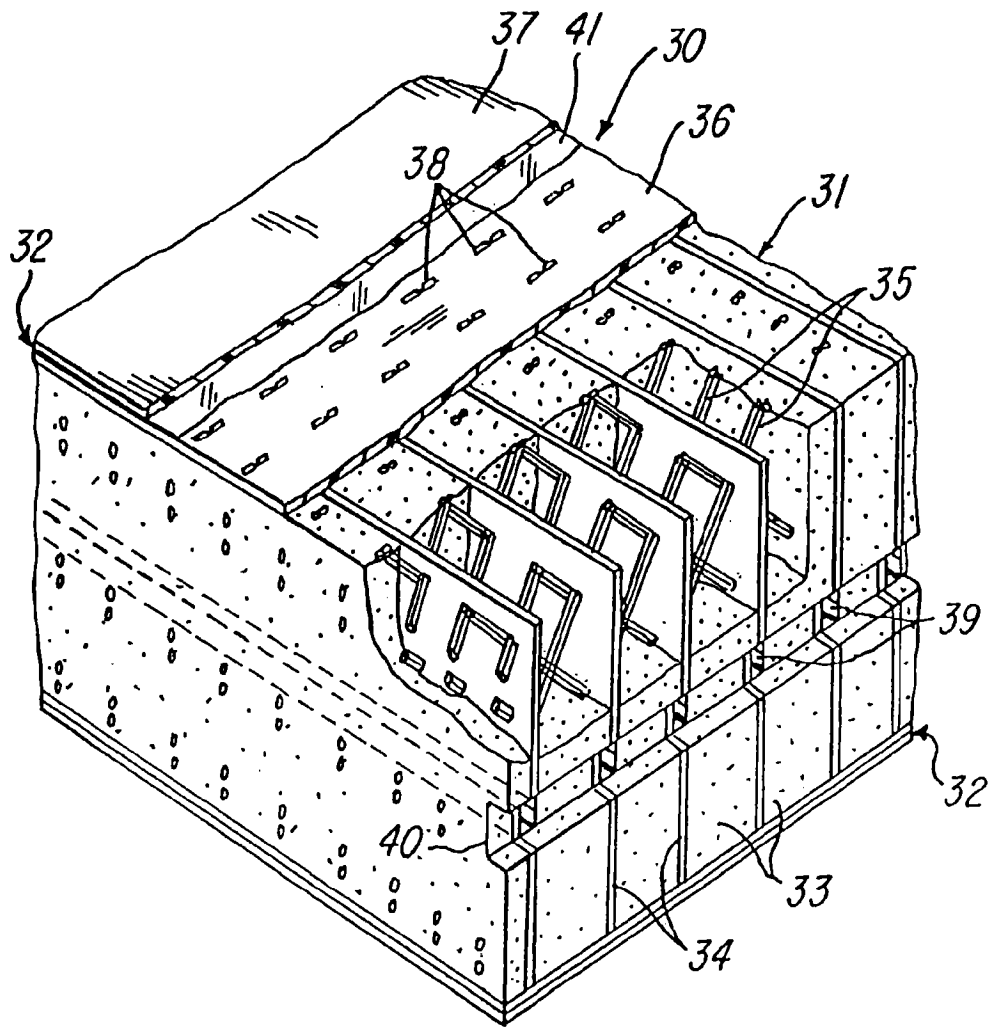


图1

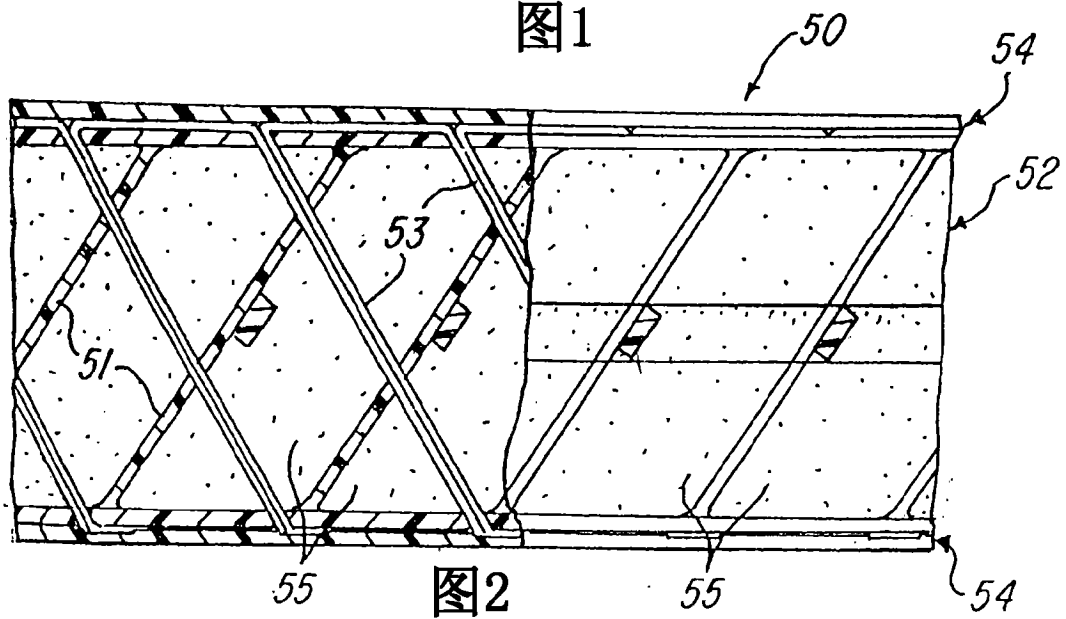


图2

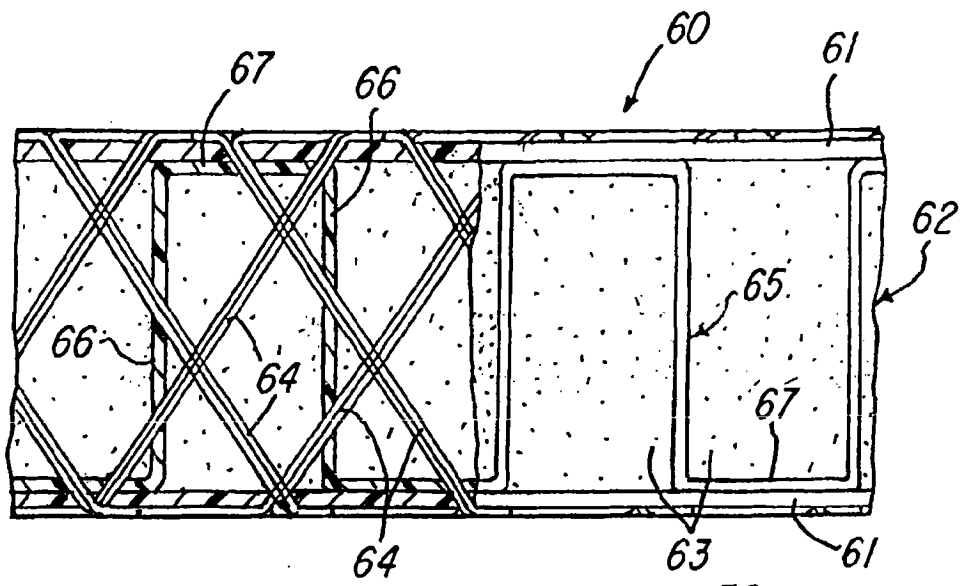


图3

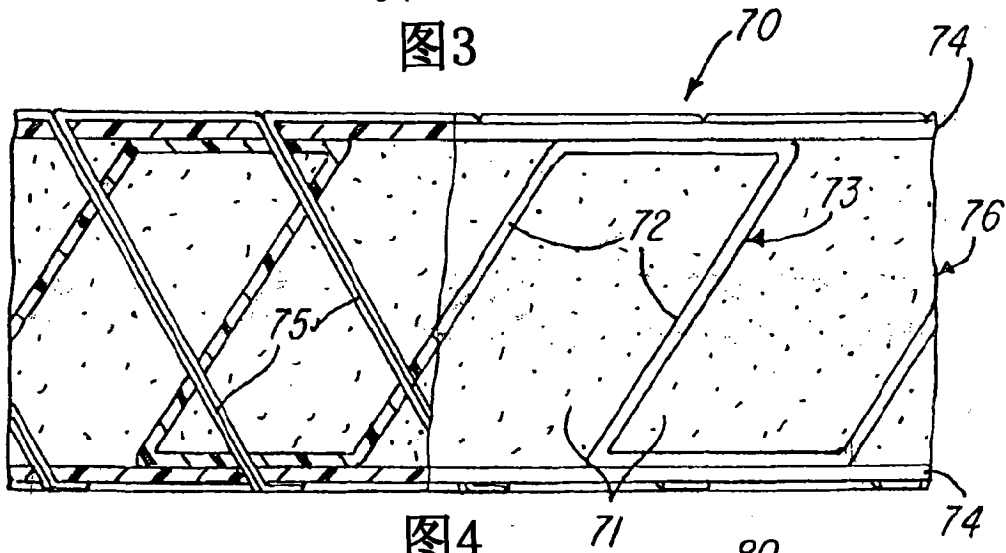


图4

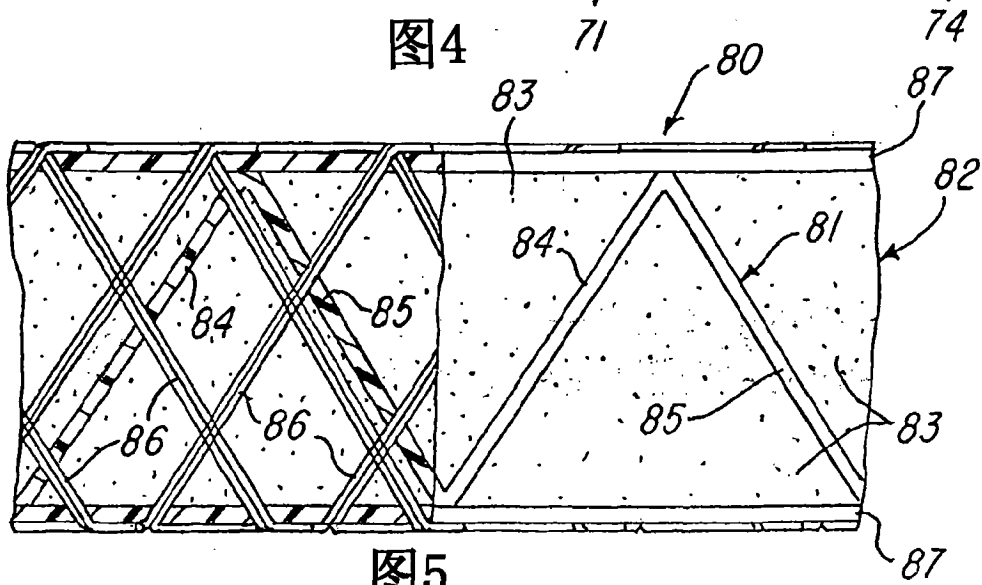


图5

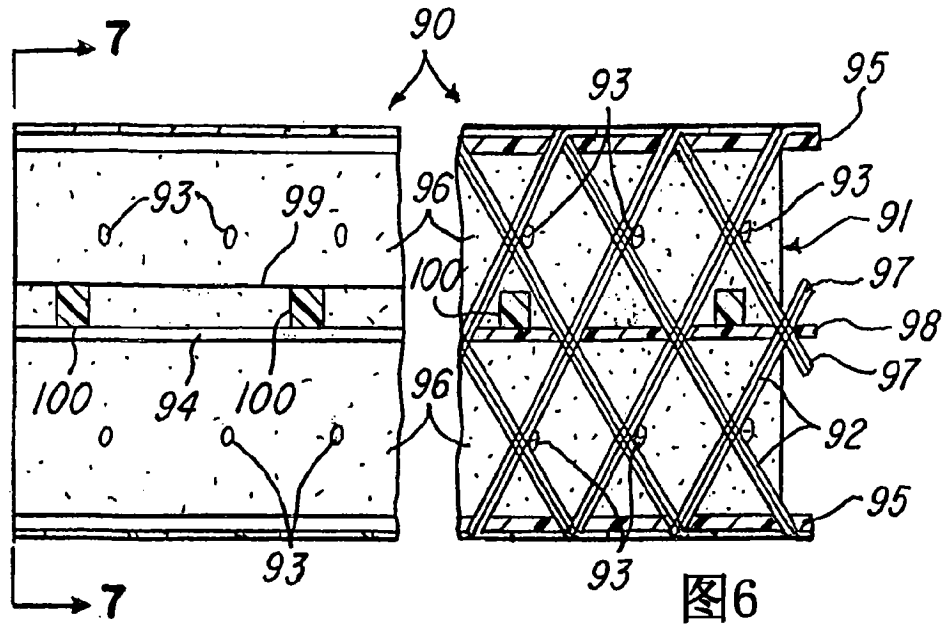


图6

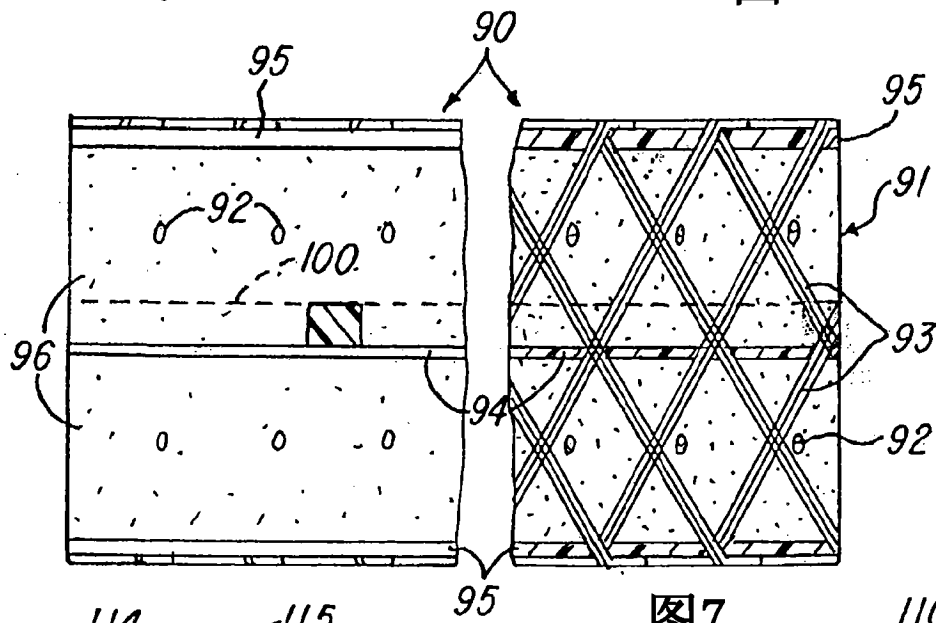


图7

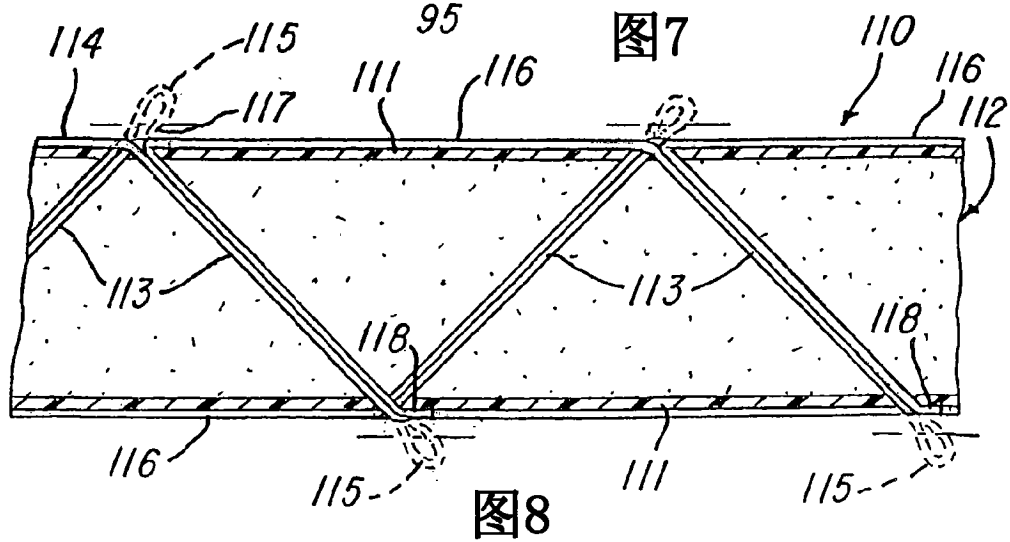


图8

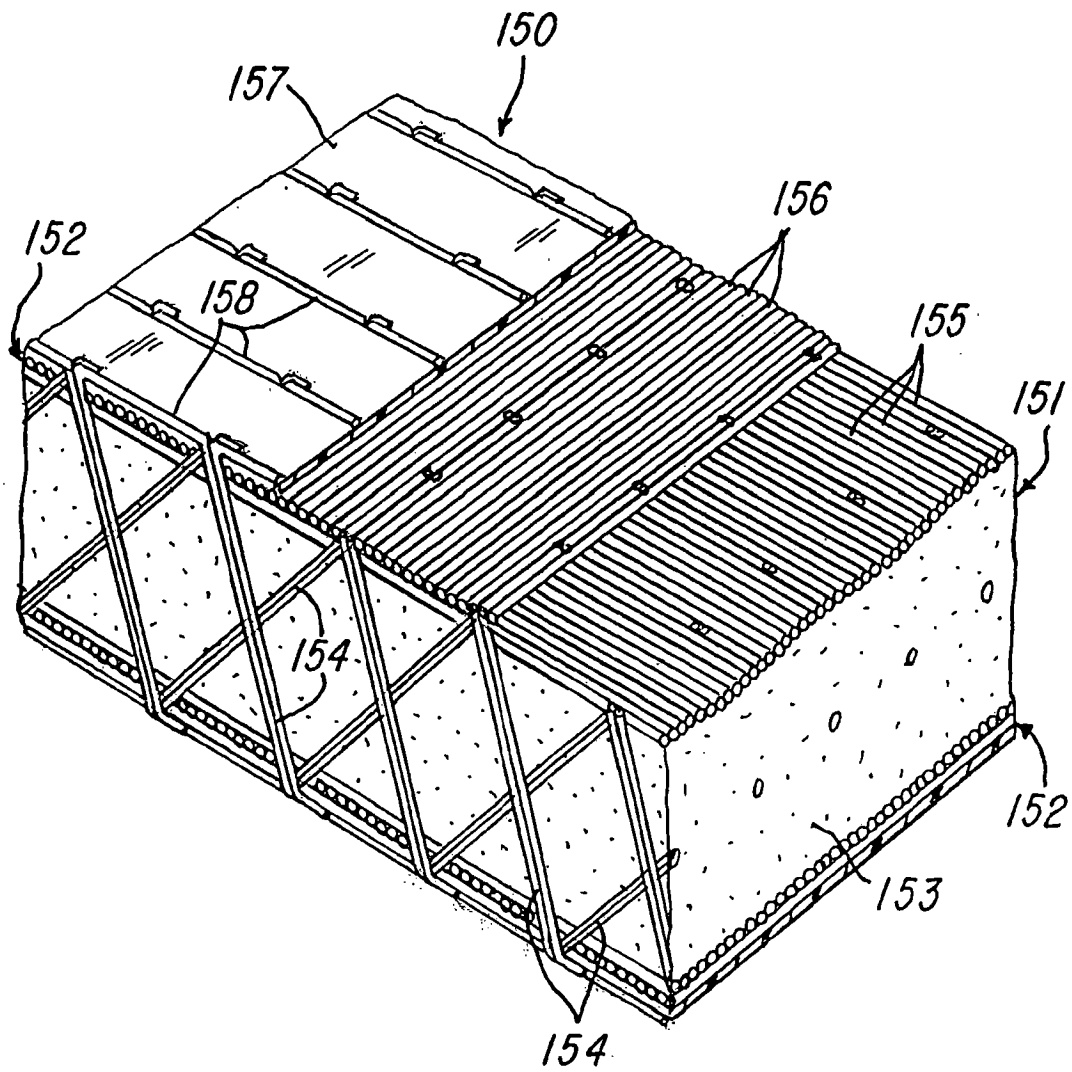


图 11

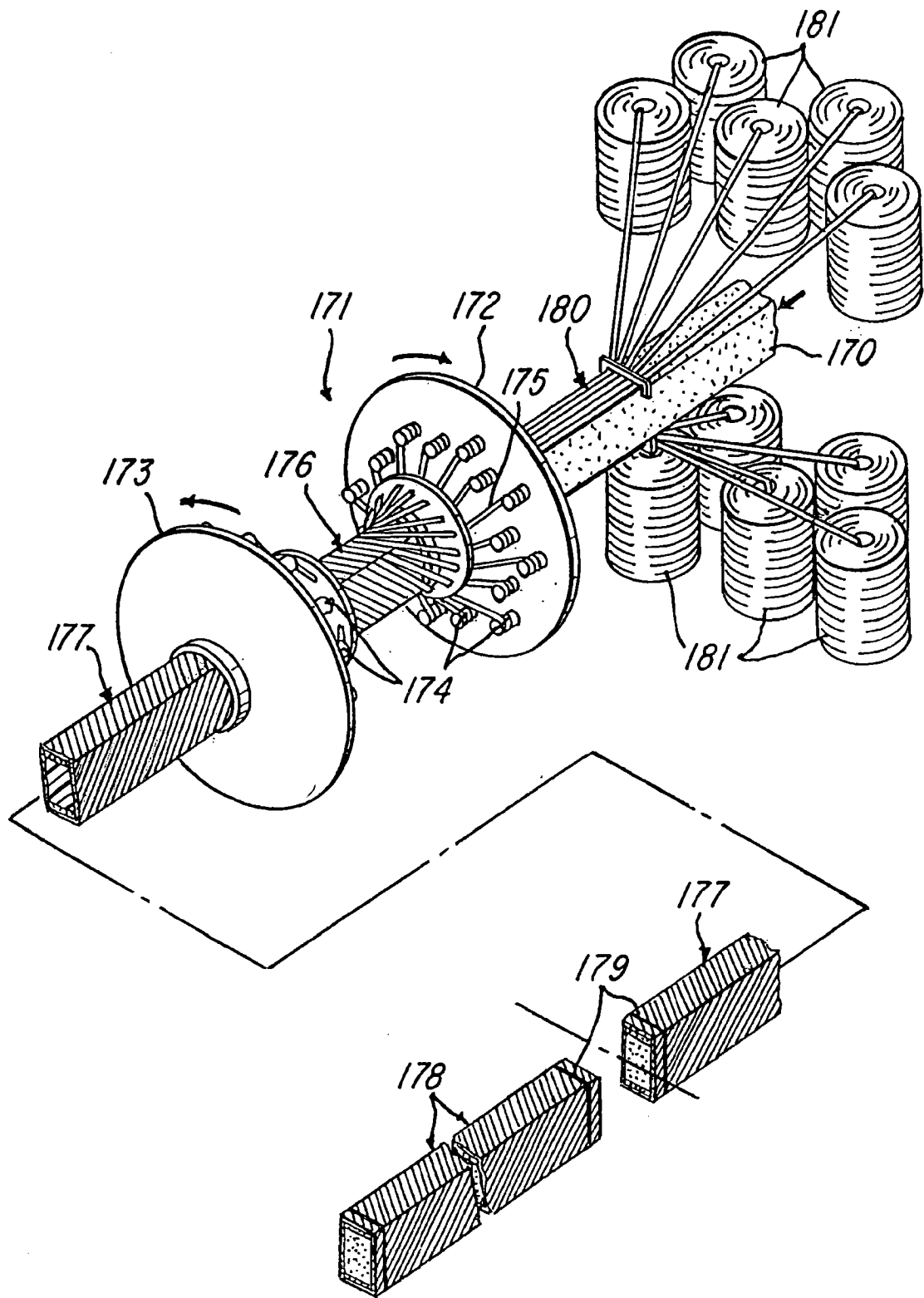


图 12

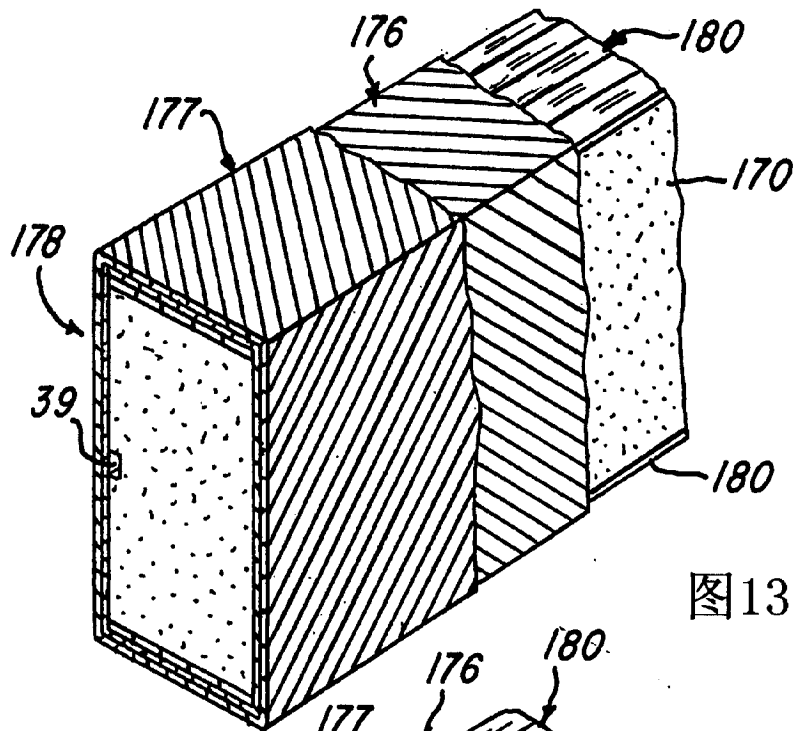


图13

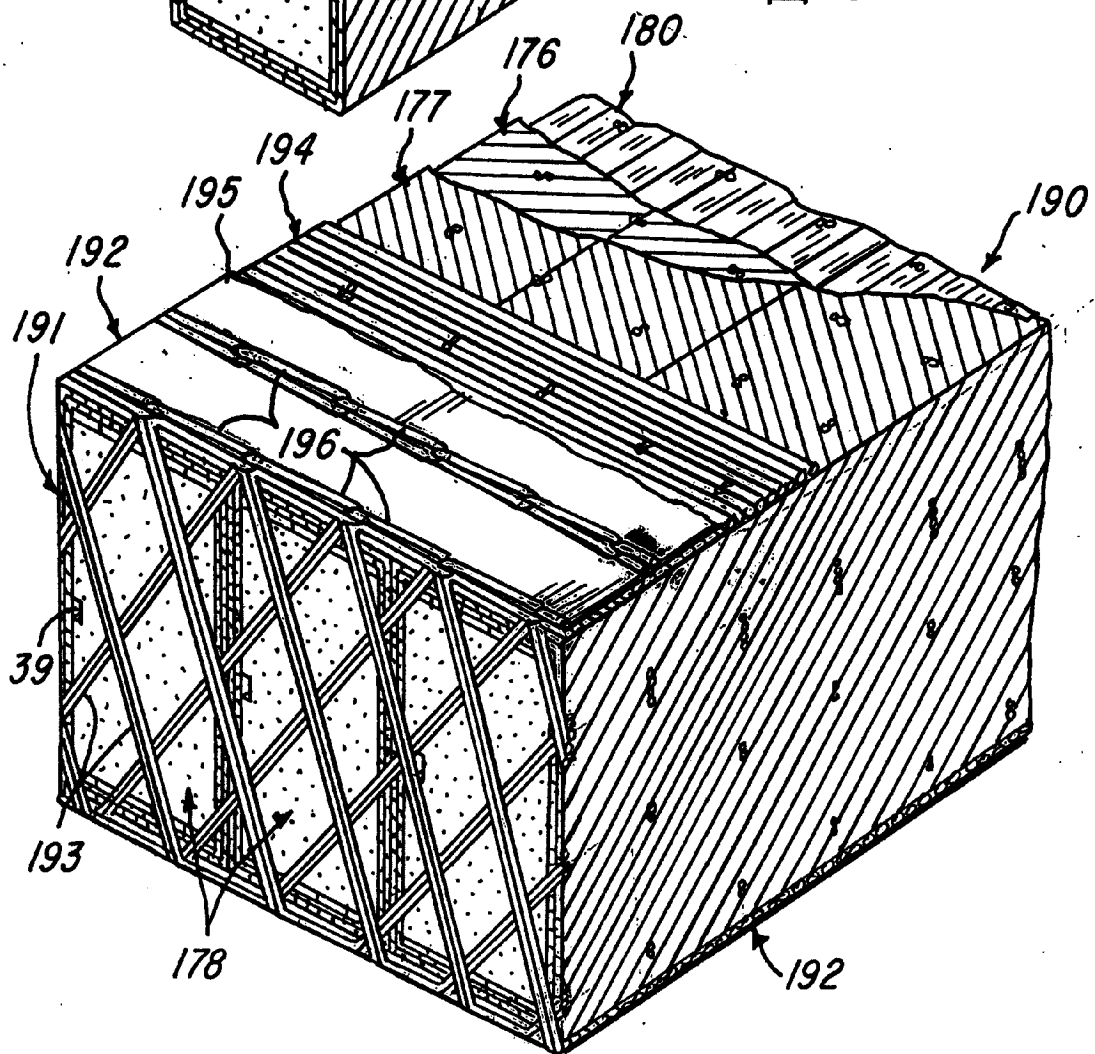


图14

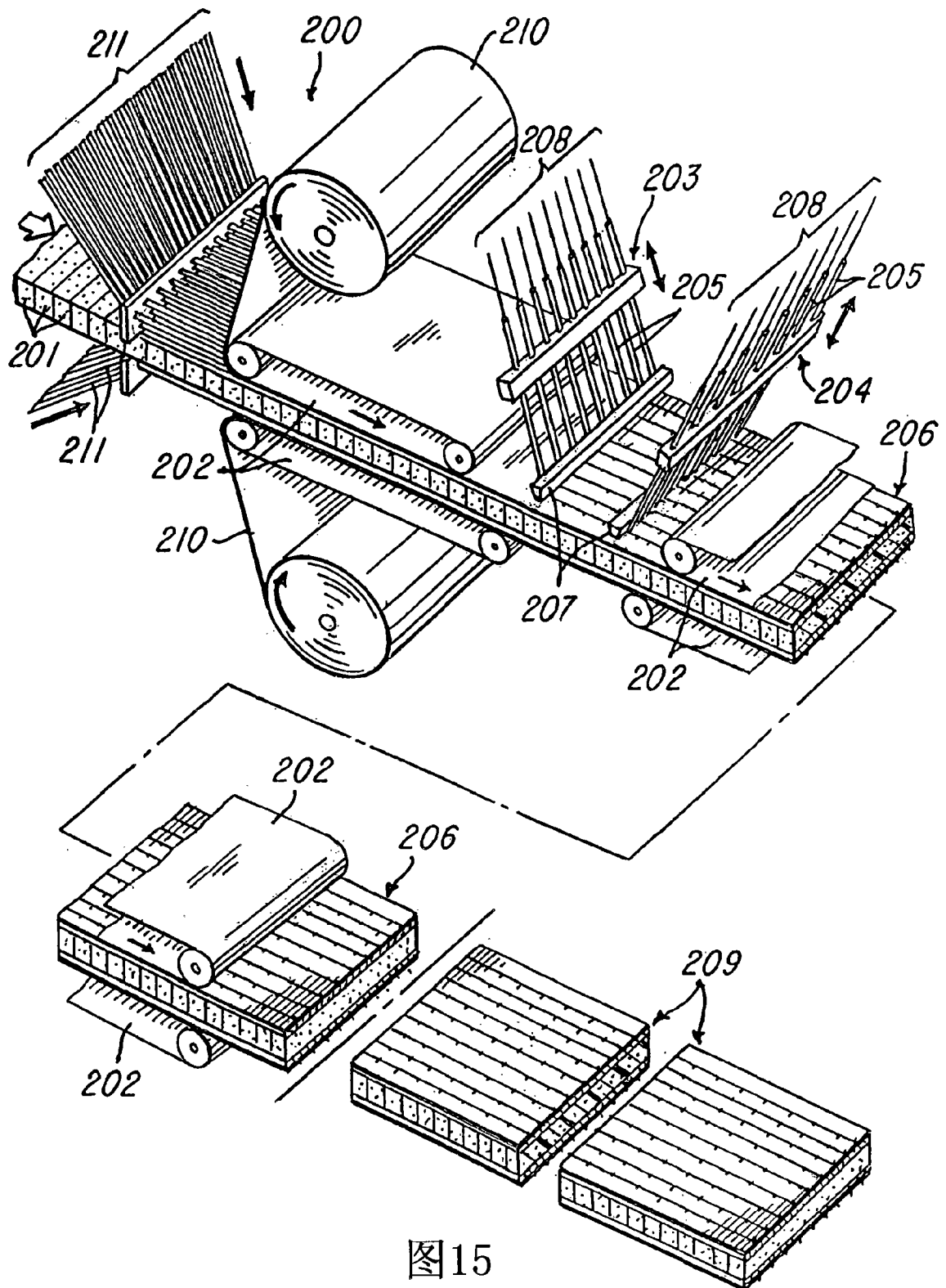


图15

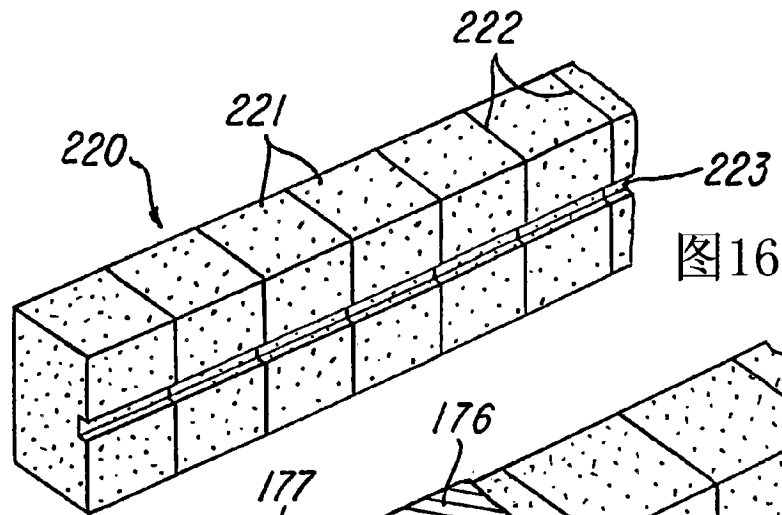


图16

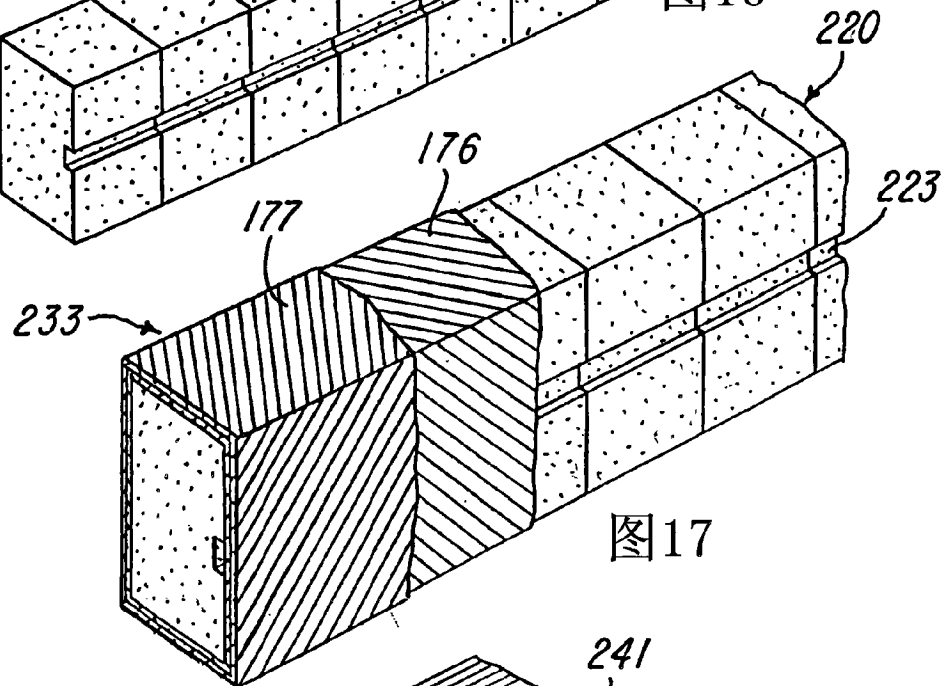


图17

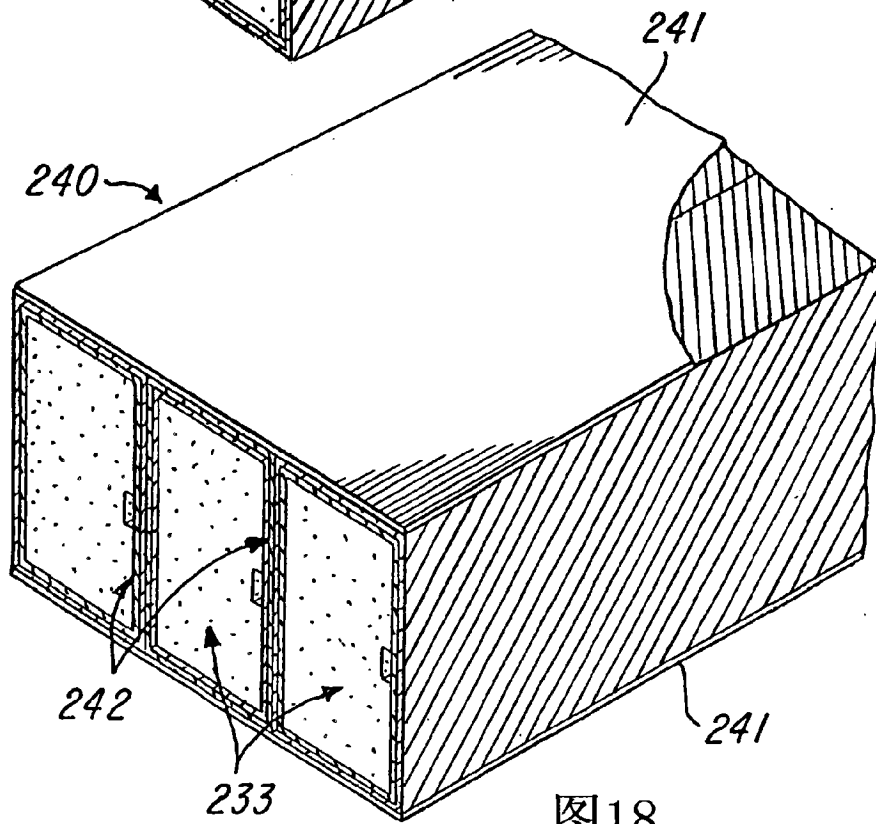


图18

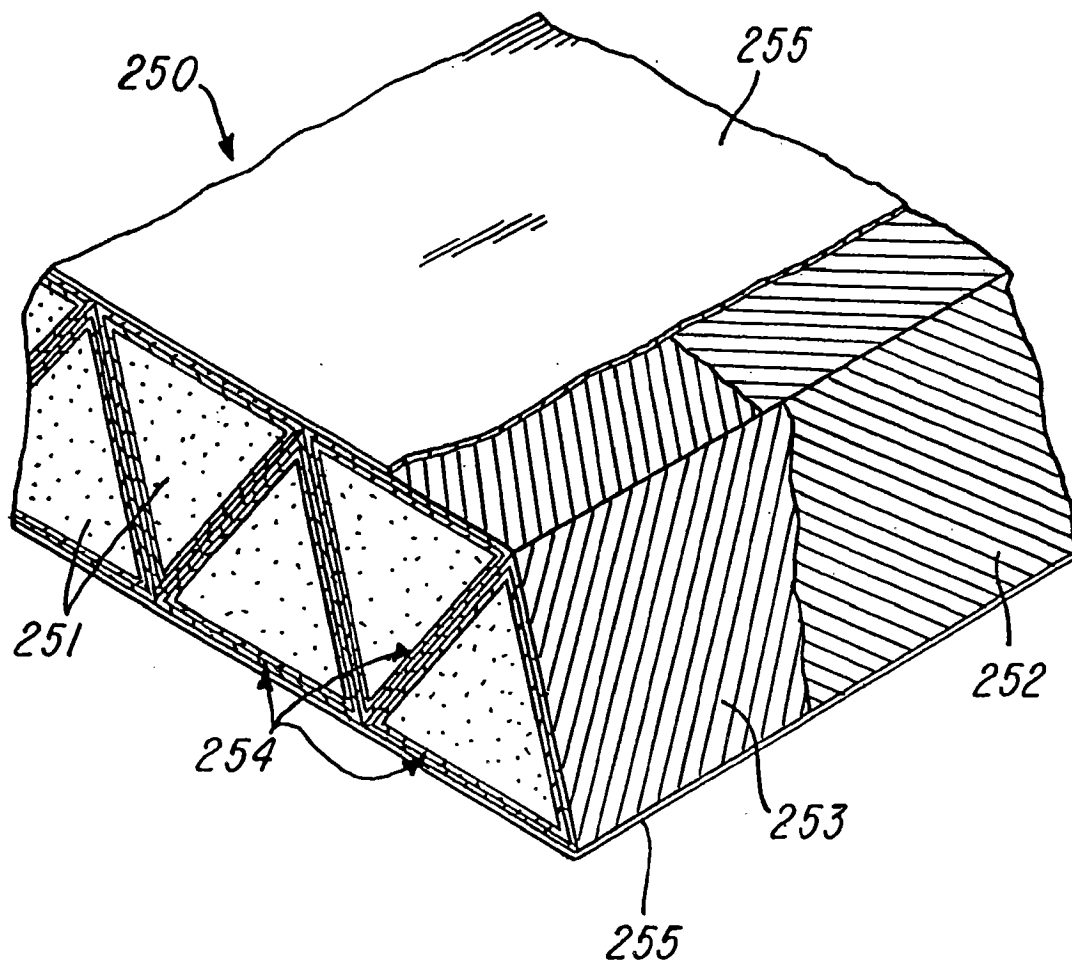


图 19

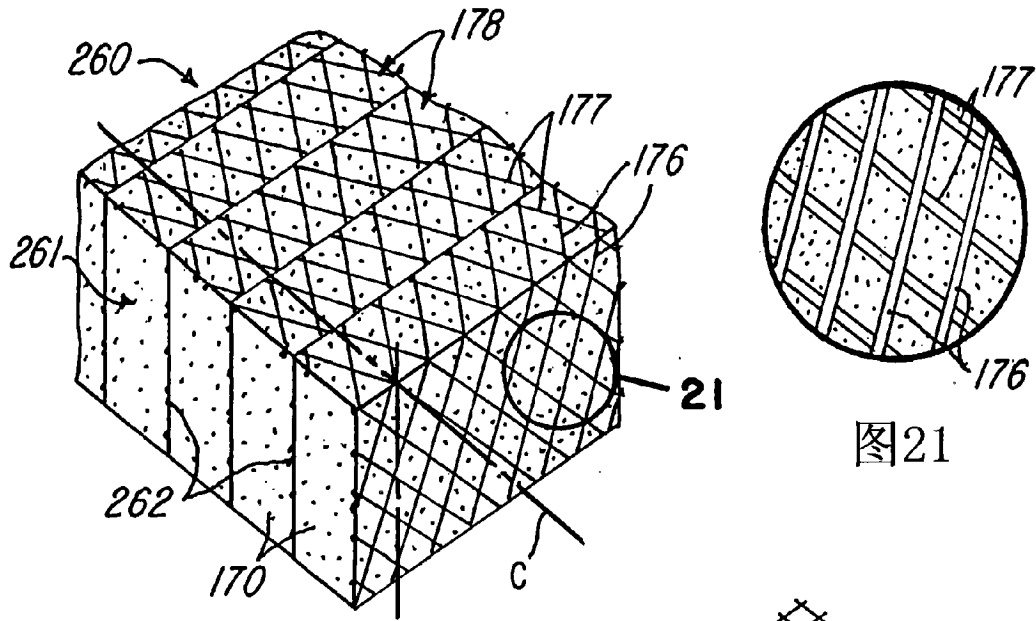


图20

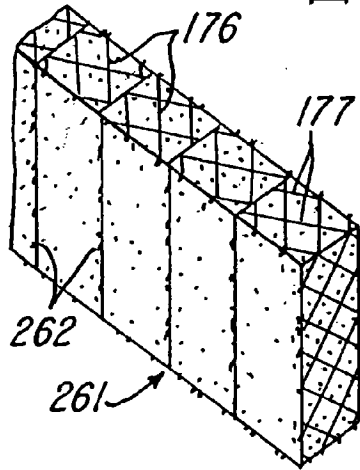


图22

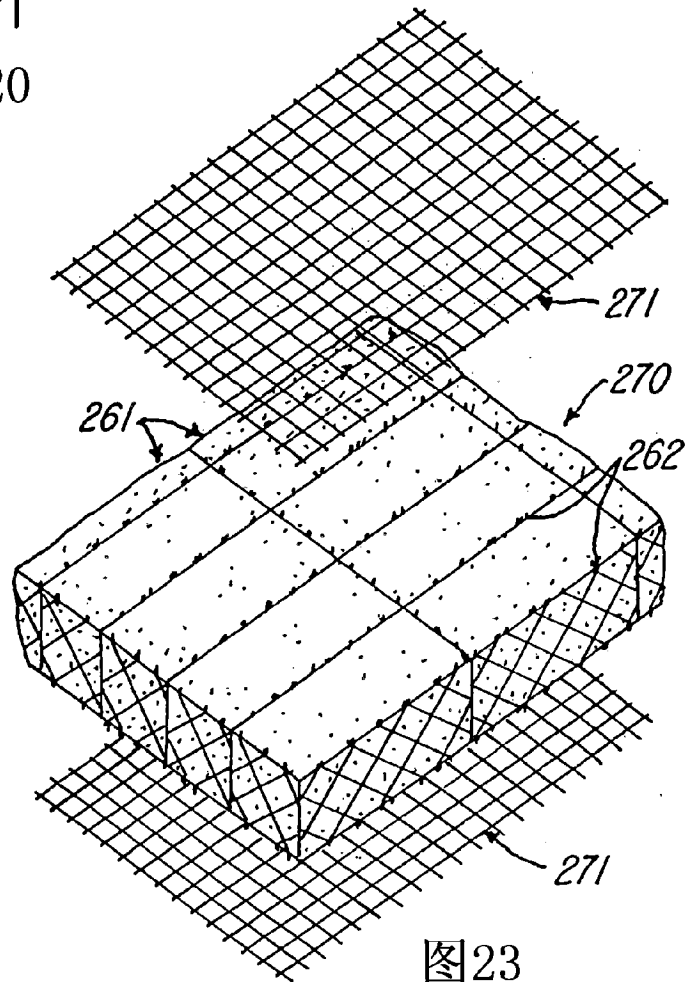


图23

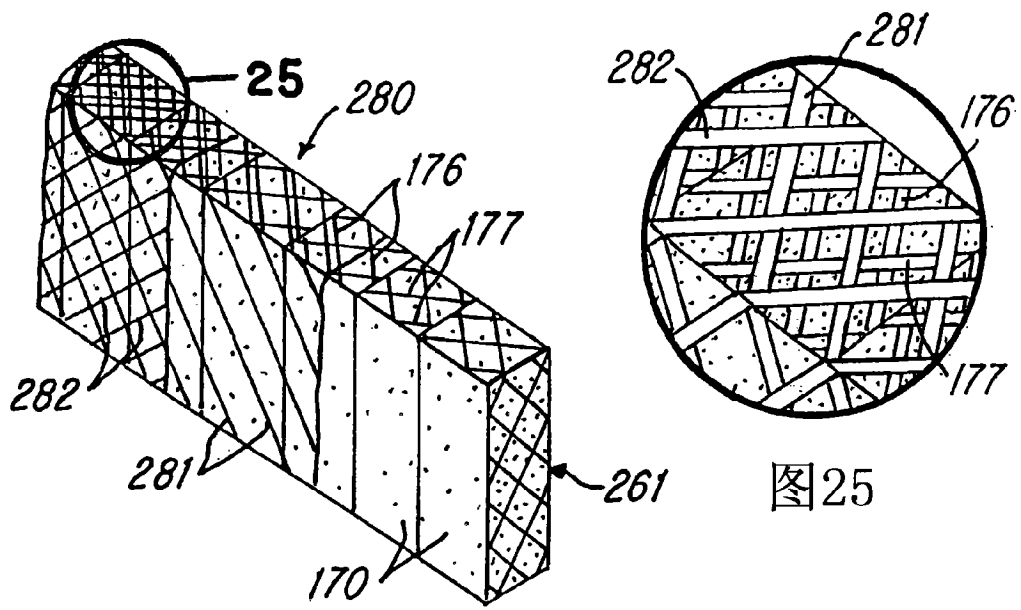


图24

图25

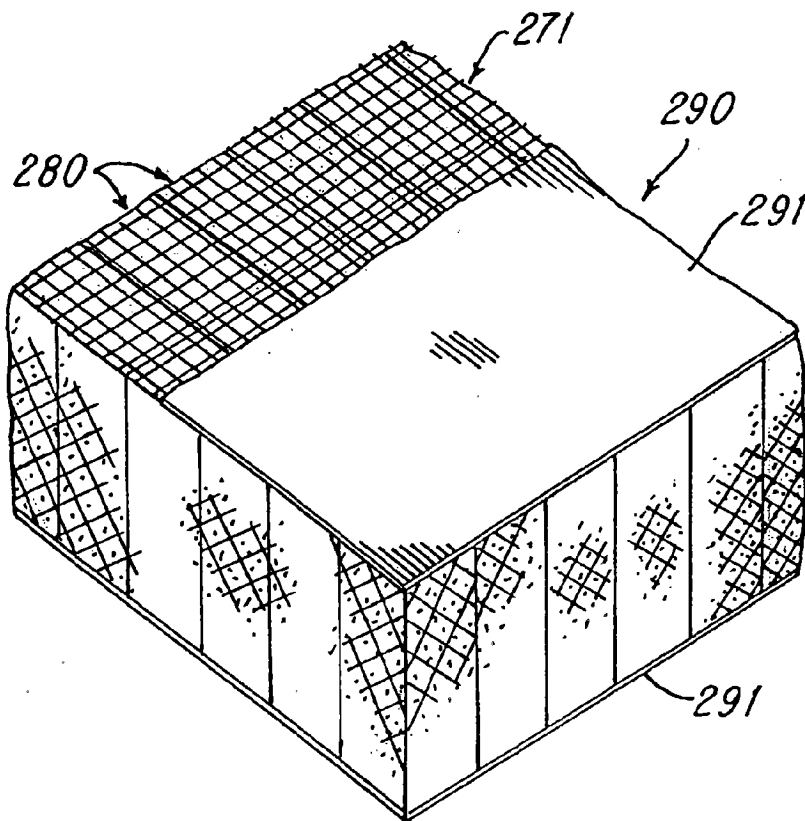


图26

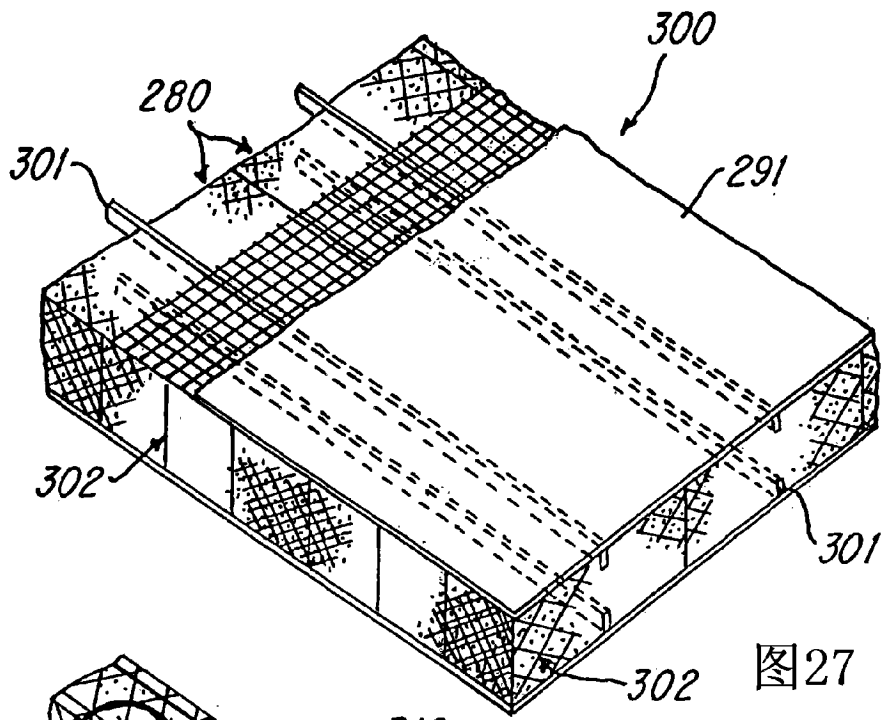


图27

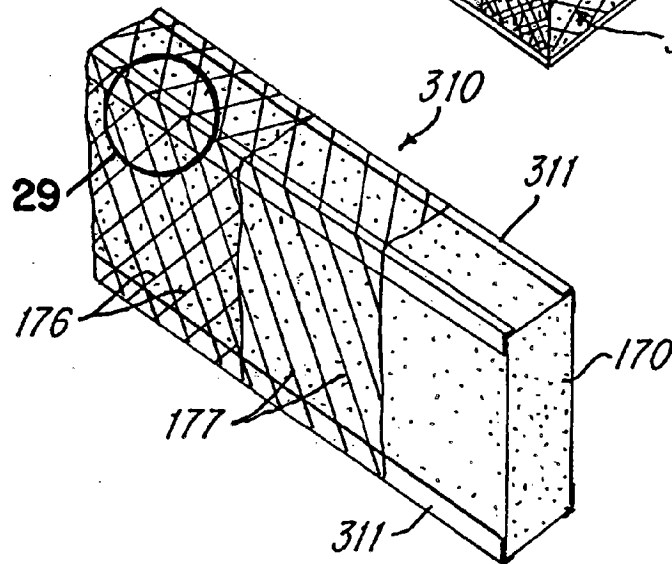


图28

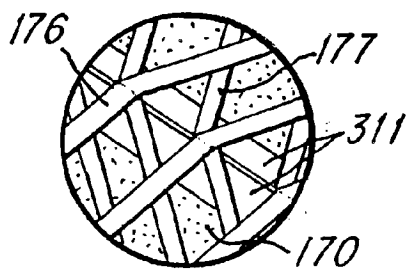


图29

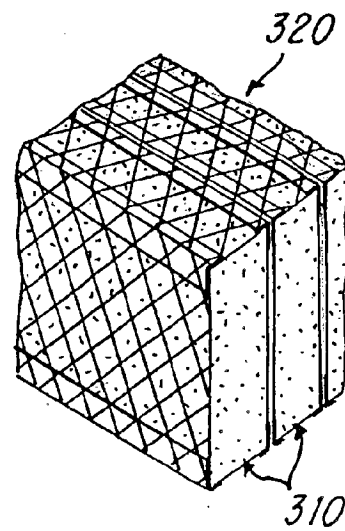
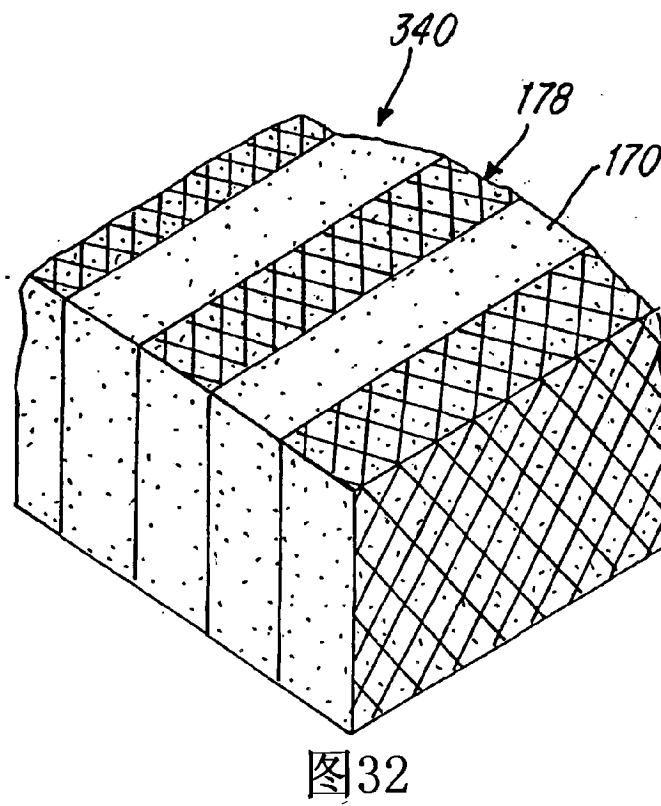
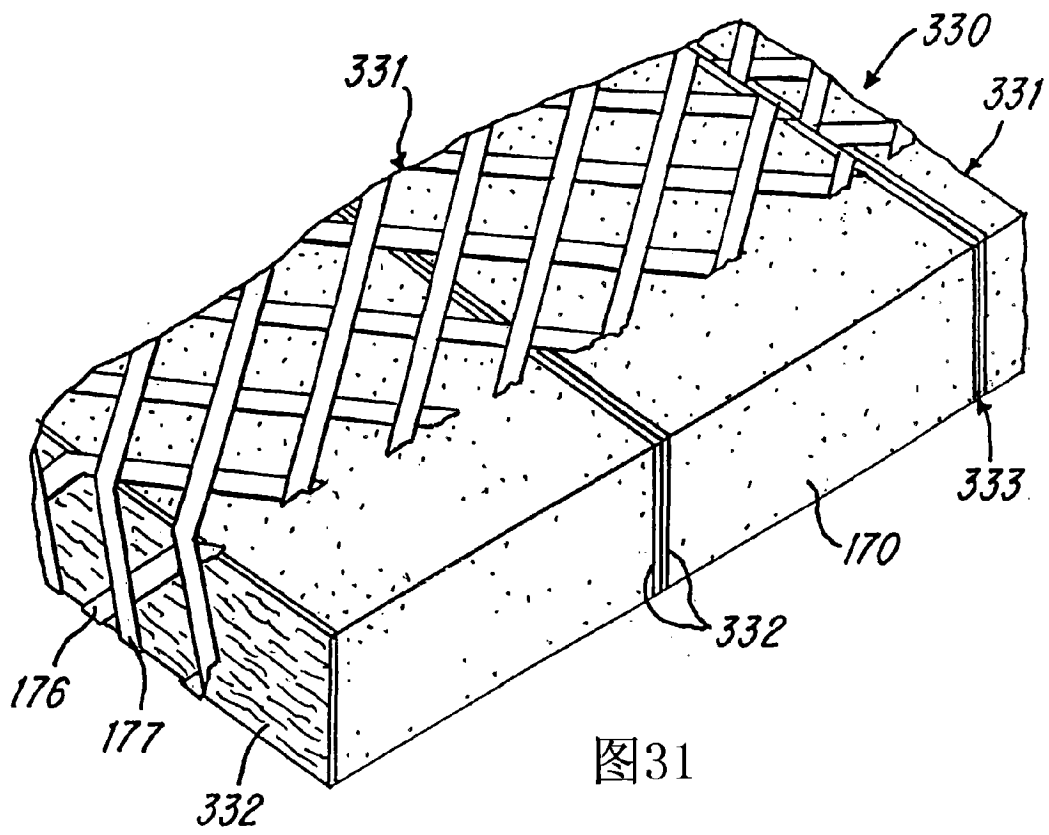


图30



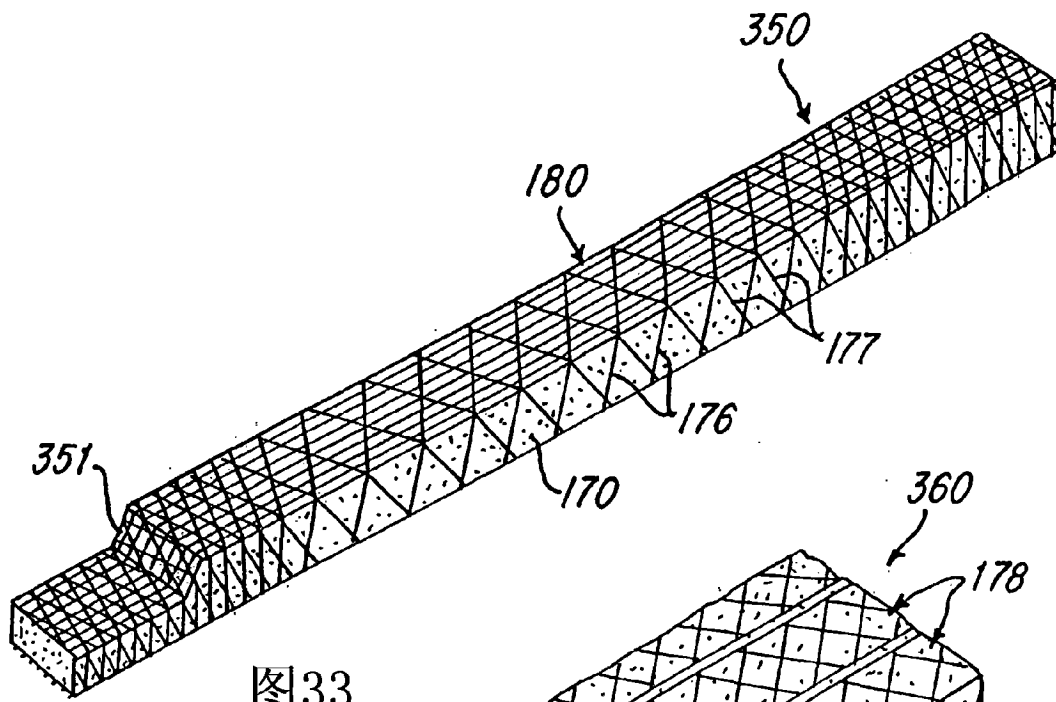


图33

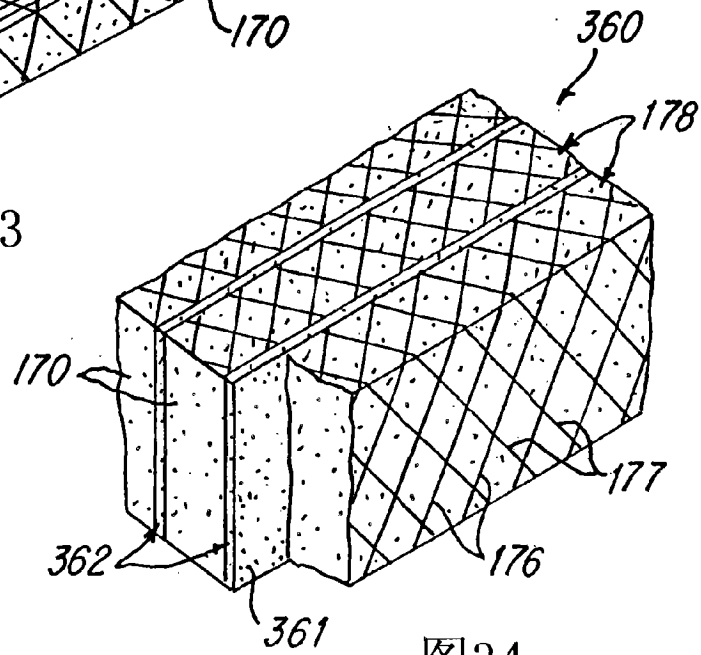


图34

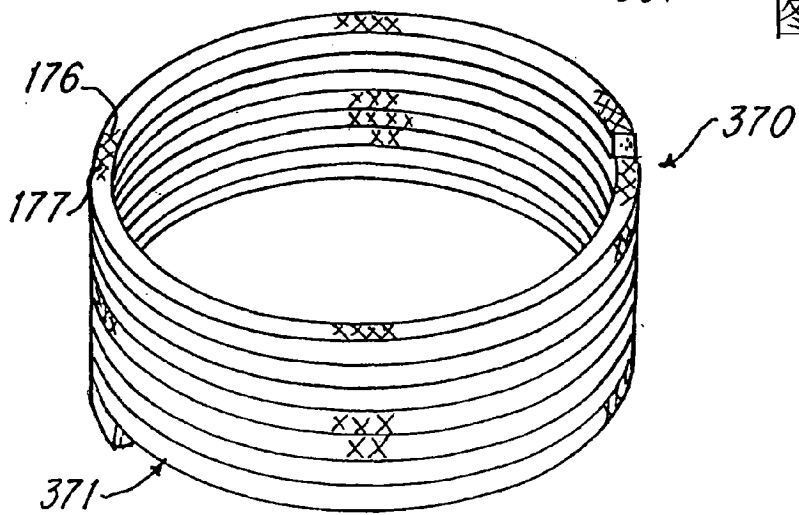


图35

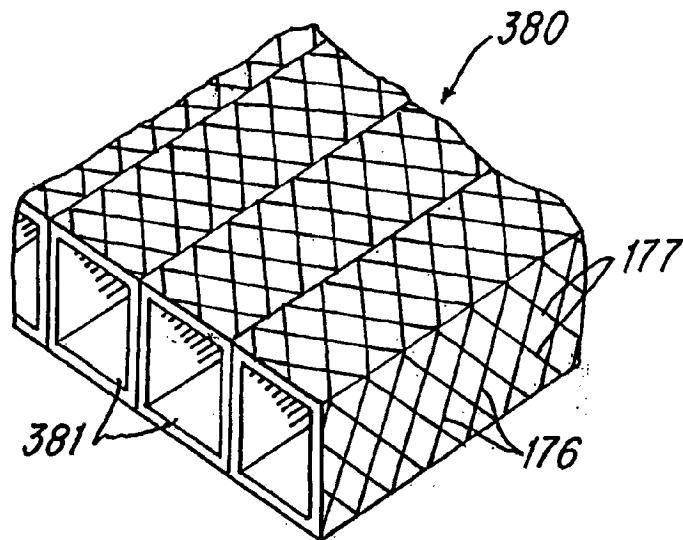


图36

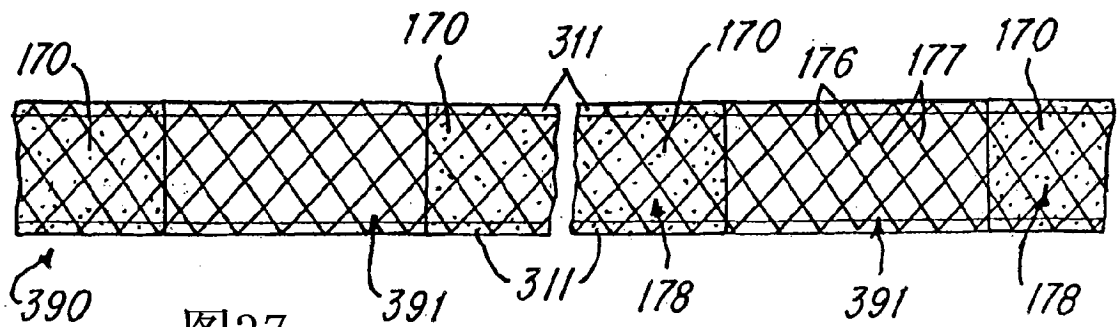


图37

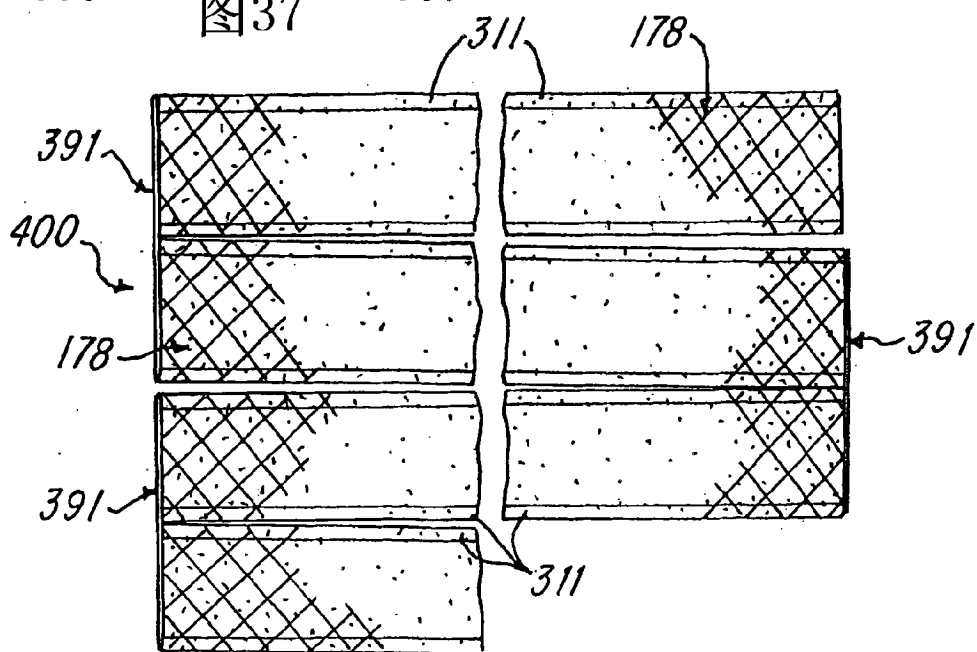


图38

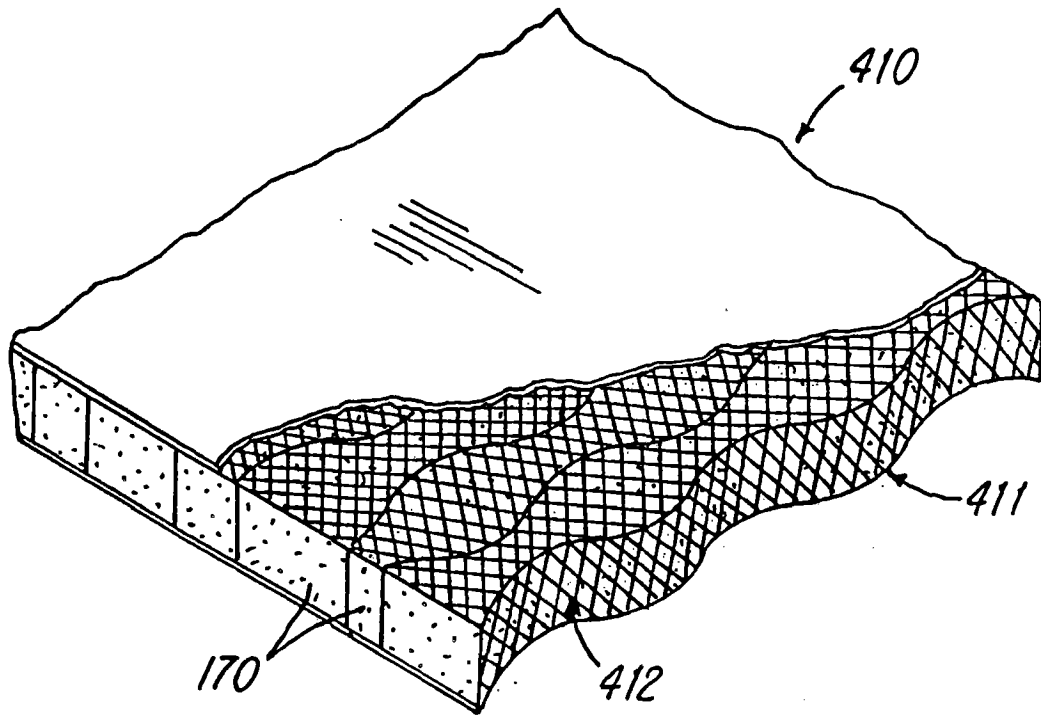


图 39

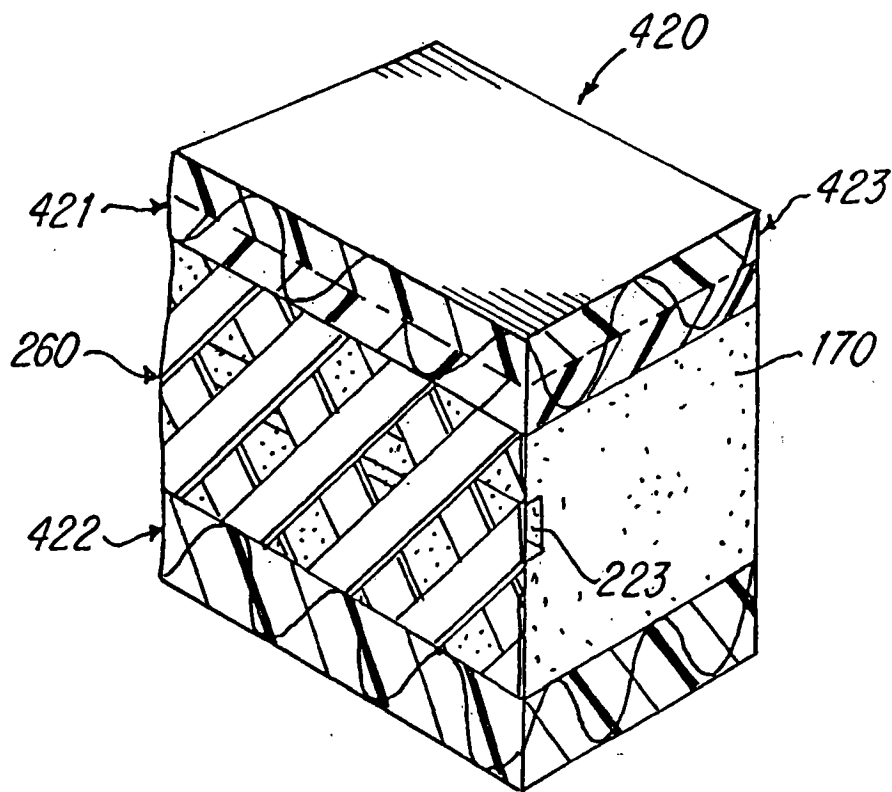
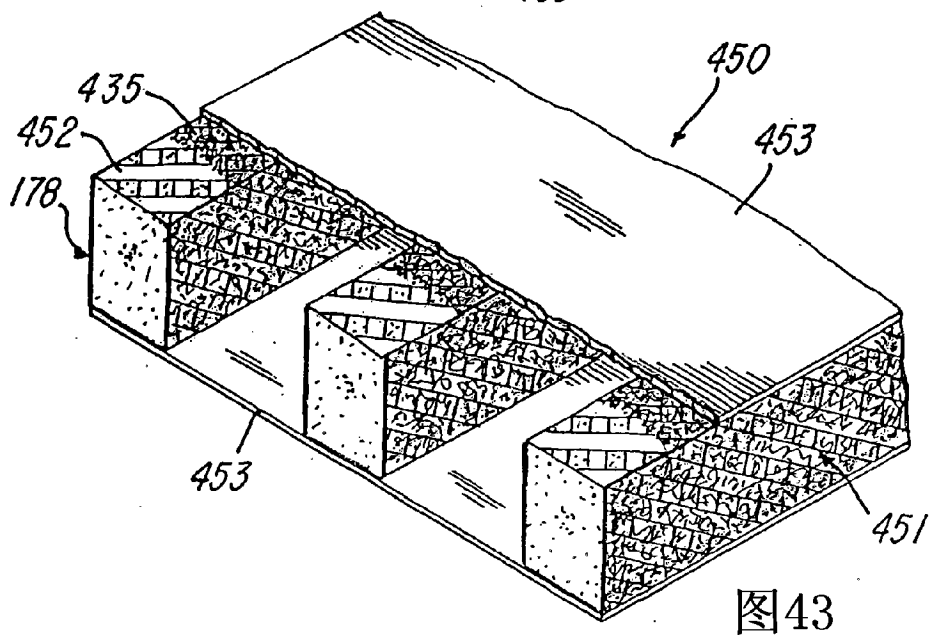
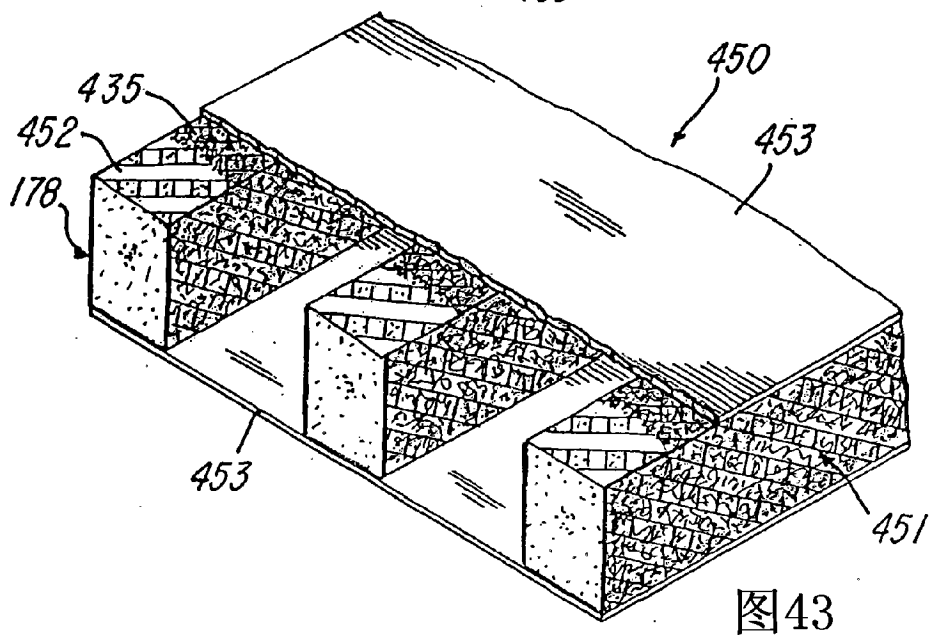
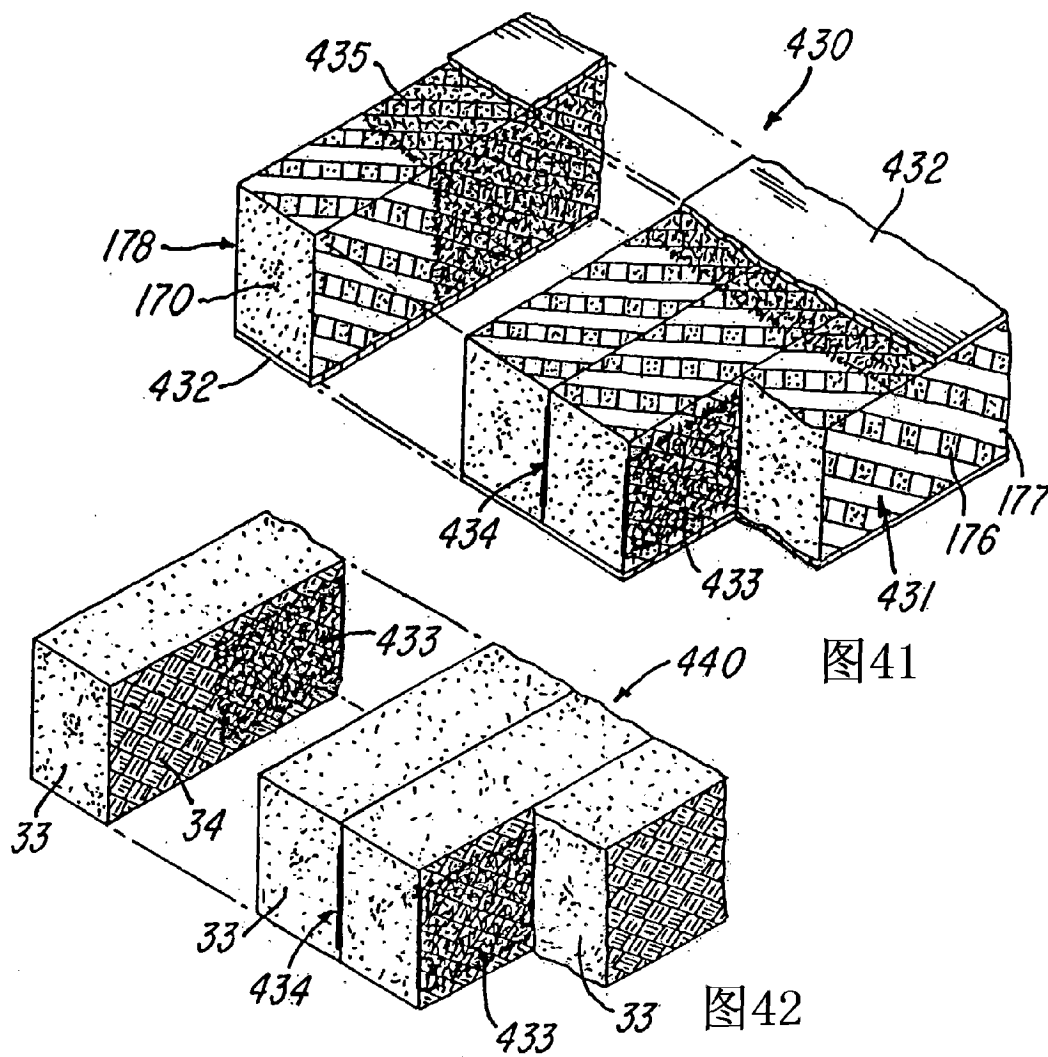


图 40



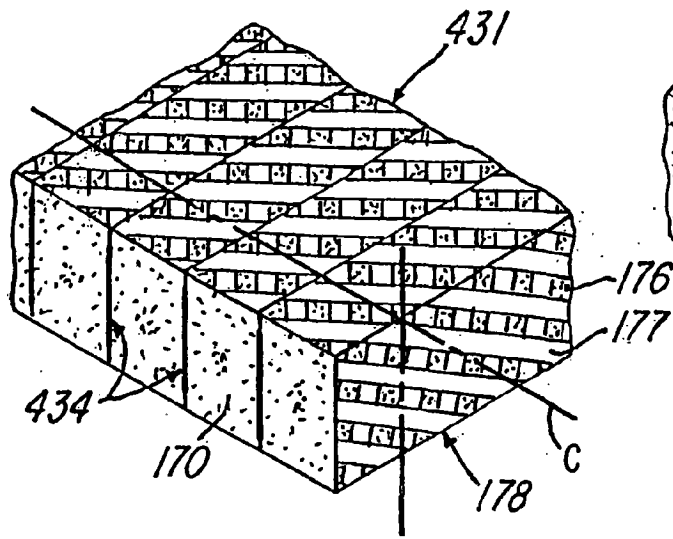


图44

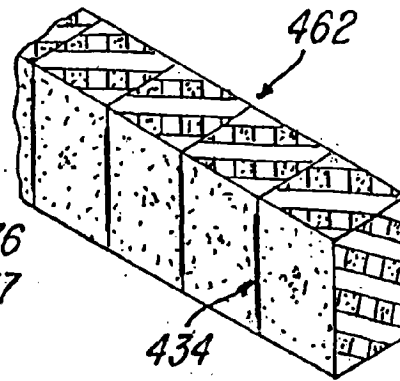


图45

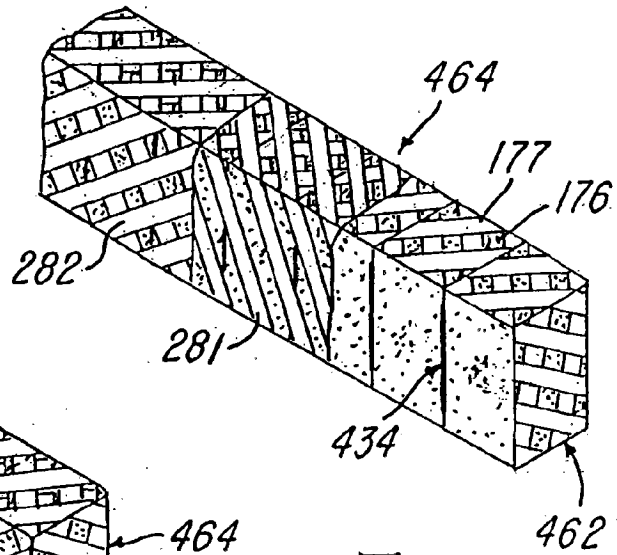


图46

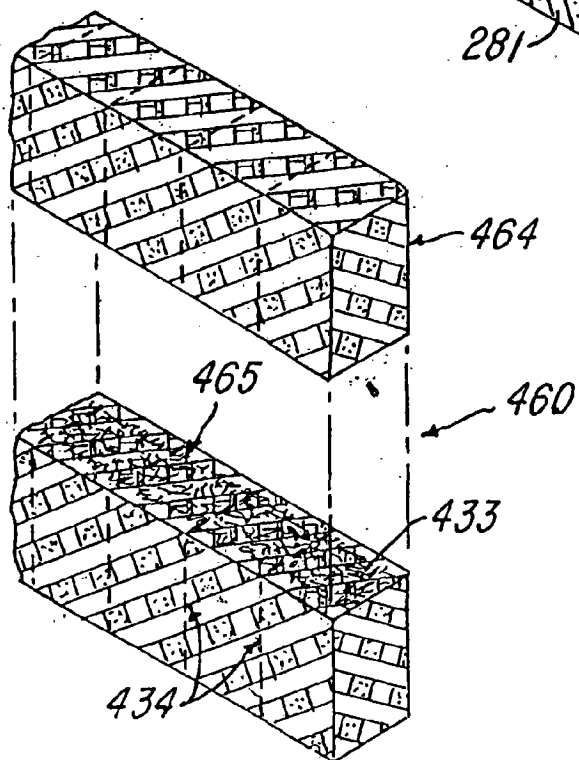


图47

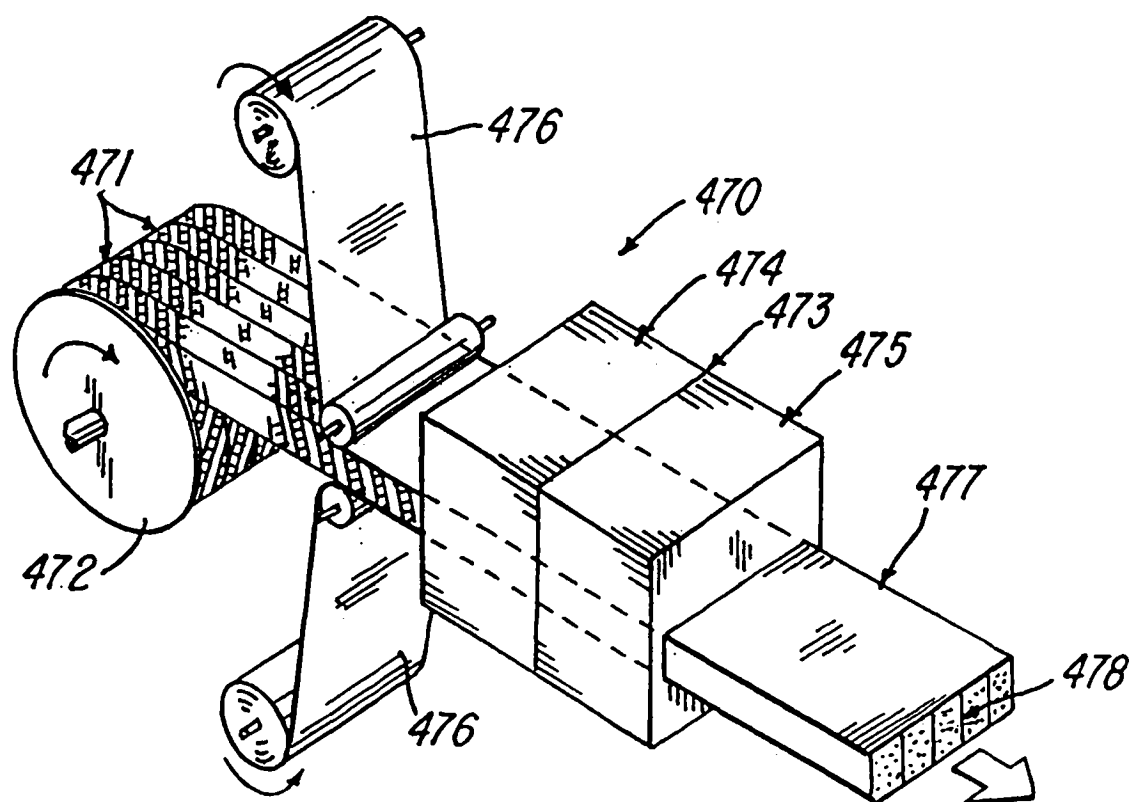


图 48

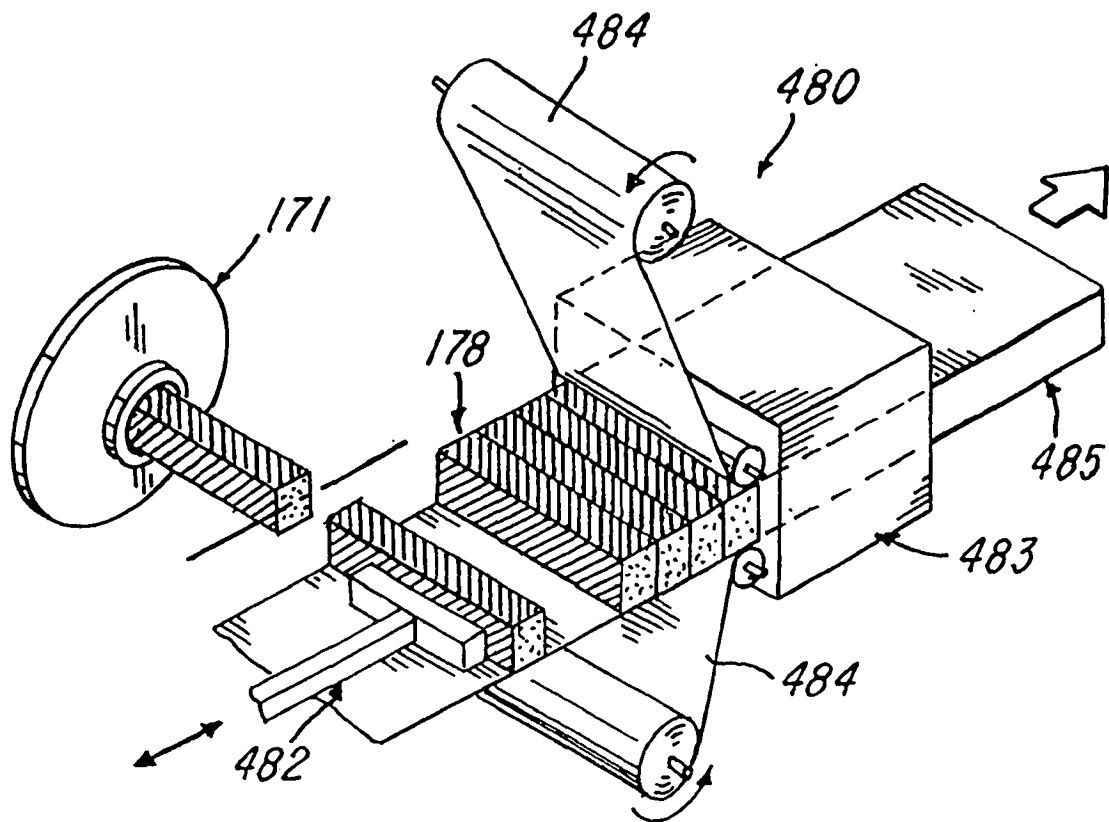


图 49

