



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99126518.1

[43] 授权公告日 2003 年 8 月 6 日

[11] 授权公告号 CN 1117203C

[22] 申请日 1999.12.22 [21] 申请号 99126518.1

[30] 优先权

[32] 1999. 3. 8 [33] US [31] 09/265, 506

[71] 专利权人 巴尔的摩汽圈公司

地址 美国马里兰

[72] 发明人 布赖恩·S·德鲁 约翰·E·鲁尔

审查员 夏 冬

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

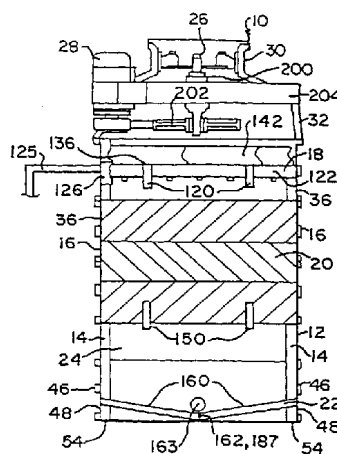
代理人 张金熹

权利要求书 3 页 说明书 22 页 附图 7 页

[54] 发明名称 刚性蒸发热交换器

[57] 摘要

一种热交换器具有纤维增强树脂材料制成包括垂直柱子和壁的结构件。壁胶接到柱子上形成刚性具有较大面积的接头。壁由单板与水平盒梁胶接在一起形成，板具有增强的盒梁，连接板延伸在盒梁之间。盒梁和连接板胶接到柱子上，在胶固化前用机械紧固件固定壁和柱子。作为蒸发热交换器的热交换器具有带较低点的倾斜地板的水池，倾斜地板可与板胶接。所有的板和柱子均用拉挤制成。该蒸发热交换器还包括蒸发液配置系统、热交换介质和风扇，它们均用不锈钢支架支撑。



1. 一种热交换器，包括：

多个由纤维增强树脂材料制成的结构件，这些结构件包括多根基本垂直的柱子和多个壁，上述柱子是隔开的、包括安装面并具有长度，每个壁在两根柱子之间延伸并包括一对间隔开的平行的基本垂直的边缘，沿每个边缘具有安装面；

第一接头至少包括一根柱子安装面的一部分、一个壁的安装面、胶接材料，两个安装面呈面对面关系，胶接材料置于它们之间，第一接头的面对面的安装面和胶接材料沿柱子长度的一部分延伸；

第二接头至少包括第二柱子安装面的一部分，上述一个壁的相对的安装面和胶接材料，两个安装面呈面对面关系，胶接材料置于它们之间，第二个接头的面对面的安装面和胶接材料沿第二柱子长度的一部分延伸；

在热交换器内的热交换介质，

其中第一和第二接头具有的设计载荷能力至少象预期的加在第一和第二接头上载荷那样大，和

其中每个壁包括至少一块板，该板具有：一根中部基本水平的梁，一根上部基本水平的梁和一根下部基本水平的梁，一块上连接板延伸在中部梁和上部梁之间，一块下连接板延伸在中部梁和下部梁之间，

每根梁具有上、下不垂直面和内、外基本垂直的面。

每块连接板具有一个内表面，连接板和梁的内表面在壁的端部共平面。

2. 权利要求1的热交换器，其中上述第一和第二接头还包括穿过壁和柱子安装面的机械紧固件，其中每根柱子的每个安装面具有的宽度基本越过该柱子的一个尺寸，其中上述壁的每个安装面至少覆盖每个柱子安装面宽度的基本部分。

3. 权利要求1的热交换器，其中每个壁包括：

第一板，该板包括一对增强部分和在增强部分之间延伸的一个整

体连接部分，上述壁的安装面包括增强部分和上述第一板的连接部分的安装面；

第二板，包括一对增强部分和一个整体连接部分，整体连接部分延伸在增强部分之间，上述壁的上述安装面包括第二板的增强部分和连接部分的安装面，其中上述第二板的一个增强部分贴靠着上述第一板的一个增强部分；

第一和第二板的贴靠的增强部分之间的胶接材料将第一和第二板胶接成一个整体结构，从而在设计载荷上板之间基本没有相对移动。

4. 权利要求3的蒸发热交换器，其中上述贴靠的增强部分具有互补的凸头和凹口。

5. 权利要求1的热交换器，还包括用于在热交换器的热交换介质上方配置蒸发液的蒸发液配置系统，一个水池位于热交换介质的下方用于接纳蒸发液，支撑件安装到至少两个壁上用以将热交换介质支撑在水池上方的一个垂直高度上，该热交换器还包括至少一个壁的下方和水池上方的进气口，该热交换器还包括多个围绕水池的壁，这些壁装到进气口下方的柱子上，上述第一种第二接头位于进气口位置的上方。

6. 一种蒸发热交换器，包括：

一个用于在蒸发热交换器内配置蒸发液的蒸发液配置系统，
放置在蒸发热交换器内并放置成接收来自蒸发液配置系统的蒸发液的热交换介质，

一个放置成接收来自热交换介质的蒸发液的水池，该水池包括倾斜的地板，地板包括由拉挤纤维增强树脂材料制成的水池地板。

7. 权利要求6的蒸发热交换器，其中水池具有第二水池地板，该地板与第一倾斜地板在较低点交接，该第二地板具有位于热交换材料下方的倾斜面、并位于与第一水池地板倾斜面相交的平面内，该蒸发热交换器还包括连接两个水池地板的龙骨构件，龙骨构件胶接到两个水池地板上并构成水池的较低点，这样使接收在水池中的蒸发液流向龙骨构件。

8. 权利要求6的蒸发热交换器，其中水池地板包括增强部分和延伸在增强部分之间的连接部分，上述增强部分包括中空的盒梁，上述连接部分包括一刚性板。

9. 权利要求6的热交换器，还包括位于倾斜地板较低点的排放出口。

刚性蒸发热交换器

本发明关于热交换器，特别是关于一种基本由纤维增强树脂结构件制成的热交换器的支撑结构。

以前的热交换器的例子包括冷却塔和蒸发式冷凝器。冷却塔通过液体与气体接触来冷却液体。许多冷却塔是逆流式的，其中允许热的流体通过塔向下流动，同时逆向气流向上抽吸穿过下落的液体，从而冷却液体。另一种冷却塔是交叉流动式的，其中交叉流动的气流被抽吸或压迫越过下落的液体，从而冷却液体。液体冷却塔通常用来冷却电厂和加工厂的排出废热的水、及工业和机关部门的空调中。

大多数冷却塔包括一个用支撑固定和机动载荷的结构组件，载荷包括如风扇的气体移动设备、马达、齿轮箱、驱动轴和连轴器、配置头及喷口之类的液体配置设备以及填充介质之类的热传输表面介质。填充介质通常具有流体朝下流和气流向上时穿过它的空间，从而在气体和液体之间提供热量和质量的交换。冷却塔的结构部分不仅要支撑填充材料的重量，而且还必须能抵抗风载和设计成能抗地震。

由于大量的空气和水穿过冷却塔而引起的腐蚀，过去已对冷却塔支撑结构类的组件采用不锈钢或镀锌或涂覆的金属、对大面积组装塔采用压力下化学处理的木制冷冷却塔框架或至少在塔的结构部分用水泥。

为了抵抗可以预计的横向风载和地震载荷，通常采用两种类型的冷却塔支撑结构：剪力壁框架结构和横向支撑框架结构。剪力壁框架结构通常是纤维增强树脂或水泥结构，它具有交叉的梁柱网，与剪力壁一起对风和地震载荷提供横向抗力。在水泥剪力壁冷却塔中，如果采用定位浇灌结构技术，梁柱之间的连接是刚性的。在水泥预制结构和由纤维增强树脂的梁柱制成的剪力壁的塔中，梁柱之间的连接点均设计成允许梁柱之间转动。在横向支撑框架结构中，冷却塔通常是由木

材或纤维增强树脂的梁柱制成的，梁柱通常做成静载支撑，其斜向支架抵抗横向载荷，框架上用深覆材料覆盖。梁柱相交处的接头设计成允许结构件之间的转动。接头不提供结构加载或震动时的横向抗力。

用水泥制的支撑结构是耐用的，但水泥冷却塔支撑结构昂贵而笨重。很多冷却塔建在建筑物顶上，水泥冷却塔的重量会带来建筑物的设计问题。在具有金属支撑结构的塔中，关键结构件的腐蚀在潮湿环境中是一个大问题。在木支撑结构的塔中，木材由于长期暴露在潮湿环境中会腐蚀，用化学处理以延长使用寿命的木材可具有环境方面的问题：化学处理物可被从木材浸出而进入冷却的水中。作为替换水泥、金属和木材，已成功地采用了纤维增强树脂材料。

在授予 Bardo 等（1993）的美国专利 NO. 5236625 和授予 Bardo 的 5028357（1991）中示出了采用纤维增强树脂结构件的先有技术的冷却塔。这两项专利均公开了宜用于冷却塔的结构。另一采用纤维增强树脂结构件的冷却塔公开在授予 Bardo 等（1998）的美国专利 NO. 5851446 中。在这个冷却塔中，纤维增强树脂的梁柱与安装构件一起使用，梁柱连接到安装构件上，还采用机械拉紧器来将安装构件连到梁和柱上。连接点不允许梁柱之间的转动。在纤维增强树脂的框架制成后，以一单独的步骤来加上表面层，并不期望表面层能大大增加框架结构的强度。虽然在所有的美国专利 NO. 5236625、NO. 5028357 和 NO. 5851446 中冷却塔具有坚固和有效构成的结构，但仍需要进一步降低成本，尤其对小尺寸冷却塔来说更是如此。

在所有的美国专利 NO. 5236625、NO. 5028357 和 NO. 5851446 中公开的冷却塔中，收集已穿过填充材料的冷却液的水池通常具有平坦的表面，冷却塔柱的底通常固定到水池的平坦面上。用于冷却塔的典型的水池用水泥或由钢架支撑的平坦的薄的纤维增强树脂材料制成，在澳大利亚和美国，法律规定水池结构必须是斜的而不是平的。在美国专利 NO. 4442483 中，所公开的冷却塔具有带倾斜底面的纤维增强树脂的水池，使冷却液穿过它。整个水池以传统的方法成形，这种传统的成形方法是昂贵的，而且运输这样笨重的结构又进一步加大

了花费。

诸如蒸发冷凝器之类的其它热交换器也已使用了类似的支撑结构。然而在这种结构内代替填充材料的是采用盘管，加工流体在盘管中冷凝。一些冷凝器采用蒸发热交换，蒸发液配置在冷凝器盘管上方，并收集在下方的水池中。这种支撑结构和水池结构通常具有与上述冷却塔相同的问题。

本发明提供一种具有用纤维增强树脂材料制成的结构件的热交换器。这些结构件包括直立的柱和壁，它们通过大面积的接头连在一起使结构具有刚度。这种热交换器可以是具有收集蒸发液的水池的蒸发热交换器。水池具有拉挤成形板制成的倾斜地板。本发明的热交换器在用于小尺寸冷却塔和要求有倾斜地板时特别有效并能降低成本。

下面将参照附图描述本发明，其中同样的参照数字表示相同的零件，其中：

图 1 是按照本发明原理制成的刚性蒸发热交换器的直立视图，

图 2 是图 1 刚性蒸发热交换器的直立视图，为示出其内部，除去了一侧的上下壁，并除去了部分风扇罩和顶板，

图 3 是实施本发明原理的另一个大型的刚性蒸发热交换器，为示出其内部，除去了一侧的上、下壁，部分风扇罩和顶板，

图 4 是图 1 热交换器的透视图，部分构件除去以示出其柱子结构和上壁，

图 5 是图 1 和 4 热交换器一角的放大的透视图，部分构件除去以示出两个壁和一根柱子之间的接头，

图 6 是图 1 的热交换器的下壁、水池和部分柱子的透视图，

图 7 是图 1 和 6 热交换器的下壁、水池和部分柱子的透视图，部分下壁除去以示出水池，

图 8 是图 1~3 的热交换器中所用的填充支架的透视图，

图 9 是图 1~3 的蒸发热交换器中使用的部分蒸发液配置系统的加液箱和喷射支管的透视图，

图 10 是一个支撑结构的部分透视图，支撑结构用于支撑图 1~3

中蒸发热交换器使用的蒸发液配置系统的喷射支管，

图 11 是图 1~3 加热交换器的一个壁和一根柱子之间的接头的立面图，示出了该部分的壁板，

图 12 是图 1~3 热交换器壁的壁板的剖视图，

图 12A 是部分除去的立面图，它示出图 1~3 热交换器和一个壁和两根柱子的内侧，以表示壁板安装面的位置，

图 13 是图 1~3 蒸发热交换器的水池地板的剖视图，

图 14 是部分除去的图 1~3 中冷却塔的水池边块和地板的部分透视图，

图 15 是图 14 的边块的端视图，

图 16 是图 1~3 冷却塔的水池、部分除去的龙骨块和两个地板段的部分透视图，

图 17 是图 16 龙骨块的端视图，

图 18 是另一刚性热交换器的上壁和柱子的部分透视图，部分零件除去，它示出了具有辅助梁的柱子和壁板，

图 19 是具有图 18 刚性热交换器的辅助梁的安装件的透视图，

图 20 是具有图 18 刚性热交换器的辅助梁的另一安装件的透视图，

图 21 是刚性热交换器另一壁板的端视图，

图 22 是蒸发热交换器下部的立视图，其中一个下壁除去，示出了另一水池设计，

图 23 是一热交换一部分另一柱子设计的透视图，在柱子上的前方位置具有部分的两个壁板，

图 24 是热交换器的另一柱子设计的部分透视图，一个壁板定位在柱子上，另一壁板位于柱子的前方，

图 25 是热交换器的部分另一柱子设计和部分另一壁板设计的透视图，

图 26 是热交换器的部分另一柱子设计和部分两个另外壁板设计的透视图，

图 27 是热交换器的部分另一柱子设计和部分另一壁板设计的透

视图，

图 28 是另一热交换器结构的一部分的透视图。

具有本发明特征的第一个蒸发热交换器 10 如图 1~2 所示。图 3 也示出了具有本发明特征的刚性蒸发热交换器 11，其中同样的零件采用相同的参照数字表示。

虽然下面是参照冷却塔来描述本发明的，应该看到，本发明的原理还能用于其它类型的热交换器，例如用本发明的原理可以制造冷凝器。权利要求中用到的术语“热交换器”应该理解为包括冷却塔、冷凝器和任何其它的类似结构。应该看到，本发明的原理还可用于产生其它的刚性结构。

正如图 2 所示，设热交换器或冷却塔 10 包括多个结构件 12。该结构件由纤维增强树脂材料制成，它包括柱子 14 和壁 16。柱子 14 是垂直的，相互隔开的，在第一个实施例中，四根柱子放置成限定一个大致为方形的足迹。每个壁延伸在成对相邻的立柱 14 之间。在图示的实施例中，立柱 14 的周围有四个壁 16。应该看到，图示的冷却塔的形状仅作说明用，冷却塔可加上柱子和壁来形成其它的构形，如八角形等。

该热交换器或冷却塔 10 还包括在冷却塔内配置蒸发液的蒸发液配置系统 18，塔内的热交换介质 20 放置成接收来自蒸发液配置系统 18 的蒸发液，一个水池 22 用以接收来自热交换介质 20 的蒸发液。图示的冷却塔还包括进气口 24、风扇 26 和驱动风扇的马达 28。风扇 26 封闭在风扇罩 30 内，风扇罩 30 是冷却塔 10 的整个顶板 32 的一部分。

图示冷却塔的每根立柱是中空的。在第一个实施例中，柱子长约 210cm，当然也可以是其它长度。例如图 3 所示的大冷却塔的立柱可以做成长 250cm。每根柱子做成其外围尺寸为 76mm×76mm 的方形。图示柱子具有约 6mm 厚的侧壁。应该看到，上述设定的尺寸仅作说明用，本发明不仅限于任何柱子的长度和宽度以及任何特殊的侧壁厚度。

图示实施例中的所有柱子 14 均用拉挤的纤维增强树脂制成。增强

纤维可以是玻璃，当然，不是玻璃的其它增强纤维也可使用，它们也在本发明的范围内。增强纤维最好包括延伸到柱子长度的长线。该柱子还可包括各种编织的纤维材料。增强纤维的组合最好安置成能产生柱子要求的性能的多层结构。这里所用的“纤维”和“纤维增强树脂材料”要指的是具有玻璃或其它纤维的树脂材料，所包括的纤维是连续长丝、连续长丝网、编织的网、无纺网和连续纤维粗纱的组合、包括纺成的纱线、直的纱线及宜用于拉挤的其它形式的增强纤维。

该柱子 14 可用传统的拉挤技术生产。拉挤法是一种使用聚酯、乙烯基酯或其它热固性树脂的连续成形加工方法，增强材料被拉过树脂槽，树脂沉浸后的增强材料再拉过加热的钢模。增强/树脂层在由拉挤机拉动时固化成模腔形状。树脂可以是一般的塑料或树脂材料，如聚酯树脂，术语“树脂”宜包括所有的这类普通基材及后形成的基材。柱子可用防火材料制成。市场上可买到的管子可用作柱子，管子至少应具有两个具有足够平面区域的平的外表面，用以与塔的壁连接，这一点后面将详细描述。应该看到，柱子也可采用其它结构，例如，柱子可具有带角度的或三角或八角形的截面。在图 23~27 中示出了一些替换的柱子设计。

为柱子 14 所选的材料应具有必须满足冷却塔设计规范的特性。通常，当柱子 14 按如下所述胶接到壁 16 上时，就产生了一个刚性结构，柱子 14 具有的翘曲或弯曲长度为 0。当胶接到柱子 14 上时，壁 16 增强了柱子 14，壁 16 和胶接接头为柱 14 提供了刚度，柱 14 不会翘曲或弯曲，该刚性结构可具有板式支撑结构的特征。

在图示的实施例中，柱子以等间隔隔开。第一冷却塔 10 的外部尺寸约为 150cm。应该看到，冷却塔可具有不同的尺寸和形状，如大型冷却塔具有方形底面，外部尺寸约为 340cm。

柱子 14 具有四个面，这些面在附图中示为 34，它们提供了四个安装面。在图 2~7、11~13 和 18 的实施例中，每根柱子的两个相邻的外侧面用以作为安装两个壁的安装面。在这些实施例中，每根柱子的安装面具有的宽度大致延伸到整个柱子的一个尺寸、亦即每个安装

面的宽度约与柱子每个面的宽度相同。因此，柱子的每个面大致的整个宽度提供了柱子的安装面。

每个壁 16 延伸在两个柱子 14 之间，它包括一对间隔开的平行的边缘 36，边缘 36 基本上是垂直的，每个壁包括沿垂直边缘的安装面 38。沿壁一个边缘的安装面 38 和柱子的至少一部分的安装面 34 和两个面对的安装面之间的胶接材料呈面对面关系。胶层如图 11 和 21 的 40 所示。面对面的安装面 34、38 和胶接材料 40 构成一个接头 42：第一个接头 42 至少包括一个柱子 14 的安装面 34 的一部分、一个壁 16 的安装面 38 和胶接材料，安装面 34 和 38 呈面对面关系，胶接材料 40 在它们之间，第二接头至少包括第二柱 14 安装面 34 的一部分，同一个壁的相对的安装面 38 和胶接材料 40，两个安装面呈面对面关系，胶接材料 40 在它们之间。采用四根柱子和四个壁，就形成八个同样的接头，在附图中示为 42。在图示的实施例中，壁 16 和接头 42 从柱子 14 的顶部 44 朝下延伸。每个接头 42 沿着每根柱的整个部分长度延伸。在图示的实施例中，每个接头伸展长度超过每个柱子 14 长度的一半：对小型冷却塔而言，每个接头延伸 135cm，柱子的总长度是 210cm，对大型冷却塔而言，每个接头延伸约 140cm，柱子的总长度约为 250cm。每个接头 42 还沿着每个壁的两个垂直边缘的总长延伸，每个壁 16 的每个安装面至少覆盖每个柱子安装面 34 的一部分宽度。每个壁的安装面 38 最好覆盖每个柱子安装面 34 的整个宽度，因此，对宽度为 76mm 的柱子而言，图示实施例中的每个接头的面积是 106400mm^2 (1064cm^2)。这也是每个壁 16 上的每个安装面的面积和柱子上用作接头的安装面 34 的面积。

上述壁 16 安置在冷却塔进气口 24 的上方，形成图示冷却塔的上壁。图示的冷却塔还包括四个下壁 46，它们放在四个上壁 16 的下方。每个下壁 46 延伸在两根柱子 14 之间，并包括一对隔开的平行的边缘 48。边缘 48 基本是垂直的，每个下壁 46 包括延垂直边缘 48 的安装面 50。沿每个下壁 46 的每条边缘 48 的安装面 50 和至少部分柱子 14 的安装面 34 呈面对面关系，在两个面对的安装面之间具有胶接材料，图

11所示的上壁也以同样的方式连接,其中胶接材料代号为40。下壁和柱14的配合的安装面50、34形成8个同样的下接头51。在图示的实施例中,下壁和下接头51从柱子14的底52向上伸展。在图示的实施例中,每个下接头51沿着每个下壁46的整个垂直边缘朝上伸展约460mm。因此对宽度为76mm的柱子而言,图示实施例中每个下接头51的面积约为 35000mm^2 (350cm^2)。该面积还与每个下接头中的每个下壁安装面50和每个柱子安装面部分相对应。

考虑到每个柱子的上下接头,每个柱子的两个安装面整个长度的基本部分都被胶接而形成接头,不形成接头的那部分安装面仅是进气口24部分。

胶接材料基本覆盖了每个上接头42和下接头51的整个区域。该胶接材料应该在固化后是防水的、并能胶接柱子14的安装面34和上下壁16、46的安装面38、50。该胶接材料可以是如从乔治亚州Chamblee得到的Magnolia Plastics的“Magnobond 56 - K - A&B”或“Magnobond 62 A&B”环氧材料。Magnobond 56是一种高强度环氧树脂和改性的聚酰胺固化剂胶,它被设计成用于将纤维增强板胶到各种基材上。另外,也可采用异丁烯酸盐胶,如结构用和汽车用的异丁烯酸盐。可以预计,本发明还可用其它结构胶。例如采用薄片式结构胶也是符合要求的,所有这些和类似的产品均包含在术语“胶接材料”和“胶”的范围内。这里的胶和胶接材料均同样仅作为说明的目的,其它的胶接或胶接材料均可采用、并落入本发明的范围之内。

通常要求对胶接材料进行正常操作以确保有效的胶量。要求对柱子和壁的安装面进行表面处理:首先可用机械打磨器打磨两个表面、然后用如Methyl Ethyl Ketone(亦称“MEK”和Ethyl Methyl Ketone)的清洗溶剂擦净。然后将未固化的胶接材料加到每个接头的一个或两个安装面上,然后用平的刮抹刀抹开,未固化的胶接材料最好仅加到每个接头的一个配合安装面上,如上接头的上壁的安装面38和下接头51的下壁46的安装面50上。然后将配合安装面34、38和34、50压在一起,当压在一起时,整个配合安装面34、38和34、50的配合区

均应覆盖有胶接材料。

柱子 14 和壁 16 的配合安装面 34、38 和 34、50 在胶接材料固化以前必须保持与胶接材料 40 的密切接触。在图 2~7 和 18 的实施例中，机械紧固件 56 穿过壁 16、46 和柱子 14 的配合安装面 34、38 和 34、50，从而使它们在必要的表面上保持与胶接材料接触。一种优选的机械紧固件 56 是加压紧固件。合适的加压紧固件的例子是“AVDEL Monobolt”的 1/4 英寸直径的加压紧固件和“AVDEL Avinos”3/16 英寸直径的加压紧固件，两者均用不锈钢制成，两者均可从澳大利亚 New South Wales, Redalme 的 Tettronn Fastener 得到。这种加压紧固件操作方式类似于 POP 或暗铆钉，只是它们不在孔内膨胀而仅在孔的一侧膨胀。应该看到，这种加压紧固件同样仅作说明用，螺钉、螺帽和螺栓及铆钉均可采用。另外，应该看到，上述特殊牌子的加压紧固件也仅作说明用，同样也可采用其它牌子和类型的加压紧固件。

机械紧固件 56 在胶接材料固化以前用以支撑冷却塔的结构载荷和设计静载荷，而在胶接材料固化以后成为每个接头的一部分。因此冷却塔可在不具有固化的胶接材料的结构优点的情况建成，机械紧固件 56 也可用来提供配合安装面 34、38 和 34、50 之间的夹紧作用，从而确保胶接材料的均匀的厚度和覆盖面。

柱子和壁可以具有用作机械紧固件 56 的预钻的定位孔。采用定位孔可使配合的柱子和壁的结构件正确定位，并可获得柱子上的壁之间的合适的边缘间隙。

胶接材料固化以后，壁 16、46 和柱子 14 之间的接头就成为刚性的。这里使的“刚性接头”指的是构件连接的接头达到作为单个构件的设计静载和动载值。通常，在胶接材料固化后，柱子和壁的两个配合安装面 34、38 和 34、50 沿着固化的胶接材料 40 以同样的方式至少在高达设计载荷的应力上产生变形。下面要更详细描述试验表明：载荷下的损坏通常是一个构件的损坏，例如壁本身的分层和翘曲、尤其是壁本身而不是接头的损坏这可证明接头是刚性的。在这些试验中，接头上载荷引起的应力超过冷却塔使用中的预计载荷。

机械紧固件 56 的数量、间隔和位置可以随接头和其上的预计应力而变化。通常，由于机械紧固件保证两个配合安装面处于最佳间隔和胶接材料在无间隙的情况下适当接触，仅在关键接头上采用附加的机械紧固件。此外，在需要确保水密封的地方，可以要求采用附加的机械紧固件。

图示冷却塔的每个壁 16、46 包括至少一块板 60，该板 60 包括增强部分 62 和延伸在增强部分 62 之间的整体连接部分 64。在图 1-2 的实施例中，有三块板 60 形成每个上壁 16，一块板 60 形成每个下壁 46。每块板 60 具有一间隔开的垂直边缘 66，该边缘构成上、下壁 16、46 的垂直边缘 36、48。每块板 60 具有相同的结构，下面要描述的一块板 60 应被看成是用到所有壁板上的板。还应看到，虽然在图 1~2 的实施例中壁板 60 是相同的，但壁板相同不是必需的。不过采用相同的壁板可提高生产效率。应该看到较多或较少的壁板均可组合成一个壁。

在两个图示实施例的第一个中，每块壁板 60 具有两个增强部分 62 和两个连接部分 64，当然应该看到每块板可具有少量的或附加的增强或连接部分。如图所示，每个增强部分 62 和每个连接部分 64 越过该板水平延伸，从一个垂直边缘 66 伸到壁板的另一垂直边缘 66。每个壁 16、46 的安装面 38、50 沿板的两个边缘延伸，越过增强部分 62 和连接部分 64。安装面 38、50 沿板的每个边缘的整个垂直长度延伸，基本位于同样的板上。如上所述，每块板的安装面 38 或 50 与一个柱子的部分安装面 34 安置成面对面关系，胶接材料浮在柱子和板的安装面之间，将它们连在一起。正如图 11 和 12 所示，增强部分 62 和连接部分 64 可具有内表面 68，它们与板的安装面共面。

正如图 11~12 所示，板 60 的增强部分 62 可包括盒式梁。在图 2-7 和 11-12 的实施例中，每块板具有三个盒式梁：上盒梁 72、中盒梁 74 和下盒梁 76。每个盒梁是中空的，它具有基本垂直的内表面 68，基本垂直的外表面 78，上部不垂直的面 80 和下部不垂直的面 82。不垂直的面 80 和 82 可以是如图所示基本水平的。盒梁的内垂直面 68 构

成壁板 60 的盒梁部分的安装面 38、50。连接部分 64 包括上连接板 63，它延伸在中盒梁 74 和上盒梁 72 之间，还包括一下连接板 65，它延伸在中盒梁 74 和下盒梁 76 之间。每个上下连接板 63、65 包括基本平行的内、外面之间的刚性板材，每个面与盒梁的垂直内面共面，在附图中以同一参照数字 68 表示，每个连接板的外面是基本垂直的，附图中以 84 表示。连接板 63、65 的内面 68 构成板的连接板 63、65 的安装面。刚性的连接板和盒梁一起使盒梁的安装面 38、50 在中部盒梁 74 的上、下不垂直面 80、82 的上方和下方、下部盒梁 76 的上部不垂直面 80 的上方、和上部盒梁 72 的下部不垂直面 82 的下方延伸。因此，每块板可由带安装面的单板构成，该单板超过梁的上、下面 80、82，从而使梁和柱之间接头的接触面超过盒梁端部的面积。

在图 2-5 所示实施例的上壁 16 中，每个上壁包含的三块板通过将相邻的盒梁靠在一起而胶接在一起。正如图 11~12 所示，中部盒梁 74 的截面基本为长方形，而上、下部盒梁 72、76 的截面较小，基本为正方形。正如图 4 和 11 所示，顶板下盒梁 76 贴靠并胶接到中板的上盒梁 72 上，中板的下盒梁 76 贴靠并胶接到下板的上盒梁 72 上。胶接基本沿着贴靠盒梁的整个长度进行的，基本超过这些盒梁贴靠面 80、82 的整个宽度。胶接工作是采用上面描述过的胶接材料。涂布在盒梁的一个配合面上进行的。胶接材料通常示为图 11 中的 86。正如图 12 所示，盒梁 72、76 的贴靠并胶接的不垂直的面 80、82 具有互补的凸头 88 和凹口 90，它们在胶接材料固化前为盒梁作适当定位，相邻板的互补的贴靠面形成舌和槽的接头。相邻和贴靠的板的胶接的上、下梁 72、76 构成一复合梁，亦即两个胶接的梁基本起到一个大梁的作用。采用这种胶接在一起的三块板并将它们胶接到柱子上，在板和柱受到设计载荷时它们之间基本不会有相对移动。

在将梁 72、76 胶接并贴靠在一起时，其表面应如柱和壁之间胶接一样进行处理。不垂直面 80、82 应用砂纸或机械打磨器打磨、用溶剂清洁，然后加上未固化的胶接材料并涂布在不垂直面的一个上。这里所用的胶接材料可以与壁和柱子之间所用的一样。

壁板 60、包括盒梁 72、74、76 和连接部分 64 最好由拉挤整个结构的纤维增强树脂材料制成。长纤维应放置成沿增强和连接部分 62、64 水平延伸。编织的增强件在制造期间可放置在连接板 63、65 和盒梁 72、74、76 中，从而使盒梁 72、74、76 和连接板 63、65 之间的连接非常强、重量轻而且能节省成本。在柱子的情况下，纤维可包括玻璃纤维和一些其它替代物，树脂材料可包括聚酯类热固性树脂。另外，也可将单独成形的盒梁装到单独成形的板上，用胶接材料或通过采用附加纤维和树脂材料的单独的安置方法将它们胶接在一起，但这样做板的强度会降低，同时会增大重量和制造成本。

图 12 示出的示例性的拉挤壁板的整个高度、不连凸头 88 约为 460mm。每个上、下盒梁的每个开口的内部尺寸约为 $35 \times 35\text{mm}$ ，梁中的凹口 90 除外。中部梁 74 的开口的内部尺寸约为 $72 \times 35\text{mm}$ ，从内垂直面 68 到外垂直面 78 的每个盒梁的外部尺寸约为 40mm。每个连接板 63、65 的高度不连盒梁 72、74、76 上下连接部分的壁的厚度约 155mm，盒梁垂直外壁 92 的厚度约为 2mm，内壁 94 的厚度约为 2mm。中部盒梁 74 的上壁 96 和下壁 98 的端部朝与连接板 63、65 连接的接头 100 稍有张开，在图 11-12 的实施例 中，上、下面 80、82 与水平面形成约 3° 角。同样，下梁 76 的上壁 96 和上梁 72 的下壁 98 也朝与连接板 63、65 连接的接头 100 稍有张开，这样上梁 72 的下表面 82 和下梁 76 的上表面 80 每个均与水平面构成约 3° 角。在拉挤期间，所有接头 100 均用附加的纤维增强，每个增强的接头 100 均伸入连接板 63、65 约 10mm。在接头之间的连接板 63、65 的厚度约为 2.75mm。具有凸头 88 的上盒梁的上壁厚度约为 3mm，凸头 88 本身厚 3mm。带有凹口 90 的下盒梁 76 的下壁除凹口 90 处外的厚度为 3mm。上盒梁 72 的上表面 80 和下盒梁 76 的上表面 82 除凸头和凹口外基本是水平的，这样为胶接材料提供配合面。应该看到，上述尺寸和角度仅作说明用，本发明不局限于任何特殊的尺寸或角度。

正如图 1-7 所示，在柱子 14 上的盒梁 72、74、76 的端部 106 的外垂直壁 92 可以做成斜角，从而在建造冷却塔时简化加压紧固件 56

的放置。然而，盒梁的外垂直壁 92 做成斜角不是必须的，它可以在壁的全水平尺寸上延伸。对于这种结构，在梁的端部必须使用较长的机械紧固件穿过梁的中空部分的空间。

图 21 示出了另一种壁板结构。正如图 21 所示，壁板的增强部分 62 可包括从平板 110 朝外延伸的 L 形或 Z 形角材或肋条 108。肋条可与平板制成整体、或采用同样的胶接材料和上述胶接方法、用图 21 中的 220 所示的加压紧固件胶接到板上。

图示实施例中的每个下壁 46 包括在每结构四侧的单块壁板。在图示的实施例中，每个下壁 46 的每块板均具有如上壁 16 一样的增强部分 62 和连接部分 64。应该看到，上、下壁板不必相同，构成一个壁的板可以与构成另一壁的板不同。

图 1-3 示出的冷却塔是对流型的冷却塔，上、下壁 16、46 隔开以形成进气口 24，进气口位于上、下壁之间的冷却塔的所有侧壁上。在第一个图示的实施例中，进气口约 30cm 高，对于图 3 所示的大型冷却塔来说可做得比较大，比如做成 65cm。应该看到，这些尺寸仅作说明之用，本发明不限于任何特殊的尺寸。另外，尽管图 1-3 所示的为对流型冷却塔，本发明的原理还可用于交叉流动型设计。

图示冷却塔由蒸发液配置系统 18 包括多个喷射支管支撑件 120，喷射支管 122、喷嘴 124、输送盒 126 和供给管线。图 2-3 中的 125 所示的供给管线将输送盒 126 连到蒸发液源上。输送盒 126 基本沿冷却塔一个上壁 16 的长度延伸，它最好由不锈钢制成，可以用胶接材料或机械紧固件直接装到冷却塔的壁上、或用其它方便的方式、如安装在壁 16 上的支架支撑。输送盒 126 具有多个沿壁 132 隔开、朝向冷却塔内部的孔 130。

正如图 9 所示，蒸发液配置系统 18 内每个喷射支管 122 通过一个输送盒孔 130 送到输送盒 126。喷射支管 122 从输送盒 126 垂直朝外延伸，朝向冷却塔的相对的壁，喷射支管 122 的端部用端盖 133 封闭。每个喷射支管 122 具有多个间隔开的朝下的喷嘴 124，在图示的实施例中，喷射支管 122 用 3 或 4 英寸直径的 PVC 压力管制成，当然应该

看到，也可采用其它材料和尺寸。

每个喷射支管 122 还穿过两喷射支管支撑件 120，每个喷射支管支撑件的结构相同，以后仅描述一个，应该看到，该描述适用于所有的喷射支管支撑件。每个喷射支管支撑件 120 最好用不锈钢制成，它具有如图 10 的 134 所示的封闭端。正如图 10 所示，喷射支管支撑件 120 具有顶面 136，它越过支撑件和沿支撑长度隔开的开口 138。图示实施例的每个开口 138 由一长方形开口构成。一根喷射支管 122 穿过每个开口 138，并支撑在开口内。喷射支管支撑件 120 可用长金属板制成，其顶部边缘折迭以形成顶面 136，在板上三侧切割并沿第四侧边缘折迭，以形成支撑喷射支管的每个开口的边缘 140。端部可沿垂直边缘折迭并具有接纳机械紧固件的孔，用以将支撑件的端部与冷却塔的一个壁相连。该端部可采用壁和柱子之间连接时用的同样的环氧树脂或其它胶接材料连到冷却塔的壁上。该喷射支撑件还可用机械紧固件支撑而不用胶接。在图示的实施例中，每个塔具有两个喷射支撑件，每 5 英尺一个支撑件，一端伸出 1 英尺，每个喷射支管的另一端由输送盒 126 支撑。喷射支撑件的间隔和数量仅作说明用，本发明不仅限于图示的实施例。

喷射支撑件的顶面 136 用作冷却塔的漂移消除器的支撑，在图 2 和 3 中漂移消除器示作 142。该漂移消除器 142 可包括一先有技术的标准组件，如形成曲折通路的带角度的槽的层或间隔开的翼面形风道，从而允许气流向上穿过漂移消除器，但能阻止水流。

在图示的实施例中，来自外部热交换系统、如发电厂、加工厂或空调系统的热水类的热液体通过供给管、如图 2-3 的 125 所示送到输送盒 126。从输送盒 126 到喷射支管 122 的热液流流到喷嘴 124，在热交换介质 20 的上方喷射。然后喷出的液体落在蒸发液配置系统 18 下方的热交换介质 20 上、滴过或流过热交换介质 20。蒸发液在热交换介质中接触相对流过的气流而受到冷却。如果热交换材料包括一管组，蒸发液还可与管子内携带的加工流体进行非直接的热交换。

图示冷却塔的热交换介质 20 包括填充材料。该填充材料可包括如

PVC制的轻重量的填料。在图示的实施例中，多个通常折迭的PVC的垂直的板块用作填充材料。可采用市场上买到的填充材料，也可使用其它材料，例如防溅板或其它材料可用作热交换介质，可以采用开孔的粘土瓦及开孔的PVC材料。如果冷却塔用作间接热交换器，或如果该结构用作一冷凝器，热交换介质还可包括一盘管系统。上述热交换材料仅作说明用，本发明不限于任何特殊的热传导材料。另外，如上所述，本发明不仅限于冷却塔，还可用作如蒸发冷凝器类的其它热交换器。

图示实施例的填充材料支撑在一对填充支撑件150上，两个填充支撑件是基本相同的，仅描述其中之一，应该看到该描述也可用于另一填充支撑件。正如图8所示，每个填充支撑件150包括一个细长沟道152和两个垂直板条154。沟道152足够长从而使填充支撑件能跨过塔的一个尺寸，即从一个上壁到相对的上壁。在图示的实施例中，沟道152在其端部连到垂直板条154上。沟道和垂直板条均用不锈钢制成，并焊接在一起。沟道152的腿面朝下用于排水和增大强度，并从一个板条伸到另一板条。板条154包括平板，平板上有孔，用以接纳机械紧固件。每个板条安装在一个壁上。用未固化的胶接材料加到板条的一个面上，将板条放置成靠近壁板的内表面，插入机械紧固件，最好加压紧固件，使它们穿过板条和壁。胶接材料可采用和制造壁板及柱子接头所用的同样的环氧树脂。在环氧树脂固化时，加压紧固件夹住壁和板条，并在环氧树脂固化，在填充支撑件和壁之间提供刚性连接之前，提供足够的结构强度以支撑填充支撑件和填充件的重量。通常填充支撑件可间隔约5英尺，PVC填充材料凸出2英尺。填充支撑件的数量和间隔仅作说明用，本发明不仅限于图示的填充支撑系统。

冷却后的蒸发液从热传导介质20滴入冷却塔进气口下方的水池22中。然后冷却的蒸发液可流过图6和22中的161所示的出口、被泵送或抽吸、通过蒸发液配置系统18或通过热交换系统进行再循环。

正如图2-3和6-7所示，第一示出的水池具有两个地板部分160，

它们朝中部较低区 162 倾斜。在图 2-3 和 6-7 的实施例中, 较低区 162 包括倾斜地板部分 160 的 V 形接头。水池 22 中冷却后的蒸发液中的固体或灰尘将聚集在较低区域或点 162。这些固体或灰尘可用图 2-3、6-7 和 22 中 163 所示的抽吸装置除掉。

图示实施例的每个倾斜地板部分 160 由图 6-7 中的代号 164 和 166 的三块地板构成。按照水池的尺寸大小, 一块和多块地板 164 可与壁板 60 具有同样的结构, 它们具有三个增强部分 62 和与其连接的部分 64, 采用拉挤法制成。另两块地板每块均具有相同的结构, 同样也用拉挤法制成。这些地板 166 的每块具有四个盒梁增强部分 168, 它们由三个连接部分 170 连接。这两块地板 166 是相同的, 故仅描述其中一块, 应该看到, 该描述也可用于两块中的另一块地板。

地板 166 的样品如图 13 所示。正如图 13 所示, 四个盒梁增强部分 168 是中空的, 其内部尺寸约为 $35\text{mm} \times 35\text{mm}$ 。两块板的连接部分 170 是刚性的, 每个连接部分的厚度约 3mm 。连接部分 170 的盒梁的外壁朝外稍有扩张, 盒梁和连接部分的壁之间的接头 172 处稍厚一些, 以增强盒梁和连接部分的连接。这个扩张和增厚区在制造时可用与连接部分和梁的同样的编织增强材料制成。这就使得梁部分和连接部分之间的连接非常强、重量轻和成本低。应该看到, 上述尺寸仅作参考, 本发明不仅限于任何特殊的尺寸。

这些地板 166 的盒梁增强部分 168 可具有互补的凹口 174 和凸头 176, 它们与壁板 60 上的一样。壁的尺寸和角度可类似于上述壁板 60。正如从图 12 和 13 看出的, 图 13 的地板高度大于图 12 的地板高度, 采用这两种板的各种组合将可改变水池的宽度。应该看到, 可以使每个地板部分 160 采用一种类型的板, 如图 12 所示类型或图 13 所示类型, 根据水池所要求的尺寸不同也可采用这些类型的板的各种组合。

不管为每种地板部分 160 采用那种类型的板或其组合, 所有的地板最好用胶接材料在贴靠的梁表面之间胶接在一起。在图 6-7 的 178 所示的板之间应使用足够的胶接材料以封住接头或梁, 从而使地板 160 能防水。凸头和凹口 176、174 或 88、90 为板提供了精确的连接。

相贴靠的板之间的连接最好用在冷却塔的其它连接中使用的相同的环氧树脂、采用同样的表面处理方法来胶接，应使用足够的胶接材料，从而使板之间的接头密封防漏。

在图 6-7 的实施例中，两块地板部分 160 用如图 16 所示的长龙骨 180 连接。正如图 17 所示，龙骨 180 包括带角度的上壁 182 和带角度的下壁 184，它们由直的垂直壁 186 连在一起。在图 2-3、6-7 和 16 示出的实施例中，沿直的中部壁 186 的龙骨的中部的两个上壁 182 的交线 187 是水平的，它构成了收集水的较低点 162，倾斜的上、下壁 182、184 形成地板部分 160 的倾斜角。在图示的实施例中，上、下龙骨壁 182、184 均与水平面倾斜 10° ，龙骨壁 182、184 均从垂直的中部壁 186 上向上倾斜。正如图 16 所示，一块地板部分 160 接纳在上、下龙骨壁 182、184 之间直的中部龙骨壁 186 的一侧上，而另一块地板部分 160 接纳在上、下龙骨壁 182、184 的直的龙骨壁 186 的另一侧上。上、下龙骨壁 182、184 的内表面之间的距离大到足以容纳地板部分的盒梁，在图示的实施例中约为 40mm。地板 160 和龙骨 180 之间的连接最好采用与其它接头用的相同的环氧树脂。应使用足够的胶接材料，从而使龙骨和地板之间的接头能密封防漏。表面处理可以与其它胶接接头的一样。

水池 22 还包括沿每块地板部分 160 的相对的尺寸的长的边块 190。正如图 14-15 所示，每个边块 190 包括上、下壁 192、194，它们由侧壁 196 连接。每个上、下壁 192、194 与水平面构成约 10° 角，侧壁 196 是基本垂直的。与龙骨 180 相对的地板的一个边缘接纳在边块 190 的上、下壁 192、194 之间。地板的顶面配靠着上壁 192 的内面，盒梁 168 的相对的面配靠着下壁 194 的内面，在这些表面之间具有胶接材料。胶接材料可采用与其它接头相同的材料，并最好采用足够的量从而产生一个防水接头。表面处理可与其它胶接接头相同。

正如图 6-7 所示，每个边块 190 贴靠冷却塔的一个下壁。在垂直侧壁 196 和下壁 46 的内表面 68 之间的连接处最好具有胶接材料，材料量能足以产生一个防水接头。在边块 190 和柱子 14 的接头上也是类

似的防水接头。可采用加压紧固件使地板组件和冷却塔下壁之间开始连接，从而确保放置胶接材料的合适的间隙。

每个地板部分 160 端部地板的边缘还可胶接到相邻的下壁 46 上，沿图 6-7 中的线 198 产生防水密封。对此密封来说可采用与其它接头相同的环氧树脂。可采用加压紧固件，表面处理也与其它胶接接头相同。

图示的边块 190 和龙骨 180 两者均由纤维增强树脂材料构成，最好是拉挤制成。

龙骨 180 的上壁 182 的交界处 187 可由一根线或一个面构成。交界处 187 可以是基本水平的，在此情况下，整个交界处构成水池的较低点 162。边块 190 的垂直壁 196 和顶壁 192 的交界处也可以是基本水平的，如图 6-7 和 14-15 的 197 所示。另外，地板部分 160 可以装成龙骨交界处 187 朝形成较低点 162 的一端的一个位置倾斜。抽吸口位于该位置上，边块 190 的交界处 197 也将平行于龙骨交界处 187 倾斜。龙骨还可具有其它的设计，例如两个上壁 182 可以是双倾斜的，不仅朝它们之间的交界处 187 倾斜，而且还朝上述单个位置的较低点倾斜。

在图 22 所示的水池的替换实施例中不具有龙骨。地板 164 沿着一个下壁 46 朝较低点 162 倾斜，较高点沿着相对的较低的壁 46。较低的由块 190 上的边块交界处 197 形成较低点 162。较低点 162 在边块 190 水平设置时是一条线，在边块 190 放置成朝一端倾斜时它可以是边块一端上的一个点。抽吸装置 163 和蒸发液出口 161 位于较低点 162。

图示的用于冷却塔的水池设计特别具有优越性。这种水池设计不仅允许地板倾斜，以利于来自热交换介质的冷却液排出，而且柱子仍支撑在一个平面上，如图 2-3 所示。另外，除了结构以传统方式成形或制造以外，本发明的水池用拉挤元件制成，它们均易于运输和现场组装。应该看到，虽然图示的水池设计是优越的，采用其它水池设计仍可具有冷却塔的其它特征，除权利要求中设定的以外，本发明不仅

限于一种特殊的水池。另外，图示的水池设计还可在其它热交换设计中发现其潜在的用途，除权利要求设定的以外，本发明不仅限于一种特殊的热交换器框架设计。

为了使液体到达水池之前进行冷却，图示的冷却塔采用风扇 26 将空气抽入上壁 16 和下壁 46 之间的进气口 24。引入的空气向上穿过热交换介质 20、继续向上穿过漂流消除器 142，到达风扇 26。风扇由罩 30 包围，罩的顶部敞开，作为向周围环境排放空气的出口。罩 30 可用以传统方式的纤维增强树脂材料制成，并组装在顶板 32 的顶上。风扇 26 是普通的螺旋桨叶型的，它安装在支撑架 200 的轴承组件固定的轴上。风扇轴由如带式驱动件的驱动机构 202 驱动，带式驱动件由马达 28 驱动。罩 30、顶板 32、风扇 26 和马达 28 可采用任何普通的设计。在图示的实施例中，顶板 32 和罩 30 包括四个成形的纤维增强部分，它们连接并支撑在四根柱子 14 的顶部 44 上。还可采用其它的结构，如顶板或罩可做成一块、两块、三块或多于四块，马达 28、轴承和轴组件 200 等机械设备在图示的实施例中由两个间隔的平行的水平构件 204(图 2-3 中示出一个)支撑，水平构件 204 上带有轴承和轴组件 200 的轴承支撑件和一个马达 28 的支撑件。水平构件 204 的端部穿过风扇罩 30 上的开口并座落在顶板 32 的凸起边沿上。

该冷却塔还可具有其它特征，例如象传统的一样，还可沿塔的一侧设一梯子(未示出)，以利于接近马达 28、风扇 26 和顶板 32。在一些情况下，还可要求提供一个进入冷却塔内部的入口门。为了提供这个入口门或提供顶板的附加支撑，冷却塔在柱子之间可包括一个或多个梁。正如图 18 所示，梁 210 可用安装件 212 连到柱 14 上，安装件 212 在梁 210 和柱 14 上方延伸并且与其它接头所用的同样的胶接材料胶接，在胶接材料固化之前同机械紧固件固定连接面，承受载荷。安装件 212 可以包括如图 19 所示的平板，或包括如图 20 所示的较为复杂的三维结构。安装件 212 可用如 212 标准不锈钢的不锈钢材料制成，也可用纤维增强树脂材料制成。若用纤维增强树脂材料，可采用长纤维而不是切短的纤维，纤维定向成在安装构件 212 胶接到柱 14 和梁

210 上时水平延伸。安装构件 212 可以预先钻有用作机械紧固件的孔 214。

壁板 60 和地板 164、166 可以拉挤成长条形式，然后按特殊冷却塔的设计切成需要的长度，然后再预钻加压紧固件的定位孔。为便于运输，构件采用一组易于拆卸的形式运输，在现场用胶接材料组装。组装工作如上所述，在接头处进行表面处理和加上未固化的胶接材料并插入加压紧固件。加压紧固件在胶接材料未固化以前将承受载荷。上述环氧树脂材料在 2-4 小时之内其强度通常可达 80%，在 28~48 小时内通常将达到最高强度。这些时间会随着特殊安装条件而变化。

在图 4-6 所示类型的柱子和壁之间的接头 42 和 51 上进行了试验。在这些壁中，增强肋 108 和连接部分 64 做成整体，如图 21 所示。在胶接材料固化以前用加压紧固件 220 将壁板固定到柱子上。加压紧固件 220 的数量从总数为 18 到 30 之间变化。在一个试验中，采用 30 个 4.8mm (1/16 英寸) 的铝铆钉来代替加压紧固件。壁宽为 300mm，高度为 1435mm。在两个试验中，壁胶接到两根 75mm 见方的中空截面的柱子上，每根的长度为 1390mm。沿方形柱子的每个面的接头的表面面积是 100435mm^2 。在第三个试验中，采用铝铆钉，壁胶接到两个具有 75mm 腿的长玻璃纤维角上。在第三个试验中，胶接接头的表面区域是 103320mm^2 。在第三个试验中角部比方形柱更软，在胶接前构成壁的面及有用砂纸打磨。在该试验中，一个方形柱或角部固定到试验机的支架上，方形柱或角部的底端座落在试验机支架的交叉构件上，另一方形柱或角部在其底端没有支撑，在它的顶端加载。另外试验结构不受约束，尽管在高载荷上出现一些弯曲和扭曲，壁上的主要载荷是垂直剪切载荷。在低速变形控制下加上增大的载荷，继续超过峰值载荷出现点，变形以垂直位移或作动器的变形测出。在第一和第二两个试验中，出现的破坏是增强肋 108 的分层、而不是与方形柱子胶接的接头破坏。主要试验的峰值载荷是 103KN，产生的垂直变形是 11mm，峰值载荷上在壁和外柱之间产生的平均剪切应力是 1.03MPa (149 磅/平方英寸)。在 58KN 时发现有小量的扭曲。第二个试验的峰值载荷是 83.4KN，

作动器变形是 12.5mm。峰值载荷时在壁和外柱之间的胶接接头上的平均剪切应力是 0.83MPa(120 磅/平方英寸)。在 70KN 时可见到扭曲和小量的分层。在 80KN 时在柱子的下端上的扭曲位移达 30mm。在 83.4KN 时的破坏处位于壁的底边缘上, 3 个下增强肋分层, 在同一个底角上还有一些壁与柱子的局部剥离。在第三个试验中, 在加载开始就出现很大的扭曲, 在没有任何一般破坏的情况下增加到很高的量级。峰值载荷是 36.3KN, 但破坏很小且大部分位于角部和壁的腿之间。在角部和壁之间的外胶接接头上的平均剪切应力在由板支撑的峰值载荷上是 0.35MPa(51 磅/平方英寸)。

已知的由风加在柱子和壁之间的接头上的典型的设计剪切载荷可在 1.0MPa 的量级, 由诸如地震之类的其它活动载荷加上的是 0.6MPa, 这些载荷还包括适当的安全系数, 这种柱子和壁之间的接头将可满足设计条件。另外, 具有整体拉挤的增强部分 62 和连接部分 64 和具有盒梁增强部分的优选的壁板将具有比试验壁板更高的强度, 从而具有较大的设计机动性。

应该看到, 这里使用的柱子不必是四侧封闭的结构。正如在权利要求中用到的, 柱子可包括一直立的角形件或直立的管道式构件。在图 23-27 中示出了其它的柱子设计的例子。正如图 23 所示, 每个柱子 14 可包括具有腿 232 之间管道的拉挤结构, 用以接纳壁板 60, 一个腿的内表面包括柱子安装面 34。可采用一个临时性的楔形件 234 在胶接材料固化前, 代替机械紧固件来固定安装面 34, 使之适当定位。柱子 14 可具有如图 24 所示的构成安装面 34 的凹口凸缘 236。柱子还可具有预成形的构成安装面 34 的槽 238, 或具有两个安装面, 从而如图 25 所示胶接到一个或两个壁板 60 的安装面 38、50 上。正如图 26 所示, 壁板 60 和柱子 14 可具有提高扭转强度的匹配的口 240 和凸件 242, 或柱子 14 和壁板 60 具有凹口 240、241, 一个长的抗剪和密封件 244 放置在凹口 240、241 中。如果柱子 14 采用如图 27 所示的角形构件, 壁板 60 可以胶接到角形构件的内侧面上, 即该内侧面用作柱子的一个安装面。因此, 柱子 14 的安装面可以是外侧面, 也可以是内

侧面。在每个图 23-27 的实施例中，胶接材料可以涂在配合面 34、38、50 之间以产生如上所述的刚性接头和刚性结构。也可采用如上所述的同样类型的机械紧固件和表面处理。

正如图 28 所示，热交换器可具有一个或多个位于角部柱子之间的附加的柱子。正如图 28 所示，每个中间的柱子可胶接到两块壁板 60 的端部。该中间的柱子还可胶接到从一个端部柱子到另一端部柱子延伸的单块连续的壁板上。

在已经描述并图示了本发明的特殊实施例时，显然对它们可作各种替换和修改，在不采用整个发明时可以使用本发明的部件。本专业技术人员将知道在图示的实施例中可进行某些改型。在所附的权利要求中力图覆盖所有这些修改和替换，而它们均落入本发明的真正的范围之内。

图 1

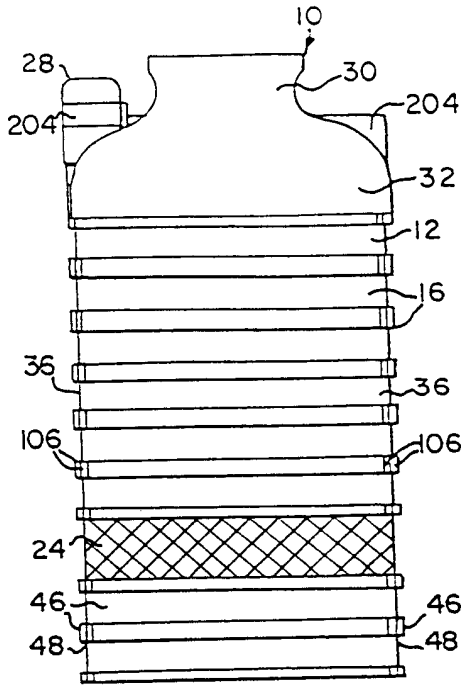


图 2

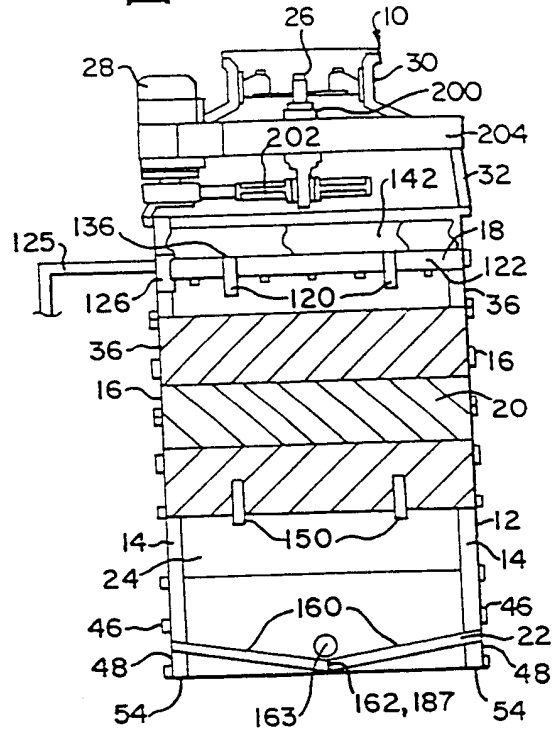


图 3

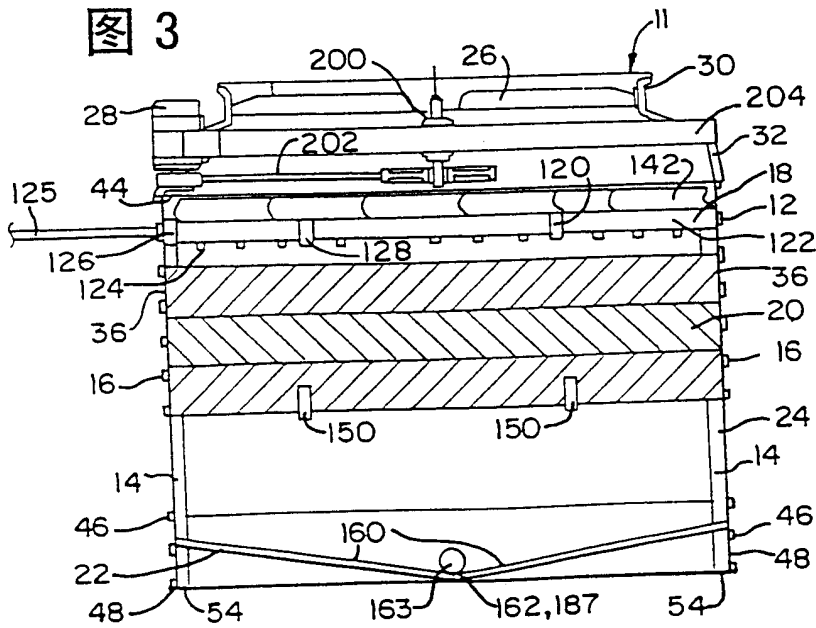


图 4

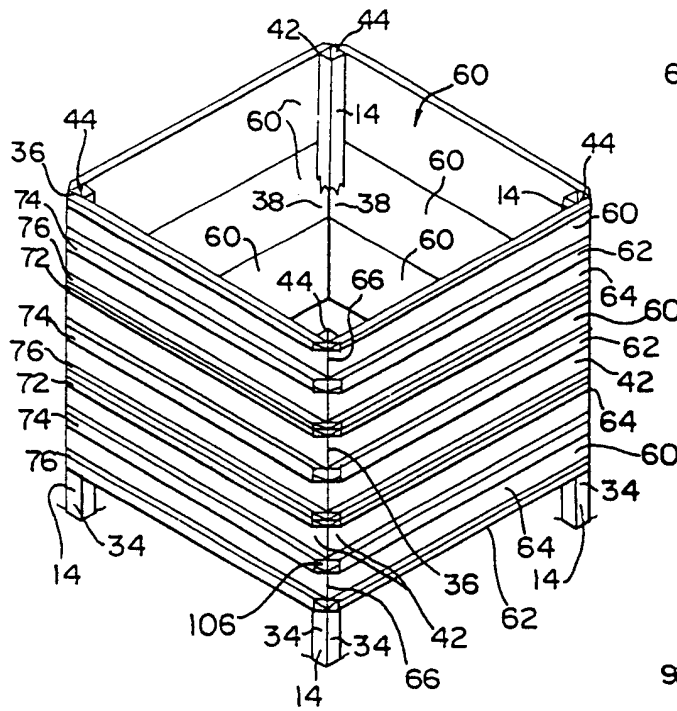


图 5

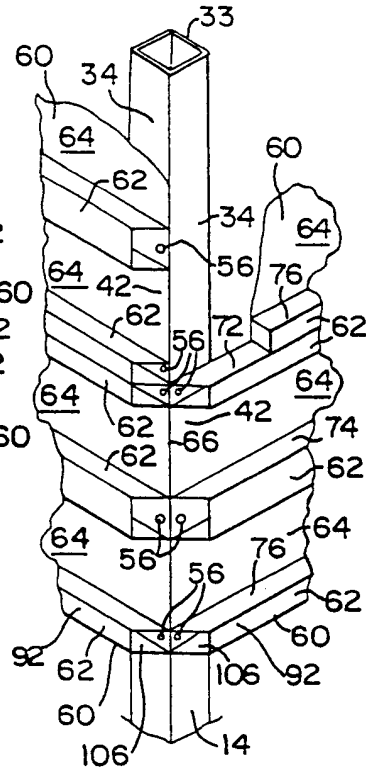


图 6

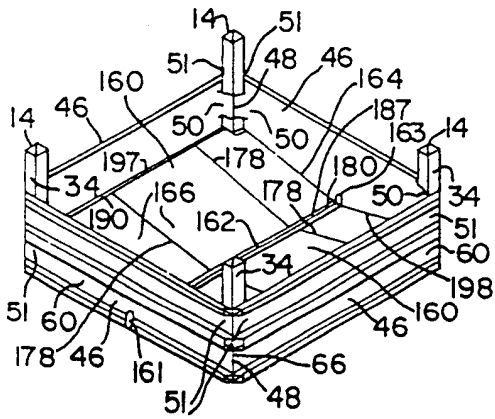
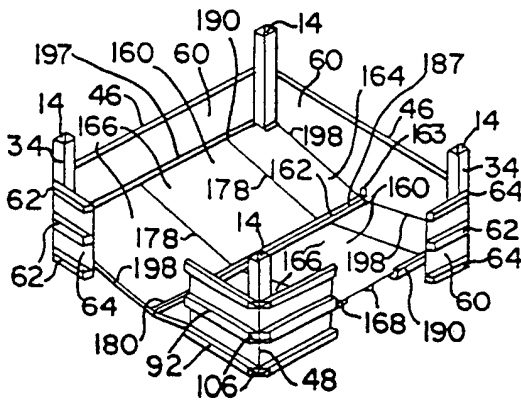


图 7



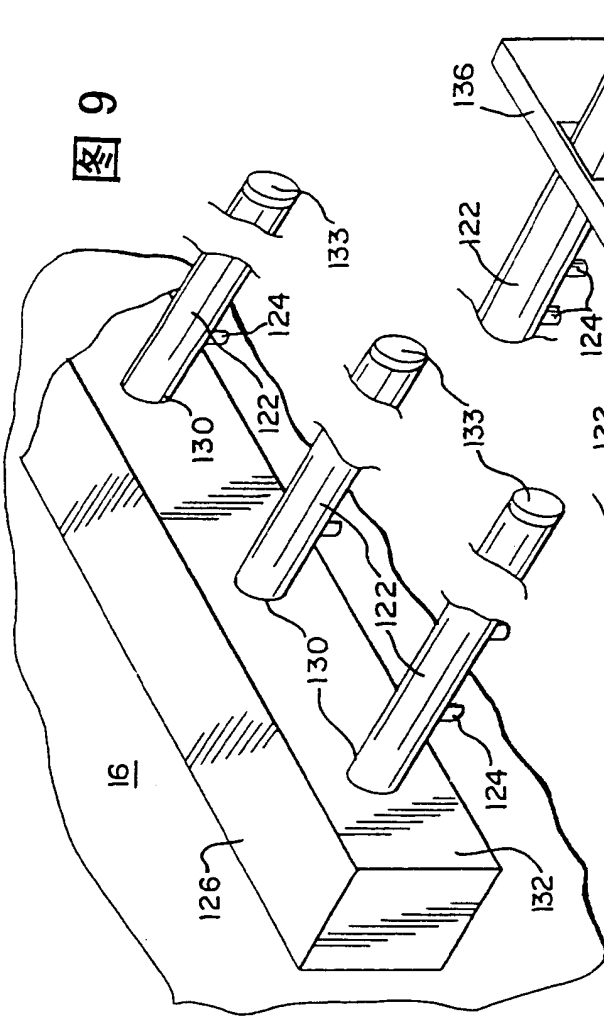


图 9

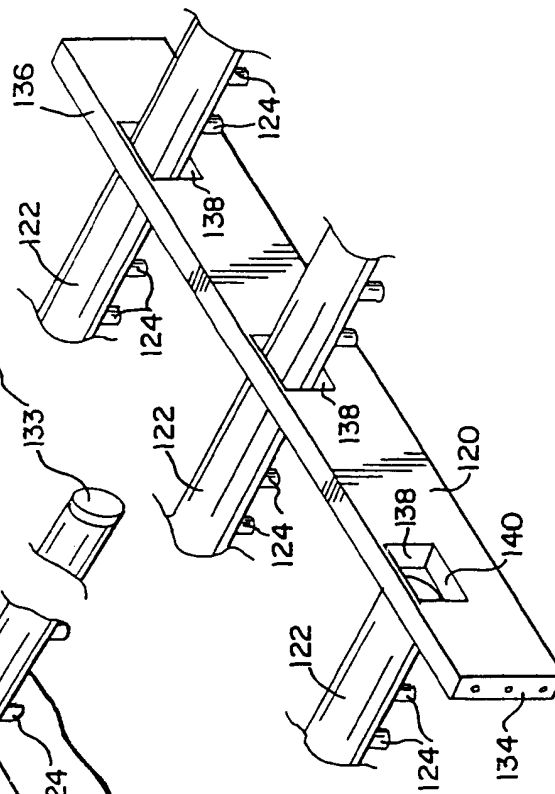


图 10

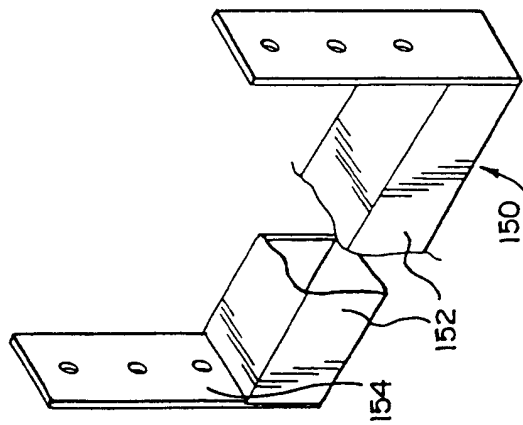


图 8

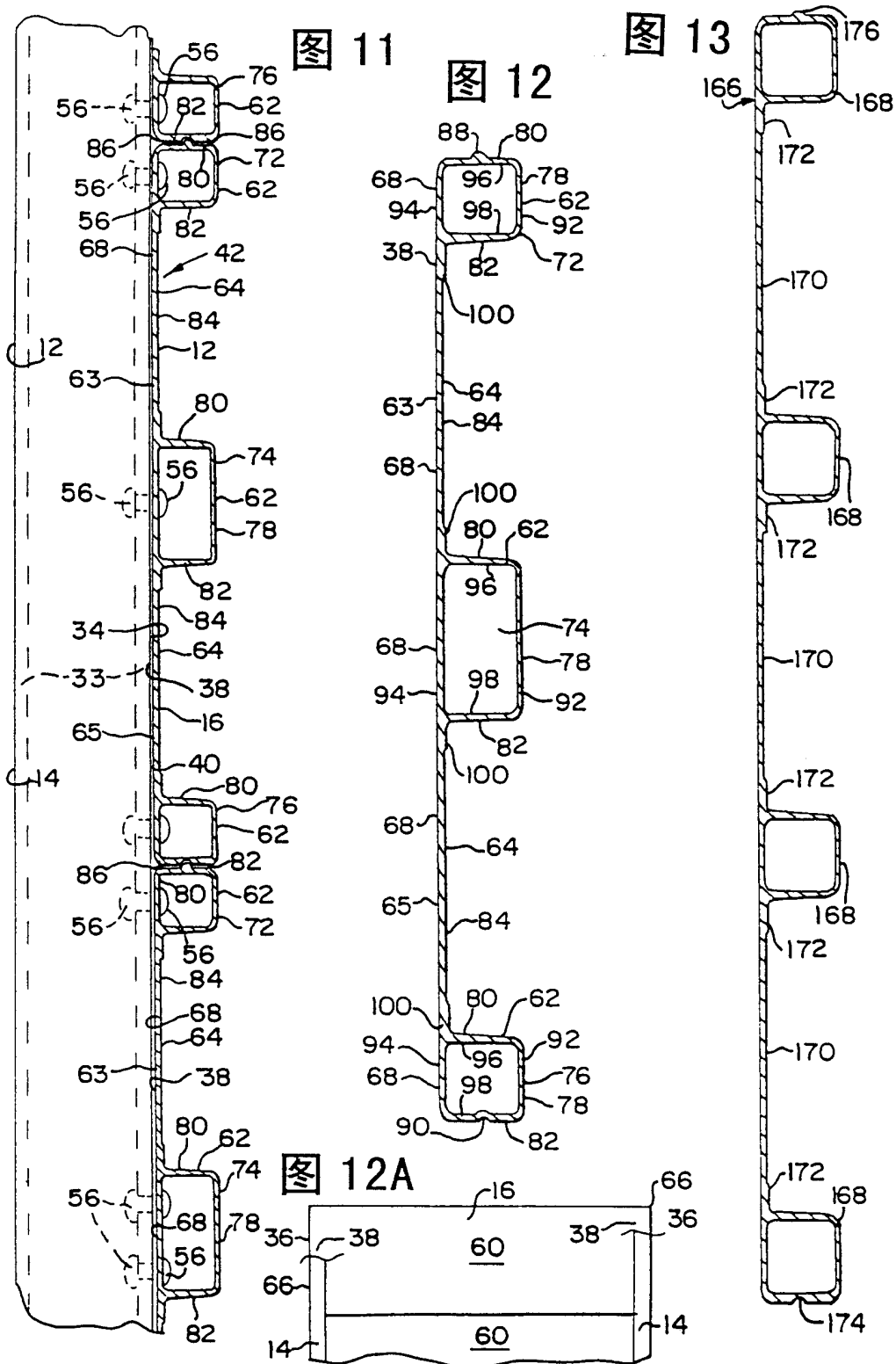


图 14

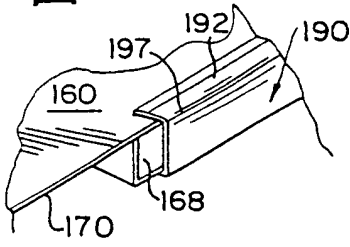


图 15

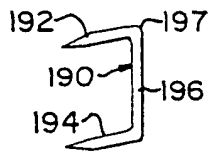


图 21

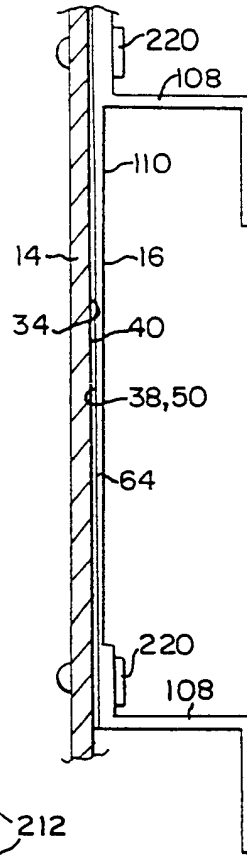


图 16

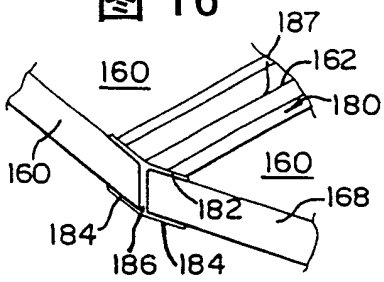


图 17

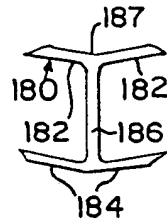


图 18

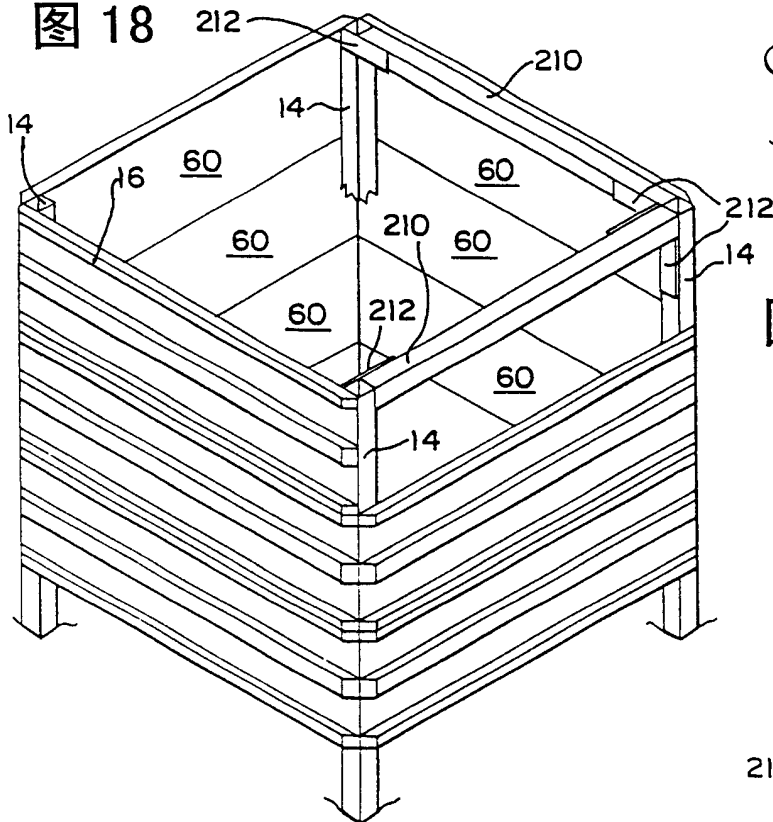


图 19

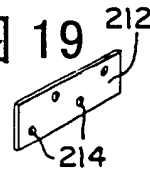
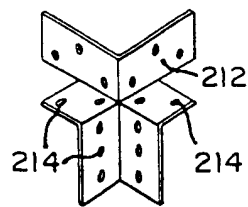


图 20



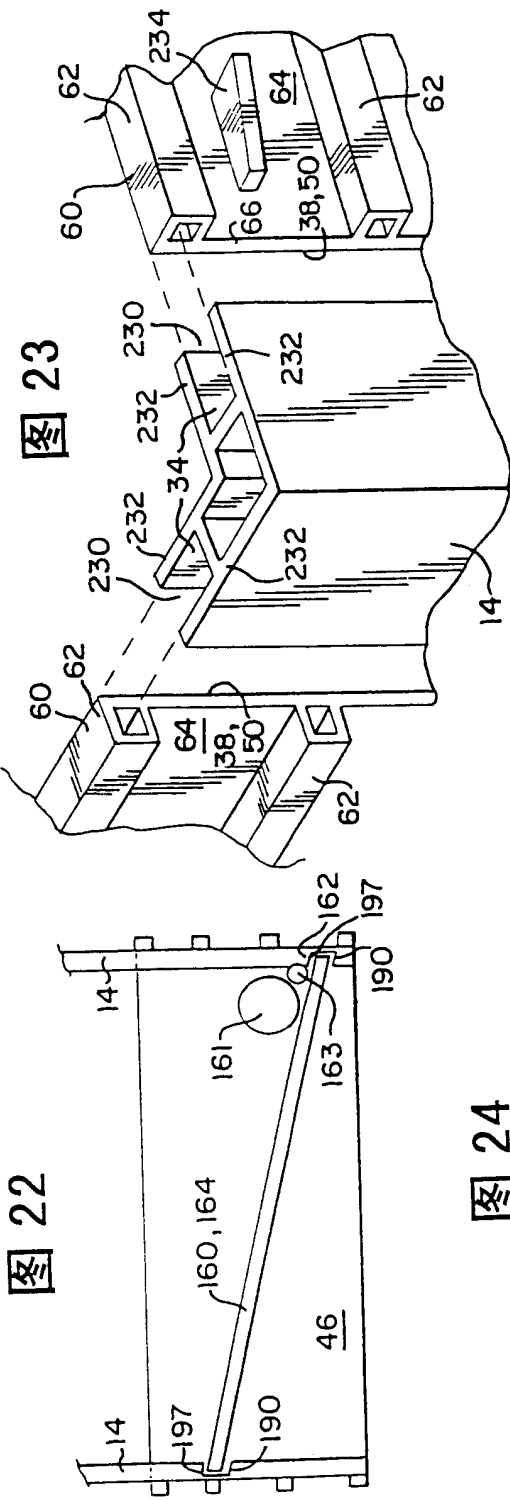


图 22

图 24

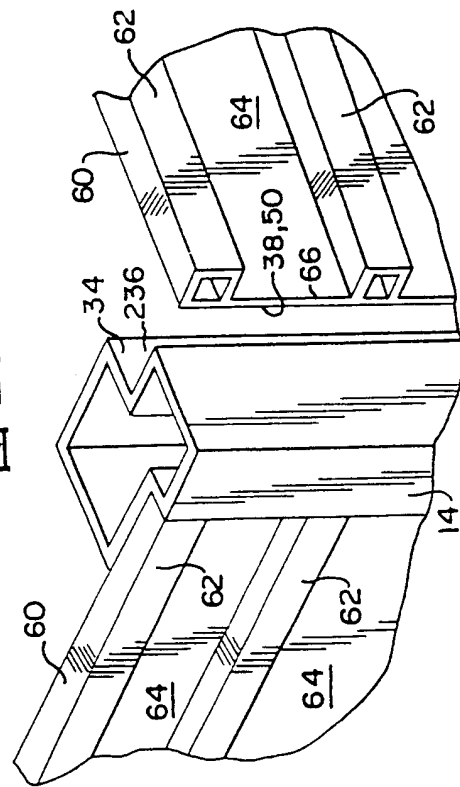


图 25

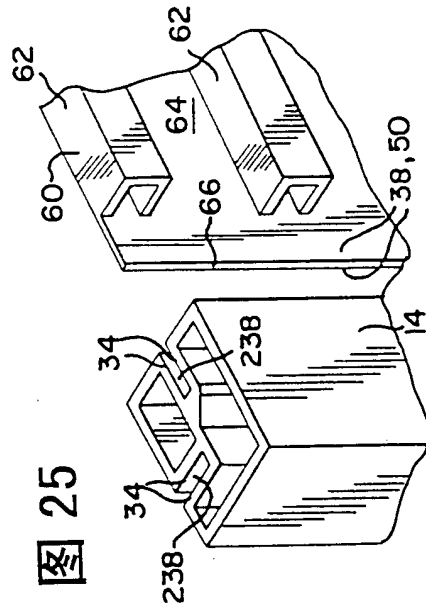


图 23

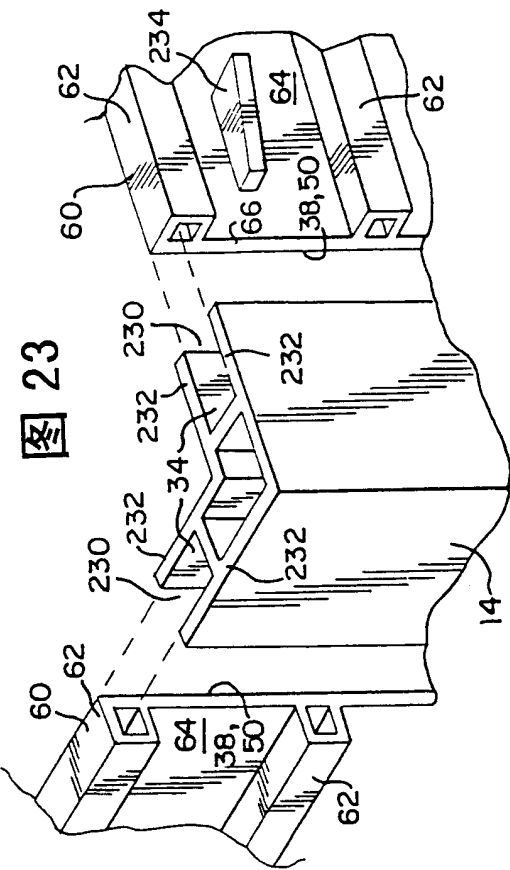


图 26

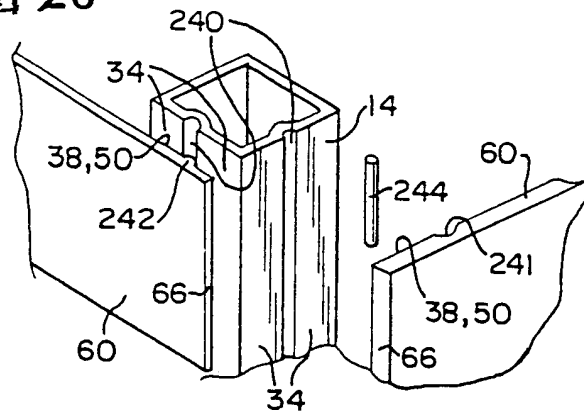


图 27

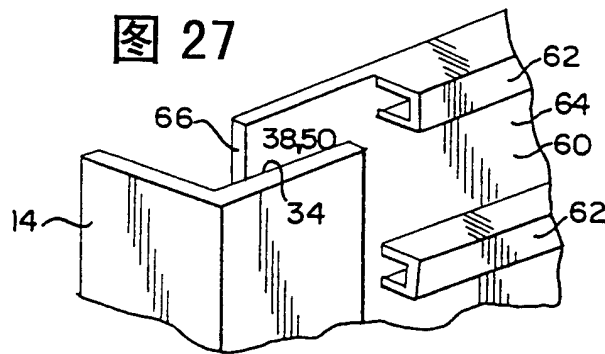


图 28

