

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780005177.9

[51] Int. Cl.

*E04C 3/07 (2006.01)*

*E04C 3/40 (2006.01)*

*E04B 7/02 (2006.01)*

[43] 公开日 2009年3月11日

[11] 公开号 CN 101384777A

[22] 申请日 2007.2.12

[21] 申请号 200780005177.9

[30] 优先权

[32] 2006.2.12 [33] IL [31] 173661

[86] 国际申请 PCT/IL2007/000194 2007.2.12

[87] 国际公布 WO2007/091274 英 2007.8.16

[85] 进入国家阶段日期 2008.8.12

[71] 申请人 拉姆·纳翁

地址 以色列阿奇瓦

[72] 发明人 拉姆·纳翁

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

代理人 党晓林 徐敏刚

权利要求书 3 页 说明书 22 页 附图 17 页

[54] 发明名称

模块化加强结构梁和连接件系统

[57] 摘要

一种模块化加强结构梁和连接件系统，该系统包括至少一个组合梁，该组合梁具有两个定向相反的三角形闭合头部和在所述两个闭合头部之间插设的横向延伸的腹板，每个所述梁包括两个单独的部件，所述两个部件布置成使得所述两个部件的对应头部彼此嵌套，并且所述两个部件的相邻元件互相稳定接触。多个连接件连接到所述组合梁中的一个和另一结构元件，并且与它们力传递接触。

1. 一种模块化加强结构梁和连接件系统，该系统包括：

a) 至少一个组合梁，该组合梁具有两个定向相反的三角形闭合头部和在所述两个闭合头部之间插设的横向延伸的腹板，每个所述梁包括两个单独的部件，所述两个部件布置成使得所述两个部件的对应头部彼此嵌套，并且所述两个部件的相邻元件互相稳定接触；以及

b) 多个连接件，所述连接件中的至少两个连接到所述组合梁中的一个和另一结构元件，并且与它们力传递接触。

2. 根据权利要求1所述的梁系统，其中，所述组合梁的每个部件包括第一头部、第二头部和插设在所述第一头部与第二头部之间的纵向布置的腹板部，所述第一头部和第二头部构造有对应的基本侧向布置的凸缘、从所述凸缘的第一侧端延伸到所述腹板部的倾斜元件、以及从所述凸缘的第一侧端延伸并且长度比所述倾斜元件明显短的倾斜唇部。

3. 根据权利要求2所述的梁系统，其中，三角形闭合头部的第一边分别包括所述两个组合梁部件的两个凸缘，第二边和第三边包括所述组合梁部件中的一个的倾斜元件和另一组合梁部件的唇部。

4. 根据权利要求3所述的梁系统，其中，相对于闭合头部的第二边和第三边，所述倾斜元件及其对应凸缘之间的角间距基本等于所述唇部元件及其对应凸缘之间的角间距。

5. 根据权利要求3所述的梁系统，其中，三角形闭合头部的相邻边角度隔开60度角。

6. 根据权利要求2所述的梁系统，其中，每个梁部件被冷轧。

7. 根据权利要求2所述的梁系统，该梁系统还包括用于将所述第一梁部件和第二梁部件的对应凸缘接合的装置，以用于防止所述梁部件中的一个的相对横向移动。

8. 根据权利要求7所述的梁系统，其中，所述凸缘接合装置是冷紧固件。

9. 根据权利要求2所述的梁系统，该梁系统还包括用于将所述第一

梁部件和第二梁部件的对应腹板部接合的装置。

10. 根据权利要求 9 所述的梁系统, 其中, 所述腹板接合装置是冷紧固件。

11. 根据权利要求 2 所述的梁系统, 其中, 所述第一头部的凸缘的侧向尺寸比所述第二凸缘部分的凸缘长。

12. 根据权利要求 11 所述的梁系统, 其中, 第一部件和第二部件相同, 所述第二部件的定向与所述第一部件相反, 使得所述第二部件的所述第一头部嵌套在所述第一部件的所述第二头部内, 所述第一部件的所述第一头部嵌套在所述第二部件的所述第二头部内。

13. 根据权利要求 2 所述的梁系统, 其中, 所述第一头部的凸缘的侧向尺寸与所述第二凸缘部分的凸缘相同。

14. 根据权利要求 13 所述的梁系统, 其中, 所述第二部件的所述第一头部嵌套在所述第一部件的所述第一头部内, 所述第二部件的所述第二头部嵌套在所述第一部件的所述第二头部内。

15. 根据权利要求 11 所述的梁系统, 其中, 所述第二部件的所述第一头部嵌套在所述第一部件的所述第一头部内, 所述第二部件的所述第二头部嵌套在所述第一部件的所述第二头部内。

16. 根据权利要求 1 所述的梁系统, 其中, 第一部件的头部的顶点通过在其中嵌套有所述第一部件头部的第二部件的头部加固。

17. 根据权利要求 16 所述的梁系统, 其中, 所述第一部件的倾斜元件与腹板部之间的接合部和所述第二部件的倾斜元件与腹板部之间的接合部在与对应凸缘平行的平面上共面。

18. 根据权利要求 2 所述的梁系统, 其中, 连接件通过能够与在该连接件和梁中钻出的对应对齐孔接合的冷紧固件连接到组合梁。

19. 根据权利要求 18 所述的梁系统, 其中, 所述连接件是通过冷紧固件现场连接的成品。

20. 根据权利要求 19 所述的梁系统, 其中, 所述连接件包括焊接在一起的多于一个的元件。

21. 根据权利要求 18 所述的梁系统, 其中, 连接件通过冷紧固件和

内部附接到所述梁的反应板插入件而连接到组合梁。

22. 根据权利要求 18 所述的梁系统, 其中, 连接件构造成具有选定的横向、纵向和侧向尺寸的套管, 并且适于完全围绕组合梁周长具有所述选定尺寸的一部分, 并与该部分互相稳定接触。

23. 根据权利要求 22 所述的梁系统, 其中, 所述套管包括焊接在一起的两个冷轧元件。

24. 根据权利要求 22 所述的梁系统, 其中, 所述套管包括单个元件, 该单个元件的两个相邻边缘焊接在一起。

25. 根据权利要求 22 所述的梁系统, 其中, 所述套管包括两个相邻的半套管, 它们分别连接到梁的两个侧向边。

26. 根据权利要求 19 所述的梁系统, 其中, 所述连接件仅构造有一个腹板。

27. 根据权利要求 26 所述的梁系统, 其中, 所述连接件的所述腹板明显比附接有所述连接件的所述梁的腹板短。

28. 根据权利要求 20 所述的梁系统, 其中, 所述连接件包括与梁的腹板或凸缘力传递接触的板。

29. 根据权利要求 28 所述的梁系统, 其中, 所述连接件包括两个角度隔开的板和在上述两个板之间延伸并相对于所述两个板倾斜的元件。

30. 根据权利要求 20 所述的梁系统, 其中, 所述连接件还包括至少一个肋。

31. 根据权利要求 20 所述的梁系统, 其中, 所述连接件构造为刚性连接。

## 模块化加强结构梁和连接件系统

### 技术领域

本发明涉及结构梁的领域。更具体地说，本发明涉及包括连接件的模块化加强结构梁系统，该系统基于具有三角形头部的新型轻质梁。

### 背景技术

在商业和住宅建筑中使用各种类型的结构梁，包括预制木桁架、层压木梁、钢筋混凝土梁和钢梁。钢是梁最常用的材料，这些梁构成为 I 形截面、H 形截面、C 形截面、Z 形截面和槽形截面。结构钢梁的各种构造最常见的是通过热轧或冷轧处理制造，并且通常产生对于给定承载能力而言相对较重的梁。

I 形梁由于它们相对较高的承载能力和惯性力矩而成为用于构造钢架梁所最常用的类型的结构梁。这些梁具有腹板和一对垂直于腹板并位于腹板相反边缘的凸缘，使得这些梁可单独或与多个梁结合使用，通常与适于连接两个以上的梁的多个元件一起使用，从而安全地支撑施加在其上的相当大的静载荷。由至少一个梁或柱构成、通常由多个梁或柱构成、以及由多个连接元件构成的组件在这里将称为“梁系统”。

I 形梁通过在将熔化的铁铸成坯段之后进行热轧处理而形成。输送至施工工地的大多数 I 形梁具有标准尺寸（例如 6 或 12m 的长度），并且进行额外的施工处理，使得它们定制于给定建筑工程的建筑规格和工程规格，所述施工处理包括：切削和焊接一个或多个腹板或者一个或多个凸缘以获得理想尺寸的梁，将连接元件焊接到梁上，使焊接的接合点光滑，对梁或梁系统进行涂漆和电镀，以及将梁或梁系统组装成框架结构。这些额外的施工处理耗时且昂贵。

理想的是在不损害梁系统的结构特性的情况下降低梁系统的生产和组装成本，这也是本发明的目的。

现有技术已知多种从钢板预制的结构梁，其与 I 形梁相比，在提供相同承载能力的同时所需的钢较少。例如，授予 Brooks 的 US 991,603 和授予 Dunn 等人的 US 3,698,224 公开了一种金属拟 I 形梁，其由在顶部和底部弯曲而形成中空凸缘的单件材料形成。授予本发明的相同发明人的 US 5,553,437 公开了一种由两个定向相反并交错的部件制成的拟 I 形梁，所述部件具有三角形头部、腹板部、腹板凸缘和尾部凸缘。头部凸缘的三角形形状由于其双轴对称性而相对于传统的 I 形梁改进了侧向稳定性。

这些具有三角形头部的现有技术轻质结构梁不容易通过自动处理形成。首先，所述梁通过冷轧处理生产，在该处理期间金属板在其再结晶温度下经过多对辊子，退火并弯曲成理想形状。在三角形的两个顶点成形后，所供给的金属板由于其不易接近性而不能被适当地支撑以形成第三顶点。而且，结构梁的理想长度通常为 15m，预制具有三角形头部的结构坚固的梁需要的金属板的所需厚度约为 8mm，该厚度比大多数商用冷轧辊所能处理的厚度大得多。

美国的 Butler Manufacturing Company 制造模块化梁系统，如 [http://www.butlermfg.com/building\\_systems/structrual.asp](http://www.butlermfg.com/building_systems/structrual.asp) 所描述的那样。这些梁系统采用各种构件，例如没有三角形头部的实心腹板主 I 形梁框架、作为辅助构件的预打孔的空心腹板桁架檩条、以及杆拉条。在这些系统中，梁系统构件在预制之后进行电镀，并焊接在一起。因此，制造和组装成本较高。另外，连接元件被焊接到凸缘上而不是腹板上。因此应力集中于凸缘，导致构件甚至更加粗重和昂贵。

#### 发明内容

本发明的目的在于提供一种基于具有三角形头部的梁的模块化梁系统。

本发明的附加目的在于提供一种模块化梁系统，其构造成使得其所有构件在不需要焊接的情况下进行组装。

本发明的附加目的在于提供一种模块化梁系统，其设有附接至梁的腹板部的连接元件。

本发明的附加目的在于提供一种梁，其具有与 I 形梁相同的承载能力，然而由厚度不超过 4mm 的金属板制成。

本发明的又一附加目的在于提供一种方法，该方法用于用电镀金属板生产具有三角形头部的结构梁。

本发明的又一附加目的在于提供一种方法，该方法用于生产具有三角形头部的结构梁，并且比现有技术的方法更快更经济。

本发明的又一附加目的在于提供一种方法，该方法用于组装梁系统，并且比现有技术的梁系统组装方法更快更经济。

随着描述的继续，将清楚本发明的其它目的和优点。

本发明提供一种模块化加强结构梁和连接件系统，该系统包括：至少一个组合梁，该组合梁具有两个定向相反的三角形闭合头部和在所述两个闭合头部之间插设的横向延伸的腹板，每个所述梁都包括两个单独的部件，所述两个部件布置成使得它们的对应头部彼此嵌套，并且所述两个部件的相邻元件互相稳定接触；以及多个连接件，所述连接件中的至少两个连接到所述组合梁中的一个和另一结构元件，并且与它们力传递接触。

如这里所指，“梁”是刚硬的细长结构件，其在每端被支撑并且以任何适宜定向布置，包括水平定向、在用作柱时的垂直定向、以及用作脊梁时的倾斜定向。“横向”方向表示沿着梁的长度。“纵向”方向表示在梁的两个三角形头部之间的方向。“侧向”方向表示在梁的两个腹板部之间的方向。

通常为较厚金属板的连接件在根据工程考虑需要加强的梁区域，通过任何适当的方式，例如通过冷紧固件和焊接连接到组合梁。

所述组合梁的每个部件均包括第一头部、第二头部和插设在所述第一头部与第二头部之间的纵向布置的腹板部，所述第一头部和第二头部构造有对应的基本侧向布置的凸缘、从所述凸缘的第一侧端延伸到所述腹板部的倾斜元件、以及从所述凸缘的第一侧端延伸并且长度比所述倾斜元件明显短的倾斜唇部。

三角形闭合头部的第一边分别包括所述两个组合梁部件的两个凸

缘，第二边和第三边包括所述组合梁部件中的一个的倾斜元件和另一组合梁部件的唇部。相对于闭合头部的第二边和第三边，所述倾斜元件及其对应凸缘之间的角间距基本等于所述唇部元件及其对应凸缘之间的角间距。

第一部件的头部的顶点通过在其中嵌套有所述第一部件头部的第二部件的头部而加固。

在一个优选实施方式中，三角形闭合头部的相邻边角度隔开 60 度角。

在一个优选实施方式中，每个梁部件被冷轧。因此通过以下步骤自动生产组合梁：供给电镀的金属板通过多个冷轧辊；在所述金属板中冲孔，以利于连接到连接件或者空调设备，或者供电缆穿过所述孔；将所述金属板弯曲成理想形状和理想尺寸以形成第一部件；重复这些步骤形成第二部件；以及至少使所述第二部件移动，使得所述第一部件和第二部件的对应头部彼此嵌套，所述第一部件和第二部件的相邻元件互相稳定接触，并且所述第一部件和第二部件的对应横向边缘对齐。

在一个方面中，所述梁系统还包括用于将所述第一梁部件和第二梁部件的对应凸缘接合的装置，例如冷紧固件，以用于防止所述梁部件中的一个的相对横向移动。

在一个方面中，所述梁系统还包括用于将所述第一梁部件和第二梁部件的对应腹板部接合的装置，例如冷紧固件。

在一个方面中，梁部件的所述第一头部的凸缘的侧向尺寸比所述第二头部的凸缘长。

在一个方面中，第一部件和第二部件相同，所述第二部件的定向与所述第一部件相反，使得所述第二部件的所述第一头部嵌套在所述第一部件的所述第二头部内，所述第一部件的所述第一头部嵌套在所述第二部件的所述第二头部内。

在一个方面中，梁部件的所述第一头部的凸缘的侧向尺寸与所述第二凸缘的凸缘相同。所述第二部件的所述第一头部嵌套在所述第一部件的所述第一头部内，所述第二部件的所述第二头部嵌套在所述第一部件

的所述第二头部内。

在一个方面中，所述第二部件的所述第一头部嵌套在所述第一部件的所述第一头部内，所述第二部件的所述第二头部嵌套在所述第一部件的所述第二头部内。

在一个方面中，所述第一部件的倾斜元件与腹板部之间的接合部和所述第二部件的倾斜元件与腹板部之间的接合部在与对应凸缘平行的平面上共面。

在一个方面中，连接件通过可与在该连接件和梁中钻出的对应对齐孔接合的冷紧固件连接到组合梁。从而，连接件可在不需焊接的情况下连接到梁，并且组装梁系统的施工工人不需要专门训练。

每个梁和连接件可由从钢、金属、合金、塑料材料和复合材料的组中选择材料预制。

所述连接件优选是通过冷紧固件现场连接的成品。

在一个方面中，所述梁系统包括焊接在一起的多于一个的元件。

在一个方面中，连接件通过冷紧固件和内部附接到所述梁的反应板插入件而连接到组合梁。

在一个方面中，连接件构造成具有选定的横向、纵向和侧向尺寸的套管，并且适于完全围绕组合梁周长具有所述选定尺寸的一部分，并与该部分互相稳定接触。

在一个方面中，套管连接到两个共面梁，从而产生横向长度增加并相对轻质的组合梁，与现有技术梁系统的梁相比，该组合梁可跨过明显更长的距离，并且所需的拉条更少。如果组合梁的横向长度与现场间距不同，那么施工工人通过使组合梁的一个或两个梁相对于所述套管滑动并且将该套管和对应梁的对齐孔连接而进行组合梁的伸缩调节。如果孔未对齐，那么钻出附加孔，然后将冷紧固件与对齐孔接合。

在一个方面中，所述套管包括焊接在一起的两个冷轧元件。

在一个方面中，所述套管包括单个元件，该单个元件的两个相邻边缘焊接在一起。

在一个方面中，所述套管包括两个相邻的半套管，它们分别连接到

梁的两侧。

在一个方面中，所述连接件仅构造有一个腹板。

在一个方面中，所述连接件的所述腹板明显比附接有所述连接件的所述梁的腹板短。

在一个方面中，所述连接件包括与梁的腹板或凸缘力传递接触的板。

在一个方面中，所述连接件包括两个角度隔开的板和在所述两个板之间延伸并相对于所述两个板倾斜的元件。

在一个方面中，所述连接件还包括至少一个肋。

在一个方面中，所述连接件构造为刚性连接（moment connection）。

#### 附图说明

附图中：

图 1 是组合梁的两个部件在彼此嵌套时的立体图；

图 2 是组合梁的侧视图，其中所述两个梁部件处于交替嵌套布置中；

图 3 是组合梁的立体图，示出了在其腹板和凸缘中钻出的孔；

图 4 是根据本发明另一实施方式的组合梁的侧视图；

图 5 是根据本发明另一实施方式的组合梁的侧视图；

图 6 是构造成套管的连接件的侧视图；

图 7 是环绕图 2 的梁并与其互相稳定接触的图 6 的连接件的侧视图；

图 8 是具有一个腹板的连接件的侧视图；

图 9 是连接件的侧视图，其具有一个比待与其连接的梁的腹板明显短的腹板；

图 10 是适于连接两个横向隔开的梁的连接件的立体图；

图 11 是适于连接两个纵向隔开的梁的连接件的立体图；

图 12 是适于将梁连接到平面结构元件上的连接件的立体图；

图 13 是构造成刚性连接的连接件的立体图；

图 14A 是构造成刚性连接的连接件的另一实施方式的立体图；

图 14B 是沿图 14A 的平面 A-A 剖切的反应板插入件的垂直剖视图；

图 14C 是沿图 14A 的平面 B-B 剖切的角部套管的水平剖视图，并示

出了图 14B 的反应板插入件的俯视图；

图 15 是适于将梁连接到桁架的连接件的立体图；

图 16 是适于成为脊连接的连接件的立体图；

图 17 是适于将柱和梁以并排关系连接的连接件的立体图；

图 18 是适于将柱连接到垂直隔开的梁的连接件的立体图；

图 19 是适于将两个纵向尺寸不同的互相垂直的梁连接的连接件的立体图；

图 20 和图 21 分别表示用作线缆连接器的连接件；

图 22 至 26 分别表示适于连接到对应檩条的连接件；

图 27 是构造成板的连接件的侧视图；

图 28 是连接件的另一实施方式的俯视图；

图 29 是与图 27 的两个连接件连接的梁的侧视图；

图 30A 是与反应板插入件连接的组合梁的侧视图；

图 30B 是图 30A 的梁的正视图；

图 30C 是通过图 10 的连接件连接的两个梁的正视图；

图 31 是设有刚性连接和脊连接的梁系统的正视图；

图 32 是适于连接两个附有柱的梁的梁系统的正视图；

图 33 是采用多个梁和连接件的梁系统的立体图，该梁系统与现有技术的梁系统的布置类似；

图 34 是采用多个梁和连接件的另一梁系统的立体图，相对于图 33 的布置示出了可利用本发明的梁和连接件实现的柱之间的跨距增大；

图 35 是适于将梁连接到壁的连接件的水平剖视图；

图 36A 是包括两个同样的定向不同的部件的连接件的侧视图，所述部件焊接在一起以限定具有两个三角形头部的套管；并且

图 36B 是图 36A 的其中一个部件的侧视图。

### 具体实施方式

本发明是一种新型轻质的结构梁，其具有两个三角形头部，所述头部相对于传统的 I 形梁提供了增强的侧向稳定性和强度重量比。虽然一些

现有技术的梁构造有通过冷轧处理生产的三角形头部，但这些头部是闭合三角形，其第三边由于其不易接近性以及辊不能在供给金属板弯曲形成闭合三角形时支撑该金属板而不能迅速自动地成形。相比之下，本发明的梁是由两个单独且定向相反的部件构成的组合梁，使得这两个部件的对应头部彼此嵌套。每个头部是不完全三角形，使得部件的唇部，即末端能够由辊足够地接近而可以形成部件的理想构造。当一个部件的头部嵌套在另一部件的对应头部内时，产生具有双层顶点因此顶点加固了的闭合三角形。使用冷紧固件将这两个部件的腹板连接并将梁连接到连接件，如下所述。不需要焊接，因此生产这种梁和组装采用本发明的一个或多个梁的梁系统比现有技术更加迅速而经济，并且具有基本相同的承载能力。

图 1 示出了组合梁的两个横向延伸部件在它们彼此嵌套时的立体图。由附图标记 10 表示的梁包括两个同样的定向相反的部件 5 和 15。下面关于部件 5 进行描述，应理解部件 15 类似地构成。

部件 5 具有第一头部 2、第二头部 12 以及插设在第一头部 2 与第二头部 2 之间并纵向布置的腹板部 7。第一头部 2 具有基本侧向（即，垂直于纵向布置的腹板部 7）布置的凸缘 6、从横向延伸的第一头部接合部 4 延伸到位于凸缘 6 的一个侧端的接合部 8 的倾斜元件 3、以及从凸缘 6 在其另一侧端处的接合部 11 斜向延伸的唇部 13。唇部 13 指向接合部 4；然而其长度明显比倾斜元件 3 短。第二头部 12 具有基本侧向布置的凸缘 16、从横向延伸的第二头部接合部 14 延伸到位于凸缘 16 的一个侧端的接合部 18 的倾斜元件 23、以及从凸缘 16 在其另一侧端处的接合部 26 斜向延伸的唇部 27，凸缘 16 的侧向尺寸比第一头部 2 的凸缘 6 长。唇部 27 指向接合部 14；然而其长度明显比倾斜元件 23 短。

第一头部 2 的唇部 13 与凸缘 6 之间的角度基本等于第二头部 12 的倾斜元件 23 与凸缘 16 之间的角度。第二头部 12 的唇部 27 与凸缘 16 之间的角度基本等于第一头部 2 的倾斜元件 3 与凸缘 6 之间的角度。从第二头部 12 的接合部 14 到凸缘 16 的纵向尺寸基本等于从第一头部 2 的接合部 4 到凸缘 6 的纵向尺寸与凸缘 6 的厚度之和。从而，当部件 5 的第

二头部 2 嵌套在部件 15 的第二头部 12 内时，以及当部件 15 的第一头部 2 嵌套在部件 5 的第二头部 12 内时（下文称为“第一和第二头部处于交替嵌套布置”），部件 5 和 15 的对应元件互相稳定接触，这意味着当外力作用于梁 10 而使部件 5 相对于部件 15 产生不明显的相对移动时，部件 5 的元件适于与部件 15 的对应元件体接触并使其稳定，反之亦然。虽然互相稳定接触的两个元件可以不必像处于交替嵌套布置的第一和第二头部那样互相体接触，但所述两个元件在施加外力期间可能体接触。因此互相稳定接触将防止移动元件的进一步移动。如图所示，部件 5 和 15 的每个腹板部 7、以及倾斜元件 3 和唇部 27 与倾斜元件 23 和唇部 13 的每对对应的凸缘 6 和 16 互相稳定接触。由于梁提供了部件 5 和 15 的对应元件之间的互相稳定接触，所以金属板的厚度可仅为 4mm，从而需要的冷轧机相对简单而仍提供 8mm 厚金属板的结构强度。

组合梁 10 还在第一和第二头部处于交替嵌套布置时促进顶点加固。尽管第一和第二头部是不完全三角形，但在它们处于嵌套布置时形成基本闭合的三角形。从而，参照下组合头部，闭合三角形由凸缘 6 和 16 构成的双层基部、部件 5 的倾斜元件 23 构成的第一边、部件 15 的倾斜元件 3 构成的第二边限定。当部件 15 的第一头部嵌套在部件 5 的第二头部内时，部件 15 的第一头部的在接合部附近连接两个相邻元件的顶点或圆角部通过部件 5 的第二头部的与该顶点或圆角部互相稳定接触的顶点加固。组合头部的闭合三角形优选是等边三角形，不过具有其它角度组合的闭合三角形也是合适的。

通过组合头部形成闭合三角形提供的另一优点在于，由于第一和第二头部元件的尺寸差，每对第一头部接合部 4 和第二头部接合部 14 在与凸缘 6 和 16 平行的平面上是共面的。如果与本发明不同，第一头部接合部 4 和第二头部接合部 14 在与凸缘 6 和 16 平行的平面上不共面，那么两个腹板部 7 的区域就不会互相稳定接触。例如，参照下组合头部，部件 5 的接合部 14 可位于部件 15 的接合部 4 的下方，导致部件 5 的腹板部 7 的位于部件 15 的接合部 4 的下方的区域不受支撑，因此在施加足够大的力时容易弯折。因此，本发明的组合头部的闭合三角形构造增大了

梁的侧向稳定性，这在经受强风或地震时是非常重要的。

图 2 表示定向不同于图 1 的组合梁 10 的侧视图。通过用冷紧固件 41（例如螺钉、螺栓、螺母和铆钉）将上下组合头部的每一个的一对凸缘 6 和 16 连接而防止部件 5 和 15 的相对横向移动。盲铆钉由于它们在穿过对应凸缘之后在梁头部内的不易接近性而成为凸缘紧固件的优选选择。冷紧固件 41 还能够从一个凸缘到另一个凸缘传递拉力和压力以及力矩。应理解，两个相邻的凸缘可通过任意其它合适的连接方式（例如点焊和激光焊）彼此连接，不过冷紧固件由于容易组装而是优选的。部件 5 和 15 的两个腹板 7 分别通过冷紧固件 42 或任意其它合适的连接方式彼此连接，从而使剪切力能够从一个腹板传递至另一腹板。

图 3 表示组合梁 10 的立体图，示出了在梁 10 中钻出的孔的示例性位置，通过所述孔将下文描述的连接件或冷紧固件附接至梁。如图所示，在腹板 7 中在其前后横向边缘 34 和 34 的附近钻出腹板孔 32。在上下对凸缘 6（图 2）和 16 中在其前后横向边缘 38 和 39 的附近钻出凸缘孔 36，不过为了清楚而仅示出了上对凸缘。应理解，腹板孔 32 和凸缘孔 36 也可根据附接至梁 10 的连接件的类型在其它位置钻出。在任何给定位置钻出的孔的数量取决于工程考虑，例如金属板的厚度、梁的尺寸和在所述位置处的应力集中。

应理解，本发明的组合梁不仅可用作定向成使得横向水平或倾斜的梁，而且可用作定向成使得横向为垂直的柱。假定以下描述应用于具有水平横向的梁，但所有其它梁的定向也是可行的。

由于部件 5 和 15 是同样的，如参照图 1 所示，所以这两个部件可在相同的冷轧处理中预制，借此通过电镀金属板形成特征在于不完全三角形的第一头部 2 和第二头部 12。焊接的热轧 I 形梁的生产成本昂贵得多，因为除了在焊接各种梁元件时涉及的时间和花费之外，还需要将预制梁电镀。然后通过将其中一个部件倒置而生产组合梁 10。相对于图 1 的定向，例如部件 15 的上方第二头部 12 比其较小的下方第一头部 2 大，部件 5 的上方第一头部 2 比其下方第二头部 12 小。然后部件 15 略微升高，直到其下方第一头部 2 接收在部件 5 的下方第二头部 12 中，并且其上方

第二头部 12 围绕部件 5 的上方第一头部 2。然后部件 15 横向滑动，直到部件 5 和 15 的前后横向边缘 38 和 39（图 3）对齐，使得部件 5 和 15 在处于交替嵌套布置的同时互相稳定接触。腹板和凸缘孔可在这两个部件嵌套之后，或者可选地在冷轧处理期间根据给定的工程考虑钻孔。生产组合梁 10 所需的所有上述步骤可利用计算机化的供给和标定设备自动进行。

图 4 表示组合梁 40 的侧视图，其中两个部件 44 和 54 不同，而是部件 44 的上头部 46 和下头部 48 分别相同，并且部件 54 的上头部 56 和下头部 58 分别相同。部件 54 的头部小于部件 44 的头部，并且处于促进顶点加固的嵌套布置，从而部件 54 的头部 56 嵌套在部件 44 的头部 46 中，部件 54 的头部 58 嵌套在部件 44 的头部 48 中，并且部件 44 和 54 的对应元件互相稳定接触。这两个部件 44 和 54 分别通过两个单独的冷轧处理预制，然后部件 54 略微升高，直到其头部 56 和 58 分别接收在部件 44 的头部 46 和 48 中。然后部件 54 移动直到其与部件 44 横向对齐。

图 5 表示组合梁 60 的侧视图，其中两个部件 64 和 74 不同并具有尺寸不同的上头部和下头部。部件 74 的上头部 76 嵌套在部件 64 的上头部 66 中，部件 74 的下头部 78 嵌套在部件 64 的下头部 68 中。

由于本发明的组合梁的两个部件互相稳定接触，所以上组合头部和下组合头部的顶点被加固，并且每对第一和第二头部接合部在与对应凸缘平行的平面上共面，与现有技术的梁相比，本发明的梁在提供相同承载能力的情况下对于相同的跨距所需的钢较少。

下表 I 至 III 在给定的所需惯性力矩（MOI）的情况下，将本发明的梁（称为“发明”）与各现有技术的 I 形梁在其重量和最大挠度（称为“%”）方面进行比较。

表 I

15 米跨距—8 米中心距—容许 Def.L/250—所需 MOI 27204cm<sup>4</sup>—静载荷 25kg/m<sup>2</sup>.动载荷+风载荷 40kg/m<sup>2</sup>。

梁	发明 520×120×4	INP 400	HEB 320	HEA 340	IPE 450	日本 I 形梁 400×150
---	-----------------	---------	---------	---------	---------	--------------------

跨距	15m	15m	15m	15m	15m	15m
Kg/m	57	92.4	127	105	77.6	95.8
%	100	162	222	184	136	168

表 II

20 米跨距—4 米中心距—容许 Def.L/250—所需 MOI 32242cm<sup>4</sup>—静  
 载荷 25kg/m<sup>2</sup>.动载荷+风载荷 40kg/m<sup>2</sup>。

梁	发明 550×120×4	INP 425	HEB 340	HEA 360	IPE 450	日本 I 形梁 400×175
跨距	20m	20m	20m	20m	20m	20m
Kg/m	58.9	104	134	112	77.6	91.7
%	100	177	228	190	131.7	155.6

表 III

20 米跨距—8 米中心距—容许 Def.L/250—所需 MOI 64484cm<sup>4</sup>—静  
 载荷 25kg/m<sup>2</sup>.动载荷+风载荷 40kg/m<sup>2</sup>。

梁	发明 730×120×4	INP 500	HEB 450	HEA 500	IPE 550	日本 I 形梁 600×190
跨距	20m	20m	20m	20m	20m	20m
Kg/m	70.1	141	171	155	106	169.4
%	100	201	244	221	151.2	241.6

可以看到，与现有技术的 I 形梁相比，对于相同的跨距和所需 MOI，本发明的梁的重量明显更轻，约轻 55%。而且，本发明的梁的最大挠度明显小于现有技术。

至今为止，梁在通过焊接到适于支撑屋顶支架或金属平台的诸如 C 形或 Z 形檩条的其它结构部件而连接时形成较高的应力集中。由于集中的载荷，梁需要在每个应力集中处例如通过肋来加固。加固件必须通过焊接连接到梁和檩条，从而进一步增加了昂贵、劳动密集且耗时的组装过程。

本发明的梁系统通过提供可由冷紧固件附接到梁的预制连接件，从而明显降低了组装梁系统所需的成本、劳动和时间。连接件又附接到另

一结构元件，因此适于将力或力矩从一个结构元件传递至另一个。在组合梁的生产期间在钢板中钻出附接连接件的孔，如图 3 所示。这些孔可采用任何适宜的形状，包括圆形、矩形和椭圆孔。或者，这些孔可现场钻出。这些孔可根据工程考虑在钢板的任何适宜区域中钻出，无论是在凸缘还是腹板处。因此梁系统在这样的意义上是模块化的，即：相同的梁可用于很多不同的应用，并且还可从第一连接件拆卸并附接至第二连接件。本发明的梁系统的另一优点在于：连接件可附接至现有结构的梁而不用焊接，从而分散了由新安装到结构上的组件（例如工业空调机）施加的载荷。相比之下，对于现有技术的梁系统，结构需要进行包括拉条和焊接在内的改造从而减小由新安装组件施加的集中应力。

图 6 表示根据本发明一个实施方式、总体由附图标记 80 表示的连接件的侧视图。连接件 80 构造成具有所选横向长度的套管，适于完全围绕复合梁周长的具有所述所选横向长度的一部分并与该部分互相稳定接触。该套管可通过将两个以上的冷轧元件（例如两个对称元件）焊接在一起而形成，或者通过将单个元件的两个相邻边缘焊接在一起而形成。或者，如图 15 的连接件 80A 所示，套管可包括分别连接到梁的两个侧边的两个相邻的半套管。

如图所示，连接件 80 具有上三角形头部 82、下三角形头部 84 以及在上头部 82 与下头部 84 之间纵向延伸并平行隔开的腹板部 86 和 87。头部 82 具有凸缘 91、分别从凸缘 91 延伸到腹板部 86 和 87 的两个倾斜元件 93 和 94。类似地，头部 84 具有凸缘 95、分别从凸缘 95 延伸到腹板部 86 和 87 的两个倾斜元件 97 和 98。腹板和凸缘在预定位置处钻有孔，从而允许通过冷紧固件将连接件 80 附接到组合梁。连接件 80 形成有适当的尺寸和适当的构造，其有利于与复合梁的由连接件 80 所围绕的对应的面向外的元件互相稳定接触。

在图 7 中，连接件 80 示出为围绕组合梁 10 的部件 5 和 15 并且与它们互相稳定接触。进一步参照图 1、2 和 6，连接件 80 沿着梁 10 横向移动，直到其布置在其预期受到集中载荷的所选区域。当冷紧固件 71 经由对应的对齐凸缘孔附接到梁 10 和连接件 80 的对应凸缘，并且冷紧固件

72 经由对应的对齐腹板孔附接到梁 10 和连接件 80 的对应腹板之后，梁和连接件的元件传递力并且互相稳定接触。例如，连接件 80 的凸缘 91 与部件 5 的凸缘 16 接触，并且连接件 80 的倾斜元件 98 与部件 15 的唇部 27 接触。

凸缘紧固件 71 通常是盲铆钉，腹板紧固件 72 通常是穿过对齐的腹板孔的螺栓对并且与对应的螺母螺纹啮合。凸缘紧固件 71 也可以是与反应板插入件 176（图 14B）螺纹啮合的螺栓以提供更强的附着力。反应板插入件 176 包括短板 172 和长板 174，该短板和长板例如以使它们分别在一个横向端部的边缘 176 和 177 共面的方式焊接在一起。插入件 176 通过穿过形成在板 172 和 174 中的内螺纹孔 171 的紧固件附接到对应的梁凸缘对。因此所选连接件的凸缘可通过凸缘紧固件 71 附接到与梁凸缘隔开的长板 174，凸缘紧固件 71 适于与形成在长板 179 中的内螺纹孔 179 接合。

在图 8 中，连接件 100 仅构成有一个腹板 104，因此适于仅与复合梁的一个侧边进行力传递接触。连接件 100 还具有沿相同侧向分别从腹板 104 的上端和下端延伸的倾斜元件 101 和 103、分别经由顶点 111 和 112 从倾斜元件 101 和 103 延伸的上凸缘 107 和下凸缘 109。凸缘 107 和 109 的侧向尺寸与附接有连接件 100 的梁的凸缘基本相同。然而，凸缘 107 和 109 可根据工程考虑而构成有比组合梁的对应凸缘明显小的侧向尺寸。从而连接件 100 适于与梁的两个头部进行力传递接触。

在图 9 中，连接件 110 适于与梁的上部在其一个侧端进行力传递接触。连接件 110 具有比附接有连接件的梁的腹板明显短的腹板部 114。倾斜元件 101 从腹板部 114 的上端延伸，凸缘 107 从毗邻倾斜元件 101 的顶点 111 延伸。

如图 27 所示，连接件 45 可以是板，例如可以与梁的腹板或凸缘进行力传递接触。图 29 表示包括板 45A 和 45B 的梁 50，板 45A 和 45B 分别连接到部件 5 和 15 的腹板。该梁可利用三个或四个部件（即，部件 5 和 15 以及板 45A 和/或 45B）制造。或者，梁可不用板制造，并且板状连接件可现场连接到腹板。

参照图 28, 在俯视图中示出的连接件 55 可以与两个结构元件进行局部力传递接触。连接件 55 包括两个角度隔开(例如以图示的互相垂直布置)的板 57 和 59、以及在板 57 和 59 之间延伸并相对于它们倾斜的元件 61。板 57 和 59 因此适于连接到两个不同的角度隔开的结构元件。

图 36A 至 36B 表示连接件 420, 连接件 420 包括两个同样的定向不同的部件 425 和 428, 它们焊接在一起以限定具有两个三角形头部 431 和 432 的套管, 从而与组合梁互相稳定接触。相对于部件 425, 部件 428 倒置并翻转。

如图 36B 的定向所示, 部件 428 分别形成有腹板部 421、上凸缘部 426 和下凸缘部 427、从凸缘部 427 的侧端 429 延伸到腹板部 421 的纵向下端 422 的倾斜元件 423、从腹板部 421 的纵向上端 432 延伸到凸缘部 426 的侧端 439 并且基本与倾斜元件 423 对称的倾斜元件 434、以及从凸缘 427 的侧端 442 延伸的倾斜唇部 438, 倾斜唇部 438 布置成相对于凸缘 427 的角度与倾斜元件 434 相对于凸缘 426 的角度相同。倾斜元件 434 和 438 的长度(一个自部件 425 开始, 另一个自部件 428 开始)选择为使它们在部件 428 相对于部件 425 倒置并翻转定向时重叠, 从而允许在一对倾斜元件 434 和 438 之间施加焊点 435A 至 435B, 如图 36A 所示。每对凸缘 426 和 427 通过凸缘紧固件进行互相力传递接触, 凸缘紧固件还与在连接到连接件 420 的组合梁的对应凸缘中钻出的孔接合。

图 10 至 26 和图 35 表示可通过冷紧固件附接到本发明的梁的示例性连接件。这些连接件通常是成品组件, 可与梁的两个侧端进行力传递接触, 如图 6 所示, 或者与梁的仅一个侧端进行力传递接触, 如图 8 所示。连接件将称为“连接”到组合梁, 此时其形状类似所述梁的一部分, 与所述梁进行力传递接触, 并且通过冷紧固件和/或焊接而附接到所述梁。应理解, 任何连接件都可构造成与所示连接件不同, 例如形状、定向、尺寸、厚度、紧固件数量和紧固件位置有所不同。

图 10 表示用于将具有同样外形, 即具有相同纵向和侧向尺寸的两个梁 122A 和 122B 连接的连接件 120。由于运输设备的尺寸和重量限制, 通常不能经济地运输横向长度相当长, 例如为 20m 的梁。因此可将两个

较短的梁运输到施工工地，然后通过连接件 120 和冷紧固件 71 和 72 将它们现场迅速接合在一起，从而可增加组合梁的横向长度而不需像现有技术中至今为止所实践的那样进行焊接。凸缘紧固件 71 将连接件的上凸缘 122 和下凸缘 124 分别连接到梁的对应的上凸缘和下凸缘。腹板紧固件 72 将连接件的一个或多个腹板 126 连接到梁的对应腹板以产生剪切连接。采用四列冷紧固件 71 和 72，两列用于附接到梁 122A 和连接件 120 的对齐孔，两列用于附接到梁 122B 和连接件 120 的对齐孔。

如果为了某些原因梁和连接件 120 的孔未对齐，那么本发明的梁系统的模块性为施工工人提供了足够的灵活性来以确保连接件和梁连接的方式重新定位梁或连接件。例如，梁可以按伸缩方式横向移动，直到其孔与连接件 120 的其它孔对齐。或者，连接件 120 的孔可适当形成，例如具有椭圆形状，从而当梁略微横向移动时，连接件孔的一部分充分地露出，从而即使所述连接件孔的另一部分被梁周边覆盖，也允许与穿过对应的梁孔的冷紧固件接合。如果梁孔不能与连接件孔对齐，那么可在梁周边中钻出附加孔。应理解，下述的其它连接件也可现场重新定位，从而迅速而不费力地将梁和所选连接件连接。

或者，如图 30A 至 30C 所示，连接件 120 可用于分别通过上反应板插入件 127 和下反应板插入件 128 来连接梁 122A 和 122B。图 30A 表示通过插入件 127 和 128 连接到梁 122A 的连接件 120 的侧视图。在组装之前，插入件 127 和 128 通过凸缘紧固件 71 附接到梁 122A 的凸缘，如图 30B 所示。然后连接件 120 通过插入件 127 和 128 以及细长的凸缘紧固件 181（如图 30C 所示），以及通过穿过在连接件 120 的腹板中钻出的孔 129 和在梁 122A 的腹板中钻出的孔 32 的腹板紧固件（未示出）附接到梁 122A。然后将梁 122B 在插入连接件 120 中之后放置成紧靠梁 122A，之后将连接件 120 通过细长紧固件 181 和腹板紧固件附接到插入件 127 和 128 以及梁 122B 的凸缘。梁 122A 和 122B 可在连接件 120 滑过两个梁并且连接之前紧靠放置。

图 11 表示连接件 130，其用于连接四个梁——两对相邻梁通过连接件 130 横向连接，两对相邻梁通过连接件 130 纵向连接。连接件 130 包

括图 10 的连接件 120 和分别连接到连接件 120 的上凸缘 122 和下凸缘 124 的两个板 132 和 134。凸缘紧固件 71 分别用于连接上板 132 和下板 134、连接件 120 的上凸缘 122 和下凸缘 124 以及两个横向连接的梁的上下凸缘。两对相邻梁如上所述关于连接件 120 横向连接。通过借助于穿过与凸缘紧固件 71 侧向隔开的板的对齐孔 137 的冷紧固件将上连接件 130 的下板 134 和下连接件 130 的上板 132 连接，从而将两对相邻梁纵向连接。

图 12 表示连接件 140，通过连接件 140 将梁（例如柱）附接到诸如基底或支柱的结构元件 148。连接件 140 包括连接到梁 145 的横向端的套管状连接件 80。连接件 80 的纵向自由边缘 142，即远离梁 145 延伸的边缘焊接到基本与梁 145 的腹板 7 垂直的结构端板 146。然后板 146 放置成与结构元件 148 抵接并通过连接件 149 以足够的结构强度附接到其上，从而承受梁 145 将经受的所有预期的力和力矩。应理解，本发明的任何梁系统都不变地采用用于附接到结构元件的连接件 140。

图 13 表示用于通过刚性连接来连接垂直梁 154 和水平梁 158 的连接件 150。连接件 150 包括两个分别通过诸如盲铆钉的凸缘紧固件 71 以及诸如螺栓和对应螺母的腹板紧固件 72 连接到梁 154 和 158 的角部套管 152 和 153。角部套管 152 和 153 具有两个隔开的梯形腹板 159，它们构造成使其远端边缘 161，即远离角部的边缘基本纵向布置，并且其近端边缘 163，即最靠近角部的边缘相对于远端边缘 161 倾斜，例如倾斜约 45 度角。角部套管 152 和 153 还具有从远端边缘 161 延伸到近端边缘 163 的长凸缘 164 和短凸缘 166。倾斜端板 167 和 168 放置成分别与角部套管 152 和 153 的近端边缘 163 以及凸缘 164 和 166 抵接并焊接到其上。然后将两个倾斜端板 167 和 168 螺栓连接在一起。角部套管从其近端边缘到与其力传递接触的对应梁的近端横向边缘的体积是中空的。

图 14A 至 14C 表示设有反应板插入件 176、用于通过刚性连接将垂直梁 154 和水平梁 158 连接的连接件 170。连接件 170 与连接件 150（图 13）的构造类似，包括分别通过可以与反应板插入件 176 的对应内螺纹孔 171 和 179 接合的细长凸缘紧固件 181 以及腹板紧固件 172 连接到梁 154 和 158 的两个角部套管 182 和 183。插入件 176 的短板 172 附接到对

应梁的与连接件 170 的长凸缘 184 相邻的凸缘 6 和 16。插入件 176 的长板 174 从短板 172 的近端边缘向近侧延伸，从而允许连接件 170 的凸缘 184 的未与梁的凸缘抵接的一部分固定。因此连接件 170 可承受施加到其上的相对较大的力。角部套管 182 和 183 具有两个隔开的梯形腹板，它们的构造类似于图 13 的腹板 159，只是横向尺寸较长。

图 15 表示连接件 190，其适于将梁 194 连接到桁架 195，例如圈梁或脊梁。连接件 190 包括连接到梁 194 的横向端的套管 80A、连接到桁架 195 的中间部并基本垂直于套管 80A 的套管 80B、焊接到套管 80A 的两个腹板并在其间侧向延伸的端板 197、以及焊接到套管 80B 的相邻腹板的中心和端板 197 的中心并从该处横向延伸的板 198。

图 16 表示连接件 200，其适于例如在诸如房顶的结构顶点处进行脊连接。连接件 200 包括螺栓连接在一起的两个端板 201 和 202，分别焊接到板 201 和 202 的两个对称套管 204 和 205、以及两对对称的三角肋 207 和 208。肋 207 和 208 通常（但不是必须地）定向成使得它们的底边缘 217 和 218 分别平行于下层地面。套管 204 和 205 的横向近端以预定角度切割，然后将近端边缘放置成与对应的端板抵接并焊接到其上。适于加强连接件 200 的每个肋 207 和 208 焊接到对应的连接件凸缘以及对应的端板，从而肋的短支脚与端板接触而长支脚与连接件凸缘接触。然后梁 212 和 214 分别插入套管 204 和 205 中并与其连接。利用连接件 200，梁 212 与 214 之间的角度可确保为预定值，并且可维持脊连接的结构一体性。

参照图 17，连接件 220 适于将柱 225 连接到梁 228。连接件 220 包括设有端板 146 的图 12 的连接件 140、图 28 的两个连接件 55 以及多个预焊接肋 229。连接件 140 连接到梁 228 的横向端，并且每个连接件 55 连接到柱 225 的对应侧端。在柱 225 的每个侧端，板 59 通过冷紧固件连接到柱 225 的腹板，元件 61 抵接柱 225 头部中的对应倾斜元件，板 57 通过冷紧固件连接到端板 146（见图 28）。多个水平布置的肋 229（例如三个，如图所示）焊接到板 57 和 59。

图 18 表示连接件 230，其也适于将柱 225 连接到梁 228。虽然通过

图 17 的连接件 220 连接的柱和梁为并列关系，但连接件 230 构造成将垂直隔开的柱和梁连接。也就是说，连接件 230 与连接件 220 相同（尽管定向不同），并设有图 12 的构件 140、图 28 的两个连接件 55 以及多个预焊接肋 229。

图 19 表示连接件 240，其适于将纵向尺寸不同的两个互相垂直的梁 242 和 244 连接。连接件 240 包括图 8 的单腹板连接件 100 和形状可变的平面元件 245。形状可变元件 245 具有连接到梁 242 的腹板的矩形部 246 和在连接件 100 的基本横向中心线处焊接到连接件 100 的细长部 248。也就是说，形状可变元件 245 的横向边缘焊接到连接件 100 的倾斜元件 101 和 103 以及腹板 104。

图 20 和 21 分别表示用作线缆连接器的连接件 250 和 260。在图 20 中，连接件 250 包括图 8 的单腹板连接件 100、沿着连接件 100 的腹板 104 的中心线纵向延伸并焊接到其上的加强元件 251、以及关于加强元件 251 对称并从腹板 104 侧向延伸的共面板 253 和 254。板 253 和 254 焊接到腹板 104 和加强元件 251 上，并钻有单个对应孔，抗风加强线缆 256 和 257 的钩形端 259 可分别与该孔接合。在图 21 中，连接件 260 包括连接到梁 252 的腹板的 L 形元件 265。元件 265 的支脚 267 从梁 252 的腹板侧向延伸，并钻有两个孔，线缆 256 和 257 的钩形端可分别与该孔接合。

图 22 至 26 表示连接到对应檩条的连接件。任何理想数量的檩条可通过对应数量的连接件连接到梁。

在图 22 中，连接件 270 包括连接到梁 272 的图 6 的连接件、沿着连接件 80 的腹板 86 的中心线纵向延伸并焊接到其上的加强元件 278。C 形檩条 275 的腹板 274 连接到加强元件 278，使其一个横向边缘 279 与连接件 80 的腹板 86 抵接。

在图 23 中，连接件 280 是 L 形元件 284，其中支脚 286 连接到梁 282 的腹板。垂直于支脚 286 并且尺寸相同的支脚 287 连接到 C 形檩条 275 的腹板 274。

图 24 表示连接件 290，其包括分别连接到梁 292 的两个侧端的两个图 9 的连接件 110。板 295 垂直于对应连接件 110 的腹板 114 焊接，并且

纵向尺寸与腹板 114 相同。三角肋 298 焊接到腹板 114 的底边缘和板 295。从而两个共面的 C 形檩条 275 可连接到连接件 290，从而檩条 275 的腹板 274 连接到对应板 295 并抵接腹板 114。

在图 25 中，连接件 300 包括连接到梁 302 的图 9 的连接件 110、三角肋 303 和矩形板 45。肋 303 的支脚 304 焊接到连接件 110 的凸缘 107，肋 303 的支脚 307 焊接到板 45，板 45 还可焊接到凸缘 107。板 45 又连接到 Z 形檩条 305 的腹板 309。

在图 26 中，连接件 310 包括图 27 的两个互相垂直的板 45C 和 45D、以及焊接到板 45C 和 45D 的三角肋 303。板 45C 连接到梁的凸缘，板 45B 连接到 Z 形檩条 305 的腹板 309。

如图 35 所示，连接件 450 可连接到组合梁 10 和壁 455。连接件 450 包括两个对称部件 460 和 465。每个部件包括通过腹板紧固件 72 连接到梁 10 的相邻腹板 7 的腹板部 462、通过冷紧固件 457 连接到壁 455 的壁抵接板 466、以及从腹板部 462 延伸到壁抵接板 466 并与梁 10 的倾斜元件或唇部互相稳定接触的倾斜元件 464。

对由本发明的梁系统支撑的结构进行设计的建筑师和土木工程师受益于多种可能性的选择。可以基于设计载荷和应力集中选择上述梁和连接件的各种组合。梁系统的承载能力也可通过改变对梁或连接件预制所用的金属板的厚度而改变，或者通过改变用于连接梁和连接件的冷紧固件的数量和位置而改变。

在图 31 所示的梁系统 350 中，例如在提供刚性连接的连接件 150（图 13）的角部 355 附近发现最大的应力集中。连接件 150 连接到柱 154 和脊梁 214，柱 154 连接到基底附接的连接件 140。两个脊梁 212 和 214 通过连接件 200（图 16）连接。连接件 150 中的应力集中可通过增加构成连接件 150 的金属板的厚度而减小。相比之下，在现有技术的刚性连接中，为了减小在刚性连接处的应力集中，必须增加整个明显较长的脊梁的厚度，从而需要时间密集且昂贵的组装操作。连接件 150 中的应力集中还可通过增加其角部套管的横向尺寸而减小。随着连接相邻脊梁的紧固件更靠近刚性连接的角部 355，应力集中增加，从而需要更大量的紧固

件。因此，通过增加角部套管的横向尺寸而减小冷紧固件所受到的应力集中。

在表示连接到两个梁 10 的连接件 120 (图 10) 的图 32 所示的梁系统 360 中，其中梁 10 又分别通过连接件 140 (图 12) 连接到两个柱 (未示出)，在连接件 120 插设在两个梁 10 之间时在连接件 120 中发现最高的应力集中。可通过增加连接件 120 的厚度，而不必像现有技术梁系统中至今为止所实践的那样增加梁 10 的厚度来减小应力集中。

图 33 表示由多个上述梁和连接件组装的示例性梁系统 380。应理解，也可采用其它适当的梁和连接梁。系统 380 的布置类似于现有技术梁系统的布置，然而由于使用本发明的组合梁和连接件，与系统 380 相关的用钢量和组装成本明显小于现有技术系统。

梁系统 380 包括多个柱 225，一些柱 225 隔开 L 的跨距，一些柱 225 隔开 2L 的跨距。前排 382 包括 6 个柱，中排 384 包括 5 个柱，末侧排 386 包括 5 个柱。每个柱 225 通过对应的连接件 140 (图 12) 连接到基底。脊梁 212 或 214 通过连接件 150 (图 13) 实施的刚性连接而连接到柱 225。连接件 200 (图 16) 连接一对脊梁 212 和 214，并且沿着每个侧排配置一对脊梁，使得所述多个脊梁对互相平行。为了将连接件 200 连接到对应的中心柱 225C，将水平定向板焊接到对连接件 200 进行加强的肋 207 和 208 (图 16) 的底边缘。然后连接件 140 连接到中心柱 225C 的最上部，使得连接件 140 的板 146 面向上，并通过冷紧固件附接到焊接至肋 207 和 208 的板。多个檩条 305 垂直于所述多个脊梁布置，从而支撑金属平台。连接件 300 (图 25) 用于将檩条 305 连接到每个脊梁，连接件 300 跨过每个脊梁延伸并被脊梁支撑。当檩条附接至刚性连接时，例如沿着前排 382，使用包括连接件 150 的连接件 381，在连接件 150 的角部套管 153 (图 13) 的凸缘 164 焊接有肋 303 (图 25)，肋 303 还焊接到与檩条 305 的腹板 309 连接的板 45。横梁 10，例如沿着末侧排 386 配置的横梁 10 通过包括与柱连接的第一连接件 80 (图 6)、与横梁连接的第二连接件 80 以及水平布置板 198 (图 15) 的连接件 389 连接到每个柱 225，水平布置板 198 焊接到第一连接件的大致横向中心线以及第二连接件的大致

纵向中心线上。抗风加强线缆与连接件 260（图 21）接合。

图 34 表示由多个与图 33 的系统 380 所用相同的梁和连接件组装的示例性梁系统 390。由于本发明的组合梁相对于传统 I 形梁增加的侧向稳定性和强度重量比，并且由于使用与梁力传递接触的连接件，由厚度适中（例如 4mm）的金属板制成的梁可在没有拉条或桥接的情况下跨过比现有技术梁的最大自由跨距大得多的距离，例如 25m。如图所示，梁系统 390 沿其前排 382 具有与图 33 的梁系统 380 数量相同的柱 225，即 6 个柱，而其中排 384 仅包括 2 个柱，末侧排 386 仅包括 3 个柱。因此沿着末侧排 386 的跨距可以多达  $4L$ 。而且，横梁是不必要的。

虽然已经通过例示而描述了本发明的一些实施方式，但很明显本领域技术人员可以对本发明进行许多修改、变更和改进，并且使用多种等同或替代解决方案，而不脱离本发明的精神或超出权利要求的范围。

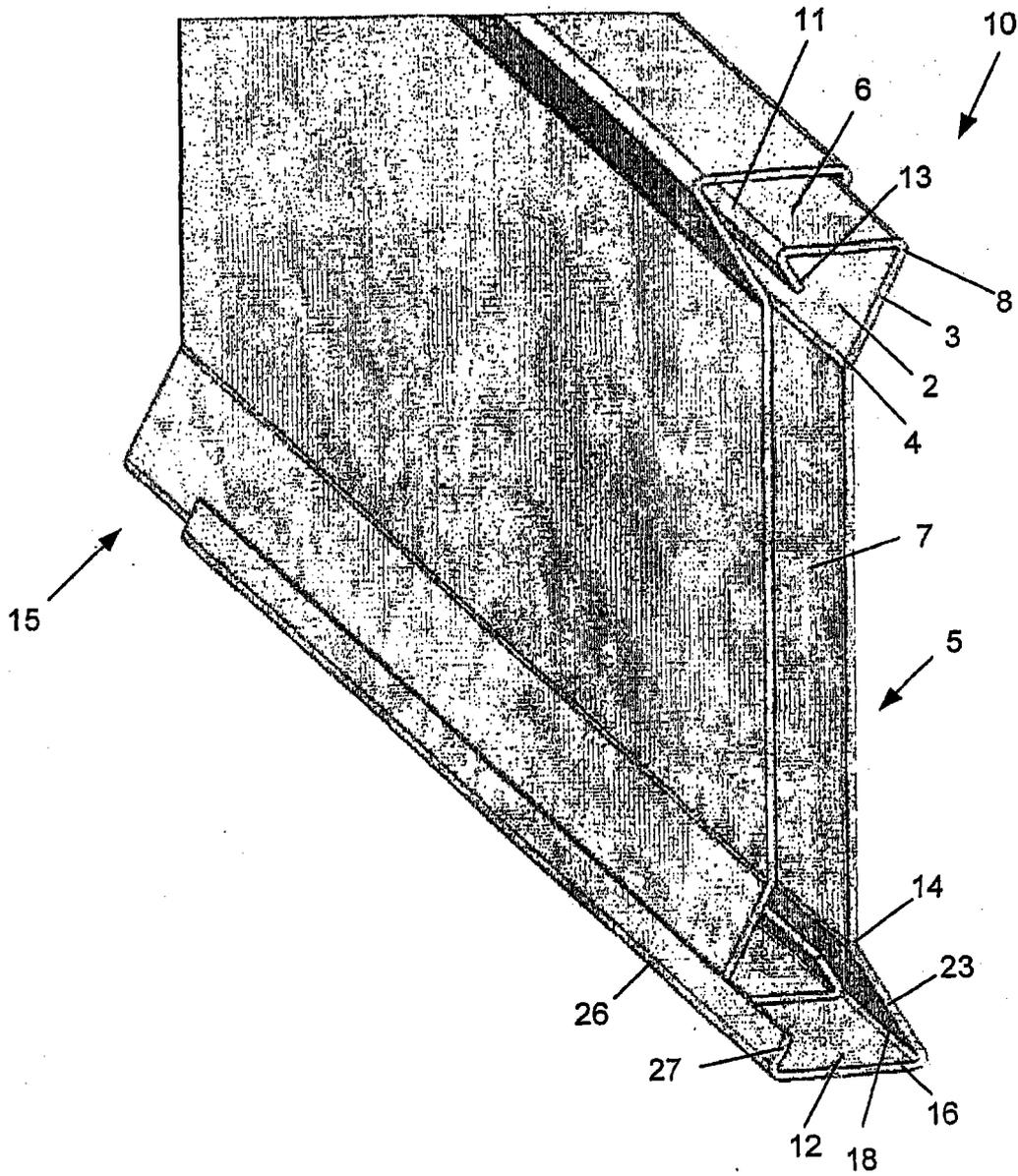


图 1

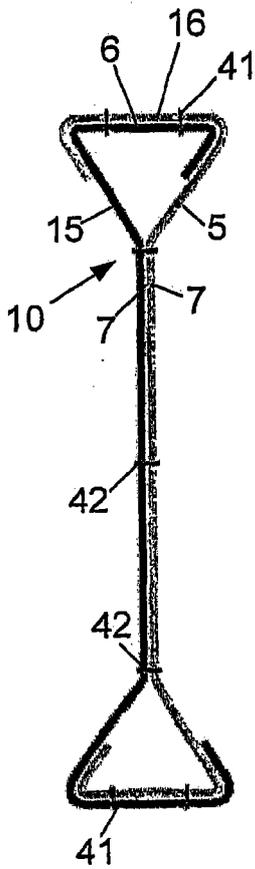


图 2

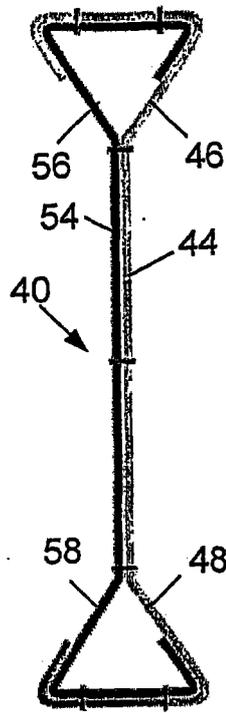


图 4

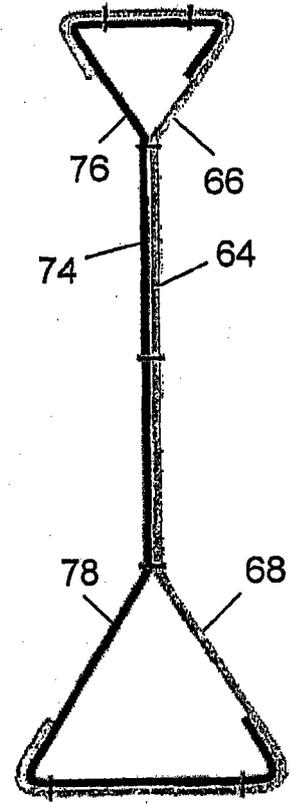


图 5

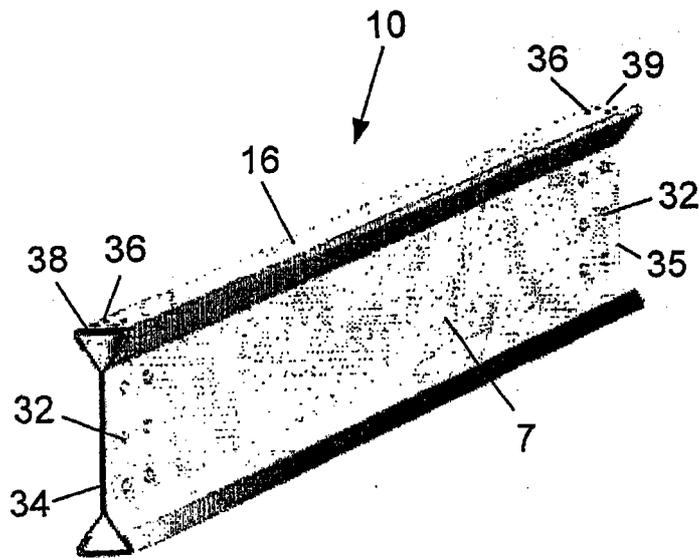


图 3

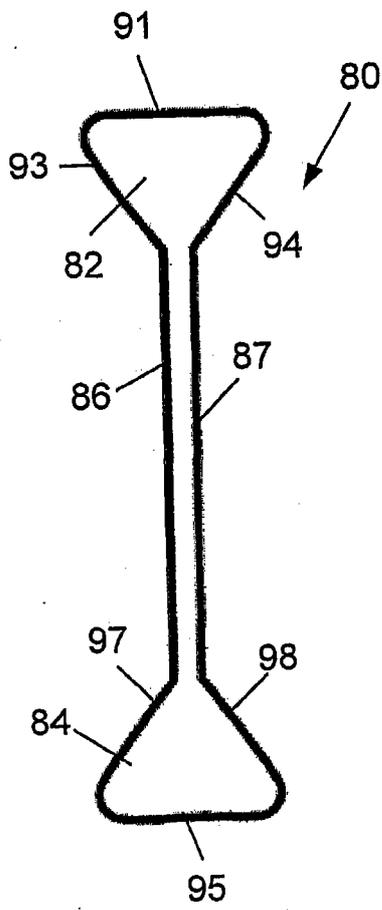


图 6

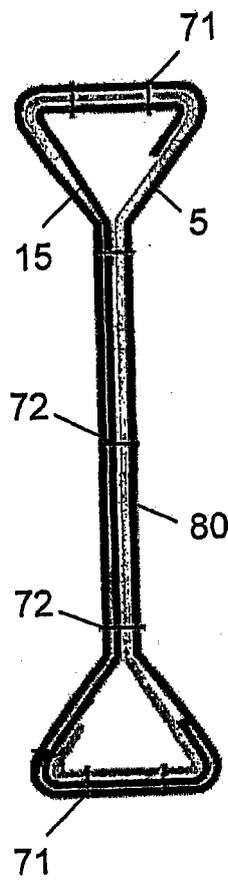


图 7

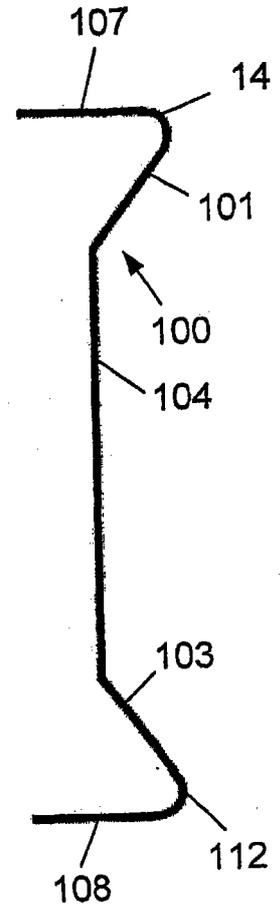


图 8

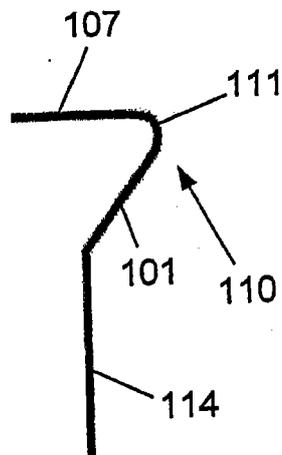


图 9

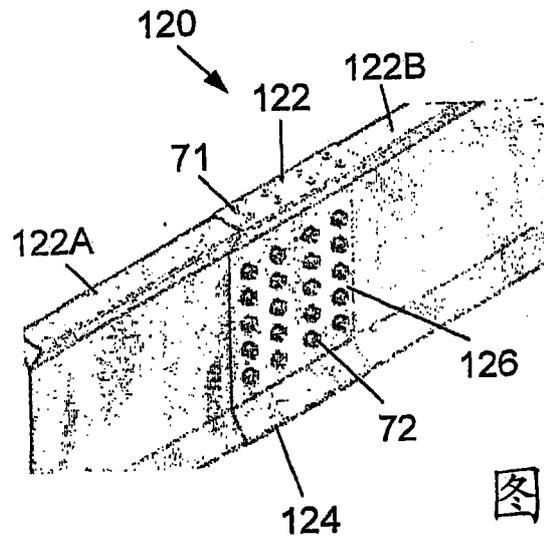


图 10

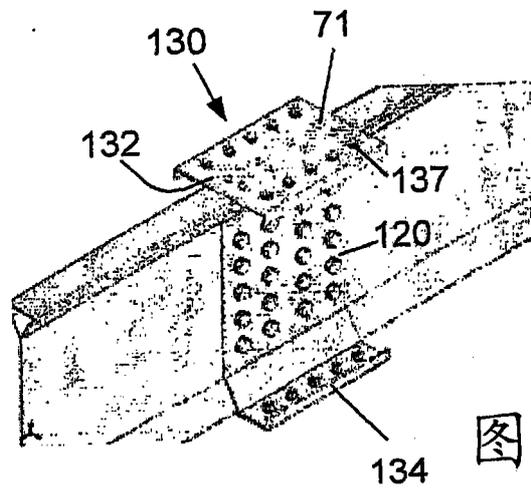


图 11

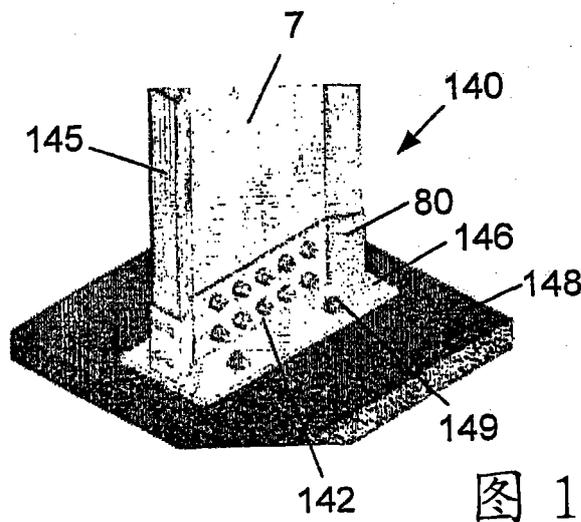


图 12

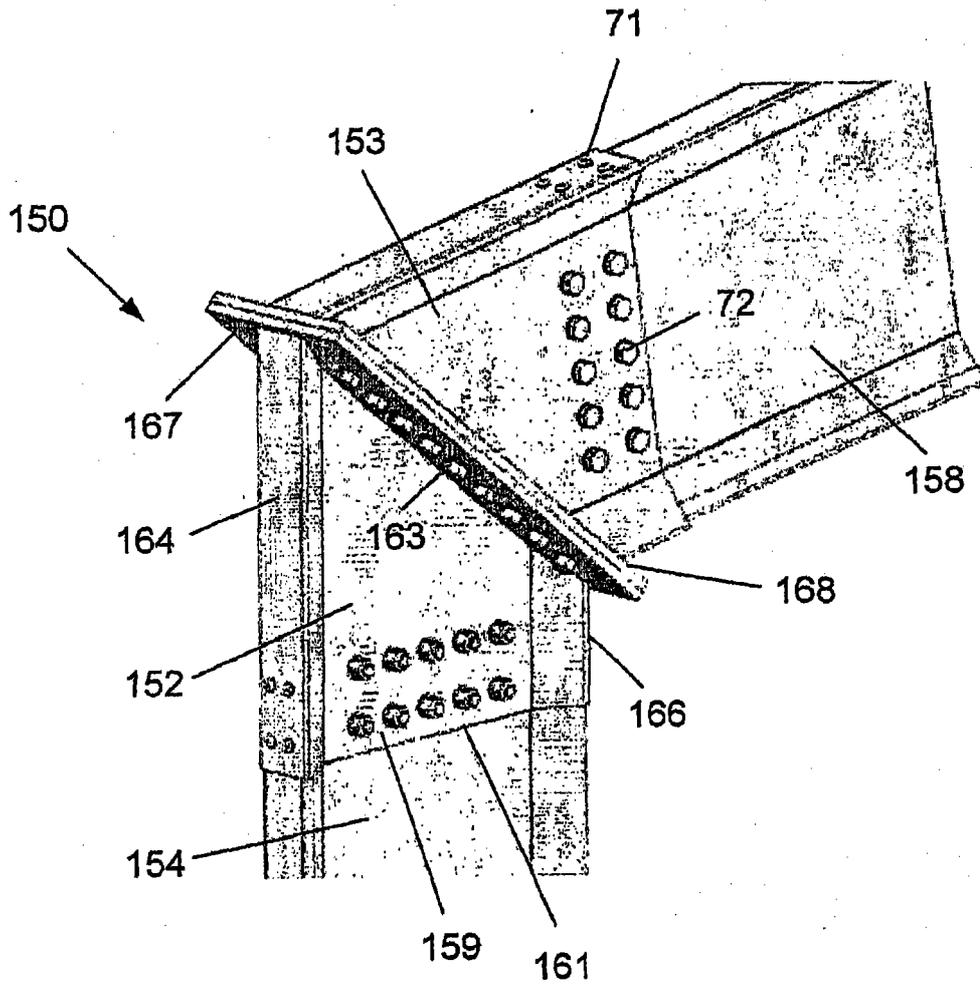


图 13

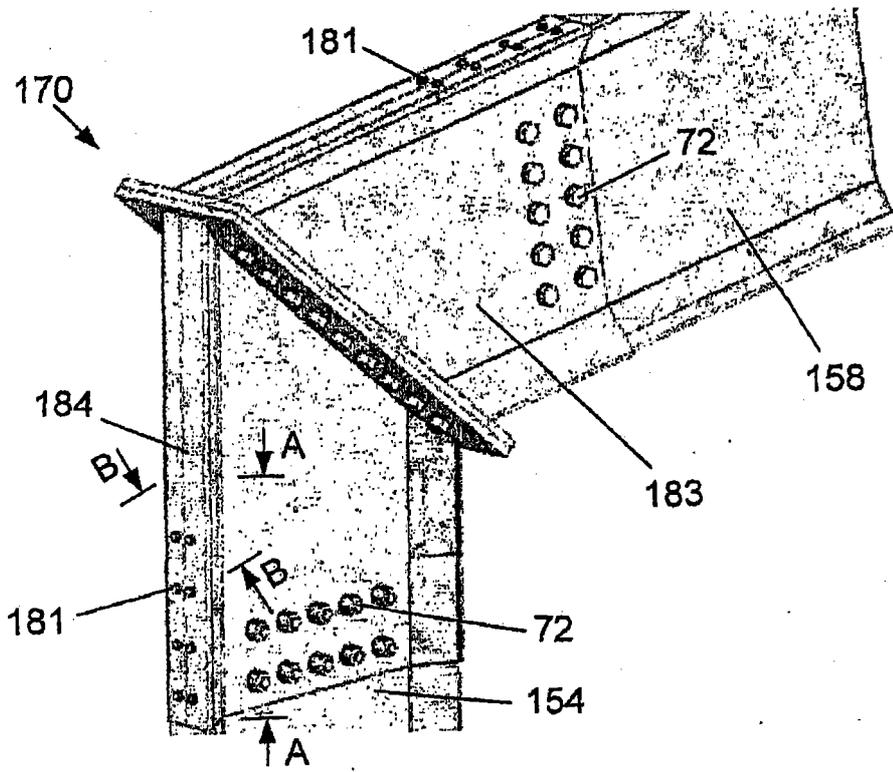


图 14A

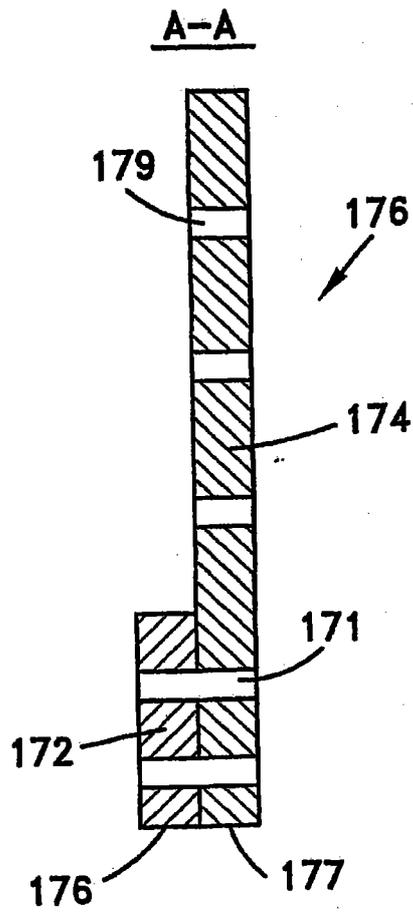


图 14B

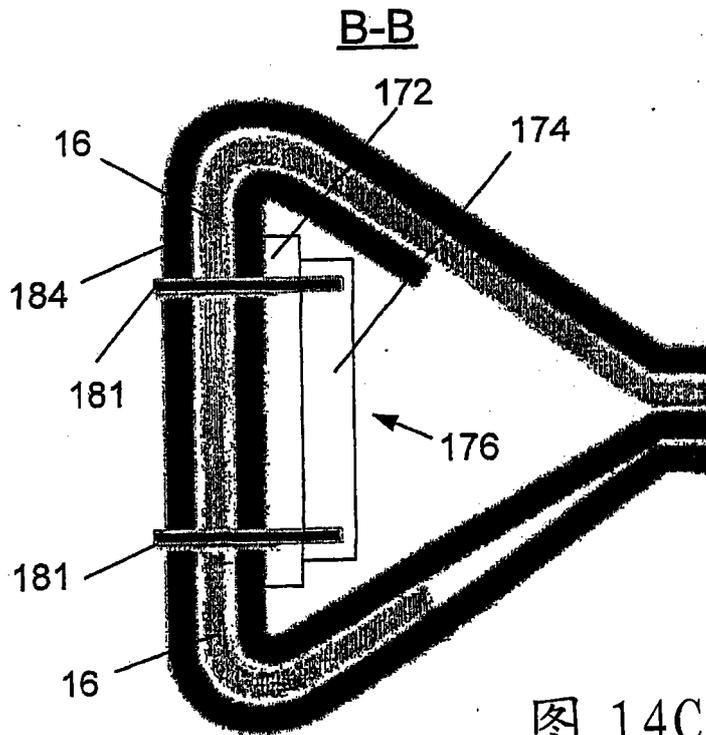


图 14C

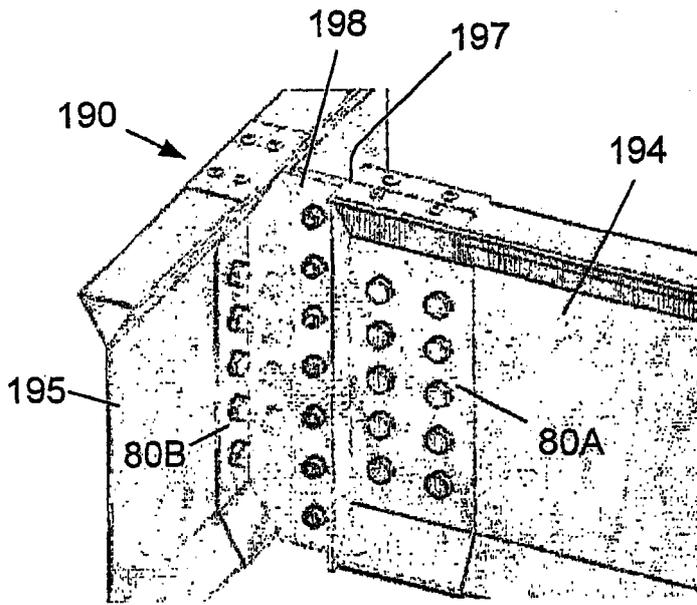


图 15

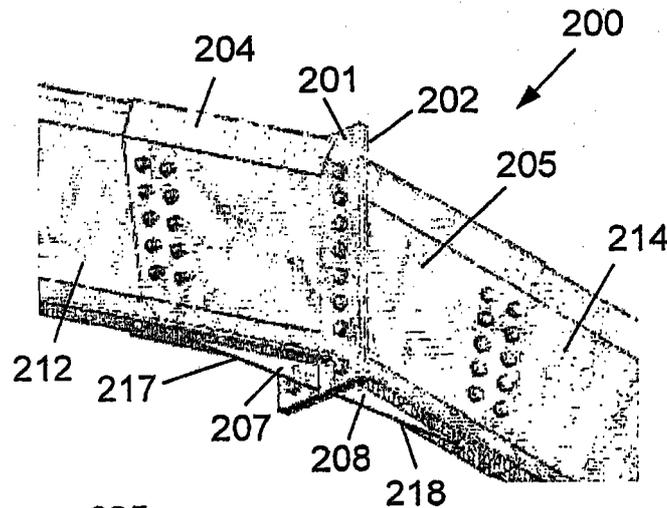


图 16

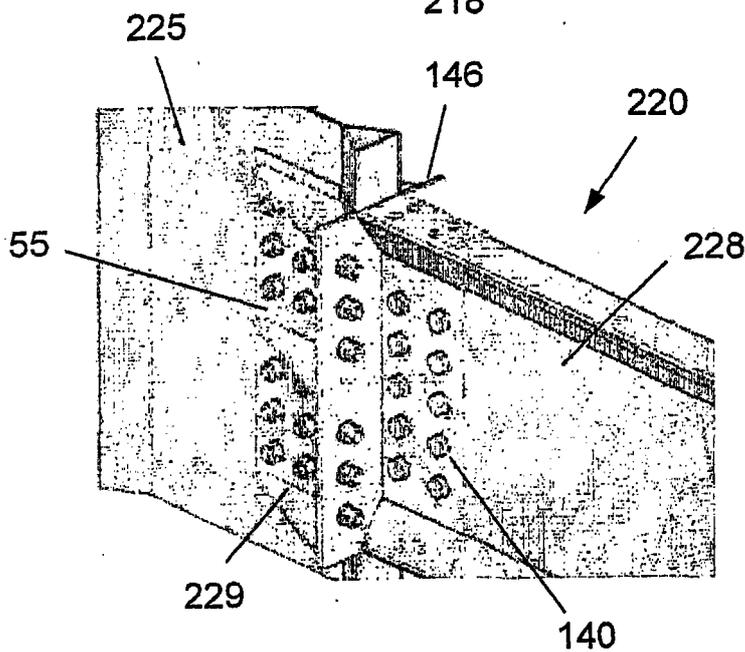


图 17

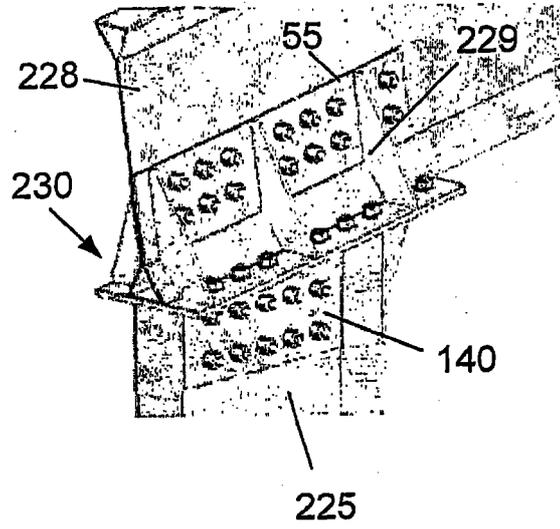


图 18

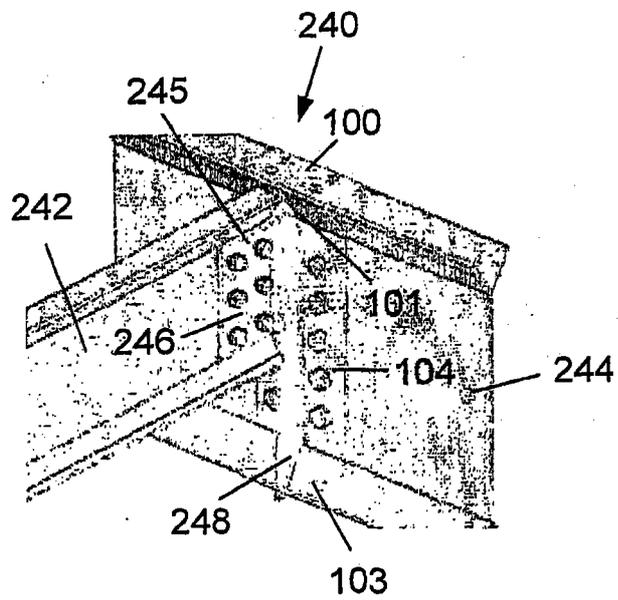


图 19

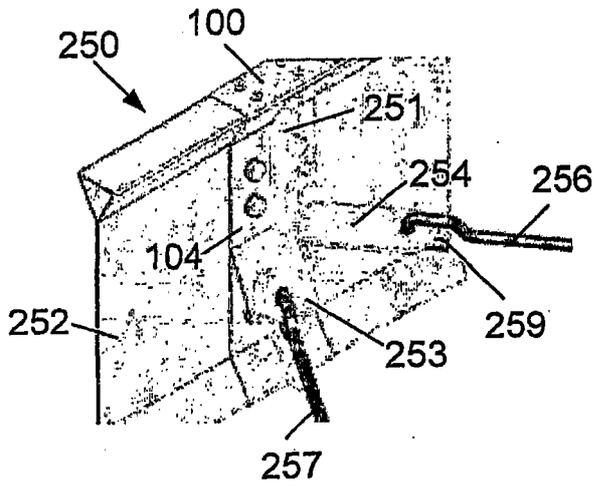


图 20

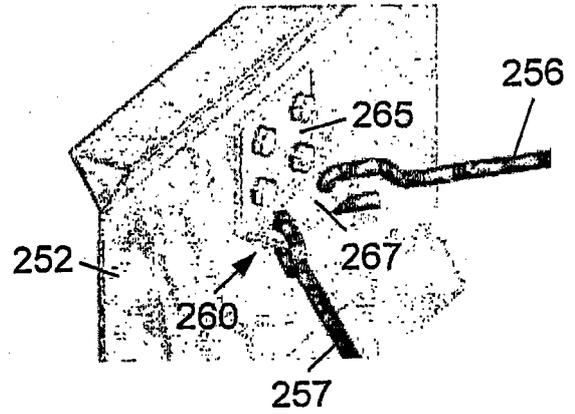


图 21

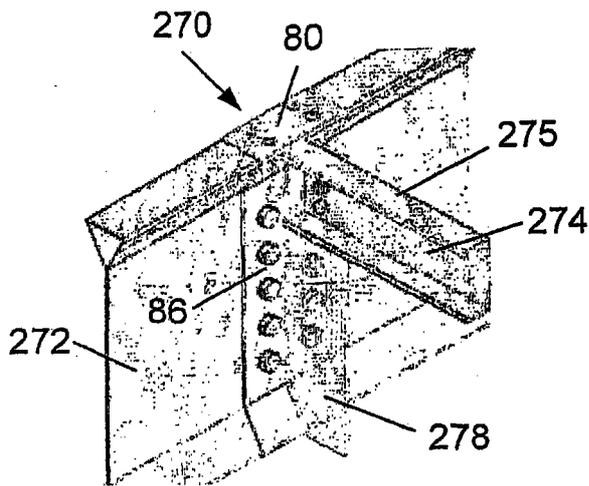


图 22

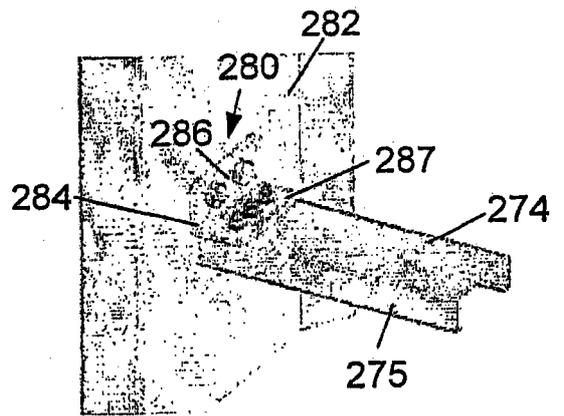
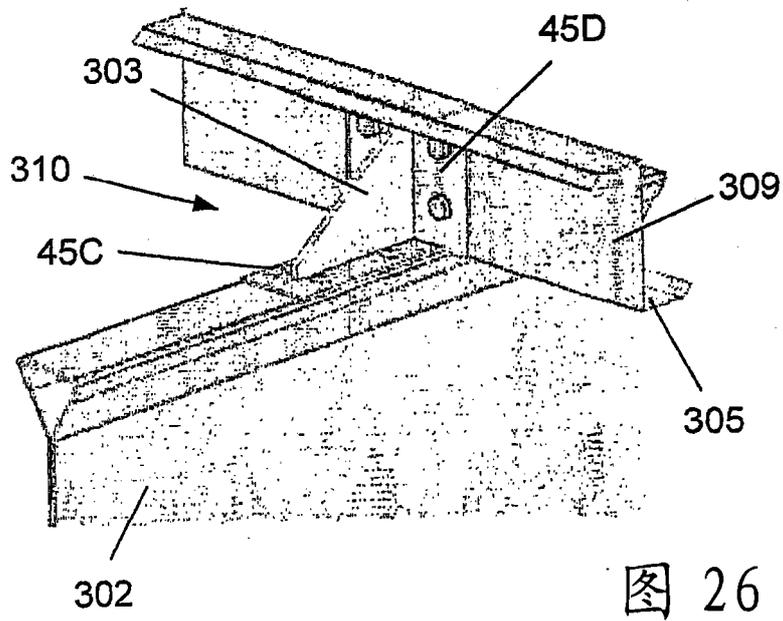
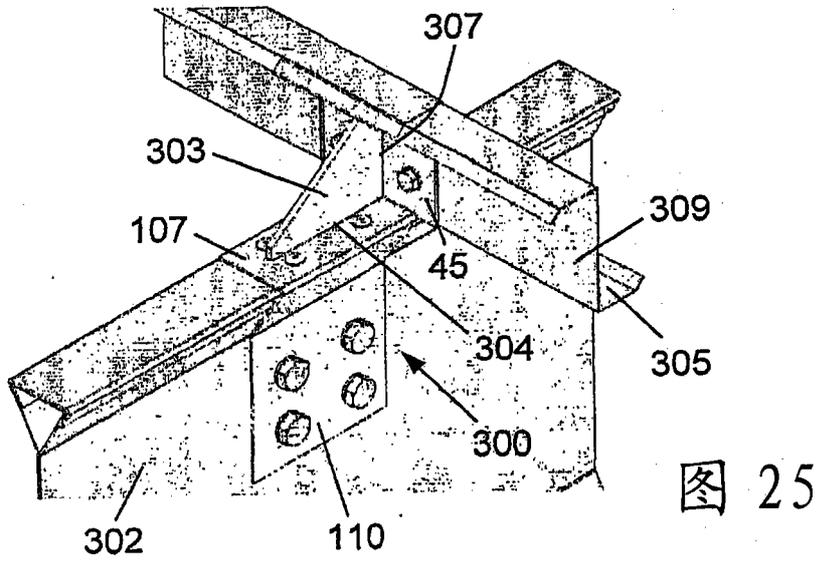
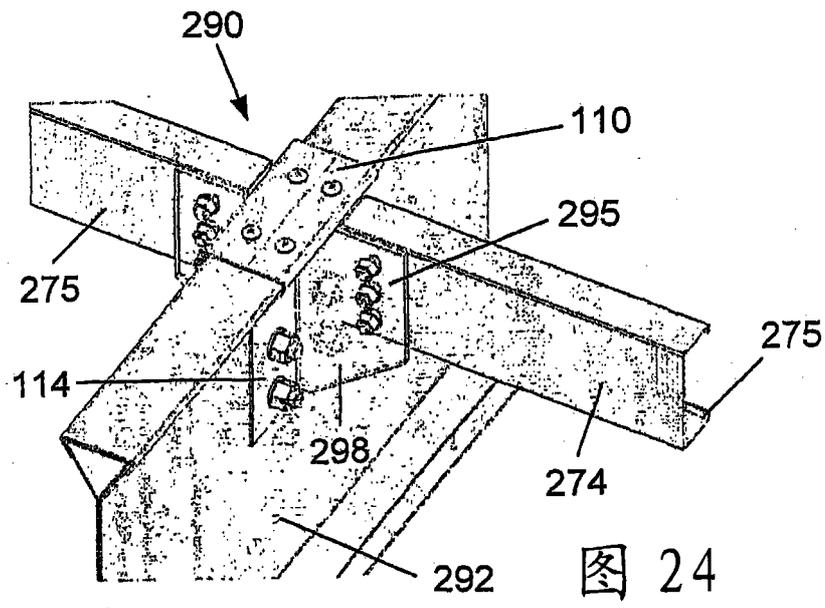


图 23



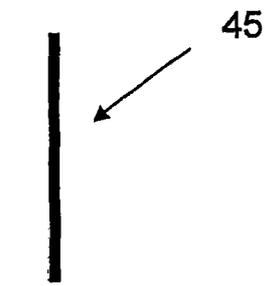


图 27

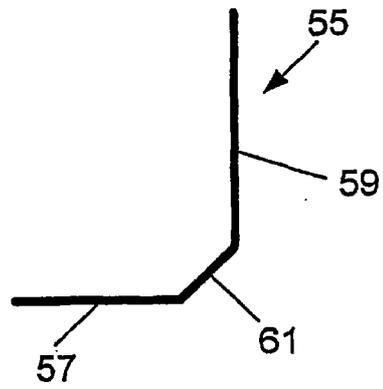


图 28

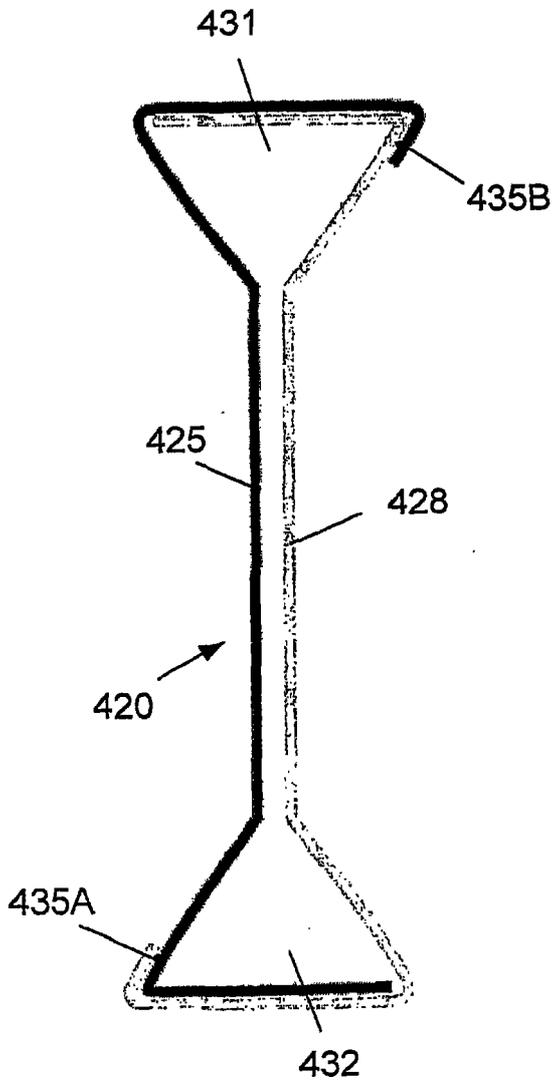


图 36A

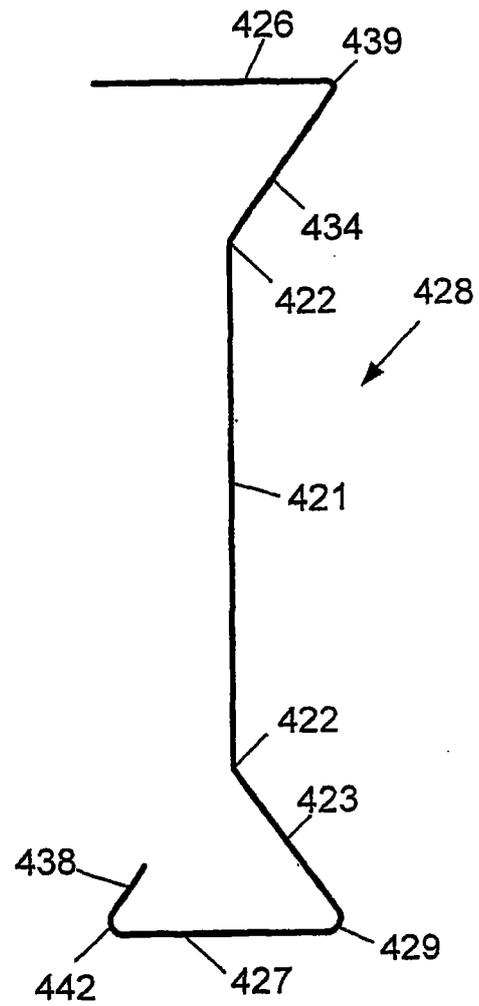


图 36B

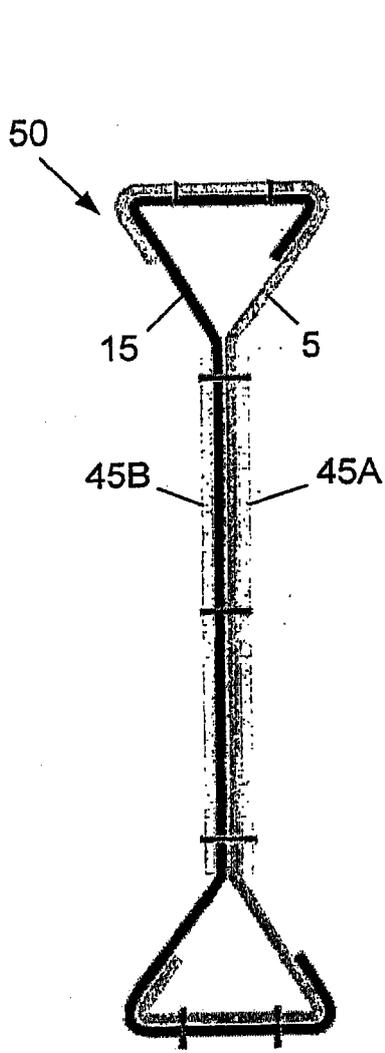


图 29

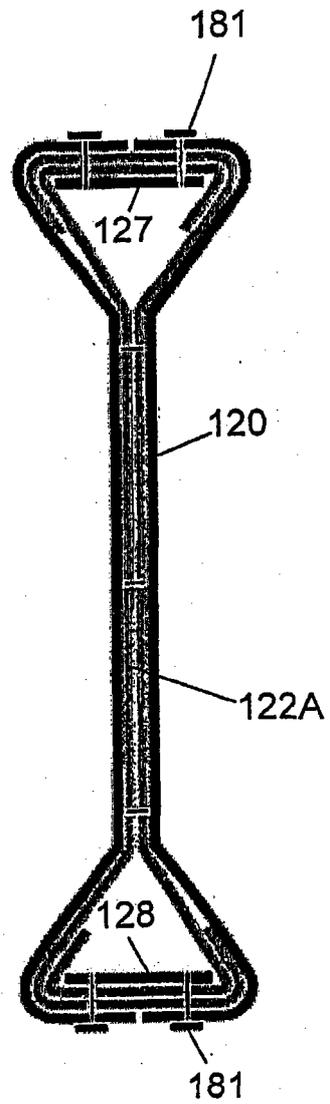


图 30A

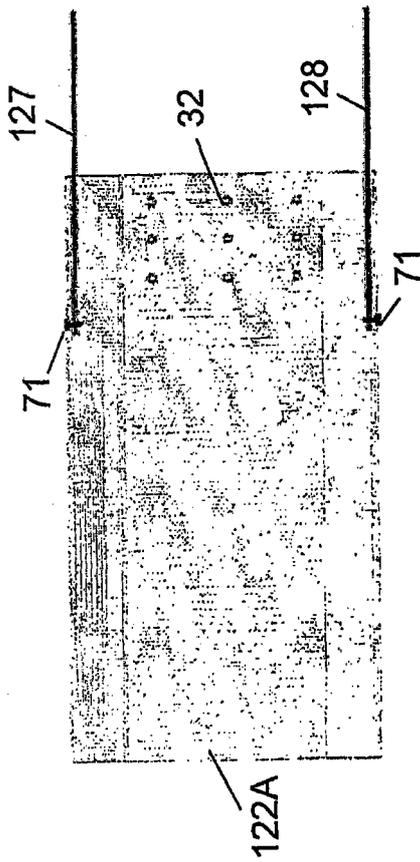


图 30B

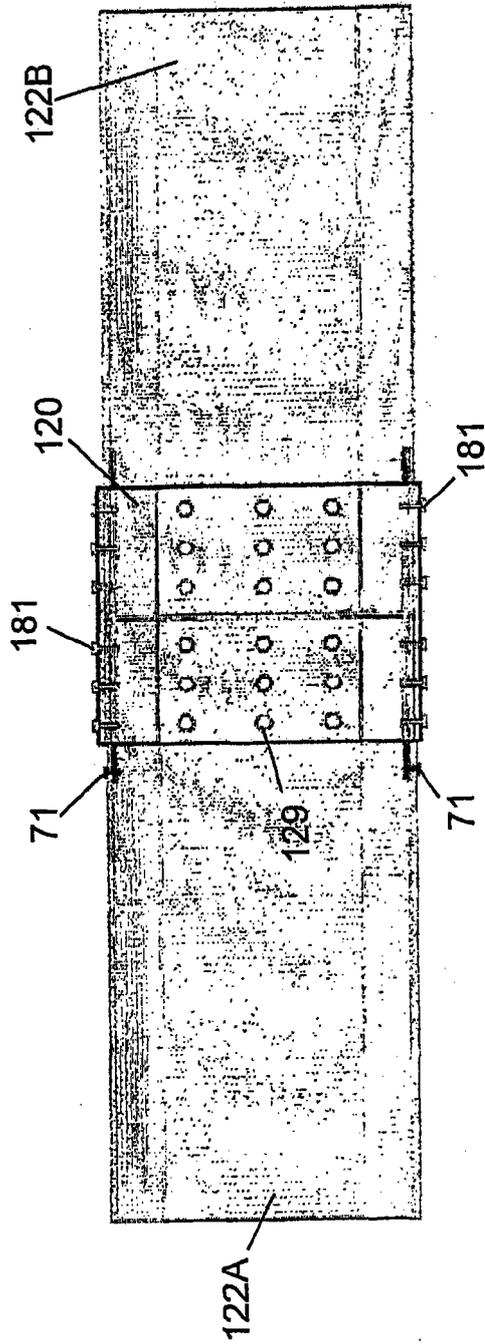


图 30C

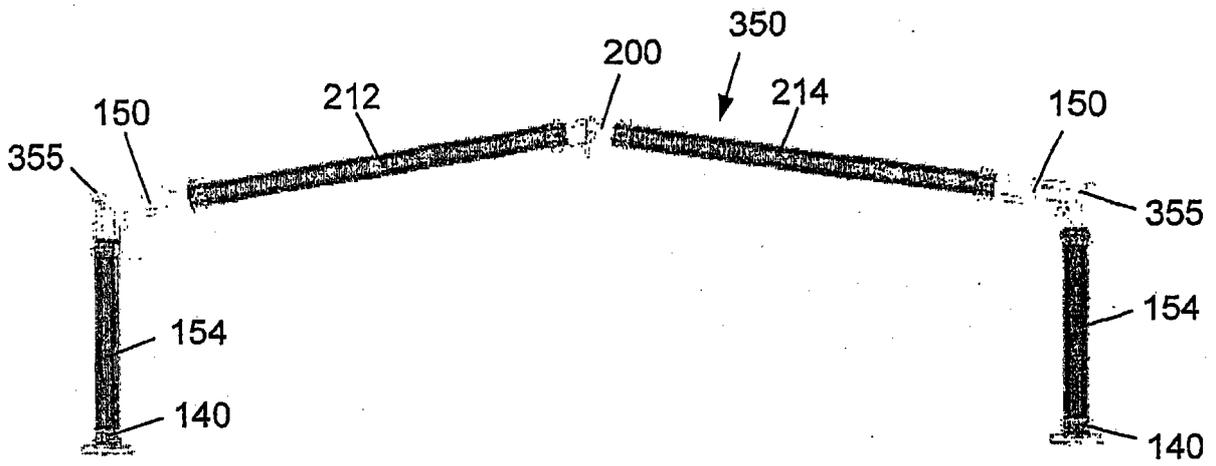


图 31

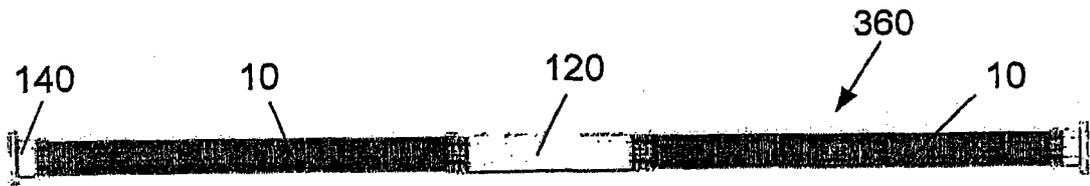


图 32

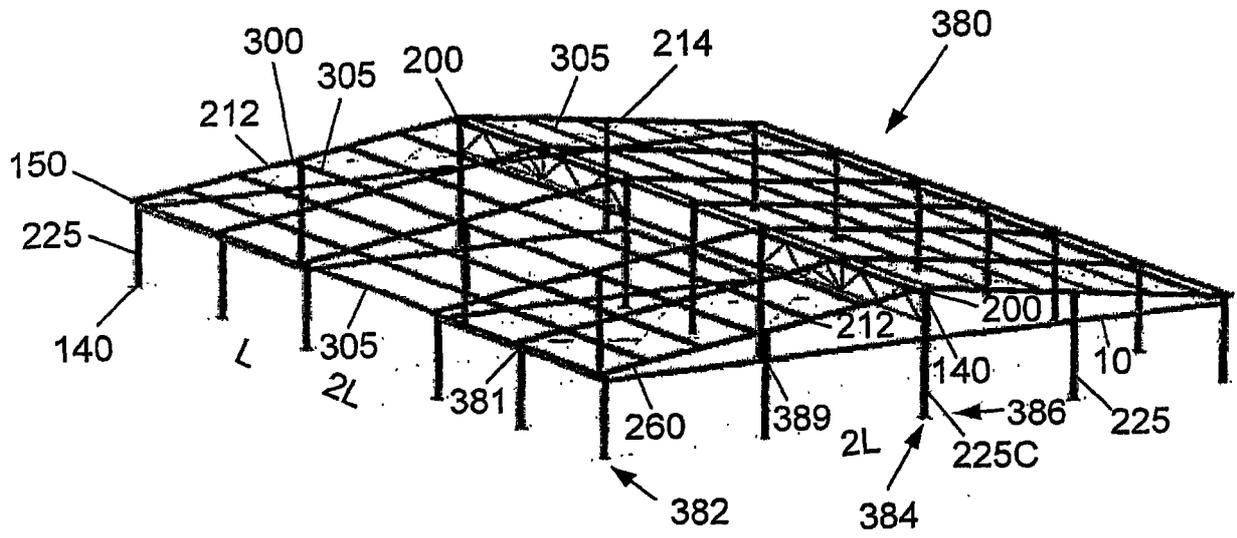


图 33

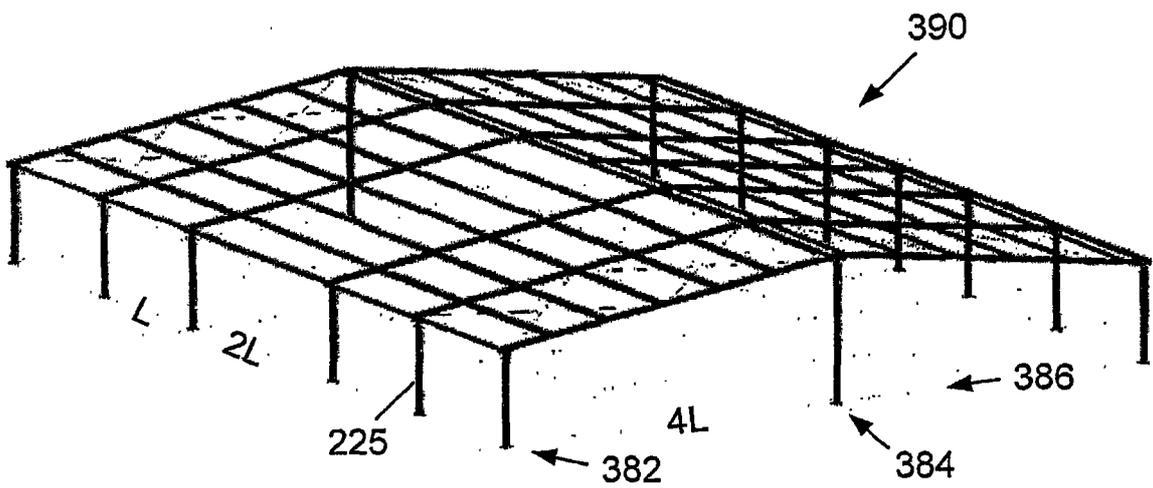


图 34

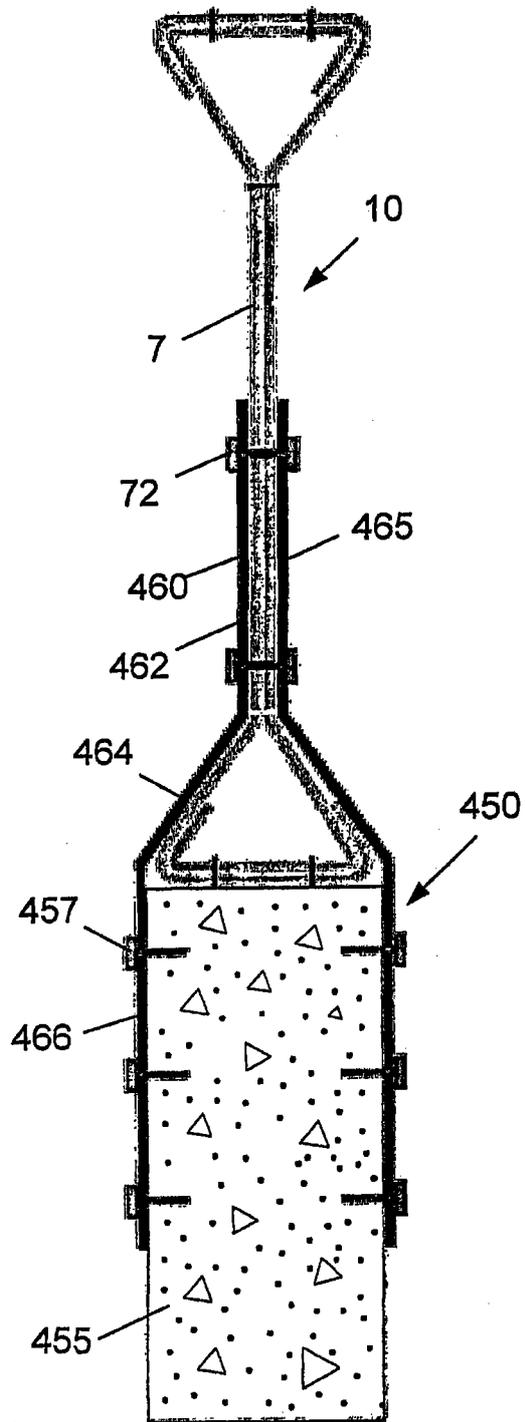


图 35