



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102995757 A

(43) 申请公布日 2013. 03. 27

(21) 申请号 201210543975. X

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2007. 03. 08

E04B 1/58 (2006. 01)

(30) 优先权数据

11/525, 721 2006. 09. 22 US

(62) 分案原申请数据

200780039151. 6 2007. 03. 08

(71) 申请人 游丝空间框架公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 G·A·雷诺 D·R·哈克巴斯

G·N·克提斯

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

公司 11245

代理人 赵蓉民

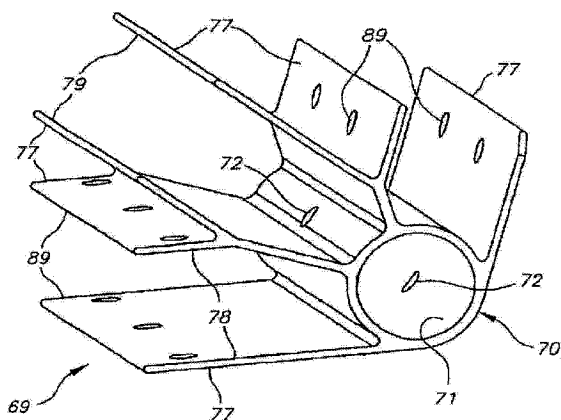
权利要求书 1 页 说明书 16 页 附图 17 页

(54) 发明名称

空间框架连接节点装置

(57) 摘要

本发明公开用于在具有间隔的主表面的双层栅格类型空间框架中互连多个构架构件的节点连接器, 构架构件包括纵向与横向弦构件以及对角柱与可选扭力拉杆, 节点连接器包括限定通路的细长本体, 其中通路沿本体长度延伸, 通路被构造且尺寸为能使一个纵向弦构件经由本体内的通路连续延伸穿过并超过本体并被周边闭合成足以保持连接器和其通路与纵向弦构件轴向对准, 节点连接器限定从本体横向延伸的处于与通路的中心基本相交的平面内的多个肋, 肋能使基本设置在各自平面内的柱与横向弦构件能被连接到节点连接器, 且其中与具体对角平面相关联的至少一个肋具有沿本体的足够长度以使一对柱能经由该肋被连接到本体。其解决现有技术问题, 减少成本并降低装配难度。



1. 用于在具有间隔的主表面的双层栅格类型空间框架中互连多个构架构件的节点连接器,所述构架构件包括限定所述主表面的纵向与横向弦构件以及将所述主表面彼此间隔的对角柱与可选扭力拉杆,所述节点连接器包括限定端开口的通路的细长本体,其中所述通路沿所述本体的长度延伸,所述通路被构造成且尺寸为能使一个纵向弦构件经由所述本体内的所述通路连续延伸穿过并超过所述本体并被周边闭合成足以保持所述连接器和它的通路与在所述通路内的纵向弦构件轴向对准,所述节点连接器限定从所述本体横向延伸的处于与所述通路的中心基本相交的平面内的多个肋,所述肋能使基本设置在各自平面内的柱与横向弦构件能被连接到所述节点连接器,且其中与具体对角平面相关联的至少一个所述肋具有沿所述本体的足够长度以使一对柱能经由该肋被连接到所述本体。

2. 根据权利要求 1 所述的节点连接器,还包括连接到各自肋的多个节点连接器元件,其中所述节点连接器元件的每对相对的连接表面将一个所述弦构件连接到该节点连接器。

3. 根据权利要求 2 所述的节点连接器,其中与至少每一个柱对角平面相关联的连接表面被限定为布置在所述连接器本体上的、平行的、相对的、基本平坦表面,从而各自平面基本平行于表面对且基本在这些表面之间的中部。

4. 根据权利要求 2 所述的节点连接器,其中至少两个所述连接表面由所述节点连接器的外部元件限定,所述节点连接器的外部元件沿所述本体延伸并且被分支成至少两个臂,所述臂限定各自连接表面。

5. 根据权利要求 2、3 与 4 中任何一项所述的节点连接器,其中所述节点连接器在垂直于所述通路的长度的平面内具有基本恒定的横截面形状。

6. 根据权利要求 5 所述的节点连接器,其中所述通路的横截面形状是圆形。

7. 根据权利要求 2 所述的节点连接器,其中所述节点连接器在主要部中由金属挤压件形成。

8. 根据权利要求 2 所述的节点连接器,还包括一对孔和一个销,所述孔穿过所述节点连接器元件限定通路,当将所述构架构件端适当地放置在所述连接器元件之间时所述销可穿过所述孔与所述通路而插入,其中当将所述销插入到所述孔与所述通路内时,所述销被限定为在所述孔内与所述通路内基本具有过盈配合。

9. 根据权利要求 8 所述的节点连接器,其中所述销在其一端处圆形销柄的一端处具有头结构,所述柄在邻近所述头处具有较大的直径部分并且在邻近所述柄的另一端处具有较小直径,以及在所述节点连接器元件中的所述孔具有对应于所述销柄的所述较大与较小直径的不同直径。

10. 根据权利要求 8 至 9 中任何一项所述的销连接,其中所述销无螺纹。

空间框架连接节点装置

[0001] 本申请是 2007 年 3 月 8 日提交的名称为“空间框架连接节点装置”的中国专利申请 200780039151.6 (PCT/US2007/005761) 的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及结构化空间框架,更为具体的是,涉及非壳体空间框架且涉及连接节点装置与用于这样框架的其他结构元件。

背景技术

[0003] 空间框架是诸如管的结构构架构件的网,所述结构构架构件在多构件连接点(通常称为“节点”)处以下面的方式互连:即整个结构的行为就像一个结构元件。通过对比,在梁与柱的典型构架中,如在建筑中,结构元件通常独立于彼此而起作用并具有完全单独的力作用路径。

[0004] 现有技术中可见到空间框架的两种粗分类。它们是单层栅格与双(多)层栅格(DLG)。单层栅格是具有期望横截面与尺寸的节点结构与结构构件的网(设置成三角形、长方形或其他几何方案)。单层栅格通过将栅格元件设置到曲面内而获得它的结构强度。因而,单层栅格最常用于限定圆顶、拱顶以及具有单一或复合曲率的其他结构。

[0005] 正如名称所暗示的,双层栅格是节点位于两个单独表面内的空间框架,所述两个单独表面通常是平的且彼此相互平行间隔;具有弯曲的平行间隔的表面的拱顶 DLG 也是公知的。在双层栅格(DLG)中,节点通过称为弦的直的结构元件彼此互连在每个平面内;在每一个表面内的所述弦被配置成通常为方形的重复几何图案,但是也可通过在每个表面内的弦阵列而限定三角形与长方形。由在 DLG 的主平面内的弦所限定的方形(或其他几何形状)一般在整个结构中都有相同的尺寸。通过在此被称作柱以便同处于 DLG 主表面内的弦元件相区别的其他直的结构元件而使 DLG 的两个表面互连。例如,在 DLG 顶表面内的节点被设置成,使它们所限定的方形区域的质心位于 DLG 的底表面内的节点之上,且柱从这些顶表面节点中的每一个连接到其底表面节点。结果,在 DLG 的主表面之间延伸的 DLG 中的柱倾斜于主表面。

[0006] 空间架构常规地被用作静态结构,即被安装在固定支承件或地基上并且被其支撑的结构。在全景平面图(即从垂直于 DLG 主表面的线上有利位置处观察)中是方形或长方形的 DLG 结构可被支承在结构的端或例如结构的中部。然而,公知的是将空间架构用作在体育场与露天运动场上的可移动盖顶,在这样的情况下,空间框架支承件被支承在沿水平轨道可移动的辊或滚轮单元上;在这样情况下所使用的空间架构根本上是静态结构,这是因为这样的空间架构的运动不会显著改变由于重力导致的框架载荷。

[0007] 在单层栅格中构架构件到节点的连接通常是通过将相关构架构件在节点处彼此相互螺栓连接、铆接或焊接或者将相关构架构件在节点处螺栓连接、铆接或焊接到其他节点元件而限定的刚性连接。在栅格节点处构架构件这样的刚性连接使所述连接能将在架构构件上的力矩载荷传递到节点并传递到节点处的其他构件;力矩载荷是以导致构架构件相

对于节点试图旋转或枢转的方式而作用到构架构件上的载荷。另一方面,在现代双层栅格中,构架构件到节点的连接很少是力矩连接;它们是真正被销连接或被模制成销连接。在双层栅格中,通过作用在构架构件内沿它们的长度(即构架构件的轴线方向)的拉力或压力来抵抗在整体栅格上倾向于使得构架构件产生相对于节点的旋转运动的载荷。在 DLG 中使用销连接的原因在于装配这样的栅格的费用与困难性,其中所述栅格具有在或到节点处的构架构件的力矩连接。

[0008] 在节点处 DLG 构架构件的真正销连接是用于限定与制作的简单连接。这样的连接典型地通过如下方式被制成:即,使得螺栓或销穿过在构架构件内和在节点连接器装置内的对准孔,其中该构架构件同其他构架构件被销连接到所述节点连接器装置。在柱轴线与在节点处的弦轴线(或在节点处的主弦轴线)不相交的情况下,称节点具有偏心率。在 DLG 节点处的偏心率导致节点具有力矩载荷或其他施加到其上的不期望的载荷。在 DLG 的节点处存在力矩载荷会要求栅格的至少一些部件重于没有力矩载荷存在的情况下的部件。可通过在连接到节点的构架构件的不完全对准而导致在 DLG 节点处的载荷偏心率,并且可由在节点处销连接内的间隙而产生构架构件未对准。在 DLG 中销连接处的间隙也可导致栅格构架构件在节点之间具有偏离于设计长度的有效长度,因此与设计载荷大小相比会影响在构架构件内的实际载荷的大小。解决在实际构架构件载荷与设计构架构件载荷之间差异的存在性(或者潜在性)的方案是将构架构件制作得更重。

[0009] 因此,显然的是用于在 DLG 内建立构架构件到节点的连接的存在结构与现有技术具有如下不足,即有害地影响了整体 DLG 以及在其中存在的构架构件的载荷承载能力。对于可用减少偏心率或没有偏心率以及在销连接处最小化间隙效果的方式而制造的在 DLG 内节点处的销连接,其结构与程序是有要求的。有意义地满足任何或者全部这些要求可导致 DLG 更为有效地利用它们的构架构件并因此允许减轻构架构件的重量以及其它随之而来的优点与有利之处。影响特定 DLG 费用的首要因素主要是用于形成栅格部件的材料费用以及其次是组装这些部件的劳动力费用。材料费用是材料重量的函数。劳动力费用主要是组装 DLG 所需工时的函数。

发明内容

[0010] 本发明有利地满足了以上所述的要求。它是通过提供结构化的装置得以实现的,并且是在下面将详细描述的和与这些结构与程序的多个优点与有利之处的一同说明的程序。下面概括出所要求保护的发明的主要方面。

[0011] 本发明提供一种节点连接器结构,所述节点连接器结构有用于限定双层栅格类型的空间框架中的节点处的多个构架构件的互连。该节点连接器结构包括限定具有轴线的通路的圆筒形基底部分。通路的尺寸与形状被构造成适于细长弦构架构件可滑动地基本轴向地插入配合到其中,所述弦构件具有当将弦构件插入到通路中时可与通路轴线基本对准的沿其长度的轴线。通路被构造成基本围绕弦构架构件且当将弦构件插入到通路中时保持该构架构件轴线与通路轴线对准。节点连接器基本沿基底部分长度以及基底部分外部承载多个固定结构元件,所述多个固定结构元件限定至少两对平行的、间隔的、对向的基本平坦表面。每一对表面距它们之间的中心平面等距离地间隔;所述中心平面平行于且基本相交于通路轴线。至少一对孔被限定在基底部分内;这些孔在横贯通路轴线并与其正交的线上对

准。至少再一对孔被限定成穿过限定每一对平行间隔对向表面的元件；这些孔在正交于该对表面的直线上对准。

[0012] 本发明也提供经由节点连接器在双层栅格类型的空间框架中在构件的节点处的构架构件的销连接，其中所述节点连接器具有限定一对备用的平行的基本平坦的对向表面的元件。构架构件在其端处在节点连接器对向表面之间具有它自身的基本平坦的且基本平行的相对的外表面，所述外表面被间隔成在对向节点连接器表面之间具有构架构件端的小间隙。销接收通路沿与构架构件的平行外表面基本正交的直线穿过构架构件而形成。一对孔穿过节点连接器元件在与由这些元件限定的对向表面对基本正交的直线上而被形成。当在节点连接器的对向表面之间适当放置构架构件时，销可穿过孔和通路而插入。在这种情况下，当将销插入到孔与通路中时，销被限定成在孔与通路内基本具有过盈配合。

[0013] 本发明还提供沿其长度具有基本恒定横截面尺寸与形状的管状结构构件。该构件在它的外表面内具有一对平行相对准的平坦区域。除了在每一个外部平坦区域的选定部分内，管状构件具有预定的基本均匀的壁厚，在所述每一个外部平坦区域的所述选定部分内壁厚是大于预定壁厚的选定量。一对对准的孔中的每一个分别穿过在每一个较大管壁厚度的选定部分的管而限定。

[0014] 并且，本发明提供用于电磁发射的曲面反射器的可移动支承电枢。电枢大体限定为具有非平行主表面的双层栅格空间框架。电枢包括多个平行主弦构架构件，其中每一个平行主弦构架构件具有伸长的轴线并被放置在框架主表面内。每一个主弦构件平行于框架的细长区域延伸。主弦构件包括实质上在框架主表面的底表面内的一对底主弦构件以及三个上主弦构件。上主弦构件包括位于两个外弦构件之间的中心弦构件。外弦构件位于也包括中心弦构件的两个平面中的各自平面内。平面与中心弦构件相交呈斜夹角，所述斜夹角背对框架底表面凹入。节点连接器结构沿每一个构件在间隔开的位置处被连接到每一个主弦构件。次弦构件在主弦构件上对应的节点之间被连接，其中所述主弦构件限定上述各自平面以在每一个平面内限定主弦与次弦构件的长方形阵列。柱构架构件被互连在不同平面中的节点之间。拉杆构架构件被连接在每一个长方形阵列中呈对角的相反节点之间。

附图说明

[0015] 在以下详细说明中，参照在附图中所描述的本发明的特定结构与过程实施例，更为全面描述与记录了本发明的前面所提及的以及其他的方面及其优点、特征以及有利之处。在所述附图中：

[0016] 图 1 是不确定长度的双层栅格 (DLG) 空间框架的透视图，并且所述双层栅格 (DLG) 空间框架具有恒定的方形跨度间隔；

[0017] 图 2 是具有三角形桁架性质的简单 DLG 空间框架的透视图，其具有可变跨度间隔；

[0018] 图 3 是用于图 2 中所示的空间框架的节点连接器的透视图；

[0019] 图 4 是图 3 节点连接器的端局部正视图，且其中具有连接于其上的在图 2 中所示的空间框架构造中的构架构件；

[0020] 图 5 是更为复杂的 DLG 空间框架的端正视图，其中所述更为复杂的 DLG 空间框架是用于曲面镜的可移动支承电枢并且适用于太阳能发生设备中；

- [0021] 图 6 是用在图 5 中所示的 DLG 中的第一节点连接器构造的端视图；
- [0022] 图 7 是图 6 的节点连接器的透视图；
- [0023] 图 8 是用在图 5 中所示的 DLG 中的第二节点连接器构造的端视图；
- [0024] 图 9 是图 8 的节点连接器的透视图；
- [0025] 图 10 是图 5 中所示的 DLG 中用的第三节点连接器构造的端视图；
- [0026] 图 11 是剪切销的正视图,所述剪切销在本发明的实践方面可用于形成空间框架构架构件到节点连接器的连接；
- [0027] 图 12 是可与图 11 中剪切销一同使用的夹持保持件的已知类型平面图；
- [0028] 图 13 是示出图 5 的 DLG 构造中第一步的透视图；
- [0029] 图 14 是在该相同构造过程中的第二步的透视图；
- [0030] 图 15 是在该相同构造过程中的第三步的透视图；
- [0031] 图 16 是在该相同构造过程中的第四步的透视图；
- [0032] 图 17 是在该相同构造过程中的第五步的透视图；
- [0033] 图 18 是在该相同构造过程中的第六步的透视图；
- [0034] 图 19 是在该相同构造过程中的第七步的透视图；
- [0035] 图 20 是在该相同构造过程中的第八步的透视图；
- [0036] 图 21 是在该相同构造过程中的第九步的透视图；
- [0037] 图 22 是在该相同构造过程中的第十步的透视图,前面装配的空间框架的基本部分从图 22 中删除以更加清晰地描述通过步骤十所添加的结构；
- [0038] 图 23 是示出在该相同构造过程中的第十一步的俯视图；
- [0039] 图 24 是图 23 中示出的结构的一部分的局部端正视图；
- [0040] 图 25 是两个枢转(扭矩传送)臂中的一个臂的透视图,其中所述臂是图 5 中镜支承电枢的部件；
- [0041] 图 26 是用于本发明的实践方面的另一剪切销的正视图；
- [0042] 图 27 是根据本发明的方面的 DLG 构架构件的剖面正视图；
- [0043] 图 28 是使用与图 27 中所示的构架构件上相同设计原理的另一 DLG 构架构件的剖面正视图；
- [0044] 图 29 是根据本发明的另一节点连接器的剖视图,其中,在所述节点连接器中,连接器的弦接收通路不完全闭合但是足以闭合,以便连接器与轴向插入其中的弦的配合保持住弦从而使其轴线与通路轴线对准且弦只能在通路内轴向移动；
- [0045] 图 30 是图 29 中示出的节点连接器的改型的再一个节点连接器的剖视图,所述改型是由两个相同部限定的节点连接器,其中所述两个相同部优选是被固定于彼此且被固定到框架弦的挤压件。
- [0046] 图 31 是根据本发明的图 30 中示出的节点连接器的改型的又一个节点连接器的剖视图,其中,弦包括外部径向肋,螺栓穿过该径向肋将连接器部互相固定并将其固定到弦；
- [0047] 图 32 是“自由形式”DLG 空间框架的示意性俯视图,所述“自由形式”DLG 空间框架可利用根据本发明的节点连接器构建；以及
- [0048] 图 33 是沿图 32 的线 33-33 剖切的正视图。

具体实施方式

[0049] 图 1 是被直线再划分的 DLG 空间框架 10 的一部分的透视图。框架 10 由构架构件组成,所述构架构件被设置成限定框架的顶层 11 与底层 12 并且在一个布置或装置中将这层互连成使框架层 11 与 12 处于相互平行间隔关系。层 11 与 12 也可被称为栅格,因此图 1 中所示的空间框架的类型名称为双层栅格(DLG)。

[0050] DLG10 的构架构件由弦组成,所述弦被互连成限定 DLG 的顶层与底层 11 与 12,其中所述 DLG 具有端 13 与相对侧 14 及 15。沿 DLG 的长度延伸的弦可以是且优选是连续的(受限于可达到的长度)且为了表示,被称为主弦。因此,DLG10 包括上主弦 16 与下主弦 17。在 DLG10 的每一层中,上主弦和下主弦通过上横向次弦 18 与下横向次弦 19 来互连并间隔开,每一个横向次弦具有与在它们所互连的主弦之间的间隔相同(或基本相同)的长度。DLG10 的主弦与次弦对准成平行于 DLG 的相应正交方向,即 DLG 的长度与宽度方向。在每一层中,主弦与次弦在通常被称为节点的连接点处被互连。因此,DLG10 具有上节点 20 与下节点 21。如同在 DLG 中通常的情况,在每一层中相邻平行次弦之间的距离等于相邻平行主弦之间的距离,并因此上节点 20 与下节点 21 被设置在由主弦与次弦界定的方形的对准行与列的角落处;每一顶层方形对应于 DLG 的跨度(bay);框架 10 的底层中的弦也限定了方形跨度。因此,同前面的相一致,DLG10 具有恒定的方形跨度间隔。

[0051] 如果在 DLG 的相邻平行次弦之间的间隔多于或少于一层中相邻主弦之间的间隔,那么 DLG 被描述为具有恒定的长方形跨度间隔。

[0052] DLG 的弦 16 与 18 可被说成是在 DLG 的顶表面内(或限定 DLG 的顶表面);相似地,弦 17 或 19 在 DLG 的底表面内(或限定 DLG 的底表面)。DLG10 的顶表面与底表面是平行的。

[0053] 通过被称为柱的进一步的对角构架构件 22 (每一个所述对角构架构件 22 在顶层节点 20 与底层节点 21 之间延伸),使得 DLG10 的顶层与底层彼此相互被间隔且相对彼此被支承。为了可将上下栅格被柱相对彼此刚性固定,上主弦与上次弦以如下方式相对于下主弦与下次弦偏离:即下节点 21 被设置在由上栅格的弦所限定的方形开口的中心的垂直下方;上节点 20 被设置在由下栅格的弦所限定的开口的中心的垂直上方。因此,柱被放置在相对于框架 10 的顶表面与底表面倾斜的平面内。如图 1 所示,在框架的边界内,有四个柱 22 被连接到每一个上节点 20 与每一个下节点 21。结果,柱被设置在两组平行平面内,其中一组平行于且相交于一个上主弦与一个下主弦,而一组平行于并相交于上次弦的一条线与下次弦的一条线。沿框架 10 的端与侧,有两个柱 22 被连接到每一个上节点 20,且框架端表面与侧表面(柱平面)在框架的顶表面与底表面之间向下且向内倾斜。

[0054] 在图 1 中所示的传统框架 10 中,与在顶层 11 内相比,在底层 12 内具有更少的方形。正如图 1 中描画的框架 10,框架在其顶层内是六个方形(跨度)宽而在其底层内是五个方形(跨度)宽,而构件的长度正如所描绘的是不确定的。这样的 DLG 框架可通过表达式 $6x_n/5x(n-1)$ 而被描述,其中 $6x_n$ 表示顶栅格六个跨度宽乘以 n 个跨度长,而表达式 $5x(n-1)$ 表示底栅格 5 个跨度宽乘以 $(n-1)$ 个跨度长。

[0055] 在这一点上框架 10 的说明是关于框架的几何学方面的,关于包括框架的线性结构构架构件以及关于在理想框架内不同构架构件的线(轴线)彼此相交处的节点。该说明是实际框架与结构的如下说明的背景与基础,其中所述实际框架与结构被运用于在这些框架内在节点处互连构架构件。如下说明包括节点连接器布置的说明,所述节点连接器布置使

得 DLG 类型空间框架的设计与构造具有先进的特性与优点。

[0056] 图 2 是 DLG 类型空间框架 25 的透视图,其中所述 DLG 类型空间框架 25 具有倒置等边三角形横截面的桁架形式。通过使用上述的表达,框架 25 是 1x8/0x0 的 DLG 框架。框架 25 具有两个上主弦 26 以及一个下主弦 27,所有这些主弦均沿构件的整个长度延伸。

[0057] 图 3 与 4 示出框架 25 的节点连接器 28。因为框架 25 的横截面构造或构型是等边三角形,所以简单基本节点连接器构造可被用在框架中所有节点处。框架 25 的构架构件优选为方形管,主弦优选具有比框架中存在的其他构架构件(次弦、柱以及扭力拉杆)的横截面更大的横截面;其他构架构件优选具有相同横截面尺寸。框架材料优选为可挤压铝合金,且构架构件优选为挤压铝管。同样,优选地由相同的铝合金挤压件来限定或形成节点连接器 28。

[0058] 图 4 示出两个柱 30 到节点连接器 28 的销连接,其中所述节点连接器 28 具有到下弦 27 的销连接;柱到任一上主弦上的节点连接器的连接可具有如图 4 中所示基本相同的外形,只是除了上主弦实际上绕它们的纵轴而被转动——可见图 4 沿任一方向被旋转 60°。

[0059] 节点连接器 28 具有接收弦的基底槽部 31,所述接收弦的基底槽部 31 具有平坦基底 32 以及垂直于基底的两个平行间隔的凸缘 33。在凸缘 33 的对向表面之间的间隔稍大于主弦的外宽度,且从基底 31 的凸缘高度优选地等于主弦高度。节点连接器 28 也沿槽部外部、在平行于连接器槽部长度的方向内承载多个固定结构元件(凸缘或肋) 34,所述多个固定结构元件(凸缘或肋) 34 限定两对平行间隔相对且基本平坦的表面 35 和 36。表面 35 与表面 36 间隔了一定距离,该距离稍大于框架 25 的柱、次弦以及扭力拉杆所限定的挤压件的宽度。而且,表面 35 距平面 37 的相对侧被平行间隔开且等距,其中当底弦 27 如图 4 中所示被容纳并固定在节点连接器 28 的槽部 31 内时,所述平面 37 经过底弦 27 的结构中性轴线。由于弦 27 被均匀壁厚的挤压方形管所限定,因此弦的中性轴线的定位与管状弦的横截面面积的质心相一致。相似地,表面 36 距平面 38 的相对侧被平行隔开且等间距,其中当弦 27 被容纳并固定在节点连接器 28 内时所述平面 38 经过弦 27 的中性轴线。因此,不考虑柱 30 的角度,当被销连接到节点连接器时,相对于节点连接器的长度,在桁架内的轴向力(拉力或压力)对准并穿过弦的中性轴线,其中当使用剪切销时节点连接器被固定地(刚性地)安装到所述弦上。也就是说,由于凸缘 34 平行于节点连接器的长度方向并具有与节点连接器的沟槽部所描述的几何关系,因此不管相对于弦相关柱的角度,所组装的节点连接均不会偏心。

[0060] 如同图 11 与 12 中所示,节点连接器 28 优选地通过使用剪切销 40 与夹持环 41 而被双重销连接到弦 27。将连接器双重销连接到弦 27 提供了在它们之间的刚性连接;在 DLG 中节点连接器到与该节点连接器相接合的构架构件中至少一个构架构件的刚性连接是重要的。为了使节点连接器 28 被双重销连接到弦 27,连接器具有沿连接器长度方向在间隔位置处穿过槽部凸缘 33 而形成的两组剪切销孔 42。每一组孔中的两个孔 42 被中心定位在与节点连接器长度正交并穿过被固定在节点连接器中的弦 27 的中性轴线的直线上。相似的剪切销孔通过穿过弦 27 的壁、在与弦的长度垂直并优选地穿过弦的中轴线的直线上而被形成。如果桁架 10 的长度超过可得到的或便利处理的弦 26 与 27 的长度,则节点连接器 28 可被用于在对准的弦构件长度之间形成拼接。通过制成延伸长度的拼接节点连接器,且

通过将两个弦构件长度的相邻端双重地销连接到节点连接器而实现拼接。

[0061] 以同样的方式,剪切销孔 43 被形成为穿过用于被连接到已完成框架 25 内的所述节点连接器的每一个其他构架构件的节点连接器凸缘 34。在本例中,由于每一个其他构架构件被简单地(单一地)销连接到节点连接器,所以待连接到连接器的每一个构架构件的一个孔 43 被形成于每一个相关凸缘 34 中,且共同作用的凸缘中的两个孔被中心定位在垂直于凸缘表面 35 或 36 的直线上。相似地,两个对准的剪切销孔被形成为穿过每一个其他构架构件的壁;它们被定位在垂直于构架构件长度并优选地穿过该构件的中轴线的直线上。

[0062] 如图 2 中所示,框架 25 的上主弦 26 与下弦 27 具有相同长度;比较在图 1 中所示的框架 10 中的主弦 16 与 17 的不同长度。通过彼此平行且垂直于主弦的次弦 44,从而将上主弦 26 设置成相对彼此平行间隔,并因此上主弦将节点连接器 28 (如上所述)安装在它们的端并在沿它们的长度间隔的相对位置处。为了在框架 10 中为对角柱 30 提供连接点,节点连接器 28 在下弦 27 的端之间的位置处被固定安装到下弦 27,其中所述端分别在沿对应上次弦 44 之间距离的中间处。并且,为允许将框架支承配件 45 安装到框架 25 的相对端,端节点连接器 28 被固定安装到下弦 27 的每一端。

[0063] 对于在下弦 27 端之间而不是在下弦 27 端处设置的每一个节点连接器 28,四个柱 30 被销连接到每一个连接器;所述柱中的两个柱的端被贴合但可动地容纳在连接器表面 35 之间,从而使这两个柱的相对平坦外部表面基本与表面 35 配准,并且这些柱中的另两个柱的端被贴合但可动地容纳在连接器表面 36 之间,从而使这另两个柱的相对平坦外部表面基本与表面 36 配准。通过使用穿过柱端孔且穿过连接器的孔 43 的剪切销 40 从而使柱 30 的各端被销连接到与其配合的连接器 28。通过将夹持保持件 41 连接到销而使得所有的剪切销被保持就位;每一个保持件与它的销在周边凹部(凹槽) 47 内协同工作,其中所述周边凹部(凹槽) 47 被限定在邻近销的远端的圆形销柄内,所述销的远端相反于在销的另一端处的扩大头 48。两个柱 30 在下弦 27 的每一端处从节点连接器被连接到在上主弦 26 的相邻端处的对应框架端连接器;见图 2。

[0064] 此外,为使在使用中框架 25 刚性抵抗施加到其上的扭转载荷或断裂载荷,框架 25 在框架的每一个跨度内包括扭力拉杆构架构件 49;框架 25 的跨度是由上主弦 26 与两个相邻上次弦 44 所界定的开口。每一个扭力拉杆被连接在跨度的呈对角相对角处的节点连接器之间。扭力拉杆处于上次弦的平面内,并因此扭力拉杆端被简单(单一)地销连接在每一个受影响的节点连接器的相同表面 35 或 36 之间,其中上次弦 44 的一端被相似地销连接在每一个受影响的节点连接器之间。在框架 25 的端跨度之间的部分中,扭力拉杆 49 沿它们与框架长度方向相偏斜的方向内交替。

[0065] 要注意在图 2 中标注为 28' 与 28" 的节点连接器;它们在单一上次弦 44 的相反端处。除了与上主弦 26 相关联,连接器 28' 还关联于两个柱 30、上次弦 44 以及两个扭力拉杆 49。柱 30 可被容纳在连接器 28' 的表面 35 之间且构架构件 44 (一个) 与 49 (两个) 可被容纳在该连接器的表面 36 之间。通过对比,节点连接器 28" 关联于上主弦、次弦 44 以及两个柱 30。为了容许这些到它们的连接数目的差异,连接器 28' 的长度长于连接器 28" 的长度,且超出的长度量足以在连接器 28' 的表面 36 之间容纳三个构架构件端。通过用比制作连接器 28" 所用的挤压件区段长度更长长度的连接器挤压件来制作连接器 28' 并通过穿过形成表面 35 的凸缘钻三组孔 43 而不是一组这样的孔,可以容易地控制所述连接器长度的

差异。

[0066] 框架 25 的一个特征在于在每一个节点连接器 28 内形成的所有剪切销孔具有与待插入这些孔中的剪切销的圆柱形柄直径相同的设计直径(以及优选实际直径),并且在框架 25 的所有构架构件中形成的剪切销孔也具有与将它们销连接到连接器 28 所用的剪切销的柄直径相同的设计(同样优选实际)直径。即,相对于它的柄所插入从而将相关构架构件连接到相关节点连接器的节点连接器孔与构架构件孔而言,每一个剪切销具有零间隙。这样的零间隙意味着,实际上,当被安装在框架内时,每一个剪切销在与其共同作用的每一个孔中具有过盈配合。剪切销在连接器孔与构架构件孔中的这种零间隙意味着框架 25 可被极为精确构建并且在它的任何连接中没有游隙或松动。正如以上提到的,在空间框架中构架构件连接中缺少游隙或松动意味着每一个构架构件将经受并传递与设计载荷非常接近对应的载荷,且所有的构架构件将有效分担并正确传递在框架内的载荷与载荷力。会最小化如下情况,即一些构架构件承载稍多于或少于它们被设计所承受的总载荷。因此,与如果框架连接具有游隙或松动的情况相比,在构件 25 的设计中可使用较小的安全系数以及相应地可使用更轻的构架构件,而不损害安全性或结构适合性。

[0067] 检查图 2 将发现沿它的长度方向具有 8 个跨度,即在 9 个相间隔的上次弦 44 之间的 8 个间距。检查图 2 将发现在框架的中间长度部分的 4 个跨度具有相同长度,且该长度小于框架的其余 4 个跨度的相等长度。因此,框架 25 具有变化的跨度间隔;在框架 25 内的跨度间隔可被限定为沿框架长度在次弦的相对侧上的长方形区域的质心之间的距离。变化的跨度间隔意味着,与沿给定主弦其他的节点连接器相比,一些节点连接器沿该给定主弦彼此相互更为靠近。由于节点连接器 28 的性质已如上所述,所以沿该主弦的所有节点连接器都可(优选地是)由相同横向横截面形状制成,即,通过使用从单一挤压件切割的不同件而制成。带有节点连接器 28 的可变跨度间隔是可能的,这是因为在所有节点连接器中,限定表面 35、36 的连接器的元件被设置成平行于连接器与框架的主弦配合的部分的长度,其中该主弦可(优选是)连续地延伸穿过连接器。通过根据需要改变柱 30 以及扭力拉杆 49 的长度可容易地获得在框架 25 中的可变跨度间隔。

[0068] 优选地,框架 25 的节点连接器与构架构件由相同材料形成以使它们都具有相同的热膨胀系数,因此使框架内伴随温度变化产生最小应力并且使框架不会由于温度变化而偏转或扭曲。用于形成框架 25 的节点连接器与构架构件的优选材料是铝合金,且这些框架元件优选地通过挤压工艺制成。在框架内连接中所用的剪切销可由铝或不锈刚制成。

[0069] 然而,框架 25 或根据本发明的其他框架的节点连接器与构架构件可由其他材料制成,这也在本发明的范围内。如果选择钢作为材料,则明显的是节点连接器可被制造成不连续部件,其中所述不连续部件优选地被焊接到一起以制造成整体工件。可使用诸如纤维增强塑料(合成树脂)的拉拔材料;在连接中,拉拔部件被看做等同于挤压部件。挤压与拉拔部件可根据本发明在给定框架中被使用。节点连接器可由诸如铸造或机械加工的其他制造工艺制造。

[0070] 关于框架 25,要注意的是,由于框架的整体横截面形状是倒置等边三角形,因此在框架中的所有节点连接器可具有相同的横截面形状。如果框架横截面形状是等腰三角形,则节点连接器会需要两个不同横截面形状。相似地,如果框架形状是具有不相等夹角的三角形,则需要三种不同节点连接器横截面。设计节点连接器 28 中所用的原则可被用于具有

不同于三角形横截面桁架的其他形状的 DLG 类型空间框架的节点连接器设计中。方形截面盒式桁架可通过节点连接器 28 的改形而被形成,其中在表面 35 与 36 之间的中心平面相互呈 90° 而不是 60° 相交。此外,根据本发明所设计与构造的桁架可垂直设置以用作塔。在本发明的实践中容易地允许不同节点连接器横截面,正如通过以下说明更为清楚地被制作。

[0071] 图 5 是根据本发明的另一空间框架 50 的端视图。框架 50 是双层栅格(DLG)框架,该双层栅格(DLG)框架具有由两个底主弦 51、52 以及横贯这些主弦延伸的底次弦 53 形成的平坦底表面。框架 50 的上表面不是平的,而是具有背对框架底表面上凹的浅 V (倾斜夹角)形轮廓;框架关于该夹角的等分面基本对称。由在上中心主弦 57 的轴线处相交的两个平面 54、55 来形成上表面。两个上外主弦 58、59 距中心弦 57 等距离且位于中心弦 57 相对侧且分别位于平面 54 与 55 内。通过等长的中心柱 60 将上中心主弦 57 居中定位在底主弦 51、52 上方并平行于底主弦 51、52。通过上弦 61 以及通过比中心柱 60 更长的柱 62,使得每一个上外主弦 58、59 相对于上中心主弦以及相对于相邻底主弦而被定位。框架 50 的主弦优选地由圆管形成。次弦、柱、扭力拉杆与辅助构架构件(见以下描述)优选地由方形管形成。管(圆管与方形管)优选地由铝挤压件形成,正如节点连接器的所有三种不同类型,在所述节点连接器处,框架 50 的构架构件是互连的。

[0072] 在太阳能发生设施中试图利用框架 50 作为细长优选圆筒形曲面镜 64 的可移动支承电枢;镜 64 相对于框架的位置在图 5 中示出。为使框架能起作用,框架被设计且构造成在它的每一个端处承载一个安装与扭矩传动臂 65,并承载用于管的支承件 66,其中可通过由镜反射的太阳辐射而循环加热穿过所述管的液体。完成的镜与镜支承框架组件具有在臂 65 中 67 处相重合的重心与旋转中心。

[0073] 根据桁架框架 25 和它的节点连接器 28 的前述说明,明显的是框架 50 包括三种类型的节点连接器,它们分别与底主弦 51、52,与上中心主弦 57 以及与上外主弦 58、59 相配合。这三种类型的节点连接器分别在图 6 与 7、在图 8 与 9 以及在图 10 中被示出。

[0074] 底主弦节点连接器 69 具有图 6 中示出的横截面构造。不同于在框架 25 中的节点连接器 28,节点连接器 69 被构造成与主弦构架构件配合,其中所述主弦构架构件被限定为圆管形式。节点连接器 69 具有拉杆圆筒形弦接合部分 70 (a brace circularly cylindrical chord engaging portion 70),其中所述弦接合部分 70 限定了沿连接器长度延伸的周边闭合通路 71。通路 71 的直径稍大于框架 50 的底主弦的外直径从而每一个连接器能使弦管贴合地且可滑动地插入到并穿过节点连接器。在通路 71 的直径上对准的至少一对(优选两对)孔 72,被形成为穿过连接器的弦接合部分以使剪切销(优选如上所述的零间隙剪切销)能被用于与在相关主弦管内的配合孔从而将连接器固定安装到弦管。然而,在另一方面,在框架 50 中的节点连接器 69,连同上中心节点连接器 74 (图 8 与 9) 以及上外弦节点连接器 75 (图 10),与节点连接器 28 基本相似,其中所述节点连接器 28 参考图 6 至 10 的内容,框架 50 的节点连接器的扩展说明对于本技术领域的技术人员了解它们而言并不需要。

[0075] 因此,主要注意,每一个主弦节点连接器 69、74 以及 75 沿其长度且在它的管状弦接合基底部分 70 外部承载多个固定结构元件 77,其中所述多个固定结构元件 77 限定多对平行间隔的相对的基本平坦表面 78、79、80 (图 6 参看连接器 69)、81、82、83、84 (图 8 参看

连接器 74) 以及 85、86 与 87 (图 10 参看连接器 75)。当框架 50 被组装时,当这些构架构件的端被插入在这些面向表面之间时,表面 78 至 87 中的相相对的表面就提供与次弦以及框架 50 的其他构架构件的相对的面平坦外表面相贴合且可移动的配准(见图 13-24)。对准的一对孔 89 被形成为穿过在每一个具体节点连接器中适当位置处的元件(凸缘)77 以使零间隙剪切销能穿过它们且穿过在相关构架构件端内形成的孔(该孔贯通于该相关构架构件端)而被插入,如同以上关于框架 25 的描述。

[0076] 图 6、8 与 10 示出特定多个凸缘 77 可在它们的外端分叉以限定相相对表面对 78 至 87,其中,在每一对相相对表面中,表面平行于且等距离于相应中心平面,其中所述相应中心平面包括节点连接器的弦接收通路 71 的轴线以及容纳在该通路内的圆管主弦的中性轴线。

[0077] 也就是说,在图 6 中所示的节点连接器中,限定了表面 78 与 79 的相邻表面且限定了表面 79 与 80 的相邻表面的连接器元件 77 并未直接连接到管部分 70 的外部。相反它们在肋端被承载,其中所述肋被直接连接到管部分 70 的外部。肋优选地被放置在与连接器通路轴线相交的平面内。节点连接器的这个特征允许连接器到位于平面内的构架构件的连接,其中所述平面具有在节点连接器处它们之间相对小角度的分离,而使得这些构架构件的中性轴线能与位于该节点连接器的通路 71 中的构架构件(例如弦)的中轴线理想地相交。剪切销位置从节点连接器的管部分向外的运动并不是不利的。

[0078] 从图 13 至 24 理解完成的框架 50 的结构将更为清晰,其中图 13 至 24 描述了以圆形与方形管状构架构件以及它的节点连接器 69、74 以及 75 来组装框架的连续步骤。在图 13 中示出这些步骤中的第一步。节点连接器 69 优选地绕限定底主弦 52 的管状圆构件而被接合,并且在该弦的端与中心处被固定于该弦。框架 50 的每一个预制节点连接器均可具有编码记号,所述编码记号告知组装框架的人员每一个节点连接器将被放置在框架内什么位置处以及其相对于它的主弦构件的端的方向性。因而,如同图 14 中所示,三个节点连接器 69 相似地接合到底主弦 51 周围并固定到底主弦 51。

[0079] 如图 15 中所示,在框架组装过程中的第三步可以是以适当顺序将五个节点连接器 74 安装在上中心主弦 57 上并且将它们销连接到该弦上。在该过程中,板 90 被安装到弦上且与中心节点连接器关联,其后将为该板连接支承件 66。注意节点连接器 74 沿弦管 57 不是均匀间隔的;再参看图 19,其中连接器间隔的原因就变得明确了。在框架组装过程中第四与第五步骤可以是将节点连接器 75 放置到每一个外中心主弦管 58 与 59 上且将这些连接器销连接到这些管上;参看图 16 与 17。

[0080] 图 18 示出在框架组装过程中的第六步,即,通过底次弦 53、扭力拉杆构件 92 以及框架的附加元件、使用零间隙剪切销进行所有到节点连接器的连接,从而互连底主弦管 51 与 52。主弦 51、52 以及次弦 53 在框架 50 的底层(表面)限定了两个长方形跨度。这些主弦在长度上短于上主弦 57 至 59。通过在每一个底主弦管的每一端上连接附加的优选方形构架构件 93 来实现对主弦长度不同的补偿。在底层组件的每一端处,横向相邻的构件 93 的另一端被双重销连接或螺栓连接(刚性连接)到联接配件 94,其中框架扭臂 65 其后将被固定到所述配件 94。

[0081] 上中心主弦子组件(图 15)可相对于底主弦组件(图 18)被连接就位,如同图 19 中示出的作为在组装过程中的第七步。中心柱 60 被销连接在底主弦上的节点连接器 69 与在

中心弦上的端节点连接器 74 之间,以及在底主弦上的节点连接器 69 与在上中心弦 57 中心的相对侧上的其他两个连接器 74 之间。两个另外的构架构件 95 被销连接在上弦 57 的中心节点连接器 74 和在底弦 51、52 上的相应中心节点连接器 69 之间。因此,通过例如螺栓连接或铆接,板 90 可被固定到构件 95 的端处,构件 95 被销连接到中心节点连接器 74 上。还可通过在板中心部与构架构件 95 之间的连接拉杆 96 将板 90 固定到其理想位置处,如图 19 中所示。该组装步骤的完成导致扭臂连接配件 94 被基本定位在上中心主弦 57 的相对端下方。

[0082] 在框架 50 的组装中的第八与第九步可以是,经由较长的柱 62 与节点连接器 69 与 75,将上外主弦 59、58 分别销连接到底主弦 52、51。参看图 20 与 21。

[0083] 在框架 50 的组装中的第十步可以是,将上外主弦 58、59 互连到上中心主弦 57 以及将辅助构架构件连接到弦 58 与 59。这样的步骤在图 22 中描述,其中该图 22 示出了被销连接在中心弦节点连接器 74 与横向相邻外弦节点连接器 75 之间的上次弦构架构件 61;为了清楚说明,位于框架顶部下方的框架元件在图 22 中未示出。扭力拉杆 92 被对角地设置(在由构件 57、58、59 以及 61 限定的六个跨度中的每一个跨度中有一个)在弦构件之间,从而在中心弦 57 的每一侧上扭力拉杆以如下方式交替:即它们相对于框架长度而偏斜。由于被连接在主弦 57、58 与 59 之间,上次弦 61 沿它们的长度在所选位置处可承载倒置的 U 形夹持件 98,以便其后将纵向镜安装管 99 连接于其上(参看图 23 与 24)。夹持件 98 用作从框架 50 的平坦上表面的升降器以符合使用中框架所支承的聚焦反射镜的曲率。并且,方形延伸管 100 (类似于框架的舷外支架)可被刚性连接在每一个节点连接器 75 的表面 87 之间。每一个管 100 可在它的非支承端处承载倒置的 U 形夹持件。因而,在对应于上次弦 61 位置处在框架 50 的每一个横向位置处,框架可包括六个夹持件 98 作为便于将镜 64 连接到框架的特征。

[0084] 注意如图 21、22 和 23 中所示,在上中心主弦 57 上、板 90 与框架左端之间的节点连接器 74。除了连续(优选地)穿过该节点连接器延伸的主弦 57,还有十个另外的构架构件(其中所述十个另外的构架构件具有被销连接到该节点连接器的端),即,具有与节点连接器表面 81 与 82 配准的端表面的四个中心柱 60,具有与连接器表面 83 配准的端表面的两个扭力拉杆 92 和一个上次弦 61,以及具有与连接器表面 84 配准的端表面的两个扭力拉杆和一个上次弦 61。到该节点连接器的多个构架构件连接说明了根据本发明的节点连接器的多样性的一种形式。

[0085] 在框架 50 中存在镜支承舷外支架 100 说明了本发明节点连接器的多样性的另一形式,即,节点连接器用作象这样辅助但不是相关空间框架部的元件的连接器。

[0086] 图 23 与 24 示出多个镜支承管 99,它们设置在沿框架长度的平行线上,直接被连接到框架 50 上或连接到被连接到框架上的倒置 U 形夹持件 98 上。镜支承管 99 优选地是具有包括长方形或方形的横截面形状且带有上下外凸缘的铝挤压件。镜支承管与本质上是凹透镜 64 的相反侧曲率的曲线相符。

[0087] 图 23 是带有被安装到其上的镜支承管的框架 50 的俯视图。图 23 很好地说明了使用恒定横截面与不定长度的挤压或拉拔元件作为具体横截面但不同长度的节点连接器的来源的优点。例如,在图 23 中,在每一个主弦 58 与 59 上承载四个节点连接器 75;在每一个这些弦上,节点连接器具有三个不同长度,其中所述三个不同长度原则上由连接到它

们的其他构架构件的数目确定。

[0088] 图 25 中示出用于镜支承框架 50 的扭臂 65。在与它的上端紧密相邻处,大孔口 102 被形成为穿过板从而与框架驱动轴(未示出)配合,其中所述框架驱动轴可穿过该孔口到达用于可控地旋转所述轴的合适机构。板提供了用于将框架 50 连接到这样的驱动轴从而使框架随轴运动的机构。板 65 也包括穿过它的较小的孔 103,而所述较小的孔 103 在孔口 102 下方且在板的上端附近,从而容纳框架上中心主弦 57 的端。交叉件 104 可被连接到板的下端并限定一对孔,其中板可经由所述一对孔被螺栓连接到例如框架 50 的连接配件 94。

[0089] 如上提到的,框架 50 的所有构架构件(主弦、次弦、柱、扭力拉杆以及其他部件)以及节点连接器优选地是由相同类型的铝制成。因此,所有这些框架部件相同地受温度变化的影响。并且,优选地使用上述的零间隙剪切销技术来限定在框架 50 中所有销连接。精确制造用于现场组装的框架 50 的部件,包括将挤压件切割成所期望的长度以及沿这些挤压件长度方向上在精确位置处钻孔(或其他孔形成操作),其可通过使用精密夹具或固定装置以及利用恰当的工厂实践(shop practice)而被容易实现。结果,框架 50 可被构造成具有非常小的公差,而该非常小的公差产生了极为刚性的、相当轻质的以及对温度不敏感的用于镜 64 的支承件,其中当框架绕它的安装轴线转动并经历作用在框架上的重力的变化时,所述镜 64 基本上没有偏移。

[0090] 本领域的技术人员将意识到,具有诸如节点连接器 69、74 以及 75 的部分 70 的弦保持管状部分的节点连接器的横截面形状可被变成限定通道,其中所述通道符合具有标准形状(例如,槽形)或定制形状的非圆形管状构件或非管状构件的形状。这些技术人员还将意识到,横向弦、柱以及扭力拉杆可以是方形或其他偶数条边的多边形、带有平面的椭圆形或者具有平坦的且平行外部表面的卷筒形状。

[0091] 通过穿过在节点连接器以及构架构件中的相关孔轴向地驱动如上所述的零间隙剪切销就位或通过将它们转动就位,如上所述的零间隙剪切销(见图 11)可被安装以实现所期望的连接。如果相关的构架构件具有在构件的相对厚的壁部分中形成的销接收孔,则零间隙剪切销可通过被轴向驱动且同时被轻微捶打在销头上而被安装;销柄优选地在其安装开始前被润滑。然而,如果构架构件例如是驱动零间隙剪切销穿过那些孔而就位的薄壁管,则可在这些孔附近产生构架构件的凹痕(或其他不期望的永久扭曲)。在这样的情况下,用于将润滑的零间隙剪切销安装进以将它转动就位的优选程序是,通过使用与非圆形剪切销头接合的扳手且施加轴向力到销。在后者的情况下,剪切销的无螺纹柄以如下方式自旋到并穿过构架构件孔而不导致构架构件的凹痕或其他扭曲:即当被连接到它的节点连接器时会减少构件的力传递能力。

[0092] 空间框架一旦组装,则其连接很少被拆卸与移除。本发明提供拆卸与重新组装具有使用零间隙剪切销互连的空间框架的能力。这样拆卸空间框架的一个实施例是脚手架,并且在这样(以及其他)的空间框架中在图 26 中示出的零间隙剪切销 110 的形状可被使用以使优点突出。销 110 在无螺纹的圆柄 112 的一端处具有非圆头 111,因而销可被驱动或转动从而将它安装进或移除出销连接。不同于沿它的长度具有恒定的直径(省去了周边夹持保持件凹槽)(正如图 11 中示出的销 40),销 110 的柄 112 是非恒定直径。柄 112 具有与它的头 111 相邻的相对大直径的相对短的部分 113,以及沿它的长度到销的渐缩远端 115 的相对较长的相对小直径的部分 114。周边夹持保持件凹槽 116 被形成于柄的远端附近的柄位

置 114 内。优选地,凹槽壁与柄的圆柱形表面相交处被倒斜角,如在 117 处,以更容易地将销 110 插入或移出薄壁构架构件。明显的是使用销 110 要求在构架构件的端内的销接收孔具有不同直径,其中一个孔具有等于销的较大直径的直径并且另一个孔具有等于销的较小直径的较小直径。在销柄 112 的较大与较小直径之间的差异优选地是微小的(例如,在 0.015 英寸级别)从而销的抗剪切性能在它的较小直径部分中没有显著地减小,且从而对于被它所连接的构架构件的销的支承面积没有特别减小。销 110 的一个优点在于在被安装的过程中直到柄的大直径部分遭遇较大直径的接收孔时它的小直径柄部分才可能遭遇小直径的接收孔。安装销以形成销连接更为简单与快捷。并且,在将销从零间隙销连接移除中,两个销柄部分都基本同时从它们的接收孔处开始脱离,从而使得销的移除更为简单与快捷。再一个优点是在构架构件中销柄与销接收孔经受的销与孔的磨损会显著地减小,其中随着时间流逝重复连接以及拆卸销连接时该磨损会导致它们有效尺寸的变化。从而,可获得零间隙销连接的如下优点,即脚手架与其他空间框架在更长时间内经受拆卸与重新组装。

[0093] DLG 类型的空间框架的总重量通常是重要的设计问题,尤其在框架在使用中要经受静态或动态的重大载荷的地方。使用薄壁构架构件是针对重力问题的解决方案。然而,在构架构件可经受显著的轴向载荷并且在使用销连接作为构架构件互连的地方,使用薄壁构架构件会有问题与麻烦。原因是由于它们的壁薄,薄壁管状构架构件仅能提供的较小的构件横截面面积以便承载剪切销且经由剪切销将在构架构件中的轴向载荷传递到节点连接器。这些小承载面积意味着当从构件传递到剪切销时在构架构件中的轴向力被集中在这些小面积内,并且在构件中的该应力在这些面积内是最高的。这些应力可达到足够高的水平从而使构架构件在它的销接收孔处折皱、撕裂或者发生其他的非常不利的变形,从而扩大了这些孔的有效直径。扩大在空间框架的构架构件中的剪切销接收孔直径具有改变构件工作长度的效果并且意味着构件不再能支承或传递在空间框架中施加到其上的载荷。这因此导致当空间框架中的其他构架构件在那些孔处撕裂或折皱时那些其他构架构件经受增加的载荷,而该增加的载荷可导致它们的销接收孔变大。结果可能是空间框架的灾难性故障。图 27 与 28 描述了在减轻重量的空间框架中使用薄壁管作为构架构件问题的解决方案。

[0094] 图 27 是非圆(椭圆)形薄壁结构管 120 (优选挤压件)的横截面正视图。在它的大部分圆周上,管 120 具有相当小的壁厚 t_1 。管 120 具有垂直关系的对称轴线 X-X 与 Y-Y(或 X 与 Y 轴线)。管沿 Y 轴线的尺寸小于它沿 X 轴线的尺寸。管横截面形状被设置成管具有相对壁平坦外表面部分 121,所述表面部分 121 被居中定位在构件的 Y 轴线上且延伸穿过构件的 Y 轴线并平行于 X 轴线,且在每一个这些表面部分 121 的宽度中构架构件的壁厚(优选向内)增加到厚度 t_2 。即,管从它的外表面到内表面的间隙跨过每一个表面部分 121 的宽度由 t_1 增加到 t_2 。结果,管 120 具有增加的承载面积以抵靠穿过销接收孔 122 的剪切销,其中销接收孔 122 穿过与 Y 轴线对准的管而形成。增加的承载面积意味着管可承载与传递到剪切销的在管内的轴向载荷的大小大于会导致具有均匀壁厚 t_1 的管在孔 122 处折皱或撕裂的轴向载荷。

[0095] 在管 120 中,增加的壁厚的区域 121 沿管全长延伸。明显的是如果管由绕它圆周的均匀壁厚所限定,则管关于管 Y 轴线的剖面模数(以及它的抗弯曲性)将大于管关于管 X 轴线的剖面模数(以及它的抗弯曲性)。同样明显的是,由于管 120 的壁厚在管圆周部分内增加,其中管的外表面是平坦的且平行于管 X 轴线,则管 120 具有关于 X 轴线的剖面模数,

其中该剖面模数大于当相同外轮廓与尺寸的管沿其圆周具有均匀壁厚 t_1 时的 X 轴线剖面模数。因此,明显的是,通过调节管区域 121 的宽度以及管壁厚 t_1 与 t_2 之间的差异,管 120 可被限定成具有与管关于 Y 轴线的剖面模数相等的关于 X 轴线的剖面模数,因此管结构性能中的弯曲性能基本与具有与管 120 的 X 轴线尺寸相等的直径且具有均匀壁厚 t_1 的圆管相同。薄壁管 120 由于它在孔 122 处增加的壁厚而增强了承载与传递轴向载荷(拉伸或压缩)的能力。管 120 由于它提高了关于 X 轴线的剖面模数也具有提高的柱特征(当经受压缩载荷时,显著抗纵向弯曲性)。由于在最有效的管周边的小区段中实现了对壁厚的调节,所以这些优点通过比一个均匀壁厚 t_1 而最小地增加了管的重量而实现。在管 120 外部内存在相面对准的平坦区域使管 120 有效地用于本发明的节点连接器,这是由于该平坦管表面可在被销连接到节点连接器处与节点连接器面对的平坦表面紧密对准。根据图 27 中说明的原则改进,在具有销连接的空间框架中能够使用薄壁管意味着在这样的框架中构架构件(主弦、次弦、柱、扭力拉杆等)的重量可被减轻且不减少框架的承载能力。空间框架部件重量的减小实现了框架部件费用的减少。

[0096] 图 28 是另一种非圆形(长方形)薄壁结构管 125 的横截面图,该非圆形(长方形)薄壁结构管 125 在其较大尺寸(与沿 Y 轴线的高度相比,沿管 X 轴线的宽度)的中心区域 126 内具有从 t_1 增加到 t_2 的壁厚。增加的壁厚优选出现在管 125 内表面中。剪切销接收孔 127 被形成为在它的增加的壁厚区域内穿过管壁,优选被居中定位在 Y 轴线上,邻近管的每一端,从而管可被销连接到在减轻重量的空间框架中根据本发明的节点连接器上。管 125 与管 120 相似,管 125 可被用于限定主弦、次弦、柱或其他框架部件。如果期望,则管 125 可被限定为具有关于它的 X 与 Y 轴线相等的剖面模数,或者根据需要管 125 可被限定为具有被调节的不等的剖面模数。

[0097] 在图 6、8 以及 10 中所示的节点连接器 69、74 以及 75 具有限定通路 71 的管状基底部分 70,该通路 71 完全包围与其配合的圆管状线。尽管期望节点连接器的横截面形状是这样的,即在将弦可滑动插入到连接器弦接收通路中的时候,连接器与弦构件配合从而弦构件被保持在连接器中且其轴线基本与通路轴线对准,但是通过具有不完全周边包围弦构件的通路的适当设计的节点连接器而可实现目标。即,为了节点连接器能接收来自节点连接器内的移动旁路的弦构件,节点连接器的弦接收通路无须完全周边地包围弦构件。本发明的这方面在图 29、30 与 31 中说明。

[0098] 图 29 是节点连接器 130 的横截面图,该节点连接器 130 与非圆形横截面的管状弦构件 131 配合。弦构件 131 在横截面中主要是圆形的但具有横向向外的凸出部 132,其中所述横向向外的凸出部 132 对向于其他圆形弦构件的圆周约呈 90° 。凸出部包括一对短的平行向外延伸的凸缘 133,其中所述一对短的平行向外延伸的凸缘 133 连接到平坦连接板(web)或桥 134 的相对端。弦构件的横截面关于穿过弦管的圆形部分的轴线(曲率中心)对称并在桥的长度中部处垂直于桥平面。优选挤压的节点连接器 130 的横截面形状具有限定通路 135 的管状性质的基底部分,其中通路 135 的大小与形状被设置成当弦构件 131 末端朝前插入通路时,通路表面与凸缘 133 的外表面以及弦的圆形主要部分紧密配合从而以所需方式保持在连接器中的弦。因此,节点连接器具有间隔平行向外延伸的肋 136,该肋 136 与凸出部凸缘 133 的外表面配合,但在这些肋之间,通路具有从它沿它的长度的横向开口以容纳弦构件凸出部 132。当节点连接器与弦构件互相接合时,肋 136 的端位于凸出部 132

的顶部平面内。

[0099] 通过将剪切销穿过相邻且平行于弦构件的桥 133 底部的节点连接器 130 与弦构件, 节点连接器 130 可被刚性固定到弦构件。可替换地, 如图 29 中所示, 可通过使螺栓 138 穿过在节点连接器肋中的孔而接合到在弦构件凸缘 131 中的内螺纹孔中, 可以实现节点连接器到弦构件的连接。

[0100] 节点连接器 130 与弦构件 131 可以是在图 1 中所示种类的传统平坦 DLG 空间框架的上层中的部件, 如在框架用于支承甲板或顶棚结构的空间框架的应用中。在该应用中, 弦构件由于沿其长度的它的向上凸出部 132 而具有增强的抗弯曲性并因此具有类似于梁的特征。对于在这样的应用中的使用, 沿节点连接器的长度存在的向外延伸元件(凸缘)77 可限定多对面向间隔平行平坦表面 140、141、142 及 143 以用于容纳框架的横向弦和柱。在每一对表面中, 相面对的表面可与中心平面的相反侧等距离, 其中所述中心平面包括通路 135 的轴线。表面 140 与 141 平行且其对应表面共面; 所述表面对可容纳空间框架的两个共线横向弦的相邻端并将所述表面对销连接到空间框架的两个共线横向弦的所述相邻端。表面 142 与 143 彼此成角度向外且向下; 限定这些表面对的元素可在它们之间容纳以及销连接柱的端(每个表面对两个), 其中所述柱的端被互连到在空间框架的其他(底)层中四个不同节点。

[0101] 图 30 是节点连接器 130 与弦构件 131 的改型的节点连接器 139 的横截面图。以上提到节点连接器 130 具有对称平面, 即如图 29 中所描述的节点连接器 130 中垂直穿过通路 135 的圆形部分曲率中心的平面。基于节点连接器 130 的节点连接器 139 的改型为两者均具有基本相同的横截面形状, 但是连接器 139 由两个相同部 139A 与 139B 限定, 其中两个相同部 139A 与 139B 在连接器 139 的垂直对称平面处被连接到一起。为使部 139A 与 139B 能被螺栓连接在一起(例如通过螺栓 140), 每一个部 139A 与 139B 具有外凸缘或肋 141, 从所述外凸缘或肋 141 处元件 77 中的一个元件被承载, 所述外凸缘或肋 141 具有在被装配节点连接器 139 的对称平面上的匹配表面, 且在外凸缘或肋 141 中形成有用于螺栓 140 的孔。由于部 139A 与 139B 有相同的横截面, 因此它们可由共同的挤压件制成。如果整体连接器的全部横截面面积与尺寸都较大, 则例如两件式节点连接器 139 是有利的; 世界上的大型挤压机数量有限, 且连接器 139 的两件式特性意味着用在该结构中的挤压件可在很多的较小挤压机上被制成。

[0102] 图 31 是相互配合的节点连接器 145 与管状弦构件 146 的横截面图; 连接器 145 是连接器 139 的适度变形, 且弦构件 146 是弦构件 131 的适度变形。弦构件 131 与 146 的横截面形状的差异是弦构件 146 包括沿其长度的外部径向肋 148。肋被居中定位在弦构件对称平面上。连接器 145 的相同部 145A 与 145B 相对于连接器 139 的部 139A 与 139B 之间的差异在于部 145A 与 145B 的肋 149 被限定为与弦构件肋 148 的相反面相匹配而不是相互匹配。由于它的外部肋 148 的存在, 弦构件 146 具有超越弦构件 131 的增强的梁特性。

[0103] 以上已说明了节点连接器 130 的改型(图 29)(其中穿过长度的通路是圆形周边闭合通路)可被用于传统方形框架(见图 1)的构造中, 在该传统方形框架中, 纵向主弦是圆形的而其他构架构件可以是方形、具有外平面的椭圆形或其他与前面说明一致的形状。简单地通过制作圆形的且连续穿过框架节点中的至少一些构架节点(可能需要拼接)的上和下横向弦 151 与 152 以及通过制成方形的且其长度对应于沿纵向弦线在相邻节点之间的距离

的上和下纵向弦构件 153 与 154, 节点连接器 130 的这种改型可被用于限定“自由形式”或图 32 (俯视图) 与 33 (侧视图) 中示出的横向弯曲的 DLG 空间框架 150。通过这样的框架的侧视图即图 33 示出存在构造这样的横向弯曲 DLG 空间框架的能力, 在所述框架中柱处于延伸跨过框架宽度的对角平面内。被如此设置在框架中的这样的节点连接器的柱接收表面 142 与 143 的平面可平行于横向弦线, 其中所有横向弦线是直线的并沿框架的长度彼此均匀间隔。柱 155 连接在上节点 156 与下节点 157 之间。被连接到给定节点的柱可具有不等的长度以容纳相邻横向弦构件的横向位移, 其中需要所述相邻横向弦构件的横向位移以产生图 32 中示出的框架的横向弯曲平面形状。

[0104] 因此, 明显的是, 根据本发明的节点连接器是可被用于多种不同结构的 DLG 空间框架中的节点连接器, 其中所述 DLG 空间框架包括具有纵向和横向均匀的隔板间隔的框架、具有纵向或横向可变隔板间隔的空间框架以及其中如图 32 中所示纵向或横向弦构件被相互横向移位的空间框架, 在所述根据本发明的节点连接器中其间连接有柱与不连续弦构件的平行表面是平行于容纳连续弦构件的通路长度的表面。

[0105] 通过本发明与上面描述的方面与特征, 可提供许多优点与有利之处。节点连接器能使 DLG 空间框架的某些弦连续延伸穿过它们。节点连接器可被用于具有所期望的基本任何横截面形状的空间框架构件; 它们不被限于用于具有圆形或长方形横截面的构件。为了低成本与尺寸精度, 节点连接器与构架构件可被挤压成型。节点连接器与构架构件可由具有均匀冶金特性的材料制造, 从而除其他优点外, 含有它们的空间框架受温度变化产生的对尺寸的影响很小。节点连接器使得不同数目、尺寸与横截面形状的构架构件在空间构件内的指定节点处有效互连。节点连接器可被限定成能使在空间框架节点处的构架构件很好地甚至理想地被定位与对准, 从而在节点处构架构件轴线相对彼此有最小化的偏心或没有偏心。节点连接器能使在空间框架中便利地使用可变隔板间隔, 使得整个框架能有效地承载设计载荷。节点连接器可被限定成提供在位置与数量的各种范围中的构架构件之间的互连, 因此使得能在更为复杂结构中利用 DLG 设计与结构原则, 其中更为复杂结构包括用于诸如在太阳能发生设备以及无线电与光学望远镜中的可动镜或反射器支承电枢的电磁辐射聚焦应用的非静态(可动的) 结构。具体使用的元件可以被容纳在空间框架中, 诸如用于太阳能反射器的安装件、扭矩构件以及其他支承件与附件。

[0106] 本发明的零间隙剪切销连接方面能容易且便宜地实现在空间框架中的精确连接, 而同样能使其他框架部件正确实现指定载荷承载功能。这样的连接可以实现拆卸并重新组装多次且同时保持期望的精确度与紧密度水平。剪切销可被驱动或转动入或出其他构件内的安装位置。并且, 如同参考图 27 与 28 所解释的, 本发明的方面能最小化构架构件重量以具有提升的在销连接中轴向载荷传递能力。本发明也使得关于 X 与 Y 方向不对称的管状结构元件能具有相等(或其他所期望的特制的) 关于这些轴的剖面模数, 从而使得节省重量的薄壁管能被用于空间框架中增加的有利之处。

[0107] 对于相关技术领域中的技术人员, 前面所述说明与本发明的其他方面应被阅读作为示意性解释, 而不作为本发明可被实施或使用以使优点突出的所有结构与程序形式的详尽例举。所描述结构与程序的改型可被使用而没有脱离本发明的合适范围。

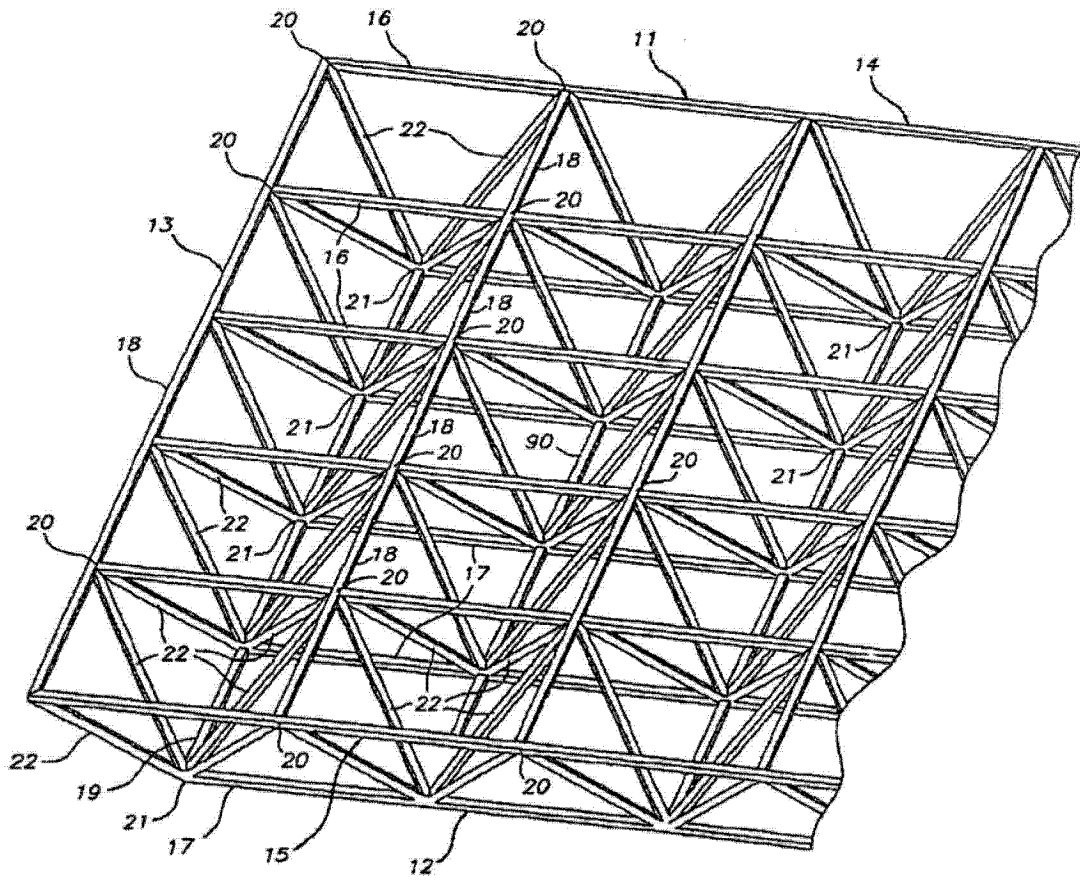


图 1

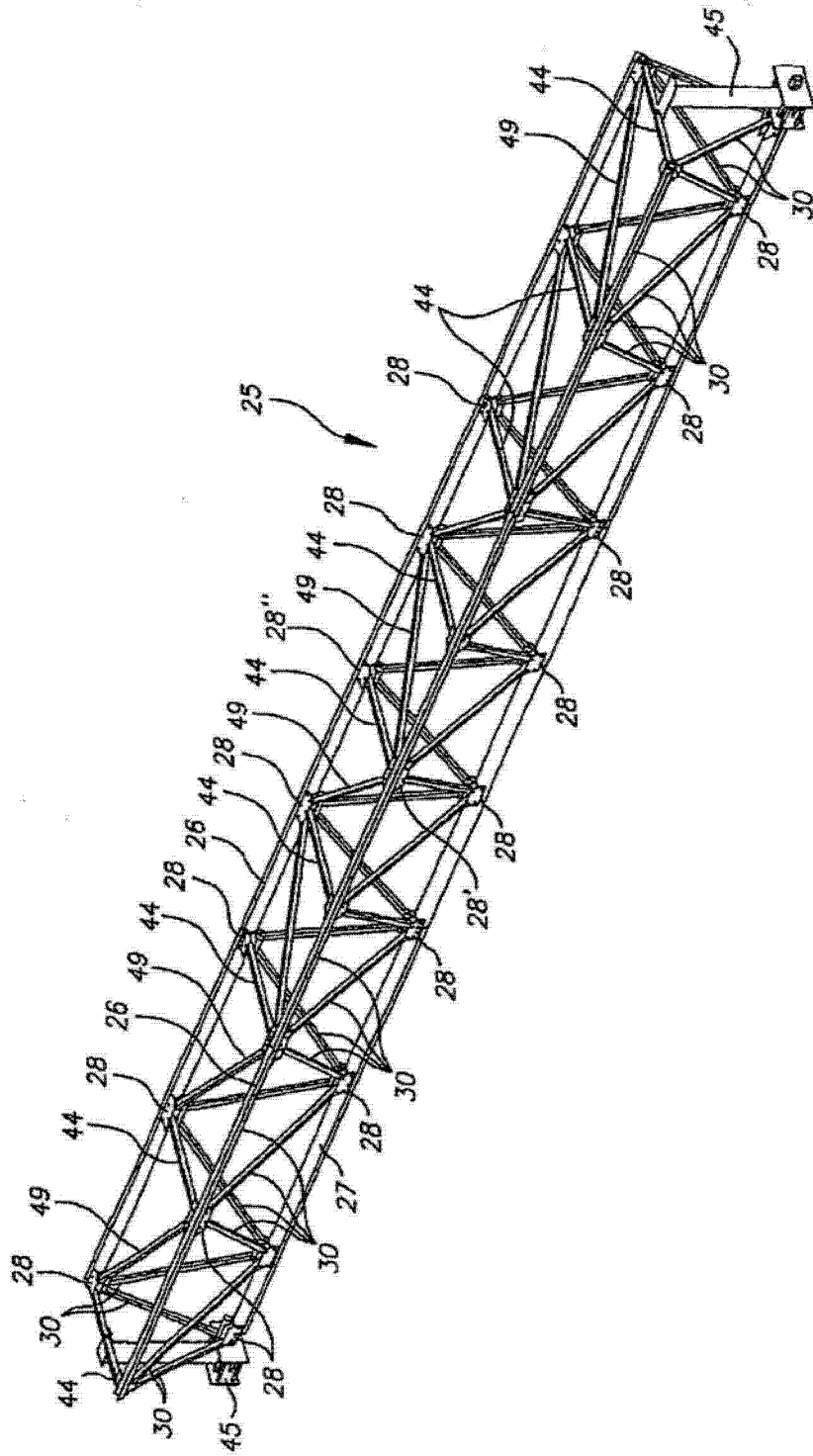


图 2

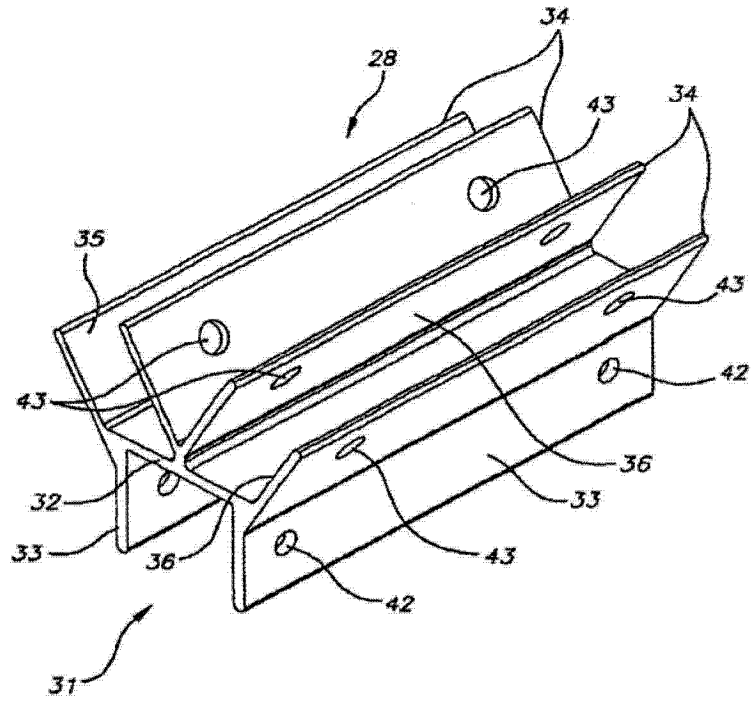


图 3

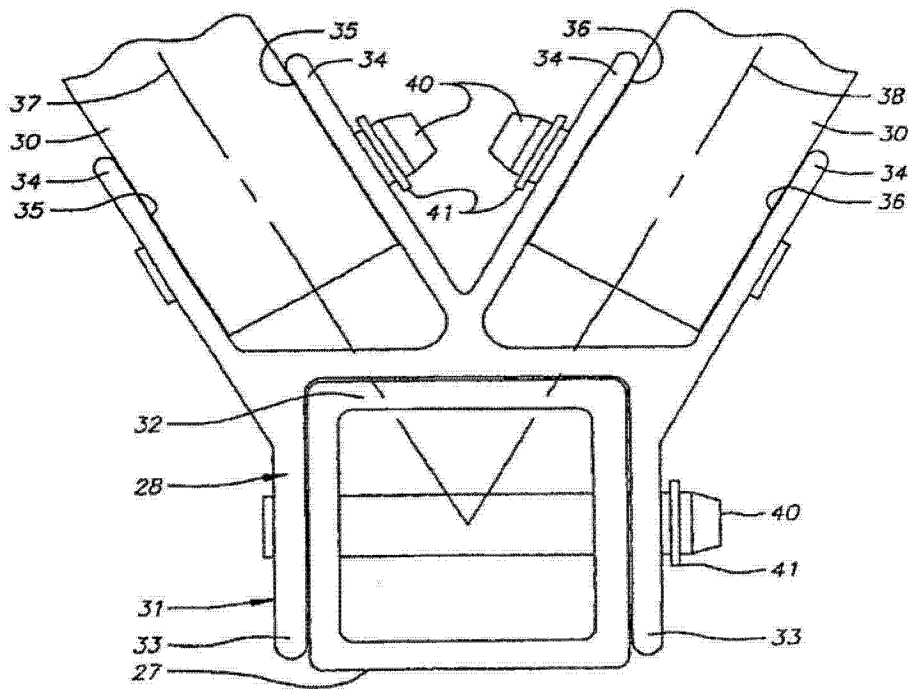


图 4

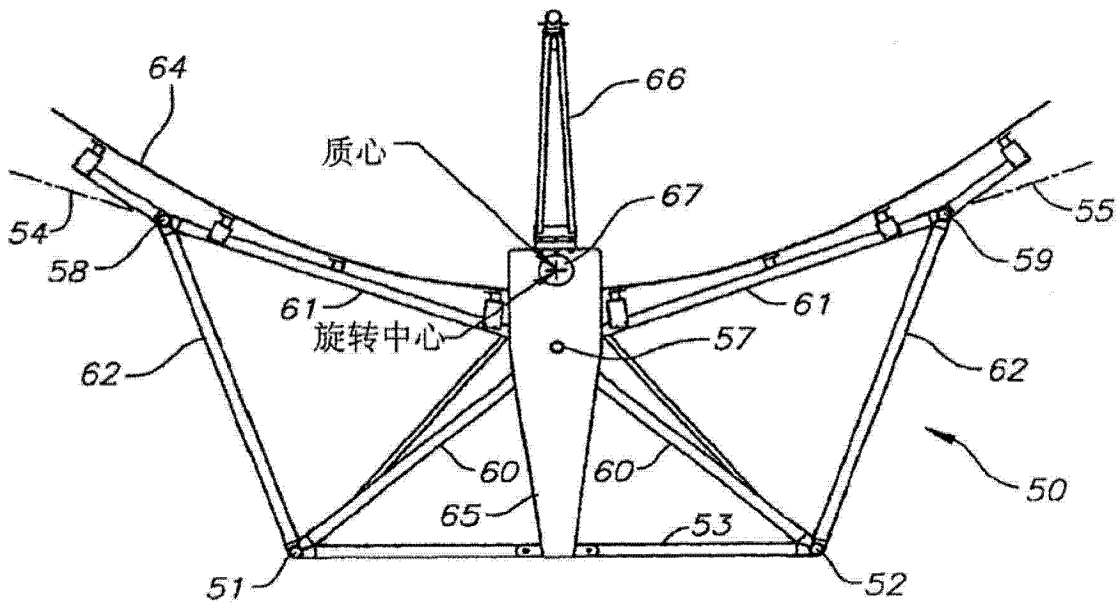


图 5

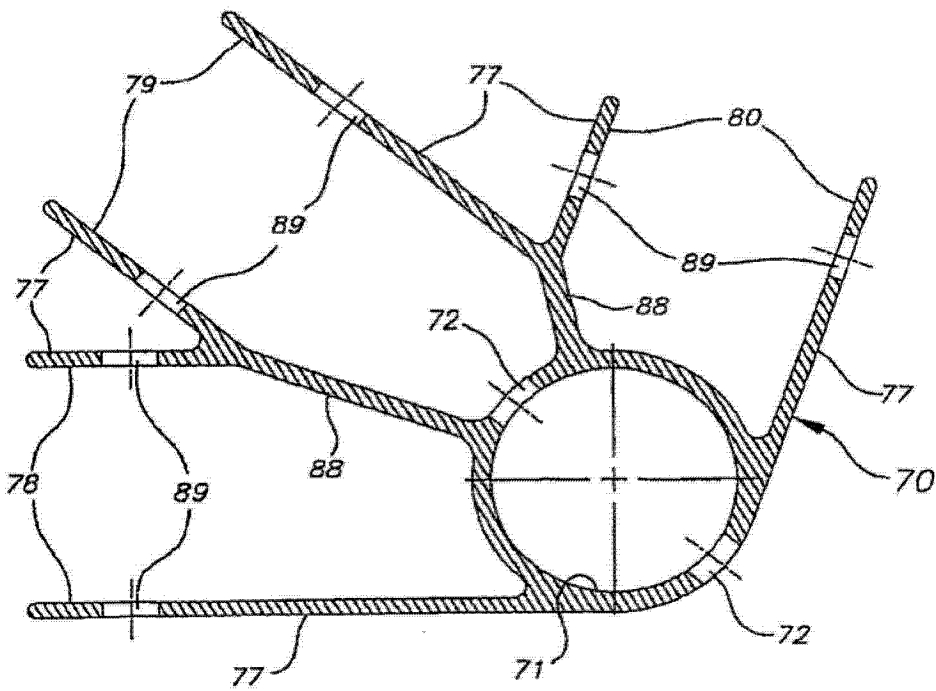


图 6

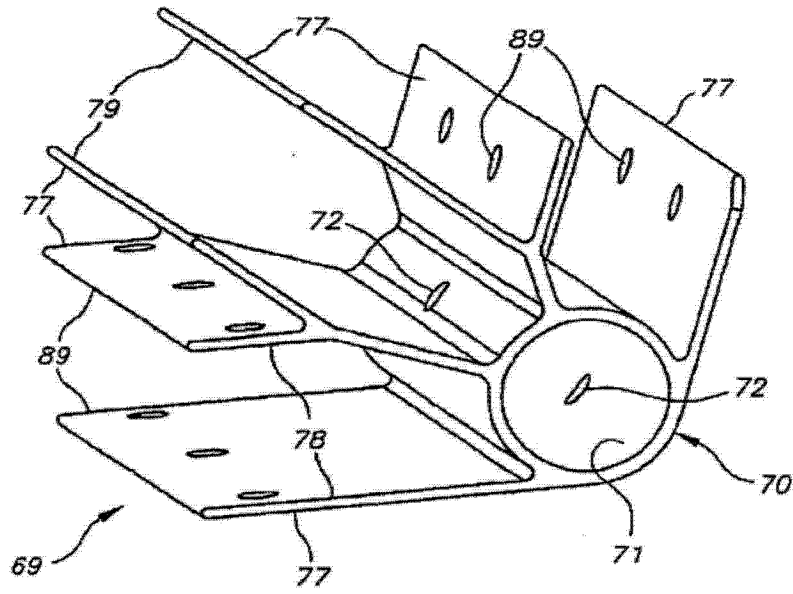


图 7

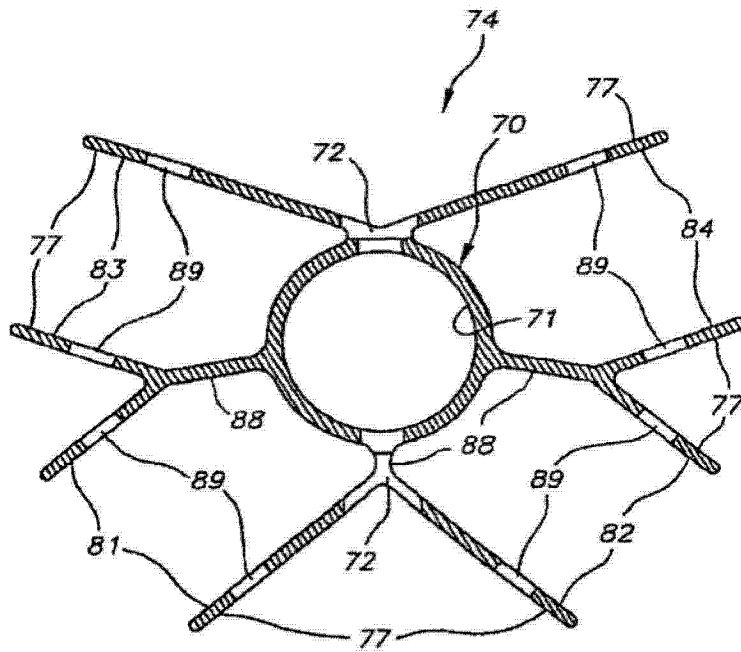


图 8

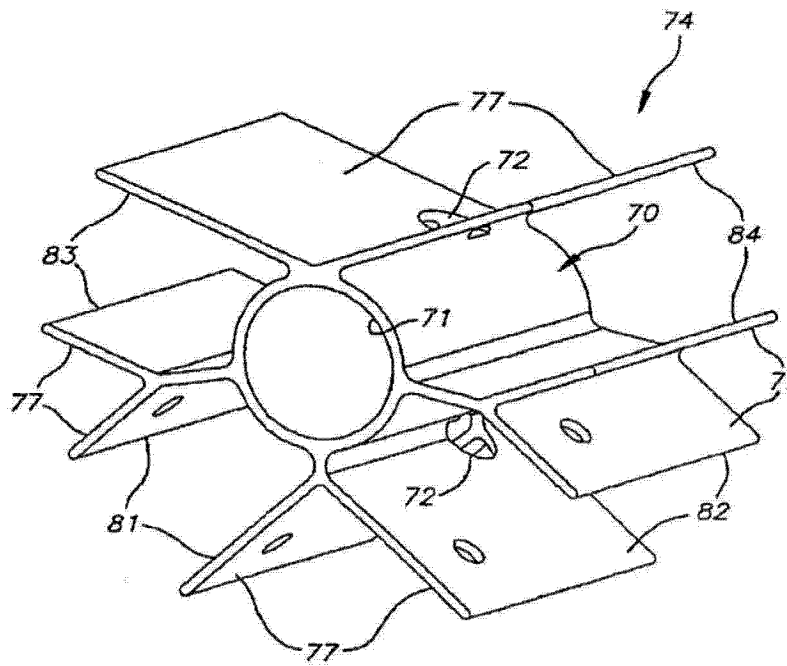


图 9

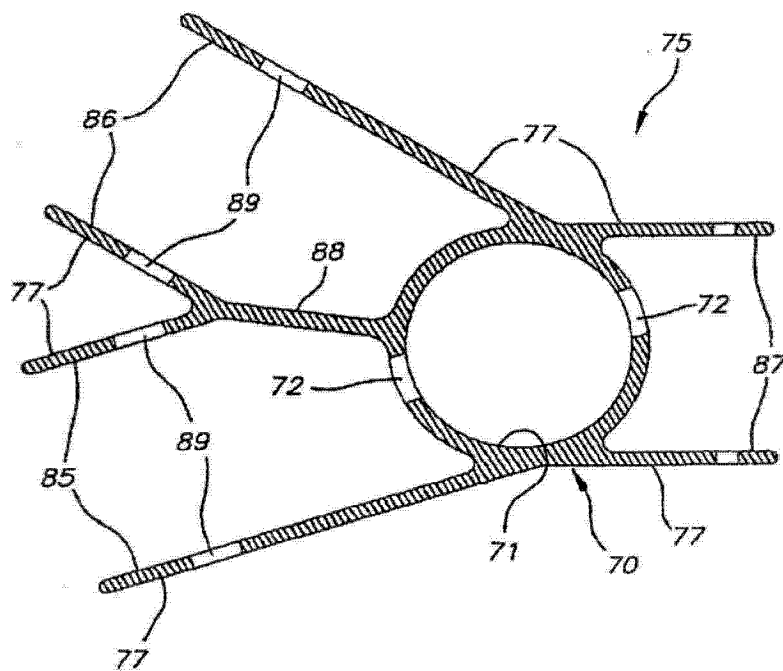


图 10

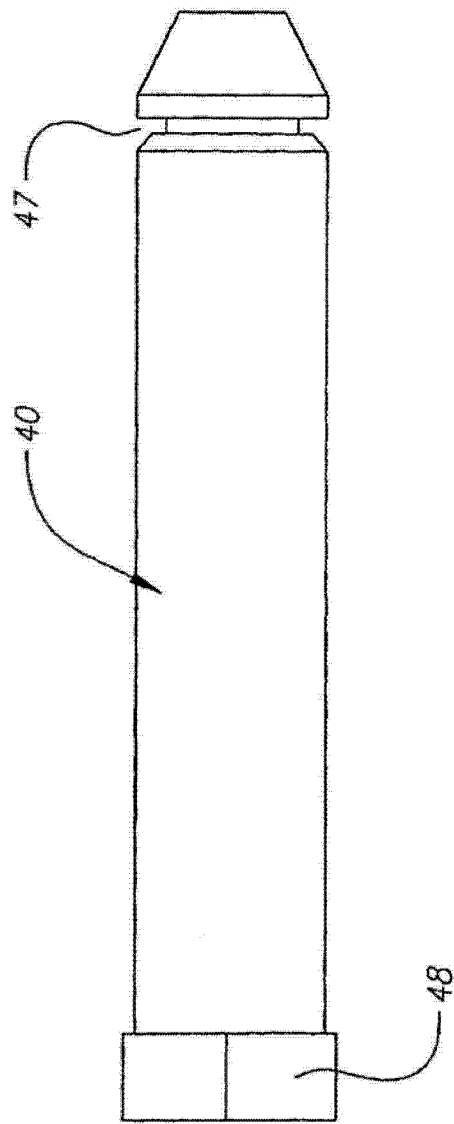


图 11

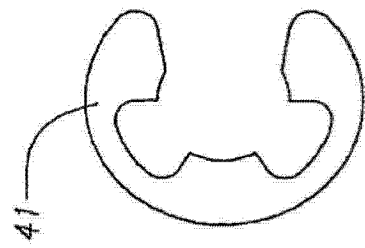


图 12

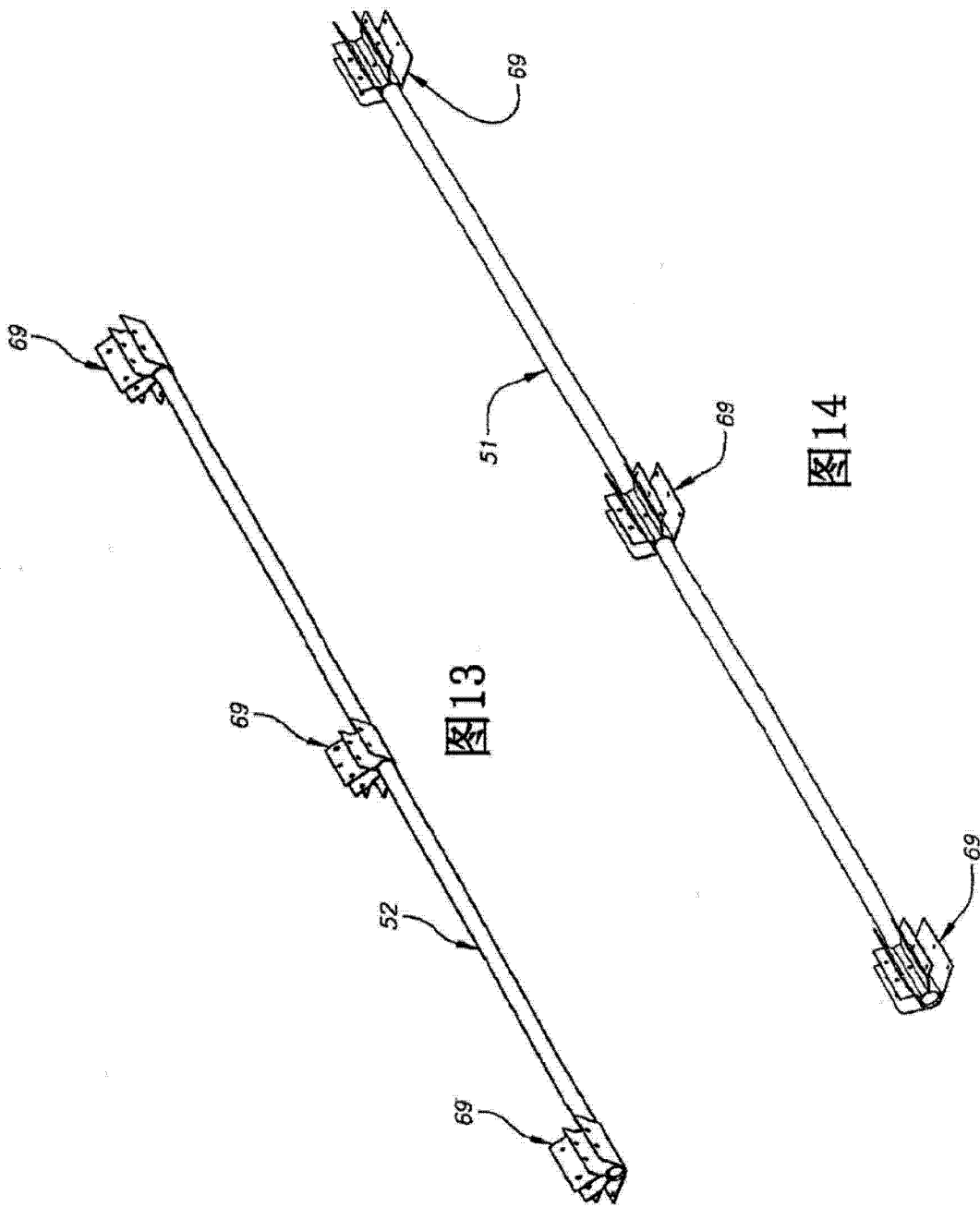


图13

图14

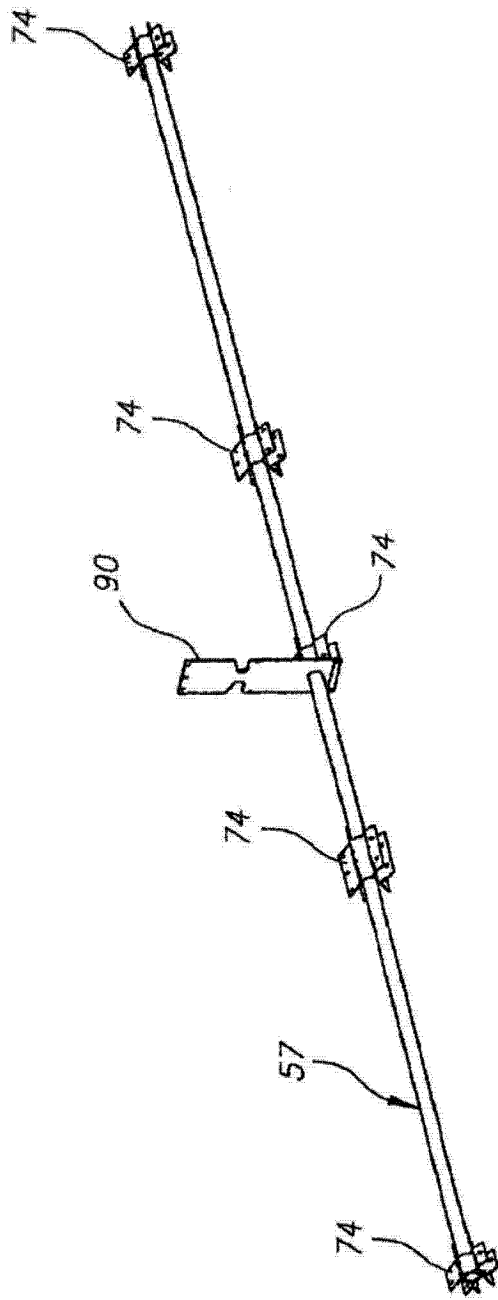


图 15

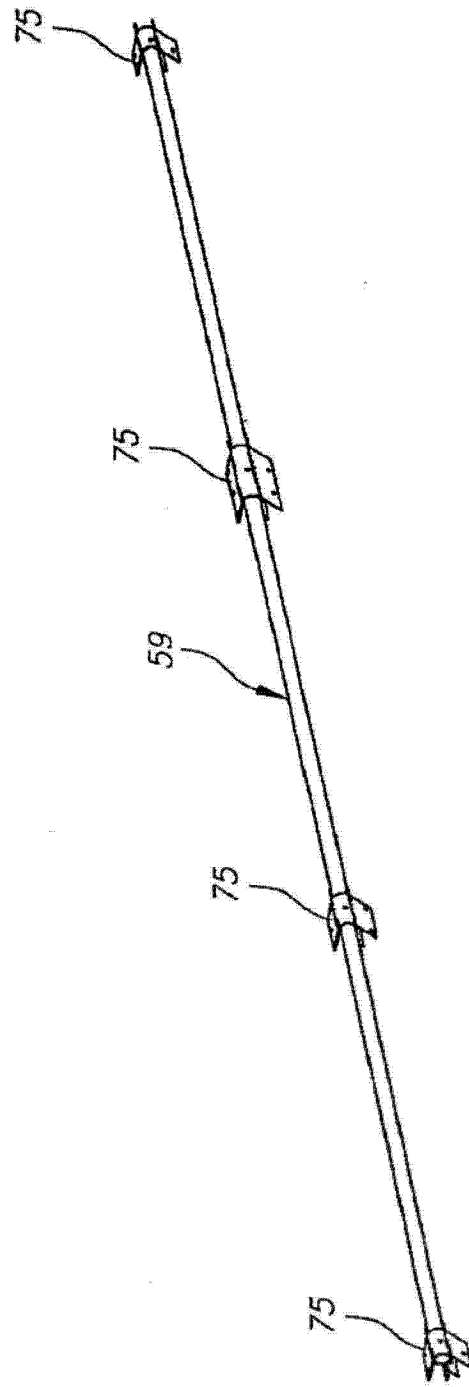


图 16

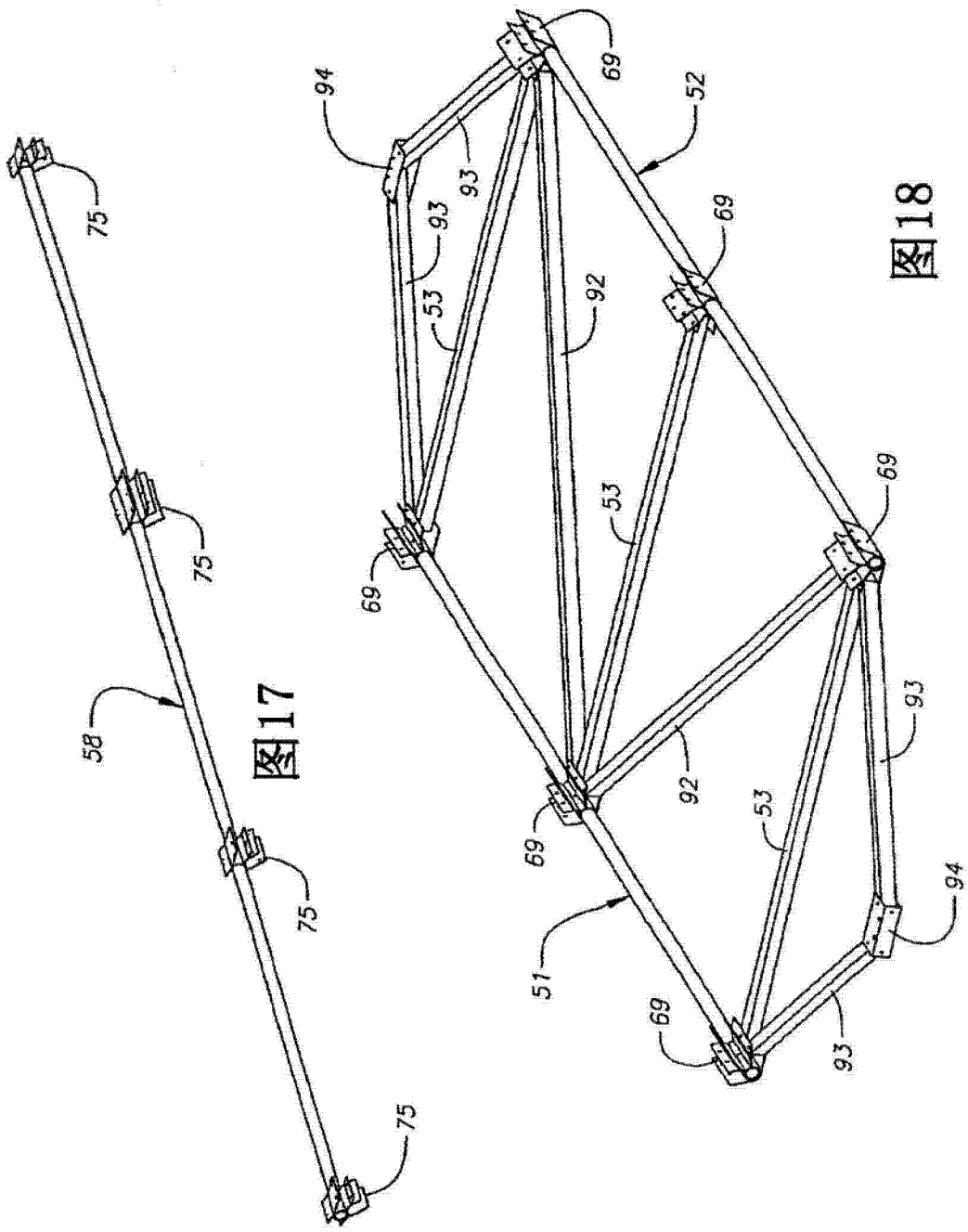


图17

图18

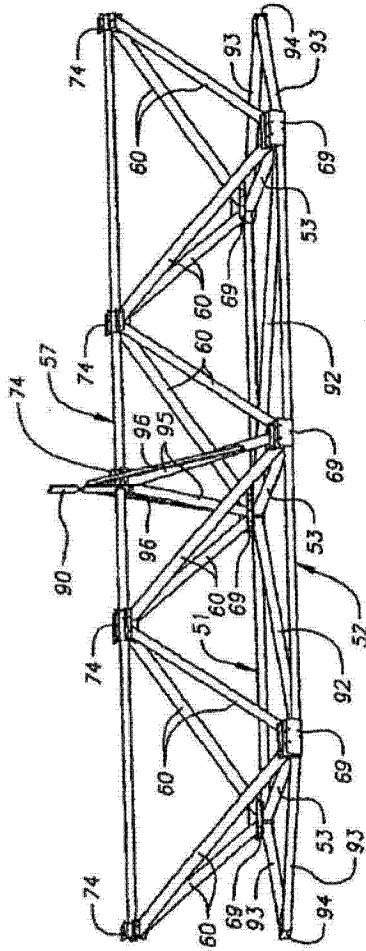


图19

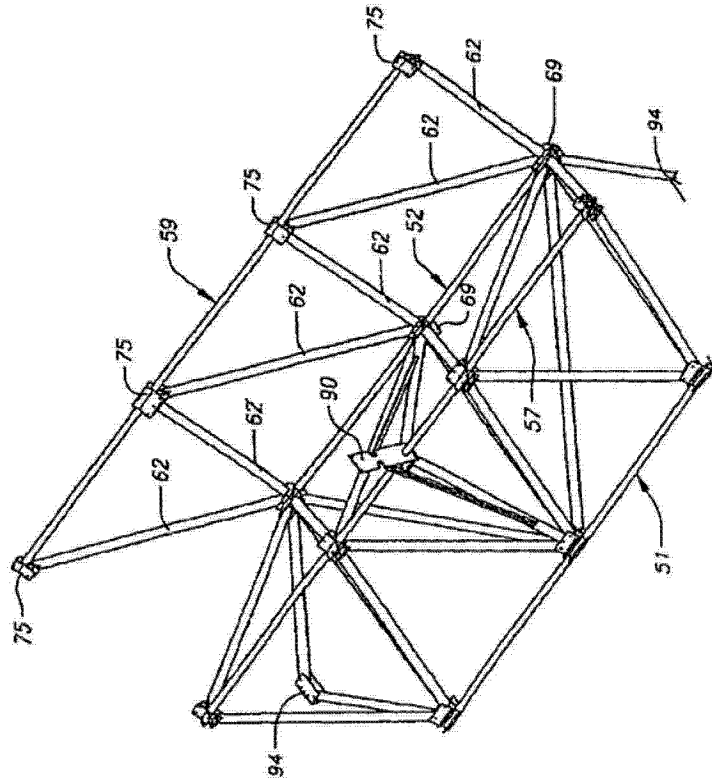


图20

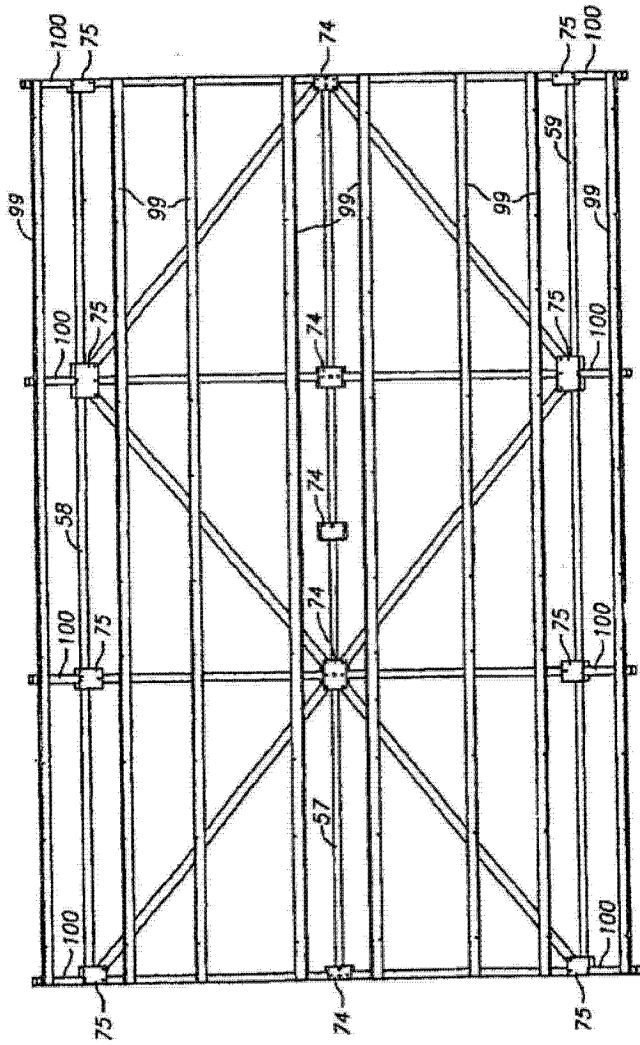


图 23

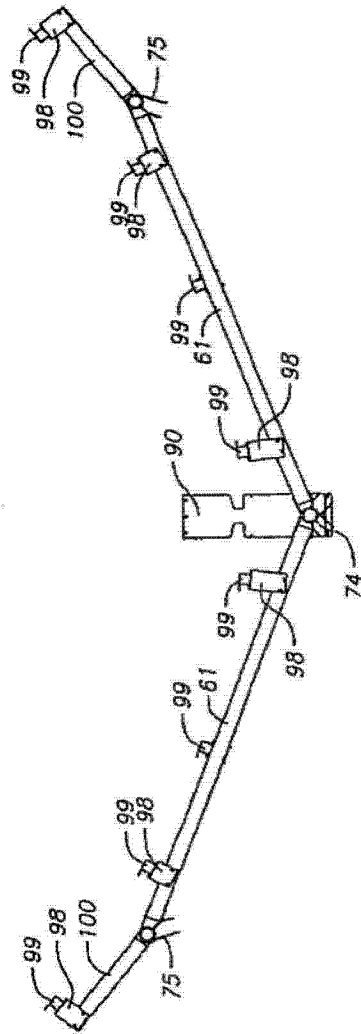


图 24

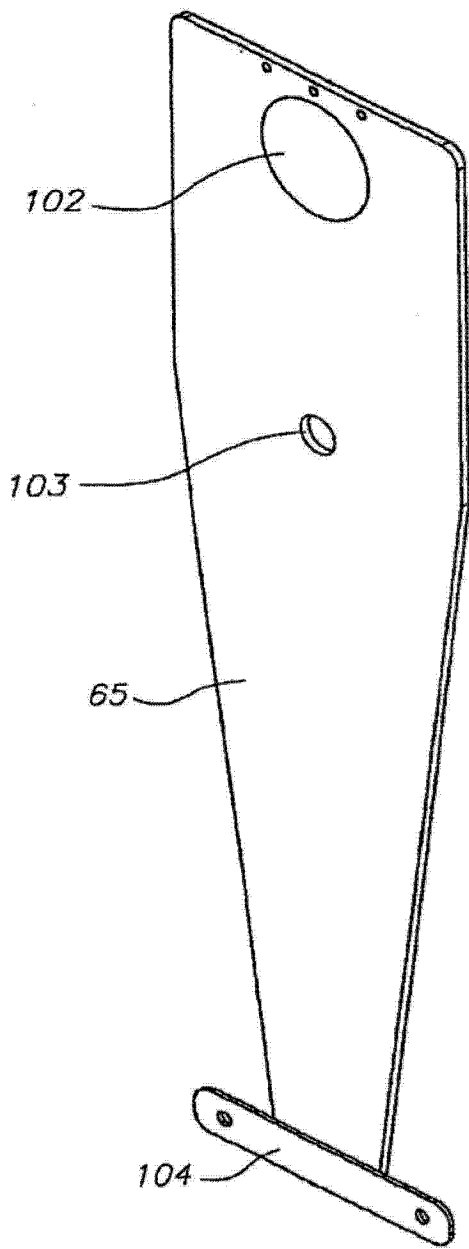


图 25

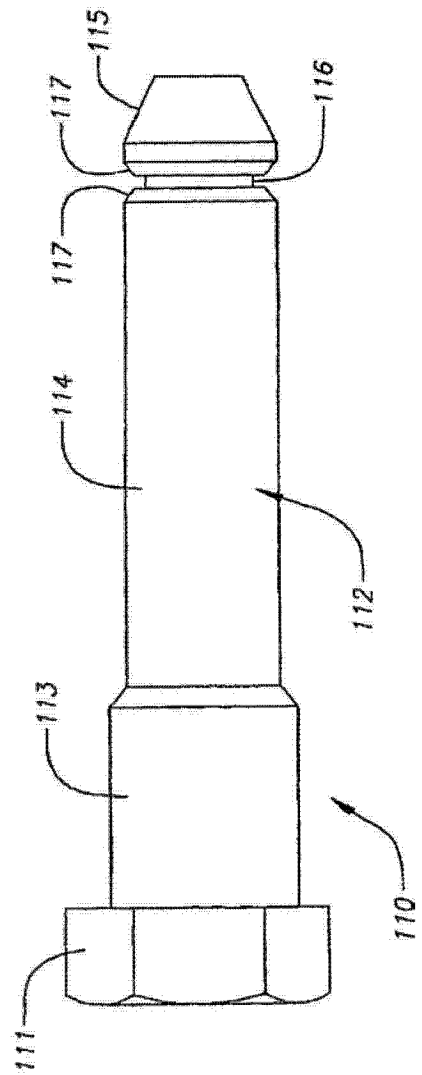


图 26

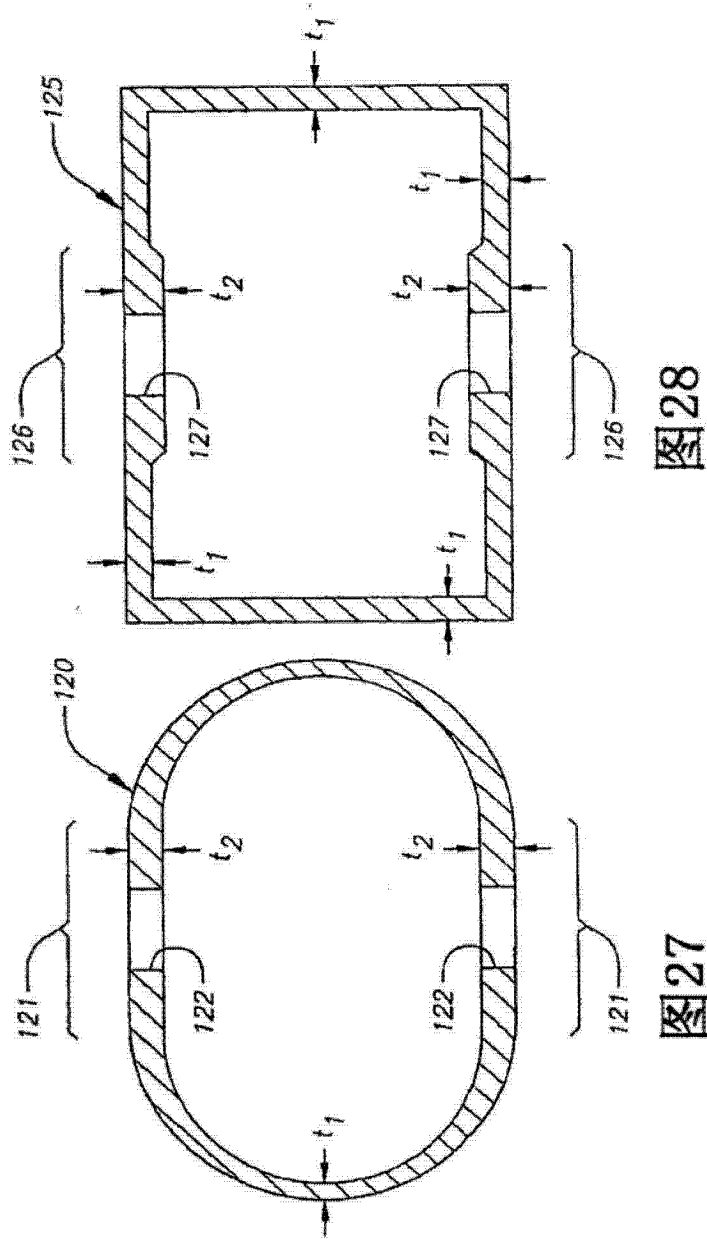


图28

图27

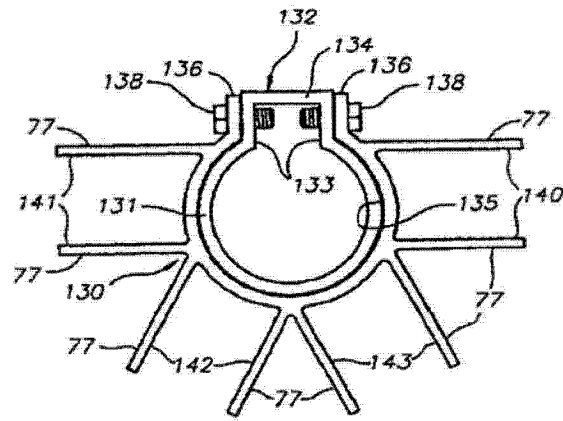


图 29

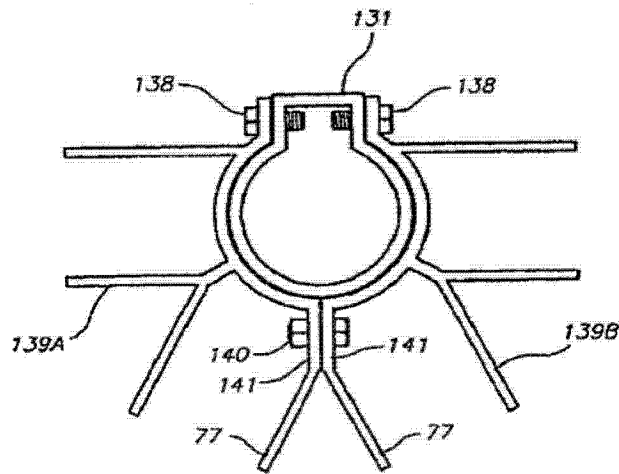


图 30

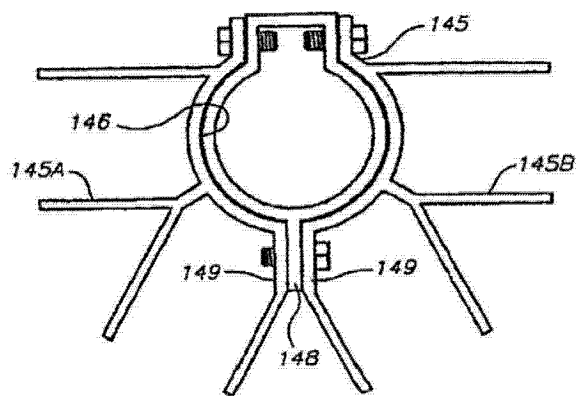


图 31

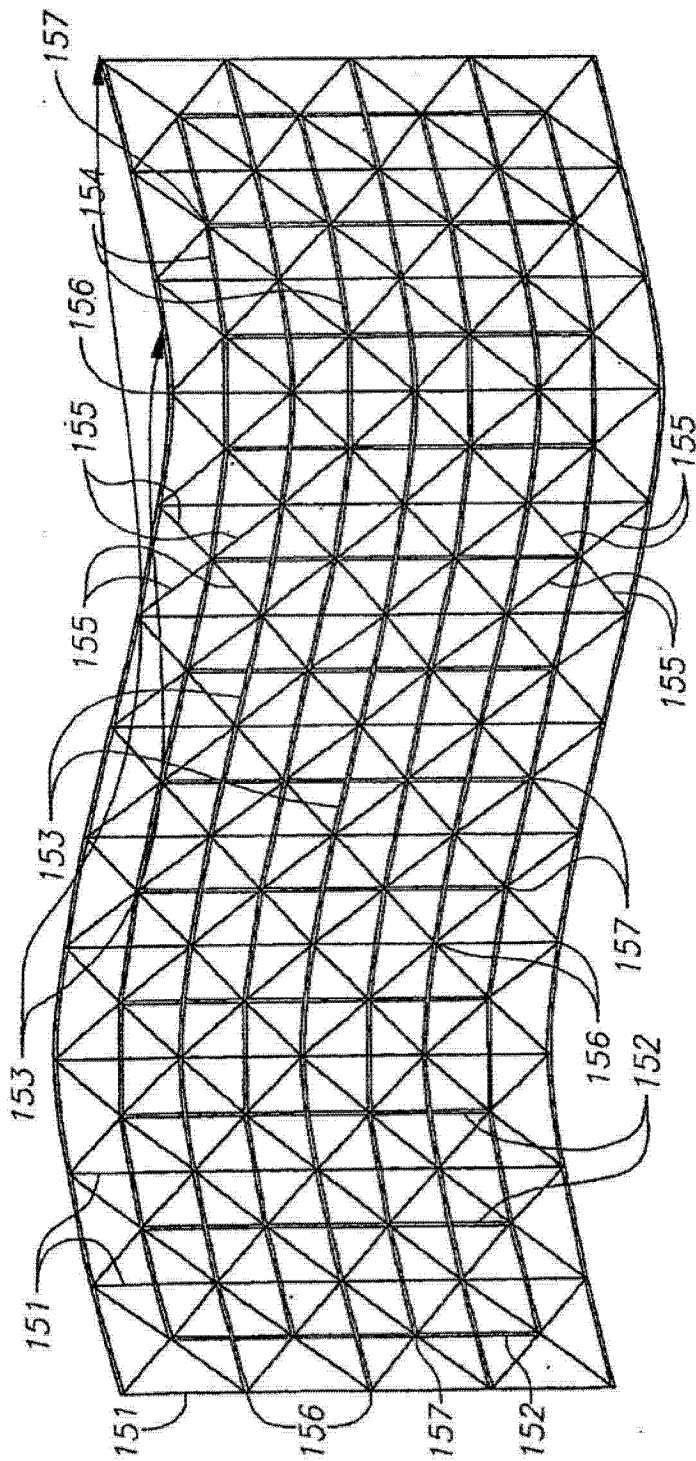


图 32

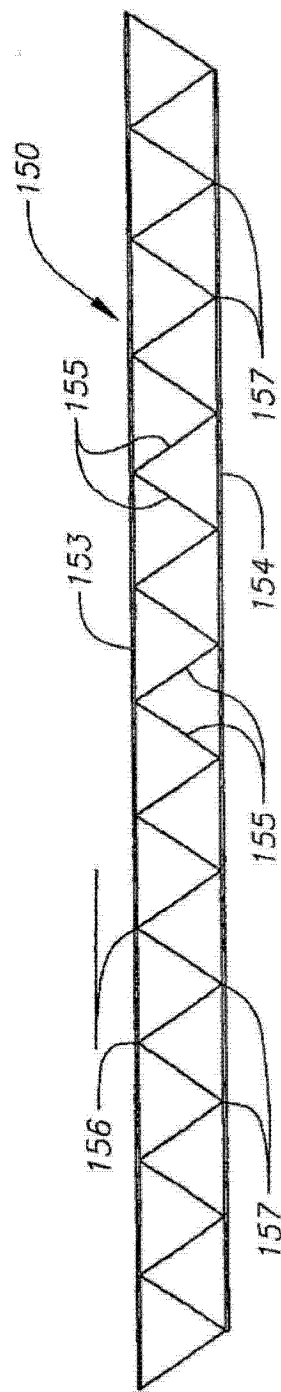


图 33