

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

更正本

(19) 世界知识产权组织  
国际局



(43) 国际公布日  
2007年10月18日 (18.10.2007)

PCT

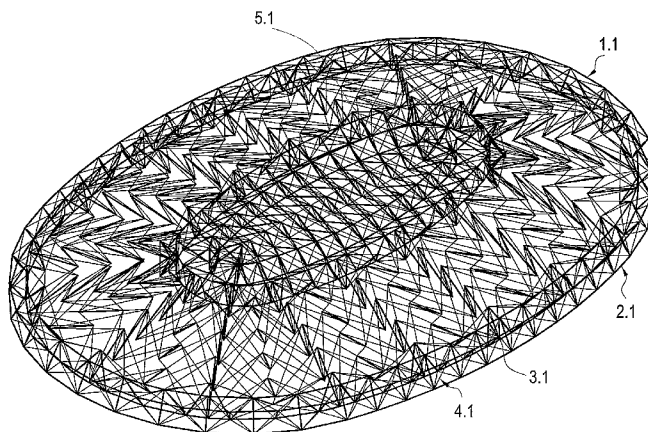
(10) 国际公布号  
WO 2007/115500 A1

- (51) 国际专利分类号: *E04B 7/14* (2006.01) *E04B 1/342* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2007/001150
- (22) 国际申请日: 2007年4月9日 (09.04.2007)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权: 200610025558.0  
2006年4月10日 (10.04.2006) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 薛贵宝(XUE, Guibao) [CN/CN]; 中国上海市延长中路800弄93号602室, Shanghai 200072 (CN)。
- (72) 发明人; 及
- (75) 发明人/申请人 (仅对美国): 张莉(ZHANG, Li) [CN/CN]; 中国江苏省南京市上海路156号02幢702室, Jiangsu 210024 (CN)。
- (74) 代理人: 上海专利商标事务所有限公司(SHANGHAI PATENT & TRADEMARK LAW OFFICE, LLC); 中国上海市徐汇区桂平路435号, Shanghai 200233 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AT, BE, BG, CH,

[见续页]

(54) Title: DOUBLE LAYER CABLE-STRUT ROOF SYSTEM

(54) 发明名称: 双层索-杆屋盖体系



(57) Abstract: A double layer cable-strut roof system includes a central structure and an outer structure. It is provided between the two structures: a plurality of sets of first diagonal elements (14.1, 14'.1, 14".1; 114.1, 114'.1, 114".1) and a plurality of sets of second diagonal elements (17.1, 17'.1, 17".1; 117.1, 117'.1, 117".1) that are alternatively located, or a plurality of sets of diagonal elements each of which includes a first diagonal element (14.1, 14'.1, 14".1; 114.1, 114'.1, 114".1) and a second diagonal element (17.2, 17'.2, 17".2; 117.2, 117'.2, 117".2) connected end to end and alternatively located with a zigzag type arrangement of the adjacent sets of diagonal elements inverting each other. The first diagonal element links to upper layer at inner end and to lower layer at outer end, while the second diagonal element links to lower layer at inner end and to upper layer at outer end. Continual cables (22, 23, 31.1, 33, 36.1, 38; 122, 123, 131.1, 133, 136.1, 138) are positioned between the first diagonal elements and the second diagonal elements.

[见续页]

WO 2007/115500 A1



CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

- 包括经修改的权利要求及声明。
- 包括关于许可根据细则91.1对明显错误进行更正的信息。

**根据细则4.17的声明:**

- 关于申请人有权要求在先申请的优先权(细则4.17(iii))

(48) 更正本的公布日: 2008年1月24日

**(15) 更正内容:**

见所公布的PCT公报第04/2008期

**本国际公布:**

- 包括国际检索报告。

所引用双字母代码及其它缩写符号, 请参考刊登在每期PCT公报期刊起始的“代码及缩写符号简要说明”。

---

**(57) 摘要:**

一种双层索-杆屋盖体系, 它包括: 连续受压的中心结构和边缘结构, 并在两者间设置: 多组第一斜杆(14.1, 14'.1, 14''.1; 114.1, 114'.1, 114''.1)和多组第二斜杆(17.1, 17'.1, 17''.1; 117.1, 117'.1, 117''.1), 各组第一斜杆(14.1, 14'.1, 14''.1; 114.1, 114'.1, 114''.1)和每组第二斜杆(17.1, 17'.1, 17''.1; 117.1, 117'.1, 117''.1)交替布置; 或者多组斜杆, 每组斜杆包括首尾相接地交替设置的第一斜杆(14.2, 14'.2, 14''.2; 114.2, 114'.2, 114''.2)和第二斜杆(17.2, 17'.2, 17''.2; 117.2, 117'.2, 117''.2), 相邻组斜杆的锯齿形布置呈彼此上下倒置。所述第一斜杆的内端点位于上层, 外端点位于下层; 所述第二斜杆的内端点位于下层, 外端点位于上层。在第一和第二斜杆之间有连续设置的索(22, 23, 31.1, 33, 36.1, 38; 122, 123, 131.1, 133, 136.1, 138)。

## 双层索-杆屋盖体系

### 技术领域

- 5 本发明涉及一种索-杆屋盖体系，更具体地说是一种具有新颖的拉索、压杆布置形式的双层索-杆屋盖体系，适用于会展场馆、体育场馆、影剧院、机场候机楼、火车站站屋等大跨度空间结构的建筑。

### 背景技术

- 10 近几十年来，多种类型的大跨度屋盖体系被广泛采用，如由刚性构件组成的网壳结构。为获得必要的刚度和良好的工作性能，网壳结构的高跨比通常较大，而且随着跨度的增加，结构自重及用钢量也过大。

- 新材料和新技术的采用使屋盖结构逐步向轻型化发展，如索网结构、张拉膜结构等预应力柔性结构的应用。预应力体系的特点是，在没有施加预应力之前体系没有刚度，其形状是不确定的。这里柔性指体系内部节点上只有索、膜等柔性受拉构件，而没有刚性受压构件。就结构受力而言，体系内部是连续受拉。这种结构的优点是跨度大，造型优美。它的缺点是结构必须依赖于外部支承体系。只有将体系的边界节点锚固在外部边界及下部支承体系上，并在它们的强大支承作用下，通过施加预应力，体系才能成为承受外部荷载
- 15 的结构。边界及下部支承体系只有设计的非常坚固，才能平衡体系的内力流，这也使整个预应力结构的实现变得复杂而且造价昂贵。柔性结构的另一个缺点是在荷载作用下结构变形过大。

- 为了使结构的受力更加合理，人们提出了一种自应力的结构形式—张拉整体结构。张拉整体结构的特点是，由拉索与压杆组成的自应力状态下的稳定
- 25 自平衡体系，其中拉索是连续的，压杆可连续，也可不连续。这里自应力状态是指：杆和索以特定的拓扑关系相互连接，在连接过程中由于单元间的相互作用以及节点与单元的相互作用，产生了索的受拉与杆的受压。这种内力的产生与外界作用无关，它不需要将边界节点锚固于外部支承体系上，所以这种内力为自应力。张拉整体体系是自成一体的，与预应力体系有着本质的

区别。这里稳定和自平衡，表明了体系的初始力学状态，在这一状态下没有任何外部荷载作用。体系的自平衡是在自应力状态下的平衡。稳定是指体系在受到外界干扰后，能重新恢复到平衡位置，体系的稳定与结构中各单元的合理拓扑关系密切相关。张拉整体结构与传统结构（如网架、网壳结构等）在构件布置和传力方式方面也有着本质的区别，它是连续受拉，受压可连续也可不连续。这种力学机理是工程领域所追求的非常合理的受力形式。但是，到目前为止，除了一些带有艺术特征的张拉整体雕塑外，张拉整体结构尚无法被应用于建筑领域大跨度屋盖体系的实际工程。

Geiger 在其美国专利第 4,736,553 号中首次提出了一种圆形平面索桁架穹顶结构，这种索穹顶结构是受张拉整体原理启发而产生的一种新型空间结构形式。该结构是由一系列脊索、斜索、垂直压杆组成的类似平面桁架的片状结构，脊索与斜索以辐射状分别连接于中央拉力环、垂直压杆及外部压力环，在各圈垂直压杆的底部由数道环索相互连接，在结构的上方覆盖薄膜。这种结构与索网结构、膜结构等预应力柔性结构的区别是，在结构内部节点上除了有柔性受拉构件（如钢索）之外，还有刚性受压构件（如钢杆），刚性构件与柔性构件的结合增加了结构的刚度，克服了柔性结构在荷载作用下变形过大的缺点。与传统结构（如网壳结构）相比，索穹顶结构中的压杆是不连续的，改变了传统结构的连续受压的传力方式，更充分利用高强索的抗拉强度，用钢量和自重显著减少。但这种结构由于没有采用三角划分，使得呈辐射状的穹顶上部缺乏侧向刚度。此外，该结构呈辐射状杆件布置，使得结构仅适用于圆形平面。

Levy 在其美国专利第 5,259,158 号、美国专利第 5,355,641 号以及美国专利第 5,440,840 号中，以 Geiger 设计的索穹顶为基础，对 Geiger 体系的索穹顶进行了三角划分，使结构在几何上更容易满足椭圆形平面。经过三角划分的 Levy 体系，对于椭圆形平面结构在长轴方向还设置了中心桁架。该结构同样可设计成中间大开孔的索穹顶结构及可开合的索穹顶结构。

与 Geiger 体系相比，Levy 体系增强了整体结构的刚度和稳定性。Geiger 体系与 Levy 体系均被应用于奥运会场馆等大跨度空间结构的建筑。这两种体系的优点是改进了传统的传力方式，跨度大，用钢量少，造型新颖。如根据

Levy 的专利设计建成的奥运会主馆-佐治亚穹顶，用钢量不足  $30\text{kg}/\text{m}^2$ 。这两种体系的传力方式基本相同，都由内向外通过内拉力环（或中心桁架）、垂直压杆及拉索（包括脊索、环索、斜索）传递到外圈的脊索、斜索上，最终通过这些脊索、斜索传递到外受压环上，该受压环承受来自体系内部各个方向索的拉力。该体系预应力的建立，依赖于将外圈的脊索、斜索锚固于受压环上。通常，受压环与内部构件相比尺寸巨大，它由钢筋混凝土或预应力混凝土制成，而且该受压环已经成为整个建筑的一部分，因此很难把索穹顶结构视为一个独立的结构。由于 Geiger 体系与 Levy 体系均须依赖于强大的周边及下部支承体系，它们仍属于预应力结构，不可避免地存在预应力结构的缺点。不仅如此，整个结构的节点制作、施工安装也很复杂，使得造价升高。

鉴于刚性网壳结构、预应力柔性结构及索穹顶结构的不足，有必要开发出新型的大跨度轻型空间结构体系，做到既能够易于安装实现，又在经济上具有可观的实用价值，同时还具有新颖独特的视觉效果。

## 15 发明内容

本发明将张拉整体原理应用于大跨度屋盖结构，目的在于提供一种受力合理、无需强大周边及下部支承的双层索-杆屋盖结构。该结构克服了网壳结构、预应力柔性结构及索穹顶结构的不足，同时具备自应力状态下稳定的自平衡、自重轻、自成一体等张拉整体结构的优点，适用于会展场馆、体育场馆、影剧院、机场候机楼、火车站站屋等大跨度空间结构的建筑。更具体地说，本发明的双层索-杆屋盖体系包括：中心结构、边缘结构及二者之间的中间结构。所述中间结构是多个按一定规律布置的拉索-压杆单元结构组成的拉索-压杆结构，其中拉索连续，压杆可连续，也可不连续，每个节点上的压杆仅有一根或两根，其余均为拉索。为便于说明，本发明将中间结构中每个节点上的压杆为一根的体系称为第一体系，将中间结构中每个节点上的压杆为两根的体系称为第二体系。

根据本发明的第一体系形式，提供一种双层索-杆屋盖体系，该体系包括：连续受压的中心结构；连续受压的边缘结构；从中心结构至边缘结构包含有各沿一第一方向设置的多组第一斜杆和各沿一第二方向设置的多组第二斜

杆，其中，所述第一斜杆的内端点位于上层，外端点位于下层；所述第二斜杆的内端点位于下层，外端点位于上层；各组第一斜杆包括至少一根第一斜杆，每组中的第一斜杆互不相交，最内侧的第一斜杆连接于中心结构，最外侧的第一斜杆连接于边缘结构；各组第二斜杆包括至少一根第二斜杆，每组中的第二斜杆互不相交，最内侧的第二斜杆连接于中心结构，最外侧的第二斜杆连接于边缘结构；各组第一斜杆的第一方向和第二斜杆的第二方向在中心结构与边缘结构之间互不相交；各组第一斜杆和每组第二斜杆交替布置；在第一和第二斜杆之间进行连接的索，包括：第一层间索，连接各第一斜杆的内端点与同组中内侧相邻的第一斜杆的外端点；第二层间索，连接各第二斜杆的内端点与同组中内侧相邻的第二斜杆的外端点；第一上层索，连接各第一斜杆的内端点与横向相邻的第二斜杆的外端点；第二上层索，连接各第一斜杆的内端点与所述横向相邻的第二斜杆的同组外侧相邻的第二斜杆的外端点；第一下层索，连接各第二斜杆的内端点与横向相邻的第一斜杆的外端点；第二下层索，连接各第二斜杆的内端点与所述横向相邻的第一斜杆的同组外侧相邻的第一斜杆的外端点。

采用上述第一体系形式的索-杆屋盖体系，结构的传力方式与张拉整体结构相似。体系中拉索和压杆以特定的拓扑关系相互连接，每个节点上都有一定数目的拉索与单根压杆（仅在中心和边缘结构处有多根压杆）。这种结构不需要锚固于外部支承体系，在连接过程中，索的受拉力和杆的受压力产生了相互作用，各节点与相连接的拉索、压杆也产生了相互作用。当每个节点都实现了拉与压的平衡，即达到自平衡状态后，体系中所有的杆都处于受压状态，所有的索都处于受拉状态，整个体系在自应力状态下实现了稳定的自平衡。本发明的索-杆屋盖体系不依赖于周边或下部支承体系，安装完成后的结构是一个独立的结构，可直接放置于地面，也可提升一定高度放置于周边点支承的柱子上或其它下部结构上，因此该索-杆屋盖体系是自成一体的，与需要锚固于外部支承体系的预应力体系有本质的区别。而且，本发明的索-杆屋盖体系第一体系形式采用连续受拉、不连续受压的传力方式，充分利用了高强索及钢杆的材料特性，使得结构受力合理，整体结构用材少、自重轻。因而，本发明的索-杆屋盖体系既克服了 Geiger 体系和 Levy 体系依赖

外部强大支承的缺点，又具有张拉整体结构的优点。而且，由于该体系采用了特定方式的拉索、压杆布置，各索、杆构件的受力分布均匀。因而，随着跨度的增加，构件的尺寸变化不大，结构用钢量及自重随屋盖跨度的增加而基本成比例地增加，有利于实现更大跨度的结构。而且，在工程实际中，本体系可采用较少类型的构件规格和节点，有利于工业化生产和降低造价。

较佳的是，所述边缘结构和中心结构分别包括向内和向外悬伸的索一杆结构。所述索一杆结构包括：上层和下层拉压环、上层和下层压力环、斜杆以及相应的连续设置的索等。

采用上述结构，由于中心结构和边缘结构同样可以采用索一杆结构，这为结构构件的制作、安装带来很大便利。由于本体系采用特定的斜杆、拉索、压力环以及拉压环的布置，压力环和拉压环中的压力与两受力结构之间的中间斜杆所受压力属于同一量级，所以压力环和拉压环中的压杆采用与中间斜杆规格相同的杆件即可，不需要巨大的钢筋混凝土圈梁或预应力混凝土圈梁，这使得结构设计和施工安装大大简化，十分有利于工业化生产和降低造价。

根据本发明的第二体系形式，提供一种双层索一杆屋盖体系，该体系包括：连续受压的中心结构；连续受压的边缘结构；从中心结构至边缘结构包含各沿一方向设置的多组斜杆，每组斜杆包含有至少一根第一斜杆或至少一根第二斜杆，其中，所述第一斜杆的内端点位于上层，外端点位于下层；所述第二斜杆的内端点位于下层，外端点位于上层；每组中的第一斜杆和第二斜杆首尾相接地交替设置，形成锯齿形布置，最内侧的第一或第二斜杆连接于中心结构，最外侧的第一或第二斜杆连接于边缘结构；各组斜杆的方向在中心结构与边缘结构之间互不相交；相邻组斜杆的锯齿形布置是彼此上下倒置的，使各组斜杆中的第一斜杆与横向相邻组的第二斜杆横向相邻；在第一和第二斜杆之间进行连接的索，包括：层间索，连接各第一斜杆的内端点与横向相邻的第二斜杆的内端点；层间索，连接各第一斜杆的外端点与横向相邻的第二斜杆的外端点；上层索，连接各第一斜杆的内端点与横向相邻的第二斜杆的外端点；上层索，连接各第一斜杆的内端点与横向相邻的第二斜杆的同组内侧相接的第一斜杆的内端点；下层索，连接各第一斜杆的外端点与横向相邻的第二斜杆的内端点；下层索，连接各第一斜杆的外端点与横向相邻的第

二斜杆的同组外侧相接的第一斜杆的外端点。

上述第二体系形式的索-杆屋盖体系不仅兼备上述第一体系形式的各种优点，如不需要锚固于外部支承体系、自应力、自平衡、结构受力分布均匀合理等，还更为经济合理。由于它采用了既连续受拉又连续受压的传力方式，而不同于第一体系采用的连续受拉、不连续受压的传力方式，其整体用钢量可以比第一体系形式有较大幅度减少。

较佳的是，所述边缘结构和所述中心结构是上层压力环和下层压力环。

采用上述结构，该第二体系形式的中心和边缘结构仅是上层压力环和下层压力环。相比第一体系形式中采用索-杆形式的中心和边缘结构，该第二体系形式的中心和边缘结构的形式更加简单，这将给结构设计、构件制作、施工安装方面带来更大便利。

不仅如此，无论是上述第一还是第二体系形式，本发明的屋盖体系构件分布规律性都很强，因而单元可灵活布置，能根据建筑功能要求设计成各种形状，其应用范围十分广泛，可适用于会展场馆、体育场馆、影剧院、机场候机楼、火车站站屋等大跨度空间结构的建筑。它的上、下层采用平面或曲面形式。曲面可为规则曲面或不规则曲面，可为凸曲面或凹曲面。其平面投影为椭圆形、圆形及其它非圆形平面，也可为四边形及其它多边形平面。屋盖体系可整体闭合，可在中部大开孔，也可由单榀组成多榀屋盖体系。由于采用层间斜杆，上、下层的间距可调整，从而可以根据设计需要灵活调整结构的高跨比，上、下层可以相互平行，也可不平行。

本发明的双层索-杆屋盖体系的其它特征和优点，将在下文的具体描述中显得更加清楚。

#### 附图说明

图 1 为根据本发明第一体系形式的一椭圆平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图；

图 2 为图 1 所示屋盖体系的平面图；

图 3 为图 1 所示屋盖体系的上层平面图；

图 4 为图 1 所示屋盖体系的下层平面图；

图 5 为图 1 所示屋盖体系中分布在上、下层之间的拉索、压杆布置平面图；

图 6 为图 5 所示拉索、压杆布置的四分之一立体轴测图；

图 7 为图 1 所示屋盖体系中间结构斜杆一索的一单元结构的立体轴测图；

图 8 为图 1 所示屋盖体系中间结构斜杆一索与边界受力结构的一连接单元  
5 的立体轴测图；

图 8A 为图 1 所示屋盖体系中间结构斜杆一索与边界受力结构的另一连接  
单元的立体轴测图；

图 9 为根据本发明第一体系形式的另一椭圆平面双层索-杆屋盖体系的立  
体轴测图；

10 图 10 为根据本发明第一体系形式的一椭圆环形平面双层索-杆屋盖体系的  
立体轴测图；

图 11 为图 10 所示屋盖体系的平面图；

图 12 为根据本发明第一体系形式的另一椭圆环形平面双层索-杆屋盖体系  
的立体轴测图；

15 图 13 为根据本发明第一体系形式的另一椭圆环形平面双层索-杆屋盖体系  
的立体轴测图；

图 14 为根据本发明第一体系形式的一圆形平面双层索-杆屋盖体系的立  
体轴测图；

图 15 为图 14 所示屋盖体系的平面图；

20 图 16 为根据本发明第一体系形式的另一圆形平面双层索-杆屋盖体系的立  
体轴测图；

图 17 为根据本发明第一体系形式的一圆环形平面双层索-杆屋盖体系的立  
体轴测图；

25 图 18 为根据本发明第一体系形式的另一圆环形平面双层索-杆屋盖体系  
的立体轴测图；

图 19 为一矩形内轴线示意图；

图 20 为根据本发明第一体系形式的一矩形平面双层索-杆屋盖体系的立  
体轴测图；

图 21 为根据本发明第一体系形式的一中空矩形平面双层索-杆屋盖体系的

立体轴测图；

图 22 为根据本发明第一体系形式的一正方形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图；

5 图 23 为根据本发明第一体系形式的一中空正方形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图；

图 24 为根据本发明第二体系形式的另一椭圆平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图；

图 25 为图 24 所示屋盖体系的平面图；

图 26 为图 24 所示屋盖体系的上层平面图；

10 图 27 为图 24 所示屋盖体系的下层平面图；

图 28 为图 24 所示屋盖体系中分布在上、下层之间的拉索、压杆布置平面图；

图 29 为图 28 所示拉索、压杆布置的四分之一立体轴测图；

15 图 30 为图 24 所示屋盖体系中间结构斜杆一索的一单元结构的立体轴测图；

图 31 为图 24 所示屋盖体系中间结构斜杆一索与边界受力结构的一连接单元的立体轴测图；

图 32 为根据本发明第二体系形式的另一椭圆平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图；

20 图 33 为根据本发明第二体系形式的另一椭圆环形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图；

图 34 为图 33 所示屋盖体系的平面图；

图 35 为根据本发明第二体系形式的另一椭圆环形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图；

25 图 36 为根据本发明第二体系形式的另一椭圆环形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图；

图 37 为根据本发明第二体系形式的另一圆形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图；

图 38 为图 37 所示屋盖体系的平面图；

图 39 为根据本发明第二体系形式的另一圆形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图；

图 40 为根据本发明第二体系形式的另一圆环形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图；

5 图 41 为根据本发明第二体系形式的另一圆环形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图；

图 42 为根据本发明第二体系形式的另一矩形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图；

10 图 43 为根据本发明第二体系形式的另一中空矩形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图；

图 44 为根据本发明第二体系形式的另一正方形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图；

图 45 为根据本发明第二体系形式的另一中空正方形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图；

15 图 46 为本发明的一双层索-杆拱形结构的立体轴测图。

### 具体实施方式

下面首先参照图 1—图 23 描述根据本发明第一体系形式的双层索-杆屋盖体系的一些较佳实施例。

20 图 1 所示为根据本发明第一体系形式的一椭圆平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图。应注意到，附图中所示的是一些规则的结构布置，本领域的技术人员在阅读本说明书后可以理解，该体系同样可以应用于各种不规则的结构布置。在屋盖体系的上层 1.1，根据需要可全部覆盖或部分覆盖空间屋面材料。在本实施例中，下层 2.1 与上层 1.1 相互平行，但它们也可以不平行。上、  
25 下层之间通过多个斜杆 3.1、斜索 4.1、及垂直索 5.1 相连接。屋盖体系的上、下层平面图及杆 3.1、索 4.1、索 5.1 的空间布置图参见图 2 至图 6。图中以较粗的实线表示压杆，以较细的实线表示拉索。

图 2 为图 1 所示屋盖体系的平面图，其平面投影为具有长轴 X-X、短轴 Y-Y 的椭圆平面。

图 3 为图 1 所示屋盖体系的上层 1.1 平面图。除内压力环 6.1、拉压环 7、8 与外压力环 9.1 外，其余网状线条均为索。

图 4 为图 1 所示屋盖体系的下层 2.1 平面图。除内压力环 10.1、拉压环 11、12 与外压力环 13.1 外，其余网状线条均为索。

5 图 5 为图 1 所示屋盖体系的斜杆 3.1、斜索 4.1 及垂直索 5.1 布置平面图。

图 6 为图 1 所示屋盖体系的斜杆 3.1、斜索 4.1 及垂直索 5.1 布置的立体轴测图。考虑到对称性，图 6 仅给出了四分之一的索、杆布置图。

多个斜杆 3.1 的上、下端点确定了整个屋盖体系的上、下层各节点位置。这些斜杆 3.1 包含有（图 5、图 6）：

（1）沿径向分布的第一斜杆 14.1，它的上层内端点确定了屋盖体系的上层节点如 15a.1，它的下层外端点确定了屋盖体系的下层节点如 16a.1，第一斜杆 14.1 从上层节点向外指向下层节点；

（2）沿径向分布的第二斜杆 17.1，与第一斜杆 14.1 交替排列分布，它的上层外端点确定了屋盖体系的上层节点如 15b.1，它的下层内端点确定了屋盖体系的下层节点如 16b.1，第二斜杆 17.1 从上层节点向内指向下层节点；

15 沿环向分布的第一成对内环向斜杆 18，各对斜杆 18 在外端点处相交，确定了屋盖体系的一个下层节点如 16c，斜杆 18 的内端点与第二斜杆 17\*的外端点相连接如 15c，斜杆 18 从上层节点向外指向下层节点；

（4）沿环向分布的第二成对内环向斜杆 19，与第一成对内环向斜杆 18 交替排列分布，各对斜杆 19 在外端点处相交，确定了屋盖体系的一个上层节点如 15d，斜杆 19

20 的内端点与第一斜杆 14\*的外端点相连接如 16d，斜杆 19 从上层节点向内指向下层节点；

（5）沿环向分布的第一成对外环向斜杆 20，各对斜杆 20 在内端点处相交，确定了屋盖体系的一个上层节点如 15e，斜杆 20 的外端点与第二斜杆 17#的内端点相连接如 16e，斜杆 20 从上层节点向外指向下层节点；

（6）沿环向分布的第二成对外环向斜杆 21，与第一成对外环向斜杆 20 交替

25 排列分布，各对斜杆 21 在内端点处相交，确定了屋盖体系的一个下层节点如 16f，斜杆 21 的外端点与第一斜杆 14#的内端点相连接如 15f，斜杆 21 从上层节点向内指向下层节点。

多个斜索 4.1 的上端点连接斜杆 3.1 的上层端点，下端点连接相邻斜杆 3.1 的下层端点。这些斜索包含有七种情况（图 5、图 6）：

(1) 沿径向分布的第一层间索, 如 22 等, 从上层节点向外指向下层节点。它的连接有三种: (a) 层间索 22\*, 上端点连接第一斜杆 14.1 的上层内端点如 15a.1, 下端点连接与该第一斜杆 14.1 相邻的第一成对内环向斜杆 18 的下层外端点如 16c; (b) 层间索 22, 上端点连接第一斜杆 14'.1 的上层内端点如 15a'.1, 下端点连接与该第一斜杆 14'.1 相邻的另一第一斜杆 14.1 的下层外端点如 16a.1; (c) 层间索 22#, 上端点连接第一成对外环向斜杆 20 的上层内端点如 15e, 下端点连接与该斜杆 20 相邻的第一斜杆 14''.1 的下层外端点如 16a''.1。

(2) 沿径向分布的第二层间索, 如 23 等, 沿上层节点向内指向下层节点, 并且与第一层间索交替排列分布。它的连接有三种: (a) 层间索 23\*, 上端点连接第二成对内环向斜杆 19 的上层外端点如 15d, 下端点连接与该斜杆 19 相邻的第二斜杆 17.1 的下层内端点如 16b.1; (b) 层间索 23, 上端点连接第二斜杆 17.1 的上层外端点如 15b.1, 下端点连接与该第二斜杆 17.1 相邻的另一第二斜杆 17'.1 的下层内端点如 16b'.1; (c) 层间索 23#, 上端点连接第二斜杆 17''.1 的上层外端点如 15b''.1, 下端点连接与该第二斜杆 17''.1 相邻的第二成对外环向斜杆 21 的下层内端点如 16f。

(3) 沿椭圆长轴中心线分布的中心斜索 24.1, 上端点连接第一斜杆 14\$.1 的上层内端点如 15c'.1, 下端点连接与该第一斜杆 14\$.1 横向相邻的第二斜杆 17\$.1 的下层内端点如 16d'.1, 中心斜索 24.1 呈锯齿形分布。

(4) 沿环向分布的内环向斜索, 如 25.1 等, 呈锯齿形分布, 它的连接有两种: (a) 内环向斜索 25.1, 上端点连接第二斜杆 17\$.1 与第一斜杆 14\* 的上层相交点如 15g, 下端点连接与该第二斜杆 17\$.1 横向相邻的第一斜杆 14\$.1 与第二斜杆 17\* 的下层相交点如 16 g; (b) 内环向斜索 25'.1, 上端点连接第二斜杆 17\* 的上层外端点如 15c, 下端点连接与该第二斜杆 17\* 横向相邻的第一斜杆 14\* 的下层外端点如 16d。

(5) 沿环向分布的内环向斜索 26, 上端点连接第二成对内环向斜杆 19 的上层外端点如 15d, 下端点连接与该斜杆 19 相邻的第一成对内环向斜杆 18 的下层外端点如 16c, 内环向斜索 26 呈锯齿形分布。

(6) 沿环向分布的外环向斜索 27, 上端点连接第一成对外环向斜杆 20

的上层内端点如 15e，下端点连接与该斜杆 20 相邻的第二成对外环向斜杆 21 的下层内端点如 16f，外环向斜索 27 呈锯齿形分布。

(7) 沿环向分布的外环向斜索，如 28 等，呈锯齿形分布，它的连接有两种：(a) 外环向斜索 28，上端点连接第一斜杆 14#的上层内端点如 15f，下端点连接与该第一斜杆 14#相邻的第二斜杆 17#的下层内端点如 16e；(b) 外环向斜索 28'，上端点连接第二斜杆 17#的上层外端点如 15h，下端点连接与该第二斜杆 17#横向相邻的第一斜杆 14#的下层外端点如 16h。

在上层的压力环及拉压环有(图 3，节点编号见图 6)：(1) 内压力环 6.1，包括首尾连接的多根压杆，这些压杆的两端分别连接第二斜杆 17#.1 与第一斜杆 14\*的上层两个相邻相交点如 15g 和 15i；(2) 拉压环 7，包括首尾连接的多根压杆和拉索，这些构件的一端连接第一斜杆 14.1 的上层内端点如 15a.1，另一端连接与该第一斜杆 14.1 相邻的第一成对内环向斜杆 18 中的斜杆与第二斜杆 17\*的上层相交点如 15c，及两端分别连接第二斜杆 17\*的上层两个相邻外端点如 15c 和 15d'.1；(3) 拉压环 8，包括首尾连接的多根压杆和拉索，这些构件的一端连接第二斜杆 17".1 的上层外端点如 15b".1，另一端连接与该第二斜杆 17".1 相邻的第二成对外环向斜杆 21 中的斜杆与第一斜杆 14#的上层相交点如 15f，及两端分别连接第一斜杆 14#的上层两个相邻内端点如 15f 和 15e'；(4) 外压力环 9.1，包括首尾连接的多根压杆，这些压杆的两端分别连接第二斜杆 17#的上层两个相邻外端点如 15h 和 15j。

在下层的压力环及拉压环有(图 4，节点编号见图 6)：(1) 内压力环 10.1，包括首尾连接的多根压杆，这些压杆的两端分别连接第一斜杆 14\$.1 与第二斜杆 17\*的下层两个相邻相交点如 16g 和 16i；(2) 拉压环 11，包括首尾连接的多根压杆和拉索，这些构件的一端连接第二斜杆 17.1 的下层内端点如 16b.1，另一端连接与该斜杆 17.1 相邻的第二成对内环向斜杆 19 中的斜杆与第一斜杆 14\*的下层相交点如 16d，及两端分别连接第一斜杆 14\*的下层两个相邻外端点如 16d 和 16c".1；(3) 拉压环 12，包括首尾连接的多根压杆和拉索，这些构件的一端连接第一斜杆 14".1 的下层外端点如 16a".1，另一端连接与该第一斜杆 14".1 相邻的第一成对外环向斜杆 20 中的斜杆与第二斜杆 17#的下层相交点如 16e，及两端分别连接第二斜杆 17#的下层两个相邻内端点如

16e 和 16f'; (4) 外压力环 13.1, 包括首尾连接的多根压杆, 这些压杆的两端分别连接第一斜杆 14#的下层两个相邻外端点如 16h 和 16j。

垂直索 5.1 连接斜杆位于上、下层椭圆长轴中心线上的点。这些垂直索包含有 (图 5、图 6): 垂直索 29.1, 上端点连接第一斜杆 14\$'.1 的上层内端点如 15k.1, 下端点连接与该第一斜杆 14\$'.1 横向相邻的第二斜杆 17\$'.1 的下层内端点如 16k.1。

上层索将斜杆 3.1 的上层端点相互连接并呈网状分布, 这些索包含有五种情况 (图 3, 节点编号见图 6):

(1) 上层中心拉索 30.1, 两端分别连接第一斜杆 14\$.1 位于椭圆长轴中心线上的上层内端点如 15c'.1 和 15 d''。

(2) 上层索如 31 等, 其连接有六种: (a) 上层索 31\$.1, 内端点连接第一斜杆 14\$.1 的上层内端点如 15c'.1, 外端点连接与该第一斜杆 14\$.1 横向相邻的第二斜杆 17\$.1 的上层外端点如 15g (15i); (b) 上层索 31\*, 内端点连接第一斜杆 14\*与第二斜杆 17\$.1 的上层相交点如 15g, 外端点连接与该第一斜杆 14\*横向相邻的第二斜杆 17\*的上层外端点如 15c (15d'.1); (c) 上层索 31'.1, 外端点连接第二斜杆 17.1 的上层外端点如 15b.1, 内端点连接与该第二斜杆 17.1 相邻的第一成对内环向斜杆 18 中的斜杆的上层内端点如 15c; (d) 上层索 31.1, 内端点连接第一斜杆 14.1 的上层内端点如 15a.1, 外端点连接与该第一斜杆 14.1 横向相邻的第二斜杆 17.1 的上层外端点如 15b.1; (e) 上层索 31'', 内端点连接第一斜杆 14''.1 的上层内端点如 15a''.1, 外端点连接与该第一斜杆 14''.1 相邻的第二成对外环向斜杆 21 中的斜杆的上层外端点如 15f; (f) 上层索 31#, 内端点连接第一斜杆 14#的上层内端点如 15f, 外端点连接与该第一斜杆 14#横向相邻的第二斜杆 17#的上层外端点如 15h (15j)。

(3) 上层索 32, 外端点连接第二成对内环向斜杆 19 的上层外端点如 15d, 内端点连接与该斜杆 19 相邻的第一成对内环向斜杆 18 中的斜杆的上层内端点如 15c。

(4) 上层索 33, 内端点连接第一斜杆 14.1 的上层内端点如 15a.1, 外端点连接与该第一斜杆 14.1 横向相邻的第二斜杆 17.1 的同组外侧相邻的第二斜

杆 17'.1 的上层外端点如 15b'.1。

(5) 上层索 34, 内端点连接第一成对外环向斜杆 20 的上层内端点如 15e, 外端点连接与该斜杆 20 相邻的第二成对外环向斜杆 21 中的斜杆的上层外端点如 15f。

5 下层索将斜杆 3.1 的下层端点相互连接并呈网状分布, 这些索包含有五种情况 (图 4, 节点编号见图 6):

(1) 下层索 35.1, 两端分别连接第二斜杆 17\$.1 位于椭圆长轴中心线上的下层内端点如 16c'.1 和 16d'.1。

(2) 下层索如 36 等, 其连接有六种: (a) 下层索 36\$.1, 内端点连接第二斜杆 17\$.1 的下层内端点如 16d'.1, 外端点连接与该第二斜杆 17\$.1 横向相邻的第一斜杆 14\$.1 的下层外端点如 16g; (b) 下层索 36\*, 内端点连接第二斜杆 17\*与第一斜杆 14\$.1 的下层相交点如 16g, 外端点连接与该第二斜杆 17\*横向相邻的第一斜杆 14\*的下层外端点如 16d (16c".1); (c) 下层索 36'.1, 外端点连接第一斜杆 14.1 的下层外端点如 16a.1, 内端点连接与该第一斜杆 15 14.1 相邻的第二成对内环向斜杆 19 中的斜杆的下层内端点如 16d; (d) 下层索 36.1, 内端点连接第二斜杆 17.1 的下层内端点如 16b.1, 外端点连接与该第二斜杆 17.1 横向相邻的第一斜杆 14.1 的下层外端点如 16a.1; (e) 下层索 36", 内端点连接第二斜杆 17".1 的下层内端点如 16b".1, 外端点连接与该第二斜杆 17".1 相邻的第一成对外环向斜杆 20 中的斜杆的下层外端点如 16e; 20 (f) 下层索 36#, 内端点连接第二斜杆 17#的下层内端点如 16e, 外端点连接与该第二斜杆 17#横向相邻的第一斜杆 14#的下层外端点如 16h。

(3) 下层索 37, 外端点连接第一成对内环向斜杆 18 的下层外端点如 16c, 内端点连接与该斜杆 18 相邻的第二成对内环向斜杆 19 中的斜杆的下层内端点如 16d。

25 (4) 下层索 38, 内端点连接第二斜杆 17.1 的下层内端点如 16b.1, 外端点连接与该第二斜杆 17.1 横向相邻的第一斜杆 14.1 的同组外侧相邻的第一斜杆 14'.1 的下层外端点如 16a'.1。

(5) 下层索 39, 内端点连接第二成对外环向斜杆 21 的下层内端点如 16f, 外端点连接与该斜杆 21 相邻的第一成对外环向斜杆 20 中的斜杆的下层外端

点如 16e。

从上面的描述中可以看到，根据本发明第一体系形式的索一杆屋盖体系包括分别布置在其中心处和边缘处的连续受压的结构，而在其间分布着多组斜杆，同组和不同组的斜杆与斜杆之间互不相交，而在斜杆之间设置连续的索，形成空间网状结构。在上述的实施例中，（1）中心结构包括：拉压环 7、11，成对的环向斜杆 18、19，第一层间索 22\*，第二层间索 23\*，环向斜索 25'.1、26，以及上层索 31'.1、32 和下层索 36'.1、37，并且，由于该实施例是中心封闭的结构，所以在拉压环 7、11 内侧还包括压力环 6.1、10.1，第一斜杆 14\$.1（14\$.1，14\*），第二斜杆 17\$.1（17\$.1，17\*），中心斜索 24.1，环向斜索 25.1，上层索 30.1，31\$.1（31\*），以及下层索 35.1，36\$.1（36\*）和垂直索 29.1；（2）所述边缘结构包括：拉压环 8、12，压力环 9.1、13.1，成对的环向斜杆 20、21，第一斜杆 14#，第二斜杆 17#，第一层间索 22#，第二层间索 23#，环向斜索 27、28（28'），以及上层索 31"（31#）、34 和下层索 36"（36#）、39；（3）多组互不相交的第一斜杆 14.1（14'.1、14".1）、第二斜杆 17.1（17'.1、17".1）沿径向分布在所述中心结构与边缘结构之间，并通过第一层间索 22、第二层间索 23 以及上层索 31.1、33 和下层索 36.1、38 相连接。

在本实施例中，中心结构和边缘结构采用的是一种较佳的索一杆结构形式，但本领域的技术人员可以理解，它们也可以采用其它形式的结构，如环向的桁架或者双层的混凝土环形结构。不过，由于本屋盖体系采用特定形式的拉索、压杆布置，每个节点均可实现各自的平衡，边缘结构的内力仅需平衡最靠近它的节点的内应力，边缘结构的内力与内部结构相差不大，无需像 Geiger 体系和 Levy 体系那样采用巨大的钢筋混凝土圈梁或预应力混凝土圈梁。

图 7 为图 1 所示屋盖体系的中间结构斜杆一索的一单元结构的立体轴测图。图 8 为图 1 所示屋盖体系的中间结构斜杆一索与边界结构（该边界结构可以是中心或边缘结构，其基本形式是相同的。图中仅以边缘结构为例）的一连接单元的立体轴测图。如人们可以理解的，图 1 所示屋盖体系的中间结构斜杆一索与边界结构的连接单元也可以采用图 8A 所示的形式。相比图 8 中所示的结构，该图 8A 中的边界结构的连接单元在边界结构中不包括第一

斜杆和第二斜杆，且相应地不设置拉压环。这里与图 3-图 6 所示屋盖体系中相同的单元采用相同的编号。从上面的描述中可以看到，图 1 所示的屋盖体系正是由这些单元按一定的规律排列而成的。如本领域的技术人员可以理解的，当采用不同的排列方式时，这些单元可形成如下所述的或其它形状的结构体系。而且，中间结构斜杆-索单元结构也可以不是布置在中心和边缘结构之间，而是布置在相对侧的两个边界结构之间。

图 9 所示为根据本发明第一体系形式的另一椭圆平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图。该屋盖体系的上、下层由内向外各有四圈压力环及四圈拉压环，以及与压力环和拉压环相对应的有第一斜杆、第二斜杆、成对环向斜杆、环向斜索、第一层间索、第二层间索、上层索及下层索，结构布置方法与图 1 所示屋盖体系相同，只是结构跨度增大，索、杆数量也相应增加，并增加了两圈内压力环、两圈拉压环及相应的第一斜杆、第二斜杆、成对环向斜杆、环向斜索、第一层间索、第二层间索、上层索及下层索。

图 10 所示为根据本发明第一体系形式的一椭圆环形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图。在屋盖体系的上层 101.1，仅在环形空间覆盖屋面材料，环形中央为椭圆形大开孔。这种屋盖体系适用于露天体育场的建设，观众席上方架设防雨棚，运动场上方为露天开放式。

图 11 为图 10 所示屋盖体系的平面图，其平面投影为具有长轴 X-X、短轴 Y-Y 的椭圆环形平面。。它的结构布置方法与图 1 相同，只是去掉了图 1 中上层内压力环 6.1 及下层内压力环 10.1 以内的索、杆部分。这里与图 1 所述屋盖体系相似的单元采用相似的编号，仅在图 1 的编号基础上加 100，如图 1 中的编号 1.1 在图 10 中则为 101.1。

该屋盖体系包含相互平行的上层 101.1 及下层 102.1（图 10）。多个斜杆 103.1（图 10）确定了整个屋盖体系的上、下层各节点位置。这些斜杆包含有（图 11）：沿径向分布的第一斜杆 114.1（114'.1、114".1，114\*，114#），沿径向分布的第二斜杆 117.1（117'.1、117".1，117\*，117#），沿环向分布的成对内环向斜杆 118、119，沿环向分布的成对外环向斜杆 120、121。

多个斜索 104.1（图 10）一端连接斜杆 103.1 的上层端点，另一端连接相邻斜杆 103.1 的下层端点。这些斜索包含有（图 11）：沿径向分布的第一层

间索 122 (122\*、122#)，沿径向分布的第二层间索 123 (123\*、123#)，沿环向分布的内环向斜索 125.1、125'.1、126 (图 10、图 11)，沿环向分布的外环向斜索 127、128 (128') (图 10、图 11)。

5 上层 101.1 包含内压力环 106.1 (图 10、图 11)、外压力环 109.1 (图 11) 及分布在内、外压力环之间的拉压环 107、108 (图 11)，和上层索 (图 10) 131.1 (131\*、131'.1、131"、131#)、132-134。下层 102 包含内压力环 110.1 (图 10、图 11)、外压力环 113.1 (图 11) 及分布在内、外压力环之间的拉压环 111、112 (图 11)，和下层索 (图 10) 136.1 (136\*、136'.1、136"、136#)、137-139。

10 以上各单元间的连接关系与图 1 所示结构各单元间的连接关系相同。

图 12 所示为根据本发明第一体系形式的另一椭圆环形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图。该屋盖体系布置方法与图 10 所示屋盖体系相同，压力环与拉压环也都是内、外两圈，只是其所示的结构跨度增大，索、杆数量也相应增加。

15 图 13 所示为根据本发明第一体系形式的另一椭圆环形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图。在屋盖体系的上、下层，由内向外分别有三圈压力环及三圈拉压环，结构布置方法与图 10 所示屋盖体系相同，只是因为结构跨度增大，索、杆数量也相应增加，且增加了一圈中间压力环、一圈中间拉压环及相应的第一斜杆、第二斜杆、成对环向斜杆、环向斜索、第一层间索、第二层间索、以及上层索和下层索。

20 图 14 所示为根据本发明第一体系形式的一圆形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图。图 15 为结构平面图。该结构布置方法与图 1 所示屋盖体系相同，只是将图 1 所示屋盖体系的长、短轴设为轴长相等，即在内压力环之内只有一个中心垂直索。

25 图 16 所示为根据本发明第一体系形式的另一圆形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图。在屋盖体系的上、下层，由内向外分别有四圈压力环及四圈拉压环，结构布置方法与图 14 所示屋盖体系相同，只是因为结构跨度增大，索、杆数量也相应增加，而且增加了两圈内压力环、两圈内拉压环及相应的第一斜杆、第二斜杆、成对环向斜杆、环向斜索、第一层间索、第二层间索、

以及上层索和下层索。

图 17 所示为根据本发明第一体系形式的一圆环形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图。该屋盖体系布置方法与图 12 所示屋盖体系相同，只是将图 12 所示屋盖体系的长、短轴设为轴长相等。

5 图 18 所示为根据本发明第一体系形式的另一圆环形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图。在屋盖体系的上、下层，由内向外分别有三圈压力环及三圈拉压环，结构布置方法与图 17 所示屋盖体系相同，只是增加了一圈内压力环、一圈内拉压环及相应的第一斜杆、第二斜杆、成对环向斜杆、环向斜索、第一层间索、第二层间索、以及上层索和下层索。

10 图 19 所示为一矩形平面的内轴线示意图。虚线 201、202 将矩形 A 分为三部分，中间部分为矩形 B，矩形 B 两端各与半个正方形（C1、C2 部分）组合，两端半个正方形沿  $45^\circ$  方向的对角线（线段 203-206）与中间矩形 B 沿矩形 A 长边方向的中心线（线段 207）共同组成了矩形的内轴线。

图 20 所示为根据本发明第一体系形式的一矩形平面双层索-杆屋盖体系的  
15 立体轴测图。该屋盖体系包含相互平行的上、下两层。多个斜杆的上、下端点确定了整个屋盖体系的上、下层各节点位置。这些斜杆包含有：（1）分别沿纵、横向（与矩形长、短边平行的方向，以下同）交替排列分布的第一、第二斜杆，第一斜杆沿上层节点向外指向下层节点，第二斜杆沿上层节点向内指向下层节点；（2）沿矩形四周分布的周边成对斜杆；（3）沿内轴线方向分布的轴向成对斜杆。  
20

多个索上端点连接斜杆的上层端点，下端点连接相邻斜杆的下层端点。这些索包含有：（1）沿纵、横向交替排列分布的第一、第二层间索。第一层间索连接同组相邻的第一斜杆的上、下层端点，及连接第一斜杆与相邻周边成对斜杆、轴向成对斜杆的上、下层端点，第一层间索沿上层节点向外指向下层节点；  
25 第二层间索连接同组相邻的第二斜杆的上、下层端点，及连接第二斜杆与相邻周边成对斜杆、轴向成对斜杆的上、下层端点，第二层间索沿上层节点向内指向下层节点；（2）沿矩形四周分布的周边层间斜索，包含三种情况：连接周边成对斜杆的相邻内端点，连接边缘结构中第一、第二斜杆的相邻内端点（部分与周边成对斜杆的外端点相连接），连接该边缘结构中第

一、第二斜杆的相邻外端点；（3）沿内轴线方向分布的轴向层间斜索，包含三种情况：连接轴向成对斜杆的相邻外端点，连接中心结构中第一、第二斜杆的相邻外端点（部分与轴向成对斜杆的内端点相连接），连接该中心结构中第一、第二斜杆的相邻内端点。

- 5 在屋盖体系的上、下层内，分别包含内轴线方向的压杆和拉索、矩形四周压力边、矩形四周拉压边及网状索。网状索包含有：（1）连接相邻第一斜杆与第二斜杆的索；（2）连接相邻第一斜杆与周边成对斜杆的索；（3）连接相邻第二斜杆与周边成对斜杆的索；（4）连接相邻第一斜杆与轴向成对斜杆的索；（5）连接相邻第二斜杆与轴向成对斜杆的索；（6）连接相邻周边成对斜杆的索；（7）连接相邻轴向成对斜杆的索。

10 在本实施例中，沿内轴线方向分布的轴向成对斜杆及其相关索、杆构成连续受压的中心结构，沿矩形四周分布的周边成对斜杆及其相关的索、杆构成连续受压的边缘结构，而多组不连续的斜杆和连续的索在它们之间的布置形式与前述图中第一体系形式的实施例是类似的，只是各组斜杆是沿平行于矩形长、短边的方向排列的。

图 21 所示为一中空矩形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图。内矩形四个角的点与对应外矩形四个角的点的连线，组成了屋盖体系的对角线。

20 该屋盖体系包含相互平行的上、下两层。多个斜杆的上、下端点确定了整个屋盖体系的上、下层各节点位置。这些斜杆包含有：（1）沿纵、横向交替排列分布的第一、第二斜杆；第一斜杆沿上层节点向外指向下层节点，第二斜杆沿上层节点向内指向下层节点；（2）沿内矩形四周分布的内周边成对斜杆；（3）沿外矩形四周分布的外周边成对斜杆；（4）沿对角线方向分布的对角成对斜杆。

25 多个索上端点连接斜杆的上层端点，下端点连接相邻斜杆的下层端点。这些索包含有：（1）沿纵、横向交替排列分布的第一、第二层间索。第一层间索连接同组相邻的第一斜杆的上、下层端点，及连接相邻第一斜杆与内周边成对斜杆（及外周边成对斜杆、对角成对斜杆）的上、下层端点，第一层间索沿上层节点向外指向下层节点；第二层间索连接同组相邻的第二斜杆的上、下层端点，及连接相邻第二斜杆与内周边成对斜杆（及外周边成对斜杆、对

角成对斜杆)的上、下层端点,第二层间索沿上层节点向内指向下层节点;

- (2)沿内矩形四周分布的内周边层间斜索,包含三种情况:连接相邻内周边成对斜杆的外端点,连接中心结构中第一、第二斜杆的相邻外端点(部分与内周边成对斜杆的内端点相连接),连接该中心结构中第一、第二斜杆的相邻内端点;
- 5 (3)沿外矩形四周分布的外周边层间斜索,包含三种情况:连接相邻外周边成对斜杆的内端点,连接边缘结构中第一、第二斜杆的相邻内端点(部分与外周边成对斜杆的外端点相连接),连接该边缘结构中第一、第二斜杆的相邻外端点;
- (4)沿对角线分布的对角层间斜索,包含三种情况:连接相邻对角成对斜杆的外端点,连接对角线结构中第一、第二斜杆的相邻外端点(部分与对角成对斜杆的内端点相连接),连接该对角线结构中第一、
- 10 第二斜杆的相邻内端点。

在屋盖体系的上、下层内,分别包含对角线方向压杆和拉索、内矩形压力边、内矩形拉压边、外矩形拉压边、外矩形压力边及网状索。这些网状索包含有:

15 (1)连接相邻第一斜杆与第二斜杆的索;(2)连接相邻第一斜杆与内周边成对斜杆、外周边成对斜杆的索;(3)连接相邻第二斜杆与内周边成对斜杆、外周边成对斜杆的索;(4)连接相邻第一斜杆与对角成对斜杆的索;

(5)连接相邻第二斜杆与对角成对斜杆的索;(6)连接相邻内周边成对斜杆的索;(7)连接相邻外周边成对斜杆的索;(8)连接相邻对角成对斜杆的索。

20 图 22 所示为根据本发明第一体系形式的一正方形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图。该结构布置方法与图 20 所示屋盖体系相同,只是将图 20 所示矩形平面的长、短边设为长度相等。

图 23 所示为一中空正方形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图。该结构布置方法与图 21 所示屋盖体系相同,只是将图 21 所示中空矩形平面的长、

25 短边设为长度相等。

现参照图 24—图 45 描述根据本发明第二体系形式的双层索-杆屋盖体系的一些较佳实施例。

图 24 所示为根据本发明第二体系形式的一椭圆平面双层索-杆屋盖体系的

立体轴测图。应注意到，附图中所示的是一些规则的结构布置，本领域的技术人员在阅读本说明书后可以理解，该体系同样可以应用于各种不规则的结构布置。在屋盖体系的上层 1.2，根据需要可全部覆盖或部分覆盖空间屋面材料。在本实施例中，下层 2.2 与上层 1.2 相互平行，但它们也可以不平行。上、5 下层之间通过多个斜杆 3.2、斜索 4.2、及垂直索 5.2 相连接。屋盖体系的上、下层平面图及杆 3.2、索 4.2、索 5.2 的空间布置图参见图 25 至图 29。图中以较粗的实线表示压杆，以较细的实线表示拉索。

图 25 为图 24 所示屋盖体系的平面图，其平面投影为具有长轴 X-X、短轴 Y-Y 的椭圆平面。

10 图 26 为图 24 所示屋盖体系的上层 1.2 平面图。除中心压杆 30.2、内压力环 6.2 和外压力环 9.2 外，其余网状线条均为索。

图 27 为图 24 所示屋盖体系的下层 2.2 平面图。除中心压杆 35.2、内压力环 10.2 和外压力环 13.2 外，其余网状线条均为索。

图 28 为图 24 所示屋盖体系的斜杆 3.2、斜索 4.2 及垂直索 5.2 布置平面图。

15 图 29 为所示屋盖体系的斜杆 3.2、斜索 4.2 及垂直索 5.2 布置的立体轴测图。考虑到对称性，图 29 仅给出了四分之一的索、杆布置图。

多个斜杆 3.2 的上、下端点确定了整个屋盖体系的上、下层各节点位置。这些斜杆 3.2 包含有（图 28、图 29）：（1）沿径向分布的第一斜杆 14.2，它的上层内端点确定了屋盖体系的上层节点如 15a.2，它的下层外端点确定了屋盖体系的下层节点如 16a.2，第一斜杆 14.2 从上层节点向外指向下层节点；20 （2）沿径向分布的第二斜杆 17.2，与横向相邻的第一斜杆 14.2 交替排列分布，它的上层外端点确定了屋盖体系的上层节点如 15b.2，它的下层内端点确定了屋盖体系的下层节点如 16b.2，第二斜杆 17.2 从上层节点向内指向下层节点。第二斜杆还与第一斜杆沿同一径向交替排列并相交呈锯齿形分布，如同25 同一径向的第一斜杆 14.2 与第二斜杆 17.2 相交于节点 15a.2。

多个斜索 4.2 的上端点连接斜杆 3.2 的上层端点，下端点连接相邻斜杆 3.2 的下层端点。这些斜索包含有两种情况（图 28、图 29）：

（1）沿椭圆长轴中心线分布的中心斜索 24.2，上端点连接第一斜杆 14.2 的上层内端点如 15a'.2，下端点连接与该第一斜杆 14.2 横向相邻的第二斜杆

17\$\$.2 的下层内端点如 16b'.2, 中心斜索 24.2 呈锯齿形分布。

(2) 沿环向分布的环向斜索如 25.2 等, 呈锯齿形分布, 其连接有两种:

(a) 环向斜索 25.2, 上端点连接第一斜杆 14.2 的上层内端点如 15a.2, 下端点连接与该第一斜杆 14.2 横向相邻的第二斜杆 17.2 的下层内端点如 16b.2;

5 (b) 环向斜索 25'.2, 上端点连接第二斜杆 17.2 的上层外端点如 15b.2, 下端点连接与该第二斜杆 17.2 横向相邻的第一斜杆 14.2 的下层外端点如 16a.2。

在上层的中心压杆及压力环有 (图 26, 节点编号见图 29): (1) 中心压杆 30.2, 两端分别连接第一斜杆 14\$.2 位于椭圆长轴中心线上的上层相邻内端点如 15a'.2 和 15c'.2; (2) 内压力环 6.2, 包括首尾连接的多根压杆, 这些压杆的两端分别连接第二斜杆 17\$.2 与第一斜杆 14'.2 的上层两个相邻相交点如 15b'.2 和 15d'.2; (3) 外压力环 9.2, 包括首尾连接的多根压杆, 这些压杆的两端分别连接第二斜杆 17''.2 的上层两个相邻外端点如 15a''.2 和 15c''.2。

在下层的中心压杆及压力环有 (图 27, 节点编号见图 29): (1) 中心压杆 35.2, 两端分别连接第二斜杆 17\$.2 位于椭圆长轴中心线上的下层相邻内端点如 16b'.2 和 16c'.2; (2) 内压力环 10.2, 包括首尾连接的多根压杆, 这些压杆的两端分别连接第一斜杆 14\$.2 与第二斜杆 17'.2 的下层两个相邻相交点如 16a'.2 和 16d'.2; (4) 外压力环 13.2, 包括首尾连接的多根压杆, 这些压杆的两端分别连接第一斜杆 14''.2 的下层两个相邻外端点如 16b''.2 和 16c''.2。

垂直索 5.2 连接斜杆位于上、下层椭圆长轴中心线上的点。这些垂直索包含有 (图 28、图 29): 垂直索 29.2, 上端点连接第一斜杆 14\$'.2 的上层内端点如 15k.2, 下端点连接与该第一斜杆 14\$'.2 横向相邻的第二斜杆 17\$'.2 的下层内端点如 16k.2。

25 上层索将斜杆 3.2 的上层端点相互连接并呈网状分布, 这些索包含有 (图 26, 节点编号见图 29):

上层索如 31.2 等, 其连接有三种: (a) 上层索 31\$.2, 内端点连接第一斜杆 14\$.2 的上层内端点如 15a'.2, 外端点连接与该第一斜杆 14\$.2 横向相邻的第二斜杆 17\$.2 的上层外端点如 15b'.2 (15d'.2); (b) 上层索 31.2, 内端

点连接第一斜杆 14.2 的上层内端点如 15a.2，外端点连接与该第一斜杆 14.2 横向相邻的第二斜杆 17.2 的上层外端点如 15b.2；（c）上层索 31'.2，外端点连接第一斜杆 14.2 的上层内端点如 15a.2，内端点连接与该第一斜杆 14.2 横向相邻的第二斜杆 17.2 的同组内侧相接的第一斜杆 14'.2 的上层内端点如 5 15b'.2。

下层索将斜杆 3.2 的下层端点相互连接并呈网状分布，这些索包含有（图 27，节点编号见图 29）：

下层索如 36.2 等，其连接有三种：（a）下层索 36\$.2，内端点连接第二斜杆 17\$.2 的下层内端点如 16b'.2，外端点连接与该第二斜杆 17\$.2 横向相邻的第一斜杆 14\$.2 的下层外端点如 16a'.2；（b）下层索 36.2，内端点连接第二斜杆 17.2 的下层内端点如 16b.2，外端点连接与该第二斜杆 17.2 横向相邻的第一斜杆 14.2 的下层外端点如 16a.2；（c）下层索 36'.2，内端点连接第一斜杆 14.2 的下层外端点如 16a.2，外端点连接与该第一斜杆 14.2 横向相邻的第二斜杆 17.2 的同组外侧相接的第一斜杆的下层外端点如 16b''.2。

15 从上面的描述中可以看到，根据本发明第二体系形式的索—杆屋盖体系包括分别布置在其中心处和边缘处的连续受压的结构，而在其间分布着多组斜杆，同组的斜杆彼此首尾相接，而不同组的斜杆与斜杆之间互不相交，在这些不同组的斜杆之间设置连续的索，形成空间网状结构。在上述的实施例中，

（1）中心结构包括：压力环 6.2、10.2，并且，由于该实施例是中心封闭的结构，所以在压力环 6.2、10.2 内侧还包括第一斜杆 14\$.2（14\$.2），第二斜杆 17\$.2（17\$.2），中心压杆 30.2、35.2，中心斜索 24.2，垂直索 29.2，上层索 31\$.2 和下层索 36\$.2；（2）所述边缘结构包括压力环 9.2、13.2；（3）各组互不相交的斜杆包括第一斜杆 14.2（14'.2、14''.2）、第二斜杆 17.2（17'.2、17''.2）沿径向分布在所述中心结构与边缘结构之间，并通过环向斜索 25.2、25'.2 相连接。

图 30 为图 24 所示屋盖体系的中间结构斜杆—索的一单元结构的立体轴测图。图 31 为图 24 所示屋盖体系的中间结构斜杆—索与边界结构（该边界结构可以是中心或边缘结构，其基本形式是相同的。图中仅以边缘结构为例）的一连接单元的立体轴测图。这里与图 26-图 29 所示屋盖体系中相同的单元

采用相同的编号。从上面的描述中可以看到，图 24 所示的屋盖体系正是由这些单元按一定的规律排列而成的。如本领域的技术人员可以理解的，当采用不同的排列方式时，这些单元可形成如下所述的或其它形状的结构体系。而且，中间结构斜杆-索单元结构也可以不是布置在中心和边缘结构之间，而是布置在相对侧的两个边界结构之间。

图 32 所示为根据本发明第二体系形式的另一椭圆平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图。该屋盖体系的上、下层由内向外各有四圈压力环，结构布置方法与图 24 所示屋盖体系相同，只是结构跨度增大，索、杆数量也相应增加，并增加了两圈内压力环。

图 33 所示为根据本发明第二体系形式的另一椭圆环形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图。在屋盖体系的上层 101.2，仅在环形空间覆盖屋面材料，环形中央为椭圆形大开孔。这种屋盖体系适用于露天体育场的建设，观众席上方架设防雨棚，运动场上方为露天开放式。

图 34 为屋盖体系的平面图，其平面投影为具有长轴 X-X、短轴 Y-Y 的椭圆环形平面。它的结构布置方法与图 24 相同，只是去掉了图 24 中上层内压力环 6.2 及下层内压力环 10.2 以内的索、杆部分。这里与图 24 所述屋盖体系相似的单元采用相似的编号，仅在图 24 的编号基础上加 100，如图 24 中的编号 1.2 在图 33 中则为 101.2。

该屋盖体系包含相互平行的上层 101.2 及下层 102.2（图 33）。多个斜杆 103.2（图 33）确定了整个屋盖体系的上、下层各节点位置。这些斜杆包含有（图 34）：沿径向分布的第一斜杆 114.2（114'.2、114".2），沿径向分布的第二斜杆 117.2（117'.2、117".2）。

多个斜索 104.2（图 33）一端连接斜杆 103.2 的上层端点，另一端连接相邻斜杆 103.2 的下层端点。这些斜索包含有沿环向分布的环向斜索 125.2、125'.2（图 33）。

上层 101.2 包含内压力环 106.2（图 33，图 34）、外压力环 109.2（图 33，图 34）及分布在内、外压力环之间的上层索（图 33）131.2、131'.2。下层 102.2 包含内压力环 110.2（图 33，图 34）、外压力环 113.2（图 33，图 34）及分布在内、外压力环之间的下层索（图 33）136.2、136'.2。

以上各单元间的连接关系与图 24 所示结构各单元间的连接关系相同。

图 35 所示为根据本发明第二体系形式的另一椭圆环形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图。该屋盖体系布置方法与图 33 所示屋盖体系相同，压力环也都是内、外两圈，只是其所示的结构跨度增大，索、杆数量也相应增加。

5 图 36 所示为根据本发明第二体系形式的另一椭圆环形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图。在屋盖体系的上、下层，由内向外分别有三圈压力环，结构布置方法与图 33 所示屋盖体系相同，只是因为结构跨度增大，索、杆数量也相应增加，且增加了一圈中间压力环。

10 图 37 所示为根据本发明第二体系形式的一圆形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图。图 38 为结构平面图。该结构布置方法与图 24 所示屋盖体系相同，只是将图 24 所示屋盖体系的长、短轴设为轴长相等，即在内压力环之内只有一个中心垂直索。

15 图 39 所示为根据本发明第二体系形式的另一圆形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图。在屋盖体系的上、下层，由内向外分别有四圈压力环，结构布置方法与图 37 所示屋盖体系相同，只是因为结构跨度增大，索、杆数量也相应增加，而且增加了两圈内压力环。

图 40 所示为根据本发明第二体系形式的另一圆环形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图。该屋盖体系布置方法与图 35 所示屋盖体系相同，只是将图 35 所示屋盖体系的长、短轴设为轴长相等。

20 图 41 所示为根据本发明第二体系形式的另一圆环形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图。在屋盖体系的上、下层，由内向外分别有三圈压力环，结构布置方法与图 40 所示屋盖体系相同，只是增加了一圈内压力环。

25 图 42 所示为根据本发明第二体系形式的一矩形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图。该屋盖体系包含相互平行的上、下两层。多个斜杆的上、下端点确定了整个屋盖体系的上、下层各节点位置。这些斜杆包含有分别沿纵、横向交替排列分布的第一、第二斜杆，第一斜杆沿上层节点向外指向下层节点，第二斜杆沿上层节点向内指向下层节点。

多个索上端点连接斜杆的上层端点，下端点连接相邻斜杆的下层端点。这些索包含有：（1）沿内轴线方向分布的层间斜索，连接横向相邻的第一、第

二斜杆的相邻外端点，及连接横向相邻的第一、第二斜杆的相邻内端点；（2）沿矩形四周分布的周边层间斜索，连接最外侧第一、第二斜杆的相邻外端点。

在屋盖体系的上、下层内，分别包含内轴线方向的压杆和拉索、矩形四周压力边及网状索。网状索包含有连接相邻第一斜杆与第二斜杆的索。

- 5 在本实施例中，沿内轴线分布的轴向斜杆及其相关索、杆构成连续受压的中心结构，沿矩形四周分布的压力周边构成连续受压的边缘结构，而多组互不相交的斜杆和连续的索在它们之间的布置形式与前述图中第二体系形式的实施例是类似的，只是各组斜杆是沿平行于矩形长、短边的方向排列的。

- 10 图 43 所示为另一中空矩形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图。内矩形四个角的点与对应外矩形四个角的点的连线，组成了屋盖体系的对角线。

该屋盖体系包含相互平行的上、下两层。多个斜杆的上、下端点确定了整个屋盖体系的上、下层各节点位置。这些斜杆包含有沿纵、横向交替排列分布的第一、第二斜杆；第一斜杆沿上层节点向外指向下层节点，第二斜杆沿上层节点向内指向下层节点。

- 15 多个索上端点连接斜杆的上层端点，下端点连接相邻斜杆的下层端点。这些索包含有：（1）沿对角线方向分布的层间斜索，连接第一、第二斜杆的相邻外端点，及连接第一、第二斜杆的相邻内端点；（2）沿内矩形四周分布的内周边层间斜索，连接最内侧第一、第二斜杆的相邻内端点；（3）沿外矩形四周分布的外周边层间斜索，连接最外侧第一、第二斜杆的相邻外端点。

- 20 在屋盖体系的上、下层内，分别包含内矩形压力边、外矩形压力边及网状索。这些网状索包含有连接横向相邻的第一斜杆与第二斜杆的索。

图 44 所示为根据本发明第二体系形式的另一正方形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图。该结构布置方法与图 42 所示屋盖体系相同，只是将图 42 所示矩形平面的长、短边设为长度相等。

- 25 图 45 所示为另一中空正方形平面双层索-杆屋盖体系的立体轴测图。该结构布置方法与图 43 所示屋盖体系相同，只是将图 43 所示中空矩形平面的长、短边设为长度相等。

图 46 所示为本发明的一双层索-杆拱形结构的立体轴测图。其平面投影为一长条矩形。该结构可以理解为是上述第一或第二结构体系在应用于一个方

向上的尺寸远大于另一方向上的尺寸时的结构的特殊应用。该拱形结构包含相互平行的上、下两层。多个斜杆的上、下端点确定了拱形结构的上、下层各节点位置，这些斜杆包含有：（1）沿拱长方向交替排列分布的多组第一、第二斜杆，各组第一、第二斜杆仅包括一根斜杆，第一斜杆沿上层节点向外指向下层节点，第二斜杆沿上层节点向内指向下层节点，第一斜杆两两相交于上层长条矩形中轴线上，第二斜杆两两相交于下层长条矩形中轴线上；（2）沿拱中轴线方向分布的中心斜杆。

多个索上端点连接斜杆的上层端点，下端点连接相邻斜杆的下层端点。这些索包含有：（1）沿矩形四周分布的周边层间斜索，连接第一、第二斜杆及中心斜杆的相邻外端点；（2）沿矩形长边中心线分布的中心层间斜索，连接第一、第二斜杆及中心斜杆的相邻内端点。

在上、下层内，分别包含外矩形四周压力环及分布在外矩形四周压力环之内的网状索。这些索包含有：连接相邻第一、第二斜杆及中心斜杆的上层索、下层索。

上面详细描述和图示了本发明的双层索-杆屋盖体系的多个较佳的实施例，但应理解的是，本发明并不局限于上述所述和所示的具体形式，本领域的技术人员在阅读了本说明书和附图之后，可以按照具体工程的需要作出许多的变化和修改，这些变化和修改均落入本发明的保护范围之内。

例如，本发明的双层索-杆屋盖体系的厚度可视具体结构形式而定，并且厚度可变。屋盖体系的上、下两层采用平面或曲面形式。曲面可为规则曲面或不规则曲面，可为凸曲面或凹曲面。该屋盖体系的平面投影可为椭圆形、圆形及其它非圆形平面，也可为四边形及其它多边形平面。结构可整体闭合，可在中部大开孔，也可由单榀组成多榀屋盖体系。这些变化形式，均可通过调节斜杆长度和斜度、各组斜杆的数量和间隔、各组斜杆的排布方向以及中心和边缘结构的布置来实现。如，尽管本发明的实施例中是沿径向或垂直于边缘结构排布的，但根据具体结构平面形式的需要，也可以不是沿径向或垂直于边缘结构排布。

### 权利要求

1. 一种双层索一杆屋盖体系，该体系包括：

5 连续受压的中心结构；

连续受压的边缘结构；

从中心结构至边缘结构包含有各沿一第一方向设置的多组第一斜杆（14.1，14'.1，14".1；114.1，114'.1，114".1）和各沿一第二方向设置的多组第二斜杆（17.1，17'.1，17".1；117.1，117'.1，117".1），其中，

10 所述第一斜杆（14.1，14'.1，14".1；114.1，114'.1，114".1）的内端点位于上层，外端点位于下层；

所述第二斜杆（17.1，17'.1，17".1；117.1，117'.1，117".1）的内端点位于下层，外端点位于上层；

15 各组第一斜杆包括至少一根第一斜杆，每组中的第一斜杆互不相交，最内侧的第一斜杆连接于中心结构，最外侧的第一斜杆连接于边缘结构；

各组第二斜杆包括至少一根第二斜杆，每组中的第二斜杆互不相交，最内侧的第二斜杆连接于中心结构，最外侧的第二斜杆连接于边缘结构；

20 各组第一斜杆的第一方向和第二斜杆的第二方向在中心结构与边缘结构之间互不相交；

各组第一斜杆和各组第二斜杆交替布置；

在第一和第二斜杆之间进行连接的索（22，23，31.1，33，36.1，38；122，123，131.1，133，136.1，138），包括：

25 第一层间索（22；122），连接各第一斜杆的内端点与同组中内侧相邻的第一斜杆的外端点；

第二层间索（23；123），连接各第二斜杆的内端点与同组中内侧相邻的第二斜杆的外端点；

第一上层索（31.1；131.1），连接各第一斜杆的内端点与横向相

邻的第二斜杆的外端点；

第二上层索（33；133），连接各第一斜杆的内端点与所述横向相邻的第二斜杆的同组外侧相邻的第二斜杆的外端点；

5 第一下层索（36.1；136.1），连接各第二斜杆的内端点与横向相邻的第一斜杆的外端点；

第二下层索（38；138），连接各第二斜杆的内端点与所述横向相邻的第一斜杆的同组外侧相邻的第一斜杆的外端点。

2. 如权利要求 1 所述的双层索一杆屋盖体系，其特征在于，所述边缘结构包括：

10 一向内悬伸的索一杆结构，所述索一杆结构包括：

上层拉压环（8；108）和上层压力环（9.1；109.1）；

下层拉压环（12；112）和下层压力环（13.1；113.1）；

15 多对第一成对斜杆（20；120），每对斜杆在内端点处相交，所形成的相交节点（15e）位于上层且处于上层拉压环的内侧，而所述成对斜杆的外端点分别连接至下层拉压环，各第一成对斜杆沿一相应的第一斜杆组的第一方向布置；

20 多对第二成对斜杆（21；121），每对斜杆在内端点处相交，所形成的相交节点（16f）位于下层且处于下层拉压环的内侧，而所述成对斜杆的外端点分别连接至上层拉压环，各第二成对斜杆沿一相应的第二斜杆组的第二方向布置，且与所述第一成对斜杆交替设置；

多组边缘结构第一斜杆（14#；114#），每组包括一根边缘结构第一斜杆，所述边缘结构第一斜杆的内端点连接至上层拉压环而外端点连接至下层压力环，并且在沿第一斜杆组的第一方向的位置以及第二成对斜杆的外端点的位置各布置一边缘结构第一斜杆；

25 多组边缘结构第二斜杆（17#；117#），每组包括一根边缘结构第二斜杆，所述边缘结构第二斜杆的内端点连接至下层拉压环而外端点连接至上层压力环，并且在沿第二斜杆组的第二方向的位置以及第一成对斜杆的外端点的位置各布置一边缘结构第二斜杆；

连接各第一成对斜杆的内端点与相应第一斜杆组中最外侧斜杆的外端

点的层间索（22#；122#）；

连接各第二成对斜杆的内端点与相应第二斜杆组中最外侧斜杆的外端点的层间索（23#；123#）；

5 连接各相邻的第一成对斜杆和第二成对斜杆的内端点的层间索（27；127）；

连接各边缘结构第一斜杆的内端点与横向相邻的边缘结构第二斜杆的内端点的层间索（28；128）；

连接各边缘结构第一斜杆的外端点与横向相邻的边缘结构第二斜杆的外端点的层间索（28'；128'）；

10 连接各第一成对斜杆的内端点与相邻的第二成对斜杆中的相邻斜杆的外端点的上层索（34；134）；

连接各第二成对斜杆的内端点与相邻的第一成对斜杆中的相邻斜杆的外端点的下层索（39；139）；

15 连接各第二成对斜杆中的斜杆的外端点与相邻的第一斜杆组中最外侧斜杆的内端点的上层索（31"；131"）；

连接各第一成对斜杆中的斜杆的外端点与相邻的第二斜杆组中最外侧斜杆的内端点的下层索（36"；136"）；

连接各边缘结构第一斜杆的内端点与横向相邻的边缘结构第二斜杆的外端点的上层索（31#；131#）；

20 连接各边缘结构第二斜杆的内端点与横向相邻的边缘结构第一斜杆的外端点的下层索（36#；136#）。

3. 如权利要求 2 所述的双层索一杆屋盖体系，其特征在于，所述中心结构包括：

一向外悬伸的索一杆结构，所述向外悬伸的索一杆结构包括：

25 上层压力环（6.1；106.1）和上层拉压环（7；107）；

下层压力环（10.1；110.1）和下层拉压环（11；111）；

多对第一成对斜杆（18；118），每对斜杆在外端点处相交，所形成的相交节点（16c）位于下层且处于下层拉压环的外侧，而所述成对斜杆的内端点分别连接至上层拉压环，各第一成对斜杆沿一相应的第一斜杆组的第一

方向布置；

多对第二成对斜杆（19； 119），每对斜杆在外端点处相交，所形成的相交节点（15d）位于上层且处于上层拉压环的外侧，而所述成对斜杆的内端点分别连接至下层拉压环，各第二成对斜杆沿一相应的第二斜杆组的第二

5 方向布置，且与所述第一成对斜杆交替设置；

多组中心结构第一斜杆（14\*； 114\*），每组包括一根中心结构第一斜杆，所述中心结构第一斜杆的内端点连接至上层压力环而外端点连接至下层拉压环，并且在沿第一斜杆组的第一方向的位置以及第二成对斜杆的内端点的位置各布置一中心结构第一斜杆；

10 多组中心结构第二斜杆（17\*； 117\*），每组包括一根中心结构第二斜杆，所述中心结构第二斜杆的内端点连接至下层压力环而外端点连接至上层拉压环，并且在沿第二斜杆组的第二方向的位置以及第一成对斜杆的内端点的位置各布置一中心结构第二斜杆；

15 连接各第一成对斜杆的外端点与相应第一斜杆组中最内侧斜杆的内端点的层间索（22\*； 122\*）；

连接各第二成对斜杆的外端点与相应第二斜杆组中最内侧斜杆的内端点的层间索（23\*； 123\*）；

连接各相邻的第一成对斜杆和第二成对斜杆的外端点的层间索（26； 126）；

20 连接各中心结构第一斜杆的外端点与横向相邻的中心结构第二斜杆的外端点的层间索（25'.1； 125'.1）；

连接各中心结构第一斜杆的内端点与横向相邻的中心结构第二斜杆的内端点的层间索（25.1； 125.1）；

25 连接各第二成对斜杆的外端点与相邻的第一成对斜杆中的相邻斜杆的内端点的上层索（32； 132）；

连接各第一成对斜杆的外端点与相邻的第二成对斜杆中的相邻斜杆的内端点的下层索（37； 137）；

连接各第一成对斜杆中的斜杆的内端点与相邻第二斜杆组中最内侧斜杆的外端点的上层索（31'.1； 131'.1）；

连接各第二成对斜杆中的斜杆的内端点与相邻第一斜杆组中最内侧斜杆的外端点的下层索 (36'.1; 136'.1) ;

连接各中心结构第一斜杆的内端点与横向相邻的中心结构第二斜杆的外端点的上层索 (31\*; 131\*) ;

5 连接各中心结构第二斜杆的内端点与横向相邻的中心结构第一斜杆的外端点的下层索 (36\*; 136\*) 。

4. 如权利要求 2 或 3 所述的双层索一杆屋盖体系, 其特征在于, 所述上、下层拉压环由多根压杆和拉索首尾连接而成, 且压杆和拉索两端设置在第一斜杆、第二斜杆、以及第一、第二成对斜杆与拉压环连接的节点处, 所述上、  
10 下层压力环由多根压杆首尾连接而成, 且压杆两端设置在第一、第二斜杆与压力环连接的节点处。

5. 如权利要求 3 所述的双层索一杆屋盖体系, 其特征在于, 所述中心结构还包括:

另一向内悬伸的索一杆结构, 该结构与所述向外悬伸的索一杆结构共用上  
15 层压力环 (6.1) 和下层压力环 (10.1), 并包括;

多组中心内结构第一斜杆 (14\$.1, 14\$'.1), 每组包括一根中心内结构第一斜杆, 其内端点两两相交, 外端点连接至所述下层压力环, 并沿一相应的第一斜杆组的第一方向布置;

多组中心内结构第二斜杆 (17\$.1, 17\$'.1), 每组包括一根中心内结  
20 构第二斜杆, 其内端点两两相交, 外端点连接至所述上层压力环, 并沿一相应的第二斜杆组的第二方向布置;

连接各中心内结构第一斜杆的内端点与横向相邻的中心内结构第二斜杆的内端点的层间索 (24.1) ;

连接各中心内结构第一斜杆的相邻内端点的上层索 (30.1) ;

25 连接各中心内结构第二斜杆的相邻内端点的下层索 (35.1) ;

连接各中心内结构第一斜杆的内端点与横向相邻的中心内结构第二斜杆的外端点的上层索 (31\$.1) ;

连接各中心内结构第二斜杆的内端点与横向相邻的中心内结构第一斜杆的外端点的下层索 (36\$.1) 。

6. 如权利要求 3 或 5 所述的双层索一杆屋盖体系，其特征在于，还包括位于中心结构与边缘结构之间、横向于各组第一斜杆和每组第二斜杆布置的至少一道连续受压的结构，所述连续受压的结构通过索或直接与各组第一斜杆和第二斜杆相连，并包括：

5 共用上层压力环或拉压环和下层压力环或拉压环的一向内悬伸的索一杆结构和一向外悬伸的索一杆结构。

7. 如权利要求 1 所述的双层索一杆屋盖体系，其特征在于，所述边缘结构包括一向内悬伸的索一杆结构，所述索一杆结构包括：

上层压力环；

10 下层压力环；

多对第一成对斜杆，每对斜杆在内端点处相交，所形成的相交节点位于上层且处于上层压力环的内侧，而所述成对斜杆的外端点分别连接至下层压力环，各第一成对斜杆沿一相应的第一斜杆组的第一方向布置；

15 多对第二成对斜杆，每对斜杆在内端点处相交，所形成的相交节点位于下层且处于下层压力环的内侧，而所述成对斜杆的外端点分别连接至上层压力环，各第二成对斜杆沿一相应的第二斜杆组的第二方向布置，与所述第一成对斜杆交替设置；

连接各第一成对斜杆的内端点与相应第一斜杆组中最外侧斜杆的外端点的层间索；

20 连接各第二成对斜杆的内端点与相应第二斜杆组中最外侧斜杆的外端点的层间索；

连接各相邻的第一成对斜杆和第二成对斜杆的内端点的层间索；

连接各第一成对斜杆中的斜杆的外端点与相邻的第二成对斜杆中的相邻斜杆的外端点的层间索；

25 连接各第一成对斜杆的内端点与相邻的第二成对斜杆中的相邻斜杆的外端点的上层索；

连接各第二成对斜杆的内端点与相邻的第一成对斜杆中的相邻斜杆的外端点的下层索；

连接各第二成对斜杆中的斜杆的外端点与相邻的第一斜杆组中最外侧

斜杆的内端点的上层索；

连接各第一成对斜杆中的斜杆的外端点与相邻的第二斜杆组中最外侧斜杆的内端点的下层索。

8. 如权利要求 7 所述的双层索一杆屋盖体系，其特征在于，所述中心结构包括一向外悬伸的索一杆结构，所述向外悬伸的索一杆结构包括：

上层压力环；

下层压力环；

多对第一成对斜杆，每对斜杆在外端点处相交，所形成的相交节点位于下层且处于下层压力环的外侧，而所述成对斜杆的内端点分别连接至上层压力环，各第一成对斜杆沿一相应的第一斜杆组的第一方向布置；

多对第二成对斜杆，每对斜杆在外端点处相交，所形成的相交节点位于上层且处于上层压力环的外侧，而所述成对斜杆的内端点分别连接至下层压力环，各第二成对斜杆沿一相应的第二斜杆组的第二方向布置，与所述第一成对斜杆交替设置；

15 连接各第一成对斜杆的外端点与相应第一斜杆组中最内侧斜杆的内端点的层间索；

连接各第二成对斜杆的外端点与相应第二斜杆组中最内侧斜杆的内端点的层间索；

连接各相邻的第一成对斜杆和第二成对斜杆的外端点的层间索；

20 连接各第一成对斜杆中的斜杆的内端点与相邻的第二成对斜杆中的相邻斜杆的内端点的层间索；

连接各第二成对斜杆的外端点与相邻的第一成对斜杆中的相邻斜杆的内端点的上层索；

25 连接各第一成对斜杆的外端点与相邻的第二成对斜杆中的相邻斜杆的内端点的下层索；

连接各第一成对斜杆中的斜杆的内端点与相邻第二斜杆组中最内侧斜杆的外端点的上层索；

连接各第二成对斜杆中的斜杆的内端点与相邻第一斜杆组中最内侧斜杆的外端点的下层索。

9. 如权利要求 7 或 8 所述的双层索一杆屋盖体系, 其特征在于, 所述上层和下层压力环由多根压杆首尾连接而成, 且压杆两端设置在第一斜杆、第二斜杆、以及第一和第二成对斜杆与压力环连接的节点处。

10. 一种双层索一杆屋盖体系, 该体系包括:

5 连续受压的中心结构;

连续受压的边缘结构;

从中心结构至边缘结构包含各沿一方向设置的多组斜杆, 每组斜杆包含有至少一根第一斜杆 (14.2, 14'.2, 14".2; 114.2, 114'.2, 114".2) 或至少一根第二斜杆 (17.2, 17'.2, 17".2; 117.2, 117'.2, 117".2), 其中,

10 所述第一斜杆 (14.2, 14'.2, 14".2; 114.2, 114'.2, 114".2) 的内端点位于上层, 外端点位于下层;

所述第二斜杆 (17.2, 17'.2, 17".2; 117.2, 117'.2, 117".2) 的内端点位于下层, 外端点位于上层;

15 每组中的第一斜杆和第二斜杆首尾相接地交替设置, 形成锯齿形布置, 最内侧的第一或第二斜杆连接于中心结构, 最外侧的第一或第二斜杆连接于边缘结构;

各组斜杆的方向在中心结构与边缘结构之间互不相交;

相邻组斜杆的锯齿形布置是彼此上下倒置的, 使各组斜杆中的第一斜杆与横向相邻组的第二斜杆横向相邻;

20 在第一和第二斜杆之间进行连接的索 (25.2, 25'.2, 31.2, 31'.2, 36.2, 36'.2; 125.2, 125'.2, 131.2, 131'.2, 136.2, 136'.2), 包括:

层间索 (25.2; 125.2), 连接各第一斜杆的内端点与横向相邻的第二斜杆的内端点;

25 层间索 (25'.2; 125'.2), 连接各第一斜杆的外端点与横向相邻的第二斜杆的外端点;

上层索 (31.2; 131.2), 连接各第一斜杆的内端点与横向相邻的第二斜杆的外端点;

上层索 (31'.2; 131'.2), 连接各第一斜杆的内端点与横向相邻的第二斜杆的同组内侧相接的第一斜杆的内端点;

下层索 (36.2; 136.2), 连接各第一斜杆的外端点与横向相邻的第二斜杆的内端点;

下层索 (36'.2; 136'.2), 连接各第一斜杆的外端点与横向相邻的第二斜杆的同组外侧相接的第一斜杆的外端点。

5 11. 如权利要求 10 所述的双层索一杆屋盖体系, 其特征在于, 所述边缘结构包括:

一环向索一杆结构, 所述索一杆结构包括:

上层压力环 (9.2; 109.2);

下层压力环 (13.2; 113.2)。

10 12. 如权利要求 11 所述的双层索一杆屋盖体系, 其特征在于, 所述中心结构包括:

一环向索一杆结构, 所述索一杆结构包括:

上层压力环 (6.2; 106.2);

下层压力环 (10.2; 110.2)。

15 13. 如权利要求 11 或 12 所述的双层索一杆屋盖体系, 其特征在于: 所述上层压力环和下层压力环由多根压杆首尾连接而成, 且压杆两端设置在第一、第二斜杆与压力环连接的节点处。

14. 如权利要求 12 所述的双层索一杆屋盖体系, 其特征在于, 所述中心结构还包括:

20 一向内的索一杆结构, 该结构与所述环向索一杆结构共用上层压力环 (6.2) 和下层压力环 (10.2), 并包括:

多组中心内结构第一斜杆 (14\$.2, 14\$'.2), 每组包括一对中心内结构第一斜杆, 成对中心内结构第一斜杆的内端点相接, 各外端点分别连接至所述下层压力环, 并与一相应斜杆组最内侧的第二斜杆的内端点相接;

25 多组中心内结构第二斜杆 (17\$.2, 17\$'.2), 每组包括一对中心内结构第二斜杆, 成对中心内结构第二斜杆的内端点相接, 各外端点分别连接至所述上层压力环, 并与一相应斜杆组最内侧的第一斜杆的内端点相接;

各组中心内结构第一斜杆和各组中心内结构第二斜杆交替布置;

连接各中心内结构第一斜杆的内端点与相邻的中心内结构第二斜杆的

内端点的层间索 (24.2) ;

连接各中心内结构第一斜杆的相邻内端点的上层压杆 (30.2) ;

连接各中心内结构第二斜杆的相邻内端点的下层压杆 (35.2) ;

连接各中心内结构第一斜杆的内端点与相邻的中心内结构第二斜杆的

5 外端点的上层索 (31\$.2) ;

连接各中心内结构第二斜杆的内端点与相邻的中心内结构第一斜杆的  
外端点的下层索 (36\$.2) 。

15. 如权利要求 10—14 中任一项所述的双层索一杆屋盖体系, 其特征在  
10 于, 还包括位于中心结构与边缘结构之间、横向于各组斜杆布置的至少一道  
连续受压的结构, 所述连续受压的结构通过索或直接与各组斜杆相连, 并包  
括:

上层压力环和下层压力环, 由多根压杆首尾连接而成, 且压杆两端设置在  
第一、第二斜杆与压力环连接的节点处。

16. 如权利要求 1—15 中任一项所述的双层索一杆屋盖体系, 其特征在  
15 于, 所述屋盖体系的平面投影图呈圆形或椭圆形, 所述各组斜杆沿所述圆形或椭  
圆形的径向布置。

17. 如权利要求 1—15 中任一项所述的双层索一杆屋盖体系, 其特征在  
于, 所述屋盖体系的平面投影图呈圆环形或椭圆环形, 所述各组斜杆沿所述圆环  
形或椭圆环形的径向布置。

20 18. 如权利要求 1—15 中任一项所述的双层索一杆屋盖体系, 其特征在  
于, 所述屋盖体系的平面投影图呈矩形或中空矩形, 且所述中心结构包括沿矩形  
对角线延伸的对角结构, 所述各组斜杆沿垂直于矩形两组相对的边的方向布  
置。

25 19. 一种双层索一杆屋盖体系, 所述屋盖体系的平面投影图呈长条矩形,  
该体系包括:

在矩形长边中心线两侧沿垂直于矩形的长边方向布置的多组第一斜杆和多  
组第二斜杆, 各组第一斜杆仅包括一根第一斜杆, 各组第二斜杆仅包括一根  
第二斜杆; 其中,

所述第一斜杆的内端点位于上层, 外端点位于下层;

所述第二斜杆的内端点位于下层，外端点位于上层；

各组第一斜杆组和各组第二斜杆沿长边方向交替布置；

第一斜杆的内端点在矩形长轴上层长边中心线两两相交；

第二斜杆的内端点在矩形长轴下层长边中心线两两相交；

5 沿上层长边中心线方向布置、连接各相邻的第一斜杆相交节点的上层中心斜杆；

沿下层长边中心线方向布置、连接各相邻的第二斜杆相交节点的下层中心斜杆；

10 连接各第二斜杆相邻外端点的上层矩形压力环，由多根压杆首尾连接而成；

连接各第一斜杆相邻外端点的下层矩形压力环，由多根压杆首尾连接而成；

连接各第一斜杆的内端点与沿长边方向相邻的第二斜杆的内端点的层间中心斜索；

15 连接各第一斜杆的外端点与沿长边方向相邻的第二斜杆的外端点的层间边缘斜索；

连接各第一斜杆的内端点与沿长边方向相邻的第二斜杆的外端点的上层索；

20 连接各第二斜杆的内端点与沿长边方向相邻的第一斜杆的外端点的下层索。

## 经修改的权利要求

### 国际局收到日：2007年8月21日(21.08.2007)

1. 一种双层索一杆屋盖体系，该体系包括：

5 连续受压的中心结构；

连续受压的边缘结构；

从中心结构至边缘结构包含有各沿一第一方向设置的多组第一斜杆（14.1，14'.1，14".1；114.1，114'.1，114".1）和各沿一第二方向设置的多组第二斜杆（17.1，17'.1，17".1；117.1，117'.1，117".1），其中，

10 所述第一斜杆（14.1，14'.1，14".1；114.1，114'.1，114".1）的内端点位于上层，外端点位于下层；

所述第二斜杆（17.1，17'.1，17".1；117.1，117'.1，117".1）的内端点位于下层，外端点位于上层；

15 各组第一斜杆包括至少一根第一斜杆，每组中的第一斜杆互不相交，最内侧的第一斜杆连接于中心结构，最外侧的第一斜杆连接于边缘结构；

各组第二斜杆包括至少一根第二斜杆，每组中的第二斜杆互不相交，最内侧的第二斜杆连接于中心结构，最外侧的第二斜杆连接于边缘结构；

20 各组第一斜杆的第一方向和第二斜杆的第二方向在中心结构与边缘结构之间互不相交；

各组第一斜杆和各组第二斜杆交替布置；

在第一和第二斜杆之间进行连接的索（22，23，31.1，33，36.1，38；122，123，131.1，133，136.1，138），包括：

25 第一层间索（22；122），连接各第一斜杆的内端点与同组中内侧相邻的第一斜杆的外端点；

第二层间索（23；123），连接各第二斜杆的内端点与同组中内侧相邻的第二斜杆的外端点；

第一上层索（31.1；131.1），连接各第一斜杆的内端点与横向相邻

的第二斜杆的外端点；

第二上层索（33；133），连接各第一斜杆的内端点与所述横向相邻的第二斜杆的同组外侧相邻的第二斜杆的外端点；

5 第一下层索（36.1；136.1），连接各第二斜杆的内端点与横向相邻的第一斜杆的外端点；

第二下层索（38；138），连接各第二斜杆的内端点与所述横向相邻的第一斜杆的同组外侧相邻的第一斜杆的外端点。

2. 如权利要求1所述的双层索一杆屋盖体系，其特征在于，所述边缘结构包括：

10 一向内悬伸的索一杆结构，所述索一杆结构包括：

上层拉压环（8；108）和上层压力环（9.1；109.1）；

下层拉压环（12；112）和下层压力环（13.1；113.1）；

15 多对第一成对斜杆（20；120），每对斜杆在内端点处相交，所形成的相交节点（15e）位于上层且处于上层拉压环的内侧，而所述成对斜杆的外端点分别连接至下层拉压环，各第一成对斜杆沿一相应的第一斜杆组的第一方向布置；

20 多对第二成对斜杆（21；121），每对斜杆在内端点处相交，所形成的相交节点（16f）位于下层且处于下层拉压环的内侧，而所述成对斜杆的外端点分别连接至上层拉压环，各第二成对斜杆沿一相应的第二斜杆组的第二方向布置，且与所述第一成对斜杆交替设置；

多组边缘结构第一斜杆（14#；114#），每组包括一根边缘结构第一斜杆，所述边缘结构第一斜杆的内端点连接至上层拉压环而外端点连接至下层压力环，并且在沿第一斜杆组的第一方向的位置以及第二成对斜杆的外端点的位置各布置一边缘结构第一斜杆；

25 多组边缘结构第二斜杆（17#；117#），每组包括一根边缘结构第二斜杆，所述边缘结构第二斜杆的内端点连接至下层拉压环而外端点连接至上层压力环，并且在沿第二斜杆组的第二方向的位置以及第一成对斜杆的外端点的位置各布置一边缘结构第二斜杆；

连接各第一成对斜杆的内端点与相应第一斜杆组中最外侧斜杆的外端

点的层间索（22#；122#）；

连接各第二成对斜杆的内端点与相应第二斜杆组中最外侧斜杆的外端点的层间索（23#；123#）；

5 连接各相邻的第一成对斜杆和第二成对斜杆的内端点的层间索（27；127）；

连接各边缘结构第一斜杆的内端点与横向相邻的边缘结构第二斜杆的内端点的层间索（28；128）；

连接各边缘结构第一斜杆的外端点与横向相邻的边缘结构第二斜杆的外端点的层间索（28'；128'）；

10 连接各第一成对斜杆的内端点与相邻的第二成对斜杆中的相邻斜杆的外端点的上层索（34；134）；

连接各第二成对斜杆的内端点与相邻的第一成对斜杆中的相邻斜杆的外端点的下层索（39；139）；

15 连接各第二成对斜杆中的斜杆的外端点与相邻的第一斜杆组中最外侧斜杆的内端点的上层索（31"；131"）；

连接各第一成对斜杆中的斜杆的外端点与相邻的第二斜杆组中最外侧斜杆的内端点的下层索（36"；136"）；

连接各边缘结构第一斜杆的内端点与横向相邻的边缘结构第二斜杆的外端点的上层索（31#；131#）；

20 连接各边缘结构第二斜杆的内端点与横向相邻的边缘结构第一斜杆的外端点的下层索（36#；136#）。

3. 如权利要求 2 所述的双层索一杆屋盖体系，其特征在于，所述中心结构包括：

一向外悬伸的索一杆结构，所述向外悬伸的索一杆结构包括：

25 上层压力环（6.1；106.1）和上层拉压环（7；107）；

下层压力环（10.1；110.1）和下层拉压环（11；111）；

多对第一成对斜杆（18；118），每对斜杆在外端点处相交，所形成的相交节点（16c）位于下层且处于下层拉压环的外侧，而所述成对斜杆的内端点分别连接至上层拉压环，各第一成对斜杆沿一相应的第一斜杆组的第一方向

布置；

多对第二成对斜杆（19； 119），每对斜杆在外端点处相交，所形成的相交节点（15d）位于上层且处于上层拉压环的外侧，而所述成对斜杆的内端点分别连接至下层拉压环，各第二成对斜杆沿一相应的第二斜杆组的第二方向  
5 布置，且与所述第一成对斜杆交替设置；

多组中心结构第一斜杆（14\*； 114\*），每组包括一根中心结构第一斜杆，所述中心结构第一斜杆的内端点连接至上层压力环而外端点连接至下层拉压环，并且在沿第一斜杆组的第一方向的位置以及第二成对斜杆的内端点的位置各布置一中心结构第一斜杆；

10 多组中心结构第二斜杆（17\*； 117\*），每组包括一根中心结构第二斜杆，所述中心结构第二斜杆的内端点连接至下层压力环而外端点连接至上层拉压环，并且在沿第二斜杆组的第二方向的位置以及第一成对斜杆的内端点的位置各布置一中心结构第二斜杆；

15 连接各第一成对斜杆的外端点与相应第一斜杆组中最内侧斜杆的内端点的层间索（22\*； 122\*）；

连接各第二成对斜杆的外端点与相应第二斜杆组中最内侧斜杆的内端点的层间索（23\*； 123\*）；

连接各相邻的第一成对斜杆和第二成对斜杆的外端点的层间索（26； 126）；

20 连接各中心结构第一斜杆的外端点与横向相邻的中心结构第二斜杆的外端点的层间索（25'.1； 125'.1）；

连接各中心结构第一斜杆的内端点与横向相邻的中心结构第二斜杆的内端点的层间索（25.1； 125.1）；

25 连接各第二成对斜杆的外端点与相邻的第一成对斜杆中的相邻斜杆的内端点的上层索（32； 132）；

连接各第一成对斜杆的外端点与相邻的第二成对斜杆中的相邻斜杆的内端点的下层索（37； 137）；

连接各第一成对斜杆中的斜杆的内端点与相邻第二斜杆组中最内侧斜杆的外端点的上层索（31'.1； 131'.1）；

连接各第二成对斜杆中的斜杆的内端点与相邻第一斜杆组中最内侧斜杆的外端点的下层索 (36'.1; 136'.1) ;

连接各中心结构第一斜杆的内端点与横向相邻的中心结构第二斜杆的外端点的上层索 (31\*; 131\*) ;

5 连接各中心结构第二斜杆的内端点与横向相邻的中心结构第一斜杆的外端点的下层索 (36\*; 136\*) 。

4. 如权利要求 2 或 3 所述的双层索一杆屋盖体系, 其特征在于, 所述上、下层拉压环由多根压杆和拉索首尾连接而成, 且压杆和拉索两端设置在第一斜杆、第二斜杆、以及第一、第二成对斜杆与拉压环连接的节点处, 所述上、下  
10 层压力环由多根压杆首尾连接而成, 且压杆两端设置在第一、第二斜杆与压力环连接的节点处。

5. 如权利要求 3 所述的双层索一杆屋盖体系, 其特征在于, 所述中心结构还包括:

另一向内悬伸的索一杆结构, 该结构与所述向外悬伸的索一杆结构共用上  
15 层压力环 (6.1) 和下层压力环 (10.1), 并包括;

多组中心内结构第一斜杆 (14\$.1, 14\$'.1), 每组包括一根中心内结构第一斜杆, 其内端点两两相交, 外端点连接至所述下层压力环, 并沿一相应的第一斜杆组的第一方向布置;

多组中心内结构第二斜杆 (17\$.1, 17\$'.1), 每组包括一根中心内结构  
20 第二斜杆, 其内端点两两相交, 外端点连接至所述上层压力环, 并沿一相应的第二斜杆组的第二方向布置;

连接各中心内结构第一斜杆的内端点与横向相邻的中心内结构第二斜杆的内端点的层间索 (24.1, 29.1) ;

连接各中心内结构第一斜杆的相邻内端点的上层索 (30.1) ;

25 连接各中心内结构第二斜杆的相邻内端点的下层索 (35.1) ;

连接各中心内结构第一斜杆的内端点与横向相邻的中心内结构第二斜杆的外端点的上层索 (31\$.1) ;

连接各中心内结构第二斜杆的内端点与横向相邻的中心内结构第一斜杆的外端点的下层索 (36\$.1) 。

6. 如权利要求 3 或 5 所述的双层索一杆屋盖体系, 其特征在于, 还包括位于中心结构与边缘结构之间、横向于各组第一斜杆和每组第二斜杆布置的至少一道连续受压的结构, 所述连续受压的结构通过索或直接与各组第一斜杆和第二斜杆相连, 并包括:

5 共用上层压力环或拉压环和下层压力环或拉压环的一向内悬伸的索一杆结构和一向外悬伸的索一杆结构。

7. 如权利要求 1 所述的双层索一杆屋盖体系, 其特征在于, 所述边缘结构包括一向内悬伸的索一杆结构, 所述索一杆结构包括:

上层压力环;

10 下层压力环;

多对第一成对斜杆, 每对斜杆在内端点处相交, 所形成的相交节点位于上层且处于上层压力环的内侧, 而所述成对斜杆的外端点分别连接至下层压力环, 各第一成对斜杆沿一相应的第一斜杆组的第一方向布置;

15 多对第二成对斜杆, 每对斜杆在内端点处相交, 所形成的相交节点位于下层且处于下层压力环的内侧, 而所述成对斜杆的外端点分别连接至上层压力环, 各第二成对斜杆沿一相应的第二斜杆组的第二方向布置, 与所述第一成对斜杆交替设置;

连接各第一成对斜杆的内端点与相应第一斜杆组中最外侧斜杆的外端点的层间索;

20 连接各第二成对斜杆的内端点与相应第二斜杆组中最外侧斜杆的外端点的层间索;

连接各相邻的第一成对斜杆和第二成对斜杆的内端点的层间索;

连接各第一成对斜杆中的斜杆的外端点与相邻的第二成对斜杆中的相邻斜杆的外端点的层间索;

25 连接各第一成对斜杆的内端点与相邻的第二成对斜杆中的相邻斜杆的外端点的上层索;

连接各第二成对斜杆的内端点与相邻的第一成对斜杆中的相邻斜杆的外端点的下层索;

连接各第二成对斜杆中的斜杆的外端点与相邻的第一斜杆组中最外侧

斜杆的内端点的上层索；

连接各第一成对斜杆中的斜杆的外端点与相邻的第二斜杆组中最外侧斜杆的内端点的下层索。

8. 如权利要求 7 所述的双层索一杆屋盖体系，其特征在于，所述中心结构  
5 包括一向外悬伸的索一杆结构，所述向外悬伸的索一杆结构包括：

上层压力环；

下层压力环；

10 多对第一成对斜杆，每对斜杆在外端点处相交，所形成的相交节点位于下层且处于下层压力环的外侧，而所述成对斜杆的内端点分别连接至上层压力环，各第一成对斜杆沿一相应的第一斜杆组的第一方向布置；

多对第二成对斜杆，每对斜杆在外端点处相交，所形成的相交节点位于上层且处于上层压力环的外侧，而所述成对斜杆的内端点分别连接至下层压力环，各第二成对斜杆沿一相应的第二斜杆组的第二方向布置，与所述第一成对斜杆交替设置；

15 连接各第一成对斜杆的外端点与相应第一斜杆组中最内侧斜杆的内端点的层间索；

连接各第二成对斜杆的外端点与相应第二斜杆组中最内侧斜杆的内端点的层间索；

连接各相邻的第一成对斜杆和第二成对斜杆的外端点的层间索；

20 连接各第一成对斜杆中的斜杆的内端点与相邻的第二成对斜杆中的相邻斜杆的内端点的层间索；

连接各第二成对斜杆的外端点与相邻的第一成对斜杆中的相邻斜杆的内端点的上层索；

25 连接各第一成对斜杆的外端点与相邻的第二成对斜杆中的相邻斜杆的内端点的下层索；

连接各第一成对斜杆中的斜杆的内端点与相邻第二斜杆组中最内侧斜杆的外端点的上层索；

连接各第二成对斜杆中的斜杆的内端点与相邻第一斜杆组中最内侧斜杆的外端点的下层索。

9. 如权利要求 7 或 8 所述的双层索一杆屋盖体系, 其特征在于, 所述上层和下层压力环由多根压杆首尾连接而成, 且压杆两端设置在第一斜杆、第二斜杆、以及第一和第二成对斜杆与压力环连接的节点处。

10. 一种双层索一杆屋盖体系, 该体系包括:

5 连续受压的中心结构;

连续受压的边缘结构;

从中心结构至边缘结构包含各沿一方向设置的多组斜杆, 每组斜杆包含有至少一根第一斜杆 (14.2, 14'.2, 14".2; 114.2, 114'.2, 114".2) 或至少一根第二斜杆 (17.2, 17'.2, 17".2; 117.2, 117'.2, 117".2), 其中,

10 所述第一斜杆 (14.2, 14'.2, 14".2; 114.2, 114'.2, 114".2) 的内端点位于上层, 外端点位于下层;

所述第二斜杆 (17.2, 17'.2, 17".2; 117.2, 117'.2, 117".2) 的内端点位于下层, 外端点位于上层;

15 每组中的第一斜杆和第二斜杆首尾相接地交替设置, 形成锯齿形布置, 最内侧的第一或第二斜杆连接于中心结构, 最外侧的第一或第二斜杆连接于边缘结构;

各组斜杆的方向在中心结构与边缘结构之间互不相交;

相邻组斜杆的锯齿形布置是彼此上下倒置的, 使各组斜杆中的第一斜杆与横向相邻组的第二斜杆横向相邻;

20 在第一和第二斜杆之间进行连接的索 (25.2, 25'.2, 31.2, 31'.2, 36.2, 36'.2; 125.2, 125'.2, 131.2, 131'.2, 136.2, 136'.2), 包括:

层间索 (25.2; 125.2), 连接各第一斜杆的内端点与横向相邻的第二斜杆的内端点;

25 层间索 (25'.2; 125'.2), 连接各第一斜杆的外端点与横向相邻的第二斜杆的外端点;

上层索 (31.2; 131.2), 连接各第一斜杆的内端点与横向相邻的第二斜杆的外端点;

上层索 (31'.2; 131'.2), 连接各第一斜杆的内端点与横向相邻的第二斜杆的同组内侧相接的第一斜杆的内端点;

下层索 (36.2; 136.2), 连接各第一斜杆的外端点与横向相邻的第二斜杆的内端点;

下层索 (36'.2; 136'.2), 连接各第一斜杆的外端点与横向相邻的第二斜杆的同组外侧相接的第一斜杆的外端点。

5 11. 如权利要求 10 所述的双层索一杆屋盖体系, 其特征在于, 所述边缘结构包括:

一环向索一杆结构, 所述索一杆结构包括:

上层压力环 (9.2; 109.2);

下层压力环 (13.2; 113.2)。

10 12. 如权利要求 11 所述的双层索一杆屋盖体系, 其特征在于, 所述中心结构包括:

一环向索一杆结构, 所述索一杆结构包括:

上层压力环 (6.2; 106.2);

下层压力环 (10.2; 110.2)。

15 13. 如权利要求 11 或 12 所述的双层索一杆屋盖体系, 其特征在于: 所述上层压力环和下层压力环由多根压杆首尾连接而成, 且压杆两端设置在第一、第二斜杆与压力环连接的节点处。

14. 如权利要求 12 所述的双层索一杆屋盖体系, 其特征在于, 所述中心结构还包括:

20 一向内的索一杆结构, 该结构与所述环向索一杆结构共用上层压力环 (6.2) 和下层压力环 (10.2), 并包括:

多组中心内结构第一斜杆 (14\$.2, 14\$'.2), 每组包括一对中心内结构第一斜杆, 成对中心内结构第一斜杆的内端点相接, 各外端点分别连接至所述下层压力环, 并与一相应斜杆组最内侧的第二斜杆的内端点相接;

25 多组中心内结构第二斜杆 (17\$.2, 17\$'.2), 每组包括一对中心内结构第二斜杆, 成对中心内结构第二斜杆的内端点相接, 各外端点分别连接至所述上层压力环, 并与一相应斜杆组最内侧的第一斜杆的内端点相接;

各组中心内结构第一斜杆和各组中心内结构第二斜杆交替布置;

连接各中心内结构第一斜杆的内端点与相邻的中心内结构第二斜杆的

内端点的层间索 (24.2, 29.2) ;

连接各中心内结构第一斜杆的相邻内端点的上层压杆 (30.2) ;

连接各中心内结构第二斜杆的相邻内端点的下层压杆 (35.2) ;

5 连接各中心内结构第一斜杆的内端点与相邻的中心内结构第二斜杆的外端点的上层索 (31\$.2) ;

连接各中心内结构第二斜杆的内端点与相邻的中心内结构第一斜杆的外端点的下层索 (36\$.2) 。

15. 如权利要求 10—14 中任一项所述的双层索一杆屋盖体系,其特征在于,还包括位于中心结构与边缘结构之间、横向于各组斜杆布置的至少一道连续受压的结构,所述连续受压的结构通过索或直接与各组斜杆相连,并包括:

上层压力环和下层压力环,由多根压杆首尾连接而成,且压杆两端设置在第一、第二斜杆与压力环连接的节点处。

16. 如权利要求 1—15 中任一项所述的双层索一杆屋盖体系;其特征在于,所述屋盖体系的平面投影图呈圆形、椭圆形或其它非圆形平面所述各组斜杆沿  
15 所述圆形、椭圆形或其它非圆形的径向布置。

17. 如权利要求 1—15 中任一项所述的双层索一杆屋盖体系,其特征在于,所述屋盖体系的平面投影图呈圆环形、椭圆环形或其它非圆环形平面,所述各组斜杆沿所述圆环形、椭圆环形或其它非圆环形的径向布置。

18. 如权利要求 1—15 中任一项所述的双层索一杆屋盖体系,其特征在于,  
20 所述屋盖体系的平面投影图呈矩形或中空矩形,且所述中心结构包括沿矩形内轴线方向延伸的内轴向结构,所述边缘结构包括沿外矩形周边布置的一周向索一杆结构,所述各组斜杆沿垂直于矩形两组相对的方向布置。

19. 一种双层索一杆屋盖体系,所述屋盖体系的平面投影图呈长条矩形,该体系包括:

25 在矩形长边中轴线两侧沿垂直于矩形的长边方向布置的多组第一斜杆和多组第二斜杆,各组第一斜杆仅包括一根第一斜杆,各组第二斜杆仅包括一根第二斜杆;其中,

所述第一斜杆的内端点位于上层,外端点位于下层;

所述第二斜杆的内端点位于下层,外端点位于上层;

各组第一斜杆组和各组第二斜杆沿长边方向交替布置；

第一斜杆的内端点在上层矩形长边中轴线两两相交；

第二斜杆的内端点在下层矩形长边中轴线两两相交；

5 连接各第二斜杆相邻外端点的上层矩形压力环，由多根压杆首尾连接而成；

连接各第一斜杆相邻外端点的下层矩形压力环，由多根压杆首尾连接而成；

连接各第一斜杆的内端点与沿长边方向相邻的第二斜杆的内端点的层间中心斜索；

10 连接各第一斜杆的外端点与沿长边方向相邻的第二斜杆的外端点的层间边缘斜索；

连接各第一斜杆的内端点与沿长边方向相邻的第二斜杆的外端点的上层索；

15 连接各第二斜杆的内端点与沿长边方向相邻的第一斜杆的外端点的下层索。

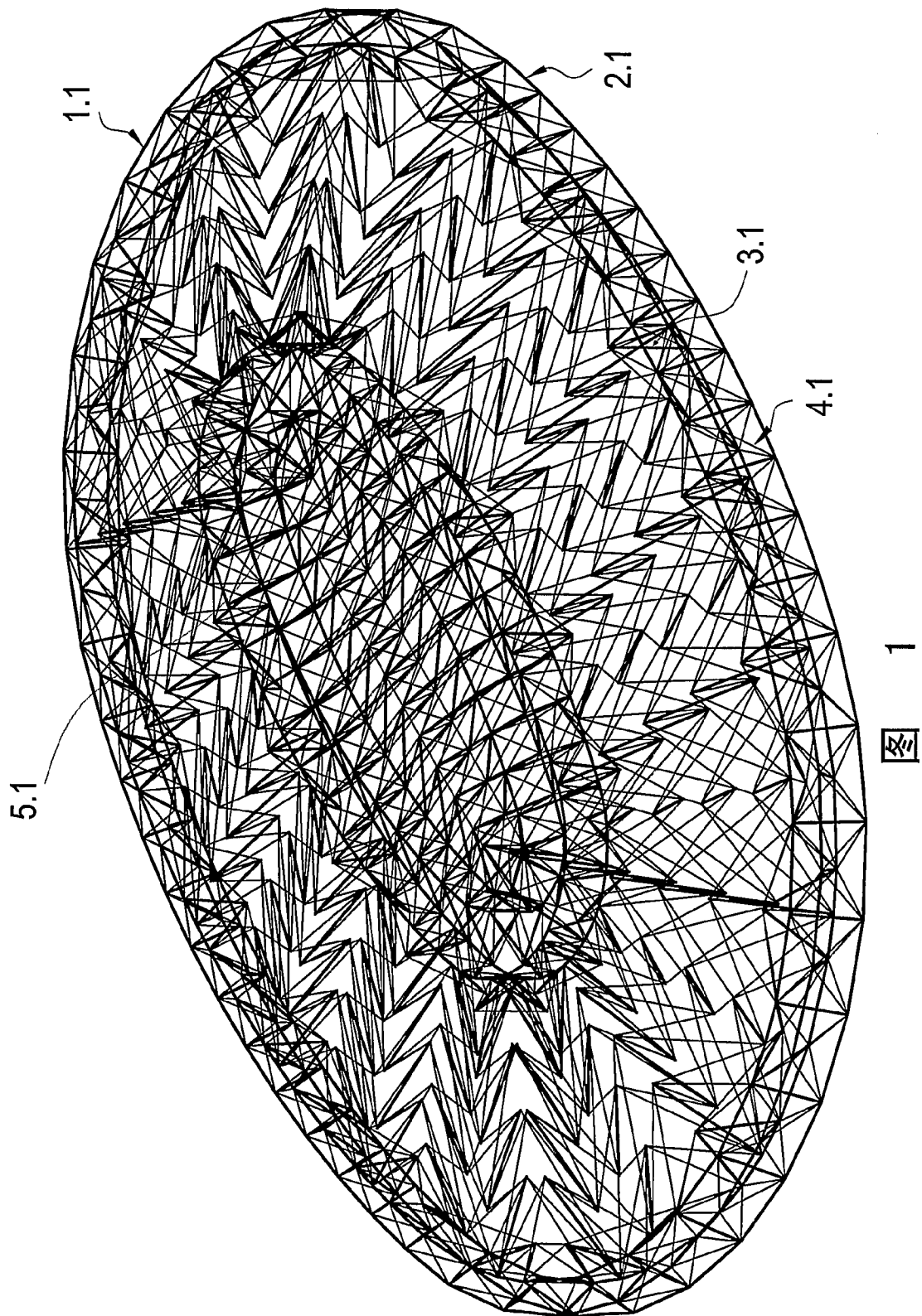
20.如权利要求 1 所述的双层索一杆屋盖体系，其特征在于，各组第一斜杆包括多根第一斜杆，各组第二斜杆包括多根第二斜杆。

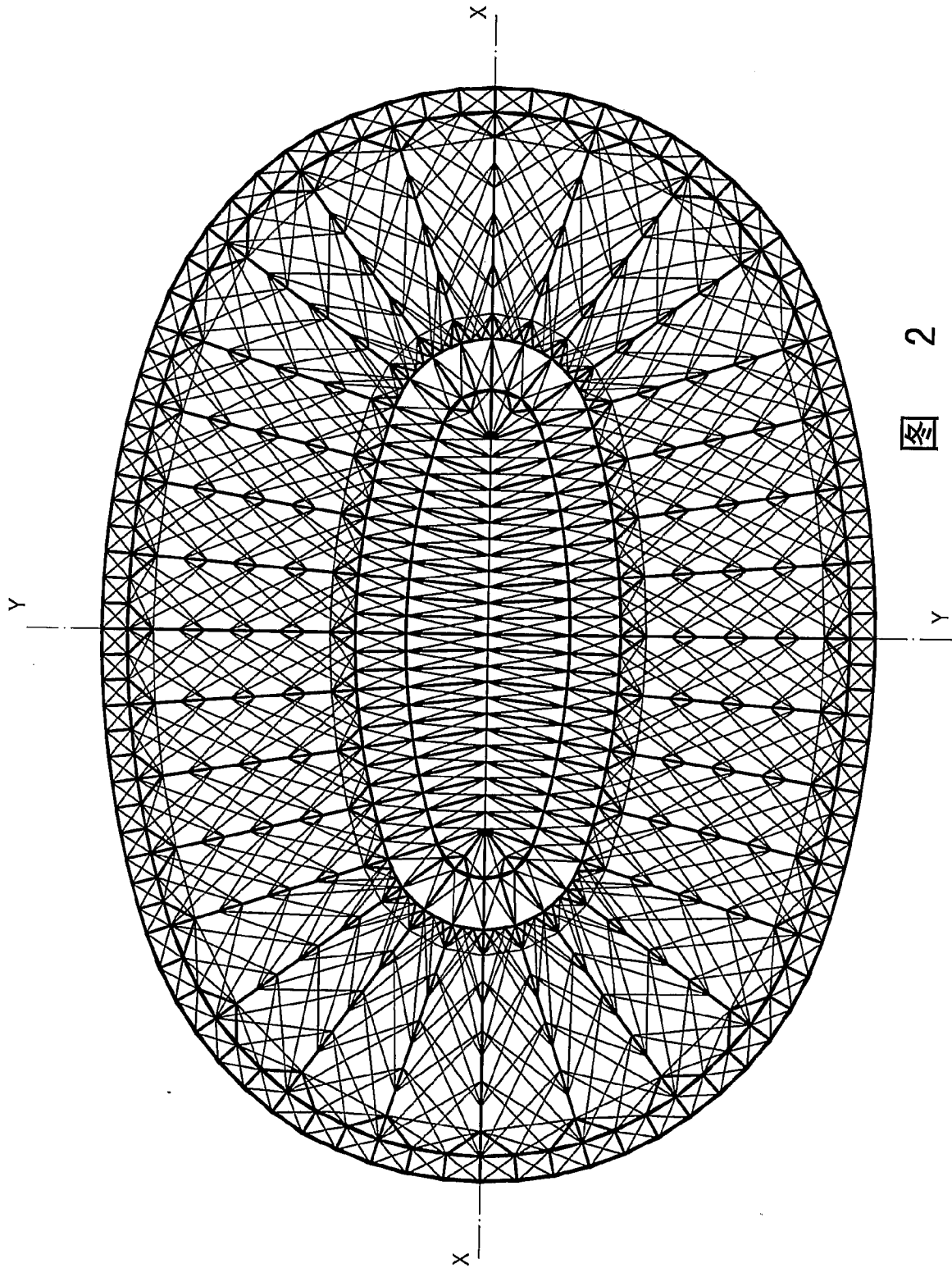
21.如权利要求 10 所述的双层索一杆屋盖体系，其特征在于，各组斜杆包括多根第一斜杆和和多根第二斜杆。

20

## 条约第 19 条第 (1) 款的声明

在此依据 19 条 (1) 款规定, 提交权利要求 1—21 项以替换原权利要求 1—19 项。其中, 权利要求 5,10,14,16,17,18,19 已修改, 权利要求 20,21 是新增加的, 其余各项权利要求保持不变。





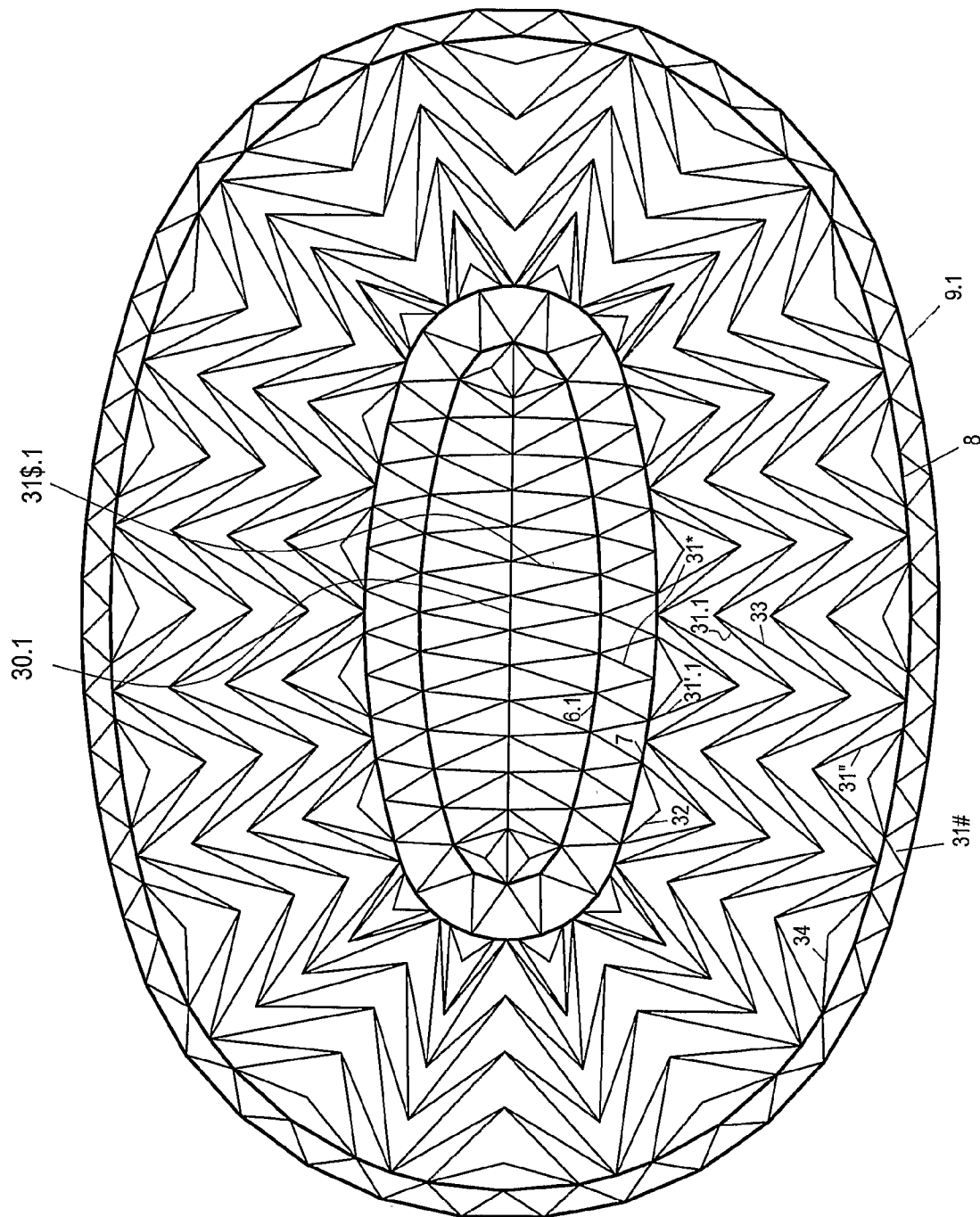


图 3

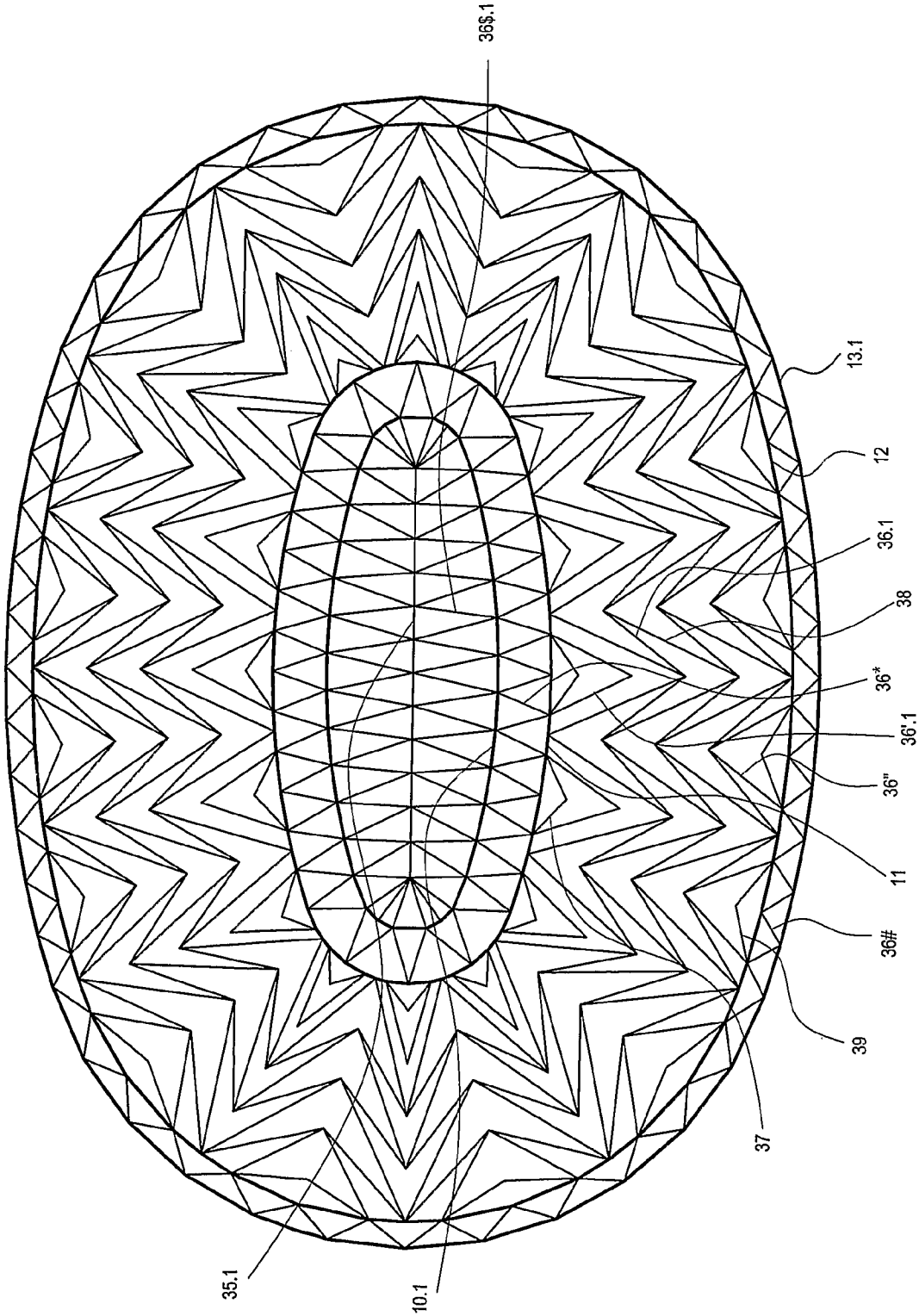


图 4

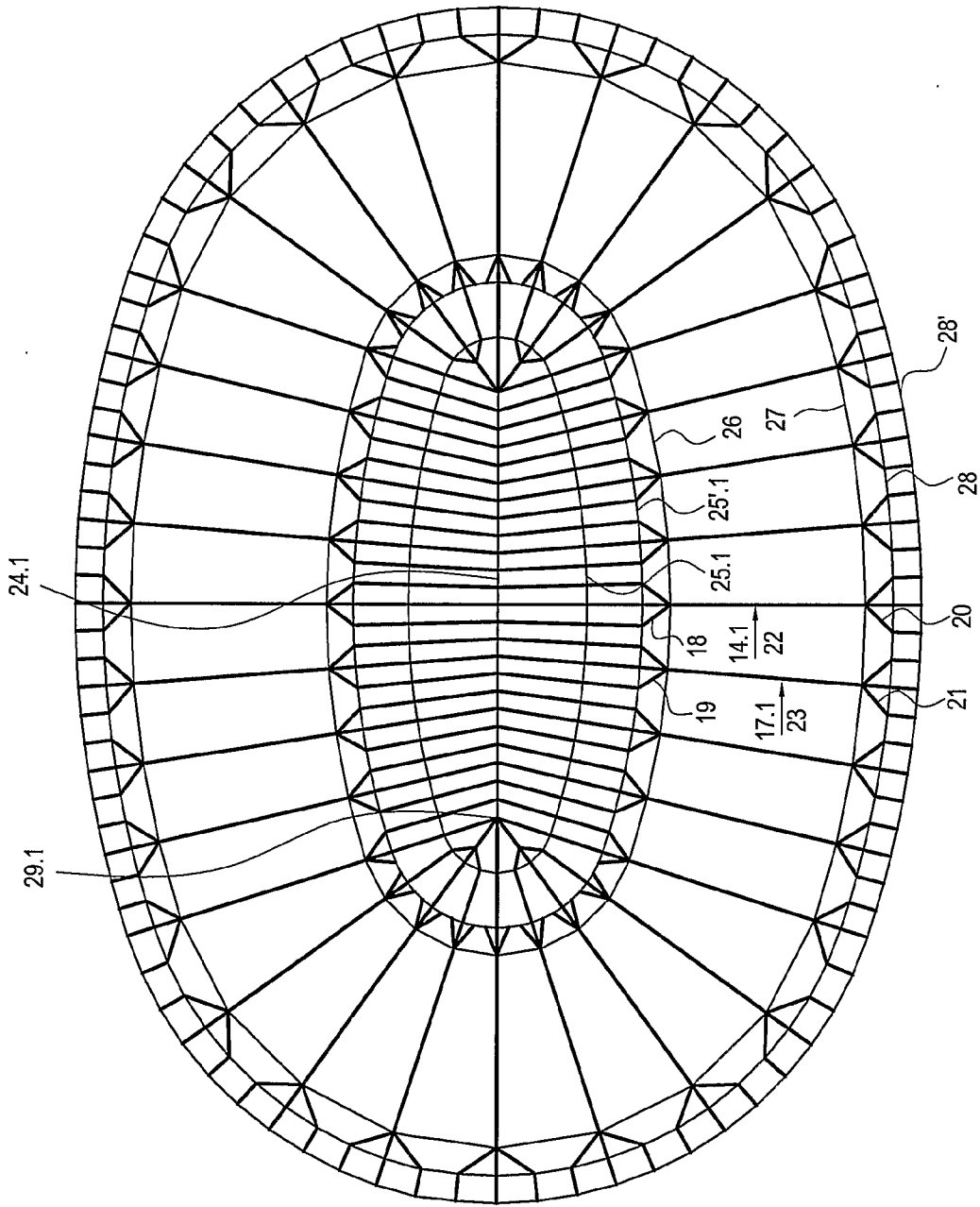


图 5

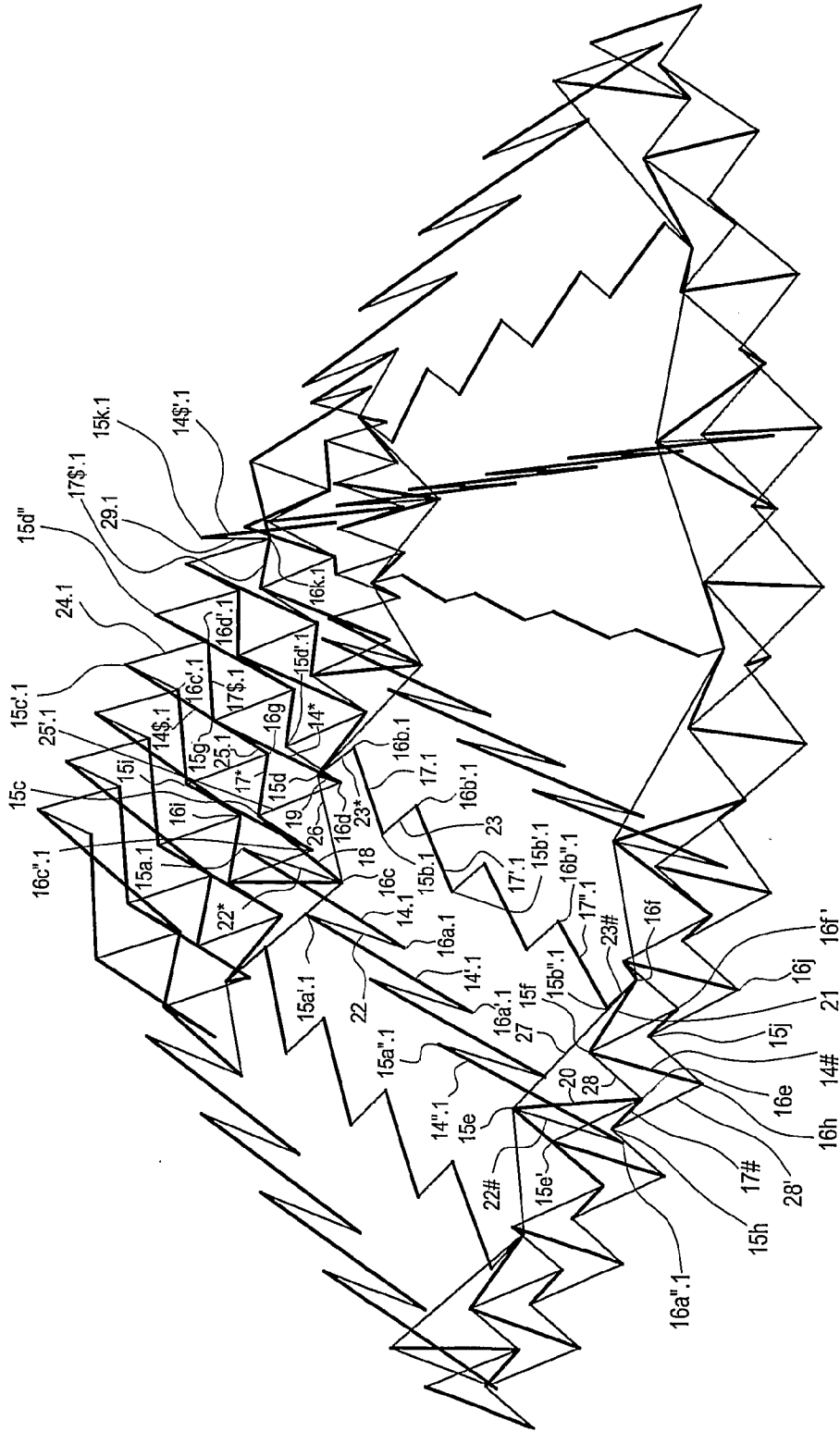


图 6

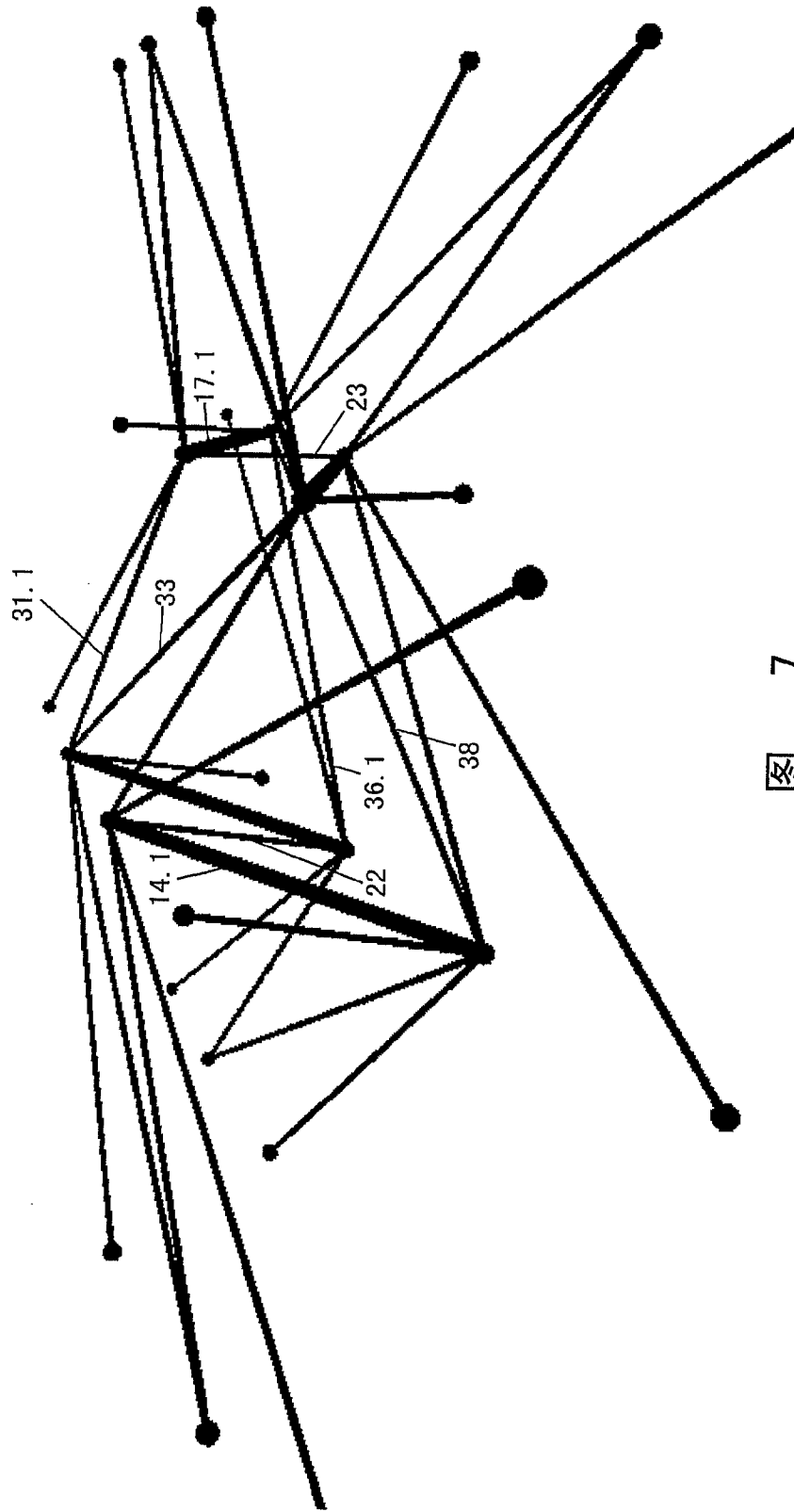


图 7

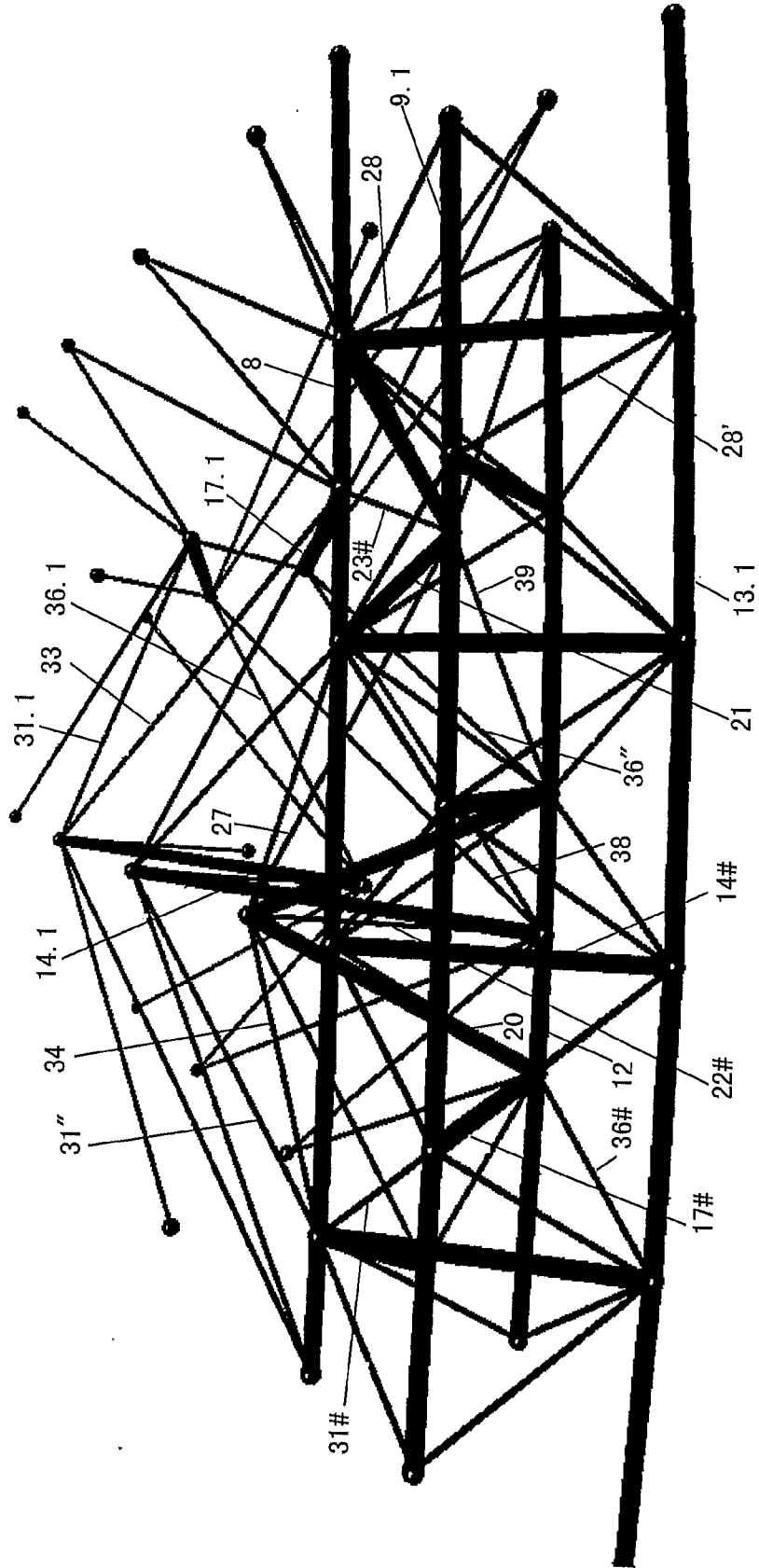


图 8

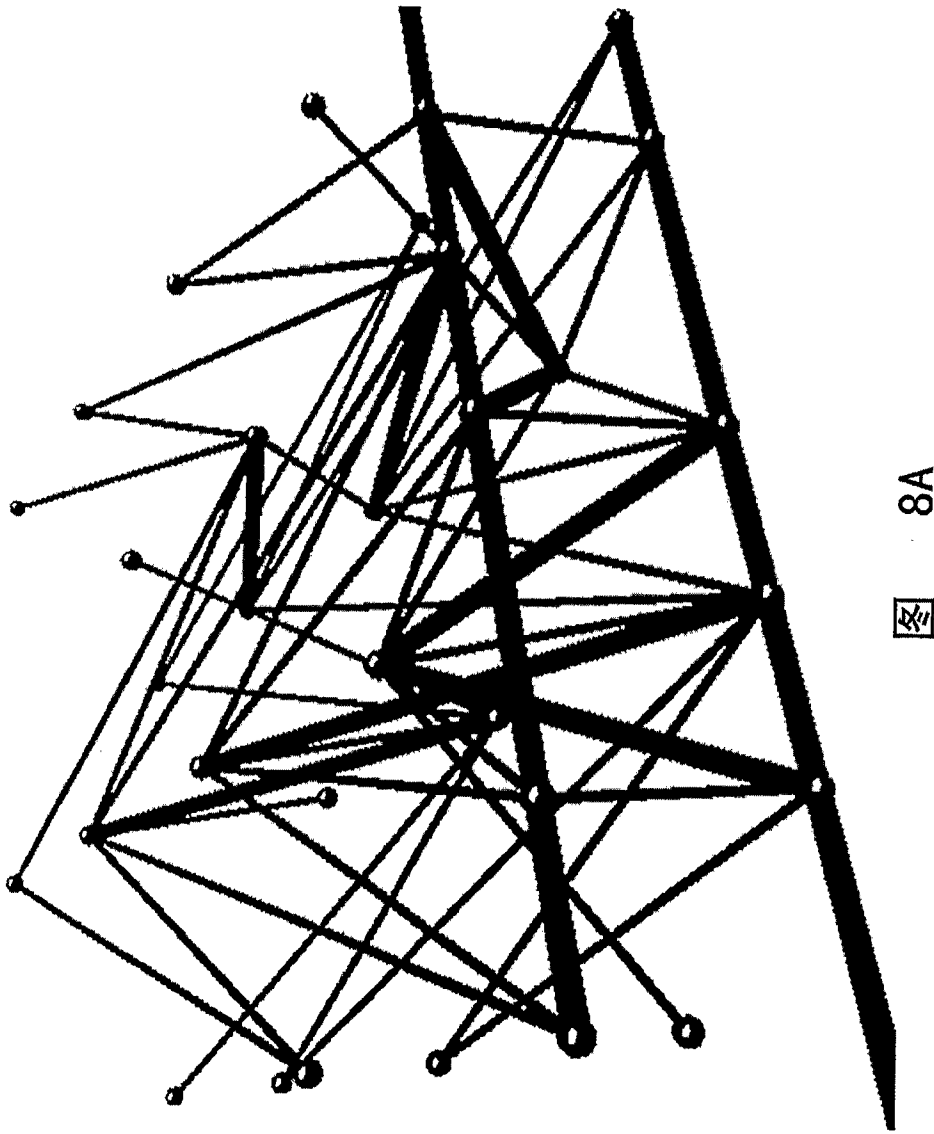
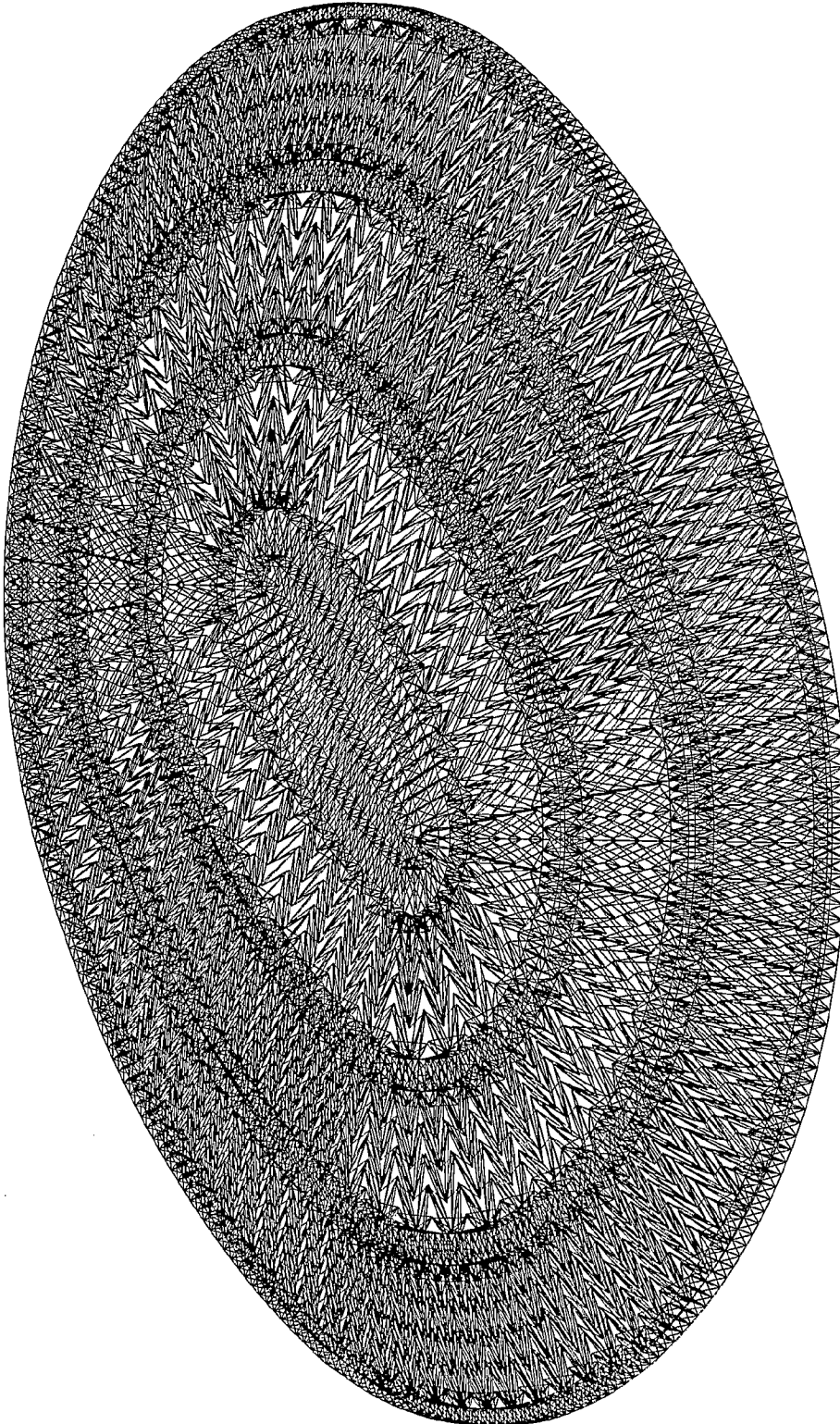


图 8A



9  
图

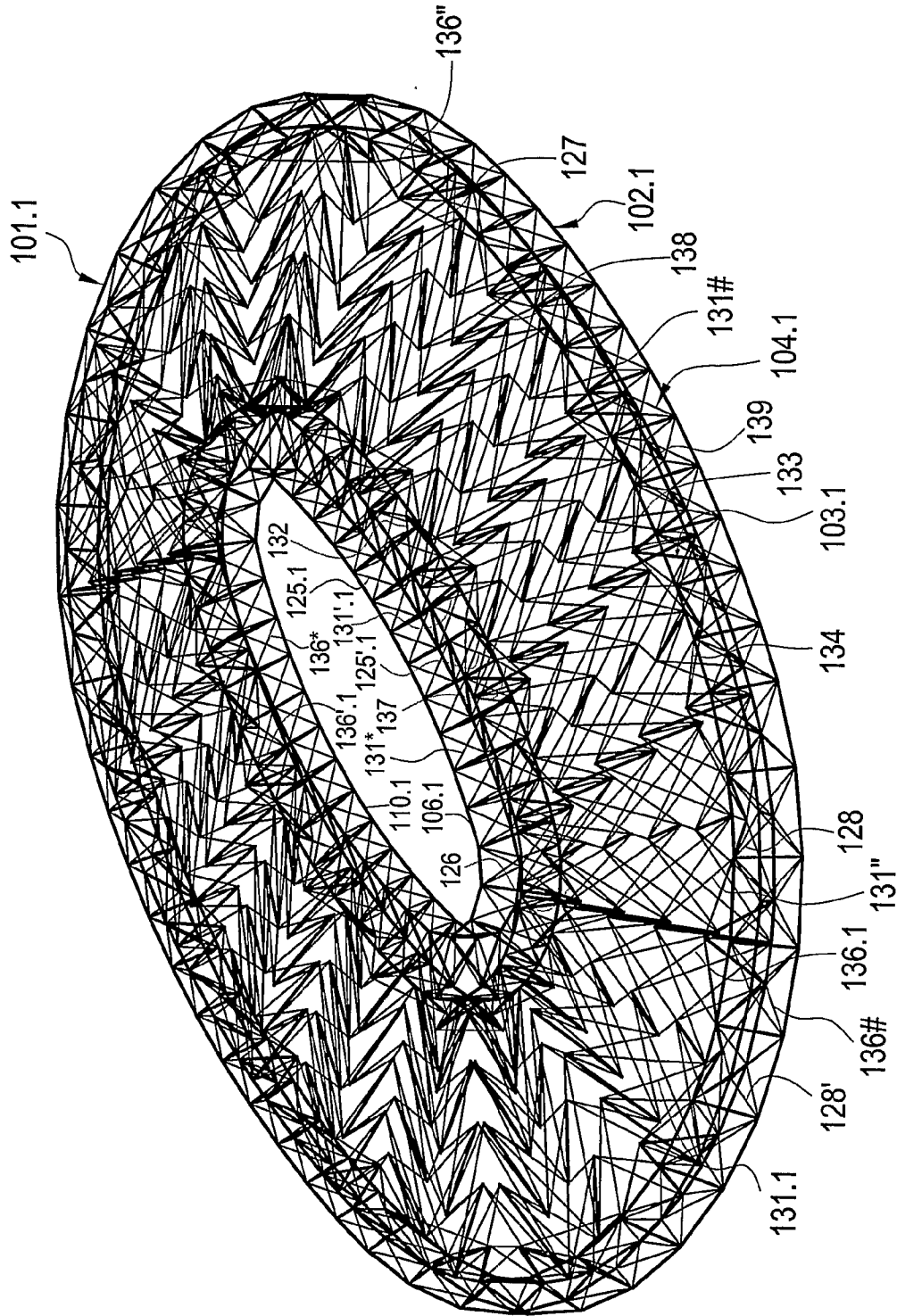


图 10

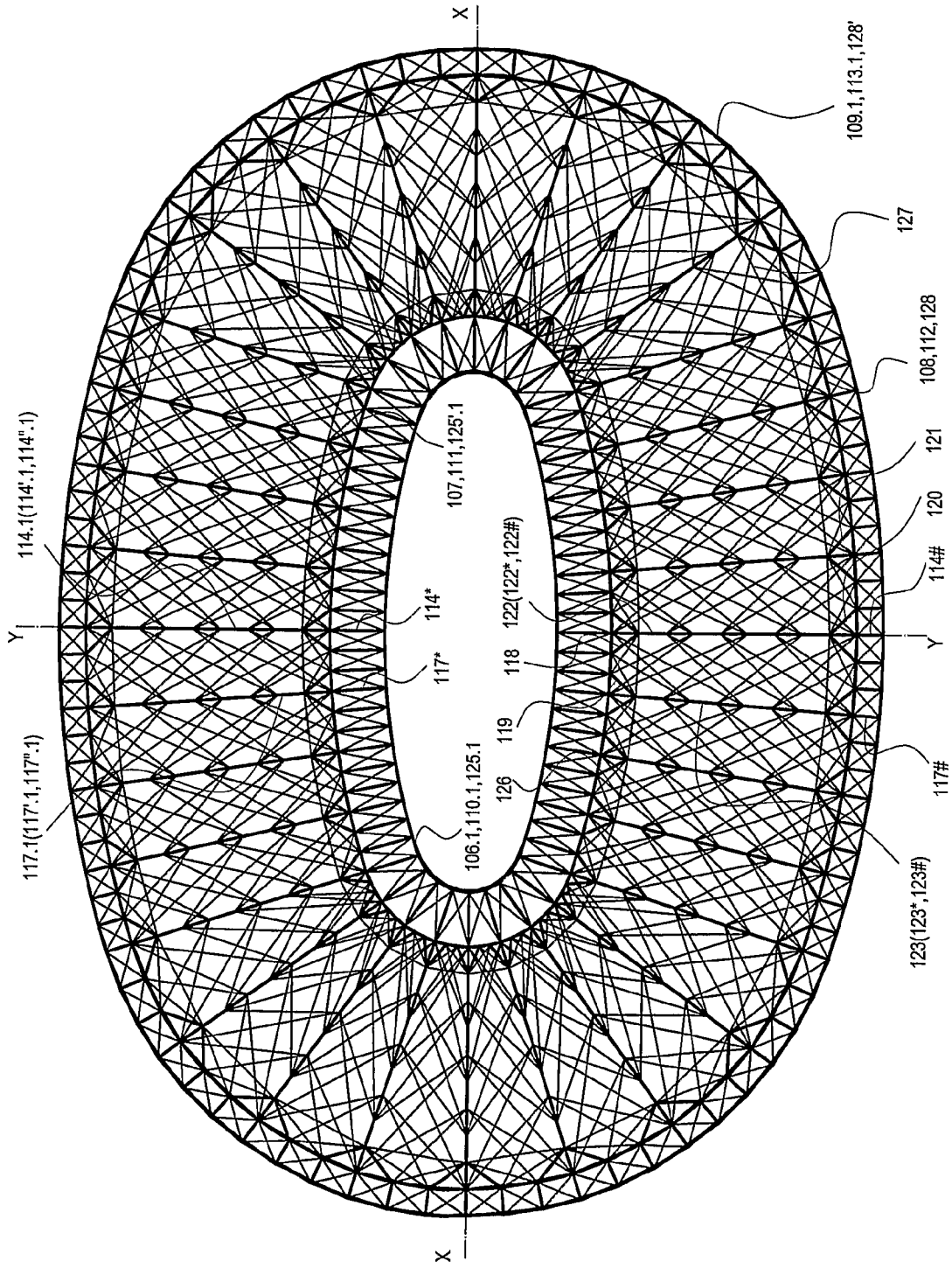


图 11

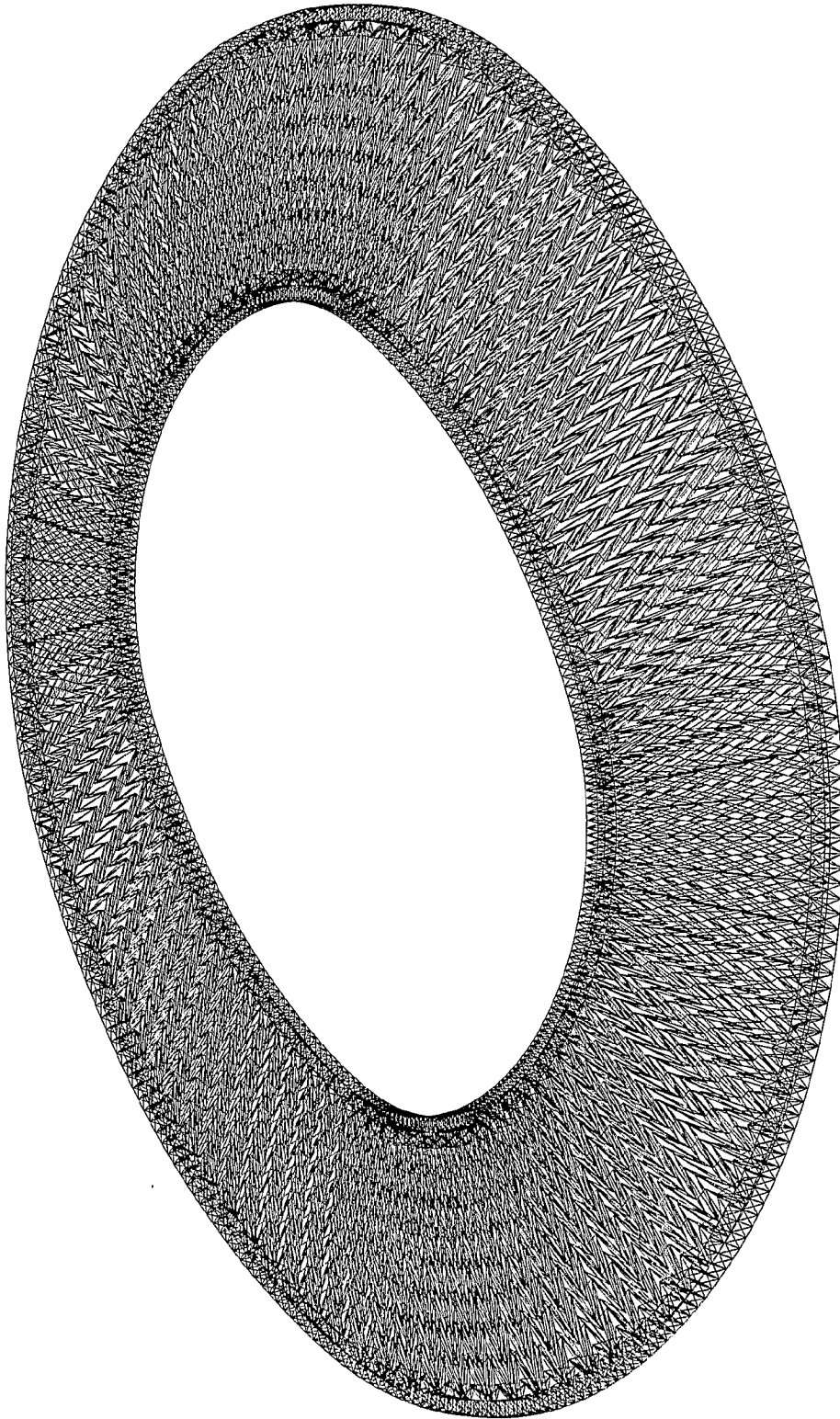


图 12

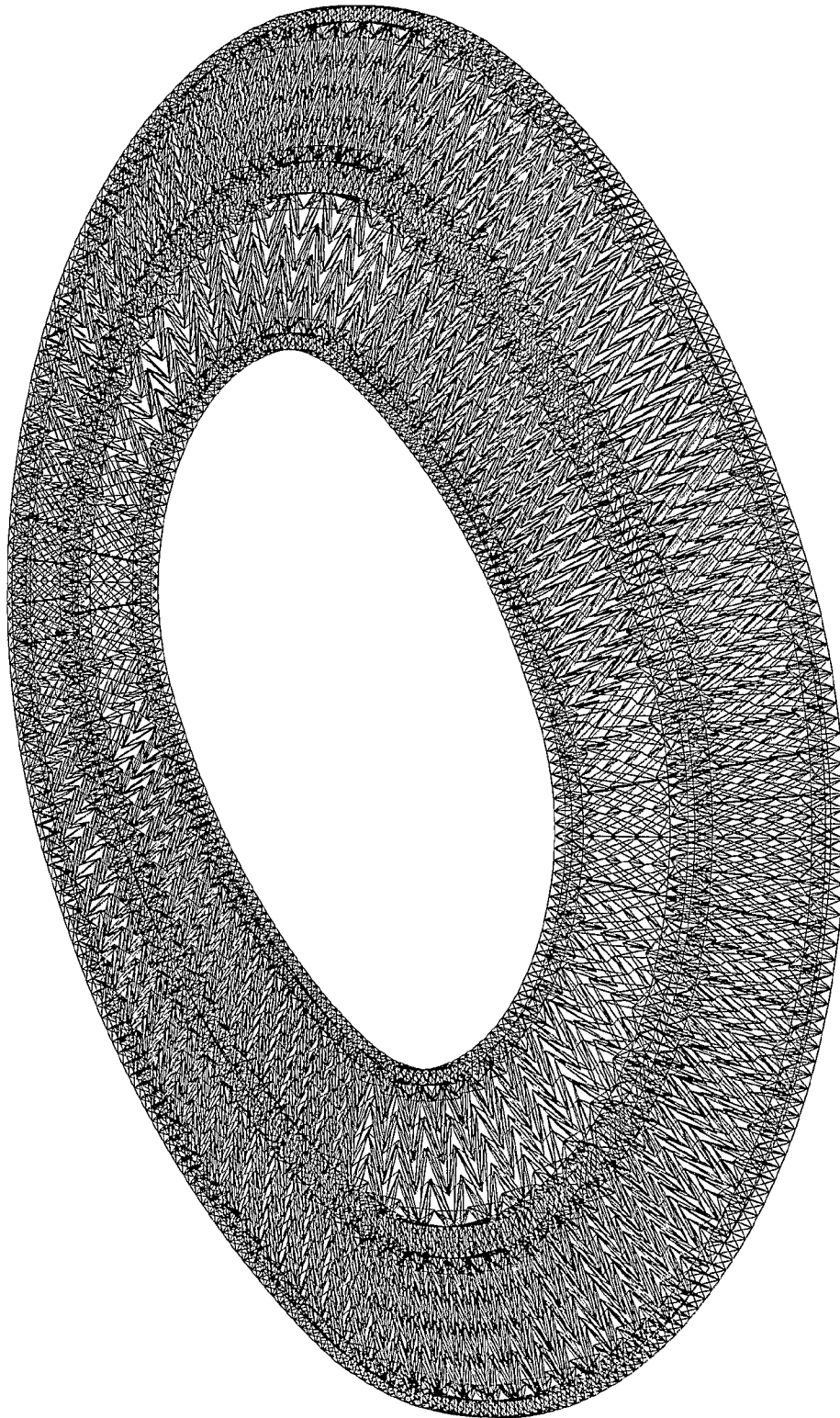


图 13

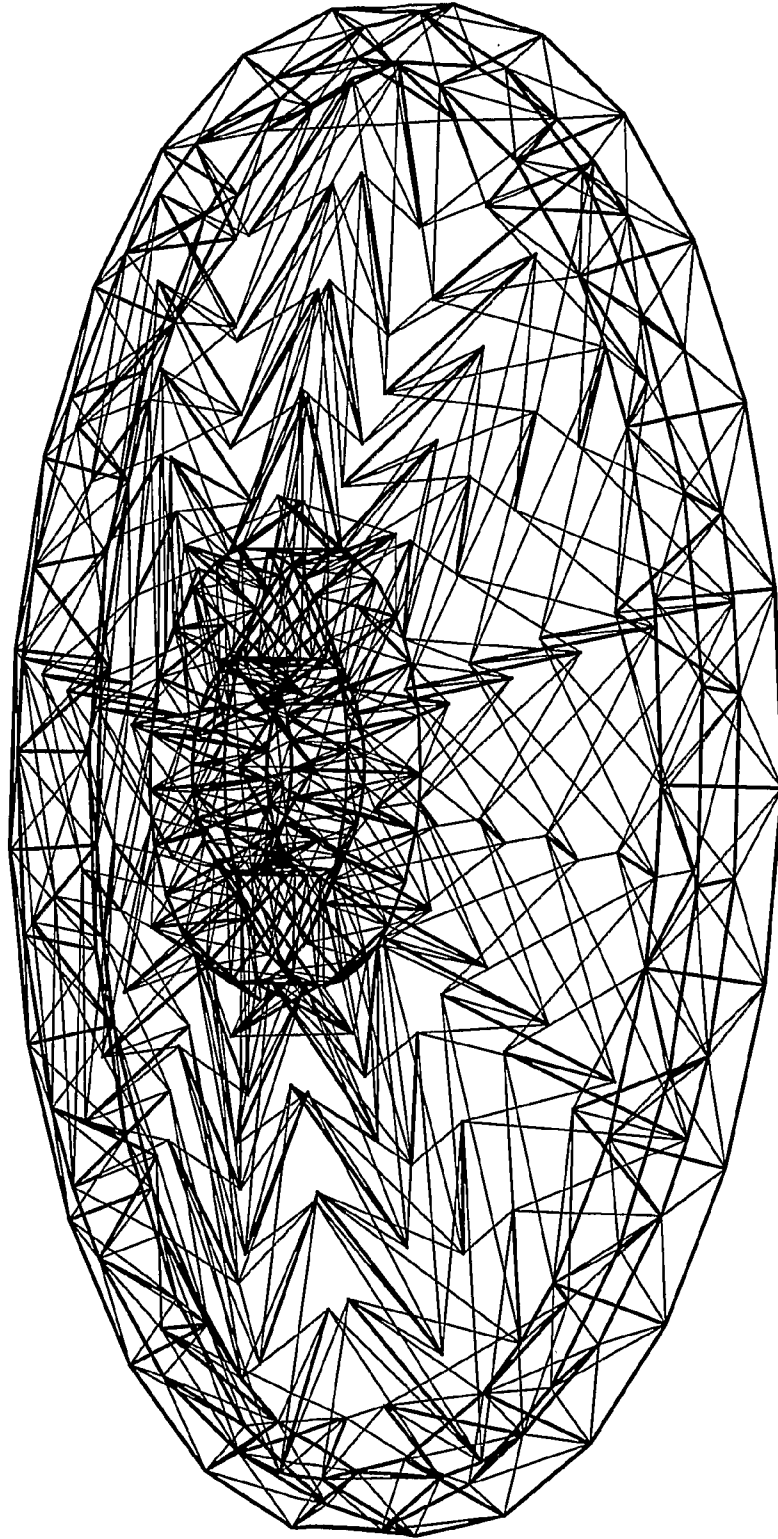


图 14

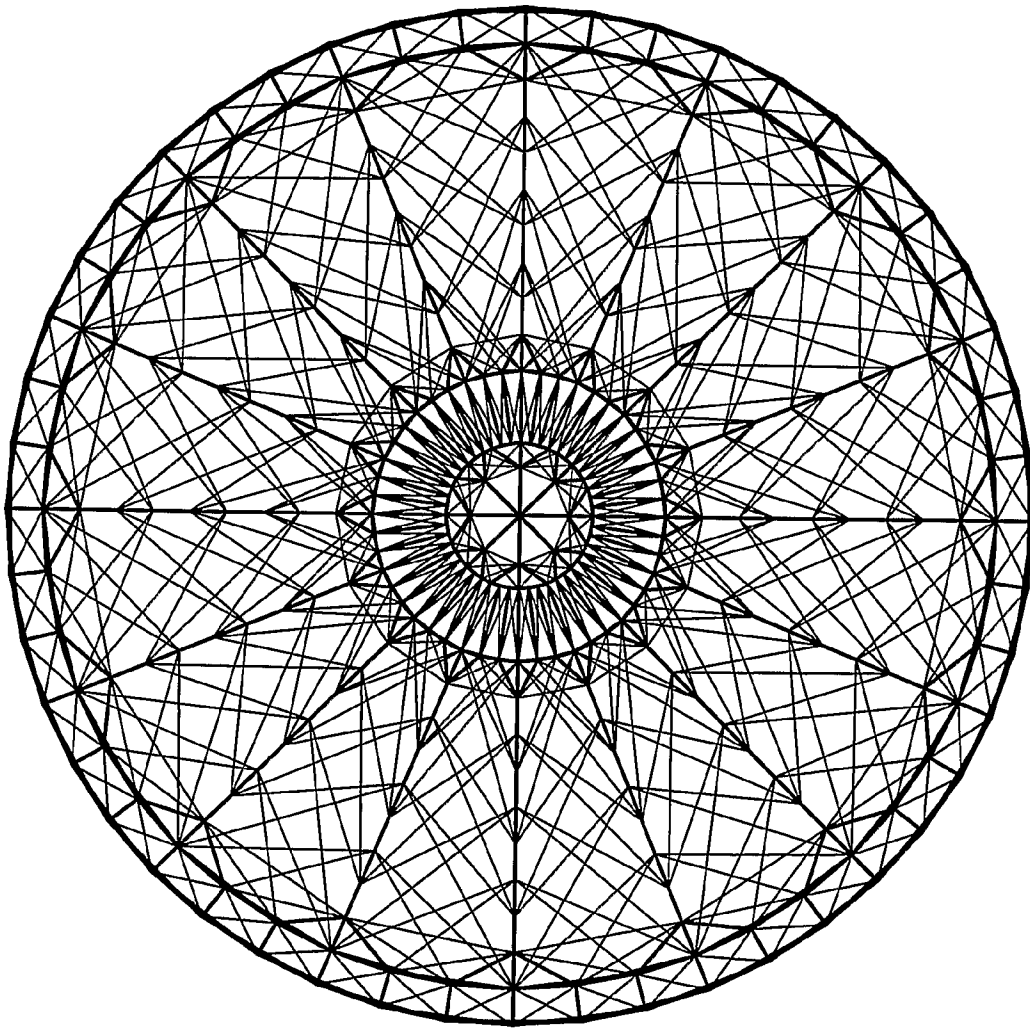


图 15

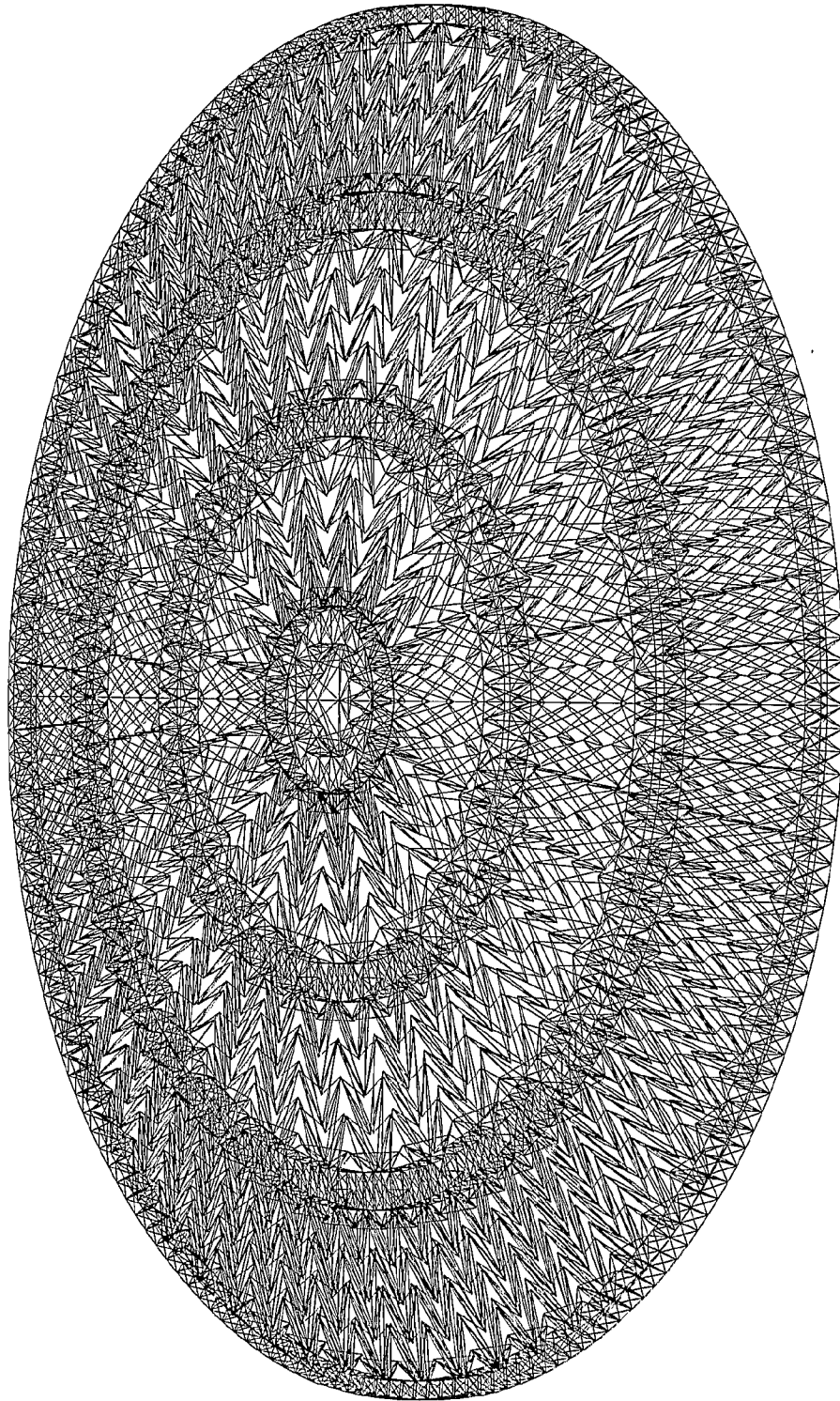


图 16

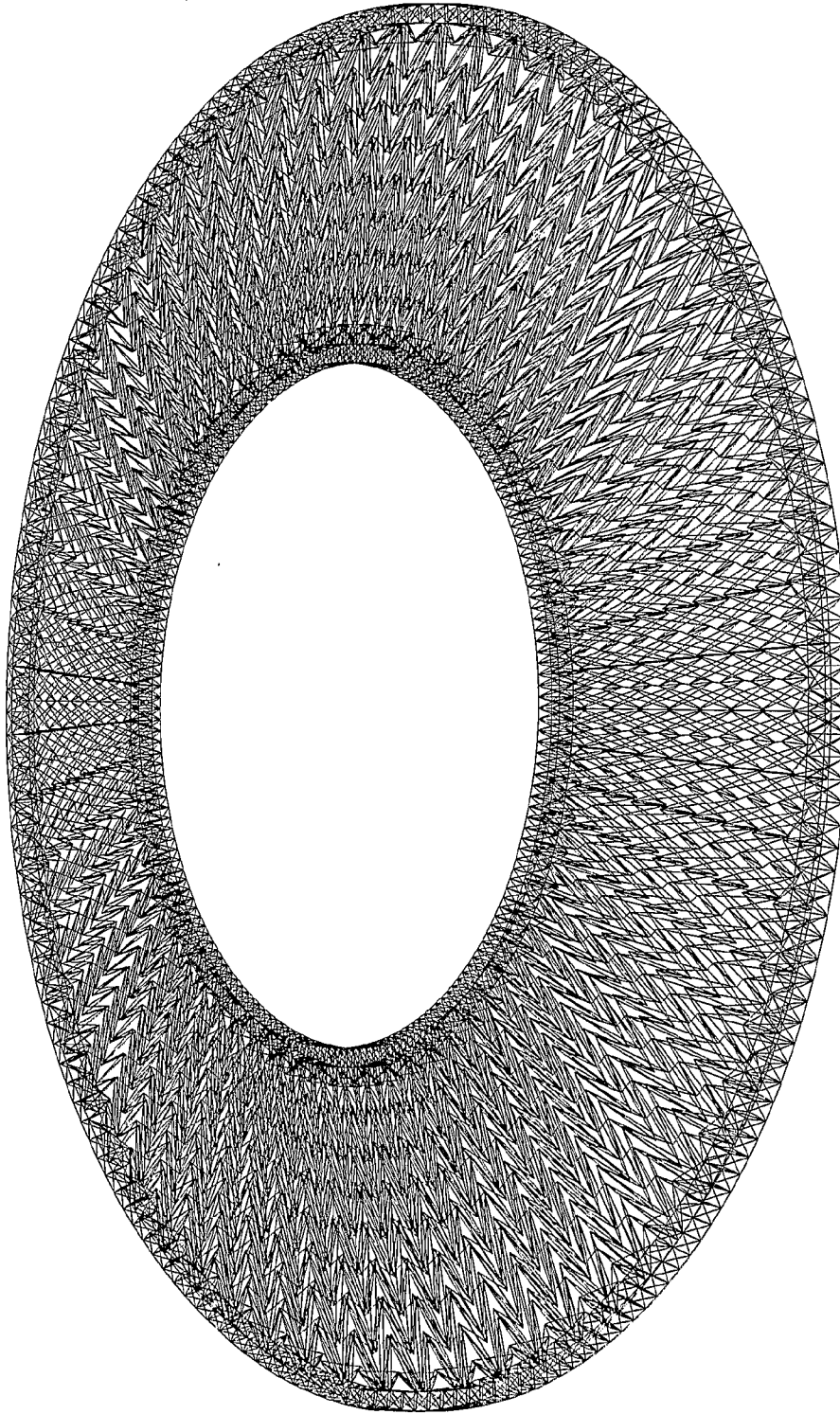


图 17

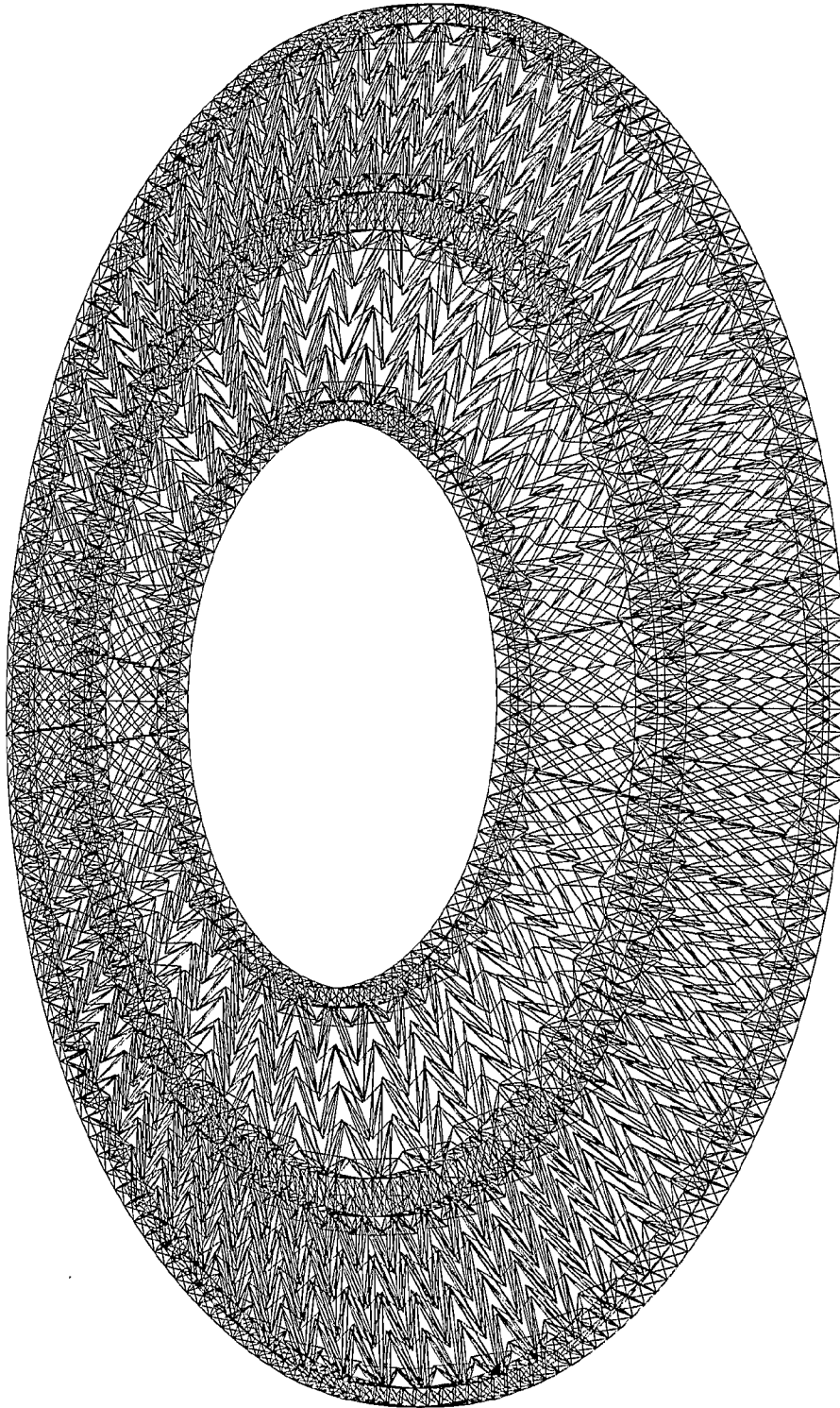


图 18



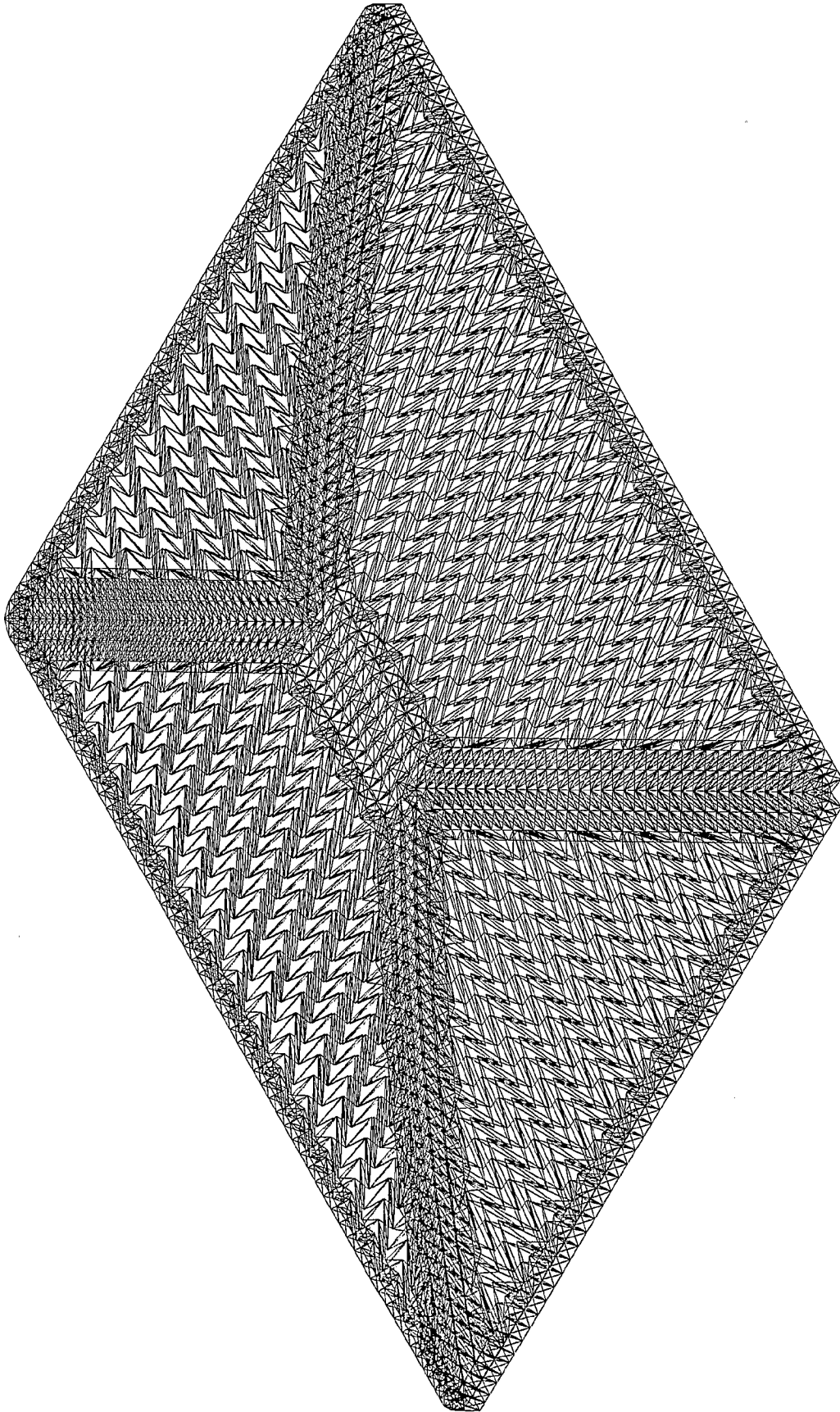


图 20

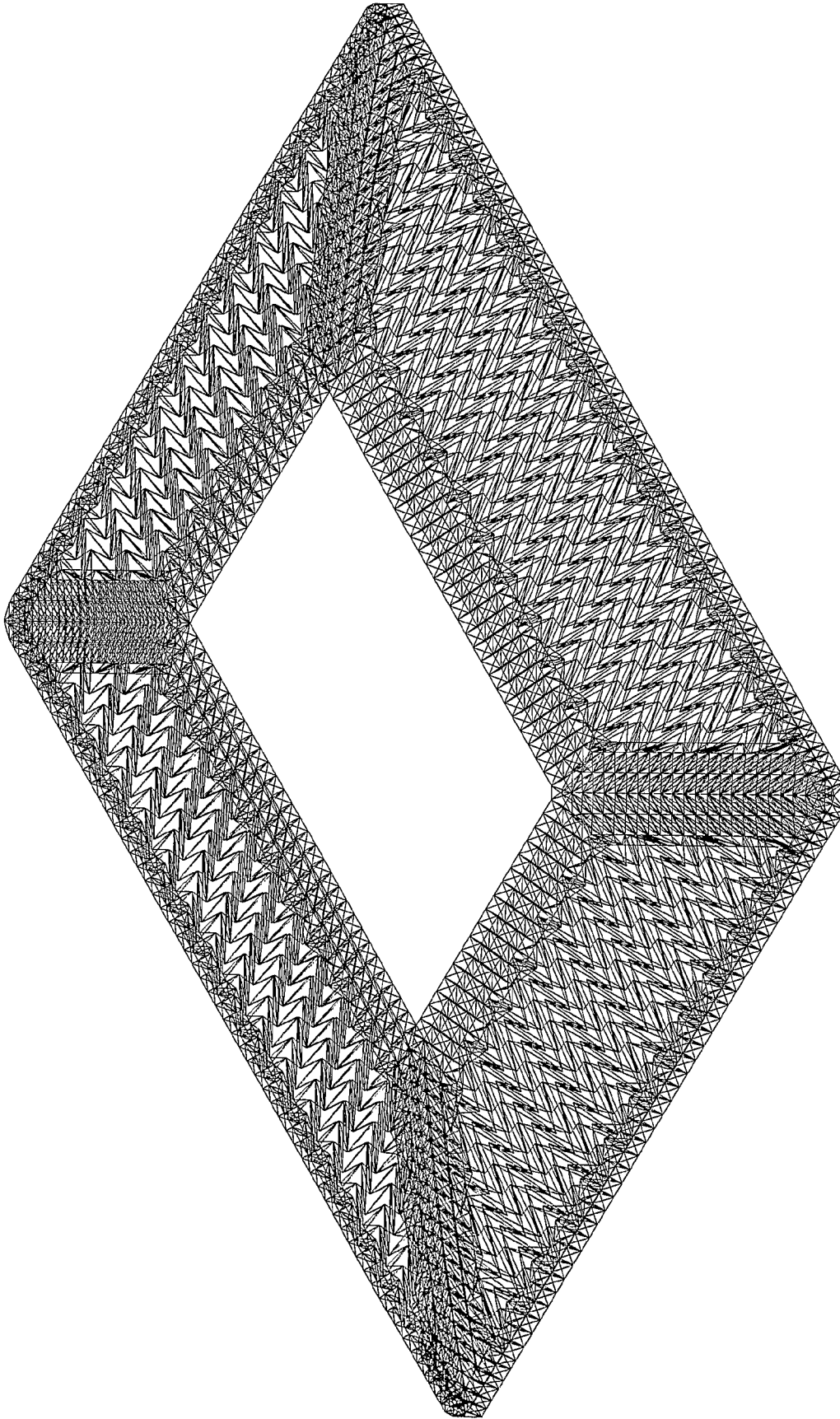


图 21

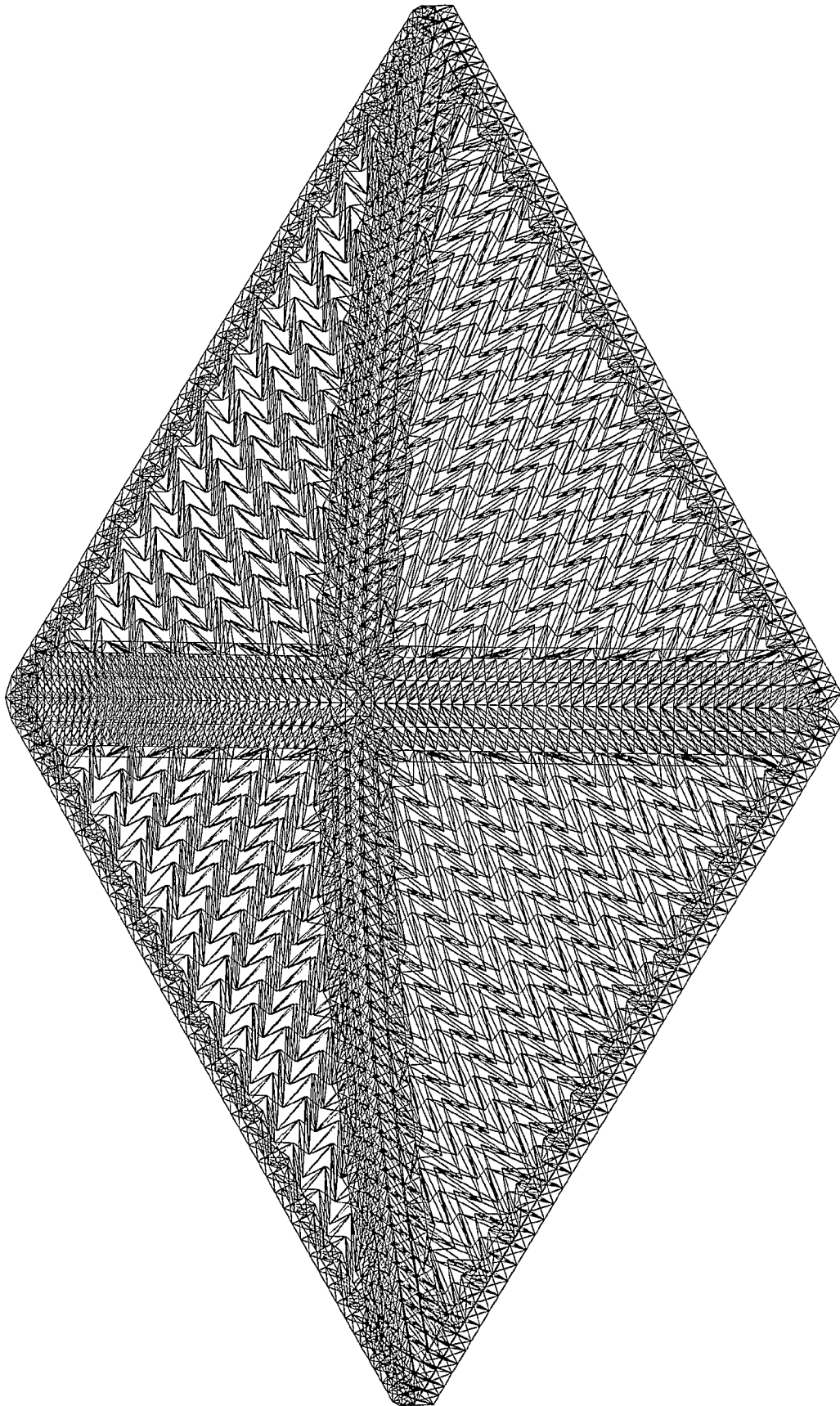


图 22

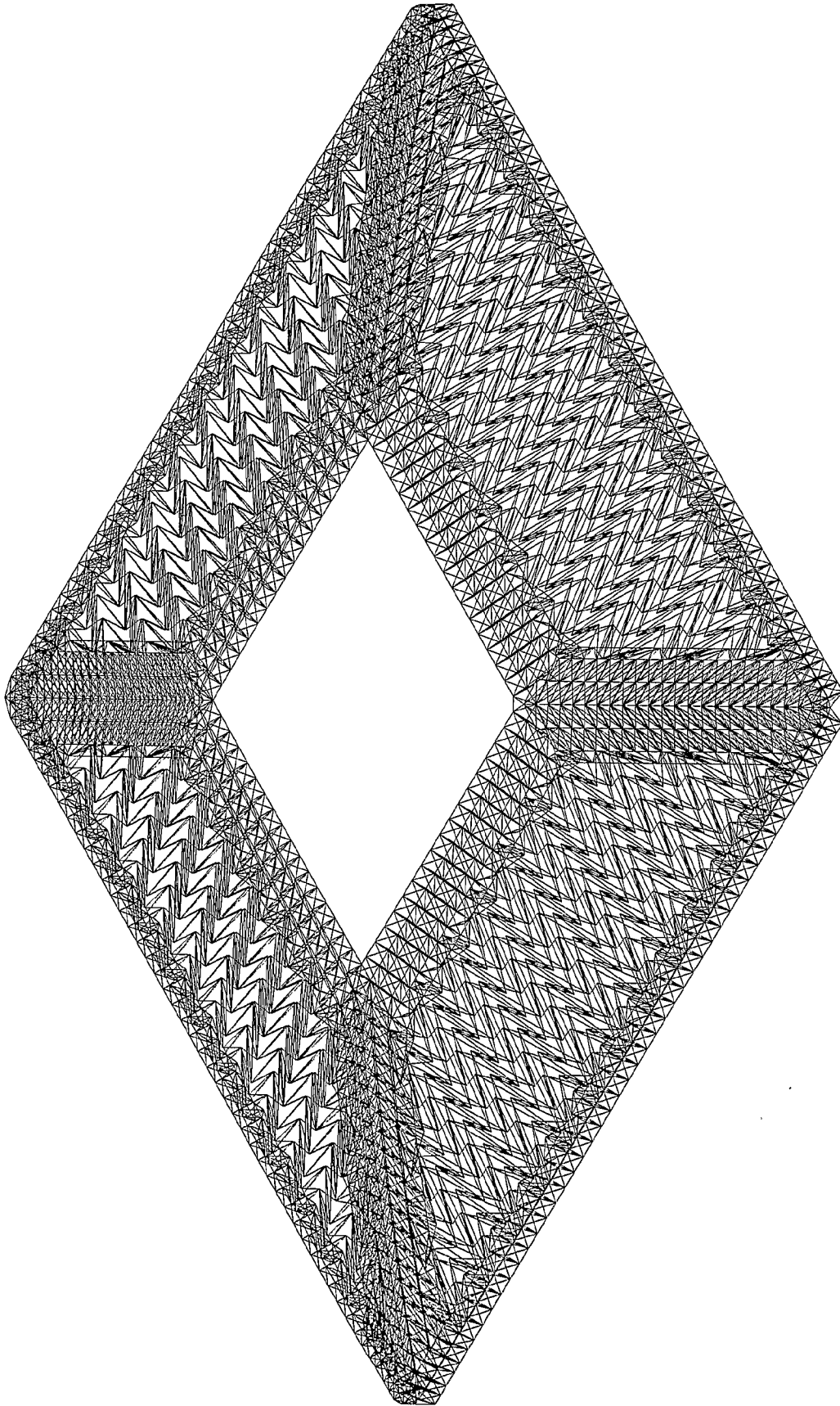


图 23

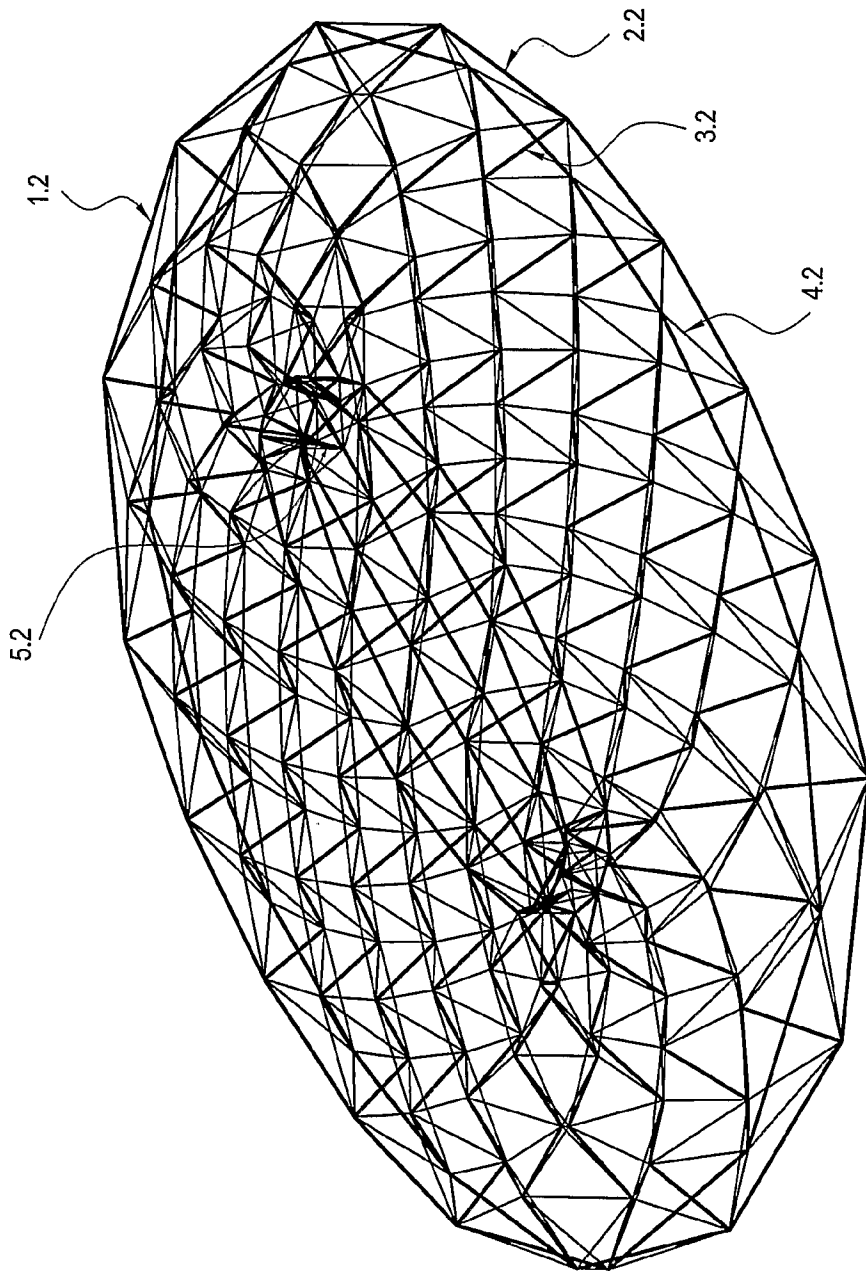


图 24

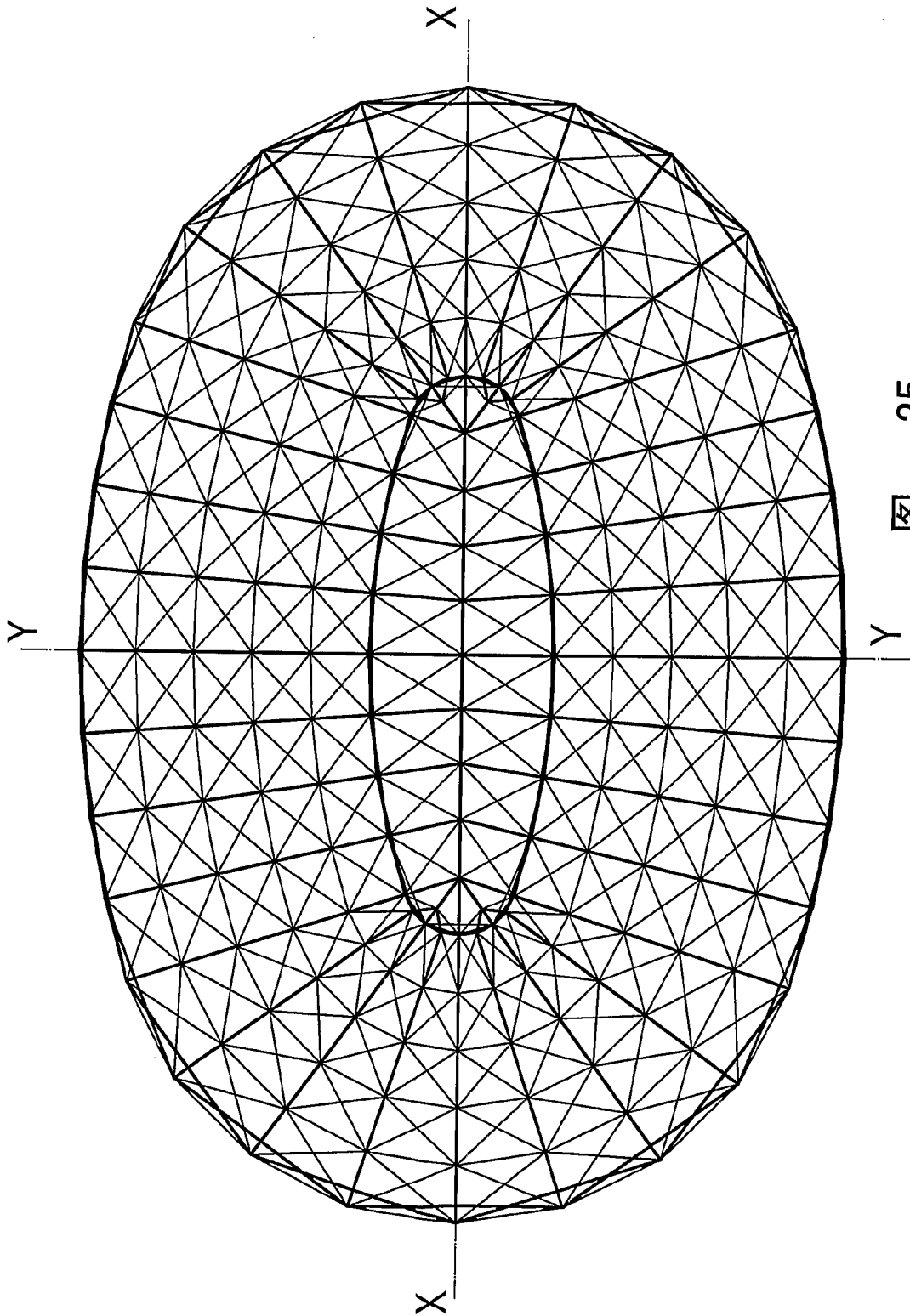


图 25

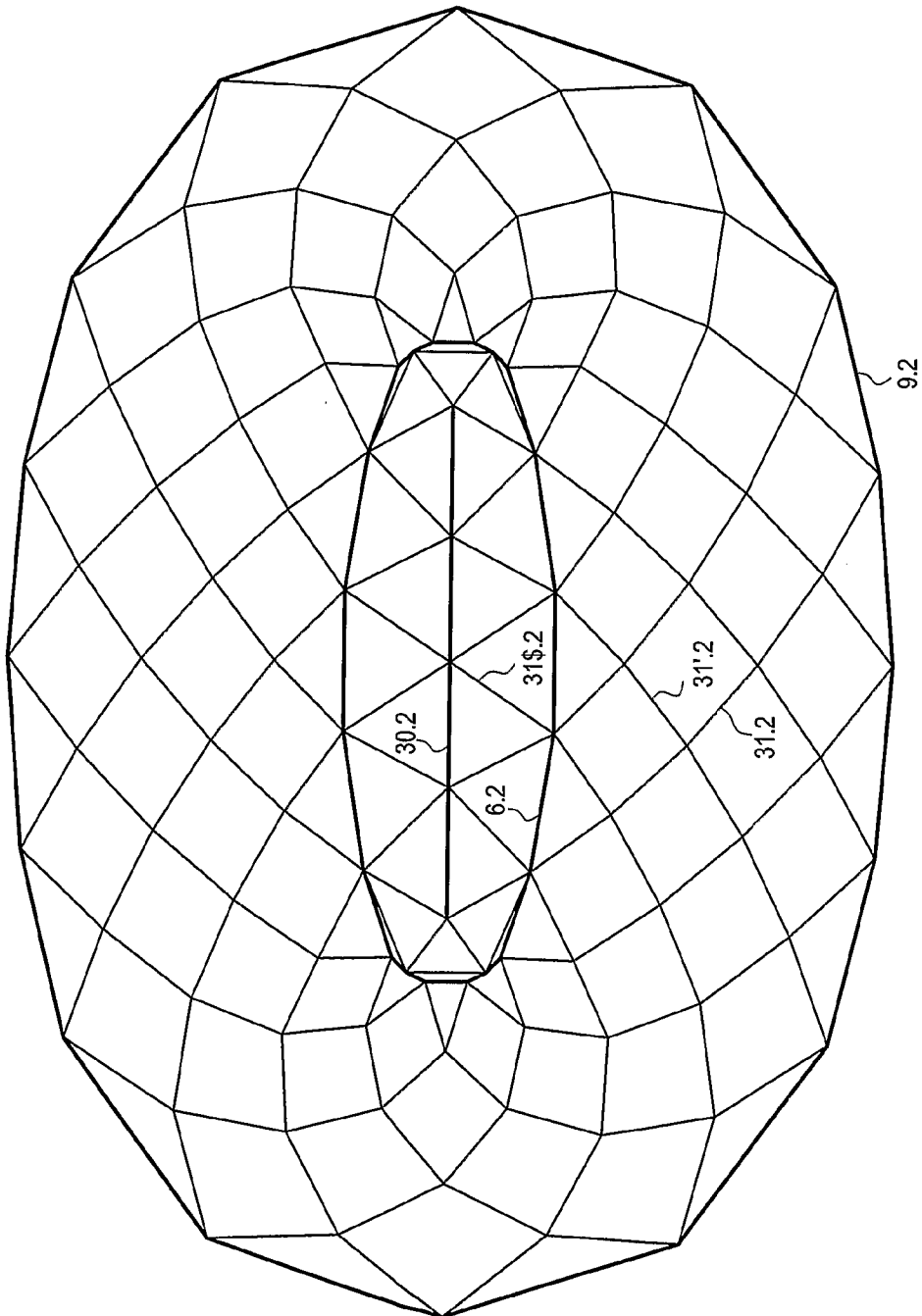


图 26

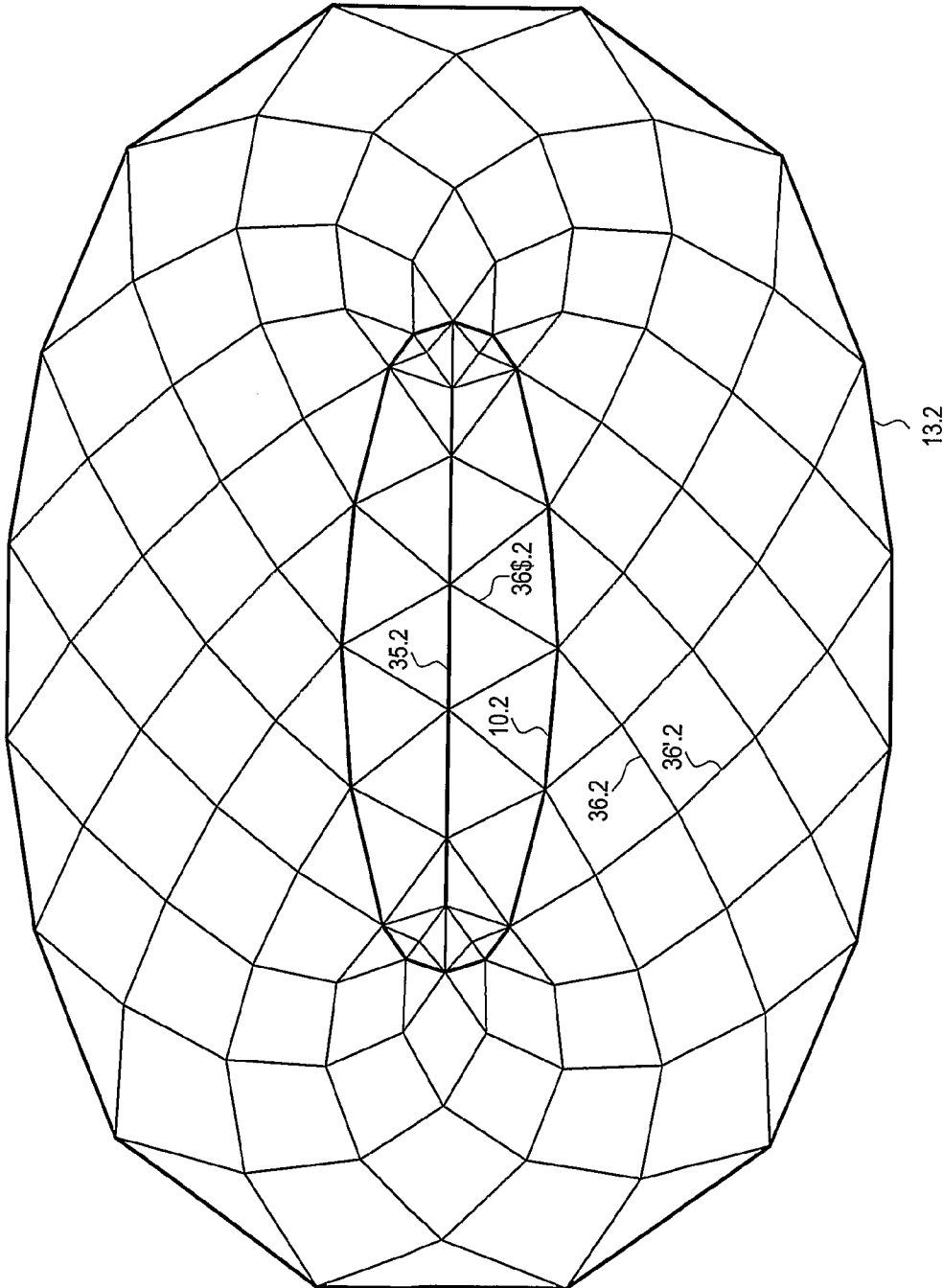


图 27

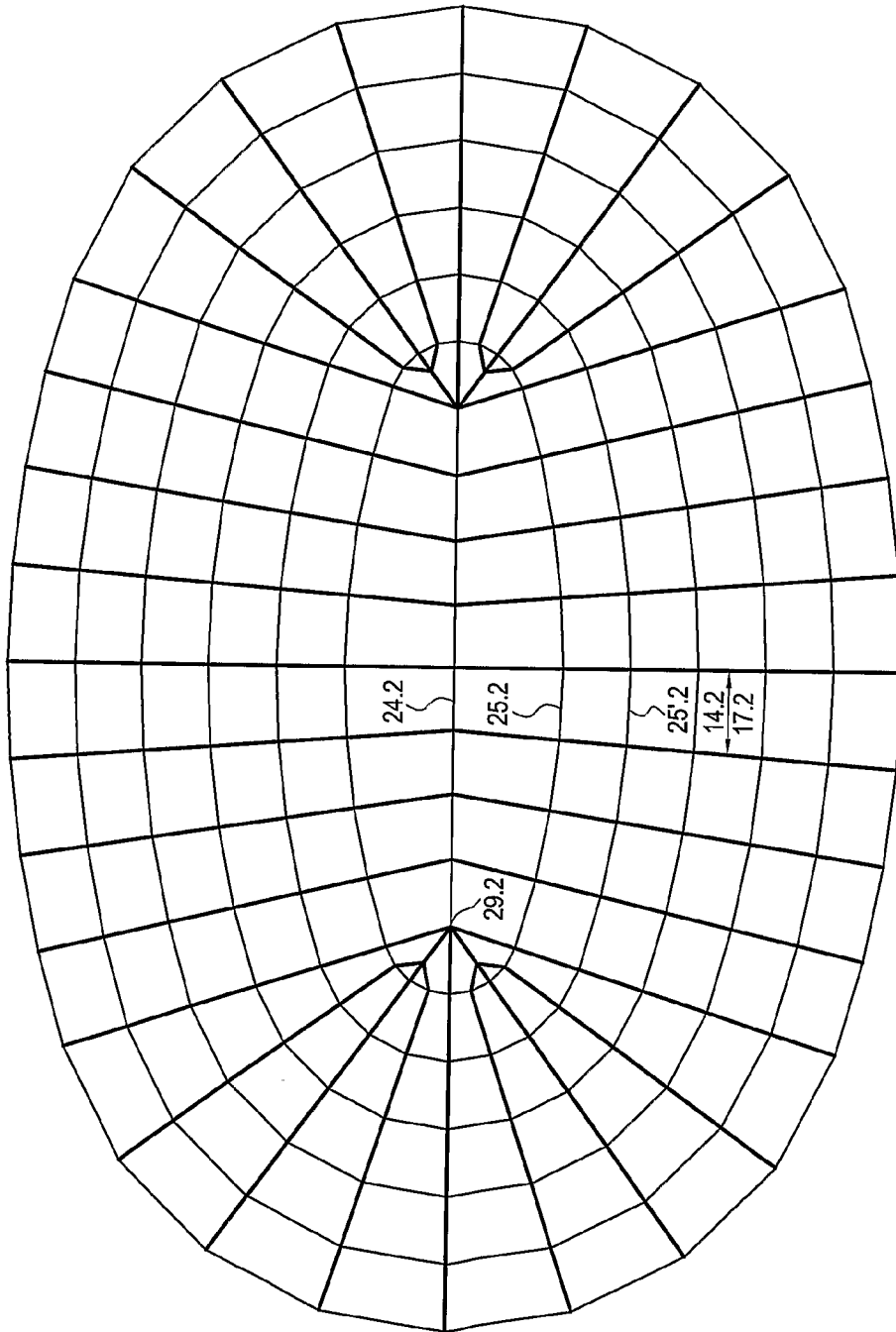


图 28



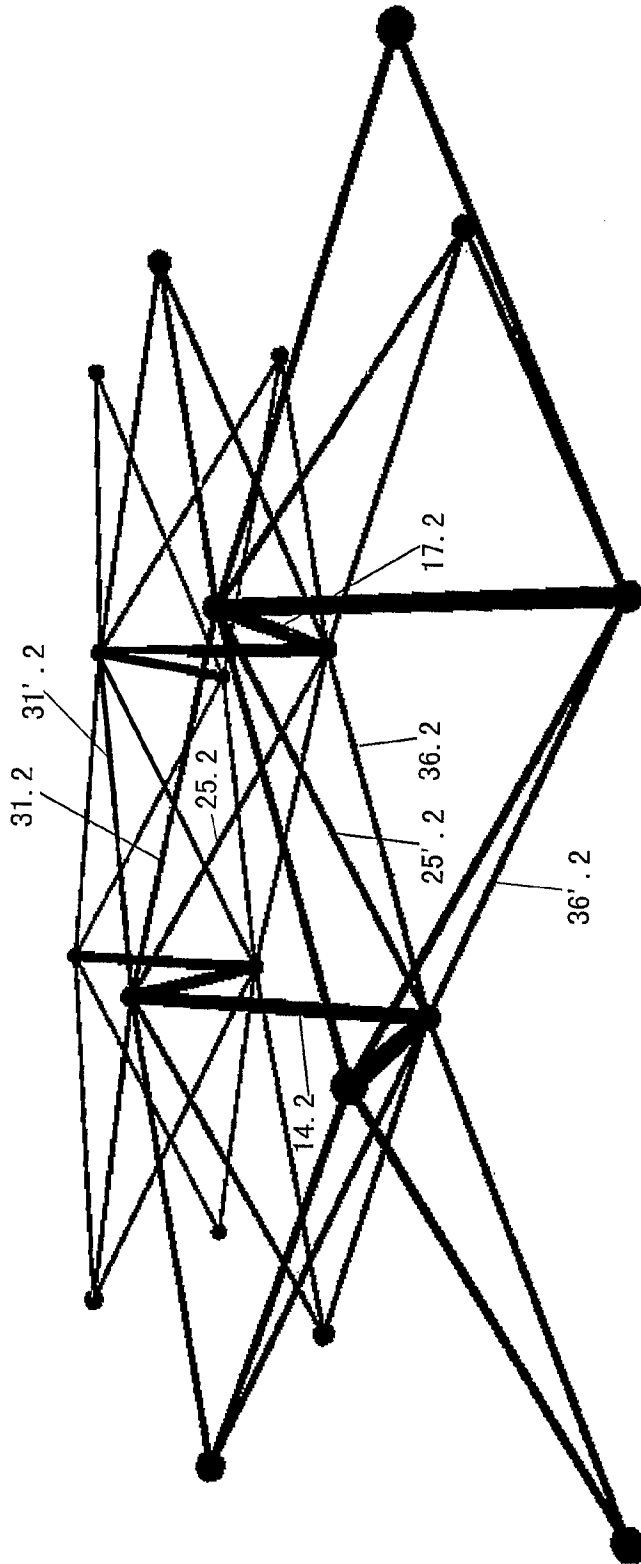


图 30

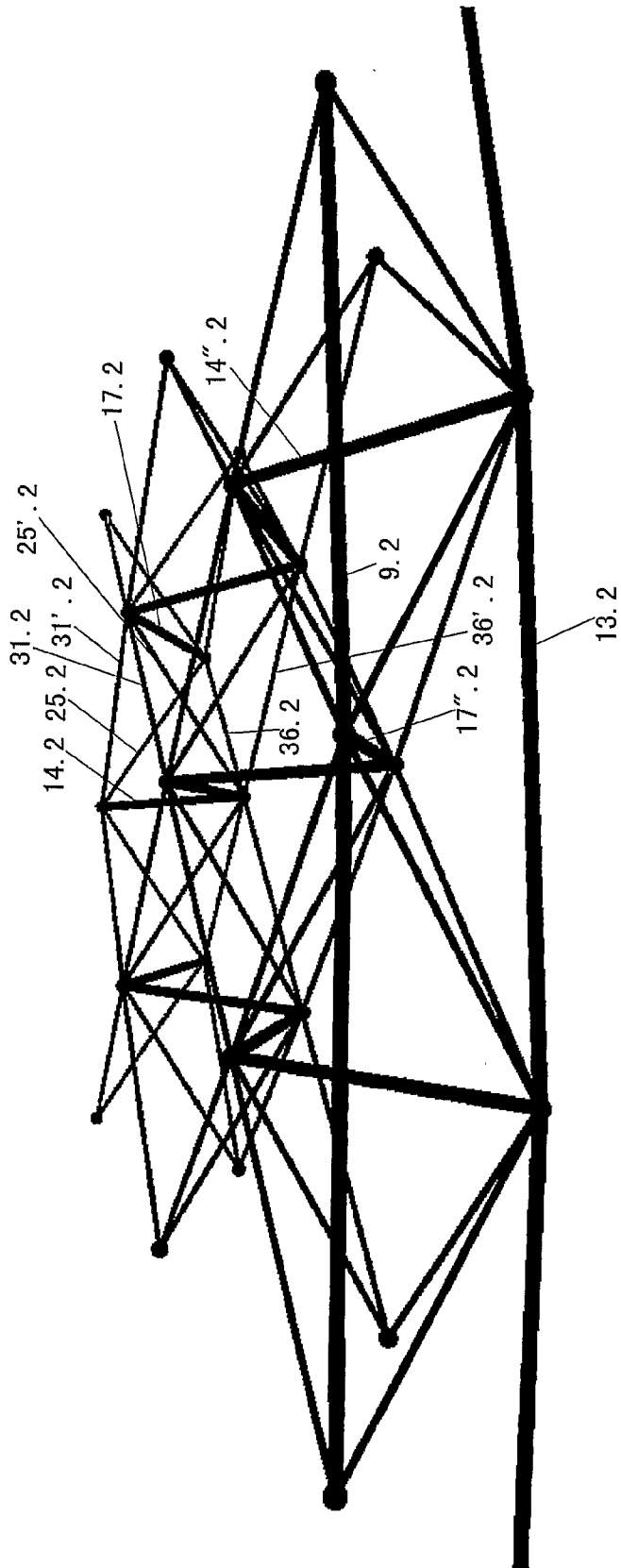


图 31

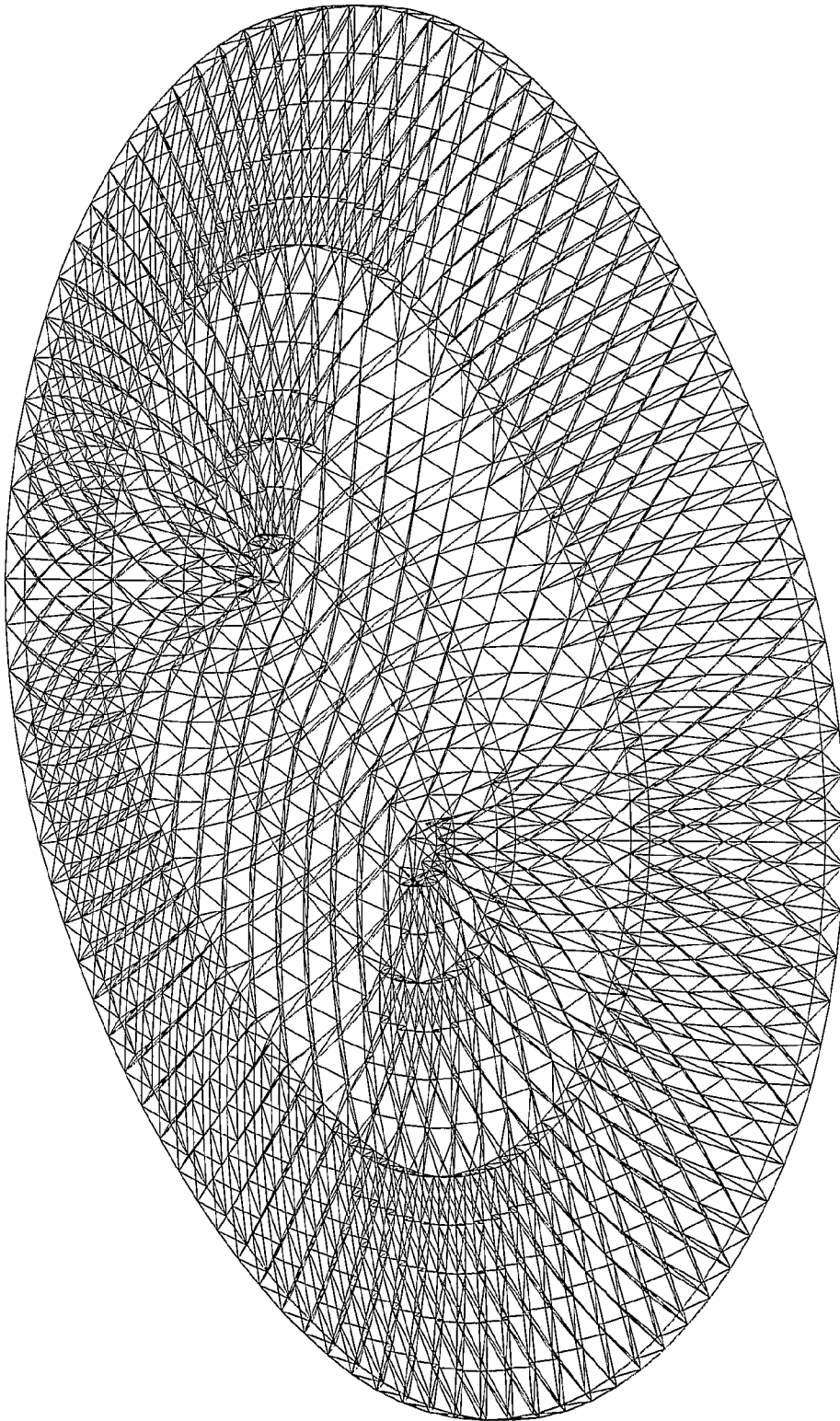


图 32

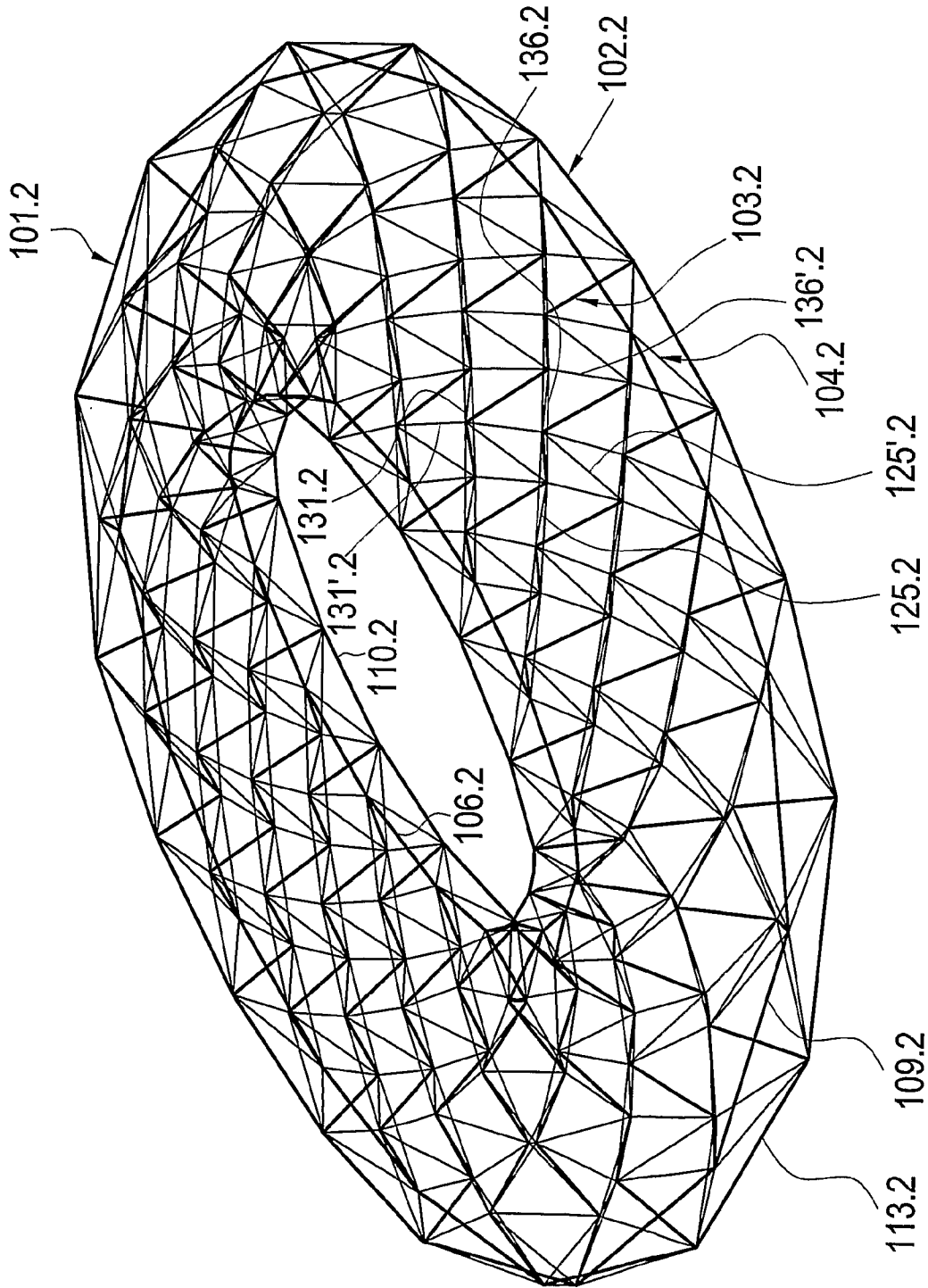


图 33

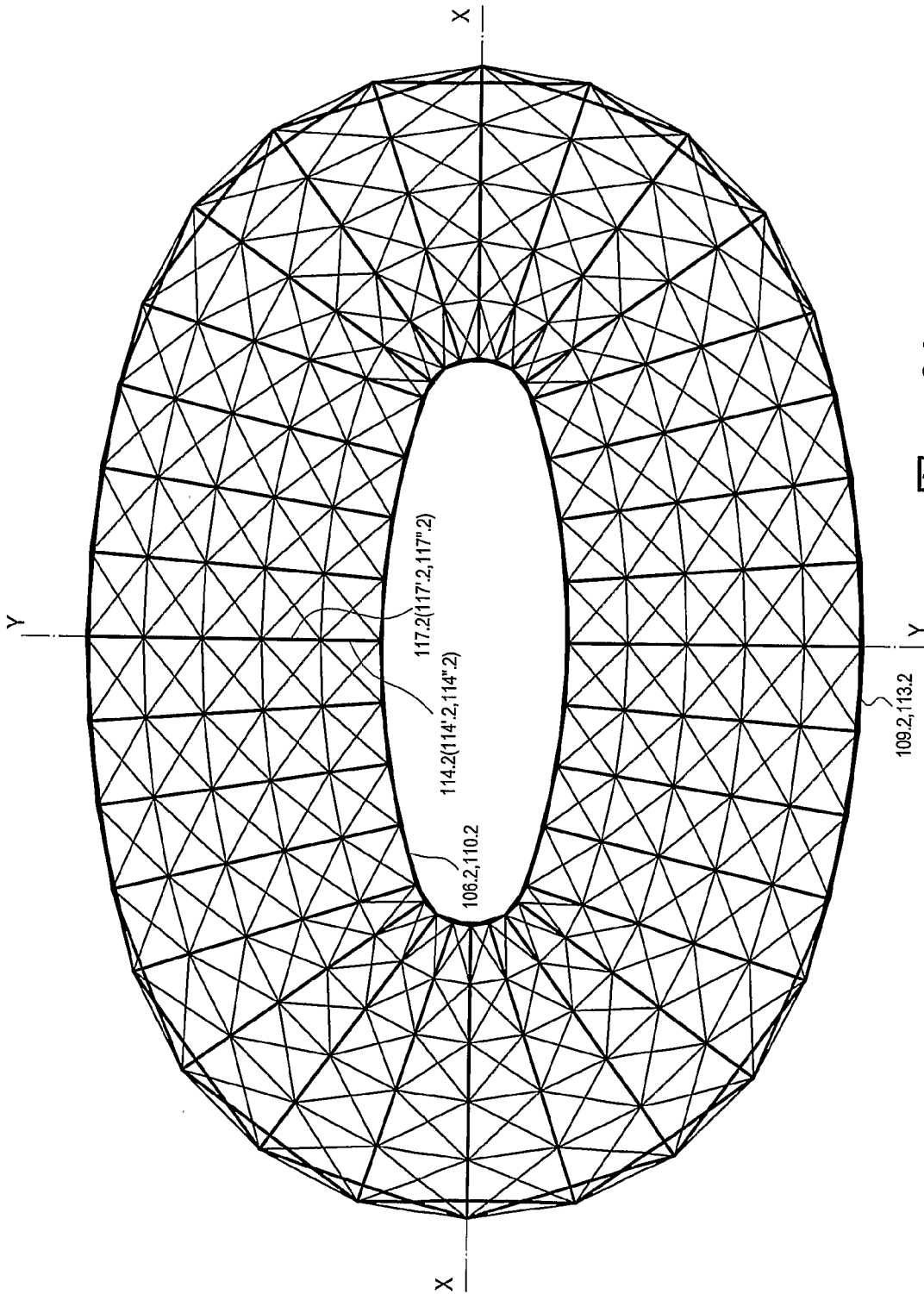


图 34

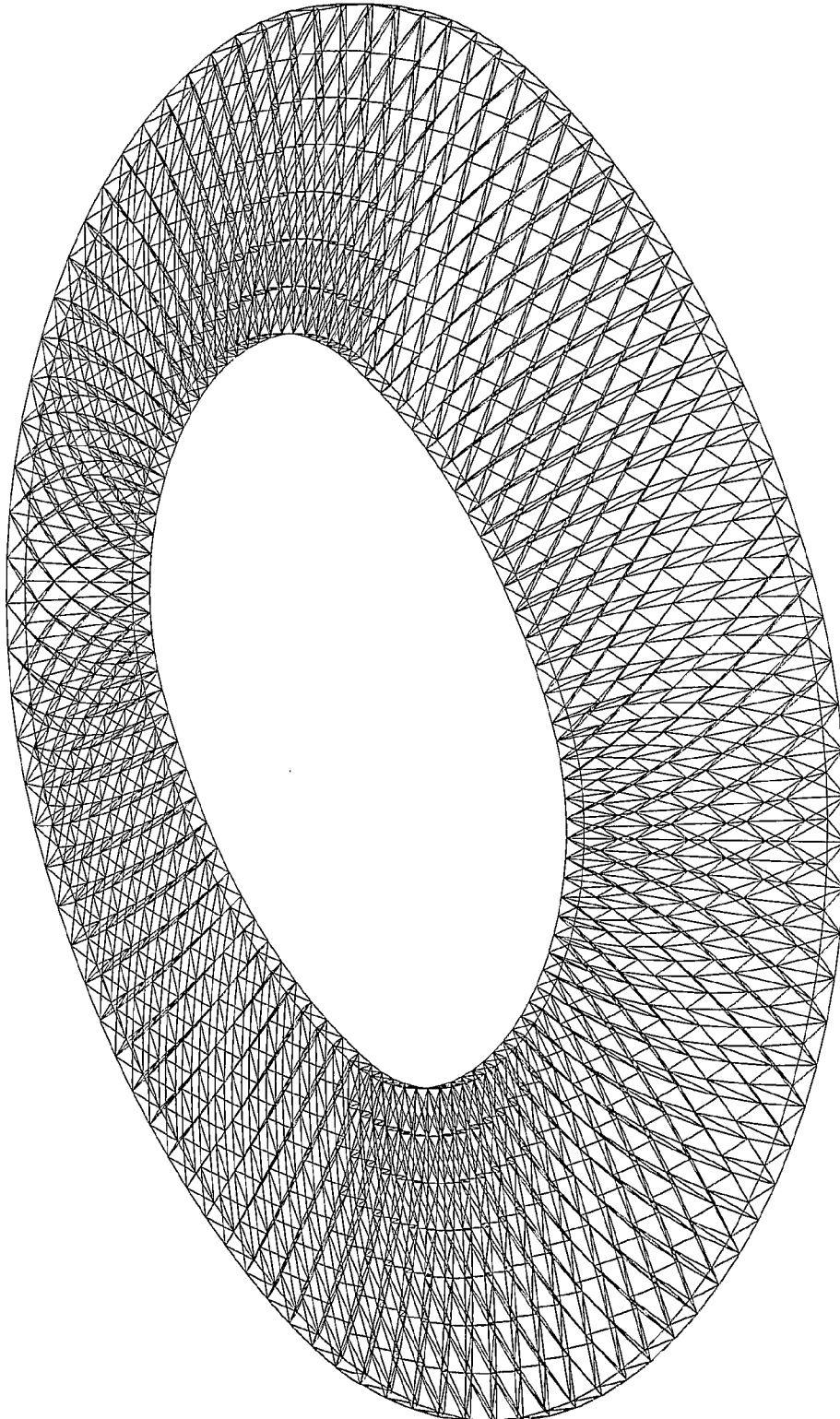


图 35

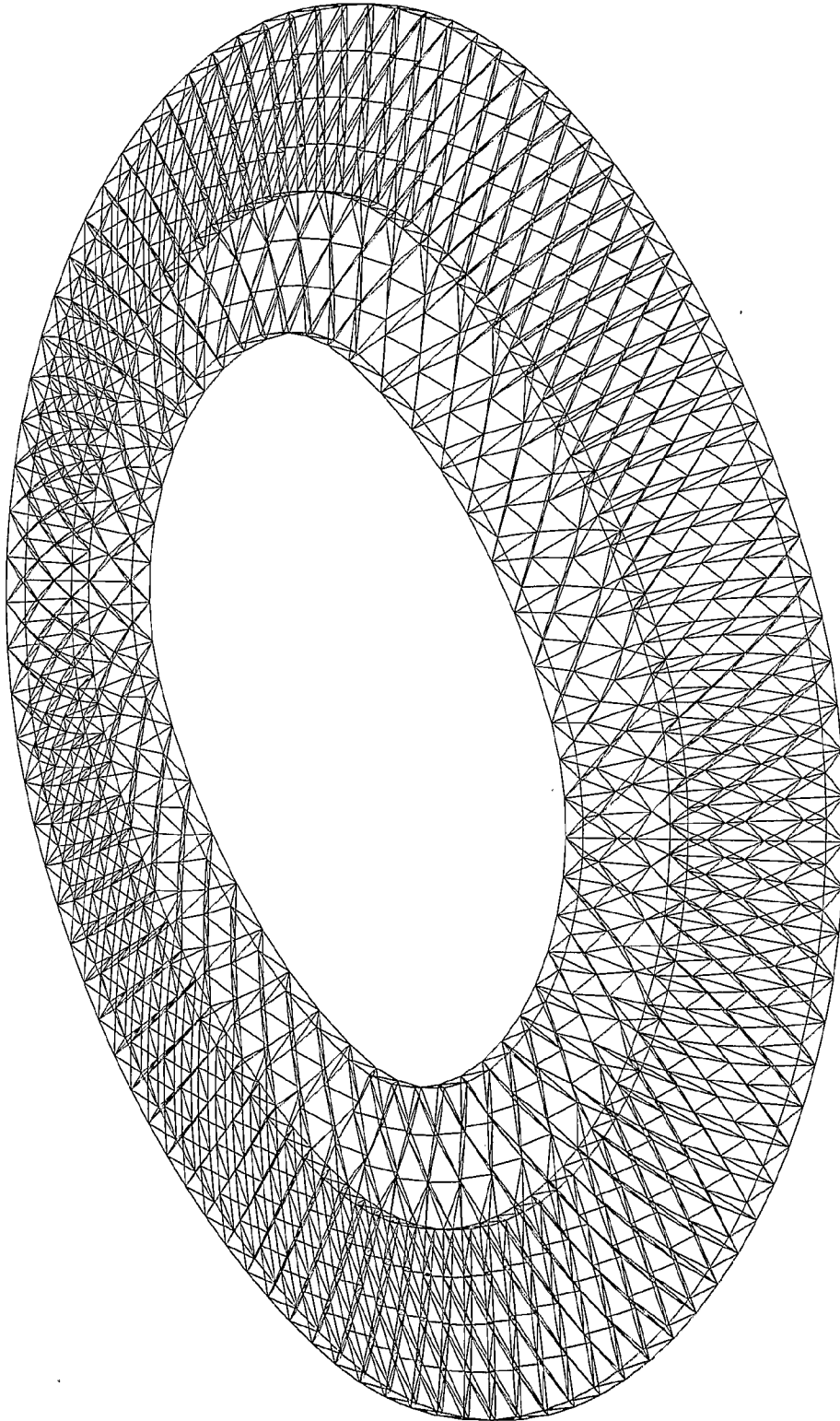


图 36

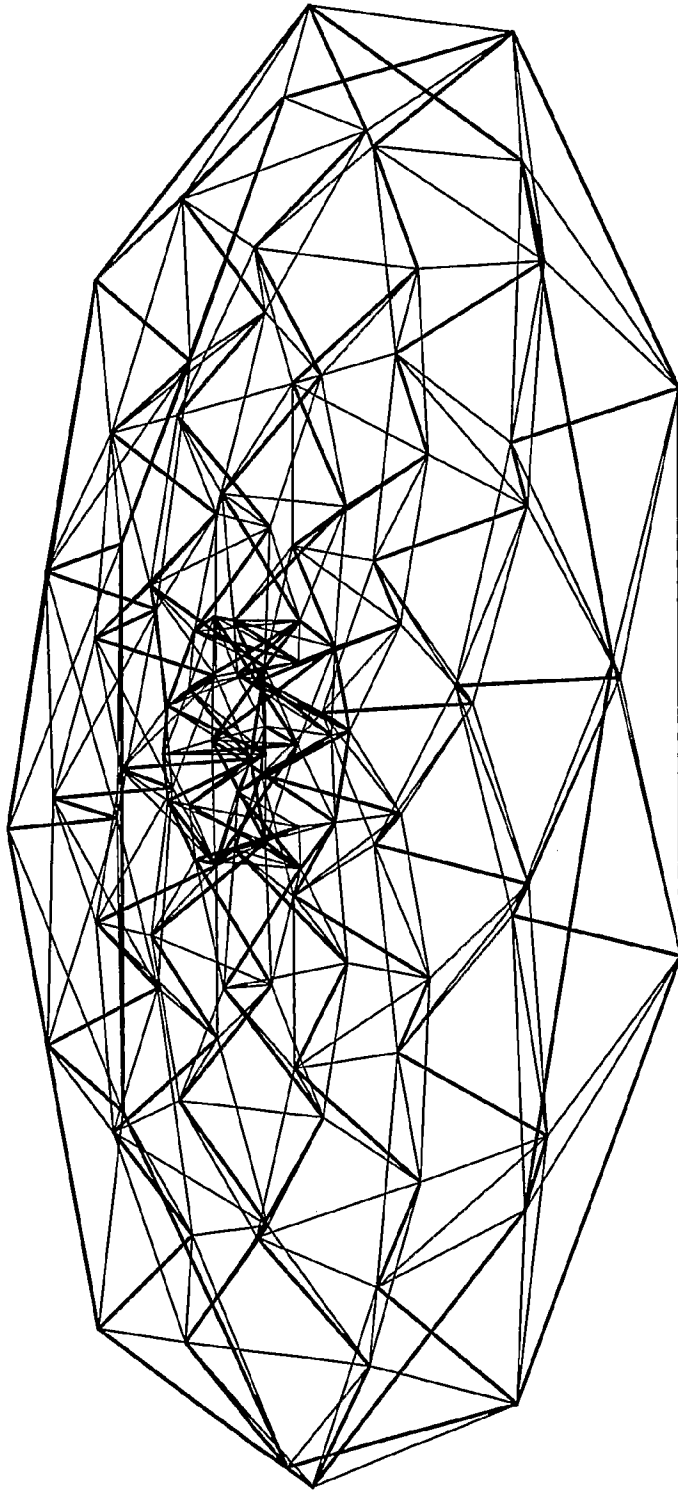
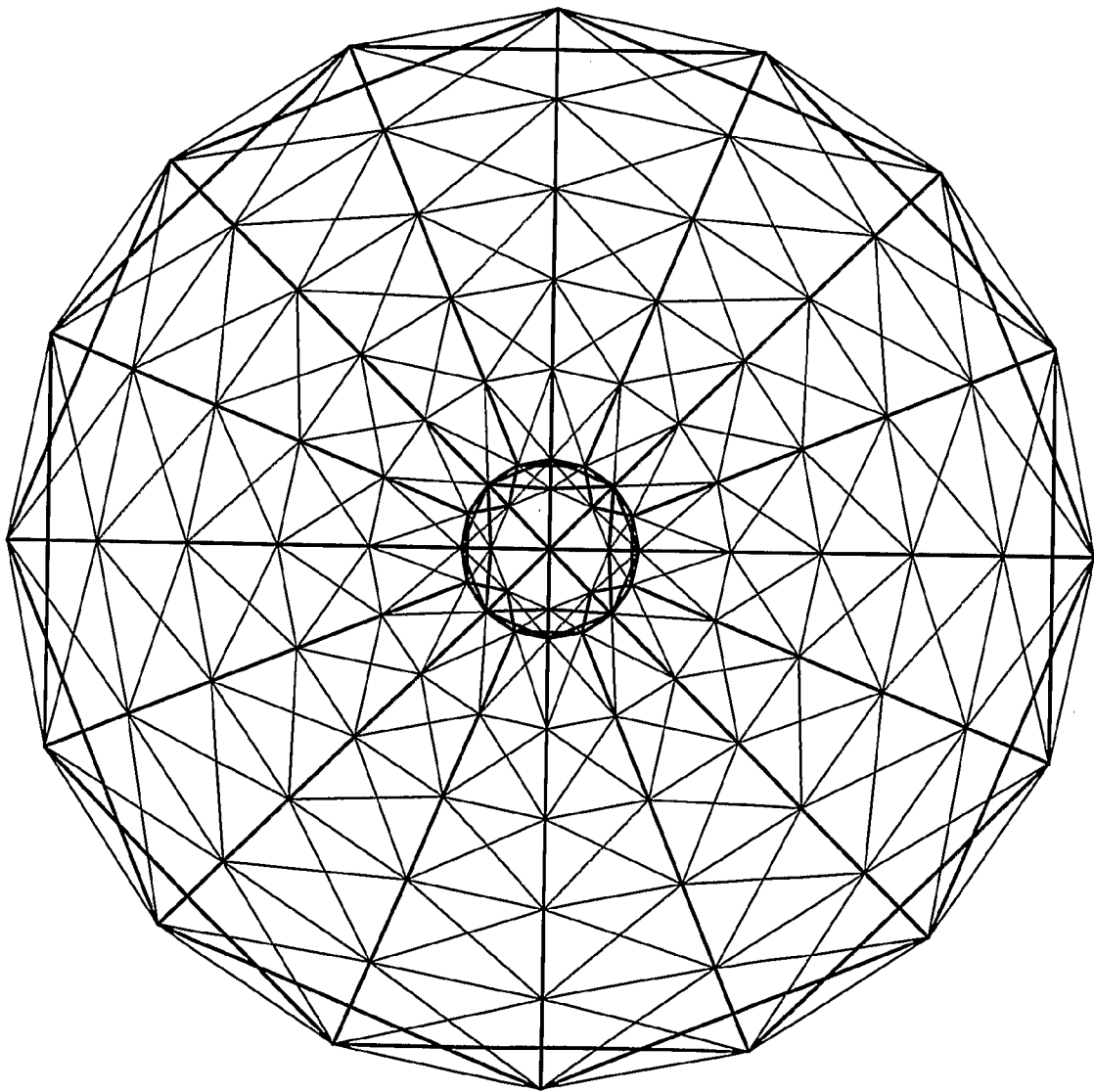


图 37



38



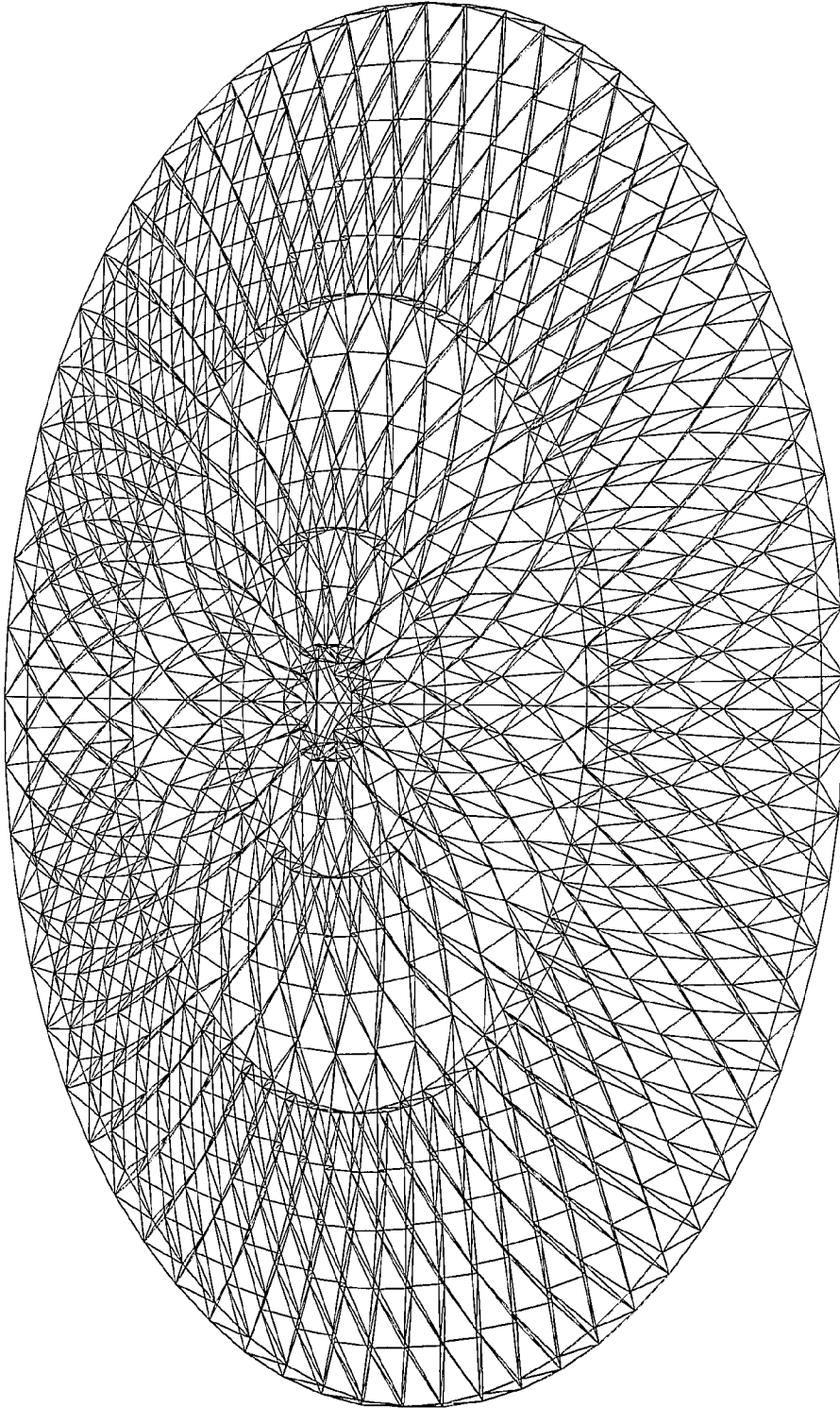


图 39

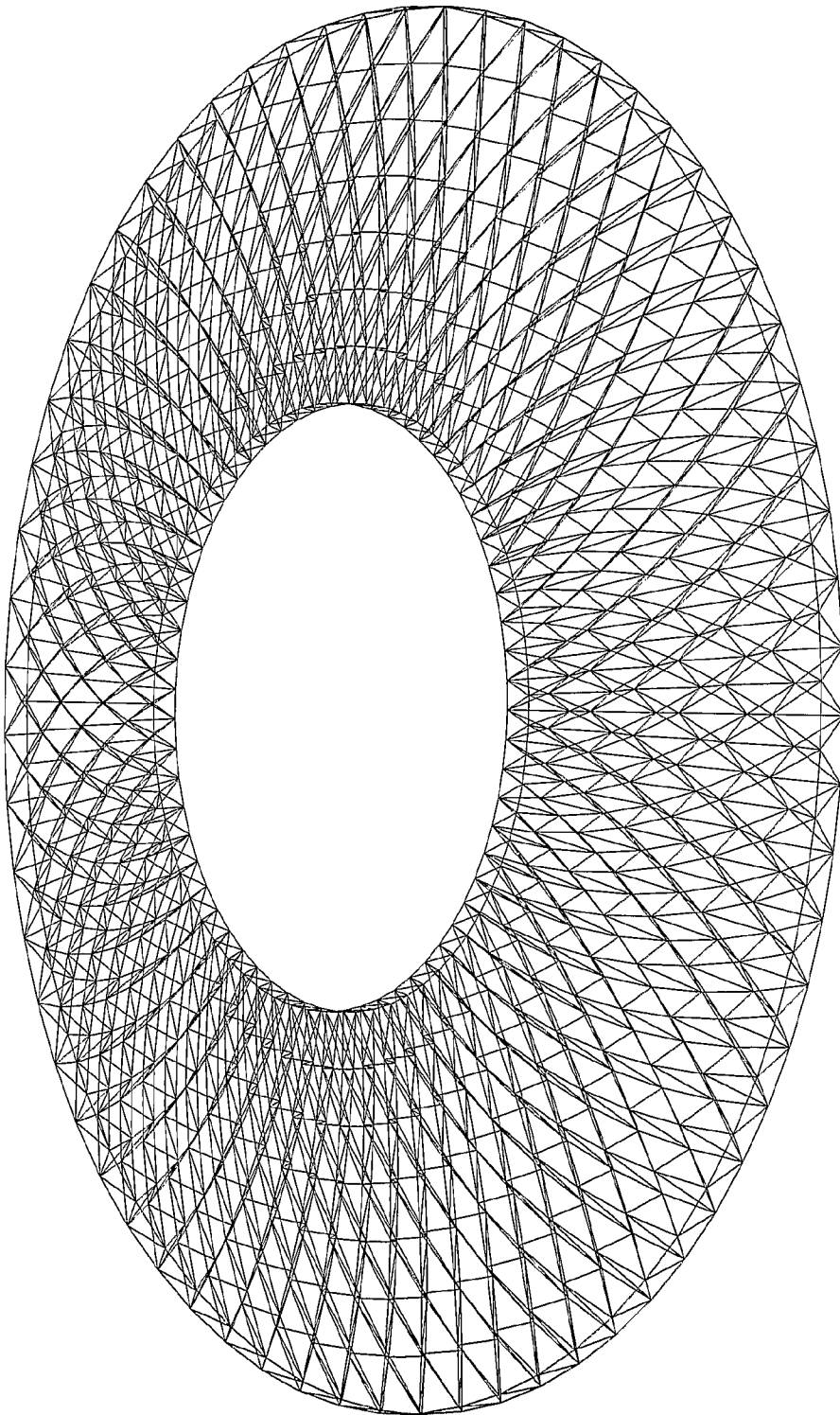


图 40

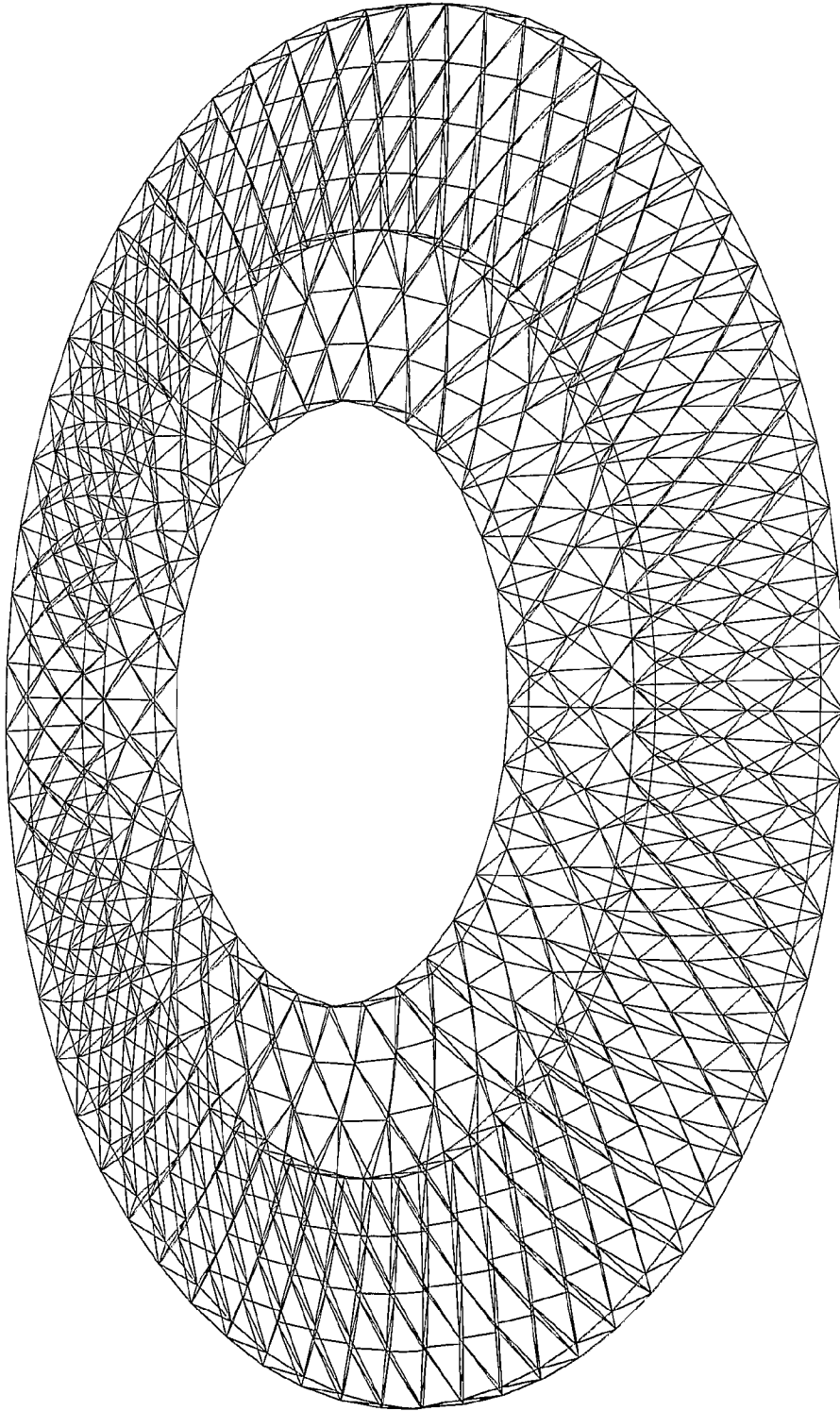


图 41

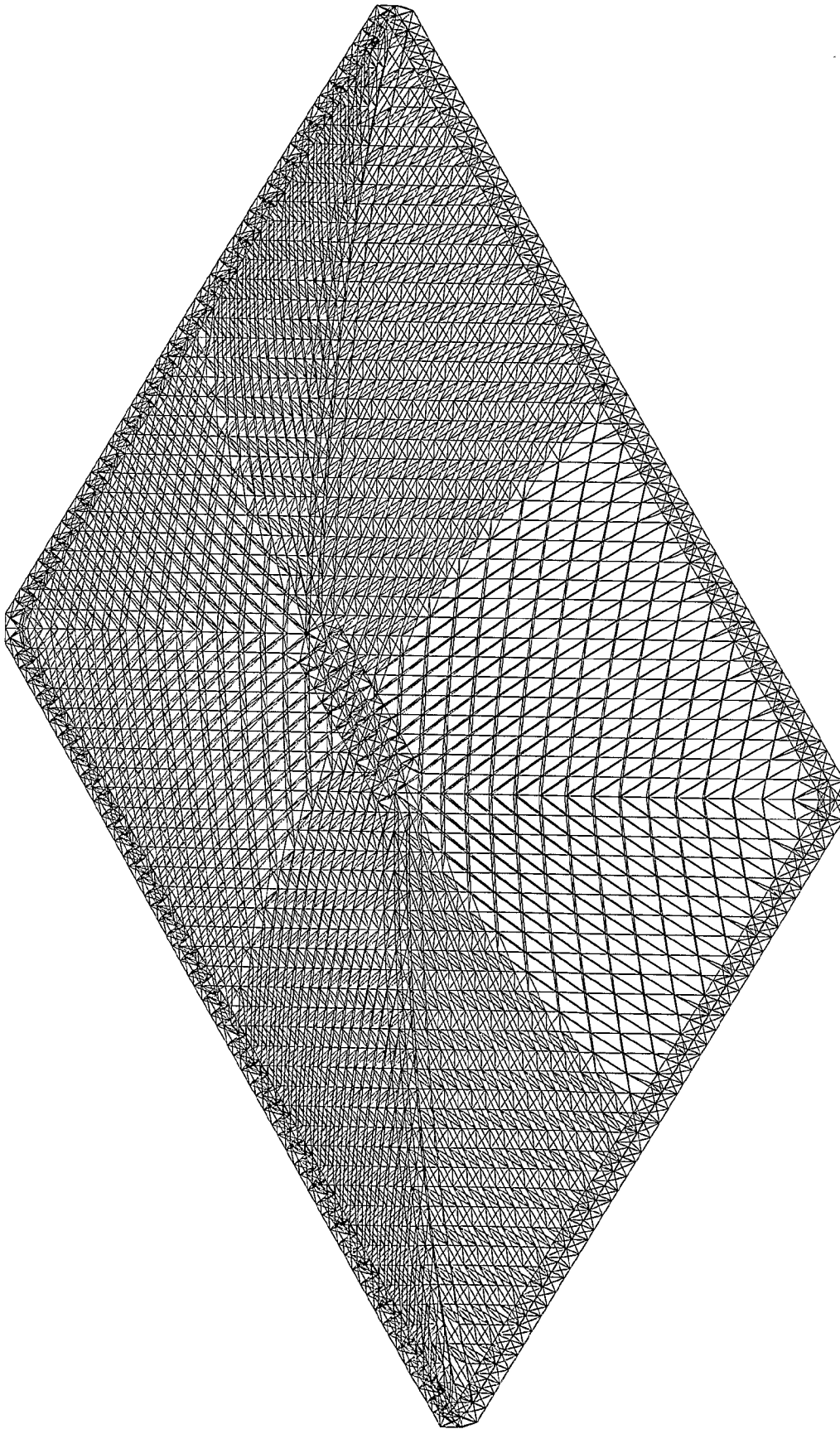


图 42

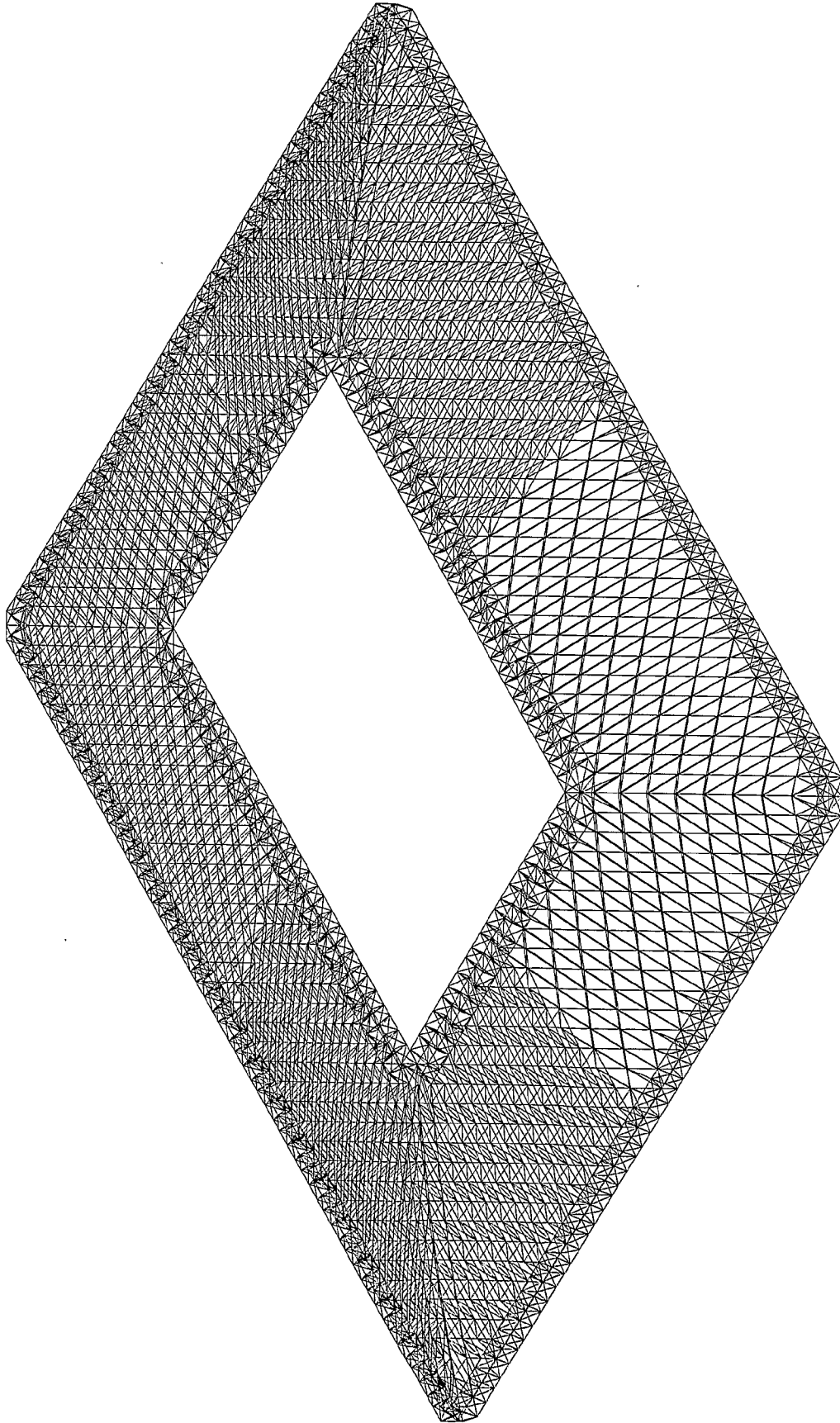


图 43

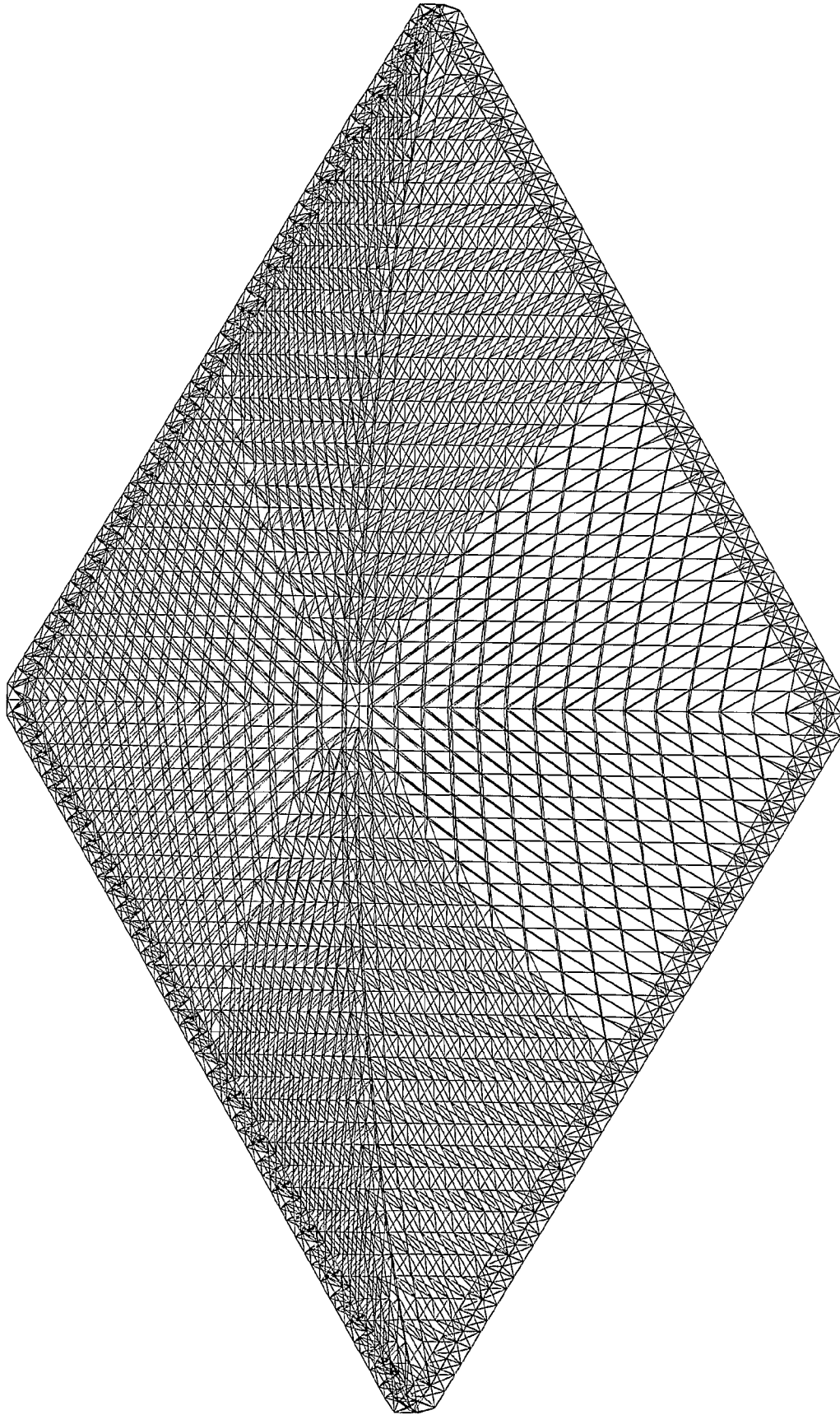


图 44

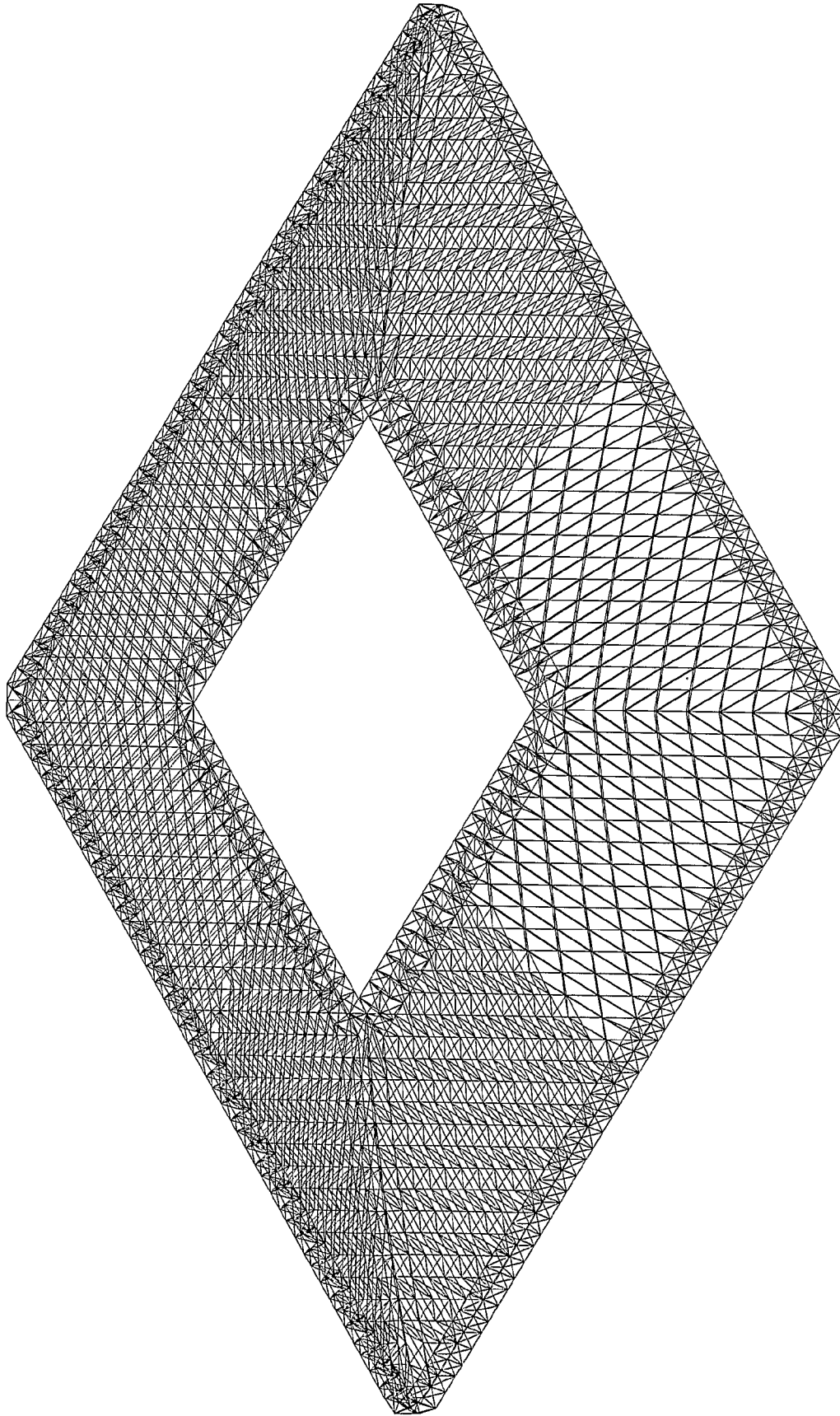


图 45

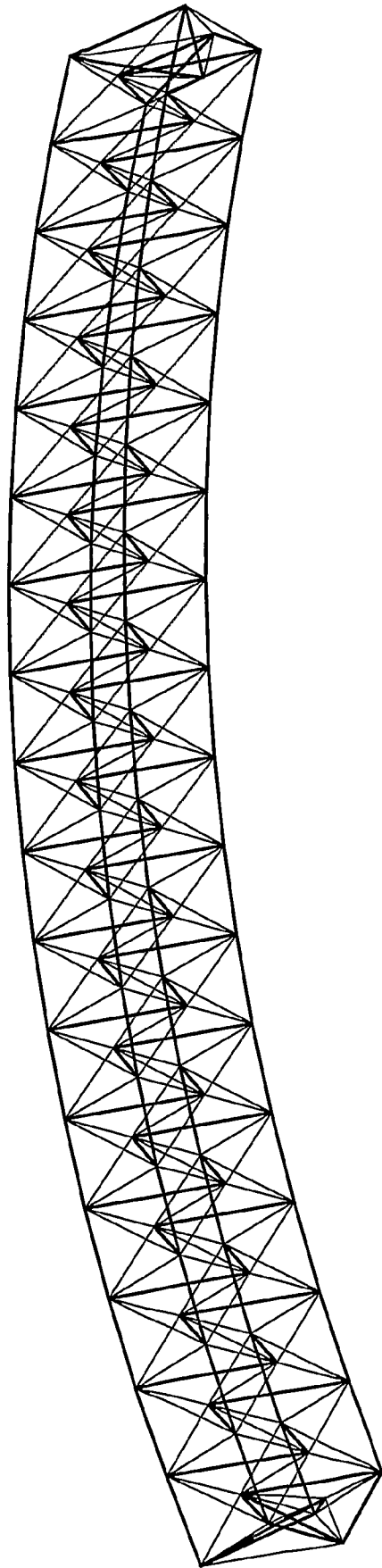


图 46

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/CN2007/001150

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>  <p style="text-align: center;">See extra sheet</p> According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>  Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  <p style="text-align: center;">IPC: E04B7,E04B1/342,1/00</p> Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  <p style="text-align: center;">EPODOC,WPI,PAJ,CNPAT: roof, dome, cable+, strut, diagonal, double layer, dual</p>		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
<b>Category*</b>	<b>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</b>	<b>Relevant to claim No.</b>
A	US5440840A(MATTHYS P. Levy) 15Aug.1995 (15.08.1995) column 5,line 57 to column 9,line 10 and figures 1-5	1-19
A	US20060053726A(GLENN A. R., et al) 16Mar.2006 (16.03.2006) the full text	1-19
A	US6076324A(Carl S. Daily, et al) 20Jun.2000 (20.06.2000) the full text	1-19
A	DENG Hua, et al, comprehension and discussion on the form of cable-strut tensile structures, SPATIAL STRUCTURES, Dec.2003,Vol.9, No.4,pages 39-46	1-19
A	US5704169A(Donald L. Richter) 06Jan.1998 (06.01.1998) the full text	1-19
A	CN1415809A(XU Guobin) 07May2003 (07.05.2003) the full text	1-19
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim (S) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&"document member of the same patent family	
Date of the actual completion of the international search  <p style="text-align: center;">08 Jun.2007 (08.06.2007)</p>	Date of mailing of the international search report  <p style="text-align: center;"><b>19 Jul. 2007 (19.07.2007)</b></p>	
Name and mailing address of the ISA/CN The State Intellectual Property Office, the P.R.China 6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China 100088 Facsimile No. 86-10-62019451	Authorized officer  <p style="text-align: center;"><b>WAN,Renhui</b></p> Telephone No. (86-10)62085014	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2007/001150

## CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E04B7/14 (2006.01) i;  
E04B1/342 (2006.01) i

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/CN2007/001150

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
US5440840A	15.08.1995	US5259158 A	09.11.1993
		US5355641 A	18.10.1994
		EP0555396A	18.08.1993
		JP5001446 A	08.01.1993
		WO9208015 A	14.05.1992
		SG49821 A	15.06.1998
		US20060053726A	16.03.2006
US5371983A	13.12.1994	JP5287811 A	02.11.1993
		JP5287810A	02.11.1993
US5704169A	06.01.1998	WO9507392 A	16.03.1995
		ZA9406469 A	09.03.1995
		AU5290493 A	27.03.1995
		CN1106100 A	02.08.1995
		EP0722525 A	24.07.1996
CN1415809A	07.05.2003	none	

**A. 主题的分类**

参见附加页

按照国际专利分类表(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

**B. 检索领域**

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: E04B7,E04B1/342,1/00

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

EPODOC,WPI,PAJ,CNPAT:屋盖, 屋架, 屋顶, 穹顶, 索, 杆, 双层  
roof, dome, cable+, strut, diagonal, double layer, dual

**C. 相关文件**

类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	US5440840A(MATTHYS P. Levy) 15.8 月 1995 (15.08.1995) 说明书第 5 栏第 57 行至第 9 栏第 10 行及图 1-5	1-19
A	US20060053726A(GLENN A. R., 等) 16.3 月 2006 (16.03.2006) 全文	1-19
A	US5371983A(MAMORU K., 等) 13.12 月 1994 (13.12.1994) 全文	1-19
A	邓华等, 关于索杆张力结构形态问题的认识和讨论, 空间结构, 12 月 2003 (12. 2003) 第 19 卷, 第 4 期, 第 39-46 页	1-19
A	US5704169A(Donald L. Richter) 06.1 月 1998 (06.01.1998) 全文	1-19
A	CN1415809A(徐国彬) 07.5 月 2003 (07.05.2003)全文	1-19

其余文件在 C 栏的续页中列出。

见同族专利附件。

\* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期  
08.6 月 2007 (08.06.2007)

国际检索报告邮寄日期  
19.7 月 2007 (19.07.2007)

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)  
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088  
传真号: (86-10)62019451

受权官员  
万仁辉  
电话号码: (86-10) 62085014

主题的分类

E04B7/14 (2006.01) i;

E04B1/342 (2006.01) i

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号  
PCT/CN2007/001150

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
US5440840A	15.08.1995	US5259158 A	09.11.1993
		US5355641 A	18.10.1994
		EP0555396A	18.08.1993
		JP5001446 A	08.01.1993
		WO9208015 A	14.05.1992
		SG49821 A	15.06.1998
US20060053726A	16.03.2006	US20070011983A	18.01.2007
US5371983A	13.12.1994	JP5287811 A	02.11.1993
		JP5287810A	02.11.1993
US5704169A	06.01.1998	WO9507392 A	16.03.1995
		ZA9406469 A	09.03.1995
		AU5290493 A	27.03.1995
		CN1106100 A	02.08.1995
		EP0722525 A	24.07.1996
CN1415809A	07.05.2003	无	