

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



# [12] 发明专利说明书

*E04H 12/12 (2006.01)*

*E04H 12/16 (2006.01)*

*F03D 11/04 (2006.01)*

专利号 ZL 200680013298.3

[45] 授权公告日 2009年12月16日

[11] 授权公告号 CN 100570108C

[22] 申请日 2006.4.20

[21] 申请号 200680013298.3

[30] 优先权

[32] 2005.4.21 [33] ES [31] P200500965

[86] 国际申请 PCT/ES2006/000194 2006.4.20

[87] 国际公布 WO2006/111597 西 2006.10.26

[85] 进入国家阶段日期 2007.10.19

[73] 专利权人 结构混凝土 & 钢公司

地址 西班牙萨拉戈萨

[72] 发明人 热苏斯·蒙塔内尔·弗拉盖

安东尼奥·里卡多·玛丽·贝尔纳特

[56] 参考文献

JP2004011210A 2004.1.15

ES1058539U1 2004.12.16

WO03069099A1 2003.8.21

CN1447873A 2003.10.8

CN2387201Y 2000.7.12

审查员 冯振昌

[74] 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

代理人 王艳江 张文

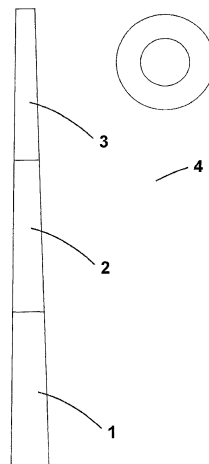
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 14 页

[54] 发明名称

预制模块式塔

[57] 摘要

一种预制模块式塔，其用作风力发电机和其它设备的支撑装置，其特征在于所述塔使用减小厚度的优选由钢筋混凝土制成的预制元件，这些预制元件用水平强化加劲肋和竖向强化加劲肋的内部结构加强；所述元件借助于柔性金属缆索水平地和竖向地张紧。所提出本发明的主要优点是能够使用较少数量的元件快速构建非常高的塔，并且这些元件不重又易于运输，所有这些优点都节省了制造、运输和安装成本。



1. 一种预制模块式塔，其用作风力发电机的支撑装置，其中，所述塔由若干锥形部分（1、2、3）形成，每个锥形部分（1、2、3）依次通过若干相同的预制模块元件（6、7、8）侧向联接形成，所述预制模块元件（6、7、8）由钢筋混凝土制成，并且其形状使得其在相邻放置时恰好形成所述塔的锥形部分，它们的外壁（9）是光滑的，其特征在于，内壁（10）具有加强所述模块元件（6、7、8）的减小厚度的主壁（13）的多个突出的水平强化加劲肋（11）和竖向强化加劲肋（12），竖向侧壁沿整个高度具有为梯形截面的槽（14），用于形成水泥联接接头（15），

并且，水平设置在每个预制模块元件（6、7、8）中的所述水平强化加劲肋（11）具有沿其整个长度延伸的中心纵向管（16），所述中心纵向管（16）允许为柔性并且由钢制成的水平张紧缆索（17）穿过，

另外，所述预制模块元件（6、7、8）具有完全一体地形成在所述壁（13）内并沿其竖向设置的多个通管（20），竖向张紧缆索（21）穿过所述通管（20）并一起提供了组成所述塔的所述锥形部分（1、2、3）的竖向整体性。

2. 如权利要求1所述的预制模块式塔，其特征在于，所述水平张紧缆索（17）在组成所述塔（4）每个锥形部分的所述预制模块元件（6、7、8）之间提供了水平整体性，所述预制模块元件具有通向所述水平中心管（16）的适当入口（18）。

3. 如权利要求1或2所述的预制模块式塔，其特征在于，当组成所述塔（4）每个锥形部分的所述预制模块元件（6、7、8）彼此并排放置并且张紧所述水平设置的张紧缆索（17）时，每对模块元件（6、7、8）之间的所述竖向联接接头闭合，首先借助于封闭接头（19）从外侧和内侧密封所述联接接头，随后将水泥浆式的密封剂（15）浇灌到由相邻模块元件的侧面槽形成的间隙内。

4. 如权利要求1或2所述的预制模块式塔，其特征在于，所述竖向张紧缆索（21）从组成所述塔（4）的锥形部分的下面部分（1）的预制模块

元件(6)的下部强化加劲肋(22)安装,穿过随后用灰浆填充的所述通管(20),将所述竖向张紧缆索固化并且一体地形成在所述通管(20)内,并且从而固化并且一体地形成在所述壁(13)内,并且所述竖向张紧缆索(21)保持隐蔽而在内部和外部都不能看到,并且,所述竖向张紧缆索(21)以每个塔锥形部分(4)具有一条竖向张紧缆索的成组方式进行安装。

5. 如权利要求1或2所述的预制模块式塔,其特征在于,所述塔的所述锥形部分(1、2、3)通过水平旋转两个竖向强化加劲肋(12)彼此分开的角位移而装配在彼此的顶部,因此每个锥形部分的所述预制模块元件之间的竖向接头槽(15)不竖向对齐。

6. 如权利要求1或2所述的预制模块式塔,其特征在于,所述塔(4)分成三个锥形部分(1、2、3),所述三个锥形部分(1、2、3)每个具有30至35m的高度,使得所述塔的总高为100m,所述锥形部分的下面部分(1)包括彼此并排放置的五个相同的预制模块元件(6);所述锥形部分的中间部分(2)包括也彼此并排放置的另外五个相同的预制模块元件(7),但是其直径小于组成所述锥形部分的下面部分(1)的预制模块元件(6)的直径;以及所述锥形部分的上面部分(3)仅由三个预制模块元件(8)形成,所述三个预制模块元件(8)彼此相同但不同于组成所述锥形部分的下面部分(1)的预制模块元件(6)和组成所述锥形部分的中间部分(2)的预制模块元件(7)。

## 预制模块式塔

### 技术领域

如标题指出，本说明书涉及一种预制模块式塔，其用作风力发电机和其它设备的支撑装置，其特征在于其使用优选由钢筋混凝土制成的减少厚度的预制元件，这些预制元件利用水平和竖向强化加劲肋的内部结构加强；所述元件借助于柔性金属缆索水平地和竖向地张紧。

### 背景技术

目前有很多种由风驱动的发电机，它们也称作风力发电机。这些发电机包括连接有叶片的涡轮，该涡轮支撑在塔上。

大多数更常用的发电机支撑塔是金属的，并且或者具有格构结构，或者具有圆柱状的或空心锥形的形状。这些类型的塔具有一系列的问题，在这些问题中，我们将提到的是需要通过防锈处理或者喷漆进行频繁的维护、由于材料疲劳（因为它们不得不承受风力引起的不断的反复拉压）产生的报废引起的通常少于二十年的短寿命以及高的制造、运输和安装成本。

另一问题是，从技术和经济性的角度来看，它们只能用于 25 到 40m 之间的高度。对于超过 50m 的高度，金属塔开始变得不可实施，因为它们承受应力的刚度及所用材料的高成本很大程度上限制了风力发电机的高度。

目前风力发电机的建造趋势是增加它们的功率，以及使涡轮和叶片更高地定位。涡轮还装备有大得多的叶片，以避免山地的屏蔽效应，并且尽量利用气流更稳定的较高的空气层，从而其发力量更大。

这意味着必需要找到塔建造的替代方案以迎合超过 50m、并且实际上接近 90 或 100m 的高度。所需的刚度意味着用金属结构来建造这些塔不再可行，因此尝试用更加坚硬、耐用并且经济的多的钢筋混凝土建造这些塔。

像建筑物和摩天楼一样，一些塔使用格构或类似结构形式的框架现场建造，但是其具有工艺缓慢、成本高的缺点，尤其由于所用的人工成本。

这种建造技术的示例示出于专利 JP 200100658 “非常高的塔 (Very tall tower)” 或者专利 DE 19936603 “用于例如风田的中空桅杆或者混凝土结构如塔的结构工程方法, 其包括在内部空间安装结构时使用的工作用导向结构 (Structural engineering method for hollow mast or concrete structure as a tower, for example, for a wind farm, comprising a guide structure for work used during the construction installed in the inside space)”。

已经有人尝试找出其它解决方案。例如专利 WO 2004007955 “用于风田塔的水泥段的生产方法 (Method for the production of a cement segment for a wind farm tower)” 提出一种构造系统, 这种构造系统使用在预制混凝土工厂内制造并且运输到工地的、完全可堆叠的锥形段, 问题在于, 由于相关法律和实用性的限制, 如果要用常规道路运输方法运输的话, 这些段必须非常短, 这意味着要建造塔必须使用非常大量的堆叠段, 除用于安装和组装的起重机的持续使用成本外, 还产生了高的运输费和人工成本。此方法的另一缺点是, 要建造锥形塔, 每段具有不同的尺寸, 这意味着必须具有与塔中的段一样多的模具, 这增加了生产工艺的复杂性。另外, 要实现必要的刚度和整体性, 每段的壁必需相当厚, 这又增加了它们的成本和要运输的重量。

在减小待运输部件尺寸方面的努力中, 如实用新型 200402304 “用于风轮机及其它设备的改进型模块式塔结构 (Improved modular tower structure for wind turbines and other applications)” 和专利 WO03/069099 “风轮机 (Wind Turbine)” 中所述, 试图将每个锥形桅杆段成分离的零件, 但这两个专利文件都具有如下缺点, 即, 使用了非常厚的实体壁, 并且实体壁的内外侧都是光滑的以实现结构刚度和防蚀性, 这显著地提高了零件的价格, 也意味着建造塔需要更多的零件, 从而除了所需大量制造模具和所含高结构重量产生的高额制造费用外, 还产生了高额的运输费和组装费。

另外, 如实用新型 200402504 “用于风轮机和其它设备的模块式塔的完美结构 (Perfected structure of a modular tower for win turbines and other applications)” 中所知的塔, 其与其它塔的共同之处在于, 它们使用了分离的零件形成段, 以实现结构硬度和防蚀性, 使用了内外侧都光滑的、相当厚的实体壁。假定这些零件的重量显著地增加, 则如用大量的零件形成塔一样产生了相同的问题, 即运输和组装两者的费用高额。此外, 为了

加强塔的结构，此实施方式采用了包括竖向张紧缆索的外部预张紧系统，竖向张紧缆索的问题是必须附连到塔的地基，从而地基必需装备有适当的锚定装置，另一问题是缆索仅在所述壁的凸缘的通孔处附连到壁，这意味着与壁只有部分接触，从而加强作用相当弱。此外，大多数缆索留在塔内侧、壁的外侧，并且暴露于空气中，除缆索的应力以及严重影响它们的使用寿命的大气耗损和侵蚀引起的劣化问题外，还影响视觉效果。

## 发明内容

本发明的主题是预制模块式塔，所述塔设计用于解决目前建造用于风力发电机和其它设备的、非常高的支撑塔的议题中存在的问题。预制模块式塔使用减小厚度的预制元件，所述元件由优选地用钢筋混凝土制成的水平和竖向强化加劲肋的内部结构加强；借助于柔性金属缆索水平地和竖向地张紧所述元件。

塔分成少数几个的锥形部分，进而，每个锥形部分由优选用钢筋混凝土制成的、少量的相同的预制模块式元件侧向耦连形成。在优选实施方式的示例中，塔分成三个锥形部分，每个锥形部分具有约为30至35m的高度，使得塔的总高度为约100m。在此优选实施方式的示例中，下面部分由彼此并排设置的五个相同的预制模块元件形成；中间部分由另五个也是并排设置的相同的预制模块式元件形成，但是其直径明显小于上述预制模块元件的直径；上面部分仅由三个预制模块式元件形成，它们彼此相同但却不同于前述的预制模块元件。此优选实施方式的示例示出仅用三种不同类型——从而仅需要三种制造模具——的仅十三个预制模块元件如何制成100m高的塔。

每个预制模块元件的形状使其在相邻放置时恰好形成塔的锥形部分。预制模块元件的外壁是光滑的，但内壁具有很多突出的水平和竖向强化加劲肋，这允许模块元件的主壁具有有限的厚度同时仍然提供高的刚度和防蚀性，从而明显降低了预制模块元件的重量。宽度减小的竖向侧壁沿整个高度具有优选为梯形截面的槽，用于形成水泥联接接头。

每个水平设置的水平强化加劲肋都具有贯穿其整个长度的中心纵向管，优选为柔性并由钢制成的张紧缆索穿过此中心纵向管。它们在构成塔每个部分的预制模块元件之间提供了水平整体性，从而有助于增加整体的刚度和稳定性。这种整体性将优选地通过把每个水平延伸路线分成两个缆

索部分实现,而不是只具有一个缆索部分,从而借助于相关的千斤顶(jack)或者类似工具容易地张紧所述缆索。为此,预制模块将具有适当的能够进入水平中心管的开口。

当组成塔每个部分的预制模块元件彼此并排放置并且张紧水平设置的张紧缆索时,每对模块元件之间的竖向联接接头将闭合,首先通过封闭密封件从外侧和内侧密封接头,随后将优选为水泥浆式的密封剂浇灌到由相邻模块元件的侧槽形成的间隙内,当水泥浆凝固时,将有助于单元的整体性。

预制模块元件还具有多个竖向设置在壁中并且完全一体地形成于壁中的通管,通管用于使优选为柔性的、为组成塔的各部分提供竖向整体性的张紧钢缆穿过。这些竖向张紧缆索将从形成塔下面部分的预制模块元件的下部强化加劲肋安装,穿过随后用灰浆填充的通管,灰浆将缆索固定并且一体地形成在通管内从而固定并一体地形成在壁内,缆索既从内部又从外部地隐蔽,并且完全与塔固结在一起。所述缆索以每个塔部分一条缆索成组安装(在优选实施方式的示例中为三条缆索),这样使得每组中的第一缆索将在第一部分和第二部分之间的接头处张紧;每组中的第二缆索将在第二部分和第三部分之间的接头处张紧,等等。这样,它们有助于沿整个高度张紧整个塔。随后通管填充灰浆和其它类似物。这样,竖向的缆索完全和塔壁形成为一体,有助于塔壁的刚度,但又使得缆索保持隐蔽而从塔内侧和外侧看不到。

为此,像使用竖向张紧缆索一样,组成塔的不同部分的竖向接合可使用预制混凝土产品中通用的接头方法进行,例如由沟槽保护以疏排雨水的水泥浆填充的容接或者啮接。本发明的特征是,塔的竖向组件将通过水平旋转两个竖向强化加劲肋彼此分开的角位移而装配在彼此的顶部,因此每部分的预制模块元件之间的竖向接头槽不竖向对齐,不会改变竖向强化加劲肋之间的完美支撑,提高了防水性能。为了使这种旋转成为可能,每个预制模块元件优选地具有两个完整的竖向强化加劲肋,并且在端部具有两个半强化加劲肋,当接合在一起时形成一个等效的强化加劲肋。

塔第一部分的基部与地基的连接借助于建设中使用的、例如用尺寸根据塔的尺寸适当确定的硬杆或类似件拧紧的常规地基建造成和锚定技术进行。

塔的最后部分能够连接到塔的另一预制混凝土或金属部分，或者其能够直接支撑风力发电机机壳和叶片支撑结构。

所提出的预制模块式塔比目前可用的系统具有多个优点，其中最重要的优点是使用较少数量的元件能够快速构建非常高的塔。在优选实施方式的示例中能够看出使用仅十三个预制模块元件如何建造 100m 多高的塔，其中仅需要三种不同类型的模块元件，从而仅需要三种不同的制造模具。

另一个显著的优点是，因为预制模块元件装备有强化加劲肋，所以它们的重量明显较轻，这便于运输并且因此节省了制造、运输和安装成本。

强调如下毫无疑问的优点是重要的，即，在优选实施方式的示例中，每个预制模块元件的大小根据它们的近似长度计算，其在 30 到 35m 之间，而每个元件的最大宽度为 4.5m 以使常规道路运输成为可能。假定余量通常是约 70cm，在运输过程中，或者在现场装配过程中，金属格构形式的临时加强装置能够设置在适当的位置以支撑这些部分。

本发明的另一优点是整个塔由缆索水平地和竖向地完美张紧。

必须注意以下重要优点，竖向缆索完全一体地形成在塔壁中，穿过插在壁内并且随后用灰浆填充的通管，这有助于它们的刚度，但缆索保持隐蔽而在塔的内侧和外侧都不能看到，这也大大地提高了缆索的耐久性，因为避免了与外界的接触和由空气所致的变劣。

#### 附图说明

为了更好地理解本发明的主题，附图中示出了例如如上所述塔的预制模块式塔的实用优选实施方式，图中：

图 1 示出塔的侧视图和俯视图，其中能够看到组成塔的三个部分。

图 2 示出没有完全闭合的塔的其中一部分的局部视图，该图示出了内部强化加劲肋，并且图 2 示出其放大的详图，该图示出了水平强化加劲肋的内管。

图 3 示出塔第一部分的基部的横截面，该图示出组成该部分的五个预制模块元件，图 3 还示出了元件之间的侧向联接的封闭的放大详图。

图 4 示出塔第一部分的其中一个水平强化加劲肋高度处的截面图，该图示出组成该部分的五个预制模块元件，图 4 还示出了元件之间侧向联接



的封闭的放大详图和用于张紧水平缆索的另一入口。

图 5 示出塔第一部分的中间高度处的横截面，其示出组成该部分的五个预制模块元件。

图 6 示出塔第二部分的基部的横截面，其示出组成该部分的五个预制模块元件。

图 7 示出塔第二部分的其中一个水平强化加劲肋高度处的横截面，其示出组成该部分的五个预制模块元件。

图 8 示出塔第二部分的中间高度处的横截面，其示出组成该部分的五个预制模块元件。

图 9 示出塔第二部分末端部分的横截面，其示出组成该部分的五个预制模块元件。

图 10 示出塔第三部分的其中一个水平强化加劲肋高度处的横截面，其示出组成该部分的三个预制模块元件。

图 11 示出塔第三部分的中间高度处的横截面，其示出组成该部分的三个预制模块元件。

图 12 示出塔第三部分端部的横截面，其示出组成该部分的三个预制模块元件。

图 13 示出塔的三个部分的侧壁的横截面。

图 14 示出说明一组三条竖向张紧缆索的布线的侧视截面图。

### 具体实施方式

如附图所示，预制模块式塔 4 是本发明的主题，其基本上包括少量锥形部分 1、2、3，每个锥形部分 1、2、3 都依次通过少量的优选由钢筋混凝土制成的相同的预制模块元件 6、7、8 侧向联接形成。在优选实施方式的示例中，塔 4 分成三个锥形部分 1、2、3，每个部分的高度约为 30 至 35m，使得塔总高度为约 100m。在此优选实施方式的示例中，下面部分 1 由彼此并排放置的五个相同的预制模块元件 6 形成；中间部分 2 由也彼此并排放置的另外五个相同的预制模块元件 7 形成，但其直径小于前述预制模块元件 6 的直径；上面部分 3 仅由三个预制模块元件 8 形成，所述三个预制模块元件 8 彼此相同但是与前述预制模块元件 6、7 不同。

如上可以看出，每个预制模块元件 6、7、8 的形状使其在相邻放置时恰好形成塔的锥形部分。它们的外壁 9 是光滑的，而内壁 10 具有多个突出的水平强化加劲肋 11 和竖向强化加劲肋 12，这些强化加劲肋 11、12 允许模块元件 6、7、8 的主壁 13 可以具有有限的厚度。宽度减小的竖向侧壁沿整个高度上具有优选为梯形截面的槽 14，用于形成水泥联接接头 15。

每个水平设置的水平强化加劲肋 11 沿其整个长度具有中心纵向管 16，优选为柔性且由钢制成的张紧缆索 17 可穿过中心纵向管 16。它们在组成塔 4 每个部分的预制模块元件 6、7、8 之间提供了水平整体性，预制模块具有通向水平中心管 16 的适当入口 18。

当组成塔 4 每个部分的预制模块元件 6、7、8 彼此并排放置并且张紧水平设置的张紧缆索 17 时，每对模块元件 6、7、8 之间的竖向联接接头将闭合，首先借助于封闭密封件 19 从外侧和内侧密封该接头，随后将优选为水泥浆式的密封剂 15 浇灌到由相邻模块元件的侧槽组成的间隙内。

预制模块元件 6、7、8 还具有大量沿壁 13 竖向设置的通管 20，张紧缆索 21 可穿过通管 20，为组成塔的部分 1、2、3 提供竖向整体性。这些竖向张紧缆索 21 将从预制模块元件 6 的下部强化加劲肋 22 安装，而不必将它们延长到形成塔 4 下面部分 1 的地基，穿过随后用灰浆填充的通管 20，将缆索固化并一体地形成在通管 20 内，从而固化并一体地形成在壁 13 内，缆索保持隐蔽而在内部和外部都看不到，并且优选地为每个塔部分 4 安装成组的单条缆索（在此优选实施方式的示例中为三条缆索）。这样，竖向张紧缆索 21 沿整个高度完全附连到塔 4。

本发明的特征是通过使塔的竖向组件 1、2、3 水平旋转两个竖向强化加劲肋 12 彼此分开的角位移而将塔的竖向组件 1、2、3 装配在彼此的顶部，从而每个部分的预制模块元件之间的竖向接头槽 15 不竖向对齐。

我们主动略去所提出系统或其组件的其它特性的详细描述，因为我们认为它们不属于任何权利要求。

已经足够详细地描述了本发明的本质和优选实施方式，对我们来说，剩下的只是说出此说明书不是限制性的，并且关于材料以及形状或尺寸都可以做出一些改型，只要这种改型不改变所要求保护的本质特征即可。

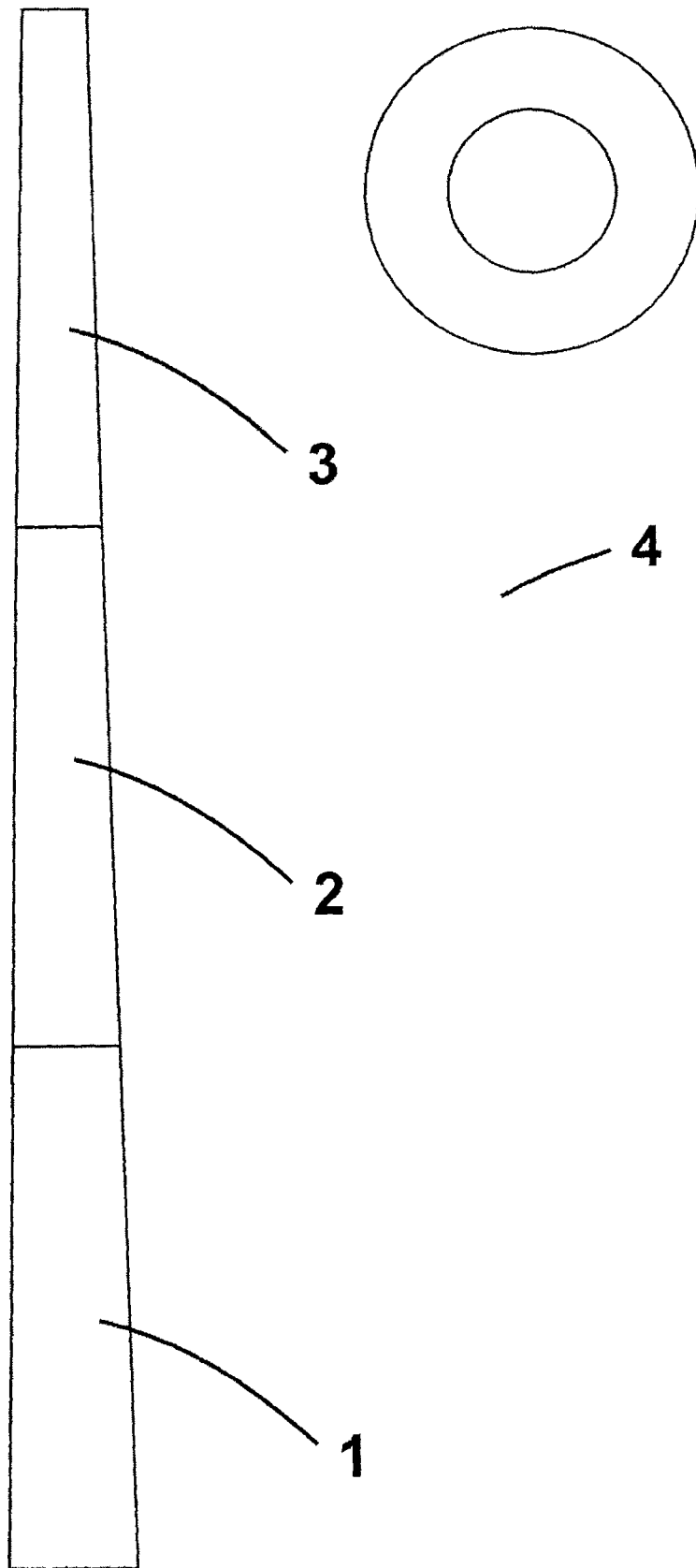


图 1

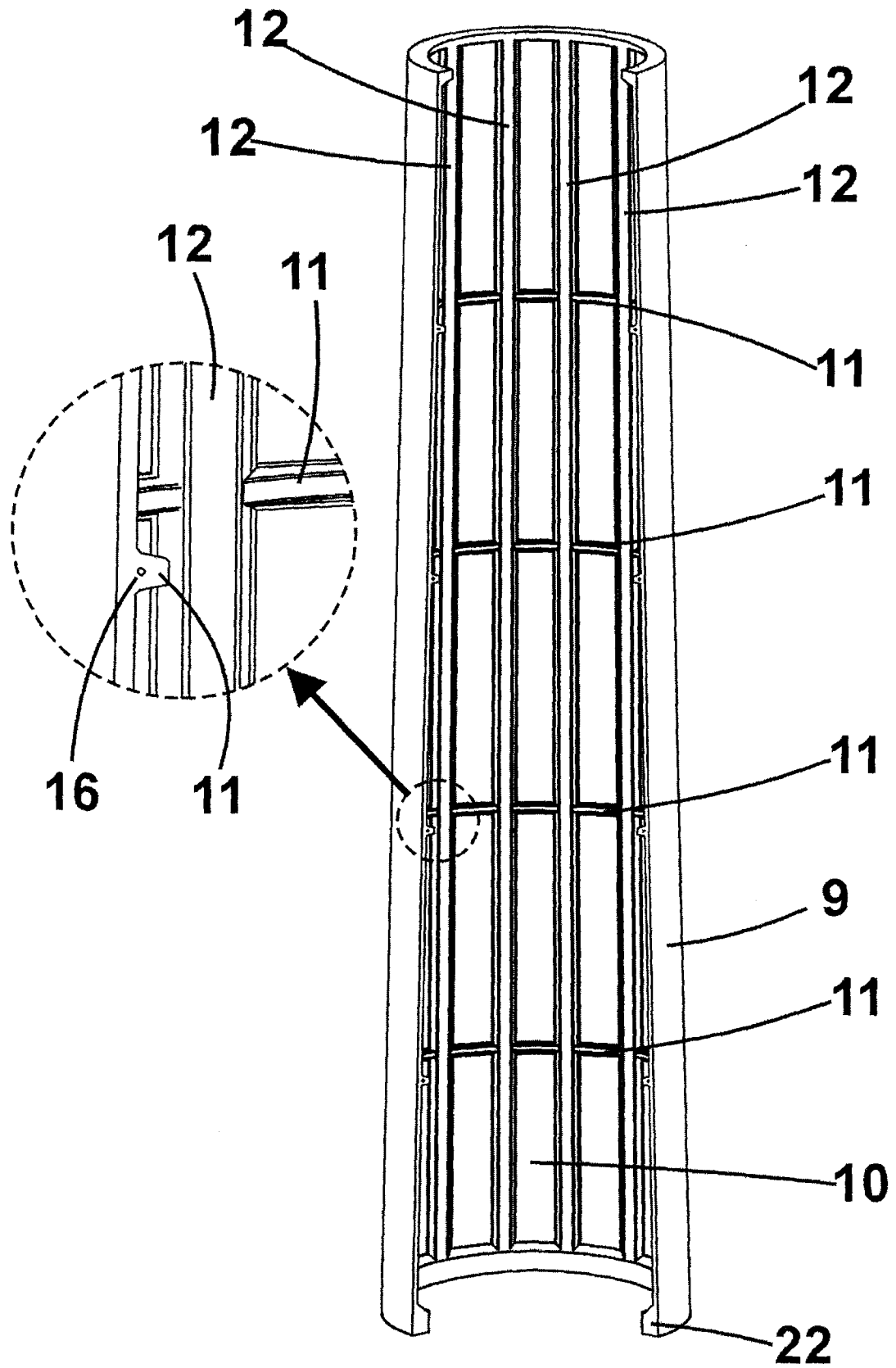


图 2

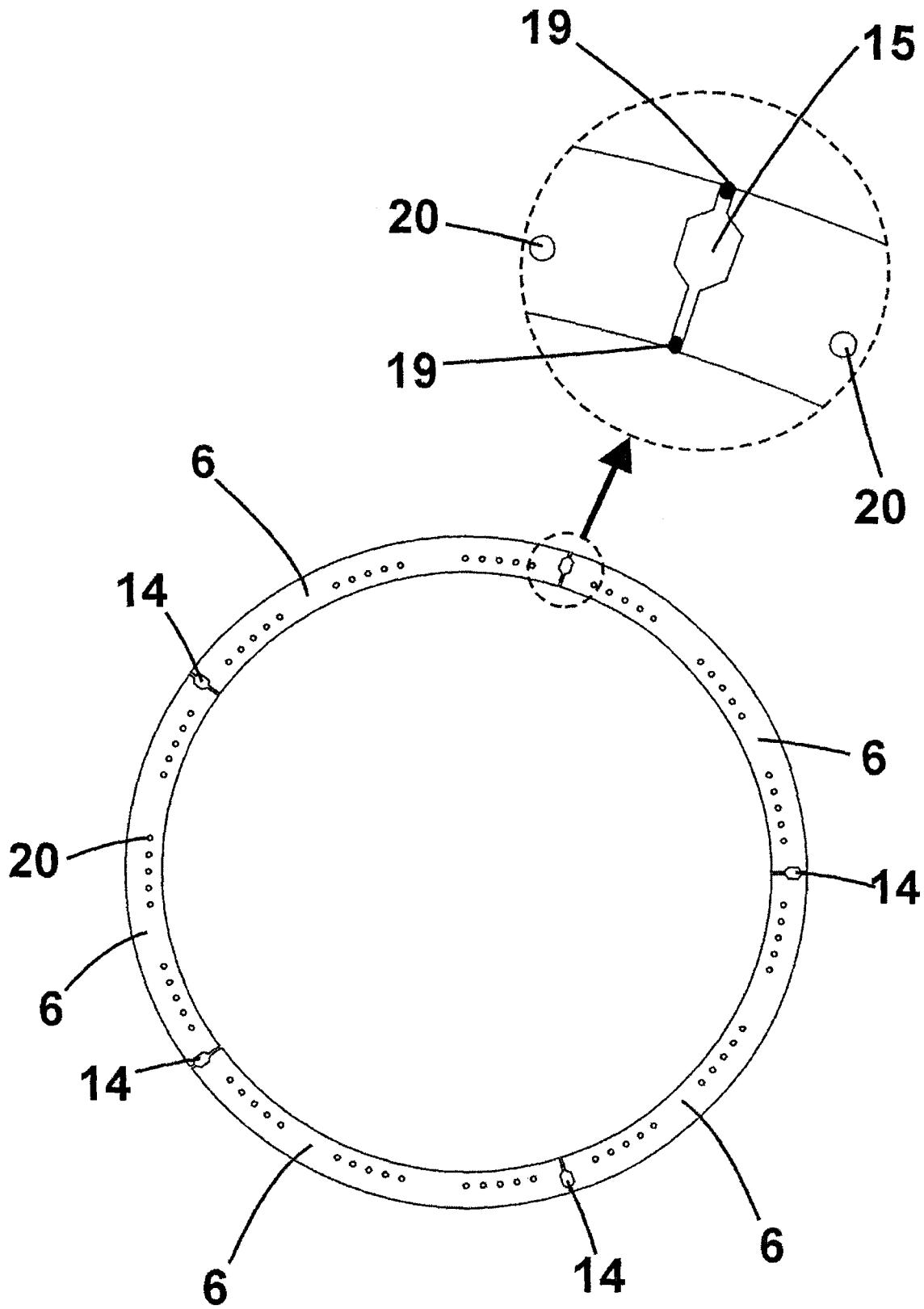


图 3

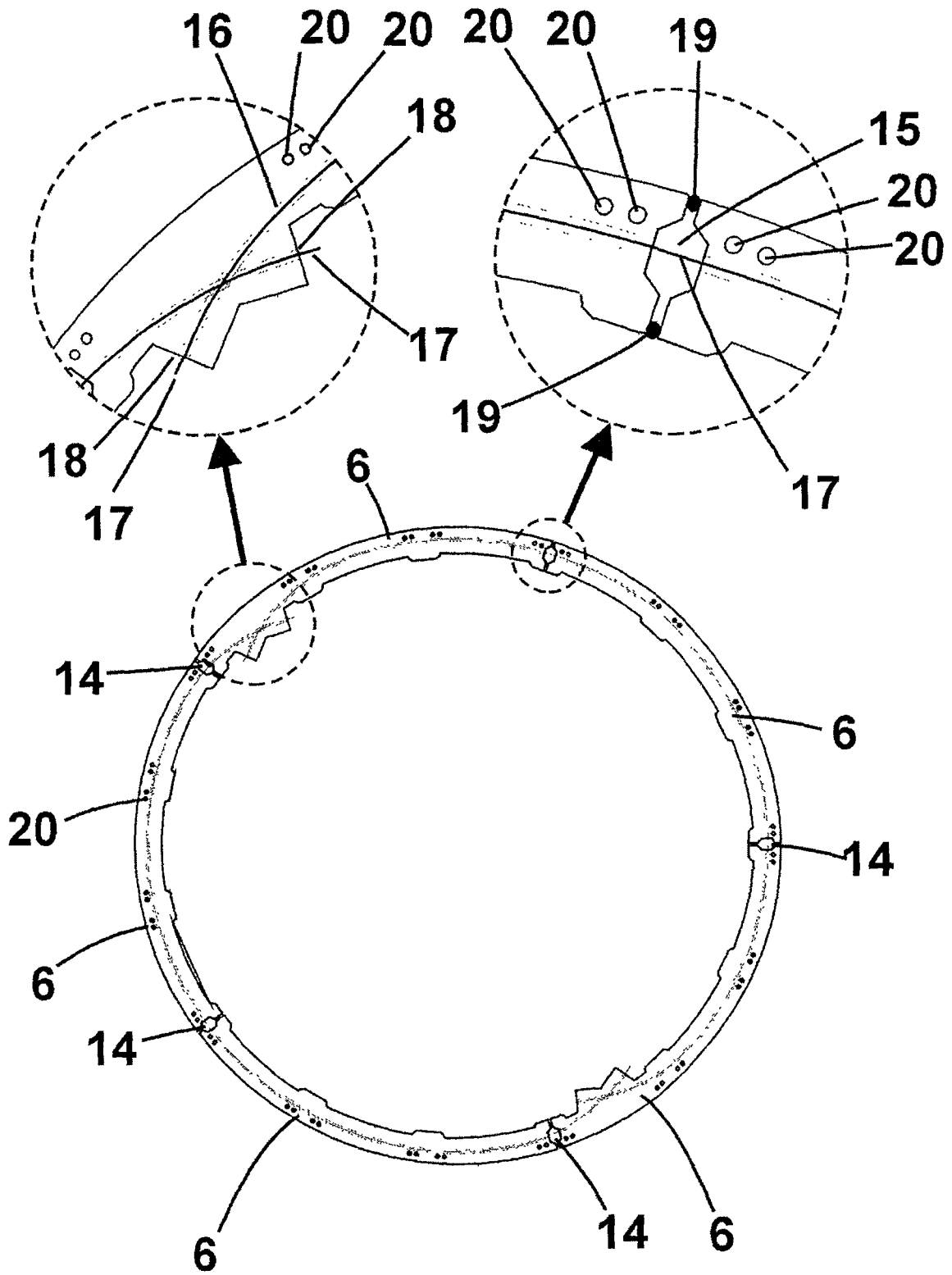


图 4

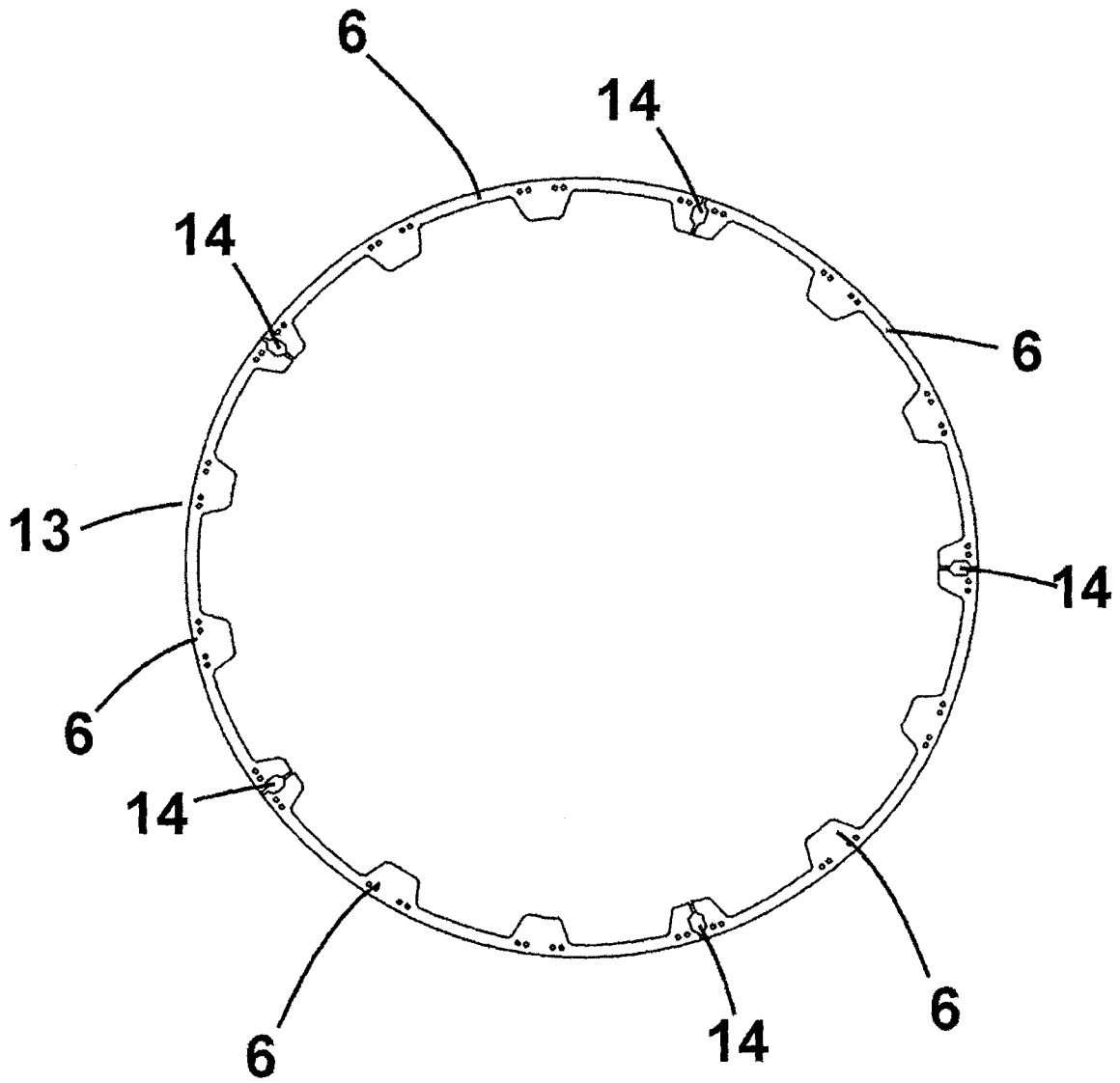


图 5

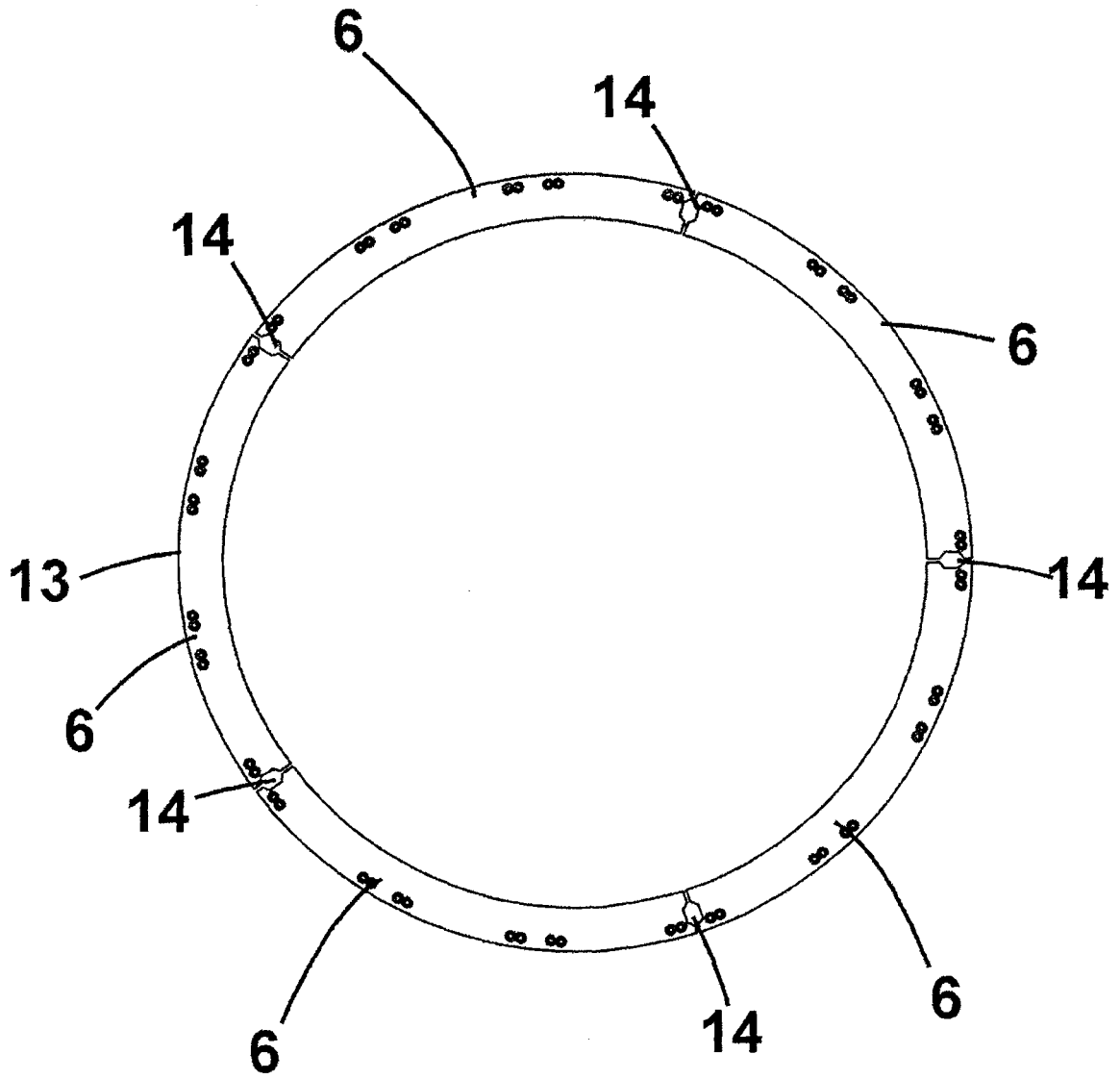


图 6



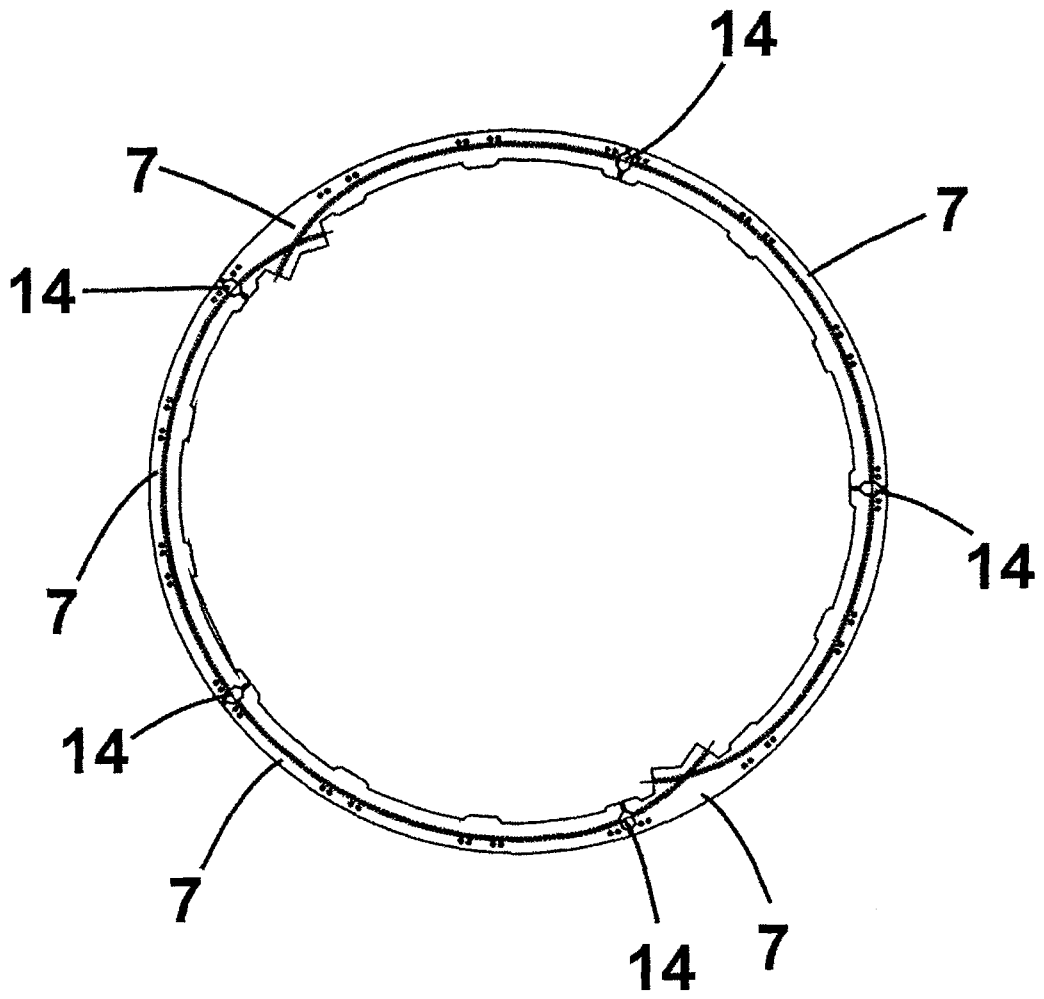


图 7

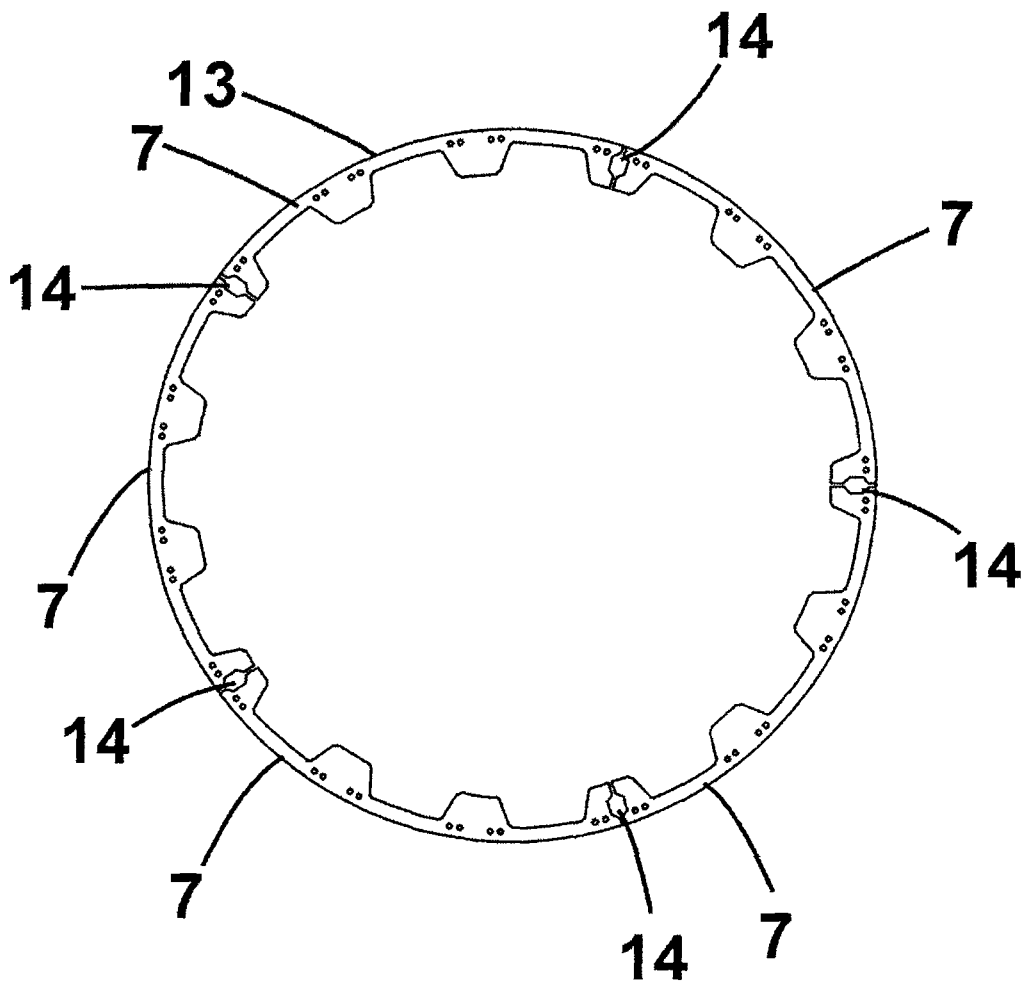


图 8

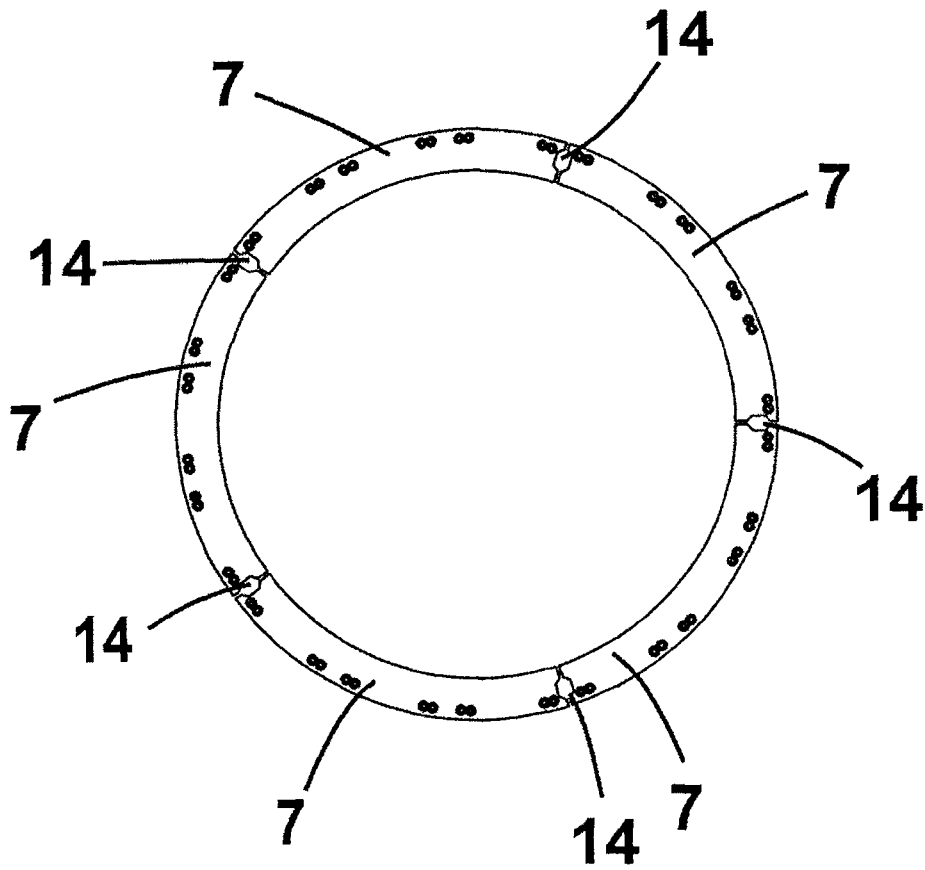


图 9

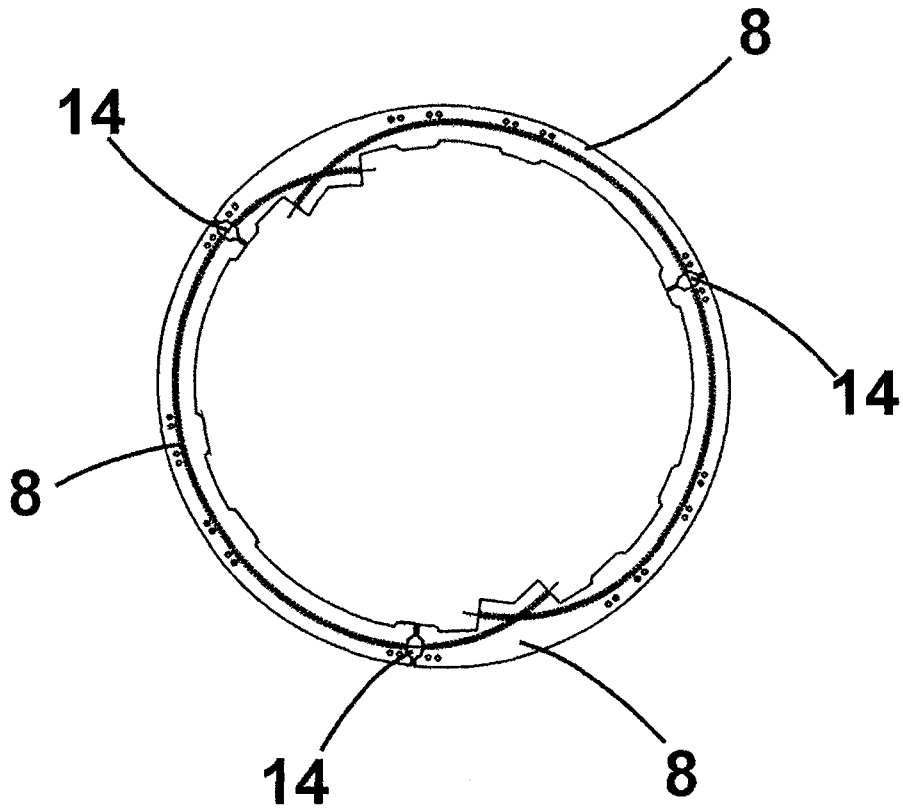


图 10

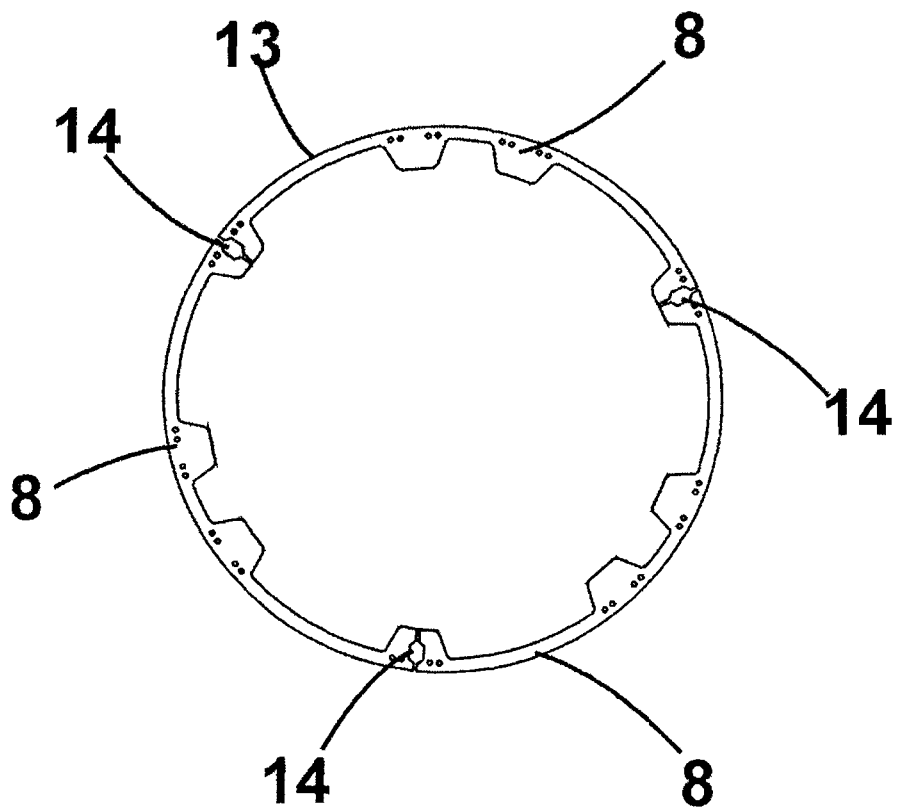


图 11

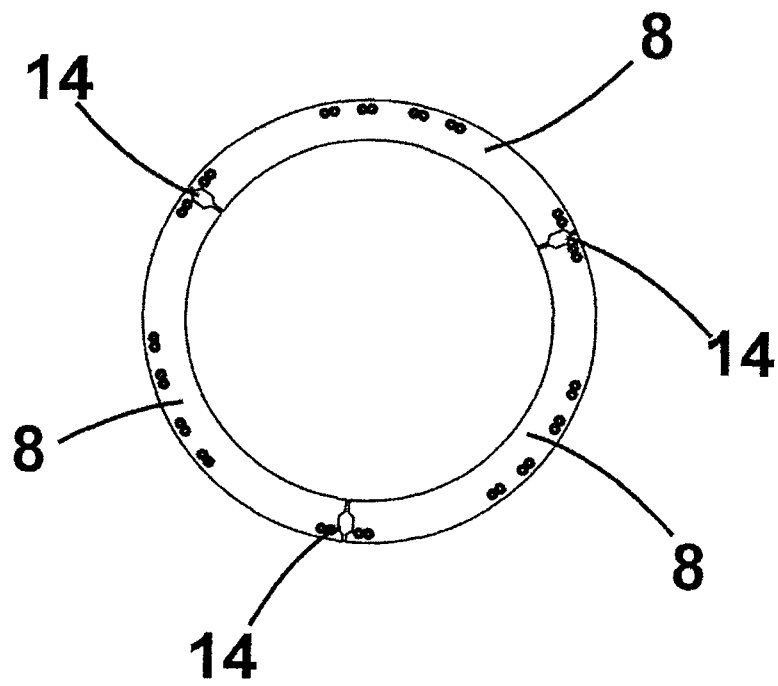


图 12

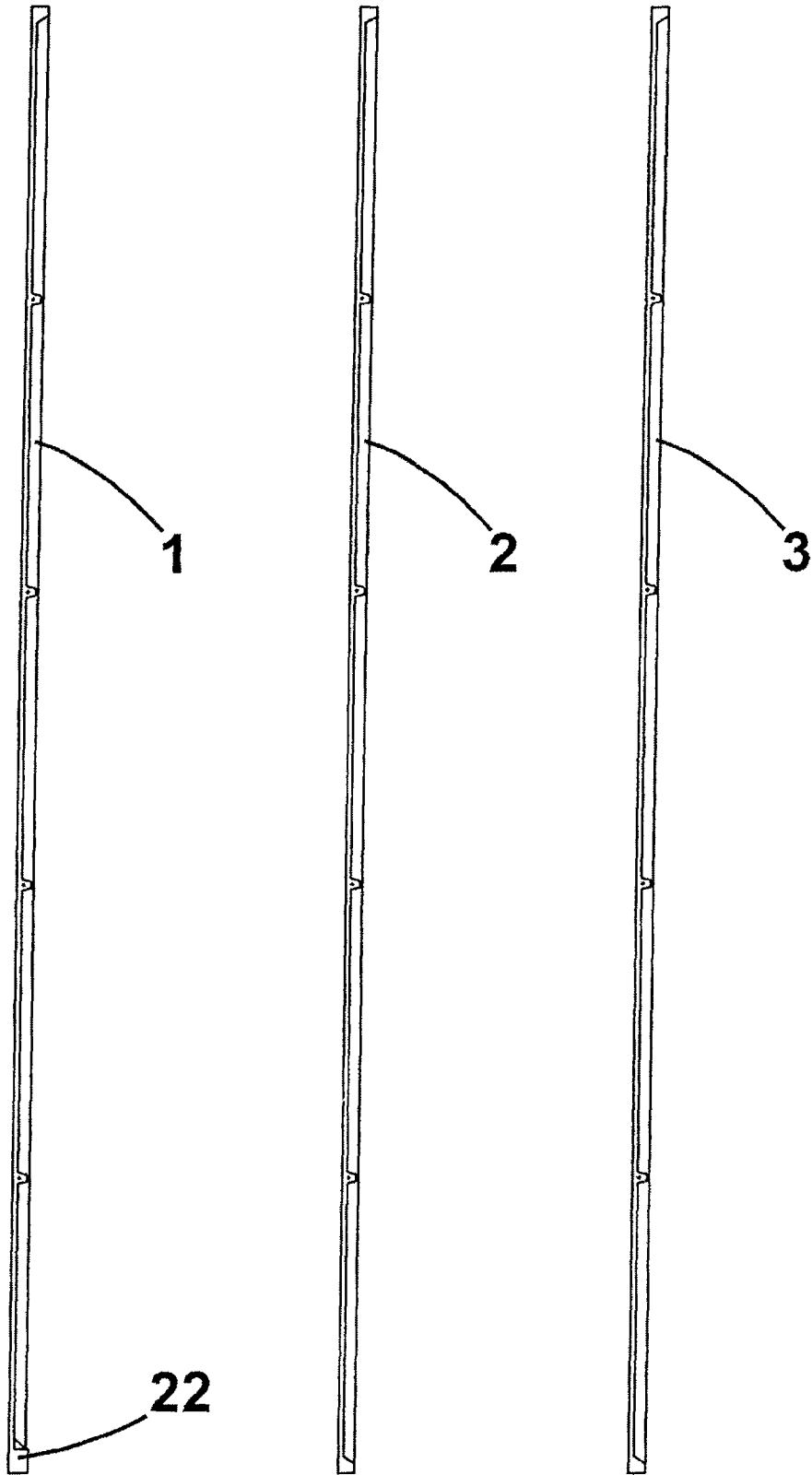


图 13

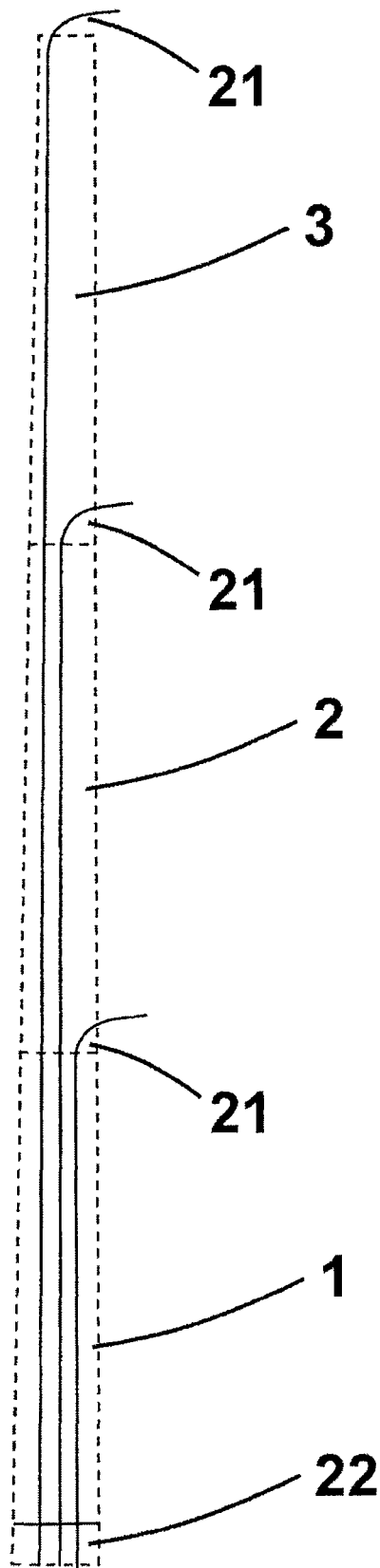


图 14