



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112627222 A

(43) 申请公布日 2021.04.09

(21) 申请号 202011502553.9

(22) 申请日 2020.12.17

(71) 申请人 中国长江三峡集团有限公司

地址 100038 北京市海淀区玉渊潭南路1号

(72) 发明人 罗仑博 张炜 闫俊义 徐海滨

牛玉龙 代加林 王卫 张泽超

于光明

(74) 专利代理机构 宜昌市三峡专利事务所

42103

代理人 李登桥

(51) Int.Cl.

E02D 27/42 (2006.01)

E02D 27/52 (2006.01)

E02D 5/56 (2006.01)

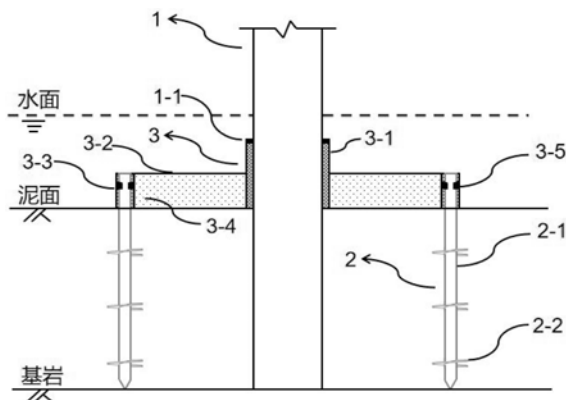
权利要求书2页 说明书5页 附图12页

(54) 发明名称

一种适用于浅覆盖层的海上风电新型基础及其施工方法

(57) 摘要

本发明公开了一种适用于浅覆盖层的海上风电新型基础及其施工方法,它包括单桩,所述单桩上固定安装有重力盘,所述重力盘的外围均布固定安装有多根螺旋桩;相邻的螺旋桩之间固定相连并构成整体结构。通过螺旋桩与重力盘提高基础的抗拔承载能力与水平承载能力,降低桩身水平位移,减小桩身弯矩;通过将螺旋桩、重力盘、单桩拼接,刚性连接,提高整个基础的各项力学指标;从而实现在单桩无需嵌入基岩情况下,满足海上风电安全稳定运行的工程需要。



1. 一种适用于浅覆盖层的海上风电新型基础,其特征在于:它包括单桩(1),所述单桩(1)上固定安装有重力盘(3),所述重力盘(3)的外围均布固定安装有多根螺旋桩(2);相邻的螺旋桩(2)之间固定相连并构成整体结构。

2. 根据权利要求1所述的一种适用于浅覆盖层的海上风电新型基础,其特征在于:所述单桩(1)采用大直径钢管桩;在单桩(1)上设置有用于固定重力盘(3)的套环(1-1),并使得两者之间构成刚性连接。

3. 根据权利要求1或2所述的一种适用于浅覆盖层的海上风电新型基础,其特征在于:所述重力盘(3)包括重力盘基础(3-4),在重力盘本基础(3-4)的中心部位设置有中心环(3-1);所述单桩(1)穿过中心环(3-1),且两者构成接触配合;所述重力盘基础(3-4)上并以中心环(3-1)为中心均布固定有多根连接杆件(3-2),连接杆件(3-2)的另一端固定安装有用于安装螺旋桩(2)的螺旋桩安装座(3-3),所述螺旋桩安装座(3-3)的内侧壁上均布设置有多个插销(3-5)。

4. 根据权利要求3所述的一种适用于浅覆盖层的海上风电新型基础,其特征在于:所述重力盘基础(3-4)采用混凝土结构或填充物结构;所述混凝土结构采用在岸上整体预制结构形式;所述填充物结构采用胶结堆石体,所述胶结堆石体为填筑散粒堆石料,并通过水下灌浆技术形成具有高透水性的胶结堆石体、结构化胶结堆石体。

5. 根据权利要求1所述的一种适用于浅覆盖层的海上风电新型基础,其特征在于:所述螺旋桩(2)包括钢管桩(2-1),在钢管桩(2-1)的外壁上并沿其长度方向设置有螺旋桩叶片(2-2),钢管桩(2-1)的底端设置有螺旋桩桩头(2-3),钢管桩(2-1)的顶端设置有用于和重力盘(3)的插销(3-5)相配合的螺旋桩插销孔(2-4)。

6. 根据权利要求1或5所述的一种适用于浅覆盖层的海上风电新型基础,其特征在于:所述螺旋桩(2)的顶部设置有用于和桩体下沉施工设备快速拆卸相连的螺旋桩安装连接部件(2-5),螺旋桩安装连接部件(2-5)包括固定在钢管桩(2-1)顶端的螺旋桩安装键(2-5-1),螺旋桩安装键(2-5-1)与桩体下沉施工设备的传动杆底端的螺旋桩安装键槽(2-5-2)配合相连,并传递扭矩。

7. 根据权利要求5所述的一种适用于浅覆盖层的海上风电新型基础,其特征在于:所述螺旋桩叶片(2-2)呈环状弧形,且叶片倾角、数量、间隔和直径能够根据地质条件和风机机组载荷进行选择使用。

8. 根据权利要求1所述的一种适用于浅覆盖层的海上风电新型基础,其特征在于:所述重力盘(3)的结构型式和螺旋桩(2)的阵列布置方式可以为三角形、正方形、六边形或圆形;其螺旋桩(2)的数量和阵列排布方式能够根据地质条件和风机机组载荷的不同进行选择调整使用。

9. 根据权利要求3所述的一种适用于浅覆盖层的海上风电新型基础,其特征在于:所述重力盘基础(3-4)的截面采用矩形或者梯形。

10. 权利要求1-9任意一项所述适用于浅覆盖层的海上风电新型基础的施工方法,其特征在于包括以下步骤:

步骤一:利用海上自升式平台或海上风电施工船将所有所述螺旋桩(2)逐一下沉至设计桩位,通过施工船舶连接杆配合螺旋桩安装连接部件(2-5)与螺旋桩(2)顶端相连,将螺旋桩(2)旋入到覆盖层中,到达设计深度后,反向扭转连接杆实现螺旋桩安装连接部件(2-

5) 的分离;

步骤二:将所述重力盘(3)吊装下沉,并使所有所述螺旋桩安装座(3-3)穿过所有所述螺旋桩(2),利用重力盘(3)的自重或外加压力作用使螺旋桩安装座(3-3)中的插销(3-5)与螺旋桩插销孔(2-4)对接;然后,通过水下灌浆设备将水硬性混凝土灌注至螺旋桩安装座(3-3),实现螺旋桩(2)与重力盘(3)的刚性连接;

步骤三:将所述单桩(1)吊装下沉并穿过中心环(3-1),通过自重或外加压力作用使其部分贯入泥面以下,然后,通过沉桩设备将单桩(1)打入到设计深度,即单桩套环(1-1)与重力盘的中心环接触时,然后,通过水下灌浆设备将水硬性混凝土灌注至中心环(3-1),待混凝土产生足够的强度后,使单桩、螺旋桩和重力盘形成整体受荷。

一种适用于浅覆盖层的海上风电新型基础及其施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及海上风电技术领域,具体涉及一种适用于浅覆盖层的海上风电新型基础及其施工方法。

背景技术

[0002] 海上风电机组在全生命周期内承受风、浪、流等环境荷载的耦合作用,要求海上风电基础需要具有良好的复合承载性能,包括水平承载能力、弯矩承载能力、竖向承载能力以及上拔承载能力。目前,海上风电基础建设费用在水深较深海域占海上风电场建设总成本约30%,随着国家新能源补贴政策的变更,2021年底将取消海上风电上网电价的补贴。因此,降本增效成为了海上风电行业发展的重中之重,一种海上风电新型基础型式亟待开发。

[0003] 我国各海域的地质条件差异性较大,如广东、福建海域的覆盖层较浅。为满足不断增长的风机机组容量,要求海上风电基础承载力也随之增加,导致基础的桩径需要相应增大,甚至需要进行嵌岩施工。当前,海上风电建设中单桩基础占比超过80%,被看作是最成熟的基础型式,具有制作简单、施工周期短等优点。然而,单桩嵌岩施工中需要进行大型钻探设备钻孔,相比于覆盖层中的打桩施工,技术工序更为复杂,技术难度更大,塌孔风险高,施工进度控制难度大,且施工费用更贵。同时,浅覆盖层嵌岩桩由于要提高足够的抗水平荷载的能力,需要的嵌入深度较深,而且单桩的固定端较深,单桩的承受的弯矩更大,需要的单桩强度更高。此外,对于浅覆盖层海域,重力式浅基础被广泛应用,其具有经济性好、适用范围广的特点,且其存在十分出色的竖向极限承载能力,是一种具有良好应用前景的基础形式。但相较于其竖向承载性能,其抗倾覆、抗滑移尤其是抗拔能薄弱,将其应用于海上风电基础存在一定程度的工程风险。

[0004] 基于现有海上风电基础的不足,迫切需要提出一种新型海上风机基础,使之可以适用于浅覆盖层,通过新型基础使得单桩无需深嵌入基岩中,在满足竖向承载力的基础上,更能满足水平与弯矩承载能力,降低施工难度和成本,提高施工速度,同时提供一定地防冲刷能力,并保证风机的安全稳定运行。

发明内容

[0005] 本发明旨在解决当前浅覆盖层海上风电基础型式不足的问题,解决单桩基础嵌岩施工等高施工难度、高成本、施工期长等难点问题,提供了一种适用于浅覆盖层的海上风电新型基础及其施工方法,本发明主要通过增加重力盘继而增加桩周土体的刚度,提升基础的抗倾覆能力和防冲刷能力,通过螺旋桩与重力盘提高基础的抗拔承载能力与水平承载能力,降低桩身水平位移,减小桩身弯矩;通过将螺旋桩、重力盘、单桩拼接,刚性连接,提高整个基础的各项力学指标;从而实现在单桩无需嵌入基岩情况下,满足海上风电安全稳定运行的工程需要。

[0006] 为了实现上述的技术特征,本发明的目的是这样实现的:一种适用于浅覆盖层的海上风电新型基础,它包括单桩,所述单桩上固定安装有重力盘,所述重力盘的外围均布固

定安装有多根螺旋桩；相邻的螺旋桩之间固定相连并构成整体结构。

[0007] 所述单桩采用大直径钢管桩；在单桩上设置有助于固定重力盘的套环，并使得两者之间构成刚性连接。

[0008] 所述重力盘包括重力盘基础，在重力盘本基础的中心部位设置有中心环；所述单桩穿过中心环，且两者构成接触配合；所述重力盘基础上并以中心环为中心均布固定有多根连接杆件，连接杆件的另一端固定有助于安装螺旋桩的螺旋桩安装座，所述螺旋桩安装座的内侧壁上均布设置有多个插销。

[0009] 所述重力盘基础采用混凝土结构或填充物结构；所述混凝土结构采用在岸上整体预制结构形式；所述填充物结构采用胶结堆石体，所述胶结堆石体为填筑散粒堆石料，并通过水下灌浆技术形成具有高透水性的胶结堆石体、结构化胶结堆石体。

[0010] 所述螺旋桩包括钢管桩，在钢管桩的外壁上并沿其长度方向设置有螺旋桩叶片，钢管桩的底端设置有螺旋桩桩头，钢管桩的顶端设置有助于和重力盘的插销相配合的螺旋桩插销孔。

[0011] 所述螺旋桩的顶部设置有助于和桩体下沉施工设备快速拆卸相连的螺旋桩安装连接部件，螺旋桩安装连接部件包括固定在钢管桩顶端的螺旋桩安装键，螺旋桩安装键与桩体下沉施工设备的传动杆底端的螺旋桩安装键槽配合相连，并传递扭矩。

[0012] 所述螺旋桩叶片呈环状弧形，且叶片倾角、数量、间隔和直径能够根据地质条件和风机机组载荷进行选择使用。

[0013] 所述重力盘的结构型式和螺旋桩的阵列布置方式可以为三角形、正方形、六边形或圆形；其螺旋桩的数量和阵列排布方式能够根据地质条件和风机机组载荷的不同进行选择调整使用。

[0014] 所述重力盘基础的截面采用矩形或者梯形。

[0015] 适用于浅覆盖层的海上风电新型基础的施工方法，包括以下步骤：

步骤一：利用海上自升式平台或海上风电施工船将所有所述螺旋桩逐一下沉至设计桩位，通过施工船舶连接杆配合螺旋桩安装连接部件与螺旋桩顶端相连，将螺旋桩旋入到覆盖层中，到达设计深度后，反向扭转连接杆实现螺旋桩安装连接部件的分离；

步骤二：将所述重力盘吊装下沉，并使所有所述螺旋桩安装座穿过所有所述螺旋桩，利用重力盘的自重或外加压力作用使螺旋桩安装座中的插销与螺旋桩插销孔对接；然后，通过水下灌浆设备将水硬性混凝土灌注至螺旋桩安装座，实现螺旋桩与重力盘的刚性连接；

步骤三：将所述单桩吊装下沉并穿过中心环，通过自重或外加压力作用使其部分贯入泥面以下，然后，通过沉桩设备将单桩打入到设计深度，即单桩套环与重力盘的中心环接触时，然后，通过水下灌浆设备将水硬性混凝土灌注至中心环，待混凝土产生足够的强度后，使单桩、螺旋桩和重力盘形成整体受荷。

[0016] 本发明有如下有益效果：

1、本发明提出了一种适用于浅覆盖层的海上风电新型基础及其施工方法，该结构形式结合了单桩、螺旋桩和重力盘，并充分运用各构件的优点，形成一个新型复合型基础，其适用于覆盖层较浅的海域，可避免单桩基础的嵌岩施工问题。

[0017] 2、重力盘增加了桩周土体的刚度，提升了基础的抗倾覆能力和防冲刷能力，螺旋

桩与重力盘提高了基础的抗拔承载能力与水平承载能力,降低了桩身水平位移,减小了桩身弯矩,从而提高基础在长期循环荷载下以及极端工况下的复合承载能力。

[0018] 3、此外,螺旋桩安装施工灵活、安全经济。水下灌浆施工技术已较为成熟,可连接单桩、螺旋桩以及重力盘。

[0019] 4、最后堆石可采用多种材料,通过凝胶等材质可将堆石连接成透水或不透水的刚性或柔性结构。

附图说明

[0020] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0021] 图1是本发明中一种适用于浅覆盖层的海上风电新型基础的正视图。

[0022] 图2是图1中海上风电新型基础的一种俯视图。

[0023] 图3是图1中海上风电新型基础的单桩正视图。

[0024] 图4是图3中海上风电新型基础的单桩俯视图。

[0025] 图5是图1中海上风电新型基础的一种重力盘正视图。

[0026] 图6是图5中重力盘的螺旋桩安装座俯视图。

[0027] 图7是图1中海上风电新型基础的一种螺旋桩正视图。

[0028] 图8是图7中螺旋桩的安装示意图。

[0029] 图9是图8中螺旋桩安装连接部件示意图。

[0030] 图10至图11是根据本发明的实施例的螺旋桩的变型示例的截面图。

[0031] 图12是根据本发明的实施例的重力盘的变型示例的截面图。

[0032] 图13至图15是根据本发明的实施例的重力盘的变型示例的俯视图。

[0033] 图中:单桩1、螺旋桩2、重力盘3;套环1-1;钢管桩2-1、螺旋桩叶片2-2、螺旋桩桩头2-3、螺旋桩插销孔2-4、螺旋桩安装连接部件2-5;螺旋桩安装键2-5-1、螺旋桩安装键槽2-5-2;中心环3-1、连接杆件3-2、螺旋桩安装座3-3、重力盘本基础3-4、插销3-5。

具体实施方式

[0034] 下面结合附图对本发明的实施方式做进一步的说明。

[0035] 实施例1:

参见图1-15,一种适用于浅覆盖层的海上风电新型基础,它包括单桩1,所述单桩1上固定安装有重力盘3,所述重力盘3的外围均布固定安装有多根螺旋桩2;相邻的螺旋桩2之间固定相连并构成整体结构。通过采用上述结构的基础通过将螺旋桩、重力盘、单桩拼接,刚性连接,提高整个基础的各项力学指标。从而实现在单桩无需嵌入基岩情况下,满足海上风电安全稳定运行的工程需要。

[0036] 进一步的,所述单桩1采用大直径钢管桩;在单桩1上设置有助于固定重力盘3的套环1-1,并使得两者之间构成刚性连接。通过上述的套环1-1保证了单桩1能够与重力盘3可靠的连接。

[0037] 进一步的,所述重力盘3包括重力盘基础3-4,在重力盘本基础3-4的中心部位设置有中心环3-1;所述单桩1穿过中心环3-1,且两者构成接触配合;所述重力盘基础3-4上并以中心环3-1为中心均布固定有多根连接杆件3-2,连接杆件3-2的另一端固定有助于安装螺

旋桩2的螺旋桩安装座3-3,所述螺旋桩安装座3-3的内侧壁上均布设置有多个插销3-5。通过上述的重力盘3有效的增强了单桩1的抗倾覆能力,增强了其承载力。

[0038] 进一步的,所述重力盘基础3-4采用混凝土结构或填充物结构;所述混凝土结构采用在岸上整体预制结构形式;所述填充物结构采用胶结堆石体,所述胶结堆石体为填筑散粒堆石料,并通过水下灌浆技术形成具有高透水性的胶结堆石体、结构化胶结堆石体。通过采用上述多种不同的结构形式,增强了其适应性。

[0039] 进一步的,所述螺旋桩2包括钢管桩2-1,在钢管桩2-1的外壁上并沿其长度方向设置有螺旋桩叶片2-2,钢管桩2-1的底端设置有螺旋桩桩头2-3,钢管桩2-1的顶端设置有用与和重力盘3的插销3-5相配合的螺旋桩插销孔2-4。通过上述的螺旋桩2其钻入到覆盖层以下,进而提升了重力盘3的承载能力。

[0040] 进一步的,所述螺旋桩2的顶部设置有用与和桩体下沉施工设备快速拆卸相连的螺旋桩安装连接部件2-5,螺旋桩安装连接部件2-5包括固定在钢管桩2-1顶端的螺旋桩安装键2-5-1,螺旋桩安装键2-5-1与桩体下沉施工设备的传动杆底端的螺旋桩安装键槽2-5-2配合相连,并传递扭矩。通过上述的螺旋桩安装连接部件2-5保证了施工过程中,能够将螺旋桩2与施工设备快速相连,进而传递扭矩。

[0041] 进一步的,所述螺旋桩叶片2-2呈环状弧形,且叶片倾角、数量、间隔和直径能够根据地质条件和风机机组载荷进行选择使用。通过上述的结构保证其能够顺利的钻入。

[0042] 进一步的,所述重力盘3的结构型式和螺旋桩2的阵列布置方式可以为三角形、正方形、六边形或圆形;其螺旋桩2的数量和阵列排布方式能够根据地质条件和风机机组载荷的不同进行选择调整使用。

[0043] 进一步的,所述重力盘基础3-4的截面采用矩形或者梯形。

[0044] 实施例2:

适用于浅覆盖层的海上风电新型基础的施工方法,包括以下步骤:

步骤一:利用海上自升式平台或海上风电施工船将所有所述螺旋桩2逐一下沉至设计桩位,通过施工船舶连接杆配合螺旋桩安装连接部件2-5与螺旋桩2顶端相连,将螺旋桩2旋入到覆盖层中,到达设计深度后,反向扭转连接杆实现螺旋桩安装连接部件2-5的分离;

步骤二:将所述重力盘3吊装下沉,并使所有所述螺旋桩安装座3-3穿过所有所述螺旋桩2,利用重力盘3的自重或外加压力作用使螺旋桩安装座3-3中的插销3-5与螺旋桩插销孔2-4对接;然后,通过水下灌浆设备将水硬性混凝土灌注至螺旋桩安装座3-3,实现螺旋桩2与重力盘3的刚性连接;

步骤三:将所述单桩1吊装下沉并穿过中心环3-1,通过自重或外加压力作用使其部分贯入泥面以下,然后,通过沉桩设备将单桩1打入到设计深度,即单桩套环1-1与重力盘的中心环接触时,然后,通过水下灌浆设备将水硬性混凝土灌注至中心环3-1,待混凝土产生足够的强度后,使单桩、螺旋桩和重力盘形成整体受荷。

[0045] 本发明中,通过将多个长短不同、叶片数量不同的螺旋桩通过连接杆件和中心单桩基础形成一个组合体,中心单桩打入地基,中心单桩与中心筒通过灌浆连接形成整体;通过灌浆把连接件与单桩基础锚固;最后在连接槽中加入堆石与凝胶介质,与中心单桩和螺旋桩形成整体;通过实施可知,不仅能适应更大水深,而且还避免了单桩基础嵌岩成本高的

问题,长短不同、叶片不同的螺旋桩可以增加较大的抗倾覆和抗拔承载力。此外,连接槽中的凝胶石碇既能透水又能起到防冲刷作用。同时,还具有投资成本低、施工速度快等优点。

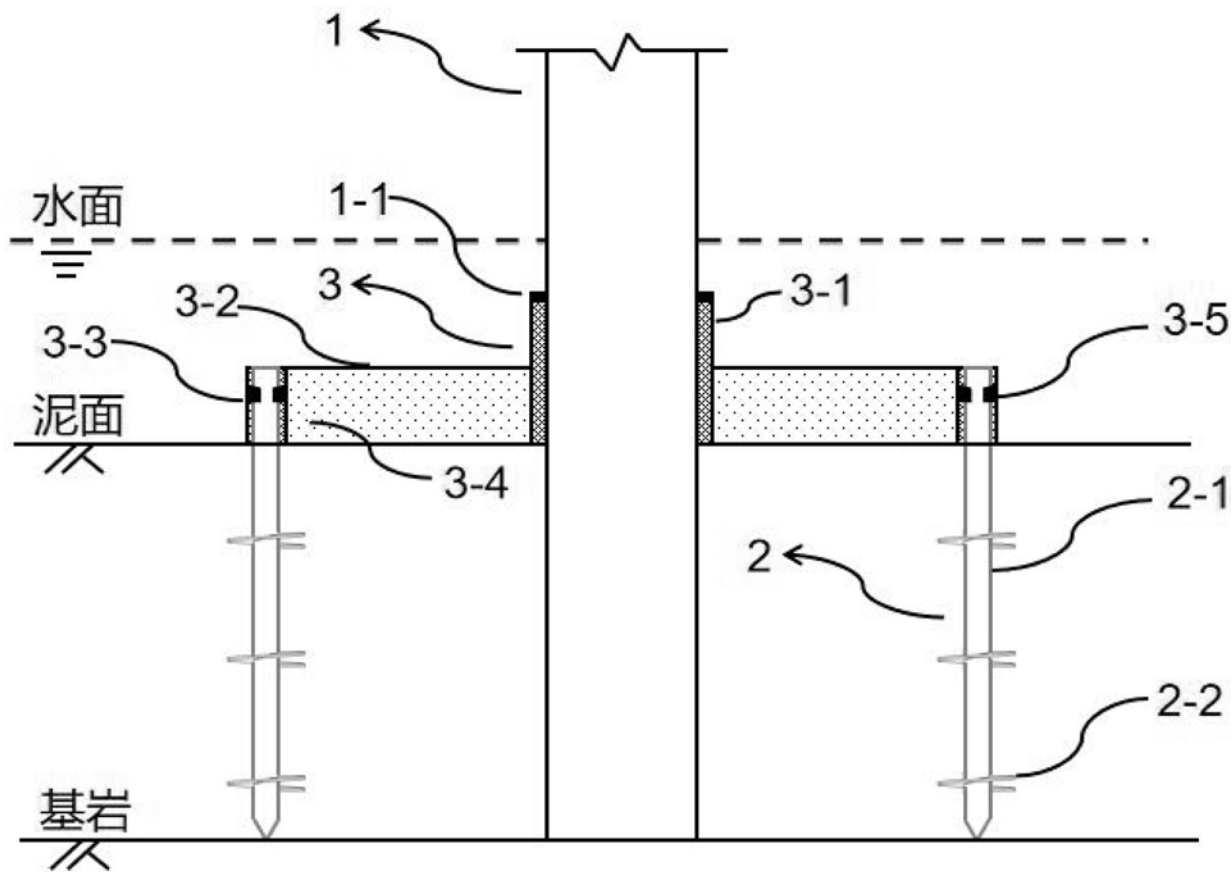


图 1

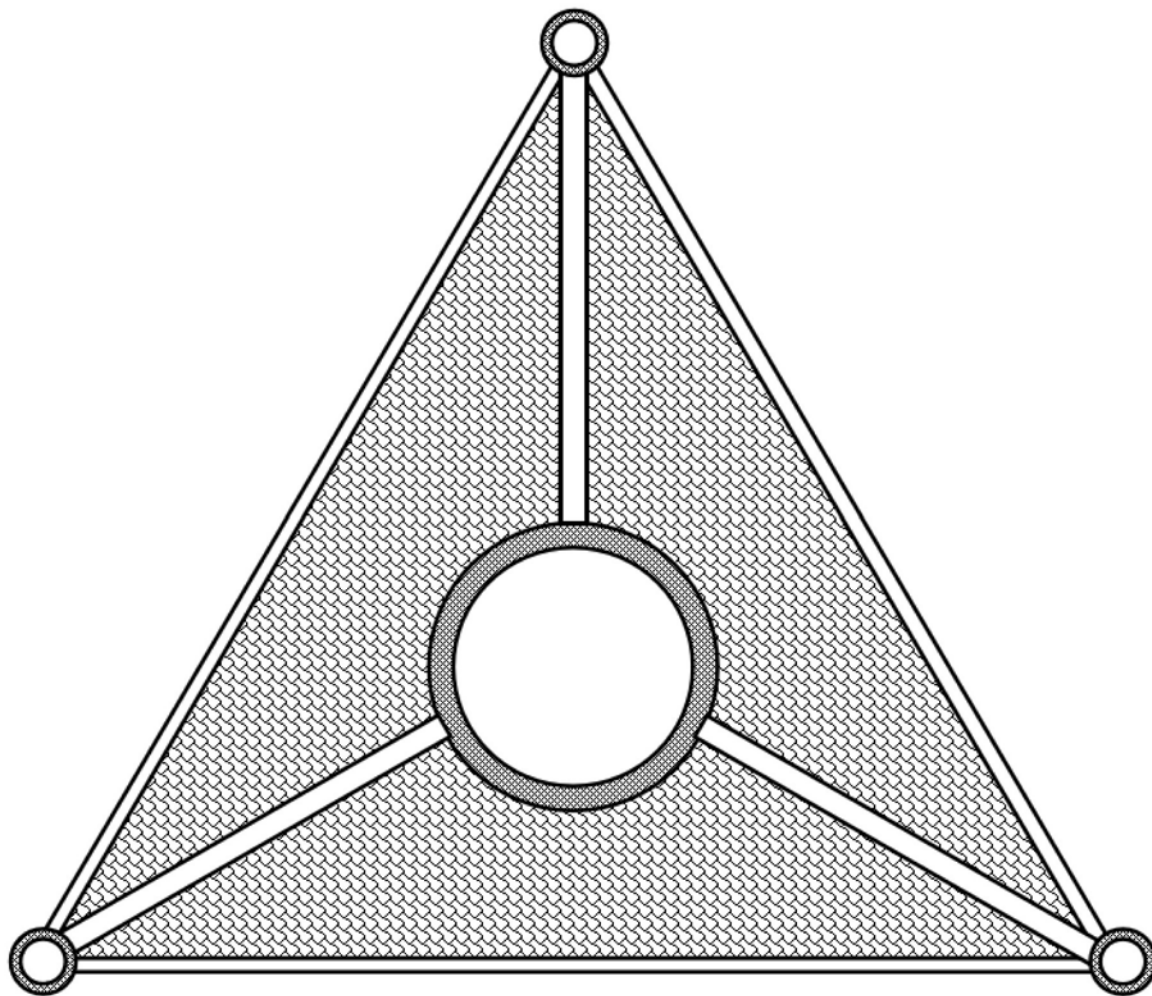


图 2

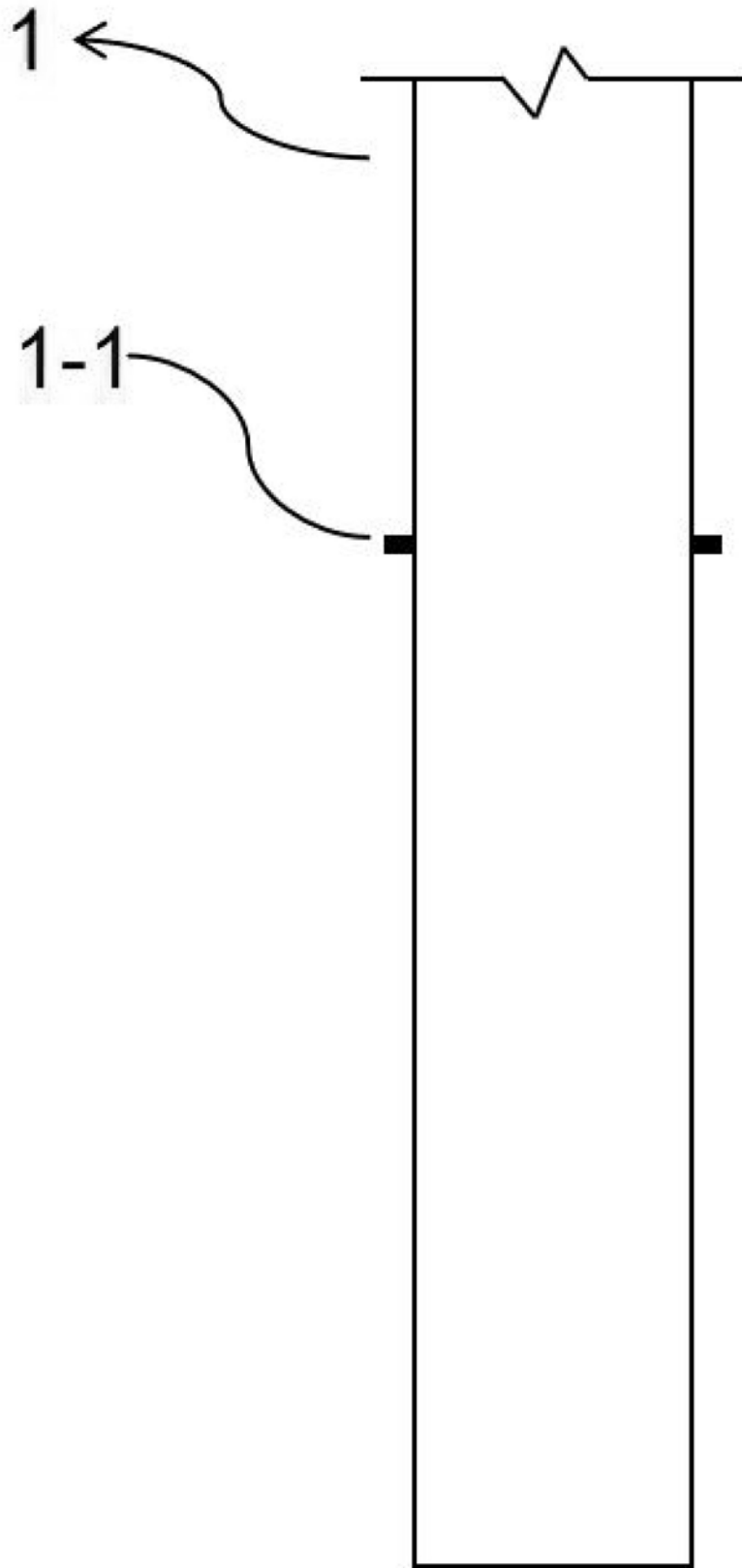


图 3

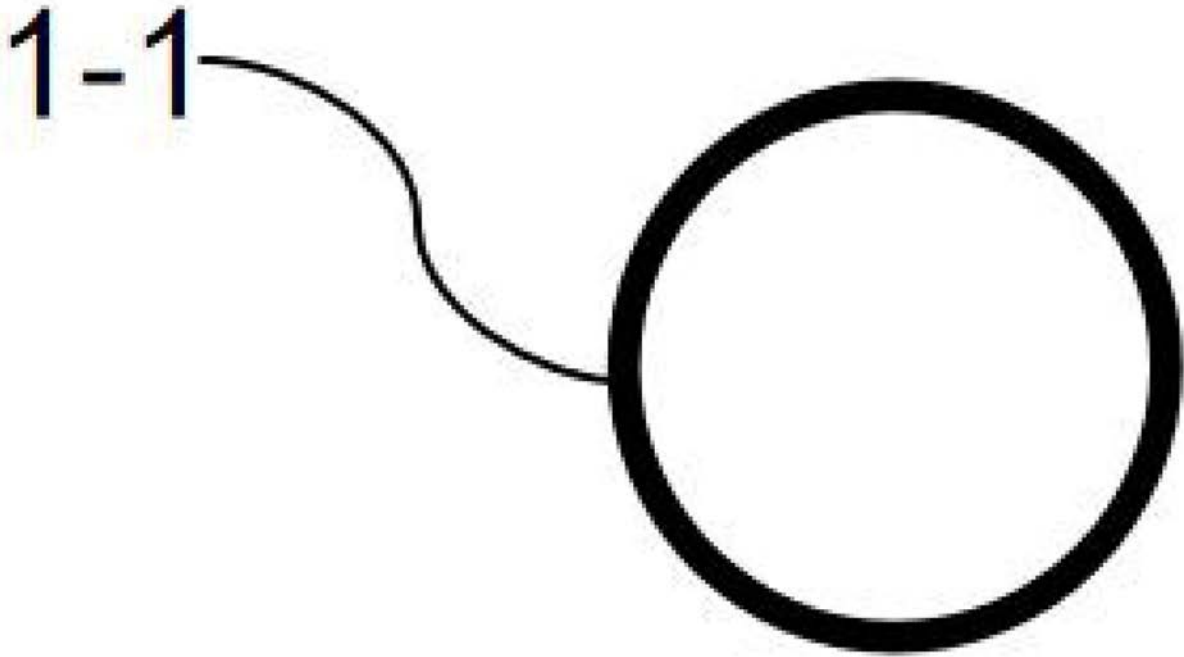


图 4

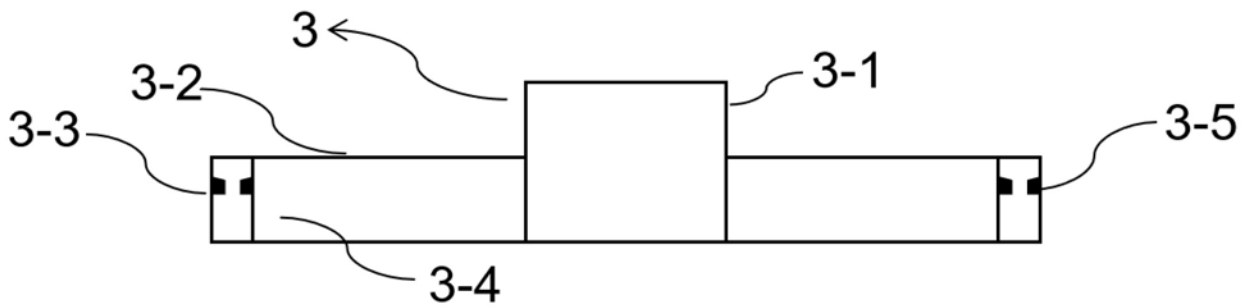


图 5

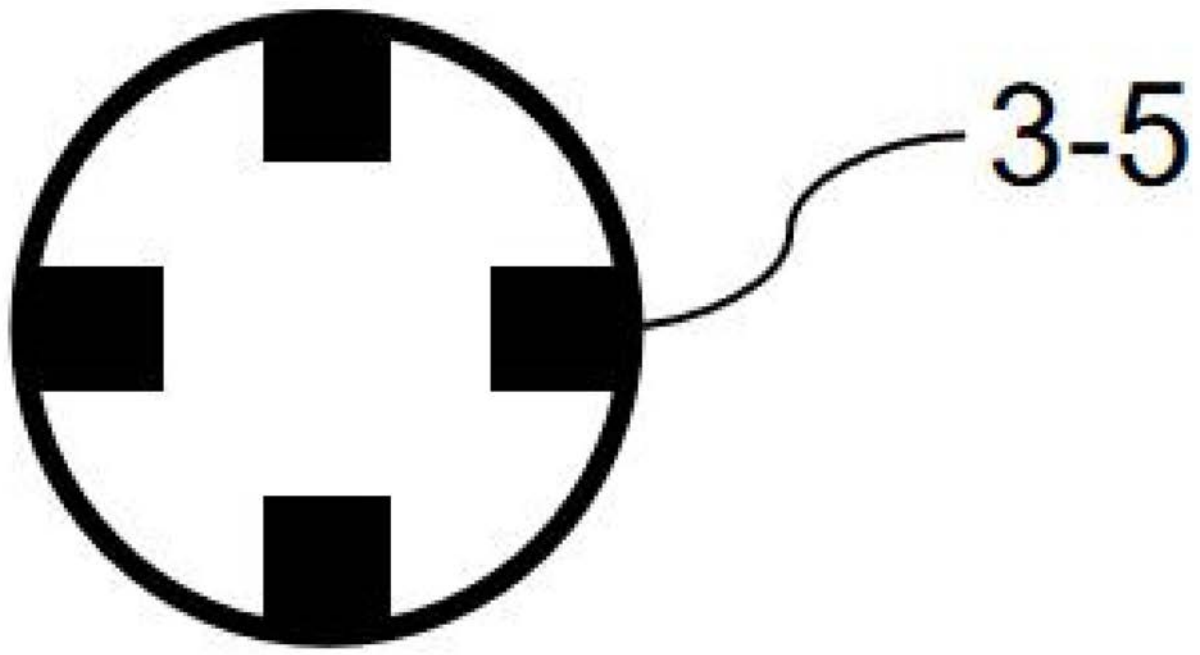


图 6

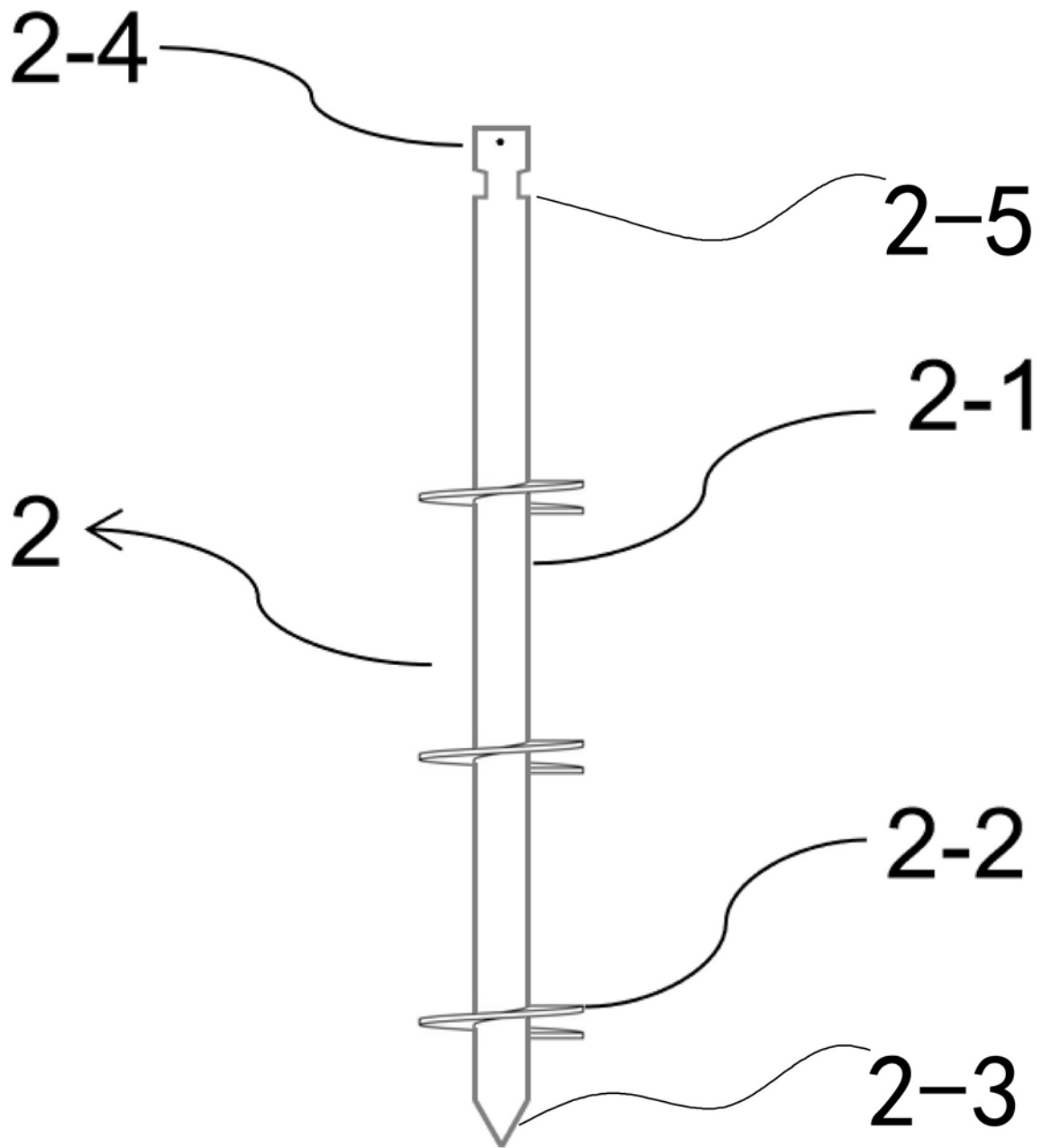


图 7

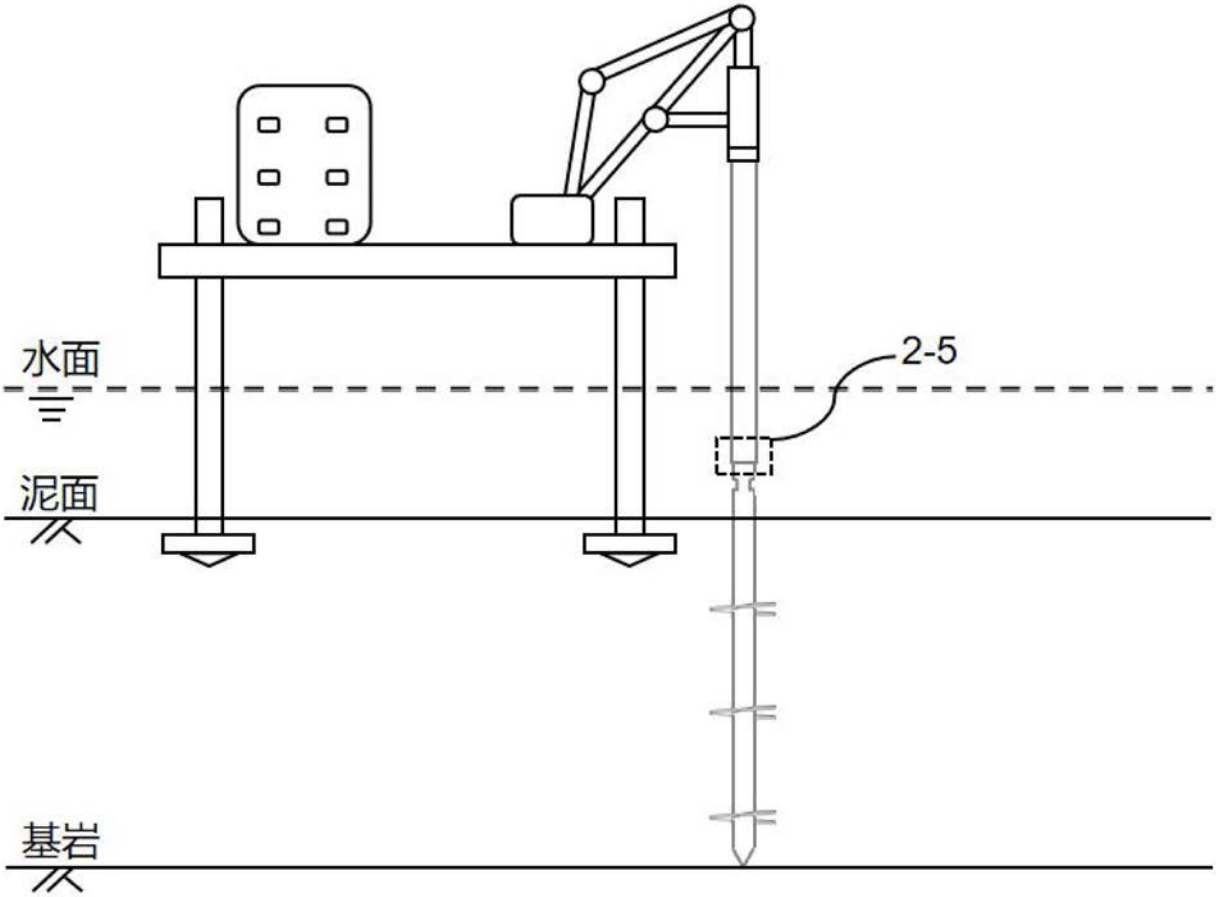


图 8

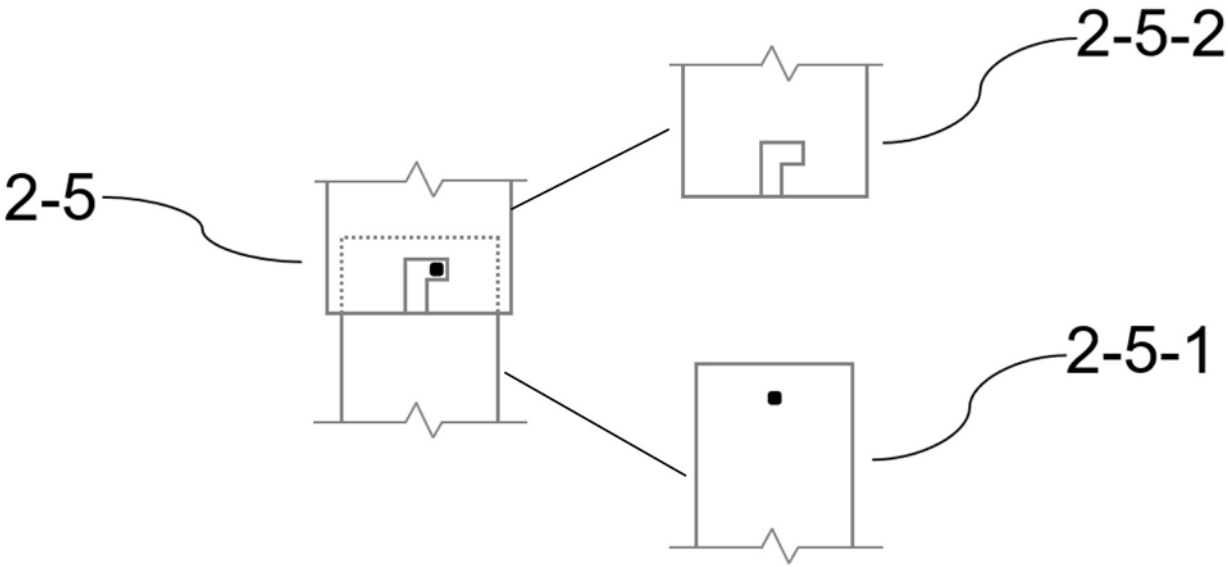


图 9

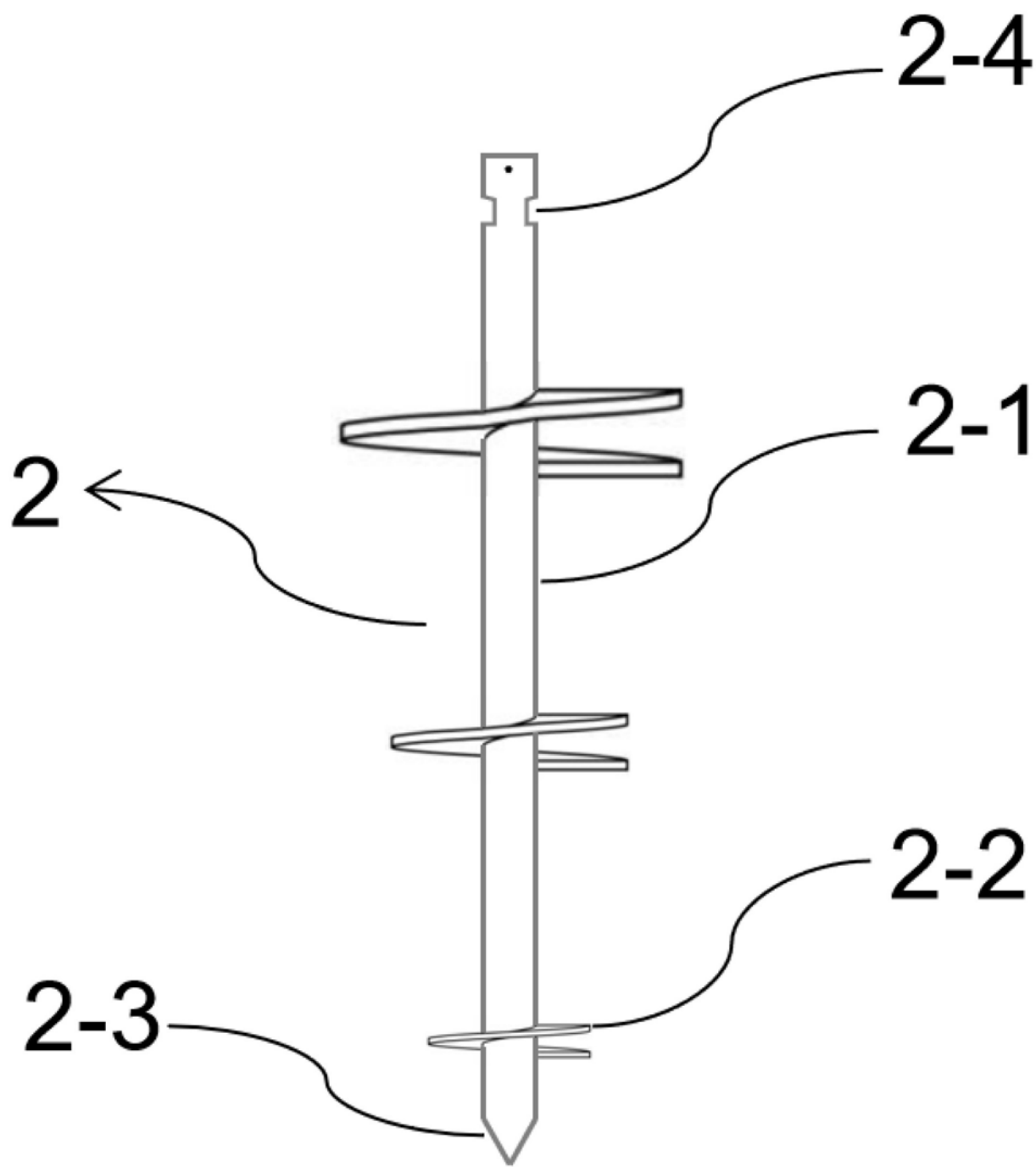


图 10

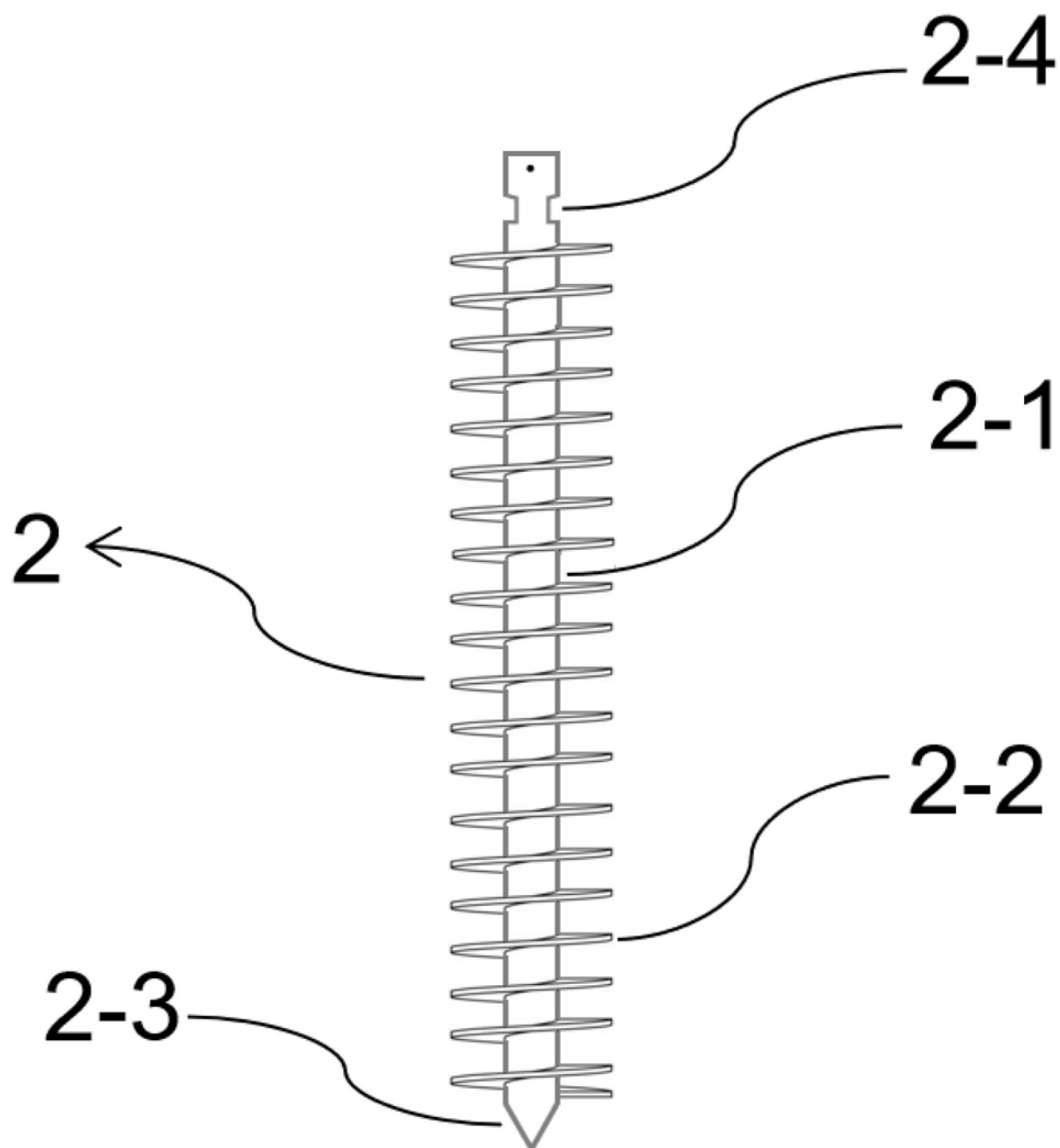


图 11

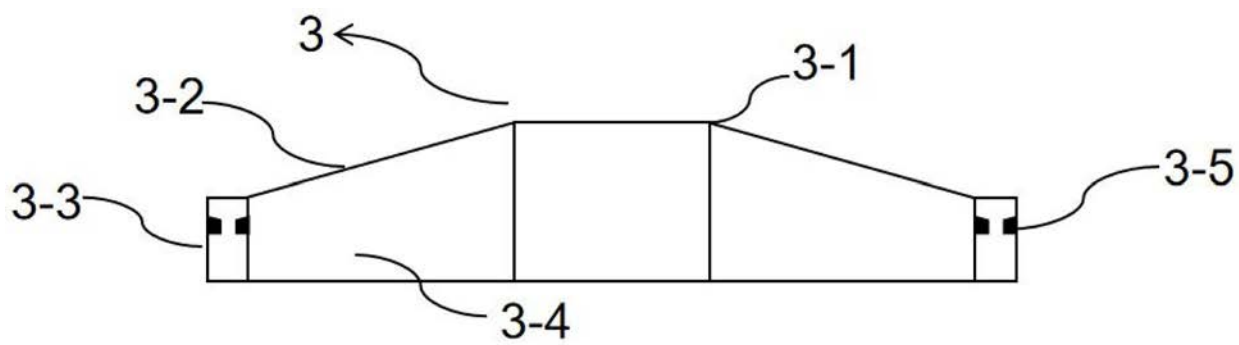


图 12

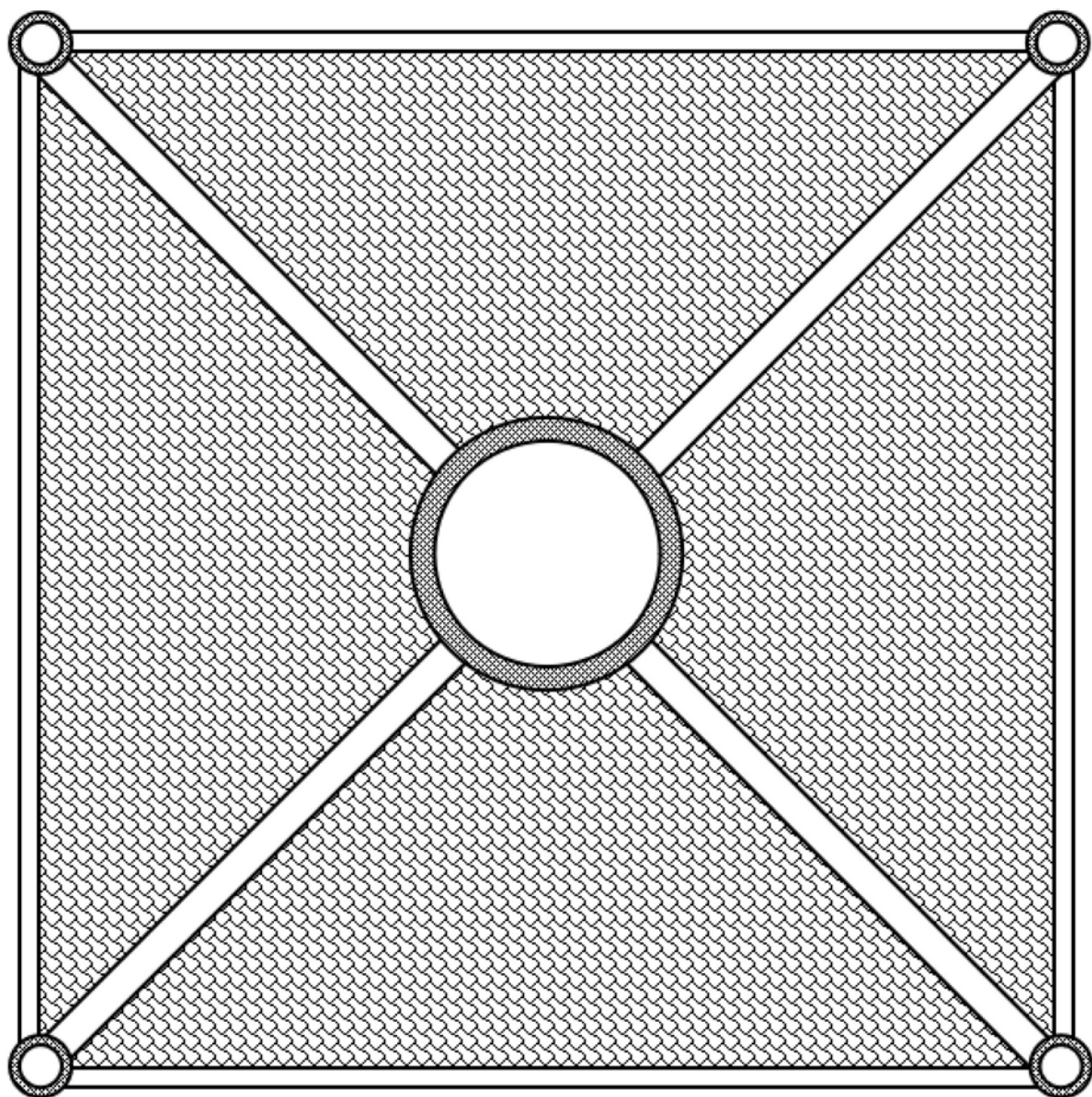


图 13

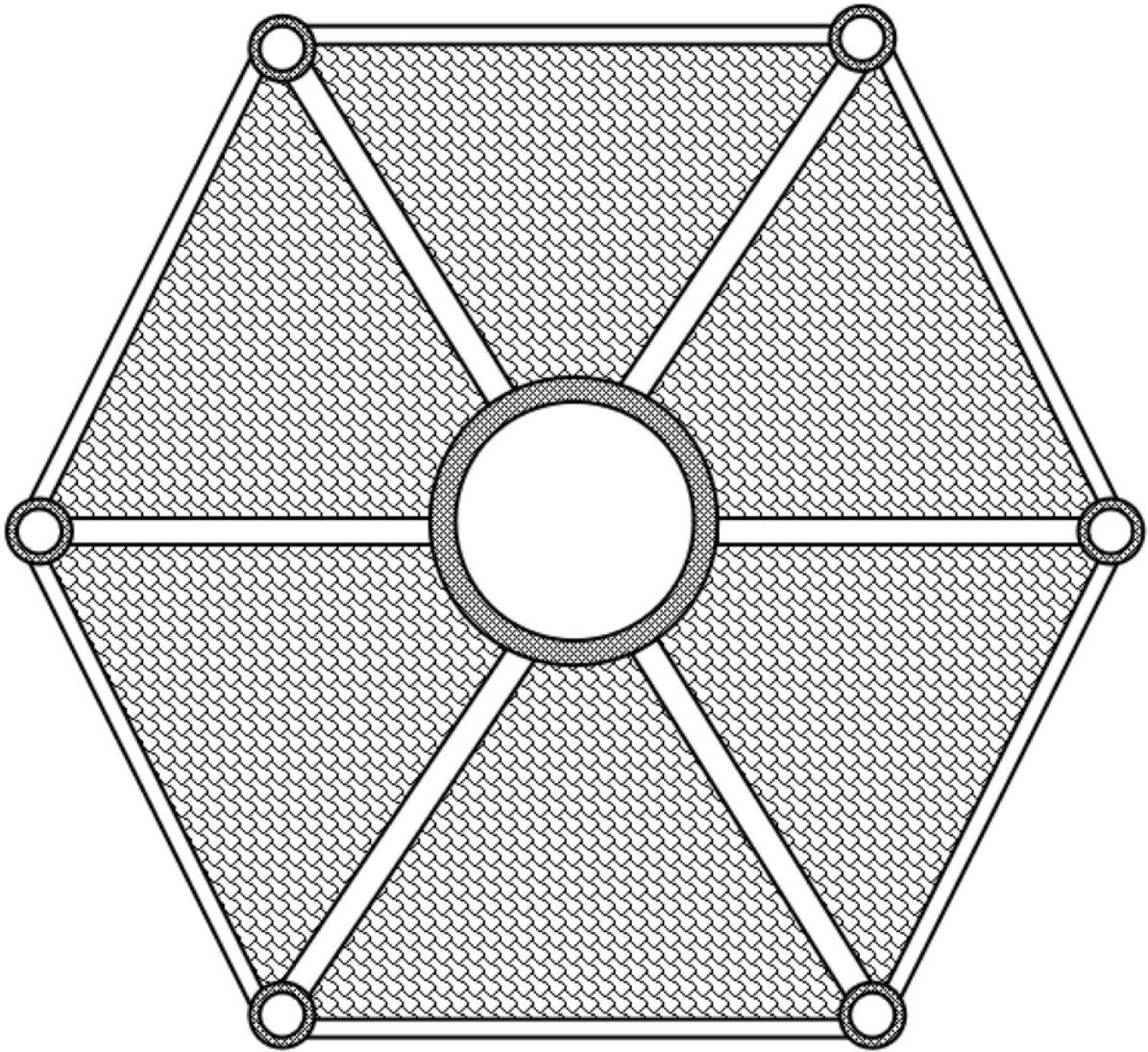


图 14

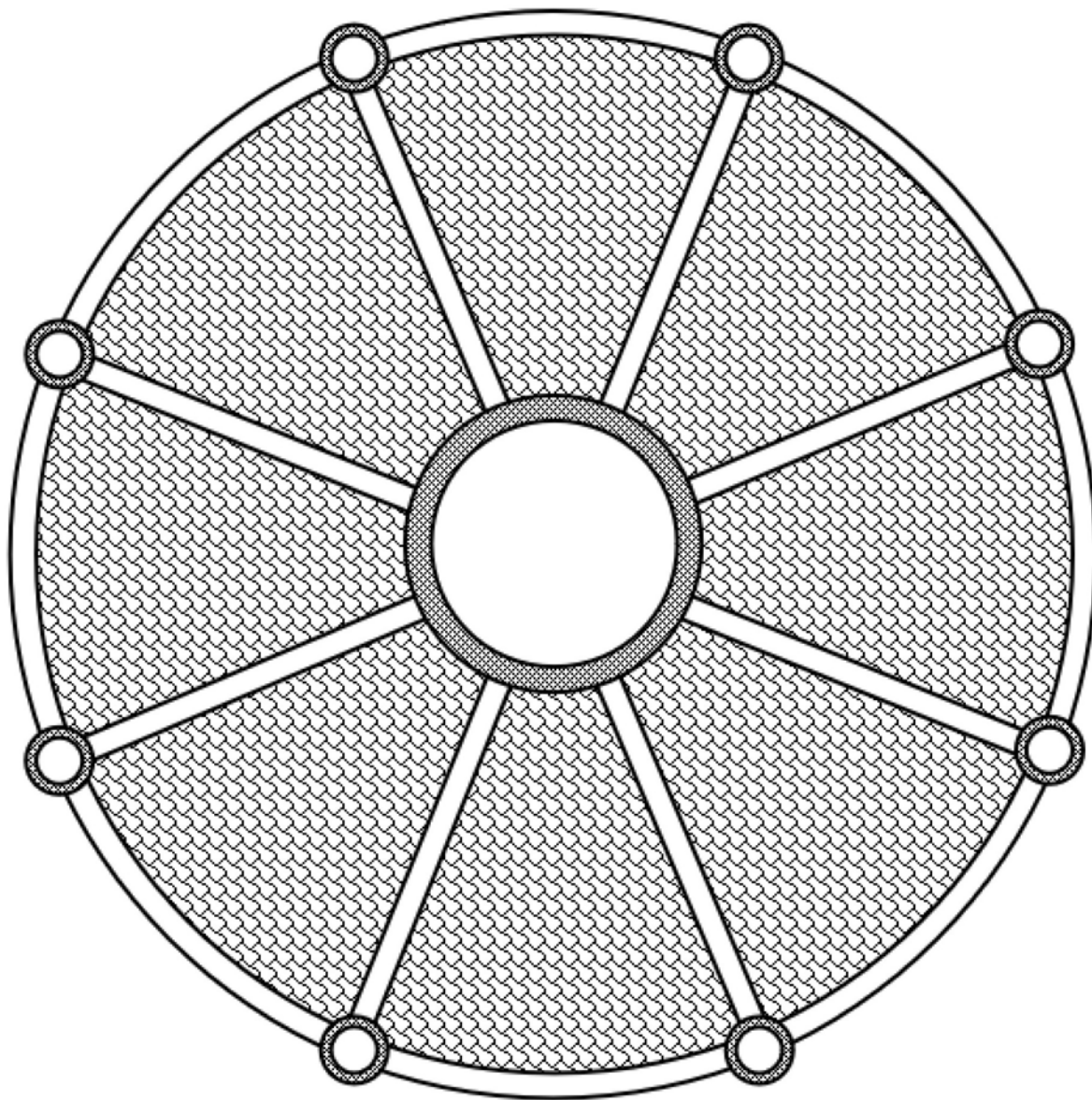


图 15