



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109137958 B

(45) 授权公告日 2020.09.29

(21) 申请号 201811243787.9

E02D 27/52 (2006.01)

(22) 申请日 2018.10.24

审查员 徐天杰

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109137958 A

(43) 申请公布日 2019.01.04

(73) 专利权人 北京天杉高科风电科技有限责任公司

地址 100176 北京市大兴区北京经济技术开发区康定街19号1号楼401

(72) 发明人 丛欧 郝华庚 王培显

(74) 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司 11286

代理人 包国菊 马翠平

(51) Int. Cl.

E02D 27/12 (2006.01)

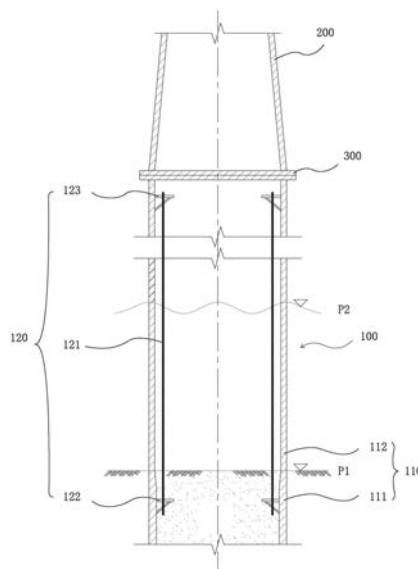
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

(54) 发明名称

预应力海上单桩基础及其安装方法

(57) 摘要

本发明提供一种预应力海上单桩基础及其安装方法,所述预应力海上单桩基础包括:单桩基础,所述单桩基础具有在海床面之下的嵌入筒体部分和在所述海床面之上的非嵌入筒体部分;预应力件,所述预应力件包括预应力主体以及用于固定所述预应力主体的第一锚固件和第二锚固件,所述预应力主体在竖直方向上与所述非嵌入筒体部分至少部分叠置,所述第一锚固件将所述预应力主体的下端固定到所述嵌入筒体部分的侧壁或所述非嵌入筒体部分的侧壁,所述第二锚固件将所述预应力主体的上端固定到所述非嵌入筒体部分的侧壁或固定到设置在所述单桩基础的顶部的连接法兰。根据本发明的实施例的预应力海上单桩基础,可增强单桩基础的竖向、抗弯承载力。



1. 一种预应力海上单桩基础,所述预应力海上单桩基础(100)包括单桩基础(110),所述单桩基础(110)具有在海床面(P1)之下的嵌入筒体部分(111)和在所述海床面(P1)之上的非嵌入筒体部分(112),

其特征在于,所述预应力海上单桩基础(100)还包括预应力件(120),所述预应力件(120)包括预应力主体(121)以及用于固定所述预应力主体(121)的第一锚固件(122)和第二锚固件(123),所述预应力主体(121)在竖直方向上与所述非嵌入筒体部分(112)至少部分叠置,所述第一锚固件(122)将所述预应力主体(121)的下端固定到所述嵌入筒体部分(111)的侧壁或所述非嵌入筒体部分(112)的侧壁,所述第二锚固件(123)将所述预应力主体(121)的上端固定到所述非嵌入筒体部分(112)的侧壁或固定到设置在所述单桩基础(110)的顶部的连接法兰(300)。

2. 根据权利要求1所述的预应力海上单桩基础,其特征在于,所述预应力主体(121)设置为平行于所述单桩基础(110)的轴向,所述预应力主体(121)设置在所述单桩基础(110)的内部或外部。

3. 根据权利要求2所述的预应力海上单桩基础,其特征在于,所述预应力件(120)沿所述单桩基础(110)的轴向分为多个预应力子件,多个所述预应力子件中相邻的两个预应力子件之间部分叠置或分开预定距离。

4. 根据权利要求1所述的预应力海上单桩基础,其特征在于,所述预应力件(120)包括第一预应力件(120a)和第二预应力件(120b),所述第一预应力件(120a)的第一预应力主体(121a)和所述第二预应力件(120b)的第二预应力主体(121b)倾斜地设置在所述单桩基础(110)的轴线两侧,所述第一预应力主体(121a)的上端和所述第二预应力主体(121b)的上端关于所述轴线对称,所述第一预应力主体(121a)的下端和所述第二预应力主体(121b)的下端关于所述轴线对称。

5. 根据权利要求1所述的预应力海上单桩基础,其特征在于,所述预应力海上单桩基础(100)包括沿所述单桩基础(110)的圆周方向设置的多组预应力件(120),每组预应力件(120)包括至少一根预应力主体(121)。

6. 根据权利要求5所述的预应力海上单桩基础,其特征在于,所述预应力海上单桩基础(100)包括沿所述单桩基础(110)的圆周方向设置的至少四组预应力件(120)。

7. 根据权利要求1所述的预应力海上单桩基础,其特征在于,所述第一锚固件(122)包括垂直于所述单桩基础(110)的侧壁的水平部分以及倾斜地支撑在所述水平部分与所述单桩基础(110)的侧壁之间的支撑部分。

8. 根据权利要求1所述的预应力海上单桩基础,其特征在于,所述第二锚固件(123)将所述预应力主体(121)的上端固定到设置在所述单桩基础(110)的顶部的连接法兰(300),所述预应力件(120)还包括设置在所述非嵌入筒体部分(112)的侧壁上的临时固定平台(124),所述预应力主体(121)穿过所述临时固定平台(124)。

9. 根据权利要求8所述的预应力海上单桩基础,其特征在于,所述预应力件(120)还包括设置在所述非嵌入筒体部分(112)的侧壁上的预应力主体限位点(125)。

10. 一种预应力海上单桩基础的安装方法,其特征在于,所述安装方法包括:

将第一锚固件(122)焊接到单桩基础(110)的在海床面(P1)之下的嵌入筒体部分(111)的侧壁或是在海床面(P1)之上的非嵌入筒体部分(112)的侧壁,并在所述非嵌入筒体部分

(112)的侧壁上设置临时固定平台(124)；

将预应力主体(121)的下端锚固到所述第一锚固件(122)，将所述预应力主体(121)的上部通过所述临时固定平台(124)临时固定；

安装所述单桩基础(110)，将所述预应力主体(121)的上端通过第二锚固件(123)固定到设置在所述单桩基础(110)的顶部的连接法兰(300)，并对所述预应力主体(121)施加预应力。

预应力海上单桩基础及其安装方法

技术领域

[0001] 本发明涉及海上风力发电技术领域,更具体地说,涉及一种预应力海上单桩基础及其安装方法。

背景技术

[0002] 由于海上风资源丰富,不受土地使用的限制,且海上风电具有高风速、高产出等显著优点,因此已经逐渐成为风电发展的新领域。

[0003] 在已建成的海上风电场中,单桩基础是应用的比较广泛的一种基础类型,其适用于浅水及中等水深且具有较好持力层的海域。现有单桩基础具有直径大、重量大的特点。在设计中,通常需要增大直径和单桩壁厚来抵抗水平外力、轴向力及弯矩,这会导致单桩重量增加,从而造成单桩成本增加,一定程度上增加了海上开发风电项目的成本。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种可增强单桩基础的水平、竖向和抗弯承载力的预应力海上单桩基础。

[0005] 根据本发明的一方面,一种预应力海上单桩基础可包括:单桩基础,所述单桩基础具有在海床面之下的嵌入筒体部分和在所述海床面之上的非嵌入筒体部分;预应力件,所述预应力件包括预应力主体以及用于固定所述预应力主体的第一锚固件和第二锚固件,所述预应力主体在竖直方向上与所述非嵌入筒体部分至少部分叠置,所述第一锚固件将所述预应力主体的下端固定到所述嵌入筒体部分的侧壁或所述非嵌入筒体部分的侧壁,所述第二锚固件将所述预应力主体的上端固定到所述非嵌入筒体部分的侧壁或固定到设置在所述单桩基础的顶部的连接法兰。

[0006] 优选地,所述预应力主体可设置为平行于所述单桩基础的轴向,所述预应力主体可设置在所述单桩基础的内部或外部。

[0007] 优选地,所述预应力件可沿所述单桩基础的轴向分为多个预应力子件,多个所述预应力子件中相邻的两个预应力子件之间部分叠置或分开预定距离。

[0008] 优选地,所述预应力件可包括第一预应力件和第二预应力件,第一预应力件的第一预应力主体和第二预应力件的第二预应力主体倾斜地设置在所述单桩基础的轴线两侧,第一预应力主体的上端和第二预应力主体的上端关于所述轴线对称,第一预应力主体的下端和第二预应力主体的下端关于所述轴线对称。

[0009] 优选地,所述预应力海上单桩基础可包括沿所述单桩基础的圆周方向设置的多组预应力件,每组预应力件可包括至少一根预应力主体。

[0010] 优选地,所述预应力海上单桩基础可包括沿所述单桩基础的圆周方向设置的至少四组预应力件。

[0011] 优选地,所述第一锚固件可包括垂直于所述单桩基础的侧壁的水平部分以及倾斜地支撑在所述水平部分与所述单桩基础的侧壁之间的支撑部分。

[0012] 优选地,所述第二锚固件可将所述预应力主体的上端固定到设置在所述单桩基础的顶部的连接法兰,所述预应力件还可包括设置在所述非嵌入筒体部分的侧壁上的临时固定平台,所述预应力主体可穿过所述临时固定平台。

[0013] 优选地,所述临时固定平台可包括沿所述单桩基础的轴向设置的多个临时固定平台。

[0014] 根据本发明的另一方面,一种预应力海上单桩基础的安装方法可包括:将第一锚固件焊接到单桩基础的在海床面之下的嵌入筒体部分的侧壁或是在海床面之上的非嵌入筒体部分的侧壁,并在所述非嵌入筒体部分的侧壁上设置临时固定平台;将预应力主体的下端锚固到所述第一锚固件,将所述预应力主体的上部通过所述临时固定平台临时固定;安装所述单桩基础,将所述预应力主体的上端通过第二锚固件固定到设置在所述单桩基础的顶部的连接法兰,并对所述预应力主体施加预应力。

[0015] 如上所述,根据本发明的实施例的预应力海上单桩基础,通过在受力复杂的非嵌入筒体部分中设置与非嵌入筒体部分至少部分叠置的预应力主体,可增强单桩基础的水平、竖向及抗弯承载力,提高单桩基础的整体稳定性和安全性,从而可减小非嵌入筒体部分的壁厚,减少单桩基础的钢用量,降低风力发电机组的设计成本,取得较好的经济效益。

[0016] 另外,根据本发明的实施例的预应力海上单桩基础,仅通过对结构进行微小的改进,就可达到减少单桩基础的钢用量的目的。因此,根据本发明的实施例的预应力海上单桩基础更容易实施。

附图说明

[0017] 图1是根据本发明的一个实施例的预应力海上单桩基础的示意图;

[0018] 图2是根据本发明的另一实施例的预应力海上单桩基础的示意图;

[0019] 图3是沿图2的A-A线截取的截面图;

[0020] 图4是沿图2的B-B线截取的截面图;

[0021] 图5是根据本发明的另一实施例的预应力海上单桩基础的示意图;

[0022] 图6是根据本发明的另一实施例的预应力海上单桩基础的示意图;

[0023] 图7是根据本发明的另一实施例的预应力海上单桩基础的示意图;

[0024] 图8是根据本发明的另一实施例的预应力海上单桩基础的示意图。

具体实施方式

[0025] 以下,将参照图1至图8详细描述根据本发明的实施例的预应力海上单桩基础。

[0026] 如图1至图8所示,根据本发明的实施例的预应力海上单桩基础100包括:单桩基础110,具有在海床面P1之下的嵌入筒体部分111和在海床面P1之上的非嵌入筒体部分112;预应力件120,预应力件120包括预应力主体121以及用于固定预应力主体121的第一锚固件122和第二锚固件123,预应力主体121在竖直方向上与非嵌入筒体部分112至少部分叠置,第一锚固件122将预应力主体121的下端固定到嵌入筒体部分111的侧壁或非嵌入筒体部分112的侧壁,第二锚固件123将预应力主体121的上端固定到非嵌入筒体部分112的侧壁或固定到设置在单桩基础110的顶部的连接法兰300。

[0027] 如图1至图8所示,海上风力发电机组可包括单桩基础110、顶部塔筒200以及设置

在单桩基础110的顶部用于将单桩基础110和顶部塔筒200彼此连接的连接法兰300。

[0028] 根据本发明的实施例,可利用海床面P1作为分界线将单桩基础110在理论上分成两部分,即,在海床面P1之下的嵌入筒体部分111和海床面P1之上的非嵌入筒体部分112。此外,单桩基础110的一部分可伸出海平面P2,以通过连接法兰300与顶部塔筒200相连接。

[0029] 可根据地质情况等合理地设计嵌入筒体部分111,本发明并不意图改变嵌入筒体部分111的设计。海床面P1以上的非嵌入筒体部分112为受海水冲刷且承受风机载荷的部分,因此本发明意图通过改变非嵌入筒体部分112的设计,来提高非嵌入筒体部分112的强度,从而减小非嵌入筒体部分112的壁厚,减少单桩基础110的钢用量,降低风力发电机组的设计成本。

[0030] 如图1至图8所示,预应力海上单桩基础100可包括如上所述的单桩基础110和预应力件120。根据本发明的实施例,预应力件120可包括预应力主体121以及用于固定预应力主体121的第一锚固件122和第二锚固件123。

[0031] 根据本发明的实施例,预应力主体121在竖直方向上与非嵌入筒体部分112至少部分叠置。具体地讲,预应力主体121可在竖直方向上与非嵌入筒体部分112部分叠置(如图1至图5所示)或全部叠置(如图6至图8所示)。

[0032] 根据本发明的实施例,通过在受力复杂的非嵌入筒体部分112中设置与非嵌入筒体部分112至少部分叠置的预应力主体121,可增强海上单桩基础100的水平、竖向及抗弯承载力,提高海上单桩基础100的整体稳定性和安全性,从而可减小非嵌入筒体部分112的壁厚,减少海上单桩基础100的钢用量,降低风力发电机组的设计成本,取得较好的经济效益。另外,仅通过对结构进行微小的改进,就可达到减少海上单桩基础100的钢用量的目的。以下,将参照图1至图8描述预应力件120的示意性布置方式。

[0033] 如图1所示,预应力主体121可平行于单桩基础110的轴向布置,并可设置在单桩基础110内。第一锚固件122可设置在嵌入筒体部分111的内侧壁上,第二锚固件123可设置在非嵌入筒体部分112的内侧壁上。可选地,第一锚固件122可设置在嵌入筒体部分111的内侧壁的靠近海床面P1的位置,第二锚固件123可设置在非嵌入筒体部分112的内侧壁的靠近连接法兰300的位置。预应力主体121的下端可通过第一锚固件122固定到嵌入筒体部分111的内侧壁,预应力主体121的上端可通过第二锚固件123固定到非嵌入筒体部分112的内侧壁。在这种情况下,预应力主体121可在竖直方向上与非嵌入筒体部分112部分叠置。

[0034] 虽然图1中示出了第一锚固件122设置在嵌入筒体部分111的内侧壁上,然而,本发明不限于此,第一锚固件122还可设置在非嵌入筒体部分112的内侧壁上。具体地,第一锚固件122可设置在非嵌入筒体部分112的内侧壁的靠近海床面P1的位置。在这种情况下,也可保证预应力主体121与单桩基础110部分叠置。

[0035] 根据本发明的实施例,预应力主体121可以为施加有预应力的预应力杆、预应力锚索或预应力钢绞线,第一锚固件122和第二锚固件123可以为本领域中已知的能被用于固定预应力主体121任何锚固件,第一锚固件122和第二锚固件123可通过焊接固定到单桩基础110的侧壁。当第一锚固件122设置在嵌入筒体部分111内时,优选地,第一锚固件122可包括垂直于单桩基础110的侧壁的水平部分以及倾斜地支撑在水平部分与单桩基础110的侧壁之间的支撑部分,以便于将第一锚固件122插入海床面P1以下的泥层内。另外,由于预应力件120应用于海上风力发电机组,因此,预应力件120应具有一定的防腐性质。

[0036] 虽然图1中示出的预应力主体121为一个整体,但本发明不限于此。例如,预应力件120可沿单桩基础110的轴向分为多个预应力子件,多个预应力子件中相邻的两个预应力子件之间部分叠置或分开预定距离。多个预应力子件均可通过锚固件固定到单桩基础110的侧壁。

[0037] 另外,根据本发明的实施例,预应力主体121可沿单桩基础110的圆周方向设置多组,每组包括至少一根预应力主体121。优选地,预应力主体121可沿单桩基础110的圆周方向设置至少四组。至少四组预应力主体121可沿单桩基础110的圆周方向均匀地布置。然而,本发明不限于此,应理解的是,可根据单桩基础110的受力情况合理地设置预应力主体121的组数和每组的数量。

[0038] 如图2至图4所示,预应力件120可包括第一预应力件120a和第二预应力件120b。第一预应力件120a的第一预应力主体121a和第二预应力件120b的第二预应力主体121b倾斜地设置在单桩基础110的轴线两侧,第一预应力主体121a的上端和第二预应力主体121b的上端关于单桩基础110的轴线对称,第一预应力主体121a的下端和第二预应力主体121b的下端关于单桩基础110的轴线对称。因此,第一预应力件120a的第一锚固件122a和第二预应力件120b的第一锚固件122b关于单桩基础110的轴线对称,第一预应力件120a的第二锚固件123a和第二预应力件120b的第二锚固件123b关于单桩基础110的轴线对称。由于其它部件的描述与以上参照图1的描述相同,因此为了避免重复,将省略该其它部件的描述。

[0039] 图5中示出的预应力海上单桩基础与图1中示出的预应力海上单桩基础的区别仅在于:预应力主体121设置在单桩基础110外,第一锚固件122和第二锚固件123固定到单桩基础110的外侧壁上(与图1中描述的相同,虽然图5中的第一锚固件122固定到嵌入筒体部分111的外侧壁上,但第一锚固件122也可固定到非嵌入筒体部分112的外侧壁上)。由于其它部件的描述与以上参照图1的描述相同,因此为了避免重复,将省略该其它部件的描述。

[0040] 图6中示出的预应力海上单桩基础与图1中示出的预应力海上单桩基础的区别仅在于:预应力主体121的上端通过第二锚固件123固定到连接法兰300,并且为了临时固定预应力主体121,在非嵌入筒体部分112的内侧壁上设置了临时固定平台124。

[0041] 具体而言,预应力主体121可通过紧固高强螺栓等锚固到连接法兰300上的通孔,在这种情况下,可无需在单桩基础上另外设置其它连接件。此外,在现有技术中,需要在连接法兰300上使用连接螺栓以连接单桩基础110和顶部塔筒200。在本发明的图6的实施例中,可通过预应力主体121来连接单桩基础110和顶部塔筒200,从而可取代上述的连接螺栓,节约了成本。

[0042] 另外,在预应力主体121的上端固定到连接法兰300的情况下,可在非嵌入筒体部分112的内侧壁上设置临时固定平台124,以在安装预应力主体121时起到临时固定预应力主体121的作用。此外,临时固定平台124可具有安全护栏,以便于将其用作后续检修的平台。优选地,预应力件120还可包括设置在非嵌入筒体部分112的侧壁上的预应力主体限位点125。

[0043] 图7中示出的预应力海上单桩基础与图6中示出的预应力海上单桩基础的区别仅在于:按照图2中的预应力件120a和120b的布置方式来布置图7中的预应力件120。另外,图7中的预应力主体121在施加预应力之后可被张拉,因此可伸出临时固定平台124之外。由于其它部件的描述与以上参照图6的描述相同,因此为了避免重复,将省略该其它部件的描

述。

[0044] 图8中示出的预应力海上单桩基础与图6中示出的预应力海上单桩基础的区别仅在于:预应力主体121设置在单桩基础110外,第一锚固件122和第二锚固件123固定到单桩基础110的外侧壁上。由于其它部件的描述与以上参照图1的描述相同,因此为了避免重复,将省略该其它部件的描述。

[0045] 如上所述,根据本发明的实施例的预应力海上单桩基础,通过在受力复杂的非嵌入筒体部分112中设置与非嵌入筒体部分112至少部分叠置的预应力件120,可增强单桩基础110的水平、竖向及抗弯承载力,提高单桩基础110的整体稳定性和安全性,从而可减小非嵌入筒体部分112的壁厚,减少单桩基础110的钢用量,降低风力发电机组的设计成本,取得较好的经济效益。

[0046] 以下,将作为示例描述图1中示出的预应力海上单桩基础100的安装方法。

[0047] 如图1所示,可在钢管厂内焊接生产单桩基础110。可将单桩基础110划分成嵌入筒体部分111和非嵌入筒体部分112。应理解的是,嵌入筒体部分111和非嵌入筒体部分112只是理论上的划分,并不代表单桩基础110必然由分开的两部分形成。可按照常规设计来生产嵌入筒体部分111,可根据载荷设计确定非嵌入筒体部分112的直径和壁厚。

[0048] 另外,可根据单桩基础110的受力情况合理设置预应力主体121的组数和每组的数量。可根据预应力主体121的布局,在嵌入筒体部分111的内侧壁上设置第一锚固件122来固定预应力主体121的下端,在非嵌入筒体部分112的内侧壁上设置第二锚固件123来固定预应力主体121的上端。可将第一锚固件122的顶部设计呈锥形形状,以便于将第一锚固件122插入海床面P1以下的泥层内。根据图1中示出的预应力海上单桩基础110,可在单桩基础110出厂前将预应力施加到设计值。然而,应理解的是,根据本发明的实施例的预应力海上单桩基础100的安装方法不限于此,本领域技术人员可根据其结构来构思其安装方法。

[0049] 图2和图5中示出的预应力海上单桩基础100的安装方法与以上描述的类似,在此不做描述。

[0050] 以下,将作为示例描述图6中示出的预应力海上单桩基础100的安装方法。

[0051] 如图6所示,根据本发明的实施例的安装方法包括:将第一锚固件122焊接到单桩基础110的在海床面P1之下的嵌入筒体部分111的侧壁或是在海床面P1之上的非嵌入筒体部分112的侧壁,并在非嵌入筒体部分112的侧壁上设置临时固定平台124;将预应力主体121的下端锚固到第一锚固件122,将预应力主体121的上部通过临时固定平台124临时固定;安装单桩基础110,将预应力主体121的上端通过第二锚固件123固定到设置在单桩基础110的顶部的连接法兰300,并对预应力主体121施加预应力。

[0052] 也就是说,图6中示出的预应力海上单桩基础100的安装方法与图1中示出的预应力海上单桩基础100的安装方法的区别在于,图6中的预应力主体121在单桩基础110安装就位后施加预应力,而不是在出厂前施加预应力。为此,需要在单桩基础110上设置用于临时固定预应力主体121的临时固定平台124。可在制造单桩基础110时在单桩基础110的侧壁上布置临时固定平台124,在图6中示出的结构的情况下,可在单桩基础110的内侧壁上布置临时固定平台124。此外,还可在单桩基础110的内侧壁上布置临时固定预应力主体121的预应力主体限位点125。在安装完预应力海上单桩基础100之后,可不拆除临时固定平台124,而是将其用作后续检修海上单桩基础100的平台。

[0053] 另外,应理解的是,在以上步骤没有明显的先后顺序的情况下,上述安装方法可不受以上描述的先后顺序限制。

[0054] 如上所述,根据本发明的实施例的预应力海上单桩基础,通过在受力复杂的非嵌入筒体部分中设置与非嵌入筒体部分至少部分叠置的预应力主体,可增强单桩基础的水平、竖向及抗弯承载力,提高单桩基础的整体稳定性和安全性,从而可减小非嵌入筒体部分的壁厚,减少单桩基础的钢用量,降低风力发电机组的设计成本,取得较好的经济效益。

[0055] 另外,根据本发明的实施例的预应力海上单桩基础,仅通过对结构进行微小的改进,就可达到减少单桩基础的钢用量的目的。因此,根据本发明的实施例的预应力海上单桩基础更容易实施。

[0056] 虽然已表示和描述了本发明的一些实施例,但本领域技术人员应该理解,在不脱离由权利要求及其等同物限定其范围的本发明的原理和精神的情况下,可以对这些实施例进行修改。

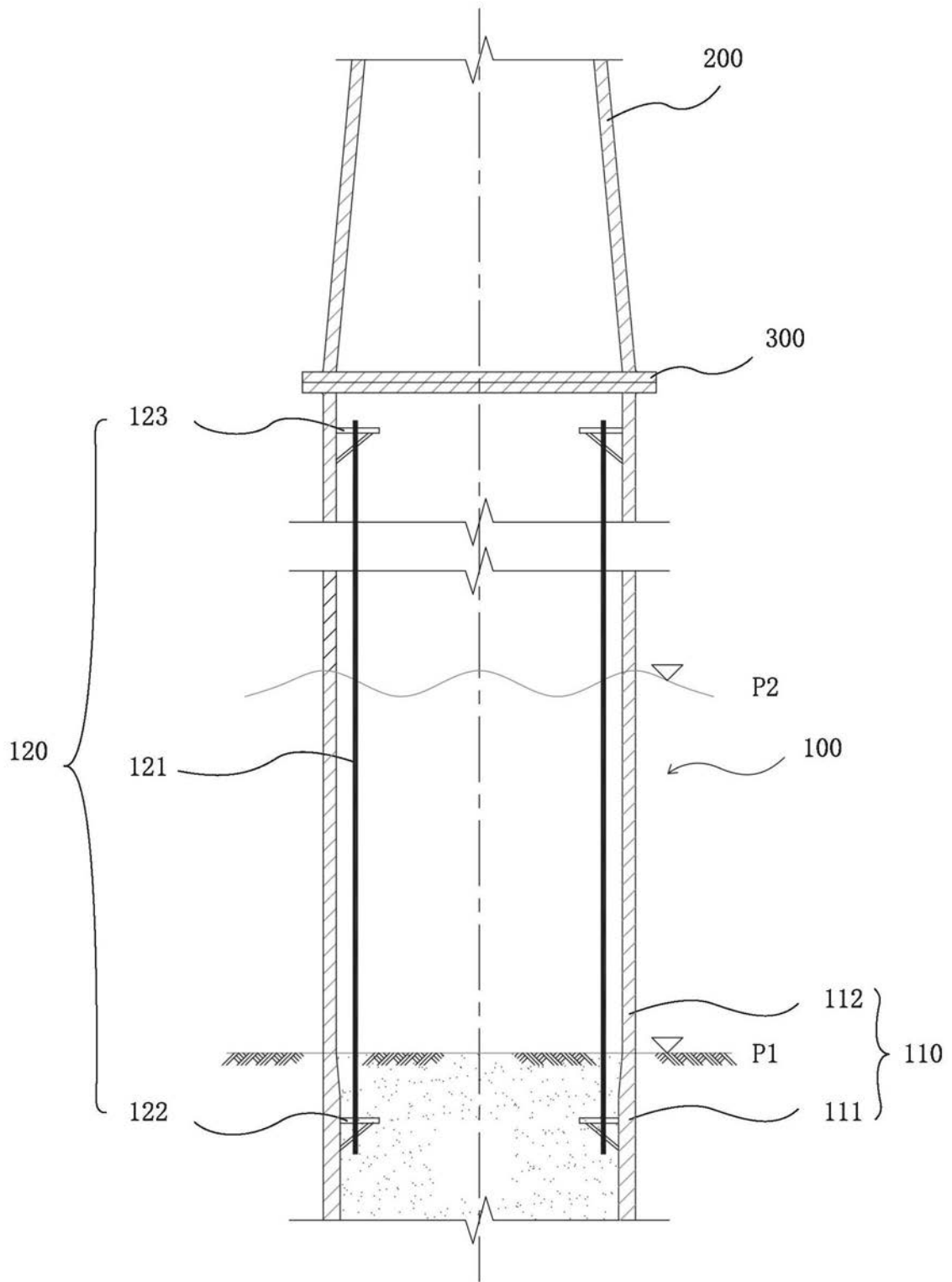


图1

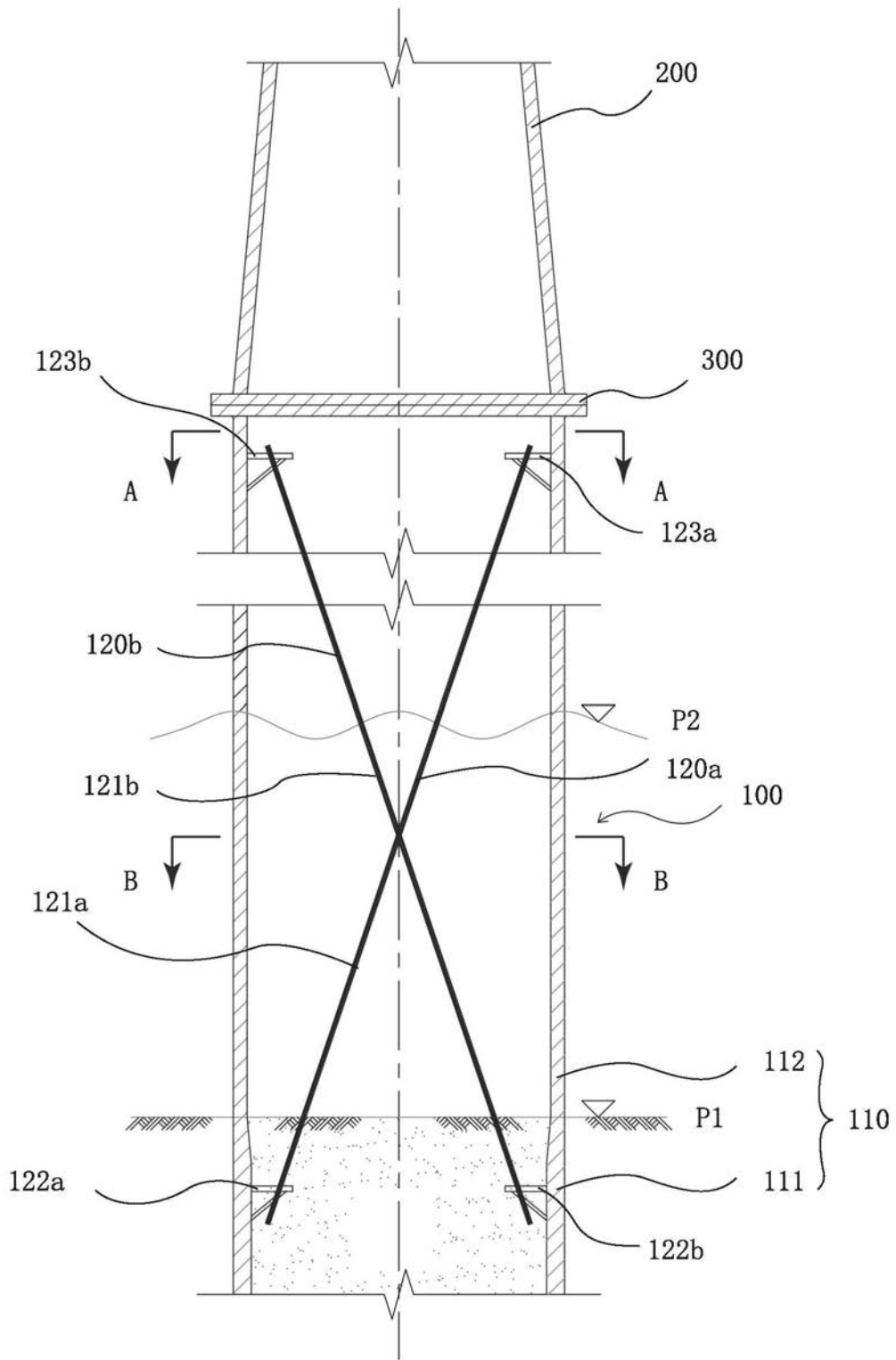


图2

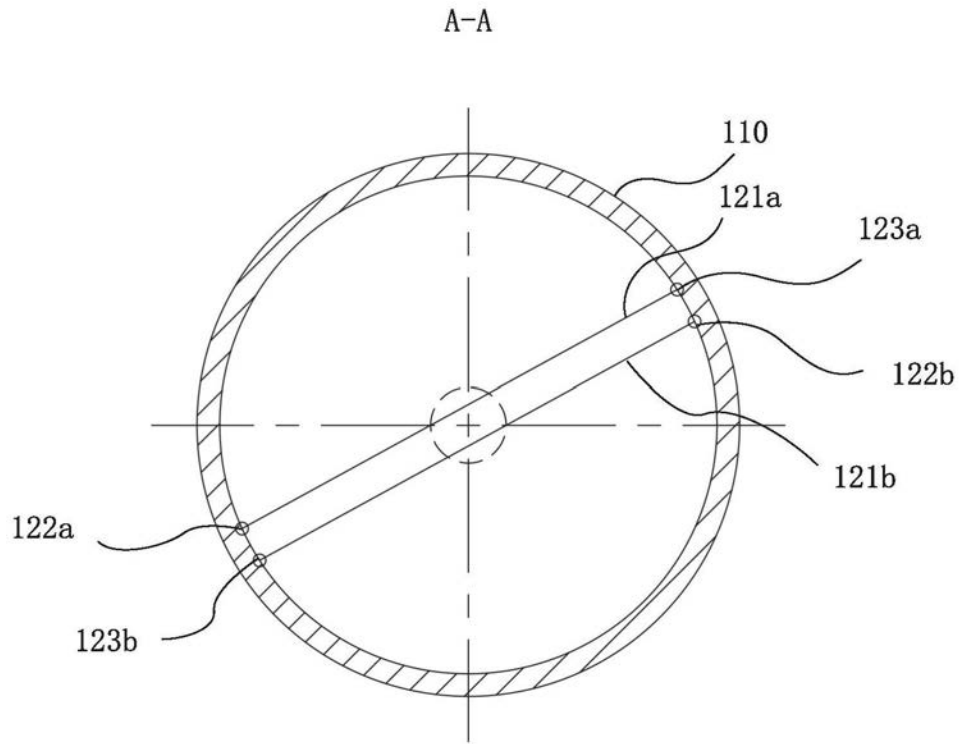


图3

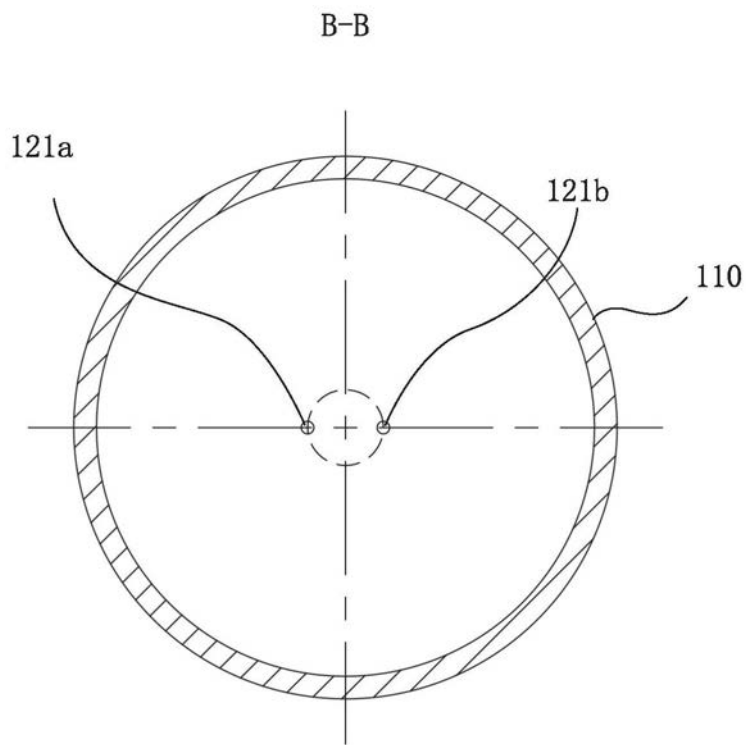


图4

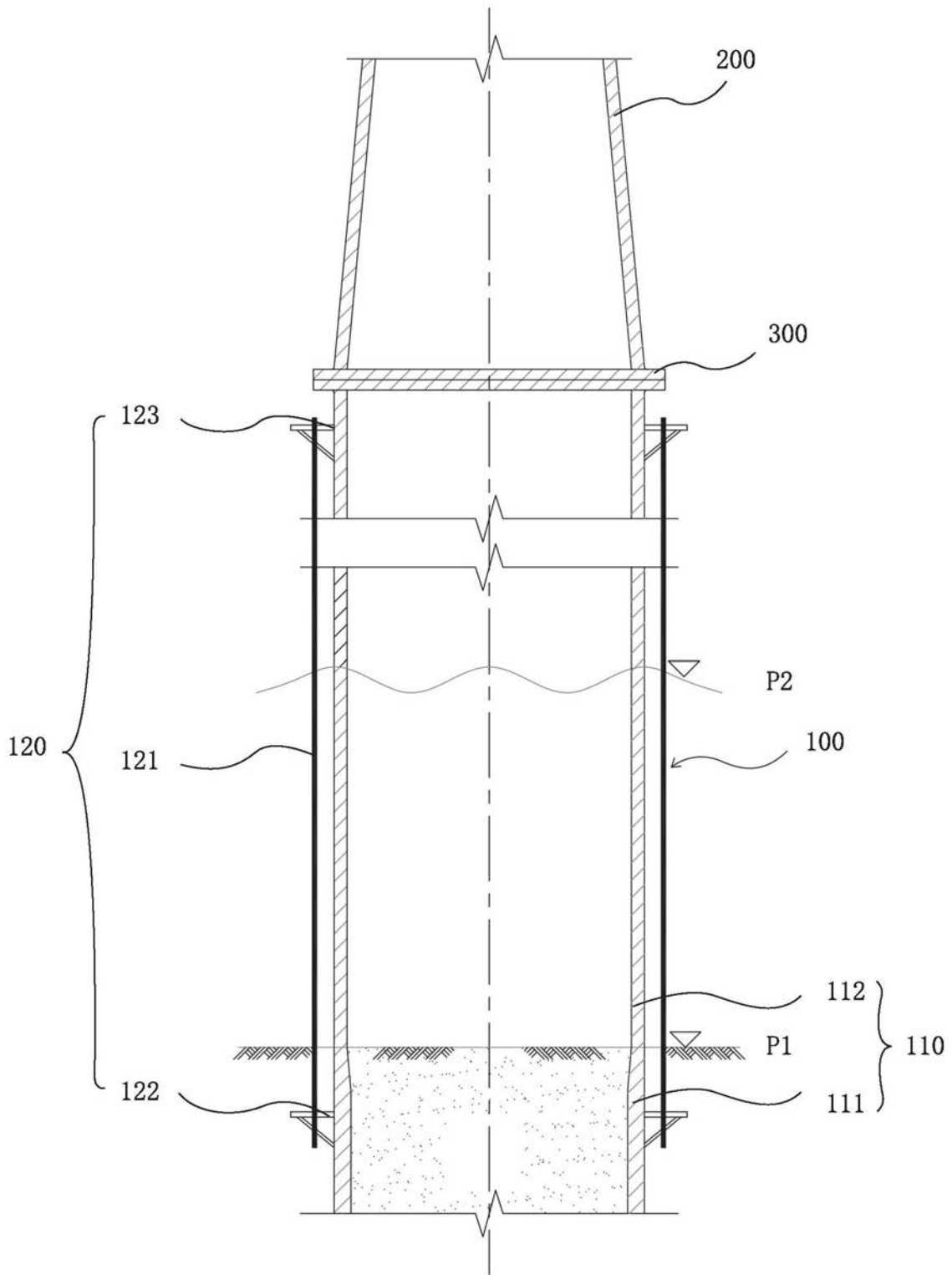


图5

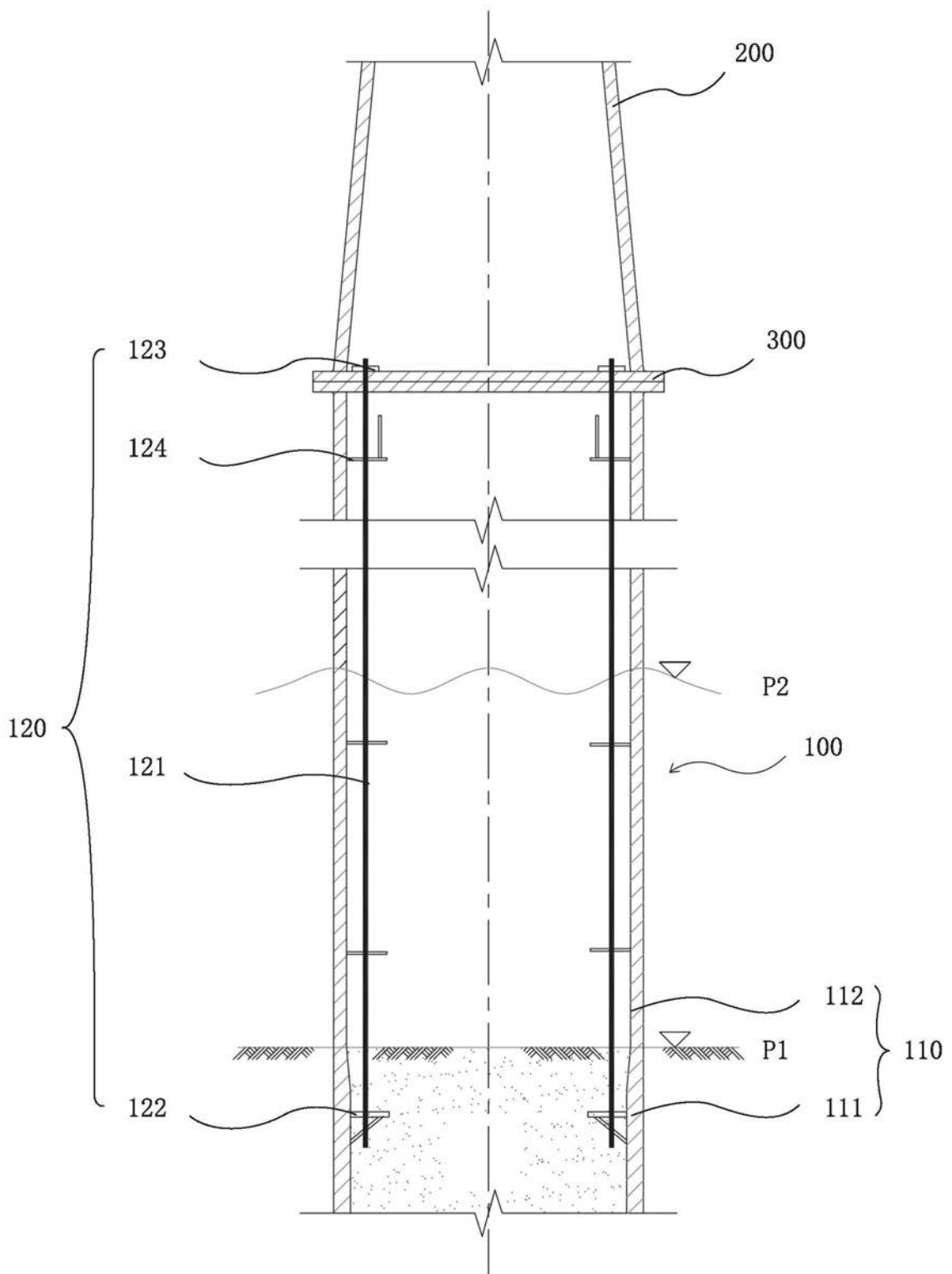


图6

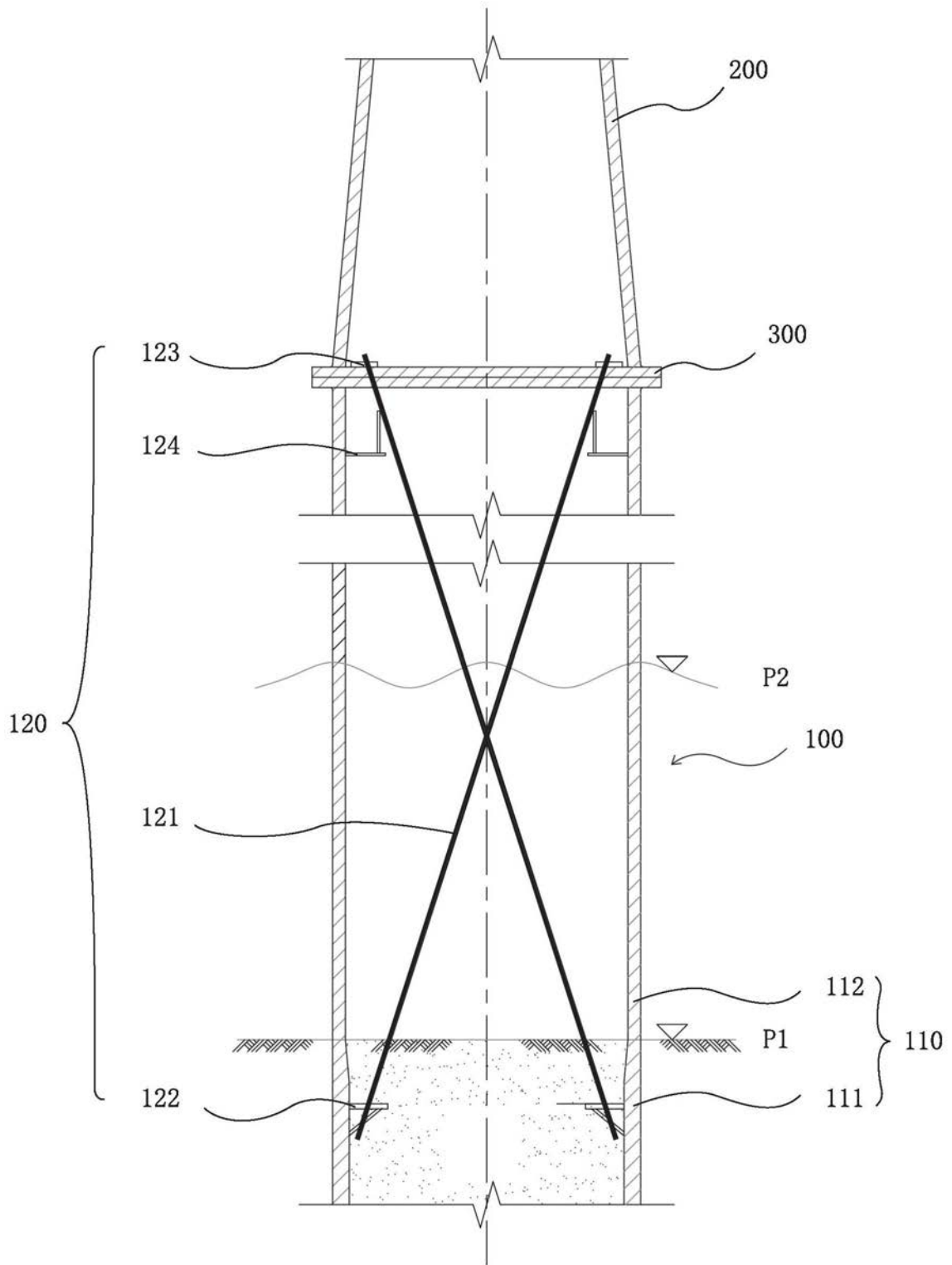


图7

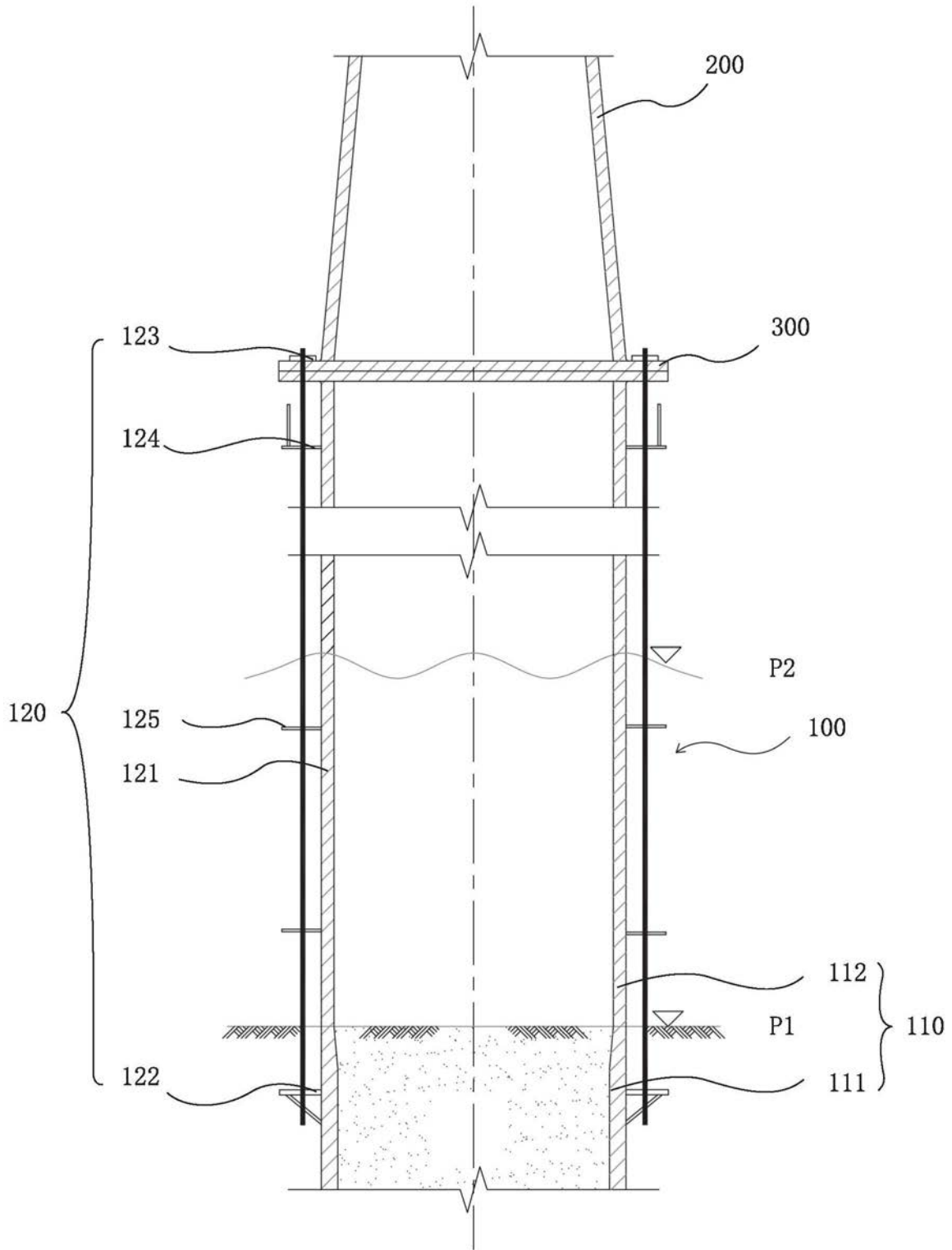


图8