



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102124214 B

(45) 授权公告日 2014. 04. 09

(21) 申请号 200980132254. 6

(22) 申请日 2009. 06. 17

(30) 优先权数据

20082860 2008. 06. 20 NO

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 02. 18

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/N02009/000226 2009. 06. 17

(87) PCT国际申请的公布数据

W02009/154472 EN 2009. 12. 23

(73) 专利权人 海塔有限公司

地址 挪威奥斯陆

(72) 发明人 K·卡拉尔 S·拉姆施利

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 原绍辉

(51) Int. Cl.

F03D 1/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1767976 A, 2006. 05. 03,

WO 01/34977 A1, 2001. 05. 17, 全文.

EP 1526278 A1, 2005. 04. 27, 全文.

WO 03/004870 A1, 2003. 01. 16, 全文.

审查员 张人天

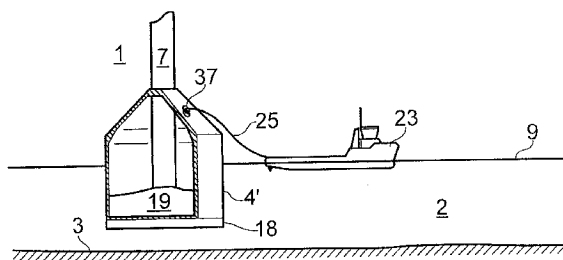
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

供在离岸风力农场工业中使用的支撑结构

(57) 摘要

一种供在离岸风力农场工业中使用的支撑结构和制造并安装该支撑结构的方法,包括用于安装在水体(2)下面的海床(3)上的底座(4,4')和连接到该底座并从该底座向上延伸并能够支撑至少设备单元(5)的塔架(7)。底座(4,4')包括底部平板元件(14)和壁(23,54),壁(23,54)从底部平板元件(14)向上延伸,从而限定用于保持压载(19)并用于在拖开和安装期间提供浮力的第一腔体(15)。底座(4,4')包括圆周裙板(18),其从底部平板(14)向下延伸,从而在底座(4,4')下面限定至少一个隔室(17a-c)。



1. 一种供在离岸风力农场工业中使用的支撑结构,包括用于安装在水体(2)下面的海床(3)上的底座(4,4')和连接到所述底座并从所述底座向上延伸并能够支撑至少设备单元(5)的塔架(7),其中,所述底座(4,4')包括底部平板元件(14)和从所述底部平板元件(14)向上延伸的壁(23,54),从而限定用于至少在运输到实地和安装期间控制所述支撑结构的浮力和重心的第一腔体(15),由此,消除或显著地减少运输和安装期间对于独立的浮力元件和/或专用船舶和吊车的需求,其特征在于,所述底座(4,4')包括从所述底部平板元件(14)向下延伸的圆周裙板(18),从而在所述底座(4,4')下面限定至少一个隔室(17a-c)。

2. 如权利要求1所述的支撑结构,其中,所述塔架经由所述塔架(7)的下部分(13)被附接到所述底部平板元件(14)而被连接到所述底座(4,4')。

3. 如权利要求1或权利要求2所述的支撑结构,其中,所述塔架经由被连接到所述壁的固定元件(8,52)而被连接到所述底座(4,4')。

4. 如权利要求1所述的支撑结构,其中,所述至少一个隔室借助于裙板(16a-c)被再分成隔室(17a-c),所述裙板(16a-c)从所述底部平板元件(14)向下延伸。

5. 如权利要求4所述的支撑结构,其中,所述裙板(16a-c)从所述底部平板元件(14)的中心部分径向地延伸至所述圆周裙板(18)的各自区域。

6. 如权利要求1所述的支撑结构,其中,所述底座(4')包括在所述壁与所述塔架(7)之间延伸从而封闭所述第一腔体(15)的顶盖结构(52)。

7. 如权利要求6所述的支撑结构,其中,所述顶盖结构(52)包括外壳(44)和内壳(42),所述外壳(44)和内壳(42)在其之间限定至少一个第二腔体(46),所述内壳(42)面对所述第一腔体(15)。

8. 如权利要求7所述的支撑结构,其中,所述第二腔体(46)填充有诸如混凝土的材料。

9. 如权利要求6所述的支撑结构,其中,所述顶盖结构(52)通过常规模板中的混凝土浇筑或者由单壳金属板来形成。

10. 如权利要求1所述的支撑结构,其中,所述底部平板元件(14)和所述壁(23,54)包括外壳(44)和内壳(42),所述外壳(44)和内壳(42)在其之间限定至少一个第二腔体(46),所述内壳(42)面对所述第一腔体(15)。

11. 如权利要求10所述的支撑结构,其中,所述第二腔体(46)填充有诸如混凝土的材料。

12. 如权利要求10所述的支撑结构,其中,所述顶壁(54)通过滑模浇筑或者由单壳金属板形成。

13. 如权利要求6所述的支撑结构,还包括被可释放地且可滑动地连接到所述底座(4')的漂浮稳定元件(26),由此,在所述顶盖结构(52)从水上的位置运动至完全淹没状态时的安装期间保持所述支撑结构的稳定性。

14. 如权利要求13所述的支撑结构,其中,所述漂浮稳定元件(26)包括凹陷部分(30),所述凹陷部分(30)具有用于与所述底座(4')上的凸缘(31)相配合的上端和下端止动部,由此,由所述上端和下端止动部来限制所述漂浮稳定元件(26)可滑动运动。

15. 如权利要求13或权利要求14所述的支撑结构,其中,所述漂浮稳定元件(26)包括至少一个内部腔体,用于诸如水的压舱流体的选择性添加和提取。

16. 一种制造如权利要求 1 至 15 所述的支撑结构的方法,包括提供具有至岸上制造现场的向下延伸裙板(18,16a-c)的底部平板元件(14),其特征在于步骤:

a) 使圆周边壁(23)从所述底部平板元件(14)延伸以形成底座下部分(22),所述底壁具有根据对成品支撑结构的浮力要求确定尺寸的竖直延伸部分;

b) 将所述下部分(22)放置在水体上的漂浮位置上;

c) 使所述顶壁(54)延伸;以及

d) 通过将所述塔架的下部分附接到所述底部平板元件(14)并通过将所述塔架的一部分经由固定元件(8,52)连接到所述底座(4,4')的至少顶壁(54)来将所述塔架连接到所述底座(4,4')。

17. 如权利要求 16 所述的方法,其中,顶盖结构(52)在所述顶壁(54)与所述塔架(7)之间延伸,从而封闭所述第一腔体(15)。

18. 一种安装供在离岸风力农场工业中使用的支撑结构的方法,包括用于安装在水体(2)下面的海床(3)上的底座(4,4')和连接到所述底座并从所述底座向上延伸并能够支撑至少设备单元(5)的塔架(7),其特征在于步骤:

a) 在漂浮状态下将所述支撑结构拖曳至安装位置,同时借助于由所述支撑结构的结构元件限定的腔体(15)控制所述支撑结构的浮力和重心,由此,消除或显著地减少运输期间对于独立的浮力元件和/或专用船舶的需求;并且

b) 通过向所述腔体(15)中填充压载材料直至所述支撑结构被安装在所述海床(3)上来使所述支撑结构从漂浮状态转移至安装状态,由此,消除或显著地减少安装期间对于独立的浮力元件和/或专用船舶和吊车的需求。

19. 如权利要求 18 所述的方法,其中,在步骤 a 中,由压载材料到所述腔体(15)中的受控添加来控制所述浮力和重心。

20. 如权利要求 19 所述的方法,其中,在步骤 a 中添加的所述压载材料包括固体材料。

21. 如权利要求 18-20 中任一项所述的方法,其中,步骤 b 中的填充至少部分地包括填充水或固体材料(19)或两者的组合。

22. 如权利要求 18 所述的方法,其中,通过向由所述支撑结构的底部平板元件(14)下面的裙板(18,16a-c)限定的隔室(17a-c)中的所选一些中注入灌浆材料来使所述支撑结构运动至在所述海床上的基本水平状态。

## 供在离岸风力农场工业中使用的支撑结构

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于支撑离岸风力涡轮机或类似设备的结构。更具体而言,本发明涉及供在岸上风力农场工业中使用的支撑结构,包括用于安装在水体下面的海床上的底座和连接到该底座并从该底座向上延伸并能够支撑至少设备单元的塔架;本发明还涉及制造所述支撑结构的方法和安装所述支撑结构的方法。

### 背景技术

[0002] 日益增加的可再生能源的开发需求增加了对于风力条件比在岸上更加有利且环境影响小得多的离岸风力发电的需求。对能够以在海平面之上显著高度支撑重型风力涡轮机的结构的需要日益增加。所述支撑结构由借助于底座直接地被固定于海床的轴/塔架组成,或者所述结构被制成为漂浮并借助于系泊索具连接到海床。本发明涉及前一种类型,即固定支撑结构。

[0003] 一般而言,用于实践中应用的、计划供应用的、专利的以及在可公开获得的来源中描述的风力涡轮机的典型固定支撑结构的特征在于以下:

[0004] 1. 需要安装,其中将塔架原地部署在预先安装的底座上。

[0005] 2. 底座被打入桩或钻孔桩固定于海床。

[0006] 使用重力而不是桩来将结构固定于海床的现有解决方案由于其与其重量、安装点处的水深以及在装船位置处和沿着传送路线的水深有关的相当大的应用限制而为人所知。

[0007] EP 1429024 公开了一种用于离岸风力涡轮机的支撑结构,包括由经受张力和压力载荷并被嵌入海床中的多个柱支撑的沉箱。所选柱被相对于竖直方向以倾斜角打桩。所述沉箱被支撑在水表面以下,但是在海床之上。

[0008] WO 03/080939 公开了一种用于安装在海床上的用于风力涡轮机塔架等的底座结构。可以使用船和单独(且可移除)的浮力装置将底座结构操作至其离岸位置。这些浮力元件必须相当大以便保持稳定。当处于适当位置时,所述结构下降至海床,并使用泵送机制来使结构的下部(例如裙板(skirt))下沉至海床。当底座结构已被锚定(或打桩)在海床上的适当位置时,其能够支撑风力涡轮机塔架。

[0009] 通过它们的本质,以上解决方案趋向于产生高的总资本投资成本,即用于制造、装船、运输和安装的总成本。

### 发明内容

[0010] 因此,提供了一种供在离岸风力农场工业中使用的支撑结构,包括用于安装在水体下面的海床上的底座和被连接到该底座并从该底座向上延伸且能够支撑至少设备单元的塔架,其特征在于所述底座包括底部平板元件和从该底部平板元件向上延伸的壁,从而限定用于保持压载(ballast)并用于在拖开和安装期间提供浮力的第一腔体。

[0011] 所述塔架优选地经由塔架下部被附接到所述底部平板元件而连接到所述底座并且经由被连接到至少顶壁部分的固定元件而连接到所述底座。

[0012] 优选地,所述底座包括从所述底部平板元件向下延伸的圆周裙板,从而在所述底座下面限定至少一个隔室。优选地,所述至少一个隔室借助于裙板被再分成隔室,所述裙板从所述底部平板元件向下延伸并优选地从所述底部平板元件的中心部分径向地延伸至所述圆周裙板的各自区域。

[0013] 在一个实施例中,所述底座包括在所述顶壁与所述塔架之间延伸从而封闭第一腔体的顶盖结构。在一个实施例中,所述顶盖结构包括外壳和内壳,所述外壳和内壳在其之间限定至少一个第二腔体,所述内壳面对所述第一腔体。所述第二腔体优选地填充有诸如混凝土的材料。在另一实施例中,所述顶盖结构通过在常规模板中的混凝土浇筑形成,或者由单壳金属板形成。

[0014] 在一个实施例中,所述底部平板元件和所述壁包括外壳和内壳,所述外壳和内壳在其之间限定至少一个第二腔体,所述内壳面对所述第一腔体。所述第二腔体优选地填充有诸如混凝土的材料。在另一实施例中,所述顶壁通过滑模式浇筑或由单壳金属板来形成。

[0015] 在一个实施例中,所述支撑结构包括被可释放地且可滑动地连接到所述底座的漂浮稳定元件,由此,在拖曳期间以及在所述顶盖结构被从水面上的位置运动至部分或完全淹没状态的安装期间,该结构的稳定性得以保持。优选地,所述漂浮稳定元件包括凹陷部分,该凹陷部分具有用于与底座上的凸缘相配合的上端和下端止动部,由此,由所述上端和下端止动部来限制漂浮稳定元件可滑动运动。并且,所述漂浮稳定元件优选地包括至少一个内部腔体,用于诸如水的压舱流体的选择性添加和提取。

[0016] 还提供了一种制造本发明的支撑结构的方法,包括提供具有至岸上制造现场(site)的向下延伸裙板的底部平板元件,其特征在于步骤:

[0017] a) 使圆周底壁从所述底部平板元件延伸以形成底座下部分,所述底壁具有根据对成品支撑结构的浮力要求而确定尺寸的竖直延伸部分;

[0018] b) 将所述下部分放置在水体上的漂浮位置上;

[0019] c) 使顶壁延伸;以及

[0020] d) 通过将所述塔架的下部分附接到所述底部平板元件并通过将所述塔架的一部分经由固定元件连接到所述底座的至少顶壁部分来将所述塔架连接到所述底座。

[0021] 在本发明的方法的一个实施例中,顶盖结构在所述顶壁与所述塔架之间延伸,从而封闭第一腔体。

[0022] 还提供了一种安装本发明的支撑结构的方法,其特征在于步骤:在漂浮状态下将所述结构拖曳至安装位置,并通过向第一腔体中填充压载直至所述结构被安装在海床上来使该结构从漂浮状态转移至安装状态。

[0023] 如果认为是必要的,所述安装方法包括通过向由底部平板元件下面的裙板限定的隔室中的所选的一些中注入灌浆材料来使所述底座运动至基本水平状态。

[0024] 本发明通过使用不同材料类型来引入许多参数和结构相容性,所述不同材料类型可用于最优化对离岸风力农场的准备就绪支撑结构的供应。实现了以下有利方面:

[0025] 1. 可以在制造现场处而不是在离岸安装现场处较大程度地完工并进行试运转工作,允许将塔架集成到所述底座、缆线工程(cabling work)等;

[0026] 2. 更宽的材料选择和结构尺寸范围;

[0027] 3. 消除了或显著地减少了到驳船和船舶的甲板上的现场的运输;

- [0028] 4. 拖开期间不需要单独浮力元件；
- [0029] 5. 通过添加压载而不是通过提升来进行到适当位置的部署(从运输位置转移到操作位置)；
- [0030] 6. 不需要打桩或到海床的其它形式的“固定”；
- [0031] 7. 可以容易地实现用于移除的设计和舾装(outfitting)；
- [0032] 8. 避免了对大型离岸吊车的需要。
- [0033] 除降低总成本之外,本发明通过以下各项解决了与已知解决方案相关联的缺点：
- [0034] 1. 使得能够从允许浅吃水船舶操作的制造现场递送支撑体,由此加宽了制造现场的选择范围；
- [0035] 2. 减少对专用船舶的需要；
- [0036] 3. 允许在拖曳到安装位置之前将上层结构(塔架、风力发电机等)装配到岸上的底座结构；
- [0037] 4. 允许安装在海床上之后对底座结构进行找平,以防止已安装支撑体的不可预测倾斜；
- [0038] 5. 减少或消除直接作用于塔架上的流体动力学载荷；
- [0039] 6. 对重冰载荷的阻力。

#### 附图说明

[0040] 参考附图,通过作为非限制性示例给出的实施例的优选形式的以下说明,将清楚本发明的这些及其它特性,在附图中：

[0041] 图 1 是本发明的第一实施例的示意性侧视图,示出了本发明的原理,其中底座的一部分伸出水表面之上；

[0042] 图 2 是沿着图 3 中的剖面线 A-A 的图 1 所示结构的下部分的截面；

[0043] 图 3 是沿着图 2 中的剖面线 B-B 的截面；

[0044] 图 4 是本发明的第二实施例的示意性侧视图,示出了本发明的原理,其中底座的一部分在水表面之下；

[0045] 图 5 是沿着类似于图 3 剖面线 A-A 的剖面线的图 4 所示结构的下部分的截面；

[0046] 图 6 是放置在岸上的沿着类似于图 3 剖面线 A-A 的剖面线的底座结构的下部分的截面；

[0047] 图 7 是底座结构的下部分的切开图,示出了主载荷支承板元件的组成；

[0048] 图 8 是被从岸上提升的图 6 所示底座结构的下部分的侧视图；

[0049] 图 9 是漂浮在水上的图 6 所示底座结构的下部分的侧视图；

[0050] 图 10 示出处于水上漂浮状态并部分地填充有压载的图 5 所示的实施例；

[0051] 图 11 至图 13 示出支撑结构的运输和安装的主要操作；

[0052] 图 14 是图 15 中的直通线 C-C 处的水平截面,并示出装配有可再使用漂浮稳定设备的本发明的第二实施例；

[0053] 图 15 是沿着图 14 中的剖面线 A-A 的图 4 所示结构的下部分的截面,其漂浮在水中并装配有可再使用漂浮稳定设备；

[0054] 图 16 示出与图 14 中的相同的结构和漂浮稳定设备,但是其中,所示漂浮稳定设备

处于在例如附接到漂浮支撑结构之前从该结构被拆卸的状态；

[0055] 图 17 示出降低至海床期间的与图 15 中相同的结构和漂浮稳定设备的竖直截面；以及

[0056] 图 18 示出与图 15 和图 17 中相同的结构和漂浮稳定设备，其中，该结构已被部署到海床上，并且漂浮稳定设备已被淹没以便从该结构拆卸并进一步收回。

### 具体实施方式

[0057] 图 1 是支撑结构的第一实施例的侧视图，一般用附图标记 1 来表示并在下文中称为“结构”。包括塔架 7 和底座 4 的支撑结构 1 被示为放置在水体 2 中并经由底座 4 停靠在海床 3 上。支撑结构支撑具有转子叶片 6a-c 的涡轮机 5。涡轮机被安装在塔架 7 的顶部上，塔架 7 借助于固定结构 8 被底座 4 支撑并固定于底座 4。在本实施例中，底座 4 伸出到水平面 9 之上，这是用于浅水中的现场的典型布置。底座 4 包括底部平板元件 14（参见图 2）和从底部平板元件向上延伸的壁。由于稍后将变得明显的原因，当描述制造过程时，如图 1 所指示的，底座壁被方便地表示为“底壁 23”和“顶壁 54”。

[0058] 虽然不是强制性的，但有利的是为底座 4 提供圆形形状，其能够在制造、运输和操作期间的各种阶段中高效地抵抗环境载荷；通常为流体静力学水压、波浪载荷以及一些情况下的冰载荷。塔架 7 借助于多支腿结构 8 被固定于底座。

[0059] 图 2 是沿着如图 3 所示的两个竖直平面 A-A 的底座 4 的竖直截面。多支腿固定结构 8 将塔架 7 固定于底座 4 并且包括上支柱 10、竖直柱 11 以及如果必要的话包括下支柱 12。塔架 7 的下部分 13 可以被嵌入底座的底部平板元件 14 中，以便促进剪切载荷从塔架 7 传递到底座中。底座 4 内的空间 15 用来通过被充气或在一定程度上填充水或固体压载或水与固体压载的组合来控制该结构在制造、运输到实地以及安装期间的浮力和重心。

[0060] 图 3 是通过在结构已被安装时嵌入土壤中的底座的一部分的沿着图 2 中的剖面线 B-B 的水平截面。径向裙板 16 将外（圆形）裙板 18 内的受限空间划分成许多隔室 17。作为示例，图 3 示出被径向裙板 16a-c 划分的三个此类隔室 17a-c。该裙板通过将外部载荷传递至更深的土壤层来改善底座的载荷支承容量，并且外裙板防止来自沿着外围的可能的海床冲刷的劣化影响。在将裙板嵌入海床时，浆料或类似物质被填充到隔室 17a-c 中，以避免在底座的底部与海床之间俘获充有水的凹穴。可以利用灌浆来确保底座 4 被（水平地）找平，并从而通过控制灌浆压力并因此控制单独隔室 17a-c 中加入的浆料体积来确保塔架的竖直性。如图 3 所示将基座（base）划分成三个单独的隔室或者划分成多个三组压力连接的隔室，可以实现找平。

[0061] 图 4 是被放置在水体 2 中并经由底座 4' 停靠在海床 3 上的支撑结构 1 的第二实施例的侧视图。在本实施例中，底座 4' 未伸出到水平面 9 之上。这是用于较深水域中的现场的典型布置，其中，与图 1 所示的结构相比，此布置不那么昂贵，并且底座 4' 的本实施例包括被连接到顶壁 54 并因此封闭内部空间 15（参见图 5）的顶盖结构 52。技术人员将理解的是，如果需要的话，可以用常规手段来密封塔架 7 与顶盖结构 52 之间的过渡。如图 4 所示，顶盖结构 52 优选地是倾斜的。

[0062] 图 5 是沿着类似于用于第一实施例的图 3 所示的两个竖直平面 A-A 的底座 4' 的竖直截面。可以看到可以将底座 4' 的内部 15 用于压载，即水和 / 或固体压载 19（参见图

10)。

[0063] 本发明的制造、运输和安装程序在图 6 至图 17 中示出并在下文中进行解释。

[0064] 图 6 示出了在码头区发生的制造的第一阶段。然而,通过使用诸如干船坞或干式船坞的更加昂贵的设施或者使用潜入式驳船并通过应用非常类似的程序和材料,将可能实现类似的制造程序和方法。因此,进一步的解释将集中于码头区制造,并且仅在适当时对其其它可选制造方法提供注解。在码头区 20 上,有必要建立临时支撑体 21a-c 以支撑底座的下部分 22。过程的此部分是类似的,无论是使用第一实施例底座 4 还是第二实施例底座 4'。底座 4、4' 的下部分 22 的制造包括外裙板 18、径向裙板 16a-c (参考图 3,图 6 以及图 8 至图 17 未示出)的制造,并且执行底部平板元件 14 和竖直壁 23 的预组装,直至实现壁 23 的必要预定高度且同时不超过装船设备的容量(参见关于图 8 的解释)。由下一个阶段中的所需最低可接受出水高度来决定底壁 23 的所需高度,在该一个阶段中,处于构造中的结构正在漂浮。为了实现尽可能低的重量以便避免昂贵的吊车,根据本发明,底部平板元件 14 和竖直壁 23 或它们的下部分被制造为双钢壳结构,该双钢壳结构具有外壳 44 和内壳 42,从而在其之间限定腔体 46,并且其中,如图 7 所示,壳 42、44 被横向间隔板或杆 48 保持在离彼此期望的距离。在稍后的制造阶段中,所预期的是用混凝土来填充腔体 46 以便实现成品壳结构的期望强度。然而,空心双壳钢结构被设计为具有足够的强度以承载在制造的初始阶段发生的所有载荷。还可以使用市场上以品牌名称 Bi-Steel 销售的预制双壳区段。如果在船坞中或者在重量可能不是限制性参数的潜入式驳船上执行制造,则不需要使用此类夹层式结构。

[0065] 在底座 4、4' 的下部分 22 完成时,将其从码头区 20 转移(例如提升,参考图 8)到如图 9 所示的水 2 的表面上的漂浮状态。可以使用被附接到漂浮或岸基吊车(未示出)的吊索 50 来执行提升。

[0066] 在下降至水中时,底座 4、4' 的下部分 22 在适当出水高度的情况下漂浮,该适当出水高度允许在制造继续的情况下安全工作,这可以在使竖直壁延伸以便增加漂浮体的出水高度或用混凝土填充壳之间的腔体以增加底座 4、4' 的下部分的强度的情况下来继续。底座 4、4' 的完成涉及构造壁直至其最后高度,并且对于图 4 所示的底座 4' 而言,还涉及构造紧密的顶盖 52,由此在内部空间 15 与外面的水之间产生屏障。构造壁直至其最后高度可以以双壳配置继续,或者使用诸如滑模施工的标准混凝土结构建造方法或使用常规模板和混凝土浇筑来继续。为了实现期望的重量和重量分布,可以在不同的区段中使用不同密度的混凝土,或者可以完全地或分段地用钢来取代混凝土。此制造阶段在图 9 中示出,其中,底座 22 的下部分漂浮在水体 2 的表面上,并且壁和底座内部其它部分的构造正在进行中。

[0067] 在图 10 中,底座 4' 已经完成;塔架 7 已被插入底座 4' 中,与底座 4' 对准,并在必要时与之相连,并且整个结构准备好拖开。图 10 示出在拖曳到现场期间对于整个结构的稳定性而言很重要的吃水深度和浮力中心两者的调整。在这种所选情况下看到固体压载 19 正在经由顶盖结构 52 中的适当开口 37 被添加到底座 4' 的空间 15 中。在该设计中,底座 4、4' 的外部尺寸是重要参数,设计工程师可以对其进行调整以控制漂浮稳定性。最终目标将是在拖开之前安装设备单元 5、6a-c 和塔架 7 的情况下实现足够的稳定性。然而,这可能导致成本低效的解决方案,其中用于扩展结构的额外成本不能使来自塔架的安装及岸上制造现场处的所有设备和舾装的安装的技术和经济收益平衡。因此,可能要求引入折衷方案,



诸如：

[0068] 1. 将设备单元 5、6a-c 的安装推迟至其中支撑机构 4、4' 和塔架 7 已被安装在离岸现场的阶段。这显著地降低浮力中心之上的重心的高度，减少此阶段期间结构上的风力载荷，并减小拖曳期间的吃水深度。

[0069] 2. 使用伸缩式塔架(诸如在挪威专利申请 no. 20073363 中公开的)，其中，上部分在拖曳和安装期间被插入下部分中并随后被缩回(被流体静力学压力推出)。其效果具有与在上述第 1 项中相同的特征。

[0070] 3. 用比钢更轻的材料(例如用高强度加强塑料)来设计和制造塔架 7 或其上部分。

[0071] 图 11 示出借助于由拖绳 24 连接到底座 4' 的拖船 23 通过结构的拖拉实现的支撑结构 1 从组装现场到安装现场的运输。取决于沿拖曳路线的海洋条件，诸如船只交通、拖曳路线曲率等，可能需要(一个或多个)另外的船舶以执行此任务。

[0072] 图 12 示出将结构 1 从拖曳位置转移至海床，这是通过经由连接 25 从安装船舶 23 向底座 4' 的空间 15 中添加重量(固体压载 19、或水)实现的。

[0073] 图 13 示出结构 1 部署在海床 3 上，其中，外裙板 18 和径向裙板 17a、c 穿透至海床中。灌浆被示为通过经由适当的管道 33 添加灌浆物质来执行，所述灌浆即为填充在底座 4' 的基底与海床之间不接触的空隙，并如果需要的话，在所选(一个或多个)隔室 17a-c 中填充附加浆料从而通过对底座 4' 进行找平来使塔架 7 与竖直方向对准。根据相对于裙板隔室的位置的初始倾斜，向三个隔室中的一个或两个中填充浆料。

[0074] 图 14 是吃水线的区域中的沿着图 15 中的剖面线 C-C 的底座 4' 的顶视图，并示出了被附接到底座 4' 的漂浮稳定设备 26。漂浮稳定设备 26 的目的是向漂浮底座 4' 提供附加的水线面面积并因此使其在拖开和安装期间稳定。可以将漂浮稳定设备 26 设计为空心主体，优选地采取沿着结构的外围环绕该结构的形状，例如图中所示的圆形。在优选实施例中，设备 26 包括经由接头 28 和锁定机构 29 被相互连接的两个段 27a、b。

[0075] 图 16 是结构 1 的一部分的竖直截面，示出了沿着如图 14 中定义的两个竖直平面 A-A 的底座 4' 和漂浮稳定设备 26。在该剖面中，可以看到底座 4' 提供有凸缘 30，其配合到漂浮稳定设备 26 的内壁 32 中的凹陷 31 中。如图 17 所示，漂浮稳定设备 26 与底座 4' 之间的相互作用在底座 4' 被装填压载而向下从而凸缘 30 停靠在凹陷 31 上时发生。需要漂浮稳定元件 26 时的典型情况是(a)头重脚轻型结构 1 下降 / 装填压载到海床和拖曳到现场，以及(b)对于较深水域，结构 1 下降 / 装填压载到海床，其中底座 4' 的竖直壁或整个底座被淹没在水表面 9 之下。

[0076] 图 16 是底座 4' 和漂浮稳定设备 26 的顶视图，漂浮稳定设备 26 具有通过铰链 28 连接的段 27a、b，锁定机构 29 被断开连接且段 27a、b 被分离，使得可以朝着底座 4' 操纵设备 26，目的是用段 27a 和 27b 环绕底座 4'。当这些处于适当位置时，可以使锁定机构 29 接合，因此产生组件，该组件在增加结构 1 的吃水深度之后从漂浮稳定的角度出发起到一个主体的作用。

[0077] 图 17 示出正在进行的结构 1 到海床 3 的下降。压载被逐渐添加到底座 4' 的空间 15 中，因此，结构 1 和漂浮稳定设备 26 的组件更深地淹没到水中。为了实现结构强度，由结构部件 33a 和 33b 所指示的内部加固来加强设备 26。

[0078] 在图 18 中，已经通过添加压载将由结构 1 和漂浮设备 26 构成的组件部署到海床

3 上,裙板 18 穿透至海床 3 中。为了从底座拆卸,为漂浮稳定设备 26 装配用于借助海水来装填压载和卸压载的设备。为了减小漂浮稳定设备内的压舱水的自由表面面积,其内部被竖直隔离壁(未示出)划分。该图显示压舱水 34 已被填充至设备中,使得设备 26 在凹陷 30 与凸缘 31 之间没有接触的情况下漂浮,因此可以容易地使漂浮稳定设备 26 脱离并移除。

[0079] 本发明特别适合于浅水,尤其是在 8 m 与 30 m 之间的间隔距离内。该系统可以优选地在软-硬动力响应体系中设计。



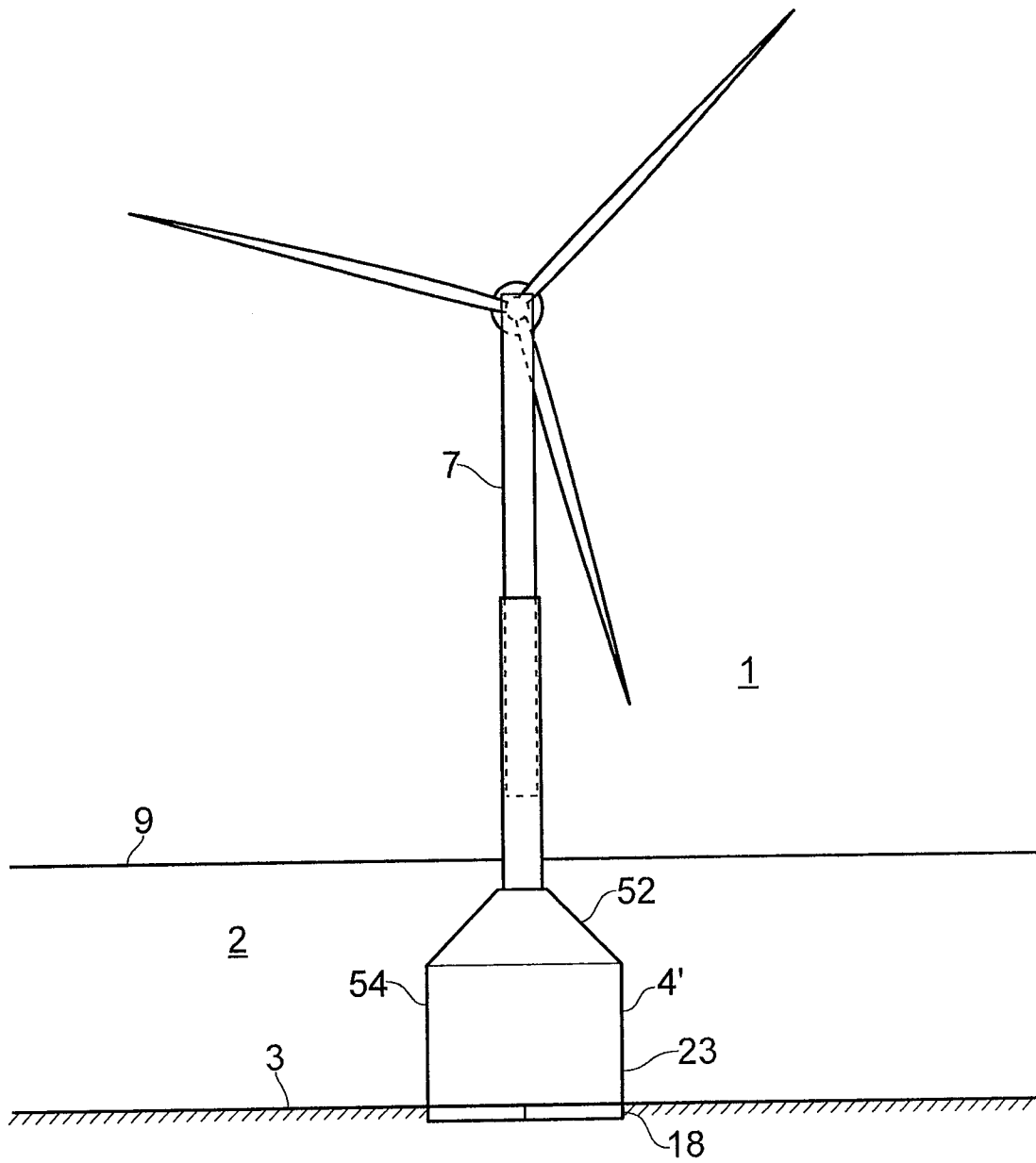


图 4

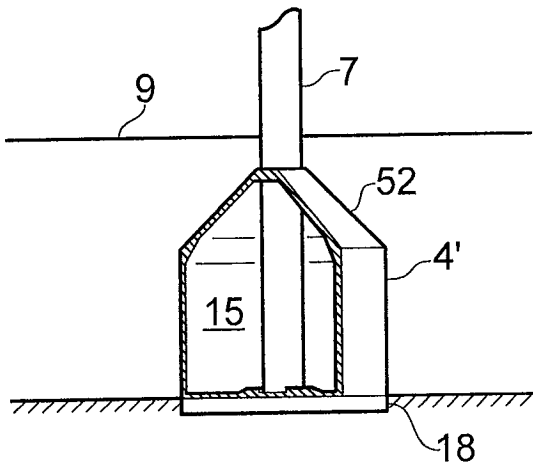


图 5

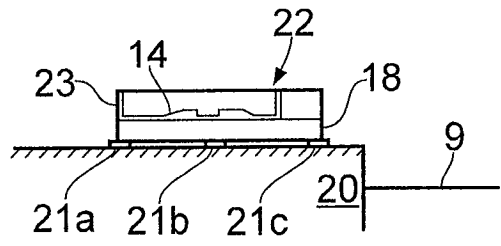


图 6

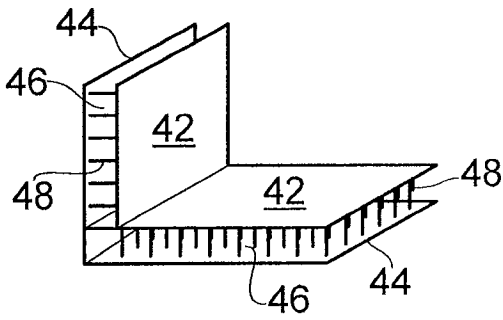


图 7

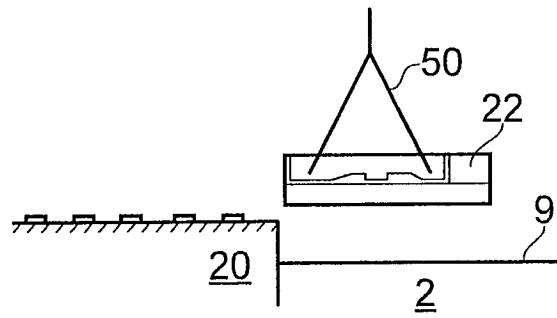


图 8

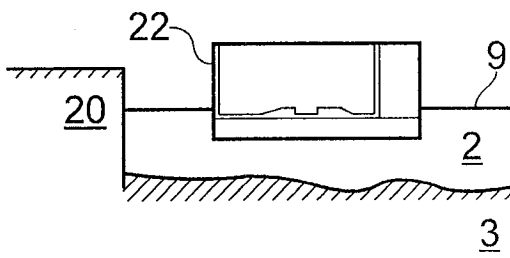


图 9

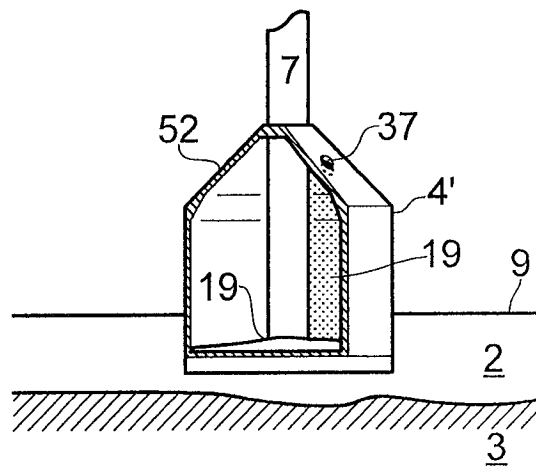


图 10

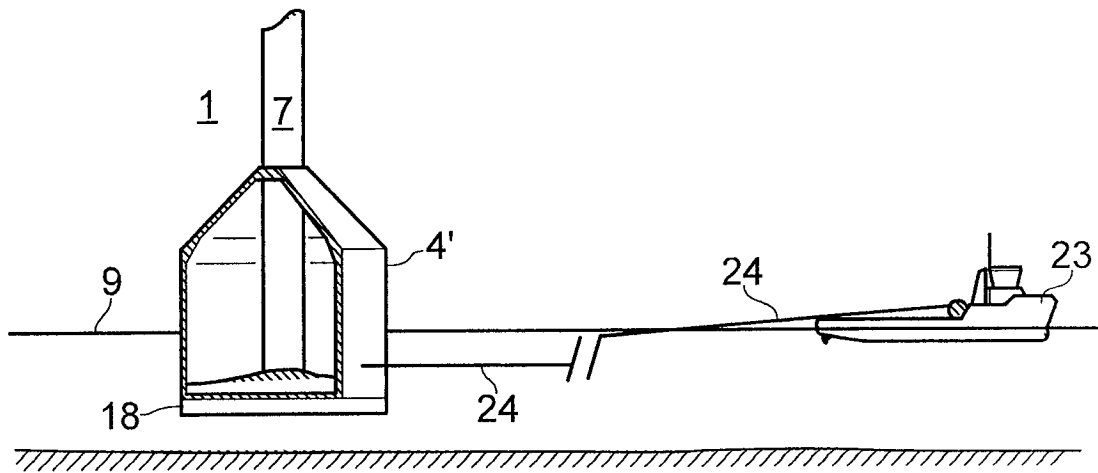


图 11

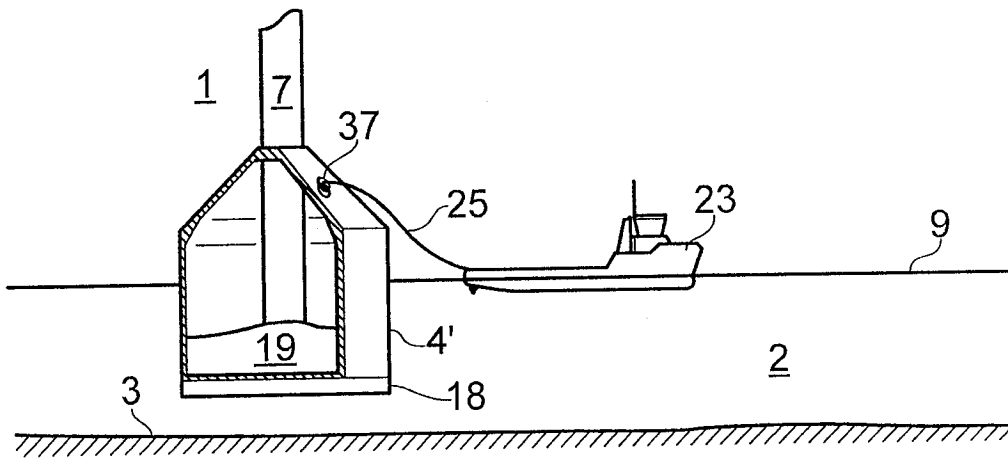


图 12

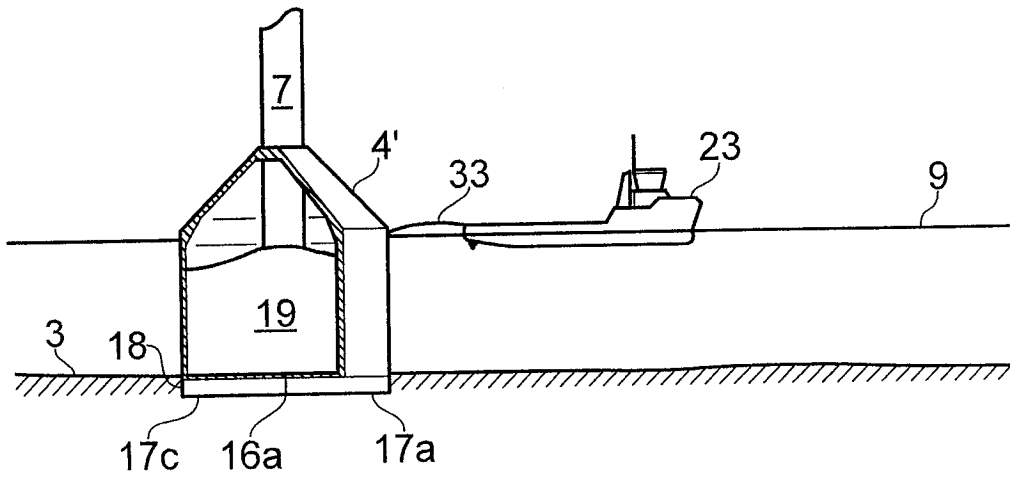


图 13

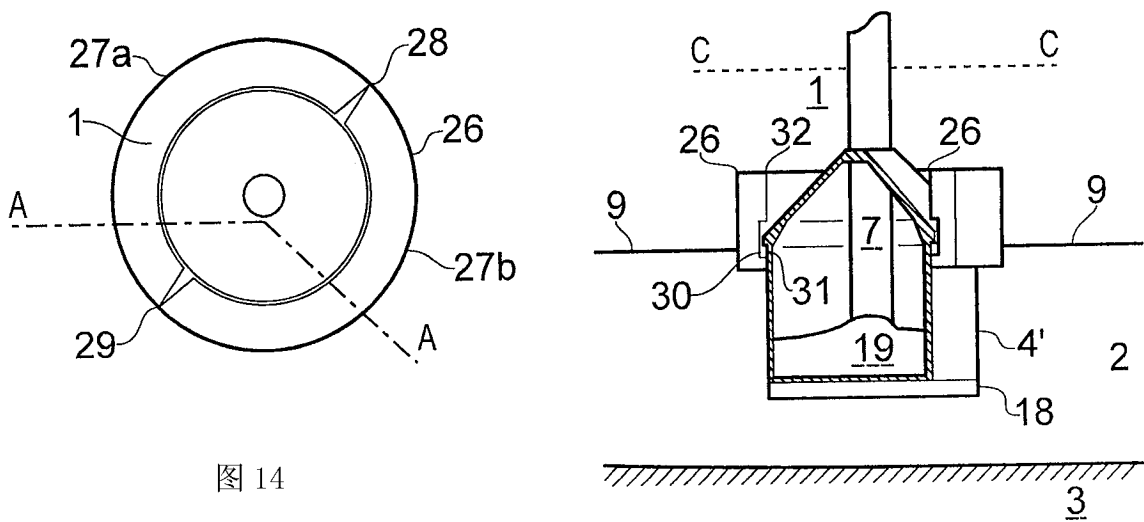


图 14

图 15

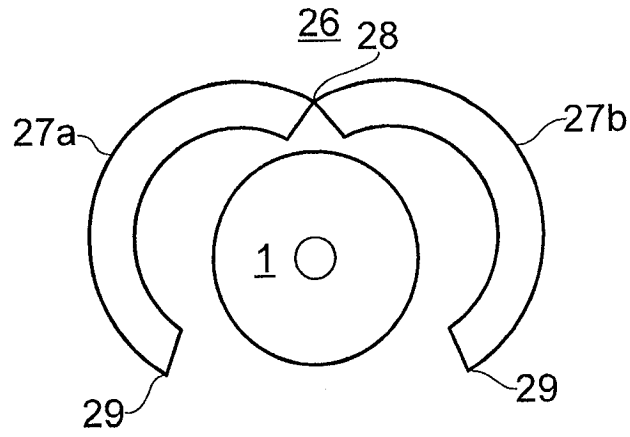


图 16

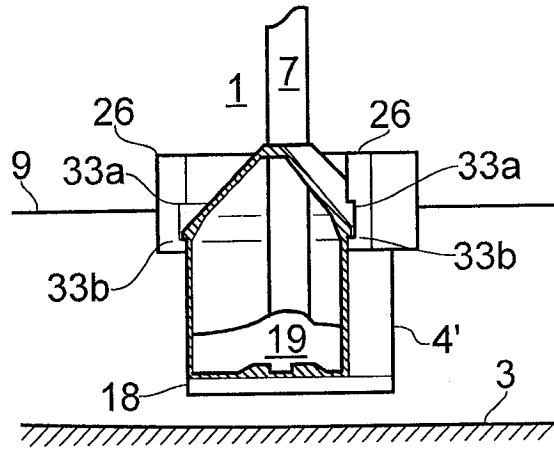


图 17

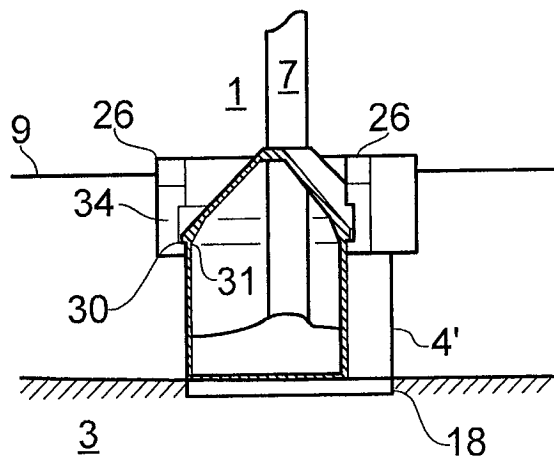


图 18