



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111807239 B

(45) 授权公告日 2022.06.10

(21) 申请号 202010811620.9

(22) 申请日 2017.09.14

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111807239 A

(43) 申请公布日 2020.10.23

(30) 优先权数据
2017468 2016.09.15 NL

(62) 分案原申请数据
201780056293.7 2017.09.14

(73) 专利权人 伊特里克公司
地址 荷兰, 斯希丹

(72) 发明人 J·鲁登伯格 A·范德林德

(74) 专利代理机构 北京戈程知识产权代理有限公司 11314

专利代理师 程伟 韩烁

(51) Int.Cl.
B66C 23/52 (2006.01)
B66C 23/82 (2006.01)
B66C 23/84 (2006.01)
B66C 23/18 (2006.01)

审查员 刘冬梅

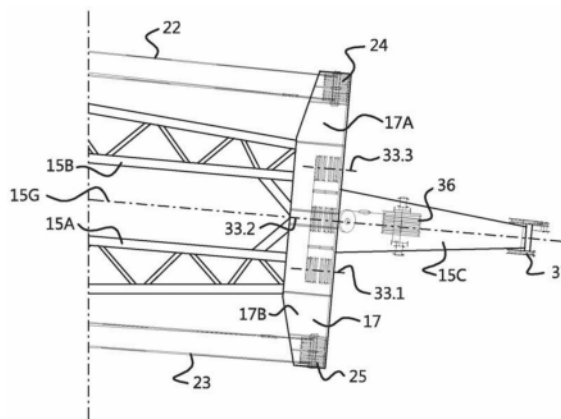
权利要求书3页 说明书9页 附图14页

(54) 发明名称

起重机、包括这种起重机的船舶以及用于竖立纵向结构的方法

(57) 摘要

本发明涉及起重机、包括这种起重机的船舶以及用于竖立纵向结构的方法。所述起重机包括三个主提升系统,每一个主提升系统包括具有一个或多个滑轮的滑轮组件,所述一个或多个滑轮能够围绕滑轮旋转轴线旋转。每一个主提升系统的滑轮组件绕水平的第二枢转轴线可枢转,该第二枢转轴线垂直于滑轮旋转轴线,并且其中三个主提升系统的滑轮组件并排布置。



1. 一种用于竖立纵向结构的方法,所述纵向结构为海上风力涡轮机的基座,其中使用具有船体并设有起重机的船,所述起重机包括:

-基部机构,其安装至所述船的船体;

-回转轴承;

-起重机壳体,其通过回转轴承能够移动地安装到所述基部机构上,以允许起重机壳体相对于所述基部机构绕竖直的回转轴旋转;

-吊臂,所述吊臂在其一端处能够移动地安装到起重机壳体,以允许所述吊臂相对于所述起重机壳体绕水平的第一枢转轴线枢转,其中,所述吊臂在其相对端处具有连接元件;以及

-三个主提升系统;

其中每个主提升系统包括:

提升缆索;

滑轮组件,其具有一个或多个能够绕滑轮旋转轴线旋转的滑轮,所述滑轮组件布置在所述吊臂的所述连接元件上;

起重滑车,其通过所述提升缆索从所述滑轮组件悬挂;以及

提升绞盘,其通过牵引或放出所述提升缆索来提升和降低所述起重滑车,

其中,每个主提升系统的滑轮组件能够绕水平的第二枢转轴线枢转,该第二枢转轴线垂直于滑轮组件的一个或多个滑轮的滑轮旋转轴线,

其中,三个主提升系统的滑轮组件并排布置,

并且其中,所述方法包括以下步骤:

a) 将具有上端和下端的纵向结构设置成处于水平的方向;

b) 将三个主提升系统的中间起重滑车和三个主提升系统的外部起重滑车中的一个连接到纵向结构的上端;

c) 将三个主提升系统的另一个外部起重滑车连接到纵向结构的下端;以及

d) 操作三个主提升系统的各个绞盘,直到纵向结构处于竖直方向,使所述纵向结构的上端位于下端的上方。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中步骤c) 包括以下步骤:

c1) 提供夹持元件;

c2) 将所述夹持元件设置成围绕纵向结构的下端或下端部分设置;以及

c3) 将三个主提升系统的另一个外部起重滑车连接到所述夹持元件。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述纵向结构为海上风力涡轮机的单桩基础。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述吊臂包括具有两个吊臂支腿的A形框架,所述吊臂支腿在所述一端处连接到所述起重机壳体,而在所述相对端处通过所述连接元件彼此连接。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述起重机包括起落系统,以用于设定所述吊臂相对于所述起重机壳体的角度方向,并且其中,所述吊臂包括具有两个吊臂支腿的A形框架,所述吊臂支腿在所述一端连接到所述起重机壳体,而在所述相对端处通过形成所述连接元件的锤头结构彼此连接,

其中,所述起落系统包括:

-在起重机壳体上的两个起落绞盘；

-两个起落缆索，其在起重机壳体上相应的所述两个起落绞盘与所述吊臂之间延伸，

并且其中，所述起落缆索连接到所述锤头结构的相应外伸支架，所述外伸支架延伸超过在平面视图中所见的A形框架的吊臂支腿。

6. 根据权利要求1所述的方法，其中，使用自升式船，并且其中，所述起重机的基部机构安装至所述自升式船，所述自升式船包括：

-船体，所述船体中具有至少三个开口，所述开口竖直地延伸穿过船体以接收相应的支腿；

-船体中每个开口具有的支腿；以及

-每条支腿的支腿驱动装置，其允许相应的支腿在竖直方向相对于所述船体移动，以允许船体从水体中升起。

7. 一种船，其具有船体并设有起重机，所述起重机包括：

-基部机构，其安装至所述船的船体；

-回转轴承；

-起重机壳体，其通过回转轴承能够移动地安装到所述基部机构上，以允许起重机壳体相对于所述基部机构绕竖直的回转轴旋转；

-吊臂，所述吊臂在其一端处能够移动地安装到起重机壳体，以允许所述吊臂相对于所述起重机壳体绕水平的第一枢转轴线枢转，其中，所述吊臂在其相对端处具有连接元件；以及

-三个主提升系统；

其中每个主提升系统包括：

提升缆索；

滑轮组件，其具有一个或多个能够绕滑轮旋转轴线旋转的滑轮，所述滑轮组件布置在所述吊臂的所述连接元件上；

起重滑车，其通过所述提升缆索从所述滑轮组件悬挂；以及

提升绞盘，其通过牵引或放出所述提升缆索来提升和降低所述起重滑车，

其中，每个主提升系统的滑轮组件能够绕水平的第二枢转轴线枢转，该第二枢转轴线垂直于滑轮组件的一个或多个滑轮的滑轮旋转轴线，

并且其中，三个主提升系统的滑轮组件并排布置。

8. 根据权利要求7所述的船，其中，所述吊臂包括具有两个吊臂支腿的A形框架，所述吊臂支腿在所述一端处连接到所述起重机壳体，而在所述相对端处通过所述连接元件彼此连接。

9. 根据权利要求7所述的船，其中，所述连接元件为锤头结构，并且其中，所述起重机包括起落系统，以用于设定所述吊臂相对于所述起重机壳体的角度方向，所述起落系统包括：

在起重机壳体上的两个起落绞盘；

两个起落缆索，其在起重机壳体上相应的所述两个起落绞盘与所述吊臂之间延伸，

并且其中，所述起落缆索连接到所述锤头结构的相应外伸支架，所述外伸支架延伸超过在平面视图中所见的吊臂支腿。

10. 根据权利要求7所述的船，其中，所述船为自升式船，并且包括：

- 船体,所述船体中具有至少三个开口,所述开口竖直地延伸穿过船体以接收相应的支腿;
- 船体中每个开口具有的支腿;以及
- 每条支腿的支腿驱动装置,其允许相应的支腿在竖直方向相对于所述船体移动,以允许船体从水体中升起。

11.根据权利要求10所述的船,其中,所述起重机的基部机构和起重机壳体围绕所述船体中的开口布置,使得相应的支腿延伸穿过所述基部机构和所述起重机壳体。

起重机、包括这种起重机的船舶以及用于竖立纵向结构的方法

[0001] 本申请是中国专利申请号为201780056293.7,发明名称为“起重机、包括这种起重机的船舶以及用于竖立纵向结构的方法”,申请日为2017年9月14日的进入中国的PCT专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种起重机、一种包括这种起重机的船舶以及一种用于竖立纵向结构的方法。

[0003] 本发明特别涉及海上风力涡轮机安装和/或维护领域。目前的海上风力涡轮机需要基座,例如,以单桩基础的形式。然后将风力涡轮机安装在单桩基础上,可以是单件式,也可以是多件式。

背景技术

[0004] 为了有效利用风能,增加风力涡轮机转子的直径成为趋势。长度为60-90米甚至更大的风力涡轮机叶片在不久的将来可能非常普遍。然而,这也将增加包括基座在内的所有其他部件的尺寸和重量。设想较长且较大直径的单桩基础,例如,需要安装的重量超过2000mt。已提出实践中的单桩基础长度约为100米。

[0005] 无论风力涡轮机是安装在陆地还是海上,将单桩基础运输到安装地点将主要是单桩基础以基本水平方向进行的。为了将单桩基础驱动到土地中,单桩基础需要通过起重机进行竖立以使其处于所需的竖直方向。

[0006] 许多海上风力涡轮机安装船是自升式的,其具有可伸展的支腿并且具有用于安装风力涡轮机的起重机。在已知的设计中,起重机是一种围绕支腿起重机。

[0007] 在竖立单桩基础的实践中已知的现有技术解决方案包括这样的方法,其中起重机仅提起单桩基础的上端部而下端部保持由地面支撑或在船的甲板上支撑,例如,通过倾斜的支撑框架。这种方法的缺点是下端部的控制非常具有挑战性,特别是当下端部需要相对于地面或甲板移动时,例如,为了向船外运送单桩基础。此外,通常只能在有限数量的位置(有足够的空间用于用起重机来竖立单桩基础)处进行竖立。

[0008] 用于竖立单桩基础的其他现有技术解决方案建议使用两个起重机,例如在“Rambiz”船上,一个起重机用于单桩基础的上端部而另一个用于单桩基础的下端部。然而,这需要两个起重机的同步操作,其中随着时间的推移,提起上端部的起重机需要支撑比提起下端部的起重机更多的单桩基础重量。大多数风力涡轮机安装船缺少能够执行该操作的两个起重机,并且缺少将另一个起重机安装在船上用于该操作的空间。

[0009] 在申请人的未公开专利申请PCT/NL2017/050393中,提出了一种解决方案,其中使用采用两个单独的主提升系统的单个起重机分别提起单桩基础的上端部和下端部以用于进行竖立。

[0010] US2014/166604A1和W02009/131442A1都公开了一种具有两个主提升系统的起重

机,其包括A形框架吊臂,所述起重机的支腿的一端连接到起重机壳体而在相对的端部彼此连接。主提升系统的滑轮组件在后端部并排布置。

[0011] 然而,这些系统的缺点在于随着竖立的进行,两个主提升系统承载的负载开始变得越来越不同(所谓的起重机的不对称负载),这可能导致在起重机的吊臂上的不期望的扭转负载。

[0012] 因此,本发明的一个目的是提供一种用于竖立纵向结构的改进方法,并提供一种适于实施这种改进方法的起重机和/或船舶。

[0013] US2013/168345A1和CN104649155A公开了一种具有三个(或更多个)滑轮装置的系统。US4280 628A公开了一种替代的滑轮装置。

发明内容

[0014] 根据本发明的第一方面,所述目的通过一种起重机实现,所述起重机包括:

[0015] -基部机构;

[0016] -回转轴承;

[0017] -起重机壳体,其通过回转轴承可移动地安装到基部机构上,以允许起重机壳体相对于基部机构绕基本竖直的回转轴旋转;

[0018] -吊臂,其可移动地安装到起重机壳体,以允许所述吊臂相对于所述起重机壳体绕基本水平的第一枢转轴线枢转;

[0019] -三个主提升系统;以及

[0020] -吊臂起落系统,其用于设定所述吊臂相对于所述起重机壳体的角度方向,

[0021] 其中,所述吊臂包括具有两个吊臂支腿的A形框架,所述吊臂支腿在一端连接到所述起重机壳体,而在相对端通过锤头结构彼此连接,

[0022] 其中每个主提升系统包括:

[0023] o提升缆索;

[0024] o滑轮组件,其具有一个或多个可绕滑轮旋转轴线旋转的滑轮,所述滑轮组件布置在吊臂的锤头结构上;

[0025] o起重滑车,其通过提升缆索从滑轮组件悬挂;以及

[0026] o提升绞盘,其通过牵引或放出提升缆索来提升和降低起重滑车,

[0027] 其中,每个主提升系统的滑轮组件可绕基本水平的第二枢转轴线枢转,该第二枢转轴线垂直于滑轮组件的一个或多个滑轮的滑轮旋转轴线,

[0028] 其中,三个主提升系统的滑轮组件并排布置,

[0029] 其中,吊臂起落系统包括:

[0030] o在起重机壳体上的两个吊臂起落绞盘;

[0031] o两个吊臂起落缆索,其在起重机壳体上相应的所述两个吊臂起落绞盘与所述吊臂之间延伸,

[0032] 并且其中,所述吊臂起落缆索连接到锤头结构的相应外伸支架,所述外伸支架延伸超过在平面视图中所见的A形框架的吊臂支腿。

[0033] 根据本发明的起重机的主要优点在于,起重机非常适合于不对称载荷,例如在纵向结构的竖立期间遇到的不对称载荷。如稍后将更详细地解释的,三个主提升系统中的两

个可以组合以增加纵向结构(例如,单桩基础)的上端所需的提升能力,而剩余的提升系统可用于保持和提升下端。此外,提供给滑轮组件的附加自由度允许相应的起重滑车向侧面移动,以便连接到纵向结构的相应端部,同时保持滑轮组件的一个或多个滑轮与相应的提升缆索和起重滑车的一个或多个滑轮对齐。最后但同样重要的是,吊臂的A形框架结构提供了抵抗不对称载荷的扭转刚度,同时吊臂起落缆索在距离吊臂中心更远处连接到吊臂,这有助于抵消吊臂上的不对称载荷。其结果是,起重机的这种特定结构使得起重机非常适合于竖立诸如单桩基础的重型纵向结构。

[0034] 在一个实施方案中,第二枢转轴线平行于第一枢转轴线。

[0035] 在一个实施方案中,吊臂支腿是桁架结构。优选地,吊臂支腿进一步在吊臂支腿的两端之间彼此连接,更优选地使用桁架结构。

[0036] 在一个实施方案中,锤头结构包括箱形结构,例如,由钢板焊接的箱体,钢板形成箱体的外部,可能有内部加强构件以加强箱形结构。

[0037] 在一个实施方案中,吊臂包括从锤头结构延伸的悬臂。可能地,悬臂固定到锤头结构,因此是不可移动的,例如作为起重机吊臂的刚性延伸部。

[0038] 优选地,起重机包括一个或多个辅助提升系统,其具有类似于主提升系统的提升缆索、滑轮组件、起重滑车和提升绞盘,其中滑轮组件安装在悬臂上,例如,单个这样的滑轮组件在吊臂的纵向轴线上布置在悬臂上。

[0039] 在一个实施方案中,吊臂的A形框架的中心平面定义为由所述第一枢转轴线和所述A形框架的纵向轴线构成的平面,其中,所述三个主提升系统的中间滑轮组件安装在距离中心平面比所述三个主提升系统的两个外部滑轮组件更大的距离处。

[0040] 根据第一方面的本发明还涉及一种船舶,其包括根据本发明的起重机。这种船舶可以用于海上风力涡轮机的安装和维护,其中起重机可以用于现场竖立单桩基础。

[0041] 在一个实施方案中,所述船舶是自升式船舶,包括:

[0042] -船体,所述船体中具有至少三个开口,所述开口竖直地延伸穿过船体以接收相应的支腿;

[0043] -船体中每个开口具有支腿;以及

[0044] -每条支腿的支腿驱动装置允许相应的支腿在竖直方向相对于所述船体移动,以允许船体从水体中升起。

[0045] 其结果是,在起重机操作期间,船舶可以相对于海底稳定,从而能够处理重载,也可以运送到船外。

[0046] 在一个实施方案中,起重机的基部机构和起重机壳体围绕船体中的开口布置,使得相应的支腿可以延伸穿过基部机构和起重机壳体。这种围绕支腿的起重机有效地利用了船舶上的可用甲板空间,同时包括负载的起重机的重量通过船体有效地传递到相应的支腿。

[0047] 根据第一方面的本发明还涉及一种用于竖立纵向结构的方法,所述纵向结构例如为用于风力涡轮机的单桩基础,其中使用根据本发明的起重机,所述方法包括以下步骤:

[0048] a) 使具有上端和下端的纵向结构在例如装配有起重机的船舶的甲板上处于基本水平的方向;

[0049] b) 将三个主提升系统的中间起重滑车和三个主提升系统的外部起重滑车中的一

个连接到纵向结构的上端或上端部分；

[0050] c) 将三个主提升系统的另一个外部起重滑车连接到纵向结构的下端或下端部分；以及

[0051] d) 操作三个主提升系统的各个绞盘，直到纵向结构处于基本竖直方向，使得所述纵向结构的上端位于下端的上方。

[0052] 在一个实施方案中，将三个主提升系统的另一个外部起重滑车连接到纵向结构的下端包括以下步骤：

[0053] c1) 提供夹持元件；

[0054] c2) 使所述夹持元件围绕纵向结构的下端或下端部分设置；以及

[0055] c3) 将三个主提升系统的另一个外部起重滑车连接到夹持元件。

[0056] 在一个实施方案中，在连接三个主提升系统之后，首先提起纵向结构，同时将纵向结构保持在基本水平的方向上，并且优选地在将纵向结构移动到竖直方向之前将纵向结构移动到安装地点，例如，涉及起重机的回转。例如，纵向结构（例如，单桩基础）首先移动到船体外，因此运送到船外，例如，涉及起重机的回转，这之后才进入竖直方向。

[0057] 在一个实施方案中，将纵向结构设置为，使得在平面视图中所述纵向结构的重心与起重机的回转轴线之间的直线垂直于纵向结构的纵向轴线。

[0058] 根据本发明的第二方面，提供了一种用于竖立纵向结构的方法，所述纵向结构例如为单桩基础，例如作为海上风力涡轮机的基座，其中使用起重机，所述起重机包括：

[0059] -基部机构；

[0060] -回转轴承；

[0061] -起重机壳体，其通过回转轴承可移动地安装到基部机构上，以允许起重机壳体相对于基部机构绕基本竖直的回转轴线旋转；

[0062] -吊臂，其可移动地安装到起重机壳体，以允许所述吊臂相对于所述起重机壳体绕基本水平的第一枢转轴线枢转；以及

[0063] -三个主提升系统；

[0064] 其中，所述吊臂优选地包括具有两个吊臂支腿的A形框架，所述吊臂支腿在一端处连接到所述起重机壳体，而在相对端处通过连接元件彼此连接，

[0065] 其中每个主提升系统包括：

[0066] o提升缆索；

[0067] o滑轮组件，其具有一个或多个可绕滑轮旋转轴线旋转的滑轮，所述滑轮组件布置在吊臂的连接元件上；

[0068] o起重滑车，其通过提升缆索从滑轮组件悬挂；以及

[0069] o提升绞盘，其通过牵引或放出提升缆索来提升和降低起重滑车，

[0070] 其中，每个主提升系统的滑轮组件可绕基本水平的第二枢转轴线枢转，该第二枢转轴线垂直于滑轮组件的一个或多个滑轮的滑轮旋转轴线，

[0071] 其中，三个主提升系统的滑轮组件并排布置，

[0072] 并且其中，所述方法包括以下步骤：

[0073] a) 将具有上端和下端的纵向结构设置成处于基本水平的方向；

[0074] b) 将三个主提升系统的中间起重滑车和三个主提升系统的外部起重滑车中的一

个连接到纵向结构的上端；

[0075] c) 将三个主提升系统的另一个外部起重滑车连接到纵向结构的下端；以及

[0076] d) 操作三个主提升系统的各个绞盘，直到纵向结构处于基本竖直方向，使所述纵向结构的上端位于下端的上方。

[0077] 根据本发明第二方面的发明还涉及一种起重机，其包括：

[0078] -基部机构；

[0079] -回转轴承；

[0080] -起重机壳体，其通过回转轴承可移动地安装到基部机构上，以允许起重机壳体相对于基部机构绕基本竖直的回转轴旋转；

[0081] -吊臂，其可移动地安装到起重机壳体，以允许所述吊臂相对于所述起重机壳体绕基本水平的第一枢转轴线枢转；以及

[0082] -三个主提升系统，

[0083] 其中，所述吊臂优选地包括具有两个吊臂支腿的A形框架，所述吊臂支腿在一端处连接到所述起重机壳体，而在相对端处通过连接元件彼此连接，

[0084] 其中每个主提升系统包括：

[0085] o提升缆索；

[0086] o滑轮组件，其具有一个或多个可绕滑轮旋转轴线旋转的滑轮，所述滑轮组件布置在吊臂的连接元件上；

[0087] o起重滑车，其通过提升缆索从滑轮组件悬挂；以及

[0088] o提升绞盘，其通过牵引或放出提升缆索来提升和降低起重滑车，

[0089] 其中，每个主提升系统的滑轮组件可绕基本水平的第二枢转轴线枢转，该第二枢转轴线垂直于滑轮组件的一个或多个滑轮的滑轮旋转轴线，

[0090] 并且其中，三个主提升系统的滑轮组件并排布置。

[0091] 在适当的情况下，根据本发明的第二方面的起重机和方法可以与来自本发明的第一方面的特征组合。例如，吊臂从吊臂的两侧横向设置有外伸支架（参见平面视图），每个外伸支架连接到吊臂起落缆索，例如，在多重下落吊臂起落缆索布置的情况下支撑吊臂起落缆索滑轮组件。吊臂可以实施为A形框架，但是在本发明的该第二方面中也可以设想其他实施方案。

[0092] 应当理解，根据第二方面的起重机可以安装在船舶上，例如参考本发明的第一方面所讨论的那样。第二方面还涉及这种船舶，并且还涉及其用于安装风力涡轮机和/或风力涡轮机基座（例如单桩基础）的用途。

附图说明

[0093] 现在将通过参照附图以非限制性方式来更详细地描述本发明，附图中相同的部件用相同的附图标记表示，其中：

[0094] 图1示出了根据本发明实施方案的船舶的侧视图；

[0095] 图2示出了图1的船舶的后视图；

[0096] 图3示出了图1的船舶的俯视图；

[0097] 图4更详细地示出了图1的船舶上的起重机的吊臂的端部；

- [0098] 图5更详细地示出了图1的船舶的起重机的吊臂上的锤头结构；
- [0099] 图6A和图6B分别示出了图1的船舶的起重机的三个主提升系统的第一构造的侧视图和主视图；
- [0100] 图7A和图7B分别示出了图1的船舶的起重机的三个主提升系统的第二构造的侧视图和主视图；
- [0101] 图8A和图8B分别示出了图1的船的起重机的三个主提升系统的第三构造的侧视图和主视图；
- [0102] 图9以平面视图示出了图1的船舶的后侧；
- [0103] 图10示出了图1的船舶的后视图；
- [0104] 图11示出了用于竖立单桩基础的方法中的步骤；
- [0105] 图12示出了用于竖立单桩基础的方法的另一步骤；
- [0106] 图13示出了用于竖立单桩基础的方法的又一步骤；
- [0107] 图14示出了用图1的船舶将单桩基础驱动到海底的准备步骤；
- [0108] 图15示出了在单桩基础上安装塔架期间的图1的船舶；
- [0109] 图16示出了在安装所述塔架之后在图15的塔架上安装机舱期间的图1的船舶；
- [0110] 图17A示出了在另一种类型的基座上安装平台期间的图1的船舶；
- [0111] 图17B示出了连接三个主提升系统的示例。

具体实施方式

- [0112] 图1至图3示出了根据本发明的实施方案的船舶1。图1为船舶1的侧视图，图2为船舶1的后视图，而图3为船舶1的俯视图。
- [0113] 船舶1包括船体2，在船体2中具有四个开口2A、2B、2C、2D，其中这些开口竖直地延伸穿过船体2以接收相应的支腿3A、3B、3C、3D。
- [0114] 每个支腿3A、3B、3C、3D设置有支腿驱动装置4A、4B、4C、4D，允许相应的支腿3A、3B、3C、3D在竖直方向上相对于船体2上下移动以允许将船体2提升出水体5，如图1和图2所示。因此，船舶1是自升式船舶。当支腿缩回以与船舶一起航行时，支腿3A、3B、3C、3D相对于船体2的高度由相应支腿上方的虚线表示。
- [0115] 在船舶1上设置有起重机10。起重机10包括安装于船体2的基部机构11、回转轴承12和起重机壳体13，起重机壳体13通过回转轴承12可移动地安装于基部机构11，以允许起重机壳体13相对于基部机构11绕基本上竖直的回转轴14转动。
- [0116] 起重机10进一步包括吊臂15。吊臂15可移动地安装于起重机壳体13，以允许吊臂15相对于起重机壳体13绕基本水平的第一枢转轴线16枢转。在图1中，在两个不同的角度方向（较低方向和直立方向）示出了吊臂，在较低方向吊臂15由船舶支撑在离水平的第一枢转轴线16一定距离处，在直立方向吊臂15几乎是竖直的。
- [0117] 吊臂15包括具有两个吊臂支腿15A、15B的A形框架，所述吊臂支腿15A、15B在一个端部连接到起重机壳体，从而限定第一枢转轴线16，而在相对的端部处经由锤头结构17连接。在两个端部之间，吊臂支腿通过中间连接构件15D连接，以增加A形框架的刚度。
- [0118] 该实施方案中的吊臂支腿是桁架结构，中间构件15D也是如此。锤头结构17可以具有箱形结构。锤头结构的箱形结构可以使得更容易将部件安装到其上，同时形成扭转刚性

结构。吊臂支腿的桁架结构具有的优点是它们提供了良好的刚度与重量比。

[0119] 起重机进一步包括吊臂起落系统,用于设定吊臂15相对于起重机壳体13的角度方向。吊臂起落系统包括在起重机壳体13上的两个吊臂起落绞盘20、21以及在起重机壳体13上的两个吊臂起落绞盘20、21与吊臂15之间延伸的两个相应的吊臂起落缆索22、23。吊臂起落绞盘20和吊臂起落缆索22的一个组合设置在起重机10的一侧,而吊臂起落绞盘21和吊臂起落缆索23的另一个组合设置在起重机10的相对侧,从而在两侧上经过支腿3C。

[0120] 在该实施方案中,支腿3B和3C处的A形框架的吊臂支腿15A、15B之间的距离不够大从而不足以将A形框架定位在支腿之上以用于存放或运输的目的。因此,如图1和图3所示,吊臂由船体2支撑在两个支腿3B、3C之间。然而,如图3中部分所示,还可以将吊臂定位在支腿3C的相对侧上,其优点是具有可用于存放其他部件的更多甲板空间。

[0121] 在A形框架的端部处的锤头结构17和吊臂15的附近部件在图4和图5中更详细地示出。

[0122] 在图4中,示出了A形框架的吊臂支腿15A、15B,并且可以清楚地看到吊臂支腿经由锤头结构17彼此连接。锤头结构17包括外伸支架17A、17B,外伸支架17A、17B延伸超过在平面视图中看到的A形框架的吊臂支腿15A、15B。每个外伸支架17A、17B包括相应的滑轮组件24、25,相应的吊臂起落缆索22和23连接到滑轮组件24、25,从而允许通过用吊臂起落绞盘20、21放出或牵引吊臂起落缆索22、23来相对于起重机壳体设定吊臂的角度定向。滑轮组件24、25也在图5中示意性地示出。

[0123] 起重机10进一步包括三个主提升系统。三个主提升系统的部件将使用类似的附图标记,由a.X表示,其中X为1、2或3,以表示三个主提升系统中的一个。

[0124] 每个主提升系统包括提升缆索30.1、30.2、30.3、滑轮组件31.1、31.2、31.3和起重滑车32.1、32.2、32.3。每个滑轮组件31.1、31.2、31.3在该实施方案中包括多个滑轮,这些滑轮可绕相应的滑轮旋转轴线33.1、33.2、33.3旋转。滑轮组件31.1、31.2、31.3布置在锤头结构上,在该实施方案中,滑轮组件31.1、31.2、31.3位于A形框架的轮廓内,即,不以并排构造布置在外伸支架17A、17B上,在这种情况下,在平面视图中看到的是一行。

[0125] 滑轮组件的滑轮的旋转轴线33.1、33.2、33.3为提升缆索提供一个自由度,该自由度通常与重力结合使用以将起重滑车保持在相应的滑轮组件下方而与吊臂相对于起重机壳体的角度方向无关。在该实施方案中,该自由度用于允许起重滑车的侧向移动,例如,如图5所示用于外部起重滑车。在图5中,外部起重滑车侧向移动角度 α ,角度 α 可以容易地为40度。

[0126] 为了使起重滑车32.1、32.2、32.3保持在滑轮组件31.1、31.2、31.3的下方而独立于吊臂15的角度方向,每个滑轮组件31.1、31.2、31.3可以绕基本水平的第二枢转轴线34.1、34.3、34.3枢转,第二枢转轴线34.1、34.3、34.3垂直于滑轮组件31.1、31.2、31.3的相应滑轮的滑轮旋转轴线33.1、33.2、33.3。

[0127] 三个主提升系统各自还包括提升绞盘35.1、35.2、35.3(参见图1),以通过牵引或放出提升缆索30.1、30.2、30.3来提升和降低起重滑车32.1、32.2、32.3。

[0128] 起重机10的吊臂15进一步包括从A形框架延伸(即,从锤头结构17延伸)的悬臂15C,在该实施方案中,悬臂15C承载两个辅助提升系统,所述两个辅助提升系统除了承载能力通常较小以及不提供滑轮组件的额外自由度之外,其类似于主提升系统。在图4中,示出

了与第一辅助提升系统相关联的滑轮组件36以及与第二辅助提升系统相关联的滑轮组件37。

[0129] 根据本发明的起重机10的优点在于,三个主提升系统可以根据提升需求以不同方式使用。第一个示例在图6A和图6B中示出,其中图6A是图6B的侧视图。在该示例中,仅使用外部起重滑车32.1、32.3。外部起重滑车绕相应的轴线33.1、33.3侧向枢转,允许连接到在起重滑车之间具有相对较大距离的纵向结构。这种提升构造特别适用于起重滑车被同时提升和降低并因此承载相同数量级的负载的情况。两个外部提升系统允许以两个自由度控制提升物体的运动。

[0130] 第二个示例在图7A和图7B中示出,其中图7A是图7B的侧视图。在此示例中,所有起重滑车都得到使用。外部起重滑车32.1、32.3的展开类似于图6A和图6B的示例,但是起重滑车也绕相应的第二枢转轴线34.1和34.2枢转。中间起重滑车32.3在图7B的视图中保持笔直,但其也绕第二枢转轴线34.2枢转,尽管中间起重滑车32.3与外部起重滑车32.1和32.3以相反的方向。其结果是,三个主提升系统可以连接到物体的三个不同位置,这三个位置形成在平面视图中看到的三角形。这种提升构造特别适用于起重滑车被同时提升和降低并因此承载相同数量级的负载的情况。该构造还允许以三个自由度控制提升物体的移动。

[0131] 第三个示例在图8A和图8B中示出,其中图8A是图8B的侧视图。在该示例中,使用所有起重滑车,但是外部起重滑车中的一个(在这种情况下为外部起重滑车32.1)与中间起重滑车32.2组合以提升物体的一端,而另一个外部起重滑车(在这种情况下为外部起重滑车32.3)用于提升物体的另一端。这种构造特别适用于在提升负载期间负载变得不对称的情况,例如,在纵向结构的竖立过程中。

[0132] 关于图8A和图8B的示例应注意到,与中间起重滑车32.2相关联的滑轮组件31.2布置得略低于其他滑轮组件31.1和31.3。换句话说,A形框架的中心平面15F可以定义为由第一枢转轴线16和A形框架的纵向轴线15G构造的平面,其中中间滑轮组件31.2安装在距离中心平面15F比另外两个外滑轮组件31.1和31.3更大的距离处。这种布置的优点在于,对于较大角度 α ,在该实施方案中角度为40度,提升缆索30.1和30.2彼此不太靠近(不接触或不彼此干涉)并且在这种情况下是彼此平行的。

[0133] 参照图9至图13,将描述根据本发明的方法,其中单桩基础由图1的船舶1上的起重机10竖立。图9和图10示出了船舶1(其具有船体2和支腿3A和3D以及围绕支腿3D布置的起重机10)的后侧。

[0134] 在船舶的船体2的甲板2E上,一堆单桩基础50以基本水平的方向设置。如图9所示,单桩基础50甚至可以延伸超过船体2的后侧。可替代地,单桩基础可以使用单独的船舶(例如,驳船)提供。

[0135] 在图9中,起重机10的吊臂15定位成用于提升最近的单桩基础50,即,最接近支腿3D的单桩基础50,并且在图10中,起重机10的吊臂15定位成用于提升最接近支腿3A的单桩基础50。两个单桩基础50都相对于起重机10定位,使得在平面视图中(参见图9),纵向结构的重心50C与起重机10的回转轴线14之间的直线垂直于纵向结构50的纵向轴线50D。

[0136] 图11示出了由使用图8A和图8B的构造的起重机10的三个主提升系统(为清楚起见,其也被省略)悬挂的单桩基础50。因此,三个主提升系统的中间起重滑车32.2和外部起重滑车32.1中的一个经由连接元件51而连接到单桩基础50的上端部50A。

[0137] 另一个外部起重滑车32.3使用夹持元件52而连接到单桩基础50的下端部50B,夹持元件52围绕单桩基础50的下端部50B设置。

[0138] 通过提升缆索30.1、30.2的同步牵引,并能够与提升缆索30.3的放出相结合,从而将单桩基础50竖立。图12示出了在竖立过程中途处于倾斜方向的单桩基础50,图13示出了在竖立之后的单桩基础50。在图13中可以清楚地看到,当起重滑车32.1、32.2连接到单桩基础的中心而起重滑车32.3连接到单桩基础的侧面上的夹持元件时,提升缆索30.1、30.2、30.3几乎相互平行。

[0139] 在竖立之后,夹持元件52以及由此外部起重滑车32.3脱离以将单桩基础驱动到海底55。如图14所示,在将单桩基础50朝向海底55降低的同时,单桩基础50可以由从船体2延伸的引导件60引导。单桩基础本身的重量将使单桩基础部分地进入到海底。然后可以将单桩基础从提升系统断开,并且可以提供用于将单桩基础进一步驱动到海底的单独装置。

[0140] 图15示出了使用起重机10将塔架70安装在先前安装的单桩基础50的顶部。塔架的重量可以小于所述单桩基础,因此在竖立塔架的情况下,如果适用的话,起重机可以使用图6A和图6B的提升构造。在塔架太重的情况下,可以使用图8A和图8B的提升构造。

[0141] 图16示出了使用起重机10将机舱80安装在先前安装的塔架70的顶部。在该实施方案中,机舱是轻质部件,使得机舱可以由第一辅助提升系统提升。

[0142] 图17A示出了使用起重机10将平台100安装在先前安装的桁架结构形式的其他基座90的顶部。在该实施方案中,平台100的重量需要所有三个提升系统以使用组合的提升能力。

[0143] 然而,当将所有三个起重滑车32.1、32.2、32.3直接连接到平台或通过与三个起重滑车直接连接的单个连接元件而间接连接到平台时,不可能充分利用潜在的可用提升能力。

[0144] 因此,对于这些情况,两个起重滑车(在该实施方案中为起重滑车32.1和32.3)连接到第一中间构件110,参见图17B。第一中间构件110和另一个剩余的起重滑车32.3连接到第二中间构件120。连接到第二中间构件120的是连接到平台100的负载连接器130。起重滑车与中间构件之间的连接和第一中间构件与第二中间构件之间的连接使得平台100的载荷基本上均匀地分布在三个提升系统上,例如,通过在各种部件之间提供滑轮和缆索连接。

[0145] 这里应注意,尽管所描述的示例和实施方案公开了使用特定数量的绞盘、缆索和滑轮,但是对于本领域技术人员显而易见的是,可以提供额外的部件。因此,通常使用两个绞盘用于一个提升或吊臂起落缆索或者提供绞盘和缆索的额外组合。换句话说,说明书中提供的任何特定数字都应解释为至少是该特定数字的含义。主提升系统的数量也是如此。尽管已经描述了三个主提升系统,但是可以提供第四甚至第五主提升系统,并且这些提升系统落入本发明的范围内。

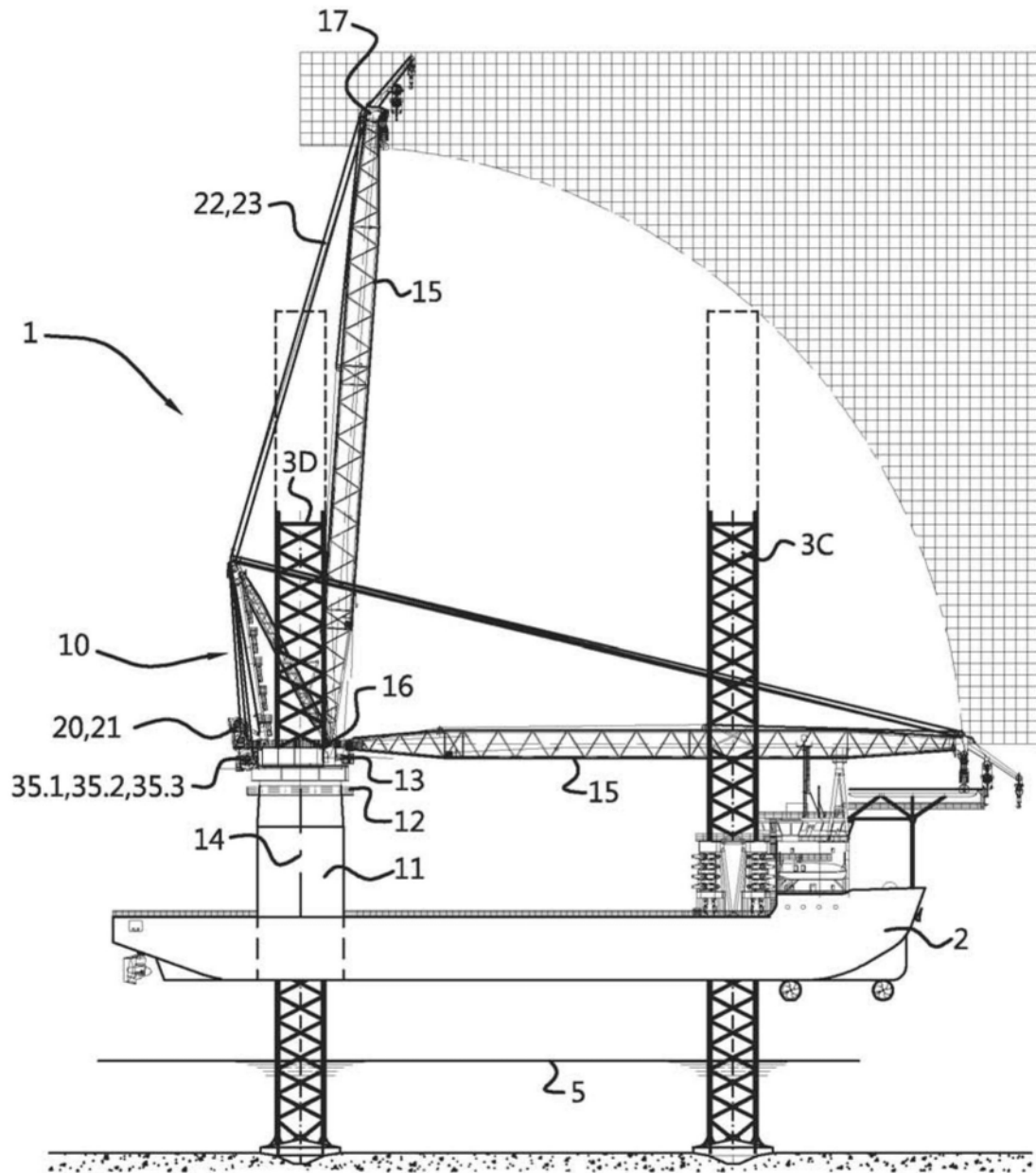


图1

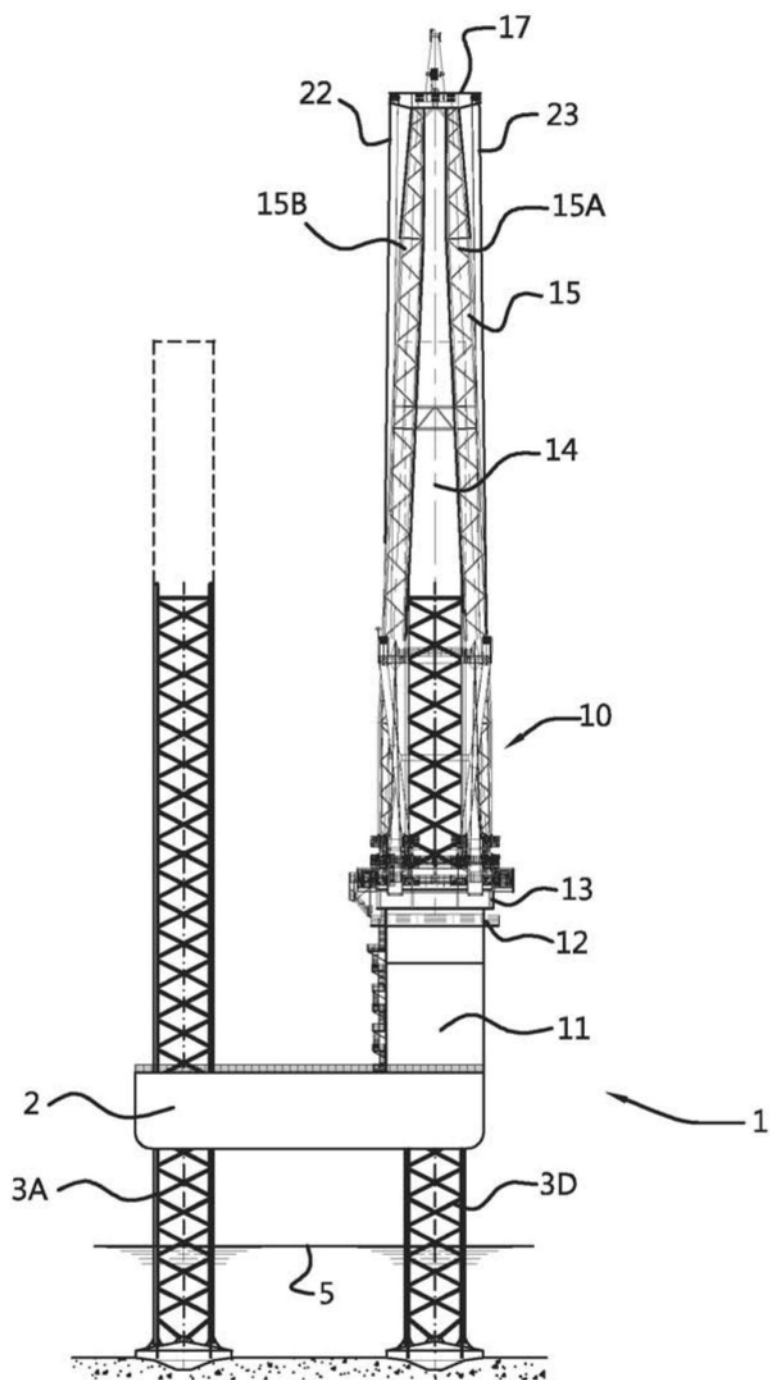


图2

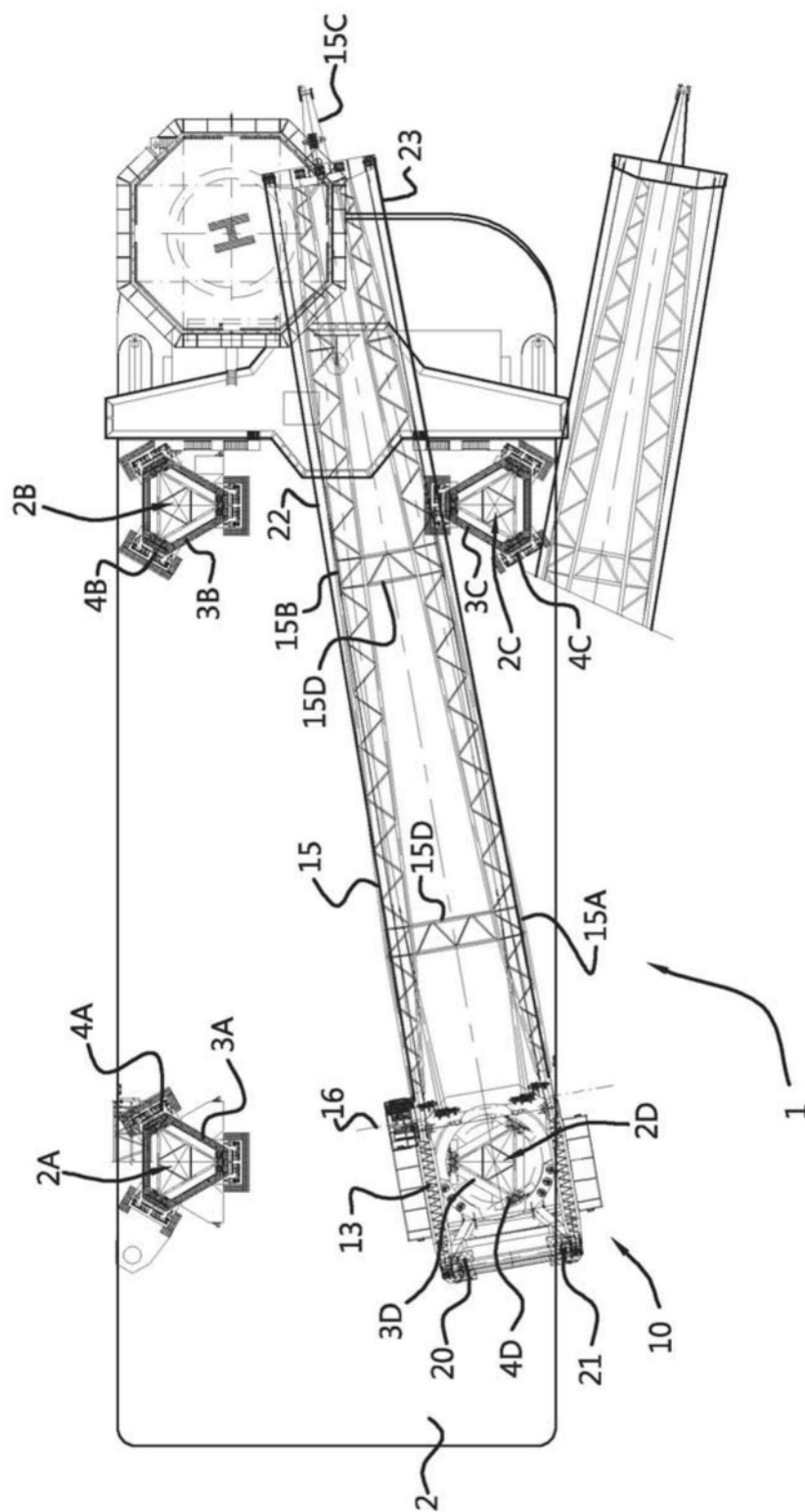


图3

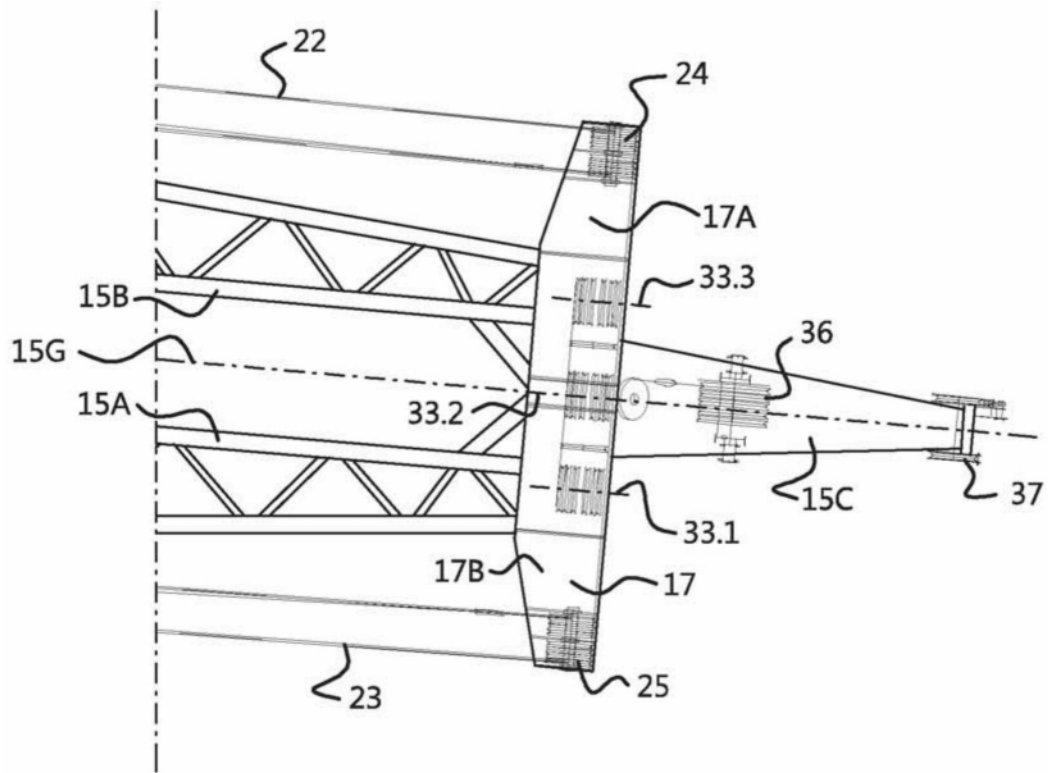


图4

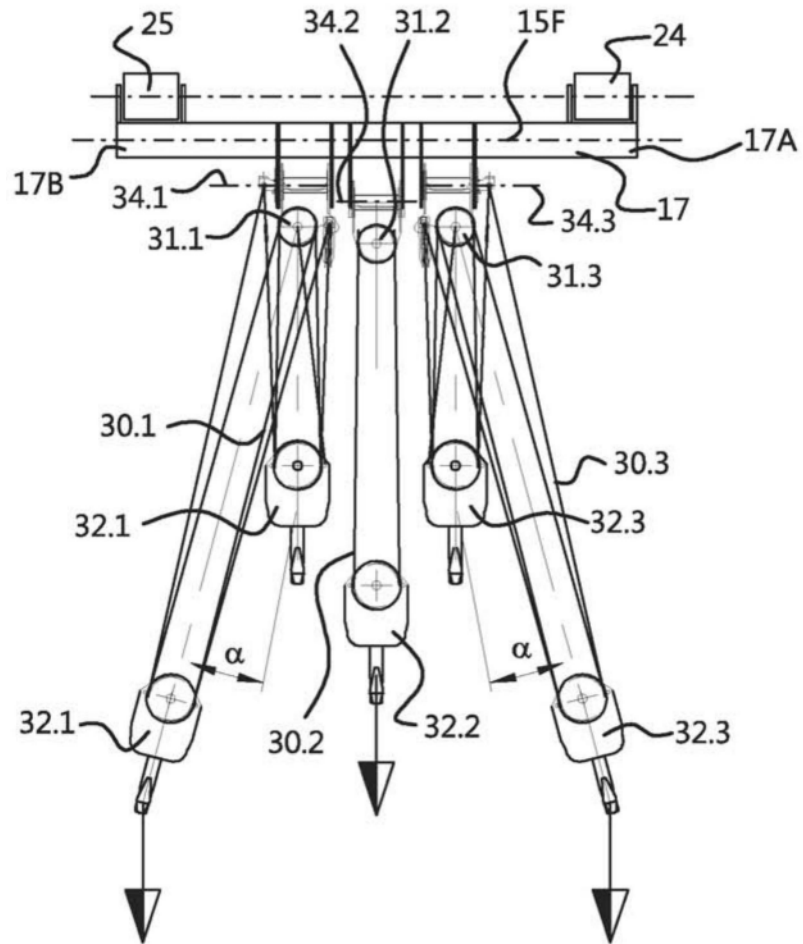


图5

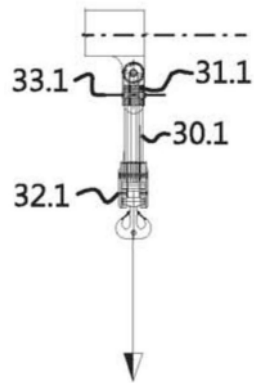


图6A

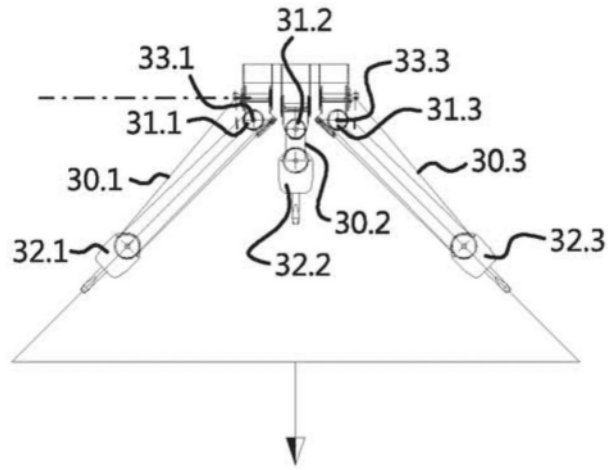


图6B

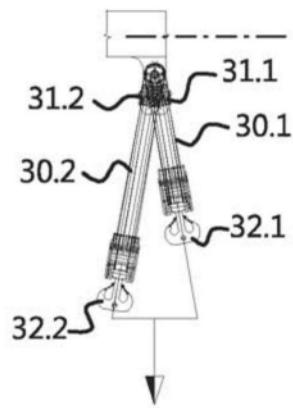


图7A

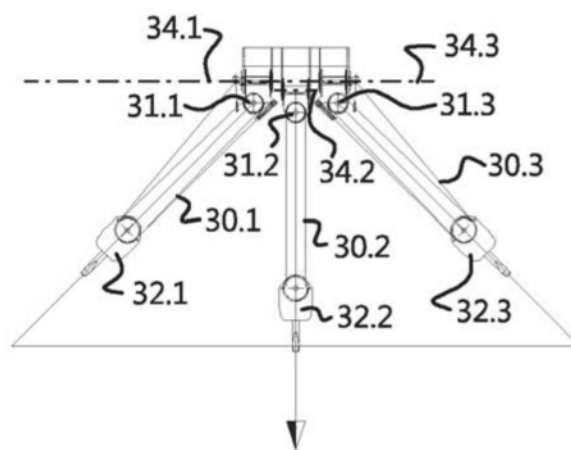


图7B

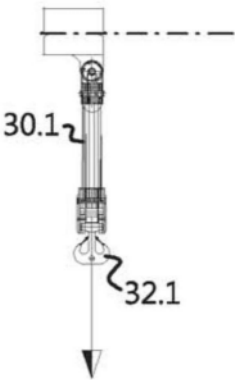


图8A

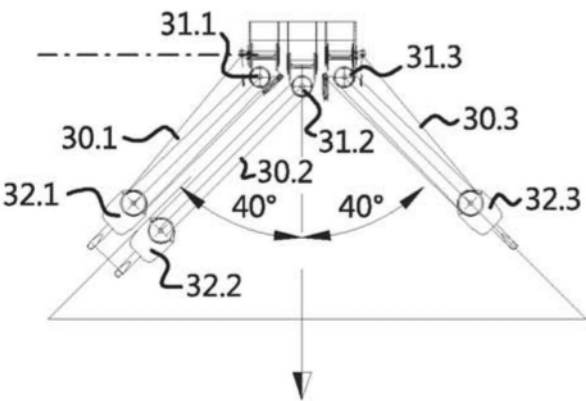


图8B

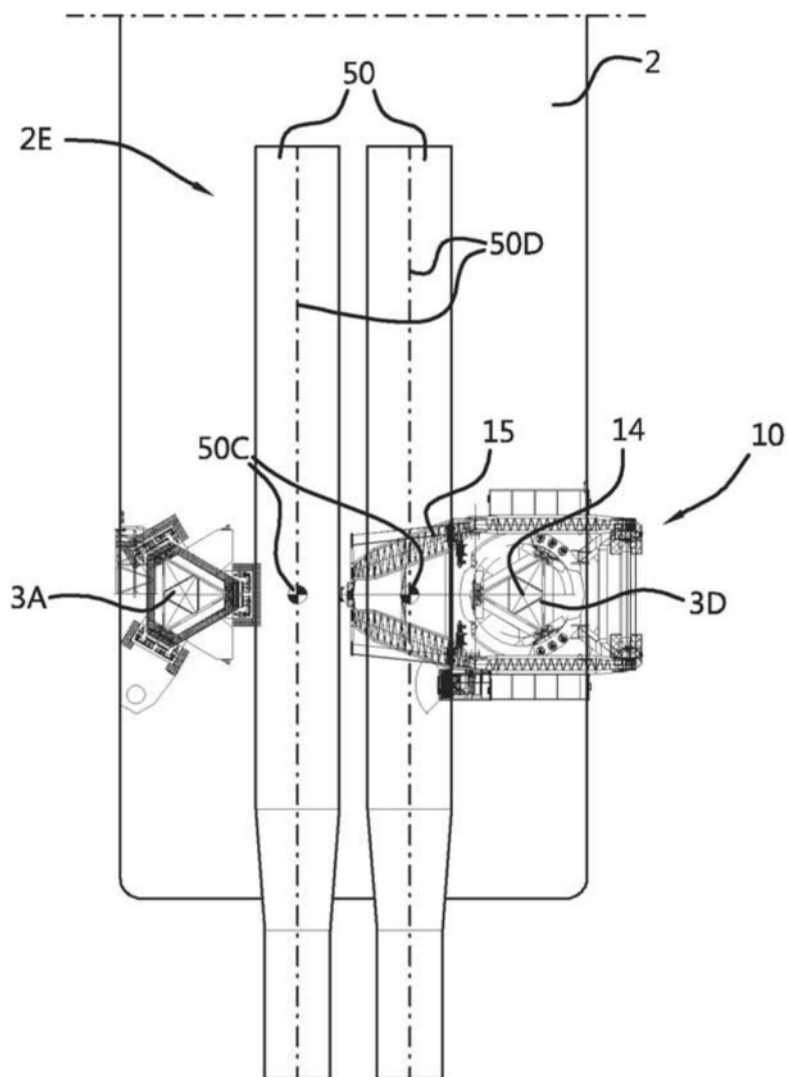


图9

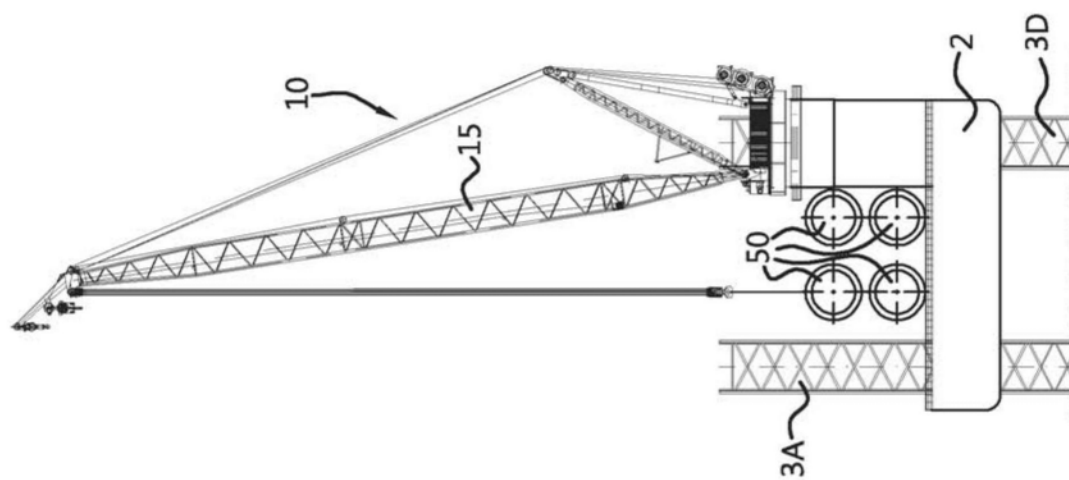


图10

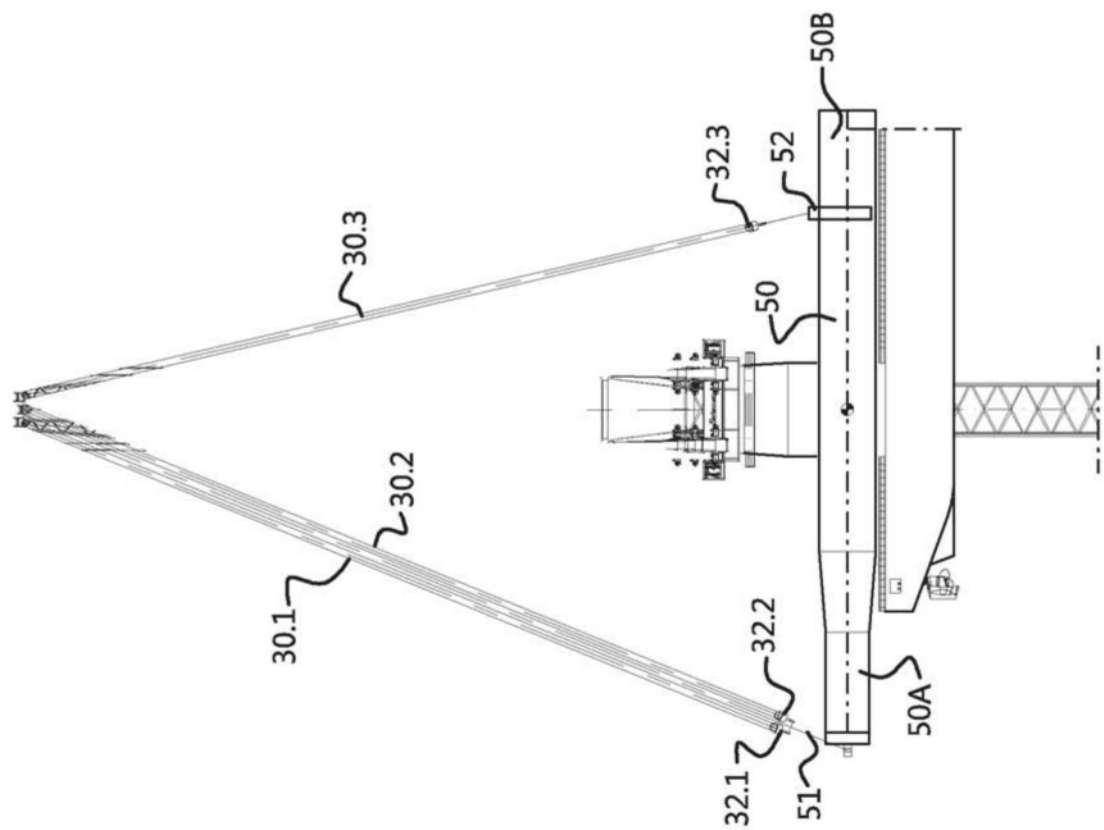


图11

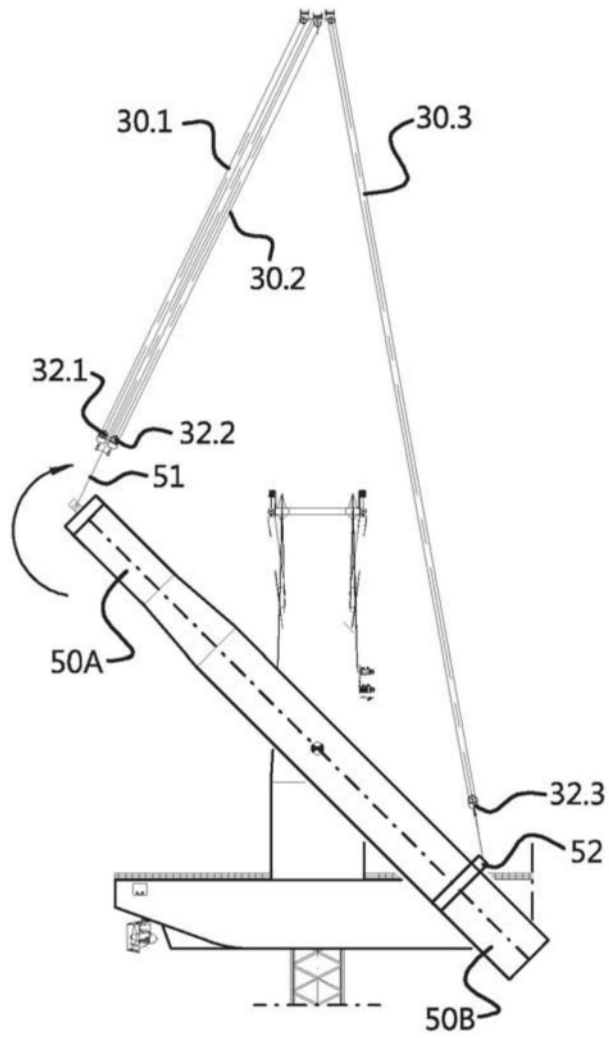


图12

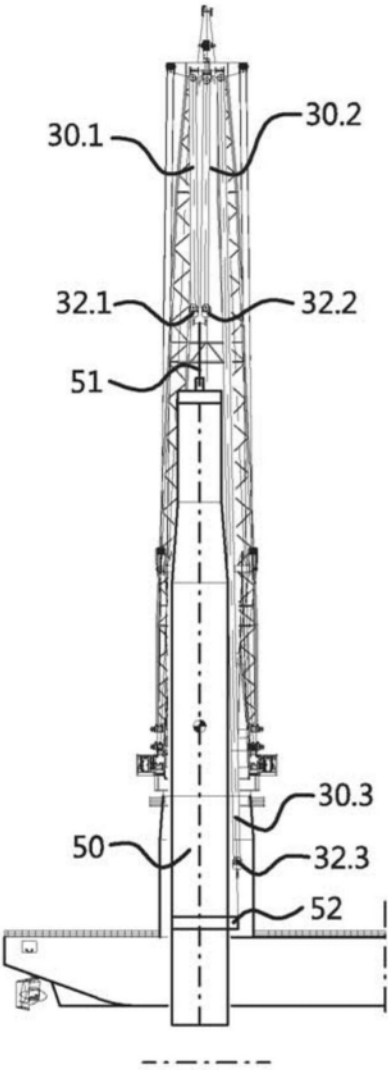


图13

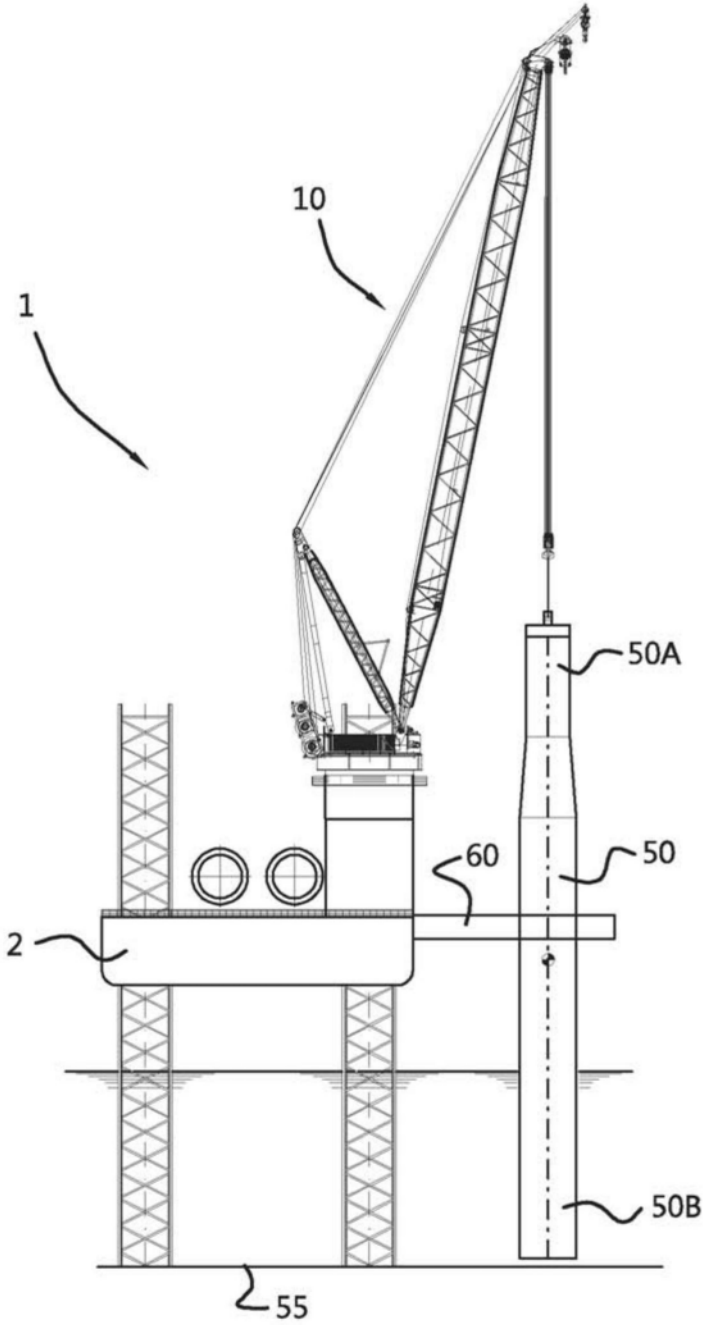


图14

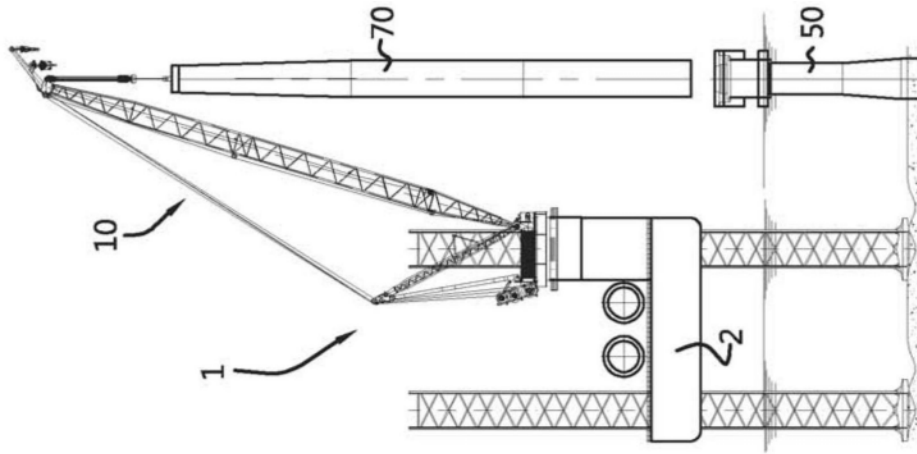


图15

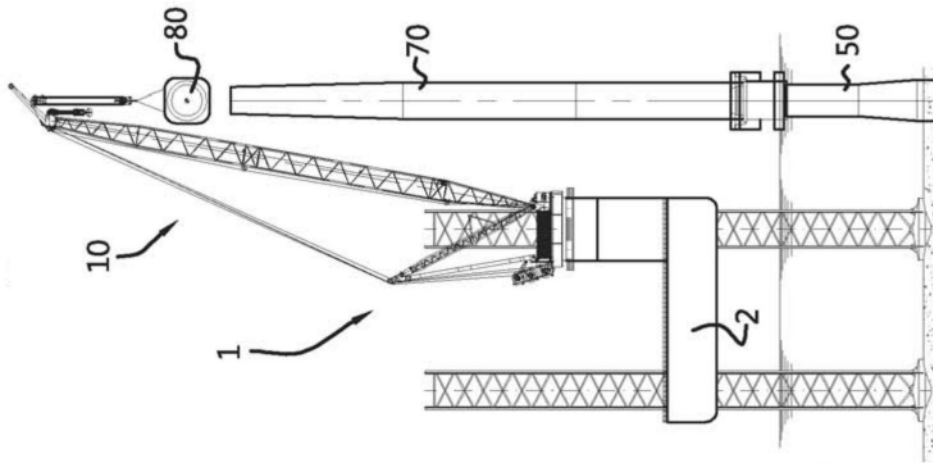


图16

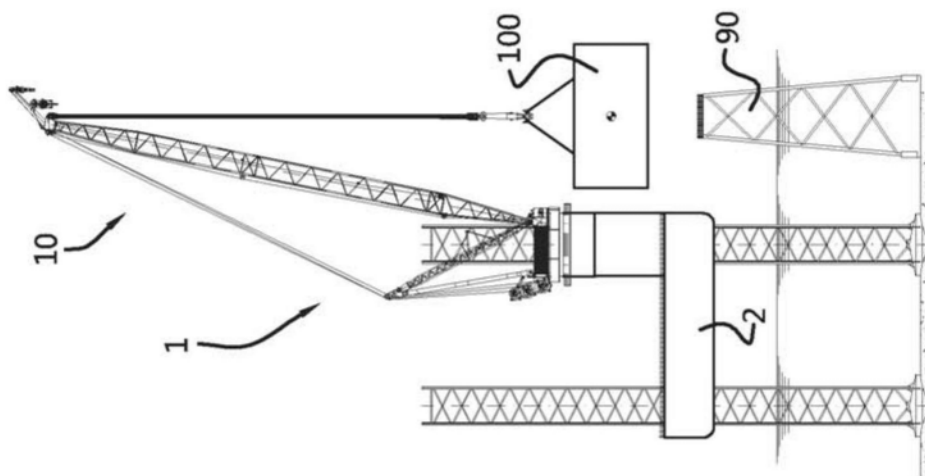


图17A

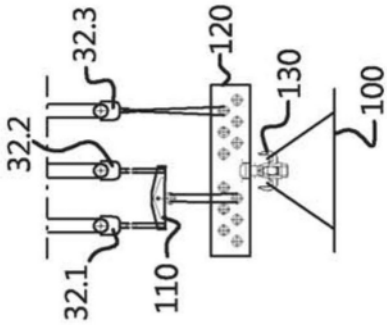


图17B