

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2017年1月5日 (05.01.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/000555 A1

- (51) 国际专利分类号:
F03B 13/26 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/073236
- (22) 国际申请日: 2016年2月2日 (02.02.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201510378235.9 2015年6月29日 (29.06.2015) CN
- (71) 申请人: 杭州林东新能源科技股份有限公司 (HANGZHOU LINDONG NEW ENERGY TECHNOLOGY INC.) [CN/CN]; 中国浙江省杭州市莫干山路1418-21号3幢201室(上城科技工业基地), Zhejiang 310011 (CN)。
- (72) 发明人: 林东 (LIN, Dong); 中国浙江省杭州市西湖大道150号金泰商务大厦17楼, Zhejiang 310009 (CN)。
- (74) 代理人: 杭州裕阳专利事务所(普通合伙) (HANGZHOU YUYANG PATENT OFFICE (INDIVIDUAL PARTNERSHIP)); 中国浙江省杭州市下城区体育场路105号凯喜雅大厦8楼, Zhejiang 310004 (CN)。

- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则 4.17 的声明:

- 关于发明人身份(细则 4.17(i))
- 关于申请人有权申请并被授予专利(细则 4.17(ii))
- 关于申请人有权要求在先申请的优先权(细则 4.17(iii))

[见续页]

(54) Title: MODULAR TWO-WAY POWER GENERATION DEVICE USING TIDAL ENERGY

(54) 发明名称: 模块化双向潮流能发电装置

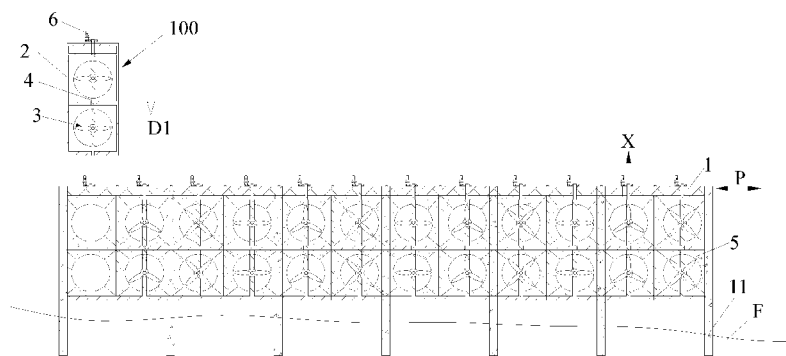


图 1

(57) Abstract: A modular two-way power generation device using tidal energy comprises an outer frame (1), at least two inner frames (2), at least two mounting shafts (4), a drive unit (6), at least four hydro turbine generators (3) having horizontal shafts and at least four flow guiding covers (5). The at least two inner frames (2) are separately disposed in the outer frame (1). The at least two mounting shafts (4) are rotatably disposed in the inner frames (2) respectively, and the axial directions of the at least two mounting shafts (4) are normal to the horizontal plane and parallel with respect to each other. The drive unit (6) is connected to the at least two mounting shafts (4) to drive rotation of the mounting shafts (4). Each pair of the hydro turbine generators (3) having horizontal shafts is fixed to one mounting shaft (4) and arranged along a direction normal to the horizontal plane in the same inner frame (2). The at least four flow guiding covers (5) are fixed to the outer frame (1) or the inner frames (2), and the flow guiding covers (5) are disposed corresponding to respective hydro turbine generators (3) having horizontal shafts. The facing directions of the hydro turbine generators (3) having horizontal shafts change in the flow guiding covers (5) along with the rotation of the mounting shafts (4).

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2017/000555 A1

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种模块化双向潮流能发电装置，包括外框架(1)、至少两个内框架(2)、至少两根安装轴(4)、驱动单元(6)、至少四个水平轴水轮发电机(3)和至少四个导流罩(5)。至少两个内框架(2)可分离地设置于外框架(1)内。至少两根安装轴(4)分别可转动地设置于每个内框架(2)，至少两根安装轴(4)的轴线方向垂直于水平面且相互平行。驱动单元(6)连接至少两根安装轴(4)以驱动安装轴(4)转动。每两个水平轴水轮发电机(3)固定于一根安装轴(4)上且于同一个内框架(2)内沿垂直于水平面的方向排列。至少四个导流罩(5)固定于外框架(1)或内框架(2)，每个导流罩(5)对应于每个水平轴水轮发电机(3)设置，水平轴水轮发电机(3)随安装轴(4)的转动在导流罩(5)内改变朝向。

模块化双向潮流能发电装置

技术领域

本发明涉及一种发电装置，尤其涉及一种模块化双向潮流能发电装置。

背景技术

海洋能（包含潮汐能、潮流能、波浪能、海流能）是指海水流动的能量，作为可再生能源，储量丰富，分布广泛，具有极好的开发前景和价值。海洋能的利用方式主要是发电，其工作原理与风力发电类似，即通过能量转换装置，将海水的机械能转换成电能。具体而言，首先海水冲击水轮机，水轮机将水流的能量转换为旋转的机械能，然后水轮机经过机械传动系统带动发电机发电，最终转换成电能。

现今能源日益短缺，温室效应日益严重，能源需要低碳化，所以风能，海洋能等清洁能源是未来能源的发展方向。但现在这些清洁能源的发电设备，除了风能利用比较成熟外，海洋能的利用还都是在起步阶段，没有通用和成熟的设备。现有的少数设备也存在效率低下，设备不能大规模化的问题。

由于海洋环境复杂，水中阻力大，传统的海洋能发电装置的安装都必须海里进行，困难度高，费用庞大。另外，由于发电装置长期接触海水，在海水的长期侵蚀和巨大冲击力下，海洋能发电装置使用一段时间后就要定期进行维修或更换。然而传统的海洋能发电装置的维修和更换也均在海里进行，困难度高，成本巨大。甚至，因为部分组件的损坏，导致整个海洋能发电装置的报废，这是海洋能发电装置高成本的重要原因之一，也是造成现有的海洋能发电装置无法大规模化、商业化运营的直接原因。

尤其是水平轴水轮发电机，由于其所有设备（包括叶轮和发电机）均在水下，因此水平轴水轮发电机的维修更加困难，成本更高。因此，即便水平轴水轮发电机的发电效率高于垂直轴水轮发电机，但水平轴水轮发电机仍然无法商业化。然而，目前海洋能发电领域的技术人员都忽略了对安装和维修方式的改进。

另外，由于潮流能是利用海洋的潮流进行发电。伴随着涨潮和落潮，潮流的方向会发生改变。传统的大部分水平轴水轮发电机都不可以旋转，导致潮流能发电机只能利用涨潮或者落潮进行发电，发电效率极低。现有技术人员为了充分利用涨潮和落潮产生的能量，选择安装两套发电系统。一套发电系统的叶轮朝向涨潮方向，另一套发电系统的叶轮朝向落潮方向。虽然看似涨潮和落潮

产生的能量都充分得以利用，但是在涨潮或落潮时，始终会有一套发电系统闲置。增加一套发电系统使得生产成本翻倍，而产生的电能功率的提高远不及成本的增加，这极大地限制了潮流能发电装置的推广和运用。

要注意的是，涨潮和落潮的潮流速度并不恒定。在安装发电装置时，一旦发电机选定，它的负载量就确定下来。然而，潮流的速度并不恒定，因此造成发电量并不恒定。现有的潮流能发电装置为了节省成本以及受到技术上的局限，无论是水平轴水轮发电机还是垂直轴水轮发电机只能承载在一定水流速度以下的发电负荷。一旦水流速度增加，发电量超过负荷，发电机会超负荷工作很容易损毁。因此，为了延长发电机的工作寿命，传统的潮流能发电装置一旦潮流超过一定速度就彻底切断水流，使得发电机停止工作，大幅度降低了发电效率。

现有一种潮流能发电装置借鉴风能发电机的设计，通过变桨的方式调节发电装置的负荷。当水流速度较大时，通过调节装置使桨叶迎角减小；当水流速度较小时，通过调节装置使桨叶迎角增大。然而，这种设计存在很大的弊端。不同于风能发电机的使用环境，水平轴水轮发电机是在水中使用，受到的阻力远远大于风能发电机受到的阻力。并且，由于调节的是水平轴水轮发电机的叶片角度，旋转机构是整个都位于水里，要实现叶片角度的旋转就需要精准地设计叶片各部件之间的安装紧密程度。若连接很紧密，摩擦力太大，则很难调整叶片的迎水面角度，导致调节装置无法发挥调节的功效。这种情况下的发电装置在水流太小时无法提高效率，在水流太大时也无法真正保护发电机。若连接太松，摩擦力太小，虽然可以轻松地调节，但是会存在丧失密封性这一严重问题。这样水流将会灌入叶轮内部造成整个叶轮损坏，维修率大大提高，成本巨增。并且水轮机有几个叶片就要对应安装几个旋转机构和控制机构，其成本和技术难度急剧增加。

发明内容

本发明为了克服现有技术中的至少一个不足，提供一种模块化双向潮流能发电装置。

为了实现上述目的，本发明提供一种模块化双向潮流能发电装置，包括外框架、至少两个内框架、至少两根安装轴、驱动单元、至少四个水平轴水轮发电机和至少四个导流罩。至少两个内框架可分离地设置于外框架内。至少两根安装轴分别可转动地设置于每个内框架，至少两根安装轴的轴线方向垂直于水平面且相互平行。驱动单元连接至少两根安装轴以驱动安装轴转动。每两个水平轴水轮发电机固定于一根安装轴上且于同一个内框架内沿垂直于水平面的方

向排列。至少四个导流罩固定于外框架或内框架，每个导流罩对应于每个水平轴水轮发电机设置，水平轴水轮发电机随安装轴的转动在导流罩内改变朝向。

于本发明的一实施例中，每个导流罩具有两个导水部分和一个中间部分，中间部分位于两个导水部分之间，每个导水部分远离中间部分的一端的横截面为矩形，每个导水部分连接中间部分的一端的横截面为圆形，中间部分的横截面为圆形，横截面垂直于水平面且垂直于水流方向，圆形横截面的面积小于矩形横截面的面积。

于本发明的一实施例中，其中一个导水部分具有第一中心轴线，另一个导水部分具有第二中心轴线，第二中心轴线和第一中心轴线形成不为零的夹角。

于本发明的一实施例中，每个导流罩为非对称结构。

于本发明的一实施例中，模块化双向潮流能发电装置还包括至少六个轴承，每三个轴承套设一根安装轴，设于一根安装轴上的三个轴承分别位于两个水平轴水轮发电机的两侧和中间。

于本发明的一实施例中，外框架具有多个固定桩，外框架通过打桩的方式固定于海底。

于本发明的一实施例中，外框架具有多个减小水流阻力结构。

于本发明的一实施例中，模块化双向潮流能发电装置还包括拉环和拉索，拉环设于外框架，拉索的一端设于拉环上。

于本发明的一实施例中，模块化双向潮流能发电装置还包括至少一个浮筒单元，设置于外框架。

综上所述，本发明提供的模块化双向潮流能发电装置通过设置可分离的内框架和外框架，使得发电装置可以在水面上进行模块化组装和替换，大幅度降低维修和安装费用，克服了传统潮流能发电装置无法商业化、大规模化的难题。并且，在垂直于水平面的方向上排布至少两个水平轴水轮发电机，在平行于水平面的方向上也排布至少两个水平轴水轮发电机，使得水轮发电机实现矩阵化排布，充分利用整个海域横向和纵向的潮流能，大大提高发电效率。通过设置导流罩，将水流都集中导向水平轴水轮发电机，使得水平轴水轮发电机的叶轮受力更大、转速更快，从而提高发电效率。通过设置安装轴，创新地通过改变整个水平轴发电机的朝向而非单独改变叶片迎水角的方式对发电机的负荷进行调节，使得无论水流速度多大发电机一直可以保证能够在安全负荷内正常发电，极大地提高了发电效率。另外，通过设置可转动的安装轴，使得无论涨潮还是落潮，水平轴水轮发电机的叶轮可以始终朝向水流，从而确保最大的发电功率。

更重要的是，本发明中水平轴水轮发电机的转动是位于导流罩内而非导流罩外，并且水平轴水轮发电机转动而导流罩固定不动，这样能大大减少对水流流速和流向的影响，维持水流的流畅从而提高发电效率。

另外，通过在每根安装轴上设置至少三个轴承，对安装轴实现“多点约束”，使得模块化双向潮流能发电装置的规模不光可以横向（平行于水平面的水平方向）扩张也可以纵向（垂直于水平面的水深方向）扩张，大幅度提高了发电功率，克服了现有海洋能发电装置无法“做大”、“做深”的难题。

进一步，本发明实施例中提供的导流罩，两端为矩形，中间为圆形，无论涨潮还是落潮始终可以起到导流作用，并且具有该特定结构的导流罩导流效果更好。特别地，通过将导流罩设置为非对称结构，从而确保无论是涨潮还是落潮，所有水流都能正确地被导流罩引导向水轮发电机，从而最大限度地利用水流进行发电，提高发电效率。

为了让本发明的上述和其它目的、特征和优点能更明显易懂，下文特举较佳实施例，并配合附图，作详细说明如下。

附图说明

图 1 所示为根据本发明第一实施例提供的模块化双向潮流能发电装置的组装示意图。

图 2 所示为根据本发明第一实施例提供的模块化双向潮流能发电装置的俯视图。

图 3 所示为根据本发明第一实施例提供的模块化双向潮流能发电装置的侧视图。

图 4 所示为根据本发明第一实施例提供的模块化双向潮流能发电装置中导流罩的示意图。

图 5 为图 4 的侧视图。

图 6 所示为根据本发明第二实施例提供的模块化双向潮流能发电装置的组装示意图。

图 7 所示为根据本发明第二实施例提供的模块化双向潮流能发电装置的俯视图。

图 8 所示为根据本发明第二实施例提供的模块化双向潮流能发电装置的侧视图。

图 9 所示为根据本发明第三实施例提供的模块化双向潮流能发电装置的一个内置模块的示意图。

图 10 所示为根据本发明第四实施例提供的模块化双向潮流能发电装置中的导流罩的示意图。

具体实施方式

图 1 所示为根据本发明第一实施例提供的模块化双向潮流能发电装置的组装示意图。图 2 所示为根据本发明第一实施例提供的模块化双向潮流能发电装置的俯视图。图 3 所示为根据本发明第一实施例提供的模块化双向潮流能发电装置的侧视图。图 4 所示为根据本发明第一实施例提供的模块化双向潮流能发电装置中导流罩的示意图。图 5 为图 4 的侧视图。请一并参考图 1 至图 5。

本实施例提供的模块化双向潮流能发电装置包括外框架 1、至少两个内框架 2、至少四个水平轴水轮发电机 3、至少两根安装轴 4、至少四个导流罩 5 和驱动单元 6。

外框架 1 可由钢材料焊接而成。于本实施例中，外框架 1 可具有多个固定桩 11。通过在外套管内浇灌混凝土形成固定桩 11。外框架 1 通过打桩的方式固定于海底 F。于本实施例中，外框架 1 还具有多个减小水流阻力结构 12。多个减小水流阻力结构 12 位于外框架 1 的迎水侧。通过设置减小水流阻力结构 12 于外框架 1 的迎水侧，大大减小了外框架 1 的外套管（之后在此处就形成固定桩 11）承受水力冲击的受力面积，同时大幅度提高了后续形成的固定桩 11 的稳定度。如图 2 所示，减小水流阻力结构 12 位于外框架 1 的最上边和最下边。于本实施例中，减小水流阻力结构 12 的截面为三角形。然而，本发明对减小水流阻力结构 12 的具体形状和结构不作任何限定。于其他实施例中，该减小水流阻力结构可制造为流线型。

至少两个内框架 2 可分离地设置于外框架 1 内。于本实施例中，内框架 2 上可设有卡勾（图未示），外框架 1 上可设有卡槽（图未示），内框架 2 通过卡勾和卡槽的相互卡合嵌入到外框架 1 内。然而，本发明对内框架 2 与外框架 1 之间的固定方式不作任何限定。本发明对内框架 2 的具体数量也不作任何限定。于实际应用中，内框架 2 的数量可以多达 12 个或 14 个。如图 1 所示，多个内框架 2 沿平行于水平面 P 的方向排布，从而实现了潮流能发电装置规模的横向扩展，大大提高潮流能的利用率，突破了现有潮流能发电装置无法实现规模化的弊端。

至少两根安装轴 4 分别可转动地设置于每个内框架 2。安装轴 4 的轴线方向 X 垂直于水平面 P 且两根安装轴 4 相互平行。每两个水平轴水轮发电机 3 固定于一根安装轴 4 上且于同一个内框架 2 内沿垂直于水平面 P 的方向 D1 排列。从

图 1 所示方向看去，至少两个水平轴水轮发电机 3 为纵向排列，从而实现了潮流能发电装置规模沿海洋深度的纵向扩展，大大提高发电功率，进一步克服了现有传统潮流能发电装置无法实现规模化的问题。

于本发明中，一个内框架 2、至少两个水平轴水轮发电机 3、至少一根安装轴 4 和一个驱动单元 6 共同形成一个内置模块 100。于实际应用中，可先将至少两个水平轴水轮发电机 3、至少一根安装轴 4 和至少一个驱动单元 6 固定在一个内框架 2 内，然后将至少两个这样组装好的内框架 2 固定在外框架 1 内，从而实现模块化双向潮流能发电装置的模块化安装。具体而言，内置模块 100 的安装可在岸上进行，然后将内置模块 100 吊入置于海中的外框架 1 内和外框架 1 进行固定，如此实现海面上的安装作业，大大简化安装程序，减少安装时间，降低海洋中安装难度。

每个水平轴水轮发电机 3 包括叶轮 31 和发电机 32。由于水平轴水轮发电机 3 的叶轮 31 和发电机 32 全部在水下，因此，若水平轴水轮发电机 3 发生故障，传统的潮流能发电装置将需要在海里进行维修。这样维修非常困难且费用庞大。然而，本发明的模块化双向潮流能发电装置可直接将内置模块 100 从海中取出进行维修或更换，实现模块化双向潮流能发电装置的海面上快速更换和维修，大大降低了维修成本，使得模块化双向潮流能发电装置的商业化得以实现。

于本实施例中，内框架 2 的数量等于安装轴 4 的数量，且水平轴水轮发电机 3 的数量等于安装轴 4 的数量的两倍。然而，本发明对此不作任何限定。于其它实施例中，一个内置模块 100 可具有多根安装轴 4 和每根安装轴 4 上可具有两个以上的水平轴水轮发电机 3。

每两个安装于同一根安装轴 4 上的水平轴水轮发电机 3 同步进行转动。驱动单元 6 连接安装轴 4 以驱动安装轴 4 转动。由于涨潮和落潮的水流方向相反，无论水流朝哪个方向流入，通过安装轴 4 的转动控制水平轴水轮发电机 3 的叶轮 31 始终朝向水流，从而提高潮流能的利用率，提高发电效率。

于本实施例中，驱动单元 6 的数量对应于安装轴 4 的数量，为至少两个。然而，本发明对此不做任何限定。于其它实施例中，可以通过齿轮等传动机构，实现一个驱动单元 6 对两个安装轴 4 的控制。每个驱动单元 6 可包括电动机 61 和传动机构 62（请见图 9），传动机构连接安装轴 4 的一端，电动机通过传动机构驱动安装轴 4 转动。然而，本发明对此不作任何限定。于其它实施例中，驱动单元 6 可包括电动机和减速机。由于现有的电动机转速都较快，通过减速机后转速大大降低，因此能有效且精准地控制安装轴 4 的转速和转动幅度。

于实际应用中，当水流沿图 2 中所示的水流方向 D 流向模块化双向潮流能发电装置时，驱动单元 6 不运作。此时，水平轴水轮发电机 3 的叶轮 31 面向水流。当水流沿水流方向 D 相反的方向（从图 2 中看去为由上往下）流向模块化双向潮流能发电装置时，驱动单元 6 驱动安装轴 4 转动，从而带动水平轴水轮发电机 3 旋转 180 度，使得叶轮 31 从朝下改为朝上，以保证水平轴水轮发电机 3 的叶轮 31 始终朝向水流。此种情况尤其适用于利用潮汐能发电，确保了最大的发电功率。

特别地，实际应用中涨潮和落潮的水流方向并不完全平行，也并不一定会垂直于水平轴水轮发电机 3 的迎水面。无论水流从哪个方向涌入水平轴水轮发电机 3，本发明的发电装置可以通过安装轴 4 控制水平轴水轮发电机 3 改变朝向以使水平轴水轮发电机 3 始终正对水流，从而最大程度地利用潮流能，提高发电功率。

并且，当实际水流速度高于水平轴水轮发电机 3 能承受的最大负荷对应的额定速度时，此时只需通过安装轴 4 转动控制水平轴水轮发电机 3 使其旋转偏离水流方向一个角度，则可以有效降低水平轴水轮发电机 3 的负载，在确保水平轴水轮发电机 3 不会因超负荷损毁的同时，确保水平轴水轮发电机 3 仍然正常工作，持续稳定地输出发电。克服了传统海洋能发电装置中当水流速度过大，发电机为了避免烧毁就停止工作的弊端，同时无需进行变桨调节，使得发电机的负荷调节更加简单有效。当实际水流速度小于发电机 3 能承受的最大负荷对应的额定速度时，此时只需通过安装轴 4 转动控制水平轴水轮发电机 3 使其旋转正对水流方向（即叶轮的迎水面垂直于水流方向），则可以最大程度地利用水流进行发电，提高发电功率。

于本发明中，模块化双向潮流能发电装置还包括至少四个导流罩 5，每个导流罩 5 对应于每个水平轴水轮发电机 3 设置。本发明水平轴水轮发电机 3 随安装轴 4 的转动是在导流罩 5 内进行。现有技术中有些潮流能发电装置虽然在水平轴水轮发电机 3 的上下游设置了导流罩，但是水平轴水轮发电机 3 并没有置于导流罩的内部。换言之，水平轴水轮发电机 3 是在导流罩外而非导流罩内进行转动。由于水轮发电机 3 转动的区域没有被导流罩限制住水流，水平轴水轮发电机 3 的换向和转动会打乱水流，严重干扰水流方向和影响水流速度。于本发明中，当水平轴水轮发电机 3 转动时，导流罩 5 固定不动，仅水平轴水轮发电机 3 改变朝向。然而，现有技术中有些潮流能发电装置的导流罩 5 甚至跟随水平轴水轮发电机 3 一起转动，这样对水流方向和速度的干扰更加严重。尤其

是当本发明的潮流能发电装置用于流速较快的水域时，水流越流畅，发电效率越高。水平轴水轮发电机 3 若在导流罩 5 外转动或者导流罩 5 连同水平轴水轮发电机 3 一起转动，将导致发电效率明显下降。

于本实施例中，每个导流罩 5 具有两个导水部分 51 和一个中间部分 52。中间部分 52 位于两个导水部分 51 之间。每个导水部分 51 远离中间部分 52 的一端的横截面 511 为矩形。每个导水部分 51 连接中间部分 52 的一端的横截面 512 为圆形。中间部分 52 的横截面 521 为圆形。横截面 511、512 和 521 均垂直于水平面 P 且垂直于水流方向 D，圆形横截面 512 和 521 的面积小于矩形横截面 511 的面积。

具体而言，中间部分 52 为圆柱形的圆管，每个导水部分 51 为一端为矩形然后过渡到另一端为圆形的立体结构。导水部分 51 的圆形横截面 512 的面积可近乎等于中间部分 52 的圆形横截面 521 的面积。导水部分 51 的圆形横截面 512 的面积小于导水部分 51 的矩形横截面 511 的面积。实际应用中，水平轴水轮发电机 3 正好位于圆柱形的中间部分 52 内。

通过将导水部分 51 的一端设置为矩形，可以实现和外框架 1 或内框架 2 连接端面的无缝连接。现有的潮流能发电装置中使用的导流罩，其迎水侧的横截面为圆形。由于现有框架均为矩形，在安装过程中就会在圆形和矩形之间产生空隙。若该空隙没有东西阻挡，当潮流冲击向水轮发电机时，相当一部分水流会从该空隙涌入水轮发电机，甚至冲击叶轮叶片的背面，大大降低了发电功率。若将该空隙用平板进行阻隔，则水流会直接冲向该平板，形成巨大的应力，容易损坏整个框架的结构。特别是经过该平板阻挡后，水流方向会发生改变甚至水流乱窜，严重降低了潮流能利用率，进而降低了发电功率。

通过从矩形过渡到面积更小的圆形，缩小了水流通道的，将水流都集中导向水平轴水轮发电机 3，使得水平轴水轮发电机 3 的叶轮 31 受力更大、转速更快，从而提高发电效率。特别地，本实施例中的导流罩 5 两端均为矩形而非一端为矩形，这样无论涨潮还是落潮，该导流罩 5 都可以实现导流作用。

于本实施例中，导流罩 5 的两端固定于外框架 1 上。具体而言，导流罩 5 的中间部分 52 可固定在内框架 2 上，两个导水部分 51 可固定在外框架 1 上。在实际安装中，中间部分 52 可在组装内置模块 100 的时候在水面上就固定好，导水部分 51 可直接在外框架 1 上固定好，然后将内置模块调入外框架 1 内时，即完成导水罩 8 的分体式组装。

图 6 所示为根据本发明第二实施例提供的模块化双向潮流能发电装置的组装示意图。图 7 所示为根据本发明第二实施例提供的模块化双向潮流能发电装置的俯视图。图 8 所示为根据本发明第二实施例提供的模块化双向潮流能发电装置的侧视图。请一并参考图 6 至图 8。

于第二实施例中，外框架 1、内框架 2、水平轴水轮发电机 3、安装轴 4 和驱动单元 6 的结构和功能，皆如第一实施例所述，相同元件都以相同标号进行表示，在此不再赘述。以下仅就不同之处予以说明。

于第二实施例中，导流罩 5' 的两端固定于内框架 2 上。具体而言，导流罩 5' 的导水部分和中间部分全部位于内框架 2 内。因此，导流罩 5' 和外框架 1、内框架 2、水平轴水轮发电机 3、安装轴 4 和驱动单元 6 可共同构成内置单元 200。导流罩 5' 的安装可全部在岸上实现，减少水下的安装作业，提高组装的便利性且降低维修成本。当模块化双向潮流能发电装置应用于水流流速较快的水域时，若导流罩 5' 采用第一实施例中的分体式安装的方式，则导流罩 5' 的导水部分和中间部分之间存在的安装缝隙会使得水流在该处乱窜，不能高效地引导水流，甚至导致水流在导流罩的内部错误地改向。而直接将导流罩 5' 固定在内框架 2 上实现一体化组装则可避免这个问题。

于第二实施例中，模块化双向潮流能发电装置还包括拉环 71 和拉索 72。拉环 71 设于外框架 1 上，拉索 72 的一端设于拉环 71 上。具体而言，多个拉环 71 设于外框架 1 上，多根拉索 72 的一端穿设于拉环 71 上，另一端固定在岸边的桩上。优选地，拉环 71 的数量为四个以上，其中四个分别设于外框架 1 的四个顶角。通过拉环 71 和拉索 72 的设置，使得模块化双向潮流能发电装置能在水中固定，也便于维修检查。这种安装方式适用于水深特别深的水域。

于第二实施例中，模块化双向潮流能发电装置还包括浮筒单元 8，设置于外框架 1。浮筒单元 8 可由固体浮力材料制得且平行于水平面，主要作用是给整个模块化双向潮流能发电装置提供浮力。然而，本发明对此不作任何限定。于其它实施例中，浮筒单元 8 可包括固定浮筒和调节浮筒，垂直于水平面进行设置。调节浮筒可通过控制内部的空气量或水量从而控制调节浮筒的浮力，从而控制整个模块化双向潮流能发电装置在水中位置的深度。

于第二实施例中，三个水平轴水轮发电机 3 沿垂直于水平面的方向 D1 固定于一根安装轴 4 上。然而，本发明对纵向排布的水平轴水轮发电机 3 的数量不作任何限定。

图 9 所示为根据本发明第三实施例提供的模块化双向潮流能发电装置的一个内置模块的示意图。于第三实施例中，外框架 1、内框架 2、水平轴水轮发电机 3、安装轴 4、导流罩 5 和驱动单元 6 的结构和功能，皆如第一实施例所述，相同元件都以相同标号进行表示，在此不再赘述。以下仅就不同之处予以说明。

于本实施例中，模块化双向潮流能发电装置还包括至少六个轴承 9（由于图 9 仅绘出了一个内置模块，所以图上仅显示出三个轴承 9）。每三个轴承 9 套设一根安装轴 4。如图 9 所示，设于一根安装轴 4 上的两个轴承 9 分别位于两个水平轴水轮发电机 3 的上下两侧，还有一个轴承 9 位于两个水平轴水轮发电机 3 之间。

通过在水深方向 D1 上设置两个和两个以上的水平轴水轮发电机 3，可以大大拓展模块化双向潮流能发电装置在水深方向 D1 上的深度，从而更加高效地利用潮流能进行发电，大大提高发电功率。在一根安装轴 4 上设置至少三个轴承 9，实现对安装轴 4 的“多点约束”。无论安装轴 4 做的多长，在海水巨大的冲击力下，至少三个轴承 9 在分担受力的同时，给予安装轴 4 至少三点的固定和支撑，使得安装轴 4 的长度不再受到限制，在水深方向 D1 上可以安装更多的水平轴水轮发电机 3，大幅度扩大模块化双向潮流能发电装置的规模，提高发电功率，克服了现有技术中海洋能发电装置无法在海洋中做深的技术难题。

本发明可根据模块化双向潮流能发电装置的发电需求增加水平轴水轮发电机 3 在横向（即平行于水平面的水平方向）和纵向（即垂直于水平面的水深方向）上的数量，从而实现潮流发电装置的大规模化。目前世界上最大的海洋潮流能发电单台机组的发电量为 1.2 兆瓦，然而本发明的模块化双向潮流能发电装置单台机组的发电量高达 3.4 兆瓦，远远高于现有的潮流能发电装置的最大发电量。

图 10 所示为根据本发明第四实施例提供的模块化双向潮流能发电装置中的导流罩的示意图。于本实施例中，外框架、内框架、水平轴水轮发电机、安装轴和驱动单元的结构和功能，皆如第一实施例所述，在此不再赘述。以下仅就不同之处予以说明。

如图 10 所示，每个导流罩为非对称结构。具体而言，每个导流罩同样具有两个导水部分 51' 和一个中间部分 52'。每个导水部分 51' 为一端为矩形然后过渡到另一端为圆形的立体结构。然而，中间部分 52' 为非对称结构，并不是直的圆管。其中一个导水部分 51' 具有第一中心轴线 X1，另一个导水部分 51' 具有第二中心轴线 X2，第二中心轴线 X2 和第一中心轴线 X1 形成不为零的夹角

θ 。于实际应用中，导水部分 51' 与第一实施例中的导水部分可采用相同的结构，中间部分 52' 可采用具有一定弯曲角度的弯管。

于实际使用中，潮流的涨潮方向和落潮方向并不是理想的 180° 完全相反的两个方向。本领域技术人员都忽略了实际水域中涨潮和落潮水流方向的偏差，因而现有使用的导流罩都为对称结构。不同水域中涨潮时水流方向 D2 和落潮时水流方向 D3 之间会具有一个偏差角度 α ，从 3° 到 20° 不等。若潮流能发电装置采用对称的导流罩结构，涨潮和落潮两个方向的水流中势必会有一个得不到导流罩完全正确地引导，因此水平轴水轮发电机也将无法完全充分地利用两个方向的水流进行发电。然而，通过将第二中心轴线 X2 和第一中心轴线 X1 之间形成的夹角 θ 设置成涨潮方向和落潮方向之间的偏差角度 α 相一致，从而确保无论是涨潮还是落潮，所有水流都能正确地被导流罩引导向水轮发电机，从而最大限度地利用水流进行发电，提高发电效率。

综上所述，本发明提供的模块化双向潮流能发电装置通过设置可分离的内框架和外框架，使得发电装置可以在水面上进行模块化组装和替换，大幅度降低维修和安装费用，克服了传统潮流能发电装置无法商业化、大规模化的难题。并且，在垂直于水平面的方向上排布至少两个水平轴水轮发电机，在平行于水平面的方向上也排布至少两个水平轴水轮发电机，使得水轮发电机实现矩阵化排布，充分利用整个海域横向和纵向的潮流能，大大提高发电效率。通过设置导流罩，将水流都集中导向水平轴水轮发电机，使得水平轴水轮发电机的叶轮受力更大、转速更快，从而提高发电效率。通过设置安装轴，创新地通过改变整个水平轴发电机的朝向而非单独改变叶片迎水角的方式对发电机的负荷进行调节，使得无论水流速度多大发电机一直可以保证能够在安全负荷内正常发电，极大地提高了发电效率。另外，通过设置可转动的安装轴，使得无论涨潮还是落潮，水平轴水轮发电机的叶轮可以始终朝向水流，从而确保最大的发电功率。更重要的是，本发明中水平轴水轮发电机的转动是位于导流罩内而非导流罩外，并且水平轴水轮发电机转动而导流罩固定不动，这样能大大减少对水流流速和流向的影响，维持水流的流畅从而提高发电效率。

另外，通过在每根安装轴上设置至少三个轴承，对安装轴实现“多点约束”，使得模块化双向潮流能发电装置的规模不光可以横向（平行于水平面的水平方向）扩张也可以纵向（垂直于水平面的水深方向）扩张，大幅度提高了发电功率，克服了现有海洋能发电装置无法“做大”、“做深”的难题。

进一步，本发明实施例中提供的导流罩，两端为矩形，中间为圆形，无论涨潮还是落潮始终可以起到导流作用，并且具有该特定结构的导流罩导流效果更好。特别地，通过将导流罩设置为非对称结构，从而确保无论是涨潮还是落潮，所有水流都能正确地被导流罩引导向水轮发电机，从而最大限度地利用水流进行发电，提高发电效率。

虽然本发明已由较佳实施例揭露如上，然而并非用以限定本发明，任何熟知此技艺者，在不脱离本发明的精神和范围内，可作些许的更动与润饰，因此本发明的保护范围当视权利要求书所要求保护的范围为准。

1. 一种模块化双向潮流能发电装置，其特征在于，包括：
外框架；
至少两个内框架，可分离地设置于外框架内；
至少两根安装轴，分别可转动地设置于每个内框架，所述至少两根安装轴的轴线方向垂直于水平面且相互平行；
驱动单元，连接所述至少两根安装轴以驱动安装轴转动；
至少四个水平轴水轮发电机，每两个水平轴水轮发电机固定于一根安装轴上且于同一个内框架内沿垂直于水平面的方向排列；
至少四个导流罩，固定于外框架或内框架，每个导流罩对应于每个水平轴水轮发电机设置，所述水平轴水轮发电机随安装轴的转动在导流罩内改变朝向。
2. 根据权利要求 1 所述的模块化双向潮流能发电装置，其特征在于，每个导流罩具有两个导水部分和一个中间部分，所述中间部分位于两个导水部分之间，每个导水部分远离中间部分的一端的横截面为矩形，每个导水部分连接中间部分的一端的横截面为圆形，所述中间部分的横截面为圆形，所述横截面垂直于水平面且垂直于水流方向，所述圆形横截面的面积小于矩形横截面的面积。
3. 根据权利要求 2 所述的模块化双向潮流能发电装置，其特征在于，其中一个导水部分具有第一中心轴线，另一个导水部分具有第二中心轴线，第二中心轴线和第一中心轴线形成不为零的夹角。
4. 根据权利要求 1 或 2 所述的模块化双向潮流能发电装置，其特征在于，每个导流罩为非对称结构。
5. 根据权利要求 1 所述的模块化双向潮流能发电装置，其特征在于，所述模块化双向潮流能发电装置还包括至少六个轴承，每三个轴承套设一根安装轴，设于一根安装轴上的三个轴承分别位于两个水平轴水轮发电机的两侧和中间。
6. 根据权利要求 1 所述的模块化双向潮流能发电装置，其特征在于，所述外框架具有多个固定桩，所述外框架通过打桩的方式固定于海底。
7. 根据权利要求 1 所述的模块化双向潮流能发电装置，其特征在于，所述外框架具有多个减小水流阻力结构。
8. 根据权利要求 1 所述的模块化双向潮流能发电装置，其特征在于，所述模块化双向潮流能发电装置还包括拉环和拉索，所述拉环设于外框架，所述拉索的一端设于拉环上。
9. 根据权利要求 8 所述的模块化双向潮流能发电装置，其特征在于，所述模块化双向潮流能发电装置还包括至少一个浮筒单元，设置于所述外框架。

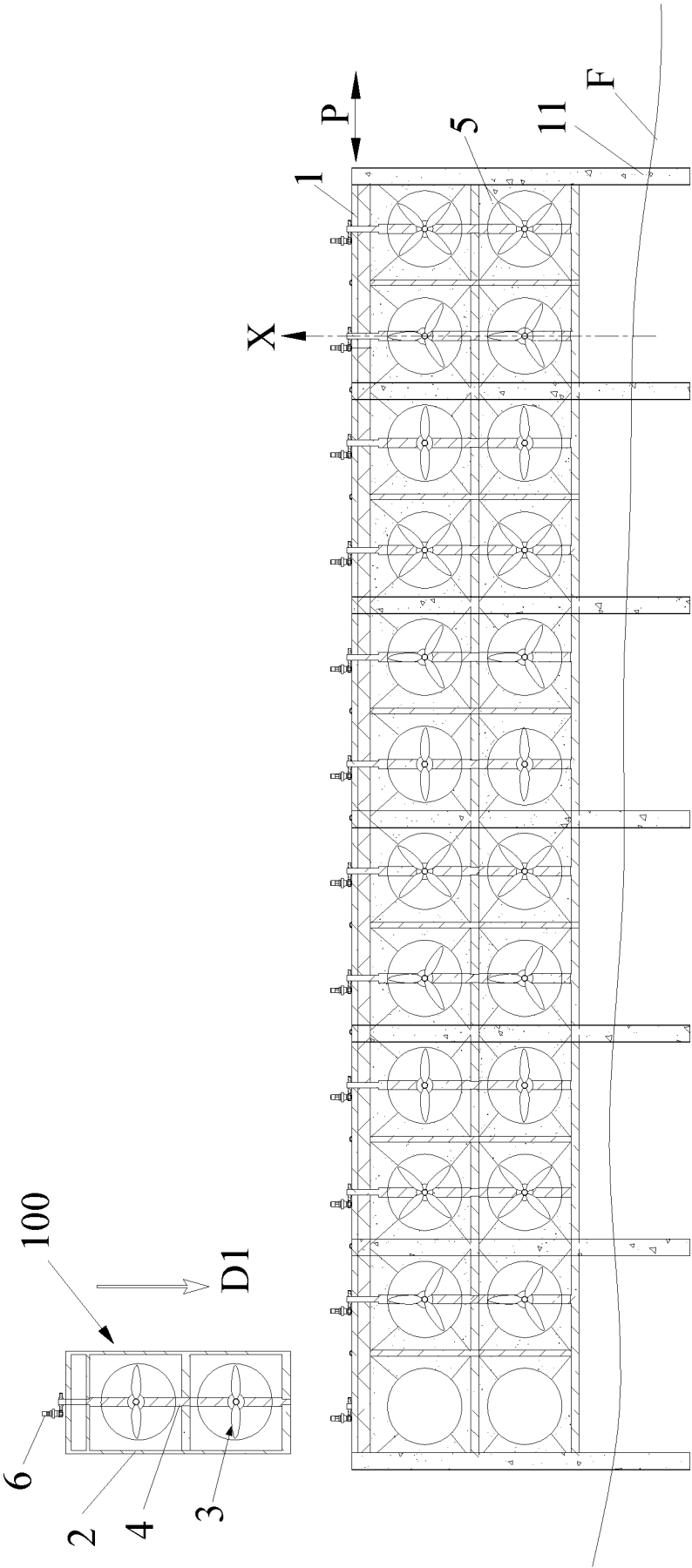


图 1

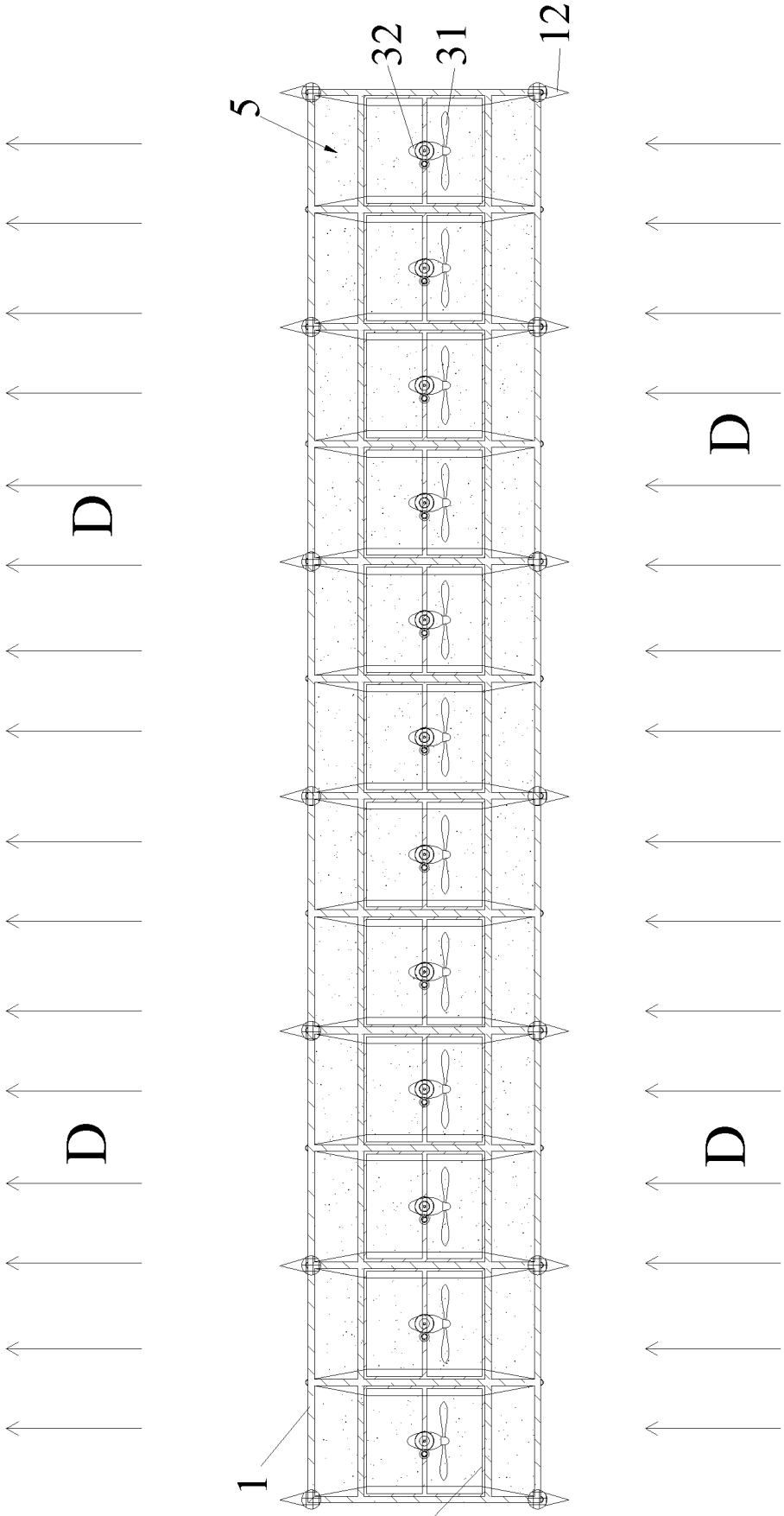


图 2

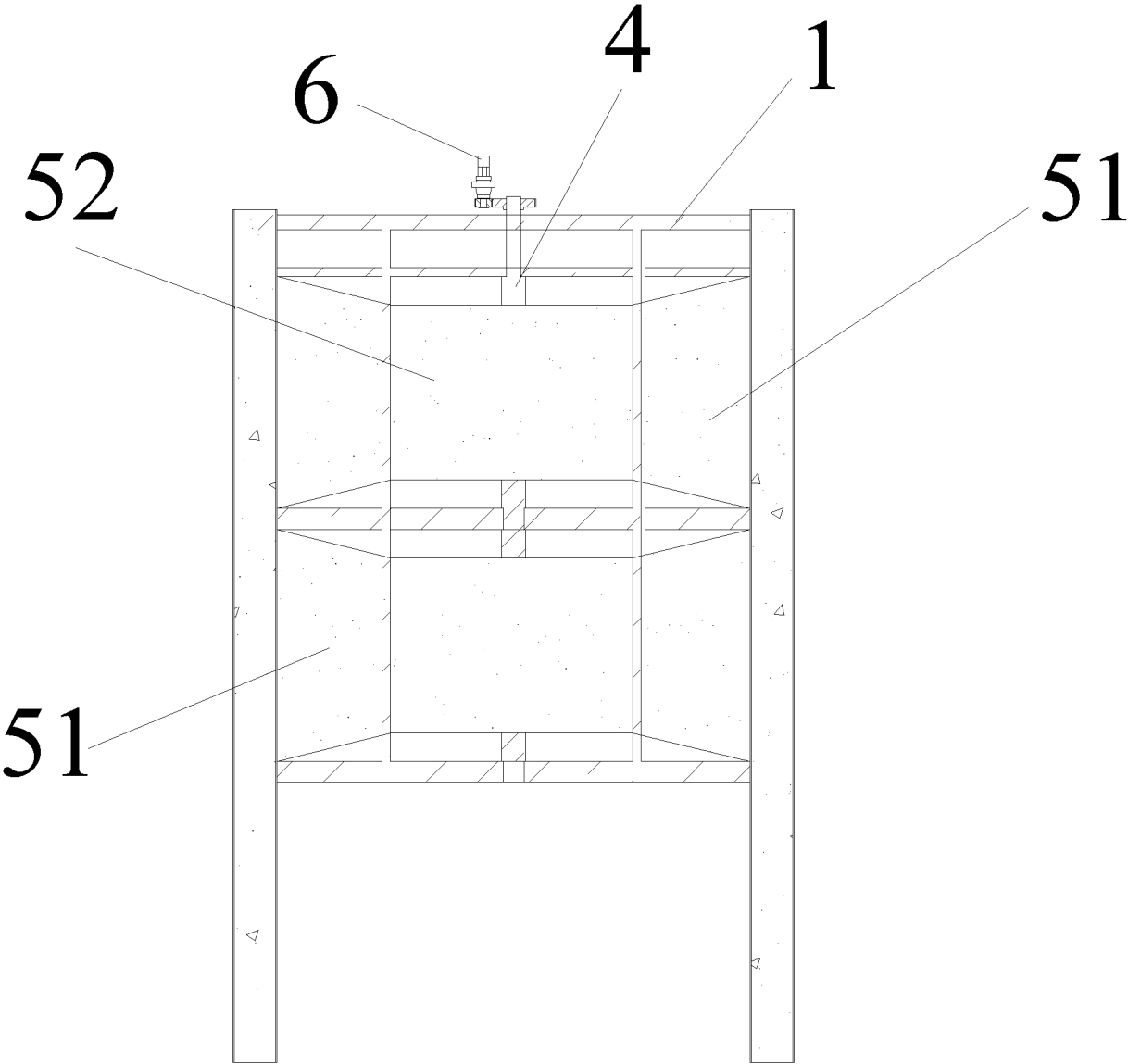


图 3

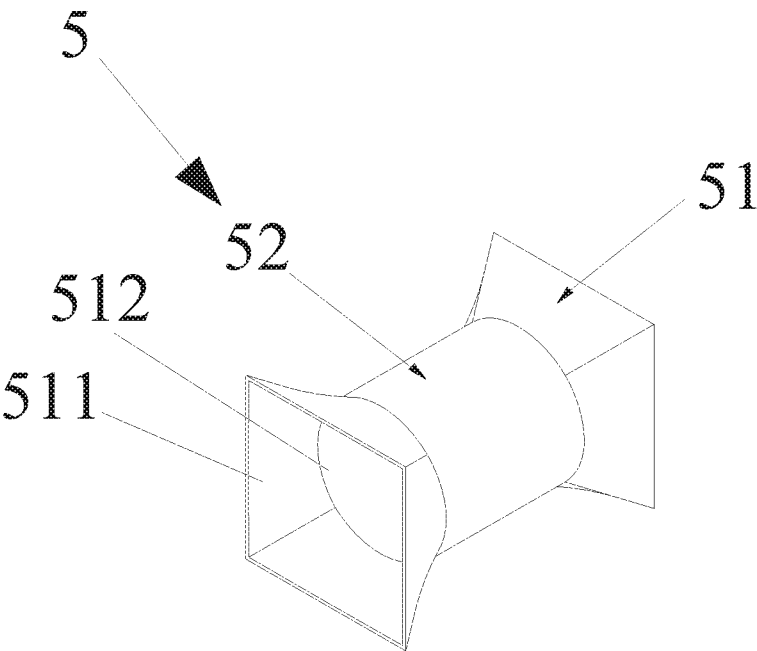


图 4

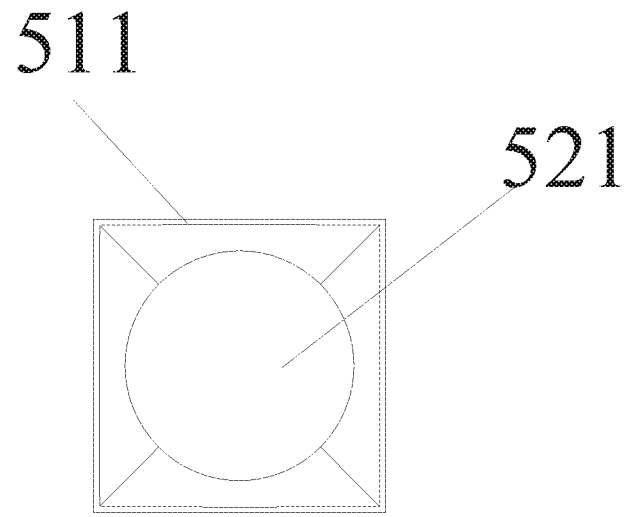


图 5

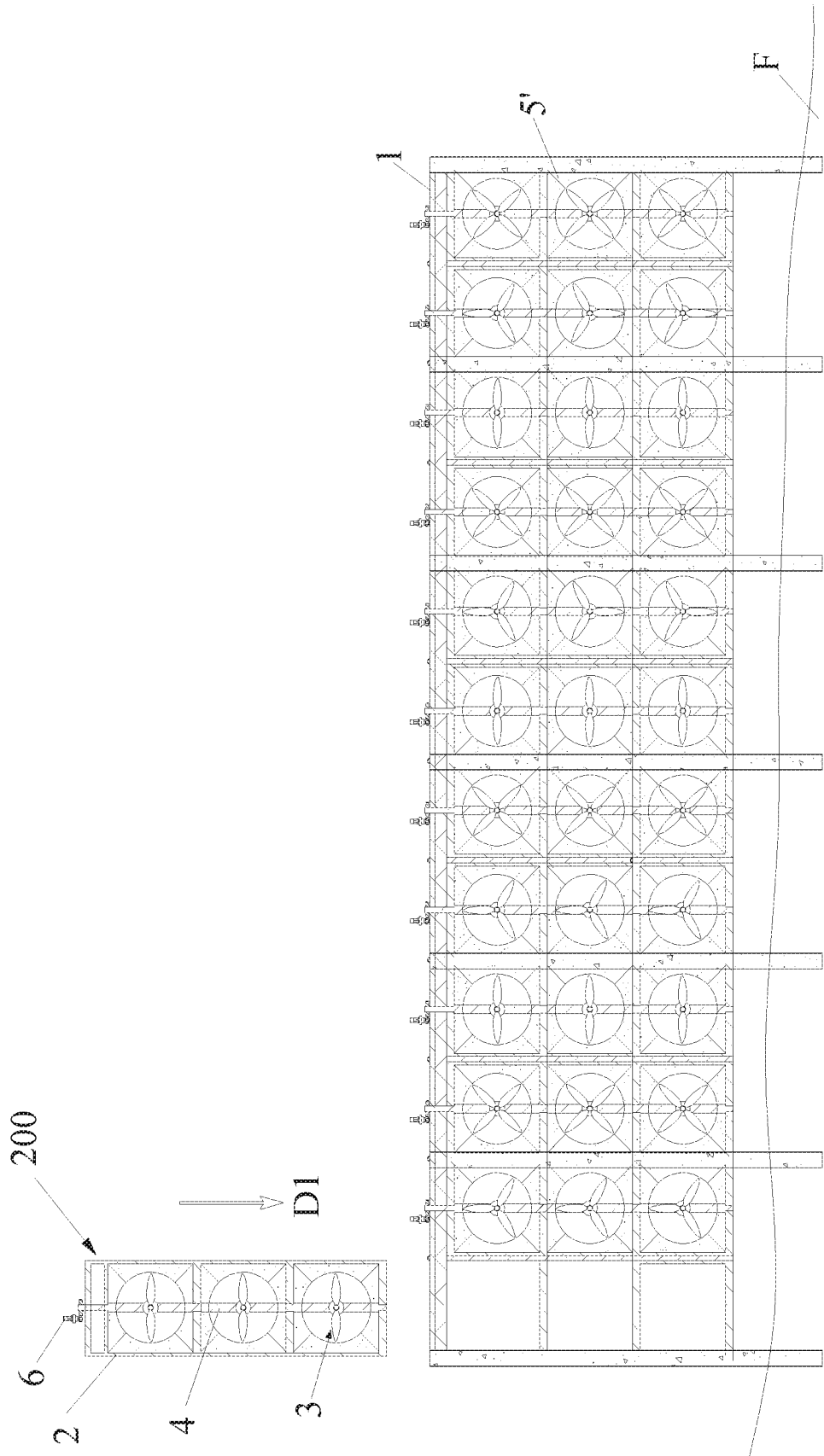


图 6

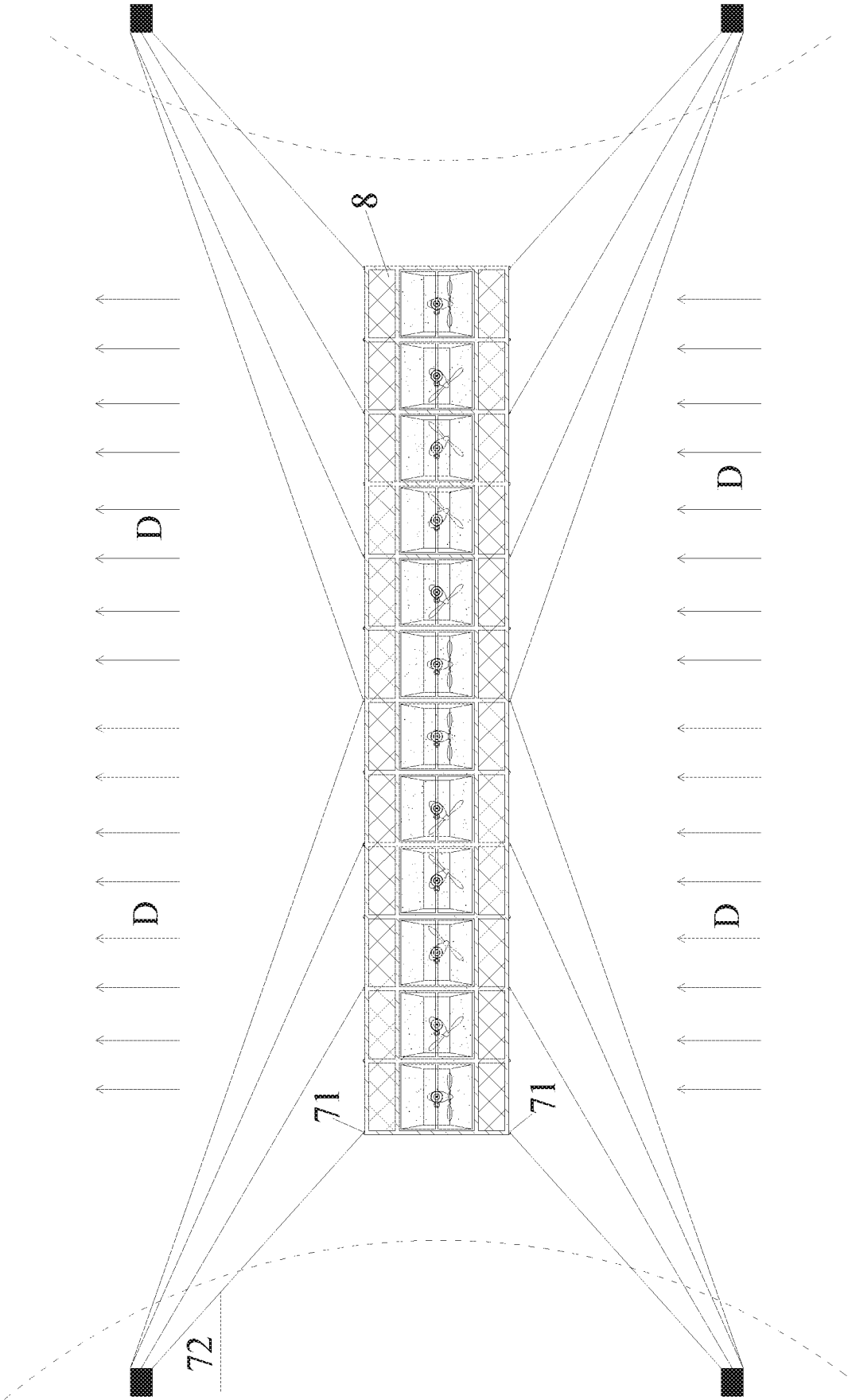


图 7

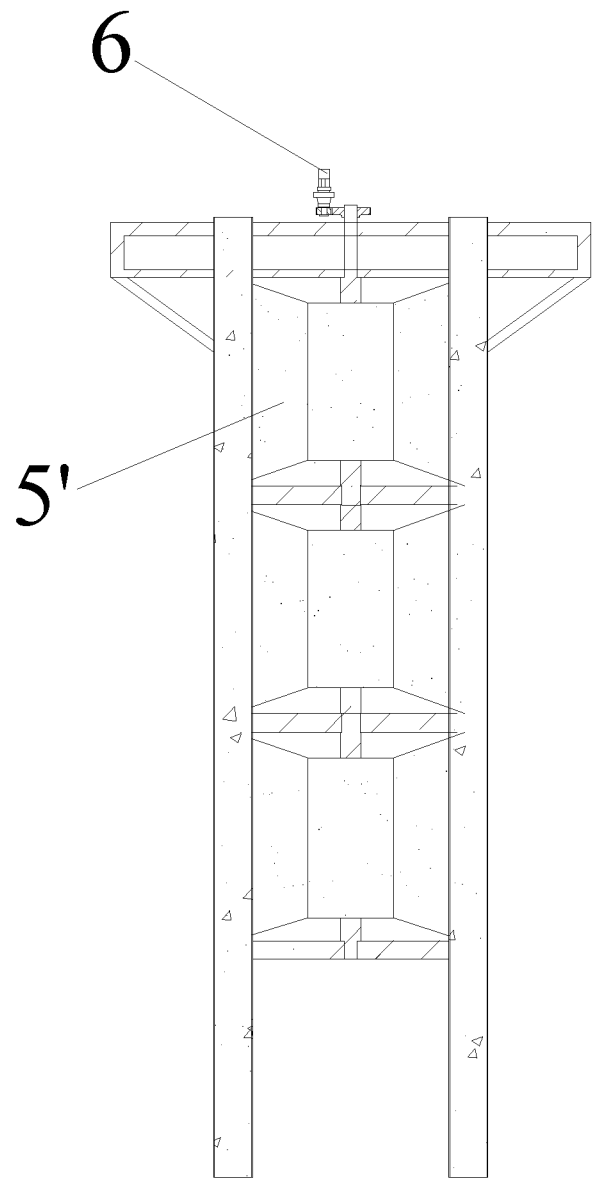


图 8

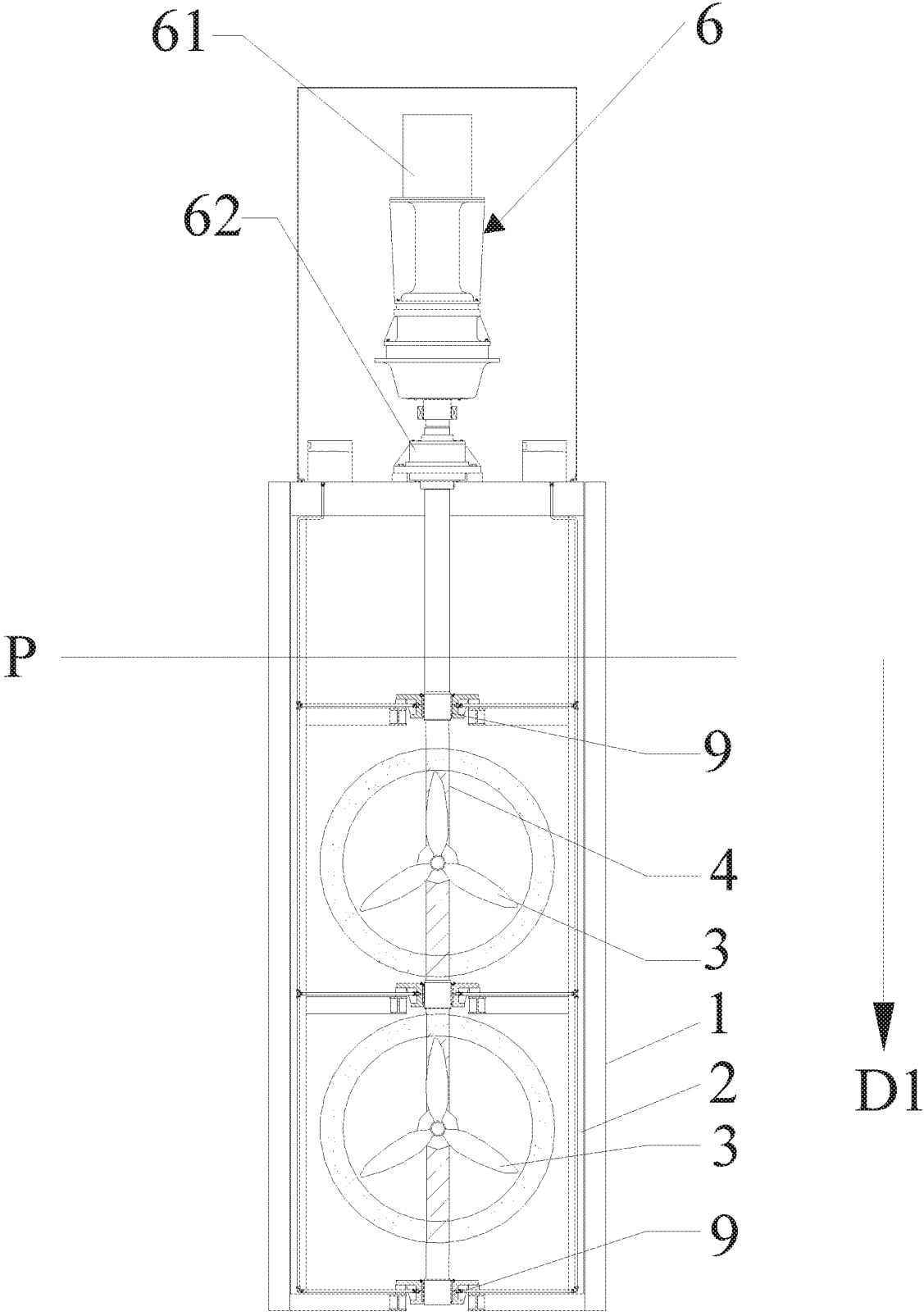


图 9

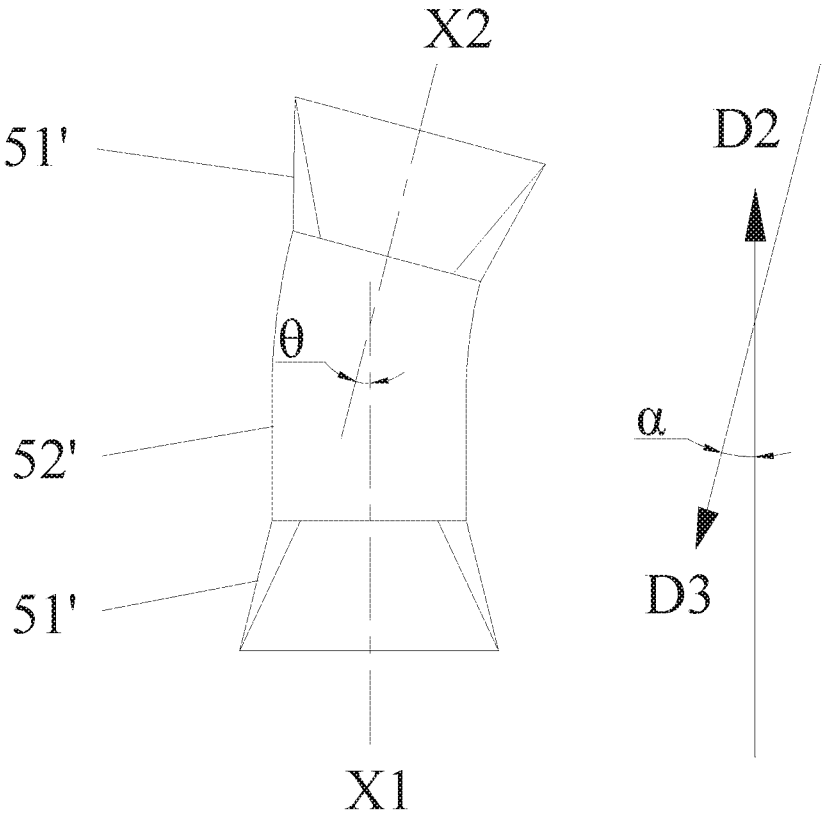


图 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/073236

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F03B 13/26 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F03B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, EPODOC, WPI: LIN, Dong; electricity generation, included angle, fairing, tide+, electri+, bidirectional, frame?, angle, cover???, symmetry

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 204226097 U (HANGZHOU LINDONG NEW ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.), 25 March 2015 (25.03.2015), description, paragraphs [0031]-[0056], and figures 1, 2 and 4	1-2, 4-9
Y	CN 102230440 A (OCEAN UNIVERSITY OF CHINA), 02 November 2011 (02.11.2011), description, paragraphs [0020] and [0021], and figures 2 and 4	1-2, 4-9
A	CN 204082424 U (HANGZHOU LINDONG NEW ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.), 07 January 2015 (07.01.2015), the whole document	1-9
A	US 4468153 A (GUTIERREZ, A.F.J.), 28 August 1984 (28.08.1984), the whole document	1-9
A	GB 2459447 A (SUB SEA TURBINES LTD.), 28 October 2009 (28.10.2009), the whole document	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 10 April 2016 (10.04.2016)	Date of mailing of the international search report 04 May 2016 (04.05.2016)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer QUAN, Yujun Telephone No.: (86-10) 61648437

International application No.
PCT/CN2016/073236

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

A. 主题的分类 F03B 13/26 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) F03B 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNPAT, CNKI, EPODOC, WPI: 林东, 潮流, 发电, 双向, 框架, 夹角, 角度, 角, 导流罩, 罩, 对称, tide+, electri+, bidirectional, frame?, angle, cover???, symmetry		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 204226097 U (杭州林东新能源科技股份有限公司) 2015年 3月 25日 (2015 - 03 - 25) 说明书第31-56段、附图1-2, 4	1-2, 4-9
Y	CN 102230440 A (中国海洋大学) 2011年 11月 2日 (2011 - 11 - 02) 说明书第20-21段、附图2, 4	1-2, 4-9
A	CN 204082424 U (杭州林东新能源科技股份有限公司) 2015年 1月 7日 (2015 - 01 - 07) 全文	1-9
A	US 4468153 A (GUTIERREZ ATENCIO, FRANCISCO J.) 1984年 8月 28日 (1984 - 08 - 28) 全文	1-9
A	GB 2459447 A (SUB SEA TURBINES LTD.) 2009年 10月 28日 (2009 - 10 - 28) 全文	1-9
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2016年 4月 10日		国际检索报告邮寄日期 2016年 5月 4日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10) 62019451		受权官员 全宇军 电话号码 (86-10) 61648437

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/073236

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	204226097	U	2015年 3月 25日	无	
CN	102230440	A	2011年 11月 2日	CN 102230440	B 2013年 4月 17日
CN	204082424	U	2015年 1月 7日	无	
US	4468153	A	1984年 8月 28日	无	
GB	2459447	A	2009年 10月 28日	无	