[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
F03B 13/18 (2006.01)
F03B 17/06 (2006.01)

[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200880013853.1

[43] 公开日 2010 年 3 月 24 日

[11] 公开号 CN 101680419A

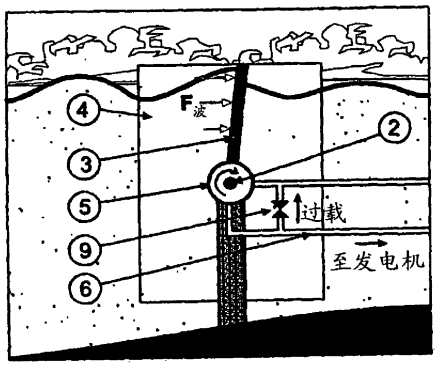
[22] 申请日 2008.3.13
[21] 申请号 200880013853.1
[30] 优先权
[32] 2007. 3.14 [33] NO [31] 20071393
[32] 2007. 5.16 [33] NO [31] 20072511
[32] 2007. 9.17 [33] NO [31] 20074725
[86] 国际申请 PCT/NO2008/000095 2008.3.13
[87] 国际公布 WO2008/111849 英 2008.9.18
[85] 进入国家阶段日期 2009.10.27
[71] 申请人 朗利波能股份公司
地址 挪威瓦尔斯塔德
[72] 发明人 J·埃斯佩达尔
[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所
代理人 蒋旭荣
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 4 页

[54] 发明名称

波能发电站

[57] 摘要

一种改进的波能收集装置包括框架(1)，该框架包括至少一个竖直铰接(2)的倾斜或旋转表面(3)，例如成面板或帆形式的屏障，用于通过在框架(1)内的倾斜或旋转运动而从经过的波压前沿中收集能量，其中，铰链(2)定位成低于在经过的波浪的波谷处的流体表面，所述屏障(3)与能够将倾斜或旋转运动转变成不同类型能量的装置连接，其中，装置定位在一定深度，从而使得倾斜或旋转屏障(3)在各波浪的波峰处打破经过的波浪的表面。这样的装置还可以包括竖直定位的侧壁(4)，用于将经过的波浪的压力前沿引向倾斜屏障(3)。



1. 一种用于收集和转变流体物质中的波能的装置，所述装置包括框架（1），该框架包括至少一个用铰链（2）竖直铰接的倾斜或旋转表面（3），例如成面板或帆形式的屏障，用于通过在框架（1）内的倾斜或旋转运动而从经过的波压前沿中收集能量，其中，铰链（2）定位成低于在经过的波的波谷处的流体表面，所述屏障（3）与能够将倾斜或旋转运动转变成不同类型能量的装置连接，其中，装置定位在一定深度，从而使得倾斜或旋转屏障（3）在各波的波峰处打破经过的波的表面，且所述屏障（3）布置成提供浮力，该浮力恰好大到足以使屏障（3）绕铰链（2）从向下指向海底的方向旋转升高至指向上的竖直直立的位置。

2. 根据权利要求 1 所述的装置，其中：框架和/或屏障包括竖直定位的侧壁（4），用于将经过波的压力前沿引向倾斜屏障（3）。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的装置，其中：屏障（3）存在为面板或帆的形式。

4. 根据权利要求 1－3 中任意一个所述的装置，其中：屏障的面积可调节。

5. 根据前述任意一个权利要求所述的装置，其中：屏障（3）的数目大于 1 或者等于 2。

6. 一种用于从流体中收集波能的系统，其中，该系统包括如权利要求 1－4 中任意一个所述的装置。

7. 如权利要求 1－5 中任意一个所述的装置或如权利要求 6 所述的系统的用途，它用于产生热量。

8. 一种用于收集和转变来自流体物质中的水平行进压力波的波能的装置，所述装置包括框架（1），该框架包括至少一个用铰链（2）竖直铰接的倾斜或旋转表面（3），例如成面板或帆形式的屏障，用于通过在框架（1）内的倾斜或旋转运动而从经过的波压前沿中收集能量，其中，铰链（2）定位成低于在经过的波浪的波谷处的流体表面，所述

屏障（3）与能够将倾斜或旋转运动转变成不同类型能量的装置连接，其中，框架和/或屏障包括竖直定位的侧壁（4），用于将经过波的压力前沿引向倾斜屏障（3），且所述屏障（3）布置成提供浮力，该浮力恰好大到足以使屏障（3）绕铰链（2）从向下指向海底的方向位置旋转升高至指向上的竖直直立的位置。

9. 根据权利要求 8 所述的装置，其中：屏障（3）存在为面板或帆的形式。

10. 根据权利要求 8－9 所述的装置，其中：屏障的面积可调节。

11. 根据权利要求 8－10 中任意一个所述的装置，其中：屏障（3）的数目大于 1 或者等于 2。

12. 一种用于从流体中收集波能的系统，其中，该系统包括如权利要求 8－11 中任意一个所述的装置。

13. 如权利要求 8－11 中任意一个所述的装置或如权利要求 12 所述的系统的用途，它用于产生热量。

14. 根据权利要求 1－5 或 8－11 中任意一个所述的装置，其中：屏障（3）的铰链（2）竖直定位在流体中。

15. 根据权利要求 1－5 或 8－11 中任意一个所述的装置，其中：铰链（2）连接在倾斜释放机构上，该倾斜释放机构释放铰链（2），从而使得屏障（3）能够绕铰链（2）自由旋转，且当来自经过装置的波的力超过预定界限时将释放该倾斜释放机构。

16. 根据权利要求 1－5 或 8－11 中任意一个所述的装置，其中：屏障（3）连接在至少一个浮动部件上，该浮动部件提供屏障（3）所需的浮力。

17. 根据权利要求 1－5 或 8－11 中任意一个所述的装置，其中：屏障（3）用作空心体，从而提供该屏障（3）所需的浮力。

波能发电站

技术领域

本申请涉及一种用于收集和转变流体物质中的波能的装置，所述装置包括框架，该框架包括竖直铰接的倾斜表面，例如成面板或帆形式的屏障，用于通过在框架内的倾斜或旋转运动而从经过的波压前沿和液体颗粒运动中收集能量，其中，铰链定位成低于在各波浪的波谷处的流体表面，成面板或帆形式的所述屏障与能够将倾斜运动或旋转运动转变成不同类型能量的装置连接。根据一个示例性实施例，装置将定位成尽可能竖直于波浪的行进方向，并将布置在一定深度，从而使得成面板或帆形式的倾斜或旋转屏障刚好在各波浪的波峰处打破（break）流体表面。根据本发明的另一方面，本发明的装置也可以定位在其它深度。优选是，框架和/或成面板和/或帆形式的屏障包括竖直定位的侧壁，用于将经过波浪的压力前沿引向成面板或帆形式的倾斜屏障。措辞“打破各波浪的表面”的意思是屏障的顶部优选是处于离各波浪的波峰一定边界处，其中，该边界根据装置的实际用途的实际情况来确定。根据一个示例性实施例，屏障高于水的高度将调节成适合从中收集能量的实际波浪的高度，即，例如根据安装该装置的地理位置处的天气情况、在相关地理区域的水流和底部情况等。不过，除了尽可能有效地将波能转变成例如电能，海洋发展电站的设计还必须考虑多个附加设计约束。在外海处的环境可能为极端情况，例如，电站的机械结构必须承受称为 100 年一遇的波浪，它可能毁坏在外海中的几乎任意设施。这些设计准则和在官方规定中的其它环境因素可能使得波能发电站在经济上无工业价值。因此，本发明的目的还在于提供一种波能发电站，它能便宜地制造和维护，同时足够坚固，以便承受恶劣的环境条件。

背景技术

世界非常需要无污染和可更新的能源，因此，来自海洋和空气的能源显然是优良的选择。来自空气的能量目前通过风车来获取，但是，尽管已知多种设备和装置用于收集和转变来自海洋波浪和湖泊中的能量，这些波能收集和转变设备和装置的净输出仍然太低，以至于在经济上是不合适的。

目前已知一些装置试图从海洋收集能量，即所谓的能量设施，它们将波能和潮汐能转变成例如电能，且电能利用由水物质中的波浪输送的水平压力差以及在海洋表面处的潮汐差。

例如，由美国专利申请 **2004/0007881A1** 已知一种能量收集装置，它从海洋中的竖直行进压力波或前沿中产生能量，以便操作用于反向渗透的装置，从而产生新鲜水。在该申请中，提出将装置布置在低于表面的 **L/2** 深度处，其中，**L** 表示从中收集能量的相关波浪的波长。公开的用于收集波能的竖直定位表面为矩形面板，该矩形面板竖直树立在水体中，并通过杠杆臂来驱动水平定位的液压泵。

由美国专利 **4371788** 已知一种用于收集水物质中的竖直、水平行进压力波的装置，其中，能量利用位于水物质的表面区域中的竖直帆或面板来收集。它解释为这样的装置与机械装置连接，以便收集能量。

尽管现有技术能够从水物质中的水平行进压力波中产生能量，但是它们都不包括收集表面（屏障）的最佳结构或设计的任何建议。而且，所有这些现有技术装置或者在水上面铰接并通过屏障（该屏障成从铰链向下凸出的面板的形式）的倾斜运动来收集波能（并不充分开发水物质中的行进压力波），或者它们在水表面下面铰接，但是装置定位在海洋或湖泊的底部，因此不能装备成开发水物质中的行进压力前沿的全部能量势（见下面的解释）。

因此，需要一种装置，用于从流体介质（海、洋或湖泊）从较小或中等尺寸波浪（**0.5－2m** 幅值）和从较大尺寸波浪（超过 **2m** 幅值）中最佳地收集波能。

发明内容

水是受到风和流动（热、盐等）影响的流体介质，从而形成在水物质中的波浪。波浪形成通过水物质沿水平方向输送的竖直压力前沿，输送能量的该压力前沿等于相关波浪的幅值。理想的是，当波浪遇到固定障碍物时，波浪将被反射（具有相反相位），而非固定障碍物可以使波浪折射（相位）。将障碍物定位成合适浸没在流体中将使得波浪或多或少无影响地流过障碍物。这是通过倾斜动作而工作且位于海洋底部（在装置上面有大量的水）的波浪收集器将获得较低效率的原因，因为波浪的能量将或多或少不受阻碍地从成面板形式的屏障的上面和侧面流过，从而保留它的能量，而不是将它传递给成面板形式的屏障。

不过，运动物体（例如成面板形式的倾斜屏障）定位成靠近液体表面将导致只通过经过的波浪来运动的物质组既可能受到成面板形式的屏障的反射，也可能受到成面板形式的屏障的折射（取决于波浪能否经过该面板）。在任意情况下，与当屏障布置在海洋或湖泊底部时相比，波浪的物质（以及它的相应压力前沿）将以大得多的程度来驱动成面板或帆形式的屏障。

撞击能量收集装置中的、成面板或帆形式的屏障的水和压力前沿的流动性也将通过错过/避开而在一定程度上偏转向屏障的侧部。这种情况以前并没有考虑，但是它有助于提高波能收集装置的效率，该波能收集装置通过收集水平运动的压力前沿来驱动。

为了解决该问题和增加本发明装置的效率，优选是使得装置装备有基本竖直侧壁，该侧壁局部或完全横过倾斜屏障的工作区域延伸。这将在下面参考本发明的特定实施例更详细地说明。这样的侧壁也有助于增大完全位于水表面下面的波能收集器的效率。

在一个实施例中，本发明涉及一种能量收集装置，该能量收集装置将用于波能发电站中，其中，所述装置包括竖直延伸屏障，用于通过水平行进的压力前沿来收集波能，所述屏障可运动地安装在框架中，并与所述框架连接，该面板可选择和优选地存在于所述框架的侧部，并选择地至所述框架的侧部，所述竖直侧部面板装备成将所述波浪和/

或波压前沿引向所述屏障。

如上所述，成面板或帆形式的屏障将在框架中进行倾斜运动，同时绕低于水表面的铰链或旋转轴进行旋转。所述旋转轴可以为水平或竖直，优选是水平。代替成面板或帆形式的、进行倾斜运动的屏障，还可以使得成面板或帆形式的屏障在框架中旋转通过360°。屏障将随着波浪中的水微粒的运动和由该水微粒运动进行驱动而进行整个360°旋转。不过，为了保证不管该位置的任何情况都能够进行整个360°旋转，根据本发明的一个示例实施例，浮动装置连接在屏障上，从而使屏障升高至该屏障的初始向上竖直凸出位置。根据本发明的另一示例性实施例，屏障自身制造为空心浮动体。不过，不管提供该浮动作用的任意实施例，屏障的浮力必须限制为不会阻挡屏障的倾斜和/或旋转运动。浮力必须限制为恰好大到足以提供升高，如本领域技术人员已知，且不能提供很大的阻止屏障的倾斜和/或旋转运动的阻力。

根据本发明的另一方面，当波浪经过给定点时，在该点的水微粒（水）将进行圆周运动（在理想状态下，即当水足够深时）。将水平轴颈支承引导旋转的屏障在水中定位在等于或小于波浪波长一半的深度处（因为该深度是相关波浪对水微粒产生一些作用的深度，Z=L/2，其中，Z 是装置将布置的最大深度，L 是相关波浪的波长，见图 1）将使得屏障由水的运动来驱动，以便适应水微粒的旋转而旋转。不过，当水变浅时（参见图 1），水微粒的旋转将更加变成椭圆形。

如上所述，本发明装置的、成面板或帆形式的倾斜（或旋转）屏障优选是定位成使得它在它的直立（竖直）位置刚好在相关波浪的波峰处打破水表面。这并不意味着成面板或帆形式的屏障不能布置在海底。实际上，装置可以锚固在海底（当水足够浅时，例如 6-10m 深）。也可选择，装置可以装备有浮动装置，例如浮箱或浮筒，以便悬在水物质中并在合适高度，并能够通过固定装置例如锚和/或杆和/或柱而锚固在海底。在本发明的一个示例性实施例中，由措辞“刚好打破水表面”确定的边界的意思是屏障的顶部优选是处于离相关波浪的波峰在±1cm 内，但是可以处于离相关波浪的波峰达到±0.5m。

也可选择，多个本发明的波能收集装置可以相互连接，并可以通过固定在固定杆或柱（该固定杆或柱锚固/固定在海底）上的浮筒、浮动装置和/或浮箱而支承在（局部）浸没位置。

本发明的波能收集器还可以相互连接，以便形成能量收集系统，且它们还可以与其它形式的能量收集系统(例如风车或太阳能收集器）进行连接，从而有利于该能量站或组件的总体能量输出。

此外，本申请涉及一种用于从这样的波能系统中产生能量输出的方法，即通过将成面板或帆形式的能量收集屏障布置在水物质的表面处，以便最佳地通过经过的波浪来驱动该屏障。

从所述能量系统输出的能量可以以不同方式来获得。一种方式可以通过使得成面板或帆形式的倾斜屏障直接驱动例如机械、液压或气动系统来产生可用能量，该机械、液压或气动系统直接在任意相关机器上进行做功（例如，用于产生电能的发电机）。

也可选择，成面板或帆形式的倾斜屏障可以驱动泵，该泵将水向上泵送至升高的储存器，可以通过从该储存器释放水经过涡轮和/或发电机来产生电流。与通过直接从成面板或帆形式的倾斜屏障收集能量相比，这样的实施例将提供更恒定的电流。

附图说明

下面将参考附图更详细地介绍本发明，附图中：

图 1 表示了水微粒通过经过的波浪而进行的运动。

图 2 表示了本发明的波能收集装置，它包括帆/隔膜，该帆/隔膜布置在位于框架内的倾斜正方形中。在该实施例中，帆/隔膜可以卷成柱体，以便在有使得装置过载/受损危险的较大波浪时减小该帆/隔膜的面积。

图 3 表示了可选实施例，其中，倾斜正方形由可以旋转的更小正方形组成，以便选择地减小在装置上的负载。

图 4 概括表示了本发明的波能收集装置的位置和工作模式。

图 5 表示了与图 3 中所示相同的装置，但是其中第二能量收集系

统与波能收集装置连接。

图 6 表示了与图 3 中所示相同的系统，其中，成面板和/或帆形式的装置屏障可以旋转。

图 7 表示了基于连接本发明波能收集装置的发电系统。

图 8 表示了本发明的波能收集装置，其中，成面板或帆形式的波浪收集屏障具有给定的可选形状。

图 9 表示了本发明的波能收集装置，其中，收集的能量用于加热第二子系统，该第二子系统包括作为热量输送介质的水。

图 10 表示了本发明波能收集装置的、成面板/帆形式实施例的双重屏障，该波能收集装置包括侧壁，以便将波浪导向成面板/帆形式的倾斜/旋转屏障。

图 11 表示了波浪收集系统的实施例，波浪收集系统使用本发明的波能收集装置，该波能收集装置相互连接，且该波能收集装置通过浮箱或浮筒而保持在合适深度，所述浮箱或浮筒锚固在海底。在该实施例中，波能收集系统的深度通过调节系留绳索或金属线的长度来调节，或者波能收集系统可以装备有自调节装置（例如，通过在各系留绳索或金属线上布置重物，从而在绳索或金属线中形成松弛，这可以在系统通过例如潮汐作用而升高时使用）。

图 12 表示了波能收集系统的可选实施例，其中，本发明的收集器安装在位于海底的平台上，波浪收集器的高度可以调节，它们布置在竖直杆上。

图 13 表示了本发明的波浪收集系统与风车的组合，以便从经过的风和波浪中收集最佳量的能量。

具体实施方式

如图中所示，本发明的波能转变装置包括框架 1，该框架 1 支承成面板或帆形式的用铰链 2 铰接的倾斜或旋转屏障 3，当波浪和相关波压前沿经过成面板/帆 3 形式的屏障时，该屏障 3 倾斜或绕铰链 2 旋转。优选是，成面板/帆 3 形式的屏障和支承该屏障的框架的轴线定位

成使得所述轴线 2 与经过的波压前沿基本垂直，从而使得成面板/帆 3 形式的屏障获得最大的能量收集效果。

成面板/帆 3 形式的屏障可以以不同方式来设置。在它的最简单形式中，屏障 3 成绕铰链 2 倾斜的面板的形式。也可选择，如图 1 中所示，屏障 3 可以包括正方形框架，该框架包含基本不可透过材料的柔性布的帆。这样的布例如可以由纺织材料件、网增强塑料布、油布等来制造。屏障 3 由布材料制成意味着屏障可以卷成柱体，以便减小收集经过的波压前沿的屏障部分面积，从而减小在正方形和框架 1 上的负载。这在非常深的海洋中很有利，在海洋中，当屏障 3 的面积并不减小时，能量负载可能损坏框架 1。调节屏障 3 的面积将使得框架 1 相对于它承受的负载进行最佳使用。在一个实施例中，负载监测装置可以与屏障连接，并与计算机通信，用于自动减小或扩展框架 1 中的布 3。

图 3 中表示了用于优化屏障 3 上的负载的另一可选方式，其中，屏障 3 的子正方形的角度可以变化，用于调节来自经过的压力波浪的负载。

屏障 3 的面积的影响将作为它与海底角度的正弦的函数随着它与海底的角度而进行变化。因此，优选是屏障 3 在框架 1 中的倾斜动作在 90 ± 20° 的角度范围内，优选是 90 ± 15°，更优选是 90 ± 10°，且倾斜动作通常在 $\pm60^{o}$ 的角度范围内。销或杆可以位于框架 1 中，以保证屏障 3 不会超过这些限制。不过，当设计应当能够承受一百年一遇的波浪时，该设计必须有足够的机械强度，这可能意味着建造波能发电站的成本极高。根据本发明的一个示例性实施例，倾斜释放机构可以连接在屏障的铰链或旋转轴上。当朝向屏障的力超过预定界限（由提供实际力的选定情况来确定，如本领域技术人员所知）时，倾斜释放机构释放，从而使得屏障能够自由旋转，这意味着强波浪的力将不会损坏该结构，而只是经过该屏障。通过该结构，可以使得本发明的波能发电站保持简单的、有成本效益的设计。

这些考虑当然与可完全旋转的屏障并不相关。当有至少一个浮动

部件安装在屏障上，或者屏障自身提供为浮动（空心）部件时，可以获得完全旋转屏障（或者屏障由于上述释放机构而自由旋转）的实例。波浪能够提供屏障的整个360°旋转运动。不过，可能存在阻止面板完全转动的情况（例如上述极端情况）。与屏障相连的该至少一个浮动部件将使得屏障3升高至初始开始位置，例如屏障3的竖直向上凸出位置。应当知道，屏障的浮力必须适应屏障的操作，也就是，屏障必须能够在不受到浮力阻碍的情况下运动（倾斜或旋转）。根据本发明的一个方面，当浮力恰好大到足以使屏障浮起时将提供浮力的限制，如本领域技术人员公知。该至少一个浮动部件与屏障3能够自由旋转一起使得能够以与现有技术方案相比低得多的成本来制造波能发电站。例如，一百年一遇的波浪的问题通过使得屏障3自由旋转的特征而容易解决。安装在屏障上的该至少一个浮动部件（或者屏障自身为浮动部件）保证在该一百年一遇的波浪经过本发明的波能发电站之后该发电站还可以工作。

根据本发明另一示例性实施例，液压系统与铰链2连接，从而提供用于将屏障3的倾斜运动转变成液压变化的装置，例如由于安装在轴2上的液压泵。当由于屏障的倾斜而在液压环路中积累液压时，积累的压力将最终大到足以停止屏障的倾斜运动。积累的压力可以用于使得曲柄运动，从而例如使得发电机转动。当压力积累停止时，屏障开始沿相反方向运动，这再次使得曲柄等运动。这些液压泵可以如本领域技术人员已知来操作。不过，该倾斜运动意味着屏障的完全旋转运动受限制，而当例如一百年一遇的波浪接近波能发电站时，如上所述，屏障优选是能够完全旋转运动。根据本发明的示例性实施例，当液压环路内部的压力超过预定界限时，在液压环路中的释放阀将释放。该预定界限可能与例如当撞上特定尺寸的波浪时预计将在液压环路中积累的压力相关。当超过该界限时，释放阀将释放，从而释放环路内的液压，以便屏障能够自由旋转运动，如上所述。安装在屏障上的该至少一个浮动部件使得屏障升高至初始开始点。在该点，液压环路内部的压力较低，例如低于第二预定水平。当液压环路内部的压力低于

第二预定压力水平时，释放阀关闭，从而使屏障 3 能够进行新的倾斜运动，如上所述。通过该结构，可以在没有任何用于材料的附加产品或者波能发电站的附加复杂设计等的情况下而获得本发明的波能发电站的工作安全性。

为了收集波能和将它转换成可用能量，屏障可以驱动具有伸缩动作的多个活塞 15。该动作可以用于驱动泵或发电机，以便生产或储存收集的能量。该实施例的一个实施例在图 7 中所示，该图 7 中表示了用于发电和储存电能的系统。

图 6 中表示了用于制造本发明的完全旋转波能收集装置的系统。在该图中，屏障 3 表示为处于朝向下的位置。不过，由于水的旋转运动，屏障 3 将进行圆周运动，这使得屏障 3 在波浪已经经过装置后返回。

图 5 中表示了用于本发明装置的过载防护系统，该过载防护系统可以结合图 7 中所示的发电系统来看。该系统的功能如下：来自波浪的压力使得面板 3 绕轴线/铰链 2 旋转。这将在液压泵 5 中产生压力。压力通过管 6 传递给液压马达 7，该液压马达 7 与产生电能的发电机 8 连接。当有较高波浪时，波压将超过系统所能承受的界限（框架、管、马达等），且油压将通过压力控制阀 9 而自动减小，其中，成热量形式的过多能量将通过海水冷却去除。波能收集器可以绕杆 11 旋转，以便引向波浪方向，且使得它的高度 12 调节成适合潮汐和波浪的高度。

也可选择，如图 9 中所示，用于驱动马达的油压可以直接横过减压阀 13 而减小，从而形成热量和用于加热目的，例如远处的热站。仍然需要超压系统 9，以便减少热量产生，这样，系统不会产生比所需更多的热量。这样的系统的一个实施例使用波能收集系统，该波能收集系统产生液压压力和液压制动。一种可用的液压制动可以是（尽管并不必须）在提升起重机中用于控制放低负载速度的系统。在制动中产生的能量转变成热量，该热量通过冷却系统而从制动器除去。通过波浪至热量的系统，在制动中产生的热量用于例如建筑物中的加热目的。这可以（尽管并不必须）与远处的热站连接。

产生热量的一种可选方式是使得本发明的波能收集装置直接与热泵连接。该热泵为已知技术，其中，气体的压缩将升高系统的温度。

由波浪产生热量的优点是由于波浪的特性，其中，产生的能量通常可以导致振荡能量产生。因为能量储存于加热系统中，因此系统更少依赖恒定能量源。系统有很高的动力效率，因为它将能量直接转变成非常低能量形式的热量。

在北方区域，通常在一年的冷季节（冬季）中有更大波浪。这与加热需求相对应。

图 10 中表示了本发明的波能收集系统的可选实施例。在该实施例中，收集波压能量的屏障 3 布置在两隔间框架 1 中，该两隔间框架 1 包括侧壁 4，用于将波能引向屏障（面板/帆）3，而不会使能量偏向屏障 3 的侧部。能量收集/转变系统 5 的轮廓表示为在一个侧壁中。这样的系统例如可以是上述任意一个。

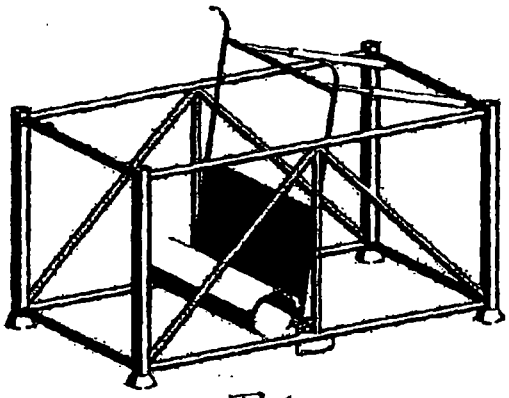


图1

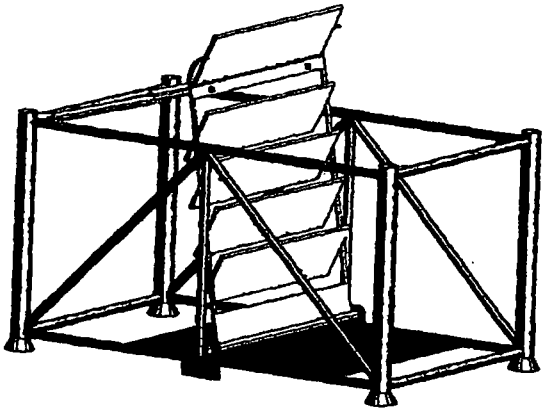


图2

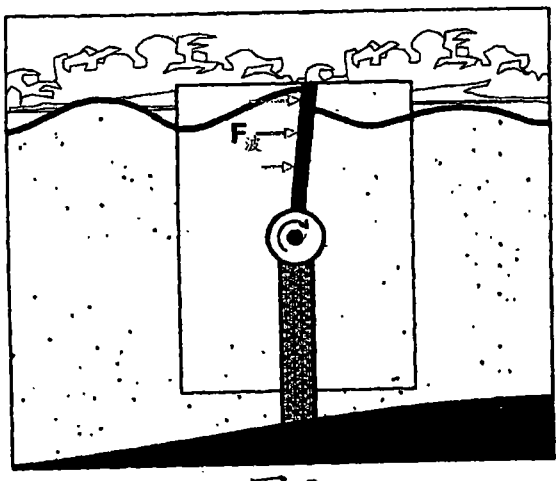


图3

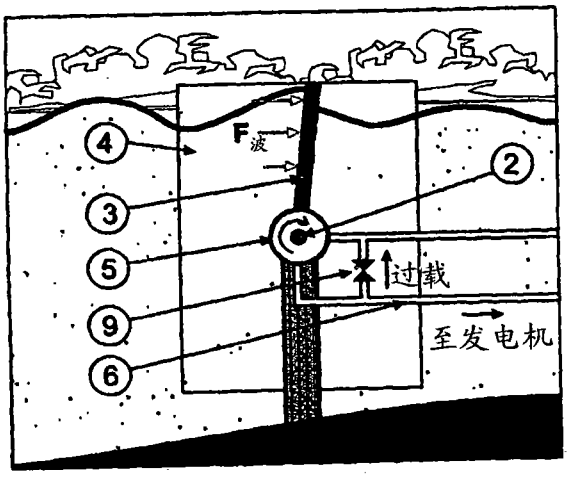


图4

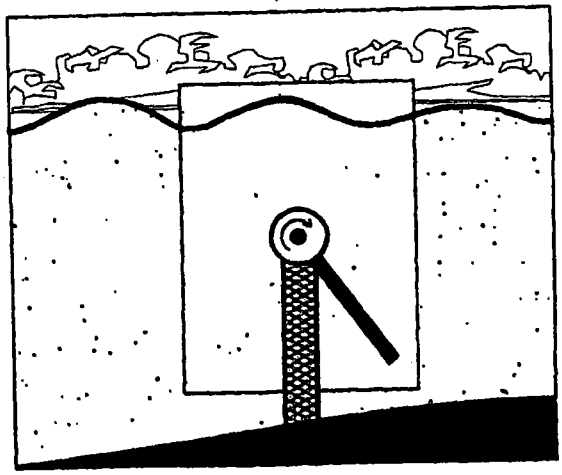


图5

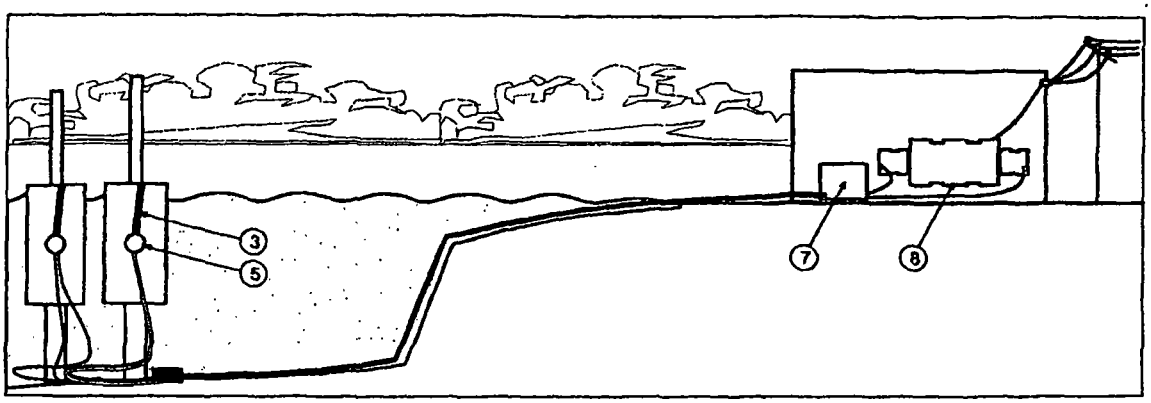


图6

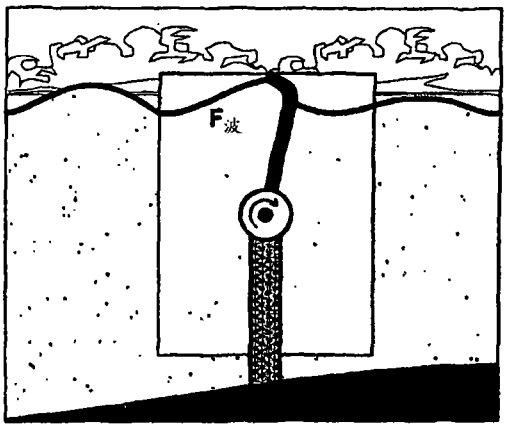


图7

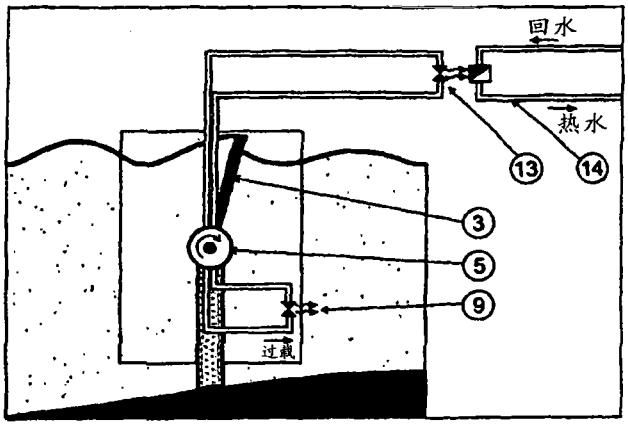


图8

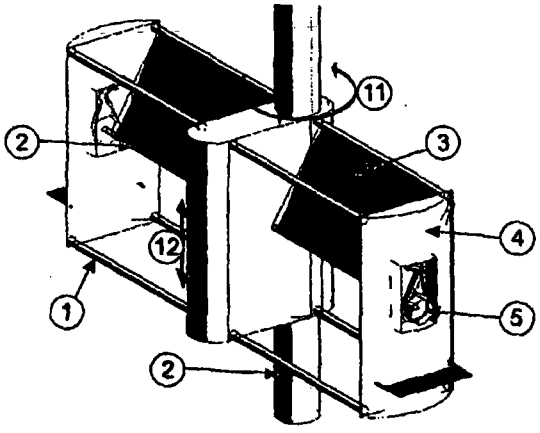


图9

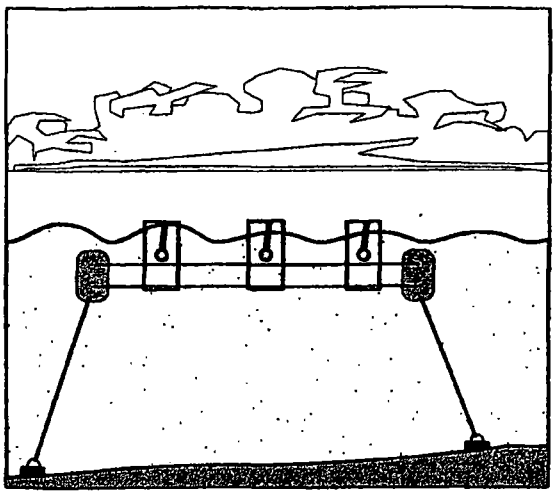


图10

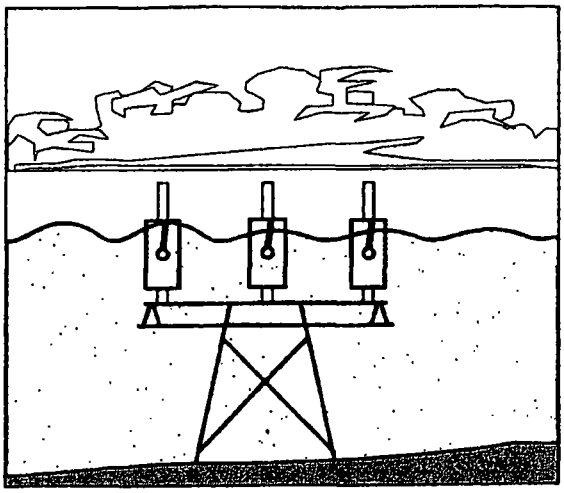


图11

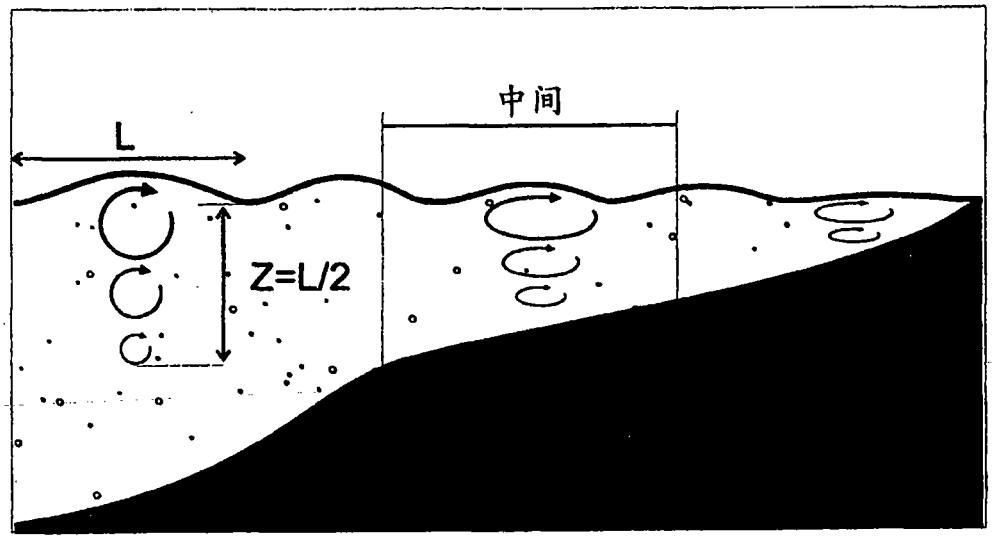


图12

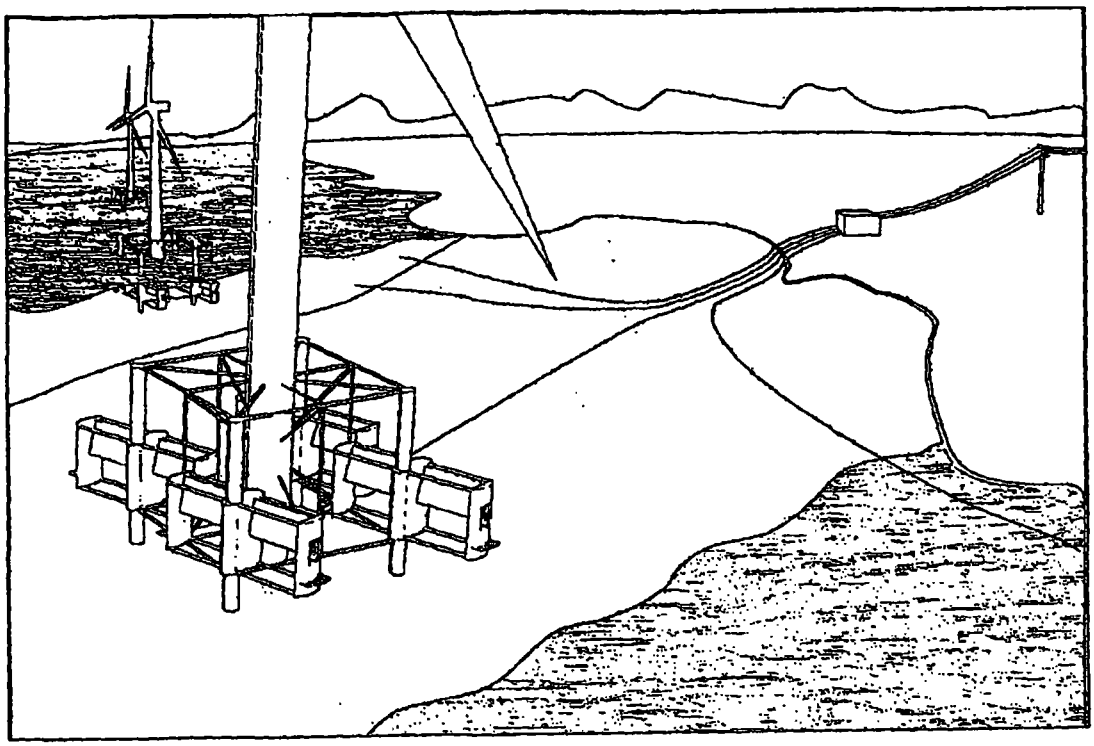


图13