



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101883713 B

(45) 授权公告日 2014.04.02

(21) 申请号 200880117914.9

(22) 申请日 2008.11.03

(30) 优先权数据

07388086.6 2007.11.27 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2010.05.26

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/DK2008/000390 2008.11.03

(87) PCT国际申请的公布数据

W02009/068031 EN 2009.06.04

(73) 专利权人 LM 玻璃纤维有限公司

地址 丹麦科灵

(72) 发明人 P·格雷伯

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 姚李英 杨楷

(51) Int. Cl.

B63B 9/06 (2006.01)

F03D 11/04 (2006.01)

F03D 1/06 (2006.01)

B63B 35/00 (2006.01)

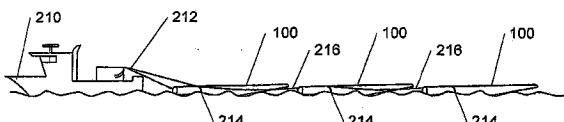
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

风轮机叶片的海上运输

(57) 摘要

本发明涉及一种运输风轮机叶片的方法，包括的步骤有把所述风轮机叶片降入水中，由此使它漂浮，并且在水中运输所述叶片。本发明还涉及一种风轮机叶片，它的孔口被密封，使得叶片能够通过漂浮进行运输，并且叶片包括龙骨、推进器和舵。



1. 一种用于运输风轮机叶片的方法,包括以下步骤
 - 将所述风轮机叶片降入水中,由此所述风轮机叶片漂浮,以及
 - 在水中运输所述风轮机叶片。
2. 根据权利要求 1 所述的用于运输风轮机叶片的方法,其中,已经以不透水的方式至少部分地密封所述风轮机叶片中的至少一个孔口,使得所述风轮机叶片能够浮在水中进行运输,并且在运输之后所述至少一个孔口能够至少部分地修复。
3. 根据权利要求 2 所述的用于运输风轮机叶片的方法,所述孔口为风轮机根部中的孔口或风轮机叶片中的一个或多个排出孔。
4. 根据权利要求 1 或 2 所述的用于运输风轮机叶片的方法,其中,用船拖曳至少一个风轮机叶片。
5. 根据权利要求 4 所述的用于运输风轮机叶片的方法,所述船为拖船。
6. 根据权利要求 1 所述的用于运输风轮机叶片的方法,其中,在水中有船后面成一列纵队地运输多个风轮机叶片。
7. 根据权利要求 1 所述的用于运输风轮机叶片的方法,其中,在水中有船后面并排地运输多个风轮机叶片。
8. 根据权利要求 1 所述的用于运输风轮机叶片的方法,包括将至少一个稳定单元固定到所述风轮机叶片上。
9. 根据权利要求 1 所述的用于运输风轮机叶片的方法,包括将至少一个推进装置固定到所述风轮机叶片上。
10. 根据权利要求 1 所述的用于运输风轮机叶片的方法,包括将至少一个拖曳装置固定到所述风轮机叶片上。
11. 根据权利要求 1 所述的用于运输风轮机叶片的方法,包括将至少一个保护单元固定到所述风轮机叶片上。
12. 根据权利要求 11 所述的用于运输风轮机叶片的方法,所述保护单元为防护板。
13. 一种用于风轮机的风轮机叶片,包括至少一个孔口,其中,所述风轮机叶片包括至少一个不透水的密封装置,所述密封装置用于以不透水的方式密封所述至少一个孔口,使得所述风轮机叶片能够浮在水中进行运输。
14. 根据权利要求 13 所述的风轮机叶片,所述孔口为风轮机叶片根部中的孔口或沿着风轮机叶片的排出孔。
15. 根据权利要求 13 所述的风轮机叶片,其中,所述风轮机叶片包括至少一个可拆卸地固定到所述风轮机叶片上的龙骨。
16. 根据权利要求 13 或 14 或 15 所述的风轮机叶片,其中,所述风轮机叶片包括至少一个可拆卸地固定到所述风轮机叶片上的稳定单元。
17. 根据权利要求 13 所述的风轮机叶片,其中,所述风轮机叶片包括至少一个可拆卸的推进装置。
18. 根据权利要求 13 所述的风轮机叶片,其中,所述风轮机叶片包括至少一个可拆卸地固定到所述风轮机叶片上的舵,以便能够导航所述风轮机叶片。
19. 根据权利要求 13 所述的风轮机叶片,其中,所述风轮机叶片包括至少一个可拆卸地固定到所述风轮机叶片上的接头,所述接头用于将至少另一个风轮机叶片连接到所述风

轮机叶片上，使得连接起来的风轮机叶片能相连接地在水中运输。

风轮机叶片的海上运输

技术领域

[0001] 本发明涉及风轮机叶片的运输。

背景技术

[0002] 由于尤其是叶片长度的不断增长并由此重量也增大,风轮机叶片的运输变得更困难。因此公路运输的特点在于用很长的车辆,通常由服务车护送并且经常在晚上运送,从而不干扰白天的交通。然而,公路的尺寸(路宽、隧道中和桥梁上的空间等等)没有与风轮机叶片的增大的尺寸相适应。因此,把一些叶片制造成几个部分,在以后把它们组装起来,这是一种费钱的解决方案并且在技术上是不期望的。后者归因于这种叶片的组装点处的高负荷的集合。

[0003] 由于风轮机在各个地方的广泛应用,在制造场所与风轮机的安装场所之间常常有很长的距离。风轮机叶片的海上运输构成一种广泛使用的运输方式,用于把加工好的叶片带到它们的最终目的地或是它们要去的部分路程。然而海上运送受到许多问题的妨碍并且相关费用很高。这些问题起源于船只在海上做出的各种扭转以及叶片的几何特性的组合。因此,叶片可能具有长达 60 米或更长的长度,并且通常是沿着纵轴稍微弯曲和扭曲的。对于这种长度的跨度,船只的扭转可能严重地损坏叶片,导致昂贵的维修作业。为了抵消船只的扭转并且减少对叶片的损坏,使用专用的固定器。这些固定器是定制的并且由此对于每种叶片都是唯一的,出于这些原因,每种新型叶片都需要新的且不同的固定器。此外,叶片的曲率使得它们难以以低成本的方式进行堆叠。一般地,这些固定器是焊接到船只的甲板上并且设计成能够进行三到四层的叶片堆叠。由于固定器的定制化以及它们所负担的精细工序,风轮机叶片的海上运输就伴随有高成本。

[0004] 然而,随着对安装在陆地及海上的风轮机的全球市场的增大,对风轮机叶片的运输存在巨大需求。

发明内容

[0005] 本发明提出用于运输风轮机叶片的方法。此外,本发明通过提供一种低成本的、简单且高效的运输风轮机叶片的方法来消除或者至少减少上述问题。

[0006] 根据一个方面,本发明涉及一种运输风轮机叶片的方法,包括的步骤有将所述风轮机叶片降入水中,由此使它漂浮,并且在水中运输所述叶片。所提出的方法的优势在于提供一种简单、便宜且快速的运输风轮机叶片的方法,这是因为叶片只是简单地降入水中,而在最简单的情况下没有任何进一步的装置。叶片可以单独或成组地运输。此外,叶片的这种运输可以仅仅构成从制造地到安装地的路程的一部分,而陆地及海上安装的风轮机叶片可以用这种方式运输。即使是在低水位的区域,海上风轮机的叶片也可以直接运输到安装位置。通过使叶片直接运输到各个海上风轮机,可以去除架设风轮机的工序的几个步骤。例如,在安装叶片时提升叶片的起重机可以定位在立起的塔架和机舱的附近。每当安装好一个叶片的时候,下一个叶片可以简单地移入起重机的提升范围内。因此,起重机不是必须在

运送叶片的船只与海上风轮机的位置之间来回移动。

[0007] 海上风轮机的叶片也可以利用放在轮毂中且绕在叶根上的提升设备来进行安装。利用线缆，叶片简单地提升到轮毂支承部并且固定到轮毂支承部上。因此不需要起重机。海上风轮机大多数通常是放入深 10-15m 的水中。因此，在海上叶片的提升移动过程中，叶梢将可能会撞击海底。为了避免可能存在的破坏性冲击，叶片的最外面部分可以由橡皮艇或者其它支承装置支撑。在陆上风轮机的情况下，可以用类似方式提升叶片并且叶梢由卡车、拖车或者其它装置支撑。

[0008] 另一个优势在于，没有对风轮机叶片的长度或重量的限制。而且，这种运输没有干扰道路使用者并且不需要像当前海上运送那样的专用和高价的固定器。此外，还可以去除很多精细工序。本发明的另一优势是提供的运输使叶片自由弯曲和变形而不会有损坏的风险。从上面列出的所涉优势可以明显看出，在水中运输风轮机叶片的方法是便宜的并且由此是对当前技术中所知的可能性的低成本替代。

[0009] 在一个实施例中，所述方法包括以不透水的方式密封所述风轮机叶片中的至少一个孔口，使得所述风轮机叶片能够浮在水中进行运输，并且在运输之后所述至少一个孔口能够至少部分地修复，所述至少一个孔口为例如风轮机叶片根部中的孔口或沿着风轮机叶片的排出孔。

[0010] 在一个实施例中，所述方法包括用例如拖船的船拖曳至少一个风轮机叶片。这是有利的，因为一个或多个叶片可以进行长距离运输。

[0011] 在一个实施例中，所述方法包括在水中在船后面成一列纵队地运输多个风轮机叶片。这种独特的运输方法在例如江河和运河的狭窄水面或低水位中是有利的。

[0012] 在另一实施例中，所述方法包括在水中在船后面并排地运输多个风轮机叶片。

[0013] 在一个实施例中，所述方法包括将至少一个稳定单元固定到所述风轮机叶片上。这在叶片运输通过例如波涛汹涌的水时是有利的。

[0014] 在一个实施例中，所述方法包括将至少一个推进装置固定到所述风轮机叶片上。因此，获得非常灵活的叶片运输，提供了很大的机动性。

[0015] 在一个实施例中，所述方法包括将至少一个拖曳装置固定到所述风轮机叶片上。

[0016] 在一个实施例中，所述方法包括将至少一个例如防护板的保护单元固定到所述风轮机叶片上。这是特别有利的，因为它防止了由叶片的相互撞击、由其它船、由漂浮物等所引起的损坏。

[0017] 在另一实施例中，本发明涉及一种风轮机的风轮机叶片，包括至少一个孔口，所述至少一个孔口为例如风轮机叶片根部中的孔口或沿着风轮机叶片的排出孔，其中，所述风轮机叶片包括至少一个不透水的密封装置，所述密封装置用于以不透水的方式密封所述至少一个孔口，使得所述风轮机叶片能够浮在水中进行运输。因此，获得了对可能装有灵敏设备的叶片内部的保护。

[0018] 在一个实施例中，所述风轮机叶片包括至少一个可拆卸地固定到所述风轮机叶片上的龙骨。这是有利的，因为它使叶片在水中稳定。

[0019] 在一个实施例中，所述风轮机叶片包括至少一个可拆卸地固定到所述风轮机叶片上的稳定器单元。这也是有利的，因为它使叶片在水中稳定。

[0020] 在又一实施例中，所述风轮机叶片包括至少一个可拆卸的推进装置。因此，获得非

常灵活的叶片运输,提供了很大的机动性。

[0021] 在一个实施例中,所述风轮机叶片包括至少一个可拆卸地固定到所述风轮机叶片上的舵,使得可以操纵所述风能。这也用作改善叶片的机动性。

[0022] 在一个实施例中,所述风轮机叶片包括至少一个可拆卸地固定到所述风轮机叶片上的接头,所述接头用于把至少另一个风轮机叶片连接到所述风轮机叶片上,使得连接起来的风轮机叶片可以相连接地在水中运输。这是有利的,因为多个叶片可以进行长距离运输。

附图说明

[0023] 下面,将会参照附图描述本发明的优选实施例,其中

[0024] 图 1 示出浮在水中的风轮机叶片;

[0025] 图 2 示出拖曳成一列纵队布置的许多漂浮风轮机叶片的拖船;

[0026] 图 3 示出拖曳并排布置的许多漂浮风轮机叶片的拖船;

[0027] 图 4 示出海上风轮机的塔架和机舱,有漂浮风轮机叶片在它的侧面;

[0028] 图 5 示出适合于在水中运输的风轮机叶片,其中,推进模块已经固定到根部,侧面推进器和舵固定到叶梢;

[0029] 图 6 示出风轮机叶片,带有根部上的孔口、排出孔和发光导体;

[0030] 图 7 示出装有稳定单元的漂浮风轮机叶片;

[0031] 图 8 示出适合于在水中运输的风轮机叶片,已经把龙骨安装在其上;

[0032] 图 9 示出布置在浮在水中的密封袋内的风轮机叶片。

具体实施方式

[0033] 图 1 示出浮在水中的风轮机叶片 100。现代叶片大多数通常是内部中空的,这就意味着它们能够漂浮。因而,现代叶片由玻璃和 / 或碳纤维和不同的芯部材料例如巴尔沙木、泡沫材料制成,所有这些材料都是耐水的。风轮机叶片上的向上净浮力等于被风轮机叶片排开的流体的重量的大小。这个力使得风轮机叶片能够漂浮。

[0034] 图 2 示出拖曳成一列纵队布置的许多漂浮风轮机叶片 100 的拖船 210。每个风轮机叶片 100 装有一个或多个接头 214,该接头 214 用来将风轮机叶片 100 与叶片连接件 216 连接在一起。接头 214 可以是例如固定到叶片 100 上的皮带或夹具,并且可以包括例如一个或多个固定装置(未示出),例如用于紧固叶片连接件 216、粗绳和拖绳 212 等的环。接头 214 还可以安装在叶片 100 的永久固定部件(未示出)中或者使用例如螺钉(未示出)直接固定在叶片 100 中,随后可以封上螺钉孔。叶片连接件 216 使各个风轮机叶片 100 在例如接头 214 处或叶根(未示出)处相互连接。叶片连接件 216 可以是例如简单的粗拖绳,在这种情况下,可以省去接头 214 并且用把叶片连接件 216 直接系到叶片 100 上来代替。叶片连接件 216 还可以是刚性的,使得相连的各个风轮机叶片 100 之间的距离保持恒定。叶片连接件 216 可以是棒形或弓形的,并且可以由金属、玻璃纤维、硬绳等制成。为了确保在运输期间风轮机叶片 100 不相互损坏,风轮机叶片 100 之间的恒定距离是有利的。此外,刚性的叶片连接件 216 确保风轮机叶片 100 不能以无意的方式移动。用拖绳 212 把最靠近拖船 210 的风轮机叶片 100 连到拖船上。这个连接也可以是刚性的,以便确保拖船 210 与风

轮机叶片 100 之间的安全距离，并且获得拖船 210 和连接的风轮机叶片 100 这两者的充分的机动性。风轮机叶片 100 还可以方向相反地运输，使得叶梢会在前面。不管风轮机叶片 100 是怎样运输又是用什么装置运输，都是利用叶片的漂浮能力。

[0035] 图 3 示出拖曳并排布置的许多漂浮风轮机叶片 100 的拖船 210。每个风轮机叶片 100 都装有接头（未示出），该接头用来把风轮机叶片 100 与一个或多个叶片连接件 320 连在一起。叶片连接件 320 的每个端部都连接到相邻风轮机叶片 100 的接头（未示出）。同样，叶片连接件 320 可以是例如简单的粗拖绳，在这种情况下，可以省去接头（未示出）并且用把叶片连接件 320 直接系到叶片 100 上来代替。为了避免叶片 100 相互损坏，可以在叶片 100 之间布置防护板（未示出）。叶片连接件 320 还可以是刚性的，使得相连的各个风轮机叶片 100 之间的距离保持恒定。同样，为了确保在运输期间风轮机叶片 100 不相互损坏，风轮机叶片 100 之间的恒定距离是有利的。此外，叶片连接件 320 确保风轮机叶片 100 不能以无意的方式移动。风轮机叶片 100 通过拖绳 212 刚性地连接到拖船，该拖绳固定在风轮机叶片 100 的根部密封件（未示出）上。拖绳 212 同样也可以是刚性的，以便确保拖船 210 与风轮机叶片 100 之间的安全距离，并且获得拖船 210 和连接的风轮机叶片 100 这两者的充分的机动性。为了提高拖船 210 和连接的风轮机叶片 100 的机动性，可以在拖船 210 和连接的风轮机叶片 100 之间增加额外的拖绳 212。拖绳 212 也可以像普通拖绳或粗绳一样是柔性的，并且可以直接系到叶片 100 上。叶片连接件 320 还可以固定到叶片 100 中的永久紧固件（未示出）上。

[0036] 图 4 示出海上风轮机的塔架 440 和机舱 442，海上风轮机的侧面具有漂浮的风轮机叶片 100。风轮机叶片 100 可以用例如接头 214 提升，使得叶根可以固定在风轮机机舱 442 中的一个风轮机叶片支承部 446 上。接头 214 类似于上面描述过的那些接头（见图 2 的描述）。风轮机叶片 100 可以由例如位于风轮机附近的海上起重机（未示出）进行提升，或者由直升机进行提升。因为风轮机叶片是浮在水中并且可以很容易地到处移动，所以在风轮机叶片 100 的整个安装期间，海上起重机可以保持原位。

[0037] 图 5 示出适合于在水中运输的风轮机叶片 100，其中，推进模块 550 已经固定在风轮机叶片 100 的根部，侧面推进器 560 和舵 570 固定在叶片 100 的梢部。推进模块 550 可以固定在叶根上，并且包括推进器 552，由此风轮机叶片 100 可以在水中移动。推进模块 550 可以选择性地绕着与推进器 552 的转动轴垂直的轴线（未示出）枢转，由此，漂浮的风轮机叶片 100 可以沿着期望的方向移动。推进模块 550 可以远程控制或者由受过训练的操作员操纵。通过使叶片 100 装有侧面推进器模块 560 和 / 或舵模块 570，可以进一步提高风轮机叶片 100 的机动性。侧面推进器模块 560 可以包括接头 564 和推进器 562，接头 564 用于把侧面推进器模块 560 安装到风轮机叶片 100 上。推进器 562 可以绕着与推进器 562 的转动轴垂直的轴线（未示出）枢转。因此，风轮机叶片 100 可以调动到期望的位置，特别是在像港口那样的狭窄水域中或海上风轮机的安装位置处。舵模块 570 可以包括舵 572 和用来使舵模块 570 安装在风轮机叶片 100 周围的舵接头。舵模块提高风轮机叶片 100 在水中的机动性，并且因此可以有目的地用于诸如港口的狭窄水域中或海上风轮机的安装位置处，并且可以用在远海上，在远海上舵的不断调整可以弥补水流和气候条件。侧面推进器模块 560 和舵模块 570 在使用后都可以拆除，并且不必如图所示地装在梢部附近，而是可以沿着叶片布置在任何位置。侧面推进器模块 560 和舵模块 570 不必必须安装在固定在推进模

块上的风轮机叶片 100 上,而是可以应用于由例如拖船拖曳的风轮机叶片上。侧面推进器模块 560 和舵模块 570 都不是必须组合安装,而是也可以使用单个模块。风轮机叶片还可以装有多个侧面推进器模块 560 和舵模块 570。在另一实施例中,推进模块 550、侧面推进器模块 560 和舵模块 570 还可以用例如螺钉(未示出)直接安装在叶片 100 中。当不再需要这些模块时,可以封上螺钉孔。在又一实施例中,还可以使用叶片 100 中的永久固定部件(未示出)将模块 550、560、570 安装到叶片 100 上。

[0038] 图 6 示出风轮机叶片 100,其包括排出孔 682、发光导体 684 和在根部 680 处的孔口。在运输叶片 100 之前,可以以这些孔口和发光导体可以至少部分地修复的方式选择性地密封或覆盖这些孔口 680、682 和发光导体 684。因而,叶片 100 可以布置在袋子(未示出)中,或者至少部分地用例如带子或其它弹性和 / 或粘性材料(未示出)包裹。这些孔口 680、682 和发光导体 684 还可以填充有为了修复它们而能够选择性地移除的材料。不管是否采用了密封件或盖子,叶片 100 都保持其浮力。还可以在叶片 100 已经运输到其终点站也就是风轮机(未示出)的安装位置时分别钻出排出孔 682 和安装发光导体 684。根据运输叶片 100 的方向,根部孔口 680 可以使用平板或是具有适于流体动力条件的形状的板进行密封。因而,根部密封件可以是例如茎球(stem bulb)形状的。在另一个实施例中,叶片 100 可以至少部分地充水(未示出),以便在漂浮时稳定叶片 100。这样,叶片内部会具有类似于例如船只和船中的压载水舱的功能。为了保护叶片内部,本实施例还可以通过在叶片 100 中布置袋子(未示出),然后把这个袋子至少部分地充水的方式来实现。

[0039] 图 7 示出装有稳定单元 790 的漂浮的风轮机叶片 100。用与图 3 所述类似的叶片连接件 320 把稳定单元 790 固定在叶片 100 上。叶片连接件 320 的一端固定在接头 214 上,接头 214 又固定在叶片 100 上。叶片连接件 320 的另一端直接固定在稳定单元 790 上。稳定单元 790 可以是具有浮力的任何元件,例如玻璃纤维结构。此外,有利的是,稳定单元 790 具有适于在水中运输的流体动力形状。稳定单元 790 稳定叶片 100 的运输,并且尤其防止叶片 100 在水中曲线前进(twist)。还可以使用例如螺钉(未示出)将龙骨 830 直接固定在叶片 100 中。当不再需要龙骨 830 时,可以封上螺钉孔。

[0040] 图 8 示出适合于在水中运输的风轮机叶片 100,其中已经把可拆卸龙骨 830 安装在叶片上。已经用固定在叶片 100 上的接头 214 把龙骨 830 安装到叶片 100 上。龙骨 830 的目的是为了稳定叶片 100 在水中的运输,尤其是防止它在水中曲线前进。龙骨 830 可以在叶片安装之前移除,因为叶片 100 的空气动力外形对风轮机的效率有重要影响。

[0041] 图 9 示出布置在浮在水中的密封袋 999 内的风轮机叶片 100。袋 999 是可充气的并且包括龙骨 997 和舱室 998,此处,龙骨 997 稳定这个袋,舱室 998 提供附加浮力。龙骨 997 和舱室 998 都可以选择性地充气。代替给袋 999 充气的是,也可以在袋 999 中形成局部真空。

[0042] 还应当注意到,上述实施例解释而不是限制本发明,并且在不脱离所附权利要求范围的情况下本领域技术人员会设计许多替换实施例。在权利要求书中,放入括号内的任何附图标记将不会看作限制权利要求。措辞“包括”没有排除除了那些列在权利要求中之外的其它元件或步骤的存在。

[0043] 附图标记

[0044] 100 风力叶片

- [0045] 210 拖船
- [0046] 212 拖船连接件
- [0047] 214 接头
- [0048] 216 叶片连接件
- [0049] 320 叶片连接件
- [0050] 440 风轮机塔架
- [0051] 442 风轮机机舱
- [0052] 444 风轮机轮毂
- [0053] 446 风轮机叶片支承部
- [0054] 550 推进模块
- [0055] 552 推进器
- [0056] 560 侧面推进器模块
- [0057] 570 舵模块
- [0058] 572 舵
- [0059] 574 舵模块推进器
- [0060] 680 根部孔口
- [0061] 682 排出孔
- [0062] 684 发光导体
- [0063] 790 稳定单元
- [0064] 830 龙骨
- [0065] 997 龙骨
- [0066] 998 舱室
- [0067] 999 密封袋

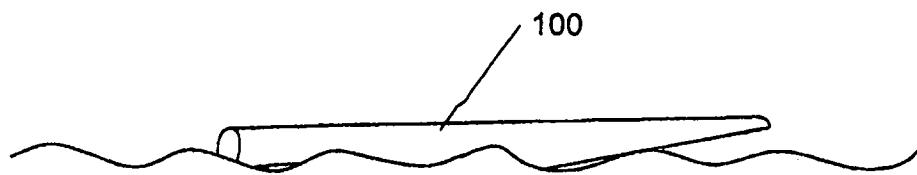


图 1

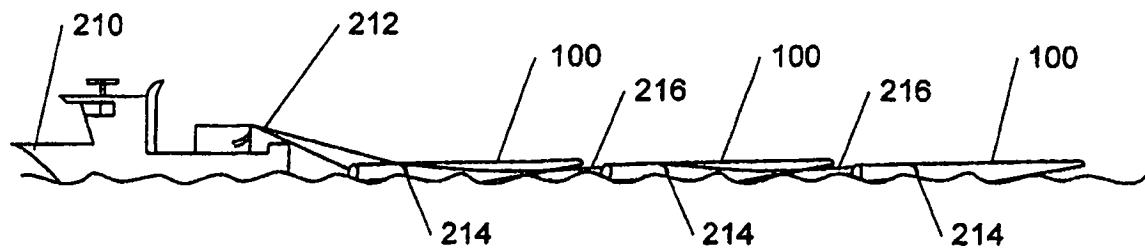


图 2

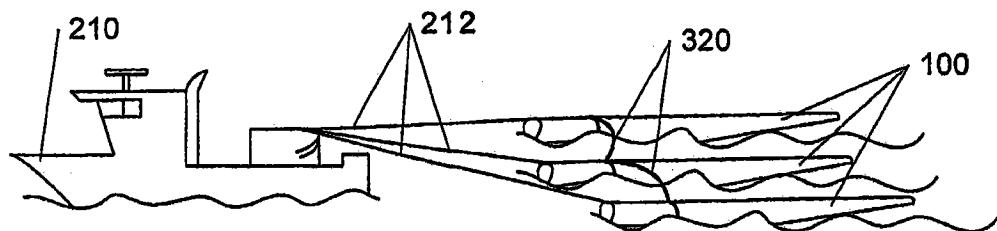


图 3

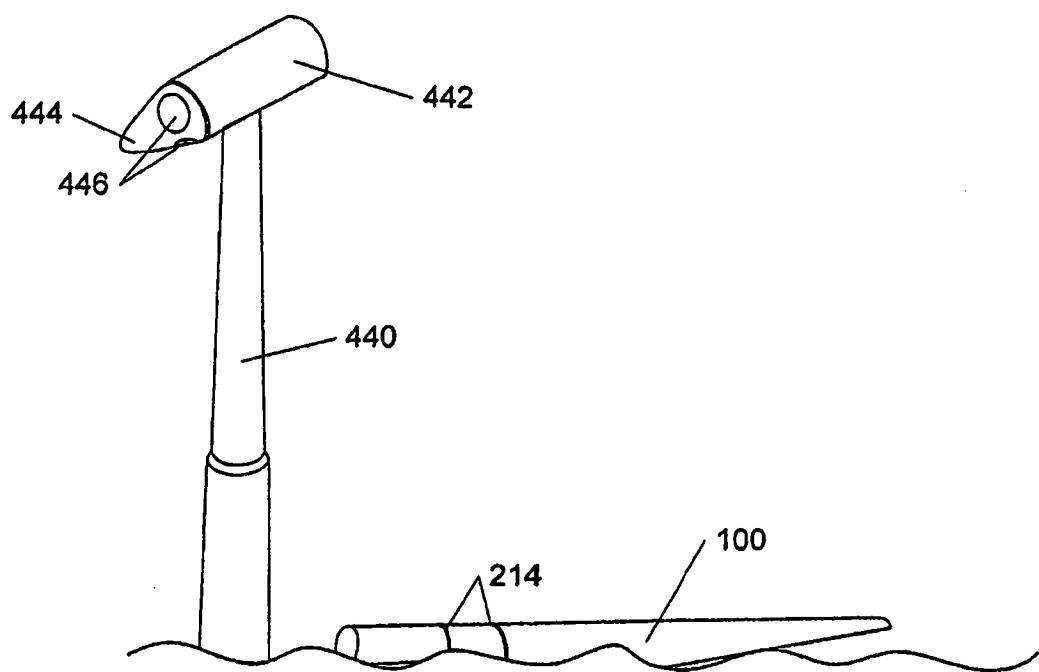


图 4

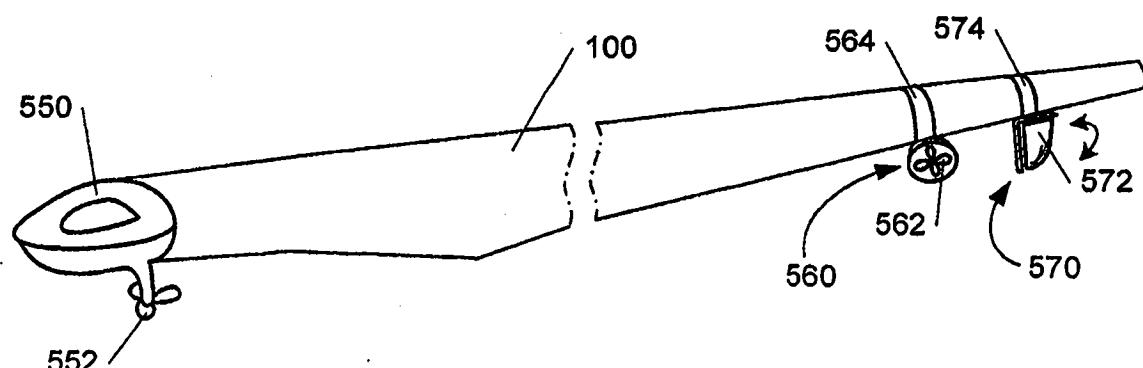


图 5

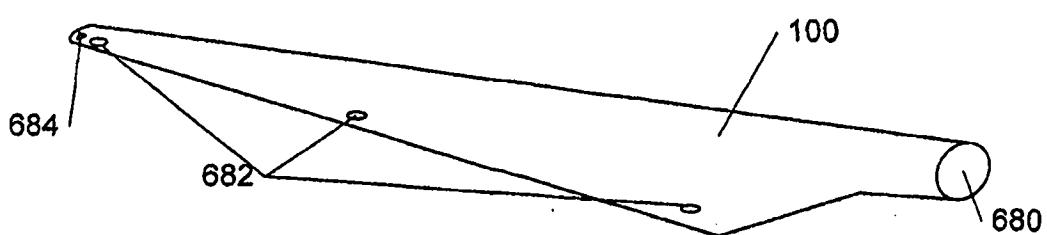


图 6

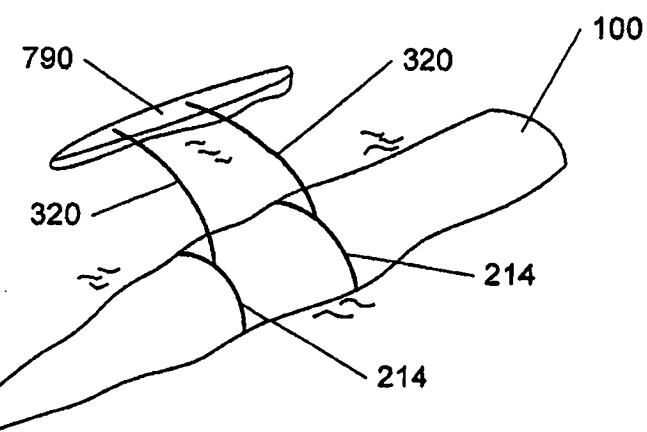


图 7

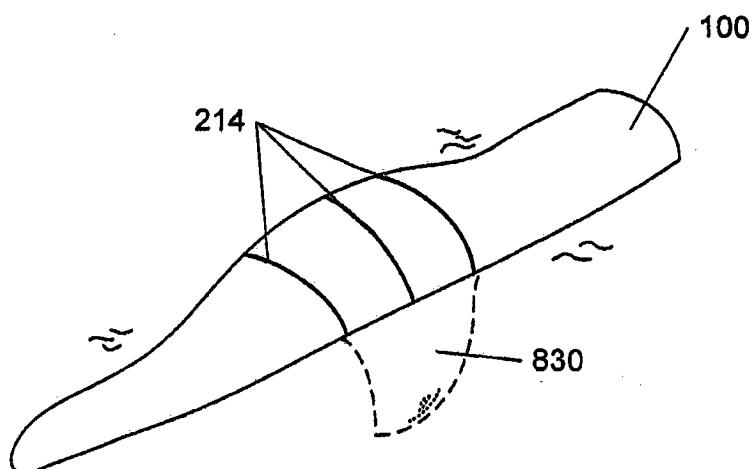


图 8

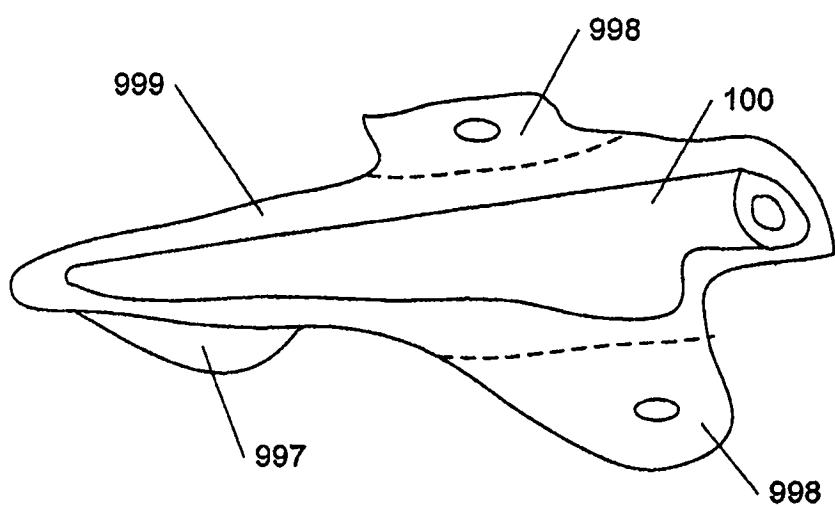


图 9