



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103670908 B

(45)授权公告日 2018.10.02

(21)申请号 201310401725.7

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2013.09.06

F03D 1/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103670908 A

(56)对比文件

US 2007248431 A1,2007.10.25,

US 2007248431 A1,2007.10.25,

WO 2005005286 A1,2005.01.20,

US 7591621 B1,2009.09.22,

CN 102548797 A,2012.07.04,

US 2011142589 A1,2011.06.16,

(43)申请公布日 2014.03.26

(30)优先权数据

12183310.7 2012.09.06 EP

(73)专利权人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

审查员 张倩

(72)发明人 J.汤姆森

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 李晨 杨炯

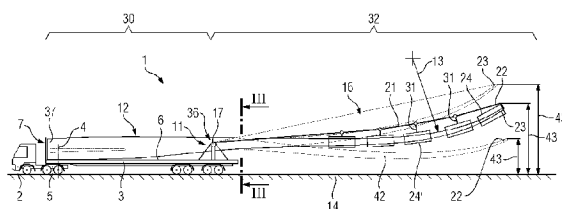
权利要求书1页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

用于风力涡轮机叶片的运输系统

(57)摘要

提供了一种用于风力涡轮机叶片的运输系统。所述运输系统构造成在所述叶片的运输期间响应于障碍物而增大所述叶片的曲率。由此,实现了简单且成本高效的解决方案。此外,提供了一种用于运输风力涡轮机叶片的方法。



1. 一种用于风力涡轮机叶片(12)的运输系统(1),所述运输系统(1)构造成在所述叶片(12)的运输期间响应于障碍物(14,15)而增大所述叶片(12)的曲率(13),其中,提供了牵拉设备(16),所述牵拉设备(16)构造成通过在所述叶片(12)的一个端部(23)处牵拉而增大所述叶片(12)的曲率(13)。

2. 如权利要求1所述的运输系统,其中,所述牵拉设备(16)构造成向上和/或侧向牵拉所述一个端部(23)。

3. 如权利要求1或2所述的运输系统,其中,所述牵拉设备(16)包括缆线(21)以及绞盘(17)和/或液压缸(17),所述缆线(21)在其一个端部(23)处附接到所述叶片(12),所述绞盘(17)用于卷绕所述缆线(21),所述液压缸(17)用于缩短所述缆线(21),以便增大所述叶片(12)的曲率(13)。

4. 如权利要求1所述的运输系统,其中,提供了第一支撑设备(7),所述第一支撑设备(7)构造成在所述叶片(12)的另一个端部(37)处支撑所述叶片(12)。

5. 如权利要求2所述的运输系统,其中,第一支撑设备(7)构造成使所述叶片(12)绕其纵向轴线(44)转动。

6. 如权利要求5所述的运输系统,其中,所述牵拉设备(16)构造成当所述叶片(12)的横截面(41)水平地布置时向上牵拉所述一个端部(23),和/或所述牵拉设备(16)构造成当所述叶片(12)的横截面(41)竖直地布置时侧向牵拉所述一个端部(23)。

7. 如权利要求6所述的运输系统,其中,所述第一支撑设备(7)构造成使所述叶片(12)绕其纵向轴线(44)转动,以便在所述叶片(12)的未加载状态中具有凹形的所述叶片(12)的侧面(46)被设置在所述叶片(12)的被提供所述曲率(13)增大的同一侧上。

8. 如权利要求5所述的运输系统,其中,所述第一支撑设备(7)构造成提升和/或降低所述叶片(12),以允许所述叶片(12)绕纵向轴线(44)转动。

9. 如权利要求1所述的运输系统,其中,提供了第二支撑设备(11),所述第二支撑设备(11)构造成在所述叶片(12)的两个相对端部(23,37)之间的位置(36)处支撑所述叶片(12)。

10. 如权利要求9所述的运输系统,其中,所述第二支撑设备(11)构造成在所述位置(36)处提升和/或降低所述叶片(12),由此在其一个端部(23)处提升和/或降低所述叶片(12)。

11. 如权利要求9或10所述的运输系统,其中,所述第二支撑设备(11)包括盘(33)和托架(61),所述盘(33)具有开口(34)以便所述叶片(12)从中延伸穿过,所述盘(33)被可旋转地支撑在所述托架(61)中。

12. 如权利要求1所述的运输系统,包括拖车(3),所述拖车(3)具有所述牵拉设备(16)、第一支撑设备(7)和/或第二支撑设备(11)。

13. 如权利要求12所述的运输系统,包括卡车(2),所述卡车(2)用于牵拉所述拖车(3),所述拖车(3)构造成仅在所述叶片(12)的长度的一部分上支撑所述叶片(12)。

14. 一种用于运输风力涡轮机叶片(12)的方法,其中,在所述叶片(12)的运输期间响应于障碍物(14,15)而增大所述叶片(12)的曲率(13),其中,提供了牵拉设备(16),所述牵拉设备(16)构造成通过在所述叶片(12)的一个端部(23)处牵拉而增大所述叶片(12)的曲率(13)。

## 用于风力涡轮机叶片的运输系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于风力涡轮机叶片的运输系统以及用于运输风力涡轮机叶片的方法。

### 背景技术

[0002] 目前,风力涡轮机叶片具有超过40米的长度以及超过5米的最大宽度。这些大型且特别长的物体沿弯曲道路和环形路的运输是困难的,尤其是道路的侧面存在树木和建筑的情况下。当需要在跨过道路的桥梁下面运输这种叶片时将会面临更大的困难。因此,需要采取措施来防止叶片与各种障碍物的碰撞。

[0003] W02005/005286描述了一种风力涡轮机叶片,其借助于预应力装置而在离叶片根部一距离处被预加应力,使得叶片尖端更加靠近叶片根部的纵向中心轴线。

[0004] EP1659026A1描述了一种具有枢转装置的运输设备,以将风力涡轮机叶片相对于水平面枢转成倾斜取向。

[0005] W003/057528A1公开了一种具有固定和/或接收设备的运输车辆,该固定和/或接收设备构造成使得它们允许风力涡轮机叶片绕其纵向轴线旋转以便从桥梁下面经过。

### 发明内容

[0006] 本发明的一个目的是提供获得用于风力涡轮机叶片的简单且低成本运输系统的方法。

[0007] 因此,提供了一种用于风力涡轮机叶片的运输系统。该运输系统构造成在叶片的运输期间响应于障碍物而增大叶片的曲率。

[0008] 通过增大叶片的曲率,可以减小叶片在一个方向上的尺寸。例如,当沿弯曲道路运输叶片时,叶片被弯曲成使得其曲率对应于道路的曲率。因此,叶片将不会延伸超过道路,或者以较小的程度延伸超过道路,由此使运输简化。而且,当需要在桥梁下面运输叶片时,叶片可向下弯曲以防止叶片与桥梁碰撞。根据进一步的方面,叶片可向上弯曲以防止叶片由于来自于运输的扰动而接触道路。

[0009] 叶片可构造为平直的或弯曲的叶片。弯曲叶片被设计成当被安装时弯曲远离风力涡轮机塔。弯曲叶片在它们的未加载状态中具有基本凹侧和相对的基本凸侧。弯曲叶片可具有2米或更大的曲率。

[0010] 叶片可由纤维增强聚合物制成。

[0011] “增大叶片的曲率”当前指的是从叶片的未加载或加载状态开始增大叶片的曲率。

[0012] 在本文中,“障碍物”指的是例如桥梁、树木、建筑物以及其它结构。特别地,这些障碍物布置在弯曲道路或环形路旁边。

[0013] “响应于障碍物”意味着运输系统可构造成半自动地增大叶片的曲率,即仍然需要某些人类交互,但增大叶片曲率时的至少某些步骤是由运输系统本身执行的。或者,替代地,运输系统可构造成自动地(即没有人类交互)增大叶片的曲率。

[0014] 根据一个实施例,提供了牵拉设备,牵拉设备构造成通过在叶片的一个端部处牵拉而增大叶片的曲率。该一个端部可构造为叶片的尖端。这种牵拉设备在制造和控制方面是简单的。

[0015] 根据进一步的实施例,牵拉设备构造成向上和/或侧向牵拉所述一个端部。“向上”指的是垂直于水平的方向。“侧向”指的是在水平面中并且优选地垂直于叶片平面的方向。通过向上牵拉所述一个端部,沿道路的叶片长度显著减小。通过侧向牵拉所述一个端部,叶片被弯曲成例如符合于道路的曲率。

[0016] 根据进一步的实施例,牵拉设备包括缆线以及绞盘,缆线在其一个端部处附接到叶片,绞盘用于卷绕缆线,以便增大叶片的曲率。例如,叶片的根部可被支撑在拖车上,并且叶片的尖端可延伸超过拖车。绞盘可布置在拖车上并且可构造成向上牵拉叶片的尖端,由此使叶片向上弯曲。这将会防止叶片尖端在运输期间接触地面或道路。除了绞盘之外或者代替绞盘,可使用至少一个液压缸,用于缩短缆线以增大叶片的曲率。

[0017] 根据进一步的实施例,提供了第一支撑设备,第一支撑设备构造成在叶片的另一个端部处支撑叶片。第一支撑设备可布置在拖车上。第一支撑设备可支撑叶片的根部。

[0018] 根据进一步的实施例,第一支撑设备构造成使叶片绕其纵向轴线转动。通常,叶片具有一个优选的弯曲方向。如果弯曲叶片在其未加载状态中具有凸侧和凹侧,弯曲优选地沿这样的方向进行,使得叶片的凹侧设置在由弯曲的叶片标示的弧的内侧上。因此,作为该实施例,当希望侧向地弯曲叶片并且叶片的凹侧未设置在期望侧上时,使叶片绕其纵向轴线转动。根据替代实施例,叶片根本不转动:当沿第一方向弯曲叶片时,叶片的凹侧设置在由弯曲的叶片标示的弧的内侧上,并且当沿第二方向(与第一方向相反)弯曲时,叶片的(初始)凹侧设置在由弯曲的叶片标示的弧的外侧上。

[0019] 根据进一步的实施例,牵拉设备构造成当叶片的横截面水平地布置时向上牵拉所述一个端部,和/或牵拉设备构造成当叶片的横截面竖直地布置时侧向牵拉所述一个端部。因此,将弯曲所需的力以及因此牵拉所需的力保持为最小。

[0020] “叶片的横截面水平地布置”意味着横截面所基本延伸的平面平行于水平方向。然而,与水平方向偏离0至20度也被涵盖在本文内。出于同样原因,“叶片的横截面竖直地布置”意味着叶片的横截面所基本延伸的平面平行于竖直方向。与竖直方向偏离0和20度之间也被涵盖在本文内。

[0021] 根据进一步的实施例,第一支撑设备构造成使叶片绕其纵向轴线转动,以便在叶片的未加载状态中具有凹形的叶片的侧面被设置在叶片的被提供曲率增大的同一侧上。因此,叶片总是沿其优选弯曲方向弯曲。

[0022] 根据进一步的实施例,第一支撑设备构造成提升叶片,以允许叶片绕纵向轴线转动。一般而言,叶片的纵向轴线(对应于叶片当被安装在塔上时的转动/偏航轴线)具有相对于叶片周边的偏移。因此,当将要进行至少180度的转动时,叶片需要被相对于拖车竖直地提升。

[0023] 根据进一步的实施例,提供了第二支撑设备,第二支撑设备构造成在叶片的两个相对端部之间的位置处支撑叶片。这减小了叶片上的负荷。而且,与第一支撑设备一起,可以实现例如拖车上的支撑叶片的两个支撑点。

[0024] 根据进一步的实施例,第二支撑设备构造成在所述位置处提升和/或降低叶片,由

此在其一个端部处提升和/或降低叶片。由此,除了使叶片弯曲之外,叶片的顶部还可移动更加远离道路并且降低以例如在下面通过桥梁。

[0025] 根据进一步的实施例,第二支撑设备包括盘和托架,盘具有开口以便叶片从中延伸穿过,盘被可旋转地支撑在托架中。这允许叶片绕其转动(支撑)轴线容易地且成本高效地旋转。盘可由聚苯乙烯材料制成。

[0026] 根据进一步的实施例,提供了拖车,拖车具有牵拉设备、第一支撑设备和/或第二支撑设备。

[0027] 根据优选实施例,构造成运输集装箱的标准拖车被使用并且配备有牵拉设备、第一支撑设备和/或第二支撑设备。因此,实现了成本高效的解决方案。

[0028] 根据进一步的实施例,提供了用于牵拉拖车的卡车,拖车构造成仅在叶片的长度的一部分上支撑叶片。例如,叶片可伸出超过拖车后部达其总长度的至少四分之一、三分之一、一半、三分之二或四分之三。

[0029] 根据进一步的实施例,提供了一种用于运输风力涡轮机叶片的方法。根据该方法,在叶片的运输期间响应于障碍物而增大叶片的曲率。

### 附图说明

[0030] 本发明的其它目的、特征和优点从以下描述和从属权利要求并结合附图将会变得明显,附图中:

[0031] 图1是根据一个实施例的运输系统的侧视图;

[0032] 图2是图1中所使用的盖罩的透视图;

[0033] 图3是图1的横截面III-III;

[0034] 图4示出了图3的实施例,但是处于竖直提升状态;

[0035] 图5示出了图1的运输系统,其中,风力涡轮机叶片已经沿逆时针方向转动90度;

[0036] 图6示出了图5的横截面VI-VI;

[0037] 图7示出了图6的实施例,但是处于竖直提升状态;

[0038] 图8示出了图5的顶视图;

[0039] 图9示出了图1的局部视图,但是叶片已经沿顺时针方向转动90度;

[0040] 图10示出了图8的实施例,但是叶片已经沿其它方向弯曲;

[0041] 图11是图1的第一支撑设备和叶片根部的局部透视图;并且

[0042] 图12是图1的第二支撑设备的局部透视图。

[0043] 在附图中,除非另有所指,否则相同的附图标记指代相同或功能等同的元件。

### 具体实施方式

[0044] 图1示出了根据本发明实施例的运输系统1的侧视图。

[0045] 运输系统1包括卡车2和拖车3。拖车3可以通过铰接支架5可旋转地连接到卡车2。旋转轴线被标示在附图标记4处。由此允许拖车3在水平面中相对于卡车2的旋转。此外,拖车3可以通过铰接支架5可拆卸地连接到卡车2。

[0046] 拖车3包括装载表面6。第一和第二支撑设备7、11布置在装载表面6上。第一和第二支撑设备7、11可通过标准装置连接到装载表面6。因此,可以使用标准卡车2和拖车3作为本

发明的运输系统1的基础。

[0047] 运输系统1构造成运输风力涡轮机叶片12。此外,运输系统1构造成响应于障碍物而增大叶片12的曲率13。运输系统1所行驶的道路14(后面将会更详细地描述)或者树木15(参见图8)可能形成这种障碍物。为此,牵拉设备16被安装在拖车3的装载表面6上。牵拉设备16具有绞盘17和缆线21。缆线21在其一个端部通过绞盘17卷绕或释放并且在其另一个端部22附接到叶片12的尖端23。可以使用液压缸来代替绞盘17。液压缸(在图1中由相同的附图标记17标示)可包括具有自由端的活塞。缆线21的一个端部可附接到该自由端。在一种构造中,通过收缩活塞而有效地缩短缆线21。

[0048] 运输系统1可包括若干盖罩24(其也可称为套管),尤其是由聚苯乙烯制成。当无法防止叶片12和障碍物的碰撞时,盖罩24保护叶片12。更重要地,盖罩24中的一个或多个将叶片12连接到缆线21,缆线21可构造为钢缆。盖罩24允许在不降低叶片12的结构完整性的情况下将缆线22连接到叶片12。盖罩24可构造为如图2所示。

[0049] 图2示出了包括两个半体25、26的盖罩24,两个半体25、26适于形成开口27,用于叶片12从中穿过。盖罩25、26可通过条带或其它紧固装置(未示出)而被保持到一起。缆线21的端部22可例如附接到盖罩24的半体25。因此,缆线21可以容易地将径向于叶片12的力传递到叶片12。另外,一个或多个其它盖罩24'可通过支撑缆线31各自被连接到缆线21,从而为叶片12提供额外的支撑。叶片12的自由区段32(即,叶片12的包括未被支撑尖端23的那个区段)可延伸超过第二支撑设备11和拖车6的后端达例如多于叶片12总长度的一半。附图标记30指示了位于第一和第二支撑设备7、11之间的叶片12的固定区段,该固定区段短于自由区段32并且可在叶片12的总长度为50米时小至例如15米。

[0050] 图3示出了图1的横截面III-III。

[0051] 第二支撑设备11具有例如盘33,盘33包括开口34,叶片12延伸穿过开口34。盘33被可旋转地支撑,如将要结合图12更详细描述的。而且,第二支撑设备11包括至少一个液压缸35或其它提升装置,用于竖直地提升(并且降低)盘33,由此在叶片12的尖端23和根部37之间的位置36(参见图1)处提升(或者降低)叶片12。

[0052] 如可从图3看到的,叶片12的横截面41是水平取向的。换句话说,横截面41的长边基本平行于水平方向延伸。叶片12可设置有凹侧46和凸侧47(也参见图4)。换句话说,叶片12可具有自然的曲率,在其未加载状态中限定弧(在图1的情况中向上弯曲)。当安装在风力涡轮机塔上时,凹侧46背对风力涡轮机塔。在图3所示的横截面41的水平位置,一般而言,凹侧46可面向上(以实线示出)或面向下(以虚线示出)。然而,当前如图1所示,凹侧46面向上,使得叶片12在其未加载状态中向上弯曲。附图标记42指示了图1中的叶片12的未加载位置。在该状态中,叶片的尖端22具有与道路14的第一距离43。当绞盘17卷绕(或者液压缸的活塞收缩)时,由于通过缆线21和支撑缆线31施加到叶片12的力,叶片12的曲率13增大。因此,端部23竖直地向上移动。因此,距离43'大于距离43。另外,如果现在液压缸35如图4所示延伸,则叶片12的尖端23向上移动更远。因此,距离43''甚至大于距离43'。

[0053] 距离43'和43''将会防止叶片尖端23和道路14由于来自于运输的扰动而碰撞。

[0054] 在替代实施例中,凹侧46面向下(参见图3中的虚线)并且从而叶片12在图1中向下弯曲(未示出),当经由缆线21将力施加到叶片12而使叶片12向上弯曲(远离图1中的道路14)时,叶片的曲率13首先减小然后再增大。

[0055] 图5示出了图1的运输系统1,但是叶片12已经绕其纵向轴线44沿逆时针方向转动90度。通常,纵向轴线44延伸通过叶片12的横截面41的中心(参见图6)。

[0056] 图6示出了图5的横截面VI-VI。

[0057] 叶片12的横截面41竖直取向。换句话说,横截面41的长边基本竖直地延伸。通过例如第一支撑设备7来实现这种绕纵向轴线44的转动,如将要结合图11更详细描述。

[0058] 现在回到图5,用虚线示出并且在附图标记45处指示了叶片12的未加载状态。在图5中,叶片12弯曲到纸平面中。

[0059] 图8示出了图5的顶视图。缆线21向叶片12的尖端23施加侧向牵拉。因此,叶片12的曲率13在叶片12的自然曲率的基础上增大。换句话说,牵拉力被施加在叶片12的凹侧46上,凹侧46是叶片12所限定的弧的内侧。在图6和图7中用实线示出了叶片12的凹侧46的相应侧向取向。这样,叶片12可弯曲成具有对应于道路14的曲率的曲率,如图8所示。由此,可以容易地防止叶片12和位于道路14旁的树木15的碰撞。

[0060] 另外,液压缸35(参见图7)可提升叶片12的端部23。在图5中,叶片12的对应位置在附图标记45'处示出。除了避免与树木15碰撞之外,还安全地防止了叶片尖端23和道路14的接触。

[0061] 图9示出了图1的运输系统1,但是叶片12已经绕纵向轴线44沿顺时针方向转动90度(参见图6和7中的虚线所示的横截面41)。由于叶片12的横截面41关于纵向轴线44是不对称的,需要通过第一和第二支撑设备7、11将叶片12向上提升以便转动。图7中示出了液压缸35的对应延伸位置。

[0062] 图10示出了图9的顶视图。叶片12也像图8一样侧向弯曲,但是沿相反方向。再次地,叶片12的凹侧46设置在由叶片12限定的弧的内侧。叶片12的曲率13可符合于道路14的曲率。

[0063] 在替代实施例中,当弯曲时,叶片12的凹侧46(在其未加载状态中)被初始地设置在由叶片12限定的弧的外侧。因此,在弯曲过程中,叶片12的曲率13首先减小然后再增大。这样,无论例如道路14向左转或向右转,叶片12根本不需要绕其纵向轴线44转动,使得运输系统1更加简单。

[0064] 特别地,关于盖罩24、24'和支撑缆线31所述的内容等同地适用于图5至10的实施例。

[0065] 图11更详细地示出了第一支撑设备7和与之连接的叶片12的根部37。

[0066] 根部37连接到齿轮52,齿轮52被相应齿轮(未示出)驱动。该相应齿轮被电马达(未示出)驱动。齿轮52的转动轴线与叶片12的纵向轴线44重合。这样,叶片12可以容易地绕纵向轴线44转动。齿轮52可旋转地安装在支撑元件53上。支撑元件53连接到液压缸54,液压缸54安装在支撑元件54的任一侧上。通过向液压缸54供应液压压力,支撑元件53并且因此叶片12的根部37可向上和向下移动,以便甚至允许叶片12的最大宽度区段55(图9和11示出)的完全旋转(即,360度)。液压缸54经由铰链59连接到基部元件56,基部元件56可以具有U形。铰链59允许叶片12响应于第二支撑设备11将叶片12提升而倾斜。基部元件56被标准连接器57连接到拖车3的装载表面6中的标准集装箱锁。与连接器57相反,基部元件56可被条带58连接到装载表面6。因此,第一支撑设备7可拆卸地安装到装载表面6。

[0067] 可采用其它提升设备来代替液压缸54,例如剪式升降台或齿条齿轮组合。

[0068] 图12在透视图示出了第二支撑设备12以及叶片12的一部分。

[0069] 第二支撑设备11具有托架61,托架61在盘33的外周边62和轴向表面63、64上可旋转地支撑盘33。周边62与托架61滑动接触,由此允许叶片12由于第一支撑设备7施加的力矩而在托架61内侧转动。盘33可被条带65固定在托架61内侧。特别地,当盘33由聚苯乙烯制成时,可实现低成本方案。盘33还可包括聚苯乙烯芯部和尼龙或类似低摩擦材料制成的外部的组合,由此允许在托架61内侧容易地转动。

[0070] 为了表示的方便,图12中未示出第二支撑设备11的液压缸35(参见图3)。而且,第二支撑设备11可以可拆卸地连接到装载表面6。

[0071] 根据进一步的实施例,第一支撑设备7可以针对叶片尖端23的给定位置来提升根部37(参见图1),由此增大叶片12内的张力,这将会更加防止尖端23在运输期间接触道路14。

[0072] 尽管已经根据优选实施例描述了本发明,但对于本领域技术人员明显的是,可以对所有实施例作出修改。



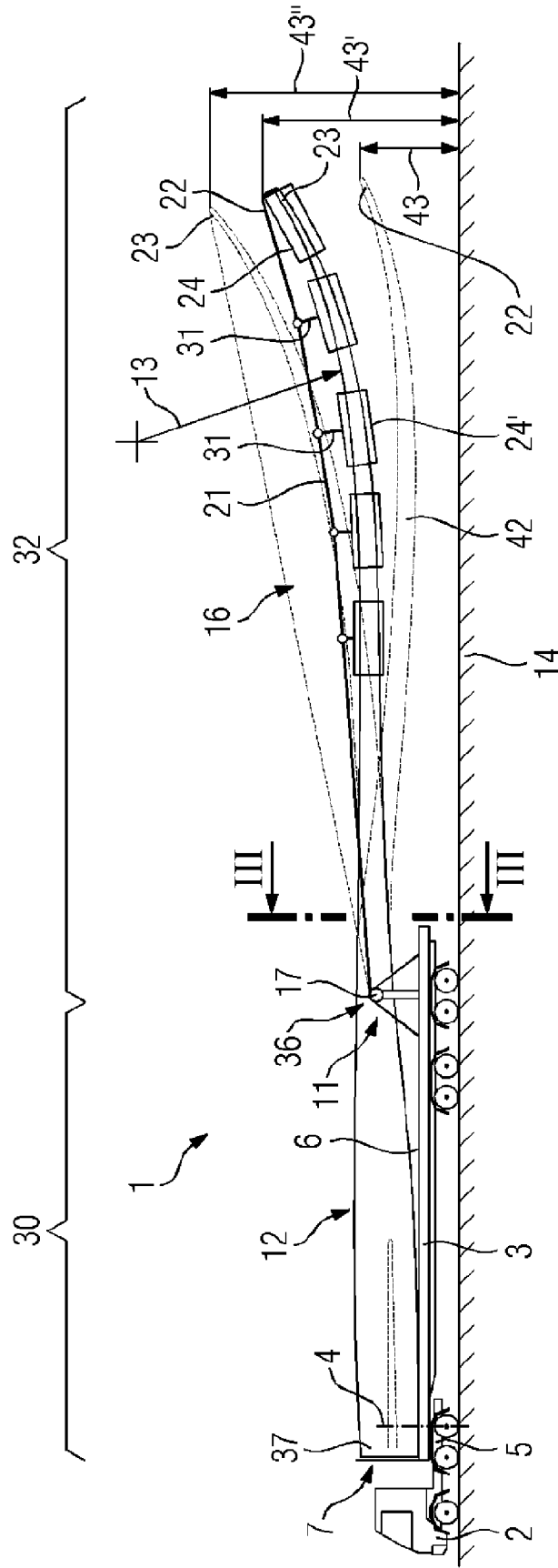


图 1

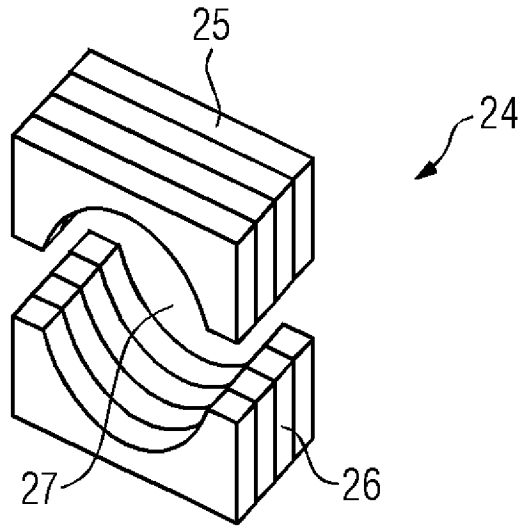


图 2

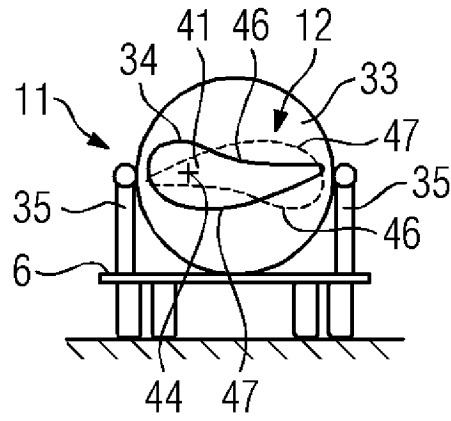


图 3

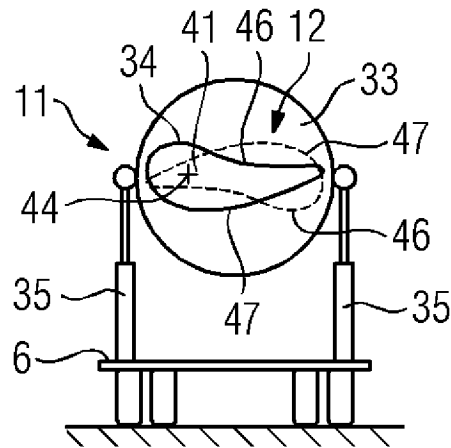


图 4

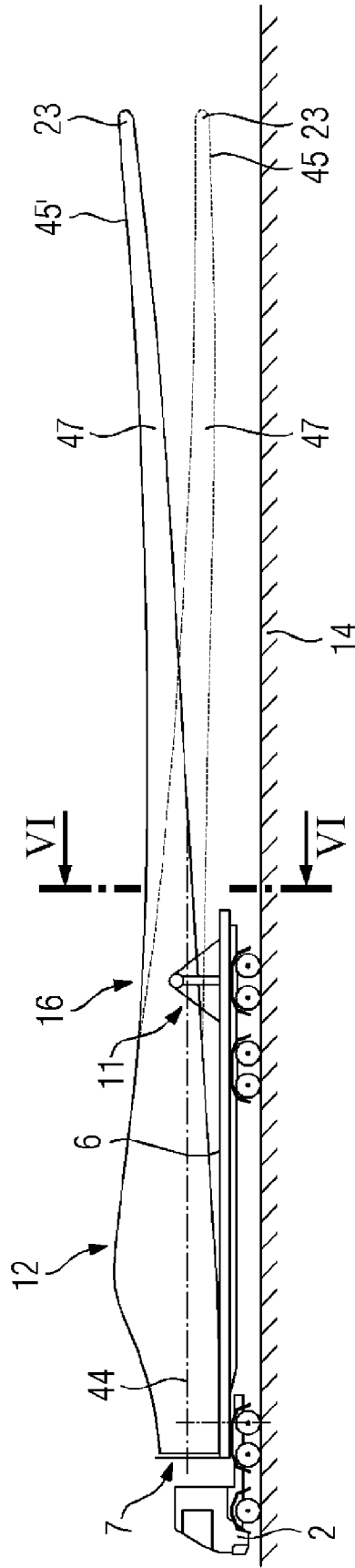


图 5

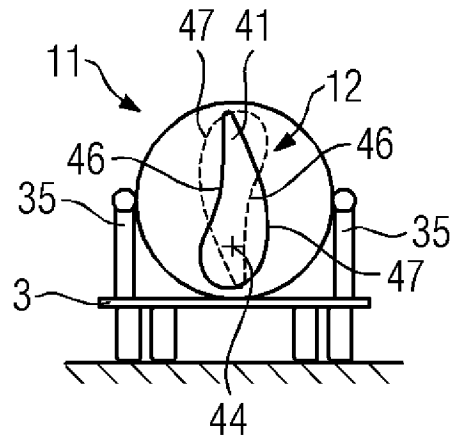


图 6

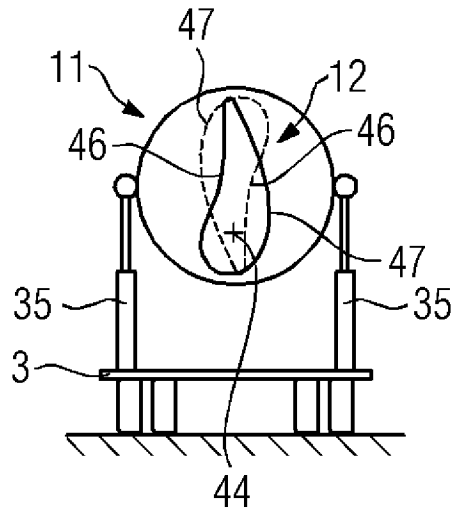


图 7

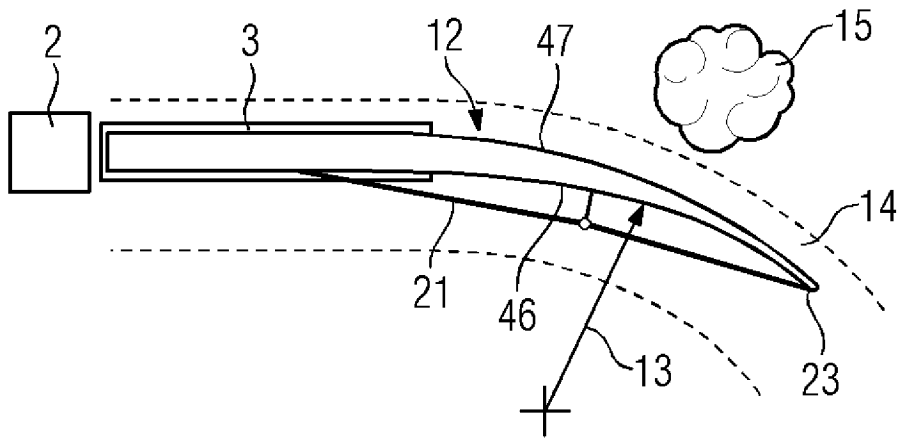


图 8

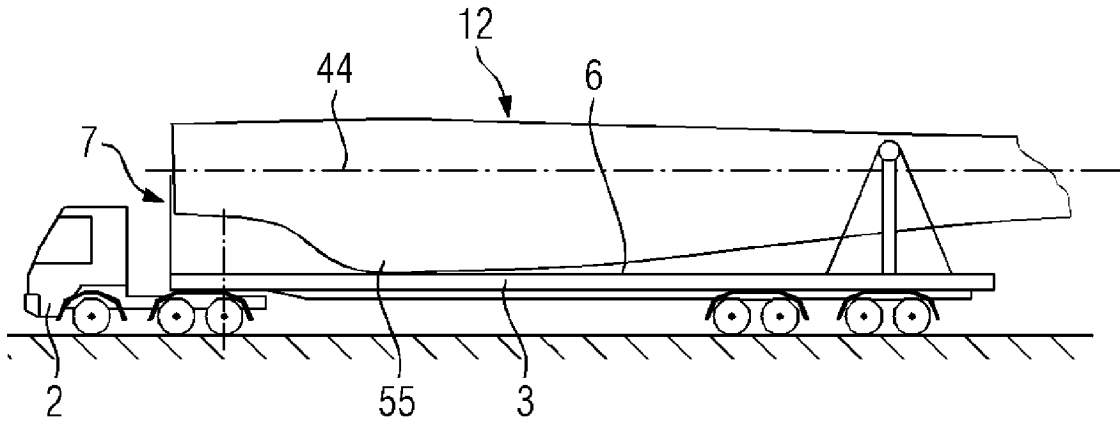


图 9

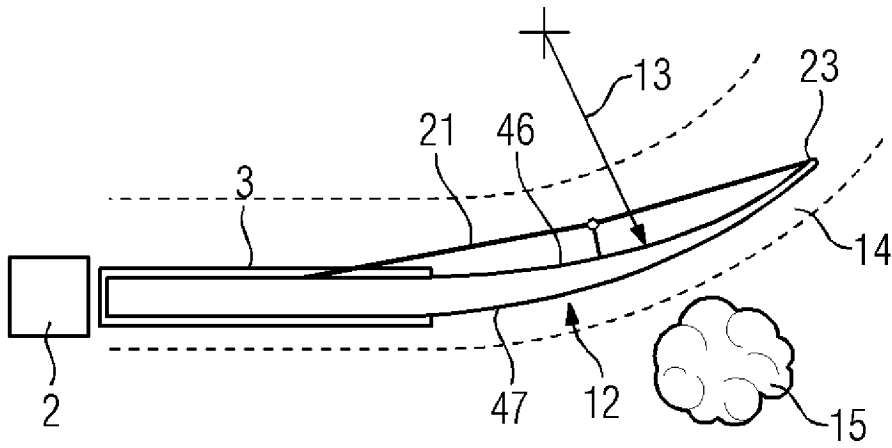


图 10

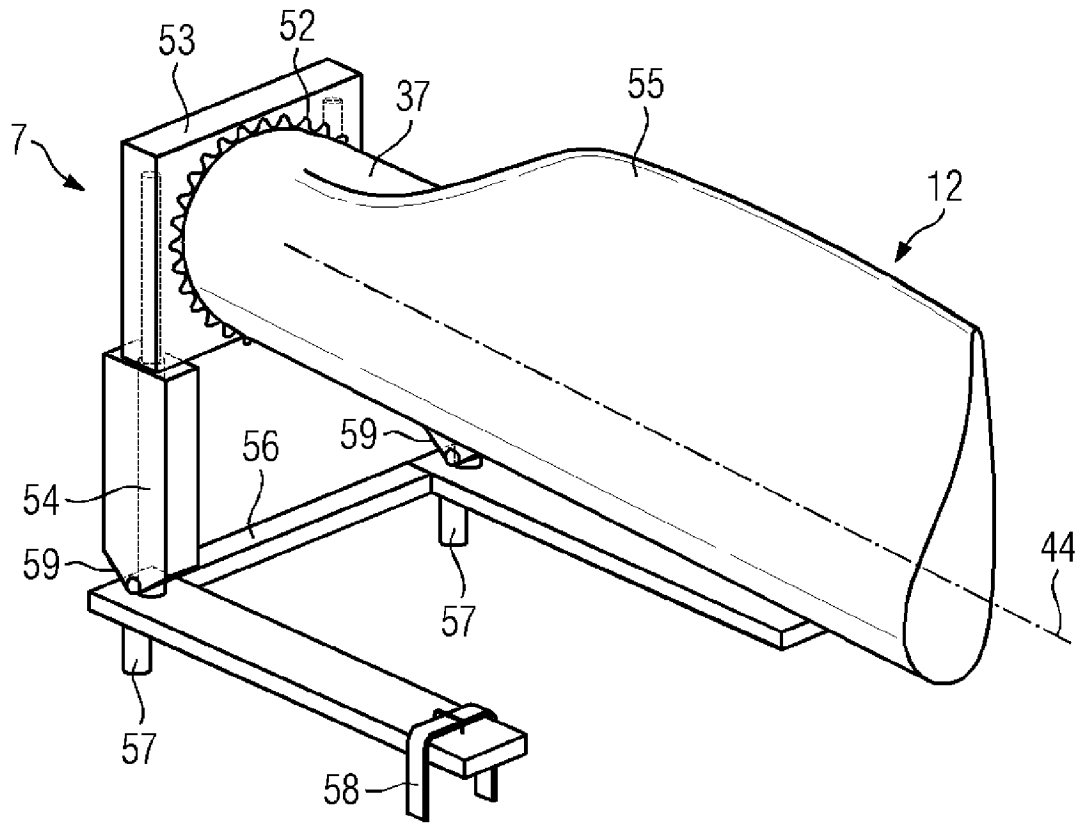


图 11

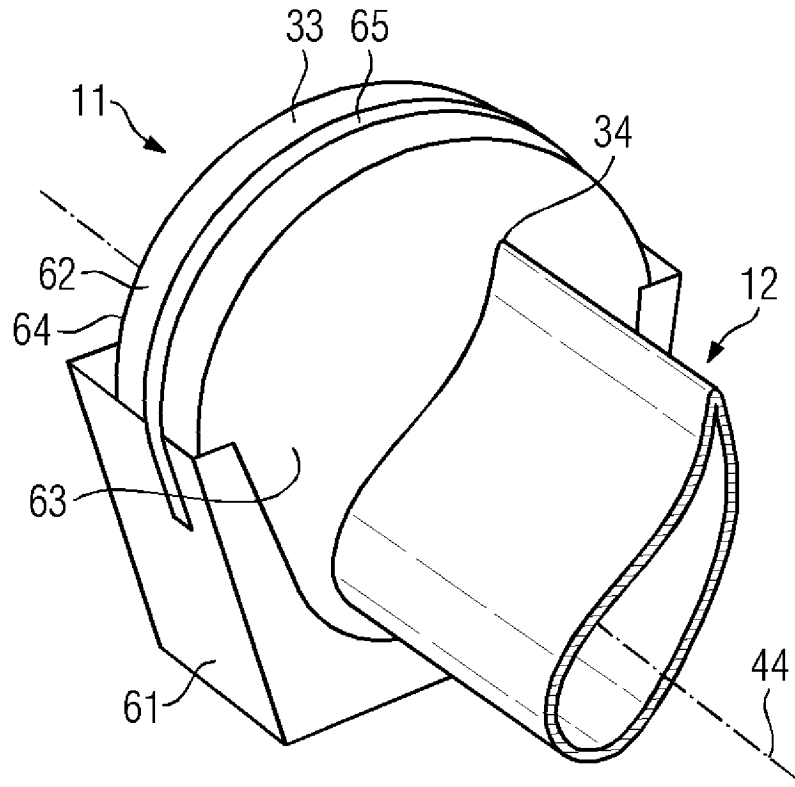


图 12