[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B65D 85/68 (2006.01)
B60P 3/40 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480025543.3

[45] 授权公告日 2008 年 8 月 20 日

[11] 授权公告号 CN 100411960C

[22] 申请日 2004.7.9
[21] 申请号 200480025543.3
[30] 优先权
[32] 2003.7.10 [33] DK [31] PA200301051
[86] 国际申请 PCT/DK2004/000497 2004.7.9
[87] 国际公布 WO2005/005286 英 2005.1.20
[85] 进入国家阶段日期 2006.3.6
[73] 专利权人 LM 玻璃纤维制品有限公司
地址 丹麦伦纳斯考
[72] 发明人 P·格拉保
[56] 参考文献
WO02/083523A 2002.10.24
US6582196B1 2003.6.24
审查员 王 辉

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 黄力行

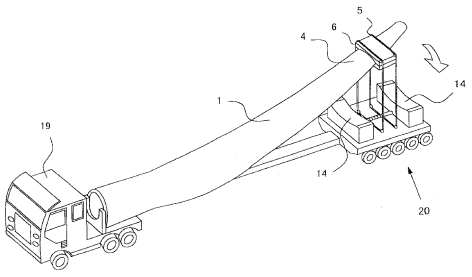
权利要求书 4 页 说明书 11 页 附图 7 页

[54] 发明名称

运输风力涡轮机叶片的方法和设备以及有镇重物容槽的叶片

[57] 摘要

本发明涉及解决运输和储存风力涡轮机弯曲叶片而不受叶片形状制约的问题。 这一问题的解决是通过一种方法和设备，在距叶片一定距离处利用预拉伸装置对叶片进行预拉伸，使得叶片尖部更加靠近叶片根部的纵向中央轴线。 此外，还可以在距叶片根部一定距离处对弯曲叶片设有内部镇重物容槽，从而叶片被充填的内部镇重物预拉伸使叶片尖部更加靠近叶片根部的纵向中央轴线。 结果，叶片可以被设置成弯曲程度较低的形状，由此方便储存和运输。



1. 一种对包括叶片根部(10)和叶片尖部(4)的风力涡轮机叶片(1)进行运输和储存的方法，其中所述风力涡轮机叶片在未加载状态下弯曲，使得所述叶片(1)呈现基本凹形的表面(30)和基本凸形的表面(12)，并且使得所述叶片尖部(4)与所述叶片根部(10)的纵向中央轴线(28)相间隔，其特征在于，利用预拉伸装置(2、5、6、9、13、16、17、21、22、23、24、25、26、33)在距叶片根部(10)的一定距离处对风力涡轮机叶片(1)进行预拉伸，使得叶片尖部(4)更加靠近叶片根部(10)的纵向中央轴线(28)。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，将风力涡轮机叶片(1)预拉伸，使得叶片尖部(4)和叶片根部(10)的纵向中央轴线(28)之间的距离不超过叶片根部(10)的半径(32)的两倍。

3. 根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，叶片尖部（4）和叶片根部（10）的纵向中央轴线（28）之间的距离不超过叶片根部（10）的半径（32）。

4. 根据权利要求 1 或 2 或 3 所述的方法，其特征在于，所述预拉伸装置包括平行于叶片延伸的配合件(2、33)，所述预拉伸装置还具有用于朝向所述配合件(2、33)压迫风力涡轮机叶片(1)的基本凹形表面的预拉伸部件(5、6)。

5. 根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，所述配合件(2)是弹性的和弯曲的，并且平行于风力涡轮机叶片(1)设置，使得所述配合件沿着相对于风力涡轮机叶片(1)的方向弯曲，由此依靠预拉伸部件(5、6)使所述配合件(2)和风力涡轮机叶片(1)彼此相压。

6. 根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，所述配合件(33)是基本为直线性的和基本刚性的，并且利用预拉伸部件(5、6)朝向所述配合件(33)压迫风力涡轮机叶片(1)。

7. 根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，配合件(2、33)包括

具有对应于叶片(1)表面的表面，并且防止所述风力涡轮机叶片(1)被损伤的内部轮廓(3)。

8. 根据权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述弹性的配合件由第二弯曲的风力涡轮机叶片(1)形成，所述第二叶片相对于第一叶片(1)颠倒放置，由此这两个叶片的根部(10)固定在各自的第一支架(25)中，并且由此这两个叶片的尖部(4)固定在各自的第二支架(26)中，并且其中所述第一叶片(1)的所述第一支架(25)和所述第二叶片(1)的所述第二支架(26)彼此固定，并且随后所述第一叶片(1)的所述第二支架(26)和所述第二叶片(1)的所述第一支架(25)彼此相压并且彼此固定。

9. 根据权利要求 1 或 2 或 3 所述的方法，其特征在于，所述预拉伸装置包括在靠近叶片尖部(4)的位置处固定到叶片(1)上并且定位成沿着叶片(1)的凸形表面(12)延伸的绳索(9)，所述绳索(9)被拉紧，使得叶片尖部(4)更加靠近叶片根部(10)的纵向中央轴线(28)设置。

10. 根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于，将用于叶片的叶片尖部安装件(16)紧固到叶片尖部(4)附近，并且绳索(9)固定到所述安装件上。

11. 根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于，绳索引导安装件(13)紧固在叶片尖部(4)和叶片根部(10)之间，绳索(9)在距叶片(1)的表面一定距离处抵靠所述绳索引导安装件以确保垂直于叶片(1)的凸形表面(12)的压缩分力的实现。

12. 根据权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所述叶片尖部安装件(16)和绳索引导安装件(13)利用绞链(29)相互连接，同时利用间隔横梁(18)在所述叶片尖部安装件(16)和所述绳索引导安装件(13)之间确保恒定的距离。

13. 根据权利要求 1 或 2 或 3 所述的方法，其特征在于，定位所述叶片(1)，使得基本凹形的表面(30)面向下并且至少叶片根部(10)被支撑，预拉伸装置由距叶片根部(10)一定距离设置在叶片(1)上或其中的镇重物装置(21、31)形成。

14.根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，利用牵引机单元(19)，和以可选方式与配合件成一体形成的拖车或半拖车(31)运输在预拉伸状态下的叶片(1)，其中，所述叶片(1)被压向所述配合件。

15.一种包括叶片根部(10)和叶片尖部(4)的风力涡轮机叶片(1)，其中所述风力涡轮机叶片弯曲，使得所述风力涡轮机叶片(1)在未加载状态呈现基本凹形的表面(30)和基本凸形的表面(12)，并且使得所述叶片尖部(4)与所述叶片根部(10)的纵向中央轴线(28)相间隔，其特征在于，所述叶片(1)在距叶片根部(10)一定距离处设有内部镇重物容槽(21)，所述容槽适于填充镇重物材料，使得当叶片(1)以其基本凹形的表面(30)面向下放置并且在靠近叶片根部(10)以及可选的叶片尖部(4)处支撑时，由于作用在镇重物上的重力作用，叶片尖部(4)更加靠近叶片根部(10)的纵向中央轴线(28)。

16.根据权利要求 15 所述的风力涡轮机叶片，其特征在于，所述镇重物材料是水或可流动材料。

17.一种对包括叶片根部(10)和叶片尖部(4)的风力涡轮机叶片(1)进行运输和储存的设备，其中所述风力涡轮机叶片在其未加载状态下弯曲，使得所述叶片(1)呈现基本凹形的表面(30)和基本凸形的表面(12)，并且使得所述叶片尖部(4)与所述叶片根部(10)的纵向中央轴线(28)相间隔，其特征在于，所述设备具有预拉伸装置(2、5、6、9、13、16、17、21、22、23、24、25、26、33)用于在距叶片根部(10)的一定距离处对叶片(1)加载，使得叶片尖部(4)更加靠近叶片根部(10)的纵向中央轴线(28)。

18.根据权利要求 17 所述的设备，其特征在于，所述预拉伸装置包括适于平行于叶片设置的配合件(2、33)，所述预拉伸装置还具有用于朝向所述配合件(2、33)压迫叶片(1)的基本凸形表面的预拉伸部件(5、6)。

19.根据权利要求 18 所述的设备，其特征在于，所述设备具有根部安装件(11)，所述安装件适于使得叶片根部(10)能够以固定方式支撑

于其上。

20.根据权利要求 18 所述的设备，其特征在于，所述配合件形式为适于由牵引机单元(19)进行拉动的拖车或半拖车(20)。

运输风力涡轮机叶片的方法和设备以及有镇重物容槽的叶片

技术领域

本发明涉及对包括叶片根部和叶片尖部的风力涡轮机叶片进行运输和储存，其中该风力涡轮机叶片在未加载状态下弯曲，使得该风力涡轮机叶片呈现基本凹形的表面和基本凸形的表面，并且使得所述叶片尖部与所述叶片根部的纵向中央轴线相间隔。本发明还涉及上述类型的风力涡轮机叶片以及用于运输和储存上述类型的风力涡轮机叶片的设备。

背景技术

通常公知的是利用卡车、火车或货船运输用于发电的现代风力涡轮机的纤维增强聚合物叶片。为了在每次运输中输送尽可能多的叶片，叶片通常以相互颠倒的方式进行捆绑。例如，通常捆绑三个叶片从而在一端处设置两个根部，并且一个叶片尖部占据其间的空隙，因此结果是在另一端处设置有仅一个根部和两个叶片尖部。

在 WO 02/083523 中披露了已知捆绑方法的另一个实例，其中叶片设置在支架中，该支架分别在叶片根部和叶片尖部处进行固定，然后与设置在对应支架中的颠倒的叶片相结合。结果，这些叶片可以在水平平面中和竖直平面中模块式一起靠近地设置。

在最近几年，几家风力涡轮机叶片制造商已经开始制造设计成在安装后弯曲离开塔架的叶片。因此叶片在未加载状态时弯曲，使得风力涡轮机叶片呈现基本凹形的表面和基本凸形的表面。措辞“凹形的表面”指的是叶片的这个表面，叶片的纵向几何中心线从该表面向内弯曲。措辞“凸形的表面”指的是叶片的这个表面，叶片的

纵向中心线从该表面向外弯曲。当叶片被安装从而叶片尖部弯曲离开塔架时，凸形表面因此面对塔架并且凹形表面背离塔架。以这种方式，在叶片尖部和塔架之间可确保形成增加的距离，这是理想的以便降低通常很长的叶片在强风中由于风压力而发生弯曲并且撞击塔架的风险。WO 99/14490 披露了这种方案。

相关工业生产已经提供了长度在 54 米和更长的叶片的实例，但是它们仅被制造为具有大约两米的曲率半径，这主要是由于随后的和必须的从制造场地向应用场地/安装场地的运输的限制。

但是，目前的以及增长的叶片长度已经带来愈发迫切的要求，即生产具有显著更高的曲率的叶片，以便降低或者即便是保持在短舱上的可以接受的低的突出程度。

因此，也期望能够运输具有比两米更高的曲率的叶片，所述叶片几乎不能够利用已知的方法运输到风力发电工厂。

发明内容

根据第一个方面，本发明目的在于提供一种有助于储存和运输用于风力涡轮机的弯曲叶片的方法，而同时这种储存或运输不会显著地受到叶片形状的制约。

本发明目的通过一种方法而得以实现，其中在距叶片根部一定距离处利用预拉伸装置对叶片进行预拉伸，使得叶片尖部更加靠近叶片根部的纵向中央轴线。叶片根部的纵向中央轴线应该被理解为延伸通过叶片根部的中心并且垂直于根部凸缘平面的直线。结果，叶片可以被设置成弯曲程度较低的形状，由此方便储存和运输。通常，现代风力涡轮机叶片利用卡车或货船长距离运输。当这些叶片高度弯曲时，它们可以覆盖道路的整个宽度，或者当叶片设置成使其弯曲在水平平面中伸展时甚至覆盖更多的宽度。当将叶片以弯曲在竖直平面中伸展的方式设置时，通常不能在桥梁下面、通过隧道等对其进行运输。通过根据本发明的方法“拉直”叶片，可将叶片设置

成允许利用卡车运输经过较窄的道路以及在桥梁下面通过、穿越隧道等的形状。弯曲叶片迄今设有比理想曲率更小的曲率以避免上述缺点。叶片越长，相对曲率越小，这是不理想的，因为长的叶片在强风中产生大的挠曲。

根据一个优选实施例，对叶片进行高度预拉伸以至叶片尖部和叶片根部的纵向中央轴线之间的距离不超过叶片根部半径的两倍，更优选不超过叶片根部的半径。以这种方式，该叶片可获得占据与同样尺寸的非弯曲叶片基本相同的空间的形状。

但是，在一些情形下，将叶片预拉伸到以下的程度也是足够的，其中叶片尖部和叶片根部的纵向中央轴线之间的距离不超过叶片根部半径的五倍、四倍或三倍。

术语“半径”表示该叶片根部具有基本为圆形的截面。当叶片根部具有不同形状的截面例如椭圆形截面时，半径指的是叶片根部在弯曲方向中的截面尺寸的一半。

根据一个实施例，该预拉伸装置包括平行于叶片延伸的配合件以及用于朝向该配合件压迫风力涡轮机叶片的基本凹形表面的预拉伸部件。叶片根部优选以固定的方式支撑在配合件上，利用该预拉伸部件朝向配合件拉动叶片尖部。

根据一个实施例，该配合件可以是弹性的，弯曲的并且平行于风力涡轮机叶片设置，使得所述配合件沿着与风力涡轮机叶片相对的方向弯曲，由此利用预拉伸部件将该配合件和风力涡轮机叶片朝向彼此压迫。该配合件例如可以由纤维增强聚合物制成以便获得对应于叶片弹性的弹性。

与风力涡轮机叶片类似，该配合件设有可以确保当固定到叶片上时该配合件也被预拉伸的曲率。例如可以利用一个或多个电力、液力或手动绞盘进行将配合件固定到叶片上的操作，该绞盘利用皮带等或者在配合件上或者在风力涡轮机叶片的最外部分上优选在其尖部上安装。结果，叶片尖部和配合件能够朝向彼此拉近，使得风力

涡轮机叶片完全地或者部分地拉直并且固定在该位置中以便储存和运输。

上述方法甚至允许利用传统的运输装置运输具有显著曲率的风力涡轮机叶片。可选的，可以在运输中当需要经过狭窄的或者低矮的障碍物时进行所必须的预拉伸。

有利的是，所述实施例可以具有活动绞盘装置，该装置可以移动到其它叶片/配合件以便将其预拉伸并且将它们固定到该位置。当解开叶片时，可以重新安装该活动绞盘装置，以便避免将叶片从配合件急速释放。但是，适于从预拉伸位置释放叶片和配合件的不同的和更多手动的方案当然也可以使用。

根据一个可选实施例，该配合件是基本为直线性的和基本刚性的，利用预拉伸部件朝向该配合件压迫风力涡轮机叶片。这种“刚性”的配合件可以是 U 形的网格构件，该配合件在叶片的最内部分处优选在叶片根部固定到叶片上。该刚性配合件可如在上述实施例中所述的那样也设有一个或多个绞盘，该绞盘利用固定到叶片上和配合件上的皮带和适当的拉轭等向叶片传递所需的作用力。当叶片处于其理想位置时，将其固定到配合件上。

在一个优选实施例中，该刚性网格构件包括基本平面状的底壁和两个凸缘壁，所述凸缘壁基本是直线性的并且与叶片的外部轮廓一致。该配合件可以有利地加以改进以便凸缘壁绞接到或者以可拆卸方式固定到底壁上，由此在运输空闲的配合件时允许所述凸缘壁被向下折叠。

弹性的或刚性的配合件均可成形为或者使其支承部件成形为允许叶片适度地抵靠配合件而不会损伤叶片的表面。

根据一个实施例，弹性的配合件可以由第二弯曲的风力涡轮机叶片形成，该第二叶片相对于第一叶片颠倒放置，由此这两个叶片的根部固定在各自的第一支架中，并且由此这两个叶片的尖部固定在各自的第二支架中，并且其中所述第一叶片的第一支架和所述第二

叶片的第二支架彼此固定并且随后所述第一叶片的第二支架和所述第二叶片的第一支架朝向彼此被压迫并且彼此固定。结果，能够以非常简单的和紧凑的方式，两个两个地储存和运输叶片。

可选的是，第一叶片的第一支架和第二叶片的第二支架可被朝向彼此的压迫并且彼此固定，随后或者同时所述第一叶片的所述第二支架和所述第二叶片的所述第一支架朝向彼此被压迫并且彼此固定。

根据一个实施例，预拉伸装置包括在靠近叶片尖部的位置处固定到叶片并且定位成沿着叶片的凸形表面延伸的绳索，所述绳索拉紧，使得叶片尖部更加靠近叶片根部的纵向中央轴线。可以在叶片根部利用根部固定件将绳索固定到叶片上并且在叶片的凸形表面上将其引导至靠近叶片尖部的区域。在叶片尖部，该牵引绳固定到叶片尖部安装件上，该安装件紧固到叶片上并且优选形成为可以从叶片尖部在叶片上任意移动的轴衬类型。在叶片的凸形表面上，该轴衬可设有适当的突出臂，该牵引绳固定到突出臂中。因此通过拉动该牵引绳，可将力矩施加到弹性叶片上，并且该叶片由此被拉直，直至获得理想的“直线性”为止。

根据一个特别优选的实施例，至少一组可选形式为轴衬的绳索引导安装件安装在前述的两个安装部件之间，以便确保该风力涡轮机叶片的表面不会被牵引绳损伤。当拉紧绳索时，该轴衬可在距尖部一定距离处在叶片的凸形表面上施加压缩力。利用通过适当类型的受压部件相互连接的两个或多个轴衬可以进一步确保这种效果。

所述轴衬可在其内表面上设有例如气垫或类似装置的装置，以保证叶片表面不会受到预拉伸的损伤。

根据一个实施例，如此放置叶片，使得凹形表面向下并且至少叶片根部被支撑，预拉伸装置由距叶片根部一定距离设置在叶片上或其中的镇重物装置形成。结果，可以利用重力以或多或少的程度拉直叶片。

当然可以同时在叶片根部处和叶片尖部处同时对叶片进行支撑。

根据一个实施例，利用牵引机单元，和以可选方式与配合件成一体形成的拖车或半拖车在预拉伸状态下运输叶片，其中，可朝向该配合件压迫叶片。为了实现对叶片进行理想的预拉伸，所述叶片可以根据叶片的定向或者在尖部处或者在尖部和根部之间的一定区域处被朝向基部拉动。

利用该方法，同样有利的是，利用绞盘装置和适于叶片几何形状的拉轭对叶片进行预拉伸。

当在未加载状态下以叶片的凹形表面面向上的方式设置叶片时，将在尖部处进行拉动。但是，当预拉伸操作需要能够将车辆或拖车完全地或部分地从地面提升的作用力时，不能使用该方案。

当以叶片的凸形表面面向上的方式设置叶片时，将从尖部和根部之间的一定区域处进行拉动。但是，该方案要求车辆前端和后端之间的连接部件设计成能够传递所需的力。

该方案的一种变型是，在叶片上或叶片内的关键性位置处安装具有适当重量的镇重物。该镇重物，其形式尤其为水或另一种适当的材料，能够以可选择方式与所述的预拉伸机构相配合或者仅利用其静载荷发生作用。

本发明还涉及一种具有内部镇重物容槽的风力涡轮机叶片。

在本发明的再一个实施例中，可以连同用于风力涡轮机的塔架部分一起地运输用于风力涡轮机的弯曲叶片。利用该方案，可将刚性塔架用作配合件，该配合件沿着叶片的长度完全地或部分地围绕叶片。为了“拉直”叶片，安装多个适当的相互间隔的安装件，所述的安装件适于并且设计为将叶片引导到水平放置的塔架部分中。

这些安装件可以设有多个围绕叶片设置的滚轮等，从而利用这些滚轮将叶片抵靠塔架部分的内表面进行支撑。

例如当使用卡车进行运输时，叶片可在叶片根部处安装到牵引机单元上并且从此处开始进行倒车以使其进入安装在平板拖车等车辆

上的等待中的塔架部分内。以此方式，迫使叶片进入预拉伸位置。当叶片在塔架部分中到位时，可将平板拖车拖挂到牵引机单元，并且拖车组准备待发。

本发明还涉及一种对包括叶片根部和叶片尖部的风力涡轮机叶片进行运输和储存的设备，其中该风力涡轮机叶片在未加载状态下弯曲，使得该风力涡轮机叶片呈现基本凹形的表面和基本凸形的表面，并且使得所述叶片尖部与所述叶片根部的纵向中央轴线相间隔，所述设备具有预拉伸装置，以用于在距叶片根部的一定距离处对叶片加载，使得叶片尖部更加靠近叶片根部的纵向中央轴线。

根据本发明，该设备的预拉伸装置包括适于平行于叶片设置的配合件，所述预拉伸装置还具有用于朝向该配合件压迫叶片的基本凸形表面的预拉伸部件。

根据本发明，该设备可具有根部安装件，该安装件适于允许叶片根部固定于其上。

根据本发明，该配合件的形式为适于由牵引机单元拖拉的拖车或半拖车。

附图说明

下面参考附图详细描述本发明，在附图中：

图 1 是用于风力涡轮机的风力涡轮机叶片，该叶片处于正由弹性配合件进行预拉伸的过程中，

图 2 所示与图 1 相同，其中该叶片被预拉伸，

图 3 是处于正由刚性网格配合件进行预拉伸的过程中的风力涡轮机叶片，

图 4 是正由轴向牵引绳进行预拉伸的风力涡轮机叶片，

图 5 所示与图 4 相同，但是其中该叶片被预拉伸，

图 6 是图 4 和图 5 的一个部分，但是更加详细，

图 7 是图 4 和图 5 的另一个细节的局部剖视图，

图 8 是处于正在卡车上进行预拉伸的过程中的风力涡轮机叶片，

图 9 是位于卡车上的风力涡轮机叶片，其中该叶片含有内部的镇重物，

图 10 是具有外部镇重物的风力涡轮机叶片的一部分，

图 11 是在塔架部分中设置和预拉伸的风力涡轮机叶片，

图 12 是朝向彼此预拉伸的两个风力涡轮机叶片，

图 13 是图 12 的细节。

具体实施方式

图 1 示出安装在弹性配合件 2 上的弹性弯曲叶片 1，该配合件具有适配于叶片外部轮廓的内部轮廓 3。该弹性配合件利用容纳圆柱形轮廓的根部 10 的根部安装件 11 在叶片根部 10 处固定到叶片 1 上。在配合件 2 和叶片 1 的最外部分处，安装有绞盘装置 5，如图 2 所示，利用该绞盘装置可将叶片 1 和配合件 2 朝向彼此地拉动并且由此将它们拉直。所示的该绞盘装置 5 可以是可拆卸的并且由此是活动的，从而对于一次运输或者储存而言，它可用于对多个叶片 1 进行预拉伸。在进行交付时，该绞盘装置 5 也可被利用并且用于拆开预拉伸的叶片 1。叶片根部的纵向中央轴线利用参考标记 28 标示。

图 3 示出构造成刚性网格构件的配合件 33，该配合件在理论上以与图 1 和 2 所示配合件 2 相同的方式使用。但是，二者之间的差异在于，未赋予该配合件 33 对应于叶片弹性的弹性性质。利用该配合件 33，也使用绞盘装置 5 对叶片进行预拉伸，该装置利用适当的拉轭 6 对叶片 1 预拉伸。该网格配合件 33 成形为具有 U 形截面并且具有底壁 7 和两个凸缘壁 8。在对这种类型的配合件 33 进行运输期间，利用未示出的绞链装置，凸缘壁 8 可被向下折叠到底壁 7 上，由此所需空间被显著降低。

另一种方案示于图 4 中，其中使用纵向牵引绳 9 进行预拉伸。在叶片根部 10 处，牵引绳 9 固定到根部安装件 11 上并且被朝向风力

涡轮机叶片的尖部 4 沿着叶片的凸表面 12 引导。在根部 10 和尖部 4 之间，牵引绳 9 穿过围绕叶片 1 安装的形式为中间轴衬 13 的绳索引导安装件或者在其上面被引导。该轴衬 13 在其表面 14 上抵靠叶片 1，该表面设有不会损伤叶片表面的内部表面涂层 15。该中间轴衬 13 用于两个目的；即，防止牵引绳 9 接触叶片 1，并且在预拉伸期间，有助于向叶片 1 传递牵引力和挠曲力。

在叶片的尖部 4 处，安装有叶片尖部安装件，其形式为对应于叶片几何形状的尖部轴衬 16，该轴衬具有牵引绳 9 固定于其中的突出臂 17。

图 5 示出如上所述的处于预拉伸状态的叶片 1。

图 6 示出细节，其中中间轴衬 13 和尖部轴衬利用刚性间隔横梁 18 相互连接，其目的在于确保能够控制作用力从牵引绳 9 向叶片结构的传递。中间轴衬 13 可设有导辊或滑动表面以便在预拉伸过程期间降低牵引绳和中间轴衬之间的摩擦。该间隔横梁利用绞链 29 连接到中间轴衬 13 和叶片尖部轴衬 16 上。

图 7 示出尖部轴衬 16 的细节，该轴衬向内设有可冲气气垫 15，以保证叶片表面不会被叶片 1 预拉伸过程所损伤。

在图 8 中示出根据本发明的另一种运输方法，其中示意了装有风力涡轮机叶片 1 的卡车 19，该叶片处于朝向卡车后端 20 进行预拉伸的过程中。利用适当的绞盘装置 5 进行这种预拉伸操作，该装置向下朝向适当的支承面 14 拉动叶片 1。图 8 仅示出在尖端 4 处拉动叶片 1。但是，本发明并不局限于仅包括一个绞盘装置 5 的使用。可以沿着风力涡轮机叶片 1 的纵向使用多个绞盘装置 5。

图 9 也示出安装到卡车 19 上并且准备进行运输的风力涡轮机叶片 1。可看出该叶片 1 向内设有镇重物 21，例如水，以便在运输之前施加用于充分地拉直叶片 1 所需的作用力。可选的是，可以在运输期间进行所需的预拉伸操作，运输中需要经过狭窄的或低矮的障碍物。图 10 示出一种变型，其中例如由混凝土或钢制成的外部镇重

物 31 安装在风力涡轮机叶片 1 的下面。

图 11 示出准备同时对用于风力涡轮机的风力涡轮机叶片 1 以及用于风力涡轮机的塔架部分 22 进行运输的卡车 19。该方案使用塔架 22 作为配合件 2 并且其刚性用于对叶片 1 进行预拉伸。图 11 示出被引导进入塔架 22 中的叶片 1，由此将叶片 1“拉直”。为了保护叶片 1，安装多个适当间隔开的具有间隔件 24 的安装件 23，并且这些安装件 23 适配于相应的塔架直径。这些间隔件 24 可设有围绕叶片 1 设置的滚轮或适当的集电靴(collector shoe)或滑瓦，从而塔架部分 22 的内表面可支撑叶片 1。

最后，图 12 示出一种方案，其中将两个叶片 1 朝向彼此进行预拉伸。叶片 1 安装在根部 10 处的第一支架 25 中和尖部 4 处的第二支架 26 中。利用在第一风力涡轮机叶片 1 的根部 10 和第二叶片 1 的尖部 4 之间设置的适当的绞盘装置 5，将叶片 1 预拉伸到储存和/或运输的位置。在一个优选的实施例中，该系统适于利用锁紧螺栓 27 被固定到预拉伸位置中。支架 25、26 可利用未示出的装置改进，该装置允许对成对捆绑的叶片 1 进行堆叠。

图 13 示出在根据本方案的预拉伸过程期间的细节，并且其中锁紧螺栓 27 示为未安装的状态。利用该方案，仅能对一端预拉伸，但是，很多情况均要求在两端中均进行预拉伸。

当然，需要相当大的作用力，以便对玻璃纤维强化聚合物制成的现代风力涡轮机叶片进行预拉伸。试验表明，对于 44.5 米长的风力涡轮机叶片，分别需要 3.8 吨、7.5 吨、11.0 吨和 14.8 吨重的荷重以将叶片尖部拉直 1、2、3 和 4 米。从距离叶片根部 15 米处到叶片尖部沿着叶片的方向在六个位置处对叶片加载，应变与距叶片尖部的距离的减小同步地降低。叶片的曲率越大，通常需要越高的力以便将叶片拉伸到允许利用卡车运输叶片的位置处。

迄今，基于运输方面的考虑，没有为风力涡轮机叶片设置大的曲率，但是根据本发明，现在能够为叶片设置比目前情况大得多的曲

率，因为本发明已经解决了运输和储存问题。

利用本发明的设备和方法，可对叶片尖部进行预拉伸以至可以设置成例如以 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、20、30 或者甚至 30 米地更加靠近叶片根部的纵向中央轴线。

本发明并不局限于上述的实施例。

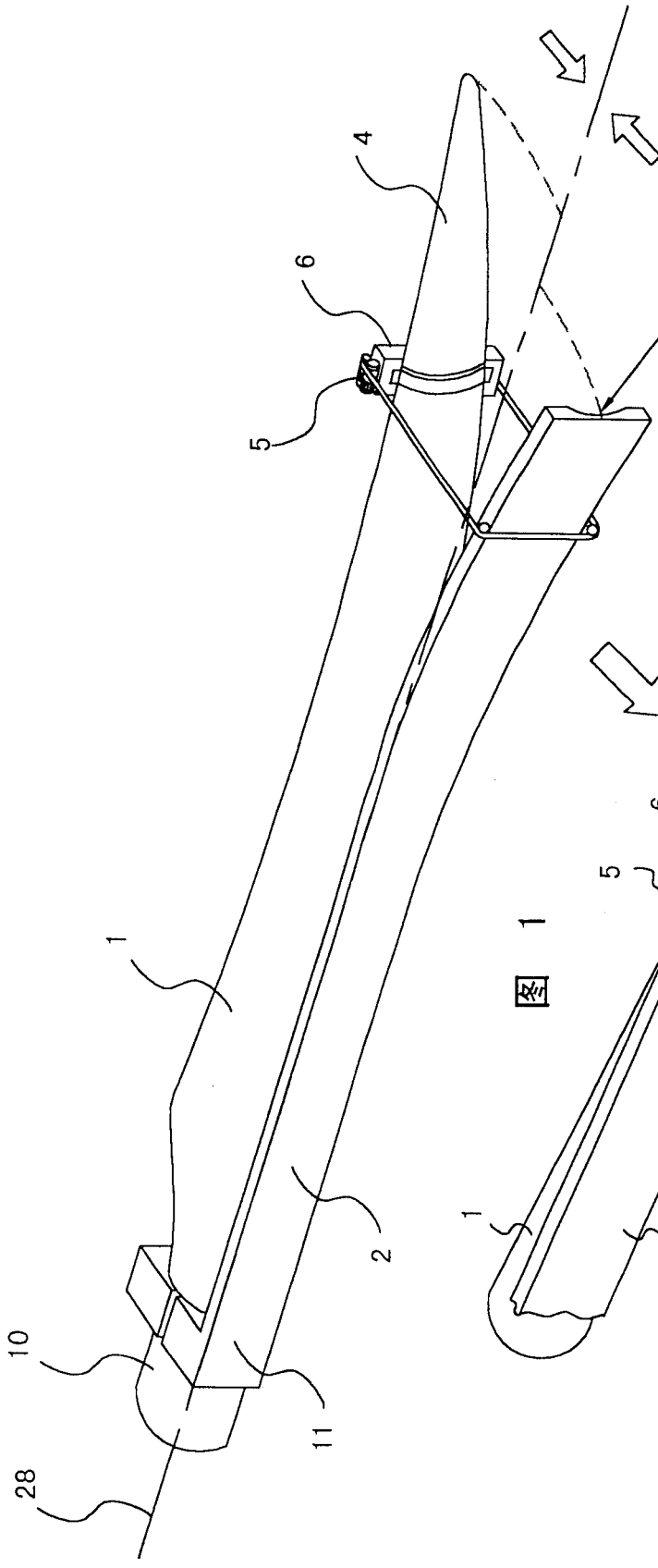


图 1

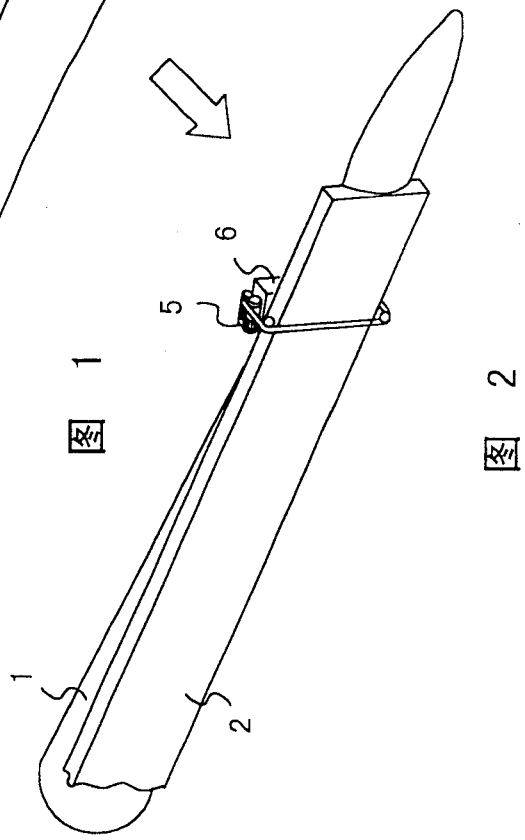


图 2

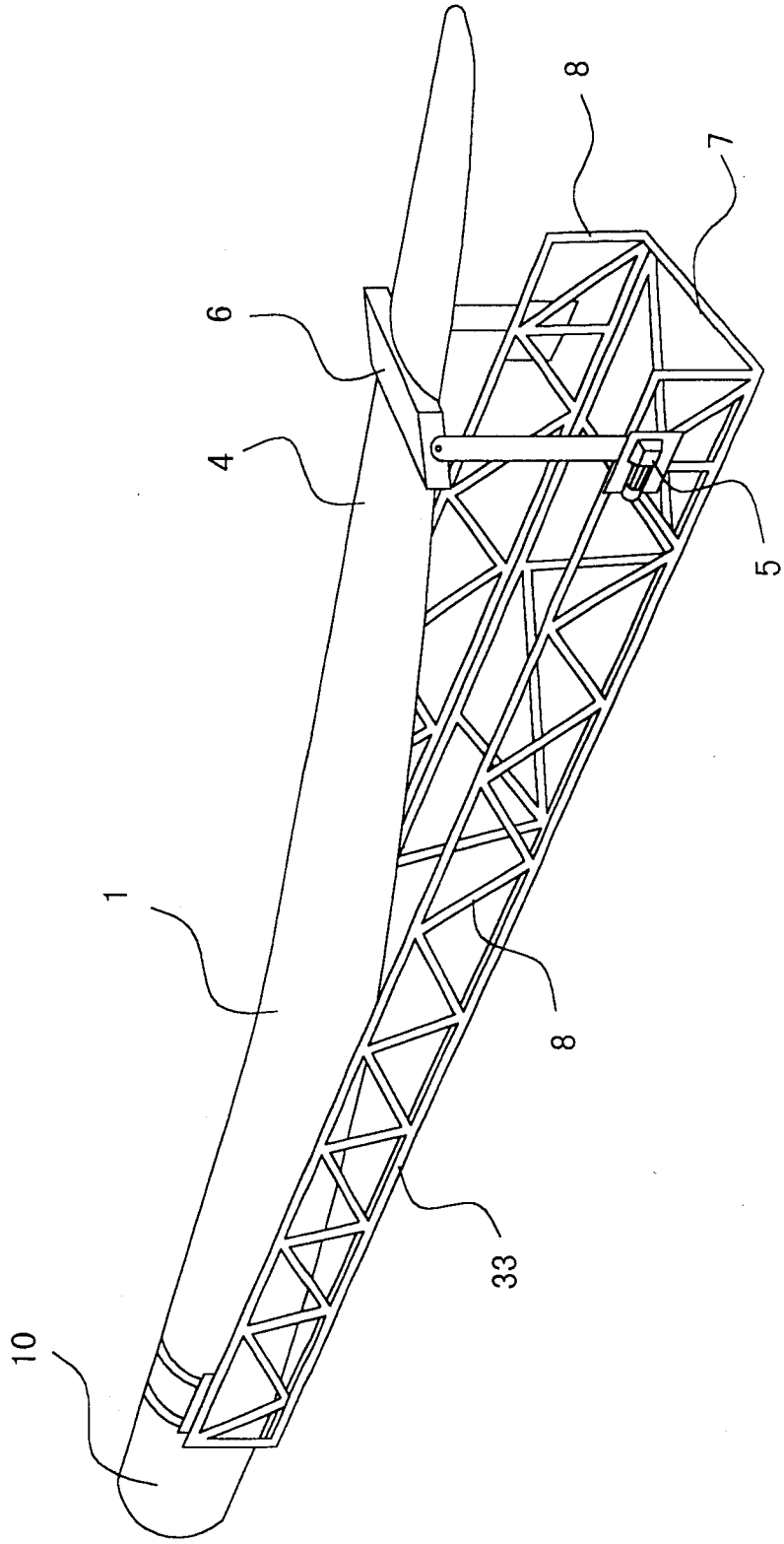


图 3

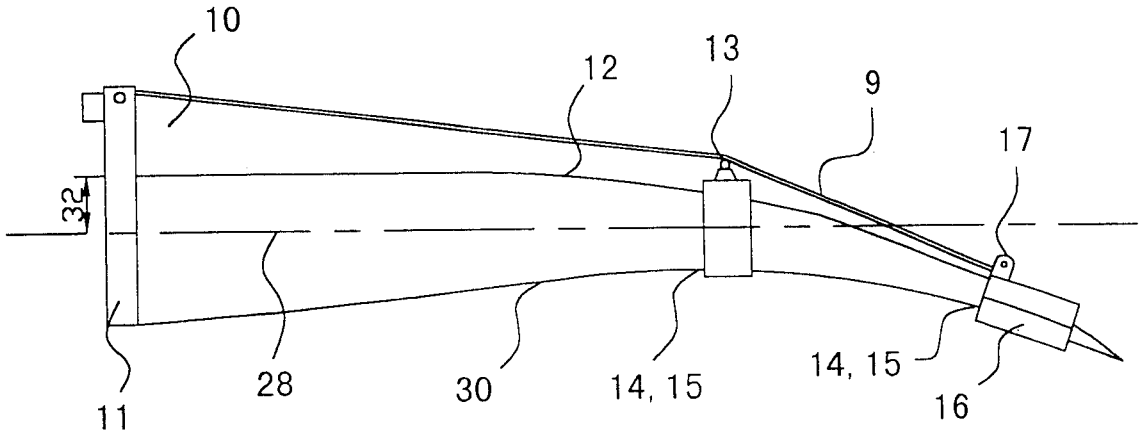

10
12
13
9
17
32
11
28
30
14, 15
14, 15
16

图 4

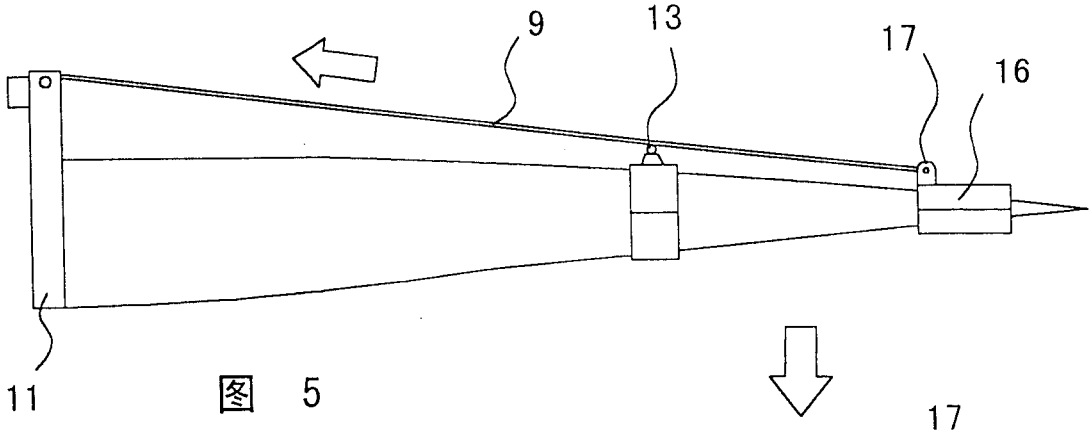

9
13
17
16
11

图 5

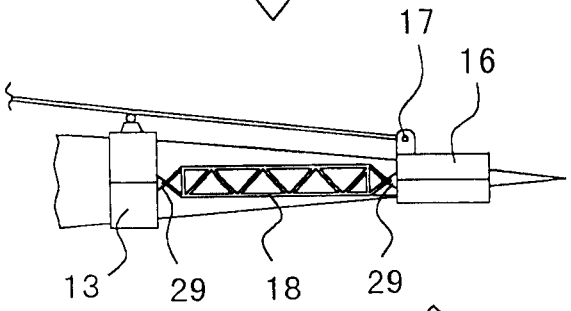

17
16
13
29
18
29

图 6

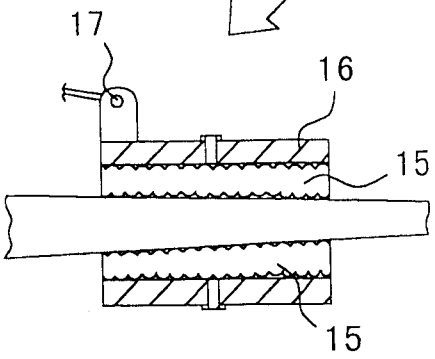

17
16
15
15

图 7

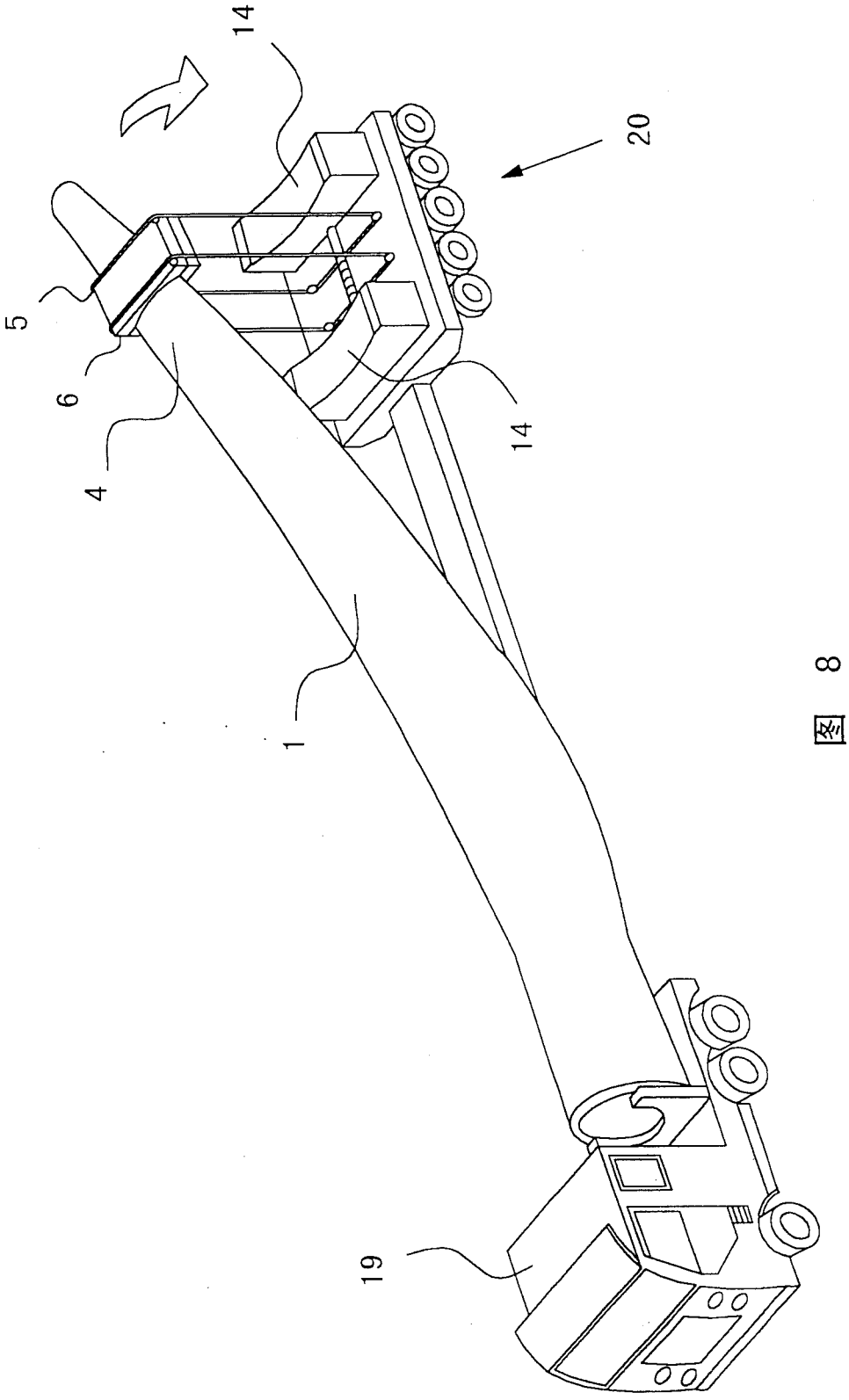


图 8

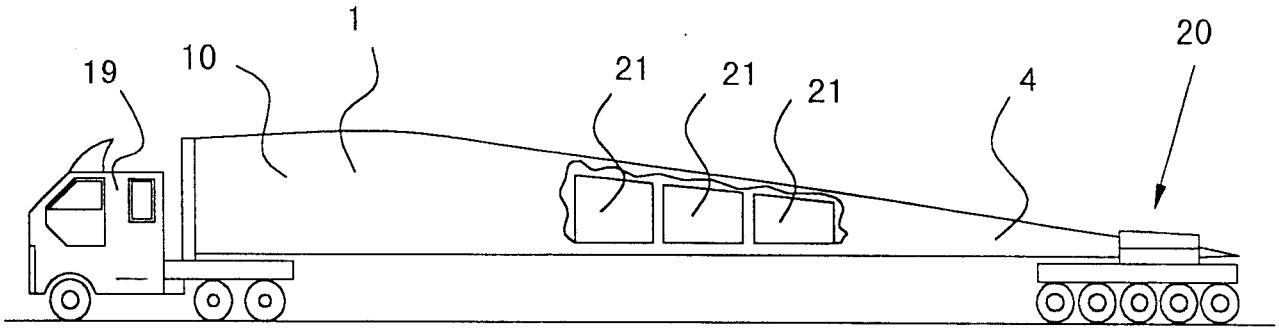


图 9

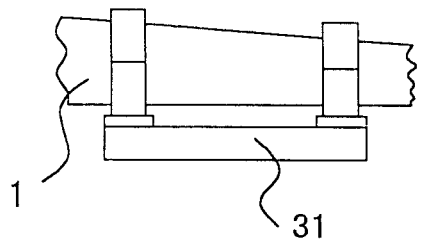


图 10

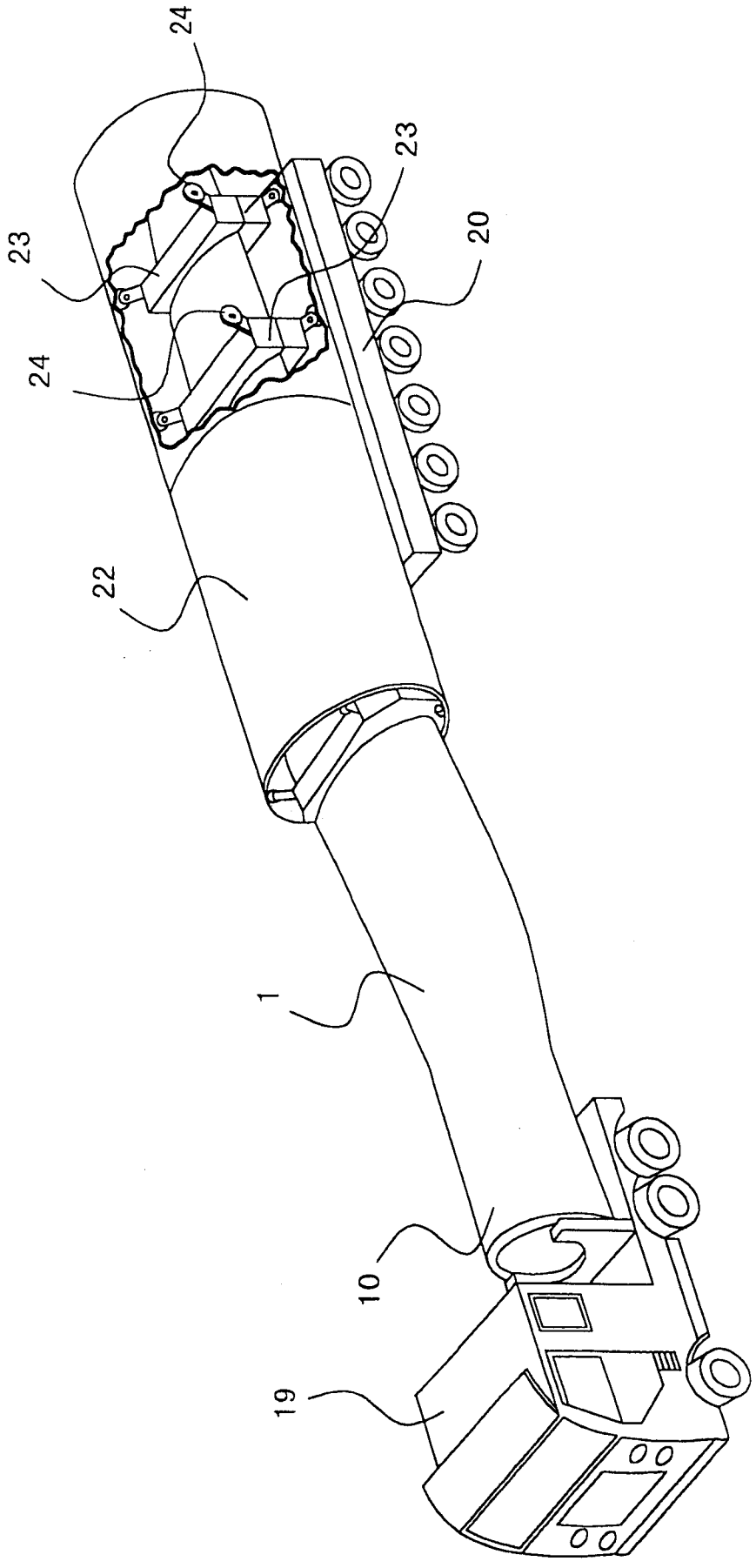


图 11

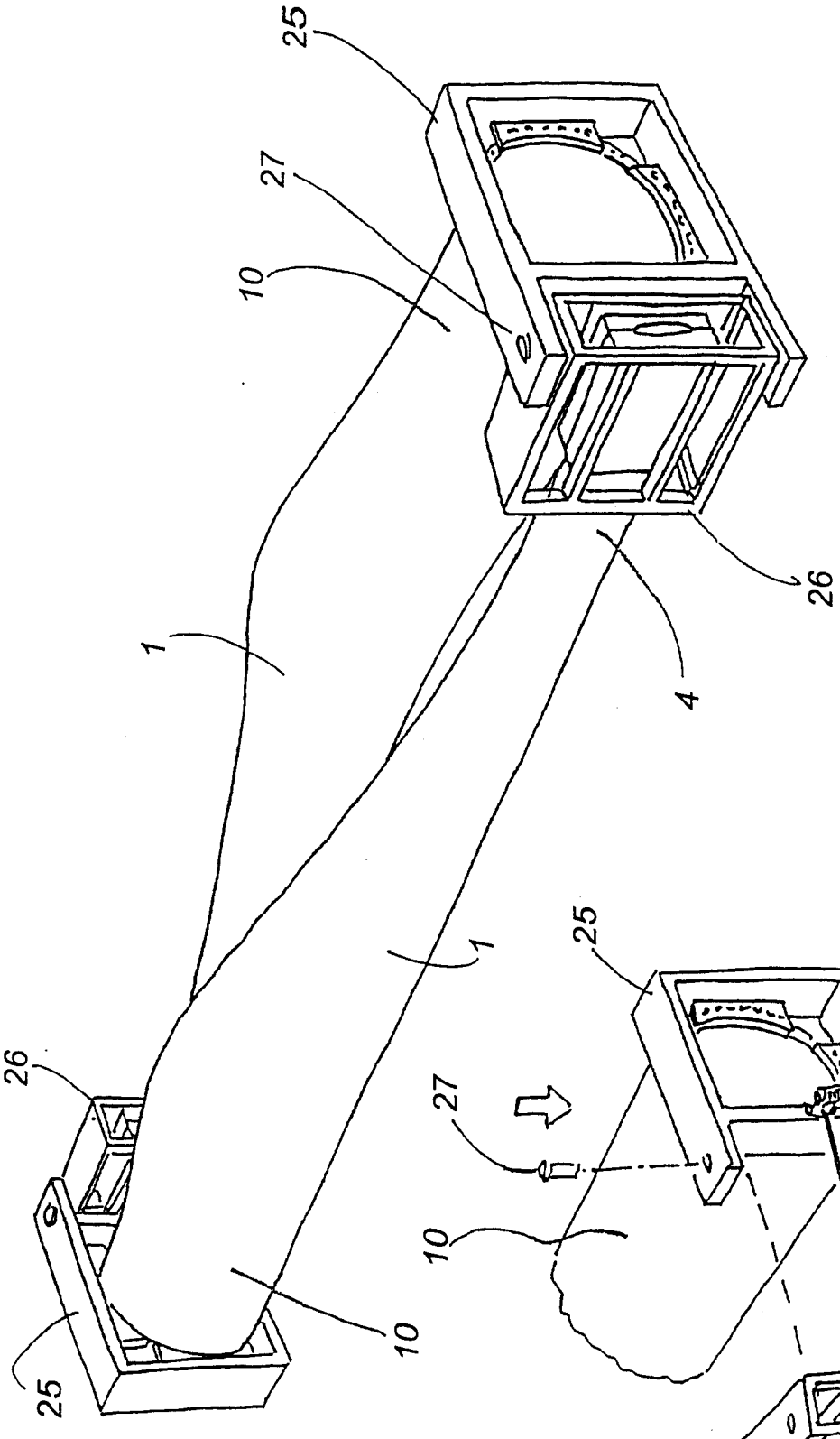


图 12

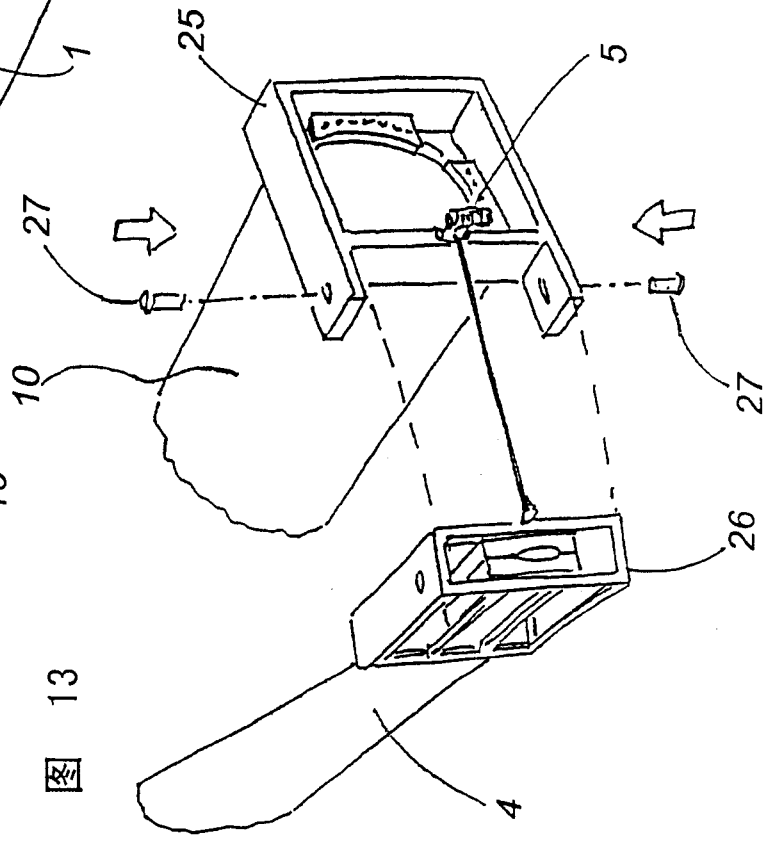


图 13