

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101263300 B

(45) 授权公告日 2011. 07. 06

(21) 申请号 200580050985. 8

(22) 申请日 2005. 07. 05

(85) PCT申请进入国家阶段日
2008. 01. 04

(86) PCT申请的申请数据
PCT/GB2005/002612 2005. 07. 05

(87) PCT申请的公布数据
W02007/003866 EN 2007. 01. 11

(73) 专利权人 维斯塔斯风力系统有限公司
地址 丹麦兰讷斯

(72) 发明人 A·贝奇 G·马登

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所
11247

代理人 马江立 吴鹏

(51) Int. Cl.
F03D 1/06 (2006. 01)
F03D 7/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

FR 2291378 A1, 1976. 06. 11, 全文.

US 4364708 A, 1982. 12. 21, 全文.

US 4431375 A, 1984. 02. 14, 全文.

SE 416990 B, 1981. 02. 16, 全文.

US 4668109 A, 1987. 05. 26, 说明书 1-3 页及图 1-3.

审查员 丁士勇

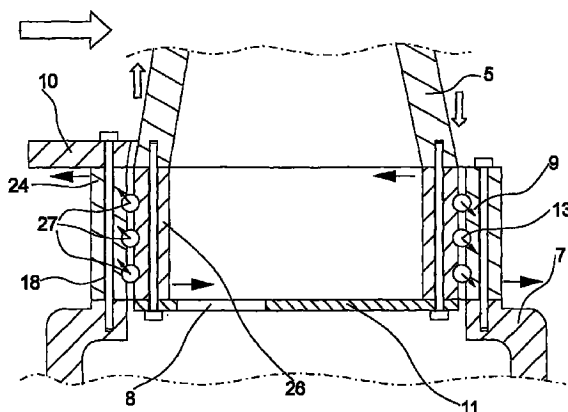
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 7 页

(54) 发明名称

风轮机俯仰轴承及其使用

(57) 摘要

本发明涉及一种风轮机 (1), 该风轮机 (1) 包括至少两个俯仰控制式风轮机叶片 (5)。每个叶片 (5) 都包括具有两个或多个轴承圈 (24、25、26) 的俯仰轴承 (9) 和用于通过该轴承 (9) 使叶片 (5) 俯仰的俯仰控制装置。该叶片 (5) 通过俯仰轴承 (9) 安装在轮毂 (7) 上, 并且俯仰轴承 (9) 包括用于控制轴承 (9) 中的载荷的单独的挠性增强装置 (10、11、12、14、19、20、28)。本发明还涉及这种风轮机 (1) 的使用。



1. 一种风轮机 (1), 包括:

至少两个俯仰控制式风轮机叶片 (5), 每个叶片 (5) 包括一个或多个俯仰轴承 (9), 该俯仰轴承包括两个或更多个轴承圈 (24、25、26), 和

俯仰控制装置, 其用于通过所述轴承 (9) 使所述叶片 (5) 俯仰,

所述叶片 (5) 通过所述俯仰轴承 (9) 安装在轮毂 (7) 上,

其特征在于:

所述一个或多个俯仰轴承 (9) 包括分开的挠性增强装置 (10、11、12、14、19、20、28), 以用于控制所述轴承 (9) 中的载荷, 其中, 所述分开的挠性增强装置 (10、11、12、14、19、20、28) 包括一个或多个板 (10、11), 所述板 (10、11) 固定到所述轴承圈 (24、25、26) 中的一个或多个上。

2. 按照权利要求 1 所述的风轮机 (1), 其特征在于, 所述轴承 (9) 包括两排 (27) 滚动元件 (13)。

3. 按照权利要求 1 或 2 所述的风轮机 (1), 其特征在于, 所述轴承 (9) 包括三排或更多排 (27) 滚动元件 (13)。

4. 按照权利要求 1 或 2 所述的风轮机 (1), 其特征在于, 所述轴承 (9) 包括一个或多个第一和一个或多个第二分开的挠性增强装置 (10、11、12、14、19、20、28)。

5. 按照权利要求 1 或 2 所述的风轮机 (1), 其特征在于, 所述分开的挠性增强装置 (10、11、12、14、19、20、28) 从所述轴承圈 (24、25、26) 的载荷传输表面移位。

6. 按照权利要求 1 或 2 所述的风轮机 (1), 其特征在于, 所述一个或多个轴承圈 (24、25、26) 中的至少一个包括通孔 (18), 所述通孔 (18) 用于叶片 (5) 固定装置。

7. 按照权利要求 1 或 2 所述的风轮机 (1), 其特征在于, 所述轴承 (9) 包括三个轴承圈 (24、25、26)。

8. 按照权利要求 1 或 2 所述的风轮机 (1), 其特征在于, 所述分开的挠性增强装置 (10、11、12、14、19、20、28) 包括至少一个角度补偿装置 (14)。

9. 按照权利要求 8 所述的风轮机 (1), 其特征在于, 所述至少一个角度补偿装置 (14) 是独立的 360° 环或者一个以上的环部分, 所述环部分一起形成整个 360° 环。

10. 按照权利要求 8 所述的风轮机 (1), 其特征在于, 所述至少一个角度补偿装置 (14) 定位成使得, 滚动元件 (13) 的所述排 (27) 中的至少一个排在所述角度补偿装置 (14) 的一个第一表面上滚动, 而所述角度补偿装置 (14) 的一个第二相对的表面与所述轴承 (9) 的中段 (29) 接触。

11. 按照权利要求 10 所述的风轮机 (1), 其特征在于, 所述第一表面是平面滚柱表面 (16), 所述第二相对的表面是半圆形或基本半圆形的接触表面 (15)。

12. 按照权利要求 1 所述的风轮机 (1), 其特征在于, 所述一个或多个板 (10、11) 中的至少一个是加强板 (10、11), 所述加强板 (10、11) 给它固定于其上的所述轴承圈 (24、25、26) 提供附加的不均匀的刚度。

13. 按照权利要求 12 所述的风轮机 (1), 其特征在于, 所述附加的不均匀的刚度由所加强板 (10、11) 中的一个或多个孔 (8) 提供。

14. 按照权利要求 1 或 2 所述的风轮机 (1), 其特征在于, 所述分开的挠性增强装置 (10、11、12、14、19、20、28) 包括两个或更多个径向分开的滚动元件笼 (19)。

15. 按照权利要求 14 所述的风轮机 (1), 其特征在于, 所述滚动元件笼 (19) 通过压缩区 (20) 分开。

16. 按照权利要求 15 所述的风轮机 (1), 其特征在于, 所述压缩区 (20) 一体形成在所述滚动元件笼 (19) 的一个或全部两个纵向端中。

17. 按照权利要求 16 所述的风轮机 (1), 其特征在于, 所述一体形成的压缩区 (20) 形成滚动元件笼 (19) 中的横向狭缝 (21)。

18. 按照权利要求 17 所述的风轮机 (1), 其特征在于, 并置的滚动元件笼 (19) 的面对的横向狭缝 (21) 是从两侧横向切出的。

19. 按照权利要求 15 所述的风轮机 (1), 其特征在于, 所述压缩区 (20) 是与所述滚动元件笼 (19) 分开的压缩部分 (6)。

20. 按照权利要求 1 或 2 所述的风轮机 (1), 其特征在于, 所述分开的挠性增强装置 (10、11、12、14、19、20、28) 包括空心滚动元件。

21. 按照权利要求 20 所述的风轮机 (1), 其特征在于, 所述空心滚柱 (12) 中的孔 (22) 在两端处具有比中部大的直径。

22. 按照权利要求 20 所述的风轮机 (1), 其特征在于, 所述空心滚柱 (12) 中的孔 (22) 是直通孔。

23. 按照权利要求 20 所述的风轮机 (1), 其特征在于, 所述空心滚柱 (12) 中的孔 (22) 是位于所述空心滚柱 (12) 的一端或两端中的盲孔。

24. 按照权利要求 1 或 2 所述的风轮机 (1), 其特征在于, 所述分开的挠性增强装置 (10、11、12、14、19、20、28) 包括具有可变直径的滚柱 (13)。

25. 按照权利要求 24 所述的风轮机 (1), 其特征在于, 所述滚柱在纵向方向上弄圆 (17)。

26. 按照权利要求 24 所述的风轮机 (1), 其特征在于, 所述滚柱在中部隆起。

27. 一种风轮机 (1), 包括:

至少两个俯仰控制式风轮机叶片 (5), 每个叶片 (5) 包括一个或多个俯仰轴承 (9), 该俯仰轴承 (9) 包括一个或多个轴承圈 (24、25、26), 以及

俯仰控制装置, 其用于通过所述轴承 (9) 使所述叶片 (5) 俯仰,

所述叶片 (5) 通过所述俯仰轴承 (9) 安装在轮毂 (7) 上,

所述俯仰轴承 (9) 包括至少三排滚动元件 (13), 所排具有共同的直径 (d1),

其特征在于,

所述俯仰轴承 (9) 包括至少三个附加排滚动元件 (13), 所述附加排具有另一共同的直径 (d2)。

28. 按照权利要求 1-27 之一所述的风轮机 (1) 的使用, 其中所述风轮机 (1) 是可变速的俯仰式风轮机 (1)。

风轮机俯仰轴承及其使用

[0001] 发明背景

[0002] 本发明涉及一种按照权利要求 1 的前序所述的风轮机及其使用。

背景技术

[0003] 现有技术中已知的风轮机包括风轮机塔架和位于塔架顶部的风轮机引擎舱。在引擎舱上通过低速轴连接带由三个风轮机叶片的风轮机转子,该低速轴从前面伸出到引擎舱外,如图 1 所示。

[0004] 现代风轮机通过使叶片俯仰进入或离开来风以控制转子上的载荷。使叶片俯仰以使输出最佳,并保护风轮机免受过载损坏。

[0005] 为进行俯仰,每个叶片都具有位于轮毂和叶片之间的俯仰轴承,以及某种通常是液压缸的装置,以提供使叶片俯仰的力并使其保持在规定位置。这种俯仰装置使每个叶片都能绕它们的纵向轴线转动近似 90° 。

[0006] 随着现代风轮机逐渐变大,叶片上的风力载荷也变得越大,且由于叶片和轮毂都在变大,所以它们变得比较柔软和挠性。这些事实使俯仰轴承成为转子的关键部件,因为它们能将风负荷力产生的力矩传送到轮毂上,而同时能使叶片能自由且精确地旋转。

[0007] 为了保证做到这点,明显的解决方案是简单地将俯仰轴承制得更大,但轴承滚珠几乎已经达到了工业上可以采用的极限,因此更大的滚珠在经济上不利。此外,环尺寸随着滚珠尺寸增加而增加,因而显著增加了滚珠的成本和重量。

[0008] 另一种解决方案是使叶片具有一个以上间隔开的轴承,如例如 DE3415428 A1 和 US 4,668,109 中所示出的。这是有利的,因为它能用较小的轴承来传输力矩。但这种设计需要较大的空间并且要求高的刚度,因而增加了轮毂和叶片二者的成本和重量。

[0009] 因此,本发明的一个目的是提供一种没有上述缺点的大型现代风轮机俯仰轴承。

[0010] 特别地,本发明的目的是提供成本和重量都低的风轮机俯仰轴承,所述轴承可以在不减少轴承耐久性 or 功能性的情况下将叶片上或来自叶片的载荷传输到轮毂上。

发明内容

[0011] 本发明提供一种风轮机,所述风轮机包括至少两个俯仰 (pitch) 控制式风轮机叶片。每个叶片都包括一个或多个俯仰轴承和俯仰控制装置,所述俯仰轴承包括两个或多个轴承圈,所述俯仰控制装置用于通过轴承使叶片俯仰。所述叶片通过俯仰轴承安装在轮毂上,其特征在于,所述一个或多个俯仰轴承包括分开的挠性 (柔性) 增强装置以用于控制轴承中的载荷。

[0012] 提供带有分开的 (独立的) 挠性增强装置的俯仰轴承是有利的,因为即使轴承圈由于叶片上或来自叶片的载荷而扭曲 (歪曲),挠性增强装置也能保证轴承的耐久性和功能性。因而轴承可以在重量或成本不增加很多的情况下传送更大的力矩或载荷。

[0013] 应该强调的是,术语“轮毂”应理解为叶片固定于其上的风轮机部分。因此,术语“轮毂”还包括摇摆式装置,在摇摆式风轮机中叶片固定在该摇摆式装置上。

[0014] 在本发明的一个方面中,所述轴承包括两排滚动元件。

[0015] 滚动元件的排数越多,轴承的使用寿命和功能性对轴承圈的扭曲就越敏感。因此,有利的是提供一种包括两排带有分开的挠性增强装置的滚动元件的轴承。

[0016] 应该强调的是,术语“滚动元件”应理解为轴承的任何形式的滚动部分,如滚珠、滚柱、滚针等。

[0017] 在本发明一个方面中,所述轴承包括三排或多排滚动元件。

[0018] 由此实现本发明的有利的实施例。

[0019] 在本发明的一个方面中,所述轴承包括一个或多个第一和一个或多个第二分开的挠性增强装置。

[0020] 通过提供既具有第一又具有第二分开的挠性增强装置的轴承,该轴承变得更有挠性。这是有利的,因为即使轴承圈扭曲,它也能保证轴承的耐久性和功能性。

[0021] 在本发明的一个方面中,所述分开的挠性增强装置从所述轴承圈的载荷传输表面移位。

[0022] 有利的是,将分开的挠性增强装置远离滚动元件在其上滚动的轴承圈表面安放,因为这可使分开的挠性增强装置的设计更简单,并使挠性增强装置能给轴承提供更多的挠性。

[0023] 在本发明的一个方面中,所述一个或多个轴承圈的至少其中之一包括用于叶片固定装置如螺钉、螺栓、螺柱或铆钉的通孔。

[0024] 轴承圈中的一个或多个包括通孔是有利的,因为这可利用简单的方式固定轴承。

[0025] 在本发明的一个方面中,所述轴承包括三个轴承圈。

[0026] 包括三个轴承圈的轴承总是包括至少两排滚动元件。滚动元件的排数越多,轴承耐久性和功能性对轴承圈的扭曲就越敏感。因此,有利的是,使包括三个轴承圈的轴承具有分开的挠性增强装置。

[0027] 在本发明的一个方面中,所述分开的挠性增强装置包括至少一个角度补偿装置。

[0028] 即使轴承圈中的一个或多个扭曲并因此不完全对准,角度补偿装置也可使载荷从一个轴承圈传送到另一个轴承圈。因此,角度补偿装置有利的,因为它们增加了轴承挠性。

[0029] 在本发明的一个方面中,所述至少一个角度补偿装置是独立的 360° 的环,或者是一个以上的一起形成一完整的 360° 环的环部分。

[0030] 角度补偿装置是 360° 环或者一个以上的一起形成整个 360° 环的环部分是有利的,因为轴承形成 360° 环。

[0031] 在本发明的一个方面中,所述至少一个角度补偿装置如此设置,以使所述滚动元件排的至少其中之一在所述角度补偿装置的一个第一表面上滚动,而所述角度补偿装置的一个第二相对的表面与所述轴承的中段接触。

[0032] 通过将角度补偿装置放置在滚动元件和轴承圈中段上的它相对的接触表面之间,使角度补偿装置能吸收和分配滚动元件和中段上它们相对的接触表面之间的任何未对准或角度差异,无论是暂时的、永久的、局部的还是总体的未对准或角度差异。

[0033] 在本发明的一个方面中,所述第一表面是平面滚柱表面,所述第二相对的表面是半圆形成基本半圆形的接触表面。

[0034] 使角度补偿装置具有滚动元件在其上滚动的平面滚柱表面和面对轴承接触表面

的相对的半圆形接触表面是有利的,因为这使角度补偿装置能够局部或总体扭绞或扭曲,以便吸收或分配在滚动元件和它们相对的接触表面之间的任何未对准或角度差异。

[0035] 在本发明的一个方面中,所述分开的挠性增强装置包括一个或多个板,所述一个或多个板通过例如螺钉、螺栓、螺柱、铆钉、胶粘装置(胶粘剂)或焊接固定到所述轴承圈中的一个或多个上。

[0036] 通过提供带有一个或多个板的轴承圈,可控制轴承圈的刚度,并因而即使轴承圈扭曲也能保证轴承仍有其完全的功能性,并且没有轴承部分损坏或变得过度变形。

[0037] 在本发明的一个方面中,所述一个或多个板的至少其中之一是加强板,所述加强板给固定于其上的所述轴承圈提供附加的不均匀或基本不均匀的刚度。

[0038] 通过将板形成为使得它们向固定于其上的轴承圈提供不均匀的刚度,所述板可在不过多增加轴承重量的情况下,在需要的地方使轴承具有刚度和/或挠性。

[0039] 在本发明的一个方面中,所述附加的不均匀或基本不均匀的刚度所述加强板中的一个或多个孔提供。

[0040] 使板具有一个或多个孔是有利的,因为它是控制板的刚度和/或挠性的简单而有效的方式。

[0041] 在发明的一个方面中,所述分开的挠性增强装置包括一个或多个径向分开的滚动元件笼(cage)。

[0042] 使轴承具有多个径向分开的滚动元件笼是有利的,因为它使得笼间的距离有改变的可能性,并因而增加了轴承挠性。

[0043] 在本发明的一个方面中,所述滚动元件笼通过压缩区分开。

[0044] 通过用压缩区将滚动元件笼分开,轴承变得更有挠性。

[0045] 在本发明的一个方面中,所述压缩区一体形成在所述滚动元件笼的一个或两个纵向端中。

[0046] 在滚动元件笼的端部中整体形成压缩区是有利的,因为它提供了使轴承具有压缩区的简单而成本低的方式。

[0047] 在本发明的一个方面中,所述整体形成的压缩区形成为滚动元件笼中的横向狭缝。

[0048] 滚动元件笼中的横向狭缝是使轴承具有压缩区的简单而成本低的方式。

[0049] 在本发明的一个方面中,并置的滚动元件笼的相面对的横向狭缝是从两侧横向切出的狭缝。

[0050] 通过从两侧切开滚动元件笼,所述面对的狭缝一起形成简单而有效的压缩区。

[0051] 在本发明的一个方面中,所述压缩区是与所述滚动元件笼分开的压缩部分。

[0052] 通过使用与所述滚动元件笼分开的压缩部分,可以利用橡胶块、弹簧等作为压缩区。这是有利的,因为它提供使轴承具有压缩区的简单而成本低的方法。

[0053] 在本发明的一个方面中,所述分开的挠性增强装置包括空心滚动元件,例如空心滚柱。

[0054] 通过使滚动元件变空心,它们变得更有挠性,并因此提高了它们处理轴承圈的扭曲和未对准的能力。

[0055] 在本发明的一个方面中,所述空心滚柱中的孔在两端处比中部有更大的直径。

[0056] 轴承圈的扭曲和未对准导致例如滚柱的一端必需传输比其余部分更大的载荷。因此,有利的是在两端处制成较大直径的孔,而在中部处制成较小直径的孔,以使滚动元件趋向于均匀分配载荷而刚性变强。

[0057] 在本发明的一个方面中,所述空心滚柱中的孔是直通孔。

[0058] 使滚柱具有直通孔是使滚柱具有增强的挠性品质的简单而成本低的方式。

[0059] 在本发明的一个方面中,所述空心滚柱中的孔在所述空心滚柱的一端或两端中是盲孔。

[0060] 使滚柱在两端中具有盲孔是使滚柱具有增强的挠性品质并维持滚柱的趋向于均匀分配载荷的刚性的简单而成本低的方式。

[0061] 在本发明的一个方面中,所述分开的挠性增强装置包括具有可变直径的滚柱。

[0062] 如果具有可变直径,则提高了它们处理轴承圈的扭曲和未对准的能力。这是有利的,因为它提供了更有挠性的轴承。

[0063] 在本发明的一个方面中,所述滚柱在纵向方向上弄圆。

[0064] 将滚柱沿纵向方向弄圆是使滚柱具有处理轴承圈的扭曲和未对准的能力的简单而成本低的方式。

[0065] 在本发明的一个方面中,所述滚柱在中部处隆起。

[0066] 通过使滚柱在中部处隆起,它们能更有效地处理轴承圈的扭曲和未对准。

[0067] 本发明还提供一种风轮机,所述风轮机包括至少两个俯仰控制式风轮机叶片,每个叶片包括一个或多个俯仰轴承和用于通过所述轴承使所述叶片俯仰的俯仰控制装置,所述俯仰轴承包括两个或多个轴承圈,所述叶片通过所述俯仰轴承安装在轮毂上,其特征在于,所述俯仰轴承包括至少三排滚动元件,所述各排具有共同的直径。

[0068] 由此实现本发明的有利的实施例。

[0069] 在本发明的一个方面中,所述俯仰轴承至少包括附加的三排滚动元件,所述附加排具有另一共同的直径。

[0070] 由此实现本发明的有利实施例。

[0071] 本发明还提供了按照权利要求 1-28 之一所述的风轮机的使用,其中所述风轮机是可变速的俯仰式风轮机。

附图说明

[0072] 下面将参照附图说明本发明,在附图中:

[0073] 图 1 示出从前面看去的大型现代风轮机,

[0074] 图 2 示出通过包括板的俯仰轴承连接到轮毂的风轮机轮毂剖视图,

[0075] 图 3 示出从顶部看去的与图 2 所示相同的俯仰轴承的实施例。

[0076] 图 4 示出包括三排滚动元件的俯仰轴承的一部分剖视图,

[0077] 图 5 示出包括六排滚动元件的俯仰轴承的一部分剖视图,

[0078] 图 6 示出包括角度补偿装置的俯仰轴承的一部分剖视图,

[0079] 图 7 示出从顶部看去的与图 6 所示的俯仰轴承相同的实施例,

[0080] 图 8 示出从前面和侧面看去的空心滚柱的实施例,

[0081] 图 9 示出从前面和侧面看去的弄圆的滚柱的实施例,

- [0082] 图 10 示出包括滚柱的俯仰轴承的一部分剖视图，
- [0083] 图 11 示出包括滚柱的另一俯仰轴承的一部分剖视图，
- [0084] 图 12 示出滚动元件笼和分开的压缩部分的实施例，
- [0085] 图 13 示出包括压缩区的滚动元件笼的实施例，
- [0086] 图 14 示出与图 13 所示相同的滚动元件笼处于压缩状态的实施例，和
- [0087] 图 15 示出包括滚动元件笼的俯仰轴承的一部分剖视图。

具体实施方式

[0088] 图 1 示出风轮机 1，该风轮机 1 包括塔架（塔筒）2 和位于塔架 2 顶部的风轮机引擎舱（吊舱）3。包括两个风轮机叶片 5 的风轮机转子 4 通过低速轴连接到引擎舱 3 上，该低速轴从前面伸出到引擎舱 3 外面。

[0089] 图 2 示出风轮机叶片 5 的剖视图，该叶片 5 通过俯仰轴承 9 的一个实施例连接到轮毂 7 上。在这个实施例中，俯仰轴承 9 是三排 27 滚珠轴承，但它也可以是双排或四排 27 滚珠轴承。

[0090] 俯仰轴承必需传输主要来自三个不同的来源的力。叶片 5（当然还有轴承 9 本身）受到重力的恒定影响。重力的方向随叶片 5 的位置不同而改变，从而引起俯仰轴承 9 上不同的载荷。当叶片运动时，轴承 9 还受到离心力的影响，所述离心力主要在轴承 9 中产生轴向拉力。最后，轴承 9 受到叶片 5 上的风力载荷的影响。这个力是轴承 9 上最大的载荷，并且它产生轴承 9 必需承受的巨大的力矩。

[0091] 由于传统俯仰式风轮机 1 上的俯仰装置通常可以使叶片 5 俯仰略大于 90° ，所以在正常运行下俯仰轴承 9 上的载荷非常不均匀。叶片 5 上的风力载荷将使叶片 5 在轴承 9 的内圈 26 面向风的部分中产生拉力，而在内圈 26 背离风的部分上产生推力。当内圈 26 被叶片 5 强行拉动时，滚珠被向外和向上推动约 45° 的角，如箭头所示。这个力将在外圈 24 中产生轴向拉力，并在该外圈 24 上产生径向推力。因为外圈 24 的底部贴靠轮毂 7 固定，所以外圈 24 的顶部有偏斜的倾向。同样，内圈 26 将有在底部处偏斜的倾向，因为内圈 26 在顶部处贴靠叶片固定。如果这种偏斜过大，则其中一排或多排 27 将不能传输载荷，而这会导致在其余滚珠轴承上产生破坏性的载荷。由于力的方向，这个问题在轴承的面向风的部分更显著，这种偏斜可通过使所述圈更厚并因此更刚性而减少，但这会大大增加轴承的成本和重量。

[0092] 多排式滚珠轴承由于其充分证明且比较简单的设计而比较便宜，但它们有宽度较大的缺点，这使它们在传输大力矩的力时比较差。

[0093] 因此，图 2 示出外圈 24 的自由端具有一外板 10。外板 10 固定到外圈 24 上，并因而能实现使外圈 24 具有所需刚度的可能性。同样，内圈 26 具有一内板 11。为了保证内板 11 处于正确位置的挠性，板 11 具有一孔 8，以允许内圈 26 在底部处略微偏斜，以便补偿在外圈 24 的顶部处的较小偏斜，并由此保证两个圈 24、26 之间恒定的距离和在滚珠 13 的所有排 27 上有基本上相同的载荷。

[0094] 图 3 示出与图 2 所示相同的俯仰轴承的实施例，其是从顶部看去的。在本发明的该实施例中，外板 10 成形为环状半圆形环，所述环的宽度朝半圆的中间增加。这种设计保证在外圈 24 的偏斜最大处有最大的刚度。在本发明的该实施例中，外板 10 覆盖外圈 24 的大

约 180° ，但在其它实施例中，外板可以较多或较少地覆盖外圈 24，或者可形成为满 360° 的环形环。在本发明的另一实施例中，外板 10 也可以具有恒定的宽度。

[0095] 图 3 也示出内板 11 具有一成形为椭圆形的板孔 8。孔 8 也可放在轴承 9 的其中外圈 24 上载荷最大的部分附近。在本发明的另一实施例中，孔 8 可以有另外的形状如圆形、多角形，或者可通过有策略地放置多个孔 8 来提供挠性。

[0096] 图 4 示出俯仰轴承 9 的横截面的一部分，所述俯仰轴承 9 包括滚动元件 13 中的三个排 27。在本发明的这个实施例中，俯仰轴承 9 包括外轴承圈 24 和内轴承圈 26。图 4 还示出，轴承 9 包括滚珠 13 中的三个排 27。这三排滚动元件 13 具有相同的直径，如 d_1 所示。

[0097] 图 5 示出俯仰轴承 9 的横截面的一部分，所述俯仰轴承 9 包括每列三排 27 滚动元件 13 的两个列。在外轴承圈 24 和中间轴承圈 25 之间设置三排 27 同样直径 d_2 的滚珠 13。在中间轴承圈 25 和内轴承圈 26 之间设置另外三排 27 相同直径 d_1 的滚动元件，所述 d_1 与 d_2 不同。

[0098] 图 6 示出包括角度补偿装置 14 的俯仰轴承 9 的横截面的一部分。在这种类型的普通轴承 9 上，各滚柱 13 的顶排和 / 或底排 27 在正常运行期间将压紧中段。为保证滚柱 13 和轴承 9 的长使用寿命，所传输的载荷必需均匀地分布在滚柱表面上。这可通过将各圈环制成坚固且刚性来保证，但这也意味着成本和重量显著增加。

[0099] 因此，图 6 示出轴承 9 具有形式为两个分开的环的角度补偿装置 14，所述环具有面向滚柱 13 的平表面 16 和面向中段 29 的半圆表面 15。在本发明的另一实施例中，平表面 16 可以具有滚柱 13 在其中滚动的槽，以及 / 或者半圆形表面 15 可以形成为带有基本弄圆的角的平表面。

[0100] 角度补偿装置 14 可以用硬化钢制成，但它仍有挠性，从而可以略微扭绞以补偿滚柱表面和中段 29 的相对表面之间的任何角度差。

[0101] 图 7 示出与图 6 所示相同的俯仰轴承的实施例，其是从顶部看去的。角度补偿装置 14 用虚线示出为完整的 360° 的环。在本发明的另一实施例中，角度补偿装置 14 可由多个单独的或接合的环部分制成以例如降低生产成本。

[0102] 图 8 示出从前面和侧面看去的空心滚柱 12 的实施例。如图 4、8 和 9 中所示的滚柱轴承 9 中的滚柱 13 都对不同圈 24、25、26 间的角度差异很敏感。如果圈 24、25、26 中的一个受到重载荷的影响，则如果圈 24、25、26 不够坚固和坚硬，轴承 9 的设计将导致这种角度差异。为保证 13 不被这种角度差异损坏，滚柱 13 可在中间具有孔 22，从而使它具有即使滚柱上的载荷不均匀分布滚柱 12 也不会损坏的挠性。

[0103] 在本发明的这个实施例中，孔 22 在滚柱 12 的端部附近较大，以便保证在最需要的地方最有挠性，但在本发明的另一实施例中，孔可以是直的，或者挠性可以由滚柱 12 的其中一端或每端中的盲孔提供。

[0104] 图 9 示出从前面和侧面看的弄圆的滚柱 28 的实施例。如上所述，轴承圈 24、25、26 之间的角度差异可能损坏滚柱 13 或减少它们的使用寿命。为使轴承 9 具有使之能处理轴承圈 24、25、26 的扭曲的挠性，还可通过使滚柱 13 隆起或通过两个边缘弄圆 17 而使该滚柱具有弯曲的滚柱表面。

[0105] 图 10 和 11 示出俯仰轴承 9 的两个不同实施例的一部分横截面。在这些轴承 9 中，未设置角度补偿装置，因此如果轴承圈 24、25、26 因叶片 5 上和 / 或来自叶片 5 的载荷而扭

曲,则所述滚柱或者它们相对的接触表面可能会损坏。在这些类型轴承中,挠性增强装置例如角度补偿装置 14、内和 / 或外板 10、11、空心滚柱 12、弄圆的滚柱 28 或它们的任何组合,都能在不显著增加轴承的成本和重量的情况下使轴承 9 能输送比用别的方法可能的大得多的载荷。

[0106] 图 12 示出滚动元件笼 19 的实施例。为保证俯仰轴承 9 的滚动元件 13 分开并停留在合适位置,所述滚动元件 13 具有滚动元件笼 19。这可以是单个的 360° 笼,以保证所有滚动元件 13 之间有恒定的距离,但如果一个或多个轴承圈 24、25、26 扭曲,则会产生迫使一个或多个滚动元件 13 分开的力。如果滚动元件 13 相互间的距离固定,则该力可能会潜在地损坏滚动表面 13 或者它们在轴承圈 24、25、26 上的相应接触表面。如图 12 所示,滚动元件笼 19 可以分成多个由压缩部分 6 隔开的分开的笼 19。压缩部分 6 可被压缩,并因而吸收一部分力或使力分开。压缩部分 6 可例如是橡胶块、金属弹簧或者其它弹性装置或材料。

[0107] 在本发明的这个实施例中,每个笼 19 都含有 4 个滚珠,但在本发明的其它实施例中,笼 19 可以含有两个、三个、五个、六个或更多的滚珠或滚柱 13。

[0108] 图 13 示出滚动元件笼 19 的另一实施例。在本发明的这个实施例中,每个笼 19 都包括压缩区 20,所述压缩区 20 的形式为在笼 19 中整体形成的横向狭缝 21。笼 19 可由某些钢板制成,所述钢板可以是构架或者激光切割成所希望的形状。

[0109] 图 14 示出与图 13 所示相同的滚动元件笼 19 处于压缩状态的实施例。

[0110] 图 15 示出包括滚动元件笼 19 的俯仰轴承 9 的实施例的一部分横截面。

[0111] 本发明已在上面对用于风轮机 1 的俯仰轴承 9 中分开的挠性增强装置的一些具体例子进行了说明。然而,应当理解,本发明不限于上述具体示例,而是可在如权利要求所述的本发明的范围内进行多种设计和改变。

[0112] 标号列表

- [0113] 1 风轮机
- [0114] 2 塔架
- [0115] 3 引擎舱
- [0116] 4 转子
- [0117] 5 叶片
- [0118] 6 压缩部分
- [0119] 7 轮毂
- [0120] 8 板孔
- [0121] 9 俯仰轴承
- [0122] 10 外板
- [0123] 11 内板
- [0124] 12 空心滚柱
- [0125] 13 滚动元件
- [0126] 14 角度补偿装置
- [0127] 15 半圆形接触表面
- [0128] 16 平面辊表面
- [0129] 17 弄圆

-
- [0130] 18 通孔
 - [0131] 19 滚动元件笼
 - [0132] 20 压缩区
 - [0133] 21 横向狭缝
 - [0134] 22 滚柱孔
 - [0135] 23 滚动元件层
 - [0136] 24 外圈
 - [0137] 25 中间圈
 - [0138] 26 内圈
 - [0139] 27 滚动元件排
 - [0140] 28 弄圆的滚柱
 - [0141] 29 中段
 - [0142] d1 各排滚动元件的共同直径
 - [0143] d2 其它排滚动元件的共同直径

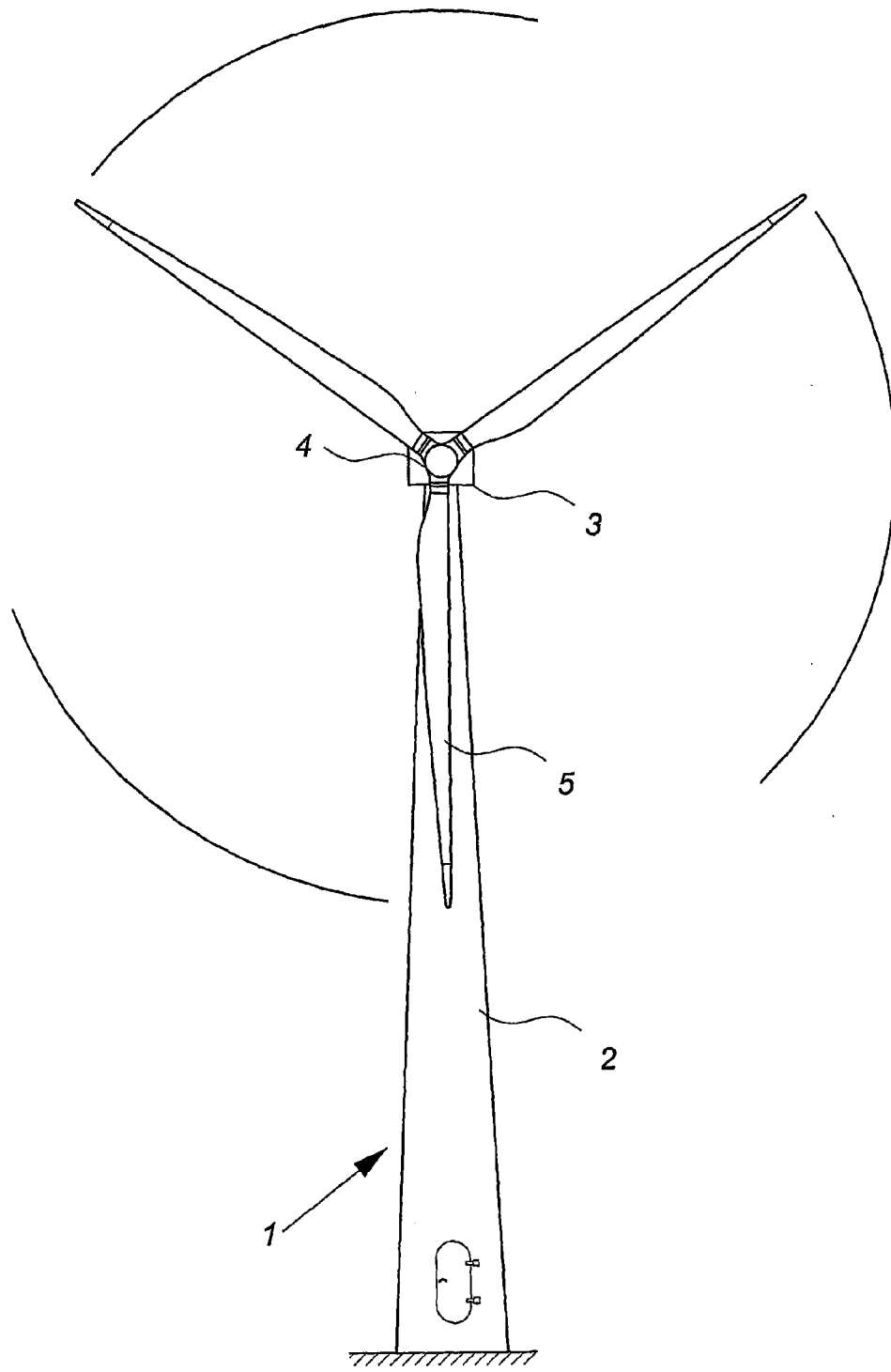


图 1

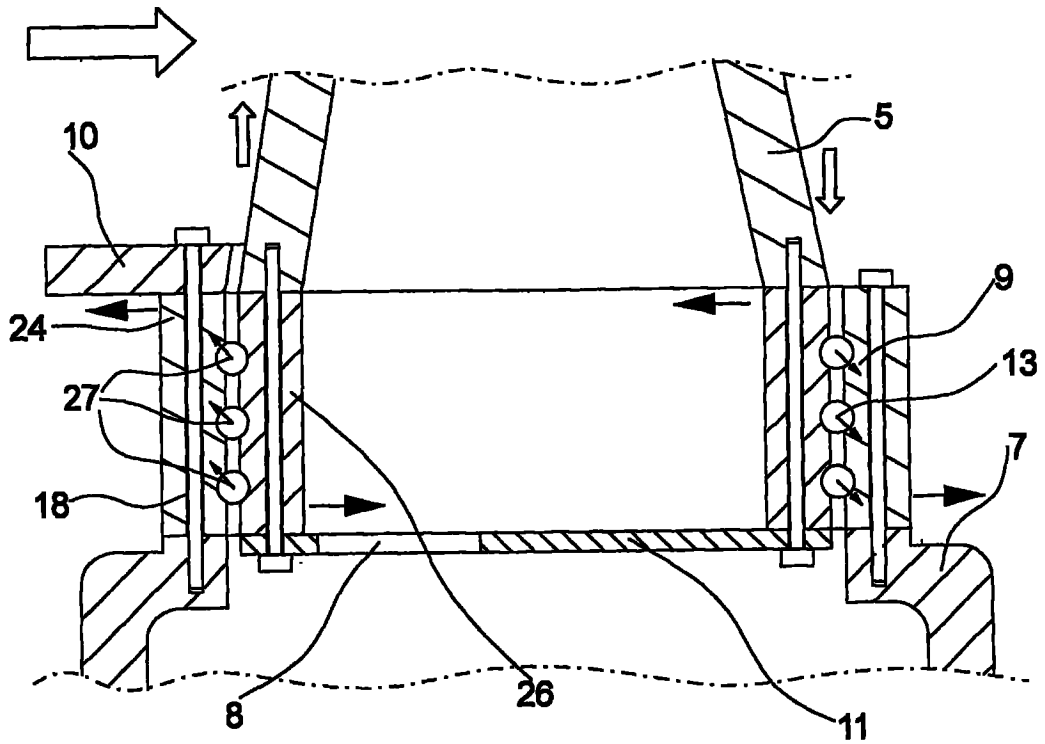


图 2

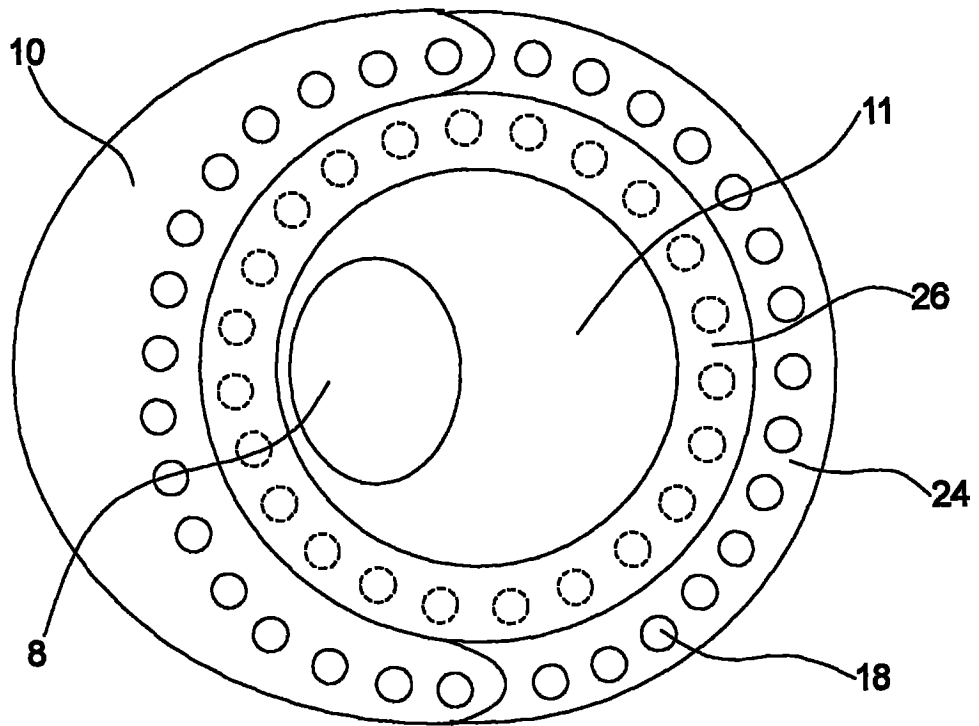


图 3

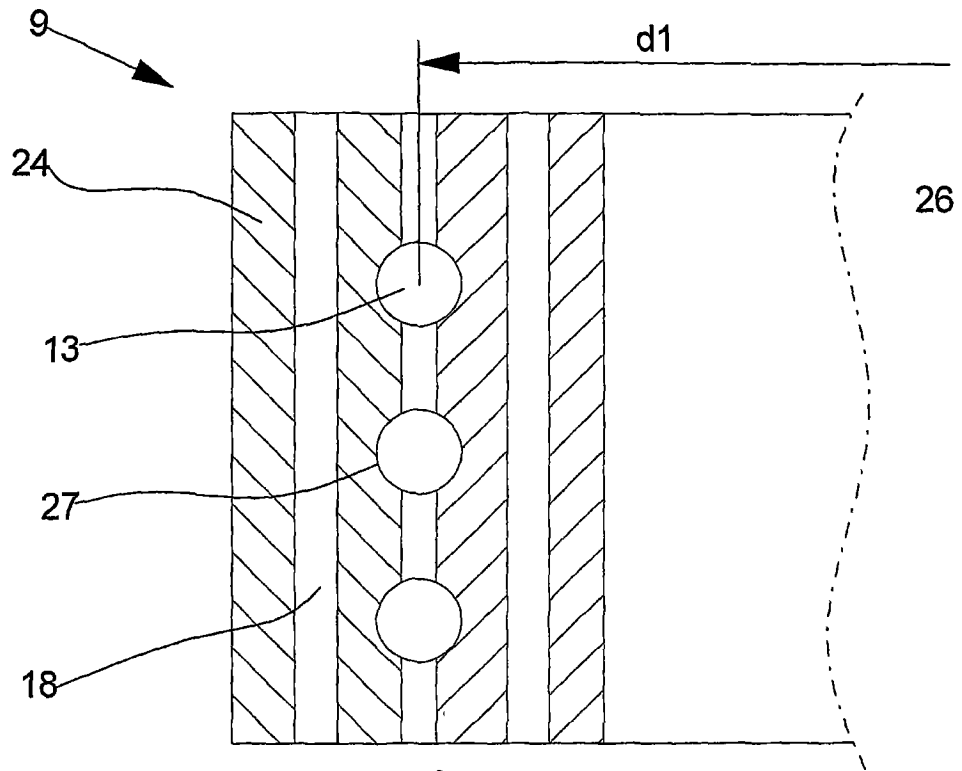


图 4

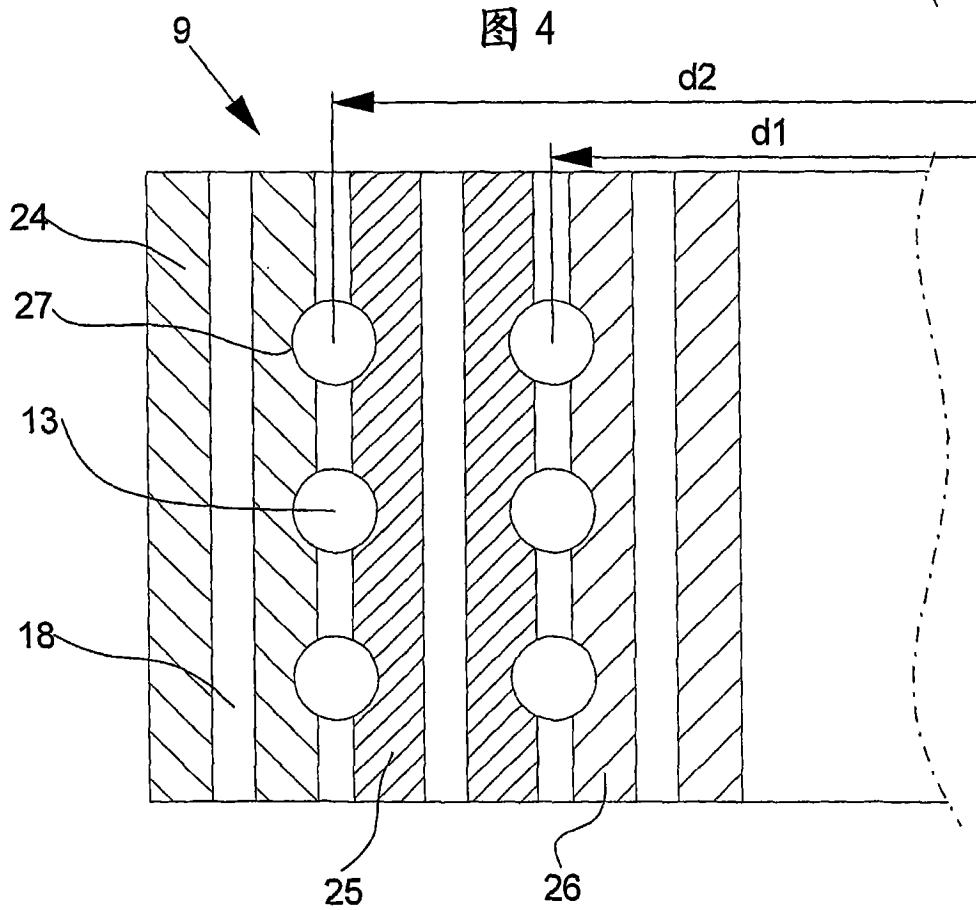


图 5

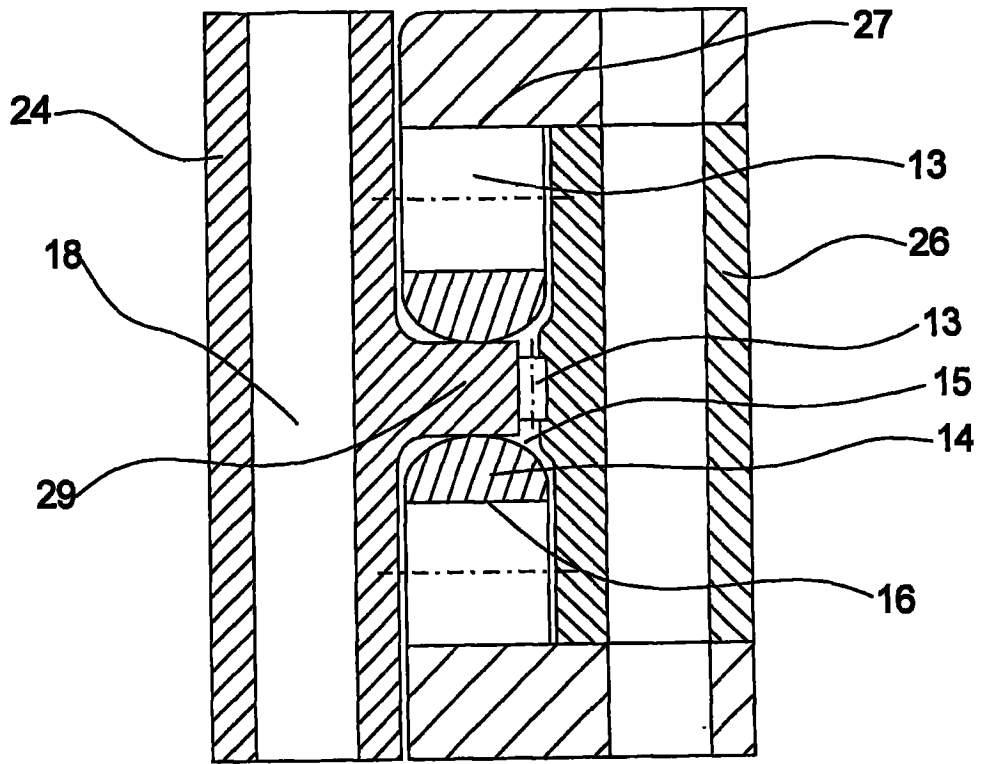


图 6

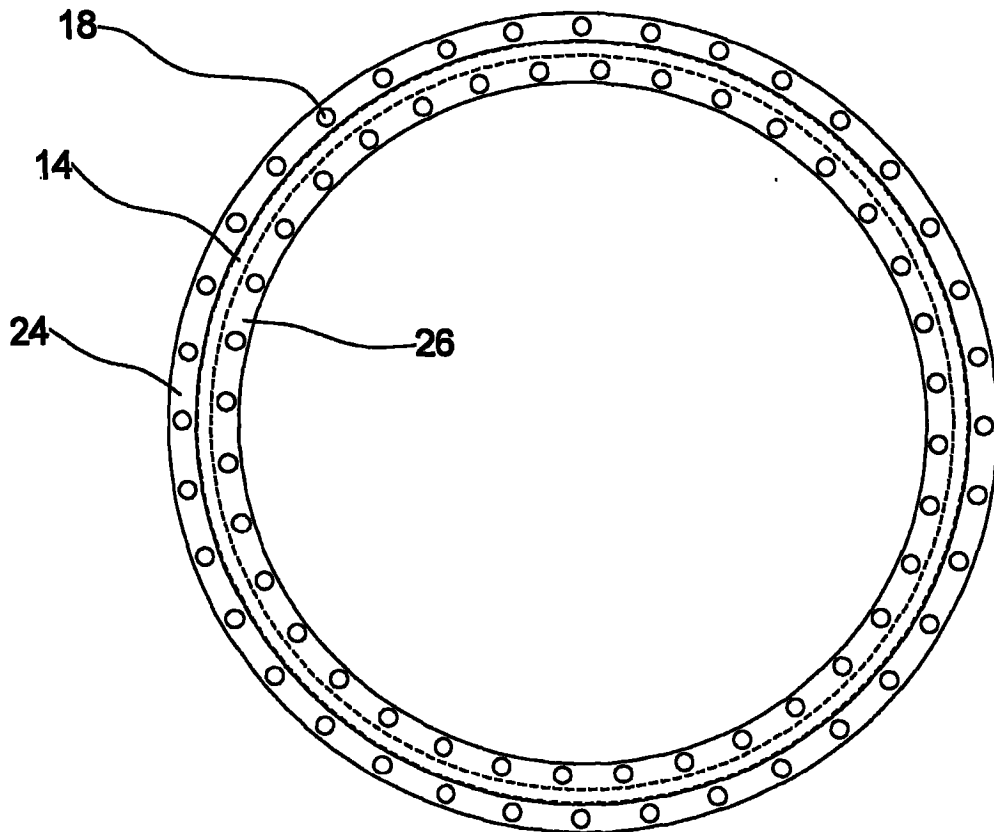


图 7

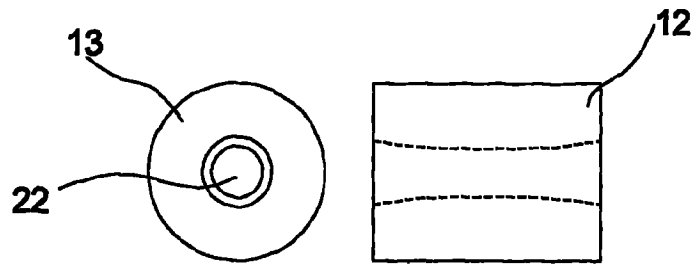


图 8

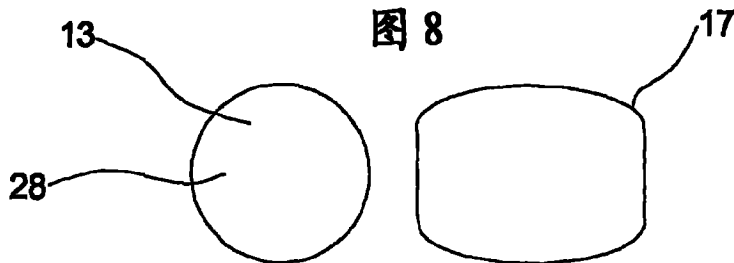


图 9

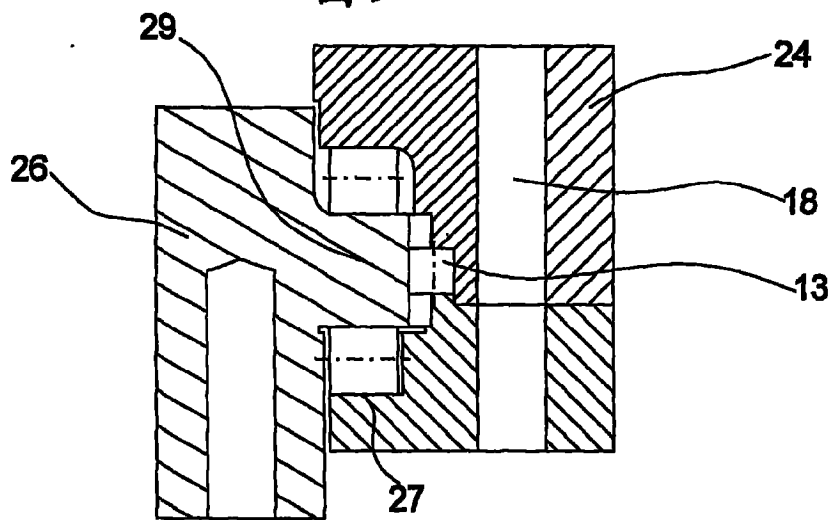


图 10

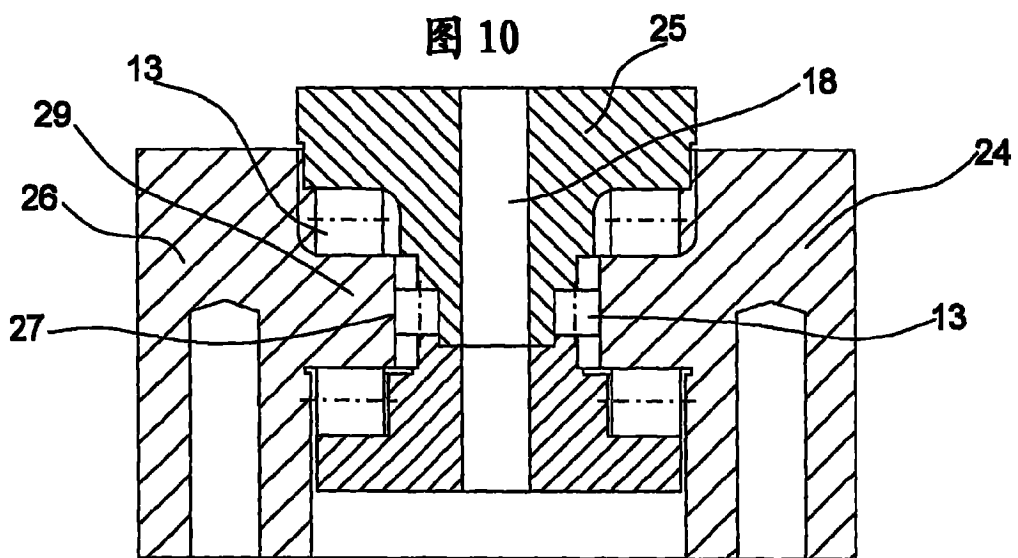


图 11

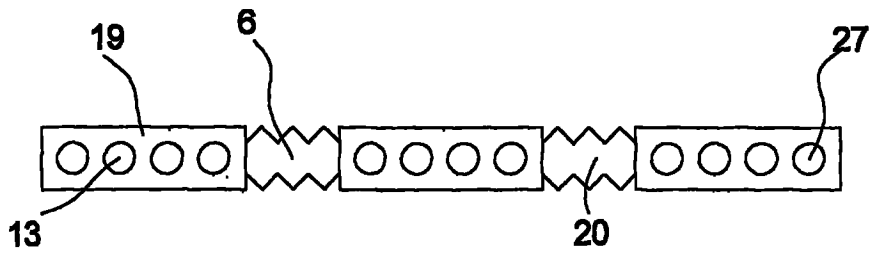


图 12

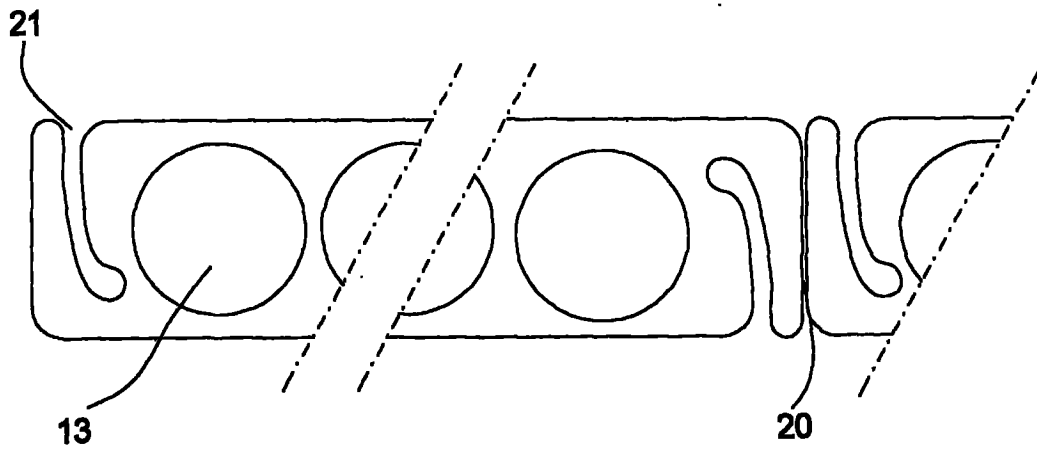


图 13

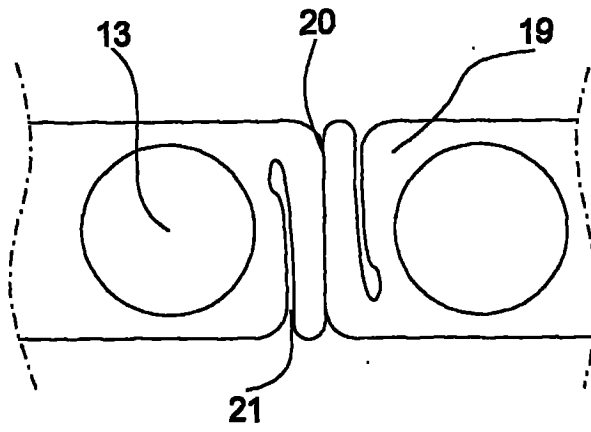


图 14

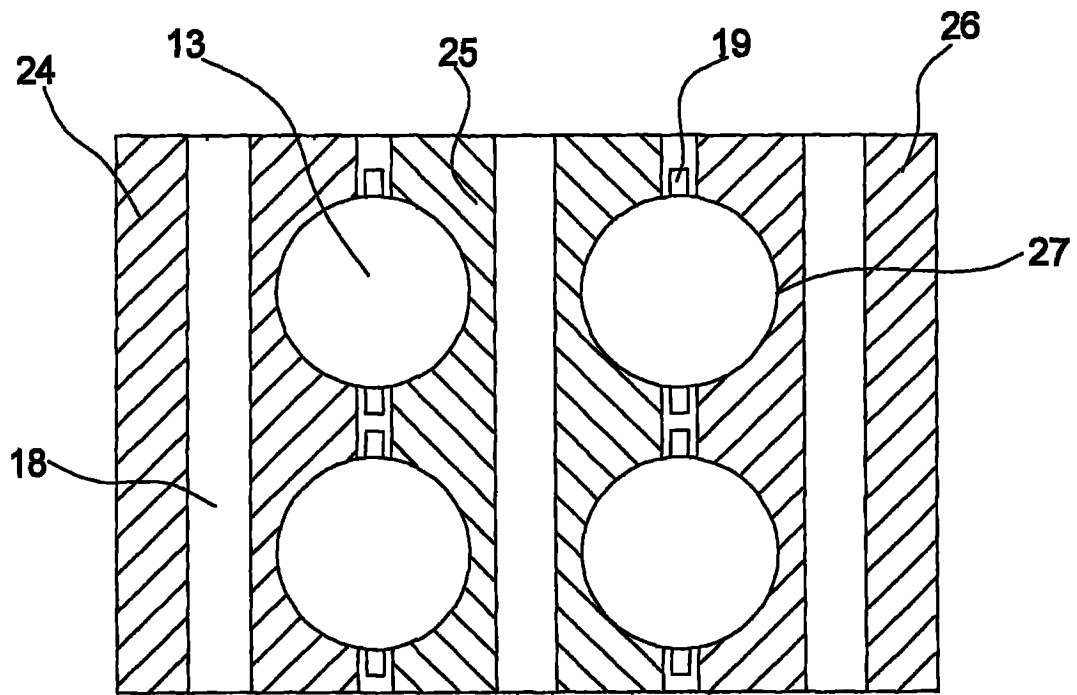


图 15