(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 101836014 A
(43)申请公布日 2010.09.15

(21)申请号 200880113090.8
(22)申请日 2008.10.22
(30)优先权数据
PA200701525 2007.10.23 DK
(85)PCT申请进入国家阶段日
2010.04.23
(86)PCT申请的申请数据
PCT/DK2008/000372 2008.10.22
(87)PCT申请的公布数据
WO2009/052826 EN 2009.04.30
(71)申请人 维斯塔斯风力系统有限公司
地址 丹麦兰德斯
(72)发明人 延斯·德姆特勒德 安东·贝什
(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
代理人 党晓林
(51)Int.Cl.
F16H 1/48(2006.01)

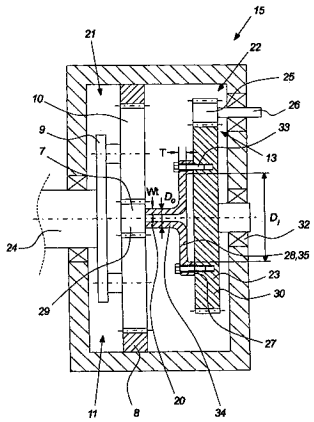
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 7 页

(54)发明名称

用于风轮机的齿轮箱、转换风能的方法以及齿轮箱的使用

(57)摘要

本发明涉及一种用于风轮机的齿轮箱。该齿轮箱包括至少一个第一行星齿轮级、至少一个第二齿轮级以及扭矩传递轴，该扭矩传递轴包括轴部和连接部，其中，所述扭矩传递轴适于连接所述第一行星齿轮级的第一齿轮和所述第二齿轮级的第二齿轮，并且所述扭矩传递轴经所述连接部连接至所述第二齿轮级，以形成所述连接部和所述第二齿轮级之间的扭矩传递连接区域，并且所述扭矩传递轴的所述轴部的外径小于在所述扭矩传递轴和所述第二齿轮级之间的所述连接区域的内径。本发明还涉及在风轮机中将风能转换成电能的方法，以及齿轮箱在风轮机中的使用。



CN 101836014 A

1. 一种用于风轮机的齿轮箱，该齿轮箱包括：

至少一个第一行星齿轮级，

至少一个第二齿轮级，以及

扭矩传递轴，该齿轮传递轴包括轴部和连接部，其中，所述扭矩传递轴适于连接所述第一行星齿轮级的第一齿轮和所述第二齿轮级的第二齿轮，并且所述扭矩传递轴经所述连接部连接至所述第二齿轮级，以形成所述连接部和所述第二齿轮级之间的扭矩传递连接区域，并且

所述扭矩传递轴的所述轴部的外径小于在所述扭矩传递轴和所述第二齿轮级之间的所述连接区域的内径。

2. 根据权利要求 1 所述的齿轮箱，其中，所述连接区域的所述内径比所述轴部的所述外径大至少 50％。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的齿轮箱，其中，在所述连接部中在所述轴部和所述连接区域之间设置有弯曲区。

4. 根据权利要求 3 所述的齿轮箱，其中，所述弯曲区在所述轴部和所述连接区域之间基本上沿径向延伸。

5. 根据权利要求 3 或 4 所述的齿轮箱，其中，所述弯曲区沿轴向的厚度基本上是不变的。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的齿轮箱，其中，所述第二齿轮级是嵌齿轮齿轮级。

7. 根据前述权利要求中任一项所述的齿轮箱，其中，所述第一齿轮级的所述第一齿轮是行星齿轮级的太阳轮。

8. 根据前述权利要求中任一项所述的齿轮箱，其中，所述连接区域基本上沿径向延伸。

9. 根据前述权利要求中任一项所述的齿轮箱，其中，所述连接区域基本上面向所述第一齿轮。

10. 根据前述权利要求中任一项所述的齿轮箱，其中，所述第一齿轮级的所述第一齿轮与所述扭矩传递轴一体地形成。

11. 根据前述权利要求中任一项所述的齿轮箱，其中，所述连接部连接至所述第二齿轮级的所述第二齿轮。

12. 根据前述权利要求中任一项所述的齿轮箱，其中，所述连接部连接至所述第二齿轮级的行星架。

13. 根据前述权利要求中任一项所述的齿轮箱，其中，所述连接区域的所述内径大于所述轴部的长度。

14. 根据前述权利要求中任一项所述的齿轮箱，其中，所述扭矩传递轴由施加于所述第一齿轮级的所述第一齿轮的输入扭矩所旋转。

15. 根据前述权利要求中任一项所述的齿轮箱，其中，所述扭矩传递轴是空心的。

16. 根据权利要求 3 至 5 以及权利要求 15 中任一项所述的齿轮箱，其中，所述弯曲区沿轴向的厚度小于所述空心扭矩传递轴的壁厚。

17. 根据前述权利要求中任一项所述的齿轮箱，其中，所述连接部在所述连接区域处包括适于与所述第二齿轮级的相应的刚性啮合结构啮合的刚性啮合结构。

18. 根据权利要求 17 所述的齿轮箱，其中，所述连接部的所述刚性啮合结构形成为基

本上沿径向延伸的齿。

19. 根据前述权利要求中任一项所述的齿轮箱，其中，所述连接区域的内径大于所述第一齿轮的外径。

20. 根据前述权利要求中任一项所述的齿轮箱，其中，所述第二齿轮级的与所述连接部连接的那部分包括中心孔，通过该中心孔能够安装和拆除所述第一齿轮。

21. 一种在风轮机中将风能转换成电能的方法，该风轮机包括根据前述权利要求中任一项所述的齿轮箱。

22. 根据权利要求 1 至 20 中任一项所述的齿轮箱在兆瓦级风轮机中的使用。

用于风轮机的齿轮箱、转换风能的方法以及齿轮箱的使用

技术领域

[0001] 本发明涉及用于风轮机的齿轮箱。该齿轮箱包括至少一个第一行星齿轮级、至少一个第二齿轮级以及扭矩传递轴，该扭矩传递轴包括轴部和连接部，其中，该扭矩传递轴适于连接该第一行星齿轮级的第一齿轮和该第二齿轮级的第二齿轮。本发明还涉及在风轮机中将风能转换成电能的方法以及齿轮箱的使用。

背景技术

[0002] 本领域中已知的风轮机包括锥形风轮机塔和定位在塔的顶部上的风轮机机舱。具有许多风轮机叶片的风轮机转子通过低速轴连接至机舱，如图 1 所示该风轮机转子伸出机舱前面。

[0003] 因为大型现代风轮机在尺寸和功率输出上都变得越来越大，所以确保来自转子的巨大的扭矩负载有效地传递到电力发电机变得越来越有挑战性。例如，在风轮机齿轮箱中，所有齿轮都必须始终基本上恰当地啮合，以避免不必要的噪声和磨损，但是当传递和调整大的转子负载时，大型现代风轮机的齿轮箱承受很重负荷，因此确保齿轮箱结构和机舱的加强结构足够强壮以保证此对准是很重要的。但是，在大型现代风轮机中，大得足以确保机舱的动力传动系统的所有元件基本上始终对准的加强结构将变得非常大、重且昂贵。

[0004] 因此，还已知设计风轮机使得齿轮箱部件中的一些可以接受一定程度的未对准，而基本上不会影响齿轮之间的啮合。

[0005] 因此，本发明的目的在于提供一种用于在风轮机齿轮箱的级之间传递扭矩的有利的技术。

发明内容

[0006] 本发明提供一种用于风轮机的齿轮箱。该齿轮箱包括至少一个第一行星齿轮级、至少一个第二齿轮级以及扭矩传递轴，该扭矩传递轴包括轴部和连接部，其中，所述扭矩传递轴适于连接所述第一行星齿轮级的第一齿轮和所述第二齿轮级的第二齿轮，所述扭矩传递轴经所述连接部连接至所述第二齿轮级，以形成在所述连接部和所述第二齿轮级之间的扭矩传递连接区域，并且所述扭矩传递轴的所述轴部的外径小于所述扭矩传递轴和所述第二齿轮级之间的所述连接区域的内径。

[0007] 行星齿轮级因为通过级的基本上对称的负载分配而在处理大扭矩负载以及一些径向负载时非常有效。然而，输出通常通过一个单轴传送，因此，假如所述级中至少一个是行星齿轮级，则所述扭矩传递轴设有未对准补偿装置是特别有利的。

[0008] 通过使所述连接区域的直径大于所述轴部的所述外径，因此可以允许有所述轴和所述连接区域之间的轴向弯曲，而基本上不会影响对扭转的轴刚度。因为此轴向弯曲使所述第一齿轮可以未对准，并且因此可以增大所述第一齿轮恰当地啮合的机会，即使行星架或整个齿轮箱加强结构弯曲，也基本上不会影响轴传递大的扭矩负载的能力，所以这是有利的。

[0009] 在本发明的一个方面中，所述连接区域的所述内径比所述轴部的所述外径大至少50％。

[0010] 假如所述连接区域的所述内径与所述轴部的所述外径相比太小，则中间区域的轴向和有角度的弯曲会变得太小，因此使所述连接区域的所述内径比所述轴部的所述外径大至少50％是有利的。

[0011] 在本发明的一个方面中，弯曲区设立在所述轴部和所述连接区域之间的所述连接部中。

[0012] 在所述轴和所述连接区域之间设置所述弯曲区是有利的，因为大直径弯曲区必然会对于扭转来说相对地更刚性并且同时在轴向相对地更柔性，从而使这种扭矩传递设计在重负荷的风轮机齿轮箱中传递大扭矩负载时变得更有效。

[0013] 在本发明的一个方面中，所述弯曲区在所述轴部和所述连接区域之间基本上沿径向延伸。

[0014] 假如以一角度设置所述弯曲区，则当所述弯曲区在给定外径的轴和给定内径的连接区域之间延伸时，所述弯曲区的长度将必须增大。虽然在一些结构中这可以增大所述弯曲区补偿未对准的能力，但是它也会降低所述弯曲区扭转方向的强度，从而增大反冲、疲劳失效等的风险。

[0015] 在本发明的一个方面中，所述第二齿轮级是嵌齿轮齿轮级。

[0016] 具有相似模数但直径不同的至少两个嵌齿轮啮合以产生传动比的嵌齿轮齿轮级是在动力传动系统中调整转动速度的便宜且有效的方式。

[0017] 在本发明的一个方面中，所述第一齿轮级的所述第一齿轮是行星齿轮级的太阳轮。

[0018] 所述行星齿轮级的所述太阳轮对未对准特别敏感，因为所述太阳轮通常和至少三个行星轮啮合并且所述太阳轮必须将全部转子扭矩负载传递到下一个齿轮级，并且因此，假如所述第一齿轮是行星齿轮级的太阳轮，则假如所述扭矩传递轴包括用于补偿未对准的有效装置，则是特别有利的。

[0019] 此外，所述太阳轮需要径向弯曲以平衡行星轮之间的负载分配，并且因此，假如所述第一齿轮级的所述第一齿轮是行星齿轮级的太阳轮，则是有利的。

[0020] 在本发明的一个方面中，所述连接区域基本上沿径向延伸。

[0021] 通过使所述连接区域以相对大的直径基本上沿径向延伸，可以确保扭矩在相对大的区域的范围内传递，从而降低局部应力和微滑移的风险。

[0022] 在本发明的一个方面中，所述连接区域基本上面向所述第一齿轮。

[0023] 通过使所述连接区域面向所述第一齿轮，可以从所述第二齿轮箱级的侧面安装所述太阳轮。因为此侧面面向所述机舱的中央，所以这是有利的，并且因此存在用于从此侧面安装所述第一齿轮的空间，然而从所述转子侧安装的第一齿轮将非常难以接近。

[0024] 在本发明的一个方面中，所述第一齿轮级的所述第一齿轮与所述扭矩传递轴一体地形成。

[0025] 所述第一齿轮必须能够将大扭矩负载传递到所述扭矩传递轴，并且通过形成与所述轴一体的齿轮，可以消除任何滑移和磨损的风险。此外，可以避免所述齿轮和所述轴之间的昂贵且复杂的连接或联接。

[0026] 在本发明的一个方面中，所述连接部连接至所述第二齿轮级的所述第二齿轮。

[0027] 因此得到本发明的有利的实施方式。

[0028] 在本发明的一个方面中，所述连接部连接至所述第二齿轮级的行星架。

[0029] 因此得到本发明的有利的实施方式。

[0030] 在本发明的一个方面中，所述连接区域的所述内径大于所述轴部的长度。

[0031] 假如所述轴部长于所述连接区域的所述内径，则所述轴部变得太柔软，使得所述弯曲区失去其未对准补偿作用，并且反冲、疲劳失效等风险增大，但是只要所述连接区域的所述内径大于所述轴部的所述长度，弯曲区的作用就会被最好地利用。

[0032] 在本发明的一个方面中，所述扭矩传递轴由施加于所述第一齿轮级的所述第一齿轮的输入扭矩所旋转。

[0033] 因此得到本发明的有利实施方式。

[0034] 在本发明的一个方面中，所述扭矩传递轴是空心的。

[0035] 将所述扭矩传递轴形成为空心轴是有利的，因为通过所述空心轴能够在所述齿轮级之间自由接近。

[0036] 此外，空心轴可以是对扭转相对刚性的，并且同时允许有利地与弯曲区结合一些径向弯曲，因为假如所述扭矩传递轴由于所述弯曲区而沿给定方向偏转，则可以使所述空心轴能够沿相反方向径向偏转，由此使通过所述第一齿轮的中心线从通过所述连接区域的所述中心线移开，但是同时所述两条中心线基本上维持平行。这将使所述第一齿轮能够径向移位，而基本上不会影响与所述第一级的其他齿轮的啮合。

[0037] 在本发明的一个方面中，所述弯曲区沿轴向的厚度基本上是不变的。

[0038] 通过使所述弯曲区的所述轴向厚度不变，可以使制造更容易，并且使预测在给定负载下的偏转变得更容易。

[0039] 在本发明的一个方面中，所述弯曲区沿轴向的厚度小于所述空心扭矩传递轴的壁厚。

[0040] 通过使所述轴向厚度小于所述空心扭矩传递轴的所述壁厚是有利的，因为据此可以确保，假如所述第一齿轮受到径向负载，不但所述空心轴偏转，而且所述弯曲区偏转。

[0041] 在本发明的一个方面中，所述连接部在所述连接区域处包括适于与所述第二齿轮级的相应的刚性啮合结构啮合的刚性啮合结构。

[0042] 在所述连接区域处所述连接部和所述第二齿轮级设有相互啮合的刚性啮合结构是有利的，因为据此确保了所述大扭矩负载始终在联接部基本上没有磨损的情况下传递。

[0043] 在本发明的一个方面中，所述连接部的所述刚性啮合结构形成为基本上沿径向延伸的齿。

[0044] 为了有效地传递扭矩，重要的是所述刚性啮合结构基本上与旋转方向横切地设立，并且因此所述齿沿径向延伸是有利的。

[0045] 此外，所述齿是利用所述联接区域的有效方式，因为所述齿将确保所述扭矩在相对大的区域的范围内传递，从而降低局部应力和微滑移的风险。

[0046] 甚至更进一步，基本上沿各个方向从所述联接部的中央径向伸出的所述齿还为所述联接部提供了处理径向负载的能力，因为所述齿中的至少一些齿将不论所述径向负载的方向如何都始终锁定所述联接部的径向移动。

[0047] 在本发明的一个方面中，所述连接区域的所述内径大于所述第一齿轮的所述外径。

[0048] 通过使所述连接区域大于所述第一齿轮的所述外径，可以通过所述第二齿轮中的开口安装和拆除所述扭矩传递轴。这是有利的，因为所述第一齿轮级面向所述转子并且所述第二齿轮级面向所述机舱的中间，并且因此可以从所述齿轮箱的所述机舱侧安装或更换所述扭矩传递轴，从而简化程序。

[0049] 在本发明的一个方面中，所述第二齿轮级的与所述连接部连接的那部分包括中心孔，通过所述中心孔可以安装和拆除所述第一齿轮。

[0050] 为所述第二齿轮级的第二齿轮的行星架设置中心孔是有利的，因为可以从所述齿轮箱的所述第二齿轮级侧安装和拆除所述第一齿轮，这将提供更自由的空间以执行此过程。

[0051] 此外，本发明提供一种用于在包括根据前述权利要求中的任一项所述的齿轮箱的风轮机中将风能转换成电能的方法。

[0052] 甚至更进一步，本发明提供根据上述关于兆瓦级风轮机中齿轮箱的任一项所述的齿轮箱的使用。

[0053] 风轮机功率输出越大，则风轮机越大，或者风轮机部件中的至少一些部件物理上必须更大。具有一兆瓦特以上的额定功率输出的风轮机必须通过齿轮箱传递如此大的扭矩负载，使得维持齿轮箱部件的对准或用已知装置补偿任何未对准变得愈加困难。此外，在如此大的风轮机的情况下，不均衡负载、变化的不均衡负载、骤加载荷峰值等等将对齿轮箱部件的对准有很大影响，因此在兆瓦级风轮机使用根据本发明的齿轮箱是特别有利的。

附图说明

[0054] 下面将参照附图描述本发明，其中：

[0055] 图 1 示出从前方看到的本领域中已知的大型现代风轮机；

[0056] 图 2 示出从侧面看到的机舱的简化横截面，如从侧面所见；

[0057] 图 3 示出从前方看到的风轮机齿轮箱的行星齿轮级的实施方式；

[0058] 图 4 示出从侧面看到的包括两个齿轮级的风轮机齿轮箱的横截面；

[0059] 图 5 示出从侧面看到的包括第一齿轮和连接区域的扭矩传递轴的横截面；

[0060] 图 6 示出从侧面看到的太阳轮和扭矩传递轴的局部横截面；

[0061] 图 7 示出从侧面看到的通过定距环连接至第二齿轮的扭矩传递轴；

[0062] 图 8 示出从侧面看到的弯曲区的实施方式的横截面；以及

[0063] 图 9 示出从侧面看到的包括用于设立弯曲区的凹部的第二齿轮。

具体实施方式

[0064] 图 1 示出现代风轮机 1，该现代风轮机 1 包括放置在地基上的塔 2 和定位在塔 2 的顶部上的风轮机机舱 3。风轮机转子 4 包括从公用轮毂 6 伸出并且连接至公用轮毂 6 上的三个风轮机叶片 5，风轮机转子 4 通过伸出机舱 3 前面的主轴连接至机舱 3。

[0065] 图 2 示出从侧面看到的现有技术的风轮机 1 的机舱 3 的简化横截面。机舱 3 存在多种变型和结构，但是在多数情况下，机舱 3 中的动力传动系统 12 几乎总是包括一个或更

多个下列构件：齿轮箱 15、联接部（未示出）、某种制动系统 16 以及发电机 17。现代风轮机 1 的机舱 3 还可以包括变流器 18（也称为反用换流器）和另外的外围设备（诸如另一个电力处理设备、控制室、液压系统、冷却系统等等）。

[0066] 包括机舱构件 15、16、17、18 的整个机舱 3 的重量由机舱结构 19 支承。构件 15、16、17、18 通常放置在和 / 或连接至此共有承力机舱机构 19 上。在本简化实施方式中，承力机舱结构 19 例如呈基架形式（一些或所有构件 15、16、17、18 连接至其上）仅沿机舱 3 的底部延伸。在另一个实施方式中，承力结构 19 可以包括齿轮钟 (gear bell)，该齿轮钟可以将转子 4 的负载通过主轴承 14 传递到塔 2，或承力结构 19 可以包括若干个互相连接部件（诸如网格结构）。

[0067] 机舱还包括主轴承 14，该主轴承 14 用于确保转子 4 可以相对于机舱结构 19 和机舱 3 的固定的动力传动系统部件 15、16、17、18 基本上自由地旋转。在本实施方式中，因为转子 4 经轮毂 6 直接连接至齿轮箱 15，所以动力传动系统 12 的主轴承 14 被结合到齿轮箱 15 中。因为主轴承 14 被并入齿轮箱 15 中，所以齿轮箱结构必须能借助于机舱加强结构 19 将转子 4 的全部负载传递到塔 2。

[0068] 图 3 示出从前方看到的风轮机齿轮箱 15 的行星齿轮级 11 的实施方式。

[0069] 在风轮机齿轮箱 15 的行星齿轮级的本实施方式中，行星轮 10 与夹在中间的太阳轮 7 啮合并且围绕其旋转。行星轮 10 还与外部的内齿圈 8 啮合。箭头显示行星轮 10 都沿相同方向旋转并且太阳轮 7 沿相反方向旋转。

[0070] 在本实施方式中，因为轮毂 6 的外周部（未示出）连接至相对大直径的行星架 9，所以风轮机转子 4 基本上直接连接至行星架 9。

[0071] 在另一个实施方式中，转子 4 也可以借助低速主轴 24 或其他装置连接至齿轮箱 15。

[0072] 行星架 9 通过将行星轮轴固定至公用行星架结构 9 而连接行星轮 10。

[0073] 典型地，内齿圈 8 连接至传送结构、齿轮箱壳体或者以其他方式固定，但是在一些行星式齿轮箱 15 类型中，内齿圈 8 也可以旋转。

[0074] 此外，图示的齿轮仅示出齿轮箱 15 的一个行星齿轮级 11。然而，为增加齿轮箱的总传动，众所周知要提供具有如一个所示的多个级 11、另一种结构的行星齿轮级 11、嵌齿轮 (cog wheel) 齿轮级 13、另一种类型的齿轮级或它们的任何一种组合的风轮机齿轮箱 15，例如这取决于齿轮箱 15 用于其中的风轮机 1 的类型，待使用齿轮箱 15 的条件或其他。

[0075] 在本实施方式中，行星架 9 形成为连接三个行星轮 10 的结构。架 9 还包括用于将其连接至主轴承 14 的臂。当转子 4 直接连接至架 9 时，行星架 9 还必须将转子 4 的全部负载传递到承力机舱结构 19 和 / 或塔 2。大直径主轴承 14 的内圈因此安装在内齿圈 8 的外面，并且主轴承 14 的外圈连接至行星架 9，其延伸于内齿圈 14 之外。主轴承 14 因此被结合到齿轮箱 15 中。

[0076] 在另一个实施方式中，或多或少为圆形的行星架 9 可以设有围绕其外周的主轴承 14，主轴承 14 的外圈连接至内齿圈 8、齿轮箱外壳或以其他方式固定。

[0077] 在另一个实施方式中，例如，假如来自转子 4 的低速主轴 24 设有一个或更多个主轴承 14，则在该主轴 24 连接至齿轮箱 15 之前，行星式齿轮箱 15 将与主轴承 14 分开。

[0078] 图 4 示出从侧面看到的包括两个齿轮级 21、22 的风轮机齿轮箱 15 的横截面。

[0079] 在本发明的该实施方式中，齿轮箱 15 包括呈行星齿轮级 11 的形式的第一齿轮级 21，该第一齿轮级 21 通过扭矩传递轴 20 连接至第二齿轮级 22 的第二齿轮 30，其中，该扭矩传递轴 20 连接至呈行星齿轮级 11 的太阳轮 7 的形式的第一齿轮级 21 的第一齿轮 29，该第二齿轮 30 呈大直径嵌齿轮 23 的形式，该大直径嵌齿轮 23 与连接至齿轮箱 15 的输出轴 26 的小直径嵌齿轮 25 相啮合。

[0080] 在本实施方式中，在齿轮级 21、22 之间传递全部扭矩负载的轴 20 通过大直径连接部 35 连接至大直径嵌齿轮 23，其中该大直径连接部 35 包括具有内径 Di 的连接区域 27，该内径 Di 大于扭矩传递轴 20 的轴部 34 的外径 Do，从而在轴部 34 和连接区域 27 之间的连接部 35 中设立沿径向延伸的弯曲区 28。

[0081] 在本实施方式中，轴 20 是空心的、允许有轴部 34 的一些弯曲，但是假如想要另外的弯曲，则在不会影响轴部 34 的情况下，不可以简单地进一步减小外径 Do 或壁厚 Wt，从而影响轴 20 传递大扭矩负载的能力。然而沿径向延伸的弯曲区 28 是径向非常刚性的，但是允许有轴向弯曲，并且因此能补偿太阳轮 7 和轴部 34 的一些角度误差或位移。

[0082] 在本实施方式中，连接区域 27 位于沿连接部 35 的外周的突起的端部，以使弯曲区 28 能够不抵接附近的第二齿轮 30，从而使能沿轴向双向基本上自由地移动弯曲区 28。为确保弯曲区 28 能沿轴向双向基本上自由地弯曲，重要的是，弯曲区 28 在其径向延伸部中基本上没有哪部分抵靠轴向固定部分而安装，或者扭矩传递轴 20 不应该以任何其他方式固定而阻止有角度的和 / 或轴向弯曲。

[0083] 在本发明的本实施方式中，弯曲区 28 基本上从轴部 34 沿径向延伸，由此弯曲区 28 变得对扭转非常刚性，但是允许有轴向柔性，但是在另一个实施方式中，弯曲区 28 可以相对于扭矩传递轴 20 的中心线以在 10° 和 170° 之间，优选在 30° 和 150° 之间，最优选在 45° 和 135° 之间的任何角度设立。

[0084] 在本实施方式中，弯曲区 28 在其径向延伸部设有恒定厚度 T，但是在另一个实施方式中轴向厚度 T 可以例如径向变化，以确保在希望直径处的弯曲或确保偏转和负载之间非线性。

[0085] 在本实施方式中，弯曲区 28 基本上均匀地贯穿其整个延伸部而形成，但是在另一个实施方式中，弯曲区 28 可以形成为在轴部 34 和连接区域 27 之间延伸的轮辐，或者弯曲区 28 的厚度可以有角度地变化。

[0086] 图 5 从侧面看到的示出包括第一齿轮 29 和连接区域 27 的扭矩传递轴 20 的横截面。

[0087] 因为扭矩传递轴 20 设有由第一齿轮级 21 驱动的第一齿轮 29 和用于将扭矩传递到第二齿轮级 22 的第二齿轮 30 的连接区域 27，所以图示的扭矩传递轴 20 用于在风轮机齿轮箱 15 中的两个级 21、22 之间传递大扭矩负载。

[0088] 在本实施方式中，第一齿轮 29 与扭矩传递轴 20 的轴部 34 一体地形成，该轴部 34 又与包括沿径向延伸的弯曲区 28 的连接部 35 一体地形成。

[0089] 然而，在本发明的另一个实施方式中，第一齿轮 29 和连接部 35 中的一个或两个也可以扭矩传递轴 20 分开地形成，例如，假如第一齿轮 29 和 / 或连接部 35 通过伸缩接合、螺栓接合、键接、销接或其他连接或它们任何一种组合附接至轴部 34。

[0090] 在本实施方式中，连接区域 27 面向第一齿轮 29，并且连接区域 27 设有与旋转方向

横切地延伸的齿，以啮合第二齿轮 30 上的相应的结构。

[0091] 在本实施方式中，扭矩传递轴 20 是空心的，因为轴部 34 具有壁厚 Wt 并且弯曲区 28 的轴向延伸基本是不变的，即弯曲区具有基本上不变的轴向厚度 T。

[0092] 在本实施方式中，弯曲区 28 的轴向厚度 T 略微小于轴部 34 的壁厚 Wt，以使假如第一齿轮 29 被径向加载则弯曲区 28 和轴部 34 本身都偏转。

[0093] 假如弯曲区 28 的轴向厚度 T 相对于轴部 34 的壁厚 Wt 太大，若第一齿轮 29 被径向加载，则基本上仅轴部 34 将偏转，并且假如轴部 34 的壁厚 Wt 相对于弯曲区 28 的轴向厚度 T 太大，若第一齿轮 29 被径向加载，则基本上仅弯曲区 28 将偏转。这可能是不利的，因为假如仅两个中的一个偏转，则第一齿轮 29 可以被有角度地移位，使该第一齿轮 29 与其他齿轮不均匀地啮合，从而增大齿轮 29、10 的磨损。

[0094] 图 6 示出太阳轮 7 和扭矩传递轴 20 的局部横截面，如从侧面所见。

[0095] 在本发明的本实施方式中，如图 5 所示连接至扭矩传递轴 20 的第一齿轮 29 用作风轮机齿轮箱 6 的行星齿轮级 11 中的太阳轮 7。由与太阳轮 7 啮合的行星轮（未示出）产生的扭矩经轴部 34、弯曲区 28 以及连接区域 27 传递到风轮机齿轮箱 15 的齿轮传动级 13 的第二齿轮 30 的齿轮毂 31。

[0096] 当与弯曲区 28 结合的长形轴部 34 确保太阳轮 7 的一定的径向柔性时，两个轴承 32 基本上确保第二齿轮 30 的对准。

[0097] 在本实施方式中，在连接区域 27 处连接部 35 和在第二齿轮 30 的轮毂 31 上的相应区域包括呈交替的凸起和凹部形式的刚性啮合结构，该刚性啮合结构覆盖连接部 35 的整个连接区域 27 范围。

[0098] 在本发明的该实施方式中，连接部 35 还包括固定装置 33，该固定装置 33 用于维持始终与轮毂 31 上的相应区域啮合的连接部 35，从而确保连接区域 27 的扭矩传递质量，并且使扭矩传递轴 20 能够传递轴向载荷，该轴向载荷试图将连接部 35 从轮毂 31 上的相应区域推开。

[0099] 假如沿主导轴向的轴向载荷例如存在于斜齿轮行星级 11 中，将在图 4 和 6 公开的连接部 35 在连接区域 27 处的结构之间进行选择，使得螺栓 33 基本上不被加载。

[0100] 在本实施方式中，连接装置 33 是螺栓，该螺栓通过在连接区域 27 处连接部 35 中的孔延伸并且接合在轮毂 31 上的相应区域中的螺纹盲孔，但是在另一个实施方式中固定装置 33 可以是夹子、螺丝钉、铆钉等等。

[0101] 在本发明的该实施方式中，连接部 35 和轮毂 31 上的相应区域这二者的刚性啮合结构设计成锁定连接区域 27 处的部件的径向移动，但是在另一个实施方式中，扭矩传递轴 20 或其他构件可以包括啮合和导向连接区域 27 和轮毂 31 的单独的栓 (spigot)，径向负载装置可以一体地形成在连接部 35 或轮毂 31 中，或者，它可以以另一种方式确保连接部 35 和轮毂 31 固定以抵抗相对径向运动。

[0102] 在本发明的该实施方式中，连接区域 27 或轮毂 31 的内径 Di 大于太阳轮 7 的外径，从而使太阳轮 7 可以通过轮毂 71 卸下。

[0103] 在本实施方式中，扭矩传递轴 20 的轴部 34 是相对长且薄壁的，以确保太阳轮 7 可以横切地并且关于与连接部 35 的旋转轴平行地相对于连接部 35 略微径向弯曲。此轴弯曲由轴部 34 和连接区域 27 之间的弯曲区 28 的弯曲进一步补充，并且空心轴部 34 和弯曲区

28 一起确保可以基本上补偿齿轮箱 15 中的任何暂时或永久的未对准，而不会影响太阳轮 7 和行星轮 10 传递和均匀分配扭矩的能力。

[0104] 在本发明的该实施方式中，连接区域 27 以 90° 齿面角设立，但是在另一个实施方式中齿面角 A 可以以 10° 和 170° 之间，优选 30° 和 150° 之间，以及最优选 45° 和 135° 之间的任何角度设立。

[0105] 通过以不同于 90° 的齿面角 A 布置连接区域 27，连接部 35 由于连接区域 27 的锥形而变得基本上自动对准。

[0106] 图 7 示出从侧面看到的通过定距环连接至第二齿轮 30 的扭矩传递轴 20。

[0107] 在本发明的该实施方式中，连接区域 27 设立为扭矩传递轴 20 的连接部 35 的部分之间的区域，该连接区域 27 与定距环接触，从而使弯曲区 28 可以沿轴向双向弯曲。

[0108] 图 8 示出从侧面看到的弯曲区 28 的一个实施方式的横截面。

[0109] 在本实施方式中，弯曲区的弯曲由连接部 35 中的凹部确定，从而使弯曲区 28 可以沿一个轴向弯曲。

[0110] 在本实施方式中，连接区域 27 被定义为连接部 35 确实地连接至第二齿轮 30 的区域，即，在连接装置 33 上的和直接地围绕连接装置 33 的区域。

[0111] 图 9 示出从侧面看到的包括用于设立弯曲区 28 的凹部的第二齿轮 30。

[0112] 在本发明的该实施方式中，通过提供具有缺口的第二齿轮来实现弯曲区 28 的沿轴向双向的弯曲。

[0113] 在上文已经参照扭矩传递轴 20、弯曲区 28、齿轮箱 15 及其他构件的具体实施例例示了本发明。然而，应当理解，本发明不限于上述具体实施例，而是在如权利要求规定的本发明的范围内可以以多种变化设计和改变。

[0114] 列表

[0115] 1. 风轮机

[0116] 2. 塔

[0117] 3. 机舱

[0118] 4. 转子

[0119] 5. 叶片

[0120] 6. 轮毂

[0121] 7. 太阳轮

[0122] 8. 内齿圈

[0123] 9. 行星架

[0124] 10. 行星轮

[0125] 11. 行星齿轮级

[0126] 12. 动力传动系统

[0127] 13. 嵌齿轮齿轮级

[0128] 14. 主轴承

[0129] 15. 齿轮箱

[0130] 16. 制动系统

[0131] 17. 发电机

[0132] 18. 变流器

[0133] 19. 机舱结构

[0134] 20. 扭矩传递轴

[0135] 21. 第一齿轮级

[0136] 22. 第二齿轮级

[0137] 23. 大直径嵌齿轮

[0138] 24. 主轴

[0139] 25. 小直径嵌齿轮

[0140] 26. 齿轮箱输出轴

[0141] 27. 连接区域

[0142] 28. 弯曲区

[0143] 29. 第一齿轮

[0144] 30. 第二齿轮

[0145] 31. 齿轮毂

[0146] 32. 轴承

[0147] 33. 连接装置

[0148] 34. 扭矩传递轴的轴部

[0149] 35. 连接部

[0150] Do. 轴部的外径

[0151] Di. 连接区域的内径

[0152] Wt. 轴部的壁厚

[0153] T. 弯曲区的轴向厚度

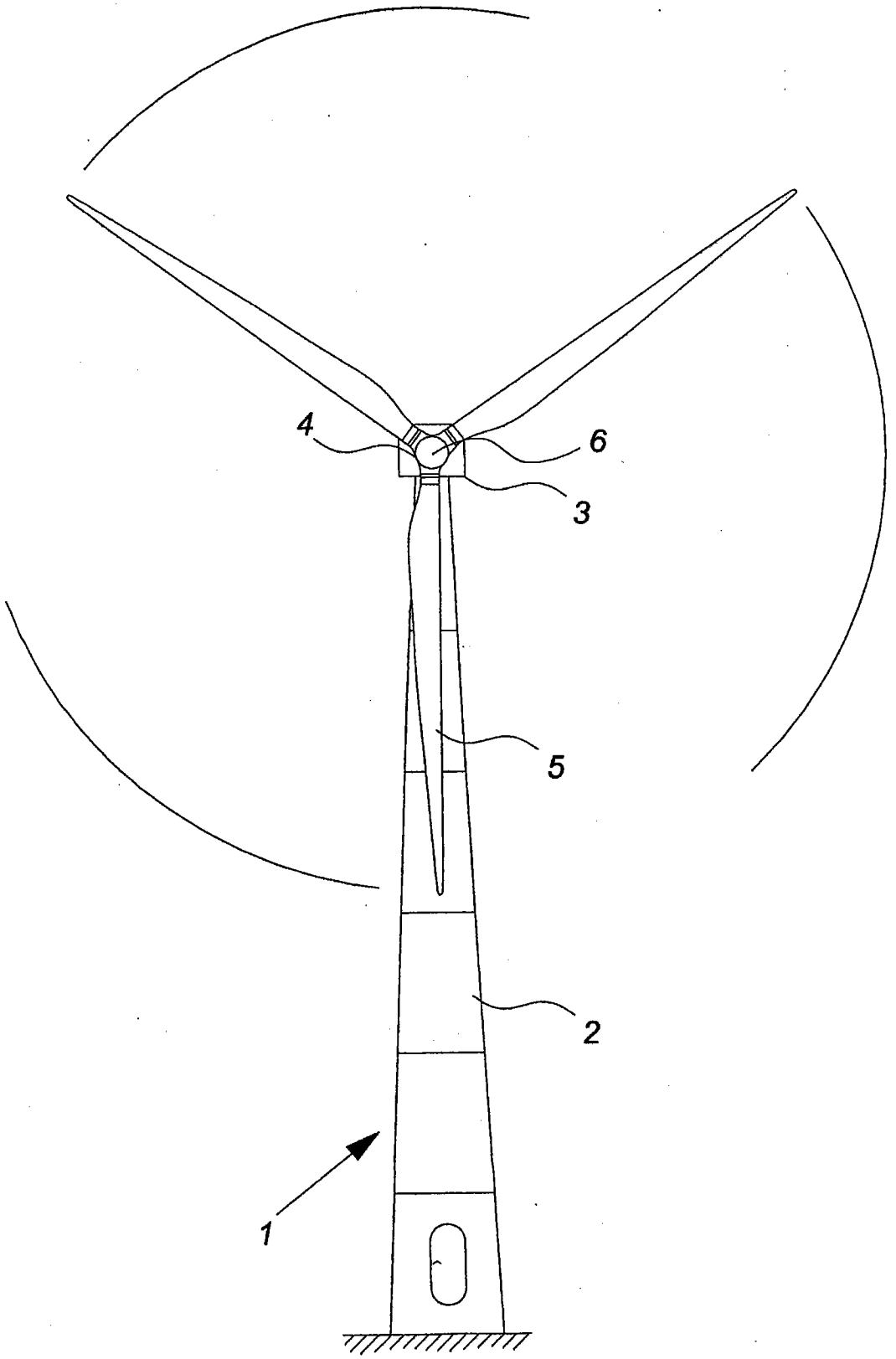


图 1

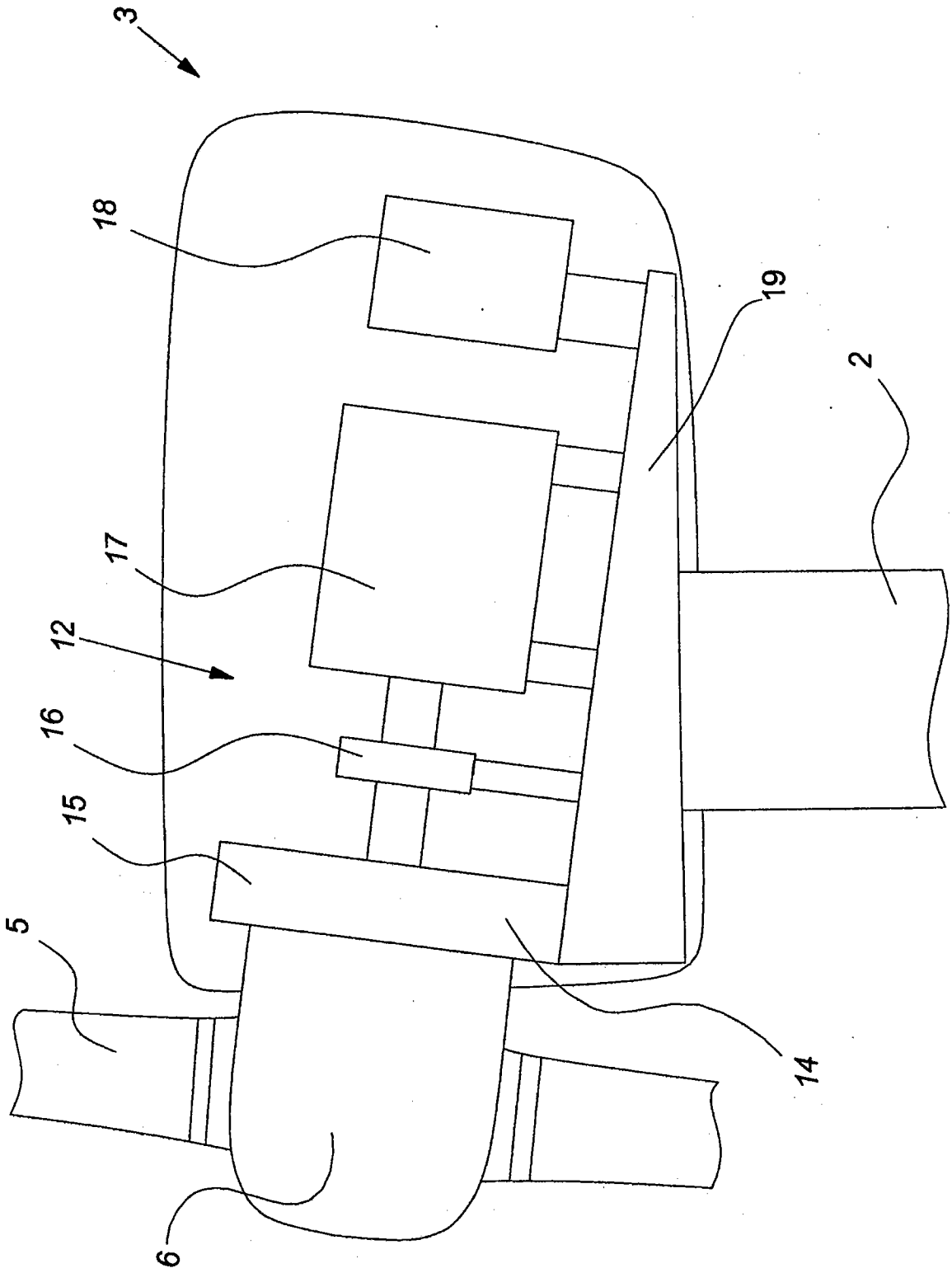


图 2

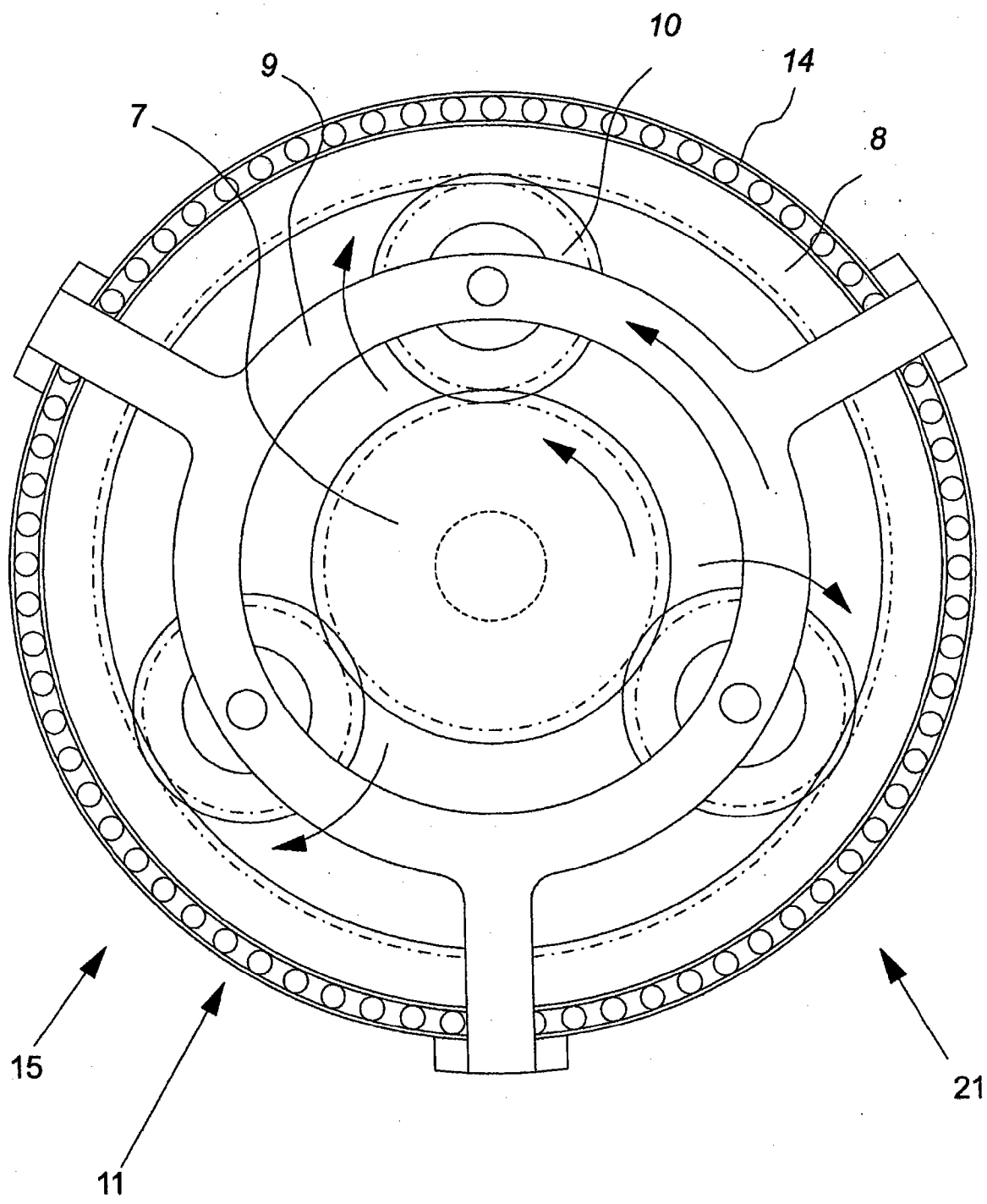


图 3

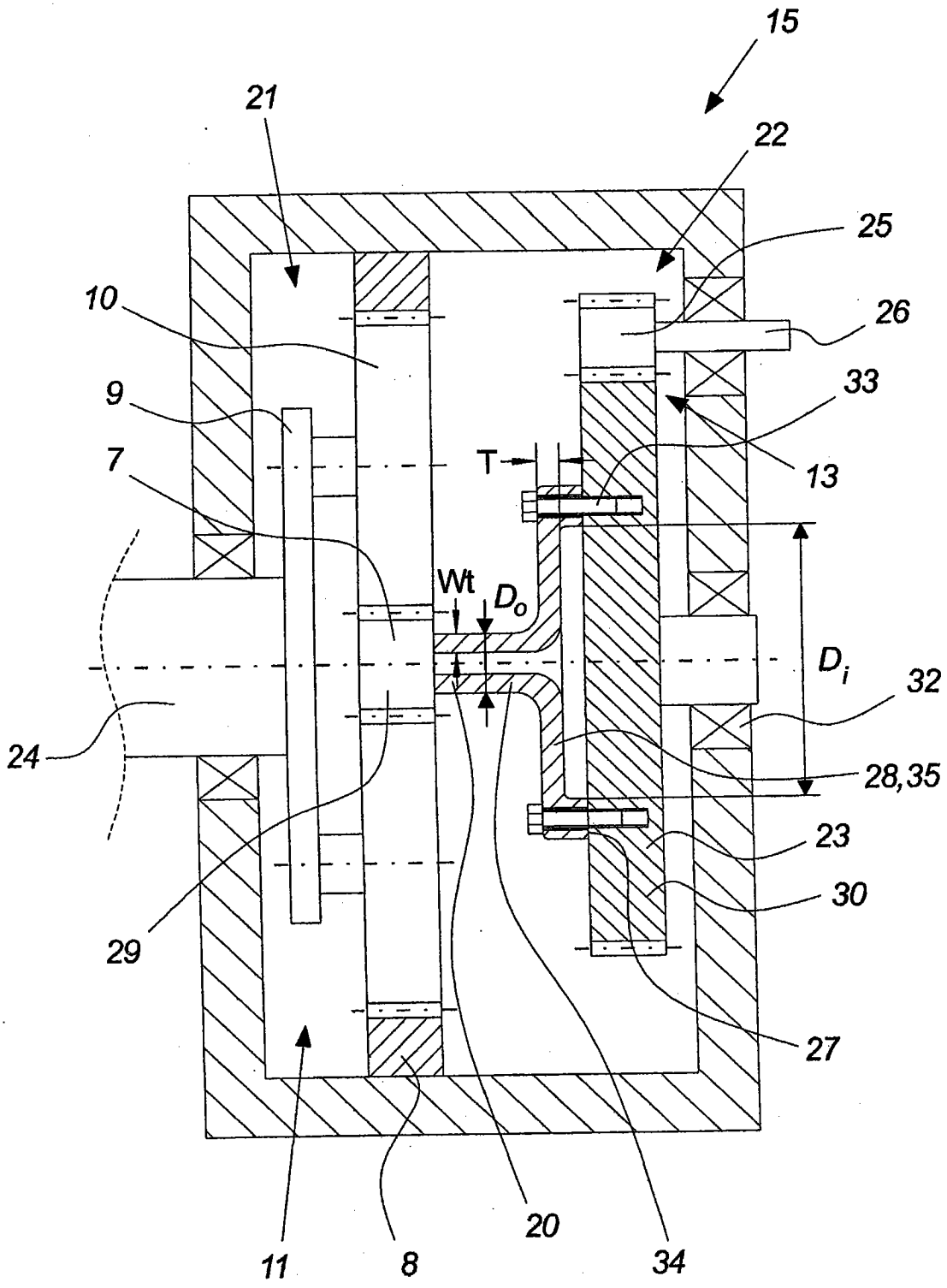


图 4

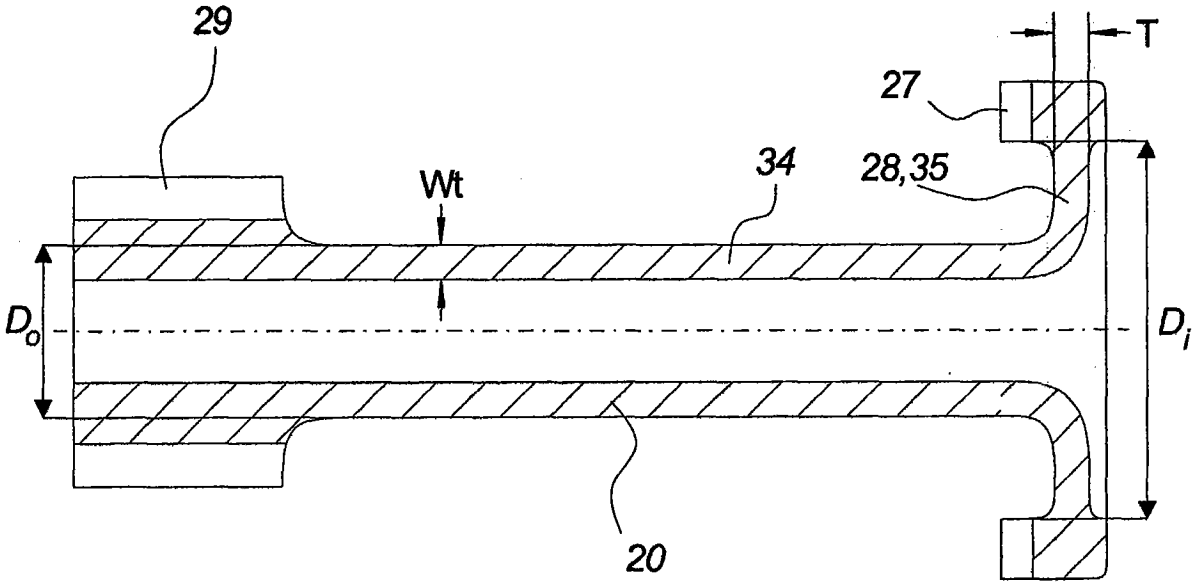


图 5

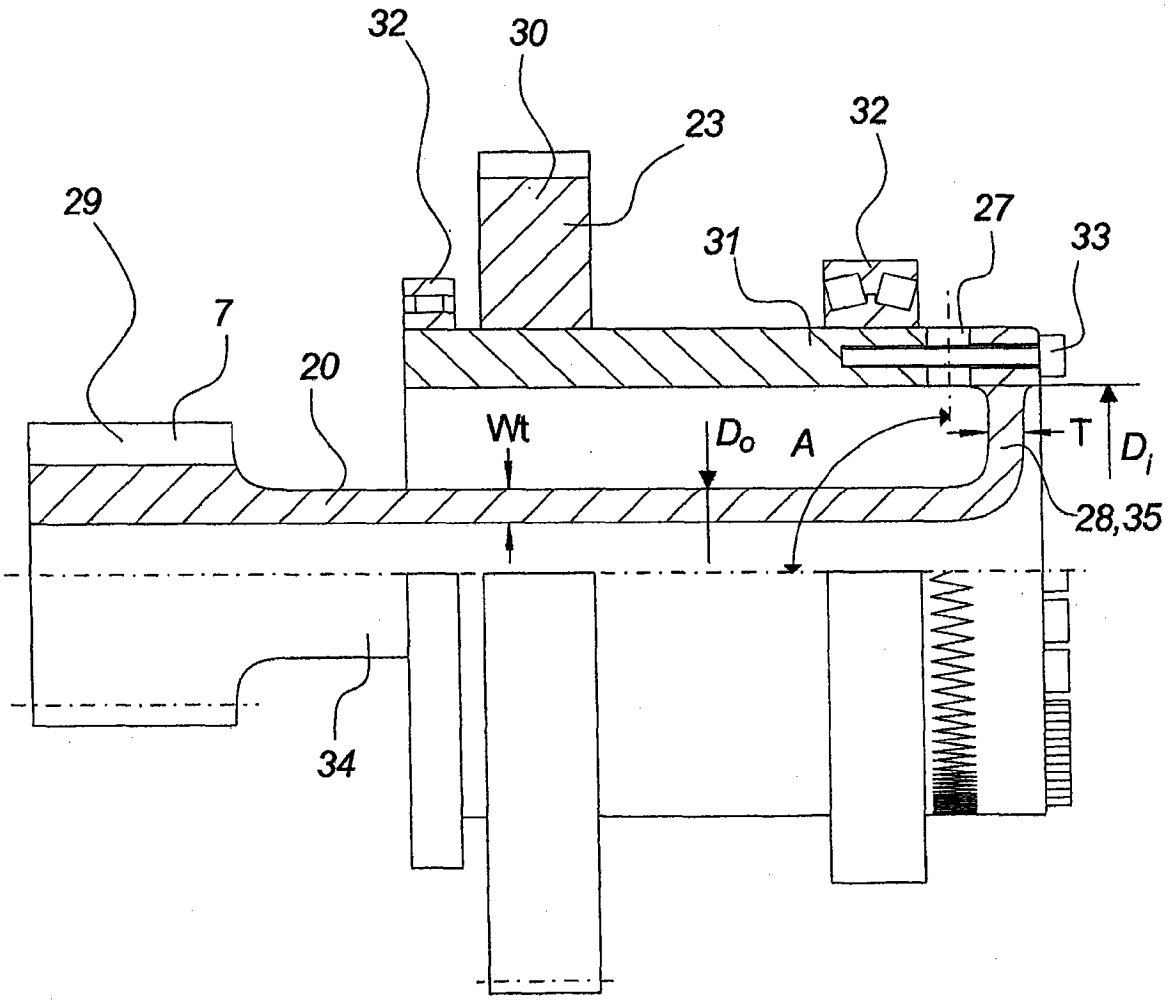

32
30
23
32
29
27
31
33
7
20
Wt
D_o
A
T
D_i
28,35
34

图 6

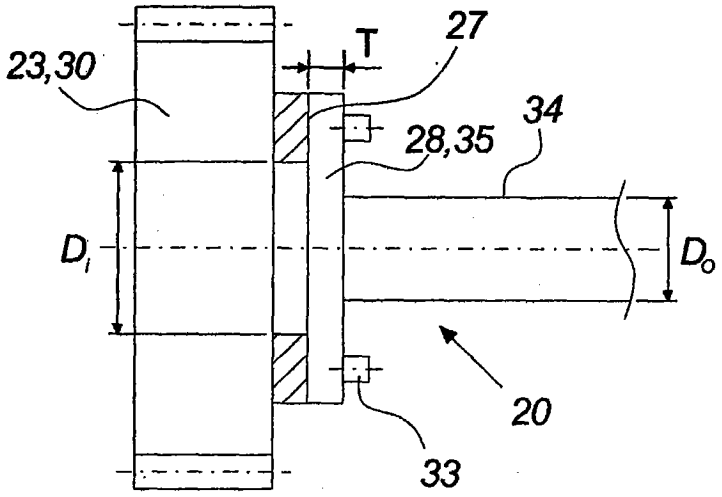

T
27
23,30
28,35
34
D_i
D_o
20
33

图 7

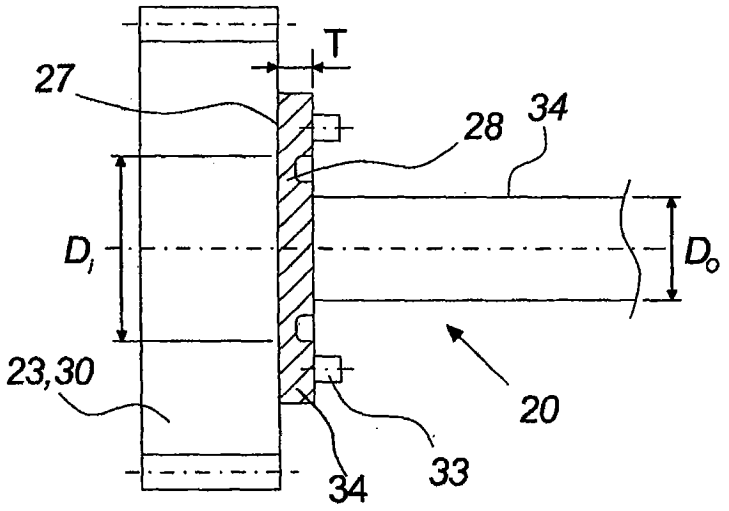


图 8

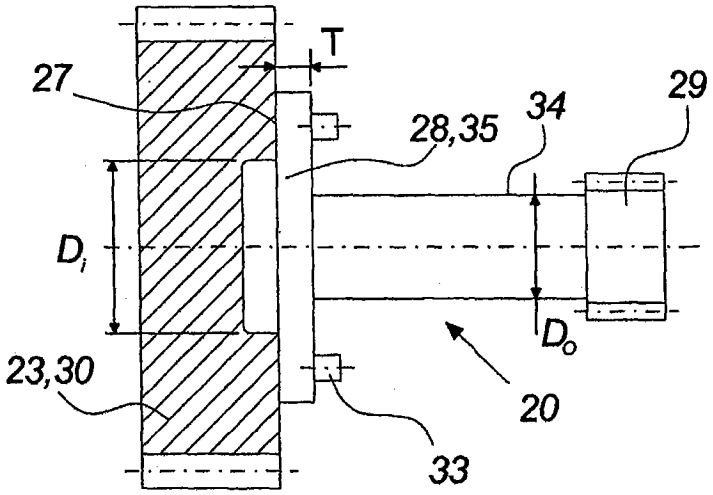


图 9