



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101447703 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 13

(21) 申请号 200810178748. 5

F03D 9/00 (2006. 01)

(22) 申请日 2008. 11. 26

审查员 张丹

(30) 优先权数据

07022882. 0 2007. 11. 26 EP

(73) 专利权人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 H·斯蒂斯达尔

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 温大鹏 何自刚

(51) Int. Cl.

H02K 1/18 (2006. 01)

H02K 1/27 (2006. 01)

H02K 16/00 (2006. 01)

H02K 21/14 (2006. 01)

H02K 7/18 (2006. 01)

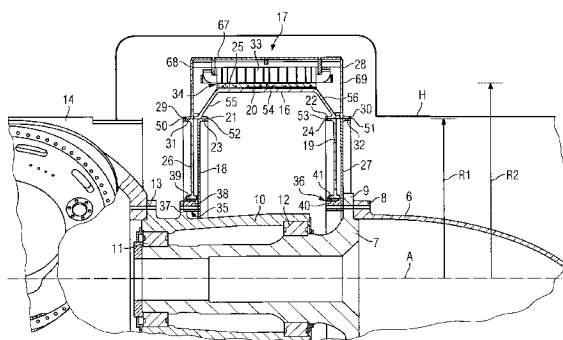
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 4 页

(54) 发明名称

直接驱动发电机和风力涡轮机

(57) 摘要

本发明涉及一种直接驱动发电机和风力涡轮机。发电机包括具有至少一个用于发电的定子元件的定子,以及围绕发电机的中心轴线枢转并具有至少一个用于发电的转子元件的转子,发电机具有位于定子元件和转子元件之间的气隙,其中定子包括:前部和后部环形支承元件;以及连接到定子的前部和后部环形支承元件上的定子分段,其中定子的前部和后部环形支承元件和定子分段之间的结合部相对于发电机的中心轴线大致位于一个半径处,该半径小于定子元件和转子元件之间的气隙的半径。另外本发明涉及包括这种直接驱动发电机的风力涡轮机。



1. 用于风力涡轮机 (1) 的直接驱动发电机 (2), 包括具有至少一个用于发电的定子元件 (33) 的定子 (17), 以及围绕发电机 (2) 的中心轴线 (A) 枢转并具有至少一个用于发电的转子元件 (25) 的、布置在定子 (17) 内侧的转子 (16), 发电机 (2) 具有位于定子元件 (33) 和转子元件 (25) 之间的间隙 (34), 其特征在于定子 (17) 包括:

前部和后部环形支承元件 (26、27); 以及

连接到定子 (17) 的前部和后部环形支承元件 (26、27) 上的定子分段 (28), 其中定子 (17) 的前部和后部环形支承元件 (26、27) 和定子分段 (28) 之间的结合部 (50、51) 相对于发电机 (2) 的中心轴线 (A) 大致位于一个半径 (R1) 处, 该半径 (R1) 小于定子元件 (33) 和转子元件 (25) 之间的间隙 (34) 的半径 (R2)。

2. 如权利要求 1 所述的直接驱动发电机, 其特征在于, 转子 (16) 包括:

前部和后部环形支承元件 (18、19); 以及

连接到转子 (16) 的前部和后部环形支承元件 (18、19) 上的转子分段 (20), 其中转子 (16) 的前部和后部环形支承元件 (18、19) 和转子分段 (20) 之间的结合部 (52、53) 相对于发电机 (2) 的中心轴线 (A) 大致位于一个半径 (R1) 处, 该半径 (R1) 等于或小于定子元件 (33) 和转子元件 (25) 之间的间隙 (34) 的半径 (R2)。

3. 如权利要求 2 所述的直接驱动发电机, 其特征在于, 定子 (17) 的结合部 (50、51) 和转子 (16) 的结合部 (52、53) 相对于发电机 (2) 的中心轴线 (A) 大致位于相同半径 (R1) 处。

4. 如权利要求 2 或 3 所述的直接驱动发电机, 其特征在于, 定子分段 (28) 和 / 或转子分段 (20) 以如下方式设计, 即定子的环形支承元件 (26、27) 和定子分段 (28) 之间的结合部 (50、51) 和 / 或转子的环形支承元件 (18、19) 和转子分段 (20) 之间的结合部 (52、53) 相对于发电机 (2) 的中心轴线 (A) 大致位于等于或小于定子元件 (33) 和转子元件 (25) 之间的间隙 (34) 的半径 (R2) 的半径 (R1) 处。

5. 如权利要求 1 所述的直接驱动发电机, 其特征在于, 每个定子分段是连接到定子 (17) 的前部和后部环形支承元件 (26、27) 上的环形分段成形的定子分段 (28), 并且包括至少一个用于发电的定子元件 (33)。

6. 如权利要求 2 所述的直接驱动发电机, 其特征在于, 每个转子分段是连接到转子 (16) 的前部和后部环形支承元件 (18、19) 上的环形分段成形的转子分段 (20), 并且包括至少一个用于发电的转子元件 (25)。

7. 如权利要求 5 或 6 所述的直接驱动发电机, 其特征在于, 环形分段成形的定子分段 (28) 包括外部环形分段成形的定子支承元件 (67)、配置在外部环形分段成形的定子支承元件 (67) 的前侧上的径向向内指向的前部环形分段成形的定子连接元件 (68) 以及配置在外部环形分段成形的定子支承元件 (67) 的后侧上的径向向内指向的后部环形分段成形的定子连接元件 (69), 以便形成向内开口的环形分段成形的定子分段 (28), 其中至少一个定子元件 (33) 配置在外部环形分段成形的定子支承元件 (67) 的内侧上。

8. 如权利要求 6 所述的直接驱动发电机, 其特征在于, 环形分段成形的转子分段 (20) 包括外部环形分段成形的转子支承元件 (54)、配置在外部环形分段成形的转子支承元件 (54) 的前侧上的径向向内指向的前部环形分段成形的转子连接元件 (55) 以及配置在外部环形分段成形的转子支承元件 (54) 的后侧上的径向向内指向的后部环形分段成形的转子连接元件 (56), 以便形成向内开口的环形分段成形的转子分段 (20), 其中至少一个转子元

件 (25) 配置在外部环形分段成形的转子支承元件 (54) 的外侧上。

9. 如权利要求 2-3、5-6 和 8 中任一项所述的直接驱动发电机, 其特征在于, 每个转子分段 (20) 至少部分配置在定子分段 (28) 内侧。

10. 如权利要求 2-3、5-6 和 8 中任一项所述的直接驱动发电机, 其特征在于, 定子分段 (28) 和至少一个转子分段 (20) 能够至少相互贴靠而临时支承。

11. 如权利要求 2-3、5-6 和 8 中任一项所述的直接驱动发电机, 其特征在于, 每个定子分段 (28) 包括第一支承突出部 (60、61), 并且其中每个转子分段 (20) 包括第二支承突出部 (57、58), 其中定子分段 (28) 的第一支承突出部 (60、61) 和转子分段 (20) 的第二支承突出部 (57、58) 能够至少相互贴靠而临时支承。

12. 如权利要求 11 所述的直接驱动发电机, 其特征在于, 环形分段成形的定子分段 (28) 的每个环形分段成形的定子连接元件 (68、69) 包括至少一个第一支承突出部 (60、61), 并且其中环形分段成形的转子分段 (54) 的每个环形分段成形的转子连接元件 (55、56) 包括至少一个第二支承突出部 (57、58)。

13. 如权利要求 2-3、5-6、8 和 12 中任一项所述的直接驱动发电机, 其特征在于, 定子分段 (28) 和至少一个转子分段 (20) 能够至少临时形成定子 / 转子分段单元。

14. 如权利要求 1-3、5-6、8 和 12 中任一项所述的直接驱动发电机, 其特征在于, 定子元件 (33) 和转子元件 (25) 之间的气隙 (34) 的宽度是可以调节的。

15. 如权利要求 1-3、5-6、8 和 12 中任一项所述的直接驱动发电机, 其特征在于, 定子 (17) 的环形支承元件 (26、27) 和定子分段 (28) 之间的结合部 (50、51) 和 / 或转子 (16) 的环形支承元件 (18、19) 和转子分段 (20) 之间的结合部 (52、53) 包括用于调节气隙的宽度的调节装置。

16. 如权利要求 15 所述的直接驱动发电机, 其特征在于, 调节装置包括至少一个垫片。

17. 如权利要求 1-3、5-6、8、12 和 16 中任一项所述的直接驱动发电机, 其特征在于, 定子分段 (28) 包括作为定子元件的具有绕组 (76) 的至少一个绕组形式 (75), 和 / 或其中转子分段 (20) 包括作为转子元件 (25) 的至少一个永磁体 (25)。

18. 如权利要求 1-3、5-6、8、12 和 16 中任一项所述的直接驱动发电机, 其特征在于, 定子分段 (28) 和定子 (17) 的环形支承元件 (26、27) 和 / 或转子分段 (20) 和转子 (16) 的环形支承元件 (18、19) 包括用于安装的轴向和 / 或径向延伸的凸缘 (21-24、29-32)。

19. 如权利要求 1-3、5-6、8、12 和 16 中任一项所述的直接驱动发电机, 其特征在于, 转子 (16) 的至少一个环形支承元件 (18、19) 和 / 或定子 (17) 的至少一个环形支承元件 (26、27) 包括用于进入发电机内部的至少一个人孔 (70)。

20. 包括如权利要求 1-19 任一项所述的直接驱动发电机的风力涡轮机。

直接驱动发电机和风力涡轮机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种直接驱动或直接被驱动发电机以及包括直接驱动发电机的风力涡轮机。

背景技术

[0002] 考虑到风力涡轮机的驱动构造,总体上具有两种主要类型的风力涡轮机。第一种风力涡轮机是更加典型的风力涡轮机,包括布置在主轴和风力涡轮机的发电机之间的齿轮箱。第二种风力涡轮机是无齿轮类型,其中齿轮箱和传统发电机通过所谓的直接驱动或直接被驱动发电机的多极发电机代替。这种直接驱动发电机可制造成同步发电机,具有卷绕转子或连接在转子上的永磁体,或者它可设计成可选择类型的发电机。

[0003] 直接被驱动发电机的共同之处在于它们的实际尺寸相对大。在多兆瓦直接驱动发电机的大约 5m 的典型气隙处,外直径是大约 6m 或甚至更大的级别。大的外直径使得直接驱动发电机的运输困难,并且直接驱动发电机的沉重静载荷涉及其它困难,例如涉及由于损坏而更换进行修理的问题。

[0004] 其它难题出现在具有直接驱动发电机的风力涡轮机的通常构造中,其中直接驱动发电机配置在风力涡轮机转子和塔之间,以便产生紧凑的机器构造。在这种情况下,由于必须拆卸直接驱动发电机,需要拆卸整个风力涡轮机转子。

[0005] 为了克服这些问题至少部分存在某些启示来划分发电机部件。

[0006] 在 W098/20595A1 中,披露用于转动电机的定子,包括定子芯和绕组。定子芯设置朝着转子向内径向延伸的定子齿。每个定子齿构造成轴向结合到定子齿侧面内的多个齿区段。由于定子可现场安装,定子齿侧面一起并排安装,部分使得转动电机部件到建造地点的运输更加容易。但是,这种构造需要定子壳体,因此具有相对大的外尺寸。

[0007] 从 US4594552 中得知了分段定子的电枢绕组。分段定子具有通过至少两个周向隔开的分割线分开的带细槽芯以有助于分段定子的组装和拆卸。电枢绕组包括定子芯的细槽内的电枢线圈,定子芯连接成提供极并配置成提供在分割线处分开的多个电枢线圈。连接和脱离装置设置成在分段定子组装和拆卸时分别连接和脱离电枢线圈。但是这种构造还需要定子壳体,因此具有相对大的外尺寸。

[0008] US5844341 描述一种通过例如风力涡轮机的低速装置驱动的发电机。发电机包括具有交替极性的多个永磁体的一个或多个转子环以及多个层压轭的同轴定子环,每个轭限定定位线圈的细槽。轭和细槽形成通过梁相对于转子环支承的模块。这种构造的缺陷在于这种具有通过气隙分开的单个极对的模块构造形式的机电性能会不太有利,并且单个定子模块的可能拆卸会涉及整个发电机必须现场打开,造成潮湿、污物等危险,并且如果定子模块必须在不利的方向上取出,这会很麻烦。

[0009] US6781276B1 描述一种用于风力涡轮机的发电机,包括定子和转子。定子具有单独并可以单独和相互独立安装、修理和拆卸的多个定子模块。此发电机没有大于气隙直径的部分。但是即使没有大于气隙直径的部分,假设定子是单个部件,将被运输的最大元件还是

具有相当的尺寸。在其完整形式下,定子安装有强力永磁体,并且在运输过程中需要通过非磁性层覆盖,例如具有一定厚度的木材或聚苯乙烯,同时转子的尺寸小于完整的发电机的尺寸,还是会有 5m 直径以及 1.5m 的长度,被运输的设备相当大。

发明内容

[0010] 因此本发明的目的在于提供一种以如下方式最初描述的发电机,即特别简化了发电机到建造地点的运输。本发明的其它目的涉及包括各自发电机的风力涡轮机。

[0011] 此目的通过一种用于风力涡轮机的直接驱动或直接被驱动发电机来新颖地实现,其包括具有可操作于发电的至少一个定子元件的定子以及围绕发电机的中心轴线枢转并具有可操作于发电的至少一个转子元件的转子,发电机具有位于定子元件和转子元件之间的气隙,其中定子包括前部和后部环形支承元件以及连接到定子的前部和后部环形支承元件上的定子分段,其中前部和后部环形支承元件和定子分段之间的结合部相对于发电机的纵向轴线大致位于一个半径处,该半径小于定子元件和转子元件之间的气隙的半径。按照本发明,发电机的定子至少部分分段,并且包括环形支承元件和定子分段。由此最好是定子的环形端板的环形支承元件以及定子分段在组装状态下形成具有大致中空圆柱形形状的定子或定子配置。因此,定子整体包括多个单个可管理的元件和分段,其中单个可管理的元件和分段通常以可拆卸方式相互连接。按照此说明书,特别在环形支承元件和定子分段之间可以非破坏地拆卸。因此,与组装状态下的发电机相比,由于至少定子能够部分运输,其中每个部分具有较小的尺寸和较低的静载荷,简化了环形支承元件和定子分段形式的定子的运输以及整个发电机的运输。特别是,通常为单件元件以确保特别足够完整性的环形支承元件具有特别是最好显著小于气隙直径的直径的尺寸。这简化了定子的环形支承元件的运输。同样简化了定子的组装和拆卸以及发电机在建造现场的组装和拆卸。在风力涡轮机的情况下,不需要使用例如吊车将整体安装的发电机装入机舱。实际上,发电机的显著较轻的单个可管理部件和分段能够装入机舱,其中发电机能够进行组装、修理或拆卸。

[0012] 按照本发明的实施例,发电机的转子包括前部和后部环形支承元件和连接到转子的前部和后部环形支承元件上的转子分段,其中转子的前部和后部环形支承元件和转子分段之间的结合部相对于发电机的中心轴线大致位于一个半径处,该半径等于或小于定子元件和转子元件之间的气隙的半径。因此,同样发电机的转子至少部分分段,其中转子的环形支承元件最好是转子的环形端板。转子的环形支承元件和转子分段在组装状态下形成具有大致中空圆柱形形状的转子或转子配置。因此转子整体包括多个单个可管理的元件和分段,其中单个可管理的元件和分段通常以可拆卸的方式相互连接。特别是,转子的环形支承元件和转子分段之间的连接可以非破坏地拆卸。因此,与组装状态下的发电机相比,由于转子能够部分运输,其中每个部分具有较小的尺寸和较低的静载荷,再次简化了发电机的运输。特别是通常作为单件元件以确保特别足够的完整性的转子的环形支承元件具有特别是最好显著小于气隙直径的直径的尺寸。这简化了转子的环形支承元件的运输。

[0013] 在本发明的实施例中,定子的结合部和转子的结合部相对于发电机的中心轴线大致位于相同的半径处,有利于发电机的组装和拆卸。但是定子的结合部和转子的结合部还可以相对于发电机的中心轴线位于不同半径处。

[0014] 在本发明的变型中,定子分段和 / 或转子分段以如下方式设计,即定子的环形支

承元件和定子分段之间的结合部和 / 或转子的环形支承元件和转子分段之间的结合部相对于发电机的中心轴线大致位于等于或小于定子元件和转子元件之间的气隙半径的半径处。最好是该结合部位于小于气隙半径的半径处。以此方式,定子和转子的环形支承元件的外直径能够显著小于发电机气隙的半径,由此减小定子和转子的环形支承元件的最大尺寸,以特别用于运输。由此定子和转子的环形支承元件的直径或最大尺寸相互不同。

[0015] 按照本发明的实施例,每个定子分段是连接到定子的前部和后部环形支承元件上的环形分段成形的定子分段,并且包括用于发电的至少一个定子元件。由此在配置在定子的环形支承元件上之后,环形分段成形的定子分段形成定子环。

[0016] 按照本发明的另一实施例,每个转子分段是连接到转子的前部和后部环形支承元件上的环形分段成形的转子分段,并且包括用于发电的至少一个转子元件。以类似于定子的方式,在配置在转子的环形支承元件上之后,环形分段成形的转子分段形成转子环。

[0017] 按照本发明的变型,环形分段成形的定子分段包括外部环形分段成形的定子支承元件、配置在外部环形分段成形的定子支承元件的前侧上的径向向内指向的前部环形分段成形的定子连接元件以及配置在外部环形分段成形的定子支承元件的后侧上的径向向内指向的后部环形分段成形的定子连接元件,以便形成向内开口的大致 U 形的环形分段成形的定子分段,其中至少一个定子元件配置在外部环形分段成形的定子支承元件的内侧上。由此术语大致 U 形应该也覆盖其它类似形式,例如 V 形等。

[0018] 以类似方式,环形分段成形的转子分段包括外部环形分段成形的转子支承元件、配置在外部环形分段成形的转子支承元件的前侧上的径向向内指向的前部环形分段成形的转子连接元件以及配置在外部环形分段成形的转子支承元件的后侧上的径向向内指向的后部环形分段成形的转子连接元件,以便形成向内开口的大致 U 形的环形分段成形的转子分段,其中至少一个转子元件配置在外部环形分段成形的转子支承元件的外侧上。由此术语大致 U 形应该也覆盖其它类似形式,例如 V 形等。

[0019] 在本发明的实施例中,每个转子分段至少部分配置在定子分段内侧。同样两个或多个转子分段可以至少部分配置在定子分段内侧。由此用于发电的定子元件和转子元件以中间的气隙相对配置。

[0020] 在本发明的另一变型中,定子分段和至少一个转子分段能够至少临时相互贴靠支承。最好是每个定子分段包括第一支承突出部,并且每个转子分段包括第二支承突出部,其中第一定子分段的第一支承突出部和相应的第一转子分段的第二支承突出部能够至少临时相互贴靠支承。最好是环形分段成形的定子分段的每个环形分段成形的定子连接元件包括至少一个第一支承突出部,并且环形分段成形的转子分段的每个环形分段成形的转子连接元件包括至少一个第二支承突出部。特别在发电机和分段或环形分段成形的分段各自运输、组装和拆卸时,通过支承突出部,转子分段或环形分段成形的转子分段能够静置在定子分段或环形分段成形的定子分段上。由此气隙保持在用于发电的定子元件和用于发电的转子元件之间。特别在发电机包括永磁体时,由于以此方式涉及用于发电的定子和转子元件的磁性回路闭合,通常不需要特殊的保护且不受到不希望的磁引力影响。另外,由于在发电机的组装和拆卸过程中,转子分段或环形分段成形的转子分段可以静置在定子分段或环形分段成形的定子分段上,并且任何吊车起重装置通常从磁引力脱离。因此,简化了运输、组装和拆卸。

[0021] 因此按照本发明的另一实施例,定子分段和至少一个转子分段能够至少临时形成一个单元,更准确的是定子/转子分段单元。

[0022] 在本发明的另一变型中,定子元件和转子元件之间的气隙的宽度是可以调节的。由此定子的环形支承元件和定子分段之间的结合部和/或转子的环形支承元件和转子分段之间的结合部最好包括调节装置,以便调节气隙的宽度。在本发明的一个实施例中,调节装置包括至少一个垫片。因此,用于发电的定子和转子元件之间的气隙的所需或希望宽度可以相对简单的方式调节。

[0023] 按照本发明的另一实施例,定子分段包括作为定子元件的具有绕组的至少一个绕组形式和/或转子分段包括作为转子元件的至少一个永磁体。

[0024] 在本发明的实施例中,定子分段和定子的环形支承元件和/或转子分段和转子的环形支承元件包括轴向和/或径向延伸的凸缘,以便安装。由此轴向延伸凸缘最好大致在主轴的中心轴线 A 的方向上延伸,并且径向延伸凸缘最好大致在相对于主轴的中心轴线 A 垂直延伸。以此方式,定子和转子分段可相对简单地连接在各自环形支承元件上。

[0025] 按照本发明的另一实施例,转子的至少一个环形支承元件和/或定子的至少一个环形支承元件包括至少一个人孔,以便进入发电机内部。因此,至少一个前部或后部环形支承元件可具有最好可以闭合的一个或多个人孔。

[0026] 本发明的其它目的可通过包括所述的发电机的风力涡轮机而新颖地实现。

附图说明

[0027] 下面将参考示意附图来更加详细地描述本发明,其中:

[0028] 图 1 表示本发明风力涡轮机的一部分;

[0029] 图 2 以放大形式表示主轴和图 1 的风力涡轮机的直接驱动发电机的一部分;

[0030] 图 3 以放大形式表示图 1 的风力涡轮机的直接驱动发电机的一部分;以及

[0031] 图 4 表示图 1 的箭头 IV 方向上的图 1 的风力涡轮机的发电机的视图。

具体实施方式

[0032] 图 1 示意表示本发明风力涡轮机 1 的第一实施例,包括配置在风力涡轮机 1 的塔 3 的顺风侧上的本发明直接驱动或直接被驱动发电机 2。

[0033] 塔凸缘 4 配置在塔 3 的顶部上。保持装置配置在塔凸缘 4 上,在本发明的当前实施例的情况下包括底座板 5、保持臂 6 形式的保持框架以及静止或固定中空轴 7。底座板 5 连接在塔凸缘 4 上。风力涡轮机 1 以明确表示的方式包括偏航系统,以便和风力涡轮机 1 的直接或间接连接到底座板 5 上的其它部件一起围绕塔 3 的中心轴线 Y 转动风力涡轮机 1 的底座板 5。

[0034] 保持臂 6 以其底座侧直接配置在底座板 5 上。在其它侧上,保持臂 6 包括凸缘 8。静止轴 7 通过凸缘 9 连接到凸缘 8 上。保持臂 6 的环形凸缘 8 和静止轴 7 的环形凸缘 9 通过围绕环形凸缘配置的多个螺栓栓接在一起。

[0035] 主轴 10 或主转子管 10 通过第一主轴承 11 和第二主轴承 12 在静止轴 7 上枢转。通过静止轴 7 支承的每个主轴承 11、12 包括内部和外部轴承壳。两个主轴承 11、12 的内部轴承壳安装在静止轴 7 上,而两个主轴承 11、12 的外部轴承壳安装在主轴 10 内侧。

[0036] 在前端上, 主轴 10 包括环形凸缘 13。环形凸缘 13 牢固但可拆卸地连接到风力涡轮机 1 的轮毂 14 上。轮毂 14 包括用于三个未明确示出、但公知的转子叶片的三个安装装置。

[0037] 在本发明的当前实施例的情况下, 所述直接驱动或直接被驱动发电机大致围绕主轴 10 配置。直接驱动发电机 2 包括转子 16 或转子配置 16 以及定子 17 或定子配置 17。

[0038] 在本发明当前实施例的情况下, 转子 16 包括前部环形转子端板 18 形式的第一支承元件 18、后部环形转子端板 19 形式的第二支承元件 19 以及连接到前部环形转子端板 18 和后部环形转子端板 19 上的多个环形分段成形的转子分段 20。在本发明的当前实施例的情况下, 转子 16 包括六个环形分段成形的转子分段 20, 在六个环形分段成形的转子分段 20 连接到最好是单件的前部和后部环形转子端板 18、19 上时, 形成转子环。

[0039] 在本发明当前实施例的情况下, 定子 17 包括前部环形定子端板 26 形式的第一支承元件 26、后部环形定子端板 27 形式的第二支承元件 27 以及连接到前部环形定子端板 26 和后部环形定子端板 27 上的多个环形分段成形的定子分段 28。在本发明的当前实施例的情况下, 定子 17 也包括六个环形分段成形的定子分段 28 (参考图 4), 在六个环形分段成形的定子分段 28 连接到最好是单件的前部和后部环形定子端板 26、27 上时, 形成定子环。

[0040] 在本发明的当前实施例的情况下, 环形分段成形的定子分段 28 和环形分段成形的转子分段 20 以如下方式设计, 即环形定子端板 26、27 和环形分段成形的定子分段 28 之间的结合部 50、51 以及环形转子端板 18、19 和环形分段成形的转子分段 20 之间的结合部 52、53 相对于发电机 2 的中心轴线 A 大致位于半径 R1 处, 半径 R1 小于配置在环形分段成形的定子分段 28 上并用于发电的定子元件 33 和配置在环形分段成形的转子分段 20 上并用于发电的转子元件 25 之间的间隙 34 的半径 R2。因此, 在本发明的当前实施例的情况下, 环形定子和转子端板的最大直径是 $2 * R1$ 。这些直径显著小于间隙 34 的直径 ($2 * R2$)。这简化了环形定子和转子端板的运输。

[0041] 环形分段成形的转子分段 20 包括外部环形分段成形的转子支承元件 54、配置在外部环形分段成形的转子支承元件 54 的前侧上的径向向内指向的前部环形分段成形的转子连接元件 55 以及配置在外部环形分段成形的转子支承元件 54 的后侧上的径向向内指向的后部环形分段成形的转子连接元件 56, 以便形成向内开口的大致 U 形的环形分段成形的转子分段 20, 其中至少一个永磁体 25 形式的至少一个转子元件 25 配置在外部环形分段成形的转子支承元件 54 的外侧。由此环形分段成形的转子分段 20 将前部和后部环形转子端板 18、19 相互连接。

[0042] 如图 2 和 3 所示, 前部环形分段成形的转子连接元件 55 在其端部包括环形分段成形的凸缘 21 和环形分段成形的支承突出部 57。后部环形分段成形的转子连接元件 56 在其端部包括环形分段成形的凸缘 22 和环形分段成形的支承突出部 58。前部环形形成转子端板 18 具有环形凸缘 23, 并且后部环形转子端板 19 具有环形凸缘 24。在本发明的当前实施例的情况下, 凸缘 21 和 23 以及凸缘 22 和 24 被栓接在一起, 以便形成转子 16。以此描述方式, 所有环形分段成形的转子分段 20 连接到前部和后部环形端板 18、19 上。因此, 转子 16 具有大致中空圆柱形形状。

[0043] 以类似方式, 环形分段成形的定子分段 28 包括外部环形分段成形的定子支承元件 67、配置在外部环形分段成形的定子支承元件 67 的前侧上的径向向内指向的前部环形

分段成形的定子连接元件 68 以及配置在外部环形分段成形的定子支承元件 67 的后侧上的径向向内指向的后部环形分段成形的定子连接元件 69, 以便形成向内开口的大致 U 形的环形分段成形的定子分段, 其中具有绕组 76 的绕组形式 75 的形式的至少一个定子元件 33 配置在外部环形分段成形的定子支承元件 67 的内侧。由此环形分段成形的定子分段 28 将前部和后部环形定子端板 26、27 相互连接。

[0044] 如图 2 和 3 所示, 前部环形分段成形的定子连接元件 68 在其端部包括环形分段成形的凸缘 29 和环形分段成形的支承突出部 60。后部环形分段成形的定子连接元件 69 在其端部包括环形分段成形的凸缘 30 和环形分段成形的支承突出部 61。前部环形成形定子端板 26 具有环形凸缘 31, 并且后部环形定子端板 27 具有环形凸缘 32。在本发明的当前实施例的情况下, 凸缘 29 和 31 以及凸缘 30 和 32 被栓接在一起, 以便形成定子 17。以此描述方式, 所有环形分段成形的定子分段 28 连接到前部和后部环形端板 26、27 上。因此, 定子 17 具有大致中空圆柱形形状。

[0045] 在本发明的当前实施例的情况下, 每个环形分段成形的转子分段 20 大致配置在环形分段成形的定子分段 28 的内侧。特别是在环形分段成形的定子和转子分段 20、28 的运输、组装和拆卸过程中, 一个环形分段成形的定子分段 28 和一个环形分段成形的转子分段 20 能够形成定子 / 转子分段单元。由此环形分段成形的转子分段 20 运动到环形分段成形的定子分段 28 内, 直到环形分段成形的转子分段 20 静置在环形分段成形的定子分段 28 上为止。更准确的是突出部 57、58、60、61 接合, 支承突出部 60 和支承突出部 57 以及支承突出部 61 和支承突出部 58 相互贴靠支承。通常, 如果用于发电的定子元件和转子元件之间的间隙减小到间隙的额定数值以下一定程度的数值, 突出部 57、58、60、61 接合。一旦突出部 57、58、60、61 接合, 磁引力被突出部接收, 并且可以去除适当的工具。在此位置, 磁性回路通常闭合, 并且定子 / 转子分段单元相对于强力永磁体不再具有任何危险。定子 / 转子分段单元能够被运输、组装和拆卸而不需要特别小心。

[0046] 在风力涡轮机 1 的建造地点, 首先支承结构被组装, 即静止轴 7、主轴承 11、12、主轴 10、随后描述的第三和第四轴承 35、36 以及环形转子端板 18、19 以及环形定子端板 26、27。

[0047] 对于发电机 2 的组装来说, 定子 / 转子分段单元如上所述配置在前部和后部环形端板 18、19、26、27 上。由此前部环形分段成形的定子连接元件 68 的凸缘 29 以及前部环形定子端板 26 的凸缘 31 以及后部环形分段成形的定子连接元件 69 的凸缘 30 和后部环形定子端板 27 的凸缘 32 通过示意表示的凸缘螺栓 62 栓接在一起。对于所有六个定子 / 转子分段单元来说都这样做。环形分段成形的定子分段 28 的径向位置的任何所需调节通过凸缘 29、31 之间以及凸缘 30、32 之间的结合部 50、51 内的未明确示出的垫片来进行。由此, 各自垫片被插入各自凸缘, 并且接着凸缘螺栓 62 被插入各自螺栓孔并紧固。

[0048] 随后, 前部环形分段成形的转子连接元件 55 的凸缘 21 和前部环形转子端板 18 的凸缘 23 以及后部环形分段成形的转子连接元件 56 的凸缘 22 和后部环形转子端板 19 的凸缘 24 通过示意表示的凸缘螺栓 63 栓接在一起。由此环形分段成形的转子分段 20 通常被拉离其中接合突出部 57、58、60、61 的静置位置。在凸缘螺栓 63 插入各自螺栓孔并最后紧固之前, 环形分段成形的转子分段 20 的径向位置的任何所需调节通过凸缘 21、23 之间以及凸缘 22、24 之间的结合部 52、55 内的未明确示出的垫片来进行。

[0049] 如果环形分段成形的转子分段 20 或环形分段成形的定子分段 28 需要例如更换, 所述步骤以颠倒顺序进行, 并且更换定子 / 转子分段单元如所述组装。

[0050] 根据试验转动, 环形分段成形的转子分段 20 的径向位置以及环形分段成形的定子分段 28 的径向位置能够通过结合部 50-53 内的垫片细微调节。因此, 定子 17 的电定子元件 33 和转子 16 的永磁体 25 之间的气隙 34 的宽度能够被调节, 以便形成优选的完全一致和同心的气隙 34。

[0051] 为了转子 16 和主轴 10 一起围绕主轴 10 的中心轴线 A 并相对于定子 17 转动, 风力涡轮机 1 特别是直接驱动发电机 2 包括所述的第三或前部发电机轴承 35 以及所述的第四或后部发电机轴承 36。定子 17 和转子 16 的相对位置通过第三和第四轴承 35、36 保持。

[0052] 在本发明当前实施例的情况下, 第三轴承 35 连接到主轴 10 的凸缘 37 上。更准确的是, 第三轴承 35 的内部轴承壳 38 牢固连接到主轴 10 的凸缘 37 上。第三轴承 35 的内部轴承壳 38 另外牢固连接到支承转子 16 的前部的前部环形转子端板 18 上。第三轴承 35 的外部轴承壳 39 牢固连接到支承定子 17 的前部的前部环形定子端板 26 上。

[0053] 定子 17 的后部通过牢固连接到静止轴 7 的凸缘 9 以及保持装置上的后部环形定子端板 27 支承。在本发明的当前实施例的情况下, 第四轴承 36 的内部轴承壳 40 和支承转子 16 的后部的后部环形转子端板 19 牢固连接到第四轴承 36 的外部轴承壳 41 上。

[0054] 根据包括主轴 10、第一主轴承 11、第二主轴承 12、转子 16、定子 17、第三轴承 35 和第四轴承 36 的所述配置, 主轴 10 在风力涡轮机 1 的操作中与转子 16 一起相对于定子 17 转动。

[0055] 为了在本发明的当前实施例的情况下, 避免四个轴承配置静态不确定的情况, 牢固支承在主轴 10 上的前部环形转子端板 18 以及牢固支承在保持装置上的后部环形定子端板 27 在主轴 10 的中心轴线 A 的方向上包括一定和足够程度的柔性。由此这些端板 18、27 用作薄膜, 薄膜在径向方向上大致牢固支承转子 16 和定子 17 以便保持气隙 34 的宽度, 但是容易柔曲, 使得例如主轴 10 弯曲而没有大阻力。特别是端板 18、27 具有一定尺寸, 使其具有相对小的弯曲刚性。在例如主轴 10 由于偏转而稍微移位时, 它们简单被动柔曲。因此, 在主轴 10 出现弯曲时, 与转子 16 和定子 17 连接, 前部环形转子端板 18 和后部环形定子端板 27 在中心轴线 A 的方向上大致各自弯曲, 其中气隙 34 的宽度基本上保持恒定或者在所需误差内。

[0056] 由于四个轴承配置, 除了来自于风力涡轮机转子和主轴 10 的载荷之外, 两个主轴承 11、12 承载基本上发电机 2 的一半重量, 发电机 2 的基本上另一半重量直接支承在保持装置上。第三或前部发电机轴承 35 基本上承载定子 17 的一半重量, 并且定子 17 的基本上另一半重量支承在保持装置上。第四或后部发电机轴承 36 基本上承载转子 16 的一半重量, 并且转子 16 的基本上另一半重量支承在主轴 10 上。

[0057] 根据风力涡轮机 1 的所述结构或构造, 特别根据包括第三和第四轴承的所述发电机配置, 转子 16 和定子 17 在两侧支承, 即前侧和后侧。这使得转子重量更轻, 特别是定子结构重量更轻, 其中特别是端板等的定子支承结构的定子结构尺寸更小, 以便在风力涡轮机 1 的操作中, 沿着中心轴线 A 的方向并围绕周边, 将气隙 34 保持在所需误差内。

[0058] 不同于本发明的所述实施例, 前部环形定子端板 26 和后部环形定子端板 19 能够在主轴 10 的中心轴线 A 的方向上包括一定程度的柔性, 而前部转子端板 18 和后部环形定

子端板 27 不具有这种柔性。同样在这种情况下,气隙 34 的宽度能够保持大致恒定或者至少在所需误差内。

[0059] 具有一定柔性的环形转子端板和环形定子端板不需要在整个端板上具有柔性。因此,环形端板能够具有不同区域。各自环形转子端板可具有例如用于连接第三轴承的相对刚性的区域,以及在中心轴线 A 的方向上具有所述柔性的区域。以相同方式,各自环形定子端板可具有例如用于连接第四轴承的相对刚性区域,以及在中心轴线 A 的方向上具有所述柔性的区域。

[0060] 前部环形转子端板能够直接配置在主轴上。在这种情况下,第三轴承能够直接连接到主轴或者前部环形转子端板上。

[0061] 不需要将第四轴承连接到后部环形定子端板上。第四轴承还能够直接连接到例如静止轴或保持框架或臂的保持装置上。

[0062] 通常,环形端板由适当金属或金属合金制成。环形端板不需要具有相同直径。实际上,不同环形端板能够具有不同的直径。在这种情况下,各自环形分段成形的分段需要相对于径向相对指向的环形分段成形的定子连接元件进行调节,以便形成定子或转子。

[0063] 图 4 表示图 1 的箭头 IV 方向上的风力涡轮机 1 的发电机 2 的视图。在图 4 中,可以看到第三或发电机轴承 35、前部环形定子端板 26、凸缘 29、31 和形成定子环 71 的六个环形分段成形的定子分段 28。在本发明的当前实施例的情况下,前部环形定子端板 26 包括可以进入发电机内部的六个人孔 70。以相同方式,定子或转子的其它环形端板能够包括人孔。由此人孔通常通过一种门来闭合。

[0064] 在本发明的当前实施例的情况下,在每个环形分段成形的定子分段 28 内,环形分段成形的转子分段 20 基本上同心配置。但是两个或多个环形分段成形的转子分段 20 还可以大致配置在环形分段成形的定子分段 28 内。

[0065] 顺便,发电机 2 能够包括如上所述形成定子环的较少或较多的环形分段成形的定子分段 28 以及形成转子环的较少或较多的环形分段成形的转子分段 20。另外,转子分段或定子分段不需要具有环形分段的形状。

[0066] 端板和环形分段成形的分段之间的非破坏可拆卸连接不必须是螺栓结合。

[0067] 在本发明的所述实施例的情况下,环形分段成形的定子分段 28 和环形定子端板 26、27 以及环形分段成形的转子分段 20 和环形转子端板 18、19 包括用于安装的轴向延伸的凸缘 21-24、29-32。由此,轴向延伸的凸缘 21-24、29-32 大致在中心轴线 A 的方向上延伸。但是安装还能够通过径向延伸的凸缘或其它适当装置来实现。由此,径向延伸的凸缘大致相对于中心轴线 A 垂直延伸。

[0068] 不同于以上描述,直接驱动发电机还能够配置在塔的顺风侧上。

[0069] 顺便,风力涡轮机 1 包括通常称为机舱的壳体 H,机舱包括发电机 2 和至少一部分保持装置。

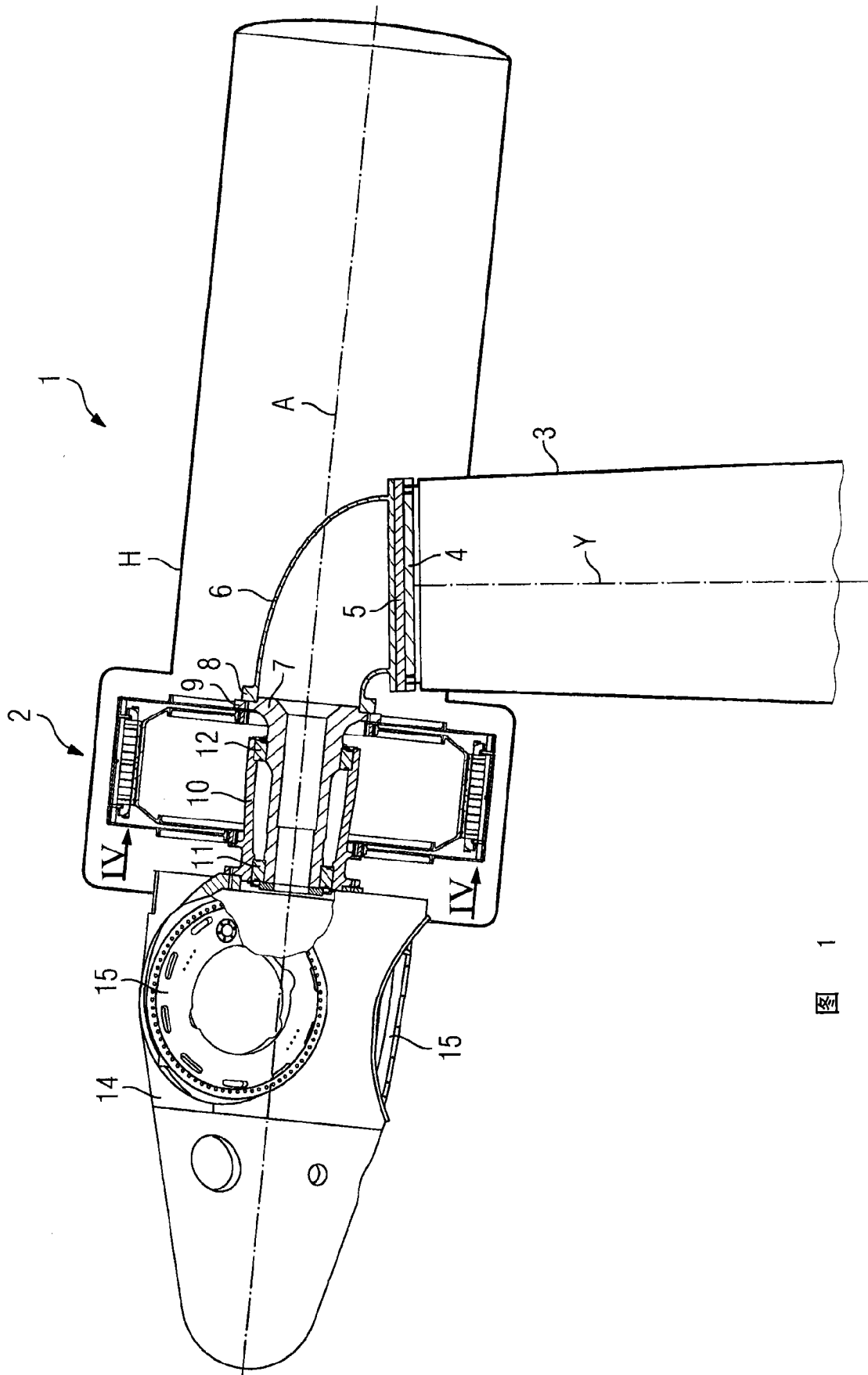


图 1

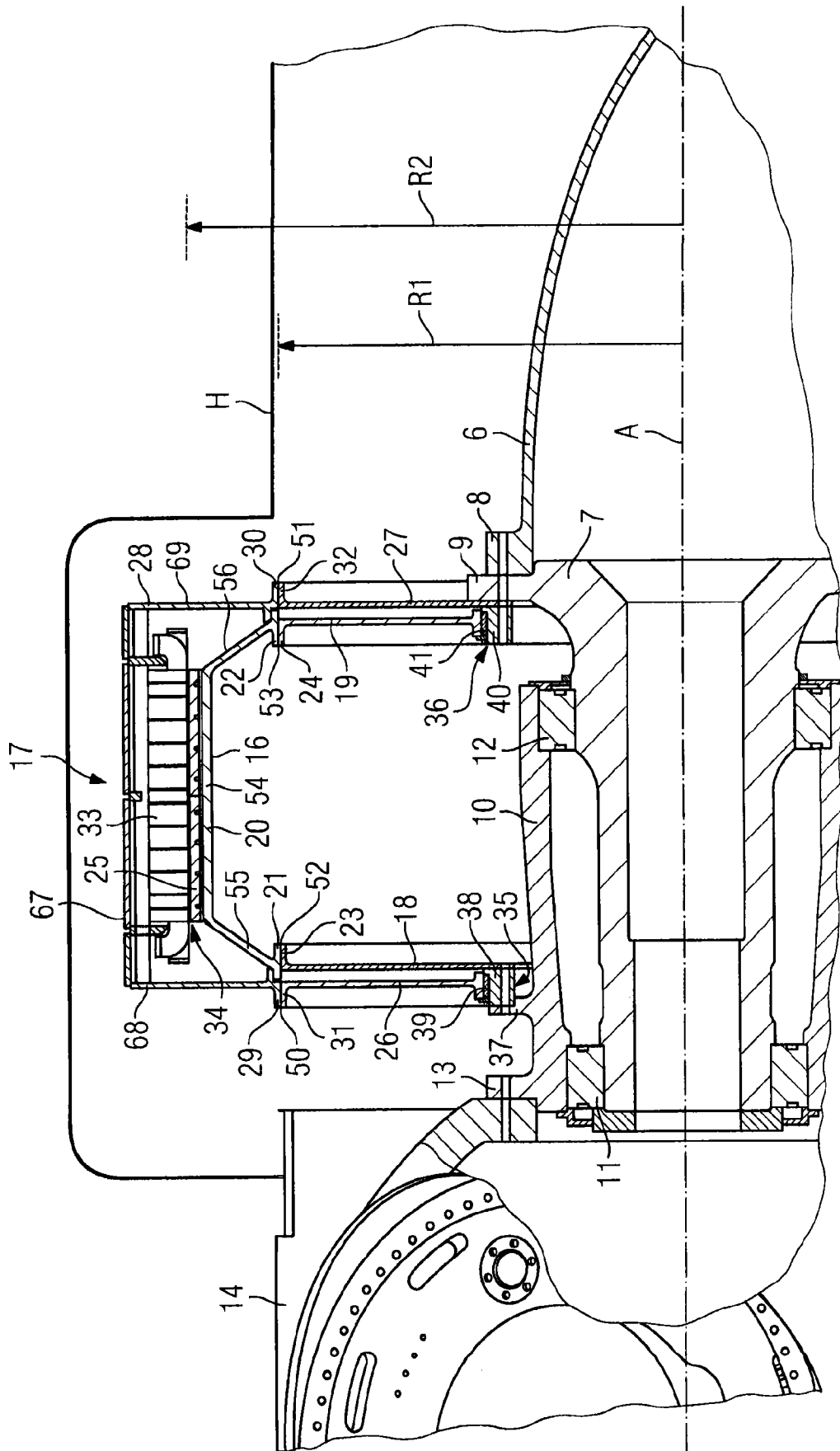


图 2

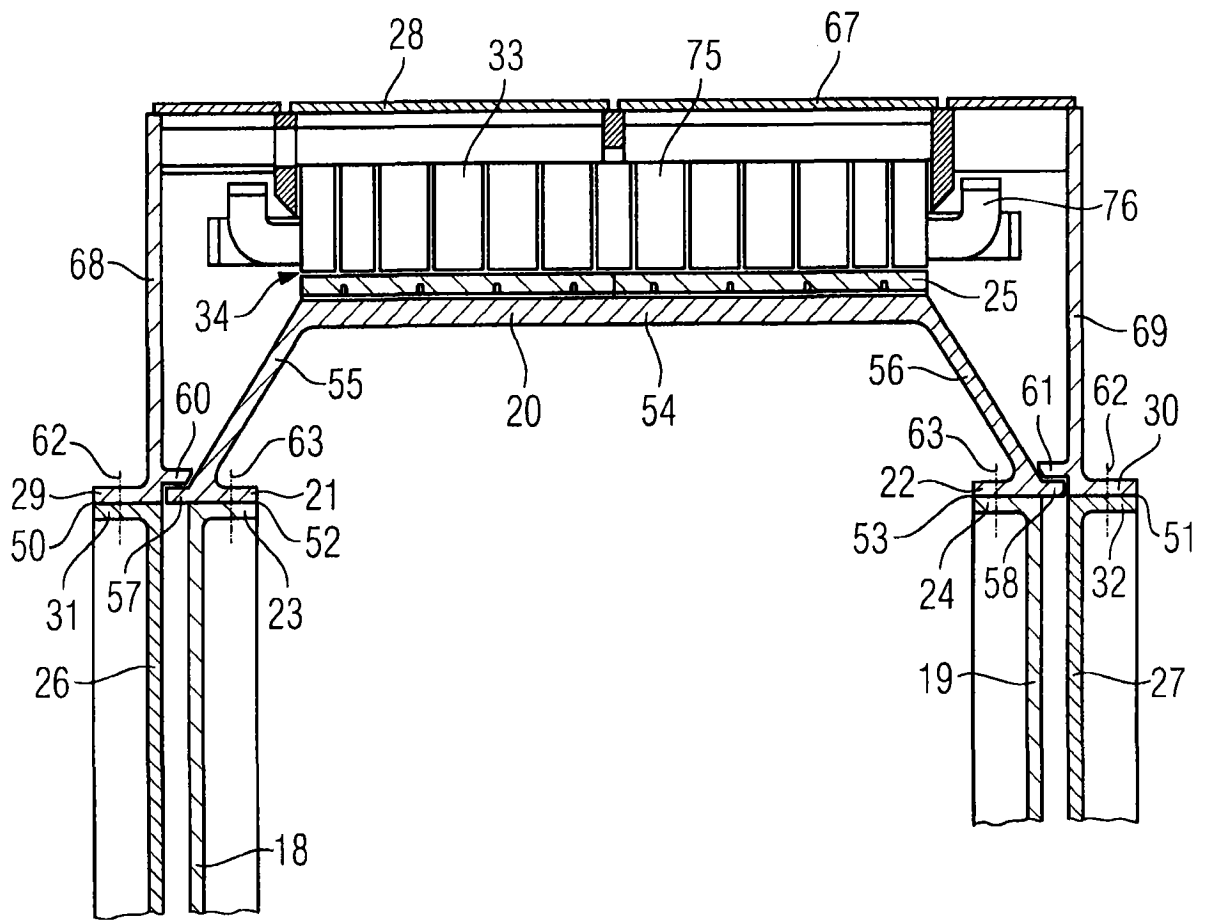


图 3

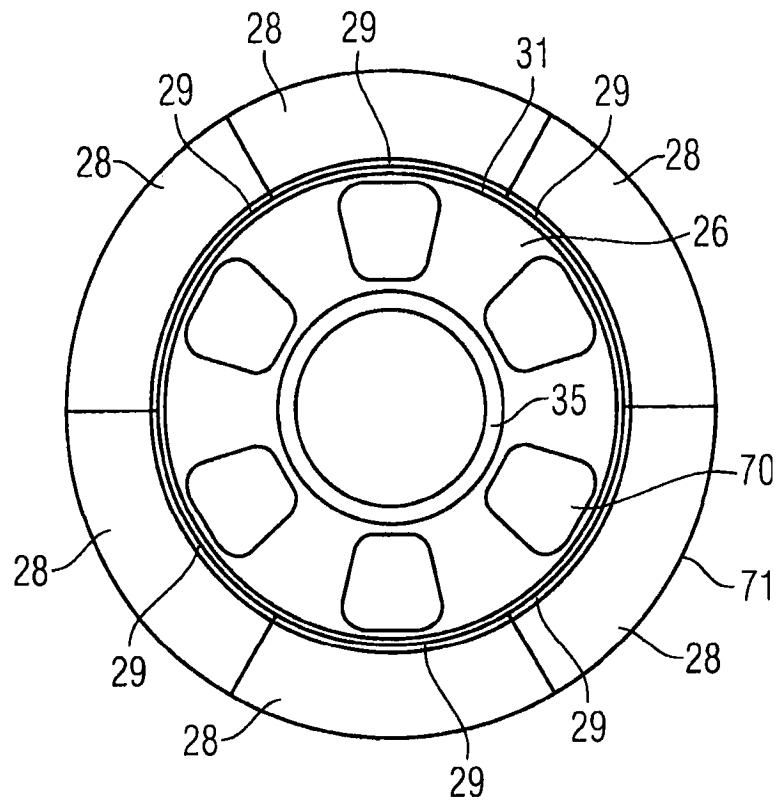


图 4