



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118450938 A

(43) 申请公布日 2024. 08. 06

(21) 申请号 202280085621.7

(22) 申请日 2022.12.22

(30) 优先权数据

20216338 2021.12.23 FI

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.06.24

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/FI2022/050868 2022.12.22

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/118668 EN 2023.06.29

(71) 申请人 酷布鲁克公司

地址 芬兰赫尔辛基

(72) 发明人 徐力平 布迪米尔·罗西克

(74) 专利代理机构 北京世峰知识产权代理有限公司 11713

专利代理师 卓霖 张春媛

(51) Int.Cl.

B01J 19/18 (2006.01)

F24V 40/00 (2006.01)

B01J 3/00 (2006.01)

B01F 31/00 (2006.01)

B01F 25/64 (2006.01)

权利要求书4页 说明书20页 附图13页

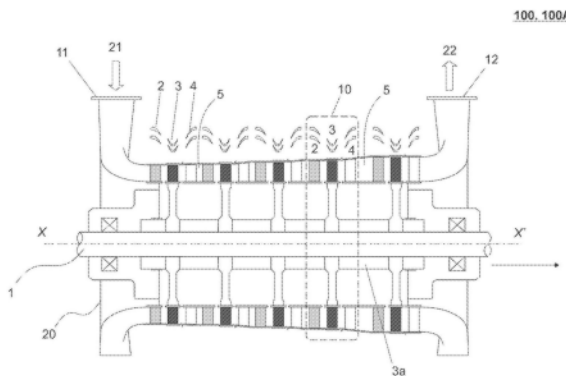
(54) 发明名称

用于将热能输入到流体的旋转设备

(57) 摘要

提供了一种用于将热能输入到流体介质中的旋转装置(100),该装置包括:外壳(20),其具有至少一个入口(11)和至少一个出口(12);转子,其包括至少一排转子叶片(3),该至少一排转子叶片被配置为布置在安装在转子轴(1)上的转子轮毂(3a)的圆周上的脉冲叶轮叶片;至少一排固定喷嘴引导轮叶(2),其相应地布置在该至少一排转子叶片的上游;以及至少一排固定扩散器轮叶(4),其相应地布置在该至少一排转子叶片的下游。该装置被配置为凭借当所述流体介质的流连续地穿过相应地由喷嘴引导轮叶(2)、转子叶片(3)和扩散器轮叶(4)形成的该叶片/轮叶排时发生的一系列能量转化,将该一定量的热能赋予沿着在该入口与该出口之间的该外壳内部形成的流动路径引导的流体介质的流,其中在所述装置中,在该入口(11)与该出口(12)之间的该外壳(20)内部形成的该流动路径的方向上,使得在该至少一排扩散器轮叶(4)的离开口与该至少一

排喷嘴引导轮叶(2)的进出口之间形成的空间(5)是可变的,以调节输入到传播通过该装置的流体介质的流的该一定量的热能。进一步提供了用于将热能输入到流体介质中的相关的用途和方法。



1. 一种用于将热能输入到流体介质中的旋转装置(100),包括:
外壳(20),其具有至少一个入口(11)和至少一个出口(12);
转子,其包括至少一排转子叶片(3),所述至少一排转子叶片被配置为布置在安装在转子轴(1)上的转子轮毂(3a)的圆周上的脉冲叶轮叶片,
至少一排固定喷嘴引导轮叶(2),其相应地布置在所述至少一排转子叶片的上游,以及
至少一排固定扩散器轮叶(4),其相应地布置在所述至少一排转子叶片的下游,
其中,所述装置被配置为凭借当所述流体介质的流连续地穿过相应地由所述喷嘴引导轮叶(2)、所述转子叶片(3)和所述扩散器轮叶(4)形成的叶片/轮叶排时发生的一系列能量转化,将一定量的热能赋予沿着在所述外壳(20)内部在所述入口(11)与所述出口(12)之间形成的流动路径引导的流体介质的流,并且

其中,在所述装置中,在所述流动路径的方向上在所述至少一排扩散器轮叶(4)的离开口与所述至少一排喷嘴引导轮叶(2)的进出口之间形成的空间(5)被设为可变的,以调节输入到传播通过所述装置的所述流体介质的流的所述一定量的热能,所述流动路径是在所述外壳(20)内部在所述入口(11)与所述出口(12)之间形成的。

2. 根据权利要求1所述的装置,其中,在所述流动路径的方向上在所述至少一排扩散器轮叶(4)的离开口与所述至少一排喷嘴引导轮叶(2)的进出口之间形成的所述空间(5)至少在大小和形状方面被设为可变的,所述流动路径是在所述外壳(20)内部在所述入口(11)与所述出口(12)之间形成的。

3. 根据权利要求1或2中任一项所述的装置,其中,所述空间(5)没有轮叶。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其中,所述空间包括一个或多个流动成形设备和/或一个或多个流动引导器具(7),例如引导壁。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其中,所述至少一排固定喷嘴引导轮叶(2)、所述至少一排转子叶片(3)和所述至少一排固定扩散器轮叶(4)被配置为产生条件,在所述条件下,当所述流体介质的流以超音速速度离开所述至少一排转子叶片并且穿过所述至少一排扩散器轮叶时,通过所述转子的叶片添加到所述流体介质的流的一定量的动能足以将所述流体介质的温度升高到预定值,在所述至少一排扩散器轮叶处,所述流减速并且将动能耗散成所述流体介质的内能,并且一定量的热能被添加到所述流体介质中的流。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其中,在所述流体介质的流以受控方式相应地连续传播通过所述至少一排固定喷嘴引导轮叶(2)、所述至少一排转子叶片(3)和所述至少一排固定扩散器轮叶(4)期间,凭借生成冲击波系统来产生添加到传播通过所述装置的所述流体介质的流的所述一定量的热能。

7. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其中,所述至少一排固定喷嘴引导轮叶(2)被配置为流量调节器设备,所述流量调节器设备在与转子叶片旋转相反的周向方向上将所述流体介质的流引向一排或多排转子叶片(3),以控制来自所述转子的能量输入水平和流体的速度。

8. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其中,所述固定喷嘴引导轮叶(2)被配置为以如下相对叶片角度引导所述流体介质的流进入转子叶片的排(3):在从所述轴向方向观察时,所述相对叶片角度在约45度至约75度范围内。

9. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其中,所述转子叶片(3)被配置为:在所述

转子旋转时接纳来自所述固定喷嘴引导轮叶 (2) 的流体介质的流并且将所述流加速到超音速,因此通过增加其切向速度将机械能赋予过程流体。

10. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其中,一个或多个转子叶片排 (3) 被配置为接纳从轴向方向、对角线方向或径向方向中的任一者进入的所述流体介质的流并且引起流动速度变化,以使得所述流体介质的流被加速至少两倍。

11. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其中,所述转子在所述转子叶片的轮廓和尺寸及其在所述转子轮毂上的设置方面被配置为控制输入到所述流体介质的流的机械能。

12. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其中,所述至少一排扩散器轮叶 (4) 被配置为能量转换装置,所述能量转换装置将所述流体介质的机械能转换成所述流体介质的热能。

13. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其中,所述转子包括护罩 (31),所述护罩被配置为覆盖所述至少一排转子叶片 (3)。

14. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其中,固定喷嘴引导轮叶的排 (2)、转子叶片的排 (3) 和固定扩散器轮叶的排 (4) 建立了能量传送级 (10),所述能量传送级被配置为介导完整的能量转换循环。

15. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其中,所述至少一排固定扩散器轮叶 (4) 与所述至少一排固定喷嘴引导轮叶 (2) 之间的距离 (L) 是可变的。

16. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,包括连续地布置在所述转子轴 (1) 上的至少两排转子叶片 (3)。

17. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其包括数个能量传送级 (10),其中,所述数个能量传送级的数量是至少两个。

18. 根据权利要求17所述的装置,包括并联和/或串联布置的数个能量传送级 (10)。

19. 根据权利要求17或18中任一项所述的装置,其中,所述能量传送级 (10) 之间的距离 (L) 是可变的,所述距离被定义为第一能量传送级 (10-1) 的固定扩散器轮叶的排 (4) 与所述第一能量传送级之后的第二能量传送级 (10-2) 的固定喷嘴引导轮叶的排 (2) 之间的距离。

20. 根据前述权利要求17至19中任一项所述的装置,其中,,所述能量传送级 (10) 之间的距离 (L) 被设为能够基于所需的流动条件变化,所述所需的流动条件例如是混合的水平 and/或压力水平。

21. 根据前述权利要求17至20中任一项所述的装置,其中,第一能量传送级 (10-1) 的所述至少一排固定扩散器轮叶 (4) 与所述第一能量传送级之后的第二能量传送级 (10-2) 的所述至少一排固定喷嘴引导轮叶 (2) 接合以形成组合叶片排 (4-2),由此所述第一能量传送级与所述之后的第二能量传送级之间的所述距离被设置为零。

22. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其还包括至少一个级 (14),所述至少一个级被配置为调整跨所述转子叶片的对应排的压力。

23. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其中,每个能量传送级 (10) 和每个压力调整级 (14) 在其结构和/或其操作上的可控性方面都独立于其他级而建立。

24. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其中,在所述装置操作期间,所述固定轮叶 (2, 4) 和/或所述转子叶片 (3) 在至少其尺寸、对准和空间设置方面在每个级内是可单独地调整的。

25. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其包括转子叶片排(3),所述转子叶片排具有可选地在从所述入口(11)到出口(12)的方向上逐级可变地配置的叶片半径。

26. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其中,至少一个入口(11)或包括所述至少一个入口的级被配置为:通过具有不同轴向入口速度分量、径向入口速度分量或周向入口速度分量的数个周向扇区或管道或径向到轴向过渡管路接纳所述流体介质的流。

27. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其中,至少一个出口(12)或包括所述至少一个出口的级被配置为具有至少一个管道和/或具有轴向管路、径向管路或周向管路的周向蜗壳。

28. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其还包括布置在最后的能量传送级下游的涡轮膨胀机设备。

29. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,所述装置被配置为通过由至少一个电驱动发动机(15)驱动而电动地操作。

30. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其还包括冷却装置,可选地连同由耐高温材料制成的耐高温涂层和/或部件。

31. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,进一步设置有数个催化表面和/或催化元件。

32. 一种根据权利要求1至31中任一项所限定的装置在生成流体介质中的用途,所述流体介质被加热到基本上等于或超过约500摄氏度(°C)的温度,优选地,加热到基本上等于或超过约1000°C的温度,更优选地,加热到基本上等于或超过约1400°C的温度,并且更优选地,加热到基本上等于或超过约1700°C的温度。

33. 根据权利要求32所述的用途,其中,每能量传送级(10)可实现的温度升高在10°C至1000°C范围内。

34. 一种组件(100n),其包括至少功能性地并联或串联连接的至少两个根据权利要求1至31中任一项所述的旋转装置(100)。

35. 根据权利要求34所述的组件,其中,所述至少两个装置连接成使得彼此成镜像,由此它们的轴至少功能性地连接。

36. 一种装置,其包括连接到至少一个热消耗单元(101)的至少一个根据权利要求1至31中任一项所述的旋转装置(100)。

37. 根据权利要求36所述的装置,其中,所述热消耗单元(101)是以下中的任一者:炉、烘箱、窑炉、加热器、燃烧器、焚烧炉、锅炉、干燥器、输送机设备、反应器设备或其组合。

38. 一种热消耗系统(1000),其被配置为实现工业热消耗过程并且包括至少一个根据权利要求1至31中任一项所述的旋转装置(100)。

39. 根据权利要求38所述的热消耗系统,其中,所述工业热消耗过程选自以下组成的组:钢铁制造;水泥制造;氢气和/或合成气体的生产,例如蒸汽-甲烷重整;将甲烷转换成氢气、燃料和/或化学品;热能储存,例如高温储热;与石油和/或石化工业相关的过程;吸热反应的催化过程;通过焚烧处理有害和/或有毒物质的过程;以及制造高温材料的过程,所述高温材料例如是玻璃棉、碳纤维和碳纳米管、砖、陶瓷材料、瓷器和瓷砖。

40. 一种用于将热能输入到流体介质中的方法,包括:

(a) 获得旋转装置(100),所述旋转装置包括:

外壳(20),其具有至少一个入口(11)和至少一个出口(12);

转子,其包括至少一排转子叶片(3),所述至少一排转子叶片被配置为布置在安装在转子轴(1)上的转子轮毂(3a)的圆周上的脉冲叶轮叶片;

至少一排固定喷嘴引导轮叶(2),其相应地布置在所述至少一排转子叶片的上游;以及至少一排固定扩散器轮叶(4),其相应地布置在所述至少一排转子叶片的下游,

(b)调整所述转子的转速到预定速度或速度范围以达到满足过程所要求的流体介质的流速;

(c)调整所述流体介质的预热水平;以及

(d)沿着在所述外壳(20)内部在所述入口(11)与所述出口(12)之间形成的流动路径引导流体介质的流,使得凭借以下将一定量的热能赋予所述流体介质的流:当所述流体介质的流连续地穿过相应地由所述喷嘴引导轮叶(2)、所述转子叶片(3)和所述扩散器轮叶(4)形成的叶片/轮叶排时发生的一系列能量转化,

其中,在所述方法中,通过以下来调节输入到传播通过所述装置的流体介质的流的所述一定量的热能:改变在流动路径的方向上在所述至少一排扩散器轮叶(4)的离开口与所述至少一排喷嘴引导轮叶(2)的进口之间形成的空间(5),所述流动路径是在所述外壳(20)内部在所述入口(11)与所述出口(12)之间形成的。

41.根据权利要求40所述的方法,其中,所述流体介质包括进料气体、再循环气体、补给气体和过程流体中的任一者。

42.根据权利要求40或41中任一项所述的方法,其中,所述流体介质以基本上气态的形式进入所述装置。

43.根据权利要求40至42中任一项所述的方法,其中,所述流体介质的流速在所述装置的操作期间是可调整的。

用于将热能输入到流体的旋转设备

技术领域

[0001] 本发明涉及旋转涡轮机领域。特别地,本发明涉及一种配置用于将热能(热量)输入到流体的旋转装置、相关的布置、方法和用途。

背景技术

[0002] 工业过程热量被定义为用于制备或处理通常与制成品生产相关联的材料的热能,占全球工业总能耗的三分之二以上。支持全球经济的关键行业利用高温热过程,包括例如非金属矿物处理(主要是水泥)、从天然气中生产氢气、报废塑料的焚烧、化学工业高温热过程(例如,将碳氢化合物裂解为大宗化学品并且将石灰石转化为水泥熟料的核心过程)、钢铁生产(例如,熔化钢铁和形成钢铁的核心过程)以及将由此产生的废气用作大宗化学品的原料。

[0003] 大部分上面提及的过程需要非常高的温度(例如在约850至1600摄氏度(°C)范围内),并且因此对能量要求极高。此类过程通常采用加热实用工具(例如燃烧加热器),对热能的需求高并且因此对热消耗的需求高。为了产生热量,这些实用工具利用化石燃料,例如天然气和煤。化石燃料的燃烧生成了大部分温室气体排放和空气污染物(例如烟尘和烟雾),这明显地增加了接触此类物质的人群患肺癌、心脏病和多种呼吸系统疾病的风险。用木材或其他生物基材料代替化石燃料具有显著的资源限制和其他环境影响,例如可持续的土地使用。

[0004] 所有上述这些都对能源/热密集型行业中使用的能源和技术提出了严格的要求。尽管在这些过程中的一些(例如,在电弧熔炉中熔化钢铁)中尝试利用“绿色”能量(例如电力),但在大多数情况下,使高温加热过程更加节能和环境友好需要改变基础工业过程的基本原则,这意味着不仅要使用替代能源,而且还要重新设计现有装备。目前,无论是技术还是经济都还不具备这样做的条件。

[0005] 总的来说,众所周知,旋转涡轮机向流体(压缩机、风扇或泵)递送能量。然而,例如常规压缩机设备中的功输入相对低。

[0006] 出于加热目的,已经提出了数个旋转解决方案。因此,US11,098,725B2(Sanger等人)公开了一种流体动力加热器泵设备,该流体动力加热器泵设备可操作以选择性地生成加热流体和/或加压流体的流。所提及的流体动力加热器泵被设计成结合在机动车辆冷却系统中以提供用于加热车辆乘客车厢的热量,并且提供其他能力(例如车窗除冰和发动机冷却)。所公开的设备还可以提供用于冷却发动机的加压流体的流。公开的技术基于摩擦;并且,由于待加热的流体是液体,因此呈现的设计不适合于涉及气体空气动力学的极端湍流的条件。

[0007] US 7,614,367 B1(Frick)公开了一种通过将旋转动能转换成热量来无焰加热、浓缩或蒸发流体的系统和方法。配置用于流体加热,该系统可以包括全部处于闭环流体连通中的旋转动能发生器、旋转加热设备和主热交换器。旋转加热设备可以是水制动测力计。该文件公开了该系统在海上钻井或生产平台中用于加热水的用途。然而,呈现的系统不适合

于加热气态介质,也不适于在高温和极高温度下使用(由于液体稳定性、蒸气压力等)。

[0008] 另外,已知涡轮机类型的设备实现碳氢化合物(蒸汽)裂解过程,并且旨在最大化目标产物(例如乙烯和丙烯)的产量。

[0009] 由于与增加高温热密集型过程和相关联装备的能量输入相关联的障碍,上面提及的技术都没有为上面识别的问题提供合理的解决方案。

[0010] 在此方面,考虑到以高效和环境友好的方式解决与提高流体物质的温度相关联的挑战,仍然期望在与高效加热系统的设计和制造(特别是那些适合于高温和极高温度相关的那些)相关的技术领域中进行更新。

发明内容

[0011] 本发明的目的是解决或至少减轻由相关的技术的限制和缺点引起的每个问题。该目的通过用于将热能输入到流体介质中的旋转装置、相关的布置、方法和用途的各种实施例来实现。因此,在本发明的一个方面,根据独立权利要求1所限定的内容,提供了一种用于将热能输入到流体介质中的装置。

[0012] 在实施例中,该装置包括:外壳,其具有至少一个入口和至少一个出口;转子,其包括至少一排(row)转子叶片,该至少一排转子叶片被配置为布置在安装在转子轴上的转子轮毂的圆周(circumference)上的脉冲叶轮叶片;至少一排固定喷嘴引导轮叶,其相应地布置在至少一排转子叶片的上游;以及至少一排固定扩散器(diffuser)轮叶,其相应地布置在至少一排转子叶片的下游,

[0013] 其中该装置被配置为凭借当所述流体介质的流连续地穿过相应地由喷嘴引导轮叶、转子叶片和扩散器轮叶形成的该叶片/轮叶排时发生的一系列能量转化,将一定量的热能赋予(impart)沿着在外壳内部在入口与出口之间形成的流动路径引导的流体介质的流,并且

[0014] 其中在所述装置中,在流动路径的方向上在至少一排扩散器轮叶的离开口与至少一排喷嘴引导轮叶的进出口之间形成的空间被设为可变的,以调节输入到传播通过装置的流体介质的流的该一定量的热能,。

[0015] 在实施例中,在所述装置中,在流动路径的方向上在至少一排扩散器轮叶的离开口与至少一排喷嘴引导轮叶的进出口之间形成的空间至少在大小和形状方面被设为可变的,所述流动路径是在外壳内部在入口与出口之间形成的。

[0016] 在实施例中,所述空间是无轮叶的。在实施例中,所述空间包括一个或多个流动成形设备和/或一个或多个流动引导器具(例如引导壁)。

[0017] 在实施例中,在所述装置中,至少一排固定喷嘴引导轮叶、至少一排转子叶片和至少一排固定扩散器轮叶被配置为产生条件,在所述条件下,当所述流体介质的流以超音速速度离开至少一排转子叶片并且穿过至少一排扩散器轮叶时,由转子的旋转叶片添加到流体介质中的流的一定量的动能足以将流体介质的温度升高到预定值,在该至少一排扩散器轮叶处,流减速并且将动能耗散成流体介质的内能,并且一定量的热能被添加到流体介质中的流。

[0018] 在实施例中,在所述装置中,在所述流体介质的流以受控方式相应地连续传播通过至少一排固定喷嘴引导轮叶、至少一排转子叶片和至少一排固定扩散器轮叶期间,凭借

生成冲击波系统来产生添加到传播通过装置的流体介质的流的该一定量的热能。

[0019] 在实施例中,在所述装置中,至少一排固定喷嘴引导轮叶被配置为流量调节器设备,该流量调节器设备在与转子叶片旋转相反的周向方向上将流体介质的流引向转子叶片的排(一排或多排),以便控制来自转子的能量输入水平和流体速度。

[0020] 在实施例中,固定喷嘴引导轮叶被配置为以如下相对叶片角度引导流体介质的流进入转子叶片的排:在从轴向方向观察时,相对叶片角度在约45度至约75度范围内。

[0021] 在实施例中,转子叶片被配置为在转子旋转时接纳来自固定喷嘴引导轮叶的流体介质的流,并且将所述流加速到超音速,因此通过增加其切向速度将机械能赋予过程流体。

[0022] 在实施例中,转子叶片的排(一排或多排)被配置为接纳从轴向方向、对角线方向或径向方向中的任一个方向进入的流体介质的流,并且引起流动速度变化使得流体介质的流被加速至少两倍。

[0023] 在实施例中,该转子在该转子叶片的轮廓和尺寸及其在该转子轮毂上的设置方面被配置为控制输入到该流体介质的流的机械能。

[0024] 在实施例中,至少一排扩散器轮叶被配置为能量转换器设备,该能量转换器设备将流体介质的机械能转换成所述流体介质的热能。

[0025] 在实施例中,转子包括护罩,该护罩被配置为覆盖至少一排转子叶片。

[0026] 在实施例中,固定喷嘴引导轮叶的排、转子叶片的排和固定扩散器轮叶的排建立能量传送级,该能量传送级被配置为介导完整的能量转换循环。

[0027] 在实施例中,至少一排固定扩散器轮叶与至少一排固定喷嘴引导轮叶之间的距离是可变的。

[0028] 在实施例中,该装置包括连续地布置在转子轴上的至少两排转子叶片。

[0029] 在实施例中,该装置包括数个能量传送级,所述数个能量传送级是至少两个。

[0030] 在实施例中,该装置包括并联和/或串联布置的数个能量传送级。

[0031] 在实施例中,在所述装置中,能量传送级之间的距离是可变的,该距离被定义为第一能量传送级的固定扩散器轮叶的排与第一能量传送级之后的第二能量传送级的固定喷嘴引导轮叶排之间的距离。

[0032] 在实施例中,,能量传送级之间的距离被设为能够基于所需的流动条件(例如混合水平和/或压力水平)变化。

[0033] 在实施例中,第一能量传送级的至少一排固定扩散器轮叶与第一能量传送级之后的第二能量传送级的至少一排固定喷嘴引导轮叶接合以形成组合叶片排,由此第一能量传送级与之后的第二能量传送级之间的距离被设置为零。

[0034] 在实施例中,该装置还包括至少一个级,该至少一个级被配置为调整跨转子叶片的对应排的压力。

[0035] 在实施例中,在所述装置中,每个能量传送级和每个压力调整级在其结构和/或对其操作的可控性方面都独立于其他级而建立。

[0036] 在实施例中,在所述装置中,在装置的操作期间,固定轮叶和/或转子叶片在每个级内至少在其尺寸、对准和空间设置方面是可单独地调整的。

[0037] 在实施例中,该装置包括转子叶片排,该转子叶片排具有可选地在从入口到出口的方向上逐级可变地配置的叶片半径。

[0038] 在实施例中,在所述装置中,至少一个入口或包括该至少一个入口的级被配置为通过具有不同轴向入口速度分量、径向入口速度分量或周向入口速度分量的径向到轴向过渡管路或数个周向扇区或管道接纳流体介质的流。

[0039] 在实施例中,至少一个出口或包括该至少一个出口的级被配置为具有至少一个管道和/或具有轴向管路、径向管路或周向管路的周向蜗壳 (volute)。

[0040] 在实施例中,该装置还包括布置在最后的能量传送级下游的涡轮膨胀机设备。

[0041] 在实施例中,该装置被配置为凭借由至少一个电驱动发动机驱动而电动地操作。

[0042] 在实施例中,该装置还包括冷却装置,可选地连同由耐高温材料制成的耐高温涂层和/或部件。

[0043] 在实施例中,该装置进一步设置有数个催化表面和/或催化元件。

[0044] 在另一个方面,根据独立权利要求32中所限定的内容,提供了所述装置在生成被加热到基本上等于或超过约500摄氏度(°C)的温度的流体介质中的用途。在实施例中,在生成加热到基本上等于或超过约1000°C的温度(优选地基本上等于或超过约1400°C的温度,更优选地基本上等于或超过约1700°C的温度)的流体介质中提供该用途。

[0045] 在实施例中,提供了该用途,其中根据流体介质,每能量传送级可实现的温度升高在10至1000°C范围内。

[0046] 在再一个方面,根据独立权利要求34中所限定的,提供了一种包括至少两个根据实施例的旋转装置的组件。在实施例中,这些装置至少功能性地并联或串联连接。在实施例中,所述至少两个装置连接成使得彼此成镜像,由此它们的轴至少功能性地连接。

[0047] 在再一个方面,根据独立权利要求36所限定的,提供了一种包括连接到至少一个热消耗单元的至少一个根据实施例的旋转装置的布置。在实施例中,热消耗单元是以下中的任一者:熔炉、烘箱、窑炉、加热器、燃烧器、焚烧炉、锅炉、干燥器、输送机设备、反应器设备或其组合。

[0048] 在再一个方面,根据独立权利要求38中所限定的,提供了一种热消耗系统,该热消耗系统被配置为实现工业热消耗过程并且包括至少一个根据实施例的旋转装置。

[0049] 在实施例中,工业热消耗过程选自由以下组成的组:钢铁制造;水泥制造;氢气和/或合成气体的生产(例如蒸汽-甲烷重整);将甲烷转换成氢气、燃料和/或化学品;热能储存(例如高温储热);与石油和/或石化工业相关的的过程;吸热反应的催化过程;通过焚烧处理有害和/或有毒物质的过程;以及制造高温材料(例如玻璃棉、碳纤维和碳纳米管、砖、陶瓷材料、瓷器和瓷砖)的过程。

[0050] 在又一个方面,根据独立权利要求40中限定的内容,提供了一种用于将热能输入到流体介质中的方法。

[0051] 根据本发明的每个特定实施例,本发明的实用性源于多种原因。

[0052] 总的来说,本发明提供了一种旋转流体加热器,旨在最大化(并且升高)能量消耗机械内的功输入。根据本公开的装置和方法允许以成本和能量高效的方式将流体(例如气体)加热到高温和极高温(例如一般超过500°C的温度)。在本发明的概念中,旋转装置可以用来代替常规的燃烧加热器或处理炉以用于在不同的热消耗处理应用中直接或间接加热。

[0053] 因此,根据实施例的旋转装置能够将流体物质加热到约500°C至约2000°C范围内

的温度,即在大范围的工业应用(包括但不限于生产散装化学品、制造钢铁和非金属矿物、石油处理和精炼以及其他热消耗过程)中使用的温度。在实现本文提出的装置解决方案时,通过采用先进的冷却技术来实现将流体加热到极高的温度范围。

[0054] 此外,本发明的旋转装置可以被配置为通电加热器解决方案。使用通电加热器解决方案的好处包括消除或至少显著减少源自在常规燃烧加热器中燃烧不可再生燃料的温室气体排放(例如 NO 、 CO_2 、 CO 、 NO_x)和其他有害组分(例如 HCl 、 H_2S 、 SO_2 、重金属、颗粒物排放)。

[0055] 旋转装置允许流体通电加热到高达 1700 至 2000°C 甚至更高的温度。通过目前的电加热应用很难或不可能达到此类温度。

[0056] 本文呈现的旋转装置可以用于直接加热各种流体(例如过程气体、惰性气体、空气或任何其他气体),或用于间接加热流体(液体、蒸气、气体、蒸气/液体混合物等)。旋转装置中生成的加热流体可以用于加热气体、蒸气、液体和固体材料中的任一者。旋转装置可以至少部分地代替传统上用固体、液体或气态化石燃料或在一些情况下用生物基燃料燃烧或加热的多种类型的熔炉、加热器、窑炉、气化和反应器装置,或可以与它们组合(例如,作为预热器)。

[0057] 凭借旋转装置和相关的组件的灵活的设计和紧凑性,结合在短时段内实现大范围的高温的能力,该旋转装置和相关的组件可以用于从钢铁制造到高温储热的多种工业应用中。与传统的化石燃烧熔炉相比,本发明使得能够进一步降低现场投资成本。

[0058] 提出的装置解决方案也是完全可伸缩的;所公开的装置可以被配置为用于基本上任何大小和容量的热消耗工业设施中。我们所说的可扩展性是指相应地修改单独装置的大小及其容量。一般来说,装置的可扩展性与其功率需求和/或轴/转子速度成比例。

[0059] 此外,借助于提出的装置解决方案,可以实现与常规压缩机设备相比约高十倍的显著地提高的功输入能力。

[0060] 表述“数个”在此指从一(1)开始的任何正整数,例如一、二或三。表述“多个”在此指从二(2)开始的任何正整数,例如二、三或四。术语“第一”和“第二”在此仅用于将一个元件与另一个元件区分开来,而不指示任何特定的顺序或重要性,除非另有明确说明。

[0061] 术语“气化的”在本文中用于指示通过任何可能的器件被转换成气态形式的物质。

[0062] 术语“流体动力学”在本文中用于指示流体的动力学,在本公开中,流体主要由气体表示。在本公开中,术语“流体动力学”因此被用作术语“空气动力学”的同义词,除非另外明确指出。

[0063] 通过考虑详细的描述和附图,本发明的不同实施例将变得显而易见。

附图说明

[0064] 图1A示意性地图示了根据实施例实现的装置100。

[0065] 图1B图示了装置100内的固定叶片排和旋转叶片排的布置。

[0066] 图1C示意性地图示了能量传送级内转子叶片入口和离开口处的速度三角形。

[0067] 图1D示意性地图示了根据实施例的在流体传播通过装置100中的连续的叶片排时冲击串的形成和跨冲击系统的温度升高。

[0068] 图2A和图2B示意性地图示了根据实施例的装置100的多级配置中的固定叶片排和

旋转叶片排的布置(三叶片排和两叶片排)。

[0069] 图3A和图3B相应地提供了图2A和图2B上呈现的配置的更详细视图。图3C示出了其中组合了图3A和图3B上示出的实施例的能量传送级解决方案。

[0070] 图4和图5示出了根据一些实施例实现的装置100。

[0071] 图6图示了装置100的入口布置和出口布置的示例性配置。

[0072] 图7示出了装置内的压力调整级。

[0073] 图8示出了用单轴和多轴配置以及包括多装置100的组件100n实现的装置100。

[0074] 图9示出了带护罩和不带护罩的转子叶片的示例性实现方式。

[0075] 图10是跨在转子叶片入口处具有变化的流量系数和转子叶片金属角度范围的可能设计参数范围的能量传送系数分布的曲线图。

[0076] 图11示意性地示出了包括至少一个装置100或组件100n和至少一个热消耗单元/实用工具101以及热消耗系统1000的布置。

具体实施方式

[0077] 本文将参考附图公开本发明的详细实施例。贯穿附图使用相同的附图标记来指代相同的构件。

[0078] 图1A在100A处示意性地图示了作为旋转装置100(在下文中称为用于将热能输入到流体中的装置)的概念基础的示例性实施例。

[0079] 总的来说,装置100被配置为实现作为用于将机械能传送到流体的非常高效的器件的涡轮机的基本能量转换原理。根据本公开的装置高效地将旋转轴的机械能传送到流体介质并且凭借一组固定叶片排和旋转叶片排将该机械能转换成流体的内能。

[0080] 将使用图1A上示出的配置100A来进一步解释装置100的实现方式和操作原理。将贯穿说明书来解释装置100的替代和/或补充修改。

[0081] 装置100包括沿着水平(纵向)轴线(X-X')设置的转子轴1(也称为中心轴)。包括布置在转子轮毂3a的圆周上的至少一排转子叶片3的转子安装在转子轴1上。在一些配置中,至少一排转子叶片可以实现为单独的转子单元。此类转子单元包括布置在转子盘的圆周上的多个转子叶片。

[0082] 该装置可以用单排转子叶片或用单(单独的)转子单元来实现。替代地,该装置可以包括连续地布置在公共转子轮毂上的大于一个的叶片排,或该装置可以用以连续顺序(一个接一个)安装在转子轴上的数个单独的转子单元来实现。

[0083] 在实施例中,该装置包括连续地布置在转子轴上的至少两排转子叶片。可以设想在转子轴上安装2至10排转子叶片/独立的转子单元的实现方式。

[0084] 装置100还包括至少一个驱动单元(参见图8中的15)。驱动单元包括至少一个驱动发动机,该至少一个驱动发动机被配置为使轴和布置在转子轮毂和/或转子盘(一个或多个)上的转子叶片旋转。在实施例中,该装置被配置为电动地操作。在实施例中,例如,至少一个驱动发动机是电动马达,该电动马达可选地与燃气轮机或蒸汽轮机中的任一者组合或被燃气轮机或蒸汽轮机中的任一者代替。可以利用任何其他合适的驱动设备。为了本公开的目的,可以利用任何合适类型的电动马达(即,能够将能量从电源传送到机械负载的设备)。本文不描述布置在马达驱动轴与转子轴之间的合适的联轴器(一个或多个),以及各种

器具(例如功率转换器、控制器等)。

[0085] 因此,转子包括多个转子叶片3,该多个转子叶片布置成至少一排并且被配置为脉冲叶轮叶片。布置成至少一个叶片排的多个转子叶片可以替代地被视为(环形)转子叶片组件或转子叶片叶栅(cascade)。

[0086] 装置100还包括布置在至少一排转子叶片3上游的至少一排(叶栅)固定叶片或定子叶片2,以及布置在至少一排转子叶片3下游的至少一排(叶栅)固定叶片4。为了清楚起见,该2、4排固定叶片进一步被称为(固定)轮叶。固定轮叶排2、4相应地在至少一排转子叶片3的上游和下游设置为基本上环形的组件。在装置100包括一排以上的转子叶片3的情况下,所述转子叶片的排的每个排相应地设置在固定叶片/轮叶的排2、4之间。

[0087] 定子轮叶2的“上游”排(一排或多排)优选地由多个固定引导轮叶组成。固定轮叶4的“下游”排(一排或多排)优选地由多个固定扩散器轮叶组成。

[0088] 术语“上游”和“下游”在此是指结构零件或部件相对于预定零件或部件(在此指转子)在流体介质从入口到排放口贯穿装置100流动的方向上的空间和/或功能性布置。在一些实施例中,流动遵循沿着水平转子轴轴线(X-X')的方向进行,如图1A、图4上的箭头所指示的。在一些其他实施例中,流动遵循更复杂的路径(例如,参见图5)。

[0089] 图1B(左)图示了由固定叶片排(2,4)和旋转叶片排(3)组成的定子-转子-定子(定子-转子-扩散器)布置2、3、4。每个叶片排由多个叶片形成(后者关于固定部件,也被称为“轮叶”)。所述叶片/轮叶(2,3,4)中的任一个由以不同且可变的半径从根部部段延伸到末端部段的壳体形成。根部与末端的半径比(也称为旋转叶片的轮毂与末端的半径比)和/或叶片角度(一个或多个)被配置为可变的,以沿着装置100的每个特定实现方式中所需/期望的流动路径引导(一种或多种)流体。因此,叶片/轮叶排2、3、4可以被配置为实现轴向、径向或对角流动路径中的任一个,或它其组合(例如,在多级配置中)。

[0090] 壳体具有两侧(压力侧PS和吸力侧SS),该两侧之间具有限定的厚度分布并且具有在叶片入口(叶片入口)处通过前缘(LE)接合的侧表面和在叶片离开口处通过后缘(TE)接合的侧表面,该侧表面具有对称和非对称的形状。转子叶片(通过其轮毂部分)附接到转子轮毂/转子盘(轮毂表面用附图标记3a表示);而固定轮叶通常直接地和/或间接地附接到外壳表面(用附图标记20表示)。相邻叶片的压力侧与吸力侧之间的通路由附图标记6表示。

[0091] 叶片/轮叶设计取决于装置100的实现方式。可变参数包括叶片的形状(在PS和/或SS处)、翼型轮廓、叶片入口角度与叶片离开口角度、根部与末端的半径比、连续叶片之间的间距(螺距)等。通过改变这些参数,在相邻叶片之间形成了可变的通路通道几何形状,以便在流体内实现所需/期望的压力和/或温度条件。任一叶片/轮叶排2、3或4之间的空间(通路6),或所有指示叶片排之间的空间都可以根据流量调节的需要进行调整。

[0092] 回头参考图1A。在装置100中,(三维)空间5将固定轮叶2、4的排彼此分离。在可选的配置中,空间5可以包括数个另外的设备(例如流动成形/流动引导器具),该数个另外的设备可以被配置为例如引导壁,以分隔流动路径并且在其中形成单独通路。下面将进一步详细描述在图5上呈现的具有引导壁7和流动成形设备8的配置。在实施例中,空间5是无轮叶的。

[0093] 装置100还包括外壳或壳体20,该外壳或壳体具有至少一个入口11和至少一个出口(离开口)12,待处理(加热)的流体介质通过该至少一个入口进入装置(进料口21),流体

介质的已处理的(加热的)流22通过该至少一个出口(离开口)从装置排出。入口(一个或多个)和出口(一个或多个)包括外壳20中的相关的开口/端口以及与每个所述端口相关联的管道、套管或歧管。外壳20被配置为封闭具有至少一排转子叶片的转子轴1。固定轮叶2、4的排布置在外壳内部并且可以直接地和/或间接地固定在外壳的内侧上。因此,固定轮叶可以直接地固定在限定装置100的内部的壁上和/或借助于辅助布置(例如环、支架等)连接到其上。

[0094] 总的来说,根据本发明的不同实施例实现的装置100被配置为将一定量的热能(热量)赋予沿着在入口11与出口12之间的外壳20内部形成的流动路径引导的流体介质的流。当所述流体介质的流在流体从入口11流动到出口12的方向上连续地穿过相应地由固定引导轮叶2、转子叶片3和固定扩散器轮叶4形成的叶片/轮叶排时,凭借一系列能量转化而将该一定量的热能赋予流体。

[0095] 连续的叶片/轮叶排2、3和4因此被配置为产生条件,在该条件下,当所述流体介质的流以超音速速度离开该排转子叶片并且穿过至少一排扩散器轮叶时,由转子的旋转叶片添加到流体介质中的流的一定量的动能足以将流体介质的温度升高到预定值,在该至少一排扩散器轮叶处,流减速并且将动能耗散成流体介质的内能,并且一定量的热能被添加到流体介质中的流。

[0096] 当流体介质的流传播通过旋转装置100时,在流体流以受控方式连续传播通过连续的叶片/轮叶排2、3和4(2-3-4)的期间,通过生成冲击串(shocking trains)来产生添加到流体的一定量的热能。冲击串是使以超音速(从转子3)到达的流动减速的多个冲击/冲击波的三维系统。尽管冲击串的形成和实际的能量转换基本上发生在流体流动传播通过扩散器4时,但流体在传播通过转子3时呈现超音速;固定引导轮叶2继而使流动准备好以所需的方向/角度进入转子。

[0097] 在实施例中,旋转装置100被配置为在入口与出口之间沿着基本上轴向的流动路径实现流体流动。在一些其他实施例中,装置100可以被配置为在入口与出口之间实现根据以下任一项建立的流体流动:如在授予Bushuev的专利文件U.S.9,494,038和授予Seppälä等人的专利文件U.S.9,234,140中的任一个中所讨论的在基本上环形形状的外壳内形成的基本上螺旋形轨迹;如在授予Seppälä等人的专利文件U.S.9,234,140中所讨论的在基本上管状的外壳内形成的基本上螺旋形轨迹;如在授予Xu&Rosic的专利文件U.S.10,744,480中所讨论的基本上径向的轨迹;以及如在授予Bushuev的专利文件U.S.7,232,937中所讨论的沿着通过以卷成左右方向的涡流环的两个螺旋形式的流体介质的流建立的流动路径。

[0098] 在装置100中,固定引导轮叶2的排、转子叶片3的排和固定扩散器轮叶4的排建立了能量传送级10,也称为基本级(elemental stage)或工作级(working stage)(下文称为级)。级10在图1A上由虚线框表示,并且在图1C中更详细地示出。

[0099] 基本级的功能是将机械能赋予流体并且将机械能转换成热能。因此,级被配置为介导(mediate)完整的能量转换和能量传送循环。流体介质在流动通过由连续排2、3和4(“定子-转子-定子”布置2-3-4)形成的至少一个级时经受加热。

[0100] 在能量转换/能量传送循环期间,设置在转子叶片3上游的固定引导叶片排(一个或多个)2在旋转叶片排的进入处准备所需的流动条件。在转子叶片排中,轴和旋转叶片

的机械能被传送到流体流。在每个转子叶片排3的至少一部分中,流体介质的流动可以达到超音速流动状态。

[0101] 设置在转子叶片3下游的固定叶片排(一排或多排)(又名扩散器4)将流体介质的机械能转换成其热能。流体流动以超音速离开转子叶片3并且进入扩散器4。如果扩散器上游的流动是超音速的,则流体流的动能通过多冲击和粘性混合和耗散的系统转换成流体的内能。该流动将其动能耗散成传播通过该装置的流体流的内能,并且因此向流体提供该一定量的热能。流体内能的增加导致流体温度的升高。

[0102] 穿过装置100的流体的高效加热通过以下叶片/轮叶配置实现。

[0103] 在实施例中,转子叶片3被配置为在转子旋转时接纳来自固定轮叶2的流体介质的流,并且将所述流加速到超音速,因此通过增加其切向速度将机械能赋予过程流体。总的来说,转子叶片3被配置为用于高级功输入的超高负载的脉冲叶轮叶片。脉冲叶轮的转换率超高,这是由于转子叶片排(一排或多排)入口处和离开口处的高相对速度与大切向速度分量和叶片速度倍增的结果。

[0104] 参考图1C,图1C示意性地图示了单(基本)级内转子叶片入口(在平面2中绘制;P2)处和转子叶片离开口(在平面3中绘制;P3)处的速度三角形。以下名称适用于构件:

[0105] C-绝对流动速度(m/s)

[0106] W-相对流动速度(m/s)

[0107] U-叶片的周向速度(m/s)

[0108] α (阿尔法)-绝对流动角度(度)

[0109] β (贝塔)-相对流动角度(度)

[0110] x-轴向方向

[0111] r-径向方向

[0112] θ (西塔)-周向方向

[0113] 名称P1-P4用于表示级入口处(P1;在固定引导轮叶2入口处,其中流量分量(flow component) C_1);在级离开口处(P4;在固定扩散器轮叶4离开口处;流量分量 C_4);在转子入口处(P2,流量分量 C_2 、 W_2 、 U_2)和在转子离开口处(P3,流量分量 C_3 、 W_3 、 U_3)的几何平面(x, r, θ)。使用了对应的下标1至4。在平面2和3处绘制的速度三角形也相应地指示在固定引导轮叶2的离开口和固定扩散器轮叶4的入口处的流动参数。指示 $C_{\theta 2}$ 和 $C_{\theta 3}$ 表示转子入口和离开口处的绝对速度的周向分量。叶片排2、3、4被有利地设计成使得在转子入口和转子离开口处形成绝对周向(涡旋)速度的大变化(注意矢量 $C_{\theta 2}$ 和 $C_{\theta 3}$)。

[0114] 绝对速度与相对速度之间的关系一般定义为:

[0115] $C=W+U$

[0116] 例如,装置100在约150至300米每秒(m/s)之间的速度(U)范围内操作。不排除其他(更低或更高)速度或速度范围。例如,可以实现约300至400m/s范围内的转子叶片(末端)速度(U)。上述值是出于说明的目的给出的并且不应被视为限制。因此,转子速度和流动速度可以根据流体介质、过程温度、形成装置100的材料以及其他参数而变化。

[0117] 在实施例中,级被配置为使得流以设计成最大化流体能量输入的角度或角度范围进入和离开转子叶片。这由图10图示,图10示出了在转子叶片入口处具有变化的流量系数和转子叶片金属角度范围(χ , chi)的整个可能设计参数范围的能量传送系数分布的图,其

中流量系数(ϕ , phi)定义为:

$$[0118] \quad \phi = C_x / U,$$

[0119] 其中 C_x 表示绝对速度的轴向分量。

[0120] 图10上示出的图涵盖了大范围的从160m/s到280m/s的转子末端速度(周向速度, U)。当根据操作条件需要不同的能量转换率时,装置还可以在更宽的速度范围内操作。

[0121] 能量传送系数(ϵ)定义为:

$$[0122] \quad \epsilon = \frac{W}{\dot{m}(DN)^2} = \frac{w}{(DN)^2}$$

[0123] 其中W是从装置传送到流体的总能量,w是传送的比能量(specific energy)(每单位质量的能量), \dot{m} 是通过装置100的质量流速(flow rate),D是转子的外径,并且N是转子转速(RPS,每秒转数)。

[0124] 将可实现的能量传送系数(根据装置100的能量传送级)与相当于常规高负载燃气轮机压缩机级的值(在曲线图的下部以水平虚线示出)进行比较。

[0125] 图10清楚地表明,增加转子叶片金属角度(γ)导致更高水平的能量传送(从装置到流体)。为了最大化能量输入(每级),转子入口和离开口处的金属角度的有利分布包括约45度至75度的范围,在一些配置中——约60度至70度的范围。在一些配置中,转子入口和离开口处的金属角度基本上相同(包括1至10度的可变性余量)。

[0126] 应进一步注意的是,对于转子叶片,入口金属角度基本上对应于相对入口流动角度(参见图1C中的 β_2),而其离开口金属角度基本上对应于相对离开口流动角度(参见图1C中的 β_3)。对于定子叶片(固定引导轮叶),入口金属角度(未示出)基本上对应于绝对入口流动角度(参见图1C中的 α_2),而其离开口金属角度基本上遵循将流体流动与下游转子前缘对准并且将流引导至转子叶片入口(参见图1C中的 β_2)所需的转向路径。

[0127] 上面所描述的配置允许装置100改进功输入能力(与常规压缩机设备相比,每级的功输入好10倍以上)。

[0128] 回头参考图1C,至少一排转子叶片3接纳从轴向方向、对角线方向和径向方向中的任一方向或其组合方向(例如,从轴向-径向方向)进入的流动。通常,转子轮毂3和外壳20间接地限定了流动的方向;因此,也可以通过修改装置100来调节流动的方向。如下面进一步解释的,可以通过简单的放大和缩小和/或通过以不同的实现方式实现装置100来进行修改。

[0129] 因此,转子叶片排(一个排或多排)3接纳从轴向方向、对角方向或径向方向中的任一者进入的流体介质的流,并且导致流动速度(绝对流动速度)的变化,使得流体介质的流被加速至少两倍(accelerated at least two-fold)。

[0130] 总体上,在本文所描述的装置100中,在转子叶片的轮廓和尺寸及其在转子轮毂/转子盘上的设置方面,转子被配置为最大化并且可选地控制输入到流体介质中的流中的机械能。

[0131] 在图1D上示意性地图示了当流体介质穿过基本级(2,3,4),特别是穿过该排转子叶片3和该排扩散器轮叶4时发生的事件。当流体以超音速离开超高负载的脉冲叶轮3时,一定量的(机械)能量从旋转轴和转子叶片传送到周围介质。如上面所描述的,在扩散器叶片排4中,通过形成冲击串和能量耗散的复杂系统发生能量转化,由此流体的(静态)温度在整

个冲击系统中升高(用圆圈标记的陡峭斜坡)。滞止温度作为参考给出。下文提供了逐级(stagewise)温度变化的值。举例来说,典型的基本级的平均温度变化(即温度升高),伴随着约300kJ/kg的焓(特定级的功输入)的变化。

[0132] 与已知的涡轮机和涡轮机类型的装置相比,装置100旨在最大化能量消耗机器内的功输入,可选地最大化每级的功输入。如上面所提及的,例如,与根据实施例的装置100相比,现有技术的压缩机设备显示出每级约低十倍的功输入。

[0133] 借助于装置100,能够在相对短的时间段内将一定量的热能赋予多种流体/流体介质,以将流体加热到基本上等于或超过500摄氏度(°C)的温度。在实施例中,装置100因此可以用于生成加热到基本上等于或超过约500摄氏度(°C)的温度的流体介质。在实施例中,装置100可以用于生成加热到基本上等于或超过约1000°C的温度的流体介质。在进一步的实施例中,装置100可以用于生成加热到基本上等于或超过约1200°C的温度(优选地加热到基本上等于或超过约1400°C的温度,更优选地加热到基本上等于或超过约1700°C的温度)的流体介质。可以实现高达2000°C至2500°C的温度。

[0134] 在不同的配置中,装置100能够在每能量传送级提供约10至1000°C范围内的温度升高。示例性的逐级温度升高值包括50°C至100°C、100°C至500°C和500°C至1000°C和/或这些范围内的任何值。每级的温度升高很大程度上取决于传播通过装置100的流体介质和装置100预期利用的技术应用领域。前述温度升高(每级)可以在不到1毫秒内实现:因此,在具有例如1至10个能量传送级的装置100中加热流体是瞬时的。

[0135] 装置100因此被配置为接纳流体介质(进料21)的流。总的来说,进料21可以包括作为纯组分或组分的混合物提供的任何流体(例如液体或气体)或由作为纯组分或组分的混合物提供的任何流体(例如液体或气体)组成。气态进料包括但不限于:惰性气体(例如,空气、氮气等)、反应性气体(例如,氧气、可燃气体(例如碳氢化合物)),以及任何其他气体,例如(水)蒸气、蒸汽、碳氧化物气体(一氧化碳、二氧化碳)、氢气、氨气等。在实施例中,优选的是,流流体介质以基本上气态的形式进入旋转装置100。

[0136] 进料可以是惰性气体、原料气体、过程气体(process gas)、补给气体(所谓的置换/补充气体)等中的任一者。进料的选择取决于使用装置100的过程,并且实际上取决于所述过程被分配到的特定工业/工业领域,由于后者意味着对(一种或多种)进料物质的选择的某些要求和/或限制。

[0137] 数个冷却和/或热保护设备和/或器具可以进一步结合到装置100中(以及结合到包括数个所述装置的组件/布置中)以形成冷却和/或热保护布置。当使用装置100将流体加热到超过约900°C的温度时,高效的冷却特别重要。冷却和/或热保护布置包括内部冷却器件(例如,用于在装置内引导冷却流体的器件)、数个热障涂层/薄膜和热保护材料。

[0138] 因此,可以通过将冷却剂流体引入内部空腔和/或导管中来对装置100的表面进行热保护。这也可以通过以下来实现:将冷却剂流体供应通过外壳20(有利地实现为双壁外壳)和/或将冷却剂流体供应通过该排固定叶片进入包括固定部件和旋转部件的内部空腔和/或导管。预定温度和压力水平的冷却剂流体通过装置100内特别形成的通道和增压室供应,以形成其部件的内部冷却。可以通过一组离散的表面孔或狭缝以薄膜和冷却射流的形式进一步递送冷却流体。

[0139] 通过将预定温度和压力的冷却剂流体供应到转子盘空腔中,可以防止工作流体进

入转子盘/轴或轴承空间。冷却流体通过轴向和径向密封系统排出到主流动路径中。可以在密封配置内施加另外的冷却剂流(参考图9进一步描述)。

[0140] 根据装置配置、原料流体和特定的技术应用领域(一个或多个),装置100中的压力可以维持在小于约10巴的水平,包括大气压(1.01325巴/101.325kPa)和更低的压力,或维持在约10至50巴(1至5MPa)的相对高的压力水平。下面将进一步详细描述借助于压力调整级来调整压力水平。

[0141] 多种高温热障涂层可以应用于装置100的所有或选择的内表面,特别是与高温区中的(工作)流体接触的表面。为了生产被加热到极高温度(高于约900°C的那些温度)的流体,可以使用热障材料(例如陶瓷和/或陶瓷基复合材料)。高温陶瓷材料和复合材料可以用于制造转子叶片和定子叶片,以及在外壳内构造内衬。另外地或替代地,可以利用低电导率材料。

[0142] 所有叶片排(2,3,4)的蒸发冷却都可以通过烧结技术实现。

[0143] 类似的方法可以用于热膨胀控制。跨装置100的大温差会导致各种部件之间的大热应力与不同的热膨胀。这些可以通过应用各种冷却方法和/或通过提供机械保护(例如凭借波纹状外部外壳、滑动外壳段等)来控制。

[0144] 应强调,上面提及的冷却/热保护技术以前没有被用于一般能量输入涡轮机(例如压缩机)的冷却。

[0145] 在一些实例中,优选的是,转子还包括护罩31,该护罩被配置为覆盖一排或多排转子叶片3(参见图9)。图10上总结了带护罩(a-d)和不带护罩/部分带护罩(e-h)的转子叶片的实现方式的示例。护罩31保护旋转叶片3的末端。用于将旋转叶片连接到盘/轮毂3a的杉树根(fir tree root)连接器用附图标记32表示。护罩可以作为独立的带来提供,以覆盖独立的叶片的末端,或该带可以被加工以形成在组装时形成连续的护罩覆盖件。护罩可以进一步具有例如安装或加工在其顶部上的单密封件或多密封件(例如径向或倾斜的密封件(一个或多个))。所述单或多(径向或倾斜)密封件可以进一步安装或加工在相关的外壳段中,以减少转子叶片排上方的泄漏流。在图9(b,c)上相应地图示了具有迷宫式密封件的带护罩叶片和具有射流式密封件的带护罩叶片。任何类型的密封件都用附图标记33指示。不同形式的蜂窝34可以安装在外壳内(图9中的d)。冷却射流可以用于形成障帘,以阻止泄漏流并且冷却转子叶片末端(未示出)。

[0146] 由于与泄漏流(在未覆盖的旋转叶片上“泄漏”的流)(在一些实例中为反向泄漏流)相关联的高损失,不带护罩的转子往往效率较低。转子覆盖件(例如护罩)有效地防止或至少最小化了此类泄漏。另外,护罩防止各级之间否则可能会发生的流体回流和有害的流动混合。图9上的(f)处示出了不带护罩的平面末端;在(g)处示出了部分带护罩的末端解决方案;并且在(h)处示出了带有小翼/凹槽几何形状末端的叶片末端解决方案。

[0147] 在一些实例中,装置100可以包括带护罩的转子叶片排和不带护罩的转子叶片排两者。不带护罩的转子允许以更高的转速操作转子,由此,在调整流动条件方面,特别是在多级配置中,具有数个不带护罩的转子叶片排/独立的转子单元后跟数个带护罩的转子叶片排/独立的转子单元的配置可能是有益的。

[0148] 遍及装置的巨大温差可能导致固定部件与旋转部件之间的不同的径向和轴向热膨胀。这可能导致固定部件与旋转部件之间出现较大的轴向移动和负径向间隙。径向间隙

可以通过引入蜂窝和/或各种可磨损的结构和材料,连同外壳段的热管理(冷却或加热)来控制。

[0149] 设置在转子上游的固定叶片排包括多个引导轮叶,所述多个引导轮叶在轮廓、尺寸和围绕转子轴的设置方面被配置为将流体介质的流在预定方向上引导到转子叶片的排中使得控制并且在一些实例中最大化转子特定的功输入能力。引导轮叶2有利地被配置为喷嘴引导轮叶(NGV)。根据既定的命名法,在包含入口端口(一个或多个)/管线(一个或多个)11的级处布置在转子叶片之前的引导轮叶被称为入口引导轮叶(IGV),并且在包含出口端口(一个或多个)/管线(一个或多个)12的级处布置在转子叶片之前的引导轮叶称为出口引导轮叶(OGV)。为了清楚起见,所有上面提及的类别的引导轮叶统称为喷嘴引导轮叶。

[0150] 作为固定结构提供的喷嘴引导轮叶2不会给流体介质的流添加能量。然而,这些定子叶片以某种方式配置,使得为流动添加必要/要求的方向,并且允许转子最大化输入到流体介质中的流中的(机械)能量。这是通过确定引导轮叶的尺寸使得迫使流体以预定的和所需的(例如,通过过程参数)流动角度和流动速度进入转子来实现的。流体流动进入转子叶片的角度(参见图1C中的 β_2) (从轴向方向x)因此可以被认为是最重要的参数,由于转子叶片3将向流体传递多少能量取决于该角度。

[0151] 因此,喷嘴引导轮叶2的排被配置为流量调节器设备,该流量调节器设备在与转子叶片旋转相反的周向方向上将流体介质的流引向转子叶片的排(一个或多个),以便控制来自转子的能量输入水平和流体速度。流量调节器设备2管理来自旋转叶片的一定量的能量输入和进入转子的流体速度。

[0152] 在实施例中,配置了喷嘴引导轮叶,以便引导流体介质的流以与轴向方向x成约45至75度的(相对)流动角度范围进入转子叶片的排(参见图1C中的 β_2 ,相对流体流动从轴向方向x进入转子叶片的排的角度)。

[0153] 因此,设置在转子叶片下游并且包括多个扩散器轮叶4的固定叶片排被配置为能量转换器设备,该能量转换器设备将流体介质的机械能转换成其热能。在扩散器轮叶中,流体介质的(超音速)流通过形成冲击串而减速,并且将动能耗散成流体介质的内能,由此所述流体介质的内能增加,并且该一定量的热能添加到流体。

[0154] 图1B和图1D图示了发生在基本级10内的能量转化原理。就功能而言,流量调节器(固定引导轮叶2)管理(调节)旋转叶片上游的流量。脉冲叶轮叶片3将机械能赋予流体,而能量转换器(固定扩散器轮叶4)通过冲击/冲击(波)串和(能量)耗散的复杂系统使流体介质中的内能增加。

[0155] 在装置100中,固定轮叶的排2、4优选地以此类方式布置,使得在至少一排固定扩散器轮叶4的离开口与进入至少一排固定引导轮叶4的进出口之间形成三维空间5。

[0156] 在实施例中,空间5是可变的。空间5在其尺寸方面(即,至少在大小和形状方面)可以被设为可变。通过在入口11与出口12之间在外壳20内部形成的流动路径的方向上改变/调整在至少一排固定扩散器轮叶4的离开口与至少一排喷嘴引导轮叶2的进出口之间形成的空间5,可以调节输入到传播通过装置的流体介质的流的该一定量的热能。另外,通过使空间5可变,能够控制沿着流体流动路径的压力分布机制和混合水平。

[0157] 术语“可变的”和“可调整的”在本上下文可互换使用并且指示区域或对象对修改(调整)的敏感性。

[0158] 固定叶片2、4之间的可变空间5可以在单级装置实现方式中或在包括多级(或至少多于一)的实现方式中实现。

[0159] 在实施例中,装置100包括数个级10,其中每个级都形成有三个连续的叶片排:固定喷嘴引导轮叶、转子叶片和固定扩散器轮叶。在实施例中,该装置配置有至少两个级。可以设想多级配置,包括安装在同一轴上的2至10排转子叶片。在此类多级配置中,该级可以由相同或不同(例如,接合)的转子轴驱动。

[0160] 在单级或多级中,固定轮叶2、4以及转子叶片3可以通过改变叶片角度(叶片设置角度)形成固定或可变的叶片(间)通道几何形状。

[0161] 所需的能量转换任务可以在单级或数个级(多级配置)中实现。当需要更特别的能量输入时,将数个级连接在一起是有益的。

[0162] 在装置100中,级10可以并联和/或串联布置。

[0163] 参考图2A和图2B。图2A示出了包括两个级10(10-1和10-2)的示例性多级配置,每个级包括定子-转子-定子/扩散器叶片排(2-3-4)。级10-1与10-2之间的空间5尤其可以定义为上游级10-1的固定扩散器轮叶或一排固定扩散器轮叶与下游级10-2的固定引导轮叶或一排固定引导轮叶之间的距离L。

[0164] 类似于空间5,距离L也可以被设为可变的(可调整的)。相邻级10-1、10-2之间的距离L是上游级10-1的固定扩散器轮叶或固定扩散器轮叶的排(一排或多排)的后缘与下游级10-2的固定引导轮叶或该固定引导轮叶的排(一排或多排)的前缘之间的沿着由以连续顺序画在公共平面上的一系列级形成的路径的跨度。在实施例中,距离L沿着装置100的水平(纵向)轴线(可选地在流体流动的方向上)限定。

[0165] 在一些配置中,可变空间5(以及距离L)布置在至少一排扩散器轮叶与至少一排喷嘴引导轮叶之间。

[0166] 基于所需的流动条件(例如混合水平和/或压力水平),扩散器轮叶与引导轮叶之间的空间5和/或距离L被设为可变的(可调整的),可选地,使得上游级的扩散器轮叶与下游定子的引导轮叶之间的空间5和/或距离L是可变的(可调整的)。沿着上游扩散器排与下游固定引导排之间的距离,流体流的速度最低。

[0167] 在修改固定叶片排之间、可选地相邻固定叶片排之间、可选地相邻级之间的跨度方面,距离L可以被设为可变的。另一方面,调整空间5/使空间5可变包括在三维坐标系中调整装置100的内部大小和/或使装置100的内部再成形。通过修改空间5,距离L也可以被可选地修改并且反之亦然。因此,在相邻固定叶片排之间的可变空间5和/或距离L的概念内,可以设想装置100的多种实现方式(例如,参见图1A、图4和图5)。

[0168] 在实施例中,上游级10-1的至少一排固定扩散器轮叶和下游级10-2的至少一排固定引导轮叶接合以形成单组合叶片排4-2(图2B)。组合排4-2执行扩散器轮叶和引导轮叶两者的任务。在图2B上示出的叶片配置中,相邻级10-1与10-2之间的距离L设置为零($L=0$)。

[0169] 如果需要,还可以增加上游扩散器轮叶与下游引导轮叶之间的空间,以允许更大的空间与时间用于在流体介质内混合。在此类情况下,也可以可选地增加距离L($L>0$)。

[0170] 总体上,空间5的大小/体积(以及距离L)至少取决于流体流动通过装置100的速度。因此,以超音速离开转子的流体介质通过固定扩散器叶片的传播伴随着多冲击系统的生成,因此,为了最小化冲击波相互作用,增加空间间隙5可能是有益的。

[0171] 图3A和图3B相应地更详细地图示了图2A和图2B上示出的实施例。图3C图示了其中将图3A和图3B上示出的实施例(三叶片级和两叶片级)组合在一起的“混合”级解决方案。图3C示出了用三(3)个两叶片排级和一(1)个三叶片排级(其间具有空间5)实现的装置100的示例性实施例。

[0172] 在实施例中,装置100内的终端叶片排可以被配置为扩散器4、集成扩散器-定子4-2或涡轮膨胀机(未示出)。涡轮膨胀机是涡轮机,其中传播通过装置的流体膨胀以降低静压和温度,并且输出一些轴功以辅助驱动装置100。涡轮膨胀机设备尤其可以在需要快速温度变化时使用。在实施例中,装置100因此在最后工作(能量传送/转换)级10的下游包括具有单叶片排或多叶片排的涡轮膨胀机设备。

[0173] 固定轮叶2(转子的上游)、转子叶片3和/或固定轮叶4(转子的下游)的尺寸、对准和空间设置优选地在每个级内通过设计(通过制造)或通过操作单独地调整。因此,如预设的(在操作之前和/或操作期间设置的)或如制造的那样,固定轮叶和/或转子叶片在每个级内至少在其尺寸、对准和空间设置方面可以变化。除了逐级可变(variable stagewise)之外,所述固定轮叶和/或转子叶片还可以被配置为固定(不可调整的)并且在设备操作期间是可单独调整的。

[0174] 在实施例中,转子叶片在所有级中的配置都是相同的。在替代实施例中,转子叶片被设为逐渐可变。在示例性实施例中,装置包括数个级使得转子叶片半径在从入口(11)到出口(12)的方向上逐级变化以满足能量输入和流动容量的要求。在实施例中,转子叶片高度贯穿装置100在纵向方向上(可选地在轴向方向上)任意地变化。

[0175] 因此,外壳20可以被修改以满足可变转子叶片高度所强加的要求。在一些配置中,外壳因此被配置为基本上遵循构成各个级的元件的形状。在一些配置中,外壳沿着其整个长度具有基本上恒定的横截面。在一些其他配置中,装置100具有(截头)圆锥形式的外壳(例如,参见图1A)。

[0176] 在一些配置中,实施为100B的旋转装置100的实现方式一般遵循根据美国专利第10,744,480号(Xu和Rosic)的公开,该专利的全部内容通过引用并入本文(参见图4)。在图4上示出的配置100B中,外壳20被设置为封闭空间,该封闭空间包围(紧密邻接)形成至少一个能量传送级10的固定引导轮叶、转子叶片和扩散器。外壳的内部形状和可选的外部形状被配置为基本上遵循构成所述级的元件的形状。因此,在一些实例中,外壳20跨其内部具有可变的横截面积(图4)。在配置100B中,扩散器4布置在空间5(称为混合空间并且由包括弯曲部段后跟返回通道的导管建立)中。混合空间在几何形状和/或尺寸参数方面可以被配置为是可变的。

[0177] 装置100B可以被配置为模块化结构,其中外壳20由一个接一个设置的数个模块20A、20B、20C、20D建立。模块化返回通道和弯曲部段可以被配置为至少在形状、长度、横截面以及它们在装置100、100B内的空间设置方面是可调整的。

[0178] 除了包括沿着转子轴连续地布置的数个级的多级配置100A、100B之外,三叶片排基本级还可布置成再生(regenerative)多级配置,如图5所示。图5上示出的配置100C总体上遵循美国专利第7,232,937号(Bushuev)、第9,494,038号(Bushuev)和第9,234,140号(Seppälä等人)的公开。

[0179] 图5在图示A处示出了具有两个入口11-1、11-2和两个出口(12-1,第二出口未示

出)的配置;在适当的情况下,可以设想其他配置。

[0180] 实施为100C的装置100包括安装在转子轴1上的转子单元,该转子轴1沿着水平(纵向)轴线X-X'定位。转子单元包括布置在转子盘的圆周上的多个转子叶片3。固定部件由多个固定引导轮叶2和固定扩散器轮叶4表示,该多个固定引导轮叶2和固定扩散器轮叶4在装有叶片的转子盘的两侧布置成基本上环形的组件或叶栅。在至少一个入口与至少一个出口之间的流体流动通过装置的方向上,一排固定引导轮叶2设置在转子叶片叶栅3的上游并且固定扩散器轮叶的排4设置在转子叶片叶栅的下游。

[0181] 在实现方式20中,外壳20被配置为基本上完全封闭转子盘的外周,其中转子叶片组装在转子盘上并且固定轮叶的排2、4邻接转子叶片并且一起形成定子-转子-定子布置2、3、4。外壳20在三维配置中具有基本上环形形状(“甜甜圈”形状),由此具有相关的轴承组件的转子单元可以被视为填充了限定环形形状的中心部分中的开口的孔。外壳20在其子午线横截面处基本上是环形的。

[0182] 在外壳20中,叶片排2、3、4以此类方式彼此邻接,使得以上文所解释的方式在定子-转子-定子布置的离开口(即固定扩散器叶片排4的离开口)与进入所述布置的进入口(即固定引导轮叶排2的进入口)之间形成空间5。在实施例中,空间5形成在外壳20的内表面与流动成形设备8的外表面之间。在实施例中,空间5被配置为无轮叶。在另外的或替代实施例中,空间5可以包括数个引导壁7(参见图5中的D)。

[0183] 如上文所描述的,能量传送/能量转换级是通过三排叶片(2,3,4)建立的。在图5中,级用罗马数字i-x指示。在配置100C中,从一级(例如,级i)的扩散器叶片排4的离开口离开的流经过(无轮叶)空间5,并且遵循螺旋(螺旋环面)路径进入后续级(级ii)的固定引导轮叶的排2。流穿过连续的叶片排2、3、4(级ii),离开扩散器4(级ii),并且继续流向接下来的级(一个或多个)iii-x,直到所述流到达出口12-1(参见图示B和图示C,其中图示C示出了画在同一平面上的级i-x)。流的方向用箭头指示。级数由过程任务、所需温度和/或压力水平确定。

[0184] 在配置100C中,空间5至少在形状大小方面可以变化。因此,凭借空间5在级之间形成的环形流动路径的至少大小和形状可以基于所需的长度(参见图示C)与混合水平而变化。在一些实施例中,空间5包含数个引导器具,例如引导壁7(参见图5中的D)。引导壁7分隔流动路径并且形成另外的单独通路。

[0185] 参考图6,图示了用于装置100的入口布置和出口布置的示例性配置。在实施例中,该装置可以包括包含入口布置和出口布置的一个或多个级。在一些配置中,此类级可以不被配置为工作级(即,适用于将能量传送到流体中),而仅相应地用于接纳和排出流体。在一些其他配置中,入口级和出口级可以被配置为完全工作级。

[0186] 入口(一个或多个)和(出口一个或多个)包括外壳中的相关的开口/端口,以及与每个所述端口相关联的管道、套管和/或歧管。在示例性配置中,流体可以在至少一个入口11(11-1,11-2)处通过以下递送:径向至轴向过渡管路(参见图6中的A),或具有不同轴向入口速度分量、径向入口速度分量或周向入口速度分量的数个周向扇区或管道(参见图6中的B、C)。至少一个出口12(12-1,12-2)或包括该出口的级继而可以被配置为具有单管道或多管道和/或具有轴向管路、径向管路或周向管路的周向蜗壳。

[0187] 图6在A处图示了包括至少一个轴向-径向入口11(11-1,11-2)和至少一个轴向出

口12(12-1,12-2)的装置100。图B图示了具有至少一个轴向-径向入口11(11-1,11-2)和至少一个径向出口12(12-1)的装置100。图C图示了具有至少一个径向入口11(11-1)和至少一个径向出口12(12-1)的装置100。图6的C示出了具有单或多入口和出口管路的示例性蜗壳配置。

[0188] 在一些配置中,装置100还可以包括入口级内的另外的入口端口13(参见图4)。适用于图4上示出的配置100B,另外的入口端口13被配置为涡卷(scroll)入口,以产生到转子的高度涡旋流。

[0189] 在实施例中,装置100(在此实施为100A、100B、100C中的任一个)还包括至少一个级14,该至少一个级14被配置为调整跨转子叶片的对应排的(静态)压力变化,和/或控制通过装置100的压力水平。特别地,此类压力调整(或压力改变)级14被配置为升高装置100中的压力。另外,级14允许向流体快速地添加更多热能(热量)。当原料流动特性(压力、温度、质量流速等)与装置100所需的条件不匹配时,需要此类级(一个或多个)14。

[0190] 图7示出了包括布置在入口11处的压力调整级14的装置100。在另外的或替代的配置中,级(一个或多个)14可以布置在装置的出口12处和/或布置在工作(能量传送/转换)级10-1、10-n(未示出)之间。如上文所描述的,工作级10-1-10-n可以被配置为具有三排、两排或混合排叶片。

[0191] 与工作级10-1-10-n相比,级14通常具有不同的(增强的)负载以提供更高的负载输入。与工作级相比,级(一个或多个)14可以被视为改变热能输入的模式。

[0192] 压力调整级14可以根据装置设计而采用各种配置。举例来说,图7示出了径向流(A)、混合流(B)和轴向流(C)的级14配置。可以采用其他合适的配置。级(一个或多个)14可以被配置为单级或多级;并且其配置可以根据其在装置100内的放置而进一步变化。

[0193] 在实施例中,压力变化级(一个或多个)14可以被配置为在固定和/或旋转部件的结构和布置方面不同于工作级10-1-10-n。因此,级(一个或多个)14可以包括具有可调整叶片角度的转子;可选地,也可以包括具有可调整叶片角度的定子。可以调整叶片角度以满足过程条件(原料类型及其压力、温度、质量流速等)。

[0194] 另外地或替代地,级(一个或多个)14可以在结构上与工作级10基本上相同地实现。在此类情况下,可以通过在能够提供更高转子速度的独立的转子轴上安装级(一个或多个)14来实现压力变化/压力升高特性。因此,例如,两线轴发动机配置可以适用于装置100,将工作级10和压力调整级14连接到以不同速度旋转的独立的轴。

[0195] 图8上图示了用单轴和多轴配置实现的装置100。实现为单级或多级单元的装置单元(100-1,100-2,100-3)可以并联(图8,B,并联的多线轴布置)或串联(图8,A,串联的多线轴布置)布置在多线轴上。在对应的虚线框中示出了包括串联连接和并联连接的装置单元100-1、100-2的组件100n。

[0196] 每个线轴可以由独立的原动机15(15-1,15-2,15-3)驱动,该原动机被配置为驱动单元,该驱动单元选自以下中的一者:电动马达、燃气轮机、蒸汽轮机或其组合。根据所需的特定任务,每个线轴可以具有相同或不同的转速。在一些实施例中,驱动单元优选地是电动马达。

[0197] 总体上,每个级(工作级10和压力调整级14)可以被配置为具有不同的工作负载和/或容量。

[0198] 装置100有利地包括转子轴密封系统(未示出)。围绕转子轴应用密封系统(包括但不限于迷宫式密封件、刷式密封件和/或片式密封件)以防止流体泄漏到装置100的外部。规定压力和温度下的冷却剂流用于给转子空腔加压并且防止工作流体泄漏。

[0199] 根据上文描述的实施例配置的装置100对于设计参数的相对宽的变化具有容限。特别地,多级解决方案可以被配置为具有多级,每个级具有不同的体积流速/体积流动容量。因此,功输入要求和/或混合水平可以在每个级内独立地调整/调节。

[0200] 在所有配置100中,通过改变转子大小(直径,四倍增加)和/或叶片高度(线性增加),流速可以是可调整的,可选地是分级的。可以通过调整转子轴上的转子叶片排的轴向位置来实现转子叶片的可变高度,这允许改变通过具有类似设计的不同级的体积流速。叶片根部与末端的半径比可以根据装置配置进行相应地调整。固定叶片(2,4)可以相应地进行调整。以上面指示的方式修改叶片参数允许增加通过装置的体积流动容量(例如,考虑到在装置的末端/出口处温度和功输入两者的要求都是最高的)。

[0201] 在实施例中,装置100还包括数个催化表面或(一个或多个)其他催化元件(一个或多个)(未示出)。催化表面可以由至少一个叶片/轮叶排(2,3,4)的至少一些单独叶片或轮叶、转子轮毂/盘和/或装置的内部内的预定位置处的外壳表面的催化涂层形成。催化元件可以被配置为具有活性涂层的(多孔)陶瓷或金属基底(一个或多个)或支撑载体(一个或多个)。替代地,可以利用整体式蜂窝催化剂。

[0202] 在实施例中,装置100(100A,100B,100C)还包括用于中间注射和/或提取的器具。所述器具(未示出)包括可选地布置成歧管的数个端口和导管,该歧管被配置为将装置100与中间设施(例如热交换器、加热器、原料化学品等)连接。举例来说,装置100可以通过注射/提取导管系统连接到至少一个热交换器。在此类布置中,加热的流体的一部分通过提取导管(一个或多个)从装置100中取出并且被引导到热交换器(一个或多个)中,在热交换器中从流体中提取热能。例如,热交换器(一个或多个)可以被配置为将提取的流体从1000至1500摄氏度冷却到约小于1000摄氏度。冷却的流体被注射(通过注射导管(一个或多个)/端口(一个或多个))回到传播通过装置100的过程流(即用于内部加热)或用于上文所描述的冷却装置中。

[0203] 在另外的或替代的配置中,可以采用类似的布置来将在其他地方冷却或加热的流体(一个或多个)(例如,蒸汽)进给到装置100中和/或用于注射化学品(催化剂、添加剂、掺杂剂等)。在此类配置(一个或多个)中,中间设施由数个另外的热交换器、加热器和/或相关的化学源形成。为了调节一定量的提取/注射的流体,提取/注射端口和相关联的歧管供应有阀(例如,三通阀),以及相关的检测器。

[0204] 提取端口和/或注射端口可以沿着外壳20布置在入口11与出口12之间的任何位置处。在一些实例中,优选的是,流体介质基本上在加热过程的中点从用于热量提取的装置中取出。

[0205] 在并联或串联连接至少两个装置100时,可以建立组件100n(参见图8)。所述装置之间的连接可以是机械的和/或功能性的。可以在至少两个物理地集成或非集成的单独装置单元100(100-1,100-2,100-3)之间关联时建立功能性(例如,在处理类似原料方面)连接。在后面的情况下,可以经由数个辅助用具(未示出)来建立至少两个装置100之间的关联。在一些配置中,该组件包括至少两个装置,该至少两个装置经由它们的中心轴至少功能

性地连接成使得彼此成镜像。此类镜像配置可以进一步定义为具有至少两个机械地串联(按序列)连接的装置100,而功能性地连接(例如,在将热量输入到流体方面)可以被视为并联(按阵列)连接。在一些实例中,前述“镜像”组件可以进一步修改为包括至少两个入口和基本上放置于组件中心的公共排放(排出)级(未示出)。

[0206] 当将至少一个旋转装置100或组件100n连接到至少一个热消耗单元/实用工具101时,可以建立一种布置(参见图11的虚线框),该布置可以进一步是热消耗系统1000的一部分。

[0207] 装置(一个或多个)100、100n可以例如通过数个热交换器直接地或间接地连接到公共热消耗单元/实用工具101。热消耗单元/实用工具101包括但不限于:熔炉、烘箱、窑炉、加热器、燃烧器、焚烧炉、锅炉、干燥器、输送机设备、反应器设备或其组合。

[0208] 热消耗过程系统1000是被配置为在基本上等于或超过约500摄氏度(°C)的温度下执行通过数个单元/实用工具101实现的一个或多个热消耗工业过程的设施。在实施例中,该设施被配置为在基本上等于或超过约1200°C的温度下,优选地在基本上等于或超过约1400°C的温度下,更优选地在基本上等于或超过约1700°C的温度下,执行热消耗工业过程(一个或多个)。在应用上文所描述的冷却技术时可以实现高达2000至2500°C的温度。不排除系统1000在低于500°C的温度下执行工业过程的至少一部分。

[0209] 热消耗单元(一个或多个)/实用工具和热消耗过程(一个或多个)由相同的附图标记101表示。这是为了强调,部段101表示被配置为包括被设计成执行旨在从基本上原材料或原始能源生产商品的工业过程或一系列工业过程的装备的工业工厂、工厂或任何工业系统的过程单元。在本公开中,表述“生产商品”包括但不限于关于材料(例如,在本上下文为钢铁或化合物)和/或能量的制造、提取和/或精炼。在一些实施例中,部段101表示热消耗实用工具,例如被配置为执行热消耗过程的炉或反应器设备。

[0210] 提及的过程通常具有高热(热量)能需求和消耗,并且在常规解决方案中(即在本文呈现的热集成方案1000之外),构成了进入大气的大部分工业排放物(气体和气溶胶)。本公开提供了用于将热能输入到流体中的装置和方法,其可以进一步用于具有高热量能需求的多种常规工业过程(101),由此可以明显地提高所述过程中的能量效率,并且减少释放大气中的该一定量的空气污染物。装置100因此可以用作加热器。

[0211] 一定量的输入能量被传导到连接到热消耗单元(一个或多个)和/或集成到系统1000中的至少一个旋转装置100/组件100n中。在实施例中,输入能量包括电能。在实施例中,作为输入能量传导到集成在热消耗系统/过程设施1000中的至少一个装置100中的该一定量的电能约在5%至约100%范围内,优选地在约50%至约100%范围内。因此,作为输入能量传导到集成在系统1000中的至少一个装置100中的该一定量的电能可以构成以下中的任一者:5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%与100%(来自总能量输入),或落在上面指示各点之间的任何中间值。

[0212] 装置100至少充当流体介质(进料21)上的加热器。被加热的流体作为流22进入热消耗过程101,并且作为排放流24离开过程101/系统1000。流体的至少一部分可以在系统中再循环并且返回到进料预处理(箭头23;预处理单元未示出)。

[0213] 高温热-热消耗系统1000因此被配置为执行包括但不限于以下的至少一个热消耗

过程:钢铁制造;水泥制造;氢气和/或合成气体的生产(例如蒸汽-甲烷重整);将甲烷转换成氢气、燃料和/或化学品;热能储存(例如高温储热);与石油和/或石化工业相关的的过程;吸热反应的催化过程;通过焚烧处理有害和/或有毒物质的过程;以及制造高温材料(例如玻璃棉、碳纤维和碳纳米管、砖、陶瓷材料、瓷器和瓷砖)的过程。

[0214] 在一个方面中,提供了一种用于将热能输入到流体介质中的方法,所述方法至少包括以下步骤:

[0215] (a) 获得根据上文所描述的实施例实现的旋转装置100(100A,100B,100C),并且包括:

[0216] 外壳,其具有至少一个入口和至少一个出口;

[0217] 转子,其包括至少一排转子叶片,所述至少一排转子叶片被配置为布置在安装在转子轴上的转子轮毂的圆周上的脉冲叶轮叶片;

[0218] 至少一排固定喷嘴引导轮叶,其相应地布置在至少一排转子叶片的上游;以及

[0219] 至少一排固定扩散器轮叶,其相应地布置在至少一排转子叶片的下游,

[0220] (b) 调整转子的转速到预定速度或速度范围以达到满足该过程所要求的速流体介质的流速;

[0221] (c) 调整流体介质的预热水平;

[0222] (d) 沿着在外壳内部在入口与出口之间形成的流动路径引导流体介质的流,使得当所述流体介质的流连续地穿过相应地由喷嘴引导轮叶、转子叶片和扩散器轮叶形成的叶片/轮叶排时,凭借一系列能量转化将一定量的热能赋予流体介质的流。

[0223] 在该方法中,通过在外壳内部在入口与出口之间形成的流动路径的方向上改变在至少一排扩散器轮叶的离开口与至少一排喷嘴引导轮叶的进出口之间形成的空间,来调节输入到传播通过该装置的流体介质的流的该一定量的热能。

[0224] 在实施例中,流体介质包括进料气体、再循环气体、补给气体和过程流体中的任一者。在实施例中,流体介质流以基本上气态的形式进入旋转装置。在实施例中,流体介质的流的流速在旋转装置的操作期间是可调整的。调整流速可以通过调整转子轴的转速(可选地分级进行)来实现。

[0225] 本领域技术人员应清楚的是,随着技术的进步,本发明的基本思想可以以各种方式实现。本发明及其实施例一般可以在所附权利要求的范围内变化。

100, 100A

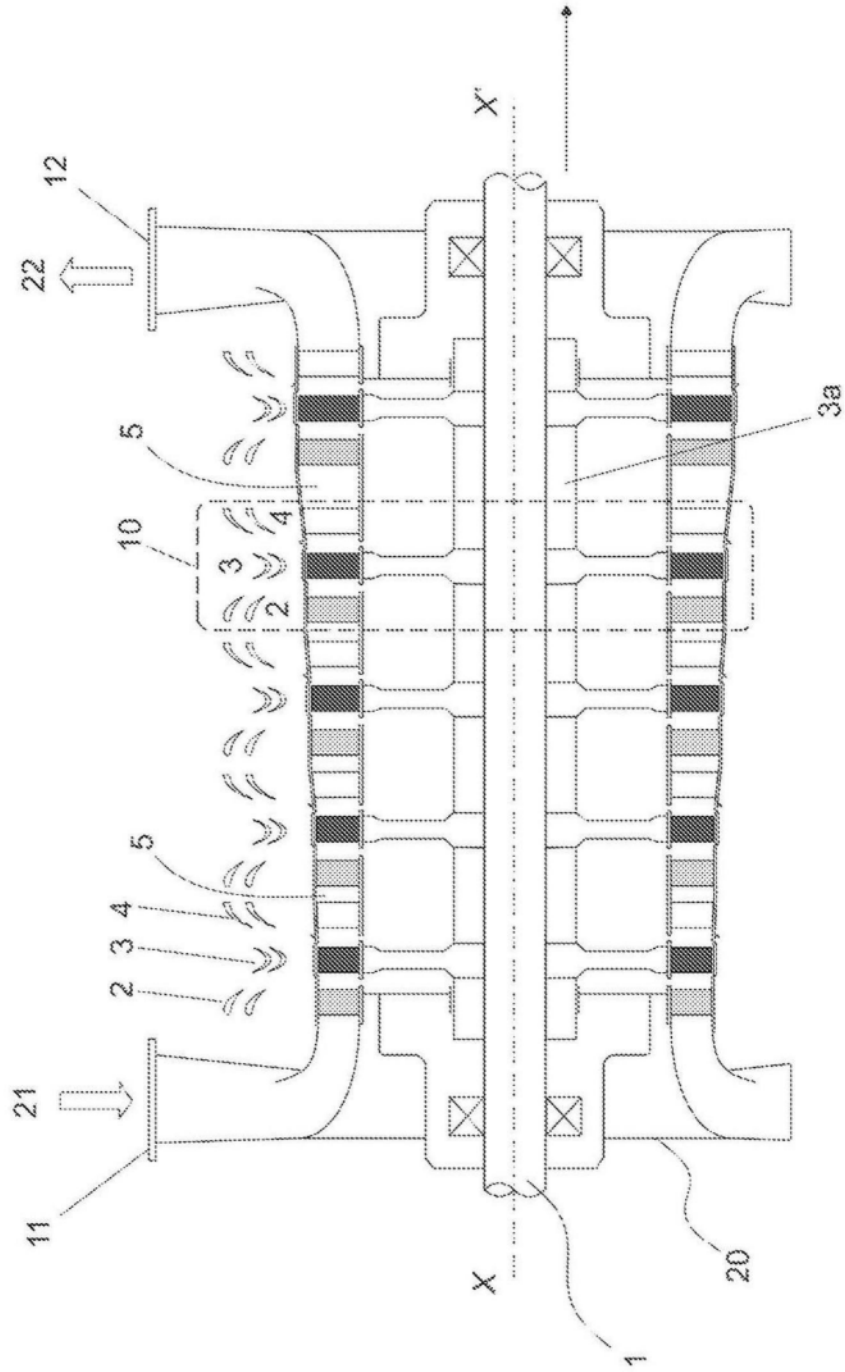


图1A

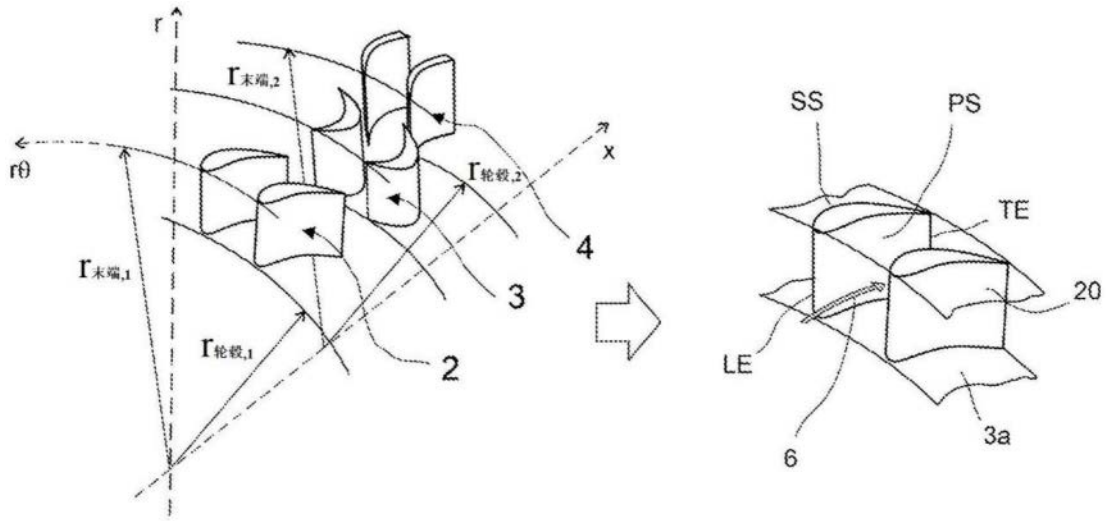


图1B

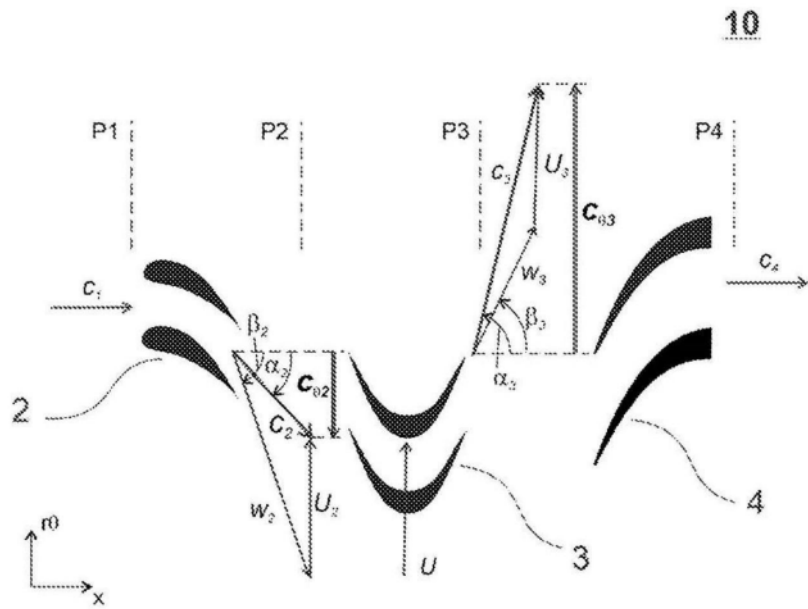


图1C

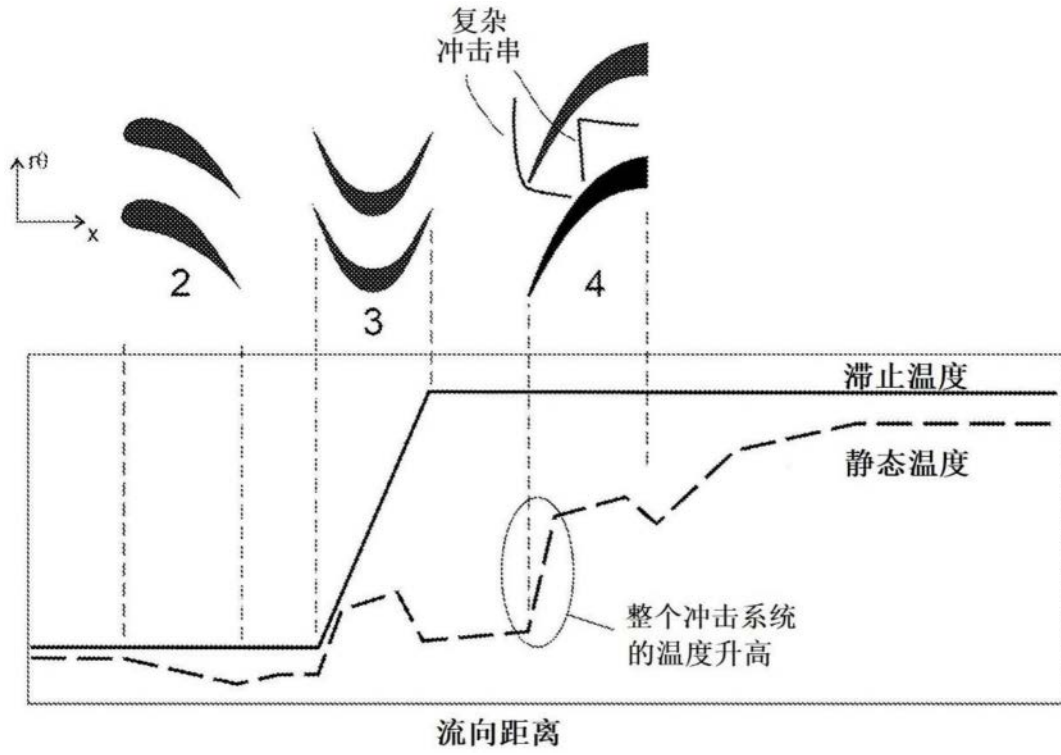


图1D

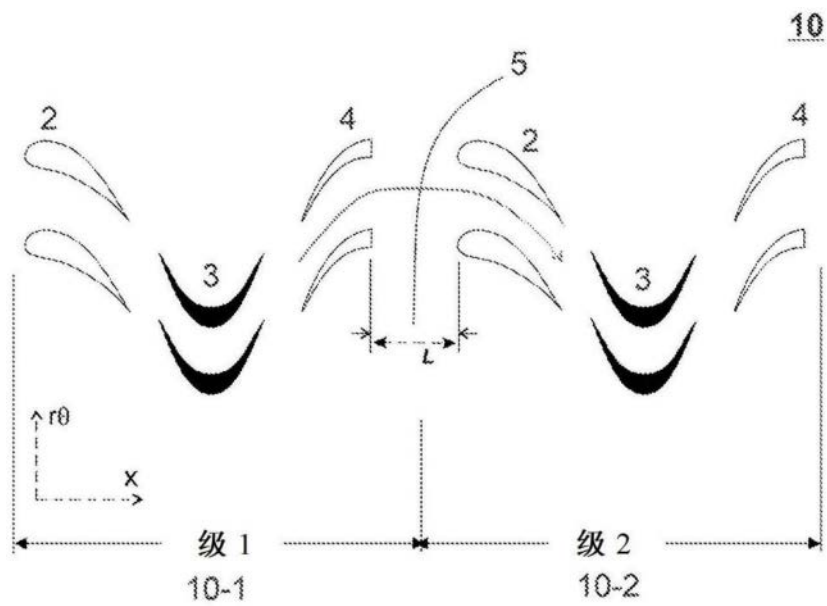


图2A

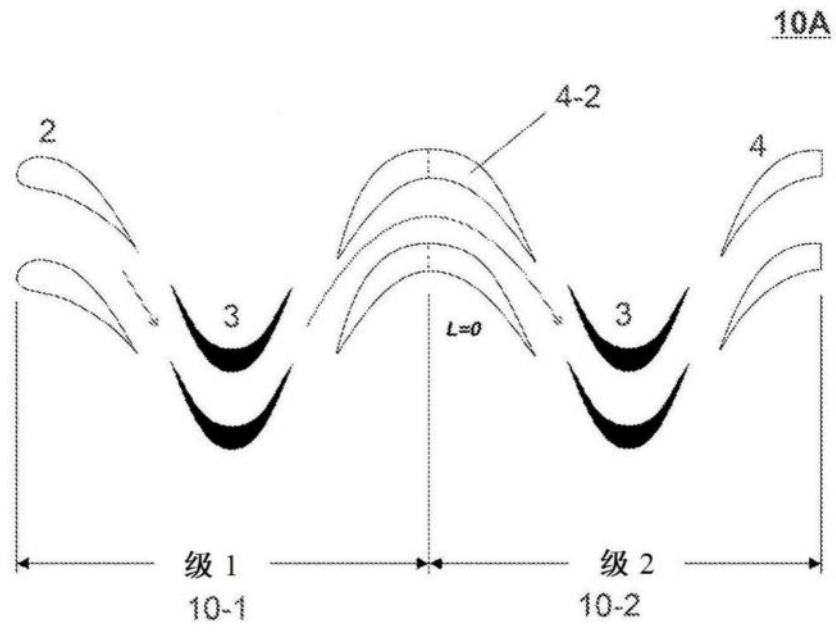


图2B

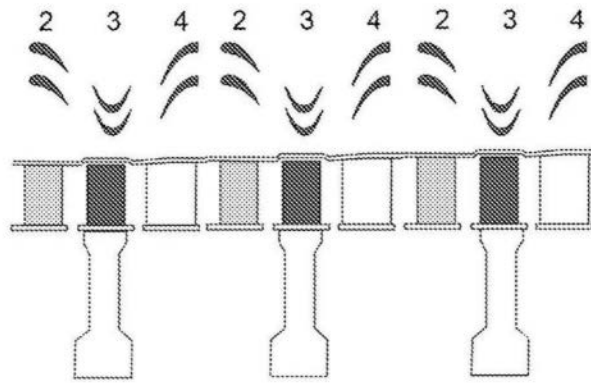
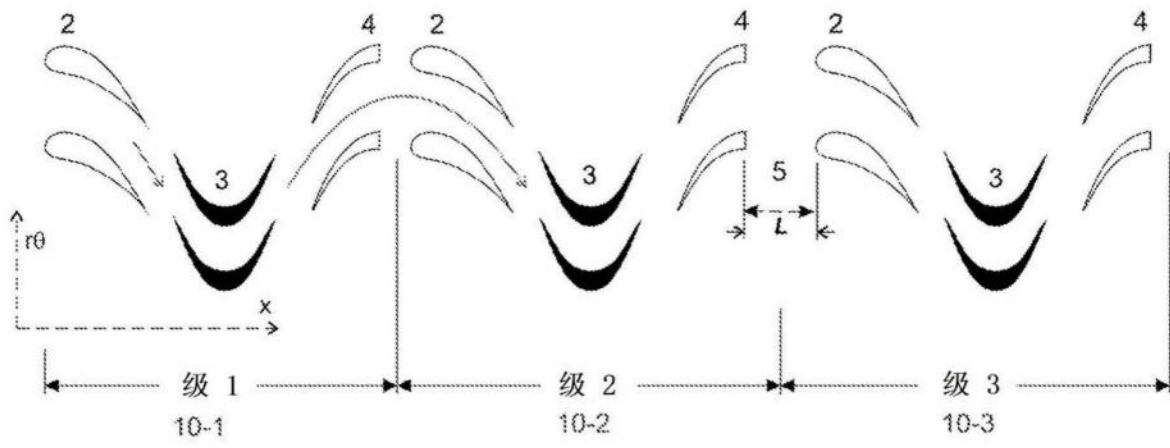


图3A

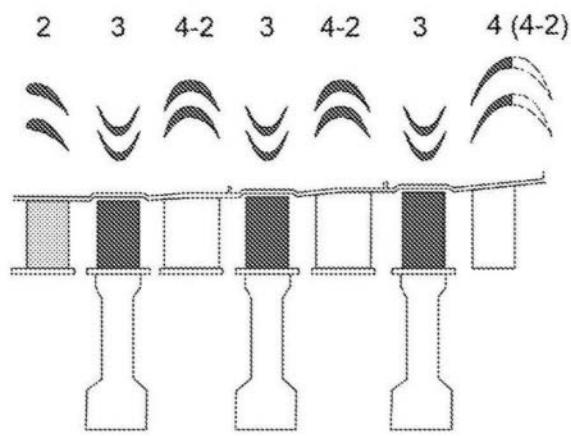
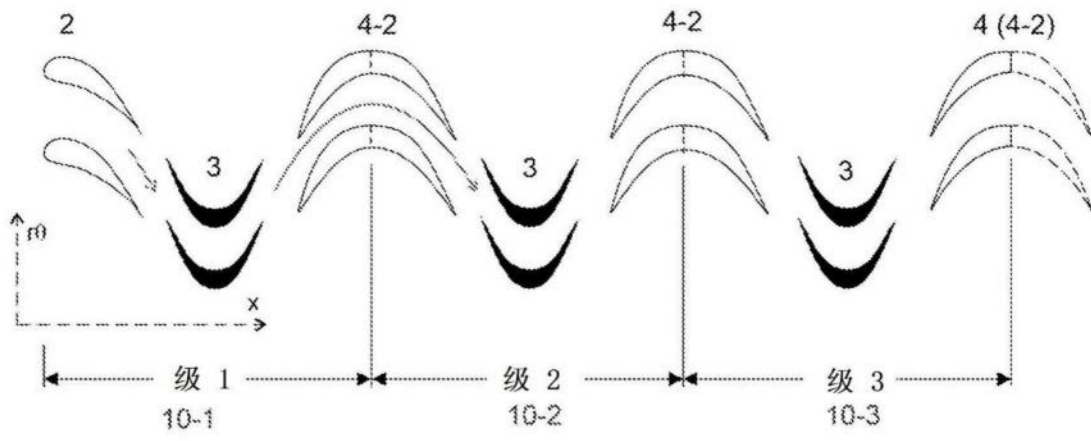


图3B

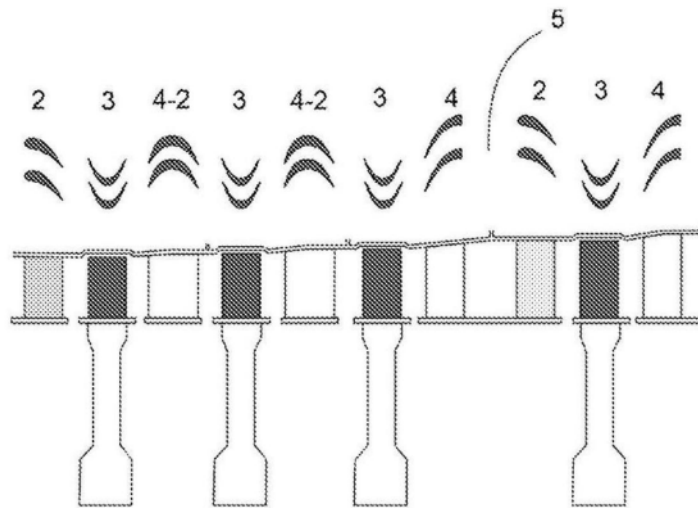


图3C

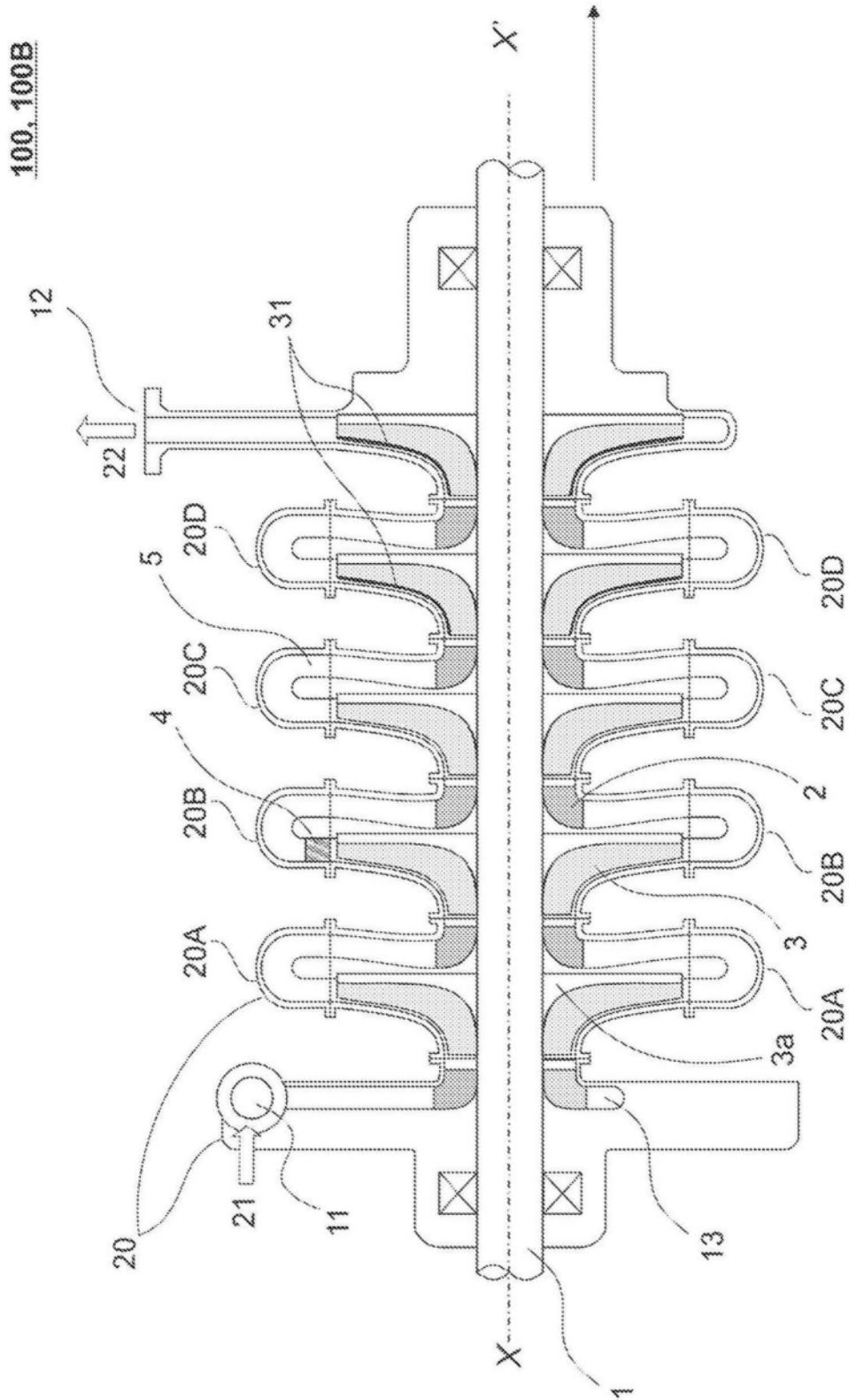


图4

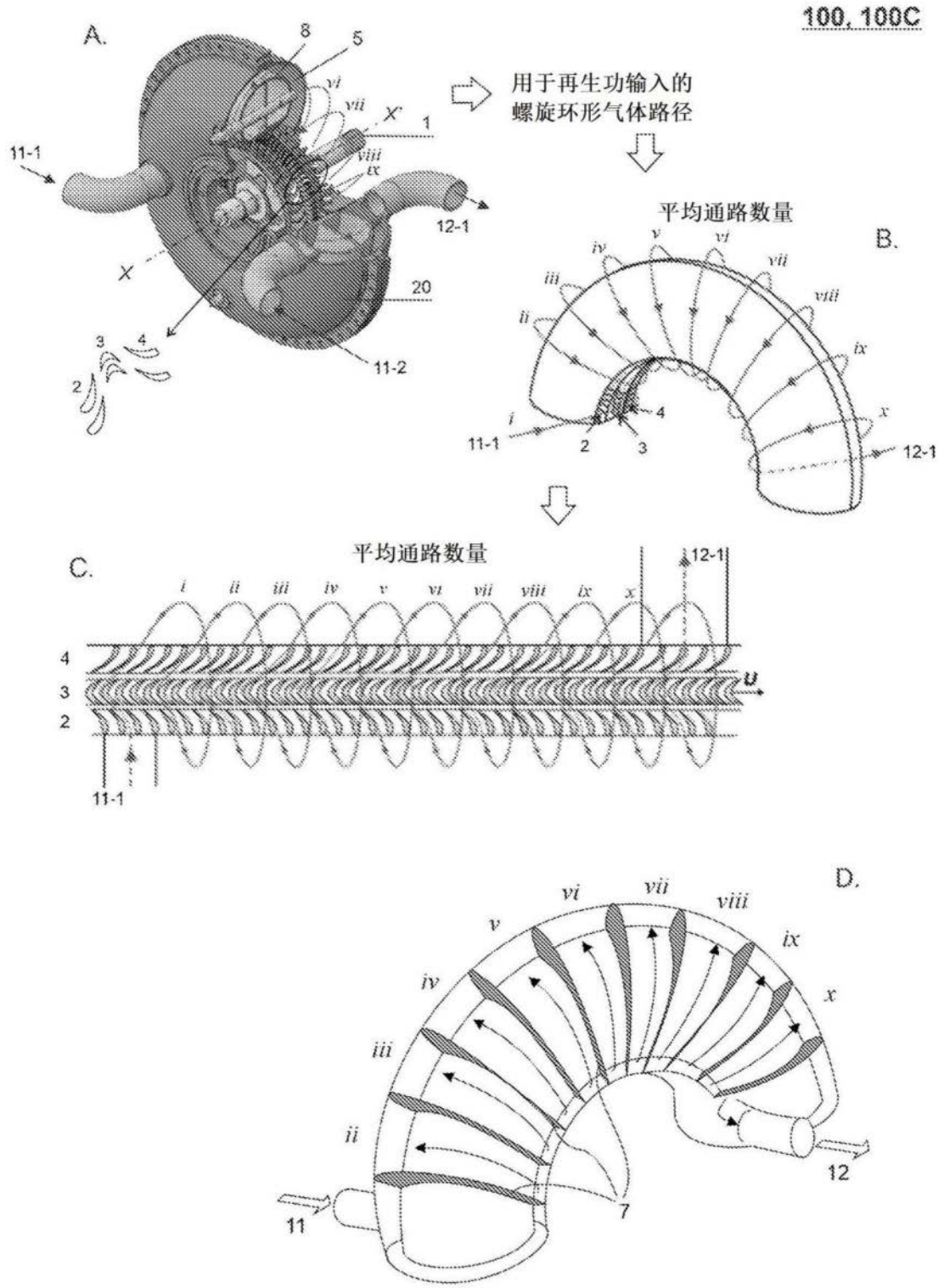


图5

100

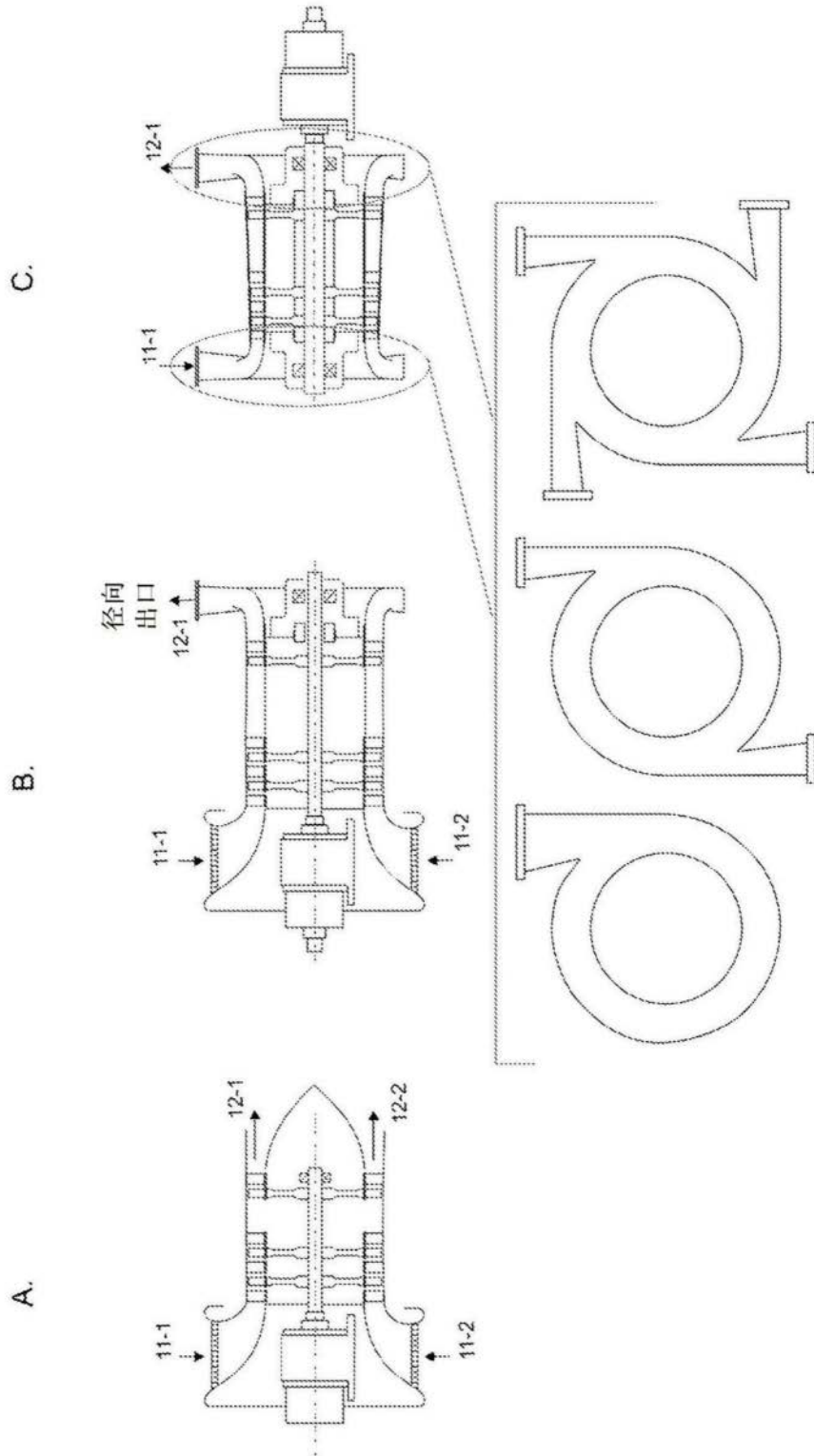


图6

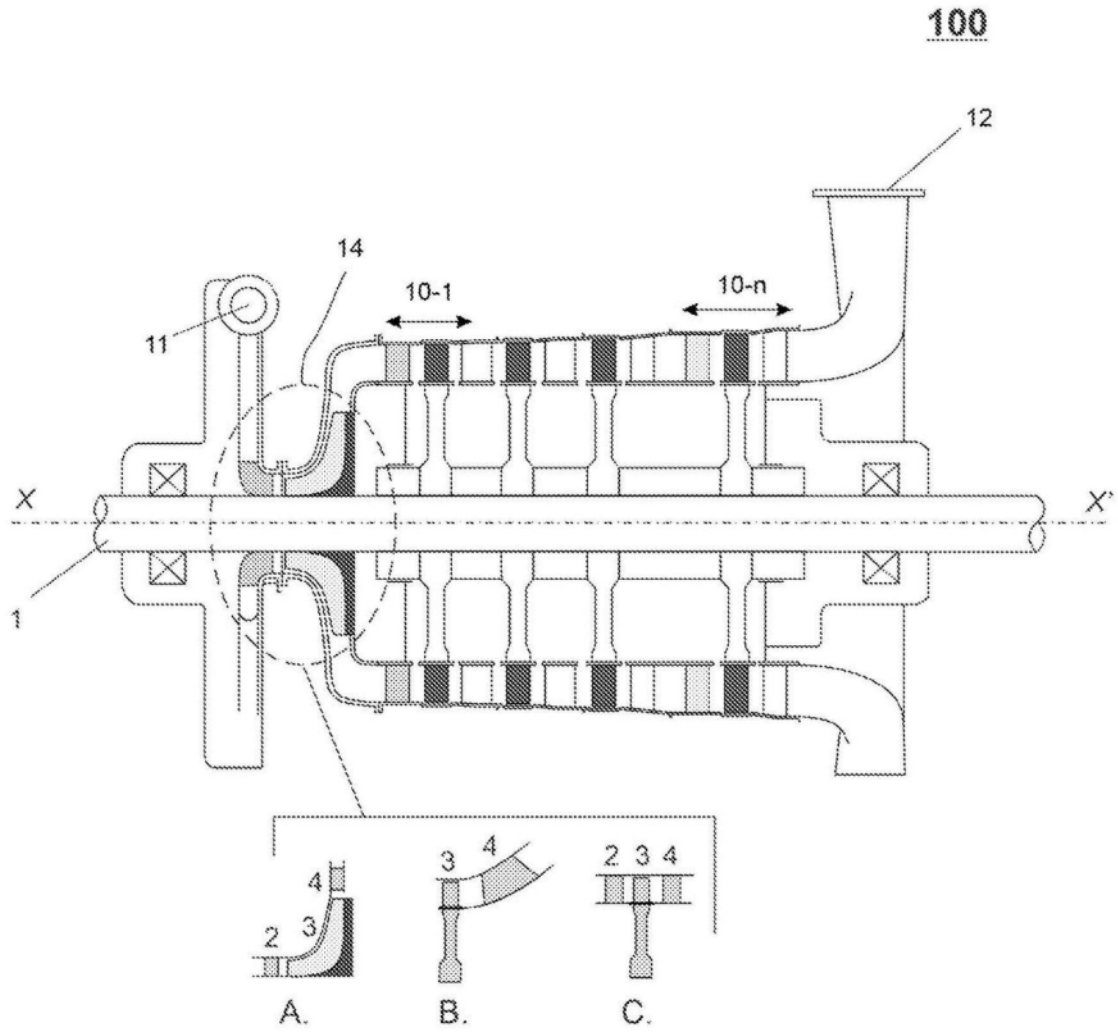


图7

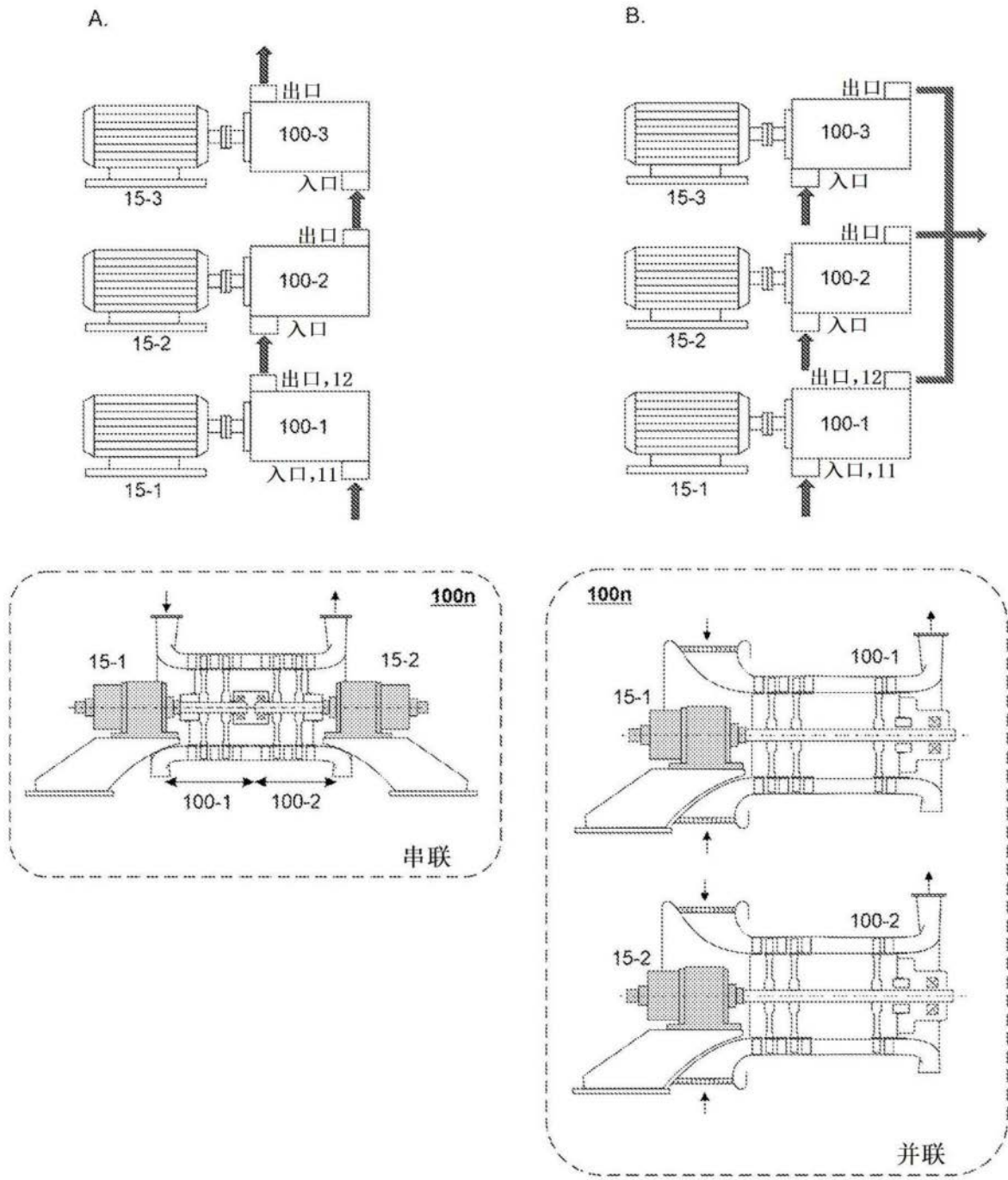
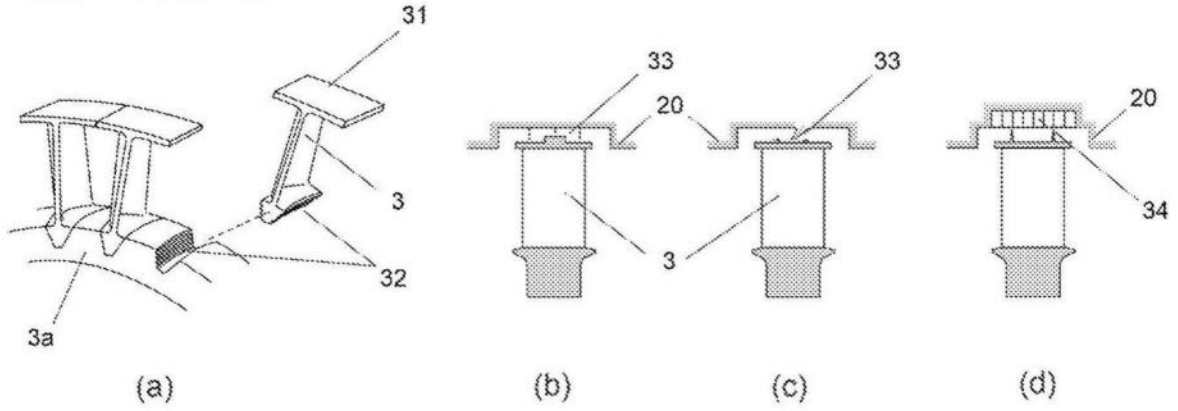


图8

带护罩的叶片末端



不带护罩的叶片末端

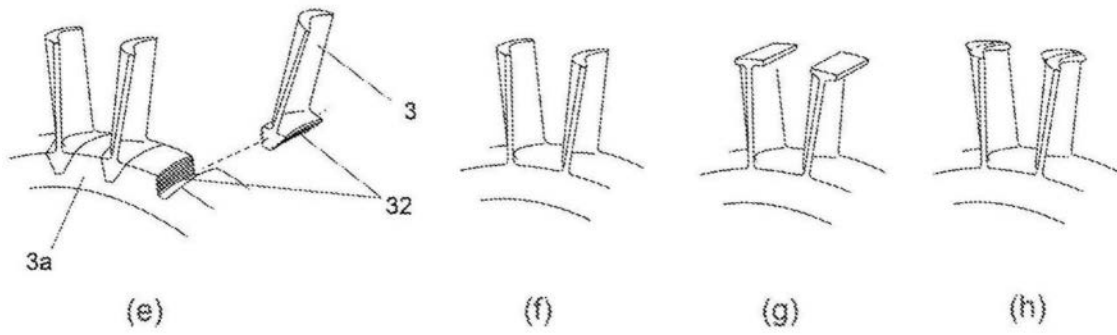


图9

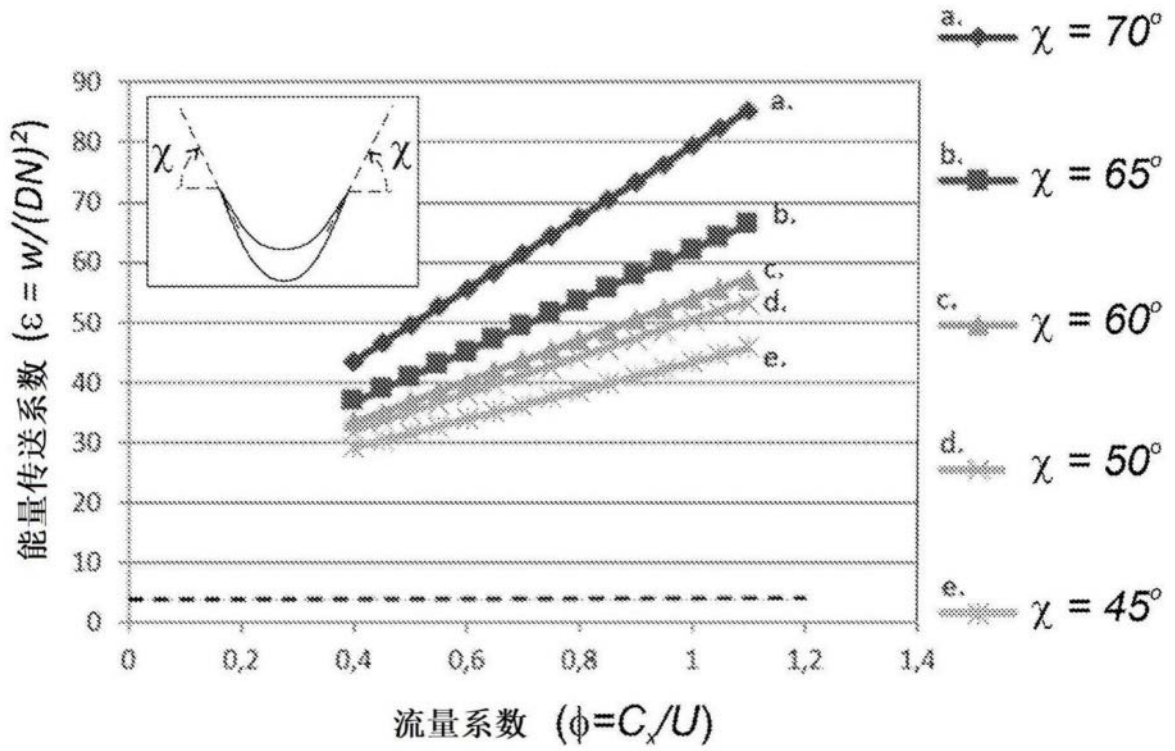


图10

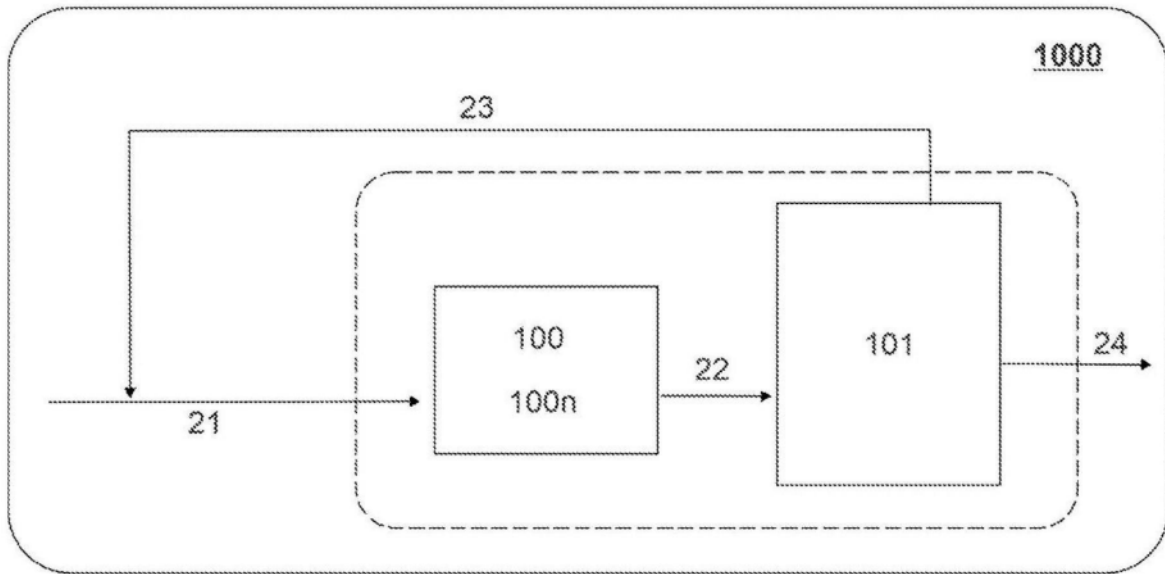


图11