



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101644174 B

(45) 授权公告日 2012. 11. 21

(21) 申请号 200910159086. 1

JP 11270306 A, 1999. 10. 05,

(22) 申请日 2009. 08. 06

JP 2006097544 A, 2006. 04. 13,

JP 2006097544 A, 2006. 04. 13,

(30) 优先权数据

2008-204197 2008. 08. 07 JP

审查员 刘亚妮

(73) 专利权人 株式会社东芝

地址 日本东京都

(72) 发明人 池田一隆 山下胜也 犬饲隆夫

齐藤和宏 北口公一 岩井章吾

宫下重和

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限

公司 11243

代理人 张敬强

(51) Int. Cl.

F01D 25/24 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101205817 A, 2008. 06. 25,

JP 11270306 A, 1999. 10. 05,

GB 825849 A, 1959. 12. 23,

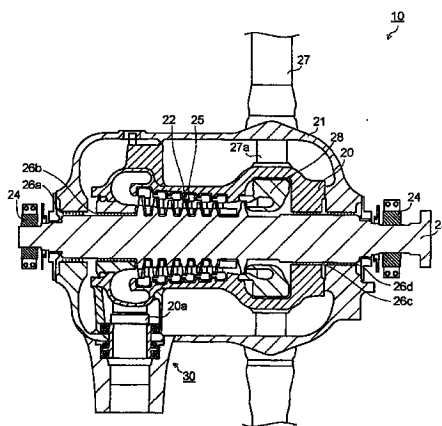
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 6 页

(54) 发明名称

蒸汽涡轮机和蒸汽涡轮机设备系统

(57) 摘要

一种蒸汽涡轮机 (10), 包括: 配置有外壳 (21) 和内壳 (20) 的双结构外壳; 被安置通过内壳、且具有插入了多级转动叶片 (22) 的涡轮转子 (23); 以及沿内壳 (20) 中的涡轮转子 (23) 的轴向与转动叶片 (22) 交替安置的多级固定叶片 (25); 该蒸汽涡轮机 (10) 还设置有排出通道 (30), 所述排出通道从内壳内部向外部地直接引导当膨胀功时在内壳中流动、且经过了最后一级转动叶片的蒸汽。



1. 一种蒸汽涡轮机,包括:

配置有外壳和内壳的双结构外壳;

被安置通过内壳、并具有被插入的多级转动叶片的涡轮转子;

沿内壳中的涡轮转子的轴向与转动叶片交替安置的多级固定叶片;以及

排出通道,所述排出通道将已经流进内壳中且经过了最后一级转动叶片的工作流体从内壳内部直接引导到外壳外部,

所述排出通道为单个管道,其一端与所述内壳的蒸汽通道的下游端处的蒸汽通道连通,并配置成使得所述蒸汽通道的下游侧不与所述内壳和所述外壳之间的空间连通。

2. 根据权利要求1所述的蒸汽涡轮机,还包括:

冷却工作流体供给管道,该冷却工作流体供给管道将冷却工作流体供给至外壳与内壳之间的空间。

3. 根据权利要求2所述的蒸汽涡轮机,还包括:

从所述空间排出用于冷却的冷却工作流体的冷却工作流体排出管道。

4. 根据权利要求2所述的蒸汽涡轮机,

其中所述内壳设置有通口,该通口将所述冷却工作流体的至少一部分引导至所述涡轮转子的表面。

5. 根据权利要求4所述的蒸汽涡轮机,还包括:

从所述空间排出用于冷却的冷却工作流体的冷却工作流体排出管道。

6. 一种包括多个蒸汽涡轮机的蒸汽涡轮机设备系统,所述多个蒸汽涡轮机的至少一个包括:

配置有外壳和内壳的双结构外壳;

被安置通过内壳、并具有被插入的多级转动叶片的涡轮转子;

沿内壳中的涡轮转子的轴向与转动叶片交替安置的多级固定叶片;

排出通道,所述排出通道将已经流进内壳中且经过了最后一级转动叶片的工作流体从内壳内部直接引导到外壳外部;

冷却工作流体供给管道,将冷却工作流体供给至外壳和内壳之间的空间;以及

冷却工作流体排出管道,从所述空间排出用于冷却的冷却工作流体,

其中从所述冷却工作流体排出管道排出的冷却工作流体被引导至另一蒸汽涡轮机和/或热交换器,该另一蒸汽涡轮机和/或热交换器利用所述冷却工作流体作为用于加热给水的热源,

所述排出通道为单个管道,其一端与所述内壳的蒸汽通道的下游端处的蒸汽通道连通,并配置成使得所述蒸汽通道的下游侧不与所述内壳和所述外壳之间的空间连通。

蒸汽涡轮机和蒸汽涡轮机设备系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种具有外壳和内壳的双结构外壳的蒸汽涡轮机,以及一种具有所述蒸汽涡轮机的蒸汽涡轮机设备系统。

背景技术

[0002] 具有高压的蒸汽涡轮机偶尔会具有例如在 JP-A 2006-307280 (KOKAI) 中所描述的有着外壳和内壳的双结构的外壳结构。在这种结构中,一级转动叶片处的排出蒸汽经由压盖部分在内壳和外壳之间流动,并遇到涡轮排出蒸汽。因此,外壳具有设计压力,该压力是在内外壳之间的压力与外壳的外部压力间的压差。而且,汽缸结构也受到在内外壳之间流动的蒸汽温度的影响。

[0003] 在上述具有传统双结构外壳的蒸汽涡轮机中,如果作为工作流体的蒸汽的条件包括超临界压力或极超临界压力,则有必要针对外壳使用具有高强度的材料,或者有必要增大外壳的厚度。因而,蒸汽涡轮机存在制造成本增高的问题。

发明内容

[0004] 本发明提供了一种蒸汽涡轮机,可以不考虑排出蒸汽的条件来设计配置有外壳和内壳的双结构外壳中的外壳,并且可以压缩生产成本;还提供了一种具有所述蒸汽涡轮机的蒸汽涡轮机设备系统。

[0005] 根据本发明的一方面,提供了一种蒸汽涡轮机,包括:配置有外壳和内壳的双结构外壳;被安置通过内壳、并具有被插入的多级转动叶片的涡轮转子;沿内壳中的涡轮转子的轴向与转动叶片交替安置的多级固定叶片;以及排出通道,该排出通道将已经流进内壳中且经过了最后一级转动叶片的工作流体从内壳内部直接引导到外壳外部。

[0006] 根据本发明的另一方面,提供了一种蒸汽涡轮机设备系统,该蒸汽涡轮机设备系统包括:多个蒸汽涡轮机,多个蒸汽涡轮机中的至少一个包括配置有外壳和内壳的双结构外壳;被安置通过内壳、且具有被插入的多级转动叶片的涡轮转子;沿内壳中的涡轮转子的轴向与转动叶片交替安置的多级固定叶片;以及排出通道,该排出通道将已经流进内壳中且经过了最后一级转动叶片的工作流体从内壳内部直接引导到外壳外部;冷却工作流体供给管道,将冷却工作流体供给至外壳和内壳之间的空间;以及冷却工作流体排出管道,从所述空间排出用于冷却的冷却工作流体,其中从所述冷却工作流体排出管道排出的冷却工作流体被引导至另一蒸汽涡轮机和/或热交换器,该另一蒸汽涡轮机和/或热交换器利用所述冷却工作流体作为用于加热给水的热源。

附图说明

[0007] 参照附图对本发明进行描述,附图仅用于示例目的,并不在任何方面限定本发明。

[0008] 图 1A 是示出了根据第一实施例的蒸汽涡轮机的横截面的图示;

[0009] 图 1B 是示出了放大的排出通道的横截面的图示;

- [0010] 图 2 是示出了根据第二实施例的蒸汽涡轮机的横截面的图示；
- [0011] 图 3 是示出了根据第二实施例的不同蒸汽涡轮机的横截面的图示；
- [0012] 图 4 是示出了具有用于回收冷却工作流体并将其排到外部的冷却工作流体排出管的结构的横截面的第二实施例的另一不同蒸汽涡轮机的图示；
- [0013] 图 5 是示意性地示出了具有图 4 所示的蒸汽涡轮机的蒸汽涡轮机设备系统的概况的图示。

具体实施方式

- [0014] 将参照附图描述根据本发明的实施例。
- [0015] (第一实施例)
- [0016] 图 1A 是示出了根据第一实施例的蒸汽涡轮机 10 的横截面的图示。图 1B 是示出了放大的排出通道 30 的横截面的图示。
- [0017] 如图 1A 所示,蒸汽涡轮机 10 具有内壳 20 和位于内壳 20 之外的外壳 21 的双结构外壳。在其中插入了转动叶片 22 的涡轮转子 23 被安置通过内壳 20。转子轴承 24 可旋转地支撑涡轮转子 23。
- [0018] 将固定叶片 25 沿涡轮转子 23 的轴向安置在内壳 20 的内表面上,从而与转动叶片 22 交替地布置。将压盖曲径密封部分 (gland labyrinth portions) 26a、26b、26c、26d 安置在涡轮转子 23 和各个单独的外壳之间,以防止作为工作流体的蒸汽泄漏到外部。蒸汽涡轮机 10 设置有主蒸汽管道 27,通过该主蒸汽管道将主蒸汽引入到蒸汽涡轮机 10 中。被引入主蒸汽管道 27 的主蒸汽被引导至吸气套筒 27a,该吸气套筒 27a 通过未示出的复数个密封环插入主蒸汽管道 27 的内径侧。连接吸气套筒 27a 以与喷嘴箱 28 连通,蒸汽通过喷嘴箱 28 被导向转动叶片 22,将主蒸汽通过吸气套筒 27a 引导至喷嘴箱 28。
- [0019] 蒸汽涡轮机 10 还设置有排出通道 30,该排出通道 30 将在做膨胀功时已经流过内壳 20 中的蒸汽通道、并经过最后一级转动叶片 22 的、作为工作流体的蒸汽从内壳 20 的内部直接引导至外壳 21 (即蒸汽涡轮机 10) 的外部。换言之,在通过了最后一级转动叶片 22 的蒸汽流出的那一侧的端部,即内壳 20 内的蒸汽通道的下游端,具有除与排出通道 30 相连的连接部分 20a 之外均闭合的形状。因此,配置成使得内壳 20 中的蒸汽通道的下游侧不与内壳 20 和外壳 21 之间的空间连通。排出通道 30 的一端与安置在内壳 20 内的蒸汽通道下游端的连接部分 20a 连通。因而,除了极少量蒸汽通过压盖曲径密封部分 26b,基本上已经通过了内壳 20 内的最后一级转动叶片 22 的总的蒸汽都流经排出通道 30,并被排至外壳 21 的外部,即,蒸汽涡轮机 10 的外部。
- [0020] 例如,排出通道 30 可以被配置为单个管道,其一端被连接以与在内壳 20 的蒸汽通道的下游端处的蒸汽通道连通。优选地,排出通道 30 设置有如图 1B 所示的套筒结构。
- [0021] 特别地,排出通道 30 设置有排气套筒 31,其一端通过复数个密封环 33 安装至连接部分 20a 的内径侧,密封环 33 安置在内壳 20 的蒸汽通道的下游端。排出通道 30 还具有这样的结构——排气套筒 31 的另一端也通过复数个密封环 33 安装到安置在外壳 21 上的排气蒸汽管道 32 的内径侧中。这里,在排气套筒 31 的外圆周部分上沿圆周方向安置凸缘 31a。凸缘 31a 被安装在复数个密封环 33 之间,以使其竖直位置被固定在其被安装至排气蒸汽管道 32 内的部分。复数个密封环 33 包括安装到排气蒸汽管道 32 的内圆周、或者内壳的蒸汽

通道下游端处的连接部分 20a 的内圆周内的一个密封环,以及安装至排气套筒 31 的外圆周的另一个密封环。这些密封环 33 沿排气套筒 31 的轴向以交替堆叠的形式被安置。

[0022] 通过上述配置,防止排出的高温高压蒸汽流入内壳 20 和外壳 21 之间的空间。例如,即使内壳 20 或外壳 21 沿排出通道 30 的轴向发生形变,也可以防止已经通过了转动叶片 22 的蒸汽泄漏到内壳 20 和外壳 21 之间的空间中,因为排气套筒 31 的两端被配置为通过复数个密封环 33 安装至内壳 20 和排气蒸汽管道 32。根据该实施例,通过沿排气套筒 31 的轴向交替地堆叠被安装至内圆周和外圆周的密封环来配置密封环 33,从而密封环可以在其位置安全地密封蒸汽。当排出通道 30 形成为具有如该实施例中的套筒结构时,来自外壳 21 的排气蒸汽管道 32 可以与外壳 21 一体形成,而无需配置为与外壳连接的管道。在这种情况下,通过使排气蒸汽管道借由铸造等与外壳一体形成,可以提高生产力。

[0023] 以下对蒸汽轮机 10 的蒸汽流动进行描述。

[0024] 通过主蒸汽管道 27 流入蒸汽轮机 10 内的喷嘴箱 28 的蒸汽通过流经安置于内壳 20 上的固定叶片 25 与插入涡轮转子 23 的转动叶片 22 之间的蒸汽通道来旋转涡轮转子 23。在做膨胀功时通过流入内壳 20 而经过了最后一级转动叶片 22 的蒸汽流经与内壳 20 连通的排气套筒 31,然后流经与排气套筒 31 的下游端连接的排气蒸汽管道 32,并被排至蒸汽轮机 10 的外部。

[0025] 如上所述,第一实施例的蒸汽轮机 10 在除了连接部分的部分处,在已经经过了最后一级转动叶片 22 的蒸汽流出侧,闭合了内壳 20 的蒸汽通道的端部,从而已经经过了最后一级转动叶片 22 的蒸汽可以通过排出通道 30 从内壳 20 排出。因而,防止了所排出的高温高压蒸汽流入内壳 20 和外壳 21 之间的空间。因此,外壳 21 可以被设计为不管要排出的蒸汽的条件。例如,不需要外壳 21 的材料、厚度等对应于高温高压蒸汽的条件,可以压缩蒸汽轮机的生产成本。

[0026] 当排出通道 30 形成为具有套筒结构时,可以防止排出的蒸汽泄漏至内壳 20 和外壳 21 之间的空间。

[0027] (第二实施例)

[0028] 图 2 是示出了根据第二实施例的蒸汽轮机 10 的横截面的图示。通过类似的附图标记来表示对应于第一实施例的蒸汽轮机 10 的类似组件部分,并且将简化或省略重复性的描述。

[0029] 如图 2 所示,第二实施例的蒸汽轮机 10 具有以下结构:第一实施例的蒸汽轮机 10 设置有用于将冷却工作流体供给到外壳 21 与内壳 20 之间的空间的冷却工作流体供给管道。因此,以下主要对冷却工作流体供给管道进行描述。

[0030] 冷却工作流体供给管道可以配置为具有将冷却工作流体供应至外壳 21 与内壳 20 之间的空间的结构。冷却工作流体供给管道的示例可以具有以下结构:与外壳 21 与内壳 20 之间的空间连通的管道 40 被供给有外壳 21 的至少一部分,如图 2 所示,冷却工作流体经由管道 40 被引入至上述空间。作为冷却工作流体,例如,可以使用来自锅炉的蒸汽或从另一蒸汽轮机提取的蒸汽。必须以蒸汽用作冷却介质的温度来供应冷却工作流体。因此,根据蒸汽轮机 10 的操作条件来适当地选择供应上述冷却工作流体的源。

[0031] 以下对供应至外壳 21 与内壳 20 之间的冷却工作流体的流动进行描述。

[0032] 由图 2 中的箭头所指示的、通过管道 40 供给至外壳 21 和内壳 20 之间的冷却工作

流体在外壳 21 和内壳 20 之间散布以将其冷却。冷却工作流体沿安置在外壳 21 与涡轮转子 23 之间的下游侧的压盖曲径密封部分 26a 向外流动。

[0033] 根据第二实施例的蒸汽轮机 10 和上面描述的第一实施例,在已经经过了最后一级转动叶片 22 的蒸汽的流出侧上的内壳 20 的端部除了排出通道 30 均是关闭的。因此,已经经过了最后一级转动叶片 22 的蒸汽可以通过排出通道 30 从内壳 20 直接排出到外壳 21 的外部。防止了排出的高温高压蒸汽流至内壳 20 与外壳 21 之间的空间。因而,可以不考虑要排出的蒸汽的条件,对外壳 21 进行设计。例如,不需要外壳 21 的材料、厚度等对应于高温高压蒸汽的条件,可以压缩蒸汽轮机的生产成本。

[0034] 此外,第二实施例的蒸汽轮机 10 可以被供给到外壳 21 和内壳 20 之间的空间的冷却工作流体,以冷却它们。特别地,通过冷却外壳 21 可以降低在外壳 21 中产生的热应力。通过沿安置在外壳 21 与涡轮转子 23 之间的压盖曲径密封部分 26a 流动的冷却工作流体也可以获得冷却涡轮转子 23 和压盖曲径密封部分 26a 的效果。特别地,冷却涡轮转子 23 和压盖曲径密封部分 26a 可以有效地抑制它们例如在高温高压条件下操作的蒸汽轮机(如极超临界压力轮机)中的热变形。

[0035] 第二实施例的蒸汽轮机 10 的结构并不限于以上描述的结构。图 3 是示出了根据第二实施例的不同的蒸汽轮机 10 的横截面的图示。

[0036] 如图 3 所示,第二实施例的不同的蒸汽轮机 10 具有通口 50,该通口 50 在内壳 20 中形成,以部分地将供给至外壳 21 与内壳 20 之间的冷却工作流体引导至涡轮转子 23 的表面。通口 50 形成用于将冷却工作流体引导至在具有位于其间的喷嘴箱 28 的转动叶片的另一侧的位置处的涡轮转子 23 的表面。换言之,通口 50 形成用于将冷却工作流体引导至在图 3 中安置喷嘴箱 28 的位置的右侧处的涡轮转子 23 的表面。特别地,通口 50 可以形成用于与安置在内壳 20 与涡轮转子 23 之间的上游侧的压盖曲径密封部分 26c 连通。通口 50 也可以形成在内壳 20 的圆周方向的复数个位置。

[0037] 以下对供给至外壳 21 与内壳 20 之间的冷却工作流体的流动进行描述。

[0038] 通过如图 2 中的箭头所指示的管道 40 供给至外壳 21 和内壳 20 之间的冷却工作流体在外壳 21 和内壳 20 之间散布以将其冷却。冷却工作流体沿安置在外壳 21 与涡轮转子 23 之间的下游侧的压盖曲径密封部分 26a 向外流动。

[0039] 将冷却工作流体的一部分通过通口 50 引导至涡轮转子 23 的表面。引导至涡轮转子 23 的表面的冷却工作流体沿涡轮转子 23 的表面流至喷嘴箱 28 侧和不同于喷嘴箱 28 侧的一侧,如图 3 中的箭头所指示。已经流至不同于喷嘴箱 28 侧的一侧的冷却工作流体沿压盖曲径密封部分 26d 向外流动。换言之,流向安置在外壳 21 与涡轮转子 23 之间的上游侧上的压盖曲径密封部分 26d 的冷却工作流体沿压盖曲径密封部分 26d 向外流动。

[0040] 因此,在内壳 20 中形成通口 50,以将冷却工作流体的一部分引导至涡轮转子 23 的表面,从而可以冷却涡轮转子 23 和压盖曲径密封部分 26c、26d。特别地,冷却涡轮转子 23 和压盖曲径密封部分 26c、26d 可以有效地抑制它们例如在工作在高温高压条件下的蒸汽轮机(如极超临界压力轮机)中发生热变形。

[0041] 这里,为了提供图 3 所示的结构,优选地,对沿安置在外壳 21 与涡轮转子 23 之间的压盖曲径密封部分 26a、26d 向外流动的冷却工作流体进行回收,可以有效地利用从压盖曲径密封部分 26a、26d 流出的冷却工作流体的热能。

[0042] 图 4 是示出了根据第二实施例的蒸汽轮机 10 的另一示例的结构的横截面的图示,其中,还具有用于回收和排放用在不同的蒸汽轮机 10 中的冷却工作流体的冷却工作流体排出管道。图 5 是示意性地示出了具有图 4 所示的蒸汽轮机的蒸汽轮机设备系统 100 的概况的图示。

[0043] 安置在图 4 所示的蒸汽轮机 10 中的外壳 21 与涡轮转子 23 之间的压盖曲径密封部分 26a、26d 具有冷却工作流体排出通道,用于在回收沿压盖曲径密封部分 26a、26d 流向蒸汽轮机 10 的外部的冷却工作流体时排出。

[0044] 配置这些冷却工作流体排出管道,使在外壳 21 中形成的通口与例如压盖曲径密封部分 26a、26d 的相对外侧部分(在图 4 中压盖曲径密封部分 26a 的左侧和压盖曲径密封部分 26d 的右侧)连通,并将管道 60a、60b 与通口连接,以引导冷却工作流体至外壳 21 的外侧(即蒸汽轮机 10 的外侧)。根据实施例,管道 60a、60b 被安置在压盖曲径密封部分 26a、26d 的相对外侧部分,以便能够改进冷却压盖曲径密封部分 26a、26d 和涡轮转子 23 的效果。通过管道 60a、60b 回收沿压盖曲径密封部分 26a、26d 流向外部的冷却工作流体,并将其排到外部。

[0045] 以下参照图 5,对有效地使用了通过管道 60a、60b 从蒸汽轮机 10 中排出的冷却工作流体所拥有的热能的蒸汽轮机设备系统的示例进行描述。

[0046] 图 5 中示出的蒸汽轮机设备系统 100 主要包括用作高压轮机的本发明的蒸汽轮机 10、中压轮机 120、低压轮机 130、发电机 140、冷凝器 150、锅炉 160、热交换器 170、以及再热器 180。

[0047] 以下对作为蒸汽轮机设备系统 100 中的工作流体的蒸汽的流动进行描述。

[0048] 通过锅炉 160 加热至预定温度并留出锅炉 160 的蒸汽通过主蒸汽管道 27 流进作为高压轮机的蒸汽轮机 10。将从锅炉 160 中提取的具有预定温度的蒸汽作为冷却工作流体通过管道 40 供给至蒸汽轮机 10 的外壳 21 与内壳 20 之间的空间,如上所述。

[0049] 如上所述,通过排出通道 30,已经流入蒸汽轮机 10、已做膨胀功且经过了最后一级转动叶片 22 的蒸汽从内壳 20 直接排出到外壳 21 的外部。将从蒸汽轮机 10 排出的蒸汽通过低温再热管道 200 引导至再热器 180,加热至预定温度,并通过高温再热管道 201 引导至中压轮机 120。将从蒸汽轮机 10(即高压轮机)中提取的蒸汽和从蒸汽轮机 10 排出的蒸汽的一部分通过蒸汽提取管道 202 供给给热交换器 170,并用作加热来自冷凝器 150 的冷凝物(即给水)的介质(即热源)。将从压盖曲径密封部分 26a 回收至管道 60a 且排至外部的冷却工作流体(即冷却蒸汽)引导至在中压轮机 120 中利用。将从压盖曲径密封部分 26b 回收至管道 60b 且排至外部的冷却工作流体(即冷却蒸汽)供给至热交换器 170,并用作加热来自冷凝器 150 的冷凝物的介质。

[0050] 流进中压轮机 120 的蒸汽在这里做膨胀功,并通过交叉管道 203 排出并供给至低压轮机 130。将从中压轮机 120 中提取的蒸汽通过蒸汽提取管道 204 供给至热交换器 170,并用作加热来自冷凝器 150 的冷凝物的介质。

[0051] 供给至低压轮机 130 的蒸汽做膨胀功,并通过冷凝器 150 转化为冷凝物。从低压轮机 130 中提取的蒸汽通过蒸汽提取管道 205 供给至热交换器 170,并用作加热来自冷凝器 150 的冷凝物的介质。

[0052] 通过热交换器 170 以锅炉给水泵 155 增加的压力加热冷凝器 150 中的冷凝物,并

将其返回锅炉 160 作为给水。将返回锅炉 160 的冷凝物（即给水）再次加热，以变成具有预定温度的高温蒸汽，并通过主蒸汽管道 27 供给至作为高压涡轮机的蒸汽轮机 10。通过各个单独的蒸汽涡轮机的膨胀功驱动发电机 140 旋转，从而产生电能。

[0053] 上述蒸汽轮机设备系统 100 可以利用被用作冷却介质的冷却工作流体的热能作为来自冷凝器 150 的热源给水（即冷凝物），从而可以提高系统的热效率。也可以将用作冷却介质的冷却工作流体引入下游侧的蒸汽轮机。因而，也可以提高系统的热效率。

[0054] 蒸汽轮机设备系统的结构并不限于以上描述的，只要使用被用作冷却介质的冷却工作流体所拥有的热能提高系统的热效率的结构即可。

[0055] 尽管通过参照本发明的实施例对本发明进行了以上描述，但是本发明并不限于上述实施例。应当理解，在不偏离本发明的精神和范围的情况下，可以对实施例进行修改和改变。例如，可以将根据本发明的蒸汽轮机 10 应用于向其供应高温高压蒸汽的涡轮机，如不同于高压涡轮机的超高压涡轮机、中压涡轮机等。

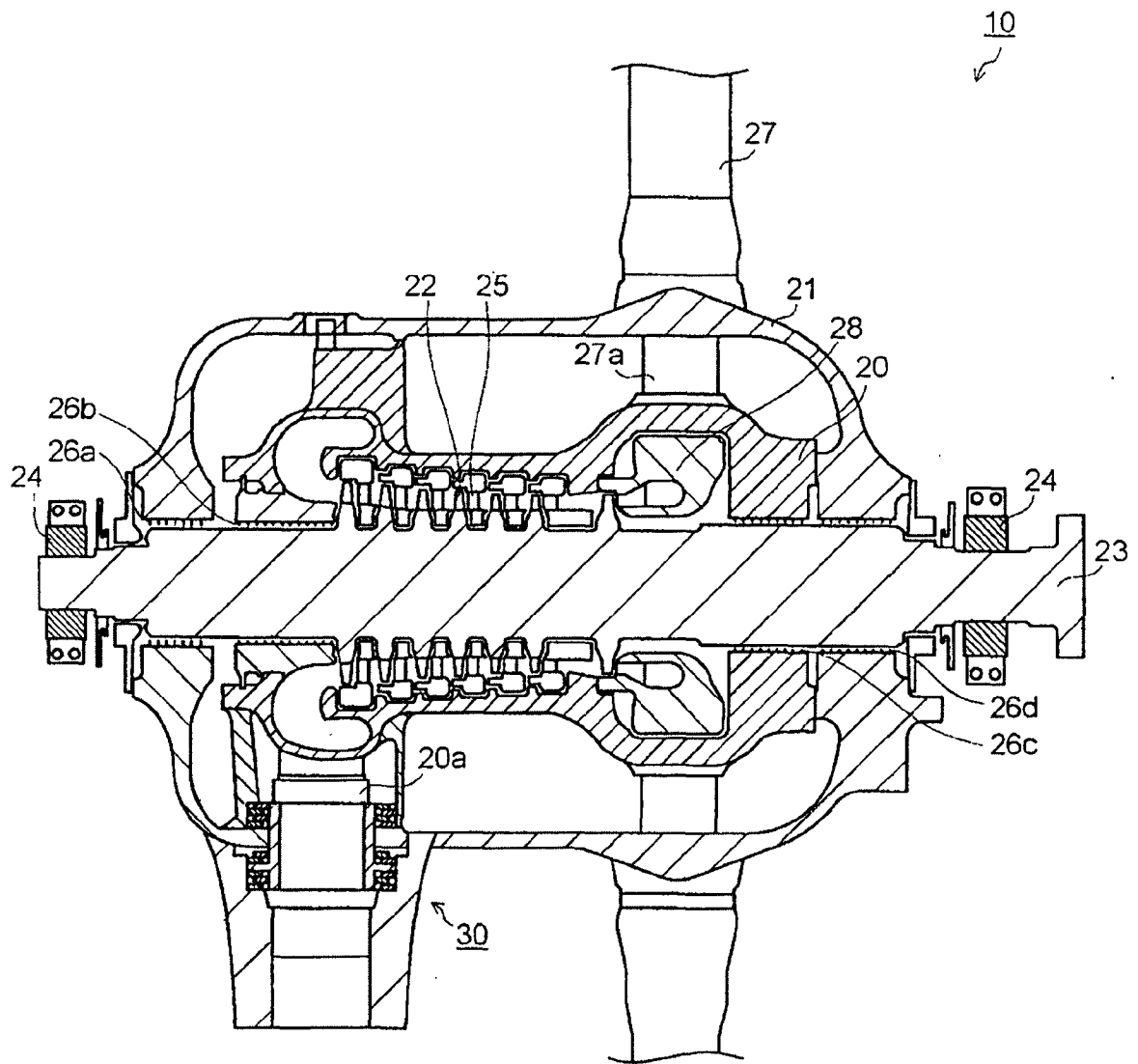


图 1A

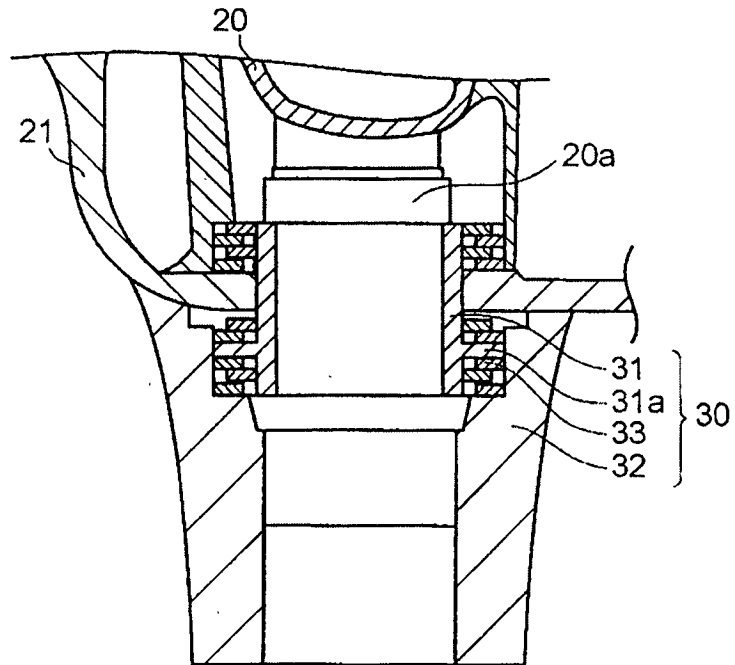


图 1B

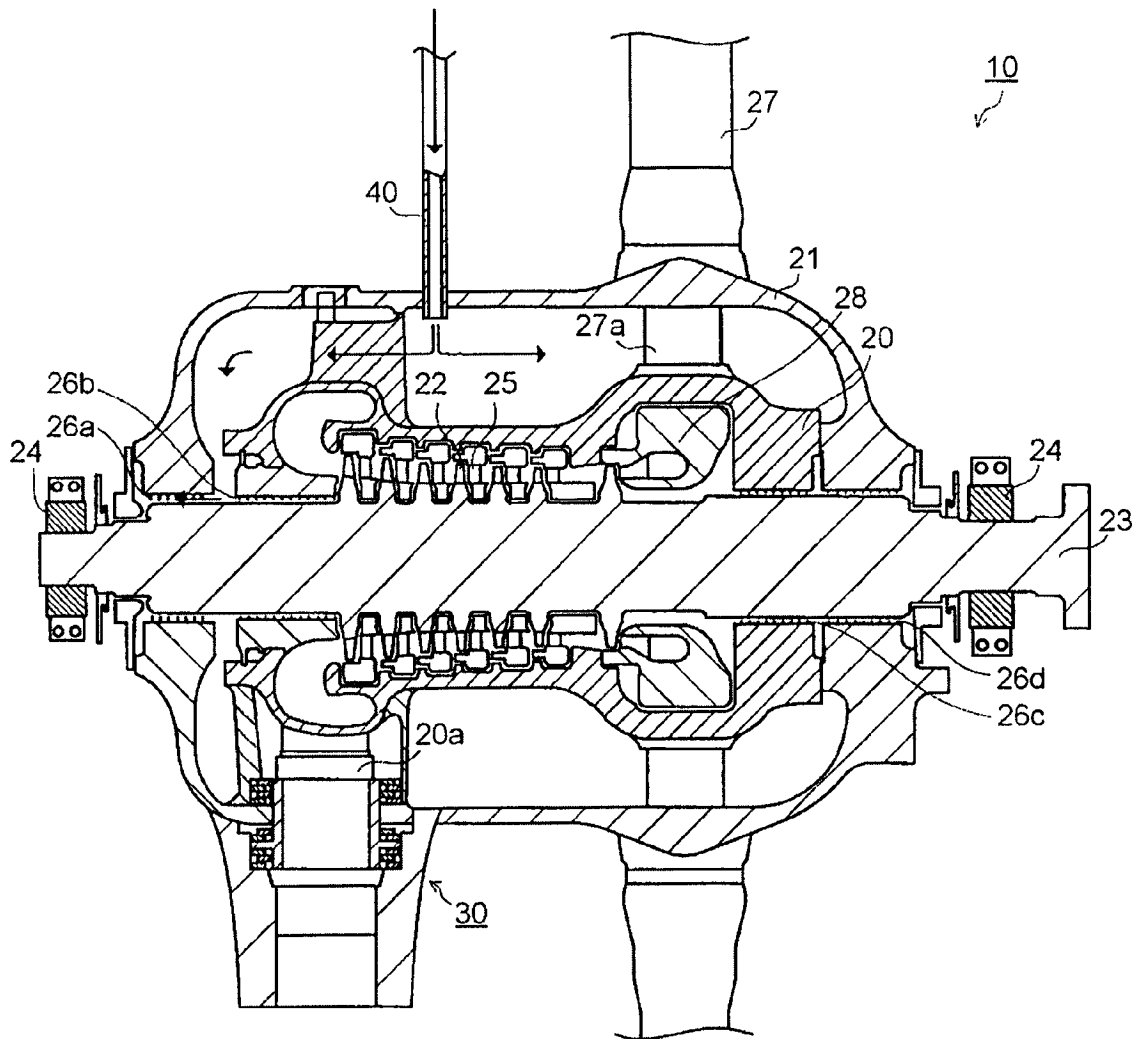


图 2

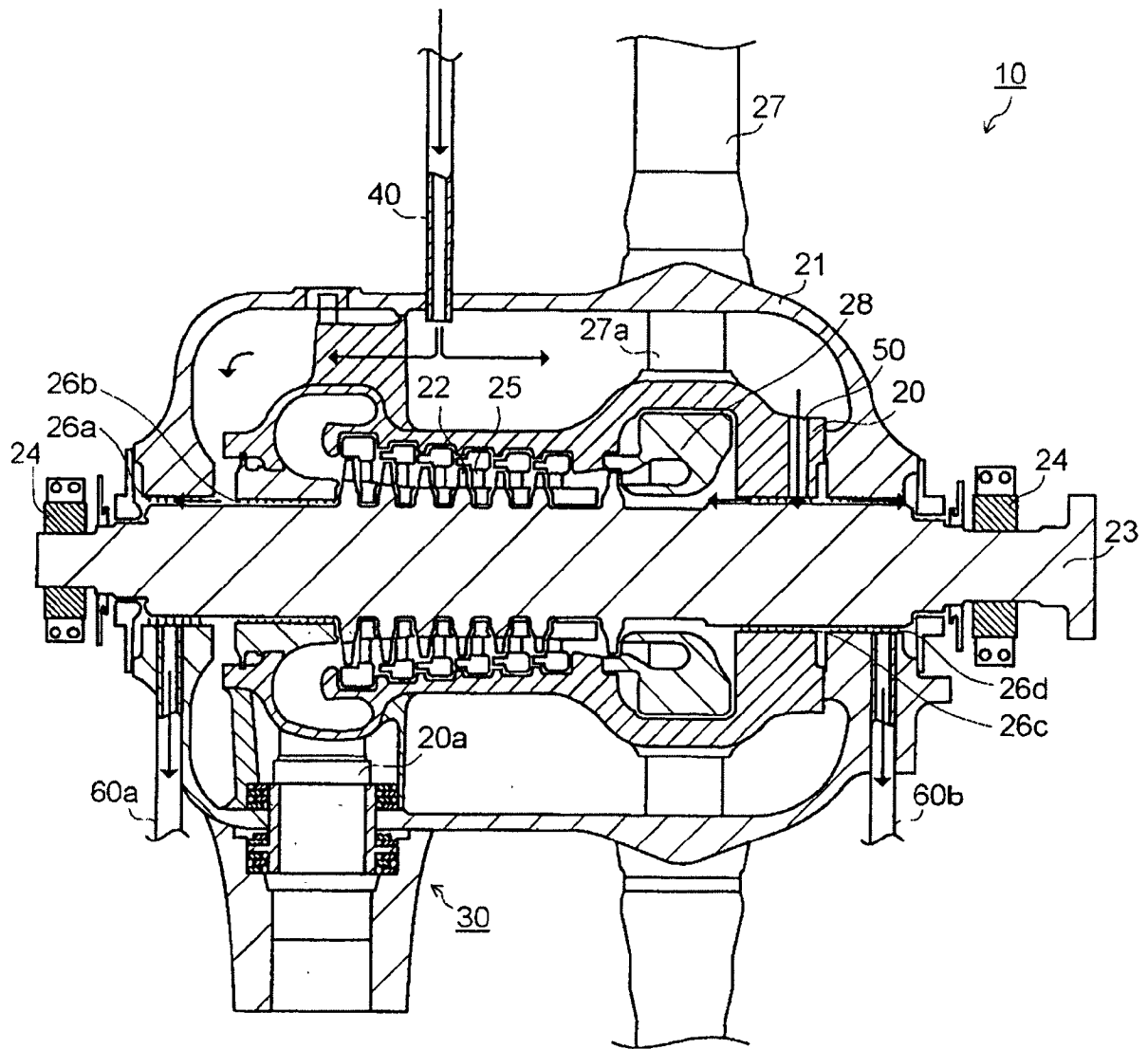


图 4

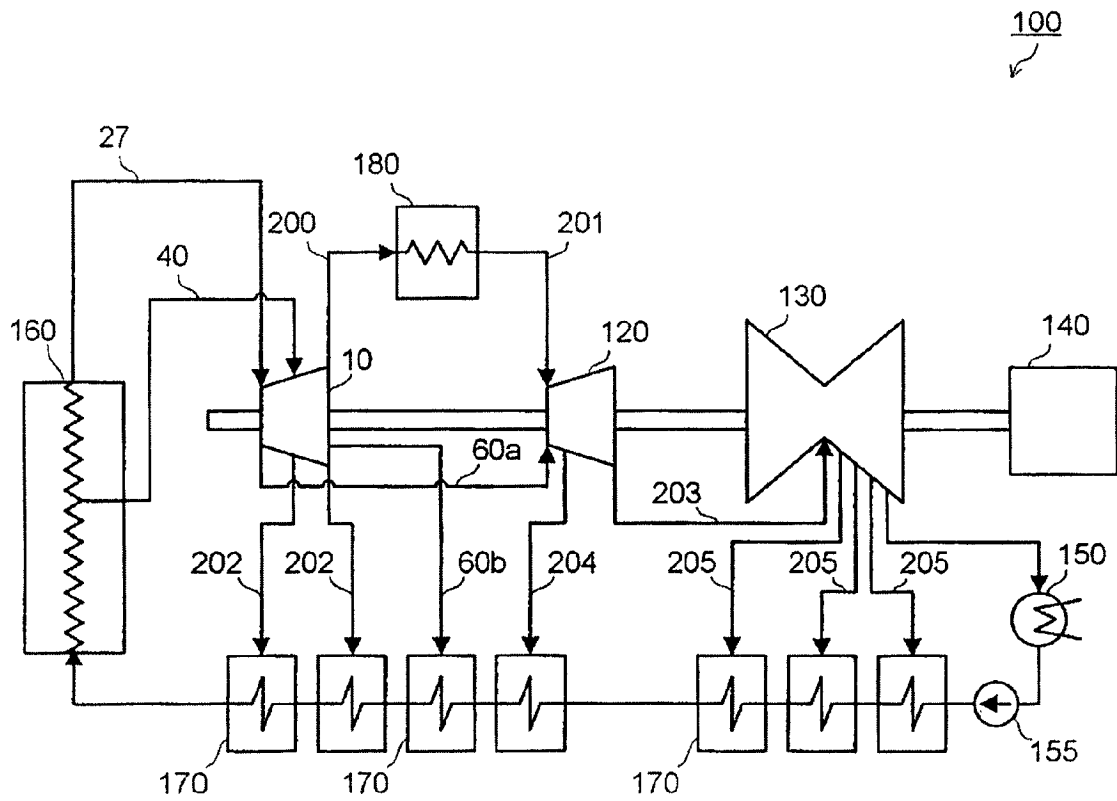


图 5