



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103422918 B

(45) 授权公告日 2015. 08. 12

(21) 申请号 201310189114. 0

US 5404724 A, 1995. 04. 11,

(22) 申请日 2013. 05. 21

FR 1312886 A, 1962. 12. 21,

(30) 优先权数据

审查员 吴斐

12168611. 7 2012. 05. 21 EP

(73) 专利权人 阿尔斯通技术有限公司

地址 瑞士巴登

(72) 发明人 M. 雷格

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 肖日松 严志军

(51) Int. Cl.

F01K 3/18(2006. 01)

(56) 对比文件

EP 1445429 A1, 2004. 08. 11,

DE 1027210 B, 1958. 04. 03,

CN 101802349 A, 2010. 08. 11,

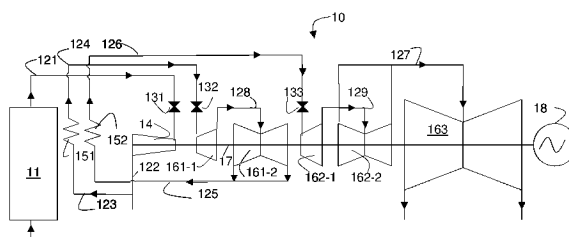
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

具有双重再热的高温蒸汽涡轮动力设备

(57) 摘要

本发明涉及一种具有双重再热的高温蒸汽涡轮动力设备。描述了蒸汽动力设备,其在单个转子上包括具有在操作中连接于第一蒸汽再热器的蒸汽出口的至少一个高压涡轮或涡轮区段和至少两个中压涡轮或涡轮区段,其中,至少两个中压涡轮或涡轮区段中的第一个具有在操作中连接于第二蒸汽再热器的蒸汽出口,并且至少两个中压涡轮或涡轮区段中的第二个具有用以从第二蒸汽再热器接收蒸汽的蒸汽进口和连接于一个或多个低压涡轮或涡轮区段的蒸汽出口,由此至少两个中压涡轮或涡轮区段均被分隔成高温涡轮或涡轮区段和低温涡轮或涡轮区段。



1. 一种蒸汽动力设备 (10), 其在单个转子上包括具有在操作中连接于第一蒸汽再热器 (151) 的蒸汽出口 (122) 的至少一个高压涡轮 (14) 或涡轮区段以及至少两个中压涡轮 (161, 162) 或涡轮区段, 其中, 所述至少两个中压涡轮 (161, 162) 或涡轮区段中的第一个具有在操作中连接于第二蒸汽再热器 (152) 的蒸汽出口 (125), 并且所述至少两个中压涡轮 (161, 162) 或涡轮区段中的第二个具有用以从所述第二蒸汽再热器 (152) 接收蒸汽的蒸汽进口 (126) 和连接于一个或多个低压涡轮 (163) 或涡轮区段的蒸汽出口 (127), 由此所述至少两个中压涡轮 (161, 162) 或涡轮区段均被分隔成高温涡轮 (161-1, 162-1) 或涡轮区段和低温涡轮 (161-2, 162-2) 或涡轮区段,

其中, 所述至少两个中压涡轮 (161, 162) 中的第一个的高温涡轮 (161-1) 或涡轮区段和所述至少两个中压涡轮 (161, 162) 中的第二个的高温涡轮 (162-1) 或涡轮区段以双流构型组合在单个外壳体中, 所述单个外壳体具有用于所述至少两个中压涡轮 (161, 162) 中的第一个的单独的蒸汽进口 (128) 和出口管道 (125) 以及用于所述至少两个中压涡轮 (161, 162) 中的第二个的高温涡轮 (162-1) 或涡轮区段的单独的蒸汽进口 (129) 和出口管道 (127)。

2. 根据权利要求 1 所述的蒸汽动力设备 (10), 其特征在于, 所述至少两个中压涡轮 (161, 162) 中的第一个的高温涡轮 (161-1) 或涡轮区段的蒸汽进口 (124) 连接于所述第一再热器 (151) 的出口, 所述至少两个中压涡轮 (161, 162) 中的第一个的高温涡轮 (161-1) 或涡轮区段的蒸汽出口 (128) 经由管道连接件连接于所述至少两个中压涡轮 (161, 162) 中的第一个的单独的低温涡轮 (161-2) 或涡轮区段, 并且所述至少两个中压涡轮 (161, 162) 中的第一个的低温涡轮 (161-2) 或涡轮区段的蒸汽出口 (125) 经由回流管道 (125) 连接于所述第二再热器 (152)。

3. 根据权利要求 1 所述的蒸汽动力设备 (10), 其特征在于, 所述至少两个中压涡轮 (161, 162) 中的第二个的高温涡轮 (162-1) 或涡轮区段的蒸汽进口 (126) 连接于所述第二再热器 (152) 的出口, 所述至少两个中压涡轮 (161, 162) 中的第二个的高温涡轮 (162-1) 或涡轮区段的蒸汽出口 (129) 经由管道连接件连接于所述至少两个中压涡轮 (161, 162) 中的第二个的单独的低温涡轮 (162-2) 或涡轮区段, 并且所述至少两个中压涡轮 (161, 162) 中的第二个的低温涡轮 (162-2) 或涡轮区段的蒸汽出口 (122) 经由供给管道 (127) 连接于至少一个低压涡轮 (163)。

4. 根据权利要求 1 所述的蒸汽动力设备 (10), 其特征在于, 所述至少两个中压涡轮 (161, 162) 中的第一个的高温涡轮 (161-1) 或涡轮区段的蒸汽进口 (124) 连接于所述第一再热器 (151) 的出口, 所述至少两个中压涡轮 (161, 162) 中的第一个的高温涡轮 (161-1) 或涡轮区段的蒸汽出口 (128) 经由管道连接件连接于所述至少两个中压涡轮 (161, 162) 中的第一个的单独的低温涡轮 (161-2) 或涡轮区段, 并且所述至少两个中压涡轮 (161, 162) 中的第一个的低温涡轮 (161-2) 或涡轮区段的蒸汽出口 (125) 经由回流管道 (125) 连接于所述第二再热器 (152), 并且其中, 所述至少两个中压涡轮 (161, 162) 中的第二个的高温涡轮 (162-1) 或涡轮区段的蒸汽进口 (126) 连接于所述第二再热器 (152) 的出口, 所述至少两个中压涡轮 (161, 162) 中的第二个的高温涡轮 (162-1) 或涡轮区段的蒸汽出口 (129) 经由管道连接件连接于所述至少两个中压涡轮 (161, 162) 中的第二个的单独的低温涡轮 (162-2) 或涡轮区段, 并且所述至少两个中压涡轮 (161, 162) 中的第二个的低温涡轮

(162-2) 或涡轮区段的蒸汽出口 (127) 经由供给管道 (127) 连接于所述至少一个低压涡轮 (163)。

5. 根据权利要求 1 所述的蒸汽动力设备 (10), 其特征在于, 所述至少两个中压涡轮 (161, 162) 中的第一个的低温涡轮 (161-2) 或涡轮区段和所述至少两个中压涡轮 (161, 162) 中的第二个的低温涡轮 (162-2) 或涡轮区段或者高温涡轮 (162-1) 或涡轮区段中的至少一个为单个内壳体中的双流涡轮。

6. 根据权利要求 1 所述的蒸汽动力设备 (10), 其特征在于, 所述至少两个中压涡轮 (161, 162) 中的第一个的高温涡轮 (161-1) 或涡轮区段和所述至少两个中压涡轮 (161, 162) 中的第二个的高温涡轮 (162-1) 或涡轮区段制造成耐受 650 摄氏度或以上的相应蒸汽进口温度。

7. 根据权利要求 1 所述的蒸汽动力设备 (10), 其特征在于, 所述至少两个中压涡轮 (161, 162) 中的第一个的高温涡轮 (161-1) 或涡轮区段和所述至少两个中压涡轮 (161, 162) 中的第二个的高温涡轮 (162-1) 或涡轮区段制造成耐受 650 摄氏度或以上的相应蒸汽进口温度, 并且所述至少两个中压涡轮 (161, 162) 中的第一个的低温涡轮 (161-2) 或涡轮区段和所述至少两个中压涡轮 (161, 162) 中的第二个的低温涡轮 (162-2) 或涡轮区段制造用于低于 650 摄氏度的蒸汽进口温度。

具有双重再热的高温蒸汽涡轮动力设备

技术领域

[0001] 本发明涉及具有双重再热的高温蒸汽涡轮动力设备,其在第一和第二再热中由 650 摄氏度或以上的主或新鲜蒸汽温度驱动,并且具有 100MW 或以上的功率输出。

背景技术

[0002] 当前操作中的蒸汽动力设备具有高达大约 600 摄氏度的主蒸汽温度。当在该温度下或接近该温度操作时,动力设备典型地被称为“超临界的”,这是因为主蒸汽压力高于临界压力。通过增大蒸汽温度而提高超临界动力设备的效率的努力已在很大程度上受缺乏适合于锅炉、涡轮和供应管道的材料阻碍。在 650 摄氏度以下,常规钢甚至在基于铬时失去它们的稳定性。

[0003] 如当前通过可获得的材料形成的、设计成冲破障碍的动力设备经常被称为超临界或 USC 蒸汽设备。为了实现高于 650 摄氏度和以上的蒸汽温度,暴露于高温的部件要求昂贵且难以锻造成超过 10 吨的极限的大型锻件的镍基合金。该极限对于大型蒸汽涡轮设备的转子而言可为不足的,如例如在公开的美国专利申请 no. 2008/0250790 A1 中描述的。

[0004] 另一方面,描述为“双重加热”的方法已被提出并且使用超过五十年,如例如通过美国专利 no. 2955429 显而易见的。双重再热系统具有回到锅炉或再热器的主蒸汽路径的附加回流。在典型的单级再热系统中,返回路径将出口蒸汽从第一或高压涡轮指引回到锅炉,用于在以第二或中间压力再进入涡轮级之前再热。在双重再热系统中,在中压涡轮的出口处存在相似的返回路径,以在蒸汽以第二(更低)中间压力或在低压涡轮级处进入之前再热蒸汽。

[0005] 双重再热系统已提出为进一步提高 USC 蒸汽设备的效率的器件。双重再热 USC 动力设备的设计例如在由 R. Blum、J. Bugge 和 S. Kjaer 在 *Modern Power Systems*, Nov 2008, pp. 15-19 中发表的文章“*AD700 innovations pave the way for 53 percent efficiency*”中被描述。

[0006] 然而,对 USC 蒸汽动力设备提出的双重再热系统针对当前存在的材料的特性和成本不充分地优化。因此,被视为本发明的目的是提供改进了双重再热的 USC 蒸汽动力设备,其既在技术上又在经济上更好地适合于商业上可行的装置。

发明内容

[0007] 根据本发明的方面,提供了一种蒸汽动力设备,其在单个转子上包括具有在操作中连接于第一蒸汽再热器的蒸汽出口的至少一个高压涡轮或涡轮区段和至少两个中压涡轮或涡轮区段,其中,至少两个中压涡轮或涡轮区段中的第一个具有在操作中连接于第二蒸汽再热器的蒸汽出口,并且至少两个中压涡轮或涡轮区段中的第二个具有用以从第二蒸汽再热器接收蒸汽的蒸汽进口和连接于一个或更多个低压涡轮或涡轮区段的蒸汽出口,由此至少两个中压涡轮或涡轮区段均被分隔成高温涡轮或涡轮区段和低温涡轮或涡轮区段。

[0008] 高温涡轮或涡轮区段可接收温度高于 650 摄氏度(优选为高于 700 摄氏度)的再

热蒸汽。而且因此,高温涡轮或涡轮区段至少部分地由诸如镍基合金的高级材料制造。

[0009] 由分隔中间涡轮产生的四个涡轮或涡轮区段可优选再组合成双流涡轮,从而产生双流高温涡轮、双流低温涡轮或两者。

[0010] 本发明的这些和另外的方面将从下列详细描述和如下面列举的附图为显而易见的。

附图说明

[0011] 现在将参考附图描述本发明的示例性实施例,在该附图中:

[0012] 图 1 是已知超超临界蒸汽动力设备设计的再现;

[0013] 图 2A 示出了按照本发明的第一变型的改进;以及

[0014] 图 2B 示出了本发明的第二变型。

[0015] 部件列表

[0016] 10 动力设备

[0017] 11 蒸汽发生器

[0018] 121 主蒸汽供给管道

[0019] 131 主蒸汽入口阀

[0020] 122HP 涡轮

[0021] 14 出口管道

[0022] 123 第一再热器回流管道

[0023] 151 第一再热器

[0024] 124 供给管道

[0025] 132 入口阀

[0026] 161(第一)IP 涡轮

[0027] 161-1(第一)IP 涡轮高温部

[0028] 161-2(第一)IP 涡轮低温部

[0029] 128 供给管道

[0030] 125 回流管道

[0031] 152 第二再热器

[0032] 126 蒸汽供给管道

[0033] 133 阀

[0034] 162(第二)IP 涡轮

[0035] 162-1(第二)IP 涡轮高温部

[0036] 162-2(第二)IP 涡轮低温部

[0037] 129 供给管道

[0038] 127 供给管道

[0039] 163LP 涡轮

[0040] 164 双流涡轮壳体。

具体实施方式

[0041] 图 1 的设备设计 10 示出了具有双重再热的已知 USC 蒸汽设备。在蒸汽发生器或锅炉 11 中,新鲜蒸汽从回水循环(未示出)产生,并且通过主蒸汽供给管道 121 和主蒸汽入口阀 131 引导到第一涡轮 14。涡轮 14 典型地被称为高压或 HP 涡轮。主蒸汽路径通过管道 122 离开 HP 涡轮 14,管道 122 进而分叉成第一再热器回流管道 123。在大体上为锅炉 11 的一部分的第一再热器 151 中,主蒸汽流在进入供给管道 124 并穿过入口阀 132 到第一中压或 IP 涡轮 161 中之前被再热。

[0042] 在该阶段,供给蒸汽已通过再热获得接近或甚至高于初始新鲜蒸汽温度的温度。第一 IP 涡轮 161 利用与 HP 涡轮 14 基本上相同的耐高温材料制造。回流管道 125 从第一 IP 涡轮 161 的出口通往第二再热器 152。

[0043] 在第二再热器 152 中,蒸汽再次被加热到接近或甚至高于初始新鲜蒸汽温度的温度。在穿过第二再热器之后,蒸汽进入到蒸汽供给管道 126 中并且通过阀 133 到第二中压涡轮 162 中。第二 IP 涡轮 162 再次使用与 HP 涡轮 14 和第一 IP 涡轮 161 基本上相同的耐高温材料制造。

[0044] 第二 IP 涡轮 162 的出口处的蒸汽引导到一个或多个低压或 LP 涡轮 163 中,以最终膨胀至冷凝状态。LP 涡轮 163 构造为在一个内壳体中具有两个平衡分支的所谓的“双流”涡轮。

[0045] 所有涡轮共用驱动电磁发电机 18 的单个转子轴 17,如本领域中已知的。

[0046] 图 2A 的设备设计 10 示出了利用根据本发明的实例的再热系统的具有双重再热的 USC 蒸汽设备。关于图 1 保持具有相似功能的基本上相同的构件或多个构件的标记。在图 2A 的设计中,再次存在蒸汽发生器或新鲜蒸汽锅炉 11,以从回水循环(未示出)产生蒸汽并且通过主蒸汽供给管道 121 和主蒸汽入口阀 131 将其引导到第一涡轮 14。如在图 1 的实例中,涡轮 14 是由适合于 700 摄氏度左右的温度和大约 350bar 的主蒸汽压力 P0 的材料制成的高压或 HP 涡轮。如前面,主蒸汽路径通过管道 122 离开 HP 涡轮 14,管道 122 进而分叉成第一再热器回流管道 123。在典型地为锅炉 11 的一部分的第一再热器 151 中,主蒸汽流在进入供给管道 124 并穿过入口阀 132 到第一中压或 IP 涡轮 161 中之前被再热。

[0047] 第一中压或 IP 涡轮 161 在该实例中被分隔成第一高温部 161-1 和第二低温部 161-2。当谈及分隔时,意思是第一高温部 161-1 容纳在从具有其自身的内壳体的第二低温部 161-2 的内壳体分隔的内壳体内或被其环绕。当谈及将第一中压或 IP 涡轮 161 分隔成第一高温部 161-1 和第二低温部 161-2 的步骤时,其最重要的要素因此是使涡轮的两个部分容纳在不同内壳体(具有不同的供应和出口管线)中的步骤。

[0048] 在该阶段,供给蒸汽已通过再热获得 720 摄氏度左右的温度和 75bar 左右的压力。IP 涡轮 161 的第一高温部 161-1 使用与 HP 涡轮 14 基本上相同的耐高温材料制造,同时由于来自第一再热循环的减小的蒸汽压力而需要较低的耐压性。供给管道 128 使高温部 161-1 的出口连接于第二低温部 161-2。

[0049] 由于涡轮 161 的第二低温部 161-2 不再经受与第一部 161-1 相同的高温,故其可使用例如适用于用于超临界蒸汽的蒸汽涡轮的建造的更常规材料建造。涡轮 161 的第二低温部 161-2 示出为在一个内壳体中具有两个平衡分支的双流涡轮。第二低温部 161-2 的出口组合成将蒸汽传送到第二再热器 152 的回流管道 125。

[0050] 将第一 IP 涡轮 161 分隔成第一高温部 161-1 和第二低温部 161-2 具有仅将壳体

和涡轮部分成高温构件和低温构件的优点。既不要制造具有高温构件的完整 IP 涡轮,也不需要将在一侧由高温合金制成而在另一侧由常规合金制成的壳体部或其它涡轮部焊接在一起。在高温蒸汽环境中不同合金之间的焊接被发现带来裂纹开裂的风险,并且可为 USC 涡轮设备中的长期缺陷的主要来源。

[0051] 在第二再热器 152 中,蒸汽再次被加热到 720 或 730 摄氏度左右的温度。在穿过第二再热器之后,蒸汽进入到蒸汽供给管道 126 中并且穿过阀 133 到第二中压涡轮 162 中。和第一 IP 涡轮 161 一样,第二 IP 涡轮 162 在该实例中也被分隔成第一高温部 162-1 和第二低温部 162-2。分隔意味着第一高温部 162-1 容纳在从具有其自身的内壳体的第二低温部 162-2 的内壳体分隔的内壳体内或被其环绕。

[0052] 在该阶段,供给蒸汽已通过再热获得 720 或 730 摄氏度左右的温度和 30bar 左右的压力。IP 涡轮 162 的第一高温部 162-1 利用与 HP 涡轮 14 和第一高温部 161-1 基本上相同的耐高温材料制造,同时由于来自第二再热循环的减小的蒸汽压力而要求比后者更加低的耐压性。供给管道 129 使高温部 162-1 的出口连接于第二低温部 161-2。

[0053] 由于第二 IP 涡轮 162 的第二低温部 162-2 也不再经受与第一部 162-1 相同的高温,故其可使用例如适用于用于超临界蒸汽的蒸汽涡轮的建造的更常规材料建造。涡轮 162 的第二低温部 162-2 示出为在一个内壳体中具有两个平衡分支的双流涡轮。第二低温部 161-2 的出口组合成将蒸汽传送到一个或多个低压或 LP 涡轮 163 以最终膨胀至冷凝状态的供给管道 127。LP 涡轮 163 构造为在一个内壳体中具有两个平衡分支的所谓的“双流”涡轮。在实例中,单个双流涡轮 163 代表任何数量的 LP 涡轮,诸如这种涡轮中的一个、两个、三个、四个或五个,取决于穿过设备的蒸汽的总质量流率。

[0054] 图 2A 的所有涡轮共用驱动电磁发电机 18 的单个转子轴 17,如本领域中已知的。

[0055] 通过实施如图 2A 所示的设备而获得的优点可通过将高温涡轮部 161-1 和 162-1 组合成双流壳体 164 而增进,其中,每个部分具有其专用供给和出口管道,如在图 2B 的实例中示出的。在图 2B 中,关于图 2A 保持具有相似功能的基本上相同的构件或多个构件的标记。

[0056] 因此,在图 2B 中,高温涡轮部 161-1 和 162-1 示出为组合成双流涡轮壳体 164。供给管道 124 将蒸汽从第一再热器 151 递送到双流涡轮的第一高温涡轮部 161-1,而供给管道 126 将蒸汽从第二再热器 151 递送到双流涡轮的第二高温涡轮部 162-1。

[0057] 双流涡轮 164 的第一高温涡轮部 161-1 的出口连接于第一中压涡轮的低温部 161-2 的供给管道 128。第一中压涡轮的低温部 161-2 为双流涡轮,其中,其出口经由回流管道 125 连接于第二再热器 152。

[0058] 双流涡轮 164 的第二高温涡轮部 162-1 的出口连接于第二中压涡轮的低温部 162-2 的供给管道 129。第二中压涡轮的低温部 162-2 为双流涡轮,其中,其出口组合成将蒸汽传送到一个或多个低压或 LP 涡轮 163 以最终膨胀至冷凝状态的供给管道 127。LP 涡轮 163 构造为在一个内壳体中具有两个平衡分支的所谓的“双流”涡轮。在实例中,单个双流涡轮 163 代表任何数量的 LP 涡轮,诸如这种涡轮中的一个、两个、三个、四个或五个,取决于穿过设备的蒸汽的总质量流率。

[0059] 由于仅经由实例在上面描述本发明,故可在本发明的范围内作出以上或其它修改。例如,在更小的设备设计中,第一和第二中压涡轮的第二部 161-2、162-2 可组合成单个

双流涡轮而不是如在以上实例中形成两个单独的双流涡轮。对于双流涡轮壳体,存在若干可能的变型,其包括具有共同的外壳体和共同的内壳体,而且具有一个内壳体和位于第二侧的活塞和叶片托架的设计是可能的;以及在两侧具有叶片托架的共同内入口壳体。

[0060] 本发明还可包括本文中描述或隐含或者附图中示出或隐含的任何单独的特征,或任何这些特征的任何组合或任何这些特征的任何概括,或扩展至其等同物的组合。因此,本发明的宽度和范围不应当被以上描述的示例性实施例中的任何一个限制。用于相同、等同或相似的目的的可选特征可替换包括附图的说明书中公开的每个特征,除非另外清楚地叙述。

[0061] 除非在本文中明确地叙述,遍及说明书的现有技术的任何讨论不承认这种现有技术是众所周知的或者形成本领域中的公知常识的一部分。

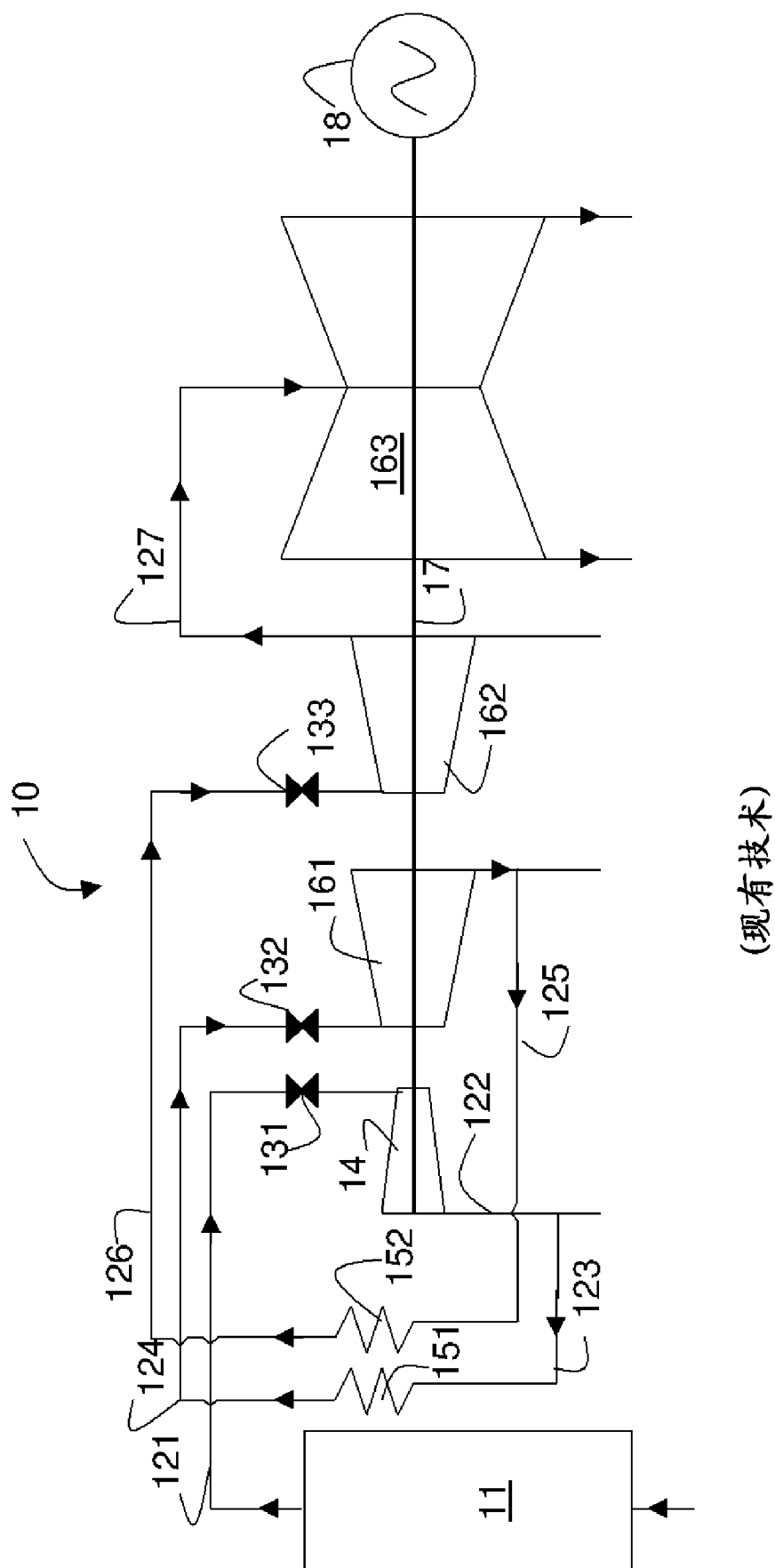


图 1

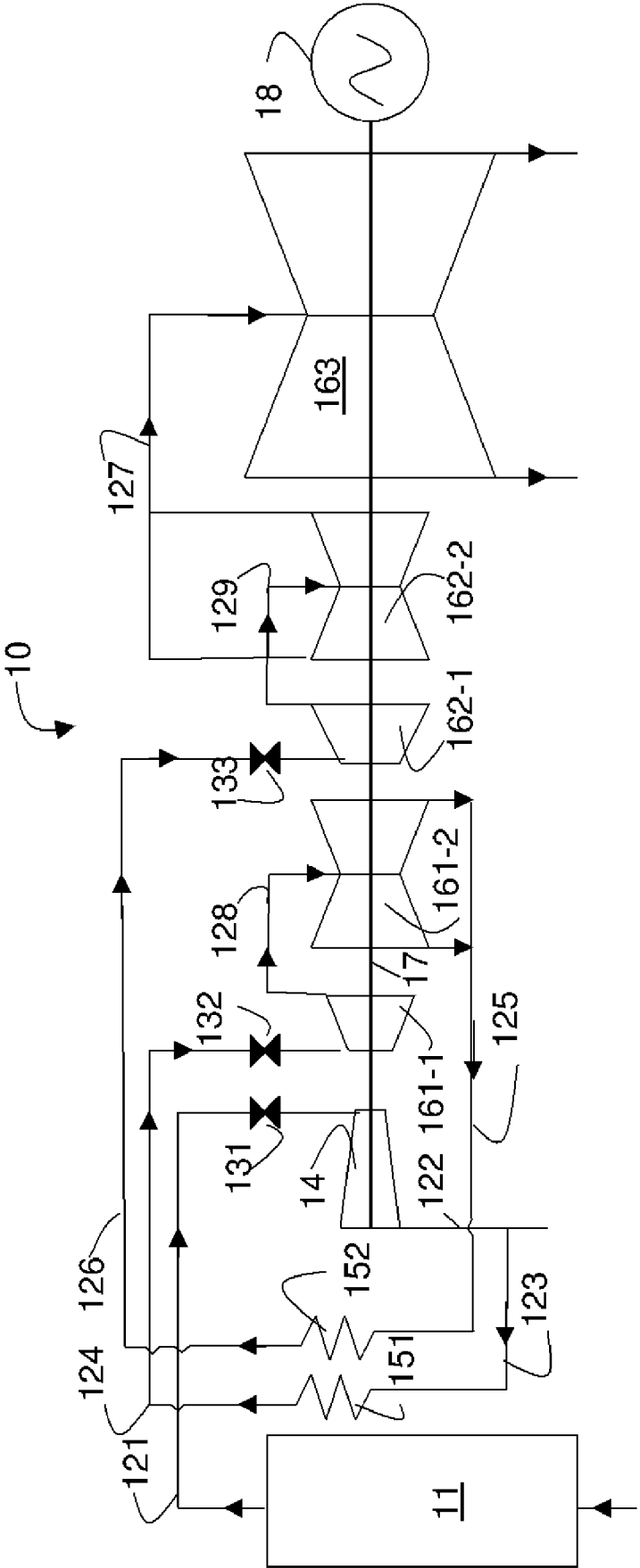


图 2A

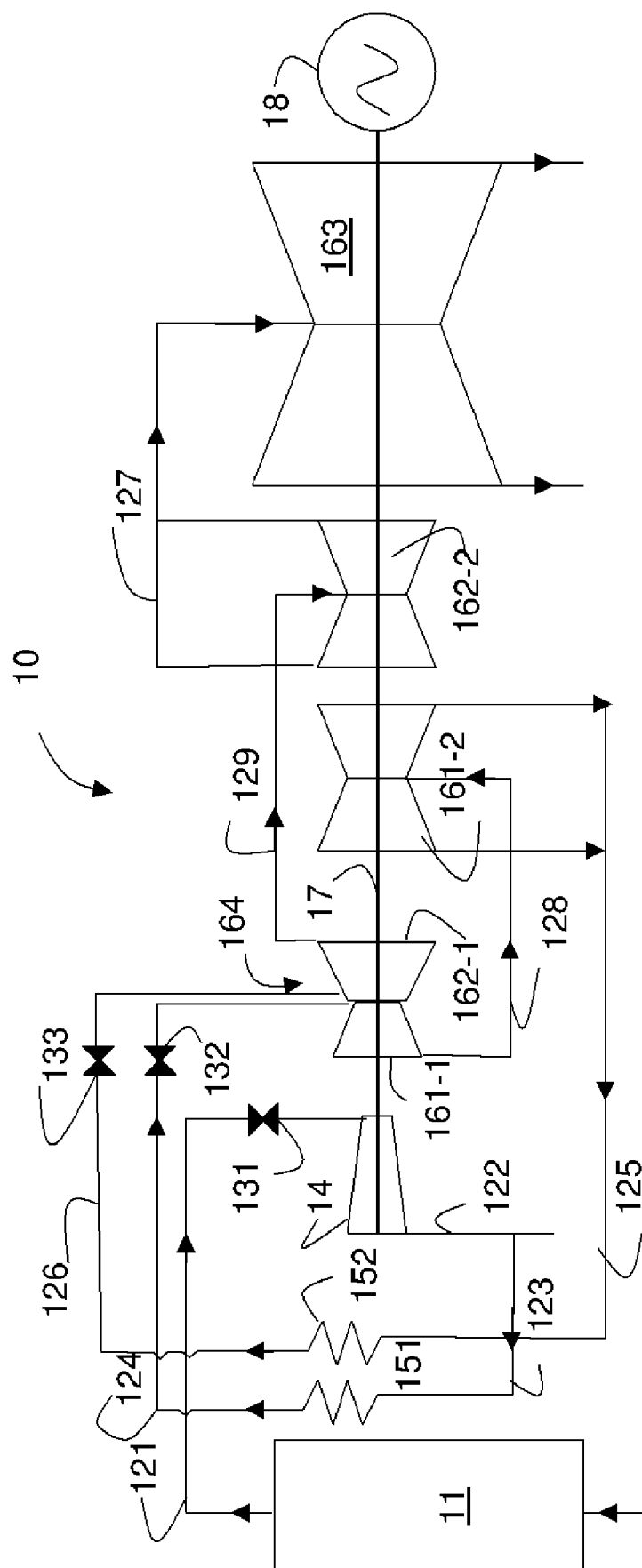


图 2B