

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F01K 23/10 (2006.01)

F22B 1/18 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03817584.3

[45] 授权公告日 2007 年 7 月 25 日

[11] 授权公告号 CN 1328485C

[22] 申请日 2003.6.12 [21] 申请号 03817584.3

[30] 优先权

[32] 2002. 6. 25 [33] DE [31] 10228335.4

[86] 国际申请 PCT/DE2003/001966 2003.6.12

[87] 国际公布 WO2004/001288 德 2003.12.31

[85] 进入国家阶段日期 2005.1.24

[73] 专利权人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

共同专利权人 西门子西屋动力公司

[72] 发明人 埃里克·施密德 简·布吕克纳

伊娃·温德克尔

[56] 参考文献

FR 2692966A 1993.12.31

CN 1210220A 1999.3.10

US 3204407A 1965.9.7

EP 0889204A 1999.1.7

GB 1553867A 1979.10.10

审查员 郭云枝

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 侯 宇 陶凤波

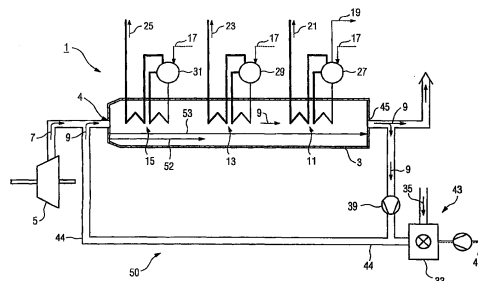
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 2 页

[54] 发明名称

余热蒸汽发生器

[57] 摘要

本发明公开了一种燃气和蒸汽发电站的余热蒸汽发生器(1)，它包括余热锅炉(3)，燃气轮机(5)的废气(7)可输入余热锅炉(3)中。所述余热蒸汽发生器还另外包括至少一个设置在余热锅炉(3)中、为蒸汽轮机产生工作蒸汽的蒸发器(11、13、15)，其中，在余热锅炉(3)中输入来自燃烧装置(43)的烟气(9)，并且在余热锅炉(3)的至少一处将至少一部分烟气(9)抽取出，并将此部分烟气回送到余热锅炉(3)的进口(4)。



1. 一种燃气和蒸汽发电站的余热蒸汽发生器(1), 它包括一余热锅炉(3), 将一燃气轮机(5)的废气(7)输入该余热锅炉中, 所述余热蒸汽发生器还另外包括至少一个设置在该余热锅炉(3)中、为一蒸汽轮机产生工作蒸汽的蒸发器(11、13、15), 其特征在于, 将来自一燃烧装置(43)的烟气(9)输入所述余热锅炉(3)中, 并设有一用于回送所述烟气(9)的回流管(44), 所述燃烧装置(43)连接在一循环回路(50)上, 该循环回路由所述余热锅炉(3)的一加热区段(52、53)和所述回流管(44)构成, 沿所述烟气(9)的流向在所述余热锅炉(3)的出口(45)后从所述余热锅炉(3)中抽出至少一部分烟气(9), 并将此部分烟气回送到该余热锅炉(3)的一进口(4)。

2. 如权利要求1所述的余热蒸汽发生器(1), 其特征在于, 所述余热蒸汽发生器(1)包括至少两个蒸发器(11、13、15)。

3. 如权利要求1或2所述的余热蒸汽发生器(1), 其特征在于, 所述燃烧装置(43)包括至少一个用于调节所述烟气(9)的温度和/或数量的控制装置(37、39、41)。

4. 如权利要求1或2所述的余热蒸汽发生器(1), 其特征在于, 从至少一个蒸发器(11、13、15)中抽取出辅助蒸汽(19)以供所述燃气和蒸汽发电站的至少一个蒸汽用户运行之用。

5. 如权利要求1或2所述的余热蒸汽发生器(1), 其特征在于, 从至少一个蒸发器(11、13、15)中抽取出辅助蒸汽(19), 以用于所述燃气和蒸汽发电站的余热锅炉(3)和/或新汽管道和/或所述蒸汽轮机的加热和/或保温和/或稳压。

6. 如权利要求4所述的余热蒸汽发生器(1), 其特征在于, 所述辅助蒸汽(19)与所述燃气轮机(5)和/或所述蒸汽轮机的运行状态无关地被抽出。

7. 如权利要求5所述的余热蒸汽发生器(1), 其特征在于, 所述辅助蒸汽(19)与所述燃气轮机(5)和/或所述蒸汽轮机的运行状态无关地被抽出。

余热蒸汽发生器

本发明涉及一种余热蒸汽发生器，它包括一个借助燃气轮机的废气来工作的余热锅炉。

许多现代化的发电站设备为产生电能配备有燃气轮机，另外还包括一个或多个余热锅炉，以便将由燃气轮机中排出的仍具有高能量势的热废气进一步转换成有用的能量。在此例如可利用余热锅炉来产生使至少一个蒸汽轮机运行的工作蒸汽，从而使这类燃气和蒸汽发电站（GUD 发电站）的效率与单纯的燃气轮机发电站相比更高。

除了蒸汽轮机外，在当今的 GUD 发电站中也需要为各种其它用户（例如旁通式脱气装置、建筑物供暖等）提供辅助蒸汽。

尤其在设备停止运行期间以及透平机组启动/停机时需要这种辅助蒸汽。当然在发电站设备正常运行时，例如以额定负载运行时也可能需要辅助蒸汽。

在设备停止运行期间，燃气轮机中没有热废气排出，因此，此时借助余热锅炉不可能为蒸汽轮机以及如上举例表示的其他蒸汽用户提供工作蒸汽及辅助蒸汽。

为了给这类蒸汽用户提供辅助蒸汽，在已知的发电站中大多采用一个与余热蒸汽发生器完全分离开来的独立的燃烧式辅助蒸汽发生器。

在设备停止运行期间以及启动/停机时，在这样的辅助蒸汽发生器中产生饱和蒸汽，必要时使之过热，并将其输送给上述蒸汽用户。

在上述设备正常运行时，所需的辅助蒸汽例如在所述余热蒸汽发生器的低压段中产生，其中，在正常运行期间，并非一定需要与所述余热蒸汽发生器分开构造的辅助蒸汽发生器，因为辅助蒸汽本身基于导入余热蒸汽发生器中的热废气可在该余热蒸汽发生器中产生。

在一公知的发电站设备中，通常只是在例外情形下（例如在实际上可 24 小时运行、因此能始终提供热废气用于产生辅助蒸汽的单纯的基荷发电站中）才放弃采用辅助蒸汽发生器，因此会导致明显地限制设备的灵活运营，因为例如设备的完全停止运行或以很低的负载运行将导致所生成的辅

助蒸汽出现损失。

对于发电站设备的其他要求还包括对余热锅炉和新汽管道的预热、保温与稳压以及将蒸汽轮机预热、保温与稳压到尽可能高的温度水平或压力水平；上述要求也应在设备停止运行和透平机启动或停机时予以满足。例如公知的发电站设备的启动时间与辅助蒸汽的压力和温度有关。

因此，本发明要解决的技术问题在于提供一种余热蒸汽发生器，它能实现所述发电站设备的灵活运营，而且其建设费用特别低廉。

上述技术问题通过这样一种用于燃气和蒸汽发电站的余热蒸汽发生器来解决，该余热蒸汽发生器包括一余热锅炉，燃气轮机的废气可输入该余热锅炉中，所述余热蒸汽发生器还另外包括至少一个设置在余热锅炉中的、为蒸汽轮机产生工作蒸汽的蒸发器，其中，可将来自燃烧装置的烟气输入所述余热锅炉中，并设有一用于回送所述烟气的回流管，所述燃烧装置连接在一循环回路上，该循环回路由所述余热锅炉的一加热区段和所述回流管构成，并且沿所述烟气的流向在所述余热锅炉的出口后从该余热锅炉中抽出至少一部分烟气，并将此部分烟气回送到该余热锅炉的进口。

因此，在本发明的余热蒸汽发生器中使至少一部分烟气离开所述余热锅炉，和/或在余热锅炉出口前的至少一处从该余热锅炉中抽取出至少一部分烟气，并将此部分烟气导入烟气循环回路中。

所述燃烧装置例如包括一燃烧器，燃料和燃烧用空气以及作为要被加热的介质的部分烟气被输送到该燃烧器中。借助燃烧装置已加热的烟气然后（重新）被引入余热锅炉中，在那儿热烟气借助热交换将能量传递给蒸发器，使蒸发器产生辅助蒸汽。然后，例如可从蒸发器的蒸汽汽包中取出辅助蒸汽，并将其输送给辅助蒸汽用户以及新汽管道和/或蒸汽轮机。

在被冷却的烟气流过余热锅炉期间，其至少一部分被抽取后被输送回余热锅炉的进口，此时，借助燃烧装置可加热被冷却的烟气。

此时，优选将所述燃烧装置设计为用于这样的蒸汽负荷量，即，该蒸汽负荷量相应于所需的辅助蒸汽负荷量，和/或相应于所需的用于加热新汽管道和/或蒸汽轮机的热量。

在按照本发明的余热蒸汽发生器中，尤其在提供很少的热废气（例如停止运行，启动/停机时，等）的工作情况下能可靠提供辅助蒸汽。此外，可避免对所述燃烧装置进行不必要的过高设计，因为不必借助该燃

烧装置产生为蒸汽轮机工作所需的工作蒸汽。

此外，在发电站设备正常运行时可借助废气来替代或补充燃烧装置所需的辅助蒸汽。

多余的烟气在离开余热锅炉后例如可引入烟囱中。

可有利地对通过本发明的余热蒸汽发生器产生的辅助蒸汽量如此确定，即，例如借助一调节阀对引入余热锅炉中的烟气量进行控制，该调节阀沿烟气的流向设置在所述燃烧装置的燃烧器之前和/或之后。

本发明的余热蒸汽发生器的烟气温度尤其可通过输入所述燃烧装置中的燃料量来调节。此时提高燃料输入量可提高燃烧温度，从而可提高对于烟气的加热温度。

优选例如借助另一调节阀来调节本发明的余热蒸汽发生器的燃烧装置所需的燃烧用空气量，该调节阀连接在所述燃烧装置的空气进气管中。

本发明的一些实施方式涉及烟气循环回路的设计以及燃烧装置的设置（参见从属权利要求 2-4）。

在另一实施方式中，所述余热蒸汽发生器包括至少两个蒸发器。

这种配备有一些设置在不同温度水平的蒸发器的余热锅炉已在一些发电站设备中公开。

然后可从设置在适合于产生辅助蒸汽的温度水平上的蒸发器中抽取所需的辅助蒸汽，所述蒸发器例如就是在发电站设备运行期间可为蒸汽轮机的低压级产生运行用工作蒸汽的那个蒸发器。

在此优选沿烟气的流向在至少一个蒸发器之前从所述余热锅炉中抽取出至少一部分烟气。

在这样的抽取位置，所述烟气中含有的能量还没有减弱许多。

按照本发明的另一有利的扩展设计，可在余热锅炉的出口处或者沿烟气的流向在该出口后从所述余热锅炉中抽取至少一部分烟气。

在此，所述至少一部分烟气在回流到所述燃烧装置的至少一部分之前全部流过所述余热锅炉。

由此可确保输入余热锅炉中的全部烟气量实际上可事先与那个抽取出辅助蒸汽的蒸发器进行热交换。

为了调节辅助蒸汽的产量，所述燃烧装置优选包括至少一个用于调节烟气的温度和/或数量的控制装置。

在这一实施方式中，在所述发电站的各种运行情形下都可有针对性地生成所需的辅助蒸汽的数量和所含的能量（Energiegehalt）。

本发明的一些附加实施方式涉及辅助蒸汽所起的作用、亦即其是作为工作蒸汽还是作为加热蒸汽使用，在此，优选在各种运行情形下，尤其在设备停止运行期间以及设备启动或停机时可抽取出辅助蒸汽（参见从属权利要求 9-11）。

下面借助附图示出的两个实施例对本发明予以详细说明。附图中：

图 1 是本发明的余热蒸汽发生器的示意图，它带有一个连接在一循环回路中的燃烧装置；

图 2 示出了本发明的余热蒸汽发生器的另一实施方式，它带有一个连接在一循环回路上的燃烧装置。

图 1 中示意地示出了本发明的余热蒸汽发生器 1 的布置。

为了更清晰明了，图 1 中将余热蒸汽发生器 1 表示成处于横卧位置。在实际设计中，当然也可将余热蒸汽发生器 1 设计为立式，亦即具有一基本上垂直的延伸段。

余热蒸汽发生器 1 包括余热锅炉 3，燃气轮机 5 的废气 7 通过余热锅炉 3 的进口 4 被引入该余热锅炉中。

在图示的实施例中，在余热锅炉 3 中设有三个蒸发器的热交换面，即高压蒸发器 15、中压蒸发器 13 以及低压蒸发器 11 的热交换面。

所述蒸发器 15、13、11 分别包括高压汽包 31、中压汽包 29 以及低压汽包 27。

在此可分别通过一根没有详细示出的管道向这些汽包 31、29、27 中输入给水 17。

在回流管 44 上近似平行于余热锅炉 3 地设有燃烧装置 43，该燃烧装置包括借助燃料 35 运行的燃烧器 33、鼓风机 39 以及调节阀 37、41。由此通过余热锅炉 3 的加热区段 52、53 和回流管 44 构成循环回路 50。

借助燃烧器 33 通过加热可形成导入余热锅炉 3 中的烟气 9。烟气 9 沿加热区段 52、53 流过余热锅炉 3 并在此与蒸发器 15、13、11 的加热面接触。

借助各汽包 31、29 或 27 将给水 17 引入蒸发器 15、13、11 的加热面的内腔中，从而通过热交换形成蒸汽。由此可从高压蒸发器 15 中抽

取出高压蒸汽 25, 从中压蒸发器 13 中抽取出中压蒸汽 23 以及从低压蒸发器 11 中抽取出低压蒸汽 21。然后这些分别借助蒸发器 15、13、11 产生的蒸汽 25、23 以及 21 可按照未详细示出的方式输送到蒸汽轮机的相应压力级中。

另外, 从低压蒸发器 11, 尤其是其低压汽包 27 中可抽取辅助蒸汽 19, 以提供给例如发电站的辅助蒸汽用户或用于预热如新汽管道之类的设备部件。

也可在燃气轮机 5 没有或只有很少废气 7 可供使用的运行状态下、例如在燃气轮机 5 停止运行期间或者在其启动或停机时抽取辅助蒸汽 19。

尤其在这样的运行状态下可由烟气 9 来提供为产生辅助蒸汽 19 所需的能量, 所述烟气由燃烧装置 43 产生并被导引通过余热锅炉 3。

在烟气 9 通过余热锅炉 3 的出口 45 离开该余热锅炉之后, 其中的至少一部分烟气借助回流管 44 又流回到余热锅炉 3 的进口 4, 因此, 在本发明的余热蒸汽发生器中还构成一烟气循环回路。由此可特别充分地利用烟气 9 中所含有的能量。

作为上述方案的替代措施或组合手段, 也可在另一不同于出口 45 的位置从余热锅炉 3 中抽取出至少一部分烟气 9, 并将其重新输回燃烧装置 43。适合的抽气位置例如是沿烟气 9 流向位于中压蒸发器 13 之前的位置, 在那儿烟气 9 还没有被充分冷却。这种用于烟气 9 回流的替代性或辅助性手段在图 1 中用虚线示出。

可通过改变输送给燃烧器 33 的燃料 35 的数量来调节所产生的辅助蒸汽 19 的温度。燃烧器 33 工作所需的燃烧用空气 47 的数量可有利地借助调节阀 41 来调节, 该调节阀 41 连接在一根通往燃烧器的空气输入管道上。

此外, 有待产生的辅助蒸汽 19 的数量可借助另一沿烟气 9 流向连接在所述燃烧器之前的调节阀 37 来调节。该调节阀 37 用来调节输送给燃烧器的烟气 9 的数量。可借助鼓风机 39 将烟气 9 输送给燃烧器 33。

图 1 示意性地示出了本发明的余热蒸汽发生器 1、例如用于带有中间过热的燃气和蒸汽的三压力级过程的余热蒸汽发生器 1 产生辅助蒸汽的过程。本发明也可用于其他过程 (例如带有中间过热的二压力级过程

等)。

在本发明的余热蒸汽发生器 1 的一种运行方式中,可关闭连接在所述高压和中压蒸发器的供汽管道中的滑阀,致使在这两个压力级中没有蒸汽产生。冷却后的烟气在所述出口 45 处被抽取出并将其中的至少一部分烟气 9 输回到进口 4。多余的烟气要么通过现有的烟囱要么通过单独的带有抽吸装置的烟囱排出。

烟气 9 通过燃烧器 33 例如天然气的燃烧被加热到余热蒸汽发生器 1 的进口所需的温度,所需的燃烧用空气 47 例如经由燃烧用空气鼓风机输入。

通过例如调节阀 37 改变流过余热蒸汽发生器的烟气量可调节辅助蒸汽量。

所述烟气的温度可通过改变燃料量来调节。

例如可用另一调节阀 41 来调节所需的燃烧用空气量。

若采用带有抽吸装置的单独的烟囱,则可例如通过一附加的调节阀来调节所述系统内的烟气压力。

在本发明的余热蒸汽发生器 1 的另一替代性运行方式中,开启前述滑阀,致使在所有压力级中都可产生蒸汽。来自余热蒸汽发生器 1 的高压蒸发器 15 和/或中压蒸发器 13 的蒸汽例如可用于保温/加热发电站的蒸汽轮机的新汽管道。

图 2 示出了本发明的余热蒸汽发生器 1 的替代性实施方式,其中,与图 1 不同的是,燃烧装置 43 没有连接在回流管 44 中,而是连接在回流管 44 旁。

试验研究表明,这样布置燃烧装置 43 具有如下优点:例如即便在燃烧装置 43 暂时出现故障时,尽管烟气 9 中所含能量此时可能有所减少,仍能保持烟气 9 的再循环流动;此外,在这样布置时,回流管 44 中的烟气 9 的体积流不会受到连接在中间的部件的干扰,因而能实现均匀运行。在图 1 所示的实施方式中,当没有因为燃烧装置 43 出现故障而非所愿地关闭回流管 44 时,可同样在所述故障情形下保持烟气的再循环流动。

鼓风机 39 连接在所述回流管 44 中,并承担再循环鼓风机的作用。

在回流管 44 中可另外连接一些用于调节再循环烟气 9 的数量的控

制装置。

利用本发明的余热蒸汽发生器还可获得如下好处：

- 可取消采用单独的辅助蒸汽发生器；
- 即便在设备停止运行期间也能保持余热蒸汽发生器为暖机状态，从而可取消原来可能必需采取的防霜冻措施；
- 即便在设备停止运行期间也可将余热蒸汽发生器保持在较高的压力上，从而在频繁启动时可显著减少因温度变化（在预热和冷却时）给厚壁构件带来的应力负荷；
- 能保持蒸汽轮机的新汽管道以及蒸汽轮机本身的温度和/或对它们进行加热，从而可明显缩短整个设备的启动时间，进而可以明显减少废气排放。

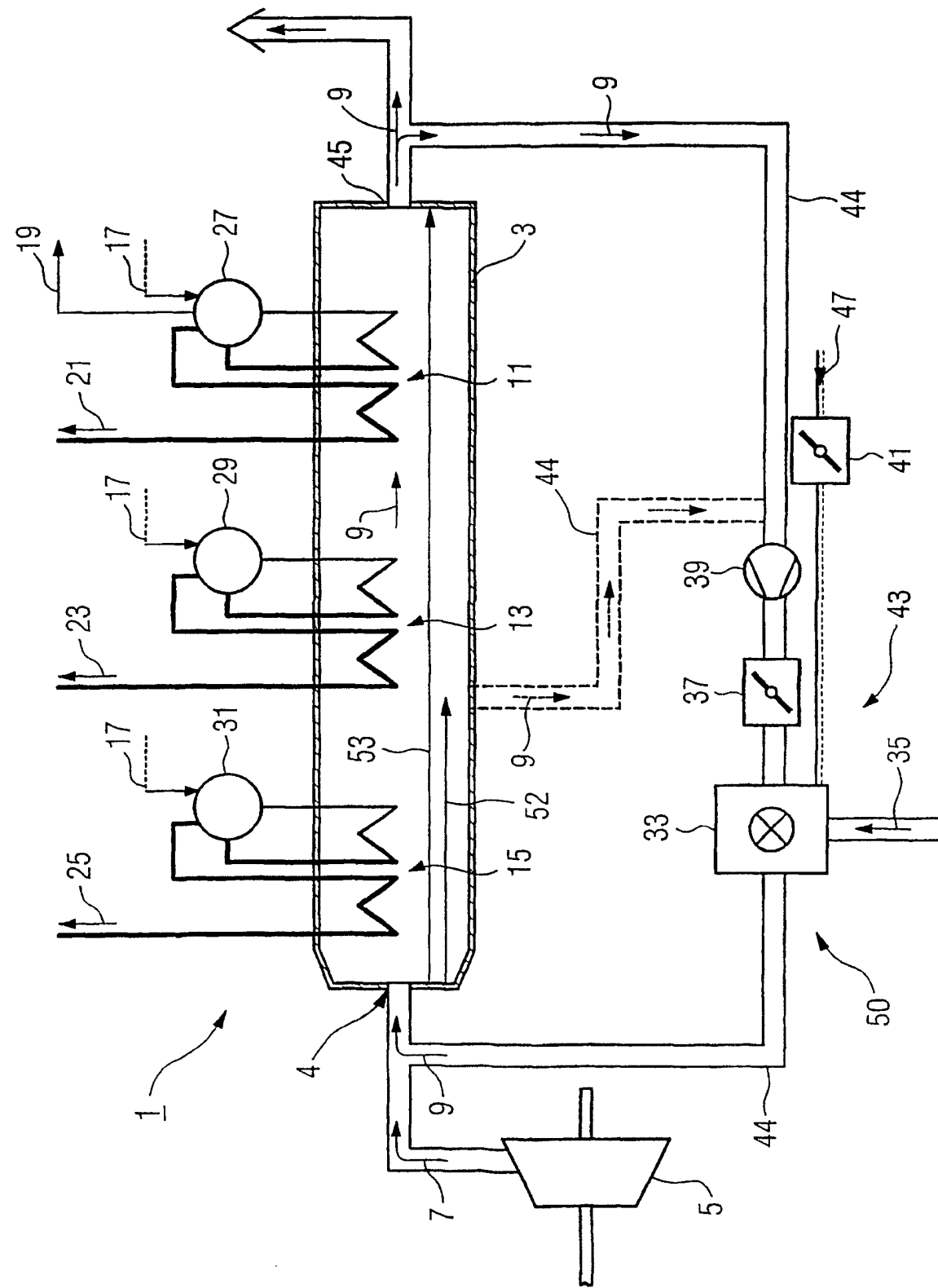


图 1

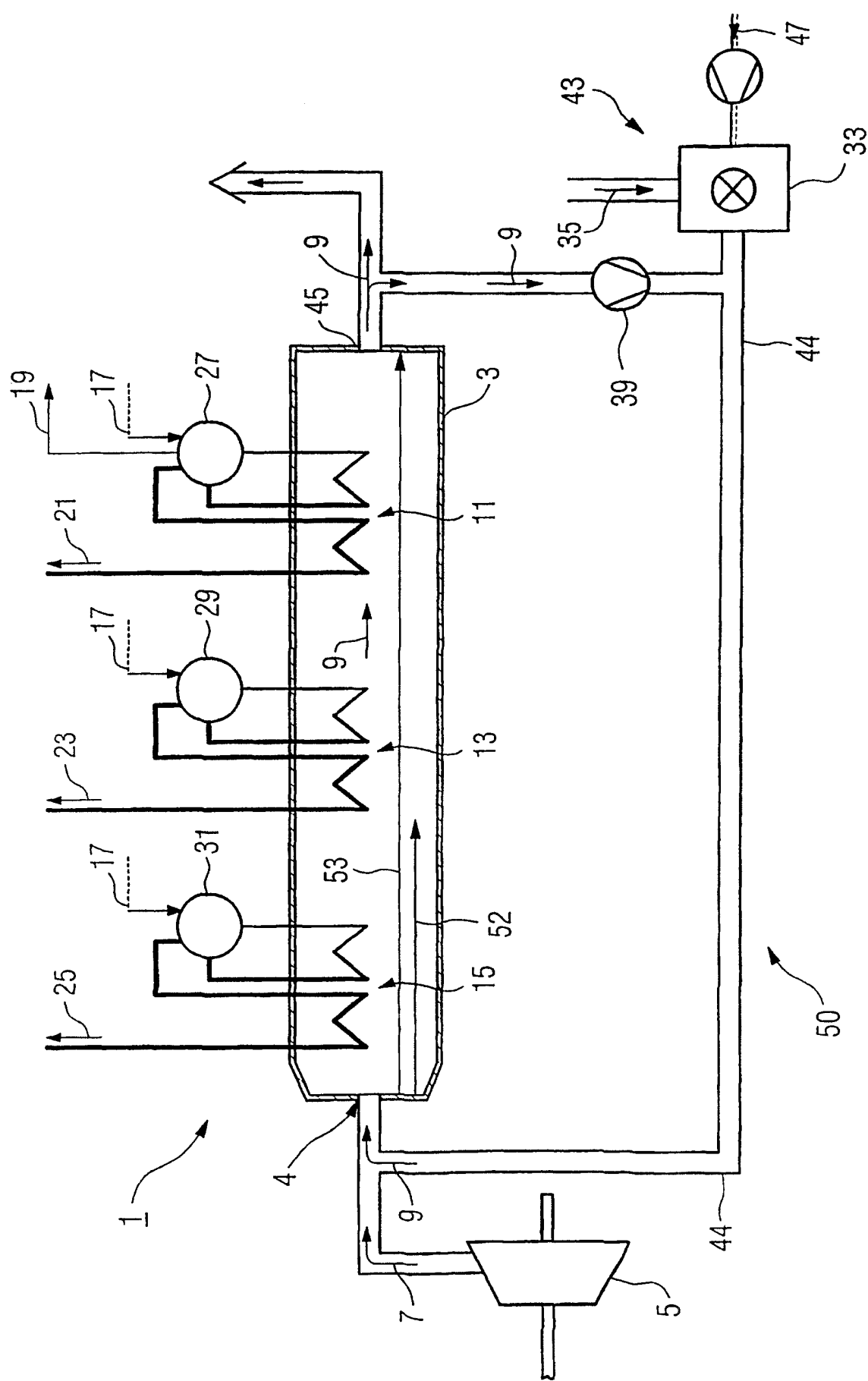


图 2