



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103857463 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 27

(21) 申请号 201280049513. 0

(22) 申请日 2012. 08. 23

(30) 优先权数据

2011-223820 2011. 10. 11 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 04. 08

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2012/071279 2012. 08. 23

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/054595 JA 2013. 04. 18

(73) 专利权人 川崎重工业株式会社

地址 日本兵库县

(72) 发明人 柏原宏行 细川恭史 山崎义弘

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司

公司 11002

代理人 谢顺星 张晶

(51) Int. Cl.

B01F 5/00(2006. 01)

B01F 3/02(2006. 01)

B01F 3/08(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2006/0187751 A1, 2006. 08. 24,

JP 特开 2010-149062 A, 2010. 07. 08, 全文.

CN 2629817 Y, 2004. 08. 04, 全文.

JP 平 4-48921 A, 1992. 02. 18, 全文.

审查员 金念

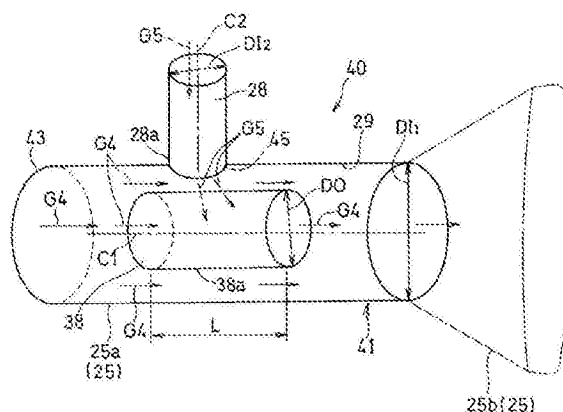
权利要求书1页 说明书8页 附图7页

(54) 发明名称

流体混合器及使用其的热交换系统

(57) 摘要

本发明提供一种流体混合器,具备中空筒状的主体(41)、第一流入口(43)、中空筒状的混合促进体(38)和第二流入口(45),所述中空筒状的主体(41)在内侧混合废气(G4)和加温用气体(G5),所述第一流入口(43)设置在主体(41)的上游侧端部,使废气(G4)流入,所述中空筒状的混合促进体(38)配置在主体(41)的内侧,具有沿废气(G4)的流动方向的轴心(C1),所述第二流入口(45)设置在主体(41)的周壁上,使加温用气体(G5)朝向混合促进体(38)的外周面(38a)流入;废气(G4)在混合促进体(38)的外侧和内侧流动。



1. 一种流体混合器,具备中空筒状的主体、第一流入口、中空筒状的混合促进体和第二流入口,

所述中空筒状的主体在内侧混合第一流体和第二流体;

所述第一流入口设置在所述主体的上游侧端部,使所述第一流体流入;

所述中空筒状的混合促进体配置在所述主体的内侧,具有沿所述第一流体的流动方向的轴心,且两端开口;

所述第二流入口设置在所述主体的周壁上,使所述第二流体朝向所述混合促进体的外周面流入;

使所述混合促进体与所述主体大致同心地配置;

从所述第一流入口流入所述主体的所述第一流体,通过所述混合促进体的内侧和外侧而流动;

通过所述混合促进体的外侧而流动的所述第一流体,与从所述第二流入口流入所述主体的所述第二流体进行一次混合;

经过所述一次混合的所述第一流体及第二流体的混合流体,在所述混合促进体的下游与通过所述混合促进体的内侧而流动的所述第一流体进行二次混合。

2. 根据权利要求1所述的流体混合器,其特征在于,将第二流体供给所述第二流入口的第二配管与形成所述主体的第一配管垂直相交地连接。

3. 根据权利要求1或2所述的流体混合器,其特征在于,在形成所述主体的第一配管上,连接将所述第二流体供给所述第二流入口的第二配管,配置该连接部上的所述第二配管的边缘与所述第一配管的内周面成同一面或从所述内周面沿其径向位于所述内周面的外侧。

4. 根据权利要求1或2所述的流体混合器,其特征在于,所述第一流体比所述第二流体的温度低。

5. 根据权利要求1或2所述的流体混合器,其特征在于,所述主体的下游部由通道面积向下游增大的扩径部形成。

6. 一种热交换系统,其将权利要求1或2所述的流体混合器配置在热交换器的上游侧。

流体混合器及使用其的热交换系统

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求 2011 年 10 月 11 日申请的日本专利申请 2011-223820 的优先权, 将其全部内容以参照的方式引入作为本申请的一部分。

技术领域

[0003] 本发明涉及一种均匀地混合例如高温流体与低温流体这样不同的两种流体的流动的流体混合器。

背景技术

[0004] 在混合多种流体的混合器中, 期望混合后的温度分布和气体浓度分布均匀。例如, 在混合器的下游配置涡轮或热交换器的情况下, 如果混合气体的温度分布不均匀, 则在涡轮叶片或传热管上产生起因于不均匀的热应变的应力, 其结果使涡轮或传热管的寿命缩短。此外, 机器的效率也降低。

[0005] 因此, 以促进混合为目的, 已知在流体的流场设置促进紊流的肋的结构和强制性地使流动偏转而使两种流体的流动重叠的结构(专利文献 1)。这种结构中, 配管的压力损失变大, 并且结构也变复杂, 制造成本也增加。在使用高温流体的情况下, 要求与高温流体接触的部件具有耐热性, 使制造成本进一步增加。此外, 还有将两种流体流动的配管连接成 T 字型, 以简单的结构使两种流体混合(专利文献 2), 由此使制造成本降低。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献 1: 日本专利公开 2008 - 049306 号公报

[0009] 专利文献 2: 日本专利公开 2002 - 136855 号公报

发明内容

[0010] (一) 要解决的技术问题

[0011] 但是, 上述专利文献 2 的流体混合器虽然结构简单, 但由于流体相互呈直角相交, 因此难以形成充分均匀的混合状态。

[0012] 本发明是鉴于上述技术问题而完成的, 其目的是提供一种流体混合器, 其为简单的结构的同时, 能够进行均匀的混合, 并且能够限制压力损失。

[0013] (二) 技术方案

[0014] 为了实现上述目的, 本发明的流体混合器具备中空筒状的主体、第一流入口、中空筒状的混合促进体和第二流入口, 所述中空筒状的主体在内侧混合第一流体和第二流体; 所述第一流入口设置在所述主体的上游侧端部, 使所述第一流体流入; 所述中空筒状的混合促进体配置在所述主体的内侧, 具有沿所述第一流体的流动方向的轴心; 所述第二流入口设置在所述主体的周壁上, 使所述第二流体朝向所述混合促进体的外周面流入。

[0015] 根据所述结构, 由于具有沿所述第一流体的流动方向的轴心的混合促进体配置在主体

的内侧,朝向混合促进体的外周面导入第二流体,因此通过第二流体与混合促进体的外周面碰撞,围住主体周向的整个区域,从而在混合促进体的外侧,第一流体与第二流体被充分混合。第二流体与在混合促进体外侧流动的第一流体混合后,通过在混合促进体的下游,与在混合促进体内侧流动的第一流体再次混合,从而促进第一流体与第二流体的混合。此外,由于第一流体沿中空筒状的混合促进体的轴心方向流动,因此能够限制第一流体的压力损失。进而,由于仅在主体的内侧配置混合促进体,并配置朝向该混合促进体导入第二流体的第二流入口,因此结构简单。

[0016] 在本发明中,优选使所述混合促进体与所述主体大致同心地配置。根据该结构,不论第二流入口在主体周向的设置位置,第二流入口与混合促进体的距离固定,不再要求第二流入口与混合促进体的位置关系上的准确性,其结果使制造变得容易。

[0017] 在本发明中,优选地,将第二流体供给所述第二流入口的第二配管与形成所述主体的第一配管垂直相交地连接。根据该结构,由于第二流体在与混合促进体的轴心垂直相交的方向上与其碰撞,因此第二流体围住混合促进体的外周面整体,其结果,进一步促进第一流体与第二流体间的混合。

[0018] 在本发明中,优选地,在形成所述主体的第一配管上,连接将所述第二流体供给所述第二流入口的第二配管,配置该连接部上的所述第二配管的边缘与所述第一配管的内周面成同一面或从所述内周面沿其径向位于所述内周面的外侧。根据该结构,不会由第二配管阻碍在第一配管流动的第一流体的流动,进一步限制配管的压力损失。

[0019] 在本发明中,所述第一流体优选比所述第二流体的温度低。根据该结构,由第一流体冷却混合促进体的表面整体,因此不必另外设置用来防止混合促进体过热的结构,使结构变得更加简单。

[0020] 在本发明中,优选地,所述主体的下游部由通道面积向下游增大的扩径部形成。根据该结构,混合流体通过扩径部扩散,可以进一步促进混合。

[0021] 本发明的热交换系统将本发明的流体混合器配置在热交换器的上游侧而成。根据该结构,由上述流体混合器充分地混合两种流体后,混合流体被导入热交换器,因此与混合流体的流动垂直相交的截面上的温度分布均匀化,其结果使热交换效率提高。

[0022] 权利要求书和 / 或说明书和 / 或说明书附图所公开的至少两种结构的任意组合,也包含在本发明中。特别是权利要求书的各权利要求的两项以上的任意组合,也包含在本发明中。

附图说明

[0023] 通过参照附图对以下适宜的实施方式进行说明,可更加清楚地理解本发明。但是,实施方式及附图仅用于图示及说明,不应用于确定本发明的范围。本发明的范围由权利要求书确定。在附图中,多个附图上的相同部件编号表示相同或与其相当的部分。

[0024] 图 1 是表示具备本发明第一实施方式的流体混合器的贫燃料吸入燃气轮机的简略结构图。

[0025] 图 2 是同燃气轮机的主要结构部分的配置结构图。

[0026] 图 3 是表示同流体混合器的结构示意图。

[0027] 图 4 是表示同流体混合器的支承结构的剖视示意图。

- [0028] 图 5 是图 4 的 V-V 线的箭头图。
- [0029] 图 6 是表示同流体混合器的轴向温度分布的图。
- [0030] 图 7 是表示在与同流体混合器连接的再生器入口位置上的径向温度分布的图。
- [0031] 图 8 是表示现有的流体混合器的轴向温度分布的图。
- [0032] 图 9 是表示与现有的流体混合器连接的再生器入口位置上的径向温度分布的图。
- [0033] 图 10 是表示第二实施方式的流体混合器的结构示意图。
- [0034] 图 11 是表示同流体混合器的轴向温度分布的图。
- [0035] 图 12 是表示与同流体混合器连接的再生器入口位置上的径向温度分布的图。

具体实施方式

[0036] 下面参照附图说明本发明的优选实施方式。图 1 是表示具备本发明第一实施方式的流体混合器的贫燃料吸入燃气轮机的简略结构图。该燃气轮机 GT 具有压缩机 1、含有铂或钯等催化剂的催化燃烧器 2 及涡轮 3。通过该燃气轮机 GT 的输出来驱动兼作发电机和起动机的回转机械 4。

[0037] 作为所述燃气轮机 GT 所使用的低热量气体,例如将在煤矿产生的 VAM (Ventilation Air Methane ;煤矿通风甲烷)或可燃成分(甲烷)浓度高于其的 CMM (Coal Mine Methane ;煤矿甲烷)这样的空气与燃料(可燃成分)混合而成的工作气体 G1 在压缩机 1 压缩,其高压的压缩气体 G2 输送至所述催化燃烧器 2。该压缩气体 G2 通过催化燃烧器 2 的由铂或钯等催化剂进行的催化反应而燃烧,将由此生成的高温 / 高压的燃烧气体 G3 供给涡轮 3,从而驱动涡轮 3。

[0038] 涡轮 3 通过旋转轴 5 与压缩机 1 连接,通过该涡轮 3 来驱动压缩机 1。如此来构筑包含燃气轮机 GT 及回转机械 4 的发电装置 50。这里,由于仅使用 VAM 的情况时的工作气体 G1 中的燃料浓度(可燃成分浓度)即使在通过压缩机 1 压缩导致升温后的温度下,也为可燃浓度限度以下,因此在压缩机 1 内不会点火。此外,即使在向仅使用所述 VAM 的情况时的工作气体 G1 适当添加具有高浓度可燃成分的 CMM 的情况下,由于可以控制其添加量,使得在通过压缩机 1 压缩导致升温后的温度下,为可燃浓度限度以下,因此在压缩机 1 内不会点火。

[0039] 燃气轮机 GT 还具备再生器(热交换器)6 及加温用燃烧器 7,所述再生器(热交换器)6 利用来自涡轮 3 的废气 G4 对从压缩机 1 导入催化燃烧器 2 的压缩气体 G2 加热;所述加温用燃烧器 7 在起动时提高流入催化燃烧器 2 的压缩气体 G2 的温度,从而使催化剂活化。该加温用燃烧器 7 将加温用气体 G5 混入从涡轮 3 供给再生器 6 的废气 4 中,进行加温,所述加温用气体 G5 向从由压缩机 1 压缩的压缩气体 G2 中部分抽出的抽出气体 G20 混合燃料并进行火灾燃烧而得。在加温用燃烧器 7 上连接有抽气阀 8,该抽气阀 8 控制向所述加温用燃烧器 7 供给的抽出气体 G20 的供给量。从再生器 6 流出的废气 G4 通过没有图示的消声器消声后,排出至外部。由所述抽气阀 8 进行的对向加温用燃烧器 7 供给抽出气体 G20 的供给量的控制,通过来自控制器 20 的输出信号进行。

[0040] 向加温用燃烧器 7 的燃料供给是这样进行的,通过第一燃料流量控制阀 9 调整从矿井的挖掘部分这样的 CMM 源 13 供给的 CMM 的流量,同时向加温用燃烧器 7 进行燃料供给。由该第一燃料流量控制阀 9 进行的 CMM 的流量调整通过控制器 20 进行。向压缩机 1 的工

作气体 G1 的供给是这样进行的,根据需要,向来自矿井的换气这样的 VAM 源 12 的 VAM 混入从 CMM 源 13 抽出的 CMM,混入时通过第二燃料流量控制阀 10 调整所述 CMM 的流量。CMM 含有 10 ~ 30% 程度的甲烷气体,VAM 含有不足 1% 的甲烷气体。由所述第二燃料流量控制阀 10 进行的 CMM 的流量调整也通过控制器 20 进行。此外,为了后述的运转开始时的清洁(パージ),在从 VAM 源 12 向压缩机 1 的吸入通道上,通过开关阀 18,连接有外气等空气源 19。

[0041] 连接压缩机 1 与涡轮 3 的旋转轴 5 由单轴构成,该旋转轴 5 与回转机械 4 通过减速机 17 连接。通过由涡轮 3 的旋转来驱动的回转机械 4 而得到的电力输入至控制器 20。功率转换装置 11 通过控制器 20 在起动时将回转机械 4 作为起动马达而驱动。

[0042] 如图 2 所示,涡轮 3 与再生器 6 通过中空筒状的排气管道 25 连接。该排气管道 25 由圆筒状部 25a 和扩径部 25b 构成,所述圆筒状部 25a 靠近涡轮 3,所述扩径部 25b 与所述圆筒状部 25a 的下游端部连接,朝向再生器 6 侧、即下游侧末端扩大。该扩径部 25b 的上游端部具有圆形的横截面形状,下游端部具有纵长的长方形形状,其中间的横截面形状是从圆形向长方形逐渐变化的中空筒状。但是,也可以使扩径部 25b 的下游端部为圆形的横截面形状。

[0043] 所述排气管道 25 的圆筒状部 25a 形成第一配管,对该第一配管 25a,连接有将加温用气体 G5 供给排气管道 25 内的来自加温用燃烧器 7 的第二配管 28。在圆筒状部 25a 的后部的内侧,配置有具有沿废气 G4 的流动方向的轴心 C1 (图 3) 的中空筒状的混合促进体 38,在该例中混合促进体 38 为圆筒状。

[0044] 如上所述,从 CMM 源 13 (图 1) 将作为燃料成分的 CMM 供给加温用燃烧器 7。从由压缩机 1 向再生器 6 供给压缩气体 G2 的压缩气体通道 24 分支出抽气气体通道 27,在该抽气气体通道 27 上设置有加温用燃烧器 7 及位于其上游侧的抽气阀 8。在抽气气体通道 27 上的加温用燃烧器 7 的下游侧作为第二配管 28 形成。

[0045] 用图 3 及图 4 详细说明流体混合器 40。流体混合器 40 由排气管道 25 的一部分、混合促进体 38 和第二配管 28 的下游部构成。流体混合器 40 的主体 41 由作为排气管道 25 的一部分的第一配管(圆筒状部)25a 的下游部和扩径部 25b 形成。在主体 41 的上游侧端部设置有第一入口 43,在主体 41 的周壁上,设置有连接第二配管 28 的第二入口 45。如图 2 所示,由该流体混合器 40 与配置在流体混合器 40 下游的再生器(热交换器)6,构成热交换系统 42。

[0046] 如图 3 所示,作为在排气管道 25 内流动的第一流体的废气 G4 从第一入口 43 流入主体 41 内,通过混合促进体 38 的外侧和内侧两侧。混合促进体 38 与圆筒状部 25a 同心状地配置。混合促进体 38 在本实施方式中为圆筒状,但只要是中空的部件即可,例如可以是多角柱、圆锥台、多角锥台,此外,也可以是混合促进体 38 的下游端面相对径向倾斜的形状(后述的图 10)。

[0047] 第二配管 28 与排气管道 25 的圆筒状部 25a 垂直相交并通过焊接而连接,来自第二配管 28 的作为第二流体的加温用气体 G5 从由第二配管 28 的下游边缘 46 (图 4) 形成的第二入口 45 流入主体 41 内,与混合促进体 38 的外周面 38a 碰撞。与混合促进体 38 的外周面 38a 碰撞的加温用气体 G5 沿混合促进体 38 的外周面 38a 被引导的同时,在排气管道 25 的圆筒状部 25a 的内周面 29 与混合促进体 38 的外周面 38a 之间流动。作为第一流体的废气 G4 比作为第二流体的加温用气体 G5 的温度低。

[0048] 混合促进体 38 位于使其外周面 38a 与第二流入口 45 相对的位置上,以使来自第二配管 28 的作为第二流体的加温用气体 G5 碰撞。由图 4 可知,在混合促进体 38 的轴向上,第二配管 28 形成的第二流入口 45 的整体在侧视上与混合促进体 38 的外周面在混合促进体 38 的轴向上重叠。即,第二流入口 45 位于混合促进体 38 的上游边缘 38b 与下游边缘 38c 之间。

[0049] 图 3 的混合促进体 38 的外径 D0 为圆筒状部 25a 的内径 DI1 的 0.35 ~ 0.55 倍程度,优选为 0.4 ~ 0.5 倍。为了限制废气 G4 的流动阻力,混合促进体 38 的壁厚只要可以保持强度,使其为薄较好。进而,混合促进体 38 的外径 D0 为第二配管 28 的内径 DI2 的 0.9 ~ 1.3 倍程度,优选为 1.0 ~ 1.2 倍。混合促进体 38 的长度 L 为第二配管 28 的内径 DI2 的 1.2 ~ 3.0 倍程度,优选为 1.5 ~ 2.5 倍。

[0050] 如图 4 所示,排气管道 25 的圆筒状部 25a 与第二配管 28 通过连接部 44 而连接,该连接部 44 上的第二配管 28 的出口部 28a 的边缘 46 与排气管道 25 的圆筒状部 25a 的内周面 29 大致成同一面。但是,第二配管 28 的下游边缘 46 也可以配置在圆筒状部 25a 的内周面 29 的略微径向外侧。

[0051] 如图 5 所示,第二配管 28 的轴心 C2 与排气管道 25 及混合促进体 38 的轴心 C1 呈直角相交,使来自第二配管 28 的加温用气体 G5 与混合促进体 38 的顶部和其附近碰撞。混合促进体 38 通过在其径向上延伸的支承部件 48 支承在排气管道 25 的圆筒状部 25a 上。支承部件 48 设置在图 4 所示的混合促进体 38 在轴心 C1 方向的两端部,支承部件 48 的内端部由如螺栓这样的第一止动部件 58 固定在混合促进体 38 的外周面上,支承部件 48 的外端部由如螺栓这样的第二止动部件 59 连接在排气管道 25 的内周面上。

[0052] 相对于排气管道 25,支承部件 48 的一侧,在本例中为上游侧的支承部件 48 在流动方向(轴向)上固定(不能移动)地支承,支承部件 48 的另一侧,在本例中为下游侧的支承部件 48 在轴向上自由移动地支承,以便能够吸收混合促进体 38 的轴向的热膨胀。具体地,在下游侧的支承部件 48 的外端部沿轴向设置长的长孔,通过在该长孔插通第二止动部件 59,使混合促进体 38 在轴向上自由移动。

[0053] 如图 5 所示,支承部件 48 由板材构成,在周向上配置有三个,各支承部件 48 的径向的内端部及外端部形成为分叉状,以便能够吸收混合促进体 38 的径向的热膨胀。混合促进体 38 的支承结构不限于图示的例子,只要构成为能够吸收混合促进体 38 的热膨胀即可,例如在排气管道 25 与混合促进体 38 之间仅通过由环状部件构成的支承部件 48 以单臂支承,也能够吸收混合促进体 38 的热膨胀。

[0054] 对上述结构的燃气轮机 GT 的动作进行说明。由于在起动时,图 1 的催化燃烧器 2 的温度低于活性下限温度,因此通过加温用燃烧器 7 的点火进行再生器 6 的预热,使通过再生器 6 的压缩气体 G2 升温,通过该压缩气体 G2,使催化燃烧器 2 升温至能够进行催化剂反应的规定温度。

[0055] 此时,如图 3 所示,在流体混合器 40 中,混合来自涡轮 3 的废气 G4 和来自加温用燃烧器 7 的加温用气体 G5。具体地,废气 G4 从第一流入口 43 流入流体混合器 40 的主体 41 内,通过混合促进体 38 的内侧和外侧而流动的同时,加温用气体 G5 从第二流入口 45 在径向上流入主体 41,与混合促进体 38 的外周面 38a 碰撞后,在混合促进体 38 的外周面 38a 与主体 41 的内周面、即排气管道 25 的圆筒状部 25a 的内周面 29 之间流动。

[0056] 在混合促进体 38 的外周面 38a 与主体 41 的内周面 29 之间流动的加温用气体 G5 首先与通过混合促进体 38 的外侧而流动的废气 G4 混合(一次混合)。由于加温用气体 G5 与混合促进体 38 的外周面 38a 碰撞,因此其沿混合促进体 38 的外周面 38a,引导至主体 41 的径向及周向的整个区域。由此,可以促进废气 G4 与加温用气体 G5 的混合。此时,利用通过混合促进体 38 内侧而流动的低温的废气 G4,冷却混合促进体 38 的表面整体。

[0057] 然后,经过一次混合的废气 G4 与加温用气体 G5 的混合气体在混合促进体 38 的下游进一步与通过混合促进体 38 内部后的废气 G4 混合(二次混合)。这样,通过在两个阶段进行混合,可以进一步促进废气 G4 与加温用气体 G5 的混合。进而,由于通过混合促进体 38 后的混合气体流入主体 41 的扩径部 25b 而扩散,因此可以更进一步促进混合。

[0058] 如果进入额定运转,则废气 G4 的温度上升,由于从图 1 的压缩机 1 供给的压缩气体 G2 在再生器 6 内与废气 G4 进行热交换,因此热交换后的压缩气体 G2 达到对于催化燃烧器 2 的工作的足够的高温。其结果,关闭抽气阀 8,加温用燃烧器 7 的动作停止。由此,图 3 所示的流体混合器 40 上,仅废气 G4 流动,并没有导入加温用气体 G5。即为仅废气 G4 通过混合促进体 38 的内侧和外侧而流动的状态。此时,由于混合促进体 38 是具有沿废气 G4 的流动方向的轴心 C1 的形状,因此废气 G4 承受的来自混合促进体 38 的阻力小。因此,在运转时间最长的额定运转时,可以有效地限制废气 G4 的压力损失。

[0059] 在上述结构中,如图 3 所示,由于具有沿废气 G4 的流动方向的轴心 C1 的混合促进体 38 配置在主体 41 的内侧,废气 G4 沿该混合促进体 38 的轴心 C1 方向在混合促进体 38 的外侧和内侧流动,因此能够限制废气 G4 的压力损失。此外,由于使加温用气体 G5 朝向混合促进体 38 的外周面 38a 导入,因此通过加温用气体 G5 与混合促进体 38 的外周面 38a 碰撞而围住主体 41 的径向及周向,在混合促进体 38 的外侧使废气 G4 与加温用气体 G5 充分地混合。加温用气体 G5 与在混合促进体 38 的外侧流动的废气 G4 混合后,通过与在混合促进体 38 的内侧流动的废气 G4 再次混合,可以促进废气 G4 与加温用气体 G5 的混合。进而,由于仅在主体 41 的内侧配置混合促进体 38,并配置朝向该混合促进体 38 导入加温用气体 G5 的第二入口 45,因此结构简单。

[0060] 此外,由于混合促进体 38 与主体 41 大致同心地配置,因此不论第二入口 45 在主体 41 周向的设置位置,第二入口 45 与混合促进体 38 的距离固定,不再要求第二入口 45 与混合促进体 38 的位置关系上的准确性,其结果使制造变得容易。

[0061] 此外,由于第二配管 28 与排气管道 25 大致垂直相交地连接,因此加温用气体 G5 在与混合促进体 38 的外周面 38a 垂直相交的方向上与其碰撞,因此加温用气体 G5 由混合促进体 38 的外周面 38a 引导而围住排气管道 25 的径向及周向的整个区域,其结果进一步促进废气 G4 与加温用气体 G5 的混合。

[0062] 如图 4 所示,由于排气管道 25 与第二配管 28 的连接部 44 上的第二配管 28 的边缘 46 与排气管道 25 的内周面 29 成同一面,因此不会由第二配管 28 阻碍在排气管道 25 流动的废气 G4 的流动,进一步限制废气 G4 的压力损失。

[0063] 此外,由于废气 G4 比加温用气体 G5 的温度低,因此由废气 G4 冷却与高温的加温用气体 G5 接触的混合促进体 38 的表面整体,因此不比另外设置用来防止混合促进体 38 的过热的结构,使结构变得更加简单。

[0064] 如图 3 所示,由于主体 41 的下游部由通道面积向下游增大的扩径部 25b 形成,因

此废气 G4 与加温用气体 G5 的混合气体通过扩径部 25b 扩散,可以进一步促进混合。

[0065] 如图 2 所示,由于流体混合器 40 配置在作为热交换器的再生器 6 的上游侧,因此在通过流体混合器 40 充分地混合废气 G4 与加温用气体 G5 后,导入再生器 6,因此与混合流体的流动垂直相交的截面上的温度分布均匀化,其结果使热交换效率提高。

[0066] 为了确认混合状态,对上述实施方式的流体混合器 40 进行计算机分析。此外,作为比较例,对上述实施方式的流体混合器 40 中不具有混合促进体 38 的结构进行同样的分析。

[0067] 图 6 表示使用上述实施方式的流体混合器 40 将废气 G4 与加温用气体 G5 混合时的轴向上的温度分布,图 7 表示图 6 的 VII-VII 线截面上、即流体混合器 40 的出口(再生器 6 的入口)处的径向的温度分布,图 8 及 9 表示比较例的各温度分布。在以下的图中,(1)~(21)表示从高温至低温的区域。在图 6 及图 8 中,(1)~(9)的相同编号表示相同温度区域。同样,在图 7 及图 9 中,(10)~(21)的相同编号表示相同温度区域。

[0068] 如图 6 所示,在上述实施方式的流体混合器 40 中,高温的加温用气体 G5 从扩径部 25b 的中心部向下部扩散,其结果如图 7 所示,可知在流体混合器 40 的出口处,温度分布均匀化,被适度地混合。另一方面,在比较例的流体混合器中,如图 8 所示,高温的加温用气体 G5 集中流入扩径部 25b 的下部,其结果如图 9 所示,在流体混合器 40 的出口处,温度分布不均衡,没有充分地混合。

[0069] 图 10 是表示第二实施方式的流体混合器 40A 的结构示意图。第二实施方式的流体混合器 40A 与第一实施方式的流体混合器 40 的不同点仅在于,混合促进体 38A 的下游端面 62 是随着向下游前进而向上方倾斜的倾斜面,其他结构与第一实施方式相同。即,混合促进体 38 上与第二配管 28 相对部分(上部)的相反侧部分(下部)的下游端部被切除而倾斜。在本例中,下游端面 62 相对径向的倾斜角 θ 为 45° ,但也能够使该倾斜角 θ 为 $20 \sim 60^\circ$ 程度,更加优选为 $30 \sim 50^\circ$ 程度。第二流入口 45 位于混合促进体 38A 的上游边缘 38Aa 与混合促进体 38A 上与第二流入口 45 相对部分(图 10 的上部)的下游边缘 38Ab 之间。

[0070] 在第二实施方式的流体混合器 40A 中,与第一实施方式的流体混合器 40 同样通过计算机分析进行验证。其结果如图 11 及图 12 所示,由图 11 可知,在第二实施方式的流体混合器 40A 上,由于更多的高温的加温用气体 G5 在扩径部 25b 的中心部附近流动,因此由图 12 可知,其与第一实施方式的流体混合器 40 相比,温度分布进一步均匀化。

[0071] 在第一及第二实施方式中,形成主体 41 的上游部的圆筒状部 25a 的下游部为圆筒状,但也可以为具有朝向下游略微扩大的小锥度比的扩大管。此外,在主体 41 的扩径部 25b 的锥度比小的情况下,也可以在扩径部 25b 的内侧配置混合促进体 38。进而,也可以省略扩径部 25b,将流体混合器 40 的主体 41 整体制成圆筒状。此外,也可以设置多个第二流入口 45,使来自各流入口 45 的不同流体流入主体 41。

[0072] 如上所述,参照附图对本发明的优选实施方式进行了说明,但在不脱离本发明的主旨的范围内,能够进行各种补充、改变或删除,这样的补充、改变及删除也包含在本发明的范围内。

[0073] 附图标记说明

[0074] 6 再生器(热交换器)

[0075] 25 排气管道

[0076]	28	第二配管
[0077]	29	主体的内周面
[0078]	38、38A	混合促进体
[0079]	38a	混合促进体的外周面
[0080]	40、40A	流体混合器
[0081]	41	主体(第一配管)
[0082]	42	热交换系统
[0083]	43	第一流入口
[0084]	44	连接部
[0085]	45	第二流入口
[0086]	46	第二配管的边缘
[0087]	C1	轴心
[0088]	G4	废气(第一流体)
[0089]	G5	加温用气体(第二流体)

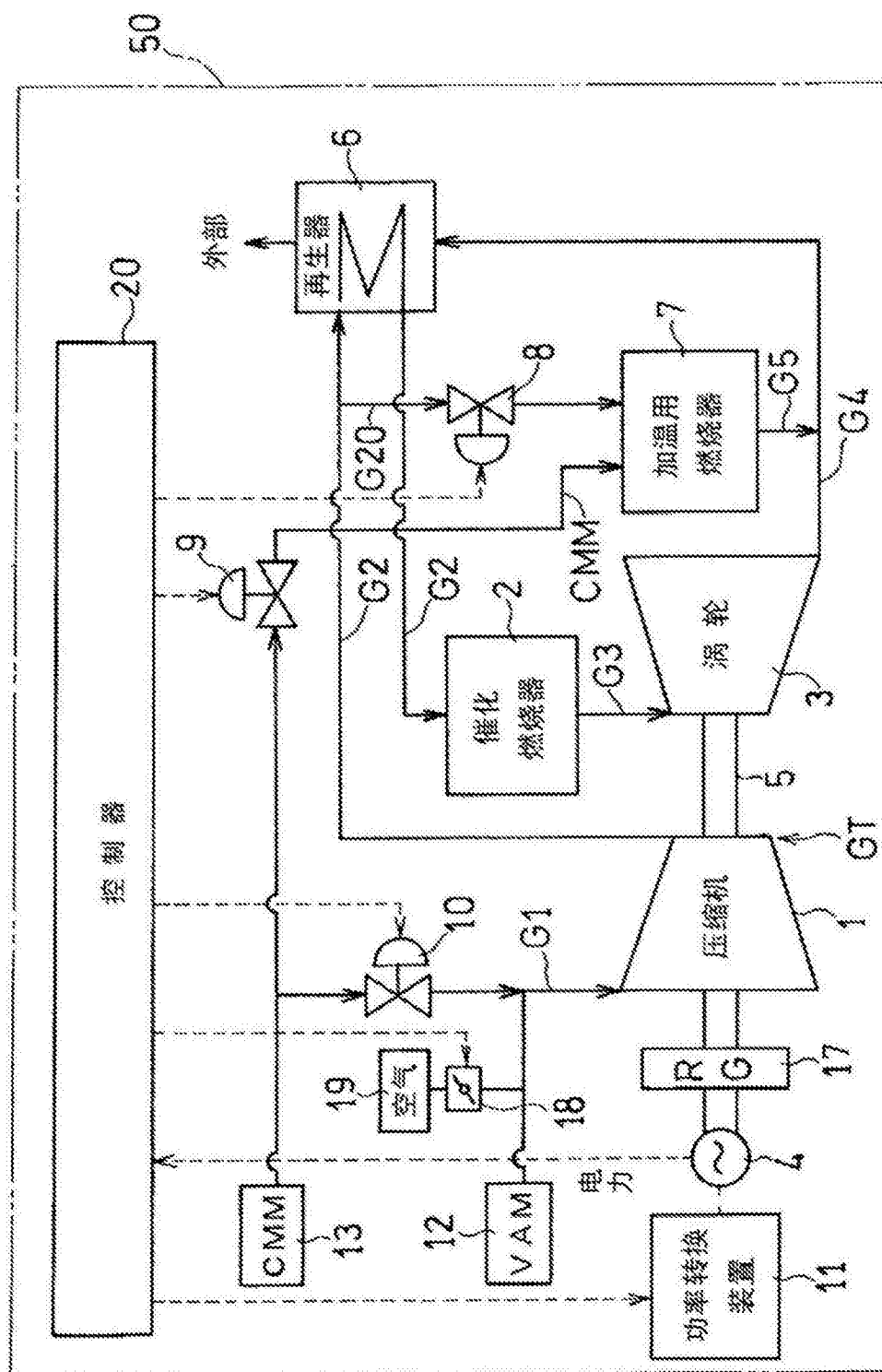


图 1

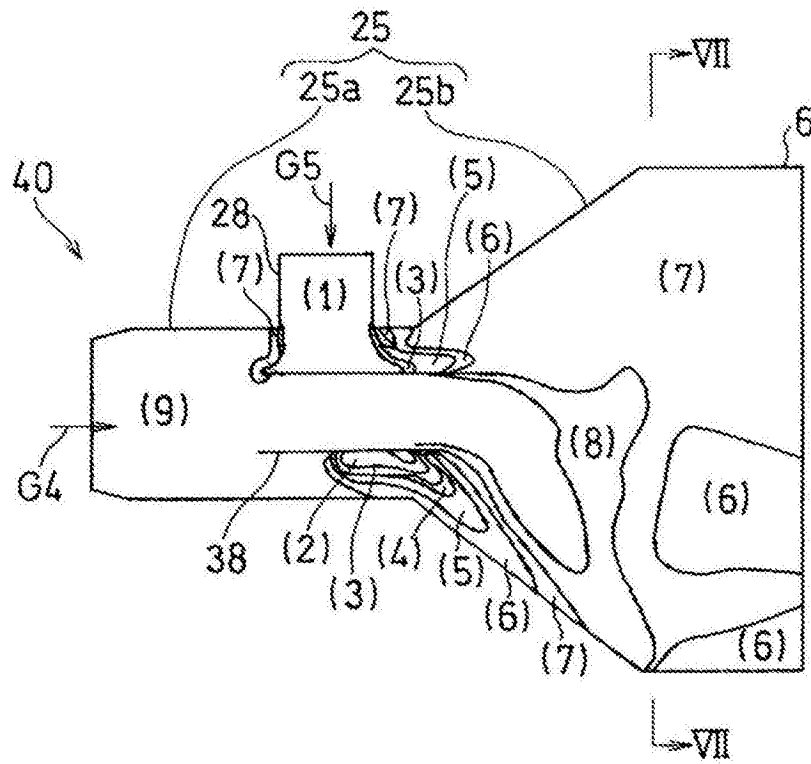


图 6

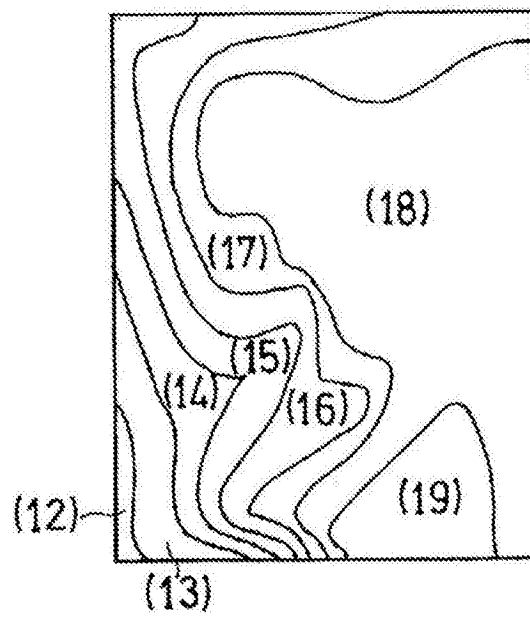


图 7

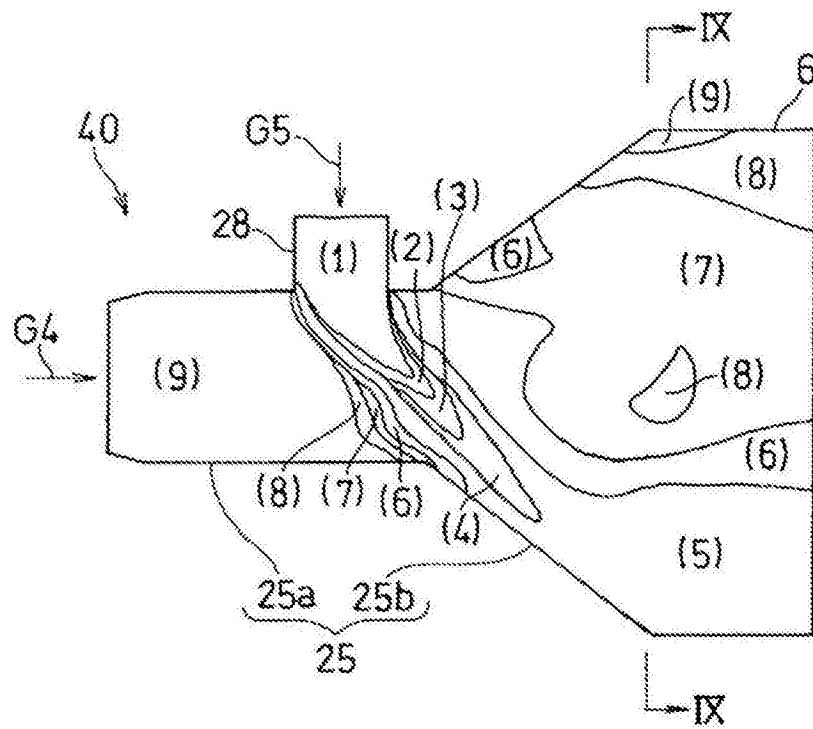


图 8

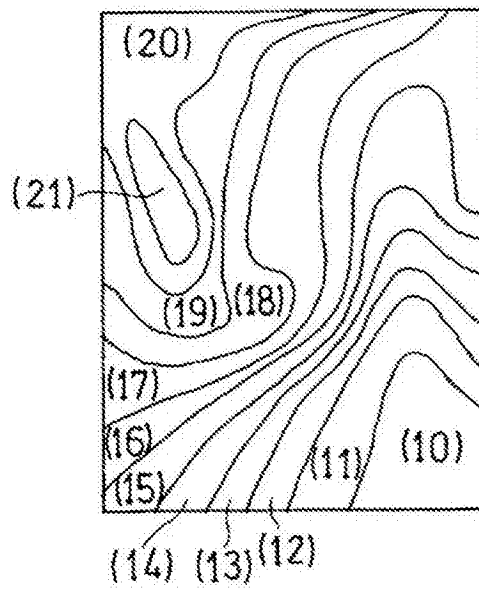


图 9

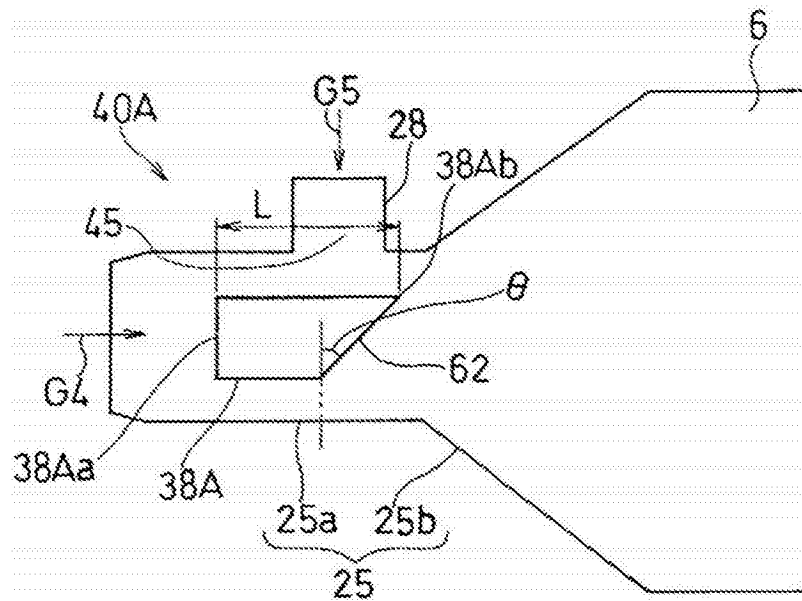


图 10

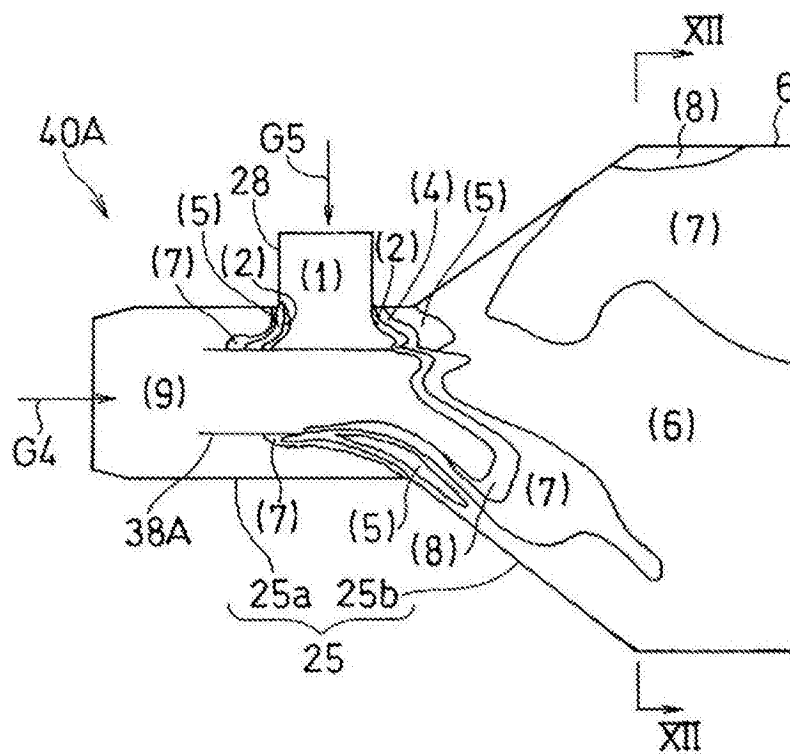


图 11

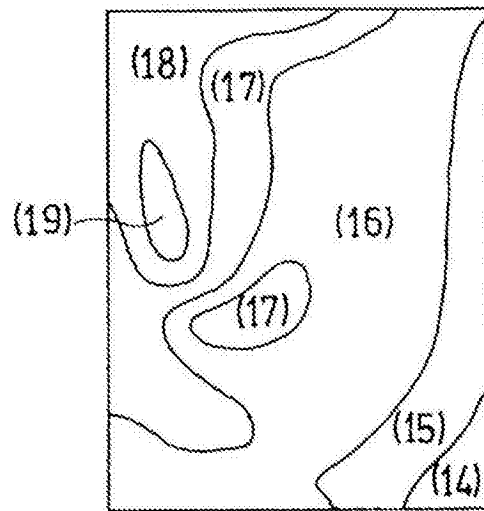


图 12