



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203907674 U

(45) 授权公告日 2014. 10. 29

(21) 申请号 201420111882. 4

(22) 申请日 2014. 03. 12

(30) 优先权数据

13/836, 938 2013. 03. 15 US

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 L. B. 小戴维斯 K. K. 文卡塔拉曼

K. M. 格雷厄姆

(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 谭祐祥

(51) Int. Cl.

F23R 3/28(2006. 01)

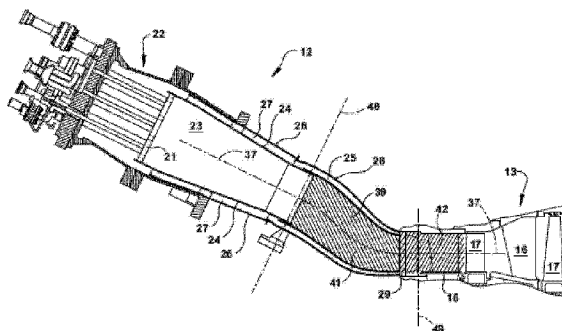
权利要求书3页 说明书12页 附图19页

(54) 实用新型名称

燃气涡轮

(57) 摘要

本实用新型公开一种燃气涡轮,所述燃气涡轮包括:燃烧器,其连接至涡轮,所述燃烧器与所述涡轮一起限定内部流动路径,所述内部流动路径绕纵轴从限定前端的初级空气和燃料喷射系统向后延伸,穿过所述燃烧器连接至所述涡轮的接口,并且穿过限定后端的所述涡轮中的一排定子叶片;和下游喷射系统,其包括两个喷射级:沿所述内部流动路径的所述纵轴轴向隔开的第一级和第二级。所述第一级和所述第二级各自包括多个喷射器,所述多个喷射器配置用于将空气和燃料混合物喷射到所述内部流动路径中。



1. 一种燃气涡轮,所述燃气涡轮包括:

燃烧器,其连接至涡轮,所述燃烧器与所述涡轮一起限定内部流动路径,所述内部流动路径绕纵轴从限定前端的初级空气和燃料喷射系统向后延伸,穿过所述燃烧器连接至所述涡轮的接口,并且穿过限定后端的所述涡轮中的一排定子叶片;以及

下游喷射系统,其包括两个喷射级:沿所述内部流动路径的所述纵轴轴向隔开的第一级和第二级;

其中所述第一级和所述第二级各自包括多个喷射器,所述多个喷射器配置用于将空气和燃料混合物喷射到所述内部流动路径中。

2. 如权利要求 1 所述的燃气涡轮,其中第一停留时间包括发动机预定操作模式期间的一个时间段,在所述时间段中,燃烧流沿所述内部流动路径从限定在所述初级空气和燃料喷射系统处的第一位置行进到限定在所述下游喷射系统的所述第一级处的第二位置;

其中所述第一级定位在所述初级空气和燃料喷射系统后方的一定距离处,所述距离相当于所述第一停留时间,至少为 6 毫秒。

3. 如权利要求 2 所述的燃气涡轮,其中第二停留时间包括所述发动机预定操作模式期间的一个时间段,在所述时间段中,所述燃烧流沿所述内部流动路径从限定在所述第二级处的第一位置行进到限定在燃烧器端平面处的第二位置;

其中所述第二级定位在所述燃烧器端平面前方的一定距离处,以使得所述距离相当于所述第二停留时间,小于 2 毫秒。

4. 如权利要求 3 所述的燃气涡轮,其中所述第二级定位在所述第一级的后方;

其中紧随所述初级空气和燃料喷射系统的后方,所述内部流动路径包括由环绕内衬所限定的初级燃烧区,并且紧随所述内衬的后方,所述内部流动路径包括由环绕过渡连接件所限定的过渡区;并且

其中所述过渡连接件配置用于将所述初级燃烧区与所述涡轮实现流体相通,所述过渡连接件具有从所述内衬的圆柱形横截面形状过渡到所述涡轮的环形横截面形状的形状。

5. 如权利要求 3 所述的燃气涡轮,其中所述下游喷射系统包括三个喷射级:所述第一级、所述第二级和第三级,所述第三级定位在所述第二级的后方。

6. 如权利要求 5 所述的燃气涡轮,其中所述第三级定位在所述涡轮中的所述排定子叶片处;并且

其中所述第三级包括多个喷射器,所述多个喷射器配置用于将空气和燃料混合物喷射到所述内部流动路径中。

7. 如权利要求 6 所述的燃气涡轮,其中所述第三级的所述喷射器集成在所述排定子叶片中。

8. 如权利要求 4 所述的燃气涡轮,其中所述发动机操作模式包括基本负载操作模式。

9. 如权利要求 1 所述的燃气涡轮,其中计算停留时间是基于:a) 通过所述燃烧器的所述内部流动路径的相关部分的体积;以及 b) 在发动机操作模式下,通过所述内部流通过径的所述相关部分的总体积流率。

10. 如权利要求 1 所述的燃气涡轮,其中所述第一级定位在轴向中点的后方,所述轴向中点沿所述内部流动路径限定在所述初级空气和燃料喷射系统与所述接口之间;并且

其中所述第二级在后方与所述第一级隔开。

11. 如权利要求 10 所述的燃气涡轮, 其中在紧随所述初级空气和燃料喷射系统的后面, 所述内部流动路径包括由环绕内衬所限定的初级燃烧区, 并且在紧随所述内衬的后面, 所述内部流动路径包括由环绕过渡连接件所限定的过渡区;

其中所述过渡连接件配置用于将所述初级燃烧区与所述涡轮实现流体相通, 所述过渡连接件具有从所述内衬的圆柱形横截面形状过渡到所述涡轮的环形横截面形状的形状;

其中所述过渡连接件包括后架, 所述后架形成所述燃烧器与所述涡轮之间的接口; 并且

其中所述下游喷射系统的所述第一级定位在所述过渡区内, 并且所述下游喷射系统的所述第二级在后方与所述第一级隔开。

12. 如权利要求 11 所述的燃气涡轮, 其中所述第一级的所述喷射器围绕公共喷射平面周向排列, 所述公共喷射平面相对于所述内部流动路径的所述纵轴近似垂直地对准; 并且

其中所述第二级的所述喷射器围绕公共喷射平面周向排列, 所述公共喷射平面相对于所述内部流动路径的所述纵轴近似垂直地对准。

13. 如权利要求 12 所述的燃气涡轮, 其中所述第二级的所述公共喷射平面定位在所述后架处, 并且其中所述第二级的所述喷射器整合到所述后架中。

14. 如权利要求 12 所述的燃气涡轮, 其中所述第一级的所述公共喷射平面在后方与所述过渡连接件的上游端隔开;

其中所述第二级的所述公共喷射平面在后方与所述后架隔开。

15. 如权利要求 14 所述的燃气涡轮, 其中所述第二级的所述公共喷射平面定位在所述涡轮中的所述排定子叶片处; 并且

其中所述第二级的所述喷射器整合到所述排定子叶片中。

16. 如权利要求 12 所述的燃气涡轮, 其中所述第一级的所述公共喷射平面定位在所述燃烧器的所述后架处, 并且所述第二级的所述公共喷射平面定位在所述涡轮中的所述排定子叶片处;

其中所述第一级的所述喷射器整合到所述后架中, 而所述第二级的所述喷射器整合到所述排定子叶片中。

17. 如权利要求 10 所述的燃气涡轮, 其中所述下游喷射系统包括定位在所述内部流动路径内的第三级, 所述第三级配置用于将空气和燃料二者喷射到所述内部流动路径中;

其中所述第二级和所述第三级沿所述内部流动路径的所述纵轴彼此轴向隔开, 所述第三级包括在所述第二级后方的轴向位置。

18. 如权利要求 17 所述的燃气涡轮, 其中在紧随所述初级空气和燃料喷射系统的后方, 所述内部流动路径包括由环绕内衬所限定的初级燃烧区, 并且在紧随所述内衬的后方, 所述内部流动路径包括由环绕过渡连接件所限定的过渡区;

其中所述过渡连接件配置用于将所述初级燃烧区与所述涡轮的进口实现流体相通, 同时使通过所述过渡连接件的流从所述内衬的近似圆柱形横截面积过渡到所述涡轮的所述进口的环形横截面积;

其中所述过渡连接件包括后架, 所述后架形成所述燃烧器与所述涡轮的所述进口之间的接口; 并且

其中所述下游喷射系统的所述第一级定位在所述过渡区内。

19. 如权利要求 18 所述的燃气涡轮,其中所述第二级定位在所述燃烧器的所述后架处,而所述第三级定位在所述涡轮中的所述一排定子叶片处;并且其中所述第二级一体设置于所述后架中,而所述第三级一体设置于所述一排定子叶片中。

20. 一种燃气涡轮,其包括:

燃烧器,其连接至涡轮,所述燃烧器与所述涡轮一起限定内部流动路径,所述内部流动路径绕纵轴从限定前端的初级空气和燃料喷射系统向后延伸,穿过所述燃烧器连接至所述涡轮的接口,并且穿过限定后端的所述涡轮中的一排定子叶片;以及

下游喷射系统,其包括两个喷射级:沿所述内部流动路径的所述纵轴轴向隔开的第一级和第二级,其中所述第一级和所述第二级各自包括多个喷射器,所述多个喷射器配置用于将空气和燃料混合物喷射到所述内部流动路径中;

其中第一停留时间包括发动机预定操作模式期间的一个时间段,在所述时间段中,燃烧流沿所述内部流动路径从限定在所述初级空气和燃料喷射系统处的第一位置行进到限定在所述下游喷射系统的所述第一级处的第二位置,并且其中第二停留时间包括所述发动机预定操作模式期间的一个时间段,在所述时间段中,所述燃烧流沿所述内部流动路径从限定在所述第二级处的第一位置行进到限定在燃烧器端面处的第二位置;并且

其中所述第一级定位在所述初级空气和燃料喷射系统后方的一定距离处,所述距离相当于所述第一停留时间,至少为 6 毫秒;并且其中所述第二级定位在所述燃烧器端面前方的一定距离处,以使得所述距离相当于所述第二停留时间,小于 2 毫秒。

燃气涡轮

技术领域

[0001] 本实用新型大体上涉及内燃机或燃气涡轮发动机（以下称为“燃气涡轮”）中的燃烧系统。更确切地，但并非限制性地，本申请描述与燃气涡轮的燃烧系统中的空气和燃料的下游喷射或延迟喷射有关的新颖方法、系统和装置。

[0002] 背景技术

[0003] 燃气涡轮效率在过去的数十年中已经大大提高，这是因为新的技术使发动机大小能够增加并使操作温度能够更高。允许更高操作温度的一个技术基础是引入用于冷却热气路径内的部件的新颖并创新的传热技术。另外，新材料已在燃烧器内实现更高温度能力。

[0004] 然而，在此时间范围期间，制定出了限制某些污染物发动机工作期间可排放水平的新标准。确切地说，均对发动机的操作温度敏感的 NO_x 、CO 和 UHC 的排放水平受到更严格的管制。其中， NO_x 的排放水平对在更高的发动机点火温度下尤其对增加的排放水平敏感，并且因此大大限制可增加多少温度。因为更高的操作温度与更有效的发动机是一致的，所以这妨碍了发动机效率的提高。简而言之，燃烧器的操作大大限制燃气涡轮操作效率。

[0005] 因此，先进的燃烧器设计技术的主要目标之一变成开发这种配置：在这些更高操作温度下，降低燃烧器驱动的排放水平，以使得发动机可在更高温度下点火，并且因此具有更高的压力比循环和更高的发动机效率。因此，如应了解，将对减少排放（尤其是 NO_x 的排放）并能够实现更高点火温度的新颖燃烧系统设计具有很大的商业需求。

[0006] 实用新型内容

[0007] 因此，本实用新型提供一种燃气涡轮，所述燃气涡轮包括：燃烧器，其连接至涡轮，所述燃烧器与所述涡轮一起限定内部流动路径，所述内部流动路径绕纵轴从限定前端的初级空气和燃料喷射系统向后延伸，通过所述燃烧器连接至所述涡轮的接口，并且通过限定后端的所述涡轮中的一排定子叶片；和下游喷射系统，其包括两个喷射级：沿所述内部流动路径的纵轴轴向隔开的第一级和第二级。所述第一级和所述第二级各自包括多个喷射器，所述多个喷射器构造用于将空气和燃料混合物喷射到所述内部流动路径中。

[0008] 本实用新型进一步提供：燃烧器，其连接至涡轮，所述燃烧器与所述涡轮一起限定内部流动路径，所述内部流动路径绕纵轴从限定前端的初级空气和燃料喷射系统向后延伸，通过所述燃烧器连接至所述涡轮的接口，并且通过限定后端的所述涡轮中的一排定子叶片；和下游喷射系统，其包括两个喷射级：沿所述内部流动路径的纵轴轴向隔开的第一级和第二级，其中所述第一级和所述第二级各自包括多个喷射器，所述多个喷射器构造用于将空气和燃料混合物喷射到所述内部流动路径中。第一停留时间包括在发动机运行的预定模式期间的时间段，在所述时间段中，燃烧流开始沿所述内部流动路径从限定在所述初级空气和燃料喷射系统处的第一位置行进到限定在所述下游喷射系统的第一级处的第二位置。第二停留时间包括在所述发动机运行的预定模式期间的时间段，在所述时间段中，所述燃烧流开始沿所述内部流动路径从限定在第二级处的第一位置行进到限定在燃烧器端平面处的第二位置。所述第一级可定位在所述初级空气和燃料喷射系统后方的一定距离处，所述距离相当 / 等同于为至少 6 毫秒的第一停留时间。所述第二级可定位在所述燃烧

器端平面前方的一定距离处,以使得所述距离相当/等同于为小于2毫秒的第二停留时间。
[0009] 在结合附图和所附权利要求书阅读以下对优选实施例的详细说明后,将清楚地了解本实用新型的这些和其他特征。

附图说明

[0010] 通过结合附图仔细研究以下对本实用新型示例性实施例的更详细说明,将更全面地理解和认识本实用新型的这些和其他特征,在附图中:

- [0011] 图1为可使用本申请的某些实施例的示例性燃气涡轮的截面示意图;
- [0012] 图2为可使用本实用新型的实施例的常规燃烧器的截面示意图;
- [0013] 图3为包括根据常规设计的下游燃料喷射器的单级的常规燃烧器的截面示意图;
- [0014] 图4为根据本实用新型的示例性实施例的方面的燃烧器和涡轮的上游级的截面示意图;
- [0015] 图5为根据本实用新型的替代实施例的燃烧器和涡轮的上游级的截面示意图;
- [0016] 图6为根据本实用新型的替代实施例的燃烧器和涡轮的上游级的截面示意图;
- [0017] 图7为根据本实用新型的替代实施例的燃烧器和涡轮的上游级的截面示意图;
- [0018] 图8为根据本实用新型的替代实施例的燃烧器和涡轮的上游级的截面示意图;
- [0019] 图9为根据本实用新型的替代实施例的燃烧器和涡轮的上游级的截面示意图;
- [0020] 图10为根据本实用新型的替代实施例的燃烧器和涡轮的上游级的截面示意图;
- [0021] 图11为根据本实用新型的替代实施例的燃烧器和涡轮的上游级的截面示意图;
- [0022] 图12为根据本实用新型的替代实施例的燃烧器和涡轮的上游级的截面示意图;
- [0023] 图13为根据本实用新型的替代实施例的燃烧器和涡轮的上游级的截面示意图;
- [0024] 图14为根据本实用新型的某些方面的后架的透视图;
- [0025] 图15为根据本实用新型的某些方面的后架的截面图;
- [0026] 图16为根据本实用新型的某些方面的后架的截面图;
- [0027] 图17为根据本实用新型的某些方面的后架的截面图;
- [0028] 图18为根据本实用新型的某些方面的后架的截面图;以及
- [0029] 图19为根据本实用新型的某些方面的后架的截面图。

具体实施方式

[0030] 虽然可参照特定类型的涡轮发动机来对本实用新型的以下实例进行描述,但是所属领域的技术人员应了解,除非其中进行特别限制,否则本实用新型可不限于这种用途并且可适用于其他类型的涡轮发动机。此外,应了解,在对本实用新型进行描述时,某些术语可用于指代燃气涡轮发动机内的某些机器部件。在可能的情况下,将以公认的意义来使用和采用行业通用术语。然而,这些术语不应被狭义地解释,如所属领域的技术人员应了解,通常特定的机器部件可使用不同的术语来指代。另外,在本说明书中可描述为单个部件的部分可在另一背景中指代为由多个部件构成,或者,在本说明书中可描述为包括多个部件的部分可在其他地方称为单个部件。因此,在理解本实用新型的范围时,不仅应注意特定术语,而且还应注意随附的描述、背景,以及部件的结构、配置、功能和/或使用,尤其是在所附权利要求书中提供的内容。

[0031] 本说明书中可按常规使用多个描述性术语,并且这可能有助于在本节的一开始定义这些术语。因此,除非另作说明,否则这些术语及其定义如下。如本说明书所使用,“下游”和“上游”是指示相对于流体流的方向的术语,所述流体例如像,通过燃气涡轮的压缩机、燃烧器和涡轮段的工作流体,或通过发动机的多个部件系统之一的流动冷却剂。术语“下游”对应于流体流的方向,而术语“上游”是指与流体流的方向相反或相对的方向。若无进一步说明,术语“前”和“后”是指相对于燃气涡轮取向的方向,其中“前”是指发动机的前方或压缩机端,而“后”是指发动机的后方和涡轮端,这两者的对准在图 1 中示出。

[0032] 另外,在给定燃气涡轮发动机绕中心轴的配置和一些部件系统中的这种相同类型的配置的情况下,将可能使用描述相对于轴的位置的术语。关于这点,应了解,术语“径向”是指垂直于轴的移动或位置。与此相关,可能要求描述离中心轴的相对距离。在这种情况下,例如,如果第一部件与中心轴之间的距离近于第二部件,则在本说明书中将陈述为第一部件位于第二部件的“径向内部”或“内侧”。另一方面,如果第一部件与所述轴之间的距离远于第二部件,则在本说明书中可陈述为第一部件位于第二部件的“径向外侧”或“外侧”。另外,应了解,术语“轴向”是指平行于轴的移动或位置。并且最后,术语“周向”是指围绕轴的移动或位置。如所提及,虽然可相对于通常延伸通过发动机的压缩机和涡轮段的公共中心轴线或轴来应用这些术语,但是它们也可相对于其他部件或子系统。例如,在许多机器所通用的圆柱形“罐式”燃烧器(的情况下,给予这些术语相对意义的轴线可以是纵向参考轴线,其被限定为穿过以其形状来命名的圆柱形的“罐”形状中心或过渡连接件的更环状的下游形状的中心。

[0033] 现参照图 1,作为背景,提供了可使用本实用新型的实施例的一种示例性燃气涡轮 10。一般来说,燃气涡轮发动机通过从压缩空气流中燃料燃烧所产生的加压热气流中提取能量来运行。如图 1 中所示,燃烧涡轮发动机 10 包括轴流式压缩机 11,所述轴流式压缩机 11 通过公共轴而机械地连接至下游涡轮区或涡轮 13,而燃烧器 12 定位两者之间。如所示出,压缩机 11 包括多个级,每个级包括一排压缩机转子叶片,其后是一排压缩机定子叶片。涡轮 13 也包括多个级。每个涡轮级包括一排涡轮动叶(bucket)或转子叶片,其后是在运行期间保持固定的一排涡轮喷嘴定子叶片。涡轮定子叶片大体上绕旋转轴线彼此周向地隔开并且固定。转子叶片可安装在连接至轴的转子叶轮上。

[0034] 在操作中,压缩机转子叶片在压缩机 11 内的旋转压缩引导到燃烧器 12 中的空气流。在燃烧器 12 内,压缩空气与燃料混合并点燃,以便产生赋能工作流体流,所述赋能工作流体流随后可膨胀通过涡轮 13。确切地说,将来自燃烧器 12 的工作流体引导到涡轮转子叶片上以引起旋转,转子叶轮随后将所述旋转平移至轴。以这种方式,将工作流体流的能量转换成正在旋转的轴的机械能。所述轴杆的机械能随后可用于驱动压缩机转子叶片的旋转,以便产生必要的压缩空气供给,并且(例如)以便驱动发电机发电。

[0035] 图 2 是可使用本实用新型实施例的常规燃烧器的截面图。然而,燃烧器 20 可采取各种形式,每个所述形式适合于包括本实用新型的各个实施例。通常,燃烧器 20 包括定位在头端 22 处的多个燃料喷嘴 21。应了解,用于燃料喷嘴 21 的各种常规配置可与本实用新型一起使用。在头端 22 内,使空气和燃料在一起以用于在由环绕内衬 24 限定的燃烧区 23 内燃烧。内衬 24 通常从头端 22 延伸到过渡连接件 25。如所示出,内衬 24 由导流套管 26 环绕,并且类似地,过渡连接件 25 由冲击套管 28 环绕。应了解,在导流套管 26 与内衬 24

之间以及过渡连接件 25 与冲击冷却套管 28 之间形成环腔(annulus),所述环腔在本说明书中将称为“流动环腔 27”。如所示出,流动环腔 27 延伸燃烧器 20 的大部分长度。从内衬 24 起,在过渡连接件 25 朝向涡轮 13 向下延伸时,过渡连接件 25 将所述流从内衬 24 的圆形横截面转换成环形横截面。在下游端处,过渡连接件 25 引导工作流体流朝向涡轮 13 的第一级。

[0036] 应了解,导流套管 26 和冲击套管 28 通常具有穿过其形成的冲击孔(未示出),所述冲击孔允许来自压缩机 12 的压缩空气冲击流进入在导流套管 26/ 内衬 24 和 / 或冲击套管 28/ 过渡连接件 25 之间形成的流动环腔 27。通过冲击孔的压缩空气流对流地冷却内衬 24 和过渡连接件 25 的外表面。通过流动环腔 27 朝向燃烧器 20 的前端引导穿过导流套管 26 和冲击套管 28 进入燃烧器 20 的压缩空气。压缩空气随后进入燃料喷嘴 21,在燃料喷嘴 21 中,所述压缩空气与燃料混合以用于燃烧。

[0037] 涡轮 13 通常具有多个级,其中每个所述级包括两排轴向堆叠的叶片:一排定子叶片 16,其后是一排转子叶片 17,如图 1 和图 4 中所示。每个叶片排包括绕涡轮 13 的中心轴线周向隔开的许多叶片。在下游端处,过渡连接件 25 包括出口和后架 29,其将燃烧产物流引导到涡轮 13 中,在所述涡轮 13 中,所述燃烧产物流与转子叶片相互作用以引发绕轴的旋转。以这种方式,过渡连接件 25 用于连接燃烧器 20 和涡轮 13。

[0038] 图 3 示出包括补充或下游燃料 / 空气喷射的燃烧器 12 的视图。应了解,这种补充燃料 / 空气喷射通常称为延迟贫喷射或轴向分级喷射。如本说明书中所使用,由于燃料 / 空气喷射相对于定位在头端 22 处的初级燃料喷嘴 21 的下游位置,这种类型的喷射将称为“下游喷射”。应了解,图 3 所示的下游喷射系统 30 与常规设计一致并且仅出于示例性目的被提供。如所示出,下游喷射系统 30 可包括限定在导流套管 26 内的燃料通道 31,尽管其他类型的燃料输送是可能的。燃料通道 31 可延伸到喷射器 32,在此实例中,所述喷射器 32 定位在内衬 24 和导流套管 26 的后端处或附近。喷射器 32 可包括喷嘴 33 和跨过流动环腔 27 延伸的传输管 34。在给定这种布置情况下,应了解,每个喷射器 32 使来源于导流套管 26 外部的压缩空气供给和通过喷嘴 33 输送的燃料供给合在一起,并且将此混合物喷射到内衬 24 内的燃烧区 23 中。如所示出,若干燃料喷射器 32 可围绕导流套管 26/ 内衬 24 组件周向地定位,以便在燃烧区 23 周围的多个点处引入燃料 / 空气混合物。若干燃料喷射器 32 可定位在同一轴向位置处。也就是说,将若干喷射器定位在沿燃烧器 12 的中心轴线 37 的同一位置处。如本说明书中所使用,可将具有这种配置的燃料喷射器 32 描述为定位在公共喷射平面 38 上,如所示出,所述公共喷射平面 38 是垂直于燃烧器 12 的中心轴线 37 的平面。在图 3 所示的示例性常规设计中,喷射平面 36 定位在内衬 24 的后端或下游端处。

[0039] 转向图 4 至图 19 以及本实用新型,应了解,燃气涡轮的排放水平取决于许多操作准则。燃烧区中反应物的温度是这些因素之一,并且已经显示所述温度影响某些排放水平,如尤其是 NO_x 排放水平。应了解,燃烧区中反应物的温度与燃烧器的出口温度成比例地相关,这对应于更高的压力比,并且此外,更高的压力比使这些布雷顿循环(Brayton Cycle)型发动机中的效率水平提高。因为已发现 NO_x 的排放水平与反应物温度具有强烈且直接的关系,所以现代燃气涡轮在通过技术进步(如先进的燃料喷嘴设计和预混合)来增高点火温度的同时,仅能够维持可接受的 NO_x 排放水平。继这些进步之后,采用延迟喷射或下游喷射使得能够进一步增大点火温度,因为已发现,在更高温度下反应物在燃烧区内的较短停留

时间会降低 NO_x 水平。确切地说,已经显示,至少在一定程度上,控制停留时间可用于控制 NO_x 排放水平。

[0040] 这种下游喷射(其也称为“延迟贫喷射(late lean injection)”)将空气和燃料供给的一部分引入被输送至燃烧器头端或前端内的初级喷射点的空气和燃料主要供给的下游。应了解,喷射器的这种下游定位会减少燃烧反应物逗留在燃烧器内更高温度的火焰区内的时间。确切地说,由于流体流穿过燃烧器速度的大体上恒定,所以通过下游喷射来缩短反应物在离开火焰区之前必须行进的距离使得这些反应物停留在火焰区中的高温下的时间减少,如所说明,这降低发动机的 NO_x 形成和 NO_x 排放水平。这实现了先进的燃烧器设计:其结合先进燃料/空气混合或预混合技术与下游喷射的减少的反应物停留时间,以实现进一步增大燃烧器点火温度,并且重要地是,实现更有效的发动机,而同时还维持可接受的 NO_x 排放水平。

[0041] 然而,其他考虑因素限制下游喷射完成下游喷射可采用的方式以及可达到的程度。例如,下游喷射可能导致 CO 和 UHC 排放水平升高。也就是说,如果燃料以太大的数量喷射在燃烧区中距离下游太远的位置处,那么这可能导致燃料不完全燃烧或 CO 不充分燃尽。因此,虽然围绕延迟喷射概念以及延迟喷射如何可以用于影响某些排放的基本原理可能众所周知,但是具有挑战性的设计障碍仍然是如何可以优化这种策略,以便能够实现更高的燃烧器点火温度。因此,能够以有效且具有成本效益的方式来进一步优化停留时间的新颖燃烧器设计和技术对于进一步技术进步来说是重要领域,如以下所讨论,这是本实用新型的主题。

[0042] 本实用新型的一个方面针对下游喷射提出了一种整合/一体设置两级喷射方法。如以下所讨论,每级可轴向地隔开,以便具有相对于燃烧器 12 的更后部分和/或涡轮 13 的上游区域内的另一级的离散轴向位置。现参照图 4,示出燃气涡轮发动机 10 的截面部分,根据本实用新型的各个方面,其示出用于安排延迟喷射的两个级中的每级的大致范围(阴影部分)。更确切地说,根据本实用新型的下游喷射系统 30 可包括过渡区 39 内的两个整合轴向喷射级,其是内部流动路径的限定在燃烧器 12 的过渡连接件 25 内的部分,或内部流动路径的限定在涡轮 13 的第一级内的下游的部分。本实用新型的两个轴向级包括本说明书中所谓的上游或“第一级 41”和下游或“第二级 42”。根据某些实施例,这些轴向级中的每一级包括多个喷射器 32。每个级内的喷射器 32 可在过渡区 39 或涡轮 13 的前部部分内大致相同的轴向位置处周向地隔开。将会将以这种方式配置的喷射器 32(即,在公共轴向平面上周向地隔开的喷射器 32)在本说明书中描述为具有公共喷射平面 38,如参照图 5 至图 7 更详细地讨论。根据优选实施例,在第一级 41 和第二级 42 中的每一个处的喷射器可配置用于在每个位置处喷射空气和燃料二者。

[0043] 图 4 示出根据优选实施例第一级 41 和第二级 42 中的每一个可被定位的轴向范围。为了限定优选轴向定位,应了解,在给定图 5 至图 7 的截面图或剖面图情况下,可将燃烧器 12 和涡轮 13 描述为限定以下内部流动路径,所述内部流动路径绕纵向中心轴线 37 从燃烧器 12 的头端 22 附近的上游端延伸直到涡轮 13 段中的下游端。因此,第一级 41 和第二级 42 中的每一个的定位可相对于各自沿内部流动路径的纵轴 37 的位置限定。同样如图 4 中显示,可限定垂直于纵向中心轴 37 形成的某些参考平面,所述参考平面提供对于涡轮的这个区域内的轴向位置的进一步限定。这些平面中的第一个是燃烧器中间平面 48,所述

燃烧器中间平面 48 相对于中心轴 37 是垂直平面,所述中心轴 37 定位在燃烧器 12 的大致轴向中点处,即,大约在头端 22 的燃料喷嘴 21 与燃烧器 12 的下游端之间的中途。应了解,燃烧器中间平面 48 通常出现在内衬 24/ 导流套管 26 组件改变为过渡连接件 25/ 冲击冷却套管 28 组件的位置附近。如所示出,限定在燃烧器 12 的后端处的第二参考平面在本说明书中称为燃烧器端平面 49。燃烧器端平面 49 标示后架 29 的下游远端。

[0044] 根据优选实施例,如图 4 中所示,本实用新型的下游喷射系统 30 可包括两个轴向喷射级:定位在燃烧器中间平面后方的第一级 41 和第二级 42。更确切地说,第一级 41 可定位在过渡区 39 的后半部分中,而第二级 42 可定位在第一级 41 与涡轮 13 中第一排定子叶片 16 之间。更优选地,第一级 41 可定位在燃烧器 12 的后部部分内非常靠后处,而第二级 42 在燃烧器 12 的端面 49 的附近或下游。在某些情况下,第一级 41 和第二级 42 可定位在彼此附近,以便可采用公共空气 / 燃料导管。

[0045] 现转向图 5 至图 10,所提供的若干优选实施例示出本实用新型的涉及两级系统的进一步方面。这些图中的每一个包括通过示例性燃烧器 12 和涡轮 13 的内部流动路径的截面图。如所属领域的普通技术人员应了解,头端 22 和燃料喷嘴 21 (它们在本说明书中也可称为初级空气和燃料喷射系统) 可包括若干配置中的任何配置,因为本实用新型的操作并不依赖于任何一种特定配置。根据某些实施例,头端 22 和燃料喷嘴 21 可配置成与延迟贫喷射系统或下游喷射系统兼容,如美国专利 8,019,523 中所描述并限定,所述美国专利以引用的方式整体并入本说明书。在头端 22 的下游,内衬 24 可限定燃烧区 23,在所述燃烧区 23 内燃烧了输送至头端 22 的大量空气和燃料主要供给。过渡连接件 25 随后可从内衬 24 向下游延伸并限定过渡区 39,并且在过渡连接件 25 的下游端处,后架 29 可引导燃烧产物朝向涡轮 13 中的最初一排定子叶片 16。

[0046] 这些第一喷射级 41 和第二喷射级 42 中的每一个可包括多个周向隔开的喷射器 32。每个轴向级内的喷射器 32 可定位在公共喷射平面 38 上,所述喷射平面 38 是相对于内部流动路径的纵轴 37 的垂直参考平面。喷射器 32 (为清晰起见,其在图 5 至图 7 中以简化形式表示) 可包括用于将空气和燃料喷射到燃烧器 12 的下游或后端或涡轮 13 内的第一级中的任何常规设计。任一级 41、42 的喷射器 32 可包括:图 3 所示的喷射器 32;以及在美国专利 8,019,523 和 7,603,863 (所述两个美国专利以引用方式并入本说明书中) 中所描述或所提及的那些喷射器中的任何一个;以下参照图 14 至图 19 所述的那些喷射器中的任何一个;以及其他常规燃烧器燃料 / 空气喷射器。如并入的参考中所提供,本实用新型的燃料 / 空气喷射器 32 还可包括根据任何常规手段和装置整合在所述一排定子叶片 16 内的那些喷射器,例如像,美国专利 7,603,863 中所描述的那些喷射器。对于过渡区 39 内的喷射器 32 来说,每一个可由过渡连接件 25 和 / 或冲击冷却套管 28 进行结构支撑,并且在某些情况下,可延伸到过渡区 39 中。喷射器 32 可配置用于在大体上横向于通过过渡区 39 的主导流动方向的方向上将空气和燃料喷射到过渡区 39 中。根据某些实施例,下游喷射系统 30 的每个轴向级可包括若干喷射器 32,所述喷射器 32 以规则的间距,或在其他情况下以不均匀的间距周向地隔开。作为一个实例,根据一个优选实施例,可在每个轴向级处采用 3 至 10 个喷射器 32。在其他优选实施例中,第一级可包括 3 至 6 个喷射器,并且第二级 (以及第三级,若存在) 各自可包括 5 至 10 个喷射器。至于所述喷射器的周向安排,在两个轴向级 41、42 之间的喷射器 32 可相对于彼此同轴或交错地安排,并且如以下所讨论,可安排用于补充

另一个。在优选实施例中,第一级 41 的喷射器 32 可配置用于比第二级 42 的喷射器 32 更多地穿透主流。在优选实施例中,这可能导致第二级 42 比第一级 41 具有更多围绕流动路径圆周定位的喷射器 32。第一级、第二级和第三级(若存在)的喷射器各自可经配置使得在操作中,喷射器在某个方向上喷射空气和燃料,所述方向与垂直于通过内部流路的主导流动方向的参考线在 $+30^{\circ}$ 与 -30° 之间。

[0047] 至于下游喷射系统 30 的第一级 41 和第二级 42 的轴向定位,在图 5 和图 6 所示的优选实施例中,第一级 41 可正好定位在燃烧器中间平面 48 的上游或下游,并且第二级 42 可定位在燃烧器 12 的端面 49 附近。在某些实施例中,第一级 41 的喷射平面 38 可设置在过渡区 39 内,大致在燃烧器中间平面 48 与端面 49 之间的中途。如图 5 中所示,第二级 42 可正好定位在燃烧器 12 的下游端或端面 49 的上游。换言之,第二级 42 的喷射平面 38 可正好出现在后架 29 上游端的上游。应了解,第一级 41 和第二级 42 的下游位置减少了从其所喷射的反应物停留在燃烧器内的时间。也就是说,在给定流通过燃烧器 13 的相对恒定速度情况下,停留时间的减少与反应物在到达燃烧器的下游终端或火焰区之前必须行进的距离直接相关。因此,如以下更详细地讨论,用于第一级 41 的距离 51 (如图 6 中所示) 导致所喷射反应物的停留时间是在头端 22 处所释放的反应物的停留时间的一小部分。类似地,用于第二级 42 的距离 52 导致所喷射反应物的停留时间是在第一级 41 处所释放的反应物的停留时间的一小部分。如所陈述,这种减少的停留时间降低 NO_x 排放水平。如以下更详细地讨论,在某些实施例中,在给定轴向位置和所计算的通过燃烧器的流率情况下,喷射级相对于初级燃料和空气喷射系统和彼此的精确安排可取决于预期停留时间。

[0048] 在另一示例性实施例中,如图 7 中所示,第一级 41 的喷射平面 38 可定位在过渡连接件 25 的后四分之一中,如所示出,所述后四分之一在燃烧器 12 中的下游比图 5 所示的第一级 41 稍微更远处。在这种情况下,第二级 42 的喷射平面 38 可定位于后架 29 处,或非常接近燃烧器 12 的端面 49。在这种情况下,根据优选实施例,第二级 42 的喷射器 32 可整合到后架 29 的结构中。

[0049] 在另一示例性实施例中,如图 8 中所示,第一级 41 的喷射平面 38 可正好定位在后架 29 或燃烧器 12 的端面 49 稍微上游处。第二级 42 可定位在或非常接近涡轮 13 内的第一排定子叶片 16 的轴向位置。在优选实施例中,第二级 42 的喷射器 32 可整合到这排定子叶片 16 中,如上文所提及。

[0050] 本实用新型还包括控制配置,其用于在头端 22 的初级空气和位于燃料喷射系统与下游喷射系统的第一级 41 和第二级 42 之间分布空气和燃料。根据优选实施例,相对于彼此来说,第一级 41 可配置用于比第二级 42 喷射更多燃料。在某些实施例中,喷射在第二级 42 处的燃料少于喷射在第一级处的燃料的 50%。在其他实施例中,喷射在第二级 42 处的燃料介于喷射在第一级 41 处的燃料的大致 10% 至 50%。第一级 41 和第二级 42 中的每一个可配置用于在给定所喷射的燃料情况下喷射大致最小量的空气(这可通过分析和测试确定),以便针对燃烧器出口温度大致地最小化 NO_x ,而同时还允许 CO 充足 / 充分燃尽。其他优选实施例包括在头端 22 的初级空气和燃料喷射系统与下游喷射系统的第一级 41 和第二级 42 之间的更多特定水平的空气和燃料分布。例如,在一个优选实施例中,燃料的分布包括:燃料的 50% 至 80% 到达初级空气和燃料喷射系统;20% 至 40% 的燃料到达第一级 41;2% 至 10% 的燃料到达第二级。在这类情况下,空气的分布可包括:60% 至 85% 的空气到达初级

空气和燃料喷射系统;15%至35%的空气到达第一级41;并且1%至5%的空气到达第二级42。在另一个优选实施例中,可甚至更加精确地限定这类空气和燃料分流。在这种情况下,初级空气和燃料喷射系统、第一级41以及第二级42之间的空气和燃料分流如下:分别地,燃料为70%/25%/5%并且空气为80%/18%/2%。

[0051] 可以若干种方式来控制并配置两个喷射级的各种喷射器,以便实现所期望的操作和优选的空气和燃料分流。应了解,这些方法中的某些包括美国专利申请2010/0170219的各个方面,所述美国专利申请以引用方式整体并入本说明书中。如图9中示意性地呈现,可通过公共控制阀55来控制每个级41、42的空气和燃料供给。也就是说,在某些实施例中,空气和燃料供给可配置为具有公共阀55的单系统,并且在两个级之间期望的空气和燃料分流可通过在两个级中单独供应通道或喷射器32内的开孔的大小调整来被动确定。如图10中所示,对每一级41、42的空气和燃料供给可使用控制对每一级41、42的进给的单独阀55来独立地控制。应了解,本说明书中所提及的任何可控制阀可电连接至控制器,并且其设置是通过根据常规系统的控制器来操纵。

[0052] 可选择第一级41中喷射器32的数量以及每一个喷射器的周向位置,以使所喷射的空气和燃料穿透主要燃烧器流,从而改进混合和燃烧。可调整喷射器32,以便能够充分穿透到主流中的渗透,从而在给定喷射下游位置情况下,使空气和燃料在短暂停留时间期间充分混合并反应。可选择用于第二级42的喷射器32的数量,以补充从第一级41喷射所产生的流动和温度分布(轮廓)。此外,第二级可配置成在工作流体流中比第一级喷射所需要具有更少射流穿透。因此,与第一级相比,对于第二级来说,可围绕流动路径的周边定位更多喷射点。另外,可选择第一级喷射器32的数量和类型以及在每一个喷射器处所喷射的空气和燃料的量,以便将可燃反应物安排在温度低和/或CO浓度高的位置处,从而改进燃烧和CO燃尽。优选地,第一级41的轴向位置应尽可能靠后、与第二级42的能力一致,以促进离开第一级41的CO/UHC反应。由于第二级42喷射的停留时间非常短暂,所以将在此处喷射相对小部分的燃料,如上文所提供。还可基于计算和试验数据使第二级42空气的量最小化。

[0053] 在某些优选实施例中,可配置第一级41和第二级42,以使得来自第一级41的喷射空气和燃料比来自第二级42的喷射空气和燃料更多地穿透通过内部流动路径的燃烧流。在这类情况下,如已经提及,第二级42可采用更多喷射器32(相对于第一级41),所述喷射器32配置用于产生较弱的喷射流。应了解,使用这种策略,第一级41的喷射器32可配置成主要用于将其喷射的所喷射空气和燃料与内部流动路径的中间区域中的燃烧流混合,而第二级42的喷射器32配置成主要用于将所喷射空气和燃料与内部流动路径的周边区域中的燃烧流混合。

[0054] 根据本实用新型的各方面,可整合/一体设置下游喷射的两个级以改进功能、反应物混合以及通过内部流动路径的燃烧特性,同时改进关于在操作期间输送到燃烧器13的压缩空气供给的使用效率。也就是说,可需要较少的喷射空气来实现与下游喷射相关联的性能优点,这增加了供给到燃烧器13后部部分的空气的量以及此空气提供的冷却效果。与此相一致的是,在优选实施例中,第一级41的喷射器32的周向安排包括以下配置:通过这种配置,所喷射空气和燃料基于来自初级空气和燃料喷射系统的预期燃烧流而穿透内部流路中的预定区域,从而增加第一级41下游的燃烧流中的反应物混合和温度均匀性。另

外,第二级 42 的喷射器 32 的周向安排可以是以下布置:在给定第一级 41 下游的预期燃烧流的特性情况下,补充第一级 41 的喷射器 32 的轴向安排。应了解,若干不同的燃烧流特性对于改进通过燃烧器的燃烧是重要的,这可能有益于排放水平。这些特性包括例如,燃烧流内的反应物分布、温度分布、CO 分布和 UHC 分布。应了解,这类特性可定义为内部流路内的轴向位置或范围上的燃烧流内任何流动特性的横截面分布,并且某些计算机操作模型可用于预测这类特性,或者可通过对发动机实际操作实验或测试或其组合来确定所述特性。通常,当燃烧流充分混合并均匀时,性能得到改进,并且本实用新型的整合/一体设置的两级方法可用于实现这一目的。因此,在给定通过第一级 41 和第二级 42 的喷射器 32 的周向安排进行的空气和燃料喷射的预期效果情况下,第一级 41 和第二级 42 的喷射器 32 的周向安排可基于:a) 在操作期间正好在第一级 41 上游的预期燃烧流的特性;以及 b) 正好在第二级 42 下游的预期燃烧流的特性。如所陈述,此处的特性可以是反应物分布、温度分布、NO_x 分布、CO 分布、UHC 分布、或可用于模拟这些特性中的任何特性的其他相关特性。单独来说,根据本实用新型的另一个方面,第一级 41 的喷射器 32 的周向安排可基于在操作期间正好在第一级 41 上游的预期燃烧流的特性,所述特性可基于初级空气和燃料喷射系统 30 的配置。第二级 42 的喷射器 32 的周向安排可基于正好在第二级 42 上游的预期燃烧流的特性,所述特性可基于第一级 41 的喷射器 32 的周向安排。

[0055] 应了解,本实用新型的整合/一体设置的两级下游喷射系统 30 具有若干优点。第一,整合系统通过物理连接第一级和第二级减少了停留时间,这允许第一级 41 进一步向下游移动。第二,整合系统允许在第一级中使用更多且更小的喷射点,因为可定制第二级来解决在第一级下游所产生的流的不希望的属性。第三,与单级系统相比,包括第二级允许每一级可配置用于较少地穿透到主流中,这要求使用更少“载体”空气来获得必要的穿透。这意味着将从流动环腔内的冷却流中虹吸较少的空气,从而允许主燃烧器的结构在降低的温度下操作。第四,减少的停留时间将允许更高的燃烧器温度而不会增加 NO_x 排放。第五,单个“双歧管”布置可用于简化整合的两级喷射系统的构造,这使得这些各个优点的实现具有成本效益。

[0056] 现转向本实用新型的附加实施例,应了解,喷射级的定位可基于停留时间。如所描述,下游喷射级的定位可能影响多个燃烧性能参数,包括(但不限于)一氧化碳排放(CO)。将下游级定位离初级级太近可能在下级未得到燃料时导致过多的一氧化碳排放。因此,来自初级区的流必须具有时间进行反应并在第一下游喷射级之前消耗一氧化碳。应了解,此要求的时间是所述流的“停留时间”,或换句话说,是燃烧材料的流行进轴向隔开的喷射级之间的距离所花费的时间。两个级之间的停留时间可在任何两个位置之间基于位置之间的总体积和体积流率而在整体基础上进行计算,所述体积流率可在给定燃气涡轮发动机的操作模式情况下来计算。因此,可将任何两个位置之间的停留时间计算为体积除以体积流率,其中体积流率为随着密度的质量流率。换句话说,可将体积流率计算为质量流率乘以气体温度乘以适用气体常数除以气体压力。

[0057] 因此,已确定的是,在考虑排放水平(包括一氧化碳的排放水平)情况下,第一下游喷射级距离在燃烧器的头端处的初级燃料和空气喷射系统不应近于 6 毫秒(ms)。也就是说,此停留时间是某个发动机操作模式期间的一个时间段,在所述时间段中,燃烧流沿内部流动路径从限定在初级空气和燃料喷射系统处的第一位置行进到限定在下游喷射系统的

第一级处的第二位置。在这种情况下,第一级应定位在初级空气和燃料喷射系统后方的一定距离处,所述距离相当于为至少 6ms 的第一停留时间。另外,已确定的是,从 NO_x 排放立场来说,延迟的下游喷射具有有益的影响,并且第二下游喷射级应定位成距离燃烧器出口或燃烧器端平面小于 2ms。也就是说,此停留时间是在某个发动机操作模式期间的一个时间段,在所述时间段中,燃烧流沿内部流动路径从限定在第二级处的第一位置行进到限定在燃烧器端面处的第二位置。在这种情况下,第二级应定位在燃烧器端面前方的一定距离处,所述距离相当于为小于 2ms 的此停留时间。

[0058] 图 11 至图 14 示出具有三个喷射级的系统。图 11 示出三个级中的每一个可定位在其内的轴向范围。根据优选实施例,如图 11 中所示,本实用新型的下游喷射系统 30 可包括三个轴向喷射级:定位在燃烧器中间平面后方的第一级 41、第二级 42 和第三级 43。更确切地说,第一级 41 可定位在过渡区 39 中,第二级 42 可定位在燃烧器端平面 49 附近,并且第三级可定位在燃烧器端平面 49 处或其后方。图 12 至图 14 提供某些优选实施例,其中三个喷射级中的每一个可定位在这些范围内。如图 12 中所示,第一级和第二级可定位在过渡区内,并且第三级可定位在燃烧器端平面附近。如图 13 中示出,第一级可定位在过渡区内,而第二级和第三级分别定位在后架和第一排定子叶片处。在某些实施例中,如以上所讨论,第二级可整合到后架中,而第三级可整合到定子叶片中。

[0059] 本实用新型进一步描述了包括三个喷射级的下游喷射系统内的燃料和空气喷射量和比率。在一个实施例中,第一级、第二级和第三级包括以下配置,所述配置将喷射在第二级处的燃料限制到小于喷射在第一级处的燃料的 50%,并且将喷射到第三级处的燃料限制到小于喷射在第一级处的燃料的 50%。在另一个优选实施例中,第一级、第二级和第三级包括以下配置,所述配置将喷射在第二级处的燃料限制到喷射在第一级处的燃料的 10% 至 50%,并且将喷射在第三级处的燃料限制到喷射在第一级处的燃料的 10% 至 50%。在其他优选实施例中,初级空气和燃料喷射系统以及下游喷射系统的第一级、第二级和第三级可配置成在操作期间向各自输送总燃料供给的以下百分数:50% 至 80% 输送到初级空气和燃料喷射系统;20% 至 40% 输送到第一级;2% 至 10% 输送到第二级;并且 2% 至 10% 输送到第三级。在另外其他优选实施例中,初级空气和燃料喷射系统以及下游喷射系统的第一级、第二级和第三级可配置成在操作期间向各自输送总燃料供给的以下百分数:60% 至 85% 输送到初级空气和燃料喷射系统;15% 至 35% 输送到第一级;1% 至 5% 输送到第二级;并且 0% 至 5% 输送到第三级。在另一个优选实施例中,初级空气和燃料喷射系统以及下游喷射系统的第一级、第二级和第三级可配置成在操作期间向各自输送总燃料供给的以下百分数:约 65% 输送到初级空气和燃料喷射系统;约 25% 输送到第一级;约 5% 输送到第二级;并且约 5% 输送到第三级。在这种情况下,初级空气和燃料喷射系统以及下游喷射系统的第一级、第二级和第三级可配置成在操作期间向各自输送总燃料供给的以下百分数:约 78% 输送到初级空气和燃料喷射系统;约 18% 输送到第一级;约 2% 输送到第二级;并且约 2% 输送到第三级。

[0060] 图 14 至图 19 提供本实用新型的另一个方面的实施例,其包括燃料喷射器可结合到后架 29 中的方式。如所陈述,后架 29 包括框架构件,所述框架构件提供位于燃烧器 12 的下游端与涡轮 13 的上游端之间的接口。

[0061] 如图 14 中所示,后架 29 形成约束或包围内部流动路径的刚性结构构件。后架 29

包括限定内部流动路径的外侧边界的内表面或内壁 65。后架 29 包括外表面 66, 所述外表面 66 包括结构元件, 所述后架通过所述结构元件连接至燃烧器和涡轮。穿过后架 29 的内壁可形成许多出口端口 74。出口端口 74 可配置用于使燃料腔室 71 连接至内部流动路径 67。后架 29 可包括 6 至 20 个出口端口, 尽管也可提供更多或更少出口端口。出口端口 74 可在后架的内壁 65 周围周向隔开。如所示出, 后架 29 可包括环形横截面形状。

[0062] 如图 15 至图 19 中所示, 根据本实用新型的后架 29 可包括形成于其内的周向延伸的燃料腔室 71。如图 15 中所示, 燃料腔室 71 可具有燃料进口端口 72, 其穿过后架 29 的外壁 66 形成, 并且通过所述燃料进口端口 72 将燃料供给到燃料腔室 71。因此, 燃料进口端口 72 可使燃料腔室 71 连接至燃料供给 77。燃料腔室 77 可配置用于约束或完全包围内部流动路径 67。如所示出, 一旦燃料到达燃料腔室 71, 则可通过出口端口 74 将其喷射到内部流动路径 67 中。如图 16 中所示, 在某些情况下, 空气可在输送至燃料腔室 71 之前在预混合器 84 内与燃料预混合。或者, 可使空气和燃料在一起并且在燃料腔室 71 内混合, 此举的实例在图 17 中示出。在这种情况下, 空气进口端口 73 可形成于后架 29 的外壁 66 中, 并且可与燃料腔室 71 流体连通。空气进口端口 73 可在后架 29 周围周向隔开, 并且由在此区域中环绕燃烧器的压缩机排气来进给。

[0063] 还如图 17 中所示, 出口端口 74 可倾斜。此角度可以相对于垂直于通过内部流动路径 67 的燃烧流的参考方向。在某些优选实施例中, 如所示出, 出口端口的倾斜可在朝向燃烧流的下游方向的 0° 与 45° 之间。另外, 出口端口 74 可配置成相对于后架 29 的内壁 65 的表面齐平, 如图 17 中所示。或者, 可配置出口端口 74, 以使得每一个突出远离内壁 65 并突出到内部流动路径 67 中, 如图 19 中所示。

[0064] 图 18 和图 19 提供一个替代实施例, 其中许多管 81 配置用于横穿燃料腔室 71。可配置每个管 81, 以使得第一端连接至空气进口端口 73 之一, 并且第二端连接至出口端口 74 之一。在某些实施例中, 如图 18 中所示, 形成于后架的内表面 65 上的出口端口 74 包括: a) 空气出口端口 76, 其配置用于连接至管 81 之一; 和 b) 燃料出口端口 75, 其配置用于连接至燃料腔室 71。这些出口端口中的每一个可彼此邻近地定位在内壁 65 上, 以便一旦空气和燃料喷射到内部流动路径 67 中就促进其混合。在一个优选实施例中, 如图 18 中所示, 空气出口端口 76 配置成具有圆形形状, 并且燃料出口端口 75 配置成具有在空气出口端口 76 的圆形形状周围形成的环形形状。一旦燃料与空气输送到内部流动路径 67, 此配置将进一步促进燃料与空气的混合。应了解, 在某些实施例中, 管 81 将具有坚固的结构, 所述结构防止移动通过管 81 的流体与移动通过燃料腔室 71 的流体混合, 直到将这两种流体喷射到内部流动路径 67 中。或者, 如图 19 中所示, 管 71 可包括开口 82, 所述开口 82 允许空气和燃料在喷射到内部流动路径 67 中之前预混合。在这类情况下, 在开口 82 的下游可包括促进湍流和混合的结构(例如湍流器 83) 以便增强预混合。

[0065] 所属领域的技术人员应了解, 上述有关若干示例性实施例的许多不同特征和配置可进一步选择性地应用于形成本实用新型的其他可能实施例。出于简洁性和所属领域技术人员能力的考虑, 将不提供或详细讨论所有可能迭代方案, 即使包含在下述若干权利要求或其他方面中的所有组合和可能的实施例意图属于本实用新型的一部分。此外, 所属领域的技术人员将可根据上述对本实用新型的若干示例性实施例进行的描述, 做出改进、变化和修改。在所属技术领域范围内的 此类改进、变化和修改也意图包括在所附权利要求书的

范围内。此外,应显而易见,上述说明仅涉及本实用新型的所述实施例,并且可在不脱离本实用新型的精神和范围的情况下做出多种变化和修改,本实用新型的精神和范围由所附权利要求书及其等效物限定。

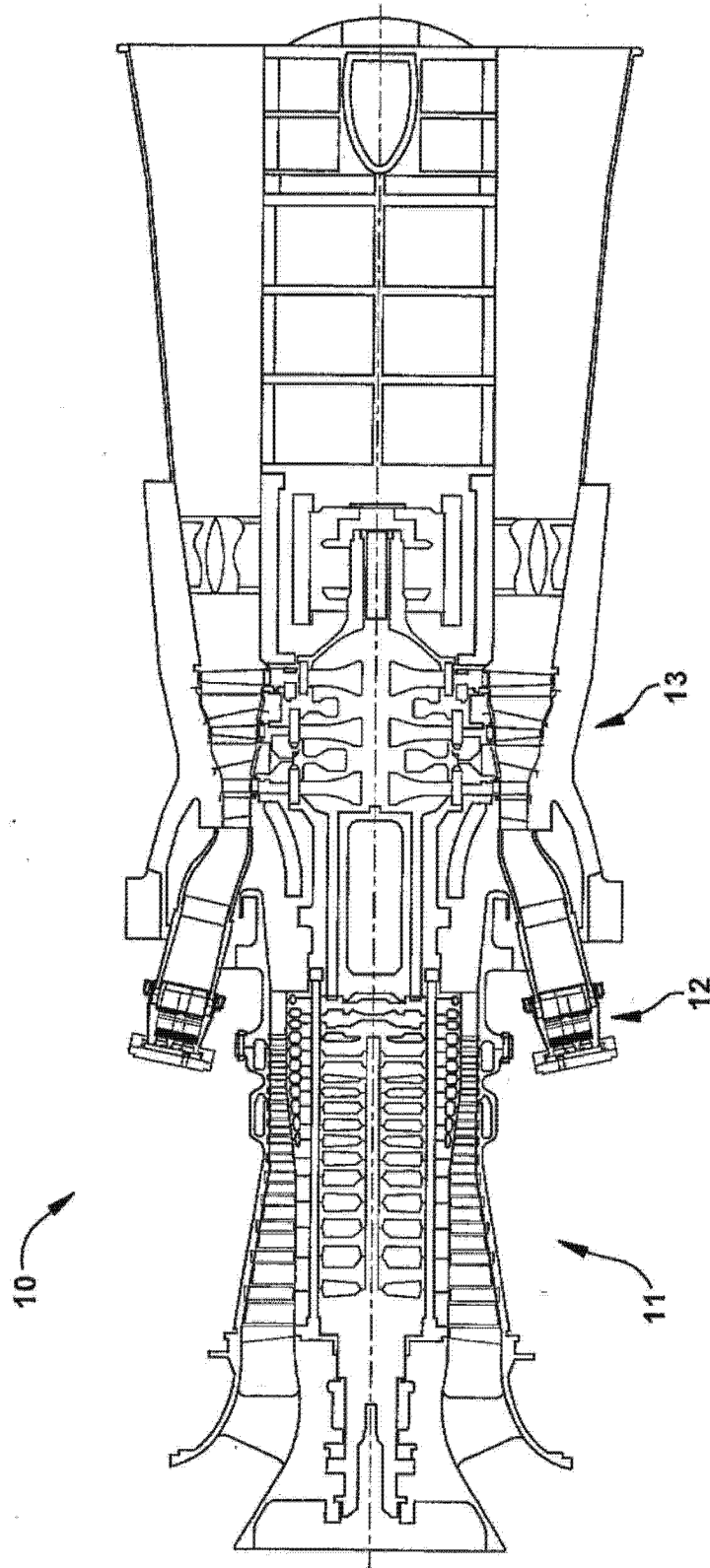


图 1 现有技术

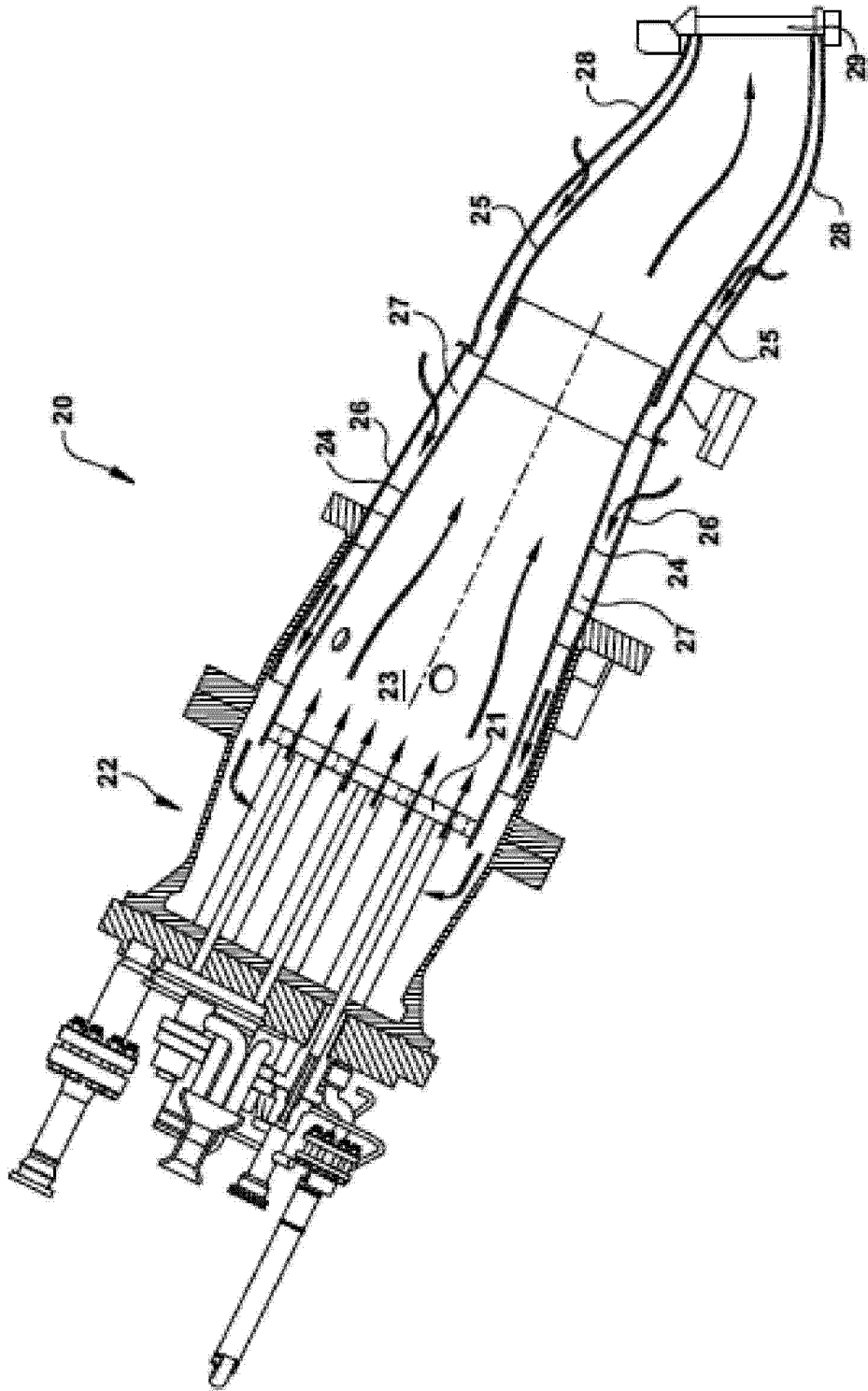


图 2 现有技术

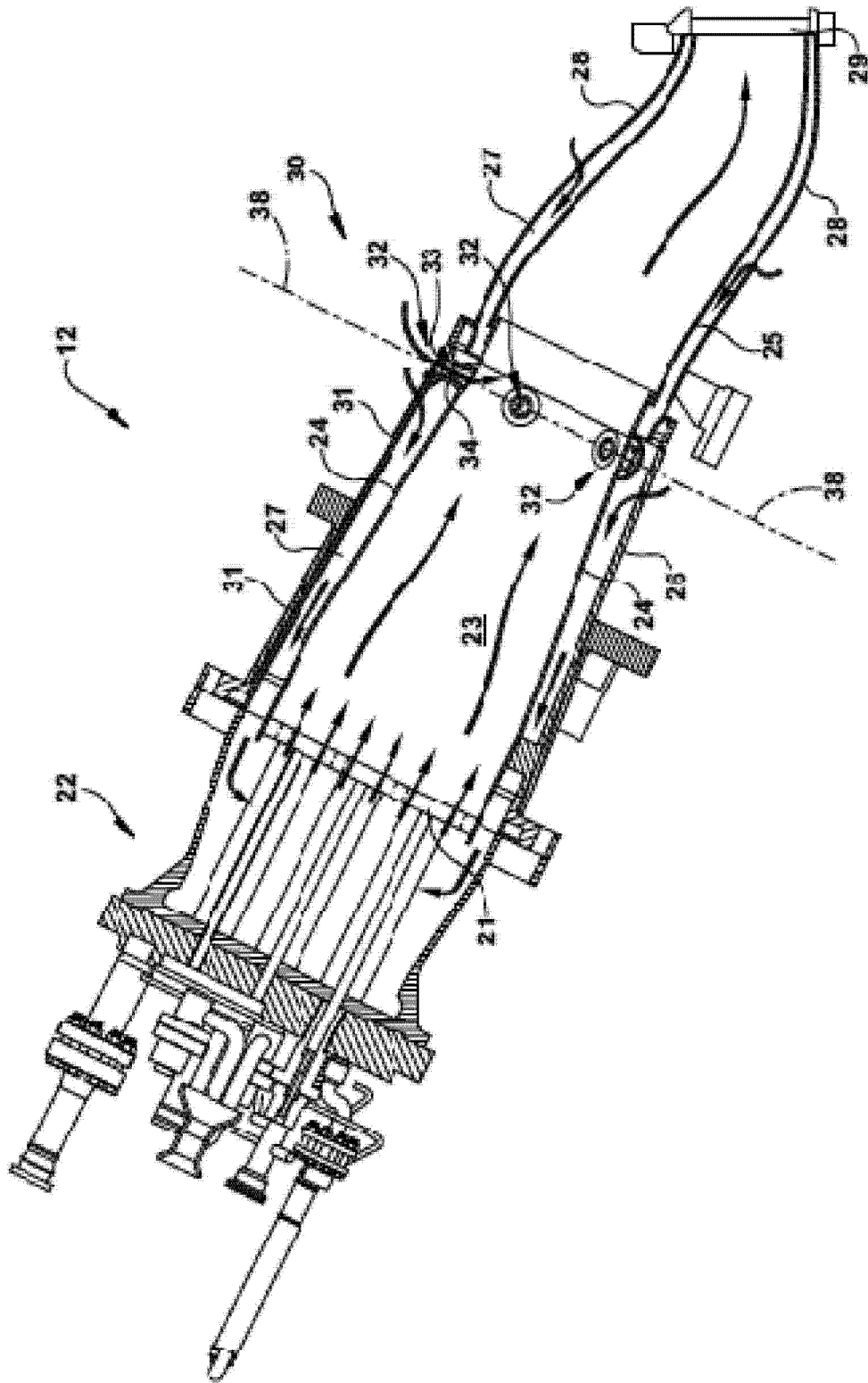


图3 现有技术

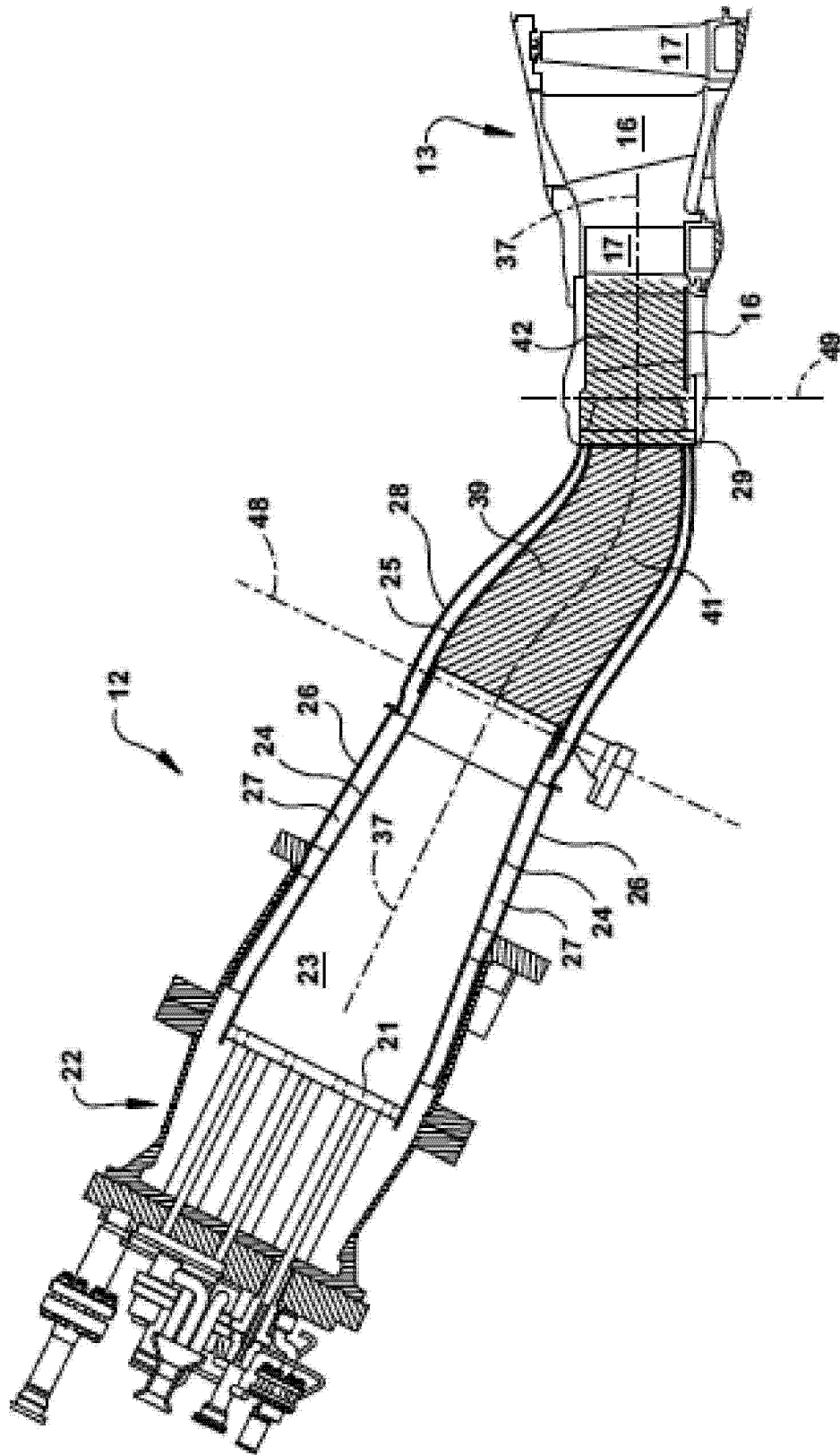


图 4

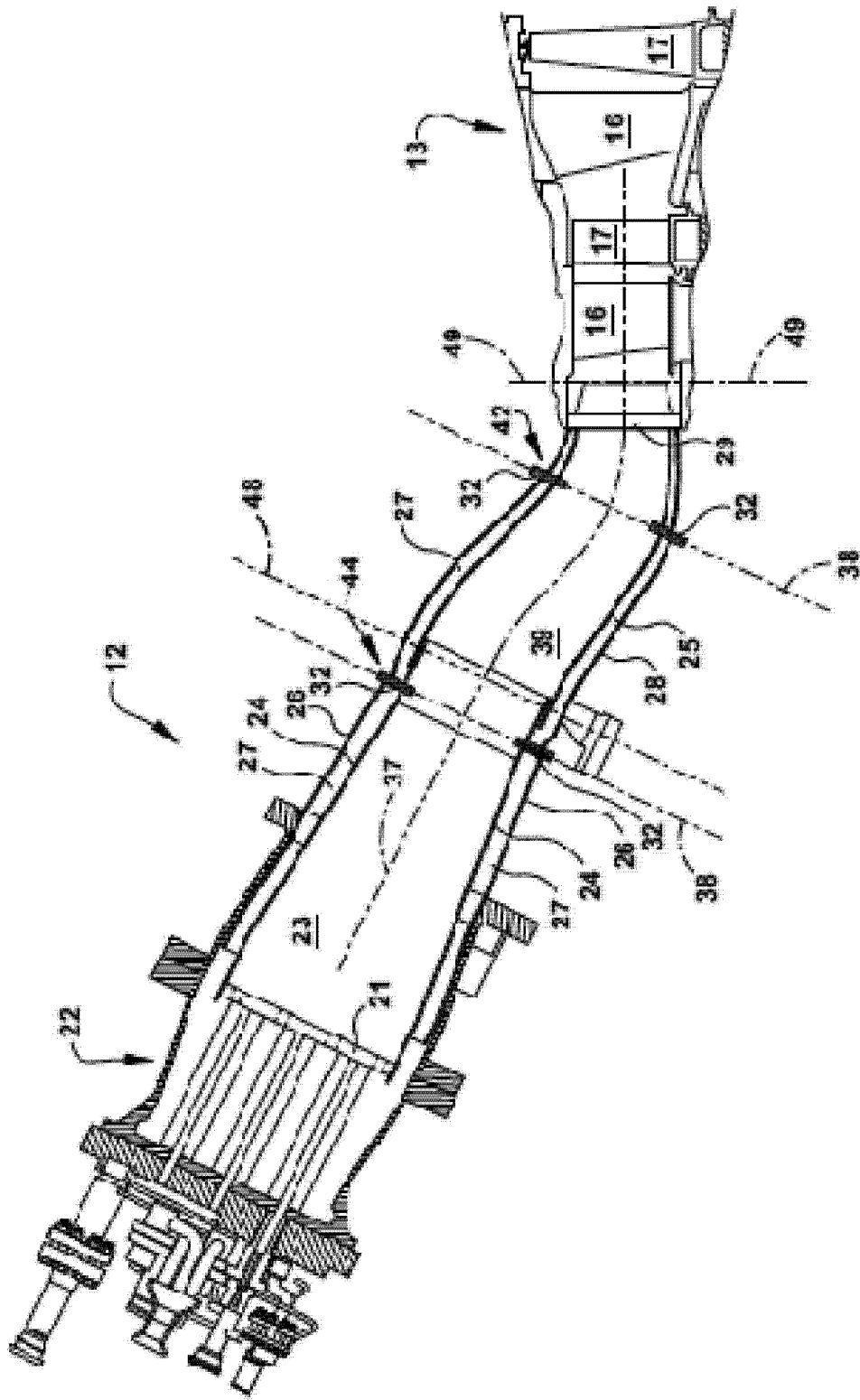


图 5

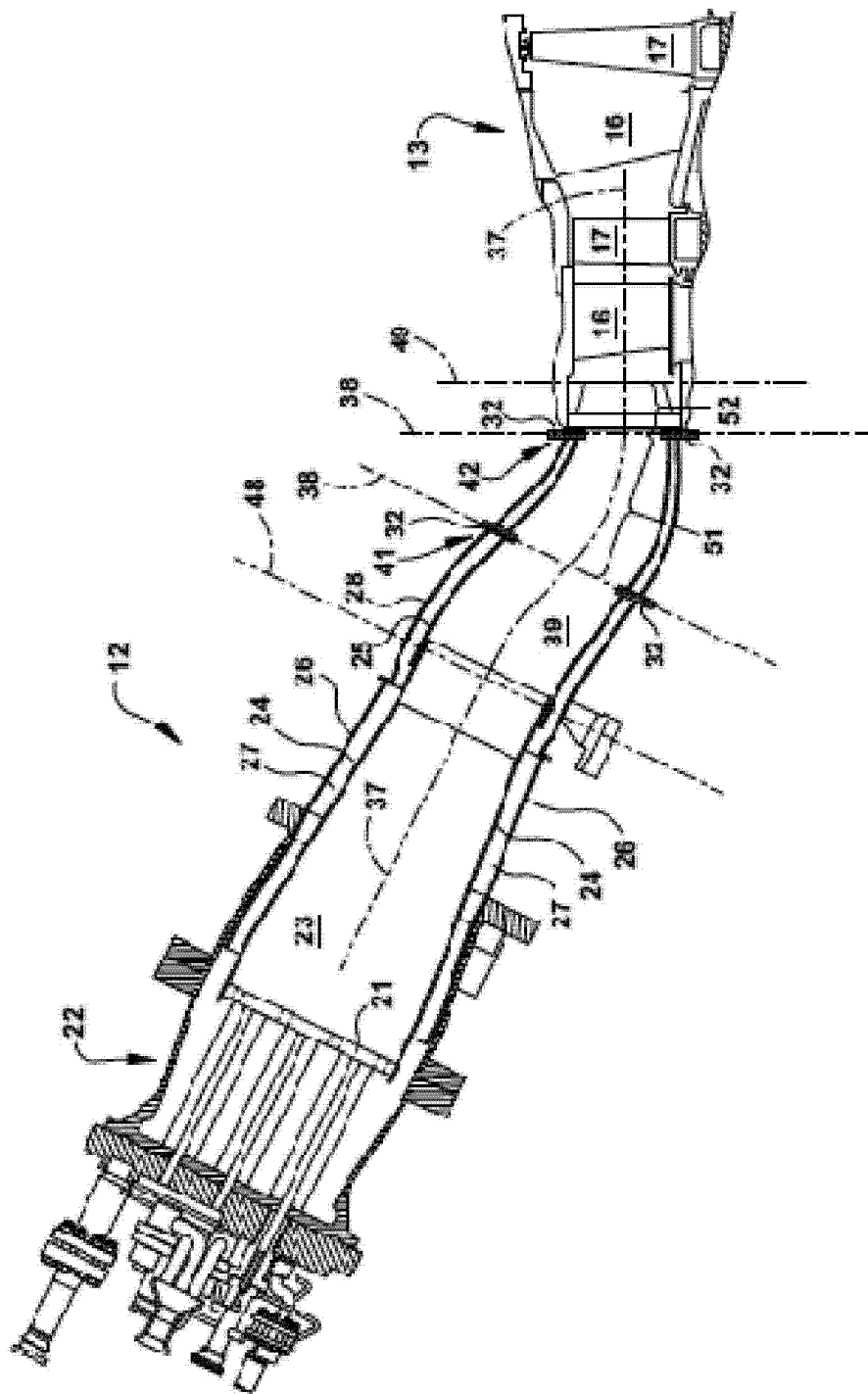


图 6

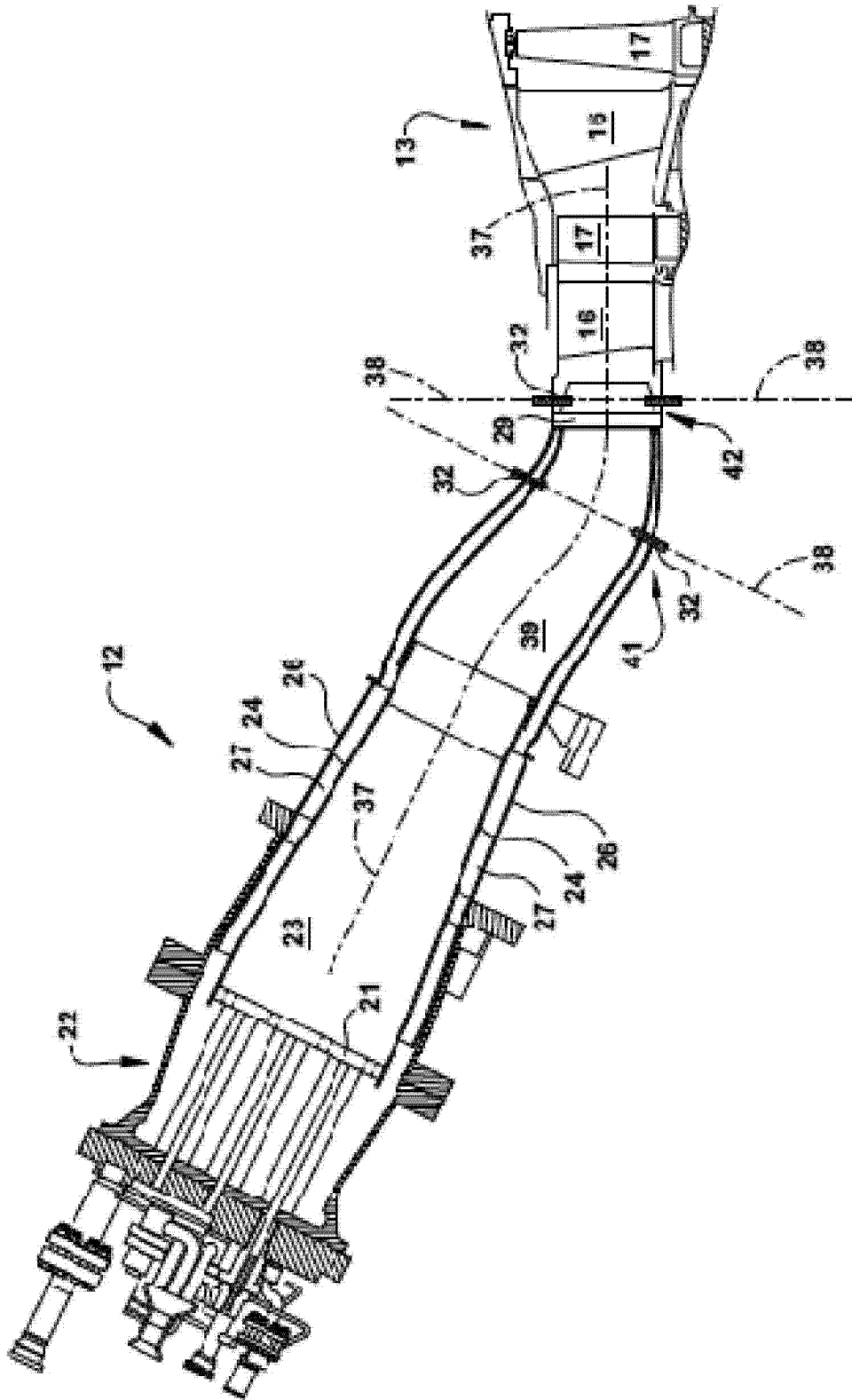


图 7

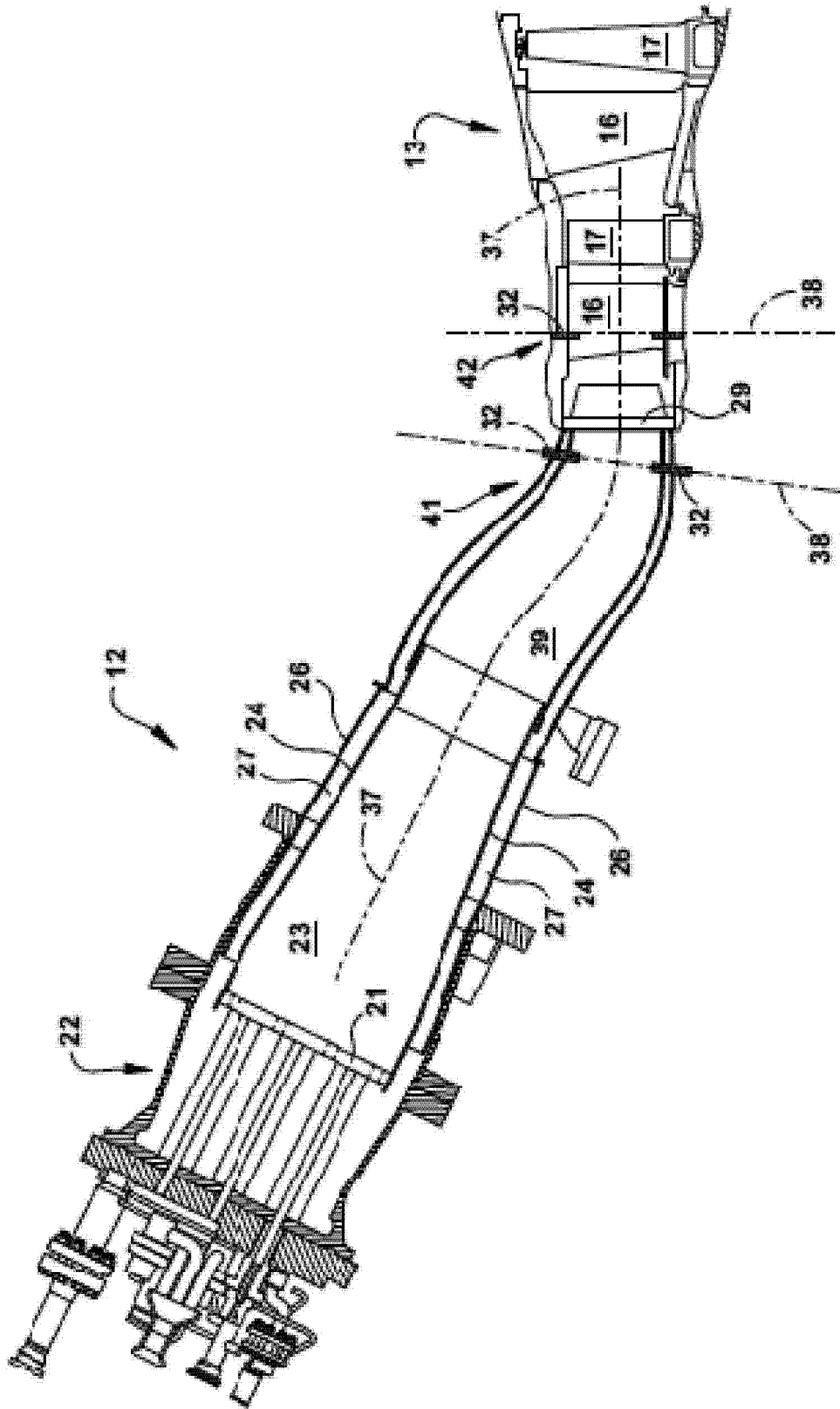


图 8

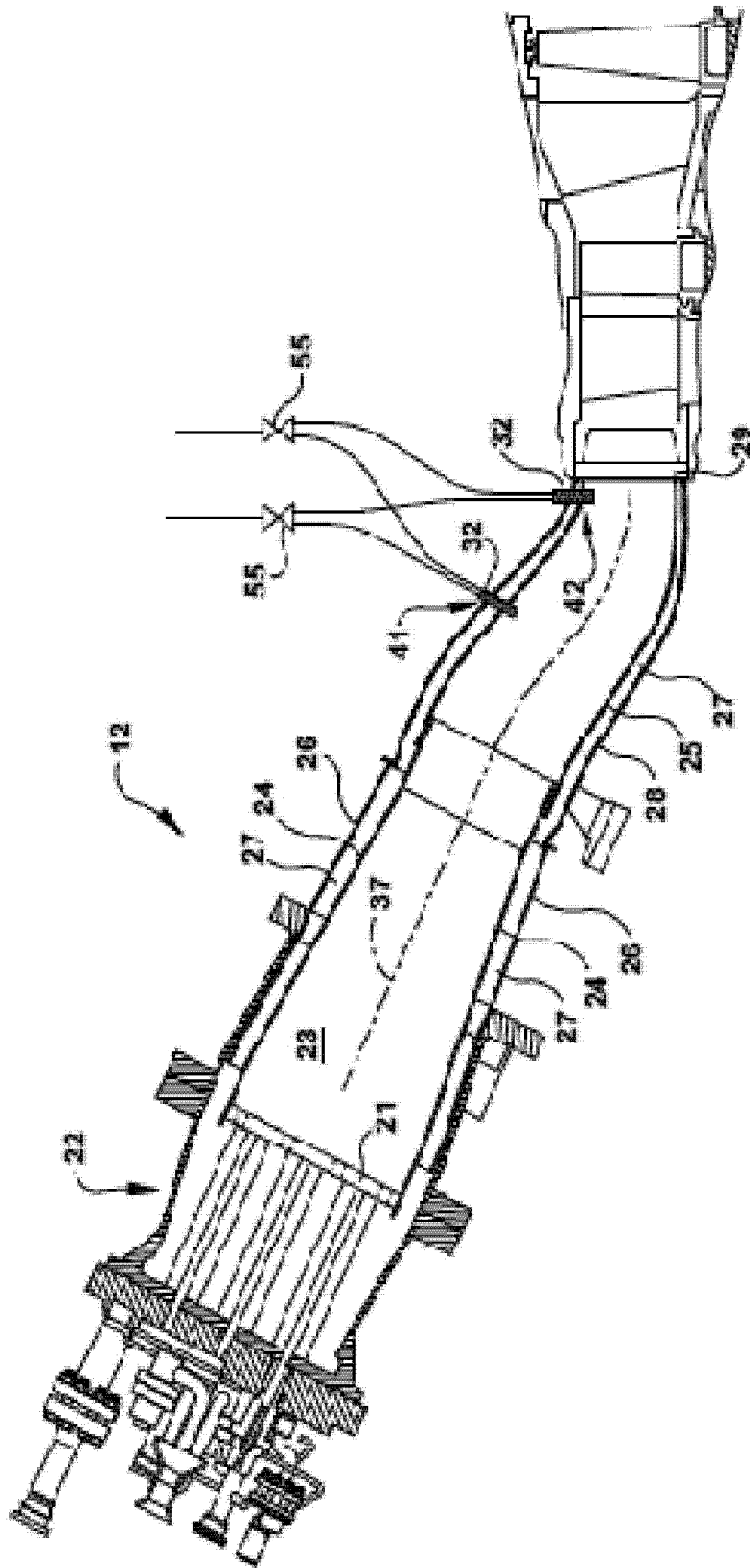


图 9

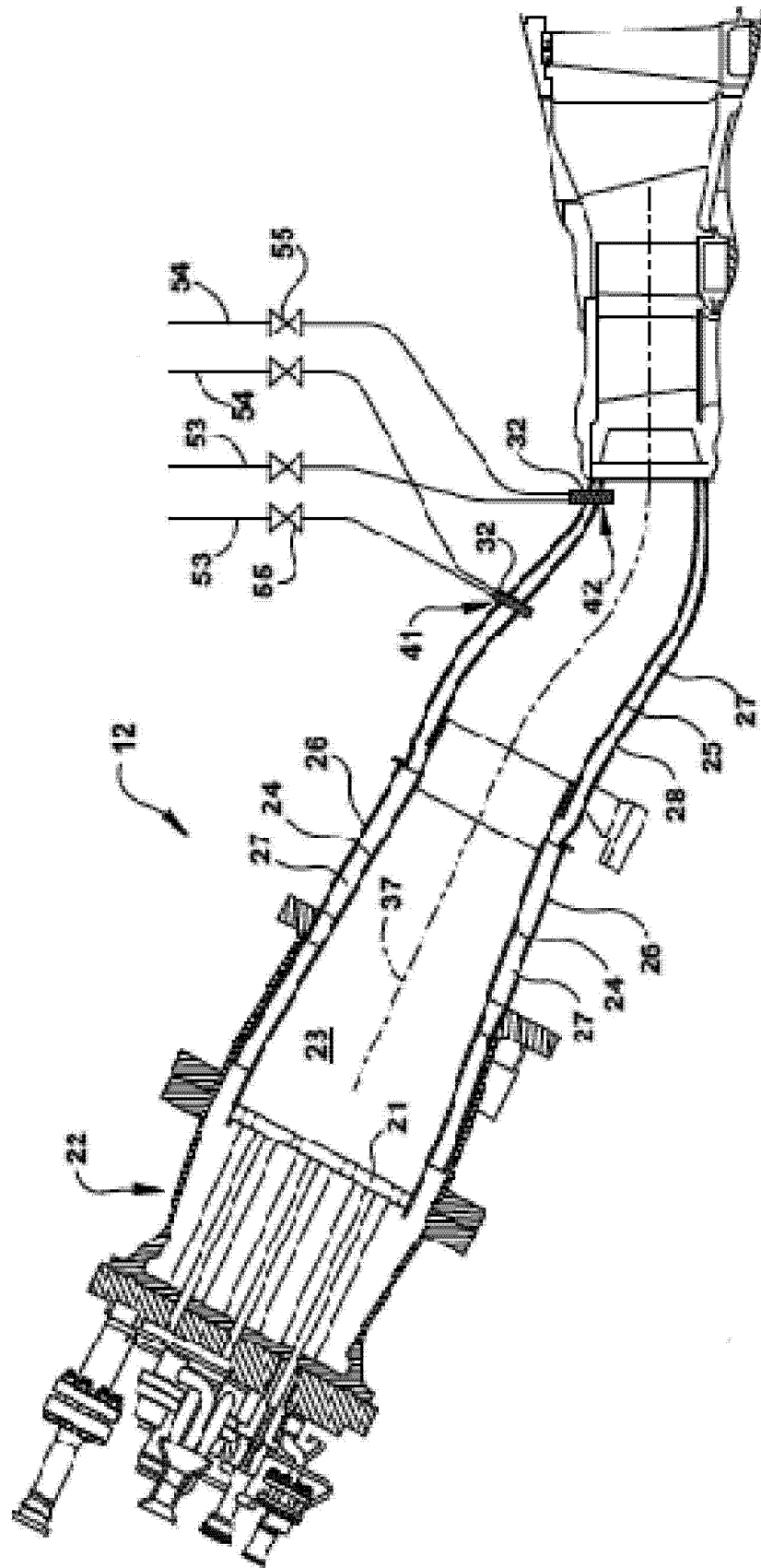


图 10

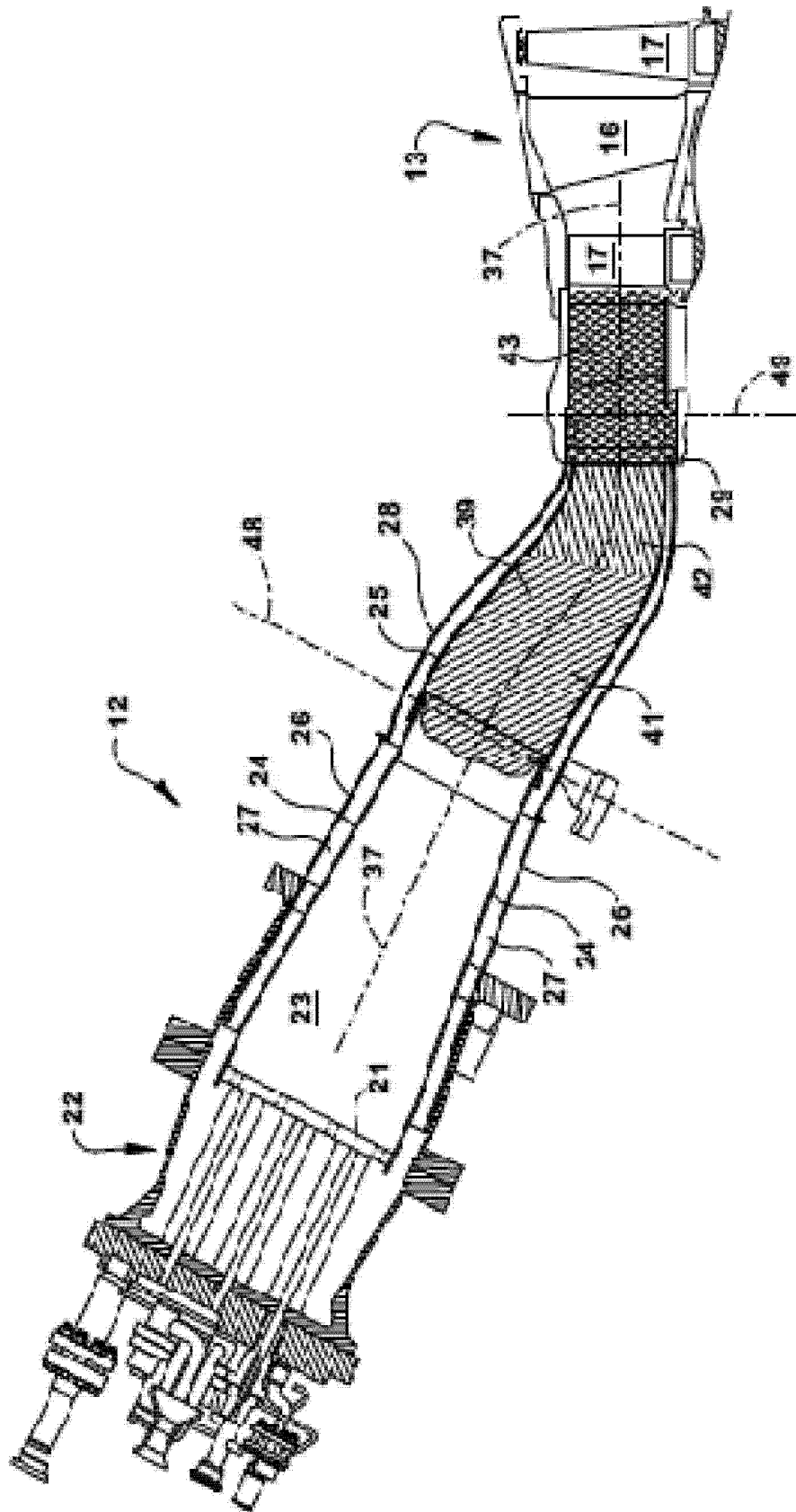


图 11

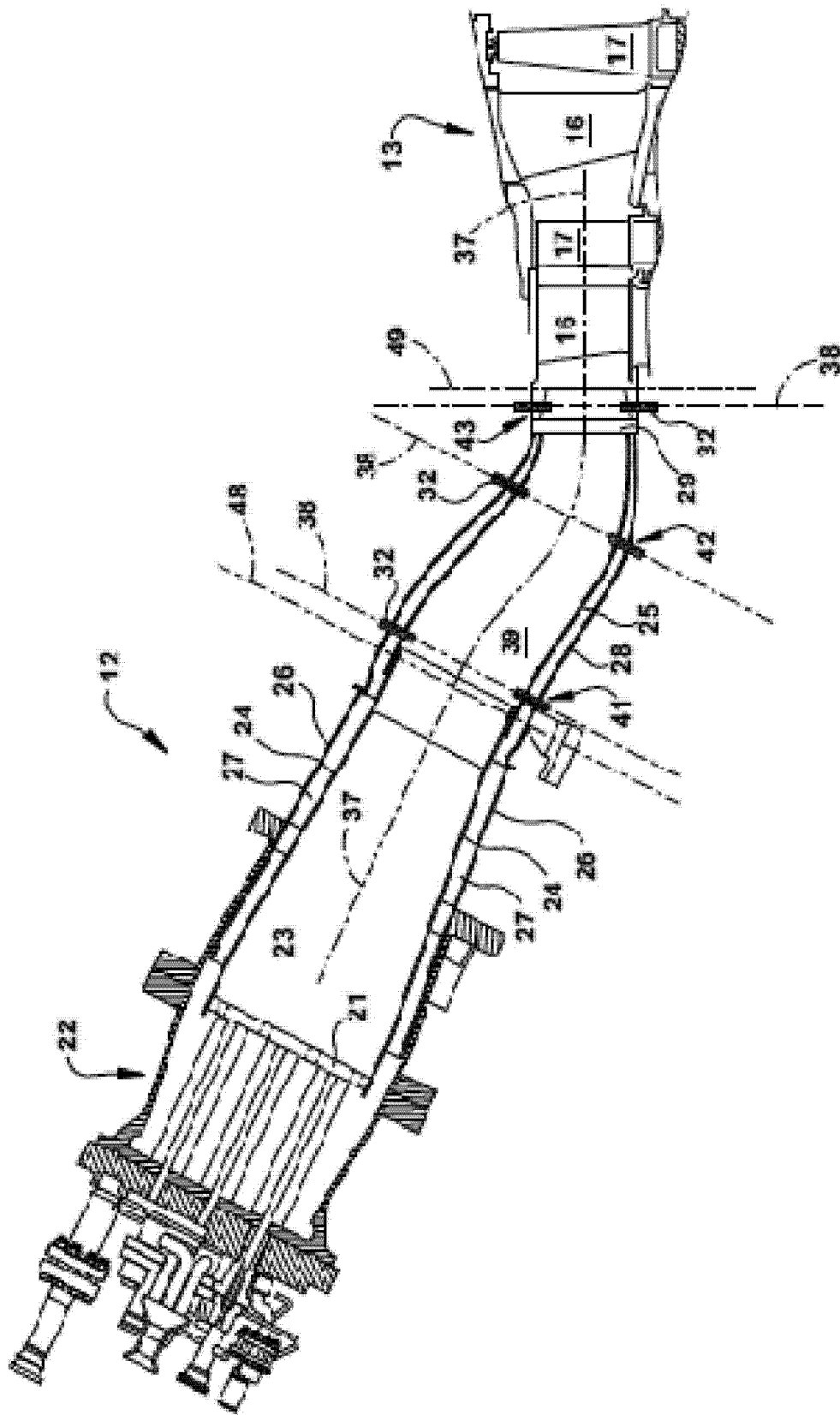


图 12

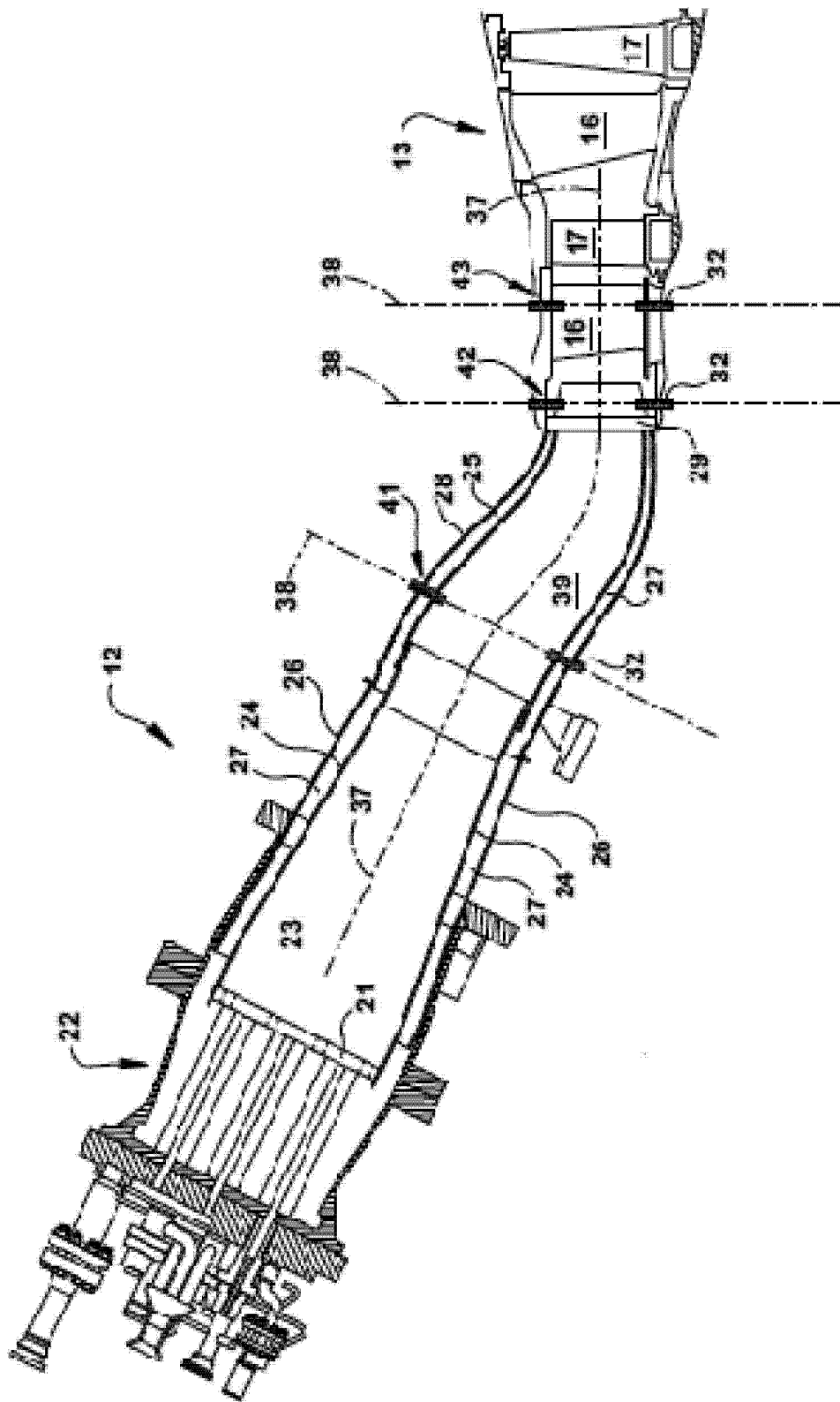


图 13

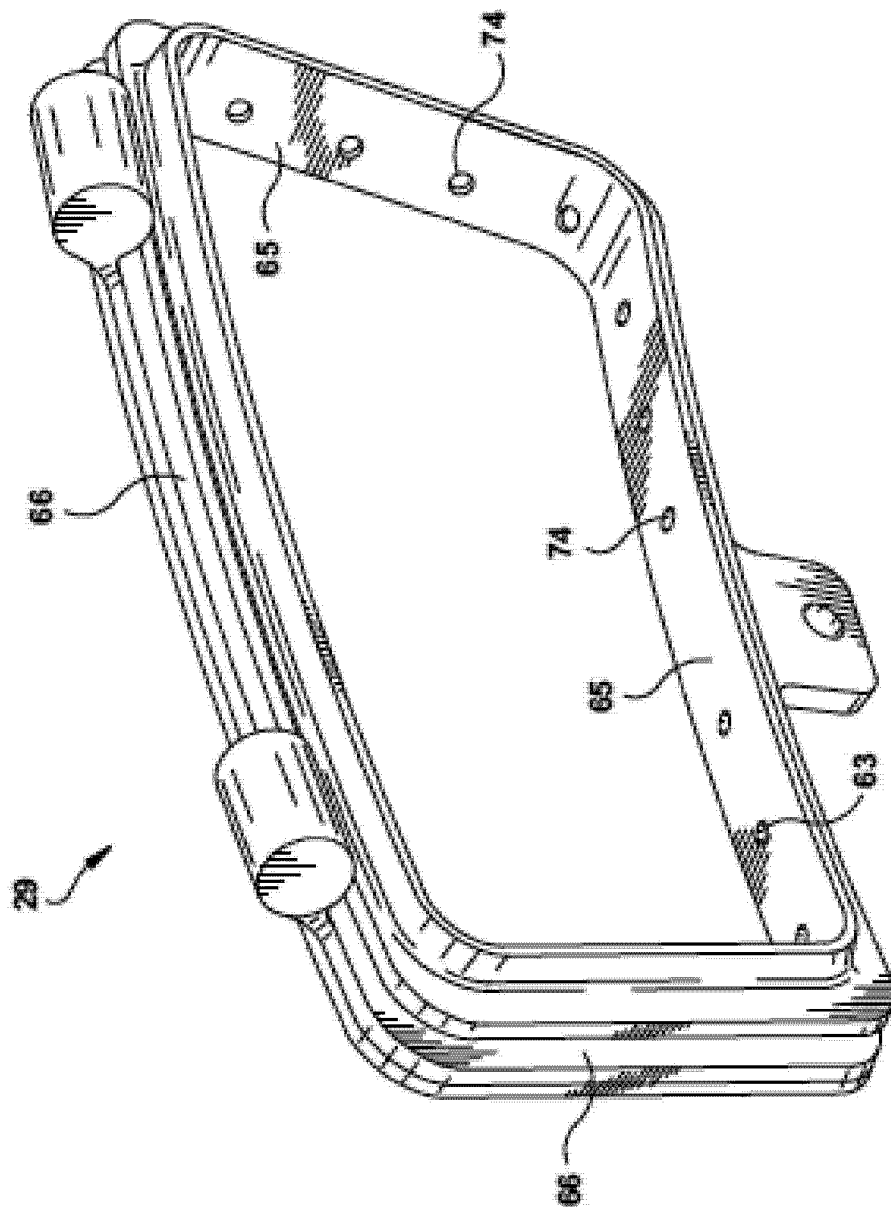


图 14

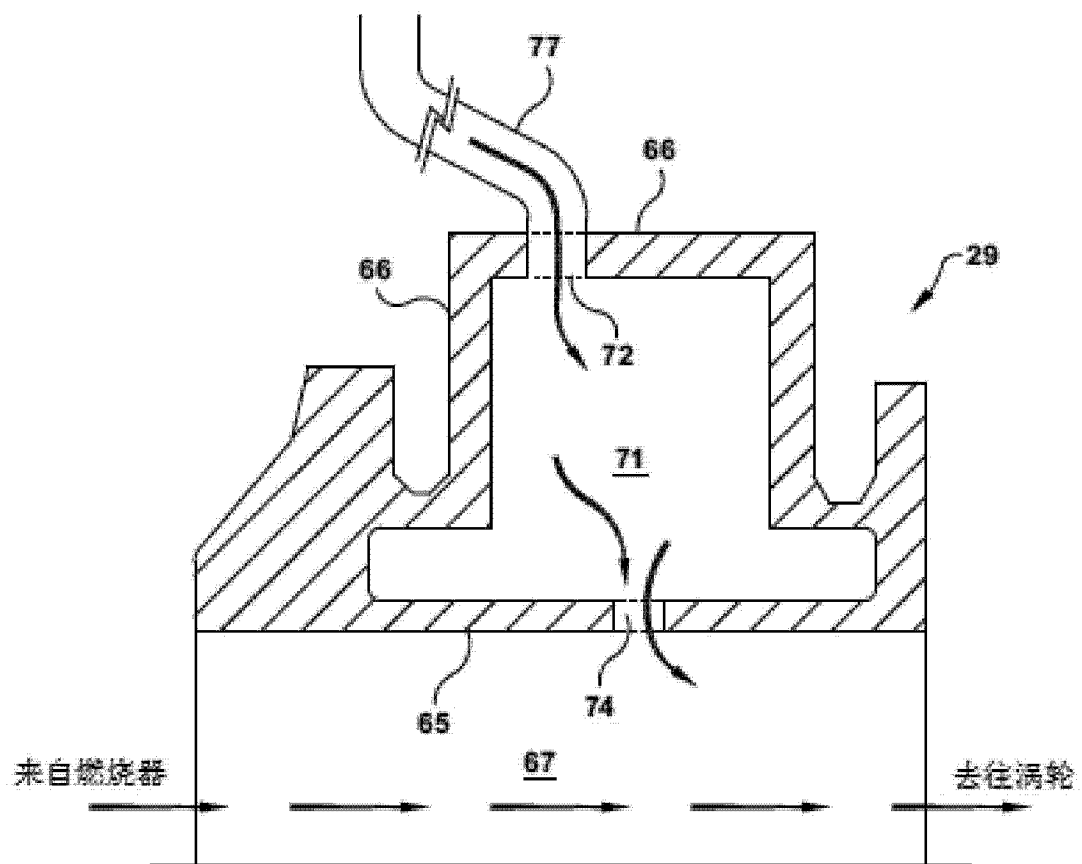


图 15

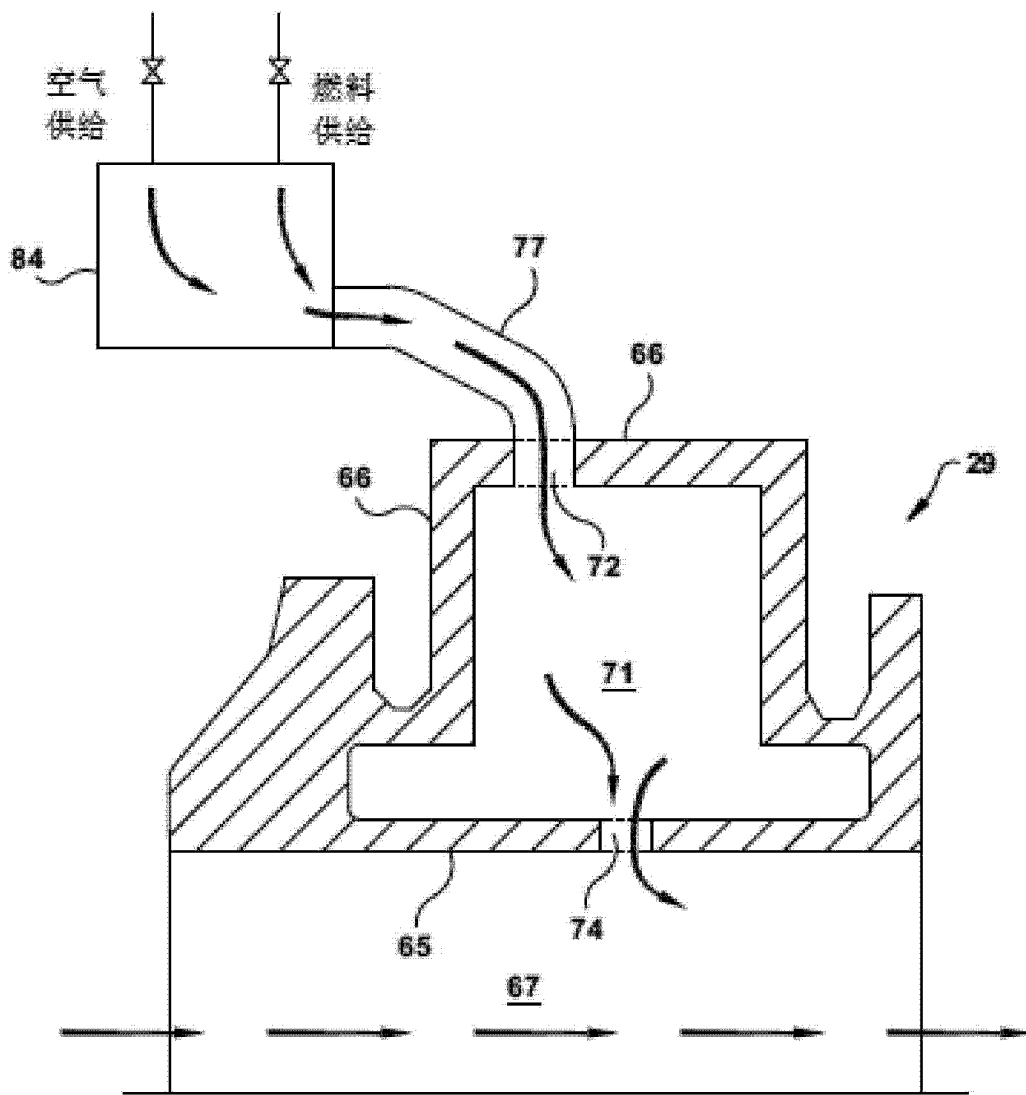


图 16

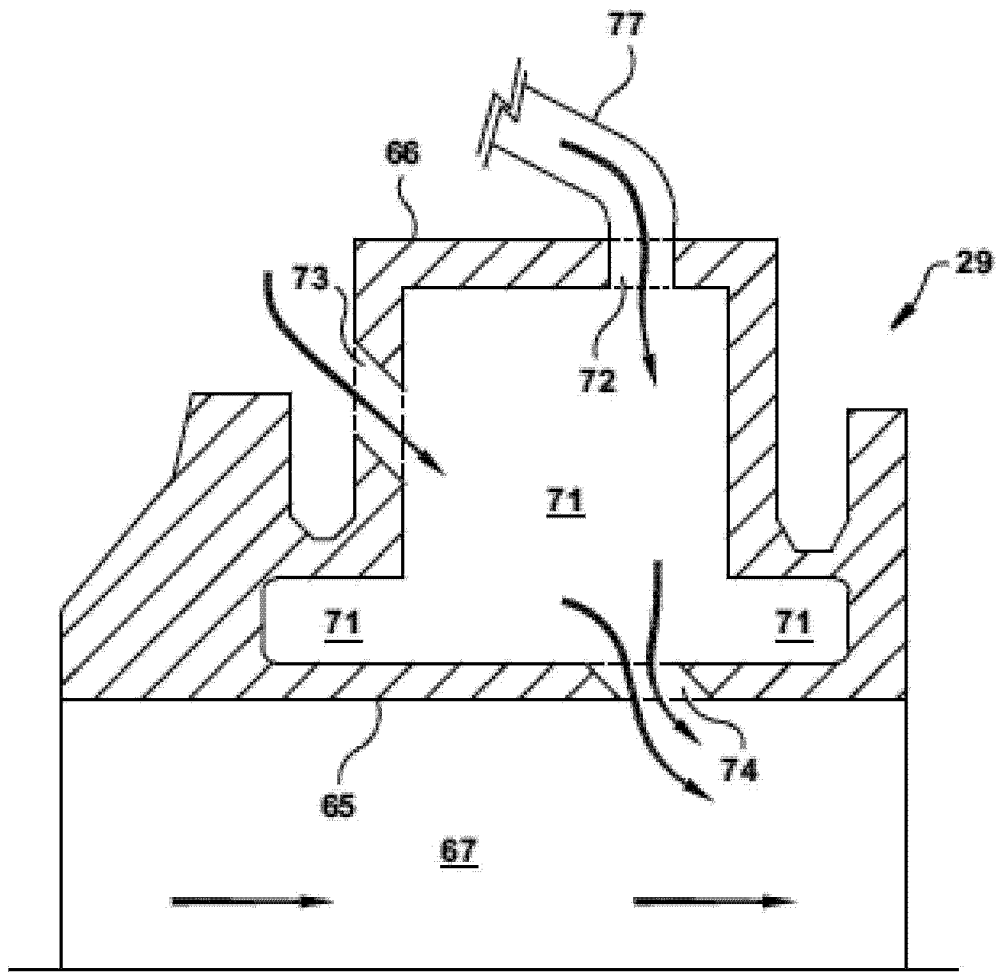


图 17

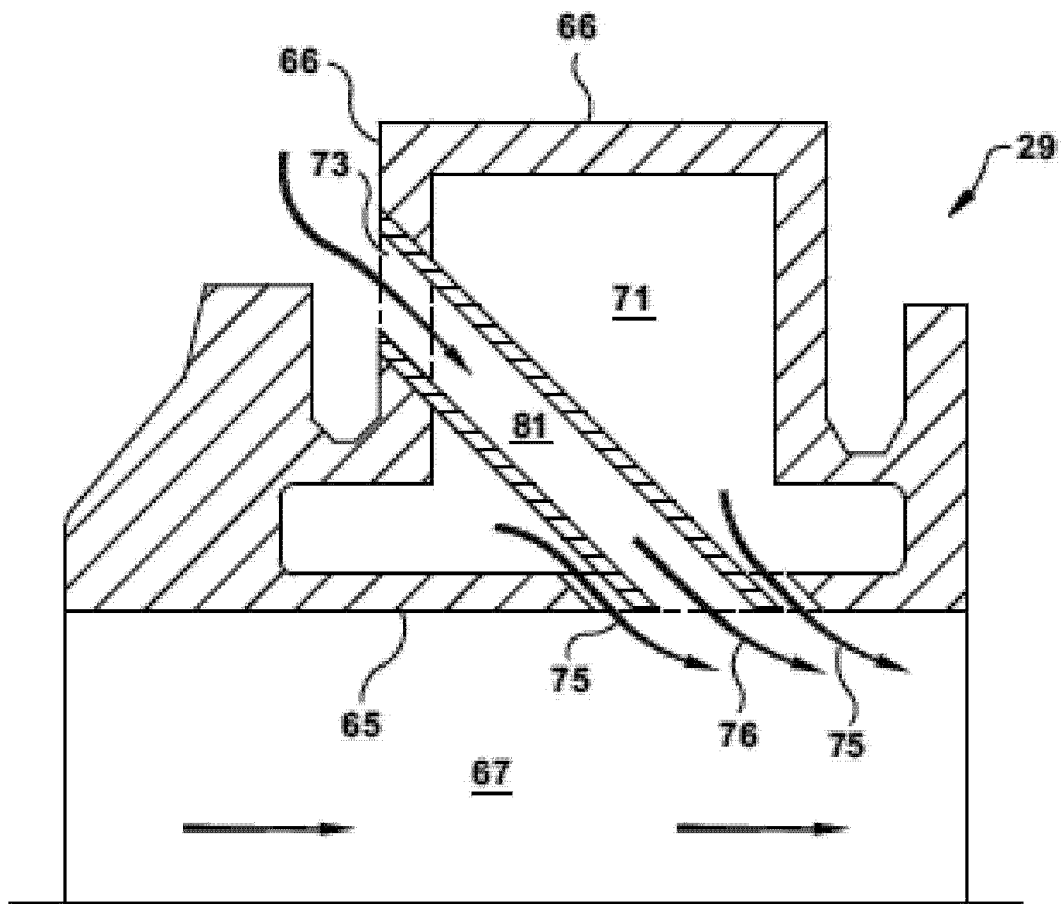


图 18

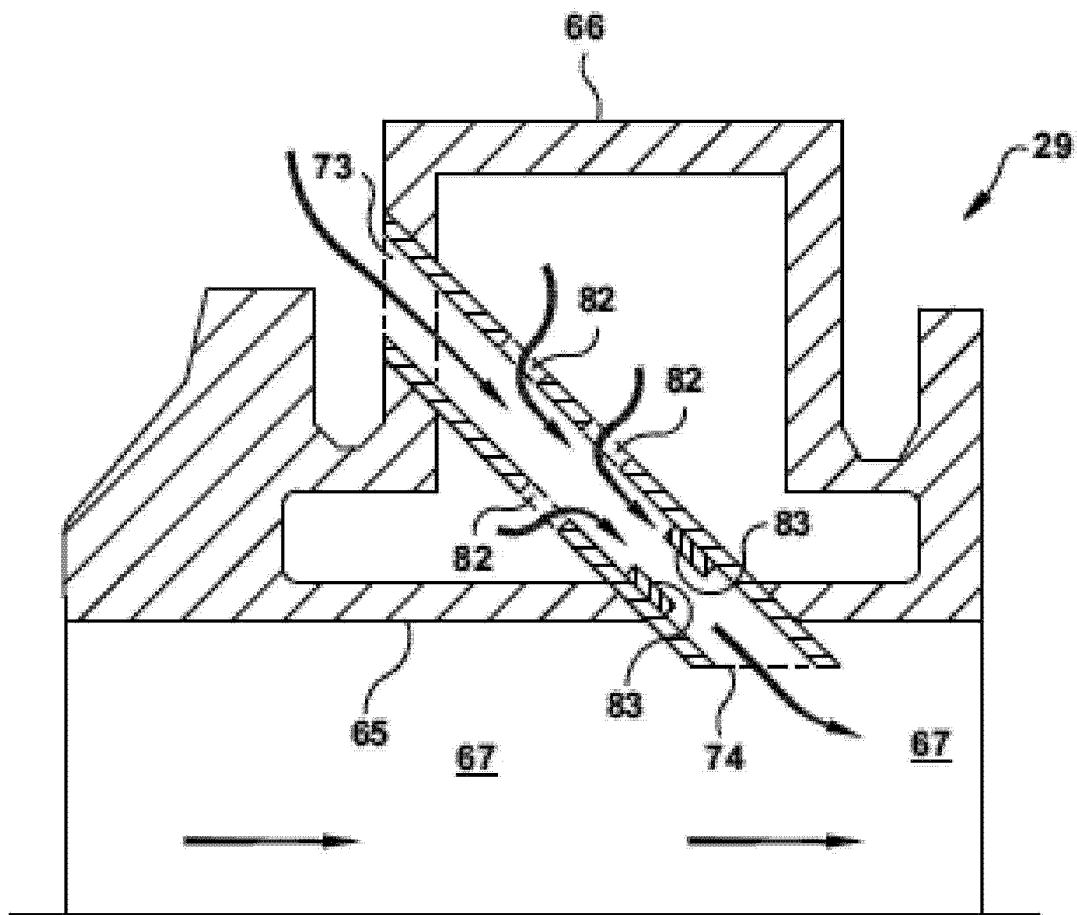


图 19