



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102418928 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 13

(21) 申请号 201110306606. 4

(22) 申请日 2011. 09. 27

(30) 优先权数据

12/890903 2010. 09. 27 US

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 G·D·迈尔斯 N·G·帕萨尼亚

G·A·博亚德曼

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 严志军 谭祐祥

(51) Int. Cl.

F23D 14/48(2006. 01)

F23D 14/70(2006. 01)

(56) 对比文件

US 7513098 B2, 2009. 04. 07,

CN 1704574 A, 2005. 12. 07,

US 2004060297 A1, 2004. 04. 01,

US 5778676 A, 1998. 07. 14,

审查员 倪晨辉

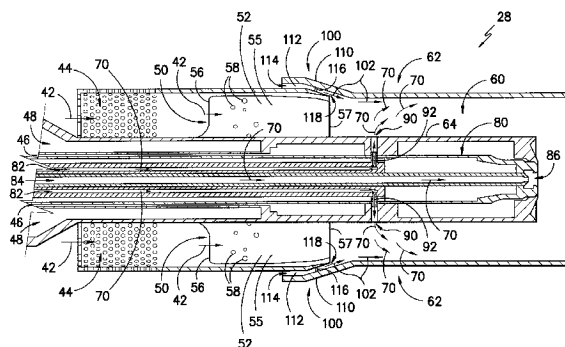
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54) 发明名称

用于燃气涡轮系统的燃料喷嘴组件

(57) 摘要

本发明涉及用于燃气涡轮系统的燃料喷嘴组件。具体而言,本发明公开了一种燃料喷嘴组件(28)。该燃料喷嘴组件(28)包括外燃烧管(62)和内燃烧管(64),在它们之间限定预混合环形空间(60)。该燃料喷嘴组件(28)还包括旋流器组件(50),该旋流器组件(50)包括多个旋流器叶片(52),其绕内燃烧管(64)布置成环形阵列并构造成用以在预混合环形空间(60)的上游与主空气(42)相互作用。该燃料喷嘴组件(28)还包括空气喷射特征(100),其构造成用以使第二空气(102)流入该旋流器组件(50)下游的预混合环形空间(60)内,从而使得第二空气(102)相对于预混合环形空间(60)纵向地沿大体上线性的路径流动并邻近外燃烧管(62)和内燃烧管(64)中的至少一个流动。



1. 一种燃料喷嘴组件,所述燃料喷嘴组件包括:

外燃烧管和内燃烧管,在它们之间限定预混合环形空间;

旋流器组件,所述旋流器组件包括多个旋流器叶片,所述多个旋流器叶片绕所述内燃烧管布置成环形阵列并且构造成用以在所述预混合环形空间的上游与主空气相互作用;以及

空气喷射特征,所述空气喷射特征包括所述旋流器组件外的至少一个入口以及位于所述入口下游的出口以使第二空气流入所述旋流器组件下游的所述预混合环形空间内,从而使得所述第二空气相对于所述预混合环形空间纵向地沿大体上线性的路径流动并邻近所述外燃烧管和所述内燃烧管中的至少一个流动;

套筒,其与所述外燃烧管和所述内燃烧管其中一个相关联,所述套筒限定多个开孔,所述多个开孔构造成用以使所述第二空气邻近所述外燃烧管和所述内燃烧管其中一个排出。

2. 根据权利要求1所述的燃料喷嘴组件,其特征在于,所述空气喷射特征构造成用以使所述第二空气流入所述预混合环形空间内,从而使得所述第二空气邻近所述外燃烧管和所述内燃烧管中的至少一个形成膜。

3. 根据权利要求1所述的燃料喷嘴组件,其特征在于,所述空气喷射特征构造成用以使所述第二空气流入所述预混合环形空间内,从而使得所述第二空气邻近所述外燃烧管和所述内燃烧管中的至少一个形成多个空气射流。

4. 根据权利要求1所述的燃料喷嘴组件,其特征在于,所述空气喷射特征构造成用以使所述第二空气流入所述预混合环形空间内,从而使得所述第二空气大体上邻近所述外燃烧管和所述内燃烧管流动。

5. 根据权利要求1所述的燃料喷嘴组件,其特征在于,所述第二空气独立于所述主空气供给至所述空气喷射特征。

6. 根据权利要求1所述的燃料喷嘴组件,其特征在于,还包括:

筒,其延伸穿过所述内燃烧管的至少一部分,并且构造成用以使燃料流动穿过其;以及至少一个径向延伸的喷射孔,其限定在所述内燃烧管中并且与所述筒流体连通,所述至少一个喷射孔构造成用以使穿过所述筒的所述燃料的至少一部分从所述筒流入所述预混合环形空间内,

其中,所述第二空气与穿过所述筒的所述燃料相互作用。

7. 根据权利要求6所述的燃料喷嘴组件,其特征在于,所述筒限定预混合通路,所述预混合通路与所述至少一个径向延伸的喷射孔流体连通。

8. 根据权利要求6所述的燃料喷嘴组件,其特征在于,所述筒限定扩散通路,其构造成用以绕开所述至少一个径向延伸的喷射孔。

9. 一种用于燃气涡轮系统的燃烧器,所述燃烧器包括:

至少一个燃料喷嘴组件,所述至少一个燃料喷嘴组件包括:

外燃烧管和内燃烧管,在它们之间限定预混合环形空间;

旋流器组件,所述旋流器组件包括多个旋流器叶片,所述多个旋流器叶片绕所述内燃烧管布置成环形阵列,并且构造成用以在所述预混合环形空间的上游与主空气相互作用;以及

空气喷射特征,所述空气喷射特征构造成用以使第二空气流入所述旋流器组件下游的

预混合环形空间内,从而使得所述第二空气相对于所述预混合环形空间纵向地沿大体上线性的路径流动并邻近所述外燃烧管和所述内燃烧管中的至少一个流动;

所述空气喷射特征包括多个径向延伸的进给通路,所述多个径向延伸的进给通路中的每一个被限定在所述多个旋流器叶片中的其中一个旋流器叶片中。

10. 根据权利要求 9 所述的燃烧器,其特征在于,还包括多个燃料喷嘴组件。

11. 根据权利要求 9 所述的燃烧器,其特征在于,所述空气喷射特征构造成用以使所述第二空气流入所述预混合环形空间内,从而使得所述第二空气大体上邻近所述外燃烧管和所述内燃烧管流动。

12. 根据权利要求 9 所述的燃烧器,其特征在于,所述空气喷射特征包括环形空间,所述环形空间被限定在所述旋流器组件中并与所述多个进给通路流体连通,所述环形空间构造成用以使所述第二空气从所述多个进给通路流入所述预混合环形空间内。

13. 根据权利要求 9 所述的燃烧器,其特征在于,所述空气喷射特征包括多个开孔,所述多个开孔被限定在所述旋流器组件中并与所述多个进给通路流体连通,所述多个开孔构造成用以使所述第二空气从所述多个进给通路流入所述预混合环形空间内。

14. 根据权利要求 9 所述的燃烧器,其特征在于,还包括:

筒,其延伸穿过所述内燃烧管的至少一部分,并且构造成用以使燃料流动穿过其;以及至少一个径向延伸的喷射孔,其限定在所述内燃烧管中并且与所述筒流体连通,所述至少一个喷射孔构造成用以使穿过所述筒的所述燃料的至少一部分从所述筒流入所述预混合环形空间内,其中,所述第二空气与穿过所述筒的所述燃料相互作用。

用于燃气涡轮系统的燃料喷嘴组件

技术领域

[0001] 本公开大体而言涉及燃气涡轮系统,并且更特定而言涉及燃气涡轮系统中的燃料喷嘴组件。

背景技术

[0002] 燃气涡轮系统被广泛地用于诸如发电这样的领域中。常规燃气涡轮系统包括压缩机、燃烧器和涡轮。在常规燃气涡轮系统中,从压缩机压缩空气提供至燃烧器。进入燃烧器的空气与燃料混合并燃烧。热燃烧气体从燃烧器流到涡轮以驱动燃气涡轮系统并发电。

[0003] 天然气通常被用作燃气涡轮系统的主燃料。天然气与空气在燃烧器中或燃烧器附近的燃料喷嘴组件中混合以提供稀薄的预混合空气/燃料混合物以用于燃烧。燃气涡轮系统通常还需要第二燃料,其允许该系统在主燃料不可用时继续运行。第二燃料通常为液体燃料,例如油。

[0004] 用于在燃料喷嘴组件中提供第二燃料的典型现有技术的装置和设备将第二燃料供给作为直接喷到火焰区内或火焰区附近的燃料流。与使用主燃料时得到的相对稀薄的预混合空气/燃料混合物相反,此燃料流为相对富含燃料的混合物。因此,燃烧的第二燃料混合物的温度以及引起的 NO_x 形成率通常不期望地较高。为了降低温度和 NO_x 水平,通常供给水、蒸汽或其它惰性流体并在燃料被喷到火焰区中时使其与第二燃料混合。但是,这种系统相对低效,并且昂贵。举例而言,必须利用单独的系统来供给水或其它流体。

[0005] 用于减轻上述现有技术方案的低效和费用的一种方案是将第二燃料的一部分在点火源的上游喷射到空气流内,从而预混合第二燃料。但是,这种方案可具有多种缺点。举例而言,预混合空气/第二燃料混合物可相对富集,并且可促进燃料喷嘴内的逆燃和拢焰。此外,喷射到空气流内的第二燃料的其中一些可积聚于燃料喷嘴组件内的各表面上,并且可在这些表面上造成焦化。焦化是燃料分子在高温下氧化热解或分解蒸馏成更小的有机化合物并且进一步成为固体碳颗粒的情形。因此,焦化造成固体碳颗粒沉积在燃料喷嘴组件的各表面上,导致对燃料喷嘴组件中的流的破坏并且进一步损害主燃料的低排放操作。

[0006] 因此,本领域中将期望一种提供燃料喷嘴组件中的第二燃料的更佳预混合的设备。此外,用于在燃料喷嘴组件中预混合第二燃料的减少相关联的费用并提高相关联的效率的设备将是有利的。另外,将需要这样一种在燃料喷嘴组件中预混合第二燃料的设备,其防止或减少燃料喷嘴组件中的逆燃、拢焰和焦化。

发明内容

[0007] 本发明的方面和优点将在下文的描述中部分地阐述,或者可从该描述显而易见,或者可通过实践本发明而被教导。

[0008] 在一个实施例中,公开了一种燃料喷嘴组件。该燃料喷嘴组件包括外燃烧管和内燃烧管,在它们之间限定预混合环形空间。该燃料喷嘴组件还包括旋流器组件,该旋流器组件包括多个旋流器叶片,其绕内燃烧管布置成环形阵列并构造成用以在预混合环形空间的

上游与主空气相互作用。该燃料喷嘴组件还包括空气喷射特征，其构造成用以使第二空气流入旋流器组件下游的预混合环形空间内，从而使得第二空气相对于预混合环形空间纵向地沿大体上线性的路径流动并邻近外燃烧管和内燃烧管中的至少一个流动。

[0009] 参考下文的描述和所附权利要求，本发明的这些与其它特征、方面和优点将变得更好理解。附图被包括到该说明书中并构成该说明书的一部分，附图示出本发明的实施例并与该描述一起用于解释本发明的原理。

附图说明

[0010] 在说明书中阐述了本发明的完全和充分的公开，包括其对于本领域普通技术人员而言的最佳模式，其对附图进行了参考，在附图中：

- [0011] 图 1 是本公开的燃气涡轮系统的若干部分的截面图；
- [0012] 图 2 是本公开的燃料喷嘴组件的一实施例的截面图；
- [0013] 图 3 是本公开的燃料喷嘴组件的另一实施例的截面图；
- [0014] 图 4 是如图 3 中所示的本公开的空气喷射特征的一实施例的透视图；以及
- [0015] 图 5 是本公开的空气喷射特征的另一实施例的透视图。
- [0016] 项目清单
- [0017]

参考标号	项目
10	燃气涡轮
12	压缩机部段
14	燃烧器部段
16	燃烧器
18	涡轮部段
20	燃烧系统
22	过渡件
24	燃烧壳体
26	端盖
28	燃料喷嘴组件
30	流套筒
32	燃烧室

[0018]

34	冲击套筒
42	主空气
44	入口流调节器

46	通路
48	通路
50	旋流器组件
52	旋流器叶片
54	压力侧
55	吸力侧
56	前缘
57	后缘
58	燃料喷射端口
60	预混合环形空间
62	外燃烧管
64	内燃烧管
70	第二燃料
80	筒
82	预混合通路
84	扩散通路
86	顶端
90	喷射孔
92	喷射管
100	空气喷射特征

102	第二空气
110	套筒
112	开孔
114	入口
116	出口
118	环形空间
120	进给通路

[0019]

122	入口
130	开孔
132	环形空间

具体实施方式

[0020] 现在将对本发明的实施例进行详细参考,在附图中显示了其中一个或多个示例。每个示例通过对本发明进行说明而不是对本发明进行限制的方式提供。实际上,对本领域技术人员而言,显而易见的是,在不脱离本发明的范围或精神的情况下,可在本发明中作出许多修改与变型。例如,作为一个实施例的部分而显示或描述的特征可与另一实施例一起使用,以产生更进一步的实施例。因此,本发明意图包括这样落入所附权利要求及其等同物的范围内的修改与变型。

[0021] 参看图 1,示出了燃气涡轮系统 10 的若干部分的简化图。该系统 10 包括压缩机部段 12,其用于使流入系统 10 内的气体(例如空气)加压。应当理解,虽然该气体在本文中可指空气,但是,该气体可为适合用于燃气涡轮系统 10 的任何气体。从压缩机部段 12 排放的加压空气流入燃烧器部段 14,其通常特征为绕系统 10 的轴线布置成环形阵列的多个燃烧器 16(在图 1 中仅示出其中一个)。进入燃烧器部段 14 的空气与燃料混合并燃烧。热燃烧气体从各燃烧器 16 流到涡轮部段 18 以驱动系统 10 并发电。

[0022] 燃气涡轮 10 中的每个燃烧器 16 可包括燃烧系统 20 和过渡件 22,燃烧系统 20 用于混合并使空气/燃料混合物燃烧,过渡件 22 用于使热燃烧气体流至涡轮部段 18。每个燃烧器 16 的燃烧系统 20 可包括燃烧壳体 24、端盖 26 和多个燃料喷嘴组件 28。还应当理解,每个燃烧器 16 和燃烧系统 20 可包括任意数量的燃料喷嘴组件 28。燃料可通过一个或多个歧管(未示出)供给到每个燃料喷嘴组件 28。

[0023] 在操作期间,离开压缩机部段 12 的加压空气通过燃烧室 32 的流套筒 30 以及过渡件 22 的冲击套筒 34 流入各燃烧器 16 内,其在那里涡旋并与喷射到各燃料喷嘴组件 28 内的燃料混合。离开各燃料喷嘴组件 28 的空气/燃料混合物流入燃烧室 32 内,该混合物在那

里燃烧。热燃烧气体然后通过过渡件 22 流至涡轮部段 18 以便驱动该系统 10 并发电。但应当容易理解,燃烧器 16 无需如上文所述和本文所示的那样构造并且可大体上具有允许加压空气与燃料混合、燃烧和传送至系统 10 的涡轮部段 18 的任何构造。举例而言,本公开包括环形燃烧器和筒仓型燃烧器以及任何其它合适的燃烧器。

[0024] 参看图 2 至图 5,示出了本公开的燃料喷嘴组件 28 的各种实施例。待燃烧的主空气 42 可流过燃料喷嘴组件 28 的外环形空间,如在本文中所论述的那样。如图所示,燃料喷嘴组件 28 可包括入口流调节器 44 以改进主空气 42 的空气流速分布。燃料喷嘴组件 28 还可包括限定不连续环形通路 46 和 48 的多个同心管。通路 46 可供给空气流,而通路 48 可通过燃料喷嘴组件 28 供给主燃料(未示出),例如天然气。主燃料还可通过包括多个旋流器叶片 52 的旋流器组件 50 而供给至燃烧器 16(图 1)的燃烧室 36。旋流器叶片 52 还可构造与主空气 42 相互作用。举例而言,旋流器叶片 52 中的每一个可包括在前缘 56 与后缘 57 之间延伸的压力侧 54(参看图 4 和图 5)和吸力侧 55。从入口流调节器 44 流动的主空气 42 可被引导经过旋流器叶片 52 以赋予旋流图案给主空气 42 并促进主空气 42 与主燃料混合。旋流器叶片 52 可包括燃料喷射端口或孔 58,其将自通路 48 流动的主燃料喷射到主空气 42 内。主空气 42 和主燃料然后可流入预混合环形空间 60 内。预混合环形空间 60 可大体上在旋流器组件 50 的下游,并且可由外燃烧管 62 和内燃烧管 64 限定。主空气 42 和主燃料可在进入燃烧室 36 之前在预混合环形空间 60 中混合。如图所示,内燃烧管 64 可在其中包括通路 46 和 48,并且旋流器叶片 52 可绕内燃烧管 64 布置成环形阵列并在内燃烧管 64 与外燃烧管 62 之间。但是,应当容易理解,如上文所述的燃料喷嘴组件 28 可以对于本领域普通技术人员而言通常公知的任何方式构造或布置而无需如本文所述的那样构造。

[0025] 在示例性实施例中,当主燃料不可用于本公开的系统 10 和燃料喷嘴组件 28 时,或者当另外需要时,第二燃料 70 可流过燃料喷嘴组件 28,与主空气 42 混合,并且燃烧。在示例性实施例中,第二燃料 70 可为液体燃料,例如柴油燃料、油或油混合物。但是,应当理解,本公开的第二燃料可为用于燃料喷嘴组件 28 的任何合适的液体燃料。

[0026] 筒 80 可设于燃料喷嘴组件 28 中以用于使第二燃料 70 流过。筒 80 可延伸穿过燃料喷嘴组件 28 的至少一部分,并且可构造使第二燃料 70 流过。举例而言,筒 80 可为管、管路、管道或其它合适设备。筒 80 可从一个或多个第二燃料歧管(未示出)接收第二燃料 70,并且第二燃料 70 可流过筒 80,如本文所论述的那样。筒 80 可大体上布置在内燃烧管 64 内。举例而言,筒 80 可延伸穿过通路 46。筒 80 可具有任何合适的截面形状或大小。举例而言,在某些实施例中,筒 80 可具有大体上圆形或椭圆形的截面。另外,筒 80 沿着其长度无需为线性的或具有均匀的截面;例如,筒 80 可弯曲和/或渐缩。

[0027] 本公开的筒 80 可限定一个或多个通路。该通路可被构造使第二燃料 70 或另一流体流过。在示例性实施例中,该多个通路可为同心对准的通路。但是,应当理解,通路的任何合适对准在本公开的范围和精神内。

[0028] 举例而言,筒 80 可限定预混合通路 82。预混合通路 82 可与预混合环形空间 60 流体连通,如下文所论述的那样。流过筒 80 的第二燃料 70 的至少一部分可流过预混合通路 82 以用于喷射到预混合环形空间 60 内。

[0029] 筒 80 还可限定扩散通路 84。扩散通路 84 可被构造绕开与预混合环形空间 60 的任何流体连通。举例而言,流过筒 80 的第二燃料 70 的一部分可流过扩散通路 84。第二燃

料 70 的该部分可被供给至燃料喷嘴组件 28 的顶端 86。邻近顶端 86 布置的引燃火焰（未示出）可点燃离开扩散通路 84 和顶端 86 的第二燃料 70。被供给通过扩散通路 84 的第二燃料 70 可用作供给通过预混合通路 82 的第二燃料 70（用于预混合）的备用系统，或者可结合预混合通路 82 而利用或根据需要另外地利用。

[0030] 如上文所述，预混合通路 82 可与预混合环形空间 60 流体连通。为了提供该流体连通，至少一个或多个径向延伸的喷射孔 90 可限定在内燃烧管 64 中。喷射孔 90 可被构造成从筒 80 接收第二燃料 70 的至少一部分，并且可使第二燃料 70 流到预混合环形空间 60 内。举例而言，第二燃料 70 可流过筒 102，例如流过预混合通路 82。至少一个或多个径向延伸的喷射管 92 可设于预混合通路 82 与喷射孔 90 之间，并且可与预混合通路 82 和喷射孔 90 流体连通。流过筒 80（例如流过预混合通路 82）的第二燃料 70 可流过喷射管 92 到喷射孔 90 内，并且进一步到预混合环形空间 60 内。应当理解，喷射管 92 可将第二燃料 70 排到喷射孔 90 内，或者喷射管 92 可延伸穿过喷射孔 90 并将第二燃料 70 直接排到预混合环形空间 60 内，或者预混合通路 82 可与喷射孔 90 直接流体连通。因此，预混合通路 82 可与喷射孔 90 流体连通，而扩散通路 84 可绕开喷射孔 90。

[0031] 筒 80 因此可允许第二燃料 70 的至少一部分与主空气 42 在燃料喷嘴组件 28 的预混合环形空间 60 中预混合。但是，被提供用于预混合环形空间 60 中的预混合的第二燃料 70 的一部分可并非与主空气 42 混合，而是变得布置在外燃烧管 62 的内表面和 / 或内燃烧管 64 的外表面上。这种积聚的第二燃料 70 可在外燃烧管 62 和内燃烧管 64 上造成焦化，和 / 或可增加逆燃和拢焰的可能性。

[0032] 因此，燃料喷嘴组件 28 可包括空气喷射特征 100。空气喷射特征 100 可被构造成使第二空气 102 流入旋流器组件 50 下游的预混合环形空间 60 内。第二空气 102 可在预混合环形空间 60 内相对于预混合环形空间 60 纵向地沿大体上线性的路径流动，并且可邻近外燃烧管 62 和内燃烧管 64 中的至少一个流动。通过相对于预混合环形空间 60 纵向以大体上线性流动路径并邻近外燃烧管 62 和 / 或内燃烧管 64 流动，第二空气 102 可与布置在外燃烧管 62 和 / 或内燃烧管 64 上的第二燃料 70 相互作用。举例而言，大体上邻近外燃烧管 62 的内表面流动的第二空气 102 可与布置并积聚在外燃烧管 62 的内表面上的第二燃料 70 相互作用。大体上邻近内燃烧管 64 的外表面流动的第二空气 102 可与布置并积聚在内燃烧管 64 的外表面上的第二燃料 70 相互作用。通过与积聚的第二燃料 70 相互作用，第二空气 102 可扫走和 / 或蒸发这种积聚的第二燃料 70。这可改进第二燃料 70 与第二空气 102 和主空气 42 的混合，和 / 或可提供更稀薄的空气 / 燃料混合物。另外，将积聚的第二燃料 70 扫走可减小或消除逆燃和拢焰的可能性，和 / 或可减小或消除外燃烧管 62 和内燃烧管 64 上的焦化。

[0033] 应当理解，本公开针对相对于预混合环形空间 60 纵向地沿大体上线性的路径流动的第二流 102。因此，可大体上阻止第二流 102 与主流 42 在预混合环形空间中的相互作用。相反，意图使本公开的第二流 102 邻近内燃烧管和 / 或外燃烧管 62、64 线性地流动，从而有利地与外燃烧管和 / 或内燃烧管 62、64 上的积聚的第二燃料 70 相互作用。

[0034] 应当理解，本公开的空气喷射特征 100 可使第二空气 102 流入预混合环形空间 60 内，从而使得第二空气 102 大体上仅邻近外燃烧管 62（例如其内表面）、仅邻近内燃烧管 64（例如其外表面）或者邻近外燃烧管 62 和内燃烧管 64 两者流动。还应当理解，可从任何

合适的空气供给将第二空气 102 供给至空气喷射特征 100。举例而言,第二空气 102 可为转移至空气喷射特征 100 的主空气 42 的一部分。或者,第二空气 102 可独立于主空气 42 而供给至空气喷射特征 100。举例而言,第二空气 102 可为压缩机排放空气,或者可为从任何其它合适独立源供给至空气喷射特征 100 的空气。

[0035] 根据图 2 中所示的示例性实施例,本公开的空气喷射特征 100 包括一个或多个套筒 110。套筒 110 可与外燃烧管 62 和 / 或内燃烧管 64 相关联。举例而言,在某些实施例中,可移除外燃烧管 62 和 / 或内燃烧管 64 的一部分,并且可用套筒 110 替换。或者,套筒 110 可简单地作为外燃烧管 62 和 / 或内燃烧管 64 的改进部分。套筒 110 可限定多个开孔 112。开孔 112 可绕套筒 110 限定,例如绕套筒 110 呈环形阵列。开孔 112 可被构造成用以接收第二空气 102,例如通过入口 114。另外,开孔 112 可被构造成用以邻近外燃烧管 62(例如其内表面)和 / 或内燃烧管 64(例如其外表面)排出第二空气 102。举例而言,如图 2 中所示,开孔 112 可通过一个或多个入口 114 从外燃烧管 62 外部的源接收第二空气 102,并且第二空气 102 可流过开孔 112 并邻近外燃烧管 62 排出。该第二空气 102 然后可大体上邻近外燃烧管 62 流过预混合环形空间 60。备选地或另外地,在其中套筒 110 被构造成邻近内燃烧管 64 排出第二空气 102 的实施例中,开孔 112 可通过一个或多个入口 114 从例如径向延伸的进给通路接收第二空气 102,如在下文中所论述的那样。

[0036] 开孔 112 可具有任何合适的截面形状或面积,并且还可具有任何合适长度。另外,开孔 112 可为例如渐缩形。开孔 112 可为大体上纵向延伸的开孔 112。另外,开孔 112 大体上可不具有任何周向延伸的构件。因此,大体上纵向延伸的开孔 112 可促进第二空气 102 流过开孔 112 以便邻近外燃烧管 62 和 / 或内燃烧管 64 在线性、纵向方向上流入预混合环形空间 60 并流过预混合环形空间 60,并且还可阻止第二空气 102 与主空气 42 混合。但是,开孔 112 还可在它们纵向地延伸时以任何合适的传送角度径向地向内或向外延伸,以便邻近外燃烧管 62 和 / 或内燃烧管 64 供给第二空气 102。

[0037] 如上文所述,开孔 112 可被构造成用以邻近外燃烧管 62 和 / 或内燃烧管 64 排出第二空气 102。在某些示例性实施例中,可使第二空气 102 从开孔 112 的出口 116 邻近外燃烧管 62 和 / 或内燃烧管 64 直接排到预混合环形空间 60 内。在其它示例性实施例中,套筒 110 还可限定一个或多个环形空间 118。环形空间 118 可限定在出口 116 的下游,从而使得开孔 112 通过出口 116 将第二空气 102 排到环形空间 118 内。然后,在邻近外燃烧管 62 和 / 或内燃烧管 64 将第二空气 102 排到预混合环形空间 60 内之前,可允许第二空气 102 在环形空间 118 中混合。

[0038] 在某些示例性实施例中,例如在图 3 至图 5 的实施例中,空气喷射特征 100 或其各个部分可被限定于旋流器组件 50 中。举例而言,空气喷射特征 100 可包括一个或多个进给通路 120。进给通路 120 可为径向延伸的进给通路 120,并且可被构造成使第二空气 102 流过。举例而言,其中每个进给通路 120 可被限定于该多个旋流器叶片 52 中的一个中。进给通路 120 还可延伸穿过旋流器组件 50 和外燃烧管 62 到燃料喷嘴组件 28 的外部,从而使得第二空气 102 可流入进给通路 120 的入口 122 内并由进给通路 120 的入口 122 接收。

[0039] 在某些实施例中,如图 3 和图 5 所示,空气喷射特征 100 还可包括一个或多个开孔 130。开孔 130 可被限定于旋流器组件 50 中,并且其中每个开孔 130 可与进给通路 120 中的一个进给通路流体连通。开孔 130 可被构造成使第二空气 102 从进给通路 120 流入预混

合环形空间 60 内。举例而言,流入进给通路 120 内的第二空气 102 可从进给通路 120 流入开孔 130 内,并且开孔 130 可使第二空气 102 流过,从而使第二空气 102 大体上邻近外燃烧管 62 和 / 或内燃烧管 64 排到预混合环形空间 60 内。

[0040] 开孔 130 可大体上邻近外燃烧管 62(例如其内表面)和 / 或内燃烧管 64(例如其外表面)排出第二空气 102。如图 3 至图 5 中所示,例如,开孔 130 中的各个开孔可邻近外燃烧管 62 限定在旋流器组件 50 中,从而使得从其排出的第二空气 102 大体上邻近外燃烧管 62 流动。另外地或备选地,开孔 130 中的许多开孔可邻近内燃烧管 64 限定在旋流器组件 50 中,从而使得从其排出的第二空气 102 大体上邻近内燃烧管 64 流动。

[0041] 开孔 130 可具有任何合适的截面形状或面积,并且还可具有任何合适长度。另外,开孔 130 可例如为渐缩形。开孔 130 可大体上为纵向延伸的开孔 130。另外,开孔 130 可大体上不具有任何周向延伸的构件。因此,大体上纵向延伸的开孔 130 可促进第二空气 102 流过开孔 130 以便邻近外燃烧管 62 和 / 或内燃烧管 64 在线性、纵向方向上流入预混合环形空间 60 并流过预混合环形空间 60,并且还可阻止第二空气 102 与主空气 42 混合。但是,开孔 130 还可在它们纵向地延伸时以任何合适的传送角度径向地向内或向外延伸,以便邻近外燃烧管 62 和 / 或内燃烧管 64 供给第二空气 102。

[0042] 如图 5 中所示,空气喷射特征 100 还可包括一个或多个环形空间 132。环形空间 132 可限定于旋流器组件 50 中,并且可与进给通路 120 流体连通。举例而言,环形空间 132 可与进给通路 120 直接流体连通从而使得第二空气 102 从进给通路 120 直接流入环形空间 132 内。或者,如图 5 中所示,环形空间 132 可限定在开孔 130 下游并与开孔 130 流体连通,从而使得第二空气 102 从进给通路 120 通过开孔 130 流入环形空间 132 内。环形空间 132 可被构造成使第二空气 102 从进给通路 120 流入预混合环形空间 60 内。举例而言,流入环形空间 132 内的第二空气 102 可从进给通路 120 流入环形空间 132 内,并且环形空间 132 可使第二空气 102 流过,从而使第二空气 102 大体上邻近外燃烧管 62 和 / 或内燃烧管 64 排到预混合环形空间 60 内。

[0043] 该一个或多个环形空间 132 可大体上邻近外燃烧管 62(例如其内表面)和 / 或内燃烧管 64(例如其外表面)排出第二空气 102。如图 5 中所示,例如,环形空间 132 可邻近外燃烧管 62 限定在旋流器组件 50 中,从而使得从其排出的第二空气 102 大体上邻近外燃烧管 62 流动。另外地或备选地,环形空间 132 可邻近内燃烧管 64 限定在旋流器组件 50 中,从而使得从其排出的第二空气 102 大体上邻近内燃烧管 64 流动。

[0044] 如上文所论述的那样,空气喷射特征 100 可被构造成用以使第二空气 102 大体上邻近外燃烧管 62 和 / 或内燃烧管 64 流入预混合环形空间 60 内。在某些示例性实施例中,流入预混合环形空间 60 内的第二空气 102 可邻近外燃烧管 62 和 / 或内燃烧管 64 形成膜。举例而言,在上文所论述的其中第二空气 102 从环形空间进入预混合环形空间 60 的实施例中,从环形空间排出的第二空气 102 可形成空气膜。该膜可邻近外燃烧管 62(例如其内表面)和 / 或内燃烧管 64(例如其外表面)流过预混合环形空间。

[0045] 在其它示例性实施例中,流入预混合环形空间 60 内的第二空气 102 可邻近外燃烧管 62 和 / 或内燃烧管 64 形成多个空气射流。举例而言,在上文所论述的其中第二空气 102 从多个开孔的出口进入预混合环形空间 60 的实施例中,从其中每个出口排出的第二空气 102 可形成空气射流。该空气射流可邻近外燃烧管 62(例如其内表面)和 / 或内燃烧管

64(例如其外表面)流过预混合环形空间。

[0046] 然而,应当理解,其中形成膜的实施例并不限于其中第二空气 102 从环形空间流动的实施例,并且其中形成多个空气射流的实施例并不限于其中第二空气 102 从多个开孔出口流动的实施例。相反,使得第二空气 102 形成一个或多个膜的空气喷射特征 100 的任何构造,使得第二空气 102 形成多个空气射流的空气喷射特征 100 的任何构造以及其中第二空气 102 相对于预混合环形空间 60 纵向地沿大体上线性的路径流动的任何构造都在本公开的范围和精神内。

[0047] 该书面描述用示例来公开包括最佳模式的本发明,并且还使本领域技术人员能实施本发明,包括制造和使用任何装置或系统以及执行任何包括在内的方法。本发明的可专利范围由所附权利要求所限定,并且可包括本领域技术人员想到的其它示例。如果这种其它示例具有与所附权利要求的字面语言没有不同的结构元件,或者如果它们包括与所附权利要求的字面语言无实质差别的等同结构元件,则这种其它示例意图在所附权利要求的范围内。

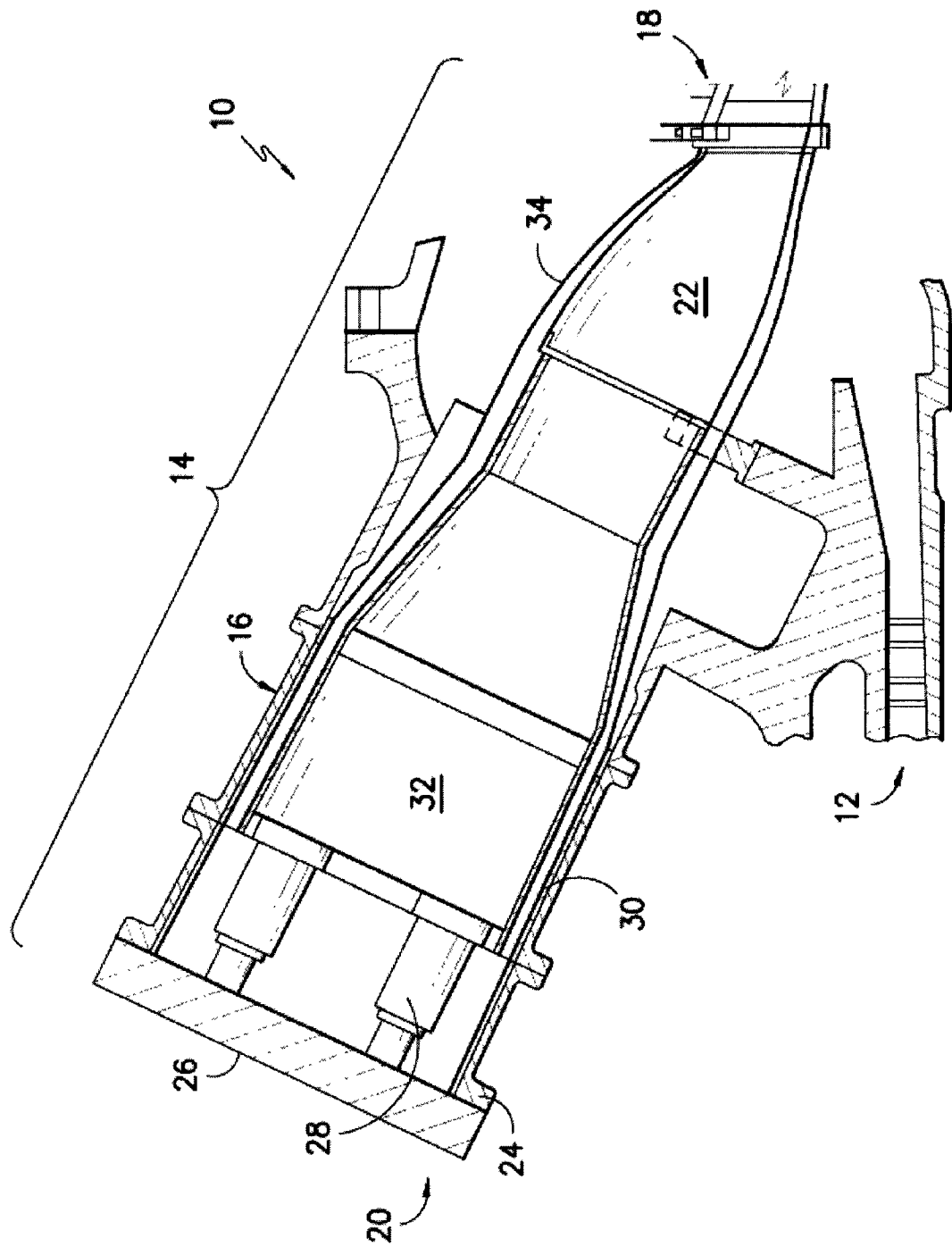


图 1

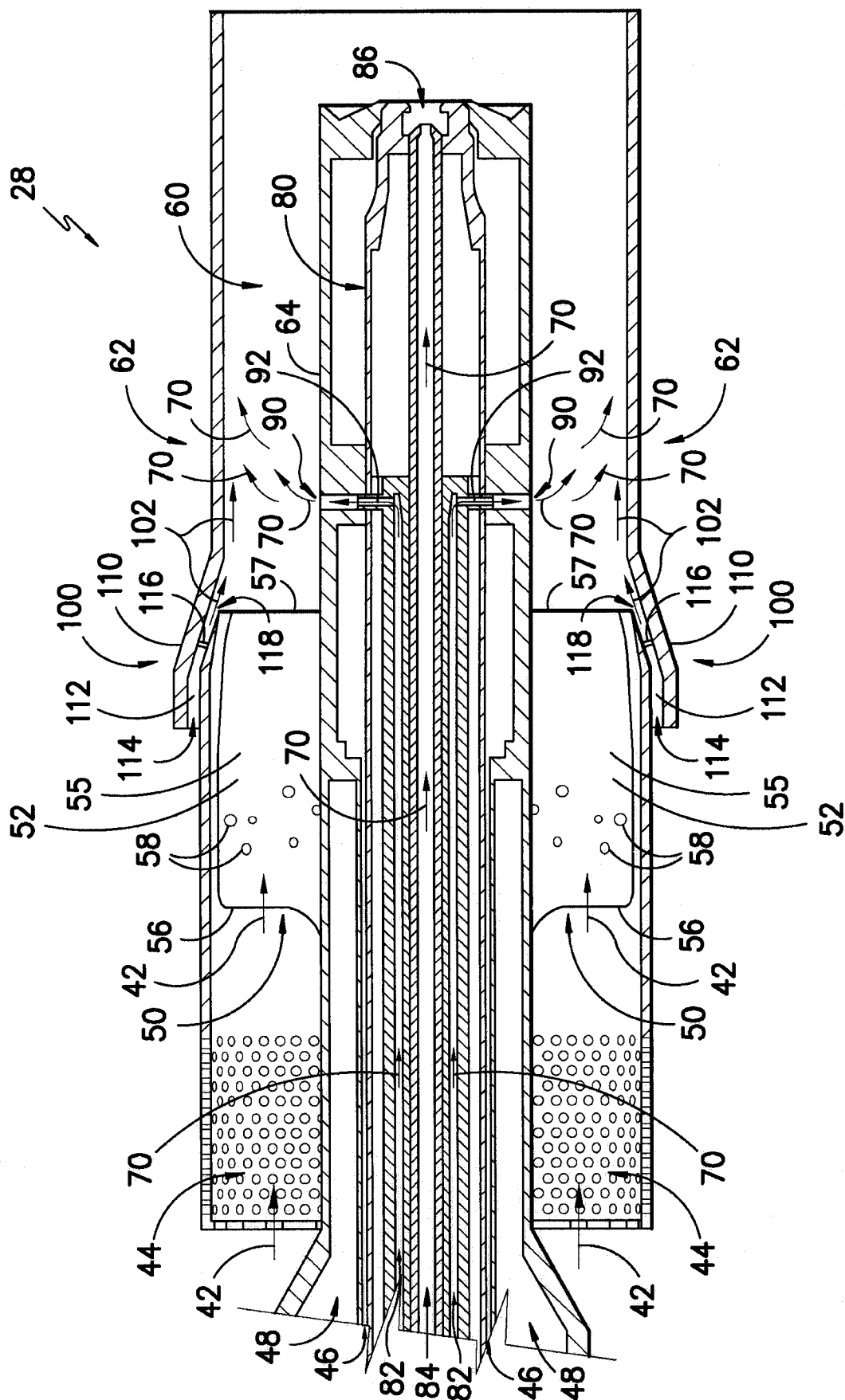


图 2

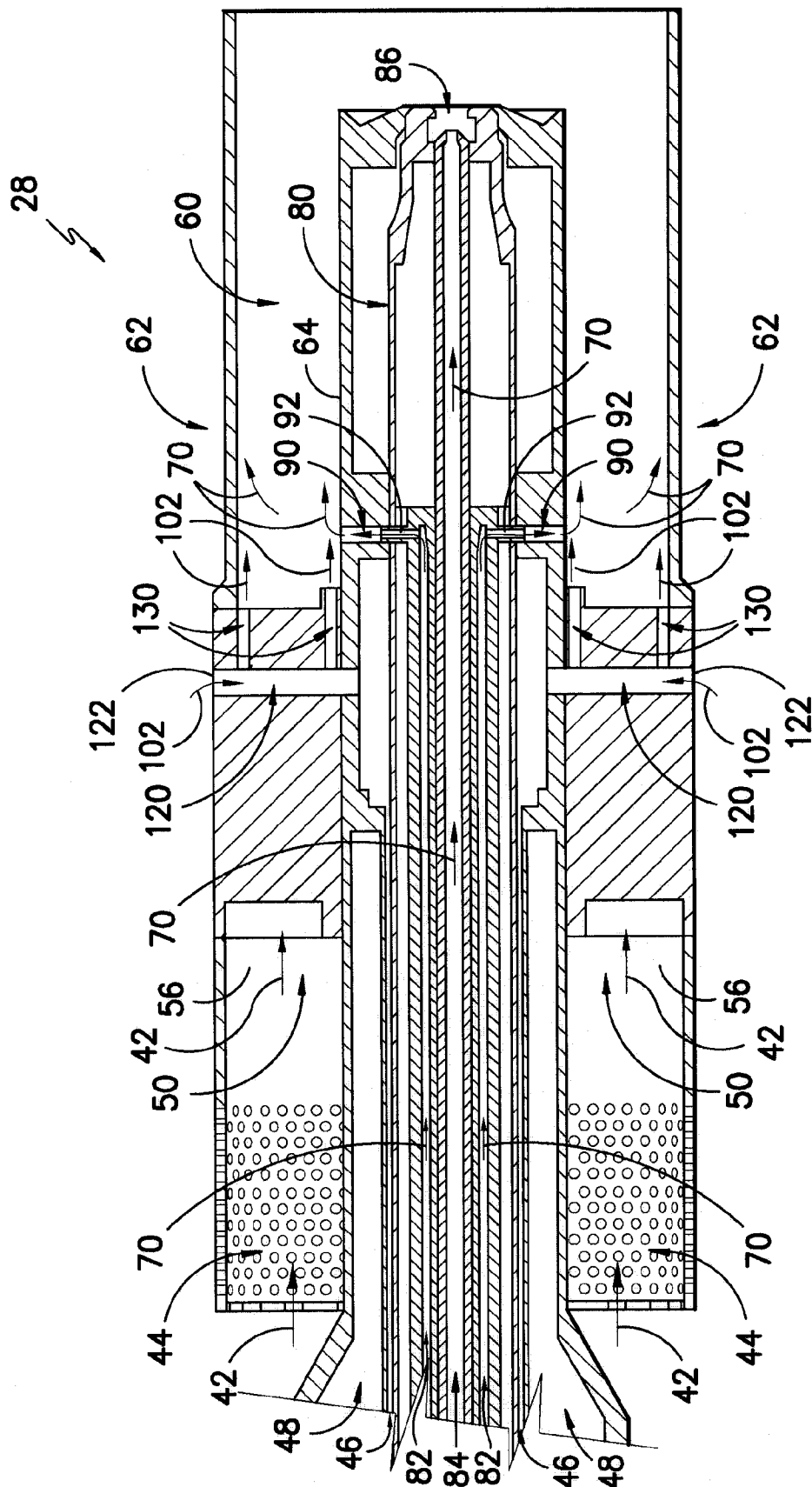


图 3

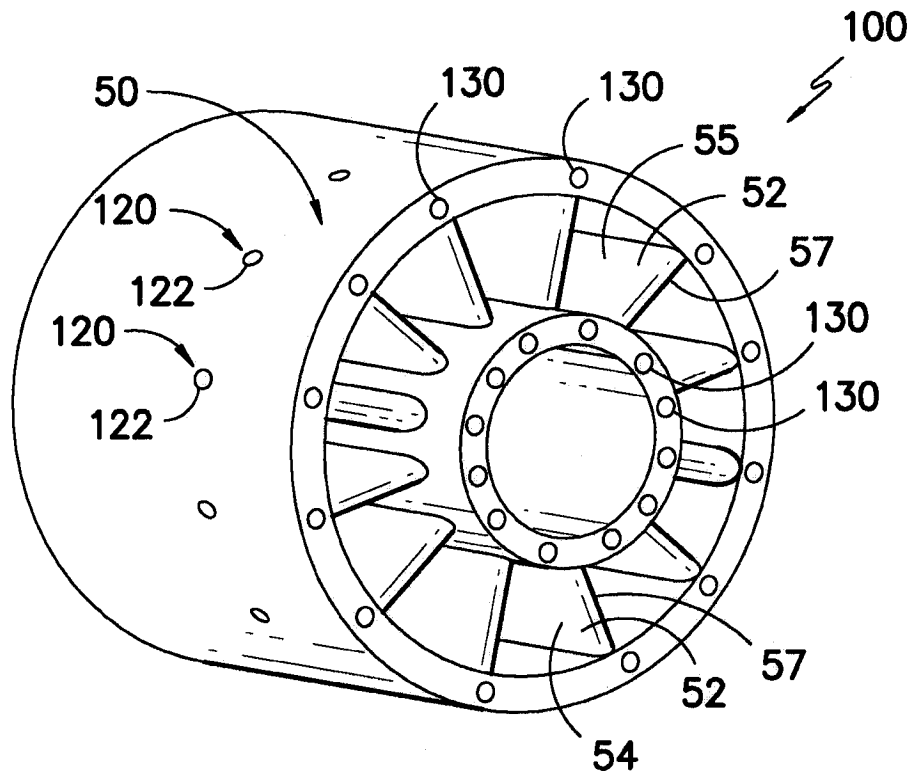


图 4

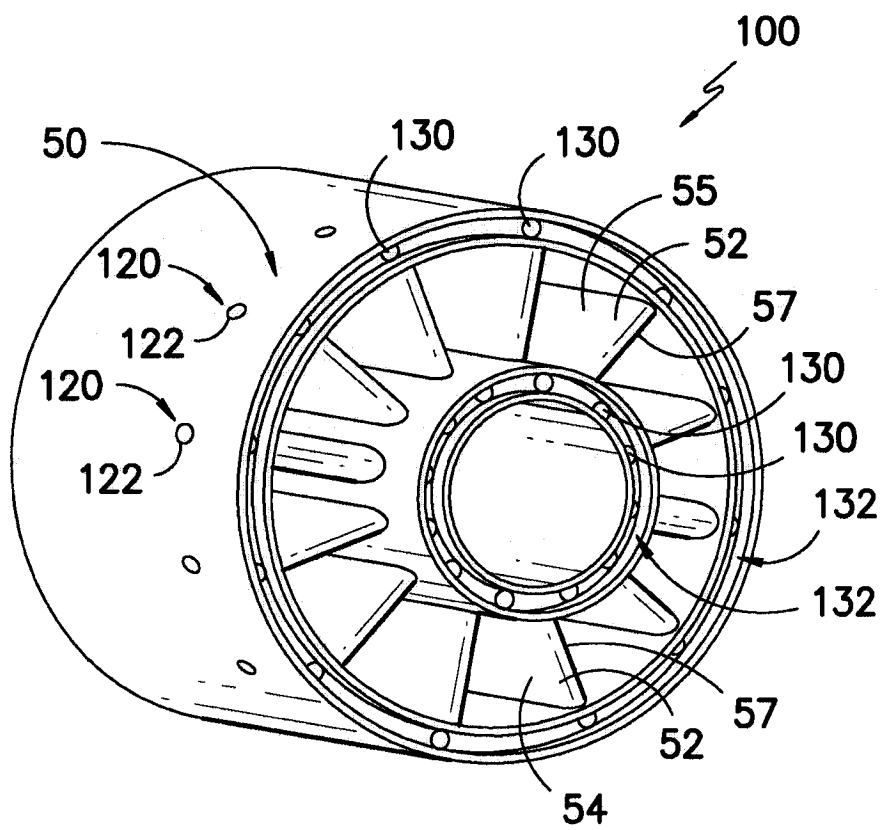


图 5