



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101713549 B

(45) 授权公告日 2014. 07. 23

(21) 申请号 200910204789. 1

(22) 申请日 2009. 09. 30

(30) 优先权数据

12/244696 2008. 10. 02 US

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 L·C·V·费尔南德斯 E·马克斯

R·M·沃沙姆

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 朱铁宏 刘华联

(51) Int. Cl.

F23R 3/28(2006. 01)

F02C 7/22(2006. 01)

F02C 3/14(2006. 01)

(56) 对比文件

US 6094916 A, 2000. 08. 01, 说明书第 4 栏第 32-67 行、附图 1、附图 9-12.

US 6094916 A, 2000. 08. 01, 说明书第 4 栏第 35-52 行、附图 11-12.

US 6935116 B2, 2005. 08. 30, 说明书附图 4-5、第 4 栏第 5-14 行.

CN 1079289 A, 1993. 12. 08, 全文.

US 2005039456 A1, 2005. 02. 24, 说明书附图 7、说明书第 0011 段.

审查员 王玲

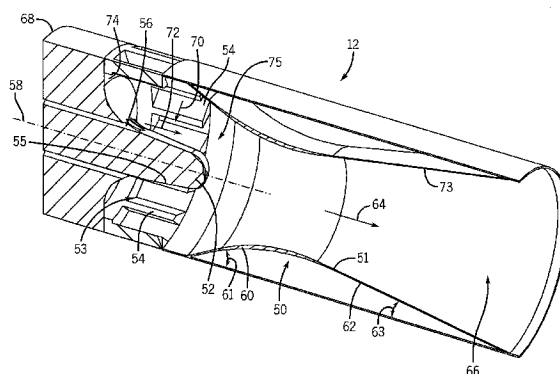
权利要求书1页 说明书6页 附图8页

(54) 发明名称

用于在燃气轮机中混合空气-燃料的系统

(57) 摘要

本发明涉及用于在燃气轮机中混合空气-燃料的系统及方法。具体而言,一种系统包括用于涡轮发动机的燃料喷嘴,该燃料喷嘴包括定位在燃料喷嘴的内基部上的渐缩形中心本体、空气旋流器,以及位于渐缩形中心本体中与空气旋流器隔开的燃料端口。



1. 一种系统,包括:

燃料喷嘴 (12),其包括:

管状外部本体,其具有入口端部分和出口端部分;

喷嘴基部 (68),其具有与所述管状外部本体同轴的渐缩形中心本体 (52,76,84),其中,所述喷嘴基部设于靠近所述管状外部本体的所述入口端部分,在所述管状外部本体与所述渐缩形中心本体 (52,76,84) 之间设置有环形流动区域 (53),所述渐缩形中心本体包括上游端部分、下游端部分、向外朝向以面对所述管状外部本体的内表面的外表面 (55)、和多个沿着所述外表面围绕所述燃料喷嘴的纵向轴线设置的燃料端口,其中下游对应于流体从所述管状外部本体的所述入口端部分朝向所述出口端部分流动的方向;

定位在所述管状外部本体中的径向空气旋流器 (54),其中所述径向空气旋流器围绕所述渐缩形中心本体延伸,且所述径向空气旋流器设于所述管状外部本体和所述喷嘴基部之间;以及

会聚发散文丘里管室 (50),其与所述渐缩形中心本体同轴、并设于所述管状外部本体内,其中,所述会聚发散文丘里管室具有大体上光滑的曲面 (51),并包括具有发散角的发散部分和具有会聚角的会聚部分,所述发散部分相对会聚发散文丘里管室的轴线 (58) 的所述发散角可以是 10° 、 15° 、或者小于 10° ,所述会聚部件相对所述会聚发散文丘里管室的轴线 (58) 的所述会聚角不超过 30° ,所述会聚部分的入口位于所述径向空气旋流器的下游,所述发散部分的出口朝向所述管状外部本体的所述出口端部分延伸。

2. 根据权利要求 1 所述的系统,其特征在于,所述渐缩形中心本体 (52,76,84) 从所述燃料喷嘴 (12) 的内基部表面 (82,90) 伸出。

3. 根据权利要求 1 所述的系统,其特征在于,所述渐缩形中心本体 (52,76,84) 包括设置成与内基部表面 (82,90) 偏离的至少一个燃料端口 (56,78,86)。

4. 根据权利要求 1 所述的系统,其特征在于,所述渐缩形中心本体 (52,76,84) 具有大体上为钟形的外部 (55)。

5. 根据权利要求 1 所述的系统,其特征在于,所述径向空气旋流器 (54) 包括围绕所述渐缩形中心本体 (52,76,84) 成周向布置的空气槽口 (70)。

6. 根据权利要求 1 所述的系统,其特征在于,所述渐缩形中心本体 (52,76,84) 包括具有定向成与所述燃料喷嘴 (12) 的纵轴线交叉的相应轴线的燃料端口。

7. 根据权利要求 1 所述的系统,其特征在于,所述系统包括具有所述燃料喷嘴 (12) 的燃烧室 (16)。

8. 根据权利要求 7 所述的系统,其特征在于,所述系统包括设置在所述燃烧室 (16) 上游位于通向所述燃烧室 (16) 的进入通路中的压缩机 (22),以及设置在所述燃烧室 (16) 的下游位于离开所述燃烧室 (16) 的排出通路中的涡轮 (18)。

用于在燃气轮机中混合空气 - 燃料的系统

技术领域

[0001] 本文大体上涉及燃气涡轮发动机,并且更具体地涉及一种具有改进的燃料 - 空气混合特性的燃料喷嘴。

背景技术

[0002] 燃气涡轮发动机通过产生流过涡轮的压缩气体使涡轮自旋。压缩气体通过燃烧燃料如丙烷、天然气、煤油或喷气燃料来产生,这些燃料在通过一组燃料喷嘴喷射到燃烧器或燃烧室中之后进行燃烧。通过燃料喷嘴混合的燃料和气体显著地影响发动机的性能和排放。具体而言,更为严格的排放法规和燃料价格的上涨使得气体和液体燃料的稀薄预混成为改进燃气轮机性能的重点。

发明内容

[0003] 在一个实施例中,该系统包括用于涡轮发动机的燃料喷嘴,该燃料喷嘴包括定位在燃料喷嘴内基部上的渐缩形中心本体、空气旋流器,以及位于渐缩形中心本体中与空气旋流器隔开的燃料端口。在另一个实施例中,该方法包括从燃料喷嘴基部区域上的钟形本体中喷射燃料,沿与燃料交叉的流动方向旋动空气,以及使燃料和空气流过具有大体上光滑曲面的文丘里管(venturi)室。

附图说明

[0004] 当参照附图阅读如下详细描述时,本文的这些及其它特征、方面和优点将变得更容易理解,所有附图中的相似标号表示相似的零件,在附图中:

[0005] 图 1 为根据本技术的实施例的具有联接到燃烧器上的燃料喷嘴的涡轮机系统的框图;

[0006] 图 2 为如图 1 中所示的涡轮机系统的实施例的剖面侧视图;

[0007] 图 3 为如图 1 和图 2 中所示的具有燃料喷嘴的燃烧器的实施例的剖面侧视图;

[0008] 图 4 为根据本技术的一些实施例的具有文丘里管及燃料分配中心本体以改善燃料空气的混合的燃料喷嘴的截面透视图;

[0009] 图 5 为根据本技术的实施例的如图 4 中所示的燃料喷嘴的剖面侧视图;

[0010] 图 6 为根据本技术的实施例的如图 4 中所示的燃料喷嘴的剖面端视图;

[0011] 图 7 为根据本技术的实施例的构造成用于分配液体燃料的喷嘴中心本体的侧视图;以及

[0012] 图 8 为根据本技术的另一个实施例的构造成用于分配液体燃料的喷嘴中心本体的侧视图。

具体实施方式

[0013] 下文将描述本发明的一个或多个特定实施例。为了致力于提供对这些实施例的简

要描述,故在说明书中并未描述实际实现方式的所有特征。应当认识到,在任何这些实际实现方式的开发中,如在任何工程或设计项目中一样,必须作出许多因实现方式而异的特殊决定,以实现开发者的特定目标,如遵循关于系统和关于商业的约束,这可根据实施方式而异。此外,应当认识到,虽然这些开发工作可能很复杂且耗时,但对于受益于本公开内容的普通技术人员来说,仍将是设计、制作和生产的例行任务。

[0014] 在介绍本发明的多种实施例的元件时,用词“一个”、“一种”、“该”,以及“所述”用来意指存在元件中的一个或多个。用语“包括”、“包含”,以及“具有”视作为包括性的,且意指存在除所列元件外的其它元件。

[0015] 如下文进行详细论述的那样,燃料喷嘴系统的各种实施例可用于改善涡轮发动机系统的性能。具体而言,燃料喷嘴的实施例包括会聚发散文丘里管室,其包括具有小的会聚角(小于30度)和小的发散角(小于12度)的光滑内壁表面。文丘里管室中的光滑表面可改善空气燃料混合物,以及减少回流区和/或混合停滞区。文丘里管的光滑内表面通常没有尖锐的边缘或角,如果存在的话,它可能会干扰经过喷嘴的流动,以及可导致流动分离。此外,改善空气燃料混合物将会导致提高涡轮机性能和减少排放。减少涡轮机系统内的回流区会降低喷嘴本身中不需要的火焰稳定的可能性。例如,燃料喷嘴基部附近的火焰稳定可导致对包括在燃料喷嘴基部中的构件进行不需要的辐射。一个实施例还包括具有空气槽口的径向旋流器,其可沿内喷嘴壁位于燃料喷嘴的基部。此外,本体可附接到喷嘴基部的中心上,其中,该本体具有燃料进入孔,以能够在来自于旋流器的空气与从燃料进入孔流出的燃料之间进行交叉流动混合。如下文将进一步描述,燃料喷嘴的公开实施例使得能够改善空气燃料混合物,以及消除或减小基部附近或燃料喷嘴本体内的火焰稳定。

[0016] 现转到附图且首先参看图1,示出了燃气轮机系统10的一个实施例的框图。该图包括燃料喷嘴12、燃料源14,以及燃烧器16。如图所示,燃料源14向涡轮机系统10输送液体燃料或气体燃料如天然气,经由燃料喷嘴12进入燃烧器16中。如下文所述,燃料喷嘴12构造成用以喷射燃料和将燃料与压缩空气相混合,得到改善的燃料-空气混合物。燃烧器16点燃和燃烧燃料-空气混合物,且之后将热的加压排气传递到涡轮18中。排气经过涡轮18中的涡轮叶片,从而驱动涡轮18旋转。涡轮18中的叶片与轴19之间的联接继而又促使轴19旋转,如图所示,轴19还联接到整个涡轮机系统10的多个构件上。最后,燃烧过程的排气可经由排气出口20排出涡轮机系统10。

[0017] 在涡轮机系统10的实施例中,压缩机翼片或叶片作为压缩机22的构件包括在内。压缩机22内的叶片可联接到轴19上,且将随着轴19受到涡轮18驱动而旋转时进行旋转。压缩机22可经由空气入口24使空气进入到涡轮机系统10中。此外,轴19可联接到负载26上,该负载26可通过轴19的旋转而被供以动力。如所认识到的,负载26可为可经由涡轮机系统10的旋转输出而产生动力的任何适合的装置,如发电设备或外部机械负载。例如,负载26可包括发电机、飞机螺旋桨等。空气入口24通过适合的机构如冷空气入口使空气30进入涡轮机系统10中,以便随后通过燃料喷嘴12将空气30与燃料源14相混合。如下文将详细地进行描述的那样,由涡轮机系统10吸收的空气30可通过压缩机22内的旋转叶片供送和压缩成压缩空气。如箭头32所示,压缩空气然后可供送到燃料喷嘴12中。燃料喷嘴12然后可混合压缩空气和燃料(由标号34示出),以产生最佳混合比来用于燃烧,例如,促使燃料更为完全地烧尽的燃烧,以便不浪费燃料或产生过多排放物。涡轮机系统10

的一个实施例包括燃料喷嘴 12 内的一些结构和构件,以改善空气燃料混合物,从而提高性能和减少排放。

[0018] 图 2 示出了涡轮机系统 10 的一个实施例的剖面侧视图。如图所示,该实施例包括联接到环形阵列的燃烧器 16 上的压缩机 22。例如,六个燃烧器 16 定位在所示的涡轮机系统 10 中。各燃烧器 16 均包括一个或多个燃料喷嘴 12,其将空气燃料混合物输送给定位在各燃烧器 16 内的燃烧区。例如,各燃烧器 16 均可包括呈环形或其它合适布置的 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 个或多个燃料喷嘴 12。空气燃料混合物在燃烧器 16 内的燃烧将会促使涡轮 18 内的翼片或叶片随着排气朝排气出口 20 传递而旋转。如下文将详细地描述,燃料喷嘴 12 的一些实施例包括多种独特特征用以改善空气燃料混合物,从而改善燃烧,减少不期望的排气排放物,以及改善燃料消耗。

[0019] 图 3 为燃烧器 16 实施例的详细的剖面侧视图。如图所示,燃烧器 16 包括在燃烧器 16 基部 39 处附接到端盖 38 上的燃料喷嘴 12。燃烧器 16 的典型布置可包括五个或六个燃料喷嘴 12。燃烧器 16 的其它实施例可使用单个的大燃料喷嘴 12。燃料喷嘴 12 的表面和几何形状设计成用以提供最佳混合物,以及用于空气和燃料在其向下游流动进入燃烧器 16 的流动通路,从而能使腔室中的燃烧得以增强,因而在燃气涡轮机中产生更多动力。燃料混合物从燃料喷嘴 12 沿方向 40 向下游排放到燃烧器外壳 44 内的燃烧区 42 中。燃烧区 42 为在燃烧器 16 内最适合点燃空气燃料混合物的位置。例如,在端盖 38 附近,上游燃料的火焰稳定或自动点燃可导致燃烧损坏,可能会融化燃烧器的硬件构件。此外,通常期望在基部 39 下游燃烧空气燃料混合物,以减小从燃烧区 42 至燃料喷嘴 12 的热传递。在所示的实施例中,燃烧区 42 定位在燃烧器外壳 44 内,位于燃料喷嘴 12 的下游和过渡件 46 的上游,过渡件 46 在出口 47 处将加压排气引向涡轮 18。过渡件 46 包括会聚段,其在燃烧的排气流出燃烧器 16 时能使压力升高,从而产生更大的力来转动涡轮 18。排气继而又促使轴 19 旋转来驱动负载 26。在一个实施例中,燃烧器 16 还包括定位在外壳 44 内的衬套 48,用以提供用于冷却空气流的中空环形通路,该冷却空气流冷却围绕燃烧区 42 的外壳 44。衬套 48 还可提供适合的轮廓来改善在出口 47 处从燃料喷嘴 12 至涡轮 18 的流动。

[0020] 图 4 中的截面透视图示出了燃料喷嘴 12 的实施例。燃料喷嘴 12 的示图包括具有光滑表面 51 的文丘里管 50,其包括小的会聚角和小的发散角。文丘里管 50 能使燃料喷嘴 12 内的空气和燃料的混合物得以改善。从内表面上除去尖锐的边缘和角导致改善了空气和燃料在燃料喷嘴 12 中的流动和混合。此外,中心本体 52 可将燃料释放到燃料喷嘴 12 中。中心本体 52 构造成用以在旋流器翼片 54 与光滑表面 55 之间产生中空环形区域 53。如图所示,本体 52 可为具有光滑表面 55 而没有尖锐边缘的渐缩形状,且大体上为钟形,尖锐的边缘可产生不需要的回流区。本体 52 的渐缩钟形表面可伸入喷嘴中,占据在其它设计中可能出现停滞的区域。不期望在区域中出现停滞,因为停滞可导致流动向下游不连续的区间。本体 52 从而通过将其定位在燃料喷嘴 12 的上游部分内来消除停滞。此外,径向旋流器翼片 54 可引入空气以便与燃料相混合,该燃料沿本体 52 的光滑表面 55 由燃料孔或端口 56 喷出。文丘里管 50 包括会聚段 60 和发散段 62,它们设计成用以在空气燃料混合物沿方向 64 向下游流动时,使流动加速(会聚段 60),然后使流动减速(发散段 62)。在一个实施例中,会聚段 60 相对于轴线 58 的角度 61 可小于 30 度、小于 20 度,或为大约 20 度至 30 度。发散段 62 的角度 63 可为大约 10 度、大约 15 度,或小于大约 10 度。在其它实施例中,由于

文丘里管 50 的长度、燃料和 / 或空气的性质、本体 52 的形状及其它燃料喷嘴参数,会聚段 60 的角度 61 和发散段 62 的角度 63 是可变化的。如所认识到的那样,上述角度为许多可能的角度的实例。此外,在选择文丘里管 50 角度时的一个重要考虑因素是,使流动变得始终粘附在表面上的方式来确定该角度,从而避免分离。文丘里管 50、中心本体 52 及翼片 54 改善了空气燃料混合物和整个燃料喷嘴 12 的压降,以减小喷嘴 12 内的回流区,从而导致在由箭头 66 所示的喷嘴 12 端部下游或附近的期望位置上产生火焰。通过降低在环形区域 53 上游附近点燃以及在端部区域 66 下游附近产生移动火焰的可能性,定位在喷嘴基部 68 附近的构件避免了由火焰和较高的金属温度所引起的辐射。

[0021] 如所认识到的那样,喷嘴基部 68 联接到端盖 38 上,从而提供了在喷嘴 12 与端盖 38 之间的密封和结构支承。在一个实施例中,穿过旋流器翼片 54 的空气径向流 70 可横向于气体燃料的燃料流 72,且与气体燃料的燃料流 72 相交。空气和燃料的交叉流动 70,72 在喷嘴 12 内产生了最佳混合布置。此外,本体 52 和文丘里管 50 的设计及光滑表面 51 和 55 减少了在喷嘴喉部 75 附近过早地生成火焰,减少了回流区,以及改善了喷嘴 12 内的流动。例如,本体 52 和文丘里管 50 的光滑表面 51 和 55 促使空气燃料混物流向下游 64 传递,以粘附到喷嘴 12 的内壁上。此外,由于在到达喷嘴端部 66 (在此将产生燃烧) 之前所行进的距离,使得喷嘴 12 在轴向 58 上的长度能够增强混合物。此外,环形区域 53、渐缩形中心本体 52 以及空气旋流器 54 提供了具有光滑表面的环境,以允许平稳地向下流动,同时提供了空气和燃料的交叉相交输入,以促进改善混合物。

[0022] 图 5 为燃料喷嘴 12 实施例的详细的侧视图。在所示的实施例中,燃料喷嘴 12 包括会聚段 60 和发散段 62,它们能够减小燃料喷嘴 12 整个长度上的压降。具体而言,段 60 和段 62 的几何形状导致喷嘴端部 66 附近的压力损失降低。在一个实施例中,会聚段 60 设计成用以抑制沿本体 52 的流动分离,这可稳定喷嘴喉部 75 上游的火焰。换句话说,会聚段 60 构造成用以防止在本体 52 和喷嘴喉部 75 附近由空气燃料混物流的分离或停滞所引起的火焰分布。此外,发散段 62 设计成用以防止喷嘴喉部 75 下游靠近喷嘴壁 73 的流动分离,而非位于喷嘴端部 66 中心的流动分离。

[0023] 如上文所述,文丘里管 50 的光滑内表面 51 通过消除尖锐的边缘和角来降低在到达喷嘴端部 66 之前的火焰分布的可能性。燃料从燃料孔 56 中由箭头 72 所示轴向地喷出,该燃料与由箭头 70 所示径向地进入喷嘴 12 中的空气相混合。旋流入口翼片 54 设计成用以在空气沿方向 70 进入喷嘴 12 时在喷嘴 12 内产生围绕轴线 58 的旋流效果。换句话说,旋流翼片 54 的角定向产生围绕喷嘴轴线 58 的旋转气流,这能够获得最佳的空气燃料混合物。例如,天然气燃料可沿方向 72 流出燃料孔或端口 56,在该处,燃料与从方向 70 (从成一定角度的旋流翼片 54) 进入的空气相交。当混合物围绕轴线 58 转动时,交叉相交的空气和燃料可沿方向 64 向下游行进,从而进一步混合空气和燃料。当混合的空气和燃料在喷嘴端部区域 66 中点燃时,文丘里管 50 产生降低的压降。燃料从低压区的区域中的燃料端口 56 中释放,该低压区由从旋流器翼片 54 沿径向 70 流动的空气产生。

[0024] 本体 52 可为来自于喷嘴基部 68 的突出体,或附接到喷嘴基部 68 上的单独构件。如图所示,自基部表面 74 到本体 52 表面 55 的平缓光滑的斜面通常会沿下游方向 64 偏斜或引导流动,从而减小在基部表面 74、环形区域 53、中心本体 52 和喉部 75 附近的不期望的火焰形成和火焰稳定的可能性。例如,燃料喷嘴 12 使角度沿平缓光滑的斜面从大约 90 度

(即,垂直)变化到大约 0 度(即,平行),使得中心本体 52 的表面 55 用作沿下游方向 64 平缓地转向轴线 58。可描述为钟形的本体 52 设计,以及文丘里管 50 的光滑会聚区域 60 和发散区域 62 确保了火焰将定位在喷嘴出口 66 附近,远离喷嘴喉部区域 75。火焰靠近喷嘴端部 66 而非喉部区域 75 的定位大体上减小或防止了对喷嘴 12 内的金属表面如本体 52 的不需要的加热,不需要的加热可导致自动点燃未混合的燃料。

[0025] 图 6 为如图 5 中的线 6-6 所示的截面端视图中示出的喷嘴 12 实施例的示图,该图是从上游观察喷嘴 12。在一个实施例中,喷嘴 12 包括旋流器翼片 54,其构造成用以在空气沿方向 70 进入喷嘴 12 中时产生围绕喷嘴轴线 58 的旋流效果。如图所示,旋流器翼片 54 朝向但偏离 77 轴线 58 沿径向向内延伸,使得空气流在环形区域 53 中大体上与来自于燃料孔 56 的燃料流交叉地旋动。喷嘴 12 的一个实施例包括具有钟形表面 55 的本体 52,其具有燃料孔 56,燃料孔 56 大体在空气进入方向 70 的横向方向上轴向地释放气态燃料。由旋流器翼片 54 以及空气进入 70 相对于气体进入 72 大体横向的布置所产生的旋流效果致使空气燃料混合物得以改善,从而将火焰沿下游方向 64 定位在喷嘴端部 66 上。

[0026] 图 7 为钟形布置的本体 76 的实施例的示图,该本体 76 构造用以释放喷嘴 12 中的液体燃料。本体 76 可用于喷嘴 12 的一些实施例,从而替换图 4 至图 6 中所示的本体 52。液体燃料可供送给喷嘴 12,且可经由轴向燃料孔 78 释放到喷嘴 12 中。在一些实施例中,可存在一个以上的轴向燃料孔 78。如图所示,中心燃料孔 78 沿箭头 80 所示的轴向释放液体燃料。燃料孔或端口 78 与本体基部表面 82 偏离一定距离 81。本体基部表面 82 可在基部表面 74 处附接或以其它方式联接到喷嘴基部 68 上,以限定环形区域 53(见图 5)。在其它实施例中,由于喷嘴 12 的长度、燃料和 / 或空气的性质、文丘里管 50 的形状以及其它燃料喷嘴参数而使得本体 76 的形状和孔 78 的位置是可变化的。例如,本体 76 可为圆锥形。如图所示,液体燃料沿方向 80 的流动可横向于旋动的空气流 70(见图 4),从而产生对于空气燃料混合物的最佳布置。此外,燃料在处于本体 76 后方(即,下游)之前不会与空气相混合。在一些实施例中,空气燃料混合物沿方向 64 向下游传递,在位于喷嘴端部 66 附近点燃火焰之前穿过燃料喷嘴 12 的整个长度。

[0027] 图 8 示出了本体 84 的实施例,该本体 84 构造成用以将液体燃料如天然气分配到燃料喷嘴 12 中。本体 84 可用于喷嘴 12 的一些实施例,从而替换图 4 至图 6 中所示的本体 52。如图所示,气态燃料可经由气孔 86 沿由箭头 88 所示的轴向释放到燃料喷嘴 12 中。此外,燃料孔或端口 86 偏离本体基部表面 90 一定距离 89。如所认识到的那样,燃料流 88 相对于旋动空气流 70(见图 4)的横向定向产生了对于空气燃料混合物的最佳布置。本体 84 包括本体基部表面 90,其可在基部表面 74 处附接到喷嘴基部 68 上,以限定环形区域 53(见图 5)。在图 7 和图 8 中分别示出的本体 76 和 84 的光滑表面和形状容许燃料沿表面流动,从而减小了在喷嘴 12 喉部区域 75 中的自动点燃或回流区的可能性。分别根据燃料端口 78 和 86 的定向,燃料可沿本体 76 和 84 的表面与空气相混合。此外,根据燃料类型和其它因素,本体 76 和 84 的渐缩形状分别远离基部 82 或 90 可更尖,或更钝。

[0028] 如所认识到的那样,本体 52,76 或 84 的设计可为钟形、圆锥形、渐缩形、具有圆边的大体圆柱形,或将促进空气燃料混合物的平稳流动的任何适合的光滑表面。换句话说,定位在喷嘴 12 内的本体 52 的设计用于减少或消除停滞区、回流区,以及在喷嘴 12 内过早的火焰分布。此外,燃料孔 56 的位置可定位在本体 52 内的任何适合位置上,以产生与进气 70

的最佳交叉,从而产生最佳混合物。例如,一个或多个燃料孔可布置在基部表面 74 上、沿表面 55 偏离、位于本体 52,76 或 84 的下游端上,或者它们的组合。在其它实施例中,作为轴向的替代,或除轴向之外,燃料孔 56 可促使燃料沿径向在喷嘴 12 中喷射。

[0029] 尽管文中仅示出和描述了本文的一些特征,但本领域的技术人员可想到许多修改和变化。因此,应当理解到,所附权利要求旨在涵盖落入本文真正精神内的所有这些修改和变化。

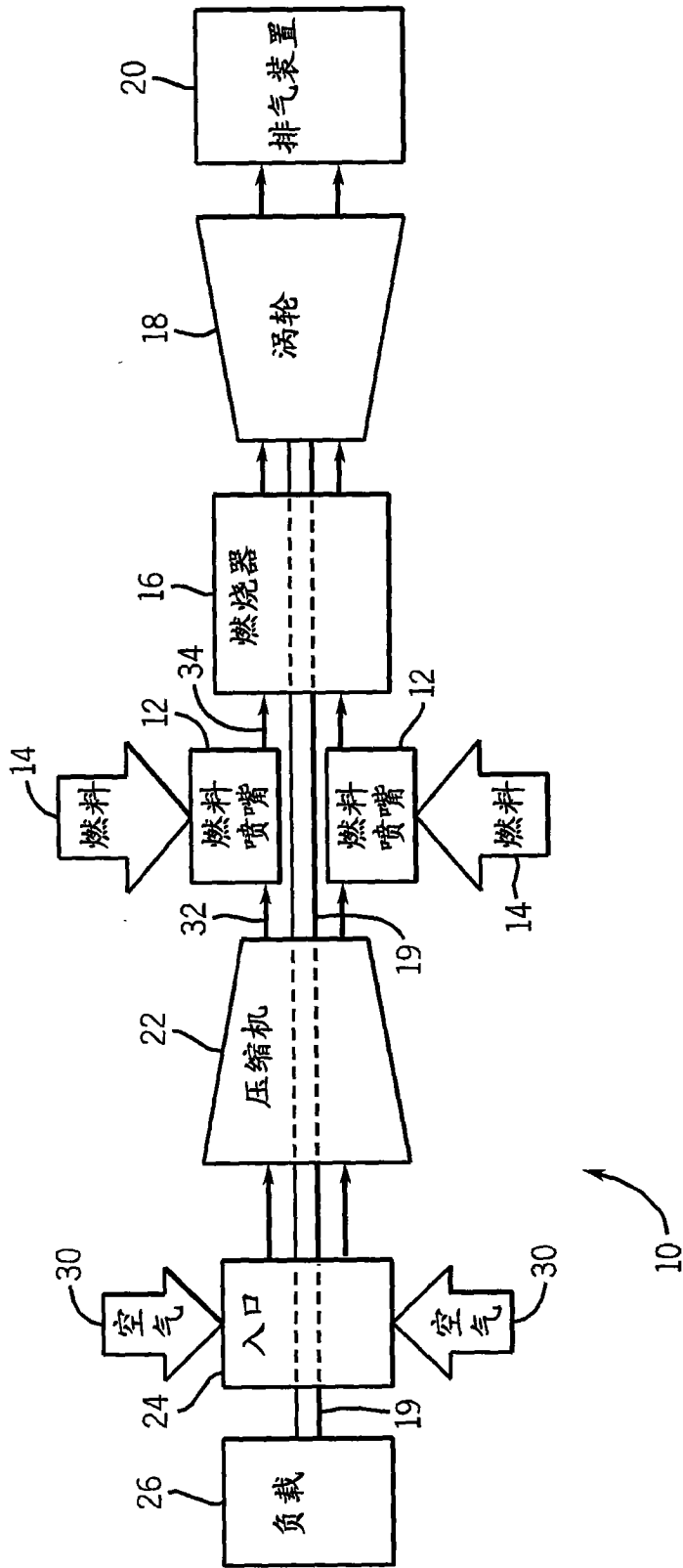


图 1

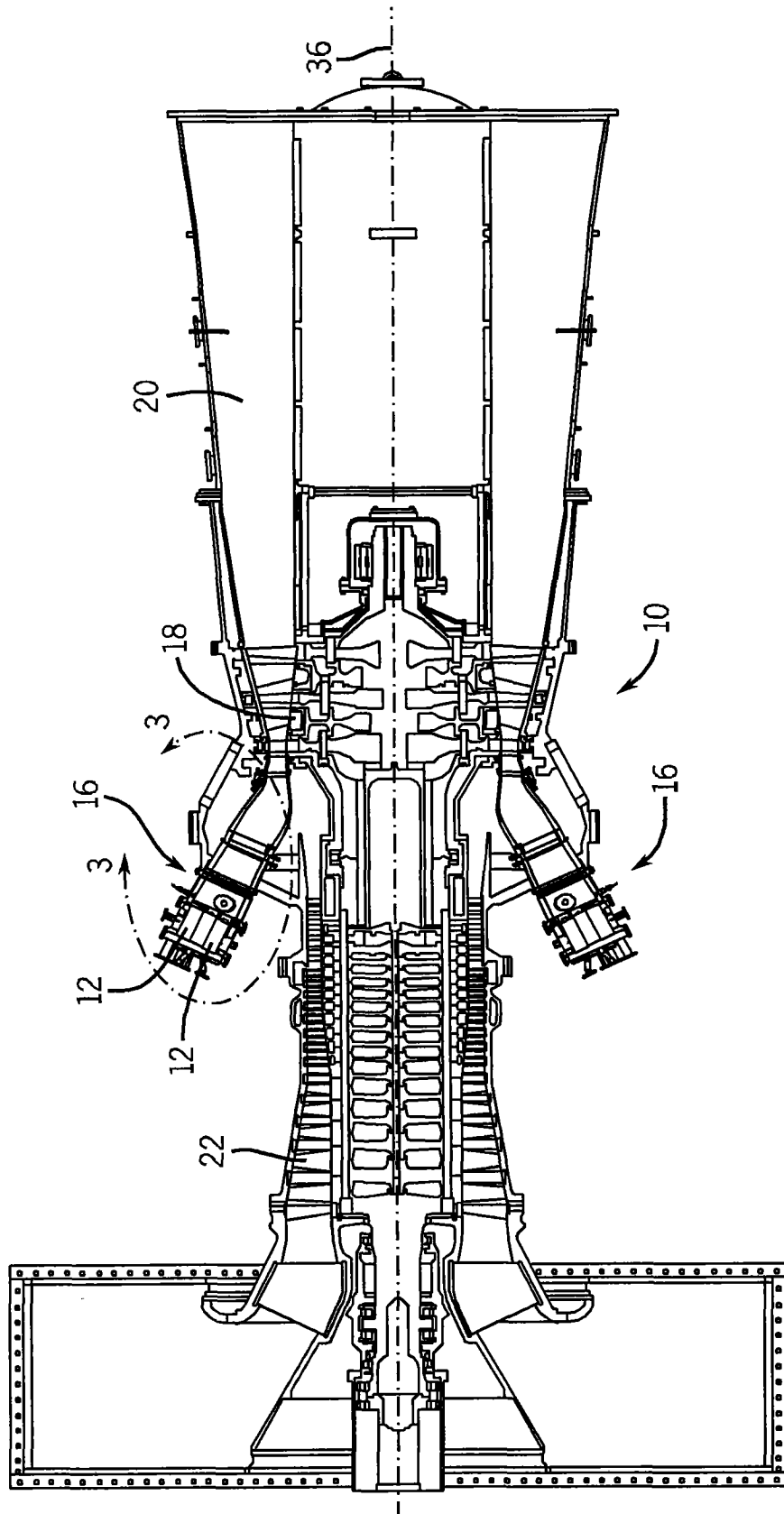


图 2

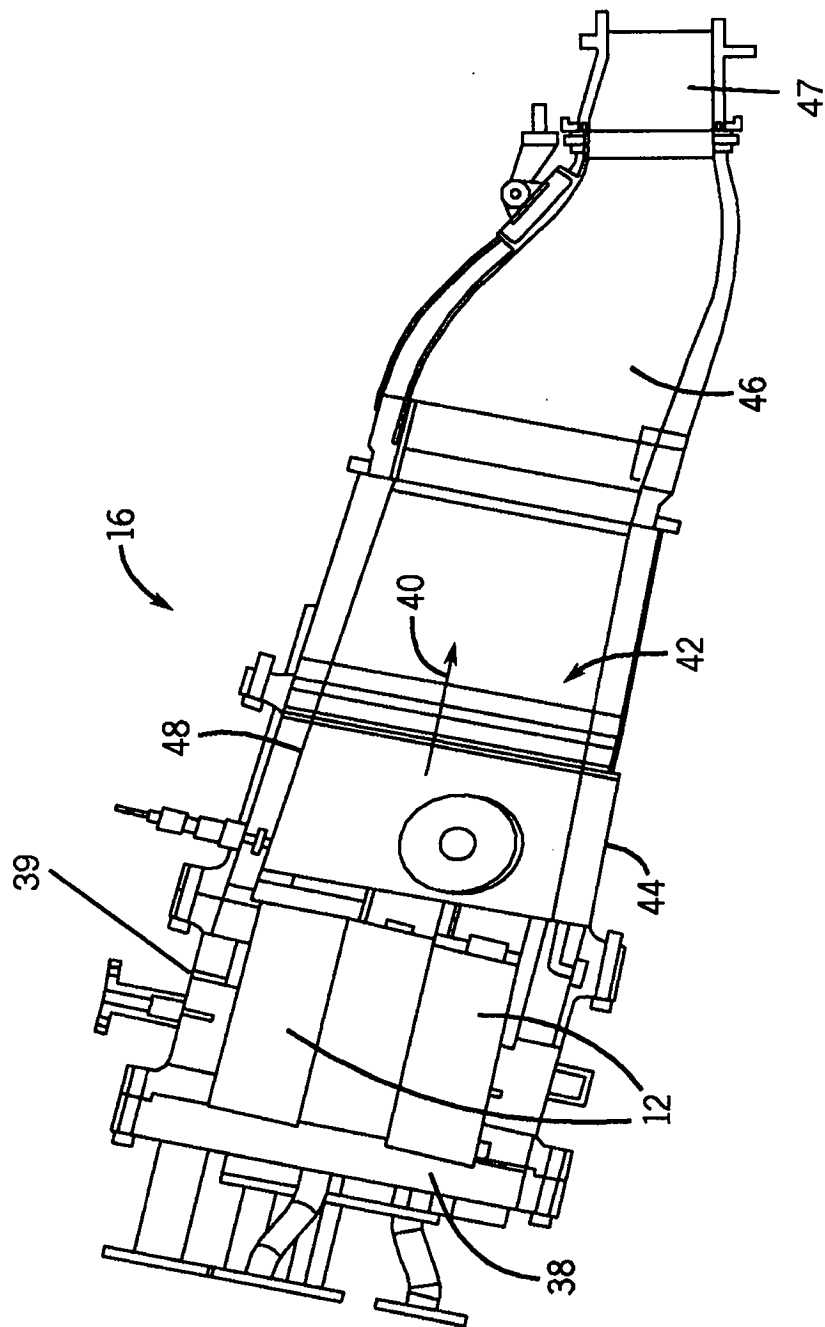


图 3

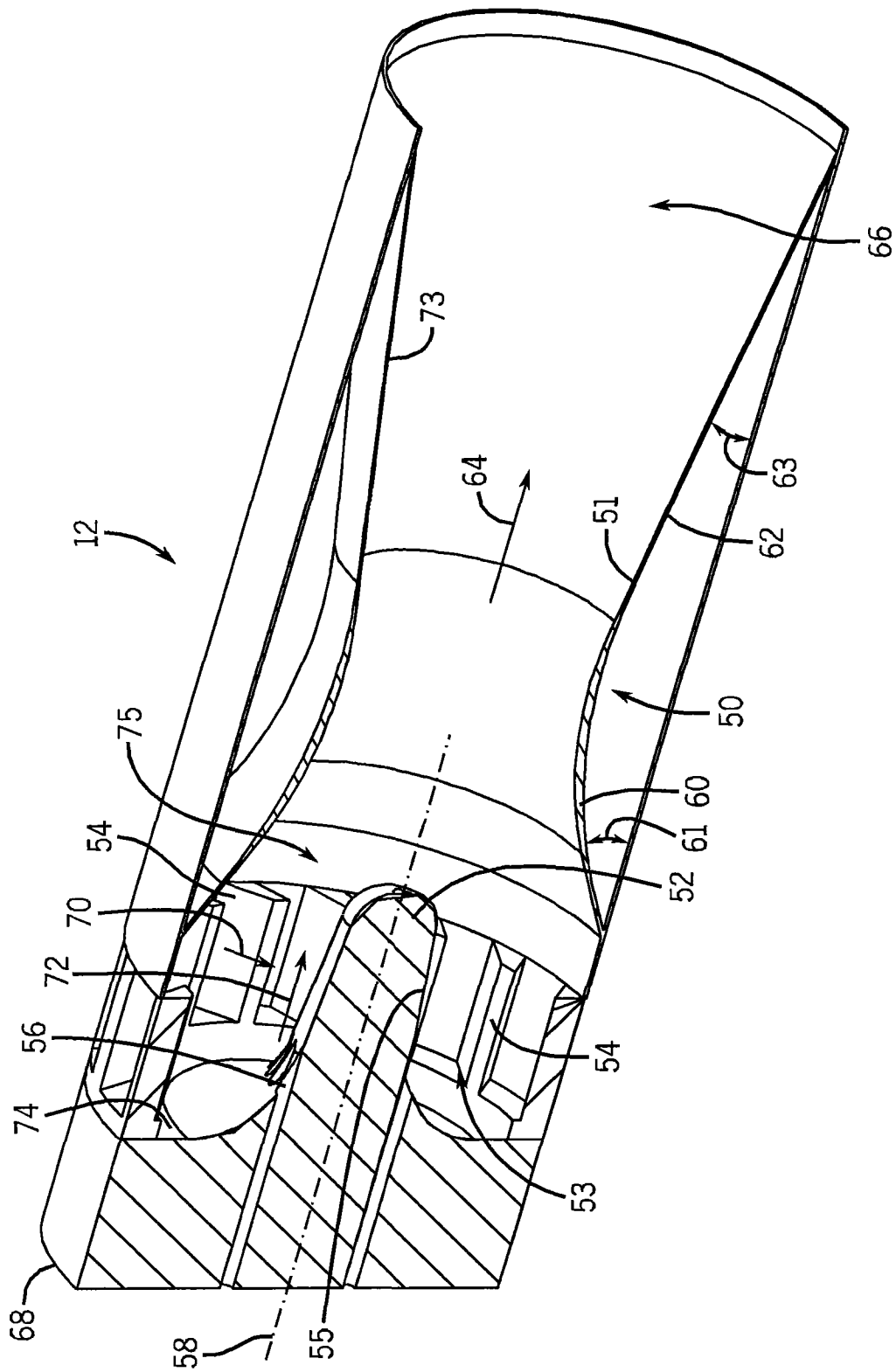


图 4

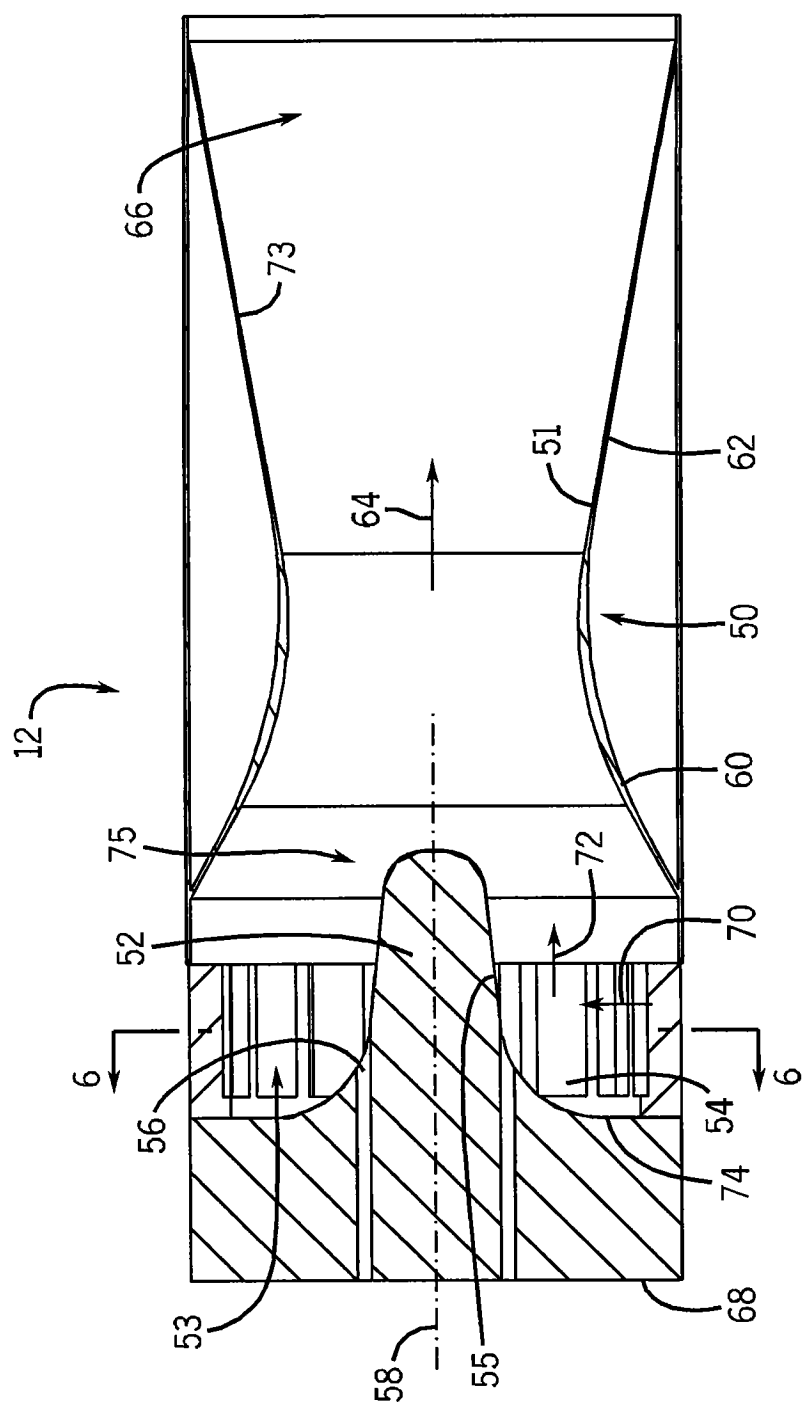


图 5

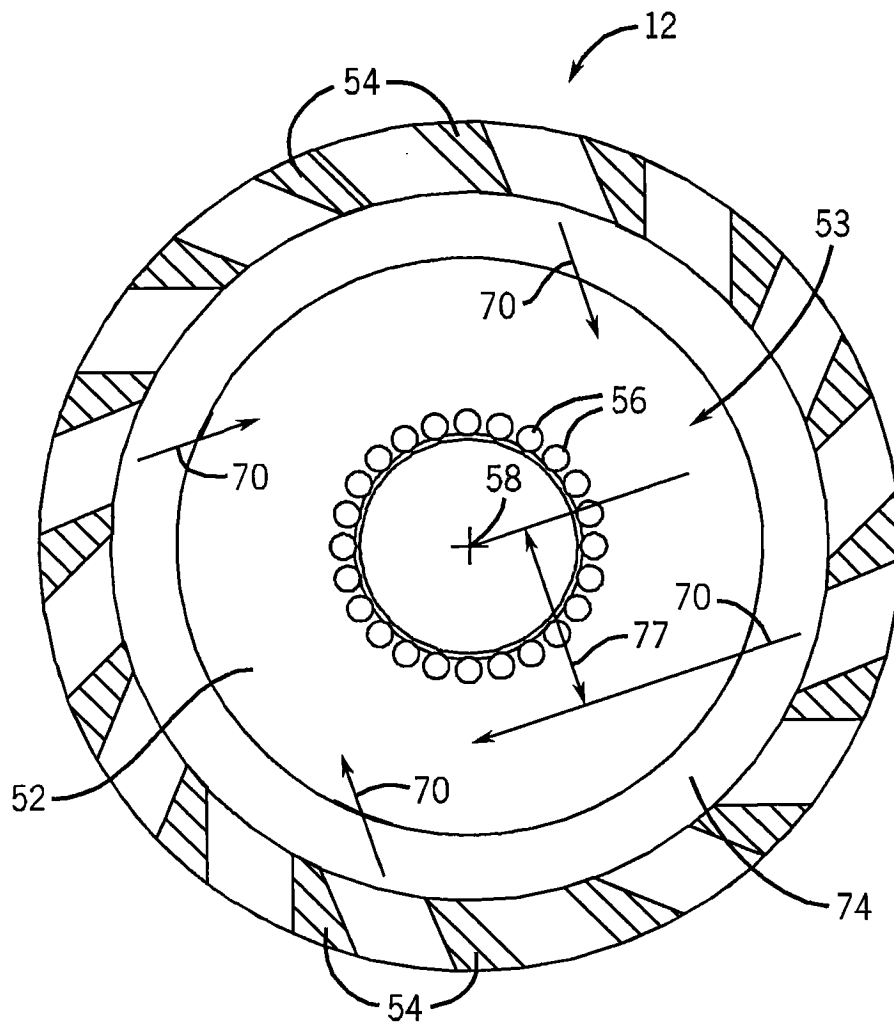


图 6

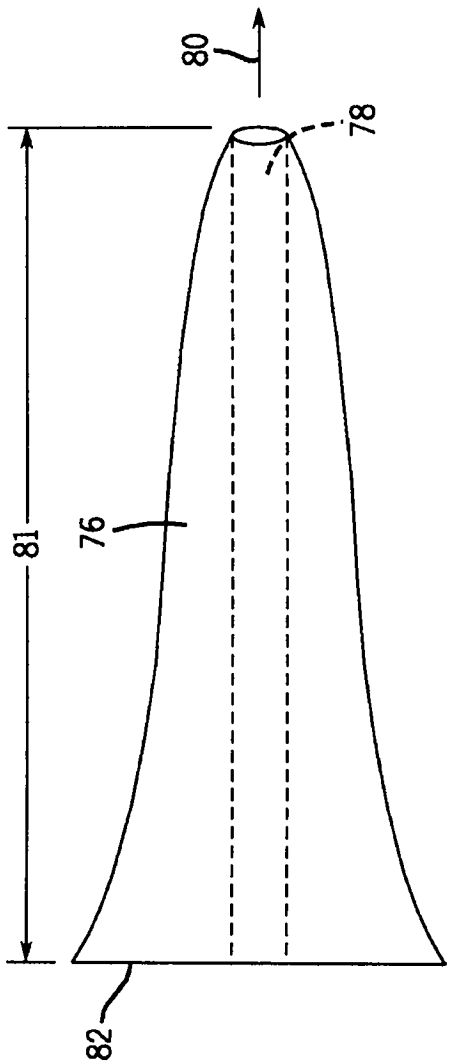


图 7

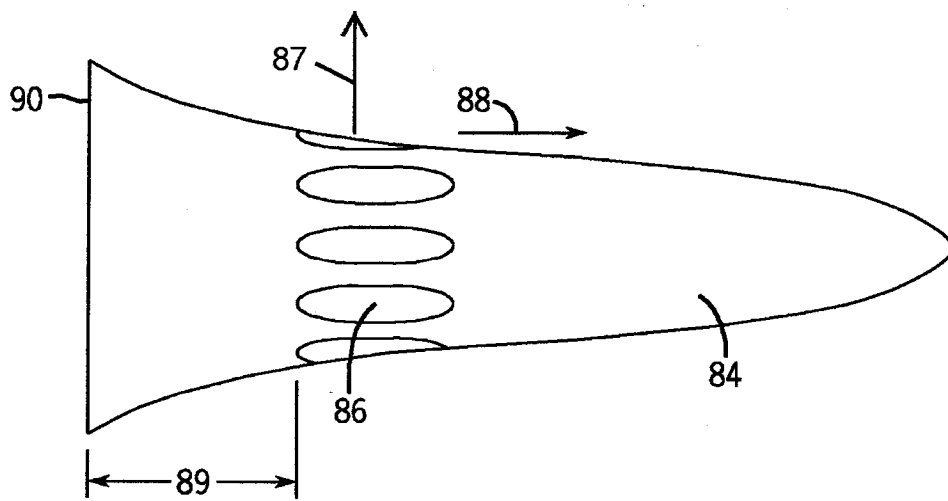


图 8