



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102538012 B

(45) 授权公告日 2015. 08. 12

(21) 申请号 201110372734. 9

审查员 欧阳小环

(22) 申请日 2011. 11. 04

(30) 优先权数据

12/941340 2010. 11. 08 US

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 R·S·班克

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 周心志 谭祐祥

(51) Int. Cl.

F23R 3/28(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101644436 A, 2010. 02. 10,

US 2010074757 A1, 2010. 03. 25,

CN 101839497 A, 2010. 09. 22,

GB 2435508 A, 2007. 08. 29,

US 2004006988 A1, 2004. 01. 15,

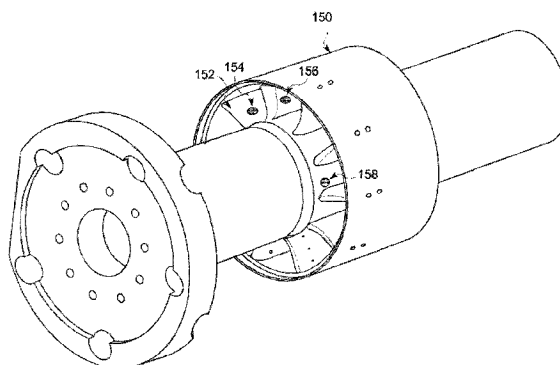
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

自振荡燃料喷射喷嘴

(57) 摘要

本申请涉及自振荡燃料喷射喷嘴。其中, 提供一种燃烧室结构, 其包括具有主流气流区域的燃烧室燃料-空气混合装置。一个或更多个凹体设置在燃料-空气混合装置的主流气流区域内。至少一个燃料喷射孔设置在至少一个凹体的上游基部区域内。使一股空气流穿过主气流区域使得喷射到至少一个凹体的上游基部区域内的燃料被动地与凹体内的空气的自然振荡涡流混合。



1. 一种用于燃烧室的燃料喷射器,其包括:
主体部分,所述主体部分具有周向环绕所述燃料喷射器的中心轴线延伸的毂;
多个用于预混合空气和燃料的倾斜的叶片(152),所述多个叶片围绕所述中心轴线沿圆周方向布置在所述毂上,每个叶片从所述毂延伸到环状的外护罩;和
一个或更多个具有球形形状凹体(154)、(156)、(158),所述一个或更多个凹体(154)、(156)、(158)设置在至少一个所述多个叶片上,其中在至少一个所述凹体的上游基部区域内设置有至少一个离散设置的燃料喷射孔以将燃料喷射到所述凹体内的主流气流里。
2. 根据权利要求1所述的燃料喷射器,其特征在于,所述一个或更多个凹体设置在所述多个叶片(152)的外壁内,所述多个叶片(152)设置在所述燃烧室的主流气流路径中。
3. 根据权利要求1所述的燃料喷射器,其特征在于,还包括一个或更多个具有无燃料喷射孔的凹体,其中至少一个具有所述一个或更多个燃料喷射孔的所述凹体设置为紧靠着至少一个没有任何燃料喷射孔的凹体,以产生相应的燃料-空气混合流动区域。
4. 根据权利要求1所述的燃料喷射器,其特征在于,至少一个具有所述一个或更多个燃料喷射孔的所述凹体设置为紧靠着至少一个具有所述一个或更多个燃料喷射孔的所述凹体,以产生相应的燃料-空气混合流动区域。
5. 根据权利要求1所述的燃料喷射器,其特征在于,所述燃烧室是一种燃气涡轮燃烧室。
6. 根据权利要求1所述的燃料喷射器,其特征在于,至少一个具有所述一个或更多个燃料喷射孔的所述凹体(154)、(156)、(158)构造成使喷射的燃料被动地与在所述凹体内流动的主流空气混合。
7. 根据权利要求1所述的燃料喷射器,其特征在于,至少一个具有所述一个或更多个燃料喷射孔的所述凹体(154)、(156)、(158)构造成使喷射的燃料被动地与在所述凹体内流动的空气的振荡涡流混合。
8. 根据权利要求1所述的燃料喷射器,其特征在于,至少一个具有所述一个或更多个燃料喷射孔的所述凹体(154)、(156)、(158)构造成使喷射的燃料被动地与在所述凹体内振荡的所述主流空气混合,以减少与所述燃烧室有关的声学上关联的发热。
9. 根据权利要求1所述的燃料喷射器,其特征在于,至少一个具有所述一个或更多个燃料喷射孔的所述凹体(154)、(156)、(158)构造成使喷射的燃料被动地与在所述凹体内振荡的所述主流空气混合,以减少与所述燃烧室有关的燃烧室声学特性。

自振荡燃料喷射喷嘴

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及燃烧动态特性,更具体地,本发明涉及用于在比如燃烧室的主流气流的紧凑空间内有效地混合燃料和空气的系统和方法。

背景技术

[0002] 当火焰的固有不稳定性与燃烧室的自然模式结合,并建立导致压力扰动的高振幅和对相应的硬件的潜在严重损坏的反馈循环时,就会出现燃烧动态特性。已知燃烧动态特性困扰着用于发电、牵引机、航空和船舶应用的燃气涡轮。

[0003] 燃烧动态特性是普遍的问题,并由于预混燃烧系统的引入而成为燃气轮机制造商要面对的最大挑战之一。已经采用各种技术来处理燃烧动态特性问题,包括但不限于修改生成机构、改变燃烧室尺寸或阻尼、以及通过利用主动/被动装置/方法控制/抑制上述问题。

[0004] 在非常高的振幅被发现时,燃烧动态特性已导致灾难性的燃烧室损坏/故障。即使当不太严重时,其也限制燃气轮机的操作范围 (operational envelope) 并妨碍最佳可能的性能。燃烧动态特性仍然是现有的和已安装的燃气涡轮的普遍问题。另外,根据严格的排放法规和燃料灵活性,与燃烧动态有关的问题预计变得更为严重。

[0005] 与燃烧动态相关的一个重要问题涉及燃料和空气在比如为燃烧室的主流气(氧化剂)流管的紧凑空间内的有效混合。当前,喷射燃料孔通常为圆筒形并定向成形为常规喷射喷嘴。一种用于改善燃料和空气在燃烧室的主流气流内混合的技术包括一种涡流器机构的使用。但是,涡流器的成本高、结构复杂。另外,涡流器一般采用不利地影响系统可靠性的运动部件。一些现有的共同结构会空气动态地产生高损耗,并可导致局部的火焰保持或逆燃。迄今为止,动态和声学特性问题的解决方案通常集中在燃料喷射的主动调节上,而非被动技术。

[0006] 鉴于上述,需要一种用于在比如为燃烧室的主流气(氧化剂)流的紧凑空间内被动地并有效地混合燃料和空气的系统和方法,以达到就声学、排放和功率输出而言的最佳操作性能。就结构而言,该系统与用于改善紧凑空间内的燃料和空气的混合的现有结构相比应该更简单。

发明内容

[0007] 本发明的一个实施例涉及一种燃烧室结构,包括:燃烧室,该燃烧室包括燃料喷射器;和一个或多个凹体,上述一个或多个凹体设置在燃料喷射器的主流气流区域内,其中在至少一个凹体的上游基部区域内设置有至少一个燃料喷射孔。

[0008] 其中,至少一个凹体设置在成形障碍物的外壁内,所述成形障碍物设置在所述燃烧室的所述主流气流路径中。所述燃烧室是一种燃气涡轮燃烧室。所述燃烧室结构还包括无燃料喷射孔的一个或多个凹体,其中至少一个具有一个或多个燃料喷射孔的凹体设置为紧靠着至少一个没有任何燃料喷射孔的凹体,以产生相应的燃料-空气混合流动区

域。或者,至少一个具有一个或多个燃料喷射孔的凹体设置为紧靠着至少一个具有一个或多个燃料喷射孔的凹体,以产生相应的燃料-空气混合流动区域。其中,至少一个具有一个或多个燃料喷射孔的凹体构造成使喷射的燃料被动地与在所述凹体内流动的主流空气混合。或者,至少一个具有一个或多个燃料喷射孔的凹体还可构造成使喷射的燃料被动地与在所述凹体内流动的空气的振荡涡流混合。又或者,至少一个具有一个或多个燃料喷射孔的凹体可构造成使喷射的燃料被动地与在所述凹体内振荡的主流空气混合,以减少与所述燃烧室有关的声学上关联的发热。另外,至少一个具有一个或多个燃料喷射孔的凹体还可构造成使喷射的燃料被动地与在所述凹体内振荡的主流空气混合,以减少与所述燃烧室有关的燃烧室声学特性。

[0009] 本发明的另一个实施例涉及一种燃烧室结构,包括:设置在燃烧室的主流气流区域内的一个或多个凹体;和设置在至少一个凹体的上游基部区域内的一个或多个燃料喷射端口。

[0010] 本发明进一步提供一种燃烧室结构,其包括:燃烧室燃料-空气混合装置,所述燃烧室燃料-空气混合装置包括主流气流区域;和一个或多个凹体,所述一个或多个凹体设置在所述燃烧-空气混合装置的所述主流气流区域内,其中在至少一个凹体的上游基部区域内设置有至少一个燃料喷射孔。

[0011] 所述燃烧室结构还包括设置在所述主流气流区域中的成形障碍物,并且至少一个凹体设置在所述成形障碍物的外壁中。其中,设置有一个或多个燃料喷射孔的至少一个凹体构造成使喷射的燃料被动地与在所述凹体内流动,并由此产生空气的振荡涡流的主流空气混合。或者,设置有一个或多个燃料喷射孔的至少一个凹体可构造成使喷射的燃料被动地与在所述凹体内振荡的主流空气混合,以减少与燃烧室有关的预定的燃烧室动态特性。所述预定的燃烧室动态特性包括燃烧室声学特性。所述预定的燃烧室动态特性还可包括与所述燃烧室有关的声学上关联的发热。

[0012] 根据又一个实施例,本发明提供一种操作燃烧室的方法,包括:在燃烧室的主流气流区域内设置一个或多个凹体;以及经由设置在至少一个凹体的上游基部区域内的燃料喷射孔口将燃料喷射到主气流区域内。其中,在燃烧室的主流气流区域内设置一个或多个凹体的步骤包括在从内燃烧室壁和设置在所述主流气流区域内的成形障碍物的外壁中选择的主流气流区域内设置一个或多个凹体。所述操作燃烧室的方法还包括使一股空气流穿过所述主气流区域,使得喷射到至少一个凹体的所述上游基部区域内的燃料被动地与所述凹体内的空气的振荡涡流混合。

附图说明

[0013] 当参照附图阅读以下详细说明时将更好地理解本发明的这些及其它特征、方面和优势,其中:

[0014] 图1所示为由于凹体上的局部流体压力场而产生的成对涡流,其中没有预定雷诺数的喷射;

[0015] 图2所示为由于凹体上的局部流体压力场而产生的主涡流,其中没有另一个预定雷诺数的喷射;

[0016] 图3所示为根据一个实施例的一个包括设置在凹体的上游基部区域中的分离燃

料孔的单个凹体,用于将燃料喷射到凹体内的气流的主流中;

[0017] 图4所示为根据一个实施例的一对构造成提供增强的区域性燃料-空气混合的凹体,每个凹体均包括一对设置在凹体的上游基部区域中的分离的燃料喷射孔;

[0018] 图5所示为根据一个实施例的一对构造成提供增强的区域性燃料-空气混合的凹体,每个凹体均包括一个设置在凹体的上游基部区域中的单独的燃料喷射孔;

[0019] 图6所示为根据一个实施例的一对构造成提供增强的区域性燃料-空气混合的凹体,每个凹体均包括一对构造成将燃料喷射到凹体的上游基部区域内的扩散器形的燃料喷射孔;

[0020] 图7所示为根据一个实施例与包括多个没有燃料喷射孔的多个凹体,其构造成与具有燃料喷射孔的凹体构造在一起,以提供增强的区域性燃料-空气混合;

[0021] 图8所示为可配置有图3-7中所述的凹体的燃气涡轮发动机;以及

[0022] 图9所示为根据一个实施例的配置有凹体的燃料喷射器。

[0023] 虽然上述标识的附图阐明了可选择的实施例,但如以下讨论所表明的,还可预期本发明的其它实施例。在所有例子中,本发明通过代表性和非限制性的方式提出本发明的所示实施例。本领域技术人员能够设计落在本发明的原理的范围和精神内的许多其它变型和实施例。

[0024] 附图标记列表:

[0025] (10) 预测的成对涡流场

[0026] (12) 凹体

[0027] (14) 预测的单独的涡流场

[0028] (16) 成对的涡流(16、18)中的一个

[0029] (18) 成对的涡流(16、18)中的一个

[0030] (20) 单个涡流

[0031] (30) 单个凹体

[0032] (32) 分离的燃料孔

[0033] (34) 单个凹体的上游基部区域

[0034] (36) 燃料

[0035] (38) 空气的主流

[0036] (40) 排出的混合涡流

[0037] (42) 凹体对(42、44)中的一个

[0038] (44) 凹体对(42、44)中的一个

[0039] (46) 用于凹体对(42、44)的流动区域

[0040] (50) 凹体对(50、52)中的一个

[0041] (52) 凹体对(50、52)中的一个

[0042] (54) 用于每个凹体(50)、(52)的燃料喷射孔

[0043] (55) 用于凹体对(50、52)的流动区域

[0044] (60) 凹体对(60、62)中的一个

[0045] (62) 凹体对(60、62)中的一个

[0046] (64) 用于凹体对(60、62)的扩散器形燃料喷射孔

- [0047] (70) 凹体对 (70、72) 中的一个
- [0048] (72) 凹体对 (70、72) 中的一个
- [0049] (74) 凹体对 (74、76) 中的一个
- [0050] (76) 凹体对 (74、76) 中的一个
- [0051] (78) 用于凹体 (74) 的燃料喷射孔
- [0052] (80) 用于凹体 (76) 的燃料喷射孔
- [0053] (82) 主流表面
- [0054] (84) 用于凹体 (70)、(72)、(74)、(76) 的全部流动区域
- [0055] (100) 燃气涡轮系统
- [0056] (120) 燃气涡轮发动机
- [0057] (122) 压缩机部分
- [0058] (124) 燃烧室部分
- [0059] (126) 燃烧室罐
- [0060] (127) 点火系统
- [0061] (128) 涡轮部分
- [0062] (130) 排出部分
- [0063] (150) 燃料喷射器
- [0064] (152) 倾斜的叶片
- [0065] (154) 凹体
- [0066] (156) 凹体
- [0067] (158) 凹体

具体实施方式

[0068] 用于比如天然气的气体燃料的燃料喷射通常通过垂直于横向气缸内的表面的喷嘴喷射或通过设置在主流气流中的成特定形状的障碍物实现。成形障碍物可比如为插入在燃烧室的主流气（氧化剂）流中的成形支柱或塔柱。迄今为止，喷嘴喷射技术大致采用圆形燃料喷射孔，圆形燃料喷射孔中的一些已知为终止在焊口孔结构中。

[0069] 在本说明书的实施例通常采用喷射到凹体的上游基部区域内的燃料孔。在本说明书的凹体实施例可应用在用于发电、原动机、航空和航海应用、及其它场合的燃气涡轮机中。本发明人认识到喷射到该位置中的燃料与凹体内的主流空气会经历局部的不稳定混合操作，其随后作为涡流中的混合物排出，因为在燃料喷射区域内的典型紊流状态下，涡流会左右地振荡。该特征经由该混合流的自振荡特性产生宽区域的燃料 - 空气混合，以帮助消除燃烧室声学特性相关的问题。

[0070] 图 1 所示为由于凹体 12 上的局部流体压力场 (local fluid pressure field) 引起的预测的成对涡流场 10，而没有预定流动雷诺数的燃料喷射；而图 2 所示为由于凹体 12 上的局部流体压力场引起的一个预期的单独涡流场 14，而没有另一个预定流动雷诺数的燃料喷射。无论湍流涡流场是否包括比如图 1 中所示的成对涡流 16、18 或者比如图 2 中所述的单个涡流 20，涡流均左右地振荡。该被动振荡特性允许利用参照具体实施例在此说明的原理来产生一个宽区域的燃料 - 空气混合，其中燃料喷射孔的尺寸、形状和数量可以变化。

[0071] 图 3 所示为根据一个实施例的一个单个凹体 30, 包括设置在凹体的上游基部区域 34 中的分离的燃料孔 32, 用于将燃料 36 喷射到在凹体 30 内流动的空气 38 的主流中。尽管根据在此说明的原理, 需要一个大致球形的部分来提供增强的燃料-空气混合, 但凹体 30 的形状可以改变。凹体 30 相对于其表面直径的深度是一个可用于控制或设定排出的混合涡流 40 的强度的特征。

[0072] 图 4 所示为根据一个实施例的一对凹体 42、44 构造成提供增强的区域性燃料-空气混合, 其中每个凹体均包括一对分离的设置在凹体的上游基部区域 34 中的燃料喷射孔 47、48。相邻的凹体 42、44 之间的间距将决定全部流动区域 46 内的燃料混合的程度。

[0073] 图 5 所示为根据另一个实施例的一对凹体 50、52, 其构造成提供增强的区域性燃料-空气混合的, 其中每个凹体均包括一个设置在凹体的上游基部区域 34 中的单独的燃料喷射孔 54。与图 4 相似, 相邻的凹体 50、52 之间的间距将决定相应的全部流动区域 55 内的燃料混合的程度。

[0074] 图 6 所示为根据另一个实施例的一对凹体 60、62, 其构造成提供增强的区域性燃料-空气混合, 其中每个凹体均包括一对构造成将燃料喷射到凹体 60、62 的相应的上游基部区域 34 内的扩散器形燃料喷射孔 64。与参照图 4 和 5 在此说明的实施例相似, 相邻的凹体 60、62 之间的间距将决定相应的全部流动区域 66 内的燃料混合的程度。

[0075] 根据本发明的一个方面, 一个或更多个没有燃料喷射孔的凹体可紧接着具有燃料喷射孔的凹体采用, 以提供增强的燃料-空气混合。例如, 图 7 所示为根据另一个实施例的多个没有燃料喷射孔的凹体 70、72, 其与包括燃料喷射孔 78、80 的多个凹体 74、76 构造在一起, 以提供增强的区域性燃料-空气混合。根据本发明的一个方面, 每个喷射孔 78、80 相对于主流表面 82 的角度可用于优化全部流动区域 84 中的燃料-空气混合。

[0076] 概括地说, 采用喷射到凹体的上游基部区域内的分离的燃料孔, 以在产生宽区域的燃料-空气混合的燃烧室燃料喷射位置处提供局部的不稳定混合操作。该技术可容易地用于当前的干燥低氮 (DLN) 型喷射器, 并且当与比如具有例如一个焊口边缘的障碍物相互作用的喷射喷嘴的现有燃料-空气混合技术相比时, 该技术可在更低损耗和更小火焰保持问题的情况下有利地提供较宽范围的燃料-空气混合选择。另外, 可经由没有机械加工边缘、但仍然产生更低燃料和空气的压差损失不稳定混合的凹体, 来使用喷射到凹体的上游基部区域内的分离的燃料孔。由于本说明书的实施例提供一种被动的或自振荡燃料喷射结构, 因此其可以有利地减少燃烧室动态性能中的声学性能和与声学关联的发热问题。

[0077] 图 8 所示为一种示例性燃气轮机系统 100, 其可采用利用在此说明的原理喷射到凹体的上游基部区域内的燃料孔的。除其他系统外, 涡轮机系统 100 还可以具有燃气涡轮发动机 120。燃气涡轮发动机 120 包括压缩机部分 122、包括多个燃烧室罐 126 和相应的点火系统 127 的燃烧室部分 124、以及联接到压缩机部分 122 上的涡轮部分 128。多个燃烧室罐 126 可构造成采用利用以本说明书的原理喷射到凹体的上游基部区域内的燃料孔。排出部分 130 从燃气涡轮发动机 120 导出排气。

[0078] 一般而言, 压缩机部分 122 将进入空气压缩到燃烧室部分 124, 燃烧室部分 124 将压缩空气与燃料混合并燃烧混合物以产生高压、高速气体。涡轮部分 128 从流自燃烧室部分 124 的高压、高速空气提取能量。仅就说明具体化的燃烧过程有用的燃气涡轮系统 100 的那些方面在此予以说明, 以提高清楚度并保持简洁。

[0079] 压缩机部分 122 可包括能够压缩空气的任意装置。该压缩空气可被导向燃烧室部分 124 的入口。燃烧室部分 124 可包括多个燃料喷射器,多个燃料喷射器构造成将压缩空气与燃料混合、并将混合物输送至燃烧室部分 124 的一个或更多个燃烧室罐 126。输送至每个燃烧室罐 126 的燃料可包括任意的液体或气体燃料,比如柴油或天然气。输送至任意燃烧室罐 126 的燃料可经历燃烧,以形成燃烧副产物的高压混合物。由燃烧室部分 124 生成的高温 and 高压混合物可导向涡轮部分 128。然后,燃烧气体可在通过排出部分 130 排出到大气之前排出涡轮部分 128。

[0080] 图 9 所示为可被用于供燃气轮机使用的燃料喷射器 150 的一个实施例。燃料喷射器 150 包括多个倾斜的叶片 152,多个倾斜叶片 152 向全部气流提供预混涡流以形成帮助稳定燃烧区的流动再循环区域,并增加滞留时间以允许点燃并提高燃烧效率。多个叶片 152 包括设置其中的凹体 154、156、158,其中,每个凹体构造成被动地混合喷射的燃料与在凹体内流动的空气的振荡涡流。经由穿过燃料喷射器 150 的主空气通路的主气流产生空气的振荡涡流。燃料被喷射到至少一个凹体的上游基部区域内,以经由空气的相应的振荡涡流产生所需要的被动的燃料-空气混合。尽管凹体被描述为设置在倾斜叶片 152 的外表面内,但也能够通过将凹体设置在燃料喷射器 150 自身的内壁表面内或需要燃料-空气混合的燃烧室主气流通路的任意其它部分内,来获得用于特定应用的所需的燃料-空气混合罐。

[0081] 请注意,在此参照图 9 说明的倾斜叶片 152 大致与预混涡流器相关地采用,并与大致在本说明书中说明的“障碍物”不同。在此参照的更常用的工业障碍物包括但不限于比如为 V 形槽或圆筒形杯的火焰保持器。尽管喷射可由倾斜叶片 152 较好地混合,但另外,凹体 154、156、158 可利用在此说明的原理来防止火焰保持在预混装置内。

[0082] 尽管在此已参照进入凹体的上游基部区域的直线喷射喷嘴、或平行喷嘴说明了特定的实施例,但也可采用相对于凹体或相对于燃烧室 / 喷射器壁的其它喷嘴定向,以保持或提高空气 / 燃料混合,同时还提高对预混合器内的火焰保持的抵抗。另外,喷射孔的尺寸可根据特定应用和 / 或发动机的需要而改变。还注意到,虽然在此已说明仅所示为具有燃料喷射的几个凹体的具体实施例,但其它实施例可包括各种形式,其中的一些可采用或不采用燃料喷射。

[0083] 虽然在此仅所示为和说明了本发明的某些特征,但本领域技术人员会想到许多变型和变化。因此可以理解,所附权利要求意在覆盖落入本发明的真实精神范围内的所有这些变型和变化。

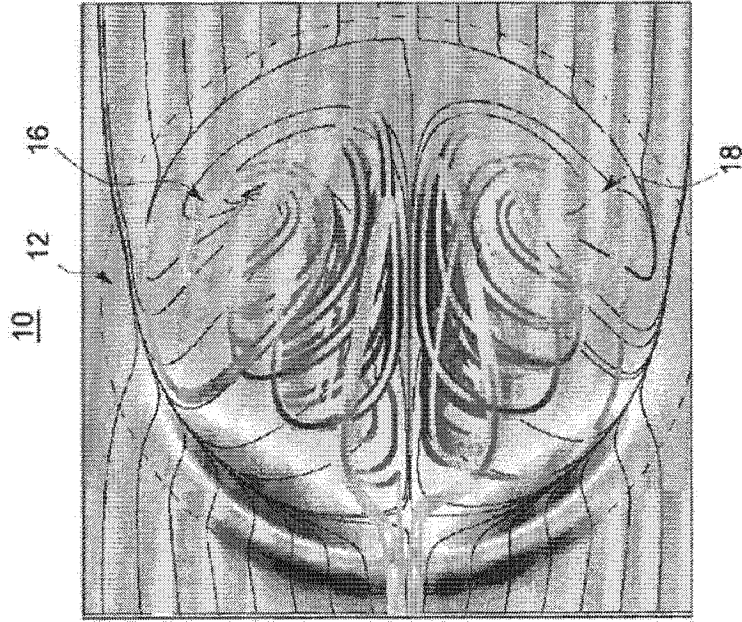


图 1

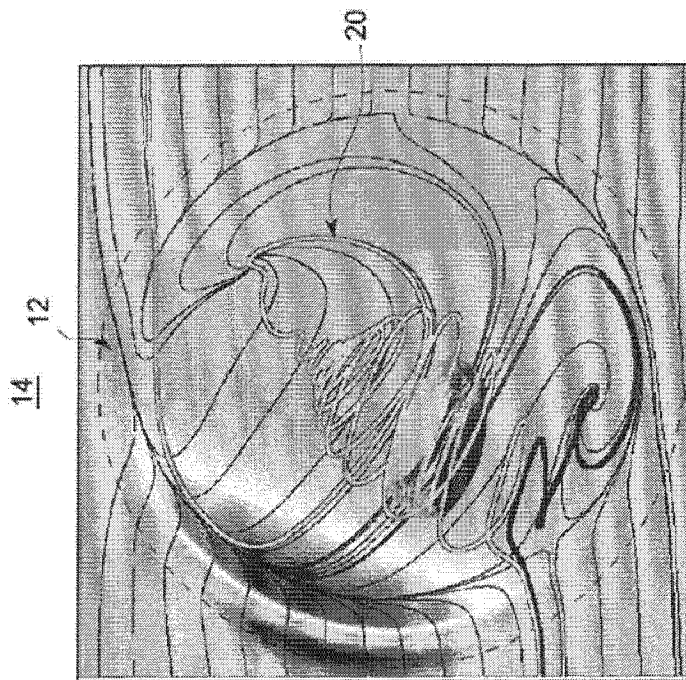


图 2

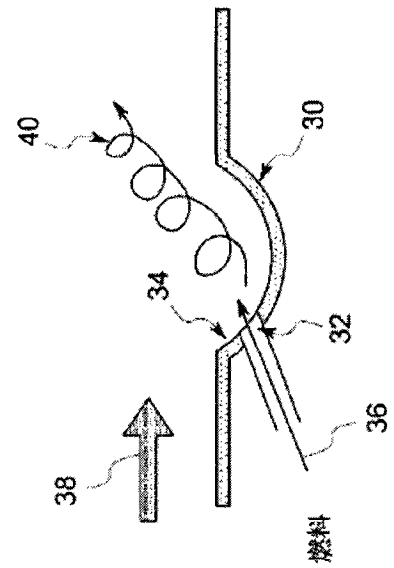


图 3

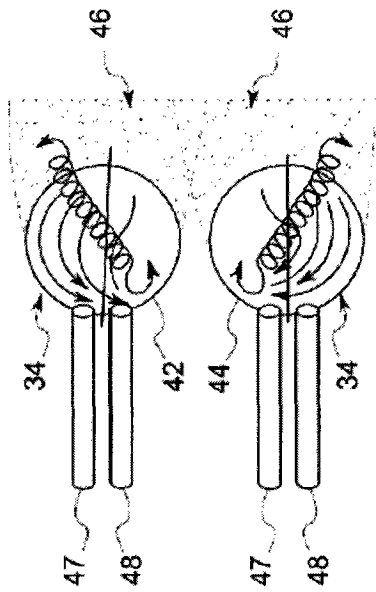


图 4

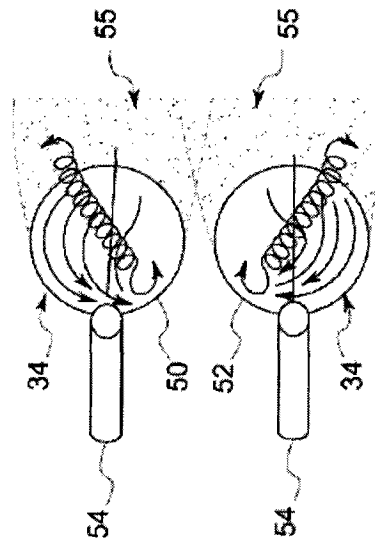


图 5

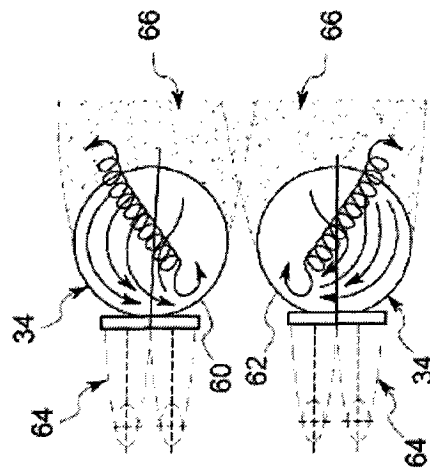


图 6

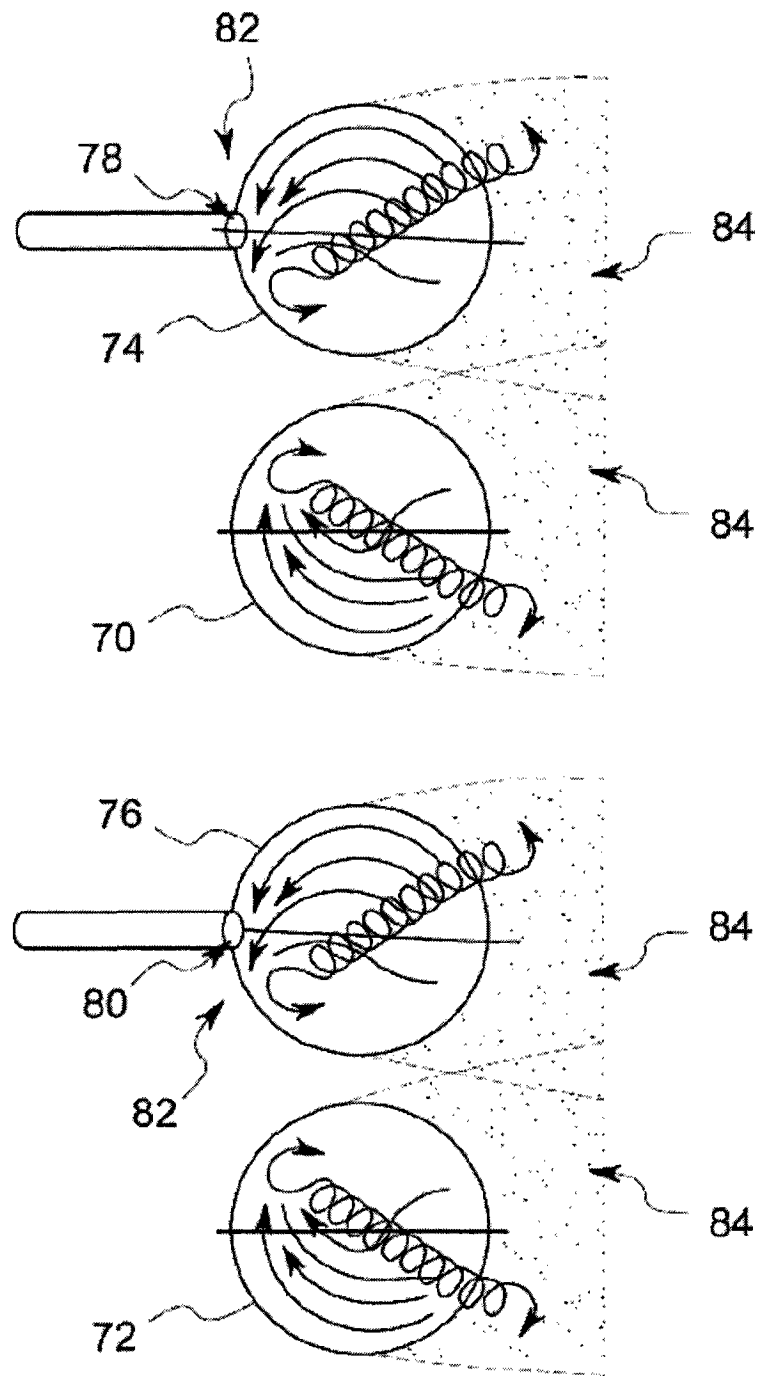


图 7

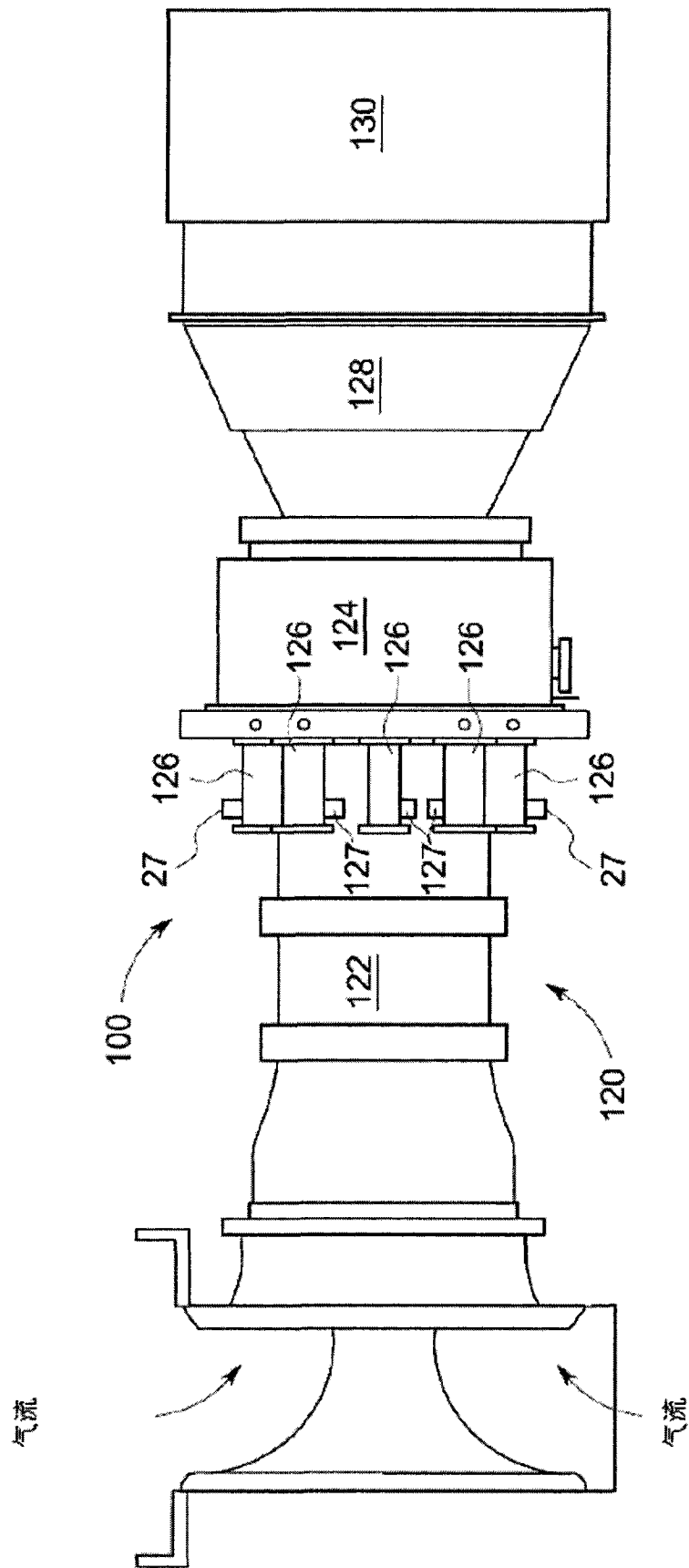


图 8

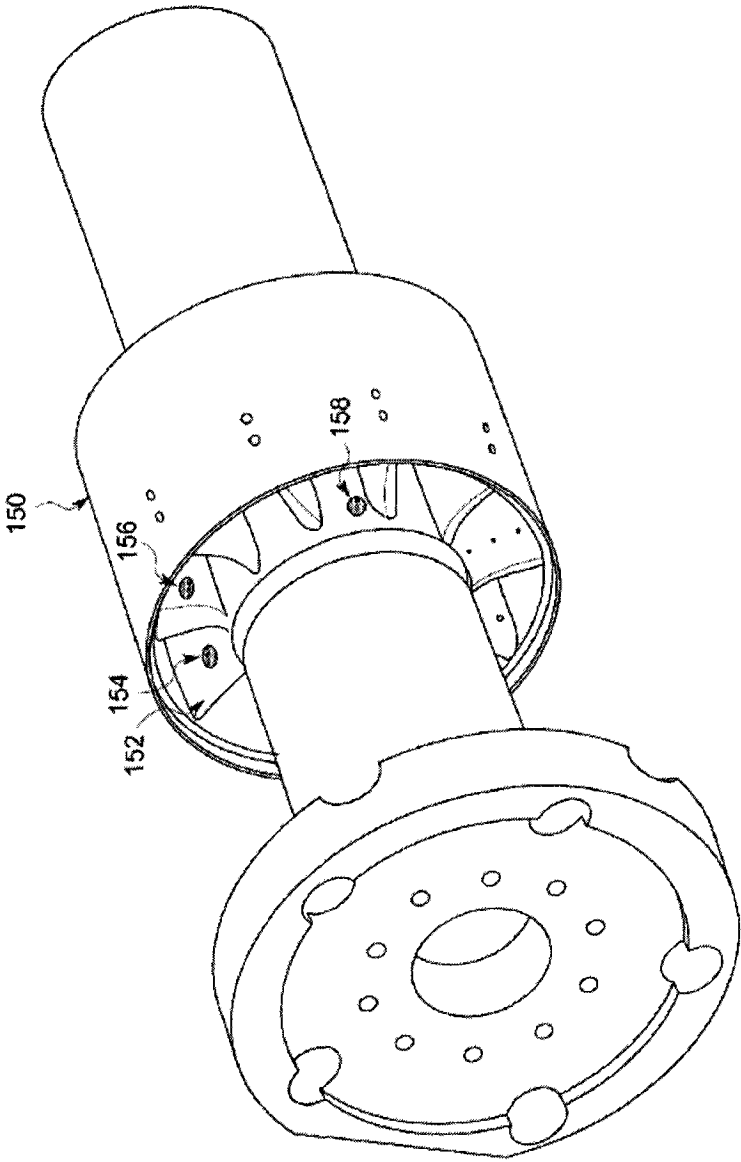


图 9