



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102563703 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201110461890. 2

US 5251447 A, 1993. 10. 12, 全文 .

(22) 申请日 2011. 12. 30

US 5778676 A, 1998. 07. 14, 全文 .

(30) 优先权数据

C02010A000069 2010. 12. 30 IT

US 6141967 A, 2000. 11. 07, 说明书第 1 栏第

5-11 行、第 4 栏第 32 行至第 8 栏第 30 行, 附图 1-9.

(73) 专利权人 诺沃皮尼奥内有限公司

审查员 胡茄

地址 意大利佛罗伦萨

(72) 发明人 A·T·埃武莱特

(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.

F23R 3/28(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101055093 A, 2007. 10. 17, 全文 .

CN 1464958 A, 2003. 12. 31, 全文 .

JP H04126921 A, 1992. 04. 27, 全文 .

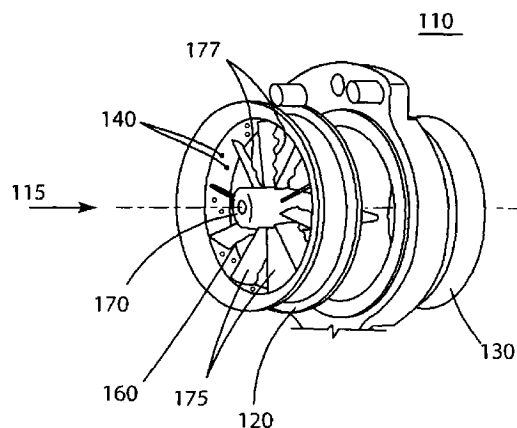
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

特定造型的后缘旋流燃烧预混合器和方法

(57) 摘要

本发明涉及特定造型的后缘旋流燃烧预混合器和方法, 具体而言, 提供了可以在对压缩空气和燃料进行预混合的涡轮发动机中使用的方法和装置。预混合器具有混合部分, 该混合部分配置成接收沿着流动方向输入的气流和大致垂直于流动方向而注入的燃料。混合部分具有配置成限定大致圆筒形的轮缘。混合部分还具有旋流器, 该旋流器带有沿着流动方向大致位于圆筒形的中间的中心体和从中心体向着轮缘延伸的一组叶片, 叶片配置成当包括所接收的气流和所注入的燃料的流穿过混合部分时决定该流内的旋转运动, 至少其中一些叶片具有带有波形轮廓的后缘, 该后缘配置成在位于所述叶片之后的流之内产生混合区。



1. 一种预混合器,包括:

混合部分,配置成接收沿着流动方向输入的气流和大致垂直于所述流动方向而注入的燃料,所述混合部分包括:

轮缘,配置成限定大致圆筒形;以及

旋流器,带有沿着所述流动方向大致位于所述圆筒形的中间的中心体和从所述中心体向着所述轮缘延伸的一组叶片,所述叶片配置成当包括所接收的气流和所注入的燃料的流穿过所述混合部分时决定所述流之内的旋转运动,至少其中一些所述叶片具有带有波形轮廓的后缘,所述后缘配置成在位于所述叶片之后的所述流之内产生混合区;其中,带有波形轮廓的所述后缘形成具有沿着所述流动方向延伸的齿的蜿蜒形。

2. 根据权利要求1所述的预混合器,其特征在于,由所述波形轮廓形成的相邻的齿,相对于所述叶片的平面而沿着相反的方向弯曲。

3. 根据权利要求1所述的预混合器,其特征在于,各个叶片具有从所述中心体向着所述轮缘变窄的形状。

4. 根据权利要求1所述的预混合器,其特征在于,所述叶片附接至所述中心体而与所述流动方向形成预定的角度。

5. 根据权利要求1所述的预混合器,其特征在于,还包括:

套筒,配置成容纳所述混合部分,所述套筒沿着所述流动方向而位于所述混合部分之后,并且,配置成使离开所述混合部分的所述流加速。

6. 根据权利要求5所述的预混合器,其特征在于,所述套筒具有内导管,所述内导管带有沿着所述流体流动方向变窄的横截面。

7. 根据权利要求1所述的预混合器,其特征在于,所述旋流器仅包括一组叶片。

8. 一种涡轮发动机,包括:

压缩机,配置成压缩穿过其的气体;

涡轮机,配置成接收气态混合物;以及

预混合器,位于所述压缩机和所述涡轮机之间,并且配置成混合燃料和离开所述压缩机的压缩气体而形成所述气态混合物,并向着所述涡轮机输出所述气态混合物,所述预混合器包括混合部分,该混合部分配置成接收沿着流动方向输入的所述压缩气体和大致垂直于所述流动方向而注入的燃料,所述混合部分包括:

轮缘,配置成限定大致圆筒形;以及

旋流器,带有沿着所述流动方向大致位于所述圆筒形的中间的中心体和从所述中心体向着所述轮缘延伸的一组叶片,所述叶片配置成当所述气态混合物穿过所述混合部分时决定所述气态混合物之内的旋转运动,至少其中一些所述叶片具有带有波形轮廓的后缘,所述后缘配置成在位于所述叶片之后的所述气态混合物的流之内产生混合区;其中,带有波形轮廓的所述后缘形成具有沿着所述流动方向延伸的齿的蜿蜒形。

9. 一种制造预混合器的方法,包括:

将叶片安装在中心体的周围,该中心体大致位于具有圆筒形的轮缘的中间,燃料孔位于所述轮缘和所述中心体中的至少一个上,并配置成径向地注入燃料,所述叶片从所述中心体向着所述轮缘延伸,并配置成决定穿过所述混合部分的流之内的旋转运动,至少其中一些所述叶片具有带有波形轮廓的后缘;以及

将带有所述中心体和所述叶片的所述轮缘安装在套筒的第一末端内,以在所述轮缘和所述套筒的第二末端之间形成导管。

10. 根据权利要求 9 所述的方法,其特征在于,还包括:
在安装所述叶片之前,将事先存在的叶片从所述中心体移除。

特定造型的后缘旋流燃烧预混合器和方法

技术领域

[0001] 本文中公开的主题的实施例通常涉及用于产生在涡轮压缩发动机中使用的大致均匀的压缩空气-燃料混合物的方法和系统,并且,更加特定地,涉及具有一组带有特定造型的后缘的叶片的旋流器。

背景技术

[0002] 大气污染的关注已经在世界范围内导致了更加严格的排放标准,对于工业生产、发电以及推进应用而言,该排放标准要求燃气轮机排放的显著减少。氮氧化物(NO_x)为由人类行为产生的主要污染物之一。 NO_x 通常形成于燃气涡轮发动机中的火焰的高温区域中。降低火焰温度导致了 NO_x 排放的减少。例如,图1是显示 NO_x 排放量和火焰温度之间的相互关系的图。以针对15% O_2 修正的体积比的百万分率(ppmvd)来表示图的y轴上的 NO_x 量(对于飞行器推进系统而言,类似的 NO_x 排放以每一质量单位的所使用的液体燃料进行报导)。x轴上的火焰温度为开尔文度(K)。这些点代表在宽范围的测试条件内采取的数据,但显示了 NO_x 排放量和火焰温度之间的相互关系。

[0003] 已很好地确立的降低火焰温度的技术包括将高纯度的水或蒸汽注入燃烧器中以及使用选择性的催化还原。然而,通常命名为湿式低 NO_x 技术的这两种技术需要广泛地使用辅助设备,这导致增加了能量产生的成本。另外,使用这些技术所需要的空间在航改发动机(aero-derivative engine)及飞行器发动机中是个难题。

[0004] 航改发动机经常用在用于海底油气田的勘探和开采的油井平台和气井平台上。这些发动机可以被视为变型的飞行器发动机,该飞行器发动机用于为油泵和气泵产生机械驱动或者用作发电机,而不是用于推进。因为它们的高功率、高效率以及高紧凑度,航改发动机被用在油井平台和气井平台上。航改发动机典型地变型成使用天然气作为燃料(代替液体燃料),但液体燃料也能够用作备用燃料。

[0005] 根据历史的观点,发动机中的火焰过去常常是带有局部化的热点的扩散火焰,该局部化的热点具有绝热的火焰温度。扩散火焰产生了数百ppm的 NO_x 量,并非常稳定。相反,一些当前的污染管理要求 NO_x 量为不大于5ppm。

[0006] 另一种已知的降低火焰的温度并从而降低 NO_x 排放的方法,在燃烧之前均匀地混合燃料和压缩空气。在扩散火焰中,存在着具有不同比例的燃料和空气的区域,例如,以0.1、1、2及5的化学计量比为特征。相反,通过使用预混合器,可以实现0.5的恒定的化学计量比。也就是说,空气-燃料混合物的不均匀性使火焰局部地更热。已知使用燃料和压缩空气的均匀混合物的技术为干式低 NO_x 技术。传统地放置在压缩机和涡轮机之间的预混合器可以配置成实现压缩空气和燃料的均匀混合物。预混合器可以是燃烧器的一部分。

[0007] 图2显示了常规的航改预混合器10的分解图。由压缩机产生的压缩空气沿着流动方向15流入预混合器10中。预混合器10包括混合部分20和套筒(shroud)30。混合部分20和套筒30配置成彼此接合。

[0008] 燃料通过位于混合部分20的轮缘(rim)50上的燃料孔(喷嘴)40而被径向地注

入混合部分 20 中。在混合部分 20 内,双环的反向旋转的旋流器 (swirler)60 具有中心体 70 以及被中间轮缘 85 分开的两组叶片 80 和 90。叶片 80 形成内旋流器,该内旋流器配置成引导穿过其的流,以在垂直于流动方向 15 的平面中产生内旋转。叶片 90 形成反向旋转的旋流器,该反向旋转的旋流器配置成引导穿过其的流,以在垂直于流动方向 15 的平面中产生外旋转。因此,在穿过双环的反向旋转的旋流器 60 之后,如图 3 所示,存在着具有相对的平面内旋转的两个流 75 和 95。高速流在流之间的剪切层出现,引起了压缩空气和燃料的快速且均匀的混合。当两个流沿着流动方向前进时,该混合从大致中间轮缘 85 的位置向着中心和外侧而径向地扩展。

[0009] 双环的反向旋转的常规的旋流器 60 具有复杂的几何结构,制造昂贵,并且,根据流体动力学的观点,旋流器 60 是难以控制的,因为湍流通常是激烈的不稳定的现象。

[0010] 于是,将期望提供一种带有改善的性能的更廉价的预混合器。

发明内容

[0011] 根据一个示例性的实施例,预混合器具有混合部分,该混合部分配置成接收沿着流动方向输入的气流和大致垂直于流动方向而注入的燃料。混合部分包括轮缘和旋流器,轮缘配置成限定大致圆筒形,旋流器带有沿着流动方向大致位于圆筒形的中间的中心体和从中心体向着轮缘延伸的一组叶片,叶片配置成当包括所接收的气流和所注入的燃料的流穿过混合部分时决定该流内的旋转运动,至少其中一些叶片具有带有波形轮廓的后缘 (trailing edge),该后缘配置成在位于所述叶片之后的流之内产生混合区。

[0012] 根据另一示例性的实施例,涡轮发动机具有压缩机、涡轮机以及预混合器,其中,压缩机配置成压缩穿过其的气体,涡轮机配置成接收气态混合物的流,预混合器位于压缩机和涡轮机之间,并且配置成混合燃料和离开压缩机的压缩气体而形成气态混合物,并向着涡轮机输出气态混合物。预混合器具有混合部分,该混合部分配置成接收沿着流动方向输入的压缩气体和大致垂直于流动方向而注入的燃料。混合部分包括轮缘和旋流器,轮缘配置成限定大致圆筒形,旋流器带有沿着流动方向大致位于圆筒形的中间的中心体和从中心体向着轮缘延伸的一组叶片,叶片配置成当气态混合物穿过混合部分时决定气态混合物之内的旋转运动。至少其中一些叶片具有带有波形轮廓的后缘,该后缘配置成在位于所述叶片之后的流之内产生混合区。

[0013] 根据另一示例性的实施例,提供了一种制造预混合器的方法。该方法包括将叶片安装在中心体的周围,该中心体大致位于具有圆筒形的轮缘的中间,燃料孔位于轮缘和中心体中的至少一个上,并配置成径向地注入燃料。叶片从中心体向着轮缘延伸,并配置成决定穿过混合部分的流之内的旋转运动,至少其中一些叶片具有带有波形轮廓的后缘。该方法还包括将带有中心体和叶片的轮缘安装在套筒的第一末端内,以在轮缘和套筒的第二末端之间形成导管。

附图说明

[0014] 并入说明书中并组成说明书的一部分的附图,显示了一个或更多实施例,并且,与说明书一起解释了这些实施例。图中:

[0015] 图 1 是显示 NO_x 排放量和火焰温度之间的相互关系的图;

- [0016] 图 2 是常规的预混合器的分解图；
- [0017] 图 3 是位于双环旋流器之后的常规的预混合器内的旋转速度的示意性说明；
- [0018] 图 4 是根据示例性的实施例的涡轮发动机的示意图；
- [0019] 图 5 是根据示例性的实施例的预混合器的分解图；
- [0020] 图 6 是根据示例性的实施例的位于旋流器之后的预混合器中的旋转速度的示意性说明；
- [0021] 图 7 是根据示例性的实施例的叶片的示意性表示；
- [0022] 图 8 是包括根据示例性的实施例的预混合器的流动方向的横截面；
- [0023] 图 9 是根据示例性的实施例的相对于流动方向的叶片位置的示意性表示；以及
- [0024] 图 10 是用于制造根据示例性的实施例的预混合器的方法的流程图。

具体实施方式

[0025] 下面的示例性的实施例的描述涉及附图。不同的图中的相同的标号识别相同或类似的要素。下面的详细描述并不限制本发明。而是，本发明的范围由所附的权利要求限定。为了简单，关于在航改发动机中使用的预混合器的术语和结构，讨论下面的实施例。然而，接下来将要讨论的实施例并不限于这些系统，而是可以应用至需要实现气体的均匀混合物的其它系统。

[0026] 在说明书中，“一个实施例”或“实施例”的提及始终意味着，结合实施例描述的特定的特征、结构或特性被包括在所公开的主题的至少一个实施例中。因此，在说明书中，各种地点中的短语“在一个实施例中”或“在实施例中”的出现，始终并不是必要地涉及相同的实施例。另外，特定的特征、结构或特性可以以任何合适的方式结合到一个或更多实施例中。

[0027] 如图 4 中示意性地表示的，涡轮发动机 100 通常包括压缩机 108、预混合器 110 以及涡轮机 112。虽然下文中显示并讨论了单个预混合器 110，但是，在本领域中已经知道，多个预混合器可以放置在压缩机 108 和涡轮机 112 之间。预混合器 110 可以是配置成例如在燃烧腔中发起并承载火焰的燃烧器的一部分。然而，燃烧可以作为备选地发生在涡轮机 112 内。燃烧的精确位置与下文中讨论的实施例无关，且不限这些实施例。空气或另一种包括氧的气体（为了简单，在下面的描述中称为空气）在压缩机 105 中被压缩，在预混合器 110 中与从供应器 114 接收的燃料混合，燃烧而产生热的、高压的气体，该气体然后在涡轮机 112 中膨胀。在图 2 中，使用虚线来表示从压缩机 108 至预混合器 110 而后至涡轮机 112 的过渡，同时，其它的构件可以存在于其间。燃料可以处于气态的形式（例如，天然气）或者处于液体形式，并且，因此可以被表征为是流体燃料。

[0028] 图 5 是根据实施例的预混合器 110 的分解图。由压缩机 108 产生的压缩空气沿着流动方向 115 进入预混合器 110。预混合器 110 包括配置成彼此接合的混合部分 120 和套筒 130。例如，套筒 130 可以在其中至少部分地容纳混合部分 120。

[0029] 混合部分 110 包括旋流器 160，该旋流器 160 具有比常规的旋流器 60 更简单的几何结构，因而制造更容易且更廉价。与常规的预混合器 10 相比，预混合器 110 也实现了流的动力的更好的控制和改善的混合效率。

[0030] 混合部分 120 具有大致圆筒形，流动方向 115 大致与圆筒形的中心轴线平行。燃

料通过位于混合部分 120 的轮缘 150 上的燃料孔 (喷嘴) 140 而被径向地注入混合部分 120 内。在混合部分 120 内,旋流器 160 具有沿着圆筒形的纵向轴线大致位于圆筒形的中间的中心体 170。一组叶片 175 附接至中心体 170,并从中心体 170 向着轮缘 150 延伸。在一个应用中,没有用于预混合燃料的额外的一组叶片,即,该组叶片是单组叶片。

[0031] 燃料孔 140 可以在叶片的径向位置之间位于围绕轮缘 150 的大致均等的距离处。在图 6 中,多对燃料孔 140 在沿着流动方向的不同位置位于其间的预定距离处。在备选实施例中,燃料可以从中心体 170 或者从中心体 170 和轮缘 150 被注入。因此,燃料被径向地注入,并且,压缩空气纵向地流动。

[0032] 叶片 175 配置成决定穿过混合部分 120 的流之内的旋转运动,如图 6 所示,各个叶片 175 具有配置成产生混合区 178 的特定造型的后缘 177,在该混合区 178 中,旋转速度在流中变化。因此,混合区 178 在流动方向 115 上出现于各个叶片 175 之后,这些混合区的存在引起了压缩空气和燃料的快速且均匀的混合。与在位于常规的双环旋流器之后的反向旋转的流之间的剪切表面出现的湍流相反,在现在的混合区中,产生了旋转速度的变化,该旋转速度的变化有利于混合,但是以不太激烈的方式。在旋流器 160 之后,由于流中的正在进行的旋转运动,因而在混合区中发起的混合遍及容积地膨胀。

[0033] 图 7 显示根据示例性的实施例的叶片 175 的一个实施例。叶片在一侧 179 附接至中心体 170,另一侧 174 面向轮缘 150。压缩空气流首先遇到的前侧 176 平滑,而后侧 177 具有形成沿着流动方向 115 延伸的齿的蜿蜒形(即,波形轮廓)。根据另一实施例,在相邻的齿之中,一个齿(例如,181)可以相对于叶片的平面而向上弯曲,并且,相邻的一个可以相对于叶片的平面而向下弯曲。叶片 175 的侧 179(在此,叶片附接至中心体)可以比相反的侧 174 更大。可以使用直接激光制造烧结(direct laser manufacturing sintering)(DLMS)方法来制造叶片 175。每个环面积的叶片的数量或坚固性是根据本领域中已知的当前的实践的。

[0034] 图 8 是包括了流动方向 115 的预混合器 110 的横截面。叶片 175 可以附接在围绕中心体 170 隔开的大致均等的径向位置。如图 9 中详细地显示的,附接的叶片 175 的平面与流动方向 115 形成角度 α (小于 45°)。然而,叶片可以具有更加复杂的三维形状,以具有相对于流动方向 115 变化的角度。

[0035] 在相同的叶片之间沿着流动方向定位于不同位置的燃料孔 140 可以布置成模仿叶片角度。例如,如果仅考虑两个喷嘴,那么,连接两个喷嘴的线,与叶片的平面同样地,与流动方向形成相同的角度。

[0036] 中心体 170 在套筒 130 内的导管 135 内延伸。由于导管 135 的沿着流动方向 115 变窄的横截面,因而离开混合部分 120 的空气-燃料混合物被加速。作为结果的空气-燃料混合物的沿着流动方向 115 的速度的增加,实现了期望的目标,即将火焰保持在导管 135 之外。

[0037] 燃料可以通过管道 142 而被带至混合部分 120,并且,可以填充形成于混合部分 120 和套筒 130 之间的导管 144。

[0038] 使用方法 200,可以制造预混合器(11),方法 200 的流程图显示在图 9 中。在 S210,方法 200 包括将叶片(例如,175)安装在中心体(例如,170)的周围,该中心体大致位于具有圆筒形的轮缘(例如,150)的中间,叶片(例如,175)从中心体(例如,170)向着轮缘(例

如,150) 延伸,并配置成决定穿过混合部分(例如,120)的流之内的旋转运动,至少其中一些叶片(例如,175)具有带有波形轮廓的后缘(例如,177)。方法200还包括,在S220,将带有中心体(例如,170)和叶片(例如,175)的轮缘(例如,150)安装在套筒(例如,130)内,以在轮缘(例如,150)和套筒(例如,130)之间形成导管(例如,144),轮缘(例如,150)具有燃料孔(例如,140),该燃料孔配置成使得燃料能够通过轮缘(例如,150)而从导管(例如,144)向着中心体(例如,170)提供。

[0039] 方法200还可以包括在安装叶片之前将事先存在的叶片从中心体移除。也就是说,常规的预混合器(例如,10)的旋流器能够被修改成类似于旋流器160的旋流器。

[0040] 所公开的示例性的实施例提供了可以用于气井平台和油井平台上的航改发动机中的旋流器,与常规的双环旋流器相比,该旋流器具有简化的几何结构。应当懂得,该描述并不意图限制本发明。反之,示例性的实施例意图覆盖由所附的权利要求限定的本发明的要旨和范围中所包括的备选方案、修改以及等同。另外,在示例性的实施例的详细描述中,为了提供所主张的发明的详尽的理解,阐述了很多具体的细节。然而,本领域的技术人员将会懂得,在没有这些具体细节的情况下,也可以实践各种实施例。

[0041] 虽然在实施例中以特定的组合描述了所呈现的示例性的实施例的特征和要素,但是,各个特征或要素能够在没有这些实施例的其它特征和要素的情况下被单独使用,或者用于具有或不具有本文中公开的其它特征和要素的各种组合中。

[0042] 该书面描述使用了所公开的主题的示例,以使本领域的任何技术人员均能够实践该主题,包括制作和使用任何装置或系统,以及执行任何合并的方法。该主题的可专利的范围由权利要求限定,并且可以包括本领域技术人员想到的其它示例。这种其它的示例意图落在权利要求的范围内。

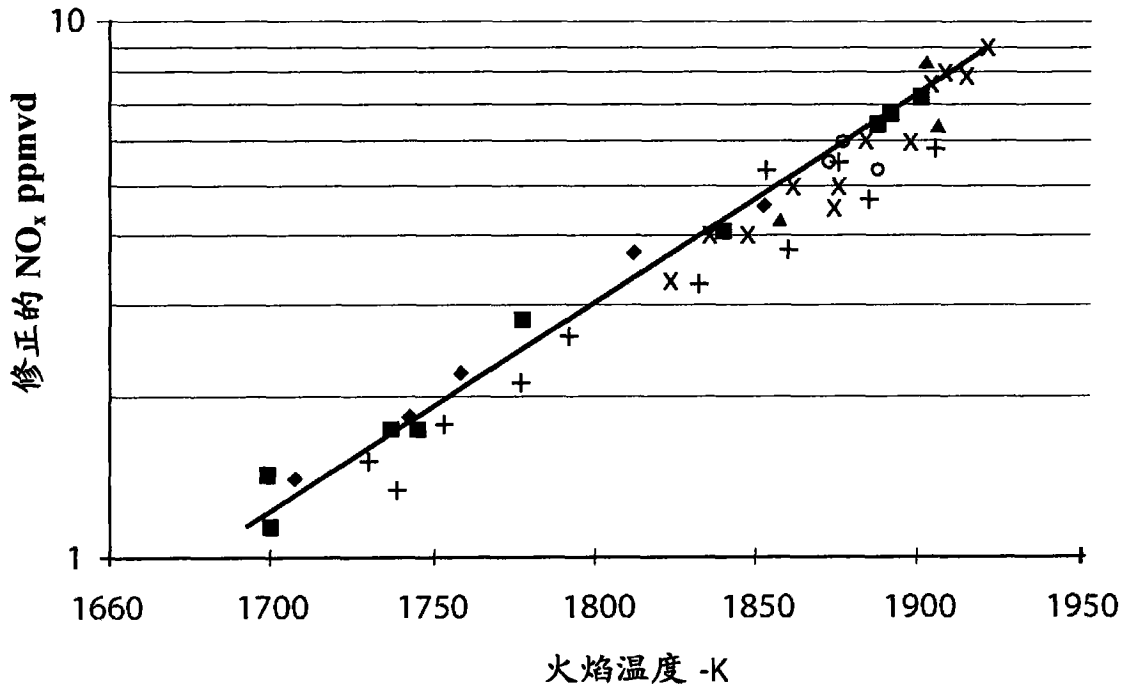


图1(背景技术)

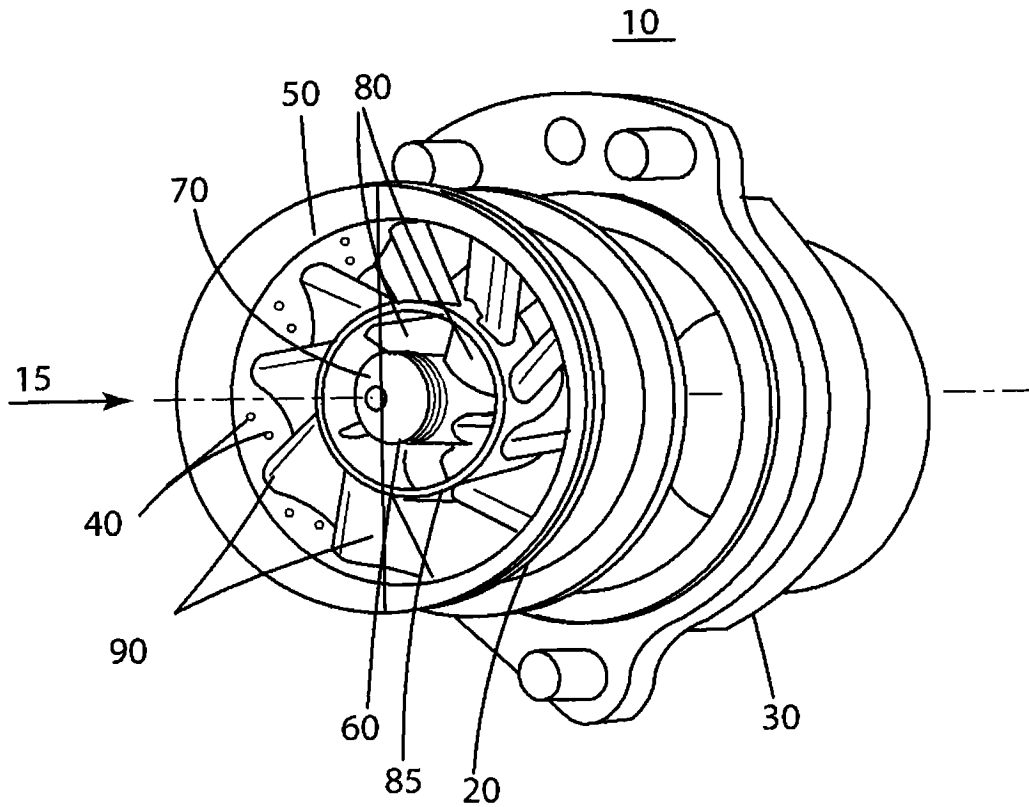


图2(背景技术)

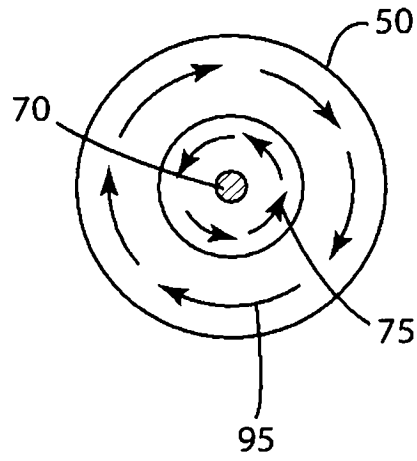


图 3(背景技术)

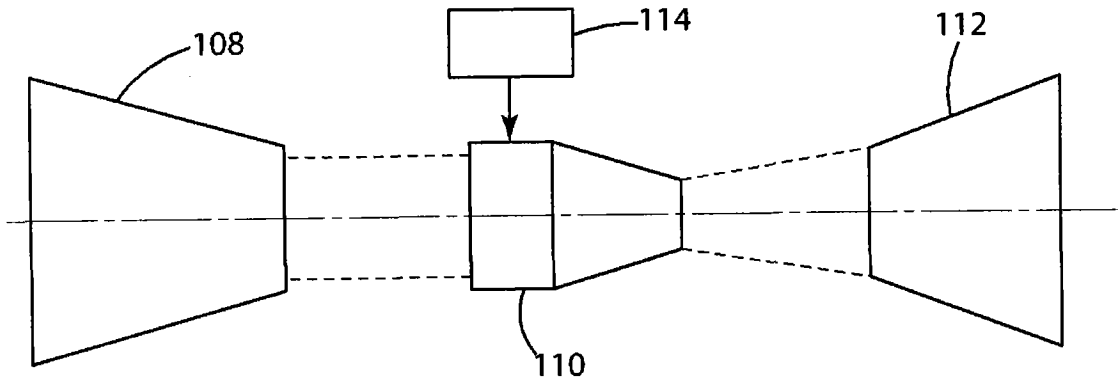


图 4

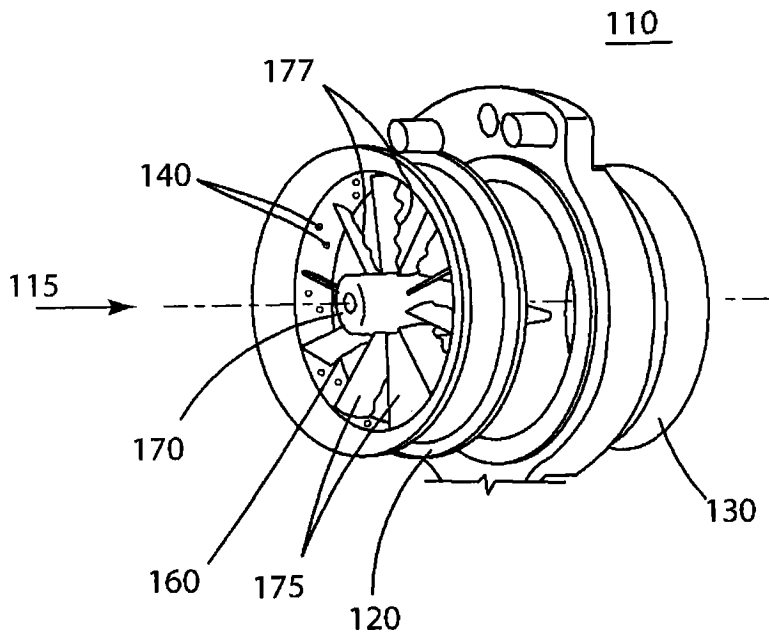


图 5

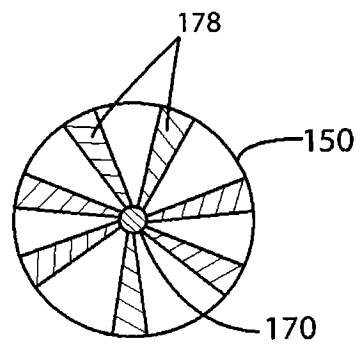


图 6

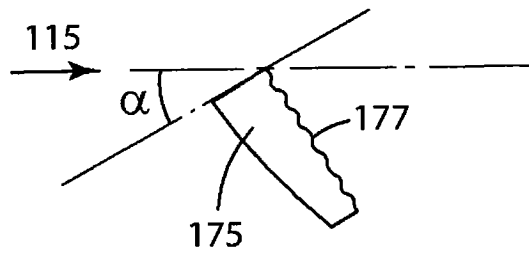


图 7

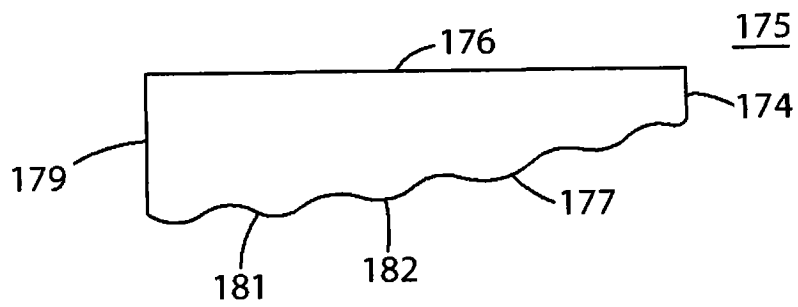


图 8

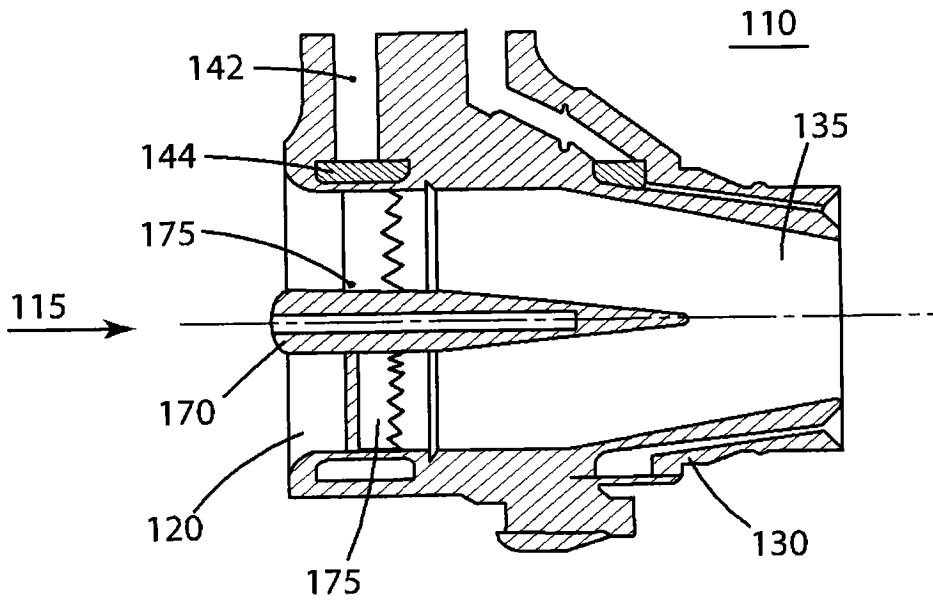


图 9

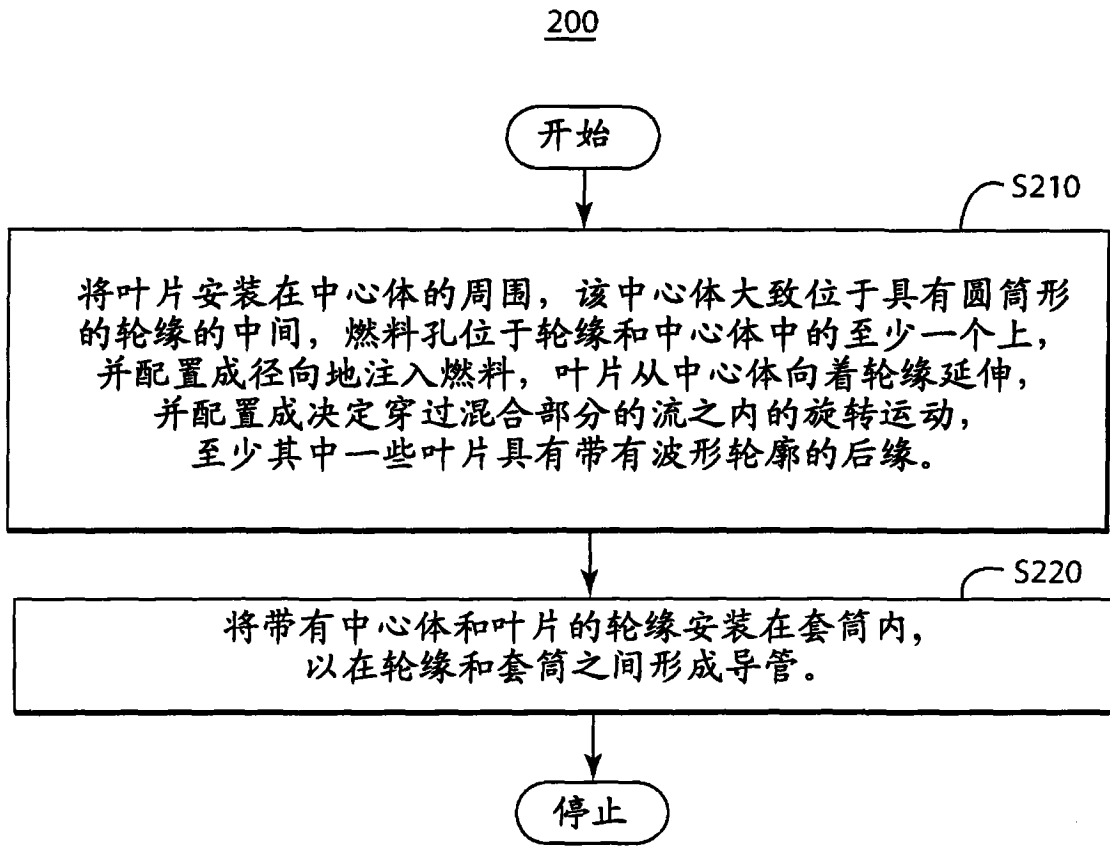


图 10