



(12) 发明专利申请



(10) 申请公布号 CN 120332799 A

(43) 申请公布日 2025. 07. 18

(21) 申请号 202510582680.0

F23R 3/52 (2006.01)

(22) 申请日 2025.05.07

(71) 申请人 南昌航空大学

地址 330000 江西省南昌市丰和南大道696号

(72) 发明人 卓云东 孙海俊 白兴函 戴俊炜
杨晋涵 胡晓安 罗坤 赵斌宇
向鑫

(74) 专利代理机构 北京中企讯专利代理事务所
(普通合伙) 11677

专利代理师 张凡庆

(51) Int. Cl.

F23R 3/28 (2006.01)

F23R 3/30 (2006.01)

F23R 3/42 (2006.01)

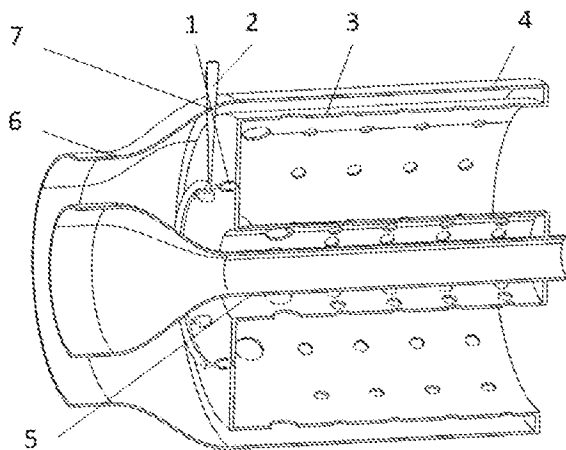
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种环形流体振荡器喷嘴燃烧室

(57) 摘要

本发明提供了一种环形流体振荡器喷嘴燃烧室,包括燃烧室外机匣、安装于燃烧室外机匣内部的火焰筒、安装于火焰筒侧面的环形振荡发生装置、安装于火焰筒内部的燃烧室内机匣、与环形振荡发生装置相连接的输油装置以及固定安装于燃烧室外机匣上的扩压器,本发明的燃油经由入口收缩段的截面加速,流经腔体与流体分离装置,通过康达效应,使腔体内燃油周期性流入位于腔体四周的回流通路,并对由环形流体振荡装置入口收敛段流入腔体的燃油产生环形周期性扰动,进而引起燃油偏移轴向,并沿流体偏转段向出口扩张段喷出,实现大范围周期性的方向变化,燃油周期性变化的速度方向使燃油能与空气进行更加充分的掺混,提高燃油雾化均匀度,使燃油更好地燃烧。



1. 一种环形流体振荡器喷嘴燃烧室,其特征在于:包括燃烧室外机匣(4)、安装于燃烧室外机匣(4)内部的火焰筒(3)、安装于火焰筒(3)侧面的环形振荡发生装置(1)、安装于火焰筒(3)内部的燃烧室内机匣(5)、与环形振荡发生装置(1)相连接的输油装置(2)以及固定安装于燃烧室外机匣(4)上的扩压器(6)。

2. 根据权利要求1所述的环形流体振荡器喷嘴燃烧室,其特征在于,所述火焰筒(3)包括固定安装于燃烧室外机匣(4)内壁的火焰筒外壳(304)以及固定安装于火焰筒外壳(304)内部的火焰筒内壳(305),所述火焰筒外壳(304)的一端开设有至少一个第一射流孔(301),所述火焰筒外壳(304)和火焰筒内壳(305)的前段均开设有至少一个第二射流孔(302),所述火焰筒外壳(304)和火焰筒内壳(305)的后段沿火焰筒(3)轴向方向开设有至少一组冷却孔(303),所述火焰筒(3)还包括固定安装于火焰筒内壳(305)上的火焰筒支撑板(306),所述燃烧室内机匣(5)固定安装于火焰筒支撑板(306)上。

3. 根据权利要求2所述的环形流体振荡器喷嘴燃烧室,其特征在于,所述第二射流孔(302)的圆心至火焰筒外壳(304)一端的距离与火焰筒(3)的总长之比为 $0.2 \sim 0.25$,所述冷却孔(303)的布置范围与火焰筒(3)的总长度之比为 $0.6 \sim 0.7$,所述火焰筒(3)的长径比为 $1.2 \sim 1.5$ 。

4. 根据权利要求2所述的环形流体振荡器喷嘴燃烧室,其特征在于,所述环形振荡发生装置(1)的数量至少为一个,至少一个所述所述环形振荡发生装置(1)的位置与至少一个第一射流孔(301)的位置一一对应,相邻两个环形振荡发生装置(1)之间互成一定角度。

5. 根据权利要求4所述的环形流体振荡器喷嘴燃烧室,其特征在于,每个所述环形振荡发生装置(1)均包括外壳(107),所述外壳(107)的一端固定安装有流体偏转段(104),所述流体偏转段(104)远离外壳(107)的一端固定安装有出口扩张段(105),所述出口扩张段(105)贯穿对应的第一射流孔(301)并延伸至火焰筒(3)内,所述外壳(107)的另一端固定安装有入口收缩段(102),所述入口收缩段(102)远离外壳(107)的一端固定安装有螺纹段(101),所述外壳(107)的内部开设有腔体(103),所述外壳(107)的内壁固定安装有支撑柱(108),所述腔体(103)的内部设置有流体分离装置(109),所述流体分离装置(109)与支撑柱(108)固定连接,所述流体分离装置(109)与外壳(107)的内壁之间形成有回流通道(106)。

6. 根据权利要求5所述的环形流体振荡器喷嘴燃烧室,其特征在于,所述输油装置(2)包括环形油管(202)、固定安装于环形油管(202)上的主油管(201)以及开设于环形油管(202)上的入口安装孔(203)。

7. 根据权利要求6所述的环形流体振荡器喷嘴燃烧室,其特征在于,所述入口安装孔(203)为螺纹孔,且入口安装孔(203)的数量至少为一个,至少一个螺纹段(101)与至少一个所述入口安装孔(203)一一对应螺纹安装,所述环形油管(202)与环形振荡发生装置(1)和主油管(201)均相连通,所述主油管(201)与环形振荡发生装置(1)之间的安装夹角为 $90^{\circ} \sim 150^{\circ}$ 。

8. 根据权利要求7所述的环形流体振荡器喷嘴燃烧室,其特征在于,所述主油管(201)至少设置有一个,至少一个所述主油管(201)周向均布安装在环形油管(202)上。

9. 根据权利要求4所述的环形流体振荡器喷嘴燃烧室,其特征在于,所述入口收缩段(102)的夹角为 $50^{\circ} \sim 70^{\circ}$,所述出口扩张段(105)的夹角为 $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$,所述出口扩张段(105)

的出口截面直径与火焰筒 (3) 垂直于轴线截面的半径之比为 $0.03 \sim 0.1$ 。

10. 根据权利要求8所述的环形流体振荡器喷嘴燃烧室, 其特征在于, 所述燃烧室外机匣 (4) 上开设有至少一个主油管安装孔 (7), 至少一个所述主油管安装孔 (7) 的位置与至少一个主油管 (201) 的位置一一对应, 至少一个所述主油管 (201) 远离环形油管 (202) 的一端贯穿对应位置的主油管安装孔 (7) 并延伸至燃烧室外机匣 (4) 的外部。

一种环形流体振荡器喷嘴燃烧室

技术领域

[0001] 本发明涉及航空发动机和燃气轮机技术领域,尤其涉及一种环形流体振荡器喷嘴燃烧室。

背景技术

[0002] 燃烧室在航空发动机和燃气轮机中扮演着至关重要的角色,被誉为“发动机的心脏”,在燃烧室内,燃料与空气的充分混合后进行燃烧,所产生的高温高压燃气推动涡轮做功,成为发动机产生推力的主要能量来源。

[0003] 随着航空发动机和燃气轮机技术的不断进步,对燃烧室燃烧效率的要求也日益提高,对于大功率设备而言,效率的微小提升往往能够带来巨大的经济效益,因此高性能燃烧室的研发面临着一系列技术挑战:燃烧室内必须在多样的稳定工作范围内实现燃料燃烧的稳定性和可靠性;减少燃烧过程所产生的污染废气是实现可持续发展的重要目标;在满足燃烧要求的前提下,提升燃料的雾化效果和燃料与空气的混合程度变得尤为关键,以进一步提高燃烧效率。

[0004] 目前,航空发动机燃烧室普遍采用离心式喷嘴,这种设计能够将燃油以锥形方式喷入火焰筒腔体,促进燃油液膜的破碎和雾化,但是其同样存在缺点,燃油雾化主要依靠离心力,低流量时旋转速度不足,导致液滴尺寸增大,雾化不均匀,影响燃烧效率。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,提供一种环形流体振荡器喷嘴燃烧室代替传统离心式喷嘴的火焰筒结构,该环形振荡发生装置利用康达效应,自发产生周期性振荡,通过改变上游压强能够实现雾化频率自调节,并利用振荡剪切作用雾化燃油,在出口扩张段喷射形成周期性变化的流体,使得尺寸更均匀的燃料液滴能完美覆盖火焰筒头部大部分区域,进一步提升燃烧室的整体性能。

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明采用如下技术方案:

[0007] 一种环形流体振荡器喷嘴燃烧室,包括燃烧室外机匣、安装于燃烧室外机匣内部的火焰筒、安装于火焰筒侧面的环形振荡发生装置、安装于火焰筒内部的燃烧室内机匣、与环形振荡发生装置相连接的输油装置以及固定安装于燃烧室外机匣上的扩压器。

[0008] 优选地,所述火焰筒包括固定安装于燃烧室外机匣内壁的火焰筒外壳以及固定安装于火焰筒外壳内部的火焰筒内壳,所述火焰筒外壳的一端开设有至少一个第一射流孔,所述火焰筒外壳和火焰筒内壳的前段均开设有至少一个第二射流孔,所述火焰筒外壳和火焰筒内壳的后段沿火焰筒轴向方向开设有至少一组冷却孔,所述火焰筒还包括固定安装于火焰筒内壳上的火焰筒支撑板,所述燃烧室内机匣固定安装于火焰筒支撑板上。

[0009] 进一步的,所述第二射流孔的圆心至火焰筒外壳一端的距离与火焰筒的总长之比为 $0.2 \sim 0.25$,所述冷却孔的布置范围与火焰筒的总长度之比为 $0.6 \sim 0.7$,所述火焰筒的长径比为 $1.2 \sim 1.5$ 。

[0010] 更进一步的,所述环形振荡发生装置的数量至少为一个,至少一个所述所述环形振荡发生装置的位置与至少一个第一射流孔的位置一一对应,相邻两个环形振荡发生装置之间互成一定角度。

[0011] 更进一步的,每个所述环形振荡发生装置均包括外壳,所述外壳的一端固定安装有流体偏转段,所述流体偏转段远离外壳的一端固定安装有出口扩张段,所述出口扩张段贯穿对应的第一射流孔并延伸至火焰筒内,所述外壳的另一端固定安装有入口收缩段,所述入口收缩段远离外壳的一端固定安装有螺纹段,所述外壳的内部开设有腔体,所述外壳的内壁固定安装有支撑柱,所述腔体的内部设置有流体分离装置,所述流体分离装置与支撑柱固定连接,所述流体分离装置与外壳的内壁之间形成有回流通道。

[0012] 更进一步的,所述输油装置包括环形油管、固定安装于环形油管上的主油管以及开设于环形油管上的入口安装孔。

[0013] 更进一步的,所述入口安装孔为螺纹孔,且入口安装孔的数量至少为一个,至少一个螺纹段与至少一个所述入口安装孔一一对应螺纹安装,所述环形油管与环形振荡发生装置和主油管均相连通,所述主油管与环形振荡发生装置之间的安装夹角为 $90^{\circ} \sim 150^{\circ}$ 。

[0014] 更进一步的,所述主油管至少设置有一个,至少一个所述主油管周向均布安装在环形油管上。

[0015] 更进一步的,所述入口收缩段的夹角为 $50^{\circ} \sim 70^{\circ}$,所述出口扩张段的夹角为 $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$,所述出口扩张段的出口截面直径与火焰筒垂直于轴线截面的半径之比为 $0.03 \sim 0.1$ 。

[0016] 更进一步的,所述燃烧室外机匣上开设有至少一个主油管安装孔,至少一个所述主油管安装孔的位置与至少一个主油管的位置一一对应,至少一个所述主油管远离环形油管的一端贯穿对应位置的主油管安装孔并延伸至燃烧室外机匣的外部。

[0017] 本发明的有益效果:

[0018] 本发明相比于普通离心式喷嘴,其燃油经由入口收缩段的截面加速,流经腔体与流体分离装置,通过康达效应,使腔体内燃油周期性流入位于腔体四周的回流通道,并对由环形流体振荡装置入口收敛段流入腔体的燃油产生环形周期性扰动,进而引起燃油偏移轴向,并沿流体偏转段向出口扩张段喷出,实现大范围周期性的方向变化,燃油周期性变化的速度方向使得燃油能与空气进行更加充分的掺混,提高燃油雾化均匀度,使燃油能够更好地燃烧;相邻两环形振荡发生装置之间成一定夹角,使得相邻两装置射流范围部分相互重合,起到联焰作用,使燃油燃烧范围更广泛,提升燃气燃烧效率。

附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本发明实施例技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0020] 图1是本发明的立体剖视结构示意图。

[0021] 图2是本发明环形振荡发生装置的立体示意图。

[0022] 图3是本发明环形振荡发生装置的结构示意图,其中左侧为环形振荡发生装置的主视图,右侧为剖视图。

[0023] 图4是本发明输油装置的立体示意图。

[0024] 图5是本发明火焰筒的立体剖视示意图。

[0025] 图中标识说明:1、环形振荡发生装置;2、输油装置;3、火焰筒;4、燃烧室外机匣;5、燃烧室内机匣;6、扩压器;7、主油管安装孔;101、螺纹段;102、入口收缩段;103、腔体;104、流体偏转段;105、出口扩张段;106、回流通路;107、外壳;108、支撑柱;109、流体分离装置;201、主油管;202、环形油管;203、入口安装孔;301、第一射流孔;302、第二射流孔;303、冷却孔;304、火焰筒外壳;305、火焰筒内壳;306、火焰筒支撑板。

具体实施方式

[0026] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0027] 应当理解,当在本说明书和所附权利要求书中使用时,术语“包括”和“包含”指示所描述特征、整体、步骤、操作、元素和/或组件的存在,但并不排除一个或多个其它特征、整体、步骤、操作、元素、组件和/或其集合的存在或添加。

[0028] 还应当理解,在此本发明说明书中所使用的术语仅仅是出于描述特定实施例的目的而并不意在限制本发明。如在本发明说明书和所附权利要求书中所使用的那样,除非上下文清楚地指明其它情况,否则单数形式的“一”、“一个”及“该”意在包括复数形式。

[0029] 还应当进一步理解,在本发明说明书和所附权利要求书中使用的术语“和/或”是指相关联列出的项中的一个或多个的任何组合以及所有可能组合,并且包括这些组合。

[0030] 实施例

[0031] 请参阅图1-5所示,一种环形流体振荡器喷嘴燃烧室,包括燃烧室外机匣4、安装于燃烧室外机匣4内部的火焰筒3、安装于火焰筒3侧面的环形振荡发生装置1、安装于火焰筒3内部的燃烧室内机匣5、与环形振荡发生装置1相连接的输油装置2以及固定安装于燃烧室外机匣4上的扩压器6,扩压器6、燃烧室内机匣5、燃烧室外机匣4、火焰筒3、输油装置2和环形振荡发生装置1共同组成环形流体振荡喷嘴式燃烧室,燃烧室外机匣4和燃烧室内机匣5共同组成燃烧室壳体。

[0032] 火焰筒3包括固定安装于燃烧室外机匣4内壁的火焰筒外壳304以及固定安装于火焰筒外壳304内部的火焰筒内壳305,火焰筒外壳304的一端开设有至少一个第一射流孔301,火焰筒外壳304和火焰筒内壳305的前段均开设有至少一个第二射流孔302,火焰筒外壳304和火焰筒内壳305的后段沿火焰筒3轴向方向开设有至少一组冷却孔303,火焰筒3还包括固定安装于火焰筒内壳305上的火焰筒支撑板306,燃烧室内机匣5固定安装于火焰筒支撑板306上;

[0033] 火焰筒外壳304和火焰筒内壳305围成的区域是燃烧区域。

[0034] 在本实施例中,第一射流孔301的数量优选为有8~16个,第一射流孔301的位置与环形振荡发生装置1的出口扩张段105位置一一对应,第一射流孔301用于雾化并喷入燃料。

[0035] 在本实施例中,第二射流孔302的数量优选为16~32个,第二射流孔302周向均布于火焰筒外壳304和火焰筒内壳305上,且火焰筒外壳304上开设的第二射流孔302的位置与火焰筒内壳305上开设的第二射流孔302的位置对应,第二射流孔302用于空气进入火焰筒

3。

[0036] 在本实施例中,冷却孔303沿火焰筒3的轴向方向优先为布置8~10组,数量为32~48个,冷却孔303周向均布于火焰筒外壳304和火焰筒内壳305上,且火焰筒外壳304上开设的冷却孔303的位置与火焰筒内壳305上开设的冷却孔303的位置对应,冷却孔303用于空气进入火焰筒3并对火焰筒3进行冷却。

[0037] 所述冷却孔周向均布于火焰筒内壁与火焰筒外壁,第二射流孔302的圆心至火焰筒外壳304一端的距离与火焰筒3的总长之比为0.2~0.25,冷却孔303的布置范围与火焰筒3的总长度之比为0.6~0.7,火焰筒3的长径比为1.2~1.5;

[0038] 环形振荡发生装置1的数量至少为一个,至少一个环形振荡发生装置1的位置与至少一个第一射流孔301的位置一一对应,相邻两个环形振荡发生装置1之间互成一定角度,环形振荡发生装置1为金属材质;

[0039] 在本实施例中,环形振荡发生装置1的数量优选为8~16个,环形振荡发生装置1均布在环形油管202上。

[0040] 每个环形振荡发生装置1均包括外壳107,外壳107的一端固定安装有流体偏转段104,流体偏转段104远离外壳107的一端固定安装有出口扩张段105,出口扩张段105贯穿对应的第一射流孔301并延伸至火焰筒3内,外壳107的另一端固定安装有入口收缩段102,入口收缩段102远离外壳107的一端固定安装有螺纹段101,外壳107的内部开设有腔体103,外壳107的内壁固定安装有支撑柱108,腔体103的内部设置有流体分离装置109,流体分离装置109与支撑柱108固定连接,流体分离装置109与外壳107的内壁之间形成有回流通道106;

[0041] 环形振荡发生装置1的腔体103中油路流向为轴向,回流通道106内油路方向与环形振荡发生装置1的腔体103内油路相反。

[0042] 输油装置2包括环形油管202、固定安装于环形油管202上的主油管201以及开设于环形油管202上的入口安装孔203;发动机的供油系统与主油管201相连并输送至环形油管202。

[0043] 入口安装孔203为螺纹孔,且入口安装孔203的数量至少为一个,至少一个螺纹段101与至少一个入口安装孔203一一对应螺纹安装,环形振荡发生装置1通过螺纹段101与入口安装孔203配合安装于环形油管202上,环形油管202与环形振荡发生装置1和主油管201均相连通,主油管201与环形振荡发生装置1之间的安装夹角为 90° ~ 150° ;

[0044] 在本实施例中,环形油管202为圆环状金属管,环形油管202的数量为1个。

[0045] 主油管201至少设置有一个,至少一个主油管201周向均布安装在环形油管202上。

[0046] 在本实施例中,主油管201为可弯曲的金属管,主油管201与发动机的供油系统连接,将燃油输送入输油装置2中;主油管201的数量优选为1~3个,主油管201周向均布在环形油管202上。

[0047] 入口收缩段102的夹角为 50° ~ 70° ,出口扩张段105的夹角为 70° ~ 80° ,出口扩张段105的出口截面直径与火焰筒3垂直于轴线截面的半径之比为0.03~0.1;

[0048] 燃烧室外机匣4上开设有至少一个主油管安装孔7,至少一个主油管安装孔7的位置与至少一个主油管201的位置一一对应,至少一个主油管201远离环形油管202的一端贯穿对应位置的主油管安装孔7并延伸至燃烧室外机匣4的外部。

[0049] 工作原理:燃油通过主油管201进入环形油管202,并从环形油管202流入各个环形

振荡发生装置1内,燃油通过入口收缩段102进入环形振荡发生装置1的腔体103内部,并且燃油经由入口收缩段102过程中会通过燃油经由入口收缩段102的截面加速,流入腔体103内部,并在康达效应作用下,部分燃油沿流体分离装置109流入回流通道106并从位于入口末端的回流通道106的出口流出,对进入腔体103的燃油产生扰动,一定程度地改变燃油流动方向,使燃油流入对向回流通入,进而对流入腔体103的燃油产生与前一次相反方向的扰动,使得喷出的燃油速度方向在一定范围内周期性地改变,能够有效提升燃油雾化均匀度和燃油与空气的掺混程度,有利于燃油的充分燃烧,减少废气的排放;同时由于相邻两环形振荡发生装置1之间互成一定角度,使得各环形振荡发生装置1的喷射范围有所重合,起联焰作用,使火焰快速在火焰筒3的腔体内传播,提高燃气燃烧效率;火焰筒外壳304和火焰筒内壳305上布置的第二射流孔302的位置一一对应,使由燃烧室进入火焰筒3腔体的空气相互对冲,降低火焰筒3腔体内气流速度并产生涡结构,提高燃油与空气掺混效率;火焰筒外壳304和火焰筒内壳305上设有冷却孔303,用于平衡火焰筒3内温度的分布,提高燃烧效率的同时又降低污染物的排放。

[0050] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到各种等效的修改或替换,这些修改或替换都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

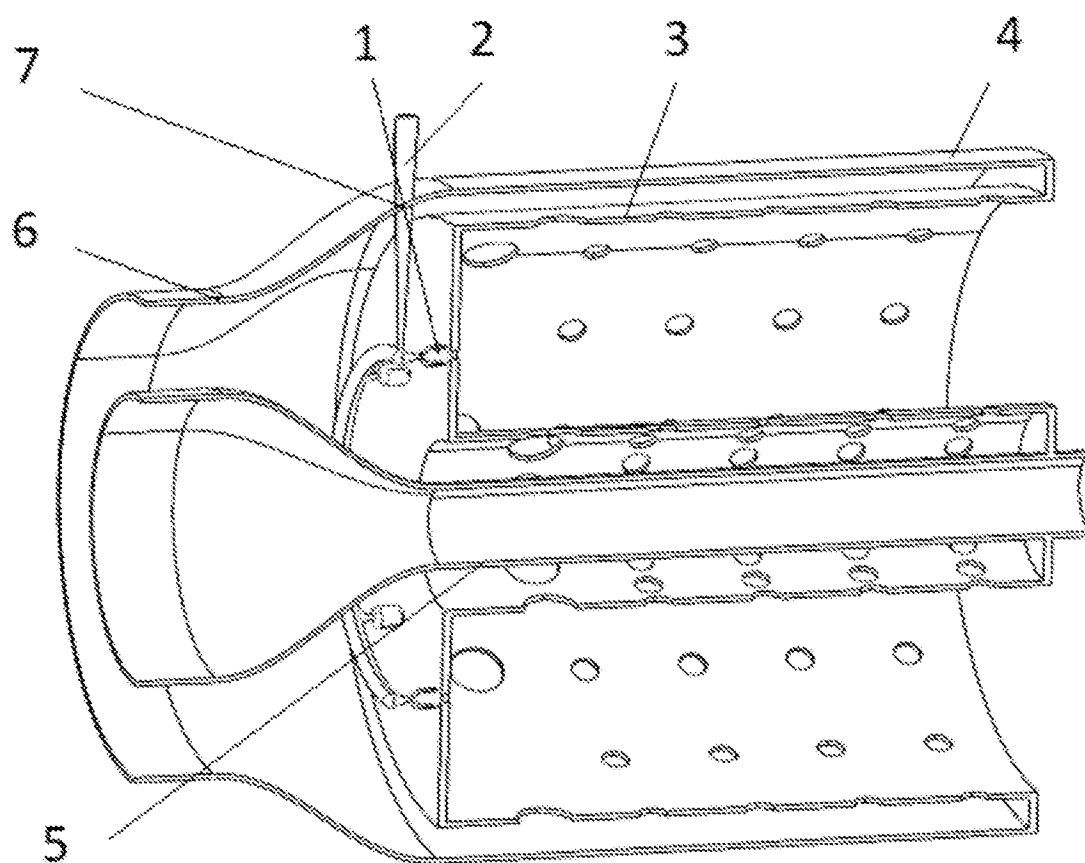


图1

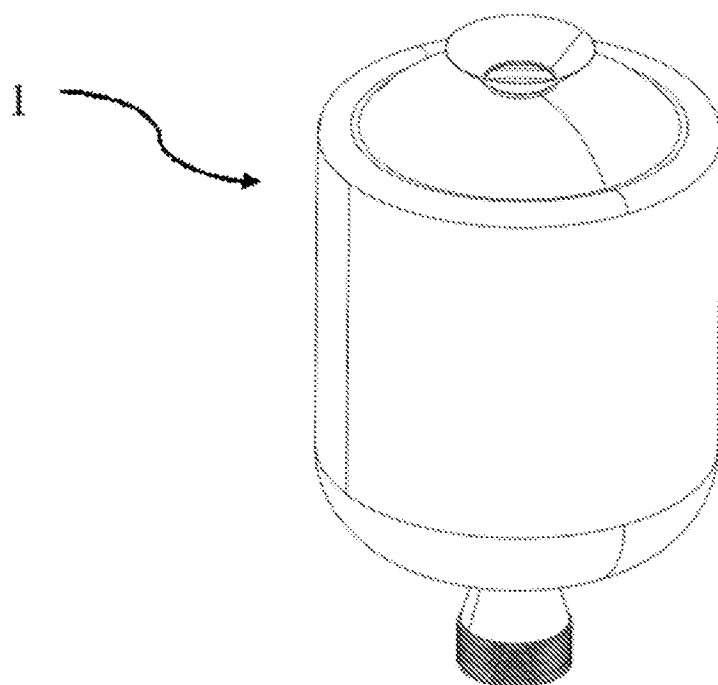


图2

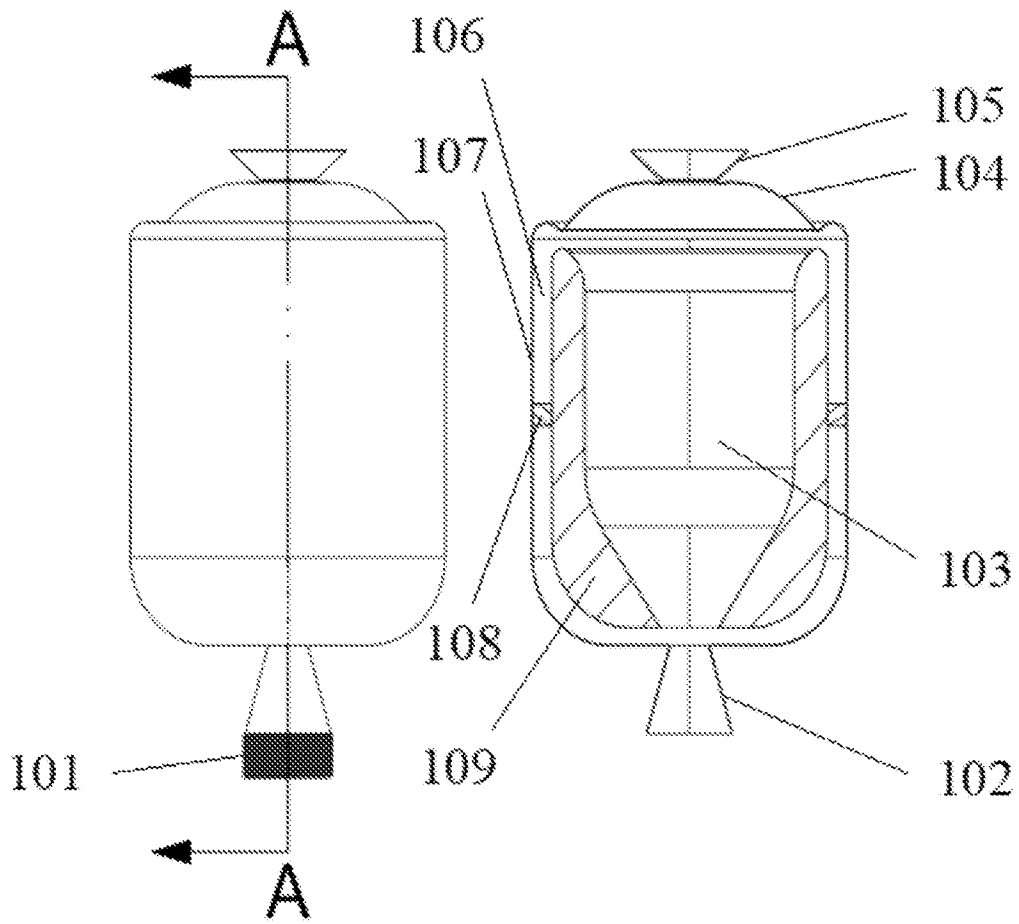


图3

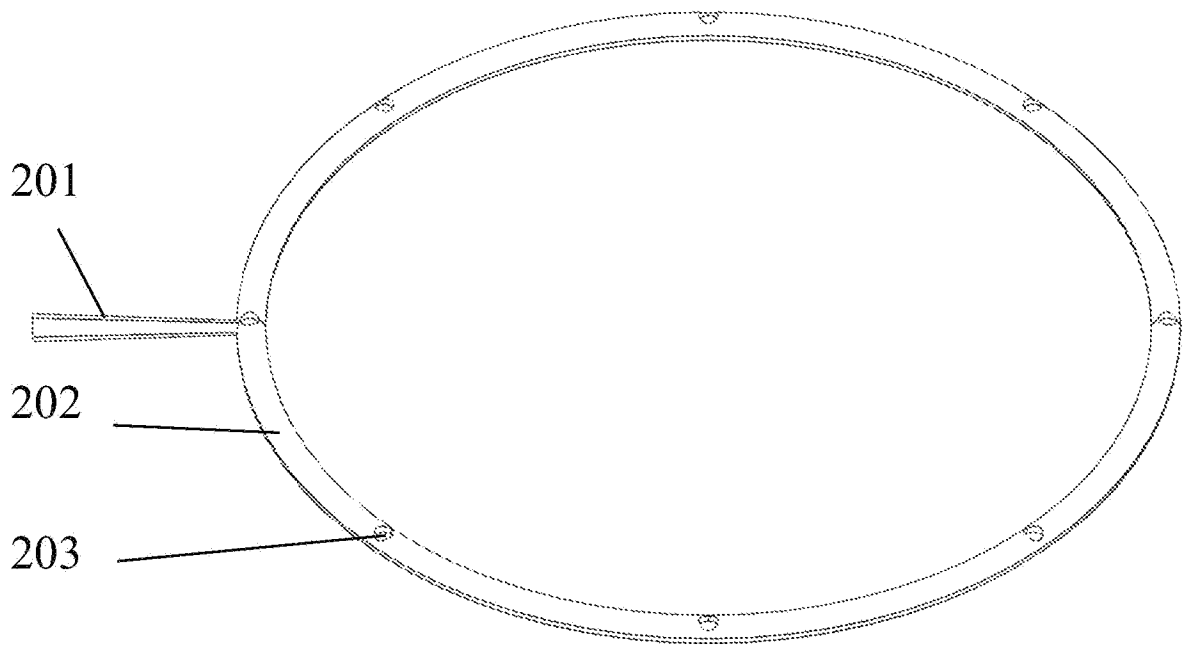


图4

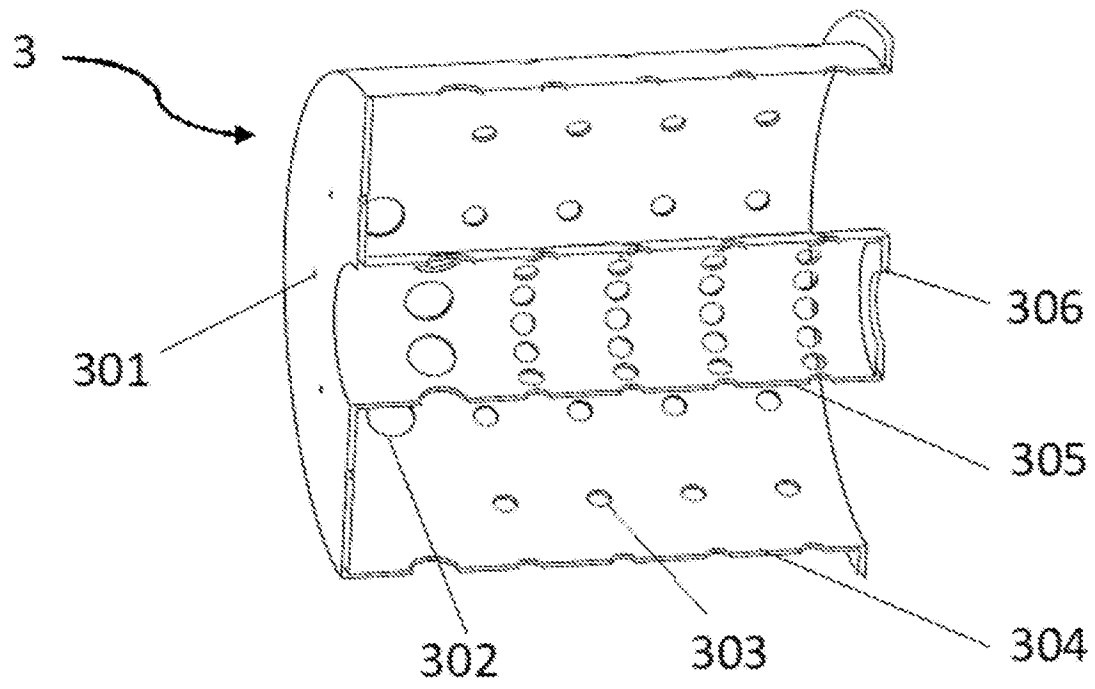


图5