



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107726321 B

(45)授权公告日 2019.04.12

(21)申请号 201710887153.6

F23D 14/66(2006.01)

(22)申请日 2017.09.26

审查员 范伟

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107726321 A

(43)申请公布日 2018.02.23

(73)专利权人 华中科技大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路  
1037号

(72)发明人 马仑 方庆艳 谭鹏 李鑫

张小培 张成 陈刚

(74)专利代理机构 华中科技大学专利中心

42201

代理人 李智 曹葆青

(51)Int.Cl.

F23D 14/26(2006.01)

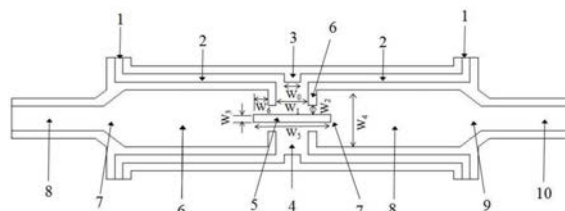
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种基于气体预热与强化回流提高火焰稳定性的微燃烧器

(57)摘要

本发明公开了一种基于气体预热与强化回流提高火焰稳定性的微燃烧器,包括上下设置的两个低速小腔体燃烧室,两个高速大腔体燃烧室分属低速小腔体燃烧室左右两侧,两个低速小腔体燃烧室均与两个高速大腔体燃烧室连通;两个高速大腔体燃烧室连通的上、下壁面分别设有一条分别连通上、下低速小腔体燃烧室的气体预热通道;气体预热通道与低速小腔体燃烧室连通处形成第一回流区,低速小腔体燃烧室与高速大腔体燃烧室连通处形成第二回流区,高速大腔体燃烧室内部靠近气体入口处形成第三回流区。本发明通过燃烧预热,来降低点火所需能量、缩短着火延迟时间,同时设置低、高速燃烧室提高着火促熄极限,拓宽进口速度。



1. 一种微燃烧器,其特征在于,包括上下设置的两个低速小腔体燃烧室,两个高速大腔体燃烧室分居低速小腔体燃烧室左右两侧,两个低速小腔体燃烧室均与两个高速大腔体燃烧室连通;两个高速大腔体燃烧室连通的上、下壁面分别设有一条分别连通上、下低速小腔体燃烧室的气体预热通道;气体预热通道与低速小腔体燃烧室连通处形成第一回流区,低速小腔体燃烧室与高速大腔体燃烧室连通处形成第二回流区,高速大腔体燃烧室内部靠近气体入口处形成第三回流区。

2. 根据权利要求1所述的微燃烧器,其特征在於,所述两个高速大腔体燃烧室朝外的一端为出口端,朝内的另一端为进口端,两进口端之间的空腔通过隔板隔离为上、下两个低速小腔体燃烧室。

3. 根据权利要求2所述的微燃烧器,其特征在於,所述气体预热通道与低速小腔体燃烧室连通处设有第一稳燃凸台,所述低速小腔体燃烧室与高速大腔体燃烧室连通处设有第二稳燃凸台,所述隔板的两端分别伸入两高速大腔体燃烧室内部形成第三稳燃凸台。

4. 根据权利要求3所述的微燃烧器,其特征在於,所述第一稳燃凸台宽度 $W_0$ 与低速小腔体燃烧室宽度 $W_1$ 之比为 $0.3\sim 0.5$ ,第二稳燃凸台到隔板距离 $W_2$ 与高速大腔体燃烧室宽度 $W_6$ 之比为 $0.125\sim 0.25$ ,第三稳燃凸台宽度 $W_3$ 与两低速小腔体燃烧室长度和 $W_4$ 之比为 $0.15\sim 0.3$ ,第三稳燃凸台在高速大腔体燃烧室内的长度 $W_6$ 与隔板总长度 $W_5$ 之比为 $0.125\sim 0.25$ 。

5. 根据权利要求1或2或3或4所述的微燃烧器,其特征在於,所述高速大腔体燃烧室的出口端为由内向外渐缩喇叭形。

6. 根据权利要求1或2或3或4所述的微燃烧器,其特征在於,所述气体预热通道和燃烧室均为平板型。

## 一种基于气体预热与强化回流提高火焰稳定性的微燃烧器

### 技术领域

[0001] 本发明属微小尺度发电技术领域,更具体地,涉及一种基于气体预热与强化回流提高火焰稳定性的微燃烧器。

### 背景技术

[0002] 随着微加工技术的快速发展以及其独特的优势,如体积小、质量轻、能量密度高、能持续运行,微型燃烧器广泛应用于各种微电子机械系统和设备。同时,氧气和碳氢化合物燃料比传统电池的能量密度高出十倍。因此,基于燃烧的微动力装置具有取代传统电池的巨大潜力。该类动力装置能够将碳氢燃料的化学能通过燃烧的方式转换为热能,并依靠各种能量转换方式为微型机电系统提供动力或电能。但这类设备也存在一些问题,主要包括以下几点。(1)由于微燃烧器内的火焰刚性较差,易受外界条件的影响,易导致火焰稳定性差。(2)由于微型燃烧器高比表面积引起热量严重损失,易发生热檐火和自由基熄火。(3)化学反应组分停留时间较短,基本与碳氢化合物/空气的化学反应时间同一数量级,容易导致燃烧效率低。

### 发明内容

[0003] 针对上述问题,本发明提出了一种基于气体预热与强化回流提高火焰稳定性的微燃烧器,其目的在于,通过燃烧预热,来降低点火所需能量、缩短着火延迟时间,同时设置低、高速燃烧室提高着火促熄极限,拓宽进口速度。

[0004] 为了实现本发明的技术目的,本发明采用了以下技术方案:

[0005] 一种微燃烧器,包括上下设置的两个低速小腔体燃烧室,两个高速大腔体燃烧室分居低速小腔体燃烧室左右两侧,两个低速小腔体燃烧室均与两个高速大腔体燃烧室连通;两个高速大腔体燃烧室连通的上、下壁面分别设有一条分别连通上、下低速小腔体燃烧室的气体预热通道;气体预热通道与低速小腔体燃烧室连通处形成第一回流区,低速小腔体燃烧室与高速大腔体燃烧室连通处形成第二回流区,高速大腔体燃烧室内部靠近气体入口处形成第三回流区;燃料气体穿过气体预热通道经高速大腔体燃烧室预热后进入低速小腔体燃烧室,在低速小腔体燃烧室点火燃烧或进入高速大腔体燃烧室点火燃烧,燃烧产生的高温气体从高速大腔体燃烧室排出。

[0006] 进一步地,所述两个高速大腔体燃烧室朝外的一端为出口端,朝内的另一端为进口端,两进口端之间的空腔通过隔板隔离为上、下两个低速小腔体燃烧室。

[0007] 进一步地,所述气体预热通道与低速小腔体燃烧室连通处设有第一稳燃凸台,所述低速小腔体燃烧室与高速大腔体燃烧室连通处设有第二稳燃凸台,所述隔板的两端分别伸入两高速大腔体燃烧室内部形成第三稳燃凸台。

[0008] 进一步地,所述第一稳燃凸台宽度 $W_0$ 与低速小腔体燃烧室宽度 $W_1$ 之比为 $0.3\sim 0.5$ ,第二稳燃凸台到隔板距离 $W_2$ 与高速大腔体燃烧室宽度 $W_6$ 之比为 $0.125\sim 0.25$ ,第三稳燃凸台宽度 $W_3$ 与两低速小腔体燃烧室长度和 $W_4$ 之比为 $0.15\sim 0.3$ ,第三稳燃凸台在高速大腔体燃烧

室内的长度 $W_6$ 与隔板总长度 $W_5$ 之比为0.125~0.25。

[0009] 进一步地,所述高速大腔体燃烧室的出口端为由内向外渐缩喇叭形。

[0010] 进一步地,所述气体预热通道和燃烧室均为平板型。

[0011] 本发明专利有益技术效果体现在:

[0012] (1) 气体预热通道布置于高速大腔体燃烧室的两侧,有效利用主燃烧区域放出的热量对燃料和空气(采用非预混燃烧方式时)、或者它们的预混合物(采用预混燃烧方式时)的预热、催化,来降低点火所需能量、缩短着火延迟时间,同时减少排气热损失。

[0013] (2) 入口速度低于低速小腔体燃烧室能稳定燃烧的最大速度时,在第一回流区产生高温气体回流,以达到强化火焰在低速小腔体燃烧室内的稳定性,从而在空间较小的低速小腔体燃烧室内形成稳定火焰并燃烧。

[0014] (3) 入口速度超过低速小腔体燃烧室能稳定燃烧的最大速度时,气体在第二回流区和第三回流区产生卷吸回流作用产生高温气体回流下,以达到强化火焰在高速大腔体燃烧室内的稳定性,从而在空间较大的高速大腔体燃烧室内形成稳定火焰并燃烧。

[0015] 综上,本发明能够有效扩大稳燃极限,提高燃烧效率,广泛适用于各种微小型动力系统。

## 附图说明

[0016] 图1是本发明结构的二维示意图 ;

[0017] 图2是本发明强化卷吸回流区示意图;

[0018] 图3是本发明一个典型工况下强化卷吸回流区示意图(当量比0.6,进口速度3m/s);

[0019] 图4是本发明一个实例在几种典型低、高速度下温度分布图(1/4结构图)。

## 具体实施方式

[0020] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及较佳实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的较佳实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0021] 如图1所示,本发明较佳实施例提供的微型燃烧器包括气体入口1、气体预热通道2、第一稳燃凸台3、低速小腔体燃烧室4、隔板5、第二稳燃凸台6、第三稳燃凸台7、高速大腔体燃烧室8、高速大腔体燃烧室渐缩出口9和尾气出口10。。

[0022] 气体预热通道2、低速小腔体燃烧室4和高速大腔体燃烧室8三者呈现“王”字布置形式;两气体预热通道2布置于高速大腔体燃烧室8的上下两侧,两个低速小腔体燃烧室4上、下布置于两个高速大腔体燃烧室8中间。两个低速小腔体燃烧室4均与两个高速大腔体燃烧室8连通。

[0023] 如图2所示,本发明提供的微型燃烧器产生的强化燃烧的预热回流区。第一稳燃凸台3气体预热通道与低速小腔体燃烧室连通处,形成第一回流区I。第二稳燃凸台6设在低速小腔体燃烧室与高速大腔体燃烧室连通处,形成第二回流区II。隔板5的两端分别伸入两高速大腔体燃烧室内部作为第三稳燃凸台7,形成第三回流区III。

[0024] 燃料和空气(采用非预混燃烧方式时)、或者它们的预混合物(采用预混燃烧方式

时) 分别从入口1经过进气通道先后经过高速大腔体燃烧室预热后进入低速小腔体燃烧室4;速度较低时,气体进入低速小腔体燃烧室4随即点火燃烧,在第一回流区I卷吸预热作用下,强化了火焰稳定性,低速小腔体燃烧室4产生的高温气体经由高速大腔体燃烧室6后通过高速大腔体燃烧室尾气出口8排出;速度较高时,气体进入高速大腔体燃烧室6随即点火燃烧,在第二回流区II和第三回流区III共同卷吸预热作用下,强化了火焰稳定性,高速大腔体燃烧室6产生的高温气体经由高速大腔体燃烧室尾气出口8排出,这可以用来为微型热电装置或者微型热光伏系统提供热源,也可作为微型推进系统的高温燃气,通过后续的喷管来产生推力。

[0025] 入口速度低于低速小腔体燃烧室能稳定燃烧的最大速度时,气体在低速小腔体燃烧室内形成稳定火焰,在低速小腔体燃烧室和高速大腔体燃烧室内同时完成燃烧;入口速度超过低速小腔体燃烧室能稳定燃烧的最大速度时,气体在高速大腔体燃烧室内形成稳定火焰并在高速大腔体燃烧室内完成燃烧。

[0026] 按照一种较佳的实施方式,所述第一稳燃凸台宽度 $W_0$ 与低速小腔体燃烧室宽度 $W_1$ 之比为0.3~0.5,第二稳燃凸台到隔板距离 $W_2$ 与高速大腔体燃烧室宽度 $W_6$ 之比为0.125~0.25,第三稳燃凸台宽度 $W_3$ 与两低速小腔体燃烧室长度和 $W_4$ 之比为0.15~0.3,第三稳燃凸台在高速大腔体燃烧室内的长度 $W_6$ 与隔板总长度 $W_5$ 之比为0.125~0.25。

[0027] 接下来列举一个实施例:甲烷和空气采用提前预混燃烧方式,其具体尺寸为 $W_0=1\text{mm}$ , $W_1=2\text{mm}$ , $W_2=0.5\text{mm}$ , $W_3=1\text{mm}$ , $W_4=4\text{mm}$ , $W_5=5\text{mm}$ , $W_6=1\text{mm}$ ,壁厚为0.5mm,燃烧器总长为30mm。固体材料为钢,其密度、热容、导热系数和法向发射率分别为 $8000\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $500\text{J}/(\text{kgK})$ 、 $24\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ 和0.2。采用fluent数值模拟的方法,采用详细的甲烷燃烧机理(19步58个基元),当量比为0.5和0.6进行了数值模拟。如图4所示为中心对称截面温度场(1/4截面),可以看出,在较低当量比(0.5)下,气体能保持稳定燃烧。当量比为0.6时,几种不同速度下温度云图看出来,低速下,气体在低速小腔体燃烧室内稳定燃烧,高速度下(最大稳燃速度能保持在 $10.5\text{m}/\text{s}$ ),气体在高速大腔体燃烧室内稳定燃烧,且燃烧效率都能保持在99.5%以上。

[0028] 本领域的技术人员容易理解,以上所述仅为本发明的实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

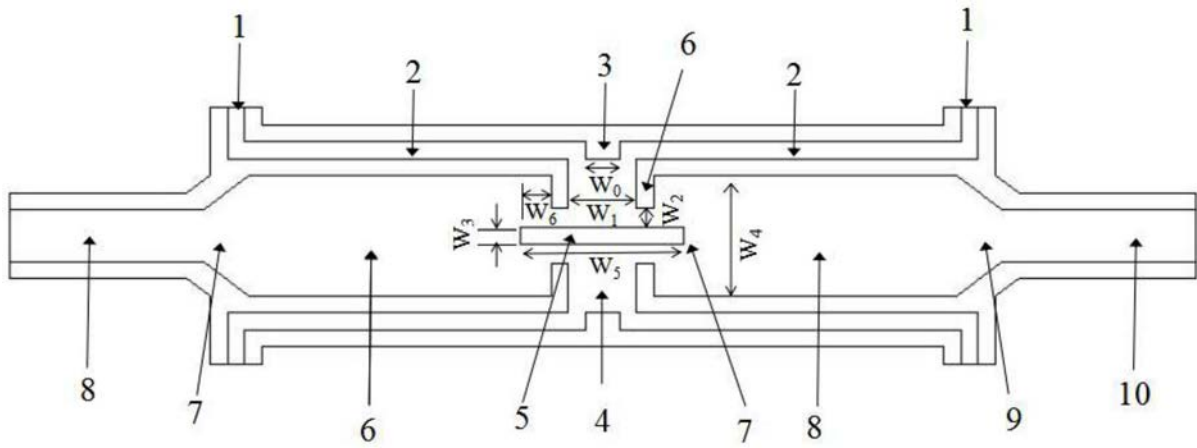


图1

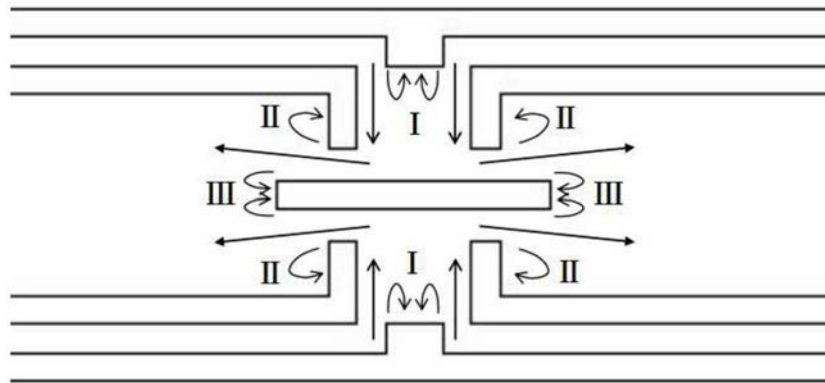


图2

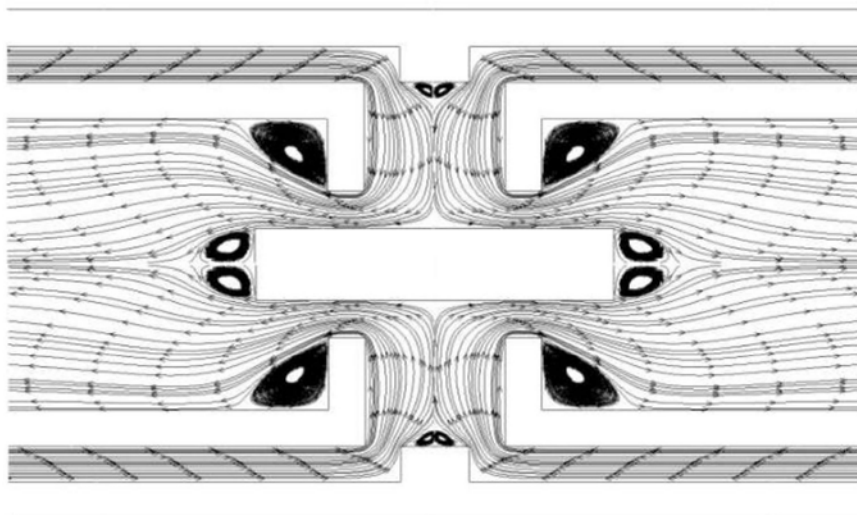


图3

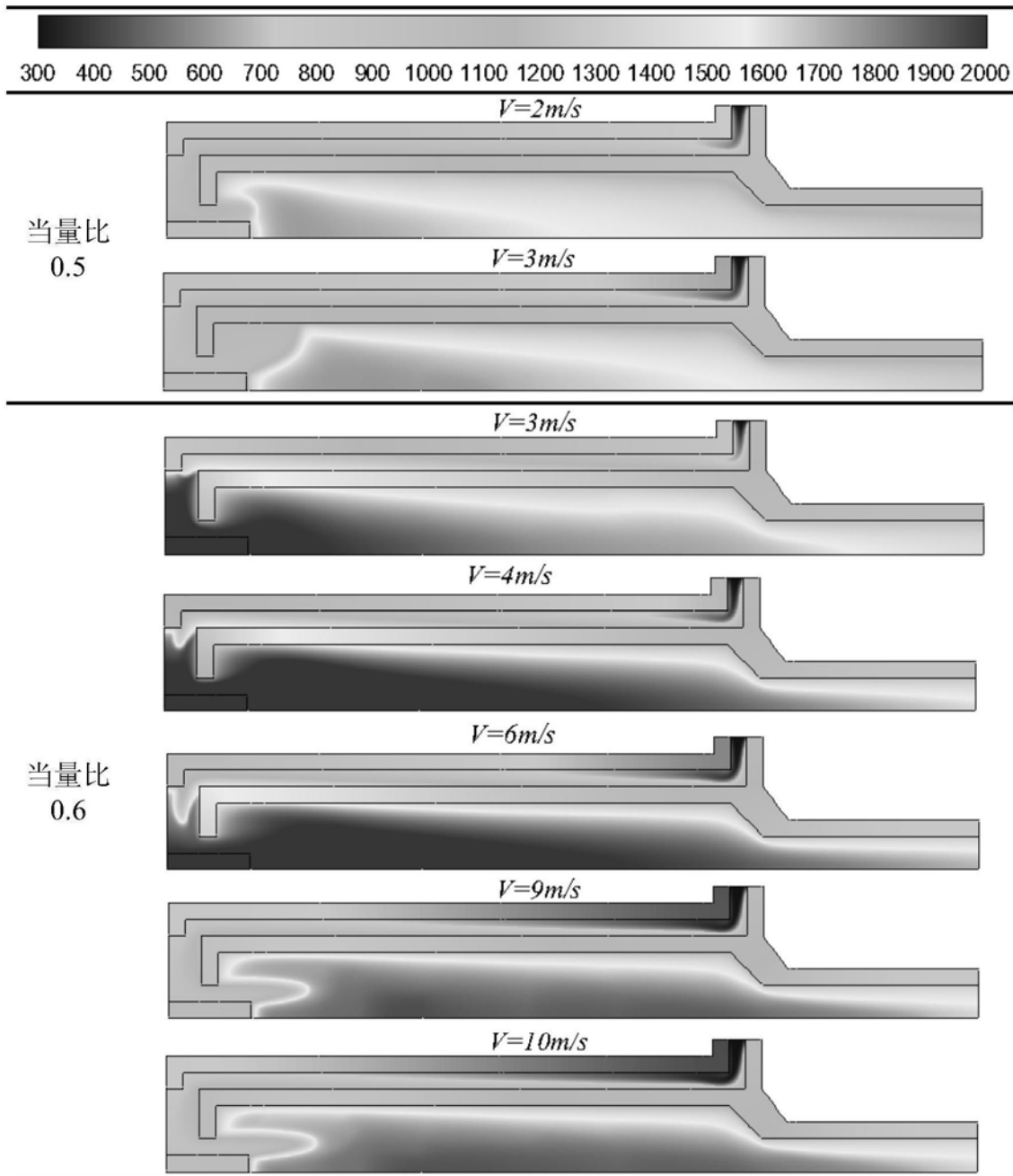


图4