



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 201656858 U

(45) 授权公告日 2010. 11. 24

(21) 申请号 201020173389. 7

(22) 申请日 2010. 04. 27

(73) 专利权人 南京航空航天大学

地址 210016 江苏省南京市白下区御道街
29 号

(72) 发明人 毛靖 韩东 单华伟 周文生
梁林 白忠恺 叶莉 姚君磊
顾昂

(74) 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限
公司 32200

代理人 唐小红

(51) Int. Cl.

H02N 11/00 (2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

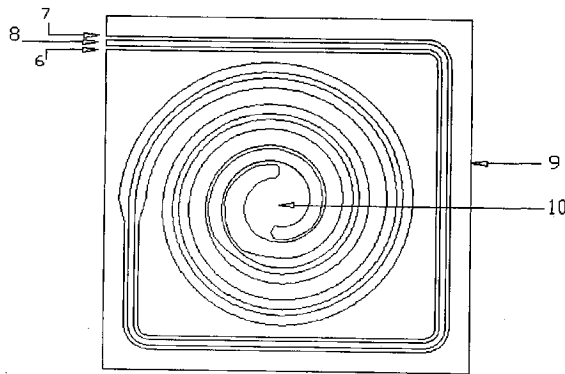
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 实用新型名称

微小型燃烧式半导体温差发电机

(57) 摘要

一种微小型燃烧式半导体温差发电机,属电子设备领域。自上而下依次包括上温差发电片(4)、上隔热片(2)、燃烧器(1)、下隔热片(3)、下温差发电片(5);其中燃烧器(1)包括基板(9),基板(9)上依次带有进气通道(7)、燃烧室(10)和出气通道(6),其中进气通道(7)与出气通道(6)为并行式结构;上述进气通道(7)和出气通道(6)为变直径方式。本实用新型针对单兵作战电池领域,体积小、重量轻,连续工作性能强,特别适用于无普通电源的野外以及军事、航空方面高、精、尖技术领域中的微型装置提供电源。



1. 一种微小型燃烧式半导体温差发电机,其特征在于:自上而下依次包括上温差发电片(4)、上隔热片(2)、燃烧器(1)、下隔热片(3)、下温差发电片(5);

其中燃烧器(1)包括基板(9),基板(9)上依次带有进气通道(7)、燃烧室(10)和出气通道(6),其中进气通道(7)与出气通道(6)为并行式结构;

上述进气通道(7)沿进气路线分成三段,第一段直径小于最大熄火直径,第二段直径大于最大熄火直径,第三段直径小于最大熄火直径;

上述其出气通道(6)沿出气路线分成三段,第一段直径小于最大熄火直径,第二段直径大于最大熄火直径,第三段直径小于最大熄火直径;

上述燃烧室(10)内设有电子点火装置。

2. 根据权利要求1所述的微小型燃烧式半导体温差发电机,其特征在于:上述燃烧器(1)的燃烧室(10)位于基板(9)的中心位置,上述进气通道(7)和出气通道(6)呈双螺旋形围绕该燃烧室(10)。

3. 根据权利要求1所述的微小型燃烧式半导体温差发电机,其特征在于:上述燃烧器(1)的基板(9)均匀分成3-4个子燃烧区,其中每个燃烧区分别设由上述进气通道(7)及燃烧室(10)和出气通道(6)组成。

4. 根据权利要求3所述的微小型燃烧式半导体温差发电机,其特征在于:上述所有子燃烧区的进气通道(7)的进口均位于基板(9)中心并相通。

5. 根据权利要求3所述的微小型燃烧式半导体温差发电机,其特征在于:上述所有子燃烧区沿基板(9)中心对称分布。

6. 根据权利要求1所述的微小型燃烧式半导体温差发电机,其特征在于:上述基板(9)包括上基板和下基板,上基板和下基板具有凹槽,对接后形成上述进气通道(7)、燃烧室(10)和出气通道(6);且在并行式进气通道(7)和出气通道(6)之间形成了与基板相连的隔板(8)。

7. 根据权利要求1所述的微小型燃烧式半导体温差发电机,其特征在于:上述基板(9)刻有通槽,且该基板(9)与上隔热片(2)、下隔热片(3)贴合形成上述进气通道(7)、燃烧室(10)和出气通道(6)。

微小型燃烧式半导体温差发电机

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种功率需求在几瓦量级的微小型燃烧式半导体温差发电机。

背景技术

[0002] 电池可谓是现代军队不可或缺的装备,从通信仪器到侦查设备,从热像仪到单兵夜视镜,大到军舰战机,小到 GPS 接收机都离不开电池。据统计,美军一个战斗营投入的战斗时必须携行的电池数以万计。对一名作战时需要负重 100 磅的徒步士兵来说,电池是个沉重的负担。除去重量,电池性能也是个问题,传统型电池工作时间有限是个通病。

[0003] 单兵便携式电源的发展是电力能源领域的重点之一。这一计划的目的在于减轻士兵的负担,提供关键的脉冲功率组建,并减少用于开发一流的燃料电池以及电容后勤和处理费用。致力于便携式电源的零部件开发可以说是混合动力源的基石,在电力系统中能够满足陆军应用的脉冲操作模式将获得优先权。现代军事设备趋向于向电子化,小型化,隐形化发展,特别对小型发电机的需求越来越多。目前常见的军用发电设备主要由柴油发电机、汽油发电机、燃料电池、蓄电池等组成。近来由于半导体温差发电材料的发展,以及温差发电装置的优越性,采用半导体温差发电系统的军用发电机越来越受到重视。

[0004] 国外对微型热电发电机研究较深入的有 Princeton 大学,南加州大学和 Michigan 大学等科研机构。美国 USC 空气动力实验室于 2000 年推出微型热电发电机 (Micro Fire),德国 Dresden 科技大学利用铜箔作为介质研发了一种微型热电发电机,其面积为 $16 \times 30 \text{mm}^2$,输出电压达到 250mV。普林斯顿大学发明了尺寸只有硬币大小的 Swiss-Roll 热电转换器,并研究了包括氢、甲烷等燃料持续燃烧要求,研究表明,在 300°C 以上时,氢气和空气的混合器可以在较大范围的比例下反应,反应产生的热量从 2W 到 12W,经过热电转换,能点燃 100mW 的灯泡。

[0005] 国内方面:台湾国立成功大学研究了铂的微管道燃烧现象。以氢气和空气的预混燃气进行实验,燃气经预热进入铂管产生反应,铂管表面以热传导性差的陶瓷棉覆盖。实验结果显示,混合燃气在 1mm、0.5mm 和 0.2mm 的管径中具有良好的反应,当温度大于 550 摄氏度时,铂管因剧烈反应而变红,故不能长时间工作。实验结果显示以铂为催化剂进行微管燃烧是可行的,其发展有良好的空间。清华大学钟北京等人对对二维 Swiss-Roll 燃烧器进行了数值仿真,得到了燃烧器的可燃极限和不同雷诺数下燃烧室中心的温度分布情况,另外进行了一些相关的实验研究。

[0006] 国内外对于微尺度燃烧以及微小型热电转换器所做的工作主要集中于器件加工和一些相关的微燃烧实验方面,几乎没有开展如何保持热电发电机冷热段的温差以及燃烧器的温度场的均匀分布等内容的研究工作。

[0007] 现有专利发明当中如重庆大学专利号为 ZL 200920126143.1 《一种便携式微型温差发电机》,采用催化燃烧方式,其催化反应整体温度要维持在 $500\text{--}600^\circ\text{C}$,仍然远高于热电模块能够承受的高温限制;另外催化燃烧反应速度低于气相反应,因此微尺度下催化燃烧器的有效热负荷和能量密度会降低,而微燃烧器内的催化剂不能长期稳定、有效工作。

[0008] 也有采用燃烧尾气加热半导体温差发电片热端的设计方式,如中科院广州能源研究所申请号为 200910042333.X 的《一种微型热电发电装置》:燃烧器通过燃料的燃烧,利用其高温尾气加热热电模块的热端,以水冷方式使热电模块的热端与热电模块的冷端之间产生温度差,从而将温度差转变为电能输出。这种方式虽然降低了最高温度,但是燃烧室与温差发电片独立分布,燃烧所产生的热量大部分以辐射形式传递至炉膛壁面,经导热对流散失到环境中,这样得到了温度较低的尾气,该设计存在几个问题:一是热量的损失严重,二是没有充分发挥燃烧室的作用。

[0009] 当采用火焰燃烧方式时,对于处于熄火直径范围内的相同管径,燃气不会在其中燃烧,这样会导致热量过于集中在燃烧室内部,从而使温度场的分布不均匀,进而产生新的问题:首先,半导体材料的发电功率不稳定;其次,半导体材料内部温度梯度过大,则相应的热应力必然很大,寿命降低;再者,由于存在温度极值点,会直接烧毁半导体材料,而若为了避免烧毁材料,则只能减少燃料,致使发电效率以及功率都下降,燃烧也失去稳定性。

[0010] 本发明主要是研制一种微小型燃烧式半导体温差发电机,而燃烧器可以说是半导体温差发电机的关键部件。性能优越的燃烧器不仅是微小型温差发电机长时间工作的需要,也为半导体温差发电片提供了良好的工作环境。根据国内外的研究进展,如果使用处于熄火直径范围内的相同管径的燃烧器,则不管采用火焰燃烧还是催化燃烧方式均不能解决目前所产生的问题。为此,在满足系统整体性和功能完善性的前提下,本团队设计了一种燃烧器:采用的是渐变式的管道结构以及多燃烧室的对称排布形式,充分利用了燃烧所产生的热量,并且出气通道能够预热进气,提高进气焓值,实现稳定燃烧,同时也解决了火焰回火等问题,燃烧方式安全有效,经过前期的数值模拟得到的温度场分布较为均匀。

发明内容

[0011] 本实用新型的目的在于提供一种微小型燃烧式半导体温差发电机,其燃烧器燃烧稳定性、温度分布均匀性均优于现有的微小型热电发电装置。

[0012] 一种微小型燃烧式半导体温差发电机,其特征在于:自上而下依次包括上温差发电片、上隔热片、燃烧器、下隔热片、下温差发电片;其中燃烧器包括基板,基板上依次带有进气通道、燃烧室和出气通道,其中进气通道与出气通道为并行式结构;上述进气通道沿进气路线分成三段,第一段直径小于最大熄火直径,第二段直径大于最大熄火直径,第三段直径小于最大熄火直径;上述其出气通道沿出气路线分成三段,第一段直径小于最大熄火直径,第二段直径大于最大熄火直径,第三段直径小于最大熄火直径;上述燃烧室内设有电子点火装置。

[0013] 采用变管径的目的一方面在于控制火焰燃烧的安全性,另一方面实现了热量的均匀分布,具体来说:燃气在管径小于熄火直径范围的部分不能燃烧,而通过大管径时,由于质量流量守恒,速度会减小,高温燃气在燃烧器内部停留时间增长,同时换热面积增大也加速了热量的均匀扩散。经研究发现:如果在燃烧室的进出口附近采用大于最大熄火直径的管径,则在燃烧室内部将形成两个火焰面,分别向燃烧室的进气管道与出气管道延伸,热量会迅速导出,并加热周围壁面,高温的壁面也会不断加热进气管道与出气管道中的气体,使得微尺度下的熄火距离没有意义,也就是即使管径小于了熄火直径,但由于高温壁面的加热作用,使得燃烧仍然能够发生,这样产生的直接后果是燃烧回火至进口,安全失去保障。

故本专利设计这样一种管道结构。

[0014] 上述的微型燃烧式半导体温差发电机,可以采用单燃烧室结构,具体为:燃烧室位于基板的中心位置,上述进气通道和出气通道呈双螺旋形围绕该燃烧室。进气通道与出气通道的并行螺旋排布,一方面减小了流阻,另一方面提高了进气焓值,使微尺度下燃烧更加稳定。

[0015] 上述的微型燃烧式半导体温差发电机,可以采用多燃烧室结构,具体为:上述燃烧器的基板均匀分成 3-4 个子燃烧区,其中每个燃烧区分别设由上述进气通道及燃烧室和出气通道组成。多燃烧室结构可以将与单燃烧室相同进气流量经燃烧所产生的热量更均匀地分布到每个燃烧区域,同时更多的气流槽道增加了对流换热面积,减缓了燃烧器的灼伤程度,从而也优化了热量的均匀分布。

[0016] 上述多燃烧室结构中,所有子燃烧区的进气通道的进口可以均位于基板中心并相通,这样便可采用同一进气管道对燃烧器提供燃气与空气的混合气体,方便实用。

[0017] 上述多燃烧室结构中,所有子燃烧区可以沿基板中心对称分布,根据所分区域面积的大小,设置进气管道与出气管道的绕数,子燃烧区数目越多,几何图形越复杂,加工也越困难,本专利对多燃烧室燃烧器采用 3-4 个燃烧室,如有数目更多但结构相同的燃烧器,均在本专利权利保护范围之内。

[0018] 上述的微型燃烧式半导体温差发电机,其基板可以包括上基板和下基板,上基板和下基板具有凹槽,对接后形成上述进气通道、燃烧室和出气通道;且在并行式进气通道和出气通道之间形成与基板相连的隔板。此加工方法需对上下基板都做蚀刻,加工较为复杂,但密闭性较好。

[0019] 上述的微型燃烧式半导体温差发电机,其基板可以刻有通槽,且该基板与上隔热片、下隔热片贴合形成上述进气通道、燃烧室和出气通道。加工简单,但密闭性较差。

[0020] 燃料通过进气管道不断进入燃烧室并持续燃烧,随着热量的辐射与导热,热沉被加热到一定温度,热量从上下两个方向加热温差发电片的热端,并通过某种冷却方式使温差发电片两端形成温差,在电源输出端持续输出电能。

[0021] 本实用新型的优点是:燃烧器工作安全稳定、温度场分布更均匀,其外形为薄片型,体积小,能有效地将燃料燃烧的热能转换为电能输出,特别适用于无普通电源的野外以及为军事、航空方面高、精、尖技术领域中的微型装置提供电源。

附图说明

[0022] 图 1 是微型燃烧式半导体温差发电机的截面图。

[0023] 图 2 是微型燃烧式半导体温差发电机双面供热式燃烧器单燃烧室结构图。

[0024] 图 3 是微型燃烧式半导体温差发电机双面供热式燃烧器三燃烧室结构图。

[0025] 图 4 是微型燃烧式半导体温差发电机双面供热式燃烧器四燃烧室结构图。

[0026] 摘要附图以及上述各图中标号名称,1. 燃烧器,2. 上隔热片,3. 下隔热片,4. 上温差发电片,5. 下温差发电片,6. 出气通道,7. 进气通道,8. 隔板,9. 基板,10. 燃烧室

具体实施方式

[0027] 参照附图,本实用新型包括电源输出端上温差发电片 4 和下温差发电片 5,具有不

同管道结构的燃烧器 1,通常由耐高温且不导电的硅片或二氧化硅刻蚀而成,其螺旋槽道在同一平面以圆形或方形或任意适合形状盘旋。图示实例中螺旋型槽为方形盘旋,其高度和宽度在 500um ~ 1mm 之间。对于单燃烧室燃烧器(图 2),在上温差发电片 4 和下温差发电片 5,以及和上隔热片 2 和下隔热片 3 的中心位置设有通孔,连接电子点火装置,通常使温差发电片中心通孔的直径和管道的高度、宽度相同,燃气从进气通道 7 进入中心燃烧室燃烧后经出气通道排出至大气环境。燃烧所释放的热量通过上隔热片 2 和下隔热片 3 导热给上温差发电片 4 和下温差发电片 5,通过某种冷却方式使温差发电片的上下表面形成一定温差然后输出电能。从图 2 中可以看到,在进入螺旋槽道前,管径处于熄火直径之内,而在整个螺旋槽道内可以实现局部的火焰传播,能确保燃气烧不会回火至进气口,稳定安全可操控。燃气在管径小于熄火直径范围的部分不能燃烧,而通过大管径时,由于质量流量守恒,速度会减小,高温燃气在燃烧器内部停留时间增长,同时换热面积增大也加速了热量的均匀扩散。

[0028] 对于多燃烧室燃烧器,有多个燃烧室,燃气与空气混合气体从处于同一通孔处矩形或正三角排布的进气口进入,在燃烧室中心处有点火装置,引燃气体,进气道直径处于熄火直径范围,能实现稳定安全燃烧,出气管道部分区域直径约为进气管道直径 2 倍,该空间范围也能实现甲烷或氢气燃烧,使热量分布更均匀。考虑到熄火直径范围,可燃气体采用甲烷或氢气等压缩气体和压缩空气相混合而成。三种燃烧器的燃烧室进出口位置均采用了渐变管径,使火焰稳定在燃烧室内部,进而得到均匀的温度场,给半导体温差发电片提供良好的工作环境。

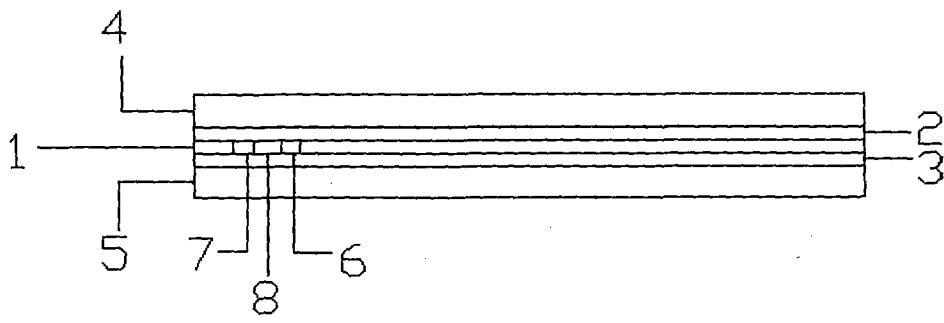


图 1

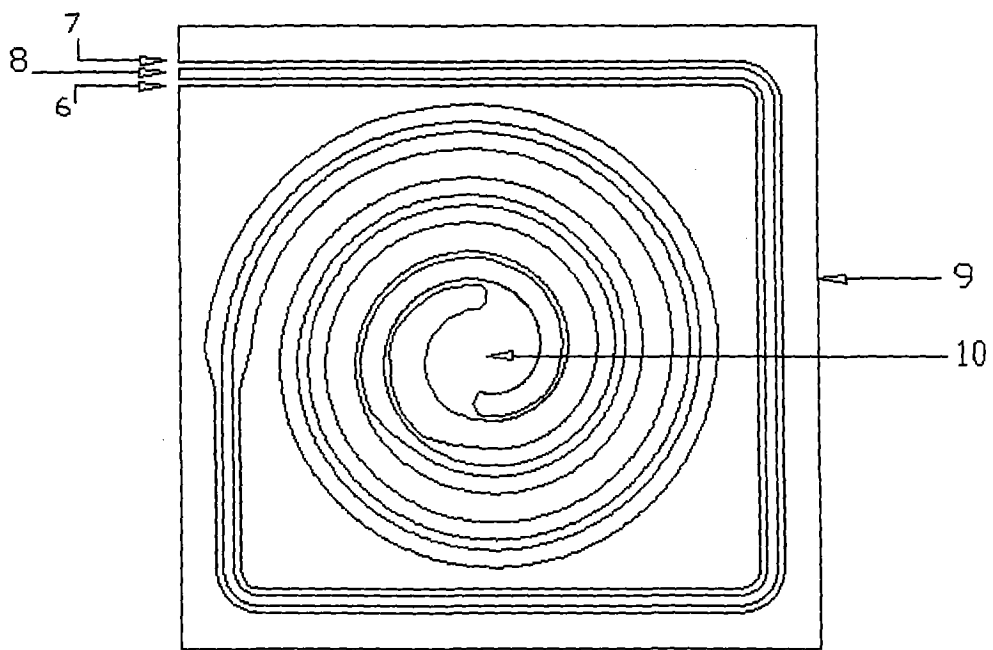


图 2

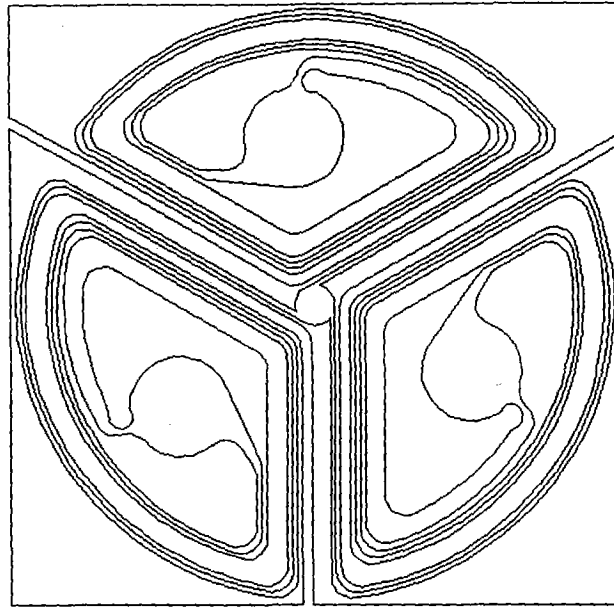


图 3

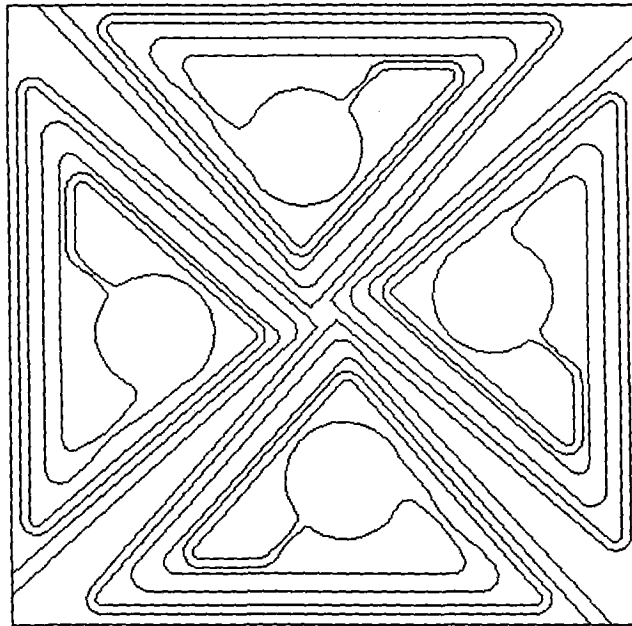


图 4