



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111121022 B

(45) 授权公告日 2021.08.24

(21) 申请号 201911419438.2

F23D 14/48 (2006.01)

(22) 申请日 2019.12.31

F23D 14/46 (2006.01)

F28D 15/02 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111121022 A

(43) 申请公布日 2020.05.08

(73) 专利权人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市咸宁西路28号

专利权人 无锡锡能锅炉有限公司

(72) 发明人 赵钦新 商俊奇 王宁 邵怀爽

梁志远 王云刚

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任

公司 61200

代理人 陈翠兰

(56) 对比文件

CN 110360558 A, 2019.10.22

CN 109812811 A, 2019.05.28

CN 109654491 A, 2019.04.19

CN 108397772 A, 2018.08.14

CN 207963150 U, 2018.10.12

CN 2414348 Y, 2001.01.10

CN 103526003 A, 2014.01.22

US 2015083105 A1, 2015.03.26

审查员 赵利鹏

(51) Int. Cl.

F23D 14/02 (2006.01)

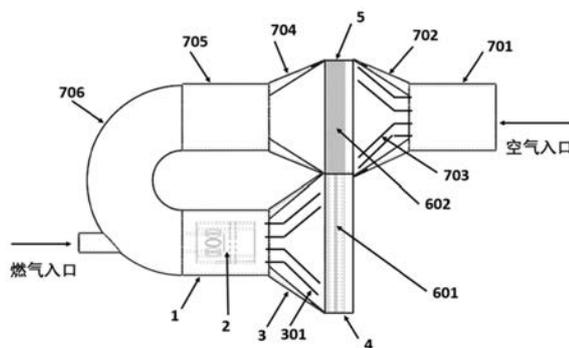
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种基于热管换热的低氮燃气燃烧器

(57) 摘要

本发明一种基于热管换热的低氮式燃气燃烧器,包括沿燃气流向依次连接的空燃混合段和燃烧头;所述的空燃混合段内设置燃气喷头;所述的燃烧头包括若干呈管束设置的热管,管束中热管蒸发吸热段布置形成燃烧缝隙作为燃烧头,热管冷凝放热段设置有冷凝装置且布置在炉膛外。本发明将若干热管间歇排列组成的燃烧头设置在炉膛和空燃混合段之间,利用热管传热过程中蒸发吸热和冷凝放热两个相变换热过程具有良好的导热性、等温性等优点,使热管的管内工质在热管蒸发吸热段吸收炉膛燃烧区热量蒸发为蒸汽,通过采用空冷或水冷等冷凝装置冷凝放热,管内蒸汽放热冷凝后的液体通过重力作用回流到吸热段,有效解决了水冷燃烧器水循环对锅炉水动力循环带来的破坏。



1. 一种基于热管换热的低氮式燃气燃烧器,其特征在于,包括沿燃气流向依次连接的空燃混合段(1)和燃烧头;

所述的空燃混合段(1)内设置燃气喷头(2);

所述的燃烧头包括若干呈管束设置的热管(6),管束中热管蒸发吸热段(601)布置形成燃烧缝隙作为燃烧头,热管冷凝放热段(602)设置有冷凝装置且布置在炉膛(9)外;

所述的冷凝装置采用空气预热器(5),热管冷凝放热段(602)设置在空气预热器(5)中作为热源,空气预热器(5)出风口经风管连接至空燃混合段(1)的空气输入端;

空气预热器(5)呈箱式设置,空气预热器(5)进风口依次连接空气均流段(702)和进风口(701),空气预热器(5)出风口依次连接方转圆风道(704)、直风道(705)和转弯风道(706);转弯风道(706)的出口连接空燃混合段(1)的空气输入端;

直风道(705)、转弯风道(706)和空燃混合段(1)的风管均采用等截面风管;空气均流段(702)和混合气均流段(3)均采用圆转方风管,空气均流段(702)内设置有若干空气均流板(703),混合气均流段(3)内设置有若干混合气均流板(301);

所述的管束呈环状沿燃气流向设置,环状管束的末端设置端板;管束中的热管(6)呈两同轴环形交错布置,同一环形管排中的热管(6)呈间隙设置,热管蒸发吸热段(601)沿燃气流向设置在炉膛(9)入口中央形成环状燃烧器(10);

环状燃烧器(10)与空燃混合段(1)的输出端连接;

外侧环形管排与炉膛(9)内的燃烧区直接换热,在环状燃烧器(10)额定最大负荷下,外侧环形管排间隙的混合气流速小于脱火流速,在环状燃烧器(10)额定最小负荷下,内侧环形管排间隙的混合气流速大于燃烧速度;

空气预热器(5)呈环状筒体设置,环状筒体外壁两端分别设置预热空气入口(14)和预热空气出口(15),环状筒体内设置有分隔预热空气入口(14)和预热空气出口(15)的隔板(8)。

2. 根据权利要求1所述的一种基于热管换热的低氮式燃气燃烧器,其特征在于,所述的燃气喷头(2)同轴设置在空燃混合段(1)内;

燃气喷头(2)包括沿空气流动方向同轴套设的燃气主管道(201)和燃气筒(203);所述的燃气筒(203)呈中空的环形筒状,内、外两侧筒壁上分别均匀设置若干内侧燃气喷孔(205)和外侧燃气喷孔(204);所述的燃气主管道(201)的末端密封,燃气主管道(201)套设在燃气筒(203)内的末端端部管道侧壁上均匀设置有若干燃气支管(202),燃气支管(202)均与燃气筒(203)的内侧筒壁密封连通;燃气筒(203)内侧和伸入的燃气主管道(201)末端端部之间形成内环状空气流通通道,燃气筒(203)外侧和空燃混合段(1)之间形成外环状空气流通通道。

3. 根据权利要求2所述的一种基于热管换热的低氮式燃气燃烧器,其特征在于,所述的燃气支管(202)的截面呈椭圆形,沿空气流动方向为长轴,且若干燃气支管(202)的面积之和与燃气主管道(201)截面积相等;内侧燃气喷孔(205)和外侧燃气喷孔(204)的孔径相同,且内、外燃气喷孔数之比与内、外环状空气流通通道面积成正比。

4. 根据权利要求1所述的一种基于热管换热的低氮式燃气燃烧器,其特征在于,所述的热管(6)呈光管设置,热管冷凝放热段(602)上设置呈翅片状的拓展受热面(603),所述拓展受热面(603)采用H型翅片、螺旋形翅片、针形翅片、板形翅片或耦合翅片形。

一种基于热管换热的低氮燃气燃烧器

技术领域

[0001] 本发明涉及热能工程技术领域,具体为一种基于热管换热的低氮燃气燃烧器。

背景技术

[0002] 现在市场上冷凝燃气锅炉广泛采用全预混燃气燃烧器,而全预混燃气燃烧器则主要为金属纤维燃烧头燃烧器,这类燃烧器燃烧热强度高,在炉膛内形成高温燃烧区,产生大量的氮氧化物。为了降低燃烧区温度从而减少氮氧化物的排放,金属纤维燃烧头类型的全预混燃烧器一般采用高过量空气系数燃烧,亦即通过送入大量超出燃烧所需的空气实现对燃烧区的冷却。然而高过量空气系数燃烧产生的大量热烟气一方面导致排烟热损失增大,另一方面在烟气氧含量升高的同时,烟气中水蒸汽冷凝露点温度降低,使其后的烟气冷凝变得更加困难,同时造成了大量的汽化潜热损失。

[0003] 为了解决全预混燃气燃烧器高过量空气系数燃烧带来的锅炉效率下降难题,同时降低燃烧区温度以减少氮氧化物排放,水冷全预混低氮燃烧技术逐渐形成,通过水冷管束布置形成燃烧缝隙取代燃烧头设计,同时水冷管束可以冷却火焰根部,有效降低燃烧区温度,减少氮氧化物的排放。但是水冷全预混低氮燃烧技术在使用中也暴露出一些特殊的问题:用于锅炉改造过程时,水冷管束内的水若是加入锅炉水循环系统,则破坏了原有的水路结构,对锅炉的安全性造成影响,水冷管束内的水若是不加入锅炉水循环系统,则造成锅炉效率的损失。对于新建锅炉,锅炉水系统也因为水冷燃烧器的存在变得更加复杂,布置不当还会存在水冷管内产生管内停滞进而引发爆管的风险。

发明内容

[0004] 针对现有技术中存在的问题,本发明提供一种将热管技术与低氮燃烧技术相结合,解决了水冷燃烧器水循环对锅炉水动力循环带来的破坏,并完全继承了水冷燃烧器的全部优点的基于热管换热的低氮式燃气燃烧器。

[0005] 本发明是通过以下技术方案来实现:

[0006] 一种基于热管换热的低氮式燃气燃烧器,包括沿燃气流向依次连接的空燃混合段和燃烧头;

[0007] 空燃混合段内设置燃气喷头;

[0008] 燃烧头包括若干呈管束设置的热管,管束中热管蒸发吸热段布置形成燃烧缝隙作为燃烧头,热管冷凝放热段设置有冷凝装置且布置在炉膛外。

[0009] 优选的,管束呈平板状垂直燃气流向设置,管束中的热管呈两排错列布置,同一管排中的热管呈间隙设置,热管蒸发吸热段垂直燃气流向设置在炉膛入口形成平板燃烧器;

[0010] 平板燃烧器经混合气均流段与空燃混合段的输出端连接;

[0011] 外侧管排与炉膛内的燃烧区直接换热,在平板燃烧器额定最大负荷下,外侧管排间隙的混合气流速小于脱火流速,在平板燃烧器额定最小负荷下,内侧管排间隙的混合气流速大于燃烧速度。

[0012] 优选的,管束呈环状沿燃气流向设置,环状管束的末端设置端板;管束中的热管呈两同轴环形交错布置,同一环形管排中的热管呈间隙设置,热管蒸发吸热段沿燃气流向设置在炉膛入口中央形成环状燃烧器;

[0013] 环状燃烧器与空燃混合段的输出端连接;

[0014] 外侧环形管排与炉膛内的燃烧区直接换热,在环状燃烧器额定最大负荷下,外侧环形管排间隙的混合气流速小于脱火流速,在环状燃烧器额定最小负荷下,内侧环形管排间隙的混合气流速大于燃烧速度。

[0015] 进一步的,冷凝装置采用水冷装置,水冷装置中的冷却水流向与热管中工质冷凝后流向相反。

[0016] 进一步的,冷凝装置采用空气预热器,热管冷凝放热段设置在空气预热器中作为热源,空气预热器出风经风管连接至空燃混合段的空气输入端。

[0017] 更进一步的,热管冷凝放热段呈平板状布置时;

[0018] 空气预热器呈箱式设置,空气预热器进风口依次连接空气均流段和进风口,空气预热器出风口依次连接方转圆风道、直风道和转弯风道;转弯风道的出口连接空燃混合段的空气输入端;

[0019] 直风道、转弯风道和空燃混合段的风管均采用等截面风管;空气均流段和混合气均流段均采用圆转方风管,空气均流段内设置有若干空气均流板,混合气均流段内设置有若干混合气均流板。

[0020] 更进一步的,热管冷凝放热段呈环状布置时;

[0021] 空气预热器呈环状筒体设置,环状筒体外壁两端分别设置预热空气入口和预热空气出口,环状筒体内设置有分隔预热空气入口和预热空气出口的隔板。

[0022] 优选的,燃气喷头同轴设置在空燃混合段内;

[0023] 燃气喷头包括沿空气流动方向同轴套设的燃气主管道和燃气筒;所述的燃气筒呈中空的环形筒状,内、外两侧筒壁上分别均匀设置若干内侧燃气喷孔和外侧燃气喷孔;所述的燃气主管道的末端密封,燃气主管道套设在燃气筒内的末端端部管道侧壁上均匀设置有若干燃气支管,燃气支管均与燃气筒的内侧筒壁密封连通;燃气筒内侧和伸入的燃气主管道末端端部之间形成内环状空气流通通道,燃气筒外侧和空燃混合段之间形成外环状空气流通通道。

[0024] 进一步的,燃气支管的截面呈椭圆形,沿空气流动方向为长轴,且若干燃气支管的面积之和与燃气主管道截面积相等;内侧燃气喷孔和外侧燃气喷孔的孔径相同,且内、外燃气喷孔数之比与内、外环状空气流通通道面积成正比。

[0025] 优选的,热管呈光管设置,热管冷凝放热段上设置呈翅片状的拓展受热面,所述拓展受热面采用H型翅片、螺旋形翅片、针形翅片、板形翅片或耦合翅片形。

[0026] 与现有技术相比,本发明具有以下有益的技术效果:

[0027] 本发明将若干热管间歇排列组成的燃烧头设置在炉膛和空燃混合段之间,利用热管传热过程中蒸发吸热和冷凝放热两个相变换热过程具有良好的导热性、等温性等优点,使热管的管内工质在热管蒸发吸热段吸收炉膛燃烧区热量蒸发为蒸汽,在压力差的作用下上升到热管冷凝放热段,通过采用空冷或水冷等冷凝装置冷凝放热,管内蒸汽放热冷凝后的液体通过重力作用回流到吸热段,降低燃烧区温度,从而使得氮氧化物的排放大大减少,

有效解决了水冷燃烧器水循环对锅炉水动力循环带来的破坏。

[0028] 进一步的,本发明采用由两排错列布置的光管组成的平板燃烧器,其内侧管排间隙设计需保证在燃烧器额定最小负荷下混合气流速大于燃烧速度,从而有效避免回火风险,杜绝安全隐患;外侧管排起到稳流的作用,在外侧管排的正后方形成稳定的火焰区,因此使外侧管排间隙的设计保证在燃烧器最大负荷下混合气流速低于脱火流速,从而避免发生脱火,同时外侧管排与燃烧区直接换热,有效降低燃烧区域温度,从而有利于减少氮氧化物的生成,降低氮氧化物排放。

[0029] 进一步的,本发明采用管束呈环状设置的环状燃烧器,外侧环形管排与炉膛内的燃烧区直接换热,在环状燃烧器通过额定最大负荷下,外侧环形管排间隙的混合气流速小于脱火流速,从而避免发生脱火,在环状燃烧器额定最小负荷下,内侧环形管排间隙的混合气流速大于燃烧速度,从而有效避免回火风险,杜绝安全隐患。

[0030] 进一步的,本发明通过采用水冷装置或者空气预热器作为冷凝装置,当采用呈箱式设置的空气预热器作为冷凝装置时,在空气均流段与混合气均流段前后采用圆转方风道,在其他风道处均采用等截面风道以尽可能保证流场的均匀性;同时,为进一步保证流场的均匀性,在空气均流段与混合气均流段分别加装了空气均流板与混合气均流板,使气体在圆转方风道中实现均匀分配;当采用呈环状筒体设置的空气预热器作为冷凝装置时,通过在环状筒体内设置有分隔进风口和出风口的隔板来保证流场的均匀性。

[0031] 进一步的,本发明通过将采用椭圆形的燃气支管,有效减小了燃气支管对内侧空气流通面积的阻挡作用,且燃气筒内外两侧开设的燃气喷孔孔径相同,内外燃气喷孔数之比与内外环状空气流通面积成正比,依次保证空燃配比均匀,提高混合均匀性。

[0032] 进一步的,本发明通过在呈光管设置的热管冷凝放热段上设置呈翅片状的拓展受热面的方式,能有效加强散热,使热管内的工质更快冷凝。

附图说明

[0033] 图1是本发明平板风冷式系统示意图。

[0034] 图2是燃气喷头的结构示意图。

[0035] 图3是热管分布示意图。

[0036] 图4是单只热管工作原理示意图。

[0037] 图5是本发明平板水冷式系统示意图。

[0038] 图6是本发明圆柱式系统示意图。

[0039] 图7是本发明圆柱式式冷却工质流向示意图。

[0040] 其中:1-空燃混合段、2-燃气喷头、201-燃气主管道、202-燃气支管、203-燃气筒、204-外侧燃气喷孔、205-内侧燃气喷孔、3-混合气均流段、301-混合气均流板、4-平板燃烧器、5-空气预热器、6-热管、601-热管蒸发吸热段、602-热管冷凝放热段、603-拓展受热面、604-蒸汽工质、605-液体工质、701-进风口、702-空气均流段、703-空气均流板、704-方转圆风道、705-直风道、706-转弯风道、8-隔板、9-炉膛、10-环状燃烧器、11-冷水入口、12-热水出口、13-转弯烟道、14-预热空气入口、15-预热空气出口。

具体实施方式

[0041] 下面结合具体的实施例对本发明做进一步的详细说明,所述是对本发明的解释而不是限定。

[0042] 实施例1

[0043] 本发明一种基于热管换热的低氮式燃气燃烧器,如图1所示,包括沿燃气流向依次连接的空燃混合段1和燃烧头;组成燃烧头的热管6中的若干管束采用呈平板状的布置方式,冷凝装置采用呈箱式设置的空气预热器5,管束中热管蒸发吸热段601布置形成燃烧缝隙作为燃烧头,热管蒸发吸热段601垂直燃气流向设置在炉膛9入口形成平板燃烧器4,热管冷凝放热段602设置有空气预热器5并布置在炉膛9外;按照进风方向依次包括进风口701、空气均流段702、空气预热器5(热管冷凝放热段602)、转弯烟道706、空燃混合段1、混合气均流段3、平板燃烧器4(热管吸热蒸发段601);热管冷凝放热段602设置在空气预热器5中作为热源,热管吸热蒸发段601呈管排设置形成平板燃烧器4。

[0044] 其中,在空气均流段702与混合气均流段3前后采用圆转方风道,在其他风道处均采用等截面风道以尽可能保证流场的均匀性。

[0045] 其中,为保证流场的均匀性,在空气均流段702与混合气均流段3分别加装了空气均流板703与混合气均流板301,使气体在圆转方风道中实现均匀分配,空气均流段702也可以设计从侧向(垂直纸面放方向)进风。

[0046] 如图3所示,平板燃烧器4为两排错列布置的光管组成,内侧管排间隙设计需保证在燃烧器额定最小负荷下混合气流速大于燃烧速度,从而有效避免回火风险,杜绝安全隐患;平板燃烧器4外侧管排起到稳流的作用,在外侧管的正后方形成稳定的火焰区,因此外侧管排间隙设计需保证在燃烧器最大负荷下混合气流速低于脱火流速,从而避免发生脱火,同时外侧管与燃烧区直接换热,降低燃烧区域温度,从而有利于减少NO_x的生成,降低氮氧化物排放。

[0047] 如图4所示,热管吸热蒸发段601组成平板燃烧器4,冷凝放热段602为翅片管拓展受热面603,拓展受热面603可以采用H型、螺旋形、针形翅片、板形翅片或耦合翅片形等;热管6内工质在炉内燃烧区吸热蒸发为蒸汽工质604,在冷凝放热段602与空气对流换热冷凝后变为液体工质605依靠重力返回下方吸热蒸发段601。其中,热管6的冷热两侧的换热面积与换热方式可自由改变。

[0048] 如图1、图2所示,燃气经燃气喷头2喷出,燃气喷出路径按照流动方向经燃气主管道201送入后分到三只燃气支管202,支管连接燃气筒203,在燃气筒203的内、外两侧开设若干燃气喷孔,空气经进风口701送入后,与燃气形成垂直交叉射流混合,一部分空气经外侧环状空间与外侧燃气孔204喷出的燃气混合,一部分空气经内侧环状空间与内侧燃气孔205喷出的燃气混合。

[0049] 其中,为减小燃气支管202对内侧空气流通面积的阻挡作用,燃气支管202应做成椭圆形,其中沿空气流动方向为长轴,同时三只燃气支管202的面积之和应与燃气主管道201截面积相等。

[0050] 其中,燃气筒203内、外两侧开设的燃气喷孔应遵循一定的比例,也即在相同孔径时,内外燃气喷孔数之比应与内外环状空气流通面积成正比,依次保证空燃配比均匀,提高混合均匀性。

[0051] 实施例2

[0052] 本发明一种基于热管换热的低氮式燃气燃烧器,如图5所示,热管冷凝放热段602除采用空冷外,还可以采用水冷型冷却方式,热管冷凝放热段602上设置有冷水入口11和热水出口12;除冷却工质与流向改变外,本实施例中的空燃混合段1、燃气喷头2、混合气均流段3和平板燃烧器4的结构均与实施例1中对应结构相同。

[0053] 实施例3

[0054] 本发明一种基于热管换热的低氮式燃气燃烧器,如图6所示,组成燃烧头热管6中的若干管束除布置成平板式外,还可以布置成环状,环状管束的末端设置端板;管束中的热管6呈两同轴环形交错布置,同一环形管排中的热管6呈间隙设置,热管蒸发吸热段601沿燃气流向设置在炉膛9入口中央形成环状燃烧器10;环状燃烧器10与空燃混合段1的输出端连接;一部分空气经空气入口进入热管冷凝放热段602与热管6换热,加热后的空气经转弯烟道13汇入空气主管道;

[0055] 其中,外侧环形管排与炉膛9内的燃烧区直接换热,在环状燃烧器10额定最大负荷下,外侧环形管排间隙的混合气流速小于脱火流速,在环状燃烧器10额定最小负荷下,内侧环形管排间隙的混合气流速大于燃烧速度。

[0056] 其中,如图7所示,在热管冷凝换热段,空气的预热空气入口14和预热空气出口15之间设置有隔板8。

[0057] 本实施例中的空燃混合段1和燃气喷头2均与实施例1中对应结构相同。

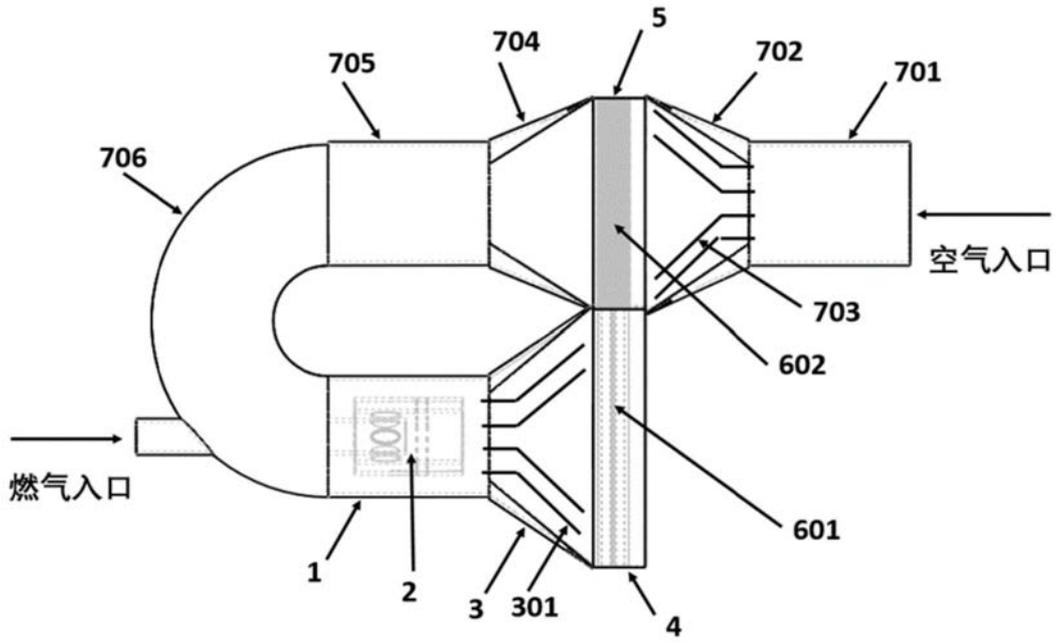


图1

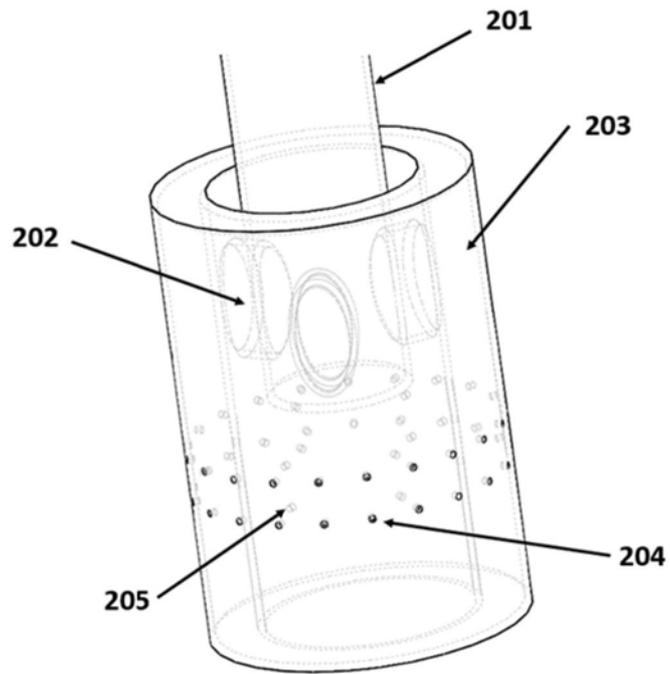


图2

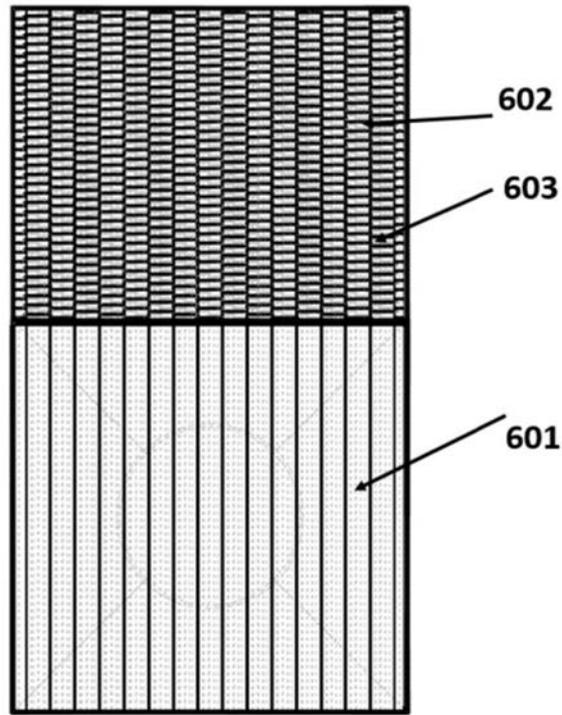


图3

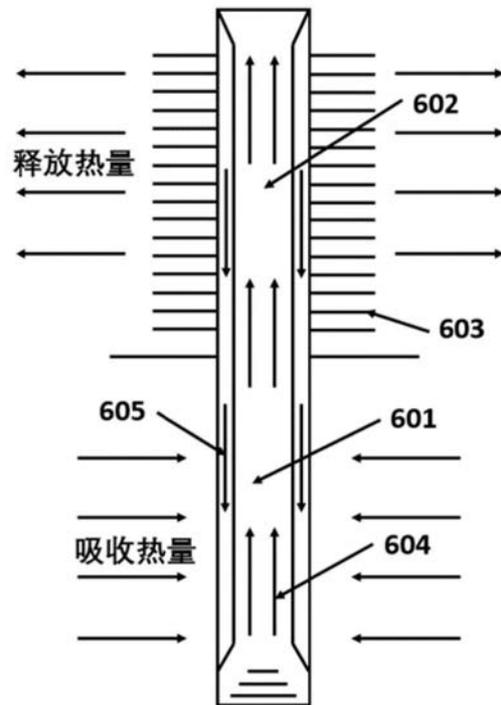


图4

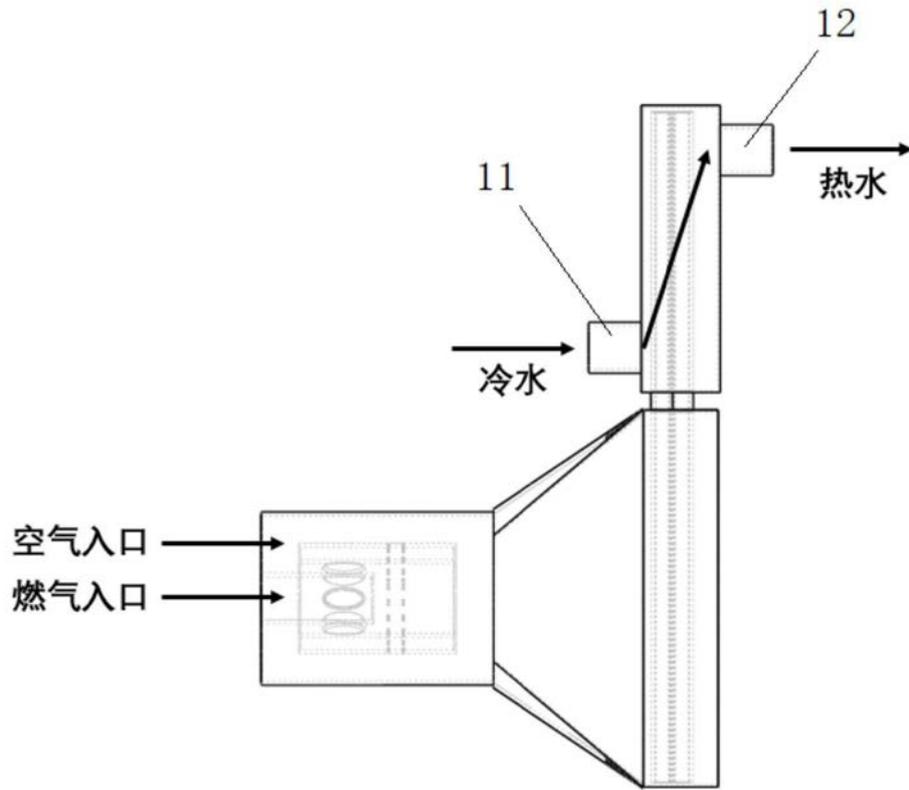


图5

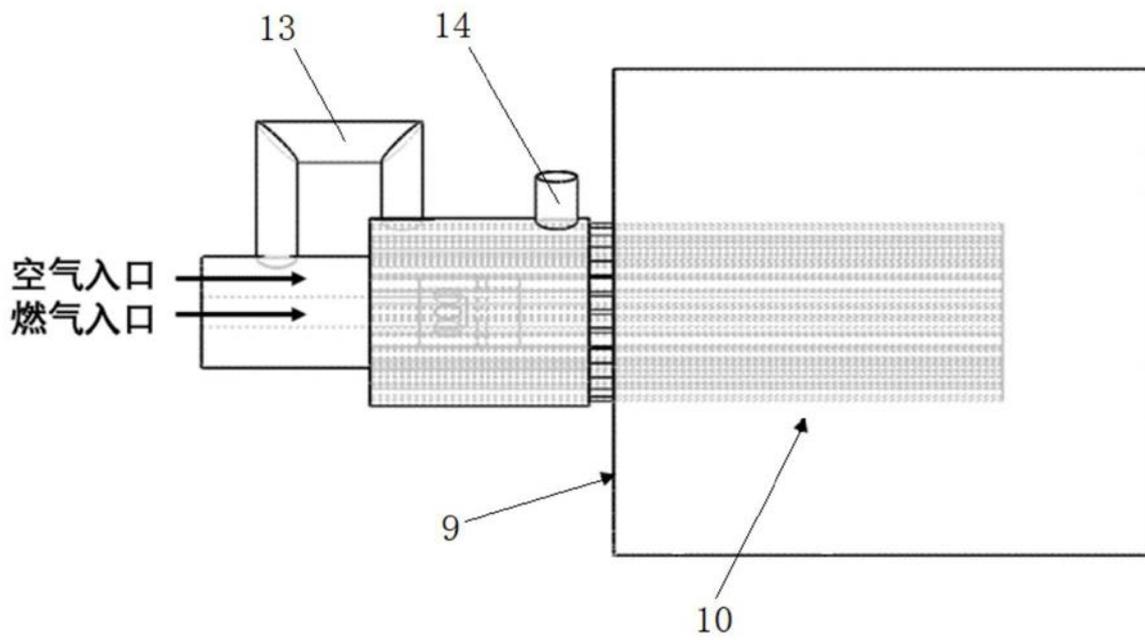


图6

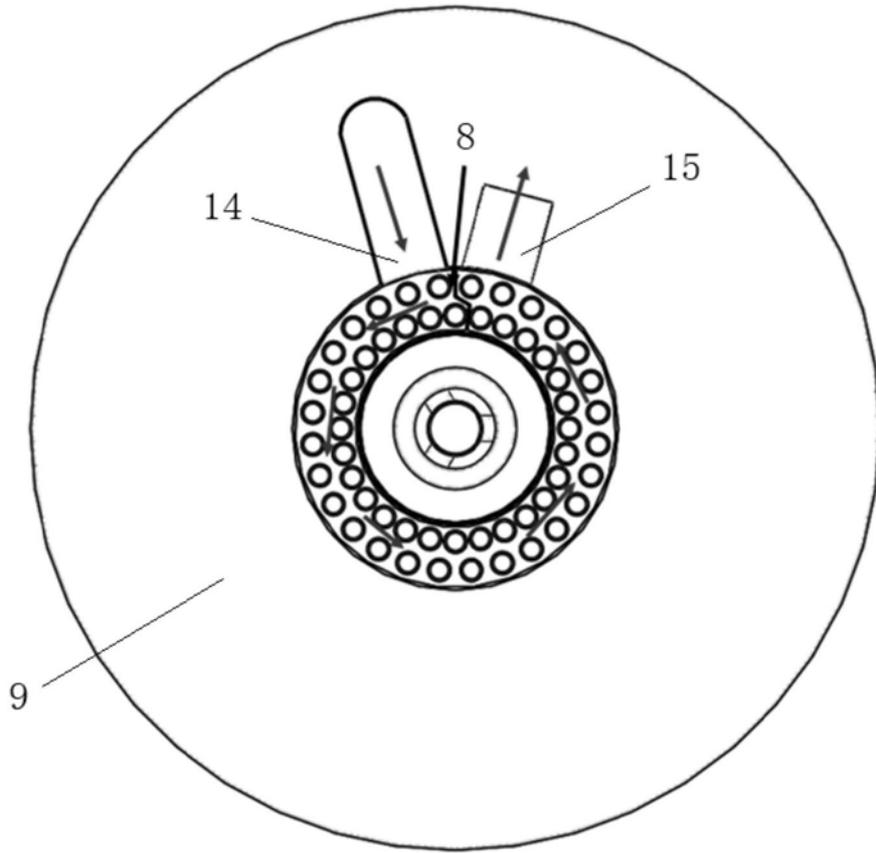


图7