



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111586954 A

(43)申请公布日 2020.08.25

(21)申请号 202010510606.5

(22)申请日 2020.06.08

(71)申请人 江苏帕斯玛环境科技有限公司  
地址 214400 江苏省无锡市江阴市金山路  
201号创智产业园能量岛B座一楼东

(72)发明人 陈伟 余德平 张金刚 薛攀

(74)专利代理机构 北京市领专知识产权代理有限公司 11590

代理人 张玲

(51)Int.Cl.

H05H 1/24(2006.01)

H05H 1/28(2006.01)

H05H 1/34(2006.01)

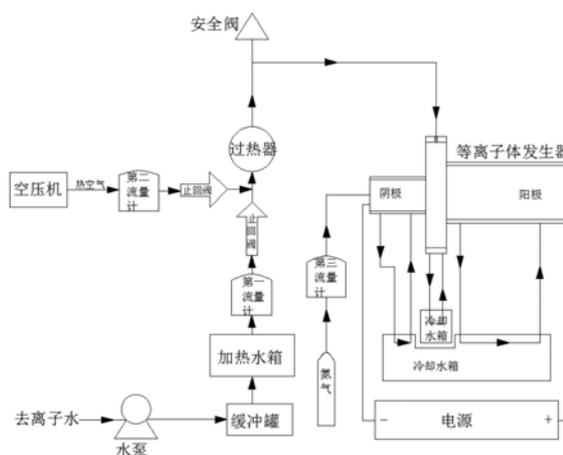
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

水蒸气等离子体产生的方法

(57)摘要

本发明公开了一种水蒸气等离子体产生的方法,包括以下步骤:(1)以空气为工作气通入等离子体发生器,产生空气等离子体对等离子体发生器进行预热;(2)将空气逐渐切换为水蒸气来作为工作气通入等离子体发生器,产生水蒸气等离子体。本发明初始时以空气作为工作气,利用空气等离子体加热等离子体发生器,再将工作气切换成水蒸气后,能够有效地防止水蒸气在进入等离子体发生器内部的时候冷凝,保护发生器的电极,延长等离子体发生器的使用寿命。



1. 一种水蒸气等离子体产生的方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 以空气为工作气通入等离子体发生器,产生空气等离子体对等离子体发生器进行预热;

(2) 将空气逐渐切换为水蒸气来作为工作气通入等离子体发生器,产生水蒸气等离子体。

2. 根据权利要求1所述的水蒸气等离子体产生的方法,其特征在于,步骤(2)中空气以1.8-2.2g/min的速度逐渐减小流量,水蒸气以相同的速度逐渐增加流量,直至工作气完全为水蒸气。

3. 根据权利要求1所述的水蒸气等离子体产生的方法,其特征在于,所述等离子体发生器包括阴极和阳极,在阴极和阳极之间设有用于通入工作气的中间级,工作气接入中间级,在阴极外包裹有阴极冷却水通道,阳极外包裹有阳极冷却水通道,中间级外包裹有中间级冷却水通道,阳极冷却水通道前端进水,后端出水,且阳极冷却水通道的进水端远离中间级。

4. 根据权利要求3所述的水蒸气等离子体产生的方法,其特征在于,中间级冷却水通道中的冷却水温度为55-65℃。

## 水蒸气等离子体产生的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种水蒸气等离子体产生的方法。

### 背景技术

[0002] 等离子体由于具有高温、高焓、高化学活性的特性,因此被广泛应用于环保领域,比如废弃物的处理及合成气的制备。目前在废弃物处理方面,空气等离子体使用较为普遍,但是空气等离子体含有78%的氮,反应会产生氮氧化合物,对环境会产生一定的影响。而水蒸气等离子体则主要由羟基自由基和高能电子组成,化学活性更高,氧化还原性能更好,其优势更为明显,且不会产生二次污染物。但是水蒸气等离子体由于作为工作气体的水蒸气很容易冷凝,冷凝后则会影响等离子体发生器的电极使用寿命,即使选择陶瓷作为水蒸气输送管道也不能很好地解决这个问题,因此水蒸气等离子体往往不被选择使用。

### 发明内容

[0003] 本发明为了克服上述的不足,提供了一种能够防止水蒸气在进入等离子体发生器内部时冷凝的水蒸气等离子体产生的方法,包括以下步骤:

[0004] (1) 以空气为工作气通入等离子体发生器,产生空气等离子体对等离子体发生器进行预热;

[0005] (2) 将空气逐渐切换为水蒸气来作为工作气通入等离子体发生器,产生水蒸气等离子体。

[0006] 作为优选,步骤(2)中空气以1.8-2.2g/min的速度逐渐减小流量,水蒸气以相同的速度逐渐增加流量,直至工作气完全为水蒸气。

[0007] 作为优选,所述等离子体发生器包括阴极和阳极,在阴极和阳极之间设有用于通入工作气的中间级,工作气接入中间级,在阴极外包裹有阴极冷却水通道,阳极外包裹有阳极冷却水通道,中间级外包裹有中间级冷却水通道,阳极冷却水通道前端进水,后端出水,且阳极冷却水通道的进水端远离中间级。阴极和阳极的冷却水采用常温水即可,中间级的冷却水冷却水温度则为55-65℃,进一步保证水蒸气在进入等离子体发生器内部时不会冷凝。

[0008] 本发明的有益效果是:

[0009] 本发明初始时以空气作为工作气,利用空气等离子体加热等离子体发生器,再将工作气切换成水蒸气后,能够有效地防止水蒸气在进入等离子体发生器内部的时候冷凝,保护发生器的电极,延长等离子体发生器的使用寿命。

### 附图说明

[0010] 本发明将通过例子并参照附图的方式说明,其中:

[0011] 图1是水蒸气等离子体的发生系统的示意图;

[0012] 图2是监控系统的示意图。

## 具体实施方式

[0013] 现在结合附图对本发明作进一步详细的说明。这些附图均为简化的示意图,仅以示意方式说明本发明的基本结构,因此其仅显示与本发明有关的构成。

[0014] 在发明的描述中,需要说明的是,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“设置有”、“连接”等,应做广义理解,例如“连接”,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0015] 一种水蒸气等离子体产生的方法,包括以下步骤:

[0016] (1) 以空气为工作气通入等离子体发生器,产生空气等离子体对等离子体发生器进行预热;

[0017] (2) 将空气以1.8-2.2g/min的速度逐渐减小流量,同时水蒸气作为工作气以相同的速度逐渐增加流量通入等离子体发生器,至工作气完全为水蒸气,产生水蒸气等离子体。

[0018] 本发明水蒸气等离子体产生的方法基于水蒸气等离子体的发生系统及控制系统来实现。如图1所示的水蒸气等离子体的发生系统,包括等离子体发生器、过热器、水蒸气发生装置和热空气发生装置,水蒸气发生装置产生的水蒸气、热空气发生装置产生的热空气经过热器加热后接入等离子体发生器以给其提供水蒸气/热空气作为工作气。过热器接入等离子体发生器的管路上还设有安全阀。

[0019] 所述热空气发生装置包括空压机和第二流量计,空气经空压机加热后由第二流量计控制流量进入过热器,在第二流量计与过热器之间则设有止回阀。所述水蒸气发生装置包括加热水箱和第一流量计,负离子水经水泵泵入缓冲罐后进入加热水箱加热至100℃转化为水蒸气,水蒸气由第一流量计控制流量进入过热器,第一流量计与过热器之间也设有止回阀。而第一流量计后的水蒸气管路与第二流量计后的热空气管路并成一路后接入过热器。

[0020] 所述等离子体发生器包括阴极和阳极,在系统启动前,阴极由第三流量计控制通入氮气并一直通入氮气作为保护气,在阴极和阳极之间设有用于通入工作气的中间级,水蒸气/热空气作为工作气接入中间级,在阴极外包裹有阴极冷却水通道,阳极外包裹有阳极冷却水通道,中间级外包裹有中间级冷却水通道,阳极冷却水通道的前端为进水口,后端为出水口,且阳极冷却水通道的进水口远离中间级。中间级冷却水通道、阳极冷却水通道和阴极冷却水通道分别由冷却水泵泵入冷却水,阳极冷却水通道和阴极冷却水通道与同一冷却水箱连接,并分别由对应的冷却水泵打循环。中间级冷却水通道中的冷却水温度为55-65℃。中间级冷却水通道与另外一冷却水箱连接,并由对应的冷却水泵打循环。而且两个冷却水箱均外接常温水源,通入各冷却水通道中的也为常温水,中间级冷却水通道中的常温水经空气等离子体加热后达到55-65℃。

[0021] 如图2所示的用于上述水蒸气等离子体的发生系统的监控系统,该监控系统由电源供电,包括控制器,控制器包括液位监控模块、工作气温度监控模块、中间级冷却水温度控制模块、电压监控模块和工作气流量控制模块;

[0022] 水蒸气发生装置还包括用于检测加热水箱液位的液位传感器;

- [0023] 过热器和等离子体发生器之间还设有用于检测工作气温度的工作气温度传感器；
- [0024] 中间级冷却水通道设有用于检测中间级冷却水温度的冷却水温度传感器；
- [0025] 所述液位传感器根据加热水箱的容量设置阈值，并用于将检测到的液位信息发送给液位监控模块，液位监控模块在接收到液位低于阈值的信息后控制加热水箱的进水阀打开进水，在接收到液位高于阈值的信息后控制进水阀关闭，以使液位始终保持在设定的范围内，保证不会发生液位过低不够使用，也不会发生液位过高溢出水箱的情况；
- [0026] 所述工作气温度传感器的阈值可根据待处理废弃物的实际情况设置在需要的温度段，一般不超过500℃，工作气温度传感器用于将检测到工作气的温度信息发送给工作气温度监控模块，工作气温度监控模块在接收到温度低于/高于阈值的信息后控制调节过热器的功率，使温度保持在阈值范围内；
- [0027] 所述冷却水温度传感器设置阈值在55-65℃之间，并用于将检测到中间级冷却水的温度信息发送给中间级冷却水温度控制模块，中间级冷却水温度控制模块在每次系统启动后的第一次接收到中间级冷却水温度达到阈值的信息时，将水温达到阈值的信息发送给工作气流量控制模块；中间级冷却水温度控制模块在接收到冷却水温度高于阈值的信息后控制与中间级冷却水通道连接的冷却水泵打开，往中间级冷却水通道内泵入常温冷却水，在接收到中间级冷却水温度低于阈值的信息后关闭对应的冷却水泵；
- [0028] 等离子体发生器的电源有电压监控器，电压监控器用于实时检测等离子体发生器的电源电压，并将检测到的信息发送给电压监控模块，电压监控模块用于接收电压监控器发出的信息，并在接收到等离子体发生器的电压无明显波动时将该信息发送给工作气流量控制模块；
- [0029] 工作气流量控制模块用于通过控制第一流量计和第二流量计来调节热空气和/或水蒸气进入等离子体发生器的量，工作气流量模块在接收到中间级冷却水温度控制模块发出的信息前，控制第一流量计关闭，仅控制第二流量计打开，只有热空气进入等离子体发生器产生空气等离子体对中间级冷却水通道中的常温冷却水进行加热；在电压监控模块和中间级冷却水温度控制模块发出的信息均接收到后，即冷却水被加热达到阈值时且发生器电压无明显波动的情形下，工作气流量模块控制第二流量计使热空气以1.8-2.2g/min的速度逐渐减小流量，第一流量计使水蒸气以相应的速度逐渐增大流量，直至无热空气仅水蒸气进入等离子体发生器产生水蒸气等离子体。即，初始时，采用空气等离子体作为中间级冷却水的热源，在冷却水温达到阈值后且等离子体发生器的电压无明显波动时，再逐渐转化为以水蒸气作为热源。因此中间级冷却水温能保持在55-65℃之间，却无需再外接热源，仅仅采用空气/水蒸气等离子体作为热源即可，充分的利用了等离子体热量，能耗小。
- [0030] 本发明初始时以空气作为工作气，利用空气等离子体加热等离子体发生器进行预热，再将工作气切换成水蒸气，而由于中间级的冷却水温度保持在55-65℃之间，因此能够有效地防止水蒸气在进入等离子体发生器内部的时候冷凝，保护发生器的电极，延长等离子体发生器的使用寿命。
- [0031] 上述依据本发明为启示，通过上述的说明内容，相关工作人员完全可以在不偏离本项发明技术思想的范围内，进行多样的变更以及修改。本项发明的技术性范围并不局限于说明书上的内容，必须要根据权利要求范围来确定其技术性范围。

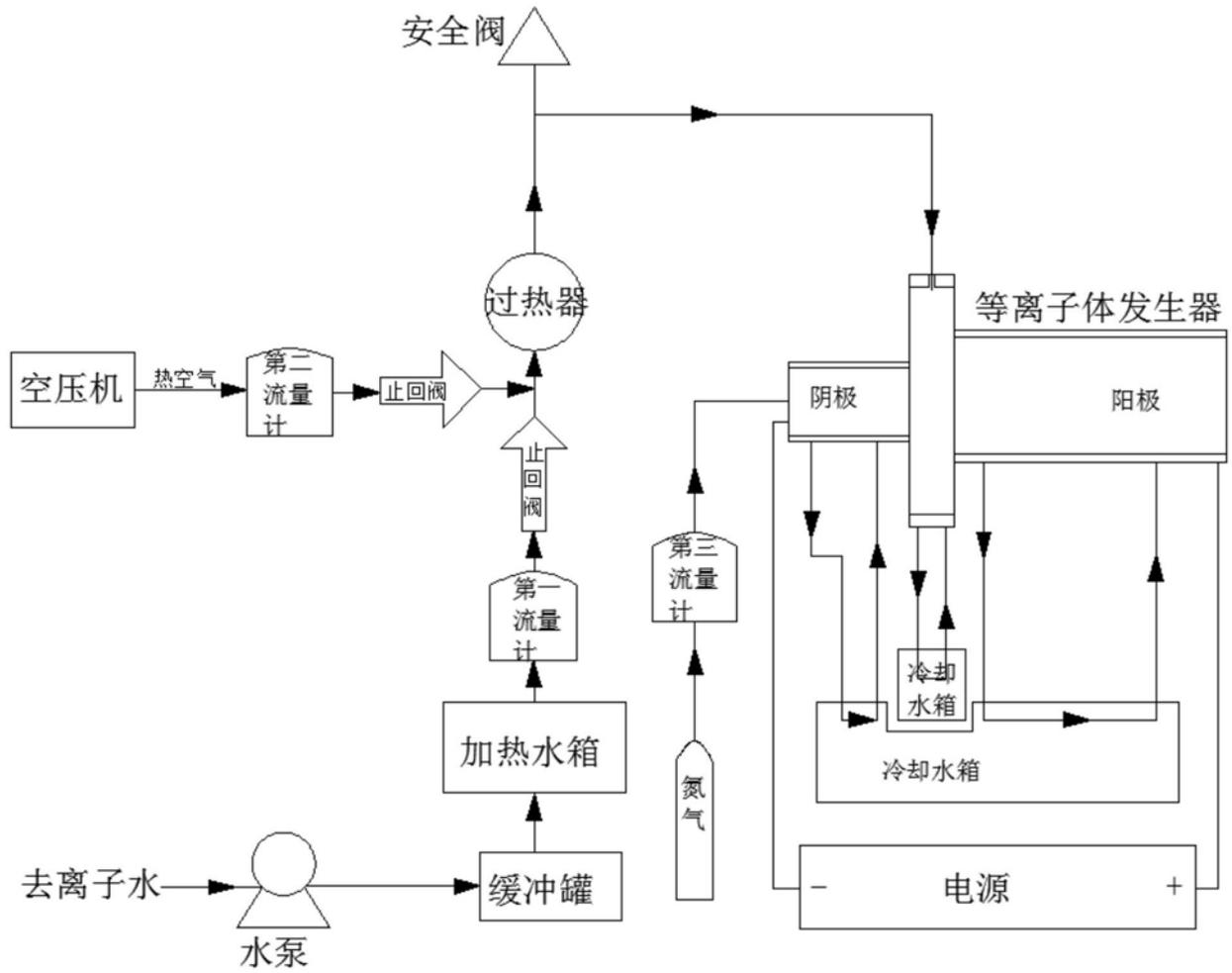


图1

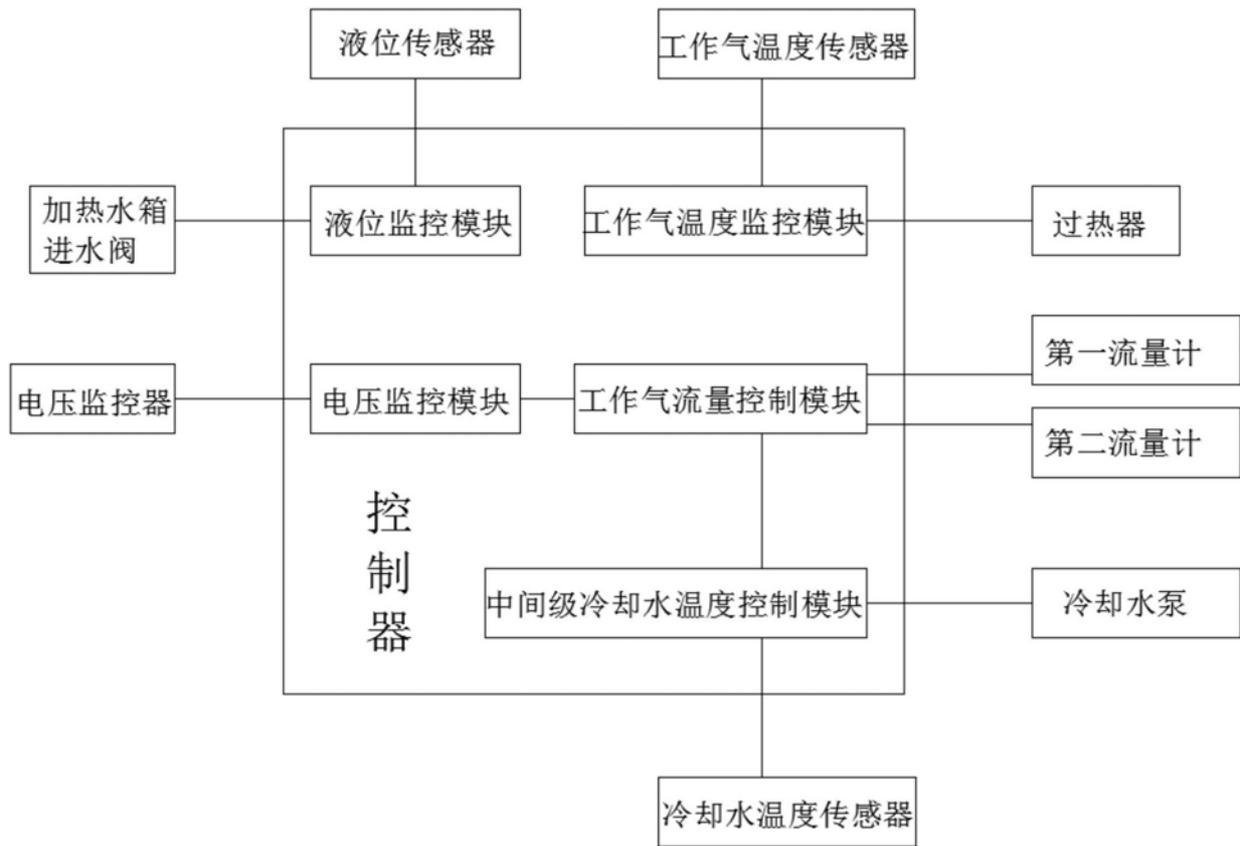


图2