



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107233786 B

(45)授权公告日 2020.08.11

(21)申请号 201710659711.3

(22)申请日 2017.08.04

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107233786 A

(43)申请公布日 2017.10.10

(73)专利权人 武汉华喻燃能工程技术有限公司

地址 430074 湖北省武汉市武汉东湖新技术开发区光谷大道3号未来之光2-1104

(72)发明人 孙路石 曾昱 王贲 于洁

袁旭东 张卫娟

(74)专利代理机构 武汉东喻专利代理事务所

(普通合伙) 42224

代理人 李佑宏

(51)Int.Cl.

B01D 53/32(2006.01)

H05H 1/24(2006.01)

(56)对比文件

CN 101227790 A, 2008.07.23

CN 101426327 A, 2009.05.06

孙路石等.沿面型介质阻挡放电氧化NO的试验研究.《华中科技大学学报(自然科学版)》.2017,第45卷(第4期),第68-72页.

Z. L. Wu et al..NOX Treatment by DC Corona Radical Shower with Different Geometric Nozzle Electrodes.《Energy & Fuels》.2005,第19卷第2279-2286页.

审查员 朱璐

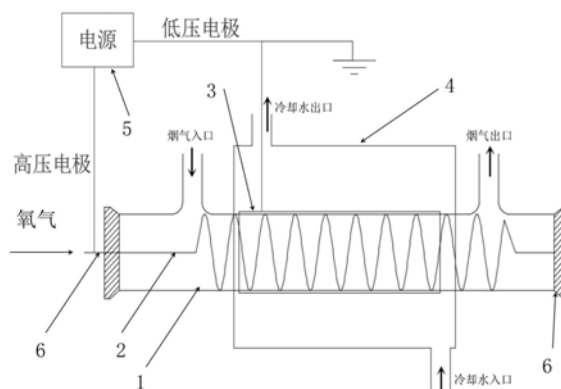
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种螺旋沿面型结构的低温等离子体发生器

(57)摘要

本发明公开了一种螺旋沿面型结构的低温等离子体发生器,包括腔体(1),所述腔体(1)为圆筒形石英玻璃管,所述腔体(1)内设有高压电极(2),所述腔体(1)中部的圆周上设有低压电极(3);冷却装置(4)为圆环状结构,套设于所述低压电极(3)的外圆周上,所述腔体(1)两端的侧壁上设有向外凸出的圆形开口,分别用于作为烟气的进口和出口。本发明的低温等离子体发生器, O_2 均匀喷射到所述腔体的内壁上,所述高压电极和低压电极沿着所述腔体的内壁面放电,沿面生成 O_3 、 O 等活性自由基,从而将所述烟气污染物氧化成高价态,放电只激活了 O_2 , 克服了有的电子束法和脉冲电晕法会激活背景气体 (N_2 和 CO_2 等气体分子) 而浪费能源的问题。



1. 一种螺旋沿面型结构的低温等离子体发生器,其特征在于,包括:

腔体(1),所述腔体(1)为圆筒形石英玻璃管,用于实现均匀放电;

所述腔体(1)内设有高压电极(2),所述高压电极(2)为螺旋形空心打孔不锈钢丝;所述腔体(1)中部的圆周上设有低压电极(3);

冷却装置(4),其为圆环状结构,套设于所述低压电极(3)的外圆周上,用于实现对所述腔体(1)的降温冷却;

所述腔体(1)两端的侧壁上设有向外凸出的圆形开口,分别用于作为烟气的进口和出口;

多个螺旋沿面型介质阻挡放电的发生器并联,各个发生器腔体相互并联,冷却装置相互串联,组成壳式换热器的形式的发生器,便于模块化安装;

所述螺旋形空心打孔不锈钢丝中通入氧气,所述氧气通过所述螺旋形空心打孔不锈钢丝每环打孔均匀喷射到所述腔体(1)的内壁上,同时,所述高压电极(2)和低压电极(3)用于沿着所述腔体(1)的内壁面放电,沿面生成 O_3 、 O 等活性自由基,从而脱除烟气中的污染物,同时保证只有 O_2 被激活,避免了激活背景气体造成能源浪费。

2. 根据权利要求1所述的一种螺旋沿面型结构的低温等离子体发生器,其特征在于,所述高压电极(2)紧邻所述圆筒状石英玻璃管的内壁,与所述石英玻璃管间隙为 $1\sim 2\text{mm}$,用于保证所示氧气不被放电击穿。

3. 根据权利要求1所述的一种螺旋沿面型结构的低温等离子体发生器,其特征在于,所述圆筒形石英玻璃管为放电间隙中间的介质,其介电常数为3.7,能够保证放电在较低电压下平稳进行。

4. 根据权利要求1-3中任一项所述的一种螺旋沿面型结构的低温等离子体发生器,其特征在于,所述低压电极(3)紧紧包裹在所述腔体(1)的外圆周上,用于作为接地处理,同时用于固定所述圆筒形石英玻璃管。

5. 根据权利要求1-3中任一项所述的一种螺旋沿面型结构的低温等离子体发生器,其特征在于,所述冷却装置(4)的相对侧面上开设有向外突出的开口,分别作为冷却介质的入口和出口。

6. 根据权利要求1-3中任一项所述的一种螺旋沿面型结构的低温等离子体发生器,其特征在于,还包括高压交流电源(5),所述高压交流电源(5)的正极与所述高压电极(2)连接,其负极与所述低压电极(3)连接。

7. 根据权利要求1-3中任一项所述的一种螺旋沿面型结构的低温等离子体发生器,其特征在于,还包括通孔橡胶塞(6),所述通孔橡胶塞(6)为两个,分别设于所述腔体(1)的两端,用于密封所述腔体(1),同时用于固定所述高压电极(2)。

一种螺旋沿面型结构的低温等离子体发生器

技术领域

[0001] 本发明涉及低温等离子体发生器,更具体地,涉及一种螺旋沿面型结构的低温等离子体发生器。

背景技术

[0002] 等离子体产生的手段很多,可用紫外辐射、X射线、电磁场、加热等方法。实验室和工业产品大都采用电磁场激发等离子体,如直流辉光放电、射频放电、微波放电和介质阻挡放电(DBD)等。其中,DBD是一种将绝缘介质插入放电空间的气体放电形式,介质可以覆盖在电极上。当在放电电极间施加一定频率(50MHz至几兆赫兹)的足够高的交流电压时,电极间的气体就会被击穿产生介质阻挡气体放电。

[0003] DBD设备目前主要有基本两种方式产生低温等离子体,其中一种是平板电极放电,另一种是同轴圆柱电极放电。文献“介质阻挡放电功率相关因素分析”(叶振鑫,刘海涛,陈志刚,林麒,吴榕[J].机电技术,2011,34(1):41-43)列举了一种平行板电极放电装置,该装置采用4mm的普通玻璃作为放电介质,调节放电间隙分别为2mm、2.5mm、3mm,保持其它参数不变时得出DBD放电功率随着电极间隙的增大而减小的结论;同时该装置通过调节电源电压频率,得出电源频率越接近该固有谐振频率时,放电功率越大的结论。文献“大气压下影响介质阻挡放电的因素分析”(刘璐,孙岩洲,张峰[J].绝缘材料,2008,41(5):52-55)也列举了一种平行板电极放电装置试验证明,该装置通过实验推导出以下结论:采用介电常数大,较薄的介质,当电源参数及其他因素不变时,放电强度随相对介电常数的增大而增大,随介质材料厚度的增大而减小。因此为了在实际中获取高密度的低温等离子体,需要合理调节放电间隙与电源频率,同时试验装置应选用介电常数较大,厚度较薄的材料作为阻挡层,尽可能提高工作电压。文献“同轴圆柱结构DBD装置放电功率的模拟计算及实验研究”(赵卫东,蔡忆昔,韩文赫,郑荣耀[J].高压电器,2010,46(6):25-28)列举同轴圆柱式DBD装置,推导了适用于各种交流电压波形的DBD装置放电功率的计算公式,对同轴圆柱结构DBD装置进行了电场及等效电容分析,并在此基础上建立了其放电功率的数学模型。

[0004] 等离子体烟气治理技术是一种有效的烟气治理技术,它主要包括电子束法和脉冲电晕法等。两者等离子体产生机理基本一致,都是利用电子的作用使气体分子激发、电离或离解,产生强氧化性的自由基。电子束法和脉冲电晕法产生的高能自由基能破坏烟气中主要气体分子的化学键,因而烟气中含量较高的N₂和CO₂等气体分子也将被分解和电离,浪费了能量。申请号为200410054046.8的专利提出一种新的直电晕放电形式,在电晕放电过程中,添加气在喷嘴附近分解产生多种活性物质,有效脱除污染物;并且该方法仅对少量射入烟道的添加气采用电晕放电活化生成活性物质,避免激活背景气体,有效降低自由基的生成能耗;同时对于不同的污染物可以选择不同成分的添加气;也可以模块化,满足不同烟气流量的要求。

[0005] 但专利200410054046.8的直流电晕放电容易过渡到火花放电,不能按照需要进一步增大放电功率,对负荷波动适应性较差,稳定性低,且存在安全隐患,对电源的要求较高,

电源的价格较为昂贵,导致低温等离子体在烟气脱除中的利用受到成本过高的限制。同时,电源参数或者外部环境变化也很容易导致放电击穿。工厂烟气脱除的环境波动较大,因此放电的稳定性以及对污染物浓度变化的适应也是低温等离子体发生器需要考虑的问题之一。

发明内容

[0006] 针对现有技术的以上缺陷或改进需求,本发明提供螺旋沿面型介质阻挡放电的发生器,氧气通过所述螺旋形空心打孔不锈钢丝每环打孔均匀喷射到所述腔体的内壁上,同时,所述高压电极和低压电极沿着所述腔体的内壁面放电,沿面生成 O_3 、 O 等活性自由基,从而将所述烟气污染物氧化成高价态,放电只激活了 O_2 ,克服了有的电子束法和脉冲电晕法会激活背景气体(N_2 和 CO_2 等气体分子)而浪费能源的问题。

[0007] 为了实现上述目的,本发明提供一种螺旋沿面型结构的低温等离子体发生器,其特征在于,包括:

[0008] 腔体,所述腔体为圆筒形石英玻璃管,用于实现均匀放电;

[0009] 所述腔体内设有高压电极,所述高压电极为螺旋形空心打孔不锈钢丝;所述腔体中部的外圆周上设有低压电极;

[0010] 冷却装置,其为圆环状结构,套设于所述低压电极的外圆周上,用于实现对所述腔体的降温冷却;

[0011] 所述腔体两端的侧壁上设有向外凸出的圆形开口,分别用于作为烟气的进口和出口;

[0012] 所述螺旋形空心打孔不锈钢丝中通入氧气,所述氧气通过所述螺旋形空心打孔不锈钢丝每环打孔均匀喷射到所述腔体的内壁上,同时,所述高压电极和低压电极用于沿着所述腔体的内壁面放电,沿面生成 O_3 、 O 等活性自由基,从而将所述烟气污染物氧化成高价态。

[0013] 进一步地,所述高压电极紧邻所述圆筒状石英玻璃管的内壁,与所述石英玻璃管间隙为1~2mm,用于保证所示氧气不被放电击穿。

[0014] 进一步地,所述圆筒形石英玻璃管为放电间隙中间的介质,其介电常数为3.7,能够保证放电在较低电压下平稳进行。

[0015] 进一步地,所述低压电极紧紧包裹在所述腔体的外圆周上,用于作为接地处理,同时用于固定所述圆筒形石英玻璃管。

[0016] 进一步地,所述冷却装置的相对侧面上开设有向外突出的开口,分别作为冷却介质的入口和出口。

[0017] 进一步地,还包括高压交流电源,所述高压交流电源的正极与所述高压电极连接,其负极与所述低压电极连接。

[0018] 进一步地,还包括通孔橡胶塞,所述通孔橡胶塞为两个,分别设于所述腔体的两端,用于密封所述腔体,同时用于固定所述高压电极。

[0019] 总体而言,通过本发明所构思的以上技术方案与现有技术相比,能够取得下列有益效果:

[0020] (1) 本发明的低温等离子体发生器,所述氧气通过所述螺旋形空心打孔不锈钢丝

每环打孔均匀喷射到所述腔体的内壁上,同时,所述高压电极和低压电极沿着所述腔体的内壁面放电,沿面生成 O_3 、 O 等活性自由基, O_2 均匀喷射到所述腔体的内壁上,所述高压电极和低压电极沿着所述腔体的内壁面放电,沿面生成 O_3 、 O 等活性自由基,从而将所述烟气污染物氧化成高价态,放电只激活了 O_2 ,克服了有的电子束法和脉冲电晕法会激活背景气体(N_2 和 CO_2 等气体分子)而浪费能源的问题。

[0021] (2) 本发明的低温等离子体发生器,由于介质的存在,因此可以大幅度的调节电压避免了放电击穿,能够很好的适应烟气污染物浓度的波动。

[0022] (3) 本发明的低温等离子体发生器,通过低温等离子体通过化学或物理作用除去烟气中有害的气体(NO_x 、 SO_x)等,提高产生低温等离子体的效率,避免激活背景气体,功耗低,通过实验证明,该结构的发生器对以上气体脱除率均能达到较高水平。

[0023] (4) 本发明的低温等离子体发生器,降低所需的电源电压大小,只需要简单的高压交流电源,价廉易得。

[0024] (5) 本发明的低温等离子体发生器,可以做成壳式换热器的形式,便于模块化。

附图说明

[0025] 图1为本发明实施例一种螺旋沿面型结构的低温等离子体发生器的结构示意图。

[0026] 在所有附图中,同样的附图标记表示相同的技术特征,具体为:1-腔体、2-高压电极、3-低压电极、4-冷却装置、5-高压交流电源、6-通孔橡胶塞。

具体实施方式

[0027] 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,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。此外,下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

[0028] 如图1所示,本发明一个实施例中,螺旋沿面型结构的低温等离子体发生器包括圆筒形石英玻璃管式发生器腔体(1)、螺旋形空心打孔不锈钢丝的高压电极(2)、低压电极(3)、冷却装置(4)、高压交流电源(5)以及腔体两端通孔橡胶塞(6)。

[0029] 其中石英玻璃管(1)为放电间隙中间的介质,其介电常数为3.7,能够保证放电在较低电压下平稳进行,将其做成圆筒形状有利于均匀放电。螺旋型不锈钢丝的高压电极(2)紧邻圆筒状石英玻璃管的内壁,与石英玻璃管间隙为1~2mm,以保证不出现放电击穿的情况。紧紧包裹在石英玻璃管(1)的表面的低压电极(3)接电源负极,在保证放电正常进行的同时,也起到了固定玻璃管的作用。橡胶塞(6)用以固定螺旋型不锈钢丝的高压电极(2)。

[0030] 如图1所示,本发明的螺旋沿面型结构的低温等离子体发生器在工作时,螺旋型不锈钢丝接电源正极,紧紧包裹在石英玻璃管表面的低压筒状电极接电源负极,接通电源后可清楚地看见螺旋型不锈钢丝与介质石英玻璃管的缝隙间产生了紫色的低温等离子体。按照本发明, O_2 从螺旋形空心打孔不锈钢丝通入,不锈钢丝每环打孔使得 O_2 均匀喷射到介质内壁,等离子体放电沿着壁面进行,从而沿面生成 O_3 、 O 等活性自由基将烟气污染物氧化成高价态,因此放电只激活了 O_2 ,避免了激活背景气体造成能量浪费。通过低温等离子体通过化学或物理作用除去烟气中有害的气体(NO_x 、 SO_x)等,提高产生低温等离子体的效率,避免

激活背景气体,功耗低,通过实验证明,该结构的发生器对以上气体脱除率均能达到较高水平。

[0031] 在本发明的实施例中,当多个螺旋沿面型介质阻挡放电的发生器并联时,各个发生器腔体相互并联,冷却水装置相互串联,可以组成壳式换热器的形式的发生器,便于模块化安装。

[0032] 在本发明实施实例中,对于多个螺旋沿面型介质阻挡放电的发生器,还包括支撑以上所述部件的框架及各连接零件。

[0033] 在本发明实施实例中,还包括高压电线以及布置于所述电源电极与发生器电极的辅助绝缘体。

[0034] 因此,该采用螺旋型不锈钢丝的高压电极取代传统结构的电极的螺旋沿面型结构的低温等离子体发生器,具有如下优点:(1)降低所需的电源电压大小,只需要简单的高压交流电源,价廉易得;(2)因为介质的存在,因此可以大幅度的调节电压;(3)避免了放电击穿,能够很好的适应烟气污染物浓度的波动;(4)提高产生低温等离子体的效率,避免激活背景气体,功耗低;(5)可以做成壳式换热器的形式,便于模块化;

[0035] 本发明的螺旋沿面型结构的低温等离子体发生器在一些利用低温等离子体工作的装置中有很广阔的应用前景,如在低温等离子体净化器、低温等离子体除菌器中使用本发生器,可以节省大量空间,同时还能够提高除尘杀菌的效率。

[0036] 本领域的技术人员容易理解,以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用于限制本发明,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。

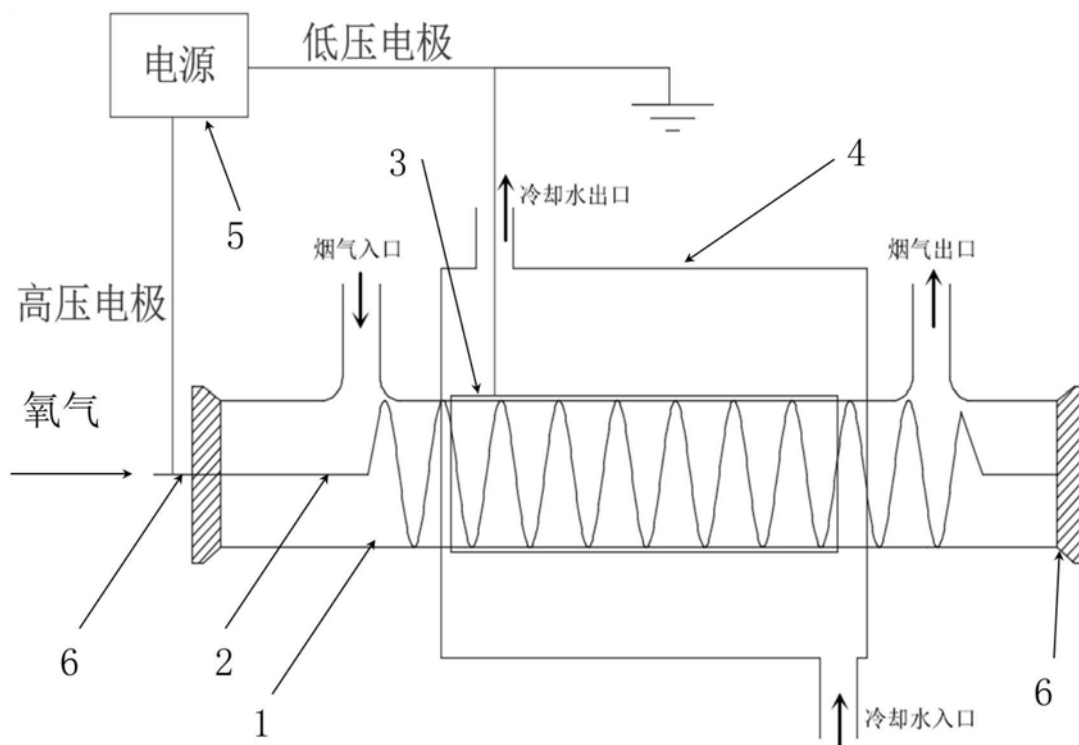


图1