



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102026468 A

(43) 申请公布日 2011. 04. 20

(21) 申请号 201010560010. 2

(22) 申请日 2010. 11. 23

(71) 申请人 中国科学院等离子体物理研究所

地址 230031 安徽省合肥市蜀山湖路 350 号

(72) 发明人 沈洁 孟月东 程城 方世东

(74) 专利代理机构 安徽合肥华信知识产权代理有限公司 34112

代理人 余成俊

(51) Int. Cl.

H05H 1/46 (2006. 01)

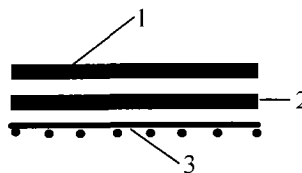
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种介质阻挡电晕放电反应器

(57) 摘要

本发明公开了一种介质阻挡电晕放电反应器,包括有外电极、内电极和位于外电极、内电极之间的介质阻挡层,外电极接电源,内电极接地。本发明在相同的外加电压和放电空间间隙中,因为有电晕电离效应,可以产生并传输更多的电荷,同时也输出更高的放电功率。本发明放电时能获得更强的脉冲电压和电流,使得放电时的能量更加集中。



1. 一种介质阻挡电晕放电反应器，其特征在于：包括有外电极、内电极和位于外电极、内电极之间的介质阻挡层，所述外电极采用金属材料，外电极接电源，所述内电极为金属网，内电极接地，所述介质阻挡层采用绝缘材料。

2. 根据权利要求 1 所述的一种介质阻挡电晕放电反应器，其特征在于：所述外电极为铜板或不锈钢板，所述内电极为不锈钢丝网或镍铬合金丝网，所述介质阻挡层为聚四氟、石英玻璃或者陶瓷。

3. 根据权利要求 1 所述的一种介质阻挡电晕放电反应器，其特征在于：所述内电极的网格为米字形、田字形或方形。

4. 根据权利要求 1 所述的一种介质阻挡电晕放电反应器，其特征在于：所述外电极为金属平板，内电极为与外电极平行的平面的金属网，内、外电极之间的介质阻挡层为与外电极平行的绝缘平板。

5. 根据权利要求 4 所述的一种介质阻挡电晕放电反应器，其特征在于：多个由所述外电极、内电极、介质阻挡层构成的放电反应器彼此相互平行放置构成并联结构的立体状放电反应器。

6. 根据权利要求 1 所述的一种介质阻挡电晕放电反应器，其特征在于：所述外电极为金属筒，内电极为筒状的金属网，介质阻挡层为绝缘筒，所述介质阻挡层套在内电极外，外电极套在介质阻挡层外，且所述内电极、外电极、介质阻挡层共中心轴。

7. 根据权利要求 1 所述的一种介质阻挡电晕放电反应器，其特征在于：所述外电极为金属框，内电极为框状的金属网，介质阻挡层为绝缘框，所述介质阻挡层套在内电极外，外电极套在介质阻挡层外，所述内电极、外电极、介质阻挡层的框壁相互平行且共中心点。

8. 根据权利要求 1 所述的一种介质阻挡电晕放电反应器，其特征在于：所述电源为高频脉冲电源，电源输出电压在 0-25KV 可调，输出频率 9kHz-75kHz 之间可调。

一种介质阻挡电晕放电反应器

技术领域

[0001] 本发明涉及等离子体产生装置，具体为一种介质阻挡电晕放电反应器。

背景技术

[0002] 低温等离子体应用中，当气体电离生成电子、正离子时，一般在一段时间内发生结合，回到中性分子状态。在分子离解时常生成自由基；生成的电子结合中性原子、分子形成负离子。因此，整个等离子体是电子、正负离子、激发态原子、原子以及自由基的混合状态。因为各种化学反应都是在高激发态下进行的，与经典的化学反应完全不同，比通常的化学反应器所产生的活性粒子种类更多、活性更强、更易于和所接触的材料发生反应，因此它们被用来对材料表面进行处理及化学改性。

[0003] 和传统的方法相比，等离子体表面处理具有显著的优点：成本低、无废弃物、无污染，可得到传统的化学方法难以得到的处理效果。

[0004] 目前，等离子体表面处理在工业上应用得比较多的是在表面改性、灭菌消毒以及化学改性方面。

[0005] 低温等离子体产生有低气压和大气压两种方式，低气压由于需要真空系统，增加投资和运行成本，也使生产难以连续运行，而大气压下低温等离子体可以克服以上缺陷。

[0006] 常见的大气压气体放电形式有：电弧、等离子体射流、介质阻挡放电、辉光放电、电晕放电。对于等离子体表面处理和化学改性在工业上的应用，电弧的高温将损坏被处理的材料；等离子体射流通常难以形成大面积均匀的等离子体；DBD 等离子体有以下缺点：(1)DBD 由一些放电细丝组成，难以对材料表面进行均匀处理；(2)DBD 放电细丝直径很小但电流密度很大，可能使介质或试品表面烧蚀或穿孔。实现大气压下的辉光形式的均匀稳定放电十分困难，关键在于如何降低放电场强，使得放电处于电子崩阶段，限制电流密度的自由增长，抑制放电向流注阶段的发展。常规的电晕放电结构为线筒式结构、线板式结构、针板式结构，电晕放电的电晕区较小仅限于电晕电极附近，放电电流也比较弱。若提高放电电压容易形成火花击穿。

发明内容

[0007] 本发明的目的是提供一种介质阻挡电晕放电反应器，以避免现有技术大气压下气体放电产生等离子体存在的问题，能实现大气压下大面积均匀产生等离子体。

[0008] 为了达到上述目的，本发明所采用的技术方案为：

[0009] 一种介质阻挡电晕放电反应器，其特征在于：包括有外电极、内电极和位于外电极、内电极之间的介质阻挡层，所述外电极采用金属材料，外电极接电源，所述内电极为金属网，内电极接地，所述介质阻挡层采用绝缘材料。

[0010] 所述的一种介质阻挡电晕放电反应器，其特征在于：所述外电极为铜板或不锈钢板，所述内电极为不锈钢丝网或镍铬合金丝网，所述介质阻挡层为聚四氟、石英玻璃

或者陶瓷。

[0011] 所述的一种介质阻挡电晕放电反应器，其特征在于：所述内电极的网格为米字形、田字形或方形。

[0012] 所述的一种介质阻挡电晕放电反应器，其特征在于：所述外电极为金属平板，内电极为与外电极平行的平面金属网，内、外电极之间的介质阻挡层为与外电极平行的绝缘平板。

[0013] 所述的一种介质阻挡电晕放电反应器，其特征在于：多个由所述外电极、内电极、介质阻挡层构成的放电反应器彼此相互平行放置构成并联结构的立体状放电反应器。

[0014] 所述的一种介质阻挡电晕放电反应器，其特征在于：所述外电极为金属筒，内电极为筒状的金属网，介质阻挡层为绝缘筒，所述介质阻挡层套在内电极外，外电极套在介质阻挡层外，且所述内电极、外电极、介质阻挡层共中心轴。

[0015] 所述的一种介质阻挡电晕放电反应器，其特征在于：所述外电极为金属框，内电极为框状的金属网，介质阻挡层为绝缘框，所述介质阻挡层套在内电极外，外电极套在介质阻挡层外，所述内电极、外电极、介质阻挡层的框壁相互平行且共中心点。

[0016] 所述的一种介质阻挡电晕放电反应器，其特征在于：所述电源为高频脉冲电源，电源输出电压在 0-25KV 可调，输出频率 9kHz-75kHz 之间可调。

[0017] 在常压下，当电场强度不均匀或是一个电极附近的电场比电极间其它部位的电场强得多时，电压升高到一定程度，电极附近的气体介质会被局部击穿而产生电晕放电现象。

[0018] 本发明采用薄板电极、阻挡介质层和内电极的金属网的结构，在外加交流高压的作用下，内电极的金属网结构周围产生的电晕预电离能够降低气隙放电场强，阻挡介质层可以抑制电弧放电的形成，从而在反应器中出现大面积均匀稳定的介质阻挡电晕放电。

[0019] 采用内外电极和介质阻挡层构成放电反应器可以构成结构为圆筒形、立方体；或者多个放电反应器平行并联，中间留有空间的立方体。筒形或立方体的放电反应器可外加绝缘体支架和金属外壳，即可形成类似微波炉形状的介质阻挡电晕放电反应器。在反应器的背面可以加装风扇以加强等离子体处理效果，反应器前面为装有玻璃观察窗和金属屏蔽网的门。

[0020] 在电晕放电中，电极的几何构型起着关键作用。电场的均匀性把主要的电离过程局限于局部电场很高的电极附近，特别是发生在曲率半径很小的电极薄层中。本发明内电极采用金属网结构，将大的放电区域分为许多个微放电区，从而形成大面积均匀稳定的电晕放电区。

[0021] 阻挡介质层的主要作用是：限制微放电中带电粒子的运动，使微放电成为一个个短促的脉冲；让微放电均匀稳定地分布在内、外电极之间，防止火花放电。

[0022] 为了避免丝状放电，根据电压频率-离子捕获机制，采用高频脉冲电源，电源输出电压在 0-25KV 可调，输出频率 9kHz-75kHz 之间可调，并调整电极间距。因为在变化的电场中，频率和间隙的长短都可能对放电产生影响。如果间隙中的离子不能在外加电压的半周期时间内完全进入电极（或扩散离开间隙），在间隙中形成空间电荷，放电过

程将受前一时空电荷的影响，这些空间电荷将随电场极性的变化在电极之间振荡、增加并累积，直至击穿。这样击穿电压明显低于静态击穿电压，有助于降低气隙间的放电场强而避免丝状放电。

[0023] 本发明在相同的外加电压和放电空间间隙中，因为有电晕电离效应，可以产生并传输更多的电荷，同时也输出更高的放电功率。本发明放电时能获得更强的脉冲电压和电流，使得放电时的能量更加集中。

附图说明

[0024] 图 1 为本发明组成结构图。

[0025] 图 2 为具有不同结构的本发明结构图，其中：

[0026] 图 2a 为立体状的并联结构，图 2b 为圆筒状结构，图 2c 为框状结构。

[0027] 图 3 为内电极网格示意图，其中：

[0028] 图 3a 为田字网格，图 3b 为米字网格，图 3c 为字网格。

[0029] 图 4 为污染气体处理时本发明结构图。

具体实施方式

[0030] 如图 1 所示。一种介质阻挡电晕放电反应器，包括有外电极 1、内电极 3 和位于外电极 1、内电极 3 之间的介质阻挡层 2，外电极 1 采用金属材料，外电极 1 接电源，内电极 3 为金属网，内电极 3 接地，介质阻挡层 2 采用绝缘材料。

[0031] 外电极 1 为铜板或不锈钢板，内电极 3 为不锈钢丝网或镍铬合金丝网，介质阻挡层 2 为聚四氟、石英玻璃或者陶瓷。

[0032] 如图 3 所示。内电极 3 的网格为米字形、田字形或方形。

[0033] 外电极 1 为金属平板，内电极 3 为与外电极 1 平行的平面的金属网，内、外电极 3、1 之间的介质阻挡层 2 为与外电极平行的绝缘平板。

[0034] 如图 2a 所示。两个由外电极 1、内电极 3、介质阻挡层 2 构成的放电反应器彼此相互平行放置构成并联结构的立体状放电反应器。

[0035] 如图 2b 所示。外电极 1 为金属筒，内电极 3 为筒状的金属网，介质阻挡层 2 为绝缘筒，介质阻挡层 2 套在内电极 3 外，外电极 1 套在介质阻挡层 2 外，且内电极 3、外电极 1、介质阻挡层 2 共中心轴。

[0036] 如图 2c 所示。外电极 1 为金属框，内电极 3 为框状的金属网，介质阻挡层 2 为绝缘框，介质阻挡层 2 套在内电极 3 外，外电极 1 套在介质阻挡层 2 外，内电极 3、外电极 1、介质阻挡层 2 的框壁相互平行且共中心点。

[0037] 电源为高频脉冲电源，电源输出电压在 0-25KV 可调，输出频率 9kHz-75kHz 之间可调。

[0038] 具体实施例一：常压等离子体灭菌

[0039] 用大气压介质阻挡电晕放电反应器对玻璃器皿表面的细菌做了失活实验。结果表明，这种放电反应器产生的等离子体能够使 10^6 数量级的枯草芽孢杆菌在 2 分钟时全部失活、使枯草杆菌黑色变种芽孢和嗜热脂肪芽孢杆菌在 5 分钟后全部失活。这表明本发明的放电反应器等离子体的杀菌效果是非常有效的。而且在灭菌过程中，放电反应器内

部的温度并没有显著升高，因此不会对材料本身的性质造成影响。

[0040] 这是因为等离子体产生过程中，可放出大量紫外线，这种高能紫外光可以破坏DNA等核酸而起到杀菌作用。

[0041] 等离子体中含有大量的 O_2^- 、 OH^- 、 NO^- 、羟基、氢氧基、氢、氧等活性自由基，活性自由基以破坏微生物膜结构实现杀菌作用为主，同细菌细胞壁中的脂蛋白或细胞膜中的磷脂质、蛋白质发生化学反应，从而使细胞壁和细胞受到破坏，使其失去活性。

[0042] 本发明结构简单，能够直接在大气压下操作、使用空气作为工作气体，可以在医疗、卫生、食品等行业使用。

[0043] 具体实施例二：等离子体表面改性

[0044] 由于塑料材料成本低廉、使用方便、易于消毒，所以利用它们作为组织培养的材料变得越来越普遍。然而，未经处理的材料表面具有疏水性，不能提供足够的结合点来使细胞和具有生物活性的分子有效的结合在它们的表面。

[0045] 将培养皿、培养瓶放入放电反应器中，放电产生等离子体，在放电反应器中处理10-15分钟。经等离子体处理的培养皿、培养瓶表面由疏水变为亲水，获得支持细胞黏附铺展的能力，提高细胞繁殖数量和速度，从而更适于细胞培养。

[0046] 该等离子体放电反应器适用于大规模细胞培养皿的处理，它能抑制孢子增生，提高亲代细胞和子代细胞培养的可靠性。

[0047] 具体实施例三：污染气体处理

[0048] 污染气体指的是烟道气和恶臭气体。将该反应器用于污染气体处理。如图4所示，它具有筒形集气罐，集气罐两端设有进气口和出气口，罐内设有放电反应器，放电反应器内、外电极间距为40mm。由于实际应用中污染气体流量较大，采用多个电晕放电单元并联平行放置，以增加污染气体的处理量，提高处理效率。

[0049] 本放电反应器在相同的外加电压和放电空间间隙中，因为有电晕电离效应，可以产生并传输更多的电荷，同时也输出更高的放电功率。放电时能获得更强的脉冲电压和电流，使得放电时的能量更加集中，这样有助于提高污染气体的处理效率。

[0050] 有害物质经过电晕放电单元处理，通过以下方式被去除：

[0051] (1) 较低能量的电子与空气中的颗粒和微生物碰撞，使之荷电，从而被静电场吸附清除；

[0052] (2) 能量较高的电子直接与化学物质碰撞，使之电离分解；

[0053] (3) 能量较高的电子与空气中多种成分相互作用，产生自由基，有害物质与自由基进行两体甚至散体碰撞变为无害物。

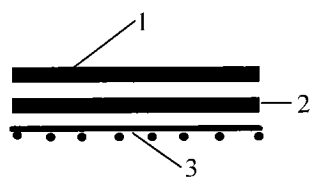


图 1

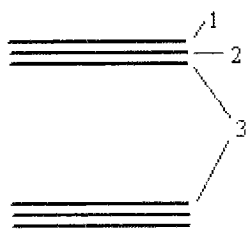


图 2a

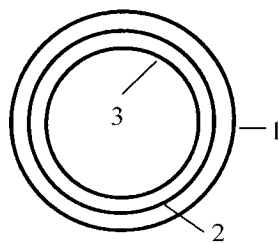


图 2b

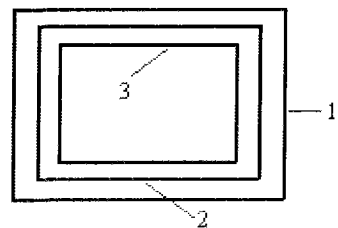


图 2c

图 2



图 3a

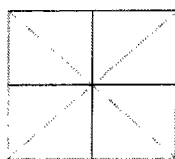


图 3b

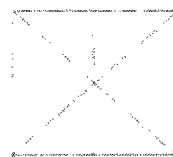


图 3c

图 3

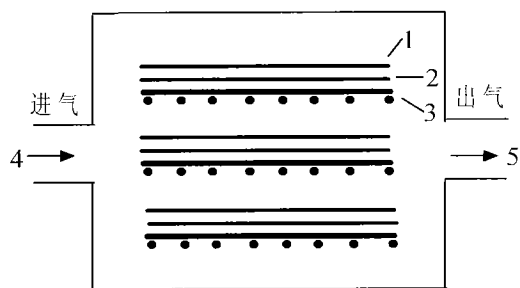


图 4