

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B01D 53/86 (2006.01)

F24F 3/16 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510114204.9

[45] 授权公告日 2008 年 7 月 23 日

[11] 授权公告号 CN 100404109C

[22] 申请日 2005.10.21

[21] 申请号 200510114204.9

[30] 优先权

[32] 2005.5.20 [33] CN [31] 200510011748.2

[73] 专利权人 清华大学

地址 100084 北京市 100084 - 82 信箱

[72] 发明人 杨学昌 周 飞 陈 波

[56] 参考文献

CN2586527Y 2003.11.19

CN2284105Y 1998.6.17

KR20040064819A 2004.7.21

审查员 郭彦华

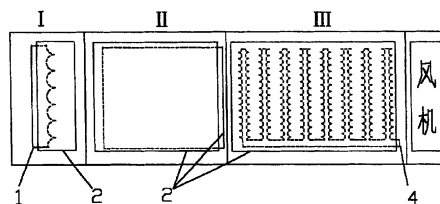
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

[54] 发明名称

等离子体放电催化空气净化器

[57] 摘要

等离子体放电催化空气净化器属于环境保护和医疗卫生领域，特别涉及到空气净化技术领域。其特征在於，该净化器含有等离子体放电催化区，该区利用等离子体放电产生等离子体和紫外光对半导体光催化剂进行催化，产生羟基自由基对有害气体进行降解和灭菌消毒。产生等离子体的电晕极是锯齿形、星形、芒刺形、鱼骨形、线电极、针电极等，负载有半导体光催化剂的电极是网电极、板电极、型板电极、管电极、蜂窝状电极等，半导体光催化剂是 TiO_2 、 ZnO 、 ZnS 、 Fe_2O_3 、 CdS 、 CdSe 或 WO_3 粒子，或上述催化剂的复合形式。本发明能够很好地除尘，并能有效地降解 VOC，灭菌消毒，是集三个功能于一体的新型空气净化器。



- 1、等离子体放电催化空气净化器，含有除尘区，其特征在于，在所述除尘区后还有一个等离子体放电催化区，该等离子体放电催化区是等离子体放电产生等离子体和紫外光对半导体光催化剂进行催化，产生羟基自由基对有害气体进行降解和灭菌消毒的等离子体放电催化区；所述等离子体放电催化区含有能够产生等离子体的电晕极和负载有半导体光催化剂的电极。
- 2、如权利要求1所述的等离子体放电催化空气净化器，其特征在于，等离子体放电催化区含有催化子区，该催化子区含有在气路的垂直方向上依次排列的电晕极和负载有半导体光催化剂的电极，所述负载有半导体光催化剂的电极之间相互并联，在两个相邻的负载有半导体光催化剂的电极之间有相互并联的电晕极。
- 3、如权利要求2所述的等离子体放电催化空气净化器，其特征在于，等离子体放电催化区含有两个或两个以上在气路上依次串联的催化子区，且相邻催化子区的电晕极和负载有半导体光催化剂的电极的位置是错开的。
- 4、如权利要求1所述的等离子体放电催化空气净化器，其特征在于，所述电晕极是锯齿形、星形、芒刺形、鱼骨形、线电极或针电极。
- 5、如权利要求1所述的等离子体放电催化空气净化器，其特征在于，所述负载有半导体光催化剂的电极是网电极、板电极、型板电极、管电极或蜂窝状电极。
- 6、权利要求1所述的等离子体放电催化空气净化器，其特征在于，所述半导体光催化剂是：
TiO₂、ZnO、ZnS、Fe₂O₃、CdS、CdSe或WO₃粒子，或
掺杂有贵金属Pt、Pd、Au、Rh或Ag中的任意一种或几种的TiO₂、ZnO、ZnS、Fe₂O₃、CdS、CdSe或WO₃粒子，或
由TiO₂、ZnO、ZnS、Fe₂O₃、CdS、CdSe或WO₃粒子间复合组成的复合半导体光催化剂，或
由TiO₂、ZnO、ZnS、Fe₂O₃、CdS、CdSe或WO₃粒子中的任意一种或几种与ZnO₂、HgS、PbS、AgI、SnO₂、SiO₂、ZrO₂或Al₂O₃中的任意一种或几种复合组成的复合半导体光催化剂。
- 7、如权利要求1所述的等离子体放电催化空气净化器，其特征在于，所述除尘区采用极不均匀电场的电晕放电产生等离子体，使尘埃荷电，电晕极是锯齿形、星形、芒刺形、鱼骨形、线电极或针电极，另一电极为板电极或型板电极。
- 8、如权利要求1所述的等离子体放电催化空气净化器，其特征在于，所述除尘区采用过滤除尘或吸附除尘。
- 9、如权利要求1所述的等离子体放电催化空气净化器，其特征在于，所述除尘区为双区，第一区为荷电区，第二区为收尘区。

等离子体放电催化空气净化器

技术领域：

等离子体放电催化空气净化器属于环境保护和医疗卫生领域，特别涉及到空气净化技术领域。

背景技术：

随着科技的进步和人类文明的发展，人类赖以生存的大气质量却在下降，尤其是室内空气污染还在日益加剧。室内空气污染主要是有害难降解有机化合物污染和微生物污染。这些污染会导致多种疾病，如白血病、癌症等。因此，如何创造一个清洁的人居绿色环境是关系到广大人民群众身体健康甚至生命安全的头等大事。

为了净化被污染的空气，人们研制了各种空气净化器。室内空气净化器主要是分为除尘式空气净化器、除菌式空气净化器和除挥发性有机化合物（VOC）式空气净化器三种类型。目前国内市场上销售的空气净化器主要是除尘式空气净化器，近几年出现的光触媒空气净化器虽然在原理上具有降解 VOC 的功能，但实际效率很不理想。

经检索，在现有文献中没有利用等离子体放电催化降解有害气体的净化技术。

发明内容：

本发明的目的在于，提出了一种等离子体放电催化空气净化技术，本发明能够很好地除尘，又能有效地降解 VOC，并能灭菌消毒，是集三个功能于一体的新型空气净化技术。

本发明的特征在于，在净化器的除尘区后还有一个等离子体放电催化区，该等离子体放电催化区是等离子体放电产生等离子体和紫外光对半导体光催化剂进行催化，产生羟基自由基对有害气体进行降解和灭菌消毒的等离子体放电催化区；所述等离子体放电催化区含有能够产生等离子体的电晕极和负载有半导体光催化剂的电极。

所述等离子体放电催化区含有催化子区，该催化子区含有在气路的垂直方向上依次排列的电晕极和负载有半导体光催化剂的电极，所述负载有半导体光催化剂的电极之间相互并联，在两个相邻的负载有半导体光催化剂的电极之间有相互并联的电晕极。

所述等离子体放电催化区含有两个或两个以上在气路上依次串联的催化子区，且相邻催化子区的电晕极和负载有半导体光催化剂的电极的位置是错开的。

所述电晕极是锯齿形、星形、芒刺形、鱼骨形、线电极或针电极。

所述负载有半导体光催化剂的电极是网电极、板电极、型板电极、管电极或蜂窝状电极。

所述半导体光催化剂是：

TiO₂、ZnO、ZnS、Fe₂O₃、CdS、CdSe 或 WO₃ 粒子，或

掺杂有贵金属 Pt、Pd、Au、Rh 或 Ag 中的任意一种或几种的 TiO₂、ZnO、ZnS、Fe₂O₃、

CdS、CdSe 或 WO_3 粒子, 或

由 TiO_2 、 ZnO 、 ZnS 、 Fe_2O_3 、CdS、CdSe 或 WO_3 粒子间复合组成的复合半导体光催化剂, 或

由 TiO_2 、 ZnO 、 ZnS 、 Fe_2O_3 、CdS、CdSe 或 WO_3 粒子中的任意一种或几种与 ZnO_2 、 HgS 、 PbS 、 AgI 、 SnO_2 、 SiO_2 、 ZrO_2 或 Al_2O_3 中的任意一种或几种复合组成的复合半导体光催化剂。

所述除尘区采用极不均匀电场的电晕放电产生等离子体, 使尘埃荷电, 电晕极是锯齿形、星形、芒刺形、鱼骨形、线电极或针电极, 另一电极为板电极或型板电极。

所述除尘区采用过滤除尘或吸附除尘。

所述除尘区为双区, 第一区为荷电区, 第二区为收尘区。

实验证明, 本发明所提出的等离子体放电催化空气净化器能有效除尘, 并有效降解 VOC 和灭菌消毒, 达到了预期的目的。

附图说明:

图 1 是三区等离子体放电催化空气净化器示意图, 图 1 (a) 为主视图, 图 1 (b) 为俯视图。

图 2 是另一种三区等离子体放电催化空气净化器的结构示意图, 图中催化区只有一个催化子区, 图 2 (a) 为主视图, 图 2 (b) 为俯视图。

图 3 是图 2 催化区含有 3 个催化子区的结构示意图。

上述图中 1 为锯齿形尖电极, 2 为板电极, 3 为网电极, 4 为锯齿形尖电极组。

具体实施方式:

本发明提出的“等离子体放电催化空气净化器”, 分为两个部分, 除尘区和等离子体放电催化区。除尘区又可分为单区除尘和双区除尘两种结构。对于单区除尘, 除尘区通过极不均匀电场的电晕放电产生等离子体, 等离子体附着于灰尘上并使灰尘在电场力和机械力(由风机或中央空调系统中风力产生)作用下作定向运动, 灰尘被吸附在电极上; 对于双区除尘, 除尘区又分为荷电区和收尘区, 其中荷电区与上述单区除尘的除尘区相同, 在荷电区中没有除净的灰尘在电场力和机械力作用下到达收尘区, 被收尘区的收尘电极吸附, 所以双区除尘的除尘效率比单区除尘的除尘效率高。除尘区也可以采用过滤和吸附形式。等离子体放电催化区将半导体光催化剂粒子(如 TiO_2 、 ZnO 、 ZnS 、 Fe_2O_3 、CdS、CdSe、 WO_3 等)采用抗氧化 AB 胶负载于不锈钢网电极(可以有多个顺序排列)上, 光催化剂粒子在极不均匀电场的电晕放电产生的等离子体(可产生大量等离子体和紫外光)催化下可产生大量的电子-空穴对, 空穴与催化剂表面的水反应生成氧化能力极强的羟基自由基。羟基自由基的氧化还原电位为 2.80V, 几乎与自然界中氧化能力最强的氟(其氧化还原电位为 2.87V)相当, 因此, 它可以氧化几乎所有的有机物, 甚至完全矿化, 同时, 羟基自由基可以有效地杀灭病菌病毒。由于该区采用极不均匀电场的电晕放电产生的等离子体和紫外光同时对催化剂进行催化, 其

催化作用要远高于单纯的光催化，因而降解 VOC 的效率和灭菌消毒效果要优于单纯的光催化。为了提高催化剂的催化能力，上述半导体光催化剂 TiO_2 、 ZnO 、 ZnS 、 Fe_2O_3 、 CdS 、 CdSe 、 WO_3 等中可以掺杂 Pt、Pd、Au、Rh、Ag 等贵金属；为了增大比表面积，提高反应速率，上述半导体光催化剂间可以复合组成复合半导体光催化剂，或上述半导体光催化剂可以与 ZnO_2 、 HgS 、 PbS 、 AgI 、 SnO_2 、 SiO_2 、 ZrO_2 、 Al_2O_3 等复合组成复合半导体光催化剂。

图 1 是三区等离子体放电催化空气净化器的内部结构示意图。

第 I 区为荷电区，采用极不均匀电场的电晕放电产生等离子体，使灰尘荷电，电晕电极是锯齿形尖电极，电晕电极也可以为星形、芒刺形、鱼骨形、线电极或针电极等；另一电极为板电极，也可以为型板电极等。电压可以为直流电压，或脉冲电压等。

第 II 区为收尘区，采用均匀电场或稍不均匀电场，电极为板电极，也可以是型板电极、柱形电极组合等。电压可以为直流电压，或脉冲电压等。

第 III 区为催化区，采用极不均匀电场的电晕放电产生等离子体和紫外光，同时对催化剂进行催化，其催化作用要远高于单纯的光催化，因而降解 VOC 的效率和灭菌消毒的效果要优于单纯的光催化。电晕电极是锯齿形尖电极，电晕电极也可以为星形、芒刺形、鱼骨形、线电极或针电极等。图中负载催化剂的电极为不锈钢网电极（可以有多个），也可以为板电极、型板电极、管电极或蜂窝状电极等，以利于空气流动；第 III 区的电极结构也可以与第 I 区相同，这时可将催化剂负载于板电极上。

另一种方案如图 2 所示，其中第 I 区和第 II 区与图 1 一致，第 III 区采用了另一种方式，由锯齿形尖电极组（或其它电晕极）和负载半导体催化剂的板电极（或其它电极）在气路的垂直方向上依次排列，板电极之间相互并联，在两个相邻的板电极之间有相互并联的锯齿形尖电极组。

图 2 中的催化区可以有两个或两个以上催化子区在气路上串联组成，如图 3 所示。每个子区的内部结构与图 2 的催化区一样，相邻催化子区之间的电极相互错开，即前一个催化子区的锯齿形尖电极组对应后一催化子区的板电极；前一催化子区的板电极对应后一催化子区的锯齿形尖电极组。这样通过前一催化子区锯齿形尖电极位置而未与板电极上半导体光催化剂接触的气体在后一催化子区中就有机会与半导体光催化剂接触，因而提高了降解 VOCs 和灭菌消毒的能力。如果在气路中设置一个紊流装置，效果会更好。

同样，图 2 和图 3 所示方案中的电晕极也可以是星形、芒刺形、鱼骨形、线电极或针电极等，负载催化剂的电极也可以是型板电极、柱形电极组合、网电极、管电极等。

图中的风机是为了使空气定向运动，如果使用在中央空调系统中，可以不用风机。

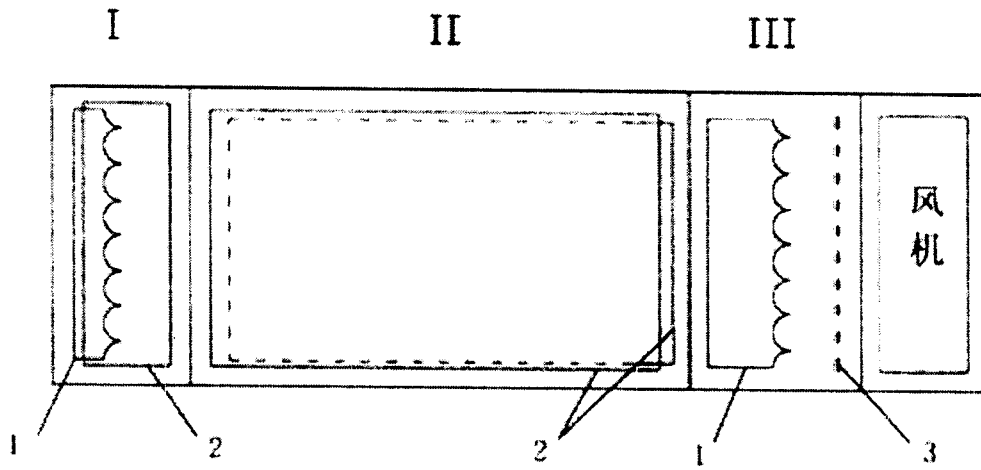


图 1 (a)

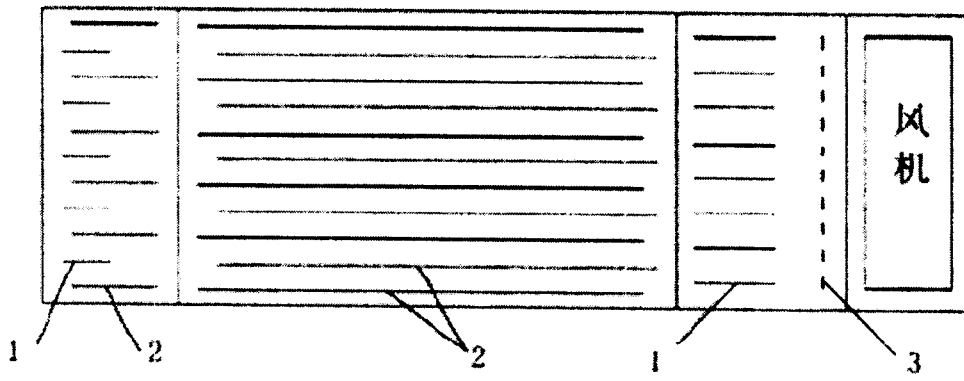


图 1 (b)

图 1

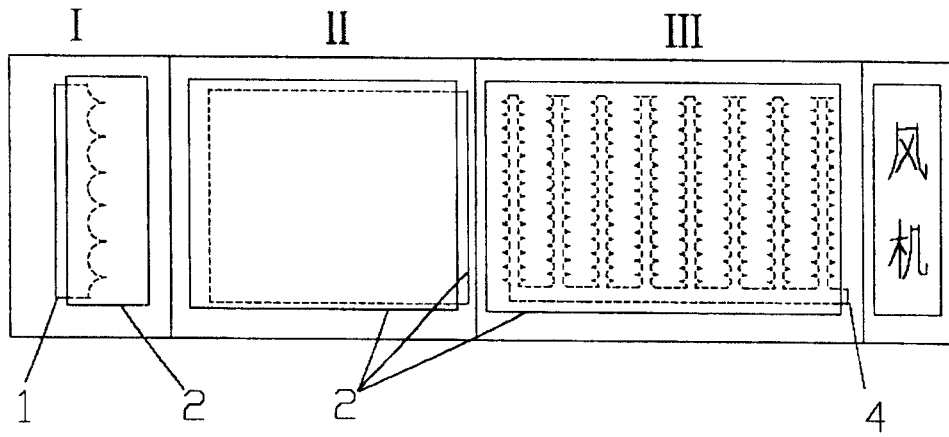


图 2 (a)

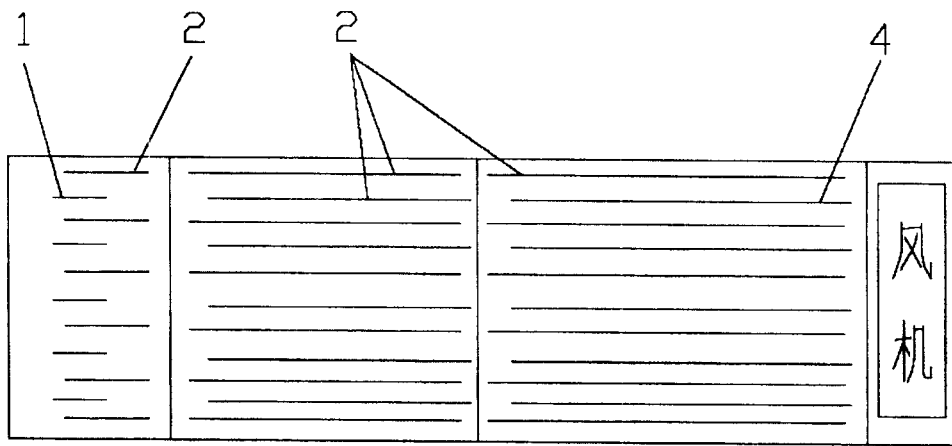


图 2 (b)

图2

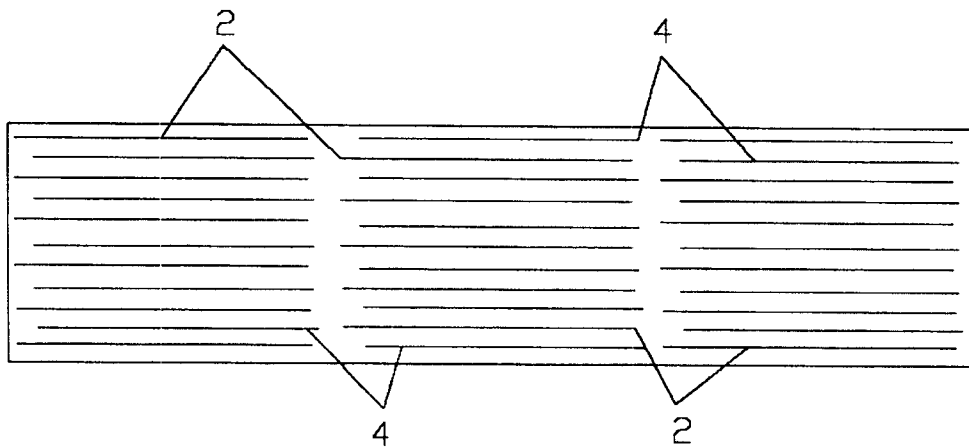


图 3