



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104587793 B

(45)授权公告日 2016.09.28

(21)申请号 201510001136.9

B01D 53/72(2006.01)

(22)申请日 2015.01.03

B01D 53/86(2006.01)

B01J 31/22(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104587793 A

(43)申请公布日 2015.05.06

(73)专利权人 浙江理工大学

地址 310018 浙江省杭州市下沙高教园区2号路

(56)对比文件

CN 204841342 U, 2015.12.09,

CN 103463974 A, 2013.12.25,

CN 203501334 U, 2014.03.26,

审查员 王文娟

(72)发明人 湛兴华 吕汪洋 王宇 林承浩

梁苏亮 张旭倩 陈文兴

(74)专利代理机构 杭州斯可睿专利事务所有限

公司 33241

代理人 周豪靖

(51)Int.Cl.

B01D 53/02(2006.01)

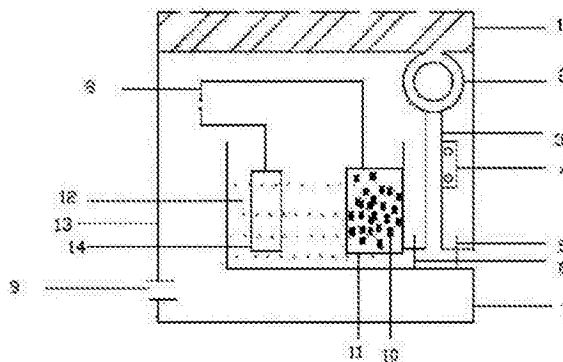
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种仿生催化去除甲醛的空气净化器

(57)摘要

一种仿生催化去除甲醛的空气净化器,包括器体,器体上方设至少一个空气进气口,器体下方侧面设至少一个出气口;器体内由上而下依次设置高效过滤层、鼓风机、高压导管、安装于高压导管内的空气质量检测器和电催化净化装置,所述高压导管连接单向导气阀门A和单向导气阀门B,单向导气阀门B与电催化净化装置的箱底相连,鼓风机将外界空气经过高压导管导入后,由单向导气阀门B进入电催化净化装置处理后从出气口排出。它采用的仿生电催化方法解决了传统吸附法除甲醛的吸附饱和的问题,采用吸附富集和原位电催化方法去除甲醛,方法新颖,并且设计简单,可以产业化生产,同时产品实用性强,能解人们的燃眉之急。



1. 一种仿生催化去除甲醛的空气净化器,包括壳体(13),其特征在于:壳体(13)上方设至少一个空气进气口,壳体(13)下方侧面设至少一个出气口(9);壳体内由上而下依次设置高效过滤层(1)、鼓风机(2)、高压导管(3)、安装于高压导管(3)内的空气质量检测器(4)和电催化净化装置,所述高压导管连接单向导气阀门A(5)和单向导气阀门B(6),单向导气阀门B(6)与电催化净化装置的箱底相连,鼓风机(2)将外界空气经过高压导管(3)导入后,由单向导气阀门B(6)进入电催化净化装置处理后从出气口排出;

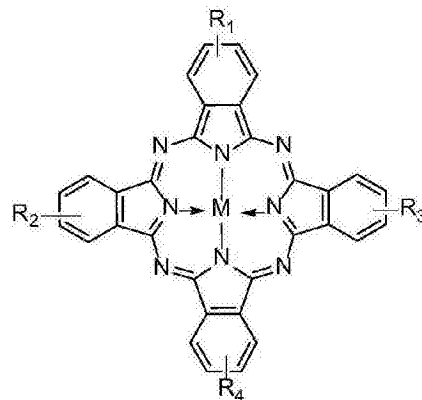
所述电催化净化装置包括阳极平板、阴极平板、电催化液(12)和细密金属网(11),阴阳两极间距离为1-6cm;

所述阳极平板为高纯石墨(14),阴极平板为负载金属酞菁催化剂的活性碳纤维(10),其外部用细密金属网(11)固定。

2. 根据权利要求1所述仿生催化去除甲醛的空气净化器,其特征在于所述电催化净化装置的输入电压为4-20V,输入电流为5mA-2A。

3. 根据权利要求1所述仿生催化去除甲醛的空气净化器,其特征在于所述电催化液(12)选用硫酸钠溶液,浓度为3-5%。

4. 根据权利要求1所述仿生催化去除甲醛的空气净化器,其特征在于所述负载金属酞菁催化剂的活性碳纤维,是含吡啶基团的改性碳纤维与金属酞菁之间是通过配位键方式结合,使用的金属酞菁特征具有式1结构,其中:M是锰、铁、钴、镍、铜过渡金属离子;R₁、R₂、R₃、R₄分别为-H、-NH₂、-COOH、-NO₂、-NHCOCH₃、-NHSO₃H、-SO₃H中的任意一种,



式1

所述的碳纤维直径在0.2-20 μ m之间,碳纤维形状是长丝状、短纤维状;碳纤维是预氧丝、碳化丝;所述负载的金属酞菁质量百分数为0.08-8%,负载的吡啶基团的质量分数为0.2-15%。

5. 根据权利要求4所述仿生催化去除甲醛的空气净化器,其特征在于所述负载金属酞菁催化剂的活性碳纤维的制备方法是:在反应温度为60-100 $^{\circ}$ C的条件下,将碳纤维分散于溶剂中,将充分溶解在溶剂中的4-氨基吡啶和缩合剂加入其中,搅拌反应2-48小时,反应完成后取出含吡啶基团的改性碳纤维,分别使用反应溶剂、N,N-二甲基甲酰胺、水、乙醇洗涤,80-100 $^{\circ}$ C烘干得改性碳纤维;接着在反应温度为40-80 $^{\circ}$ C的条件下,将改性碳纤维分散于溶剂中,将充分溶解在溶剂中的金属酞菁加入其中,搅拌反应2-48小时,反应完成后取出负载有金属酞菁的碳纤维,分别使用反应溶剂、N,N-二甲基甲酰胺、水、乙醇洗涤,80-100 $^{\circ}$ C烘干得仿生催化碳纤维。

6. 根据权利要求1所述仿生催化去除甲醛的空气净化器,其特征在于所述负载金属酞菁催化剂的活性碳纤维的制备方法是:在反应温度为50-100℃的条件下,将活性碳纤维分散于溶剂中,将充分溶解在溶剂中二氨基二苯二硫醚和缩合剂加入其中,搅拌反应2-48小时,反应完成后取出负载有二苯二硫醚的活性碳纤维,分别使用反应溶剂、N,N-二甲基甲酰胺、水、乙醇、丙酮洗涤,60-100℃烘干得含二苯二硫醚基团的改性活性碳纤维;接着在反应温度为20-60℃的条件下,将含二苯二硫醚基团的改性活性碳纤维分散于溶剂中,将充分溶解在溶剂中的三苯基磷加入其中,搅拌反应2-12小时,反应完成后取出,分别使用反应溶剂、N,N-二甲基甲酰胺、水、乙醇、丙酮洗涤,60-100℃烘干得含苯硫酚基团的改性活性碳纤维;然后在反应温度为40-80℃的条件下,将含苯硫酚基团的改性活性碳纤维分散于溶剂中,将充分溶解在溶剂中的金属酞菁和有机碱加入其中,搅拌反应2-48小时,反应完成后取出负载有金属酞菁的活性碳纤维,分别使用反应溶剂、N,N-二甲基甲酰胺、水、乙醇洗涤,20-100℃烘干制得配位键合金属酞菁的催化活性碳纤维。

7. 根据权利要求6所述仿生催化去除甲醛的空气净化器,其特征在于所述有机碱是乙醇胺、二乙醇胺或三乙胺。

8. 根据权利要求5或6所述仿生催化去除甲醛的空气净化器,其特征在于所述缩合剂是亚硝酸异戊酯;所述溶剂是:N,N-二甲基甲酰胺、二甲基亚砷、乙腈、无水乙醇、N-甲基吡咯烷酮、N,N-二甲基乙酰胺或者四氢呋喃。

一种仿生催化去除甲醛的空气净化器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种空气净化器,尤其是一种仿生催化去除甲醛的空气净化器,属于日常生活防护用品领域。

背景技术

[0002] 甲醛是目前居室的最大污染源。甲醛(分子式:HCHO)亦称蚁醛,是最简单的醛类,通常情况下是一种可燃、无色及有刺激性的气体。易溶于水、醇和醚。甲醛为较高毒性的物质,已经被世界卫生组织确定为致癌和致畸形物质,是公认的变态反应源,也是潜在的强致突变物之一。长期接触低剂量甲醛可引起慢性呼吸道疾病,引起鼻咽癌、结肠癌、脑瘤、月经紊乱、细胞核的基因突变,DNA单链内交连和DNA与蛋白质交连及抑制DNA损伤的修复、妊娠综合症、引起新生儿染色体异常、白血病,引起青少年记忆力和智力下降。在所有接触者中,儿童和孕妇对甲醛尤为敏感,危害也就更大,浓度更高时可引起恶心呕吐,咳嗽胸闷,气喘、肺水肿、甚至会立即致人死亡。

[0003] 居室内甲醛的主要来源是室内装修和购买家具。由于装修和家具制造要使用大量人造板材(如胶合板、大芯板、中纤板、刨花板、强化地板和复合木地板等),而生产人造板需大量使用以甲醛为原料制造的胶粘剂,由于胶粘剂中的甲醛释放期很长,一般长达15年,导致甲醛成为室内空气中的主要污染物。

[0004] 为了消除室内甲醛对人体的危害,需要选购适当空气净化器来解决这个问题。所谓空气净化器是一种能净化空气的一种工具。即通过自身的风机或者外界的风机使室内的空气不断经过空气净化器,污浊的空气在经过净化模块时,通过活性炭网、高压静电、光催化,电催化等技术,逐渐将空气中的有毒气体和颗粒物质去除,最后干净的空气由出风口送出。空气净化器按照净化技术可分为物理吸附、光催化、化学络合、负离子等技术。

[0005] 从市场现有空气净化器来看,去除甲醛的功能不尽人意,或多或少存在下列问题:1、去除能力有限而且速度很慢,例如吸附剂吸附法;2、去除能力强但会引起环境的二次污染,例如臭氧氧化法和化学络合法;3、去除能力强但构造复杂动力消耗大,成本高昂,例如光催化法。

[0006] 金属酞菁是一种结构类似金属卟啉,具有大 π 共轭结构的化合物,它有很好的化学稳定性且可合成多种金属酞菁衍生物,作为催化剂有很大的应用前景。金属酞菁负载到载体上,可以实现金属酞菁异相催化的优点,活性碳纤维材料是一类可传导电子的纤维材料,同时具有较强的吸附作用。将金属酞菁负载到活性碳纤维上,可以将甲醛高效吸附去除,通过电催化可以原位分解甲醛,实现再生。

发明内容

[0007] 本发明要解决的技术问题是克服上述背景技术的不足,目的是提供一种能快速高效去除甲醛并且环境友好、耗电低、快速高效去除甲醛的空气净化器。

[0008] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案是:

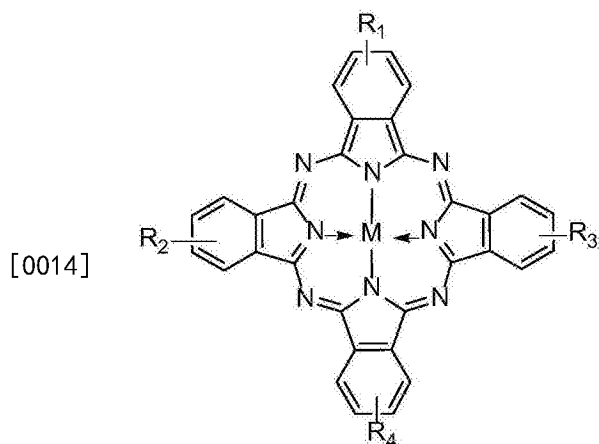
[0009] 一种仿生催化去除甲醛的空气净化器,包括壳体,壳体上方设有至少一个空气进气口,壳体下方侧面设有至少一个出气口;壳体内由上而下依次设置高效过滤层、鼓风机、高压导管、安装于高压导管内的空气质量检测器和电催化净化装置,高压导管一端与鼓风机相连,另一端连接单向导气阀门A和单向导气阀门B,单向导气阀门B与电催化净化装置的箱底相连,鼓风机将外界空气经过高压导管导入后,由单向导气阀门B进入电催化净化装置后从出气口排出。

[0010] 所述电催化净化装置包括阳极平板、阴极平板、电催化液和细密金属网,阴阳两级间距离为1-6cm。

[0011] 所述阳极平板为高纯石墨,阴极平板为负载金属酞菁催化剂的活性碳纤维,其外部用细密金属网固定。

[0012] 所述电催化净化装置的输入电压为4-20V,输入电流5mA-2A。所述电催化液选用硫酸钠溶液,浓度为3-5%。

[0013] 所述负载金属酞菁催化剂的活性碳纤维,是含吡啶基团的改性碳纤维与金属酞菁之间是通过配位键方式结合,使用的金属酞菁特征具有式1结构,其中:M可以是锰、铁、钴、镍、铜过渡金属离子; R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 分别为-H、-NH₂、-COOH、-NO₂、-NHCOCH₃、-NHSO₃H、-SO₃H中的任意一种,



式1

[0015] 所述的碳纤维直径在0.2-20 μ m之间,碳纤维形状是长丝状、短纤维状以及短切纤维状的碳纤维或活性碳纤维;碳纤维是预氧丝、碳化丝、成品丝。所述负载的金属酞菁质量百分数为0.08-8%,负载的吡啶基团的质量分数为0.2-15%。

[0016] 所述负载金属酞菁催化剂的活性碳纤维的制备方法是:在反应温度为60-100 $^{\circ}$ C的条件下,将碳纤维分散于溶剂中,将充分溶解在溶剂中的4-氨基吡啶和缩合剂加入其中,搅拌反应2-48小时,反应完成后取出含吡啶基团的改性碳纤维,分别使用反应溶剂、N,N-二甲基甲酰胺、水、乙醇洗涤,80-100 $^{\circ}$ C烘干得改性碳纤维;接着在反应温度为40-80 $^{\circ}$ C的条件下,将改性碳纤维分散于溶剂中,将充分溶解在溶剂中的金属酞菁加入其中,搅拌反应2-48小时,反应完成后取出负载有金属酞菁的碳纤维,分别使用反应溶剂、N,N-二甲基甲酰胺、水、乙醇洗涤,80-100 $^{\circ}$ C烘干得仿生催化碳纤维。

[0017] 所述负载金属酞菁催化剂的活性碳纤维的制备方法是:在反应温度为50-100 $^{\circ}$ C的条件下,将活性碳纤维分散于溶剂中,将充分溶解在溶剂中二氨基二苯二硫醚和缩合剂加

入其中,搅拌反应2-48小时,反应完成后取出负载有二苯二硫醚的活性碳纤维,分别使用反应溶剂、N,N-二甲基甲酰胺、水、乙醇、丙酮洗涤,60-100℃烘干得含二苯二硫醚基团的改性活性碳纤维;接着在反应温度为20-60℃的条件下,将含二苯二硫醚基团的改性活性碳纤维分散于溶剂中,将充分溶解在溶剂中的三苯基膦加入其中,搅拌反应2-12小时,反应完成后取出,分别使用反应溶剂、N,N-二甲基甲酰胺、水、乙醇、丙酮洗涤,60-100℃烘干得含苯硫酚基团的改性活性碳纤维;然后在反应温度为40-80℃的条件下,将含苯硫酚基团的改性活性碳纤维分散于溶剂中,将充分溶解在溶剂中的金属酞菁和有机碱加入其中,搅拌反应2-48小时,反应完成后取出负载有金属酞菁的活性碳纤维,分别使用反应溶剂、N,N-二甲基甲酰胺、水、乙醇洗涤,20-100℃烘干制得配位键合金属酞菁的催化活性碳纤维。

[0018] 所述有机碱是乙醇胺、二乙醇胺或三乙胺。

[0019] 所述缩合剂是亚硝酸异戊酯;所述溶剂是:N,N-二甲基甲酰胺、二甲基亚砷、乙腈、无水乙醇、N-甲基吡咯烷酮、N,N-二甲基乙酰胺或者四氢呋喃。

[0020] 本发明的工作过程是:

[0021] (1)含有甲醛的空气经过高效过滤层通过空气净化器的鼓风机从电催化净化装置的底部吹入,气流经过高压导管压力达到1-7KPa。

[0022] (2)进入电催化液为3-5%Na₂SO₄的电催化净化装置,在鼓风机和高压导管的作用下,含有甲醛的空气与电催化液充分接触并溶解。

[0023] (3)设定电催化净化装置的电压为4-20V,电流为5mA-2A的直流电流,使溶解于电催化液中的甲醛被电催化去除。

[0024] (4)电催化净化装置以高纯石墨为阳极,将负载了金属酞菁催化剂的活性碳纤维作为阴极,气体由高压导管鼓入,空气在这一过程中经过高效过滤层过滤掉灰层,毛发,花粉等颗粒物。带动电催化液的流动,在催化剂的作用下,甲醛与空气中的氧气反应去除甲醛。

[0025] (5)鼓风机内装空气质量检测器(甲醛),当鼓入的空气检测达标时则直接开启导管另一侧阀门排出空气净化装置,电催化装置在此同时停止工作,以达到节约能源的目的。

[0026] 本发明其气体的运动流程可概括如下:

[0027] 若空气中甲醛含量不达标:

[0028] 室内空气→壳体空气进口→高效过滤层→鼓风机→高压导管→甲醛检测器→单向导气阀门A→电催化净化装置→出气口→室内空间。

[0029] 若空气中甲醛含量不达标:

[0030] 室内空气→壳体空气进口→高效过滤层→鼓风机→高压导管→甲醛检测器→单向导气阀门B→室内空气。

[0031] 本发明的有益效果是:(1)能把空气中的甲醛进行催化氧化、反复富集和催化分解去除达到空气的快速净化。金属酞菁催化剂负载到活性碳纤维上,可以高效吸附甲醛,加速甲醛的去除,该负载型活性碳纤维催化剂能实现原位催化和再生,催化剂可循环使用,无二次污染。

[0032] (2)催化剂不容易脱离载体堵塞装置,保证电解液和空气的充分接触。

[0033] (3)催化剂实现原位再生,可循环使用,不用定期更换,节省成本,环保。

[0034] (4)本发明涉及的仿生电催化方法解决了传统吸附法除甲醛的吸附饱和的问题,

采用吸附富集和原位电催化方法去除甲醛,方法新颖。

[0035] (5)本发明设计简单,可以产业化生产,同时产品实用性强,能解人们的燃眉之急。

附图说明

[0036] 图1为本发明的结构示意图。

具体实施方式

[0037] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例及附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围,不应理解为对本申请的限制。

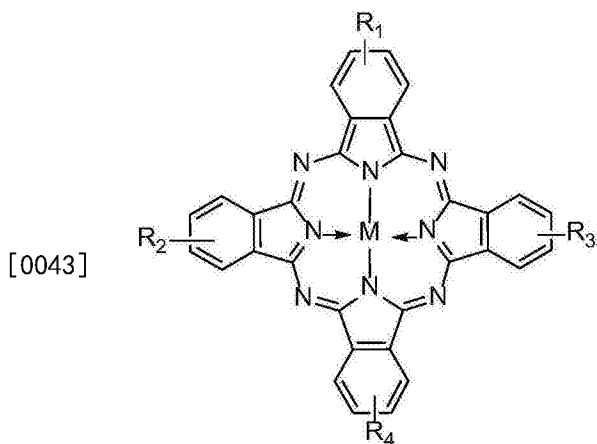
[0038] 如图1所示,一种仿生催化去除甲醛的空气净化器,包括壳体13,壳体13上方设至少一个空气进气口,壳体下方侧面设至少一个出气口9;壳体13内由上而下依次设置高效过滤层1、鼓风机2、高压导管3、安装于高压导管内的空气质量检测器4和电催化净化装置,高压空气导管一端与鼓风机连接,另一端与单向导气阀门A5和单向导气阀门B6连接,单向导气阀门B6与电催化净化装置的箱底相连,鼓风机2将外界空气经过高压导管3导入后,由单向导气阀门B6进入电催化净化装置后从出气口排出。电催化液12在高压气流的作用下快速翻动,将甲醛富集在活性炭纤维上。

[0039] 本发明所述电催化净化装置包括电源8、阳极平板、阴极平板、电催化液12和细密金属网11,阴阳两级间距离为1-6cm,优选为3cm。所述阳极平板为高纯石墨14,阴极平板为负载金属酞菁催化剂的活性炭纤维10,其外部用细密金属网11固定,不会堵塞电催化液循环装置,也不会随空气进入环境。所述电催化净化装置的输入电压为4-20V,输入电流5mA-2A。所述电催化液12选用硫酸钠溶液,浓度为3-5%。

[0040] 在通入直流电流时,从空气净化装置的底部吹入1-7KPa的高压气流,使反应器内的电催化液翻动,使空气中的甲醛加速溶解到电解液,同时使电解液中的甲醛富集到活性炭纤维上,通过金属酞菁把甲醛氧化成CO₂和H₂O,不引起环境二次污染。

[0041] 空气在高压导管3内部经空气质量检测器4检测,若空气中甲醛含量达标,则直接从单向导气阀门A5排出,若甲醛检测超标,则由高压导管3从单向导气阀门B6导入空气净化装置中与电催化液12充分混合。

[0042] 所述负载金属酞菁催化剂的活性炭纤维,是含吡啶基团的改性碳纤维与金属酞菁之间是通过配位键方式结合,使用的金属酞菁特征具有式1结构,其中:M可以是锰、铁、钴、镍、铜过渡金属离子;R₁、R₂、R₃、R₄分别为-H、-NH₂、-COOH、-NO₂、-NHCOCH₃、-NHSO₃H、-SO₃H中的任意一种



式1

[0044] 所述的碳纤维直径在0.2-20 μm 之间,碳纤维形状是长丝状、短纤维状以及短切纤维状的碳纤维或活性碳纤维;碳纤维是预氧丝、碳化丝、成品丝。所述负载的金属酞菁质量百分数为0.08-8%,负载的吡啶基团的质量分数为0.2-15%。

[0045] 所述负载金属酞菁催化剂的活性碳纤维的制备方法是:在反应温度为60-100 $^{\circ}\text{C}$ 的条件下,将碳纤维分散于溶剂中,将充分溶解在溶剂中的4-氨基吡啶和缩合剂加入其中,搅拌反应2-48小时,反应完成后取出含吡啶基团的改性碳纤维,分别使用反应溶剂、N,N-二甲基甲酰胺、水、乙醇洗涤,80-100 $^{\circ}\text{C}$ 烘干得改性碳纤维;接着在反应温度为40-80 $^{\circ}\text{C}$ 的条件下,将改性碳纤维分散于溶剂中,将充分溶解在溶剂中的金属酞菁加入其中,搅拌反应2-48小时,反应完成后取出负载有金属酞菁的碳纤维,分别使用反应溶剂、N,N-二甲基甲酰胺、水、乙醇洗涤,80-100 $^{\circ}\text{C}$ 烘干得仿生催化碳纤维。

[0046] 所述负载金属酞菁催化剂的活性碳纤维的制备方法是:在反应温度为50-100 $^{\circ}\text{C}$ 的条件下,将活性碳纤维分散于溶剂中,将充分溶解在溶剂中二氨基二苯二硫醚和缩合剂加入其中,搅拌反应2-48小时,反应完成后取出负载有二苯二硫醚的活性碳纤维,分别使用反应溶剂、N,N-二甲基甲酰胺、水、乙醇、丙酮洗涤,60-100 $^{\circ}\text{C}$ 烘干得含二苯二硫醚基团的改性活性碳纤维;接着在反应温度为20-60 $^{\circ}\text{C}$ 的条件下,将含二苯二硫醚基团的改性活性碳纤维分散于溶剂中,将充分溶解在溶剂中的三苯基膦加入其中,搅拌反应2-12小时,反应完成后取出,分别使用反应溶剂、N,N-二甲基甲酰胺、水、乙醇、丙酮洗涤,60-100 $^{\circ}\text{C}$ 烘干得含苯硫酚基团的改性活性碳纤维;然后在反应温度为40-80 $^{\circ}\text{C}$ 的条件下,将含苯硫酚基团的改性活性碳纤维分散于溶剂中,将充分溶解在溶剂中的金属酞菁和有机碱加入其中,搅拌反应2-48小时,反应完成后取出负载有金属酞菁的活性碳纤维,分别使用反应溶剂、N,N-二甲基甲酰胺、水、乙醇洗涤,20-100 $^{\circ}\text{C}$ 烘干制得配位键合金属酞菁的催化活性碳纤维。

[0047] 所述有机碱是乙醇胺、二乙醇胺或三乙胺。

[0048] 所述缩合剂是亚硝酸异戊酯;所述溶剂是:N,N-二甲基甲酰胺、二甲基亚砷、乙腈、无水乙醇、N-甲基吡咯烷酮、N,N-二甲基乙酰胺或者四氢呋喃。

[0049] 本发明的工作过程是:

[0050] (1)含有甲醛的空气经过高效过滤层通过空气净化器的鼓风机从电催化净化装置的底部吹入,气流经过高压导管压力达到1-7KPa。

[0051] (2)进入电催化液为3-5%Na₂SO₄的电催化净化装置,在鼓风机和高压导管的作用

下,含有甲醛的空气与电催化液充分接触并溶解。

[0052] (3)设定电催化净化装置的电压为4-20V,电流为5mA-2A的直流电流,使溶解于电催化液中的甲醛被电催化去除。

[0053] (4)电催化净化装置以高纯石墨为阳极,将负载了金属酞菁催化剂的活性碳纤维作为阴极,气体由高压导管鼓入,带动电催化液的流动,在催化剂的作用下,甲醛与空气中的氧气反应去除甲醛。

[0054] (5)鼓风机内装空气质量检测器(甲醛),当鼓入的空气检测达标时则直接开启导管另一侧阀门排出空气净化装置,电催化装置在此同时停止工作,以达到节约能源的目的。

[0055] 最后应当说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

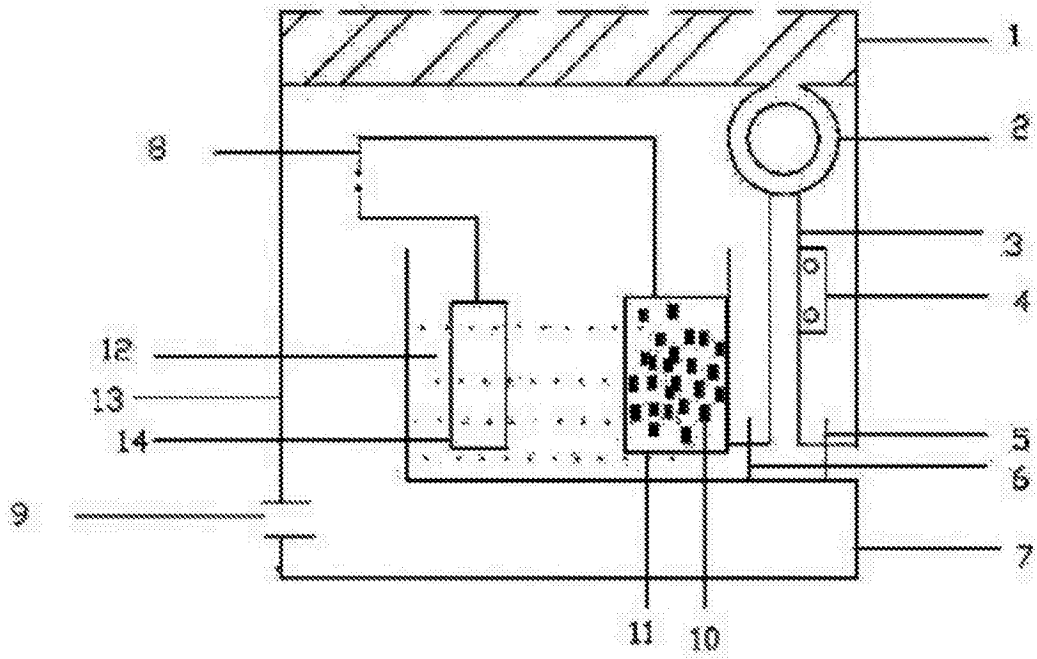


图1