



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105523615 B

(45)授权公告日 2018.10.26

(21)申请号 201610051317.7

(22)申请日 2016.01.26

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105523615 A

(43)申请公布日 2016.04.27

(73)专利权人 同济大学

地址 200092 上海市杨浦区四平路1239号

(72)发明人 潘碌亭 董恒杰 王九成 韩悦

(74)专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225

代理人 林君如

(51)Int.Cl.

C02F 1/467(2006.01)

(56)对比文件

CN 102583658 A,2012.07.18,全文.

CN 204162481 U,2015.02.18,说明书具体实施方式及附图1-4.

JP 2005193196 A,2005.07.21,全文.

CN 100999347 A,2007.07.18,全文.

曹立伟等.“微电解填料的研究进展”.《现代化工》.2015,第35卷(第6期),第13-17页.

审查员 李哲

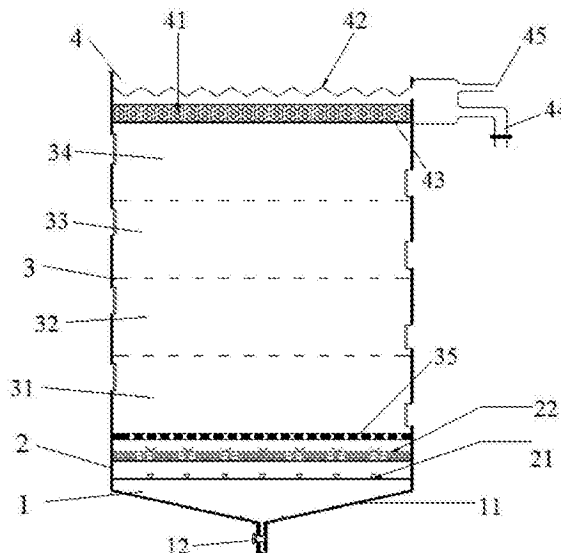
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种多级强化催化氧化还原曝气内电解反应器及其应用

(57)摘要

本发明涉及一种多级强化催化氧化还原曝气内电解反应器及其应用,所述的反应器从下到上依次设置沉淀层(1)、进水布气层(2)、多级填料层(3)和出水层(4),所述的多级填料层(3)内装填有内置内电解填料的填料球;反应器处理废水时,待处理废水先加酸调节pH值为3,再从进水布气层(2)进入反应器中。与现有技术相比,本发明具有填料更换方便、内电解反应充分、节省反应器空间、与处理效果好等优点。



1. 一种多级强化催化氧化还原曝气内电解反应器,用于处理废水,其特征在于,所述的反应器从下到上依次设置沉淀层(1)、进水布气层(2)、多级填料层(3)和出水层(4),所述的多级填料层(3)内装填有内置内电解填料的填料球;

所述的填料球以及设置在填料球中的内电解填料满足:填料球中内电解填料充分反应后,填料球上浮;填料球中内电解填料未充分反应时,填料球下沉;

所述的填料球的表面分布有用于使待处理废水与内电解填料充分接触的微孔,该微孔的孔径小于内电解填料的粒径。

2. 根据权利要求1所述的一种多级强化催化氧化还原曝气内电解反应器,其特征在于,所述的多级填料层(3)由从下到上依次设置的第一级填料层(31)、第二级填料层(32)、第三级填料层(33)和第四级填料层(34)组成。

3. 根据权利要求2所述的一种多级强化催化氧化还原曝气内电解反应器,其特征在于,所述的第一级填料层(31)、第二级填料层(32)、第三级填料层(33)和第四级填料层(34)的高度以及填料球的装载量满足:废水处理过程中,第一级填料层(31)中的pH值不超过3.5,第二级填料层(32)中的pH值不超过4.5,第三级填料层(33)中的pH值不超过5.5,第四级填料层(34)中的pH值不超过6.5。

4. 根据权利要求1所述的一种多级强化催化氧化还原曝气内电解反应器,其特征在于,所述的进水布气层(2)包括布气组件(21)和设置在布气组件(21)上的进水组件(22),所述的布气组件(21)由多根连接外部进气部件的布气管(211)朝同一圆心间隔排列而成,所述的进水组件(22)由多根连接外部进水部件的进水管(221)朝同一圆心间隔排列而成。

5. 根据权利要求4所述的一种多级强化催化氧化还原曝气内电解反应器,其特征在于,所述的布气管(211)的上部表面上设有多个并排设置的布气孔单元,该布气孔单元由布气孔(212)均匀间隔设置而成,相邻两组的布气孔单元上的布气孔(212)错位设置;

所述的进水管(221)的上部表面上设有多个并排设置的进水孔单元,该进水孔单元由进水孔(222)均匀间隔设置而成,相邻两组的进水孔单元上的进水孔(222)错位布置。

6. 根据权利要求1所述的一种多级强化催化氧化还原曝气内电解反应器,其特征在于,所述的出水层(4)包括平铺于多级填料层(3)上方的用于消除泡沫的过滤袋(41),以及设置在过滤袋(41)组件上的用于均匀收集出水的集水堰(42),集水堰(42)的出水口分别连接泡沫出口(45)和液体出口(44),所述的过滤袋(41)的形状与反应器的内截面匹配一致。

7. 根据权利要求1所述的一种多级强化催化氧化还原曝气内电解反应器,其特征在于,所述的沉淀层(1)在底部设有呈漏斗形的污泥收集组件(11),该污泥收集组件(11)的排污口处设有用于控制开关的排污螺丝(12)。

8. 如权利要求1~7任一所述的多级强化催化氧化还原曝气内电解反应器用于处理废水,其特征在于,处理废水时,待处理废水先加酸调节pH值为3,再从进水布气层(2)进入反应器中。

## 一种多级强化催化氧化还原曝气内电解反应器及其应用

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种内电解反应器及其应用,尤其是涉及一种多级强化催化氧化还原曝气内电解反应器及其应用。

### 背景技术

[0002] 微电解是以铁和碳构成原电池,通过正负极上发生的复杂的氧化还原反应,并利用原电池自身的电富集物理吸附及絮凝等作用提高废水的可生化性,以达到废水预处理的的目的。

[0003] 近几年国内对内电解法研究越来越多,特别在对电镀、印染及化工染料等废水的处理上应用广泛,并得到了工程化应用,但生产性内电解法反应器多为滤池形式,有的采用钢衬玻璃钢设备,有的采用钢筋混凝土构筑物。查到已有的曝气内电解反应器(专利号 ZL200520098793.1)和强氧化内电解反应器(专利号 ZL20032011500.3),都采用内装铁碳材料,池底设有大阻力配水系统。该种形式内电解法反应器实际应用中存在下列问题:

[0004] (1) 填料更换困难

[0005] 内电解反应器中,碳作为阴极不消耗,铁作为阳极转化为铁离子进入水中,因此内电解主要消耗铁,随着反应时间的推移,铁屑不断被消耗,当铁屑减少到一定程度后将会影响内电解的处理效果,必须补充铁屑。如果从池顶直接投加铁屑,新铁屑和碳粒不能充分混合均匀,影响内电解的处理效果。如果将填料全部清出,重新装入混合好的新填料,这一过程在实际过程中工作量非常大,同时需要较大的场地,实施较为困难。

[0006] (2) 反应柱堵塞

[0007] 随内电解法絮凝床运行时间的增长,填料中会附聚越来越多的悬浮物,加上金属氢氧化物的浓集和对悬浮物吸附作用,将会堵塞填料孔隙。因此需定期反冲洗,由于铁屑比重较大,需要非常大的反冲洗强度。因而工程中必须配套较大的设备,增大了投资成本。

[0008] (3) 铁屑结块

[0009] 内电解法絮凝床中,最常用的填料为钢铁屑和铸铁屑,钢铁屑含碳量较低,内电解反应较慢,处理效果差;铸铁屑含碳量高,处理效果好,但铁屑强度低,易压碎,随着处理时间的增加,铁屑的粒径逐渐减小,由于铸铁屑强度低,易被压碎成粉末状而结块,使内电解法絮凝床出现沟流,处理效率降低。

[0010] (4) 污泥处理

[0011] 内电解法通常在酸性条件下进行,酸性条件下铁屑消耗量大,反调pH过程中将产生大量铁泥,给污泥脱水工序增加一定负担,污泥中含有大量铁给污泥的处置带来一定问题。目前一般将废渣送至炼铁厂处置或掺合制作建筑材料,还考虑用铁泥制作磁性材料,关于铁泥的处置问题还有待于深入研究和实践。

[0012] (5) 工程放大后,处理效果下降

[0013] 反应器的构造设计是否合理,直接影响微电解反应效果的好坏。一般,在实验室所进行的微电解实验大多在较小的容器内,污水可以和填料充分接触,反应比较充分;但是,

当微电解应用到实际工程中,由于反应器尺寸的放大,反应条件的变化,使得反应过程中容易发生短流、死角、铁屑板结,造成反应不充分,处理效果明显下降。

[0014] (6) 日常维护及运行成本高

[0015] 微电解反应器主要分为固定床和搅拌床两类。固定床就是将铁屑和碳粉颗粒固定在床体内,使废水通过床层中的铁碳填料层发生微电解反应。搅拌床一般采用搅拌机将废水与铁屑和碳粒混合。无论是固定床还是搅拌床都存在铁屑板结问题,影响处理效果,板结问题给设备的日常维护和运行带来了很大困难,导致维护费用及运行成本增加。

[0016] (7) 能耗高、处理效率低

[0017] 微电解技术之所以得以广泛应用,就是在于它的能耗低、效率高。然而普通的微电解反应器存在很多不足,导致实际工程反应过程中混合、传质、扩散效果不佳,致使配套设备能耗增加,药耗和设备的运行费用增加。

## 发明内容

[0018] 本发明的目的就是为了解决上述现有技术存在的缺陷而提供一种多级强化催化氧化还原曝气内电解反应器及其应用。

[0019] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0020] 一种多级强化催化氧化还原曝气内电解反应器,用于处理废水,所述的反应器从下到上依次设置沉淀层、进水布气层、多级填料层和出水层,所述的多级填料层内装填有内置内电解填料的填料球。

[0021] 所述的填料球以及设置在填料球中的内电解填料满足:填料球中内电解填料充分反应后,填料球上浮;填料球中内电解填料未充分反应时,填料球下沉。

[0022] 所述的填料球的表面分布有用于使待处理废水与内电解填料充分接触的微孔,该微孔的孔径小于内电解填料的粒径。

[0023] 所述的多级填料层由从下到上依次设置的第一级填料层、第二级填料层、第三级填料层和第四级填料层组成。

[0024] 所述的第一级填料层、第二级填料层、第三级填料层和第四级填料层的高度以及填料球的装载量满足:废水处理过程中,第一级填料层中的pH值不超过3.5,第二级填料层中的pH值不超过4.5,第三级填料层中的pH值不超过5.5,第四级填料层中的pH值不超过6.5。

[0025] 所述的进水布气层包括布气组件和设置在布气组件上的进水组件,所述的布气组件由多根连接外部进气部件的布气管朝同一圆心间隔排列而成,所述的进水组件由多根连接外部进水部件的进水管朝同一圆心间隔排列而成。

[0026] 所述的布气管的上部表面上设有多组并排设置的布气孔单元,该布气孔单元由布气孔均匀间隔设置而成,相邻两组的布气孔单元上的布气孔错位设置;

[0027] 所述的进水管的上部表面上设有多组并排设置的进水孔单元,该进水孔单元由进水孔均匀间隔设置而成,相邻两组的进水孔单元上的进水孔错位布置。

[0028] 所述的出水层包括平铺于多级填料层上方的用于消除泡沫的过滤袋,以及设置在过滤袋组件上的用于均匀收集出水的集水堰,集水堰的出水口分别连接泡沫出口和液体出口,所述的过滤袋的形状与反应器的内截面匹配一致。

[0029] 所述的沉淀层在底部设有呈漏斗形的污泥收集组件,该污泥收集组件的排污口处设有用于控制开关的排污螺丝。

[0030] 多级强化催化氧化还原曝气内电解反应器用于处理废水,处理废水时,待处理废水先加酸调节pH值为3,再从进水布气层进入反应器中。

[0031] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0032] (1) 填料利用充分,填料更换方便:本发明中的多级填料层中的内电解填料是通过设置在填料球中加入的,这样使得内电解填料以填料球单元的形式参与内电解反应,不仅能够保证较大的反应参与表面积,还能有效的防止大量的填料在反应过程中的结块、堵塞等问题,此外,填料球随着内电解填料在内电解反应消耗,填料球相对密度变小,在水力作用和气浮作用下而逐渐上浮至每层上部,反应一段时间需要更换填料时,停止进水,通过每层进出口将其排出,然后通过每层进出口根据需要补充部分新填料球。新的填料球和未充分反应的填料球则下沉,这样通过取出浮在各级填料层的填料球并放入新的填料球就能很好的实现填料的更换。

[0033] (2) 本发明的多级填料层的设置,使得待处理的工业废水在向上的处理过程中的反应为分级反应,其中,刚进入反应的废水加酸调节pH值为3,过程中pH从3升高到4,然后从4升高到5,再从5升高到6左右,根据内电解电化学原理 $\text{pH}=3-4$ 主要发生还原反应; $\text{pH}=4-5$ 发生氧化反应和还原反应; $\text{pH}=5-6$ 主要发生氧化反应。分级反应是本反应器主要特点之一,在传统内电解反应器中,一般是将填料全部堆积于反应器中,填料杂乱堆积在一起,由于反应尺寸放大,反应条件变化,反应过程中容易发生短流、死角、铁屑板结等,造成反应不充分,处理效果差。另外反应器中进行的反应过程较复杂,不能充分利用pH逐步升高进行的不同反应过程将污染物降解。本反应器设置多级填料层可以将处理过程从时空上严格划分为多级反应过程,污染物在不同条件下发生不同反应得到逐步降解,提高处理效率。另外,设置多级填料和填料球可以增大反应接触面积,防止填料结块现象,避免出现短流死角造成的反应不充分,处理效果差。

[0034] (3) 本发明在反应器底部设有进水组件和布气组件,能够实现均匀的布气和进水,此外,布气组件的设置不仅能够提供内电解反应所必需的氧气,还能有效的实现待处理废水与填料球的充分搅动,防止出现死角,进而提高内电解反应的充分度。

[0035] (4) 中部多级填料层的设置,根据进水的pH值设置填料层的级数,能够充分利用反应器的空间。多级填料层的设置将处理过程分为多个不同过程,由于每级pH不同进行的反应过程也不同,污水从下至上依次经过多级填料层,污水中的污染物在每级填料层不同反应条件下进行不同反应,在时空上将反应过程分为多个层次;设置多级填料和填料球可以增大反应接触面积,防止填料结块现象,避免出现短流死角造成的反应不充分,从而可以充分利用反应器空间,提高处理效率。

[0036] (5) 出水层上紧邻多级填料层的部分设有内装吸附材料的过滤袋,能够有效的消除废水处理过程产生的泡沫,同时,集水堰还能拦截部分悬浮物,出口采用泡沫出口与液体出口分离的形式,能够有效的实现处理后的废水与泡沫的分离。

## 附图说明

[0037] 图1为本发明的结构示意图;

- [0038] 图2为本发明的布气组件的结构示意图；
- [0039] 图3为本发明的布气管的结构示意图；
- [0040] 图4为本发明的进水组件的结构示意图；
- [0041] 图5为本发明的进水管的结构示意图；
- [0042] 图6为本发明的处理效果图；
- [0043] 图中,1-沉淀层,2-进水布气层,3-多级填料层,4-出水层,11-污泥收集组件,12-排污螺丝,21-布气组件,22-进水组件,31-第一级填料层,32-第二级填料层,33-第三级填料层,34-第四级填料层,35-填料支架,41-过滤袋,42-集水堰,43-钢丝网,44-液体出口,45-泡沫出口,211-布气管,212-布气孔,221-进水管,222-进水孔,311-一级填料进出口,312-一级填料检修口,321-二级填料进出口,322-二级填料检修口,331-三级填料进出口,332-三级填料检修口,341-四级填料进出口,342-四级填料检修口。

### 具体实施方式

[0044] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0045] 实施例1

[0046] 一种多级强化催化氧化还原曝气内电解反应器,其结构如图1所示,用于处理废水,反应器从下到上依次设置沉淀层1、进水布气层2、多级填料层3和出水层4。

[0047] 沉淀层1在底部设有呈漏斗形的污泥收集组件11,该污泥收集组件11的排污口处设有用于控制开关的排污螺丝12,污泥收集组件11的截面的夹角为 $155^{\circ}$ 。

[0048] 进水布气层2包括布气组件21和设置在布气组件21上的进水组件22,布气组件21由12根连接外部进气部件的布气管211朝同一圆心间隔排列而成,进水组件22由12根连接外部进水部件的进水管221朝同一圆心间隔排列而成,布气管211的上部表面上设有两组并排设置的布气孔单元,布气孔单元由布气孔212均匀间隔设置而成,两组的布气孔单元上的布气孔212错位设置,如图2和图3所示;

[0049] 进水管221的上部表面上设有两组并排设置的进水孔单元,进水孔单元由进水孔222均匀间隔设置而成,两组的进水孔单元上的进水孔222错位布置,如图4和图5所示。

[0050] 多级填料层3由从下到上依次设置在填料支架35的第一级填料层31、第二级填料层32、第三级填料层33和第四级填料层34组成,第一级填料层31、第二级填料层32、第三级填料层33和第四级填料层34的高度以及填料球的装载量满足:废水处理过程中,第一级填料层31中的pH值不超过3.5,第二级填料层32中的pH值不超过4.5,第三级填料层33中的pH值不超过5.5,第四级填料层34中的pH值不超过6.5,多级填料层3内装填有内置内电解填料的填料球,填料球以及设置在填料球中的内电解填料满足:填料球中内电解填料充分反应后,填料球上浮;填料球中内电解填料未充分反应时,填料球下沉,填料球的表面分布有用于使待处理废水与内电解填料充分接触的微孔,该微孔的孔径小于内电解填料的粒径。分别在第一级填料层31、第二级填料层32、第三级填料层33和第四级填料层34的上部设置用于取出或补充填料球的一级填料进出口311、二级填料进出口321、三级填料进出口331和四级填料进出口341,下部设置用于检修的一级填料检修口312、二级填料检修口322、三级填料检修口332和四级填料检修口342。

[0051] 出水层4包括平铺于多级填料层3上方的用于消除泡沫的过滤袋41,以及设置在过

滤袋41组件上的用于均匀收集出水的集水堰42,集水堰42的出水口分别连接泡沫出口45和液体出口44,过滤袋41的形状与反应器的内截面匹配一致。

[0052] 上述多级强化催化氧化还原曝气内电解反应器用于处理废水,处理废水时,待处理废水先加酸调节pH值为3,再从进水布气层进入反应器中。

[0053] 采用上述实施例的多级强化催化氧化还原曝气内电解反应器对工业污水生化出水进行处理,实验用水取自某印染厂生化出水。印染厂生化出水水质情况为:COD<sub>Cr</sub> 320mg/L,色度为300倍。采用多级强化催化内电解反应器与普通的烧杯实验,同时将二者对该废水的处理效率进行对比,两者在其最佳条件下进行试验。结果比较如下:

[0054] 多级强化催化内电解反应器对印染废水生化出水的COD<sub>Cr</sub>和色度的去除效果均优于常规的烧杯实验,去除率分别为COD<sub>Cr</sub> 75%,色度95%,而常规的烧杯实验对COD<sub>Cr</sub>去除率最高为50%,色度去除率最高为80%。见图6所示。

[0055] 上述的对实施例的描述是为便于该技术领域的普通技术人员能理解和使用发明。熟悉本领域技术的人员显然可以容易地对这些实施例做出各种修改,并把在此说明的一般原理应用到其他实施例中而不必经过创造性的劳动。因此,本发明不限于上述实施例,本领域技术人员根据本发明的揭示,不脱离本发明范畴所做出的改进和修改都应该在本发明的保护范围之内。

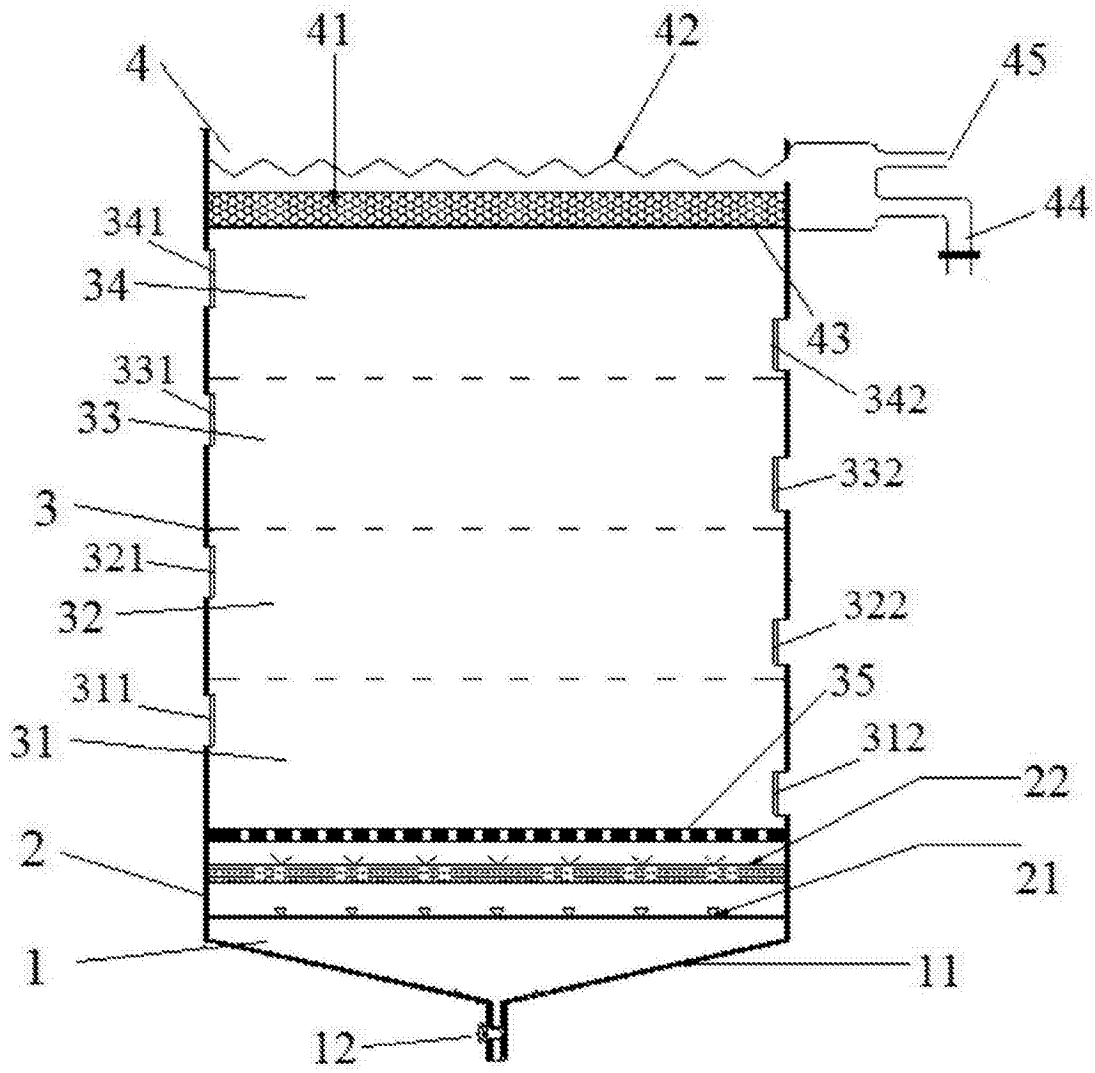


图1

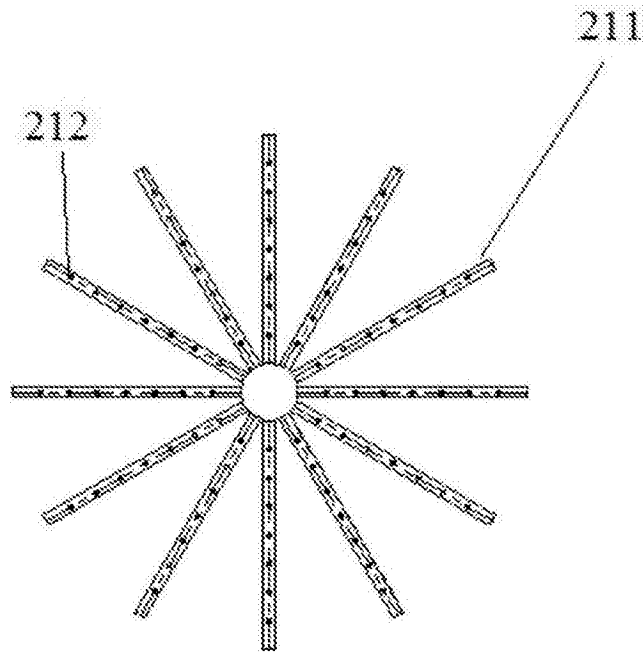


图2

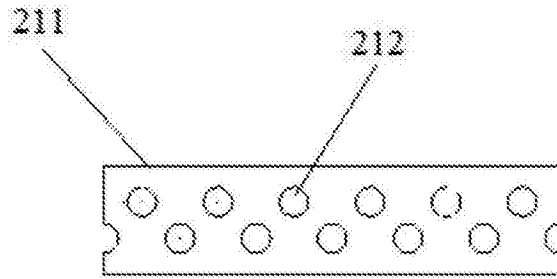


图3

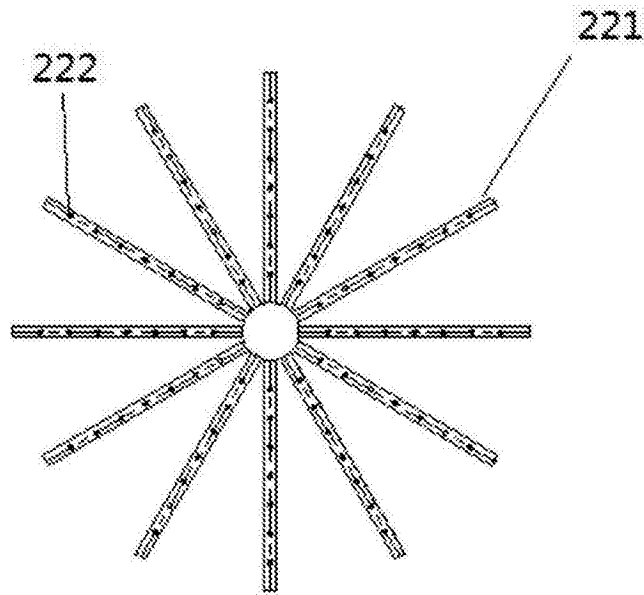


图4

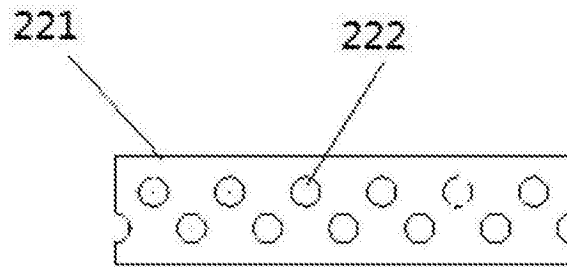


图5

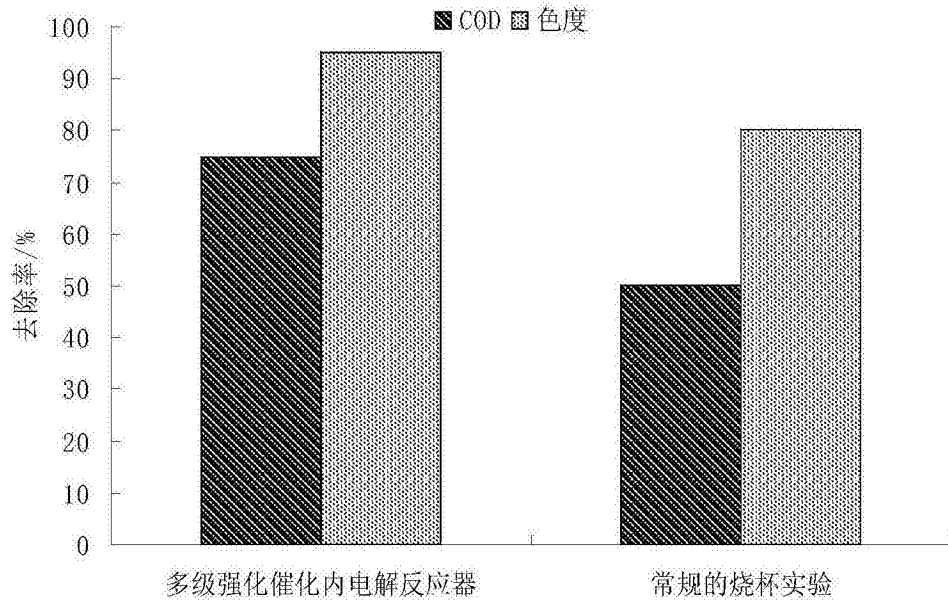


图6