(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106966467 A
(43)申请公布日 2017.07.21

(21)申请号 201710206008.7

(22)申请日 2017.03.31

(71)申请人 杨斌
地址 210000 江苏省南京市浦口区威尼斯水城二街区20号
申请人 李继洲

(72)发明人 杨斌 李继洲

(74)专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200
代理人 钱丽

(51)Int.Cl.
C02F 1/461(2006.01)
C02F 1/467(2006.01)

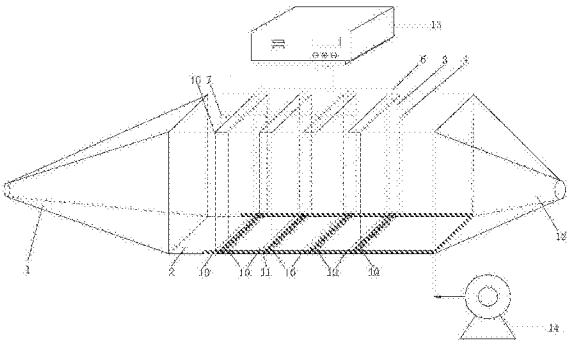
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种模块化多元电化学废水处理装置及其处理废水的方法

(57)摘要

本发明公开了一种模块化多元电化学废水处理装置及其处理废水的方法，该装置包括进水管、槽体和排水管，槽体的一端接进水管，另一端接排水管，槽体内设微孔曝气管和电化学模块。与现有技术相比，本发明的有益效果在于：集电催化氧化、微电解和电芬顿氧化功能于一体，废水中有机物及其它还原性物质被氧化、降解，处理后出水从排水管排出，处理废水效率高，结构简单，能处理各类含有机污染物的工业废水，操作简便，运行稳定，装置核心的电化学模块各主要部件均可更换，方便使用。



CN 106966467 A

1.一种模块化多元电化学废水处理装置，包括进水管、槽体和排水管，槽体的一端接进水管，另一端接排水管，其特征在于：槽体内设微孔曝气管和电化学模块；微孔曝气管设于槽体的底部，包括相互贯通的横向曝气管和纵向曝气管，微孔曝气管与风机相连；电化学模块的数量至少为1组，电化学模块沿槽体的横截面设置，电化学模块包括模块外壳、阳极网板、阴极网板和微电解填料，模块外壳内的一侧卡接阳极网板，另一侧卡接阴极网板，阳极网板和阴极网板之间围设穿孔板框，穿孔板框围成的空腔内填充微电解填料，阳极网板与电源的正极连接，阴极网板与电源的负极连接。

2.根据权利要求1所述的一种模块化多元电化学废水处理装置，其特征在于：进水管、槽体、电化学模块和排水管的横截面均为矩形，进水管的口径沿水流方向逐渐变大，出水管的口径沿水流方向逐渐变小。

3.根据权利要求1所述的一种模块化多元电化学废水处理装置，其特征在于：槽体内壁沿其横截面有成对活动连接的模块卡槽，每两对模块卡槽间安装一个电化学模块，电化学模块间等间距设置，电化学模块之间的间距为50-100mm。

4.根据权利要求1所述的一种模块化多元电化学废水处理装置，其特征在于：模块外壳内的两侧分别设有用于固定阳极网板和阴极网板的电极卡槽，阳极网板和阴极网板的间距为50-100mm。

5.根据权利要求1所述的一种模块化多元电化学废水处理装置，其特征在于：纵向曝气管分别设于槽体的两侧，横向曝气管相互平行设于两根纵向曝气管之间，纵向曝气管对应阳极网板和阴极网板处设有曝气微孔。

6.根据权利要求1所述的一种模块化多元电化学废水处理装置，其特征在于：阳极网板为钛基复合涂层DSA电极，涂层材料为钌、铱、钽的氧化物单体或其组合、锡、铅的氧化物或稀土元素掺杂的锡、铅氧化物，阴极网板为石墨、不锈钢或金属钛。

7.根据权利要求1所述的一种模块化多元电化学废水处理装置，其特征在于：进水管、排水管、槽体、模块外壳及穿孔板框均由ABS、PP、PE或UPVC材料制成。

8.根据权利要求1所述的一种模块化多元电化学废水处理装置，其特征在于：微电解填料有三种选择：一为：粒径在5-10mm的铁块和活性炭块混合，铁40-60%，其余为活性炭；二为：商品化粒径在5-20mm的二元Fe/C微电解填料，或重量比为1:1铁粉和活性炭烧结而成的填料；三为：铁粉，Al、Cu或Mn粉末与活性炭粉以2-4: 1:1的重量比烧结而成的填料。

9.根据权利要求1所述的一种模块化多元电化学废水处理装置，其特征在于：电源为直流电源或高频开关电源。

10.根据权利要求1所述的一种模块化多元电化学废水处理装置处理废水的方法，其特征在于：包括以下调试及运行步骤：

步骤一、根据待处理废水水质：pH、COD、电导率值设置电化学模块的组数和电化学模块的间距，电化学模块的间距距为50-100mm；

步骤二、根据待处理废水水质：如pH、COD、电导率值设置曝气量，使待处理废水中溶解氧浓度高于2.0mg/L；

步骤三、将废水导入模块化多元电化学废水处理装置，接通电化学外接电源和风机电源，进水随着管径沿水流方向逐渐变大，水流速度逐渐降低，槽体内废水无返混、分散均匀地以推流型式依次穿过槽体内的各电化学模块；

步骤四、调整电流密度和废水流速：根据待处理废水的pH、COD、电导率指标设定电化学处理的电流密度和废水流速参数，电流密度为3-15mA/cm2，流速为1-10cm/min，废水在槽体中停留时间为0.5-1.0h；

步骤五、处理达到要求后，废水进入排水管，随着出水管截面积的减小，废水流速逐渐增大，最终从排水口排出。

一种模块化多元电化学废水处理装置及其处理废水的方法

技术领域

[0001] 本发明属于废水处理技术领域，尤其涉及一种模块化多元电化学废水处理装置及其处理废水的方法。

背景技术

[0002] 目前，微电解技术虽然在废水处理，尤其是含有毒有害生物难降解污染物废水的处理中有较多的工程应用，但也普遍存在着处理效率不高，效果不稳定；运行中易堵塞，需要反复冲洗；填料出现板结；污泥产生量大等问题。目前只有诸如CN 102432087 A和CN 102838188 A等几个公开报道的外加电场强化微电解处理废水的报道。

发明内容

[0003] 本发明需要解决的上述问题是针对上述现有技术的不足，而提供一种模块化多元电化学废水处理装置及其处理废水的方法。

[0004] 为解决上述技术问题，本发明采用的技术方案是：

[0005] 一种模块化多元电化学废水处理装置，包括进水管、槽体和排水管，槽体的一端接进水管，另一端接排水管，槽体内设微孔曝气管和电化学模块；微孔曝气管设于槽体的底部，包括相互贯通的横向曝气管和纵向曝气管，微孔曝气管与风机相连；电化学模块的数量至少为1组，电化学模块沿槽体的横截面设置，电化学模块包括模块外壳、阳极网板、阴极网板和微电解填料，模块外壳内的一侧卡接阳极网板，另一侧卡接阴极网板，阳极网板和阴极网板之间围设穿孔板框，穿孔板框围成的空腔内填充微电解填料，阳极网板与电源的正极连接，阴极网板与电源的负极连接。

[0006] 进水管、槽体、电化学模块和排水管的横截面均为矩形，进水管的口径沿水流方向逐渐变大，出水管的口径沿水流方向逐渐变小。

[0007] 槽体内壁沿其横截面有成对活动连接的模块卡槽，每两对模块卡槽间安装一个电化学模块，电化学模块间等间距设置，电化学模块之间的间距为50-100mm。

[0008] 模块外壳内的两侧分别设有用于固定阳极网板和阴极网板的电极卡槽，阳极网板和阴极网板的间距为50-100mm。

[0009] 纵向曝气管分别设于槽体的两侧，横向曝气管相互平行设于两根纵向曝气管之间，纵向曝气管对应阳极网板和阴极网板处设有曝气微孔。阳极网板为钛基复合涂层DSA电极，涂层材料为钌、铱、钽的氧化物单体或其组合、锡、铅的氧化物或稀土元素掺杂的锡、铅氧化物，阴极网板为石墨、不锈钢或金属钛。

[0010] 进水管、排水管、槽体、模块外壳及穿孔板框均由ABS、PP、PE或UPVC材料制成。

[0011] 微电解填料有三种选择：一为：粒径在5-10mm的铁块和活性炭块混合，铁40-60％，其余为活性炭；二为：商品化粒径在5-20mm的二元Fe/C微电解填料，或重量比为1:1铁粉和活性炭烧结而成的填料；三为：铁粉，Al、Cu或Mn粉末与活性炭粉以2-4:1:1的重量比烧结而成的填料。

[0012] 电源为直流电源或高频开关电源。

[0013] 一种模块化多元电化学废水处理装置处理废水的方法，包括以下调试及运行步骤：

[0014] 步骤一、根据待处理废水水质：pH、COD、电导率值设置电化学模块的组数和电化学模块的间距，电化学模块的间距距为50-100mm；

[0015] 步骤二、根据待处理废水水质：如pH、COD、电导率值设置曝气量，使待处理废水中溶解氧浓度高于2.0mg/L；

[0016] 步骤三、将废水导入模块化多元电化学废水处理装置，接通电化学外接电源和风机电源，进水随着管径沿水流方向逐渐变大，水流速度逐渐降低，槽体内废水无返混、分散均匀地以推流型式依次穿过槽体内的各电化学模块；

[0017] 步骤四、调整电流密度和废水流速：根据待处理废水的pH、COD、电导率指标设定电化学处理的电流密度和废水流速参数，电流密度为3-15mA/cm2，流速为1-10cm/min，废水在槽体中停留时间为0.5-1.0h；

[0018] 步骤五、处理达到要求后，废水进入排水管，随着出水管截面积的减小，废水流速逐渐增大，最终从排水口排出。

[0019] 本发明相较于其他现有技术，具有如下优点：

[0020] 1)将外加电场引入微电解系统，在阳极产生电化学氧化作用，提高了单一微电解体系对污染物的氧化和降解效率；

[0021] 2)采用装置底部曝气，通电时在极板产生双氧水，因微电解系统本身产生Fe^{2+}，形成了电芬顿效应，更进一步提高了废水中污染物的氧化和降解效率；

[0022] 3)采用块状填料或烧结而成的多元复合微电解颗粒，可有效减缓传统微电解装置在运行中存在填料板结问题；

[0023] 4)采用底部曝气技术，由于气体的冲洗作用，能有效克服传统微电解装置在运行中的堵塞问题；

[0024] 5)装置整体采用模块化装配，便于各部件的拆装和更换，更利于工业化和规模化应用。

附图说明

[0025] 图1是模块化多元电化学废水处理装置的结构示意图；

[0026] 图2是电化学模块的结构示意图；

[0027] 图3是电化学模块的截面示意图；

[0028] 图4阴极网板或阳极网板的结构示意图。

[0029] 其中，1-进水管，2-槽体，3-电化学模块，4-模块外壳，5-极板卡槽，6-阳极网板，7-阴极网板，8-穿孔板框，9-微电解填料，10-模块卡槽，11-微孔曝气管，12-排水管，13-电源，14-风机。

具体实施方式：

[0030] 现在结合附图对本发明作进一步详细的说明。这些附图均为简化的示意图，仅以示意方式说明本发明的基本结构，因此其仅显示与本发明有关的构成。

[0031] 图中包括以下结构:进水管1、槽体2、电化学模块3、模块外壳4、极板卡槽5、阳极网板6、阴极网板7、穿孔板框8、微电解填料9、模块卡槽10、微孔曝气管11、排水管12、电源13和风机14。

[0032] 一种模块化多元电化学废水处理装置,包括进水管、槽体和排水管,槽体的一端接进水管,另一端接排水管,槽体内设微孔曝气管和电化学模块;微孔曝气管设于槽体的底部,包括相互贯通的横向曝气管和纵向曝气管,微孔曝气管与风机相连;电化学模块的数量至少为1组,电化学模块沿槽体的横截面设置,电化学模块包括模块外壳、阳极网板、阴极网板和微电解填料,模块外壳内的一侧卡接阳极网板,另一侧卡接阴极网板,阳极网板和阴极网板之间围设穿孔板框,穿孔板框围成的空腔内填充微电解填料,阳极网板与电源的正极连接,阴极网板与电源的负极连接。

[0033] 进水管、槽体、电化学模块和排水管的横截面均为矩形,进水管的口径沿水流方向逐渐变大,出水管的口径沿水流方向逐渐变小。

[0034] 槽体内壁沿其横截面有成对活动连接的模块卡槽,每两对模块卡槽间安装一个电化学模块,电化学模块间等间距设置,电化学模块之间的间距为50-100mm。

[0035] 模块外壳内的两侧分别设有用于固定阳极网板和阴极网板的电极卡槽,阳极网板和阴极网板的间距为50-100mm。

[0036] 纵向曝气管分别设于槽体的两侧,横向曝气管相互平行设于两根纵向曝气管之间,纵向曝气管对应阳极网板和阴极网板处设有曝气微孔。当风机启动时,横向曝气管不曝气,纵向曝气将空气供给其电化学模块单元。

[0037] 阳极网板为钛基复合涂层DSA电极,涂层材料为钌、铱、钽的氧化物单体或其组合、锡、铅的氧化物或稀土元素掺杂的锡、铅氧化物,阴极网板为石墨、不锈钢或金属钛。

[0038] 进水管、排水管、槽体、模块外壳及穿孔板框均由ABS、PP、PE或UPVC材料制成。

[0039] 微电解填料有三种选择:一为:粒径在5-10mm的铁块和活性炭块混合,铁40-60%,其余为活性炭;二为:商品化粒径在5-20mm的二元Fe/C微电解填料,或重量比为1:1铁粉和活性炭烧结而成的填料;三为:铁粉,Al、Cu或Mn粉末与活性炭粉以2-4:1:1的重量比烧结而成的填料。

[0040] 电源为直流电源或高频开关电源。

[0041] 一种模块化多元电化学废水处理装置处理废水的方法,包括以下调试及运行步骤:

[0042] 步骤一、根据待处理废水水质:pH、COD、电导率值设置电化学模块的组数和电化学模块的间距,电化学模块的间距距为50-100mm;

[0043] 步骤二、根据待处理废水水质:如pH、COD、电导率值设置曝气量,使待处理废水中溶解氧浓度高于2.0mg/L;

[0044] 步骤三、将废水导入模块化多元电化学废水处理装置,接通电化学外接电源和风机电源,进水随着管径沿水流方向逐渐变大,水流速度逐渐降低,槽体内废水无返混、分散均匀地以推流型式依次穿过槽体内的各电化学模块;

[0045] 步骤四、调整电流密度和废水流速:根据待处理废水的pH、COD、电导率指标设定电化学处理的电流密度和废水流速参数,电流密度为3-15mA/cm2,流速为1-10cm/min,废水在槽体中停留时间为0.5-1.0h;

[0046] 步骤五、处理达到要求后，废水进入排水管，随着出水管截面积的减小，废水流速逐渐增大，最终从排水口排出。

[0047] 每个电化学反应单元集电催化氧化、微电解和电芬顿氧化功能为一体，废水中的有机化合物或还原性污染物被氧化、降解。

[0048] 为了克服微电解反应器运行过程中的诸多不足，主要从两方面入手：其一，采用电场强化微电解技术，提高处理效率，减少污泥产生量；其二，采用较大粒径的填料或经烧结而成的较大粒径的二元Fe/C或三元Fe/Me/C复合填料，减少运行堵塞和填料板结问题。

[0049] 电催化氧化作技术是基于电化学体系中形成的强氧化性自由基与污染物直接发生氧化作用，从而使污染物得到降解，因此无污泥产生，具有无二次污染，环境友好等优点，是一种有广泛推广及应用前景的新型“绿色”水处理技术。电芬顿法是利用电化学方法持续产生Fe^{2+}和H_2O_2，两者产生后立即作用而生成具有高活性的羟基自由基，使有机物得到降解，其实质就是在电解过程中直接生成芬顿试剂。其中H_2O_2的电化学产生是通过在阴极充氧或曝气的条件下，发生氧气的还原生成的，而Fe^{2+}也可以通过外加或铁阴极的还原反应得到。

[0050] 而在微电解反应体系，本身就产生大量Fe^{2+}，在外加电场条件下，微孔曝气技术的应用可以使阴极的O_2转化为H_2O_2，从而持续产生电芬顿反应所需的Fe^{2+}和H_2O_2，使有机污染物或还原性物质发生氧化、降解。此外，钛基复合涂层DSA电极表面本身可以产生强氧化性自由基，可以直接氧化有机污染物或还原性物质。

[0051] 因此，本发明的一种模块化多元电化学废水处理装置不仅集电催化氧化、微电解和电芬顿氧化功能于一体，对废水中有机物及其它还原性物质的氧化效率远高于微电解、电催化、电芬顿单一体系；同时采用曝气技术，模块化装配，便于部件的拆装、冲洗和更换，并能有效克服传统微电解装置在运行中存在的运行堵塞和填料板结等问题，具有较好的工业化规模化扩大和应用推广价值。

[0052] 实施例1：

[0053] 某化工中间体生产废水，COD和盐分高，可生化性差，属典型高浓度难降解有机废水，目前工程上没有好的解决办法。取该废水水质经检测，pH＝2.7，COD＝7650mg/L，电导率为4.2万μs/cm，B/C＜0.10。分别用微电解、电催化和多元电化学装置进行处理，其中微电解填料为二元Fe/C复合烧结球状填料(粒径10mm左右)，电催化和多元电化学装置的极板为二氧化铅涂层钛阳极网板和不锈钢阴极网板，电流密度均设定在10mA/cm^2；电催化极板间距30mm，电化学模块组间距为50mm，微电解和多元电化学处理时曝气维持废水溶解氧在2mg/L左右。当废水在装置中停留时间HRT为2.0h时(微电解处理时间为12h)，处理结果见下表。

[0054] 废水处理前后水质对比表

[0055]

项目	COD(mg/L)	B/C
处理前原水	7650	＜0.10
微电解处理后	6856	0.210
电催化处理后	5910	0.241
多元电化学处理后	5052	0.312

[0056] 由上例可知，该废水本发明装置处理后的废水COD削减达到34％，远高于单独微电

解和电催化处理效率的10.4%和22.7%，且处理后废水B/C显著提升，可生化性显著提高，利于后续的生化处理。

[0057] 实施例2：

[0058] 某石油化工生产企业废水采用隔油、气浮和生化的“老三套”处理工艺，由于废水的可生化性不好，系统运行不稳定，难以达到《石油化学工业污染物排放标准》(GB 31571-2015)中表1的相关限值要求。现将取系统气浮池的出水为待处理废水，经检测水质为pH6.7，COD425mg/L，BOD_5 80mg/L，B/C＝0.188，氨氮13.2mg/L，石油类38mg/L。分别以二氧化铅涂层钛阳极网板和不锈钢阴极网板，二元Fe/C复合烧结球状填料(粒径10mm左右)，电化学模块组间距为60mm，曝气维持废水溶解氧在2mg/L左右，电流密度设定在5mA/cm^2。当废水在装置中停留时间HRT为0.5和1.0h时，处理结果见下表。

[0059] 废水处理前后水质对比表

[0060]

项目		COD（mg/L）	B/C	氨氮	石油类
石化废水	处理前	286	0.302	7.6	24

[0061]

	处理后	198	0.361	6.2	17

[0062] 由本发明装置处理后的废水COD、氨氮和石油类指标均有显著下降，且B/C提升明显，经处理后进入好氧生化处理系统，可完全实现达标排放。

[0063] 本发明并不局限于废水处理装置及实例所描述的效果，它的描述是非限制性的。本发明的权限由权利要求所限定，本技术领域人员依据本发明通过变化、重组等方法得到的与本发明相关的技术都在本发明的保护范围之内。

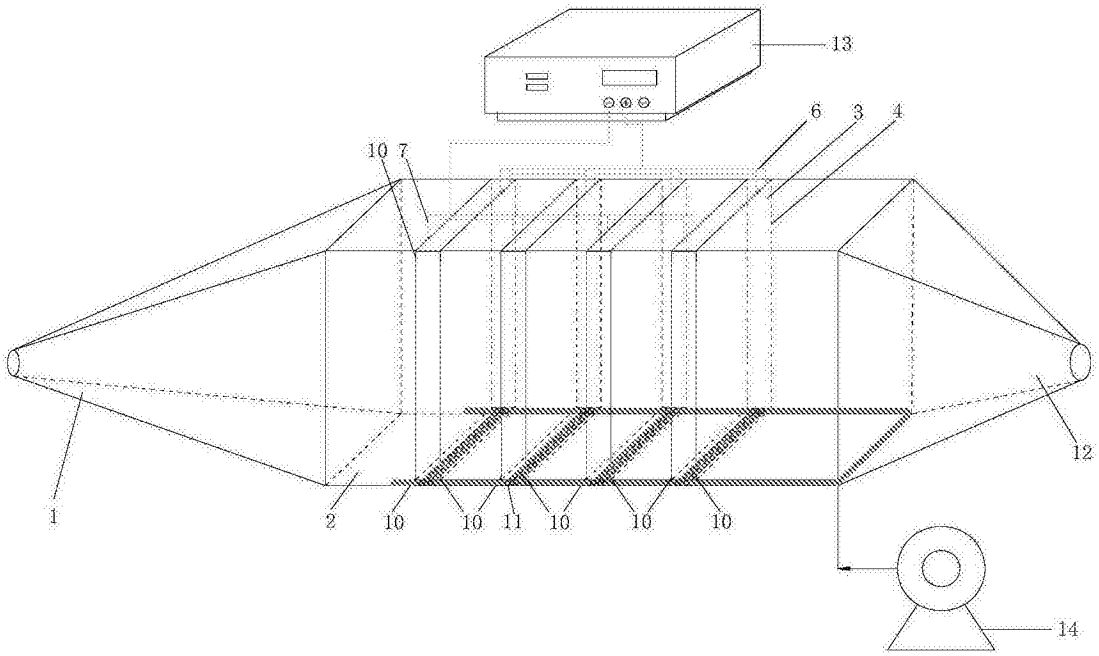


图1

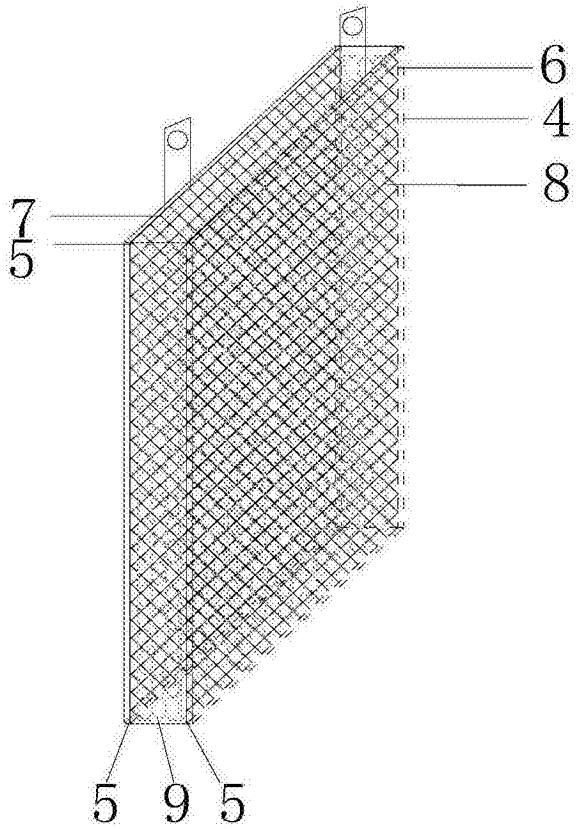


图2

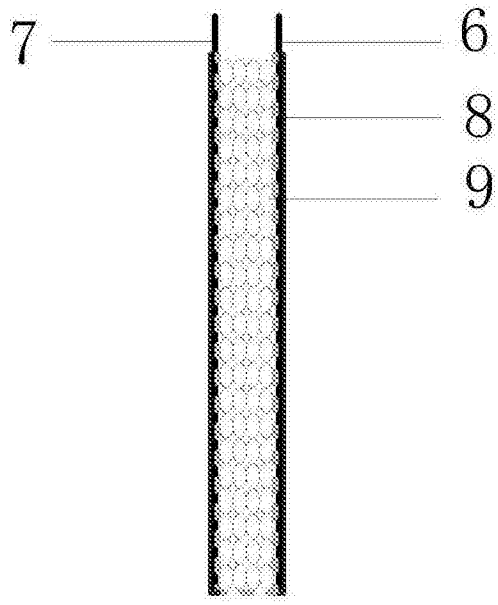


图3

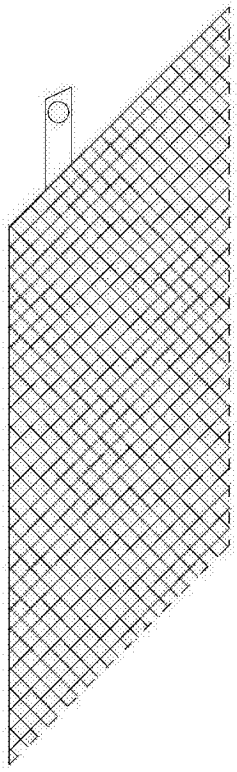


图4