



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102616918 A

(43) 申请公布日 2012. 08. 01

(21) 申请号 201210081071. X

(22) 申请日 2012. 03. 23

(71) 申请人 大连理工大学

地址 116024 辽宁省大连市凌工路 2 号

(72) 发明人 柳丽芬 刘嘉栋 高波 陈会萍

杨凤林

(74) 专利代理机构 大连理工大学专利中心

21200

代理人 侯明远

(51) Int. Cl.

C02F 3/00 (2006. 01)

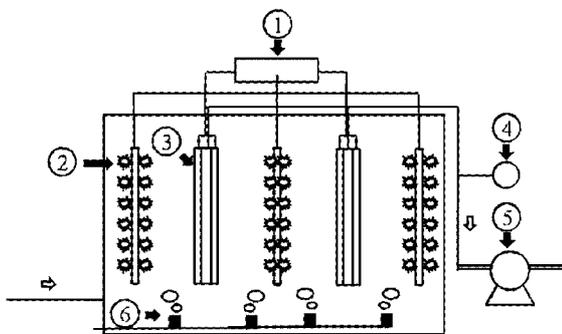
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种直接耦合膜生物反应器和微生物燃料电池的
反应器和废水处理方法

(57) 摘要

一种直接耦合膜生物反应器和微生物燃料电池的
反应器和废水处理方法,属于新能源和环保
技术领域。其特征是本发明将导电材料作为平板
膜生物反应器 (MFC) 的过滤介质,同时作为微
生物燃料电池 (MFC) 的阴极,实现 MBR 和 MFC
的直接耦合。反应器同时实现了有机污染物的去除
和直接向电能的转化。膜阴极表面积聚的负电荷
以及牺牲阳极释放的絮凝剂有利于膜污染的控制。
使用多孔碳材料作为阳极可以提高阳极生物
膜负载量,形成生物膜反应器,并提高产电能力。
本发明的效果和益处是操作简便,可直接对已有
的 MBR 反应器进行改装,在保持原有处理效果
的同时产生电能,实现节能减排,经济效益、环境效
益及社会效益明显。



1. 一种直接耦合膜生物反应器和微生物燃料电池的反应器和废水处理方法,其特征在于:利用导电膜材料作为阴极及平板膜组件过滤介质,导电材料作为基底负载生物膜作为阳极,构成膜生物反应器及微生物燃料电池的耦合装置。

2. 根据权利要求1所述的一种直接耦合膜生物反应器和微生物燃料电池的反应器和废水处理方法,其特征在于:作为阴极的导电膜材料由导电聚合物聚吡咯改性得到。

3. 根据权利要求1所述的一种直接耦合膜生物反应器和微生物燃料电池的反应器和废水处理方法,其特征在于:阳极采用铁或者铝材料,其腐蚀过程产生絮凝剂。

4. 根据权利要求1所述的一种直接耦合膜生物反应器和微生物燃料电池的反应器和废水处理方法,其特征在于:阳极采用碳纤维材料,增加微生物挂膜量,形成生物膜膜生物反应器。

一种直接耦合膜生物反应器和微生物燃料电池的反应器和 废水处理的方法

技术领域

[0001] 本发明属于新能源和环保技术领域。具体涉及膜生物反应器 (MBR) 及微生物燃料电池 (MFC)。利用 MBR 处理污染物、利用 MFC 产生电能。

背景技术

[0002] MBR 因其较好的处理效果, 目前受到越来越广泛的关注, 制约其应用的膜污染问题和高能耗问题, 一直是国内外研究的前沿和热点; 一方面研发高通量、抗污染的新型膜材料, 另一方面利用曝气、震动、超声、电场减缓膜污染物的吸附沉积。而简便、节能、高效的膜污染控制技术很少见。膜污染主要由带负电荷的污泥及胶体所致, 因此目前已有利用电场控制膜污染的相关报道。主要是利用同性电荷互相排斥的原理, 排斥并使膜污染物离开膜面, 不被吸附和沉积, 达到控制膜污染的目的 (Kazuki Akamatsu et. al. Development of a novel fouling suppression system in membrane bioreactors using an intermittent electric field. water research. 2010.)。尽管该法简便易行, 但需要供电装置及控制设备, 且存在额外能耗, 因此不利于节能和运行成本控制。

[0003] MFC 作为一种利用微生物将有机污染物直接转化为电能的装置, 其环境效益及经济效益明显, 但较低的产电能力和难以扩大应用的局限性一直制约其发展。因此, 目前多数研究者将目光聚集于利用 MFC 处理污染物及脱盐。利用 MFC 处理污染物主要分两类: 一是利用厌氧生物膜阳极氧化分解有机污染物; 二是在阴极, 利用氧化态污染物作为电子受体, 使其得到还原。而 MFC 脱盐则需要借助离子交换膜的选择性透过, 在阴极和阳极的作用下达到去除盐水中阴阳离子的目的。MFC 阳极为厌氧反应, 出水存在浊度高的问题, 出水需进一步处理; 而利用 MFC 脱盐则需要昂贵的离子交换膜。目前也存在将不锈钢网作为阴极, 阳极置于其中, 同时实现产电和膜分离的报道, 但其装置并未简化, 且膜填充密度较低, 不利于实际应用 (Yun-Kun Wang et. al. Development of a Novel Bioelectrochemical Membrane Reactor for Wastewater Treatment. Environ. Sci. Technol. 2011, 9256-9261.)。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种直接耦合 MBR 和 MFC 的装置, 实现高效去除污染物的同时产生电能。

[0005] 本发明的技术方案是:

[0006] 1) 将导电膜材料用于传统膜生物反应器, 作为阴极及过滤介质, 接受电子及过滤出水, 利用悬浮污泥处理污染物;

[0007] 2) 利用金属催化剂改性导电膜材料, 提高其还原反应效率;

[0008] 3) 将导电基底 (铁、铝) 负载生物膜, 作为阳极, 利用产电微生物氧化底物, 产生电子;

[0009] 4) 利用碳毡作为阳极, 增大生物膜负载量, 形成生物膜膜生物反应器与微生物燃

料电池耦合装置。

[0010] 本发明的效果和益处是操作简便,可直接对已有的 MBR 反应器进行改装,在保持原有处理效果的同时产生电能,控制膜污染,实现节能减排,经济效益、环境效益及社会效益明显。

附图说明

[0011] 图 1 是 MBR-MFC 耦合装置示意图。

[0012] 图 2 是 MBR-MFC 耦合装置与对照装置跨膜压差对比图。

[0013] 图 3 是 MBR-MFC 耦合装置产生电压变化图。

[0014] 图 1 中 :1 外接电阻 ;2 阳极 ;3 膜组件兼阴极 ;4 真空表 ;5 出水蠕动泵 ;6 曝气装置。

[0015] 图 2 是 MBR-MFC 耦合装置与对照装置跨膜压差对比图。横坐标为反应器运行时间,纵坐标分别表示跨膜压力 (MPa) 的变化情况。圆圈符号 ● 表示 MBR-MFC 耦合装置的跨膜压力的变化情况 ;四方符号 ▲ 表示对照组的跨膜压力的变化情况 (除未将阳极与阴极经外电路连通之外,对照组的设置与 MBR-MFC 耦合装置完全一致,虚线表示膜清洗及过滤周期的结束)。从图中可以明显发现在 MBR-MFC 耦合装置中,MBR 的跨膜压差的增加明显减缓,膜清洗次数减少,膜污染得到控制。

[0016] 图 3 的横坐标为反应器运行时间,纵坐标分别表示电压 (V) 的变化情况,在外接电阻为 100 Ω 时,产生电压为 0.2V 左右,且较稳定。

具体实施方式

[0017] 以下结合技术方案和附图详细叙述本发明的具体实施方式。

[0018] 实例 1

[0019] 用苯胺或吡咯蒸汽等在涤纶滤布表面聚合,形成稳定致密的导电层,使膜材料导电,使膜材料具有导电作阴极的能力,避免设置额外的阴极,节约反应器空间。

[0020] 用紧固螺栓将膜组件 3 装配好,将组装好的内置电极膜组件及铁阳极 2 置于反应器,以外接电阻 1 将阳极和阴极用导线连接,阳极用不锈钢丝导线,阴极用铜丝做导线。

[0021] 反应器组成如附图 1 所示,运行中控制进水流入反应器的速度并保持其液位恒定。利用曝气系统的曝气泵 6 和气体流量计调节气体流量。开启泵 5 启动出水系统,调节其转速至适当值。通过真空表 4 监测跨膜压力,通量测量则采用量筒接取一个抽停周期的出水计算获得。电场和出水开停时间由定时开关控制。观测到 MBR 中跨膜压力的上升趋势见附图 2。说明阳极产生的絮凝剂及阴极表面负电荷显著提高了膜的抗污染性能,保持了较长的过滤周期。MFC 产电情况见附图 3。

[0022] 实例 2

[0023] 由于在 MFC 阳极面积越大,负载的产电微生物越多,因此利用碳毡等多孔导电材料作为阳极,微生物在其上形成生物膜,将导电阴极与负载大量生物膜的阳极按实例 2 装配,形成生物膜-膜生物反应器,此时保持了较高的废水处理能力,同时增大了反应器产电能力。废水有机质中用于产电的比例得到提高。

[0024] 实例 3

[0025] 铁或铝作为阳极,根据实例 1 进行的操作同时提高反应器除磷能力。

[0026] 实例 4

[0027] 以导电的碳膜作阴极、碳毡作阳极构成组合 MBR-MFC 新型反应器系统,也具有生物阳极产电行为和抑制减缓膜污染的性能。

[0028] 实例 5

[0029] 在阴极上负载催化氧还原的催化剂,直接耦合 MBR-MFC 中,部分阳极于阴极膜构成 MFC 回路,部分阳极与非滤膜但负载催化剂的阴极构成 MFC 回路,同时实现生物产电及其原位利用,催化氧还原引发对难降解污染物的氧化降解作用。显示提高的废水处理效果。该催化剂包括石墨烯、 Fe_2O_3 和 MnO_2 金属氧化物。

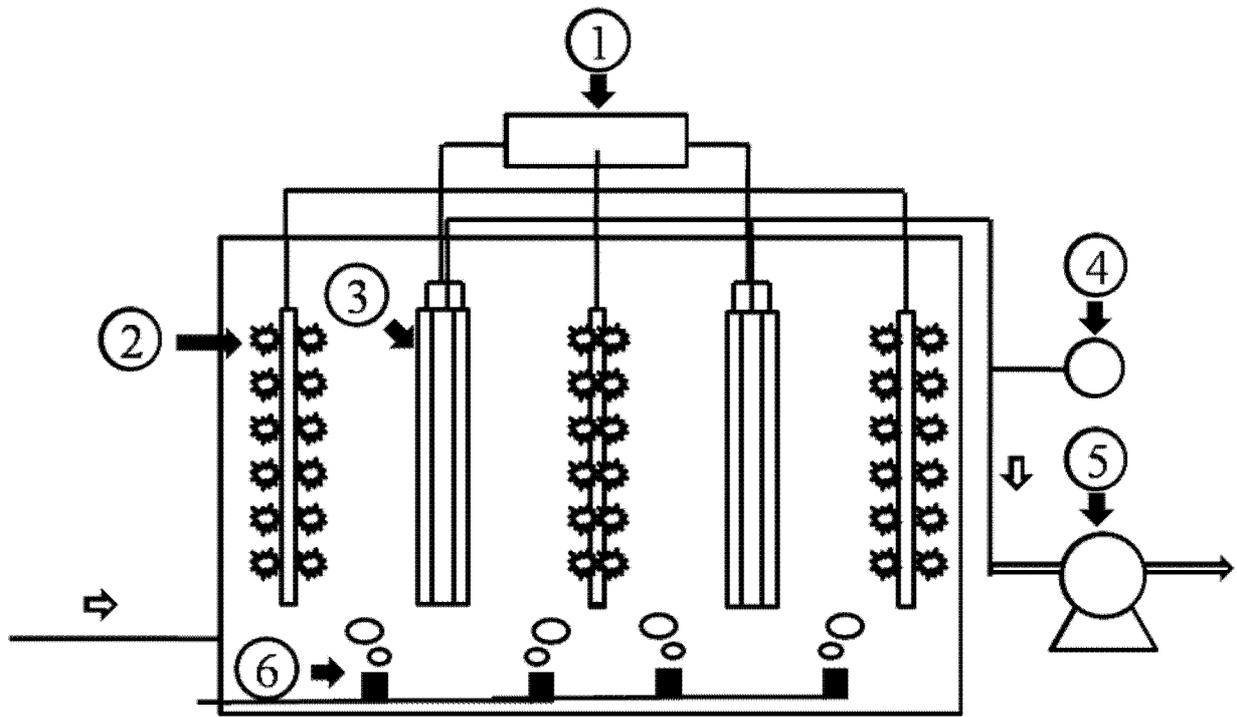


图 1

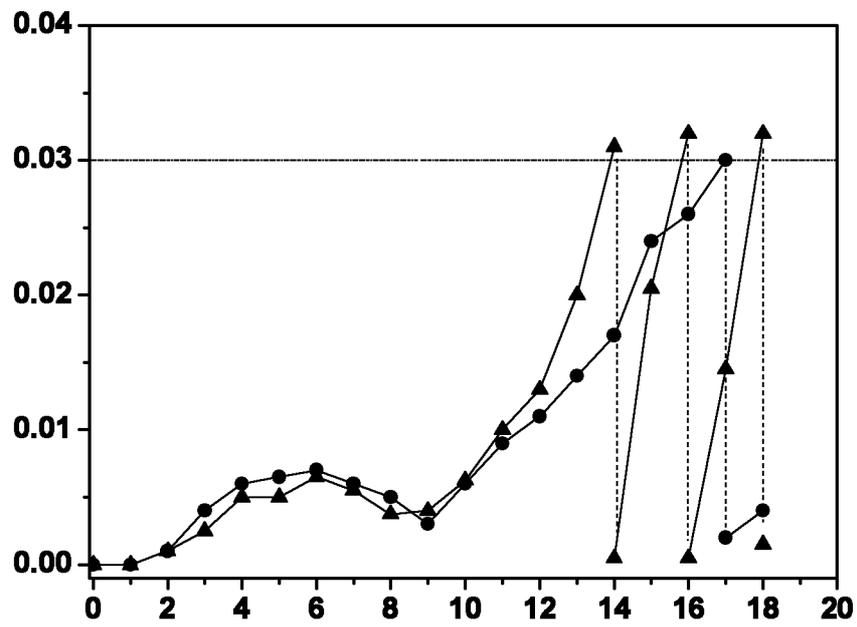


图 2

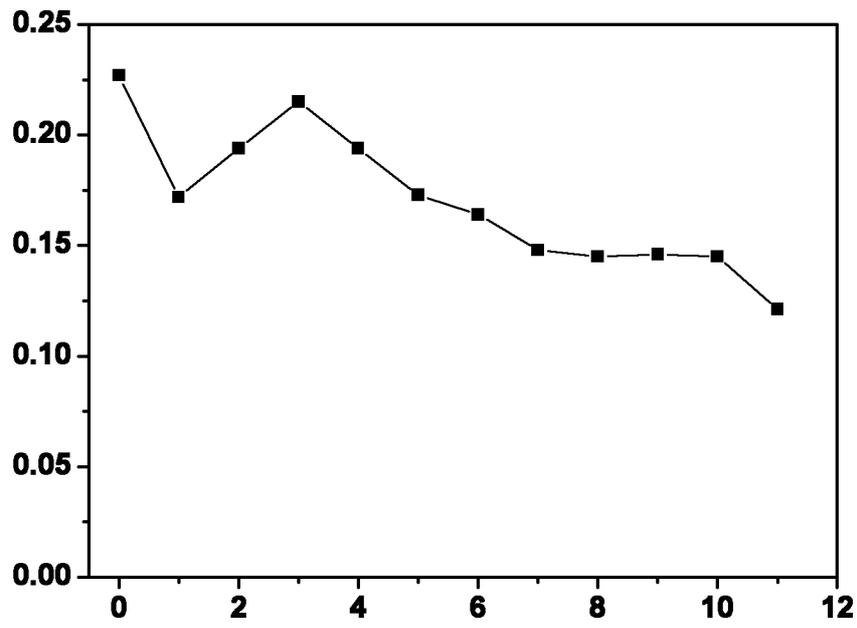


图 3