



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 106630429 B

(45) 授权公告日 2020. 11. 27

(21) 申请号 201611249126.8

(22) 申请日 2016.12.29

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106630429 A

(43) 申请公布日 2017.05.10

(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 王荣昌 周欣逸 李乐雪 王超颖
程霞

(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 赵志远

(51) Int. Cl.
C02F 9/14 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 103199290 A, 2013.07.10

CN 103199290 A, 2013.07.10

CN 104112864 A, 2014.10.22

CN 104941643 A, 2015.09.30

CN 105906051 A, 2016.08.31

CN 104829076 A, 2015.08.12

CN 104176836 A, 2014.12.03

审查员 张飞飞

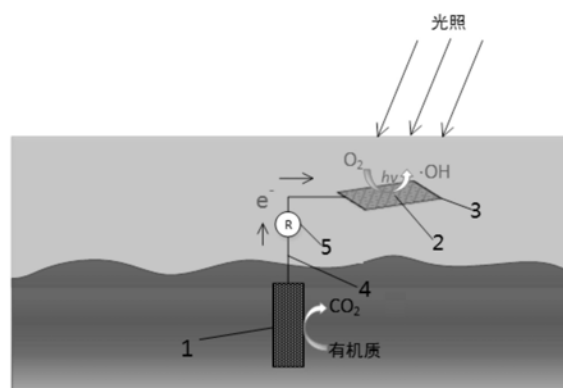
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于生物电化学及光催化的污水原位处理系统及应用

(57) 摘要

本发明涉及一种基于生物电化学及光催化的污水原位处理系统,该系统包括埋设在污水河底淤泥中的阳极、布设在污水中的阴极、将阳极与阴极相连通的导线以及设置在导线上的调节电阻,所述的阴极表面上负载有光催化剂,所述的光催化剂为石墨烯。与现有技术相比,本发明将微生物燃料电池与光催化技术相结合,阴极的光催化剂石墨烯直接利用阳极降解有机物传来的电子,和石墨烯吸附的氧气结合生成活性氧物种,可原位对受污染水体中的有机污染物进行氧化降解,可直接置于受污染水体中原位修复,兼具污染物处理和产电功能,具有很好的开发运用前景。



1. 一种基于生物电化学及光催化的污水原位处理系统,其特征在于,该系统包括埋设在污水河底淤泥中的阳极、布设在污水中的阴极、将阳极与阴极相连通的导线以及设置在导线上的调节电阻,所述的阴极表面上负载有光催化剂,所述的光催化剂为石墨烯,该石墨烯的负载量为 $0.4\sim 0.8\text{mg}/\text{cm}^2$;所述的导线、调节电阻表面进行防水处理,防水处理为采用高压防水胶带包裹其外表面,

所述的阴极上负载的石墨烯是通过电化学循环伏安法还原沉积制备而成,所述的电化学循环伏安法具体步骤为:将阴极用丙酮、清水清洗后,烘干,再置于含有氧化石墨烯的PBS缓冲溶液中,通入氮气除氧,后以 $18\sim 24\text{mV}/\text{s}$ 的扫描速率在 $-1.5\sim 0.5\text{V}$ 的电位范围内扫描数圈,即获得负载有石墨烯的阴极;

所述的PBS缓冲溶液中氧化石墨烯的质量浓度为 $1.0\sim 1.5\text{mg}/\text{mL}$;所述的PBS缓冲溶液的pH值为9.18;所述的阳极与阴极为不锈钢网、碳毡、石墨板或泡沫镍中的一种;所述的导线为表面经过防水处理的钛丝;所述的调节电阻为表面经过防水处理的调节电阻,在工作状态下,所述的调节电阻的阻值为 $1000\ \Omega$;

将阳极置于受污染水体底泥中,通过底泥中的厌氧微生物将底泥中的有机物氧化分解,产生电子,通过外电路传递到阴极,从而实现在去除沉积物中有机污染物的同时又回收能量的目的,在阴极表面负载石墨烯作为光催化剂,在光照条件下,石墨烯表面吸附的氧气得到由电池阳极传递过来的电子形成活性氧物种,实现对污水中有机物的降解。

2. 如权利要求1所述的一种基于生物电化学及光催化的污水原位处理系统的应用,其特征在于,所述的系统用于降解污泥以及污水中的有机污染物。

一种基于生物电化学及光催化的污水原位处理系统及应用

技术领域

[0001] 本发明属于污水处理技术领域,涉及一种基于生物电化学及光催化的污水原位处理系统及应用。

背景技术

[0002] 现今,自然环境中大量有机污染物的流入会导致湖塘、河水中溶解氧(DO)下降,水质变浑浊,透明度下降,散发腥臭味,进而影响水体感官环境质量;用作饮用水源时,其中含有的各类藻类毒素会影响人体健康;同时,还会加剧水资源的危机,造成经济损失。目前,常用的水体修复技术按照修复的地点可分为原位修复和异位修复两大类,按照修复的技术手段又可分为物理法、化学法、生物法三大类。其中,原位修复技术是指在借助特定的技术手段下,在受污染的区域直接对环境进行修复的方法。与将污染物转移到其它位置后,再进行处理异位修复技术相比,原位修复工程量较小,节省了运输成本,对生态环境的影响也较小。

[0003] 微生物燃料电池(MFCs)是一种以微生物为催化剂,将化学能直接转化为电能的装置,是一种新型清洁能源生产技术。MFC可以通过阳极产电生物膜降解废水中有机物获得持续电能,对废水中的能源实现有效回收。

[0004] 近年来,光催化技术在环境治理上有着极其诱人的应用前景,具有其他处理方法所无法代替的优势。它稳定、无毒、活性高,利用廉价、清洁的太阳能,可以无选择性矿化几乎所有的有机污染物,并能还原去除多种过渡金属离子。光催化技术的原理是依据强氧化性的光生空穴与污染物发生初级反应,继而诱导分子氧等系列活性氧物种参与发生各种氧化反应,最终将污染物氧化分解运用。

[0005] 石墨烯是一种由单层碳原子组成的六方蜂巢状二维结构的新型炭质材料,是自然界已知材料中最薄的一种。由于石墨烯特殊的结构、高比表面积以及优异的导热性能和室温下高速的电子迁移率,使其自2004年首次报道后,就引起了科学界的极大兴趣,掀起了石墨烯研究的热潮。石墨烯材料具有典型的半导体特性,被认为是一种比较有前途的新型非金属催化剂,应用于大量的催化反应中。目前,关于石墨烯和其它半导体复合体系光催化性质的研究较多,研究结果表明石墨烯更容易使电子转移,从而使半导体在光催化反应中更有效地分离电荷,光催化活性显著增强。

[0006] 目前,微生物燃料电池用于受污染水体或底泥的原位修复相关技术已有出现。

[0007] 例如,申请公布号为CN 104176836 A的中国专利公开了一种原位修复污染水体和底泥的微生物电化学装置及原位修复污染水体和底泥的方法,主要由阴极、阳极、第一导线、第二导线、充放电装置组成,通过将微生物电化学装置的阳极置于受污染底泥中,阴极置于受污染底泥上层污染水体中,使用第一导线和第二导线将阴极、阳极分别与充放电装置的负极和正极相连接,运行时间为18d,得到去除污染物的水体和去除污染物的底泥。该发明可用于原位修复污染水体和底泥。

[0008] 申请公布号为CN 104829076 A的中国专利公开了一种受污染水体中黑臭底泥资

源化处理的装置,该装置是以黑臭底泥、EM菌作为阳极底物,以河水或pH=7的磷酸盐缓冲液作为阴极电解液,石墨板或碳纤维布作为电极材料,外电路由铜导线和可变电阻连接而成,构建沉积型微生物燃料电池。该处理方法使受污染水体中的底泥黑臭问题得到了解决,产电能力方面也具有很大的提升空间。

[0009] 上述的专利技术方案均是将微生物燃料电池用于底泥或受污染水体的原位修复,但或采用外部充放电装置,这会增加能耗,或只能解决底泥原位修复的问题,没有考虑到受污染水体的修复,均存在一定的局限性。

发明内容

[0010] 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将微生物燃料电池与光催化技术结合,可直接置于受污染水体中进行原位修复,兼具污染物处理和产电功能的基于生物电化学及光催化的污水原位处理系统。

[0011] 本发明的另一个目的是提供所述基于生物电化学及光催化的污水原位处理系统的应用。

[0012] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0013] 一种基于生物电化学及光催化的污水原位处理系统,该系统包括埋设在污水河底淤泥中的阳极、布设在污水中的阴极、将阳极与阴极相连通的导线以及设置在导线上的调节电阻,所述的阴极表面上负载有光催化剂。

[0014] 所述的光催化剂为石墨烯,该石墨烯的负载量为 $0.4\sim 0.8\text{mg}/\text{cm}^2$ 。

[0015] 所述的阴极上负载的石墨烯是通过电化学循环伏安法还原沉积制备而成。其中,电化学循环伏安法还原沉积石墨烯负载阴极的具体步骤为:阴极电极经丙酮、清水清洗烘干后,置于 $1.0\sim 1.5\text{mg}/\text{mL}+0.05\text{mol}/\text{L}$ PBS (pH=9.18) 的溶液中,通氮气除氧,采用循环伏安法以 $18\sim 24\text{mV}/\text{s}$ 的扫描速率在 $-1.5\sim 0.5\text{V}$ 的电位范围内扫描一定的圈数,即得石墨烯修饰电极。

[0016] 所述的阳极与阴极为不锈钢网、碳毡、石墨板或泡沫镍中的一种。

[0017] 所述的导线为表面经过防水处理的钛丝,外部进行过防水处理,长期浸泡在水中不易被腐蚀。

[0018] 所述的调节电阻为表面经过防水处理的调节电阻,在工作状态下,所述的调节电阻的阻值为 $1000\ \Omega$ 。

[0019] 所述的调节电阻采用外部防水处理,长期浸泡在水中不会有短路的危险。

[0020] 所述的导线、调节电阻表面的防水处理为采用高压防水胶带包裹其外表面。

[0021] 一种基于生物电化学及光催化的污水原位处理系统的应用,所述的系统用于降解污泥以及污水中的有机污染物。

[0022] 在实际的结构设计中,将阳极置于受污染水体底泥中,通过底泥中的厌氧微生物将底泥中的有机物氧化分解,产生电子,通过外电路传递到阴极,从而实现在去除沉积物中有机污染物的同时又回收能量的目的。在阴极表面负载石墨烯作为光催化剂,在光照条件下,石墨烯表面吸附的氧气可得到由电池阳极传递过来的电子形成活性氧物种($\cdot\text{OH}$ 、 $\text{H}_2\text{O}_2\cdots$),实现对污水中有机物的降解。

[0023] 本发明将微生物燃料电池与光催化技术结合,利用微生物燃料电池就地利用底泥

中的有机物为燃料,原位削减污染并产生电能,阴极的光催化剂石墨烯可利用阳极传递过来的电子和吸附的氧气原位降解水中的有机污染物。整个系统结构简单紧凑,操作过程耗能低,可直接置于受污染水体中原位修复,兼具污染物处理和产电功能,具有很好的开发运用前景。

[0024] 与现有技术相比,本发明具有以下特点:

[0025] 1) 将微生物燃料电池应用于底泥的原位修复中,直接利用底泥中的厌氧微生物将底泥中的有机物进行降解,可持续修复底泥并产生电能;

[0026] 2) 将微生物燃料电池与光催化技术相结合,阴极的光催化剂石墨烯直接利用阳极降解有机物传来的电子,和石墨烯吸附的氧气结合生成活性氧物种,可原位对受污染水体中的有机污染物进行氧化降解;

[0027] 3) 整个装置利用太阳能与生物能,不需要外加装置或能耗,可持续对底泥及污水进行原位修复,仅需定期进行检查维护即可;

[0028] 4) 装置采用结构特殊的石墨烯材料来提高微生物燃料电池阴极的电子迁移率,可实现光催化效率和速率的提升,在实际利用中更具优势;

[0029] 5) 装置连接材料耐腐蚀,外部采用防水处理,可以长期浸泡在水中而不被腐蚀,材料更换频率低,适用于水体的原位修复。

附图说明

[0030] 图1为本发明结构示意图;

[0031] 图中标记说明:

[0032] 1—阳极、2—光催化剂、3—阴极、4—导线、5—调节电阻。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0034] 实施例:

[0035] 如图1所示,本实施例基于生物电化学及光催化的污水原位处理系统,该系统包括埋设在污水河底淤泥中的阳极1、布设在污水中的阴极3、将阳极1与阴极3相连通的导线4以及设置在导线4上的调节电阻5,阴极3表面上负载有光催化剂2。

[0036] 其中,光催化剂2为石墨烯,石墨烯的负载量为 $0.4\sim 0.8\text{mg}/\text{cm}^2$ 。

[0037] 阴极3上负载的石墨烯是通过电化学循环伏安法还原沉积制备而成。其中,电化学循环伏安法还原沉积石墨烯负载阴极的具体步骤为:阴极3经丙酮、清水清洗烘干后,置于 $1.0\sim 1.5\text{mg}/\text{mL}$ GO+ $0.05\text{mol}/\text{L}$ PBS (pH=9.18) 的溶液中,通氮气除氧,采用循环伏安法以 $18\sim 24\text{mV}/\text{s}$ 的扫描速率在 $-1.5\sim 0.5\text{V}$ 的电位范围内扫描一定的圈数,即得石墨烯修饰电极。

[0038] 本实施例中,阳极1为碳毡,阴极3为石墨板。导线4为表面经过防水处理的钛丝,外部进行过防水处理,长期浸泡在水中不易被腐蚀。调节电阻5为表面经过防水处理的调节电阻5,在工作状态下,调节电阻5的阻值为 $1000\ \Omega$ 。调节电阻5采用外部防水处理,长期浸泡在水中不会有短路的危险。导线、调节电阻表面的防水处理为利用高压防水胶带包裹其外表面。

[0039] 本实施例系统用于降解污泥以及污水中的有机污染物。

[0040] 在实际的结构设计中,将阳极1置于受污染水体底泥中,通过底泥中的厌氧微生物将底泥中的有机物氧化分解,产生电子,通过外电路传递到阴极3,从而实现在去除沉积物中有机污染物的同时又回收能量的目的。在阴极3表面负载石墨烯作为光催化剂,在光照条件下,石墨烯表面吸附的氧气可得到由电池阳极1传递过来的电子形成活性氧物种($\cdot\text{OH}$ 、 H_2O_2 ……),实现对污水中有机物的降解。

[0041] 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。

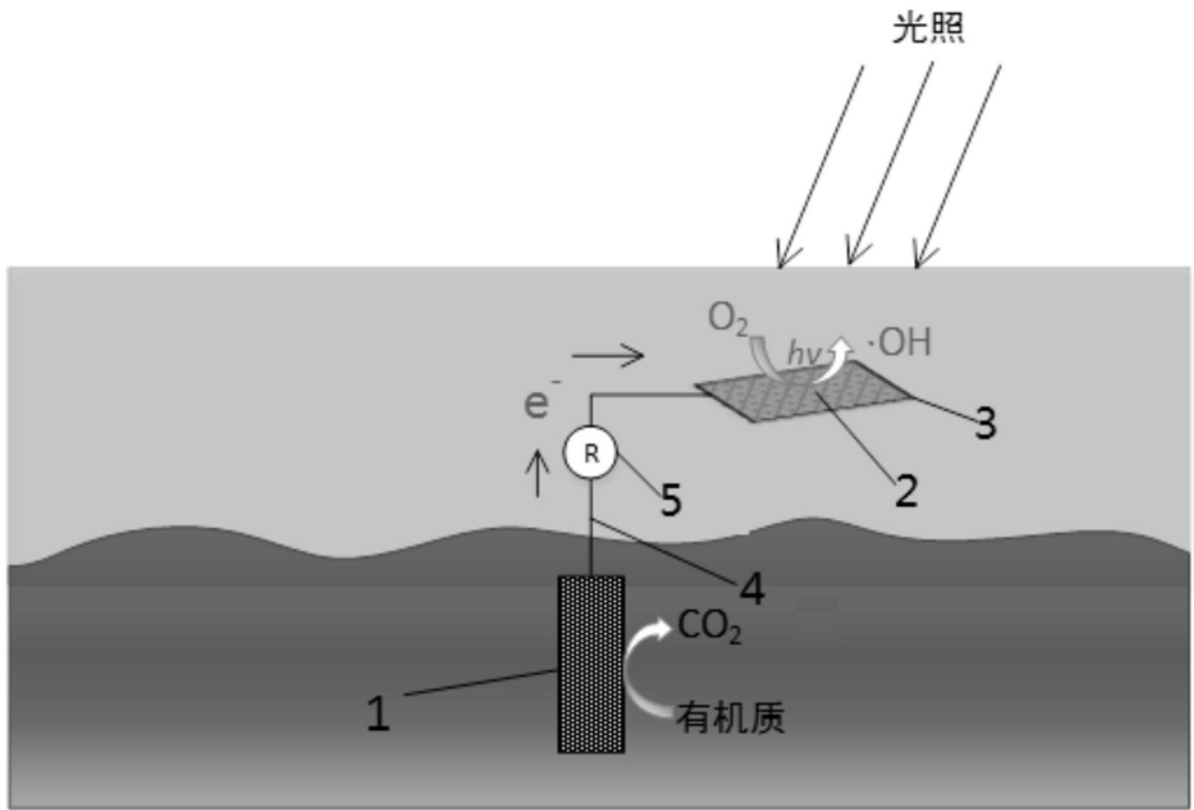


图1