



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102381753 B

(45) 授权公告日 2013.03.20

(21) 申请号 201110288409.4

CN 102001729 A, 2011.04.06,

(22) 申请日 2011.09.26

CN 101462785 A, 2009.06.24,

CN 101746876 A, 2010.06.23,

(73) 专利权人 中国科学技术大学

地址 230026 安徽省合肥市包河区金寨路
96号

梁鹏等. 双筒型微生物燃料电池产电及污水
净化特性的研究.《环境科学》.2009,第30卷(第
02期),616-620.

(72) 发明人 盛国平 王允坤 俞汉青

审查员 杨雅平

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限
公司 11227

代理人 逯长明

(51) Int. Cl.

H01M 8/16(2006.01)

C02F 3/02(2006.01)

(56) 对比文件

US 6235196 B1, 2001.05.22,

WO 2008109911 A1, 2008.09.18,

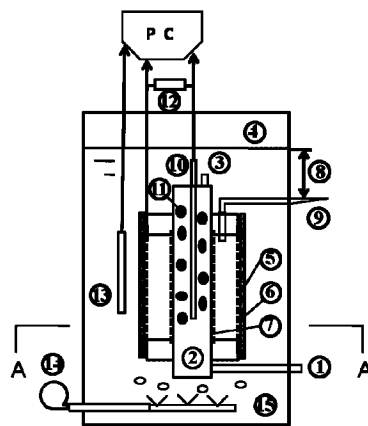
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种生物电化学膜反应器装置

(57) 摘要

本发明公开了一种生物电化学膜反应器装置,包括阳极室,其上分别设有进、出水管,其内填充石墨粒,产电微生物附着生长在其表面,并具有石墨棒电极;外套于阳极室外侧的阴极室,其底部设有曝气装置,为好氧微生物提供氧气;套设于阳极室外侧的离子选择性透过膜;套设于阳极室外侧,且与阳极室具有间隙的导电性分离膜;与石墨棒电极和导电性分离膜串联的外电阻。本发明赋予了导电性膜分离材料的双重功能:膜过滤和阴极;废水中有机物先经阳极微生物部分降解转化为电能,然后进入阴极室得到继续降解,实现了污水得到处理的同时可以从中回收电能。此生物电化学膜反应器同时具备了 MBR 和 MFC 的优点,而且克服了 MFC 生物量低、出水水质差的缺点。



1. 一种生物电化学膜反应器装置,其特征在于,包括:
阳极室(2),其上分别设有阳极室进水管(1)和阳极室出水管(3),其具有石墨棒电极(10),所述石墨棒电极(10)周围设有石墨粒(11),产电微生物附着生长在其表面;
外套于所述阳极室(2)外侧的阴极室(4),其底部设有曝气管(15),用于向阴极室内的好氧微生物提供氧气;
为所述曝气管(15)供气的空气泵(14);
套设于所述阳极室(2)外侧的离子选择性透过膜(7);
套设于所述阳极室(2)外侧,且与所述阳极室(2)具有间隙的导电性分离膜(6),其一端封闭,另一端连接有反应器出水管(9);
与所述石墨棒电极(10)和所述导电性分离膜(6)串联的外电阻(12)。
2. 根据权利要求1所述的生物电化学膜反应器装置,其特征在于,所述离子选择性透过膜(7)为50-500g/m²的无纺布。
3. 根据权利要求2所述的生物电化学膜反应器装置,其特征在于,所述离子选择性透过膜(7)为经聚四氟乙烯浸泡后,在105-370℃下烘干2-8小时制成的无纺布。
4. 根据权利要求1所述的生物电化学膜反应器装置,其特征在于,所述阳极室(2)、阴极室(4)和所述导电性分离膜(6)均为圆筒状结构。
5. 根据权利要求1所述的生物电化学膜反应器装置,其特征在于,所述导电性分离膜(6)距所述阳极室(2)的距离为5-50mm,距所述阴极室(4)的距离为10-100mm。
6. 根据权利要求1所述的生物电化学膜反应器装置,其特征在于,所述导电性分离膜(6)为孔径20-200 μm的不锈钢丝网。
7. 根据权利要求1所述的生物电化学膜反应器装置,其特征在于,还包括设置于所述阴极室(4)内的液位传感器(13)。
8. 根据权利要求1所述的生物电化学膜反应器装置,其特征在于,所述阳极室(2)的外壁上开有小孔,孔径为0.5-10mm。
9. 根据权利要求1所述的生物电化学膜反应器装置,其特征在于,所述石墨粒(11)的粒径为3-5mm;
所述阳极室(2)的水力停留时间为0.25-5h。
10. 根据权利要求1所述的生物电化学膜反应器装置,其特征在于,所述阳极室(2)的容积负荷选择在0.5-22.6kg COD/(m³d)。

一种生物电化学膜反应器装置

技术领域

[0001] 本发明涉及废水生物处理中的膜生物反应器的技术领域,特别涉及一种生物电化学膜反应器装置。

背景技术

[0002] 膜生物反应器(Membrane bioreactors, MBRs)是一种将膜分离技术与传统生物处理技术有机结合的新型高效污水处理与回用技术,因其具有处理效率高、出水水质好、污泥产量低的优点,在近几十年来得到迅猛发展,但是,目前仍存在着一些制约膜生物反应器大规模应用的因素,像膜组件成本高、严重的膜污染问题以及较高的曝气能耗。而利用粗网材料来代替微滤/超滤膜来实现泥水分离,可以有效降低MBR的成本,减缓膜污染,提高了MBR应用的可行性。目前用在MBR上的主要粗网膜基材主要有无纺布,工业滤布,涤纶滤布,筛绢等,主要研究其过滤性能和对污染物的去除效率上。

[0003] 微生物燃料电池(Microbial fuel cells, MFCs)是以微生物为催化剂,通过降解有机物将化学能转化成电能的一种装置。因其在降解污染物得同时可以回收电能而引起越来越多的关注。但是,目前也存在着一些缺点,像处理效率低、出水水质差,并且由于贵金属催化剂的使用以及昂贵的质子交换膜的使用,使得MFC的成本很高,这些都严重地制约了MFC在污水处理中的广泛应用。但是MFC可以跟常规的污水处理工艺相结合,作为污水预处理设施,在污水处理的同时回收电能。

[0004] 如何保证污水得到处理的同时可以从中回收电能,并且能够部分抵消MBR的曝气能耗,克服MFC生物量低、出水水质差的缺点,成为本领域技术人员亟待解决的重要技术问题。

发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明提供了一种生物电化学膜反应器装置,以保证污水得到处理的同时可以从中回收电能,并且能够部分抵消MBR的曝气能耗,克服MFC生物量低、出水水质差的缺点。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0007] 一种生物电化学膜反应器装置,包括:

[0008] 阳极室,其上分别设有阳极室进水管和阳极室出水管,其具有石墨棒电极,所述石墨棒电极周围设有石墨粒,产电微生物附着生长在其表面;

[0009] 外套于所述阳极室外侧的阴极室,其底部设有曝气管,用于向阴极室内的好氧微生物提供氧气;

[0010] 为所述曝气管供气的空气泵;

[0011] 套设于所述阳极室外侧的离子选择性透过膜;

[0012] 套设于所述阳极室外侧,且与所述阳极室具有间隙的导电性分离膜,其一端封闭,另一端连接有反应器出水管;

[0013] 与上述石墨棒电极和上述导电性分离膜串联的外电阻。

[0014] 优选地,在上述生物电化学膜反应器装置中,所述离子选择性透过膜为 50-500g/m² 的无纺布。

[0015] 优选地,在上述生物电化学膜反应器装置中,述离子选择性透过膜为经聚四氟乙烯浸泡后,在 105-370℃ 下烘干 2-8 小时制成的无纺布。

[0016] 优选地,在上述生物电化学膜反应器装置中,所述阳极室、阴极室和所述导电性分离膜均为圆筒状结构。

[0017] 优选地,在上述生物电化学膜反应器装置中,所述导电性分离膜距所述阳极室的距离为 5-50mm,距所述阴极室的距离为 10-100mm。

[0018] 优选地,在上述生物电化学膜反应器装置中,所述导电性分离膜为孔径 20-200 μm 的不锈钢丝网。

[0019] 优选地,在上述生物电化学膜反应器装置中,还包括设置于所述阴极室内的液位传感器。

[0020] 优选地,在上述生物电化学膜反应器装置中,所述阳极室的外壁上开有小孔,孔径为 0.5-10mm。

[0021] 优选地,在上述生物电化学膜反应器装置中,所述石墨粒的粒径为 3-5mm;

[0022] 所述阳极室的水力停留时间为 0.25-5h。

[0023] 优选地,在上述生物电化学膜反应器装置中,所述阳极室的容积负荷可以选择在 0.5-22.6kg COD/(m³d)。

[0024] 从上述的技术方案可以看出,本发明提供的生物电化学膜反应器装置,先将废水进入阳极室内,处理后通过阳极室出水管流入阴极室做进一步处理;同时将导电性分离膜一端封闭,另一端连接反应器出水管,在液位压差的作用下,靠重力由反应器出水管自流水。生物电化学膜反应器在阳极室内接种厌氧污泥,在阴极室内接种好氧污泥。污水经过阳极室时,石墨粒上产电微生物催化有机物氧化分解,同时把电子导出到石墨棒电极上,然后流经外电阻到达阴极(即导电性分离膜)上,与空气泵提供的氧气以及从阳极室经离子选择性透过膜迁移至阴极的质子反应,最终生成水。

[0025] 本发明通过将膜生物反应器与微生物燃料电池相耦合,赋予了导电性膜分离材料的双重功能:膜过滤和阴极,实现了污水得到处理的同时可以从中回收电能。此生物电化学膜反应器具备了膜生物反应器高效、出水水质好的优点,同时可以从污水中回收电能,部分抵消 MBR 的曝气能耗。而且还克服了 MFC 生物量低、出水水质差的缺点。

附图说明

[0026] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0027] 图 1 为本发明提供的生物电化学膜反应器装置的结构示意图;

[0028] 图 2 为图 1 沿 A-A 线的剖面示意图;

[0029] 图 3 为阴极表面生物膜形成过程中反应器出水浊度的变化图。

具体实施方式

[0030] 本发明公开了一种生物电化学膜反应器装置,以保证污水得到处理的同时可以从中回收电能,并且能够部分抵消 MBR 的曝气能耗,克服 MFC 生物量低、出水水质差的缺点。

[0031] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅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做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。

[0032] 请参阅图 1-图 3,图 1 为本发明提供的生物电化学膜反应器装置的结构示意图;图 2 为图 1 沿 A-A 线的剖面示意图;图 3 为阴极表面生物膜形成过程中反应器出水浊度的变化图。

[0033] 本发明实施例提供的生物电化学膜反应器装置,包括阳极室 2、阴极室 4、空气泵 14、离子选择性透过膜 7、导电性分离膜 6、反应器出水管 9 和外电阻 12。其中,阳极室 2 上分别设有阳极室进水管 1 和阳极室出水管 3,其具有石墨棒电极 10,石墨棒电极 10 周围设有石墨粒 11,通常将石墨棒电极 10 布置于阳极室 2 的中间。阴极室 4 外套于阳极室 2 的外侧,其底部设有曝气管 15,空气泵 14 与曝气管 15 相连,用于为曝气管 15 供气。离子选择性透过膜 7 套设于阳极室 2 的外侧,导电性分离膜 6 套设于阳极室 2 外侧,且与阳极室 2 具有间隙,其一端封闭,另一端连接有反应器出水管 9。外电阻 12 与石墨棒电极 10 和导电性分离膜 6 串联,石墨棒电极 10 作为阳极,导电性分离膜 6 作为阴极。

[0034] 本发明提供的生物电化学膜反应器装置,先将废水进入阳极室 2 内,处理后通过阳极室出水管 3 流入阴极室 4 做进一步处理;同时将导电性分离膜 6 一端封闭,另一端连接反应器出水管 9,在液位压差 8 的作用下,靠重力由反应器出水管 9 自流水。生物电化学膜反应器在阳极室 2 内接种厌氧污泥,在阴极室 4 内接种好氧污泥。污水经过阳极室 2 时,石墨粒 11 上产电微生物催化有机物氧化分解,同时把电子导出到石墨棒电极上,然后流经外电阻 12 到达阴极(即导电性分离膜 6)上,与空气泵 14 提供的氧气以及从阳极室 2 经离子选择性透过膜 7 迁移至阴极的质子反应,最终生成水。

[0035] 本发明通过将膜生物反应器与微生物燃料电池相耦合,赋予了导电性膜分离材料的双重功能:膜过滤和阴极,实现了污水得到处理的同时可以从中回收电能。此生物电化学膜反应器具备了膜生物反应器高效、出水水质好的优点,同时可以从污水中回收电能,部分抵消 MBR 的曝气能耗。而且还克服了 MFC 生物量低、出水水质差的缺点。

[0036] 导电性分离膜 6 在此生物电化学膜反应器装置中起到了双重作用:一是作为泥水分离膜,其截留絮状污泥及悬浮胶体粒子,获得较好的出水水质;二是作为阴极,氧气在其表面还原。

[0037] 生物电化学膜反应器的阴阳极之间的离子选择性透过膜 7 采用廉价的无纺布,无纺布型号为 50-500g/m²,经聚四氟乙烯浸泡后,在 105-370℃ 下烘干 2-8 小时制成。用无纺布取代昂贵的质子交换膜,可以降低装置的成本。

[0038] 导电性分离膜 6 为孔径 20-200 μm 的不锈钢丝网,生物电化学膜反应器在运行过程中,不锈钢丝网阴极表面会形成一层生物膜,此生物膜不仅可以截留污泥絮体和悬浮粒子,从而提高出水水质;而且生物膜中的微生物可以催化氧气在阴极表面还原,提高产电效

率的同时,避免了贵重金属催化剂的使用,降低了装置的运行费用。

[0039] 阳极室 2、阴极室 4 和导电性分离膜 6 均为圆筒状结构。即生物电化学膜反应器装置,采用了三套筒结构,圆筒状阳极室 2 置于圆筒状阴极室 4 内,阳极室 2 和阴极室 4 被导电性分离膜 6 隔开;阳极室 2 与阴极(即导电性分离膜 6)被离子选择性透过膜 7 隔开。导电性分离膜 6 距阳极室 4 的距离为 5-50mm,到阴极室的距离为 10-100mm。

[0040] 本发明还可包括设置于阴极室 4 内的液位传感器 13。

[0041] 阳极室 2 外壁上开有小孔,孔径为 0.5-10mm;外壁上包裹一层离子选择透过性膜 7,防止水从阳极渗漏至阴极的同时,允许质子自由通过。阴极室 4 内接种好氧活性污泥,浓度为 3000-5000mg/L。石墨粒 11 的粒径为 3-5mm;阳极室 2 的水力停留时间为 0.25-5h。阳极室 2 的容积负荷可以选择在 0.5-22.6kg COD/(m³d)。

[0042] 实施例 1:在进水 COD(chemical oxygen demand,化学耗氧量),浓度为 12.6-439.1mg/L 时,此生物电化学膜反应器对 COD 的去除率为 82.5-93.9%;在进水氨氮浓度为 13.6-41.7mg/L 时,此生物电化学膜反应器对氨氮的去除率为 92.7-99.6%,对 TN 的去除率为 27.6-60.7%。

[0043] 实施例 2:在阳极室水力停留时间为 0.25-5h 时,此生物电化学膜反应器阳极室的库伦效率为 0.51-12.4%,对 COD 的去除率为 5.5-79.1%,对氨氮的去除率为 5.3-24.5%。

[0044] 实施例 3:在阳极室容积负荷为 0.5-22.6kg COD/(m³d),此生物电化学膜反应器产出的最大功率密度为 4.35W/m³,最大电流密度为 18.32A/m³。

[0045] 实施例 4:此发明的生物电化学膜反应器装置中,采用不锈钢丝粗网作为膜过滤材料和阴极,在反应器运行过程中,钢丝网表面会形成一层生物膜,这层生物膜主要有细菌、糖类和蛋白等组成。此生物膜不仅可以截留污泥絮体和悬浮粒子,提高出水水质,而且生物膜中的细菌可以催化氧气在其表面还原,起到生物催化剂的作用。在反应器正常的运行条件下,此生物电化学膜反应器的稳定出水浊度在 0.6-2.1NTU(浊度)。

[0046] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

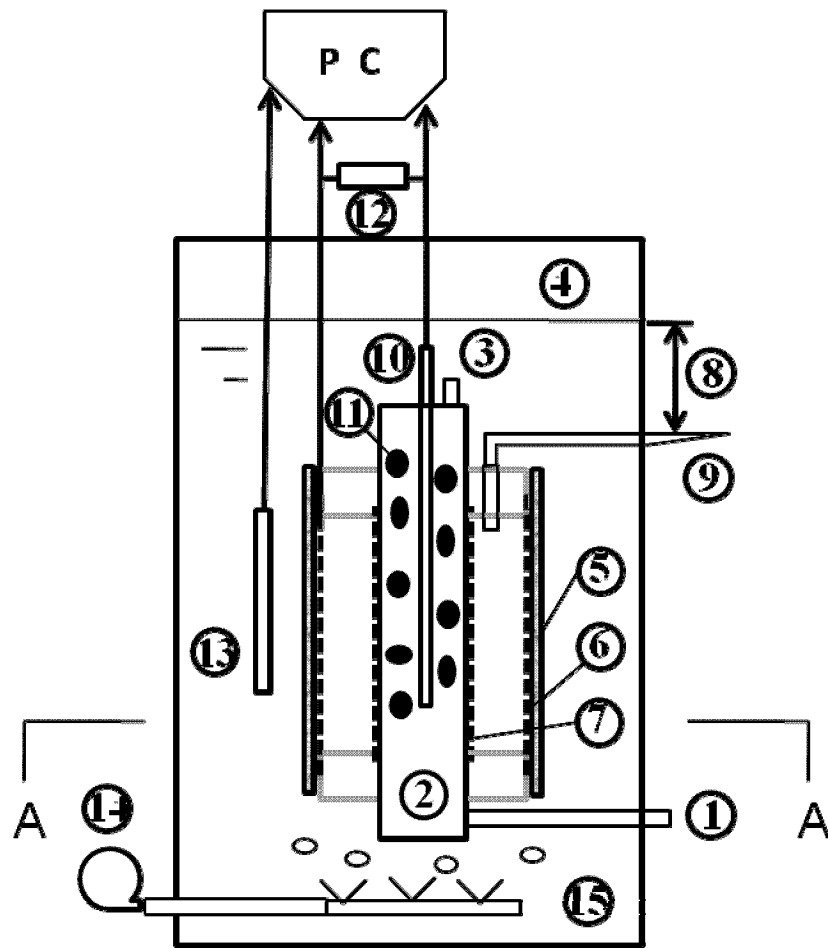


图 1

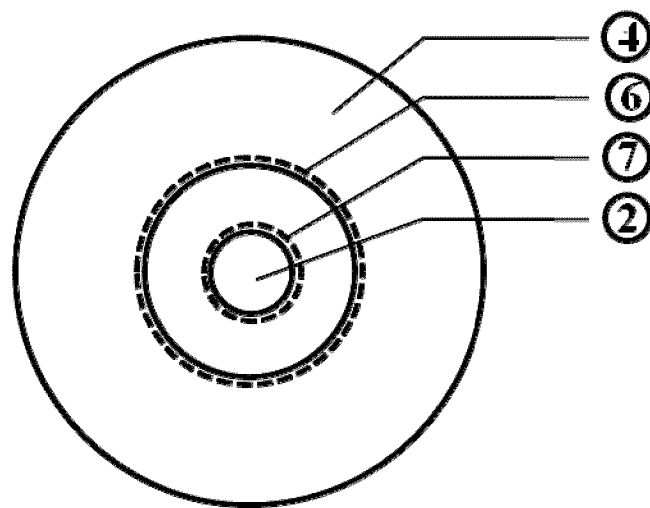


图 2

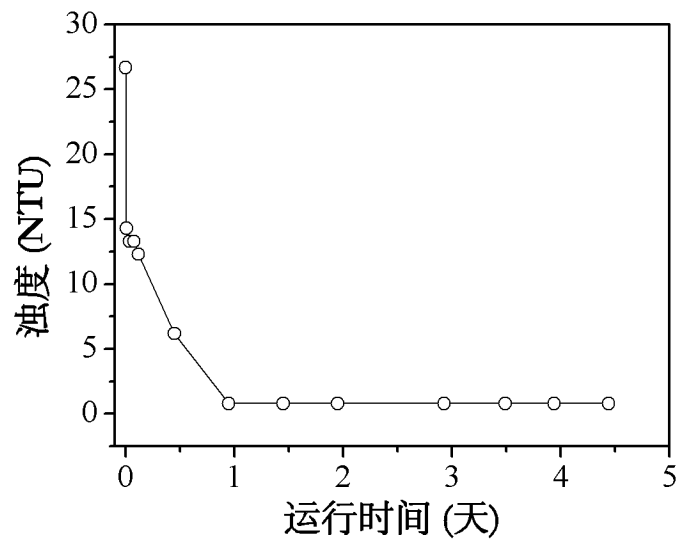


图 3