



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103820307 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 20

(21) 申请号 201410061176. 8

倒数第 2 段 - 第 4 页第 3 段, 图 1.

(22) 申请日 2014. 02. 24

CN 202971516 U, 2013. 06. 05, 全文.

EP 1935973 A1, 2008. 06. 25, 全文.

(73) 专利权人 南京工业大学

地址 211816 江苏省南京市浦口区浦珠南路
30 号

审查员 刘春杰

(72) 发明人 李干禄 韦策 陈可泉 李晖
姜岷 欧阳平凯

(74) 专利代理机构 江苏致邦律师事务所 32230
代理人 徐蓓

(51) Int. Cl.

C12M 1/04(2006. 01)

C12M 1/02(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 103525689 A, 2014. 01. 22, 说明书第
54-64 段, 图 1-6.

CN 101432062 A, 2009. 05. 13, 说明书第 2 页

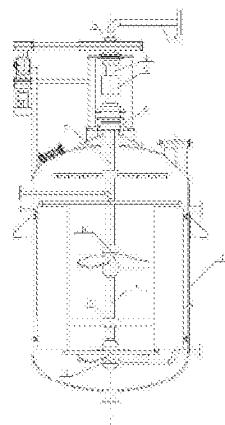
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种新型机械搅拌叶轮微膜曝气生物反应器

(57) 摘要

本发明是一种新型机械搅拌叶轮曝气生物反应器, 该生物反应器的采用微膜曝气搅拌叶轮, 当叶轮两个时, 叶轮(8)与(11)之间通过转动轴(9)连接, 并由中心定位器(10)达到整体平衡; 叶轮由微膜搅拌曝气叶片和具有反丝紧锁的搅拌轴套组成, 搅拌器的叶轮整体直径是罐体(1)直径的 0.15~0.5 倍; 叶轮的叶片折角为 $17^{\circ}40'$; 叶片与搅拌轴套的安装角度为 45° 或 60° 。该搅拌叶轮的转动使膜片与溶液形成错流, 不断的冲刷膜表面防止曝气膜孔的堵塞。优选的是推进式叶片能满足高耗氧低剪切的发酵体。优选的, 该生物反应器的密封连接如图 2 和图 3 采用特殊的紧锁反丝的方式, 既防止发酵污染又有利于拆修。



1. 一种机械搅拌的叶轮微膜曝气生物反应器,包括机械搅拌式反应器(1),其特征在于:所述的叶轮微膜曝气生物反应器的风管(2)通过机械密封(3)与第一转动轴(4)连接,第一转动轴(4)通过特殊的密封联轴器(5)再通过机械搅拌式反应器(1)罐体上的发酵罐罐体机械密封(6)与第二转动轴(7)连接,第二转动轴(7)与第二微膜曝气搅拌叶轮(11)连接;

所述的特殊密封联轴器(5)以锁紧反丝方式固定在第一转动轴(4)的下端,所述的第一转动轴(4)带有O型圈,并以沉插方式与密封联轴器(5)的内环密封,然后通过密封联轴器(5)内丝与第一转动轴(4)外丝锁紧;所述的第二转动轴(7)和第三转动轴(9)两端分别带有紧锁反丝和O型圈,并以上述密封联轴器(5)与第一转动轴(4)之间的连接方式与叶轮密封连接;

所述的第二转动轴(7)与第一微膜曝气搅拌叶轮(8)连接,第一微膜曝气搅拌叶轮(8)与第二微膜曝气搅拌叶轮(11)通过第三转动轴(9)连接,并由中心定位器(10)达到整体平衡;

所述的第一微膜曝气搅拌叶轮(8)和第二微膜曝气搅拌叶轮(11)由微膜搅拌曝气叶片和具有反丝紧锁的搅拌轴套(12)组成,第一微膜曝气搅拌叶轮(8)两端开口,在最底层的第二微膜曝气搅拌叶轮(11)下端口封闭,第二微膜曝气搅拌叶轮(11)安装高度为叶轮直径的1~1.5倍。

2. 根据权利要求1所述的叶轮微膜曝气生物反应器,其特征在于:所述的第一微膜曝气搅拌叶轮和第二微膜曝气搅拌叶轮的整体直径是反应器(1)直径的0.15~0.5倍。

3. 根据权利要求1所述的叶轮微膜曝气生物反应器,其特征在于:所述的第一微膜曝气搅拌叶轮和第二微膜曝气搅拌叶轮的折角 θ_2 为 $17^{\circ}40'$,所述的叶轮与搅拌轴套的安装角度 θ 为 45° 或 60° 。

4. 根据权利要求3所述的叶轮微膜曝气生物反应器,其特征在于:所述的叶片的个数为4或6片。

5. 根据权利要求3所述的叶轮微膜曝气生物反应器,其特征在于:所述的叶片为推进式。

6. 根据权利要求2所述的叶轮微膜曝气生物反应器,其特征在于:所述的第一微膜曝气搅拌叶轮和/或第二微膜曝气搅拌叶轮的叶轮为两个以上时,叶轮与叶轮为800~1000毫米等距离排列,最底层叶轮安装高度为叶轮直径的1~1.5倍。

7. 根据权利要求1所述的叶轮微膜曝气生物反应器,其特征在于:所述的第一转动轴(4)的上部设置有一键槽。

一种新型机械搅拌叶轮微膜曝气生物反应器

技术领域

[0001] 本发明属于机械搅拌生物反应器领域,涉及一种叶轮微膜曝气的机械搅拌生物反应器。

背景技术

[0002] 微膜生物反应器作为一种新型高效发酵反应器在现在的发酵行业日趋活跃,现在已逐步应用于液态发酵罐中的气体曝气。杨涛等人(CN 101503245A)的膜生物反应器技术不仅污水处理领域得到了广泛应用,近几年国内外有关学者就微生物培养方面能否应用微膜曝气来加强氧的传递做了不少尝试,发现微膜曝气(陈飞等人 CN101659476A)对发酵产量的提高及节能方面有显著的效果,因而得到了国内外有关学者的重视。

[0003] 机械搅拌通风发酵罐是利用机械搅拌器的作用,使空气和发酵液充分混合,促使氧在发酵液中溶解,以保证供给微生物生长繁殖、发酵所需要的氧气。机械搅拌通风发酵罐能使用于大多数的生物过程,如谷氨酸、柠檬酸、酶制剂、抗生素、酵母等发酵用设备。机械搅拌通风发酵罐是目前使用最多的一种发酵罐,使用性好、适用性强、发大容易,从小型到大型的微生物培养过程都可以应用。但是,几乎所有的机械搅拌通风发酵罐的空气分布器都采用打孔方式,造成气泡粒径大而不均匀,要靠搅拌来粉碎气泡,从而造成搅拌功率高和剪切力大,对于高溶氧低剪切力的微生物培养就不使用。于是,不少专家学者就考虑使用微膜曝气(廖志民等人 CN201381249Y)来解决此问题。然而,虽然膜生物反应器是一高效新型的发酵曝气技术,但仍然存在一定的缺陷。由于膜生物反应器在发酵过程中,膜孔不仅可以分配出均匀和细小的气泡,而且还会被大分子的溶质堵塞。因此膜污染问题是膜生物反应器在发酵领域中广泛应用的主要原因。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是提供一种新型高效的机械搅拌叶轮微膜曝气生物反应器,该微膜曝气解决目前机械搅拌通风发酵罐高剪切力、高能耗和一般微膜曝气的膜高污染使用寿命短,不利于高溶氧低剪切发酵的问题。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明的机械搅拌叶轮微膜曝气生物反应器的风管通过机械密封与转动轴连接,该转动轴通过密封联轴器再通过机械搅拌式反应器罐体的机械密封与另一转动轴连接,该转动轴与微膜曝气搅拌叶轮连接,通过密封联轴器、转动轴和微膜曝气搅拌叶轮的加入,对传统生物反应器进行整体改进,克服了机械搅拌通风发酵罐的空气气泡粒径大而不均匀的特点,并且整体好拆修。

[0006] 优选的,微膜曝气搅拌叶轮为两个时,叶轮之间通过转动轴连接,并由中心定位器达到整体平衡。

[0007] 优选的,微膜曝气搅拌叶轮由微膜搅拌曝气叶片和具有反丝紧锁的搅拌轴套(12)组成,搅拌器的叶轮整体直径是罐体(1)直径的 0.15~0.5 倍。

[0008] 优选的,叶轮的折角为 $17^{\circ}40'$,叶轮与搅拌轴套的安装角度为 45° 或 60° 。

[0009] 通过对叶片的特殊结构设计,利用微膜叶片可以解决由于叶轮旋转时在中空叶片背后形成的负压把培养基和菌体吸入中空叶片内沉积,造成难于清洗而染菌问题。同时由于叶轮旋转使膜片与溶液形成错流,不断的冲刷膜表面防止曝气膜孔的堵塞。而且本发明的整体连接和结构设计好拆卸、密封好,降低了能耗,提高了效率。

[0010] 优选的,所述的叶片个数为4片或6片,进一步提高叶片的效率。

[0011] 优选的,所述的叶片为推进式,进一步的使发酵液提高整体混合,降低搅拌器的剪切力,降低搅拌功率,以达到节能的效果。

[0012] 优选的,所述的叶轮为两个以上时,叶轮与叶轮为800~1000毫米等距离排列,最底层叶轮安装高度为叶轮直径的1~1.5倍,解决气体分布器安装在反应器底部,易发生堵塞后难于清洗疏通,同时存在卫生死角问题,进一步优化叶轮的曝气效果,叶轮的个数根据发酵罐的大小确定。

[0013] 优选的,所述的密封联轴器是一种特殊密封联轴器,指既要两轴同心牢固连接,又要达到发酵密封效果。具体通过下述方式解决该技术问题:密封联轴器以锁紧反丝方式固定在转动轴的下端,该转动轴带有O型圈,并以沉插方式与密封联轴器的内环密封,然后通过密封联轴器内丝与该转动轴外丝锁紧;所述的连接叶轮的转动轴的两端也分别带有紧锁反丝和O型圈,并以前述密封联轴器与转动轴之间的连接方式与叶轮密封连接,这些配件的特殊结构设计方便拆卸检修并实现了防止发酵染菌要求。

[0014] 优选的,所述的与密封联轴器连接的转动轴上部设置有一键槽,辅助皮带轮带动转动轴的,进一步提高效率。

[0015] 采用上述技术方案的积极效果:(1)利用机械密封和可拆卸解决了气体分布器若被堵塞和难于清洗疏通问题,使生物反应器在微生物培养过程中不易染菌。(2)使用微膜叶片可以解决由于叶轮旋转时在中空叶片背后形成的负压把培养基和菌体吸入中空叶片内沉积,造成难于清洗而染菌问题。同时由于叶轮旋转使膜片与溶液形成错流,不断的冲刷膜表面防止曝气膜孔的堵塞。(3)由于使用微膜叶片布气,分布出的气泡粒径本身就很很小,所以不需要依赖叶轮的搅拌作用来打散。因此搅拌器可以做成各种各样低剪切力的轴向流搅拌器,不仅解决了生物反应器整体混合问题,还解决了高剪切力问题。

附图说明

[0016] 图1是本发明的结构组装图;

[0017] 图2是图1中4号传动轴的剖面图;

[0018] 图3是图1中5号联轴器的剖面图;

[0019] 图4是图1中7、9号转动轴剖面图;

[0020] 图5是图1中8号微膜曝气搅拌叶轮的剖面图;

[0021] 图6是图1中11号微膜曝气搅拌叶轮的剖面图;

[0022] 图7是微膜曝气搅拌叶轮的折角 θ_2 ,叶轮与搅拌轴套的安装角度 θ_1 。

[0023] 图中,1机械搅拌式反应器,2无菌空气进气管即风管,3机械密封,4传动轴,5密封联轴器,6发酵罐罐体机械密封,7转动轴,8微膜曝气搅拌叶轮,9转动轴,10固定中心定位器,11微膜曝气搅拌叶轮,12搅拌轴套。

具体实施方式

[0024] 下面结合附图对本发明的技术方案做进一步的说明,但不应理解为对本发明的限制,本发明中:动静连接为风管和转动轴通过机械密封相连接,风管为动环端面与转动轴静环端面连接,机械密封其结构是一种系单端面、多弹簧、转动螺钉转动的专用发酵罐的机械密封,其特征在于静环与转动轴法兰之间的静环密封圈采用平垫密封圈进行密封,静环为对开式。

[0025] 图 1 是本发明的结构组装图,图 2 是图 1 中 4 号传动轴的剖面图,图 3 是图 1 中 5 号联轴器的剖面图,图 4 是图 1 中 7、9 号转动轴剖面图,图 5 是图 1 中 8 号微膜曝气搅拌叶轮的剖面图,图 6 是图 1 中 11 微膜曝气搅拌叶轮的剖面图,图 7 是图 1 中微膜曝气搅拌叶轮的折角 θ_2 ,叶轮与搅拌轴套的安装角度 θ_1 。

[0026] 图 1 所示,叶轮微膜曝气生物反应器的风管 2 通过机械密封 3 与转动轴 4 连接,转动轴 4 通过密封联轴器 5 再通过罐体 1 上的机械密封 6 与转动轴 7 连接,转动轴 7 与特殊结构的微膜曝气搅拌叶轮 8 连接,微膜曝气搅拌叶轮 8 与微膜曝气搅拌叶轮 11 通过转动轴 9 连接,并由中心定位器 10 达到整体平衡。图 5、图 6 所示,微膜曝气搅拌叶轮 8 和 11 由微膜搅拌曝气叶片和具有反丝紧锁的搅拌轴套(12)组成,微膜曝气搅拌叶轮 8 两端开口,在底层的微膜曝气搅拌叶轮 11 下端口封闭,显然叶轮的具体个数不限于本实施例的两个,而是根据发酵罐的大小来确定,可以是 1 个或者是 3 个以上,叶轮与叶轮为 800~1000 毫米等距离排列;搅拌器的叶轮整体直径是罐体(1)直径的 0.15~0.5 倍,具体根据不同的发酵体系进行调整,最底层叶轮安装高度为叶轮直径的 1~1.5 倍,叶轮的折角为 $17^{\circ}40'$;叶轮与搅拌轴套的安装角度为 45° 或 60° ;叶片的个数为 4 或 6 片。

[0027] 图 2、图 3 和图 4 所示,所述的密封联轴器 5 以锁紧反丝方式固定在转动轴 4 的下端,所述的转动轴 4 带有 O 型圈,并以沉插方式与密封联轴器 5 的内环密封,然后通过密封联轴器 5 内丝与转动轴 4 外丝锁紧,并且转动轴 4 设置有一键槽。这些配件的特殊结构设计为了方便拆卸检修和防止发酵染菌要求。

[0028] 本发明的原理是:在发酵实罐灭菌时,蒸汽通过风管进入搅拌空心轴达到微膜曝气搅拌叶轮的叶片,通过膜孔借助搅拌叶轮的离心作用均匀的分布的溶液中达到对管路和发酵液的消毒目的。因此,本发明对传动部分两轴承包括润滑油都采用耐高温的,同时还采用了水冷却系统,延长轴承的使用寿命。在培养过程中,无菌空气通过空心轴到达微膜结构的搅拌叶轮的叶片,在通过搅拌叶轮的离心作用将空气气泡均匀的分布溶液中去,再通过搅拌叶轮的推动作用促进流体湍流,增加反应器的传质系数。同时,利用搅拌叶轮的转动使膜片与溶液形成错流,不断的冲刷膜表面防止曝气膜孔的堵塞。同时微膜搅拌浆主体的特殊结构设计,并且不需要搅拌叶轮来粉碎气泡,因此搅拌叶片形式可以做成多种结构来满足不同的发酵体系。然而,如果采用低剪切高混合的搅拌浆还可以降低搅拌功率,降低整体发酵成本。

[0029] 实例:某公司花生四烯酸(ARA)发酵体系

[0030] 花生四烯酸(ARA)发酵生产是用高山被孢霉菌,这种高山被孢霉菌是一种丝状菌体很怕剪切力大的生物反应器,如菌体被切碎后菌体生长所需要的氧传递,不仅影响产量还对后续分离带来困难。因此现在一般使用气升式发酵罐较多,但是气升式发酵罐存在气通量大、降温效果不好等能耗高的缺点。花生四烯酸(ARA)发酵是一种典型的高耗氧低剪

切的发酵体系。花生四烯酸(ARA)发酵培养温度为 28℃, PH 为 6.0, DO 不小于 20 %。配方为:10 % 葡萄糖,0.5 % 酵母膏,0.3 % 牛肉膏,0.15 % MgSO_4 ,0.3 % KH_2PO_3 。某公司用常规 5M³发酵罐培养结果为菌体干质量为 32g/L,油脂为 40g/L, ARA 为 38g/L。然而同样 5M³新型机械搅拌叶轮微膜曝气发酵罐培养结果为菌体干质量为 40g/L,油脂为 50g/L, ARA 为 45g/L,发酵水平大幅度提高,达到国际领先水平。

[0031] 本发明是对严格纯种培养过程中无菌空气通过空心轴到达微膜结构的搅拌叶片,在通过搅拌叶轮的离心作用将空气气泡均匀的分布溶液中去,达到传质作用。同时,并且搅拌叶可以做成各种形式的叶片,特别是推进式低剪切力搅拌器来满足高耗氧低剪切的发酵体系。另外,通过这种特殊的密封连接方式,可以大大方便拆卸检修。

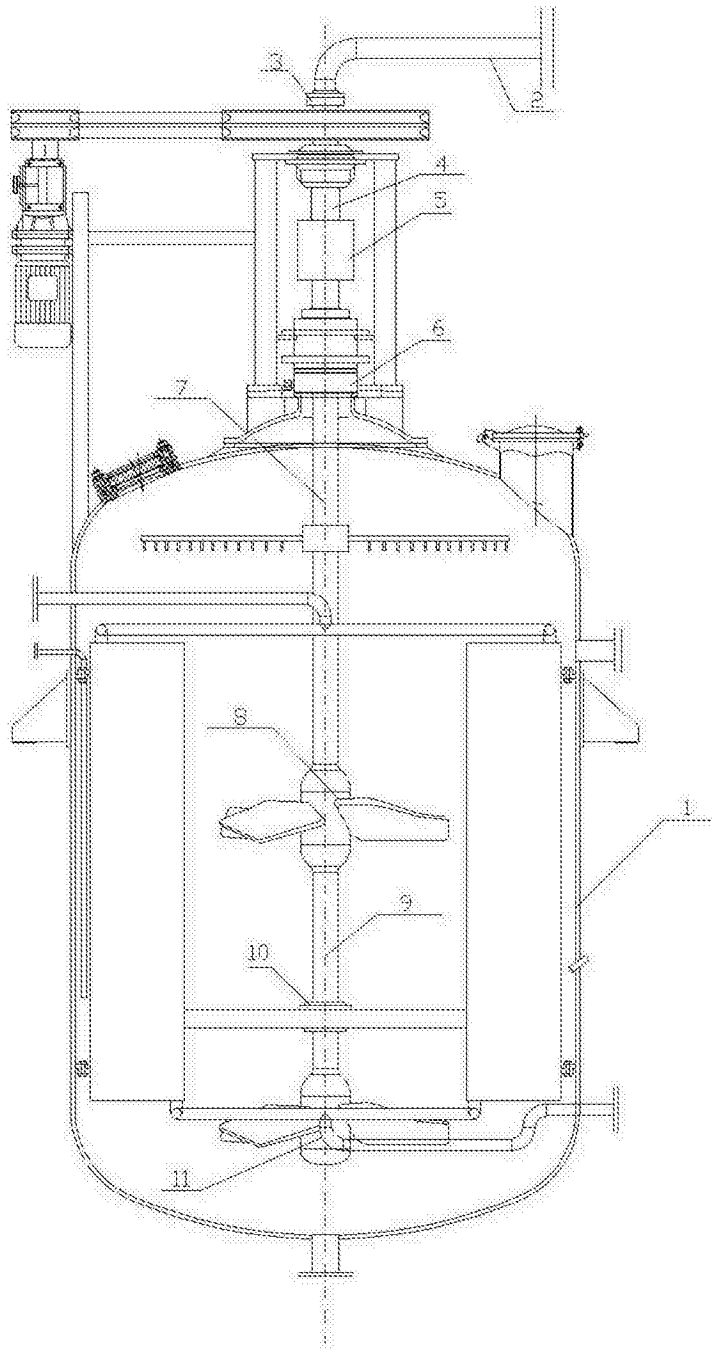


图 1

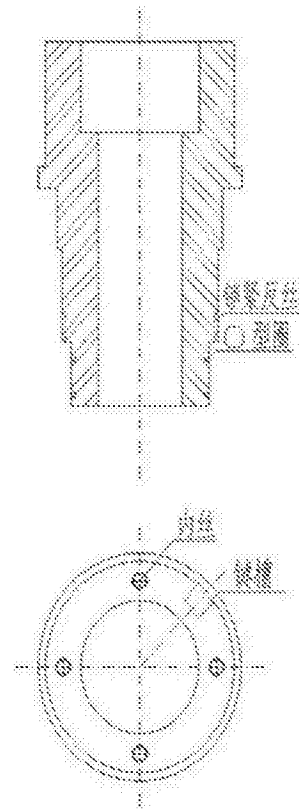


图 2

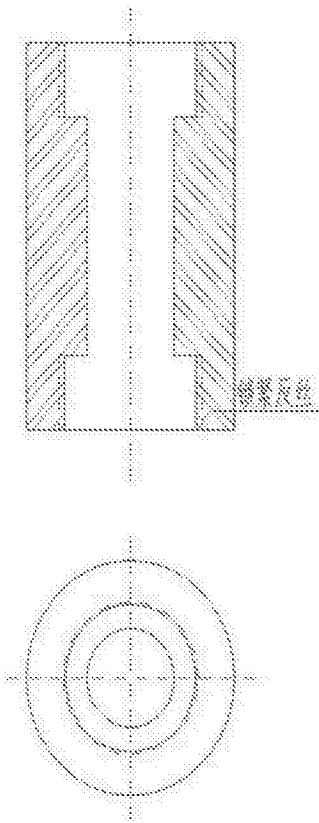


图 3

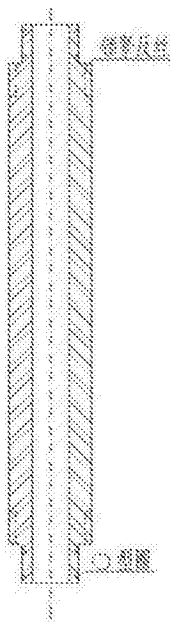


图 4

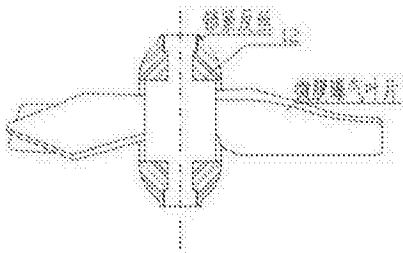


图 5

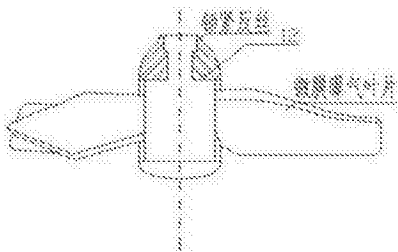


图 6

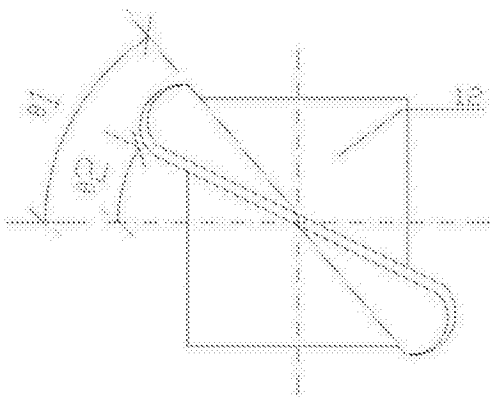


图 7