

1. 一种废气CO/CO₂发酵制乙醇的气液逆向传输生物膜反应器,包括通过法兰(4)连接的壳体上部(3)和壳体下部(7),在壳体上部(3)的顶部开设有排气孔(1);其特征在于:所述壳体上部(3)内均匀设置有若干喷淋装置(2);所述喷淋装置(2)往下喷洒营养液;壳体下部(7)内设置有曝气器(12),该曝气器(12)向上曝出废气;所述曝气器(12)与喷淋装置(2)之间的区域为填料区(6);所述填料区(6)内放置有若干填料,所述填料的表面附着有生物膜,生物膜上的微生物由喷淋装置(2)喷淋的营养液提供营养物质;所述填料放置在填料支撑板(8)上,该填料支撑板(8)上均匀开设有若干通孔;所述填料支撑板(8)由若干个均匀分布的挡板(9)支撑,所述挡板(9)固定在壳体下部(7)的内壁上;壳体下部(7)的底部设置有排液口,所述排液口与营养液接收池(13)连接,营养液接收池(13)内的营养液通过蠕动泵(14)驱动到喷淋装置(2);

在反应器内,所述填料接收喷淋装置(2)往下喷洒的营养液,曝气器(12)向上曝出的废气,穿过填料支撑板(8)的通孔与填料区(6)的填料接触,并被填料表面附着的生物膜利用,生成乙醇,乙醇从排液口排出到营养液接收池(13)。

2. 根据权利要求1所述的废气CO/CO₂发酵制乙醇的气液逆向传输生物膜反应器,其特征在于,所述填料采用中空纤维膜;所述中空纤维膜的外表面表面附着有生物膜;所述中空纤维膜放置在管状玻璃内,该管状玻璃插入填料支撑板(8)上开设有的通孔内。

3. 根据权利要求1所述的废气CO/CO₂发酵制乙醇的气液逆向传输生物膜反应器,其特征在于,所述填料采用球状的塑料、玻璃或者陶瓷时,所述塑料、玻璃或者陶瓷的表面附着有生物膜,所述填料堆叠放置在填料支撑板(8)上。

4. 根据权利要求1所述的废气CO/CO₂发酵制乙醇的气液逆向传输生物膜反应器,其特征在于,所述曝气器(12)由流量计(10)控制流量,废气通过气瓶(11)出口经过流量计(10)进入曝气器(12)。

废气CO/CO₂发酵制乙醇的气液逆向传输生物膜反应器

技术领域

[0001] 本发明涉及热解气发酵处理领域,特别是涉及一种利用废气CO/CO₂发酵制乙醇的气液逆向传输生物膜反应器。

背景技术

[0002] 由于能源危机,温室效应等亟待解决的问题出现,迫切需要寻找新型清洁能源以解决该问题。其中生物燃料为此提供了一条可实现的方法。然而如何高效清洁地利用生物质成为一个难以解决的世界难题,特别是对一些含木质纤维素的生物质更是难以充分合理地进行利用。

[0003] 对于木材、秸秆等含木质纤维素的生物质,对其进行热解气化得到气相产物热解气,其主要成分是以一氧化碳、二氧化碳和氢气为主要成分的混合气体。但如何利用该产物制得有效的生物质能源同样是个难题。

[0004] 在热解气制取燃料乙醇的途径中,通常采用的是费托合成的方法,但此方法需要在高温高压和特定催化剂的条件下才能进行。而另一种微生物发酵的方法却相对温和得多:不需要严格的温度压力控制,只需提供微生物生长的适宜环境即可。

[0005] 虽然利用微生物进行热解气发酵制取乙醇相比费托合成能耗更低、效率更高,但其微生物在发酵过程中,由于热解气难以溶于液相,导致微生物对其利用率并不高。

[0006] 因此,有必要提出一种强化气体传质的热解气发酵制取乙醇的气液逆向传输的生物膜反应器。

发明内容

[0007] 本发明要解决的技术问题在于提供一种废气CO/CO₂发酵制乙醇的气液逆向传输生物膜反应器。

[0008] 为解决上述技术问题,本发明采用如下技术方案:一种废气CO/CO₂发酵制乙醇的气液逆向传输生物膜反应器,包括通过法兰连接的壳体上部和壳体下部,在壳体上部的顶部开设有排气孔;其特征在于:所述壳体上部内均匀设置有若干喷淋装置;所述喷淋装置往下喷洒营养液;壳体下部内设置有曝气器,该曝气器向上曝出废气;所述曝气器与喷淋装置之间的区域为填料区;所述填料区内放置有若干填料,所述填料的表面附着有生物膜,生物膜上的微生物由喷淋装置喷淋的营养液提供营养物质;营养液经喷淋装置喷淋到填料表面,为填料表面生物膜上的微生物提供营养物质;所述填料放置在填料支撑板上,该填料支撑板上均匀开设有若干通孔;所述填料支撑板由若干个均匀分布的挡板支撑,所述挡板固定在壳体下部的内壁上;壳体下部的底部设置有排液口,所述排液口与营养液接收池连接,营养液接收池内的营养液通过蠕动泵驱动到喷淋装置;

[0009] 在反应器内,所述填料接收喷淋装置往下喷洒的营养液,曝气器向上曝出的废气,穿过填料支撑板的通孔与填料区的填料接触,并被填料表面附着的生物膜利用,生成乙醇,乙醇从排液口排出到营养液接收池。

[0010] 本发明通过气液逆向传输使得气体能够迅速高效地被生物膜上的微生物利用,提高了发酵产乙醇的效率;该反应器主体分为两部分,并通过法兰连接,使热解气发酵过程中不仅达到密封的条件而且便于更换填料。

[0011] 根据本发明所述的废气C0/C02发酵制乙醇的气液逆向传输生物膜反应器的优选方案,所述填料采用中空纤维膜;所述中空纤维膜的外表面表面附着有生物膜;所述中空纤维膜放置在管状玻璃内,该管状玻璃插入填料支撑板上开设有的通孔内。

[0012] 根据本发明所述的废气C0/C02发酵制乙醇的气液逆向传输生物膜反应器的优选方案,所述填料采用球状的塑料、玻璃或者陶瓷时,所述塑料、玻璃或者陶瓷的表面附着有生物膜,所述填料堆叠放置在填料支撑板上。

[0013] 根据本发明所述的废气C0/C02发酵制乙醇的气液逆向传输生物膜反应器的优选方案,所述曝气器由流量计控制流量,废气通过气瓶出口经过流量计进入曝气器。废气经过曝气器的膜片形成微小均匀的气泡,便于更好地溶解于液体中。

[0014] 本发明所述的废气C0/C02发酵制乙醇的气液逆向传输生物膜反应器具有以下有益效果:

[0015] (1) 本发明能够实现热解气发酵制取乙醇过程中,气液两相逆向传输以达到良好的气体传质效果,从而提高微生物对热解气的利用,进一步提高乙醇产量。

[0016] (2) 本发明整体结构由有机玻璃制成,具有良好的稳定性及可视性。

[0017] (3) 本发明在工作过程中,可以打开反应器迅速便捷地更换填料。通过更换填料利于解决不同工况所需的不同填料和填料堵塞问题,从而达到最优的反应效果。

[0018] 本发明可广泛应用在化工、能源、环保等领域。

附图说明

[0019] 图1是本发明所述的废气C0/C02发酵制乙醇的气液逆向传输生物膜反应器结构示意图。

[0020] 图2是填料采用中空纤维膜时中空纤维膜的布置主视图。

[0021] 图3是填料采用中空纤维膜时中空纤维膜的布置左视图。

[0022] 图4是填料采用球状的塑料、玻璃或者陶瓷时的布置主视图。

[0023] 图5是填料采用球状的塑料、玻璃或者陶瓷时的布置左视图。

[0024] 图中:1—排气孔;2—喷淋装置;3—壳体上部;4—法兰链接;5—固定板;6—填料区;7—壳体下部;8—支撑板;9—挡板;10—流量计;11—气瓶;12—曝气器;13—营养液接收池;14—蠕动泵;15—第二挡板;16—气体流向;17—营养液流向。

具体实施方式

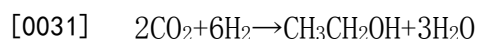
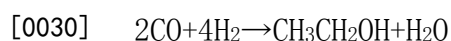
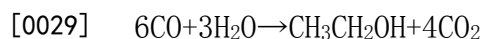
[0025] 说明书附图所绘示的结构、大小、比例等,均仅用于配合说明书所示内容,以供熟悉此技术相关人士了解与阅读,并非用于限定本发明可实施范围的限定条件,故不具有技术上的实质意义,任何结构的修饰、比例的改变或大小的调整,在不影响本发明所产生的功效及所能达到的目的下,均应仍落在本发明所示的技术内容所能涵盖的范围内。同时,本说明书中所述的如“上”、“下”、“左”、“右”等用语,亦仅便于叙述明了,而非用于限定本发明可实施的范围,各部件相对关系的调整或改变,在无实质变更技术内容下,当视为本发明可实

施的范畴。

[0026] 参见图1至图5,一种废气CO/C02发酵制乙醇的气液逆向传输生物膜反应器,包括通过法兰4连接的壳体上部3和壳体下部7,并通过橡胶密封垫片以保证其气密性;壳体可采用厚度为5mm-8mm的透明玻璃,以支撑主体结构并便于观察。在壳体上部3的顶部开设有排气孔1,所述排气孔1可连接管路以便于检测或再循环。所述壳体上部3内均匀设置有若干喷淋装置2,以达到均匀喷洒在填料表面。所述喷淋装置设置有小型喷嘴;所述喷淋装置2往下喷洒营养液;壳体下部7内设置有曝气器12,该曝气器12向上曝出废气;废气为以一氧化碳、二氧化碳和氢气为主要成分的混合气体,是对木材、秸秆等含木质纤维素的生物质进行热解气化得到产物。所述曝气器12与喷淋装置2之间的区域为填料区6;所述填料区6内放置有若干填料,所述填料的表面附着有生物膜;该生物膜由以同型产乙酸菌为主的厌氧混菌形成;生物膜上的微生物由喷淋装置2喷淋的营养液提供营养物质;所述填料采用中空纤维膜或者球状的塑料、玻璃或者陶瓷等,以达到气体传质增强的效果。所述填料放置在填料支撑板8上,该填料支撑板8上均匀开设有若干通孔;可通过改变孔径大小以满足不同材料、形状的填料;所述填料支撑板8由若干个均匀分布的挡板9支撑,所述挡板9固定在壳体下部7的内壁上;所述挡板4为个均匀分布的小挡板组成,其既能满足支撑填料支撑板的作用,又能减小对流体的阻碍;壳体下部7的底部设置有排液口,所述排液口与营养液接收池13连接,营养液接收池13内的营养液通过蠕动泵14驱动到喷淋装置2。壳体上部3和壳体下部7由有机玻璃构成,既保证反应器的强度又利于可视化观察及调控。

[0027] 参见图2至图5,在反应器内,所述填料接收喷淋装置2往下喷洒的营养液,曝气器12向上曝出的废气,穿过填料支撑板8的通孔与填料区6的填料接触,并被填料表面附着的生物膜利用,生成乙醇,乙醇从排液口排出到营养液接收池13,可从营养液接收池13中提取出乙醇。处理后的气体从排气口1排出。

[0028] 具体的反应式为:



[0032] 在本实施例中,营养液接收池13为密封容器,以保证整个反应过程处于无氧状态便于微生物更好利用热解气进行发酵;且该营养液接收池装有pH自动反馈调节系统及营养液注入口,以保证整个系统pH值及营养状况。

[0033] 在具体实施例中,当所述填料采用中空纤维膜时,所述中空纤维膜的外表面附着有生物膜;所述中空纤维膜放置在管状玻璃内,该管状玻璃插入填料支撑板8上开设有的通孔内。在壳体下部7的上部设置有固定板5,固定板5上也开设有通孔,管状玻璃的上端固定在固定板5的通孔内;所述固定板5由若干个均匀分布的第二挡板15支撑,所述第二挡板15固定在壳体下部7的内壁上;营养液流向17由上向下流动,在中空纤维膜表面形成生物膜,并为生物膜表面的微生物提供营养物质,气体流向16为在中空纤维膜内部由下至上流动。并由膜内扩散至膜外直接被生物膜表面的微生物利用。气体流向16和液体流向17如图所示。

[0034] 当所述填料采用球状的塑料、玻璃或者陶瓷时,所述填料堆叠放置在填料支撑板8上。同样液体由上向下流动,在填料表面形成的生物膜,并为生物膜表面的微生物提供营养

物质,气体由下至上流经填料表面上的生物膜,最终被微生物利用。

[0035] 所述曝气器12由流量计10控制流量,废气通过气瓶11出口经过流量计10进入曝气器12。废气经过曝气器的膜片形成微小均匀的气泡,便于更好地溶解于液体中。

[0036] 在具体实施例中,每升营养液有甲酸钠3.25g, NH_4Cl 0.5g, KH_2PO_4 0.25g, K_2HPO_4 0.25g, $\text{Mg Cl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.3g;

[0037] Fe Cl_3 25mg, Ni SO_4 16mg, Ca Cl_2 25mg, Zn Cl_2 11.5mg, $\text{Co Cl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 10.5mg, $\text{Cu Cl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 5mg, $\text{Mn Cl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 15mg,50mmol的2-溴乙烷磺酸盐,维生素溶液10ml;

[0038] 维生素溶液每升含有:生物素2.0mg,叶酸2.0mg,维生素B6 10.0mg,维生素B1 5.0mg,维生素B2 5.0mg,烟酸5.0mg,泛酸钙5.0mg,维生素B12 0.1mg,对氨基苯甲酸5.0mg,硫辛酸5.0mg。

[0039] 本发明的作用原理是:废气通过流量计10,进入曝气器11中,由于曝气器11均匀设置,废气会形成微小气泡进入填料区6。当填料是中空纤维膜时,气相会在上升过程中由膜内渗透到附着有生物膜的中空纤维膜外,最终被微生物所利用;当填料是球形钠钙玻璃或者球形塑料、陶瓷时,气泡会上升穿过填料支撑板的通孔与填料区6的填料接触,并被填料表面上生物膜的微生物利用。与此同时,喷淋装置2设置的喷嘴均匀的喷洒营养液,保证废气、填料和营养液均匀接触,有效地避免废气、营养液出现沟流的现象。少部分未被吸收利用的废气通过排气孔1排出,收集后再次进行循环反应直至吸收利用完全。而营养液经喷淋后滴落在填料表面,为其生物膜表面的微生物提供营养物质,随后由重力汇集至排液口进入营养液接收池13,随后经蠕动泵14重新泵入喷淋装置2实现再循环。

[0040] 本发明在工作过程中,可通过肉眼判断其工作状态,例如直接观察营养液循环情况,从而调节蠕动泵及喷嘴工作状态;在加入氧指示剂情况下可判断其整个系统的缺氧情况。

[0041] 本发明在工作过程中可以随时更换填料及其对应填料支撑板8,使所用填料更适合特定的工作状态,减小压降、提高发酵效率。

[0042] 综上所述,本发明利用气液逆向传输的生物膜反应器,实现了利用 CO/CO_2 废气发酵制取乙醇,能够解决气体溶解度低的问题,并迅速利用含有 CO/CO_2 废气的热解气发酵生成乙醇,并且整体结构较为简单,便于加工。废气利用率高,产乙醇效果好,所以本发明有效地克服了现有技术中的一些实际问题,故有很高的实际意义和利用价值。

[0043] 上述实施方式仅用以说明本发明的工作原理及其功效,而非用以限制发明,在不脱离发明精神和范围的前提下,本发明还会有各种改进和变化,这些改进和变化都应落入要求保护的本发明范围内。

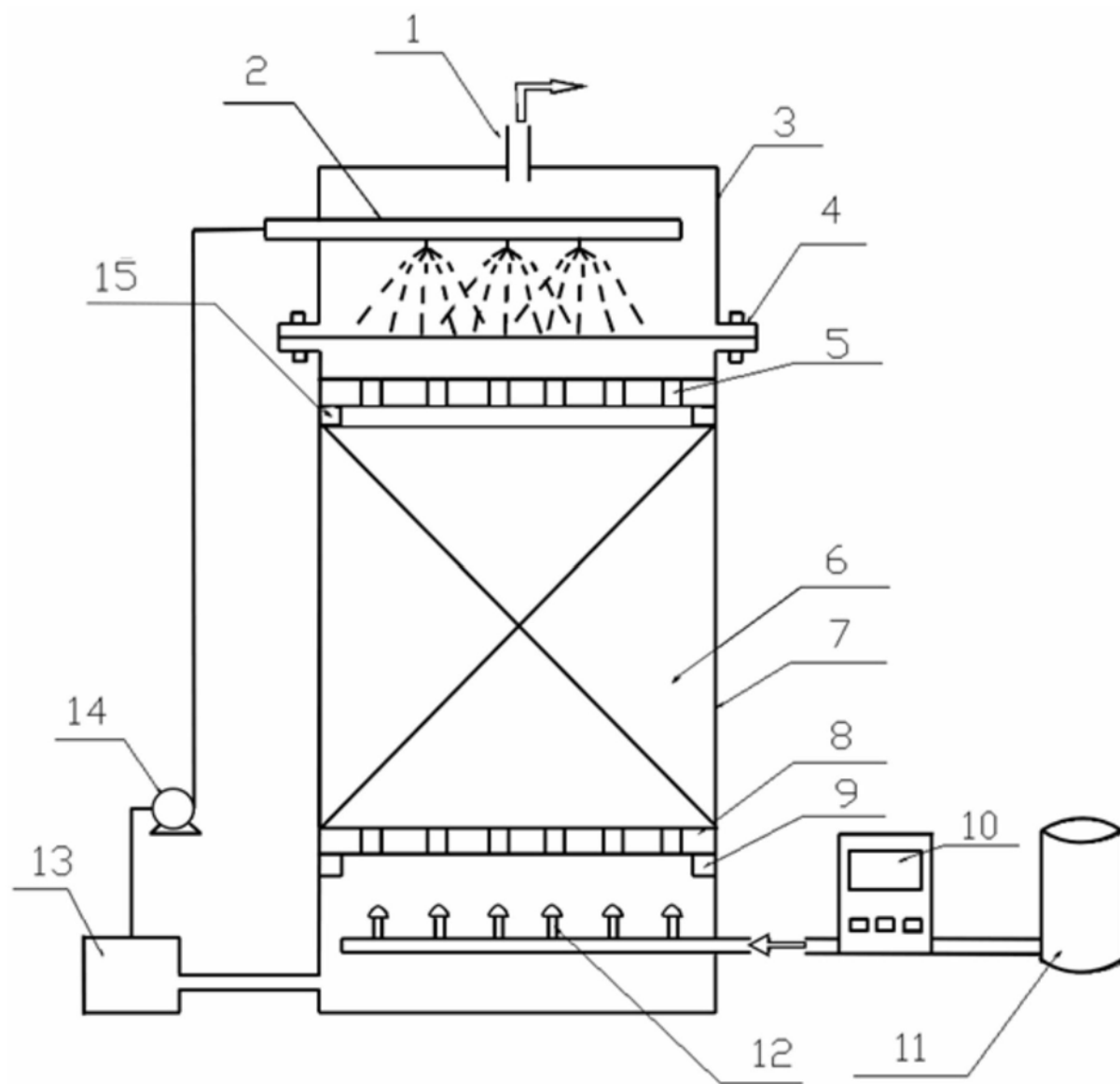


图1

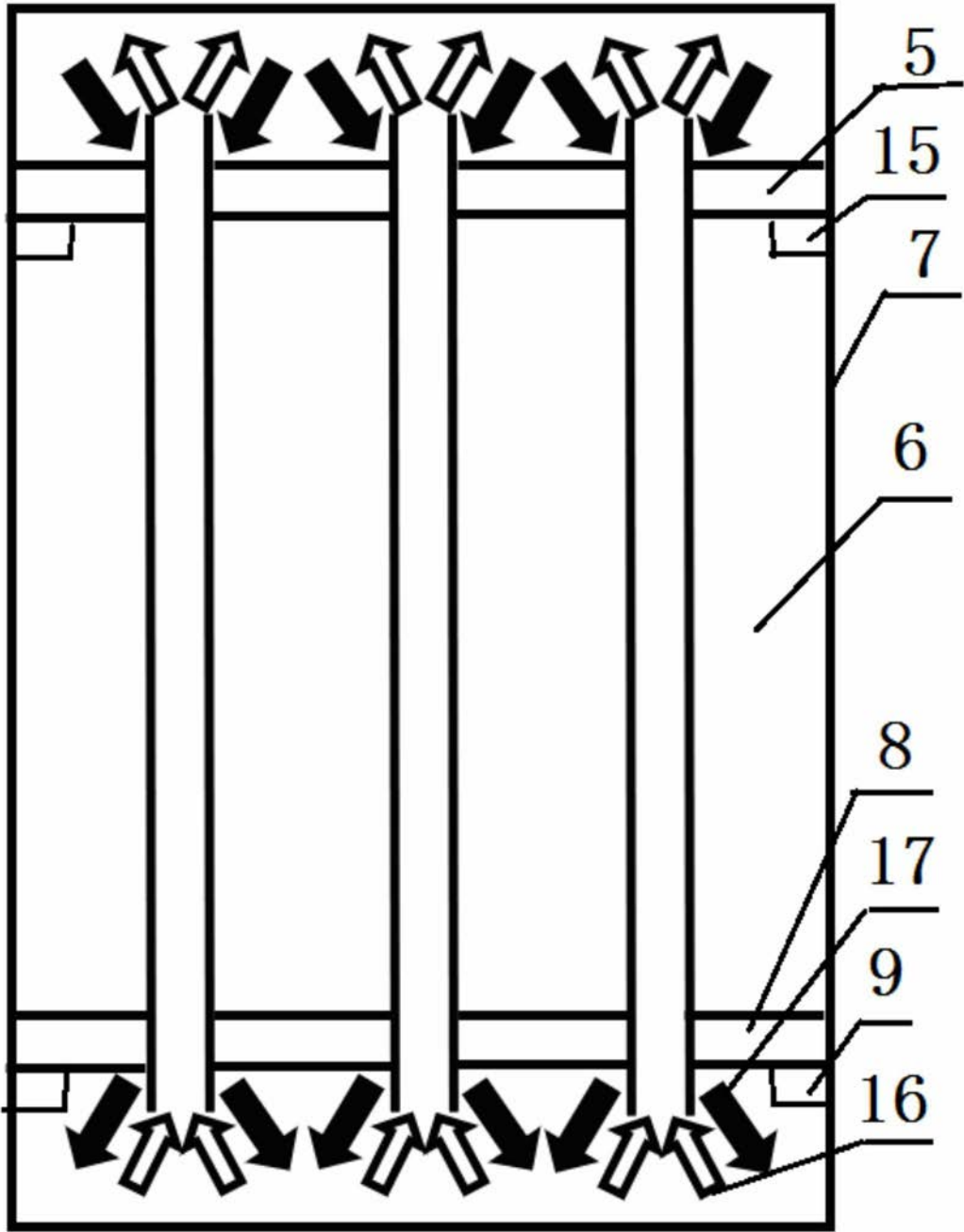


图2

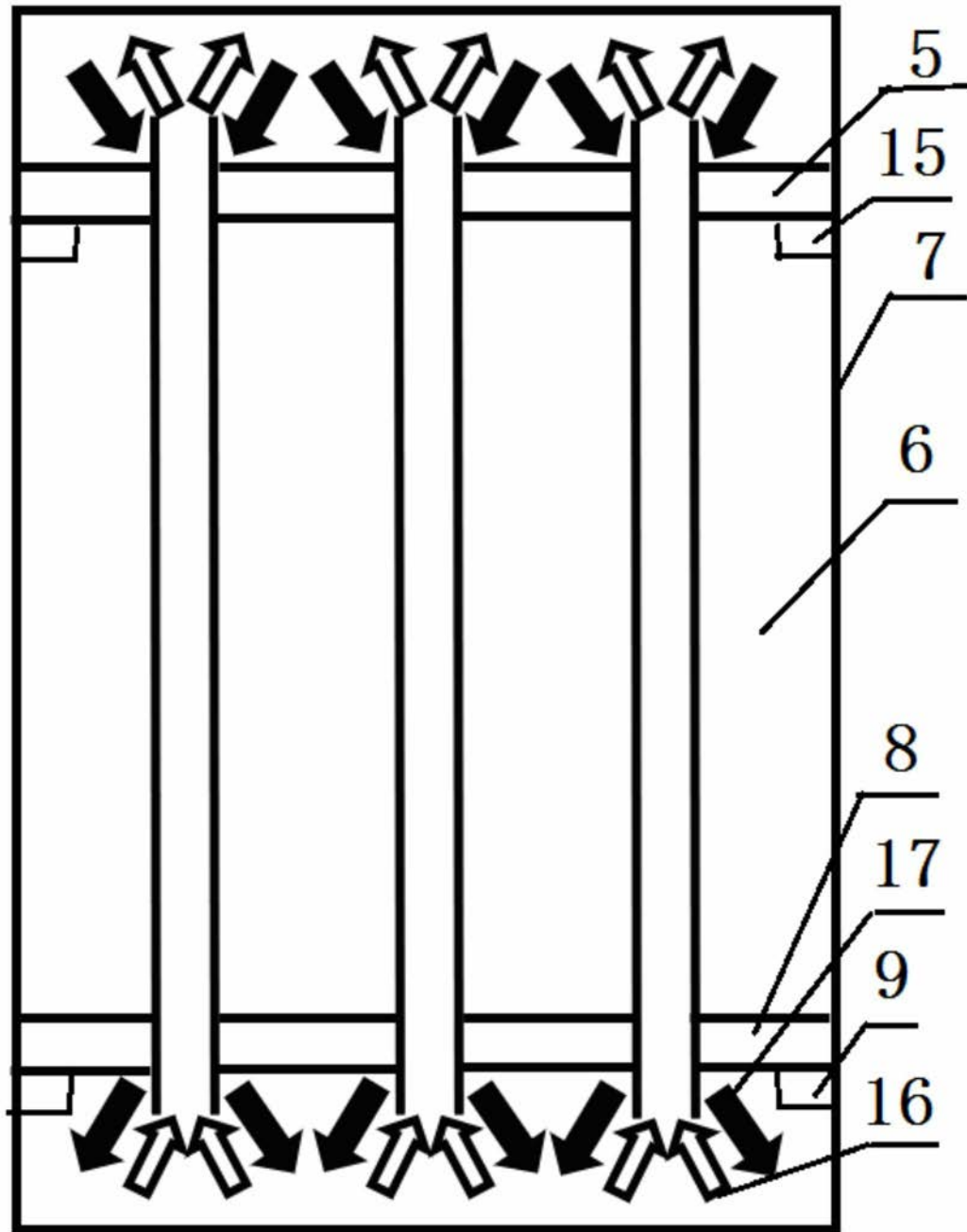


图3

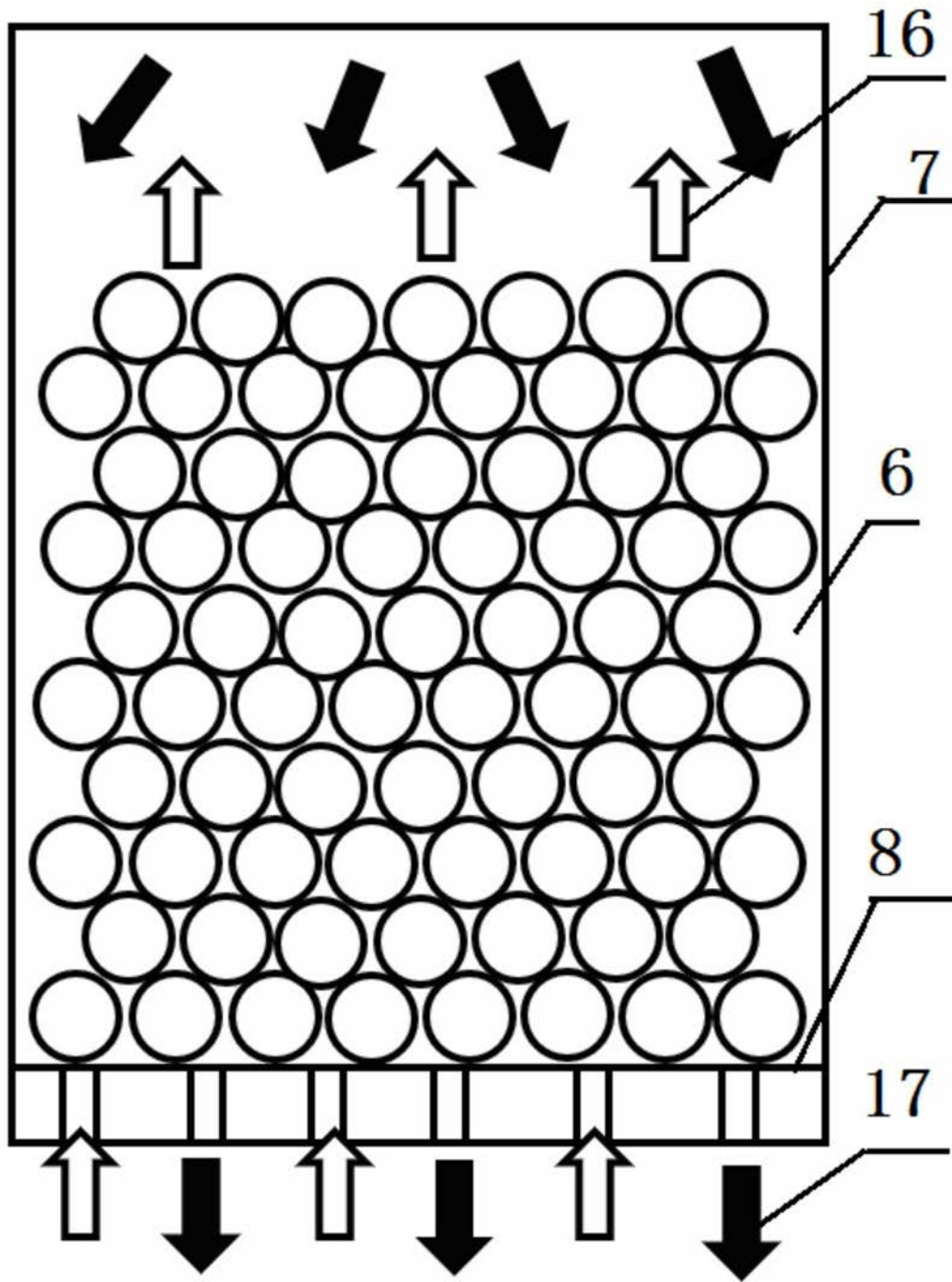


图4

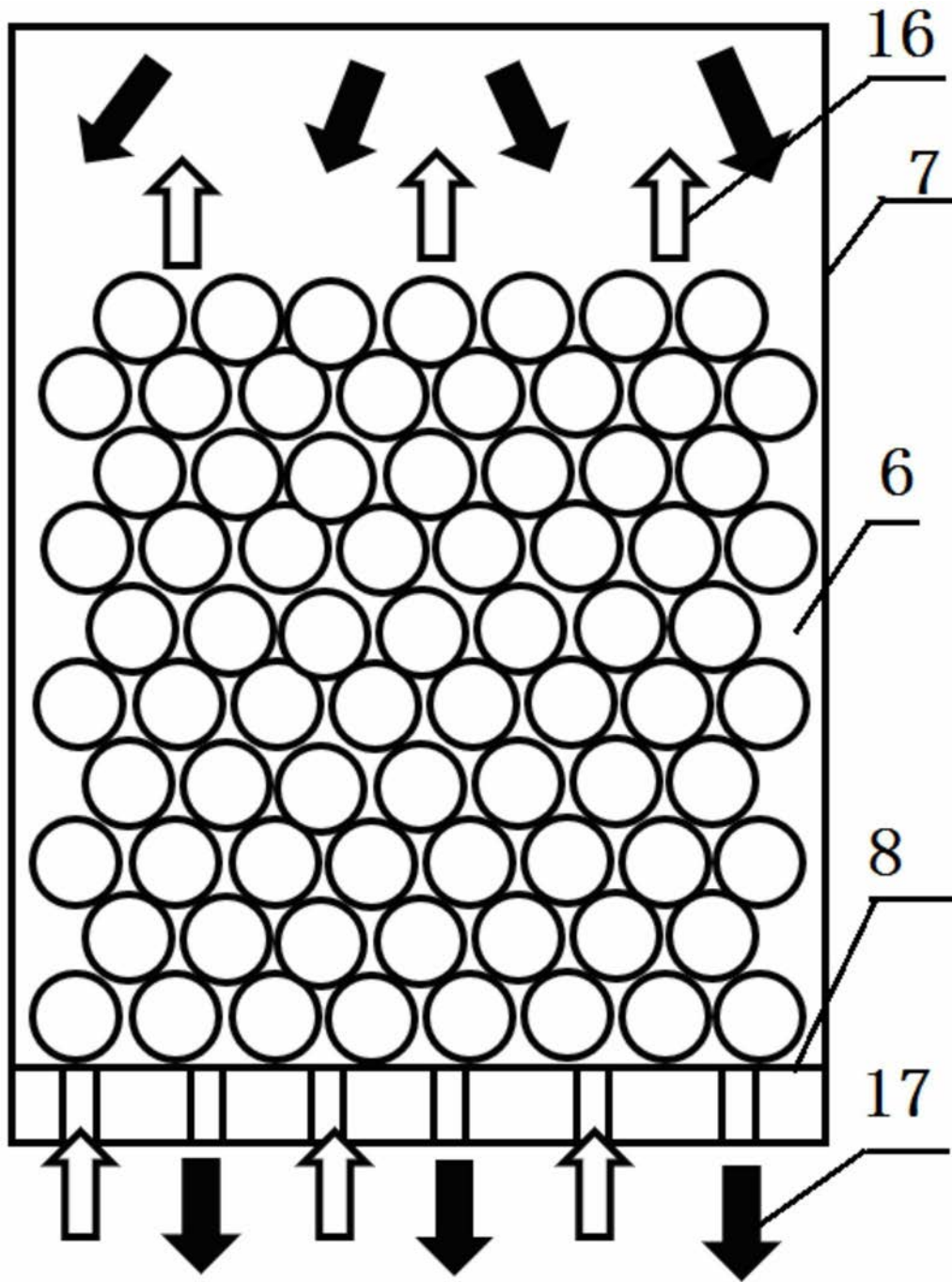


图5