



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112812940 B

(45) 授权公告日 2023. 02. 14

(21) 申请号 202110152675.8

C12M 1/38 (2006.01)

(22) 申请日 2021.02.04

C12M 1/34 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

C12M 1/16 (2006.01)

申请公布号 CN 112812940 A

C12M 1/04 (2006.01)

C12M 1/02 (2006.01)

(43) 申请公布日 2021.05.18

(56) 对比文件

(73) 专利权人 上海环境保护有限公司

CN 211339528 U, 2020.08.25

地址 200000 上海市徐汇区漕宝路650号2幢15楼

CN 106732296 A, 2017.05.31

CN 101712923 A, 2010.05.26

(72) 发明人 陈静 洪祖喜 王国良 张心良
贾磊 徐文倩 王建翔 吴志平
王振旗

CN 205461876 U, 2016.08.17

CN 111808727 A, 2020.10.23

US 2016002582 A1, 2016.01.07

(74) 专利代理机构 上海乐泓专利代理事务所
(普通合伙) 31385

钱耀洲. 易腐垃圾干法厌氧沼气工程工艺运行研究.《当代化工研究》.2020, (第12期),

专利代理师 张雪

审查员 孙昊

(51) Int. Cl.

C12M 1/107 (2006.01)

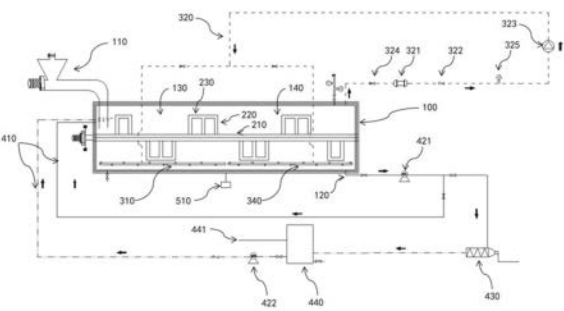
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种机械气动联合的干法厌氧发酵系统以及发酵方法

(57) 摘要

本发明公开了一种机械气动联合的干法厌氧发酵系统,包括:卧式发酵罐;机械搅拌组件包括沿卧式发酵罐的轴向设置的搅拌轴以及设置于搅拌轴上的多个叶片;气动搅拌组件包括沿卧式发酵罐的轴向依次设置的第一气动管、第二气动管以及与两者连接的送气管路。本发明通过机械搅拌组件和气动搅拌组件的结合,降低机械搅拌能耗,利用发酵产生的气体搅拌,节约能源,并且第一气动管对应物料产酸阶段,第二气动管对应物料产甲烷阶段,对两阶段物料进行差别化搅拌,适应物料不同阶段的搅拌需求,有利于发酵物料高效的厌氧发酵。



1. 一种机械气动联合的干法厌氧发酵系统,其特征在于,包括:

卧式发酵罐,所述卧式发酵罐包括位于其轴向两端的入口端和出口端;

设置于所述卧式发酵罐内的机械搅拌组件,所述机械搅拌组件包括沿所述卧式发酵罐的轴向设置的搅拌轴以及设置于所述搅拌轴上的多个叶片,所述叶片的自由端设置有分流板,所述分流板上设置有若干通孔,所述通孔的轴线与所述搅拌轴周向相切;

设置于所述卧式发酵罐内的气动搅拌组件,所述气动搅拌组件包括沿所述卧式发酵罐的轴向依次设置的第一气动管、第二气动管以及与两者连接的送气管路,所述第一气动管和第二气动管的长度比为1:(1.5-2.5),所述第一气动管和第二气动管均设置于所述搅拌轴的下方,且两侧均交替间隔设置有出气口,所述出气口的轴线与水平面的夹角小于 90° ;

沿所述第一气动管和第二气动管的长度方向设置有若干限域块,所述限域块的底部与所述卧式发酵罐的罐底贴合,相邻两所述限域块之间形成凹陷区,所述出气口位于所述凹陷区内,且所述凹陷区沿远离所述第一气动管或第二气动管的方向向两侧逐渐扩大;

所述第一气动管设置有第一控制阀,所述第二气动管设置有第二控制阀,所述第一控制阀的开启时间是所述第二控制阀开启时间的1.5-2倍;

所述送气管路的一端与所述卧式发酵罐连接,另一端分别与所述第一气动管、第二气动管连接。

2. 根据权利要求1所述的机械气动联合的干法厌氧发酵系统,其特征在于,还包括回流组件,所述回流组件包括回流管路以及连接于所述回流管路上的泵体,所述回流管路一端与所述卧式发酵罐的出口端连接,另一端与所述卧式发酵罐的入口端连接,以将定量出料物输送回所述卧式发酵罐内。

3. 根据权利要求1所述的机械气动联合的干法厌氧发酵系统,其特征在于,所述送气管路沿气体的流通方向依次连接有阻火器、止回阀和风机。

4. 一种机械气动联合的干法厌氧发酵方法,其特征在于,采用如权利要求1-3任一所述的机械气动联合的干法厌氧发酵系统,并包括以下步骤:

S1 按25-30%的接种比投加接种物料;

S2 破碎发酵物料的粒径为3-5cm;

S3控制所述卧式发酵罐内发酵物料的含固率在15%-20%;

S4控制所述机械搅拌组件以0.5-2.5R/min旋转,每12h旋转搅拌30min,控制所述气动搅拌组件内气体以9.5-10.5m/s每8h运行搅拌状态10min-20min;

S5保持所述卧式发酵罐内温度为 33°C - 35°C 。

5. 根据权利要求4所述的机械气动联合的干法厌氧发酵方法,其特征在于,其中,步骤S3中将出料物中分离出的液体由所述卧式发酵罐的入口端输送回罐内。

6. 根据权利要求4所述的机械气动联合的干法厌氧发酵方法,其特征在于,所述第一气动管的搅拌状态运行时间为所述第二气动管的搅拌状态运行时间的1.5-2倍。

一种机械气动联合的干法厌氧发酵系统以及发酵方法

技术领域

[0001] 本发明涉及干法厌氧发酵技术领域,尤其涉及一种机械气动联合的干法厌氧发酵系统以及发酵方法。

背景技术

[0002] 干式厌氧发酵是一种对原料预处理要求低、能耗小、系统简单、管理方便的有机生物废弃物技术,在畜禽粪便处理、秸秆制气、餐厨垃圾处理等方面有很好的应用前景。

[0003] 目前的干式厌氧发酵通常采用卧式发酵罐,从一端进料,另一端出料,干式厌氧发酵在卧式发酵罐内通常分为两个阶段,前段为产酸阶段,新进物料进入反应罐,较多的搅拌利于物料混合,使得秸秆发酵物的结壳层(上层)、清液层(中层)、沉渣层(底层)完全混合,在适宜的条件和微生物的作用下,物料进行发酵产酸;产酸后的物料进入到后半段并开始产甲烷,过多的搅拌不利于物料的产甲烷,但也需要适当搅拌帮助释放产生的甲烷。但现有卧式发酵罐内部为单一的轴向机械搅拌轴,其一,使得发酵前后两段的搅拌程度相同,浪费能源,并且不利于前后两段的差别化发酵,发酵效果差;其二,轴向机械搅拌轴存在搅拌盲区,尤其是难以消除罐底沉积物和罐顶液面结层,导致物料混合不均匀,影响发酵效率,同时,液面结层会影响甲烷散出,不利于气体收集,影响发酵效率和沼气利用率。

[0004] 因此,针对上述问题,有必要提出进一步地解决方案,以至少解决其中一个问题。

发明内容

[0005] 本发明旨在提供一种机械气动联合的干法厌氧发酵系统以及发酵方法,以克服现有技术中存在的不足。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明的一个技术方案是:

[0007] 一种机械气动联合的干法厌氧发酵系统,包括:

[0008] 卧式发酵罐,所述卧式发酵罐包括位于其轴向两端的入口端和出口端;

[0009] 设置于所述卧式发酵罐内的机械搅拌组件,所述机械搅拌组件包括沿所述卧式发酵罐的轴向设置的搅拌轴以及设置于所述搅拌轴上的多个叶片,所述叶片的自由端设置有分流板,所述分流板上设置有若干通孔,所述通孔的轴线与所述搅拌轴周向相切;

[0010] 设置于所述卧式发酵罐内的气动搅拌组件,所述气动搅拌组件包括沿所述卧式发酵罐的轴向依次设置的第一气动管、第二气动管以及与两者连接的送气管路,所述第一气动管和第二气动管的长度比为1:(1.5-2.5),所述第一气动管和第二气动管均设置于所述搅拌轴的下方,且两侧均交替间隔设置有出气口,所述出气口的轴线与水平面的夹角小于90°。

[0011] 本发明的一个较佳实施例中,还包括回流组件,所述回流组件包括回流管路以及连接于所述回流管路上的泵体,所述回流管路一端与所述卧式发酵罐的出口端连接,另一端与所述卧式发酵罐的入口端连接,以将定量出料物输送回所述卧式发酵罐内。

[0012] 本发明的一个较佳实施例中,所述第一气动管设置有第一控制阀,所述第二气动

管设置有第二控制阀,所述第一控制阀的开启时间是所述第二控制阀开启时间的1.5-2倍。

[0013] 本发明的一个较佳实施例中,沿所述第一气动管和第二气动管的长度方向设置有若干限域块,所述限域块的底部与所述卧式发酵罐的罐底贴合,相邻两所述限域块之间形成凹陷区,所述出气口位于所述凹陷区内,且所述凹陷区沿远离所述第一气动管或第二气动管的方向向两侧逐渐扩大。

[0014] 本发明的一个较佳实施例中,所述送气管路的一端与所述卧式发酵罐连接,另一端分别与所述第一气动管、第二气动管连接。

[0015] 本发明的一个较佳实施例中,所述送气管路沿气体的流通方向依次连接有阻火器、止回阀和风机。

[0016] 本发明还提供了另一技术方案:

[0017] 一种机械气动联合的干法厌氧发酵方法,采用以上任一所述的机械气动联合的干法厌氧发酵系统,并包括以下步骤:

[0018] S1按25-30%的接种比投放接种物料;

[0019] S2破碎发酵物料的粒径为3-5cm;

[0020] S3控制所述卧式发酵罐内发酵物料的含固率在15%-20%;

[0021] S4控制所述机械搅拌组件以0.5-2.5R/min旋转,每12h旋转搅拌30min,控制所述气动搅拌组件内气体以9.5-10.5m/s每8h运行搅拌状态10min-20min;

[0022] S5保持所述卧式发酵罐内温度为33℃-35℃。

[0023] 本发明的一个较佳实施例中,其中,步骤S3中将出料物中分离出的液体由所述物料发酵罐的入口端输送回罐内。

[0024] 本发明的一个较佳实施例中,所述第一气动管的搅拌状态运行时间为所述第二气动管的搅拌状态运行时间的1.5-2倍。

[0025] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0026] (1) 本发明通过机械搅拌组件和气动搅拌组件的结合,降低机械搅拌能耗,利用发酵产生的气体搅拌,节约能源,并且第一气动管对应物料产酸阶段,第二气动管对应物料产甲烷阶段,对两阶段物料进行差别化搅拌,适应厌氧发酵不同阶段的搅拌需求,有利于发酵物料高效的厌氧发酵。

[0027] (2) 本发明通过气动搅拌组件生成的气泡对物料的充分搅拌,增大了发酵微生物、气相和液相的接触面积,同时增加物料的湍流速度,使物料成分和温度分布均匀,有利于厌氧发酵;同时,气体射流一方面能够扰动罐底沉积物,破坏其沉积压缩过程,使罐底不易形成淤积,另一方面扰动物料液面漂浮层,破坏层结,形成综合的搅拌效果,提高厌氧发酵效率。

[0028] (3) 本发明通过机械搅拌和气动搅拌相结合厌氧发酵系统,与单纯的机械搅拌厌氧发酵系统,减少发酵盲区,降解运行能耗,节能运行成本,提高发酵效率。

附图说明

[0029] 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中记载的一些实施例,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。

[0030] 图1为本发明的示意图；

[0031] 图2为本发明中气动管的透视放大示意图；

[0032] 图3为一实施例中本发明的剖视示意图；

[0033] 图4为一实施例中本发明的部分放大示意图。

[0034] 具体地,100、卧式发酵罐;110、入口端;120、出口端;130、以产酸为主区;140、以产甲烷为主区;

[0035] 210、搅拌轴;220、叶片;230、分流板;231、通孔;

[0036] 310、第一气动管;311、出气口;320、送气管路;321、阻火器;322、止回阀;323、风机;324、闸阀;325、沼气流量计;326、沼气存储罐;330、限域块;331、凹陷区;340、第二气动管;

[0037] 410、回流管路;421、出料泵;422、沼液回流泵;430、脱水机;440、沼液存储罐;441、自来水接入口;

[0038] 510、加热温控装置。

具体实施方式

[0039] 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。

[0040] 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明,但是本发明还可以采用其他不同于在此描述的方式来实施,因此,本发明的保护范围并不受下面公开的具体实施例的限制。

[0041] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明保护范围的限制。此外,术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或隐含指明所指示的技术特征的数量。因此,限定有“第一”、“第二”等的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明创造的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。

[0042] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以通过具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0043] 如图1所示,一种机械气动联合的干法厌氧发酵系统,包括卧式发酵罐100、机械搅拌组件以及气动搅拌组件,通过机械搅拌组件和气动搅拌组件的配合,降低能耗,同时满足物料不同发酵阶段的搅拌需求。

[0044] 具体地,卧式发酵罐100包括位于其轴向两端的入口端110和出口端120,也即由入口端110向出口端120依次以产酸为主区130和以产甲烷为主区140。

[0045] 卧式发酵罐100连接有加热温控装置510,以保持罐内发酵温度为33-35℃。

[0046] 机械搅拌组件设置在卧式发酵罐100内,机械搅拌组件包括沿卧式发酵罐100的轴向设置的搅拌轴210,以及设置于搅拌轴210上的多个叶片220,从而使得卧式发酵罐100内物料得到机械搅拌,通过机械高效搅拌,使得物料充分混合均匀,利于发酵产酸。叶片220的自由端设置有分流板230,分流板230上设置有若干通孔231,通孔231的轴线与搅拌轴210周向相切,从而利于分流板230将结块物料分割,同时分流板230与气动搅拌组件配合(下文将详细阐述),提高物料混合均匀度。

[0047] 机械搅拌对以产酸为主区130和以产甲烷为主区140的搅拌程度相同,通过气动搅拌组件改进搅拌。气动搅拌组件包括沿卧式发酵罐100的轴向依次设置的第一气动管310、第二气动管340以及与两者连接的送气管路320。第一气动管310、第二气动管340的长度比为1:(1.5-2.5),以与物料的发酵进程相适应,即第一气动管310覆盖以产酸为主区130,第二气动管340覆盖以产甲烷为主区140。第一气动管310、第二气动管340均设置于搅拌组件的下方。如图2所示,第一气动管310的两侧交替间隔设置有出气口311,出气口311的轴线与水平面的夹角小于90°,从而便于冲击罐底沉积物。第二气动管340具有相同结果的出气口311。送气管路320优选连接有沼气存储罐326,以存储多余气体。第一气动管设置有第一控制阀,第二气动管340设置有第二控制阀,第一控制阀的开启时间是第二控制阀开启时间的1.5-2倍,从而使得以产酸为主区130的物料得到更充分的搅拌,从而提高发酵效率,而以产甲烷为主区140的物料得到较少的搅拌,从而避免扰动物料产生甲烷,同时适当通过对该区域气流增压,使得气流能够汇聚带动产生的甲烷,突破液面结层,充分释放气体,避免气体聚集在物料内部。

[0048] 如图3和图4所示,优选地,沿第一气动管310和第二气动管340的长度方向设置有若干限域块330。限域块330的底部与卧式发酵罐100的罐底贴合,从而避免物料沉积在气动管310和罐底之间。相邻两限域块330之间形成凹陷区331,从而利于沉积物集聚,进一步地,限域块330的顶部由靠近第一气动管310或第二气动管340的一侧向相对的另一侧逐渐向下倾斜,以使得沉积物更加靠近罐壁,方便机械搅拌,减小气动搅拌压力。出气口311位于凹陷区331内,通过凹陷区331限制气流范围,使得气流能够更加集中针对沉积物。凹陷区331沿远离第一气动管310或第二气动管340的方向向两侧逐渐扩大,扩大沉积范围,减小沉积在限域块330上方的物料,并利于气流逐步推动沉积物。

[0049] 如图2,气流推动沉积物沿箭头所指方向运动,从而扬起沉积物,而后通过分流板230的板面将扬起物快速带走带高,与其他物料混合,避免扬起物短时间内再沉降,同时,沉积物由于重力结块,分流板230上的通孔231能够在快速分隔结块,细化沉积物,利于混合;一段时间后,沉积物大幅减少,气流产生的气泡经过分流板230被通孔231分为更多的小气泡,小气泡进入物料内,增大了发酵微生物、气相和液相的接触面积,同时上升气泡增加物料的湍流速度,使物料成分和温度分布均匀,有利于厌氧发酵。

[0050] 如图1所示,本系统中的送气管路320一端与卧式发酵罐100连接,另一端分别与第一气动管310、第二气动管340连接,从而利用发酵产生的气体进行气动搅拌,节省成本。送气管路320优选沿气体的流通方向依次连接有阻火器321、止回阀322和风机323。阻火器321

是防止管路中易燃气体甲烷的火焰蔓延到卧式发酵罐100。止回阀322是防止气动搅拌介质沼气回流到卧式发酵罐100。风机323是将卧式发酵罐100中产生的沼气通过输入机械能,提高沼气压力和动能,为气动搅拌提供能量和介质。送气管路320路上还可以设置沼气流量计325,以计量气动搅拌过程中使用的沼气体积,以调节气动搅拌的参数条件。送气管路320与卧式发酵罐100的连接处设置闸阀324。

[0051] 如图1所示,本系统优选还包括回流组件,回流组件包括回流管路410以及连接于回流管路410上的泵体,回流管路410一端与卧式发酵罐100的出口端120连接,另一端与卧式发酵罐100的入口端110连接,以将定量出料物输送回卧式发酵罐100内,主要是沼液,减少沼液废弃物。具体地,回流组件包括两回流管路410,一回流管路410与出料泵421连接,直接将出料物中滴落的液体输送回罐内,由于该管路中液体较少,管路上无需设置闸阀324;另一回流管路410与脱水机430连接,将经脱水机430处理后的出料物内的液体输送回罐内,由于该管路中液体较多,管路上可以设置沼液存储罐440、沼液回流泵422,同时沼液存储罐440可以设置有自来水接入口441,以补充回流液体的不足,以对罐内输送适当液体,保持罐内发酵物料湿度适当。

[0052] 一种机械气动联合的干法厌氧发酵方法,采用以上任一机械气动联合的干法厌氧发酵系统,并包括以下步骤:

[0053] S1按25-30%的接种比投放接种物料。

[0054] S2破碎发酵物料的粒径为3-5cm,发酵物料为农作物秸秆等。

[0055] S3控制卧式发酵罐100内发酵物料的含固率在15%-20%。一般而言,物料按照25kg/d进料,将出料物中分离出的液体按照125-150L/d由入口端110输送回罐内。

[0056] S4控制机械搅拌组件以0.5-2.5R/min旋转,每12h旋转搅拌30min,控制气动搅拌组件内气体以9.5-10.5m/s每8h运行搅拌状态10min-20min。优选地,第一气动管310的搅拌状态运行时间为第二气动管340的搅拌状态运行时间的1.5-2倍。一般而言,风机323压力0.12-0.3kgf/m²。

[0057] S5保持卧式发酵罐100内温度为33℃-35℃,具体可以采用加热温控装置510。

[0058] 综上所述,本发明通过机械搅拌组件和气动搅拌组件的结合,降低机械搅拌能耗,利用发酵产生的气体搅拌,节约能源,并且第一气动管对应物料产酸阶段,第二气动管对应物料产甲烷阶段,对两阶段物料进行差别化搅拌,适应物料不同阶段的搅拌需求,有利于发酵物料高效的厌氧发酵。

[0059] 对于本领域技术人员而言,显然本发明不限于上述示范性实施例的细节,而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下,能够以其他的具体形式实现本发明。因此,无论从哪一点来看,均应将实施例看作是示范性的,而且是非限制性的,本发明的范围由所附权利要求要求而不是上述说明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本发明内。不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。

[0060] 此外,应当理解,虽然本说明书按照实施方式加以描述,但并非每个实施方式仅包含一个独立的技术方案,说明书的这种叙述方式仅仅是为清楚起见,本领域技术人员应当将说明书作为一个整体,各实施例中的技术方案也可以经适当组合,形成本领域技术人员可以理解的其他实施方式。

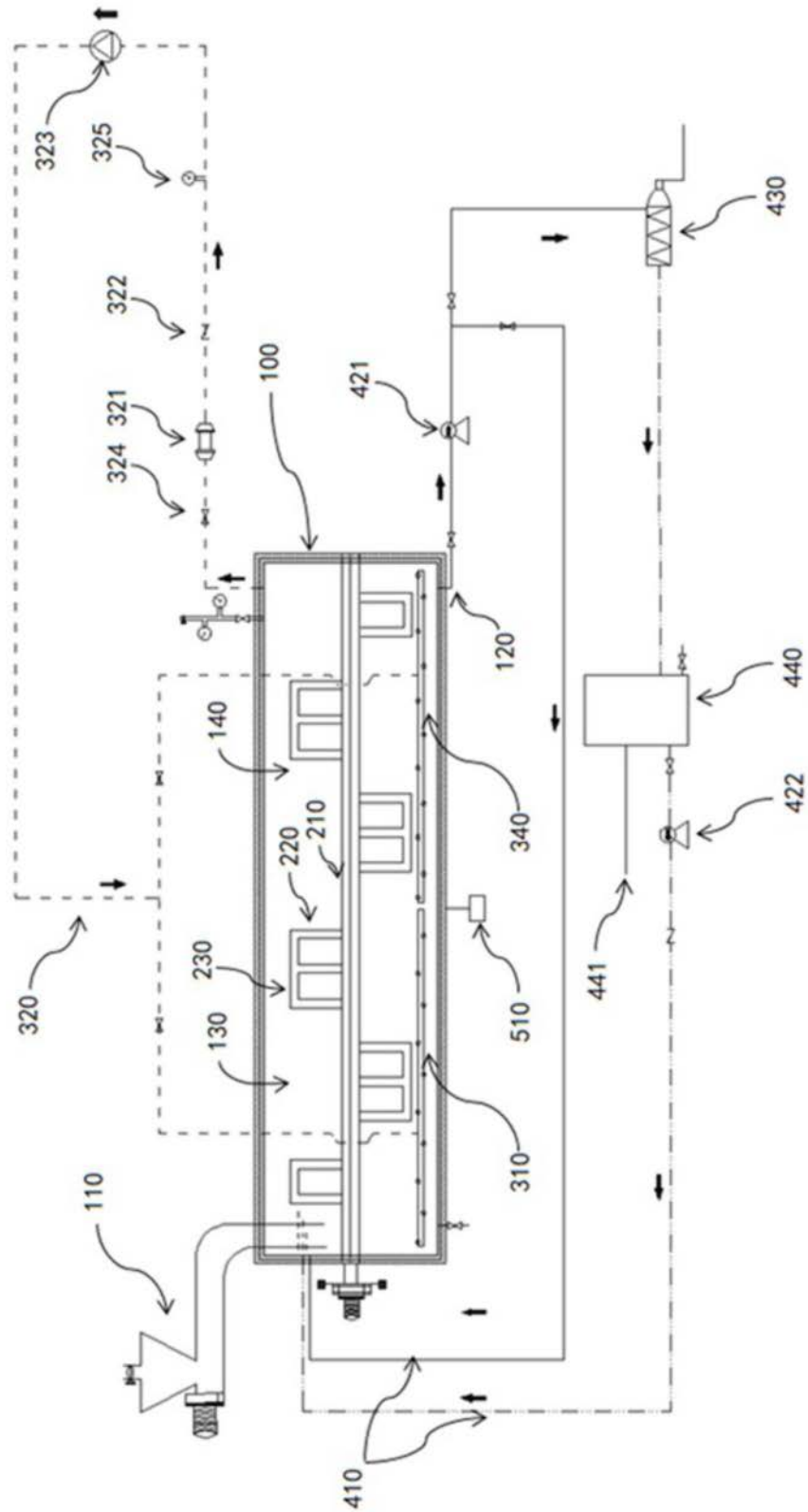


图1

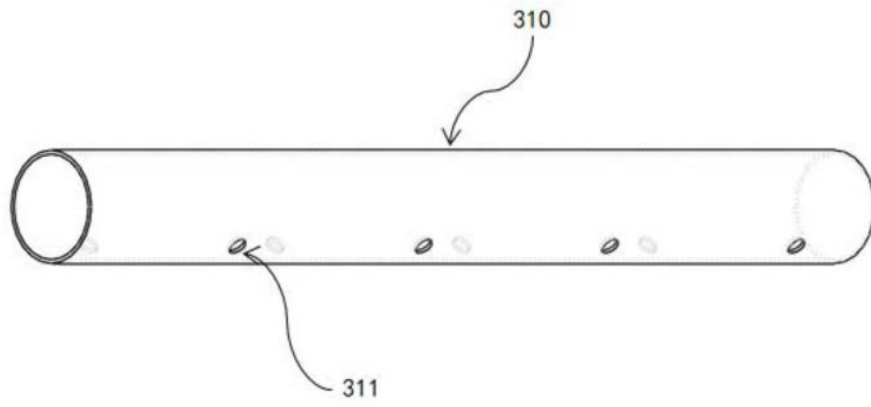


图2

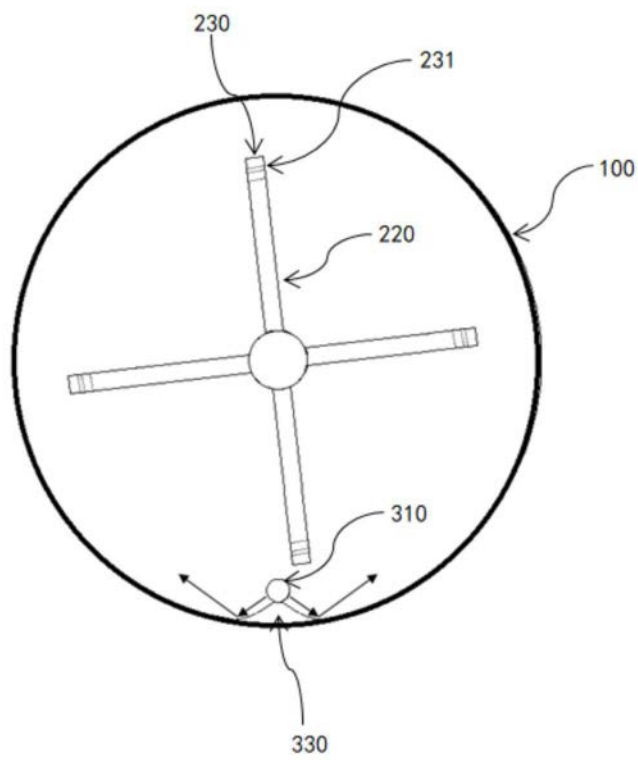


图3

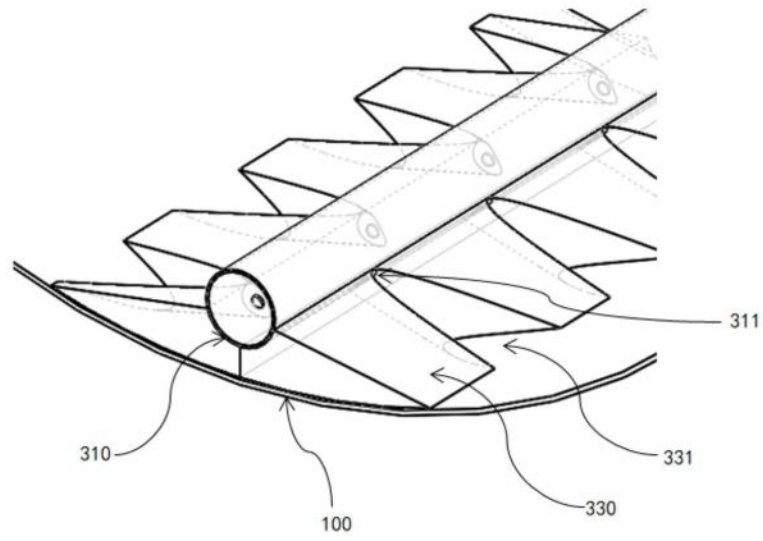


图4