



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109499490 B

(45) 授权公告日 2021.06.25

(21) 申请号 201811538197.9

(22) 申请日 2018.12.16

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109499490 A

(43) 申请公布日 2019.03.22

(73) 专利权人 北京工业大学
地址 100124 北京市朝阳区平乐园100号

(72) 发明人 李钊 白帆 侯海元 安振涛
王道德

(74) 专利代理机构 北京思海天达知识产权代理
有限公司 11203

代理人 沈波

(51) Int. Cl.

B01J 8/24 (2006.01)

B01J 19/08 (2006.01)

(56) 对比文件

US 2007/0112234 A1, 2007.05.17

CN 103285780 A, 2013.09.11

CN 203212576 U, 2013.09.25

CN 205903875 U, 2017.01.25

CN 104941552 A, 2015.09.30

WO 2007/071527 A1, 2007.06.28

审查员 张潇

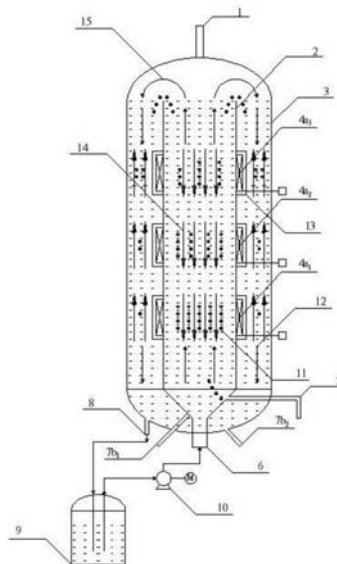
权利要求书2页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种内外磁场双向利用的磁稳定床

(57) 摘要

本发明公开了一种内外磁场双向利用的磁稳定床,磁稳定床由催化反应内塔和催化反应外塔嵌套组成,液相溶液和固相磁性催化剂均由催化反应内塔底部进入,二者共同流动且流动方向始终与磁场方向相反。固相磁性催化剂的动量完全由液相溶液提供,磁性催化剂颗粒在磁场作用下逐步减速并最终受力平衡而被收集。由于液相流动具有波动性,因此液相传递给固相的初始动量分布不均匀,所以分别设置三组磁感应线圈以收集不同动量的固相磁性催化剂。混合物依次通过催化反应内塔和催化反应外塔,两相充分接触进行反应。该设备结构简便紧凑,可以进行高效固-液催化反应。



1. 一种内外磁场双向利用的磁稳定床,其特征在于:该磁稳定床包括放空口(1)、催化反应内塔(2)、催化反应外塔(3)、第一线圈(4a₁)、第二线圈(4a₂)、第三线圈(4a₃)、固相进口(5)、液相进口(6)、催化反应内塔排污口(7b₁)、催化反应外塔排污口(7b₂)、液相出口(8)、液相循环储罐(9)、液相循环变频泵(10)、固相磁性催化剂(11)、液相溶液(12)和磁感应线圈保护罩(13);

液相进口(6)与催化反应内塔(2)的底部相连接;固相进口(5)设置在催化反应内塔(2)的底部;液相出口(8)与催化反应外塔(3)的底部相连接;催化反应内塔排污口(7b₁)与催化反应内塔(2)的底部相连接;催化反应外塔排污口(7b₂)与催化反应外塔(3)的底部相连接;放空口(1)与催化反应外塔(3)的顶部相连接;催化反应外塔(3)之外设置有液相循环储罐(9);液相循环储罐(9)与液相出口(8)相连接;液相循环储罐(9)与液相进口(6)通过液相循环变频泵(10)相连接;催化反应内塔(2)外侧包覆磁感应线圈;磁感应线圈分三组设置,由下至上依次为第一线圈(4a₁)、第二线圈(4a₂)、第三线圈(4a₃);每组磁感应线圈外部设置磁感应线圈保护罩(13);每组磁感应线圈均设有控制磁感应线圈强度的电源;电流在催化反应内塔(2)中产生向下的磁通量方向(14),在催化反应外塔(3)中产生向上的磁通量方向(14);液-固相流动方向(15)在催化反应内塔(2)中向上,在催化反应外塔(3)中向下;

固相磁性催化剂(11)由固相进口(5)进入,与液相溶液(12)在催化反应内塔(2)底部混合,固相磁性催化剂(11)的动量由液相溶液(12)提供;固相磁性催化剂(11)在磁场作用下逐步减速;由于液相流动具有波动性,因此液相溶液(12)传递给固相磁性催化剂(11)颗粒的动量分布不均匀;在催化反应内塔(2)外侧分别设置第一线圈(4a₁)、第二线圈(4a₂)、第三线圈(4a₃),共三组磁感应线圈,以保证磁场强度能够足够收集所有磁性颗粒。

2. 根据权利要求1所述的一种内外磁场双向利用的磁稳定床,其特征在于:液相循环包括:液相循环储罐(9)中放入液相,依靠液相循环变频泵(10)的提升作用使溶液通过液相进口(6)进入催化反应内塔(2);当液相高度到达催化反应内塔(2)的塔顶后,液相进入催化反应外塔(3);溶液在重力作用下流至液相出口(8)排出,回到液相循环储罐(9)完成一次液相循环。

3. 根据权利要求1所述的一种内外磁场双向利用的磁稳定床,其特征在于:所述催化反应内塔(2)与催化反应外塔(3)联用,催化反应内塔(2)外侧包覆磁感应线圈;催化反应内塔(2)利用磁感应线圈产生的内磁场收集固相磁性催化剂(11),催化反应外塔(3)利用磁感应线圈产生的外磁场收集固相磁性催化剂(11);该磁稳定床能够双向利用内外磁场以节省能量。

4. 根据权利要求1所述的一种内外磁场双向利用的磁稳定床,其特征在于:所述磁感应线圈产生的磁场方向与磁稳定床内混合物的流动方向相反;固相磁性催化剂(11)在磁场作用下保持受力平衡时,在催化反应内塔(2)和催化反应外塔(3)分别存在以下平衡关系:

$$G+F_{\text{磁}}=F_{\text{动}}$$

$$G+F_{\text{动}}=F_{\text{磁}}$$

其中,G为固相磁性催化剂(11)所受重力,F_磁为固相磁性催化剂(11)受到的磁场的作用力,F_动为固相磁性催化剂(11)受到的液相的推动作用;根据上述公式可以对磁场强度进行调节。

5. 根据权利要求1所述的一种内外磁场双向利用的磁稳定床,其特征在于:所述催化反

应内塔(2)利用磁感应线圈产生的内磁场,内磁场强度较大;催化反应外塔(3)利用磁感应线圈产生的外磁场,外磁场强度较小;大量固相磁性催化剂(11)初始动量较小,在第一线圈(4a₁)产生的内磁场的作用下受力平衡,在催化反应内塔(2)中第一线圈(4a₁)处被收集;初始动量较大的固相磁性催化剂(11)在第二线圈(4a₂)产生的内磁场的作用下受力平衡,在催化反应内塔(2)中第二线圈(4a₂)处被收集;第二线圈(4a₂)内磁场处的收集量小于第一线圈(4a₁)内磁场处的收集量;按照上述规律,固相磁性催化剂(11)依次通过第三线圈(4a₃)产生的内磁场、第三线圈(4a₃)产生的外磁场、第二线圈(4a₂)产生的外磁场、第一线圈(4a₁)产生的外磁场,收集到的固相磁性催化剂(11)的初始动量依次增大、数量依次减少,直至所有固相磁性催化剂(11)均被收集。

6.根据权利要求1所述的一种内外磁场双向利用的磁稳定床,其特征在于:所述磁稳定床为催化反应外塔(3)嵌套于催化反应内塔(2)之外,液相溶液(12)与固相磁性催化剂(11)流经催化反应内塔(2)和催化反应外塔(3)后分离,流动距离加长,两相接触时间和反应时间加长,有利于催化反应充分进行。

7.根据权利要求1所述的一种内外磁场双向利用的磁稳定床,其特征在于:该磁稳定床的具体实施过程如下:

S1、打开液相循环变频泵(10),使液相循环储罐(9)中的液相溶液(12)进入催化反应内塔(2);

S2、从固相进口(5)处通入固相磁性催化剂(11),使之在液相溶液(12)的推动作用下共同流动;

S3、固相磁性催化剂(11)和液相溶液(12)组成的混合物在催化反应内塔(2)中依次通过第一线圈(4a₁)、第二线圈(4a₂)、第三线圈(4a₃),固相磁性催化剂(11)逐步受力平衡并被收集;

S4、固相磁性催化剂(11)和液相溶液(12)组成的混合物在催化反应外塔(3)中依次通过第三线圈(4a₃)、第二线圈(4a₂)、第一线圈(4a₁),直至所有固相磁性催化剂(11)均被收集;

S5、液相物质(12)通过液相出口(8)返回液相循环储罐(9),完成一次循环;

S6、固相磁性催化剂(11)反应完全后,降低磁感应线圈内的电流大小以减少磁通量,收集固相磁性催化剂(11)。

一种内外磁场双向利用的磁稳定床

技术领域

[0001] 本发明涉及磁稳定床领域,尤其是固-液催化下的磁性催化剂的应用领域,特别涉及一种内外磁场双向利用的磁稳定床。

背景技术

[0002] 磁稳定床这一概念最早是Filippov在20世纪60年代提出的。到20世纪80年代末,磁稳定床在合成氨领域实现了首次工业化应用。历经数十年快速发展,磁稳定床已经在诸多领域取得了广泛的应用。2005年度国家技术发明奖授予了“非晶态合金催化剂和磁稳定床反应工艺的创新与集成”项目。

[0003] 目前,磁稳定床工艺通常采取以固态的磁性催化剂为核心的气-固催化、固-液催化和固-液-气三相催化。催化床层是由在磁场下仅有微弱运动的颗粒状磁性催化剂构成的,因此磁稳定床能够兼有流化床和固定床的多种优点。磁稳定床能像流化床一样,使用流态化的催化剂颗粒以提高反应性,且不会造成较大的压降或固体颗粒的损失。同时,它也能像固定床一样维持较小的返混,使流体与固态催化剂有效接触并产生反应。大量实验结果表明,固-液两相的催化作用是液态反应物分子首先吸附于固态催化剂表面的某些位置上,形成活化的中间物质并发生化学反应,之后脱附得到产物。固态催化剂的表面并不均匀,仅有部分活性位点才能产生吸附以及进一步的催化作用。这也对固-液催化的效率提出了更高的要求。

[0004] 尽管磁稳定床技术拥有多种优点,目前的磁稳定床工艺仍存在一些限制其发展的问题,例如磁场能量利用率低,磁性催化剂不易回收等。针对目前磁稳定床工艺存在的问题,本发明设计了一种内外磁场双向利用的磁稳定床能够解决上述问题。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提高磁稳定床能量利用率和磁性催化剂利用率。首先,采用内外双塔联用的方式,加长液相流程,增加固相催化剂与液相的反应时间;其次,保持内塔和外塔中磁场方向与固相磁性催化剂流动方向相反,使固相磁性催化剂逐步减速,当固相磁性催化剂受力达到平衡时,固相磁性催化剂保持稳定不流动的状态;最后,液相流速大小决定固相磁性催化剂的动量大小,磁场强度可通过磁感应线圈中的电流大小调节,以保证固相磁性催化剂能够达到受力平衡,当磁场强度减小时,方便进行固相磁性催化剂的回收。

[0006] 为实现上述目的,本发明的技术方案为一种内外磁场双向利用的磁稳定床,该磁稳定床包括放空口(1)、催化反应内塔(2)、催化反应外塔(3)、第一线圈(4a₁)、第二线圈(4a₂)、第三线圈(4a₃)、固相进口(5)、液相进口(6)、催化反应内塔排污口(7b₁)、催化反应外塔排污口(7b₂)、液相出口(8)、液相循环储罐(9)、液相循环变频泵(10)、固相磁性催化剂(11)、液相溶液(12)、磁感应线圈保护罩(13)、磁通量方向(14)和液-固相流动方向(15)。

[0007] 液相进口(6)与催化反应内塔(2)的底部相连接;固相进口(5)设置在催化反应内塔(2)的底部;液相出口(8)与催化反应外塔(3)的底部相连接;催化反应内塔排污口(7b₁)

与催化反应内塔(2)的底部相连接;催化反应外塔排污口(7b₂)与催化反应外塔(3)的底部相连接;放空口(1)与催化反应外塔(3)的顶部相连接;催化反应外塔(3)之外设置有液相循环储罐(9);液相循环储罐(9)与液相出口(8)相连接;液相循环储罐(9)与液相进口(6)通过液相循环变频泵(10)相连接;催化反应内塔(2)外侧包覆磁感应线圈;磁感应线圈分三组设置,由下至上依次为第一线圈(4a₁)、第二线圈(4a₂)、第三线圈(4a₃);每组磁感应线圈外部设置磁感应线圈保护罩(13);每组磁感应线圈均设有控制磁感应线圈强度的电源。电流在催化反应内塔(2)中产生向下的磁通量方向(14),在催化反应外塔(3)中产生向上的磁通量方向(14)。液-固相流动方向(15)在催化反应内塔(2)中向上,在催化反应外塔(3)中向下。

[0008] 液相循环包括:液相循环储罐(9)中放入液相,依靠液相循环变频泵(10)的提升作用使溶液通过液相进口(6)进入催化反应内塔(2);当液相高度到达催化反应内塔(2)的塔顶后,液相进入催化反应外塔(3);溶液在重力作用下流至液相出口(8)排出,回到液相循环储罐(9)完成一次液相循环。

[0009] 固相磁性催化剂(11)由固相进口(5)进入,与液相溶液(12)在催化反应内塔(2)底部混合,固相磁性催化剂(11)的动量由液相溶液(12)提供;固相磁性催化剂(11)在磁场作用下逐步减速;由于液相流动具有波动性,因此液相溶液(12)传递给固相磁性催化剂(11)颗粒的动量分布不均匀;在催化反应内塔(2)外侧分别设置第一线圈(4a₁)、第二线圈(4a₂)、第三线圈(4a₃),共三组磁感应线圈,以保证磁场强度能够足够收集所有磁性颗粒。

[0010] 所述催化反应内塔(2)与催化反应外塔(3)联用,催化反应内塔(2)外侧包覆磁感应线圈。催化反应内塔(2)利用磁感应线圈产生的内磁场收集固相磁性催化剂(11),催化反应外塔(3)利用磁感应线圈产生的外磁场收集固相磁性催化剂(11)。该磁稳定床能够双向利用内外磁场以节省能量。

[0011] 所述磁感应线圈产生的磁场方向与磁稳定床内混合物的流动方向相反。固相磁性催化剂(11)在磁场作用下保持受力平衡时,在催化反应内塔(2)和催化反应外塔(3)分别存在以下平衡关系:

$$[0012] \quad G + F_{\text{磁}} = F_{\text{动}}$$

$$[0013] \quad G + F_{\text{动}} = F_{\text{磁}}$$

[0014] 其中,G为固相磁性催化剂(11)所受重力,F_磁为固相磁性催化剂(11)受到的磁场的作用力,F_动为固相磁性催化剂(11)受到的液相的推动作用。根据上述公式可以对磁场强度进行调节。

[0015] 所述催化反应内塔(2)利用磁感应线圈产生的内磁场,内磁场强度较大;催化反应外塔(3)利用磁感应线圈产生的外磁场,外磁场强度较小。大量固相磁性催化剂(11)初始动量较小,在第一线圈(4a₁)产生的内磁场的作用下受力平衡,在催化反应内塔(2)中第一线圈(4a₁)处被收集;初始动量较大的固相磁性催化剂(11)在第二线圈(4a₂)产生的内磁场的作用下受力平衡,在催化反应内塔(2)中第二线圈(4a₂)处被收集。第二线圈(4a₂)内磁场处的收集量小于第一线圈(4a₁)内磁场处的收集量。按照上述规律,固相磁性催化剂(11)依次通过第三线圈(4a₃)产生的内磁场、第三线圈(4a₃)产生的外磁场、第二线圈(4a₂)产生的外磁场、第一线圈(4a₁)产生的外磁场,收集到的固相磁性催化剂(11)的初始动量依次增大、数量依次减少,直至所有固相磁性催化剂(11)均被收集。

[0016] 所述磁稳定床为催化反应外塔(3)嵌套于催化反应内塔(2)之外,液相溶液(12)与

固相磁性催化剂(11)流经催化反应内塔(2)和催化反应外塔(3)后分离,流动距离加长,两相接触时间和反应时间加长,有利于催化反应充分进行。

[0017] 与现有技术相比较,本发明具有如下技术效果。

[0018] 1、本发明分别设置三组磁感应线圈,以保证初始动量不同的磁性催化剂均能够被收集。

[0019] 2、本发明的催化反应外塔嵌套于催化反应内塔之外,分别利用磁感应线圈产生的外磁场和内磁场,使能量得以充分利用。

[0020] 3、本发明的催化反应内塔和催化反应外塔中的磁场方向均与固相磁性催化剂流动方向相反,以使固相磁性催化剂在磁场中减速并被收集。

[0021] 4、本发明的磁场强度可通过调节磁感应线圈中的电流大小进行控制,当磁性催化剂反应完全后,减小电流以减小磁通量,收集固相磁性催化剂。

[0022] 5、本发明的混合物流经催化反应内塔和催化反应外塔后分离,流动距离加长,两相接触时间增长,有利于催化反应充分进行。

附图说明

[0023] 图1为一种内外磁场双向利用的磁稳定床的俯视图。

[0024] 图2为一种内外磁场双向利用的磁稳定床的主视图。

[0025] 图中:1、放空口,2、催化反应内塔,3、催化反应外塔,4a₁、第一线圈,4a₂、第二线圈,4a₃、第三线圈,5、固相进口,6、液相进口,7b₁、催化反应内塔排污口,7b₂、催化反应外塔排污口,8、液相出口,9、液相循环储罐,10、液相循环变频泵,11、固相磁性催化剂,12、液相溶液,13、磁感应线圈保护罩,14、磁通量方向,15、液-固相流动方向。

具体实施方式

[0026] 以下结合附图和实施例对本发明方法进行详细说明。

[0027] 如图1-2所示,该磁稳定床的具体实施过程如下:

[0028] S1打开液相循环变频泵(10),使液相循环储罐(9)中的液相溶液(12)进入催化反应内塔(2);

[0029] S2从固相进口(5)处通入固相磁性催化剂(11),使之在液相溶液(12)的推动作用下共同流动;

[0030] S3固相磁性催化剂(11)和液相溶液(12)组成的混合物在催化反应内塔(2)中依次通过第一线圈(4a₁)、第二线圈(4a₂)、第三线圈(4a₃),固相磁性催化剂(11)逐步受力平衡并被收集;

[0031] S4固相磁性催化剂(11)和液相溶液(12)组成的混合物在催化反应外塔(3)中依次通过第三线圈(4a₃)、第二线圈(4a₂)、第一线圈(4a₁),直至所有固相磁性催化剂(11)均被收集;

[0032] S5液相物质(12)通过液相出口(8)返回液相循环储罐(9),完成一次循环;

[0033] S6固相磁性催化剂(11)反应完全后,降低磁感应线圈内的电流大小以减少磁通量,收集固相磁性催化剂(11)。

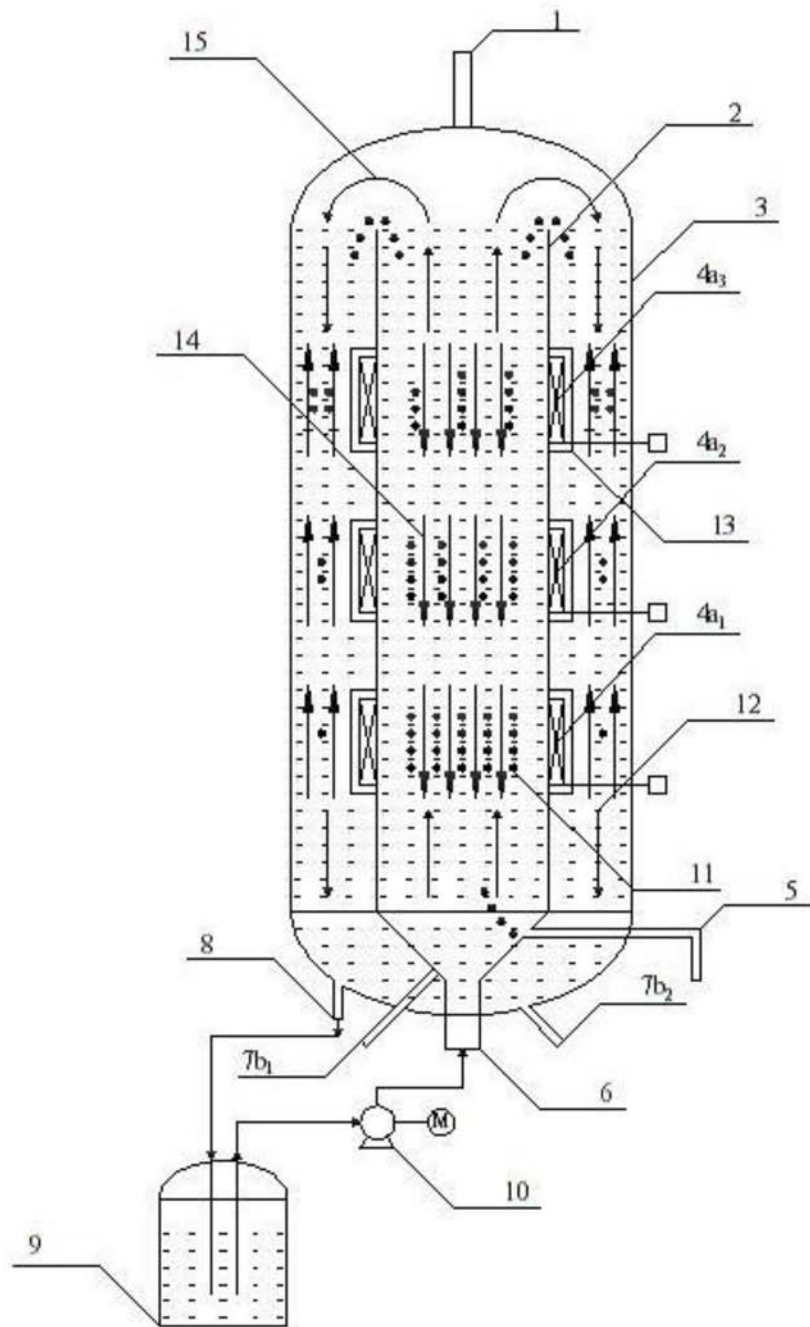


图1

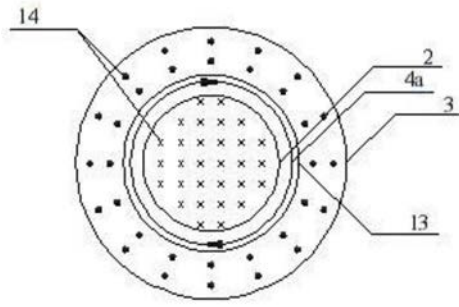


图2