



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106423004 B

(45)授权公告日 2018.04.24

(21)申请号 201610916229.9

(22)申请日 2016.10.20

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106423004 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(73)专利权人 沈阳化工研究院有限公司

地址 110021 辽宁省沈阳市铁西区沈辽东
路8号

(72)发明人 杨林涛 王永华

(74)专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限

公司 21002

代理人 白振宇 何薇

(51)Int.Cl.

B01J 19/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 103721440 A,2014.04.16,全文.

CN 101234323 A,2008.08.06,全文.

US 2010015016 A1,2010.01.21,全文.

CN 1675147 A,2005.09.28,全文.

审查员 杨鹏远

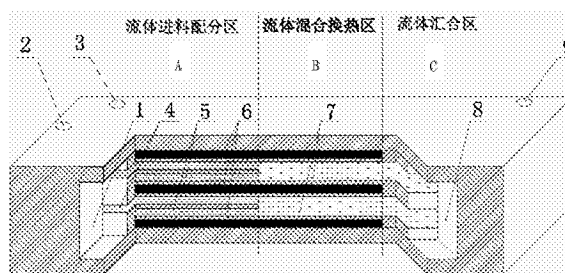
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种层状膜分散式微通道换热混合装置及其应用

(57)摘要

本发明涉及一种层状膜分散式微通道换热混合装置及其应用。本发明的混合装置为多层板依次密封连接而成的层状结构,其内部分为流体进料配分区、流体混合换热区及流体汇合区,各区分布混合流体腔、换热腔以及混合腔;在流体进料配分区,层状配分组合式混合流体腔和换热流体腔相连;在流体混合换热区,混合流体腔与混合腔相连,保持与换热流体腔的交叉配分式的状态;在流体汇合区各混合腔汇合于一起与出料口相连,各换热流体腔汇合于一起与换热流体出料口相连。本发明具有同时强化传质、传热的特点,应用于硝化、重氮化等反应的换热混合,起到提高反应选择性、安全性和生产效率等效果。



1. 一种层状膜分散式微通道换热混合装置,其特征在於:该换热混合装置为多层板依次密封连接而成的层状结构,其内部分为流体进料配分区(A)、流体混合换热区(B)及流体汇合区(C);位于首层的盖板(10)处于流体进料配分区(A)的一侧分别开有换热流体进口(2)及多个供不同流体进入的流体进口,所述盖板(10)处于流体汇合区(C)的另一侧分别开有换热流体出料口(9)及供混合后流体流出的出料口(8);所述流体混合换热区(B)内设有多个上下布置、相互独立的混合腔(7),每个独立的混合腔(7)的上下两侧均设有隔板(12),相邻两混合腔(7)相对侧的两隔板(12)之间形成换热流体腔(6),各所述换热流体腔(6)由流体进料配分区(A)延伸至流体混合换热区(B),各所述换热流体腔(6)的一端分别与所述换热流体进口(2)相连通,另一端分别与所述换热流体出料口(9)相连通;所述流体进料配分区(A)内相邻两换热流体腔(6)之间均设有与流体进口数量相等、相互独立的混合流体腔,每个独立的所述混合流体腔的一端分别与一个流体进口相连通,另一端与同层的所述混合腔(7)的一端相连通,各所述混合腔(7)的另一端分别与出料口(8)相连通;各流体经不同的流体进口进入到各自的混合流体腔中,换热流体经所述换热流体进口(2)进入到各换热流体腔(6)中,各所述混合流体腔中的流体在混合腔(7)中混合,并在混合过程中与所述换热流体腔(6)中的换热流体进行热量交换,完成热量交换的混合流体由所述出料口(8)流出,完成热量交换的换热流体由所述流体汇合区(C)流出;

所述位于首层的盖板(10)与位于底层的底板(16)之间的各层板包括换热流体板(11)、隔板(12)、物料通道板及混合通道板(14),该换热流体板(11)为多个,每个换热流体板(11)上均设有形成所述换热流体腔(6)的换热流体通道,所述换热流体通道的一端与所述换热流体进口(2)相连通,另一端与所述换热流体出口(9)相连通;相邻两换热流体板(11)之间设有隔板(12)、混合通道板(14)及物料通道板,所述混合通道板(14)的上下两侧均设有隔板(12),上下两侧的隔板(12)之间设有与所述流体进口数量相等的物料通道板,每个物料通道板上均设有形成所述混合流体腔的流体通道,每个流体通道的一端与一个换热流体进口(2)相连通,另一端与所述出料口(8)相连通。

2. 按权利要求1所述的层状膜分散式微通道换热混合装置,其特征在於:所述位于首层的盖板(10)与位于底层的底板(16)之间的各层板的一侧分别开有换热流体进口(2)及多个供不同流体进入的流体进口,另一侧分别开有换热流体出料口(9)及供混合后流体流出的出料口(8)。

3. 按权利要求1所述的层状膜分散式微通道换热混合装置,其特征在於:所述混合通道板(14)上设有形成混合腔(7)的混合流体通道,该混合流体通道分别与各所述物料通道板上的流体通道的后半部相重合,且混合流体通道的末端与所述出料口(8)相连通。

4. 按权利要求3所述的层状膜分散式微通道换热混合装置,其特征在於:所述换热流体通道的厚度与所在换热流体板(11)的厚度相同,所述流体通道的厚度与所在物料通道板的厚度相同,所述混合流体通道的厚度与所在混合通道板(14)的厚度相同。

5. 按权利要求3所述的层状膜分散式微通道换热混合装置,其特征在於:所述相邻两换热流体板(11)之间设有两个物料通道板,分别为物料A通道板(13)及物料B通道板(15),该物料A通道板(13)及物料B通道板(15)分别位于混合通道板(14)的上下两侧,所述物料A通道板(13)上设有形成混合流体腔A(4)的流体通道,所述物料B通道板(15)上设有形成混合流体腔B(5)的流体通道,所述物料A通道板(13)上的流体通道的一端与流体A进口(1)相连

通,所述物料B通道板(15)上的流体通道的一端与流体B进口(3)相连通,所述物料A通道板(13)上的流体通道的另一端及所述物料B通道板(15)上的流体通道的另一端分别与出料口(8)相连通。

6.按权利要求1至5任一权利要求所述的层状膜分散式微通道换热混合装置,其特征在于:所述各层板相互平行设置。

7.按权利要求1至5任一权利要求所述的层状膜分散式微通道换热混合装置,其特征在于:所述各层板的材质可为金属材料或树脂材料的一种或多种,所述金属材料为铁、铜、铝、铝镁合金、不锈钢、钛、钛合金的一种或多种,所述树脂材料为聚四氟乙烯、PVC、PP、PE、PPR、PMMA、PET、PS、ABS的一种或多种。

8.一种权利要求1至5任一权利要求所述层状膜分散式微通道换热混合装置的应用,其特征在于:所述层状膜分散式微通道换热混合装置可用于液—液、液—气或气—气的换热混合。

9.按权利要求8所述的应用,其特征在于:所述层状膜分散式微通道换热混合装置应用于硝化、磺化、重氮化、缩合、巯基化、酯化、氧化、聚合或偶合的化学单元反应的换热混合。

10.按照权利要求9所述的应用,其特征在于:所述层状膜分散式微通道换热混合装置用于染料、染料中间体、颜料、颜料中间体、医药或医药中间体的制备过程中。

一种层状膜分散式微通道换热混合装置及其应用

技术领域

[0001] 本发明涉及化工行业中的高效传质、传热装置,具体地说是一种层状膜分散式微通道换热混合装置及其应用。

背景技术

[0002] 在化工领域,传质、传热效果严重制约着反应的选择性、收率以及生产安全性和产能,尤其是对反应较剧烈、放热强的硝化、氧化、聚合反应等单元反应。微尺度下,相应流体的面积体积比可得到显著提高,有助于强化传热和传质。近年来,国内外对微通道反应的研究逐渐深入。

[0003] 公开号为US4735359的美国专利介绍一种液体混合装置,该物料混合形式为层状混合,利用离心装置将物料呈薄层状态送出,薄层厚度约为0.1毫米,最短在0.1毫秒即可完成充分混合。这种装置是固定的,单位时间的混合量是一定的,因此应用上有一定限制;同时机械加工较复杂,设备维护要求高。

[0004] 于2009年5月20日公开的、公开号为CN101433815中国发明专利介绍了一种套管结构的膜分散式微通道反应器,在内外管之间形成环形的微通道,较普通的微通道反应截面积增大,处理量增大。但该微反应器难以实现叠加组合,物料的处理量增加有限。

[0005] 于2010年6月16日公开的、公开号为CN101733056中国发明专利中介绍了一种微阵列结构的微通道反应器,该反应装置通过微通道阵列形式,实现了反应流体微流单元的交错撞击,提高了传质效果。但该反应器不能采用带颗粒流体的进料,不能实现内部换热,应用上受到制约。

[0006] 于2014年8月13日公开的、公开号为CN103977720中国发明专利中介绍了一种组合式层状配分混合装置,该装置通过面一面接触的形式,降低了微通道反应器堵塞的几率,可适用于带固体颗粒的流体进料反应,但同样没有解决反应器内部换热的问题。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供了一种同时具有强化传质、传热功能的层状膜分散式微通道换热混合装置及其应用。该混合装置以流体空腔配分的形式,实现各种流体交叉排列,在传热上,大大扩大了单位体积流体的传热面积;在传质上,缩短了流体的扩散距离,从而同时实现快速传质、传热,可达到物料的快速混合、稳定反应温度、提高化学单元反应安全性和可控性等目的。

[0008] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现的:

[0009] 本发明的换热混合装置为多层板依次密封连接而成的层状结构,其内部分为流体进料配分区、流体混合换热区及流体汇合区;位于首层的盖板处于流体进料配分区的一侧分别开有换热流体进口及多个供不同流体进入的流体进口,所述盖板处于流体汇合区的另一侧分别开有换热流体出料口及供混合后流体流出的出料口;所述流体混合换热区内设有多个上下布置、相互独立的混合腔,每个独立的混合腔的上下两侧均设有隔板,相邻两混合

腔相对侧的两隔板之间形成换热流体腔,各所述换热流体腔由流体进料配分区延伸至流体混合换热区,各所述换热流体腔的一端分别与所述换热流体进口相连通,另一端分别与所述换热流体出口相连通;所述流体进料配分区内相邻两换热流体腔之间均设有与流体进口数量相等、相互独立的混合流体腔,每个独立的所述混合流体腔的一端分别与一个流体进口相连通,另一端与同层的所述混合腔的一端相连通,各所述混合腔的另一端分别与出料口相连通;各流体经不同的流体进口进入到各自的混合流体腔中,换热流体经所述换热流体进口进入到各换热流体腔中,各所述混合流体腔中的流体在混合腔中混合,并在混合过程中与所述换热流体腔中的换热流体进行热量交换,完成热量交换的混合流体由所述出料口流出,完成热量交换的换热流体由所述流体汇合区流出。

[0010] 其中:所述位于首层的盖板与位于底层的底板之间的各层板的一侧分别开有换热流体进口及多个供不同流体进入的流体进口,另一侧分别开有换热流体出口及供混合后流体流出的出料口;

[0011] 所述位于首层的盖板与位于底层的底板之间的各层板包括换热流体板、隔板、物料通道板及混合通道板,该换热流体板为多个,每个换热流体板上均设有形成所述换热流体腔的换热流体通道,所述换热流体通道的一端与所述换热流体进口相连通,另一端与所述换热流体出口相连通;相邻两换热流体板之间设有隔板、混合通道板及物料通道板,所述混合通道板的上下两侧均设有隔板,上下两侧的隔板之间设有与所述流体进口数量相等的物料通道板,每个物料通道板上均设有形成所述混合流体腔的流体通道,每个流体通道的一端与一个换热流体进口相连通,另一端与所述出料口相连通;所述混合通道板上设有形成混合腔的混合流体通道,该混合流体通道分别与各所述物料通道板上的流体通道的后半部相重合,且混合流体通道的末端与所述出料口相连通;所述换热流体通道的厚度与所在换热流体板的厚度相同,所述流体通道的厚度与所在物料通道板的厚度相同,所述混合流体通道的厚度与所在混合通道板的厚度相同;

[0012] 所述相邻两换热流体板之间设有两个物料通道板,分别为物料A通道板及物料B通道板,该物料A通道板及物料B通道板分别位于混合通道板的上下两侧,所述物料A通道板上设有形成混合流体腔A的流体通道,所述物料B通道板上设有形成混合流体腔B的流体通道,所述物料A通道板上的流体通道的一端与流体A进口相连通,所述物料B通道板上的流体通道的一端与流体B进口相连通,所述物料A通道板上的流体通道的另一端及所述物料B通道板上的流体通道的另一端分别与出料口相连通;

[0013] 所述各层板相互平行设置;所述各层板的材质可为金属材料或树脂材料的一种或多种,所述金属材料为铁、铜、铝、铝镁合金、不锈钢、钛、钛合金的一种或多种,所述树脂材料为聚四氟乙烯、PVC、PP、PE、PPR、PMMA、PET、PS、ABS的一种或多种;

[0014] 本发明层状膜分散式微通道换热混合装置的应用,可用于液—液、液—气或气—气的换热混合;

[0015] 所述层状膜分散式微通道换热混合装置应用于硝化、磺化、重氮化、缩合、巯基化、酯化、氧化、聚合或偶合的化学单元反应的换热混合;所述层状膜分散式微通道换热混合装置用于染料、染料中间体、颜料、颜料中间体、医药或医药中间体的制备过程中。

[0016] 本发明的优点与积极效果为:

[0017] 1. 本发明的换热混合装置,预混合的各组物料经配分后,以相互交错的薄层膜

状分散接触,扩大了润湿周边,缩短了混合扩散和传热距离,可同时实现快速的传质和传热,有利于工艺条件的稳定控制。

[0018] 2.本发明的换热混合装置通过物料的配分组合,实现反应过程控制的宏观—微光—宏观的交替转化,强化了传质和传热过程,可实现高通量,有利于工业化的生产实施。

[0019] 3.本发明的换热混合装置由多层板组合而成,材料选择灵活多样,便于高精度加工,适用范围广。

[0020] 4.本发明的换热混合装置可用于硝化、氧化、磺化、重氮化、缩合、聚合、酯化、巯基化、偶合、酸碱中和等单元化学反应中,提高反应速度、选择性、安全性和可控性。

附图说明

[0021] 图1为本发明的应用示意图;

[0022] 图2为本发明的组合结构剖视图;

[0023] 图3为本发明的分解结构示意图;

[0024] 其中:1为流体A进口,2为换热流体进口,3为流体B进口,4为混合流体腔A,5为混合流体腔B,6为换热流体腔,7为混合腔,8为出料口,9为换热流体出口,10为盖板,11为换热流体板,12为隔板,13为物料A通道板,14为混合通道板,15为物料B通道板,16为底板。

具体实施方式

[0025] 结合附图对本发明作进一步详述。

[0026] 如图1~3所示,本发明的换热混合装置为多层板依次密封连接而成的层状结构,其内部分为流体进料配分区A、流体混合换热区B及流体汇合区C;位于首层的盖板10处于流体进料配分区A的一侧分别开有换热流体进口2及多个供不同流体进入的流体进口,盖板10处于流体汇合区C的另一侧分别开有换热流体出料口9及供混合后流体流出的出料口8;位于首层的盖板10与位于底层的底板16之间的各层板的一侧分别开有换热流体进口2及多个供不同流体进入的流体进口,另一侧分别开有换热流体出料口9及供混合后流体流出的出料口8。流体混合换热区B内设有多个上下布置、相互独立的混合腔7,每个独立的混合腔7的上下两侧均设有隔板12,相邻两混合腔7相对侧的两隔板12之间形成换热流体腔6,各换热流体腔6由流体进料配分区A延伸至流体混合换热区7,各换热流体腔6的一端分别与换热流体进口2相连通,另一端分别与换热流体出料口9相连通;流体进料配分区A内相邻两换热流体腔6之间均设有与流体进口数量相等、相互独立的混合流体腔,每个独立的混合流体腔的一端分别与一个流体进口相连通,另一端与同层的混合腔7的一端相连通,各混合腔7的另一端分别与出料口8相连通;各流体经不同的流体进口进入到各自的混合流体腔中,换热流体经换热流体进口2进入到各换热流体腔6中,各混合流体腔中的流体在混合腔7中混合,并在混合过程中与换热流体腔6中的换热流体进行热量交换,完成热量交换的混合流体由出料口8流出,完成热量交换的换热流体由流体汇合区C流出。

[0027] 位于首层的盖板10与位于底层的底板16之间的各层板包括换热流体板11、隔板12、物料通道板及混合通道板14,该换热流体板11为多个,每个换热流体板11上均设有形成换热流体腔6的换热流体通道,换热流体通道的一端与换热流体进口2相连通,另一端与换

热流体出口9相连通;相邻两换热流体板11之间设有隔板12、混合通道板14及物料通道板,混合通道板14的上下两侧均设有隔板12,上下两侧的隔板12之间设有与流体进口数量相等的物料通道板,每个物料通道板上均设有形成混合流体腔的流体通道,每个流体通道的一端与一个换热流体进口2相连通,另一端与出料口8相连通;混合通道板14上设有形成混合腔7的混合流体通道,该混合流体通道分别与各物料通道板上的流体通道的后半部相重合,且混合流体通道的末端与出料口8相连通。

[0028] 本实施例的换热流体板11为三块,位于最上方的换热流体板11的上侧为盖板10,位于最下方的换热流体板11的下侧为底板16。每块换热流体板11上的中间均设有形成换热流体腔6的换热流体通道,该换热流体通道的厚度与换热流体板11的厚度相同、沿换热流体板11的长度方向设置。相邻两块换热流体板11之间设有两个物料通道板,分别为物料A通道板13及物料B通道板15,该物料A通道板13及物料B通道板15分别位于混合通道板14的上下两侧,即相邻两块换热流体板11之间从上至下依次设有隔板12、物料A通道板13、混合通道板14、物料B通道板15、隔板12。各层板均为长方形,除底板16外的各层板中,位于流体进料配分区A的一侧分别开有一个换热流体进口2、一个流体A进口1及一个流体B进口3,换热流体进口2、流体A进口1及流体B进口3呈三角形布置,位于流体汇合区C的另一侧分别开有一个出料口8及一个换热流体出料口9,出料口8与换热流体出料口9对称设置。换热流体板11上换热流体通道为长条状,一端与换热流体进口2相连通,且换热流体板11上的流体A进口1及流体B进口3对称设于换热流体通道一端的左右两侧;换热流体通道的一端向换热流体出料口9的方向倾斜,并与换热流体出料口9相连通。物料A通道板13上设有形成混合流体腔A4的流体通道,物料B通道板15上设有形成混合流体腔B5的流体通道,物料A通道板13及物料B通道板15上的流体A进口1与流体B进口3均对称设于各自流体通道一端的左右两侧。流体通道均为长条状,物料A通道板13上的流体通道的一端与流体A进口1相连通,物料B通道板15上的流体通道的一端与流体B进口3相连通,物料A通道板13上的流体通道的另一端及物料B通道板15上的流体通道的另一端相通,并与出料口8相连通。混合通道板14上的后半部设有形成混合腔7的混合流体通道,该混合流体通道分别与上下两侧的物料A通道板13及物料B通道板15上的流体通道的后半部相重合,并与出料口8相连通。本实施例中流体通道的厚度与所在物料A通道板13或物料B通道板15的厚度相同,混合流体通道的厚度与所在混合通道板14的厚度相同。各层板相互平行设置。

[0029] 本发明中各层板的材料和厚度可根据工艺要求选择。其材质可为金属材料或树脂材料的一种或多种,金属材料为铁、铜、铝、铝镁合金、不锈钢、钛、钛合金的一种或多种,树脂材料为聚四氟乙烯、PVC(聚氯乙烯)、PP(聚丙烯)、PE(聚乙烯)、PPR(无规共聚聚丙烯)、PMMA(聚甲基丙烯酸甲酯)、PET(聚对苯二甲酸乙二醇酯)、PS(聚苯乙烯)、ABS塑料的一种或多种。厚度可以是0.1mm~20mm,优选0.1~5mm。换热通道两侧的换热流体进口2和换热流体出料口9可根据工艺要求,作为换热通道的换热流体出料口9和换热流体进口2。

[0030] 本发明的层状膜分散式微通道换热混合装置可用于需要快速换热场合的液-液(包括浮液)、液-气或气-气的换热混合,如聚合、硝化、磺化、酯化、重氮化、偶合、巯基化、缩合或酸碱中和的化学单元反应的换热混合,实现工艺条件的稳定。

[0031] 本发明的工作原理为:

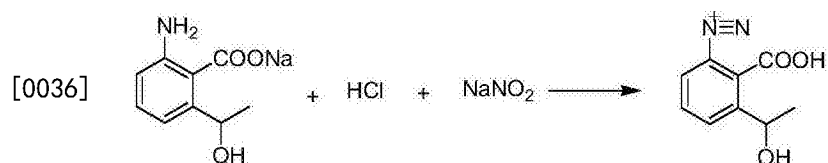
[0032] 流体A、流体B在外力的作用下,分别由流体A进口1、流体B进口3进入并流入混合流

体腔A4、混合流体腔B5中。换热流体在外力的作用下由换热流体进口2进入并流入各换热流体腔6中。混合流体腔A4中的流体A与混合流体腔B5中的流体B分别流向混合腔7中,并在混合腔7中进行混合;在流体A及流体B向混合腔7流动的过程及在混合腔7中进行混合的过程,与换热流体腔6中的换热流体进行热量交换。完成热量交换的混合流体由出料口8流出,完成热量交换的换热流体由流体汇合区C流出。

[0033] 本发明采用一种新的思路,将换热流体内置于混合装置中,提供了一种同时具有强化传质、传热功能的层状膜分散式微通道换热混合装置。相比常规的外换热反应器,该换热混合装置可更有效地控制反应温度,提高收率和产能。

[0034] 应用例一

[0035] 用于环酯草醚中间体2-氨基-6-(1-羟乙基)苯甲酸钠重氮化反应,降低能耗,为下一步反应提高收率和生产效率奠定基础,反应方程式如下:



[0037] 采用的微通道换热混合装置,其材质为316L。盖板10和16厚度均为8mm;物料流体通道板13、15、隔板12、混合通道板14的厚度均为0.2mm;换热流体通道板的厚度为0.5mm。各板依照图3所示组合装配为一体。物料通道板、混合通道板、隔板以及换热流体通道板相互交错排列,进而具有强化传质、传热功能,可更有效地控制反应温度,提高收率和产能,其中隔板12为6片,换热流体通道版为4片,混合通道板11为3片,两种物料流体通过的层状配分通道各3层,每层的层状配分通道长均为60mm,宽均为6mm,厚均为0.2mm。出料口8连接出料管,并装有温度计。

[0038] 取2-氨基-6-(1-羟乙基)苯甲酸钠40.63g,32%的盐酸79.84g,加水溶解,调整体积为200ml,温度为15℃。

[0039] 取亚硝酸钠13.94g,加水溶解,调整体积100ml,温度为15℃。

[0040] 将换热流体冷却水于恒温装置中调整温度至10℃,以200ml/min由换热流体出口9流出后,再返回恒温装置。

[0041] 将氨基物溶液(流体A)经计量泵连接进料口1,亚硝酸钠溶液(流体B)经泵连接进料口2,换热流体经计量泵连接进料口3。流体A以50ml/min的流量加入混合装置,流体B以25ml/min流量加入混合装置。

[0042] 出口物料为清澈透明的重氮盐溶液,无氨基物检出,物料温度16.5℃,避光放置4h,无明显沉淀或漂浮物生成,进而为下一步反应提高收率和生产效率奠定基础。

[0043] 对比应用例一

[0044] 采用间歇小试实验,需要2-氨基-6-(1-羟乙基)苯甲酸钠40.63g加水100g,盐酸79.84g,加冰150g,搅拌溶解;加入14.21g亚硝酸钠与50g水配置的亚硝酸钠溶液,反应5min得重氮盐溶液,反应液中明显有漂浮物,检测不是氨基物。

[0045] 对比应用例二

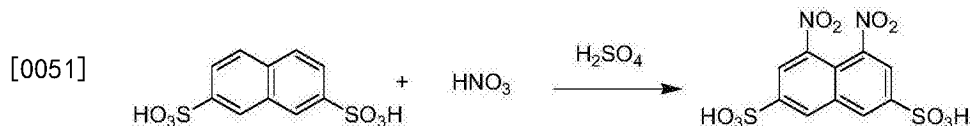
[0046] 当在15℃室温下,采用无内置换热通道的混合器,直接采用应用实例一同样的物料流速,出料为清澈重氮盐溶液,物料稳定温度为32.0℃,避光放置1h,明显有漂浮物。

[0047] 对比应用例三

[0048] 当采用无内置换热通道的混合器,将反应器直接放入10℃恒温水浴中,采用应用实例一同样的物料流速,出料为清澈重氮盐溶液,物料稳定温度为23.0℃,避光放置4h,明显有漂浮物。

[0049] 应用例二

[0050] 用于H酸中间体2,7-萘二磺酸的硝化反应,稳定反应温度,提高反应选择性和生产效率。反应方程式如下:



[0052] 采用应用例一的微通道换热混合装置。

[0053] 流体A为温度25℃、浓度22%的2,7-萘二磺酸硫酸溶液,以20ml/min的流速加入到微通道反应装置中;流体B为温度25℃、浓度50%的硝酸硫酸混合溶液,以5ml/min的流速加入到微通道反应装置中;换热流体为32℃循环水。

[0054] 检测出料温度稳定在 43 ± 0.5 ℃,出料后进入无换热的搅拌反应装置,在加料过程中,搅拌反应装置中物料温度稳定在40~45℃。加料完毕,继续搅拌30min,取样检测,产物含量为93.4%。

[0055] 对比应用实例四:采用无换热通道的微通道反应器,重复应用例二,微通道反应器稳定物料出口温度为72℃,搅拌反应装置中产物含量为86.7%。

[0056] 应用例三(用于浓硫酸的稀释)

[0057] 微通道换热混合装置,其材质为316L。盖板10和16厚度均为8mm;物料流体通道板13、15、隔板12、混合通道板14的厚度均为0.2mm;换热流体通道板的厚度为0.5mm。各板依照图3所示组合装配为一体。物料通道板、混合通道板、隔板以及换热流体通道板相互交错排列,其中隔板12为8片,换热流体通道板为7片,混合通道板11为5片,两种物料流体通过的层状配分通道各5层,每层的层状配分通道长均为60mm,宽均为6mm,厚均为0.2mm。出料口8连接一内径为6.5mm的出料管。

[0058] 取98%浓硫酸1000ml,温度15℃,经计量泵连接换热混合装置进料口1;取水2000ml,温度15℃,经计量泵连接进料口2;于恒温装置中取10℃冷却水,经计量泵连接进料口3。

[0059] 浓硫酸以100ml/min的流量加入混合换热装置,水由170ml/min的流量加入混合换热装置;换热流体(冷却水)500ml/min加入反应装置,出口检测稀硫酸的温度为32.2℃。

[0060] 对比应用例五:采用应用例三所示同样的方法,采用不带换热系统的微通道反应器,检测出口检测稀硫酸的温度为83℃。

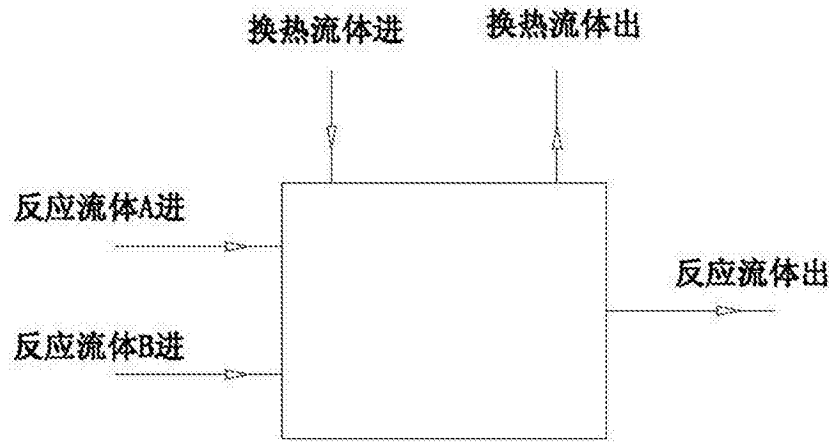


图1

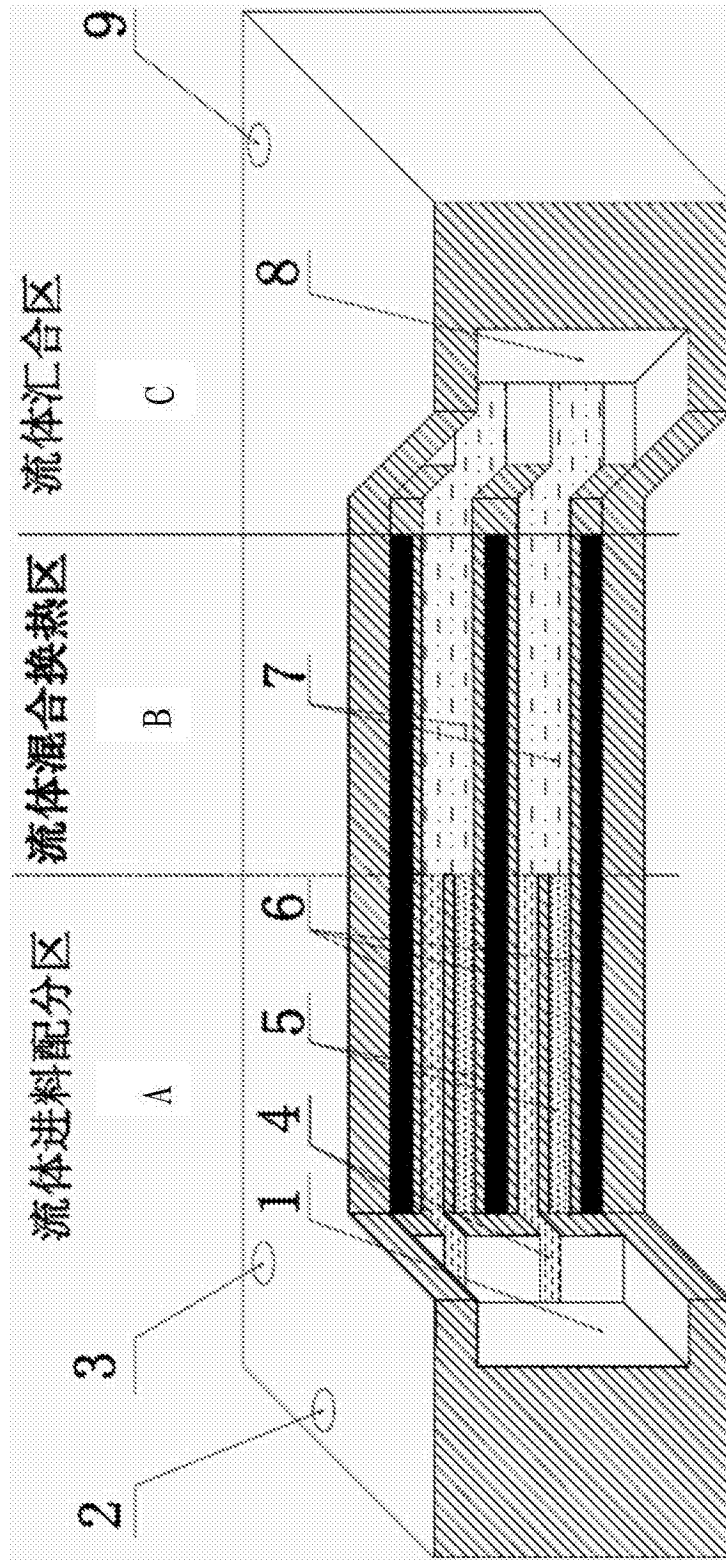


图2

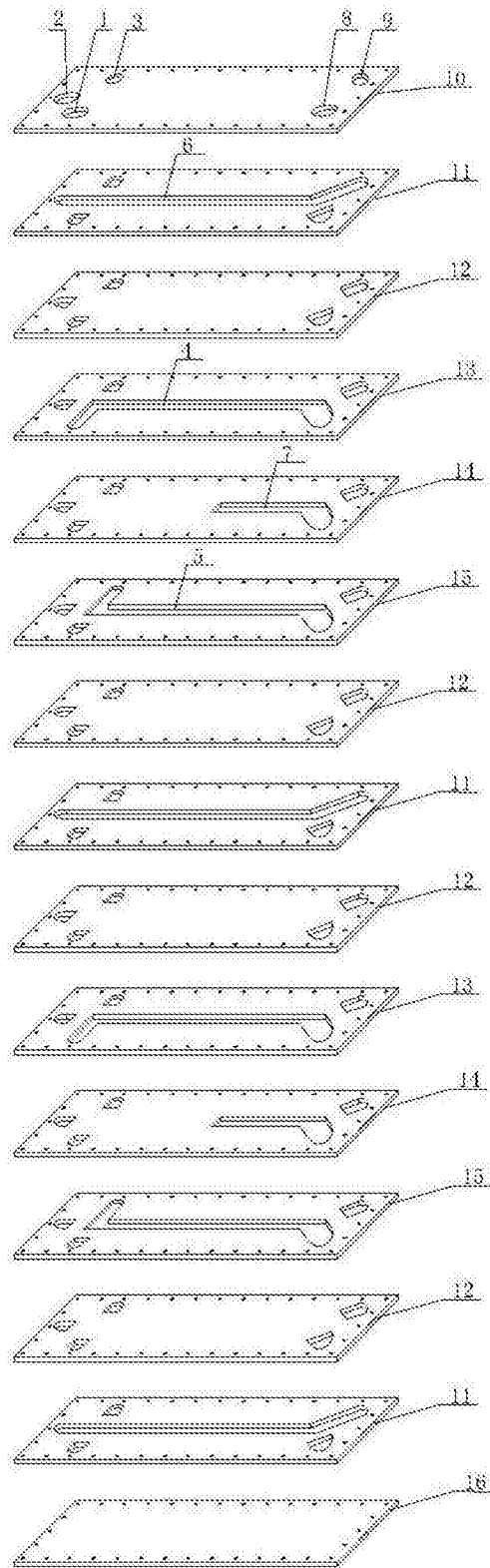


图3