

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2023 年 1 月 5 日 (05.01.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/273645 A1

- (51) 国际专利分类号:
B01J 19/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2022/092970
- (22) 国际申请日: 2022 年 5 月 16 日 (16.05.2022)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202110751886.3 2021年7月2日 (02.07.2021) CN
- (71) 申请人: 中国石油化工股份有限公司 (CHINA PETROLEUM & CHEMICAL CORPORATION) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区朝阳门北大街22号, Beijing 100728 (CN)。 中石化安全工程研究院有限公司(SINOPEC RESEARCH INSTITUTE OF SAFETY ENGINEERING CO., LTD.) [CN/CN]; 中国山东省青岛市市南区延安三路218号, Shandong 266071 (CN)。

- (72) 发明人: 冯俊杰 (FENG, Junjie); 中国山东省青岛市市南区延安三路218号, Shandong 266071 (CN)。 孙冰 (SUN, Bing); 中国山东省青岛市市南区延安三路218号, Shandong 266071 (CN)。 杨哲 (YANG, Zhe); 中国山东省青岛市市南区延安三路218号, Shandong 266071 (CN)。 朱红伟 (ZHU, Hongwei); 中国山东省青岛市市南区延安三路218号, Shandong 266071 (CN)。 徐伟 (XU, Wei); 中国山东省青岛市市南区延安三路218号, Shandong 266071 (CN)。 赵辰阳 (ZHAO, Chenyang); 中国山东省青岛市市南区延安三路218号, Shandong 266071 (CN)。 刘聿嘉 (LIU, Yujia); 中国山东省青岛市市南区延安三路218号, Shandong 266071 (CN)。
- (74) 代理人: 北京聿华联合知识产权代理有限公司 (YUHUA UNITED INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM); 中国北京市朝阳区东三环南路19号联合国国际大厦甲段1310室刘华联, Beijing 100021 (CN)。

(54) Title: MICROREACTOR

(54) 发明名称: 微反应器

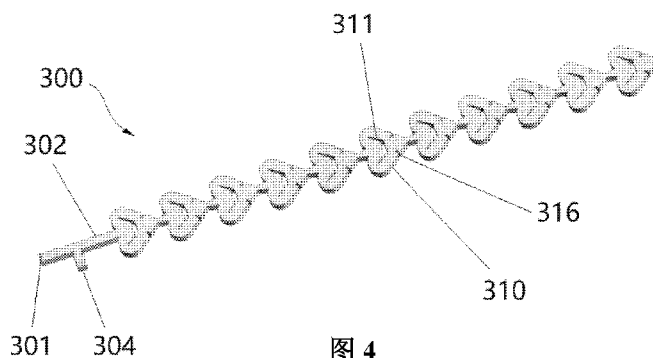


图 4

(57) Abstract: A microreactor (300), comprising a plurality of mixing units (310) which are sequentially connected in a longitudinal direction. Each mixing unit (310) comprises an outer housing (350) within which a flow cavity (330) is formed. An inlet portion (320) and an outlet portion (322) are respectively formed at two opposite ends along the longitudinal direction of each mixing unit (310), and the inlet portion (320) and the outlet portion (322) are both communicated with the flow cavity (330). The mixing unit (310) further comprises a first blocking portion (311) disposed within the flow cavity (330), and the first blocking portion (311) is centrally disposed within the flow cavity (330) in a transverse direction perpendicular to the longitudinal direction and between the inlet portion (320) and the outlet portion (322), such that the flow cavity (330) forms a first forward channel (317), a second forward channel (318), and a mixing area (319). The first forward channel (317) and the second forward channel (318) are communicated with the mixing area (319). At downstream ends of the first forward channel (317) and the second forward channel (318), the microreactor (300) is further provided with auxiliary flow guide parts (316) that extend from a first side profile (352) and a second side profile (354) relative to one another but are spaced apart.

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则4.17的声明:

— 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种微反应器(300), 包括多个沿纵向依次连接的混合单元(310)。各个混合单元(310)包括外壳体(350), 在外壳体(350)内形成流动腔(330)。各个混合单元(310)沿纵向方向的相反两端分别形成入口部(320)和出口部(322), 入口部(320)和出口部(322)均连通到流动腔(330)。混合单元(310)还包括设置在流动腔(330)内的第一阻挡部(311), 其在垂直于纵向的横向方向上居中地布置在流动腔(330)内, 并处于入口部(320)和出口部(322)之间, 以使流动腔(330)形成第一前进通道(317)、第二前进通道(318)和混合区域(319)。第一前进通道(317)和第二前进通道(318)与混合区域(319)相连通。在第一前进通道(317)和第二前进通道(318)的下游末端处, 微反应器(300)还设置有从第一侧部轮廓(352)和第二侧部轮廓(354)相对于彼此凸出延伸但间隔开的辅助导流部(316)。

微反应器

5 相关申请的交叉引用

本申请要求享有于 2021 年 7 月 2 日提交的题为“微反应器”的中国专利申请 CN202110751886.3 的优先权，该申请的全部内容通过引用结合于本文中。

技术领域

10 本发明涉及微化工技术领域，特别是涉及一种微反应器。

背景技术

微反应器是一种借助于特殊微加工技术、以固体基质制造的可用于进行化学反应或物质混合的微型装置。微反应器的“微”表示工艺流体的通道一般在微米级别，目前也有达到毫米级别的方案。

微反应器具有体积小、比表面积大、反应效率高、控制精确等特点，对于包含剧烈放热反应、有中间物或产物不稳定的反应、配比要求严格的快速反应、高温高压等条件的应用来说有着广阔的应用前景，有望成为化工产业高效、安全的革命性技术。

20 由于微反应器的尺度小、多处于层流状态以及界面作用显著等特点，其流动与传递特性与常规反应器差别很大，设计理念也有所区别。目前，微反应器主要采用静态混合方式，即不依靠超声、电场、磁场等外界动力，仅利用通道结构设计及流体流动性质的控制完成反应物混合，具有稳定、简便、适用范围广等特点。

图 1 显示了另一种现有的微反应器 200。该微反应器包括多个依次连接的混合单元。各个混合单元的外轮廓 201 仅在上游末端具有弧形轮廓，且该弧形轮廓并未延伸向侧部。外轮廓 201 的侧部由两端折线形成。在外轮廓 201 的相反两端分别形成入口和出口。单个混合单元的出口 202 为截面恒定的直通道。另外，在单个混合单元内还设置有折线形的第一阻挡部 203 和圆形的第二阻挡部 204。该第二阻挡部 204 相对于第一阻挡部 203 更加靠近混合单元的出口。由此，流体在经前一混合单元的出口 202 进入到后续紧邻的混合单元内时，会冲击在第一阻挡

部 203 上，再流向两侧分流，最后流向该混合单元的出口。

在该微反应器中，外轮廓 201 的折线形的侧部轮廓使得流体的能量损失较大，压降增加。另外，这还会导致第一阻挡部后侧的无效混合区域增加，两股流体的撞击效果变差，导致混合效率较差。

5 另外，对于上述微反应器来说，混合单元的出口 202 的结构会导致流体在冲击第一阻挡部 203 之后具有一定的“原路返回”的趋势。这对于混合效率来说是不利的，并且会增大压降。

10 针对图 1 中的微反应器在液液混合条件下进行实验。从入口处以 0.3m/s 的速度输送水和异辛醇。图 2 和图 3 分别显示了图 1 中的微反应器的混合情况和压力情况。从图 2 中可以看出，该微反应器需流体经过至少 8 个混合单元才能实现流体间的有效混合。这里的有效混合定义为混合单元内的腔体左右两侧浓度差小于 0.5%。从图 3 中可以看出，流体在微反应器内经过 8 个混合单元至有效混合时的压降约为 8680 帕。

15 类似地，针对图 1 中的微反应器在气液混合条件下进行实验。从入口处以 0.3m/s 的速度输送水和空气。实验结果为，该微反应器需流体经过至少 6 个混合单元才能实现流体间的有效混合，并且压降约为 2.3 千帕。

20 另外，针对图 1 中的微反应器进行醇胺吸收二氧化碳的效率的实验。实验过程为，在低温条件利用醇胺吸收二氧化碳，然后加热使二氧化碳从化学溶剂中释放出来。具体来说，使体积分数为 12% 的二氧化碳混合气体与 30wt.% 浓度的二乙醇胺溶液在 8MPa 条件下分别通过两个支路进入微反应器，其中气体进料为 5-10Nm³/h，液相进料为 50-80L/h。结果表明，二氧化碳吸收率最高不超过 92%。

发明内容

25 本发明提出了一种强化混合过程的微反应器，能用于避免或至少削弱以上问题中的至少一个。

30 根据本发明提出了一种微反应器，包括多个沿纵向方向依次连接的混合单元，各个混合单元均包括外壳体，在所述外壳体内形成流动腔，各个混合单元的沿纵向方向的相反两端分别形成入口部和出口部，所述入口部和出口部均连通到所述流动腔；所述混合单元还包括设置在所述流动腔内的第一阻挡部，以使所述流动腔形成由外壳体的第一侧部轮廓和所述第一阻挡部所限定的第一前进通道，

由外壳体的与所述第一侧部轮廓相对的第二侧部轮廓和所述第一阻挡部所限定的第二前进通道，以及位于所述第一阻挡部与所述出口部之间的混合区域，所述第一前进通道和所述第二前进通道均与所述混合区域相连通；其中，在所述第一前进通道和所述第二前进通道的下游末端处，所述微反应器还设置有从所述第一侧部轮廓和所述第二侧部轮廓相对于彼此凸出延伸但间隔开的辅助导流部，所述辅助导流部构造为促使所述第一前进通道和所述第二前进通道内的流体彼此相对地流入所述混合区域并彼此冲击。

通过辅助导流部的设置一方面能使第一前进通道和第二前进通道内的流体更加剧烈地彼此冲击；另一方面能大幅减少混合区域中的低流速部分，减少无效混合区。由此，可以有效地提高微反应器的混合效率。

在一个优选的实施例中，所述辅助导流部的朝向所述第一前进通道或第二前进通道的表面构造为平面或弧面。

在一个优选的实施例中，一对辅助导流部的朝向所述第一前进通道或第二前进通道的表面的末端的延长线能相交于所述混合区域内。

在一个优选的实施例中，所述辅助导流部构造为使得所述第一前进通道和所述第二前进通道内的流体的主运动方向之间的夹角超过 90° 。所述第一前进通道和所述第二前进通道的截面均保持恒定。

在一个优选的实施例中，所述辅助导流部的横向尺寸不超过所述第一阻挡部的横向尺寸。

在一个优选的实施例中，所述辅助导流部构造为对称的。

在一个优选的实施例中，所述辅助导流部与所述第一阻挡部在纵向方向上的距离为整个流动腔的纵向尺寸的 $1/6$ 至 $1/2$ ，优选地为 $1/4$ 至 $1/3$ 。

在一个优选的实施例中，所述第一侧部轮廓和第二侧部轮廓呈轴对称式相对设置，并分别包括圆弧形的上游段以及直线型的下游段，所述上游段和下游段平滑连接。

在一个优选的实施例中，所述第一阻挡部包括横向地延伸的直线型的中部段以及连接在所述中部段两端的直线型的边缘段，所述边缘段相对于所述中部段朝向上游倾斜，以在所述边缘段与所述中部段之间形成折角。

在一个优选的实施例中，所述第一侧部轮廓和第二侧部轮廓的直线型的下游段沿朝向下游相对靠近的方式倾斜；所述直线型的下游段与所述边缘段平行布

置，以使所述下游段与所述边缘段之间的通道的截面保持恒定。

在一个优选的实施例中，所述边缘段的上游端与所述直线型的下游段的上游端对齐。

5 在一个优选的实施例中，所述第一阻挡部的纵向长度占所述流动腔的纵向长度的 $1/4$ 至 $1/2$ 。

在一个优选的实施例中，各所述混合单元的入口部和出口部均连通到所述流动腔并与相邻的混合单元的流动腔相连通；其中，所述第一阻挡部的中部段与所述入口部正对，所述中部段的横向尺寸不超过所述入口部的最大截面尺寸的 3 倍。

在一个优选的实施例中，相对的边缘段之间的夹角不小于 50° 。

10 在一个优选的实施例中，所述第一阻挡部在垂直于纵向的横向方向上居中地布置在所述流动腔内，并包括横向地延伸的直线型的中部段以及设置在所述中部段两端的直线型的边缘段，所述边缘段相对于所述中部段朝向上游倾斜，以在所述边缘段与所述中部段之间形成折角；其中，所述中部段包括多个彼此间隔开的阻挡元件，部分流体能通过所述阻挡元件之间的间隔流向所述混合区域，与经第一前进通道和第二前进通道流入所述混合区域中的流体彼此冲击。

15 在一个优选的实施例中，在一个混合单元的出口部和下一个混合单元的入口部之间形成了一个沿纵向朝向下游逐渐扩张的扩张通道。

在一个优选的实施例中，所述入口部的扩张通道的扩张斜率为恒定的。

20 在一个优选的实施例中，所述扩张通道的最小截面尺寸不低于所述扩张通道的最大截面尺寸的 $1/4$ 。

在一个优选的实施例中，所述扩张通道的最大截面尺寸在 100 微米至 2 厘米之间。

在一个优选的实施例中，所述扩张通道的最大截面尺寸与所述流动腔的最大横向尺寸之比在 $1/10$ 至 $1/2$ 之间。

25

附图说明

在下文中参考附图来对本发明进行更详细的描述。其中：

图 1 显示了一种现有的微反应器的示意性结构图；

图 2 显示了图 1 中的微反应器在液液混合时的混合效率示意图；

30 图 3 显示了图 1 中的微反应器在液液混合时的压降示意图；

图 4 显示了根据本发明的一个实施方案的微反应器的示意性结构图；

图 5 显示了图 4 中的微反应器的局部放大图；

图 6 显示了图 4 中的微反应器在液液混合时的液体流动路径示意图；

图 7 显示了图 4 中的微反应器在液液混合时的混合效率示意图；

5 图 8 显示了图 4 中的微反应器在液液混合时的压降示意图；

图 9 显示了图 4 中的微反应器在气液混合时的液体流动路径示意图；

图 10 显示了图 4 中的微反应器在硝化反应时的液体流动路径示意图；

图 11 显示了根据本发明的另一个实施方案的微反应器的示意性结构图；

图 12 显示了根据本发明的另一个实施方案的微反应器的示意性结构图。

10 在附图中，相同的部件使用相同的附图标记。附图并未按照实际的比例绘制。

具体实施方式

下面将结合附图对本发明作进一步说明。

15 在本发明中，“纵向”指的是流体大体上流动的方向，即整个微反应器的长度方向，例如在图 5 中应理解为纸面内的上下延伸方向。相应地，“横向”指的是垂直于该“纵向”的方向，即整个微反应器的宽度方向，例如在图 5 中应理解为纸面内的左右延伸方向。用语“横向尺寸”和“纵向尺寸”分别指相关部分在横向方向上和纵向方向上的投影尺寸。

20 在本发明中，“上游”指的是提供流体的一侧，而“下游”与之相反地指的是流体流向的一侧。

图 4 显示了本发明的微反应器 300 的一个实施方案。该微反应器 300 包括多个沿纵向方向依次连接的混合单元 310。在图 4 中显示了 11 个混合单元 310 的实施方案。然而，应当理解的是，根据需要也可设置更多或更少个混合单元 310。该微反应器 300 还包括连接在依次连接的混合单元中第一个混合单元的上游处的流体进入通道 302。该流体进入通道 302 与第一进入支路 301 和第二进入支路 304 分别连通。流体可经第一进入支路 301 和第二进入支路 304 进入到流体进入通道 302 内，并由此进入到混合单元 310 中实现混合。这里的流体可以是气体、流体，或任何其他适当的流动性介质。微反应器 300 还包括连接在依次连接的混合单元中最后一个混合单元的下游出的流体输出通道，用于将在微反应器 300 中混合（甚至反应）后的流体输送出去，以便于进行进一步的处理或使用等。

25

30

图 5 显示了图 4 中的微反应器 300 的局部放大图。如图 5 所示，混合单元 310 形成为平面式混合单元，包括扁平形式的外壳体 350。该外壳体 350 构造为沿纵向轴线轴对称式布置，并由此包括相对设置的两个侧部轮廓，即第一侧部轮廓 352 和第二侧部轮廓 354。各个侧部轮廓均包括圆弧形的上游段 312 和直线型的下游段 313。直线型的下游段 313 与圆弧形的上游段 312 平滑连接。两个相对布置的上游段 312 可构造为在朝向下流的方向上相对倾斜，从而使得外壳体能形成大体上呈倒心型的形状。在外壳体内包围形成流动腔 330。

如图 5 所示，在外壳体的纵向相反两端处分别设置有入口部 320 和出口部 322。入口部 320 和出口部 322 均与流动腔 330 相连通。根据本发明，在一个混合单元的出口部 322 和下一个混合单元的入口部 320 之间形成了一个沿纵向朝向下流逐渐扩张的扩张通道 314。该扩张通道 314 的轮廓为直线型轮廓。由此，流体可以经扩张通道 314 以发散的形式进入到流动腔内。容易理解，扩张通道 314 的最小截面尺寸为入口部 320 的尺寸，而最大截面尺寸为出口部 322 的尺寸。扩张通道 314 可形成为连接在前一混合单元的流动腔与后一混合单元的流动腔之间的缩颈 315。由此，使得各个混合单元 310 整体形成类似“黑桃”的形状。

如图 4 和 5 所示，混合单元 310 还包括设置在流动腔内的第一阻挡部 311。应当理解的是，第一阻挡部 311 可由实心的挡块形成，也可如图 4 所示由外壳体的贯通镂空形成，只要其能阻碍流体由此流过即可。

根据本发明，扩张通道 314 设置成沿纵向朝向下流逐渐扩张，从而能够使流体高速地冲击第一阻挡部 311。这样便可形成高湍动、高速差的流动状态，促进了流体之间的混合。同时，扩张通道 314 还能够促进流体向两侧运动，从而减少会导致压降增加的纵向“回流”。

第一阻挡部 311 包括在流动腔内横向居中地布置的中部段 311B。中部段 311B 横向地延伸而与入口部 320 正对，并呈直线型结构。第一阻挡部 311 还包括连接在中部段 311B 的两端的直线型的边缘段 311A 和 311C。边缘段 311A 和 311C 的自由端均相对于中部段 311B 更加朝向上游倾斜，使得在边缘段 311A 和 311C 与中部段 311B 之间形成折角。优选地，两个边缘段 311A 和 311C 之间的夹角不小于 50° 。

另外，还如图 5 所示，直线型的下游段 313 可与上述边缘段 311A 和 311C 平行布置，以在它们之间形成截面恒定的前进通道。前进通道的截面恒定是指前进

流部 316 的设置还有利于使需要混合、反应的不同流体在混合区域 319 中停留的时间更加接近。对于需要进行反应的过程来说，混合区域增加和混合时间的接近有利于提高反应过程的均匀性和可控性。一方面这有利于提高混合效率。另一方面，这还能使化学反应过程更加稳定可控，并使副产物减少。

5 尽管图 4 和图 5 仅显示了每个混合单元 310 设置一对辅助导流部 316 的情况，然而应当理解的是，根据需要也可设置更多对的辅助导流部。辅助导流部 316 的朝向第一前进通道 317 和第二前进通道 318 的表面可以构造为平面的或弧形的，以根据需要来改变流体的方向。优选地，一对辅助导流部 316 的分别朝向第一前进通道 317 或第二前进通道 318 的表面的末端的延长线能相交于混合区域内。这
10 有利于加强流体的冲撞。

单个辅助导流部 316 的横向尺寸不超过第一阻挡部 311 的横向尺寸。优选地，一对辅助导流部 316 的总的横向尺寸不超过第一阻挡部 311 的横向尺寸。这有利于提高第一阻挡部 311 下游的混合区域 319 的利用率，在不增加压降的同时减小“死区”，从而有利于提高混合效率。

15 在图 4 和图 5 所示的实施例中，辅助导流部 316 构造为对称的。然而应当理解的是，根据具体应用的需要，辅助导流部 316 也可构造为非对称的。

优选地，所述辅助导流部 316 与所述第一阻挡部 311 在纵向方向上的距离为整个流动腔的纵向尺寸的 1/6 至 1/2，更优选为 1/4 至 1/3。由此，两股流体在辅助导流部 316 的作用下在更加接近第一阻挡部 311 的位置完成撞击，这有利于减少混合单元 310 中的低流速区域的面积，提高混合效率。
20

在本发明中，混合单元 310 的整体横向尺寸可以在 100 微米至 5 厘米之间，整体厚度可以在 100 微米至 2 厘米之间。流体进入通道 304 的截面尺寸以及各个扩张通道 314 的最大截面尺寸可以在 100 微米至 2 厘米之间，优选地在 100 微米至 1 厘米之间。扩张通道 314 的最小截面尺寸不小于流体进入通道 304 的尺寸的
25 1/4。扩张通道 314 的最大截面尺寸与流动腔的最大横向尺寸之比在 1/10 至 1/2 之间。上述尺寸设计有利于在提高混合效率与降低压降之间实现相对平衡的调节。经上述设计，微处理器 300 的传递面积（比表面积）最高可达到约 $60000\text{m}^2/\text{m}^3$ 。

上述微反应器 300 既可用作为反应器，也可用作为混合器，同时还可与换热单元、收集单元或其他反应/混合单元等相结合以实现成套功能。应当理解的是，
30 除上述微反应器 300 之外，为了实现流体的混合与反应，还可以设置另外的泵、

管路、流量计、阀门、控制系统等器件或设备。该微反应器 300 对于单相体系、气液体系和液液体系等均可使用，并且对于低固含率及故乡尺寸较小的含固多相体系也可使用。另外，本发明的微反应器 300 适用的化学反应包括氧化，过氧化，还原，加成，置换，取代，聚合，硝化，环氧化，烷基化，加氢，脱氢，有机金属反应，羰基化，烷氧基化，卤化，脱卤化，羧化，芳基化，偶联，缩合，脱水，醇解，水解，氨解，醚化，酮化，皂化，异构化，重氮化，偶氮化，以及酶催化反应等。

对于本发明的微反应器 300 来说，当流体经前一混合单元的出口部 322、扩张通道 314、后一混合单元的入口部 320 而再进入到流动腔 330 内时，可使流体高速冲击第一阻挡部 311。由于第一阻挡部 311 是折线型的，并且流体的流动形式是分散的，所以流体能横向地迅速改变方向而流向上述逆流通道的。第一阻挡部 311 上游的区域内，可以形成高湍动、高速差的流动状态，从而促进了流体之间的混合。同时，流体也不会“原路返回”，或者说绝大部分流体不会“原路返回”。这能避免“返混”，并能使流体的停留时间保持相对恒定，由此导致流体的流动过程更加可控，有助于精确地控制和强化混合和反应进程。

另外，在流体于逆流通道的边缘段 311A 和 311C 时，流体大体上沿弧形的轨迹运动，并能在边缘段 311A 和 311C 处加剧局部扰动而进一步增强混合效果。随后，两股流体经直线型的前进通道，在离开前进通道之后，相对进入到混合区域 319 内，并由此在辅助导流部 316 的作用下剧烈地冲击、混合到一起。混合后的流体可经缩颈 315 离开该混合单元并经后一混合单元的入口部的扩张通道再进入下一个混合单元进行进一步的混合。这种结构提高了局部流速、剪切速率及湍动程度，同时缩小了传质距离，进一步强化了混合和/或反应过程。

应当理解的是，在一个微反应器 300 中，所有的混合单元 310 不都必须完全相同，例如其中的第一阻挡部 311 和/或辅助导流部 316 可具有不同的结构和/或尺寸。另外，该微反应器也可与其他管式或釜式的反应器共同使用。

下面将通过多个实施例来对本发明的微反应器 300 的有益效果进行进一步体现。

实施例 1

采用含有荧光染料的体系对本发明的微反应器 300 的混合效率进行实验。通

过测定并计算出口的混合因子，可以衡量混合效率。具体的计算公式为：

$$\psi = 1 - \frac{SD_{A_{IOD}}}{SD_{A_{IOD,0}}}$$

其中， ψ 表示混合因子， $SD_{A_{IOD}}$ 为目标物出口浓度的相对标准差， $SD_{A_{IOD,0}}$ 为混合之前的浓度相对标准差。该混合因子 ψ 越接近 0 代表混合效果越差，越接近 1 代表混合效果越好。

将番红水溶液和水分别通过第一进入支路 301 和第二进入支路 302 通入本发明的微反应器 300，进入第一进入支路 301 和第二进入支路 302 流速均为 20L/min。经测定，出口测定的混合因子 ψ 为 0.9（图 1 的现有微反应器 200 的混合因子约为 0.6），压降约为 0.1MPa。这表明本发明的微反应器 300 能够实现较好的流体混合，且不会造成过大的压降。

实施例 2

针对微反应器 300 进行了液液混合效率实验。微反应器 300 整体如图 4 所示，由不锈钢基面板通过精雕机加工形成微通道，深度约为 500 微米。分别向第一进入支路 301 和第二进入支路 302 内通入水和异辛醇，采用精密注射泵实现进料，将进入流速控制为约 0.3m/s。流体进入通道 304 的截面尺寸为 550 微米。混合单元 310 的最大横向尺寸约为 3.5 毫米，纵向尺寸（不包含入口部和出口部）约为 2.5 毫米。入口部 320 正对流动腔 330 内的第一阻挡部 311。第一阻挡部 311 的中部段 311B 的纵向尺寸约为 200 微米，横向尺寸约为 1 毫米。第一阻挡部 311 的边缘段 311A 和 311B 的长度均约为 800 微米，宽度由 200 微米减缩至 100 微米。外壳体的圆弧形的上游端 312 与边缘段 311A 和 311B 所形成的逆流通道的逆向流动的距离为 150 微米（与现有技术中心的逆向流动距离相比明显更小，以减少无效混合区域）。设置了一对辅助导流件 316，单个辅助导流件 316 的横向尺寸为 450 微米，纵向尺寸为 200 微米。扩张通道 314 的最小截面尺寸为 200 微米。

采用上述微反应器 300 进行液液混合实验，其实验条件与针对图 1 至 3 所示的现有微反应器的实验条件相同。图 6 至 8 显示了相应的实验结果。如图 6 所示，微反应器 300 的液液混合过程的速度矢量分布逐渐对称且均匀，并且在混合腔的强烈冲击混合之前，流体流动的矢量箭头的平行度、一致度较高。这说明在微反应器 300 的混合单元 310 中，速度矢量分布是高度可控的。这有利于对混合效果进行准确预期和控制。如图 7 所示，微反应器 300 可使流体经 4 个混合单元后就

实现有效混合。图 8 显示了流体经过 4 个混合单元至有效混合的压降约为 8520 帕。

经实验可以证明，本发明的微反应器 300 采用更少的混合单元 310 即可实现流体的有效混合。也就是说，与图 1 的现有微反应器 200 相比，本发明的微反应器 300 能在保持低压降、大通量的情况下大幅提高混合效率，缩短混合时间，并由此能减少所需的混合单元的数量，使微反应器可具有更小的体积。

实施例 3

采用与实施例 2 相同的微反应器 300 进行氯甲烷和水杨酸的混合反应。实验由氯甲烷加 25% 水杨酸在 22MPa、350K 的条件下进行。结果表明，所需的反应时间约为 230s，收率达 99%，相比于需要 10h 反应时间的传统方法提高了 1% 的收率。并且，微反应器 300 在实验过程中明显表现出了操作简单、成本低及所需空间大幅缩小等优势。

实施例 4

针对微反应器 300 进行了气液混合效率实验。微反应器 300 整体如图 4 所示，整体厚度（深度）约为 500 微米。流动腔的最大横向尺寸（宽度）约为 4 毫米，纵向尺寸（不包含入口部和出口部）约为 3 毫米。入口部 320 正对流动腔 330 内的第一阻挡部 311。第一阻挡部 311 的中部段 311B 的纵向尺寸约为 250 微米，横向尺寸约为 1.2 毫米。第一阻挡部 311 的边缘段 311A 和 311B 的长度均约为 1 毫米，宽度由 250 微米减缩至 150 微米。外壳体的圆弧形的上游端 312 与边缘段 311A 和 311B 所形成的逆流通道的逆向流动的距离为 200 微米（与现有技术中心的逆向流动距离相比明显更小，以减少无效混合区域）。设置了一对辅助导流件 316，单个辅助导流件 316 的横向尺寸为 450 微米，纵向尺寸为 200 微米。扩张通道 314 的最小截面尺寸为 250 微米。

采用上述微反应器 300 进行气液混合实验。第一进入支路 301 和第二进入支路 302 分别输送去离子水和空气，操作温度为 298K，粘度为 $8.9 \times 10^{-4} \text{Pa} \cdot \text{s}$ ，表面张力系数 $0.07 \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$ ，进入流速均为 0.3m/s。结果表明，对于气液混合来说，微反应器 300 可使流体经 4 个混合单元后就实现有效混合，且流体经过 4 个混合单元至有效混合时的压降约为 2.5 千帕。如图 9 所示，辅助导流部 316 可有效改变流体的流动方向，调整冲击角度，能够有效提高混合效率。

与图 1 中的现有微反应器的气液混合实验结果相比，微反应器 300 能在保持

低压降、大通量的情况下大幅提高混合效率，在混合时间和所需的混合单元数量、整体体积等方面均具有优势。

实施例 5

针对本发明的微反应器 300 进行硝化反应效率实验。反应器由不锈钢制成，
5 外层设置换热器来实现热传导液的闭路循环流动，以实现混合和传热的集成。

现有一般的制备硝酸异辛酯工艺是向配制好的硫酸、硝酸混和酸中滴加异辛醇进行硝化反应，再经酸洗、碱洗和水洗精制得到成品。由于该反应是强放热反应，为避免热失控风险，传统釜式反应器进料速度非常缓慢，反应过程需要 1 小时以上。

10 采用微反应器 300 进行反应来制备硝酸异辛酯。不仅可以强化混合及反应速率，还能显著提高移热速率，提高工艺安全性。图 10 对实验中的液体流动路径进行了显示，其表明了微反应器 300 能使实验过程中的液相分布均匀可控，且传递效率高。这导致微反应器 300 不仅能缩短反应停留时间，还能通过控制反应条件来实现反应物的高效定向转化。例如，在二硝基氯苯为目标物的反应过程可以
15 实现产物中二硝产物占比超过 99%。

实施例 6

针对微反应器 300 进行醇胺吸收二氧化碳的效率的实验。微反应器 300 的结构与实施例 4 中的相同。

20 实验过程为，在低温条件利用醇胺吸收二氧化碳，然后加热使二氧化碳从化学溶剂中释放出来。具体来说，使体积分数为 12% 的二氧化碳混合气体与 30wt.% 浓度的二乙醇胺溶液在 8MPa 条件下分别通过第一进入支路 301 和第二进入支路 302 进入微反应器 300，其中气体进料为 5-10Nm³/h，液相进料为 50-80L/h。

结果表明，在高液气比条件下，二氧化碳吸收率超过 95%，具有显著的吸收效果。相应地，微反应器 300 具有吸收速度快、吸收能力高、回收二氧化碳纯度高
25 高等优点。

图 11 显示了根据本发明的一个实施方案的微反应器 400 的结构。微反应器 400 与微反应器 300 的结构类似，其区别主要在于微反应器 400 中的入口部构造为截面尺寸恒定的通道 414。该通道 414 的尺寸与出口部的缩颈的最小截面尺寸
30 相同。

图 12 显示了根据本发明的一个实施方案的微反应器 500 的结构。微反应器

500 与微反应器 400 的结构类似，其区别主要在于第一阻挡部 511 的结构。

5 第一阻挡部 511 包括在流动腔内横向居中地布置的中部段 511B。中部段 511B 横向地延伸而与入口部正对，并呈直线型结构。中部段 511B 又包括多个彼此间隔开的阻挡元件 5111。阻挡元件之间的间隔可供一部分流体直接通过并流向混合区域。直接流向混合区域的流体可与经第一前进通道和第二前进通道流入混合区域中的流体彼此冲击，以利于混合。阻挡元件 5111 可构造为倾斜的。

10 第一阻挡部 311 还包括设置在中部段 511B 两端的直线型的边缘段 511A 和 511C。边缘段 511A 和 511C 的自由端均相对于中部段 311B 整体更加朝向上游倾斜，并且可以相对于各个阻挡单元 5111 更加倾斜。这有利于在此处形成一定程度的湍流，以利于提高流体的混合效率。

15 虽然已经参考优选实施例对本发明进行了描述，但在不脱离本发明的范围的情况下，可以对其进行各种改进并且可以用等效物替换其中的部件。尤其是，只要不存在结构冲突，各个实施例中所提到的各项技术特征均可以任意方式组合起来。本发明并不局限于文中公开的特定实施例，而是包括落入权利要求的范围内的所有技术方案。

权利要求书

1. 一种微反应器，包括多个沿纵向方向依次连接的混合单元，各个混合单元均包括外壳体，在所述外壳体内形成流动腔，各个混合单元的沿纵向方向的相反两端分别形成入口部和出口部，所述入口部和出口部均连通到所述流动腔；

所述混合单元还包括设置在所述流动腔内的第一阻挡部，以使所述流动腔形成由外壳体的第一侧部轮廓和所述第一阻挡部所限定的第一前进通道，由外壳体的与所述第一侧部轮廓相对的第二侧部轮廓和所述第一阻挡部所限定的第二前进通道，以及位于所述第一阻挡部与所述出口部之间的混合区域，所述第一前进通道和所述第二前进通道均与所述混合区域相连通；

其中，在所述第一前进通道和所述第二前进通道的下游末端处，所述微反应器还设置有从所述第一侧部轮廓和第二侧部轮廓相对于彼此凸出延伸但间隔开的辅助导流部，所述辅助导流部构造为促使所述第一前进通道和第二前进通道内的流体彼此相对地流入所述混合区域并彼此冲击。

2. 根据权利要求 1 所述的微反应器，其特征在于，所述辅助导流部的朝向所述第一前进通道或第二前进通道的表面构造为平面或弧面。

3. 根据权利要求 1 所述的微反应器，其特征在于，一对辅助导流部的朝向所述第一前进通道或第二前进通道的表面的末端的延长线能相交于所述混合区域内。

4. 根据权利要求 1 到 3 中任一项所述的微反应器，其特征在于，所述辅助导流部构造为使得所述第一前进通道和第二前进通道内的流体的主运动方向之间的夹角超过 90° ，和/或

所述第一前进通道和第二前进通道的截面均保持恒定。

5. 根据权利要求 1 到 3 中任一项所述的微反应器，其特征在于，所述辅助导流部的横向尺寸不超过所述第一阻挡部的横向尺寸。

6. 根据权利要求 1 到 3 中任一项所述的微反应器，其特征在于，所述辅助导流部构造为对称的。

7. 根据权利要求 1 到 3 中任一项所述的微反应器，其特征在于，所述辅助导流部与所述第一阻挡部在纵向方向上的距离为整个流动腔的纵向尺寸的 $1/6$ 至 $1/2$ 。

8. 根据权利要求 1 到 3 中任一项所述的微反应器，其特征在于，所述第一侧部轮廓和第二侧部轮廓呈轴对称式相对设置，并分别包括圆弧形的上游段以及直线型的下游段，所述上游段和下游段平滑连接。

5 9. 根据权利要求 8 所述的微反应器，其特征在于，所述第一阻挡部在垂直于纵向的横向方向上居中地布置在所述流动腔内，并包括横向地延伸的直线型的中部段以及连接在所述中部段两端的直线型的边缘段，所述边缘段相对于所述中部段朝向上游倾斜，以在所述边缘段与所述中部段之间形成折角。

10. 根据权利要求 9 所述的微反应器，其特征在于，所述第一侧部轮廓和第二侧部轮廓的直线型的下游段沿朝向下游相对靠近的方式倾斜；

10 所述直线型的下游段与所述边缘段平行布置，以使所述下游段与所述边缘段之间的通道的截面保持恒定。

11. 根据权利要求 9 所述的微反应器，其特征在于，所述边缘段的上游端与所述直线型的下游段的上游端对齐。

15 12. 根据权利要求 1 到 3 中任一项所述的微反应器，其特征在于，所述第一阻挡部的纵向长度占所述流动腔的纵向长度的 1/4 至 1/2。

13. 根据权利要求 9 所述的微反应器，其特征在于，各所述混合单元的入口部和出口部均与相邻的混合单元的流动腔相连通；

其中，所述第一阻挡部的中部段与所述入口部正对，所述中部段的横向尺寸不超过所述入口部的最大截面尺寸的 3 倍。

20 14. 根据权利要求 9 所述的微反应器，其特征在于，相对的边缘段之间的夹角不小于 50°。

25 15. 根据权利要求 8 所述的微反应器，其特征在于，所述第一阻挡部在垂直于纵向的横向方向上居中地布置在所述流动腔内，并包括横向地延伸的直线型的中部段以及设置在所述中部段两端的直线型的边缘段，所述边缘段相对于所述中部段朝向上游倾斜，以在所述边缘段与所述中部段之间形成折角；

其中，所述中部段包括多个彼此间隔开的阻挡元件，部分流体能通过所述阻挡元件之间的间隔流向所述混合区域，与经第一前进通道和第二前进通道流入所述混合区域中的流体彼此冲击。

30 16. 根据权利要求 1 到 3 中任一项所述的微反应器，其特征在于，在一个混合单元的出口部和下一个混合单元的入口部之间形成了一个沿纵向朝向下游逐

渐扩张的扩张通道。

17. 根据权利要求 16 所述的微反应器，其特征在于，所述扩张通道的扩张斜率为恒定的。

5 18. 根据权利要求 16 所述的微反应器，其特征在于，所述扩张通道的最小截面尺寸不小于所述扩张通道的最大截面尺寸的 1/4。

19. 根据权利要求 1 到 3 中任一项所述的微反应器，其特征在于，所述扩张通道的最大截面尺寸在 100 微米至 2 厘米之间。

20. 根据权利要求 1 到 3 中任一项所述的微反应器，其特征在于，所述扩张通道的最大截面尺寸与所述流动腔的最大横向尺寸之比在 1/10 至 1/2 之间。

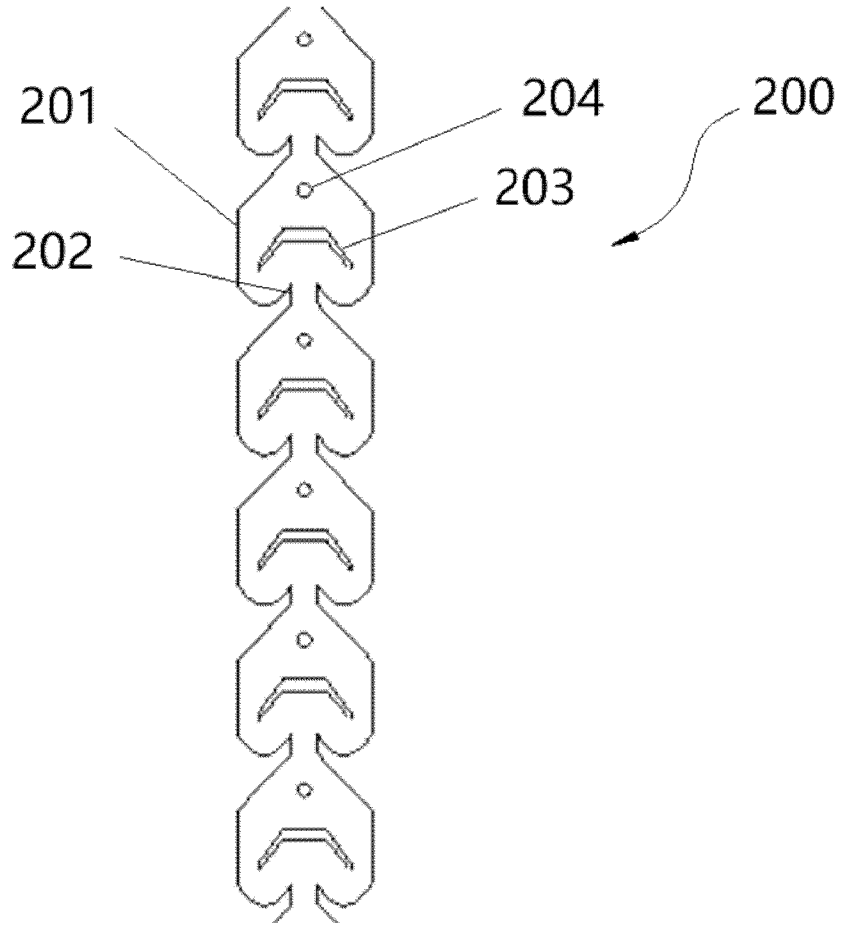


图 1

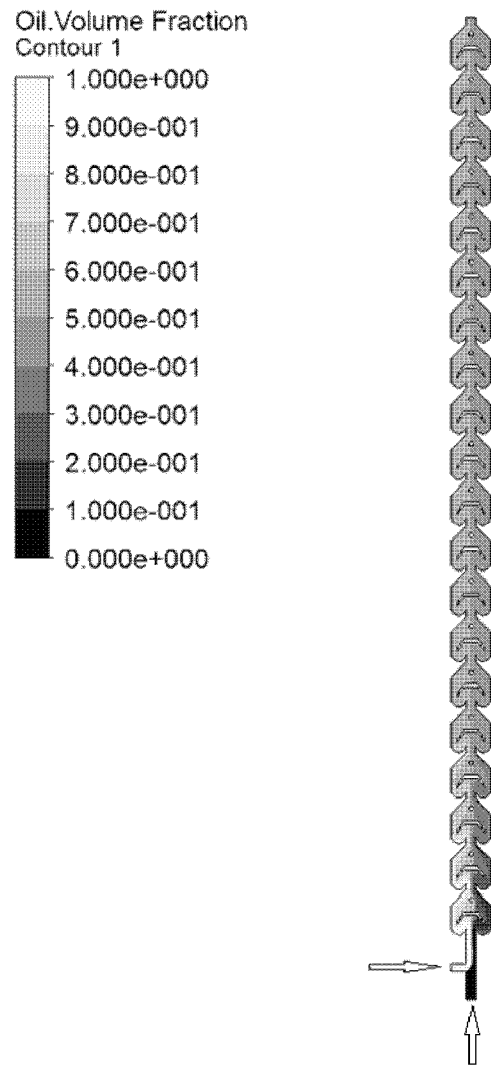


图 2

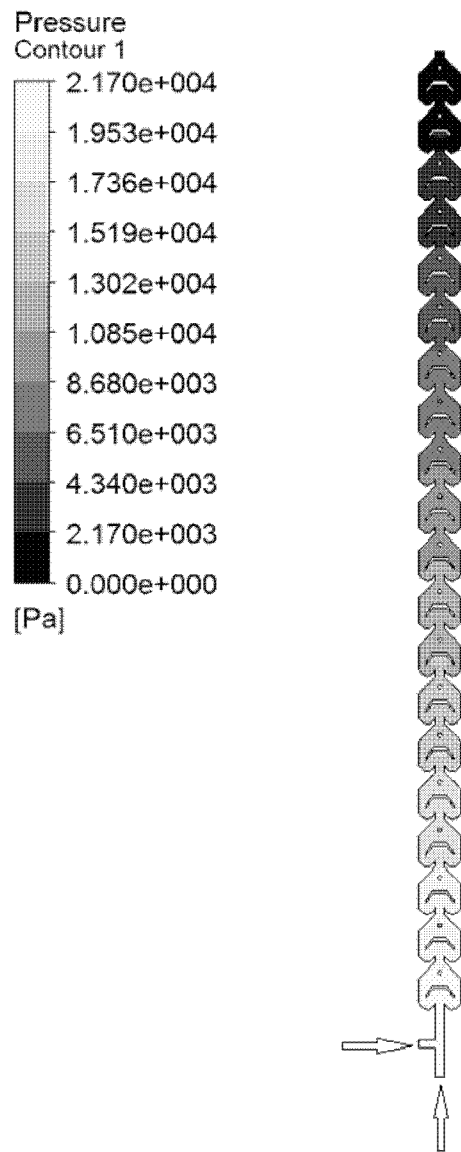


图 3

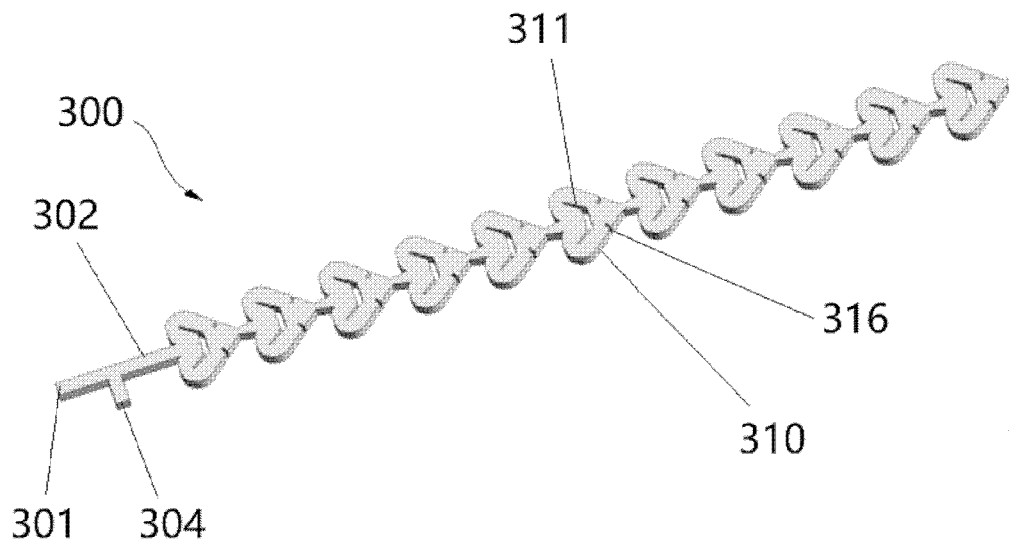


图 4

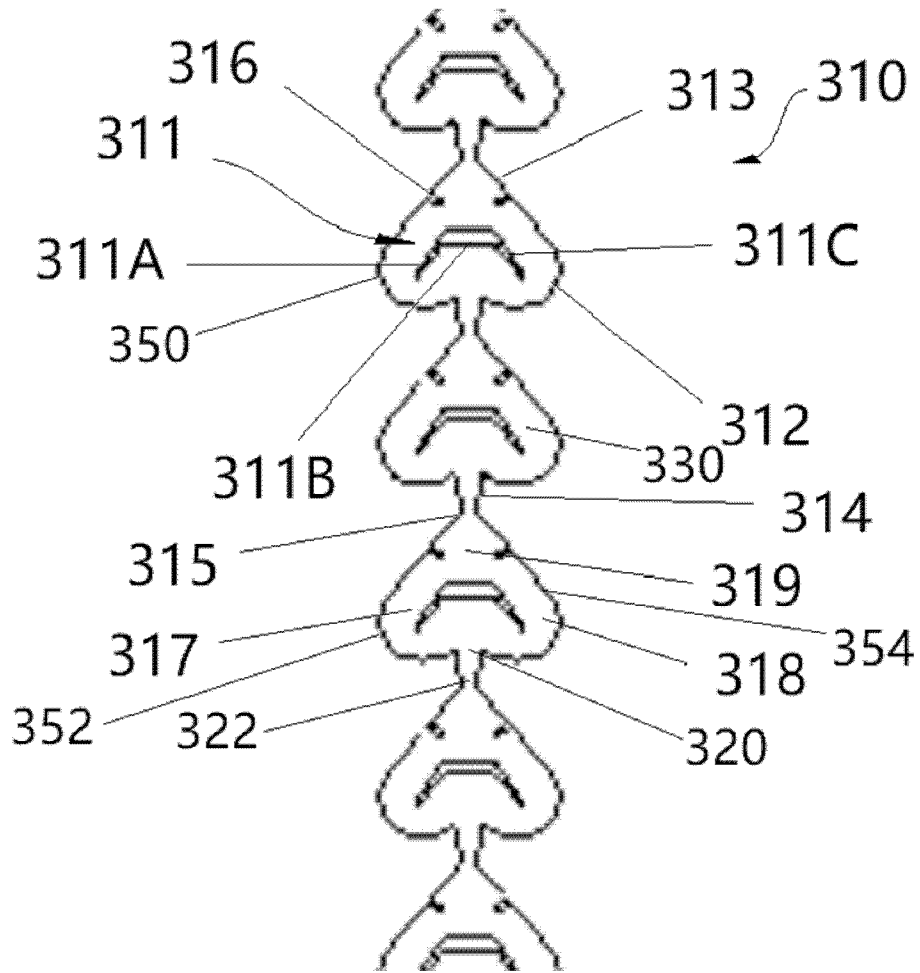


图 5

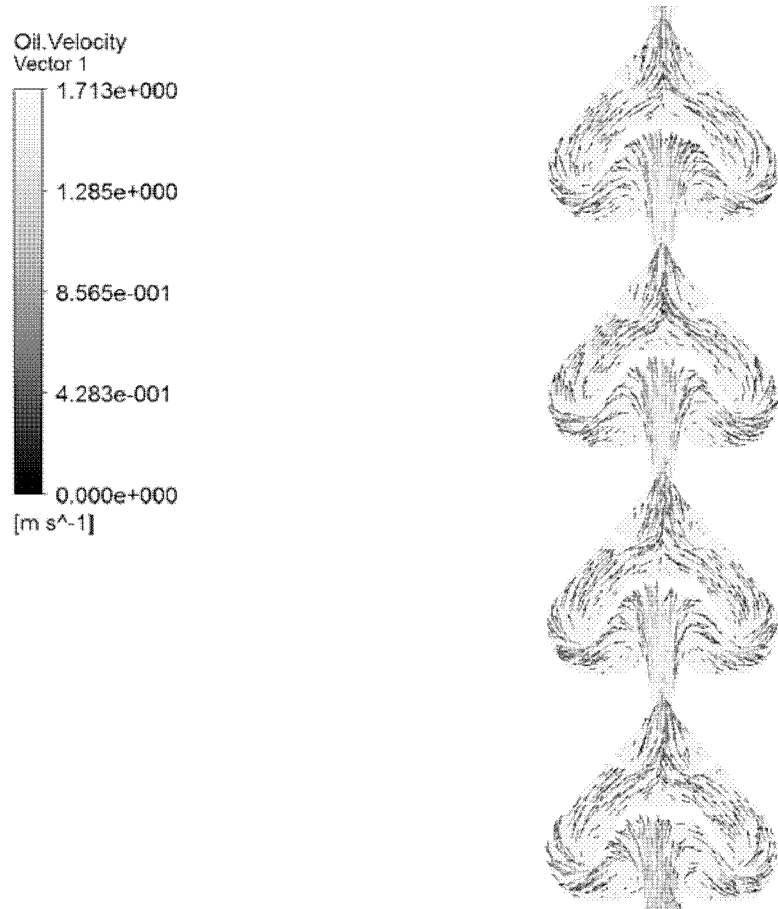


图 6

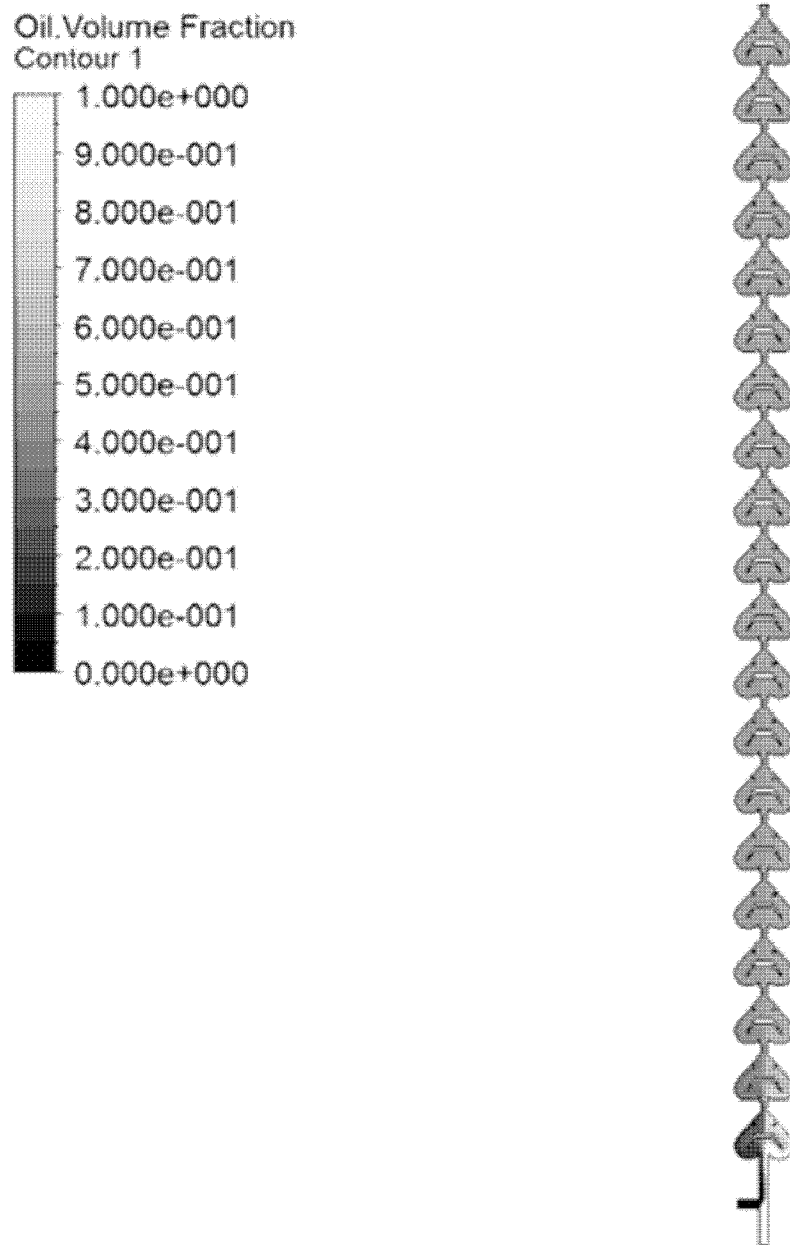


图 7

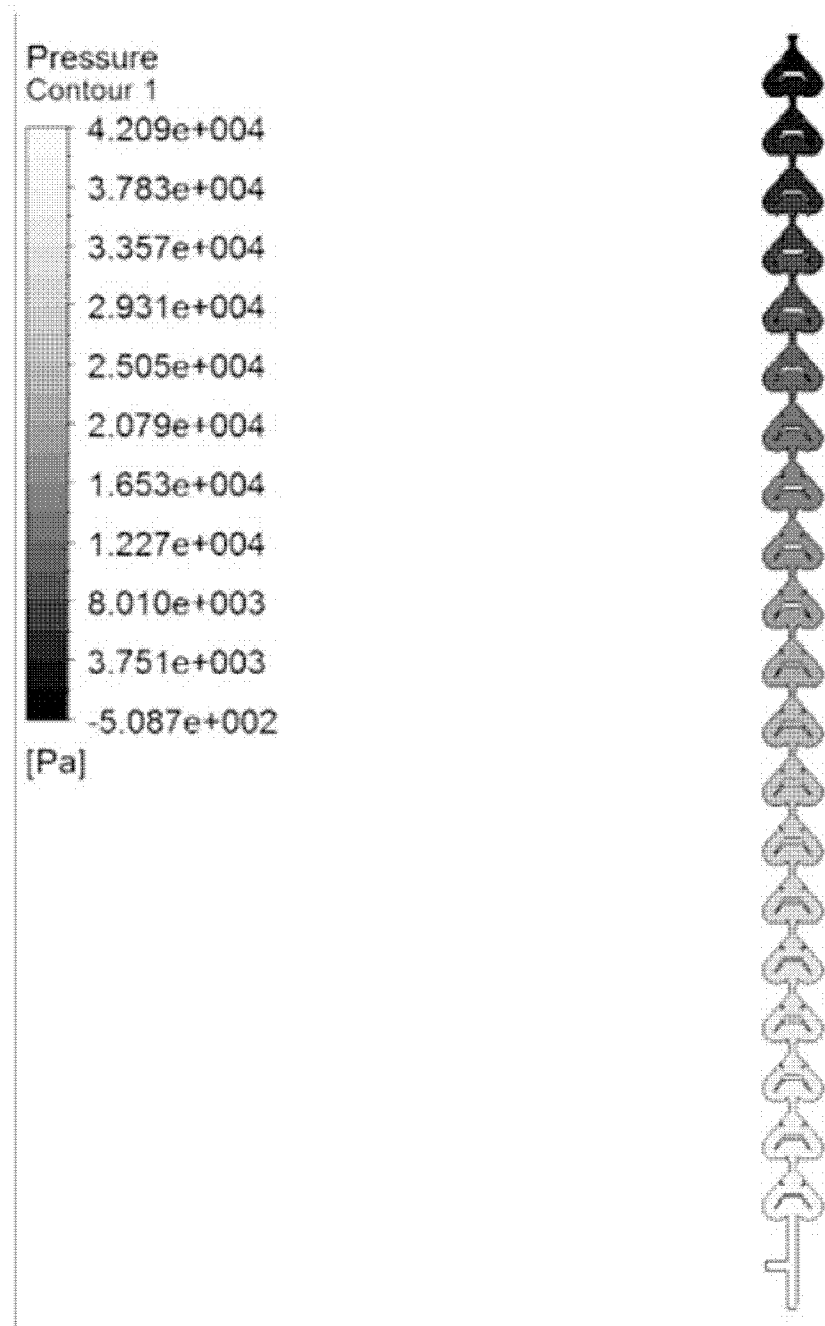


图 8

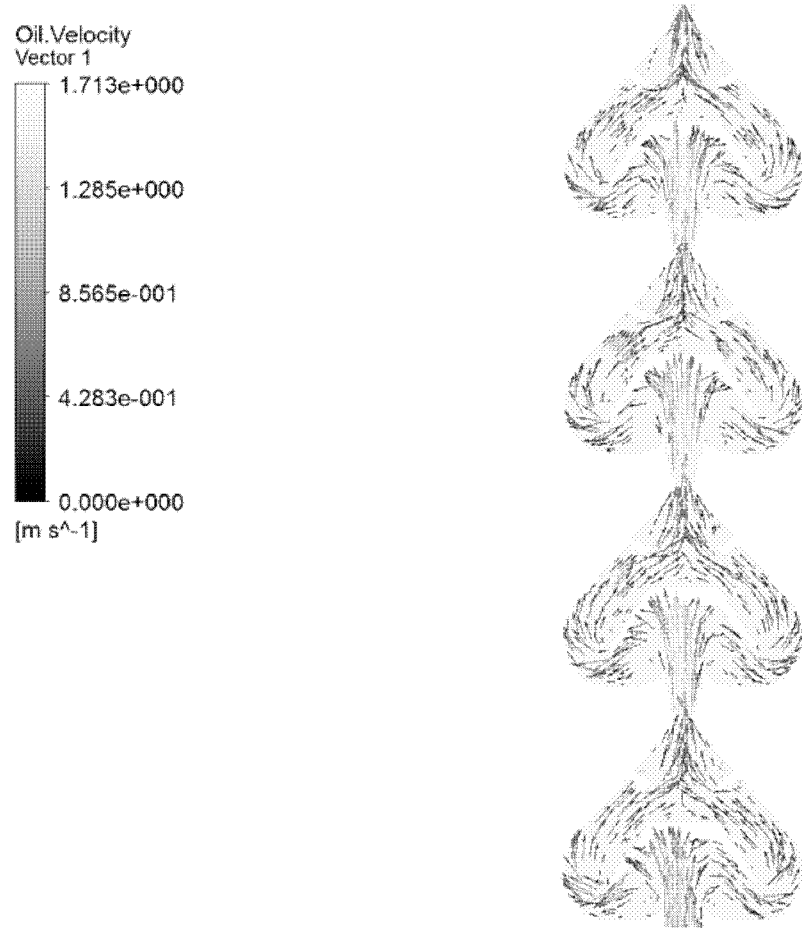


图 9

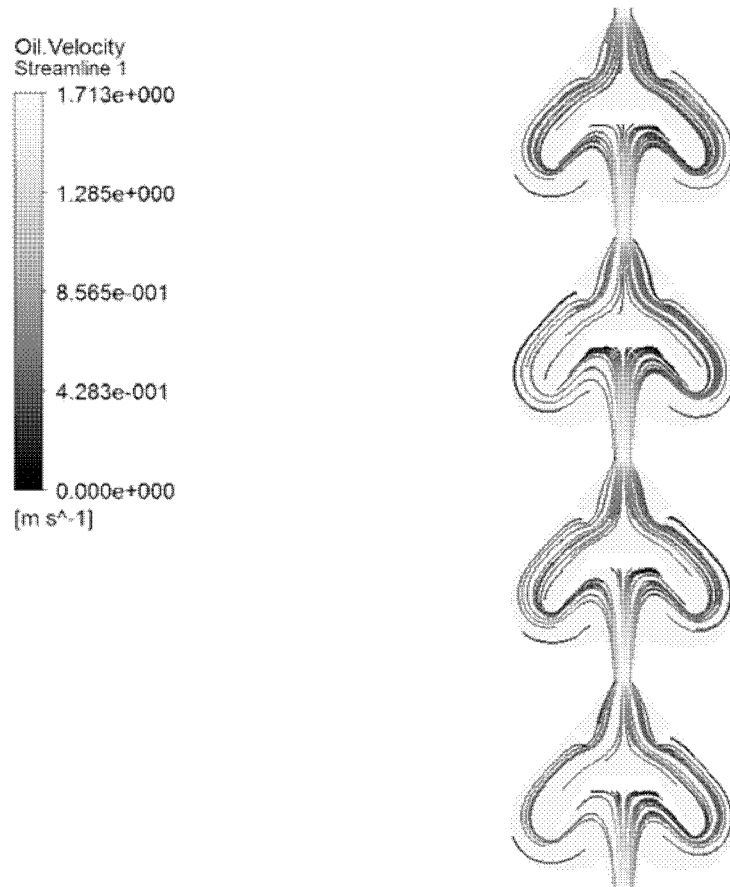


图 10

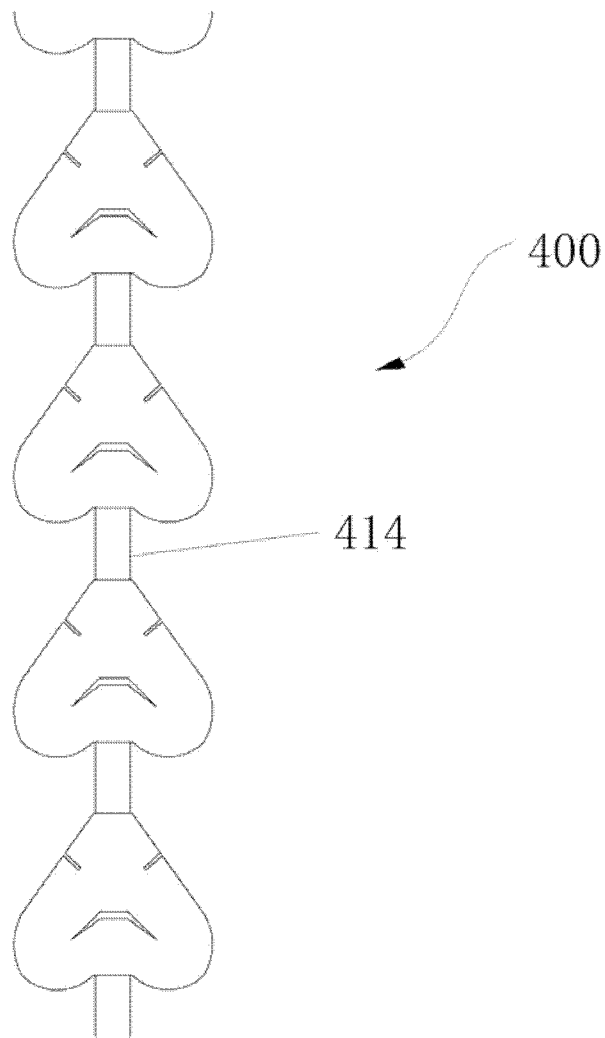


图 11

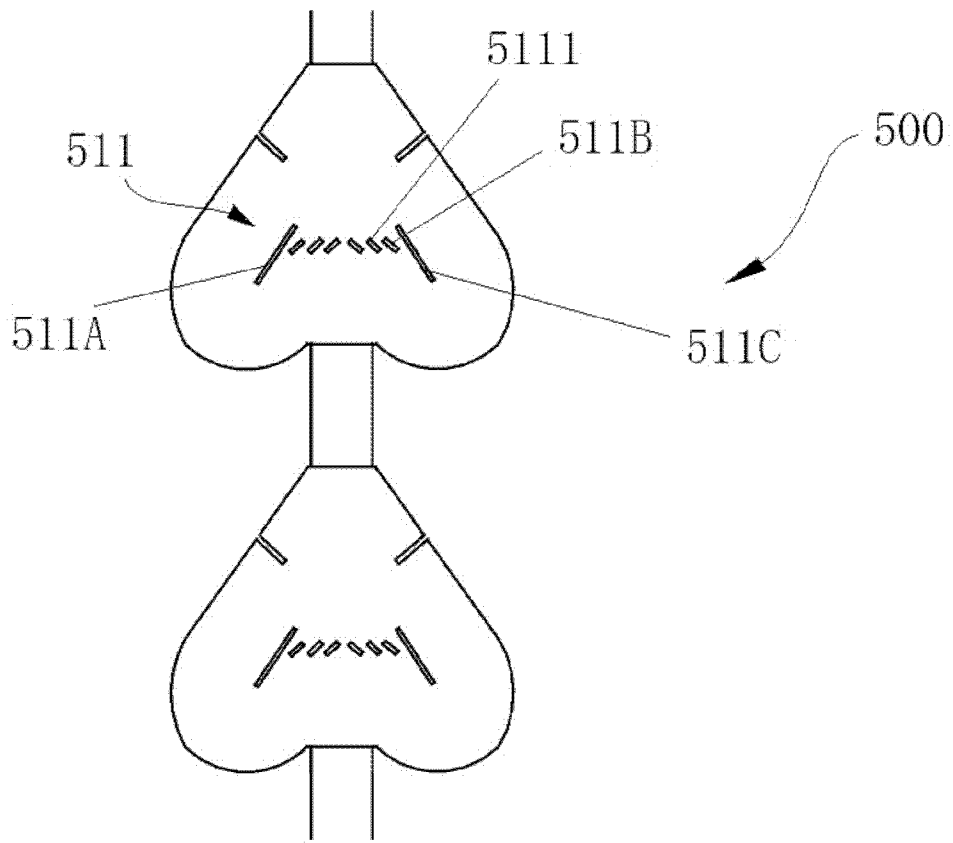


图 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/092970

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
B01J 19/00(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
B01J,B01F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
CNTXT, ENTXT, ENTXTC, VEN, CNKI: 微反应器, 微混合器, 阻挡, 分流, 第二, 子, 通道, 混合, 导流, MICROREACTOR, MICROMIXER, BLOCK, SPLIT+, SECOND, SUB+, CHANNEL?, MIX+, GUID+		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2009028763 A1 (LAVRIC, E. D. et al.) 29 January 2009 (2009-01-29) description, paragraphs [0028]-[0034], and figures 3 and 10	1-20
Y	CN 112206695 A (FUDAN UNIVERSITY) 12 January 2021 (2021-01-12) claims 1-9, description, paragraphs [0078]-[0080], and figures 4-5	1-20
Y	CN 1179199 A (SCHLUMBERGER INDUSTRIES, S.A.) 15 April 1998 (1998-04-15) description, page 7 line 20-page 14 line 30, and figures 1-10	1-20
Y	CN 110090607 A (QINGDAO SANYUAN CHEMICAL EQUIPMENT CO., LTD.) 06 August 2019 (2019-08-06) description, specific embodiments, and figures 1 and 2	1-20
Y	CN 111225739 A (CORNING INC.) 02 June 2020 (2020-06-02) claims 1-25	1-20
Y	CN 106423033 A (HIMILE CHEMICAL TECHNOLOGY (SHANDONG) CO., LTD.) 22 February 2017 (2017-02-22) description, specific embodiments, and figures 4-8	1-20
Y	CN 106669582 A (SHENYANG UNIVERSITY OF CHEMICAL TECHNOLOGY) 17 May 2017 (2017-05-17) description, specific embodiments, and figures 1 and 2	1-20
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
04 August 2022		11 August 2022
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China		
Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2022/092970

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	2009028763	A1	29 January 2009	IN 588DELNP2010 A	06 August 2010
				JP 2011508657 A	17 March 2011
				WO 2009009129 A1	15 January 2009
				TW 201107029 A	01 March 2011
				RU 2010104674 A	20 August 2011
				CN 101873890 A	27 October 2010
				AU 2008275602 A1	15 January 2009
				JP 2014147930 A	21 August 2014
				KR 20100049060 A	11 May 2010
				BR PI0813700 A2	30 December 2014
				EP 2017000 A1	21 January 2009
				MX 2010000485 A	27 January 2016
				ZA 201000944 B	27 October 2010
				JP 2018051553 A	05 April 2018
				JP 2020114585 A	30 July 2020
				CA 2693463 A1	15 January 2009
<hr/>					
CN	112206695	A	12 January 2021	CN 112206695 B	19 November 2021
<hr/>					
CN	1179199	A	15 April 1998	None	
<hr/>					
CN	110090607	A	06 August 2019	None	
<hr/>					
CN	111225739	A	02 June 2020	US 2022055009 A1	24 February 2022
				KR 20200037319 A	08 April 2020
				WO 2019028002 A1	07 February 2019
				JP 2020529309 A	08 October 2020
				TW 201929955 A	01 August 2019
				EP 3661640 A1	10 June 2020
				US 2020246772 A1	06 August 2020
<hr/>					
CN	106423033	A	22 February 2017	None	
<hr/>					
CN	106669582	A	17 May 2017	None	
<hr/>					

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/092970

<p>A. 主题的分类</p> <p>B01J 19/00 (2006.01) i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																										
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>B01J, B01F</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNXTX, ENTXT, ENTXTC, VEN, CNKI: 微反应器, 微混合器, 阻挡, 分流, 第二, 子, 通道, 混合, 导流, MICROREACTOR, MICROMIXER, BLOCK, SPLIT+, SECOND, SUB+, CHANNEL?, MIX+, GUID+</p>																										
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>US 2009028763 A1 (LAVRIC ELENA DANIELA等) 2009年1月29日 (2009 - 01 - 29) 说明书第【0028】-【0034】段, 附图3、10</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 112206695 A (复旦大学) 2021年1月12日 (2021 - 01 - 12) 权利要求1-9、说明书第【0078】-【0080】段、附图4-5</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 1179199 A (施蓝姆伯格工业公司) 1998年4月15日 (1998 - 04 - 15) 说明书第7页第20行-第14页第30行, 附图1-10</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 110090607 A (青岛三易安化工设备有限公司) 2019年8月6日 (2019 - 08 - 06) 说明书具体实施方式, 附图1-2</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 111225739 A (康宁股份有限公司) 2020年6月2日 (2020 - 06 - 02) 权利要求1-25</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 106423033 A (山东豪迈化工技术有限公司) 2017年2月22日 (2017 - 02 - 22) 说明书具体实施方式, 附图4-8</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 106669582 A (沈阳化工大学) 2017年5月17日 (2017 - 05 - 17) 说明书具体实施方式, 附图1-2</td> <td>1-20</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	Y	US 2009028763 A1 (LAVRIC ELENA DANIELA等) 2009年1月29日 (2009 - 01 - 29) 说明书第【0028】-【0034】段, 附图3、10	1-20	Y	CN 112206695 A (复旦大学) 2021年1月12日 (2021 - 01 - 12) 权利要求1-9、说明书第【0078】-【0080】段、附图4-5	1-20	Y	CN 1179199 A (施蓝姆伯格工业公司) 1998年4月15日 (1998 - 04 - 15) 说明书第7页第20行-第14页第30行, 附图1-10	1-20	Y	CN 110090607 A (青岛三易安化工设备有限公司) 2019年8月6日 (2019 - 08 - 06) 说明书具体实施方式, 附图1-2	1-20	Y	CN 111225739 A (康宁股份有限公司) 2020年6月2日 (2020 - 06 - 02) 权利要求1-25	1-20	Y	CN 106423033 A (山东豪迈化工技术有限公司) 2017年2月22日 (2017 - 02 - 22) 说明书具体实施方式, 附图4-8	1-20	Y	CN 106669582 A (沈阳化工大学) 2017年5月17日 (2017 - 05 - 17) 说明书具体实施方式, 附图1-2	1-20
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
Y	US 2009028763 A1 (LAVRIC ELENA DANIELA等) 2009年1月29日 (2009 - 01 - 29) 说明书第【0028】-【0034】段, 附图3、10	1-20																								
Y	CN 112206695 A (复旦大学) 2021年1月12日 (2021 - 01 - 12) 权利要求1-9、说明书第【0078】-【0080】段、附图4-5	1-20																								
Y	CN 1179199 A (施蓝姆伯格工业公司) 1998年4月15日 (1998 - 04 - 15) 说明书第7页第20行-第14页第30行, 附图1-10	1-20																								
Y	CN 110090607 A (青岛三易安化工设备有限公司) 2019年8月6日 (2019 - 08 - 06) 说明书具体实施方式, 附图1-2	1-20																								
Y	CN 111225739 A (康宁股份有限公司) 2020年6月2日 (2020 - 06 - 02) 权利要求1-25	1-20																								
Y	CN 106423033 A (山东豪迈化工技术有限公司) 2017年2月22日 (2017 - 02 - 22) 说明书具体实施方式, 附图4-8	1-20																								
Y	CN 106669582 A (沈阳化工大学) 2017年5月17日 (2017 - 05 - 17) 说明书具体实施方式, 附图1-2	1-20																								
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																										
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>																										
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2022年8月4日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2022年8月11日</p>																								
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>刘天佐</p> <p>电话号码 86-010-62084793</p>																								

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/092970

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
US	2009028763	A1	2009年1月29日	IN	588DELNP2010	A	2010年8月6日
				JP	2011508657	A	2011年3月17日
				WO	2009009129	A1	2009年1月15日
				TW	201107029	A	2011年3月1日
				RU	2010104674	A	2011年8月20日
				CN	101873890	A	2010年10月27日
				AU	2008275602	A1	2009年1月15日
				JP	2014147930	A	2014年8月21日
				KR	20100049060	A	2010年5月11日
				BR	PI0813700	A2	2014年12月30日
				EP	2017000	A1	2009年1月21日
				MX	2010000485	A	2016年1月27日
				ZA	201000944	B	2010年10月27日
				JP	2018051553	A	2018年4月5日
				JP	2020114585	A	2020年7月30日
				CA	2693463	A1	2009年1月15日
<hr/>							
CN	112206695	A	2021年1月12日	CN	112206695	B	2021年11月19日
<hr/>							
CN	1179199	A	1998年4月15日	无			
<hr/>							
CN	110090607	A	2019年8月6日	无			
<hr/>							
CN	111225739	A	2020年6月2日	US	2022055009	A1	2022年2月24日
				KR	20200037319	A	2020年4月8日
				WO	2019028002	A1	2019年2月7日
				JP	2020529309	A	2020年10月8日
				TW	201929955	A	2019年8月1日
				EP	3661640	A1	2020年6月10日
				US	2020246772	A1	2020年8月6日
<hr/>							
CN	106423033	A	2017年2月22日	无			
<hr/>							
CN	106669582	A	2017年5月17日	无			
<hr/>							