

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200810036456.8

[51] Int. Cl.

B01J 19/18 (2006.01)

B01F 7/18 (2006.01)

[45] 授权公告日 2010 年 1 月 27 日

[11] 授权公告号 CN 100584445C

[22] 申请日 2008.4.22

[21] 申请号 200810036456.8

[73] 专利权人 中国石化仪征化纤股份有限公司

地址 211900 江苏省仪征市胥浦镇

共同专利权人 华东理工大学

[72] 发明人 戴干策 沈希军 赵玲 沈春银

张慧明 张军 蔡清白 马跃龙

[56] 参考文献

CN2565537Y 2003.8.13

US4548765A 1985.10.22

JP9-206578A 1997.8.12

CN2236355Y 1996.10.2

CN1390823A 2003.1.15

审查员 王辉

[74] 专利代理机构 上海金盛协力知识产权代理有限公司

代理人 罗大忱

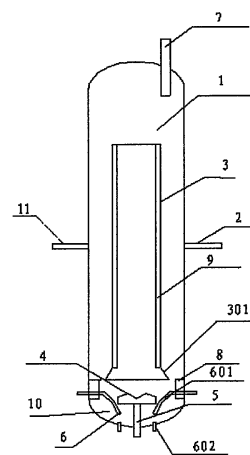
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 2 页

[54] 发明名称

搅拌/导流多相反应器

[57] 摘要

本发明提供了一种搅拌/导流多相反应器，包括设有物料出入口装置的圆柱形的密闭的壳体，设置在所说的壳体内下部的的外径小于壳体内径的导流筒，导流筒与壳体的底部之间，留有间隙，设置在导流筒与壳体底部之间的间隙中的包括搅拌轴和固定在搅拌轴上的桨叶的搅拌装置，搅拌轴穿过壳体底部并延伸至壳体外，设置在壳体底部和/或侧壁的气体入口装置，气体入口装置的出气口设置在所述桨叶的下方，设置在壳体顶部的气体出口装置。本发明的搅拌/导流多相反应器，采取底入式搅拌装置与导流筒组合，仅需较低能耗即可达到甚至超过多层或单层搅拌反应器需消耗数倍能耗所达到的气含率，混合时间短，能量有效利用率高，适用于多种工业过程。



1. 一种搅拌/导流多相反应器，其特征在于，包括：

一个设有物料出口装置（2）和液相进口装置（11）的圆柱形的密闭的壳体（1）；

一个设置在所说的壳体（1）内下部的外径小于壳体（1）内径的导流筒（3），所述导流筒（3）与壳体（1）的底部之间，留有间隙（10）；

一个设置在导流筒（3）与壳体（1）底部之间的间隙（10）中的包括搅拌轴（5）和固定在搅拌轴（5）上的桨叶（4）的搅拌装置，所述搅拌轴（5）穿过壳体（1）底部并延伸至壳体（1）外；

一个设置在壳体（1）底部和/或侧壁的气体入口装置，所述气体入口装置的出气口设置在所述桨叶（4）的下方；

一个设置在壳体（1）顶部的气体出口装置（7）。

2. 根据权利要求1所述的搅拌/导流多相反应器，其特征在于，所说的导流筒（3）的外径为壳体（1）内径的 $1/5 \sim 4/5$ 倍。

3. 根据权利要求1所述的搅拌/导流多相反应器，其特征在于，在所说的间隙（10）中设有外挡板（8），外挡板（8）的宽度为壳体（1）内径的 $1/12 \sim 1/10$ 倍，设有 $2 \sim 6$ 块外挡板（8）。

4. 根据权利要求3所述的搅拌/导流多相反应器，其特征在于，外挡板（8）采用开槽或狭缝挡板。

5. 根据权利要求1~4任一项所述的搅拌/导流多相反应器，其特征在于，在所说的导流筒（3）设有内挡板（9），内挡板（9）的宽度为导流筒（3）内径的 $1/12 \sim 1/10$ 倍，设有 $2 \sim 6$ 块内挡板（9），所说的内挡板（9）

采用开槽或狭缝挡板。

6. 根据权利要求5所述的搅拌/导流多相反应器，其特征在于，在所述的导流筒（3）内设有气液分散元件。

7. 根据权利要求6所述的搅拌/导流多相反应器，其特征在于，导流筒（3）下部与壳体（1）底部之间的间隙（10）为壳体（1）内径的 $1/4 \sim 1$ 倍，桨叶（4）与壳体（1）底部之间的间距为反应器（1）内径的 $1/4 \sim 1/3$ 倍，所说的桨叶（4）的直径为壳体（1）内径的 $1/4 \sim 1/2$ 倍，所说的桨叶（4）采用翼型轴流桨。

8. 根据权利要求1~4任一项所述的搅拌/导流多相反应器，其特征在于，所说的气体入口装置包括设置在壳体（1）侧壁的多管环式气体分布器（601），管口向下；

或者包括设置在壳体（1）底部的由分布环和通气管（602）构成的气体分布器，通气管（602）数为4~8根，沿壳体中心均匀设置，分布环直径为壳体（1）内径的 $1/5 \sim 4/5$ 倍，通气管管口与壳体（1）底部的距离为壳体（1）内径的 $0.1 \sim 0.35$ 倍。

9. 根据权利要求1~4任一项所述的搅拌/导流多相反应器，其特征在于，壳体（1）的高度与内径比为：高度/内径= $0.8 \sim 4$ 。

10. 根据权利要求9所述的搅拌/导流多相反应器，其特征在于，所述导流筒（3）的下部设有喇叭口。

搅拌/导流多相反应器

技术领域

本发明涉及一种反应器，具体涉及一种新型多相反应器，特别涉及反应器中的搅拌装置和设置在反应器中的导流筒。

背景技术

多相反应器，是一种广泛应用于化学工业领域的反应器，如在甲醇合成、氧化、加氢、污水处理、费托合成、生物发酵等过程工业中，就需要用到多相反应器。

在所说的多相反应器中，反应原料和反应产物包括气体、液体和固体，因此，对于该类反应过程，气体分散、原料混合、相间传递、固相悬浮及其分布等要求相当高。目前，工业上常用的多相反应器，包括多层机械搅拌反应器、三相流化床、淤浆床、内外环流反应器等，这些反应器在性能和结构上各有优缺点。

目前，许多文献和专利公开了各自的技术，如专利 ZL.89102155.8 公开了一种在芳香烷基氧化成芳香羧酸中提高收率和产品质量同时降低能耗的方法和设备，该方法中涉及一种多相反应器，该多相反应器采用在搅拌装置下部通入气体方法，以提高气体分散效果。但是，实践证明，该方法的效果并不理想，还不能完全满足反应需要，又挡板过于狭窄，反应器内物料的混合不够均匀；发明人在中国专利 ZL.CN1390823A 公开了一种适用于芳香烃氧化生产芳香羧酸的反应器，虽全面调整了反应器结构，三相体系的混合和分散效果显著改善，提高了反应体系中的气含率，但是，还存在

功率消耗较大的缺陷。

因此开发研究一种新的高效节能、混合均匀的多相反应器是过程工业和产业部门十分期望的。

发明内容

本发明的目的是公开一种搅拌/导流多相反应器，以克服现有技术存在的上述缺陷。

本发明的搅拌/导流多相反应器，借鉴传统的多相反应器结构，提出了新的反应器结构形式，主要包括：

一个设有物料出口装置和液相进口装置的圆柱形的密闭的壳体；

一个设置在所说的壳体内下部的导流筒，所述导流筒与壳体之间留有间隙；

一个设置在导流筒与壳体底部之间的包括搅拌轴和固定在搅拌轴上的桨叶的搅拌装置，搅拌轴穿过壳体底部；

一个设置在壳体底部或侧壁的气体入口装置；

一个设置在壳体顶部的气体出口装置。

本发明的搅拌/导流多相反应器，采取底入式搅拌装置与导流筒组合，结合底部形状组成一个有机整体，既利用搅拌装置又借助导流筒内外密度差驱动液体，气体经气体分布器初始分散进入反应器后，又经搅拌叶轮剪切破碎和液相循环湍流作用，经导流筒内外压差的循环导流作用，多次分散气泡，能有效地提高气体利用率、改善气泡大小分布并促进液体循环加快液相混合，采用单层搅拌叶轮能耗大幅下降，而在搅拌叶轮上部一定距离安装导流筒加快液体循环，引入导流筒有效地解决了单层搅拌叶轮作用

范围的限制，在 $H/D > 1$ 时，也能采用单层搅拌叶轮，扩大了作用范围。实际结果表明，本反应器仅需较低能耗即可达到甚至超过多层或单层搅拌反应器需消耗数倍能量所达到的气含率，混合效果也得到改善，缩短了混合时间，能量有效利用率比现有技术显著提高。由于搅拌装置安装在反应器底部，具有搅拌轴短、操作稳定、易维护检修、节省材料等优点。同时本反应器作为一种多相反应器，适用于多种工业过程，如 PX 氧化，生物发酵等，应用范围十分广泛。

附图说明

图 1 为搅拌/导流多相反应器的总体结构示意图。

图 2 为对空气—自来水体系的冷模实验的气含率及功率消耗结果。

图 3 为对空气—自来水体系的冷模实验的气含率及功率消耗结果。

具体实施方式

参见图 1，本发明的搅拌/导流多相反应器，包括：

一个设有物料出口装置 2 和液相进口装置 11 的圆柱形的密闭的壳体 1，优选的，液相进口装置 11 设置在壳体 1 的中部或中部以下；

一个设置在所说的壳体 1 内下部的外径小于壳体 1 内径的导流筒 3，所述导流筒 3 与壳体 1 的底部之间，留有间隙 10；

一个设置在导流筒 3 与壳体 1 底部之间的间隙 10 中的包括搅拌轴 5 和固定在搅拌轴 5 上的桨叶 4 的搅拌装置，所述搅拌轴 5 穿过壳体 1 底部并延伸至壳体 1 外；

一个设置在壳体 1 底部和/或侧壁的气体入口装置，所述气体入口装置的出气口 6 设置在所述桨叶 4 的下方；

一个设置在壳体 1 顶部的气体出口装置 7。

进一步，参见图 1，所说的导流筒 3 的外径为壳体 1 内径的 $1/5\sim 4/5$ 倍；

进一步，参见图 1，在所说的间隙 10 中设有外挡板 8，以提高混合效果改善气体分散，外挡板 8 的宽度为壳体 1 内径的 $1/12\sim 1/10$ 倍，优选的，设有 2~6 块外挡板 8，均匀设置；优选的，所说的挡板采用开槽或狭缝挡板，具体结构如中国专利 02265664.2 所公开的技术；

进一步，参见图 1，在所说的导流筒 3 设有内挡板 9，以提高导流筒内混合效果及防止出现“陀螺状”漩涡，内挡板 9 的宽度为导流筒 3 内径的 $1/12\sim 1/10$ 倍，优选的，设有 2~6 块内挡板 9，均匀设置；优选的，所说的挡板采用开槽或狭缝挡板，具体结构如中国专利 02265664.2 所公开的技术；

进一步，在所述的导流筒 3 内设有气液分散元件，如丝、网、棒、薄板等，以提高气液传质效果；

进一步，参见图 1，导流筒 3 下部与壳体 1 底部之间的间隙 10 为壳体 1 内径的 $1/4\sim 1$ 倍；优选的，所述导流筒 3 的下部设有喇叭口 301；

进一步，参见图 1，桨叶 4 与壳体 1 底部之间的间距为壳体 1 内径的 $1/4\sim 1/3$ 倍；

进一步，所说的桨叶 4 的直径为壳体 1 内径的 $1/4\sim 1/2$ 倍；优选的，所说的桨叶 4 采用翼型轴流桨，具体结构如中国专利 92245125.7 所公开的技术；

进一步，所说的气体入口装置为设置在壳体 1 侧壁的多管环式气体分布器 601，管口向下，具体结构如中国专利 02265664.2 所公开的技术；

或者为设置在壳体 1 底部的由分布环和通气管 602 构成的气体分布器，通气管 602 数为 4~8 根，沿塔中心均匀设置，分布环直径为壳体 1 内径的 $1/5 \sim 4/5$ 倍，通气管管口与壳体 1 底部的距离为壳体 1 内径的 $0.1 \sim 0.35$ 倍；

优选的，壳体 1 的高度与内径比为：高度/内径= $0.8 \sim 4$ 。

本发明的搅拌/导流多相反应器是这样运行的：

在搅拌/导流多相反应器内底部安装有轴向流搅拌叶轮；叶轮上部安装有结构型导流筒，叶轮与导流筒间保持一定相对间隙，导流筒可为具有一定角度的扩展圆锥型导流筒、变截面导流筒等；导流筒内安装有四块直立槽缝挡板，并可安装有各种气体再分布构件如不同直径和形状的丝、网、板、棒等；反应器底部或侧壁安装有多管环式气体分布器。运行时将预先配制好的反应物料，其中含反应物、水、催化剂或者回收的固相产品等从反应器中部的进料口加入反应器，气体通过气体进口装置被引入反应器内部，液体氧化物和溶剂介质通过物料出口装置引出。引入的气体经气体分布器初始分散后，首先进入底部搅拌叶轮作用区，被剪切破碎后上升进入导流筒内并继续向上运动，相间相互作用形成筒内上升区域，同时诱导形成导流筒内外密度差，继续驱动多相流体由筒外向下循环再次进入反应器下部叶轮作用区。如此往复连续进行，同时多相反应器内伴有气体分散、气液传质、液相混合和固体悬浮过程。若所涉反应为强放热反应，则需在反应器顶部放置冷凝器，使蒸发的溶剂或反应物冷凝回收返回反应器，不凝性气体和水通过排气口排出反应体系。

采用上述结构的搅拌/导流多相反应器，由于搅拌装置与导流筒组合结

构的合理选择和配置，叶轮、导流筒、反应器底部形状、通气管、挡板之间的匹配、协调，不仅使混合时间缩短，气含率增加，颗粒悬浮，而且更为重要的是，反应器能耗比现有技术大幅降低，能量有效利用率大大提高。在与相近工业生产条件中的模拟试验中，均表明本发明的所获得的良好效果。

采用本发明的导流/搅拌反应器，在相同的操作工况（包括装液高度、叶轮离低距离、叶轮特征结构、操作气速等）下，对空气—自来水体系的冷模实验的气含率及功率消耗结果如图2和图3所示。

图2为设有单层桨叶4的本发明的搅拌/导流多相反应器与传统的设有导流的单层桨多相反应器在通气量为 2.4vvm （每分钟内单位液相体积的通气量）的条件下的气含率的比较图。

图2中，曲线2代表本发明的试验结果，曲线1代表传统的不设有导流的多相反应器的试验结果。

图3为设有单层桨叶4的本发明的搅拌/导流多相反应器与传统的设有导流的双层桨多相反应器在通气量为 2.4vvm （每分钟内单位液相体积的通气量）的条件下的气含率的比较图。

图3中，曲线3代表本发明的试验结果，曲线4代表传统的不设有导流的多相反应器的试验结果。

结果表明：在相同功率消耗条件下，本发明的反应器系统的气含率得到了明显的提高；而要获得相同的气含率，则所需功率约为双层桨系统的五分之一左右。

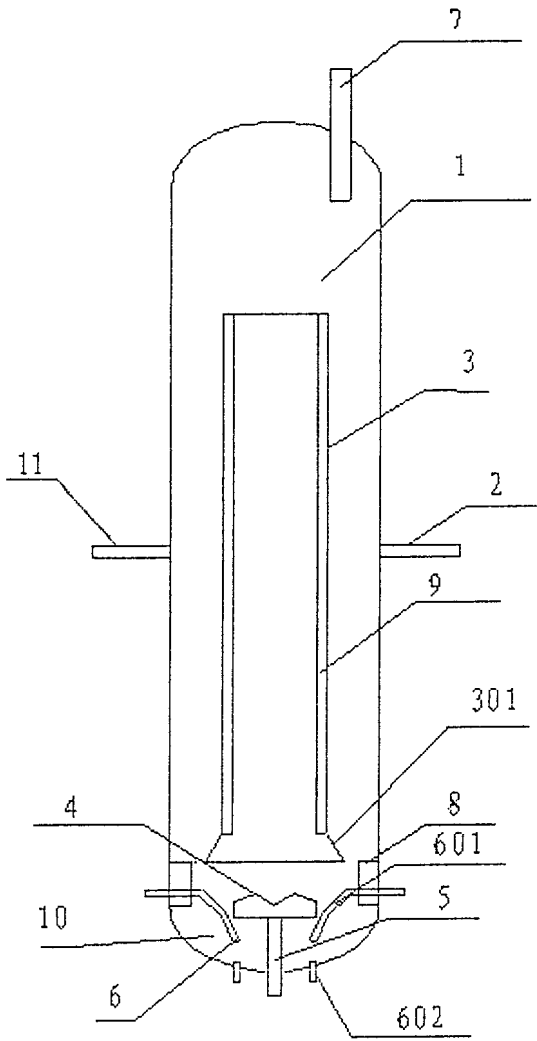


图 1

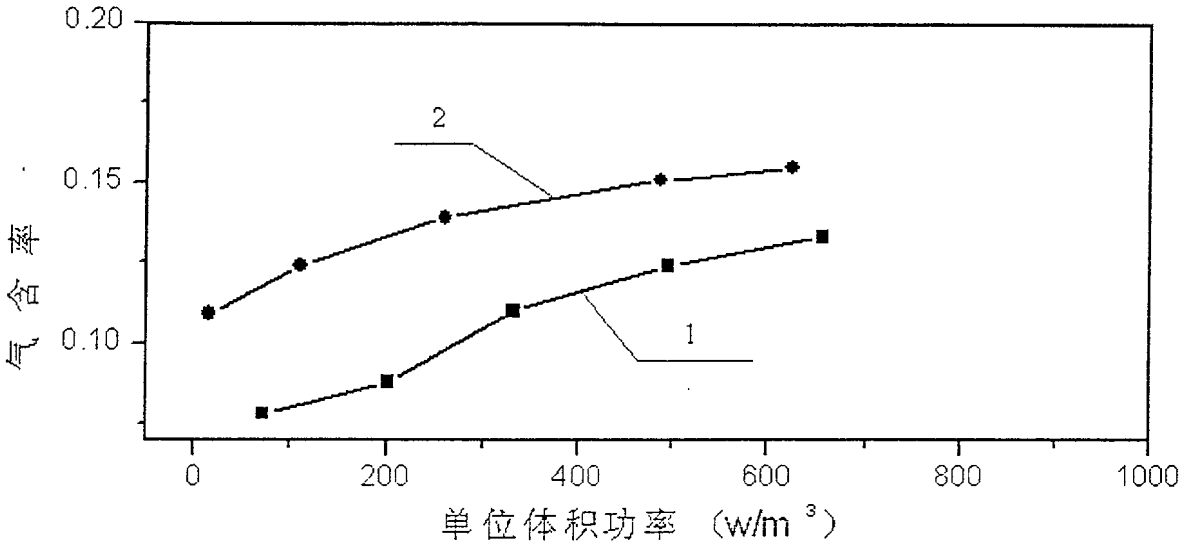


图 2

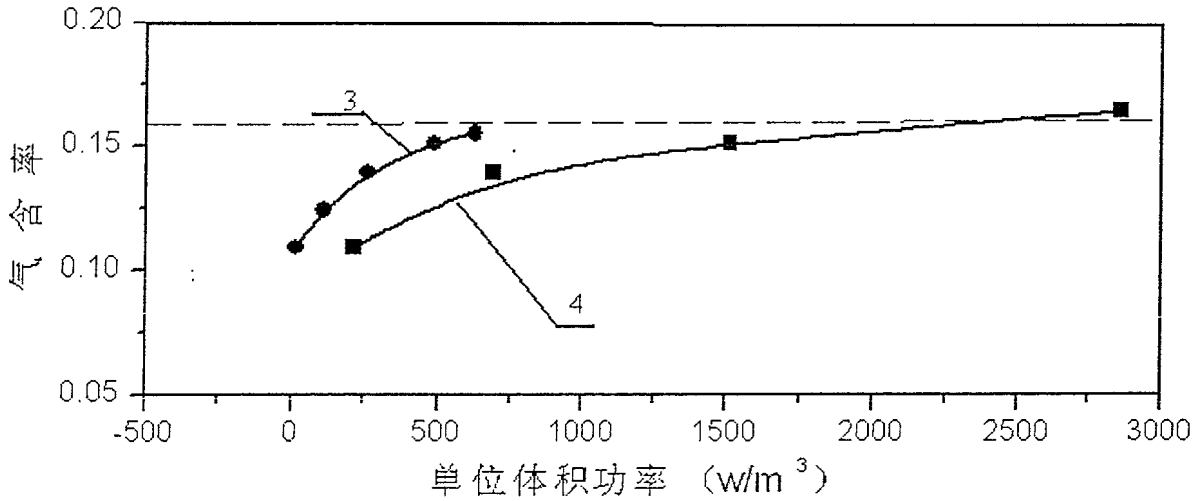


图 3