

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
B01F 7/18 (2006.01)



## [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810103262.5

[43] 公开日 2009年10月7日

[11] 公开号 CN 101549261A

[22] 申请日 2008.4.2

[21] 申请号 200810103262.5

[71] 申请人 中国科学院过程工程研究所

地址 100080 北京市海淀区中关村北二条1号

[72] 发明人 杨超 王涛 李向阳 雍玉梅  
禹耕之 张广积 毛在砂

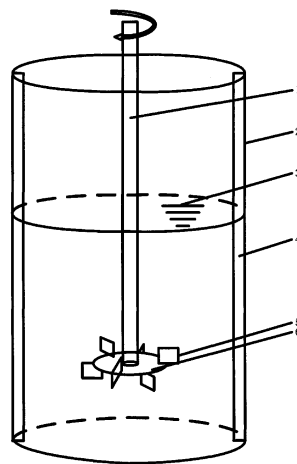
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

### [54] 发明名称

一种叶片改良型圆盘涡轮搅拌装置

### [57] 摘要

本发明涉及的一种叶片改良型圆盘涡轮装置，包括：一搅拌槽，一位于搅拌槽内的搅拌轴，在搅拌轴上安装本发明的叶片改良型圆盘涡轮浆，浆径以与槽径(D)的比值计算： $D/4 - D/2$ ，槽壁周向均匀安装4-12个直立挡板，挡板宽度  $D/12 - D/10$ 。与传统圆盘涡轮相比，其特征在于：圆盘上安装有4-12片矩形桨叶，交错垂直均匀分布于圆盘上下方，桨叶尺寸：高  $D/15 - D/10$ ，宽  $D/8 - D/4$ 。本发明的叶片改良型圆盘涡轮搅拌装置，在拥有通常的径向流叶轮优点的基础上，弥补了这类搅拌装置在轴向混合能力上的不足，缩短了混合时间，提高了气体和固体分散能力。



1. 一种叶片改良型圆盘涡轮搅拌装置，包括：搅拌槽，位于搅拌槽内的搅拌轴，在搅拌轴上安装叶片改良型圆盘涡轮桨，圆盘上安装有 4-12 片矩形桨叶，槽壁周向均匀安装 4-12 个直立挡板。
2. 根据权利要求 1 所述的改良型圆盘涡轮搅拌装置，其特征在于：圆盘涡轮桨桨径以与槽径  $D$  的比值计算： $D/4-D/2$ 。
3. 根据权利要求 1 所述的改良型圆盘涡轮搅拌装置，其特征在于：搅拌槽槽壁周向均匀安装 4-12 个直立挡板，挡板宽度  $D/12-D/10$ 。
4. 根据权利要求 1 所述的改良型圆盘涡轮搅拌装置，其特征在于：圆盘上安装有 4-12 片矩形桨叶，交错垂直均匀分布于圆盘上下方。
5. 根据权利要求 1 所述的改良型圆盘涡轮搅拌装置，其特征在于：圆盘涡轮桨桨叶尺寸：高  $D/15-D/10$ ，宽  $D/8-D/4$ 。

## 一种叶片改良型圆盘涡轮搅拌装置

### 技术领域

本发明属于湿法冶金、环保、生化制药和石油化工等领域的多相混合搅拌装置，特别适于气-液-固、液-固等多相体系的固体悬浮、均匀混合和多相化学反应过程。

### 背景技术

工业上应用的搅拌桨按照其形成的流场不同分为两类，一类是径向流叶轮（如 Rushton 搅拌桨），这种桨具有比较大的剪切力和很强的气体分散能力，对于气泡的破碎和分散，效果明显，适合于气液两相混合过程，在高固含率的搅拌体系中能耗也低于其它类型搅拌桨；另一类是轴向流叶轮（如螺旋桨），这种桨具有更强的轴向循环能力和较低的功率消耗，在固体悬浮和液固混合过程中得到了广泛的应用。而在机械搅拌槽中进行气液固三相混合操作时，要同时实现气体完全分散和固体完全离底悬浮两个过程，理想的混合水平不仅要求达到二者在宏观上的均匀，而且在微观混合上也要达到一定的均匀度，为此对搅拌桨的设计提出了较高的要求。高速旋转的叶轮产生的流动中，其径向速度是气体剪切分散的主要动力，而其轴向速度是固体悬浮和液体轴向循环的主要动力。对三相体系不仅要求叶轮具有较强的剪切分散能力，而且要有一定轴向混合能力，以达到三相同同时分散，所以问题就变得复杂，单一的径流桨或轴流桨都不能实现三相的同时均匀混合，工业实践中常采用双层桨乃至三层桨来达到三相混合的目的，无疑这将增加能量的消耗。

在对新型搅拌桨的研发中，国内大多数专利和研究集中在叶片形状的改良和搅拌装置附件的发明，比如一种搪玻璃水翼型轴流搅拌桨（中国专利，申请号 03231827.8），一种搅拌桨（中国专利，申请号 200620064206.1）和组合式表面曝气搅拌桨（中国专利，申请号 00102745.X），没有关于能够改善流型的不对称叶片搅拌桨的相关专利和报道。



## 实施方式

附图 1 和 2 为本发明的两个实施例的结构示意图。由图可知，本发明提供的叶片改良型圆盘涡轮搅拌装置，包括：一搅拌槽 2，一位于搅拌槽内的搅拌轴 1，在搅拌轴 1 上安装本发明的叶片改良型圆盘涡轮桨 6，桨径以与槽径（D）的比值计算： $D/4-D/2$ ，槽壁周向均匀安装 4-12 个直立挡板 4，挡板宽度  $D/12-D/10$ 。与传统圆盘涡轮相比，其特征在于：圆盘上安装有 4-12 片矩形桨叶 5，交错垂直均匀分布于圆盘上下方，桨叶尺寸：高  $D/15-D/10$ ，宽  $D/8-D/4$ 。

附图 1 为通常使用的 Rushton 圆盘涡轮桨搅拌槽的示意图，附图 2 为本发明的一种叶片改良型圆盘涡轮搅拌装置示意图，附图 3 为本发明中搅拌桨的结构示意图。

### 实施例 1:

针对气液固三相体系，在内径  $\Phi 380$  毫米、高 600 毫米、器壁内侧对称设置 4 个挡板的圆柱形平底敞口搅拌槽中，固相采用密度为  $2.403\text{g/cm}^3$ ，粒径范围 4.00-4.10 毫米的玻璃珠，液相和气相分别为自来水和空气，槽内液位高 380 毫米，搅拌槽挡板宽度为 38 毫米；附图 1 装置采用传统的标准 6 叶片 Rushton 搅拌桨，桨叶直径为 127 毫米，离底高度为 67 毫米，气体分布器离底高度为 33 毫米；附图 2 装置采用本发明的叶片改良型圆盘涡轮，6 片矩形桨叶，桨叶直径同为 127 毫米，离底高度为 67 毫米，气体分布器离底高度为 33 毫米。

在固体浓度为  $36.45\text{g/L}$ ，通气速率  $2.9\text{m}^3/\text{h}$  时，采用传统 Rushton 搅拌桨的附图 1 装置中，即使搅拌转速达到 800rpm，聚集在桨下方的 90%以上粒子仍然很难离底悬浮，很少有粒子能流动到壁面上来，传统 Rushton 搅拌桨要达到临界悬浮条件很困难；反观采用了叶片改良型圆盘涡轮的新装置（附图 2），在转速 760rpm 左右即达到了临界悬浮搅拌条件，在槽底没有粒子沉积产生，并且可以观察到固体粒子随流场运动到槽上部器壁，明显产生了轴向流动；进一步提高转速，可以发现，850rpm 左右就可以彻底消除挡板处的死角，达到完全悬浮条件。可以看出，本发明中的叶片改良型圆盘涡轮在气液固三相中固体悬浮的效果要明显好于传统标准 Rushton 搅拌桨。

### 实施例 2:

针对液固两相体系,在结构和尺寸同实施例 1 的搅拌槽中,固相和液相同实施例 1,除去通气对于固体悬浮的影响,再分别考察两种装置中固体粒子的临界搅拌转速。实验结果发现:对于安装附图 1 的传统 6 叶片的 Rushton 搅拌桨(桨叶直径为 127 毫米、离底高度为 67 毫米),临界搅拌转速为 685rpm,而采用了附图 2 的叶片改良型圆盘涡轮搅拌装置(桨叶直径同为 127 毫米、离底高度为 67 毫米),转速达到 575rpm 即满足了粒子离底悬浮的临界条件,转速为 675rpm 左右就可以消除挡板死角,效果好于附图 1 的装置。

### 实施例 3:

在结构和尺寸同实施例 1 的搅拌槽中,液相同实施例 1,采用酸碱指示剂变色法测定混合时间,以酚酞为指示剂,在搅拌状态下首先加入预先配制的 0.3% 酚酞指示剂和 1mol/L 的 NaOH 溶液,由于酚酞在 pH 值碱性条件显红色,所以整个槽内溶液变红,然后在靠近壁面的液面迅速加入 3mol/L 的 HCl 溶液,并开始计时,观察搅拌槽溶液褪色情况,待整个槽体红色褪尽停止计时,读出混合时间。

在转速为 200rpm 时,采用了标准 6 叶片 Rushton 搅拌桨装置(附图 1)的混合时间为 12.86s,而采用叶片改良型圆盘涡轮的新型搅拌装置(附图 2)的混合时间为 8.85s,缩短了 31.2%。

### 实施例 4:

在结构和尺寸同实施例 1 的搅拌槽中,槽内液位高 380 毫米,气体分布器离底 80 毫米,搅拌桨离底 127 毫米。液相和气相同实施例 1。

对于气液两相体系,因为径流式叶轮有限的混合能力,搅拌槽内气液混合较差,尤其在槽底,加上气体本身的浮力,会存在一个气相无法到达的区域,在一定的风速下,增加转速可以使这个区域消失。对于采用传统 6 叶片 Rushton 搅拌桨的装置(附图 1,尺寸同实施例 1),当风速分别为  $3.5\text{m}^3/\text{h}$  和  $4.0\text{m}^3/\text{h}$  时,临界搅拌转速为 580rpm 和 650rpm;而对于采用叶片改良型圆盘涡轮的搅拌装置(附图 2,尺寸同实施例 1),在相同的风速下,临界转速分别为 560rpm 和 600rpm,分别降低了 3.45%和 7.69%。

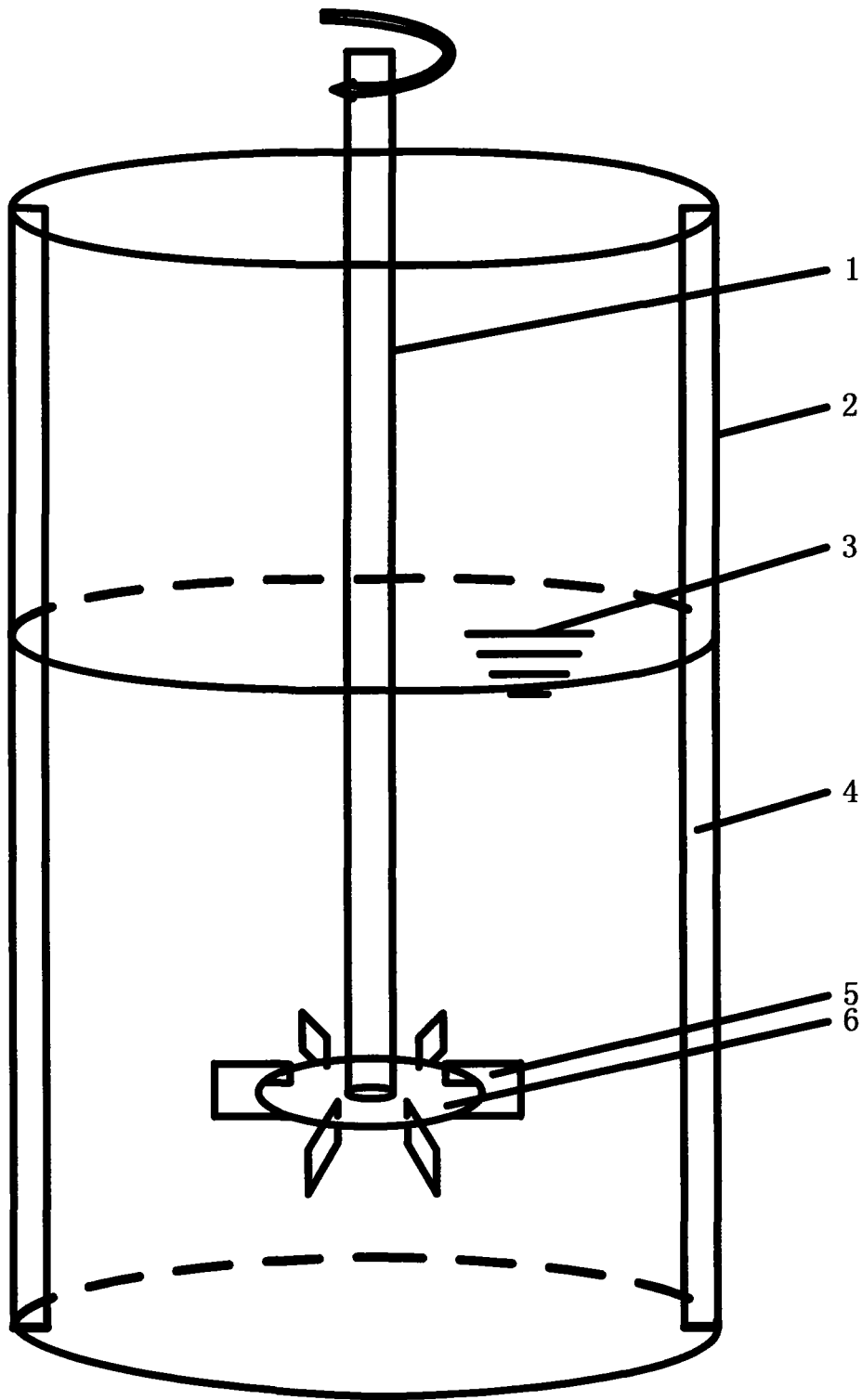


图 1

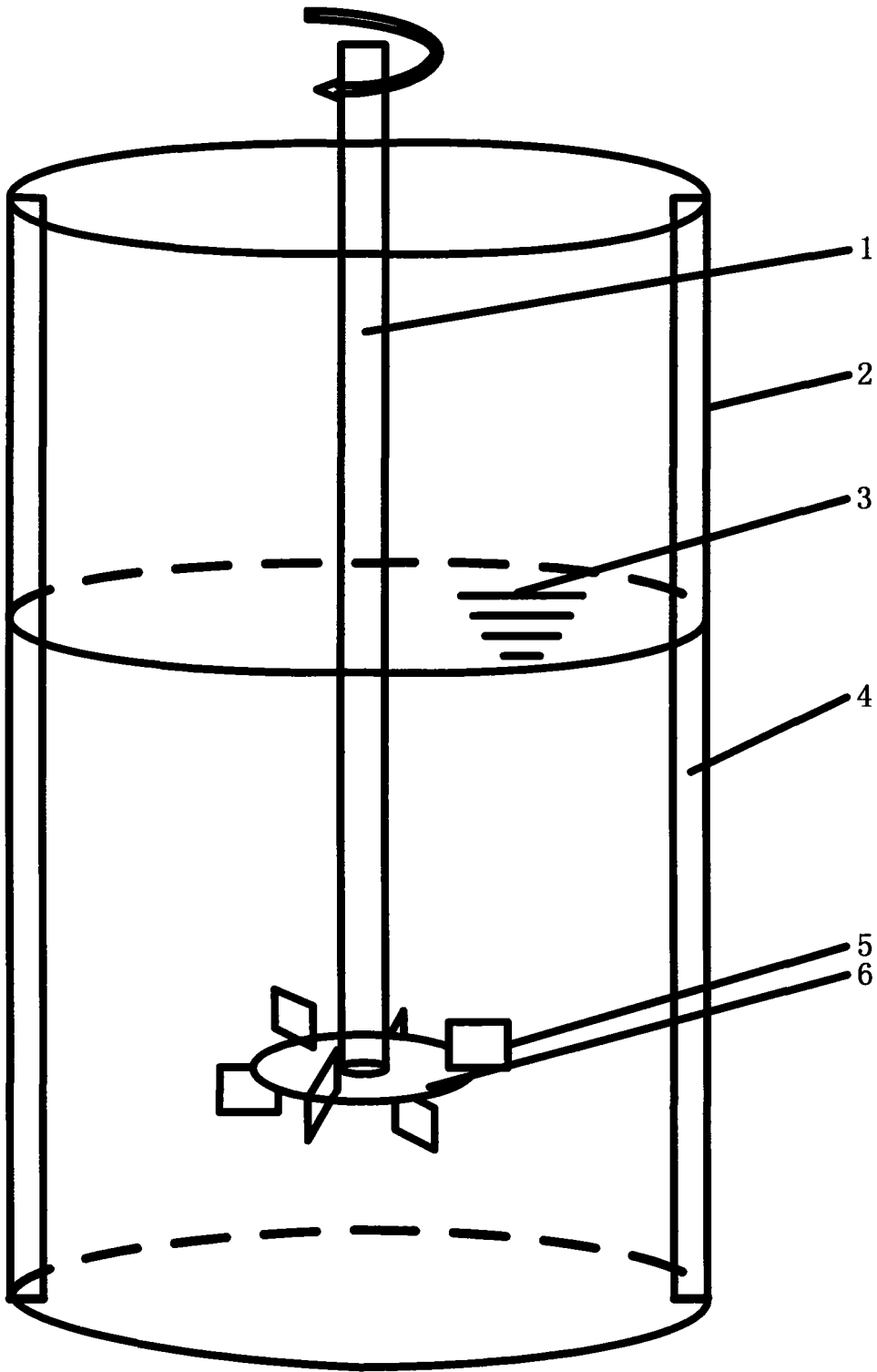


图 2



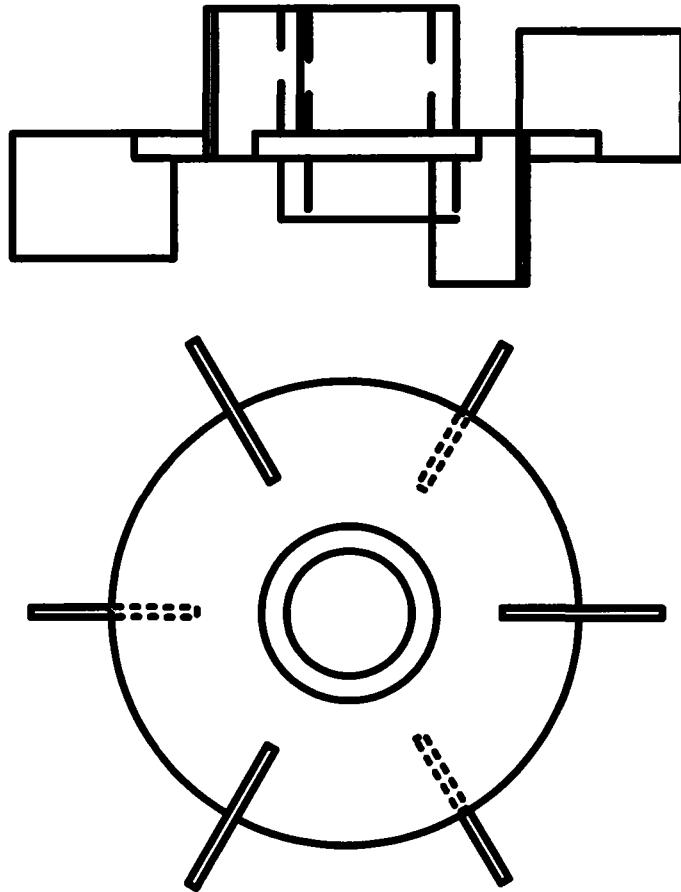


图 3