[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
B01F 3/04

[12]发明专利申请公开说明书

[21]申请号 01103067.4

[43]公开日 2001年12月19日

[11]公开号 CN 1326814A

[22]申请日 2001.1.22 [21]申请号 01103067.4
[30]优先权
[32]2000.1.24 [33]US [31]09/489915
[71]申请人 普莱克斯技术有限公司
地址 美国康涅狄格州
[72]发明人 J·B·斯威尼

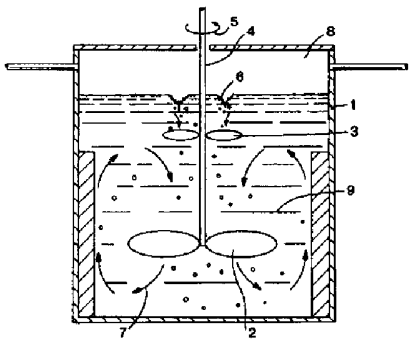
[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 吴大建 钟守期

权利要求书2页 说明书7页 附图页数2页

[54]发明名称 液上气体再吸收方法

[57]摘要

本发明涉及使用叶轮装置和辅助叶轮装置在具有顶部气体空间的 封闭容器内使液体和气体混合的方法。



ISSN1008-4274

权　利　要　求　书

1. 在具有顶部气体空间的封闭容器内使气体和液体混合的方法，该方法包括以下步骤:

（a）利用位于容器内的叶轮装置使液体在容器内循环，以致产生抽吸作用，使气体从顶部气体空间向下抽，并与再循环液体混合，条件是液位在预定的液位范围内;

（b）利用位于容器中液位表面处或附近的辅助叶轮装置使容器中一部分液体循环，以致产生附加的抽吸作用，使气体从顶部气体空间向下抽，并与再循环液体混合，条件是液位在预定的液位范围之上。

2. 权利要求 1 的方法，在所述循环步骤之前，该方法还包括下列步骤:

（a）将液体装入容器到预定的液位，留出顶部气体空间;

（b）加入气体并使它与液体混合，以使气体和液体间产生预定的接触，在循环步骤之前，一部分所加的气体逸入顶部气体空间。

3. 权利要求 1 的方法，在所述的循环步骤之后，该方法还包括下列的步骤:

（a）连续地使一部分液体操作的排出管循环，排出管使这部分液体在排出管液面以下排回入液体中，以便在排出管内产生真空，

（b）使真空与顶部空间连通，以便使气体从空间向下吸入排出管内，在排出管中，气体在容器的液位下方与再循环液体混合并一同排出。

4. 权利要求 1 的方法，该方法还包括使空心通流管环绕叶轮装置。

5. 权利要求 4 的方法，该方法还包括使该空心通流管环绕辅助叶轮装置。

6. 在混合操作期间，使气体和液体混合的设备，该设备包含混合容器，混合容器具有轴向的位于混合容器内并能在混合容器内产生循环流模式的轴流式下抽叶轮装置，和在液位表面附近位于叶轮装置上方的轴流式下抽辅助叶轮装置，其中前者使在叶轮附近向下流动，后者使液体朝叶轮装置向下流动，叶轮装置和辅助的叶轮装置使液体连续地沿叶轮装置周围向下流动，并沿着混合容器器壁连续向上流动，从而产生涡流，在混合容器内从顶部气体空间抽出的气体，其条

件是液体在混合容器内处在操作液位处。

7. 权利要求 6 的设备，该设备进一步包括液体再循环系统，该再循环系统包括导管，将液体通过导管泵送的泵装置和与导管进口段相连的排出管，其中导管具有将液体从容器下部区域排出的出口段和在容器的上部区域将液体再引入的入口段，该排出管具有接受再循环液体连续供给的入口。

8. 权利要求 6 的设备，其中混合容器包含空心通流管，其环绕着叶轮装置。

9. 权利要求 8 的设备，其中混合容器包含空心通流管，其环绕着辅助叶轮装置。

10. 使气体和液体在混合操作期间混合的设备，该设备包括:

（a）混合容器，其具有位于其中的并能够在混合容器内产生循环流模式的轴流式下抽叶轮装置和在液体表面附近位于叶轮装置上方的轴流式下抽辅助叶轮装置，叶轮装置使液体在叶轮装置附近向下流动，辅助叶轮装置使液体向下流向叶轮装置，叶轮装置和辅助叶轮装置使液体连续地沿叶轮装置周围向下流动，并连续地沿着混合容器的器壁向上流动，从而产生了涡流，和在混合容器内从顶部气体空间抽出的气体，条件是液体在容器内处在操作液位;

（b）液体循环装置，其包括导管，导管具有将液体从容器下部区域排出的出口段和使液体在容器的上部区域再引入的入口段，使液体通过导管泵送的泵装置，和与导管进口段相连的排出管，该排出管具有接受再循环液体连续供给的入口。

说　明　书

液上气体再吸收方法

本发明涉及气-液混合操作。尤其是，本发明涉及通过液上气体再吸收方法来增强气-液混合操作。

常常设备气-液和气-液-固反应的化学反应器来从液上空间吸入气体。这种情况对于没有惰性气体或附产物气体的装置特别属实。液上气体的吸入可防止这些气体“损耗”于反应，继而又会使方法的无效性最小化。

在气－液混合操作中，某些气体混合反应器，包括高级气体反应器（AGR）装置应用了位于空心通流管内的下抽式叶轮，以便在混合容器所含的大量液体中产生环流模式。由于在空心通流管中液体这样的向下的环流，在通流管的上部入口区形成了涡流，以便产生抽吸作用，正如通常转让的美国专利 No. Re. 32,562 所公开的那样，这种抽吸作用将气体从容器中顶部气体空间抽出，并使气体与向下进入通流管的循环液体混合。

用于这样的气－液混合目的的满意的涡流发展，在各种实际的操作因数中，取决于通流管顶部上方合适的液位范围的维持。如果液位上升到这个狭窄的操作范围之上，则会阻碍涡流的形成，气体吸入的速度基本上降低到零。因此，在最佳液位之上的液位进行操作可能会显著地降低 AGR 体系的气体吸入能力。而且，如果液位下降到通流管顶部以下，则气体的抽吸作用完全停止。

当反应器中的液位以大于通流管直径的约 1/2 到 1/2 在通流管之上时，AGR 的运行就不正常了。叶轮使液体液泛，使得 AGR 的涡流叶轮的抽吸作用有效地被中断。由于这种原因，AGR 并不实用。在专门的化学处理中，特别是在氢化和氯化反应器中，可变液位的应用是常见的。使 AGR 成功地适合于在可变液位反应器中，将使得在固定液位的 AGR 应用中所观察到的有益之处能在可变液位的应用中得以实现。

现有许多的方法，这些方法都旨在克服与 AGR 在可变液位应用中的使用情况有联系的问题。在美国专利 No. 5,009,816 中，两个或多个的 AGR 叶轮/通流管装置是一个摞在另一个的上面。叶轮安装在一个

普通轴上，通流管充分间隔开，以便使大量的液体流入每个叶轮的抽吸侧。设置最低的叶轮/通流管装置，以便在最低的操作液位下操作正常。在间歇生产期间，当液位增加的时候，下一个较高的叶轮/通流管装置浸没，因此开始起动。因此叶轮/通流管装置之一永远不会液泛，气体的涡流夹带机制在各个液位上有效。美国专利 No. 5,009,816 所描述的多级 AGR 概念在机械上是复杂的，并且实施起来很昂贵。在美国专利 No. 4,919,849 和 5,244,603 所描述的第二个方法中，AGR 叶轮的轴制作成空心的，在反应器最高液位上方的某一位置处，在轴上钻了一个孔。在叶轮抽吸侧附近，空心的排出管与轴相连。当叶轮旋转时，在排出管的端部产生了负压。在孔位于的气体空间和排出管端部之间的压差引起气体从气体空间沿轴流到叶轮吸入侧。

在美国专利 No. 4,919,849 中，公开了使用与空心轴相连的空心气体吸入管作为一种装置的情况，这种装置在经历可变液位操作的气－液混合操作过程期间位于非最佳液位。在许多气/液混合应用中，特别是那些特定的化学和药物学领域的应用中，容器中液位的改变是很常见的。所处理的批料量的改变，消耗或溶解的反应物体积的增加或减少，或反应进行时物料的加入或除去都会引起液位的改变。在许多过程中，能够使在容器液上空间积累的一种气体或几种气体再循环是符合需要的。在氢化和氧化方法中，这种情况尤其属实。可是，当在发生涡流的某些场合下可以将气体从液上空间抽出时，气体的吸入可能会不顺畅。

美国专利 No. 4,919,849 和 No. 5,244,603 提供了叶轮/排出管，只要所产生的压差大于管上方的液体压头，这种管使用情况就很好。可是，由于液体压头相当大，当液位变化范围很广时，可能会出现问题。

美国专利 No. 5,004,571 公开了另一个克服与可变液位应用有联系的问题的方法，该方法使用外部稳压槽和液位控制来维持反应器的液位在或接近普通 AGR 操作的最佳液位。气体分散的主要机制是利用涡流将气体空间的气体夹带入叶轮的抽吸侧。

美国专利 No. 5,451,348 公开了气－液混合的设备和方法，该设备和方法是将液体从密闭容器经过排出管进行再循环，并返回入液体中，且将排出管的真空端与顶部气体空间相连，使气体下抽入液体

中。如果液体处在操作液位，'348 专利的设备含有将顶部空间的气体向下抽吸的叶轮装置。遗憾的是，表面吸入的速度部分地是由相对于该叶轮或这些叶轮的液位所决定的。如果液位改变，则吸入气体的量也改变。在间歇处理时，通常液位能够显著地改变，最终导致了液相反应的停止。所有的叶轮系统都具有这种缺点。本发明扩大了操作范围，在不同的液位提供了较先前存在的叶轮更稳定的气体吸入。

许多的装置，例如上述的装置，因这个问题工作无效。这些装置的设计考虑到最佳的液位，在间歇操作常见的液位范围内，允许有次佳的性能。

有两种降低气体吸入速度对液位敏感性的方法。一个方法是让流体在槽中旋转。在无挡板的情况下，叶轮或几个叶轮在叶轮转动的方向上将产生大量旋转流。这个旋转流将产生一个很深的中央涡流，这个涡流可以在很广的液位范围内进行气体的吸入。

第二个方法向液体的排出侧提供液上气体。气体从液上空间向下流经空心叶轮，通过排出管流入液体中。排出管的长度和几何形状，排出管上方的液体高度和轴的转速决定了气体供给的速度。这个方法对液位也敏感，但比较小。

上述两个方法都有不足之处。第一个方法在槽中产生大量的旋转流，这对于液体的混合是不利的。这种大量的旋转流也限制了能量从叶轮向流体的有效传递。结果是传质较差。

排出管不能产生与表面吸入产生的气体吸入速度相等的气体吸入速度。此外，在气－液－固体系中，排出管的堵塞则是另外的一个危险。

具有额外装置的气体混合法和装置可以提供先进的技术，其用于使气体更完全的从顶端空间吸入，其中额外装置将气体返回送入溶液中。

因此存在着一个要求，即提供将更大量气体从顶端空间吸入的气体混合方法和系统。

本发明旨在一个使气体和液体在具有顶端气体空间的封闭容器中进行混合的方法，当条件是液位在预定的液位范围内，该方法包括使容器中的液体在利用装在容器中的叶轮装置进行循环的步骤，为的是产生抽吸作用，使气体从顶端气体空间向下抽吸并使气体与再循环液

体混合；当条件是液位在预定的液位范围之上，该方法包括使容器中的一部分液体利用装在容器中液位表面附近的辅助叶轮装置进行循环的步骤，为的是产生附加的抽吸作用，使气体从顶端气体空间向下抽吸并与再循环液体混合。

本发明还旨在一种使气体和液体在混合操作期间进行混合的设备，该设备包含的混合容器具有位于其中并能在混合容器内产生循环流模式的轴流式下抽叶轮装置和在液位表面附近位于叶轮装置上方的轴流式下抽辅助叶轮装置，前者使液体向下送至叶轮附近，后者使液体向下送往叶轮装置，叶轮装置和辅助叶轮装置使液体在叶轮装置周围连续地向下流，并沿着混合器器壁连续地向上走，从而产生了涡流，使气体在混合器内从顶端空间抽出，其条件是液体在混合容器的操作液位处。

正如本文所使用的那样，术语“静态液位”的含义指的是叶轮或其它的混合装置关闭时，混合器中液体相对于容器中某一点的液位。例如，当混合装置关闭时，如果液体在排出管上方 1.5 英寸，那么静态液位就是在排出管上方 1.5 英寸。这种静态液位与叶轮或其它混合装置在操作期间的液位相反，此时气体通过涡流从顶部空间向下抽，形成和扩展了上升液位。

正如本文所使用的那样，术语“气体缺乏”的含义指的是丧失或没有提升到液体规定区域的气体。例如，引入容器的液体越多（混合/主叶轮恒定不变），由于更多的液体发生混合，则涡流就变得越小。随着体积的增加，就会出现没有涡流的一点。这将不可能使气体按先前涡流存在时的方式从顶部空间往下抽。一般说来，液/液混合继续进行，但是气/液混合将减少，因此，在指定液体区域，引起气体的缺乏。

根据附图对本发明作进一步的说明，附图中：

图 1 是比较数据的图表，比较了在不同静态液位时由 AGR 和具有搅拌速度为 1000 转/分的辅助叶轮的 AGR 所产生的气体滞留量；

图 2 是比较数据图表，比较了在不同静态液位时由 AGR 和具有搅拌速度为 2000 转/分的辅助叶轮的 AGR 所产生的气体滞留量；和

图 3 是实例说明一个实施方案的侧面剖视图，其中为了在混合容器中的顶部气体空间和液体之间建立流体联系，实施方案使用了具有主叶轮和辅助叶轮的叶轮装置。

添加辅助叶轮，给主叶轮装置的吸入侧提供吸入气体。通常主叶轮装置包含一个轴向叶轮或配有气体分散元件的轴向叶轮。

在优选的实施方案中，本发明提供了使气体和液体在具有顶部气体空间的封闭容器中进行混合的方法。步骤包括将液体装入容器到预定的液位，留有顶部气体空间。加入气体并使气体与液体混合，以便在气体和液体之间产生预定的接触，一部分所加的气体逸入顶部气体空间。

利用位于容器中的叶轮装置使容器中的液体进行循环，当条件是液位在预定的液位范围内，会产生抽吸作用，使气体从顶部气体空间向下抽，并使气体与再循环液体相混合；也利用位于容器中液位表面附近的辅助叶轮装置使容器中的一部分液体循环，当条件是液位位于预定液位范围之上，会产生附加的抽吸作用，使气体从顶部气体空间向下抽，并使气体与再循环液体混合。

通过排出管操作的将被排回入液体中的这部分液体在排出管液位表面下连续地进行循环，以便在排出管内产生真空。

顶部空间与真空连通，以使气体从空间向下吸入排出管，在排出管中在容器的液位之下与再循环液体混合，并一同排放。

在另一个实施方案中，本发明提供了在混合操作期间使气体和液体混合的设备。该设备包括混合容器，混合容器具有位于其中并能在混合容器内产生循环流模式的轴流式下抽叶轮装置，和在液位表面附近位于所述叶轮装置上方的轴流式下抽辅助叶轮装置，前者使液体在邻近于所述叶轮装置处向下流动，后者使液体送到所述叶轮处，叶轮装置和辅助叶轮装置使液体连续地沿所述叶轮周围向下流动，并沿着混合器器壁向上流动，因此产生了涡流，从混合容器顶部气体空间抽出的气体，其条件是液体位于混合容器内操作液位处。

我们也提供了液体再循环装置，该循环装置具有一个导管（其具有在容器的较低区域将液体取出的出口段和在容器的上部区域将液体再引入的进口段），通过导管抽吸液体的泵装置和一个与导管的进口段相连的排出管，排出管具有接受再循环液体连续供给的入口，一个具有增加液体速度的节流喉的缩放喷咀，一个与节流喉相连的真空室，一个在容器液位下方的排放喷咀和排出管真空室和顶部气体空间之间的吸入连通管，因此，排出管真空室的真空将气体从顶部空间通

过吸入管抽出，与排出管中的再循环液体混合，并排入叶轮的入口。

通常，辅助装置应位于液面下方，优选地位于一个有效的距离，从而提供充分的吸入作用，使顶部气体吸入液体内。

主叶轮装置的具体实例是AGR技术，该技术引入产生轴向流的螺旋桨式叶轮和分散气体的平叶片涡轮。其它的有用的优选主叶轮构型包括只有轴向水翼或带有供分散气体的Rushton涡轮的轴向水翼。

辅助的叶轮优选地是轴向的或混合流叶轮。其它优选的辅助叶轮构型包括水翼和斜叶片涡轮。

成功地发展了使用AGR作为主叶轮装置和使用单级轴向叶轮或两个混合流叶轮（PBT）作为辅助叶轮的实验室规模，所使用的两个PBT辅助叶轮与AGR配合使用。

图1和图2表示了在两个不同搅拌速度下的比较数据。两个图比较了在不同的AGR和带辅助叶轮的AGR产生的静态液位时的气体的滞留量。数据清晰表明3英寸AGR在1000转/分在AGR通流管上方大约1.5英寸静态液位时成为“气体缺乏”，在2000转/分在通流管上方2.25英寸静态液位时成为“气体缺乏”。相比之下，辅助叶轮在通流管上方6.5英寸静态液位时提供气体的吸入。发现辅助叶轮在更低液位发现的液位处在其上的高静态液位处提供了气体的吸入。

高液位处气体吸入的增加使得辅助叶轮与AGR的结合特别好地适合于液位变化显著的间歇反应器的操作。已经证明辅助叶轮能扩大气体吸入范围和增加气体吸入的量。

除了在这些较高液位处获得的惊人高的气体滞留量外，所需要的比功率（每单位体积的功率）几乎是恒定不变的。使用附加的辅助叶轮在大致相同的比功率的条件下，可获得这些很高的气体滞留量。

这些辅助的叶轮不仅仅是附加的混合装置，主叶轮装置提供了混合作用。为了给主装置提供足够的气体以产生分散良好的气相，设计了这些小的叶轮。

图3是一个说明实施方案的侧面剖视图，其中使用具有主叶轮和辅助叶轮的叶轮装置在混合器中的顶部气体空间和液体间建立流体连通。在操作中，在辅助叶轮装置3附近形成了由液面向下的涡流6。涡流使顶部空间8的气体被吸入到液体9中。叶轮装置2使容器1中的液体流7进一步向下并再循环。叶轮装置2和辅助叶轮装置3固定

在轴 4 上，沿着方向 5 旋转。叶轮装置 2 和辅助叶轮装置 3 是下抽式叶轮装置。

应该明白，上述的说明仅仅是作为本发明的例证。本领域的技术人员在不背离本发明的前题下可以作出各种替换和改变。因此，本发明的意图就是领会所有这些符合所述权利要求范围的替换，改变和变更。

说　明　书　附　图

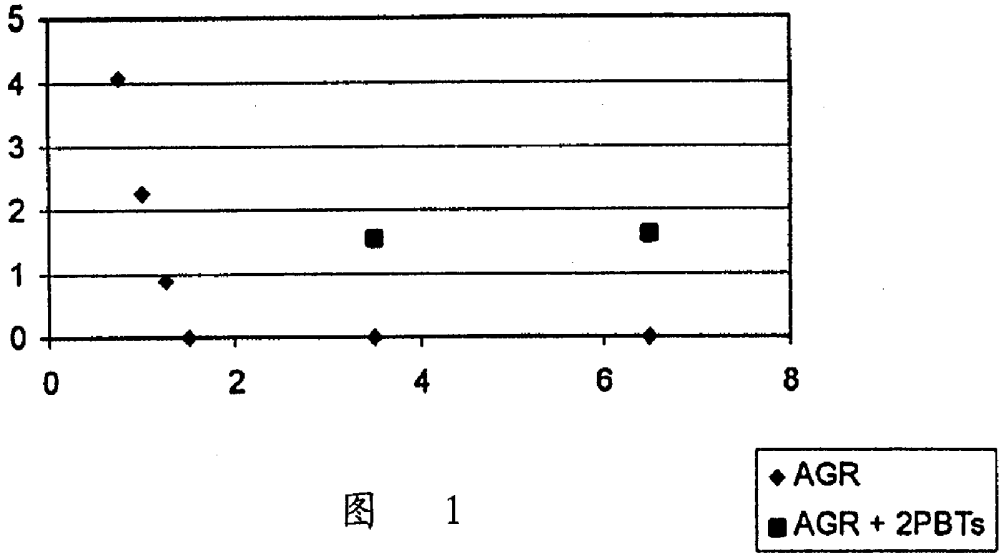


图　1

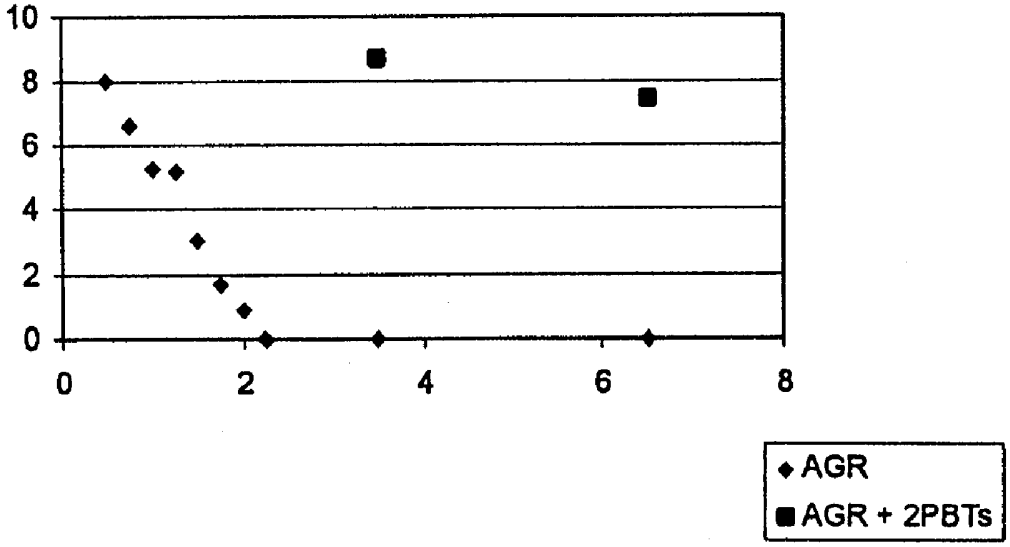


图　2

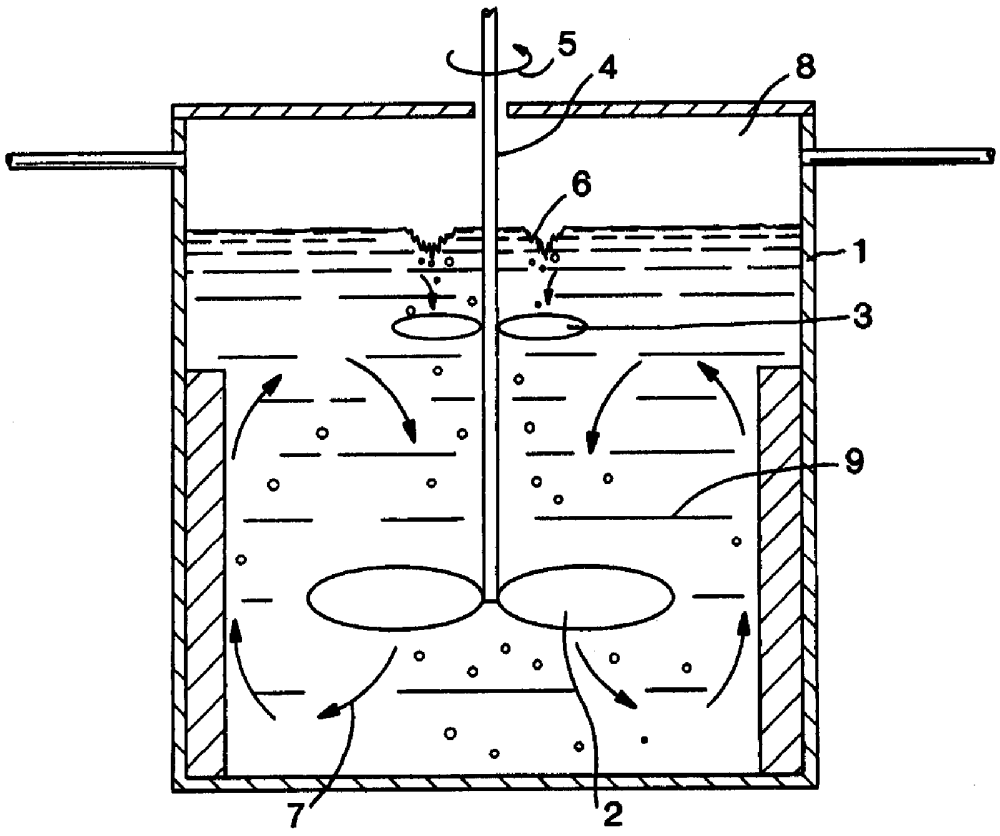


图 3