[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
C01F 11/18
B01J 19/24 B01J 10/00

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99816573.5

[45] 授权公告日 2004 年 7 月 7 日

[11] 授权公告号 CN 1156402C

[22] 申请日 1999.12.22 [21] 申请号 99816573.5
[30] 优先权
[32] 1999. 4.16 [33] US [31] 09/293,614
[86] 国际申请 PCT/IB1999/002118 1999.12.22
[87] 国际公布 WO2000/063118 英 2000.10.26
[85] 进入国家阶段日期 2001.10.16
[71] 专利权人 矿业技术有限公司
地址 美国纽约
[72] 发明人 G·D·厄尔德曼
审查员 左嘉勋

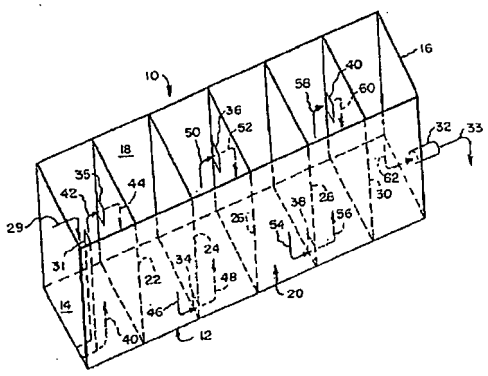
[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所
代理人 王 杰

权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 3 页

[54] 发明名称 气液连续反应的方法和装置

[57] 摘要

一种改善液体和气体之间接触的方法和装置。其使液体沿一蛇形流路沿水平和竖直方向流动并流过一长反应罐或反应器中不同腔体或站点，同时在液体流过反应罐或反应器时将反应气体引入一个或多个站点或腔体中的液体中。



ISSN1008-4274

1、一种气－液连续接触的反应器，其包括下列各部分的组合：

一个长的壳体，该壳体的轴向剖面形状通常为至少具有四个边的多边形，所述壳体用来承装一池液体；

布置在所述长壳体内的多个不同的腔体，在所述壳体中所述腔体在布置上能使所述液体从第一个腔体按顺序流到最后一个腔体；

将所述液体引入到所述第一腔体的装置以及将液体从所述最后一个腔体取出的装置；

位于所述壳体中的装置，其用来将所述液体从每一腔体的入口点大体沿一个方向导到下一个腔体的入口点，其中每一个腔体的入口点位于顶角位置或者第一腔体的底角位置，下一个腔体的入口点与前一个腔体的入口点反向相对；以及

将反应气体引到所述一个或多个腔体中、流过所述腔体的液体的液面之下的装置。

2、根据权利要求1的气液连续接触反应器，其为一个反应器，该反应器包括一个将反应气体引到所述一个或多个腔体中、流过所述腔体中液体液面之下的装置.

3、根据权利要求1或2的气液连续接触的反应器，其包括将所述反应气体引入所述每一个腔体的装置.

4、根据权利要求1或2的气液连续接触的反应器，其中所述引入所述气体的装置通常布置成与所述液体的总体流路相垂直.

5、根据权利要求1的气液接反应器，其包括收集从所述液体渗出的反应气体的装置.

6、根据权利要求5所述的气液连续接触的反应器，其包括将所述收集起来的气体再循环到所述反应器之一或整个流程其它部分的装置.

7、根据权利要求1所述的气液连续接触的反应器，其包括将液体从所述一个或几个腔体排出的装置，其用来将液体再循环到液体从中

排出的一个腔体中或者再循环到所述反应器中其它任何腔体中.

8、根据权利要求1所述的气液连续接触的反应器，其在构造和布置上能使反应器内液体的平均深度至少保持在25mm.

9、根据权利要求8的气液连续接触的反应器，其在构造和布置上能使反应器内液体的平均深度在25mm到9m之间.

10、一种增强气液间接触的方法，其包括以下步骤:

a、使所述液体在一通常为长的、顶部开口的反应器中沿着确定的通路从入口点流到出口点；使所述液体大体上沿着一蛇形通路流过所述反应器内的多级或多个腔体，所述蛇形流路应能使所述液体在每一个腔体内沿水平和垂直移动；以及

b、在所述液体流过的所述腔体中，应将所述气体至少引入到其中一个所述腔体的所述液体中.

11、根据权利要求10的方法，其包括:将所述气体引入到所述每一个腔体的所述液体中.

12、根据权利要求10或11的方法，其包括:回收那些从所述液体溢出的气体.

13、根据权利要求10或11的方法，其包括:使所述反应器内液体的平均深度至少保持在25mm.

14、根据权利要求12的方法，其包括:将所述收集到的反应气体再循环到所述一部分液体中或者所述方法的其它任何部分中.

15、根据权利要求10或11的方法，其中气体为反应气体.

16、如权利要求15的方法，其包括:将所述一种反应气体引入到所述每一个腔体的所述液体中.

17、一种由水和氢氧化钙的液体混合物制取沉淀碳酸钙的方法，其包括以下步骤:

使所述液体在一通常为长的反应器中沿着确定的通路从入口点流到出口点；使所述液体大体上沿着一蛇形通路流过所述反应器内的多级或多个腔体，所述蛇形流路应能使所述液体在每一个腔体内沿水平和垂直移动；以及

在所述液体流过的腔体中，应将含有二氧化碳的反应气体至少引入到其中一个所述腔体的所述液体中。

18、如权利要求17的方法，其包括：回收那些从所述液体溢出的反应气体。

19、如权利要求17的方法，其包括：使所述反应器中的液体平均深度至少保持在25mm.

20、如权利要求18的方法，其包括：将所述收集到的反应气体再循环到所述液体中.

21、如权利要求17的方法，其中生产的沉淀碳酸钙具有可控晶体结构.

气液连续反应的方法和装置

发明背景

本发明涉及连续式反应器的方法，特别是涉及利用这类反应器来影响液体和反应气体之间反应的方法。

在沉淀碳酸钙的生产中，传统方法是采用间歇式反应器、连续搅拌式反应罐（CSTR）或者管线型活塞流式反应器来使水和氢氧化钙的液浆与二氧化碳接触从而合成具有特定性能的沉淀碳酸钙。

连续式搅拌反应罐需采用机械搅拌器并将反应气体直接引入液体来获得所需的反应。连续式搅拌反应罐在根据液体与反应气体接触所生产出的产品而确定的预定的温度、压力和搅拌速率下操作。通常连续式搅拌反应罐在尺寸上都有限制。为了获得更高的系统产量或者更规模经济，必须采用多个反应器。

活塞流式反应器通常是一种充满了液体的长管形反应器，其中的液体通常沿直线方向流入所引入的反应气体中。活塞流式反应器通常来说非常贵，因为它们需要一根很长的管道并且在特定的场合中还要使用高纯度的气体。使用高纯度气体是因为两个原因，这就是避免成渣以及为了能够采用更小尺寸的管道。

现在已有多种技术来生产颗粒尺寸可以控制的沉淀碳酸钙，这些技术应用于不同的应用场合，特别是应用于纸张的处理中。

美国专利 US2,538,802 公开并请求保护了一种采用二级双碳酸化器并以所要求的颗粒尺寸来连续生产沉淀碳酸钙的方法。（专利权人给出了当时即 1951 年前所能获得的其它反应器的详细信息。）

美国专利 US3,150,926 公开并请求保护了一种使用具有双螺旋运输器的长反应器生产沉淀碳酸钙的方法，其中双螺旋运输器将浆液从反应器的入口端移到出口端。叶片及纵向叶片用来将原料移过反应器，其中专利权人将流型描述成：“其像一岩石和圆曲流，其中该流除了

在障碍处和圆曲处形成回流、漩涡以及涡流从而使流速减速慢同时使整个流体保持恒定的搅拌状态之外，整个流基本沿一个方向流动。”专利权人还将这种作用描述成“机械式流化床”。该反应器为封闭的，二氧化碳从反应器的底部引入所谓的碳酸化区。

美国专利 US4,133,894 公开并请求保护了一种用来制备颗粒尺寸小于 0.1μm 沉淀碳酸钙的多级、多容器方法。其中公开了多个不同的加工参数。

美国专利 US4,888,160 公开并请求保护了一种采用搅拌反应罐来制备各种沉淀碳酸钙产品的方法。该专利公开了各种参数的控制，如 pH 值、浆体的组成、温度、反应气体的纯度，其中还公开了利用抑制剂来获得所需颗粒形状的内容。

其它以不同的流动形式将气态反应剂引入浆液的反应器在这里以举例包括：美国专利 US2,000,953、US2,704,206、US3,045,984、US3,417,967、US3,856,270、US4,313,680 以及 US4,514,095 中所公开的反应器。前述所有的反应都采用复杂的机构来使流过反应器的浆液在运动或方向上发生改变从而增强气－液接触。

这就需要一种使气液接触更好的方法以及一种改进的装置，该装置构造容易并能更为经济地实现该方法。

发明概要

本发明涉及一种改善液体和气体之间接触的方法和装置，其中的液体和气体中有一个为反应剂、或者两者都是反应剂。本发明的方法是使液体以蛇形流路流过反应器，这样当液体从本新式反应器的一个站点、段、级、区域或者腔体流到另一个站点、段、级、区域或者腔体时，该蛇形流路可使液体在水平及垂直方向上移动。当液体在蛇形流路中移动时，气体从每一区域的至少一点优选为多点引到移动液体的液面以下。本发明的反应器在设计上能使液体在水平和垂直方向蜿蜒运动（曲折流动）从而有效流过反应器中各个腔体。气体可以引到任何一个腔体或所有腔体的液体中。

反应器中腔体可做成一行或者并排布置的多行，并且反应器可水平进行不同的组合或者嵌套组合以达到所要求的气液接触。实际上腔体可布置成任何形式以满足厂房内特定的布局要求，只要流路如前所述是在多个腔体中穿行就行。因此，本发明的反应器可具有任何数量的腔体，这些腔体在给定的反应器中可布置成任意的行数。该反应器可以是按顺序相连的多个反应器或模块从而使整个反应器内形成的连续流路能达到所需的长度。

因此，本发明的一个方面是一种气－液连续接触反应器，其包括下列各部分的组合：一个长的、外形大体为四边形的壳体，该壳体用来承装一池液体；布置在罐内的多个独立的腔体，该腔体在布置上能使液体从第一个腔体顺序流到最后一个腔体；将流体引入第一腔体的装置以及将液体从最后一个腔体取出的装置；在壳体中将液体从每一个腔体的入口点大体沿一方向导到下一腔体出口点的装置，其中每一腔体的入口点位于顶角位置或者斜对的底角，下一腔体的入口点与前一个腔体的终止点反向相对；以及将气体，任选将反应气体引入一个或多个腔体中并引到流过该腔体的液体的液面之下的装置。当气体并非反应气体时，液体通常由反应剂的合流构成。本发明的另一方面涉及一种增强气（如反应气体）液之间接触的方法，其包括以下步骤：使液体在一通常为长的容器中沿着限定的通路从入口点流到出口点，并使液体大体上沿着一蛇形通路流过容器内的多级或多个腔体。该蛇形流路应能使液体沿水平移动并交替地在每一个腔体内从上到下或者从下到上移动。并且在液体流过的腔体中，至少应将气体引入到其中一个腔体的液体中。

本发明进一步包括下面可选的使气体再循环的步骤，例如将未反应的、收集起来的反应气体返回到液体中或者返回到整个流程的其它部位。比如，在沉淀碳酸钙的生产中，从反应池中的溢出的、在池中与水中的氢氧化钙进行反应的二氧化碳可收集起来并再循环到将新鲜二氧化碳引入流程的压缩机、鼓风机或者风扇。

本发明的另一方面是一种沉淀碳酸钙，其可具有任何已知的晶体

结构如方解石、文石的晶体结构或者是方解石结构沉淀碳酸钙和文石结构沉淀碳酸钙的混合物；其由含有氢氧化钙和水的液体与含有二氧化碳的反应气体反应形成；该碳酸钙的生产是通过将液体在通常为长的容器中沿一确定的流路从入口点流到出口点来实现；并且应使液体大体上沿着一蛇形通路流过容器内的多级或多个腔体；该蛇形流路应能使液体在每一个腔体内沿水平和垂直移动；并且在液体流过的腔体中，至少应将气体引入到其中一个腔体的液体中。

本发明还涉及一种将含有氢氧化钙和水的液体与含有二氧化碳的反应气体反应来生产具有可控晶体结构的沉淀碳酸钙的方法，其包括以下步骤：将液体在通常为长的容器中沿一确定的流路从入口点流到出口点；使液体大体上沿着一蛇形通路流过容器内的多级或多个腔体，该蛇形流路应能使液体在每一个腔体中能够沿水平和垂直移动；并且在液体流过的腔体中，至少应将气体引入到其中一个腔体的液体中。

附图简要说明

图 1 为液体流过本发明反应器一部分的轴侧示意图；

图 2 为本发明反应器的轴侧示意图，其展示了反应罐内各个腔体或者各个部分的一种布置；

图 3 为本发明图 2 中装置的正面示意图；

图 4 为图 3 中带有顶盖和排放系统的装置的俯视平面图，其中流体再循环系统没有示出。

发明的详细描述

参见图 1，反应器 10 的基本结构大体为一个具有端壁 14、16 和侧壁 18、20 的长反应罐 12。尽管反应罐 12 可采用任何由四个侧壁组成的固定（solid）多边形结构，然而其纵向横截面的形状大体优选为正方形或者矩形。罐 12 带有一个流体入口 31，该流体由箭头 29 表示，而出口管道 32 则用来将处理后的产品排出，该产品由箭头 33 表示。罐 12 内沿着罐 10 的整个长度间隔有多个内部折流板 22、24、26、28

以及 30，从而将罐体分成大小基本相同的六个腔体（模块、部分、级、室、区域等）。折流板 22、24、26、28 以及 30 的间距可以随意选择，这样腔体就可具有不同的尺寸，当然也可等距分布以形成尺寸相同的腔体。本发明的反应器可包含任何数量的腔体，它们可纵向排列也可并排成行，一行腔体的数量或者罐内腔体的数量由反应器内所要进行的工艺流程来确定。附图中所展示的、具有不同数量的、并排成行的腔体仅出于示意和解释发明的目的。任何反应器内腔体的总数可从 2 到 N 个，这里的总数，如上所述由所采用反应器的工艺流程来确定。折流板 22、24、26、28 以及 30 分别具有通道 35、34、36、38 以及 40，它们要么如通道（通口或通孔）35（折流板 22）所示被置于折流板的上端，要么如通道 34（折流板 24）所示被置于后续折流板的对底角。考虑到本说明书的不确定性，本发明基于反应气体进行描述。显然，除非说明书中另有限定，本说明同样适用于合并后的反应剂流以及非反应气体。

在图 1 的示例中，由箭头 29 表示的流体通过入口 31 被引入后导到罐 12 的底部，其中从前壁 14 到后壁 16 的流路分别按箭头 40、42、44、46、48、50、52、54、56、58、60 和 62 所示的顺序依次从罐 12 的第一腔体、室或区流到下一个腔体、室或区。流体的入口位于反应器顶壁、底壁之间的任何位置都在本发明的保护范围之内。如箭头所示，流体通常从一个腔体的底部流到该腔体的顶部，接着从该顶部通道流出再向下流过下一个腔体，之后流体从后面这个腔体的底部流出从而形成一条蛇形通路，并且如图 1 所示，在流体流过罐 12 时，该蛇形通路同时在垂直、水平方向移动。也可将其看作流体从入口 31 到出口管道 32 迂回流过反应器。

图 2 所示为一反应器 70，该反应器由前壁 72、后壁 74、侧壁 76 以及相对的另一侧壁 78 构成，其纵截面通常为矩形。该反应器 70 还包括一个纵向的折流板 80，该折流板从反应器的前壁 72 一直连续不断地延伸到后壁 74。纵向折流板 80 包括一个水平通道 82，该通道的用途将在后面进行解释。

反应器 70 还包括一系列水平的垂直折流板 84、86、88、90、92、94、96、98、100、102、104、106、108、110，这样包括前壁 72 和后壁 74 在内，反应器 70 被分成 16 个不同的室。入口管 112 与折流板 84、纵向折流板 80、壁 72 和壁 76 所形成的腔体相通。出口管 114 与折流板 110、壁 78、纵向折流板 80 和壁 72 所形成的腔体相通。内部折流板 84、86、88、90、92、94、96、98、100、102、104、106、108、110 都带有如虚线所示的交变通道，这样流体就会以图 1 所示的流型从第一腔体的入口管 112 流到最后一个腔体的出口管 114。这样，反应器即可做成任何长度，或流体可如图 2 所示自己进行回流，从而用户可利用前向和逆向的流路将反应器的整体长度缩短，这样就能将反应器装在有限的空间内。图 2 所示的反应器可与另一个不同结构的反应器相连，比如与具有不同数量腔体的反应器相连，或者与反应器 70 相同的反应器相连，这样出口 114 需与第二个反应器（图中未视出）的入口相连。

如前所述，本发明的反应器可具有任意数量的、具有不同尺寸的腔体，该腔体可在一个单元或模块中排列成一行也可排列成并排的几行。该反应器可做成一个单元或模块，也可做成多个串联的单元或模块。当没有空间限制时，反应器中的所有腔体可做一行，这样所形成的一个模块也就是一个反应器。然而，当反应器所安装的地点有空间限制时，反应器可由多个模块构成，这些模块依次连接从而在反应器中形成一条连续的流路。这时，每一个模块在每一行都具有给定数量的腔体并且各行腔体都布置成并列的形式。这些模块可布置成水平的、垂直的、或者水平加垂直的阵列，只要流路能如这里所述穿过每一个模块并穿过整个反应器就行。

参见图 3 和图 4，所示反应器 70 具有两行腔体（图 4），每一行都具有 9 个区或者 9 个腔体，这样所形成的反应器在罐中就具有 18 个区。反应器 70 上带有可打开的盖 118 和一个总管 120，总管在罐体一侧或一条上分出或伸出多根反应气体的引气管 122、124、126、128、130、132、134、136 以及 138，总管在罐体另一侧或另一条上分出或

伸出另一组引气管 123、125、127、129、131、133、135、137、139，其在图 4 中用点表示。

管道 120 用来将箭头 140 表示的反应气体引入液体中。由于支管如 122 伸到 142 所示的液位之下，这样气体就被引入到分立的腔体的液体中。操作中可使其中一根或所有的引气管，这取决于所需反应的本质以及被接触的原料。如图 4 所示，一根入口管可被分成多个支管 144 和 146 以便将反应气体引入液体中。从液体 143 渗出（溢出）的反应气体可用收集管 148 收集，收集管 148 再与一个泵或其它排空设备 150 相连，以形成排出物 152，该排出物经进一步处理后将反应气体回收，还可直接用作该方法其它部分的反应气体，或者直接用于大型整套工艺方案其它部分的温度、压力或成分控制，这些用法取决于气液接触反应的效果。还可将气体收集并再循环从而与新进的、准备引入流程的反应气体混合。比如，可将一根支管（图中未示出）安装在管道 148 上，并用一个辅助风扇来抽吸、再循环该排出气体。还可利用排气设备 150 来再循环该排出气体。

如图 3 所示，流体入口由箭头 154 表示，流体出口由箭头 156 表示（在图 4 中）。作为选择，该系统可包括一个由排液管 160、再循环泵 162 以及输送管道 164 构成的再循环回路 158，并且该回路可置于任何腔体中从而将该腔体中的液体取出并将其循环到其它任何腔体中，即可从反应器或气液接触器的中部取出液体并送到入口处或第一个模块或腔体中。还可在腔体之间形成多条再循环管线或管路以提高整个流程的效果和最终产品的质量。每一腔体中的液体深度在图中出于展示的目的是一样的，然而这一点并非是必须的。根据每一块折流板上槽口或通道设计（如，形状、尺寸、到反应器底面的距离）的不同，每一腔体的液位可有所不同，第一区或腔体的液位大于最后一区或腔体的液位。

由此可见，本发明的方法用所示的反应器来将液体反应剂泵入容器（比如 70）的给料端或者第一端的，同时将反应气体经各个喷管 122 以及后面的喷管引入其中。液体按流型顺序流过各个腔体（区）（在

图中是从左到右），以蛇形斜跨过（交替上／下）或流过每一个腔体，从而使气液接触达到最大并有助于液体以及液体中所含固体颗粒的混合和运输，从而更好地与引入液体的反应气体进行反应。

从液体 143 溢出的气体在容器或反应器 70 的顶部由盖或顶 118 收集起来。排气（通风）泵 150 与顶 118 一起形成一个动态密封，从而防止气体渗漏到周围大气中去。

开始启动时，反应器 70 装满液体反应剂如水，这样液体反应剂会从出口管 156 溢流出去。这时，启动气路，如箭头 154 所示将反应原料引入反应器的入口。如图所示，气体可通过一个小型压缩机、鼓风机或者风扇从一个气源（图中未示出）输送流过各个管道，该气源可以是一股现场废流也可是其它类似的气源。然而，由高压贮气设备如气缸、管道或者由存贮液体直接气化所形成的反应气体的直接气源也在本发明的保护范围之中。

本发明的反应器可构造成反应器中液体的平均深度从大约 1 英寸（2.54 厘米）到大约 360 英寸（9.14 米）。

还可将反应器出来的气体经管道 152 取出并将其用于下游的工艺流程中以校正或控制工艺参数如温度、压力和／或 pH 值，或者从排气中将热量回收并重新用于该工艺流程中，或者将排气再循环回本工艺流程中从而使本工艺流程的利用达到最大。

本发明的反应器可用来生产沉淀碳酸钙，该碳酸钙可用作纸张增白剂。众所周知，商用沉淀碳酸钙可生产成各种各样的颗粒形式（形态），这取决于待加工的纸张的应用以及造纸厂的要求。

本发明的反应器还可用来生产造纸用的填料和挂面纸板（liner-board）制造中所用的填料，其也可用于其它非造纸的场合中，如塑料、密封剂以及沉淀碳酸钙的其它应用中。

本发明的反应器经制造和测试后，其内部整体尺寸为 7.3 英尺（2.22 米）长、9.25 英寸（23.49 厘米）宽，并具有 14 个腔体或区域。如图所示，腔体在构造时，每两个腔体之间都带有通道，这样反应器中液体的额定深度就保持在 3 英尺。反应器的布置为：区域 1 到

4 的长为 2.625 英寸(6.66cm),区域 5 到 13 长 7.25 英寸(18.39cm),区域 14 的长则是 11.625 英寸(29.52cm)。该反应器包含一条或一行腔体,然而如前所述以及如下测试结果所示,也可采用各种不同结构的腔体或腔体模块。

表 1 为上述反应器目标参数及实际运行参数的对比结果。

表 1

		实际的实验条件
运行数	-	4
气体温度	°F(℃)	68.00(20)
气体基准压力	psig	0.00
气体总流量	cfm(Lm)	60.00(1699)
CO_2 气体的浓度	vol%	15.00
CO_2 流量	cfm(Lm)	9.02(255.4)
CO_2 流量	lb/min(g/min)	1.03(466)
气体效率	%	51.58
PCC 率	lb/min(g/min)	1.21(548)
PCC 率	lb/h(kg/h)	72.45(32.82)
平均熟化 MO	ml-1N-HCl	7.90
熟化进料率(Slake Feedrate)	gpm	1.83
SSA	m^2/g	4.40
产品形态	-	文石
反应器总容积	gal(L)	122.55(463.88)
区域数	-	14.00
区域体积,区域 1-4	gal/zone(L/zone)	3.68(13.92)
区域体积,区域 5-13	gal/zone(L/zone)	10.17(38.49)
区域体积,区域 14	gal/zone(L/zone)	16.31(61.73)

从表 1 中的数据可以看出本发明的反应器可用来生产具有确定的晶体结构的沉淀碳酸钙(PCC)。反应器的实现参数接近或超过目标参数。在实测条件下,本发明的反应器相对于目标值显示出更高的生产

率。这种连续式反应比间歇式反应器更容易获得并且尺寸更小，从而可使单位消耗降低。

本发明在前述是以沉淀碳酸钙的生产为例进行的描述。然而本发明的方法和装置还可用于气体被引入液体并与液体或者液体中的组分进行反应其它场合中。

比如，本发明通过将污液引入反应器并将氧化剂如空气、氧或者空气和氧经引气管引入反应器中而应用于污水的处理中。

应用本发明的方法和装置还可将溶液中的铁粒氧化以形成各种氧化铁的化合物。

在另一场合中，液体可用反应剂如氯化氢处理，其中空气被引入引气管，从而有助于流质悬浮流过反应器，其中的反应如下：

$C_5H_{11}OH+HCl=C_5H_{11}Cl+H_2O$

$HCl+NaOH=NaCl_2+H_2O$

$Fe+2HCl=FeCl_2+H_2$

$CaCO_3+H_2SO_4=CaSO_4+H_2O+CO_2$

本发明方法和装置可用来加强气／液之间的反应，其中反应气体（如 CO_2）和空气的混合物用来使流质悬浮并流过反应器。这种反应器在这里举例包括：

$NaOH+CO_2=NaHCO_3$

$2NaOH+CO_2=Na_2CO_3+H_2O$

$Ca(OH)_2+CO_2=CaCO_3+H_2O$

$Mg(OH)_2+CO_2=MaCO_3+H_2O$

因此，本发明的反应器可设计成水平布置、开槽式的、活塞流式反应器，其在产量上可与间歇式气液反应器相比，并超过批处理式气液反应器。本发明的反应器不需压力容器，也不需机械搅拌，从而不需要昂贵的电机。而电机会增加传统连续式搅拌反应罐或者间歇反应器系统的投资、维护成本以及操作成本。

本发明这里所描述的反应器可提供一种更为经济有效的方法来生产产品例如具有更高固体浓度的沉淀碳酸钙。

利用本反应器来生产其它需要气液反应器的产品同样也落入本发明的保护范围。

本发明所请求保护的范围由权利要求书来确定。

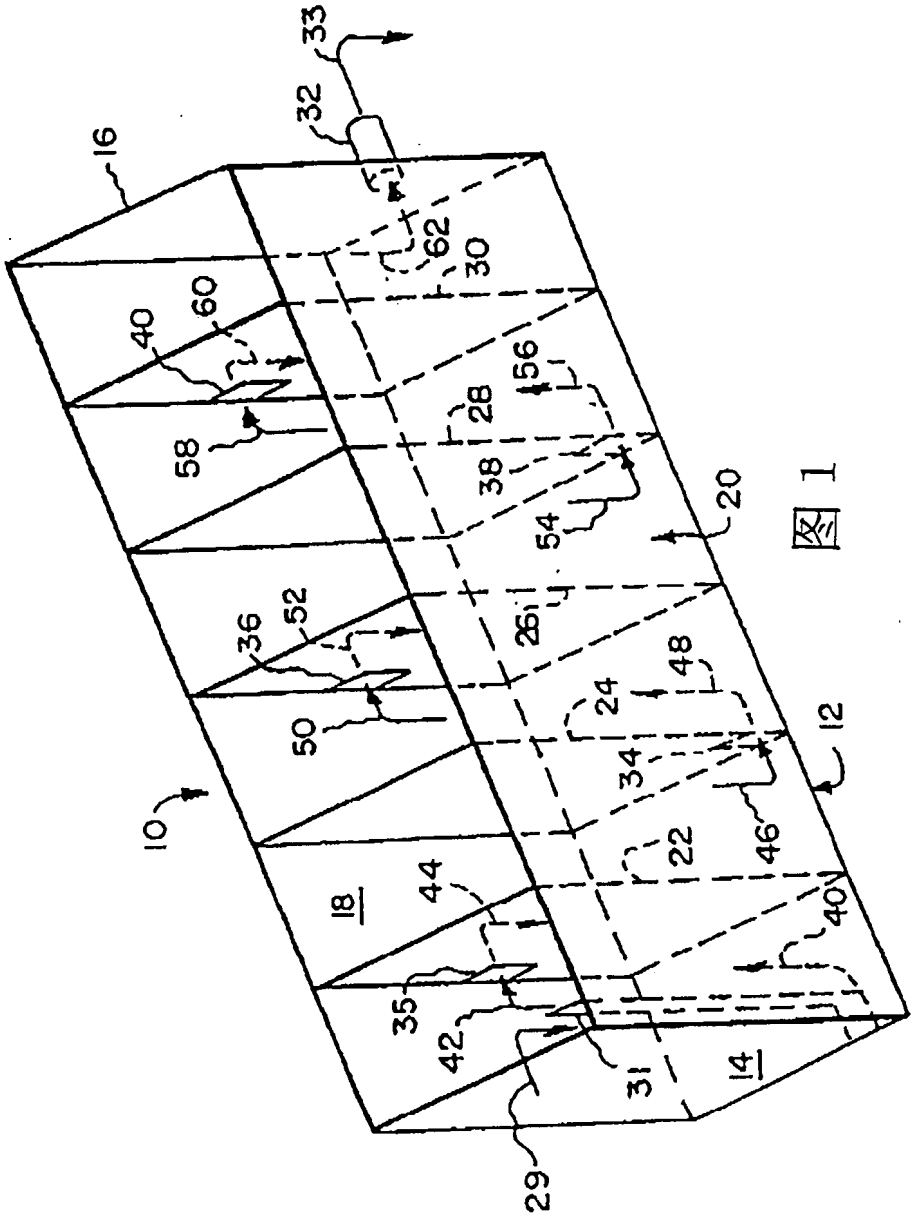

33
32
16
62
30
60
40
58
28
56
38
54
20
36
52
26
48
50
24
12
34
10
46
22
18
44
40
35
42
31
14
29

图 1

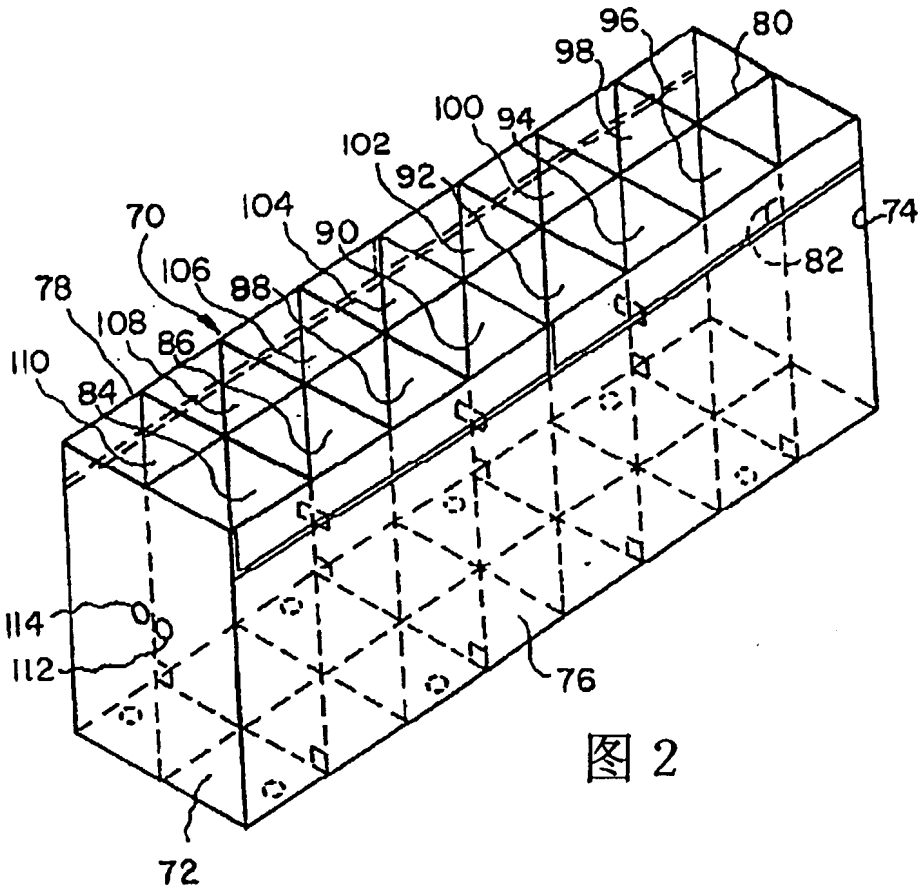

96
80
98
100
94
102
92
70
104
90
74
106
88
82
78
108
86
110
84
114
112
76
72

图 2

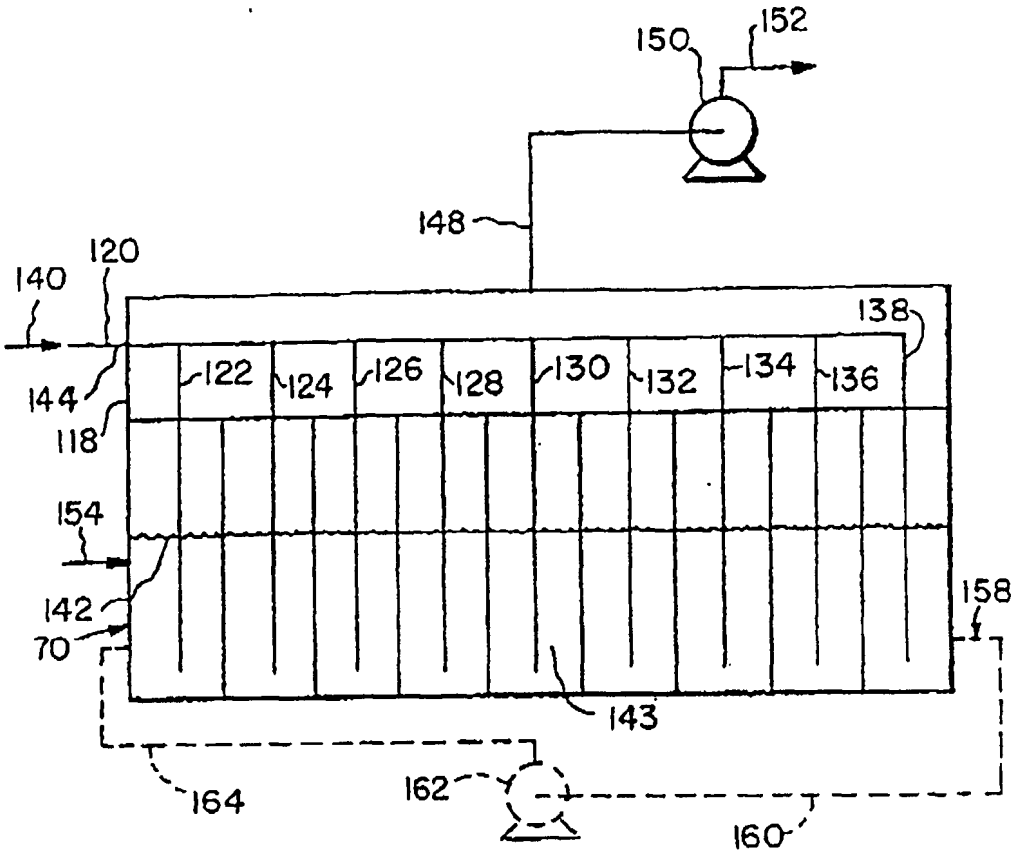

150
152
148
120
140
138
122
124
126
128
130
132
134
136
144
118
154
142
158
70
143
164
162
160

图 3

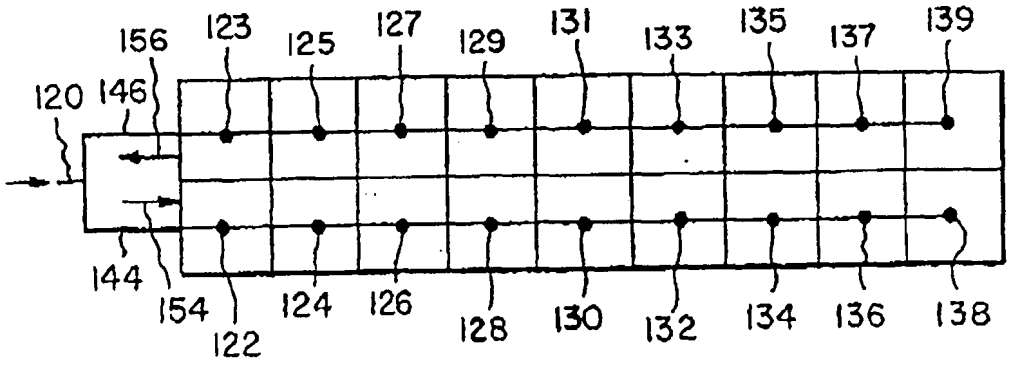

156
123
125
127
129
131
133
135
137
139
120
146
144
154
122
124
126
128
130
132
134
136
138

图 4