

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

C08F 2/34

B01J 8/24



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99815599.3

[45] 授权公告日 2004 年 6 月 30 日

[11] 授权公告号 CN 1155623C

[22] 申请日 1999. 11. 12 [21] 申请号 99815599. 3

[30] 优先权

[32] 1998. 11. 12 [33] FI [31] 982456

[86] 国际申请 PCT/FI1999/000941 1999. 11. 12

[87] 国际公布 WO2000/029452 英 2000. 5. 25

[85] 进入国家阶段日期 2001. 7. 12

[71] 专利权人 波利亚里斯技术有限公司

地址 芬兰波尔沃

[72] 发明人 J·基维莱 K·尼福尔斯

审查员 秦 艳

[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 杨丽琴

权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 2 页

[54] 发明名称 聚合反应器出料方法及设备

[57] 摘要

从连续操作的气相反应器中排出聚合物的方法和设备，其中在包含活性催化剂的流化床中聚合至少一种单体，活性催化剂由悬浮在流体中的催化剂和聚合物颗粒形成，所述的流化床限定了所述反应器中的流化床液位。本发明包括从反应器连续排出聚合物粉料；在聚合过程中调节聚合物粉料的出料速率以保持恒定流化床液位。通过本发明，聚合物的出料可以实现对聚合反应无任何干扰的真正的连续出料。聚合物的排出速率可根据聚合的进行灵活地调节，而且如果反应器的生产能力增加，也能容易地按比例提高。

ISSN 1008-4274

1. 在连续操作气相反应器中生产聚合物的方法，包括：
 - 在由悬浮在流体中的催化剂和聚合物颗粒形成的包含活性催化剂的床中聚合至少一种单体，所述床限定了所述反应器中的流化床液位，
 - 从反应器中连续排出聚合物粉料；
 - 在聚合过程中调节聚合物粉料的出料速率以保持恒定的床液位；以及
 - 从反应器中排出或单独回收颗粒聚集体。
2. 根据权利要求 1 的方法，其中通过使用连续操作的控制阀调节聚合物粉料的出料速率。
3. 根据权利要求 2 的方法，其中连续操作的控制阀是球阀、V-球阀或软管阀。
4. 根据权利要求 2 或 3 的方法，其中通过与控制阀相连的出口喷嘴排出聚合物粉料，并且，所述喷嘴配置有同平面装配在反应器壁的格栅以阻止团状物进入管道。
5. 根据权利要求 2 或 3 的方法，其中通过使用从床液位控制器得到的控制信号调节控制阀的操作。
6. 根据权利要求 2 或 3 的方法，其中调节控制阀以提供脉冲式操作来防止阀门堵塞。
7. 根据权利要求 1 或 2 的方法，其中聚合物粉料从流化板上某处连续排出。
8. 根据权利要求 1 或 2 的方法，其中聚合物粉料从床液位下某处连续排出。
9. 根据权利要求 1 或 2 的方法，其中使用吹扫气流不连续地反向吹扫出料管线和控制阀。
10. 根据权利要求 1 或 2 的方法，包括：
 - 使用具有流化床的机械混合段的气相反应器，以及
 - 从所述混合段连续回收聚合物粉料。
11. 根据权利要求 1 或 2 的方法，其中聚合物粉料与气体一起从反应器中排出，气体从聚合物粉料中分离且分离后的气体循环到反应器中。

12. 根据权利要求 1-11 中任意一项所述的方法, 其中也可以使用不连续出料设备从反应器中单独地排出聚合物粉料。

13. 根据权利要求 1-11 中任意一项所述的方法, 其中使用具有不连续操作出料阀的出料管线从反应器排出聚合物聚集体。

5 14. 从连续操作气相反应器中排出聚合物的方法, 其中在由悬浮在流体中的催化剂和聚合物颗粒形成的包含活性催化剂的床中聚合至少一种单体, 所述床限定了所述反应器中的流化床液位, 包括:

—从反应器连续排出聚合物粉料;

10 —将排出的聚合物粉料送料至收集罐, 其中块状物从细分的聚合物粉料中分离, 并且至少一部分气体从固体物质中分离;

—回收块状物, 以及

—在聚合过程中调节聚合物粉料的出料速率以保持恒定的床液位。

15 15. 根据权利要求 14 的方法, 其中分离的气体再循环到反应器中, 所述的收集罐装配有回流阀用于调节再循环到反应器的气流。

16. 根据权利要求 15 的方法, 其中通过反应器的流化床液位控制回流阀。

17. 根据权利要求 16 的方法, 其中通过使用连续操作的控制阀控制反应器中聚合物的液位。

20 18. 根据权利要求 14-17 中任意一项所述的方法, 其中收集罐装配有用于分离块状物的筛。

19. 根据权利要求 14-17 中任意一项所述的方法, 其中催化剂作为包含聚合物和活性催化剂的物流与反应介质一起供给到气相反应器。

25 20. 根据权利要求 19 的方法, 其中催化剂从淤浆反应器供给到气相反应器。

21. 根据权利要求 20 的方法, 其中淤浆反应器是环管反应器。

22. 根据权利要求 14 的方法, 其中单体选自 C_2-C_{16} 烯烃及其混合物。

30 23. 根据权利要求 22 的方法, 其中单体选自乙烯、丙烯、1-丁烯、4-甲基-1-戊烯、1-己烯、二烯烃、环烯烃及其混合物。

24. 根据权利要求 14-17 中任意一项所述的方法, 其中连续排出的聚合物直接或间接地供给另一个气相反应器。

25. 根据权利要求 14-17 中任意一项所述的方法, 其中收集罐与气体分离器相连, 所述聚合物粉料从收集罐气动地传送到气体分离器。

26. 从连续操作的气相反应器排出聚合物的设备, 其中在由悬浮在流体中的催化剂和聚合物颗粒形成的包含活性催化剂的床中聚合至少一种单体, 所述床限定了所述反应器中的流化床液位, 所述设备包括:

—与气相反应器的流化床相连的出口喷嘴,

—与出口喷嘴相连的收集罐, 用于从固体物质分离气体, 并且装配有收集块状物的筛和用于块状物的单独的出料喷嘴;

—用于调节经出口喷嘴从反应器排出的聚合物粉料的量的连续操作阀; 以及

—用于控制在聚合过程中调节聚合物粉料出料速率的阀的操作的装置, 以保持恒定的床液位。

27. 根据权利要求 26 的设备, 其中连续操作的阀与收集罐连接。

28. 根据权利要求 26 或 27 的设备, 其中收集罐包括通过气体通路
与气相反应器相连的气体空间。

聚合反应器出料方法及设备

发明背景

5 发明领域

本发明涉及一种在连续操作聚合反应器中生产聚合物的方法。特别地，本发明涉及一种从流化床聚合反应器中以高产量连续排出固体聚合物粉末的方法。本发明还涉及用于从流化床聚合反应器连续排出聚合物粉末的设备。

10 相关技术介绍

在本领域中，已知有很多方法用于在流化床反应器中制备聚合物。所述方法在例如欧洲专利说明书 0 517 868，美国专利 4 543 399 及欧洲专利说明书 0 381 364 中已有叙述。该方法主要用于生产聚乙烯，但也可以被改进以用于制备其它聚烯烃，例如聚丙烯。在
15 欧洲专利说明书 0 517 868 叙述的方法中，流化床反应器在两反应器串联系统中作为第二反应器，而在上述其它方法中，它是独立的反应器。

传统的气相流化床反应器包括通常具有垂直中轴的延长的反应器主体。单体在位于反应器主体底端的流化床格栅上的流化床聚合。包含单体、任选的 α -烯烃共聚单体、氢气和惰性气体的气体流通过
20 流化床格栅引入流化床底部。未反应的气体从流化床顶部被收集、冷却并循环到反应器的底部。聚合物产品从流化床格栅上方反应器的较低部分排出。活性催化剂或者作为新鲜的催化剂，或者作为预聚阶段的聚合物颗粒，其中，活性催化剂被分散，被引入流化床。

用于 α -烯烃聚合的气相反应器的聚合体系包括由含活性催化剂
25 的聚合物颗粒及气态反应介质组成的流化床。流化床可以通过机械混合或搅拌反应器中的内容物保持流化状态，除此之外或作为选择，可以通过将气态单体，即烯烃，和/或惰性反应介质（如氮气和/或易挥发的烃）吹送入反应器来保持流化状态。在流化床方法的情况下，需要气体的速率足以支撑或流化聚合物颗粒。液态的单体和/或惰性反
30 应介质也可引入聚合体系中，并且当气化所述单体和/或反应介质时，聚合反应可以进行。如 EP-A1 0 024 933 所公开的方法，未反应的单体和/或惰性反应介质可以部分或全部被液化并且以液态形式

循环到聚合体系中。

如美国专利 4,803,251 所公开的, 在气相反应器中偶尔会形成片状物。该片状物是颗粒聚集块, 其厚度为约 6-15mm、长度为约 30-150cm、宽度为 7.5-45cm 或更宽。片状物由熔融的聚合物组成。根据
5 US 4,803,251, 片状物的形成与静电有关。如 EP 0 089 691 所公开的, 也已讨论了最终可导致形成块状物的热区形成的可有性。

传统地, 从气相反应器排放聚合物产品是间歇进行的。通常的间歇出料方法由以下步骤组成: 当气相反应器中液位由于聚合反应而上升时, 聚合物粉料通过开/关阀卸至出料罐。一部分与粉料一起进入
10 罐的流化气体通过压缩机再循环回到流化床。脱过气的粉料被回收并任选地进行进一步的加工。

由于体系出口管的直径较大, 通常比排放粉料所要求的直径大得多, 通过上述的间歇出料系统, 可能不仅将聚合物粉料排出而且会将
在反应器中形成的块状物回收。

然而, 传统工艺具有一些严重的缺点。间歇出料是相当复杂的系统。它包括几种相态和许多通常每小时操作数十次的开/关阀。必须有至少两个出料系统, 在大装置中甚至更多。这个特点使得间歇出料
15 系统作为投资相当昂贵, 而且维护也是耗费成本的。系统的复杂性使其易损坏, 如果出料系统堵塞或系统有严重的故障, 整个装置将不得不
20 不停车。

此外, 间歇出料不灵活, 因为当整个装置的生产能力增加时难以提高其生产能力。作为替代, 生产能力的主要增加要求增加新的昂贵的出料系统。

关于系统的操作, 应当注意当一批聚合物产品从反应器排出时流
25 化床的液位有明显的波动。该波动影响单体浓度, 并因此也影响其它参数, 例如, 氢气和共聚单体的浓度, 所有这些一起对聚合物产品的质量有强烈的影响。

出料系统的不连续操作也导致循环气体压缩机的脉冲式操作。这又会导致磨损增加。

30 用于从流化床反应器排出聚合物粉料的一些替代系统在本领域中也有叙述。所述方法在欧洲公开专利说明书 0 006 288、0 245 043 以及美国专利 4 495 337 中有叙述。

最后提及的文献公开了用于流化床反应器底部排出的方法，其中反应器不仅装有垂直管路而且装有置于反应器分布板上方的横向排出管路。侧管使得有可能排出一部分在反应器中形成的聚合物。根据参考文献，为了放空反应器，首先，位于出料管平面上方的聚合物粉料的5 所有部分通过横向管路出料，然后反应器的整体排空通过垂直底部管路进行。

EP A1 0 006 288 和 EP A1 0 245 043 公开了不连续或连续操作的出料系统。在 EP A1 0 006 288 中，出料是通过从反应器顶部到接近底部的浸入管实施的。浸入管连接到间断开启的开/关闭上。当10 阀开启时，聚合物和单体的混合物传送到旋风分离器，其中大部分单体蒸气与聚合物分离。单体可通过压缩机再循环到反应器。

EP A1 0 245 043 介绍一种用于聚烯烃脱气和造粒的设备，其中出口管装配有置于两个交替起作用的阀门间的闸室。从反应器排出的气体和固体颗粒的混合物在主脱气装置中处理，用于使固相从一部分15 伴有颗粒的气相中分离。含有单体的气体通过管道循环进入反应器。

虽然现有技术表明以上三种替代的出料系统不仅可以是周期性的，而且可以是连续操作的，但是事实上没有一种系统适合于如此操作。应注意到，在 EP A1 0 006 288 和 A1 0 245 043 中叙述的控制阀实际上是间歇操作的，这意味着没有连续的聚合物粉料流通过出口20 喷嘴。因此，这些系统仅仅是改进了的间歇出料系统，其主要缺点与上述系统相同。另一方面，US 4 495 337 中的出料系统适合于反应器整个内容物的排出，而不是聚合物粉料的连续排出。

JP-A-58/113208 公开一种用于蒸气相烯烃连续聚合的方法。通过测量流化床两个指定位置的压差决定流化床的液位。该文献进一步25 指出聚合物可以连续或间断回收。但并未公开所提出的连续排放在实际中如何进行。

EP-A-0 870 539 公开了用于气相烯烃聚合的设备。文献中图 2 和第 8 栏，21-55 行叙述了一个实施例，其中聚合物从反应器连续排出。该文献没有涉及在聚合物中任何块状物或片状物的存在，并且没有30 建议当从反应器中排出聚合物时应如何处理。它仅仅讨论了气体出料管应如何安装以避免其堵塞。

发明概述

本发明的一个目的是消除与聚合物粉料出料系统现有技术有关的问题，并提出一种具有高产量的、简单的出料方法，能够稳定流化床聚合反应器控制和下游设备的操作。

5 本发明的另一个目的是提供一种低投资成本和显著减少维护成本的出料系统。

如下文叙述和权利要求所要求的，这些以及其它目的，以及其超过已知方法的优点（从下面的说明书看是显而易见的）一起通过本发明来完成。

10 本发明基于如下的概念：通过连续将单体供给由悬浮在流体中的催化剂聚合物颗粒形成的流化床，并限定反应器中的流化床液位，在气相反应器中聚合至少一种单体。根据本发明，自由流动的聚合粉料连续地通过出料管排出，同时监控气相反应器中流化床的液位，并且根据液位控制管道中物质的流动以保持基本恒定的流化床液位。为达到此目的，气相反应器配置了装有益于粉料出料的连续操作控制阀的出口喷嘴。控制阀的控制信号来自流化床液位控制器。流化床液位通常通过压差或放射性设备进行测量。

此外，本发明包括从反应器排放或分离回收（连续或断续）颗粒聚集体。

20 出料系统包括出口喷嘴、控制阀和流化床液位检测器。优选地，该系统进一步包括用于从固体物质分离气体的与出口管连接的收集罐。颗粒聚集体通过单独的出口从反应中直接排放，或者聚集体从连续聚合物粉料物流中分离。

更具体地，本发明的方法以权利要求 1 的特征部分所述为特征。

本发明的设备以权利要求 26 的特征部分所述为特征。

25 本发明提供了大量的优点。因此，聚合物的出料可以为对聚合无任何干扰的真正的连续出料。聚合物的排出速率可根据聚合的进行灵活地调节，而且如果反应器的生产能力增加，它也能容易地按比例提高。此外，已观察到气体和聚合物的混合物可以连续地通过操作控制阀。如此的混合物可用于气动传递聚合物粉料。而且已观察到，与间歇系统相比，排出的反应气体较少。

30 特别的优点在于，连续出料系统适合于从气相反应器出口直接或间接进料到另一气相反应器的方法。此方法避免了由于顺序粉料进料

引起的在下一气相反应器中的控制混乱。

通常，还没有认为可能达到连续出料，因为，尤其是在 PE 反应器，反应过程中会形成相当多的块状物和堵塞，并且连续操作出口喷嘴很小，以致如此的块状物最终会导致其堵塞。通过本发明，有可能
5 避免所述问题。

下面，本发明将参考附图和发明详述进行更严密的研究。

附图简述

图 1 以示意图说明本发明的第一个实施方案，它包括具有出口喷嘴的流化床反应器、管道、配有用于吹扫阀门的装置的连续操作控制
10 阀以及用于从聚合物粉料分离含有未反应单体的气体的加工段。

图 2 以示意图说明本发明的第二个实施方案，它包括具有出口喷嘴的流化床反应器、收集罐、液位检测器控制下操作的控制阀以及用于从聚合物粉料分离含有未反应单体的气体的加工段。

发明详述

15 根据本发明，本方法用于从连续操作气相反应器中排出聚合物，其中在含有悬浮在流体中的催化剂和聚合物颗粒的流化床中至少一种单体进行聚合，所述流化床限定了所述反应器中的流化床液位。催化剂可作为包含聚合物和活性催化剂以及反应介质的物流供给到气相反应器。如此的物流可以由淤浆反应器得到，如环管反应器。

20 本方法包括从反应器中连续排放聚合物粉料，并调节聚合物粉料的出料速率以保持聚合过程中恒定的流化床液位。如上所述，聚合物粉料的出料速率通过使用连续操作的控制阀进行调节。优选如此连续操作的阀的实例为球阀、V-球阀和软管阀。

25 为确保该方法的稳定操作，聚合物粉料应为自由流动。在该方法中生产的聚合物的流动特性取决于平均粒径、粒径分布以及，特别是聚合物颗粒的形状。这些特性进一步取决于该方法中使用的催化剂的相应特性。为了获得良好的流动特性，聚合物颗粒的平均粒径应为 150-4000 微米，优选为 200-2000 微米。粒径分布应该是，不超过 30%重量，优选为不超过 15%重量的颗粒的直径小于 100 微米。而且，
30 聚合物颗粒应该具有光滑的表面和规则的外观。优选地，颗粒应具有球形或近似球形的形状。

与自由流动聚合粉料一起或者与其分开，聚合物聚集体也从反应

器排出和回收。可以将它们丢弃或者研磨并与现成的聚合物混合。聚合物“颗粒聚集体”的最小厚度（在任何维数上）至少为约 6mm，特别是约 6-15mm 的颗粒。它们由至少部分熔融在一起的聚合物颗粒组成。聚集体包括在聚合过程中形成的片状物、块状物、团状物，尤其是在气相反应器中。如上所述，聚合物聚集体尤其会在乙烯聚合反应中形成。

设备包括与气相反应器流化床相连的出口喷嘴、与出口喷嘴相连的用从固体物质中分离气体的收集罐、用于调节经出口喷嘴从反应器排出的聚合物粉料的量的连续操作阀、以及用于控制阀门操作的设备以调节聚合物粉料出料速率，从而在聚合过程中保持恒定的流化床液位。连续操作阀优选与收集罐相连。可以使用具有不连续操作出料阀的出料管线从反应器排出聚合物聚集体。作为选择，聚合物聚集体在装有用于分离块状物、片状物或堵塞物的筛子的收集罐中与聚合物粉料分离。

本发明第一个优选的实施方案示于图 1，在该图中，使用以下参考数字：

1. 气相反应器
2. 气相反应器出口喷嘴
3. 控制阀
4. 液位检测器/控制器
5. 出料管线
7. 收集罐
8. 吹扫气体
12. 聚合物粉料流动调节阀
18. 产品接收器或第二反应器
20. 气体缓冲罐
21. 压缩机

如附图所示，在反应器 1 中形成的聚合物经出口喷嘴 2 和控制阀 3 与足够量的气体一起从流化床液位下某点处排出，气体用于将聚合物传递到脱气罐 18 或随后的反应器。控制阀 3 的操作由液位检测器/控制设备 4 控制。在脱气段从聚合物粉料分离的气体与聚合物分离后再循环到气相反应器，如箭头所示，和/或循环到回收部分。

在团状物的量少的反应器情况下,优选使用连续排出作为单一的出料系统。可通过加入各种抗静电剂,或者如在多步骤方法中,通过避免将新鲜催化剂供给到气相反应器来减少团状物的形成。一种特别优选的多步骤方法以欧洲专利说明书 0 517 868 所公开的系统为代表, 5 它包括环管反应器和气相反应器的结合。

即使在本实施方案中,将出口喷嘴 2 置于没有或几乎没有团状物存在的地方也是很有利的。为此目的,聚合物粉料可从流化板上方的某点处连续出料,这是因为团状物易于在流化板上堆积。当使用其中流化床包括机械混合床的气相反应器时,聚合物粉料优选从所说的混合 10 段排出。

为了减少出料系统堵塞的风险,出料喷嘴可装有同平面安装在反应器壁上的格栅(未显示)以阻止团状物进入管道。术语“同平面安装”是指装配格栅使其与反应器内壁表面具有相同的平面。格栅不能伸出反应器的壁表面,否则会被聚合物覆盖。同样,格栅也不能在喷嘴留下凹处,这会使聚合物在此堆积。此外,可用吹扫气流通过气体管道 8 15 间歇地反向吹扫出料管线 5 和控制阀 3 以防止堵塞。类似地,通过控制设备 4 可调节控制阀 3 提供脉冲式操作以防止阀的堵塞。优选地,可通过短时间全开阀门,然后将其转到正常位置来进行操作。该过程以指定的间隔自动重复进行。

如上所述,虽然团状物可被减少到最小值,但通常不可能完全避免团状物的形成,优选将本连续出料系统与传统的间歇系统结合,如图 1 所示。在本实施方案中,间歇出料系统以通过气体管道与气相反应器相连的收集罐 7 为代表。通过间歇出料系统有可能阻止团状物在气相反应器 1 的分布板上的堆积。在本发明的方法中,可将间歇操作系统的 20 处理能力设计为比传统的显著减小,并且操作频率较低,例如一小时只有一次或甚至一天只有一次。通常,间歇出口喷嘴应足以用于团状物(聚合物聚集体)的排出。团状物可由放射性检测传感器检测。

通常,如果反应器装配有不连续聚合物出料系统,从反应器连续出料的聚合物粉料与通过间歇操作系统出料的聚合物粉料的比例为约 30 1:1~10,000:1。

聚合物粉料的脱气在至少一个脱气罐中进行,其中气体流的压力

降低以从粉料中脱除气体。脱气部分 18, 20 可包括用于从聚合物粉料分离气体的产品接收器 18 和气体缓冲罐 20。聚合物粉料从收集罐 7 气动传送到产品接收罐 18 或第二反应器。

在气体直接或通过回收系统/部分再循环到气相反应器之前，从气体收集罐中出来的气体的压力可通过压缩机 21 加以提高。

图 2 显示连续回收的另一优选的实施方案。部分装置与前一个实施例基本相同，即：

- 31. 气相反应器
- 32. 气相反应器出口喷嘴
- 10 33. 气体控制阀
- 34. 液位检测器/控制器
- 35. 收集罐
- 36. 循环管线
- 37. 筛
- 15 38. 从收集罐去除团状物的出口喷嘴
- 39. 液位检测器/控制器
- 40. 调节粉料流动的控制阀
- 41. 去除团状物的开-关阀
- 43, 45. 脱气部分的收集罐
- 20 46. 压缩机

在图 2 所示的实施方案中，气相反应器 31 的出口喷嘴 32 与单独的收集罐 35 相连，分离收集罐可用于从包含聚合物粉料和气体的流体中分离团状物。气相反应器 31 的流化床液位由再循环阀(控制阀)33 控制，循环阀安装在与收集罐的气体空间相连的再循环管线 36 中。气体再循环到位于流化床之上的反应器的上部，流化床的高度提供必要的压差用于将聚合物传送到收集罐 35。

收集罐 35 优选装配有独立的液位控制器 39 和控制阀 40，并且在收集罐 35 的压力的作用下，聚合物被气动传送到脱气罐 43 或者随后的反应器。优选收集罐装配有用于收集团状物的筛 37 和独立的用于团状物的出口喷嘴 38。控制阀 40 可连续或间歇操作。优选使阀 40 连续操作。

脱气段 43-46 的操作与以上第一个实施方案说明的类似。

连续排出的聚合物可直接或间接地供给到另一个气相反应器。

本发明可用于生产单体的均聚物和共聚物，单体选自 C_2-C_{16} 烯烃及其混合物。优选的单体是乙烯、丙烯、1-丁烯、4-甲基-1-戊烯、1-己烯、二烯烃、或环烯烃、或其混合物。

5 用以下非限制性的实施例来说明本发明。

比较例

生产规模的气相反应器在 85°C 和 20 巴压力下操作，流化床液位 15 米，说明如下：

10 包含活性聚合催化剂的聚合物以 6 吨/小时的速率从环管反应器供给到气相反应器中。调节乙烯、氢气和 1-丁烯的进料速率使得气相反应器中达到所需浓度。结果，气相反应器中聚合物生产速率为 8 吨/小时，从反应器中取出的聚合物的 $MFR_{21}=11$ ，密度为 947kg/m^3 。

15 用传统的、间歇出料系统从反应器中收集聚合物，聚合物被收集到 3.7m^3 的接收罐中。使用两个相同的系统。出口喷嘴的直径为 8 英寸。两次连续出料的周期是两分钟，即对每个单独的系统是四分钟。在正常操作期间，发现流化床的液位以 20 厘米的振幅波动。反应器可以不停车地操作数天。

以其最大生产能力进行产品出料操作实验，发现其生产能力为 20 吨/小时。

20 实施例

本发明的产品出料系统安装在比较例的气相反应器中。喷嘴的直径为 2 英寸（50 毫米）。控制阀每分钟全开数秒钟以防止阀堵塞。传统的不连续出料设置为每小时操作一次以从反应器中去除任何的团状物。事实上，在试验期间，没有从反应器中收集到团状物，因此
25 可以得出，不连续排放的频率甚至可以更低。

反应器的条件与比较例相似。在正常操作期间，发现流化床的液位以 5 厘米的振幅波动。反应器在稳定状态下操作数天直到中断试验。

30 在根据比较例的试验中，发现出料的最大生产能力为 45 吨/小时。

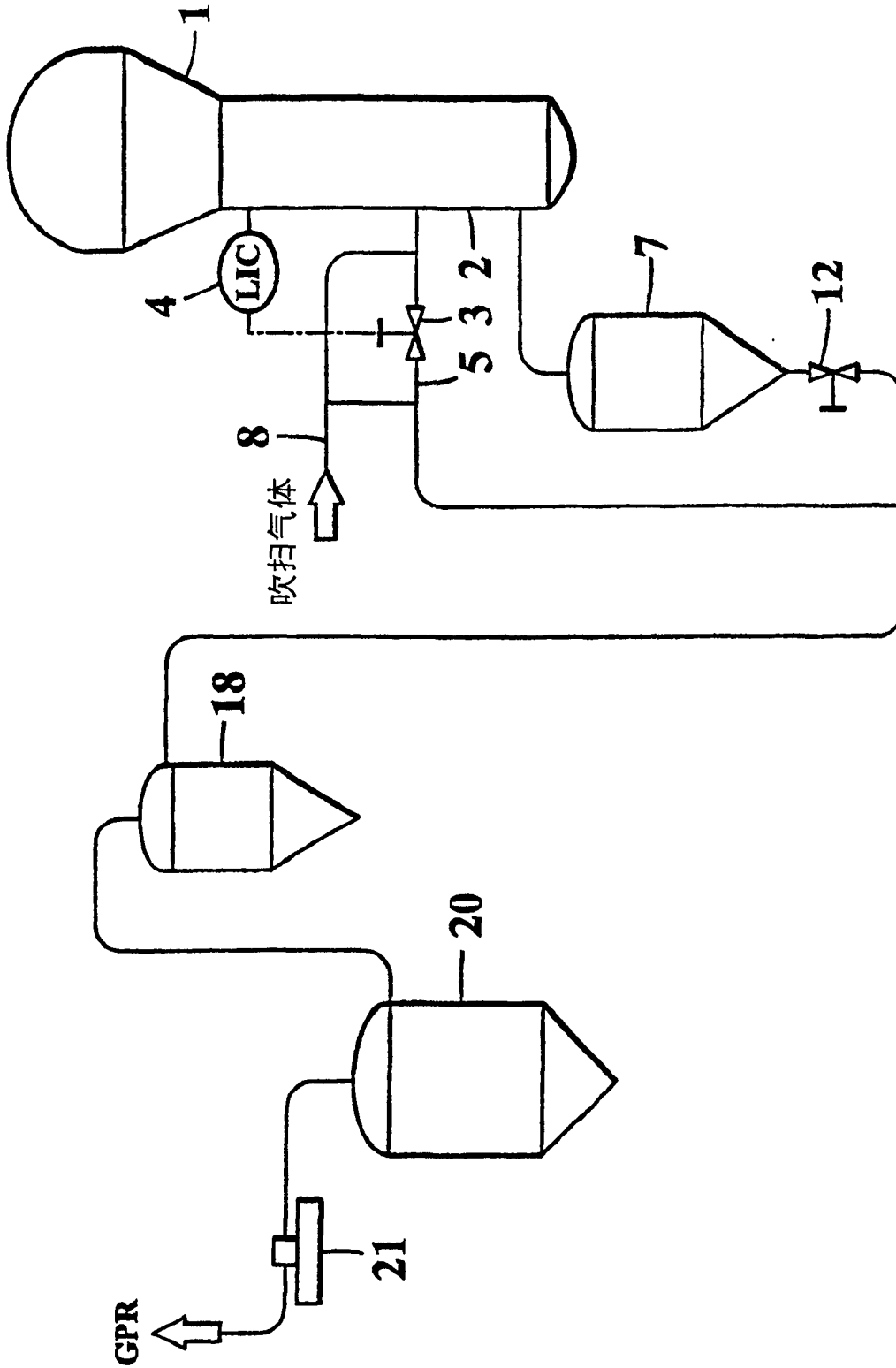


图 1

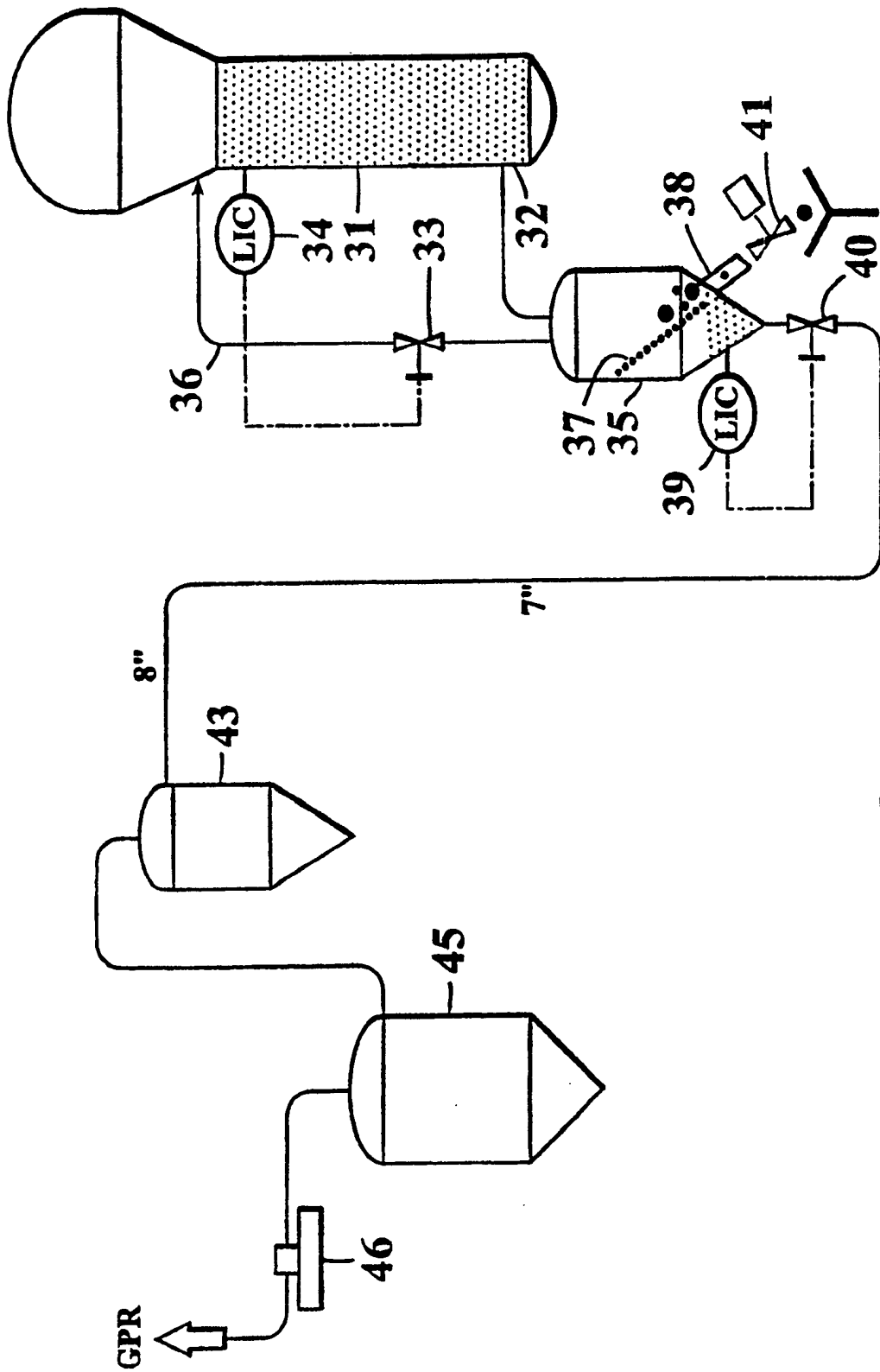


图 2