



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106413875 A

(43)申请公布日 2017.02.15

(21)申请号 201580026308.6

C·M·吉尔 B·E·柯瑞斯奇尔

(22)申请日 2015.05.12

J·D·浩托威

(30)优先权数据

14/283,717 2014.05.21 US

14/461,430 2014.08.17 US

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 王永伟 赵蓉民

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.11.21

(51)Int.Cl.

B01J 19/18(2006.01)

C08F 110/02(2006.01)

C08F 110/06(2006.01)

C08F 2/01(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2015/030384 2015.05.12

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/179176 EN 2015.11.26

(71)申请人 切弗朗菲利浦化学公司

地址 美国德克萨斯州

(72)发明人 S·E·库菲尔德 J·A·穆特奇勒

R·罗米格 J·D·斯图尔特

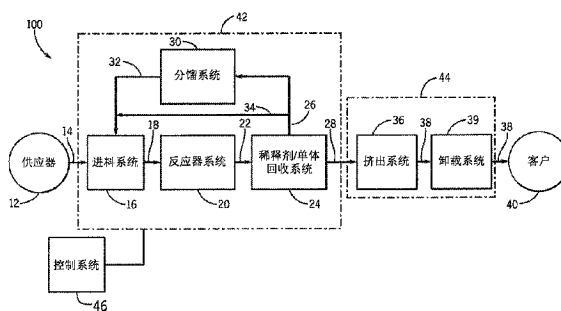
权利要求书3页 说明书19页 附图4页

(54)发明名称

在环流反应器中的弯管和水平配置

(57)摘要

本发明提供了一种用于烯烃聚合的含一个或多个环流反应器的反应器系统。环流反应器包括连接到一个或多个环流反应区中的竖直部分、弯管部分和/或水平部分,以在液体稀释剂存在下将烯烃单体聚合成包含聚烯烃聚合物颗粒的浆液。反应器系统占用面积降低以提高生产效率并且节省成本,同时维持高加工能力。在一个实施例中,在维持加工能力的情况下,至少一个水平部分的水平长度(L_H)大大降低。在另一个实施例中,反应器系统的至少一个弯管部分被配置成将在其中流动的浆液的狄恩数(D_n)维持高于3,000,000。



1. 一种用于烯烃聚合的环流反应器,所述环流反应器包含:
多个竖直部分;
将所述竖直部分连接到水平部分或另一个弯管部分中任一者的多个弯管部分,至少一个弯管部分具有内径(d)和内曲率的半径(R_c);以及
至少一个环流反应区,其被配置成在液体稀释剂存在下将烯烃单体聚合成包含聚烯烃聚合物颗粒的浆液,其中所述至少一个弯管部分被配置成将在其中流动的所述浆液的狄恩数(D_n)维持高于3,000,000,其中 $D_n = \rho V d / \mu * (d / 2R_c)^{1/2}$,并且其中 ρ 为所述浆液的密度, V 为所述浆液的循环速度,并且 μ 为所述浆液的动态粘度。
2. 根据权利要求1所述的环流反应器,其中所述水平部分的水平长度(L_H)小于约3英尺。
3. 根据权利要求1所述的环流反应器,其中所述水平部分的水平长度(L_H)在约0.5英尺和约2.0英尺之间。
4. 根据权利要求1所述的环流反应器,其中所述至少一个弯管部分将竖直部分连接到所述水平部分。
5. 根据权利要求1所述的环流反应器,其中所述至少一个弯管部分将竖直部分连接到所述另一个弯管部分。
6. 根据权利要求1所述的环流反应器,其另外包含从所述水平部分延伸的一个或多个沉降腿组件。
7. 根据权利要求1所述的环流反应器,其另外包含从所述弯管部分或所述水平部分中的至少一个延伸的一个或多个连续取料(CTO)组件。
8. 根据权利要求1所述的环流反应器,其中所述连续取料(CTO)组件中的至少一个包含阀。
9. 根据权利要求1所述的环流反应器,其中所述至少一个弯管部分的所述内曲率的所述半径(R_c)与所述内径(d)的比率(R_c/d)维持在约1和约10之间。
10. 根据权利要求1所述的环流反应器,其中所述至少一个弯管部分包含高度(H)和弦长(W),其中所述弦长为约250英寸或更小,并且其中根据 $R_c = H/2 + W^2/8H$ 测量的所述内曲率的所述半径(R_c)为72英寸或更小。
11. 根据权利要求1所述的环流反应器,其中在所述至少一个环流反应区内的所述浆液的所述循环速度(V)维持在约9米每秒或更高。
12. 根据权利要求1所述的环流反应器,其中在所述至少一个环流反应区内的所述浆液的所述循环速度(V)维持在约9米每秒或更低。
13. 根据权利要求1所述的环流反应器,其中所述循环速度通过耦接到至少一个弯管部分的弯管流量计测量。
14. 根据权利要求1所述的环流反应器,其中在所述至少一个弯管部分内的所述浆液的雷诺数维持在约11,000,000或更高。
15. 根据权利要求1所述的环流反应器,其中至少一个环流反应区由四个竖直部分、四个水平部分和八个弯管部分形成。
16. 根据权利要求1所述的环流反应器,其中至少一个环流反应区由六个竖直部分、六个水平部分和十二个弯管部分形成。
17. 根据权利要求1所述的环流反应器,其中形成两个环流反应区,每个环流反应区由

四个竖直部分、四个水平部分和八个弯管部分形成。

18. 根据权利要求1所述的环流反应器,其中连接所述两个环流反应区以连续输送其中的所述浆液。

19. 根据权利要求1所述的环流反应器,其中所述环流反应器的容积测量为大于约10,000加仑。

20. 根据权利要求1所述的环流反应器,其中所述聚烯烃聚合物选自聚丙烯、聚乙烯和其组合组成的群组。

21. 一种用于烯烃聚合的反应器系统,所述反应器系统包含:

被配置成用于加工聚烯烃的一个或多个反应器;以及

环流反应器,其包含:

多个竖直部分;

将所述竖直部分连接到水平部分或另一个弯管部分中任一者的多个弯管部分,至少一个弯管部分具有内径(d)和内曲率的半径(R_c);以及

至少一个环流反应区,其被配置成在液体稀释剂存在下将烯烃单体聚合成包含聚烯烃聚合物颗粒的浆液,其中所述至少一个弯管部分被配置成将在其中流动的所述浆液的狄恩数(D_n)维持高于3,000,000,其中 $D_n = \rho V d / \mu * (d / 2R_c)^{1/2}$,并且其中 ρ 为所述浆液的密度, V 为所述浆液的循环速度,并且 μ 为所述浆液的动态粘度。

22. 一种用于在环流反应器中烯烃聚合的方法,所述方法包含:

在液体稀释剂存在下在环流反应器的至少一个环流反应区内部将烯烃单体聚合成包含聚烯烃聚合物颗粒的浆液,其中所述环流反应器包含:

多个竖直部分;以及

将所述竖直部分连接到水平部分或另一个弯管部分中任一者的多个弯管部分,至少一个弯管部分具有内径(d)和内曲率的半径(R_c),

其中所述至少一个弯管部分被配置成将在其中流动的所述浆液的狄恩数(D_n)维持高于3,000,000,其中 $D_n = \rho V d / \mu * (d / 2R_c)^{1/2}$,并且其中 ρ 为所述浆液的密度, V 为所述浆液的循环速度,并且 μ 为所述浆液的动态粘度。

23. 根据权利要求22所述的方法,其另外包含:

从所述至少一个环流反应器区抽出所述浆液。

24. 根据权利要求23所述的方法,其中所述浆液自从所述弯管部分或所述水平部分中的至少一个延伸的一个或多个连续取料组件连续抽出。

25. 根据权利要求23所述的方法,其中所述浆液自从所述水平部分延伸的一个或多个沉降腿组件定期抽出。

26. 根据权利要求22所述的方法,其中所述水平部分的水平长度(L_H)小于约3英尺。

27. 根据权利要求22所述的方法,其中所述水平部分的水平长度(L_H)在约0.5英尺和约2.0英尺之间。

28. 根据权利要求22所述的方法,其中所述至少一个弯管部分的所述内曲率的所述半径(R_c)与所述内径(d)的比率(R_c/d)维持在约1和约10之间。

29. 根据权利要求22所述的方法,其中在所述至少一个环流反应区内的所述浆液的所述循环速度(V)维持在约9米每秒或更高。

30. 根据权利要求22所述的方法,其中在所述至少一个环流反应区内的所述浆液的所述循环速度(V)维持在约9米每秒或更低。

31. 根据权利要求22所述的方法,其中在所述至少一个环流反应区内的所述浆液的所述循环速度(V)通过耦接到至少一个弯管部分的弯管流量计测量。

32. 一种用于在环流反应器中烯烃聚合的方法,所述方法包含:

在液体稀释剂存在下在环流反应器的至少一个环流反应区内部将烯烃单体聚合成包含聚烯烃聚合物颗粒的浆液,其中所述环流反应器包含:

多个竖直部分;以及

将所述竖直部分连接到水平部分的多个弯管部分,其中所述水平部分的水平长度(L_H)为约3英尺或更小,其中至少一个弯管部分具有内径(d)和内曲率的半径(R_c),并且被配置成将在其中流动的所述浆液的狄恩数(D_n)维持高于3,000,000,其中 $D_n = \rho V d / \mu * (d / 2R_c)^{1/2}$,并且其中 ρ 为所述浆液的密度, V 为所述浆液的循环速度,并且 μ 为所述浆液的动态粘度;以及

从所述至少一个环流反应器区连续抽出所述浆液。

在环流反应器中的弯管和水平配置

技术领域

[0001] 本发明大体上涉及用于烯烃聚合的反应器系统,并且更具体地涉及用于优化在高效环流反应器中聚烯烃聚合物的生产的反应器系统。

背景技术

[0002] 此部分从可涉及或提供本文所述的技术的一些方面、下文要求的或这两者的内容的领域引入信息。此信息为便于较好理解本文公开的内容的背景技术。这为“相关”技术的论述。此类技术为相关的,决不暗示它还为“先前”技术。相关技术可为或可不为先前技术。将依此阅读该论述,而不作为先前技术的认可。

[0003] 随着化学和石化技术进步,这些技术的产品在社会中变得日益普遍。具体来说,随着将单个分子建构嵌段结合成较长链(或聚合物)的技术进步,通常呈多种塑料形式的聚合物产物已日益并入到日常用品中。如聚乙烯、聚丙烯和其共聚物的聚烯烃聚合物用于管道、零售和医药包装、食品和饮料包装、塑料包、玩具、地毯、多种工业产品、机动车部件、电气设备和其它家庭用品等。

[0004] 生产聚烯烃的一个益处为它一般不与它接触的货物或产品反应。这允许聚烯烃产品用于住宅、商业和工业情境,包括食品和饮料储存和运输、消费型电子产品、农业、货运和车辆构造。聚烯烃的多种住宅、商业和工业用途已转变成对可挤出、注射、吹塑或以其他形式形成最终消费产品或部件的原料聚烯烃的大量需求。

[0005] 为了满足这一需求,存在多种可聚合烯烃形成聚烯烃的工艺。这些工艺可在石化设施处或附近进行,其提供短链烯烃分子(单体和共聚单体),如乙烯、丙烯、丁烯、戊烯、己烯、辛烯、癸烯以及长得多的聚烯烃聚合物的其它建构嵌段的即用存取。这些单体和共聚单体可以包含液相聚合反应器、气相聚合反应器或其组合的工艺聚合。随着在聚合期间在反应器中的聚合物链发展,在反应器中生产出称为“短纤”或“薄片”或“粉末”的固体颗粒。

[0006] 不久发现生产聚合物的此类固体颗粒的更高效方式为在管式环流反应器中在连续浆液条件下进行聚合工艺,其中产品从附接至管式环流反应器的底部水平部分的多个沉降腿取出。多个沉降腿以分批原理安装并操作以回收固体聚合物产物。此技术已经取得了国际性成功,其中每年如此生产数十亿磅乙烯聚合物。对于给定的设备生产能力,与大量小型反应器相比,由于这一成功带来建设大型反应器的愿望。

[0007] 然而,使用多个沉降腿存在至少两个问题。第一,它将“分批”产品回收率技术强加到需要在环流反应区内的浆液的连续循环的基础方法上。因此,当沉降腿到达其中它“堆积”或“排出”积累的聚合物浆液的预定阶段时产生问题。每次操作单个沉降腿以从环流反应器回收浆液,这可引起对在环流反应器内上游循环的浆液的流动和连接下游的反应物回收系统的操作的干扰。另外,将沉降腿连接到环流反应器上游和反应物回收系统下游的阀机构其直径必须大,因此需要频繁封闭这些阀。维持紧密密封存在显著难度。沉降腿还可不时地塞住。因此,用于定期维护的频繁反应器停工时间是不可避免的,由此降低生产效率并且带来高生产成本。

[0008] 第二,因为环流反应器已经变得较大,所以多个沉降腿的使用已必然出现许多逻辑问题。在环流反应器中,如果管直径加倍,那么环流反应器的体积增大四倍。然而,由于涉及的阀机构,沉降腿的尺寸不可容易地进一步增加。从而,更大量的沉降腿变得必需以满足大占用面积配置,这继而开始超过可用于建立这些大规模高生产能力环流反应器的地面的物理空间。

[0009] 尽管这些局限性,仍继续采用沉降腿,其中烯烃聚合物形成为在液体稀释剂中的浆液。这是因为,与其中常规地得到好于60%的固体浓度的本体浆液聚合(即,无惰性稀释剂)不同,在稀释剂中的烯烃聚合物浆液一般限于低于50%固体。从而沉降腿已经被认为是必需的以得到具有较大固体浓度的最终浆液产品。这是因为,如名称暗示,在腿中发生沉降,并且因此最终从沉降在沉降腿内的浆液的回收的固体颗粒的浓度较高。影响在这些环流反应器内的最大固体浓度的另一个因素为循环速度,其中对于给定的反应器直径,较高速率允许生产较高浓度的固体,因为在循环环流操作中的限制因素为由于聚合物在环流反应器的壁中积聚的积垢。不愿受任何特定理论限制,此类积垢可是由于在高于其中固体可在反应器内保持悬浮而不沉降(即,跳跃)的水平固体颗粒浓度下操作。

[0010] 与使用多个沉降腿相比,改进生产效率的一种方式采用连续产品取料管线或类似机制,以从环流反应器连续抽出浆液产品。此外,需要降低占较小地面空间的环流反应器的占用面积(至少在水平尺寸上)并节省生产成本,同时仍然维持高生产能力和效率。举例来说,单个连续产品取料管线可代替多个沉降腿,产生类似的生产率同时降低反应器占用面积并且简化反应器控制机理。

发明内容

[0011] 本发明涉及解决,或至少减轻一个或所有的上述问题。本发明的各种实施例包括用于烯烃聚合的环流反应器。环流反应器包括竖直部分和将竖直部分连接到水平部分或另一个弯管部分中任一者的弯管部分。在环流反应器内的这些部分被配置成至少一个环流反应区以在液体稀释剂存在下将烯烃单体聚合成包含聚烯烃聚合物颗粒的浆液。

[0012] 在一个方面,描述了具有内径(d)和内曲率的半径(R_c)的至少一个弯管部分,其中至少一个弯管部分被配置成将在其中流动浆液的狄恩数(D_n)维持高于3,000,000,其中 $D_n = \rho V d / \mu * (d/2R_c)^{1/2}$,并且其中 ρ 为浆液的密度, V 为浆液的循环速度,并且 μ 为浆液的动态粘度。在另一个方面,水平部分的水平长度(L_H)小于约3英尺。在又一方面,环流反应器可另外包括从水平部分延伸的一个或多个沉降腿组件。在另一个实施例中,环流反应器可另外包括从弯管部分或水平部分中的至少一个延伸的一个或多个连续取料(CTO)组件。

[0013] 另外,本发明的一个实施例提供至少一个弯管部分的弦长(W)为250英寸或更小。本发明的另一个实施例提供内曲率的半径(R_c)为72英寸或更小,如通过 $R_c = H/2 + W^2/8H$ 确定,其中H为至少一个弯管部分的高度。在另一个实施例中,在至少一个环流反应区内的浆液的循环速度(V)维持在约9米每秒(m/s)或更高。可替代地,在至少一个环流反应区内的浆液的循环速度(V)维持在约9米每秒或更低。在再一实施例中,在至少一个弯管部分内的浆液的雷诺数维持在约11,000,000或更高。在又一实施例中,用于烯烃聚合的反应器系统包括用于加工聚烯烃的串联或并联配置的一个或多个反应器和环流反应器。

[0014] 在另一个实施例中,提供了用于在环流反应器中烯烃聚合的方法,并且该方法包

括在液体稀释剂存在下在环流反应器的至少一个环流反应区内部将烯烃单体聚合成包含聚烯烃聚合物颗粒的浆液。该方法可另外包括从至少一个环流反应器区的一个或多个连续取料组件连续抽出浆液。在另一个实施例中,该方法可另外包括从至少一个环流反应器区定期抽出浆液,如自从水平部分延伸的一个或多个沉降腿组件抽出。

[0015] 以上段落呈现本发明所公开的主题的简化概述,以便提供它的一些方面的基本理解。该概述不是穷尽性的综述,也不旨在识别关键或重要的元件以划定下文要求的主题的范围。其唯一目的为以简化形式呈现一些概念作为下文阐述的具体实施方式的序言。

附图说明

[0016] 以下附图形成本说明书的部分且包括在以进一步展示本发明的某些方面。在阅读以下详细描述后并且在参考以下附图后,本发明的优点对本领域技术人员将变得显而易见。

[0017] 图1示出描绘根据本技术的实施例具有用于生产聚烯烃的一个或多个环流反应器的示例性聚烯烃生产系统的方框流程图。

[0018] 图2示出根据本技术的实施例可在图1的聚烯烃生产系统中使用的例示性反应器系统。

[0019] 图3A示出根据本技术的实施例可在图1的聚烯烃生产系统的部分中使用的环流反应器。

[0020] 图3B示出根据本技术的替代实施例可在图1的聚烯烃生产系统的部分中使用的环流反应器。

[0021] 图3C示出根据本技术的替代实施例在图1的聚烯烃生产系统内的环流反应器的一部分。

[0022] 图3D示出具有其弦长(W)和高度(H)的弧,其中弧由两个相同弯管部分的内曲率形成。

[0023] 图4示出根据本技术的实施例操作聚烯烃制造系统的方法的例示性工艺流程图。

具体实施方式

[0024] 现将公开下文要求的主题的例示性实施例。为清楚起见,在本说明书中不描述实际实施方案的所有特征。应了解,在任何此类实际实施例的开发中,必须作出大量实施方案特定决策以实现开发者的具体目标,如符合系统相关以及商业相关的限制,这在各个实施方式之间是不同的。此外,应了解,此类开发工作即使是复杂且耗时的,但将是受益于本公开内容的本领域普通技术人员的常规任务。

[0025] 可参考方法的方框图和/或操作示例在下文描述本发明的特定实施例。应理解,方框图和/或操作示例的每个方框以及在方框图和/或操作示例中的方框的组合可通过模拟和/或数字硬件和/或计算机程序指令实施。可将此类计算机程序指令提供到通用计算机、专用计算机、ASIC和/或其它可编程数据处理系统的处理器。执行的指令可建立用于实施在方框图和/或操作示例中指定的动作的结构和功能。在一些替代的实施方案中,在附图中标记的功能/动作/结构可不按照在方框图和/或操作示例中指出的顺序进行。举例来说,根据所涉及的功能性/动作/结构,示出为依次发生的两个操作实际上可基本上同时执行,或所

述操作可以相反顺序执行。

[0026] 在下文描述中,除非另外规定,否则本文所述的所有化合物可为经取代或未经取代的,并且化合物的列表包括其衍生物。另外,各种范围和/或数字限制可在下文明确地陈述。应理解,除非另外说明,否则希望的是端点将可互换。另外,任何范围包括落在明确陈述的范围或限制内的相同的量级的重复范围。

[0027] 本文所述的实施例包括在大规模聚烯烃生产系统中一个或多个环流反应器的占用面积的降低,同时最大化回收的浆液生产的沉降浓度,并且维持在环流反应器内循环的浆液的流动速率和速度,由此显著降低用于聚烯烃生产的资金成本。在一个实施例中,提供在环流反应器内的至少一个环流反应区的配置的显著改进,使得环流反应器的竖直尺寸(例如,Z轴或平行于地球重力的轴)保持用于大规模、高能力聚烯烃生产的有效配置,而水平尺寸(例如,环流反应器占据的物理地面特性的X-Y平面)显著降低以节省地面空间和资金成本。在另一个实施例中,降低并优化环流反应器的至少一个水平部分,以降低反应器占用面积和资金成本,同时维持在弯管部分中的浆液循环。

[0028] 图1描绘了用于生产聚合物如聚烯烃等的聚烯烃生产系统100的一个实例。聚烯烃生产系统100一般可包括湿反应端42和干完成端44,其连接到控制系统46以将一种或多种原料14(例如,单体反应物、稀释剂、催化剂和/或其它化学化合物)加工成反应产物(例如浆液、聚烯烃短纤、聚烯烃球粒38等)。原料14可由各种供应器12(例如,经由管线、船、卡车、圆筒、桶等)提供,并且经由场外和/或现场设备(例如烯烃厂、精炼厂、催化剂厂等)供应到聚烯烃生产系统100。

[0029] 聚烯烃生产系统100的湿反应端42一般包括进料系统16、反应器系统20、回收系统24和分馏系统30,并且被调适以将原料14加工成浆液和/或呈湿相或液相的聚烯烃短纤流28。干完成端44连接到湿反应端42或与其流体连通,并且可包括挤出系统36和卸载系统39,以将呈干相的聚烯烃短纤28加工成聚烯烃球粒38。然后聚烯烃球粒38递送到一个或多个顾客40。

[0030] 进料系统16被调适以将原料14经由一个或多个进料管线18供应到反应器系统20中。进料系统16被配置成计量并控制原料14到进料管线18中的添加速率,用于维持希望的反应器稳定性并且实现希望的聚烯烃特性或生产速率。进料系统16还可被配置成接收、储存、处理和计量一种或多种单体或稀释剂,其被回收作为来自回收系统24的反应器流出流并且再循环进入反应器系统20。多个进料管线18可用于将单体、共聚单体、稀释剂、催化剂、共催化剂、氢气、添加剂或其组合的各种流进料到反应器系统20。进料管线18可接进在反应器系统20内的聚合环流反应器的壁。一般来说,单个进料系统可专用于特定环流反应器。可替代地,多个进料系统16可用于反应器系统,并且耦接到串联或并联设置和操作的一个或多个环流反应器。另外,进料系统16可任选地从一个或多个下游加工系统接收再循环的非聚合物组分。

[0031] 示例性原料14可包括但不限于烯烃单体、共聚单体、稀释剂、催化剂、共催化剂、活化剂、链转移剂、分子量控制剂、共反应物、添加剂和其组合。合适的烯烃单体和共聚单体可包括乙烯、丙烯、丁烯、己烯、辛烯、癸烯和其组合,等等。根据使用的反应器系统20的类型,烯烃单体和共聚单体可以液相、气相或超临界流体相存在。此类烯烃单体和共聚单体一般为具有最多10个碳原子每分子的1-烯烃,并且可包括比4-位置更接近双键的无支链,如1-

戊烯、1-己烯、1-辛烯和1-癸烯。

[0032] 合适的稀释剂可包括丙烷、异丁烷、正丁烷、正戊烷、异戊烷、新戊烷、环戊烷、甲基环戊烷、乙基环戊烷、正己烷、环己烷、正庚烷和其组合，等等。

[0033] 如本文所用，表述“链转移剂”或可替代地“分子量控制剂”应理解为意指将在聚合反应期间提供可提取的活性氢或卤素的试剂。链转移反应停止在聚合期间的增长的自由基链并且在其位置开始新的增长的自由基链。因此，链转移产生较短的链，较低的聚合度和较低的分子量。合适的链转移剂或分子量控制剂的一个实例为氢气；然而，其它链转移剂可用于本发明的方法和工艺，因为链转移剂可随所涉及的聚合的类型变化。其它示例性链转移剂包括但不限于硫醇、具有苯甲基氢的芳香族化合物、烷基卤化物和卤代烃（如四氯化碳和四溴化碳）。

[0034] 合适的催化剂可包括齐格勒-纳塔催化剂、铬催化剂、茂金属催化剂和其组合，等等。进料到反应器系统20中的一种或多种催化剂可为异相、均相、负载的和/或未负载的。合适的共催化剂可包括硼酸盐、三乙基硼、甲基铝氧烷、三乙基硼、甲基铝氧烷、硼酸盐、有机铝化合物（如三乙基铝和三异丁基铝、三乙基铝）和其组合等等。合适的活化剂或共催化剂可包括固体超强酸、添加剂和其组合等等。

[0035] 图1中，进料系统16可包括储槽、器皿、圆筒和其它容器以将原料14储存在其中。进料系统16还可包括处理床，如分子筛床、铝填料等，以在进料到进料管线18中之前加工或处理原料14。存在于原料14内的任何不需要的组分可在处理之后去除。在原料14内的不需要的组分的实例包括催化剂毒物，如水、氧气、一氧化碳、二氧化碳和含硫、氧和/或卤素的有机化合物，等等。在其它实施例中，原料14可直接进料到反应器系统20中，而不储存在进料系统16中。举例来说，乙烯单体可直接进料到反应器系统20中而无在进料系统16中的中间储存。

[0036] 进料系统16可被配置成在进料到反应器系统20中之前制备或调节原料14，如催化剂。举例来说，催化剂可在催化剂制备罐中制备以与稀释剂（例如，异丁烷或己烷）或矿物油混合。此外，在操作中，进料系统16也可储存、处理和计量用于再循环到反应器的所回收的反应器流出物。实际上，进料系统16中的操作一般接收原料14和所回收的反应器流出物流两者。

[0037] 反应器系统20可包括连接在一起并且被调适在其中进行聚合反应的一个或多个环流反应器。举例来说，一个聚合反应可为添加烯烃单体和共聚单体并在稀释剂、催化剂和/或其它化学品的存在下使其聚合成长链聚烯烃聚合物化合物。在一个实施例中，在反应器系统20内的环流反应器被设计并且独特地被配置成提高聚烯烃生产能力、操作灵活性和效率，并且降低系统占用面积和生产成本。

[0038] 在一个实例中，在聚烯烃生产系统100内的反应器系统20被配置成操作串联和/或并联连接和操作的多个环流聚合反应器，如环流反应器的耦接操作和/或如去耦或独立操作。这种在串联操作和并联操作之间转变一组聚合环流反应器的操作的能力提供生产单峰和/或多峰（例如双峰）聚烯烃聚合物和调度反应器停工方面的灵活性以及维护灵活性。在某些实施例中，至少两种浆液环流反应器串联运行，并且然后去耦以并联运行，或一个反应器去耦运行同时另一反应器停机用于维护。这得到生产双峰聚烯烃聚合物产品和由于改变市场条件切换到单聚烯烃聚合物产品的设备灵活性。并联反应器可在分开的并联进料管

线和外周回收系统或共用进料系统和回收系统上运行。

[0039] 在一个实施例中,反应器系统20可包括一个或多个浆液聚合反应器。聚合反应器可为相同类型或不同类型,并且串联或并联布置以生产聚烯烃颗粒产品,如聚烯烃短纤28,一般在本文被称作“短纤”。为了便于解释,以下实例限于据信所属领域的技术人员熟悉的具体反应器类型和组合的范围中。然而,对于使用本公开的本领域的普通技术人员,本技术适用于更复杂的反应器布置,如涉及额外反应器、不同反应器类型和/或交替次序的反应器或反应器类型的那些,以及多种稀释剂和单体回收系统及设置在反应器之间或当中的设备等。此类布置认为完全在本发明的范围内。

[0040] 一种反应器类型包括聚合在液相中发生的反应器。此类液相反应器的实例包括高压釜、沸腾液体池反应器、环流浆液反应器(竖直或水平)等。为简单起见,本发明上下文中论述用于生产聚烯烃(如聚乙烯或聚丙烯)的环流浆液反应器,但应理解本技术可类似地应用于其它类型的液相反应器。

[0041] 在另一个实施例中,反应器系统20可包括连接在一起到至少一个环流反应区中的一个或多个环流反应器用于进行聚合反应。每个环流反应器可包括四个竖直部分、四个水平部分和八个弯管部分。在另一个实例中,每个环流反应器可包括六个竖直部分、六个水平部分和十二个弯管部分。在再一实例中,一个环流反应器可包括两个环流反应区,其中至少一个环流反应区由四个竖直部分、四个水平部分和八个弯管部分形成,而另一个环流反应区由通过弯管部分连接的竖直部分和水平部分的合适的组合形成。用于浆液聚合的示例性反应器系统配置、环流反应器和环流反应区包括公开于美国专利第6,239,235号、美国专利第7,033,545号和美国专利申请公开案第2011/0288247号中的那些,其中的每个通过引用以其全文结合在此用于环流反应器和其直径、长度、设备和操作的描述。

[0042] 图2描绘了作为在反应器系统20内的一个或多个环流反应器的一个实例的反应器系统200。反应器系统200可包括连接在一起到一个或多个环流反应区中并且可在用于生产聚烯烃的串联或并联操作之间灵活切换的两个或更多个环流反应器50A、50B。环流反应器50A、50B可包括多个竖直部分210和水平部分220(例如,上部水平部分和下部水平部分等,其中这些上部 and 下部水平段限定水平流动的上部区和下部区。举例来说,环流反应器50A、50B可包括八个到十六或其它数量的竖直部分210,如有夹套的立管腿,直径大约为24英寸并且长度大约为200英尺。

[0043] 如图2所示,竖直部分210和水平部分220通过光滑的弯曲部(例如,弯管部分230)连接,因此提供在反应器系统200的环流反应器50A、50B内的一个或多个环流反应区中的基本上无内部阻塞的连续流动路径。在一个实例中,弯管部分可用于将水平部分的末端连接到最接近的竖直部分的末端(为方便和明确起见,在图2中仅编号一些竖直部分、水平部分和弯管部分)。举例来说,两个弯管部分230可用于将每个竖直部分210的顶部和底部部分与另一个水平部分220或另一个弯管部分230连接。作为另一实例,两个弯管部分230可用于将水平部分220的两端与两个竖直部分210连接。一般来说,两个相同弯管部分形成为弧(假设的空心圆的,其中每个弯管部分230的内曲率238形成假设的空心圆的弧的一半,并且假设的空心圆具有如图3C所示半径(R_c))。每个竖直部分210具有竖直长度(L_v),并且每个水平部分220具有水平长度(L_h)。应注意,对应的竖直长度(L_v)和水平长度(L_h)不必相同。

[0044] 一般来说,在反应器系统200内聚合反应放热,并且需要去除反应热。环流反应器

50A、50B可借助于热交换器冷却。举例来说,每个腿或竖直部分210可通过被配置成包围竖直部分210和/或其它部分的热交换器(如冷却夹套52或其它合适的管道形热交换器)保护和包围。图2示出两个四腿反应器,每个具有4个竖直布置的竖直部分。用冷却夹套52包围的竖直部分210还可水平地布置。冷却夹套52被配置成具有在其中流动以去除热量的冷却介质(例如,水和其它冷却剂)。

[0045] 一个或多个进料管线58A、58B用于分别将单体(和/或共聚单体(如果存在的话))、一或多种稀释剂和/或其它化学组分引入环流反应器50A、50B中。进料管线58A、58B可在一个或多个位置直接连接到环流反应器50A、50B或可合并且供应到单个管线(如冷凝稀释剂再循环管线)中。此外,一个或多个进料管线60用于将催化剂和其它添加剂引入环流反应器50A、50B中。进料管线58A、58B、60一般对应于图1的进料管线18。

[0046] 调节在每个环流反应器50A、50B中的反应条件,如温度、压力和反应物浓度,以有助于在其中产生的聚烯烃聚合物产物的希望的特性和生产速率,并且控制环流反应器50A、50B的稳定性。温度通常维持低于聚合物将进入溶解、溶胀、软化或变得发粘的水平。由于聚合反应的放热性,冷却流体可循环通过围绕环流浆液反应器50A、50B的部分的冷却夹套52,以去除余热,由此将温度维持在所希望的范围内,一般在约150°F和约250°F之间(约65°C到约121°C)。同样地,可将在每个环流反应器50A、50B中的压力调节在希望的压力范围内,一般在约100psig和约800psig之间的范围内,如约450psig到约700psig。在一个实例中,乙烯的单体和1-己烯的共聚单体可在反应温度下聚合成聚乙烯聚烯烃聚合物,其基本上不可溶于流体介质,由此在其中形成固体颗粒的浆液。

[0047] 另外,环流反应器50A、50B还可包括其它机构或仪器以测量和/或控制工艺变量,如温度、压力、原料的流动速率、浆液密度、流体的速度、循环浆液的速度等。此类仪器可包括位于反应器50A、50B内或外的一个或多个传感器或感测元件、发射器等,视需要。对于压力控制机构,可使用感测元件,例如隔膜。对于温度控制仪器,可使用感测元件,如热电偶、电阻温度检测器(RTD)等,其可例如容纳于热电偶套管中。

[0048] 多种仪器可具有感测工艺变量的局部指示。举例来说,压力控制仪器可具有局部压力表,并且温度控制仪器可为或具有局部温度计,例如,这两者可由操作员或工程师局部读出并且通过控制系统46控制。发射器可用于将来自感测元件的接收的模拟信号转换成用于供应或传送到控制系统(例如,控制系统46)的数字信号。

[0049] 环流反应器50A、50B用于在浆液条件下进行聚烯烃(例如聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP))聚合,其中聚烯烃聚合物的不溶性粒子在流体介质中形成并且悬浮为浆液相。烯烃单体、共聚单体等可在催化剂、液体稀释剂等存在下聚合成流体浆液的混合物。流体浆液可包括一种或多种聚烯烃聚合物的固体颗粒、单体、液体稀释剂、稀释剂等。

[0050] 聚合的流体浆液的混合物借助于叶轮(未示出)循环,其一般设置在环流反应器50A、50B的内部内,以在流体浆液内建立扰流混合区并且维持其中的相对恒定的浆液速度和/或质量流。在环流反应器50A、50B内的叶轮可由一个或多个马达56A、56B驱动,该马达耦接到高效泵,如泵54A、54B。泵54A、54B分别连接到在环流反应器50A、50B内的叶轮。泵的实例包括直列式轴流泵和混流泵。叶轮还可帮助驱使流体浆液以足够的速度通过在每个环流反应器内的环流反应区以保持固体颗粒(如催化剂或聚烯烃聚合物产物颗粒)悬浮在流体介质内。

[0051] 如图2所示,流体浆液可从环流反应器50A、50B经由产物浆液管线27、浆液输送管线21或短纤浆液产物管线22排出,其连接到或被配置为一个或多个沉降腿、阀机构(例如,Ram阀、调节阀),和/或连续取料(CTO)组件(与一个或多个Ram阀、调节阀或其它阀配置耦接)等等。

[0052] 浆液输送管线21被配置成从环流反应器50A直接排出流体浆液(例如,经由一个或多个产物浆液管线27)或通过沉降腿、分离阀(例如,Ram阀)、连续取料(其包括分离(Ram)阀和调节阀)或其它阀配置到环流反应器50B中(例如,经由输送管线21L)。在浆液输送管线21内的流体流量可由耦接到其的一个或多个阀机构和/或CTO组件调节。可替代地,浆液输送管线21可不被调节,并且可充当连续浆液输送管线。在某些实施例中,浆液输送管线21绕行到产物浆液管线27中的一个。在替代的实施例中,一个产物浆液线27连接到环流反应器50A,例如接近弯管部分230中的一个产物浆液线,并且可关闭浆液输送管线21。

[0053] 在一个实例中,从环流反应器50A的浆液输送管线21排出的流体浆液为连续的并且未经直接调节。未采用CTO或沉降腿。取而代之,浆液输送管线21耦接到维持在全开位置的全孔Ram阀,并且不另外通过调节阀。在另一个实例中,浆液输送管线21耦接到安置在反应器壁处的分离阀(例如,Ram阀等)并且无调节阀。如果需要,提供Ram阀以将浆液输送管线21与环流反应器50A分离。在再一实例中,具有调节阀的CTO可定位于环流反应器50A的浆液输送管线21处。如果以所述方式包括在内,那么调节阀可控制在其中输送的流体浆液的流动速率并且有助于在环流反应器50A内的压力控制。

[0054] 在另一个实例中(未示出),调节阀可设置在浆液输送管线21的下游。在再一实例中,当希望此类分离时,Ram阀可安置在连接到环流反应器50B的壁的浆液输送管线21的出口处,以提供浆液输送管线21与环流反应器50B的分离。在反应器系统200的维护或停工时间期间,或当环流反应器50A的替代排出或输送管线投入运行时等,可能需要将浆液输送管线21L与环流反应器50A、50B分离。Ram阀的操作可为手动控制、液压辅助、空气辅助、远程控制、自动的等。输送管线21L可手动取消运行(例如手动关闭Ram阀)或自动取消运行(例如经由自动关闭Ram阀的控制系统)。

[0055] 短纤浆液产物管线22被配置成从环流反应器50B经由流量控制阀25(例如,调节阀)排出流体浆液并且到回收系统24(其也在图1中示出)中。短纤浆液产物管线22可直接或间接连接到沉降腿、连续取料(CTO)组件,或其它阀配置以排出流体浆液。流体浆液可间歇地排出,如通过沉降腿配置。可替代地,流体浆液可连续排出,如通过CTO组件。对于连续排出,预期多种排出配置。举例来说,无随附的调节阀的分离阀(例如,全孔Ram阀)可用于流体浆液从环流反应器50A或50B的连续排出。

[0056] 压力元件或仪器可设置于环流反应器50A、50B上和浆液输送管线21上。在一些实例中,在环流反应器50A中的压力可在环流反应器50B中的压力上浮动。环流反应器50A、50B可维持在相同、类似或不同压力下。浆液输送管线21的入口位置可在环流反应器50A中的泵54A的排出侧耦接到环流反应器50A。浆液输送管线21的出口位置可在环流反应器50B中的泵54B的抽吸侧耦接到环流反应器50B。此配置可提供用于流体浆液从环流反应器50A到环流反应器50B流过浆液输送管线21L的正压差(即驱动力)。在一个实例中,压差(由泵54A的排出到泵54B的抽吸提供的)为约20磅/平方英寸(psi)。

[0057] 本发明的一个实施例提供,在聚烯烃生产系统100内的单个环流反应区中进行聚

合反应,并且流体浆液连续递送通过环流反应器50A、50B,并排出到短纤浆液产物管线22中。在另一个实施例中,在聚烯烃生产系统100内的聚合反应分别在环流反应器50A、50B内的两个环流反应区中进行,并且流体浆液从在环流反应器50A内的一个环流反应区输送到在环流反应器50B内的另一个环流反应区中,每个反应区具有其单独的工艺变量。

[0058] 本发明的另一个实施例提供在聚烯烃生产系统100的环流反应器50A、50B的环流反应区内的竖直部分210、水平部分220和弯管部分230的配置的显著改进。至少一个环流反应器的系统占用面积和支撑结构降低,由此提高生产效率并节省资金成本,同时维持高加工能力。在一个实施例中,至少一个水平部分的水平长度(L_H)大大降低。在另一个实施例中,反应器系统的至少一个弯管部分被配置成将在其中流动的浆液的狄恩数(D_n)维持高于3,000,000。同时,在聚烯烃生产系统100中的环流反应器50A、50B的竖直部分被配置成维持其测量的环流反应器的总加工容积能力大于约10,000加仑,如约20,000加仑或更多,约40,000加仑或更多,或约50,000或更多。示例性生产系统10的示例性的标称能力为每年生产约700百万磅至1,600百万磅聚烯烃。示例性每小时设计速率为每小时约70,000磅到200,000磅的聚合/挤出聚烯烃。然而,应强调本技术适用于标称能力和设计速率超出这些例示性范围的包括聚乙烯生产系统的聚烯烃制造工艺。

[0059] 图3A和3B描绘了可在烯烃聚合的此类聚烯烃生产系统中使用的环流反应器300、310的实例。在一个方面,预期配置弯管部分230中的至少一个,并且将在弯管部分230内流动的浆液的狄恩数(D_n)维持高于3,000,000,其中弯管部分230含有内径(d)和内曲率的半径(R_c)。在一个实施例中,狄恩数按 $\rho V d / \mu * (d / 2 R_c)^{1/2}$ 测量,其中 ρ 为流体浆液的密度,如以例如lb/ft³的单位测量,其中V为在弯管部分中的浆液的循环速度,如以例如米每秒的单位测量,其中d为弯管部分230的内径,如以例如英尺或英寸的单位测量,其中 μ 为流体浆液的动态粘度,如以例如lb/ft/sec的单位测量,其中R_c为弯管部分230的内曲率的半径,如以例如米或英尺的单位测量。在另一个方面,环流反应器的竖直尺寸(例如,Z轴或平行于地球重力的轴)保持用于大规模、高能力聚烯烃生产的有效配置,而水平尺寸(例如,环流反应器占据的物理地面特性的X-Y平面)显著降低,以节省地面空间和资金成本。

[0060] 如图3A至3D所示,本发明的一个实施例提供,环流反应器300、310可被配置成包括竖直部分210中的至少一个的竖直长度(L_V)比水平部分220中的至少一个的水平长度(L_H)长得多。举例来说,在环流反应器50A、50B、300、310的环流反应区中的竖直部分210中的至少一个的竖直长度(L_V)可为水平部分220中的至少一个的水平长度(L_H)的3倍(3X)或更大,如60倍(60X)或更大,80倍(80X)或更大,100倍(100X)或更大,150倍(150X)或更大,或250倍(250X)或更大。在一个实例中,竖直长度(L_V) (如从竖直部分210的最低Z轴值到竖直部分210的最高Z轴值测量)可为约60英尺或更大,如约100英尺或更大,约150英尺或更大,或约300英尺或更大。在一些实施例中,竖直长度(L_V)在约190英尺和225英尺之间,在约225英尺和260英尺之间,或在约260英尺和300英尺之间。竖直部分210可经由至少一个弯管部分230连接到水平部分220。

[0061] 在另一个方面,预计紧靠着竖直部分210并且通过邻近弯管部分连接的水平部分220中的至少一个的水平长度(L_H)显著降低。作为一个实例,如本文所提供的并且如从在物理地面特性的X-Y平面中的水平部分220的一个末端到另一个末端测量的环流反应器50A、50B、300、310的水平部分220的水平长度(L_H)可为约6英尺或更小,如约3英尺或更小,如在

约1英尺和约3英尺之间,例如,约18英寸,约24英寸。作为另一个实例,至少一个水平部分的水平长度(L_H)可被配置成零,其中环流反应器根本不含水平部分,并且竖直部分210连接到弯管部分230,其中两个弯管部分形成为具有弦长(W)和高度(H)的弧,其形成为垂直的角 α 。如本文所用,弦长(W)被定义为在弧的两个末端之间的距离,其中弧由两个相同弯管部分形成,即,两个弯管部分的内曲率238a、238b(如在图3D中详细示出)。在此情况下,提供一个弯管部分将竖直部分连接到另一个弯管部分。

[0062] 在图3A中,环流反应器300包括一个或多个连续取料(CTO)组件234。每个CTO组件234可连接到相关联的短纤浆液产物管线22,如图1至图2所示。其它配置(例如,其中多个CTO组件进料单个短纤浆液产物管线22的配置)考虑在本公开的范围之内。CTO组件234可被配置成从弯管部分230中的至少一个延伸,如图3A所示。可替代地,CTO组件234可被配置成从水平部分220中的至少一个延伸。

[0063] CTO组件234可包括一个或多个阀机构,如分离阀(例如,Ram阀)、调节阀(例如,v球阀)或其它阀配置。在一个实例中,CTO组件234可包括调节阀以控制流体浆液从环流反应器连续排出。在另一个实例中,CTO组件234可包括用于流体浆液的连续排出的分离阀(例如,Ram阀)和随附调节阀(例如,v球阀)。处于闭合位置的Ram阀可有利地提供与反应器的内壁齐平的表面,以当Ram阀处于闭合位置时为待收集的聚合物排除空穴、空间或空隙的存在。

[0064] CTO组件234可位于下部水平部分或邻近弯管部分中的一个的下游端或与其相邻。在一个配置中,将连续取料(CTO)组件234耦接到短纤浆液产物管线22并且连接以从弯管部分230中的至少一个延伸,以帮助回收固体聚烯烃产物颗粒,而不影响流体浆液的循环速度。在另一个配置中,CTO组件234可为耦接到输送浆液管线21并且配置成连续取出中间产物浆液的伸长的中空附件。

[0065] 此外,一个或多个CTO组件234可安置在接近在环流反应区内的最后一个点的区域中,其中浆液的流动向上转向。在另一个配置中,CTO组件234可在催化剂进料管线(如进料管线60)之前安置,以便允许在催化剂首次通过取料点(即,CTO组件234的位置)之前刚引入环流反应器300中的最大可能的滞留时间。

[0066] 一般来说,连续取料组件234可安置在环流反应器300内的任何水平、竖直或弯管部分上。另外,CTO附件附接到的环流反应器300的部分可具有较大直径,以减缓在其中流动的流体浆液的流动,并且从而另外允许流体流动的分层,使得脱离的产物可具有甚至更大浓度的固体。

[0067] 在操作中,根据在环流反应器上的排出阀的安置,例如,具有比在环流反应器内循环的流体浆液的固体浓度大的排出的流体浆液可借助单独具有分离阀(Ram阀),或具有带有分离阀(Ram阀)和调节阀的CTO配置的排出配置实现。示例性CTO配置和其它排出配置可在美国专利申请公开案第2011/0288247号中和在美国专利第6,239,235号中发现。两者以全文引入的方式并入本文中。在某些实例中,CTO组件234可具有连接到环流反应器壁的Ram阀和连接到排出流体管线(例如,短纤浆液产物管线22、输送浆液管线等)的调节流量控制阀(例如,v球控制阀)。在替代的实施例中,产物短纤浆液可通过代替CTO的沉降腿配置排出。

[0068] 在图3B中,环流反应器310包括一个或多个沉降腿组件232,其被配置成从水平部分220中的至少一个延伸并且耦接到短纤浆液产物管线22。只要水平空间准许,每个水平部

分220可包括单个沉降腿或多个沉降腿。沉降腿一般连接到水平部分220的降低的水平尺寸。

[0069] 可替代地,沉降腿组件232可被配置成从弯管部分230延伸。沉降腿组件232可包括一个或多个阀机构,如分离阀(例如,Ram阀)或其它阀配置。在沉降腿组件232内的阀被配置成连续沉降并且定期抽出流体浆液。另外,在沉降腿组件232内的阀可用于聚积其中沉降的流体浆液,并且定期将流体浆液抽出到输送浆液管线21和/或短纤浆液产物管线22中。

[0070] 如图3A到3B所示,环流反应器300、310可包括由连接在一起的四个竖直部分210、四个水平部分220和八个弯管部分230形成的至少一个环流反应区。可替代地,环流反应区由连接在一起的六个竖直部分、六个水平部分和十二个弯管部分形成。具有多于六个竖直和水平部分和多于十二个弯管部分的环流反应区也在本发明的范围内。最重要的是,环流反应器300、310的配置被设计成利用竖直重力牵引、耦接到其的一个或多个高效循环泵(例如,马达56A、56B,泵54A、54B,或其它合适的泵,和CTO组件134(或连续沉降腿)),以帮助提高在环流反应器300、310内循环的流体浆液的流动速率和速度,产生高浓度的循环浆液和最终高产量的从循环浆液取出的固体颗粒产物。

[0071] 图3C描绘了在聚烯烃生产系统100内的环流反应器和邻近弯管部分230的示例性部分。环流反应器可为环流反应器50A、50B、300、310中的任一个。环流反应器可包括多个弯管部分230,每个弯管部分230具有内径(d)和内曲率238的半径(R_c)。在弯管部分230内的流体浆液的流动通过箭头“F”指示。假设两个弯管部分230的两个内曲率形成弧,如图3D所示为内曲率238a和内曲率238b,每个弯管部分230具有从弧的中点测量的高度(H)。此外,内曲率238a和内曲率238b中的每个具有长度,其为弧的弦长(W)的一半,即, $W/2$ 。因此,如图3C所示的弯管部分230的内曲率238的长度为 $W/2$ 。

[0072] 如在图3C中的实例所示,弯管部分230(例如,在环流反应器50A、50B、300、310中的任一个内的至少一个弯管部分)可连接到弯管流量计370(有时被称作智能E11)。举例来说,内压分接头362和外压分接头364可围绕弯管部分230的内壁和外壁安置,以检测和测量在弯管部分230的内壁和外壁之间的压差。

[0073] 在一个实例中,内压分接头362和外压分接头364用稀释剂(例如,异丁烷或在一些情况下回收异丁烯)以相对高的速率连续冲洗,以防止聚合物浆液堵塞弯管流量计370的部件。在另一个实例中,内压分接头362和外压分接头364可分别在弯管部分230的内壁和外壁处包括内隔膜352和外隔膜354,使得内压分接头362和外压力分接头364可被保护免被聚合物浆液堵塞或结垢。随着内隔膜352和外隔膜354的使用,可不需要稀释剂冲洗。稀释剂冲洗的除去可降低对无烯烃稀释剂的需求。此外,在内压分接头362和外压分接头364处的稀释剂冲洗的除去一般可改善从弯管流量计370获得的压力测量的一致性。

[0074] 在一个实施例中,在环流反应器的环流反应区内的至少一个弯管部分被配置成最小化摩擦损失。参考图3C,例如弯管部分230的半径(R_c)和内径(d)可被配置成最小化在弯管部分230内的流体浆液的摩擦损失。在一个实例中,弯管部分230的半径(R_c)和内径(d)的比率(R_c/d)维持在约1和约10之间,或在约2和约4之间。本领域的技术人员将理解,特别是根据本公开,用于计算本文参考的弯管部分230的半径(R_c)和内径(d)的值以及 R_c/d 的测量参数必须在计算之前转换为相同的或一致的单位,甚至单位彼此消除以产生 R_c/d 比率。

[0075] 在本发明的另一个实施例中,环流反应器对于特别是在弯管部分230内的循环流体浆液保持高循环速度(V)和高流动速率(例如,高雷诺数、高狄恩数(D_n)等)。例如,可通过弯管流量计370测量循环速度(V),该弯管流量计可分别耦接到在弯管部分230的内壁和外壁上的内压分接头362和外压分接头364。在一个实例中,在弯管部分230中的浆液的循环速度(V)为约6米每秒(6m/s)或更高,如约9m/s或更高。在另一个实例中,维持狄恩数高于3,000,000,其中 $D_n = \rho V d / \mu * (d/2R_c)^{1/2}$,并且其中 ρ 为流体浆液的密度,如以例如lb/ft³的单位测量,其中V为在弯管部分中的浆液的循环速度,如以例如米每秒的单位测量,其中d为弯管部分230的内径,如以例如英尺或英寸的单位测量,并且其中 μ 为流体浆液的动态粘度,如以例如lb/ft/sec的单位测量。在另一个实例中,在至少一个弯管部分内的流体浆液的雷诺数(N_{RE}) (其中 $N_{RE} = \rho V d / \mu$),可维持在约11,000,000或更高。

[0076] 狄恩数和雷诺数两者为无量纲数。本领域的技术人员将理解,特别是根据本公开,用于计算本文参考的无量纲数的测量参数必须在计算之前转换为相同或一致的单位,使得单位彼此消除以产生无量纲数。

[0077] 在图3C中,弯管部分230的内曲率的弧的部分以虚线曲线示出。在实施例中,预期降低在弯管部分230中的内曲率238的弧的弦长(W)。在一个实施例中,在弯管部分230中的内曲率238的弦长(W)被配置成约250英寸或更小。在另一个实施例中,在弯管部分230中的内曲率的半径(R_c)被配置成约72英寸或更小,如测量为 $R_c = H/2 + W^2/8H$ 。

[0078] 此外,预期调整弯管部分230的尺寸、各种参数和配置,并且降低在其中流动的浆液的摩擦损失。在一个实施例中,弯管部分230的内曲率的半径(R_c)和内径(d)的比率(R_c/d)被配置成维持在约1和约10之间,或在约2和约4之间,以降低摩擦损失。

[0079] 另外,流过在反应器300、310内的环流反应区的浆液的循环速度(V)一般在竖直部分内未遇到干扰;因此,预期配置弯管部分230的尺寸以便维持流过弯管部分230的浆液的循环速度(V),其中浆液的循环速度(V)与弯管部分230的内径(d)和内曲率的半径(R_c)相关。举例来说,可根据V等于 $\mu * D_n$ 除以 $\rho * d * (d/2R_c)^{1/2}$,调节流过弯管部分230的浆液的循环速度(V),

$$V = \frac{\mu D_n}{\rho d \left(\frac{d}{2R_c} \right)^{1/2}}$$

[0080]

[0081] 其中 μ 为浆液的动态粘度, D_n 为浆液的狄恩数, ρ 为浆液的密度,d为弯管部分230的内径,并且 R_c 为弯管部分230的内曲率238的半径。在一个实例中,在至少一个环流反应区内的浆液的循环速度(V)维持在约9米每秒或更高。在另一个实例中,在至少一个环流反应区内的浆液的循环速度(V)维持在约9米每秒或更低。另外,还可通过调节弯管部分的尺寸、各种参数和配置维持在弯管230中流动的浆液的雷诺数(N_{RE})。在一个实例中,在弯管部分230内的浆液的雷诺数维持在约11,000,000或更高。

[0082] 图4示出了操作聚烯烃制造系统(如,如图1所示的聚烯烃生产系统100)的方法400。提供方法400用于在反应器系统(如具有一个或多个环流反应器50A、50B、300、310的反应器系统20、200)的环流反应区中烯烃聚合。在聚烯烃生产系统100中,一种或多种烯烃单体和任选地共聚单体聚合以形成通常称为短纤或颗粒剂的产物聚合物颗粒。短纤可具有一种或多种所关注的熔融、物理、流变和/或机械特性,如密度、熔融指数(MI)、分子量、共聚物

或共聚单体含量、模数等。选择反应条件(如温度、压力、流动速率、机械搅拌、产物取出、组分浓度、催化剂类型、聚合物生产速率等)以实现希望的短纤特性。

[0083] 在步骤410,将烯烃单体和稀释剂进料到其中具有环流反应区的环流反应器系统中。举例来说,从原料14供应的单体和稀释剂通过进料系统16经由进料管线18进料到反应器系统20中。在一个实例中,单体为乙烯并且共聚单体为1-己烯。在另一个实例中,单体为丙烯并且共聚单体为乙烯。

[0084] 在乙烯单体的情况下,乙烯原料可在约45°F和约65°F(约7°C和约18°C)之间的温度下以大约800磅/平方英寸至1450磅/平方英寸表压(psig)经由进料管线供应。氢原料可经由单独的进料管线供应,但在约90°F和约110°F(约32°C和约43°C)之间的温度下以大约900psig至1000psig供应。当然,多种供应条件可用于递送乙烯、氢气和其它原料14。

[0085] 除了烯烃单体和共聚单体之外,将有助于乙烯单体聚合的催化剂添加到环流反应器。催化剂可为悬浮于环流反应器内的流体介质中的颗粒。一般来说,可使用齐格勒催化剂、齐格勒-纳塔催化剂、茂金属催化剂、铬催化剂和其它众所周知的聚烯烃催化剂以及共催化剂。通常,例如无烯烃的稀释剂或矿物油用于在接入聚合反应器的壁的进料管线(例如,进料管线18)中的催化剂的制备和/或递送。另外,稀释剂可进料到环流反应器中,通常液相环流反应器。

[0086] 在步骤420,供应到环流反应器(如环流反应器50A、50B、300、310)中的烯烃单体然后在液体稀释剂存在下聚合成含聚烯烃短纤浆液。短纤浆液可含有聚烯烃聚合物的固体颗粒。稀释剂可为惰性烃,如异丁烷、丙烷、正丁烷、正戊烷、异戊烷、新戊烷、正己烷、环己烷、环戊烷、甲基环戊烷、乙基环己烷、其组合等,其在反应条件下为液相。使用稀释剂将催化剂颗粒和聚合物短纤悬浮成在环流反应器内的浆料混合物。如其名称指示,稀释剂还可用于冲洗环流反应器或流体管线的内部容积,以缓解堵塞或积垢,以有助于聚合物浆液在生产系统内的导管和管线中的流动等。此外,在聚丙烯生产的实例中,丙烯单体本身可用作稀释剂。

[0087] 每个环流反应器可包括多个竖直部分和将竖直部分连接到水平部分或另一个弯管部分中任一者的多个弯管部分。此外,至少一个弯管部分可具有内径(d)和内曲率的半径(R_c),其可调节将在其中流动的浆液的狄恩数(D_n)维持高于3,000,000,其中 $D_n = \rho V d / \mu * (d / 2R_c)^{1/2}$,并且其中 ρ 为浆液的密度, V 为浆液的循环速度,并且 μ 为浆液的动态粘度。示例性竖直部分、水平部分和弯管部分尺寸在表1至表2中示出。

[0088] 表1: 例示性弯管部分的弦长(W)、高度(H)和曲率半径(R_c)。

| | W (英寸) | H (英寸) | R _c (英寸) | R _c (英尺) |
|--------|--------|--------|---------------------|---------------------|
| [0089] | 72 | 36 | 36 | 3.0 |
| | 72 | 24 | 39 | 3.3 |
| | 72 | 12 | 60 | 5.0 |
| | 72 | 6 | 111 | 9.3 |
| | 60 | 36 | 30.5 | 2.5 |
| | 60 | 24 | 30.8 | 2.6 |
| | 60 | 12 | 43.5 | 3.6 |
| | 60 | 6 | 78.0 | 6.5 |
| | 48 | 36 | 26.0 | 2.2 |
| | 48 | 24 | 24.0 | 2.0 |
| | 48 | 12 | 30.0 | 2.5 |
| | 48 | 6 | 51.0 | 4.3 |
| | 36 | 36 | 22.5 | 1.9 |
| | 36 | 24 | 18.8 | 1.6 |
| [0090] | 36 | 12 | 19.5 | 1.6 |
| | 36 | 6 | 30.0 | 2.5 |
| | 24 | 36 | 20.0 | 1.7 |
| | 24 | 24 | 15.0 | 1.3 |
| | 24 | 12 | 12.0 | 1.0 |
| | 24 | 6 | 15.0 | 1.3 |
| | 12 | 36 | 18.5 | 1.5 |
| | 12 | 24 | 12.8 | 1.1 |
| | 12 | 12 | 7.5 | 0.6 |
| | 12 | 6 | 6.0 | 0.5 |

[0091] 表2: 示例性弯管部分的直径(d)、曲率半径(R_c) R_c/d比率、流体流动速率(V)、雷诺数(N_{RE})和狄恩数(D_n)值。

[0092]

| d (米) | d (英寸) | d (英尺) | R _c (英寸) | R _c (英尺) | R _c /d | V (m/s) | V (英尺/s) | N _{RE} | D _n |
|-------|--------|--------|---------------------|---------------------|-------------------|---------|----------|-----------------|----------------|
| 0.61 | 24.0 | 2.0 | 72 | 6 | 3 | 12.2 | 40 | 15,053,76 3 | 6,145,673 |
| 0.61 | 24.0 | 2.0 | 72 | 6 | 3 | 11.0 | 36 | 13,548,38 7 | 5,531,106 |
| 0.61 | 24.0 | 2.0 | 72 | 6 | 3 | 10.4 | 34 | 12,795,69 9 | 5,223,822 |
| 0.61 | 24.0 | 2.0 | 72 | 6 | 3 | 9.8 | 32 | 12,043,01 1 | 4,916,539 |
| 0.61 | 24.0 | 2.0 | 72 | 10 | 5.0 | 9.1 | 30 | 11,290,32 3 | 3,570,313 |
| 0.61 | 24.0 | 2.0 | 72 | 8 | 4.0 | 9.1 | 30 | 11,290,32 3 | 3,991,732 |
| 0.61 | 24.0 | 2.0 | 72 | 6 | 3.0 | 9.1 | 30 | 11,290,32 3 | 4,609,255 |
| 0.61 | 24.0 | 2.0 | 60 | 5 | 2.5 | 9.1 | 30 | 11,290,32 3 | 5,049,186 |
| 0.61 | 24.0 | 2.0 | 48 | 4 | 2.0 | 9.1 | 30 | 11,290,32 3 | 5,645,161 |
| 0.61 | 24.0 | 2.0 | 36 | 3 | 1.5 | 9.1 | 30 | 11,290,32 3 | 6,518,471 |
| 0.61 | 24.0 | 2.0 | 24 | 2 | 1.0 | 9.1 | 30 | 11,290,32 3 | 7,983,464 |
| 0.61 | 24.0 | 2.0 | 12 | 1 | 0.5 | 9.1 | 30 | 11,290,32 3 | 11,290,32 3 |
| 0.61 | 24.0 | 2.0 | 6 | 0.5 | 0.3 | 9.1 | 30 | 11,290,32 3 | 15,966,92 7 |
| 0.51 | 20.0 | 1.67 | 60.0 | 5.0 | 3.0 | 12.2 | 40 | 12,544,80 3 | 5,121,394 |

[0093]

| | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|----|------------|------------|
| 0.53 | 21.0 | 1.75 | 63.0 | 5.3 | 3.0 | 12.2 | 40 | 13,172,043 | 5,377,464 |
| 0.56 | 22.0 | 1.83 | 66.0 | 5.5 | 3.0 | 12.2 | 40 | 13,799,283 | 5,633,534 |
| 0.58 | 23.0 | 1.92 | 69.0 | 5.8 | 3.0 | 12.2 | 40 | 14,426,523 | 5,889,603 |
| 0.61 | 24.0 | 2.00 | 72.0 | 6.0 | 3.0 | 12.2 | 40 | 15,053,763 | 6,145,673 |
| 0.64 | 25.0 | 2.08 | 75.0 | 6.3 | 3.0 | 12.2 | 40 | 15,681,004 | 6,401,743 |
| 0.66 | 26.0 | 2.17 | 78.0 | 6.5 | 3.0 | 12.2 | 40 | 16,308,244 | 6,657,813 |
| 0.69 | 27.0 | 2.25 | 81.0 | 6.8 | 3.0 | 12.2 | 40 | 16,935,484 | 6,913,882 |
| 0.71 | 28.0 | 2.33 | 84.0 | 7.0 | 3.0 | 12.2 | 40 | 17,562,724 | 7,169,952 |
| 0.74 | 29.0 | 2.42 | 87.0 | 7.3 | 3.0 | 12.2 | 40 | 18,189,964 | 7,426,022 |
| 0.76 | 30.0 | 2.50 | 90.0 | 7.5 | 3.0 | 12.2 | 40 | 18,817,204 | 7,682,091 |
| 0.76 | 30.0 | 2.50 | 60.0 | 5.00 | 2.00 | 15.2 | 50 | 23,521,505 | 11,760,753 |

[0094] 环流反应器50A、50B的操作可包括将相同量的单体或共聚单体和/或相同量氢气进料到每个环流反应器中。替代的操作还可包括向第一聚合反应器中进料比第二反应器中更大量的共聚单体,或反过来。进料步骤可同时或依次进行。操作还可包括向第二聚合反应器中进料比第一反应器中更大量的氢气,或反过来。另外,在每个反应器50A、50B中可维持相同或不同共聚单体浓度。同样地,各反应器50A、50B中可维持相同或不同氢气浓度。此外,第一聚烯烃(即在第一反应器50A中聚合的聚烯烃)可具有第一范围的物理特性,并且第二聚烯烃(即在第二反应器50B中聚合的聚烯烃)可具有第二范围的物理特性。第一范围的物理特性和第二范围的物理特性可相同或不同。例示性物理特性包括但不限于聚烯烃密度、共聚单体百分比、短链分支量、分子量、粘度、熔融指数、熔体流动速率、结晶度等。

[0095] 在步骤430,浆液从环流反应器区抽出。在一个实例中,浆液从弯管部分或水平部分中的至少一个延伸的一个或多个连续取料组件连续抽出。在另一个实例中,浆液从水平部分220延伸的一个或多个沉降腿组件定期抽出。

[0096] 此外,可生产不同量的聚烯烃并且从环流反应器50A、50B抽出。举例来说,从环流反应器50A生产的第一聚烯烃产物可为从环流反应器50B生产的第二聚烯烃产物的30重量%到70重量%,或反过来。在环流反应器50A、50B中的不同量的聚烯烃生产可随不同工艺条件和/或系统配置等调节和调整。

[0097] 在步骤440,在流体浆液内的稀释剂和烯烃单体与聚烯烃聚合物颗粒分离。举例来说,稀释剂和烯烃单体可在回收系统24内分离并回收,如下所述。在步骤450,聚烯烃聚合物从聚烯烃生产系统100获得,如下所述。

[0098] 返回参考图1,具有耦接到其的一个或多个环流反应器的反应器系统20经由短纤

浆液产物管线22连接到回收系统24。回收系统24被配置成接收从反应器系统20排出的流体浆液,并且将流体浆液分离成聚烯烃短纤流28和非聚合物组分。举例来说,在流体浆液中的液体可在回收系统24内处理以在闪蒸管线(未示出)中部分或完全蒸发。非聚合物组分(例如,稀释剂和未反应的单体)的蒸气可与聚烯烃短纤流28分离。存在于聚烯烃短纤中的非聚合物组分的实例可包括稀释剂、未反应的单体/共聚单体和残余的催化剂。

[0099] 具有耦接到其的闪蒸管线加热器的闪蒸管线可用于蒸发和挥发稀释剂并且提高流体浆液的焓。闪蒸管线和闪蒸管线加热器可被配置为反应器系统的一部分、回收系统24的一部分、或可替代地设置在反应器系统20和回收系统24之间。

[0100] 非聚合物组分可在回收系统24内从气相回收为液相。此外,回收系统24可被配置成从非聚合物组分去除不希望的重链和轻链。举例来说,无烯烃稀释剂可通过递送到进料系统16和/或反应器系统20而从回收系统24回收并且再使用。

[0101] 非聚合物组分可通过一个或多个非聚物流动管线26递送到分馏系统30,以分馏和/或处理成回收的非聚合物稀释剂、单体和/或催化剂组分的馏分。因此非聚合物组分的馏分通过将馏分直接或经由连接到进料系统16的馏分进料管线32递送到反应器系统20中而回收并再使用。旁路管线进料34可用于通过旁路馏分系统30将非聚合物组分从回收系统24(例如,经由非聚物流动管线26)递送到进料管线16(例如,经由馏分进料管线32)。

[0102] 从回收系统24排出的聚烯烃短纤流28然后递送到挤压系统36并且挤出成具有希望机械、物理和熔融特征的聚烯烃球粒38。挤出系统36可包括挤出机(例如制粒机),其被配置成将添加剂添加到聚烯烃短纤流28的进料,以赋予最终获得的聚烯烃球粒38的希望特征。挤出机加热并熔融聚烯烃短纤流28的进料,并且在压力下挤出进料(例如,经由双螺杆挤出机)通过制粒机模头以获得聚烯烃球粒38。此类球粒可在设置在制粒机的排出口处或接近其的水系统中冷却。引入聚烯烃短纤流28的进料中以形成聚烯烃球粒38的合适的添加剂可包括表面改性剂(例如,增滑剂、防结块剂、增粘剂)、UV抑制剂、抗氧化剂(例如酚醛树脂、亚磷酸盐、硫酯、胺等)、着色剂、颜料、加工助剂(例如,流动促进剂,如蜡和油以及氟弹性体)、过氧化物和其它添加剂。不同添加剂可合并成不同添加剂包装,以分配到一个或多个挤出机进料罐和挤出机中用于获得不同希望特征的聚烯烃球粒38。

[0103] 如图1所示,聚烯烃生产系统100的干完成端44还包括卸载系统39,其被配置成制备用于运送到顾客40的聚烯烃球粒38。一般来说,聚烯烃球粒38可运输到卸载区域以储存、与其它球粒共混,和/或装入有轨车、卡车、袋等中。然而,聚烯烃球粒38在发送到客户40之前一般不通过卸载系统39变化。

[0104] 由聚烯烃生产系统100产生的聚烯烃球粒38可包括低密度聚乙烯(LDPE)、线性低密度聚乙烯(LLDPE)、中等密度聚乙烯(MDPE)、高密度聚乙烯(HDPE)、增强聚乙烯、全同立构聚丙烯(iPP)、间同立构聚丙烯(sPP),包括各种共聚物等。聚烯烃球粒38可用于制造多种产品、部件、家庭物品和其它物品,包括但不限于粘合剂(例如热熔粘合剂应用)、电线和电缆、农业用膜、收缩膜、拉伸膜、食品包装膜、柔性食品包装、牛奶容器、冷冻食品包装、垃圾箱和罐头衬里、食品杂货袋、大型垃圾袋、塑料瓶、安全设备、地毯、涂层、玩具以及大量容器和塑料产品。

[0105] 具体类型的聚烯烃如高密度聚乙烯(HDPE),在制造吹塑模制和注射模制物品(例如食品和饮料容器、膜和塑料管)中具有具体应用。其它类型的聚烯烃,如低密度聚乙烯

(LDPE)、直链低密度聚乙烯(LLDPE)、全同立构聚丙烯(iPP)以及间同立构聚丙烯(sPP)也适于类似应用。本申请案的机械要求(如拉伸强度和密度)和/或化学要求(如热稳定性、分子量和化学反应性)通常决定那种类型的聚烯烃适合。

[0106] 为了制造最终产品,聚烯烃球粒38一般进行加工,如吹塑模制、注射模制、旋转模制、吹塑膜、流延膜、挤出(例如片材挤出、管和波纹挤出、涂布/层压挤出等)等。最终,由聚烯烃球粒38制备的产品和部件可进一步加工和装配以供配送和出售给客户。举例来说,挤出管或膜可经包装用于配送给客户,或包含聚乙烯的燃料箱可装配到机动车中用于配送和出售给客户。

[0107] 可经由各种阀配置、控制系统等自动和/或手动控制在聚烯烃生产系统100中的工艺变量和参数。一般来说,处理器类控制系统(如,如图1所示的控制系统46)可有助于在聚烯烃生产系统100中的一系列操作的管理。聚烯烃制造设施可包括主控室以及中央控制系统,如分布式控制系统(DCS)和/或可编程逻辑控制器(PLC)。举例来说,反应器系统20可采用处理器类系统,如DCS或本领域中已知的其它先进的工艺控制系统。控制系统46可包括一个或多个DCS,以控制进料系统16、反应器系统20、回收系统24和/或分馏系统30。在聚烯烃生产厂的干端44中,挤出系统36和/或球粒卸载系统39还可经由处理器类系统(例如DCS或PLC)控制。此外,计算机可读介质可存储控制系统可执行代码,以通过包括中央处理单元等的相关联处理器执行。计算机可读介质可指的是可与计算机可读指令一起使用的任何存储介质。在示例性和非限制性例示性实施例中,计算机可读介质可包括计算机可读存储介质。计算机可读存储介质可采用许多形式,包括但不限于非易失性介质和易失性介质、软盘、柔性磁盘、硬盘、磁带、其它磁性介质、CD-ROM、DVD或任何其它光学存储介质、打孔卡、纸带,或具有孔图案的任何其它物理介质。计算机可读存储介质可另外包括RAM、PROM、EPROM、EEPROM、闪存、其组合(例如,PROM EPROM),或任何其它存储器芯片或卡盘。计算机可读介质可另外包括计算机可读传输介质。此类传输介质可包括同轴电缆、铜线以及光纤。传输介质还可采用声波或光的形式,如在射频、红外线、无线,或包含电、磁或电磁波的其它介质期间产生的那些。

[0108] 因此,在聚烯烃制造系统100中的DCS和相关控制系统可包括适当硬件、软件逻辑和代码,以与多种工艺设备、控制阀、导管、仪器等介接,以有助于工艺变量的测量和控制、实施执行控制流程、执行计算等。可提供本领域普通技术人员已知的多种仪器来测量工艺变量,如压力、温度、流动速率等,并且向控制系统46传输信号,其中测量的数据可被操作员读取和/或用作多种控制功能的输入。根据应用和其它因素,工艺变量的指示可由操作员本地或远程读取,并且经由控制系统用于多种控制目的。

[0109] 工厂管理员、工程师、技术员、监视员和/或操作员可在控制室中监测和控制工艺。当使用DCS时,控制室可为活动中心,有助于工艺或设施的有效监测和控制。控制室和DCS可含人机界面(HMI),其可为计算机,具有专用软件以提供用于控制系统的用户介面。HMI可通过供应商变化并且向用户呈现在聚烯烃生产系统100内进行的制造过程的图形版本。可存在多个HMI控制台或工作站,具有变化的存取数据程度。

[0110] 因此,本发明非常适于实现所提及的目的和优点以及其中固有的那些目的和优点。上文公开的特定实施例仅为例示性的,原因在于本发明可被修改并且以对于得益于本文教导内容的本领域技术人员来说显而易见的不同但等效的方式实践。此外,不希望对本

文中所示的建构或设计细节构成限制,除非下文权利要求中有描述。因此显而易见,以上公开的特定例示性实施例可变化、合并或修改,并且所有此类变化视为在本发明的范围和精神内。

[0111] 本文例示性公开的本发明可适当地在不存在不是本文具体公开的任何元件和/或本文公开的任选元件的情况下实践。尽管本文根据“包含(comprising)”、“含有(containing)”或“包括(including)”各种组分或步骤方面来描述组合物和方法,但组合物和方法还可“主要由各种组分或步骤组成”或“由各种组分或步骤组成”。以上公开的所有数字和范围可变化一些量。只要公开具有下限和上限的数值范围,那么就具体地公开落在该范围内的任何数字和任何包括的范围。具体来说,本文公开的每个值的范围(“约a到约b”、或等效地“大约a到b”或等效地“大约a至b”的形式)将理解成阐述包含在更广值范围内的每个数字和范围。

[0112] 以上公开的特定实施例仅为例示性的,原因在于本发明可被修改并且以对于得益于本文教导内容的本领域技术人员来说显而易见的不同但等效的方式实践。此外,不希望对本文中所示的建构或设计细节构成限制,除非下文权利要求中有描述。因此,显而易见的是,以上公开的特定实施例可变化或修改,并且所有此类变化视为在本发明的范围和精神内。因此,本文寻求的保护如在以下权利要求中阐述。

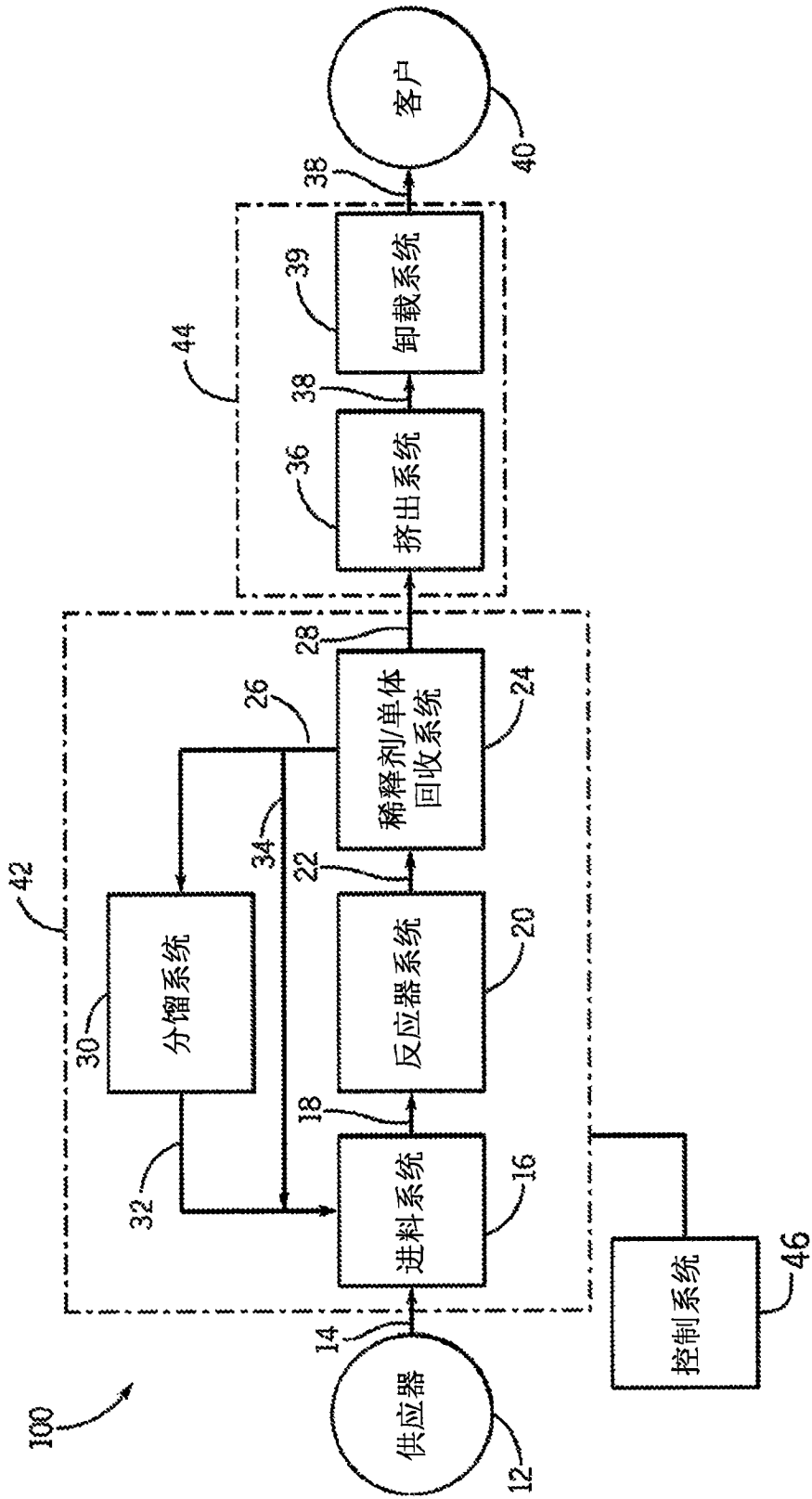


图1

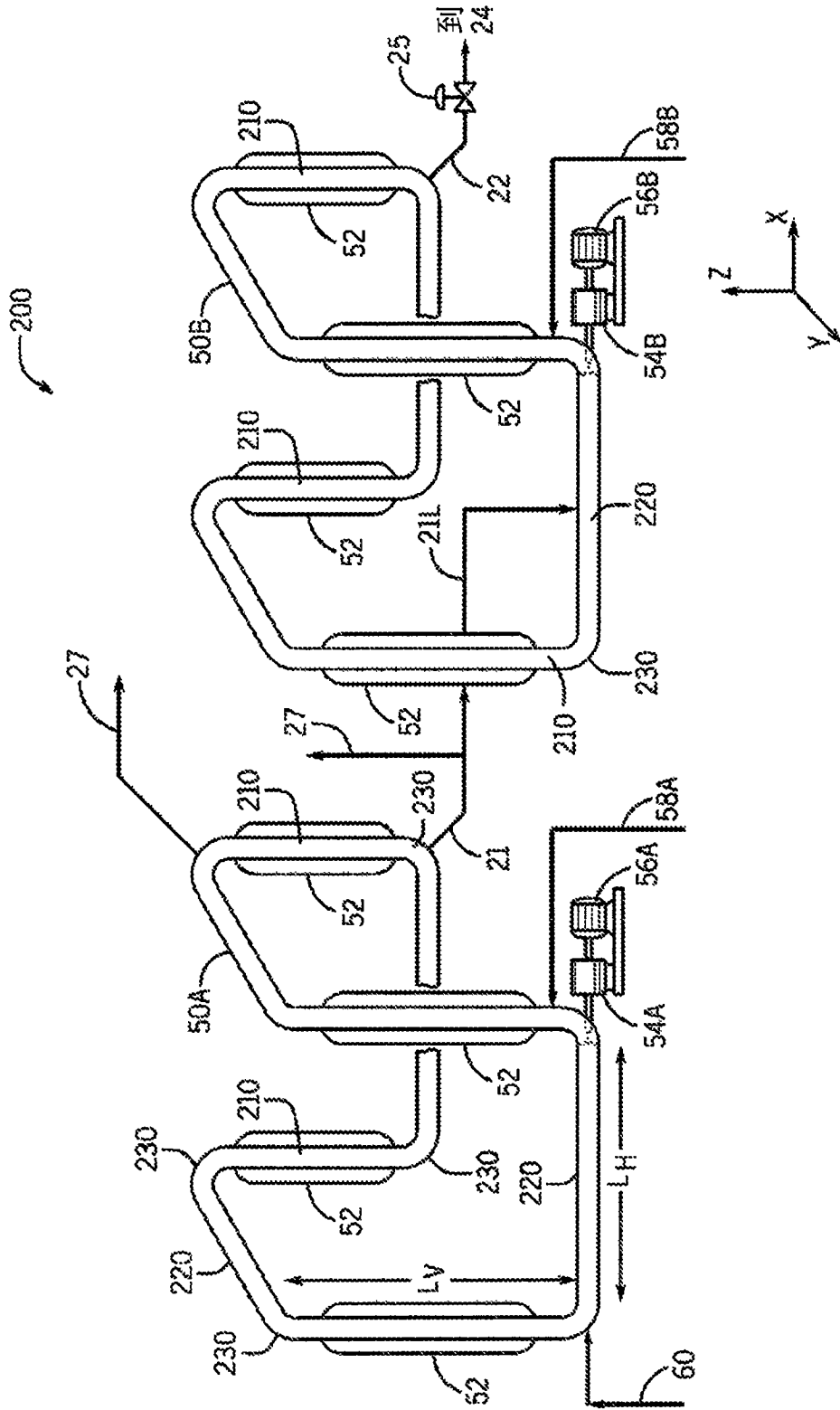


图2

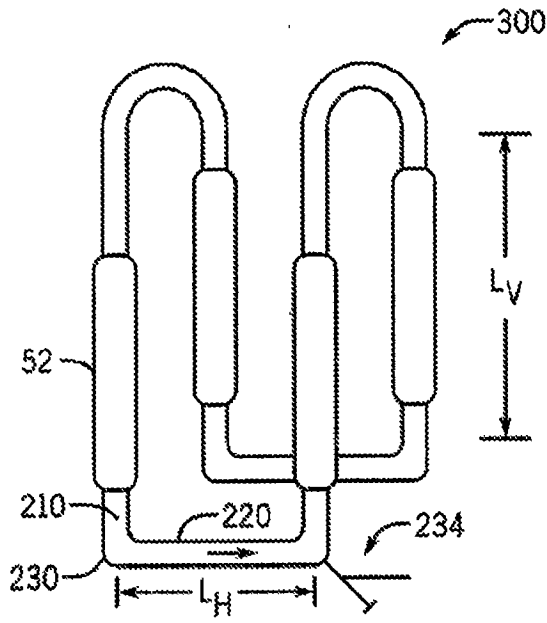


图3A

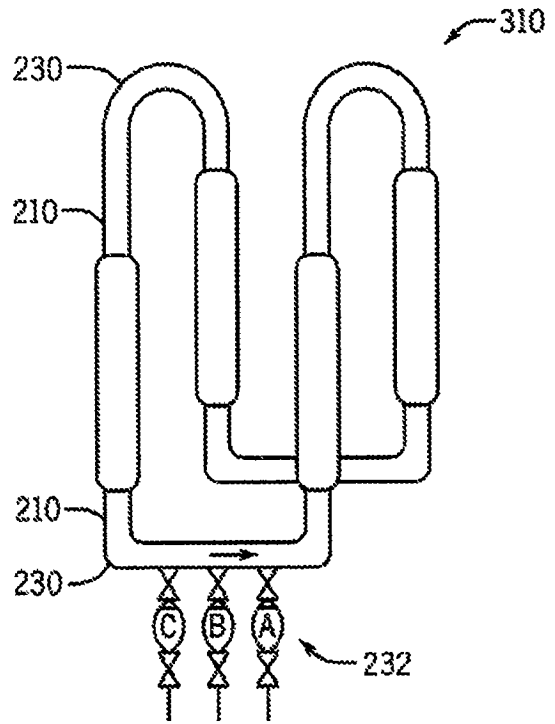


图3B

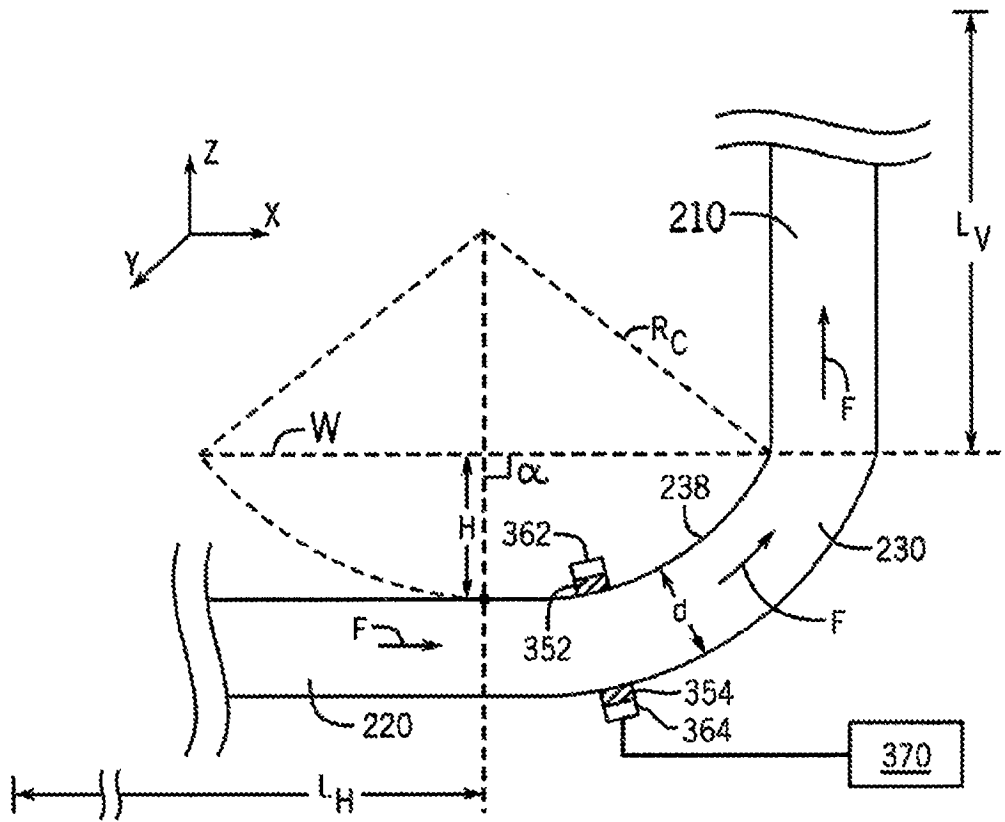


图3C

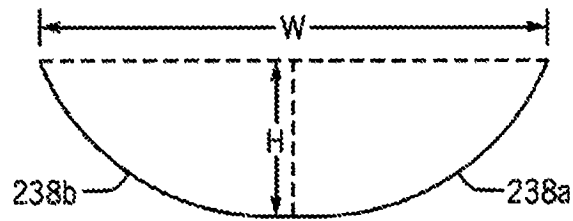


图3D

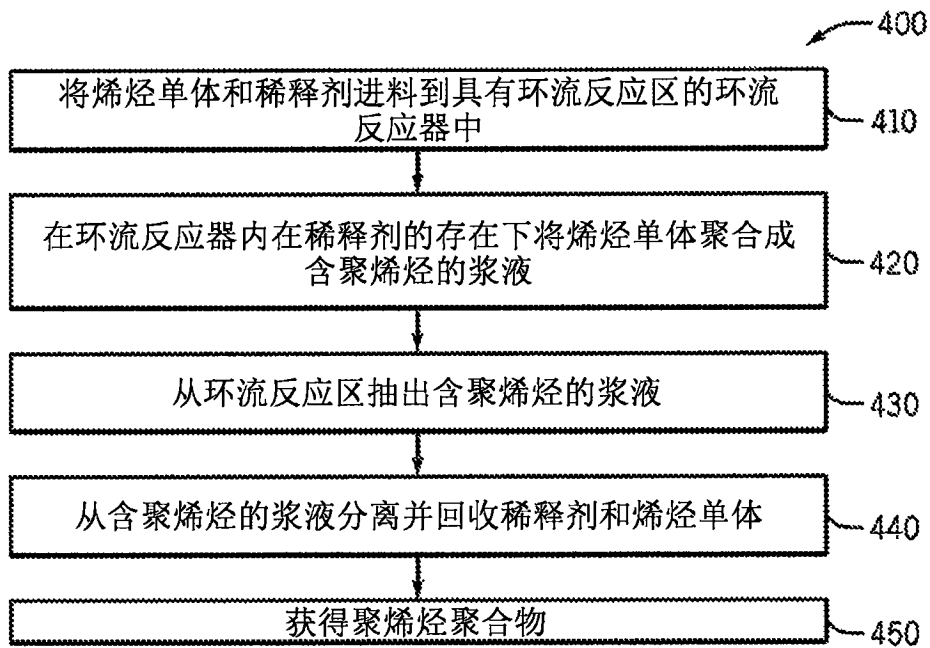


图4