



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111909293 B

(45) 授权公告日 2023. 02. 03

(21) 申请号 202010554334.9  
 (22) 申请日 2020.06.17  
 (65) 同一申请的已公布的文献号  
 申请公布号 CN 111909293 A  
 (43) 申请公布日 2020.11.10  
 (73) 专利权人 南京延长反应技术研究院有限公司  
 地址 210047 江苏省南京市江北新区罐区南路88号  
 (72) 发明人 张志炳 周政 张锋 李磊  
 孟为民 王宝荣 杨高东 罗华勋  
 杨国强 田洪舟 曹宇  
 (74) 专利代理机构 北京中索知识产权代理有限公司 11640  
 专利代理师 苑晨硕

(51) Int. Cl.  
 C08F 10/02 (2006.01)  
 C08F 2/01 (2006.01)  
 (56) 对比文件  
 CN 108559010 A, 2018.09.21  
 CN 210045215 U, 2020.02.11  
 CN 1863827 A, 2006.11.15  
 审查员 刘翠

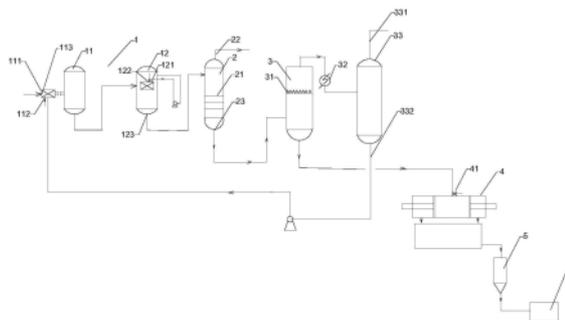
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种制备聚 $\alpha$ 烯烃的微界面强化反应系统及方法

(57) 摘要

本发明提供了一种制备聚 $\alpha$ 烯烃的微界面强化反应系统及方法。包括：依次连接的第一聚合反应器以及第二聚合反应器，所述第一聚合反应器外部设置有第一微界面发生器，所述第二聚合反应器内设置有第二微界面发生器；所述第二聚合反应器底部设置有出料口，所述出料口连接卤化氢脱除塔。本发明通过在预聚合反应器和聚合反应器的微界面发生器，同时在聚合反应器和聚合反应器的微界面发生器后，一方面增大了气相与液相物料之间的传质面积，提高了反应效率，减少了能耗；另一方面气液相混合更均匀、得到的聚 $\alpha$ 烯烃均匀度更高，提高了产品质量。



1. 一种制备聚 $\alpha$ 烯烃的微界面强化反应系统,其特征在于,包括依次连接的第一聚合反应器以及第二聚合反应器,所述第一聚合反应器外部设置有用于分散破碎成微气泡的第一微界面发生器,所述第二聚合反应器内设置有用于分散破碎成微气泡的第二微界面发生器;所述第二聚合反应器底部设置有出料口,所述出料口连接卤化氢脱除塔以用于去除反应过程中催化剂与氢气反应生成的副产物;所述卤化氢脱除塔顶部设置有排出卤化氢气体的第一排气管、底部设置有用于聚 $\alpha$ 烯烃产物排出的分离产物出口;所述分离产物出口连接闪蒸罐以用于对聚 $\alpha$ 烯烃产物进行闪蒸纯化分离,分离出的氢气、循环物料从所述闪蒸罐的顶部排出,分离出的聚 $\alpha$ 烯烃从所述闪蒸罐的底部出去进入分子筛精制器用于去除聚 $\alpha$ 烯烃的水分;

所述第一微界面发生器的一端侧壁设置有用以通入 $\alpha$ 烯烃原料的进料口,另一端与所述第一聚合反应器连接,所述第一微界面发生器的底端还设置有第一进口,所述第一进口用于通入卤化物催化剂、氢气以及有机溶剂;

所述第二微界面发生器顶端设置有用以通入卤化物催化剂、氢气、有机溶剂的第二进口,所述第二微界面发生器与液相循环管道一端连接,所述液相循环管道的另一端与所述第二聚合反应器的侧壁连接;

所述闪蒸罐的顶部连接有用于液化所述循环物料的冷凝器;

所述冷凝器连接气液分离罐的侧壁,所述气液分离罐顶部设置有排出氢气的第二排气管,所述气液分离罐底部出口与循环管连接用于将所述循环物料循环通入所述第一微界面发生器中,所述循环管上设置有输送泵;

所述分子筛精制器与用于聚 $\alpha$ 烯烃收集的料斗连接,所述料斗连接有收集箱;

所述微界面强化反应系统制备聚 $\alpha$ 烯烃的微界面强化反应方法,包括如下步骤:

反应原料、催化剂以及溶剂混合分散破碎成微气泡,进行聚合反应,然后除杂、闪蒸、最后干燥,

所述聚合反应的温度为120-132℃,

所述聚合反应的压力为1-1.2MPa。

## 一种制备聚 $\alpha$ 烯烃的微界面强化反应系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及制备聚 $\alpha$ 烯烃的技术领域,具体而言,涉及一种制备聚 $\alpha$ 烯烃的微界面强化反应系统及方法。

### 背景技术

[0002] 聚 $\alpha$ 烯烃是合成基础油中的一种,聚 $\alpha$ 烯烃是由乙烯经聚合反应制成 $\alpha$ 烯烃,再进一步经聚合及氢化而制成,它是最常用的合成润滑油基础油,使用范围最广泛,聚 $\alpha$ 烯烃合成油具有良好的粘温性能和低温流动性,是配制高档、专用润滑油较为理想的基础油。

[0003] 聚 $\alpha$ 烯烃生产工艺中通常采用搅拌床反应器、釜式反应器、管式反应器、塔式反应器等作为聚合反应器,然而其所提供的相界面面积和传质系数有限,气体利用率低以致反应效率偏低,故反应性能较难获得突破性的提高,进而影响了反应的整体效率;另外,由于气液相之间混合不均匀、导致分子量的分布也不均匀,得到的聚 $\alpha$ 烯烃的均匀度不高,影响了产品的质量。

### 发明内容

[0004] 鉴于此,本发明提出了一种制备聚 $\alpha$ 烯烃的微界面强化反应系统及方法,第一目的在于提供一种制备聚 $\alpha$ 烯烃的微界面强化反应系统,该微界面强化反应系统通过在第一聚合反应器设置第一微界面发生器,同时第二聚合反应器内设置有第二微界面发生器后,一方面增大了气相与液相物料之间的传质面积,气体利用率高,提高了反应效率,减少了能耗;另一方面气液相混合更均匀、得到的聚 $\alpha$ 烯烃分子量分布更加均匀,提高了产品质量。

[0005] 第二目的在于提供一种采用上述微界面强化反应系统制备聚 $\alpha$ 烯烃的反应方法,反应所需要的温度低、能耗低,反应得到的聚 $\alpha$ 烯烃产品质量好、收率高。

[0006] 为了实现本发明的上述目的,特采用以下技术方案:

[0007] 本发明提出了一种制备聚 $\alpha$ 烯烃的微界面强化反应系统,包括依次连接的第一聚合反应器以及第二聚合反应器,所述第一聚合反应器外部设置有用于分散破碎成微气泡的第一微界面发生器,所述第二聚合反应器内设置有用于分散破碎成微气泡的第二微界面发生器;所述第二聚合反应器底部设置有出料口,所述出料口连接卤化氢脱除塔以用于去除反应过程中催化剂与氢气反应生成的副产物;所述卤化氢脱除塔顶部设置有排出卤化氢气体的第一排气管、底部设置有用于聚 $\alpha$ 烯烃产物排出的分离产物出口;所述分离产物出口连接闪蒸罐以用于对聚 $\alpha$ 烯烃产物进行闪蒸纯化分离,分离出的氢气、循环物料从所述闪蒸罐的顶部排出,分离出的所述聚 $\alpha$ 烯烃从所述闪蒸罐的底部出去进入分子筛精制器用于去除所述聚 $\alpha$ 烯烃的水分。

[0008] 进一步地,上述制备聚 $\alpha$ 烯烃的微界面强化反应系统中,所述第一微界面发生器的一端侧壁设置有通入 $\alpha$ 烯烃原料的进料口,另一端与所述第一聚合反应器连接,所述第一微界面发生器的底端还设置有第一进口,所述第一进口用于通入卤化物催化剂、氢气以及有机溶剂。

[0009] 进一步地,上述制备聚 $\alpha$ 烯烃的微界面强化反应系统中,所述第二微界面发生器顶端设置有用于通入卤化物催化剂、氢气、有机溶剂的第二进口,所述第二微界面发生器与液相循环管道一端连接,所述液相循环管道的另一端与所述第二聚合反应器的侧壁连接。

[0010] 进一步地,上述制备聚 $\alpha$ 烯烃的微界面强化反应系统中,所述闪蒸罐的顶部连接有用于液化所述循环物料的冷凝器。

[0011] 进一步地,上述制备聚 $\alpha$ 烯烃的微界面强化反应系统中,所述冷凝器连接气液分离罐的侧壁,所述气液分离罐顶部设置有排出氢气的第二排气管,所述气液分离罐底部出口与循环管连接用于将所述循环物料循环通入所述第一微界面发生器中,所述循环管上设置有输送泵。

[0012] 进一步地,上述制备聚 $\alpha$ 烯烃的微界面强化反应系统中,所述分子筛精制器与用于聚 $\alpha$ 烯烃的收集的料斗连接,所述料斗连接有收集箱。

[0013] 一种微界面强化反应系统制备聚 $\alpha$ 烯烃的微界面强化反应方法,包括如下步骤:

[0014] 反应原料、催化剂以及溶剂混合分散破碎后成微气泡,进行聚合反应,然后除杂、闪蒸、最后干燥。

[0015] 进一步地,上述制备聚 $\alpha$ 烯烃的微界面强化反应方法中,所述聚合反应的温度为120-132 $^{\circ}$ C。

[0016] 进一步地,上述制备聚 $\alpha$ 烯烃的微界面强化反应方法中,所述聚合反应的压力为1-1.2MPa。

[0017] 本领域所属技术人员可以理解的是,本发明所采用的微界面发生器在本发明人在先专利中已有体现,如申请号CN201610641119.6、201610641251.7、CN201710766435.0、CN106187660、CN105903425A、CN109437390A、CN205833127U及CN207581700U的专利。在先专利CN201610641119.6中详细介绍了微米气泡发生器(即微界面发生器)的具体产品结构和工作原理,该申请文件中记载了“微米气泡发生器包括本体和二次破碎件、本体内具有空腔,本体上设有与空腔连通的进口,空腔的相对的第一端和第二端均敞开,其中空腔的横截面积从空腔的中部向空腔的第一端和第二端减小;二次破碎件设在空腔的第一端和第二端中的至少一个处,二次破碎件的一部分设在空腔内,二次破碎件与空腔两端敞开的通孔之间形成一个环形通道。微米气泡发生器还包括进气管和进液管。”从该申请文件中公开的具体结构可以知晓其具体工作原理为:液体通过进液管切向进入微米气泡发生器内,超高速旋转并切割气体,使气体气泡破碎成微米级别的微气泡,从而提高液相与气相之间的传质面积,而且该专利中的微米气泡发生器属于气动式微界面发生器。

[0018] 另外,在先专利201610641251.7中有记载一次气泡破碎器具有循环液进口、循环气进口和气液混合物出口,二次气泡破碎器则是将进料口与气液混合物出口连通,说明气泡破碎器都是需要气液混合进入,另外从后面的附图中可知,一次气泡破碎器主要是利用循环液作为动力,所以其实一次气泡破碎器属于液动式微界面发生器,二次气泡破碎器是将气液混合物同时通入到椭圆形的旋转球中进行旋转,从而在旋转的过程中实现气泡破碎,所以二次气泡破碎器实际上是属于气液联动式微界面发生器。其实,无论是液动式微界面发生器,还是气液联动式微界面发生器,都属于微界面发生器的一种具体形式,然而本发明所采用的微界面发生器并不局限于上述几种形式,在先专利中所记载的气泡破碎器的具体结构只是本发明微界面发生器可采用的其中一种形式而已。

[0019] 此外,在先专利201710766435.0中记载到“气泡破碎器的原理就是高速射流以达到气体相互碰撞”,并且也阐述了其可以用于微界面强化反应器,验证本身气泡破碎器与微界面发生器之间的关联性;而且在先专利CN106187660中对于气泡破碎器的具体结构也有相关的记载,具体见说明书中第[0031]-[0041]段,以及附图部分,其对气泡破碎器S-2的具体工作原理有详细的阐述,气泡破碎器顶部是液相进口,侧面是气相进口,通过从顶部进来的液相提供卷吸动力,从而达到粉碎成超细气泡的效果,附图中也可见气泡破碎器呈锥形的结构,上部的直径比下部的直径要大,也是为了液相能够更好的提供卷吸动力。

[0020] 由于在先专利申请的初期,微界面发生器才刚研发出来,所以早期命名为微米气泡发生器(CN201610641119.6)、气泡破碎器(201710766435.0)等,随着不断技术改进,后期更名为微界面发生器,现在本发明中的微界面发生器相当于之前的微米气泡发生器、气泡破碎器等,只是名称不一样。

[0021] 综上所述,本发明的微界面发生器属于现有技术,虽然有的气泡破碎器属于气动式气泡破碎器类型,有的气泡破碎器属于液动式气泡破碎器类型,还有的属于气液联动式气泡破碎器类型,但是类型之间的差别主要是根据具体工况的不同进行选择,另外关于微界面发生器与反应器、以及其他设备的连接,包括连接结构、连接位置,根据微界面发生器的结构而定,此不作限定。

[0022] 与现有技术相比,本发明的有益效果在于,本发明的制备聚 $\alpha$ 烯烃的微界面强化反应系统通过在第一聚合反应器设置第一微界面发生器,同时在第二聚合反应器内设置有第二微界面发生器,一方面增大了气相与液相物料之间的传质面积,提高了反应效率,减少了能耗;另一方面气液相混合更均匀、得到的聚 $\alpha$ 烯烃均匀度更高,提高了产品质量。

## 附图说明

[0023] 通过阅读下文优选实施方式的详细描述,各种其他的优点和益处对于本领域普通技术人员将变得清楚明了。附图仅用于示出优选实施方式的目的,而并不认为是对本发明的限制。而且在整个附图中,用相同的参考符号表示相同的部件。在附图中:

[0024] 图1为本发明实施例提供的制备聚 $\alpha$ 烯烃的反应系统结构示意图。

[0025] 图中:

[0026] 11-第一聚合反应器; 111-第一微界面发生器;

[0027] 112-第一进口; 113-进料口;

[0028] 12-第二聚合反应器; 121-第二微界面发生器;

[0029] 122-第二进口; 123-出料口;

[0030] 2-卤化氢脱除塔; 21-卤化氢吸附层;

[0031] 22-第一排气管; 23-分离产物出口;

[0032] 3-闪蒸罐; 31-电阻丝;

[0033] 32-冷凝器; 33-气液分离罐;

[0034] 331-第二排气管; 332-循环管;

[0035] 4-分子筛精制器; 41-阀门;

[0036] 5-料斗; 6-收集箱。

## 具体实施方式

[0037] 下面将参照附图更详细地描述本公开的示例性实施例。虽然附图中显示了本公开的示例性实施例,然而应当理解,可以以各种形式实现本公开而不应被这里阐述的实施例所限制。相反,提供这些实施例是为了能够更透彻地理解本公开,并且能够将本公开的范围完整的传达给本领域的技术人员。需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0038] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0039] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0040] 参阅图1所示,为本发明实施例的溶液法制备聚 $\alpha$ 烯烃的反应系统,包括依次连接的第一聚合反应器11以及第二聚合反应器12,所述第一聚合反应器11外部设置有用于分散破碎成微气泡的第一微界面发生器111,所述第二聚合反应器12内设置有用于分散破碎成微气泡的第二微界面发生器121;所述第二聚合反应器12底部设置有出料口123,所述出料口123连接卤化氢脱除塔2以用于去除反应过程中催化剂反应生成的副产物;所述卤化氢脱除塔2顶部设置有排出卤化氢气体的第一排气管22、底部设置有用于聚 $\alpha$ 烯烃产物排出的分离产物出口23;所述分离产物出口23连接闪蒸罐3以用于对聚 $\alpha$ 烯烃产物进行闪蒸纯化分离,分离出氢气、循环物料从所述闪蒸罐3的顶部排出,分离出的所述聚 $\alpha$ 烯烃从所述闪蒸罐3底部出去进入分子筛精制器4用于去除所述聚 $\alpha$ 烯烃的水份。

[0041] 具体而言,所述第一微界面发生器111起到混合 $\alpha$ 烯烃原料、卤化物催化剂、氢气、有机溶剂并将上述物质分散破碎成微气泡的作用,所述 $\alpha$ 烯烃原料、卤化物催化剂、氢气、有机溶剂在第一聚合反应器11进行充分乳化后进行聚合反应形成第一聚合物;所述第二微界面发生器121起到混合第一聚合物、卤化物催化剂、氢气、有机溶剂并将上述物质分散破碎成微气泡的作用,所述第一聚合物、卤化物催化剂、氢气以及有机溶剂在第二聚合反应器12进行充分乳化后进行聚合反应形成聚合反应产物。

[0042] 本实施例中,所述 $\alpha$ 烯烃原料的种类不限,只要能达到制备聚 $\alpha$ 烯烃即可,可以选择乙烯、丙烯、 $\alpha$ 丁烯、 $\alpha$ 己烯等的一种或者多种混合物。若加入的是乙烯、丙烯、 $\alpha$ 丁烯等为气态的物质,则直接通入第一微界面发生器中;若加入的是 $\alpha$ 己烯等为液态的物质,则可以将 $\alpha$ 己烯等气化成气态通入第一微界面发生器111中。

[0043] 所述卤化物催化剂种类不限,可以选择为VIB族过渡金属的卤化物、卤素氧化物等,如 $\text{TiCl}_4$ 、 $\text{TiCl}_3$ 、 $\text{VOI}_3$ 、 $\text{VOCl}_3$ 等,通过在第一微界面发生器111和第二微界面发生器121内加入卤化物催化剂可以提高聚合反应的效率,使得到的聚 $\alpha$ 烯烃均匀度更高,提高了产品质量。

[0044] 具体而言,所述第一微界面发生器111的一端侧壁设置有通入 $\alpha$ 烯烃原料的进料口113,另一端与所述第一聚合反应器11连接。所述第一微界面发生器111还设置有用于通入卤化物催化剂、氢气、有机溶剂的第一进口112,所述第二微界面发生器121开设有通入卤化物催化剂、氢气、有机溶剂的第二进口122;所述第一微界面发生器111为气动式微界面发生器。

[0045] 所述第二微界面发生器121为液动式微界面发生器,所述第二微界面发生器121连接有用于给第二微界面发生器121提高动力的液相循环管道,所述液相循环管道的一端与所述第二聚合反应器12的侧壁连接,另一端与所述第二微界面发生器121连接。

[0046] 所述第一微界面发生器111、第二微界面发生器121设置数量至少各一个。

[0047] 具体而言,所述第二聚合物反应器12底部设置有出料口123,所述出料口123与卤化氢脱除塔2连接用于去除反应过程中催化剂反应生成的副产物,所述卤化氢脱除塔2的中部设置有卤化氢吸附层21,所述卤化氢吸附层21可以设置为若干层,只要确保其能吸附聚和反应产物中的卤化氢并将其转化为卤化氢气体即可,所述卤化氢脱除塔2的顶部设置有用以排出卤化氢气体的第一排气管22,所述卤化氢脱除塔2的底部设置有分离产物出口23,所述分离产物出口23与所述闪蒸罐3连接。

[0048] 本实施例中,所述卤化氢吸附层21的数量设置为三层,且相互水平设置,防止因卤化氢吸附层21过多造成成本过高,卤化氢吸附层21过少造成卤化氢脱除不完全的问题。

[0049] 进一步的,所述分离产物出口23与所述闪蒸罐3连接,用以将聚和反应产物进行闪蒸,所述闪蒸罐3中间设置有电阻丝31,所述电阻丝31可以设置为任意数量,只要确保闪蒸分馏聚和反应产物即可,闪蒸罐底部与分子筛精制器4连接,顶部与所述冷凝器32连接。

[0050] 本实施例中,所述电阻丝31的数量设置为一个,所述闪蒸罐3将所述聚和反应产物闪蒸分离出氢气、循环物料以及聚 $\alpha$ 烯烃,所述氢气、循环物料通过顶部的出口流入到所述冷凝器32中进行后续处理,所述聚 $\alpha$ 烯烃通过底部的闪蒸罐3出口进到分子筛精制器4中进行干燥处理。分离产物出口23连接闪蒸罐3之间的管道上还可设置有减压阀和加热器,在进行闪蒸前先进行加热,可以提高闪蒸的效率。减压阀优选薄膜式减压阀。相比其它减压阀,薄膜式减压阀的膜片对压力更为敏感,精确度更高可达 $\pm 1\%$ ,所述循环物料包括 $\alpha$ 烯烃原料、卤化物催化剂以及有机溶剂。

[0051] 进一步的,所述冷凝器32与气液分离罐33连接,将经过冷凝的氢气、循环物料进行液化,所述气液分离罐33上方设置有第二排气管331,用于排除氢气,液态的循环物料通过与气液分离罐33下方的连接循环管332重新返回到第一微界面发生器111中进行循环利用,增大反应原料的利用率,,所述循环管332上设置有输送泵。

[0052] 进一步地,所述分子筛精制器4与所述闪蒸罐3连接,用于干燥所述聚 $\alpha$ 烯烃,所述分子筛精制器4顶部设置有阀门41,用于控制聚 $\alpha$ 烯烃的进入量。

[0053] 上述实施例中,还包括料斗5,所述料斗5的底部连接收集箱6以用于料斗底部出来的聚 $\alpha$ 烯烃进入收集箱6中收集。

[0054] 以下简要说明本发明制备聚 $\alpha$ 烯烃的反应系统的工作过程和原理。

[0055] 经进料口113进入的 $\alpha$ 烯烃原料和经第一进口112进入的氢气、卤化物催化剂和有机溶剂在第一微界面发生器111内混合后分散破碎成微气泡,分散破碎后的微气泡进行充分乳化后进行聚合反应得到第一聚合物;第一聚合物、卤化物催化剂、氢气以及有机溶剂通

入第二微界面发生器121中,经第二微界面发生器121破碎成微气泡进行充分乳化后再进入第二聚合反应器12内进行聚合反应,聚合反应产物随后进入卤化氢脱除塔2中进行脱除卤化氢,卤化氢气体是由催化剂与氢气反应生成的副产物,卤化氢气体从卤化氢脱除塔2顶部的第一排气管22排出,卤化氢脱除塔底部物出口出来的聚 $\alpha$ 烯烃产物进入闪蒸罐3中进行闪蒸,闪蒸出的氢气、循环物料经闪蒸罐3顶部出口进入冷凝器32,用于液化所述循环物料,所述循环物料包括 $\alpha$ 烯烃原料、卤化物催化剂以及有机溶剂,所述氢气、液化后的循环物料,经过气液分离罐33进行分离,氢气从气液分离罐33顶部设置的第二排气管331排出,液化后的循环物料通过循环管332将所述循环物料通入第一微界面发生器111进行循环利用,聚 $\alpha$ 烯烃产物通过所述闪蒸罐3底部出口进入分子筛精制器4,用于去除水分,去除水分的聚 $\alpha$ 烯烃通过料斗5进入收集箱6,其中,所述卤化物催化剂种类不限,可以选择为VIB族过渡金属的卤化物、卤素氧化物等。

[0056] 因此,本发明的制备聚 $\alpha$ 烯烃的微界面强化反应系统通过在第一聚合反应器11设置第一微界面发生器111,同时在第二聚合反应器12内设置有第二微界面发生器121,一方面增大了气相与液相物料之间的传质面积,气体利用率高,提高了反应效率,减少了能耗;另一方面气液相混合更均匀、得到的聚 $\alpha$ 烯烃均匀度更高,提高了产品质量。

[0057] 至此,已经结合附图所示的优选实施方式描述了本发明的技术方案,但是,本领域技术人员容易理解的是,本发明的保护范围显然不局限于这些具体实施方式。在不偏离本发明的原理的前提下,本领域技术人员可以对相关技术特征做出等同的更改或替换,这些更改或替换之后的技术方案都将落入本发明的保护范围之内。

[0058] 以上所述仅为本发明的优选实施例,并不用于限制本发明;对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

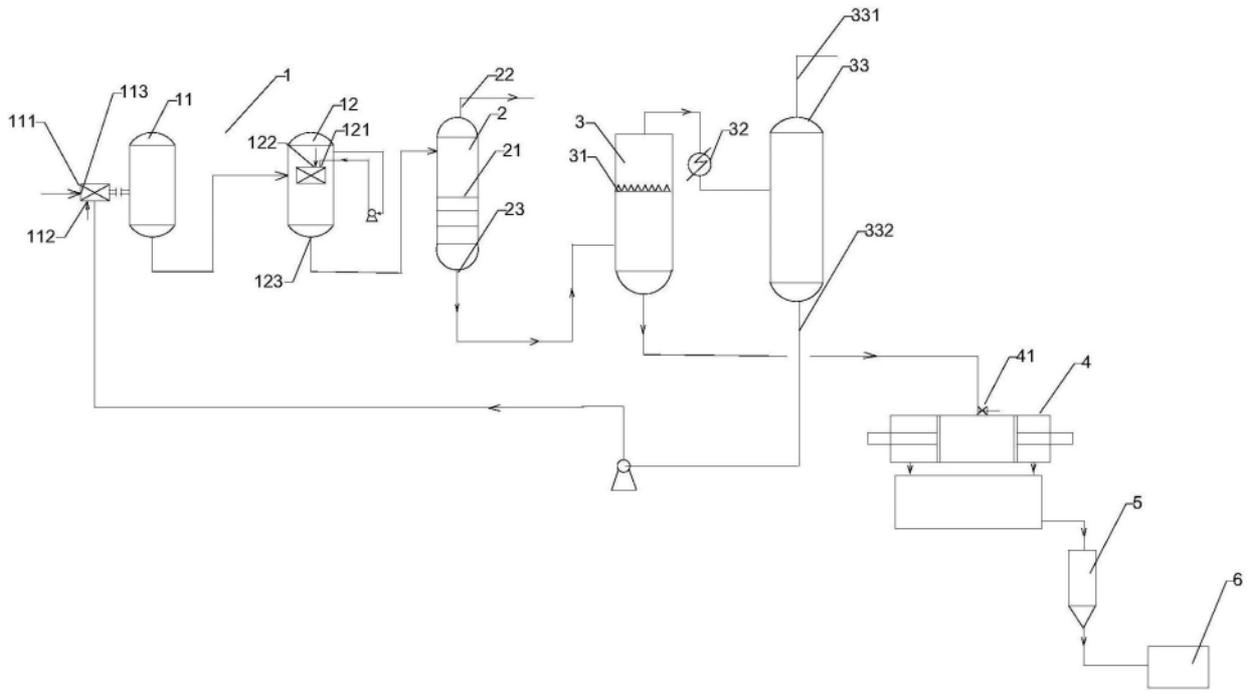


图1