

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101554541 B

(45) 授权公告日 2012. 11. 28

(21) 申请号 200910029249. 4

杨利民. 两相流新型分离器 T 形三通管的研究进展. 《化工进展》. 2008, 第 27 卷 (第 1 期),

(22) 申请日 2009. 04. 03

审查员 张雨

(73) 专利权人 江苏工业学院

地址 213016 江苏省常州市白云路

(72) 发明人 杨利民

(74) 专利代理机构 南京知识律师事务所 32207

代理人 汪旭东

(51) Int. Cl.

B01D 17/02 (2006. 01)

B01D 19/00 (2006. 01)

B01D 43/00 (2006. 01)

B01D 49/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1681572 A, 2005. 10. 12,

EP 1402955 B1, 2002. 09. 25,

CN 2311758 Y, 1999. 03. 24,

CN 2908779 Y, 2007. 06. 06,

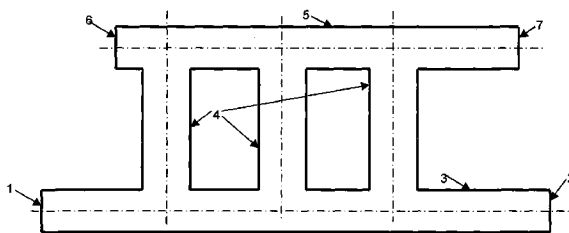
权利要求书 2 页 说明书 3 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种多相流分离的复合 T 形管分离器及其分离方法

(57) 摘要

本发明公开了用于气液、液液、液固、气固等两相流和多相流混合物分离的新型分离器, 该分离器利用了 T 形三通管对两相流动分配的不均匀性原理, 主要由主管 (3)、连接管 (4) 和汇集管 (5) 构成, 使流体流动过程中一次流过多个 T 形管, 从而达到相分离的目的。相比于单个 T 形管, 该分离器的分离效率有显著的提高。该分离器具有结构简单、集约、成本低、安全、分离效率高以及在管路上安装、更换、维护方便等优点。



1. 一种多相流分离的复合 T 形管分离器,由管口,主管 (3)、中间连接管 (4) 和汇集管 (5) 构成,其特征在于,存在一个混合物的流入口,有两个流出口,连接管由 2 个以上的管道排列构成。

2. 如权利要求 1 所述的多相流分离的复合 T 形管分离器,其特征在于,主管 (3)、连接管 (4) 和汇集管 (5) 的管道大小相等。

3. 如权利要求 1 所述的多相流分离的复合 T 形管分离器,其特征在于,主管 (3)、连接管 (4) 和汇集管 (5) 的管道大小不同。

4. 如权利要求 1 所述的多相流分离的复合 T 形管分离器,其特征在于,主管 (3)、连接管 (4) 和汇集管 (5) 的管道截面形状是圆形、方形或其它截面形状。

5. 如权利要求 1 所述的多相流分离的复合 T 形管分离器,其特征在于,主管 (3) 上有两个开口,一个作为流入口,另一个作为流出口,在汇集管 (5) 上有一个流出口。

6. 如权利要求 1、2、3、4 或 5 所述的多相流分离的复合 T 形管分离器,其特征在于,管口 C(6) 和管口 D(7) 封闭,在所述汇集管 (5) 上加装一个出口管 (8),其位置可以安装在汇集管 (5) 上的任何位置,管口 E(9) 为开口,是汇集管的出口。

7. 如权利要求 1、2、3、4 或 5 所述的多相流分离的复合 T 形管分离器,其特征在于,管口 A(1) 和管口 B(2) 其中一个封闭,一个开口,在主管 (3) 上加装一个支管 (10),其位置可以安装在主管上的任何位置,管口 F(11) 为开口,是主管的两个开口之一。

8. 如权利要求 6 所述的多相流分离的复合 T 形管分离器,其特征在于,管口 A(1) 和管口 B(2) 其中一个封闭,一个开口,在主管 (3) 上加装一个支管 (10),其位置可以安装在主管上的任何位置,管口 F(11) 为开口,是主管的两个开口之一。

9. 一种利用权利要求 1 所述多相流分离的复合 T 形管分离器的多相流分离方法,其特征在于,所述多相流分离的复合 T 形管分离器的入口与两相或多相流混合物的输送管道相连,复合 T 形管的两个出口分别与两条出口管道相连,并在管道上分别装有调节流量的阀门;分离时将两相或多相流混合物输入复合 T 形管的入口,通过两个出口管道上的阀门调节混合物出口的分配比例,在适当的分配比例下,使混合物发生相分离,包括如下步骤:

1) 两相流或多相流生成:空气由压缩机 (12) 排出后经储气罐 (13)、阀门 (14) 和流量计 (15) 计量后流入气液混合器 (16);同时水从水槽 (28) 经阀门 (29) 再由离心泵 (19) 排出,经过阀门 (18) 和流量计 (17) 计量后也进入混合器 (16) 与空气混合,气液两相在混合器内混合后形成气液两相混合物,作为待分离的气液两相流,是复合 T 形管分离器的入口原料,或者用多相流混合物做入口原料;

2) 两相流或多相流分离:两相流经过一段水平管道引入复合 T 形管分离器 (20) 的主管入口后分流,一部分流向主管出口,该部分通过缓冲罐 (25) 缓冲后排入水箱 (27),另一部分经过汇集管出口后,用旋流分离器 (24) 对之分离,分离出的气体经过湿式气体流量计 (23) 计量后排入大气,液体则流入水槽 (26) 进行计量,测出单位时间内从汇集管内流出的气体流量和液体流量;

3) 分离效率的优化调节:利用阀门 (21) 和 (22) 调节两个出口的流体分配比例,使分离效率优化;每个操作条件下随着两个出口的流出物分配比例的变化,存在一个最佳采出分率,此时的分离效率最高;

4) 分离效果测评:利用测定的进料气液流量、汇集管流出的气液流量以及物料衡算,

算出相应气液在汇集管的采出分率,并与简单 T 形管的数据进行比较。

10. 如权利要求 9 所述的多相流分离方法,其特征在于,所述多相流分离的混合相流体在复合 T 形管分离器内流动时经过多个 T 形管的反复分离。

一种多相流分离的复合 T 形管分离器及其分离方法

技术领域

[0001] 本发明涉及多相流分离领域,特别涉及一种用于分离气液、液液、气固、液固等两相流以及分离多相流的装置和方法。

背景技术

[0002] 在化工、冶金、能源、采矿、食品以及家电工业中普遍存在气液、液液、液固、气固等两相流以及气液固等多相流。为了提高工业过程的经济性和安全性以及得到某单一相的产品,这些不同的相往往要采用一定的方法加以分离。

[0003] 传统的这类分离器主要有分离罐、沉降槽以及旋风分离器等。然而分离罐或沉降槽一般体积庞大,如果是海上油田的油气、油水分离还要架设大型的海上平台,不仅投资很高而且还有气体泄漏等安全隐患;旋风分离器也存在易磨损、易泄漏,设备成本较高等缺点,此外,这些设备在管线上的安装、更新以及维护保养都不方便。

[0004] T 形三通管是流体分配的一个常用管件,早在 1960 年代就有文献报道了当气液等两相流流经 T 形管时,出现相分离的现象。在核电站这种相分离现象是导致核反应设备内管壁干烧的安全隐患,所以国际上有很多学者研究了这种 T 形管对两相流的相分离规律。进入新世纪后,人们对 T 形管研究的焦点转向了如何用 T 形管来分离两相流和多相流。2002 年英国 Azzopardi 教授 (Azzopardi, B. J., Colman, D. A. and Nicholson, D., Plant application of a T-junction as a partial phase separator[J], Chem. Eng. Res. Design, v. 80 (1), 87-96) 报道了利用这种 T 形管对两相流的相分离原理,成功地将 T 形管用作化工生产上的气液两相分离器。虽然 T 形管结构简单、集约,安装、更换、维修方便,然而,利用单个 T 形管时两相分离的效率一般较低,普遍工业应用的价值依然较小。

发明内容

[0005] 鉴于如下两个不足:分离罐和旋风分离器的设备成本大,容易泄漏,在管线上安装、更新以及维护保养都不方便;T 形管对两相流具有一定的分离能力,并且结构简单,安装、更新、维修方便,但单个 T 形管对两相流的分离效果较差。本发明利用 T 形管的优点并克服上述缺点,提供一种改进的用于分离两相流和多相流的新型 T 形管分离装置。

[0006] 本发明提供一种新型的用于两相流和多相流分离的复合 T 形管装置。本发明主要由主管、中间连接管和汇集管组成。主管、中间连接管和汇集管的管径可以相等也可以不相等,管道截面形状可以是圆形管、方形管或其它截面形状的管道。中间连接管可以是 2 个或 2 个以上的管道排列构成。装置上存在一个多相流入口和两个多相流出口,一个入口在主管上,两个出口分别在主管和汇集管上。I 形复合 T 形管,主管上管口 A、管口 B 是开口,管口 C 和管口 D 中一个封闭、一个开口,形成汇集管的一个出口。两相混合物可以从主管上任一开口进入复合 T 形管分离器,从主管上的另一开口和汇集管出口流出。多相混合物在两个出口的分配比例可以通过分别连接主管出口和汇集管出口的管道上的两个阀门加以控制。当两相流经中间连接管时,与流过单个 T 形管时一样具有对两相的分离作用,由于 T 形管的

并列排布,起到了多重分离作用;而在汇集管,流体流向汇集管出口,同样在各个连接管的交汇处也具有流经 T 形管时的相分离作用,从而使某一个指定相的浓度得到浓缩。

[0007] II 型复合 T 形管,是上述 I 型复合 T 形管的衍生装置,其管口 C 和管口 D 封闭,在汇集管上加装一个汇集管出口管,其位置可以安装在汇集管上的任何位置;管口 E 为开口,是汇集管的出口,其他与 I 型相同。II 型复合 T 形管与 I 型的分离原理相同。

[0008] III 型复合 T 形管,是上述 I 型复合 T 形管的衍生装置,其管口 A 或 B 一个封闭、一个开口,在主管上加装一个支管,其位置可以安装在主管上的任何位置;管口 F 为开口,是主管的两个开口之一,其他与 I 型相同。III 型复合 T 形管与 I 型的分离原理相同。

[0009] IV 型复合 T 形管,是上述 II 型复合 T 形管的衍生装置,其管口 A 或 B 一个封闭、一个开口,在主管上加装一个支管,其位置可以安装在主管上的任何位置;管口 F 为开口,是主管的两个开口之一,其他与 II 型相同。IV 型复合 T 形管与 I 型的分离原理相同。

[0010] 本发明与现有技术相比,具有结构简单、体积小、成本低、分离效率高等优点;同时由于是管式的设备可用于在线安装完成分离任务,不需要架设大型的分离平台;其更换、维护也更方便。

附图说明

[0011] 图 1,复合 T 形管分离器示意图(I 型)。

[0012] 图 2,复合 T 形管分离器示意图(II 型)。

[0013] 图 3,复合 T 形管分离器示意图(III 型)。

[0014] 图 4,复合 T 形管分离器示意图(IV 型)。

[0015] 图 5,用于测试本发明装置对气液两相流动时的相分离效果而进行实验的流程图。

[0016] 图 6,气液两相流在复合 T 形管和简单 T 形管处分离的对比图。

[0017] 图 7,液液两相在复合 T 形管和简单 T 形管处分离的对比图。

[0018] 图中,1、管口 A;2、管口 B;3、主管;4、中间连接管;5、汇集管;6、管口 C;7、管口 D;8、出口管;9、管口 E;10、出口支管;11、管口 F;12、空压机;13、缓冲罐;14、阀门 a;15、气体转子流量计;16、混合器;17、液体转子流量计;18、阀门 b;19、离心泵;20、复合 T 形管分离器;21、阀门 c;22、阀门 d;23、湿式气体流量计;24、旋风分离器;25、缓冲槽;26、水桶 a;27、水桶 b;28、水槽;29、阀门 e。

具体实施方式

[0019] 将复合 T 形管分离器的入口与两相或多相流混合物的输送管道相连,复合 T 形管的两个出口分别与两条出口管道相连,并在管道上分别装有调节流量的阀门。分离时将两相或多相流混合物输入复合 T 形管的入口,通过两个出口管道上的阀门调节混合物出口的分配比例,在适当的分配比例下,使混合物发生相分离。在一定的分配比例时,可以使两相或多相混合物在本发明装置内获得高效的分离。

[0020] 下面描述用来分离两相流的实验设备和实验方法:

[0021] 图 5 为用于测试本发明装置对气液两相流动时的相分离效果而进行实验的流程图。由多相流生成系统、复合 T 形管分离系统、分离效率优化调节系统等构成。实际应用时,多相流生成系统可以切换成多相流待分离的原料。多相流生成系统:空气由压缩机(12)

排出后经储气罐 (13)、阀门 (14) 和流量计 (15) 计量后流入气液混合器 (16);同时水从水槽 (28) 经阀门 (29) 再由离心泵 (19) 排出,经过阀门 (18) 和流量计 (17) 计量后也进入混合器 (16) 与空气混合,气液两相在混合器内混合后形成气液两相混合物,作为待分离的气液两相流。复合 T 形管分离系统:该气液两相流经过一段水平管道引入复合 T 形管分离器 (20) 的主管入口后分流,一部分流向主管出口,该部分通过缓冲罐 (25) 缓冲后排入水箱 (27);另一部分经过汇集管,用旋流分离器 (24) 对之分离,分离出的气体经过湿式气体流量计 (23) 计量后排入大气,液体则流入水槽 (26) 进行计量,可测出单位时间内从汇集管内流出的气体流量和液体流量。分离效率优化调节系统:利用阀门 (21) 和 (22) 可以调节两个出口的流体分配比例,使分离效率优化。利用测定的进料气液流量、汇集管流出的气液流量以及物料衡算,可以算出相应气液在汇集管的采出分率,并与简单 T 形管的数据进行比较。这些实验数据还能用由发明者于 2006 年 (Yang, L. (杨利民), Azzopardi, B. J., Belghazi, A. and Nakanishi, S, Phase separation of liquid-liquid two-phase flow at a T-junction[J], AIChE Journal, v. 52, pp141-149) 提出的分离效率指标进行评价。

[0022] 若将图 5 所示的空气系统改成用泵输送的煤油系统,可以造成液液两相流,因而可以测定复合 T 形管分离器对液液两相流的分离效果。

[0023] 将图 5 中的复合 T 形管分离器改成简单 T 形管进行实验,可以比较复合 T 形管分离器与简单 T 形管分离器的分离效果。

[0024] 本发明装置实际应用时,只要将两相流或多相流引入复合 T 形管分离器的入口,调节合适的 2 个出口的流出物分配比例就能达到高效分离。

[0025] 实施例 1:

[0026] 以空气和水组成气液两相流体系,采用图 2 所示的 II 型复合 T 形管分离器,当管道直径以及复合 T 形管的直径都为 0.010m,中间连接管 (4) 为 3 个,常温下恒定空气的压强为 0.1MPa,采用液体和气体在主管进口的表观速度都为 0.35m/s,此时的两相流流型为塞状流,分离效率随采出质量分率变化的实验结果见图 6。图中,纵坐标为分离效率,横坐标为从支管或从汇集管内流出混合物占总进料混合物的质量分率,即采出分率,斜线为理想分离线。由图可见,在这种分离条件下,随着采出分率的增加,分离效率逐渐增加,达到一个高点后,又逐渐下降。一般随着采出分率的变化,分离效率存在一个最高点,此时的采出分率为最佳采出分率。采用简单 T 形管时,分离效率最高只能达到 64%左右;而采用复合 T 形管分离器,最高分离效率可达到 85%。采用复合 T 形管分离器,分离效率明显提高。

[0027] 实施例 2:

[0028] 以煤油和水组成液液两相流体系,采用图 1 所示的 I 型复合 T 形管分离器,当管道直径以及复合 T 形管的直径都为 0.010m,中间连接管 (4) 为 3 个,常温下,煤油的表观速度为 0.35m/s,水的表观速度为 0.66m/s,此时液液两相流的流型为带混合界面的分层流,分离效率随采出质量分率变化的实验结果见图 7。图中纵坐标为分离效率,横坐标为从汇集管流出的混合物占总流入液液混合物的质量分率,虚线为理想分离线。由图可见,采用简单 T 形管,分离效率最高只有 75%左右,而采用复合 T 形管分离器,最高分离效率可达到 94%,而且随着质量采出分率的变化,理想分离的区域比简单 T 形管更宽。采用复合 T 形管分离器后分离效率显著提高。

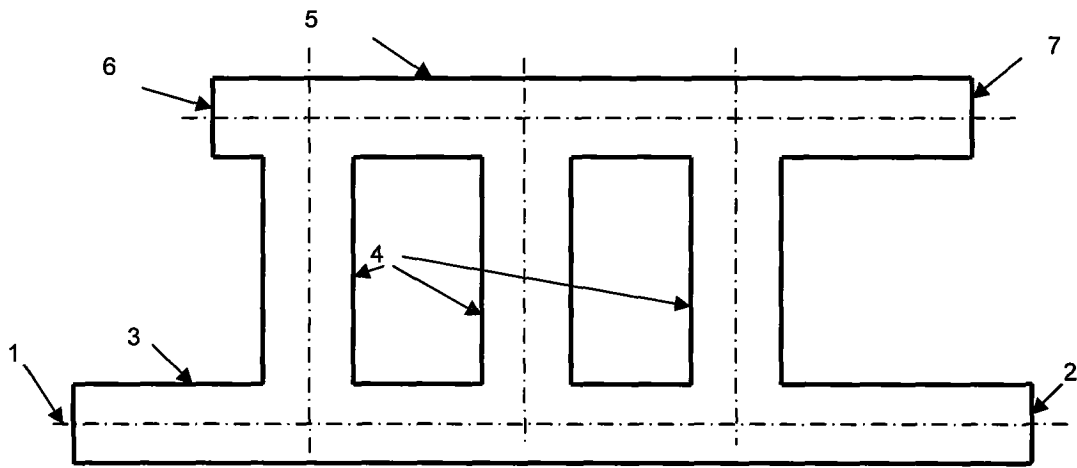


图 1

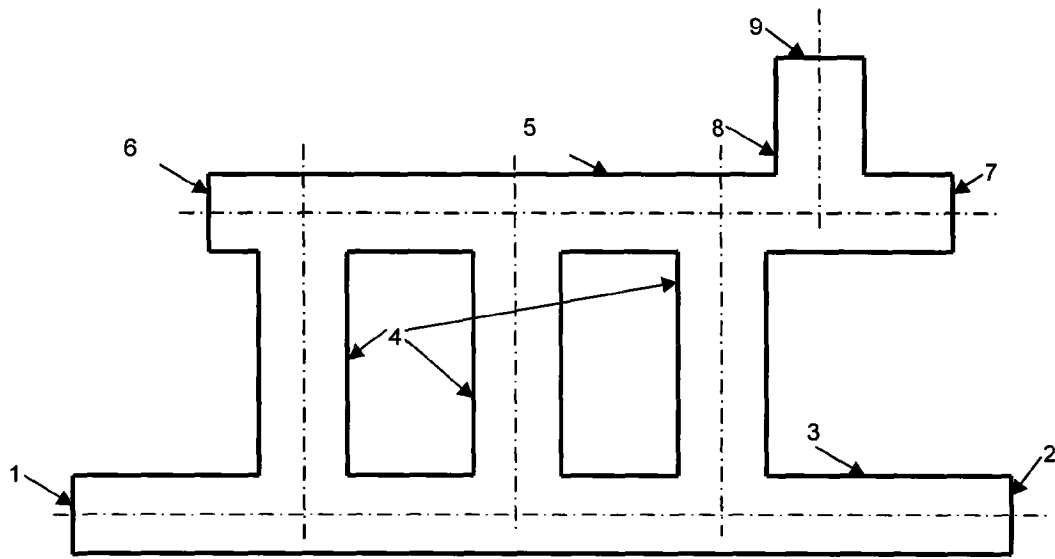


图 2

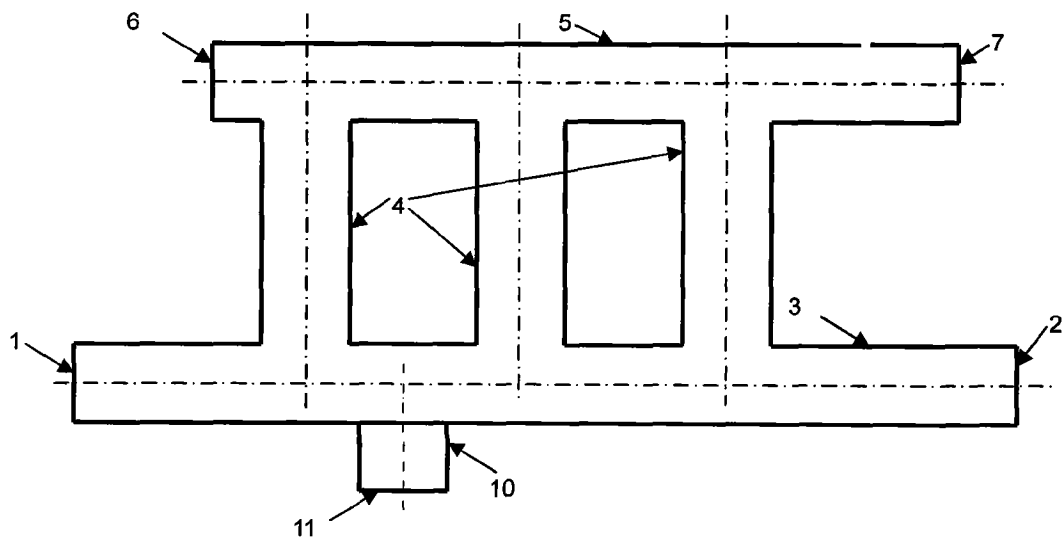


图 3

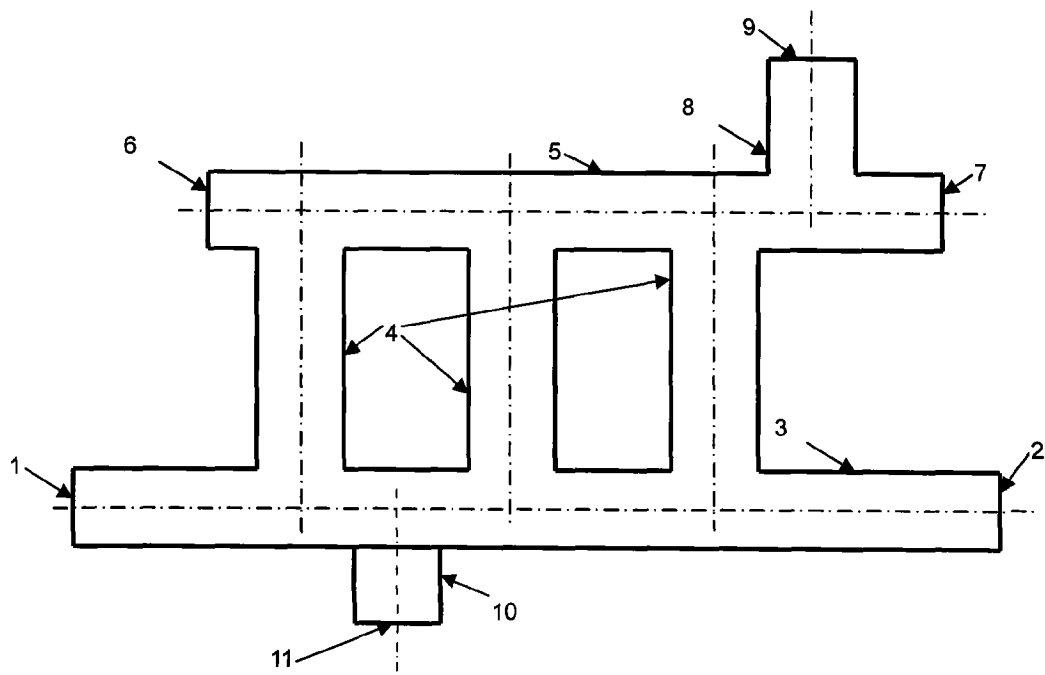


图 4

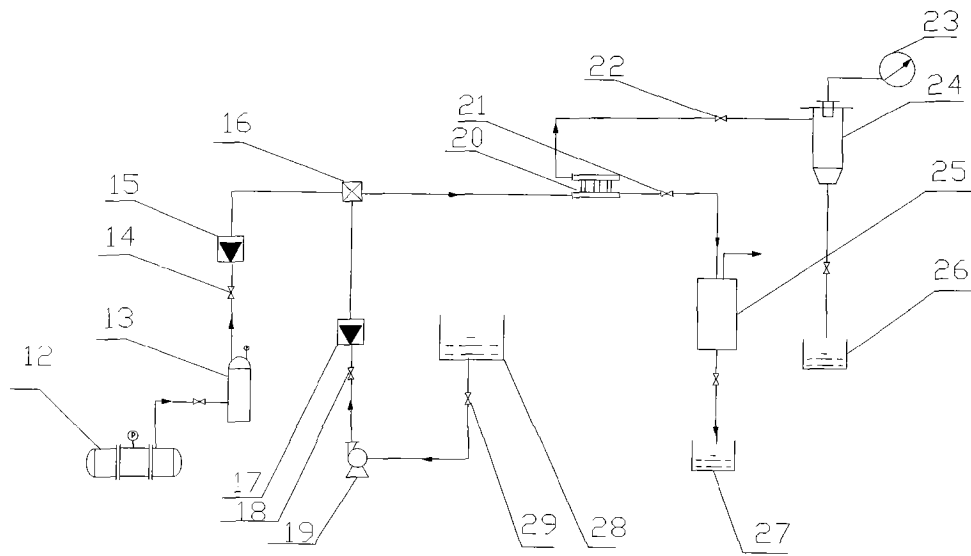


图 5

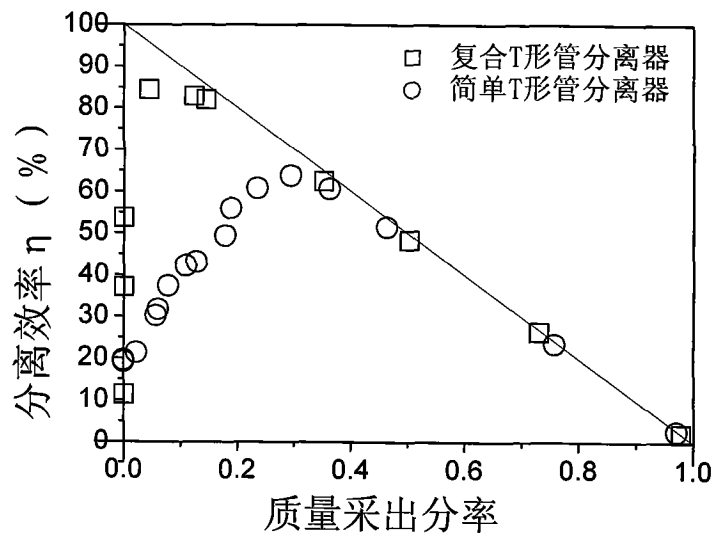


图 6

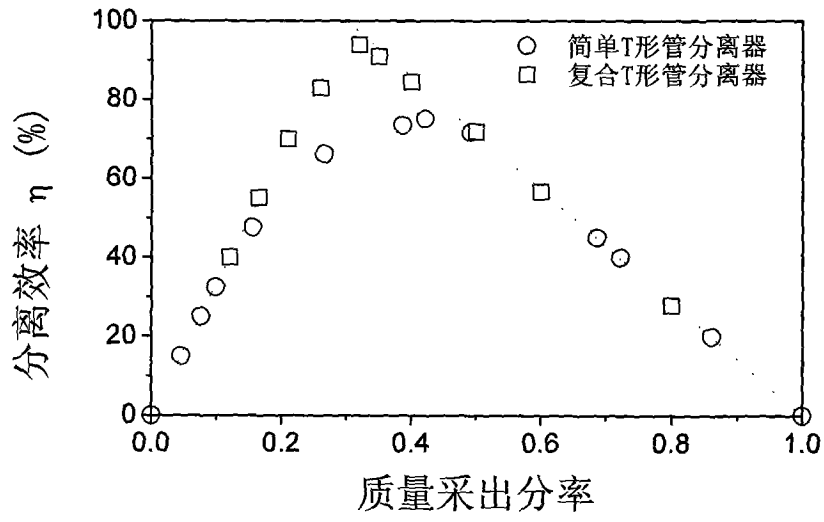


图 7