



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104870615 A

(43) 申请公布日 2015. 08. 26

(21) 申请号 201380067741. 5

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 11. 15

C10G 9/00(2006. 01)

(30) 优先权数据

C07C 4/02(2006. 01)

13/729, 598 2012. 12. 28 US

C07C 7/00(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 06. 24

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/070280 2013. 11. 15

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/105284 EN 2014. 07. 03

(71) 申请人 环球油品公司

地址 美国伊利诺伊

(72) 发明人 L·巴鲁卡 S·高希 A·夏尔马

K·D·彼得斯

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 张双双 林柏楠

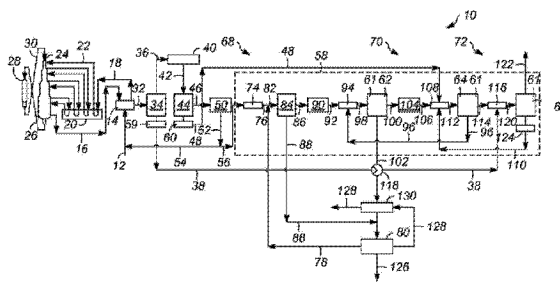
权利要求书2页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

用于包括回收产物在内的重整烃的方法和设备

(57) 摘要

本发明提供了用于包括回收产物在内的重整烃的设备和方法的实施方案。在一个实例中,方法包括将重整区流出物分离成含 H₂、C₆⁻ 烃的气相和含 C₅⁺ 烃的液相。将含 H₂、(C₁-C₁₁) 烃的气相部分冷凝并分离以形成含 H₂、C₆⁻ 烃的纯气体料流和含 C₃⁺ 烃的液体料流。将含 C₅⁺ 烃的液相、含 C₃⁺ 烃的液体料流和至少一部分含 H₂、C₆⁻ 烃的纯气体料流引入再接触回收区,从而形成富 H₂ 料流、富 C₃/C₄ 烃的 LPG 料流和富 C₅⁺ 烃的重整产品料流。



1. 一种用于包括回收产物在内的重整烃的设备 (10), 该设备 (10) 包括:
热分离器 (34), 其构造用于接收并分离包含 H_2 、 C_4^- 烃和包括芳族化合物的 C_5^+ 烃的重整区流出物 (16) 以形成含 H_2 、 (C_1-C_{11}) 烃的气相和含 C_5^+ 烃的液相;
产物冷凝器 (40), 其构造用于接收并部分冷凝含 H_2 、 (C_1-C_{11}) 烃的气相以形成经部分冷凝的含 H_2 、 (C_1-C_{11}) 烃的料流;
产物分离器 (44), 其构造用于接收并分离经部分冷凝的含 H_2 、 (C_1-C_{11}) 烃的料流以形成含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流和含 C_3^+ 烃的液体料流; 以及
再接触回收区 (58), 其与热分离器 (34) 和产物分离器 (44) 流体连通, 用于接收含 C_5^+ 烃的液相、含 C_3^+ 烃的液体料流和至少一部分含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流并构造用于进一步分离 H_2 、 C_3/C_4 烃和 / 或 C_5^+ 烃而形成富 H_2 料流、富 C_3/C_4 烃的 LPG 料流和富 C_5^+ 烃的重整产品料流。
2. 权利要求 1 的设备 (10), 其中热分离器 (34) 构造用于在 $80-150^\circ\text{C}$ 的温度下分离重整区流出物 (16)。
3. 权利要求 1 的设备 (10), 其中将产物冷凝器 (40) 构造用于形成具有 $30-60^\circ\text{C}$ 温度的经部分冷凝的含 H_2 、 (C_1-C_{11}) 烃的料流。
4. 权利要求 1 的设备 (10), 其中再接触回收区 (58) 包括:
多个彼此流体连通的再接触鼓 (61), 用于分离含 C_5^+ 烃的液相、含 C_3^+ 烃的液体料流和至少一部分含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流的液相和 / 或气相部分以进一步分离 H_2 、 C_3/C_4 烃和 / 或 C_5^+ 烃, 多个再接触鼓 (61) 包括起始阶段再接触鼓 (62)、起始阶段再接触鼓 (62) 下游的中间阶段再接触鼓 (64) 以及中间阶段再接触鼓 (64) 下游的结束阶段再接触鼓 (66)。
5. 权利要求 4 的设备 (10), 其中再接触回收区 (58) 进一步包括结束阶段再接触鼓 (66) 上游的结束阶段冷却器 / 深冷器 (116), 其中结束阶段冷却器 / 深冷器 (116) 构造用于接收并冷却来自中间阶段再接触鼓 (64) 的包含 H_2 和 C_6^- 烃的中间阶段气相料流以及含 C_5^+ 烃的液相以形成结束阶段合并料流, 且其中结束阶段再接触鼓 (66) 构造用于接收并分离结束阶段合并料流以形成富 H_2 料流和包含 C_3^+ 烃的结束阶段液相料流。
6. 权利要求 5 的设备 (10), 其中结束阶段冷却器 / 深冷器 (116) 构造用于形成具有 -23 至 40°C 的温度的结束阶段合并料流。
7. 权利要求 5 的设备 (10), 其中再接触回收区 (58) 进一步包括:
中间阶段冷却器 / 深冷器 (108), 其位于中间阶段再接触鼓 (64) 上游; 以及
中间阶段压缩机 (104), 其位于中间阶段冷却器 / 深冷器 (108) 上游且构造用于接收并压缩来自起始阶段再接触鼓 (62) 的包含 H_2 和 C_6^- 烃的起始阶段气相料流以形成中间阶段压缩气相料流, 其中中间阶段冷却器 / 深冷器 (108) 构造用于接收并冷却中间阶段压缩气相料流、含 C_3^+ 烃的液体料流和结束阶段液相料流以形成中间阶段合并料流, 且其中中间阶段再接触鼓 (64) 构造用于接收并分离中间阶段合并料流以形成中间阶段气相料流和包含 C_3^+ 烃的中间阶段液相料流。
8. 权利要求 7 的设备 (10), 其中中间阶段压缩机 (104) 构造用于形成具有 $1200-4000\text{kPa}$ 的表压压力的中间阶段压缩气相料流。
9. 权利要求 7 的设备 (10), 其中中间阶段压缩机 (104) 构造用于形成具有 $90-135^\circ\text{C}$ 的温度的中间阶段压缩气相料流。

10. 权利要求 7 的设备 (10), 其中中间阶段冷却器 / 深冷器 (108) 构造用于形成具有 -23 至 40°C 的温度的中间阶段合并料流。

用于包括回收产物在内的重整烃的方法和设备

[0001] 优先权声明

[0002] 本申请要求 2012 年 12 月 28 日提交的美国申请 No. 13/729, 598 的优先权, 通过引用将其全部内容并入本文中。

技术领域

[0003] 技术领域一般性地涉及重整烃, 且更特别地涉及用于重整烃且改进由重整区流出物回收产物的设备和方法。

[0004] 背景

[0005] 高辛烷值汽油是现代汽油发动机所需要的。以前, 辛烷数通常通过将各种含铅添加剂加入汽油而改进。由于含铅添加剂因环境原因已逐步被汽油淘汰, 日益需要使在汽油混合物中使用的烃的结构重排以达到更高的辛烷等级。烃的催化重整是炼油厂广泛用于升级汽油辛烷等级的方法。

[0006] 在催化重整中, 将例如 C_5 烃至 C_{11} 烃的烃原料与重整催化剂接触以将至少一部分较重烃转化为芳族烃而提高汽油的辛烷含量。催化重整较重烃以生产包含芳族烃的重整产品, 也产生显著量的有价值的氢气和较轻烃, 如主要包含 C_3 和 C_4 烃的液化石油气 (LPG)。炼油厂正在寻找使由重整反应器流出物回收重整产物如重整产品、氢气和 LPG 最大化的方法。

[0007] 因此, 希望提供用于重整烃且改进由重整区流出物回收产物的设备和方法。此外, 本发明其他所需特征和特性将由随后的详述和所附权利要求书连同附图和该背景而变得清晰。

[0008] 概述

[0009] 本文提供用于包括回收产物在内的重整烃的设备和方法。根据一个示例性实施方案, 用于包括回收产物在内的重整烃的设备包括热分离器。热分离器构造用于接收并分离包含 H_2 、 C_4^- 烃和包括芳族化合物的 C_5^+ 烃的重整区流出物 (例如来自组合进料交换器) 以形成含 H_2 、 (C_1-C_{11}) 烃的气相和含 C_5^+ 烃的液相。产物冷凝器构造用于接收并部分冷凝含 H_2 、 (C_1-C_{11}) 烃的气相以形成经部分冷凝的含 H_2 、 (C_1-C_{11}) 烃的料流。产物分离器构造用于接收并分离经部分冷凝的含 H_2 、 (C_1-C_{11}) 烃的料流以形成含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流和含 C_3^+ 烃的液体料流。再接触回收区与热分离器和产物分离器流体连通以接收含 C_5^+ 烃的液相、含 C_3^+ 烃的液体料流和至少一部分含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流。再接触回收区构造用于进一步分离 H_2 、 C_3/C_4 烃和 / 或 C_5^+ 烃从而形成富 H_2 料流、富 C_3/C_4 烃的 LPG 料流和富 C_5^+ 烃的重整产品料流。

[0010] 根据另一示例性实施方案, 提供用于包括回收产物在内的重整烃的设备。该设备包括热分离器, 其构造用于接收并分离包含 H_2 、 C_4^- 烃和包括芳族化合物的 C_5^+ 烃的重整区流出物以形成含 H_2 、 C_6^- 烃的气相和含 C_5^+ 烃的液相。产物冷凝器构造用于接收并部分冷凝含 H_2 、 (C_1-C_{11}) 烃的气相以形成经部分冷凝的含 H_2 、 (C_1-C_{11}) 烃的料流。产物分离器构造用于接收并分离经部分冷凝的含 H_2 、 (C_1-C_{11}) 烃的料流以形成含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流和含 C_3^+

烃的液体料流。再接触回收区与热分离器和产物分离器流体连通以接收含 C_5^+ 烃的液相、含 C_3^+ 烃的液体料流和至少一部分含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流。再接触回收区构造用于进一步分离 H_2 、 C_3/C_4 烃和 / 或 C_5^+ 烃以形成富 H_2 料流和至少一个包含 C_3^+ 烃的液相料流。稳定器与再接触回收区流体连通以接收并分离所述至少一个液相料流以形成富 C_3/C_4 烃的 LPG 料流和富 C_5^+ 烃的重整产品料流。

[0011] 根据另一示例性实施方案,提供用于包括回收产物在内的重整烃的方法。该方法包括将包含 H_2 、 C_4^- 烃和包括芳族化合物的 C_5^+ 烃的重整区流出物分离成含 H_2 、 (C_1-C_{11}) 烃的气相和含 C_5^+ 烃的液相的步骤。将含 H_2 、 (C_1-C_{11}) 烃的气相部分冷凝并分离以形成含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流和含 C_3^+ 烃的液体料流。将含 C_5^+ 烃的液相、含 C_3^+ 烃的液体料流和至少一部分含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流引入再接触回收区以进一步分离 H_2 、 C_3/C_4 烃和 / 或 C_5^+ 烃从而形成富 H_2 料流、富 C_3/C_4 烃的 LPG 料流和富 C_5^+ 烃的重整产品料流。

[0012] 附图简述

[0013] 各实施方案将连同以下附图在下文中描述,其中相似附图标记代表相似组件,且其中:

[0014] 图 1 示意性地说明根据一个示例性实施方案的用于包括回收产物在内的重整烃的装置和方法。

[0015] 详述

[0016] 以下详述在本质上仅为示例性的且不意欲限制各实施方案或其应用和使用。此外,不意欲受任何存在于前述背景或以下详述中的理论限制。

[0017] 在此关注的各实施方案涉及用于重整烃且改进由重整区流出物回收产物的设备和方法。在此教导的示例性实施方案提供与重整反应器流体连通以接收重整区流出物的热分离器。重整区流出物包含氢气 (H_2)、 C_4^- 烃和包括芳族化合物的 C_5^+ 烃。在此所使用的 C_x 意指具有“X”个碳原子数的烃分子, C_x^+ 意指具有“X”个和 / 或多于“X”个碳原子数的烃分子,以及 C_x^- 意指具有“X”个和 / 或少于“X”个碳原子数的烃分子。

[0018] 在一个示例性实施方案中,将重整区流出物在相对高的温度,如 80°C 或更高下作为液-气两相料流由重整反应器下游的组合进料换热器取出。热分离器在相对高的温度下分离重整区流出物以形成含 H_2 、 (C_1-C_{11}) 烃的气相和含 C_5^+ 烃的液相。在相对高的温度下分离有利地形成主要包含较重烃,如 C_5 和 C_6^+ 烃的含 C_5^+ 烃的液相。产物冷凝器在热分离器的下游以接收并部分冷凝含 H_2 、 (C_1-C_{11}) 烃的气相以形成经部分冷凝的含 H_2 、 (C_1-C_{11}) 烃的料流。产物分离器接收并分离经部分冷凝的含 H_2 、 (C_1-C_{11}) 烃的料流以形成含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流和含 C_3^+ 烃的液体料流。

[0019] 再接触回收区与热分离器和产物分离器流体连通以接收含 C_5^+ 烃的液相、含 C_3^+ 烃的液体料流和至少一部分含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流。在一个示例性实施方案中,再接触回收区构造为逆流气液相再接触区,其中将含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流引入再接触回收区的起始阶段(例如上游部分),将含 C_5^+ 烃的液相引入再接触回收区的结束阶段(例如下游部分),且将含 C_3^+ 烃的液体料流引入再接触回收区的起始和结束阶段之间的中间阶段。因此,含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流的气相部分相对于含 C_5^+ 烃的液相和含 C_3^+ 烃的液体料流的液相部分逆流向下前进并与其再接触以进一步分离 H_2 、 C_3/C_4 烃和 / 或 C_5^+ 烃。特别是已发现包含在含 C_5^+ 烃的液相中的较重烃促进较重烃由含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流中移除从而回收更

富含 H_2 的料流如富 H_2 料流、更富含 C_3/C_4 烃的料流如富 C_3/C_4 烃的 LPG 料流和更富含 C_5^+ 烃的料流如富 C_5^+ 烃的重整产品料流。

[0020] 在一个示例性实施方案中,再接触回收区形成富 H_2 料流和包含包括 C_3/C_4 烃和 C_5^+ 烃的 C_3^+ 烃的至少一个液相料流。稳定器与再接触回收区流体连通以接收并分离所述至少一个液相料流以形成富 C_3/C_4 烃的 LPG 料流和富 C_5^+ 烃的重整产品料流以及 H_2 和 C_4^- 烃的气体料流。

[0021] 参考图 1,提供根据一个示例性实施方案的用于重整烃的设备 10。将包含 C_5-C_{11} 烃的具有例如 70-205°C 的沸程的重整区原料 12 引入组合进料交换器 14。操作组合进料交换器 14 以在重整区流出物 16 和重整区原料 12 之间进行热交换。将经加热的重整区进料流 18 由组合进料交换器 14 中取出并通过可将多个料流级间加热的加热器 20,以形成充分加热的重整区进料流 22。将充分加热的重整区进料流 22 通入包含本领域众所周知的重整催化剂的重整反应器 24 的第一阶段。如所示,重整反应器 24 构造用于连续催化剂再生,其中将使用过的催化剂经由管线 26 由重整反应器 24 连续取出并通入再生区 28 用于再生。将来自再生区 28 的经再生的催化剂经由管线 30 引入重整反应器 24。

[0022] 在重整反应器 24 的各阶段,将反应混合物由重整反应器 24 引导至加热器 20 并随后将经加热的反应混合物返回到重整反应器 24。重整区流出物 16 在重整反应器 24 中形成并包含 H_2 、包含包括芳族化合物的 C_5^+ 烃的产物和包括 C_3 和 C_4 烃的较轻烃 C_4^- 烃。将重整区流出物 16 通入组合进料交换器 14,其中将来自重整区流出物 16 的热与重整区原料 12 交换以形成经部分冷却的重整区流出物 32。在一个示例性实施方案中,经部分冷却的重整区流出物 32 是仍相对热的两相液-气料流,其中氢气和较轻烃主要在气相中且较重烃主要在液相中。在一个实施方案中,经部分冷却的重整区流出物 32 具有至少 80°C 如 80-150°C 的温度。

[0023] 将经部分冷却的重整区流出物 32 引入热分离器 34。热分离器 34 将经部分冷却的重整区流出物 32 分离成含 H_2 、(C_1-C_{11}) 烃的气相 36 和含 C_5^+ 烃的液相 38。在一个示例性实施方案中,含 H_2 、(C_1-C_{11}) 烃的气相 36 具有 80-150°C 的温度。

[0024] 将含 H_2 、(C_1-C_{11}) 烃的气相 36 由热分离器 34 取出并通入产物冷凝器 40。产物冷凝器 40 冷却并部分冷凝含 H_2 、(C_1-C_{11}) 烃的气相 36 以形成经部分冷凝的含 H_2 、(C_1-C_{11}) 烃的料流 42。因此,一些较重烃 C_3^+ 烃冷凝成经部分冷凝的含 H_2 、(C_1-C_{11}) 烃的料流 42 的经冷凝的液相部分,而 H_2 和较轻端烃 H_2 和 C_2^- 烃主要保持在经部分冷凝的含 H_2 、(C_1-C_{11}) 烃的料流 42 的气相部分中。在一个示例性实施方案中,产物冷凝器 40 形成具有 30-60°C 的温度的经部分冷凝的含 H_2 、(C_1-C_{11}) 烃的料流 42。

[0025] 将经部分冷凝的含 H_2 、(C_1-C_{11}) 烃的料流 42 通至并引入产物分离器 44。产物分离器 44 分离经部分冷凝的含 H_2 、(C_1-C_{11}) 烃的料流 42 以形成来自气相部分的含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流 46 和来自经冷凝的液体部分的含 C_3^+ 烃的液体料流 48。在一个示例性实施方案中,操作产物分离器 44 的条件包括 30-60°C 的温度。

[0026] 将含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流 46 通入再循环压缩机 50 以形成经压缩的含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流 52。在一个示例性实施方案中,再循环压缩机 50 压缩含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流 46 以形成具有 200-800kPa 的表压压力的经压缩的含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流 52。如所示,将经压缩的含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流 52 的部分 54 与重整区原料合并而引入组合进料

换热器 14。

[0027] 将经压缩的含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流 52 的部分 56 通入再接触回收区 58。同样且如所示,将含 C_5^+ 烃的液相 38 和含 C_3^+ 烃的液体料流 48 相应通过泵 59 和 60 并引入再接触回收区 58。如上所述,再接触回收区 58 可构造为逆流气液相再接触区以进一步将 H_2 、 C_3/C_4 烃和 / 或 C_5^+ 烃通过将含 C_5^+ 烃的液相 38、含 C_3^+ 烃的液体料流 48 和至少一部分含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流 46 的液相和气相部分接触经由提取和 / 或吸收而分离。替换地,再接触回收区 58 不限于逆流流动且可将其他模式如本领域已知的并流模式用于再接触回收区 58。

[0028] 在一个示例性实施方案中,再接触回收区 58 包含多个彼此流体连通并包含起始阶段再接触鼓 62、起始阶段再接触鼓 62 下游的中间阶段再接触鼓 64 和中间阶段再接触鼓 64 下游的结束阶段再接触鼓 66 的再接触鼓 61。虽然再接触回收区 58 显示仅具有 3 个再接触鼓 61,但应理解再接触回收区 58 可具有多于 3 个再接触鼓 61,例如可将一个或多个额外的再接触鼓(与如将在下文中进一步详细论述的设备项如压缩机和 / 或冷却器 / 深冷器相关)置于中间阶段再接触鼓 64 的下游但在结束阶段再接触鼓 66 的上游。

[0029] 在一个示例性实施方案中,将经压缩的含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流 52 的部分 56 引入再接触回收区 58 的起始阶段部分 68,将含 C_3^+ 烃的液体料流 48 引入起始阶段部分 68 下游的再接触回收区 58 的中间阶段部分 70,并且将含 C_5^+ 烃的液相 38 引入中间阶段部分 70 下游的再接触回收区 58 的结束阶段部分 72。特别是且如所示,将经压缩的含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流 52 的部分 56 通过产物冷却器 74 以形成经部分冷凝、压缩的含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流 76。在一个示例性实施方案中,产物冷却器 74 形成具有 30–60°C 的温度的经部分冷凝、压缩的含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流 76。将包含 H_2 和 C_2^- 烃的轻端稳定器料流 78 由将在下文中进一步详细论述的稳定器 80 输送并与经部分冷凝、压缩的含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流 76 合并以形成合并料流 82。将合并料流 82 引入起始阶段抽吸式鼓 84 并分离以形成包含 H_2 和 C_6^- 烃的抽吸式鼓气相料流 86 和包含 C_3^+ 烃的抽吸式鼓液相料流 88。

[0030] 将抽吸式鼓气相料流 86 由起始阶段抽吸式鼓 84 取出并通入起始阶段压缩机 90。起始阶段压缩机 90 压缩抽吸式鼓气相料流 86 以形成起始阶段压缩气相料流 92。在一个示例性实施方案中,起始阶段压缩气相料流 92 具有 900–1500kPa 的表压压力和 90–135°C 的温度。

[0031] 将起始阶段压缩气相料流 92 引入起始阶段冷却器 94 并与来自如将在下文中进一步详细论述的中间阶段再接触鼓 64 的中间阶段液相料流 96 合并。中间阶段液相料流 96 包含 C_3^+ 烃。在起始阶段冷却器 94 中,中间阶段液相料流 96 和起始阶段压缩气相料流 92 彼此接触以将彼此具有亲和性的相似烃可在相应的液相或气相中合并而使各相富集相似烃。因此,将可存在于起始阶段压缩气相料流 92 的一部分 C_3^+ 烃吸收和 / 或提取至中间阶段液相料流 96 且将一些可存在于中间阶段液相料流 96 中的 C_2^- 烃吸收和 / 或提取至起始阶段压缩气相料流 92。此外,起始阶段冷却器 94 冷却起始阶段压缩气相料流 92 和中间阶段液相料流 96 以促进分离 H_2 、 C_3^+ 烃并形成起始阶段合并料流 98。在一个示例性实施方案中,起始阶段合并料流 98 是具有 30–60°C 的温度的两相液 – 气料流。

[0032] 将起始阶段合并料流 98 由起始阶段冷却器 94 取出并通入起始阶段再接触鼓 62。将起始阶段合并料流 98 在起始阶段再接触鼓 62 中分离成它的两个富集相以形成包含 H_2 和 C_6^- 烃的起始阶段气相料流 100 以及主要包含 C_3/C_4 烃和包括芳族化合物的 C_5^+ 烃的起始阶

段液相料流 102。

[0033] 将起始阶段气相料流 100 由起始阶段再接触鼓 62 取出并通入中间阶段压缩机 104。中间阶段压缩机 104 压缩起始阶段气相料流 100 以形成中间阶段压缩气相料流 106。在一个示范性实施方案中,中间阶段压缩气相料流 106 具有 1200-4000kPa 的表压压力和 90-135°C 的温度。

[0034] 将中间阶段压缩气相料流 106 引入中间阶段冷却器 / 深冷器 108 并与含 C_3^+ 烃的液体料流 48 和来自将在下文中进一步详细论述的结束阶段再接触鼓 66 的结束阶段液相料流 110 合并。结束阶段液相料流 110 包含 C_3^+ 烃。在中间阶段冷却器 / 深冷器 108 中,含 C_3^+ 烃的液体料流 48、结束阶段液相料流 110 和中间阶段压缩气相料流彼此接触以使彼此具有亲和性的相似烃可在相应的液相或气相中合并而使各相富集相似烃。此外,中间阶段冷却器 / 深冷器 108 冷却含 C_3^+ 烃的液相料流 48、结束阶段液相料流 110 和中间阶段压缩气相料流 106 以促进分离 H_2 、 C_3^+ 烃并形成中间阶段合并料流 112。在一个示范性实施方案中,中间阶段合并料流 112 是具有 -23 至 40°C 的温度的两相液 - 气料流。

[0035] 将中间阶段合并料流 112 由中间阶段冷却器 / 深冷器 108 取出并通入中间阶段再接触鼓 64。将中间阶段合并料流 112 在中间阶段再接触鼓 64 中分离成它的两个富集相以形成包含 H_2 和 C_6^- 烃的中间阶段气相料流 114 以及包含 C_3^+ 烃,如 C_3/C_4 烃和包括芳族化合物的 C_5^+ 烃的中间阶段液相料流 96。

[0036] 将中间阶段气相料流 114 由中间阶段再接触鼓 64 取出并通入结束阶段冷却器 / 深冷器 116,并且与含 C_5^+ 烃的液相 38 合并。任选地且如所示,可将含 C_5^+ 烃的液相 38 通过热交换器 118 而与起始阶段液相料流 102 间接热交换以在结束阶段冷却器 / 深冷器 116 上游部分冷却含 C_5^+ 烃的液相 38。在一个示范性实施方案中,将含 C_5^+ 烃的液相 38 借助热交换器 118 由 90-150°C 的温度部分冷却到 60-110°C 的温度,并且将起始阶段液相料流 102 借助热交换器 118 由 30-60°C 的温度部分加热到 60-110°C 的温度。

[0037] 在结束阶段冷却器 / 深冷器 116 中,中间阶段气相料流 114 和含 C_5^+ 烃的液相 38 彼此接触以使彼此具有亲和性的相似烃可在相应的液相或气相中合并而使各相富集相似烃。此外,结束阶段冷却器 / 深冷器 116 冷却中间阶段气相料流 114 和含 C_5^+ 烃的液相 38 以促进分离 H_2 、 C_3^+ 烃并形成结束阶段合并料流 120。在一个示范性实施方案中,结束阶段合并料流 120 是具有 -23 至 40°C 的温度的两相液 - 气料流。在一个实施方案中,将结束阶段冷却器 / 深冷器 116 构造为冷却器并且结束阶段合并料流 120 具有 4-37°C 的温度。在另一实施方案中,将结束阶段冷却器 / 深冷器 116 构造为深冷器并且结束阶段合并料流 120 具有 -23 至 40°C 的温度。

[0038] 将结束阶段合并料流 120 由结束阶段冷却器 / 深冷器 116 取出并通入结束阶段再接触鼓 66。将结束阶段合并料流 120 在结束阶段再接触鼓 66 中分离成它的两个富集相以形成富 H_2 料流 122 和结束阶段液相料流 110。在一个示范性实施方案中,富 H_2 料流 122 包含以 90 体积% (vol. %) 的富 H_2 料流 122 的量存在的氢气,例如 90-96vol. % 的富 H_2 料流 122。将富 H_2 料流 122 由设备 10 取出并可作为产物,例如在别处在精炼厂中使用以有助于满足氢气要求如用于加氢处理等。如所示,将结束阶段液相料流 110 通过泵 124 并引入如上所述的中间阶段冷却器 / 深冷器 108。

[0039] 将抽吸式鼓液相料流 88 和起始阶段液相料流 102 由再接触回收区 58 通入稳定器

80。稳定器 80 由抽吸式鼓液相料流 88 和起始阶段液相料流 102 分离出 H_2 和 C_4^- 烃、 C_3/C_4 烃以及 C_5^+ 烃以形成轻端稳定器料流 78、富 C_3/C_4 烃的 LPG 料流 126 和富 C_5^+ 烃的重整产品料流 128。如所示,将富 C_5^+ 烃重整产品料流 128 通过热交换器 130 而与起始阶段液相料流 102 间接热交换并作为重整产品产物由设备 10 取出。还将富 C_3/C_4 烃的 LPG 料流 126 由设备 10 取出而用作 LPG 产物。

[0040] 因此,已描述用于重整烃且改进由重整区流出物回收产物的设备和方法。在此教导的示例性实施方案提供与重整反应器流体连通以接收重整区流出物的热分离器。热分离器分离重整区流出物以形成含 H_2 、 (C_1-C_{11}) 烃的气相和含 C_5^+ 烃的液相。产物冷凝器在热分离器的下游以接收和部分冷凝含 H_2 、 (C_1-C_{11}) 烃的气相以形成部分冷凝的含 H_2 、 (C_1-C_{11}) 烃的料流。产物分离器接收并分离经部分冷凝的含 H_2 、 (C_1-C_{11}) 烃的料流以形成含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流和含 C_3^+ 烃的液体料流。再接触回收区与热分离器和产物分离器流体连通以接收含 C_5^+ 烃的液相、含 C_3^+ 烃的液体料流以及至少一部分含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流。再接触回收区构造用于进一步分离 H_2 、 C_3/C_4 烃和 / 或 C_5^+ 烃从而形成富 H_2 料流、富 C_3/C_4 烃的 LPG 料流以及富 C_5^+ 烃的重整产品料流。

[0041] 尽管在本公开内容的前述详述中提出至少一个示例性实施方案,应理解存在大量变体。还应理解示例性实施方案仅为实例,而不意欲以任何方式限制本公开内容的范围、适用性或构造。而是前述详述为本领域技术人员提供实施本公开内容的示例性实施方案的便利途径。应当理解可对示例性实施方案中所述的要素的功能和设置作出各种变化而不偏离如所附权利要求书中所阐述的本公开内容的范围。

具体实施方案

[0042] 尽管在下文中连同具体实施方案进行描述,但应理解该描述意欲示例而不限制前文的描述和所附权利要求书的范围。

[0043] 本发明的第一实施方案是用于包括回收产物在内的重整烃的设备,该设备包括热分离器,其构造用于接收并分离包含 H_2 、 C_4^- 烃和包括芳族化合物的 C_5^+ 烃的重整区流出物以形成含 H_2 、 (C_1-C_{11}) 烃的气相和含 C_5^+ 烃的液相;产物冷凝器,其构造用于接收并部分冷凝含 H_2 、 (C_1-C_{11}) 烃的气相以形成经部分冷凝的含 H_2 、 (C_1-C_{11}) 烃的料流;产物分离器,其构造用于接收并分离经部分冷凝的含 H_2 、 (C_1-C_{11}) 烃的料流以形成含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流和含 C_3^+ 烃的液体料流;以及与热分离器和产物分离器流体连通的再接触回收区,其用于接收含 C_5^+ 烃的液相、含 C_3^+ 烃的液体料流以及至少一部分含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流并构造用于进一步分离 H_2 、 C_3/C_4 烃和 / 或 C_5^+ 烃,从而形成富 H_2 料流、富 C_3/C_4 烃的 LPG 料流以及富 C_5^+ 烃的重整产品料流。本发明的一个实施方案是本段中直到本段中的第一实施方案的先前实施方案中的一个、任一个或所有,其中将热分离器构造用于在 $80-150^\circ C$ 的温度下分离重整区流出物。本发明的一个实施方案是本段中直到本段中的第一实施方案的先前实施方案中的一个、任一个或所有,其中将产物冷凝器构造用于形成经部分冷凝的具有 $30-60^\circ C$ 的温度的含 H_2 、 (C_1-C_{11}) 烃的料流。本发明的一个实施方案是本段中直到本段中的第一实施方案的先前实施方案中的一个、任一个或所有,其中再接触回收区包含多个彼此流体连通的再接触鼓,其用于分离含 C_5^+ 烃的液相、含 C_3^+ 烃的液体料流及至少一部分含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流的液相和 / 或气相部分以进一步分离 H_2 、 C_3/C_4 烃和 / 或 C_5^+ 烃,多个再接触鼓包括起始阶段再

接触鼓、起始阶段再接触鼓下游的中间阶段再接触鼓以及中间阶段再接触鼓下游的结束阶段再接触鼓。本发明的一个实施方案是本段中直到本段中的第一实施方案的先前实施方案中的一个、任一个或所有,其中再接触回收区进一步包括结束阶段再接触鼓上游的结束阶段冷却器/深冷器,其中将结束阶段冷却器/深冷器构造用于接收并冷却来自中间阶段再接触鼓的包含 H_2 和 C_6^- 烃的中间阶段气相料流以及含 C_5^+ 烃的液相以形成结束阶段合并料流,且其中将结束阶段再接触鼓构造用于接收并分离结束阶段合并料流以形成富 H_2 料流和包含 C_3^+ 烃的结束阶段液相料流。本发明的一个实施方案是本段中直到本段中的第一实施方案的先前实施方案中的一个、任一个或所有,其中将结束阶段冷却器/深冷器构造用于形成具有 -23 至 $40^\circ C$ 的温度的结束阶段合并料流。本发明的一个实施方案是本段中直到本段中的第一实施方案的先前实施方案中的一个、任一个或所有,其中再接触回收区进一步包括中间阶段再接触鼓上游的中间阶段冷却器/深冷器;以及中间阶段压缩机,其位于中间阶段冷却器/深冷器上游,并构造用于接收和压缩来自起始阶段再接触鼓的包含 H_2 和 C_6^- 烃的起始阶段气相料流以形成中间阶段压缩气相料流,其中将中间阶段冷却器/深冷器构造用于接收并冷却中间阶段压缩气相料流、含 C_3^+ 烃的液体料流以及结束阶段液相料流以形成中间阶段合并料流,且其中将中间阶段再接触鼓构造用于接收并分离中间阶段合并料流以形成中间阶段气相料流和包含 C_3^+ 烃的中间阶段液相料流。本发明的一个实施方案是本段中直到本段中的第一实施方案的先前实施方案中的一个、任一个或所有,其中将中间阶段压缩机构造用于形成具有 $1200-4000kPa$ 的表压压力的中间阶段压缩气相料流。本发明的一个实施方案是本段中直到本段中的第一实施方案的先前实施方案中的一个、任一个或所有,其中将中间阶段压缩机构造用于形成具有 $90-135^\circ C$ 的温度的中间阶段压缩气相料流。本发明的一个实施方案是本段中直到本段中的第一实施方案的先前实施方案中的一个、任一个或所有,其中将中间阶段冷却器/深冷器构造用于形成具有 -23 至 $40^\circ C$ 的温度的中间阶段合并料流。本发明的一个实施方案是本段中直到本段中的第一实施方案的先前实施方案中的一个、任一个或所有,其中再接触回收区进一步包括起始阶段再接触鼓上游的起始阶段冷却器;以及起始阶段压缩机,其位于起始阶段冷却器上游,并构造用于接收并压缩至少部分含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流以形成起始阶段压缩气相料流,其中将起始阶段冷却器构造用于接收并冷却起始阶段压缩气相料流和中间阶段液相料流以形成起始阶段合并料流,且其中将起始阶段再接触鼓构造用于接收并分离起始阶段合并料流以形成起始阶段气相料流和包含 C_3^+ 烃的起始阶段液相料流。本发明的一个实施方案是本段中直到本段中的第一实施方案的先前实施方案中的一个、任一个或所有,其中将起始阶段压缩机构造用于形成具有 $800-1600kPa$ 的表压压力的起始阶段压缩气相料流。本发明的一个实施方案是本段中直到本段中的第一实施方案的先前实施方案中的一个、任一个或所有,其中将起始阶段压缩机构造用于形成具有 $90-135^\circ C$ 的温度的起始阶段压缩气相料流。本发明的一个实施方案是本段中直到本段中的第一实施方案的先前实施方案中的一个、任一个或所有,其中将起始阶段冷却器构造用于形成具有 $30-60^\circ C$ 的温度的起始阶段合并料流。本发明的一个实施方案是本段中直到本段中的第一实施方案的先前实施方案中的一个、任一个或所有,其进一步包括热交换器,其与热分离器和起始阶段再接触鼓流体连通,并构造用于含 C_5^+ 烃的液相和起始阶段液相料流之间的间接热交换以在结束阶段冷却器/深冷器上游部分冷却含 C_5^+ 烃的液相。本发明的一个实施方案是本段中直到本段中的第一实施方案的先前

实施方案中的一个、任一个或所有,其进一步包括再循环压缩机,其构造用于接收并压缩含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流以形成经压缩的含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流;产物冷却器,其构造用于接收并部分冷凝至少一部分经压缩的含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流以形成经部分冷凝、压缩的含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流;以及起始阶段抽吸式鼓,其构造用于接收并分离经部分冷凝、压缩的含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流以形成包含 H_2 和 C_6^- 烃的抽吸式鼓气相料流和包含 C_3^+ 烃的抽吸式鼓液相料流,且其中将起始阶段压缩机构造用于接收并压缩抽吸式鼓气相料流以形成起始阶段压缩气相料流。本发明的一个实施方案是本段中直到本段中的第一实施方案的先前实施方案中的一个、任一个或所有,其进一步包括与起始阶段抽吸式鼓和起始阶段再接触鼓流体连通的稳定器,将该稳定器构造用于接收并分离抽吸式鼓液相料流和起始阶段液相料流以形成富 C_3/C_4 烃的 LPG 料流和富 C_5^+ 烃的重整产品料流。本发明的一个实施方案是本段中直到本段中的第一实施方案的先前实施方案中的一个、任一个或所有,其中将稳定器进一步构造用于分离抽吸式鼓液相料流和起始阶段液相料流以形成包含 H_2 和 C_3^- 烃的轻端稳定器料流,且其中将起始阶段抽吸式鼓构造用于接收并分离轻端稳定器料流和经部分冷凝、压缩的含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流以形成抽吸式鼓气相和液相料流。

[0044] 本发明的第二实施方案是用于包括回收产物在内的重整烃的设备,该设备包括热分离器,其构造用于接收并分离包含 H_2 、 C_4^- 烃和包括芳族化合物的 C_5^+ 烃的重整区流出物以形成含 H_2 、 (C_1-C_{11}) 烃的气相和含 C_5^+ 烃的液相;产物冷凝器,其构造用于接收并部分冷凝含 H_2 、 (C_1-C_{11}) 烃的气相以形成经部分冷凝的含 H_2 、 (C_1-C_{11}) 烃的料流;产物分离器,其构造用于接收并分离经部分冷凝的含 H_2 、 (C_1-C_{11}) 烃的料流以形成含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流和含 C_3^+ 烃的液体料流;与热分离器和产物分离器流体连通的再接触回收区,其用于接收含 C_5^+ 烃的液相、含 C_3^+ 烃的液体料流和至少一部分含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流,并构造用于进一步分离 H_2 、 C_3/C_4 烃和 / 或 C_5^+ 烃以形成富 H_2 料流和至少一个包含 C_3^+ 烃的液相料流;以及与再接触回收区流体连通的稳定器,用于接收并分离至少一个液相料流以形成富 C_3/C_4 烃的 LPG 料流和富 C_5^+ 烃的重整产品料流。

[0045] 本发明的第三实施方案是用于包括回收产物在内的重整烃的方法,该方法包括以下步骤:将包含 H_2 、 C_4^- 烃和包括芳族化合物的 C_5^+ 烃的重整区流出物分离成含 H_2 、 C_6^- 烃的气相和含 C_5^+ 烃的液相;部分冷凝并分离含 H_2 、 C_6^- 烃的气相以形成含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流和含 C_3^+ 烃的液体料流;以及将含 C_5^+ 烃的液相、含 C_3^+ 烃的液体料流和至少一部分含 H_2 、 C_6^- 烃的纯气体料流引入再接触回收区,从而进一步分离 H_2 、 C_3/C_4 烃和 / 或 C_5^+ 烃而形成富 H_2 料流、富 C_3/C_4 烃的 LPG 料流和富 C_5^+ 烃的重整产品料流。

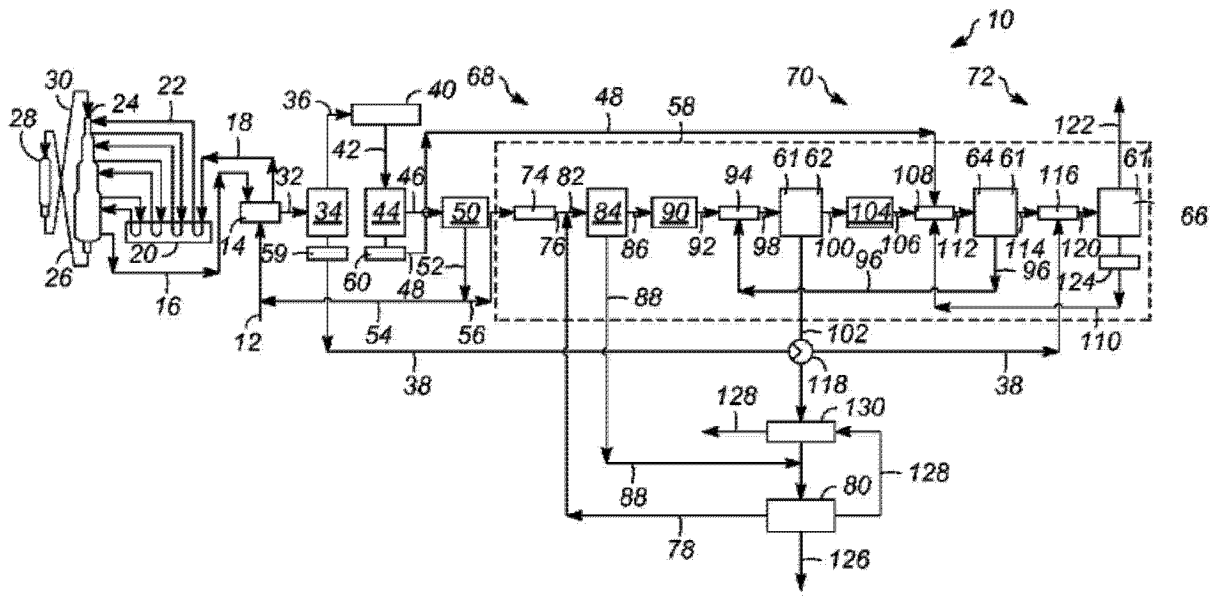


图 1