



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102985775 B

(45) 授权公告日 2015. 08. 19

(21) 申请号 201080063378. 6

(22) 申请日 2010. 11. 12

(30) 优先权数据

12/634810 2009. 12. 10 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 08. 08

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2010/056501 2010. 11. 12

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/071658 EN 2011. 06. 16

(73) 专利权人 普莱克斯技术有限公司

地址 美国康涅狄格州

(72) 发明人 H. E. 霍华德 R. J. 吉布

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 谭佐晞 杨楷

(51) Int. Cl.

F25J 3/04(2006. 01)

审查员 刘姝娟

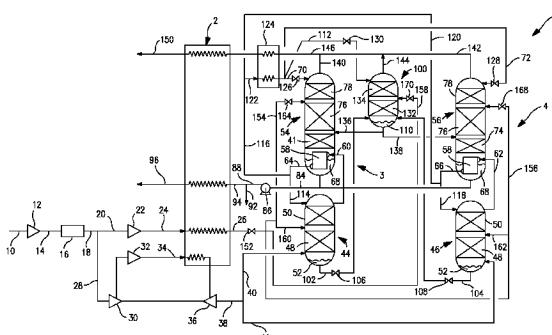
权利要求书4页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

氧气产生方法和设备

(57) 摘要

一种用于产生氧气产品的方法和设备，其中空气在包括空气分离单元的设施中被分离，空气分离单元具有高压塔和低压塔。在该设施内产生的可以是泵送液体氧流的泵送液体流通过与压缩空气流的间接热交换而在主热交换器内变暖，以产生液体气流。不纯氧气流在辅助塔内被精馏，以产生含氧流，该含氧流被引入到每个空气分离单元的低压塔中，并且，由液体气流或另一个空气状流组成的中间液体流回流到每个空气分离单元的低压塔和辅助塔中，并且可选地回流到高压塔中。



1. 一种产生氧气产品的方法,包括:

通过使用多个空气分离单元的低温精馏过程来分离空气,所述空气分离单元具有高压塔和低压塔,所述低压塔与所述高压塔操作性地相关联,以产生在产生所述氧气产品时使用的富氧流,所述低温精馏过程产生:至少一个液体流,所述至少一个液体流由空气或具有不低于空气的氩气含量的氩气含量的空气状物质组成;和至少一个不纯氧气流,所述至少一个不纯氧气流含有氧气和氮气并且具有不低于空气的氧气含量的氧气含量;

将所述至少一个不纯氧气流引入到在与所述低压塔大致相同的压力下工作的辅助塔的底部区域中,并且用所述辅助塔内进行的精馏对所述至少一个不纯氧气流进行精馏,以形成作为塔底产物的含氧液体和辅助塔富氮蒸汽塔顶产物;

从所述辅助塔取出具有低于所述至少一个不纯氧气流的氮气含量的氮气含量的含氧流,并且将所述含氧流引入到所述低压塔中,用于在所述低压塔中进行精馏;

将由所述至少一个液体流组成的中间回流在所述含氧流被引入的位置上方引入到所述低压塔中以及在所述辅助塔的底部区域和所述至少一个不纯氧气流上方引入到所述辅助塔中,并且在所述低压塔和所述辅助塔内精馏所述中间回流;以及

所述至少一个不纯氧气流膨胀以引发在所述辅助塔内上升蒸汽相的形成,用于在所述辅助塔内进行的精馏,并且所述上升蒸汽相仅由于所述至少一个不纯氧气流和一个中间回流引入到辅助塔内而产生。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述至少一个不纯氧气流由从所有所述空气分离单元中取出的不纯氧气流形成并且被引入到所述辅助塔中。

3. 根据权利要求 2 所述的方法,其中:

所述富氧流由在所述低压塔中产生的富氧液体塔底产物组成;

所述富氧液体流中的每一个的至少一部分被泵送以形成至少一个泵送液体氧流;以及
要被分离的空气的一部分被压缩以形成至少一个压缩气流;以及

所述至少一个压缩气流与所述至少一个泵送液体氧流的至少一部分间接地热交换,从而从所述压缩气流形成所述至少一个液体流以及从所述至少一个泵送液体氧流的至少一部分形成所述氧气产品。

4. 根据权利要求 3 所述的方法,其中,所述不纯氧气流从所述高压塔取出并且由在所述空气分离单元的所述高压塔内产生的粗制液体氧塔底产物组成。

5. 根据权利要求 3 所述的方法,其中:

在所述高压塔中产生的高压富氮塔顶产物与所述富氧液体塔底产物的蒸发部分相遇而凝结成富氮液体;

由所述富氮液体组成的回流液体流作为回流被引入到所述高压塔、所述低压塔和所述辅助塔中;以及

在形成作为回流被供给到所述低压塔和所述辅助塔中的所述回流液体流时使用的富氮液体通过与至少一个低压氮气蒸汽流的间接热交换而被过冷却,所述至少一个低压氮气蒸汽流由在所述空气分离单元的低压塔中产生的低压氮气塔顶产物和所述富氮辅助塔顶产物组成;以及

所述至少一个低压氮气蒸汽流在至少一个主热交换器中完全变暖,所述至少一个主热交换器被用来将空气冷却到适于其在所述空气分离单元内的精馏的温度。

6. 根据权利要求 3 所述的方法, 其中, 所述中间回流还被引入到所述空气分离单元中的每一个的高压塔中。

7. 根据权利要求 3 所述的方法, 其中 :

空气的另一部分被进一步压缩、部分地冷却和膨胀, 从而形成至少一个排气流; 以及由所述至少一个排气流组成的初级供给空气流被引入到所述高压塔中。

8. 一种产生氧气产品的设备, 包括 :

低温精馏设施, 所述低温精馏设施构造成分离空气并且从而产生所述氧气产品;

所述低温精馏设施包括至少一个主热交换器和空气分离单元, 所述空气分离单元具有高压塔和低压塔, 所述低压塔与所述高压塔操作性地相关联, 以产生富氧流;

所述低压塔与所述至少一个主热交换器流体连通, 使得所述富氧流在所述至少一个主热交换器内变暖并且在产生所述氧气产品时使用;

辅助塔, 所述辅助塔在与所述低压塔大致相同的压力下工作并且连接于所述空气分离单元中的至少一个, 以接收所述至少一个空气分离单元的底部区域中的至少一个不纯氧气流, 所述至少一个不纯氧气流含有氧气和氮气并且具有不低于空气的氧气含量的氧气含量;

膨胀阀, 所述膨胀阀定位成在将所述至少一个不纯氧气流引入到所述辅助塔内之前膨胀所述至少一个不纯氧气流,

所述辅助塔构造成进行精馏, 其中所述至少一个不纯氧气流被精馏, 形成了作为塔底产物的含氧液体和辅助塔富氮蒸汽塔顶产物, 并且所述至少一个不纯氧气流的膨胀引发了在所述辅助塔内上升蒸汽相的形成, 用于在所述辅助塔内进行的精馏;

所述空气分离单元的低压塔连接于所述辅助塔, 使得从所述辅助塔取出含有低于所述至少一个不纯氧气流的氮气含量的氮气含量的含氧流并且将所述含氧流引入到所述低压塔中, 用于在所述低压塔内进行精馏;

所述低温精馏设施还构造成产生由空气或具有不低于空气的氩气含量的氩气含量的空气状物质组成的至少一个液体流, 并且用由所述至少一个液体流组成的中间回流在所述含氧流被引入的位置上方以及在所述辅助塔的底部区域和所述至少一个不纯氧气流上方回流到所述低压塔中和所述辅助塔中, 并且在所述低压塔和所述辅助塔内精馏所述中间回流; 以及

所述上升蒸汽相仅由于所述至少一个不纯氧气流和一个中间回流引入到辅助塔内而产生。

9. 根据权利要求 8 所述的设备, 其中, 所述至少一个不纯氧气流包括不纯氧气流, 并且所述辅助塔连接于所有的空气分离单元, 以接收所述空气分离单元的底部区域中的不纯氧气流。

10. 根据权利要求 9 所述的设备, 其中 :

至少一个泵连接于所述低压塔, 使得所述富氧流由在所述低压塔中产生的富氧液体塔底产物组成, 并且所述富氧流中的每个的至少一部分被泵送以形成至少一个加压液体流;

所述至少一个主热交换器连接于所述至少一个泵, 使得所述至少一个加压液体流的所述至少一部分被引入到所述至少一个主热交换器中并且变暖以形成所述氧气产品; 以及

所述低温精馏设施构造成部分地通过在所述至少一个主热交换器中进行的由空气的

一部分组成的至少一个压缩气流与所述至少一个加压液体流的所述至少一部分之间的间接热交换而产生至少一个液体流。

11. 根据权利要求 10 所述的设备，其中，所述辅助塔连接于所述高压塔，使得所述至少一个不纯氧气流从所述高压塔取出并且由在所述高压塔内产生的粗制液体氧塔底产物组成。

12. 根据权利要求 10 所述的设备，其中：

热交换器连接于所述高压塔和所述低压塔，使得在所述高压塔中产生的高压富氮塔顶产物与所述富氧液体塔底产物的蒸发部分相遇而凝结成富氮液体；

所述高压塔、所述低压塔和所述辅助塔连接于所述热交换器，使得由所述富氮液体组成的回流液体流作为回流被引入到所述高压塔、所述低压塔和所述辅助塔中；

至少一个过冷却单元定位在所述低压塔与所述至少一个主热交换器之间，使得在形成作为回流被供给到所述低压塔和所述辅助塔中的所述回流液体流时使用的富氮液体通过与低压氮气蒸汽流的间接热交换而被过冷却，所述低压氮气蒸汽流由在所述低压塔中产生的低压氮气塔顶产物组成；以及

所述富氮辅助塔顶产物和所述至少一个低压氮气蒸汽流在至少一个主热交换器中完全变暖，所述至少一个主热交换器被用来将空气冷却到适于其在所述空气分离单元内的精馏的温度。

13. 根据权利要求 10 所述的设备，其中，所述空气分离单元中的每个的高压塔连接于所述至少一个主热交换器，使得所述中间回流也被引入到所述空气分离单元中的每个的高压塔中。

14. 根据权利要求 10 所述的设备，其中：

所述低温精馏设施具有至少一个主压缩机以压缩空气以及连接于所述至少一个主压缩机的至少一个预净化单元以净化空气；

至少一个第一升压压缩机定位在所述至少一个预净化单元与所述至少一个主热交换器之间，使得空气的一部分在所述第一升压压缩机内被压缩以形成所述至少一个压缩气流；

至少一个第二升压压缩机定位在所述至少一个预净化单元与所述至少一个主热交换器之间；

至少一个涡轮膨胀机连接于所述至少一个主热交换器，使得空气的另一部分在所述至少一个第二升压压缩机内被进一步压缩，在所述至少一个主热交换器内被部分地冷却，并且在所述至少一个涡轮膨胀机内膨胀，从而形成至少一个排气流；以及

所述高压塔连接于所述至少一个涡轮膨胀机，使得由所述至少一个排气流组成的初级供给气流被引入到所述高压塔中。

15. 根据权利要求 14 所述的设备，其中：

所述至少一个主压缩机、所述至少一个预净化单元、所述至少一个第一升压压缩机、所述至少一个第二升压压缩机、所述至少一个主热交换器、所述至少一个涡轮膨胀机以及所述至少一个泵分别是一个主压缩机、一个预净化单元、一个第一升压压缩机、一个第二升压压缩机、一个主热交换器、一个涡轮膨胀机以及一个泵；

所述至少一个压缩气流是由所述一个第一升压压缩机产生的一个压缩气流；

所述至少一个加压液体流是由所述一个泵产生的一个加压液体流；

所述至少一个排气流是由所述一个涡轮膨胀机产生的一个排气流；以及

所述初级供给气流由所述一个排气流组成。

16. 根据权利要求 15 所述的设备，其中，所述辅助塔连接于高压塔，使得不纯的氧气流从所述高压塔取出并且由在所述高压塔内产生的粗制液体氧塔底产物组成。

17. 根据权利要求 16 所述的设备，其中：

热交换器连接于所述高压塔和所述低压塔，使得在所述高压塔中产生的高压富氮塔顶产物与富氧液体塔底产物的蒸发部分相遇而凝结成富氮液体；

所述高压塔、所述低压塔和所述辅助塔连接于所述热交换器，使得由所述富氮液体组成的回流液体流作为回流被引入到所述高压塔和所述低压塔中；

一个过冷却单元定位在所述低压塔与所述一个主热交换器之间，使得在形成作为回流被供给到所述低压塔和所述辅助塔的回流液体流时使用的富氮液体通过与由在所述低压塔中产生的低压氮气塔顶产物和所述富氮辅助塔顶产物组成的一个低压氮气蒸汽流的间接热交换而被过冷却；并且所述一个低压氮气蒸汽流在所述一个主热交换器中完全变暖。

氧气产生方法和设备

技术领域

[0001] 本发明涉及产生氧气产品的方法和执行这种方法的设备。更具体地，本发明涉及这样的方法和设备，其中：各自具有高压塔(higher pressure column)和低压塔(lower pressure column)的多个空气分离单元被连接于产生含氧流的辅助塔，所述含氧流贫氮并且被引入到低压塔中，以允许空气分离单元在较高生产能力下工作。

背景技术

[0002] 需要大量的氧气用于煤的气化、合成液体燃料的目的以及涉及使用氧气的燃烧过程。在上述过程中的一些中，能够消耗高达 10,000 至 15,000 公吨 / 天的氧气。

[0003] 空气的低温精馏是用于大规模氧气产生的优选方法。在低温精馏中，空气被压缩并且在预净化单元中被净化掉诸如二氧化碳、水蒸气和碳氢化合物之类的较高沸点污染物。被压缩和净化的空气——其可以在某些设备中被进一步压缩——被冷却到适于其精馏的温度，然后在蒸馏塔中被精馏，以分离空气的成分。在低温精馏过程中使用的蒸馏塔包括高压塔和低压塔。在高压塔中，空气被精馏以产生富氮蒸汽塔顶产物(overhead)和粗制液态氧塔底产物(bottom)——在本领域也称为“罐液”。粗制液态氧塔底产物流在低压塔中被进一步精炼以产生氧气产品。

[0004] 蒸馏塔直径与设备生产能力的平方根成比例地增加，或者，换句话说，与通过塔的流量成比例地增加。货运限制导致最大容器直径在 6.0 米到 6.5 米的范围内。结果，具有超过大约 5000 公吨 / 天的氧气生产能力的空气分离设备的设计、构造和安装是不切实际的。为了克服这种限制，一般地，多个并行的空气分离设备序列被构造成在限定范围内并行地工作。不幸的是，简单的设备复制设置导致了很多“规模经济”的丧失，因为与附加的塔罩的构造随之而来的是大量的花费。因此，即使当具有高压塔和低压塔的多个空气分离单元在这些单元的限定范围内使用时，也希望每个这种单元被构造成具有可能的最大生产能力，以限制在空气分离设备的特定安装下使用的单元的数量。

[0005] 与蒸馏塔相关的关键限制涉及任何给定的塔段的液压泛点。塔径一般由趋近液泛——可以为 70% 到 90% 之间的任何位置——来限定。在等同的压力的情况下，氮气具有比氧气低的质量密度。作为空气的较轻(更易挥发)成分，氮气流向相关的(氮气 / 氧气)精馏段的顶部。当塔蒸汽上升时，塔蒸汽渐进地富氮。相反，下降的液体变得富氧。由于这些热动力学方面的结果，主要的低压空气蒸馏塔的上段——也称为氮气精馏段——表现出最高的容积负荷。在固定的最大直径和填装选择的情况下，这些段将限制每个设备的生产能力。

[0006] 如将在下面所述的，本发明提供一种方法和设备，通过该方法和设备，能够以增加设备生产和具有多个设备的设备限定范围内的氧气生产的方式整合多个空气分离单元。

发明内容

[0007] 在一个方面,本发明提供一种产生氧气产品的方法。根据本发明的该方面,空气通过使用多个空气分离单元的低温精馏过程被分离,所述空气分离单元具有高压塔和与高压塔操作性地关联的低压塔,所述空气分离单元产生在产生氧气产品时使用的富氧流。低温精馏过程产生:至少一个液体流,其由空气或具有不低于空气的氩气含量的氩气含量的空气状的物质组成;和至少一个不纯氧气流,其含有氧气和氮气并且具有不低于空气的氧气含量的氧气含量。

[0008] 所述至少一个不纯氧气流被引入到在与低压塔大致相同的压力下工作的辅助塔的底部区域中。

[0009] 所述至少一个不纯氧气流在辅助塔内被精馏,以形成作为塔底产物的含氧液体、和辅助塔富氮蒸汽塔顶产物。含氧流被从具有低于所述至少一个不纯氧气流的含氮量的含氮量的辅助塔中取出并被引入到低压塔中,用于在低压塔中进行精馏。由所述至少一个液体流组成的中间回流在含氧流被引入的位置上方被引入到低压塔中,并且在辅助塔的底产物部区域上方被引入到辅助塔中。

[0010] 本发明通过供给到低压塔中的富氧液体的产生而允许多个设备设施内的氧气生产的增加,其中单个辅助塔被用来使来自设施内的低压塔的氮气转向。来自低压塔的氮气的转向继而减小这些塔的氮气精馏段内的蒸汽负荷,从而增大设备生产能力。已经计算出,这种辅助塔的使用可以增大位于设施内的每个设备的25%至30%之间的设备生产能力。能够理解,在多设备设施中,这种生产能力增加可以节省设施中设备的使用,因此将降低构建设施时所涉及的成本。

[0011] 应当注意,如在此处和权利要求中使用的术语“大致”意指相同的压力或略高于低压塔的压力不超过5磅/平方英寸(表压力)的压力,以驱动在辅助塔中产生的含氧流进入低压塔中。另外,所述至少一个不纯氧气流可以是从所有的空气分离单元中取出并引入到低压塔中的不纯氧气流。

[0012] 泵送液体氧设备是能够结合本发明使用的特别有利的一种类型的设备。这样,富氧流可以由在低压塔中产生的富氧液体塔底产物组成。每个富氧液体流的至少一部分被泵送以形成至少一个泵送液体氧流。要被压缩的空气的一部分被压缩以形成至少一个压缩空气流,并且所述至少一个压缩空气流与所述至少一个泵送液体氧流的至少一部分间接地换热。这从压缩空气流形成至少一个液体流并从所述至少一个泵送液体氧流的所述至少一部分形成氧气产品。不纯氧气流可以从高压塔取出并且可以由在空气分离单元的高压塔内产生的粗制液体氧塔底产物组成。

[0013] 在高压塔中产生的高压富氮塔顶产物与富氧液体塔底产物的蒸发部分相遇而凝结成富氮液体。由富氮液体组成的回流液体流作为回流被引入到高压塔和低压塔以及辅助塔中。在形成作为回流被供给到低压塔和辅助塔的回流液体流时使用的富氮液体通过与由在空气分离单元的低压塔中产生的低压氮气塔顶产物组成的至少一个低压氮气蒸汽流的间接热交换而被过冷却。富氮辅助塔顶产物和所述至少一个低压氮气蒸汽流在至少一个主热交换器中完全变暖,其中所述至少一个主热交换器被用来将空气冷却到适于其在空气分离单元内的精馏的温度。

[0014] 中间回流还可以被引入到每个空气分离单元的高压塔中。空气的另一部分可以被进一步压缩、部分地冷却和膨胀,从而形成至少一个排气流。由所述至少一个排气流组成的

初级供给空气流被引入到高压塔中。

[0015] 在另一个方面,本发明提供一种用于产生氧气产品的设备。根据本发明的这一方面,设置有构造分离空气并从而产生氧气产品的低温精馏设施。该低温精馏设施包括至少一个主热交换器和具有高压塔和低压塔的空气分离单元,低压塔与高压塔操作性地相关联,以产生富氧流。低压塔与所述至少一个主热交换器流体流通,使得富氧流在所述至少一个主热交换器内变暖并且在产生氧气产品时使用。

[0016] 辅助塔在与低压塔大致相同的压力下工作,并且连接于空气分离单元中的至少一个,以接收其底部区域中的至少一个不纯氧气流。所述至少一个不纯氧气流含有氧气和氮气,并且具有不低于空气中的氧气含量的氧气含量。辅助塔构造成精馏所述至少一个不纯氧气流并由此形成作为塔底产物的含氧液体和辅助塔富氮蒸汽塔顶产物。空气分离单元的低压塔连接于辅助塔,使得含氧流被从具有低于所述至少一个不纯氧气流的含氮量的含氮量的辅助塔中取出,并且被引入到低压塔中,用于在低压塔内进行精馏。低温精馏设施还构造成产生至少一个液体流,其由空气或具有不低于空气的氩气含量的氩气含量的空气状的物质组成,并且还构造成利用由所述至少一个液体流组成的中间回流在含氧流被引入的位置上方以及辅助塔的底部区域上方回流到低压塔和辅助塔中。

[0017] 至少一个泵能够连接于低压塔,使得富氧流由在低压塔中产生的富氧液体塔底产物组成。富氧流的至少一部分被泵送以形成至少一个加压液体流。所述至少一个主热交换器连接于所述至少一个泵,使得所述至少一个加压液体流的至少一部分被引入到所述至少一个主热交换器中并且变暖以形成氧气产品。低温精馏设施构造成部分地通过在所述至少一个主热交换器中进行的、由空气的一部分组成的至少一个压缩空气流与所述至少一个加压液体流的所述至少一部分之间的间接热交换产生所述至少一个液体流。

[0018] 所述至少一个不纯氧气流可以包括从所有的空气分离单元取出的不纯氧气流。辅助塔连接于空气分离单元,以接收其底部区域中的不纯氧气流。辅助塔可以连接于高压塔,使得不纯氧气流从高压塔取出并且由在高压塔内产生的粗制液体氧塔底产物组成。热交换器可以连接于高压塔和低压塔,使得在高压塔中产生的高压富氮塔顶产物与富氧液体塔底产物的蒸发部分相遇而凝结成富氮液体。高压塔、低压塔和辅助塔连接于热交换器,使得由富氮液体组成的回流液体流作为回流被引入到高压塔、低压塔和辅助塔中。至少一个过冷却单元定位在低压塔与所述至少一个主热交换器之间,使得在形成作为回流被供给到低压塔和辅助塔的回流液体流时使用的富氮液体通过与由在低压塔中产生的低压氮气塔顶产物组成的低压氮气蒸汽流的间接热交换而被过冷却。富氮辅助塔顶产物和所述至少一个低压氮气蒸汽流在至少一个主热交换器中完全变暖,其中所述至少一个主热交换器被用来将空气冷却到适于其在空气分离单元内的精馏的温度。

[0019] 每个空气分离单元的高压塔能够连接于所述至少一个主热交换器,使得中间回流也被引入到每个空气分离单元的高压塔中。

[0020] 设置有至少一个主压缩机以压缩空气并且设置有连接于所述至少一个主压缩机的至少一个预净化单元以净化空气。至少一个第一升压压缩机定位在所述至少一个预净化单元与所述至少一个主热交换器之间,使得空气的一部分在第一升压压缩机内被压缩,从而形成所述至少一个压缩气流。至少一个第二升压压缩机定位在所述至少一个预净化单元与所述至少一个主热交换器之间。至少一个涡轮膨胀机连接于所述至少一个主热交换器,

使得空气的另一部分在所述至少一个第二升压压缩机内被进一步压缩，在所述至少一个主热交换器内被部分地冷却，并且在所述至少一个涡轮膨胀机内膨胀，从而形成至少一个排气流。高压塔连接于所述至少一个涡轮膨胀机，使得由所述至少一个排气流组成的初级供给气流被引入到高压塔中。

[0021] 在本发明的特别成本有效的应用中，压缩机、泵和热交换器等能够能够公共地用于所有的空气分离单元。关于这一点，所述至少一个主压缩机、所述至少一个预净化单元、所述至少一个第一升压压缩机、所述至少一个第二升压压缩机、所述至少一个主热交换器、所述至少一个涡轮膨胀机以及所述至少一个泵可以分别是一个主压缩机、一个预净化单元、一个第一升压压缩机、一个第二升压压缩机、一个主热交换器、一个涡轮膨胀机以及一个泵。另外，所述至少一个压缩气流是由所述一个第一升压压缩机产生的一个压缩气流。

[0022] 类似地，所述至少一个加压液体流是由所述一个泵产生的一个加压液体流。所述至少一个排气流是由所述一个涡轮膨胀机产生的一个排气流，并且所述初级供给气流由所述一个排气流组成。辅助塔可以连接于高压塔，使得不纯的氧气流从高压塔取出并且由在高压塔内产生的粗制液体氧塔底产物组成。

[0023] 热交换器可以连接于高压塔和低压塔，使得在高压塔中产生的高压富氮塔顶产物与富氧液体塔底产物的蒸发部分相遇而凝结成富氮液体。高压塔、低压塔和辅助塔连接于热交换器，使得由富氮液体组成的回流液体流作为回流被引入到高压塔和低压塔中。一个过冷却单元定位在低压塔和所述一个主热交换器之间，使得在形成作为回流被供给到低压塔和辅助塔的回流液体流时使用的富氮液体通过与由在低压塔中产生的低压氮气塔顶产物组成的一个低压氮气蒸汽流的间接热交换而被过冷却。富氮辅助塔顶产物和所述一个低压氮气蒸汽流在所述一个主热交换器中完全变暖。

附图说明

[0024] 尽管由说明书得出了特别指出被申请人认作为其发明的主题的权利要求书，但认为本发明将在结合唯一的附图时得到理解，附图示出了用于执行根据本发明的方法的设备。

具体实施方式

[0025] 参照附图，示出了低温精馏设施 1，其设计成分离空气并由此产生氧气产品。低温精馏设施 1 设置有主热交换器 2 以将空气冷却到适于其在空气分离单元 3 和 4 内的精馏的温度，因而产生从主热交换器 2 作为氧气产品流 96 排放的氧气产品，这将在下文中更详细地讨论。

[0026] 要被分离的空气作为气流 10 被引入到设备 1 中，气流 10 在主压缩机 12 中被压缩以产生具有在大约 5 bar 到大约 15 bar 之间的范围内的压力的主压缩气流 14。主压缩机 12 可以是具有冷凝水去除功能的多级式中冷整体齿轮压缩机。主压缩气流 14 随后在预净化单元 16 中被净化，以从空气中去除诸如水蒸气、二氧化碳和碳氢化合物之类的高沸点杂质，并且因而产生经压缩且净化的气流 18。如在本领域公知的，这种单元 16 可以结合有在相位循环内和相位循环外工作的吸附剂床，其中该相位循环是变温和变压吸附的组合。

[0027] 压缩且净化的气流 18 的一部分 20 随后在升压压缩机 22 中被压缩——优选地，升

压缩机 22 也是多级单元——以形成能够具有在大约 25 bar 到大约 70 bar 之间的范围内的压力的第一压缩气流 24。第一压缩气流 24 能够粗略地构成大约 25% 至大约 35% 之间的进气。如将讨论的, 第一压缩气流 24 在主热交换器 2 内与泵送的液体氧流 88 的第二部分 94 相遇而被液化, 从而产生处于过冷却状态的氧气产品流 96 和液体空气流 26。压缩且净化的气流 18 的另一部分 28 在涡轮加载升压压缩机 30 中被压缩到能够处于大约 15 bar (a) 到 20 bar (a) 之间的范围内的压力, 然后在压缩机 32 中被压缩以产生能够具有大约 20 bar (a) 到 60 bar (a) 之间的压力的第二压缩气流 34。第二压缩气流 34 在主热交换器 2 内被部分地冷却到处于大约 160 K 到大约 200 K 之间的范围内的温度, 然后在涡轮膨胀机 36 内膨胀以产生排气流 38, 从而向空气分离设施 1 提供制冷。

[0028] 应当注意, 尽管主热交换器 2 示出为单个的单元, 但实际上, 主热交换器 2 可以是结合有已知的铝板 - 翅片构造的一系列并行的单元。另外, 主热交换器 2 的高压部分可以是“联组工作的”, 也就是说, 被制造成使得在第一压缩气流 24 与泵送液体氧流 88 的第二部分 94 之间的热交换中使用的部分位于单独的高压热交换器中。因此, 此处和权利要求中使用的术语“主热交换器”能够理解为意指上述的单个单元或多个单元。另外, 尽管升压压缩机 30 示出为与涡轮膨胀机 36 机械地连接并且设置了压缩机 32 以进一步压缩经压缩且净化的空气, 但也可以使用单个单独驱动的升压压缩机来代替图示的单元。

[0029] 排气流 38 被划分成初级供给气流 40 和 42, 初级供给气流 40 和 42 被分别供给到空气分离单元 3 和 4 的高压塔 44 和 46, 用于在其中精馏。应当注意, 本发明具有与其他类型的空气分离设备等同的应用性, 例如, 应用于涡轮机排气被供给到低压塔中的空气分离设备。高压塔 44 和 46 中的每一个都设置有质量传递接触元件 48 和 50, 如规整填料、散装填料或筛盘或本领域公知的这些元件的组合。初级供给气流 40 和 42 的引入引发了上升蒸汽相的形成, 该上升蒸汽相在分别沿着高压塔 44 和 46 上升时其氮气含量变得更浓。上升的蒸汽与下降的液体相进行对流接触, 下降的液体相在沿着塔 44 和 46 下降时其氧气含量变得更浓。结果, 在高压塔 44 和 46 中的每一个中在其底部区域中形成了粗制液体氧塔底产物 52, 并且在高压塔 44 和 46 的顶部形成了高压富氮蒸汽。

[0030] 空气分离单元 3 和 4 的分别在比高压塔 44 和 46 低的压力下工作的低压塔 54 和 56 各自设置有位于低压塔 54 和 56 中的每一个的基部中的呈冷凝器重沸器 58 的形式的热交换器。分别由高压塔 44 和 46 的高压富氮蒸汽塔顶产物组成的流 60 和 62 在冷凝器重沸器 58 内冷凝, 以产生富氮液体流 64 和 66 并且部分地使在低压塔 54 和 56 中的每一个中产生的富氧液体塔底产物 68 蒸发。这种蒸发引发了低压塔 54 和 56 内的上升蒸汽相的形成。低压塔 54 和 56 中的下降液体相通过由富氮液体流 64 和 66 组成的回流 70 和 72 的引入而被引发。质量传递接触元件 74、76 和 78 位于低压塔 54 和 56 中的每一个内, 以使下降的液体与上升的蒸汽接触并由此在低压塔 54 和 56 的顶部区域中产生富氧液体 68 和低压富氮蒸汽塔顶产物。

[0031] 由富氧液体塔底产物 68 组成的富氧流 80 和 82 从低压塔 54 和 56 中移除并且组合以形成组合流 84, 该组合流 84 被泵 86 泵送以产生可以具有从大约 10 bar (a) 到大约 50 bar (a) 之间的压力的泵送液体氧流 88。泵送液体氧流 88 的第一部分可以可选地从液体产品流 92 直接地获得, 并且泵送液体氧流 88 的第二部分 94 可以如上所述在主热交换器内变暖, 以产生作为产品流 96 的氧气产品。

[0032] 在低压塔 54 和 56 中的每一个内,当液体相下降时,其氧气含量变浓,同时氮气被上升的蒸汽相分解出。塔的主要发生这种反应的部段位于质量传递接触元件 74 内。低压塔的被质量传递接触元件 76 和 78 占据的部段是用来使上升的蒸汽的氮含量变浓的氮气精馏段。在很多情况下,是最上面的部段用来限制设备生产能力。根据本发明,为了克服这种限制,在辅助塔 100 中产生的氧气已经变浓的氮气-氧气混合物被引入到每个低压塔 54 和 56 中以代替在高压塔 44 和 46 中的每一个的底部区域中产生的粗制液体氧或“罐液”。

[0033] 在低温精馏设施 1 中,在所示实施例中构成粗制液体氧流 102 和 104 的不纯的氧流被分别从高压塔 44 和 46 移除。这些流由粗制液体氧 52 组成。粗制液体氧流 102 和 104 然后通过膨胀阀 106 和 108 阀膨胀到大致处于低压塔 54 和 56 的工作压力的压力,然后被引入到辅助塔 100 的底部区域 101 中用于精馏,从而产生含氧液体塔底产物 110 和位于辅助塔 100 的顶部的辅助塔富氮蒸汽塔顶产物。辅助塔 100 通过由上述富氮液体流 64 和 66 组成的回流 112 而回流。关于这一点,富氮液体流 64 和 66 分别被分成子流 114、116 和 118、120。子流 114 和 118 分别回流到高压塔 44 和 46 中。子流 118 和 120 被组合以形成组合流 122,组合流 122 在过冷却单元 124 中被过冷却,然后被划分成回流 70、72 和 112。回流 70、72 和 112 分别通过膨胀阀 126、128 和 130 阀膨胀到低压塔 54 和 56 以及辅助塔 100 的工作压力。

[0034] 辅助塔 100 设置有质量传递接触元件 132 和 134 以接触上升蒸汽和下降液体相并由此产生含氧液体塔底产物 110 和辅助塔富氮蒸汽塔顶产物。由粗制液体氧流 102 和 104 向辅助塔 100 中的引入以及中间回流 158 (将在后面讨论) 的引入产生的闪蒸蒸汽形成要被精馏的上升相。下降相通过回流 112 和中间回流 158 产生。由于蒸馏,含氧液体塔底产物 110 在氮气含量上比在高压塔 44 和 46 中产生的粗制液体氧塔底产物 52 稀薄。由含氧液体塔底产物 110 组成的含氧流 136 和 138 被从辅助塔 100 去除,然后被引入到低压塔 54 和 56 的氮气精馏段的基部中,以减少塔的这些部段内的氮气含量而不使这些塔发生液泛。关于这一点,这种含氧流 136 和 138 在其引入到低压塔 54 和 56 中时便可具有蒸汽含量。

[0035] 富氮蒸汽塔顶产物流 140、142 和 144 被分别从低压塔 54 和 56 以及辅助塔中去除,并且被组合以形成组合富氮蒸汽流 146。组合富氮蒸汽流 146 然后在过冷却单元 148 中部分地变暖,以使组合氮气液体流 122 过冷却,然后在主热交换器 2 内完全变暖以形成氮气产品流 150。

[0036] 含氧流 136 和 138 的引入有效地减轻了低压塔 54 和 56 的氮气精馏段的负担。低压塔的上精馏段仍需要充分的回流以维持高氧气回收率。为了实现这种状态,液体气流通过膨胀阀 152 被膨胀到高压塔 44 和 46 的工作压力,然后被划分并且进一步划分成中间回流 154、156 和 158 以及可选的中间回流 160 和 162。中间回流 154、156 和 158 通过膨胀阀 164、168 和 170 阀膨胀以使这些流的压力降低,然后作为中间回流在含氧流 136 和 138 被引入的位置上方被引入到低压塔 54 和 56 中,并且在辅助塔 100 的引入不纯氧气流的底部区域上方引入到辅助塔 100 中。可选的中间回流 160 和 162 被引入到高压塔 44 和 46 中。

[0037] 尽管辅助塔 100 是结合两个空气分离单元 3 和 4 示出的,但实际上,诸如辅助塔 100 之类的辅助塔应当能够排除 3 个或 4 个主空气分离单元的故障,尽管可以使用更多的空气分离单元。因此,如在此处和权利要求书中使用的术语“多个”意指多于两个空气分离单元。另外,尽管空气分离单元 3 和 4 是相同的,但具有不同设计和生产能力的空气分离单

元 3 和 4 也可以使用。例如,如所示地,一个空气分离单元可以是常规的双塔,并且第二单元可以结合有氩气回收。空气分离单元也可以是不同的类型。关于这一点,空气分离单元的证明合格的方面是低压氮气精馏段的使用,并且最为熟知的氧气产生过程将具有这种部段。作为示例,本发明可以应用于使用低压塔的基部内的空气凝结——无论是完全空气凝结还是部分空气凝结——的低纯度氧气设备。另一点在于,辅助塔 100 不需要操作为以与相关的空气分离单元的任何低压塔相同的纯度在塔的顶部产生氮气蒸汽。

[0038] 尽管未示出,但本发明能够想到辅助塔 100 以独立于相关的空气分离单元的方式工作。特别地,并非所有的空气分离单元都需要在任何时间都在工作。如果例如空气分离单元 3 停止服务,那么辅助塔将仍然关于空气分离单元 4 发挥功能。尽管附图描绘了与空气分离单元 3 和 4 的操作相关联的公共的主热交换器 2 和过冷却单元 124、以及相关的主空气压缩机 12、涡轮膨胀机 36 等,但也可以设计这样的低温蒸馏设施,其中:每个空气分离单元具有诸如主热交换器和过冷却单元之类的专用的部件或部分专用和部分共用的单元。例如,在附图中示出的本发明的实施例中,可以使用多个泵或单个泵 86。这里应当注意,尽管液体气流 26 示出为遇到泵送液体氧气流 88 的第二部分 94 而凝结,但也可以与泵送液体氮相关地使用本发明。

[0039] 根据本发明,可以对于辅助塔系统使用供给源的组合。除了从高压塔 44 和 46 取出的不纯氧液体流(例如,粗制液体氧流 102 和 104)之外,级间流体也可以从与空气分离单元 3 和 4 相关联的高压塔或低压塔取出。不纯氧流所需要的全部在于,其含有不低于空气的含氧量的含氧量。例如,不纯氧流可以在蒸发泵送液体氧流 88 的第二部分 94 时产生的液体气流的一部分形成。另外,不纯氧流可以从否则将直接通向低压塔的涡轮机排气形成。在任一种情况下,通过使这种流转向到辅助塔,氮气也将被转向以降低低压塔 54 和 56 中的含氮量。另外,这种级间液体可以构成在中间回流(例如,160 和 162)的引入点从塔中取出的液体空气状物质。在本领域称为合成空气的这种液体可以类似地用来使氮气从低压塔 54 和 56 转向。就来源而言,对于在所示实施例中由附图标记 154、156、160 和 162 表示的中间回流而言同样如此。这些流可以由空气或其他空气状物质如合成空气组成,假设在流 160 和 162 的引入点取出的这种合成空气实际上具有大于空气的氩气含量,那么这种合成空气实际上将具有不小于空气的氩气含量的氩气含量。

[0040] 还有一点在于,尽管不纯氧流是液体,但也可以在具有上部塔膨胀器以供给排气到低压塔中的空气分离设备中使用蒸汽来代替液体,这种流可以被供给到辅助塔中。在氩气从塔系统中的至少一个产生的情况下,可以使蒸发的不纯氧气的一部分流到辅助塔中。

[0041] 应当注意,辅助塔 100 的供给源可以从仅仅单个空气分离单元得到,例如,从空气分离单元 3 或空气分离单元 4 得到,然后在相关的空气分离单元之间划分。

[0042] 尽管已经参考优选实施例描述了本发明,但如本领域技术人员能够想到的那样,能够在不偏离如所附权利要求所阐释的本发明的精神和范围的情况下对这种实施例进行多种变化、添加和删减。

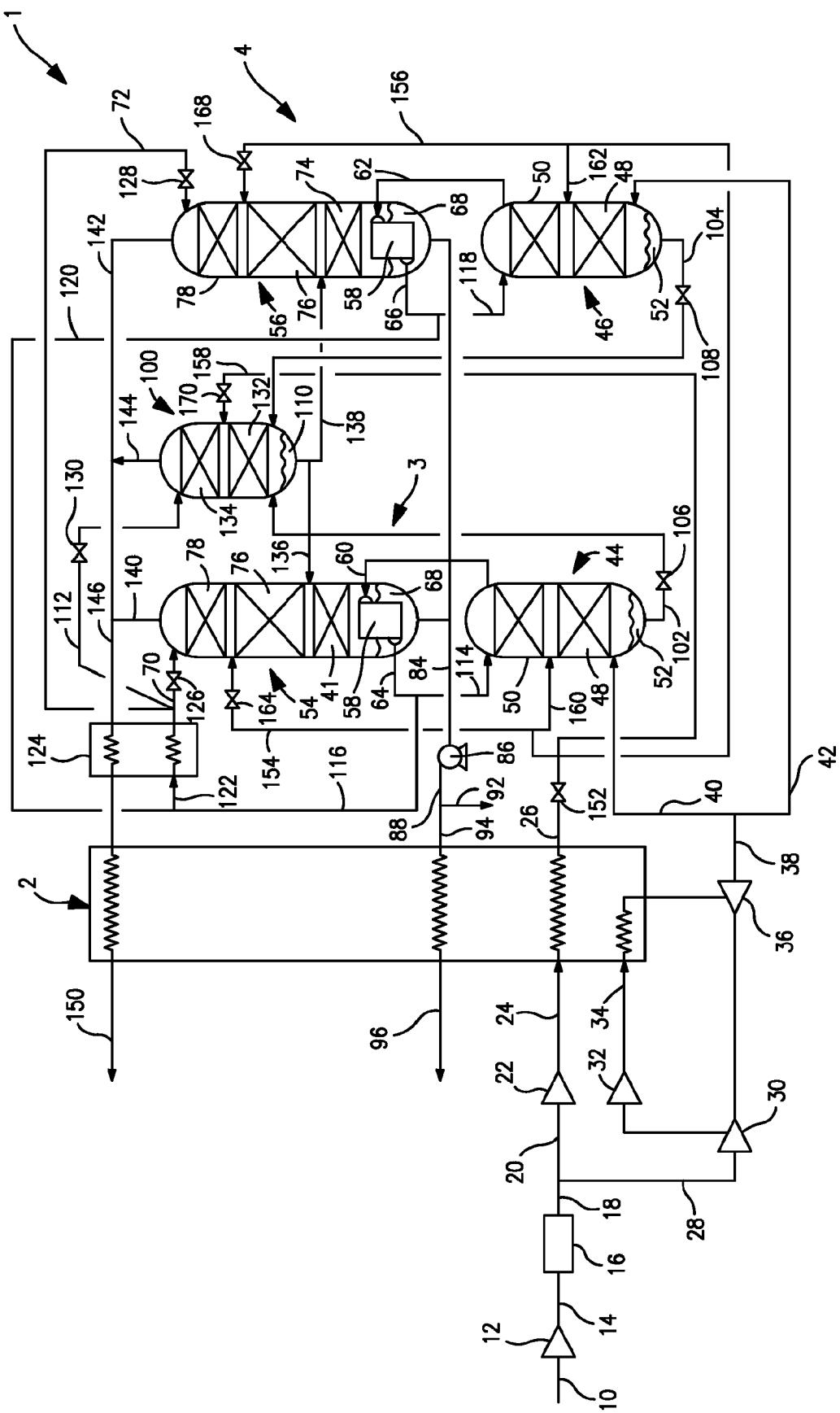


图 1