



(12) 发明专利



(10) 授权公告号 CN 112469952 B

(45) 授权公告日 2022. 06. 14

(21) 申请号 201980048340.2

(22) 申请日 2019.08.20

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112469952 A

(43) 申请公布日 2021.03.09

(30) 优先权数据
18020399.4 2018.08.22 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.01.19

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2019/025275 2019.08.20

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/038606 DE 2020.02.27

(73) 专利权人 林德有限责任公司

地址 德国普拉赫

(72) 发明人 斯特凡·洛克纳

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

专利代理师 王琼

(51) Int.Cl.
F25J 3/04 (2006.01)

(56) 对比文件
EP 3067648 A1, 2016.09.14
EP 2824407 A1, 2015.01.14
GB 1204407 A, 1970.09.09
CN 105026862 A, 2015.11.04 (续)

审查员 赵宇晨

权利要求书2页 说明书9页 附图2页

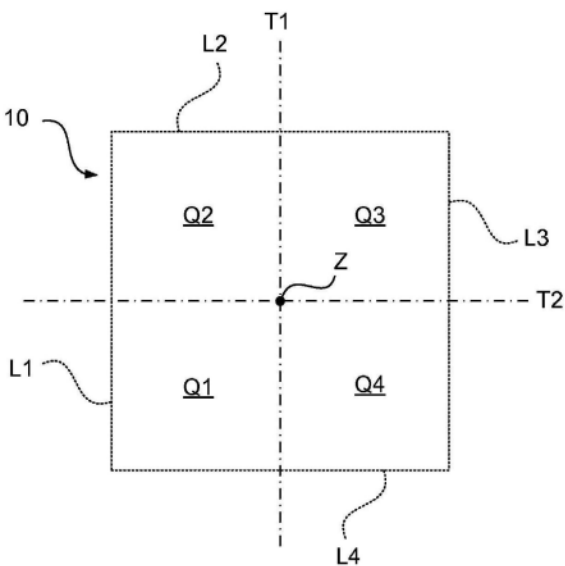
(54) 发明名称

空气分离设备、用于借助于空气分离设备低温分离空气的方法和用于创建空气分离设备的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种空气分离设备(100),具有四个分离单元(1-4),所述分离单元至少部分地借助于管路(5)互相连接和/或至少部分地借助于管路(5)与其他设备(6-8)中的一个或多个连接。设置成,所述管路(5)的平行于所述分离单元(1-4)的纵轴线(A)延伸的管路区段的至少大部分布置在形式为可单独运输的结构单元的隔间(C)中,并且所述隔间(C)和所述分离单元(1-4)在水平投影面上的投影中,所述水平投影面垂直于所述分离单元(1-4)的所述纵轴线,布置在四个象限(Q1-Q4)中。所述分离单元(1-4)不包括所述隔间(C)地布置在冷箱(20)中,所述冷箱在所述水平投影面上的所述投影中在所述第四象限(Q4)中具有凹陷部,所述隔间(C)在所述水平投影面上的所述投影中布置在所述凹陷部中,或者所述分离单元(1-4)包括所述隔间(C)地布置在

冷箱中,所述冷箱在所述水平投影面上的所述投影中具有方形的横截面,其中所述隔间(C)在所述水平投影面上的所述投影中布置在所述冷箱的一角。本发明还涉及一种对应的用于低温分离空气的方法和用于创建对应的空气分离设备(100)的方法。



[接上页]

(56) 对比文件

CN 1251897 A, 2000.05.03

CN 102706097 A, 2012.10.03

CN 107131718 A, 2017.09.05

JP 2004251569 A, 2004.09.09

1. 一种空气分离设备(100),具有形式为高压柱(1)、设计成两件式的低压柱的底部区段(2)、设计成两件式的低压柱的顶部区段(3)和设计成一体式的具有顶置式冷凝器(41)的氩提取柱(4)的四个分离单元(1-4),其中所述分离单元(1-4)至少部分地借助于管路(5)互相连接和/或至少部分地借助于管路(5)与其他设备(6,7)中的一个或多个连接,其中所述分离单元(1-4)各自具有纵轴线(A),所述纵轴线在所述分离单元(4)的最大延伸方向上延伸,其中所述分离单元(4)如此布置,使得其纵轴线(A)相互平行,并且其中所述管路(5)至少部分地具有管路区段,所述管路区段平行于所述分离单元(1-4)的所述纵轴线延伸,其特征在于,所述管路(5)的平行于所述分离单元(1-4)的所述纵轴线(A)延伸的所述管路区段的至少大部分布置在形式为可单独运输的结构单元的隔间(C)中,并且所述隔间(C)和所述分离单元(1-4)在水平投影面上的投影中,所述水平投影面垂直于所述分离单元(1-4)的所述纵轴线,如此布置在四个象限(Q1-Q4)中,使得在所述象限(Q1-Q4)的第一象限(Q1)中上下重叠地布置有所述高压柱(1)和设计成两件式的所述低压柱的所述底部区段(2)的至少大部分,在所述象限(Q1-Q4)的第二象限(Q2)中布置有所述低压柱的所述顶部区段(3)的至少大部分,在所述象限(Q1-Q4)的第三象限(Q3)中布置有所述氩提取柱(4)的至少大部分并且在所述象限(Q1-Q4)的第四象限(Q4)中布置有所述隔间(C),其中所述分离单元(1-4)不包括所述隔间(C)地布置在冷箱(20)中,所述冷箱在所述水平投影面上的所述投影中在所述第四象限(Q4)中具有凹陷部,所述隔间(C)在所述水平投影面上的所述投影中布置在所述凹陷部中,或者其中所述分离单元(1-4)包括所述隔间(C)地布置在冷箱中,所述冷箱在所述水平投影面上的所述投影中具有方形的横截面,并且所述隔间(C)在所述水平投影面上的所述投影中布置在所述冷箱的一角。

2. 根据权利要求1所述的空气分离设备(100),其中所述第一至第四象限(Q1-Q4)在所述水平投影面中在顺时针方向上围绕中点(Z)布置。

3. 根据权利要求1或权利要求2所述的空气分离设备(100),其中所述隔间(C)和所述分离单元(1-4)在所述水平投影面上的所述投影中布置在具有四条边线(L1-L4)的长方形(10)之内,所述长方形围绕所述象限(Q1-Q4)中的每个的部分范围,其中所述第一和第二象限(Q1,Q2)的所述部分范围紧邻所述边线(L1-L4)的第一条边线(L1),所述第二和第三象限(Q2,Q3)的所述部分范围紧邻第二条边线(L2),所述第三和第四象限(Q3,Q4)的所述部分范围紧邻第三条边线(L3)并且所述第四和第一象限(Q3,Q1)的所述部分范围紧邻第四条边线(L4)。

4. 根据权利要求3所述的空气分离设备(100),其中位于所述水平投影面中的第一分隔线(T1)位于所述第一和第三条边线(L1,L3)之间并与二者平行,在所述第一分隔线的左侧布置有所述第一和第二象限(Q1,Q2)并且在所述第一分隔线的右侧布置有所述第三和第四象限(Q3,Q4),并且在所述水平投影面中延伸的第二分隔线(T2)位于所述第二和第四条边(L2,L4)之间并与二者平行,所述第二分隔线垂直于所述第一分隔线(T1)并且在所述第二分隔线的左侧布置有所述第二和第三象限(Q2,Q3)并且在所述第二分隔线的右侧布置有所述第四和第一象限(Q4,Q1)。

5. 根据权利要求3或4中的一项所述的空气分离设备(100),其中所述隔间(C)在所述水平投影面上的所述投影中是正方形的并且紧邻所述第三和第四条边线(L3,L4)。

6. 根据权利要求3至5中的一项所述的空气分离设备(100),所述空气分离设备具有主

换热器(6)作为其他设备或所述其他设备(6,7)中的一个,其中所述主换热器(6)布置在单独的冷箱中,所述冷箱在所述水平投影面上的所述投影中布置在所述第四条边线(L4)处。

7.根据前述权利要求中的一项所述的空气分离设备(100),所述空气分离设备具有超低温逆流换热器(7)作为其他设备或所述其他设备(6,7)中的一个,其中所述超低温逆流换热器(7)布置在所述第四象限(Q4)中的所述隔间(C)的内部或外部。

8.根据前述权利要求中的一项所述的空气分离设备(100),其中提供了原氩柱作为所述氩提取柱(4)以及纯氩柱作为第五分离单元,或者其中提供了设立成用于富集或提取氮/氩或氦/氩混合物的分离单元作为第五分离单元,其中所述第五分离单元布置在所述第四象限(Q4)中的所述隔间(11)的内部或外部。

9.根据前述权利要求中的一项所述的空气分离设备(100),其中所述隔间(C)在第一延伸方向上具有小于6米的尺寸并且在与之垂直的第二延伸方向上具有至少5倍大的延伸。

10.一种用于低温分离空气的方法,其特征在于,使用根据前述权利要求中的一项所述的空气分离设备(100)。

11.一种用于创建空气分离设备(100)的方法,在其中提供形式为高压柱(1)、设计成两件式的低压柱的底部区段(2)、设计成两件式的低压柱的顶部区段(3)和设计成一体式的具有顶置式冷凝器(41)的氩提取柱(4)的四个分离单元(1-4),其中将所述分离单元(1-4)至少部分地借助于管路(5)互相连接和/或至少部分地借助于管路(5)与其他设备(6-8)中的一个或多个连接,其中所述分离单元(1-4)各自具有纵轴线(A),所述纵轴线在所述分离单元(4)的最大延伸方向上延伸,其中如此布置所述分离单元(4),使得其纵轴线(A)相互平行,并且其中所述管路(5)至少部分地具有管路区段,所述管路区段平行于所述分离单元(1-4)的所述纵轴线延伸,其特征在于,将所述管路(5)的平行于所述分离单元(1-4)的所述纵轴线(A)延伸的所述管路区段的至少大部分布置在形式为可单独运输的结构单元的隔间(C)中,并且将所述隔间(C)和所述分离单元(1-4)在水平投影面上的投影中,所述水平投影面垂直于所述分离单元(1-4)的所述纵轴线,如此布置在四个象限(Q1-Q4)中,使得在所述象限(Q1-Q4)的第一象限(Q1)中上下重叠地布置有所述高压柱(1)和设计成两件式的所述低压柱的所述底部区段(2)的至少大部分,在所述象限(Q1-Q4)的第二象限(Q2)中布置有所述低压柱的所述顶部区段(3)的至少大部分,在所述象限(Q1-Q4)的第三象限(Q3)中布置有所述氩提取柱(4)的至少大部分并且在所述象限(Q1-Q4)的第四象限(Q4)中布置有所述隔间(C),其中将所述分离单元(1-4)不包括所述隔间(C)地布置在冷箱(20)中,所述冷箱在所述水平投影面上的所述投影中在所述第四象限(Q4)中具有凹陷部,将所述隔间(C)在所述水平投影面上的所述投影中布置在所述凹陷部中,或者其中将所述分离单元(1-4)包括所述隔间(C)地布置在冷箱中,所述冷箱在所述水平投影面上的所述投影中具有方形的横截面并且将所述隔间(C)在所述水平投影面上的所述投影中布置在所述冷箱的一角。

12.根据权利要求11所述的方法,其中首先提供所述单独的隔间(11)及所述管路(5)的平行于所述分离单元(1-4)的所述纵轴线(A)延伸的管路区段的至少大部分并且然后提供冷箱(10)和/或所述分离单元(1-4)。

13.根据权利要求12所述的方法,其中在提供所述隔间(11)之后通过所述冷箱(10)对所述隔间进行改装和/或将其连接至所述冷箱(10)。

空气分离设备、用于借助于空气分离设备低温分离空气的方法和用于创建空气分离设备的方法

[0001] 本发明涉及一种空气分离设备、一种用于借助于对应的空气分离设备低温分离空气的方法和一种用于创建对应的空气分离设备的方法。

背景技术

[0002] 通过在空气分离设备中低温分离空气来生产液态或气态空气产品是已知的并且例如在Wiley-VCH出版公司2006年由H.-W. Häring 编辑出版的“Industrial Gases Processing”一书中,特别地在章节2.2.5“Cryogenic Rectification”中进行了描述。

[0003] 空气分离设备具有精馏柱系统,这些精馏柱系统可例如被设计为双柱系统,特别地为典型的林德双柱系统,但也可三柱或多柱系统。除了用于提取液态和/或气态的氮和/或氧的精馏柱,即用于氮氧分离的精馏柱外,还可设置用于提取其他空气组分,特别地氩的精馏柱。

[0004] 所述精馏柱系统的精馏柱以不同的压力水平运行。已知的双柱系统具有所谓的高压柱(也被称为压力柱、中压柱或下部柱)和所谓的低压柱(也被称为上部柱)。高压柱典型地以4至7bar的压力水平运行,特别地约5.3bar。低压柱典型地以1至2bar的压力水平运行,特别地约1.4bar。在某些情况下,在低压柱中也可使用较高的压力水平。此处和下文说明的压力为各自给定的柱的顶部处的绝对压力。

[0005] 在已知的用于低温分离空气的方法和设备中,在高压柱的下部区域形成富集氧且贫化氮的液体并且将其从高压柱中抽出去。将该液体,特别地还含有氩,至少部分地送入低压柱中并且在该处继续分离。在将该液体送入低压柱之前可使其至少部分地蒸发,其中在适当时可在不同位置处将蒸发的和未蒸发的部分送入低压柱中。

[0006] 本发明基于一种方法或者说一种对应的设备,在该方法或者说该对应的设备中使用高压柱和低压柱。然而,在本发明的上下文中,低压柱并非被设计成一体式的,而是被划分为第一区段和第二区段,其中第一区段和第二区段布置在空气分离设备不同位置处和不同高度上并且特别地在柱子纵轴线的俯视图中不会重叠投影。然而,在本发明的上下文中,低压柱的第一区段和第二区段以同一压力水平运行。在本发明的上下文中所用的被划分为两个区段的低压柱由此与同样已知的布置区分开来,在该同样已知的布置中除了高压柱和低压柱之外还提供另一用于分离氮和氧的柱,该柱然而以介于高压柱和低压柱运行的压力水平之间的压力水平运行。

[0007] 为提取氩,可使用具有原氩柱和纯氩柱的空气分离设备。Häring (见上文)的书中的图2.3A就示出了一个实施例并且从第26页起在“Rectification in the Low-pressure, Crude and Pure Argon Column”一节中以及从第29页起在“Cryogenic Production of Pure Argon”一节中进行了描述。如其中所述的那样,在对应的设备中氩积聚在低压柱中的特定高度上。在该位置或另一有利的位置处,在适当时也低于氩最高值,可从低压柱中抽出氩浓度典型地为5至15摩尔百分比的富集氩的气体并且将其转移至原氩柱中。对应的气体

典型地含有约0.05ppm至100ppm的氮,否则基本为氧。应该明确强调的是,从低压柱中抽出的气体的给定值只是典型的示例值。

[0008] 原氩柱主要用于将氧从从低压柱中抽出的气体中分离出来。可将在原氩柱中分离的氧或者说对应的富氧流体以流体形式送回至低压柱中。在此,典型地在从高压柱中抽出的,富集氧且贫化氮的,并且在适当时至少部分地蒸发的液体的送入位置下方的多个理论或实际板将氧或者说富氧流体送入低压柱中。将分离过程中保留在原氩柱中的,主要含有氩和氮的气态馏分在纯氩柱中进一步分离,以获得纯氩。原氩柱和纯氩柱具有顶置式冷凝器,特别地可通过从高压柱中抽出的,富集氧且贫化氮的液体的一部分冷却这些顶置式冷凝器,该液体的一部分在冷却时部分地蒸发。也可使用其他流体进行冷却。

[0009] 原则上,在对应的设备中也可省略纯氩柱,其中在此典型地确保氩过渡处的氮含量低于1ppm。然而这并非是强制性的前提条件。在这种情况下从原氩柱或者说类似的柱子中抽出的氩,典型的抽出位置在比常规转移到纯氩柱中的流体更下方一点,和从常规纯氩柱中抽出的氩质量相同,其中原氩冷凝器,即原氩柱的顶置式冷凝器与对应的抽气设备之间的区段中的板特别地用作氮的阻挡板。本发明可在无原氩柱的情况下以此类布置得以运用。由于原氩柱或者说类似的柱子在此类布置中已用于提取纯氩并且不用于提取原氩,因此下文也将其称为“氩提取柱”。氩提取柱可以是传统的原氩柱(使用时带或不带纯氩柱)或对应的为提取纯氩而进行了改进的原氩柱。

[0010] 在不同的结构单元中安置空气分离设备不同组件,其中包括所述的蒸馏柱,例如从US 2015/096327 A1、CN 202 853 259 U、DE 199 64 549 B4、EP 1 180 655 A1和DE 103 42 788 A1中已知。

[0011] 在创建用于提取氩的空气分离设备时,由于所用柱子的尺寸会产生问题。传统形式的用于氮氧分离的双柱系统可达到差不多75m的高度。因此,对应的空气分离设备几乎无法再预制,因为一般而言无法再长距离运输相应的组件组。这就意味着,必须在相应的目标位置创建这些空气分离设备。由于各种原因,这是不利的,主要是因为目标位置没有对应的人员可用或者人工成本高。创建对应的空气分离设备的成本由此显著增加。

[0012] 另一方面,人们期待的是在生产现场大体上模块化创建对应的空气分离设备。在生产现场,各个组件优选地已经被安置在对应的冷箱中并且只需在目标位置将其互相连接起来。为此,同样地可有利地使用模块,即所谓的管道撬装(Piping Skid)。

发明内容

[0013] 在此背景下,本发明给出一种空气分离设备、一种用于借助于对应的空气分离设备低温分离空气的方法和一种用于创建对应的具有独立权利要求的特征的空气分离设备的方法。优选的实施方案是各从属权利要求以及后面的说明的对象。

[0014] 在解释本发明的特征和优点之前,先对本发明的一些基本原理进行进一步的解释,并对下面所用的术语进行定义。

[0015] 在空气分离设备中使用的装置在引用的专业文献,例如Häring (见上文)的书中的章节2.2.5.6“Apparatus”中进行了描述。因此,除非下文的定义与之有偏差,否则本申请的上下文中的用语明确参照所引用的专业文献。

[0016] 在本文使用的语言中,流体和气体可富含或缺乏一种或多种成分,其中“富含”可

表示在摩尔、重量或体积基础上的至少50%、75%、90%、95%、99%、99.5%、99.9%或99.99%的含量,而“缺乏”可表示最多50%、25%、10%、5%、1%、0.1%或0.01%的含量。“大部分”这一概念可对应于“富含”这一定义。此外,液体和气体可富集或贫化一种或多种成分,其中这些概念指的是初始液体或初始气体中的含量,从该初始液体或初始气体中提取了液体或气体。如果液体或气体相对于初始液体或初始气体含有至少1.1倍、1.5倍、2倍、5倍、10倍、100倍或1,000倍的对应成分的含量,则为“富集”,而如果液体或气体含有最多0.9倍、0.5倍、0.1倍、0.01倍或0.001倍的对应成分的含量,则为“贫化”。如果在此例如提及“氧”、“氮”或“氩”,则也应将其理解为富含氧或氮,但不一定完全由这些物质组成的液体或气体。

[0017] 本申请书使用“压力水平”和“温度水平”这两个概念来表征压力和温度,由此表示不必为了实现本发明的理念而在对应设备中使用以精确的压力或温度值的形式的相关压力和温度。然而,此类压力和温度典型地在一定的范围内移动,该范围例如为平均值 $\pm 1\%$ 、5%或10%。在此,对应的压力水平和温度水平可在不相交的范围内,或者在相互重叠的范围内。特别地,例如压力水平包括不可避免的或预期的压力损失。对应的内容适用于温度水平。此处单位为bar的压力水平为绝对压力。

[0018] 空气分离设备的高压柱和低压柱(或者说在本发明的上下文中低压柱的第一区段)通过所谓的“主冷凝器”处于热交换连接中。主冷凝器可特别地布置在低压柱(或者说此处为其第一区段)的下部(槽)区域中。在这种情况下,涉及所谓的内置主冷凝器并且主冷凝器的蒸发腔同时是低压柱(或者说其第一区段)的内腔。然而主冷凝器,即所谓的外置主冷凝器原则上可布置在高压柱的内腔外部。

[0019] 空气分离设备的精馏柱系统布置在一个或多个冷箱中。“冷箱”在此应理解为隔热的包封,该包封包括整体带外壁的隔热内腔,除了管路和类似部件的绝缘套管。在该内腔中布置有需要隔热的设备部件,例如一个或多个精馏柱和/或换热器。隔热效果可通过对应的外壁实施方案和/或通过用绝缘材料填充设备部件与外壁之间的间隙来实现。对于后一种变体,优选使用粉状材料,如珍珠岩。用于低温分离空气的设备的精馏柱系统和主换热器和其他冷的设备部件,如管道、阀门和仪表,典型地被一个或多个冷箱包裹。冷箱的外部尺寸通常决定了运输尺寸。

[0020] 空气分离设备的“主换热器”用于在与精馏柱系统中的回流进行间接热交换时冷却进气。主换热器可由单个或多个并联和/或串联的换热器区段形成,例如由一个或多个板式换热器组形成。专门用于单一液体或超临界流体的蒸发或假蒸发而不对另一种流体进行加热和/或蒸发的单独换热器不属于主换热器。

[0021] 在本文使用的语言中,“过冷器”或“超低温逆流换热器”是一种换热器,在空气分离设备中气态和液态物料流通过该换热器互相进行热交换,这些物料流从精馏柱系统中取出并且经过热交换后至少部分地返回精馏柱系统。

[0022] “上部”、“下部”、“上方”、“下方”、“在…之上”、“在…之下”、“在…旁边”、“并排”、“垂直”、“水平”等相对的空间概念在此涉及空气分离设备的精馏柱在正常运行中的空间取向。两个精馏柱或其他组件“上下重叠”的布置在此应理解为,两个设备部件中下方的那个的上端与两个设备部件中上方的那个的下端相比处于较低或相同的测地学高度,并且两个设备部件的投影在水平面上重合。特别地,两个设备部件精确地上下重叠布置,也就是说,

两个设备部件的轴线在同一垂直直线上延伸。然而,两个设备部件的轴线不必精确地上下垂直,而是也可相互偏移,特别地当两个设备部件中的一个,例如精馏柱或直径较小的柱子段,与另一个具有较大直径的柱子段具有与冷箱的钢板外壳相同的距离。

[0023] 本发明的优点

[0024] 本发明基于以下认识:具有高压柱、低压柱的底部区段、低压柱的顶部区段和氩提取柱的精馏柱系统以下述具体方式来布置是特别有利的,其中本发明特别地包括,管路的轴平行地延伸的区段至少大部分地安置在单独的可预制的隔间中,这些管道将所述分离单元和其他设备连接起来。

[0025] 本发明的特殊优点特别地在于,由于所有组件的共同的的外壳表面得以优化而降低了钢结构成本。容纳了这些管路或者说这些管路的所述区段的隔间在此可预制并且例如在相应的连接侧仅设置有运输盖板。特别地,由于相对较小的运输尺寸,公路运输是可行的。在不用于连接其他组件的侧面,该隔间可已通过钢板外壳来封闭并在适当时隔绝低温。空气分离设备的创建在此可通过以下方式进行:先在空气分离设备的创建位置架设单独的隔间并且然后在移除运输盖板后将其他组件连接至隔间。特别地,隔间可在工厂里便完全装备好相应的管路或者说前述管路区段,从这些管路或者说管路区段仅各自将连接管从隔间向外引导。通过使用本发明或者说在单独的隔间中安置管路区段,可避免现场所需的管路敷设成本及对应的可能现场无法顺利完成的焊接工作。

[0026] 原则上,本发明允许随意预制对应的空气分离设备的隔间和其他单元以及在适当时在冷箱中的布置或者说与其他结构单元的连接,其中预制程度特别地取决于以此方式创建的组件的运输能力。如前所述,在本发明的上下文中,特别地预制单独的隔间,该隔间容纳管路或者说前述管路区段。

[0027] 在本发明的上下文中,“隔间”指的是可单独运输的结构单元,在该结构单元中位置确定地至少固定有管路或者说管路区段以及在适当时其他组件。可在外侧用钢板封闭此类隔间或者仅出于运输目的为此类隔间配备对应的运输盖板。在该隔间中,除了管路和管路区段以及下文要详细阐述的其他组件之外,还可例如设置有其他仪表,即特别地温度、压力和数量测量装置。也可将分析或者说提取位置转移到对应的隔间中。特别地,如果一个结构单元具有独立的结构元件,例如钢框架和安装在钢框架处的固定元件,这些结构元件独立于外部结构元件支承起所包含的组件,那么这个结构单元就是“可单独运输的”。在此,结构元件建立起所包含的组件的固定结构关系,例如管路之间。在可单独运输的结构单元中,组件特别地布置在对应的支承结构之内并且可在这些组件之间仍处于该固定的结构关系中期间与其他组件相连。

[0028] 总体而言,在此背景下,本发明提供一种空气分离设备,具有形式为高压柱、设计成两件式的低压柱的底部区段、设计成两件式的低压柱的顶部区段和设计成一体式的具有顶置式冷凝器的氩提取柱的四个分离单元。关于前述的分离单元,明确参照上述阐释。氩提取柱特别地可以是原氩柱或对应地经过改进的具有纯氩提取功能的原氩柱,其中在后一种情况下特别地对应地调整设计成两件式的低压柱或者说其顶部区段,由此可借助于该低压柱或者说其顶部区域来提供流体,该流体具有足够小的氮含量,使得可省略原氩柱。

[0029] 在本发明的上下文中,分离单元至少部分地借助于管路互相连接和/或至少部分地借助于管路与一个或多个其他设备连接,下文将举例阐述这些设备。分离单元各自具有

纵轴线,这些纵轴线在分离单元的最大延伸方向上延伸。纵轴线可与分离单元的中轴线重合;然而,对应的分离单元也可构造为非对称的。

[0030] 在本发明的上下文中,分离单元如此布置,使得跟在专业领域常见的那样,纵轴线彼此平行。然而,在上述阐述的意义中可将分离单元布置在不同的高度上。在本发明的上下文中,特别地高压柱和设计成两件式的低压柱的底部区段永久性地互相连接,其中特别地它们的柱外壳互相焊接在一起。由于高压柱典型地具有比低压柱更小的直径,因此典型地设置成不安置在共同的柱外壳中;将高压柱的柱外壳安装在高压柱的底部区段的柱外壳的底侧。

[0031] 在本发明的上下文中设置成,管路的前述平行于分离单元的纵轴线延伸的管路区段的至少大部分布置在隔间中,并且隔间和四个分离单元在水平投影面上的投影中,该水平投影面垂直于分离单元的纵轴线,如此布置在四个象限中,使得在这四个象限的第一象限中上下重叠地布置有高压柱和设计成两件式的低压柱的底部区段的至少大部分,在这四个象限的第二象限中布置有低压柱的顶部区段的至少大部分,在这四个象限的第三象限中布置有氩提取柱的至少大部分并且在这四个象限的第四象限中布置有隔间。

[0032] 本文提到的水平投影面应理解为可以在上面投影所述元件的平面。并非所有组件都必须相交或者说存在于垂直于分离单元的纵轴线的平面中;特别地,当不同的分离单元具有不同的高度并且因而不在整个高度上延伸时,就不是这种情况,或者如在高压柱和低压柱的底部区段的情况下,这些元素是上下重叠布置的。然而,在水平投影面上的投影中,所有元件,包括在适当时上下重叠的元件都能找到。“在水平投影面上的投影”对应于沿前述纵轴线的俯视图。

[0033] 本文提到的对应的平面中的“象限”指的是由假想的相互垂直地在平面中相交的线条彼此分开的区域。这些象限不必被设计成在构造上分离的划分的形式。相应的分离单元也可从其各自对应的象限中伸出或仅占据对应的象限的一部分。这一点在本说明书的上下文中通过以下方式来表示:各自给定的元件的“至少大部分”布置在对应的象限中。特别地,该“至少大部分”包括相应的基面的75%、80%或90%以上。

[0034] 在本发明的上下文中,第一至第四象限在水平投影面中特别地在顺时针方向上围绕中点布置。换句话说,其中布置有分离单元的象限可位于水平投影面的三个相邻的四分之一中,并且隔间可布置在剩余的四分之一中。

[0035] 特别地,隔间和分离单元可在水平投影面上的投影中布置在具有四条边线的长方形之内,该长方形围绕每个象限的部分范围,其中第一和第二象限的部分范围紧邻所述边线的第一条边线,第二和第三象限的部分范围紧邻第二条边线,第三和第四象限的部分范围紧邻第三条边线并且第四和第一象限的部分范围紧邻第四条边线。位于水平投影面中的第一分隔线位于第一和第三条边线之间并与二者平行,在该第一分隔线的左侧布置有第一和第二象限并且在第一分隔线的右侧布置有第三和第四象限,并且在水平投影面中延伸的第二分隔线位于第二和第四条边线之间并与二者平行,该第二分隔线垂直于第一分隔线并且在第二分隔线的左侧布置有第二和第三象限并且在第二分隔线的右侧布置有第四和第一象限。在本发明的一种优选的实施方案中,长方形特别地还可设计成正方形的。在上述实施方案中,分离单元以L形布置在其相应的象限中,其中隔间布置在L的内角中。特别地,可利用共同的外壳包围隔间和分离单元,该隔间和分离单元在水平投影面上的投影中至少在

一个区段中被具有四条边线的长方形限定。然而特别地还可行的是,仅利用共同的外壳包围分离单元,该分离单元在水平投影面上的投影中在这时至少在一个区段中被设计成L形的,其中在外壳之外在该L的内角中在这时布置有隔间及管路区段。

[0036] 在根据本发明设计的空气分离设备中,分离单元不包括隔间一起地布置在冷箱中,该冷箱在水平投影面上的投影中在第四象限中具有凹陷部,隔间在水平投影面上的投影中布置在该凹陷部中。在这种情况下,隔间被设计在单独的冷箱中或者说被设计为单独的冷箱。对此替代性地,分离单元包括隔间却一起地布置在冷箱中,该冷箱在水平投影面上的投影中具有方形的横截面,其中在该替代性的实施方案中隔间在水平投影面上的投影中布置在冷箱的一角。

[0037] 隔间在水平投影面上的投影中也可具有长方形的横截面并且紧邻第三和第四条边线。视连接需求而定,可打开或封闭对应的侧面。

[0038] 特别地,在本发明的上下文中,可设置主换热器作为其他设备或其他设备中的一个,该主换热器借助于前述管路连接至分离单元。在此,主换热器可特别地布置在单独的冷箱处,该冷箱在垂直于分离单元的纵轴线的横截面视图中布置在前面多次提及的第四条边线处。

[0039] 还可提供超低温逆流换热器作为其他设备或其他设备中的一个,其中该超低温逆流换热器布置在第四象限中的隔间的内部或外部。对应的内容也适用于另一(第五)分离单元。如果提供单独的纯氩柱,那么它就是第五分离单元。在借助于原氩柱无法提供足够的纯氩产物或者说在低压柱的顶部区段中无法取出氮含量足够低的气体混合物时,就使用该纯氩柱。还可提供一个设立成用于富集或提取氦/氙或氦/氙混合物的分离单元作为第五分离单元。在所有情况下,可将该第五分离单元布置在第四象限中的隔间的内部或外部。

[0040] 本发明还涉及一种空气分离设备,其中隔间特别地在第一延伸方向上具有小于6米的尺寸并且在与之垂直的第二延伸方向上具有至少5倍大的延伸。特别地,第二延伸方向平行于管路区段,这些管路区段平行于分离单元的轴线延伸。特别地,以此方式可预制和运输隔间。在此,最大尺寸也可特别地低于4.8米或者说低于4.2米,从而遵守公路运输的常规运输尺寸。

[0041] 在本发明的上下文中,低压柱的顶部区段特别地具有比低压柱的底部区段更小的横截面。为在低压柱的顶部区段的下部区域与低压柱的底部区段的上部区域之间进行流体传输,可设置一个传送泵或可设置多个布置的和/或冗余提供的传送泵。

[0042] 在本发明的上下文中,在低压柱的底部区段的下部区域中可设计具有第一填充密度的第一填充区域并且在氩提取柱中可设计具有第二填充密度的第二填充区域,其中第一填充密度为每立方米低于1000平方米并且第二填充密度为每立方米高于750平方米并且第二填充密度比第一填充密度每立方米大250平方米。以此方式可遵守运输尺寸或者说可将对应的分离单元安置在共同的冷箱中。

[0043] 本发明还涉及一种用于低温分离空气的方法,该方法的特征在于,使用前面详细阐述的空气分离设备。关于对应的方法的特征和优点,明确参照上述阐述。

[0044] 对应的内容也适用于用于创建根据本发明所提出的空气分离设备的方法。该方法包括提供形式为高压柱、设计成两件式的低压柱的底部区段、设计成两件式的低压柱的顶部区段和设计成一体式的氩提取柱的四个分离单元,其中将这些分离单元至少部分地借助

于管路互相连接和/或至少部分地借助于管路与其他设备中的一个或多个连接。分离单元各自具有纵轴线,这些纵轴线在分离单元的最大延伸方向上延伸,其中如此布置分离单元,使得其纵轴线相互平行。此外,管路至少部分地具有管路区段,这些管路区段平行于分离单元的纵轴线延伸。

[0045] 根据本发明,用于创建空气分离设备的对应的方法包括:将管路的平行于分离单元的纵轴线延伸的管路区段的至少大部分特别地事先布置在隔间中,并且将隔间和分离单元在水平投影面上的投影中,该水平投影面垂直于分离单元的纵轴线,如此布置在四个象限中,使得在这四个象限的第一象限中上下重叠地布置有高压柱和设计成两件式的低压柱的底部区段的至少大部分,在这四个象限的第二象限中布置有低压柱的顶部区段的至少大部分,在这四个象限的第三象限中布置有氩提取柱的至少大部分并且在这四个象限的第四象限中布置有隔间。

[0046] 将分离单元不包括隔间地布置在冷箱中,该冷箱在水平投影面上的投影中在第四象限中具有凹陷部,将隔间在水平投影面上的投影中布置在该凹陷部中,或者,将分离单元包括隔间地布置在冷箱中,该冷箱在水平投影面上的投影中具有方形的横截面并且将隔间在水平投影面上的投影中布置在冷箱的一角。

[0047] 特别地,在根据本发明提出的用于创建空气分离设备的方法中,首先可以预制的形式提供单独的隔间及管路的平行于分离单元的纵轴线延伸的管路区段的至少大部分并且然后提供分离单元。特别地,可在提供隔间之后通过冷箱对隔间进行改装和/或将其连接至冷箱。

[0048] 关于本发明所提出的用于创建空气分离设备的方法的具体优点,也明确参照上述阐释。下面参考附图更详细地阐述本发明,这些附图以示意图的形式示出了本发明的实施方案。

附图说明

[0049] 图1以示意图的形式示出了根据本发明的实施方案的空气分离设备。

[0050] 图2示出了所用的与空气分离设备的描述有关的术语。

[0051] 图3示出了根据本发明的实施方案的空气分离设备的俯视图。

具体实施方式

[0052] 在图1中以示意图的形式示出了根据本发明的实施方案的空气分离设备。该空气分离设备整体用100来标示。图1中示出的组件的空间布置与本发明不一致,这些组件在此在侧视图中并排示出。

[0053] 作为分离单元,空气分离设备100具有形式为高压柱1、设计成两件式的低压柱的底部区段2、设计成两件式的低压柱的顶部区段3和设计成一体式的氩提取柱4的四个分离单元。高压柱1和设计成两件式的低压柱的底部区段2在外壳侧互相连接。高压柱1、设计成两件式的低压柱的底部区段2、设计成两件式的低压柱的顶部区段3和设计成一体式的氩提取柱各自具有纵轴线A,然而在此仅以高压柱1和设计成两件式的低压柱的底部区段2为例示出。

[0054] 图1中所示的空气分离设备的运行原则上与现有技术中已知的空气分离设备的运

行不同,后者例如在Häring (见上文)的书中的图2.3A中进行了描述。在此,在高压柱1中送入形式为进气流EL的进气,将该进气在空气分离设备100的未示出的热部件中压缩并且在主换热器中冷却。同样可将对应地提供的液体LA送入高压柱1中。

[0055] 高压柱和低压柱的底部区段2通过未单独示出的主冷凝器热交换器互相连接。低压柱的底部区段2和低压柱的顶部区段3以流体方式互相耦合,其中特别地可借助于未单独示出的泵将低压柱的顶部区段3中的槽液送回至低压柱的底部区段2的上部区域中。可将槽液从高压柱1的槽中抽出,引导通过超低温逆流换热器7并且然后送入氩提取柱4的顶置式冷凝器41的蒸发腔中。可以对应的物料流的形式将对应的富集氧的流体的在该处蒸发和未蒸发的部分引导至低压柱的顶部区段3中。从低压柱的底部区段2的上部区域中可抽出物料流并将其送入氩提取柱4中。从氩提取柱4的槽中可将物料流送回至低压柱的顶部区段3中。可将富集氩并优选地基本不含氮的流体送入氩提取柱4中。因此在空气分离设备100的所示实例中,可省略纯氩柱。以此方式,在氩提取柱4的上部区域中可抽出纯度足够的液态氩。从纯氩柱的顶部将流体释放到大气中。然而,本发明还适用于其他设备配置,特别地那些具有传统原氩柱和纯氩柱的设备配置。

[0056] 借助于空气分离设备100,可提供压缩氮(PGAN)、内部压缩气态氧(GOXIC)、不纯氮(UN2)、低压氮(LPGAN)、液态氮(LIN)、液态氧(LOX)和液态氩(LAR)。

[0057] 在图1中所示的空气分离设备100中,可在不同的结构单元中提供不同的组件。此外还可看出,分离单元1至4可借助于管路互相连接并且与其他设备如超低温逆流换热器7和主换热器(未示出)连接,这些管路在此在两个位置处示例性地用5来概括。这些管路具有垂直,也就是说平行于分离单元的相应的纵轴线A延伸的相当长的管路区段。在本发明的上下文中,可以并且将会在此处用虚线表示的隔间C中提供这些管路。在单独的隔间C中可预制对应的管路并且以此方式运输至安装位置。正如多次提及的那样,以此方式可很大程度省略事后的焊接工作。

[0058] 图2示出了根据图3所用的与空气分离设备的描述有关的术语。

[0059] 如图2中所示,在此借助于虚线示出的第一分隔线T1和同样虚线示出的第二分隔线T2将一个平面(在纸平面中)划分为第一象限Q1、第二象限Q2、第三象限Q3和第四象限Q4。此外,在此示出了具有第一条边线L1、第二条边线L2、第三条边线L3和第四条边线L4的虚线长方形10。长方形10围绕象限Q1至Q4中的每个的一部分范围,其中第一和第二象限Q1、Q2的部分范围紧邻边线L1至L4的第一条边线L1,第二和第三象限Q2、Q3的部分范围紧邻第二条边线L2,第三和第四象限Q3、Q4的部分范围紧邻第三条边线L3并且第四和第一象限Q3、Q1的部分范围紧邻第四条边线L4。分隔线T1位于第一和第三条边线L1、L3之间并与二者平行,在该分隔线的左侧布置有第一和第二象限Q1、Q2并且在该分割线的右侧布置有第三和第四象限Q3、Q4,并且分隔线T2位于第二和第四条边线L2、L4之间并与二者平行,该分隔线垂直于分隔线T1并且在该分隔线的左侧布置有第二和第三象限Q2、Q3并且在该分割线的右侧布置有第四和第一象限Q4、Q1。第一至第四象限Q1-Q4在水平投影面中在顺时针方向上围绕中点Z布置。

[0060] 在图3中,以示意性的俯视图或者说在对应于纸平面的水平投影面上的投影中示出了根据本发明的一种实施方式的空气分离设备。分离单元1至4以其此处未单独示出的纵轴线A垂直于纸平面。为进行描述,下文使用坐标系或者说图2的术语。但为了清楚起见,图3

中未采用新的表述。

[0061] 在该布置中,管路5的平行于分离单元1至4的纵轴线A延伸的管路区段的大部分布置在隔间C中,并且隔间C和分离单元1至4在水平投影面上的投影中,该水平投影面垂直于分离单元1至4的纵轴线A,如此布置在四个象限Q1-Q4中,使得在第一象限Q1中上下重叠地布置有高压柱1和设计成两件式的低压柱的底部区段2的至少大部分,在第二象限Q2中布置有低压柱的顶部区段3的至少大部分,在第三象限Q3中布置有氩提取柱4的至少大部分并且在第四象限Q4中布置有隔间C。正如此处借助于粗线20所示的那样,分离单元1至4不包括隔间C地一起布置在冷箱20中,该冷箱在水平投影面上的投影中在第四象限Q4中具有凹陷部,隔间C在水平投影面上的投影中布置在该凹陷部中。隔间C在水平投影面上的投影中是长方形的并且紧邻第三和第四条边线L3、L4。该隔间被安置在未单独示出的另一冷箱中。主换热器6布置在单独的冷箱中,该冷箱在水平投影面上的投影中布置在第四条边L4上。

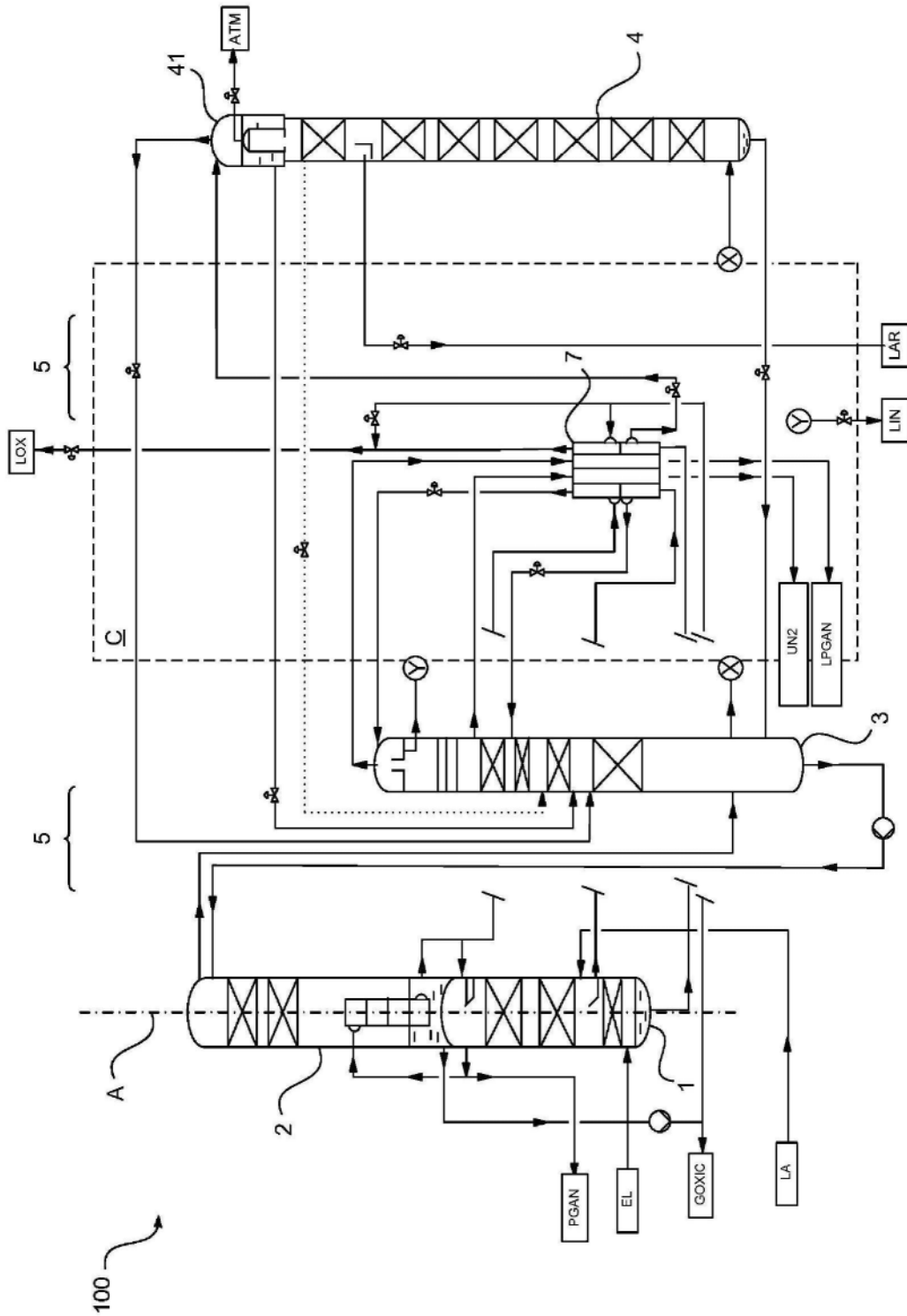


图1

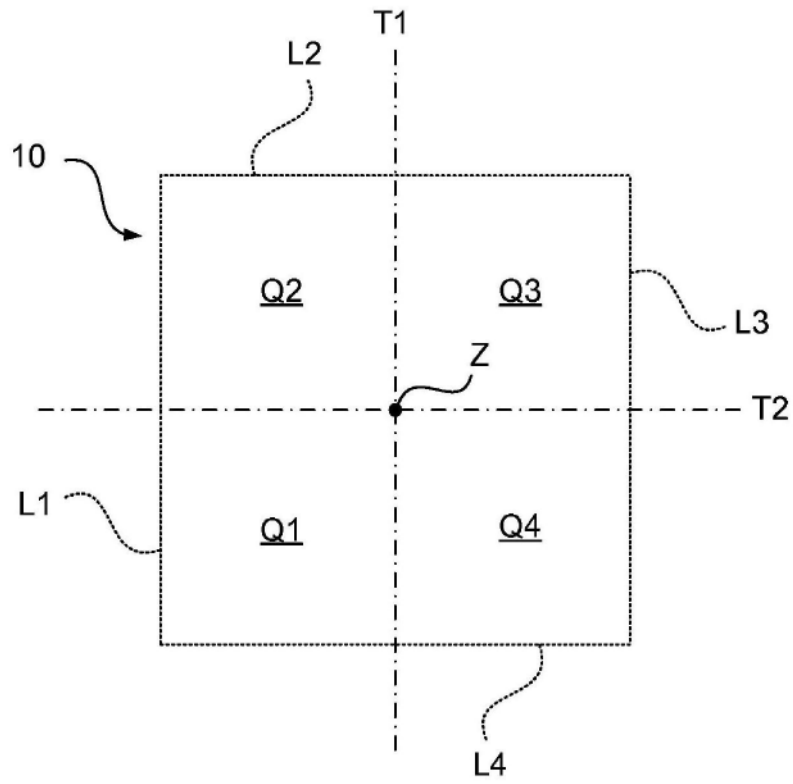


图2

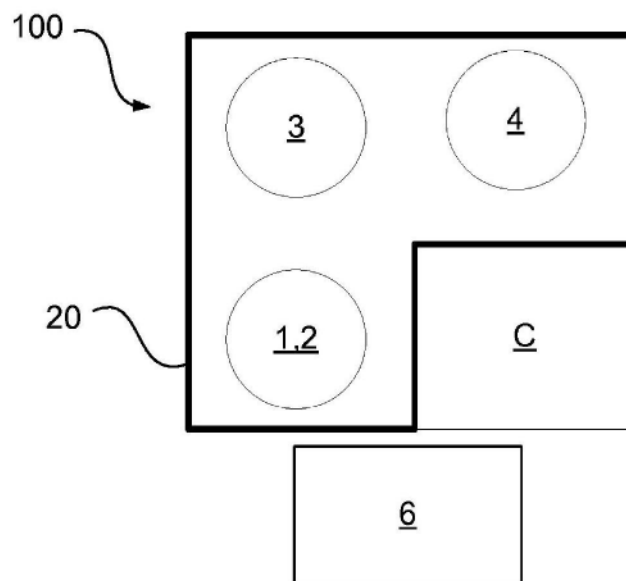


图3