



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95102286.5

[43] 授权公告日 2003 年 4 月 23 日

[11] 授权公告号 CN 1106560C

[22] 申请日 1995.2.23 [21] 申请号 95102286.5

[30] 优先权

[32] 1994. 2. 24 [33] DE [31] P4406049.1

[32] 1994. 2. 24 [33] DE [31] P4406069.6

[71] 专利权人 林德股份公司

地址 联邦德国威斯巴登

[72] 发明人 H·高都安 W·罗德

审查员 朱文广

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利  
商标事务所

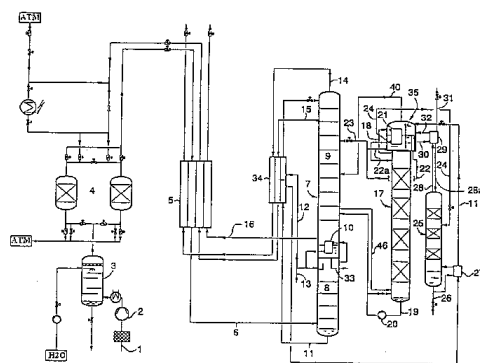
代理人 陈季壮

权利要求书 4 页 说明书 14 页 附图 5 页

[54] 发明名称 纯氩回收的方法和装置

[57] 摘要

从空气中回收纯氩的方法和装置。精馏体系包含至少一个空气分离柱(9)和纯氩柱(25)。将气相空气的富氩混合物引入纯氩柱(25)中,并在其下部回收基本不含氮的氩产物(26)。通过使用蒸发冷却介质(11, 30)的间接热交换,至少使纯氩柱(25)的上端馏分部分液化。由此形成的冷凝物(28a)返回至纯氩柱中。借助氧含量至少为 10% 的冷却介质进行间接热交换(29)。



1. 一种纯氮的生产方法，其中，在包含至少一个空气分离塔（9）和纯氮柱（25）的粗馏体系中分馏空气，其中，将气相空气的富氮混合物（24）引入纯氮柱（25）中，并从纯氮柱（25）的下部取出贫氮的氮产物（26），并且，通过间接热交换（27）加热纯氮柱（25）的下部，其特征在于，利用液态的载热体（11）进行所述间接热交换（27）。

2. 根据权利要求1的方法，其特征在于，通过与挥发的冷却介质（11, 11b, 30）的间接热交换（29, 21', 29''），纯氮柱（25）的上端馏分（28）至少部分被液化，其中所述冷却介质的氧含量至少为10%以及将冷却介质的间接热交换（29, 21', 29''）形成的冷凝物（28a）返回到纯氮柱中。

3. 根据权利要求2的方法，其特征在于，冷却介质（11）取自一个或多个空气分离塔（9）的下部或中部。

4. 根据权利要求3的方法，其特征在于，精馏体系包含由压力柱（8）和低压柱（9）组成的双柱，其中冷却介质取自压力柱（8）的下部或中部。

5. 根据权利要求4的方法，其特征在于，在压力柱（8）的下部收集的底槽液（11）用作冷却介质。

6. 根据权利要求2-5任一项的方法，其特征在于，将含氮馏分通入粗氮柱（17），并在该柱的上端生产贫氧的氮（18），其中一部分贫氧的氮（18）在与同一冷却介质（11）的间接热交换

(21, 21') 中被液化, 所述的冷却介质(11)用于间接热交换(29, 21', 29')以部分冷凝纯氩柱(25)上端馏分(28), 其中, 该间接热交换(21, 21')是在冷却介质(11)送入其蒸发侧的冷凝蒸发器(35)中进行的, 在相对于冷却介质的热交换中, 纯氩柱(25)的上端馏分(28)至少也部分被液化。

7. 根据权利要求6的方法, 其特征在于, 冷却介质(11b)与纯氩柱(25)的上端馏分(28)进行间接热交换(29), 该上端馏分(28)进入冷凝蒸发器(35)进料的上游。

8. 根据权利要求6的方法, 其特征在于, 冷却介质(11)和纯氩柱(25)的上端馏分(28)之间的间接热交换(21', 29'')是在冷凝蒸发器(35)内进行的。

9. 根据权利要求4的方法, 其特征在于, 从冷凝蒸发器(35)的蒸发侧取出蒸发的冷却介质(40), 并送入与其成分相应的低压柱(9)的中部。

10. 根据权利要求4的方法, 其特征在于, 将多个粗氩柱(17)和纯氩柱(25)上端馏分(18, 28)的液化所需量的冷却介质(11)送入冷凝蒸发器, 并从冷凝蒸发器(35)的蒸发侧取出仍是液体的冷却介质(22, 22', 22''), 然后再送入与其成分相应的低压柱(9)的中部。

11. 根据权利要求9或10的方法, 其特征在于, 将仍是液体的冷却介质(22, 22', 22'')在蒸发的冷却介质(40)的引入部位的上面引入到低压柱(9)。

12. 根据权利要求9或10的方法, 其特征在于, 将在压力柱(8)下部收集的所有的底槽液都用作冷却介质(11)。

13. 根据权利要求10的方法,其特征在于:通过溢流装置(37, 22', 45)取出仍是液体的冷却介质(22, 22', 22'')。

14. 根据权利要求6的方法,其特征在于,通过隔板(36)将冷凝蒸发器(35)的蒸发侧分成第一分空间(38)和第二分空间(39),这两个分空间(38, 39)的气体和液体空间是相通的,冷却介质(11, 11a)送入与纯氩柱(25)上端馏分(20)成热交换关系的第一分空间(38)中,其中,第二分空间(39)用与粗氩柱(17)的贫氧的氩(18)成热交换关系。

15. 根据权利要求14的方法,其特征在于,从冷凝蒸发器(35)的第一分空间(38)取出仍保持液体的冷却介质(2, 22'')。

16. 根据权利要求1的方法,其特征在于,在用于纯氩柱(25)下部加热用的间接热交换(27)的下游,将至少一部分载热体(11a)与纯氩柱(25)上端得到的气相馏分(28)进行间接热交换(29)。

17. 根据权利要求16的方法,其特征在于,将含氩馏分(36)引入粗氩柱(17),并在其上端回收贫氧的氩(18),其中在纯氩柱(25)下部加热用的间接热交换(27)的下游,一部分贫氧的氩(18)通过与至少部分载热体(11a)的间接热交换(21)而被液化。

18. 根据权利要求17的方法,其特征在于,从一个或多个空气分离塔(9)的下部或中部取出载热体(11)。

19. 根据权利要求18的方法,其特征在于,精馏体系具有由压力柱(8)和低压柱(9)组成的双柱,其中载热体取自压力柱(8)的下部或中部。

20. 根据权利要求19的方法,其特征在于,在压力柱(8)的

下部收集的底槽液(11)用作载热体。

21. 根据权利要求20的方法,其特征在于,将压力柱(8)的下部收集的所有的底槽液都用作载热体(11)。

### 纯氮回收的方法和装置

本发明涉及纯氮回收的方法和装置,其中,在使用至少一个空气分离塔和纯氮柱的精馏体系中分离空气;其中,将气相空气的富氮混合物引入该纯氮柱,并从该纯氮柱的下部提取基本不含氮的氮产品。

在 *Hausen/Linde, Tieftemperaturtechnik (low temperature technology)* 1985 第二版,第 332—334 页中已描述了纯氮回收的原理。并且,在该介绍中所涉及的这类方法和装置为专利申请 *EP—B—377117, EP—A—171711* 和 *EP—A—331028* 所已知。狭义地说,在那些情况下,空气分离通常是在从其低压部分提取用于粗氮柱的进料馏分的双柱中进行的。在另外的精馏柱即纯氮柱中,除去贫氧粗氮中易挥发的杂质,特别是氮。此外,在粗氮柱和纯氮柱之间可例如通过用氢的催化氧化 (*Deoxo apparatus*, 例如参见 *EP—A—171711* 或 *EP—A—331028*) 提供用于除氧工段。然而,本发明基本上不被常规氮提纯的工序所限制(在除氮前先除氧)。因此,在此使用的常规措词的粗氮柱(在用于除氧的柱的意义上)和纯氮柱(在氮和氮之间分离的意义上)没被安置成上述的顺序。

为了在纯氩柱中进行精馏，必须在柱的上部(通常是在上端)以及其下部(通常是其底槽)与环境换热。借助上端的冷却装置取出热量，以便产生液体回流；在这情况下，借助与挥发冷却介质的间接热交换，纯氩柱上端馏分至少部分被液化，并且将由于间接热交换形成的冷凝物循环入该纯氩柱中。借助纯氩柱下部的液体馏分与载热体进行间接热交换，使底槽加热而引入热量，以提供上升的蒸汽。

狭义地说，纯氩柱上端的冷却通常是通过与来自空气分离器压力柱的液氮的间接热交换而进行的。以这种方式，通过使冷却介质达到很低的温度而使之可以使用。因此，使得纯氩柱上端富氮残留馏分的冷凝不成问题。

另一方面，在操作故障或错误操作的场合，有时可能会出现十分严重的困难。更准确地说，在这种场合如果纯氩柱上端的氩含量上升，那么固体氩将沉积并阻塞上端冷凝器，并由此造成很大的费用。迄今为止，一直是通过控制和调节装置来避免这种危险的；所述装置用来保证纯氩柱上端的温度不降到氩的熔点以下。然而，这样的装置并不完全令人满意。特别是它们将使成本大大提高。

狭义地说，通常是通过使用来自例如空气分离器压力柱气态氮的冷凝气态馏分的间接热交换而完成纯氩柱低部的加热。通常这将使得载热体一般至少部分液化。为了能合理使用该液态的冷凝物(例如作为分离塔的回流或作为冷凝—蒸发器的冷却剂)，在只是部分冷凝的场合，必须在纯氩柱的底槽加热装置中放入分离器，或者

必须借助适当的调节装置,小心地使用于纯氩柱底槽加热所需的准确量的载热体通过底槽蒸发器,并且在过程中,载热体基本上完全冷凝。这两者都涉及很大的开支。

因此,本发明的目的是,以更为成本-效果的方式、特别是通过纯氩柱与不同工艺流的热交换特别有利的设计,提供前文提到的方法和装置。

本发明的第一方面可以实现该目的,其中热交换是用氧含量至少为10%的冷却介质来进行的。

在本发明中,业已发现,在不使产品质量和数量大大下降的同时,可以省去用于纯氩柱的氮冷却介质,并能代之以使用含氧的气相空气混合物。后者的成分可这样选择:甚至在大气压或零点几巴以上,它具有氮三相点以上的沸点,不过它仍适用于上端馏分的冷凝。因此,固体氮的冻结基本上是不可能的;这可完全省去这方面的限制作用。

这种操作方式能以合理的成本、特别是包括很低管理费用保证纯氩柱的可靠操作。

各种液体过程液流可用作冷却介质。冷却介质最好是取自空气分离塔的下部或中部,或其中之一的部位,特别是双柱的压力段。特别有益的是使用压力段的底槽液作为纯氩柱的冷却介质。在本申请中限定的冷却介质的使用并不意味着排除同样有助于纯氩柱上端冷却的其它一些馏分的使用,例如可以这样使用,就是将其它一些馏分

与冷却介质在与上端馏分进行间接热交换的上游进行混合；不过，对于在纯氩柱上端产生回流而言，特意被称为冷却介质的那个馏分的作用仍然是决定性因素。

根据本发明方法的另一实施方案，将含氩馏分引入粗氩柱，并在其上端回收贫氧的氩，通过使用与纯氩柱上端馏分的部分冷凝的间接热交换中使用的相同的冷却介质的间接热交换，使一部分贫氧的氩液化，而且该间接热交换是在冷凝蒸发器中进行的，将该冷却介质供入冷凝蒸发器的蒸发侧，相对该冷却介质，上端馏分以及纯氩柱的上端馏分至少部分液化。

在通常情况下，都有粗氩柱，其上端同样也必须冷却以产生回流，因此，本发明的这方面提供了用于粗氩柱的上端冷却以及纯氩柱的上端冷却、特别是取自压力柱的底槽液的相同的冷却介质。

在本文中，如果使冷却介质在进料点的上游进入冷凝蒸发器，而与纯氩柱的上端馏分进行间接热交换，从加工工艺的观点看，那么这是有益的。因此，在冷却介质经过冷凝蒸发器之前，该冷却介质或一部分冷却介质首先流经用作纯氩柱上端冷凝器的热交换器。在这种情况下，与粗氩柱的上端冷凝器相比，几乎没有冷却介质蒸发掉，因此，进入冷却蒸发器的冷却介质的液体组份的成分和沸点不会明显地改变。（如果根据本发明的上述方面基本上完全取自压力柱的底槽液通过冷凝蒸发器，那么这是特别适用的）。

然而，最有效的实施方案归属于使用用于粗氩柱和纯氩柱的常

用的冷凝蒸发器,因此,纯氩柱的冷却介质和上端馏分间的间接热交换是在冷凝蒸发器内进行的,对于此场合,可能例如将一热交换器单元装入包含用于粗氩柱和纯氩柱的上端馏分的独立通道的冷凝蒸发器中(也可能包含有例如用于无氮氩产品的通道),所有这些通道与蒸发的冷却介质呈热交换的关系。

可将冷凝蒸发器的蒸发侧产生的冷却介质的蒸汽取出,并送至与其成分相对应的低压柱的中间位置。因此,可以进一步回收在此所包含的成分,特别是氮、氧和惰性气体。

如果通入冷却蒸发器的冷却介质的量大于液化粗氩柱和纯氩柱的上端馏分所需的量(例如大部分底槽液取自压力柱),并且如果仍处于液态的这样的冷却介质取自冷却蒸发器的蒸发侧,并通至与其成分相应的低压柱的中间位置的话,那么这将是特别有益的。

仍处于液态的冷却介质优选在蒸发的冷却介质的进料位置上送入该低压柱。其理由是,当与冷凝蒸发器中实际总的蒸发相比,由于剩余的冷却介质具有相当高的氮含量,因而可在低压柱的大部分区域用作回流。这将对分离效果的改善作出贡献。

如果将压力柱下部形成的几乎所有的底槽液用作冷却介质,那么这将是有益的。

仍是液体的冷却介质可通过溢流装置从冷凝蒸发器中取出。

该溢流装置可采取任意已知的装置的形式,例如,在蒸发空间中装备的向上开口管,在所需液位处加接的导管或虹吸管状的导管(向下开口

的U形管,最高部分在所需液位处)。

根据有本发明构思的进一步展开,通过隔板将冷凝蒸发器的蒸发侧再分成第一和第二分空间,该两个分空间的气液空间是相互连通的,冷却介质送入与纯氩柱上端馏分成热交换关系的第一分空间,而第二空间与来自粗氩柱的贫氧氩成热交换关系。

可以各种方式形成热交换关系。另一方面,热交换器可安装在适当的分空间内;此外,来自分空间的液体可排入外侧安装的热交换器中。在纯氩柱上端馏分的液化作用在冷凝蒸发器以外进行的场合,也能产生热交换关系,其中,首先将液体冷却介质与纯氩柱的上端馏分进行间接热交换(例如在该冷凝蒸发器外边),然后再送入冷凝蒸发器的第一分空间。

尽管用常规的冷凝蒸发器,通过对蒸发空间的细分也能在第二分空间中获得与单独操作的粗氩冷凝器中所获得的相同增加的氧浓度。另外,与原始冷却介质的成分相比,在第一分空间中,将无形地产生浓度改变。因而,在第一分空间中液体的沸点低于第二分空间中的。因此,无需任何的外部调节,有效的常用冷凝蒸发器适用于不同温度的粗氩柱和纯氩柱。

可将仍保持液态的也就是说具有相对较高氮含量的冷却介质从冷凝蒸发器的第一分空间中取出。因此,可将该液体送入低压柱的较高部位,并能相应地产生较好的分离作用。

通常,将用氮对纯氩柱上端的冷却归并到热泵中,相对于纯氩柱

底槽液的蒸发，通过氮的液化而将热量从纯氮柱的上部传送至下部。在本发明中，业已发现，使用用于加热纯氮柱底槽的其它馏分具有许多优点。

第一个改进之处在于，通过与部分进料空气的间接热交换而加热纯氮柱的下部，由此回收被传送至纯氮柱的富氮混合物。因此，用进料空气对纯氮柱的底槽进行加热。

在此过程中，优选潜热也进行了交换，也就是说，通过该间接热交换，部分进料空气已被冷凝。

根据本发明的第二方面，实现了上述目的，其中，通过用液态的载热体的间接热交换而加热纯氮柱的下部。

因此，在纯氮柱的底槽加热中，无需通常是非常有效的潜热交换。并不需要通过气相载热体的液化来导致对纯氮柱下部液体的加热，而只需从液流中排出显热。

人们可能会预期该工艺步骤的缺点很少，不过由于只需相对很少量的液体被蒸发（约占被分离空气总量的约 0.5-2%，优选约 0.5-1%），因此，因无需潜热交换而需要的相对大量的载热体是绝对可行的。

涉及将热量送入纯氮柱下部的本发明的第二方面可以（但不是必须）与本发明的第一方面，也就是说从同一柱的上部排热的特定方式相结合。

特别是在两个方面结合下,将在纯氩柱底槽加热期间已过冷的载热体再用于纯氩柱和/或粗氩柱上端的冷却,这是特别有益的。作为用于本发明的纯氩柱的底槽加热的载热体,能例如使用在高压处获得的任何馏分,例如,取自双柱的压力柱的任何馏分,在这些馏分在排出过程中可以采取液体形式,或从双柱排出后,在其用作载热体前液化,在双柱空气分离器特别是双柱的压力段的场合,优选从一个空气分离塔或许多这样的塔的下部或中部取出载热体。将压力段的底槽液用作纯氩柱的载热体是特别有益的。将在压力柱下部得到的所有底槽液都用作载热体,这是非常有利的。

因此,为了从压力柱取底槽液,单根导管足以给纯氩柱的底槽加热装置提供载热体,并将后者传送(也可以通过另外的中间步骤),以在低压柱中进一步精馏。不需要用于纯氩柱载热体的单独的导管,特别是无需用作载热体的馏分的适当的分离的调节装置。

为了实施上述方法,本发明还涉及实施该方法的装置。

本发明以及本发明的更详细的说明都将通过如下附图中所概要说明的工作例来进一步解释。附图中:

图1为本发明第一个优选的实施方案,

图2为图1详细的冷凝蒸发器,

图3和图4分别为本发明的第二个和第三个实施方案。

图5和图6分别为详细的图2和图1的冷凝蒸发器。

在图1中说明了整个的空气分离过程。在1处引入常压空气,

在空气压缩机 2 进行压缩, 预冷却(3), 在分子筛段 4 除去  $\text{CO}_2$  和水蒸汽, 在主热交换器 5 中冷却至约露点, 最后, 通过导管 6 导入双柱 7 的压力段 8。该双柱 7 的压力段 8 和低压段 9 通过冷凝蒸发器 10 呈热交换关系。压力柱 8 的底槽液 11, 23 和液氮 12 至少部分流入低压柱 9。低压柱的产物, 纯氮 14, 掺杂的氮 15 和气相氧 16 在主热交换器 5 中与待分离的空气热交换被加热至约常温。如果需要, 还能回收液体产物: 通过导管 13 的氮和/或取自低压柱 9 底槽的氧

36. 特别是在后者的场合, 通常通过例如在包括一个、两个或多个闪蒸透平 (flash turbines)、由空气或氮操纵的制冷循环中的过程液流的做功减压而产生制冷作用; 或通过空气的减压至约低压柱水平, 并直接将该空气引入低压柱而产生制冷作用。

在低压柱 9 的中间部位, 取出含氮的氧馏分 46, 并在粗氮柱 17 中分离成在该柱上端收集的粗氮 18 和被返回(也可以借助泵 20)至低压柱的残留液 19。最好通过导管 24 以液态取出贫氧的氮(粗氮), 并作为富氮混合物送入纯氮柱 25。该粗氮馏分 24 仍含有约 0.1—1000ppm、优选少于 10ppm、最优选少于 1ppm 的不易挥发性成分(特别是氧)和约 0.1 到 5%, 优选 0.5—1% 的极易挥发性杂质(特别是氮)。

从纯氮柱 25 的底槽, 优选以液态取出纯氮产物 26。该纯氮产物 26 仍含有作为杂质的 0.1—1000ppm、优选少于约 1ppm 的氧和 0.05

—100ppm、优选约 1ppm 或更少的氮。从纯氮柱回收到的含 20—80%、优选约 40—60%氮的一部分上端馏分 28 作为残气 31 被排出。后者可以例如排入大气中，或送入另外的残气流中，例如送入低压柱 9 的掺杂的氮气流 15 中。

粗氮柱的上端冷却是在基本上所有取自压力柱 8 的底槽液都引入其中的冷凝蒸发器 35 中发生的。(少量的压力柱底槽馏分可以通过不同的路线例如通过安全孔取出)。通过导管 11 通过逆流冷却装置 34 和热交换器 27 的压力柱液被引入冷凝蒸发器 35 的蒸发空间。(冷凝蒸发器的精确结构将参考图 2 在下面进行解释)取自粗氮柱 17 上端的气相粗氮通过导管 18 而被通过安装在冷凝蒸发器液浴中的热交换器 21。在热交换器 21 中形成的一部分冷凝物作为回流返回到粗氮柱，而另一部分作为中间产物 24 取出。

通过导管 30，将液流(占先前通过导管 11 的整个冷却介质质量的 1—10%，优选 2—6%)送入用作纯氮柱 25 的上端冷凝器的另一热交换器 29 中。在热交换器 29 中蒸发的冷却介质可通过导管 32 循环入冷凝蒸发器 35 的蒸发器空间。纯氮柱的上端馏分通过导管 28 与冷却介质进行间接热交换。在此过程中形成的冷凝物通过接头 28a 再流回到纯氮柱 25 中。气相剩余物在 31 处排出。

热交换器 27 用来将热量送入纯氮柱 25 的下部。在那里，通过与例如 1—3 巴、优选 1.2—2 巴的压力柱 8 的液体底槽馏分 11 的间接热交换，一部分纯氮柱的底槽液被蒸发。在此过程中，载热体 11

被过冷。如上所述,随后该过冷的载热体将作为冷却介质用于粗氩柱和纯氩柱产生回流。

冷凝蒸发器 35 的结构将参考图 2 详细说明。隔板 36 将蒸发侧分成第一分空间 38 和第二分空间 39。如图所示,通过隔板 36 和相应地冷凝蒸发器 35 罩壳的底部之间的间隙,两个分空间 38、39 的气液空间是相互连通的。因此,即使这两个分空间没处于热动态平衡,对于流体和蒸汽的交换,只存在有限的便利条件。

在第一个改进中,通过导管 11a 将压力柱的底槽液 11 送入第一分空间 38。将在此过程中仍保持液体的一部分液体通过导管 30 送至安装在冷凝蒸发器 35 外侧的热交换器 29,并在该热交换器中通过与纯氩柱 25 上端的冷凝馏分的热交换而被蒸发。如此形成的气体通过接头 32 再次循环入冷凝蒸发器 35 的第一分空间 38。

此外,如通过虚线所示的导管 11b,可将导管 11 的底槽液 11 直接送入热交换器 29 中。在所有的底槽液都以这种方式输送的情况下,可省去导管 11a 和 30。在第三个图 2 没说明的改进中,热交换器 29 被安装在冷凝蒸发器 35 的液体空间中,最好是安装在第一分空间 38 的液体空间中。在这场合,可省去用于蒸发器侧的进料、出料导管 30,11a,11b。

在该热交换器中被冷凝的上端气体的量相当于空气量的 0.5—8%、优选为约 1—4%。因此,只有一小部分压力柱的底槽液被蒸发。从而第一分空间 38 中的液体几乎与通过导管 11a 引入的馏分处于

平衡态,并因此含相当高的氮含量(60—70%)以及相应地具有低的蒸发温度。另一方面,该温度又是如此之高,以致甚至在最不利的状态(在纯氮柱上端具有很高的氮浓度),也不会形成固体氮,因此,根本不需承担任何管理费用。结果,能特别有效地对纯氮柱上端气体28进行冷凝。

在第二分空间39的液浴中安装着作为粗氮柱17的上端和产物冷凝器的热交换器21,该热交换器21通过上端产物导管和回流管18a与粗氮柱相连接。通过第二分空间39处的导管40取出热交换器21处产生的蒸汽;相应的液量随之而来,并通过加压冷凝充满连通的第一分空间38。

蒸发器21处的热转换率比热交换器20处的大10—40倍、优选约15—25倍。因此,在那建立起了低氮浓度(25—40%),然而,它足以满足粗氮柱上端的冷却。

通过在图2的例子中以向上直接开口管的形式实施的溢流装置37,将过量的液流装在冷凝蒸发器35的蒸发空间内。溢流装置37最好被装在第一分空间内。由于在第一分空间氮含量是主要的,因此,通过导管22取出的液体能送入低压柱9较高的中间部位,并因此能起比第二分空间39的液体对低压柱更有效的精馏改进作用。导管22a只起清洗冷凝蒸发器的作用,可以从该导管取出或不取出少量液体,以避免在冷凝蒸发器35的液浴中富集不易挥发性成分。

甚至在压力柱8的所有底槽液都通过冷凝蒸发器35的情况下,

整体安排也是自动调整的。通过导管 30,热交换器 29 的吸取需要量的液体,通过两个分空间 38,39 液区的接头,热交换器 21 同样的吸取需要量的液体。溢流装置 37 维护恒定的液位,而没有为此所需的调节和控制装置。由于短程装置(*geodetic means*)所造成的过量液体,借助静压并通过导管 22 流至低压柱。

狭义地说,图 3 和图 4 只说明了空气分离。在双柱 7 前和周围的未说明的处理步骤与图 1 中的相一致。剩下的处理步骤和装置部件通过与图 1 相同的参考符号来表示,达到相似的程度。

图 3 说明了没有成分空间的冷凝蒸发器 35 的改进设计。在此通过常用的热交换器单元 21' 来执行图 1 的热交换器 21 和 19 的作用:在左手侧是用于粗氦 18 的通道,中间是纯氦柱 25 上端气体 28 的通道。此外,右手侧的通道是为以气态通过导管 26' 取出的纯氦产物的液化或过冷而设置的。(显然可以相应的方式,例如通过热交换器 21 和 29 中辅助的通道,或通过冷凝蒸发器 35,特别是第一分空间 38 中另外的热交换单元,而改进图 1 的方法和装置)。在此,溢流装置是通过在所需液位时连接液管 22' 而构成的。在此没有画出清洗管(图 1 中为导管 22a)。

此外,图 3 中说明了液化的纯氦产物 41 引入其中的液罐 42。控制和调节装置被清楚地示出。相应的符号见:

**LI**            液位测量(液位指示)

**LIC**          液位的测量和调节(液位指示和控制)

- FIC** 通过量的测量和调节(流量指示和控制)
- PE** 测压螺纹接头(压力指示用的接管)
- QR** 分析记录仪(分析用的记录仪)

此外还详细说明了图 1 没有说明的细节,例如在粗氩柱和纯氩柱低端的排泄管。

在该工作例中,借助于通过导管 43 而送进的一部分提纯并冷却的分离空气 6 而进行纯氩柱 25 的底槽加热 27'。在纯氩柱 25 的底槽中,借助与蒸发纯氩的间接热交换而冷凝的空气通过同一导管 43 流回,并与分离出的剩余空气一起送入高压柱 8。排气管 44 防止非冷凝组分特别是氩和氦阻塞底槽加热装置 27。

通过对冷凝蒸发器 35 的改进设计,图 4 的实施方案与图 3 的实施方案有本质上的区别。与图 1 的冷凝蒸发器相似,它有布置在第一分空间 38 和第二分空间之间的隔板 36,并有溢流液,以及在气相中有压力平衡。在此,用于纯氩柱 25 上端气体 28 的热交换器 29''被安装在冷凝蒸发器 35 的第一分空间内,此外还含有用于纯氩产物 26' 的通道。用于冷凝蒸发器 35 蒸发部分液体排放的导管 22''被安装在液位以下。弯曲成虹吸管状的支管 45(其上端处于液位处)提供了在冷凝蒸发器 35 中的恒定液位。

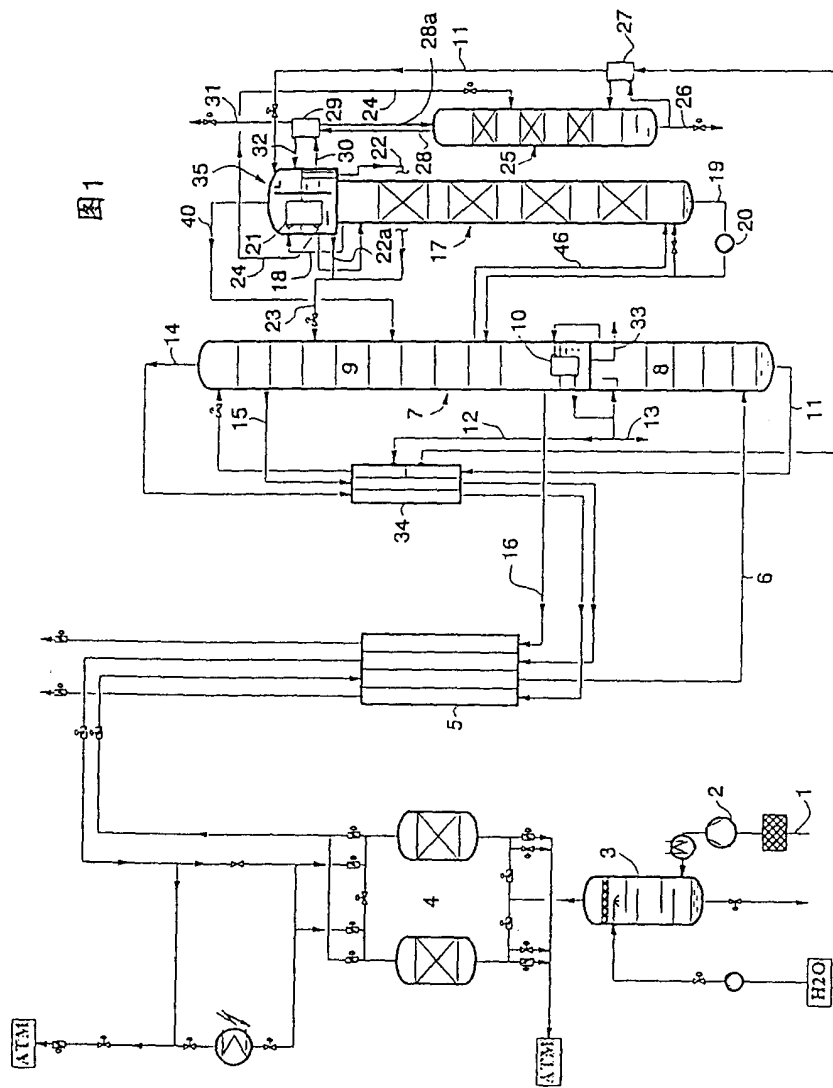


图 1

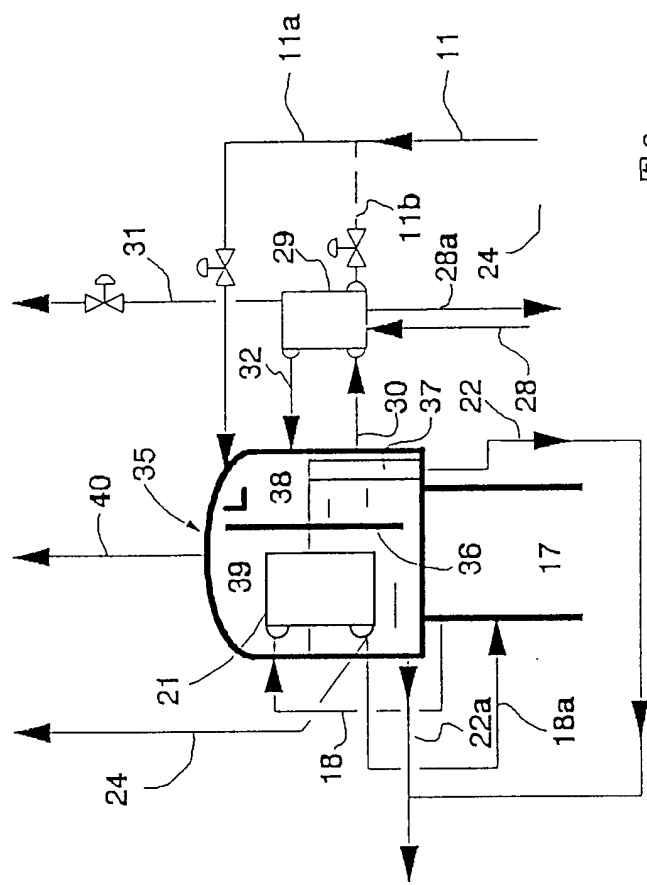


图2



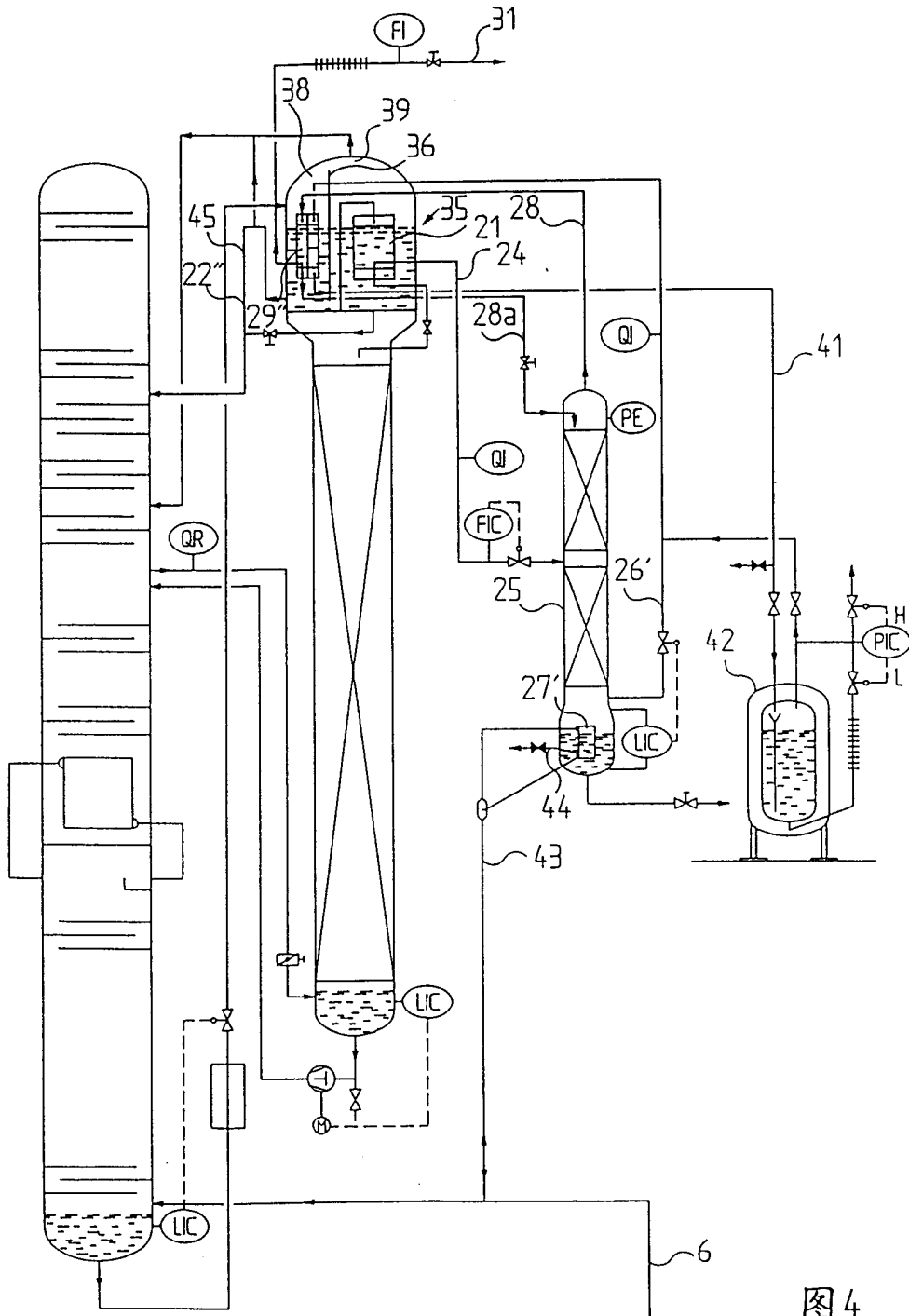


图 4

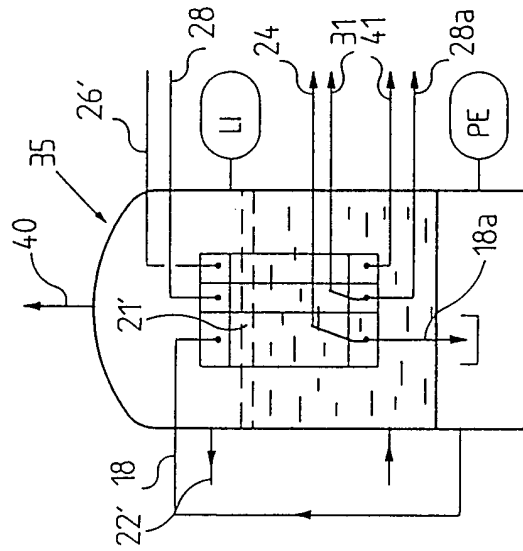


图5

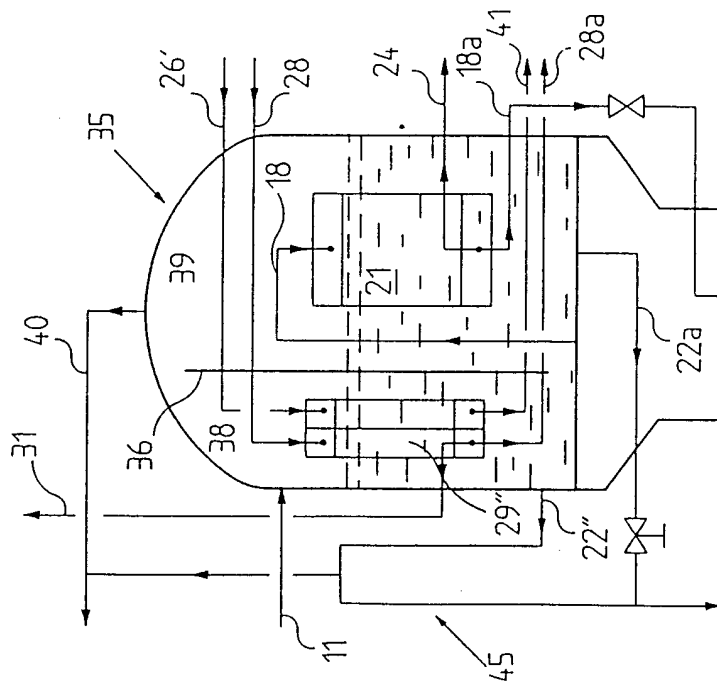


图6