



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102652246 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 06

(21) 申请号 201080055717. 6

(22) 申请日 2010. 11. 04

(30) 优先权数据

0958859 2009. 12. 11 FR

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 06. 08

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/FR2010/052363 2010. 11. 04

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/070258 FR 2011. 06. 16

(73) 专利权人 乔治洛德方法研究和开发液化空气有限公司

地址 法国巴黎

(72) 发明人 J-M·伯恩哈特 F·安德里厄

F·德尔凯尔 F·杜兰德

V·格拉比耶

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 吴鹏 马江立

(51) Int. Cl.

F25B 9/00(2006. 01)

F25B 49/00(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 2003-172261 A, 2003. 06. 20, 说明书第 0006-0012 段及其附图 1-2.

JP H09243189 A, 1997. 09. 16, 全文.

JP 2000356425 A, 2000. 12. 26, 全文.

JP 2004028018 A, 2004. 01. 29, 说明书第 0002 段及其附图 1、3.

CN 1469986 A, 2004. 01. 21, 全文.

审查员 李玉婷

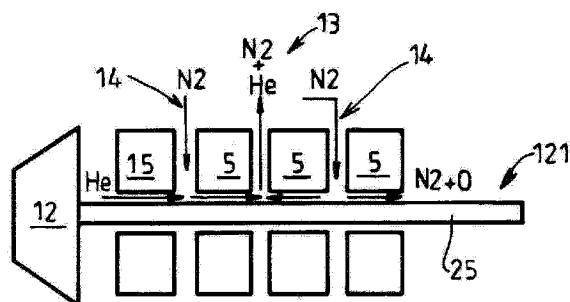
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

用于低温冷却 / 液化的方法和设备

(57) 摘要

本发明涉及一种使用制冷器 / 液化器对工作流体、尤其是包含氦气或者由纯氦气组成的工作流体进行低温冷却 / 液化的方法, 所述制冷器 / 液化器包括设有压缩站(2)和冷箱(3)的工作回路, 所述制冷器 / 液化器使所述工作回路中的工作气体经历一循环, 所述循环依次包括: 所述工作流体在所述压缩站(2)中的压缩, 所述工作流体在所述冷箱(3)中的冷却和膨胀, 以及为使所述工作流体能够返回所述压缩站(2)的所述工作流体的再热, 所述压缩站(2)包括一个或多个压缩级, 每个压缩级均使用安装在轴承(5)上的一个或多个压缩机(12)。所述方法的特征在于, 所述制冷器包括一装置(4), 所述装置用于将与所述工作流体不同的阻隔气体喷射到所述一个或多个压缩机的至少一个轴承(5)上, 以形成将源自所述工作回路的泄漏的工作流体引向用于使它们再循环和返回(13, 21)所述工作回路的区域(13)的气体屏障。



1. 一种使用制冷器 / 液化器对工作气体进行低温冷却 / 液化的方法, 所述制冷器 / 液化器包括设有压缩站 (2) 和冷箱 (3) 的工作回路, 所述制冷器 / 液化器使所述工作回路中的所述工作气体经历一循环, 所述循环依次包括: 所述工作气体在所述压缩站 (2) 中的压缩, 所述工作气体在所述冷箱 (3) 中的冷却和膨胀, 以及所述工作气体的再热以使所述工作气体能够返回所述压缩站 (2), 所述压缩站 (2) 包括一个或若干压缩级, 每个压缩级均使用安装在轴承 (5) 上的一个或若干压缩机 (12), 其特征在于, 所述制冷器包括一装置 (4), 所述装置 (4) 用于将与所述工作气体不同的阻隔气体喷射到所述压缩机的至少一个轴承 (5) 中, 以形成将源自所述工作回路的泄漏的工作气体引向用于使它们再循环和返回 (13, 21) 所述工作回路的区域 (13) 的气体屏障。

2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述工作气体是包含氦气或者由纯氦气组成的工作气体。

3. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 用于喷射所述阻隔气体的所述装置 (4) 形成气体屏障, 以防止泄漏的工作气体流向所述压缩站 (2) 的至少一个被污染区域 (121) 或者相对于大气未被密封的区域, 所述被污染区域是所述压缩站 (2) 的含油机构。

4. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的方法, 其特征在于, 将所述阻隔气体以比所述工作回路中的所述工作气体在安装在所述轴承 (5) 上的所述压缩机处的压力低的压力喷射到所述至少一个轴承 (5) 中。

5. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述阻隔气体包含氮气或者由纯氮气组成。

6. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的方法, 其特征在于, 用于喷射所述阻隔气体的所述装置 (4) 包括至少一个阻隔气体喷射位置 (14) 和至少一个出口 (24), 所述至少一个出口用于收集包含所喷射的阻隔气体和源自所述泄漏的所述工作气体的混合物。

7. 根据权利要求 6 所述的方法, 其特征在于, 所述制冷器 / 液化器包括气体净化部件 (1), 所述气体净化部件具有用于待净化的气体的入口 (11) 和用于经净化的气体的出口 (21), 所述净化部件 (1) 的出口 (21) 在所述压缩站 (2) 的出口处流体连接至所述工作回路, 并且由所述至少一个出口 (24) 收集的工作气体和阻隔气体的混合物的至少一部分被重新喷射 (13) 到所述净化部件 (1) 的入口中, 以使所述混合物的所述至少一部分能够被净化然后在所述压缩站 (2) 的出口处被重新喷射到所述工作回路中。

8. 根据权利要求 7 所述的方法, 其特征在于, 所述净化部件 (1) 的入口被供给与来自所述工作回路的所述工作气体不同的气体, 所述工作回路属于“开”式。

9. 根据权利要求 6 所述的方法, 其特征在于, 由所述至少一个出口 (24) 收集的工作气体和阻隔气体的混合物的至少一部分在所述压缩站 (2) 的入口处和 / 或在中间压缩级处和 / 或在所述压缩站 (2) 的出口处被重新喷射 (13) 到所述工作回路中。

10. 根据权利要求 9 所述的方法, 其特征在于, 所述工作回路被称为“闭式”循环, 并且所述工作回路包括气体净化部件 (1), 所述气体净化部件具有仅被供给源自所述工作回路的工作气体的、用于待净化的气体的入口 (11) 以及用于供给所述冷箱 (3) 的经净化的气体的出口 (21)。

11. 根据权利要求 6 所述的方法, 其特征在于, 所述制冷器 / 液化器包括气体净化部件 (1), 所述气体净化部件具有用于待净化的气体的入口 (11) 和用于经净化的气体的出口

(21),所述净化部件(1)的出口(21)在通向所述压缩站(2)的入口处流体连接至所述工作回路,并且由所述至少一个出口(24)收集的工作气体和阻隔气体的混合物的至少一部分被重新喷射(13)到所述净化部件(1)的入口中,以使所述混合物的所述至少一部分能够被净化然后在所述压缩站(2)的入口处被重新喷射到所述工作回路中。

12. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述制冷器/液化器包括气体净化部件(1),所述气体净化部件具有用于待净化的气体的入口(11)和用于经净化的气体的出口(21),所述净化部件(1)的出口(21)在所述压缩站(2)的中间压缩级处和/或在所述压缩站(2)的出口处流体连接至所述工作回路,并且由所述至少一个出口(24)收集的工作气体和阻隔气体的混合物的至少一部分被重新喷射(13)到所述净化部件(1)的入口中,以使所述混合物的所述至少一部分能够被净化然后在所述压缩站(2)的出口中或在所述压缩站(2)的出口处被重新喷射到所述工作回路中。

13. 根据权利要求12所述的方法,其特征在于,由所述至少一个出口(24)收集的工作气体和阻隔气体的混合物的至少一部分在被供给至所述净化部件(1)的入口(11)之前被压缩(6)。

14. 一种用于对包含氦气或者由纯氦气组成的工作气体进行低温冷却/液化的设备,所述设备包括设有压缩站(2)和冷箱(3)的工作回路,所述工作回路使所述工作气体经历一循环,所述循环依次包括:所述工作气体在所述压缩站(2)中的压缩,所述工作气体在所述冷箱(3)中的冷却和膨胀,以及所述工作气体的再热以使所述工作气体能够返回所述压缩站(2),所述压缩站(2)包括一个或若干压缩级,每个压缩级均使用安装在轴承上的一个或若干压缩机(12),其特征在于,所述设备包括一装置(4),所述装置(4)用于将与所述工作气体不同的阻隔气体喷射到所述压缩机的至少一个轴承(5)中,以形成将源自所述工作回路的泄漏的工作气体引向用于使它们再循环和返回(13,21)所述工作回路的区域(13)的气体屏障。

15. 根据权利要求14所述的设备,其特征在于,用于喷射所述阻隔气体的所述装置(4)包括至少一个阻隔气体喷射位置(14)和至少一个出口(24),所述至少一个出口用于收集所喷射的阻隔气体和源自所述泄漏的工作气体的混合物,并且所述工作回路包括管道(13),所述管道用于将所述混合物在所述压缩站(2)的入口处和/或在所述压缩站(2)的中间压缩级处和/或在所述压缩站(2)的出口处重新喷射到所述工作回路中。

16. 根据权利要求15所述的设备,其特征在于,所述设备包括一部件(1),所述部件用于净化所述混合物,以便从所述工作气体分离杂质,所述混合物一旦已通过所述净化部件(1)便被重新喷射到所述工作回路中。

17. 根据权利要求16所述的设备,其特征在于,所述部件(1)用于净化所述混合物,以便从所述混合物除去所述阻隔气体。

用于低温冷却 / 液化的方法和设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种低温冷却 / 液化方法和设备。

[0002] 本发明尤其可涉及一种液化方法和设备以及依靠氦气工作的制冷方法和设备。

[0003] 本发明更具体地涉及一种使用包括设有压缩站和冷箱的工作回路的制冷器 / 液化器对工作流体、尤其是包含氦或者由纯氦组成的工作流体进行低温冷却 / 液化的方法，所述制冷器 / 液化器使所述工作回路中的工作气体经历一循环，所述循环依次包括：所述工作流体在所述压缩站中的压缩，所述工作流体在所述冷箱中的冷却和膨胀，以及所述工作流体的再热以使其能够返回所述压缩站，所述压缩站包括一个或若干压缩级，每个压缩级均使用安装在轴承上的一个或若干压缩机。

背景技术

[0004] 在低温(例如低于 80K 或低于 20K)下工作的制冷器或液化器通常使用经历包括压缩、膨胀、冷却和再热的工作循环的工作流体(例如氦气)。这些设备通常需要若干级来压缩工作气体。每个压缩级均使用一个或多个压缩机叶轮。一个示例是离心式压缩机。

[0005] 在压缩站中，工作气体在旋转件与固定件之间的接口处的泄漏不可避免。尤其是当工作气体为氦气时，在支承压缩机叶轮的轴的轴承处观察到相对明显的气体泄漏。为了限制相对昂贵的工作气体的这种损失，已知惯用诸如形成用于气体的迷宫的密封垫、油密封件、浮动环密封件、气体密封件等部件来限制在各压缩级的各轴承处的泄漏。

[0006] 除了这些设备增加了安装成本以外，这些公知系统并非总是最佳地适于冷却器 / 液化器技术。

[0007] 此外，必然不允许压缩站的机构中存在的油(通过与氦气混合或者通过增加水分和 / 或轻质烃)污染工作气体。这是因为引入工作回路中的这种杂质可在低温下形成堵塞和导致设备破裂。

[0008] 本发明的目的是减少上述现有技术中存在的全部或一部分缺点。

发明内容

[0009] 为此，对于在以上前言中给出的本发明的一般定义的有关方面，根据本发明的方法的主要特征在于所述制冷器包括一装置，所述装置用于将与所述工作流体不同的阻隔(barrage)气体喷射到一个或多个压缩机的至少一个轴承中，以形成将源自所述工作回路的泄漏的工作流体引向用于使它们再循环和返回所述工作回路的区域的气体屏障。

[0010] 此外，本发明的一些实施方式可包括以下一个或若干特征：

[0011] - 用于喷射所述阻隔气体的装置形成气体屏障，以防止泄漏的工作流体流向所述压缩站的至少一个所谓的被污染区域——所述区域是所述压缩站的含油机构——或者未相对于大气被密封的区域，

[0012] - 将所述阻隔气体以比所述工作回路中的工作流体在安装在所述轴承上的所述压缩机处的压力低的压力喷射到至少一个轴承中，

- [0013] - 所述阻隔气体包含氮气或者由纯氮气组成，
- [0014] - 用于喷射所述阻隔气体的装置包括至少一个阻隔气体喷射位置以及至少一个出口，所述至少一个出口用于收集包含所喷射的阻隔气体和源自所述泄漏的工作流体的混合物，
- [0015] - 所述制冷器 / 液化器包括气体净化部件，所述气体净化部件具有用于待净化的气体的入口和用于经净化的气体的出口，所述净化部件的出口在所述压缩站的出口处流体连接至所述工作回路，并且由所述至少一个出口收集的工作流体和阻隔气体的混合物的至少一部分被重新喷射到所述净化部件的入口中，使得所述混合物的至少一部分能够被净化然后在所述压缩站的出口处被重新喷射到所述工作回路中，
- [0016] - 所述净化部件的入口被供给与所述回路的所述工作流体不同的气体，也就是说，所述工作回路属于“开”式，
- [0017] - 由所述至少一个出口收集的工作流体和阻隔气体的混合物的至少一部分在所述压缩站的入口处和 / 或在中间压缩级处和 / 或在所述压缩站的出口处被重新喷射到所述工作回路中，
- [0018] - 所述工作循环被称为“闭式”循环并且包括气体净化部件，所述气体净化部件具有仅被供给源自所述工作回路的工作气体的、用于待净化的气体的入口，以及用于供给所述冷箱的经净化的气体的出口，
- [0019] - 所述制冷器 / 液化器包括气体净化部件，所述气体净化部件具有用于待净化的气体的入口和用于经净化的气体的出口，所述净化部件的出口在通向所述压缩站的入口处流体连接至所述工作回路，并且由所述至少一个出口收集的工作流体和阻隔气体的混合物的至少一部分被重新喷射到所述净化部件的入口中，使得所述混合物的至少一部分能够被净化然后在所述压缩站的入口处被重新喷射到所述工作回路中，
- [0020] - 所述制冷器 / 液化器包括气体净化部件，所述气体净化部件具有用于待净化的气体的入口和用于经净化的气体的出口，所述净化部件的出口在所述压缩站的中间压缩级处和 / 或在所述压缩站的出口处流体连接至所述工作回路，并且由所述至少一个出口收集的工作流体和阻隔气体的混合物的至少一部分被重新喷射到所述净化部件的所述入口中，使得所述混合物的至少一部分能够被净化然后在所述压缩站的出口中或在所述压缩站的出口处被重新喷射到所述工作回路中，
- [0021] - 由所述至少一个出口收集的工作流体和阻隔气体的混合物的至少一部分在被供给至所述净化部件的入口之前被压缩，
- [0022] - 所述设备包括一部件，该部件用于净化所述混合物以便从所述工作气体分离杂质且尤其是从所述混合物除去所述阻隔气体，所述混合物一旦已经过所述净化部件便被重新喷射到所述工作回路中，
- [0023] - 所述净化部件包括用于从所述气体除去工作流体以外的杂质如氮气的分离系统，
- [0024] - 所述净化部件可包括用于压缩经净化的气体或待净化的气体的系统，
- [0025] - 所述一个或多个压缩机属于离心式，
- [0026] - 所述冷箱的一个或多个膨胀涡轮属于离心式。
- [0027] 本发明还涉及一种用于对包含氦气或者由纯氦气组成的工作流体进行低温冷却

/液化的设备,所述设备包括设有压缩站和冷箱的工作回路,所述工作回路使所述工作气体经历一循环,所述循环依次包括:所述工作流体在所述压缩站中的压缩,所述工作流体在所述冷箱中的冷却和膨胀,以及所述工作流体的再热以使所述工作流体能够返回所述压缩站,所述压缩站包括一个或若干压缩级,每个压缩级均使用安装在轴承上的一个或若干压缩机,所述设备的特征在于,所述制冷器包括一装置,该装置用于将与所述工作流体不同的阻隔气体喷射到所述一个或多个压缩级的至少一个轴承中,以形成将源自所述工作回路的泄漏的工作流体引向用于使它们再循环和返回所述工作回路的区域的气体屏障。

[0028] 根据其它可能的特定特征:

[0029] - 所述用于喷射所述阻隔气体的装置包括至少一个阻隔气体喷射位置和至少一个出口,所述至少一个出口用于收集所喷射的阻隔气体和源自所述泄漏的工作流体的混合物,并且所述回路包括管道,所述管道用于将所述混合物在所述压缩站的入口处和/或在所述压缩站的中间压缩级处和/或在所述压缩站的出口处重新喷射到所述工作回路中;

[0030] - 所述设备包括一部件,该部件用于净化所述混合物以便从所述工作气体分离杂质且尤其是从所述混合物除去所述阻隔气体,所述混合物一旦已经过所述净化部件便被重新喷射到所述工作回路中。

[0031] 本发明还可涉及包括上文或下文所列的特征的任何组合的任何替代方法或设备。

附图说明

[0032] 本发明的其它细节和优点将通过阅读以下参照附图给出的描述而变得明显,在附图中:

[0033] - 图 1 以截面形式示出了局部示意图,其图示了安装在轴承上并且包括根据本发明的用于收集泄漏的工作气体的设备的压缩机叶轮的一个示例,

[0034] - 图 2 是局部示意图,其图示了根据本发明的制冷和/或液化设备的第一实施例的结构和操作,

[0035] - 图 3 示出了局部示意图,其图示了根据本发明的制冷和/或液化设备的第二实施例的结构和操作,

[0036] - 图 4 示出了局部示意图,其图示了根据本发明的制冷和/或液化设备的第三实施例的结构和操作,

[0037] - 图 5 示出了局部示意图,其图示了根据本发明的制冷和/或液化设备的第四实施例的结构和操作。

具体实施方式

[0038] 已在图 2 中示出的制冷器/液化器的示例以常规方式包括压缩站 2 和冷箱 3。

[0039] 制冷器/液化器使用具有低摩尔质量的工作流体,且优选地主要为气态氦或纯气态氦。

[0040] 如图所示,氦可从富含氦的气体的源 S 产生,例如从由净化单元 1 净化以向制冷器/液化器的工作环路供应氦的天然气的(或某种其它气体)产生。净化单元或部件 1 包含例如低温气体分离系统和/或并联布置并且在连续的(例如 PSA 或 TSA 式)吸附/再生循环上交替工作的两个吸附器。所述吸附器例如是用于除去诸如空气、氮之类的杂质的活性炭或硅

基型吸附器。

[0041] 也就是说,所述系统与杂质的连续流入形成开环。

[0042] 以常规方式,利用一个或若干压缩级 12 在压缩站 2 中在环境温度下压缩工作气体,每个压缩级均使用一个或若干例如离心压缩式的压缩机。

[0043] 因而,工作气体在接近环境温度的温度和介于例如 1 bar abs 与 3 barabs 之间的称为低压 LP 的压力下到达通向压缩站 2 的入口。在第一压缩级 12 的出口处,工作气体则可达到介于例如 3 bar abs 与 8 bar abs 之间的称为中压 MP 的压力。

[0044] 在第二压缩级 12 的出口处,工作气体则可达到介于例如 9 bar abs 与 27 bar abs 之间的称为高压 HP 的压力。

[0045] 然后容许经压缩的工作气体进入冷箱 3,该经压缩的工作气体在冷箱 3 中被冷却(或预冷却)。通常,在这种(预)冷却期间,例如通过在一个或多个低温涡轮中的膨胀和 / 或通过与诸如氮之类的低温流体换热而从工作气体提取能量(热量)(为简单起见,未示出冷箱的细节)。

[0046] 一旦工作流体已与用户换热,工作流体便可返回压缩站 2 的入口(可在交换器中被逐渐加热)。

[0047] 如在图 1 中示意性地示出的,工作气体(He)的泄漏尤其发生在压缩叶轮 12 的轴 25 的轴承 5 处。

[0048] 优选而言,在各轴承 5 处围绕轴 25 布置一个或多个密封装置 15 (例如,“迷宫”式密封装置),以限制源自工作回路的工作气体的泄漏。

[0049] 根据本发明,将阻隔气体(例如氮气)喷射到轴承 5 和轴 25 中,以便尤其使工作回路与包含油 0 的机械部分(压缩站的齿轮机构和马达)隔离。也就是说,该阻隔气体设计为将泄漏的工作气体引向出口 24。例如,两个阻隔气体 N₂ 喷射点 14 可围绕(encadrer)用于包含所喷射的阻隔气体 N₂ 和所收集的工作气体 He 的混合物的输出路径 24。例如,仅阻隔气体 N₂ 经过与油 0 或大气相接触的部分。

[0050] 优选而言,所喷射的阻隔气体的压力低于在所涉及的压缩叶轮处的工作气体的压力。这样,避免了阻隔气体对工作回路的任何污染。

[0051] 另外应注意,工作气体泄漏到阻隔气体中对于该密封区域的正确运行(尤其是对于冷却轴承的目的)是必要的。

[0052] 在出口 24 处,阻隔气体包含不可忽略的工作气体量(例如介于 20mol% 与 50mol% 之间)。该混合物(He+N₂)因此在例如介于 1bar abs 与 7bar abs 之间的相对低的压力下离开轴承,视所涉及的压缩级而定。

[0053] 图 2 示出了例如可涉及工业型液化单元的第一实施例。

[0054] 在此实施例中,该装置包括具有用于待净化的气体的入口 11 和用于经净化的气体的出口 21 的气体净化部件 1。净化部件 1 的出口 21 在压缩站 2 的出口处或在该循环中的较低点处流体连接至工作回路,视其温度而定。

[0055] 净化部件 1 的入口 11 被供给来自一源的气体 S,例如被供给甲烷、氮气和氦气的混合物。也就是说,工作回路中的工作气体在开环中被供给纯度较低并经过净化处理的气体。

[0056] 此外,经由管道 13 在净化部件 1 的入口处重新喷射由上文所述的出口 24 收集的工作流体和阻隔气体的混合物,以使该混合物可被净化,然后根据其温度在压缩站 2 的出

口处或在该循环中的较低处重新被喷射到工作回路中。也就是说,在压缩机系统的出口 24 处与工作气体混合的阻隔气体可被输送至净化部件 1 的进口侧,例如压缩机的形成净化部件 1 的一部分的进口侧。具体而言,该收集的混合物包含可与净化部件 1 的工作相容的氮杂质水平。

[0057] 工作气体泄漏速度与通过净化单元的压缩机的流速相比较低。因此,在各工作气体压缩级 12 处的密封水平无关紧要。因此,可避免在轴承处的昂贵密封方案 15,以降低整体成本。

[0058] 图 3 示出了例如可适用于制冷单元的第二实施例。在图 3 及其之后的图中,与上文所述的元件相同的元件由相同的标号表示且不再描述。图 3 中的装置在此实施例中通过闭环工作回路(未经由外部源供应工作气体)运行。

[0059] 由出口 24 收集的工作流体和阻隔气体的混合物优选经由管道 13 直接在压缩站 2 的入口处或者在压缩站的中间级的入口处重新喷射。因此,在压缩机 2 的出口 24 处回收的混合物(阻隔气体和工作气体)被直接喷射到对应的级或压缩站的低压回路中。

[0060] 这种再循环可在工作回路中产生污染物(诸如氮气之类的阻隔气体)。这些杂质优选在工作回路中被除去。这种除去可通过对通常设于冷箱 3 中的净化吸收器适当定尺寸(dimensionnant)或者通过增设附加净化系统 1 来执行。因此,如图所示,工作回路可以可选地包括具有用于待净化的气体的入口 11 的气体净化部件 1,该气体净化部件 1 在压缩站 2 的出口处被供给工作气体。用于来自净化部件 1 的经净化的气体的出口 21 供给冷箱 3。

[0061] 在工作循环为闭环循环的这种制冷单元中,必须相对地限制工作气体在轴承处的损失。

[0062] 图 4 示出了可例如涉及制冷单元的第三实施例。在此实施例中,所述装置通过闭环工作回路工作。由出口 24 收集的工作流体和阻隔气体的混合物被重新喷射到气体净化部件 1 的气体供给入口 21 中。与前面一样,净化部件 1 除去杂质(除去全部或部分阻隔气体,例如,如果阻隔气体为氮气,则使用 TSA 或 PSA 型吸附器)。也就是说,在这种情况下,所回收的阻隔气体(氮气)和工作气体(氦气)的混合物在能够被容许直接进入常规的低压净化部件 1 的、足够高的压力下离开压缩机 12。

[0063] 净化部件 1 的经净化的气体出口 21 在压缩站 2 的入口处流体连接至该工作回路。也就是说,工作流体在净化之后返回工作回路。

[0064] 图 5 示出了可例如涉及制冷单元的第四实施例。在此实施例中的装置通过闭环工作回路工作。由全部或部分出口 24 收集的工作流体和阻隔气体的混合物经由压缩机 6 被重新喷射到气体净化部件 1 的气体供给入口 21 中。也就是说,所述混合物被压缩至足够高以允许其高压或中压净化的压力(介于例如 3 bar abs 与 27 bar abs 之间的压力)。中压的或高压的经净化的工作气体在压缩站 2 的中间压缩级处和/或压缩站 2 的出口处被重新喷射。

[0065] 当然,本发明并不局限于上文所述的示例性实施例。例如,可设想处于图 4 和图 5 的实施例之间的装置。也就是说,当所回收的混合物的压力处于相对低压时,例如(第一压缩级的叶轮中的压力)介于 1 bar 与 3 bar 之间时,该混合物可在被净化或直接重新喷射到回路中之前被压缩至中压(介于 3 bar 与 9 bar 之间)。当所回收的混合物处于例如(中间压缩级的叶轮中的压力)介于 3 bar 与 15 bar 之间的中压下时,该混合物可被输送至中压

净化器 1。以此方式,可减小回收用压缩机的大小。

[0066] 同样,可设想处于图 2 和图 3 的实施例之间的装置。也就是说,当所回收的混合物处于例如(第一压缩级的叶轮中的压力)介于 1 bar 与 3 bar 之间的相对低的压力下时,该混合物可在压缩站的入口处被直接重新喷射到回路中。

[0067] 在这种情况下,为了处理额外的杂质,优选相应地对通常置于冷箱 3 中的内部吸附器(用于净化工作流体)定尺寸。

[0068] 当所回收的混合物处于例如(中间压缩级的叶轮中的压力)介于 3 bar 与 15 bar 之间的中压下时,该混合物可被输送至中压净化器 1。

[0069] 因此,易于理解的是,虽然本发明的结构是一种简单且不昂贵的结构,但其允许回收和再循环任何已泄漏的工作流体。

[0070] 本发明可以控制工作气体被阻隔气体污染的程度。被阻隔气体污染的工作气体被回收并净化(在冷箱 3 中和 / 或在外部净化部件 1 中)。这种净化可在压缩之后(或者在与密封系统相容地升压之后)在中压下执行。经净化的气体可在低压水平和 / 或在中压水平和 / 或在高压水平被重新喷射到回路中。

[0071] 本发明尤其可适用于任何高容量液化或制冷单元(依靠氦气或稀有气体循环而运行)。

[0072] 本发明尤其还可适用于使用氦气作为工作气体的氢液化器。

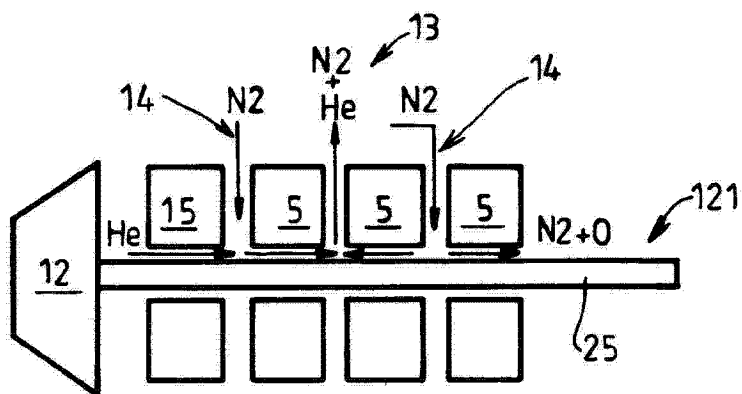


图 1

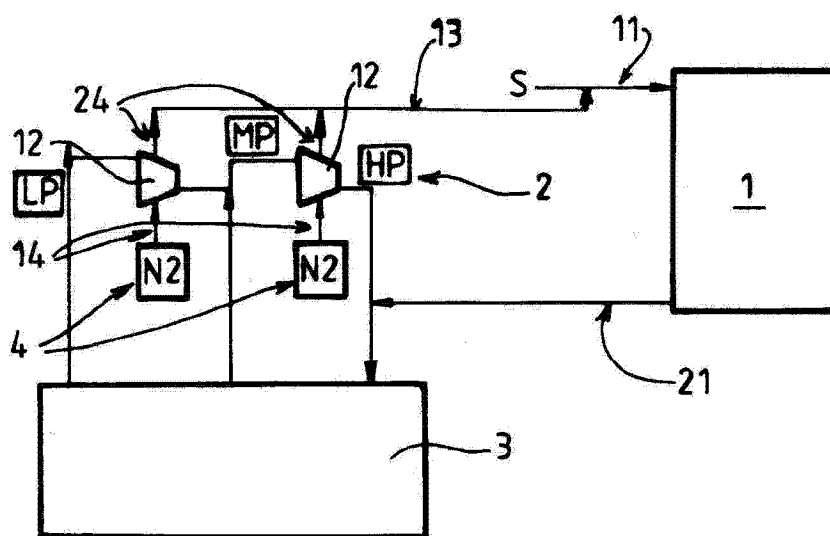


图 2

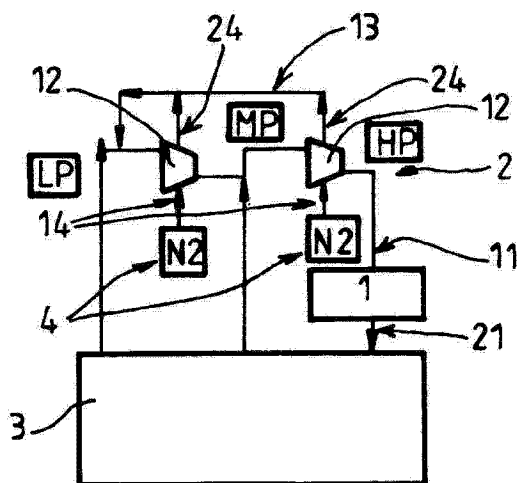


图 3

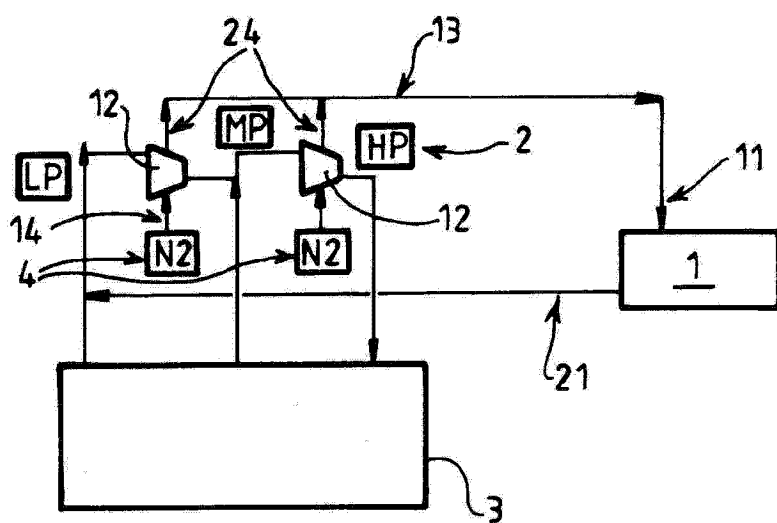


图 4

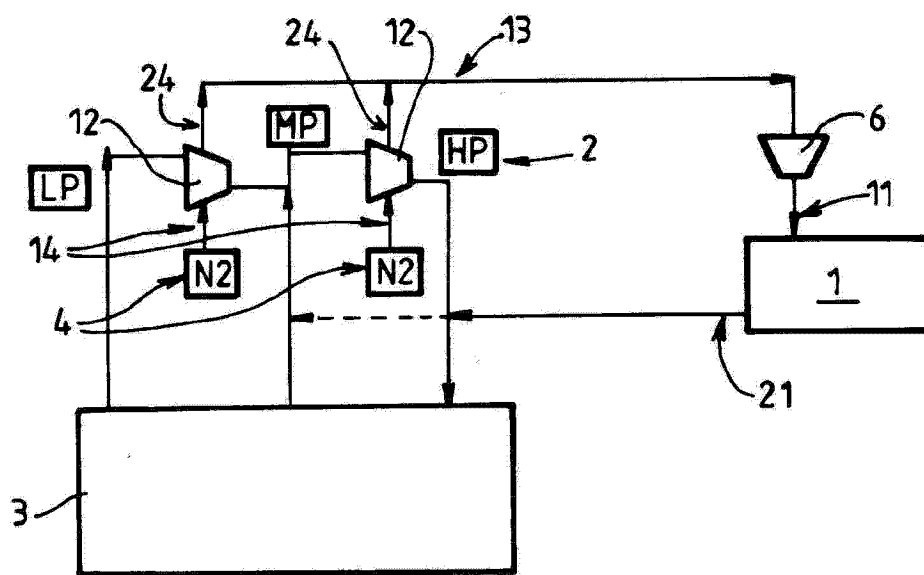


图 5