

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B01D 53/04 (2006.01)

F25J 3/04 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02819914.6

[45] 授权公告日 2006 年 5 月 10 日

[11] 授权公告号 CN 1255204C

[22] 申请日 2002.10.9 [21] 申请号 02819914.6

[30] 优先权

[32] 2001.10.9 [33] FR [31] 01/12968

[86] 国际申请 PCT/FR2002/003433 2002.10.9

[87] 国际公布 WO2003/031027 法 2003.4.17

[85] 进入国家阶段日期 2004.4.8

[71] 专利权人 液体空气乔治洛德方法利用和研究的
具有监督和管理委员会的有限公
司

地址 法国巴黎

[72] 发明人 M·瓦格纳 N·尼克洛特

审查员 孙瑞丰

[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

代理人 马江立 吴 鹏

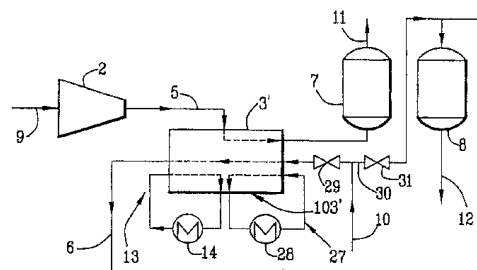
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 3 页

[54] 发明名称

一种用吸附方式处理气体、尤其是净化大气的方法和设备

[57] 摘要

本发明涉及一种用吸附方式处理气体的设备(1)，其中气体被压缩然后通过吸附器(7, 8)中流通而被处理。用于加热再生流体的装置包括使该再生流体与来自压缩机(2)的气体成间接热交换关系的热交换器(3)。在再生的第二阶段，该再生流体被直接送回吸附器，同时被处理的气体由辅助制冷装置(27)制冷。



1. 一种在吸附器(7, 8)中用吸附方式处理气体的方法, 它包括以下步骤:

(a) 压缩待处理气体;

(b) 使来自步骤(a)的待处理气体通过处于吸附阶段的吸附器(7, 8); 和

(c) 使再生流体通过处于再生阶段的吸附器(7, 8),

(c1) 在吸附器再生阶段的第一部分中, 在热交换器(3, 3')中, 在一方面来自步骤(a)的待处理气体和另一方面的再生流体之间建立间接热交换, 以冷却来自步骤(a)且要用于步骤(b)的待处理气体以及加热要用于步骤(c)的再生流体;

(c2) 在吸附器再生阶段的第二部分中, 使再生流体通过吸附器(7, 8)而不经受步骤(c1)的热交换; 和

(d) 在所述步骤(c2)中对待处理气体进行辅助制冷,

其特征在于, 所述方法还包括一个在使来自步骤(c1)中的再生流体通过吸附器(7, 8)之前以辅助注热方式对该再生流体进行附加加热的步骤。

2. 如权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述辅助制冷步骤(d)包括利用一辅助冷源(28)制冷待处理气体。

3. 如权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述辅助制冷步骤(d)包括利用至少一部分已通过吸附器的再生流体制冷待处理气体。

4. 如权利要求1至3中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述辅助制冷在热交换器(3')中进行。

5. 如权利要求1至3中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述辅助制

冷在热交换器(3')外部进行。

6. 如权利要求5所述的方法,其特征在于,一股待处理气体和再生流体在所述辅助制冷步骤(d)期间保持在热交换器(3')内。

7. 如权利要求1至3中任一项所述的方法,其特征在于还包括一个在使来自步骤(c1)的待处理气体通过吸附器(7,8)之前对该待处理气体进行附加冷却的步骤。

8. 如权利要求1至3中任一项所述的方法,其特征在于,待处理气体是大气,步骤(b)的作用是从来自步骤(a)的待处理大气中除去水分和二氧化碳,所述方法包括一个用蒸馏法分离来自步骤(b)的大气以产生大气中的至少一个组分以及废气的附加步骤,该废气形成所述再生流体。

9. 一种用吸附方式处理气体的设备,它包括:

- 用于压缩待处理气体的压缩机(2),该压缩机的输送侧设计成在至少一个吸附器(7,8)的吸附阶段与该吸附器的进口相连接;
- 在吸附器(7,8)的再生阶段使再生流体通过吸附器的装置;和
- 用于对进入处于再生模式的吸附器(7,8)的再生流体进行加热的装置,

该加热装置包括一个使再生流体和来自压缩机(2)的气体之间形成间接热交换关系的热交换器(3;3'),所述设备还包括一个不通过热交换器(3')而将再生流体送入处于再生模式的吸附器(7,8)的支路装置(30)和一个在所述支路装置(30)被开启时制冷待处理气体的辅助制冷装置(28;38),

其特征在于,该加热装置还包括一个用于对再生流体进行附加加热的辅助热源(14)。

10. 如权利要求9所述的设备,其特征在于,辅助制冷装置包括用于至少热交换器(3')的冷端的一个辅助冷源(28)。

11. 如权利要求 9 所述的设备, 其特征在于, 辅助制冷装置包括一个从待处理气体线路 (5) 分出的支路 (32), 该支路越过热交换器 (3') 的终端安装并具有一辅助冷源 (28)。

12. 如权利要求 9 所述的设备, 其特征在于, 辅助制冷装置包括一个在再生流体通过处于再生模式的吸附器 (7, 8) 之后使所述再生流体返回到热交换器 (3') 的回路 (38)。

13. 如权利要求 9 至 12 中任一项所述的设备, 其特征在于, 辅助热源 (14) 设计成至少给热交换器 (3') 的热端提供附加热量。

14. 如权利要求 9 至 12 中任一项所述的设备, 其特征在于还包括用以冷却待处理气体的附加冷却装置 (3A; 3A'), 这些附加冷却装置设置于热交换器 (3; 3') 和吸附器 (7, 8) 之间。

15. 如权利要求 9 至 12 中任一项所述的设备, 其特征在于, 从压缩机 (2) 至吸附器 (7, 8) 的组件设置在用蒸馏法产生至少一种空气组分的空气分离装置的上游, 吸附器 (7, 8) 用来从待处理空气中除去水分和二氧化碳, 再生流体由该分离装置产生的废气形成。

一种用吸附方式处理气体、尤其是净化大气的方法和设备

技术领域

本发明涉及一种在吸附器里用吸附方式处理气体的设备和方法，其包括以下步骤：

(a) 压缩待处理气体；

(b) 使来自步骤(a)的待处理气体通过处于吸附阶段的吸附器；和

(c) 使再生流体通过处于再生阶段的该吸附器，和

(c1) 在吸附器再生阶段的第一部分，在热交换器中在一方面来自步骤(a)的待处理气体和另一方面的制冷流体之间建立间接热交换关系以冷却来自步骤(a)且要用于步骤(b)的待处理气体以及加热要用于步骤(c)的再生流体；

(c2) 在吸附器再生阶段的第二部分，使再生流体通过吸附器而不经受步骤(c1)的热交换；和

(d) 在所述步骤(c2)中对待处理气体进行辅助制冷。

US-A-5 593 475 中公开了此类型的一种方法。

背景技术

本发明特别适用于用蒸馏法对大气进行分离，所述分离包括一个着眼于随后冷却空气的步骤而将该空气压缩的步骤以及一个使所述空气通过一吸附器从而除去空气中水分和二氧化碳以阻止冰和/或干冰在热交换器中形成的步骤，该热交换器使空气达到低温蒸馏温度。

当所论及的这种气体处理方法不只是偶尔使用，而是相反，要重复使

用或者甚至持续运行的时候，必须周期性地对吸附器进行再生处理。

为此，公知的是使用一再生气体，使之通过吸附器。那么需要使用至少两个吸附器，它们可在吸附阶段和再生阶段之间交替地切换。

在所要的应用中，低温蒸馏塔产生干燥而且脱碳、随后可用于对吸附器进行再生处理的废气。

可以对再生流体的有效平均流速进行限制。也希望有意识地限制再生流体的消耗量。

在再生流体通过吸附器之前，通过加热从而提高其再生能力也是公知的，例如通过电加热方式或者蒸汽的方式。

然而，这样的解决方案很昂贵，因为需要消耗能量。

为减少消耗的能量和/或消耗的再生流体量而在加热气体的总量上和处理质量上达到相同的效果，EP-A-0456575 提出了（图 3）一种前述类型的方法，其中压缩气体和吸附器的再生流体之间有热交换。

发明内容

本发明的一个目的是改进这种已知的方法以允许其在两个连续步骤中进行再生，其中，一个带有已加热了的再生流体，而没有再增加一另外的热交换器，另一个是带有未加热的再生流体。

为此，本发明的主题是前述类型的一种处理方法，其特征在于此处理方法还包括一个在来自步骤（c1）的再生流体通过吸附器之前，以辅助加热的方式对该再生流体进行附加加热的步骤。

依照此方法的其它特点如下：

- 所述辅助制冷步骤（d）在于利用附加冷源以制冷待处理气体；
- 所述辅助制冷步骤（d）在于利用至少一部分已通过吸附器的再生流

体以制冷待处理气体；

- 所述辅助制冷在热交换器内部进行；

- 所述制冷在热交换器外部进行；

- 在所述辅助制冷步骤(d)中，有一股待处理气体和再生流体保留在热交换器内；

- 该方法还包括一在来自步骤(c1)的待处理气体通过吸附器之前对该待处理气体进行附加冷却的步骤；

- 待处理气体为大气，步骤(b)的作用是从来自步骤(a)的待处理气体中除去水分和二氧化碳，所述方法包括一个用蒸馏法对来自步骤(b)的空气进行分离以产生空气的至少一种成分以及废气的附加步骤，该废气形成所述再生流体。

本发明的另一个主题是提供一种用吸附方式处理气体的设备，其包括以下：

- 压缩待处理气体的压缩机，该压缩机的输送侧设计成在至少一个吸附器处于吸附阶段时和该吸附器的进口相连接；

- 在吸附器处于再生阶段时使再生流体通过该吸附器的装置；和

- 用于对进入处于再生模式的吸附器的再生流体进行加热的装置；

该加热装置包括一个使再生流体和来自压缩机的气体之间形成间接热交换关系的热交换器，该设备还包括一个不通过热交换器而将再生流体送入处于再生模式的吸附器的支路装置和一个在所述支路装置被开启时时制冷待处理气体的辅助制冷装置，其特征在于该加热装置还包括一个对再生流体进行附加加热的辅助热源(14)。

附图说明

结合仅作为示例给出的说明并参考附图，可以更清楚地理解本发明。

图 1 所示为一个类似于前面提到的 EP-A-0456575 图 3 中所描述设备的示意图;

图 2 所示为该设备一个新型变体的示意图;

图 3 所示为一个包括图 1 设备的低温空气分离装置的示意图;

图 4 至图 6 所示为依据本发明设备的三个可选实施例的示意图。

具体实施方式

图 1 所示的设备 1 包括压缩机 2、热交换器 3 和吸附单元 4。第一线路 5 形成了待处理气体流的通路,它将压缩机 2 与热交换器 3 以及吸附单元 4 连接在一起。所述线路的布置使得被压缩机 2 吸入的待处理气体由压缩机排出后,再通过热交换器 3,接着通过吸附单元 4。

用来传输再生流体的第二线路 6 将热交换器 3 和吸附单元 4 连接在一起。它的布置使得再生流体首先通过热交换器 3,然后再通过吸附单元 4。

吸附单元 4 包括相同的第一和第二吸附器 7 和 8 以及一个开关装置(未示出),此开关装置处于第一位置时,一方面把随后将在吸附模式下运行的第一吸附器 7 和第一线路 5 连接起来,另一方面也把第二吸附器 8 和第二线路 6 连接起来,随后此第二吸附器 8 将被从其中通过的再生流体进行再生处理。当此开关装置处于第二位置时,这两个吸附器 7 和 8 将切换过来,第一吸附器 7 将处于再生模式,而第二吸附器 8 处于有效吸附状态。

当然,吸附单元 4 可以有两个以上的吸附器。它也可以只有一个吸附器,那么此时用吸附方式处理气体的设备 1 就需要至少一个缓冲容积以使之可以连续运行。

在图 1 中,所示出的吸附单元 4 是开关装置处于第一位置时的状态。

优选地,如图 1 所示,热交换器 3 为逆流型。

此外,用来使两气体形成间接热交换关系的热交换器 3 为钎焊板类型

是很有好处的。

再生流体沿着第二线路 6 流动以使得它首先通过热交换器 3, 然后再通过吸附单元 4。

上述用吸附方式处理气体的设备 1 是用于连续运行的。

待处理气体从待处理气体入口 9 进入设备 1, 该入口与压缩机 2 的入口相对应。然后气体被压缩机 2 压缩, 随后经过一个温度升高的过程。因而它的温度就要高于通过再生流体入口 10 进入处理装置 1 的再生流体的温度。

然后待处理气体和再生流体分别分离地通过热交换器 3, 在此通过期间, 它们开始处于逆流的间接热交换关系以加热再生流体, 同时冷却待处理气体。

在离开热交换器 3 时, 待处理气体和再生流体分别通过两个不同的入口分离地流入吸附单元 4。在吸附单元 4 内, 根据开关装置的位置待处理气体和再生流体分别通过两个吸附器 7 和 8 其中之一。待处理气体通过的吸附器处于有效状态, 并在吸附模式下运行以吸附待处理气体中存在的至少一种特定组分。同时, 再生流体通过的吸附器进行自我再生, 其方向和吸附阶段中待处理气体流动方向相反。

在随后的步骤中, 两个吸附器 7 和 8 通过开关装置进行切换以使过去处于吸附模式的吸附器进行再生, 反之, 过去处于再生模式的吸附器转变为有效状态并吸附通过该吸附器的待处理气体中至少一种特定组分。

因此很明显, 使用至少两个吸附器可以使其连续运行。

在通过两个吸附器其中之一后, 处理过的气体通过用于处理过的气体的出口 11 从处理设备 1 中排放出去, 此时它处于压缩和已被吸附净化的状态可供使用。

至于再生气体, 它从处理设备 1 的 12 排出。

图2中所示的气体处理设备1'包括前述图1中所示处理设备中基本上相同的组件。

仅仅是热交换器3被一个下面将详细叙述的三流体热交换器3'所替换。在本发明的两个可选择的实施例中，相同组件具有相同标号，在这两种情况下这些相同组件以相同的方式彼此对应设置。

此外，此设备还包括了一个用来加热再生流体的附加加热装置13。

这是因为实际上，再生流体通过与待处理气体进行热交换从而被加热对于在一整个吸附/再生循环过程中吸附器的完全再生来说是不够的。第一种解决办法是提高再生流体的流速。另一个选择或者对于第一种解决办法的补充是用所述附加加热装置13来提高再生流体的再生能力。

用三流体热交换器3'替换热交换器3。

附加加热装置13包括一个用线路15连接到热交换器3'热端（热部）的辅助热源14，例如一个电热源。线路15在所述辅助热源14和热交换器3'之间形成一个传热流体的闭合回路。

有装置（未示出）驱使传热流体在线路15内流动。优选地，如图所示，传热流体通过热交换器3'的方向和再生流体的流动方向相反从而使热交换器3'作为一个逆流交换器运行。

图2所示三流体热交换器3'的设置成使得再生气体首先在热交换器冷端（冷部）103'仅和待处理气体进行逆流热交换从而被加热，接着在热交换器热端203'仅和传热流体进行逆流热交换从而第二次被加热。

这个可选择的实施例重复了图1所示处理设备1的操作，只不过还包括了一个再生流体通过和待处理气体进行热交换从而被加热之后还和附加加热装置13进行热交换以更进一步提高其温度从而提高其再生能力的附加步骤。为此，加热装置14将一定量的热量传输到传热流体，该传热流体在三流体热交换器3'里又将该一定量的热量归还到再生流体中。

作为一个变型，加热装置 14 可直接放置在传输再生流体的第二线路 6 上，则三流体热交换器 3' 可转变为一个如图 1 中所示一种简单的热交换器 3。

此外，在上述两实施例中任何一个中，可以提供附加冷却装置以冷却待处理气体，该冷却装置可优选地放置在热交换器 3 或 3' 与吸附单元 4 之间，如图 1 和 2 中由点划线示出的 3A 和 3'A。这样获得的冷却待处理气体的附加步骤可以提高吸附效果。

图 3 所示为一个特别适于制造氧气的低温气体分离装置。它结合有放置在其上游的图 1 所示处理设备 1，该处理设备 1 和一般称作冷箱 16 的装置相连。

所述冷箱 16 包括一个逆流的热交换线路 17 和一个双蒸馏塔(柱)18。双蒸馏塔 18 有一个用于向中压蒸馏塔输送空气的进口 19、一个氧气制品出口 20 和一个废气(不纯净的氮气)出口 21，所述出口位于低压蒸馏塔上。进口 19 和出口 20、21 通过线路 22、23 和 23A 分别与交换器 17 冷端的空气出口 24、氧气进口 25、废气进口 26 相连。本身公知的冷箱 16 的其它部分在图中没有示出。

处理设备 1 的进口 9 和大气进口相连。该设备 1 中的出口 11 在热交换器 17 的热端与该热交换器的一个进口相连，该出口 11 用来传送经压缩的、干燥的、脱碳处理过的空气，该热交换器的进口与出口 24 相通。

公知地，通过(线路)23 从双蒸馏塔 18 中排出的废气处于轻微超压力状态，这样就可以使之通过一定数量的组件，在这些组件中废气的压力降低直到该废气被最终排放入大气。从交换器 17 中排放出去的时候，因为废气 19 是干燥、脱碳并且经减压的，它具有再生气体的一些性质。这样，可将交换器 17 的废气排放出口和处理设备 1 的再生气体进口 10 相连，废气就用作了再生流体。此时应该说明的是，废气的温度要低于压缩机 2 中排出气体的温度。因此当废气通过交换器 3 时会被加热，这有提高其再生

能力的效果。

处理设备 1 此后的操作保持不变。

上述低温空气分离装置中流体的流动由压缩机 2 中产生的驱动压力引起。

首先要说明的是，将吸附器放置在压缩机之后待处理气体的路线上可以提高吸附效果，因为待处理气体已被压缩。然而，由于压缩作用而引起的待处理气体温度升高将会有降低吸附效率的效果。

通过引入一个其目的一方面是提高再生流体的温度、另一方面是降低待处理气体的温度的热交换器 3，使得以非常廉价的方式在两个方面提高吸附/再生循环效率成为可能。这是因为再生流体温度的升高促进了吸附器的再生，并且由于在通过热交换器 3 时待处理气体受到的冷却作用从而提高了吸附效率。

作为一种变型，热交换器 3 或者 3' 可以是交叉流交换器，这可以允许对管道工程和/或压头损失和/或冷凝物的排放进行更好的优化。

图 4 所示为一种根据本发明的处理设备，和图 2 所示处理设备在两个方面有所不同。

首先，冷却部分 103' 具有一辅助制冷回路 27，该回路自身被一外部冷源 28 所制冷。在这个回路中，制冷流体和待处理气体逆向流动。

其次，线路 10 在其位于热交换器 3' 冷端的进口之前具有一阀 29 以及在所述阀的上游具有一支路 30，该支路通向吸附器 7 和 8 其中之一的上开口，并装有一阀 31。

当热再生流体要通过处于再生模式的吸附器（在本例中为吸附器 8）时，阀 31 关闭，阀 29 打开，制冷回路 27 不处于工作状态，而加热回路 13 处于工作状态。随后的操作和上述有关图 2 的描述相同。

在吸附器 8 再生的随后阶段，必须使冷再生流体通过吸附器 8，阀 29

和 31 被反置以使得再生流体通过线路 30 直接进入该吸附器。

与此同时，加热回路关闭，制冷回路 27 将开始工作。因而，是最后一回路（制冷回路）对通过热交换器 3' 的压缩空气进行制冷作用。

这样，热交换器 3' 的热运行几乎没有改变，从而减少热疲劳的影响，尤其是当热交换器为钎焊铝板类型的时候。

图 5 所示的实施例和前一实施例不同之处在于省略了制冷回路 27 并在线路 5 的支路 32 上安装了一冷源 28，支路 32 开始于热交换器 3' 的上游，并在其下游再度出现。此支路上装有一阀 33，还有另一阀 34 增加到热交换器 3' 的冷端和支路 32 的出口之间的线路 5 上。此外，有一线路 35 从线路 6 引出。分别在线路 35 和 6 上的阀 36 和 37 用于将来自热交换器 3' 的再生流体引到处于再生模式的吸附器或者排放点。

因而，当通过处于再生模式的吸附器 8' 的流体是冷再生流体时，阀 34 关闭，而阀 33 打开，从而空气被冷源 28 所冷却。为达到和图 4 所示实施例中减少交换器热疲劳的同样优点，在吸附器 8 通过冷的再生流体进行再生期间，一小股待处理气体和再生流体保持通过热交换器 3'，通过操作阀 36 和 37 使后者（再生流体）从线路 35 排放出去。

图 6 所示实施例和上一实施例的不同之处首先是省略了组件 28、32、33 和 34，其次是增加了将线路 12 连接到热交换器 3' 再生流体通道冷端的线路 38。线路 38 上装有一阀 39，另一阀 40 安装在位于线路 35 下游的线路 12 上。

在这个实施例中，当通过处于再生模式的吸附器 8 的流体是冷再生流体时，阀 40 关闭，阀 39 打开，从而由吸附器流出的再生流体就通过热交换器 3。和前面相同，这个流体是用于冷却待处理压缩气体的，该流体随后通过线路 35 排放出去。

与图 4 和 5 中的实施例相同，它还可以减少热交换器中热疲劳的影响。

在图 4 至 6 中, 该设备还包括用于加热再生流体的附加加热装置 13。

这是因为实际上, 再生流体通过与待处理气体进行热交换从而被加热对于在一整个吸附/再生循环过程中吸附器的完全再生来说是不够的。第一种解决办法是提高再生流体的流速。另一个选择或者对于第一种解决办法的补充是用所述附加加热装置 13 来提高再生流体的再生能力。

在图 1 中用三流体热交换器 3' 替换热交换器 3。

附加加热装置 13 包括一个由线路 15 连接到热交换器 3' 热端的辅助热源 14, 例如一个电热源。线路 15 在所述辅助热源 14 和热交换器 3' 之间形成一个传热流体的闭合回路。

有装置(未示出)驱使传热流体在线路 15 内流动。优选地, 如图所示, 传热流体通过热交换器 3' 的流动方向和再生流体的流动方向相反从而使热交换器 3' 作为一个逆流交换器运行。

图 4 至 6 所示三流体热交换器 3' 的设置使得再生流体首先在热交换器冷端 103' 仅和待处理气体进行逆流热交换从而被加热, 接着在热交换器热端 203' 仅和传热流体进行逆流热交换从而第二次被加热。

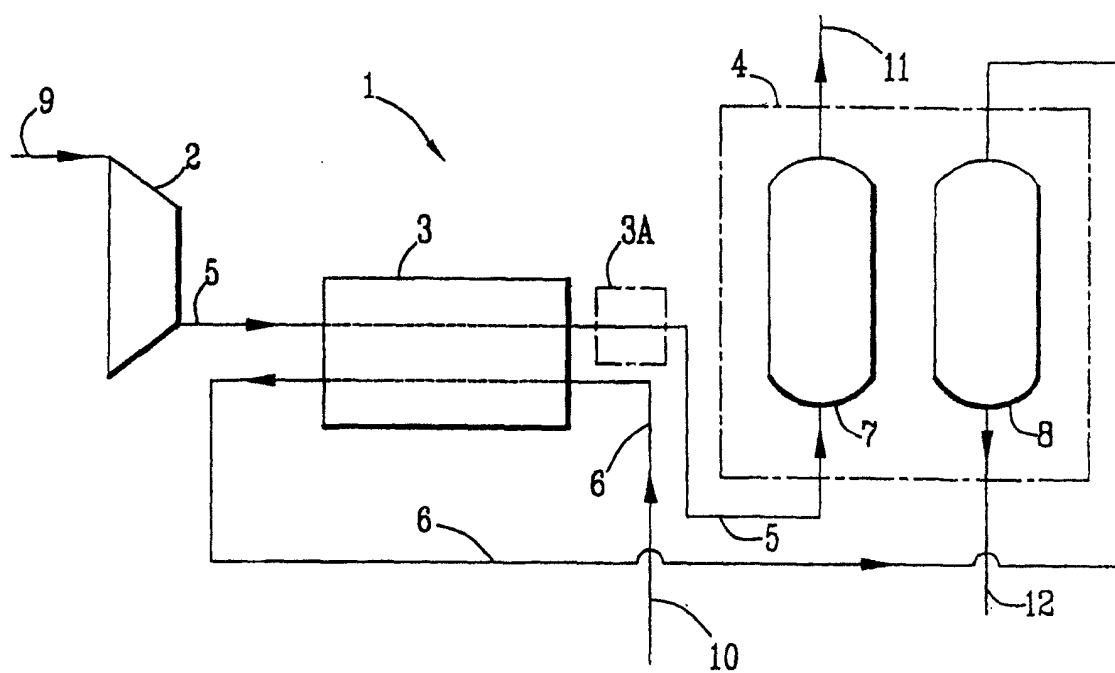


图 1

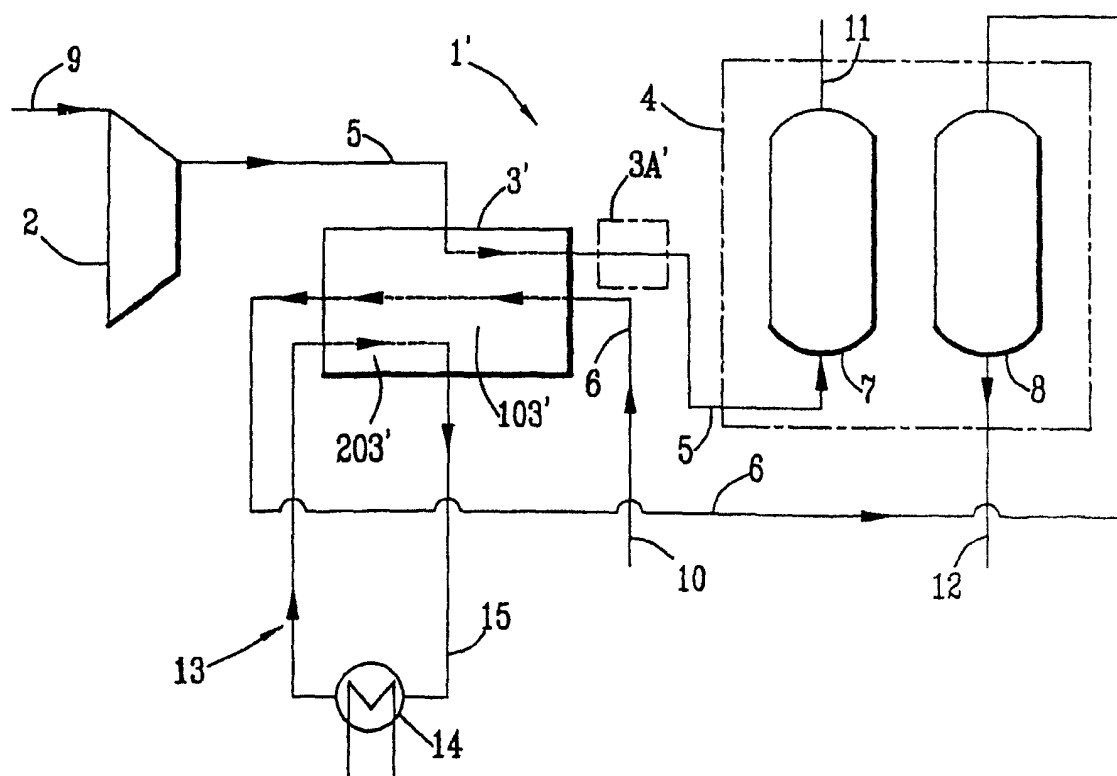


图 2

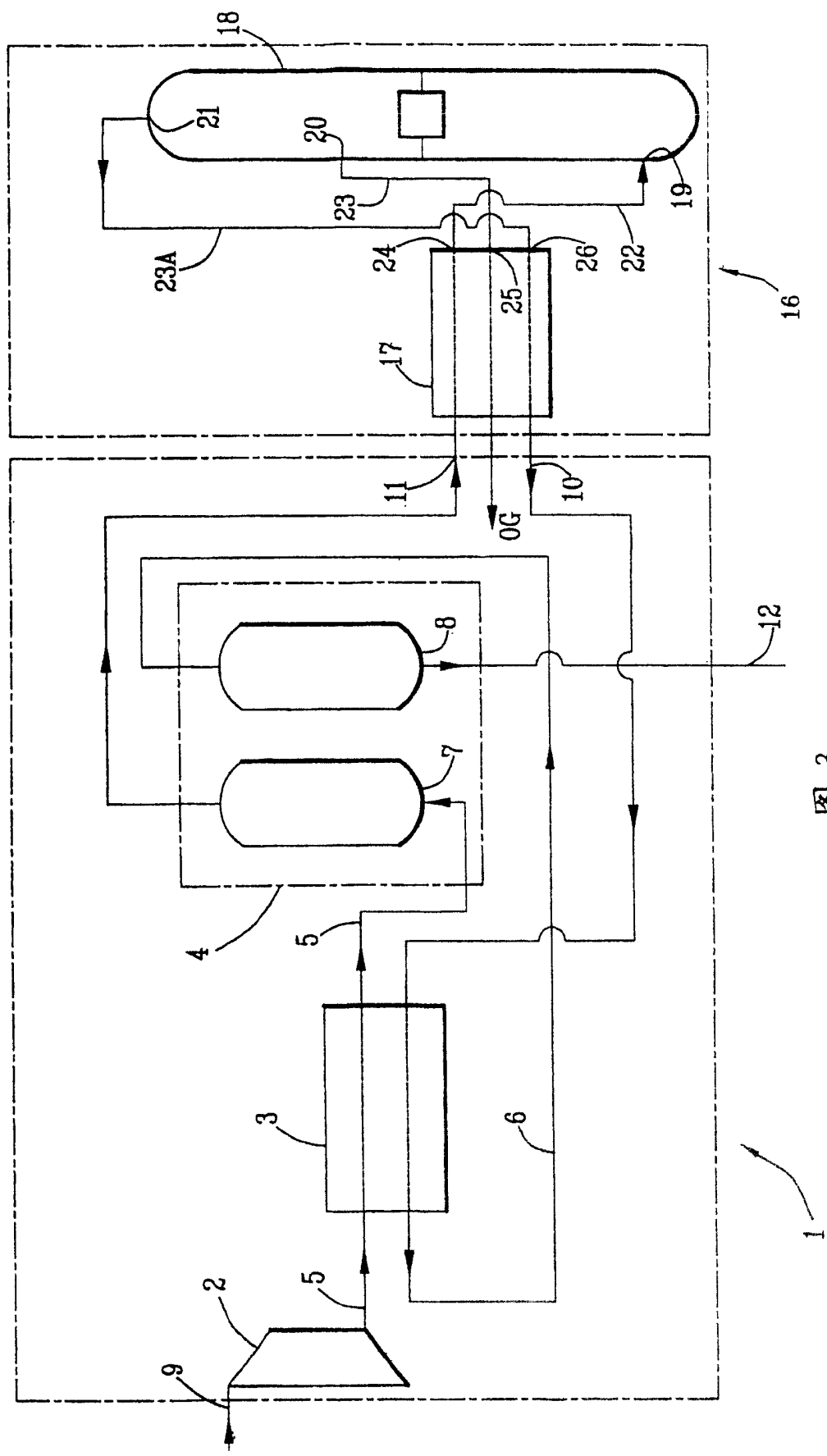


图 3

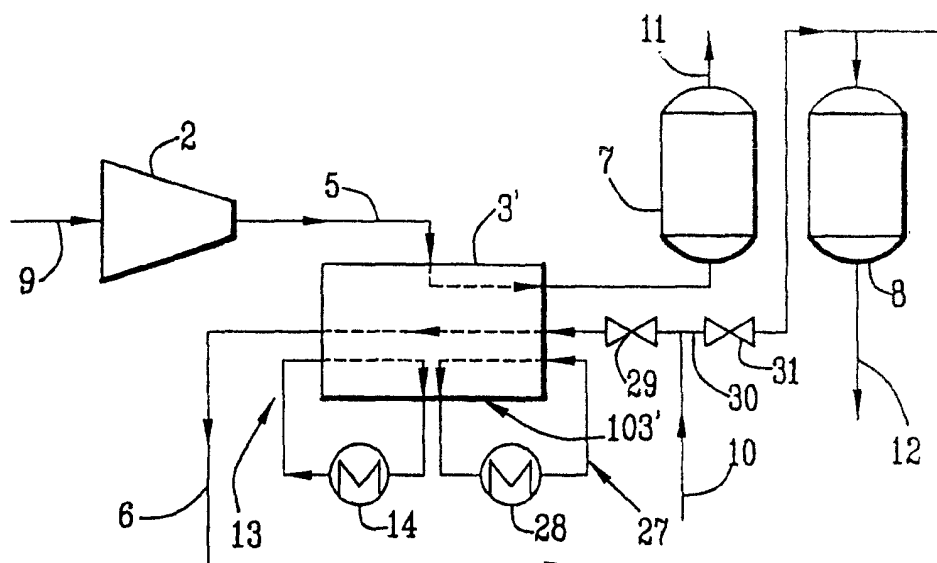


图 4

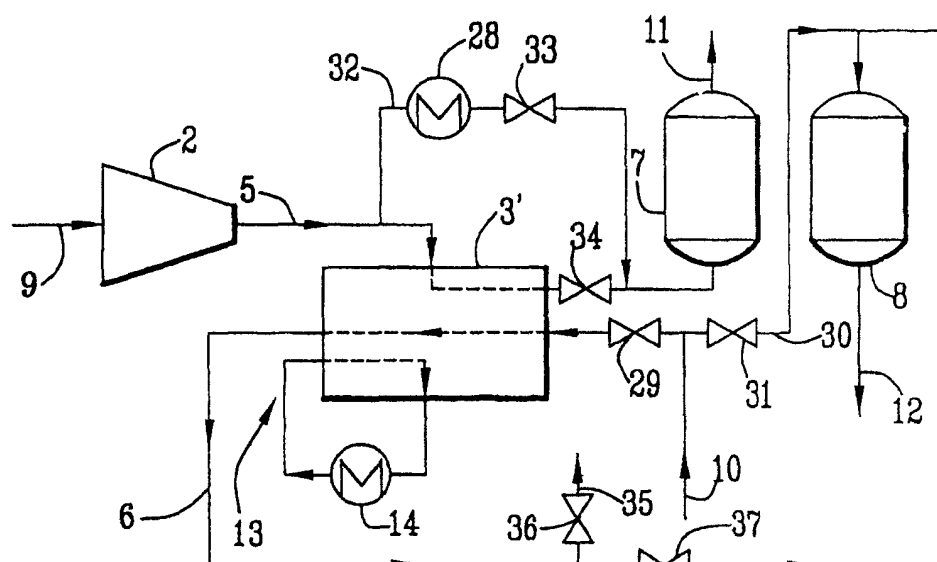


图 5

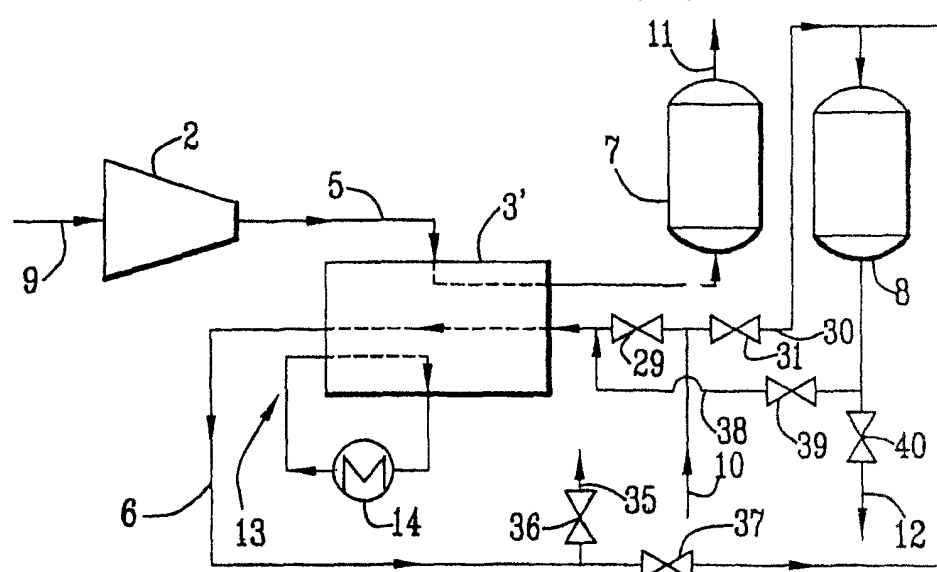


图 6