[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B01D 53/04 (2006.01)
B01D 53/047 (2006.01)
C01B 3/56 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02824659.4

[45] 授权公告日 2007 年 8 月 1 日

[11] 授权公告号 CN 1329102C

[22] 申请日 2002.11.20 [21] 申请号 02824659.4
[30] 优先权
[32] 2001.12.12 [33] FR [31] 01/16041
[86] 国际申请 PCT/FR2002/003973 2002.11.20
[87] 国际公布 WO2003/049839 法 2003.6.19
[85] 进入国家阶段日期 2004.6.10
[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 C·莫内罗
[56] 参考文献
US6322611B1 2001.11.27
CN1170624A 1998.1.21
审查员 马 玉

[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所
代理人 林柏楠 刘金辉

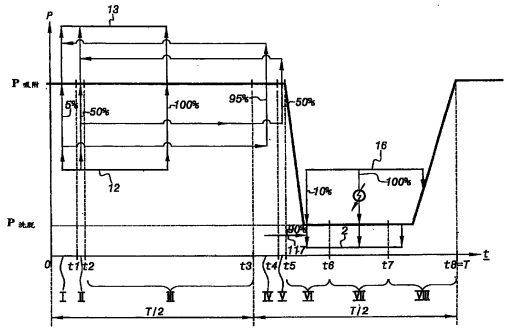
权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 3 页

[54] 发明名称

气体混合物的吸附处理方法

[57] 摘要

气体混合物包括所要生产的至少一种主成分和所要从所述混合物中分离的杂质。 本发明的处理方法包括使用至少 2 个吸附器，各自以补偿方式进行共同循环，在该循环期间具有接连的吸附期和再生期。 此外，该方法包括在吸附期开始时(步骤 I 或 IV)和/或在开始使用再生气体时(步骤 VI)与所要处理的气体混合物的仅一部分接触，直到所述吸附器基本被所要生产的至少一种主成分饱和为止，同时保持至少一个其它吸附器处于吸附期。 本发明用于处理富含一氧化碳和氢气的混合物。



1、一种用于处理气体混合物的吸附方法，所述气体混合物包括所要生产的至少一种主成分和所要从所述混合物中分离的杂质，该方法的特征在于使用 N 个吸附器（11A，11B），其中 N 大于或等于 2，各自以补偿方式进行时间 T 的相同循环，在该循环期间具有接连的吸附期和再生期，以及特征在于在吸附期开始的各吸附器（11A）与所要处理的气体混合物的标称流量的仅一部分接触，直到所述吸附器基本被所要生产的至少一种主成分饱和为止，同时保持至少一个其它吸附器（11B）处于吸附期。

2、如权利要求 1 所要求的方法，特征在于，为了形成处理气体混合物（13），进行所述部分接触的来自吸附器（11A）的料流与来自所述处于吸附期的至少一个其它吸附器（11B）的料流混合。

3、如权利要求 1 或 2 所要求的方法，特征在于各吸附器（11A、11B）的吸附期的持续时间是在包括端值的 T/N 和不包括端值的 2T/N 之间。

4、如权利要求 1 或 2 所要求的方法，特征在于气体混合物的吸附处理，即生产步骤的主要部分，通过处于吸附期的单一吸附器（11A，11B）来进行。

5、如权利要求 1 或 2 所要求的方法，特征在于在所述吸附器（11A）在吸附期开始时与所要处理的气体混合物的标称流量的一部分接触之后，所述吸附器进行并联步骤，在此期间，处理气流的一半通过所述吸附器（11A）获得和一半通过所述处于吸附期的至少一个其它吸附器（11B）来获得。

6、一种用于处理气体混合物的吸附方法，所述气体混合物包括所要生产的至少一种主成分和所要从所述混合物中分离的杂质，该方法的特征在于使用 N 个吸附器（11A，11B），其中 N 大于或等于 2，各自以补偿方式进行时间 T 的相同循环，在该循环期间具有接连的吸附期和使用再生气体的再生期，以及特征在于各吸附器（11A）在开始使用再生气体时仅与所述再生气体的标称流量的一部分接触，直到所述吸附器基本卸下所要生产

的至少一种主成分为止。

7、如权利要求6所要求的方法，特征在于，为了形成排放气流（2），来自进行所述部分接触的吸附器（11A）的料流与再生气体标称流量的剩余部分混合。

8、如权利要求7所要求的方法，特征在于来自进行所述部分接触的吸附器（11A）的料流和再生气体标称流量的剩余部分直接一起混合。

9、如权利要求7所要求的方法，特征在于来自进行所述部分接触的吸附器（11A）的料流与来自终止其再生期并且与再生气体标称流量的剩余部分的至少一部分接触的另一吸附器的料流混合。

10、如权利要求6或7所要求的方法，特征在于各吸附器（11A，11B）的再生期包括所述吸附器的减压步骤和重新加压步骤。

11、如权利要求6或7所要求的方法，特征在于各吸附器（11A，11B）的再生期包括加热再生气体的步骤。

12、如权利要求1、2、6、7中任一项所要求的方法，特征在于所要处理的气体混合物的标称流量的所述一部分或者再生气体的标称流量的所述一部分严格地少于所要处理的气体混合物的标称流量的一半或者再生气体的标称流量的一半。

13、如权利要求12所要求的方法，特征在于所要处理的气体混合物的标称流量的所述一部分或再生气体的标称流量的所述一部分少于所要处理的气体混合物的标称流量的三分之一或再生气体的标称流量的三分之一。

14、如权利要求13所要求的方法，特征在于所要处理的气体混合物的标称流量的所述一部分或再生气体的标称流量的所述一部分是所要处理的气体混合物的标称流量的5－20％或再生气体的标称流量的5－20％。

15、如权利要求1、2、6、7中任一项所要求的方法，其特征在于所要处理的气体混合物的标称流量的所述一部分或再生气体的标称流量的所述一部分在吸附期的开始时或在开始使用再生气体时接触相应的吸附器，接触时间超过所述相应吸附器的吸附期的大约1％或超过再生期的大约1％。

16、如权利要求15所要求的方法，特征在于所述持续时间超过吸附期

的大约5％或超过再生期的大约5％。

17、如权利要求16所要求的方法，特征在于所述持续时间是吸附期的10－20％或是再生期的10－20％。

18、如权利要求1或6所要求的方法，特征在于所述气体混合物含有作为主成分的氢气和一氧化碳，所要去除的包括水和二氧化碳的杂质，以及特征在于将经过处理的气体混合物低温分离为基本纯一氧化碳的料流和具有高氢气含量的料流。

19、如权利要求1或6所要求的方法，特征在于所述气体混合物包括作为主成分的氢气和一氧化碳，所要去除的包括水和二氧化碳的杂质，以及特征在于将经过处理的气体混合物通过渗透分离为具有预定氢气/一氧化碳比率的料流和具有高氢气含量的料流。

气体混合物的吸附处理方法

本发明涉及处理包括所要生产的至少一种主成分和所要从所述混合物中分离的杂质的气体混合物的吸附方法，尤其用于用具有预定氢气/一氧化碳比率的料流生产一氧化碳。

在全文中，所示气体压力按绝对巴计。

这种处理方法广泛用于分离在气体混合物中含有的所要生产的“贵”成分与不希望有的成分，一般用术语“杂质”来表示。

该方法是循环方法，涉及至少两个吸附器，分别具有共同操作的几个吸附器的至少两个吸附单元，它们以补偿方式(offset manner)进行相同的操作循环。该循环通常包括吸附期，在此期间，相应的吸附剂与气体混合物接触并吸附其杂质，以及再生期，在此期间，吸附剂与再生气体接触，并解吸先前吸附的杂质。

根据再生期是否伴有再生气体的加热，通常划分成称为 TSA（变温吸附）的循环和称为 PSA（变压吸附）的循环。

还已知的是，吸附器可以进行减压和重新加压步骤以及并联吸附器的步骤，在此期间，总处理气流通过用终止其吸附期的至少一个吸附器处理第一气流和用开始其吸附期的至少一个其它吸附器处理待处理的第二气流来获得。并联通常用于防止在生产中被处理的气流在从一个吸附器到另一个吸附器的途中压力猛增，尤其为了考虑实施并联操作的阀门的操作时间。

然而，如部分在文件 EP-A-00 748 765 中解释的那样，吸附处理循环在吸附和再生期开始时的瞬变期中具有缺陷。

该文件描述了一氧化碳生产装置，包括低温生产单元，以及在后者的上游，使用以上定义的那类方法的处理单元。该装置的目的是保留来源于烃蒸汽重整单元的富含一氧化碳和氢气的气体混合物中的水和二氧化碳。用开始其吸附期的吸收器的吸附剂固定一氧化碳会引起由该吸附器输出的料流中的一氧化碳含量显著降低，以及该料流的流速波动。在 EP-A-0 748

765 中提出的解决办法是在吸附处理单元和低温一氧化碳生产单元之间插入装有具有一氧化碳亲合力的吸附剂的罐。

该解决办法结果需要特别大的投资，不是非常模式化的，以及当各吸附器回到生产时只达到瞬变期，而在各吸附器的再生期的开始时出现了类似的瞬变现象，离开吸附器的料流表现出含量和流速的大波动。

本发明的目的是提出以上定义的那类方法，即容易在现有技术的处理工厂中实施和可以排除由于已知方法的循环的吸附和再生期瞬变带来的料流波动。

为此，本发明的目的是上述类型的方法，其中使用 N 个吸附器，其中 N 大于或等于 2，各自以补偿方式进行时间 T 的相同循环，在此期间，接连是吸附期和使用再生气体的再生期，和其中在该时期的开始和/或使用再生气体的开始时，各吸附器与所要处理的气体混合物的标称流量的仅一部分接触，或与再生气体的标称流量的仅一部分接触，直到所述吸附器基本被所要生产的至少一种主成分饱和，或基本卸下所要生产的至少一种主成分为止，同时保持至少一个其它吸附器处于吸附期。

因此，本发明的一个主题是用于处理气体混合物的第一吸附方法，所述气体混合物包括所要生产的至少一种主成分和所要从所述混合物中分离的杂质，在该方法中，使用 N 个吸附器，其中 N 大于或等于 2，各自以补偿方式进行时间 T 的相同循环，在该循环期间具有接连的吸附期和再生期，其吸附期开始的各吸附器 11A（步骤 I 或步骤 IV）与所要处理的气体混合物的标称流量的仅一部分接触，直到所述吸附器基本被所要生产的至少一种主成分饱和为止，同时保持至少一个其它吸附器 11B 处于吸附期。

根据该方法的其它特征：

- 为了形成处理气体混合物，将来源于进行所述部分接触的吸附器的料流与来源于所述处于吸附期的至少一个其它吸附器的料流混合；

- 各吸附器的吸附期的持续时间是在 T/N（包含端值）和 2T/N（不包括端值）之间；

- 气体混合物的吸附处理大多数时间通过处于吸附期的单一吸附器

来进行；和

－ 在所述吸附器已在吸附期开始时接触所要处理的气体混合物的标称流量的所述一部分之后，所述吸附器进行并联步骤，在此期间，处理气流的一半通过所述吸附器获得，另一半通过所述处于吸附期的至少一个其它吸附器来获得。

本发明的另一个主题是用于处理气体混合物的第二吸附方法，所述气体混合物包括所要生产的至少一种主成分和所要从所述混合物中分离的杂质，该方法的特征在于使用 N 个吸附器，其中 N 大于或等于 2，各自以补偿方式进行时间 T 的相同循环，在该循环期间具有接连的吸附期和使用再生气体的再生期，以及特征在于各吸附器在开始使用再生气体时与所述再生气体的标称流量的仅一部分接触，直到所述吸附器基本卸下所要生产的至少一种主成分为止。

根据该第二方法的其它特征:

－ 为了形成排放气流,来源于进行所述部分接触的吸附器的料流与再生气体的标称流量的剩余部分混合;

－ 来源于进行所述部分接触的料流和标称流量的再生气体的剩余部分一起直接混合;

－ 来源于进行所述部分接触的吸附器的料流与来源于终止其再生期并与再生气体的标称流量的剩余部分的至少一部分接触的另一吸附器的料流混合;

－ 各吸附器的再生期包括所述吸附器的减压步骤和重新加压步骤;和

－各吸附器的再生期包括加热再生气体的步骤。

在阅读了以下的仅作为例子给出和参照附图的描述之后，将更加清楚地理解本发明，其中:

－ 图 1 是根据本发明的一氧化碳生产装置与纯氢气生产单元结合的示意图;

－ 图 2 是说明在图 1 中所示的装置的吸附器的操作循环的图;

－ 图 3 和 4 是在图 2 所示的循环中用数字 I 和 VI 表示的时间间隔下在图 1 中所示的装置的示意图；和

- 图 5 是根据本发明用于生产具有预定氢气/一氧化碳比率的料流的装置与纯氢气生产单元结合的示意图。

在图 1 中所示的是经由管道 2 下游连接于氢气生产单元 4 的一氧化碳生产装置 1。

该装置 1 包括上游的吸附处理单元 11，它适用于除去在经由进料管道 12 加入并被压缩到 15-45 巴压力的气体混合物中所含的大多数杂质，尤其是水和二氧化碳。该气体混合物例如被压缩到 15.5 巴以下和具有几百到几万 Sm^3/h 的标称流速，即在管道 12 内的总流速。该气体混合物包括作为主成分的分别为 73.5mol%和 21.6mol%的氢气和一氧化碳，以及可能的次要成分，如各自含量例如为 1.1mol%和 3.8mol%的氮气和甲烷，以及它还含有作为杂质的 10－200 摩尔 ppm（百万分率）的二氧化碳和一般达到饱和的水。

单元 11 包括交替地直列式布置的两个吸附器 11A、11B，以便通过吸附纯化气体混合物。各吸附器含有以由沸石或由任选掺杂以便增加其二氧化碳阻止能力的活性氧化铝形成的单一床形式，或以分别由主要为了阻止水的活性氧化铝或硅胶和主要为了阻止二氧化碳的沸石（例如 A、X 或 LSX 类）形成的多个床形式布置的吸附剂。吸附剂还可以由吸附剂的混合物或复合吸附剂组成。

处理单元 11 还包括图 1 中未示出的阀门和连接管道，但其配置在该单元的操作的描述过程中将变得更加清楚。

装置 1 包括经由管道 13 连接于处理单元 11 的下游的低温分离单元 14，它包括基本纯一氧化碳生产线 15 和输出具有高氢气含量的气流的管道 16。对于上述气体混合物的组成，在管道 16 中的料流可以含有 97.4mol%氢气、0.3mol%氮气、0.3mol%一氧化碳和 2mol%甲烷，压力为大约 14.5 巴。因为该分离单元 14 本身是已知的，以下将不再进一步详细说明。

管道 16 连接于处理单元 11，以便可以再生不在生产线上的吸附器 11A、11B，管道 16 中的具有高氢气含量的料流至少部分用作再生该吸附器的吸收剂的气体。对于所示出的实例来说，管道 16 的总流速形成了再生气体的标称流速。

通过吸附处理单元输出的再生气体通过管道 2 输送到本身已知的氢气生产单元 4。该单元 4 例如可以包括周期性操作并适于生产基本纯氢气料流的六个吸附器。

通过吸附处理单元 11 应用的方法通过重复在图 2 中所示的循环来完成。两个吸附器 11A、11B 都遵循图 2 所示的循环，其中相对于另一吸附器的时间位移对应于等于循环时间 T 的基本一半的时间间隔。

在图 2 中（其中时间 t 在 x 轴上标出，绝对压力 P 在 y 轴上标出），前面为箭头的线表示气流的运行和目的地，以及分别在吸附器 11A 和 11B 中的循环方向。当与 y 轴平行的箭头指向上（向图的上面）时，该气流据说在吸附器中是同向流的；如果指向上的箭头是在表示吸附器中压力的线条以下，那么气流在吸附器的进口端进入吸附器；如果指向上的箭头位于表示压力的线条以上，那么气流通过吸附器的出口端离开吸附器，进口端和出口端分别是用于所要处理的气体和在生产阶段中排出的气体的那些端口。当与 y 轴平行的箭头指向下（朝向图的底部）时，该气流据说在吸附器中是逆流的；如果指向下的箭头是在表示吸附器压力的线条以下，那么气流通过吸附器的进口端离开吸附器；如果指向下的箭头是在表示压力的线条以上，那么气流通过吸附器的出口端进入吸附器，同样，进口端和出口端分别是用于所要处理的气体和在生产阶段中排出的气体的那些端口。

在图 2 中所示的循环包括用 I－VIII 表示的 8 个连续步骤，这在以下通过例如考虑吸附器 11A 在时间 t-0 开始其吸附期来连续描述。对于大约 15.5 巴的吸附压力 $P_{吸附}$，该循环的时间 T 例如等于 960 分钟。

在步骤 I 的过程中，也就是说从 t=0 至 t1=35 分钟，如图 3 所示，吸附器 11A 和 11B 处于吸附期，吸附器 11A 通过用于调节通过流量的阀门 111 仅接受 5％的管道 12 中的气体混合物流，以及吸附器 11B 通过调节阀门 112 接受标称流量的剩余 95％。

在该步骤过程中，除了杂质（水和二氧化碳）以外，由于其吸附剂与一氧化碳的化学亲合力，新再生的吸附器 11A 截留了在气体混合物中含有的一氧化碳。因此，经过开放阀门 113 的来源于吸附器 11A 的纯化料流基本不含一氧化碳。对于上述气体混合物的组成，离开吸附器 11A 的该料流

的氢气含量可以达到 90mol%以上。同时，在步骤 I 之前被一氧化碳饱和的吸附器 11B 中的吸附剂仅从输送给它的 95％的气体混合物中吸附杂质，并经由开放阀门 114 产生了纯化料流。来自阀门 113 和 114 的料流在连接管道 13 中混合，使得该混合物的一氧化碳和氢气含量非常类似于它们的标称值，即例如接近在步骤 I 之前的步骤中的在该管道 13 中的料流的含量，其中具有低流速并且一氧化碳贫乏的来自吸附器 11A 的料流被稀释在来自吸附器 11B 的料流中。

当大多数（如果不是全部的话）的吸附器 11A 的吸附剂被一氧化碳饱和时，该步骤 I 结束。

在步骤 II 中，即从 t1 至 t2=45 分钟，吸附器 11A 和 11B 保持在吸附期，但分别接触所要纯化的气体混合物的标称流量的大约 50％，阀门 111 和 112 因此在运转。如在本申请的序文中所述，该步骤 II 类同于具有对称分布的进气混合物的并联操作。该并联有利地可以热调节在管道 13 中的纯化气流。离开新鲜再生吸附器 11A 的料流倾向于比处于吸附期末尾的吸附器 11B 的料流更热。

在步骤 III 中，即 t2 至 t3=T/2=480 分钟，只有吸附器 11A 处于吸附期，阀门 111 完全开放，以及吸附器 11B 切换到再生期，阀门 112 和 114 完全关闭。因此，在处理单元 11 的大多数操作时间中（在这种情况下，是该操作时间的 90％以上），气体混合物通过单一吸附器 11A 处理。

在步骤 IV 中，即 t3 至 t4=515 分钟，吸附器 11A 处于吸附期的末尾和吸附器 11B 切换到吸附期，通过相应调节阀门 111 和 112，以及通过打开阀门 114，吸附器 11A 和 11B 分别接触 95％和 5％的标称流量的气体混合物。步骤 IV 因此类似于步骤 I，吸附器 11A 和 11B 的功能被颠倒。

用同样的方法，步骤 V，即在 t4 至 t5=525 分钟，与步骤 II 类似，吸附器 11A 和 11B 的功能被颠倒。

在步骤 VI 中，即 t5 至 t6=630 分钟，如在图 4 中所示，吸附器 11A 切换到再生期，气体混合物通过吸附器 11B 完全纯化，吸附器 11A 下游连接于管道 2，以便通过膨胀阀 115 连接氢气生产单元 4。吸附器 11A 中的压力从压力 $P_{吸附}$ 跌落到较低的洗脱压力 $P_{洗脱}$，它的值取决于在低温分离

单元 14 中使用的工艺类型。该洗脱压力例如是比吸附压力 $P_{吸附}$低 1－2 巴。它还可以具有明显更低的值，例如大约 3 巴绝对。

在减压同时，或一旦减压完成，吸附器 11A 经由用于调节进料流的流速的阀门 116 接触管道 16 中的富含氢气的料流（再生气体）。

该阀门 116 以使得仅 10％流量的来源于管道 16 的再生料流被逆流送入到吸附器 11A 的方式操作，标称流量的剩余 90％直接通过配备调节阀 118 的分支管道 117 输送到连接管道 2。

在该步骤 VI 的再生气体的施加过程中，开始其再生的吸附器 11A 的吸附剂充满了杂质（水和二氧化碳）和一氧化碳。再生的第一时刻伴有一氧化碳的强解吸，来自吸附器 11A 的料流的一氧化碳含量可能达到管道 16 中再生料流中含量的 10 倍以上。如果原样供给单元 4 的话，尤其如果后者通过吸附来操作，那么该突然而强烈的一氧化碳流将导致明显的操作扰乱，从而导致氢气收率的损失和/或单元 4 的产物被污染。另一方面，通过混合具有高一氧化碳含量的来自吸附器 11A 的料流与分支管道 117 的再生料流（各自比例为 10％和 90％），连接管道 2 中的料流的一氧化碳含量保持在与生产单元 4 的操作允许限度相适应的值。

该步骤 VI 持续到吸附器 11A 的吸附剂完全卸下绝大多数的一氧化碳为止。

有利地，该步骤可以持续，以便降低再生开始时的热效应。这是因为，由于来自吸附器 11A 的料流往往比单元 4 的进料标准更冷，将它与分支管道 117 内的更热的料流（例如 20℃）混合可以平衡连接管道 2 中的料流的温度。

在步骤 VII 过程中，即 t6 至 t7=790 分钟，吸附器 11A 的吸附剂的洗脱利用通过管道 16 输送的所有再生料流来继续，阀门 116 完全开放和阀门 118 关闭。有利地，再生气体通过加热器 119 加热。

在步骤 VIII 过程中，即 t7 至 t8=T=960 分钟，吸附器 11B 的吸附剂的洗脱用所有未加热的再生料流终止，然后关闭阀门 116，以使吸附器重新加压。当吸附器 11A 的压力达到值 $P_{吸附}$时，步骤 VIII 完成。

根据本发明的方法因此可以大大限制当吸附器开始其吸附期（步骤 I

和 IV）时来自处理单元 11 的处理气体的料流和当吸附器开始其使用再生气体的阶段（步骤 VI）时由该处理单元输出的废气料流这两者的一氧化碳含量的波动。

该方法易于在根据现有技术的工厂中实施，即必需装配调节阀，如阀门 111、112、116 和 118，并且具有至少一个分支管道如管道 117。

当然，虽然基于用来自终止其再生期的吸附器的料流或者直接用再生气体稀释来自刚刚开始其吸附期或开始接触再生气体的吸附器的料流的相同理念，但步骤 I 和 IV 的实施以及步骤 VI 的实施是独立的，根据上述本发明方法的实例有利地结合了这二者。

在步骤 I 或 IV 的过程中，输送到开始其吸附期的吸附器的气体混合物的流量百分率不限于在以上实例中的进料管道 12 的流量的 5％。该百分率一般严格地低于管道 12 中流量的 50％，有利地低于管道 12 中流量的三分之一，优选为管道 12 中流量的 5－20％。

类似地，在步骤 VI 过程中，输送到开始接触再生气体的吸附器的再生气体的流量的百分率不限于在上述实例中的排料管道 16 中流量的 10％。该百分率一般严格地低于管道 16 中流量的 50％，有利地低于管道 16 中流量的三分之一，优选为管道 16 中流量的 5－20％。

作为该方法的变型和与上述流量的百分率值无关，可以预定步骤 I 或步骤 IV 的持续时间，使得它超过吸附器的吸附期持续时间（即在图 2 所示的循环中从步骤 I 到步骤 V 的时间）的约 1％，有利地超过该吸附期的持续时间的约 5％，优选为该吸附期的持续时间的 10－20％。

类似地，可以预先确定步骤 VI 的持续时间，使得它超过吸附器的再生期的持续时间（即从步骤 VI 到 VIII 的持续时间）的约 1％，有利地超过该再生期的持续时间的约 5％，优选为该再生期的持续时间的 10－20％。

此外，尽管以上就适于保留作为杂质的水和二氧化碳的吸附器 11A 和 11B 进行了描述，但本发明的方法也适用于具有适于优选仅固定水的吸附剂的处理单元。

另外，虽然就具有仅两个吸附器的处理单元 11 进行了描述，但根据本发明的方法也适用于包括单独或成组例如成对操作的更大数目的吸附器的

单元。因此，术语“吸附器”必须理解为指单独操作的一个吸附器或共同操作的一组吸附器。

在包括 2 个以上的吸附器且各自分别单独操作的处理单元的情况下，例如进行具有基本等于循环周期三分之一的补偿的相同循环的三个吸附器，根据本发明的方法证明是特别有利的，当吸附处理大部分时间通过吸附期的单一吸附器处理（如在图 2 中所示的循环的步骤 III 的过程中）。更通常，对于包括进行循环时间 T 的 N 个吸附器的处理单元，其中 N 大于或等于 2，根据本发明的方法证明是有利的，当各吸附器的吸附期的持续时间是在 T/N（包括端值）和 2T/N（不包括端值）之间时。

再次，在包括 2 个以上吸附器的单元的情况下，以及如果在该循环的既定时间间隔内，至少两个吸附器处于再生期，来自开始与再生气流的一部分接触的吸附器的料流可以与该料流的剩余部分如上所述直接混合，或在该料流的剩余部分被输送到终止其再生期的另一吸附器之后混合。这是因为，如在步骤 VII 和在图 2 所示循环的步骤 VIII 的开始时所述，来自再生一定时间的吸附器的料流不再具有足够的含量和流速的波动。因此，该稳定料流可以用于稀释来自开始接触再生气体的吸附器的料流。

如在图 5 中所示，作为变型，低温分离单元可以用适于生产具有预定氢气/一氧化碳比率的渗透物的渗透单元 20 代替，同时形成了非渗透物，以与在图 1 所示装置 1 的管道 16 中的料流相同的方式输送到处理单元 11 中。这样形成的装置 21 可以生产具有尤其随时间稳定的氢气/一氧化碳比率的料流，根据本发明的方法确保了就流速稳定性、氢气和一氧化碳含量和温度而言通过管道 13 向单元 20 恰当地进料。

作为本发明方法的一个变型（未示出），来自刚刚开始其吸附期或刚刚接触再生气体的吸附器的料流可以至少部分输送到废料网络中以便再利用，例如作为燃烧气体（燃料气），尤其如果由下游单元 14 或 20 引起的氢气和/或一氧化碳收率损失可以接受的话。

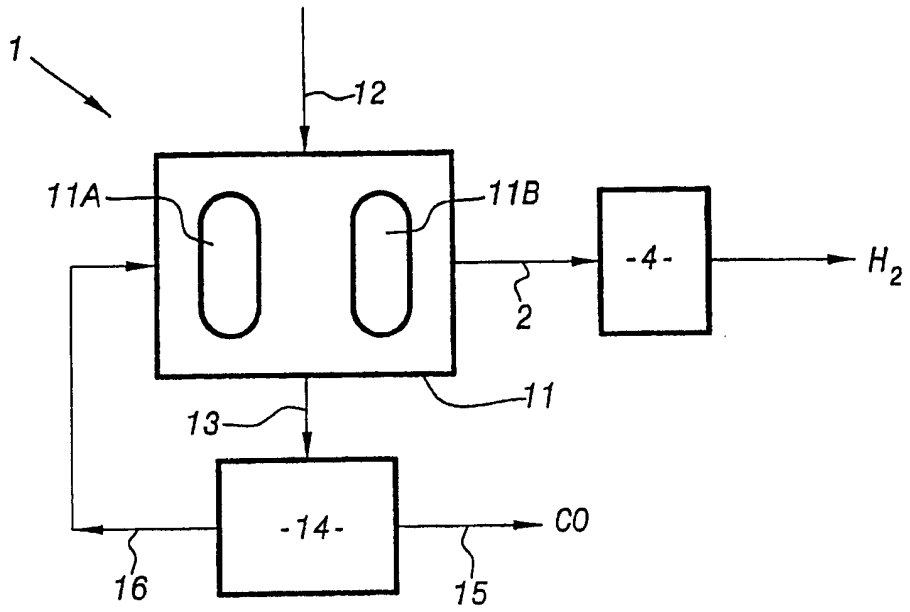


图1

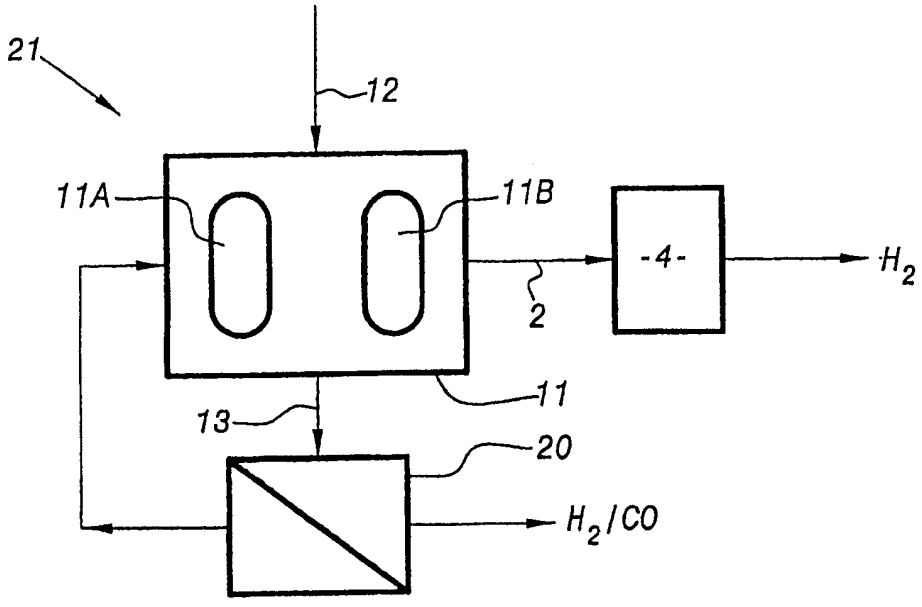


图5

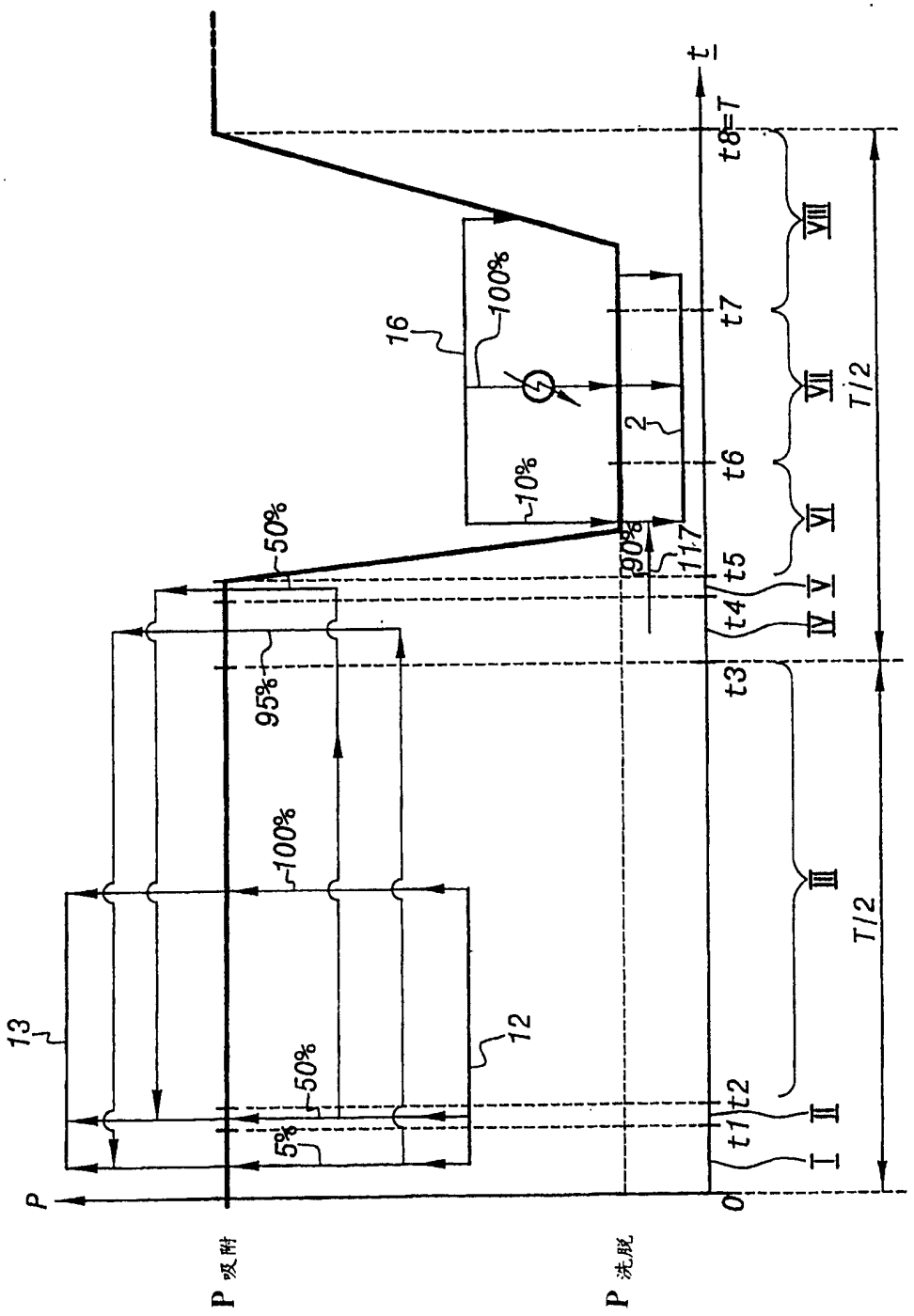

P
P吸附
P洗脱
0
t
t1
t2
t3
t4
t5
t6
t7
t8=T
I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
T/2
T/2
5%
50%
100%
95%
50%
90%
117
10%
100%
2
12
13
16

图2

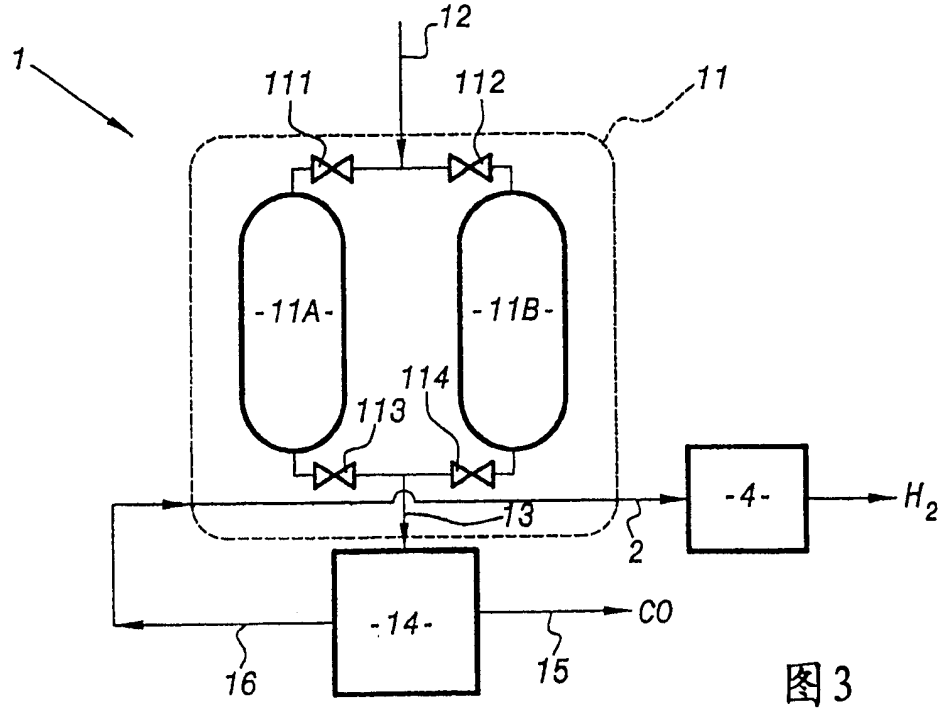

12
1
111
112
11
-11A-
-11B-
114
113
-4-
H_2
13
2
-14-
CO
16
15

图3

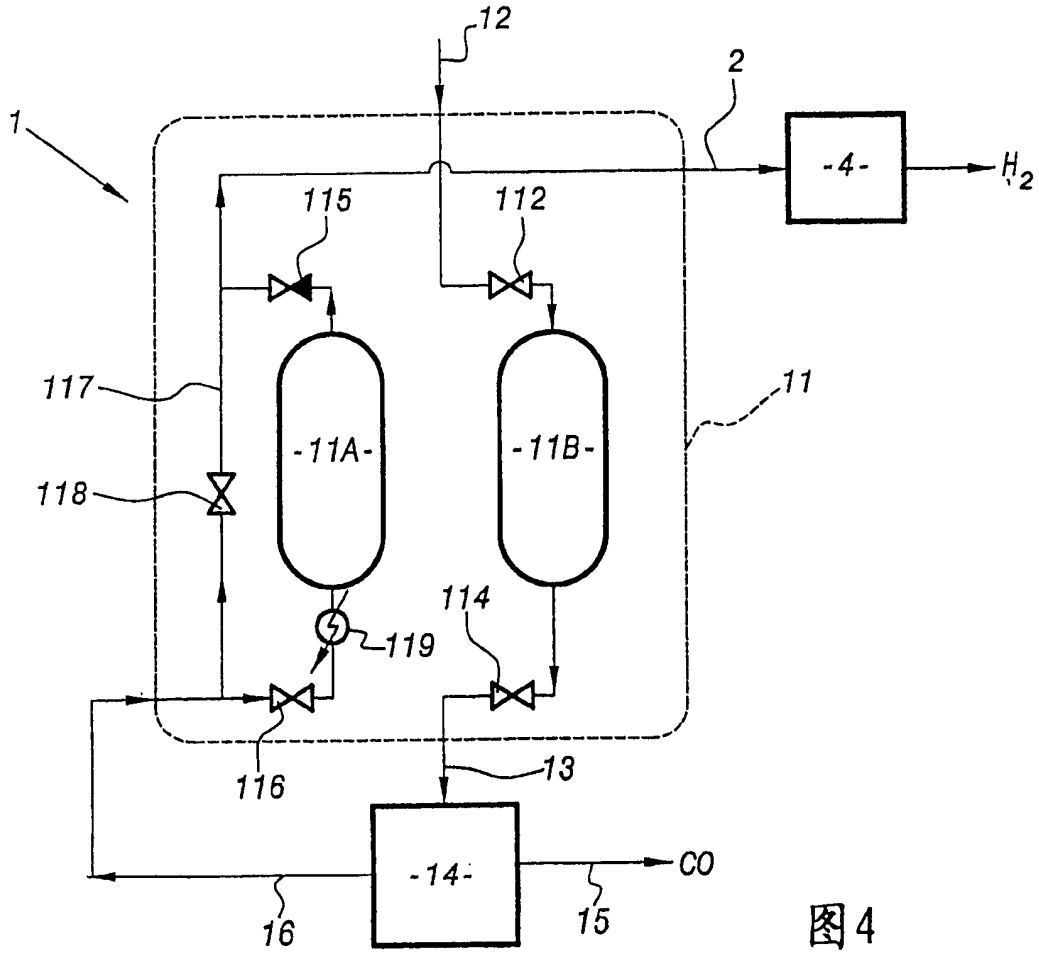

12
2
1
-4-
H_2
115
112
117
11
-11A-
-11B-
118
114
119
116
13
-14-
CO
16
15

图4