

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

B01D 53/053

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98109471.6

[43]公开日 1999 年 3 月 17 日

[11]公开号 CN 1210747A

[22]申请日 98.4.22 [21]申请号 98109471.6

[30]优先权

[32]97.4.23 [33]US[31]842124

[71]申请人 美国 BOC 氧气集团有限公司

地址 美国新泽西州

[72]发明人 董宪哲

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

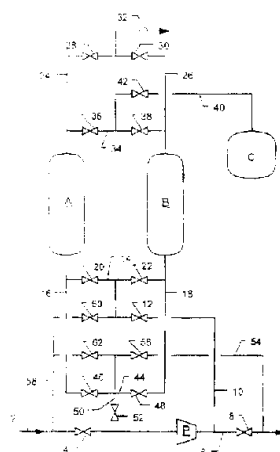
代理人 罗才希

权利要求书 5 页 说明书 13 页 附图页数 4 页

[54]发明名称 压变吸附工艺和装置

[57]摘要

一种在一对吸附容器中分离混合气体中的成分的工艺过程和设备,它采用一个单独的气体压缩机/气泵将气体送入或排出吸附容器。在该操作循环中该气体压缩机/气泵连续操作。吸附操作循环是不对称的,即在一个吸附器内进行的步骤序列不同于在另一个吸附器内进行的步骤序列。该设备包括一个中继气体储存器,它用来暂时地储存来自吸附容器的非吸附气体出口端的气体,这样能够在吸附操作循环的吸附剂再生步骤完成后对该吸附容器部分地加压。



权 利 要 求 书

1. 一种用来在一个系统中从一种包括第一成份和第二成份的输入气体中生产富含第一成份的气体的工艺,该系统包括一个气体储存器和至少两个吸附区域,各吸附区域包含一种吸附剂,所说吸附剂有选择地吸附所说第二成份,包括
5 重复地执行下面的步骤:

(i) 通过在一个所说吸附区域顺流地导入输入气体并且顺流地从该处排放富含第一成份的气体,在系统的一个所说吸附区域生产富含第一成份的气体,同时通过从系统的另一个吸附区域中顺流地除去气体并且将其储存到气体储存器中,使系统中的该吸附区域部分地减压;
10

(ii) 通过顺流地将气体从一个所说吸附区域输送到所说气体储存器,使一个所说吸附区域部分地减压,同时从另一个所说吸附区域逆流地排放富含第二成份的气体;

(iii) 对系统的一个所说吸附区域进行清洁,这是通过顺流地将另一个所说吸附区域内的气体抽出并逆流地送入在该步骤(iii)中被清洁的一个所说吸附区域来进行的,与此同时,还逆流地从一个被清洁的吸附区域中抽出气体;
15

(iv) 从一个所说吸附区域内逆流地排放富含第二成份的气体,同时通过逆流地将气体从储存器输送到至少另一个吸附区域,使该吸附区域部分地加压;

(v) 对系统中不是在步骤(iii)中被清洁的一个所说吸附区域进行清洁,这是通过逆流地将气体由所说气体储存器输送到该吸附区域中,同时从一个在此步骤(v)被清洁的所说吸附区域中逆流地排放富含第二成份的气体来完成的,同时还通过顺流地将输入气体导入在步骤(iv)中被部分加压的吸附区域而使该吸附区域进一步加压;
20

(vi) 通过从气体储存器中将气体逆流地输送到系统的一个所说吸附区域内而使该区域部分地加压,同时顺流地将输入气体导入一个不是在步骤(i)中所说的吸附区域的所说吸附区域中,以此来生产富含第一成份的气体,并且顺流地将富含第一成份的气体从该处排放;
25

(vii) 将输入气体顺流地导入在步骤(vi)中被加压的吸附区域,从而使该吸附区域进一步加压,同时对于在步骤(vi)中所涉及的所说吸附区域,顺流地导入输入气体并顺流地排放富含第一成份的气体。
30

2. 根据权利要求1的工艺,其特征在于:该系统包括一个气体储存器和一对或多对第一和第二吸附区域,对于各对第一和第二吸附区域,工艺步骤是:

(i) 通过顺流地将输入气体导入到所说第一吸附区域,并且顺流地将富含第一成份的气体从此处排出,从而生产富含第一成份的气体产品,同时通过顺流地将气体从所说第二吸附区域中输送到气体储存器中,从而使该第二吸附区域部分地减压;

(ii) 通过顺流地将气体从所说第一吸附区域输送到所说气体储存器中而使该第一吸附区域部分地减压,同时从所说第二吸附区域逆流地排放富含第二成份的气体;

(iii) 通过将气体顺流地输出所说第一吸附区域并且逆流地输入所说第二吸附区域而对该第二吸附区域进行清洁,同时逆流地从所说第二吸附区域排出富含第二成份的气体;

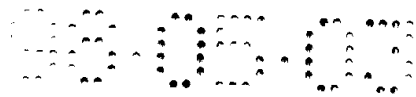
(iv) 从所说第一吸附区域中逆流地排放富含第二成份的气体,同时通过逆流地将气体从所说气体储存器输送到所说第二吸附区域而使该区域部分地加压;

(v) 通过逆流地将气体从所说气体储存器输送到所说第一吸附区域并且逆流地从所说第一吸附区域中排放气体,而对第一吸附区域进行清洁,同时通过顺流地将输入气体导入到所说第二吸附区域中而使该第二吸附区域进一步加压;

(vi) 通过逆流地将气体从所说气体储存器输送到所说第一吸附区域中而使该第一吸附区域部分地加压,同时通过顺流地将输入气体导入所说第二吸附区域,并且顺流地从此处排放富含第一成份的气体,从而生产出富含第一成份的气体产品;和

(vii) 通过顺流地将输入气体导入到所说第一吸附区域中使该区域进一步加压,同时通过顺流地将输入气体导入所说第二吸附区域并且顺流地从此处排放富含第一成份的气体,从而继续生产富含第一成份的气体产品。

3. 根据权利要求2的工艺,其特征在于:输入气体以第一预定压力在步骤(v)中被导入到所说第二吸附区域,而在步骤(vii)被导入到所说第一吸附区域,并且该输入气体以在第一预定压力基础上增加的一个第二预定压力在步骤(i)中被导入到所说第一吸附区域,而在步骤(vi)和(vii)中被导入到所说第二吸附区域。



4. 根据权利要求 3 的工艺,其特征在于:所说第一预定压力在约 0.6 至 2 巴的范围内,所说第二预定压力在约 1 至 5 巴的范围内。

5. 根据权利要求 4 的工艺,其特征在于:所说第一预定压力在约 0.8 至 1.2 巴的范围内,而所说第二预定压力在约 1 至 2 巴的范围内。

5 6. 根据权利要求 4 的工艺,其特征在于:至少在步骤(ii)和(iii)的一部分中所说第二吸附区域中的压力以及至少在步骤(iv)和(v)的一部分中所说第一吸附区域中的压力,在约 0.1 至 1 巴的范围内。

7. 根据权利要求 5 的工艺,其特征在于:至少在步骤(ii)和(iii)的一部分中所说第二吸附区域中的压力以及至少在步骤(iv)和(v)的一部分中所说第一吸附区域中的压力,在约 0.2 至 0.8 巴的范围内。

8. 根据权利要求 3 的工艺,其特征在于:所说的输入气体是空气,而所说的第一预定压力是大气压,而且所说第二成份是氮。

9. 根据权利要求 8 的工艺,其特征在于:所说第一和第二吸附区域包含不同的吸附剂。

15 10. 根据权利要求 3 的工艺,其特征在于:
 用一个气泵装置进行步骤(i)至(vii);

 所说气泵装置用于将输入气体在(i)步骤中导入到所说第一吸附区域中,在(vi)和(vii)步骤中导入所说第二吸附区域,并且用于在将富含第二成份的气体在步骤(ii)和(iii)中从所说第二吸附区域中排放,在步骤(iv)和(v)中从所说第一吸附区域中排放;和

20 所说气泵装置用于将富含第一成份的气体在步骤(i)中从所说第一吸附区域中排放,在步骤(vi)和(vii)中从所说第二吸附区域中排放,并且用于将富含第二成份的气体在步骤(ii)和(iii)中从所说第二吸附区域中排放,在步骤(iv)和(v)中从所说第一吸附区域中排放。

25 11. 根据权利要求 2 的工艺,其特征在于:
 所说系统具有一对吸附区域;和

 在步骤(i)中从所说第二吸附区域顺流送出的气体被充入第一气体储存器;在步骤(ii)中从所说第一吸附区域顺流送出的气体被充入第二气体储存器;在步骤(iv)中逆流地输送到所说第二吸附区域中的气体是从所说第一和第二气体储存器中的一个储存器所排出的气体;而在步骤(v)和(vi)中逆流地输送到所说第一

30

吸附区域中的气体是从所说第一和第二气体储存器中的另一个储存器中所排出的气体。

12. 根据权利要求 1 的工艺还包括,在步骤(i)和步骤(ii)之间加入了这样的步骤,即通过顺流地将输入气体导入到在步骤(i)中的所说吸附区域中的一个所说区域,并且顺流地从此处排放富含第一成份的气体,从而生产富含第一成份的气体产品,同时逆流地从在步骤(i)中所说吸附区域中的另一个所说区域中排放富含第二成份的气体。

13. 根据权利要求 1 或权利要求 12 的工艺还包括,在步骤(iv)和(v)之间加入这样的步骤,即从步骤(iv)中所说吸附区域中的一个所说吸附区域逆流地排放富含第二成份的气体,同时通过逆流地将富含第一成份的气体输入到步骤(iv)中所说吸附区域中的另一个所说吸附区域中,而使该吸附区域部分地加压,并且在步骤(vi)和(vii)之间加入这样的步骤,即通过逆流地将富含第一成份的气体导入步骤(vi)中所说的第一和第二吸附区域中的一个吸附区域而对该吸附区域部分地加压,同时通过顺流地将输入气体导入到在步骤(vi)中所说吸附区域中的另一个所说吸附区域并且顺流地将富含第一成份的气体从此处排放,从而生产出富含第一成份的气体产品。

14. 一个用于分离输入气体的系统包括:

- (a) 一对吸附区域,各区域都有一个入口和一个出口,且每个区域包含一种吸附剂,该吸附剂有选择地吸附所说输入气体中的一种成份;
- (b) 一个气体储存容器;
- (c) 有一个进口和一个出口的气泵装置;
- (d) 吸附区域抽气管道装置,该装置将各吸附区域的入口与所说气泵装置的入口相连,所说吸附区域抽气管道装置包括阀装置,以便切断一个或两个所说吸附区域的入口与所说气泵装置入口之间的连通;
- (e) 带阀装置的第一输入气体管道装置,它将一个输入气体源与所说气泵装置的入口相连;
- (f) 带阀装置的第二输入气体管道装置,它将所说输入气体源与各所说吸附区域的入口相连;
- (g) 将所说气泵装置的出口与各吸附区域的入口连接的吸附区域输入管道装置,所说吸附区域输入管道装置包括阀装置,以便切断所说气泵装置出口与

一个或两个所说吸附区域的入口之间的连通;

(h) 带有阀装置的抽气排放管道装置,它将所说气泵装置的出口与抽气排放处相连;

(i) 产品气体管道装置,该装置将各吸附区域的出口与产品气体排放处相连,该产品气体管道装置包括阀装置,以便切断一个或两个所说吸附区域的出口与产品气体排放处之间的连通;

(j) 带有阀装置的横向管道装置,它连接各所说吸附区域的出口;和

(k) 将各吸附区域出口与所说气体储存容器连接的中继储存管道装置,该中继气体储存管道装置包括阀装置,以便切断一个或两个所说吸附区域出口与气体储存容器之间的连通。

15. 根据权利要求 14 的系统还包括:

(a) 第二产品气体管道装置,该装置将各吸附区域的出口与所说气泵装置的进口相连,所说第二产品气体管道装置包括阀装置,以便切断一个或两个所说吸附区域的进口与所说气泵装置入口之间的连通;和

(b) 产品气体排放管道装置,该装置将所说气泵装置的出口与所说产品气体排放处相连,所说抽气排放管道包括阀装置。

16. 根据权利要求 14 的系统,还带有第一和第二中继气体储存容器,将所说第一吸附区域的出口与所说第一中继气体储存容器相连的第一中继储存管道装置,所说第一中继气体储存装置的管道装置包括阀装置,以便切断一个或两个所说吸附区域出口与所说第一中继气体储存容器之间的连通,还包括将所说第二吸附区域的出口与所说第二中继储存容器相连的第二中继储存管道装置,所说第二中继气体储存装置的管道装置包括阀装置,以便切断一个或两个所说吸附区域出口与所说第二中继气体储存容器之间的连通。

说明书

压变吸附工艺和装置

5 本发明涉及一种分离混合气体成份的工艺,更特别地涉及通过新型的压变吸附工艺来分离气体成份。本发明特别适应于在接近大气压的情况下分离空气的成份。

压变吸附(PSA)工艺越来越普遍地用于分离含有两种或更多种成份的混合气体,在这些成份中,通过一种选择的吸附剂,在加压的条件下,至少有一种成份
10 比另一种成份更容易被吸附。最基本的工艺过程包括一个在封闭的细长容器中进行的操作循环,该容器中包含一种选择的吸附剂,并且该容器有一个输入气体的入口和一个非吸附产品气体的出口。该操作循环包括一个吸附步骤,在该步骤中加压的混合气体顺流地(从输入气体的入口向非吸附产品气体的出口)通过一个或多个这种封闭的容器,从而导致容易被吸附的成份被有选择地吸附,而不容易被吸附的成份从吸附容器中作为非吸附产品气体被排出;该操作循环还包括
15 一个吸附剂再生步骤,在该步骤中,从吸附容器中逆流地(与顺流的方向相反)排走处理气体,从而减少吸附容器中的压力并且使容易被吸附的成份从吸附剂中解吸附。被解吸附的气体通过该容器的入口被排出,作为一种废气排掉或作为一种第二产品被收集起来。

20 自从发现基本的吸附操作循环,多年以来,已在该操作循环中加入了各种步骤来改进该工艺的产品气体的产量和纯度。因此,为节省能量和改善产量,已在该操作循环中加入了床补偿步骤,在此操作循环中两个或更多的吸附容器平行但不同步地操作,这样一个或多个容器处于吸附模式而一个或多个其它的容器处于床再生模式。床补偿包括将气体从系统中的一个刚完成吸附步骤并含有
25 加压气体的容器中输送到系统中的另一个容器中,该另一个容器刚完成其床再生步骤并处于低压状态。还加入了一个产品回送步骤,以便增加非吸附产品气体的纯度。在产品回送步骤中,非吸附产品气体逆流地通过吸附容器,这样强迫容易被吸附的气体流向容器的输入气体的入口。这样就在随后的操作循环吸附步骤中的早期阶段中减少或消除了非吸附产品气体的掺杂。

30 授权给 Hirooka et al. 的美国专利 5,122,164,揭示了一个两床 PSA 工艺,该

工艺有一个操作循环,除了有一个床补偿步骤及带有任选的床抽气和产品回送步骤之外,该操作循环以一个清洁步骤为特征。对该专利的说明包含在本文的参考资料中。

5 授权给 Girard et al. 的美国专利 5,536,299,揭示了一个用于气体分离的 PSA 工艺,在此工艺过程中操作循环的步骤与后面的操作循环的步骤重叠。已证明该揭示的操作循环导致了生产能力的增加和动力消耗的减少。

授权给 Baksh et al. 的美国专利 5,565,018,显示了采用分离的外部气体储存罐从空气中生产氧气的过程。

10 为达到在工艺过程中通过增加产量或加强所需产品的纯度或减少能量来改善 PSA 的效率的目的,人们正在进行不懈的努力。授权给 LaSala et al. 的美国专利 5,370,728,揭示了一个单独吸附容器的系统,该系统采用一个单独的气体压缩机将输入气体充入吸附容器中并且在床再生过程中对容器抽气。

最理想的是有一个复合过程,可以更经济和更有效地进行操作。本发明在此达到了这一目的。

15 本发明得到了节省能量的好处,这是由于采用了一个暂存罐接收部分提纯的气体,该气体是从系统中的吸附容器排出的,其压力介于非吸附气体产生的压力和最终的抽气压力之间,并且利用该暂存罐中的气体作为吸附容器的一种清洁气体和一个部分加压的气体。在吸附系统包括一对吸附容器的情况下,通过采用单独的气体压缩机/泵在允许该压缩机/泵连续工作的吸附操作循环中对系统的
20 的吸附容器进行加压和抽气,实现了资金费用的经济性和能量的经济性。

在一个主要的实施例中,本发明包括一个工艺过程,用来在一个系统中从一种包括第一成份和第二成份的输入气体中生产富含第一成份的气体,该系统包括至少一个气体储存器和至少两个吸附区域,各吸附区域包含一种吸附剂,该吸附剂相对于第一成份有选择地吸附第二成份。该主要工艺过程包括重复地执行
25 下面的步骤:

(i) 通过在至少一个吸附区域顺流地导入输入气体并且顺流地从该处排放富含第一成份的气体,在系统的至少一个吸附区域生产富含第一成份的气体,同时通过从系统的至少另一个吸附区域中顺流地除去气体并且将其储存到气体储存器中,使系统中的该吸附区域部分地减压。

30 (ii) 通过顺流地将气体从至少一个吸附区域输送到气体储存器,使至少一

的至少一个吸附区域内继续生产富含第一成份的气体,并顺流地将富含第一成份的气体从此处排出。

本发明的工艺可以在一对或多对吸附区域中进行,或者在三个或更多的串联操作的吸附区域中进行。

5 本发明的一个优选实施例包括在系统中进行本发明的工艺过程,该系统包括一个气体储存器和一对或多对第一和第二吸附区域,对于各对第一和第二吸附区域,工艺步骤是:

(i) 通过顺流地将输入气体导入到第一吸附区域,并且顺流地将富含第一成份的气体从此处排出,从而生产富含第一成份的气体产品,同时通过顺流地将
10 气体从第二吸附区域输送到气体储存器中,从而使该第二吸附区域部分地减压;

(ii) 通过顺流地将气体从第一吸附区域输送到气体储存器中而使该第一吸附区域部分地减压,同时从第二吸附区域逆流地排放富含第二成份的气体;

(iii) 通过将气体顺流地输出第一吸附区域并且逆流地输入第二吸附区域而对第二吸附区域进行清洁,同时逆流地从该区域排出富含第二成份的气体;

15 (iv) 从第一吸附区域中逆流地排放富含第二成份的气体,同时通过逆流地将气体从气体储存器输送到第二吸附区域而使该区域部分地加压;

(v) 通过逆流地将气体从气体储存器输送到第一吸附区域并且逆流地从第一吸附区域中排放气体而对第一吸附区域进行清洁,同时通过顺流地将输入气体导入到第二吸附区域中而使该第二吸附区域进一步加压;

20 (vi) 通过逆流地将气体从气体储存器输送到第一吸附区域中而使该第一吸附区域部分地加压,同时通过顺流地将输入气体导入第二吸附区域,并且顺流地从此处排放富含第一成份的气体,从而生产出富含第一成份的气体产品;和

(vii) 通过顺流地将输入气体导入到第一吸附区域中使该区域进一步加压,同时通过顺流地将输入气体导入第二吸附区域并且顺流地从此处排放富含第一成份的气体,从而继续生产富含第一成份的气体产品。
25

在一对或多对吸附区域中进行的本发明的实施例的一个更好的特点是,该工艺过程还包括:在步骤(i)和步骤(ii)之间加入了这样的步骤,即通过顺流地将输入气体导入到第一吸附区域中并且顺流地从此处排放富含第一成份的气体,从而生产富含第一成份的气体产品,同时逆流地从第二吸附区域中排放富含第二成份的气体。在本实施例的一个更优的特点中,该工艺过程还包括在步骤(iv)和
30

(v)之间加入这样的步骤,即从第一吸附区域逆流地排放富含第二成份的气体,同时通过逆流地将富含第一成份的气体输入到第二吸附区域中而使该吸附区域部分地加压,并且在步骤(vi)和(vii)之间加入这样的步骤,即通过逆流地将富含第一成份的气体导入第一吸附区域而对该区域部分地加压,同时通过顺流地将输入气体导入到第二吸附区域并且将富含第一成份的气体顺流地从此处排放,从而生产出富含第一成份的气体产品。

在以成对的吸附容器进行的实施例,输入气体通常以第一预定压力在步骤(v)中被导入到第二吸附区域,而在步骤(vii)被导入到第一吸附区域,并且该输入气体通常以从第一预定压力为基础增加的一个第二预定压力在步骤(i)中被导入到第一吸附区域,而在步骤(vi)和(vii)中被导入到第二吸附区域。第一预定压力在约 0.6 至 2 巴的范围内较好,第二预定压力在约 1 至 5 巴的范围内较好,并且至少在步骤(ii)和(iii)的一部分中第二吸附区域中的压力以及至少在步骤(iv)和(v)的一部分中第一吸附区域中的压力,在约 0.1 至 1 巴的范围内较好。第一预定压力最好在约 0.8 至 1.2 巴的范围内,而第二预定压力最好在约 1 至 2 巴的范围内,并且至少在步骤(ii)和(iii)的一部分中第二吸附区域中的压力以及至少在步骤(iv)和(v)的一部分中第一吸附区域中的压力,最好在约 0.2 至 0.8 巴的范围内。

在以成对的吸附容器进行的实施例中的一个更好的特点是,所有的工艺步骤都是由一个单独的泵装置进行的。该特点的一种形式是,该气泵装置用于将输入气体在(i)步骤中导入到第一吸附区域中,在(vi)和(vii)步骤中导入第二吸附区域,并且用于在将富含第二成份的气体在步骤(ii)和(iii)中从第二吸附区域中排放,在步骤(iv)和(v)中从第一吸附区域中排放。该特点的另一种形式是,该气泵装置用于将富含第一成份的气体在步骤(i)中从第一吸附区域中排放,在步骤(vi)和(vii)中从第二吸附区域中排放,并且用于将富含第二成份的气体在步骤(ii)和(iii)中从第二吸附区域中排放,在步骤(iv)和(v)中从第一吸附区域中排放。

在本发明的任何实施例中,各种吸附区域可以包括不同的吸附剂。同样,在任何实施例中,输入气体最好是空气,当输入气体是空气时,第二成份最好是氮。

本发明的另一个更好的特点是,该系统中工艺过程是在一对吸附区域和一对气体储存器中进行的。在此方面,在步骤(i)中从第二吸附区域顺流送出的气体被充入第一气体储存器;在步骤(ii)中从第一吸附区域顺流送出的气体被充入第二气体储存器;在步骤(iv)中逆流地输送到第二吸附区域中的气体是从第一和第

二气体储存器中的一个储存器所排出的气体;而在步骤(v)和(vi)中逆流地输送到第一吸附区域中的气体是从第一和第二气体储存器中的另一个储存器中所排出的气体。

5 本发明还包括一个设备的实施例,该设备包括一个用来将输入气体吸附分离的系统,该系统包括:

(a) 一对吸附区域,各区域都有一个入口和一个出口,且每个区域包含一种吸附剂,该吸附剂有选择地吸附输入气体中的一种或多种成份;

(b) 一个气体储存容器;

(c) 有一个进口和一个出口的气泵装置;

10 (d) 吸附区域抽气管道装置,该装置将各吸附区域的入口与气泵装置的入口相连,吸附区域抽气管道装置包括阀装置,以便切断一个或两个吸附区域入口与泵装置入口之间的连通;

(e) 带阀装置的第一输入气体管道装置,它将一个输入气体源与气泵装置的入口相连;

15 (f) 带阀装置的第二输入气体管道装置,它将该输入气体源与各吸附区域的入口相连;

(g) 将气泵装置的出口与各吸附区域的入口连接的吸附区域输入管道装置,该吸附区域输入管道装置包括阀装置,以便切断气泵装置出口与一个或两个吸附区域的入口之间的连通;

20 (h) 带有阀装置的抽气排放管道装置,它将气泵装置出口与抽气排放处相连;

(i) 产品气体管道装置,该装置将各吸附区域的出口与产品气体排放处相连,该产品气体管道装置包括阀装置,以便切断一个或两个吸附区域的出口与产品气体排放处之间的连通;

25 (j) 带有阀装置的横向管道装置,它连接各吸附区域的出口;和

(k) 将各吸附区域出口与气体储存容器连接的中继储存管道装置,该气体储存管道装置包括阀装置,以便切断一个或两个吸附区域出口与气体储存容器之间的连通。

一个较优点是,该设备还包括一个第二产品气体管道装置,该装置将各吸附区域的出口与气泵装置的进口相连,该第二产品气体管道装置包括阀装置,以

便切断一个或两个吸附区域的进口与气泵装置入口之间的连通;该设备还包括产品气体排放管道装置,该装置将气泵装置的出口与产品气体排放处相连,抽气排放管道包括阀装置。在另一个较优特点中,输入气体为环境空气,而吸附区域含有从空气中有选择地吸附氮的吸附剂。

5 在一个优选实施例中,第一和第二吸附区域含有不同的吸附剂。

在另一个优选实施例中,该系统带有第一和第二气体储存容器;将第一吸附区域的出口与第一中继气体储存容器相连的第一中继储存管道装置,该第一中继气体储存装置的管道装置包括阀装置,以便切断一个或两个吸附区域出口与第一中继气体储存容器之间的连通;还包括将第二吸附区域的出口与第二中继
10 储存容器相连的第二中继储存管道装置。

图 1 是一个表示能够用于一个本发明的实施例中的吸附系统的示意图。

图 2A-2J 是表示在图 1 所示的吸附系统中所进行的较优吸附操作循环的步骤的示意图,该系统采用一个压缩/泵将输入气体充入吸附容器,并将已吸附气体从这些容器中抽出。

15 图 3A-3J 是表示在图 1 所示的吸附系统中所进行的较优吸附操作循环的步骤的示意图,该系统采用一个压缩/泵将非吸附产品气体从吸附容器中抽出,并将吸附的气体从这些容器中抽出。

图 4A-4J 是表示在图 1 所示的吸附系统中所进行的较优吸附操作循环的步骤的示意图,该系统采用一个压缩/泵将输入气体充入吸附容器中并且将吸附的
20 气体从这些容器中抽出,并用一对贮气罐来保存中继储存气体;

在各图中用相同的标识数字和字母表示相同或类似的部件。

从附图中可以更好地理解本发明,在这些不同的附图中,相同的标识字母或数字被用来表示相同或类似的设备零件。为简化起见,对于理解本发明不必要的辅助设备,包括压缩机、热交换器和阀,都已经从图中省略掉。

25 现在参考附图,特别参考图 1,图中显示了一个吸附系统,该系统包括一对平行配置的吸附容器 A 和 B、气体储存容器 C 和气体压缩机/泵 P,以及用来输送通过系统的各种气体的带阀管道。容器 A 和 B 可以有相同的尺寸,可或者容器 B 小于或大于容器 A。在容器 A 和容器 B 中装有一种吸附剂,对于输入气体中的另外一种或多种成份来说,这种吸附剂更容易吸附该输入气体中的其它的一
30 种或多种成份。容器 A 和 B 可以装有相同的吸附剂,也可以装有不同的吸附剂。

储气罐 C 是一种传统的储气容器;如果需要,它也可以装吸附剂。

泵 P 可以是气体压缩机、排气机、泵等,只要在各种本工艺过程所经历的压力之下,它能够 5 将气体送入容器并将气体从容器中排放。气泵 A 最好在正压和负压下都能有效地操作,因为在本发明的优选实施例中,要用它将输入气体在大气压下或正压下导入系统中,并且还要在吸附剂再生过程中对容器 A 和 B 抽气。

在如图 1 所示的系统中,带有阀 4 的气体输入管线 2 将一个输入气体源连接到泵 P 的入口端。带有阀 8 的废气排放管线 6 将泵 P 的出口与废气排放处相连。在阀 8 的上游,带阀 12 的管线 10 将管线 6 连接到吸附容器入口多支管 14 10 上。多支管 14 经过阀 20 和 22 与吸附容器入口管线 16 和 18 相连。分别带有阀 28 和 30 的管线 24 和 26 将容器 A 和 B 的非吸附气体出口连接到非吸附产品气体排放管线 32 上。横向管线 34 分别经过阀 36 和 38 与管线 24 和 26 连接。带有阀 42 的中继储气罐供给管线 40 将罐 C 与管线 34 在阀 36 和 38 之间的地方连接起来。管线 16 和 18 分别经过阀 46 和 48 将容器 A 和 B 的入口端连接到抽气多支管 44 上。经过带有阀 52 的抽气管线 50,多支管 44 与输入管线 2 相 15 连。在阀 8 的下游,带有阀 56 的泵废气支管线 54 将多支管 44 与废气排放管线 6 相连。泵输入气体支管线 58 经过阀 60 将管线 2 连接到管线 10,并且在阀 56 的上游经过阀 62 将管线 2 连接到管线 54 上。

下面将对本发明的工艺过程进行描述,根据图 2A-2J 所示的操作循环,该工 20 艺过程在图 1 所示的系统中分离空气的方法生产一种富含氧的非吸附的气体产品。图 2B、2F 和 2I 中所示的步骤是可选的,但它们将包括在所述的操作循环中,因为本发明的最有效的特点中包括了这些操作循环。在这个实施例中,容器 A 和 B 中装有对氮有选择性的吸附剂,如 A 型或 X 型的沸石。容器中可以包含第一床干燥剂,如活化铝或硅胶体,以便从空气中除去水份。如果铝是活化的话,该 25 干燥剂还可以除去空气中的二氧化碳;换句话说,二氧化碳一般将在主吸附剂的最初部分中被吸附,这是由于它比氮更容易被上述的吸附剂吸附。泵 P 在操作循环中的各步骤中都工作。下面叙述的压力和步骤过程仅仅是示例性的操作,以便通过所揭示的过程描述将空气分离成富含氧和贫含氧的成份的吸附系统。然而,应该理解的是这些说明不构成限制。

30 在步骤 1(图 2A)中,最初阀 4、12、20、38 和 42 打开,其它阀均关闭。

8、42、38、46和52打开。借助于泵P,通过管线16、50和2从容器A中抽出气体,并通过管线6排放到环境中。该步骤一般持续约3至15秒。

该工艺过程的下一个步骤即步骤6(图2F),是可选择的。在此步骤中,阀8、30、46和52打开,其它阀均关闭。由泵P通过管线16、50、2和6继续逆流地从容器A中抽气,至压力为约0.2到1.0巴为止,同时通过管线32和26将富含氧的气体产品逆流地送入容器B中,使容器B进行其第二次部分减压,至压力为约0.4至1.0巴。该步骤持续约0到15秒。

在工艺过程的下一个步骤,步骤7中(图2G),只有阀8、22、36、42、46、52和60打开。从罐C流出的气体逆流地进入容器A中并且伴随着由泵P通过管线16、50、2和6从容器中逆流地抽气,使其最后的压力为约0.2到1.0巴,同时容器B接受其工艺过程的第三次部分减压,这是通过管线2、58,以及管线10的尾端和管线14及18将大气中的空气以大气压顺流地导入该容器中而完成的。该步骤约持续4至15秒。

操作循环的第八步骤如图2H所示。在该步骤中,容器A接受其操作循环的第一次部分加压,同时容器B进行其最后一次加压并且开始生产富含氧的气体产品。一般来说,对如此步骤,只有阀4、12、22、36和42在初始时打开,而通过管线40、34和24,容器A由来自储存容器C的逆流气流加压到约0.3到1.0巴的压力,同时容器B中的压力升高到理想的吸附压力(1到约1.6巴),这是通过用泵将大气空气通过管线2、10、14和18顺流地泵入该容器中而完成的。当容器B中的压力达到理想的吸附压力时,阀30打开,富含氧的气体产品通过管线32流到产品储存器中。容器A继续接受来自罐C的气流。该步骤约持续3到15秒。

步骤9,由图2I所示,是该工艺过程中的第三个可选步骤。在此步骤中,通过导入富含氧的气体,容器A被进一步加压,同时容器B进入了生产操作。在该步骤中,只有阀4、12、22、28和30打开。富含氧的气体产品通过管线24逆流地进入容器A中,直至容器A中的压力达到约0.4到1.0巴为止,同时借助于泵P使输入空气以理想的吸附压力继续顺流地充入容器B。该步骤持续约0到10秒。

该工艺过程的第十个步骤也即最后一个步骤由图2J所示。在此步骤中,容器A由大气空气进一步加压,同时容器B继续以理想的吸附压力生产富含氧的

气体产品。对于此步骤,阀 4、12、22、30、46 和 62 打开,其它的阀均关闭。输入空气通过管线 2、58、44 和 16,以大气压顺流地流入容器 A 中,同时输入空气以理想的吸附压力(约 1.0 到 2 巴)通过管线 2、6、10、14 和 18 顺流地充入容器 B,并且富含氧的气体产品被从容器 B 中顺流地排放并通过管线 26 和 32 被送到产品储存处。该步骤约持续 4 到 10 秒。

上述过程有很多不平常的特点。首先,该过程是不对称的,即,由容器 A 执行的步骤组与由容器 B 执行的步骤组不同。部分地由于此原因,非吸附气体产品不是连续地生产的。在图 2A-2J 所示的工艺过程中,非吸附气体产品仅在步骤 1、2、8、9 和 10 中生产。第二,该工艺过程的步骤被修改成提供了一个高能量效率的操作循环。这样,在步骤 7 和 10 中,环境空气被导入到吸附容器而没有用泵 P,在步骤 2 中,容器 B 在没有泵 P 帮助的情况下进行排气。这样使泵可以在这些步骤中用于其它操作。第三个重要特点是在该工艺过程中连续地使用泵 P。由于泵 P 在该工艺过程中的每个步骤中都被使用,所以它从不会闲置。这就节省了大量的能量。在此方面,值得一提的是在步骤 1、2、8、9 和 10 中,泵 P 用来将输入气体送入吸附容器中,并且在步骤 3、4、5、6 和 7 中用来对吸附容器进行抽气。

执行如图 3 所示系列步骤 1 到 10 的工艺过程与执行图 2 所示的步骤 1 到 10 的工艺过程基本相同,不同之处在于:在图 3 的系统中,泵 P 用来在步骤 1 和 2 中从吸附器 A 中抽出富含氧的气体,在步骤 8、9 和 10 中从吸附器 B 中抽出富含氧的气体,同时在图 2 的系列步骤中的步骤 1、2、8、9 和 10 中,泵 P 用来将新的输入气体送入各吸附器中。与图 2 所示的系列步骤中的相应步骤中那些吸附器所经历的压力相比,容器 A 在步骤 1 和 2 中以及容器 B 在步骤 8、9 和 10 中将保持较小的压力,除此之外,二者的结果是相同的。

图 4 显示了一个与图 2 所示系统相类似的系统,所不同的是两个中继储气罐代替了图 2 的系统中的一个罐。当吸附系统包括两个吸附器时,如图 1 所示的系统,并且希望当以不发生或很少地发生混合的方式将气体导入储气罐时,图 4 的系统特别有用。例如,当导入储气罐的气体处于塞状流的条件下时,如当储气罐被平行于流入或流出该储气罐的气流的堵塞的隔板阻挡住时,就发生了这种情况。在向储气罐或从储气罐输送气体的过程中,塞状流操作的优点是从吸附容器的非吸附的出口端排放的气体将是最纯的非吸附的气体,并且该气体最后将

返回到吸附容器中。因此,最纯的非吸附的气体将总是最靠近吸附容器中的非吸附气体出口端;这样相对于非吸附的气体成份,在生产步骤中从吸附容器中排放的非吸附的气体产品将总是最纯的。

在图 4 所示的实施例中,罐 C 用来让气体流入或流出容器 A,而罐 D 用来让
5 气体流入或流出容器 B。然而,返回吸附容器的气体并不必须返回原来盛该气体的容器。例如,储存在罐 C 中的来自容器 A 的气体在步骤 3(图 4C)中可以在步骤 5(图 4E)中返回到容器 B 中,而且在步骤 1(图 4A)中储存在容器 D 中的气体可以在步骤 7 和 8 中(图 4G 和 4H)返回到容器 A 中。

值得欣赏的是,在系统中采用传统的设备来监视和自动管理气流,以便使该
10 系统以有效的方式全自动地连续运转,这也包括在本发明的范围内。

本发明将通过以下的实施例得以进一步说明,除非申明,分数、百分比和比率均以体积为基础。

实施例 1

本实施例说明了采用图 2 所示的步骤序列,用本发明的工艺过程,将空气分
15 离成富含氧的气体和贫含氧气的产品。本实施例用两个相同的圆柱形吸附容器,其直径为 3 英寸,长为 33 英寸。吸附容器中装有 X 型的沸石,该沸石的硅对铝的原子比率约为 1 并且已经与锂和稀土元素交换过离子。(详细描述在美国专利 5,464,467 号中,该文件包括在本文的参考资料中)。该系统用来生产含 90%体积氧气的富含氧的气体产品。在表中说明了以秒计算的步骤的持续时间,以及以绝对压力巴计算的端压力。步骤 1 到 10 分别对应着图 2A 到 2J 所说明的步骤。
20

表

步骤	持续时间,秒	端压力 床 A 巴	端压力 床 B 巴
1	6	1.30	1.22
2	4	1.54	1.05
3	10	1.23	0.58
4	9	1.00	0.55
5	7	0.61	0.72
6	3	0.56	0.84
7	9	0.57	1.00
8	3	0.75	1.17
9	3	0.81	1.38
10	6	1.00	1.57

上述实施例的具体产品是 $43\text{Nm}^3/\text{Hr}/\text{m}^3$ (每小时每立方米吸附剂正常立方米的非吸附气体产品)。产出率是(定义为在非吸附气体产品中的氧摩尔数总量除以输入气体中氧摩尔数的总量)58%。计算的电力消耗是 $0.334\text{Kwh}/\text{Nm}^3\text{O}_2$ (生产每正常立方米富含氧的气体千瓦时)。

5 实施例 2

由图 4 所示的美国专利 5,122,164 的传统的 10 步操作循环重复实施例 1 的流程,使操作循环时间为 60 秒,压力在 1.5 巴到 0.49 巴之间摆动。具体产品为 $43\text{Nm}^3/\text{Hr}/\text{m}^3$,产出率为 58%,计算的电力消耗是 $0.376\text{Kwh}/\text{Nm}^3\text{O}_2$ 。

对实施例 1 和 2 进行比较显示出,相对于采用美国专利 5,122,164 所述的十
10 步操作循环所获得的产出率和电力消耗来说,图 2 所示的操作循环在相当节省电力消耗的条件下提供了基本相同的产出率。

虽然特别参考了具体设备和具体实施例对本发明进行了描述,但这些特点仅是本发明的实施例,并且可以考虑进行各种改变。例如,对某些步骤的顺序可以颠倒。这样,图 2F、3F 和 4F 所示的步骤可以分别放在图 2E、3E 和 4E 所
15 示的步骤之前,或者它们可以分别跟随在图 2J、3J 和 4J 所示的步骤之后,图 2I、3I 和 4I 所示的步骤可以分别放在图 2H、3H 和 4H 所示的步骤之前,或者它们可以分别跟随在图 2J、3J 和 4J 所示的步骤之后。另外,在一个步骤中在一个或两个吸附器中发生的活动可以与下一个步骤中在一个或两个吸附器中发生的活动重叠。例如,用储存在罐 C 中的气体对容器 A 进行部分加压,如图
20 2H、3H 和 4H 所示,可以分别与如图 2I、3I 和 4I 所示的容器 A 中产品回送步骤部分地重叠。本发明的范围仅由所附权利要求的外延所限定。

说明书附图

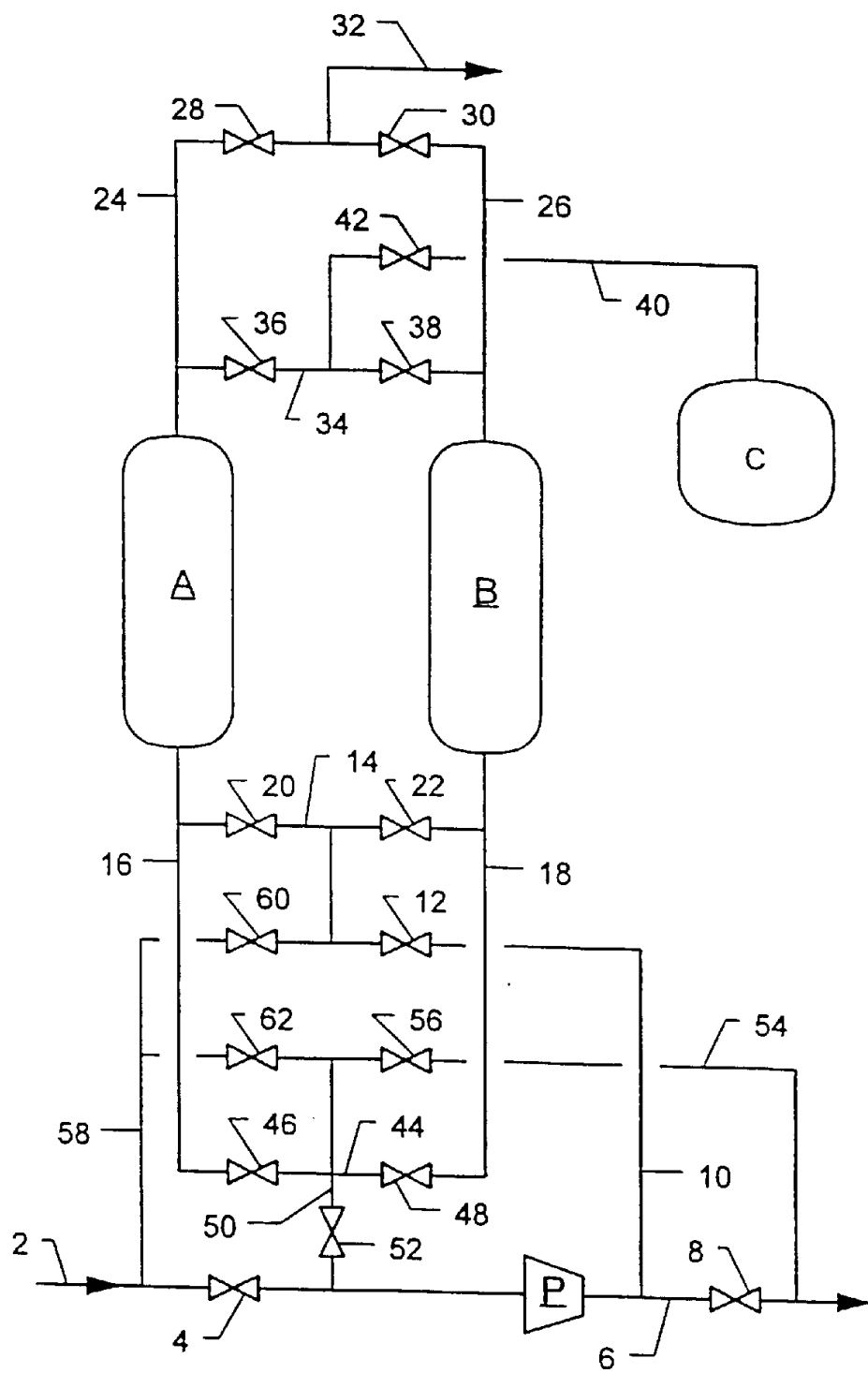


图 1

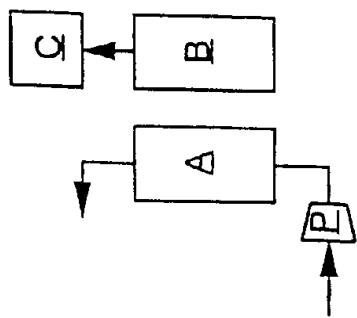


图 2A

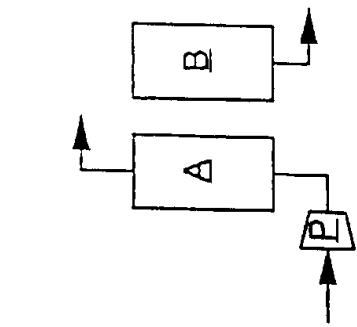


图 2B

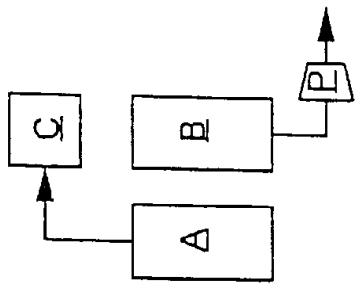


图 2C

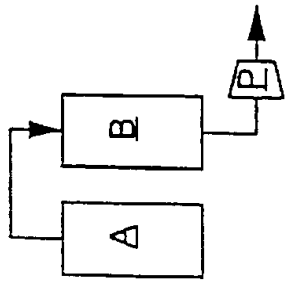


图 2D

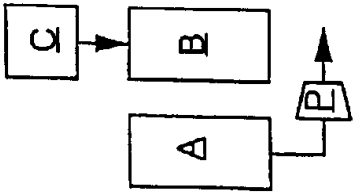


图 2E

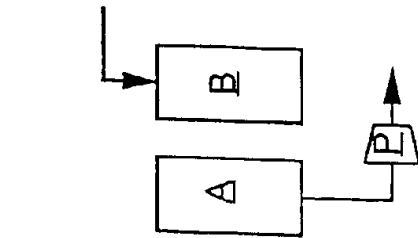


图 2F

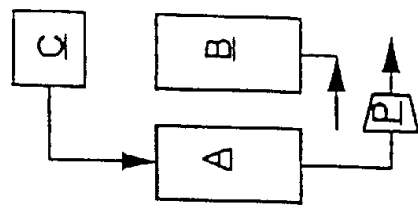


图 2G

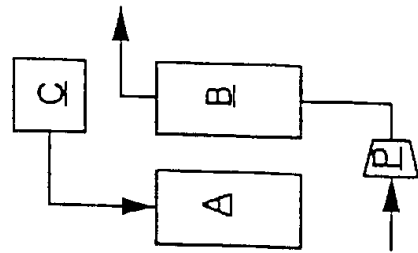


图 2H

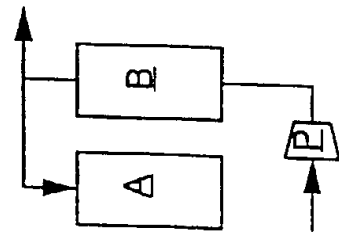


图 2I

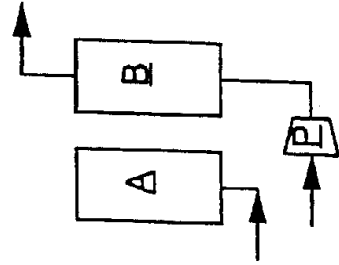


图 2J

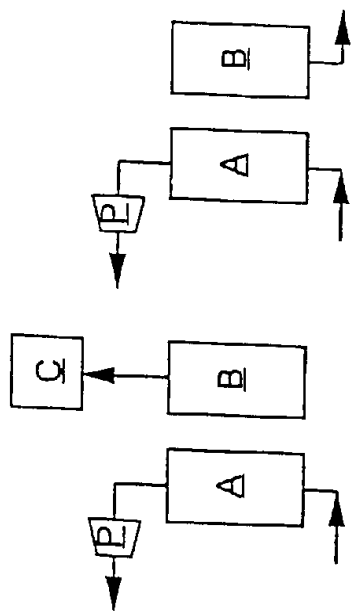


图 3A

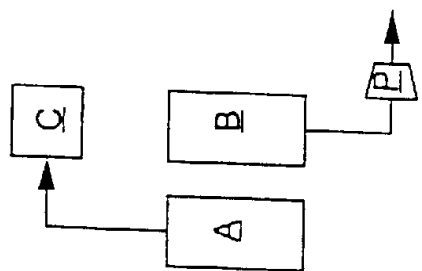


图 3C

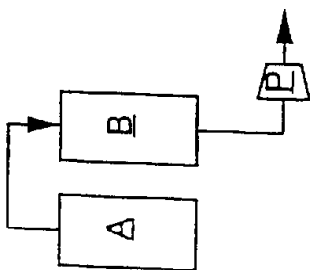


图 3D

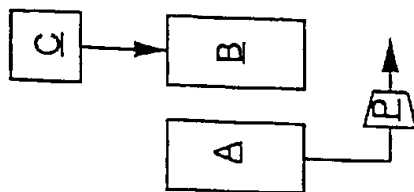


图 3E

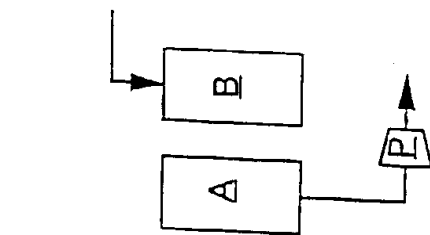


图 3F

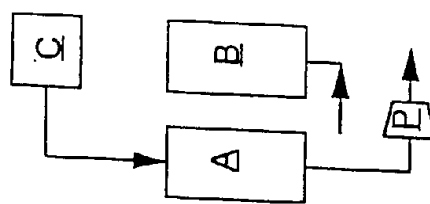


图 3G

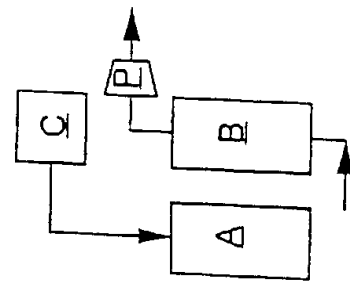


图 3H

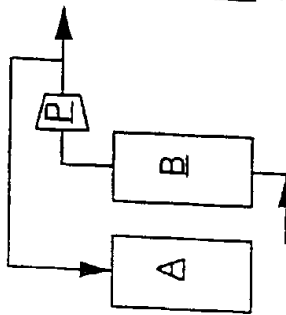


图 3I

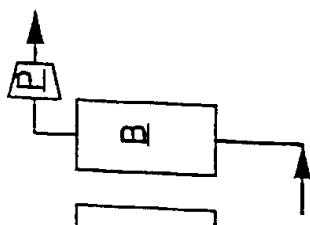


图 3J

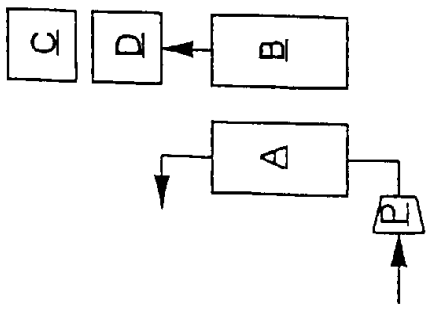


图 4A

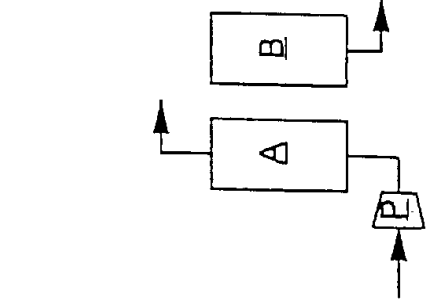


图 4B

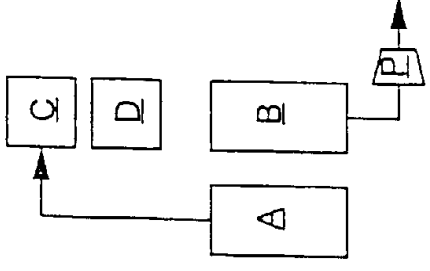


图 4C

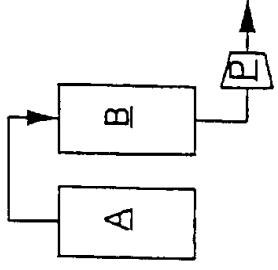


图 4D

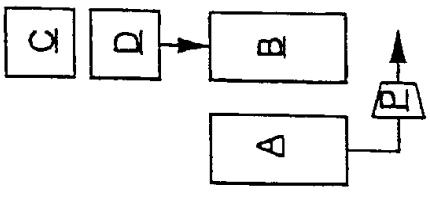


图 4E

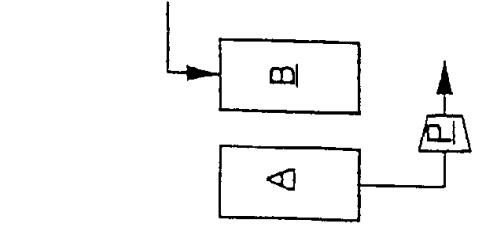


图 4F

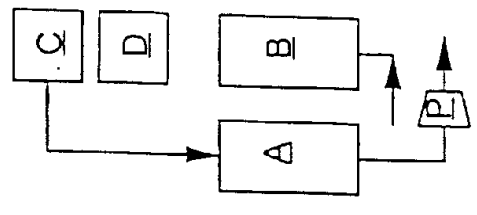


图 4G

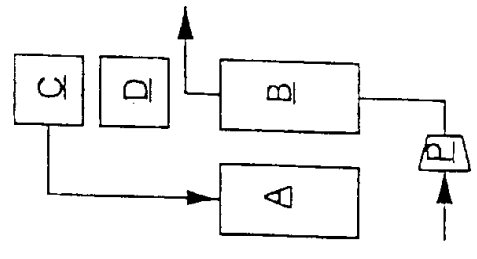


图 4H

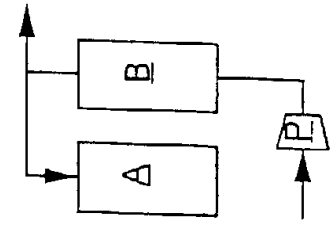


图 4I

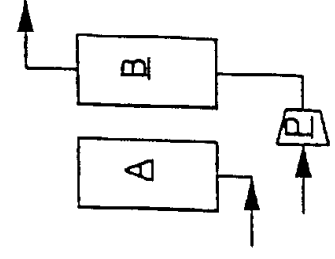


图 4J