



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98105659.8

[43]公开日 1998 年 11 月 11 日

[11] 公开号 CN 1198360A

[22]申请日 98.2.13

[30]优先权

[32]97.2.14 [33]US[31]795595

[71]申请人 普拉塞尔技术有限公司

地址 美国康涅狄格州

[72]发明人 R·普拉沙德 P·J·库克

C·F·高茨曼

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

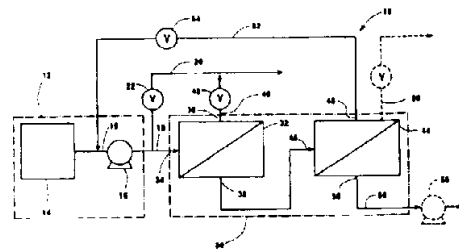
代理人 周慧敏

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图页数 2 页

[54]发明名称 空气分离系统和方法

[57]摘要

一种用于生产各种压力和纯度的多种氧气产品的空气分离系统和方法。该系统将一个 VPSA 氧气发生器与一个多级串联薄膜装置结合，提供一个高压低纯度的产品流和一个低压高纯度的产品流。



权利要求书

1. 一种用于生产各种具有预定压力和纯度的氧气流的空气分离系统, 所说系统包括:

5 一种氧气发生器, 该发生器包括一种吸附剂并具有压缩机输出口, 该输出口连接一个输送气体支管, 以便收集和引导在输送纯度和输送压力范围内的输送气体混合物;

10 一个薄膜串联系统, 该系统分别包括第一和第二级, 这些级可以在各自的预定压力比和各自的预定操作温度的条件下作业, 所说第一级有一个与所说输送气体相连的输入口、一个与相对高压力和低纯度产品管线相连的第一级滞留物流和一个第一级渗透物流, 所说第二级包括一个与所说第一级渗透物流相连的输入口、一个第二级滞留物流和一个与相对低压高纯度的可用预定发送压力和发送纯度操作的产品管线相连的产品流。

15 2. 根据权利要求1的空气分离系统, 其特征在于: 所说氧气发生器是一个真空压力摆动吸附设备。

3. 根据权利要求1的空气分离系统, 其特征在于: 所说第二级滞留物流与所说真空压力摆动吸附设备相连以形成循环回路。

20 4. 根据权利要求1的空气分离系统, 其特征在于: 所说第二级滞留物流与相对的中压和中纯度的产品管线相连。

5. 根据权利要求1的空气分离系统, 其特征在于: 还包括一个压缩机, 该压缩机有一个与所说第二级低压高纯度产品管线相连的输入口。

6. 根据权利要求1的空气分离系统, 其特征在于: 还包括一个相对高压和低纯度的产品管线与所说输送气体支管相连。

25 7. 根据权利要求1的空气分离系统, 其特征在于: 所说输送纯度范围约在88%-95%;

所说输送压力范围约在100-500PSIG;

所说各自的预定压力比超过1.5;

所说各自的预定温度在30-150华氏度的范围;



所说产品发送压力在1-300PSIG的范围；

所说产品发送纯度在97%-99.5%的氧气的范围。

8. 一种用于生产各种具有预定压力和纯度的氧气的空气分离系统, 所说系统包括:

5 一种氧气发生器, 该发生器包括一种吸附剂并具有压缩机输出口, 该输出口连接一个输送气体支管, 以便收集和导向在输送纯度范围和输送压力范围内的输送气体混合物;

10 一个薄膜串联系统, 该系统分别包括第一和第二级, 这些级可以在各自的预定压力比和各自的预定操作温度的条件下作业, 所说第一级有一个与所说输送气体相连的输入口、一个与相对高压力和中纯度产品管线相连的第一级滞留物流和一个输送到级间压缩机中的第一级渗透物流, 所说第二级包括一个与所说级间压缩机的输出口相连的输入口、一个第二级滞留物流和一个与相对低压高纯度的产品管线相连的产品流。

15 9. 根据权利要求8的空气分离系统, 其特征在于所说氧气发生器是VPSA设备。

10. 一种从空气分离设备中生产各种具有各自压力和纯度的氧气流的方法, 该设备包括一个具有压缩输出的PSA或VPSA氧气发生器和一个串联薄膜装置, 该装置分别有带各自输入口的第一和第二级, 所说第一和第二级的各级分别包括滞留物流和渗透物流, 所说方法包括的步骤为:

20 将所说的VPSA输出产品作为第一输送气体输送到所说第一级的输入口;

将所说第一级的滞留物流作为一种高压低纯度的氧气产品流;

将所说第一级的渗透物流作为第二输送气体导向所说第二级的输入口;

25 将所说第二级渗透物流作为一种高纯度低压力的氧气产品流。

说明书

空气分离系统和方法

5 本发明涉及一种用于以选定的纯度和压力经济地生产氧气的改进的空气分离系统和方法,更特别地涉及一种将至少具有两个薄膜分离级的薄膜气体渗透系统与一种真空压力摆动吸附(VPSA)系统相结合的空气分离系统和方法。

10 在工业和医药行业广泛应用的氧气的纯度从97%到99.999%,并且是以各种压力和纯度生产出来的。由于空气一般含有近百分之二十的氧气,因此它作为经济的氧气来源是很理想的。从而,大部分实用和经济的氧气生产设备都采用空气分离系统和方法。

15 一种相对大量地生产氧气的普通系统之一包括从空气混合物中液化和分离氧气成份的深冷技术。虽然这一设计对于大批量生产是很好的,但当用于小批量和中批量生产时,该系统特殊的深冷设备和与此相关的成本使得该系统的成本过高。

20 为了生产中等数量和相对低纯度的氧气,一个实用的空气分离系统要采用对氧气具有选择性和高渗透性的聚合物薄膜。压缩空气输入薄膜,该薄膜保留氮气成份而使氧气以相对的中等纯度通过。由于传统薄膜的中等选择性,高纯度的氧气生产通常只能通过采用带有附加的输入气体的压缩机的多级薄膜装置来实现。这通常显著地增加了生产成本,使得从成本的立场来改进多级薄膜系统的余地很大。

25 作为多级薄膜技术的另一种选择,本领域的技术人员已经发展了一种空气分离系统,该系统利用一种分子筛吸附剂来有效地生产纯度约为88%到95%的氧气。采用压力摆动吸附剂系统(PSA)〔和真空压力摆动吸附(VPSA)系统〕,该吸附剂在空气中的各气体系统之间有四个时刻起作用,以便实现成份分离。不幸的是吸附剂一般不能从氩气中分离出氧气。该限制常常使PSA不可能生产纯度约为98%的氧气。



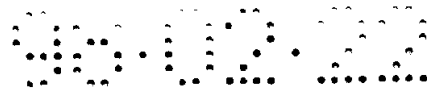
5 一个解决高纯度PSA氧气生产的办法是采用一种将一个连续薄膜塔(CMC)或一个连续薄膜塔与两级气提塔(CMC-TSS)相结合来生产99%纯度的氧气。PSA的输出产品作为采用一个压缩机驱动的循环回路和4出口薄膜组件的薄膜系统的输入气体。虽然这种建议对其想要达到的目的是有利的,但它需要另外的压缩设备来提供对CMC的适当的循环。另外,因为采用了特殊的薄膜系统,一般需要采用较贵的4出口薄膜组件而不是较便宜的3出口组件设计。

10 因此,虽然本领域的技术人员已经意识到空气的分离设备采用渗透薄膜和压力摆动吸附两种技术来以最少的压缩设备经济地生产高纯度的氧气,但直到本发明为止还没有出现令人满意的设计。另外,空气分离系统还需要能够产生一个高压、低纯度的主氧气流和一个低压、高纯度的副氧气流。本发明的系统和方法满足以上两个需要。

15 本发明的空气分离系统以节省成本的方法生产各种相对高和低纯度和相对高和低压力的氧气流。本发明主要是实现了节省成本,这是因为本发明基本上消除了昂贵和不需要的循环压缩设备。

20 为实现上述的优点,本发明的空气分离系统的第一实施例包括一个PSA或VPSA氧气发生器,该氧气发生器带有一个压缩机,该压缩机的出口与一个收集和引导输入气体混合物的输入气体支管相连。该氧气发生器的下游是一个薄膜串联系统,该系统分别包括一个第一和第二级,这些级可以分别在各自预定的压力比和作业温度的条件下操作。第一级有一个与输入气体的流体相连通的入口,还有与一个相对高压低纯度的产品管线相连的滞留物流和一个渗透物流。第二级包括一个与第一级渗透物流相连的入口、一个滞留物流(它能够循环)和一个与相对较低压较高纯度的产品管线相连,该产品管线可以以预定的压力和纯度输出。

25 本发明的空气分离系统的第二实施例包括一个级间压缩机和一个PSA或VPSA氧气发生器,该氧气发生器有一个压缩机,压缩机的输出端与收集和引导输入气体混合物的输入气体支管相连。该氧气发生器的下游是一个薄膜串联系统,该系统分别包括一个第一和第二级。第一级有一个与输入气体的流体相连通的入口,还有与一个相对高压中纯度的产品



管线相连的滞留物流和一个输入到一个级间压缩机的渗透物流。第二级包括一个与级间压缩机输出口相连的入口和一个第二级滞留物流以及与相对较低压力和高纯度的产品管线相连的第二级渗透物流。

5 本发明的第一实施例的方法在一个空气分离设备上生产各种压力和纯度的氧气流。该设备包括一个PSA或VPSA氧气发生器,该氧气发生器有一个被压缩的输出产品和具有各自输入口的第一和第二级的串联薄膜装置。薄膜装置的第一级和第二级包括各自的滞留物流和渗透物流。该方法包括的步骤是:将PSA或VPSA的输出物作为第一输入气体输送到第一级的输入口;将第一级薄膜的滞留物流作为一个高压低纯度的氧气产品流;将第一级的渗透物流作为第二输入气体导向第二级的入口;将第二级薄膜的渗透物流作为一种高纯度低压力的氧气产品流,而将第二级的滞留物进行循环或用作为一种中纯度和较高压力的产品流。

10 本发明的第二实施例的方法利用一个级间压缩机在一个空气分离设备上生产各种压力和纯度的氧气流。该设备包括一个PSA或VPSA氧气发生器,该氧气发生器有一个被压缩的输出产品和具有由一个级间压缩机连接起来的第一和第二级的串联薄膜装置。各级分别具有输入口,第一级和第二级包括各自的滞留物流和渗透物流。该方法包括的步骤为:将PSA或VPSA的输出输入到第一级的输入口作为第一输入气体;将第一级的滞留物流作为一种高压低纯度的氧气产品流;将第一级的渗透物流导向级间压缩机;由该压缩机给第一级的渗透物加压以便将其作为第二输入气体送给第二级的入口;将用第二级的渗透物流作为一种高纯度低压的氧气产品流,而将第二级的滞留物流进行循环或作为一种中纯度和较高压力的产品流。

也可以包括附加的薄膜级。

25 本发明的上述和其它的特征将从以下参考附图的描述而得到更全面的理解,图中类似的参考符号表示类似的部件:

图1是本发明的空气分离系统的第一实例的流程图,图示了第一实施例的方法;



图2是本发明的空气分离系统的第二实例的流程图, 图示了第二实施例的方法。

本发明的空气分离系统生产各种压力和纯度的氧气流产品。通过采用简明的设计(包括减少气体压缩机的数量), 并利用空气分离技术的结合, 本发明的系统节省了很多成本。

5 现参考图1, 一个总标号为10的本发明的空气分离系统的第一实施例包括一个带吸附剂类型(PSA或VPSA)的氧气发生器12, 和一个分级的薄膜子系统30。因为传统的PSA和VPSA设备以及薄膜系统本身通常不能经济地生产95%或更高纯度的氧气, 所以本发明采用氧气发生器的全部或部分产品作为薄膜子系统的输入气体, 该子系统进一步将该输入气体分离成各种压力和纯度的氧气流。

10 氧气发生器12通常包括一个真空压力摆动吸附设备14, 该设备能够生产约100,000 ncfh 的产品, 其中包括92%的氧气、5%的氩和3%的氮。VPSA通常利用一种分子筛吸附剂, 例如分子筛5A(MS-5A), 以便有效地产生所需要的氧气纯度。为了将输出的氧气产品进行压缩, 将一个压缩机16连接在VPSA装置的下流, 以便通过输入气体排出管18使输入气体产生一般约100-200PSIA的压力。通过一个产品支管20可以方便地得到一个高压低纯度(即从VPSA系统排出的纯度)的氧气流, 该支管20连接在排出支管18上, 并由一个低纯度产品控制阀22来控制。

20 通过排出支管的全部或部分产品输入到分级薄膜子系统30中。为了使设备和操作的成本最小, 最好使薄膜子系统包括两级的串联结构, 虽然另外的级(没有显示)可以在有要求的情况下用来进一步增加产品的纯度。

25 进一步参考图1, 薄膜串联子系统30包括一个第一级32, 该级有一个与输入气体排出支管18相连的输入口34。该级产生富氧的渗透物和贫氧的滞留物。该级包括第一和第二出口38和36, 这些出口排出来自该薄膜级的富氧的和贫氧产品。高压产品管线40与低纯度滞留物产品输出口36相连, 并由一个流量控制阀42控制, 以便将该流体导向高压低纯度产品支管20。第二渗透物出口38与入口46相连并向第二级44输入。



薄膜串联子系统30的第二级44接受第一级的渗透物, 并包括一个循环(滞留物)出口48和一个高纯度产品(渗透物)出口50。一条由循环控制阀54控制的循环管线52通过入口19将循环输出口与VPSA的压缩机16相连。高纯度产品出口50通过高纯度低压力发送管线56被发送给用户, 一般是发送给用户压缩机58, 以便发送低压纯度约为98%或更高的产品。

另外, 第二级循环流48也可以与中压中纯度的产品管线60相连而不循环回到VPSA。熟悉本领域的技术人员将会认识到这种结构会减少整体的动力消耗, 这是因为除了压缩以外, 没有其它任何与原材料(空气)相关联的费用发生。

10 以下的表I和表II表示上述的实施例的具体实例中所采用的作业条件和所达到的各种结果。

15 以下的所有实例, 薄膜均采用由相对较便宜的3出口的设计, 它们在70° F时具有以下性能: 氧气的渗透率/厚度 $(P/tO_2)=1.5 \text{ ncfh/ft}^2\text{-psi-day}$, 选择率 $(O_2/N_2)=5.27$, 而选择率 $(O_2/Ar)=2.55$ 。另外, 各级中的输入/渗透压力比为2.66。

实例1:

20 一个VPSA设备流量为100,000ncfh, 其中在175 psia下包括92%的氧气, 5%的氩和3%的氮。这种流被用来输入到薄膜串联系统(2级)中, 以便生产5000 ncfh的产品, 该产品包含98%的氧气并以24.7 psia的压力送出。所使用的薄膜的面积约为5773 ft²。

表I:

位置	流量(ncfh)	压力(psia)	纯度(%O ₂)
VPSA压缩机输出	115,291	175	92
1级的输入	98,331	175	92
25 1级的渗透物	20,291	65.7	95.4
循环	15,291	65.7	95.4
低纯度产品*	95,000	175	91.7
2级的渗透产品	5,000	24.7	98

* 1级的滞留物加上在以后的VPSA压缩机输出



上述列表的数据忽略了循环流对输入到薄膜串联子系统30的纯度的影响,熟悉本领域的技术人员将认识到这种影响将会使输入纯度有所增加,从而使薄膜面积和所需的流量有所减少。

5 本发明人发现,使各级的压力比最优化从而采用全部相同的压力比是可能的也是理想的。这样做可以对薄膜面积和循环流量产生有利的影响。另外,作业温度和分馏率(即同一级的薄膜滞留物流量与薄膜输入流量之比)也可以最优化以便适应环境条件。最后,在各级中可能使用不同性能的薄膜。在某些场合(例如当第2级的高纯度产品需要以高压送出时),使用一个级间压缩机来减少所需要的薄膜面积和系统所需要的压缩
10 动力将会是有益的。这是通过使用一个比压缩产品的压缩机更大的压缩机来实现的。然而,级间压缩机能够对总体的成本有益。

现在参考图2,一个总标号为70的本发明的空气分离系统的第二实施例包括一个薄膜串联子系统80,该系统采用级间压缩机来以相当高的压力生产高纯度的产品流。

15 空气分离系统70最好包括一个基本上与所揭示的第一实施例中类似的PSA或VPSA氧气发生器72,该发生器72包括一个PSA或VPSA装置74和VPSA产品气体压缩机76。一个排出支管78使VPSA的输出气体输入到薄膜串联子系统80的输入口。象第一实施例一样,该PSA/VPSA产品输出流可以通过一个由产品阀79控制的高压低纯度产品管线77而被输出。

20 继续参考图2,薄膜子系统80最好包括由一个级间压缩机96连接起来的两级薄膜82和100。第一级82包括一个用来接受VPSA输出的气体输入口84,还包括渗透物和滞留物的输出口88和86,以便引导分离后的流体成份。通过由一个流量控制阀92控制的排出支管90,第一级滞留物输出口86与高压低纯度产品支管77相连。第一级渗透物输出口88与级间压缩机
25 96的输入口连接,以便随后加压供给第二级100。

第二级100包括一个输入口102,以便接受加压的第一级渗透物流,还包括一个高纯度和中压力的第二级渗透产品流输出口104和一个低纯度的第二级滞留物流供应口106。



5 本发明人已经发现：第二级滞留物流供应口106可以很方便地与三种使空气分离系统70的适应性最大化的结构之一进行连接。图2图示了第二级滞留物流的可能的结构，包括一个通过一个产品供应管线108对高压低纯度产品支管77的直接连接；当第二级的压力低于第一级的输入压力时，一个通过一个循环管线110返回到VPSA产品压缩机的输入口79的连接；或一个能通过循环管线110对第一级输入口84的连接。当第二级的滞留物的压力大于或等于第一级输入压力时，后一种连接方法是可能的。

10 该实施例由以下的实例2进行说明，其中包括没有级间压缩机的系统和有级间压缩机的系统的比较。在第二级的输入压力由所需要的产品的压力和纯度所决定的地方使用级间压缩机。级间压缩机用于减少薄膜面积和压缩动力。

实例2：

15 表II显示了一个没有级间压缩机的2级系统的结果。两级薄膜装置的输入是VPSA设备的产品，该产品以100,000 ncfh的流量在150 psia下包含92%的O₂，5%的Ar和3%的N₂。理想纯度的高纯度O₂产品是在114.7 psia下98%的O₂，其流量为5,000 ncfh。所采用的薄膜与实例1中的相同。很明显，在表II中所反映的没有产品压缩的操作不会产生具有所需压力的产品。另外，在没有级间压缩机时需要薄膜5609 ft²，而采用级间
20 压缩机时需要的薄膜为2345 ft²。

表II：

位置	流量(ncfh)	压力(psia)	纯度(%O ₂)
VPSA压缩机出口	111,051	150	92
1级入口	79,269	150	92
25. 1级的渗透物	16,051	60	95.94
循环	11,051	60	95
低纯度产品	95,000	150	91.7
2级渗透物	5,000	15	98.02
2级渗透物产品	5,000	114.7	98.02



以下的表III表示本发明采用级间压缩机的第二实施例的具体实例中所采用的作业参数和所达到的各种结果。

表III:

	位置	流量(ncfh)	压力(psia)	纯度(%O ₂)
5	VPSA压缩机出口	100,000	150	92
	级1入口	43,300	150	92
	级1的渗透物	10,753	15	96.54
	2级喂入	10,753	229.4	96.54
	2级滞留物	5,753	229.4	95.25
10	低纯度产品*	95,000	150	91.7
	2级渗透物产品	5,000	114.7	98.02

* 2级的滞留物加上VPSA压缩机输出产品

(图2中管线90和77相连)

采用级间压缩机,并定义输入到第二级的压力为所需产品的压力和纯度的函数,这样做使薄膜的面积和整个系统所需的压缩动力得以减少。在第二实施例中表示了该替换方案,当作业参数如表III所示时,仅使用了2345平方英尺的薄膜面积。这与在由表II所示的条件下操作的实施例所需的5609平方英尺的薄膜面积形成了鲜明的对比。然而,该替换方案所付出的代价是采用了一个较大的压缩机96作为级间压缩机,而不是运用一个用于第一实施例中的产品压缩机58。

当不需要附加的产品压缩设备时,将薄膜子系统与VPSA发生器相结合通常会更好一些。不过,在需要产品压缩设备时,通过在级间使用该设备,与循环串联系统类似,也可以获得相当的经济利益。

本领域内的技术人员会理解由本发明的空气分离系统所带来的许多优点。首要一点也是最重要的一点就是这种简明的系统设计包括较少的便宜的薄膜组件并且消除了不需要的循环压缩机。通过省去不必要的设备,设备的费用以及操作的成本都大大地减少了。在有级间压缩的条件下,在薄膜面积上节约了很多资金。



另外, 本发明提供具有各种压力的多种产品流, 以满足那些在某一压力下不必采用超高纯度氧气的使用场合的需求。由于更多的产品可以从一个给定的供应源得到, 所以随着生产和操作成本相应的降低, 设备的整体效率增加了。

5 应该理解用于氧气(更确切的是用于高氧气含量的气体)的术语“高纯度”和“低纯度”是相对于一般从PSA/VPSA工艺部分出来的氧气的纯度比较而言的。因此, “高纯度”意味着高于95%最好是高于97%或更高, 而“低纯度”意味着比PSA/VPSA所达到的纯度低或者与其相同。然而, 在所有的情况下, 都是考虑的高或很高氧气含量的气体。

10 虽然已经描述和图示了最佳实施例, 但仍可以在不脱离本发明的精神实质和范围的前提下进行各种替代和改动。因此, 应理解为本发明是以说明而不是限制的方式进行描述的。

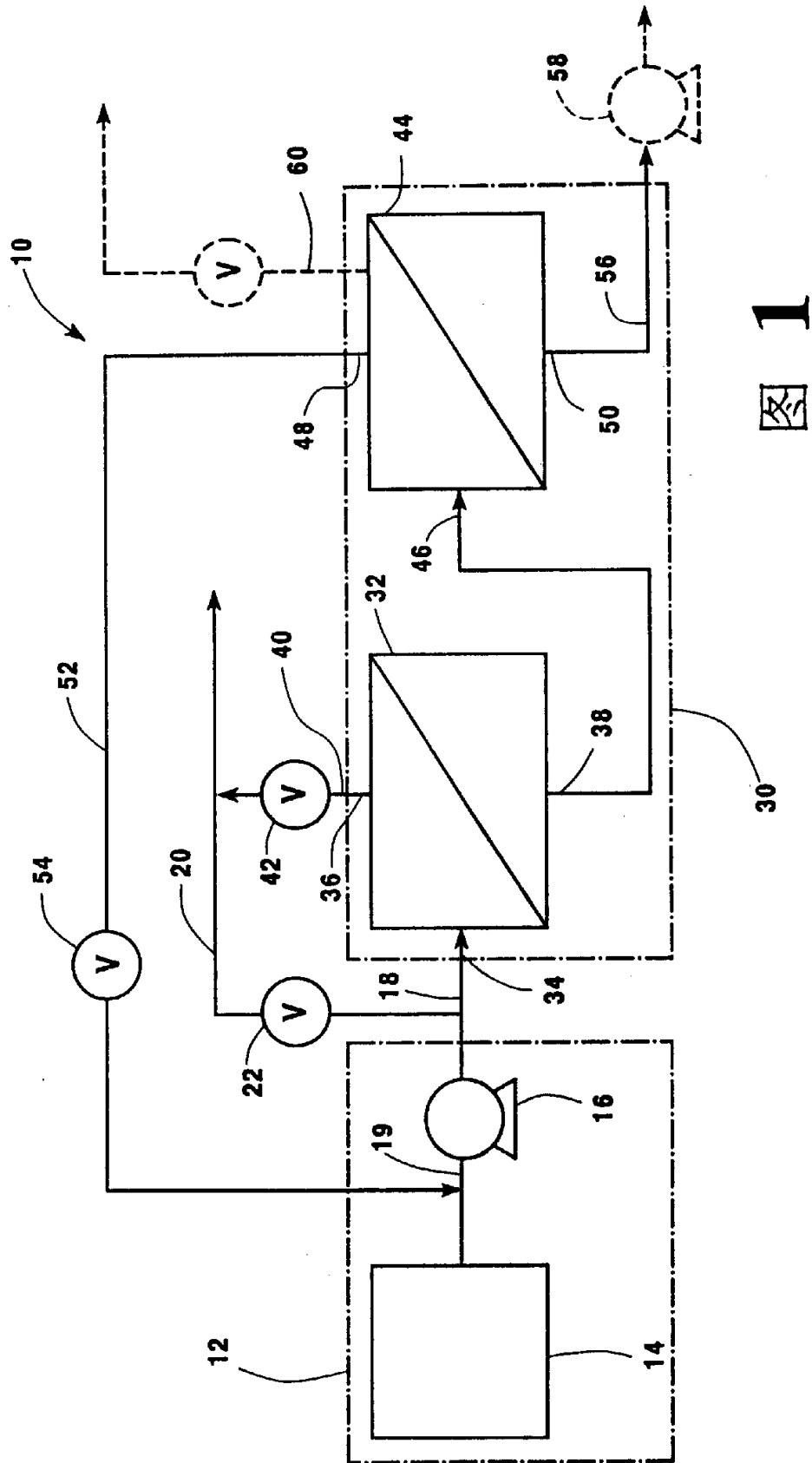
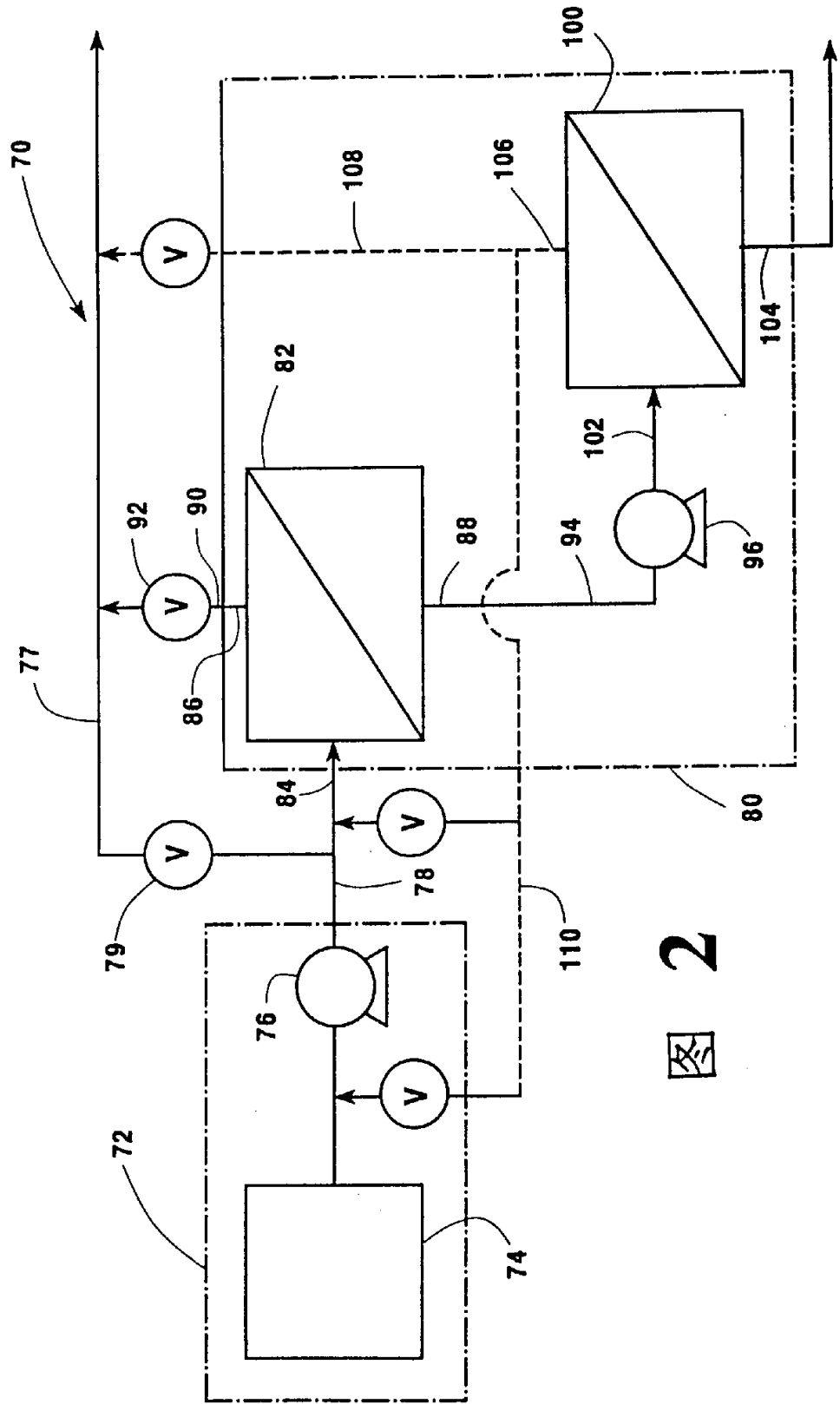


图 1

210
200
190
180
170
160
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10



2