



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101636209 B

(45) 授权公告日 2013.08.14

(21) 申请号 200880007534.X

代理人 刘维升 林森

(22) 申请日 2008.02.14

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

B01D 15/18(2006.01)

07/01773 2007.03.09 FR

C07C 7/12(2006.01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

(56) 对比文件

2009.09.08

US 5972224 A, 1999.10.26, 说明书第10栏第38行至第13栏第29行、图1-4.

(86) PCT申请的申请数据

CN 1316917 A, 2001.10.10, 说明书第6页倒数第5段至第14页最后一行、图1-3.

PCT/FR2008/000205 2008.02.14

(87) PCT申请的公布数据

EP 1325772 A, 2003.07.09, 说明书第[0064]段、图4.

W02008/122705 FR 2008.10.16

(73) 专利权人 IFP 公司

审查员 范丽

地址 法国吕埃-马迈松

(72) 发明人 G·霍蒂尔 P·勒弗莱夫

S·劳雷特 F·奥吉尔

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

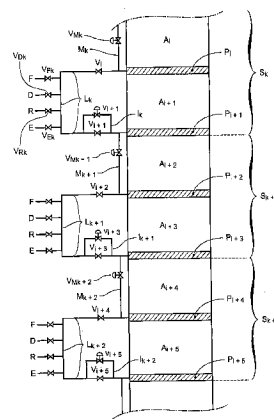
权利要求书3页 说明书15页 附图7页

(54) 发明名称

减少大直径阀门的数量和减少管线体积的模拟移动床分离的方法和设备

(57) 摘要

本发明涉及包括有限数量的大直径阀门的模拟移动床吸附分离设备。根据本发明,设备包括具有多个区段 S_k 的柱,该区段具有带有单个分配网络的2个堆积板 P_i ,各区段 S_k 包括经由大直径板阀 V_j 连接到 S_k 的每一个板 P_j 上的主要外部旁通管 L_k ,和二级外部旁通管 M_k 包括连接到相邻区段 S_{k-1} 上的小直径阀门 V_{Mk} 。各个管线 L_k 包括流量限制设备并且它经由单个大直径阀门连接到每一流体网络。此外,从管线 L_k 到柱的支管在 S_k 内部偏移 20° 的最大角度以限制管线 L_k 的体积,以及在两个相邻区段 S_k 和 S_{k+1} 之间偏移了在 $70^\circ - 110^\circ$ 范围内的平均角度,从而不致于使得机械强度变弱。该板优选包括具有平行片段的面板 DME_{ij} ,它的方向将对于每一个板或一对板发生变化。本发明还涉及使用所述设备的分离方法。



1. 一种能够通过模拟移动床吸附从包括至少一种化合物的混合物中分离所述至少一种化合物的设备,其包括:

至少一个柱,该柱包括被分配/提取板 P_i 分隔开的多个吸附床 A_i ,用于顺序地供应和提取至少两种供应流体:原料 F 和解吸附剂 D ,和至少两种排放流体:提余液 R 和提取物 E , P_i 布置在床 A_i 和紧邻下级床 A_{i+1} 之间;

所述设备还包括至少一个原料网络 $F\text{-Net}$,解吸附剂网络 $D\text{-Net}$,提余液网络 $R\text{-Net}$ 和提取物网络 $E\text{-Net}$,这些网络中的每一个经由包括控制双向隔离阀的多个管线连接到柱,用于顺序地供应或排出该供应或排出流体,其中所述双向隔离阀具有 α 或 α 以上的开口直径被称作网络阀门;

其中所述柱至少在其高度的主要部分上被分成多个相邻叠加区段 S_k ,各个区段 S_k 是由主要包括 2 个相继的吸附床 A_i 、 A_{i+1} 和 2 个分配/提取板 P_i 、 P_{i+1} 的柱节段构成,其中所述板 P_i 、 P_{i+1} 分别紧接着布置在 A_i 和 A_{i+1} 之下;

每一个区段 S_k 的分配/提取板 P_i 、 P_{i+1} 中的每一个具有单个公用网络,用于流体 F , D , R , E 的顺序供应和排出;

每一个区段 S_k 的板 P_i 、 P_{i+1} 经由外部旁通管 L_k 连接在一起,所述外部旁通管 L_k 经由包括属于板 P_i 或 P_{i+1} 的单个被称作板阀 V_i 或 V_{i+1} 的双向控制隔离阀的连接器连接到 S_k 的板 P_i 、 P_{i+1} 当中的每一个上,其中所述双向控制隔离阀的开口直径大于或等于数值 α ,用于顺序供给或排除所述流体,或者供给流体到 P_i 中或从 P_i 排出流体;

每一个旁通管 L_k 包括至少一个控制设备来限制在 L_k 中运动的流动速率,该设备被安装在管线 L_k 上或在 S_k 的板的板阀 V_i 或 V_{i+1} 上旁通;

其中每一个区段 S_k 的旁通管 L_k 经由包括单个分别为 VF_k 、 VD_k 、 VR_k 、 VE_k 网络阀门的单个管线连接到 $F\text{-Net}$, $D\text{-Net}$, $R\text{-Net}$ 和 $E\text{-Net}$ 网络中的每一个上,其中所述网络阀门具有 α 或以上的开口直径,用于将与 F , D , R , E 对应的流体的顺序供应进入所述区段 S_k 或从所述区段 S_k 排出;

所述设备还包括多个外部二级旁通管 M_k ,管线 M_k 中的每一个经由 2 个连接点来连接 2 个相邻区段 S_{k-1} 和 S_k ;

第一个连接点被布置在连接器上连接上区段 S_{k-1} 的下板 P_{i-1} ,且在 P_{i-1} 和板阀 V_{i-1} 之间;

第二个连接点被布置在连接器上连接下区段 S_k 的上板 P_i ,且在 P_i 和板阀 V_i 之间;

每一个外部二级旁通管 M_k 包括具有 β 或 β 以下的内部开口直径的控制双向阀门 VM_k ;

所述设备包括至少 2 个相邻叠加区段 S_k 和 S_{k+1} ,其中每一个区段具有两个分配/提取板, S_k 包括由外部旁通管 L_k 连接在一起的板 P_i 和 P_{i+1} ,其中所述旁通管 L_k 经由分别包括板阀 V_i 和 V_{i+1} 的两个连接器被连接到柱,并且 S_{k+1} 包括由外部旁通管 L_{k+1} 连接在一起的板 P_{i+2} 和 P_{i+3} ,其中所述外部旁通管 L_{k+1} 经由分别包括板阀 V_{i+2} 和 V_{i+3} 的两个连接器被连接到柱;其中柱上的 S_k 的两个连接器在它们两者之间具有零度或 20° 或更少的相对于柱轴的偏移角,柱上的 S_{k+1} 的两个连接器在它们两者之间具有零度或 20° 或 20° 以下的相对于柱轴的偏移角,以及 S_k 的连接器具有相对于 S_{k+1} 的连接器而言的在 70° - 110° 范围内的平均偏移角,

其中 $30\text{mm} \leq 1.7 \times \beta \leq \alpha \leq 600\text{mm}$ 。

2. 根据权利要求 1 的设备,其中除了包括顶板的柱头以及任选的包括下床和 / 或下板的柱底外,整个的柱是由两个板的多个叠加区段组成的,其中单个区段 S_k 的两个连接器在它们之间具有零度或 20° 或更少的相对于柱轴的偏移角,以及任何两个相邻叠加区段在它们两者之间具有在 $70^\circ - 110^\circ$ 范围内的它们的连接器的平均偏移角。

3. 根据权利要求 1 或权利要求 2 的设备,其中任何区段 S_k 的连接器在它们两者之间具有基本上为零的偏移角以及任何两个相邻的叠加区段在它们两者之间具有基本上 90° 的它们的连接器的平均偏移角。

4. 根据权利要求 1 或权利要求 2 的设备,其中区段 S_k 的每一个板 P_i 被分成多个面板 $DME_{i,j}$,其中平行于一个方向的这些区段连接于单个连接器 EM_i ,用于供应流体和提取排出流体,以及其中对于区段 S_k 的每一个板,单个区段 S_k 的这些板的平行片段面板的方向在它们之间具有零度或 20° 或更少的偏移角,并且区段 S_k 的这些板的平行片段面板的平均方向相对于相邻区段 S_{k+1} 或 S_{k-1} 的面板的平均方向而言 具有包括端值地在 $70^\circ - 90^\circ$ 范围内的偏移角。

5. 根据权利要求 1 或权利要求 2 的设备,其中区段 S_k 的每一个板 P_i 被分成多个面板 $DME_{i,j}$,其中平行于一个方向的这些区段连接于单个连接器 EM_i ,用于供应流体和提取该排出流体,其中对于属于单个区段 S_k 或属于两个叠加区段的两个叠加相邻板的每一个组装件,这些板中一个板的平行片段的方向相对于另一个板的平行片段的方向而言具有包括端值地在 $70^\circ - 90^\circ$ 范围内的偏移角。

6. 根据权利要求 1 或权利要求 2 的设备,其中所述旁通管 L_k 所具有的内径至少等于连接到 L_k 的网络阀门的最大开口直径。

7. 根据权利要求 1 或权利要求 2 的设备,其中整个的柱,任选地除了包括顶板的柱头外,是由所述相邻叠加区段 S_k 构成的,该柱包括类似于与下吸附床 A_n 对应的板 P_n 的下输出管线。

8. 根据权利要求 1 或权利要求 2 的设备,其中所述旁通管 L_k 包括用于限制在 L_k 中流动循环的至少一种控制设备,它作为旁通管被安装在 S_k 的板 P_i 的板阀 $Vi+1$ 附近。

9. 根据权利要求 8 的设备,其中作为旁通管安装在板阀 $Vi+1$ 附近的用于限制在 L_k 中的流动循环的设备包括控制阀门,其中所述控制阀门具有比 $Vi+1$ 的开口更小直径的开口。

10. 通过使用根据权利要求 1-9 中任一项的设备分离产物的方法,其中在一个周期中:

- 各个管线 L_k 顺序地用于将流体 F, D, R, E 在它们的标称流动速率下,经由串联的相应板阀和相应的网络阀门,循环到 S_k 的每一个板或从 S_k 的每一个板循环出来;

- 通过使用从该设备的板中引出的内部流股,在其中连接到 L_k 的网络阀门没有打开的时间段的至少一部分中,在低于主要外部旁通管 L_k 中的每一个的流体 F, D, R, E 的标称流动速率的流动速率下进行冲洗,和再循环到该设备的另一个板,并且当连接到 L_k 的网络阀门打开时, L_k 的全部内部冲洗都停止;

- 通过使用从该设备的板中引出的内部流股,在其中连接到 L_k 的网络阀门没有打开的时间段的至少一部分中,在低于外部二级旁通管 M_k 当中的每一个的流体 F, D, R, E 的标称流动速率的流动速率下进行冲洗,并再循环到设备的另一个板。

11. 根据权利要求 10 的方法,其中通过将来自 S_k 的上板 P_i 的流股进行循环到 S_k 的下

板 P_{i+1} 来进行 L_k 的冲洗。

12. 根据权利要求 10 或权利要求 11 的方法,其中通过将来自 S_{k-1} 的下板 P_{i-1} 的该股进行循环到 S_k 的上板 P_i 来进行 M_k 的冲洗。

13. 根据权利要求 10-11 中一项的方法,其中在 S_k 不连接到用于顺序供应或顺序排出的流体网络的任何时间段中以及连接到 S_k 的网络阀门之一被打开以将流体供应到上板 P_i 或从上板 P_i 排出流体的时间段紧接之前, L_k 的内部冲洗是从 S_k 的上板 P_i 到 S_k 的下板 P_{i+1} 进行的。

14. 根据权利要求 10-11 中任一项的方法,其中对于每一个旁通管 L_k ,在其中连接到 L_k 的网络阀门没有打开时的整个时间段中冲洗 L_k 。

15. 根据权利要求 10-11 中任一项的方法,用于从主要含有 8 个碳原子的芳族烃的原料中分离对二甲苯。

16. 根据权利要求 10-11 中一项的方法,用于从主要含有 8 个碳原子的芳族烃的原料中分离间二甲苯。

17. 根据权利要求 10-11 中一项的方法,用于从包括至少一种正链烷烃的烃原料中分离该至少一种正链烷烃。

减少大直径阀门的数量和减少管线体积的模拟移动床分离的方法和设备

发明领域

[0001] 本发明涉及难以通过蒸馏分离的天然产品或化学产品的分离领域。使用已知为“色谱”或“模拟移动床”或“模拟逆流”或“模拟并流”方法或分离设备的一族方法和相关设备,我们下面称作“SMB”。

[0002] 所涉及领域的非穷举性的列表是:

[0003] • 正链烷烃与支链烷烃、环烷烃和芳族烃的分离;

[0004] • 烯烃 / 链烷烃分离;

[0005] • 对二甲苯与 C8 芳族烃的其它异构体的分离;

[0006] • 间二甲苯与 C8 芳族烃的其它异构体的分离;

[0007] • 乙基苯与 C8 芳族烃的其它异构体的分离;

[0008] 除石油精炼和石油化工外,还有许多其它应用,其中包括葡萄糖 / 果糖分离,甲酚类的各种位置异构体的分离,旋光异构体分离,等等。

现有技术

[0009] SMB 色谱分离在现有技术中为大家所熟知的。通常,模拟移动床包括至少三个色谱分离区段,有利地为四个、五个或六个,这些区段中的每一个是由至少一个床或柱的一部分组成,并且包括在两个相继的供应或排出点之间。典型地,供应需要进行分馏的至少一种原料 F 和解吸附剂 D(有时称作洗脱剂),并排出至少一种提余液 R 和提取物 E。偶而,也供应富含提取物的回流 RE。它有可能不仅使用提余液 R 而且使用两种提余液 R1 和 R2。因此,通常存在顺序供应或排出的 4,5 或 6 种工艺流体。供应和排出点随着时间推移而改变,典型地按照同步方式在向着床底部的流动方向上移动。

[0010] 许多有利的变型能够通过进行不同步的变换(permutations)来改进该类型的设备单元(unit)的功能。简单地说,不同步的变换用于补偿再循环泵的无用(dead)体积,如在 US-5 578 215 中所指明,用于以恒定的循环速率让再循环泵工作以消除急流速率和压力,如在 US-5 762806 中所指明,或最终用至少两个色谱分离区进行操作,这些区中的每一个等同于非整数数量(non-integral number)的吸附床。如在 US-6 136 198,US-6 375 839,US-6 712 973 和 US-6 413 419 中所指明,这后一种变型,已知为 **Varicol®**。自然地,这三种变型可以相结合。

[0011] 应该指出的是,让输入和输出流体与在吸附柱中布置的床实现连通的多向旋转阀仅仅允许同步类型的变换(permutation)。因为不同步的变换,多个开关阀是极重要的。下面描述该技术方面。

[0012] 现有技术已详细描述了在模拟移动床中进行原料的分离的各种设备和方法。所列举的具体专利是 US-2 985 589, US-3 214 247, US-3 268605, US-3 592 612, US-4 614 204, US-4 378 292, US-5 200 075 和 US-5316 821,这些专利也提供了 SMB 的功能的细节。

[0013] SMB 设备典型地包括至少一个柱(常常两个),布置在该柱中的吸附床 A_i,这些床

被板 P_i 分隔开且有腔室 C_i 用于将流体分布进各个吸附床中和 / 或从各个吸附床提取所述流体, 以及用于流体的顺序分布和提取的控制设备。

[0014] 各个板 P_i 典型地包括经由管线或“分布 / 提取歧管”供料的多个分配器 - 混合器 - 提取器面板或“ $DME_{i,j}$ ”。该板可以具有类型 and 任何几何结构, 特别是具有形成柱截面的相邻片段的板, 例如具有带有角度的片段如在 US-6 537 451 的图 8 中所示的那些片段的板, 这些板是对称地 (歧管) 供料的, 或平行片段如在周围的断流器, 如在已出版的专利申请 US-03/0, 127, 394 中所表明的, 这些是双 - 对称方式供料的。优选, 分离柱包括平行片段型 $DME_{i,j}$ 板和双对称供应。还优选, 吸附剂是致密填装的。这意味着在给定的柱中可以使用更大量的吸附剂并且提高期望的产物的纯度和 / 或 SMB 流动速率。

[0015] 在各个床上的分配则要求来自前一个床的通量 (沿着柱的主轴移动的主要流体) 被收集下来, 在所述床中注入辅助流体或二次流体且同时混合两种流体到最佳可能的程度的可能性, 或分出所收集流体的一部分, 提取该流体并从设备中送出以及将流体再分配到下一个床上的可能性。

[0016] 为此目的, 有可能在板 P_i 中使用供分配 (注入 / 提取) 用的腔室 $C_{i,k}$, 它们可以是单独的或是混合室常见的情况。具有一个或多个腔室的板 P_i 是已知的, 它在给定的时间中单独供应 (或排出) 不同的流体, 或在给定的时间中同时和并行供应 (排出) 同一流体。在第一种情况下, 该板据说具有多个分配网络, 在第二种情况下它具有单个分配网络。本发明仅仅涉及包括具有单个分配网络的板的设备。

[0017] 通常, 全部的流体或主要的通量按照在 US-2 985 589 中描述的方式通过柱, 或大部分或全部的该通量按照在 US-5 200 075 中公开的方法被排空。

[0018] 全部 SMB 设备遇到的普遍问题是使得各个区中遇到的液体所产生的污染, 以及在 SMB 操作过程中使到达 / 来自板的流体到达供应和排出点的供应和排除管路的体积最小化。当在该操作序列中板 P_i 的管线、腔室或供应区段不再由工艺流体冲洗时, 它变成无用区段, 在该区段中液体滞止, 并且仅仅当另一种工艺流体在其中流动时才再次流动。因为 SMB 的性质要求这是不同的工艺流体, 在无用区段中的液体必然被具有基本上不同组成的液体置换。具有基本上不同组成的流体在短时间的间隔中的混合或循环因此会导致了与理想操作的偏差, 而理想操作排斥组成的不连续性。

[0019] 进一步的问题在于在同一板的不同区段之间的任何再循环, 它因此也引起与理想操作之间的偏差。

[0020] 为了克服与再循环和无用区段有关的这些问题, 各种技术在现有技术领域中是已知的:

[0021] a) 早已建议管线和无用区段被解吸附剂或相对纯的期望的产物冲洗。该技术有效地防止在提取过程中期望的产物的污染。然而, 因为冲洗液体典型具有的组成非常不同于它所置换的液体, 这会在组成上带来不连续性, 与理想操作之间产生差异。该第一次冲洗工艺变型 (variation) 典型地进行“在高浓度梯度下短时间冲洗”。这些冲洗简单地限制组成不连续性效果。

[0022] b) 如在 US-5 972 224 中所述, 另一个解决方案包括让通量的主要部分通向柱的内部和通量的少量部分 (典型为通量的 2% - 20%) 经由在相邻板之间的外部旁通管流向外部。该冲洗典型地大多数时间或连续地进行, 这样该管线和区段不再是“无用的”而是被

冲洗的。有经由旁通管的冲洗操作的此类系统已显示在 US-5 972 224 的图 1 中并且按照在本申请的图 1 中的简化版本重复。因为旁通管为低流动速率设计的,结果它们具有小直径,并且包括小直径阀门,这降低系统的成本。

[0023] 该系统的第一个优点是二次流体的注入和排出管路用组成非常接近于置换液体的液体来冲洗,因为首先,旁通管从相邻板派生,和其次,冲洗是基本上连续的而不是不连续的。此外,在旁通管中的流动速率优选进行测定,这样在每一个旁通管的转移速率基本上等同于在 SMB 的主要通量中浓度梯度的前进速率。因此,各个管线和容量用液体(它的组成基本上等同于在其中所见到的液体的组成)来冲洗,并且在旁通管中循环的液体在一个点(这里,主要通量的组成基本上是相同的)被再引入。该第二种变型因此能够进行“用小或零浓度梯度的长时间冲洗”。

[0024] 该长时间冲洗系统(除了注入和排出时间之外)的第二个优点是,它能够除去在同一板的各个区段之间的可能再循环的效果,这归因于压降差异小,

[0025] 关于 SMB 的功能, SMB 的受控流体分配和提取设备典型地是下列两种主要类型的技术中的一种:

[0026] • 对于各板,有多个受控开关阀用于供应或排出流体,该阀门典型地位于相应板的邻近处,并且尤其包括,对于每一个板 P_i ,至少 4 个受控双向开关阀,以分别供应流体 F 和 D 和排出流体 E 和 R;

[0027] • 或在整个装置上供应或排出流体的多向旋转阀。

[0028] 第一种技术使用双通阀,它能够大量生产,导致提高的可靠度和较低的单元设备(unit)成本。第二种技术使用仅仅单阀,但是该单阀是多向阀门(两个以上路径)且必然具有特殊结构、大的尺寸并且是极其复杂的。此外,与在 Varicol 设备中一样,第二种技术排除了不同步变换的可能性。

[0029] 本发明涉及使用普通双通阀的 SMB,即使用如上所述的两种技术中的第一种。尤其,本发明涉及模拟移动床分离的改进设备,它包括多个双向阀门,但是与现有技术相比稍微减少了控制阀的数量,和尤其显著减少了大开孔直径控制阀的数量。它能够同时用于有同步变换的 SMB 和有不同步变换的 SMB,例如 Varicol。

[0030] 发明的简要说明

[0031] 本发明涉及属于主要模拟移动床技术的用于模拟移动床分离的改进设备,它使用多个控制阀(开关阀或蠕动阀),典型地,在低成本下大量生产到所需高标准(密封性/可靠度)的标准阀门。

[0032] 本发明的主要目标中的一个减少该类型的 SMB 的相对缺点,因为该类型的 SMB 需要大量的控制大直径双通阀(即双向阀门),即具有与 SMB 工艺流体在它们的标称流动速率下的运动相适应的开口直径。典型地,本发明能够显著减少大开口直径控制阀的数量,同时保留了能够使用“在小或零浓度梯度下的长时间”型的无用区段的有效冲洗的优点。

[0033] 本发明的进一步目的是提供一种设备,它需要减少数量的双向大(开口)直径阀门但这些阀门的开/关频率与现有技术相比没有增加;这与减少数量的大直径阀门一起限制了故障的统计风险和因此提高了系统的可靠性。

[0034] 进一步,在设备的优选变型中,大直径阀门(它允许 SMB 的主要流体在它们的标称流动速率下循环)的数量能够进一步减少。

[0035] 本发明的设备可以用于新的装置中,但是通过进行有限的改进,也与安装该设备的各种现有装置兼容。它还与各种类型和几何结构的板 P_i 兼容,例如具有带有角度的扇形面板的或具有平行片段的板,前提条件是这些板(或它的主要部分)属于单个分配网络类型,以便 SMB 工艺流体的顺序供应或排出。

[0036] 因此,已经发现一种措施,它能够显著减少主要的大直径控制阀门的数量,与 SMB 方法的流体在它们的标称流动速率下的顺序入口/出口对应:在现有技术中,对于每一个板有至少一组的 4 个主要网络阀门用于 F, D, R, E 的供应/排出。如果有四种以上的工艺流体用于 SMB,例如,如果有两种提余液 R1、R2 或如果使用富含所需产物的回流 RE,典型为提取物,则该数量能够进一步增加。因此,每板会有与 SMB 的工艺流体一样多的大直径控制阀,即通常在 4 和 6 之间,包括端值。

[0037] 在现有技术中,该旁通管仅仅是小直径的辅助管线,这些管线不被流体 F, D, R, E, (E1), (E2), (RE) 在它们的标称供应或排出流动速率下所使用,而是以较小的流动速率,典型地低于在该柱中循环的流动速率的 20%,常常在该流动速率的 2% 和 10% 之间。因此,它们典型地包括具有小开口直径(或与管道的相同横截面有等同直径)的控制蠕动阀门(以控制冲洗速率)。

[0038] 根据本发明,该柱或该柱的主要部分(至少大于该柱高度的 50%)集合成叠加区段 S_k ,各个区段 S_k 包括两个相继的吸附床 A_i , A_{i+1} ,和分别紧接着在这些床之下的 2 个板 P_i 、 P_{i+1} ,并且还包括主要的旁通管 L_k 。与现有技术相反,SMB 的各流体在它们的标称流动速率下使用旁通管 L_k (并且不仅仅由小冲洗流量使用),并且使用单组的主要网络阀门(顺序供应或排出)/每个柱区段(对于每两个板,而不是现有技术中的每一个板),这些大直径阀门连接到旁通管 L_k 从而允许这些流体经由 L_k 的循环。

[0039] 根据本发明,还提供“板阀”,即为 S_k 的两个板 P_i 、 P_{i+1} 中的每一个提供大直径阀门(分别为 V_i 或 V_{i+1}),以及用于限制在 L_k 中流动的冲洗流体在小流量下流动的附加设备(means)。

[0040] 根据本发明,提供了用于将区段 S_k 连接到紧邻下区段 S_{k+1} 的二级旁通管 M_k 。这提供了 SMB 的全部板的优异冲洗效果并且倾向于改进回收产物(典型地为提取物)的纯度。

[0041] 正如下面将要描述,尤其对于图 2(它提供本发明的更清晰图)的描述,大直径控制阀门的总数得到减少。

[0042] 最后,根据本发明的设备的特征性布置,管线 L_k 在柱上的连接是在 S_k 内偏斜至多 20° ,以限制管线 L_k 的体积,并且在两个相邻区段 S_k 和 S_{k+1} 之间偏斜了 70° - 110° 范围内的平均角度,从而不致于使得该柱具有弱的机械强度。该板优选包括具有平行片段的面板 $DME_{i,j}$,它的方向将板之间或每组的 2 个板而发生变化。

[0043] 本发明还涉及使用如上所述的设备进行 SMB 分离的方法,尤其是用于从含有 8 个碳原子的芳族烃的原料中分离芳族烃(尤其对二甲苯或间二甲苯)。

[0044] 本发明还涉及使用如上所述的设备进行 SMB 分离的方法,尤其从包括正链烷烃的截取馏分中分离正链烷烃或烯烃。

[0045] 本发明的详细说明

[0046] 通过参考图 1(现有技术)和图 2-7(本发明的设备或设备一部分),从下面的叙述

来更好地理解本发明。

[0047] 为了实现上述目标中的一个,本发明因此建议一种用于通过模拟移动床吸附从包括至少一种期望化合物的混合物中分离所述至少一种期望化合物的设备,它包括:

[0048] 至少一个柱,该柱包括被分配/提取板 P_i 分隔开的多个吸附床 A_i ,以便顺序供应和提取至少两种供应流体:原料 F 和解吸附剂 D ,和至少两种排放流体:提余液 R 和提取物 E , P_i 布置在床 A_i 和紧邻下级床 A_{i+1} 之间;

[0049] 该设备还包括至少一个原料网络 $F\text{-Net}$,解吸附剂网络 $D\text{-Net}$,提余液网络 $R\text{-Net}$ 和提取物网络 $E\text{-Net}$,这些网络中的每一个经由包括控制双向隔离阀(具有 α 或 α 以上的开口直径)(称作网络阀门)的多个管线连接到柱,用于顺序地供应或排出该供应或排出流体;

[0050] 其中该柱至少在其高度的主要部分上被分成多个相邻叠加区段 S_k ,各个区段 S_k 主要由 2 个相继的吸附床 A_i 、 A_{i+1} 和分配/提取板 P_i 、 P_{i+1} 构成,这些板 P_i 、 P_{i+1} 分别紧接着布置在 A_i 和 A_{i+1} 之下(即准确地说,2 个床和 2 个板,以及相应的壳部分);

[0051] 每一个区段 S_k 的分配/提取板 P_i 、 P_{i+1} 中的每一个具有单个公用网络,用于流体 F , D , R , E 的顺序供应和排出;

[0052] 每一个区段 S_k 的板 P_i 、 P_{i+1} 经由外部主要旁通管 L_k 连接在一起,该外部旁通管 L_k 经由包括属于板 P_i 或 P_{i+1} 的单个双向控制隔离阀(称作板阀 V_i 或 V_{i+1})的连接器连接到 S_k 的两个板 P_i 、 P_{i+1} 当中的每一个上,所述双向控制隔离阀的开口直径大于或等于顺序将所述流体供应到 P_i 中或从 P_i 中排除所述流体所需要的(开口直径)值 α ;

[0053] 每一个所述旁通管 L_k 包括至少一个控制设备用于限制在 L_k 中运动的流动速率,该设备被安装在管线 L_k 上或在 S_k 的板的板阀 V_i 或 V_{i+1} 上旁通;

[0054] 其中每一个区段 S_k 的旁通管 L_k 经由包括单个网络阀门(分别为 VF_k 、 VD_k 、 VR_k 、 VE_k)的单个管线(具有 α 或 α 以上的开口直径)连接到 $F\text{-Net}$, $D\text{-Net}$, $R\text{-Net}$ 和 $E\text{-Net}$ 网络中的每一个上,用于顺序将与 F , D , R , E 对应的流体供应到所述区段 S_k 中或从所述区段 S_k 排出所述流体;

[0055] 该设备还包括多个外部二级旁通管 M_k ,管线 M_k 中的每一个经由 2 个连接点连接 2 个相邻区段 S_{k+1} 和 S_k ;

[0056] 第一个连接点被布置在连接器上连接上区段 S_{k-1} 的下板 P_{i-1} ,且在 P_{i-1} 和板阀 V_{i-1} 之间;

[0057] 第二个连接点被布置在连接器上连接到区段 S_k 的上板 P_i ,且在 P_i 和板阀 V_i 之间;

[0058] 每一个外部二级旁通管 M_k 包括具有 β 或 β 以下的内部开口直径的控制双向阀门 VM_k ,其中 $\beta \leq 0.6\alpha$;

[0059] 该设备包括至少 2 个相邻叠加区段 S_k 和 S_{k+1} ,其中每一个区段具有两个分配/提取板, S_k 包括由主要外部旁通管 L_k (它经由分别包括板阀 V_i 和 V_{i+1} 的两个连接器被连接到柱)连接在一起的板 P_{i-1} 和 P_i ,并且 S_{k+1} 包括由外部旁通管 L_{k+1} (它经由分别包括板阀 V_{i+2} 和 V_{i+3} 的两个连接器被连接到柱)连接在一起的板 P_{i+1} 和 P_{i+2} ;其中柱上的 S_k 的两个连接器在它们两者之间具有零度或 20° 或更少的相对于柱轴的偏移角,柱上的 S_{k+1} 的两个连接器在它们两者之间具有零度或 20° 或 20° 以下的相对于柱轴的偏移角,

以及 S_k 的连接器具具有相对于 S_{k+1} 的连接器而言的在 $70^\circ - 110^\circ$ 范围内的平均偏移角。

[0060] 典型地, 对 α 和 β 进行选择, 从而满足下列不等式: $30\text{mm} \leq 1.7 \times \beta \leq \alpha \leq 600\text{mm}$ 。可以看出, 具有 β 或 β 以下的内部开口直径的阀门 VM_k 比具有 α 或 α 以上的内部开口直径的阀门小得多, 也便宜得多。

[0061] 与现有技术设备相反, 本发明的设备允许旁通管 L_k 用于循环流体 F, D, R, E (和优选任何其它工艺流体), 该流体经由单组的相应网络阀门在区段 S_k 上供应到 SMB 和从 SMB 排出, 但不是象现有技术中那样, 经由一组的网络阀门 / 每个板 P_i 。正如在下面图 2 和 3 中的描述中所显示的, 这减少了大直径控制阀门的总数量, 即使考虑补充阀门即增加板阀 V_i 。

[0062] 以上列举的控制阀门: 网络阀门和板阀 V_i , 典型地是进行 SMB 的顺序操作的高质量阀门 (可靠性, 密封性, 使用寿命)。

[0063] 更通常的, 全部的受控阀门确保 SMB 的顺序功能: 网络阀门, 板阀 V_i , 以及用于限制在 L_k 中流动循环的控制设备的阀门, 根据本发明必须被认为是被连接到该柱上并经由用于控制 SMB 的顺序功能的系统 (计算机、程序控制的设备或其它等效系统) 来控制的 SMB 的“主”阀。

[0064] 用于 SMB 的顺序操作的某些主阀在以上提及本发明独特的: 用于每个板 P_i 的 V_i ; 用于每一个区段 S_k 的单组的网络阀门 VF_k, VD_k, VR_k, VE_k 等。这些阀门仅仅是允许 SMB 的顺序操作的那些阀门。然而, 本发明的范围还包括额外使用其它阀门如偶然的二级隔离阀, 典型地具有差得多的质量, 这些阀门可以是受控的或不是受控的, 但是不参与 SMB 的顺序操作, 并且, 例如, 其存在的目的是为了拆除任何设备: 用于顺序操作的泵或主阀, 等等。

[0065] 典型地, 在本发明的设备中, 用于传输全部的流体 F, D, R, E 等 (在它们的标称流动速率下) 的旁通管 L_k 不再是与现有技术中一样的小型辅助管线, 但通常所具有的内径至少等于连接到 L_k 上的网络阀门的开口的最大直径, 以允许流体 F, D, R, E 在它们的标称流动速率下进行循环而不限容量。工艺流体的标称流动速率按照定义是该种流体的控制流动速率, 它是在为了达到期望的分离所进行的 SMB 的顺序操作中所使用的。

[0066] 因为使用能够传输大流量的旁通管 L_k , 受控流动速率限制设备也有利地作为在 L_k 上的旁通管用于循环小流量 (典型地为在柱中运动的流量的 2% - 20%)。在这里使用的术语“旁通管循环”是指从板中排出 (小) 部分在柱中运动的流量, 并再引入到同一区段 S_k 的另一个板。术语“控制设备”典型地适用于从由流量计提供的信息开始, 控制阀门, 典型地由连接器 (link) 程序控制。

[0067] 为此目的, 可以使用直接安装在管线 L_k 上的流速调节阀, 如图 3 中所示。该阀门因此典型地是蠕动阀, 而不是开关控制阀门 (它仅仅具有 2 个可能的位置: 完全打开, 和关闭)。

[0068] 然而, 在本发明的优选变型中, 如图 2 中所示, 至少一个旁通管 L_k 或优选每一个的旁通管 L_k 包括用于限制在 L_k 中流动循环的控制设备, 它不直接安装在 L_k 上, 而是作为旁通管安装在 S_k 的板的板阀周围, 例如安装在下板 P_{i+1} 的板阀 V_{i+1} 周围。布置在小型二级旁通管 lk 上的流动速率限制设备也通常包括具有比 V_{i+1} 的开口直径小的开口的控制阀 $vi+1$, 例如具有 V_{i+1} 的开口直径的至多 60% 或 50% 的开口直径, 例如在 V_{i+1} 的开口直径的 10% - 50% 范围内。

[0069] 该阀门 $vi+1$ 典型地具有 β 或 β 以下的开口直径, 和常常小于或等于 α 的一半。

该冲洗速率控制阀门的尺寸理想地与设置在 M_k 上的阀门 VM_k 的尺寸相同。在两种情况下，限制冲洗流动速率因此得到调节。因此，按照同样的方式，二级旁通管 M_k 中的每一个典型地包括用于控制在 M_k 中运动的流量的至少一种设备，该设备包括阀门 VM_k 。

[0070] 当内部冲洗需要作为旁通管经由 L_k 来进行以及该内部旁通流量需要限制（典型地从 S_k 的上板 P_i 循环到 S_k 的下板）时，板阀 V_i 保持关闭，在 V_{i+1} 上旁通的小阀门 v_{i+1} 被打开，该阀门控制流动速率，并打开 V_i 以从 P_i 中循环出限制流量，并经由 L_k 和 l_k 返回到 P_{i+1} （参见图 2）。

[0071] 因此，与如果流量限制设备被安装在主要旁通管 L_k 上的情况相比，小的二级旁通管 l_k 的使用允许使用更小开口直径的阀门，前者（主要旁通管）具有较大的直径，因为 L_k 必须允许流体 F, D, R, E 在它们的标称流动速率下循环。

[0072] 根据本发明，包括 V_{i+1} 的连接器必须解释为不包括在 V_{i+1} 周围的小的二级旁通管 l_k ，也不包括设置在 l_k 上的小阀门 v_{i+1} 。该连接器因此包括单个阀门 V_{i+1} ，它允许主要流体 F, D, R, E 等的循环。

[0073] 本发明的设备也能够限制外部旁通管 L_k 和 L_{k+1} 的长度，因为这些管线中的每一个的连接用连接器（或旋塞（tap），连接器也可以是在该柱上的旋塞）被叠加或具有小的偏移角（至多 20° ）。这对于限制管线的内体积而言是有利的，当供应 / 提取流体变化时管线需要冲洗。然而，由于在两个相邻的叠加区段 S_k 和 S_{k+1} 的连接器之间的在 $70^\circ - 110^\circ$ 范围内的大的平均偏移角，由基本上叠加的各种旋塞在柱的同一母体上的积聚所引起的柱的机械强度削弱问题得到避免。

[0074] 根据本发明，连接器或旋塞的术语“取向”适用于从柱轴上的板中心开始并指向该连接器（在它与该柱的连接点上）的取向的直线。根据定义，在两个连接器取向（对于两个不同板）之间的偏移角是由这两个板的连接器的取向所形成的、投影到水平基准面的最小角度。它因此是总是在 $[0^\circ - 180^\circ]$ 范围内的角度。具有 $< 180^\circ$ 的角度 α 的偏移角的两个连接器（对于两个不同板的组装件）的平均取向是，按照定义，与 $\alpha/2$ 的偏移角（相对于所述连接器的两个取向）对应的中值取向。在两个区段 S_k 和 S_{k+1} 的连接器之间的平均偏移角是这两个区段的连接器的平均取向的偏移角。

[0075] 典型地，整个的柱，除了包括顶板的柱头以及任选的包括下床和 / 或下板的柱底外，是由多个叠加 2 板区段组成，其中同一区段 S_k 的两个连接器具有零度或 20° 或更少的相对于柱轴的偏移角，以及任何两个叠加相邻区段在它们两者之间具有在 $70^\circ - 110^\circ$ 范围内的它们的连接器的平均偏移角。

[0076] 下板也可属于区段 S_k ，其中 L_k 在较低点连接于柱出口管线（和不再连接于该柱）和因此优选在它的两个旋塞之间具有相同的偏移角特性（零或 20° 或更少）以及这些旋塞相对于紧邻上级区段 S_{k-1} 的那些（旋塞）而言的平均偏移角（它典型地是在 $70^\circ - 110^\circ$ 范围内）。

[0077] 在这种情况下，根据本发明，从柱底引出的下输出管线和与下吸 附床 A_n 对应的板 P_n 相似。事实上，典型地在柱底设置的吸附床 A_n 之下没有板 P_n ，因为不需要将流体分配到紧邻的下级床。此外，根据本发明，在这种情况下假设该缺失板 P_n 被来自柱的下输出管线代替，则该管线典型地连接到同一柱的入口（经由再循环泵）或连接到第二分离柱的头部。

[0078] 优选,任何区段 S_k 的连接器在它们两者之间具有基本上为零的偏移角以及任何两个相邻的叠加区段在它们两者之间具有基本上 90° 的它们的连接器的平均偏移角。在这种情况下,该旁通管 L_k 典型地与柱的一个母体 (generatrix) 平行并且因此具有最小长度。

[0079] 根据本发明的优选的特性,使用由具有平行片段的面板 $DME_{i,j}$ 所形成的板,如图 4a 和 4b 中所示;有利地,旋塞的偏移角用于改变这些平行片段面板 $DME_{i,j}$ 的取向。

[0080] 平行片段面板的该取向变化(或面板取向)能够因为这些板的几何结构和它们的供应/提取系统而限制流体循环的局部不均匀性:通过避免面板的均匀取向,和相反通过改变它们的取向,优选接近 90° 的角度,沿着柱的循环不均匀性的累积效应得到避免。作为例子,在板的局部区的较小循环将部分或完全地被位于该柱的同一部分中的下板的循环的增大区所补偿。这倾向于使产物的吸附前沿 (adsorption fronts) 在柱的截面上相同。

[0081] 根据本发明,术语“面板 (panels)”或“片段 (segments)”等同地使用。

[0082] 根据本发明,术语“平行片段的方向”适用于在一个或另一个方向上未取向的、位于水平基准面上的直线,后者平行于所述的区段并穿过该柱轴。

[0083] 根据定义,在(两个不同板的)平行片段面板的两个方向(或取向)之间的偏移角是由这两个板的平行片段的方向所形成的、投影到同一个水平基准面上的最小角度。它因此是总是包括在 $[0^\circ - 90^\circ]$ 范围内的角度。

[0084] 两个不同板的平行片段的平均方向(或取向)(其中两个取向中的一个取向相对于另一个取向偏移了 $< 90^\circ$ 的角度 α) 按照定义是中值方向,对应于 $\alpha/2$ 的偏移角(相对于所述的两个方向)。

[0085] 因此,根据设备的板的第一种设计变型,区段 S_k 的每一个板 P_i 再分成多个面板 $DME_{i,j}$,其中平行于一个方向的区段连接于单个连接器 (EM_i) 以供应流体和排出该提取流体,以及对于区段 S_k 的每一个板,单个区段 S_k 的这些板的平行片段面板的方向具有零度或 20° 或更少的偏移角,并且对于区段 S_k 的平行片段面板,面板的平均方向具有相对于相邻区段 S_{k+1} 或 S_{k-1} 的面板的平均方向而言在 $70^\circ - 90^\circ$ (包括端值)范围内的偏移角。

[0086] 该板的平行片段的方向对于连接器连接到该板的情况具有恒定的偏移角,该恒定的偏移典型地是基本上 0 或基本上 90° 。

[0087] 根据该变型,对于单个区段 S_k 的板的平行片段,面板 $DME_{i,j}$ 的方向因此基本上是类似的或相同的(具有至多 20° 的偏移角)。相反,这些板的平行片段面板的平均方向改变了 $70^\circ - 90^\circ$ 范围内的角度,当从一个区段 S_k 通入到相邻的区段中时。因此,每两个板,这些面板在方向上有大的变化(接近于 90°)(区段之间)。

[0088] 在板和设备的设计的第二种变型中,区段 S_k 的每一个板 P_i 再分成了都平行于一个方向的多个片段,后者连接于单个连接器以供应该供应流体和提取排放流体,并且对于属于同一区段 S_k 或属于两个叠加区段的两个叠加相邻板的每个组装件,两个板当中的一个板的平行片段面板的方向具有相对于另一个板的平行片段的方向而言的在 $70^\circ - 90^\circ$ 范围内(包括端值)的偏移角。

[0089] 在该变型中,单个区段 S_k 的两个板的平行片段的方向大体上偏移 90° ,并且当从在 S_k 之下的板通过到属于下区段 S_{k+1} 的相邻下板中时,该同样的偏移角也存在。在这种情况下平行片段的方向的变化因此会在每一个板上发生并且不再在每组的 2 个板(在每一

个区段上)上发生,这会增加这些区段的方向的变化。相反,因为 2 个连接器具有在同一区段内的零度或小的偏移角,在方向上的该变化则需要板的两种不同设计,其中片段取向偏移了 90° ,这将在描述附图时进行解释。

[0090] 典型地,旁通管 Lk 所具有的内径至少等于连接到 Lk 的网络阀门的最大开口直径。因此,与直接连接到 Lk 的网络阀门的开口直径相比,Lk 的直径不构成对流量的限制。

[0091] 正如早已提到的,SMB 可用回流 RE 来操作,其中包括提取物或典型富含期望的产物,它通过蒸馏提取物除去解吸附剂而获得(包括大于 50%,或甚至 90%或甚至 99%的期望的产物)。优选,本发明的设备 包括回流 RE 的顺序供应网络 RE-Net,该网络经由具有 α 或 α 以上的内径的单个管线连接到每一个区段 Sk,所述单个管线包括具有 α 或 α 以上的开口直径的单个网络阀门 REk。因此,该回流网络按照与其它工艺流体 F, D, R, E 的那些网络相同的方式连接。

[0092] 按类似的方式,该 SMB 还能够以顺序排出第二提余液 R2 来操作,并且在这种情况下本发明的设备优选包括经由具有 α 或 α 以上的内径的单个管线(它包括具有 α 或 α 以上的开口直径的单个网络阀门 REk) 连接到每一区段 Sk 上的网络 R2-Net。因此,第二种提余液网络按照与其它工艺流体 F, D, R, E, (RE) 的那些网络相同的方式连接。

[0093] 本发明还涉及使用以上所述的设备分离产物的方法。典型地,在一个周期中:

[0094] • 各个管线 Lk 顺序地用于将流体 F, D, R, E 在它们的标称流动速率下和任选的回流 RE 和 / 或第二提余液 R2,经由串联的相应板阀和相应的网络阀门,进行循环以进入到 Sk 的每一个板中或从 Sk 的每一个板中循环出来;

[0095] • 通过使用从该设备的板中引出的内部该股,在其中连接到 Lk 的网络阀门没有打开的时间段的至少一部分中,在低于主要外部旁通管 Lk 当中的每一个的流体 F、D、R、E 和任选的 RE 和 / 或 R2 的标称流动速率的流动速率下进行冲洗,和再循环到该设备的另一个板中,并且当连接到 Lk 的网络阀门打开时,Lk 的全部内部冲洗都停止;

[0096] • 通过使用从该设备的板中引出的内部该股,在该时间段的至少一部分中,在低于外部二级旁通管 Mk 当中的每一个的流体 F、D、R、E 的标称流动速率的流动速率下进行冲洗,并再循环到设备的另一个板中。

[0097] 本发明的方法因此通过经由外部旁通管 Lk 和 Mk 从一个板循环到另一个板中有效地进行冲洗来使用 SMB 设备。典型地,通过将来自 Sk 的上板 Pi 的该股进行循环到 Sk 的下板 Pi+1 来冲洗 Lk。

[0098] 再次典型地,通过将从 Sk-1 的下板 Pi-1 引出的该股进行循环到 Sk 的上板 Pi 来冲洗 Mk。

[0099] 通常,在 Sk 不连接到用于顺序供应或顺序排出的流体网络的任何时间段中以及连接到 Sk 的网络阀门之一被打开以将流体供应到上板 Pi 或从上板 Pi 排出流体的时间段紧接之前,Lk 的内部冲洗是从 Sk 的上板 Pi 到 Sk 的下板 Pi+1 进行的。该内部冲洗导致在供应到板 Pi(它也需要开口 Vi) 或从该板 Pi 排出的时间段之前的时间段中打开 Vi 并且避免在这些连续的时间段之间 Vi 的打开或关闭。阀门运动的次数的减少会减少这些阀门的磨损,并且提高设备和相关工艺的可靠性。

[0100] 需要进行至少两个和典型地全部旁通管 Lk 的内部冲洗。通常,对于给定的管线 Lk(或 Mk),内部冲洗持续该时间段的至少 20%,常常至少 40%或甚至至少 50%。

[0101] 优选,对于每一个旁通管 L_k ,在其中连接到 L_k 的网络阀门没有打开时的整个时间段中冲洗 L_k 。

[0102] 典型地,在一个周期中的整个时间长度中, L_k 被流体 F、D、R、E 中的每一种使用。这防止了任何无用区在 L_k 中的出现。

[0103] 当 M_k 被冲洗时,经由外部二级旁通管 M_k 连接的连接器的板阀 V_{i+1} 和 V_i 优选被关闭。这避免了冲洗流与在 L_k 中存在的流体的部分混合。

[0104] 在其中经由二级外部旁通管 M_k 连接的连接器的板阀 V_{i-1} 和 V_i 被关闭的整个时间段中可以冲洗 M_k 。

[0105] 在本发明的方法的一种变型中,需要进行流体 F, D, R, E 在柱中的供应和排出点的不同步变换。

[0106] 还有可能使用具有色谱分离区的设备,该区的至少一些等同于非整数数量的吸附床,典型地为 Varicol。

[0107] 本发明不局限于特定的分离而且可以用于任何模拟移动床分离。作为例子,有可能进行从主要含有 8 个碳原子的芳族烃并且包括该烃的原料中分离芳族烃,例如对二甲苯或间二甲苯。

[0108] 还有可能进行从包括正链烷烃类的烃原料中分离至少一种正链烷烃的方法或进行从包括烯烃的烃原料中分离至少一种烯烃的方法。

[0109] 附图的描述和所示设备的操作

[0110] 本发明将容易地从附图和说明得到理解,其中:

[0111] 图 1 是具有相应网络阀门的现有技术 SMB 设备的一部分示意图;

[0112] 图 2 用图解法显示了本发明的 SMB 设备的一部分,它包括具有相应的主要旁通管、二级旁通管、网络阀门、板阀和流动速率限制阀的三个叠加节段 Sk 、 $Sk+1$ 、 $Sk+2$;

[0113] 图 3 用图解法显示本发明的 SMB 设备的一部分,包括位于管线 L_k 、 L_{k+1} 上的流动速率限制阀;

[0114] 图 4a, 4b, 4c 和 4d 显示了具有平行片段的四个板变型 P_i , 具有它们的供应 / 提取网络;

[0115] 图 4a 和 4b 显示在与两个区段 Sk 和 $Sk+1$ 对应的 4 个相继的相邻板的布置的两种变型。

[0116] 我们现在参见图 1, 显示了现有技术 SMB 的色谱柱的一部分。吸附床 A_i , A_{i+1} , A_{i+2} , A_{i+3} , A_{i+4} , A_{i+5} 中的每一个布置在板 P_i , P_{i+1} , P_{i+2} , P_{i+3} , P_{i+4} , P_{i+5} 之上, 并且这些板中的每一个经由管线 (分别为 3, 4, 5, 6, 7, 8)、经由阀门 (没有标识) 连接到 4 个流体网络 F, D, R, E 当中的每一个上。每一个板因此有 4 个主要阀门。此外, 这些板经由旁通管 1a, 1b, 1c 来成对地连接, 这些旁通管典型地具有较小直径并且包括较小直径 (β 或 β 以下) 的阀门 (分别为 2a, 2b, 2c), 从而允许有限的旁通流量的通过: 在柱中循环的流量的 2% - 20%。

[0117] 总共, 对于每一个板 P_i , 有 4 个具有 $> \beta$ 的 α 或 α 以上数值的较大开口直径的主要阀门 (与 F、D、R、E 的标称流动速率相适应) 和平均 0.5 个小直径阀门 (一个 / 每 2 板), 达到平均 4.5 个阀门 / 每板, 其中包括具有 α 或 α 以上的大开口直径的四个阀门。

[0118] 使用此类柱的 SMB 的功能是本领域中技术人员公知的。典型地, 当没有流体 F、D、

R、E 供应到经由旁通管（在使用中暂时旁通）连接的 2 个板当中的一个中或从其中排出时，旁通管的阀门 2a、2b 或 2c 打开并调节限制的冲洗流量。相反，当流体 F、D、R、E 中的一种被供应到经由旁通管（在停产中暂时旁通）连接的 2 个板当中的一个中或从其中排出时，旁通管的阀门 2a 或 2b 或 2c 关闭。

[0119] 图 2 显示了包括 3 个区段 S_k 、 S_{k+1} 、 S_{k+2} 的本发明设备的柱的一部分，各区段包括 2 个吸附床和紧接着在下面的 2 个板。每个区段的 2 个板经由主要旁通管（具有较大直径，典型为 α 或 α 以上）（分别为 L_k 、 L_{k+1} 、 L_{k+2} ）连接，其适合于将流体 F、D、R、E 等在它们的标称流动速率下循环。每个旁通管连接到具有 α 或 α 以上的较大开口直径的一组 4 个网络阀门，以便工艺流体的顺序供应和排出。与现有技术相反，该组的 4 个阀门不供应 1 个板而是供应 2 个板。

[0120] 因此，对于第一区段 S_k ，有 4 个网络阀门 VF_k 、 VD_k 、 VR_k 、 VE_k 供应 P_i 和 P_{i+1} 两者。

[0121] 每一个板也经由连接器（对应图中的管线的水平部分）连接到相应的旁通管 L_k 或 L_{k+1} 或 L_{k+2} ，该连接器包括属于板的单个双向受控隔离阀，称作板阀： V_i 、 V_{i+1} 、 V_{i+2} 、 V_{i+3} 、 V_{i+4} 、 V_{i+5} 。区段的每一个下板阀： V_{i+1} 、 V_{i+3} 、 V_{i+5} 也具有小的二级旁通管 1_k 、 1_{k+1} 、 1_{k+2} ，该小的二级旁通管装有典型具有小直径的阀门： v_{i+1} 、 v_{i+3} 、 v_{i+5} 。

[0122] 每个板也被连接到具有较小直径阀门 VM_k 或 VM_{k+1} 或 VM_{k+2} 的二级旁通管 M_k 或 M_{k+1} 或 M_{k+2} 。

[0123] 总共，对于 2 个板的每一个区段，有 4 个较大直径网络阀门，也具有较大直径以允许流体 F、D、R、E 等在它们的标称流动速率下循环的 2 个板阀，和两个较小直径旁通阀（辅助和二级），即 8 个阀门，达到平均 4 个阀门 / 每板，其中包括 3 个大直径阀门。因此，当该设备与现有技术图 1 相比时，达到一个大直径阀门 / 每板。

[0124] 设备按以下方式操作：

[0125] 对于区段 S_k ，例如当在一定的时间段中流体 F、D、R、E 中的一种被供应到板 P_i 中或从板 P_i 中排出来时，相应的网络阀门 VF_k 、 VD_k 、 VR_k 、 VE_k 以及板阀 V_i 被打开。然后关闭区段 S_k 的其它网络阀门，以及 V_{i+1} 和上面的二级旁通管 M_k 的小型二级旁通阀 VM_k 和小型辅助旁通阀 v_{i+1} （关闭）。相反，优选打开二级旁通管 M_{k+1} 的小型二级旁通阀 VM_{k+1} 。

[0126] 当在另一个时间段中流体 F、D、R、E 中的一种被供应到板 P_{i+1} 或从板 P_{i+1} 中排出来时，相应的网络阀门 VF_k 、 VD_k 、 VR_k 或 VE_k 和板阀 V_{i+1} 都打开。然后关闭区段 S_k 的其它网络阀门，以及 V_i （关闭）。小型辅助旁通阀 v_{i+1} 仍然保持关闭。优选上面的二级旁通管 M_k 的小型二级旁通阀 VM_k 被打开，以及二级旁通管 M_{k+1} 的小型二级旁通阀 VM_{k+1} 必需关闭。

[0127] 当在第三个时间段中流体 F、D、R、E 中的一种既不供应给板 P_i 和 P_{i+1} 中和也不从板 P_i 和 P_{i+1} 中排出来时，网络阀门 VF_k 、 VD_k 、 VR_k 和 VE_k 都关闭。接着，通过打开 V_i ，关闭 V_{i+1} 和打开小的辅助旁通阀 v_{i+1} ，限制的旁通流量然后在管线 L_k 中循环（从 P_i 中排出和注入到 P_{i+1} 中）。因此，通过 1_k 来确保小的旁通管流量 v_{i+1} ，后者典型地是通过调节来自流量计（未显示）的流动速率来控制的调节阀（渐进式打开）。

[0128] 当在第四个时间段中时，1) 流体 F、D、R、E 中的一种既不供应到板 P_i 和 P_{i+1} 中，也不从板 P_i 和 P_{i+1} 中排出，网络阀门 VF_k 、 VD_k 、 VR_k 、 VE_k 被关闭，和 2) 在管线 L_k 中需要零旁通流量， V_i 、 V_{i+1} 和小型辅助旁通阀 v_{i+1} 被关闭，限制旁通流量然后在限制的流动速

率下在二级旁通管 M_k 中和任选在 M_{k+1} 中循环,只是当板 P_{i-1} 或 P_{i+2} 处于供应或排出阶段时除外,在这种情况下相应的二级旁通管必须停止工作。

[0129] 其它区段 S_{k+1} , S_{k+2} 按照类似的方式工作。

[0130] 区段 S_k 的一种类型的功能的一个例子是如下,其中提到了被打开的用于发挥 S_k 的功能的阀门,没有提到的阀门则关闭。仅仅描述在 M_k 的二级旁通管中在冲洗 P_i 时的运动。

[0131] 时间段 1:从 P_i 到 P_{i+1} 的旁通冲洗。打开阀门: V_i, v_{i+1} ;

[0132] 时间段 2:解吸附剂注入到 P_i 中。打开阀门: V_i, V_{Dk} ;

[0133] 时间段 3:解吸附剂注入到 P_{i+1} 中。打开阀门: V_{i+1}, V_{Dk} ,和从 P_{i-1} 到 P_i 的旁通冲洗。打开阀门: V_{Mk} ;

[0134] 时间段 4:从 P_i 到 P_{i+1} 的旁通冲洗。打开阀门: V_i, v_{i+1} ;

[0135] 时间段 5:提余液从 P_i 中的排出。打开阀门: V_i, V_{Rk} ;

[0136] 时间段 6:提余液从 P_{i+1} 中的排出。打开阀门: V_{i+1}, V_{Rk} 。然后从 P_{i-1} 到 P_i 的旁通冲洗。打开阀门: V_{Mk} ;

[0137] 时间段 7:从 P_i 到 P_{i+1} 的旁通冲洗。打开阀门: V_i, v_{i+1} ;

[0138] 时间段 8:从 P_{i-1} 到 P_i 旁通冲洗。打开阀门: V_{Mk} ;

[0139] 时间段 9:从 P_i 到 P_{i+1} 的旁通冲洗。打开阀门: V_i, v_{i+1} ;

[0140] 时间段 10:从 P_{i-1} 到 P_i 旁通冲洗。打开阀门: V_{Mk} ;

[0141] 时间段 11:从 P_i 到 P_{i+1} 的旁通冲洗。打开阀门: V_i, v_{i+1} ;

[0142] 时间段 12:原料注 P_i 中。打开阀门: V_i, V_{Fk} ;

[0143] 时间段 13:原料注 P_{i+1} 中。打开阀门: V_{i+1}, V_{Fk} 。然后从 P_{i-1} 到 P_i 的旁通冲洗。打开阀门: V_{Mk} ;

[0144] 时间段 14:从 P_i 到 P_{i+1} 的旁通冲洗。打开阀门: V_i, v_{i+1} ;

[0145] 时间段 15:从 P_{i-1} 到 P_i 旁通冲洗。打开阀门: V_{Mk} ;

[0146] 时间段 16:从 P_i 到 P_{i+1} 的旁通冲洗。打开阀门: V_i, v_{i+1} ;

[0147] 时间段 17:从 P_{i-1} 到 P_i 旁通冲洗。打开阀门: V_{Mk} ;

[0148] 时间段 18:从 P_i 到 P_{i+1} 的旁通冲洗。打开阀门: V_i, v_{i+1} ;

[0149] 时间段 19:从 P_{i-1} 到 P_i 旁通冲洗。打开阀门: V_{Mk} ;

[0150] 时间段 20:从 P_i 到 P_{i+1} 的旁通冲洗。打开阀门: V_i, v_{i+1} ;

[0151] 时间段 21:提取物从 P_i 中的排出。打开阀门: V_i, V_{Lk} ;

[0152] 时间段 22:提取物从 P_{i+1} 中的排出。打开阀门: V_{i+1}, V_{Ek} 。然后从 P_{i+1} 到 P_i 的旁通冲洗。打开阀门: V_{Mk} ;

[0153] 时间段 23:从 P_i 到 P_{i+1} 的旁通冲洗。打开阀门: V_i, v_{i+1} ;

[0154] 时间段 24:从 P_{i-1} 到 P_i 旁通冲洗。打开阀门: V_{Mk} 。

[0155] 允许优选的顺序化的原理是如下:

[0156] 1) 每次主要流体 (F,D,R,E) 中的一种通过使用在旁通管 L_k 中的网络阀门被排出或注入,该网络阀门接连两次打开(在相继的 2 个时间段中)。第一次,上面的、开通的板阀允许连接到上板 P_i ,和下板阀 V_{i+1} 以及控制管线 1_k 的辅助旁通流体的小型阀门 v_{i+1} 被关闭。第二次,下板阀 V_{i+1} 开通,允许连接到下板 P_{i+1} ,然后上板阀 V_i 和小型流体旁通控制

阀 v_{i+1} 被关闭。此外,上面的二级旁通管 M_k 的小型控制阀 VM_k 被开通与区段 $Sk-1$ (未显示) 的板 P_{i-1} (未显示) 和区段 Sk 的板 P_i 实现连通。

[0157] 2) 在主要流体 (F,D,R,E) 的注入或排出的时间段之外,每一段其它时间旁通流量在 L_k 中交替地循环。然后打开上板阀 V_i ,下板阀 V_{i+1} 被关闭和在 V_{i+1} 附近的辅助旁通管上的小型控制阀 v_{i+1} 调节经由辅助旁通管 $1k$ 的旁通流量。另外地,旁通流量在由小型控制阀 VM_k 所调节的上面的二级旁通管 M_k 中循环,这两个板阀 V_{i-1} 和 V_i 被关闭而在 P_{i-1} 和 P_i 之间形成旁通。然而,如果板 P_{i-1} 经由 F、D、R、E 等等供应或排出,则这后一种旁通流量投入使用。

[0158] 图 3 显示根据本发明的另一个实施方案的 SMB 的柱的一部分。该板阀 (未编号) 不包括小型辅助旁通管 $1k$ 来限制在 L_k 中的旁通冲洗流量,与在图 2 的设备中一样。该功能是由阀门确保的,该阀门典型地具有渐进式开口:用于 L_k 的 9A 和用于 L_{k+1} 的 9B。这不允许使用辅助管线 $1k$ 、 $1k+1$,但需要较大直径阀门 9A、9B,以便不限制在 L_k 中循环的流量。

[0159] 可替换地, L_k 的板阀可用作流量调节阀,代替阀门 9A 和 / 或阀门 9B。该阀门或这些阀门必须因此具有增强密封性。

[0160] 图 4a, 4b, 4c 和 4d 显示了具有平行片段面板 $DME_{i,j}$ (具有它们的供应 / 提取网络) 的板 P_i 的各种实施方案的顶视图。本发明不涉及该网络的分支的几何结构。

[0161] 对于与图 4a、4b 和 4c 对应的每一个板,连接到供应 / 提取工艺流体网络的单个连接器 EM_i 沿着径向进入该柱中并经由径向管线连接到柱中心,在这里首先发生一分为二。一系列的相继的分支能够单独地供应所有的面板 $DME_{i,j}$,从而在板的整个节段上按照规则的方式供应和排出 SMB 流体。

[0162] 对于图 4d 的板,径向管线在上游更细分并且不经由柱的中心通过,这意味着能够安装中心支杆来支撑这些板和吸附床位于该板之上。

[0163] 对于图 4a 和 4b 的板,面板 $DME_{i,j}$ 垂直于连接器 EM_i 而延伸,平行于由非取向的直线 10 表示的同一个方向。平行片段的该方向具有相对于连接器 EM_i 而言的 90° 的偏移角。

[0164] 相反,对于图 4c 和 4d 的板,面板 $DME_{i,j}$ 平行于连接器 EM_i 而延伸并且平行于由非取向的直线 11 所表示的方向。平行片段的该方向具有相对于连接器 EM_i 而言的零偏移角。

[0165] 工艺流体的顺序供应和排出的单个公用网络的分支能够按各种方式发生。图 4a 和 4c 的板的网络包括两者各分为两个,例如 (用于连接到面板的) 末端 12 的上游,以及倾斜的 (raked) 细分支。

[0166] 图 4b 和 4d 的板的网络仅仅包括相继的细分为两个。还有可能使用如在 US-5 938 333 中公开的那些细分支。

[0167] 通常,管线的尺寸随着分支的增加而减少,但是还有可能让网络的一部分具有相同直径的管线,以及在一个或两个下游分支上细分为两个 (直径减少),等等。本发明的范围还包括经由两个末端 12 而不是仅一个末端来供应每一个面板 $DME_{i,j}$ 。

[0168] 图 5a 显示在与两个区段 Sk 和 $Sk+1$ 对应的 4 个相邻叠加板的布置上的第一种变型。在该变型中,全部的板具有图 4b 的设计,一个板的全部的平行片段面板 $DME_{i,j}$ 垂直于与该板对应的单个连接器 EM_i ,并因此具有相对于该连接器而言的 90° 的偏移角。

[0169] 属于同一区段 S_k 的板 P_{i-1} 和 P_i 的连接器被叠加并因此具有零偏移角。基于此原因,显示为虚线的管线 L_k 典型地具有最小长度并且容易安装,因为它不必沿着该柱缠绕。

[0170] 属于同一个紧邻下级区段 S_{k+1} 的板 P_{i+1} 和 P_{i+2} 的连接器也叠加 并因此也具有零偏移角。基于此原因,以虚线显示的管线 L_{k+1} 也典型地具有最小长度并且容易安装,因为它不必沿着该柱缠绕。

[0171] 相反, S_{k-1} 的连接器相对于 S_k 的那些连接器偏移 90° 。这也是 S_{k+1} 的板的平行片段面板的方向的情况,它相对于 S_k 的板的那些偏移了 90° 。因此,每两个板(区段之间)有平行片段的 90° 的偏移角。该布置能够避免或限制因为供应/提取系统的不完全的均匀性质所引起的在柱截面中流体循环不均匀性的积聚。与全部的板直接叠加的布置相比,它倾向于调整在柱截面的各个点上的吸附前沿(adsorption fronts),导致由于每一个新板所引起的不均匀性的积聚。

[0172] 图 5a 的 4 个相邻叠加(相邻)板的布置的变化能够因此导致旁通管 L_k, L_{k+1} (它们容易安装)的典型最小长度,而且避免或限制在该柱中循环不均匀性的积聚。最终,它能够避免旋塞在柱的一个母体(generatrix)上的积聚,该连接器在每一个新区段上偏移 90° 。这对于没有削弱柱的机械性能是有利的。

[0173] 图 5b 显示在与两个区段 S_k 和 S_{k+1} 对应的 4 个相继的相邻板的布置的另一种变型。在该变型中,在一个板的平行片段面板的方向上相对于一个或相邻板(最近的板)的平行片段面板的方向有 90° 的偏移角,即板之间而不是区段之间。这进一步增强了对于在柱中循环不均匀性的积聚的限制。

[0174] 一个区段 S_k 或 S_{k+1} 的两个连接器(旋塞)仍然叠加,从而保留了典型具有最小长度并且便于安装的旁通管的优点。这是通过具有不同分配网络的两种类型的板的交替使用来实现的:根据图 4a 的设计的一种类型(对于 P_i 和 P_{i+3})和根据图 4c 的设计的一种类型(对于 P_{i+1} 和 P_{i+2})。

[0175] 与使用 2 种不同类型的板相反,该变型因此允许在平行片段的取向上有变化的这些板的更频繁交替。它保留了典型具有最小长度和容易安装的旁通管的优点。

[0176] 最佳实施方案

[0177] 本发明的最佳实施方案是 SMB,其中柱或这些柱基本上由在板 P_{i+1} 等的辅助旁通管中具有小型阀门 v_{i+1} 等的区段 S_k 构成,如在图 2 中所示。

[0178] 在该设备中,有 3 个大直径阀门/每板(6 个/每区段 S_k : $VF_k, VD_k, VR_k, VE_k, V_i, V_{i+1}$),与现有技术的 4 个(参见图 1)不同。平均起来有一个小调节阀/每板(对于 S_k 的 2 个板为 VM_k 和 v_{i+1}),相比之下现有技术是 0.5 个/每板,但是这种阀门是比较便宜的并且阀门的总数减少(本发明为 4 个,而现有技术为 4.5 个)。

[0179] 设备的优选实施方案的板以及它们的平行片段成双地偏移 90° (区段之间,没有改变板几何结构)(如图 5a 所示),或一个接一个偏移 90° (板之间,板几何结构有变化)(如图 5b 中所示),它调节在柱中流体的流量并减少主要外部旁通管 L_k 的体积,该旁通管 L_k 不需要缠绕在柱上,不会因为叠加旋塞(连接器)的积聚而削弱该柱(强度)。

[0180] 所述的本发明的设备可用于任何色谱分离方法,尤其从主要含有 8 个碳原子的芳族烃并且包括该烃的原料中分离芳族烃。

[0181] 尤其,它能够用于通过采用甲苯或对-二乙基苯作为解吸附剂和沸石作为吸附剂

从主要由 C8 烃类组成的芳族截取馏分中分离对二甲苯,按照例如在 FR-2 789 914 中所述。它还能够用于通过采用甲苯或 1,2,3,4- 四氢化萘作为解吸附剂和采用吸附剂例如在 US-5 900 523 和专利申请 FR-05/52. 485 和 FR-05/52. 486 中描述的那些,从芳族 C8 截取馏分中分离间二甲苯。

[0182] 它也能够用于从烃类(尤其链烷烃类或链烷烃类属和环烷烃类)的混合物中分离一种或多种正链烷烃(与烃类的剩余部分分离),例如通过采用正丁烷或正戊烷作为解吸附剂(任选地,异辛烷作为惰性稀释剂)和 4a 沸石作为吸附剂。

[0183] 最终,它能够用于在现有技术中已知的条件下,例如通过使用已与钙交换的 X 型分子筛,从包括该烃的烃类截取馏分中分离至少一种烯烃。

[0184] 本发明不局限于以上描述并且为了实施本发明,本领域中技术人员自由地使用现有技术中已知的任何其它特征性技术。

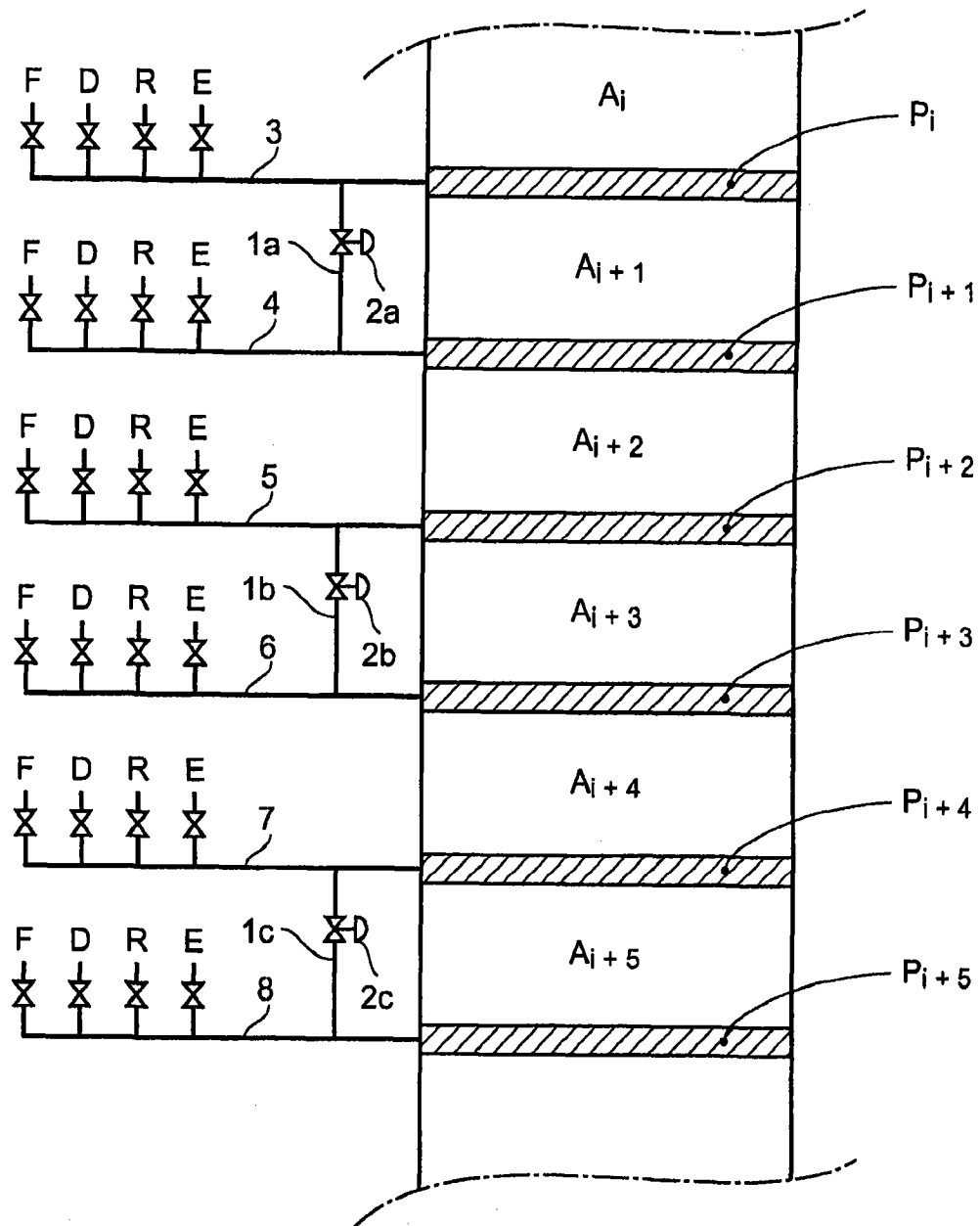


图 1

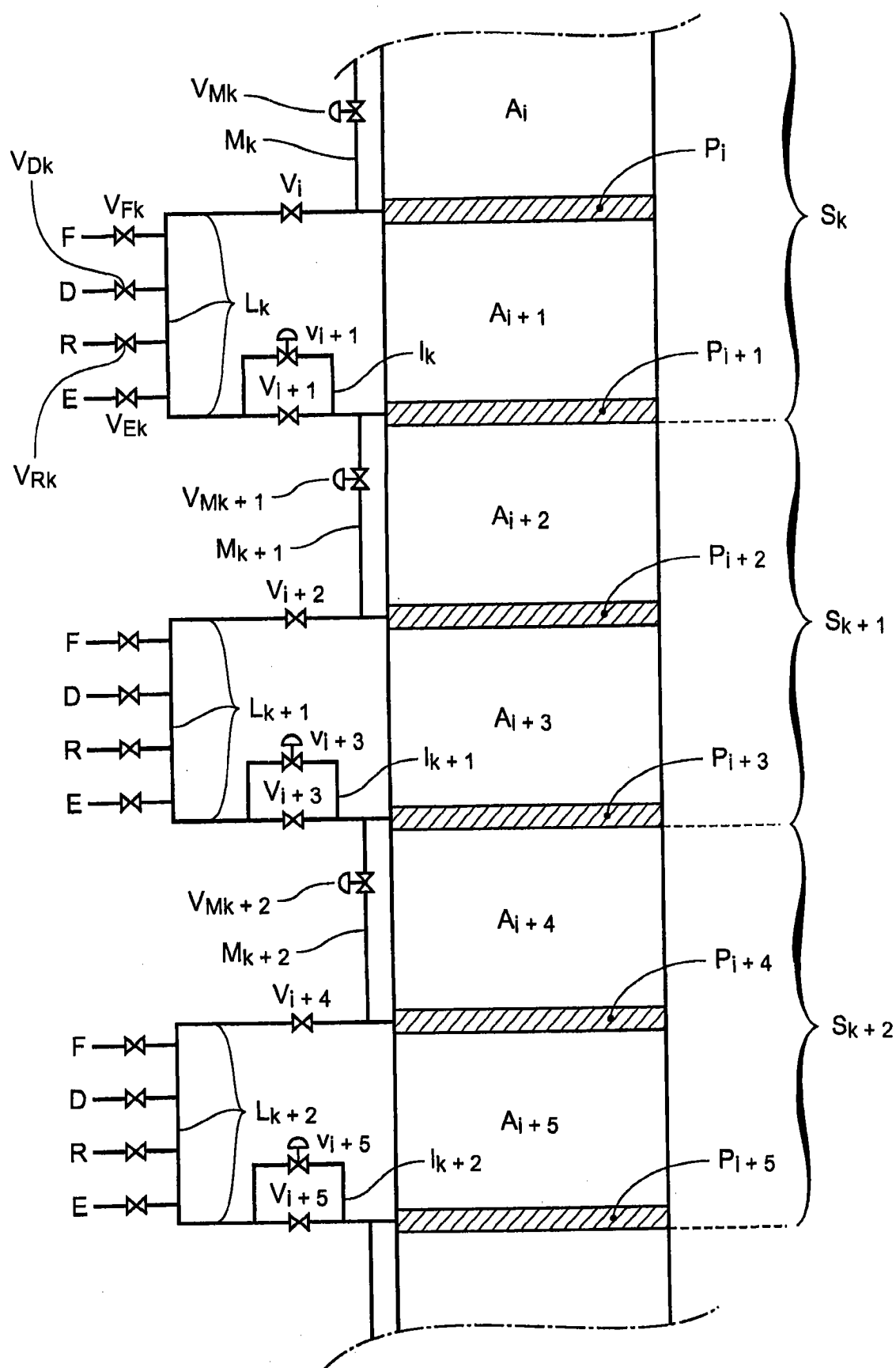


图 2

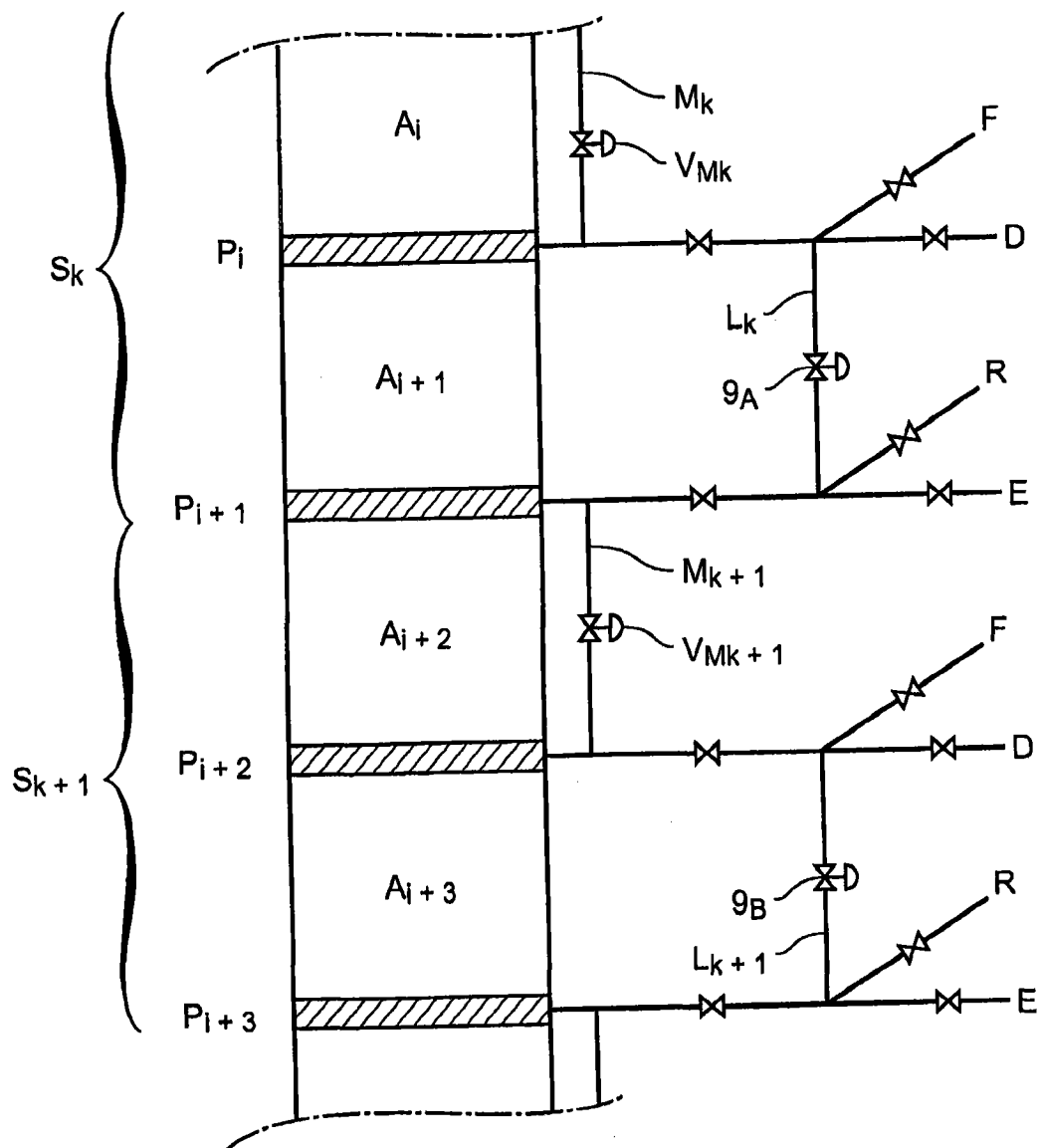


图 3

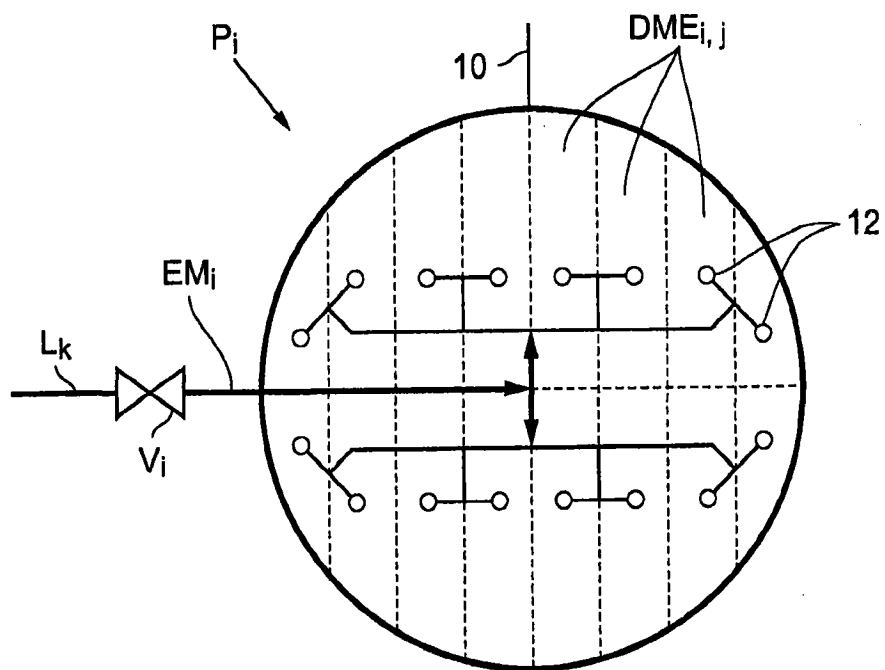


图 4a

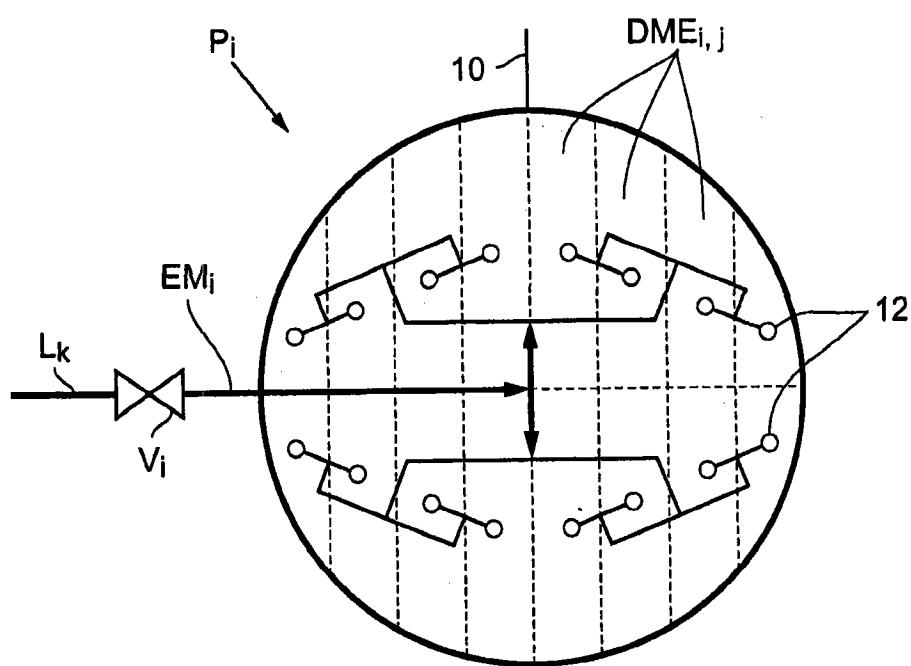


图 4b

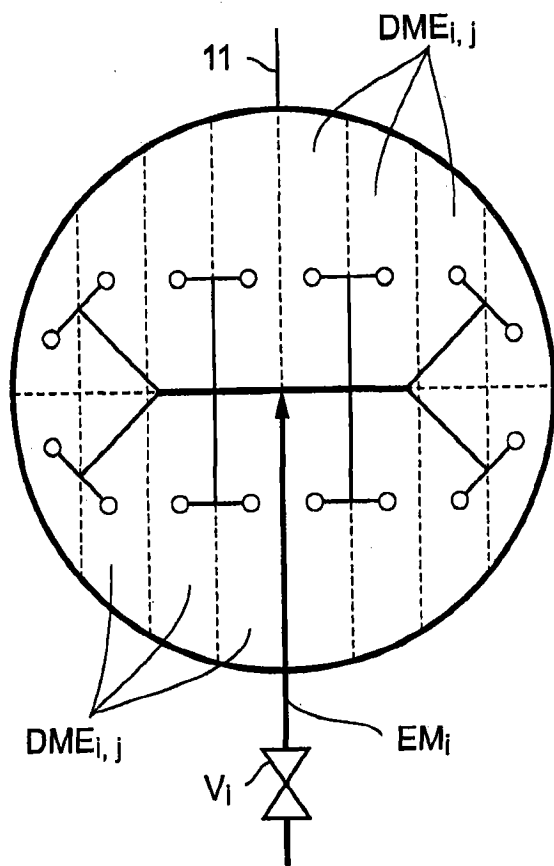


图 4c

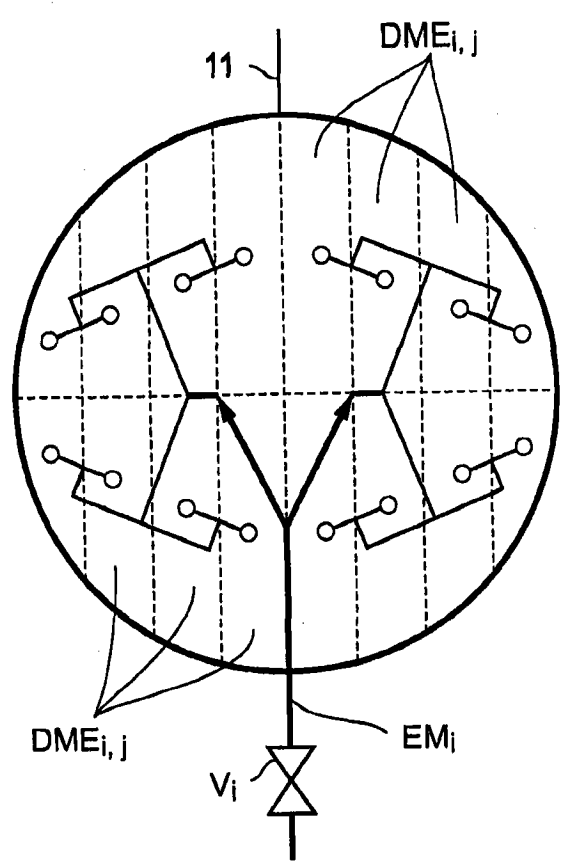


图 4d

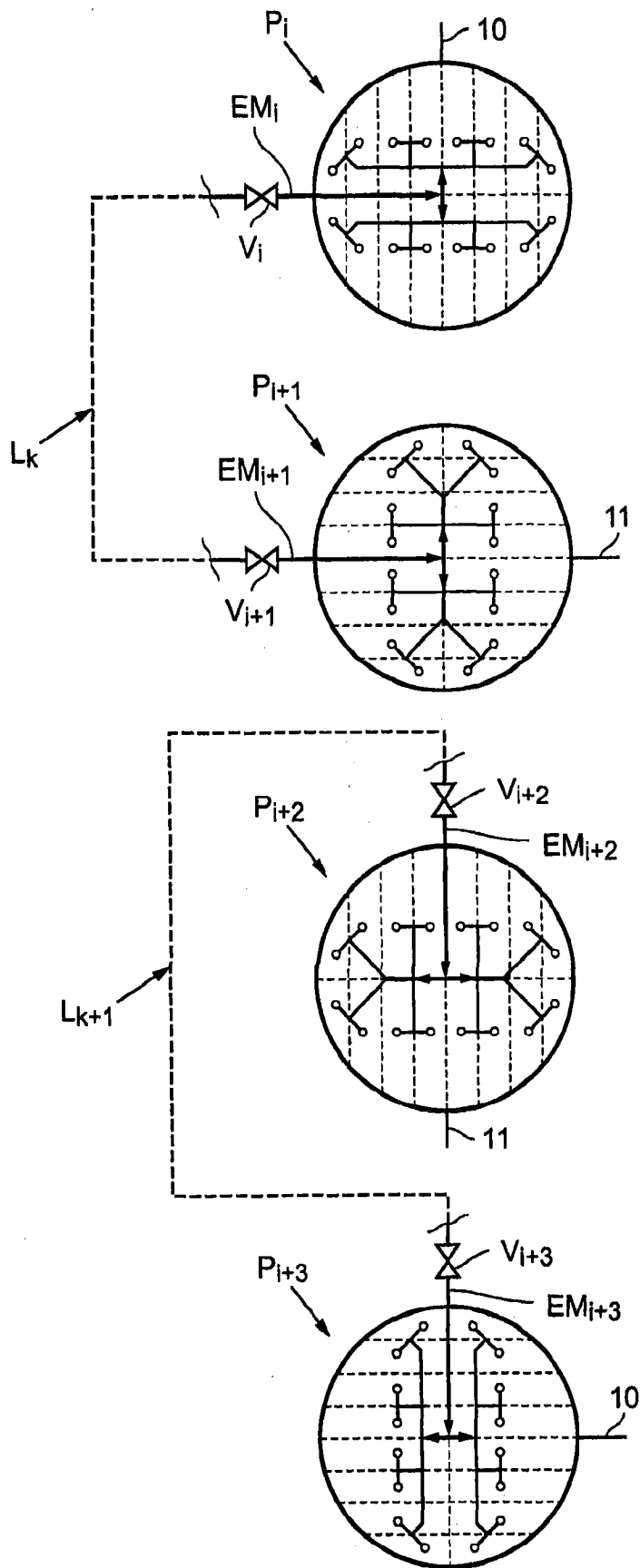


图 5b

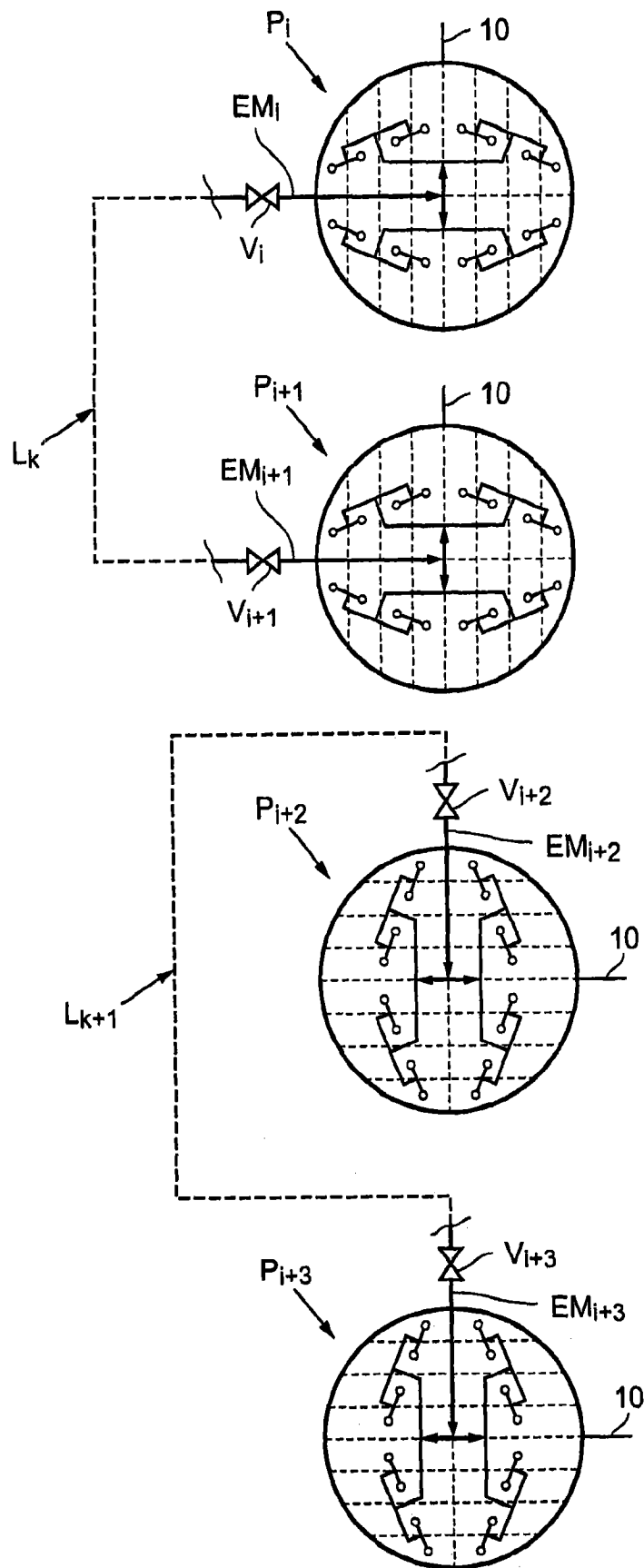


图 5a