

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

B01J 19/32

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98801260.X

[43]公开日 1999年12月1日

[11]公开号 CN 1237116A

[22]申请日 98.7.3 [21]申请号 98801260.X

[30]优先权

[32]97.7.4 [33]CH [31]1638/97

[86]国际申请 PCT/CH98/00293 98.7.3

[87]国际公布 WO99/01215 德 99.1.14

[85]进入国家阶段日期 99.4.29

[71]申请人 屈尼有限公司

地址 瑞士阿尔斯维尔

[72]发明人 U·比尔曼

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

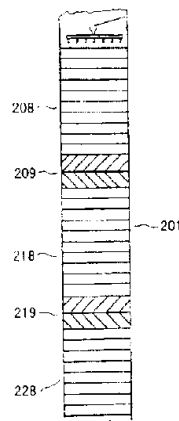
代理人 卢新华 王其灏

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图页数 5 页

[54]发明名称 物质交换柱的内部构件

[57]摘要

本发明涉及一种用于物质交换柱的内部构件,该内部构件含有至少一填料床层(201;301;401)。该填料床层(201;301;401)具有至少一个第一填料组件(208;302;402)和至少一个与之相配的校正元件(209;303;403),其中该填料段(208;302;402)和与之相配的校正元件(209;303;403)产生不同的液体最终分布或系统的不均匀分布,该填料段(208;302;402)和与之相配的校正元件(209;303;403)应这样选择和排列,要使由填料段(208;302;402)所引起的液相中的系统不均匀分布至少部分被与之相配的校正元件(209;303;403)所产生的不均匀分布所校正。将这种填料用于物质交换柱可达到较高的分离效率或者有可能使填料床层更高。

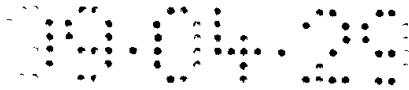


ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

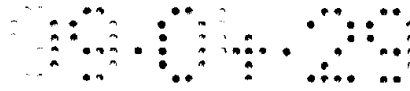
1. 一种用于物质交换柱的内部构件，该构件至少包含填料床层（201；301；401），该床层含有至少一个第一填料段（208；302；402）和至少一个与之相配的校正元件（209；303；403），其特征
- 5 在于，至少一校正元件（209；303；403）可以在液相中产生一种系统的不均匀分布，这种系统的不均匀分布至少能部分地校正其相配填料组件（208；302；402）产生的另一种系统的不均匀分布。
2. 权利要求1的物质交换柱内部构件，其特征在于，该校正元件由一种液体导流元件组成。
- 10 3. 权利要求1的物质交换柱内部构件，其特征在于，该与第一填料段（208；302；402）相配的校正元件（209；303；403）由至少另一填料段（209；303；403）组成，其中该第一填料段（208；302；402）和另一填料段（209；303；403）的填料类型不同。
4. 权利要求3的物质交换柱内部构件，其特征在于，该第一填料段
- 15 （208；302；402）与另一填料段（209；303；403）的选择，应使两个填料段之一产生液流周界畅通，另一个产生液流周界贫化。
5. 权利要求3或4的物质交换柱内部构件，其特征在于，该第一填料段（208；302）和该另一填料段（209；303）是这样选择的，即两个填料段之一是采用主要导致气流或蒸汽流均匀的填料类型，而另一
- 20 一个是采用主要导致气流或蒸汽流混合的填料类型。
6. 权利要求4或5的物质交换柱内部构件，其特征在于，该第一填料段（208；302）和该另一填料段（209；303）是这样选择的，即两个填料段之一为栅格型填料，另一为折叠表面型。
7. 权利要求4的物质交换柱内部构件，其特征在于，该第一填料段
- 25 （402）为填料堆填型，而另一填料段（403）为栅格型填料。
8. 权利要求1-7中任一项的物质交换柱内部构件，其特征在于，该第一和/或另一填料段（208，209；302，303；403）由这类填料元件组成即通过其结构使气流或蒸汽流和/或液流在柱的水平截面投影上产生一明显的优先流向。
- 30 9. 权利要求8的物质交换柱内部构件，其特征在于，产生优先流向的填料元件总是以围绕柱轴相互旋转约90°而排列。
10. 权利要求1-9中任一项的物质交换内部构件，其特征在于，



该第一填料组件（208；302；402）的水力学容量与与之相配的校正元件（209；303；403）的水力学容量基本相同。

11. 权利要求 3 - 10 的物质交换柱内部构件，其特征在于，由第一填料段（208；402）的填料类型的各填料段（208，218，228；
5 402，404）组成的主填料部件在填料高度上明显超过由另一填料段（209；403）的填料类型的各填料段（209，219；402）所组成的校正填料段。

12. 权利要求 11 的物质交换柱内部构件，其特征在于，主填料部件（208，218，228；402，404）的高度是校正填料部件（209，
10 219；403）高度的 6 - 10 倍。



说明书

物质交换柱的内部构件

发明领域

- 5 本发明涉及物质交换柱的内部构件，亦称柱内部构件，具体而言，本发明涉及一种液相和一种气相或蒸汽相之间起物质交换作用的内部构件。

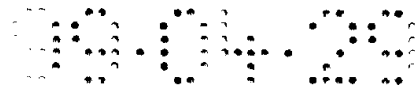
发明背景

- 10 柱内部构件在两种流相之间的物质交换和热交换的热分离技术和混合技术领域中有广泛的用途。这类内部构件安装在柱中或类似的装置中作分离-或混合内部构件，这些装置可用于蒸馏、精馏、吸附、反应或萃取。在液相和一种气相或蒸汽相的热交换和物质交换中，内部构件的作用在于，使该气体或汽体和与之呈逆相或同向穿过柱流动的液体均匀分布在柱的横截面上，形成尽可能大的物质交换和热交换的液体表面。塔板和/或填料均可用作柱的内部构件。与经典的板式柱相比，填料柱，即其档板由填料组成的柱，在柱的压力损失，生产能力，从而敏感物质的较小热负荷等方面具有较大的优点。至于投资费用，填料柱由于所需要的建筑工程量小而比塔板柱具有明显的优越性。

- 15 除了所谓的填料堆填（亦称无规则堆填）之外，越来越多的结构性填料（亦称规则填料）作为物质交换柱的填料应用。在蒸馏塔中，结构性填料与填料堆填相比在分离能力与大直径柱的按比例放大方面都具有优越性。

- 20 结构性填料按其结构可分为“折叠表面型”和“栅格填料型”。折叠表面型的填料具有锯齿形折叠金属板，亦称打褶板，这种填料作为平行于轴的内部构件安装于柱内，借助于其结构使气流或雾状流和液流总是朝向填料元件的，在柱截面投影上可识别的仅有的一个优先方向流动。DE 2601890 描述了一种典型的打褶表面型结构性填料。

- 25 与之相反，栅格型结构性填料具有栅格形开口结构，其栅格元件（肋片或分型件）按网格式，栅格式或风扇式排列。栅格元件连接在交叉点或节点，可呈二维或三维形式排列。栅格型结构性填料，借助其结构使气流或蒸汽流和液流总是朝向填料元件的，在柱截面投影上可识别的多个优先方向流动。在适宜的栅格填料的排列或成形下，亦可采用打折板



构成这种填料构型。EP 069241 描述了一种典型的栅格型填料，其商品名称为“Rombopak”。

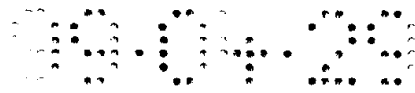
5 折叠表面型结构性填料与栅格型填料相比，其优点在于填料的制造方式简单，缺点在于折叠表面型填料表面的浸润性小，从而进行物质和热交换的液体表面较小，这是由于折叠表面型的结构性填料的整体表面（封闭结构）引起的。因此，装有栅格型结构性填料的分离柱的分离效率比装有折叠表面型填料的分离柱更高。

10 在工业实践中，使用填料精馏柱在高纯要求的情况下碰到矛盾，因为无论是填料堆填或是结构性填料都会产生分布不均匀的问题，特别是液相分布不均匀的问题。不均匀分布可由原本均匀分布在柱截面的液体流经填料之后液体分布产生了不均匀性得以证明。但分离作用的质量取决于气体或蒸汽和液体在沿流动途径的柱内空间的截面上分布的均匀性和混合强度。液流和蒸汽流中出现的不均匀分布可分成两种不同的类型。随机的不均匀分布表示一种小空间的（偶然的）不均匀分布。在较大的表面范围内分布仍是均匀的。系统的不均匀分布则表明在柱截面上出现大面积不合格分布。在工业实践中系统的不均匀分布总是覆盖一种随机不均匀分布。

15 一种特殊形式的随机不均匀分布是液体在填料床层上只是不充分的粗预分布。通过安装液体分布器可使液体在大面积上均匀分布，即分成一定数量的相等而均匀分布的细液流。而在小面积上却仍然出现不均匀分布，即存在无液体流入的表面区和出现分布器液流的表面区。这种呈液体不充分预分布的随机不均匀分布可通过昂贵的分布器或附加分布措施加以改善。

20 根据 DE 4418488 的叙述，在柱壁区液体和蒸气流动加剧，即所谓的周界流动是系统的不均匀分布的一种特殊形式，因为填料堆填或填料的边界层具有较小的阻力。在这个区域液体不完全参加物质交换。根据 Martin Gann 等在 Chem - Ing - Tech(化学工程技术) 64 (1992) Nr.1 s. 6 - 16 发表的论文“大型填料柱的问题和经验”，与填料堆填相比，结构性填料由于其结构尽管有较小的系统不均匀分布的风险，但是如前所述，仍不能达到自动分布。

30 液流和蒸汽流的系统的不均匀分布对分离作用特别有害，因为不能保证在柱截面上均匀混合。相反，在随机的不均匀分布的情况下，或多



或少的特殊的横向混合能不断地抵消和补偿负作用。

DE 4418488 指出，填料制造商建议采用液体的多次聚集和通过中间分布器再分布来作为适用的抵消不均匀分布的辅助手段。为此，将填料分成多个床层，在床层之间安装液体集液器和中间分布器。这种措施对于上述两种类型的不均匀分布都很有作用，特别对消除系统的不均匀分布更有作用。但采用集液器和分布器的缺点在于其费用和建筑高度增加。

为了避免昂贵的集液器和中间分布器，曾经尝试采用分布元件，它们同时兼有集液和再分布的功能。US 5, 523, 062A (Chemical Research & Licencing Company) 致力于复合分布元件的研究，后者适用于催化蒸馏柱中使气流和液流均匀再分布。该锯齿形分布元件横放在填料元件之间，而且气体和液体的穿流孔完全布置在锯齿形结构的尖峰上。然而结果表明，这种复合再分布器并不是很有效，一方面液体未完全混合，另一方面只能勉强达到接近均匀的分布。

15 为了改进和抵消随机的不均匀分布，曾经建议在一个床层的两端（上端和下端），以及在床层中间布置分布元件：

· US 4, 842, 778A (Glitsch Inc) 建议，在一填料床层的上端和下端各安装三个厚度不大的分布元件，其基本功能是改善气流和液流的初始分布。分布元件由“折叠表面”型填料组成，它们亦可安装在一个床层的内部，以增强液体和蒸汽的均匀和协调分布。安装大量的分布元件甚至可以达到取消单独的液体分布器和蒸汽分布器。

20 · SU 1 681 924A (Stytsenko) 提出，为使液流均匀分布，直接在液体分布器之后的填料开端处安装一个或多个分布元件（或再分布组），并在填料床层内部亦安装分布元件。目的在于使液体在分布器之后得到二次分布或者避免局部的不均匀现象（随机的不均匀分布）。这里所涉及的填料以及再分布组皆为“折叠表面”型填料。

25 DE 4418488 提出了一种方法和一种装置作为克服系统的不均匀分布，特别是克服周界畅通型不均匀分布问题的更好的办法，该专利提出安装一个相应的液体分布器造成柱截面上液体喷淋密度的有针对性的不均匀分布，以便抵消后继填料床层带来的液相的系统不均匀分布。然



而专利申请人的深入研究和大量试验表明，按照 DE 4418488 的办法，系统不均匀分布的问题并未解决，只是使问题局部转移，在一个填料床层上端面对液体喷淋密度不采取针对性的不均匀分布的条件下，液体分布的均匀性上面好下面坏。而在对液体喷淋密度采取针对性的不均匀分布的情况下，液体分布的均匀性变为上面坏下面好。

WO 97/16247A (Sulzer) 提出，为了减少蒸汽流中压力损失，在相邻填料元件之间保留一段距离，并在相邻填料元件之间的中间空间安装所谓的导流介质。其目的仅在于控制液体流出和流入邻近的下一层填料。特别应当避免液体在上面填料的下周边聚集和从而可能引起的不均匀分布。

根据上面所引的 Martin Gann 等的论文，在“规模放大”，即从实验室或中试规模放大到工业规模的填料柱时，在填料中的系统的不均匀分布的问题变得更加尖锐了，因为无论是填料堆填或者结构性填料都缺乏经典塔板所具有的确定的液体导向。在从实验室柱或中试柱放大到工业规模的精馏柱时，在估计填料堆填的分离效率方面遇到困难，因为一般要采用另一种填料尺寸。在结构性填料的情况下，尽管减少了这个问题，但基本上此问题仍然存在。

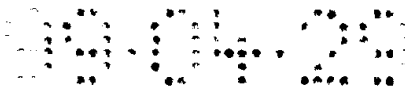
发明简述

本发明之目的在于提供物质交换柱的内部构件，借助于这种内部构件可避开与现有已知填料相关的系统的不均匀分布现象的缺点，从而提供具有较高分离效率的高填料床。

权利要求 1 的主题是为达此目的。

本发明的物质交换柱内部构件由至少一个填料床层组成，该床层具有至少一个基本填料段和至少一个与它相配的校正元件，而且这个基本填料段以及与之相配的校正元件产生不同的液体终端分布，即不同的系统不均匀分布，该填料段以及与之相配的校正元件的选择和排列应使通过该填料段引起的液相的系统不均匀分布至少部分被与之相配的校正元件所产生的系统不均匀分布校正。

本发明一方面立足于众所周知的事实，即在某一填料高度的柱填料（特别是填料堆填，也可是结构性填料）中达到液体的特性分布，该特性分布的规模可能改变，但其基本模式（对柱填料的特性最终分布）却



不会改变。根据前面所引的术语，特性最终分布系指系统的不均匀分布。本发明另一方面从新发现出发，即与迄今本专业领域广泛流传的看法相反，在栅格型结构性填料的情况下，其柱壁区不像其它类型的填料那样出现强化液流，即所谓的周界畅通，而是出现一种弱化液流，即所谓的周界贫化。

5 在下面的叙述和权利要求中将对柱内部构件的不同部分采用不同的概念，它们的含义和相互的区别如下：

· 填料元件一般表示与柱径相等的填料所组成的圆柱形元件，一般情况下其标准高度为 200 - 250mm。

10 · 填料段表示由一个或多个直接上下重叠同一类型的填料元件组成的序列。与下面定义的填料床层相反，填料段不被另一类型的填料元件或液体导流元件阻断。

· 填料类型系指填料段或填料元件的（均匀性的）类型，例如填料堆填、栅格填料、折叠表面等等。

15 · 液体导流元件一般表示与柱径相等的圆柱形元件，其主要任务是在柱中为液相导流，即流过该元件之后产生一种有序的特殊液体分布，间或产生一种预期的系统的不均匀分布。与之相反，填料元件的首要任务在于创造尽可能大的物质交换面积和保持液流和蒸汽流的均匀分布。

20 · 校正元件系指一种通过产生特殊的液体最终分布，或产生预期的系统不均匀分布来校正流经柱的液相的系统不均匀分布的元件；它可由一个填料段或由一个液体导流元件组成。

· 填料床层表示由至少一个填料段和按所选的另一些上下重叠排列的填料段和/或校正元件所组成的序列，它们不被集液器阻断。因此，
25 填料床层可具有不同填料类型的填料段和液体导流元件。

· 柱的内部构件表示由一个或若干个上下重叠排列的填料床层组成的序列。

30 本发明的一种很简单的实施方案中，校正元件仅由一个液体导流元件组成。由于液体导流元件的结构高度很小，所以本发明的这个实施方案的优点在于，校正元件的高度与填料的总高相比甚小。导流元件的一种可能的、很简单的实施方式是将其布置为同心圆锥形面，液体经该面流出或导入柱壁。用这种方式可校正填料的周界畅通或周界贫化。

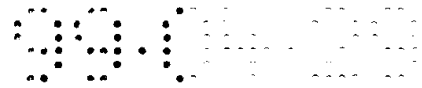


本发明的特别优选的实施方案中，与第一个填料段相配的校正元件由另一个填料段组成，而且第一个填料段和另一个校正元件的填料段是不同的填料类型。这种实施方案的优点在于，整个填料床层都可设计成适用于物质交换，有时还不为校正元件浪费生产高度。与液体导流元件相比，这种实施方案在费用上具有明显的优点。优选方案应这样选择第一填料段和校正元件的另一填料段的填料类型，即要使两个填料段之一呈周界流通，另一个呈周界贫化：即建立两种相反的，特殊形式的系统不均匀分布。例如，当第一填料段的填料元件选栅格型填料，而另一种作校正元件相配的填料段的填料元件选折叠表面型或填料堆填型填料或者作相反的选择。

优选第一填料段（主填料部件）类型的填料段总高度明显超过另一填料段（校正填料部件）类型的填料段高度。在校正填料部件的填料类型与主填料部件的填料类型相比具有弱点时，例如在制造费用或在分离效率方面具有弱点的情况下，本发明的这种实施方案的优点尤为明显。在校正填料部件的总高度比主填料部件小的情况下，校正填料部件的弱点对总填料床层的影响不是很大。当然，校正填料部件的总高度及其在主填料部件中的排列的选择要使所形成的系统不均匀分布尽可能进一步被抵消。在本发明的一个优选实施方案中，主填料部件的高度至少是校正填料部件的三倍；特别优选是校正填料部件高度的 6 - 10 倍，而且在高的填料床层情况下，主填料部件用若干校正填料段分开。

在本发明的一个特别优选的实施方案中，主填料部分为栅格型填料，校正填料部件为折叠表面型，在这种情况下两者均为结构性填料型。例如用在精馏柱中可提高其分离效率和处理能力。本发明的这种实施方案亦对气流或蒸汽流特别有利，因为一方面栅格型填料段（亦如填料堆填型填料段）可使气流均匀，从而可起到气流整流器的作用，另一方面折叠表面型填料段可提高气流中的混合作用。从而可消除不均匀分布对分离效率的有害作用。

特别优选第一填料段以及与之相配的校正元件基本上具有相同的水力学容量（表示为液泛点或液泛限值），从而使总填料床层的水力学容量不受校正元件水力学容量的限制。出于同样的考虑，在精馏柱或吸附柱采用主填料部件和校正填料部件的实施方案中，校正填料部件在分离效率和压力损失方面的性能不太偏离主填料部件的性能是有利的。因



此，上述特别优选的实施方案中，校正填料部件的填料比表面积（即例如填料密度）与主填料部件几乎相等。

5 在本发明的另一个优选方案中，至少一个第一填料段和/或另外的填料段由填料元件按某种方式组成，该方式通过填料元件的结构使气流或蒸汽流和/或液流在柱截面的水平投影上有明显的优先取向，其中这个垂直序列中的填料段的填料元件的排列是围绕柱轴旋转一个角度。上述的本发明的特别优选的实施方案中，主填料部件采用栅格型填料，校正填料部件采用折叠表面型，其填料段总是由两个填料元件组成的部分

10 另一个与投资费用有关的有吸引力的实施方案是一种以填料堆填作主填料部件和以栅格填料作校正填料部件的组合。这个方案特别对简单分离问题或者对被固体物质沾污的液体，在大柱径和高填料床层情况下可采用填料堆填本身。

15 除了上述的实施方案外，本发明还根据应用目的采用另一种用不同填料类型的夹层组合的填料段，这样可通过各个填料类型的不同液体最终分布的合适组合来消除由填料段引起的液体的系统不均匀分布。值得特别指出的是由具有相近高度的总是由两个栅格型填料元件和两个折叠表面型填料元件交替排列的方案。最后，亦可设想，采用由每次仅一个填料元件交替排列的方案。后面将表明，与液体最终分布有关的各种

20 不同填料类型在分离效率、压力损失和容量方面实际上是相等的。下面的详细描述与附图只是为更好了解本发明的例子，而不是对本发明保护范围的限制，本发明的保护范围定义于权利要求之中。专业技术人员可从下面的描述，附图和总体权利要求中毫无困难地识别其它一些具有优点的实施方案和特征组合，后者皆属于本发明的范围。

25

附图简述

附图表示一种代表现有技术物质交换柱和几种本发明之优选实施方案：

图 1 代表现有技术水平的物质交换柱

30 图 2a 表示沿填有各种填料类型的柱径的液体荷载图（特征性液体最终分布或系统的不均匀分布）

图 2b 表示沿一种柱径的随机液体最终分布



图 3 表示本发明的一种特别优选的实施方案中物质交换柱内部构件的部分视图，该柱由一栅格型主填料部件和一折叠表面型校正填料部件组成；

5 图 4 表示本发明另一实施方案的物质交换柱的部分视图，该柱由高度相等的总是由两个栅格型填料元件和两个折叠表面型填料元件的交替的序列组成；

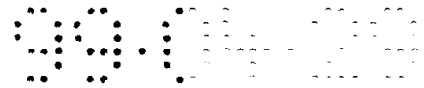
图 5 表示本发明的另一优选实施方案的物质交换柱的内部构件的部分视图，该柱由一填料堆填型主填料段和一栅格型校正填料段组成。

10 各图中的相同部件基本上用相同的符号表示。

发明详述

图 1 表示现有技术的适用于蒸馏或精馏的物质交换柱 - 即蒸馏柱，该柱的内部构件分成三个填料床层 1，11，21。在结构性填料的情况下，
15 下，填料床层 1，11，21 由上下重叠排列的单个填料元件组成。待分离的液体从液体入口 2 进入蒸馏柱。入口液和从上面的填料床层 1 流出的液体一起借助于液体分布器 16 均匀分布在柱截面，亦即其填料床层 11 上。液体流经柱内的填料床层 11，21，向下流至液体出口 4，从出口流出的富集了蒸馏柱中的难挥发组分的液体作为釜流产品。在填料床层
20 11，21 中，液相与气相或蒸汽相充分接触，该气相或蒸汽相是由釜流产品部分蒸发产生的，并经气体或蒸汽入口 3 送入塔内，再向上流经填料床层 21，11，1，经气体或蒸汽出口 5 从柱流出，它富集易挥发组分。在精馏的情况下，部分经气体或蒸汽出口 5 流出的顶流产品经冷凝后作为回流 8 重新送入柱的内部空间，在柱内借助于液体分布器 6 均
25 匀分布在填料床层 1 的截面上，并经填料床层 1 向下流动。

作为防止由填料引起的不均匀分布，特别是系统的不均匀分布的辅助措施，以及作为有助于入口物流 2 分布的辅助措施，将柱的内部构件分成三个填料床层 1，11，21。在每个填料床层 1，11（除最下一个床层外）的下端，液体由集液器 7，17 聚集，并经液体分布器 16，
30 26 重新均匀地分布到柱的截面，即床层 11 和 21 的截面上，从而至少能使位于其下的填料床层 11 和 21 的上端重新达到蒸馏最佳的均匀液体分布。

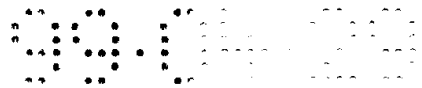


一旦液体流过液体分布器下面的填料床层 1, 11, 21 的一定长度, 由于填料床层 1, 11, 21 的作用液体在柱截面上不再完全均匀分布, 这对蒸馏柱的分离效率有负作用。不同填料类型的不均匀分布现象示于图 2a 和 2b。在图 2a 和 2b 中表示通过物质交换柱的沿径向 (x - 方向) 的局部液体荷载 (y - 方向)。图 2a 表示上面提及的各种柱填料的特性最终分布, 即系统的不均匀分布图。曲线 111 表示填料堆填型填料床层的典型图, 曲线 112 表示折叠表面型填料床层的图象, 曲线 113 表示栅格型填料床层的图。从图象 111 和 112 可以看出, 填料堆填型和折叠表面型填料床层的液体的系统不均匀分布呈边界畅通形式, 而且填料堆填型的边界畅通比折叠表面型要明显得多。从图 113 可以看出, 栅格型填料床层中液体的系统不均匀分布呈边界贫化形式。适宜地选择填料高度可使边界贫化的程度差不多与折叠表面型的边界畅通程度相当 (符号相反)。图 2b 以类似的方式表示随机的不均匀分布。从图可以直接看出, 在大部分区内以液体平均荷载来看可得到均匀分布。

图 3 所示的本发明的一个特别优选的实施方案的填料床层 201 的部分视图利用了图 2a 所示的栅格型和折叠表面型填料的性质。按照本发明的这个实施方案, 填料床层 201 由一第一栅格型填料段 208 叠加折叠表面型填料段 209、栅格型填料段 218、折叠表面型填料段 219 和栅格型填料段 228。填料床层 201 有时亦由三个栅格型填料段 (208, 218, 228) (主填料部件) 和两个置于其间的折叠表面型填料段 (209, 219) (校正填料部件) 的序列组成。

校正填料部件的折叠表面型填料段 209, 219 的每个填料段由二个填料元件组成, 该填料元件的排列是绕柱轴互相转约 90° 。图 3 所示的蒸馏柱中, 校正填料部件的比填料表面 (即填料密度) 与主填料部件大约相等。此外, 校正填料部件的水力学容量 (表示为液泛点或液泛限值) 亦与主填料部件大约相等。主填料部件的高度至少应为校正填料部件高度的三倍; 优选为 6 - 10 倍。

基于图 2a 所示的液体最终分布图, 主填料部件和校正填料部件所引起的液体的系统不均匀分布可以大大抵消。根据本发明的优选实施方案所进行的蒸馏塔试验中, 一个填料床层的分离效率明显地高于 30 级理论分离级。按照本发明的结构, 可以实现较高分离级数的高床层, 而这种级数的床层按照现有技术则必须要借助于多个集流器和液体分布



器增加分层（参见图 1 的下面两个填料床层）。

按照图 3 进行的另一个蒸馏柱试验比较了无校正填料部件的 3.5m 高的填料床层的分离效率和 7.5m 高的填料床层的分离效率，该床层一次按照图 3 的排列，而另一次按照类似排列，但用栅格型填料元件代替折叠表面型填料元件，这样仅由单一主填料部件代替了由一个主填料部件和一个校正填料部件组成的柱填料。试验表明，无校正填料部件的 7.5m 高的填料床层的单位床高的分离效率比 3.5m 高的填料床层明显降低，而对带校正填料部件的床层则基本保持不变或稍有减少。

按照本发明的另一优选实施方案的物质交换柱示于图 4。填料床层 301，311 各由一种交替序列组成，该序列总是由两个栅格型填料元件组成的第一填料段 302，312、由其高度与第一填料段 302，312 约相同的两个折叠表面型的填料元件组成的与之相配的校正元件 303，313、以及其后再加上总是交替采用栅格型和折叠表面性填料的填料段 304 - 308，314 - 320 组成。

根据图 5 所示的本发明的实施方案，物质交换柱含有一填料床层 401，该床层由填料堆填型的主填料部件组成的第一填料段 402、另一由栅格型的校正填料部件组成的填料段 403、和由填料堆填型的主填料部件组成的第三填料段 404 组成。根据图 5 所示的本发明的实施方案，填料床层 401 的投资费用远小于填料床层 201 的投资费用，因为只有较小的由较昂贵的栅格型填料元件组成的校正填料部分 403，而大得多的主填料部件 402，404 却由费用适当的整体充填型填料组成。

总而言之，本发明提供了物质交换柱的内部构件，它们能基本上抑制目前用已知填料所出现的液体系统的不均匀分布的现象，并由此具有上述的优点。

25

30

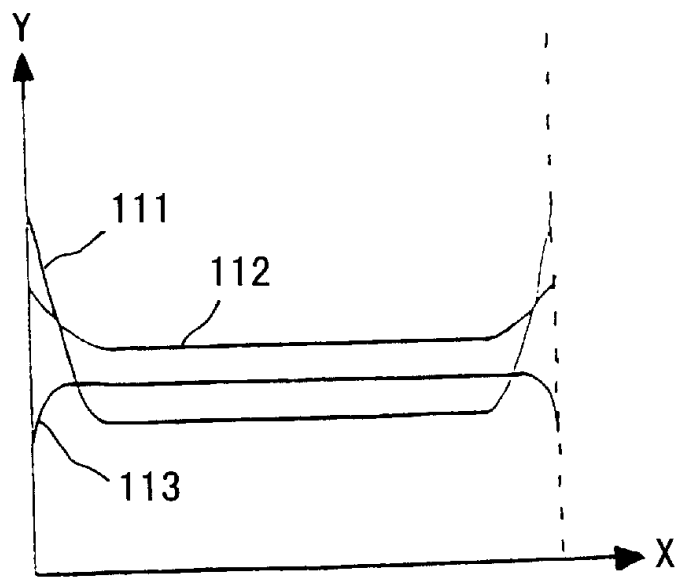


图 2a

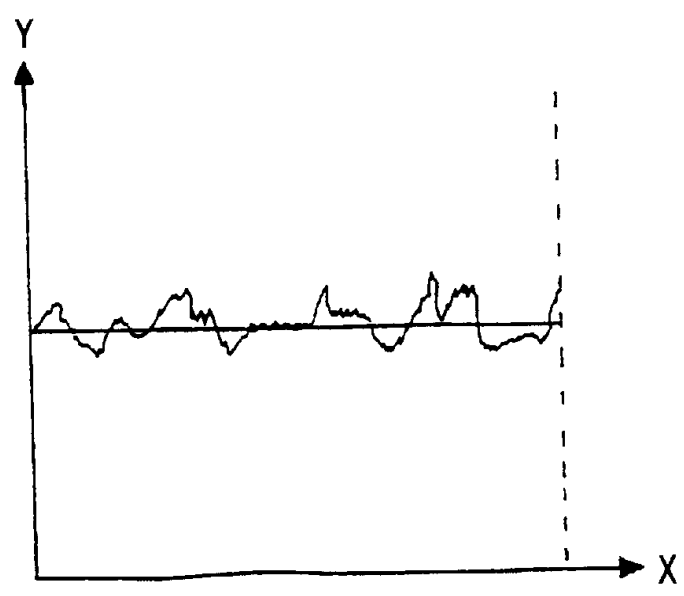


图 2b

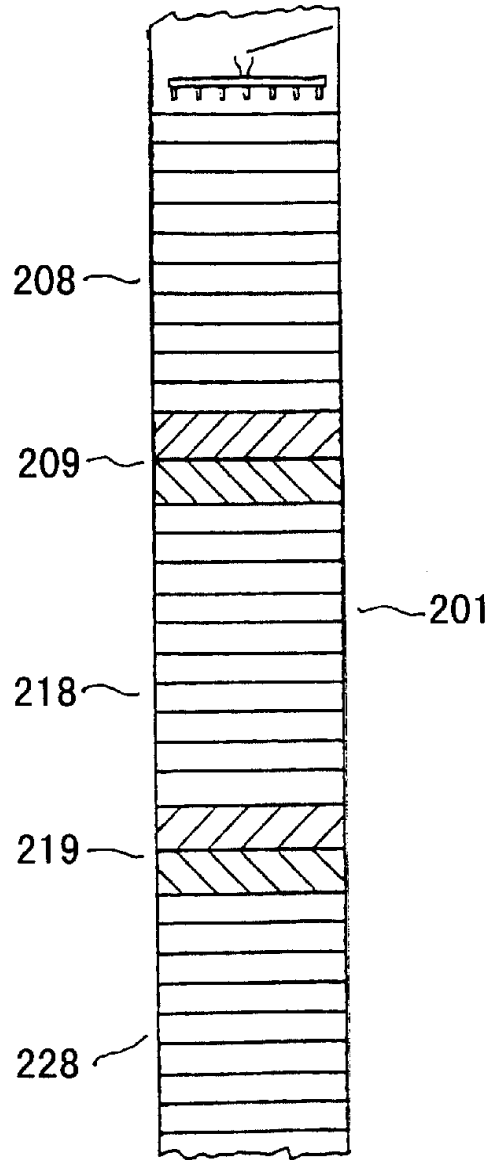


图 3

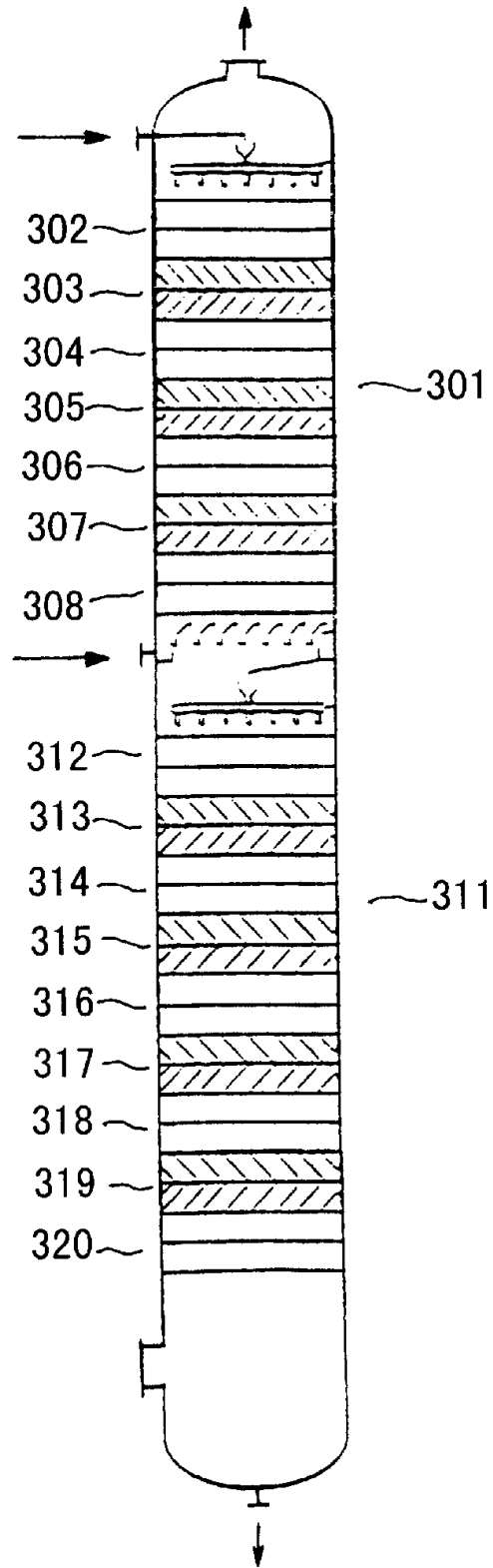


图 4

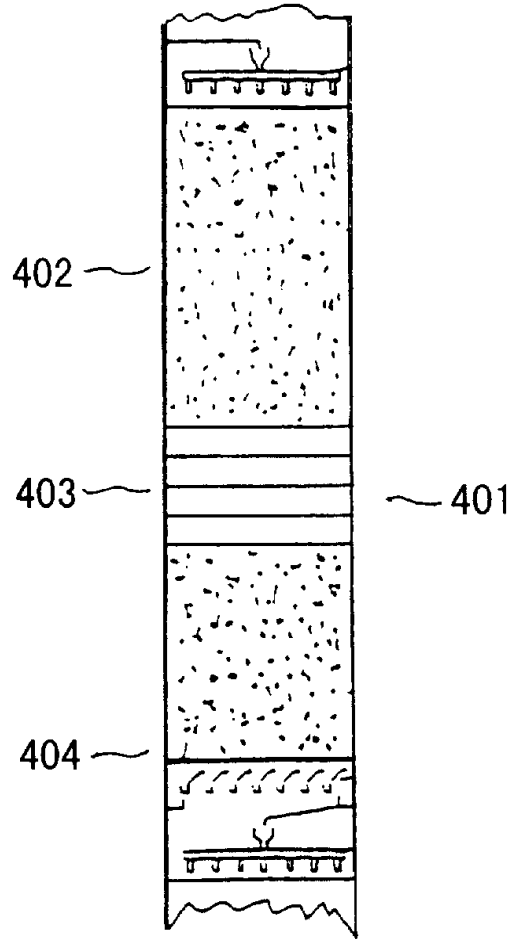


图 5