

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷
B01J 19/32



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99120550.2

[45] 授权公告日 2003 年 10 月 22 日

[11] 授权公告号 CN 1124878C

[22] 申请日 1999.9.30 [21] 申请号 99120550.2

[30] 优先权

[32] 1998.10.2 [33] US [31] 09/165110

[71] 专利权人 普莱克斯技术有限公司

地址 美国康涅狄格州

[72] 发明人 J·F·比林哈姆 M·J·洛克特

审查员 刘克宽

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

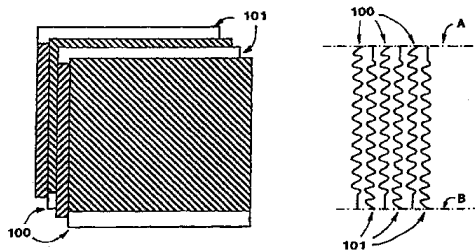
代理人 魏金玺 钟守期

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 4 页

[54] 发明名称 具有高强度和高容量填料的低温精馏系统

[57] 摘要

低温精馏系统，填料组件，适于低温精馏并具有填料板的塔，填料的顶边和底边交替有变化，顶边和底边优选地终止在两个平面上，其中容量和传质效率得到增强，机械强度也未受损害。



ISSN 1008-4274

1. 进行低温精馏的方法，包括：

(A) 使至少包含两种组分的进料进入塔内，其中第一种组分是易挥发组分，第二种组分是难挥发组分；

5 (B) 在塔内进行汽液逆流接触，所述塔含有许多竖直堆叠的结构填料组件，这些组件含有许多交替的第一和第二沿竖直方向对角交叉的波纹填料板，每个第一填料板在其底部有变化，每个第二填料板在其顶部有变化，且其中组件的所有第一和第二填料板的顶边形成了一水平面，所述变化可包括(1)平直区，(2)减少的卷曲高度，
10 (3)槽口，(4)增加的倾角，(5)孔穴，和(6)锐角；

(C) 从塔的上部取出顶部流体；该顶部流体的第一种易挥发组分的浓度超过进料的浓度；和

(D) 从塔的下部取出底部流体；该底部流体的第二种难挥发组分的浓度超过进料的浓度；

15 2. 权利要求1的方法，其中进料的第二种易挥发组分是氮，第二种难挥发组分是氧。

3. 权利要求1的方法，其中进料的第二种易挥发组分是氩，第二种难挥发组分是氧。

4. 权利要求1的方法，其中组件的所有第一和第二填料板的底
20 边形成了第一水平面，组件的所有第一和第二填料板的顶边形成了第二水平面。

5. 一个塔，该塔具有使流体流入塔内的装置，从塔的上部取出流体的装置，从塔的下部取出流体的装置，和含有许多竖直堆叠的结构填料组件，这些组件含有交替的第一和第二沿竖直方向对角交叉的
25 波纹填料板，每个第一填料板其底部有变化，每个第二填料板其顶部有变化，且其中组件的所有第一和第二填料板的顶边形成了一水平面，所述变化可包括(1)平直区，(2)减少的卷曲高度，(3)槽口，(4)增加的倾角，(5)孔穴，和(6)锐角。

6. 权利要求5的塔，其中组件的所有第一和第二填料板的底
30 边形成了第一水平面，组件的所有第一和第二填料板的顶边形成了第二水平面。

7. 含有许多交替的第一和第二沿竖直方向的对角交叉的波纹填

料板的结构填料组件，每个第一填料板其底部有变化，每个第二填料板其顶部有变化，且其中组件的所有第一和第二填料板的顶边形成了一水平面，所述变化可包括（1）平直区，（2）减少的卷曲高度，（3）槽口，（4）增加的倾角，（5）孔穴，和（6）锐角。

- 5 8. 权利要求7的组件，其中所有的第一和第二填料板的底边形成了第一水平面，所有的第一和第二填料板的顶边形成了第二水平面。

具有高强度和高容量填料的低温精馏系统

5 本发明涉及多组分混合物的精馏，具体涉及低温精馏，以及使用结构填料作为进行精馏的塔内构件。

将流体混合物例如空气蒸馏成为两种或多种富集各个混合物组分的馏份一般是使用一个或多个蒸馏或精馏塔进行的，它们应用塔盘作为塔内构件或传质元件。由于结构填料的压力降比塔盘的压力降低得多，所以最近使用结构填料作为精馏塔的传质元件的趋势日益增加。

10 虽然在蒸馏塔操作过程中结构填料优于常用塔盘，但填料的价格一般高于塔盘价格。为实现分离而需要的填料体积取决于填料高度和塔径。塔径是由填料的容量所确定的，或者等价地由液泛点所确定的，此时气体或蒸汽和液体不再能有效地逆流接触流动。

15 已经开发了容量增加、在达到液泛条件之前能增加塔的生产能力的结构填料，但是这样的填料一般具有很差的机械强度的特征，因而使得填料易于受到损坏，这就需要综合考虑到容量的增加了。

因此，本发明的一个目的就是提供使用结构填料的精馏系统，这种结构填料的容量高于迄今可购得的精馏装置中使用的结构填料的容量，它的机械强度也高于后者的机械强度。

20 本发明达到了上述目的和其它的目的，这些目的对于通过阅读本发明的公开的本领域技术人员是显而易见的，本发明的一个方面是：

进行低温度精馏的方法，该方法包括：

(A) 将含有至少两种组分的进料送入精馏塔中，两种组分包括第一种易挥发的组分和第二种难挥发的组分；

25 (B) 在塔内进行汽液体逆流接触，该塔含有许多竖直堆叠的结构填料组件，这些填料组件包括许多交替的第一和第二沿竖直方向对角交叉的波纹填料板，每个第一板在其底部都有变化，每个第二板在其顶部也都有变化；

30 (C) 从塔上部取出顶部流体，该顶部流体的第一种易挥发组分的浓度超过了在进料中的浓度；

(D) 从塔下部取出底部流体，该底部流体的第二种难挥发组分的浓度超过了在进料中的浓度。

本发明的另一个方面是：

5 一精馏塔，该塔包含：将流体送入塔内的装置，将流体从塔的上部取出的装置，将流体从塔的下部取出的装置，和包含许多竖直堆叠的结构填料组件，这些填料组件含有许多交替的第一和第二沿竖直方向
10 对角交叉的波纹填料板，每个第一板其底部都有变化，每个第二板其顶部也都有变化。

本发明的再一个方面是：

10 结构填料组件，它包含许多交替的第一和第二沿竖直方向对角交叉的波纹填料板，每个第一板其底部都有变化，每个第二板其顶部也都有变化。

本文所用的“塔”的术语其含义指的是蒸馏塔或精馏塔或蒸馏区或精馏区，也就是说接触塔或接触区，其中液相和汽相逆流接触，例
15 为通过汽相和液相在填料元件上的接触，以实现流体混合物的分离。为了进一步讨论蒸馏塔，请参看纽约 McGraw - Hill 图书公司出版的，
15 R. H. Perry 和 C. H. Chilton 主编的化学工程师手册，第五版，第 13 章，B. D. Smith 等人的“蒸馏”，13-3 页，题名为“连续蒸馏过程”。蒸汽和液体接触分离过程取决于各组分的蒸汽压力差。高蒸汽压（或易挥发的或低沸点的）组分将倾向于浓集在汽相中，而低蒸汽压（难挥发的或高沸点的）组分将倾向于浓集在液相中。蒸馏是一种
20 分离方法，凭借着可以使用液体混合物的加热使易挥发组分浓集在汽相中，而使难挥发组分浓集在液相中。分凝也是分离方法，凭借着可以使用蒸汽混合物的冷却使易挥发组分浓集在汽相中，而使难挥发组分浓集在液相中。精馏或连续蒸馏是将利用汽相和液相逆流处理而获得的逐级部分蒸发和部分凝结合起来的分离方法。汽相和液相的
25 逆流接触可以是绝热的，也可以是非绝热的，逆流接触可以包括两相之间的积分（分段）接触或微分（连续）接触。使用精馏原理来分离混合物的分离方法的装置常常可相互替代地称作精馏塔、蒸馏塔或分馏塔。低温精馏是至少部分地在低于 150K 温度以下进行的精馏。

30 本文所用的术语“填料”的含义指的是作为塔内构件使用的用以提供液体表面积以使两相逆流期间在液 - 汽界面进行传质的具有预定结构、预定大小和预定形状的任何实心体或空心体。

本文所用的术语“结构填料”的含义指的是对角交叉 - 波纹填料，

其中单个的构件彼此之间和相对于塔的中轴线都是有特定的取向。

本文所用的术语塔的“上部”和“下部”其含义指的是分别在塔的中点的上方和下方的那些区段。

在本发明的实施中，每个组件或堆块都具有三个区域：顶部的变化区，顶部变化区下方的不变区，和不变区下方的变化区。组件或堆块包含了许多交替的第一和第二沿垂直方向对角交叉的波纹填料板。每个第一板在顶部的变化区都有变化，每个第二板在底部变化区也都有变化。本文所用的术语“变化”其含义指的是填料几何形状的改变，几何形状的改变将降低与蒸汽穿过变化区有关的压力降，并使液体通过填料的组件或堆块或从填料的组件或堆块流出时变得容易。

图 1 是在本发明的实施中可以使用的的一个低温精馏系统的流程图。

图 2 说明了许多竖直堆叠的结构填料组件这些组件在塔内是定向排列的，其中组件的直径与塔的直径相同。在其它的情况下，组件建造成数段，数段放在一起就覆盖了塔的截面。

图 3A 和图 3B 分别以透视图和侧视图说明了用于本发明实施中的结构填料板的一个实施方案。

图 4A 和图 4B 分别以透视图和侧视图说明了用于本发明实施中的结构填料板的另一个实施方案。

图 5-7 各自以正视图说明了在用于本发明实施中的填料板的其它实施方案。

图 8A 和 8B 仍然分别以透视图和侧视图说明了用于本发明实施中的结构填料板的另一个实施方案。

下面将参照附图详细叙述本发明。图 1 说明了精馏装置的一个实施方案，其中使用本发明的高强度的结构填料组件。图 1 说明的特定系统是一个低温空气分离系统，该系统包含了一个双塔和一个侧支氦塔。

现在参照图 1，主要含有氮气、氧气和氦气的进料空气 1 在压缩机 2 中被压缩，经过冷却器 3 冷却压缩热。压缩的进料空气然后穿过纯化器 4 清除掉高沸点的杂质例如水蒸汽、二氧化碳和烃，纯化器典型地是一个变温或变压吸附的纯化器。净化过的被压缩的进料空气 5 在初级热交换器 6 中，利用与回流的间接热交换进行冷却。在图 1 说明的

实施方案中，进料空气 5 的第一部分 7 经过增压压缩机 8 进一步被压缩，第二部分 9 经过增压压缩机 10 进一步被压缩，最终所得到的进一步被压缩的进料空气部分 11 和 12 以及余下的被压缩的进料空气部分 50 经过初级热交换器 6 被冷却，以便分别在物流 51、52 和 53 中产生压缩的、净化的和冷却的进料空气。为了对随后的低温精馏产生致冷，物流 52 经过涡轮膨胀机 55 进行涡轮膨胀，以形成物流 54，然后送入低压塔 24。物流 51 和 53 各自作为进料流送入高压塔 21。

在高压塔 21 内，进料空气被低温精馏分离成富氮蒸汽和富氧液体。富氮蒸汽以物流 22 进入主冷凝器 23，在主冷凝器 23 中，它通过与低压塔 24 底部的液体的间接热交换而被冷凝，以形成富氮液体 25。富氮液体 25 的一部分 26 作为回流返回高压塔 21，富氮液体 25 的另一部分 27 在热交换器 6 中进行过冷，然后作为回流进入低压塔 24。富氧液体以物流 28 从高压塔 21 的下部出来，一部分 56 送入氩塔顶冷凝器 29 中，在塔顶冷凝器 29 中，富氧液体通过与富氮蒸汽的间接热交换而被蒸发，所得到的富氧流体按物流 30 所示，由塔顶冷凝器 29 而进入低压塔 24。富氧液体的另一部分 57 直接送入低压塔 24 中。

含有氧气和氩气的物流 31 由低压塔 24 而进入氩塔 32，在氩塔 32 中，它借低温精馏分离成富氮蒸汽和富氧液体。富氧液体以物流 33 返回低压塔 24。富氮蒸汽以物流 34 送入塔顶冷凝器 29 中，在塔顶冷凝器 29 中，它通过与前述的蒸发的富氧液体的间接热交换而被冷凝。所得的富氮液体以物流 35 作为回流返回到氩塔 32。富氮流体不论是蒸汽还是液体都是以物流 36 作为产物氮从氩塔 32 的上部加以回收。

低压塔 24 的操作压力小于高压塔 21 的操作压力。在低压塔 24 中，进入该塔的不同进料被低温精馏分离成富氮流体和富氧流体。富氮流体作为蒸气流 37 从低压塔 24 上部取出，通过初级热交换器 6 被加热，作为产物氮 38 加以回收。废物流 58 从低压塔 24 的上部取出，通过热交换器 6 被加热，以物流 59 从系统中除去。富氧流体作为蒸汽和/或液体从低压塔 24 的下部取出。如果作为液体取出，富氧液体可以用泵加压到高压，在作为高压产物氧回收前，既可在另外的产物蒸发器中蒸发，也可以在初级交换器 6 中进行蒸发。在图 1 所述的实施方案中，富氧流体以液流 39 从低压塔 24 中取出，通过液体泵加压到高压，通过初级热交换器 6 被蒸发，回收产物氧 40。液体氧的一部分 61 可以

作为液体回收。

至少一个塔含有许多例如以图 2 所说明的竖直堆叠的结构填料堆块或组件。每个这样的堆块或组件都含有与竖直中心线成一定角度的竖直定向结构填料波纹板。板是这样布置要使邻近板的波纹方向倒反。

- 5 填料分层安装在塔内，每层高度一般在 6-12 英寸之间。相邻层绕着竖直轴旋转，以增强混合效果。一个塔的完整的填料床将包含多层的填料，层数由完成分离所需要的填料高度所决定。分离塔也可以含有其它类型的结构填料和/或塔盘。填料的波纹以卷曲高度为特征。波纹的轮廓可以是鲜明的（锯齿形的）或圆滑的（正弦曲线形的）。填料板在接触点沿着波峰和波谷彼此相接触。

- 10 图 3A 和图 3B 说明了本发明的实施中可以使用的填料板的一个实施方案。在图 3A 和图 3B 中，示出了许多底部有变化的第一填料板 100 和顶部有变化的第二填料板 101。在这种情况下，该变化是填料的卷曲高度减少到零，以使填料在变化处是平直的。这种填料的制作是将填料板在顶部或底部的小区域做成平直。底部平直的填料板由于制造方法而具有不规则的下边，据信由这些填料板提供大量的滴液点这是有益的。第一填料板 100 顶部没有变化，第二填料板底部没有变化。所有填料板优选地都是终止在它们的顶边的平面 A 处，最优选地终止在它们的底边的另一平面 B 处，如果填料板是竖直方向的，则这样的平面是水平的。第一填料板和第二填料板严格轮流交替，也就是说，除了端板外，第一填料板总是夹在第二填料板之间，第二填料板总是夹在第一填料板之间，这样的做法是优选的，应该懂得，稍稍偏离严格轮流交替是许可的。也就是说，术语“交替”可以包括着第一填料板彼此邻接和/或第二填料板彼此邻接的一种或多种情况。

- 25 图 4A 和图 4B 说明了本发明实施中可以使用的填料板另一个实施方案。图 4A 和图 4B 所说明的填料板与图 3A 和图 3B 所说明的填料板的差别在于变化是卷曲高度减少，但没有减少到零。

- 30 图 5, 6 和 7 各自说明了具有不同于前面讨论的图中所说明的填料板的变化了的一个有代表性的填料板的前视图。图 5 说明了具有包含槽口一种变化的填料板，图 6 说明了具有变化的填料板，其中波纹处于增加的倾角，图 7 说明了具有变化的填料板，这种变化是在板中有孔穴。

图 8A 和图 8B 说明了本发明的实施中可以使用的填料的另一个实施方案。图 8a 说明了一种填料板，这种填料板相对于板平面切成一定的角度，但不是 90° 。利用图 8B 所示的许多这样板的侧视图更清楚地说明了这种情况。

- 5 每个组件中的填料板底部和顶部的这种变化降低了与蒸汽穿过填料组件或堆块的变化处有关的压力降，因此这使得液体进出组件或堆块变得容易，抵消了可能的液泛，提供了容量的增加。变化板的交替改进了这种填料的机械强度，这种填料优于在所有填料板底部作出变化板的本技术领域中所熟知的其它的高容量的填料。
- 10 虽然参照某些优选的实施方案对本发明进行了详细说明，但是本领域的技术人员将会认识到，还有本发明的其它实施方案符合本发明权利要求的精神和范围。例如，虽然参照了低温精馏，例如空气精馏或者含有参照图 1 讨论的氧气和氩气的混合物精馏讨论了本发明，但是应该懂得可以应用本发明进行其它的精馏过程，例如石油分馏，烃
- 15 分离和醇蒸馏。填料板顶部和底部的变化对于所有的填料板不需要是相同类型的变化。顶部变化处所使用的变化可以不同于填料板底部变化处所使用的变化。

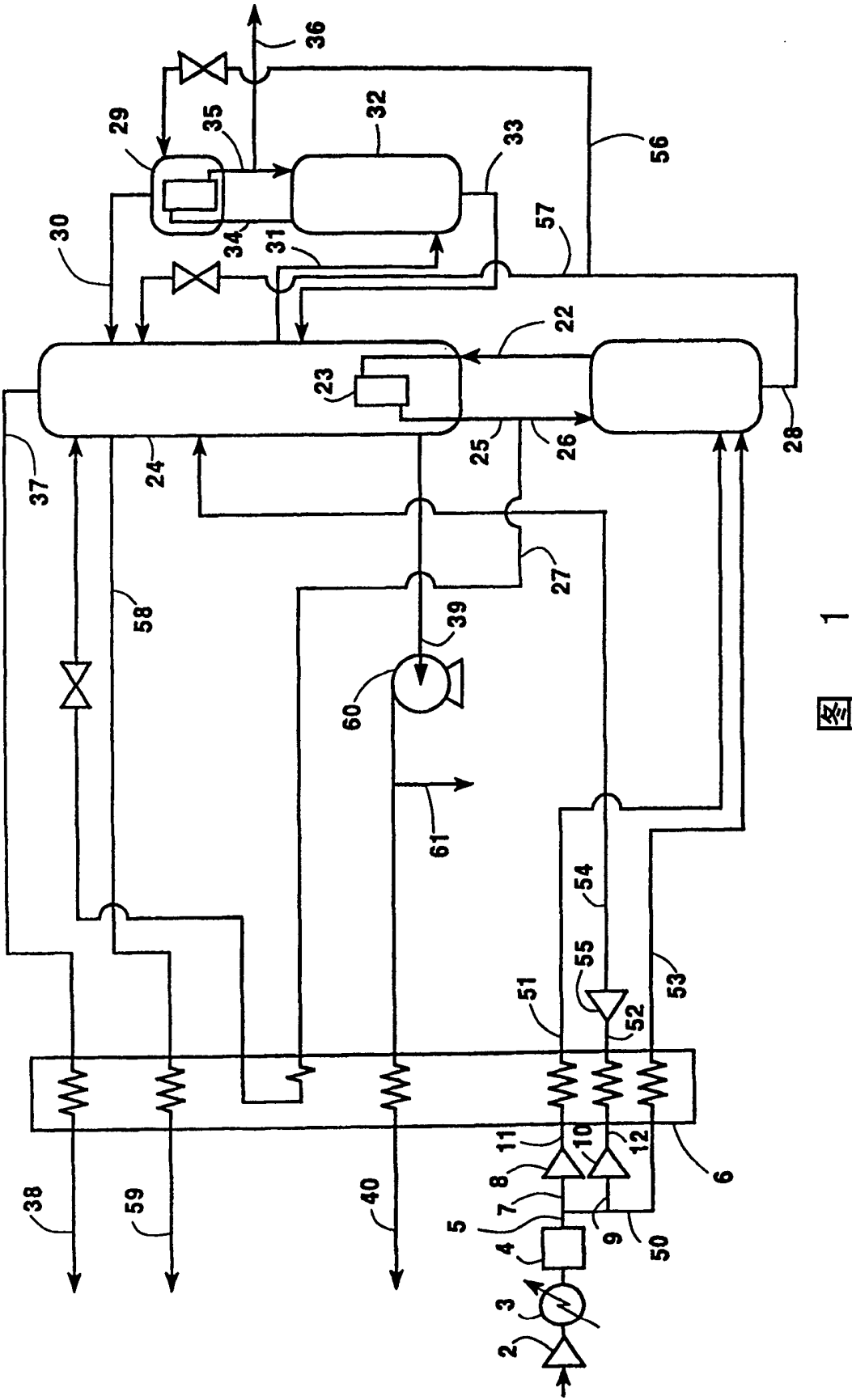


图 1

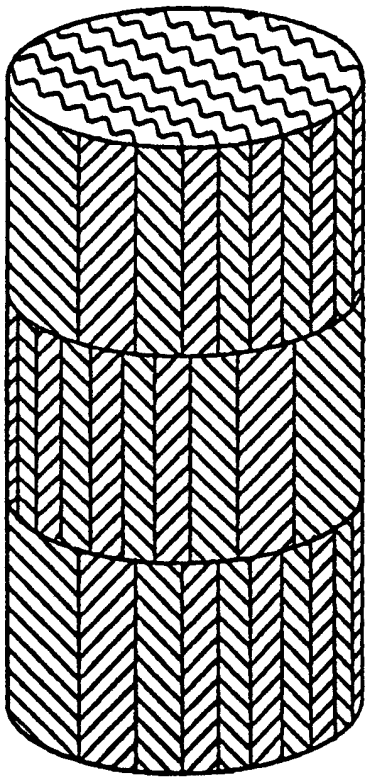


图 2

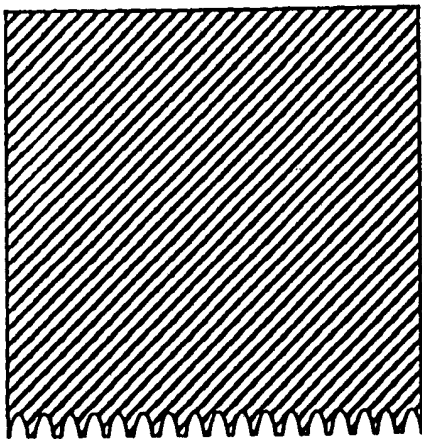


图 8A

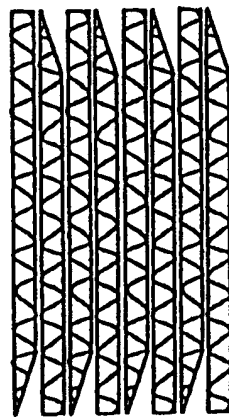


图 8B

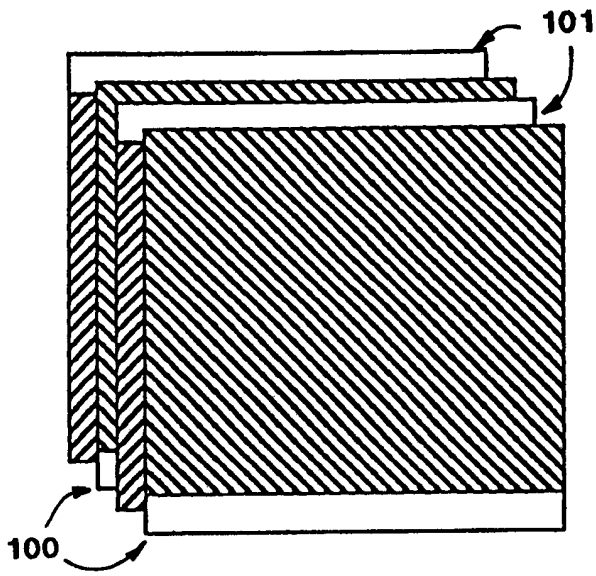


图 3A

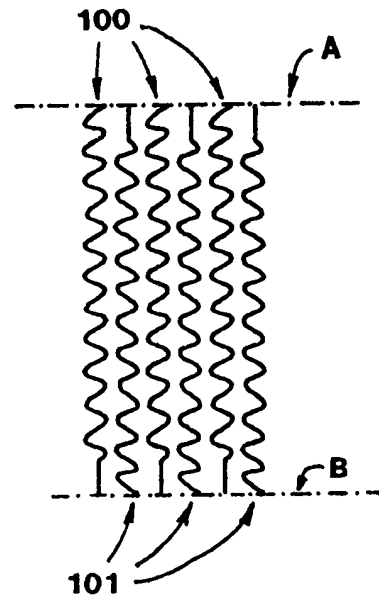


图 3B

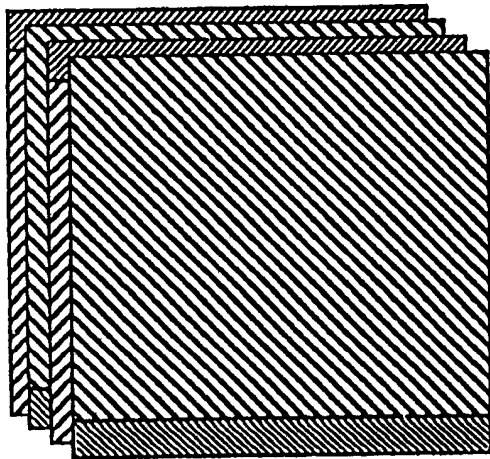


图 4A

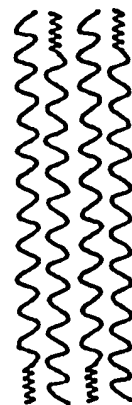


图 4B

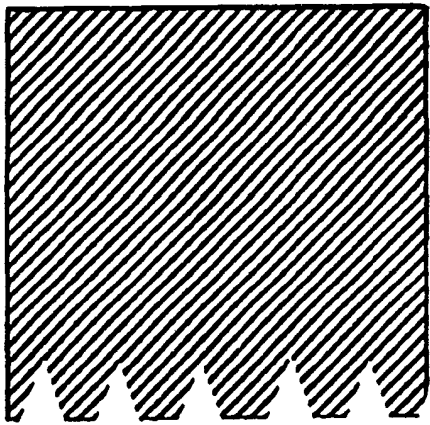


图 5

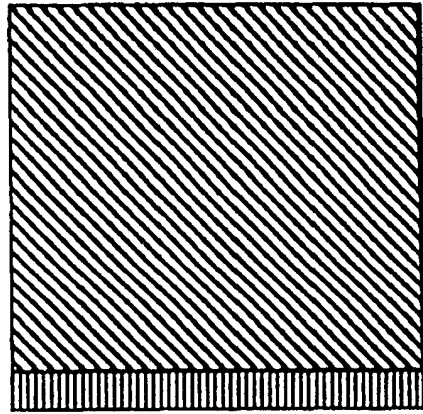


图 6

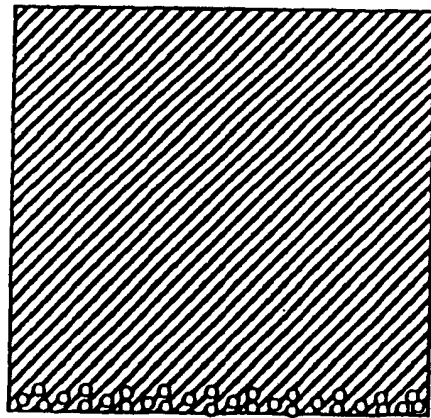


图 7