

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B01J 19/32 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01143901.7

[45] 授权公告日 2006 年 2 月 1 日

[11] 授权公告号 CN 1239251C

[22] 申请日 2001.12.21 [21] 申请号 01143901.7

[30] 优先权

[32] 2000.12.22 [33] US [31] 60/257,442

[32] 2001.12.10 [33] US [31] 10/016,469

[71] 专利权人 波克股份有限公司

地址 美国新泽西州

[72] 发明人 N·C·欧文 R·克里希纳穆尔蒂

K·麦克凯盖

审查员 李小南

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 白益华

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 6 页

[54] 发明名称

有结构的填充物

[57] 摘要

一种有结构的填充单元，它包括许多波纹板和位置与每个波纹板相邻的平面组件。平面组件有顶边和底边，它们分别与波纹板的上边和下边至少近似对齐。平面组件的特征还在于中部有敞开面积百分率，高于平面组件的上部和下部的敞开面积百分率。所述有结构的填充单元能够用来形成用于蒸馏的有结构的填充物。

1. 一种有结构的填充单元，它包括：

许多有孔的波纹板，每块板都有顶边、底边和波纹，所述波纹的特征在于

5 波宽；

位于与所述许多波纹板中的每块相邻的平面组件；

其中所述的平面组件包含上部、下部和中部，所述上部 and 下部各自具有的
敞开面积百分率小于所述中部的敞开面积百分率，所述上部 and 下部各有分别与
所述有孔的波纹板的顶边和底边至少近似对齐的最外边。

10 2. 如权利要求 1 所述的有结构的填充单元，其中所述的上部和下部的所述
的敞开面积百分率各小于 20%。

3. 如权利要求 1 所述的有结构的填充单元，其中所述中部的所述敞开面积
百分率在自 50% 至 100% 以下的范围内。

4. 如权利要求 1 所述的有结构的填充单元，其中所述有孔的波纹板的形
15 状基本上为长方形，每块板的特征在于垂直方向上的高度和水平方向上的宽
度，所述上部和下部的形状基本上为长方形，各自的宽度等于所述有孔的波纹
板的宽度。

5. 如权利要求 4 所述的有结构的填充单元，其中所述上部和下部的各自
特征在于垂直方向上的高度，该高度至少为波宽的 2 倍，但是不大于所述有孔
20 的波纹板的所述高度的 1/3。

6. 如权利要求 1 所述的有结构的填充单元，其中所述的中部含有至少一个
形状基本上为长方形的部分。

7. 如权利要求 1 所述的有结构的填充单元，其中所述的中部含有至少两
个连接组件，该连接组件选自棒、线、平面组件部分及其组合中的至少一个。

25 8. 一种用于蒸馏柱的有结构的填充物，所述有结构的填充物包括许多有
结构的填充单元，其中每个单元都含有：

许多有孔的波纹板，每块板都有垂直方向上的高度、顶边、底边和波纹，
所述各波纹的特征在于波宽；

位于与所述许多波纹板中的每块相邻的平面组件；

30 其中所述的平面组件有上部、下部和中部，所述上部 and 下部各自具有的敞

开面积百分率小于中部的敞开面积百分率，所述上部和下部各有最外边，分别与所述有孔的波纹板的顶边和底边至少近似对齐。

9. 如权利要求 8 所述的有结构的填充物，其中所述平面组件的所述上部和下部的敞开面积百分率各小于 20%，所述中部的敞开面积百分率为至少 50% 至 100% 以下。

10. 在低温运行的蒸馏柱内低温分离流体混合物的方法，它包括：

在所述蒸馏柱内形成所述流体混合物的下行的液体和上行的气相；

在有结构的填充物内使所述流体混合物的所述下行的液体与上行的气相接触，所述有结构的填充物包含于所述蒸馏柱的至少一个部分内；

- 10 所述有结构的填充物含有一系列有结构的填充单元；

其中所述的每个有结构的填充单元都含有：

许多有孔的波纹板，每块板都有垂直方向上的高度、顶边、底边和波形，所述波形的特征在于波宽；

位于与所述许多波纹板中的每块相邻的平面组件；

- 15 其中所述的平面组件有上部、下部和中部，所述上部和下部各自具有的敞开面积百分率小于中部的敞开面积百分率，所述上部和下部各有最外边，分别与所述有孔的波纹板的顶边和底边至少近似对齐。

11. 如权利要求 10 所述的方法，其中所述的平面组件的上部和下部的敞开面积百分率各小于 20%。

- 20 12. 如权利要求 10 所述的方法，其中所述的流体混合物包含空气，所述下行的液体相内氧气的浓度变得较大，所述上行的气体相内氮气的浓度变得较大。

有结构的填充物

5 相关专利申请的交叉文献

该专利申请要求 2000 年 12 月 22 日提交的美国临时专利申请 S/N60/257,442 的优先权。

发明的领域

10 本发明一般地涉及有结构的填充物，更具体地涉及有结构的填充单元和在低温蒸馏中的应用。

发明的背景

有结构的填充物在包括从空气中分离出其各成分的蒸馏的多种蒸馏中有
15 广泛的应用。蒸馏是在装填有传质单元蒸馏柱内进行的，使上行的蒸汽相与要分离的混合物的下行的液体相紧密接触。当上行相上升，与下行的液体接触时，它就变成富含要分离的混合物的较易挥发的成分。同时，下行液体内含有的要分离的混合物的不易挥发成分的浓度更大。以这种方式，蒸馏柱体系就能够用来分离多种混合物成分。例如，在分离空气的情形下，常常在双
20 蒸馏柱单元内使氧气与氮气分离，在蒸馏柱中下行液体相的氧气含量变得更大，上行气体相的氮气含量变得更大。接着在氩气柱内从氧气中分离氩气，氩气柱与所述双蒸馏柱单元的压力较低的柱连接。

有结构的填充物由于其低压力降特性，被广泛地用作蒸馏柱内的传质单元。有结构的填充物一般包括一系列有结构的填充单元，它们由许多波状材料板组成，其中所述板以并排的关系安放，使相邻板彼此呈十字交叉波纹。
25 在使用中，要分离的混合物的液相分布在填充物顶部，并铺展在填充物上，用作下行膜。这种混合物的气体相上升，透过波纹板与下行中的液体膜接触。在用来分离空气的蒸馏柱内使用有结构的填充物在本行业内是众所周知的，其更详细的说明可以在例如名称为“有结构的填充物”的美国专利 6280819
30 中找到。

- 有结构的填充物的特征性能主要是其分离效率，或等于理论塔板数（HETP）的填充物的高度，其操作中的压力降和其容量。填充物最好有高容量和高分离效率（低 HETP），因为这可降低设备的尺寸和工厂的投资的成本。具有低操作压力降的填充物是最好的，因为可减少所需能量，并由此降低操作成本。由于
- 5 有结构的填充物的性能特征对于以蒸馏为基础的工业过程的经济有这么大影响，所以已经有许多例子，设计了各种填充物，对于给定的过程，谋略达到分离效率、压力降和容量的最佳平衡。

发明的概述

- 10 总的来说，本发明提供一种有结构的填充单元，它包括许多有孔的波纹板，和与每个波纹板相邻的平面组件。平面组件上部和下部，各有小于中间部位的敞开面积百分率。此外，上部和下部的最外边分别与有孔的波纹板的上部和下部的边至少近似对齐。在一个实施方式中，上部和下部的敞开面积百分率各小于约 20%，中间部位的敞开面积百分率至少约为 50%，并小于 100%，上部和
- 15 下部的高度至少各约为波纹板内波宽度的 2 倍，但不大于波纹板高度的约 1/3。在另一个实施方式中，所述有孔的波纹板的形状基本上为长方形，每块板的特征在于垂直方向上的高度和水平方向上的宽度，所述上部和下部的形状基本上为长方形，各自的宽度等于所述有孔的波纹板的宽度。在再一个实施方式中，所述的中部含有至少一个形状基本上为长方形的部分。
- 20 本发明的另一方面提供一种有结构的填充物，它包括许多上述有结构的填充单元，其中平面组件的上部和下部的敞开面积百分率，各小于中间部位的敞开面积百分率，上部和下部的最外边分别与波纹板的上部和下部的边至少近似对齐。有结构的填充物能够用本发明的填充单元制成，同时与常规填充物相比，它能够降低成本，并提高质量，还能提高容量。这些有结构的填充物能够用于
- 25 多种用途用的蒸馏柱，包括低温蒸馏，例如空气的分离。
- 因此，本发明的又一方面提供在蒸馏柱内低温分离流体混合物的方法，其中蒸馏柱的至少一部分包含一种有结构的填充物，它包括有结构的填充单元，含有与每个波纹板相邻的平面组件，其中平面组件有中间部位，中间部位的敞开面积百分率大于该平面组件的上部和下部的敞开面积百分率，而且平面组件
- 30 的最外边分别与波纹板的上部和下部的边对齐。
- 更具体地说，本发明的在低温运行的蒸馏柱内低温分离流体混合物的方法，包括：在所述蒸馏柱内形成所述流体混合物的下行的液体和上行的气相，在有结构的填充物内使所述流体混合物的所述下行的液体与上行的气相接触，所述有结构的填充物包含于所述蒸馏柱的至少一个部分内。所述有结构的填充
- 35 物含有一系列有结构的填充单元。每个填充单元都含有：许多有孔的波纹板，每块板都有垂直方向上的高度、顶边、底边和波形，所述波形的特征在于波宽；和位于与所述许多波纹板中的每块相邻的平面组件。其中所述的平面组件有上

部、下部和中部，所述上部 and 下部各自具有的敞开面积百分率小于中部的敞开面积百分率，所述上部 and 下部各有最外边，分别与所述有孔的波纹板的顶边和底边至少近似对齐。

5 在该方法的一个具体的实施方式中，所述的流体混合物包含空气，所述下行的液体相内氧气的浓度变得较大，所述上行的气体相内氮气的浓度变得较大。

附图的简要说明

10 虽然本说明书结尾的权利要求书清楚地指明了本发明的主题，但是据认为结合附图，可以更好地明白本发明，其中：

图 1a 是一种有结构的填充单元的一部分的分解示意图；

图 1b 是图 1a 所示的有结构的填充单元的侧视图；

图 1c 是一种有结构的填充单元的分解示意图，它含有直形波的波纹板；

图 2 是说明能够用于本发明有结构的填充单元内的平面组件的示意图；

15 图 3 是说明能够用于本发明有结构的填充单元内的另一种平面组件的示意图；

图 4 是说明能够用于本发明有结构的填充单元内的又一种平面组件的示意图；

20 图 5 是说明能够用于本发明有结构的填充单元内的再一种平面组件的示意图；

图 6a-d 是说明能够用于本发明有结构的填充单元内的另外平面组件的示意图；

发明的详细说明

25 已发现，包含波纹板的有结构的填充物，其中平面组件与波纹板交替，并位于波纹板之间，在某些应用中可提高其性能。该类有结构的填充物例如在名称为“有结构的填充物”的美国专利 6280819 中有描述。在分离空气过程中，有全尺寸平面组件（即其高度和宽度约等于波纹板的高度和宽度）的有结构的填充物与单独用波纹板形成的常规填充物相比，容量可增大。但是，如果用两个较短平面组件代替全尺寸平面组件，其排列方式是，使一个平面组件的最下边与波纹板的最下边近似对齐，其他平面组件的最上边与波纹板的最上边近似对齐，形成的有结构的填充物与有全尺寸平面组件的结构相比，分离效率提高，同时保持容量增大的优点。

35 图 1a 是部分分解图，图 1b 是有结构的填充单元 100 的一部分的侧视图，该单元在名称为“有结构的填充物”的处于审查中的美国专利 No. 09/746094 有描述。有结构的填充单元 100 包括成对的平面组件 102 和 104，位于波纹板 106 和 108 之间，形成一系列与成对平面组件交替的波纹板。波纹板 106 和 108 有

波形 110, 从上部 112 通过中部 114 延伸到下部 116。对于每个波形 110, 波宽 CW 可定义为峰与峰或谷与谷的间距, 垂直于波形的纵轴测得。

如图 1a 所示, 波形 110 的特征还在于相对于水平方向 HH' 的倾斜角 α , 它在中部 114 与上部和下部 112、116 之间有变化。该类型波纹板即倾斜角 α 有变化, 应用于一种 MELLAPAKPLUS™ 填充物, 可购自瑞士 Winterthur 的 Sulzer Chemtech Ltd., 其细节在 PCT 国际专利申请 W097/16247 中有描述。但是, 许多其他类型的波纹板例如倾斜角恒定或其他设计, 不论是否可购得的, 也能够用来与平面组件 102 和 104 组合使用, 形成与图 1a-b 所示相似的有结构的填充单元。包含有直形波 111 的波纹板 106、108 的有结构的填充单元, 即有恒定的倾斜角 α , 如图 1c 所示。该类波纹板例如用于 MELLAPAK™ 填充物中, 可购自 Sulzer Chemtech。

图 1a-c 示出了在波纹板 106、108 与平面组件 102、104 之间对齐的一种优选结构, 其中上平面组件 102 的上边 132 与波纹板 106、108 的上边 120 对齐, 同时另一平面组件 104 的下边 136 与波纹板 106、108 的下边 122 对齐。但是要明白, 可能会存在某些不齐, 例如约 5mm。因此, 平面组件的上或下边分别与波纹板的上或下边至少接近或近似对齐就足够了。

但是, 具有该优选结构的有结构的填充物会比其他结构的有结构的填充物例如其中仅使用波纹板而没有平面组件, 或其中仅使用一个平面组件板的更易于制造。平面组件 102、104 一般各自高度 (分别定义为 h_7 和 h_8) 约等于波纹板高度 (h_c) 的 1/5。在制造过程中, 在用一些装置固定到位之前, 平面组件 102、104 必须分别与波纹板 106 和 108 的上边和下边 120、122 对齐。虽然该结构运行时令人满意, 但是其制造成本大大增加了, 如果在波纹板 106、108 和平面组件 102、104 之间有不合格的大的未对齐, 那么在制备过程中或填充物在使用过程中, 就会使制品的质量差。

本发明提供了一种解决这些制造和控制质量问题的方法。根据本发明的实施方式, 用性能与图 1 所示填充单元 100 相似的单片平面结构, 代替平面组件 102 和 104。使用单片平面结构简化了平面组件与波纹板之间的对齐过程, 并降低了有结构的填充单元的制造成本。虽然包含有插在波纹板之间的单片平面组件的有结构的填充物在例如美国专利 No. 4597916 和 6280819 中先前已有描述, 但是这些文献中的平面组件的设计与本发明的不同, 因此, 预计可产生不同的性能特征。

在本发明中, 上和下平面组件 102、104 彼此结合或连接, 形成单片平面组件结构, 其总高度约等于将它夹在之间的波纹板的高度。另外, 单片的平面组件结构也可以由平面片材形成为一个整体结构。单片平面结构或平面组件与两个较短的分离平面组件 102、104 相比, 能够更容易与波纹板对齐或固

定到波纹板上。

此外，为了使有结构的填充物性能最佳，单片的平面组件要设计得接近两个分离的上和下平面组件 102、104 的水力特性。虽然多种特定设计都能够达到该目的，但是每个可用的设计都应当有敞开面积较小的上部和下部，和
5 敞开面积较大的中部。为此，相对于单片平面组件所选出的相同部分的总面积，定义其所选出部分的总敞开面积是有用的。在本文中，对于平面组件的任意给定部分，术语“敞开面积百分率”指给定部分的总敞开面积相对于该部分总面积的百分率。此外，当平面组件的一部分被描述为具有“较高敞开面积”时，它指该部分的敞开面积百分率至少约为 20%，优选至少约 50%，
10 但是小于该本部分总面积的 100%；同时“相对低的敞开面积”指敞开面积百分率约为该部分总面积的 0-20%。所述敞开面积可以是不同形状和尺寸的孔形式，包括细长孔或缝，而且可以在平面组件结构的不同部分内，排列成无规或有规则的方式。

图 2 是本发明一个实施方式的示意图，示出了 I 型结构的平面组件结构
15 200。上平面组件 202 或上部通过另一个平面组件 212 与下平面组件 204 或下部结合或连接，所述平面组件 212 构成平面组件结构 200 的中部 210 的一部分。中部 210 包括平面组件 212 和上平面组件 202 与下平面组件 204 之间的任何敞开区 214。平面组件 212 可以采用任何合适的技术其中包括焊接、铆接，连接到上和下平面组件 202、204。另外，平面组件结构 200 也可以由合适片
20 材制成一整片。

平面组件结构 200 的上、中和下部 202、210 和 204 各自的特征在于垂直方向的高度(分别定义为 h_T 、 h_M 和 h_B)，和水平方向的宽度(分别定义为 W_T 、 W_M 和 W_B)。在一个优选实施方式中，高度 h_T 、 h_M 和 h_B 的总和约等于用于制造有结构的填充单元的波纹板的高度。上和下平面组件的宽度 (W_T 、 W_B) 任选可以各
25 自约等于波纹板的宽度。由于平面组件结构 200 的单片性质，平面组件结构 200 的最外水平边，即上平面组件 202 的顶边 206 和下平面组件 204 的底边 208 与图 1a 和 1b 所示的两个分离平面组件 102 和 104 相比较，更容易与波纹板对齐，并固定到波纹板上。

虽然示出的是实心的无孔平面组件结构 200，但是也可以使用有孔的实施
30 方式。在有孔的实施方式情形下，上和下平面组件 202 和 204 的敞开面积应当分别小于上部和下部的约 20%。中部 210 可以具有更高的敞开面积，例如

上和下平面组件 202 和 204 之间的敞开面积 214 至少约为中部面积的 50%，该例中的中部面积等于制品的 h_M 和波纹板的宽度的乘积。

图 3 是说明本发明另一个实施方式的示意图。平面组件结构 300 包括上平面组件 302，通过连接中部 310 与下平面组件 304 连接，中部 310 包括位于
5 上和下平面组件之间的两个平面部分 312、314 和敞开区 305。上和下平面组件 302 和 304 各自都可以是实心（即无孔），或有孔，敞开面积百分率分别高达上和下平面组件 302 和 304 面积的约 20%。平面部分 312 和 314 也可以是实心或有孔的，敞开面积至少约为中部面积的 50%。在一个优选实施方式中，中部面积等于平板的高度 h_M 和宽度（W）的乘积，平板宽度也约等于
10 相邻波纹板的宽度。平面结构 300 可以通过从合适片材上模锻出敞开区 305，而制成整体结构。另外，平面结构 300 也可以通过将各单个平面组件例如部分 312 和 314 结合到上和下平面部分 302 和 304 上制成，或通过其他方式而制成。

图 4 示出了另一个实施方式，其中平面组件结构 400 具有中部 410，它包
15 括两个以上的平面组件部分和敞开区。例如，平面组件部分 412、414 和 416 各自特征在于高度 h_M 和宽度 w_M ，各用来连接上和下平面组件 402 和 404。当平面组件结构 400 用来形成本发明有结构的填充单元时，其最外部的水平边，即顶和底边 406 和 408 与相邻波纹板的顶边和底边近似对齐。中部 410 的敞开区 420、422、424 和 426 和可能存在于平面部分 412、414 和 416 上的任何
20 孔的总面积优选至少约为中部面积（等于 w 和 h_M 的乘积）的 50%。再次，平面组件结构 400 也可以由合适片材制成整体结构，而不是用固定或连接装置将各平面组件部分结合起来。另外，上、中或下部 402、404 或 410 的一个或多个可以有孔。

图 5 是本发明另一个实施方式的示意图。在该平面组件结构 500 中，高
25 度为 h_M 的中部 510 包括至少两个或多个棒或线 512、514、516、518 等，或可以使用本行业内普通技术人员已知的其他相似或功能等效的连接装置，来连接上部 502 和下部 504。在该实施方式中，敞开区 520、522、524、526 等构成了大部分中部面积，所述中部面积通常等于 w 和 h_M 的乘积。

在这个和其他实施方式中，要明白连接棒或线或用来将上和下部结合或
30 连接起来的其他平面组件部分的高度可以与中部 510 的实际高度 h_M 不同（例如由于用于结合或连接的装置不同）。如果要求顶和底最外边 506 和 508 两

者都与波纹板的顶和底边分别近似对齐，那么所形成的平面组件结构 500 的总高度就优选约等于用于制造有结构的填充单元的波纹板的高度。

此外，要明白，平面组件结构的中部一般可以包含具有不同宽度和各种空间排列和组合数目不等的平面组件部分，图 2-5 所示的实施例主要用作说明性的实施例。

图 6a-d 是说明本发明其他实施方式的示意图。在这些实施方式的每种中，平面组件结构都可以有敞开面积小的实心或有孔的上平面部分 602，敞开面积较大的中部平面部分 610，和敞开面积小的实心或有孔的下平面部分 604。中部平面部分 610 的大敞开面积可以例如包括许多小尺寸孔 612（圆形或其他形状）例如如图 6a 所示，许多细长孔或缝 614 例如如图 6b 所示，许多大尺寸孔 616 例如如图 6c 所示，许多非圆形孔 618 例如如图 6d 所示，或它们的组合。

此外，在平面组件结构的上、中或下部 602、610 和 604 的任何一部分内，许多孔可以排列成无规或规则状。这些实施方式可以采用常规技术用合适片材容易地制成单片结构，形成多种不同尺寸和形状的孔。要明白，这些实施

15 例仅用于说明，本行业内的普通技术人员会判断出，孔尺寸、形状及其组合的多种其他变化也可以接受。

在图 6a-d 所示的实施方式中，中部平面部分 610 的敞开面积百分率应当至少约中部面积 (w 等于和 h_M 乘积) 的 20%，优选至少约为 50%，同时上和下平面部分各自的敞开面积百分率应当优选分别不大于上和下部面积的约 20%。

另外，在图 2-6 所示的上述每个实施方式中，平面组件结构的上和下部的

高度 (h_T 和 h_B) 优选至少约为波纹宽度 (CW) 的 2 倍，沿垂直于波纹纵轴的方向，在连续峰之间测得，而且不大于波纹板高度的约 1/3。平面组件结构的上和下部的各自高度优选在约 5 倍于波纹宽度至波纹板高度 1/5 的范围内。

25 此外，虽然优选的是平面组件的宽度（例如各部分的宽度）约等于相邻波纹板的宽度，但是要明白，对于本发明的实施，可以进行某些改变和变化。但是，如果上和下部的宽度远远小于相邻波纹板的宽度，那么可从这些有结构的填充物预计得到的性能优势就会降低。

要明白，本文所揭示的每种平面结构都可以用来与多种不同形状的波纹板结合，以形成用于多种蒸馏用途的有结构的填充单元，包括而不局限于空

30

气分离。波纹板可以有不同的设计或结构，其中本行业内的普通技术人员已知的包括例如每个波纹板内的倾斜角恒定，或所述角在波纹板的不同部分内变化。此外，采用本行业内普通技术人员已知的技术，就能够选择孔的设计（例如孔数目、尺寸或形状）、平板与波纹板的对齐或这些有结构的填充

5 单元的制造方式。

虽然优选的是有结构的填充单元通过使平面组件结构与每个波纹板相邻而制成，但是要明白，不脱离本发明的范围，可以在波纹板之间省略一定数目的平面组件。例如，可以预计在大多数波纹板相邻位置有平面组件的填充单元与没有这些平面组件的填充单元相比，就足以提供提高的性能特征。

- 10 含有本发明单片平面结构的有结构的填充单元与用两片平面组件制成的相似填充单元相比，能够降低制造成本，并提高制成的有结构的填充物（例如通过用本行业内已知的技术彼此垂直地叠加有结构的填充单元而形成）的质量控制。这种有结构的填充物能够用来改进蒸馏方法，例如低温分离空气的蒸馏方法。

- 15 附图中显示了本发明的几种实施方式。虽然参照了这些实施方式对本发明进行了说明，但是本行业内的普通技术人员会明白不脱离本发明的精神和范围，可以进行多种改变、增加或删除。

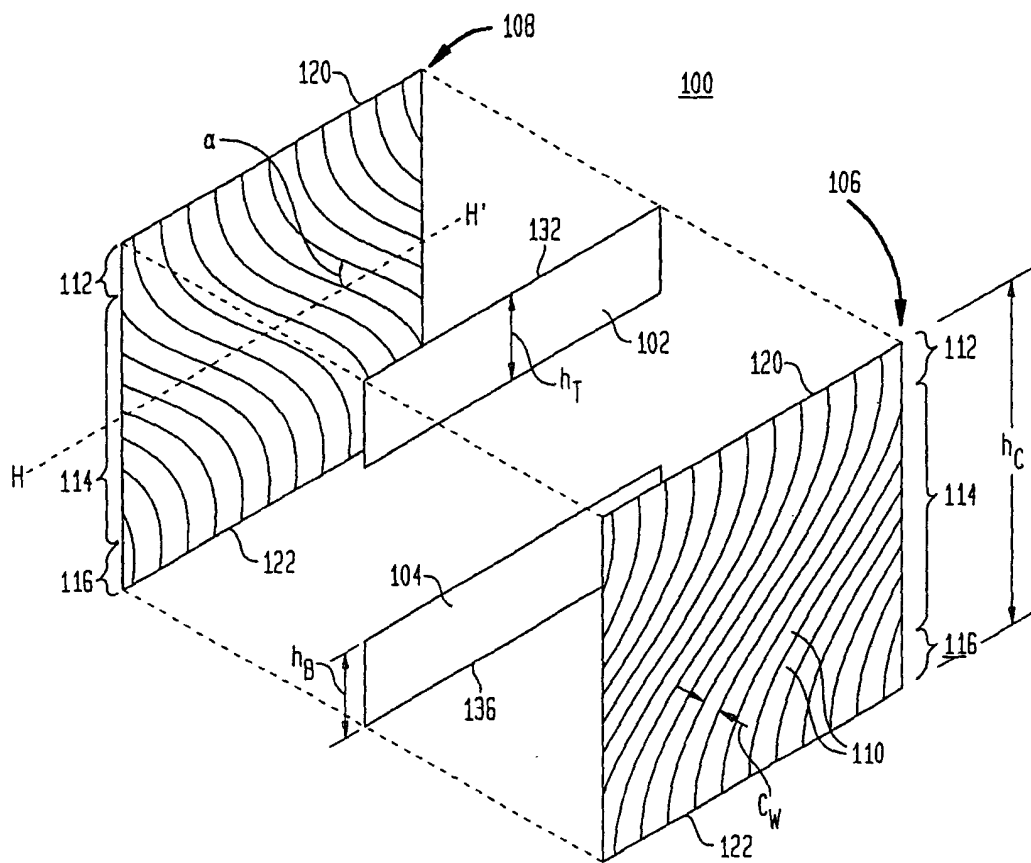


图 1a

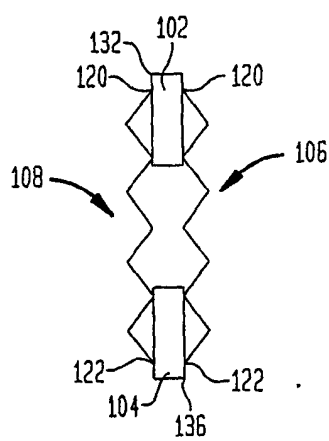


图 1b

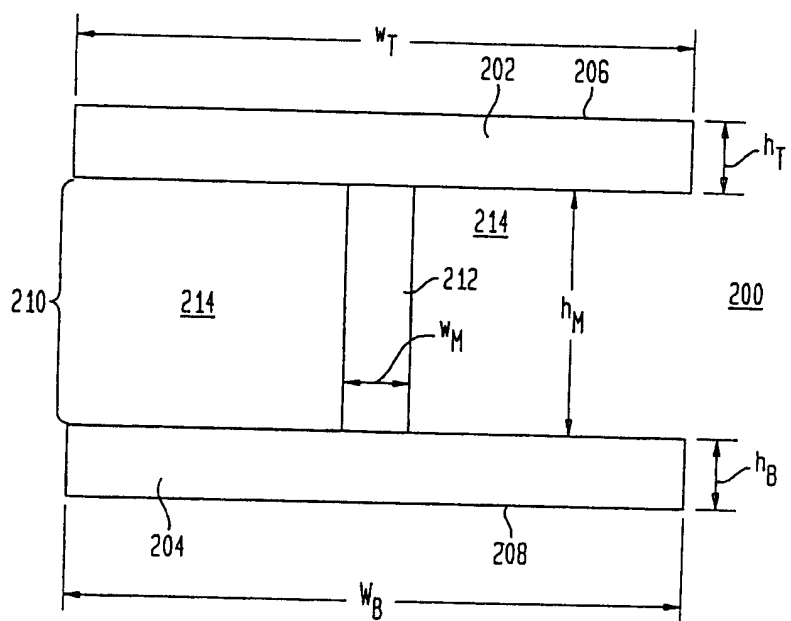


图 2

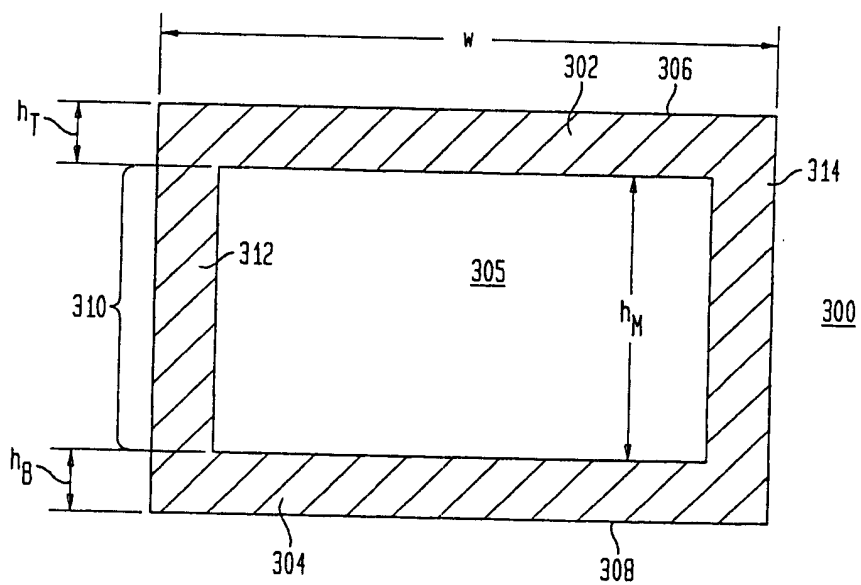


图 3

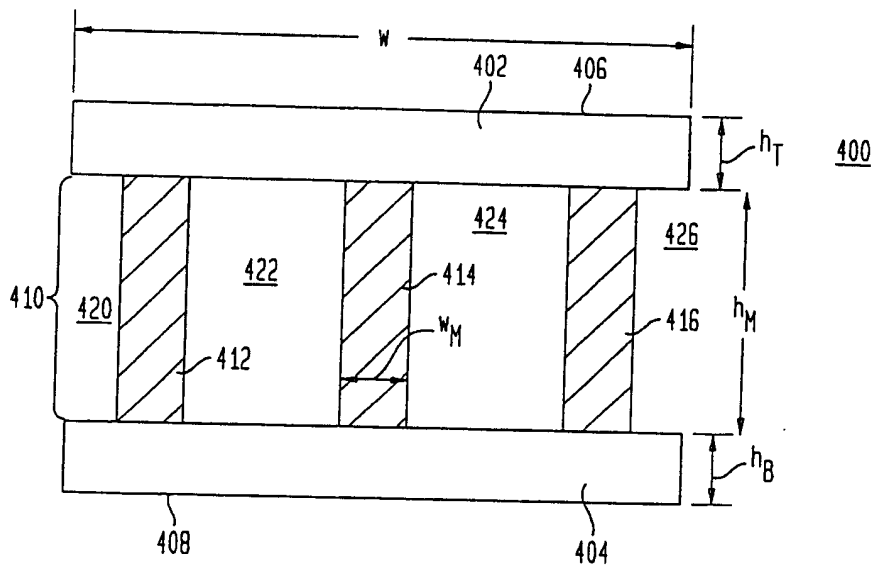


图 4

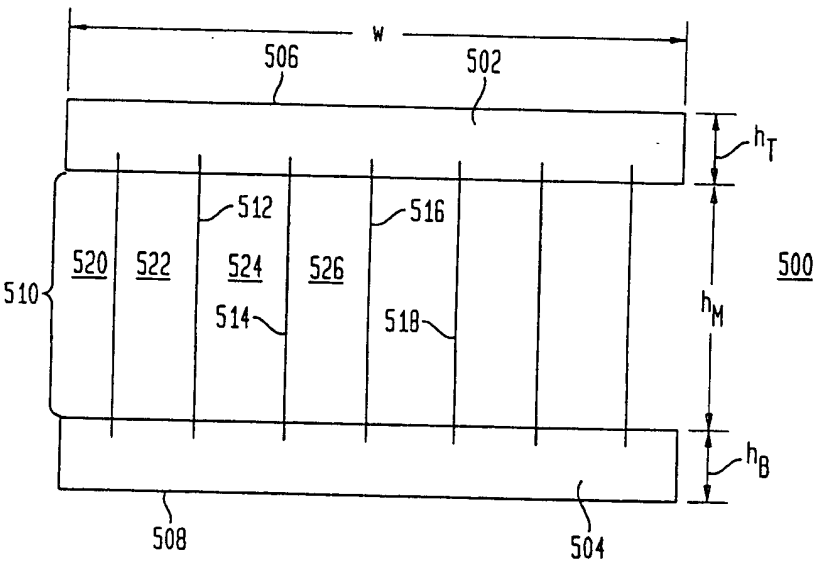


图 5

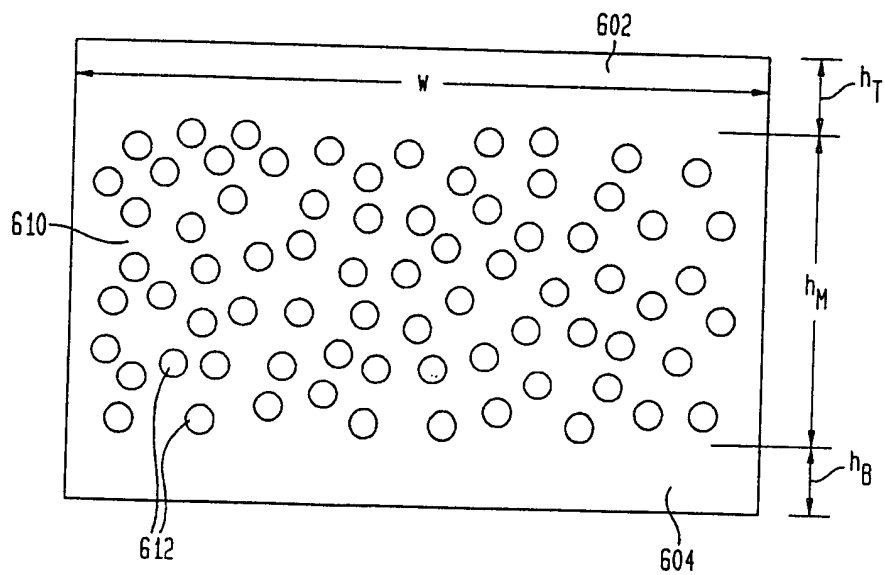


图 6a

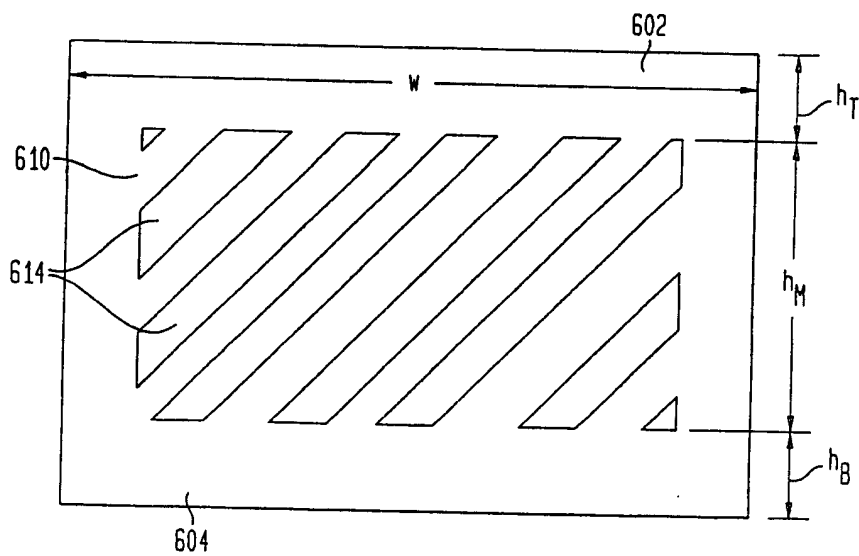


图 6b

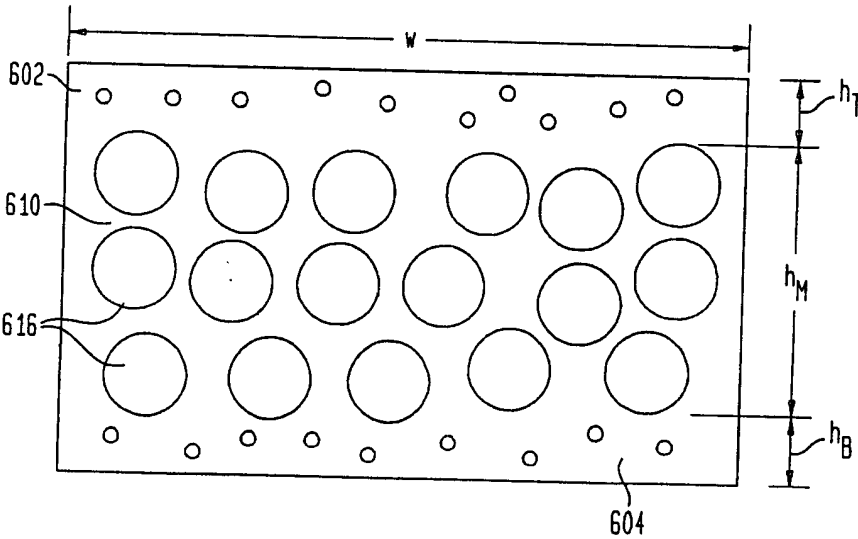


图 6c

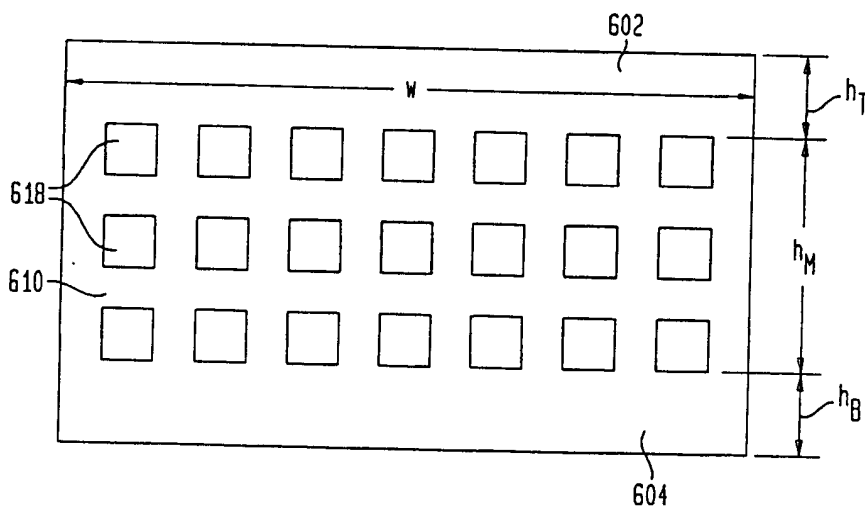


图 6d