

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
G02F 1/133 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410087006.3

[45] 授权公告日 2008 年 1 月 9 日

[11] 授权公告号 CN 100360997C

[22] 申请日 2004.10.22

[21] 申请号 200410087006.3

[30] 优先权

[32] 2003.10.30 [33] US [31] 10/697,760

[73] 专利权人 国际商业机器公司

地址 美国纽约

[72] 发明人 陆珉华 杨界雄

[56] 参考文献

US5917570A 1999.6.29

JP8-114804A 1996.5.7

US6195146B1 2001.2.27

US20020063830A1 2002.5.30

US5438421A 1995.8.1

US6020946A 2002.2.1

审查员 徐颖

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利  
商标事务所

代理人 秦晨

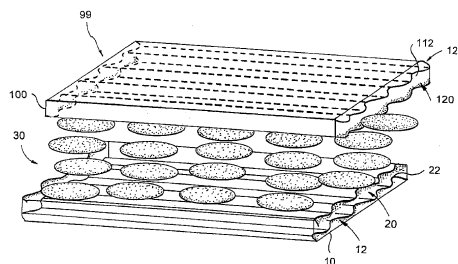
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 3 页

[54] 发明名称

液晶显示设备及其形成方法

[57] 摘要

一种液晶显示(LCD)设备包括具有带刻槽的表面轮廓的第一基片;在带刻槽的表面上形成的并具有带刻槽的表面轮廓的无机材料排列膜层,该无机材料排列膜相应于沿着平行于沟槽方向的方向入射到带刻槽的表面的离子波束加以排列;与第一基片相对排列的第二基片,其用于形成多个在其中沉积液晶(LC)材料的LCD室,其中LC分子平行于沟槽排列以提高LCD性能。



1. 一种液晶显示器 LCD 设备, 包括:

第一基片, 其具有带刻槽的表面轮廓;

无机或有机材料排列膜层, 其在所述带刻槽的表面上形成并具有所述带刻槽的表面的轮廓, 所述无机或有机材料排列膜响应于沿着平行于沟槽方向入射到所述带刻槽的表面的离子波束进行排列;

第二基片, 其与第一基片相对地排列, 用于形成多个 LCD 室, LCD 室具有沉积在其中的液晶 LC 材料, 其中 LC 分子平行于沟槽排列以提高 LCD 性能。

2. 根据权利要求 1 的 LCD 设备, 其中所述第一基片与所述排列膜层之间具有一个底层, 所述底层的材料包括选自下列中的一种材料:  $\text{SiN}_x$ 、氢化非晶硅、 $\text{SiC}$ 、 $\text{SiO}_2$ 、玻璃、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{ZnTiO}_2$ 、 $\text{InTiO}_2$ 、 $\text{InZnO}_2$ 。

3. 根据权利要求 1 的 LCD 设备, 其中所述无机材料排列膜是类金刚石碳。

4. 根据权利要求 1 的 LCD 设备, 其中与所述第一基片相对排列的第二基片包括具有平坦表面轮廓的上排列层。

5. 根据权利要求 1 的 LCD 设备, 其中与所述第一基片相对排列的第二基片包括具有带刻槽的表面轮廓的上排列层。

6. 根据权利要求 1 的 LCD 设备, 其中所述排列膜的材料包括选自下列中的一种材料:  $\text{SiN}_x$ 、氢化非晶硅、 $\text{SiC}$ 、 $\text{SiO}_2$ 、玻璃、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{ZnTiO}_2$ 、 $\text{InTiO}_2$ 、 $\text{InZnO}_2$ 。

7. 根据权利要求 1 的 LCD 设备, 其中所述排列膜的所述带刻槽的表面轮廓是正弦的。

8. 根据权利要求 1 的 LCD 设备, 其中所述沟槽沿着长度方向不连续。

9. 根据权利要求 8 的 LCD 设备, 其中沟槽在长度方向上中断, 并以所述沟槽的不同高度和宽度在沿长度稍微不同的位置处重新开

始。

10. 一种用于形成液晶显示器 LCD 设备的方法，包括：

- a. 提供第一基片；
- b. 在所述基片上生成沟槽以形成带刻槽的表面轮廓；
- c. 在所述带刻槽的表面上依照所述带刻槽的表面轮廓沉积无机材料排列膜层；
- d. 响应于沿着平行于沟槽方向的方向入射到所述带刻槽的表面的离子波束排列所述排列膜层；
- e. 形成第二基片，其与所述第一基片相对地排列以形成一个或多个 LCD 室，LCD 室具有沉积在其中的液晶 LC 材料，其中 LC 分子平行于沟槽排列以提高 LCD 性能。

11. 根据权利要求 10 的用于形成 LCD 设备的方法，其中在所述基片上生成沟槽的所述步骤 b 包括一种或多种实现方法：光刻、离子束喷射、印刻、冲印、在液态玻璃中浸提基片、倾斜沉积、摩擦和 Langmuir Blogett 膜涂覆。

12. 根据权利要求 10 的用于形成 LCD 设备的方法，其中与所述第一基片相对排列的所述第二基片包括具有平坦表面轮廓的上排列层。

13. 根据权利要求 10 的用于形成 LCD 设备的方法，其中与所述第一基片相对排列的所述第二基片包括具有带刻槽的表面轮廓的上排列层。

14. 根据权利要求 10 的用于形成 LCD 设备的方法，其中所述排列膜的所述带刻槽的表面轮廓是正弦的。

15. 根据权利要求 10 的用于形成 LCD 设备的方法，其中生成沟槽的所述步骤 b 包括所述沟槽沿着长度方向终止成形，并以所述沟槽的不同高度和宽度在沿长度稍微不同的位置处重新开始沟槽。

## 液晶显示设备及其形成方法

### 技术领域

本发明总体上涉及液晶显示 (LCD) 设备领域, 更具体地, 涉及用于改进排列基板 (基片) 表面的技术以提高液晶排列的方法和系统。

### 背景技术

在过去 20 年里, 液晶显示器发展成为数十亿美圆的工业, 使用 LCD 设备的产品现在能够在手持设备、小型彩色电视机、膝上型计算机和投影设备中使用, LCD 日益增长地应用于膝上型计算机。

一种传统的 LCD 设备包括液晶室 (liquid crystal cell), 其具有夹在透明电极之间的液晶, 透明电极在相对的玻璃基片上形成 (也即平板)。另一种传统的 LCD 设备包括液晶室, 其具有夹在透明电极和反射电极之间的液晶, 透明电极位于玻璃基片上, 而反射电极位于不透明或者透明基片 (例如硅) 上。在任何情况中, 电信号选择地施加在电极之间, 从而允许设备调制入射光和显示信息。为了获得对比度, 液晶分子的取向必须均匀地加以控制。在场效应系统中, 例如向列 (nematic) 系统 (其设计成使液晶分子在上下平板之间扭转大约  $0^{\circ}$ - $270^{\circ}$ ), 优选地使液晶分子的取向以单向的方式平行于基片表面。液晶能够通过拉伸 (stretching) 聚合物、摩擦聚合物、以 Langmuir Blodgett 膜的形式沉积聚合物或者使聚合物膜暴露于 UV 辐射加以排列。此外, 排列 (alignment) 还能够通过在基片上沉积  $\text{SiO}_x$  或者通过用微光刻腐蚀沟槽加以实现。

一种常见的排列技术是在每个透明电极上沉积聚酰亚胺排列 (PI) 膜以定向液晶, 然后沿着期望的方向摩擦或者磨蚀聚酰亚胺膜。更具体地, 通过将聚酰亚胺溶液的湿涂层 (wet coat) 用已知的印刷或者旋涂技术施加到基片上形成聚酰亚胺膜, 该湿涂层被烘焙而在基片

上形成聚酰亚胺膜。在基片上形成了聚酰亚胺膜之后，膜的分子结构必须沿着期望的方向排列，以便沿着期望的方向定向液晶分子。出于这个目的，用起绒的、植绒的或者丝绒的布沿着期望的方向摩擦聚酰亚胺膜，然后进行清洗以便除去由摩擦产生的碎屑。以这种方式，形成了作为绝缘膜的排列膜，其中原子结构被排列从而沿着期望的方向定向液晶分子。

在数十亿美元现有技术制造业务中，用布摩擦聚酰亚胺排列膜仍然是标准方法。然而这一聚酰亚胺摩擦方法会产生碎屑，导致 ESD 损害，且需要后续的摩擦清洗。

现在在 LCD 工业以及大学中，无摩擦排列技术是热点研究课题。本发明受让人国际商用机器公司 (Armonk, 纽约) 具有对无机膜，例如类金刚石碳膜，进行低能离子波束 (IB) 处理以排列液晶的受保护技术。例如，美国专利 No.6,195,146、6,124,914、6,346,975 和 6,577,365，其每一个都描述了执行排列层离子波束轰击的方法。

与其它无摩擦排列方法，例如有机薄膜光处理相比，离子波束处理类金刚石碳膜 (DLC) 或者其它无机薄膜用于排列液晶具有如下优点：干膜沉积、非接触排列处理、处理时间短和处理步骤少。通过 DLC 膜离子波束处理的排列，简称作 DLC IB 排列，比传统的摩擦 PI 排列更加均匀，且图象粘滞 (image-sticking) 更少。然而，据发现 DLC 排列趋向于比 PI 排列具有更多的与反扭转畴相关的旋错 (disclination)，这是一种液晶分子向不同方向倾斜的缺陷。此外，DLC 排列的方位角锚定能量弱于 PI 排列，这是一种将液晶分子约束于特定方位的能量，导致扭转角的偏差大于  $\pm 1^\circ$ 。对于平面内转换 (IPS) (in-plane-switching) 模式，扭转角偏差应当小于大约  $\pm 1^\circ$ 。弱锚定也是长期可靠性的潜在问题。而且，DLC 排列具有垂直于 IB 方向的亚稳排列状态。具体地，在这样的 DLC 表面上，LC 分子趋向于垂直于 IB 方向排列。亚稳状态是反扭转畴存在原因的一部分。

因此人们高度期望提供一种在 LCD 显示器制造中使用的系统和方法，其能够用类金刚石膜 (DLC) 或者其它的无机薄排列层提高液

晶材料的排列。

尽管为液晶 (LC) 排列提供沟槽是最老式的液晶排列方法之一 (见例如, 美国专利 No. 5,438,421、6,466,296), 但是它通常具有低的锚定能量, 且难以制造, 这正是为什么聚酰亚胺摩擦是优选的工业标准。

据信, 迄今还没有通过在 DLC 或者其它无机薄排列膜内提供沟槽用来提高液晶材料排列的 LCD 排列技术。

### 发明内容

根据本发明的一个方案, 提供了一种在 LCD 显示器制造中使用的系统和方法, 其对类金刚石膜 (DLC) 或者其它无机薄排列层进行离子波束 (IB) 处理以提高液晶材料的排列。

根据本发明的另一个方案, 提供了一种系统和方法, 其在带刻槽的方向与 IB 方向平行的 DLC 或者其它无机薄排列层下提供带刻槽的表面, 以提高液晶的排列。

因此, 根据本发明, 沟槽被引入到 DLC 或者其它无机薄排列层, 以帮助增加锚定力 (也就是, 分子锚定于特定方向的强度) 和改进可靠性。具体地, 引入沟槽的效果具有两个方面: 1) 增加与 LC 接触的表面从而增加总表面锚定能量; 和 2) 提高 IB 方向与垂直于 IB 方向之间的拓扑非对称性, 从而不沿着沟槽或者 IB 方向的排列在能量上是不利的。因此, 沟槽会产生附加的取向力或锚定, 从而将 LC 分子限制在期望的方向。从而能够避免由于弱锚定和 90 度亚稳状态导致的问题。

由此, 提供了一种液晶显示器 LCD 设备, 包括:

第一基片, 其具有带刻槽的表面轮廓;

无机或有机材料排列膜层, 其在所述带刻槽的表面上形成并具有所述带刻槽的表面的轮廓, 所述无机或有机材料排列膜响应于沿着平行于沟槽方向入射到所述带刻槽的表面的离子波束进行排列;

第二基片, 其与第一基片相对地排列, 用于形成多个 LCD 室,

LCD 室具有沉积在其中的液晶 LC 材料，其中 LC 分子平行于沟槽排列以提高 LCD 性能。

优选地，所述第一基片与所述排列膜层之间具有一个底层，所述底层的材料包括选自下列中的一种材料： $\text{SiN}_x$ 、氢化非晶硅、 $\text{SiC}$ 、 $\text{SiO}_2$ 、玻璃、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{ZnTiO}_2$  和  $\text{InTiO}_2$ 、 $\text{InZnO}_2$  以及其它有机或无机电介质膜和导电膜。

本发明还提供了一种用于形成液晶显示器 LCD 设备的方法，包括：

- a. 提供第一基片；
- b. 在所述基片上生成沟槽以形成带刻槽的表面轮廓；
- c. 在所述带刻槽的表面上依照所述带刻槽的表面轮廓沉积无机材料排列膜层，
- d. 响应于沿着平行于沟槽方向的方向入射到所述带刻槽的表面的离子波束排列所述排列膜层；
- e. 形成第二基片，其与所述第一基片相对地排列以形成一个或多个 LCD 室，LCD 室具有沉积在其中的液晶 LC 材料，其中 LC 分子平行于沟槽排列以提高 LCD 性能。

有利地，本发明的系统和方法可以应用于透射和反射型 LCD 显示器。

### 附图说明

本发明的目的、特征和优点通过联合附图的详细说明将变得对本领域技术人员而言显而易见，其中：

图 1 图解了一种 LCD 显示器基片，其具有根据本发明的带刻槽的表面和离子波束轰击方向；

图 2 图解了根据本发明一个实施例的 LCD 设备 99，其具有带刻槽的底层表面；和

图 3 图解了根据本发明的方法制造的 LCD 设备的剖面图。

### 具体实施方式

图 1 和 2 图解了根据本发明的 LCD 显示设备 99，其包括具有刻槽表面 12 的基片 10，并表示离子波束轰击方向 15。在优选实施例中，氢化类金刚石碳（DLC）排列膜 20 涂布在带刻槽的表面上。如图 1 所示，箭头 A 所示的离子波束（IB）19 的入射方向与箭头 B 所示的沟槽长度方向平行。

在图 2 所示的实施例中，带刻槽的表面 12 具有正弦轮廓 22。给定正弦周期为大约  $1.0\mu\text{m}$ ，振幅为大约  $0.3\mu\text{m}$ ，正弦刻槽表面的表面积为平面的 1.67 倍。对于一个给定的表面锚定能量，带刻槽的表面的总表面能比平面高大约 60%。图 2 描述了具有带刻槽的底层（under-layer）表面 12 和 DLC 或者无机材料层排列膜 20 的 LCD 设备 99，其中带刻槽的底层表面 12 具有正弦轮廓 22，此外，覆盖层基片 100 显示具有正弦轮廓 122 的带刻槽的表面 112，且包括 DLC 或者无机材料层排列层 120。因此应当理解，本发明的 LCD 设备 99 可以包括上下基片，其都具有带刻槽的表面和 DLC 或者无机材料层排列膜 20、120，或者使一个表面（上或下）用 DLC 或者无机材料排列膜加以刻槽。除了 DLC 之外，其它的无机材料层排列膜包括  $\text{SiN}_x$ 、氢化无定形硅、 $\text{SiC}$ 、 $\text{SiO}_2$ 、玻璃、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{ZnTiO}_2$ 、 $\text{InTiO}_2$ 、 $\text{InZnO}_2$  和其它有机或无机电介质材料和导体材料。

如图 2 所示，提供带刻槽的表面 12 的效果是液晶（LC）分子 30 平行于沟槽而不是垂直于沟槽排列，因为后者的排列比前者需要更高的自由能。对于图 2 所示的示例实施例，计算出的分子垂直于沟槽排列的能量比分子平行于沟槽排列高大约 3.4 倍。

根据这一能量论述，带刻槽的表面上排列比平面上的更加稳定。在一项研究中比较了在如下排列中的 90 度亚稳状态的表面效果，即摩擦聚酰亚胺之间的 IB DLC 排列，平面上的 IB DLC 排列，以及具有通过摩擦基片或者摩擦 PI 底层（under layer）产生的带刻槽的底层的 IB DLC 排列，结果显示，在摩擦 PI 样品上不存在 90 度亚稳状态。在具有摩擦基片或者刻槽底层的 IB DLC 上，90 度亚稳状态在 5



分钟内消失。然而，平坦表面规则 IB DLC 上的 90 度亚稳状态持续数天甚至数月。实验结果提示，带刻槽的表面能够提高沿着 IB 方向的排列。

现在说明一种用于形成图 2 中器件的方法。首先，在平基片表面上形成底层和 DLC 排列层。首先可以通过例如等离子体增强的化学气相沉积在涂覆有导电铟锡氧化物 (ITO) 膜底层的玻璃基片上沉积厚度大约  $300\text{\AA}$  ( $300\text{\AA}$ - $1400\text{\AA}$ ) 的排列层，例如 DLC 膜。底层的厚度大约为  $100\text{\AA}$ - $10\mu\text{m}$ 。材料能够是导电电极，例如 ITO 和 Al，或者  $\text{SiN}_x$ 、氢化非晶硅、SiC、 $\text{SiO}_2$ 、玻璃、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{ZnTiO}_2$  和  $\text{InTiO}_2$ 、 $\text{InZnO}_2$  以及其它有机或无机电介质膜和导电膜。底层能够通过溅射、CVD 或者 PECVD、旋转涂覆、印刷、冲印、模制成型或者 langmuir bloget 膜涂覆加以沉积。形成沟槽的方法能够是腐蚀、直接沉积、倾斜沉积、离子束喷射、摩擦、印刷、冲印或者模制成型。其它基片，例如 Si 和石英，可以附加使用。

可以理解，在形成 DLC 膜时可以使用氢成分。在一个实施例中，例如，C:H 膜可以用  $\text{C}_2\text{H}_2/\text{He}$  和  $\text{H}_2$  气体混合物加以沉积。可以向处理中添加氢气以增加膜透射率 (transmittance)。膜的氢含量可以通过前向反冲散射 (forward recoil scattering) 加以测量，且使用一种处理矩阵 (process matrix) 以确定哪些处理参数产生更高的氢含量和更高的透射率。在实验中，基片维持在室温，这对于成本考虑是很重要的，此外有助于比高温处理获得更加透明的膜。

作为根据本发明试图消除的摩擦处理的替代方案，可以用许多方法产生带刻槽的表面。例如，可以通过光刻、以斜角直接沉积、离子束喷射、印刻、冲印或者甚至通过在液态玻璃中浸提基片或者类似的方法产生沟槽。带刻槽的底层能够通过多种方法直接在基片上形成，例如倾斜沉积、印刻、冲印、在液态玻璃或者其它材料中浸提基片，和 Langmuir Blogett 膜沉积。如果底层表面在沉积和涂覆之后是平坦的，则需要附加处理，例如腐蚀、IB 喷射或者摩擦以形成沟槽。IB 排列能够在沟槽底层上 (在本实例中也是排列层) 或者在涂覆于底层

顶部的排列层上直接实现。尽管上文说明的带刻槽的表面是正弦的，但是应当理解，也预期地包括不同的沟槽表面轮廓，包括但不限于：例如三角形、矩形、正方形等。而且，沟槽不必是连续的，且在优选实施例中，沟槽可以在长度方向上终止，并在具有不同高度和宽度的稍微不同的位置处重新开始。

沉积 LC 分子之后，它们通过离子束 (IB) 轰击加以排列。离子束可以用直流 Kaufman 型离子源产生，该离子源使用钨丝向等离子体和等离子体桥中和器供给电子以维持电中性。氩或者其它惰性气体 (例如氦气、氧气、氢气) 可以用隔离的气流控制器引入到离子源和等离子体桥中和器中。等离子体桥中和器具有减少基片污染的优点，使其和没有浸入离子束中一样。相对地，通常使用的钨丝中和器，其直接置于离子束中，会溅射高能氩离子和碰撞在它上面的中子。具有 100eV-1000eV 能量的离子被提取作为离子源中的等离子体，并朝基片加速。离子电流密度通过偏置的法拉第杯探针加以测量，从而排斥由等离子体桥中和器引入到波束中的低能电子。

基片可以安装在移动台上，该台在离子源下被线性扫描。托盘速度 (tray speed) 可以编程，从而在使用固定的离子电流密度时允许向样品施加不同的离子。根据本发明，碰撞离子的入射角可以通过调整离子源相对于基片的角位置加以改变，然而，被导向成与带刻槽的表面平行。

图 3 图解了 LCD 设备结构 200 的剖面图，其具有根据本发明方法形成的 LC 分子的均匀排列。如图 3 所示，LCD 设备 200 包括上基片 212 和下基片 202，下基片 202 中形成有薄膜晶体管 (TFT) 器件矩阵 (未显示)，其具有用于接收与各个像素有关的数据信号的像素电极。上基片 212 可以由具有或者不具有滤色元件的电极构成。在每一个下、上基片上伴随形成了各自的沟槽底层 204、214，和在底层上形成的相应排列层 206、216。如图 3 所示，沟槽底层和排列层是不均匀的轮廓。液晶分子 210 沉积在各个已形成的上下基片、底层和排列层之间，它们显示按照平行于底层和排列层的已形成的沟槽的方式均

匀地取向进入附图的平面。如图3所示，器件的一部分包括密封材料215、220，其根据已知的技术形成于基片之间以密封两个基片之间的LC分子。

如上所述，根据图3描述的实施例，出于最佳的性能，在排列膜和基片表面上形成的沟槽，无论它们形成了LCD设备的底层、覆盖层还是两个层，它们都不具有完美的周期性结构以避免衍射效应。沟槽的尺寸优选地处于数微米的量级（例如 $0.2\mu\text{m}$ - $10\mu\text{m}$ ），且沟槽的高度为大约 $100\text{\AA}$ 到数微米。而且，沟槽不必是连续的。也就是说，沟槽可以在长度方向上终止，并在具有不同高度和宽度的稍微不同的位置重新开始。

尽管本发明具体地参考其例证性的和优选的实施例加以显示和说明，但是本领域技术人员应当理解，可以在其中进行前述的和其它的改变而不背离本发明的精神和范围，本发明的精神和范围仅由附加权利要求书的范围限定。

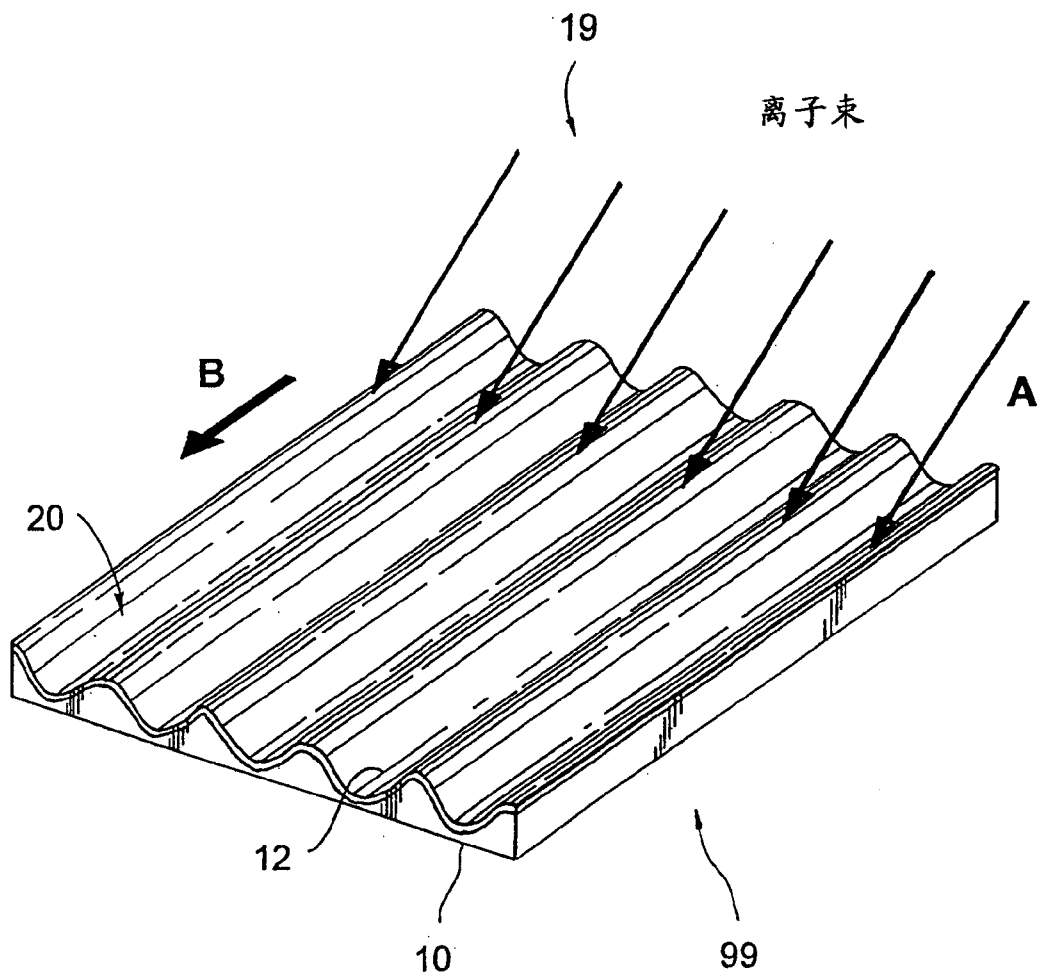


图1

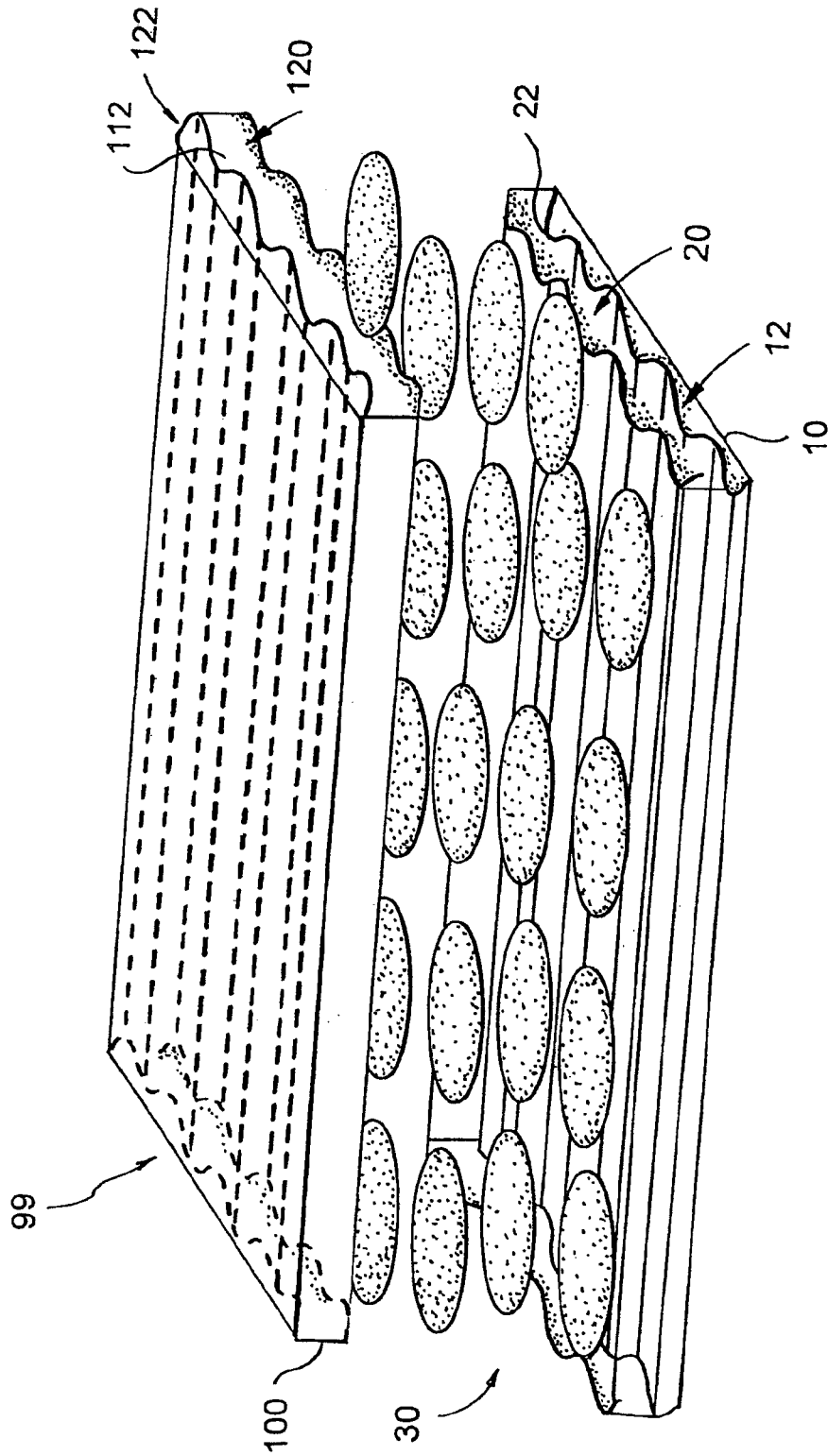


图2

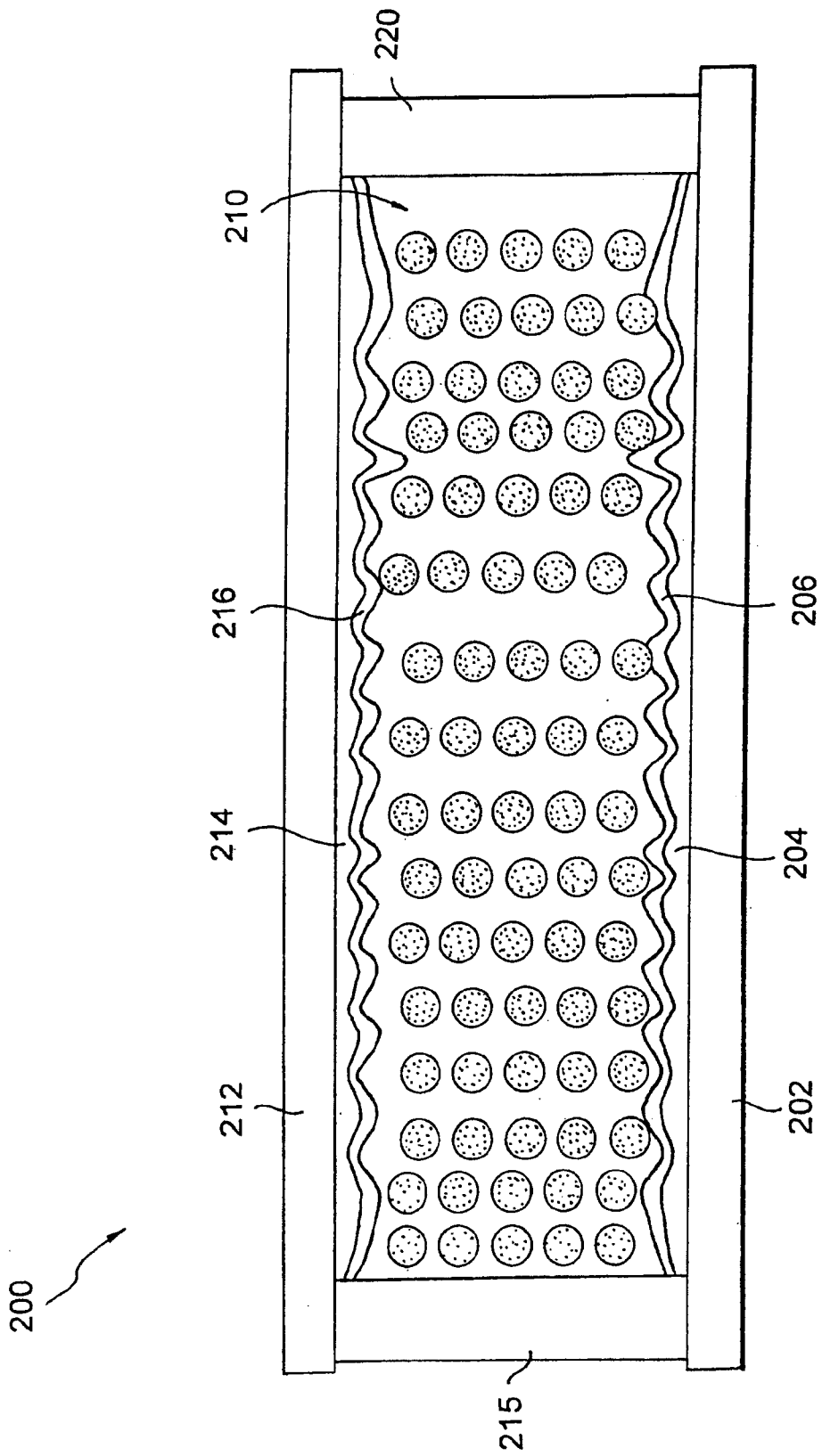


图 3