



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102217036 B

(45) 授权公告日 2014. 04. 23

(21) 申请号 200980146301. 2

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2009. 10. 13

H01L 21/027(2006. 01)

(30) 优先权数据

12/275, 669 2008. 11. 21 US

(56) 对比文件

CN 1387675 A, 2002. 12. 25, 说明书第 5 页第 17 行 - 第 8 页第 8 行, 图 1-9D.

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 05. 19

审查员 刘竞滢

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2009/060402 2009. 10. 13

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/059310 EN 2010. 05. 27

(73) 专利权人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 托马斯·R·科里甘

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

代理人 顾红霞 何胜勇

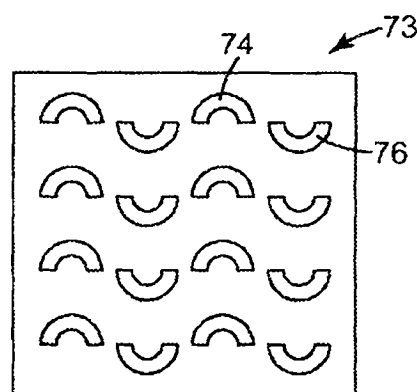
权利要求书2页 说明书6页 附图8页

(54) 发明名称

用具有稀疏图案的掩模进行激光烧蚀加工

(57) 摘要

本发明公开了一种用于通过激光烧蚀方法在基底上成像的具有稀疏图案的掩模。所述掩模具有多个透光的孔以及所述孔周围的不透光区域。所述孔单独地形成完整图案的一部分,当用所述掩模成像时,一个或多个掩模的多个孔一起形成所述完整图案。将掩模制成具有稀疏图案的形式可以提供在所述激光烧蚀过程中从所述基底上移除碎片的路径。多个交错的稀疏重复图案可以形成重复距离大于所述单个图案的更为复杂的图案。



1. 一种用具有稀疏图案的掩模在基底上激光成像的方法,以使用所述稀疏图案在所述基底的表面上形成完整图案,所述方法包括:

通过具有透光孔和所述孔周围的不透光区域的掩模在所述基底上成像,以便在所述基底上形成第一特征,形成所述第一特征的步骤包括:

成像步骤,在所述掩模上成像以形成所述第一特征的一部分;

移动步骤,将所述基底相对于所述掩模移动到不同位置上;以及

对形成所述第一特征的步骤中的成像步骤和移动步骤进行重复以形成所述第一特征,其中所述第一特征包括所述基底上的不连续的重复特征;以及

通过所述掩模在所述基底上成像,以形成与所述第一特征交错的第二特征,形成所述第二特征的步骤包括:

成像步骤,在所述掩模上成像以形成所述第二特征的一部分,所述第二特征的一部分交错形成在所述第一特征的多个部分之间;

移动步骤,将所述基底相对于所述掩模移动到不同位置上;以及

对形成所述第二特征的步骤中的成像步骤和移动步骤进行重复以形成所述第二特征,

其中,所述第二特征与所述第一特征相结合,以形成包括有所述完整图案的连续的重复特征。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述成像步骤包括通过单个掩模在所述基底上成像。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述成像步骤包括通过多个掩模在所述基底上成像。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述成像步骤包括在基本上平坦的基底上成像。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中所述成像步骤包括在基本上为圆柱形的基底上成像。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中所述完整图案包括连续的特征。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中所述完整图案包括离散的特征。

8. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第一特征和所述第二特征形成两个组分图案,并且所述完整图案的重复距离大于所述两个组分图案中的任意一个的重复距离。

9. 一种图案化的圆柱形基底,所述圆柱形基底具有沿着第一螺旋状路径的第一特征和沿着第二螺旋状路径的第二特征,所述第一特征与所述第二特征交错以形成具有重复特征的完整图案,制成所述基底的方法包括:

通过具有透光孔和所述孔周围的不透光区域的掩模在所述基底上成像,以便在所述基底上形成第一特征,形成所述第一特征的步骤包括:

成像步骤,在所述掩模上成像以形成所述第一特征的一部分;

移动步骤,将所述基底相对于所述掩模移动到不同位置上;以及

对形成所述第一特征的步骤中的成像步骤和移动步骤进行重复以形成所述第一特征,其中所述第一特征包括所述基底上的不连续的重复特征;以及

通过所述掩模在所述基底上成像,以形成与所述第一特征交错的第二特征,形成所述第二特征的步骤包括:

成像步骤,在所述掩模上成像以形成所述第二特征的一部分,所述第二特征的一部分

交错形成在所述第一特征的多个部分之间；

移动步骤，将所述基底相对于所述掩模移动到不同位置上；以及

对形成所述第二特征的步骤中的成像步骤和移动步骤进行重复以形成所述第二特征，

其中，所述第二特征与所述第一特征相结合，以形成包括有所述完整图案的连续的重复特征。

10. 一种图案化的平坦基底，所述平坦基底具有重复的第一特征和第二特征，所述第一特征与所述第二特征交错以形成具有重复特征的完整图案，制成所述基底的方法包括：

通过具有透光孔和所述孔周围的不透光区域的掩模在所述基底上成像，以便在所述基底上形成第一特征，形成所述第一特征的步骤包括：

成像步骤，在所述掩模上成像以形成所述第一特征的一部分；

移动步骤，将所述基底相对于所述掩模移动到不同位置上；以及

对形成所述第一特征的步骤中的成像步骤和移动步骤进行重复以形成所述第一特征，其中所述第一特征包括所述基底上的不连续的重复特征；以及

通过所述掩模在所述基底上成像，以形成与所述第一特征交错的第二特征，形成所述第二特征的步骤包括：

成像步骤，在所述掩模上成像以形成所述第二特征的一部分，所述第二特征的一部分交错形成在所述第一特征的多个部分之间；

移动步骤，将所述基底相对于所述掩模移动到不同位置上；以及

对形成所述第二特征的步骤中的成像步骤和移动步骤进行重复以形成所述第二特征，

其中，所述第二特征与所述第一特征相结合，以形成包括有所述完整图案的连续的重复特征。

用具有稀疏图案的掩模进行激光烧蚀加工

背景技术

[0001] 准分子激光已用于通过成像系统将图案烧蚀到聚合物片中。最通常的是,这些系统已用于修改产品,主要是为喷墨喷嘴或印刷电路板切孔。这种修改是通过用成像系统覆盖一系列类似形状而进行的。可以将恒定形状的掩模和聚合物基底保持在一个地方,同时将来自激光的多次脉冲集中在基底的顶部表面上。脉冲的次数与孔的深度直接相关。激光束的注量(或能量密度)与切割速度、或每次脉冲所切割的深度微米数(每次脉冲通常切割 0.1 至 1 微米)直接相关。

[0002] 此外,可以通过用不同分立形状的阵列进行烧蚀而形成 3D 结构。例如,如果在基底表面中烧蚀大孔,然后烧蚀越来越小的孔,那么可以形成透镜状形状。用单个掩模中的一系列不同形状的开口进行烧蚀是本领域已知的。通过将模型(如球形透镜)切割成一系列深度均匀分布的横截面而形成掩模的概念也是已知的。

[0003] 然而,用这些激光烧蚀系统形成的重复结构来制备显示器薄膜时,往往会产生莫尔条纹(moiré)。莫尔条纹是两个重复图案结合时产生的可视缺陷。最新的显示器采用恒定间距、重复的像素阵列。添加到该显示器中的任何材料都会产生莫尔条纹图案缺陷。

发明内容

[0004] 可以在激光烧蚀工艺中使用符合本发明的稀疏图案化掩模来形成基底图像。掩模具有一个或多个透光的孔以及孔周围的不透光区域。孔单独地形成完整图案的一部分,不透光区域在掩模上位于第一孔之间的与所述基底上的非成像区域对应的区域内,该区域随后通过相同或不同掩模上的第二孔进行成像,从而形成完整图案。

[0005] 掩模为离散的孔区域,其可以通过激光照明系统一次成像。如果玻璃板远大于照明系统的视野,则可以在单片玻璃板上放置不止一个掩模。从一个掩模变为另一个掩模可以包括通过移动玻璃板而使另一个区域进入激光照明的视野内。

[0006] 根据本发明,在基底上进行激光成像的一种方法使用具有稀疏图案的掩模。该方法包括通过具有透光孔和所述孔周围的不透光区域的第一掩模在基底上成像,随后通过各自具有透光的孔和所述孔周围的不透光区域的一个或多个第二掩模在基底上成像。第一掩模中的孔形成特征的完整图案的第一部分,而一个或多个第二掩模中的孔形成特征的完整图案的第二部分。当第一掩模和一个或多个第二掩模单独成像时,第一掩模和一个或多个第二掩模一起形成特征的完整图案。

[0007] 根据本发明,在基底上成像的另一种方法也使用具有稀疏图案的掩模。该方法包括在基底上成像时,使得基底上的一个区域由掩模中的透光的第一孔进行成像,随后通过掩模中的一个或多个第二孔在基底的该区域中进行成像。不透光区域围绕第一孔和一个或多个第二孔。掩模中第一孔的图像和第二孔的一个或多个图像结合形成特征的完整图案。特征可以仅由第一孔形成、仅由第二孔形成、或由第一和第二孔的组合形成。

[0008] 根据本发明,微复制型的制品具有两个或更多个重复的离散特征阵列。每个特征阵列形成作为完整图案一部分的组分图案。特征阵列交错形成完整的特征图案,其重复距

离大于任何组分图案的重复距离。

附图说明

[0009] 附图包含在本说明书中并构成本说明书的一部分,并且它们结合具体实施方式阐明本发明的优点和原理。附图中,

[0010] 图 1 为用于在平面基底上进行激光烧蚀的系统的示意图;

[0011] 图 2 为用于在圆柱形基底上进行激光烧蚀的系统的示意图;

[0012] 图 3a 至 3c 示出了在圆柱形工具上形成三种交错的稀疏图案的示意图;

[0013] 图 4 为第一种重复图案的示意图;

[0014] 图 5 为第二种重复图案的示意图;

[0015] 图 6 为具有六边形结构的完整图案的一部分的示意图;

[0016] 图 7 为具有环状结构的完整图案的一部分的示意图;

[0017] 图 8 为示出可形成图 6 中的图案的稀疏掩模的示意图;

[0018] 图 9 为示出可形成图 7 中的图案的稀疏掩模的示意图;

[0019] 图 10 为示出三分之一稀疏六边形堆积图案的一部分的示意图;

[0020] 图 11 为示出与图 10 的图案交错的第二个三分之一稀疏六边形堆积图案的一部分的示意图;

[0021] 图 12 为示出与图 11 的两个图案交错的第三个三分之一稀疏六边形堆积图案的一部分的示意图;

[0022] 图 13 为示出可形成图 10 的稀疏图案的稀疏掩模的示意图;

[0023] 而图 14 和 14a 为示出圆柱形基底的示意图,该基底表面的一部分上已进行了稀疏图案的螺纹切削。还示出了图案的详细视图。

具体实施方式

[0024] 本发明的实施例涉及设计和使用基于掩模的成像系统,通过激光烧蚀或基于平版印刷的系统来形成图案的技术。所述技术涉及分开掩模上的图案,以使图案稀疏。在第一个实施例中,可以将用于成像的规则图案分成较小的分区,在分区之间添加空的空间。然后在光栅的成像过程中将初始图案重组。在第二个实施例中,通过在各个掩模上形成稀疏图案并通过使这些图案交错形成新的图案而获得完整的图案。可以使用具有稀疏图案的多个掩模,其中稀疏图案具有不同的重复距离。理想的是,这些重复距离是素数,使得整个图案的重复距离远大于各个掩模的图像尺寸。可以用该技术(例如)制备与另一种图案或其本身结合时难以识别并不太可能形成莫尔条纹的图案。

[0025] 分区中的空的空间在烧蚀过程中是有利的。具体地讲,掩模中的空的空间可允许激光烧蚀羽(从辐射所到达的任何地方的表面上“炸开”的扩散的等离子体波)更自由地伸展。空的空间还减少了在激光烧蚀中通常遇到的两个重要问题:大大减少与激光烧蚀工具上的步长相对应的宏观尺度缺陷(线条);以及改变留在工具表面上的碎片的性质,使得可以更轻松地将其移除。

[0026] 激光烧蚀系统

[0027] 图 1 为用于在基本上平的基底上进行激光烧蚀的系统 10 的示意图。系统 10 包

括提供激光束 14 的激光器 12、光学器件 16、掩模 18、成像光学器件 20 和平台 24 上的基底 22。掩模 18 可以使激光束 14 形成图案,而成像光学器件 20 将图案化的光束聚焦到基底 22 上,以便烧蚀基底上的材料。平台 24 通常使用 x-y-z 坐标台,通过 x-y-z 坐标台可以使基底以都垂直于激光束 14 的互相正交的 x 方向和 y 方向,以及平行于激光束 14 的 z 方向移动。因此, x 方向和 y 方向的移动允许在整个基底 22 上进行烧蚀,而 z 方向的移动可有助于将掩模的图像聚焦到基底 22 的表面上。

[0028] 图 2 为用于在基本上为圆柱形的基底上进行激光烧蚀的系统 26 的示意图。系统 26 包括提供激光束 30 的激光器 28、光学器件 32、掩模 34、成像光学器件 36 和圆柱形基底 40。掩模 34 可以使激光束 30 形成图案,而成像光学器件 36 将图案化的光束聚焦到基底 40 上,以便烧蚀基底上的材料。基底 40 可以安装为能旋转移动,以便烧蚀环绕基底 40 的材料,也可以安装为能以平行于基底 40 的轴线的方向移动,以便烧蚀整个基底 40 上的材料。基底另外还可以平行和正交于光束 30 移动,以便使掩模的图像聚焦在基底表面上。

[0029] 掩模 18 和 34 或其他掩模均具有可透射激光的孔,以及孔周围的几乎完全阻挡住激光的不透光区域。掩模的一个例子包括具有光致抗蚀剂的玻璃上的金属层,以便通过平版印刷形成孔(图案)。掩模可以具有不同的孔尺寸和形状。例如,掩模可以具有不同直径的圆孔,可以在基底上的相同位置激光烧蚀不同直径的孔,以便在基底中切割半球形结构。

[0030] 基底 22 和 40 可以用任何能够通过激光烧蚀进行加工的材料制成,通常为聚合物材料。就圆柱形基底 40 而言,它可以用涂在金属滚筒上的聚合物材料制成。基底材料的例子在美国专利申请公开 No. 2007/0235902A1 和 2007/0231541A1 中有所描述,所述专利均以引用方式并入本文中,如同进行了充分阐述。

[0031] 将基底加工成微结构化制品后,它们可用作形成其他微复制型制品(如光学膜)的工具。Kenneth Epstein 等人的同本文提交于同一天的名称为“Curved Sided Cone Structures for Controlling Gain and Viewing Angle in an Optical Film”(用于控制光学膜中的增益和视角的曲面圆锥结构)的美国专利申请中提供了此类光学膜中的结构的例子和用于形成所述膜的方法,该专利申请以引用方式并入本文中,如同进行了充分阐述。

[0032] 微复制型的制品可以具有用如下文所述的稀疏掩模通过激光成像方法形成的特征。术语“特征”是指基底上的单元内的离散结构,包括单元内结构的形状和位置。离散结构通常彼此分离;然而,离散结构还包括在两个或更多个单元的接合处接触的结构。

[0033] 平面和圆柱形基底的激光加工在美国专利 No. 6,285,001 和序列号为 No. 11/941206、名称为“Seamless Laser Ablated Roll Tooling”(无缝的激光烧蚀的轧辊模具)、提交于 2007 年 11 月 16 日的美国专利申请中有更详细的描述,所述专利均以引用方式并入本文中,如同进行了充分阐述。

[0034] 使用单一稀疏掩模形成规则图案

[0035] 例如,可以使用稀疏掩模将用于在激光烧蚀系统 10 上形成重复图案的掩模制成稀疏的,使得它具有占图案的二分之一、三分之二或四分之三或其他比率的空的空间。然后,需要让该掩模图像或其他一次、两次或三次或更多次分别通过整个基底,从而填充间隙。如果一次、两次或三次(或更多次)通过后的重复结构之间的距离显著不同(优选地为素数),那么实际重复结构之间的距离可以比掩模图像尺寸大许多倍,在实施过程中超出

若干厘米。重复结构单元内的结构可以具有无规成形或排列的特征。单一掩模上的重复结构之间的距离通常小于 5 毫米,更通常为 1mm 或更小。

[0036] 表 1 示出了具有单行重复图案(特征 A)的非稀疏激光烧蚀掩模,其中特征 A 由掩模上的一个或多个阻光或透光的子特征或不同区域组成。

[0037]

表 1			
A	A	A	A

[0038] 如图 4 所示,然后可以在光栅扫描过程中以 1 单位 (50)、2 单位 (52) 或 4 单位 (54) 的步长使用该图案,每通过一次分别覆盖特征 A 的 4、2 或 1 图像。在激光烧蚀系统中,通常在每个位置处覆盖同一特征的多个图像,以便将特征切割成合适的深度。光栅扫描涉及在移动基底期间或之后在掩模上成像,如美国专利 No. 6, 285, 001 中所述。

[0039] 表 2 中示出了相同图案的两种可能的稀疏版本。

[0040]

表 2							
图案 2A				图案 2B			
A		A		A		A	

[0041] 如图 5 所示,然后可以在光栅扫描过程中以 1 单位 (56) 和 1 单位 (58) 或 3 单位 (60) 的步长使用这些图案,每通过一次分别导致覆盖特征 A 的 2、3 或 1 图像而成像。

[0042] 可以限制稀疏图案的排列。对于多数应用而言,希望具有均一的重复特征,例如,每列中具有相同数量的图案 A,如图 4 和 5 所示。对于此类应用而言,如果以 1 基本单位步长进行光栅扫描,则可以使用任何类型的稀疏图案。此外,如果具有奇数 (N) 个重复结构,其中它们之间具有相同尺寸的空的空(形成 2N 的总掩模宽度),那么可以 N 单位步长光栅扫描图案,如图 5 中所示出的 3 单位步长 (60)。如果需要不均一的特征分布,那么可以减少这些限制。

[0043] 可以将任何类型的图案分开,使其变成稀疏的。然而,有两类图案变成稀疏图案最为有益。一类包括致密图案;或需要烧蚀基底的几乎整个表面上的材料的应用。这些应用要求掩模的至少一部分可透过大部分光。例如,连续凹槽图案需要去除大部分顶部表面,其中凹槽的顶部刚好在此处开始形成。彼此接触的离散形状还要求从掩模图像的至少一部分移除相当大比例的材料。这些致密图案可能难以进行激光烧蚀,因为只留有极小的区域用于形成从基底上脱离的烧蚀碎片,这通常形成大尺度缺陷和强韧的碎片。此外,致密图案在烧蚀过程中会产生更大的噪声,并且它们还更易使成像光学器件磨损。

[0044] 第二类受益于稀疏的图案为封闭图案。封闭图案具有被成像区域完全包围的未成像区域。经验显示这些封闭区域会限制烧蚀羽。当图案具有烧蚀羽“逸出通道”时,形成的图案在强韧碎片和大尺度缺陷方面会得到很大改善。为了提供此类“逸出通道”,图案要做得稀疏,以使得不存在被烧蚀区域完全封闭的未烧蚀区域。封闭图案可以是连续的,如图 6 中所示的具有六边形特征 64 的连续阵列的一般的六边形图案 62。封闭图案也可以是离散结构,如图 7 中所示的具有环状形状 68 阵列的图案 66。

[0045] 图案 62 和 66 都可以用稀疏掩模制成,以便为烧蚀羽提供“逸出通道”,如图 8 和 9 所示。如图 8 所示,图案 62 可以由具有孔 72 的稀疏掩模 70 制成,孔 72 单独地形成六边形图案的一部分并与其他复制品一起形成连续的六边形特征图案。图案 62 为组分图案的

一个例子,它是完整六边形特征图案的一部分。如图 9 所示,图案 66 可以由稀疏掩模 73 制成,掩模 73 上的孔 74 和 76 单独地形成环状图案的一部分,并一起形成完整的环状特征图案。图案 66 为组分图案的一部分,它是完整的正方形特征图案的一部分。然后通过激光烧蚀方法用具有稀疏图案的掩模在基底的不同区域上成像,以使用分步重复法或光栅扫描法在基底上烧蚀出完整的图案。

[0046] 使用多个稀疏掩模形成复杂图案

[0047] 多个稀疏掩模可以交错形成比单个掩模所能形成的图案更为复杂的图案。例如,如果需要六边形阵列(可能用于制造透镜),则可以使用三个三分之一稀疏掩模。如图 13 所示,掩模 A 首先通过后,可以形成图 10 所示的重复图案 78。该图案 78 显示以 2×1 模式重复的四种不同特征(A1 至 A4)。该特征是通过所需特征的多个横截面的重叠形成的。例如,图 13 中的区域 92 包含一个孔,它用于四种特征中每一个的最大横截面,A1(94)、A2(96)、A3(98)和 A4(100)。在图 13 所示的掩模中,这些轴对称特征(即透镜)中的每一个的尺寸和它们在其六边形单元内的位置都稍有不同。掩模 90 单独通过时,可以叠加图 13 中所示的九个区域,形成图案 78 中所示的重复特征阵列。掩模 B 通过时,可以形成图 11 中所示的组合图案 80。掩模 B 被设计用于形成 3×2 重复特征图案(B1 至 B12)。此外,十二个特征(B1 至 B12)中的每一个的尺寸和相对于六边形阵列的位置都可能稍有不同。掩模 C 最后通过时,可形成图 12 中所示的图案 82。掩模 C 用于形成以 4×3 模式重复的特征(C1 至 C24)。全部二十四个特征(C1 至 C24)都可以在六边形单元内具有任意位置和任意尺寸。

[0048] 当组合图案 82 完成时,它看起来是无规的,但具有接近六边形单元尺寸乘以三个重复的最小公因子的重复。在这种情况下,一个方向只需要 12 步,另一个方向仅需要 6 步。如果标称特征间距(或六边形单元间距)为 100 微米,那么图案在一个方向约每 2.08mm 重复一次,在另一个方向每 0.60mm 重复一次。

[0049] 六边形图案的另一种情况包括直径约 10 微米的重复透镜。如果再制备三个掩模,但使用素数数量的重复,如 37×17 、 19×41 和 43×23 个重复,那么完整重复图案之间的重复数量将为 30,229 $\times$ 16,031。这与重复之间水平方向约 524mm(20.6 英寸)和垂直方向 481mm(18.9 英寸)相符。

[0050] 具有稀疏图案的圆柱形工具

[0051] 有至少两种方法可以将稀疏图案施加到圆柱形表面上,以形成比任何单个图案具有更大尺度重复的图案。可以用金刚石车削技术将图案施加到圆柱形表面上,以加工圆柱形工具的表面;金刚石车削在(例如)PCT 专利申请公开 No. WO 00/48037 中有大致描述,该专利申请公开以引用方式并入本文中,如同进行了充分阐述。

[0052] 在第一种方法中,以分立的行的形式施加每种图案,如图 3a 至 3c 所示。具体地讲,图 3a 示出了圆柱形基底 42 上的第一种图案 44。图 3b 示出了第二种图案 46,其在圆周方向(43)和轴向(45)的重复距离都比图案 44 大。图 3c 示出了图案 44 与图案 46 交错而成的图案 48。图案的交错可以类似于多个图案的平面施加。唯一的额外限制是沿着圆周(θ 方向,43)的总距离必须是各个图案在该方向的多步距离。如果生产中丢弃边缘不用,则对用于形成交错图案的 z 方向(45)没有限制。可以用(例如)系统 26 形成交错的稀疏图案,通过激光烧蚀将图案加工到基底中。

[0053] 在第二种方法中,可以通过螺纹切削将多个稀疏图案交织到圆柱形表面上。螺纹

切削可以包括沿着圆柱形基底表面上的螺旋形路径分步用掩模成像,如图 14 和 14a 所示。可以通过调整掩模的设计和步长的尺寸以及螺旋的间距,从而在基底表面上形成离散或连续特征阵列的图案。可以通过适当设计的稀疏掩模的一次或多次通过来形成这些特征。也可以通过将适当设计的稀疏掩模上的多种稀疏图案交错,从而在圆柱形基底上形成更为复杂的图案。

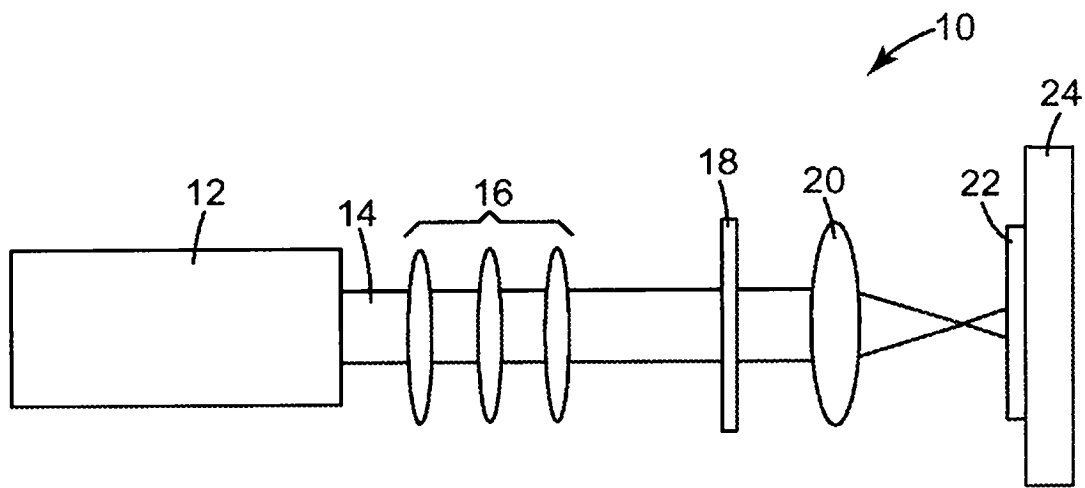


图 1

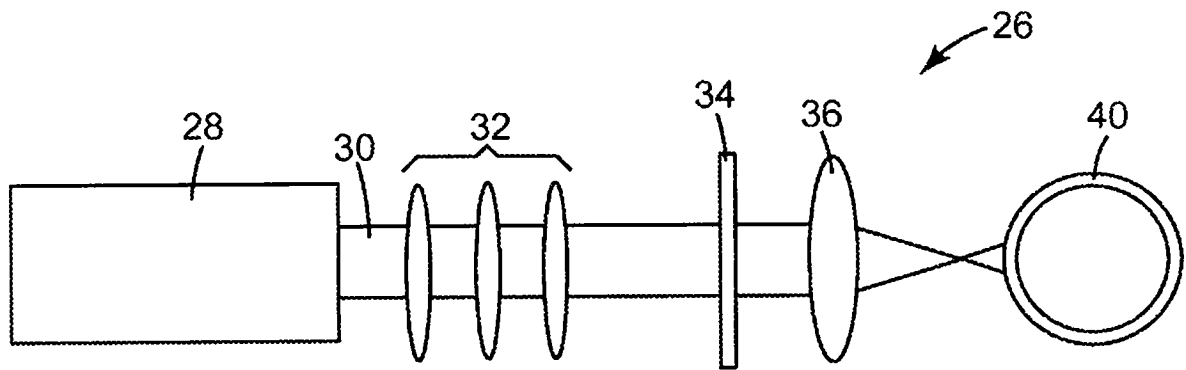


图 2

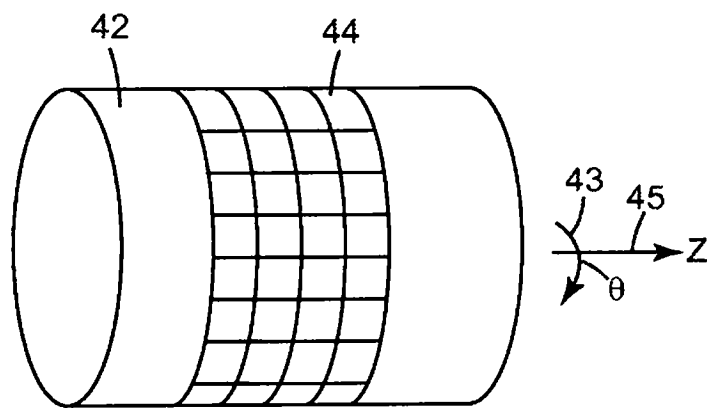


图 3a

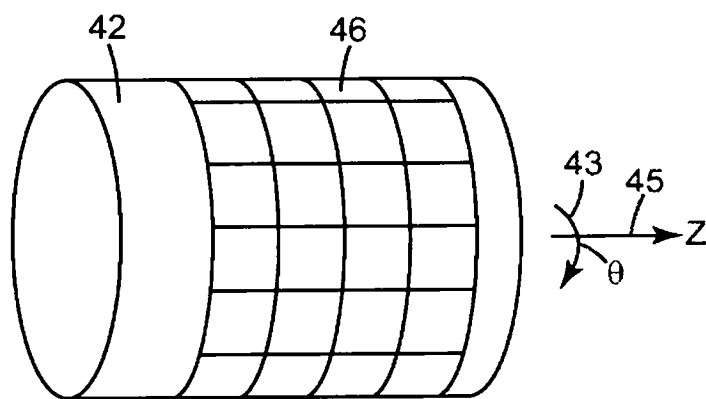


图 3b

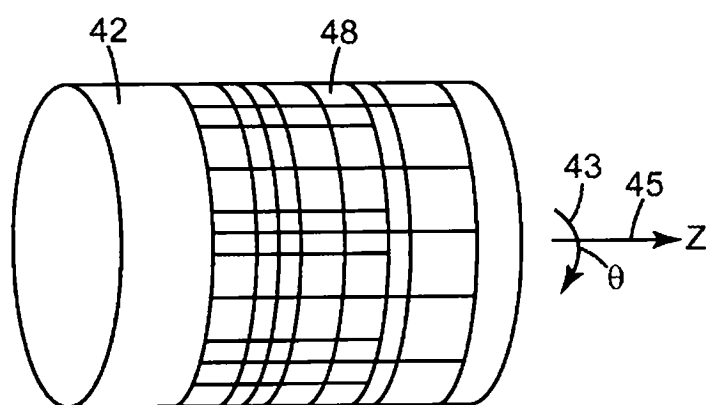


图 3c

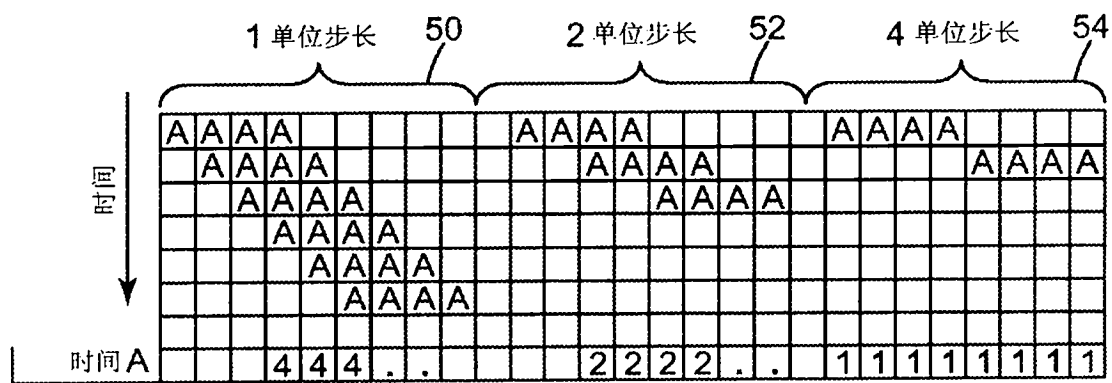


图 4

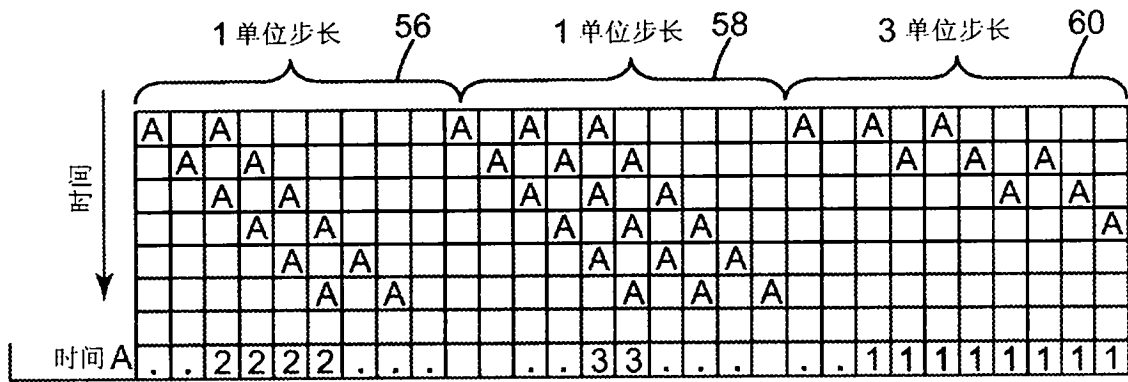


图 5

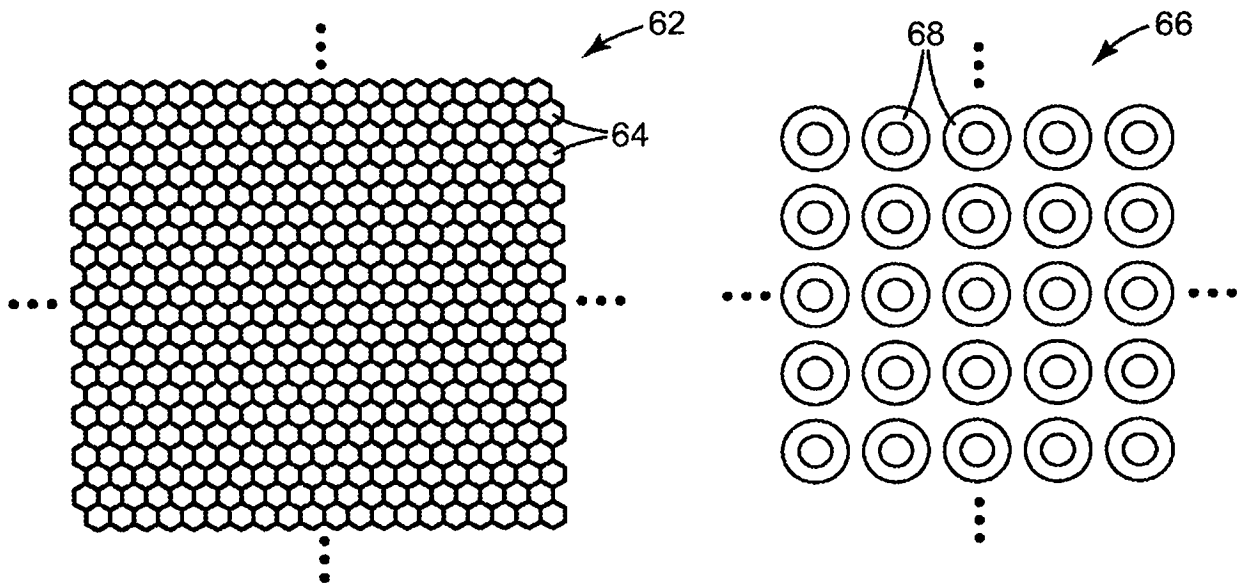


图 6

图 7

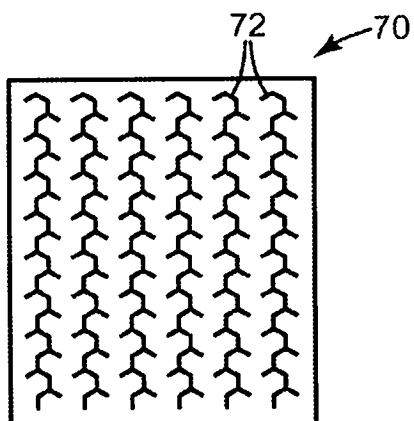


图 8

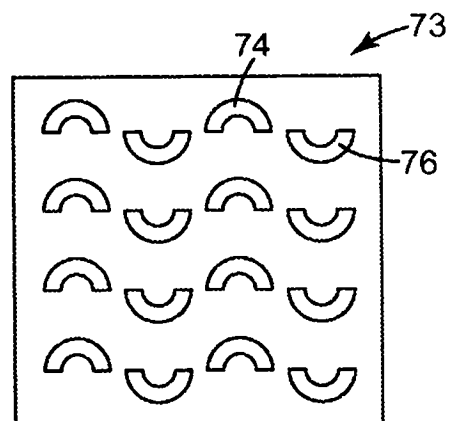


图 9

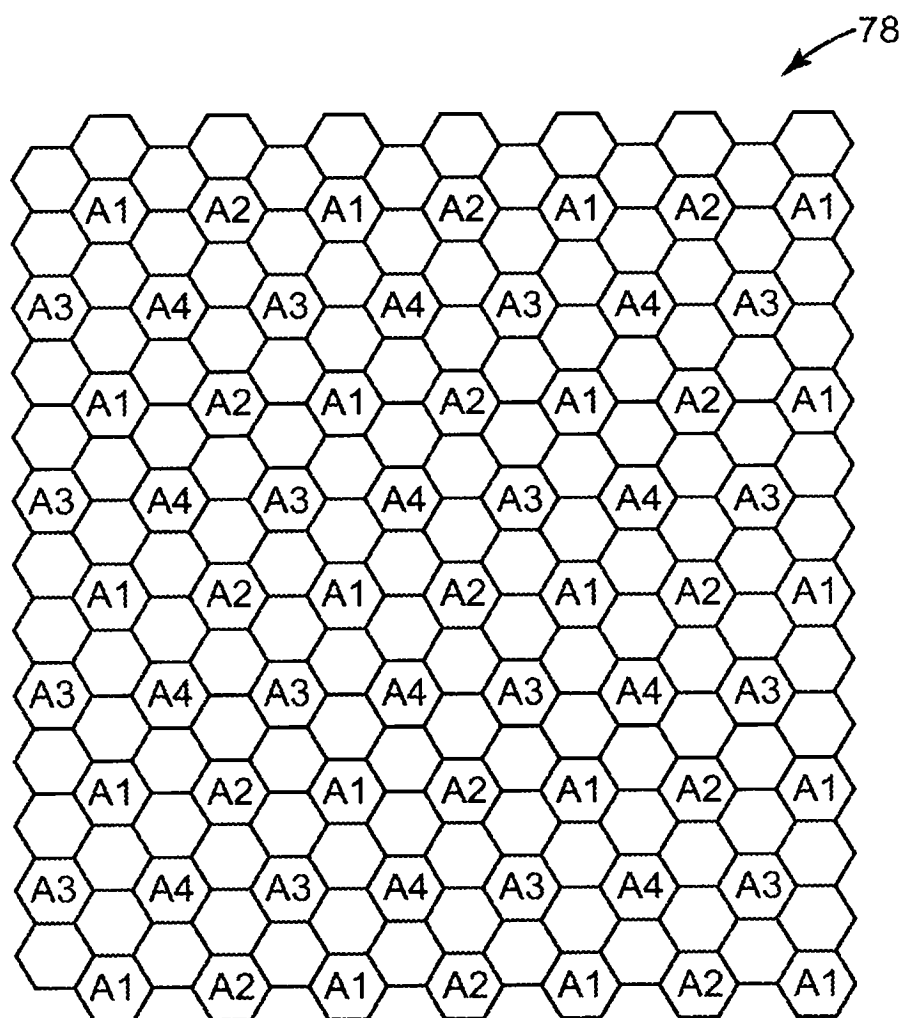


图 10

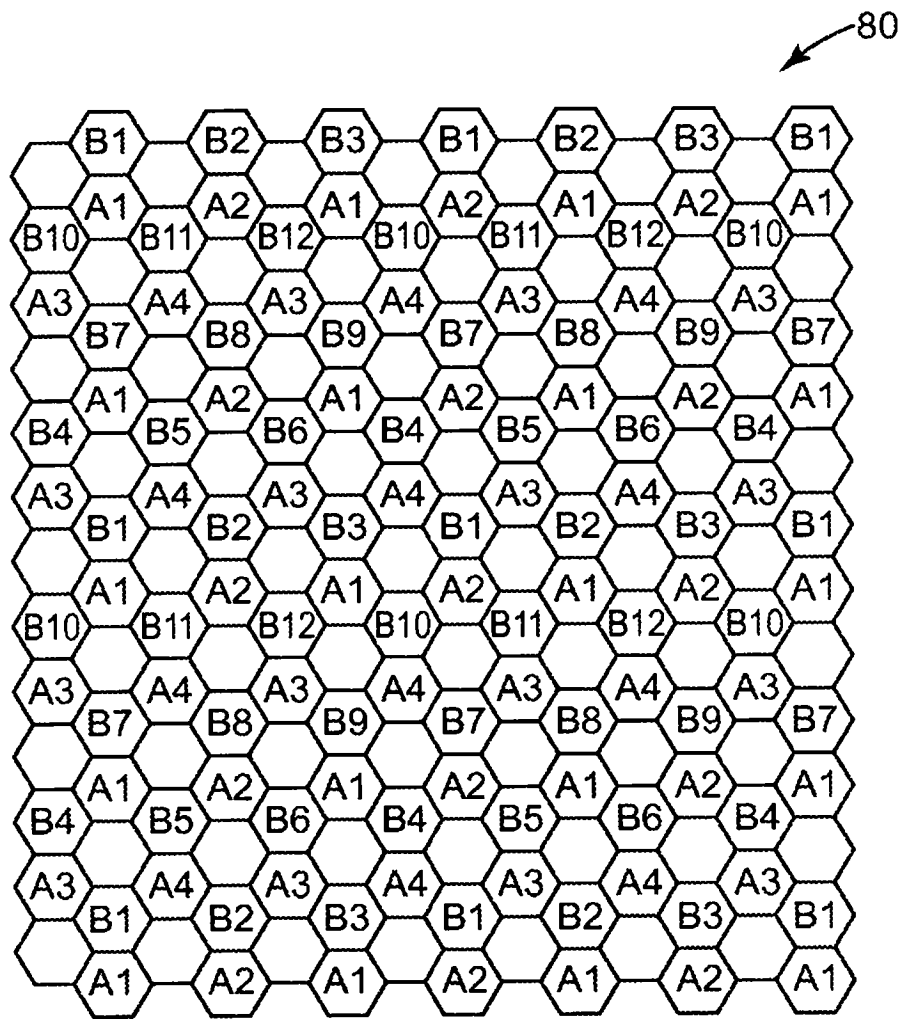


图 11

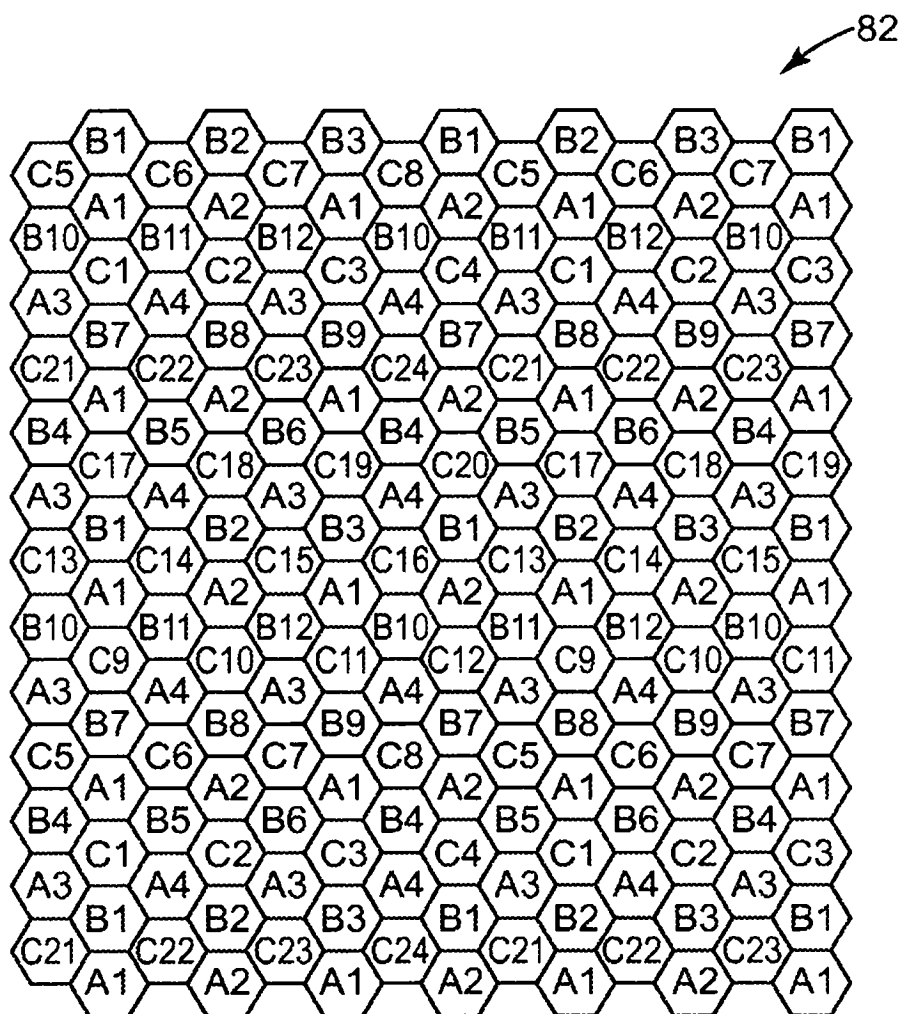


图 12

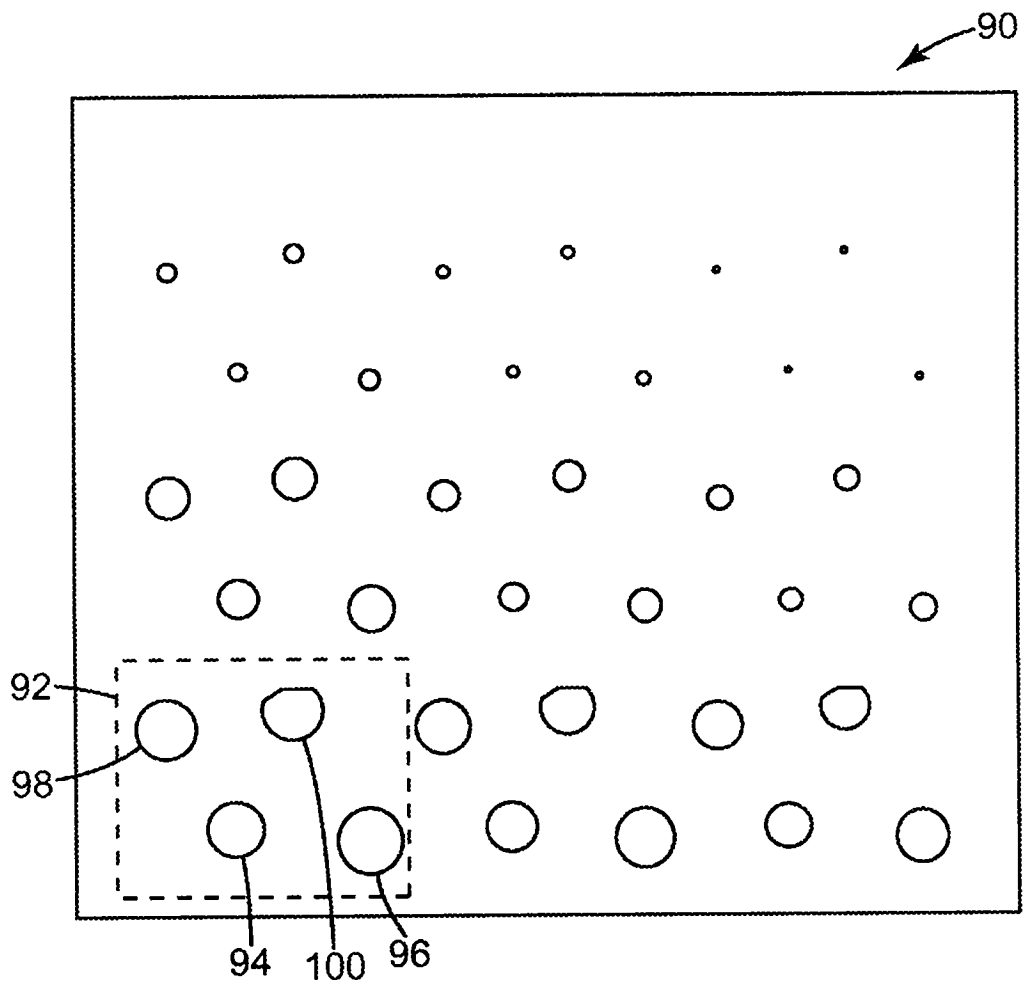


图 13

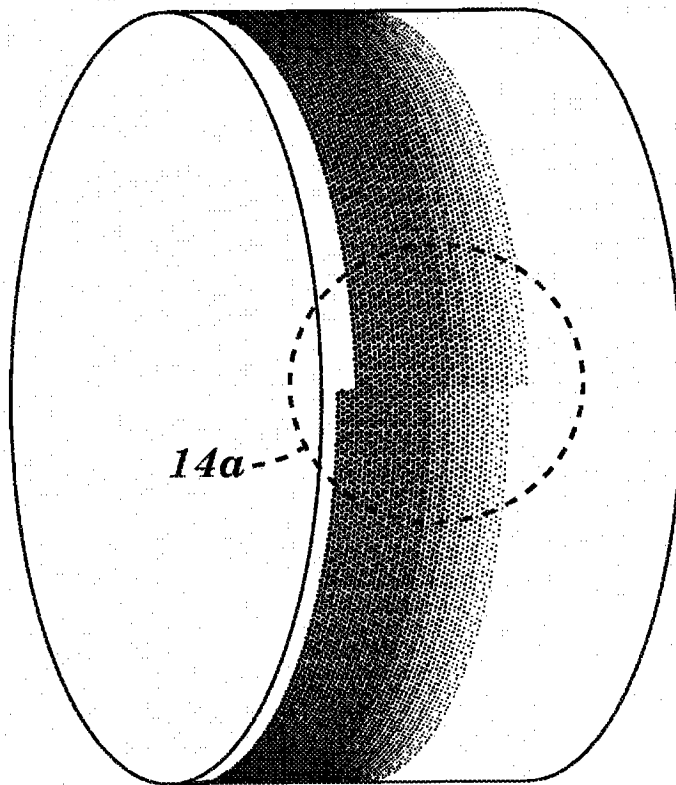


图 14

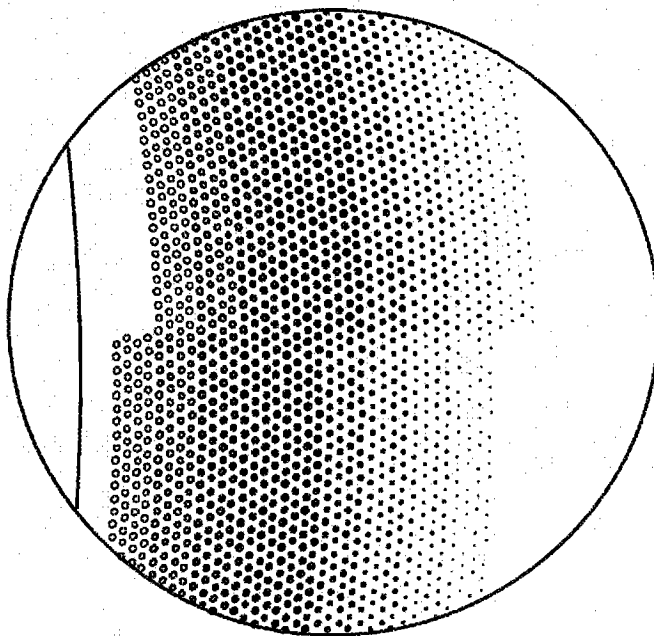


图 14a