[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G02B 5/00 (2006.01)
G02B 5/04 (2006.01)
G02B 5/124 (2006.01)
G02B 3/08 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02815246.8

[45] 授权公告日 2009 年 2 月 25 日

[11] 授权公告号 CN 100464197C

[22] 申请日 2002.7.25 [21] 申请号 02815246.8

[30] 优先权

[32] 2001. 8. 3 [33] US [31] 09/922,438

[86] 国际申请 PCT/US2002/023671 2002.7.25

[87] 国际公布 WO2003/014777 英 2003.2.20

[85] 进入国家阶段日期 2004.2.3

[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 K·A·艾普斯坦

R·F·格里非斯

A·B·坎普贝尔

[56] 参考文献

US6264336B1 2001.7.24

JP11142622A 1999.5.28

EP1081511A 2001.3.7

审查员 张 陟

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 张宜红

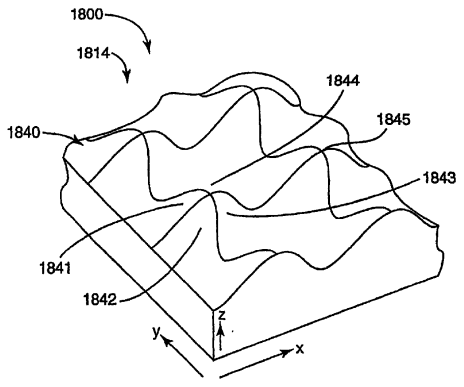
权利要求书 1 页 说明书 28 页 附图 29 页

[54] 发明名称

含微复制结构的光学膜及其制造方法

[57] 摘要

用于透明显示装置如反射 LCD 的光学膜。 所述光学膜为三维棱柱形结构，能反射入射光。 成形为棱柱形结构是为了使得反射小面能使反射光取向成为合乎需要的反射光的式样。 所述反射光式样的形状和强度可以通过不同反射面的形貌和尺寸来控制。 作为一个实例，所述棱柱形结构的高度沿着结构的两个尺寸而变化。



1. 一种光指向膜，它包含结构表面，该结构表面包括许多反射结构，每个反射结构具有由许多非线性小面形成的非线性表面，其中光指向膜对于入射平行光的反射的光强度的分布曲线具有平坦的或顶盖式的分布。

2. 如权利要求 1 所述的光指向膜，其中所述的许多反射结构形成脊状的结构。

3. 如权利要求 1 所述的光指向膜，其中所述的许多反射结构包括三维反射结构。

4. 如权利要求 1 所述的光指向膜，其中所述的每个反射结构的非线性小面具有不连续的斜度。

5. 如权利要求 1 所述的光指向膜，其中所述的平坦的或顶盖式分布是矩形的。

6. 如权利要求 1 所述的光指向膜，其中所述的结构表面包括准随机的微结构，叠加在反射结构上。

7. 如权利要求 1 所述的光指向膜，其中所述的结构表面包括随机的微结构，叠加在反射结构上。

8. 如权利要求 1 所述的光指向膜，其中所述的许多非线性小面包括弧形小面。

9. 如权利要求 1 所述的光指向膜，其中所述的许多非线性小面包括具有至少两个部分的非线性小面。

10. 如权利要求 9 所述的光指向膜，其中所述的至少两个部分中的一个是线性的。

11. 如权利要求 1 所述的光指向膜，其中所述的结构表面是微重制的。

12. 如权利要求 1 所述的光指向膜，它具有漫射层。

13. 如权利要求 1 所述的光指向膜，其中所述的每个反射结构的非线性表面具有不连续的斜度。

含微复制结构的光学膜及其制造方法

本发明涉及光学膜及其制造方法。具体地说，本发明涉及含微复制结构层的光学膜。

发明背景

反射成象装置，又名特殊光调制器，通过局部改变光的反射产生可视图象.这种类型一个有用装置是液晶显示屏或者 LCD，在 LCD 中进入显示屏的光通过夹在两个偏振器之间液晶材料电子编址的象素，以成象的方式发生透射、反射或者阻挡，于是在显示屏形成了可视图象。

通常照射 LCD 的光进入 LCD 的一个主表面，也称为背面，而从另一主表面，即面对观察者的前面离开。也可能通过合适的反射器对 LCD 从前面也就是观察面给予照明，通过通常称为背面反射器的反射器所反射的周围的光线，而产生发光的图象。以这种方式照明的 LCD 通常叫做反射 LCD 或 RLCD。

使用了反射式和漫射式的背面反射器，但是它们都有不足之处。反射式背面反射器会产生金属质的图象外貌，会反射位于观察者背后或者上面的物体的图象，会提供不可接受的有限视角，而该视角会随着具体环境光线情况的变化而变化。此外，反射式反射器以这样的方式反射入射光，以致观察者的头可能挡住最佳视线的入射光。另一方面，漫射式反射器的缺点在于光的利用率不高，观察者不太可能处在漫射光到达的位置，这样就减少了更为有利的可视位置。这些缺点在美国专利 4，298，249 号中获得了消除，在这个专利中提供了具有倾斜式反射表面带的背面反射器，还提供了一些漫射表面结构，这样使得入射光的反射角能让观察者从更合适的位置上看到显示屏。类似地，美国专利 6，204，903 号揭示了具有许多结构形体的反射和部分反射表面，能将反射光投向一些特定方向。为了适应各种各样的照明条件，美国专利 5，128，787 号揭示了一种有不同角度结构的反射器，可以将光从许多光源反射到合乎需要的一些位置。这些揭示的结构由于使得图象能在从显示屏的不同表面和分界面接收到不需要的反射光的区域之外的位置被看到，所以也具有减弱眩光效应的好处。

发明概述

本发明提供能反射预定角度的入射光，并产生反射光的特定方向分布的微结构反射表面，所述微结构表面具有一定总体外形，其表面上有一些小的倾斜的反射微结构。所述倾斜的微结构具有在高度上的纵向变化，它由一预定的周期性高度变化来定义。高度可按一固定周期、可变但可定的周期、随机周期或者上述各周期的组合变化。

根据本发明，产生微结构表面的合适模具可用金刚石在硬铜等合适的金属制成的圆柱形的坯料上切削成合适的式样，再用所述圆柱体作为注塑模具在背衬膜上涂敷形成可固化液相组合物的微结构层来制造。切削深度作用可通过结合在金刚石刀具支架上的压电装置施加于金刚石切削过程。这种类型的刀具支架通常称为快速刀具伺服器，即 FTS，通常也称为快速伺服刀具。用来驱动 FTS 的信号可能包括单频或多频波、噪声发生器发出的信号以及别的可用的信号。信号宜进行过滤，这样可以限制不同高度的频率范围和谱分布。通常，用来产生切削深度作用的信号仅通过适宜制造有用的微结构特定信号来限制。由于本发明中使用的信号发生比较简单，因此也可能通过经验方法找到能产生适宜光学效应的不同高度的信号发生方法。

在这里使用的术语反射光学表面，包括高度反射表面如镜子和只部分反射而透过大部分光线的光学表面。这种类型的部分反射层通常称为透射反射光学表面，本发明中的反射表面可通过敷银等合适的金属来制造。可能还包括保护性的以及别的表面修饰涂层。

本发明具有反射表面的光学膜，由于能设计用来在一个有用的方向范围内对光反射，并能产生严格控制的光分布，更有效利用能得到的光，避免眩光效应，因而在 LCD 的背面反射器中有用。

除了倾斜角、深度功能为特征的微结构之外，对模具的化学腐蚀等附加表面处理也可用来对反射光分布产生漫射或其他的方向性成分。对模具的电镀在提高模具的耐久性和微结构产品的表面质量方面都有用。

具体地说，本发明的一个方面在于具有 x-轴、y-轴和 z-轴的光指向膜，所述膜具有第一结构表面和一个背面。所述结构表面上具有许多长的棱柱形结构，所述长的棱柱形结构通常沿着 x-轴和 y-轴延伸，沿着 y-轴相邻棱柱形结构之间有一定间距。所述结构沿着 z-轴有一定高度棱柱形结构的高度沿着 x-轴以一重复周期变化。

另一方面，本发明涉及含微复制的光指向膜的光学装置，所述膜包含许多具有一定长度的棱柱形结构，这些棱柱形结构的每一个都具有沿着长度以一个重复周期

变化的高度。在所述膜上可以有一层金属膜。

本发明也涉及用程序控制的切削工具制造的制品，所述制品具有 x-轴、y-轴和 z-轴，这个制品含许多沿着 x-轴延伸的结构，这许多结构沿着 y-轴在相邻棱柱形结构之间有一定间距，该结构沿着 z-轴有一定高度，所述结构的高度沿着 x-轴以一重复式样变化。

根据本发明制造反射结构膜的方法，包括用切削工具由坯料进行切削加工成基础模具，所述切削工具在 x-轴、y-轴和 z-轴上都可移动。所述切削加工包括使坯料和切削工具接触；在 x-轴方向上使坯料和切削工具中的至少一个相互移动用以切削坯料；在 y-轴方向上使坯料和切削工具中的至少一个相互移动用以切削坯料；在 z-轴方向上使坯料和切削工具中的至少一个相互移动用以切削坯料。在这个加工好的基础模具上形成结构膜；然后在所述结构膜上敷上一层反射涂层。

相对于化学蚀刻、喷砂以及别的随机表面加工技术，本发明方法能使加工的结构更为精密准确。例如化学腐蚀、喷砂以及其他随机的表面加工方法不能够严格地从一个棱柱结构复制到下一个棱柱结构的，例如精确到 0.001 微米甚至小于 0.0001 微米。

附图的简单描述

本发明可以通过许多实例的详细描述而更全面地认识，这些实例与这些附图有关。

图 1A 是含光指向结构层的显示装置的示意截面图。

图 1B 是图 1A 的显示装置的光指向结构层一部分的放大示意截面图。

图 2A 是用来定量描述在一光显示装置上看到的光分布的坐标系的示意图。

图 2B 是光指向膜的示意透视图，显示了该结构的相对坐标。

图 2C 是用来制造光指向膜的圆柱形模具的示意平面图。

图 3 是有常规结构层的常规光指向结构的示意截面图。

图 4 是图 3 显示的对比例 1 中光指向膜的反射光强度的图解表示，所述光强是用 34 度入射准直光以反射模式使用的 ELDIM EZ 对照模型 160R 测定的。

图 5 是按本发明的第一方面的光指向结构层的第一个实例的示意截面图。

图 6 是按本发明的光指向结构层的另一个实例的示意截面图。

图 7 是图 6 显示的实施例 3A 中光指向膜的反射光强度的图解表示，所述光强是通过 34 度入射准直光的反射模式中使用的 ELDIM EZ 对照模型 160R 测定的。

图 8 是图 6 显示的实施例 3B 中光指向膜的反射光强度的图解表示，所述光强

是用 34 度入射准直光以反射模式使用的 ELDIM EZ 对照模型 160R 测定的。

图 9 是按本发明的光指向结构层的第三个实例的示意截面图。

图 10A 是按本发明的光指向结构层的第四个实例的示意截面图。

图 10B 是按本发明的光指向结构层的第五个实例的示意截面图。

图 11 是实施例 5 中光指向膜的反射光强度的图解表示，所述光强是用 34 度入射准直光以反射模式使用的 ELDIM EZ 对照模型 160R 测定的。

图 12 是实施例 6 中光指向膜的反射光强度的图解表示，所述光强是用 34 度入射准直光以反射模式使用的 ELDIM EZ 对照模型 160R 测定的。

图 13 是实施例 7 中光指向膜的反射光强度的图解表示，所述光强是用 34 度入射准直光以反射模式使用的 ELDIM EZ 对照模型 160R 测定的。

图 14 是按本发明的光指向结构层的第六个实例的示意截面图。

图 15 是实施例 8 中光指向膜的反射光强度的图解表示，所述光强是用 34 度入射准直光以反射模式使用的 ELDIM EZ 对照模型 160R 测定的。

图 16 是实施例 9 中光指向膜的反射光强度的图解表示，所述光强是用 34 度入射准直光以反射模式使用的 ELDIM EZ 对照模型 160R 测定的。

图 17 是按本发明的光指向结构层的第七个实例的示意截面图。

图 18 是按本发明的光指向结构层的第八个实例的示意截面图。

图 19 是按本发明的光指向膜的第九个实例在扫描电子显微镜下的示意透视图。

图 20 是按本发明的光指向膜的第十个实例在扫描电子显微镜下的示意透视图。

图 21 是按本发明另一个方面的光指向膜的示意顶视平面图。

图 22 是实施例 1、5 和 17 中光指向膜的反射光强度的截面图的图解表示，所述光强是用 34 度入射准直光以反射模式使用的 ELDIM EZ 对照模型 160R 测定的。

图 23A 是按本发明的光指向膜的第十一个实例的示意透视图。

图 23B 是实施例 18 中光指向膜的反射光强度的示意图解表示，所述照射光是垂直平行入射光。

图 24A 是按本发明的光指向膜的第十二个实例的示意透视图。

图 24B 是实施例 19 中光指向膜的反射光强度的示意图解表示，所述照射光是垂直平行入射光。

图 25A 是由本发明的光指向膜的第十三个实例的示意透视图。

图 25B 是实施例 20 中光指向膜的反射光强度的示意图解表示，所述照射光是垂直平行入射光。

图 26A 是按本发明的光指向膜的第十四个实例的示意透视图。

图 26B 是实施例 21 中光指向膜的反射光强度的示意图解表示，所述照射光是垂直平行入射光。

图 27A 是按本发明的光指向膜的第十五个实例的示意透视图。

图 27B 是实施例 22 中光指向膜的反射光强度的示意图解表示，所述照射光是垂直平行入射光。

图 28A 是按本发明的光指向膜的第十六个实例的示意透视图。

图 28B 是实施例 23 中光指向膜的反射光强度的示意图解表示，所述照射光是垂直平行入射光。

图 29A 是按本发明的光指向膜的第十七个实例的示意透视图。

图 29B 是实施例 24 中光指向膜的反射光强度的示意图解表示，所述照射光是垂直平行入射光。

图 30A 是由本发明的光指向膜的第十八个实例的示意透视图。

图 30B 是实施例 25 中光指向膜的反射光强度的示意图解表示，所述照射光是垂直平行入射光。

图 30C 是实施例 26 中光指向膜的反射光强度的示意图解表示，所述照射光是垂直平行入射光。

图 31A 是由本发明的光指向结构层的第十九个实例的示意透视图。

图 31B 是实施例 27 中光指向膜的反射光强度的示意图解表示，所述照射光是垂直平行入射光。

图 31C 是实施例 28 中光指向膜的反射光强度的示意图解表示，所述照射光是垂直平行入射光。

图 32A 是按本发明的光指向膜的第二十个实例的示意透视图。

图 32B 是实施例 29 中光指向膜的反射光强度的示意图解表示，所述照射光是垂直平行入射光。

详细说明

本发明涉及一种光学膜，它通过精确调整 RLCD 漫反射的光的模式改进了反射液晶显示器中光的利用。具体言之，通过设计 RLCD 背面反射器的表面形貌，使其在一些特定方向上反射，反射光的分布能按需要更均匀、更明亮地分布。

这里使用的光学膜是指具有结构的或者棱柱形的表面的膜，所述表面上具有能使光相对于 RLCD 按合乎需要的角度进行反射的结构。

图 1A 显示的 RLCD 等反射显示装置 10。显示装置 10 使用环境光线照亮通过附

加的可用部件 14 可观察到的显示信息，所述部件 14 可以是显示装置 10 的透镜、触摸屏或其他类似部件。部件 14 可以赋予显示屏特别的光学性能，也可以接收到显示屏使用者的输入信息。显示装置 10 还包括光调制层 20，它包括顶端起偏层 22、液晶层 24、底部起偏层 26。此外，还有个含光指向膜的光指向结构层 28 置于底部起偏层 26 的相邻部位。在一些实例中已经发现光指示结构层 28 连接到底部起偏层 26 上是有用而方便的。本发明的光指向膜也可以结合到只含一个起偏层或者不含起偏层（如客基质(guest)-主基质(host) LCD）的显示装置中，它更常用于具有夹着液晶层的两个起偏层的装置中。

下面描述具有许多层的典型显示装置 10。已经知道改变或者去掉其中的任一层后，显示装置 10 还是可以使用；还能添加另一些层。可以在显示装置中加入补偿层或者膜，它是各向异性的光学折射膜。所述各层可以重新排列、重新组织，以制造具有可用显示功能的另一种结构。在一些实例中，一个单层能发挥上述两层的功能。此外，可以粘合或者层压多层，以提供较少的各个层。例如，可将光指向膜层压到起偏层上或者补偿膜上。下面揭示含有本发明所述的光指向膜的显示装置 10，各层的所有排列组合。

再转向图 1A，环境光源 30 产生了入射环境光线 32。在这些图中，来自光源 30 的光线 32 以偏离法线的角度 a 入射到显示装置上。法线指的是垂直于显示表面的方向。入射光的一部分作为眩光被显示装置 10 的顶表面和内部界面所反射，显示为图 1A 的眩光线 34。所述眩光线 34 有个偏离法线的眩光角 b。如果光线 32 所遇到的分界面是镜面反射面，眩光角 b 将和入射角 a 相同。由于角 a 可能包含一系列值，代表来自许多可能存在的光源的光，眩光也将在一系列可视角度上看见，但是通常有一个或者多个明亮的峰，例如在眩光角 b 上。

入射光的大部分将穿过光调制层 20，被光指向结构层 28 反射，这样就照亮了显示信息或者图象 e，以图象线 38 射出。光指向结构层 28 的目的是指引图象线 38，这样它将以显著不同于眩光角 b 的角度偏离法线而从显示装置射出。这通常称为“光引导”。在数值上，图象线 38 的特定角度通常由斯涅尔折射定律和光指向结构层 28 的特性来决定。

关于图 1B，它是图 1A 的一个放大图，显示为结构层的光指向结构层 28， 是用来促使光调制层 20 所产生的图象到合乎需要的，与显示装置 10 的眩光角显著不同的视角上。光指向结构层 28 也可称为光调整膜或者倾斜镜膜。

在图 1B 中，入射光线 32 以偏离法线角度 a 入射到显示装置 32 上，以线 33 代表。所述法线指的是垂直于显示表面的方向。入射光线 32 被显示装置 10 的许多部

件所折射，使光线 32 产生弯曲，形成光线 32'。不作为眩光反射的入射光线部分将穿过光调制层 20，被光指向结构层 28 反射。这样照亮了光调制层 20，产生图象线 38。光指向结构层的特定反射角度取决于角 d 所示的面 36 的角度。虽然图 1B 描绘的面 36 是具有单角 d 的平面时，可以使用别的一些不平的面，并且在一些情况下还是优先使用的，这取决于具体的照明条件和所需的视角。再要指明的是，图象线 38 穿过显示装置 10 时，该光线被折射，使图象线 38 形成弯曲，这样它以偏离法线 c 的角度射出。

图象能被看到的视角范围以及峰值亮度出现的视角范围，可以通过具体设计光指向结构层 28 来控制。

在图 1A 中，峰值图象角或者最优视角接近垂直于显示屏，如图象线 38 所示。结果，显示装置 10 的观察者在位置 44，能清晰地不受来自与图像光线 38 呈角度为 b 的眩光图象的干扰，观察到显示图象。更一般地，在图 1B 中，峰值图象角或者最优视角在偏离显示屏法线角度 c 的位置上，以图象线 38 表示。结果，显示装置 10 的观察者能清晰地，不受来自偏离显示屏法线的不同角度为 b 的眩光图象的干扰，观察到显示图象。

从图 1B 中可以看到的光指向结构层 28 是有结构的、棱柱形的光指向结构层，它具有光滑表面 31 和有结构表面 33，在下文中将参考附图对这两个表面更加详细地描述。光滑表面 31 位于远离显示装置 10 的背面，有结构表面位于靠近光调制层 20，面对着光源 30。在一些实例中，有结构表面可能位于远离显示装置 10 的位置上。尽管这里描述的表面 31 是平滑的，但是应当知道这个表面可能是粗糙、波状、有纹理的，可能具有棱柱形的结构。光指向结构层 28 上的变化及其操作将在下文中更加详细地描述。

本发明在于设计一种光指向结构层，在合乎需要的角度范围内提供合乎需要的图像光线强度分布。反射光线的方向和角度范围可以随着棱柱形光指向膜的具体结构而不同。RLCD 的观察者看到的用来定量描述光分布的坐标系显示在图 2A 上。在图 2A 中，点“P”为观察者、测定亮度的光度计、光源或者别的有关物体。点“P”具有称为方位角或简单称为方位的球面坐标 θ、极坐标角 Φ、径向角 ρ。在图 2A 中，点 29 是在显示装置 25 上的一个点，边缘 23 位于显示装置的顶部、能被观察者看到。反射光分布的测定通常用在极坐标角 Φ 为 34 度、方位角为 0 度的入射的准直光测定。

当这些物理实例以 ELDIM EZ 对比模型 160R 光度计一种锥光光度计以 34 度入射的准直光用于反射模式表进行表征时，可观察到所述光导引的特定效果。所述

ELDIM 仪器测定的反射亮度是随 θ 和Φ的变化。在 0 度（膜的法线）到 80 度（偏离膜表面 10 度）的极坐标角范围，全部 360 度的方位角范围内测定数据。将相同条件下的样品亮度相对于白光朗伯标准的亮度进行归一化，就得到光学增益。采取这种坐标系测绘的图在图 4、7、8、11、12、13、15 和 16 上可以看到，其中 θ 代表从图的顶部开始逆时针旋转沿着环形图的度数，ϕ 代表从图的中心开始的径向距离。

图 2B 是一般显示棱柱形结构的光指向结构层的透视图。下面叙述的实施例中将使用图 2B 中显示的两个轴。“x-轴”或者“x-方向”，也称为所述结构的纵向方向，是脊的方向或称微结构。“y-轴”或者“y-方向”是对 x-轴垂直的方向、在结构表面的横向上，这样 x 和 y 轴定义了参考平面 29，它规定了光指向结构层 28 的总体形状。“z-轴”或者“z-方向”垂直于 x 和 y 轴形成的平面，从光指向结构层 28 的背部延伸到前部。

具有结构 33 的光指向结构层可用圆筒形注塑工具方便地生产，图 2C 描绘了它的样式。在图 2C 中，具有中心轴 42 的圆筒形工具 40 通过在圆筒形坯料中切割许多回旋槽 43 而得。在合适的可变形的材料置于槽 43 和例如柔韧的聚合物膜之间时，所述槽的外形适于生产结构 33。述及这种工具时，相对于这种工具的图 2C 显示的 x 和 y 方向与图 2B 显示的光指向膜上的 x 和 y 轴一致。

本发明的光指向膜可以是任何可成形材料，一般是透明的。UV 可聚合材料包括丙烯酸类塑料、聚碳酸酯，是适宜的材料。通常，用来制造用来制造光指向膜的 UV 可聚合组合物，包括乙烯单体 ，例如，甲基苯乙烯等烷基苯乙烯单体、以及许多共聚单体和/或低聚物。在一个实例中，所述组合物包括，双酚 A 环氧二丙烯酯、可溶酚醛清漆环氧丙烯酸酯、及乙烯单体中的一种，包括烷基苯乙烯（例如，甲基苯乙烯）；这种组合物被认为是：环氧丙烯酸酯。可以加入引发剂产生自由基源，从而引发所述组合物的聚合反应，获得聚合物结构。

用在光指向膜中的适宜的 UV 可聚合环氧丙烯酯组合物的一个实例。包括下面各组分：用一定范围的质量百分数来表示：双酚 A 环氧二丙烯酸酯（50%-80%），

丙烯酸环氧化(1-10%)、甲基苯乙烯（5-25％），光引发剂（0.25-5％）（例如“Lucirin”TPO）、含氟表面活性剂（0.1-0.3％）。此外，所述组合物可以包括另一种光敏引发剂，例如“Irgacure 184”，其质量百分数约为 5％。

关于这些适宜的 UV-可固化组合物的别的详细信息可在 1999 年 10 月 22 日提交的美国专利申请 09/425，270(Fong)中找到，在这里参考结合之。

可在结构膜上制造一层反射性涂层，这个反射性涂层可以半透明的，或者是银、

铬、镍、铝、钛、铝/钛合金、金、锆、白金、钯、铝/铬合金、铑、或者它们的混合物等金属。适宜的反射性金属涂层是银，所述反射性涂层可以是连续的或者不连续的涂层。可以进行不连续涂敷或者除去连续涂层的一部分来获得不连续涂层。

粘合促进层、漫射阻碍层及抗腐蚀层等附加层也可用来提高反射性金属涂层的性能和耐久性。适宜的抗腐蚀层的一个实例，在 PCT 申请发表 WO01/31393(Gardner et al。)中有叙述，这里参考结合之。

宜在结构膜上涂覆一层漫射层，以隐藏膜缺陷、消除波纹效应。本发明的光指向膜由于具有棱柱形结构而能实现足够的光漫射，这样就不需要漫射层来实现反射光的漫射。漫射层的一个实例是在聚甲基-丙烯酸酯聚合物上添加许多聚合的或者玻璃小球。

聚合物基质或载体的折射率通常为 1.4-1.5，但可以大一些，也可以小一些。所述小球，聚合物的或者玻璃的折射率通常为 1.35-1.7，所述小球和基质或载体聚合物之间的折射率之差，是选择小球和聚合物的决定性因素。在大多数申请中，所述折射率之差宜为 0.01-0.2，更适宜为 0.02-0.1。

小球的平均直径通常为 0.5-20 微米，当用于手持显示装置时，2-5 微米是适宜小球的直径。加入到聚合物中小球的数量决定于小球的平均直径，小直径的小球导致较小的球体积负荷，大直径的小球则导致较大体积负荷。作为一个实例，折射率之差大约为 0.05，小球直径大约为 5 微米，有用的负荷水平在 1-10%之间。

当漫射层上足够致密地装填有小球时，漫射层能将来自远处光源的光进行漫射，形成均亮的反射，光源的图象不可辨别、缺陷和假相也被掩蔽了。PCT 申请 WO 97/01610(Goetz 等人)讲述了一种光漫射粘合剂，这里参考结合之，可利用它和本发明的膜一同使用来掩蔽缺陷和别的假相。

另一种产生乱漫射的技术是在模具中加工了槽之后，在工具上产生无光光洁度，可以是对有结构的铜模具进行酸蚀刻、离子镀或喷砂而获得。

可以对组合物或光指向结构层内其它的层上加入吸收性染料或颜料来改变显示的颜色。例如，银金属膜在环境光线下观察通常显示略带黄色。可在结构中加入吸收性染料，抵消黄色而得到颜色中性的反射层。

光指向膜可以通过本工艺中的许多不同方法来制造，例如可在底物和具有许多与棱柱形形状反相的许多空穴的模子之间施加可聚合组合物，然后在 UV 辐射下聚合这个组合物，随后从工具中分离得到薄片。形成棱柱形结构的别的已知方法在本发明中也可应用。由于棱柱的尺寸小，生产三维结构的工艺通常也称为“微复制”。关于微复制三维结构的别的信息，可以参见美国专利 5，183，597（Lu），这里参

考结合之。

用来形成许多棱柱的工具可以通过已知的金刚石切削技术来制造，例如共同转让的公开 PCT 申请 WO00/48037 中揭示的，这里参考结合之。典型的，基础模具是由金刚石切削圆柱形坯料而制造的，该坯料称为滚筒。这个滚筒的表面通常为硬铜，但也可以是其它材料。棱柱结构通常以连续的方式在滚筒的周面上形成。在一个适宜的实例中，槽由螺纹切削等已知的技术来形成。在螺纹切削中，在滚筒上（X 方向上）切削出单一连续的槽，而金刚石刀片在切削滚筒的横向方向（Y 方向）上移动。邻近切削之间的距离被称为“间距”。为了生产恒定间距的结构，金刚石刀片以恒定速率移动。

一般金刚石切削技术在本工艺中通常是已知的；例如可看 PCT 申请 WO00/48037。特别是图 7 和 9 以及有关的叙述。这个发表的申请叙述了用来从一个滚筒或鼓制造基础模具的许多设备和方法，这里参考结合之。

用来制造本发明光指向膜的方法中使用的装置包括快速伺服工具。如 WO00/48037 中所揭示的，快速伺服工具（FTS）是一个是固态压电设备，它能迅速地调节切削工具的位置。FTS 的一个类型称为 PZT。所述 FTS 允许切削工具移动的主轴在 Y 方向或者 Z 方向，也能在 Y 方向或者 Z 方向上提供振荡或别的微小调制。X 方向的移动由工件的旋转提供，在此情况下，圆柱形工件被切削。振荡如果有的话，一般叠加在切削工具的主运动上。附加的或者可选择地，在加工过程中，切削工具可以相对于 X 轴摇动或转动，提供另一种表面形貌。

在一个可选择的实例中，金刚石切削工具沿着 Z 方向移动可以用来形成一些脊，例如。此时用由周期性斜坡函数生成的信号来驱动 FTS，从而形成一系列小面。由于 FTS 频率响应的限制，一个脊的顶部和相邻边沿的底部的转变可能有一定程度的倒圆的。这种斜坡函数会生成能在反射光方向上提供净变化的边沿状结构。当切削在这种方式下进行时，棱柱的纵向方向将和要切削的膜具的旋转轴准直，而不是和它垂直。此外，由于所述斜坡函数无需从圆筒的一次旋转到下一个旋转同步，所以边沿在整个膜具上可以不连续，也可以不同步；即边沿可以是不同步的。结果，观察者看到的显示装置上的照明外观改进了。注塑模具的倒圆转变区域也可以提高 RLCD 的外观。为了得到附加的光指向性表面形貌，所述金刚石切削工具宜具有弧形的或者别的适宜的切削轮廓，以进一步修饰反射光的分布。

所述棱柱结构可通过上述方法以外的方法来制造。例如，基础模具的结构可以转移到其它介质上，例如转移到一个聚合材料带上，通过注塑和固化工艺从基础模具转移到生产模具；然后，这个生产模具用来制造棱柱结构。电铸等别的方法也可

以用来复制基础模具。别的可选择用的制造光指向膜的方法可以是直接切削透明材料而形成棱柱结构。

本发明的棱柱结构和方法，只受能产生的信号、电子设备的频率响应、FTS 调节器、膜具表面的机械性质的限制。

化学腐蚀，喷砂或别的随机表面修饰技术，通常不能形成用切削工具使用本发明的方法达到的光漫射特性所需要的精准的棱柱结构，零件的宽度。由于化学腐蚀，喷砂或别的随机表面修饰技术本身所具有不精确和不可重复性，这些不可接受的方法不能生产发明要求的的高准确重复性的结构。

本发明将在下面的实施例中进一步描述和解释，这些实施例仅是本发明的解释，不应该局限于它们的细节范围。应当知道，这些实施例及本申请的其余内容中，术语“微米”和“μm”是互换使用的。

实施例

实施的光指向膜的制造，是在用金刚石刀或者刀片进行了切削以得到小面轮廓的膜具中，对 UV 敏化的环氧丙烯酸酯树脂进行微复制。当环氧丙烯酸酯树脂在膜具上时，用 5 密耳 （127 微米）PET 底物粘合到树脂的外表面上。在环氧丙烯酸酯树脂通过 UV 辐射聚合后，将得到的光指向膜从膜具中取出。

每个实施例的基础模具的制造，是用金刚石刀片的切削工具加工铜板坯料(常呈滚筒形)进行切削。开始切削时，将切削工具放下在 Z 方向上对着铜坯料绕着它的中轴旋转，从而在 X 方向上移动着切削工具。切削工具沿着滚筒的表面在 Y 方向上连续移动，这样就在滚筒表面上得到了螺旋槽，在一些实施例中，金刚石切削工具由 FTS（“快速伺服工具”）控制沿着 Z 方向移动，将所加工的铜板从滚筒上取下，用来制造光指向膜。

实施例 1-对比例

图 3 是光指向结构层 100 的第一个实施例的放大截面图，包括常规的光指向膜 110。这种膜的一个实例可从 Minnesota Mining and Manufacturing company （3M）得到，商品名为“Tilted Mirror Film 6.3”。光指向膜 110 的图，类似于图 1B 所显示的，Y 轴从图的左边延伸到图的右边，Z 轴从图的顶部延伸到底部，X 轴穿透页面。光指向膜 110 具有光滑的表面 112 和结构表面 114。结构表面 114 包括许多三角棱柱 140，每个棱柱都有第一棱柱面 142 和第二棱柱面 144，交替地有谷 143 和峰 145。第一棱柱面 142 和第二棱柱面 144，一起决定了光导向性膜的 110 的间

距或周期。在这个实例中，光导向性膜 110 由三角棱柱 140 的重复阵列所决定。从谷 143 到谷 143、或者从峰 145 到峰 145 测定的重复棱柱的 140 间距通常在 10 微米到 100 个微米之间，更适合的 30-80 微米之间。在这个实施例中，光指向膜间距为 50 微米，也就是说 Y 方向上重复峰 145 之间的长度为 50 微米。

第一棱柱面 142 通常称为“小面”或“反射小面”，因为由光指向结构层 110 反射的光的大部分是由第一棱柱面 142 反射的。在这个实施例中，第一棱柱面 142 与 Y 方向的倾斜角为 6 度，也称为镜面角。不言而喻，6 度以外的角度也可以使用，通常使用 0-30 度，更适宜的是 5-9 度。

每个棱柱 140 有峰角和夹角，是第一棱柱面 142 和第二棱柱面 144 之间的夹角。每个峰 45 有相同的峰角，大约为 86 度。

由上述工艺生产的光指向膜 110 置于底物 120 上；具体地是，光指向膜 110 的光滑表面 112 置于底物 120 的一个面上。一种胶粘剂可以用来将光指向膜 110 固定在底物 120 上，或者光指向膜 110 可由形成棱柱 140 的相同材料粘合到底物 120 上。在一些实例中，底物 120 是微复制工艺中使用的底物。

罩在棱柱 140 上的是反射性金属涂层 130，它位于光指向膜 110 的结构表面 114 上的。反射金属涂层可以是银或者别的任何有用涂层。

罩在金属涂层 130 上的是漫射层 135，例如敷有聚合的或者玻璃的小球的聚甲基-甲基丙烯酸酯聚合物。由漫射层 135 导致的漫射对于光指向膜 110 所反射的光的峰是旋转的对称。这样，YZ 平面上的漫射宽度和 XZ 平面上的宽度相同。

对比例 1 的具体棱柱和小面尺寸列于下表 1 和 2；所有的数值以微米表示。对比例 1 的光反射是以 34 度入射准直光按反射模式使用 ELDIM EZ 对照模型 160R 测定的。图 4 是得到的图象。图 4 显示了在 34 度的鲜明眩光峰和以 14 度为中心的较宽背反射峰。总体而言，反射光呈陡峭的峰，在中央强度最大，逐渐减弱直到测不出反射光。

本发明的含光指向膜的光指向结构层和对比例 1 的样品不同，在于其光的反射由棱柱结构操纵和调整得到合乎需要的光分布。在大多数情况下，光强的平坦或顶盖式分布而不是集中于峰的或钟罩状分布是合乎需要的；当准直光被表面散射在一特定角度范围内的恒定亮度，该角度范围集中的方向也由棱柱形貌所决定，这样就能达到上述的要求。光调整性能可以使反射角偏离眩光的方向，偏离的角度可以是任何合理的角度，例如从 0-45 度。

YZ 平面方向上反射

可以使用许多技术来得到合乎需要的棱柱结构。例如，可以形成这些结构，每个结构和相邻结构的小面的角都不相同。连续地改变小面角或者一行一行地改变小面角，光指向膜的光的反射就可以改变，在宽范围角度上得到 YZ 平面上的漫射反射。

实施例 2-不同小面或棱柱角

根据本发明的一个方面，图 5 是光指向结构层 200 的一个截面图，其中包括光指向膜 210。所述光指向膜 210 类似于图 2 显示的，Y 轴从图的左边一致延伸到右边，Z 轴从图的顶部延伸到底部，X 轴穿透页面。

光指向膜 210 具有光滑的表面 212 和结构表面 214。结构表面 214 上有许多棱柱 240，每个都有第一棱柱面 242 和第二棱柱面 244，它们交替形成谷 243 和峰 245。第一棱柱面 242 和第二棱柱面 244，构成了一个复合体。通常，第一棱柱 242 用来反射光，第二棱柱面 244 不参加光的反射或指向。膜 210 的光滑表面 212 与底物 220 相邻。罩着光指向膜 210 的是金属涂层 230 和漫射层 235。

不像 图 3 中的光指向膜 110 的棱柱 140，这里的棱柱 240 不完全相同；看棱柱 251、252、253、254。棱柱 251 不同于棱柱 252，棱柱 252 不同于棱柱 253，等等。不言而喻，并非光指向膜 210 的所有棱柱互不相同。然而，需要的是每个棱柱要和与它相邻的棱柱不同。关于图 5，棱柱 252 不同于相邻棱柱 251，也不同于相邻棱柱 253。最好在两个类似棱柱之间至少有两个棱柱，更适宜的是，在两个类似棱柱有 4 个棱柱。在一个特定的模式或次序里集中一组棱柱，以优化掩蔽可视模式，这是有利的。

各棱柱至少在反射小面上不同，例如，第一棱柱 242，有相异的斜度，所以增眩光的漫射；第一棱柱面 242 的斜度通常是其与光滑表面 212 的夹角。不同棱柱的第一棱柱面 242 通常相对于其斜角在长度上改变。在大多数情况下，各棱柱的峰 245 与光滑表面 212 的距离相同，然而，在某些情况下，如图 5 所示，相邻峰 245 可能有不同的高度。

漫射层 235 用的是低密度漫射材料，如聚甲基-甲基丙烯酸酯聚合物，并载有聚合物或玻璃的小球。漫射层 235 上比光指向结构层 100 的漫射层 135 的小球量少，掩蔽了瑕点和假象，因为它将不同棱柱角产生的许多反射峰的作用整合了起来。

YZ 平面上的不同角的形成，可以用高频率周期性的或者随机的运动来摇动，用来制造基础模具的金刚石切割刀片，生产一个光学上更漫射的表面。可变的棱柱角在 YZ 平面上产生漫射。这个漫射叠加到来自体积漫射层 235 的漫射，提供另外一

个自由度，从而区别了在 XZ 和 YZ 平面上的漫射宽度。

在另外一个实例中，基础模具能用一种一定形状的金刚石切割刀片切割，导致了刀片形状的非平面性或者非线性。也可以是或者另加，这模具能多道切削，切割刀片的位置与角度与前一道切削不同。形成的非平面性小面提供了在 YZ 面上的一个光线控制效果和受控光漫射，它能增加漫射层的随机漫射。金刚石刀片或切削刀的弯曲或非线性边缘提供光漫射所需要的可变斜度。更进一步，切割刀口的精确形状决定了漫射轮廓。

实施例 3A 和 3B-弯曲非线性平面

根据本发明的另一个方面，图 6 是光指向结构层 300 的截面图，其中包括光指向膜 310，类似于图 2 显示的，Y 轴从图的左边一致延伸到右边，Z 轴从图的顶部延伸到底部，X 轴穿透页面。

光指向膜 300 包括具有光滑表面 312 和结构表面 314 的光指向膜 310，结构表面 314 包括许多棱柱 340，每个都有第一棱柱面 342 和第二棱柱面 344，形成谷 343 和峰 345。光滑表面 312 与底物相邻，罩着光指向膜 310 的是金属涂层 310 和有少量玻璃和的聚合物的小球 336 并掩蔽假象和缺陷的漫射层 315。

不像图 3 所示的面 142 和图 5 表示的面 242 是线性表面，第一棱柱面 342 有一定弧度。在平均平面角上有几度表面角。也就是说第一棱柱面 342 的 切线和光滑表面 312 之间的角度为 0-30 度，典型的是 4-8 度。所述弯曲的第一棱柱面 342 形成一个可以用来将反射光加权形成圆凸形状的反射小面。也可以是，此弯曲的第一棱柱面 342 的结构可以用来提供正方的反射光形状。

实施例 3A 只有光指向膜 310。实施例 3B 在光指向膜 310 上涂覆了具有 6%体积浓度的聚合物小球的漫射层 335。实施例 3A 和 3B 的具体棱柱和其小面的尺寸表示在下面的表 1 和 2 中。

实施例 3A 和 3B 用 ELDIM EZ 对照模型 160R 用 34 度入射准直光的反射模式来表示其特征，结果分别显示于图 7 和 8 中。类似上述实施例 2，实施例 3A 的非线性小面形成在 YZ 平面上的漫射，如图 7 所示。在图 8 中可以看到，此漫射与来自体积漫射层 335 的漫射合起来，提供了又一个自由度，能区别在 XZ 和 YZ 平面的漫射宽度。

实施例 4-具有多个线性或弯曲片段的小面

根据本发明的另一个方面，图 9 是光指向结构层 400 的截面图，其中包括光指

向膜 410，所述光指向膜 410 类似于图 2 显示的，Y 轴从图的左边一致延伸到右边，Z 轴从图的顶部延伸到底部，X 轴穿透页面。

光指向膜 410 上包括许多具有第一棱柱面 442 和第二棱柱面 444 的棱柱 440，那形成着谷 444 和峰 445。光滑表面 412 与底物 420 相邻，罩着光指向膜 410 的是金属涂层 410 和有少量玻璃和的聚合物的小球 436 并掩蔽假象和缺陷的漫射层 435。

第一棱柱面 442 至少包括两个相邻部分，如果线性，具有不同斜度，如果弯曲，则具有不同曲率或者不同曲率中心。可以在不同曲率中心上具有两个不同的曲率，这样使得曲线平滑连接，而在它们的连接点上没有第一导数的不连续性。

第一棱柱面 442 的许多部分可以通过在金刚石具有许多表面或者片段的金刚石刀片来切削制成。所述片段可以是混合弧形片段、直的片段、或者两者兼备。只具有单个片段的金刚石刀片也可以进行多次切削，或者可以用多个有相同或不同形状的金刚石刀片来切削。形成有多个片段的棱柱面 442 的至少两个部分，将入射准直光反射形成两个或者更多个分离的峰，取决于这些部分的数目。

在光指向结构层 440 中，漫射层 435 不仅掩蔽了假象和缺陷，也混合了至少平化了由有多个片段的第一棱柱面 442 形成的一个个反射光的峰。

类似于实施例 2 和 3，实施例 4 中的有片段的小面提供了 YZ 平面上的漫射。此散射与来自体积漫射层 435 的漫射合在一起产生了另一个自由度，可以用来区别 XZ 和 YZ 平面中的漫射宽度。

XZ 平面上的漫射

在本发明的另一个方面，在正交方向上（XZ 平面上）的光漫射可以设计成振荡地改变，沿着结构长度或 X 方向上的各行的结构高度（Z 轴或 Z 方向上）来设计。所述结构高度可在制造基础模具时改变，通过控制金刚石刀片在模具在 X 方向运动时进入和离开基础模具表面的协调运动。所述运动是小丘形式，从而形成能反射光的不同斜度的表面。小丘的精确形状决定了具体的漫射轮廓。小丘或别的具有一定形状的结构波长通常在 10-1000 微米。幅度一般在 0.1-10 微米，通常在大约 1 微米-8 微米。

在本发明的一个方法中，可以在模具在 X 方向运动时，可以用快速伺服工具（FTS）调节器来使金刚石刀片的刀尖在 Z 方向上移动。YZ 平面上的结构的截面形状或区域，例如图 3-9 表示的实施例 1-4 显示的取向，可以是任意的取向，不管它在实施例中有否说明。

具有结构高度沿着 X 方向上结构的长度而变化的光指向膜的示意图，如图 10A 和 10B 所示。在图 10A 中，YZ 平面上的结构的截面区域类似于图 6 显示的光指向膜 310 的截面，只是在图 10A 中，所述结构由 X 方向上的正弦图样所决定。 在图 10B 中，这个结构也沿着 X 方向以正弦样式改变。

实施例 5，6 和 7 -带有规则周期运动的 Z 轴上的振荡

实施例 5，6 和 7 是在一定温度和压力下，在有结构的铜模具上对 250 微米厚的（10 个密耳）丙烯酸酯膜进行热成形制得的。如上所述铜模具用弧形刀口的金刚石刀片制成了图案。所述金刚石刀片的弯曲刀口已被研磨和刨光形成一单弧形部分，其曲率半径为 430 微米。在每个实施例中，所述金刚石刀片的取向都用来切削成螺线形小面，该螺线形小面在与相邻螺线的边界上具有斜角 6（＋/- 1-3）度，还具有 6 度的镜面角(又称为标称中心斜角)。

金刚石刀片和铜模具表面之间所截取的弧的长度决定了边界的斜度。因此，间距和金刚石切削刀口的曲率决定了边界的斜度。沿着切削或者 x 方向上的表面起伏高度定义为 $Z=A\sin(2\pi x/\lambda)$，其中 A 和 λ 为单位为微米的振幅和波长。“x”是沿 x 轴的位置。

实施例 5、6 和 7 的具体棱柱和其小面尺寸显示在下表 1 和 2 中，所有的尺寸以微米为单位。

这样制造的具有棱柱形结构的丙烯酸酯膜为光指向膜。这个光指向膜涂覆上一层半透明的银（例如图 6 显示的金属涂层 330）。 然后在银的一面压上一层透明的 PSA，将样品切割下来，层压到玻璃的显微镜载片上。

所述样品用 ELDIM EZ 对照模型 160R 用 34 度入射准直光以反射模式中进行表征，结果分别显示于图 11、12 和 13 中。

图 11、12 和 13 显示的漫射轮廓，在极坐标图上通常是矩形的；也就是说，漫射图样有相对直的边。理论上说，所述图能提供水平视角(HAOV)上相对恒定(在一特定水平视角范围内)的漫射轮廓。也就是说在水平图面上形成顶盖式或正方的漫射轮廓。类似的，所述漫射轮廓在以特定垂直视角（VAOV）范围也是相对恒定的，也是在垂直图上显示一顶盖式或者正方的漫射轮廓。实施例 5 的水平视角窄，如图 11 所示，实施例 6 的水平视角中等，如图 12 所示，实施例 7 的水平视角宽，如图 13 所示。

所述水平视角上的特定反射方式可以通过正弦振幅和波长的比例来控制，如实施例 5、7 和 7 的比较所看到的。

实施例 8 和 9-基本结构上叠加有混乱 Z 轴振荡

图 14 描述了具有光滑表面 812 和结构表面 814 的原生光指向膜 810。结构表面 814 具有一个规则周期的表面，其上面叠加有噪声、混乱或随机的微结构。叠加的混乱微结构可以是随机的或者准随机的。所述混乱微结构形成漫射效应，掩蔽可视缺陷；在一些情况下，所述混乱微结构可能给装有光指向膜 810 的显示屏上提供无光光洁度。所述混乱微结构还提供粒状外观，从小到大，从暗淡到粗糙，取决于噪声的频率和振幅。

波形、波长和振幅决定于需要的漫射角和观看的显示屏或反射层的距离。反射层表面上的结构应该比视线距离内肉眼分辨力更小。例如，在一个手持显示装置上，该结构的最有用的尺寸在 40cm 距离上应该小于 2 弧度分，或小于 300 微米。对于前投式屏幕，在 5 米的距离处观察，该结构的最大尺寸应该在大约 3-4mm；在近眼应用中，距离更小，允许的结构尺寸也应更小。

对手持显示装置来说，叠加的混乱或随机结构通常具有 2.5 微米-250 微米的尺寸或波长，典型的大约在 5-100 微米。其平均振幅通常不大于约 0.5 微米，通常不小于约 0.005 微米。

所述光指向膜 810 的取向是 X 轴从图中由左延伸到右边 ，Z 轴从图的顶部延伸到底部，Y 轴穿透页面。因此，图 14 显示的结构行从左延伸到右。

形成混乱微结构的信号叠加到或电子地添加到给予形成规则周期结构的切削工具的信号中。

实施例 8 和 9 是按实施例 5 所揭示的制造的，只是在实施例 8 中还包括在实施例 5 的基础结构上沿 X 方向的复合行的长度的混乱振荡。实施例 9 也是为此。实施例 8 和 9 的具体棱柱和其小面的尺寸，如下表 1 和 2 所示。

实施例 8 和 9 用 ELDIM EZ 对照模型 160R 用 34 度入射准直光以反射模式中来进行了表征，结果的图分别显示于图 15 和 16 中。这些图形清楚地显示了在 34 度的鲜明眩光峰和宽反射光。实施例 9 垂直视角宽于实施例 8，重心角也不同。

表 1： 水平观察参数

实施例	A（μm）	λ （μm）	噪声振幅（μm）	HAOV-M	HAOV-T
对比例 1	NA	NA	NA	14.3	NA
3A	0	NA	0	2.6	0
3B	0	NA	0	12.1	NA
5	0.9	133	0	13.5	14.6
6	*	240	0	20.4	*
7	1	71	0	37	30
8	0.9	133	0.25	47.5	14.6
9	1	71	0.1	38	30

“NA”表示不适用

“*”表示不能得到该值。

表 2 垂直观察参数

实施例	间距	半径	VAOV-M	VAOV-T	增大峰值	镜面角	重心-M	重心-T
对比例 1	50	NA	13.7	NA	23.6	6	16.9	16
3A	50	428	21	20.0	170	6	16.9	16
3B	50	428	22.4	20.0	18	6	16.9	16
5	61	428	21.1	22.8	26	6	15.8	16
6	50	428	19.8	20.0	25	6	16.9	16
7	61	428	21.8	24.3	15	6	14.7	16
8	50	428	19.3	20.0	1206	6	16.6	16
9	78	428	27.4	31.0	12	7.5	10.9	11.5

“NA”表示不适用

表 1 中“A”代表沿着 X 轴的复合高度变化的振幅。“λ”代表沿着 X 轴的复合高度变化的重复波长。“噪声振幅”是指规则结构上的混乱、随机结构的振幅的均方根。“HAOV”代表“水平视角”；“T”代表“理论的” 而“M”代表“实测的”。“HAOV”是通过水平方向上极大的亮度峰上的半极大全宽。

表 2 中“间距”代表棱柱结构的相邻两行间 Y 方向上的距离。“半径”指金刚石刀片刀口的半径。“VAOV”代表“垂直视角”；“T”代表“理论的” 而“M”代表

“实测的”。“VAOV”是通过垂直方向上的亮度峰上的半极大全宽；“峰值增益”指最大增益。“镜角”代表小面在 Y 轴三角的角度。“重心” 或“重心角”代表反射图样中心的极角。

表 2 显示螺距、半径和镜角，预计了 VOAV-M 和测出的重心角。

实施例 10 和 11- 一般周期性形状

前面的实施例描述了 XZ 平面上的正弦周期运动。本发明可以应用任何能在计算机上编程的基础波形。此种波形可以用人们熟知的数学函数的形式表达也可以作为重复设定值（X、Z）来编程。可能需要寻找一个优化的或针对用途的漫射图样，选择 Z（X）波形，以提供合乎需要的漫射图样。

图 17 显示了实施例 10 中的光指向结构层 500 的截面图。所述包括光指向膜 510 的光指向结构层 500 的取向是 X 轴从图中结构的左边延伸到右边，Z 轴从图的顶部延伸到底部，Y 轴穿透页面。因此，图 17 显示的结构行从左延伸到右。

光指向膜 510 具有光滑的表面 512 和结构表面 514。结构表面 514 上包括许多棱柱 540，每个棱柱都有前面 542 和背面 544。前面 542 和背面 544 在谷 543 和峰 545 交汇。在这个实施例中，前面 542 和背面 544 是相同的；也就是说背面 544 是前面的 542 的镜像。前面 542 和背面 544 由描述直立抛物线的一套点规定。结构表面 514 包括许多连着的相邻抛物面，这里抛物面提供具有折痕外观的表面。

膜 510 的光滑表面 512 与底物 520 相邻。罩着光指向膜 510 上的是金属涂层 530 和漫射层 535，后者可体积漫射，使漫射轮廓变得柔和并掩蔽假象和缺陷。

褶痕结构表面 514，具体是表面 542、544，通过在加工基础模具时改变金刚石切削刀片的刀口深度而形成。快速伺服工具（FTS）调节器用来在模具在 X 方向行进时，在 Z 方向上移动金刚石切削刀片的尖端。在这个实施例中，深度调制是周期性的但也包括混乱性叠加。

实施例 10 和图 17 将入射准直光反射成为顶盖式或者正方型的反射光分布的入射光。这归因于给予了前面 542 和背面 544 的相同的空间权重。前面 542 和相邻的背面 544 形成了一个抛物面，它由方程 $Y=CX^2$ 限定，其斜率是 2CX，谷 543 是 X 为 0。对棱柱用这个方程，反射光的角度等于入射光角度加上 4CX。对 atan（2CX）的小值，在 HAOV 内在每一方向上的反射光的强度都是相等的。因此，强度与角度的关系呈顶盖形状。在一些情况下，圆弧或正弦可能形成接近于平的顶盖形状。

根据本发明的另一个方面，图 18 是实施例 11 中的光指向结构层 600 的示意截面图。光指向结构层 600 的取向类似于图 17 显示的光指向结构层 500，其中 X 轴

从图左边延伸到右边 ，Z 轴从图的顶部延伸到底部，Y 轴穿透页面。因此，图 18 显示的结构行从左延伸到右。

光指向结构层 600 包括一个光指向膜 610，该膜具有光滑的表面 612 和结构表面 614。结构表面 614 上包括一个棱柱结构 640，它具有前面 642 和背面 644。前面 642 和背面 644 在拱形峰顶 645 交汇。前面 642 和背面 644 是相同的；也就是说背面 644 是前面 642 的镜像。每个前面 642 和背面 644 都由一个凹段和一个凸段组成。附加的或可选择的，整个结构表面 614 具有凹段和凸段交替的形式。

结构表面 614 由用来形成图 17 的实施例 10 的结构表面 514 的相同技术制造，只是在实施例 11 中，一组周期性点描述了一套两个抛物面，其中一个抛物面对于另一个抛物面是倒置的，并且相交点是相混的。这个结构也可以通过使用快速伺服工具（FTS）调节器用来在基础模具加工时，使金刚石切削刀片的顶尖在 Z 轴上移动。结构表面 614 的反射光图样与实施例 10 相同。

类似于前述一些实施例，光滑表面 612 与底物 620 相邻，罩在光指向膜 610 上的是金属涂层 630 和漫射层 635，后者用来掩蔽缺陷。

实施例 12 和 13

图 19 和 20 分别显示了实施例 12 和 13。这两个图表示了光指向膜以 30 度倾斜放置为的是显示结构表面上的不同形貌。X 方向上的结构行与水平线呈 30 度，如图所示。实施例 12 和/或 13 都通过下面的工艺来制备，这两个实施例在结构的高度(即 Z 方向)的调制上不同。实施例 12 和 13 之间，具体的振幅、间距和波长相同，但是应当知道这些特性可以根据需要改变。

实施例 12 和 13 中，相邻结构行（Y 方向上测定）的间距为 61 微米，小面呈 6 度倾斜，正弦表面的波长（X 方向上测定）为 71 微米；正弦表面的不同角度可通过图中可见的结构的条纹表面而看到。实施例 12 和 13 的差别是图 19 表示的实施例 12 中，在 Z 方向上的调制是同步的。也就是说实施例 12 中相邻结构的 Z 方向调制是同向排列的。同步排列的一个实例显示在图 10A 中。图 20 表示的实施例 13，其相邻结构的调制错开 80 度，产生了反同步的式样。因此在第一个结构中具有峰时，相邻结构就有个谷，反之亦然。反同步式样取消或至少掩蔽或隐藏了结构中的缺陷。尽管实施例 13 中错开 180 度，应当知道，也可以错开 90 度、45 度及别的度数，也可使用随机变化的错开度数。

形成异步波形的一个方法为 FTS 波形的数字操纵。波形的形成，例如近乎完美的正弦波形的生成，可由计算机算法的多点的数字表示得到。一个近乎完美的正弦

波形可由不连续的许多点“n”生成，异步波形可以将波中一个（或多个）“n”步骤随机消除而得。进行这种随机消除，波中的最合乎逻辑的点是实际波形斜坡改变的点最小。

进行段的消除，可以预先计算所产生波形的总数（“m”），然后使用计算机随机数字生成器形成1（生成的第一个波）至“m”（生成的最后一个波）的随机数字的表。所述表的大小决定于消除过程中要处理的波的数目。不连续点的消除导致波长的小变化，结果是随机反同步的波。按上述方法得到的波的形式可以是另一种掩蔽小的点状缺陷并从具有像素元件的规则干扰中减少或消除波纹边纹的方法。

减少波纹干扰

在本发明的另一个方面，可以将结构间隔设计来缩小具有LCD的像素间距的波纹干扰。在大多数光指向膜在显示装置的应用中，X方向的结构行水平位于显示屏上；Y方向则垂直于显示屏。例如，在手持计算机装置中，结构行可从左边延伸到右边，由于结构与像素在X方向或者Y方向对齐，就会产生波纹干扰。

实施例14-非线性行

图21中的实施例14是具有许多棱柱形结构940的光指向膜910。不像前述实施例，这些结构940不是线性的，而是在XY平面上遵循波形的途径。结构940在X方向上延伸，但也包括Y方向上的成分。结构940的振荡线，通过缩小，最好是消除带显示像素的结构940的对齐来减少波纹干扰。

结构940可在基础模具的加工时在Y方向上振荡切削工具而形成。在另一个方法中，结构940可在基础模具的加工时，将切削工具绕它的中心轴或别的轴旋转而形成。

实施例15-不同行距

在减少波纹干扰的一个选择中，复合体的行距可以改变。例如，复合体行的峰之间在Y方向上的距离可以变化。当采用圆柱形加工技术制造时，这可以产生不准直的槽。

实施例16-旋转取向

也可以将光指向膜旋转或者取向，使得这样沿着X轴的复合体的行与显示装置中的像素行不准直。典型的，像素的行水平于显示装置平面。复合体行的旋转可以

与像素行的取向偏离 1-45 度，适宜 5-20 度，更适宜 5-10 度。

实施例 17-体积漫射层效应

实施例 17 显示了在光指向膜上的体积漫射层效应，它能减少和/或消除波纹干扰。将 12 微米厚 8%体积漫射层（装填有 8%聚合物球的 PSA）层压在实施例 5 的结构上形成实施例 17 的结构。

下面的表 3 对比了实施例 17 和对比例 1，它有小面和 25 微米厚 8%装填的漫射层，和实施例 5，它不含体积漫射层。

表 3

实施例	衍射谱带	结构可见度	像素波纹	光源可见度	增益	HAOV	VAOV	HAOV	VAOC
对比例 1	无	无	无	中等	23.6	14.3	13.7	15.9	15.7
5	中等	暗淡	中等	极少	26	13.5	21.1	3	5
17	无	无	无	无	19	18.5	25	16	17.6

在表 3 中“HAOV”代表水平视角，“VAOV”代表垂直视角。“HAOC”代表溅模的水平视角，是在 XZ 平面上最大亮度的 90%和 10%之间的角度距离。“VAOC”代表溅模的垂直视角，与“HAOC”同样方法测量，只是在 YZ 平面上，溅模的角度决定了当在照亮的情况下旋转 LCD 时，反射光图形突然出现时的角度。

周期性重复结构可会使光衍射称为重复性的色带。对于具有 50-100 微米波长的结构来说，衍射色带暗淡，但由于它只发出更高级的衍射效应，所以仍然明显可见。

“可见结构”指的是肉眼是否可见棱柱形结构。对实施例 5 来说，观察到 133 微米间距的暗淡槽子。对于对比例 1 和实施例 17 来说，由于至少部分因为体积漫射层的存在，看不到槽子。

图 22 显示了实施例 1、5 和 17 的光反射的截面视图，实施例 1、5 和 17 用 ELDIM EZ 对照模型 160R 用 34 度入射准直光以反射模式来进行表征。该图显示，对于对比例 1 来说，有一中等强度的光源的像，在 ELDIM 图中显示为尖峰。实施例 5 中，它有结构 XZ 平面衍射设计在结构中，在视角范围表现为不均匀和不平的增益，可能是由于金刚石切削刀片的圆角不完善产生的；这将导致显示装置的照明不均匀，有亮点和暗点。实施例 17 是在实施例 5 的结构上加有体积漫射层而能得的更为平整均匀的分布。

如实施例 17，具有更宽视角大约 30 度的样品，由于采用体积漫射层，其增益损失相对较小，通常在 30%或更小。具有窄视角的样品，大约小于 10 度，在加入漫射层时，其增益损失大得多，典型在大约 60%。

上述实施例 5-17 表明，使用单一金刚石刀片的切削工具和 FTS，可以得到新颖的漫射反射图样。所述金刚石切削工具表面提供了 YZ 平面截面上可见的，具有主弯曲反射性小平面和第二竖小平面的棱柱形槽。YZ 平面上的平面曲率提供 YZ 反射平面上的受控、漫射角度范围。XZ 平面上的曲率或斜度提供了 XZ 反射平面上的受控、漫射角度范围。在极坐标图上的反射式样是连续的，有一个峰和半宽。

所述膜具表面的“重复单元”是能复制整个膜具表面的反射光式样的膜具的最小区域。在实施例 5-17 中，在极坐标图上的反射式样是连续的，因为在弯曲小面形状斜度 FTS 波形上没有不连续。

上述实施例属于微复制结构的两个显著不同的类型、实施例 2 和 3，为图 5 和 6 所示，一般具有第一反射平面和一般不用的平面(叫做竖面)，这两个平面的连接点处斜率是不连续的；示于图 14 和 18 的实施例 8、9 和 11 是通过 FTS 而形成的具有一般连续的斜率的棱柱。这些条件导致反射光的单一区域，也就是说，在反射光的极坐标图上的亮度的单一连续区域。例如，图 4、8、11-13 和 15-16 所显示的。

图 9 的实施例 4 有含许多小面的第一反射平面，两个小面之间的边界由一个斜率不连续的点形成。已经发现在反射平面上的单一小面在反射光的极坐标图上形成反射光的单一区域，而反射平面上的许多小面通常形成反射光的许多分离的或者重叠的区域。加入漫射层能使得区域间的边界变得模糊。

实施例 18-29-多反射区域

下面的实施例 18-29 表示了许多多小面的微复制结构，它能产生光反射的许多区域。为了形成光反射许多区域，光指向性微复制结构形成具有许多小面的弧形表面，这许多小面有不连续的斜率。每个小面的表面决定了最终光反射的单个区域的式样或形状，而所有的小面合起来完成整体的反射样式。

实施例 1-17 中的大多数实施例，提供了具有光反射单一区域的反射式样；也就是说其光指向性微复制结构的重复单元具有单一平坦或者弧形的小面。

实施例 18，如图 23A 所示，显示了具有含许多三角棱柱 1040 的结构表面 1014 的光指向膜 1010。三角棱柱 1040 是等腰三角棱柱具有第一棱柱面 1042 和第二棱柱面 1044。棱柱面 1042、1044 的每一个和 Y 轴形成 α 角。这些棱柱面也被称为小面或反射小面。第一棱柱面 1042 和第二棱柱面 1044 是平的或直的，这意味着第一

面 1042 和第二面 1044 都不存在曲率。棱柱 1040，以及因此面 1042、1044，沿着膜 1010 的 X 方向延伸。每个棱柱 1040 的高度，也就是说棱柱 1040 在 Z 方向上的尺寸，沿着 X 方向是不变的。

当在垂直入射准直光照射下，实施例 18 的来自膜 1010 的预期光反射，如图 23B 所示。反射光形成具有在 0-180 方位平面上两个对称的反射的图样，其极角大约为 2nα，其中α是棱柱面 1042、1044 的倾斜角，n 是任意保护性聚合物涂层的折射率。光线 1052 反射出第一棱柱面 1042，形成一个反射；光线 1054 反射出第二棱柱面 1044，形成第二反射。

如果光线反向，可以看到从由反射样式决定的方向入射的光将在垂直方向上反射，它是极坐标图的原点（图 23B）。这一点显示，一些源自这些倾斜区域的光将被反射，并到达在通常位置并垂直于表面进行观察的观察者。

实施例 19 和 20，分别如图 24A 和 25A 所示，是具有弯曲棱柱形表面或小面的光指向膜。实施例 19，如 24A 所示，其为光指向膜 1100 具有包含许多棱柱面 1140 的结构表面 1114，该棱镜 1140 有一个棱柱面。棱柱面 1142 是光滑连续的弧，没有不连续的尖或点。实施例 20，如图 25A 所示，其光指向膜 1200 具有含棱柱 1240 的结构表面，所述棱柱 1240 含第一棱柱面 1242 和第二棱柱面 1244。谷 1243 分隔着一个个棱柱 1240。棱柱 1140、1240，因此面 1142、1242、1244 沿着膜 1100 和 1200 的 X 方向延伸。每个棱柱 1140、1240 的高度，也就是说棱柱 1140、1240 在 Z 方向上的尺寸，沿着 X 方向是不变的。

每个棱柱面 1142、1242、1244 是曲面的，由一个具有弯曲切割表面的金刚石刀片制成。棱柱面 1242 和 1244 可以用双金刚石刀片同时切削，每个金刚石刀片切削一个棱柱面。即棱柱面 1242 用第一金刚石刀片形成，棱柱面 1244 用第二金刚石刀片形成。这两个刀片可以相互连接，也可以相隔一个等于多棱柱间距的距离。

对于从膜 1100、1220 射出的垂直入射准直光，所得预期的光式样如图 24B 和 25B 所示。在这两个实施例中，光式样是沿着 0-180 度方位角平面上通过极角 2nθ 的一些线，其中θ是对棱柱面 1142、1242、1244 的切线的角，n 是任意保护性聚合物涂层的折射率。在图 24B 中具有一个单的膜 1100 显示为将光对称于图的中心进行散布。对于膜 1200，图 25B 显示了两个小面的结构，形成对于图的中心对称的两个光反射的不连续线。两个不连续反射之间的间距决定于小面 1242 和 1244 之间的斜率的不连续性。具体言之，它等于 2nΔθ，其中Δθ是沿着垂直于小面 1242 和 1244 的交线的途径的平面角之差。

实施例 21、22 和 23 显示了具有由 FTS 运动和用平金刚石切削刀片产生的表面

的膜。实施例21，如图26A所示，是具有含棱柱1340的结构表面1314的膜1300。棱柱1340具有第一棱柱面第二棱柱面1344。膜1300类似于图23A的膜1000，不同的是在膜1300中，棱柱1340以及因此面1342、1344沿着膜1300的Y方向延伸。每个棱柱1340的高度也就是棱柱1340在Z方向上尺寸，在Y方向是相同的，而在X方向是不同的。在这个方面，实施例22和23的膜1400和1500类似于实施例21。

实施例22，如图27A所示的膜1400，具有含棱柱1440的结构表面1414。棱柱1440具有棱柱面1442，棱柱1440，因此其面1442沿着Y方向延伸。棱柱面1442形成连续的正弦或余弦曲面。

实施例23，如图28A所示的膜1500，具有含棱柱1540的结构表面1514。棱柱1540具有第一棱柱面1542和第二棱柱1540。棱柱1540和其面沿着膜1500的Y方向延伸。棱柱面1542、1544类似于图25A实施例20的膜1200，它们都是弯曲的圆弧状。表面1542和1544一起形成两弧装置。

实施例21、22和23的预期光反射式样分别示于图26B、27B和28B中。

实施例21中，当在垂直入射准直光照射下，反射光形成具有在90-270方位角平面上两个对称的反射的图样，如图26B所示，其极角大约为$2n\alpha$，其中α是棱柱面1342、1344的倾斜角，n是任意保护性聚合物涂层的折射率。类似于图23A和23B表示的实施例18，第一棱柱面1342反射的光线产生区域中的一个，第二棱柱面1344反射的光线形成另一个区域。

如果光线反向，可以看到从由反射样式决定的方向入射的光将在垂直的方向上反射，它是极坐标图的原点。这显示了一些源自这些倾斜区域的光将被反射，并到达在通常位置并垂直于表面进行观察的观察者。

垂直入射准直的光将如图27B所示的实施例22的样式反射。垂直入射准直的光将如图28B所示的实施例23的样式反射。在实施例22和23中，反射光式样是沿着90-270度方位角平面上通过极角$2n\theta$的一些线，其中θ是对棱柱面1442、1542、1544的切线的角，n是任意保护性聚合物涂层的折射率。在27B中具有一个单弧的膜1400显示为将光对称于图的中心进行散布。对于膜1500，图28B显示了两个小面的结构，形成对于图的中心对称的两个光反射的不连续线。这些式样类似于实施例19和20（图24B和25B），只是这些式样旋转了90度。

实施例24-29是含许多锥状棱柱的膜，其中Z方向上的棱柱高度随着X方向和Y方向变化。实施例24和25，分别示于29A和30A，为膜1600和1700。实施例27示于31A，为膜1800。膜1600、1700、1800都具有含许多锥状棱柱1640、1740、

1840 的结构表面 1614、1714、1814。

对于实施例 24，棱柱 1640 是在 XZ 和 YZ 平面上都具有直面的对称的等腰棱柱。每个棱柱 1640 都有第一面 1641、第二面 1642、第三面 1643 和第四面 1644。这四个面在顶点 1645 相交。预期得到的反射光的式样如图 29B 所示。当膜 1600 暴露在垂直的准直入射光下时，所述光将分裂成四个方向，形成四个不连续的反射区域分别处于极坐标图的四个象限内。由于来自光源的光垂直准直入射的，这四束反射光的强度都相当大，显示为极坐标图上的点。

对于图 30A 表示的实施例 25，棱柱 1740 是对称的，四面棱柱在 XZ 和 YZ 平面上都具有弯曲的或弧形的面。棱柱 1740 具有 4 个面 1741、1742、1743、1744。它们在顶点 1745 会合。顶点 1745 不是个像实施例 24 的膜 1600 的顶点 1645，那样尖的，顶点 1745 却具有相当圆的表面，由 X 方向和 Y 方向延伸的弧形曲面交线形成。当准直的垂直入射光入射到膜 1700 上时，光分裂成 4 个方向，形成 4 个不连续的反射区域，每个都近似方形；看图 30B。所述方形或矩形的反射光区域由 4 个不同的，弯曲的形成重复单元的棱柱面 1741、1742、1743、1744 产生。

如果光线反向，可以看到从由反射样式决定的方向入射的光将在垂直的方向上反射，它是极坐标图的原点。这显示了一些源自倾斜表面的光将被反射并到达观察者，通常位于表面的法线方向。

实施例 26 包括一个位于实施例 25 的光指向膜上的体积漫射层。预期得到的光反射式样示于图 30C 中，包括体积漫射层的实施例 26 具有更宽的光发射，边缘比不含体积漫射层的实施例 25 的锐性小些。比实施例 25 的反射，其光反射更为分散，但是仍然保持 4 重对称性。

当制造实施例 25 和 26 的光指向膜时，锥状棱柱，交错地切线进入从表面或者从表面凸出，可以沿着 X 方向切削来制造。两个锥状棱柱的交线具有一个连续的斜率。“切削进入”意思是棱锥变成正凸起棱锥的一个反形。

实施例 27 的膜 1800，如图 31A 所示，类似于 30A 的膜 1700，该膜 1800 具有对称性，四角棱柱在 XZ 和 YZ 平面上有弯曲的或弧形的面。棱柱 1840 具有 4 个面 1841、1842、1843、1844。它们在顶点 1845 相交。顶点 1845 不是尖的，而是具有相当圆滑的表面，由 X 方向和 Y 方向延伸的弧面相交形成。棱柱 1840 由余弦曲面、单弧形曲面和双弧形曲面相交而成。沿着 Y 方向（在 YZ 平面上）延伸，棱柱 1840 由交替的单弧部分和双弧部分组成的曲面形成。双弧部分是两个单弧在顶点相会形成不连续的斜率。交替的单弧和双弧部分形成了 Y 轴截面，它们可以使用两个金刚石刀片进行两道切削，或者单道切削加上由不同的波形所驱动的两极 FTS 进行

切削形成。余弦曲面和双弧部分曲面都在沿着 X 轴的 X 方向上以交替的方式延伸。也就是说，如图 31A 所示，余弦曲面是最前面的曲面；下一个弯曲上坡是双弧部分；第三个弯曲上坡又是余弦曲面，等等。Y 方向复合曲面的峰或顶点为 X 方向复合曲面的峰或顶点，这样这些峰和顶点就形成了棱柱 1840 的顶点 1845，X 方向上交替的锥棱可以切削进入模具或者由模具表面凸出，如上述实施例 25 和 26 所述。从“进”或“出”棱柱的反射光式样是相同的。图 31A 显示了 4 个重复单元。

在实施例 27 中，双弧部分可以用在峰上具有不连续的斜率的曲面取代。这种曲面的一个实例是个余弦曲面，一个对称部分(例如，在 0 度的左右各 20 度)从它除去。同样的，连续的 FTS 余弦曲面可以用另一个连续的曲面来取代，例如，图 18 的可交替的里/外圆弧。

当准直垂直入射光在膜 1800 上反射时，光分裂成 4 个方向，得到 4 个反射的矩形区域，如图 31B 所示，这些区域形成一个中空或者环形的四方反射图形，它在 4 个象限是连续的，形成 4 重旋转对称。

如果光线反向，可以看到从由反射样式决定的方向入射的光将在垂直的方向上反射，它是极坐标图的原点。这显示了一些源自倾斜表面的光将被反射并到达观察者，通常位于表面的法线方向。

实施例 28 包括一个在实施例 27 的光指向膜上的体积漫射层，预期得到的光反射式样示于图 31C 中。包括体积漫射层的实施例 28 具有更宽的光反射，其边缘不如不含体积漫射层的实施例 27 那样尖锐。实施例 28 的反射比实施例 27 更加分散，但是保持了旋转对称。

旋转对称光指向膜，例如膜 1800 是合乎需要的，不管其是否具有体积漫射层，因为它在光指向显示器膜取向的敏感性很小。例如，光指向膜 1800 可以在光指向显示器上从最优取向角旋转（或错开），例如 20 度，而不影响光的质量，且附加的 4 重取向对称具有弹性。

在实施例 27 和 28 中，反射光式样的中空或环形形状及其 4 重旋转对称性，是由于特定选择性使用了连续或不连续的斜度的缘故。只要有更为复杂的膜具结构，更为复杂的式样，例如 n 重旋转对称或者许多封闭的暗区都可以设想获得。

关于图 32A，实施例 29 显示了其光指向膜 1900。膜 1900 具有由空隙 1950 分隔的许多棱柱 1940 组成的结构表面 1914。棱柱 1940 具有第一面 1942 和第二面 1944。面 1942 和面 1944 在脊峰 1945 上相交。

实施例 29 的反射光式样类似于图 23A 和 23B 显示的实施例 18，在 0-180 度方位角平面上具有两个对称性反射。但是实施例 29 也包含位于图中心的中央反射区

域，它是由空隙 1950 反射形成的。可以观察一系列的由实施例 29 等的 3 小面结构为基础而形成的复杂图样，如同实施例 28 由实施例 18（图 23A 和 23B）的二小面结构形成的一样。

不言而喻，实施例 18-29 中的每一个可以包括叠加在基本棱柱结构上的 FTS 噪声，这样就得到了修饰性的缺陷隐蔽以及附加的漫射。

不应该把本发明局限于上述具体的实施例，而应当知道在下述权利要求中所覆盖的所有方面。许多修改、等效的工艺以及许多结构，凡本发明可以应用的，对于熟知本工艺的人来说，在考查本发明的详细论述后是很清楚的。权利要求的意图是覆盖这些修改及装置。

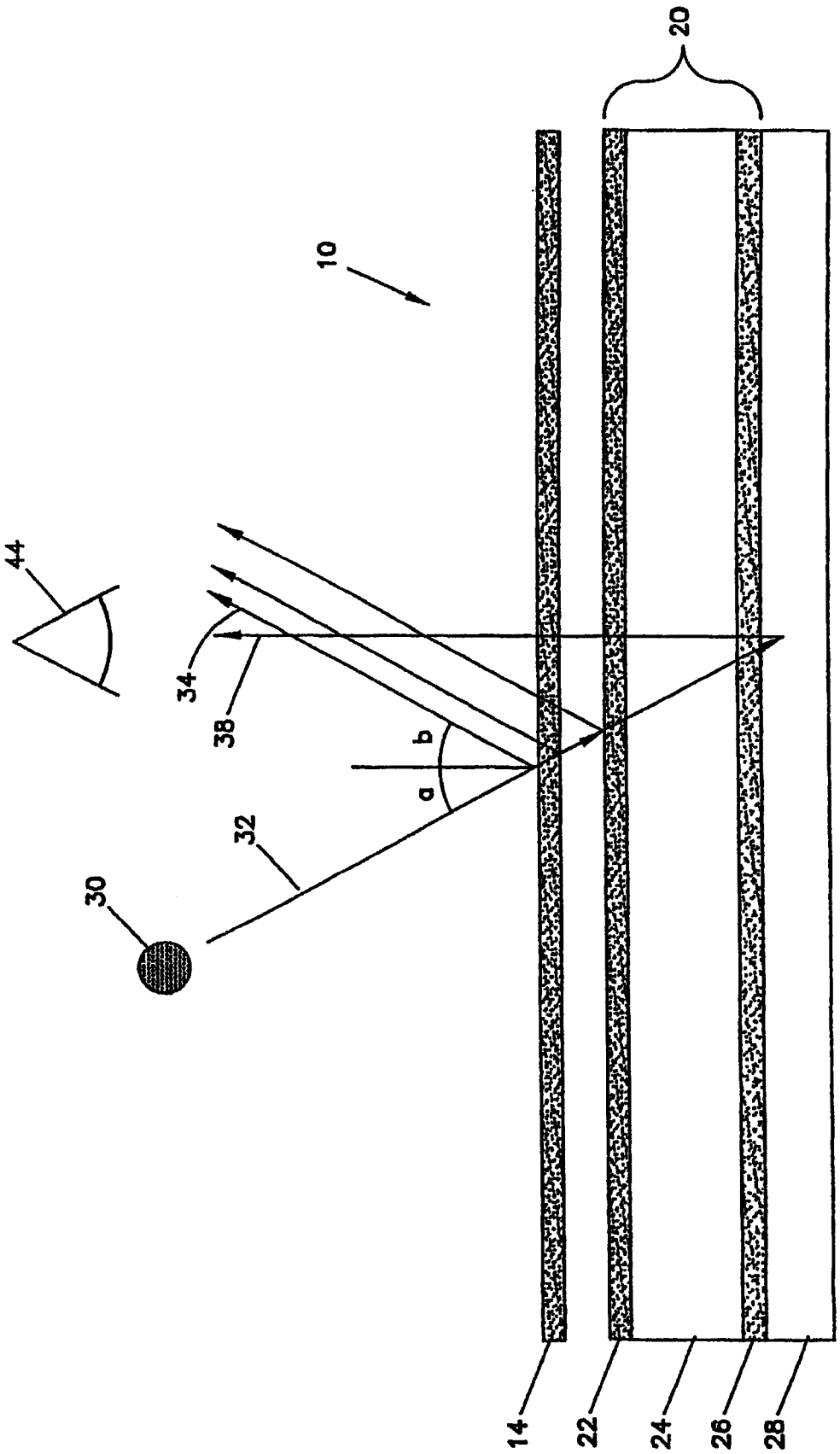


图 1a

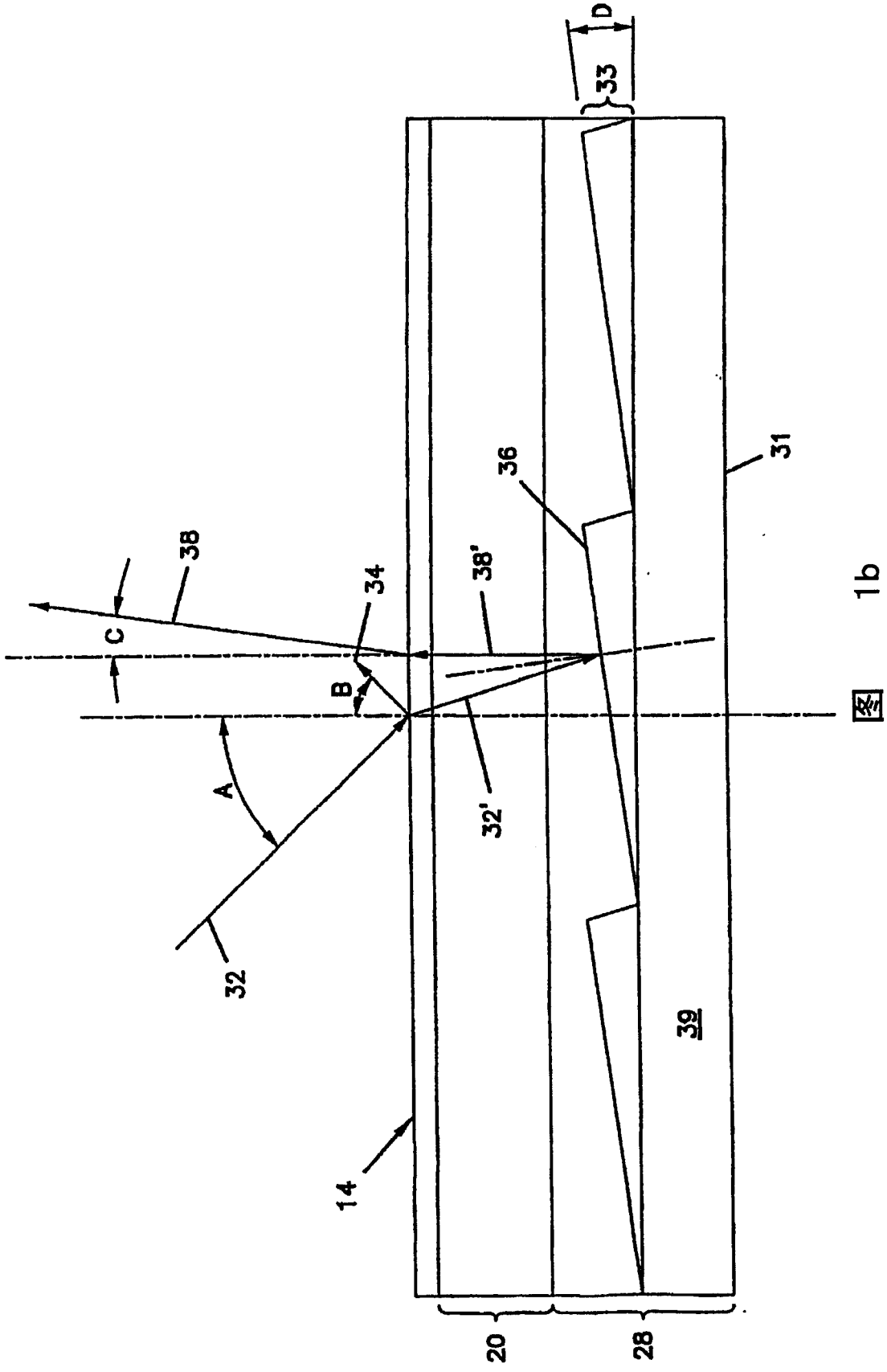


图 1b

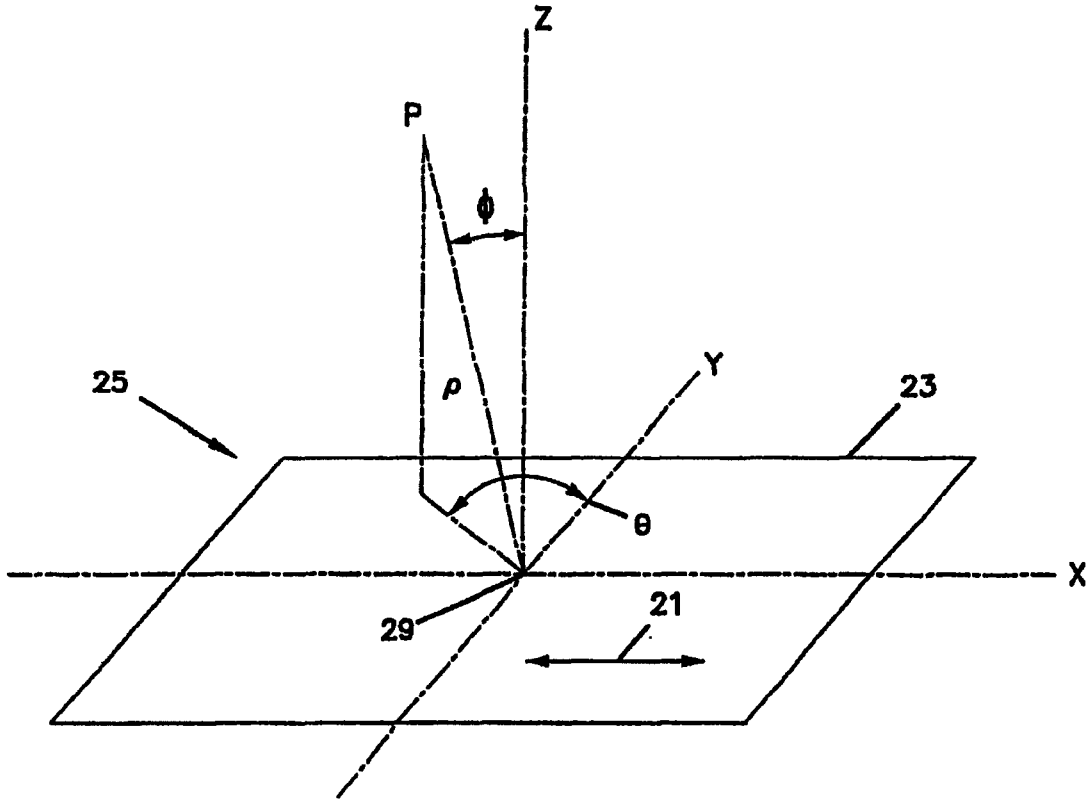


图 2a

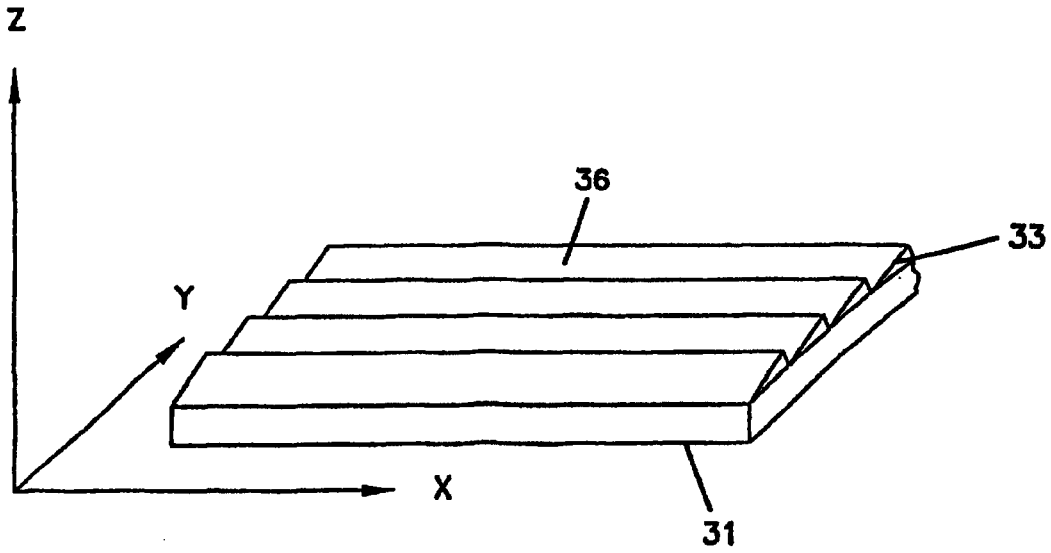


图 2b

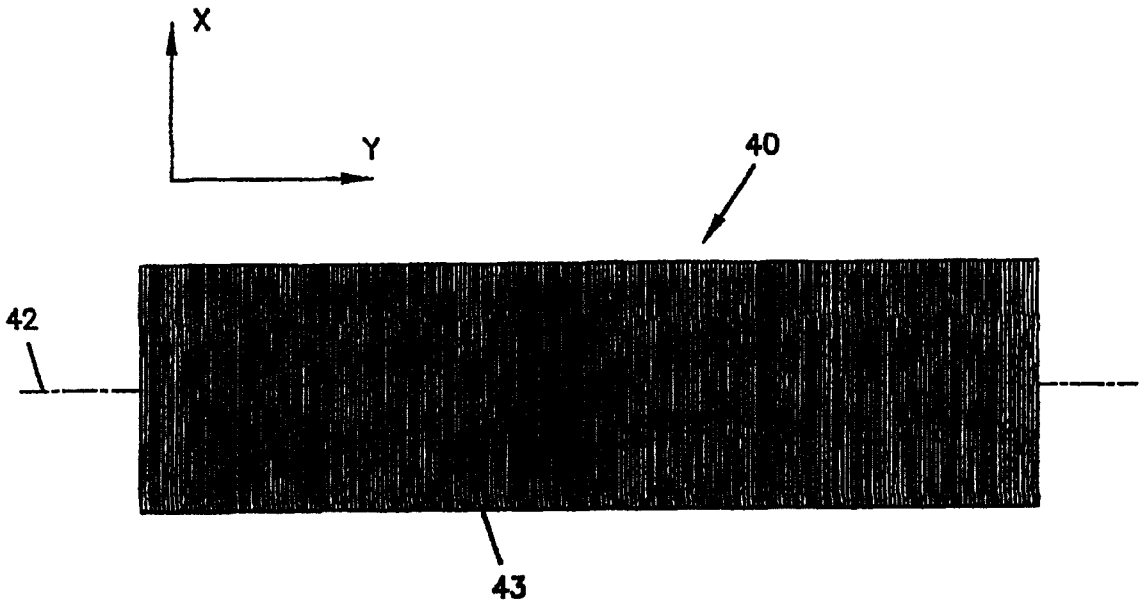

X
Y
40
42
43

图 2c

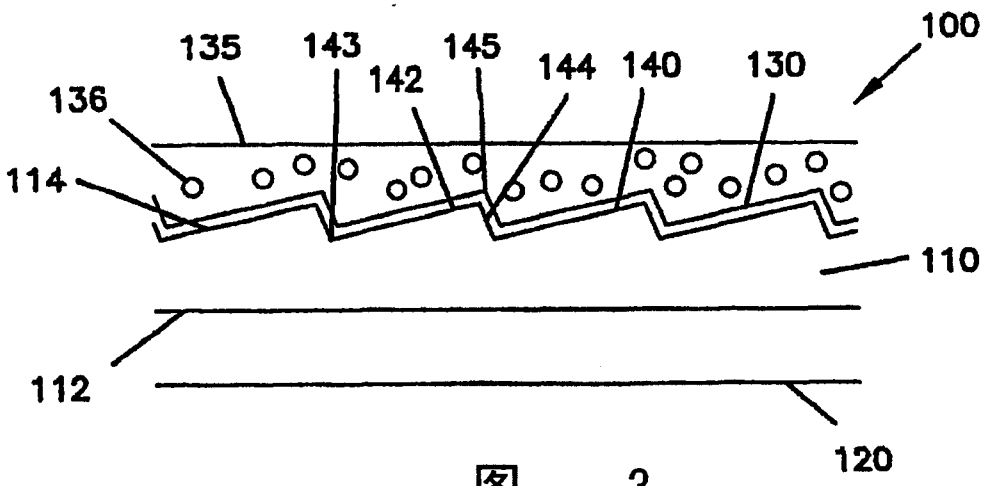

100
135
143
142
145
144
140
130
136
114
110
112
120

图 3

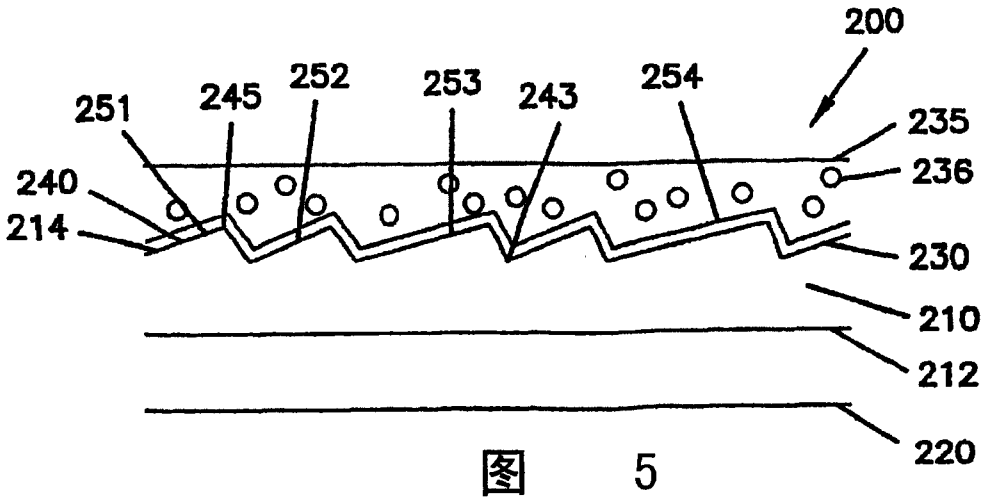

200
251
245
252
253
243
254
235
236
240
214
230
210
212
220

图 5

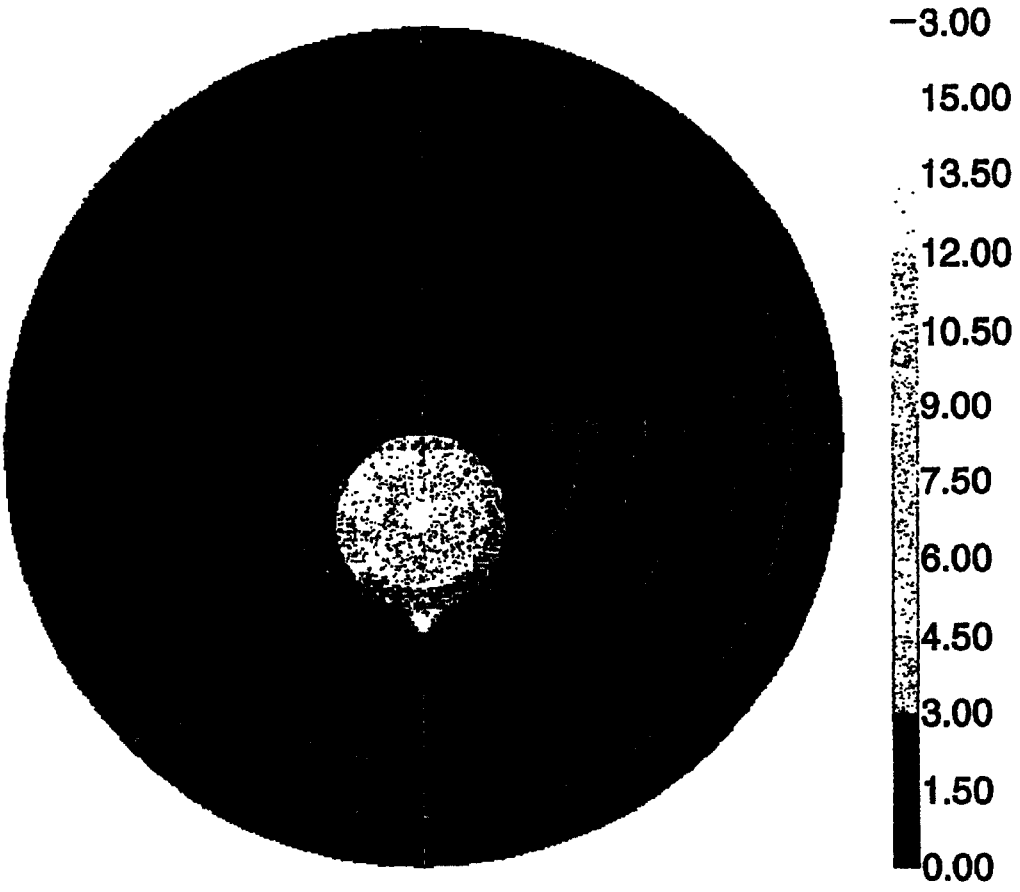


图 4

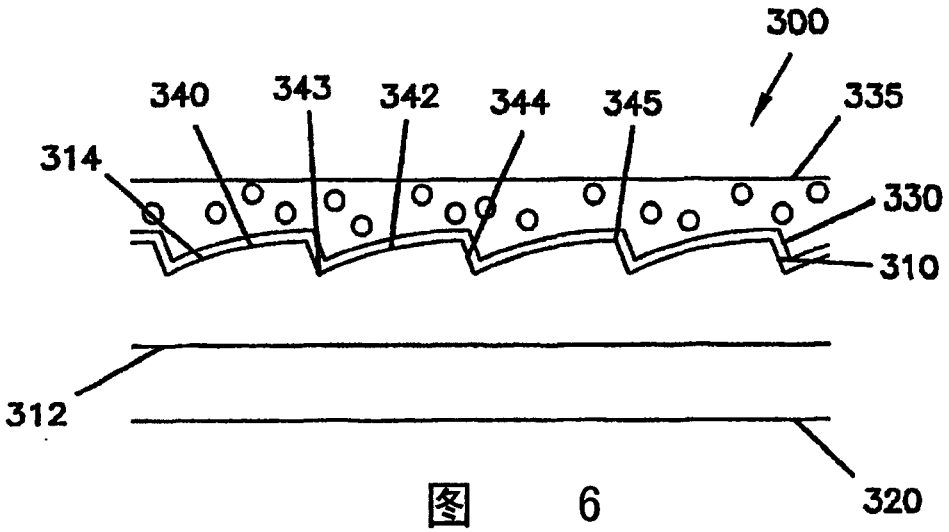

300
340
343
342
344
345
335
314
330
310
312
320

图 6

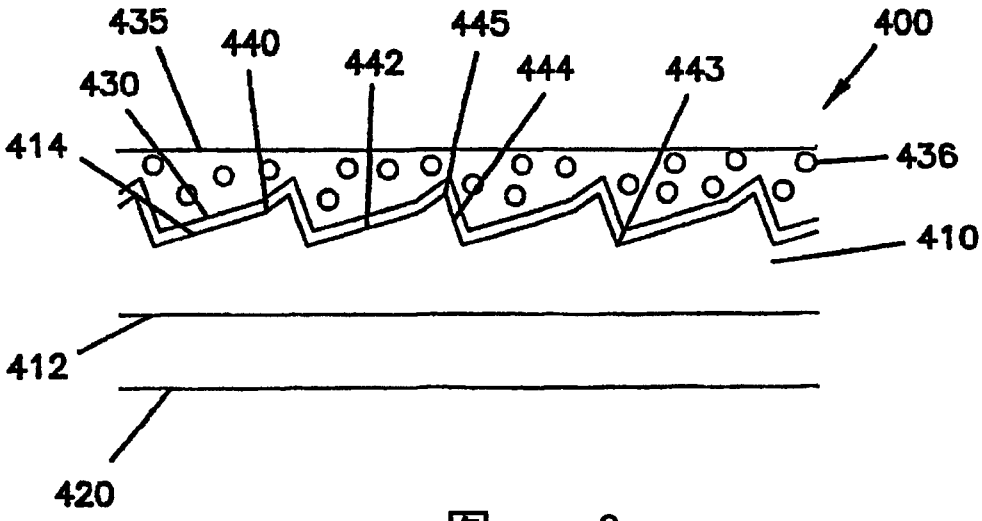

435
440
445
400
430
442
444
443
414
436
410
412
420

图 9

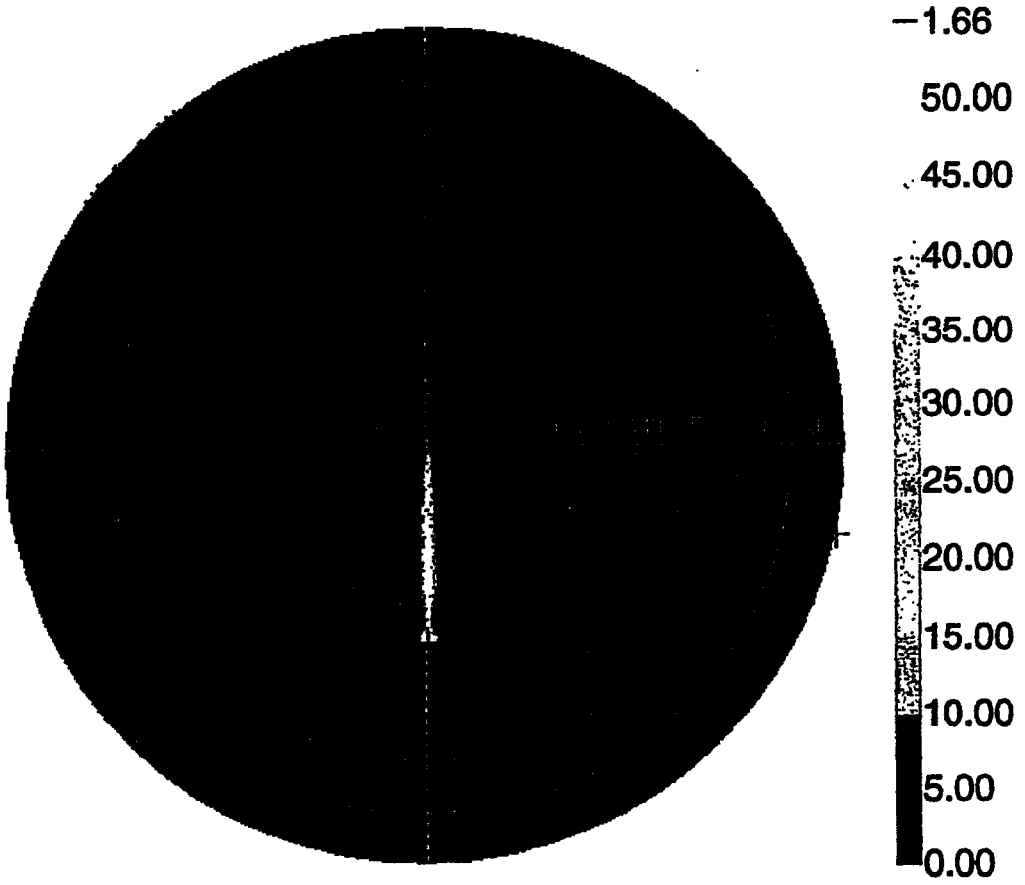


图 7

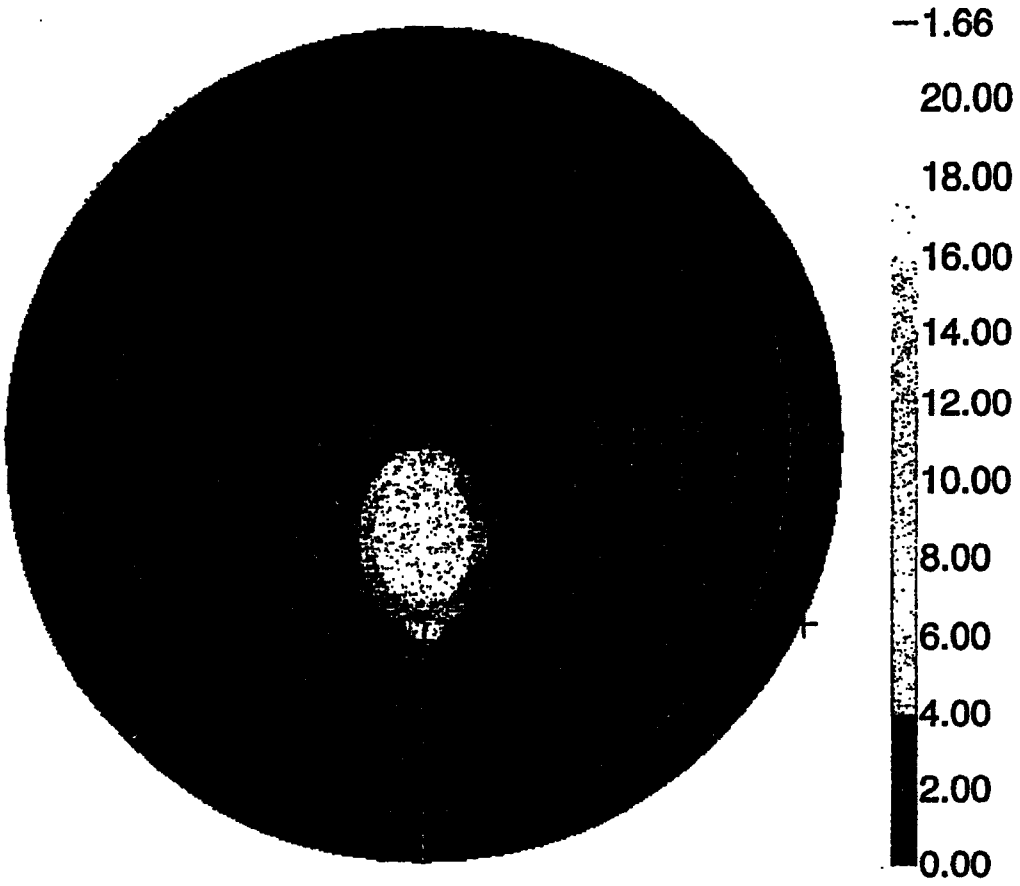


图 8

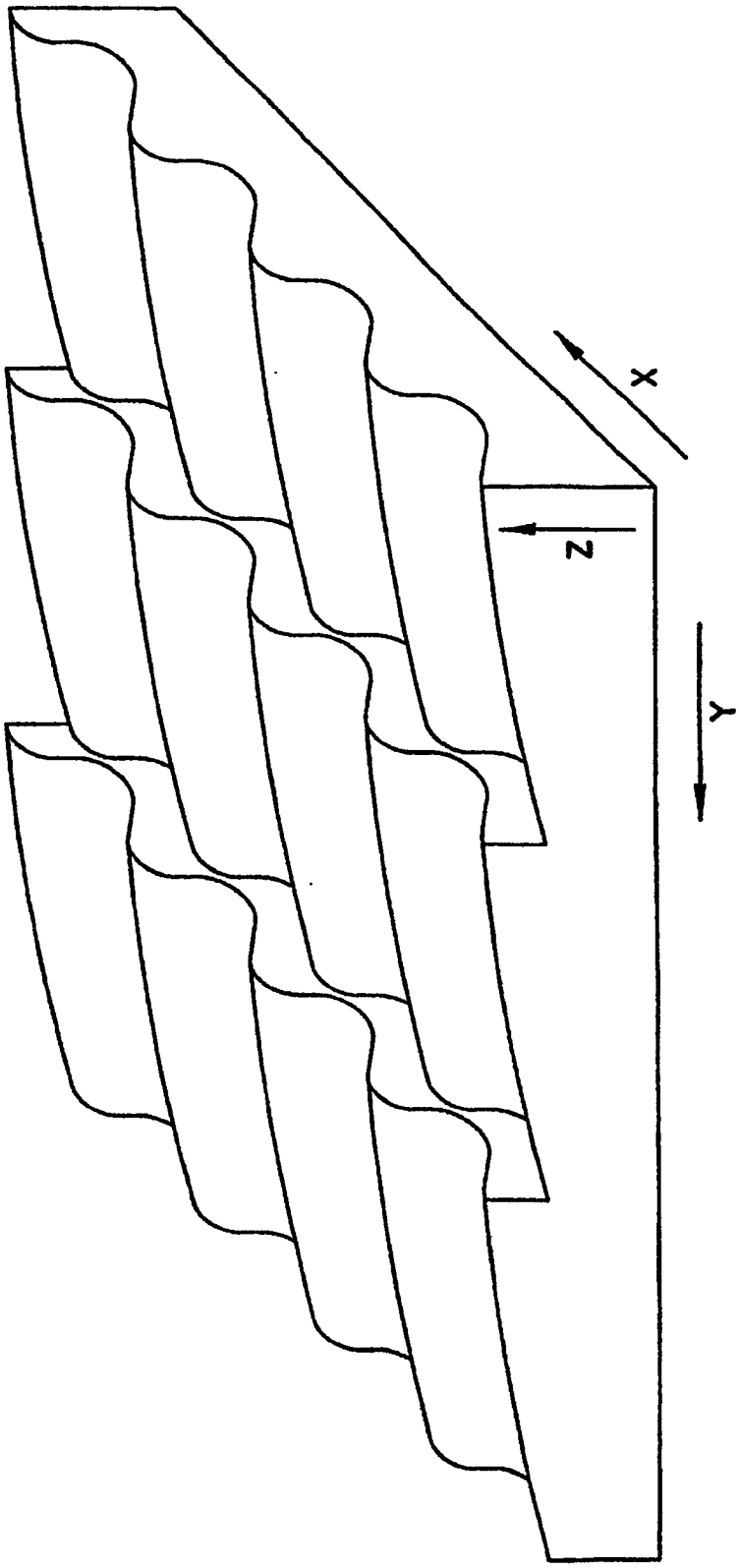


图 10a

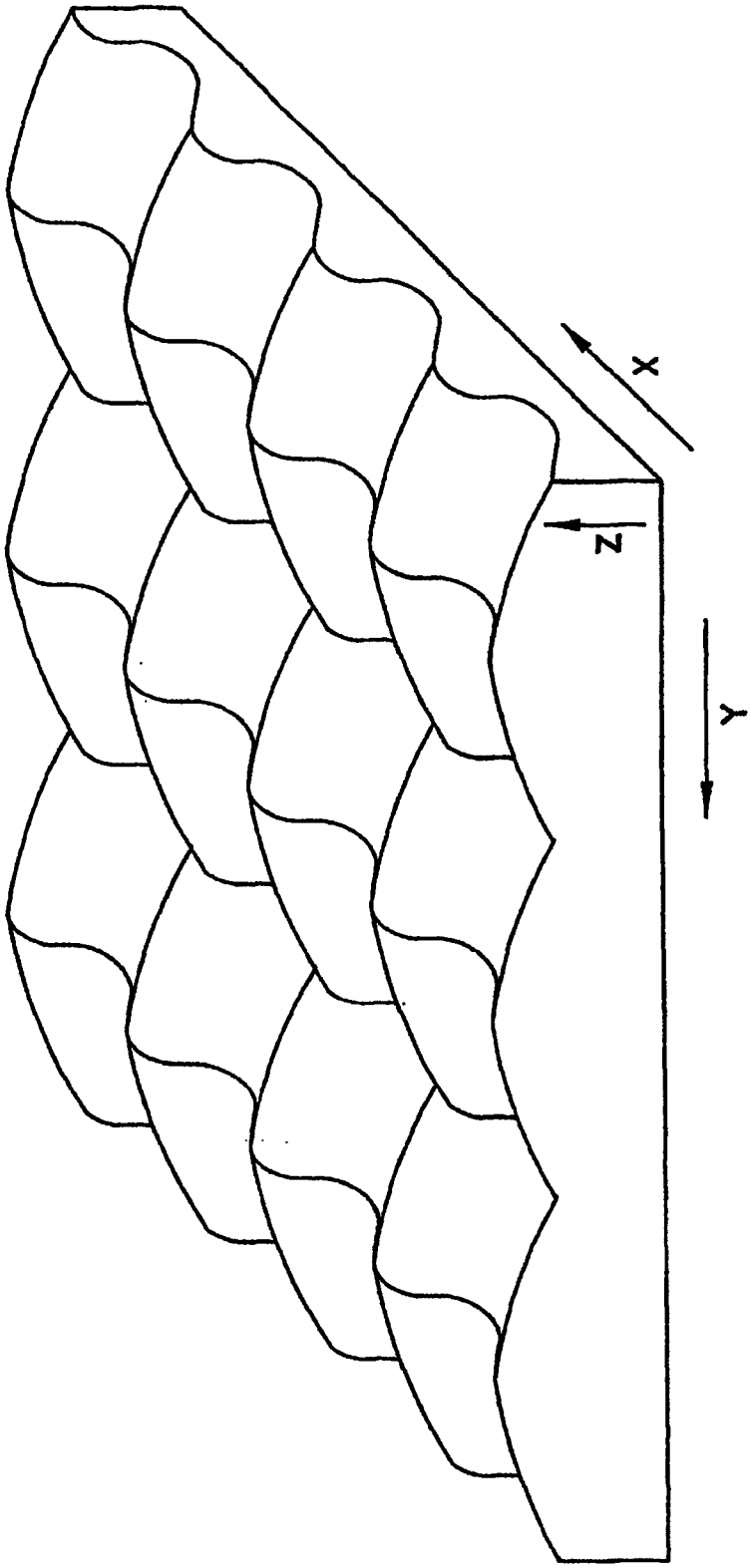


图 10b

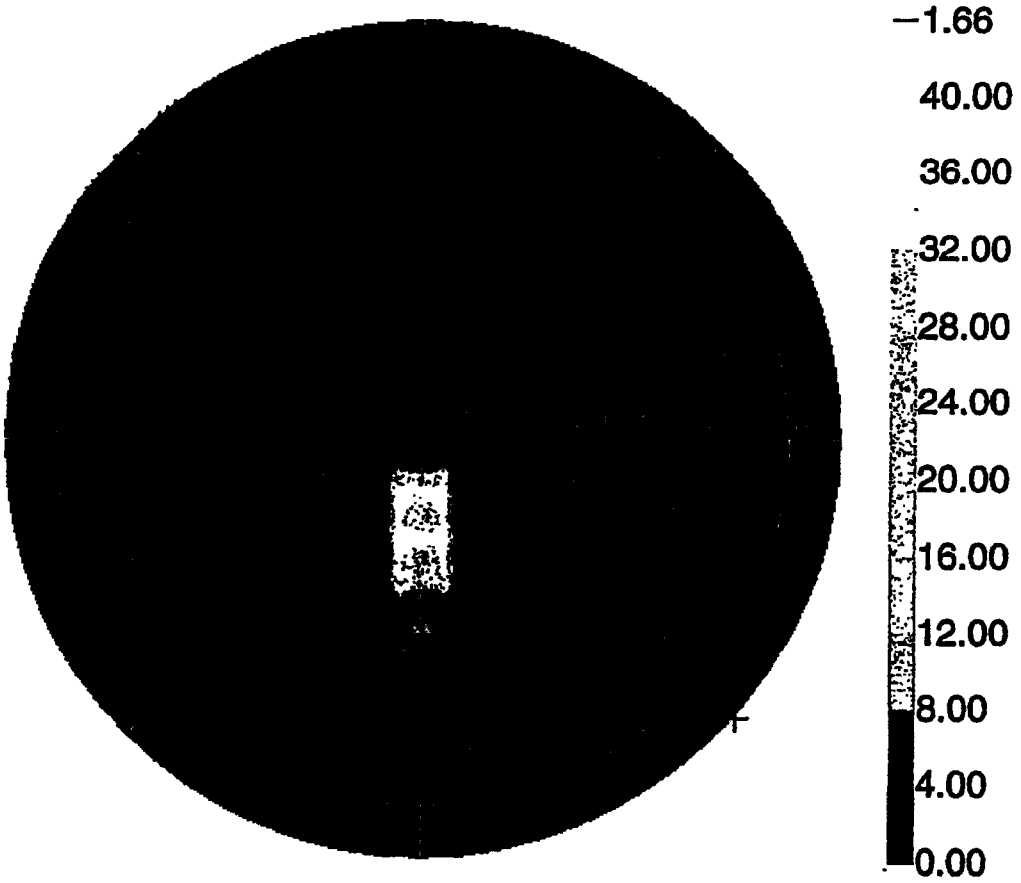


图 11

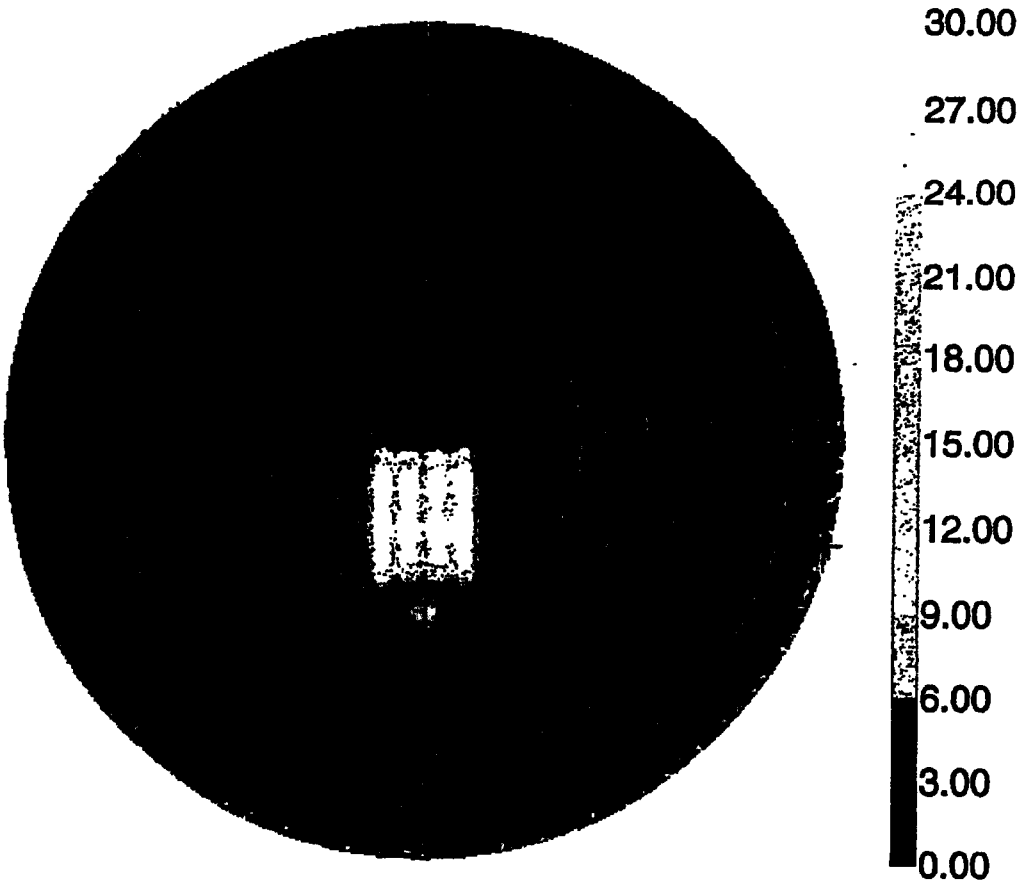


图 12

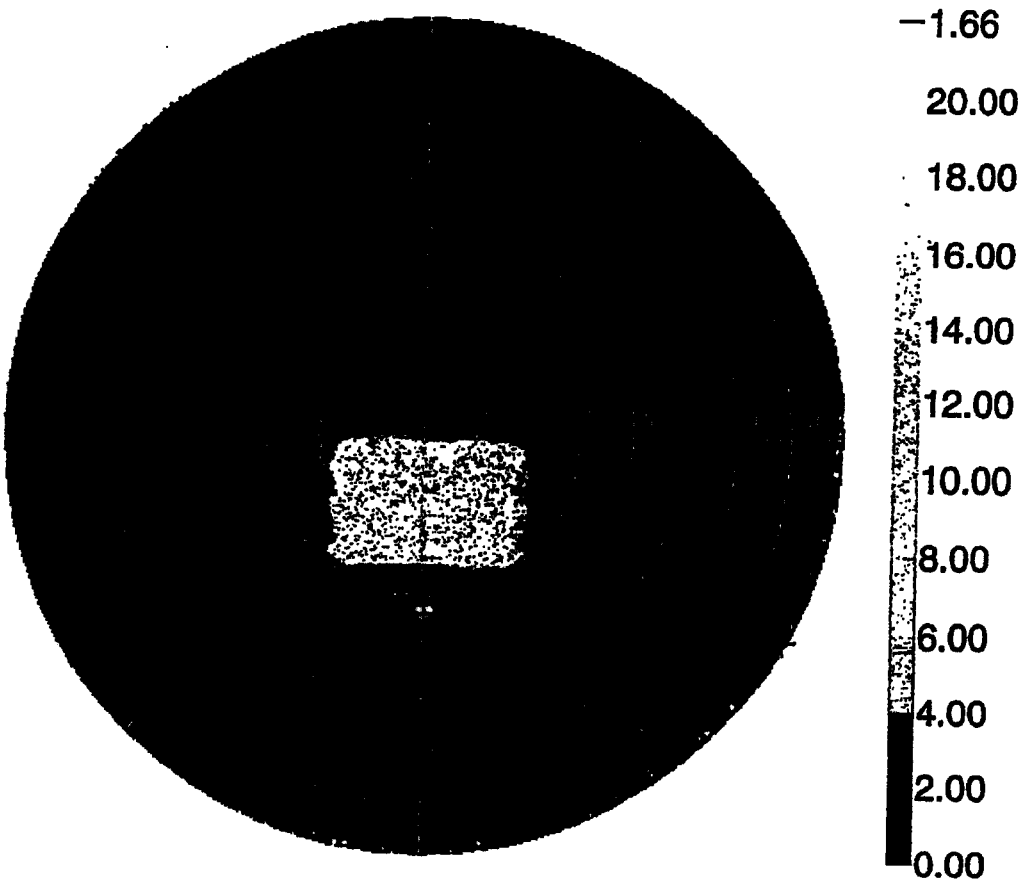


图 13

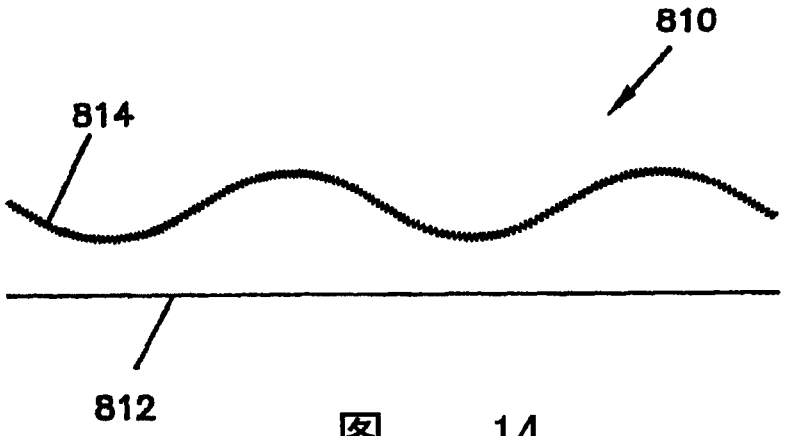

810
814
812

图 14

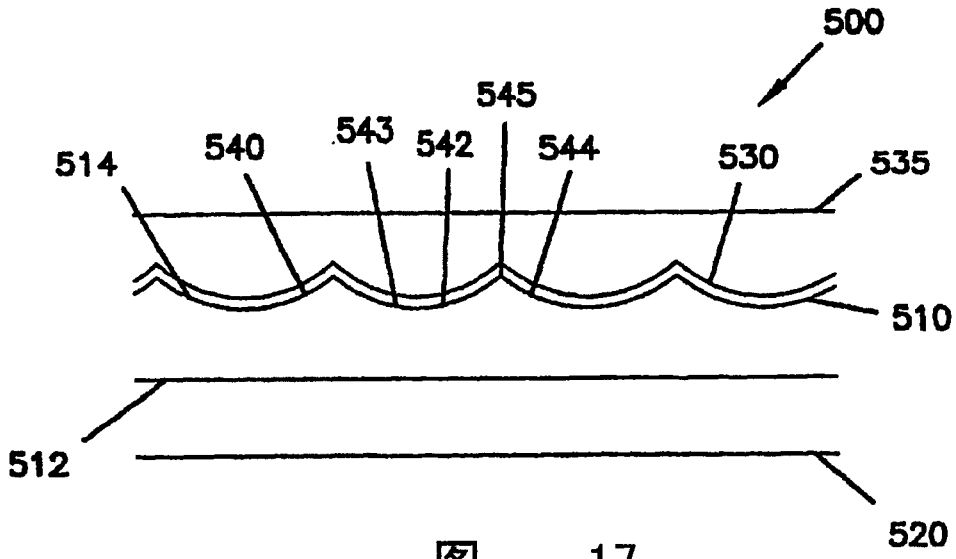

500
545
543
540
542
544
514
530
535
510
512
520

图 17

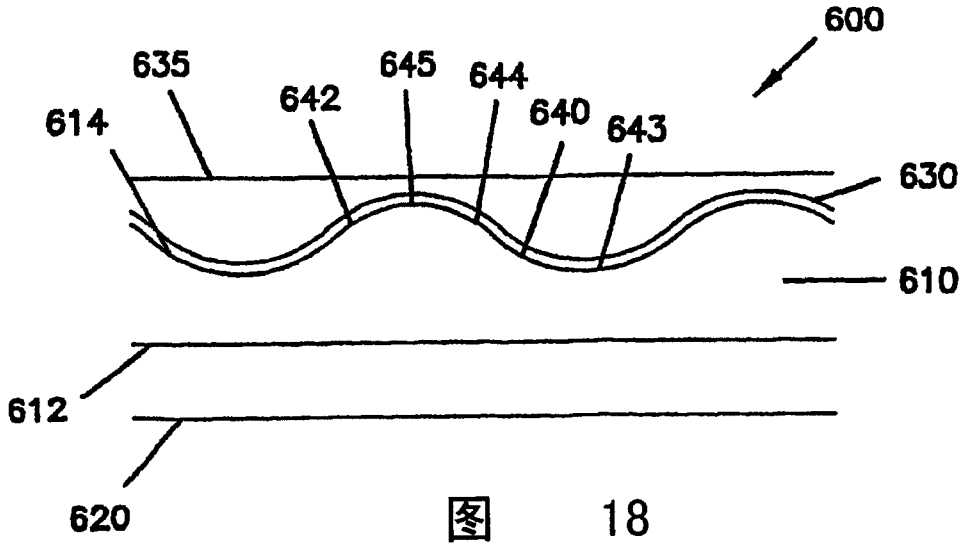

600
635
645
644
642
640
614
643
630
610
612
620

图 18

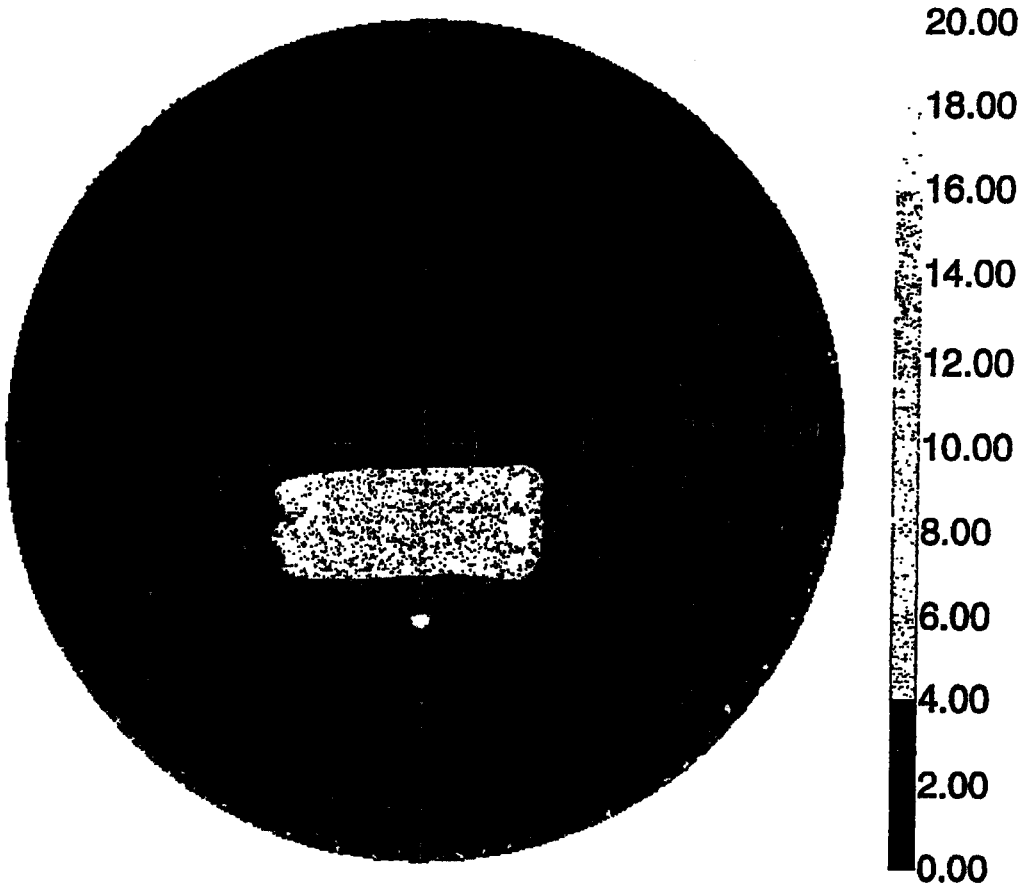


图 15

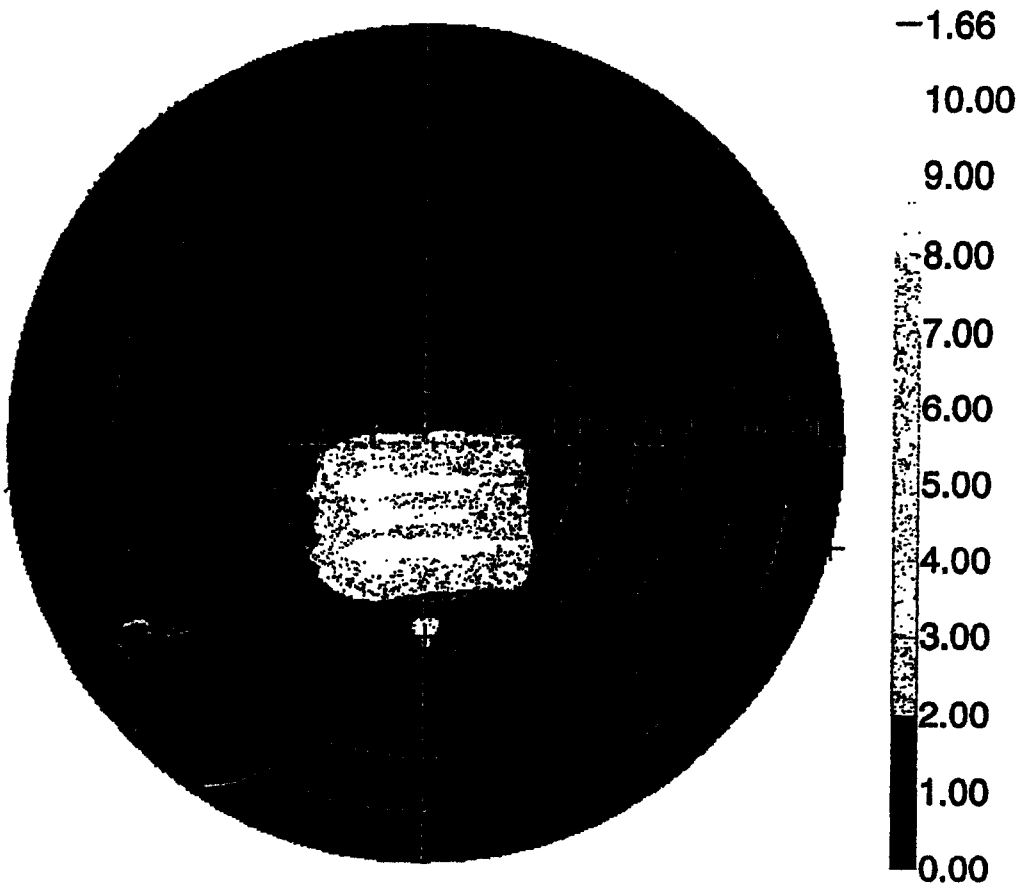


图 16

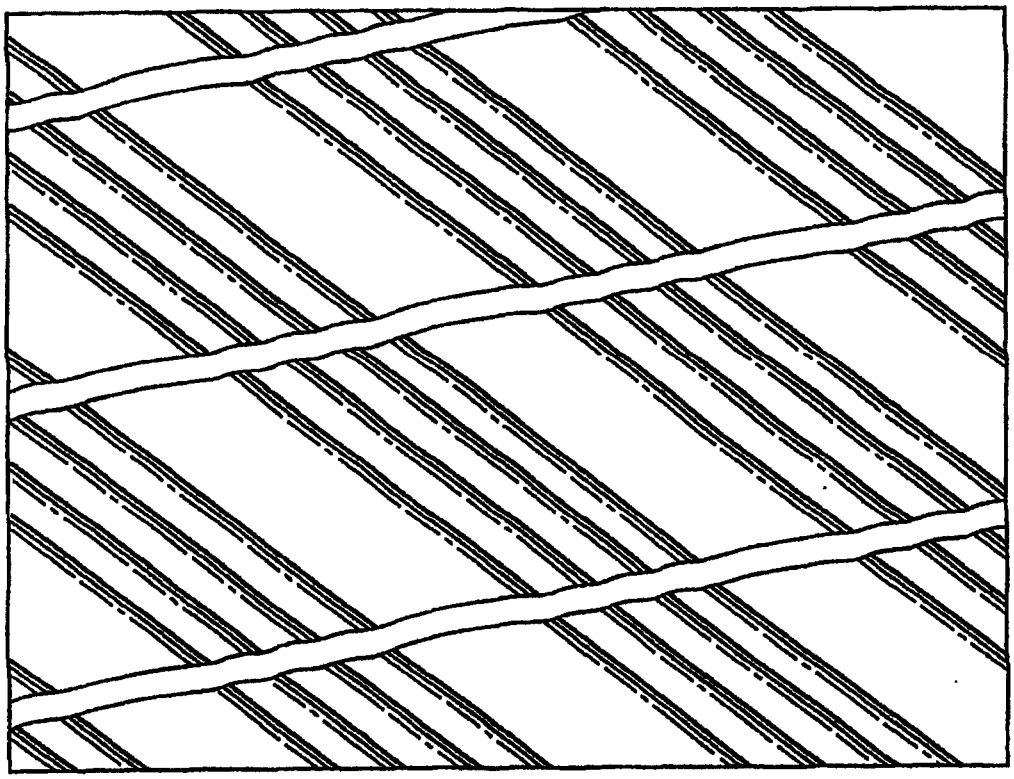


图 19

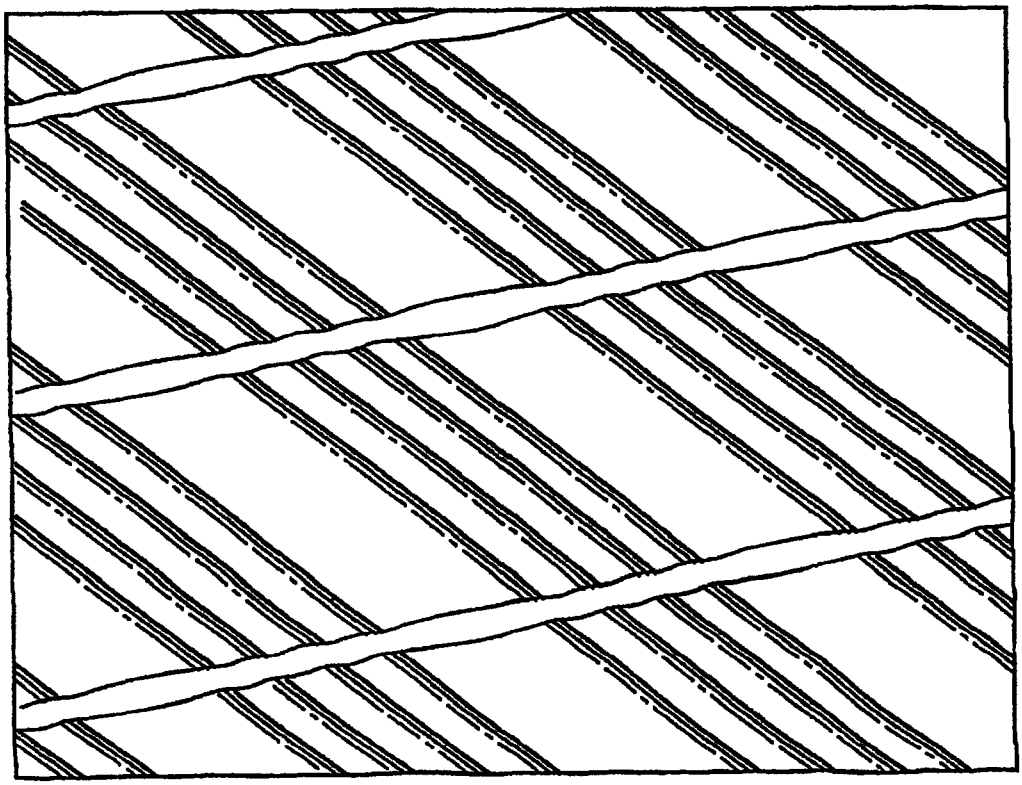


图 20

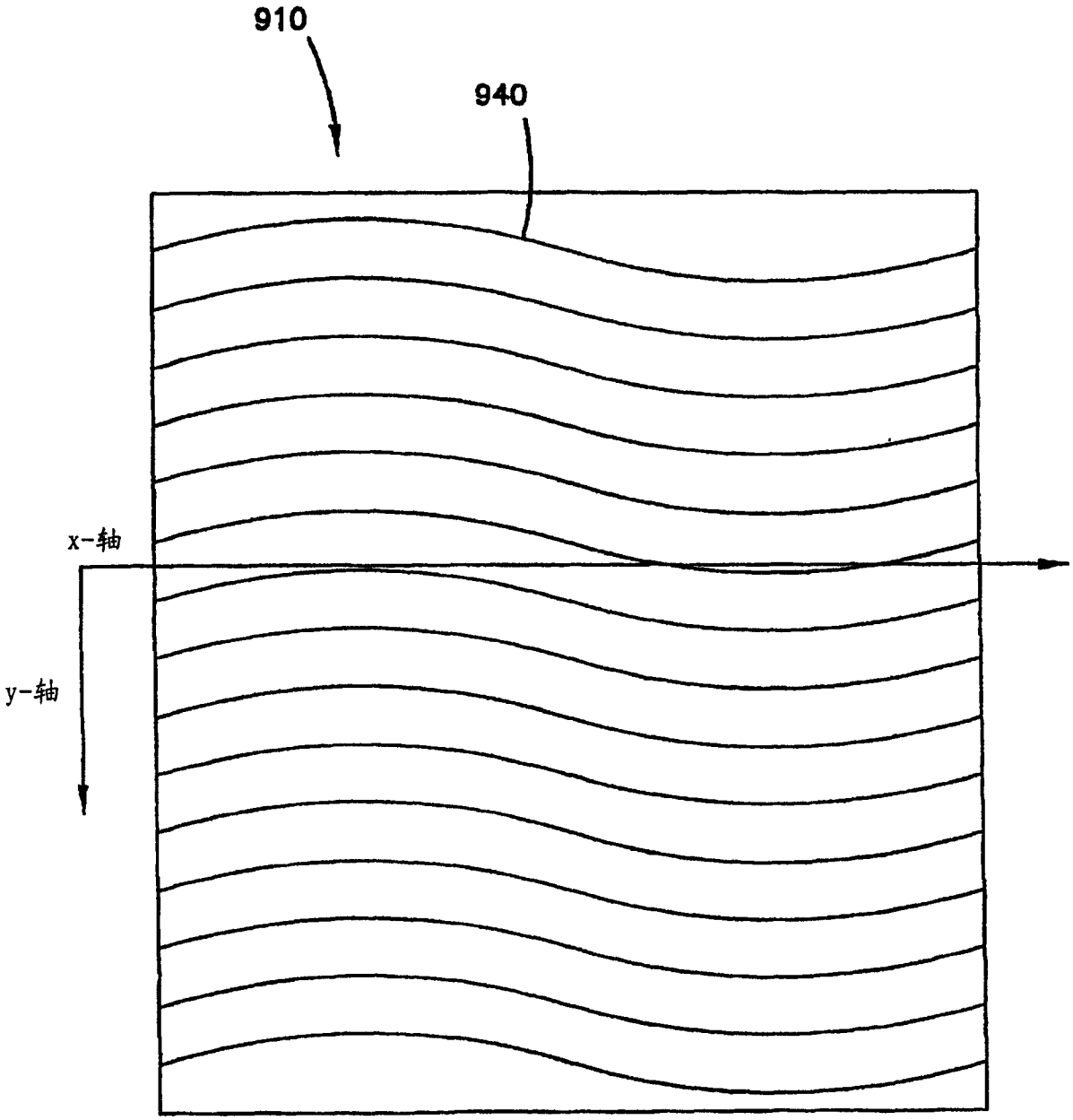


图 21

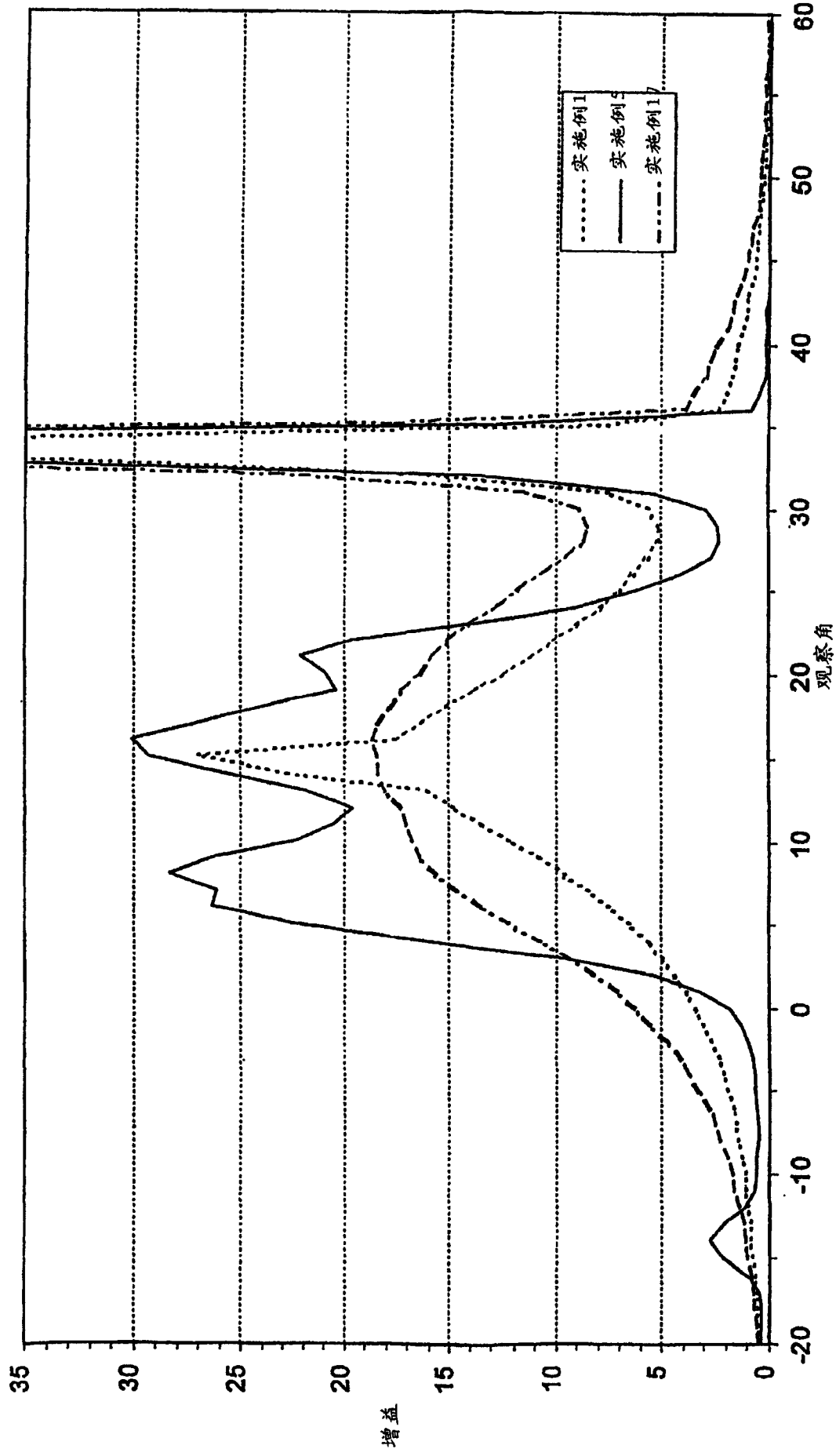


图 22

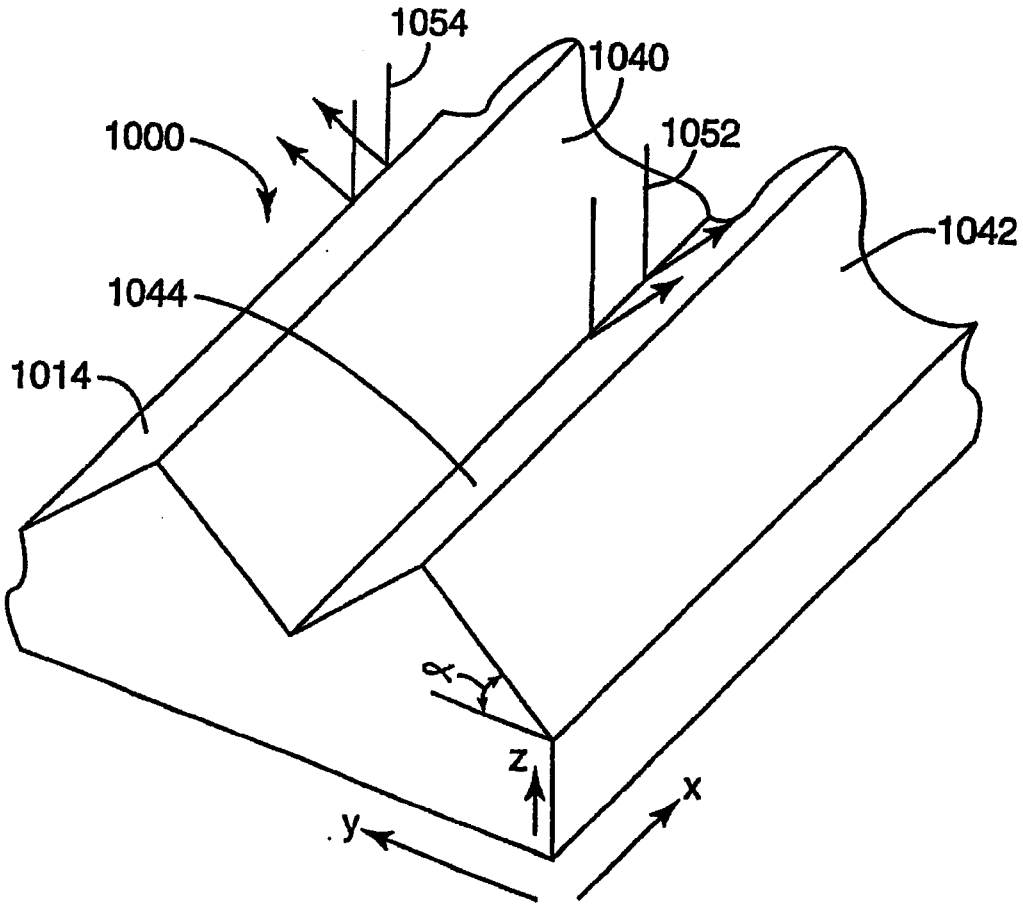


图 23A

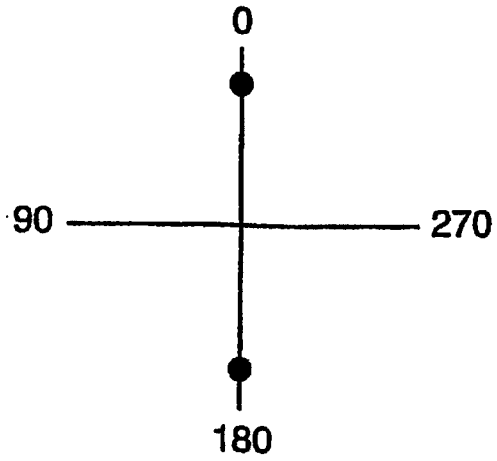


图 23B

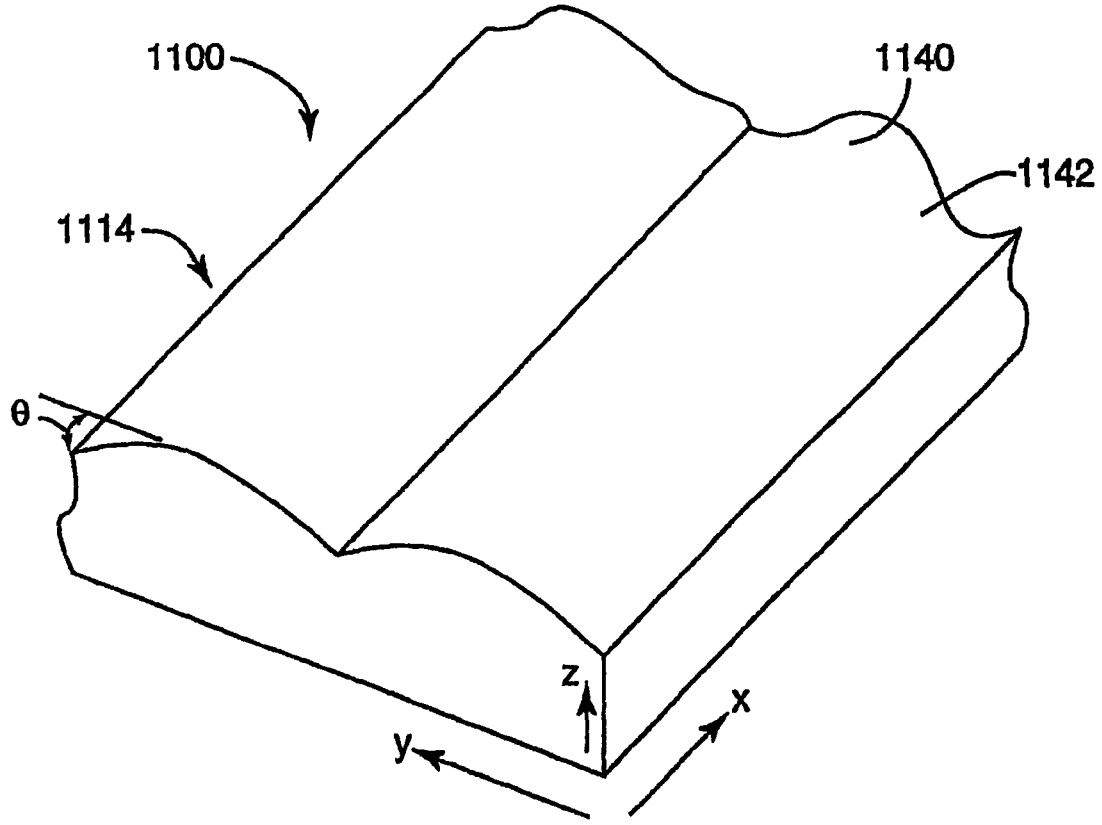


图 24A

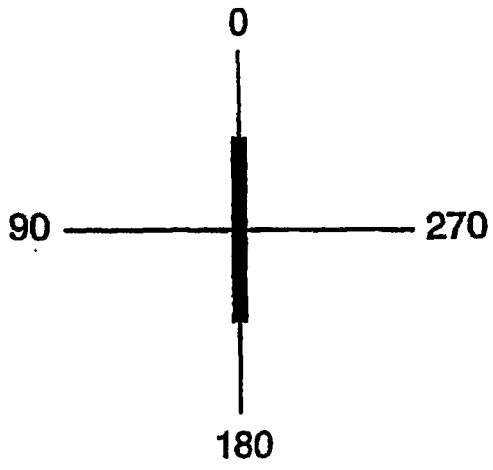


图 24B

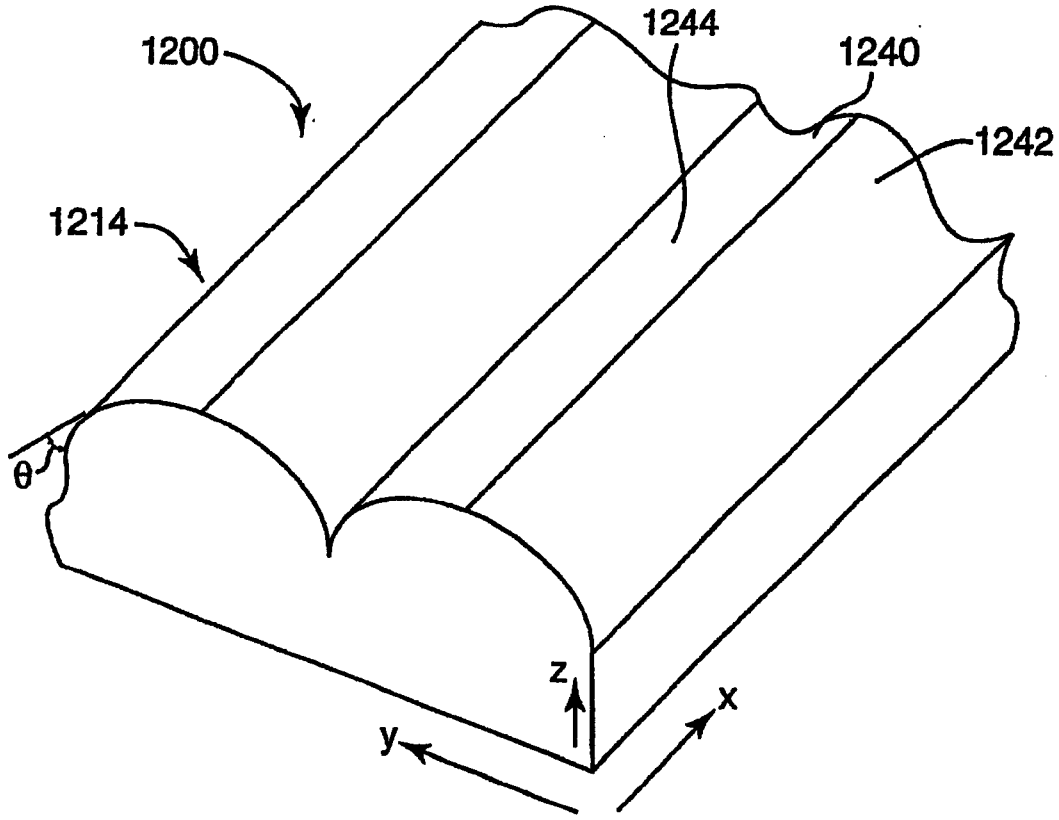


图 25A

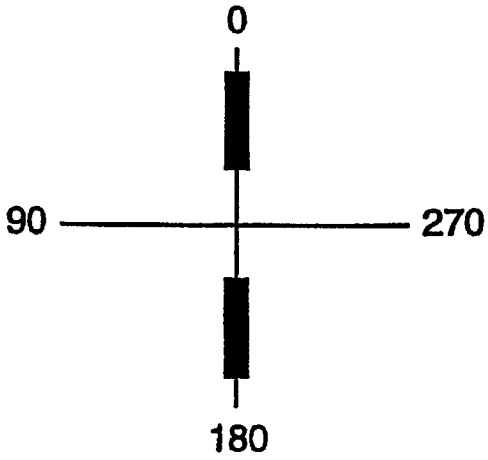


图 25B

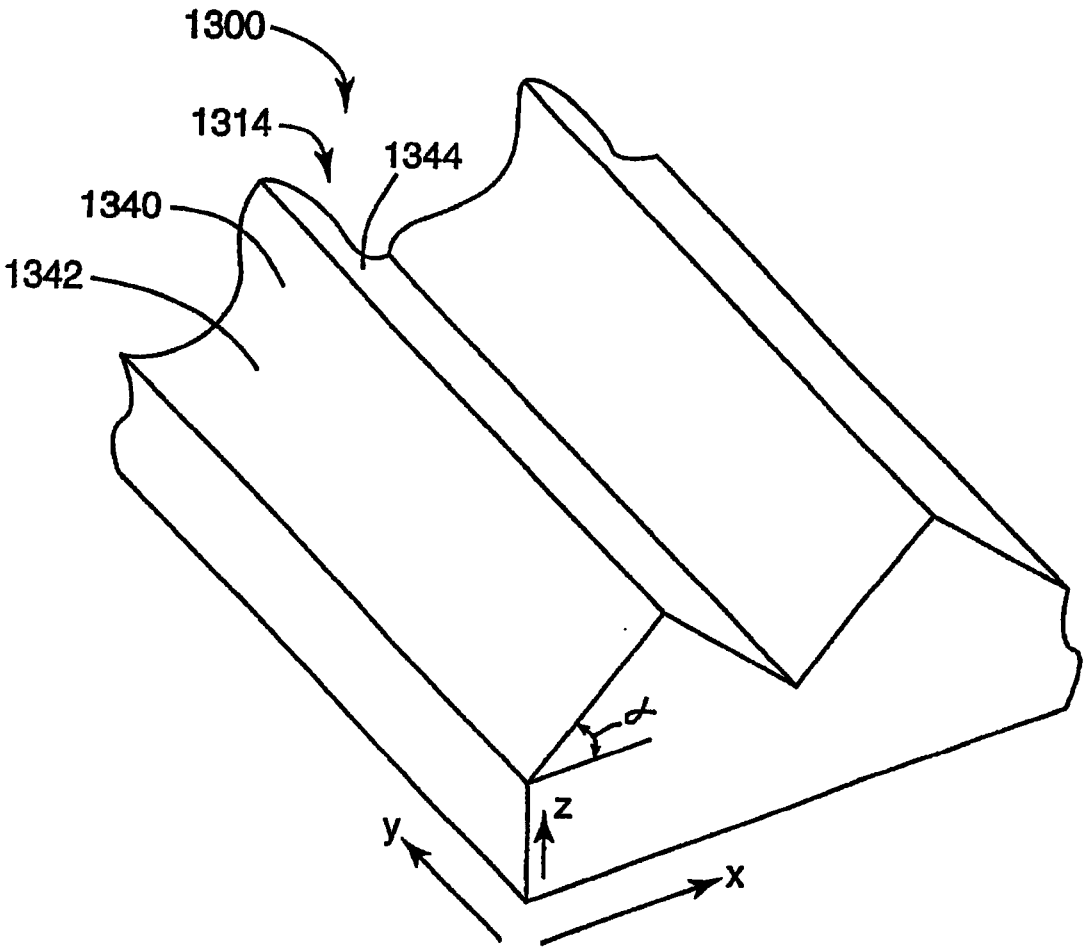


图 26A

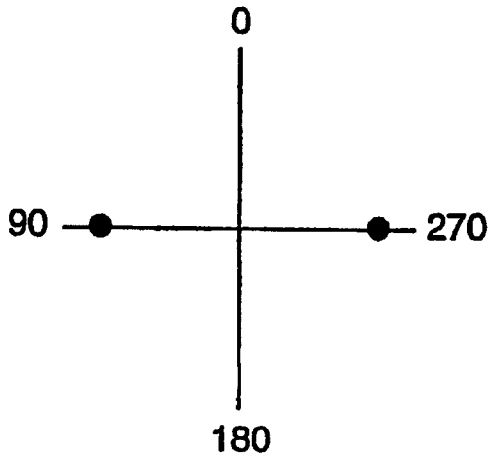


图 26B

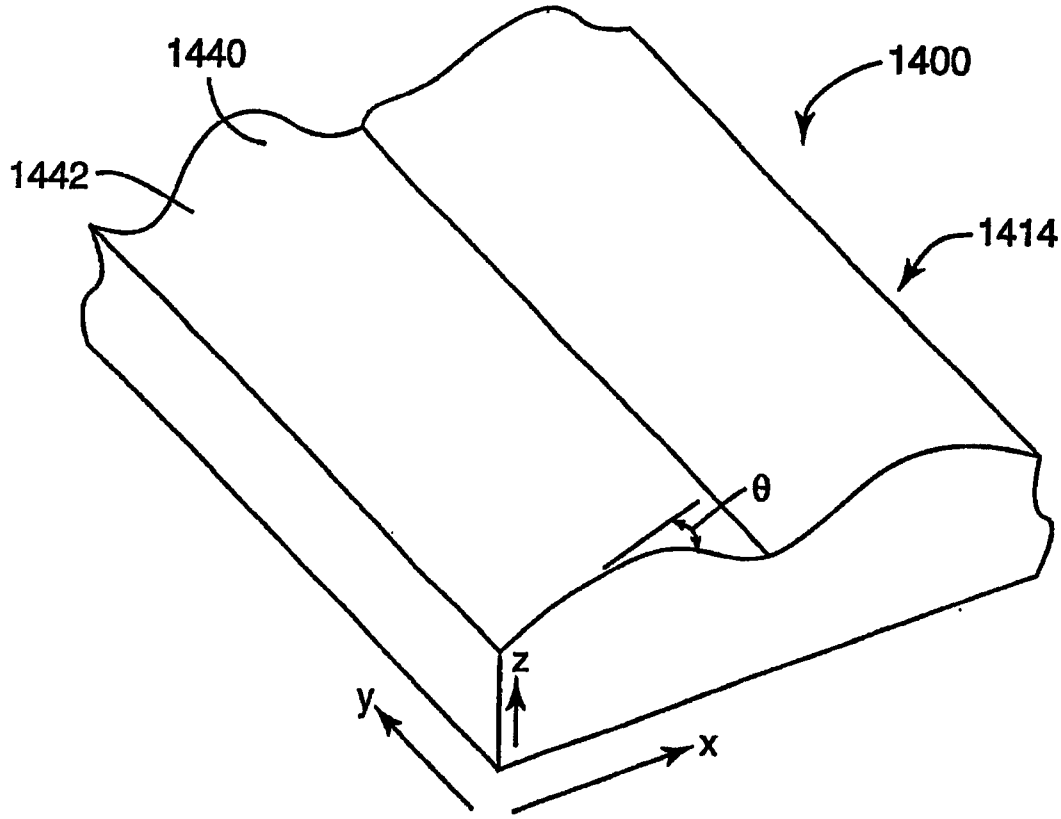


图 27A

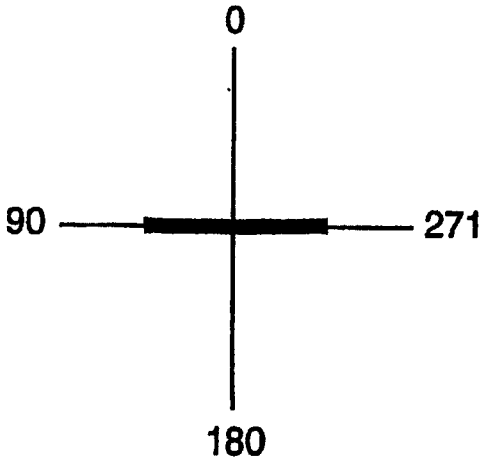


图 27B

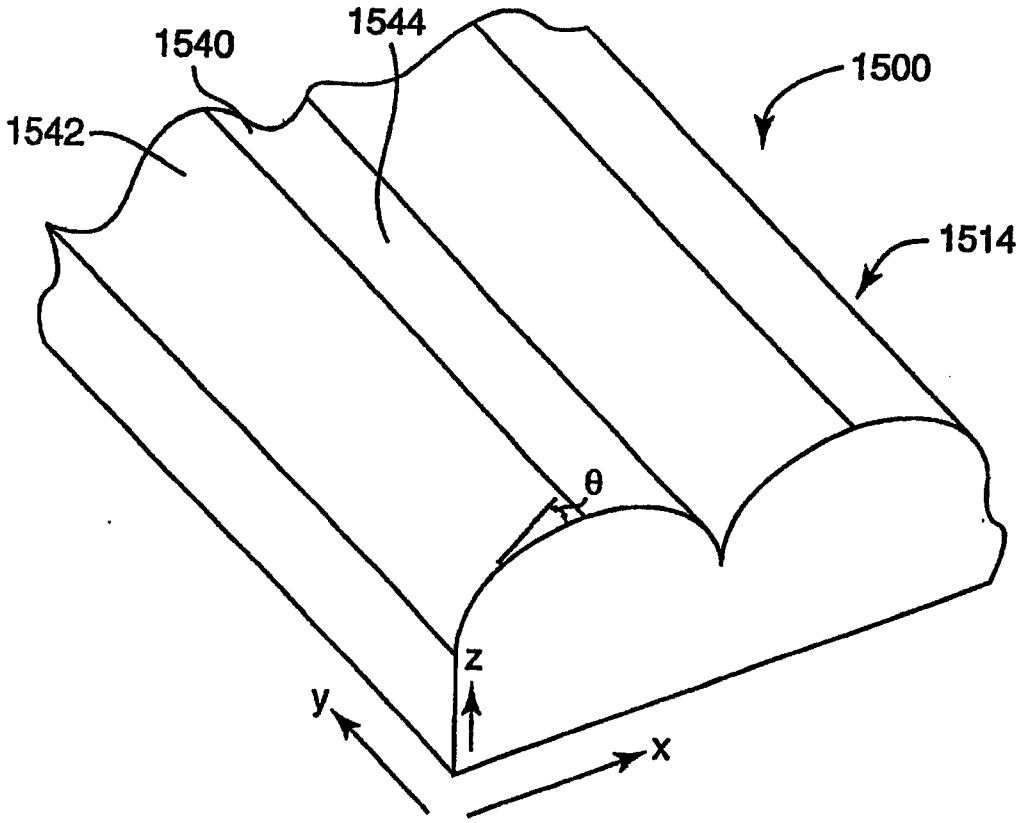


图 28A

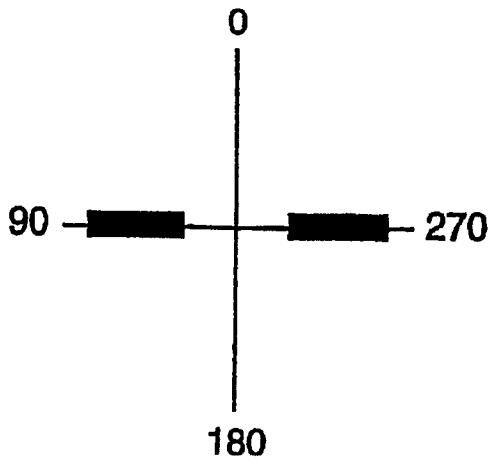


图 28B

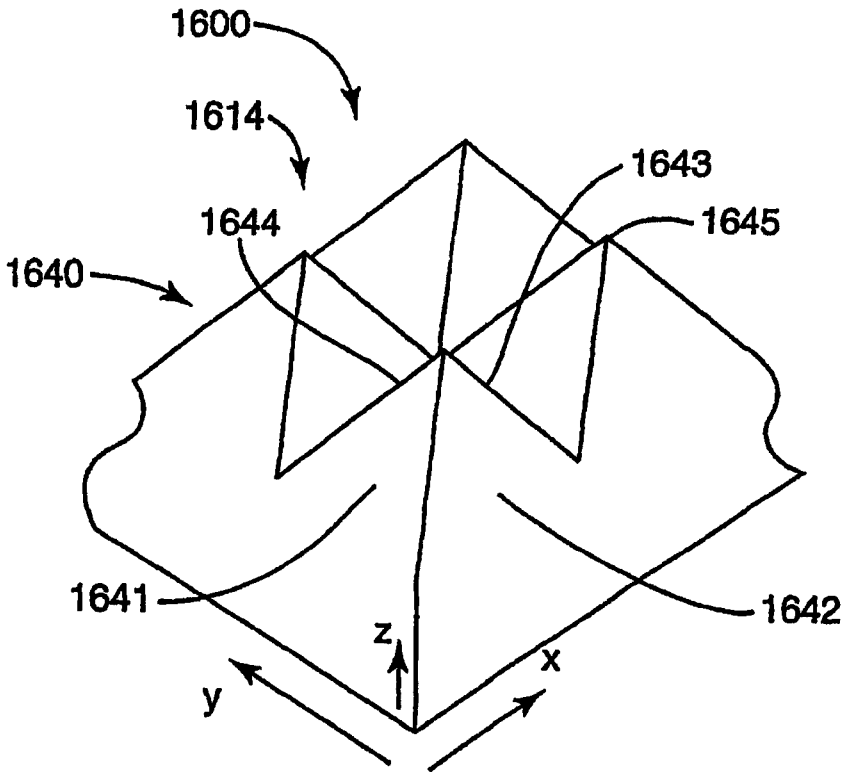


图 29A

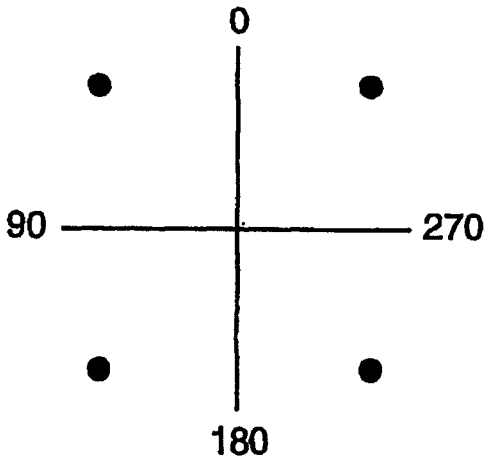


图 29B

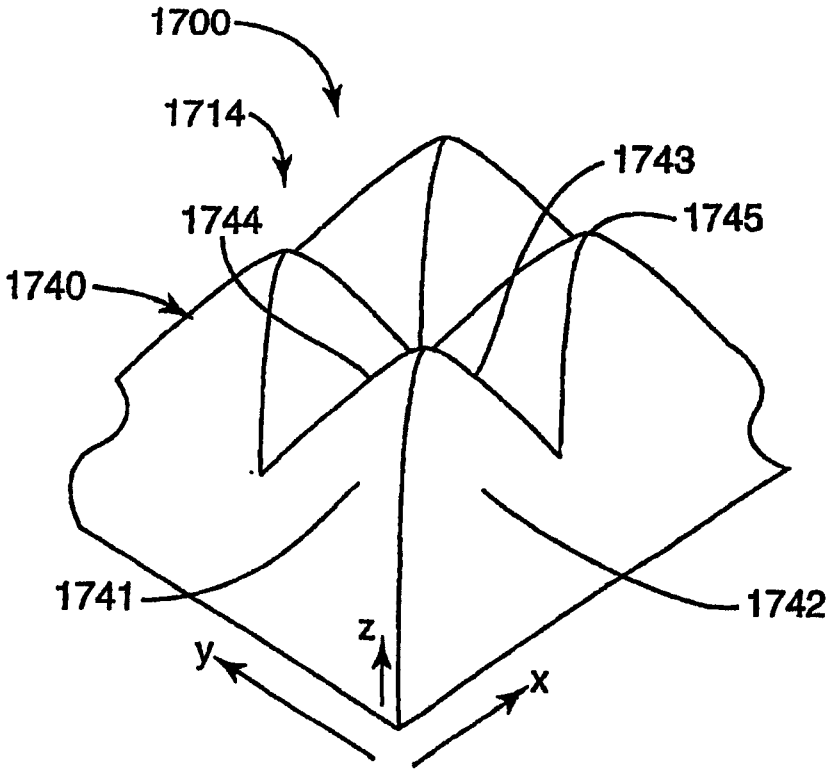


图 30A

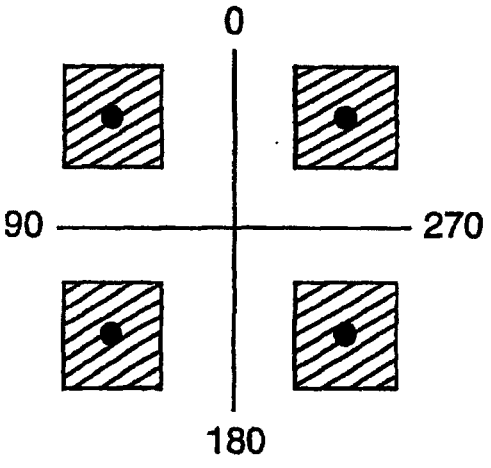


图 30B

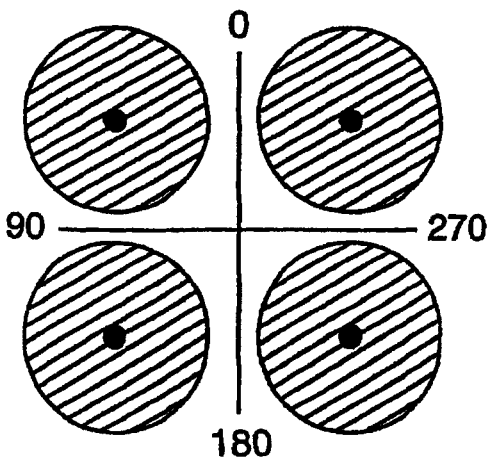


图 30C

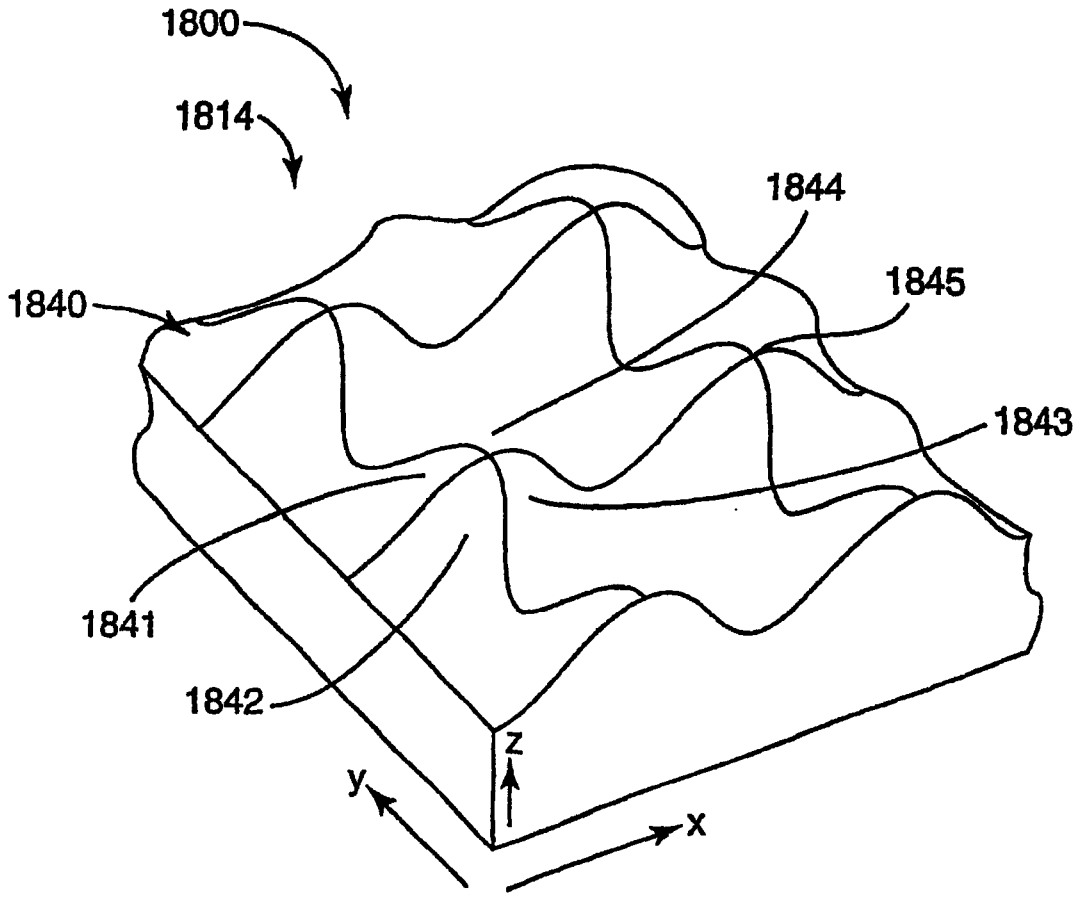


图 31A

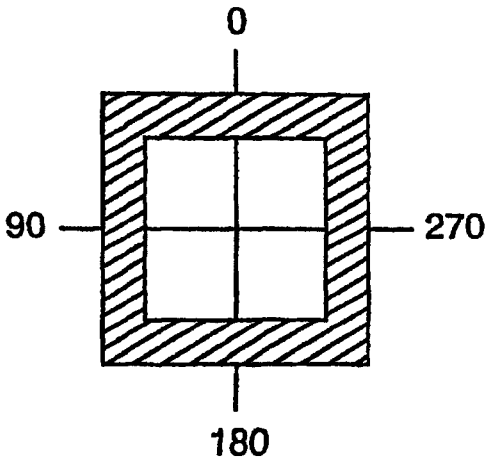


图 31B

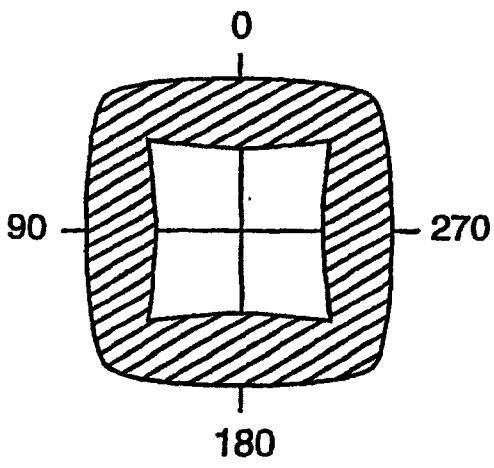


图 31C

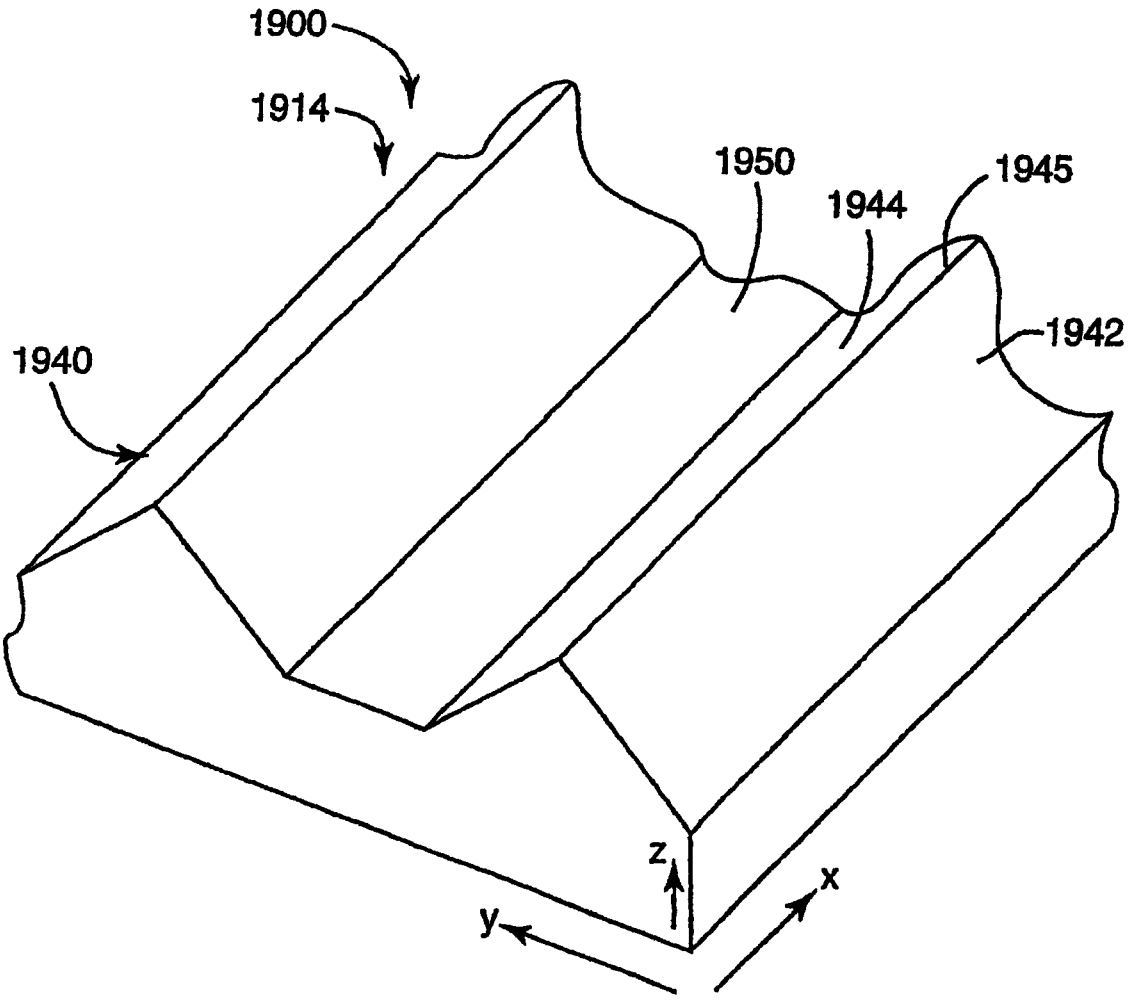


图 32A

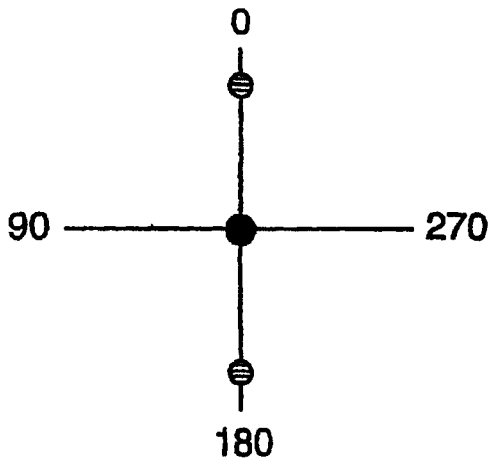


图 32B