

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl<sup>7</sup>

G02B 5/124

# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 94193784.4

[45]授权公告日 2000年7月26日

[11]授权公告号 CN 1054918C

[22]申请日 1994.10.20 [24]颁证日 2000.4.21

[21]申请号 94193784.4

[30]优先权

[32]1993.10.20 [33]US [31]08/139,462

[86]国际申请 PCT/US94/11942 1994.10.20

[87]国际公布 WO95/11465 英 1995.4.27

[85]进入国家阶段日期 1996.4.15

[73]专利权人 美国 3M 公司

地址 美国明尼苏达州

[72]发明人 G·M·本森 K·L·史密斯

审查员 宫维京

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所

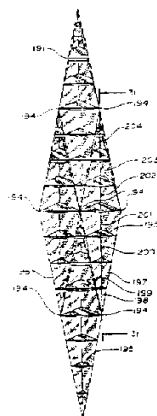
代理人 张恒康

权利要求书 4 页 说明书 24 页 附图页数 11 页

[54]发明名称 非对称型立体角制品及其制造方法

[57]摘要

一种制造非对称型立体角制品(191)的方法包括如下步骤:提供一种适于形成反光表面的可机加工的基片;在基片内形成多个包括诸立体角单元(198—203)的几何结构。形成诸立体角单元(198—203)的步骤包括在基片上直接加工出至少三组平行槽(197,196,195),使至少一个槽组中至少一个槽从其顶端延伸的第一侧面与基片的主平面形成第一角度,而从其顶端延伸的第二侧面与基片主平面形成第二角度。



ISSN 1008-4274

## 权 利 要 求 书

---

1.一种立体角制品，它包括一具有一构造表面的基片(100)，该基片包括一由三个相交的槽组(104,107,128)形成的立体角单元阵列(134,135,136)，其特征在于，至少一条槽(130)具有：

一从槽的顶点延伸的第一侧面，它与所述基片(100)的主平面形成了一第一角度；

一从槽的顶点延伸的第二侧面，它与所述基片(100)的主平面形成了一第二角度，所述第一角度不等于所述第二角度。

2.如权利要求 1 所述的立体角制品，其特征在于，至少一个槽组(128)中的基本上每条槽都具有：

一从槽的顶点延伸的第一侧面，它与所述基片(100)的主平面形成了一第一角度；

一从槽的顶点延伸的第二侧面，它与所述基片(100)的主平面形成了一第二角度，所述第一角度不等于所述第二角度。

3.如权利要求 1 所述的立体角制品，其特征在于，至少一个槽组(128)中的每个槽都具有：

一从槽的顶点延伸的第一侧面，它与所述基片(100)的主平面形成了一第一角度；

一从槽的顶点延伸的第二侧面，它与所述基片(100)的主平面形成了一第二角度，所述第一角度不等于所述第二角度。

4.如权利要求 1 到 3 中任一项所述的立体角制品，其特征在于，在所述阵列中的基本上每个立体角单元(134,135,136)的对称轴线都朝同一方向倾斜。

5.如权利要求 1 到 3 中任一项所述的立体角制品，其特征在



于, 一个槽组(128)内的多条槽(130)和其余的槽组(104,107)相交于离开其余槽组(104,107)的交点(114)至少为 0.01mm 的地方。

6.如权利要求 1 到 3 中任一项所述的立体角制品, 其特征在于, 一第一槽的槽顶点设置在高出一基面(154)为第一距离的位置上, 而一第二槽的槽顶点设置在高出所述基面(154)不同于所述第一距离的第二距离的位置上。

7.如权利要求 1 到 3 中任一项所述的立体角制品, 其特征在于, 至少一个槽组内的诸槽的间距不等于至少另一个槽组的诸槽的间距。

8.如权利要求 1 到 3 中任一项所述的立体角制品, 其特征在于, 任一槽组内, 不是所有的平行槽都是等距离的。

9.如权利要求 1 到 3 中任一项所述的立体角制品, 其特征在于, 一个立体角单元的至少一表面的一重要部分是弧形的。

10.如权利要求 1 到 3 中任一项所述的立体角制品, 其特征在于, 弧形表面的形状大致是圆柱体形的, 该圆柱体的轴线大致平行于界定所述弧形表面的槽。

11.如权利要求 1 到 3 中任一项所述的立体角制品, 其特征在于, 当所述阵列围绕一在所述基片(100)平面内的轴线旋转时, 它显示出非对称的入射角性质。

12.如权利要求 1 到 3 中任一项所述的立体角制品, 其特征在于, 当光线入射在一大致垂直于基面(154)的基底表面上时, 所述制品的有效孔径大于 70%, 所述基底表面与所述构造表面相对。

13.如权利要求 1 到 3 中任一项所述的立体角制品, 其特征在于, 所述基片(100)包括一种适于用在反光片材的光学透明材料。

14.如权利要求 1 到 3 中任一项所述的立体角制品, 其特征在

于，所述制品的一部分是光学透明的。

15.如权利要求 1 到 3 中任一项所述的立体角制品，其特征在于，它还包括一连接于所述基片(100)的一部分的密封介质(280)。

16.一种复合立体角制品，它包括一具一构造表面的基片(100)，该制品包括：

—如权利要求 1 到 3 中任一项所述的第一立体角制品；

—由基片(100)上的至少两个相交的槽组形成的第二立体角制品。

17.如权利要求 16 所述的立体角制品，其特征在于，在基片(100)上所述第二立体角制品的取向和所述第一立体角制品的不同。

18.如权利要求 16 所述的立体角制品，其特征在于，所述第二立体角制品是这样设置的，即，当所述复合制品围绕一在所述基片(100)的主平面内的轴线旋转时，它显示对称的入射角性质。

19.一种制造一立体角制品的方法包括如下步骤：

提供一可机加工的基片(100)；

在所述基片(100)上加工出三个交叉的槽组(104,107,128)，

使一从至少一条槽(130)的顶点延伸的第一侧面与所述基片(100)的主平面形成一第一角度；

使一从至少一条槽(130)的顶点延伸的第二侧面与所述基片(100)的主平面形成一第二角度，并使所述第一角度不等于所述第二角度。

20.如权利要求 19 所述的方法，其特征在于，它还包括形成一所述立体角制品的负复制品的步骤。

21.如权利要求 20 所述的方法，其特征在于，它还包括从所述立体角制品的负复制品形成一所述立体角制品的正复制品的步

骤。

22.如权利要求 19 到 21 所述的方法，其特征在于，所述诸槽组是这样加工的，即，两个槽组中的诸槽的诸交点和第三槽组中至少一条槽不重合。

23.一种用如权利要求 19 到 22 中任一项所述的方法生产的立体角制品。

24.一种立体角制品，它是权利要求 23 所述制品的复制品。

# 说明书

---

## 非对称型立体角制品及其制造方法

### 相关申请

本发明是申请号为 08/139,462，申请日为 1993 年 10 月 20 日，题为“多结构立体角制品及其制造方法”的美国专利申请的部分续展申请。

### 发明领域

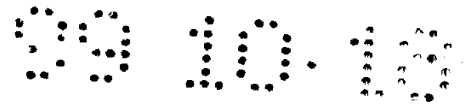
本发明涉及具有棱柱形反光单元的反光制品。

### 发明背景

已知有很多型式的反光单元，包括结合了一个或多个通常被视为立体角的突起结构的棱柱形设计。使用立体角型反光单元的反光片是众所周知的。立体角反光单元是具有三个在同一个角汇合的大致互相垂直的侧面的三面体结构。由于全内反射或是反射涂层的作用，光线一般在诸立体面上被反射。由诸反光立体角单元组成的直接机加工而成的阵列在制造上存在着效率低和受限制的问题。这些限制对总的光反射和有效孔径率有不利地影响，而且，如与以下所说明的新型的制品和制造方法来比，相对于性能来说，现有的产品总价格经常是较高的。本发明的不对称阵列具有出色的制造灵活性，加工立体角单元也较好，可适应各种特定的需求。

### 发明概述

本发明提供了一种立体角反光单元的制造方法，它包括以下步骤：提供一可机加工的基片；在所述基片上加工出三个交叉的槽组，使一从至少一条槽的顶点延伸的第一侧面与所述基片的主平面形成一第一角度；使一从至少一条槽的顶点延伸的第二侧面与所述



基片的主平面形成一第二角度，并使所述第一角度不等于所述第二角度。

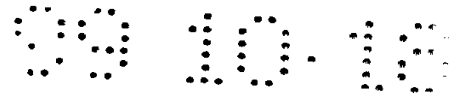
本发明还包括用所述方法生产的制品的反光复制品。

本发明还包括这样一种反光的立体角制品，它包括一具有一构造表面的基片，该基片包括一由三个相交的槽组形成的立体角单元阵列，其中，至少一条槽具有：一从槽的顶点延伸的第一侧面，它与所述基片的主平面形成了一第一角度；一从槽的顶点延伸的第二侧面，它与所述基片的主平面形成了一第二角度，所述第一角度不等于所述第二角度。因此，至少一组槽中的至少一个槽的仅一侧形成了诸立体角单元光学表面。当围绕一基片平面内的轴线旋转时，该制品呈现不对称的入射角性质。

本发明还包括这样一种反光制品，它是一其上直接机加工出包括直接机加工的诸倾斜的立体角单元的几何结构的基片的复制品。所述诸立体角单元设置在基片上的多条交错成除  $90^\circ$  以外的角度的槽之间。每个立体角单元具有一对称的轴线，在制品中基本上每个立体角单元的轴线都相互平行。

本发明还包括一反光立体角单元复合片，它包括多个小区，每个小区的反光立体角单元排列成有序的阵列。每个小区的阵列包括一其上机加工出多个立体角单元的直接机加工成的基片的复制品。每个立体角单元都由每三组平行槽中的一个槽所界定。至少一组槽中的至少一条槽的仅一侧形成了诸立体角单元光学表面。

本发明还包括一反光立体角单元复合片，它包括多个小区，每个小区的反光立体角单元排列成有序的阵列。每个小区的阵列包括一其上加工了多个立体角单元的直接机加工成的基片的复制品，所述诸立体角单元设置在基片上的多条交错成除  $90^\circ$  以外角度的槽



之间。每个立体角单元具有一对称的轴线，每个小区内的基本上每个立体角单元的轴线都相互平行。

#### 附图简要说明

图 1 是一可直接机加工的基片的一部分的平面图；

图 2 是沿图 1 中线“2-2”剖取的基片的剖视图；

图 3 是沿图 1 中线“3-3”剖取的基片的剖视图；

图 4 是一用于直接机加工的刀具的正面示意图；

图 5 是沿图 1 中线“5-5”剖取的基片的剖视图，其中阴影线表示出一附加槽；

图 6 是从配对的立体角反射单元得出的一直接机加工而成的阵列的一部分的平面图；

图 7 是沿图 6 中“7-7”线剖取的阵列的剖视图，其中每个立体角单元的对称轴线垂直于一基面；

图 8 是包含有诸倾斜的立体角单元的直接机加工出的阵列的一部分的平面图；

图 9 是沿图 8 中线“9-9”剖取的阵列的剖视图，示出了诸条非平行轴线；

图 10 是图 6 和图 7 中所示阵列的有效孔径的平面图；

图 11 是极度向后倾削的、两槽组立体角单元阵列的侧视图；

图 12 是图 11 所示阵列的平面图；

图 13 是一具有至少一个垂直反光面的、两槽组立体角阵列的侧视图；

图 14 是图 13 中所示阵列的平面图；

图 15 是一直接机加工而成的基片的平面图；

图 16 是为了在基片上形成如图 15 所示的诸槽而使用的一半角



刀具的正面示意图;

图 17 是沿图 15 中线“17-17”剖取的基片的剖视图;

图 18 是沿图 15 中线“18-18”剖取的基片的剖视图;

图 19 是沿图 15 中线“19-19”剖取的基片的剖视图;

图 20 是具有三组非互相交错的槽的直接机加工成的立体角单元阵列的一部分的平面图;

图 21 是沿图 20 中线“21-21”剖取的阵列的剖视图;

图 22 是直接机加工成的阵列之一部分的平面图, 示出了由每个槽所形成的诸立体面;

图 23 是示出图 22 中所示的一非对称型反光立体角单元阵列之一部分的有效孔径的平面图;

图 24 是直接机加工成的、具有一非零度后角的非对称型反光立体角单元阵列之一部分的平面图;

图 25 是图 24 中所示阵列的有效孔径的平面图;

图 26 是直接机加工而成的、包括三种不同立体型式的非对称型阵列的平面图;

图 27 是图 26 中所示阵列的有效孔径的立体示意图;

图 28 是沿图 26 中线“28-28”剖取的阵列的剖视图;

图 29 是沿图 26 中线“29-29”剖取的阵列的剖视图;

图 30 是以  $82^\circ$ 、 $82^\circ$  和  $16^\circ$  角度交错的主槽和次级槽所形成的非对称型立体角单元阵列的平面图;

图 31 是沿图 30 中线“31-31”剖取的阵列的剖视图;

图 32 是图 30 所示的阵列的有效孔径的示图;

图 33 是示出图 26 所示的非对称型反光立体角单元阵列中的有效孔径率和入射角的关系的曲线图;



图 34 是示出图 6, 8 和 24 所示的诸反光立体角单元阵列中的有效面积的百分比和入射角的关系的曲线图;

图 35 是一直接机加工而成的、包括若干个非对称阵列的小区非对称阵列之一部分的平面图;

图 36 是一个单阵列以及图 35 中所示的复合阵列中的有效面积百分比/有效孔径率和入射角之间的关系的关系的曲线图;

图 37 是一种具有诸削角平面的诸种几何结构的非对称型阵列的一实施例的剖视图;

图 38 是一具有一分隔表面的非对称型阵列的另一实施例的侧视图;

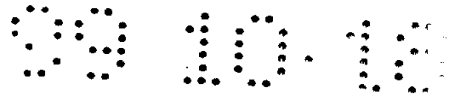
图 39 是一直接机加工而成的、通过以  $74^\circ$ 、 $74^\circ$  和  $16^\circ$  角度交错的首级槽和次级槽所形成的非对称型阵列的平面图; 以及

图 40 是图 39 所示阵列的有效孔径的平面图。

#### 较佳实施例的详细说明

反光立体角单元阵列的制造是通过用包括那些已知的如模块拼合(pin bundling)机加工和直接机加工等不同工艺制成的模具来完成的。利用模块拼合的模具是由多个小模块组装在一起而成的, 每个小模块都有一个成形为立体角反光单元的诸特征的端部。模块拼合加工的例子包括美国专利第 3,926,402 号(专利权人是 Heenan 等人), 和美国专利第 3,632,695 号(Howell)。

直接机加工工艺, 即通常熟知的刻槽工艺, 包括在一个基片上切去诸部分以形成一个由相交的诸槽组成的图案从而构成诸立体角单元。开槽的基片可作为一个靠模, 由其可形成一系列的模制品, 即复制品。在一些情况下, 靠模可作为一个反光制品, 然而更为常见的是将由多代复制品组成的复制品用作反光制品。直接机加



工方法是一种制造具有诸小的微立方阵列的靠模模具的极好方法。小的微立方阵列特别有益于灵活地生产薄的复制阵列，例如连续滚动加工制出的片材。微立方阵列还有利于实施连续的制造工艺。采用直接机加工的方法制造大的阵列也比其它技术更为容易。美国专利第 4,588,258 号(Hoopman)是直接机加工工艺的一个例子。

图 1 中说明了一种直接机加工传统的立方体阵列的靠模的制造方法。一可直接机加工的基片 20 上有多条平行的槽 23，它们分布为两个不平行的槽组。在可机加工的基片 20 上贯穿的诸槽是通过一刀具切割而成的，该刀具具有两个相对的切割面来切割出诸立体角光学表面。美国专利第 3,712,706 号(Stamm)中讨论了适于用来直接机加工出槽的刻槽、成形和磨削工艺。两组槽 23 构成了如图 2 和图 3 所示的局部立方体 39 的形状。如图 4 所示的刀具 26 一般装在一刀架 35 上，在刀具中轴线 32 的两侧设有切割面 29。

在图 1 - 4 中，局部立方体 39 的形状被展示为形成在基片 20 上的菱形结构。在两组非平行的槽内至少需要两个槽 23 来形成如 39 这样的形状。传统的立体角单元需要用如图 5 中虚线所示的第三级槽 41 来形成。传统的阵列 42 是用如图 6 和 7 所示的三组槽所构成的。所有的槽 23 和 41 的侧面形成了阵列 42 中诸立体角单元光学表面。每个立体角反光单元 44，45 的底部上形成为一等边三角形。两组槽 23 和 41 相交于诸交点 43。美国专利第 3,712,706 号(Stamm)揭示了另一个这种开槽的例子。第 4,202,600 号(Burke 等人)和第 4,243,618 号(Van Arnam)的美国专利中也援引了 Stamm 的专利中示出的三角形基底的立体角反光单元或棱镜。Burke 等人的专利中揭示了这些具有多种不同取向的小区，这样，当眼睛从至少为一最小期望值的视距外以较大的人射角观察时，能感受到一亮度均匀

的外观。

传统的反光立体角单元的阵列是由一单一型的配对，也就是旋转  $180^\circ$  后所得的几何对称的立体角反光单元构成的。这些相配的对一般相在一共同的参考平面上的高度相同。图 6 中形状相配的一对立体角反光单元 44，45 正是这种相配对的一个实例。美国专利第 3,712,706 号(Stamm)、美国专利第 4,588,258 号(Hoorman)、美国专利第 1,591,572 号(Stimson)和美国专利第 2,310,790 号(Jungersen)中所示的正是关于传统的阵列的这种基本的配对概念的其他实例。美国专利第 5,122,902 号(Benson)中揭示了另一对具有重合的底边的立体角反光单元的例子，但是这些底边也可相互邻近地设置或是沿着一分隔面彼此相对。

德国专利 DE42,42,264(Gubela)中揭示了另一种型式的配对的立体角单元，其中具有形成在一菱形体范围内的微-双三个一组(micro-douille triad)的结构以及两个单独的三个一组(Singletriads)的结构。在工件上通过使用 60 度的车削角和诸不经过彼此相交于一个点之磨削方向而形成这种结构，并使只在两个方向上具有一共同的交点。

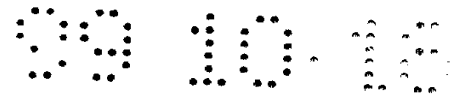
如图 7 所示，上述诸立体角反光单元阵列包括诸非倾斜的立体单元，它们具有单独的、垂直于一基面 48 的对称轴线 46，47。该对称轴线是一中心轴线或光学轴线，它是由单元的诸侧面所构成的内角或两面角的三等分线。然而，在一些实际应用的情况下，将配对的立体角反光单元的两对称轴线倾斜地设置成不垂直于基面是很有利的。由倾斜的立体角单元结合而成的阵列能在入射角范围很大时反射光线。如图 8 和图 9 所示，美国专利第 4,588,258 号(Hoopman)中揭示了上述情况。Hoopman 发明的结构具有三组平行

的 V 形槽 49, 50, 51, 它们互相交错以在阵列 55 中形成配对的倾斜立体角单元 53, 54。所有槽 49, 50, 51 的两侧均形成了阵列 55 中诸立体角单元光学表面。

图 9 说明了立体角单元 53 的对称轴线 57, 以及立体角单元 54 的对称轴线 58。这两根轴线相对垂直于基面 63 或单元前表面的那一根线 60 所倾斜的角度为  $\phi$ 。所述基面通常与一包括诸立体角单元阵列的片材的前表面共面或平行。立体角单元 53 和 54 是几何对称的, 当围绕在基片平面内的一轴线旋转时, 所述单元展现出相对入射角的对称的反光特性, 而且具有互不平行的诸对称轴线。入射角通常为射入前表面的光线和线 60 所成的夹角。

倾斜可以是向前的也可以是向后的。Hoopman 的专利所揭示的结构中, 折射率为 1.5, 倾斜度为  $13^\circ$ 。Hoopman 还揭示了一种倾斜角为  $9.736^\circ$  的立方体。这种几何形状代表了开槽刀具不破坏诸立体光学面情况下传统阵列中立方体的最大前倾角。当刀具削除相邻两单元的边缘部分时, 所述的破坏通常发生在第三槽的形成过程中。例如, 如图 8 所示, 为了使前倾角超过  $9.736^\circ$ , 立体边 65 先由两个槽 49, 50 形成, 然而可能在形成主槽 51 时被切割掉。而美国专利第 2,310,790 号(Jungersen)却揭示了一种倾斜方向与 Hoopman 的专利中相反的结构。

对这些传统的阵列而言, 可用实际的反光表面积所占的百分比, 也就是所包含的有效面积或有效孔径, 来方便地限定其光学性能。有效孔径率(percent active aperture)是倾斜量、折射率以及入射角的函数。例如, 图 10 中的阴影小区 68 正是表示了阵列 42 中单个立体角反射单元的有效孔径。图 10 中所示的有效孔径是一尺寸和形状都均匀的六边形。该等边的基角为  $60^\circ - 60^\circ - 60^\circ$  的

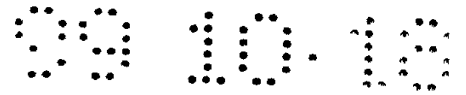


几何阵列在  $0^\circ$  入射角的条件下，其有效孔径率约为 67%，这对于传统的三槽组阵列而言可能是一最大值。

在零度入射角的情况下，传统的阵列至多有两个尺寸差不多但形状不同的孔径。这是因为传统的立体角单元只有单一型式几何对称的配对的缘故。虽然孔径的形状受倾斜度的影响，但传统倾斜的立体角单元的阵列仍呈现出类似的趋向。

如美国专利第 5,171,624 号(Walter)中所揭示的，从传统的接近正交的立体角阵列中的有效孔径衍射而来的光线在能量分布图案或称发散轮廓会产生不希望的偏差。这是因为在传统的阵列中所有有效孔径的尺寸几乎相同，因而在反光过程中的衍射程度也大致相同。

一些传统的立体角阵列在制造过程中还另受到一些光学上的限制，这些限制可能源于倾斜设计或其它的一些设计特征，以在一定的情况下需要非常特殊的性能。美国专利第 4,349,598 号(White)揭示的是这种结构的一个例子。图 11 和图 12 分别从侧面和平面示出了 White 发明中的极度倾削的情况，它和传统立体单元设计的一个几何局限相关。在这种设计中，立方体的结构 73 来自于一对分别具有对称轴线 77，78 的立体角单元 74，75。立体角单元 74，75 均向后斜削到在此其基底三角形消失了的点，因而便产生了两个垂直的光学表面 79，80。这种情况发生在立体角顶点 81，82 位于底边 83，84 正上方而且基底的三角形合成为一矩形。只需用具有相对切割面的刀具切割出两组槽便可在一基片上产生这种立方角结构。其中一个槽组具有 V 形切口 85，而另一槽组具有一如沟槽 86 的矩形切口。在阵列 73 中，所有的槽 85，86 的两侧都形成了立体角单元的光学表面。在 White 的设计中，成对的立体角反射



单元经过特殊的布置，以便能在一较大的人射角时具有一大的有效孔径。

美国专利第 4,895,428 号(Nelson 等人)揭示了一种对传统的立体角阵列以及对 White 的设计的进一步的改进型式。侧视图 13 和平面图 14 所示出的 Nelson 等人的立体结构 87 是通过减小 White 设计中单元 73 的长度以及通过去除立体单元的垂直光学面 79, 80 之一而获得的。和 White 的设计一样, Nelson 等人结构的制造也只需要两个槽组 88, 89。所有的槽 88 的两侧面都用来形成阵列 87 中的诸立体角单元光学表面。Nelson 结构也必须具有至少一个垂直的反光面。通过将用于形成 White 结构中方形沟槽的刀具换成一偏刀即可完成这一结构。Nelson 等人所用的刀具中, 用刀具的后面形成了一非反光的表面 90, 而用刀具的垂直面形成了一反光的垂直面 92。

通过使用以下所述的非对称型立体角反光单元结构和制造方法可以克服传统的立体角反光单元存在的结构上和光学上的局限。使用这种新型的非对称型立体角反光单元的结构和制造方法允许有多种形状的立体角单元。例如, 在一单个阵列中的立体单元可容易地制成具有不同的高度和非垂直光学表面的隆起的、非连续型几何结构。非垂直型的立体表面更容易金属化、加工以及复制。使用非对称的方法和结构还可以制造出具有适应性很强的非对称光学性能的立体单元。例如, 对包括零度在内的很多人射角而言, 非对称型结构要优于传统的结构, 其或者提高了有效孔径率, 或者改进了发散形状, 或是两者兼而有之。非对称的制造技术还加强了光学性能, 这是因为间隔很近地互相混杂、具有不同有效孔径形状和尺寸的立体单元造成的。无论是在白天还是在夜晚进行观察, 都能

在一很大的观察距离范围内观察到非对称阵列的更为均匀的外观。非对称型立体角单元的这些优点进一步加强了具有这些单元的制品的使用性。这样的制品包括例如交通控制材料、汽车的反光标记、光电传感器、直接的反射器、以及用于人或动物的反光类服装等。

用成对立体单元形成的传统阵列中的一半单元在一特定入射角下很少能有效地反光。非对称型立体单元并不是从这种简单的立体单元的配对或是该传统的成对立体单元的变型所获得的。所以，非对称的阵列能在传统的阵列无法光学有效的小区内布设光学有效的立体单元。

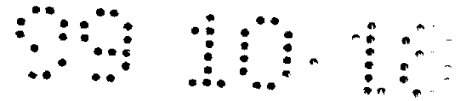
使用非对称型立体单元的制品无需如传统一些立体角单元那样在每个立体角单元中至少有一个垂直的光学面。由于这样节省了制造垂直光学面的劳力和成本，因而带来很大的好处。

非对称型的立体角阵列可以是简单的或是复合的构造。制造出非对称型立体角单元靠模阵列及其多代的复制品将带来各种适用性极强的光学性能并且节约成本。这些和其它一些优点将在下文中更为详细地描述。

一适于形成本发明的反光表面的基片可以是任何适于形成直接可机加工的槽或槽组的材料。合适的材料应该是在机加工成形时光整而无毛刺的，其塑性较低，颗粒度较低，而且在槽形成后能保持尺寸的精确性。所述的材料可以用可机加工的塑料或金属。合适塑料包括诸如丙烯酸之类的热塑性或热固性材料。合适的金属包括铝、黄铜、镍和铜。有色金属是较佳的材料。较佳的机加工材料还应该能使槽的形成过程中刀具的磨损减至最小。

图 15 揭示了一种制造可直接机加工的非对称型立体角单元阵

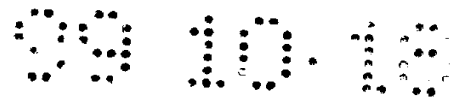




列的靠模的方法。一可直接机加工的基片 100 上有多条布置在两个非平行的组内的平行槽，所述非平行组的槽之间的间距可变。所述的诸槽是用刀具穿过基片 100 上的单个或多个通道形成的。每个槽最好是用这样一种刀具来形成，即，该刀具仅有一用来切割出非垂直的光学表面的单侧构造，而且在形成每个槽的过程中，其相对于基片的取向基本保持不变。每个槽形成了可由光学的或非光学的诸立体角单元组成的多种几何结构的诸侧面。

更具体地说，制造一非对称型立体角单元阵列的方法包括：在基片 100 内沿一第一通道切割出平行槽 106 的第一组槽 104。接着，沿基片 100 的一第二通道直接机加工出平行槽 108 的第二组槽 107。对第一和第二槽组(也被称作次级槽或次级槽组)进行加工可以形成多个菱形的或钻石形的局部副立体单元(partial cube sub-element)109，为了易于辨识，用加深的阴影线示出了这样一个单元。如图 15，17 和 19 所示，每个局部副立体单元包括两个正交的光学面 110。较佳的是，槽 106 和 108 中只有一个侧面形成为局部副立体单元 109 上的正交面。诸次级槽在点 114 位置上相交。在这一点上，非对称阵列可以和传统的阵列作比较，这可以参照比较相类似的视图 1 和 15，2 和 19，3 和 17，以及 5 和 18。次级槽形成之后，可沿基片 100 内的一第三通道切割出一第三或称主槽组。图 18 中的虚线示出了一和次级槽组 106 和 108 相交错的代表性的主槽 116。下文将结合图 20 中所示的槽组 128 和(诸)槽 130 来详细描述这样的(诸)主槽。

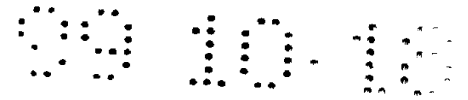
每个次级槽 106，108 最好是用图 16 中的一实例所示的一新颖的半角刀具 118 来成形。半角刀具 118 通常装在一带杆轴线 124 的杆 119 上。半角刀具 118 包括一用来在基片 100 上切割出诸反光



表面的切割面 120、以及一后面 122。后面 122 可以实际上切割基片 100，但它最好不用来切割或成形光学反光表面。尽管后角  $X$  最好是在  $0^\circ - 30^\circ$  之间，但它也可以是其它任何角度。在图 15 和图 17-23 中，后角  $X$  为  $0^\circ$ 。如图 16 所示，刀具侧面角  $Y$  是非零的，最好用来特定地形成正交的或几乎正交的立体光学表面。这样便提供了一种只具有单侧构造来切割出一立体角单元的较佳的光学表面的较佳的刀具。

如图 16 所示，半角刀具 118 一般偏离刀杆轴线 124 而装于刀杆上，并使刀具的侧面角  $Y$  和后角  $X$  不相等。在这种情况下，刀具轴线在直接机加工的过程中垂直于基片。或者，也可将半角刀具装在以刀杆轴线 124 的中心处，这时，侧面角  $Y$  等于后角  $X$ ，而在直接机加工的过程中，刀具的轴线 124 相对基片倾斜。用偏刀和直接机加工过程中相对倾斜的刀杆的这种取中间情况的组合也有利于在基片上产生所希望的槽侧面角和后角。在图 15 和图 17-23 中，次级槽 106，108 的槽侧面角是相同的。然而，也可用不同的槽侧面角，以相对于次级槽作不同的变动以便保持诸正交的或近似正交的局部副立体单元表面。

在次级槽形成之后，最好沿一基片 100 内的一第三通道切割出一至少含一个槽 130 的第三或主槽组 128。图 20 和图 21 中示出了多个附加的平行的主槽 130。第三槽组 128 是在局部副立体单元上贯穿地被切割而成的，因而(诸)主槽和局部副立体单元的正交面相交而形成了具有顶点 137，138，139 的非倾斜型立体单元 134，135 和 136。诸主槽 130 和诸次级槽可以单独的相交，也可以在次级槽的交点上相交。制造非对称型立体角单元的方法的另一种实施例是用构造类似于半角刀具 118 的至少一个刀具，以任何次序直接

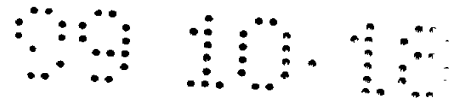


在基片 100 内加工出三个非平行的槽组。

本发明还包括这样一种反光立体角单元，它是一直接机加工出的基片的复制品，所述基片上加工了多个包括诸立体角单元的几何结构。在本发明的这一实施例中，每个立体角单元都由来自基片内每三个平行槽组中的至少一条槽所界定。至少一个槽组中的至少一条槽的仅一个侧面形成了立体角单元的光学表面。已经认识到，本发明的形成立体角单元的方法中，诸槽或槽组可以包括不同于在已有技术的制品中界定或形成的立体角单元的范围和意义。例如，在已知的制品中，刀具需要多次通过后才能形成一单个的槽。

该方法的其它实施例包括了一制品或该制品的复制品的形成方法，该方法进一步改进了反射光线图案的形状。这些实施例包括在至少一个槽组中的至少一个槽侧面角，它和由诸槽侧面所定义的单元的其它面正交所必须的角度有所区别。类似地，至少一个槽组可包括至少两个彼此不同的槽侧面角的重叠图案。开槽刀具的形状或其它技术可使至少一些立体单元的至少一个立体角单元光学面的至少一个重要的部分是弧形的。该弧形面可以是向里凹的或向外凸的。该最初由一个槽组中的一条槽所形成的弧形面，沿平行于所述槽的方向上是平的。该弧形面可是其轴线平行于所述槽的圆柱体面，或者，它也可可是沿垂直于所述槽的方向上具有可变半径的曲面。

图 20 进一步揭示了非对称型的立方体阵列 141，其中的主槽 130 不在次级槽 106，108 的交点 114 上穿过。诸主槽 130 以次级槽的交点 114 为中心等距离地间隔。阵列 141 还显示了非对称型立体角技术的另一新颖的特征。特别是，揭示出了一种用直接机加工出三组非平行、非互相交错的槽来制造一立体角制品的方法。较佳



的是，这些槽组交错的角度不超过  $90^\circ$ 。已经认识到，一定的加工误差会无意中导致槽和相交点分开。然而，本发明涉及了有意识的而且真正的分开。例如，第三槽组中的至少一条槽与另两个槽组中的诸槽的交点之间的间距大于约  $0.01\text{mm}$  的话，便能体现这一特征的好处。然而，这一精确的最小间距要取决于特殊的刀具、基片、加工控制及所求的需要的光学特性。

非互交的诸组槽能产生具有不同有效孔径尺寸和形状的单个立体角单元。甚至可以用一互交和非互交的诸组槽的组合所产生的诸立体角来形成阵列。控制诸槽组的位置可在一所需的人射角范围内产生最大的总光线反射。还有，至少一个槽组的诸槽之间的距离可不等于至少另一个槽组中诸槽之间的距离。还可能在基片上以重复的方式机加工出至少一组平行槽，该槽组中诸槽之间的间距可在加工该槽组的每条槽时随意改变。再有，任一槽中的一部分的深度可以加工得和至少一个其它槽的深度不同。

图 21 和图 22 说明了在基片 100 上直接机加工出一槽的过程中形成的诸立方体表面。槽 108 是通过在诸多立体角单元上机加工出的诸表面 147 形成的，槽 106 由诸加工面 150 形成，而槽 130 由诸加工面 153 形成。图 20-22 示出了(诸)刀具是如何用本发明的方法同时形成一个以上光学表面的。图 21 示出了多个光学表面，其中，立方体顶点 137，138，139 分别位于一共同的参考面 154 上方为不同的高度之处。非对称立体角单元阵列最好是由至少三组平行槽形成，其中至少一组槽中的至少一条槽的仅一侧面组成为诸立体角单元光学表面。

图 23 是图 22 所示非对称型反光立体角单元阵列 141 的一部分的平面图，其中的阴影小区 155，156，157 代表三个互相混杂、

互相接近、而且分别对应立方体单元 134、135 和 136 的不同的有效孔径。传统的、非倾斜型、具有一等边基底三角形(equilateral base triangle)的立体角单元阵列在  $0^\circ$  入射角时的最大有效孔径率仅约 67%。然而，与图 22 和图 23 所示相类似的非倾斜型不对称立体角单元阵列在  $0^\circ$  入射角时的有效孔径率大于 70%，甚至可高至约 92%。

图 15 和图 17-23 揭示了一种用后角  $X$  为零度的半角刀具 118 制造的阵列。该刀具的轴线 124 在直接机加工的过程中垂直于基片。非零度的后角  $X$  被用来加工图 24 中的阵列 158 以及产生非垂直的不反光的后面 160。非对称阵列的制造方法赋予了后角选择的灵活性，可控制地选择使后角增大而造成的有效孔径率的损失。再者，非垂直的后面 160 对制造过程很有帮助，而且也无需因垂直面的互锁而将复制品机械地分离。

图 25 中示出了有效孔径形成时后角的作用，图中的阴影小区 155，161，162 表明在  $0^\circ$  入射角时的不同的有效孔径。这一非倾斜型的几何结构具有  $3^\circ$  的后角，在使用非对称型立方体设计的情况下，有效孔径率可能达到 84%。另外，多种不同尺寸的孔径在阵列 158 中是互相混杂的而且靠得非常近。该非对称型阵列的例子突出点在于它至少具有一重要的、与传统阵列不同的特征。本发明的非对称型阵列允许制造出不反光的近似垂直的光学面。这便使得立体角单元的生产更具灵活性，能生产出非常适合于特殊需求的立体角单元设计产品。

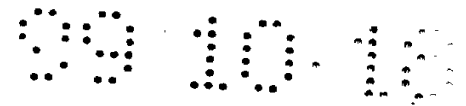
图 26 和图 27 说明了一具有向前倾斜  $21.78^\circ$  的对称轴线的非对称型阵列 165。这个前倾数量超过了传统的立方体阵列的  $9.736^\circ$  的限值。每个主槽 167 均具有一  $4^\circ$  的后角，而每个次级槽 169，

170 均具有一  $20^\circ$  的后角。诸次级槽交点 171 之间有一间距  $D_1$ 。诸主槽 167 等距离的间隔开，其间距也是  $D_1$ ，而且离每个相邻的交点 171 有  $0.155D_1$  的间距。该种图案设计重复出现在其它局部副立体单元的设计中。在图 26 的阵列中有分别表示为 172，173，174 的三种不同类型的立体单元。三面体 177 是一个用非对称型立体单元的技术制造的结构实例，由于其三个面不是正交的，因而无反光的作用。

图 27 示出了具有多种不同尺寸和形状的有效孔径 184，185，186，它们互相混杂而且彼此靠得非常近，并且分别对应于立体单元 172，173，174，此时入射角为  $60^\circ$ ，折射率为 1.59。在这些条件下，阵列 165 的总有效孔径率约为 59%。这种设计对那些需要大入射角和高亮度的使用场合，例如人行道标记、公路分隔标记、隔离栏之类是很有益的。

图 28 和 29 是倾斜型非对称阵列 165 的侧面剖视图。图 28 示出了一具有对称轴线 188 的立体单元 172。图 29 示出了分别具有对称轴线 189 和 190 的立体单元 173，174。尽管每个反光立体单元 172，173，174 的形状不同，但它们的对称轴线 188，189，190 却基本平行。图 29 说明了一光线 187 以  $60^\circ$  的入射角进入阵列 165 的光路。

倾斜型非对称立方体设计中的这种新颖的入射角特性 (entrance angularity performance) 部分地源于每个非对称阵列中的不同类型的诸立体角单元具有共同的对称轴线的取向。这和传统的倾斜型立方体设计的非平行对称轴线的情况正相反。所以，本发明的另一实施例包括了这样一种制品，它由一可机加工的基片构造而成，所述基片上具有多个包括在基片上的多条槽之间的诸反光立体



角单元的直接机加工出的几何结构。每条槽都和其它槽相交成除 90° 以外的角度，每个立体角单元的对称轴线均和其它单元的对称轴线基本平行。每个立体角单元的斜削角最好是在向后 35° 和向前 54° 之间。本发明可制得该制品的包括多代复制品的反光复制品，这些复制品具有和由基片机加工而成的靠模制品(master article)相同的发明特征，因而所有复制品和靠模制品都在本发明的范围之内。

本发明可将多种先前未知的新颖结构组合起来，在有关反光立体角单元的设计和制造的已有技术中是不可能的。图 30 和图 31 分别是非对称型立体单元阵列 191 的平面图和侧视图。阵列 191 包括多个由以 82°，82° 和 16° 的夹角相交的主槽和次级槽形成的立体角单元。诸主槽在阵列 191 内是等距离间隔的，其中一些主槽和次级槽相交于交点 194 处。在该实施例中，主槽 195 的后角为 30°，而次级槽 196，197 的后角为 3°。该实施例中形成了多个不同的反光立体角单元 198，199，200，201，202，203 和 204，这些单元的相对高度都是不同的，并且各具有三或四个侧面。用已有的制造技术绝对是不可能具有这些特征的。

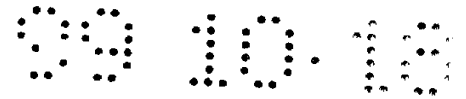
当光线 208 以 60° 的入射角进入材料折射率为 1.59 的阵列 191 时，阵列显示出如图 32 所示的一例外的 63% 的有效孔径率。这一有效孔径率代表了多个具不同尺寸和形状的孔径 212，213，214，215，216，217 和 218 的组合光学特性，所述的孔径互相混杂而且靠得非常近，并且对应于反光立体角单元 198，199，200，201，202，203 和 204。阵列 191 也对那些在大入射角条件下需要有高亮度的场合，例如人行道标记、公路分隔标记、隔离栏之类是很有益的。

如上所述，用非对称的制造方法可以克服很多传统的立体角单元的设计中的缺陷。在一些非对称的设计中，在一单一阵列的多种立体单元的一部分中可出现具有有一些传统几何结构的立体面。然而，用非对称的方法和结构不会受到传统的立体单元之形状和性能上的通常的局限性所限制。

非对称的立方体设计的另一优点是在阵列的一个方向上获得了改善的入射角特性。这种设计特别适于在一希望的入射角时提供峰值光反射(peak light return)。图 33 是示出了图 26 中所示材料折射率为 1.59 的非对称型反光立体角单元阵列的百分有效面积/有效孔径率与入射角的关系的曲线图 228。非对称单元的基于入射角的光学性能能达到以前立体角单元设计和使用领域不可能达到的效益和优点。所以，本发明的另一实施例包括了这样一个反光制品或复制品，当该制品在绕着被机加工的基片所在的平面内的一轴线旋转时能显示出不对称的入射角性质。较佳的是，该制品是通过直接机加工一基片以在三个不平行的槽组之间形成诸立体角单元。

图 34 进一步说明了这种新型制品的非对称的光学性能。在图 34 中，用百分有效面积 / 有效孔径率与入射角之间的关系曲线表示了该制品的光学性能，其中示出了折射率均为 1.59 的传统的设计以及非对称的设计。线 232 表示图 8 所示的一传统的  $55^\circ - 55^\circ - 70^\circ$  的几何阵列的特性；线 235 表示图 6 所示的一传统的  $60^\circ - 60^\circ - 60^\circ$  的非倾斜型几何阵列。与之相对比的是，线 244 表示的是图 24 所示的非倾斜型不对称阵列。通过将传统的数据线 232 和 235 与本发明的非对称型数据线 244 作对比可以看出，用一非对称的结构可以达到较高的有效孔径率(active aperture percent)。非对称阵列在大约  $25^\circ$  入射角时超过了传统阵列的有效孔径率。





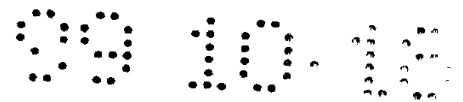
这一非对称的几何结构特别有益于用在那些需求相当总反射光的反光片的场合，例如交通控制材料、汽车的反光标记、光电传感器、内照明信号以及反光类服装等。非对称的技术的加强了的光学性能和设计的灵活性直接改善了产品的性能和销售前景。

反光片的总反射光是有效孔径率及反射光强度的乘积。尽管立体几何结构的一些组合情况中的有效孔径率较高，但入射角、折射率、以及光强度的减弱都会导致总反射光相对变弱。取决于反射光的全内反射的反光立体角单元的阵列就是一个实例。如果在一个立体面上超过了全内反射的临界角，那么光强便会大大削弱。这种情况下，在阵列的一部分上使用金属的或其它反光涂层将会是很有利的。这里所谈到的一部分可以是阵列的一部分或全部。

取决于全内反射的非对称型立体角单元阵列的结构是这样的，即，对所有立体单元同时发生全内反射被破坏。这与传统的阵列不同，传统的阵列是基于配对的立体单元，其中只有一半具有已给定的几何形状、入射角和折射率的立体单元的全内反射被破坏。所以，取决于全内反射的非对称立体角单元阵列在用于例如航海通道标记以及被迫降用的机场跑道标记场合中采用的方向反光器是有利的。

复合倾斜这种技术就是组合几个具有不同取向的立体角单元的小区。该技术和传统的阵列相结合，使得片材无论何种取向都能在大入射角的条件下获得均匀的视感。然而，利用复合倾斜可对非对称阵列以及包含非三角形基底的棱柱形立体角阵列(anays comprising non-triangear based cube corner prisms)进行进一步的变形。

参见图 35，其中的复合阵列 252 包括几个如图 26 所示的非对

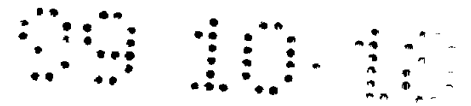


称阵列 165 小区。每个小区 165 的尺寸和形状都类似，但每一小区的取向相对于邻接的小区差  $180^\circ$ 。图 36 示出了这种特殊的复合倾斜布置对有效孔径率的作用。数据线 228 代表阵列 165 的有效孔径率对入射角的情况。作比较用的数据线 260 表示了复合阵列 252 在最宽的人射角范围内相对于不同的入射角能保持基本恒定的有效孔径率。在一复合阵列内的多个小区 165 的组合光学效应对于那些在很大入射角范围内需要一大致恒定的亮度的场合是很有用的。数据线 260 还说明了当围绕一在复合阵列的平面内的轴线旋转时，非对称型立体角单元的诸复合倾斜小区能提供一对称的入射角性质。

诸非对称阵列的小区可以具有不同的尺寸，相对于邻近的小区其取向可以是相差  $180^\circ$  以外的任何角度。各小区的尺寸可根据特定的需要来选择。例如，在应用于交通控制时，需要足够小的小区，以致在最小的所需观察距离上无法用肉眼加以分辨。这便为复合阵列提供了一致的视感。或者，对于航道标记或方向反射器，则需要足够大的小区，大到它们在最大的所需观察距离上也能很容易地用肉眼加以分辨。

图 37 是本发明一实施例的侧视图。该视图示出了一个和图 21 中所示阵列 141 相类似的一非对称阵列 264 的一部分，但本发明的该实施例也可以用于其它的阵列设置方案。图 37 进一步说明了在一共同的参照平面上设置诸高度不同的几何结构的这种非对称制造方法的好处。这些结构包括单独的反光立体角单元 268，269、非反光锥体、截头锥体、柱体 282、或位于共同参照平面 274 之上的其它结构。

从原始基片上加工出来的立方体顶点 271，272 或其它特征可



以受到切削以用于特殊的用途。可以用各种不同的技术来进行切削，例如，对切割槽的深度加以控制，或者在主槽和次级槽形成之后再进一步切削基片材料。

直接机加工的反光立体角制品经常设计成具有一复盖在反光制品上的密封膜，以将一低折射率材料(例如空气)保持在靠近诸反光单元处，从而改善其光学性能。在传统的阵列中这种介质经常与立体角单元直接接触以减弱总的光反射。然而，用本发明的这种新颖构造，一密封介质 280 可放在阵列的最高表面 283 上而不接触因而也不减弱较低处的反光立体角单元的光学性能。最高表面可包括立体角单元、非反光的棱锥体、截头锥体、柱体或其它结构。在图 37 中，最高表面 283 已被削平。虽然由于加工误差或非正交性的故意诱导会导致槽的位置或立体角单元的夹角的稍微的不均匀性会使高度略有变化，但是这些变化并非类似于揭示和讲授在本发明中的变化。对于一使用密封介质的阵列来说，诸切削平面可用来将介质保持在立体角单元的上方并增加片材的透光性。可以通过用一种透明的或局部透明的密封介质来增加片材的透光性。

图 38 是本发明另一实施例的侧视图。该视图示出了和图 37 中所示阵列 264 的一部分相类似的一非对称阵列 285，而图中有一分隔面 288。几何结构 295，296 的侧面 292，293 形成了分隔面的界边 299，300。所述侧面可以是立体角单元的光学表面或者是后面。当横剖分隔面 288 时，它具有平的或弯曲的部分。

分隔面可以被有利地用于增强光在包括柔性片材的、利用非对称反光立体角单元的片材之透光性或透明度。例如，这对于通常用注塑的方法模制出来的汽车信号灯反射器之类的制品特别有用。在图 38 所示的实施例中，分隔面是和最高面 283 的削平面相结合，

但也可以将这两个特征单独地加以利用。分隔面 288 可以用一个具有平或弯形刀头的刀具来成形，或者也可以在立体角单元阵列的靠模之复制品上进一步地去除材料而形成。

用于本发明的反光制品或片材的适当材料最好是透明材料，它们的尺寸稳定、耐用性好、经得起气候变化，并且易于复制成所需的形状。适合的材料例如包括：玻璃；折射率大约为 1.5 的丙烯酸树脂，诸如由 Rohm and Haas 公司制造的 PLEXIGLAS 牌树脂；折射率大约为 1.59 的聚碳酸酯；如美国专利第 4,576,850 号和 4,668,558 号中所揭示的活性材料；诸如市售的 E.I.Dupont de Nemours and Co., Inc.制造的 SURLYN 牌的离子键聚乙烯；聚酯，聚氨酯；和醋酸-丁酸纤维素。聚碳酸酯是尤其适合的，这是由于它具有刚度和较高的折射率，因而通常可在一个较宽的人射角范围中改善反光性能。这些材料也可包括染料、着色剂、颜料、UV 稳定剂，或其它添加剂。材料的透明度可保证分离或削平表面使光线通过制品或片材的那些部分。

削平的和/或分离表面的共用不会削弱制品的反光性能，反而会局部地提高整个制品的透明度。在一些需要局部透明材料的应用中，制品的低折射率将改善透过制品的光的范围。在这些应用中，增加透光性的丙烯酸树脂(折射率大约为 1.5)是较佳的。

在完全反光的制品中，具有高折射率的材料是最可取的。在这些应用中，诸如用折射率大约为 1.59 的聚碳酸酯材料来增大材料和空气折射率之间的差别，从而提高反光性能。聚碳酸酯是因其温度稳定性和冲击强度一般也为人们所优取。

图 39 和图 40 示出了一包括多个立体角单元的非对称阵列 305，其中的每个立体角单元都是通过主槽和次级槽以  $74^\circ$ ， $74^\circ$

和  $32^\circ$  的夹角互相交错而成的。每条主槽 308 的后角为  $30^\circ$ ，而每条次级槽 309，310 的后角为  $3^\circ$ 。次级槽的诸交点 313 之间的间距为  $D_2$ 。三个主槽在局部副立体单元上位于和次级槽交点 313 相隔为  $0.20D_1$ ， $0.55D_1$ ， $0.83D_1$  距离的位置。该图案在其它一些局部副立体单元中有重复。

在图 39 中有六个不同的立体单元型式，分别由数字 316，317，318，319，320 和 321 表示。由于三面体 325，326 的三个面不是正交的，故它们是不反光的结构。图 40 示出了在  $60^\circ$  入射角和 1.59 的折射率条件下的六个有效孔径 329，330，331，332，333 和 334，它们互相混杂而且彼此靠得非常近，并且分别和立体单元 316 到 321 相对应阵列 305 的有效孔径率大约为 63%。不管是平行还是垂直于主槽，甚至于在  $60^\circ$  的入射角情况下，该设计中的有效孔径形状都大致相等。这些大致环形的孔径形状所产生的光反射图案也是相对环形的，不会由于衍射而有很大的扭曲。与此相反，用于高入射角、高亮度场合的传统的阵列中所显示的加长的孔径形状将会大大扭曲光反射的图案。非对称阵列 305 特别适用于需要在大人射角下有高亮度的场合，例如人行道或航道标记、公路分离标记、隔离栏以及类似物。

对于本技术领域的熟练人员来说，不脱离本发明的范围和精神的各种变化和改变将是显而易见的。

# 说明书附图

图 1

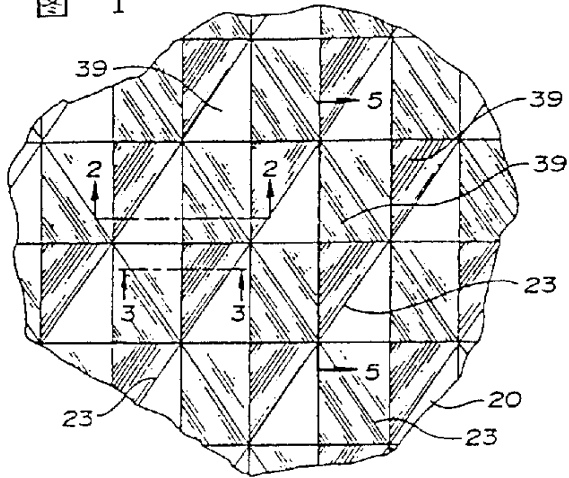


图 4

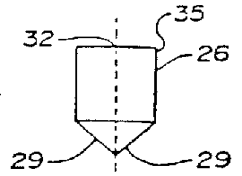


图 5

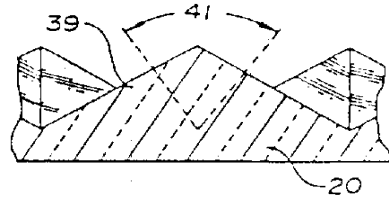


图 2

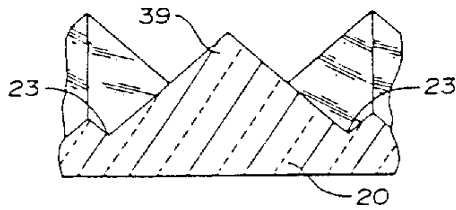


图 3

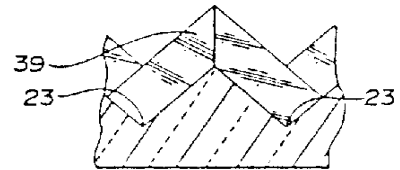


图 6

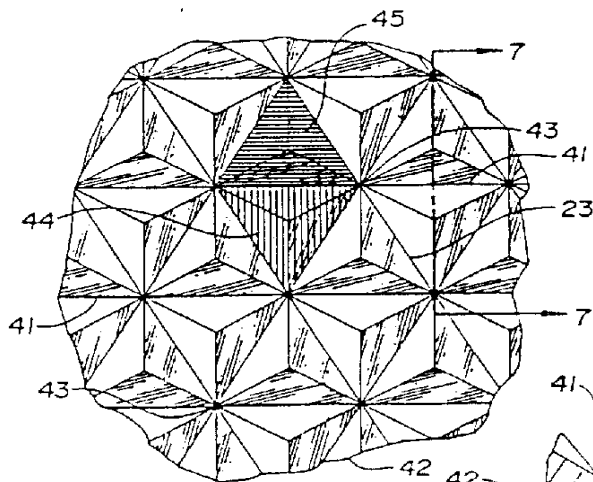
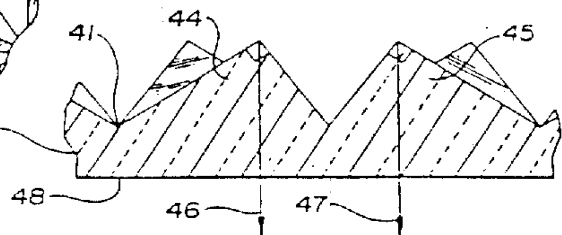


图 7



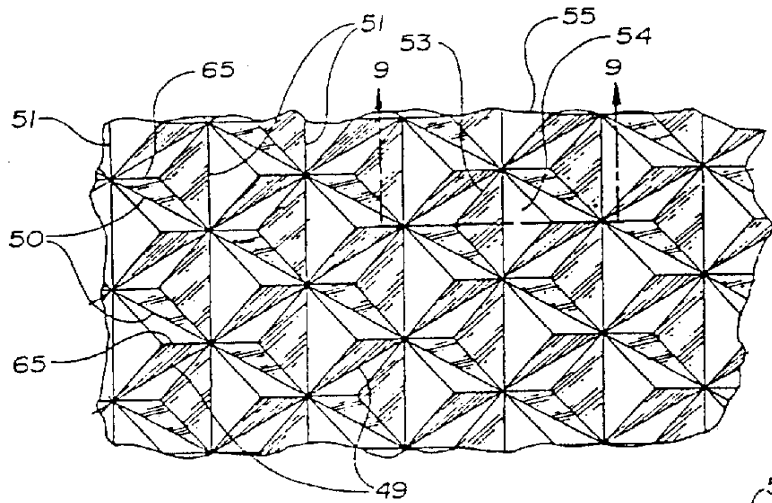


图 8

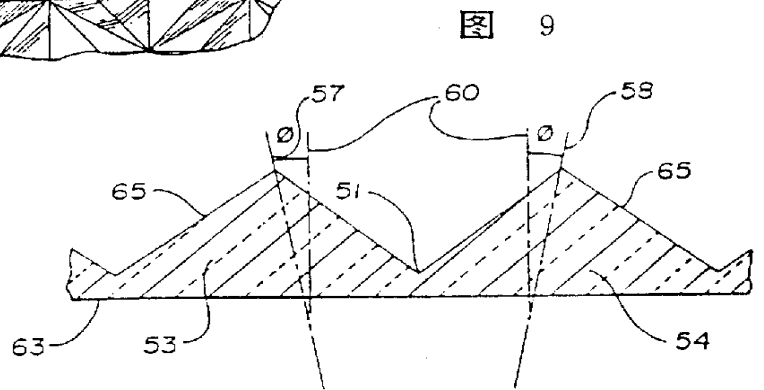


图 9

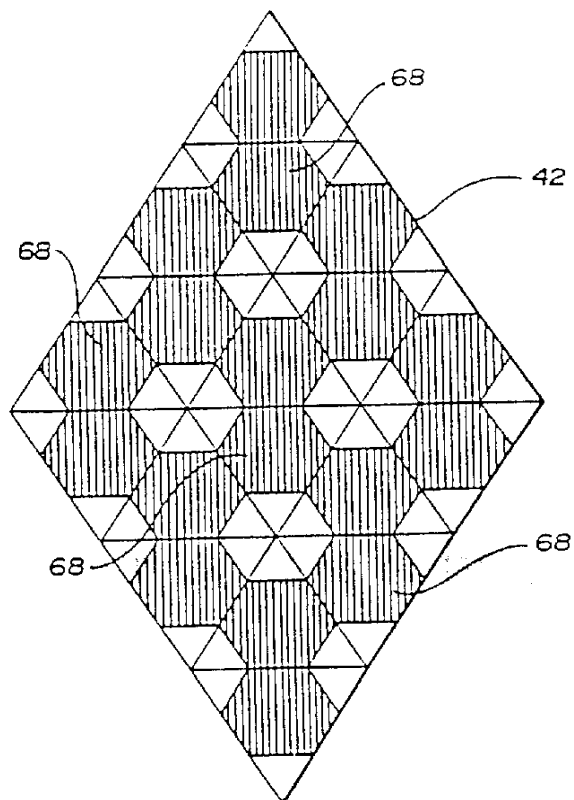


图 10

图 12

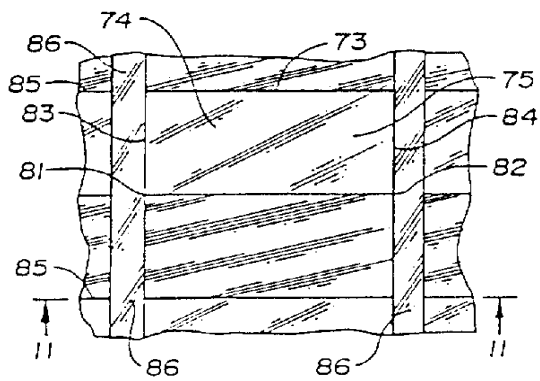


图 11

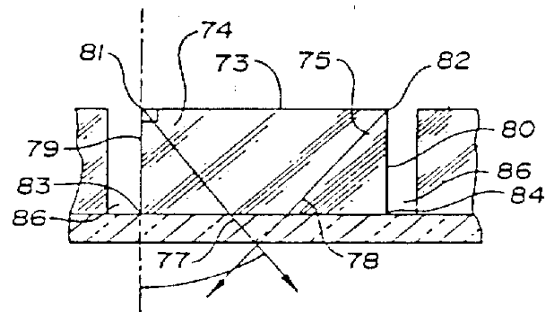


图 14

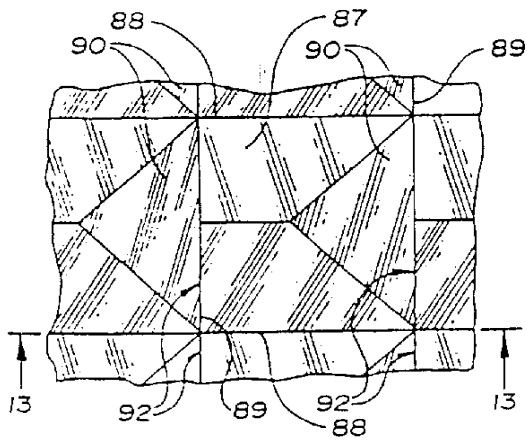
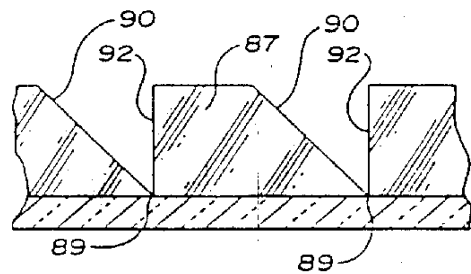


图 13





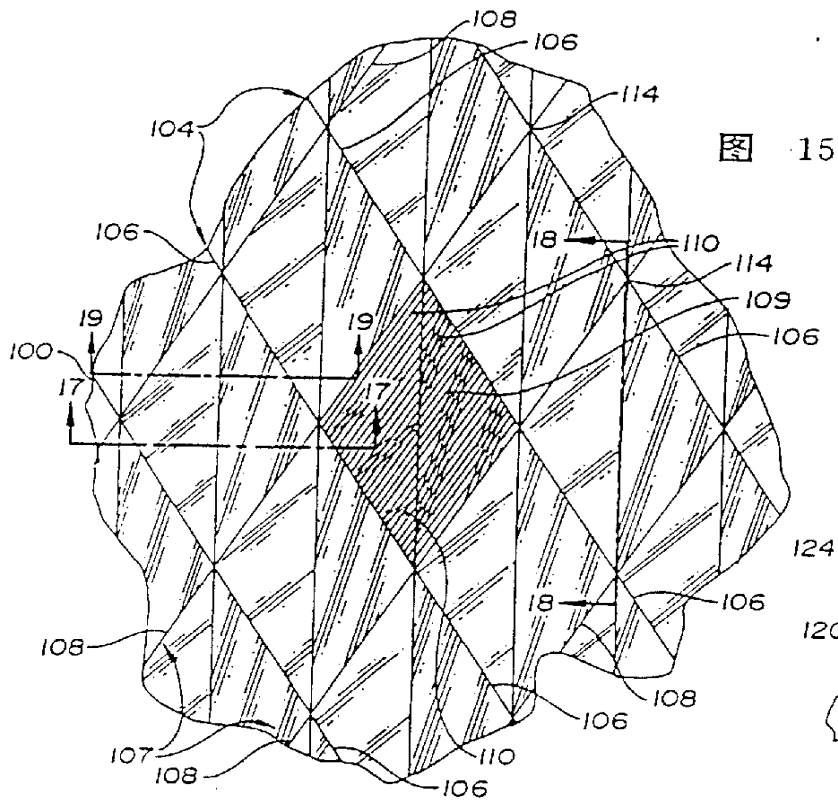


图 15

图 16

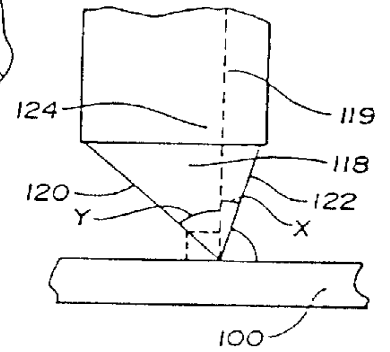


图 19

图 17

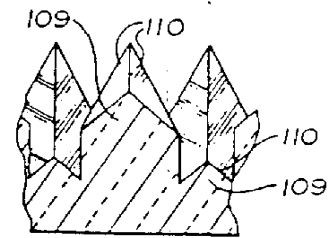
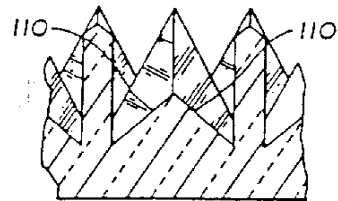
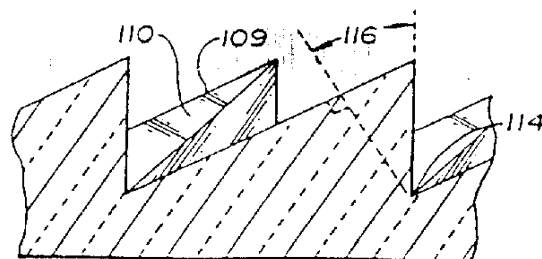
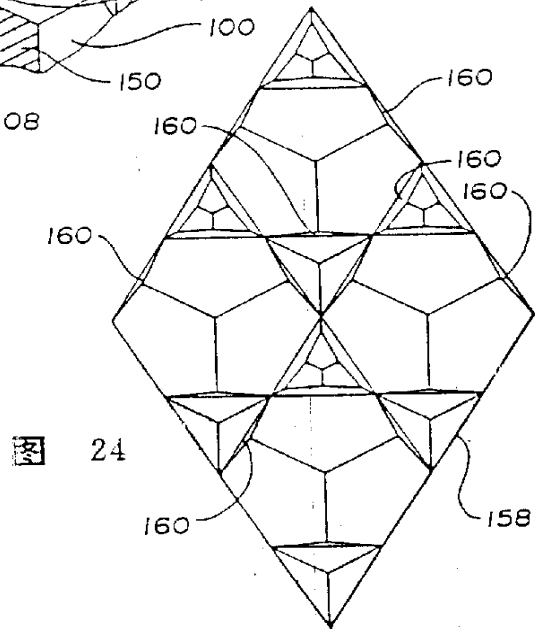
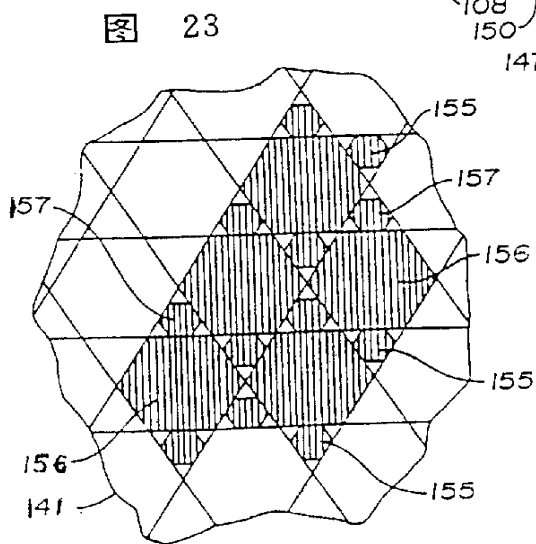
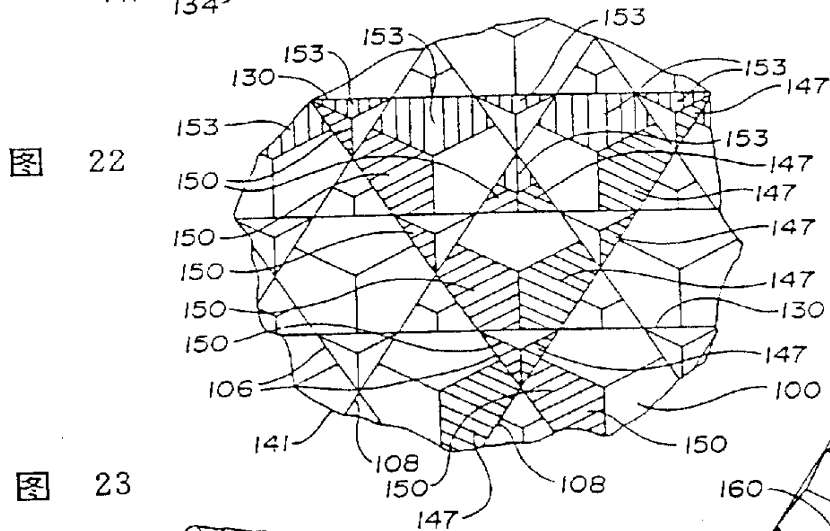
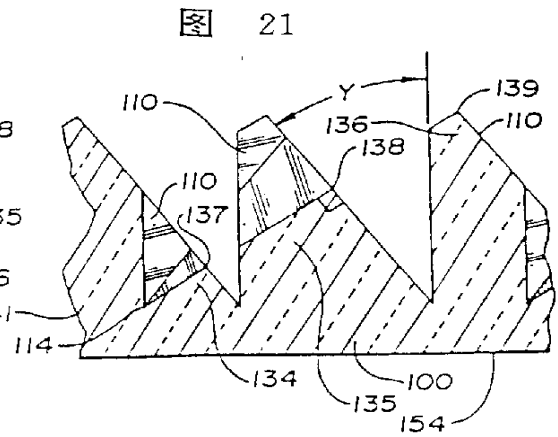
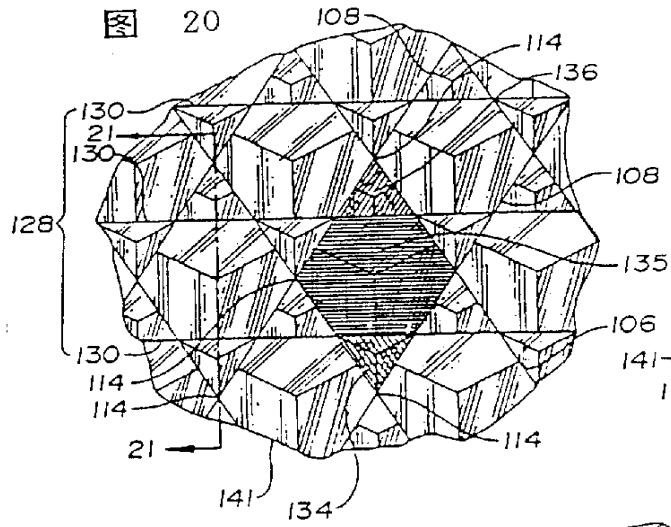
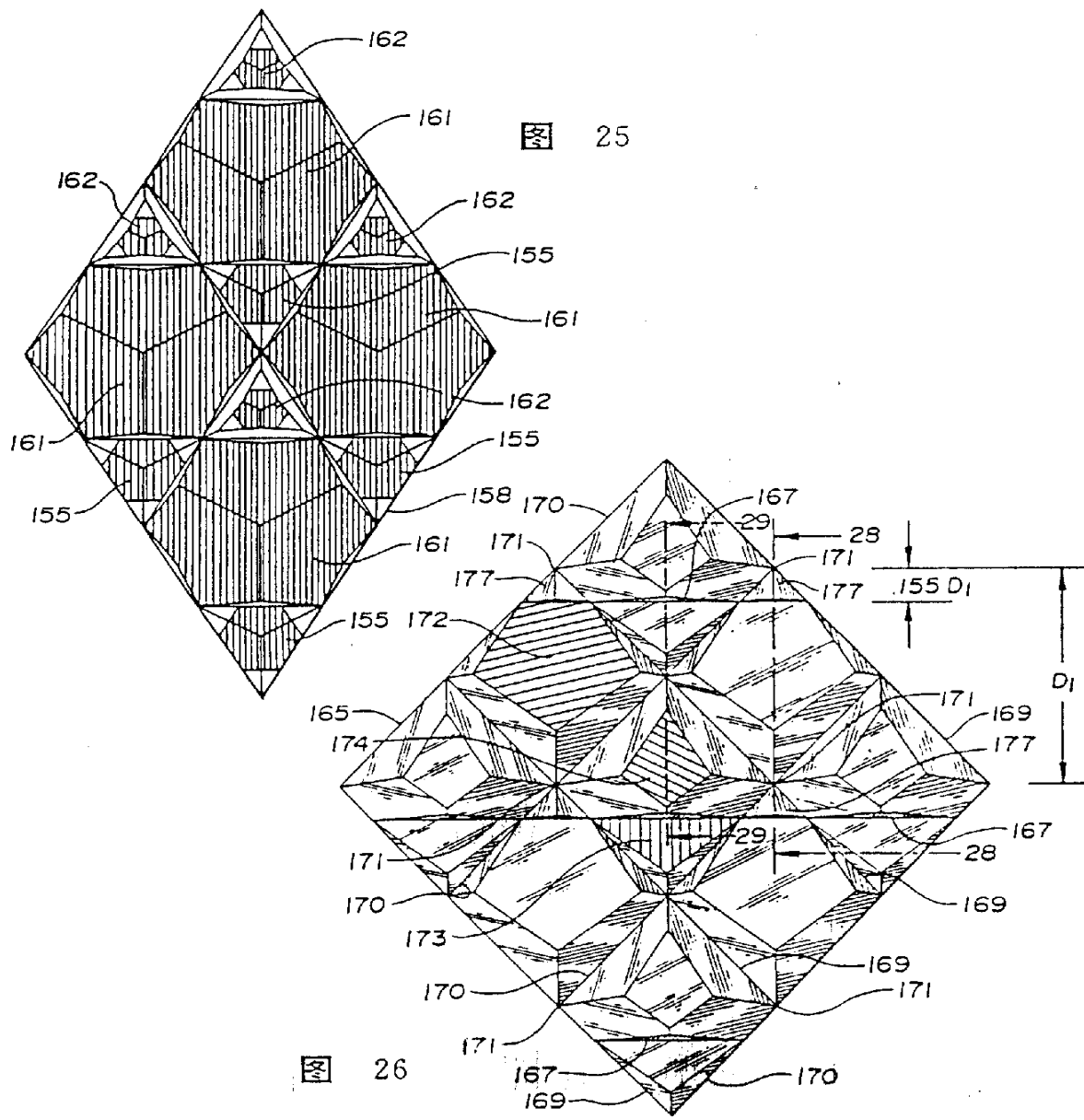


图 18







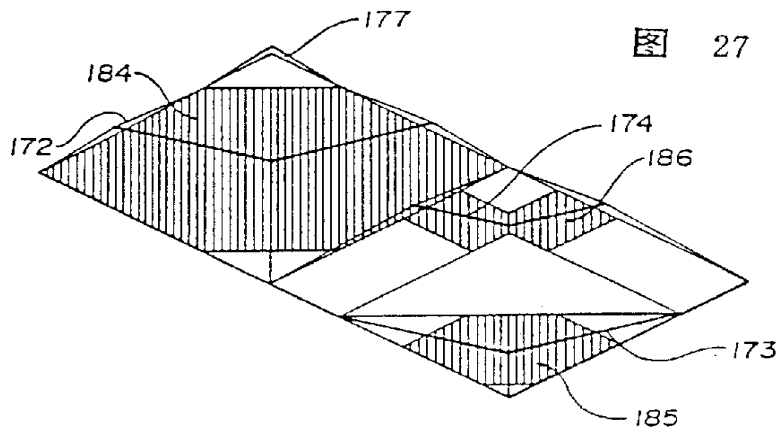


图 27

图 28

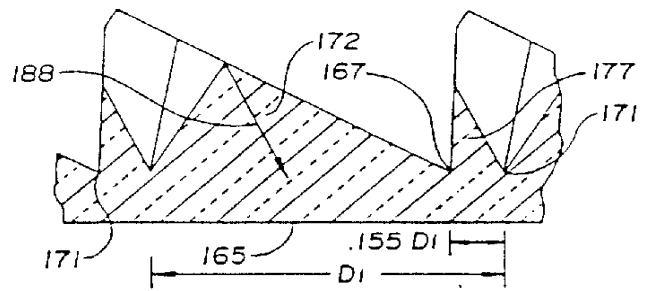
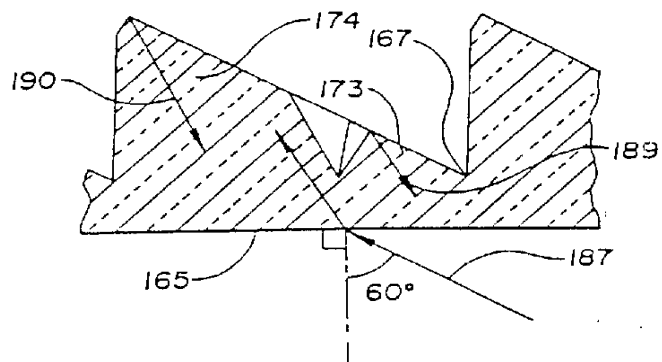


图 29



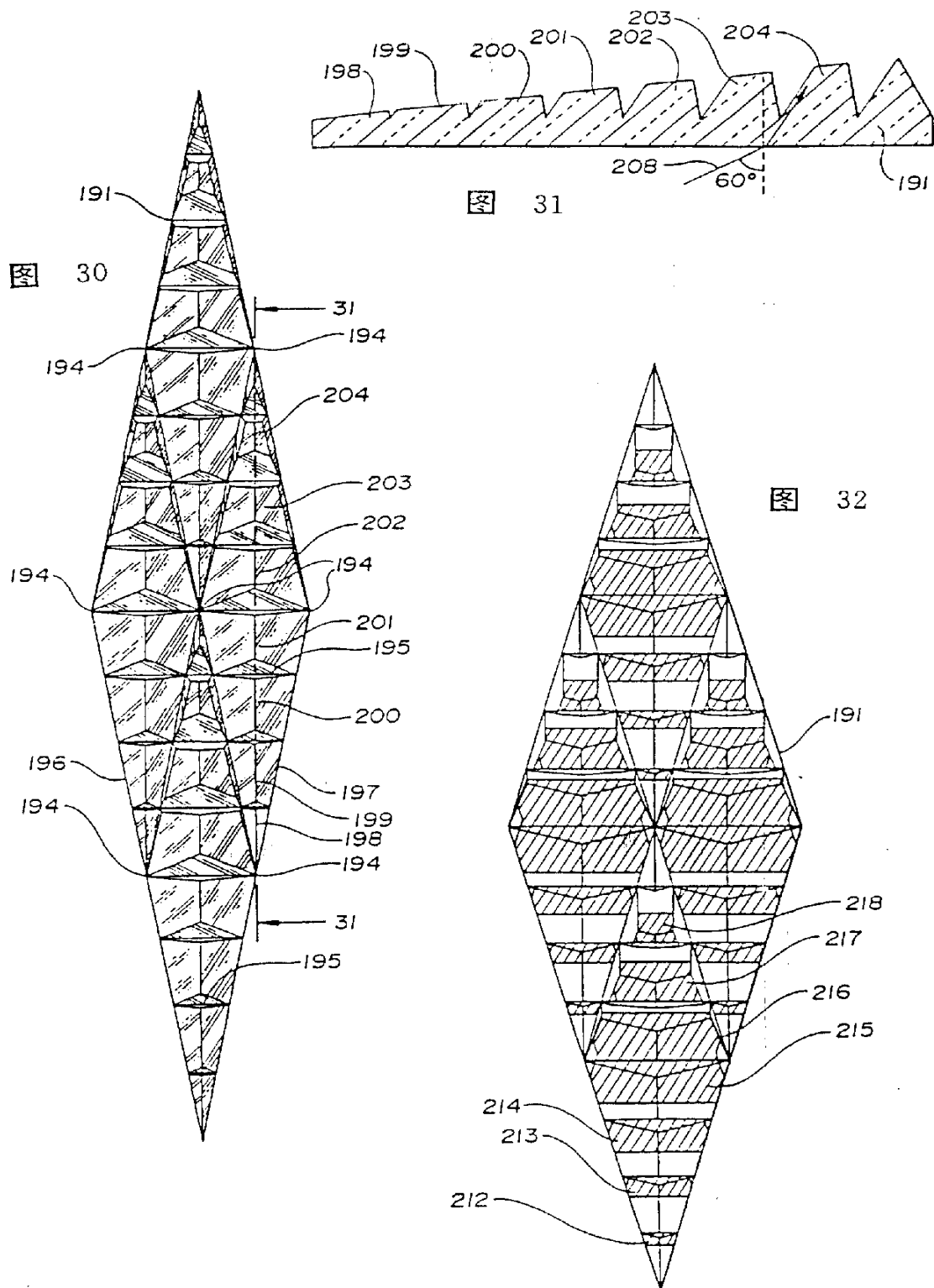


图 33

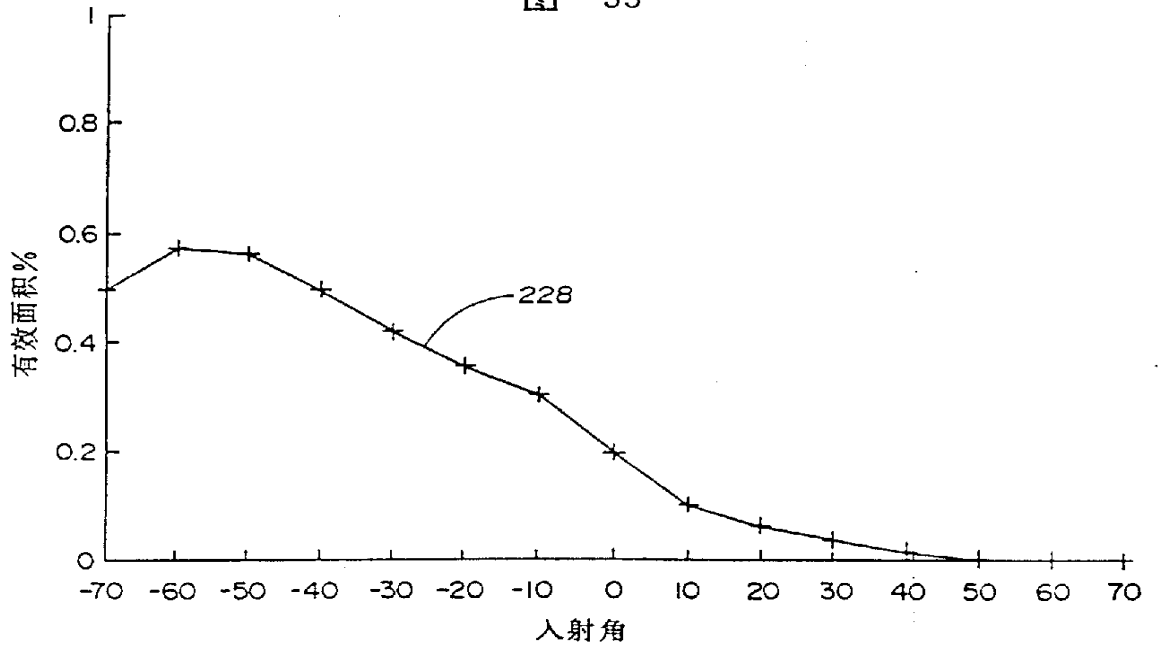
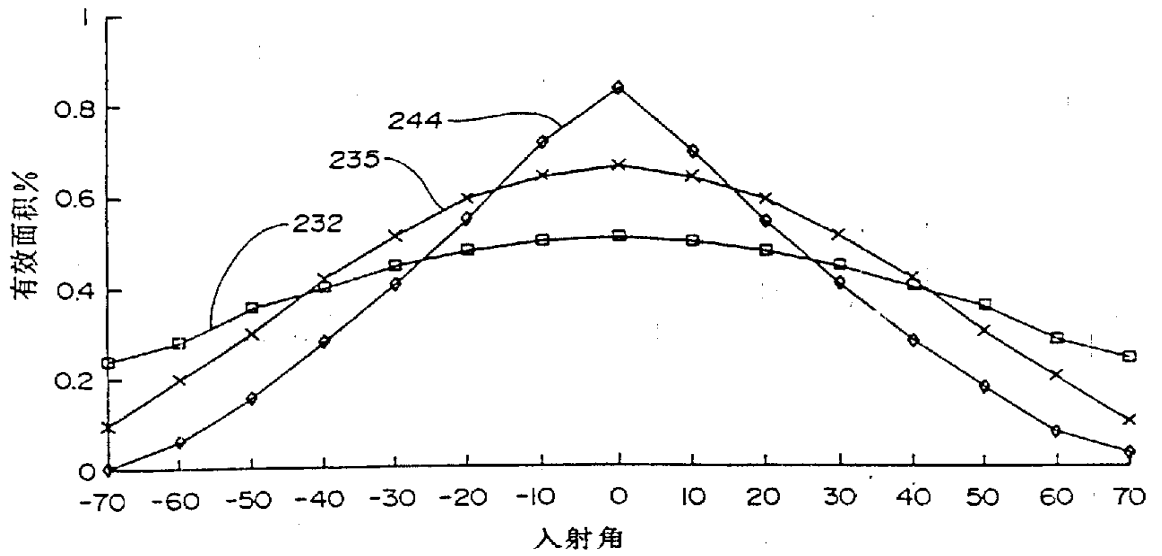


图 34



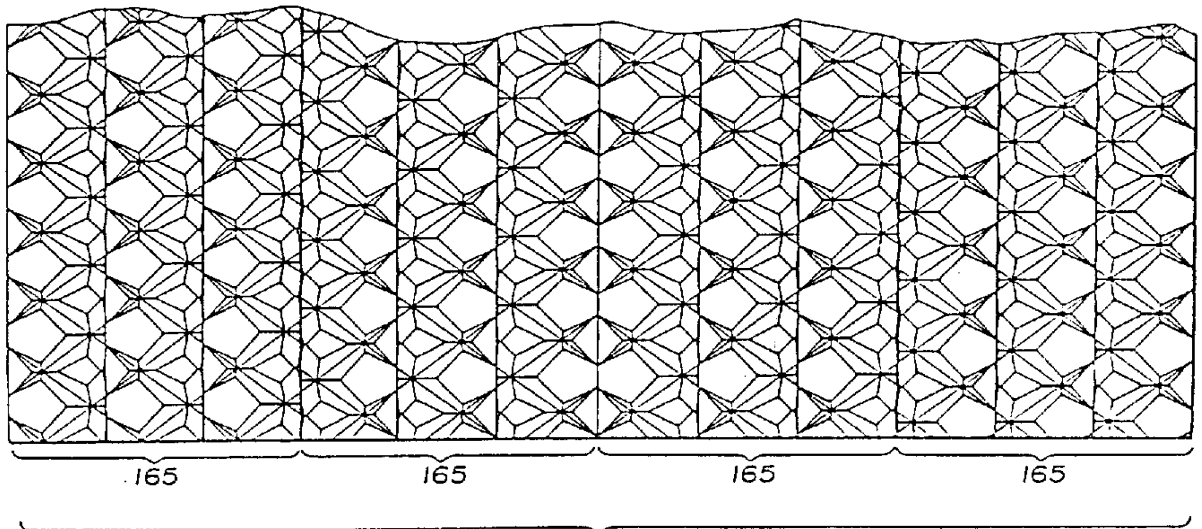


图 35 252

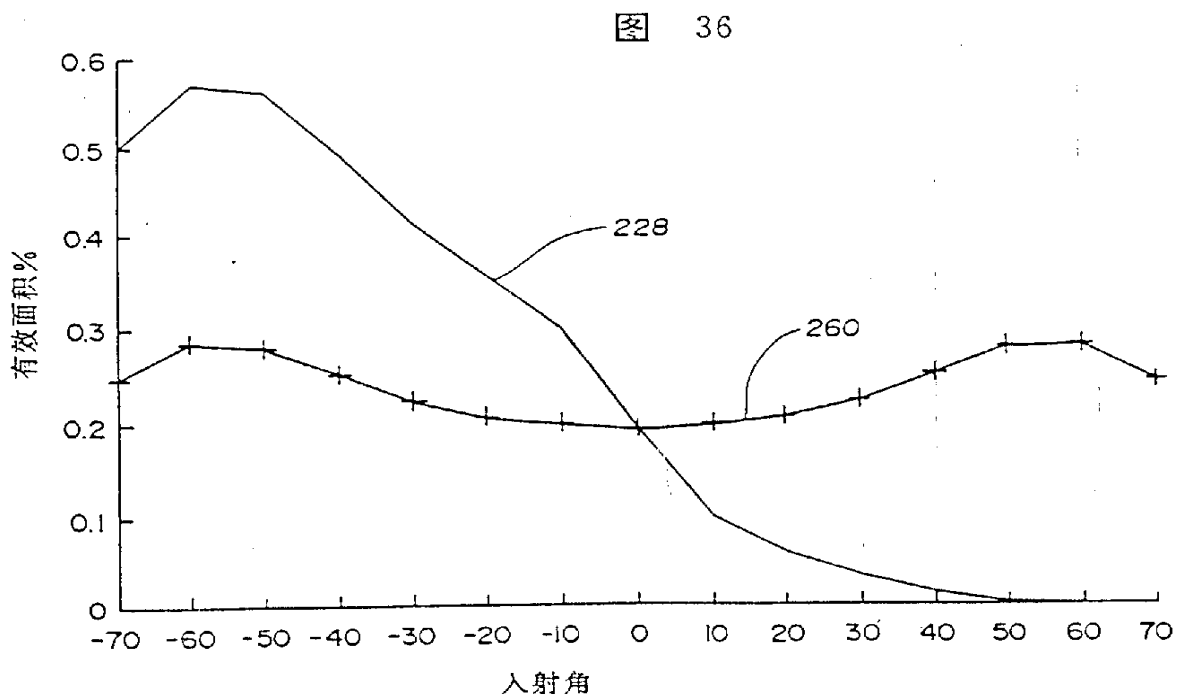


图 36

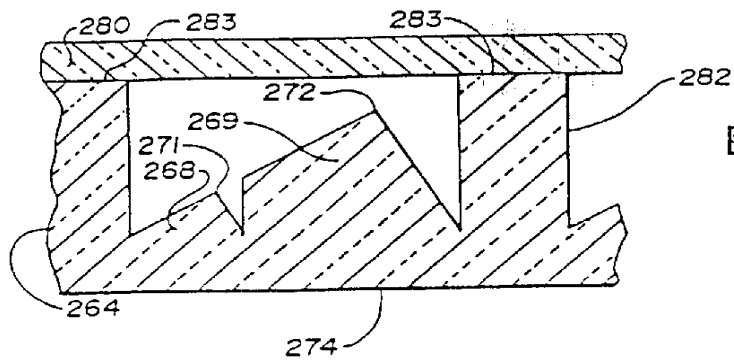


图 37

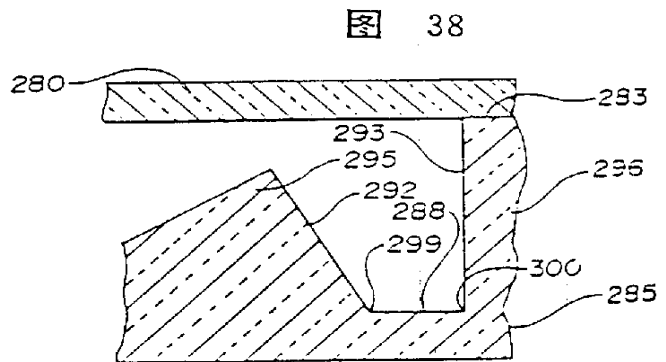


图 38

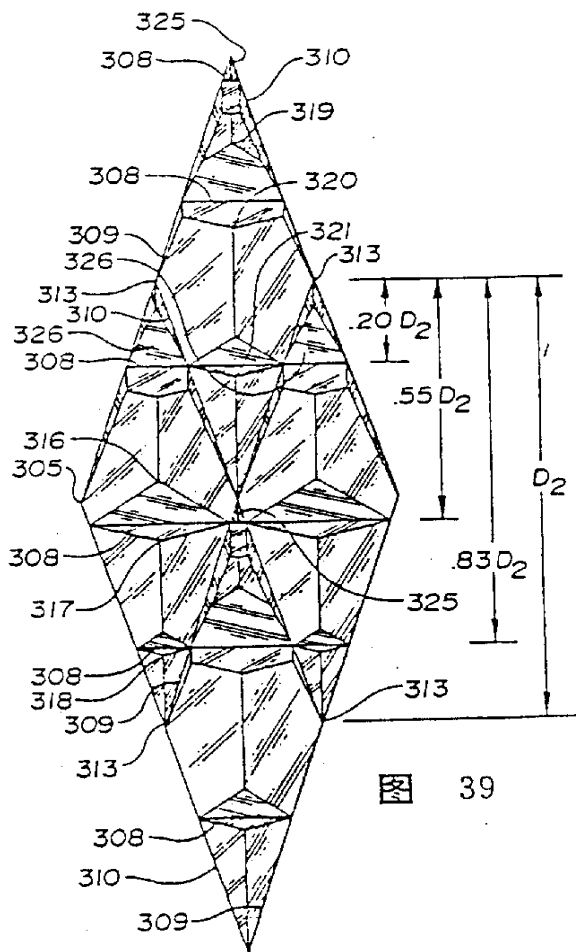


图 39

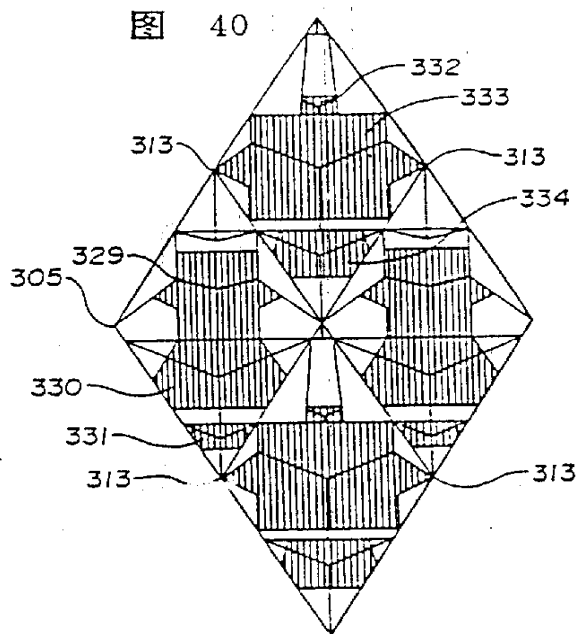


图 40