[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl[6]
G02B 5/124

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 94193855.7

[45]授权公告日 1998 年 11 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 1040695C

[22]申请日 94.10.20 [24]颁证日 98.7.24

[21]申请号 94193855.7

[30]优先权

[32]93.10.20[33]US[31]08/139,920

[73]专利权人 美国3M公司

地址 美国明尼苏达州

[72]发明人 杰拉尔德·M·本森

肯尼斯·L·史密斯

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所

代理人 张民华

[56]参考文献

EP0269329	1988. 6. 1	G02B5/12
US3873184	1975. 3.25	G02B5/12

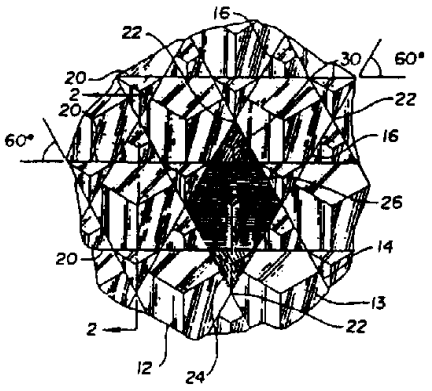
审查员 宫维京

权利要求书 4 页 说明书 14 页 附图页数 7 页

[54]发明名称 反光立体角制品及其制造方法

[57]摘要

一种加工一基材以形成反光立体角单元阵列（12）的方法。该方法包括下列步骤：在可直接加工的一基材中直接加工出多个槽组（14，16，20）以形成多个包括诸立体角单元（24，26，30）的几何结构，以及沿着在基材中的同一路径但槽的深度不同地加工出至少两组槽，以形成一具有一光学部分和一非光学部分的几何结构侧面。



权 利 要 求 书

1．一种反光立体角制品，它包括：一基片(13)，该基片(13)具有一处于基平面(110)内的基部表面以及与该基部表面相对的结构表面，所述结构表面包括在所述基片(13)内的、由至少两组相交的槽所形成的几何结构(24、77、99)阵列，每个被看作一立体角单元(24,77,99)的这样的几何结构具有三个彼此大致垂直的面，至少一些这样的几何结构还具有至少一被看作一非光学面的附加面(41,62)，

其特征在于：至少一条槽(97)的至少一个侧面(98)具有第一部分，此第一部分不是一非光学面，并且从该槽顶点以相对于所述基平面(110)的第一夹角延伸，以及一第二部分，该第二部分是一立体角单元的一个面，并且从所述第一部分延伸并与所述基平面(110)形成一第二夹角，此第二夹角比由所述第一部分形成的第一夹角小得多。

2．如权利要求1所述的反光立体角制品，其特征在于，两槽组内的槽的交点离开一第三组槽内的一条槽的间距至少为0.01毫米。

3．如权利要求1中任一项所述的反光立体角制品，其特征在于，第一槽的槽顶点在基平面(110)的上方为一第一距离处，以及第二槽的槽顶点在基平面(110)的上方为一第二距离处，第二距离与第一距离不同。

4．如权利要求1中任一项所述的反光立体角制品，其特征在于，至少一组槽包括至少两个彼此互不相同的槽侧面角，此两槽侧面角以重复的形式出现。

5．如权利要求1之任一项所述的反光立体角制品，其特征在于，所述基片(13)由适于制作反光片的、基本上是透明的材料制成。

6．如权利要求5所述的反光立体角制品，其特征在于，所述基片(13)的一部分上涂有镜面反射材料的涂层。

7．如权利要求5或6所述的反光立体角制品，其特征在于，当入射在所述基平面上的入射光近似地垂直于所述基平面(110)时，所述立体角制品具有大于80%的有效孔径率.

8．如权利要求5或6所述的反光立体角制品，其特征在于，当入射在所述基平面上的入射光近似地垂直于所述基平面(110)时，所述立体角制品具有大于90%的有效孔径率.

9．如权利要求5或6所述的反光立体角制品，其特征在于，当入射在所述基平面上的入射光相对于所述基平面(110)呈一斜角时，所述立体角制品具有最大的亮度.

10．如权利要求1所述的反光立体角制品，其特征在于，当绕一位于所述基片(13)平面内的轴线旋转时，所述立体角制品具有不对称的入射角性质.

11．如权利要求1所述的反光立体角制品，其特征在于，至少有一些立体角单元的至少一个面的相当大的一部分呈弧形.

12．如权利要求11所述的反光立方角制品，其特征在于，所述弧形面的形状基本上是圆柱形的，并且该圆柱的轴线近似地平行于作为所述弧形面边界的槽.

13．如权利要求1所述的反光立体角制品，其特征在于，所述几何结构阵列的至少两个几何结构具有位于所述基平面(110)上方的不同的高度.

14．如权利要求13所述的反光立体角制品，其特征在于，多个所述几何结构为一密封介质(175)提供支承.

15．一种复合反光立体角制品，它包括一具有在一基平面(110)内的基表面的基片(13)，一与所述基表面相对的结构表面，所述结构表面包括：一由所述基片(13)内的至少两组彼此相交的槽形成的第一几何结构阵列；及在基片内至少由两组彼此相交的槽所形成的第二几何结构阵列，在所述第一和第二阵列内的每个被看作一立体角单元的所述几何结构具有三个彼此大致垂直的面，在所述第一阵列内的至少一些这样的几何结构还具有至少一个被看作一非光学

面的附加面，所述第二阵列在基片(13)上的取向与第一阵列不同，

其特征在于，在第一阵列中至少一条槽(97)的至少一个侧面(98)具有：一第一部分，该第一部分是一非光学面，并以相对于所述基平面(110)的一个第一角度从槽顶延伸；以及，一第二部分，该第二部分是一立体角单元的一面，并从所述第一部分延伸并与所述基平面(110)形成一第二夹角，该第二夹角远小于由第一部分形成的第一夹角。

16．一种制造反光立体角制品的方法，该方法包括以下步骤：提供一可加工的基片(13)；在所述基片(13)中加工出至少两组彼此相交的槽以在基片(13)的一表面上形成几何结构阵列，每个被看作一立体角单元(24,77,99)的这样的几何结构具有三个彼此大致垂直的面，至少一些这样的几何结构还具有至少一个被看作一非光学面的附加面(41,62)，；

其特征在于，所述加工所述槽组的步骤包括：在至少一个槽组的至少一条槽内加工出另一条槽(96)的步骤，以形成一最终槽(97)，在该槽的一侧具有一复合几何结构侧表面(98)，所述侧表面(98)具有：一第一部分，该第一部分是一非光学面，并以相对于所述基平面(110)的一个第一角度从槽顶延伸；以及，一第二部分，该第二部分是一立体角单元的一面，并从所述第一部分延伸并与所述基平面(110)形成一第二夹角，该第二夹角远小于由第一部分形成的第一夹角。

17．如权利要求16所述的方法，其特征在于：所述最终槽(97)用一加工工具(230)形成，该加工工具具有包括一第一切割表面(235)和一第二切割表面(237)的复合切割表面。

18．如权利要求16所述的方法，其特征在于：所述第一部分和第二部分沿着一平行于形成所述复合几何结构侧表面(98)的轴线相交。

19．一按权利要求16－18中任一项所述方法制造的一反光立体角制品。

20．一反光立体角制品，该制品系权利要求 19 所述的制品的复制品．

说　明　书

反光立体角制品及其制造方法

技术领域

本发明涉及具有棱柱反光单元的反光立体角单元制品.

背景技术

已有技术中有许多类型已知的反光单元. 其中包括一种或多种几何结构、通常称为立体角的棱柱构造. 利用反光立体角单元的反光片是众所周知的. 反光立体角单元是一种三面体结构, 它具有彼此会交于一个角的三个近似地相互垂直的侧面. 由于全内反射或全内反射涂层, 光线通常在立方面处得到反射. 用直接加工制造方法制造反光立体角单元阵列有许多不足之处和许多局限性和限制. 由于这些限制, 有效孔径率, 适应性和制造方面的方便性都受到影响. 以致它的总成本一性能比比起新颖制品和下面将要叙述的制造方法来说往往是比较高的.

反光立体角单元微立方体阵列是用包括模块拼装法(pin bundling)和直接加工法在内的不 同技术制成的模子来制造的. 用模块拼装法制成模子时, 是把各小模块拼装在一起, 各模块的端部的形状具有一反光立体角单元的特征. 模块拼装技术的例子可参见美国专利 3926402 号(授予 Heenar 等人)及英国专利 423464 及 441319 号(授予 Leray).

直接加工技术也叫做刻槽法(ruling), 它包括切割基片的若干部分以形成以诸槽形成的图形, 各槽彼此相交以形成诸立体角单元. 形成了槽的基片称作母板, 从其上可以复制出诸复制品. 在有些情况下, 诸母板直接用作反光制品, 但是, 复制品, 包括几代的复制品, 通常用作反光制品. 直接加工技术对制造具有小的微立方体阵列是一种非常好的技术. 微立方体阵列特别有利于挠性较好的薄的复制阵列. 微立方体阵列也有利于用连续工艺制造. 使用直接加工

方法制造大的阵列也比用别方法来得方便些. 直接加工的例子可参见美国专利第 4588258 号(授予 Hoopman)及美国专利 3712706(授予 Stamm). 该两专利揭示了用具有两相对切割表面的机械工具以一道或多道切割, 切割出槽来以在基本上形成诸立体角光学表面. 在美国专利 4895428 号中揭示了直接加工法的一个例子, 在这个例子中只用了两组槽.

发明概述

本发明提供的是一种由一立体角单元阵列制成的立体角制品, 其中的诸立体角单元至少由两组彼此相交的直接加工的平形槽所形成. 阵列中的至少一个结构的高度是经调节过的或者说是与阵列中的别的结构不同, 这一点将在下面加以叙述. 本发明还提供制造这种立体角制品的种种方法. 简单地说来, 这种方法是在基片上加工出一系列彼此相交的平行槽组, 然后从该基片形成一代或多代复制品.

本发明的反光制品克服了已有技术反光立体角单元结构的结构上和光学上的局限性. 本发明的新的多结构立体角阵列可以形成多种形状的立体角并且可以制造出符合特定光学性能要求的立体角阵列.

本发明提供一种制造一立体角制品的方法, 该方法包括以下步骤: 提供一由适宜于形成反光表面的材料制成的可加工的基片; 通过在基片上直接加工出至少两组平行的槽而形成多种包括诸立体角单元的几何结构, 直接加工形成至少一种具有光学和非光学部分的几何结构的侧表面.

本发明还提供一种加工立体角制品的方法, 该方法包括如下的步骤: 提供一可直接加工的基片, 其中先加工出多组槽以形成包括诸立体角单元的几何结构, 然后调节至少一种几何结构的高度, 调节的方法是在至少一组槽中再直接加工出至少一条槽来.

本发明还提供一种加工一立体角制品的方法, 该方法包括以下的步骤: 提供一可直接加工的基片, 在该基片上加工出多组槽以形

成多种包括诸立体角单元的几何结构，并且在基本上沿着部分重叠的路径，在至少两组槽的每一组槽中加工至少一条槽，但槽的深度有所不同以形成一最终的槽.

本发明还提供一种反光立体角制品. 这种制品是在基片上加工出多种包括诸立体角单元的几何结构的直接加工的基片的复制品，至少一种几何结构的高度是经调节的，调节的方法是在至少一组槽中再加工至少一条槽.

本发明还提供一种反光立体角制品，这种制品是在基片上加工出多种包括诸立体角单元的几何结构的基片的复制品，在基片中每一几何结构以至少两组平行的最终槽的每一槽组中的至少一条槽为界，并且至少一种几何结构包括一具有光学部分和非光学部分的侧表面.

本发明还包括一种反光立体角单元复合片，该复合片具有多个包括诸反光立体角单元的几 何结构小区，每一小区由一直接加工的基片的复制品组成，在这直接加工的基片上加工有多 组最初加工的槽以形成多种包括诸立体角单元的几何结构. 该复合基片包括至少一个具有诸高度经调节过的几何结构的小区，这些几何结构包括通过在至少一组槽中直接加工出至少一条附加槽而形成了的诸立体角单元.

本发明还提供一反光立体角单元复合片，该复合片包括多个包括诸反光立体角单元的几何结构小区. 每一小区由一直接加工的基片的复制品组成，在该直接加工的基片上，多个立体角单元由来自多个槽组的多条槽为界. 该复合片包括至少一个小区，该小区有至少一个既有光学部分又有非光学部分的几何结构侧表面.

附图说明

下述附图有助于对本发明的描述，其中:

图 1 是本发明的具有直接加工的三组槽的反光立体角单元阵列的平面图;

图 2 是沿图 1 中“2－2”线的正截面图;

图 3 是图 1 和图 2 所示之阵列的几个有效孔径的平面视图;

图 4 是具有 3° 后角的本发明的直接加工的多槽组阵列;

图 5 沿图 4 中“5—5”线的截面图;

图 6 是图 4 所示阵列中几个有效孔径的平面图;

图 7 是本发明直接加工型反光立体角单元阵列的平面图;

图 8 是沿图 7 中的“8—8”线所取的截面图;

图 9 是图 7 和图 8 所示阵列中几个有效孔径的平面视图;

图 10 是本发明直接加工的斜的反光立体角单元阵列的平面视图;

图 11 是图 10 所示的阵列在零度入射角时的几个有效孔径的平面视图;

图 12 是图 1，4，7 所示阵列的有效孔径率相对于入射角的关系曲线图;

图 13 是图 7 和图 10 所示阵列的有效孔径率相对于入射角的关系曲线图;

图 14 是一截面图，图中示出了使用密封介质的情况;

图 15 是一截面图，图中示出了具有分隔面的反光立体角单元阵列;

图 16 是在直接加工的阵列中形成槽的工具的示意图;

图 17 是本发明的具有几个阵列小区的复合阵列的平面视图。

以上这些图，除了图 12 和 13 以外，都是理想化的视图，它们都是不按比例画出的，总的目的是用来说明本发明，然而本发明并不限于所图示的范围。

本发明的最佳实施方式

图 1 中示出了反光立体角单元阵列 12 的一个实施例。它是由可直接加工的基片 13 制成的。其上至少使用了三组槽，每组槽都包括多条平行而不重叠的槽。最好由等距间隔开的二级槽 14、16 组成的二级槽组排成非平行关系，而一级槽组由多条平行而等距间

隔开的一级槽 20 组成. 一级槽 20 位于二级槽的交点 22 的中间. 在另一实施例中，槽间间隔是变化而不是均匀间隔的. 在图 1 所示的实施例中，形成了多个包括诸反光立体角单元的隆起的断续的几何结构。在此图中两槽组的槽的交点至少与第三槽组中的一条槽是不重合的. 同时，两槽组内的槽交点与第三槽组中的至少一条槽之间的间隔最好大于 0.01 毫米左右. 所有这些几何结构都与立体角单元 24， 2 6， 30 相似. 图 1 示出的是一多结构阵列，其中的立体角单元是由切割深度相同的一级和二级槽形成的. 槽相交的夹角是 60°。

图 2 是沿图 1 中的“2－2”线所取的剖视图. 图 2 示出了立体角单元 24， 26， 30 的立方体顶 点 34， 3 6， 38 的高度之间的差别. 立方体顶点 38 相对于所有其他表面来说是直接加工基片的高点所在 。此外，图 1 和图 2 的结构的形成产生了垂直表面 41，此类垂直表面在这一类型的阵列的加工过程中造成了困难. 在复制这些阵列时垂直表面使配对面之间造成互锁，从而造成低的劳动效率材料的浪费和使制造费工费时而慢下来.

对这些阵列来说，它们的光学性能一般用实际起反光作用的表面积所占的百分比来表示 ，亦即有效面积或有效孔径. 有效孔径率(percent active aperture)是倾斜量、折射率 ，和入射角的函数. 图 1 和图 2 中的阵列具有 91%左右的非常高的有效孔径. 图 3 中示意性地示出了这种高有效孔径的情况. 图 3 同时示出了在用了上述几何形结构和制造方法而形成的多种有效 孔径尺寸. 具体地说，不同尺寸的孔径 47， 49， 53 互相混合安排得彼此非常靠近，并且，它们对应于图 1 中所示的不同类型的反光立体角单元 24， 26， 30 。在例如用于光电传感器、交通管理器材、方向性反光器和反光商标或路标等要求入射角为零或低入射角时具有高的亮度的应用场合，阵列 12 是很有用的。

图 4 示出了用多槽组所形成的阵列 56，阵列中 56 的反光立体角单元 24， 76， 77 是以与结合图 1 所描述的类似方法制造出来

的。然而阵列 56 是通过用 3° 后角加工槽 94， 95， 96 中每一条后形成的. 如图 5 所示，此后角使表面 62 与图 2 中的表面 41 相比垂直取向较缓和了些. 表面 62 的这种垂直取向的减弱使加工比较方便而且使阵列 56 的复制过程也大有改进.

使用后角也会使这种阵列的有效孔径率减小. 如图 6 所示，阵列 56 包括多个不同尺寸和形状的孔径 47， 79 及 83 . 和图 3 中一样，图 6 中的孔径也是彼此混合并彼此靠得非常近，从而可以在低入射角时提供相对较高的亮度. 然而，虽然由于用了后角使损失了一些光学表面积，而此阵列 56 的最大有效孔径率只降低到 84%。后角可以再增加以进一步使加工和复制更方便些，但是，它也使最大有效孔径率进一步降低. 大的后角会降低阵列中的一些较高的结构，但是，所形成的三面体结构就不再是反光立体角单元.

图 7 示出了反光立体角单元阵列 88 的另一实施例，它的制造方法类似于阵列 12 和 56 . 也是用了多个一级和二级槽. 可以用机械工具进行一道或多道切割来形成组成包括立体角单元光学表面的、具有几何形状的结构的侧表面的槽的形状. 最终的槽形成所有几何结构侧表面且可以由一个或多个槽组成. 直接加工阵列 88 基本上与阵列 56 的制造方法相同，所不同的一点是进一步调节了阵列中至少一种结构的高度. 这可以用几种可能的方法中的一种来实现. 一个实施例包括加工多个槽组以产生包括立体角单元的多个几何结构，同时加工至少两组槽中的每组的至少一条槽，加工是沿着重叠或部分重叠的路线进行的，但槽的深度不同. 另一个实施例包括通过直接加工基片中的至少两组平行槽以制成多个包括诸立体角单元的几何结构 ，这样，使槽的加工形成的最终的槽具有至少一个既有光学部分也有非光学部分的几何结构侧表面. 在这里，所谓“光学部分”指的是对某些入射角来说实际具有反光特性的表面. 最好这些部分沿着一根平行于形成几何结构侧面的槽或诸槽的轴线的轴线相交. 这可以通过这样的方法来完成，一是使用一种新的机械工具只用两组槽来形成最终的槽，或者简单地使用两组以上

的槽来形成最终的槽，这将在下面加以叙述.

例如，原来在图 5 中以及部分地在图 8 中示出的一级槽 94 先在基片上形成，然后在接下来的加工步骤中，以重叠或部分重叠于一级槽路线或基本上平行于一级槽 94 的方式将一适当的机械加工工具通过基片而割出一条槽 96，槽 96 的深度足以降低立体角单元 76(图 5)的高度，但此深度不会切掉此前形成的其他立体角单元例如立体角单元 24 和 77 的光学表面. 在这包括下一槽组的一下道加工工序中，形成了一与槽 94 部分重叠的槽 96 . 槽 96 可能只能通过在槽 94 的一侧切割基片表面来形成. 槽 96 的夹角可以具有任何值. 但最好不要切割掉邻近立体角单元的表面. 这样做的结果是形成最终槽 97(参见图 8 的侧视图). 它是沿着该槽形成几何结构的最终表面的加工操作所形成的. 沿着两级槽组也可以在表面上另外再加上类似的加工操作. 如图 8 所示，在图 5 中原来是“立体角单元 76 ”的立体角单元而现在成了具有尖顶部 101 的新的 形状的立体角单元 99 的高度 H_1，比原立体角单元 76 的高底 H_2 为低. 最终槽 97 形成了至少 一个几何结构侧面 98 ，它既具有一个光学部分也有一个非光学部分，也就是说，它不是形成 一个立体角的三个基本正交的表面之中的一个表面.

使用直接加工技术调节至少一个立体角单元的高度在加工上可以提供很多方便，同时还可以改进机械和光学性能. 在复制过程中，有利于复制品从母阵列中分离开来. 实际上复制较薄、高度较低的阵列时复制质量也可以大大提高. 总的说来，降低高度可以制成比上述结合图 1 — 6 所述的阵列总体上更薄些的结构阵列 88 . 这样就能使制造加工和处理比较方便. 此外 ，比已有技术的阵列的光学性能好的较薄的阵列对降低渐晕效应也是有利的，否则，由于光线必须走过一个很长的(例如，由于很高的高度造成)光路而产生的沟渠效应(channel effect) ,这种渐晕效应将会减少相对于阵列诸光反光表面而言的通光量.

用上述新的切割方法调节高度的另一个优点是增加所形成的

阵列的有效孔径率，特别是对使用非零度后角的阵列尤其是这样。这些阵列可具有高达91%的有效孔径。当然，如果用了后角，此值是要有所降低的，例如图8所示。用了后角以后，阵列88的最大有效孔径率是88%左右。增加后角将降低零度入射角的有效孔径率，但采用上述新的切割方法可以维持至少约75%或比75%为高的有效孔径。图9示出了阵列88在零度入射角时的有效孔径。阵列88的有效孔径率由多个不同尺寸和不同形状的孔径47，79和106表示。这些孔径对应于立体角单元24，77及99。阵列88有很多用途它特别适用于要求有高亮度及良好的机械适应性能的场合。

无垂直表面和深槽或几何结构高的阵列能大大增强立方角单元母阵列的多代复制性。较短的结构使复制品和母阵列的分开比较容易而不会损伤光学表面。较短的结构也可以减少复制品和母阵列之间的机械互锁。较短的的结构也可以避免在复制品和母阵列之间产生截留的气泡而且可以在比较高的结构(材料相同)的温度为低的温度下进行加工，并可以用较高的速度进行加工。上述最高的结构可以包括立体角单元或其他几何结构。当最高结构的高度至少减少到次最高结构的高度(next highest slructure)时，在加工过程中就可以获得很多好处。当然所述多几何形结构可以包括一种或多种不同的几何形结构。

阵列12，56及88是包括具有垂直于基平面110的诸单独的对称轴线的非倾斜立方体的反光立体角单元阵列的一些例子。所述对称轴线是中心轴线或光轴线，即由一立体角单元的诸面所形成的内角或三面体角的三等分线。但是在某些实际应用中，倾斜反光立体角单元的对称轴线使之不垂直于基底平面是有利的。最后形成的倾斜的立体角单元混合而形成在不同入射角范围内具有反光性能的阵列。图10示出了一个倾斜的反光立体角单元阵列116，它包括多个立体角单元，每一单元由以夹角58.5°－58.5°－63°相交的诸条一级和二级槽形成．每条一级槽118和每条二级槽117，

119 都均匀地间隔开且具有 3° 后角. 阵列 116 具有阵列 88 的所有优点，但它在非零度入射角时还有峰值(最高的)亮度. 这一点特别适用于诸如公路标志，在公路标志中非零度入射角的情况是很多的。其中的一级槽 118 在诸二级槽交点 120 之间的正中位置.

图 11 示出了在零度入射角时阵列 116 的有效孔径率. 阵列 116 包括多个不同形状和尺寸的有效孔径 122， 125， 129，它们对应于反光立体角单元 131， 133 和 137 . 图 11 示出了 0° 入射角时有效孔径率的降低. 图中用由阵列 116 的倾斜所产生的非有效区 141 的尺寸大小来表示这种减小.

图 12 所示为折射率为 1.59 ，入射角为 0° ± 20° 的非倾斜阵列的有效孔径率与入射角的关 系曲线. 其中曲线 151 是已有技术如美国专利3712706(授予 Stamm)中所示 60° — 60° — 60° 阵列的有效孔径率. 曲线 153 示出了图 1 的 60° — 60° — 60° 不对称阵列 12 的有效孔径率. 曲 线 155 示出了图 7 中所示的 60° — 60° — 60° 高度经调节过的 3° 后角阵列 88 的有效孔径率. 曲线 159 示出了图 4 中未作高度调节、 3° 后角阵列 56 的有效孔径率。

图 12 中的曲线 153 示出了具有最大有效孔径率为 91%左右的高亮度阵列，它是在一个由无后 角的槽所形成的阵列中实现的. 具有后角的阵列可以提高可加工性但也降低了有效孔径率(如曲线 159 所示). 有效孔径率的降低是由于用了具有后角的槽但未对阵列中的最高结构作高度调节而造成的. 但是如曲线 155 所示，通过提供槽后角和降低阵列中的最高结构的高度可以提高亮度和易加工性。对于以上所述的诸阵列这种制造技术可以在 15° 到约 20° 入射角范 围内显著提高其有效孔径率. 在具有宽范围的后角包括 0° 后角的阵列还可以进一步加工以使降低阵列内最高结构的高度。

图 13 也示出了折射率为 1.5 的阵列的有效孔径率相对于入射角的关系曲线. 其中曲线 155 示出了图 7 中 60° — 60° — 60°

不对称的 3° 后角阵列 88 的有效孔径率．该阵列中包括一高度经调节的槽组或一控制深度的切割槽组，它们都能产生具有至少一个光学部分和至少一个非光学部分的新的几何结构侧面．曲线 163 示出了一斜的阵列的有效孔径率，它的反光立体角单元是由具有夹角 58.5° — 58.5° — 63° 的槽形成的，它们对应于图 10 中所示的阵列 116 ．如图 13 所示，曲线 163 的特性基本上与曲线 155 的特性相同。所不同的是，它在非零度入射角时有一峰值亮度．曲线 155 和 163 当绕一位于基片平面内的轴线旋转时，都具有不对称的入射角性质．也可以用其他不同的倾斜量控制入射角的角度及其峰值有效孔径率．

反光片的总的光线反射量可以从有效孔径率和反射光强度的乘积来获得．对于有些立方体几何形状，入射角及折射率的组合，光强度的明显降低会造成相对较差的总的光线反射量．即使有效孔径率相对较高也是如此。有一个例子是依靠反射光线的全内反射的反光立体角单元阵列．如果在立方体之其中一面上的全内反射临界角度被超过，光线的强度就显著降低．在这样的情况下，在阵列的一部分上面加上金属或其他反光涂层是有利的．例如，当诸表面上有一反光涂层时，具有和一密封介质相接触的立方体表面的阵列的那一部分的反射性能就往往比较高．或者，不是阵列的一部分而是整个阵列。

如以上所述，直接加工的反光立体角制品往往设计成能容纳一密封薄膜，该薄膜加在反光制品上以在反光单元邻近处保持一低折射率材料，例如空气，从而提高其性能．在已有技术的阵列中，此介质往往是与立体角单元直接接触，因而降低总的反光量．然而，如图 14 所示 ，一密封介质 175 可以设置在阵列的最高表面 181 上而和较低反光立体角单元例如 24 及 99 单元不接触，因而也就不会降低它们的光学性能．最高的表面可以包括立体角单元，不反射光的棱锥体，截头锥体、柱形体或其他结构．虽然由于加工公差或有意识的使其不相互垂直而造成的槽的位置的稍微不均匀性或立体

角单元夹角的稍微不均匀性会产生高度的细微变化，但是这些变化与本发明中的所述的变化不同．当使用一密封介质时，所述最高表面的形状例如可以做成图 15 所示的表面 191 的形状，使它既能保持住密封介质又可以提高反光片的透光度．反光片的透光度可以通过使用透明或部分透明的介质而加以提高．

最高结构的高度的降低对降低挠性刚度或抗挠刚度有很大的影响，特别是对使用密封介质的立体角单元片来说尤其是如此。即使立体角单元片的不太大的降低也会对抗挠刚度有较大的影响，因为抗挠刚度是与弯曲中的片的厚度的立方成比例的．例如，总的厚度如果降低 20% ，抗挠刚度就将下降约 50%。

图 15 是本发明的另一实施例的示意性侧视图．图中示出了阵列 200 的一部分，它是与图 14 中的阵列 88 相似的．但阵列 200 中包括有一个分隔面 206 ．几何结构 218 ， 219 的侧面 210 ， 213 形成了分隔面的边界边缘 221 ， 223 ．该侧面可以包括立体角单元光学面及立体角上的非光学 面以及其他几何结构．当从剖面上看，分隔面 206 可以有平的或曲面的部分．分隔面可以有 利地利用来增加反光片的透光度或透明度．其中也包括利用如上所述的阵列结构的挠曲片． 分隔面 206 可用一具有平的或曲面头的工具来形成或者从母阵列的复制品中再经加工去掉一 些材料而形成．这种结构特别适用于内部照明的标志以及凸出于地面的人行道的标志。

适用于本发明的反光制品或反光片、板的材料最好是尺寸稳定，使用耐久，耐受恶劣气候及容易复制成所需结构的透明材料．合适的材料举例来说包括玻璃；折射率为 1.5 左右的聚丙烯，诸如 Rohm and Hass 公司制造的 PLEXIGLAS 牌的树脂；折射指数大约为 1.59 的聚碳酸 酯；活性材料，例如美国专利 4,576,850 及 4,582,885 ， 4668558 中所述的活性材料；含 离子键的聚乙烯 (polyethylene based ionomers)例如 E.I.upont de Nemour & Co., Inc ．营销的商标为 Surlyn 的那些材料；聚酯，聚氨基甲酸(乙)酯；醋酸

- 丁酸纤维素。其中， 聚碳酸酯特别适合，因为它们比较结实，折射率也较高，它们对在较宽的入射角范围内获得较好的反光性能是有帮助的。这些材料还可以包括染料，着色剂，颜料， UV 稳定剂或其他添加剂。材料的透明性可以保证分隔面或其他形状的表面能够通过反光制品或反光片的那些部分传送或透过光线。

在制品中有了截头和／或分隔面并不会丧失制品的反光性能，而是使得整个制品成为部分透明。在某些要求部分透明材料的应用场合，制品的低折射率可以提高透过制品的光的范围 。在这些应用中，具有增加透光范围的聚丙烯(折射率约 1.5)是比较合适的。在全反光制品中，最好用高折射率的材料。在全反光制品中，往往用具有折射率 1.59 左右的聚碳酸酯等 材料来提高该材料和空气之间的折射率的差别从而提高反光性能。聚碳酸酯类材料受到欢迎还因为它们对温度比较稳定并且比较耐冲击。

根据本发明的直接加工阵列是通过调节阵列中的至少一个结构的高度而形成的。如上所述，制造这种阵列的一种方法包括制造出多个包括立体角单元的几何结构，其法是在基片或基 板中直接加工至少两组平行的槽，以使通过槽的加工形成至少一个既具有光学部分又具有非光学部分的几何形结构。这种加工可以用一种新的加工工具来完成，该工具具有切割槽用的装置，它可以同时切割出多个不同几何形状的结构表面在至少一最终的槽的一侧上形成多侧表面。这种工具的一个例子示于图 16 ，其中工具 230 包括具有一第一切割表面 235 ，一第二切割表面 237 ，一第三切割表面 239 。在此实施例中，第一切割表面 235 和第二切割表面 237 共同切割时其结构可以形成至少一个既具有光学部分又具有非光学部分的几何形状结构的侧表面 。

本发明的其他实施例包括制作一反光制品或反光制品的复制品，其中的反光图案的形状得到进一步改变。这些实施例包括至少在一组槽中的至少一个槽侧角不同于产生与由槽侧形成的诸单元的其他面相正交所必需的一个角。类似地至少一组槽可以包括至少

两个彼此互不相同的槽侧角的一个重复图案．通过成槽工具的形状，或者通过其他方法，可以制造出这样一些立体角单元，即其中至少有些立体角单元上的至少一个立体角单元光学面的至少一相当大的部分是弓形的．弓形面可以是凸面或凹面．原来是由一组槽中的一条槽所形成的此弓形面在平行于该槽的方向上是平的．弓形面可以是圆柱面，圆柱体的轴线平行于所述的槽或者在垂直于该槽的方向上可以有变化的曲率半径．

复合倾斜是一种用来把具有不同取向的立体角单元小区结合起来的技术．这种方法被例如用于已有技术的阵列中以提供不论取向如何在高入射角时都可以有均匀的表观的反光片制品．请参阅图17．图中的复合阵列244包括了几个88阵列小区．复合阵列可以包括具有不同构形 的已有技术的或高度经调节的阵列或者具有一光学部分和一非光学部分的至少一个几何结构侧面的阵列的直接加工反光立体角单元阵列的相邻区域．区域的尺寸大小应该根据具体应用的需要而定．例如，用于交通管理时可能需要足够小的区域以便在预期最小的观看距离上用 肉眼不能够加以分辨出来．这就提供了一个具有均匀表观的复合阵列．或者，在用作沟渠标志或方向反射器时，可能需要具有足够大的区域以便在所要求的最大观看距离上用肉眼就能 够很容易分辨出来．

通过调节切割的深度或者通过进行另外的调节槽的高度的开槽步骤来调节反光立体角单元阵列内的几何结构的高度可以获得很多优点．这些优点包括在不同的入射角上都可以获得较大的有效孔径率，阵列的结构可以较薄，阵列的加工、复制和处理都比较方便，阵列的光学性能的提高，阵列的透明度较高以及阵列的较好的

抗弯曲性能. 上述工艺过程可以用多种形状的工具来加以完成.

应予理解的是，对熟悉本技术领域的人员来说，在本发明的精神实质的范围内，对本发明作出种种修改和变化完全是可能的，也是显而易见的.

说　明　书　附　图

图 1

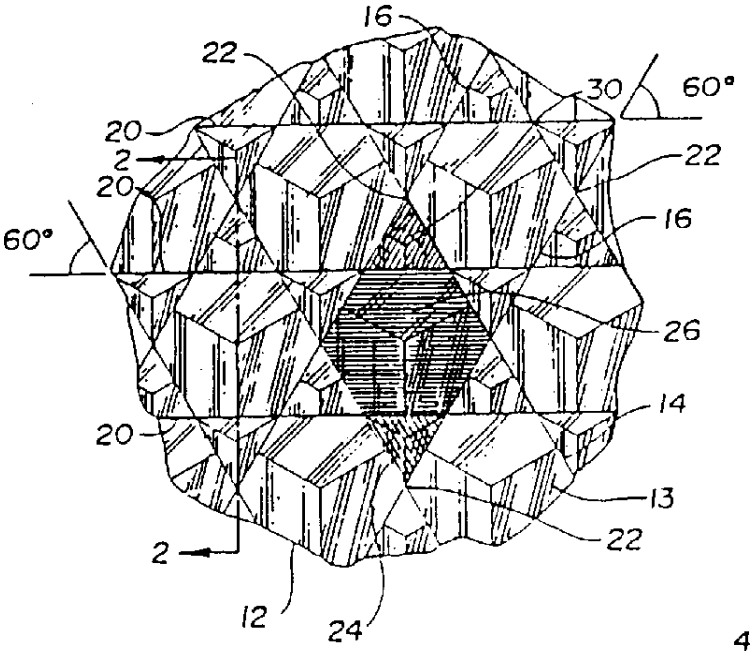


图 2

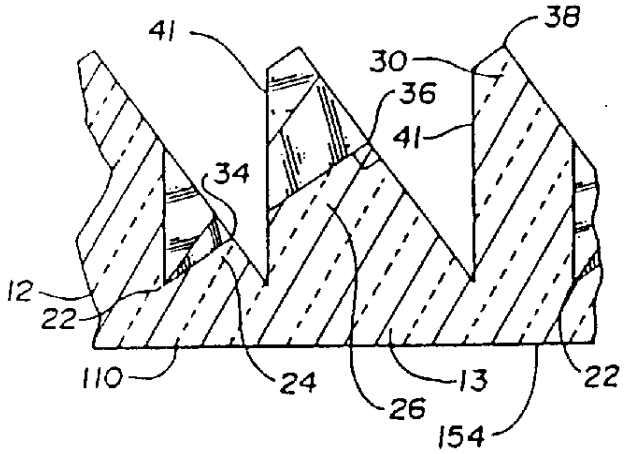


图 3

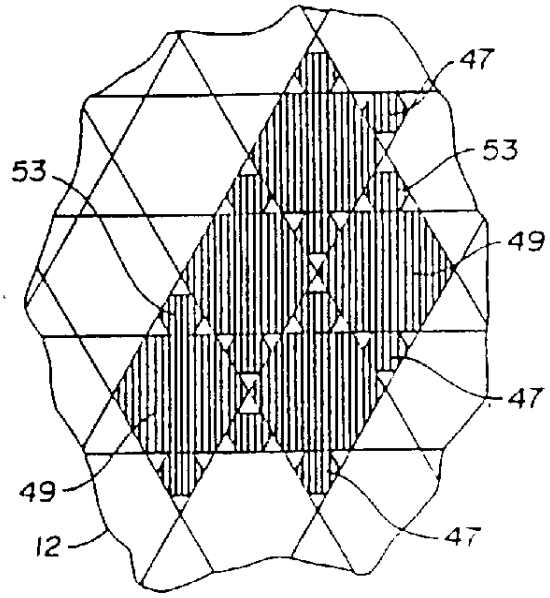
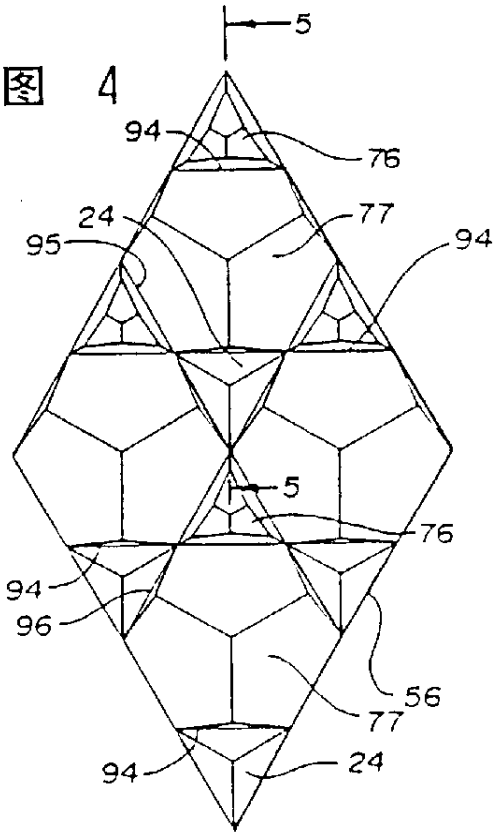


图 4


5
94
76
24
77
95
94
5
76
94
96
56
77
94
24

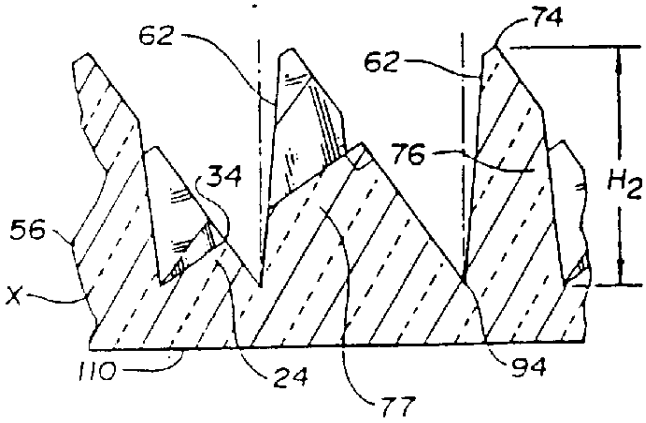
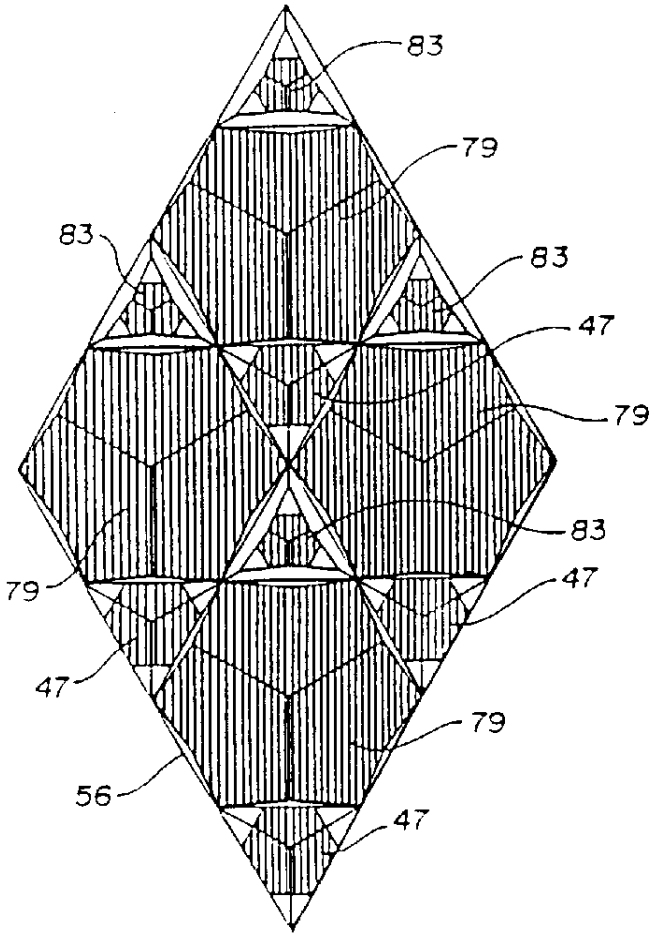

62
74
62
76
34
H2
56
X
110
24
77
94

图 5

图 6


83
79
83
83
47
79
83
79
47
47
79
56
47

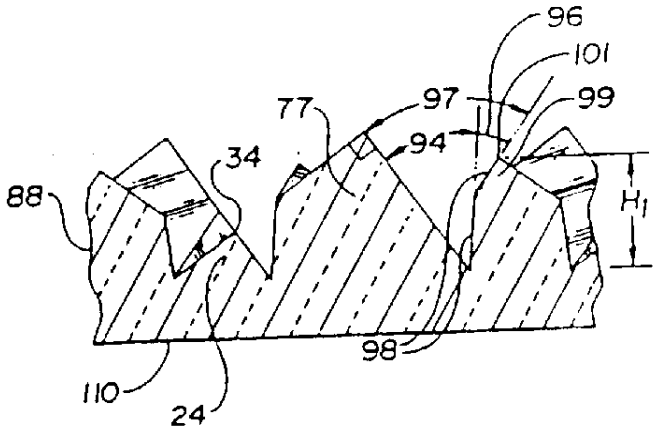
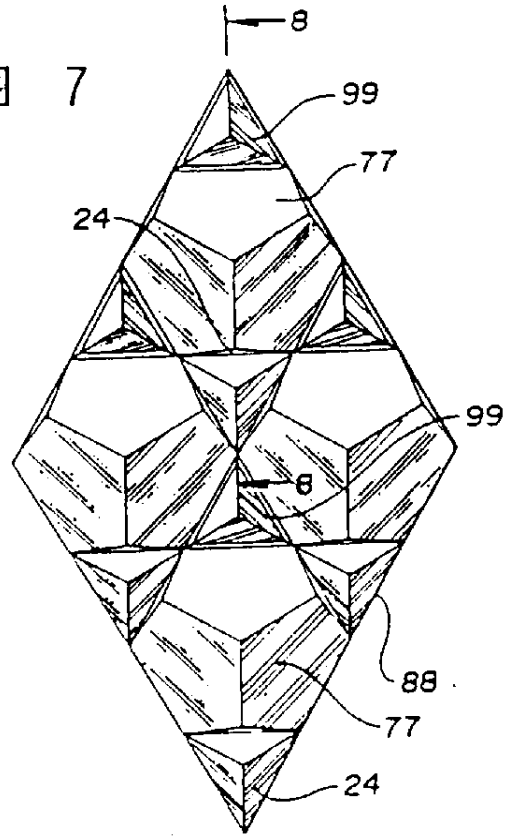

96
101
97
99
77
94
34
88
H_1
98
110
24

图 8

图 7


8
99
77
24
99
8
88
77
24

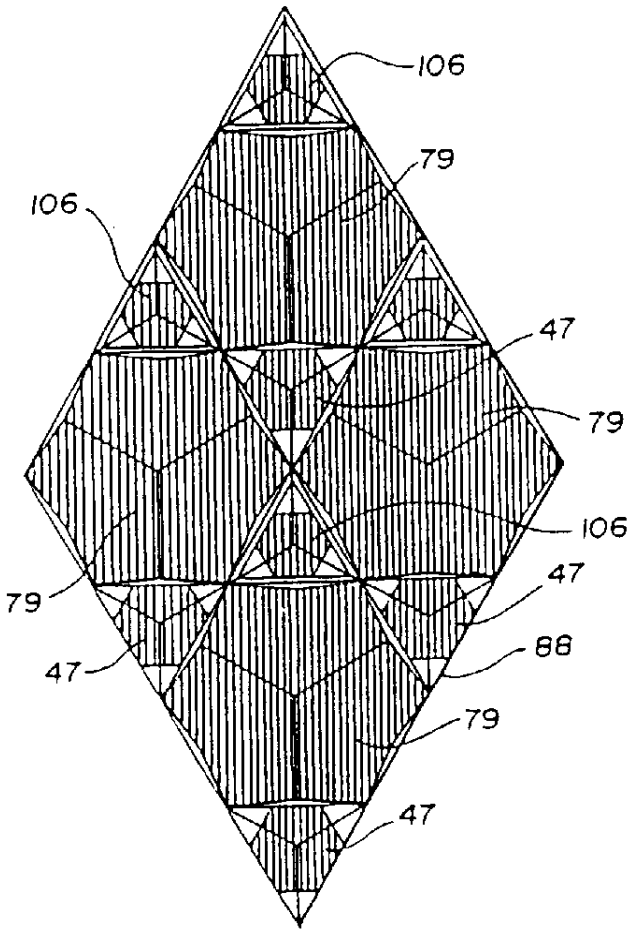

106
79
106
47
79
106
79
47
47
88
79
47

图 9

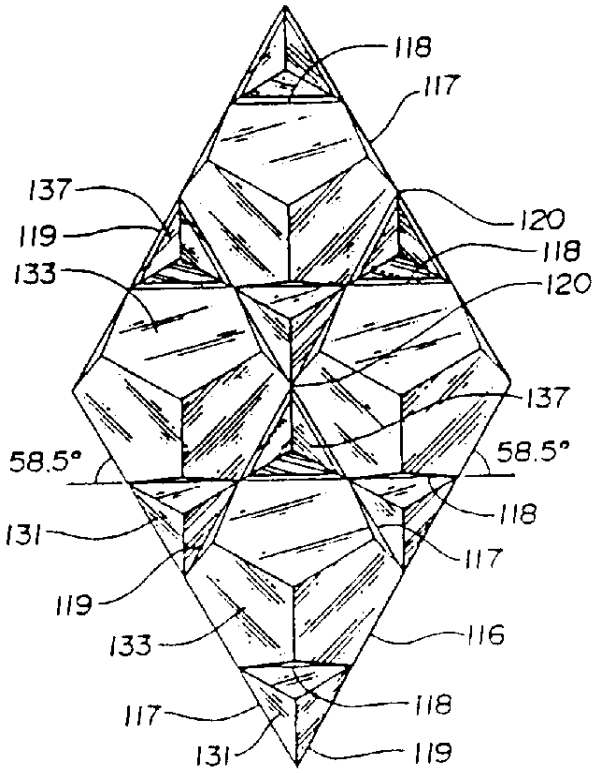

118
117
137
120
119
118
133
120
137
58.5°
58.5°
118
131
117
119
133
116
117
118
131
119

图 10

图 11

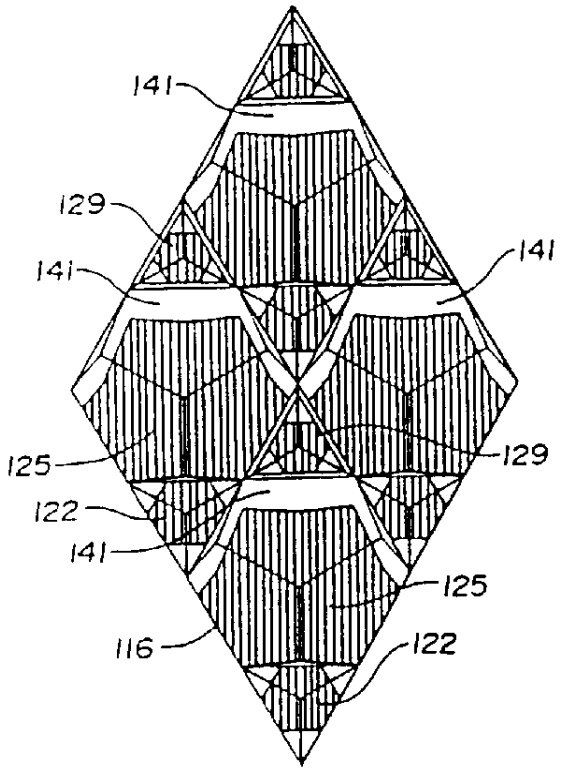

141
129
141
141
125
129
122
141
125
116
122

图 12

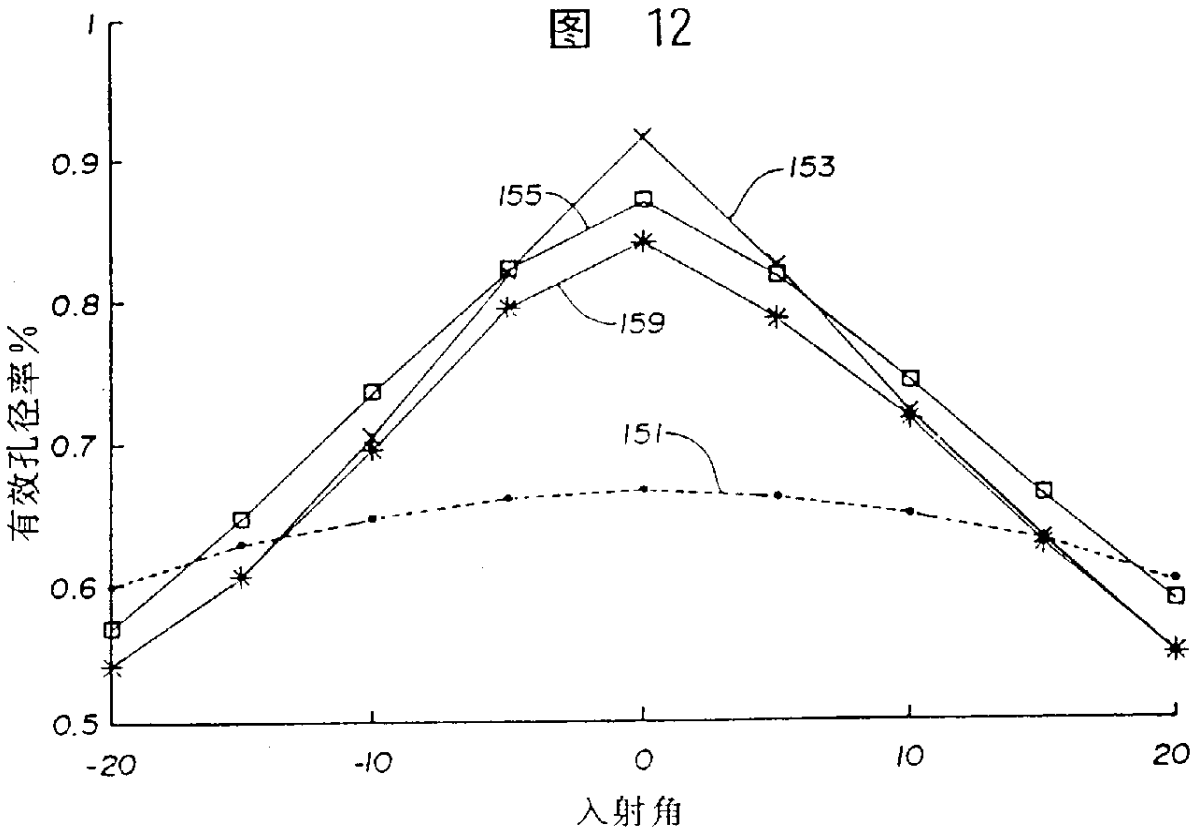

1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
有效孔径率%
-20
-10
0
10
20
入射角
153
155
159
151

图 13

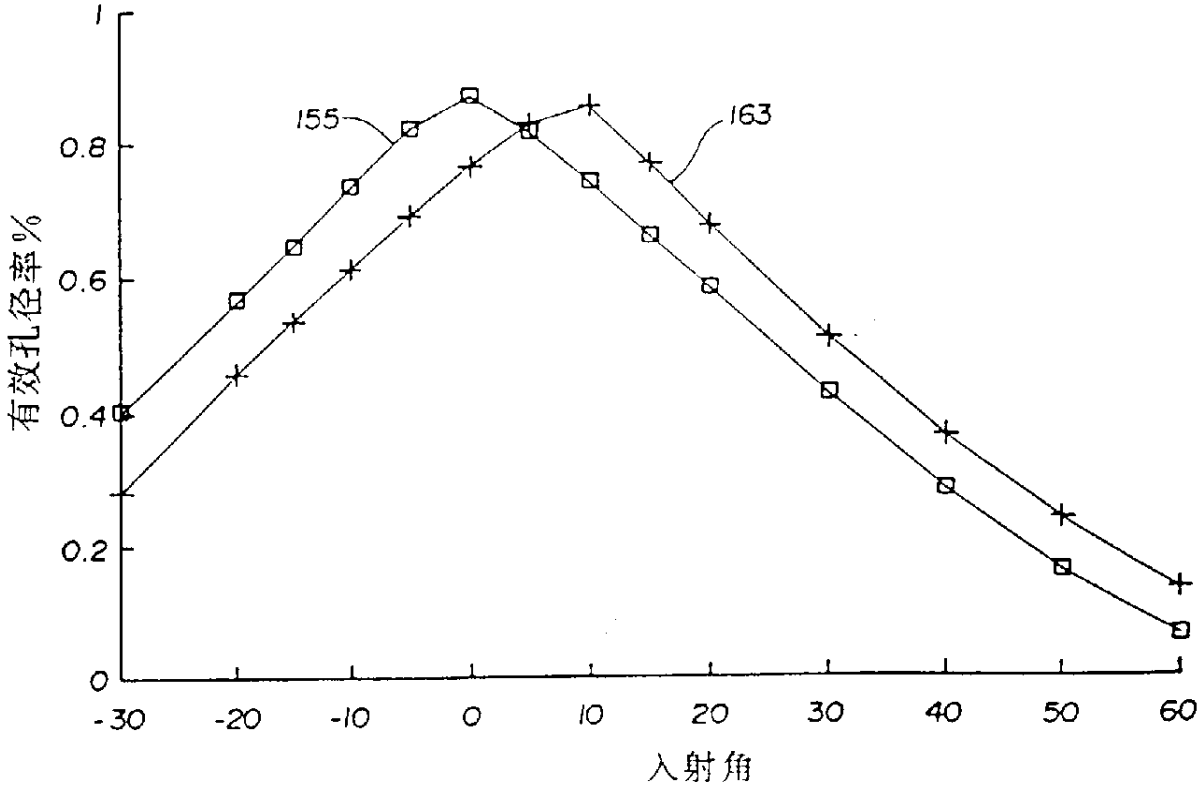
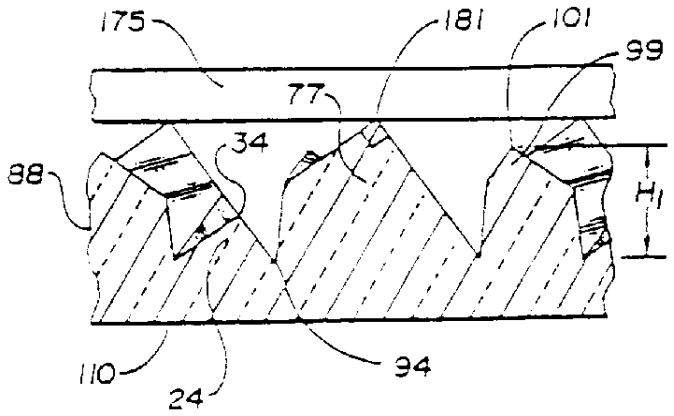

1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
有效孔径率%
-30
-20
-10
0
10
20
30
40
50
60
入射角
155
163

图 14


175
181
101
99
77
34
88
H_1
110
24
94

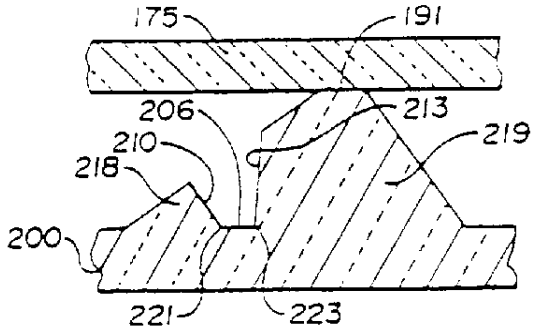

175
191
206
213
210
219
218
200
221
223

图 15

图 16

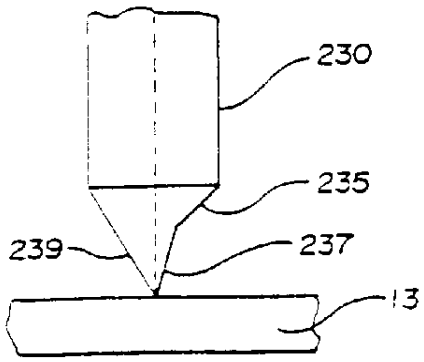

230
235
239
237
13

图 17