



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97182275.1

[45] 授权公告日 2003 年 12 月 24 日

[11] 授权公告号 CN 1132023C

[22] 申请日 1997. 11. 24 [21] 申请号 97182275. 1

[30] 优先权

[32] 1997. 7. 2 [33] US [31] 08/887,389

[86] 国际申请 PCT/US97/21448 1997. 11. 24

[87] 国际公布 WO99/01786 英 1999. 1. 14

[85] 进入国家阶段日期 2000. 1. 3

[71] 专利权人 美国 3M 公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 K·L·史密斯 G·M·本森

审查员 张宝瑜

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

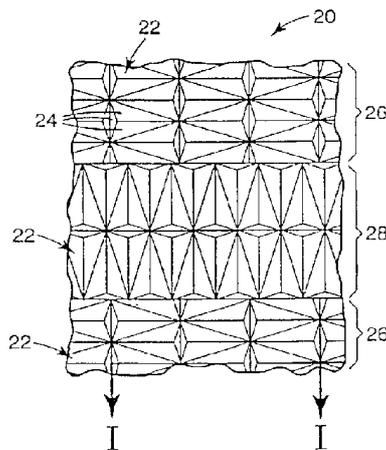
代理人 陈亮

权利要求书 3 页 说明书 24 页 附图 11 页

[54] 发明名称 由高度倾斜的立体角元件构成的倾斜反光片和制造它的模子及方法

[57] 摘要

本发明提供了一种反光片，包括立体角元件反向对第一阵列和立体角元件反向对第二阵列。第一和第二阵列中的立体角元件的对称轴沿反向倾斜，与垂直于基表面的轴的角度从大约 12 度到大约 30 度。立体角元件的第二阵列取向大致上垂直于第一阵列，以得到一种反光制品，它在大约 360 度的定位角提供通常均一的总返回光，或在这样的 360 度范围内最小总返回光为大约 5%。还揭示的是一种适用于形成本反光片的模子装配，和使用这种模子制造反光制品的方法。



1. 一种反光制品（20），于包含具有基表面（54）和与基表面相对的结构表面的基片，所述结构表面包含多个立体角元件（22）的阵列，其特征在于包含：

第一立体角元件配对阵列，阵列中的立体角元件的对称轴（50）沿反向倾斜，其与垂直于基表面（54）的轴的角度在12度到30度之间；及

第二立体角元件相反对的阵列，阵列中的立体角元件的对称轴（50）沿反向倾斜，其与基表面（54）垂直于的轴的角度为12度到30度之间，第二立体角元件阵列方向相对于第一阵列成75°到105°，从而反光制品（20）提供了最小总返回光在入射角为40度时，在360度的旋转角的范围内是5%。

2. 如权利要求1所述的反光制品，其特征在于第一和第二阵列占据反光制品的结构表面的大致上相等的面积。

3. 如权利要求1所述的反光制品，其特征在于第一阵列的立体角元件的对称轴沿反向倾斜，其与垂直于基表面的轴的角度在14度到20度之间。

4. 如权利要求1所述的反光制品，其特征在于第一阵列中的立体角元件的对称轴沿反向倾斜，与垂直于基表面的轴的角度为14度。

5. 如权利要求1所述的反光制品，其特征在于第二阵列的取向是相对于第一阵列85度和95度之间。

6. 如权利要求1所述的反光制品，其特征在于制品在大于40度的入射角的360度的旋转角，提供一般均一的总返回光。

7. 如权利要求1所述的反光制品，其特征在于在入射角40度，在360度的旋转角范围内，最小总返回光10%。

8. 如权利要求1所述的反光制品，其特征在于基片和立体角元件由折射率在1.3和1.7之间的透光性材料形成为单个制品。

9. 如权利要求1所述的反光制品，其特征在于基片包含一层，所述层包含弹性模数小于 7×10^8 帕的透光性材料，并且立体角元件包含弹性模数大于 16×10^8 帕的透光性材料。

10. 如权利要求1所述的反光制品，其特征在于多个立体角元件以精确的正交的偏差结合，以改变反射光在出现的锥形物中的光分布。

11. 如权利要求 1 所述的反光制品，其特征在于还包含设置得和第一和第二立体角元件阵列相邻的密封媒质。

12. 如权利要求 1 所述的反光制品，其特征在于所述立体角元件具有可达到 100% 的最大有效孔径。

13. 一种反光制品 (20)，包含具有基表面 (54) 和与基表面 (54) 相对的结构表面的基片，结构表面包含多个立体角元件 (22)，其特征在于包含：

第一立体角元件相反对阵列，阵列中的立体角元件的对称轴 (50) 沿反向倾斜，与垂直于基表面 (54) 的角度在 12 度和 30 度之间；和

第二立体角元件相反对阵列，阵列中的立体角元件的对称轴 (50) 沿反向倾斜，与垂直于基表面 (54) 的轴的角度在 12 度到 30 度之间，第二立体角元件阵列方向相对于第一阵列成 75° 到 105° ，从而反光制品 (20) 提供了旋转角为 360 度范围的均一的总返回光。

14. 一种反光制品 (20)，包含具有基表面 (54) 和与基表面相对的结构表面的基片，结构表面包含多个立体角元件 (22) 阵列，其中包含：

第一立体角元件反向对阵列，阵列中的立体角元件的对称轴 (50) 沿反向倾斜，与垂直于基表面 (54) 的轴成 15.1 度和 30 度之间；及

第二立体角元件反向对阵列，阵列中的立体角元件的对称轴 (50) 沿反向倾斜，与垂直于基表面 (54) 的轴的角度为 15.1 度到 30 度之间。

15. 一种用于形成反光片的模子装配，模子装配包含具有基表面 (54) 和与基表面 (54) 相对的结构表面的基片，模子表面以大致上相等的比例包含：

第一立体角元件反向对阵列，阵列中的立体角元件的对称轴 (50) 沿反向倾斜，与垂直于基表面 (54) 的轴的角度在 15.1 度和 30 度之间；及

第二立体角元件相反对阵列，阵列中的立体角的对称轴 (50) 沿反向倾斜，与垂直于基表面 (54) 的角度在 15.1 度和 30 度之间，第二立体角元件阵列方向相对于第一阵列成 75° 到 105° 。

16. 如权利要求 15 所述的方法，其特征在于第一和第二立体角元件相反对的阵列在 15.1 度和 20 度之间。

17. 一种制造反光制品 (20) 的方法，其特征在于包含：

提供适合于形成反光制品 (20) 的模子装配，模子装配包含具有基表面 (54) 和与基表面 (54) 相对的模子表面的基片，模子表面以大致上相对的比例包含：

第一立体角元件反向对阵列，第一阵列中的立体角元件的对称轴（50）沿反向倾斜，与垂直于基表面（54）的轴的角度在 15.1 度和 30 度之间；及

第二立体角元件反向对阵列，第二阵列中的立体角元件的对称轴（50）沿反向倾斜，与垂直于基表面（54）的轴的角度在 15.1 度和 30 度之间，其中第二立体角元件阵列方向相对于第一阵列成 75° 到 105° ；

形成模子的复制品，模子的复制品包括具有模子的反的图像的表面；及在复制品的表面中形成反光制品（20）。

18. 如权利要求 17 所述的方法，其特征在于第一和第二立体角元件反向对的阵列倾斜角度在 15.1 度和 20 度之间。

由高度倾斜的立体角元件构成的倾斜反光片和制造它的模子及方法

发明领域

本发明涉及一种立体角反光片，它能够将以相对高入射角入射的光以大的百分比返回，而不管反光片对于垂直于其主表面的轴的旋转方向如何。

发明背景

回射材料的特征在于，使入射光朝后沿初始光源的方向返回。这种特性导致反光片在各种反光设备中的广泛应用。一般将反光片应用到平坦的、坚固的制品上，诸如路标和路障等等，以改进它们在低光照射下的明显性。反光片还使用在不规则或柔性的表面上。例如，可以将反光片粘到卡车拖车的侧面，它需要反光片覆盖皱状部分和伸出的铆钉，或者可以将反光片粘到柔软的部分，诸如道路工人的安全背心或其它这样的安全外衣。

许多反光应用由对反光片的专门性能指标所规定。生产商必须证明，它们的反光片能够满足相关的性能指标，才能被考虑为市场的供应者。为描述回射（见 ASTM 名称 E808-93b）和测量回射（见 ASTM 名称 E809-94a，测量反光镜的光度特性的标准作法）存在着一套标准。

两个已知类型的反光片是微球基反光片和立体角反光片。微球基反光片（有时称为“小珠”反光片）使用多个的微球，至少部分地注入粘剂层中，并具有相关的镜反射或漫反射材料（例如，颜料微粒、金属薄片或蒸汽涂层等等），来回射入射光。在第 3,190,178 (Mckenzie) 和第 5,066,098 (Kult) 号美国专利中揭示了用于说明的例子。由于小珠反光镜的对称性，当沿着垂直于反光片的表面的轴旋转时，微球基的反光片表现出相对均一的入射角。由此，小珠反光片的反光性能对于反光片所放置的物体表面上的取向是不敏感的。但是一般而言，微球形反光片表现出相对低的回射效率。小珠反光片典型地在大约 2 度的观测角度中，表现出总返回光为大约 5% 到 15%。

立体角反光片包含片体部分，该部分典型地具有大致上平面基表面和结构表面，它包含多个与基表面相对的立体角元件。每一个立体角元件包含三个相

互大体上垂直的光学表面，它们在一个参考点或者顶点相交。立体角元件的基底作为一个孔径，光通过该孔径传送到立体角元件。在使用中，入射到反光片的基表面的光在反光片的基表面折射，传送通过设置在反光片上的各个方体角元件的基底，从三个垂直的立体角光学表面反射，并朝着光源的方向重新定向。

许多性能标准的一个方面需要反光片将以各种入射角入射到反光片的光以特定的百分比返回。反光片作为入射光的入射角的函数的总返回光特性通常在现有技术中称为反光片的“入射角”。能够将以相对高的入射角入射的光以大百分比返回的反光片的可认为具有强的或宽的入射角，诸如第 4,588,258 号美国专利中的等亮度线中所揭示的。

通过对照，具有小入射角的反光片在入射角从 0 度偏离时，迅速地损失其反光亮度(总的返回光减小)。另外，入射角大约 360 范围的旋转角的变化需要为每一个应用适当地安排反光片。反光片的入射角和旋转均一性是主要的性能因素，因为它本质上影响了司机在弱光条件下以各种方向看诸如交通信号或安全栅等物体的能力。

立体角元件的对称轴(也称为光学轴)是与立体角元件的三个光学表面形成相等的角度的轴。立体角元件典型地相应于大致上沿光轴入射到基底上的光表现出最高光学效率。由立体角反光镜反射的光的量随着入射角对于光轴的偏离而下降。

立体角元件提供了这样的优点，成为比小珠更为有效的反光镜。词语“有效面积”和“有效孔径”用于立体角技术中，使立体角元件的部分特征在于回射入射到元件的基底上的光。关于立体角元件设计的有效孔径的详细的说明超出了本发明揭示的范围。立体角几何图形的有效孔径的确定的一种办法可参见 Eckhardt 应用光学, v. 10, n. 7, July, 1971, pp. 1559-1566。第 835,648 号美国专利(Straubel)中也讨论了有效孔径的概念。以一个给定的入射角，可以由三个立体角表面在垂直于折射的入射光平面上的投影与三个反射物在相同平面上的镜像表面的投影的拓扑相交决定有效面积。然后，将词语“百分比有效面积”定义为有效面积被立体角表面的投影的总面积相除的高。反光片的反光效率直接与该百分比有效面积成比例。通常用于反光片中的切开的立体角元件的最大理论总返回光大致上为 67%，而实际上，立体角反光片表现出最大总返回光接近于 35%，这是由于密封、前表面损失和在立方表面处的反射损失。

对于立体角元件配对阵列的预期的总返回光(TLR)可以从对百分比有效面

积和光线强度的知识算出。可以因为前表面损失和来自三个立体角表面的每一个的反射而减小光线强度。总的返回光定义为百分比有效面积和光线强度的乘积，或者是回射的总入射光的百分率。在第 3,712,706(Stamm)号美国专利中有对直接加工的立体角阵列的总返回光的讨论。

基本立体角元件的返回光特性实际上本来是不对称的。全内反射(TIR)的衰减是在非镀金属的立体角反光镜中的这种不对称的最大的原因。用专门的反射物涂敷反射表面，充分地减小了反射图案中的不对称。但是，镀金属的立体角阵列对于白天的观察(例如在信号中)不够白。镜面蒸汽涂层的耐久性也是不够的。最后，一部分的不对称性是由于立体角元件不对称的几何形状。见 Rityan, 立体角反光镜光学, 光学技术苏联杂志, v. 34, p. 195(1967)。

由立体角元件形成反光片在其返回光剖面中表现出相应的不对称性。通过例子, Stamm 的第 3,712,706 号美国专利('706 专利)中揭示了单个立体角元件的三片页状返回光特性。类似地, 第 4,202,600 号美国专利(Burke)和 4,243,618 号美国专利(Van Arnam)揭示了一种立体角元件的阵列, 它具有多个具有不同角度方向的区域, 从而由立体角反光片反光的总的光线以入射光的入射角和反光片在基片上的定向角的函数变化。Burke 和 Van Arnam 的六片叶状的返回光剖面特性是立体角元件配对的特征。

一个减小反光片的不对称性的方法是通过提供由以不同的方向设置的多个不连续的立体角阵列构成的反光片, 一种在现有技术中称为“倾斜”。Burk 和 Van Arnam 的专利揭示了一种反光片, 它具有传统的切开的立体角元件的阵列, 具有等边基底三角形, 它在反光片的表面上的不同方向倾斜。而这些参考中提出的结构提出了不对称的问题, 这些参考中所揭示的立体角几何形状在大于大约 40 度的入射角经受总返回光的迅速下降, 这是由于只有立方的小部分在特别的方向有光学效果。因此, 根据这些参考的反光片在许多应用中在高的入射角不提供足够的总返回光。

另一种提供入射角的这种变化的方法是设计反光片, 以具有专门的平面, 它改进入射角。通过例子, Hoopman 的专利揭示了一种反光片, 其中立体角元件安排为相对的配对, 使它们的各个对称轴互相倾斜。这种几何形状导致了一种反光片, 它在大致上与包含立体角元件的对称轴的平面(定义为 X 轴平面)重合的平面中, 以及垂直于 X 轴平面的 Y 轴平面中具有改进的入射角。在使用中, 反光片最好对基片的取向能使这些平面与光的入射面一致, 对于在路标上的反

光片的较好的方向是将 X 轴平面排列得大致上平行于地面。

第 5,565,151 号美国专利(Nilsen)中揭示了立体角反光元件配对，它们沿反向倾斜，在大于 1.0 度和小于大约 7.0 度之间。配对中的一个立体角元件的一部分被去掉，产生较小的元件，它产生增加的观测角性能。

第 08/5887,719 号美国专利申请(Nestegard 等人，题为“双重反光片”)中揭示了一种反光片，具有交替的立体角阵列的区域，从而它们入射角的主要平面大致上相互垂直。

由此，现有技术中需要一种反光片，它在 360 度的定位角范围内，尤其是在大于大约 40 度的入射角，保持了可见的有用的返回光。另外，现有技术中需要一种反光片，在更高的入射角，特别是大于大约 40 度的入射角，在 360 度的定位角范围内，总返回光中具有相对小的变化。

发明概述

这里所揭示的较好的立体角反光片包含高倾斜的立体角元件，它们沿两个大致上垂直的方向倾斜，从而反光片对于大约 40 度的入射角，在所有定位角都保持可见的有用的总返回光，并且最好是大约 50 度，更好的是大约 60 度。由此，揭示了一种立体角反光片，与现有的立体角反光片的结构相比，它对于取向不太敏感。较好的反光片在高入射角保持可见有用总返回光性能，而在更低的入射角保持高的总返回光。

反光制品包含具有基表面和结构表面，该结构表面具有多个立体角元件阵列，并与基表面相对。立体角元件的阵列包含第一立体角元件反向对阵列和第二立体角元件反向对阵列。第一阵列中的立体角元件的对称轴沿反向倾斜，与垂直于基表面的轴的角度在大约 12 度和大约 30 度之间。第二阵列中的立体角元件的对称轴类似地沿反向倾斜，与垂直于基表面的轴的角度在大约 12 度和大约 30 度之间。立体角元件的第二阵列取向大致上垂直于第一阵列，从而反光制品在大约 40 度的入射角，在大约 360 度旋转角范围内的提供最小总返回光为大约 5%。

在另一个实施例中，第一阵列中的立体角元件的对称轴沿着反向倾斜，与垂直于基表面的轴的角度在大约 12 度到大约 30 度之间。第二阵列中的立体角元件的对称轴类似地沿反向倾斜，与垂直于基表面的轴的角度在大约 12 度到大约 30 度之间。第二立体角元件阵列取向大致上垂直于第一阵列，从而反光

制品在旋转角为 360 度的范围内提供一般为均一的总的返回光。

在另一个实施例中，第一和第二阵列中的立体角元件沿着反向倾斜，角度在大约 15.1 度到大约 30 度之间。

第一阵列和第二阵列占据大致上相等的反光制品的结构表面部分。立体角元件一般为三面角结构，包含三个相互垂直并相交在一个顶点上的三角形光学表面和一个三角形的底部。被切掉顶端的立体角元件的三角形底部大致上与制品的基表面共面。或者，立体角元件可以是“整个立方”，即，一般的多边形结构，它包含三个相互垂直的光学表面，包括两个四边形光学表面和第三光学表面，它们在一个顶点上相交，还有四边形的基底。

阵列中的立体角元件的对称轴更好地是沿着反向倾斜，与垂直于基表面的轴的角度为大约 14 度到大约 20 度之间。第一和第二阵列中的立体角元件的对称轴可以倾斜相同或不同的量。第二阵列最好相对于第一阵列取向在大约 85 度和 95 度之间，最好是大约 90 度。

反光制品相应于沿垂直于制品的基表面的轴入射到制品上的光，表现出最大理论总返回光接近于 100%。在入射角大约 40 度，最好入射角为 50 度，更好的入射角大约 60 度，在旋转角为 360 度的范围内，反光制品最好最小总返回光为大约 5%，更好地是大约 10%。

立体角元件反向对可以是，也可以不是物理相邻的，并可以具有相同或不同的反光图案。在一个实施例中，立体角元件反向对是配对，它们产生镜像反射图案，诸如大致上相同，但相对旋转了 180 度的元件。回射图案和反射图案涉及反光的形态，典型地描述为等亮度线。

最好由折射率在 1.3 和 1.7 之间的透光性材料，将基片和立体角元件形成成为单个的制品。在一个实施例中，反光制品的层包含弹性模数为大约 7×10^8 帕的透光性的聚合材料，并且立体角元件由弹性模数大于大约 16×10^8 帕的透光性材料制成。立体角元件可以适合与精确正交的小的偏差，以改变返回光出现的圆锥形中的光分布。

立体角元件的第一和第二阵列可以由专门的反射物质涂敷。可以将密封媒质设置得与立体角元件的第一和第二阵列相邻。最好将密封媒质通过交叉的粘剂网络结合到结构表面上，确定多个单元，其中密封了立体角元件。密封媒质保持与结构表面的空隙，从而立体角元件根据全内反射原理进行回射。

还揭示了一种适用于形成反光片的模子制品，以及使用模子制造反光制品

的方法。模子装配包括具有基表面和与基表面相对的模子表面的基片。模子基片以大致上相等的比例包含第一和第二阵列的立体角元件反向对。阵列中的立体角元件的对称轴最好沿反向倾斜，与垂直于基表面的轴的角度为大约 15.1 度到大约 30 度之间。第二阵列的立体角元件取向大致垂直于第一阵列。在另一个实施例中，第一和第二立体角元件反向对以大约 15.1 度到大约 20 度之间的角度倾斜。制造反光制品的方法包含形成模子的复制品。模子的复制品包括具有模子的反的图像的模子表面。反光制品形成在复制品的模子表面中。

附图概述

图 1A 是根据本发明的较佳实施例的反光片的部分的平面图。

图 1B 是图 1 的反光片的结构表面的部分沿线 I-I 的侧视图。

图 2 是图 1 的立体角反光片在倾斜之前的单个阵列反射光的等亮度线的极坐标图。

图 3 是图 1 的立体角反光片的反射光的等亮度线的极坐标图。

图 4 是形成反光片的模子的平面图。

图 5 是图 4 用于形成根据本发明的实施例的反光片的模子的平面图。

图 6 是由图 5 的模子形成的立体角反光片的反射光的等亮度线的极坐标图。

图 7 是由图 5 的模子形成的，安排为多个一般正交阵列的立体角反光片的反射光的等亮度线的极坐标图。

图 8 是立体角元件的另一个实施例的透视图。

图 9 是图 8 的立体角元件的俯视图。

图 10 是利用图 8 的层状体形成反光片的模子的侧视图。

图 11 是由图 10 的模子形成，并以 14 度倾斜的立体角元件的反射光的等亮度线的极坐标图。

图 12 是由图 10 的模子形成，并以 14 度倾斜的立体角元件的反射光的等亮度线的极坐标图，其中该反光片安排为多个一般正交阵列。

图 13 是由图 10 的模子形成，并以 20 度倾斜的立体角元件的反射光的等亮度线的极坐标图。

图 14 是由图 10 的模子形成，并以 20 度倾斜的立体角元件的反射光的等亮度线的极坐标图，其中，该立体角元件安排为多个一般正交阵列。

较佳实施例的详细描述

这里所揭示的较好的立体角反光片能够在相对于与垂直于其主表面的轴成相对较大的入射角返回大百分比的入射光。反光片包含第一阵列的立体角元件配对和第二阵列的立体角元件配对。阵列的立体角元件的对称轴沿反方向倾斜，和垂直于基表面的轴成的角度在大约 12 度和大约 30 度之间。立体角元件的第一阵列大致上垂直于第二阵列地取向。

揭示的还有反光制品，较好的是一种反光片，它使得入射角在 40 度，更好地是 50 度或 60 度内的总的可视的有用光以定位角返回。反光片的结构表面只需要立体角元件阵列的两个区域较好地沿两个正交轴倾斜，以完成这个光学物体，由此大大减小了大量生产这种反光片所需的力气和费用。每一个区域包含光学反向立体角反光元件的一个阵列，其中沿反向或逆向倾斜或倾斜光轴，其与垂直于反光片的基表面的轴成的角度在大约 12 度和大约 30 度之间，最好是大约 14 度到大约 20 度之间。

在本发明的上述较佳实施例中，为了清楚，将使用专门的技术名词。但是，本发明并不限于如此选择的专门名词。应该懂得，如此选择的每一个名词都包含所有与类似工作等效的术语。另外，虽然本申请揭示了立体角元件几何形状的几种形式，还可以使用诸如完全立方或切开立方的各种立体角几何形式。典型地，一个阵列中相邻的切开的立体角元件的基底边缘是共平面的。一个阵列中相邻的完全立体角元件的基底边缘不全在相同的平面。在光学技术中的普通技术人员将懂得，在现在所揭示的内容的范围内，可以使用不同程度的倾斜和不同的立体尺寸。在本申请的范围内，还要考虑立体角几何结构的非实质性的变化，其中计算这些变化以产生大致上相同的光学结果。

反光元件反向对通常指这样两个立体角元件，它们产生反向，但是不必相同的回射图案。立体角元件不必相互物理地相邻。反向对可能在反光制品中是物理分立的。配对通常指产生镜向回射图案的立体角元件的反向对，诸如大致上相同，但是相互旋转了 180 度的元件。典型地，配对物理相邻。

倾斜反光片的结构表面，从而第一区域中的立体角阵列取向与第二平面中的立体角阵列成角为大约 75 度到大约 105 度，较好地大约 85 度到大

约 95 度，再好地大约 90 度，提供了一种反光片，它保证了对于 70 度以内的入射角，在所有定位角的可视总光线回射 (TLR)。通常，关于定位角的 360 度范围的一定的总光线回射指最小总光线回射为 5%，并且更好地在入射角为大约 40 度是最小限度为 10%，再好地是在大约 50 度，最好是在大约 60 度。另外，当结构表面由立体角元件构成时 (其中它们的光轴在优选的角度范围内倾斜)，反光片在 360 度的定位角范围内，理论上的总光回射中表现出相对较小的变化。由此，反光片和现有的反光片相比，对取向不太敏感，但保证在大的入射角有高的 TLR 值。有多种方法可以用于安排立体角元件成为两个一般为正交的区域。

在同一天提交的相关的美国专利申请包括：立体角反光片模子及其制造方法 (U. S. Serial No. 08/886074)；立体角反光片模子及其制造的反光片 (U. S. Serial No. 08/886998)；立体角反光片、其模子及其制造方法 (U. S. Serial No. 08/887390)；立体角反光片模子及其制造方法 (U. S. Serial No. 08/887074)；和双定向反光片 (U. S. Serial No. 08/887006)。

图 1A 表示较好的反光片 20 的结构表面的部分的放大示图。结构表面包括多个交替的区域 26、28，区域 26、28 由高度倾斜的立体角元件 22 的两个一般为正交的阵列构成。虽然也可以如下所述，使用完全立体角元件，图 1A 中表示的立体角元件 22 在现有技术中一般指切开的立体角元件。如图所示，在反光片的一侧上的区域 26、28 中，将立体角元件 22 设置为光学反向配对。每一个立体角元件 22 具有三角棱镜的形状，其中三角棱镜具有三个暴露的平面 24。立体角元件表面 24 之间的二面角对阵列中的每一个立体角元件都是相同的，大约 90 度。但是，如在 Appledom 等人的第 4, 775, 219 号美国专利中所述，可以稍微由 90 度偏离。

反光片 20 的结构表面包含立体角阵列的多个交替的区域 26、28，所述区域 26、28 设置得大致上成 90 度角。反光片 20 最好以重复的图案包含第一区域 26 和第二区域 28，其中第一区域 26 包含沿第一取向设置的立体角元件 22 阵列，第二区域 28 包含沿着第二取向设置的立体角元件。在序号为第 08/587, 719 号美国专利 (Nestegard 等人，题为双取向反光片) 中揭示了一种带状倾斜反光片的适当方法。或者，可以通过各种使第一区域 26 一般地垂直于第二区域 28 的倾斜技术形成反光片 20。倾斜技术最好使变形或不工作立体角元件的数量最小。虽然第一区域 26 包含由三组相交的槽形成

的立体角元件 22 阵列，但是立体角元件也可以由两组槽构成，诸如在“立体角反光片模子及其制造方法” (U. S. Serial No. 08/887074) 中所揭示的。

阵列中各个立体角元件 22 构成基础三角形，该三角形包含角度 72.60 度、21.60 度和 34.80 度。另外，立体角元件的高度为大约 10 微米到大约 1000 微米。第二区域 28 沿着反光片的长度方向大致上平行地延伸到第一区域 26，并且包括一个立体角元件 22 阵列，它大致上与设置在第一区域 26 中的阵列相同，但是第二区域中的阵列的方向设置得相对于第一区域 26 中的阵列成 90 度。

如在图 1B 中最好地看到的，反向立体角元件 22 的对称轴 50 沿反向或逆向倾斜，其与垂直于反光片的基表面 54 的轴 52 的角度在大约 12 度和大约 30 度之间，较好的在大约 14 度和大约 20 度之间。这样的倾斜的程度提供了一种立体角元件，它具有入射棱角度的一个主平面。沿一个方向使轴倾斜，该方向在现有技术中通常称为“反向”或“逆向”，如在第 5,565,151 号美国专利(Nilsen)中所指。这和第 4,588,258 号美国专利(Hoopman)中揭示的沿“向前”或“正向”倾斜区别。

反向倾斜的立体角元件的特征还在于，立体角元件三角基座只有一个角小于 60 度。其它两个角测出至少是 60 度。通过对比，向前倾斜的立方体特征在于三角基座所包含的两个角小于 60 度，而只有一个三角基座所包含的角大于 60 度。知道，这里所讨论的特定的几何形状与较佳实施例相关。普通的技术人员将知道，还可以使用不同的倾斜程度和不同的立方体尺寸。

反光片 20 可以包含分立的层 56，该层 56 包含由弹性模数小于大约 7×10^8 帕的透光性材料形成的透光聚合材料。立体角元件 22 可以由弹性模数大于大约 16×10^8 帕的不同的透光性材料形成。立体角元件 22 最好由热塑性材料或热固性聚合体构成。体层可以从由乙烯离聚物、增塑卤化乙烯聚合物、酸性乙烯共聚物、脂肪族聚氨酯、芳族聚氨酯其他透光高弹体及其组合物构成的组中选出。立体角元件 22 可以从由单官能、双官能和多官能丙烯酸酯或其组合物构成的组中选出。可以将镜面反射器提供给反光片 20 的整个表面或沿着其选出的区域。

图 2 是等亮度线，描写在图 1A 的反光片的区域 26 中所描述的切开立体角元件阵列的总返回光的特征。切开立体角元件沿反向倾斜 17 度，它由折射率为 1.59 的材料形成。第一区域 26 的高度倾斜的立体角元件 22 提供

了入射角度的一个主平面。

如这里所使用的，等亮度线划分了从立体角元件得到的总的返回光。同心的等亮度线将预期的总返回光表示为以各种入射角和定位角的组合，入射在立体角元件的基表面上的光的百分比。关于划分的中心的径向移动表示增加入射角，而切向移动表示改变立体角元件对于光源的取向。最大反光率由图中的中心点表示，并标出表示在总的返回光中测得的，比最大值少 5 个百分比回射率的中心等亮度线。

图 3 是等亮度线，表示具有包含沿反向切开 17 度的切开的立体角元件 22 的结构表面的反光片 20 的总返回光的特征，该反光片按照图 1 中所示的实施例倾斜，并且它由折射率为 1.59 的材料形成。

表 1 包含了这种反光片在图 3 中用图表示的数据。表 1 的旋转定向数据限制在 0 到 90 度，而不是整个 360 度，这是因为图案每 90 度都重复。表 1 的总返回光数据不包括由密封、反射层等引起的损失。表 1 中的零度定向相应于正向 y 轴 58。

表1

入射角	旋转定位角										最小	最大	范围	
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90				
0	0.304	0.304	0.304	0.304	0.304	0.304	0.304	0.304	0.304	0.304	0.304	0.304	0.304	0.000
10	0.291	0.288	0.288	0.288	0.289	0.289	0.288	0.288	0.288	0.288	0.287	0.287	0.289	0.002
20	0.162	0.163	0.179	0.222	0.203	0.203	0.179	0.179	0.163	0.163	0.162	0.162	0.222	0.060
30	0.133	0.133	0.132	0.132	0.187	0.187	0.131	0.131	0.133	0.133	0.131	0.131	0.187	0.056
40	0.139	0.136	0.129	0.120	0.175	0.175	0.129	0.129	0.136	0.136	0.120	0.120	0.175	0.055
50	0.140	0.137	0.126	0.111	0.122	0.122	0.126	0.126	0.137	0.137	0.111	0.111	0.140	0.030
60	0.077	0.129	0.115	0.096	0.100	0.101	0.115	0.115	0.129	0.129	0.077	0.077	0.129	0.053
70	0.019	0.022	0.053	0.072	0.081	0.080	0.052	0.052	0.022	0.022	0.019	0.019	0.081	0.062

图 4-5 描述了在多个层叠体 90 上形成高度倾斜切开立体角元件的较佳方法，诸如在题为立体角反光片、其模子及其制造方法(U. S. Serial No. 08/887390)的美国专利申请中所揭示的。第一、第二和第三组槽 30、38、46 分别在多层体 90 的工作表面上形成多个整个形成的切开立体角元件 80a、方体角元件 80a、80b 最好至少延伸至若干层的一部分中 80b。改变第三组槽槽 46 的位置和角度允许生产不同的立体角元件几何形状。

在所揭示的实施例中，立体角元件 80a 和 80b 的形状和尺寸大致上相同，但相互成 180 度布置。立体角元件 80a 具有三个相互垂直的光学表面 86：两个由表面 62 和 66 形成的光学表面，和与第三槽 46 的一个表面相应的一个第三光学表面 86。表面 62、66 和 86 的底部边缘定义了底部三角形，它包含角 β_1 、 β_2 和 β_3 。光学表面 62、66 和 86 在立体角元件顶点 88 处相交。或者，表面 62、66、86 不必在顶点中相交。更适合地，可以形成允许光穿过反光片的平台或者平坦区域。立体角元件 80b 具有三个相互垂直的光学表面：由表面 68 和 72 形成的两个光学表面，和第三槽 46 的相对侧相应的第三光学表面 82。表面 68、72 和 82 的底部边缘定义了包含角 β_1 、 β_2 和 β_3 的底部三角形。光学表面 68、72 和 82 在立体角元件顶点 84 相交。

在这里所描述的实施例中，底角 β_1 为 33.06 度，底角 β_2 为 73.47 度，而底角 β_3 为 73.47 度。具有不等边底部三角形的立体角元件通常在立体角技术中称为“倾斜”立体角元件。向前或向后的倾斜立体角元件增加了入射角度。沿向后的方向倾斜立体角使光学表面 62、66 拉长，并且减小了底角 β_1 。另外，沿着向后的方向倾斜立体角元件 80 改进了立体角元件 80 在大致上与公共边缘 64 和 70 平行的平面中的入射角度的性能，特别是对于倾斜大于大约 12 度的情况。如在下面将讨论的，立体角元件 80 的较有效部分一般沿选出的层叠体集中。这种特性在设计得回射以高入射角入射到反光片上的光的反光片应用中有用。或者，底角 β_1 、 β_2 和 β_3 可以不同(不等边三角形)，如在 W0 96/42024(Smith 等人)中所揭示的。另外，如在 W0 96/42025(Smith 等人)中所揭示的，入射角的最佳平面不必沿着倾斜的方向。

将立体角元件变为阴影，以说明立体角元件的较有效部分 89，其入射

角从大约 0 度到大约 45 度。立体角元件的较有效部分 89(立体角元件段)密集得与第三槽 46 相邻, 而立体角元件的较少有效部分 91 与第三槽 46 设置得分开。单个层叠体上的立体角元件的部分(它具有三个相互垂直的光学表面)被称为立体角元件段。立体角元件典型性被去掉的部分不具有三个相互垂直的光学表面, 结果, 不是立体角元件段。使较有效立体角元件段的密度集中, 以提供增强的光学特性。

较有效部分 89 可以包含位于角 β_2 、 β_3 附近的较少有效部分 87。立体角元件 80a、80b 的相对小的部分(图 4 中指出)是有效的。当入射角朝零减小时, 较有效部分 89 的面积和那个区域的有效孔径减小。有些点上, 有效孔径变成一个狭缝, 衍射光线离开回射制品, 该光线主要在包含立体角元件的光轴, 并且垂直于狭缝的平面内。狭缝孔径内的衍射使反射的光主要在一个平面内, 并且破坏了返回光的分散分布的均匀性, 如在 ASTM E808-94 中所揭示的。

图 5 表示多个光学相对立体角元件段的俯视平面图, 该立体角元件段是通过从图 4 中指出的装配中去掉多个层叠体(90c 和 90f)形成的。所有的层叠体可以是, 也可以不是相同的厚度。在另一个实施例中, 层叠体 90c、90f 可以与一个相邻的层叠体, 例如 90b 或 90e 分别相邻。然后, 可以通过机械加工, 去掉这种相邻的层叠体相应于 90c 和 90f 的部分。

在一个较佳实施例中, 图 5 中所指出的多个立体角元件段是通过从装配中将那些具有设置在各个工作表面上的少数立体角元件段的较少有效部分的层叠体去掉而形成的。从装配 90c、90f 去掉的层叠体这里称为牺牲层叠体。将牺牲层叠体从装配去掉, 并且使剩下的层叠体重新装配在适合的夹具中, 以提供一种结构表面, 它包含多个立体角元件段, 这些段相应于原来的装配中多个层叠体的工作表面中所形成的整个形成的立体角元件的较有效部分。因为去掉了立体角元件段的较少有效部分, 故这种模子的复制品的反光镜在大的入射角范围内, 可以表现出比作为原来装配的表面复制品形成的反光镜高出许多的反射效率。在形成第三组槽 46 之前, 层叠体 90c、90f 可以随意地从装配上去掉。下面讨论由图 5 的模子形成反光片。

图 4 和 5 的光学有效部分 89 描述了多个立体角元件配对。应该知道, 层叠体 90 可以安排为多种形态。例如, 可以将层叠体 90b、90e、90h 组合为第一分阵列, 并将层叠体 90a、90d、90g 组合为第二分阵列, 并与第一

分阵列物理分开。层叠体 90b、90e、90h 上的立体角元件可以光学地与立体角元件 90a、90d、90g 相反，而不物理相邻。如上所述的反光片最好包含四个分阵列。

图 6 是等亮度线，标出具有这样的结构表面的反光片的总返回光特性，该结构表面包含根据图 4 和 5 的立体角元件，它沿向后的方向倾斜 18 度，由折射率为 1.59 的材料制成。还有，较好的高度倾斜的立体角元件提供了入射角的一个主平面。

图 7 是等亮度线，标出具有这样的结构表面的反光片的总返回光特性，该结构表面包含图 5 的立体角元件段，沿向后的方向倾斜 18 度，根据图 1 中所示的实施例倾斜，并由折射率为 1.59 的材料形成。

下面，按照表 1 相同的形式安排的表 2 包含图 7 中由图表示的数据。表 2 的旋转定向数据限制在 0 度到 90 度，而不是 360 度，这是因为图案每 90 度就重复。表 2 的总返回光数据不包含由密封、反射层等等引起的损失。表 2 中的零度方向相应于正向的 y 轴 58。

表2

入射角	旋转定位角										最小	最大	范围
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90			
0	0.422	0.420	0.420	0.416	0.415	0.415	0.416	0.417	0.418	0.418	0.415	0.420	0.005
10	0.401	0.388	0.393	0.393	0.394	0.394	0.393	0.392	0.388	0.394	0.388	0.394	0.007
20	0.217	0.214	0.228	0.298	0.272	0.272	0.298	0.229	0.214	0.216	0.214	0.298	0.084
30	0.173	0.171	0.314	0.172	0.252	0.252	0.171	0.314	0.171	0.173	0.171	0.314	0.143
40	0.153	0.149	0.146	0.146	0.178	0.176	0.144	0.145	0.149	0.153	0.144	0.178	0.034
50	0.125	0.120	0.117	0.116	0.130	0.130	0.112	0.114	0.120	0.125	0.112	0.130	0.018
60	0.098	0.094	0.090	0.082	0.094	0.094	0.082	0.087	0.093	0.098	0.082	0.098	0.016
70	0.015	0.019	0.061	0.055	0.063	0.063	0.055	0.060	0.019	0.015	0.015	0.063	0.048

图 8-10 描述了一个层叠体 100，它包含多个高度倾斜的整个立体角元件，如在题为“立体角元件反光片模具及其制造方法”的美国专利申请(U.S. Serial No. 08/886074)中所揭示的，它适合于用作母模子，以形成整个立体角元件。或者，可以使用在题为“立体角反光片模具以及由其形成的反光片”的美国专利申请(U.S. Serial No. 08/886998)中所揭示的整个立体角元件。整个立体角元件对于给定的倾斜量，具有比切开的立体角元件更高的总返回光，但是整个的立方体在更高的入射角更快地失去总返回光。整个立体角元件的一个优点是在低入射角时具有更高的总返回光，而在更高的入射角没有太大的性能上的损失。

为了描述，可以在层叠体 100 上添加直角坐标。将第一参考平面设置在第一主表面 112 和第二主表面 114 之间。第一参考平面 124(指 $x-z$ 平面)具有作为其法向矢量的 y 轴。第二参考平面 126(指 $x-y$ 平面)大致上与层叠体 100 的工作平面共面地延伸，并具有 z 轴作为其法向矢量。第三参考平面 128(指 $y-z$ 平面)设置在第一端面 120 和第二端面 122 之间，并具有 x 轴，作为其法向矢量。应该知道，较佳实施例的几何特征可以使用除了这里描述的直角参考平面以外的坐标系，或者参照层叠体的结构进行描述。

层叠体 100 包含第一组槽，它包含多个相邻的 V 形状的槽 130，如图所示设置为角 δ_1 。在层叠体 100 中形成至少两个相邻的槽 130，其中每一个槽具有第一和第二槽表面 132、134，它们在槽的顶部 133 相交。在层叠体的边缘，槽形成的工作可以形成单个槽表面 132。重要地，相邻的槽的槽表面 132 和 134 沿着参考边缘 136 垂直相交。较好地，这个图案在多个层叠体 100 的整个工作表面重复。

通过使用各种材料切去技术(包括诸如研磨、刻线、切槽和快速切削之类的精密的切削技术)中任何一种适合的方法，去掉多个层叠体的工作表面的部分形成槽 130。另外，也可以使用化学蚀刻或激光侵蚀技术。在一个实施例中，第一组槽的槽 130 在高精度切削加工工作中形成，其中包含 90 度角的金刚石切割工具重复地移动，沿大致上平行于基表面 180 的轴，横向地越过多个层叠体 100 的工作表面。或者，可以沿不平行于基表面 180 的轴移动切割工具，从而工具以变化的深度切割多个层叠体 100。应该知道，可以使切削工具保持平稳固定，而使多个层叠体处于运动中；任何使多个

层叠体 100 和切削工具之间有相对运动的技术都可以想到使用。由此，在俯视平面图中，参考边缘 136 垂直于多个层叠体 100 的各个第一参考平面 124。

包含多个平行的相邻 V 形状槽 138 的第二组槽形成在多个层叠体 100 的工作表面上，其中层设置为角 δ_2 。在多个层叠体 100 的工作表面中形成至少两个相邻的槽 138，其中每一个槽 138 具有第三和第四槽表面 140、142，它们相交在槽顶部 141。在层叠体的边缘处，槽形成工作可以形成单个槽表面 140。重要的是，相邻的槽的槽表面 140 和 142 沿参照边缘 144 垂直地相交。较好地，这种图案在多个层叠体 100 的整个工作表面上重复。

槽 138 最好形成在多个层叠体 100 的工作表面中和第一组槽中的槽 130 相同的深度。另外，第二组槽中的槽 138 最好如此形成，从而槽顶部 141 和参照边缘 144 大致上与第一组槽中的槽 130 的各个槽顶部 133 和参照边缘 136 共面。

形成第三组槽，最好每一个层叠体 100 中包含至少一个槽 146。第三槽 146 确定了第五和第六槽表面 148、150，它们沿平行于第一参照平面 124 的轴在各个槽顶部 152 相交。重要的是，如此形成第三槽 146，从而第五槽表面 148 大致上垂直于第一槽表面 132 和第二槽表面 134。第五槽表面 148 的形成产生了多个立体角元件 160。

每一个立体角元件 160 都是由第一槽表面 132、第二槽表面 134 和第五槽表面 148 的一个部分确定，它们在一点处相交以确定立体角顶点。类似地，第六槽表面 150 大致上垂直于第三槽表面 140 和第二槽表面 142。第六槽表面 150 的形成也在层叠体 100 的工作表面中产生了多个立体角元件 170。每一个立体角元件 170 由第三槽表面 140、第四槽表面 142 和第六槽表面 150 的一部分确定，它们在一点处相交，以确定立体角的尖点或顶点 172。较好地，第五槽表面 148 和第六槽表面 150 都在层叠体 100 的工作表面上形成多个立体角元件。但是，第三槽 146 也可以如此形成，从而只有第五槽表面 148 和第六槽表面 150 形成立体角元件。另外，不需要顶点 162、172。对于一些应用，可以在立体角元件中形成平面的区域，以允许光透过反光片。

较好地，也透过高精度切削操作形成槽 146。在所揭示的实施例中，具有半倾角为约 46.55 度（对应于约 12 度倾斜）到 10.52 度（30 度倾斜）（对

应于 20 度倾斜)，最好是 42.52 度到 30.52 度的金刚石切割工具沿大致上在第一参照平面 124 内，并平行于基表面 180 的轴，移动通过每一个层叠体 100 的工作表面。为了达到高倾斜的立体角元件，槽 146 分别比第一和第二组槽 130、138 中的槽更深。

在层叠体 100 的工作表面中形成的立体角元件几何图形的特征可以是“满的”或“高效率”立体角元件几何形状，因为几何形状表现为达到 100% 的最大有效孔径。由此，作为工作表面的复制品的反光镜将表现相应于沿着立体角元件的对称轴入射到反光镜上的光的高的光效率。另外，立体角元件 160 和 170 设置得取向相反，并与第一参照平面 124 相对称，并将表现出相应于以高入射角入射到反光镜上的光的对称反光性能。但是，不需要立体角元件关于参照平面对称。

较好的层叠体 100 由尺寸稳定的材料（能够保持精度容差）形成，诸如可切削塑料（例如，聚对苯二甲酸乙二酯、有机玻璃和聚碳酸酯）或金属（例如，黄铜、镍、铜或铝）。层叠体的物理尺寸主要被切削限制制约。层叠体最好厚至少 0.1 毫米，高度在 5.0 和 100.0 毫米之间，宽为 10 和 500 毫米之间。但是，这些尺寸仅仅是为了说明的目的而给出的，而非用于限制的。主表面 112、114 之间的平面界面在切削阶段保持在相邻的层叠体之间，并且随后在由此形成的模子中，以使调整问题以及由处理层叠体引起的问题最小化，以使相邻的层叠体之间可能破坏负拷贝的质量的缺口最小化，并使移动到层叠体之间的缺口的闪光最小化。

在诸如反光片之类的反光制品的制造中，将多个层叠体的结构表面用作母模子，它可以使用电铸技术或其它传统的复制技术复制。多个层叠体予以包含大致上相等的方体角元件或可以包含各种尺寸，几何形状或取向的角元件。复制品的结构表面（现有技术中称为“模子”）包含立体角元件负图像。该复制品可以用作用于形成反光镜的模子。但是，更普通的，装配大量的或角的复制品，以形成足够大的，在形成反光片中有用的模子。可以将这样的反光片制造为一个整体的材料，例如将具有如上所述的立体角的预先形成的反光片浮刻出到或将液体材料注入模子中。具 JP-8-3009851 和第 4,601,860 号美国专利。或者，反光片可以制造为层状制品，方法是将方体角元件注入到预先形成的薄膜上，如第 W095/11464 号 PCT 申请和第 3,648,348 号美国专利中孝原，或将预先形成的薄膜层叠到预形成

的方体角元件。通过例子，可以使用镍模子制作本发明的有效反光片，其中镍模子是通过将镍电解沉和在母模子上形成的。电成型模子可以用作压模，将模子的 P 图案压到聚碳酸酯薄膜上，该薄膜大约 500 厚，并具有大约 1.59 的折射率。模子可以用于压床中，其中在大约 175°到 200°C 的温度下施压。

制造根据本发明的反光片的有用的材料最好是尺寸稳定，耐用、可吹干，并且容易形成为理想的结构材料。合适的例子包含通常折射率大约 1.5 的丙烯酸酯类，诸如 Rohm 和 Hoas 的有机玻璃树脂；热固性丙烯酸盐和环氧丙烯酸酯，最好是国徽熟化 10，聚碳酸酯，其折射率大约 1.6；聚乙烯基离聚物（以“SURLYN”的名称出售）；聚酯和乙酸丁酸纤维素。通常可以使用在热和压力下可以成型的光学透明材料。在 S 等人的第 5,450,235 号美国专利中揭示了其它适合的材料。反光片还可以包含、材料、UV 吸收体或其它需要的附加剂。

在某些环境中希望提供一种具有衬底层的反光片。对于根据全内反射原理反射光的光反片将制有用。适合的衬底层可从由任何透明或不透明材料制成，包括有色材料，这种材料可以与反光片有效地啮合。适合的初底材料包含铅片、镀锌钢、聚合材料（诸如有机玻璃、聚酯、聚胺、聚氟化物、聚碳酸酯、聚氯乙烯、聚氨酯，和各种由这些和其它材料制成的层叠体。

衬底层或反光片可以密封为现金 格块状或其它任何适合反光元件的配置。密封可以受到许多方法的影响，包含超声波焊接、粘剂或在反光片的阵列上不连续的位置上加热密封（由例如 US. Pat. No. 3,924,938）。希望密封阻止诸如混域水汽和/或混合物污染物的进入，并保持与立体角元件的反光表面相邻的气隙。

如果在合成物片需要额外的强度或韧性，可以使用聚酸酯、或加固塑料纤维制成的衬底。根据得到的反光材料的柔软性的程度，材料可以滚压或切割成带状或其它适合的设计。还可以用粘剂和释放片制造反光材料，以用于任何基片，而不需要额外的步骤施加粘剂或使用其它大装置。

立体角元件可以被分别地制成，以便将由制品反射的光分布为想要的图案或发散的特征，如在第 4,775,219 号美国专利中所揭示的。典型地，

引入的槽的半角误差将小于 ± 20 弧分，常常小于 ± 5 弧分。

图 11 是等亮度线，标出了反光片的总返回光的特征，该反光片的结构表面包含根据图 8—10 整个的立体角元件，它沿反向倾斜 14 度（内角为 42.52 度的槽 146），并由折射率为 1.59 的材料制成。图 8—10 的高倾斜的整个的立体角元件提供了入射角的主表面。

图 12 是等亮度线，标出反光片的总返回光的剖面，该反光片具有这样分结构表面，它包含图 8—10 的整个立体角元件，沿反向倾斜 14 度，根据图 1 的实施例倾斜，并由折射率为 1.598 的材料制成。表 3 包含图 12 中表示的总返回光数据。表 3 的旋转定向数据限制在 0 度到 90 度，而不是整个 360 度，这是因为图案每 90 度重复。表 3 的总返回光数据不包括由密封、反射层等引起的损失。表 3 中的零度方向相应于正向 Y 轴 58。

表3

入射角	旋转定位角										最小	最大	范围		
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90					
0	0.899	0.899	0.899	0.899	0.899	0.899	0.899	0.899	0.899	0.899	0.899	0.899	0.899	0.899	0.000
10	0.754	0.745	0.731	0.724	0.717	0.719	0.723	0.733	0.744	0.754	0.717	0.754	0.754	0.754	0.036
20	0.350	0.363	0.442	0.437	0.376	0.376	0.437	0.442	0.364	0.350	0.350	0.442	0.442	0.442	0.092
30	0.189	0.191	0.196	0.224	0.244	0.244	0.225	0.196	0.191	0.189	0.189	0.244	0.244	0.244	0.055
40	0.110	0.107	0.105	0.113	0.178	0.180	0.113	0.105	0.108	0.110	0.105	0.180	0.180	0.180	0.075
50	0.083	0.081	0.078	0.078	0.129	0.129	0.079	0.078	0.080	0.083	0.078	0.129	0.129	0.129	0.051
60	0.013	0.015	0.031	0.055	0.087	0.087	0.055	0.031	0.015	0.013	0.013	0.087	0.087	0.087	0.074
70	0.006	0.006	0.009	0.035	0.056	0.051	0.035	0.009	0.006	0.006	0.006	0.056	0.056	0.056	0.050

图 13 是等亮度线，标出根据图 8—10 的反光片的总返回光特性，该反光片具有整个的立体角元件，沿反向倾斜 20 度（内半角为 30.52 度的槽 146），并由折射率为 1.59 的材料制成。图 14 是等亮度线，标出反光片的总返回光的剖面，该反光片具有这样的结构表面，它包含图 8—10 的整个立体角元件，沿反向倾斜 20 度，由折射率为 1.59 的材料制成，并根据图 1 的实施例倾斜。下面的表 4 包含图 14 中表示的总返回光数据。表 4 的旋转方向数据限制在 0 度到 90 度，这是因为图案每 90 度重复。表 4 的总返回光不包括由于密封、反射层等等引起的损失。表 4 中的零度方向相应于正向的 Y 轴 58。

表4

入射角	旋转定位角										最小	最大	范围	
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90				
0	0.882	0.882	0.882	0.882	0.882	0.882	0.882	0.882	0.882	0.882	0.882	0.882	0.882	0.000
10	0.725	0.714	0.701	0.689	0.689	0.690	0.690	0.700	0.714	0.725	0.689	0.725	0.725	0.036
20	0.256	0.254	0.267	0.347	0.323	0.323	0.347	0.267	0.254	0.256	0.254	0.347	0.347	0.093
30	0.133	0.131	0.129	0.133	0.176	0.176	0.133	0.129	0.131	0.133	0.129	0.176	0.176	0.047
40	0.101	0.100	0.097	0.096	0.107	0.106	0.097	0.097	0.100	0.101	0.096	0.107	0.107	0.010
50	0.078	0.077	0.073	0.072	0.078	0.078	0.072	0.073	0.077	0.078	0.072	0.078	0.078	0.007
60	0.060	0.058	0.055	0.053	0.057	0.053	0.053	0.055	0.059	0.060	0.053	0.060	0.060	0.007
70	0.021	0.042	0.038	0.037	0.041	0.040	0.037	0.039	0.042	0.021	0.021	0.042	0.042	0.021

本发明的一个方面涉及一种适用于形成本发明的反光片的模子装配，和使用这种模子制造反光制品的方法。模子装配包括基片，该基片具有基表面和与基表面相对的模子表面。模子表面包括大致上相等比例的第一和第二立体角元件配对阵列。阵列中的立体角元件的对称轴沿反方向倾斜，其中与垂直于基表面的轴的角度在 15.1 度到 30 度之间。立体角元件的第二阵列大致上垂直于第一阵列取向。在另一个实施例中，第一和第二立体角元件相对的配对的阵列倾斜的角度在大约 15.1 度到大约 20 度之间。制造反光制品的方法包括形成模子的复制品。模子的复制品包括具有模子的反的图案的模子表面。在复制品的模子表面中形成反光制品。

这里，通过参照结合了包括本发明的背景中所揭示的有关的专利以及专利的应用。现在已经参照其几个实施例描述了本发明。对于本领域的技术人员，显然在所描述的实施例中可以有许多的变化，而不背离本发明的范围。因此，本发明的范围不应该被这里描述的较好的结构和方法所限制，而是由下面的权利要求的广范围所限制。

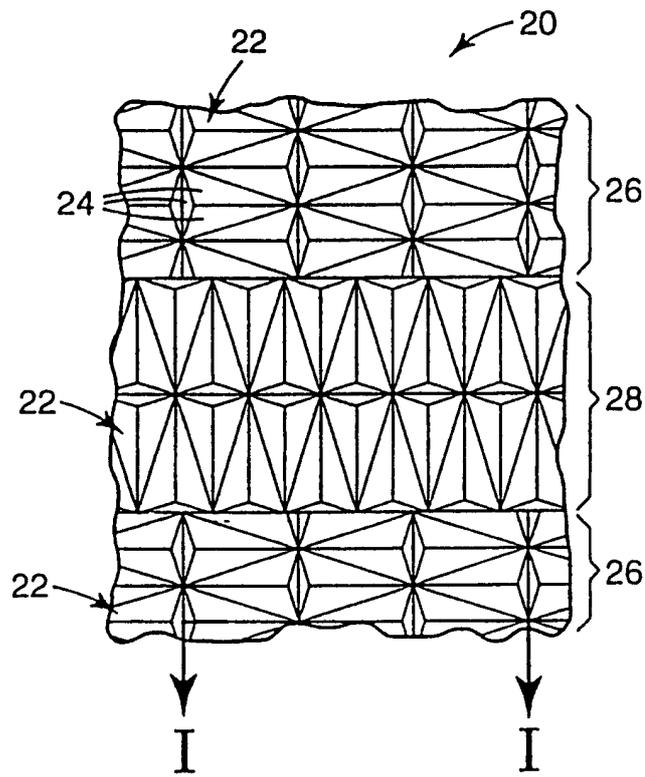


图 1A

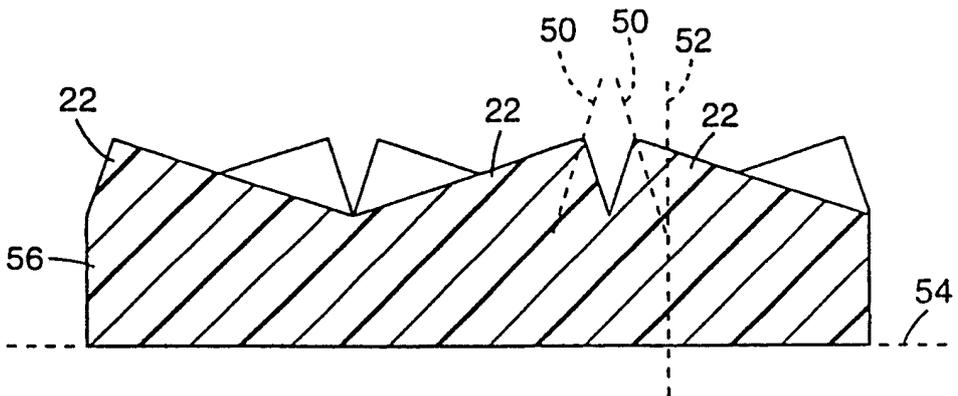


图 1B

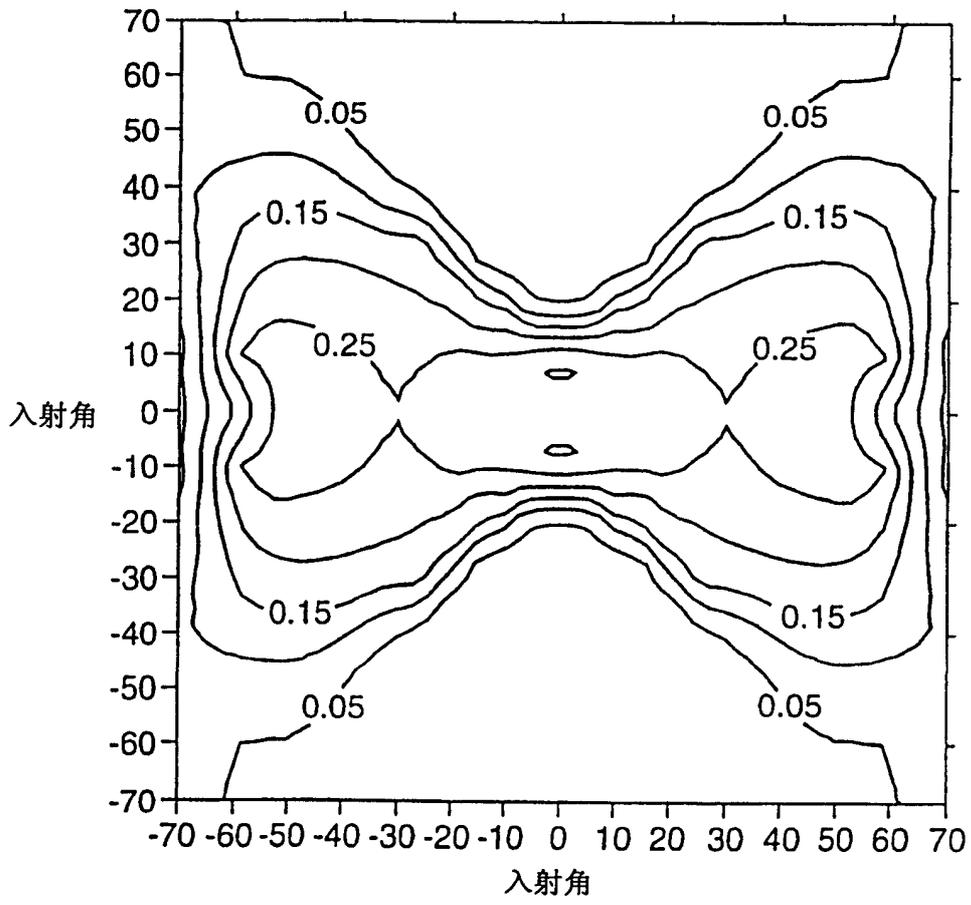


图 2

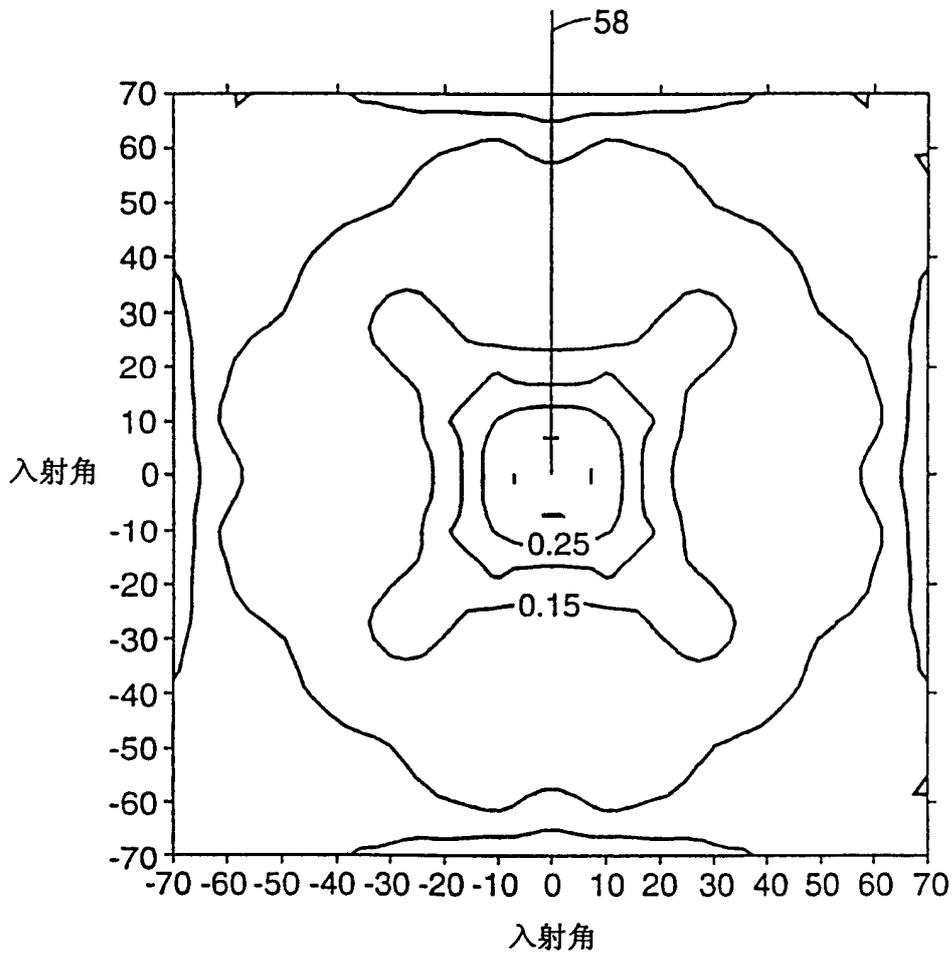


图 3

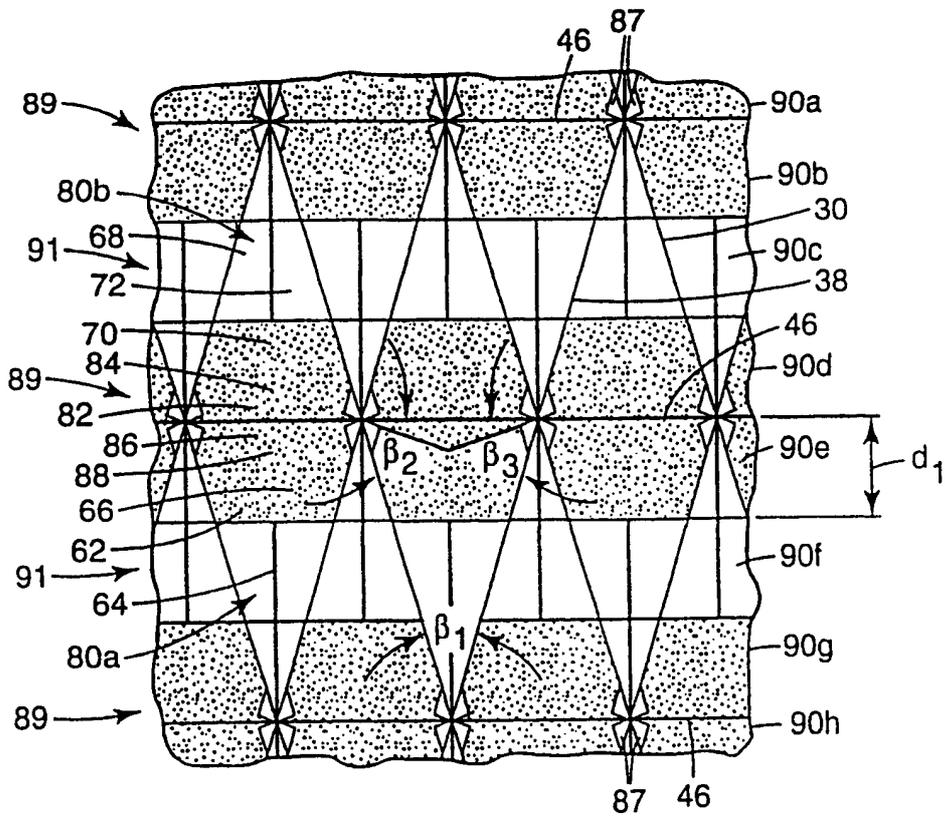


图 4

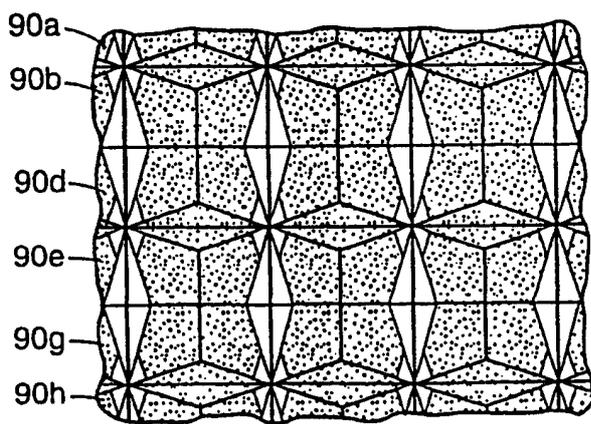


图 5

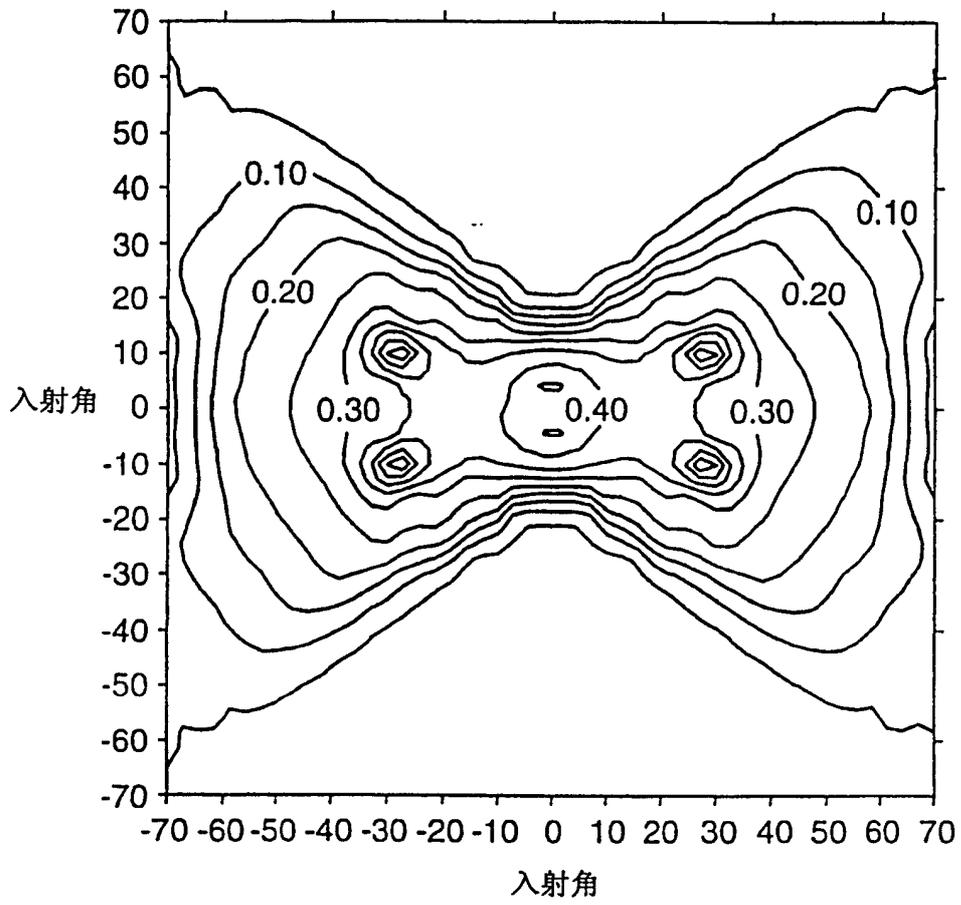


图 6

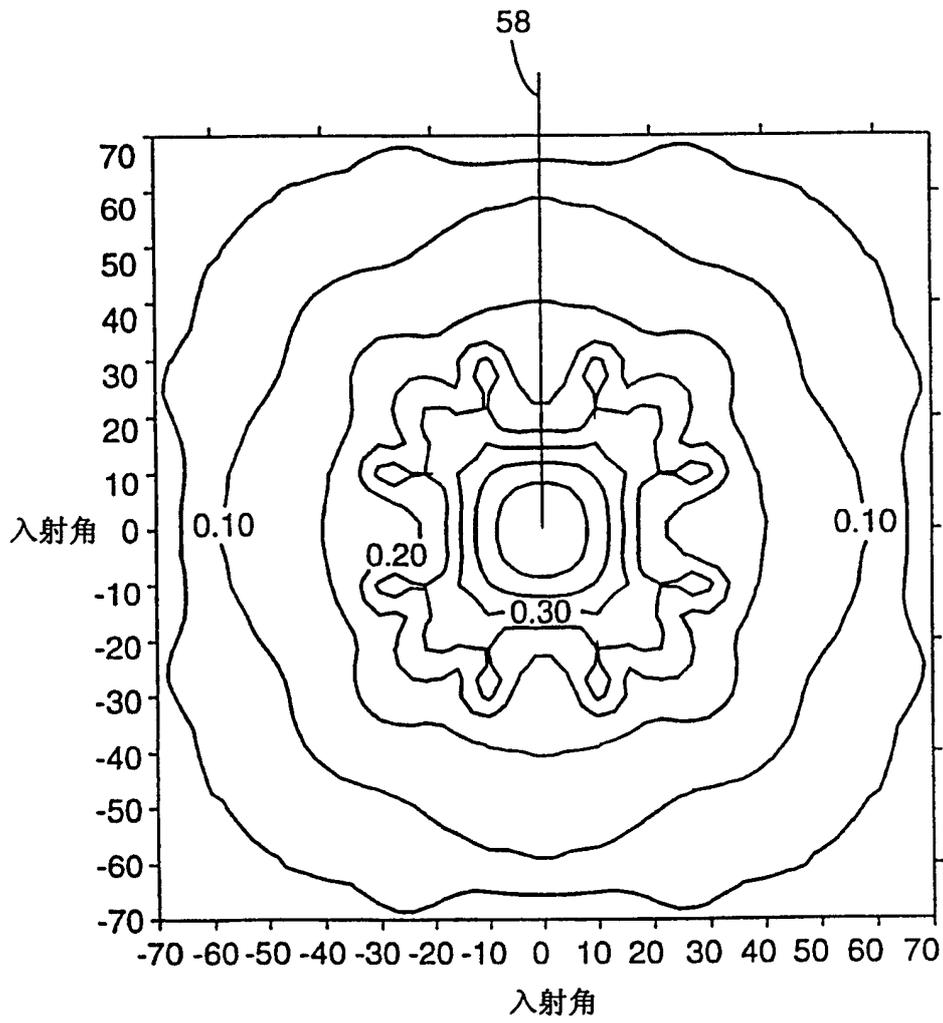


图 7

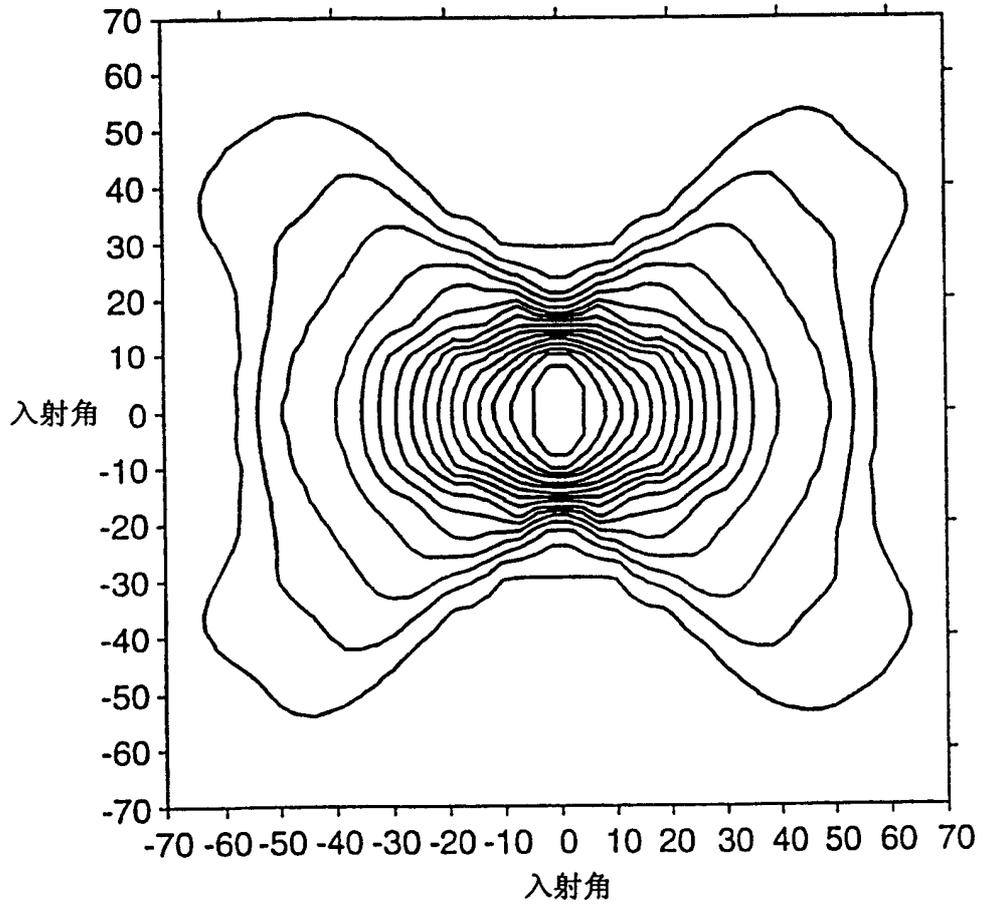


图 11

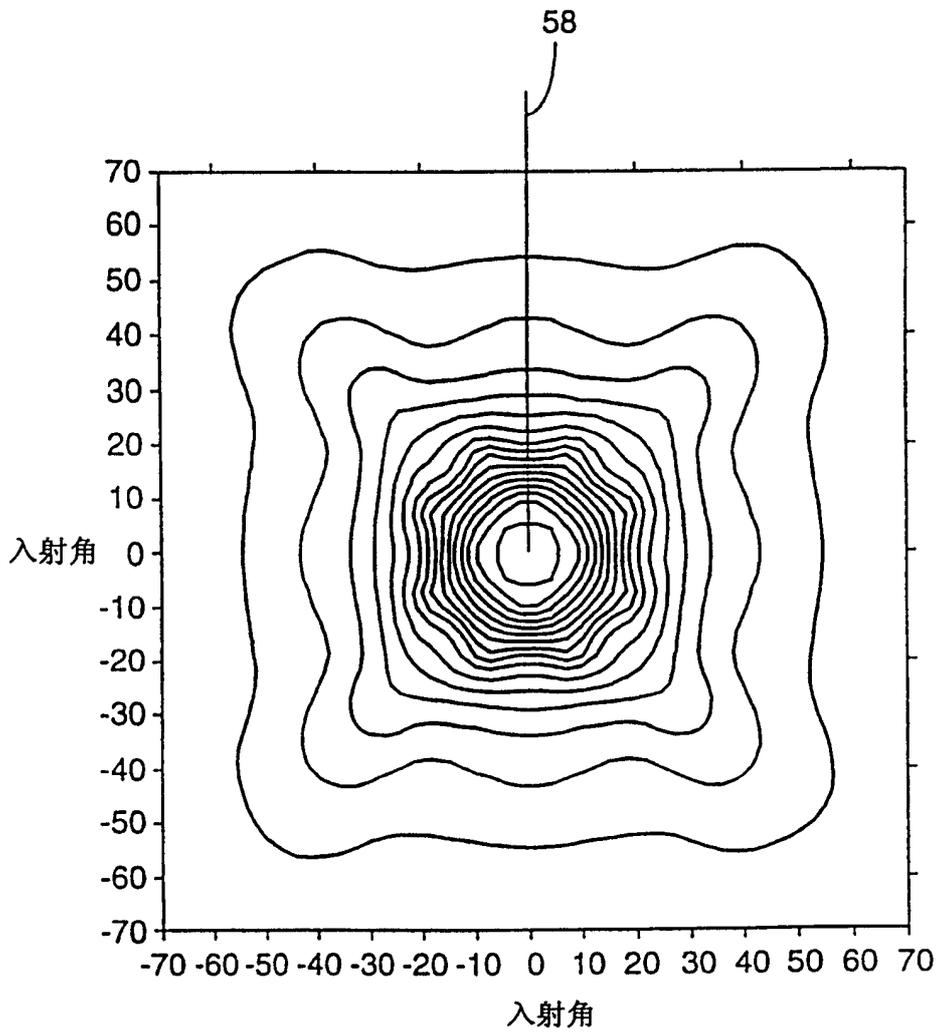


图 12

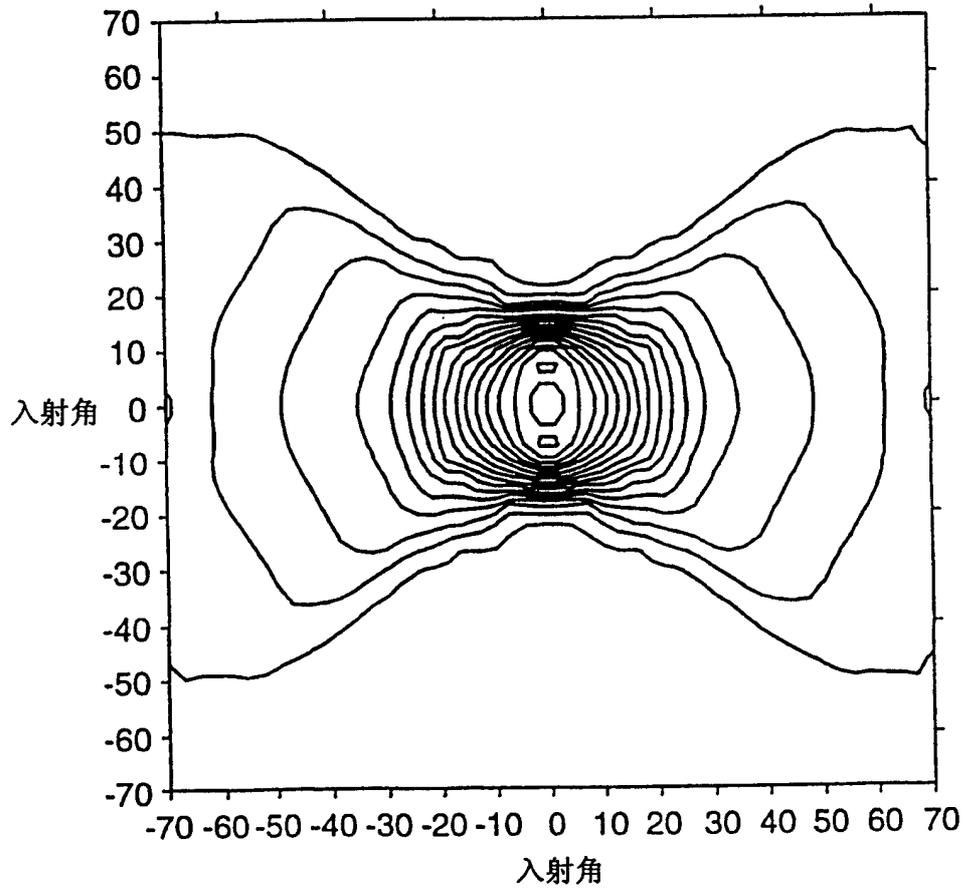


图 13

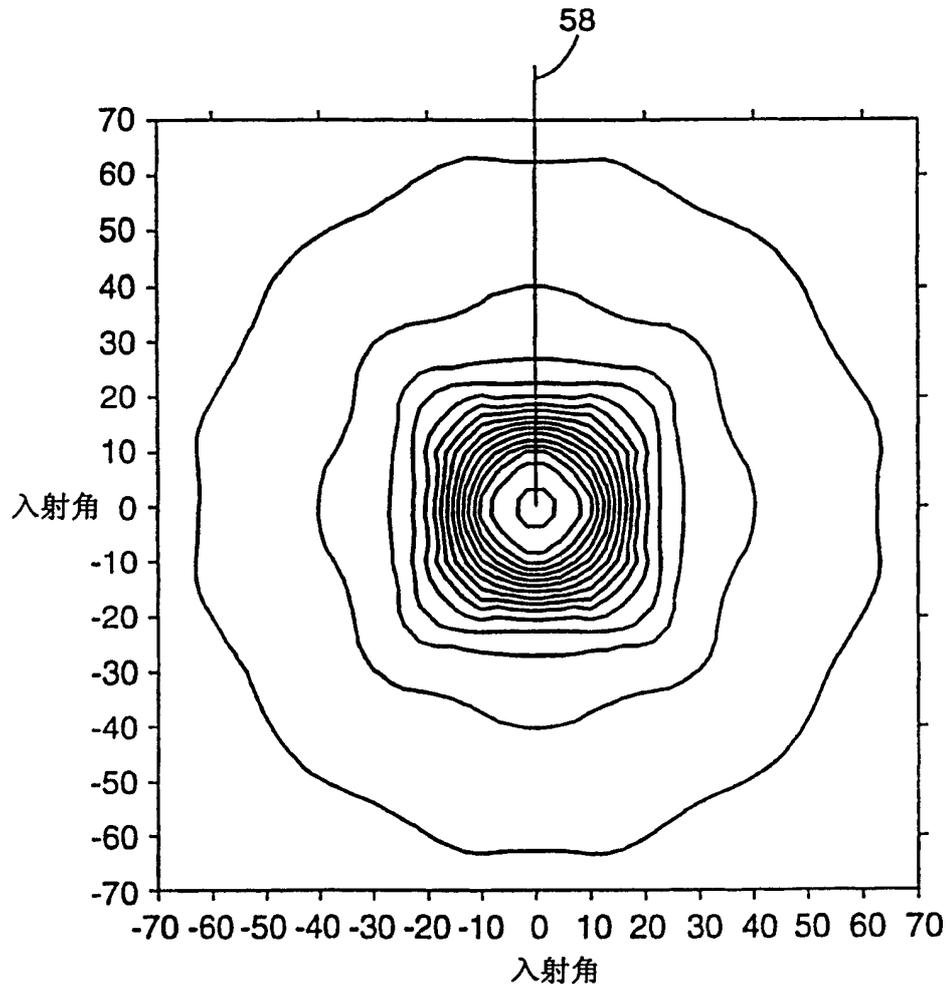


图 14