

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

F21V 8/00

G02B 6/04



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99813722.7

[45] 授权公告日 2003 年 10 月 15 日

[11] 授权公告号 CN 1124434C

[22] 申请日 1999.9.23 [21] 申请号 99813722.7

[30] 优先权

[32] 1998.9.25 [33] US [31] 09/160,941

[86] 国际申请 PCT/US99/22174 1999.9.23

[87] 国际公布 WO00/19145 英 2000.4.6

[85] 进入国家阶段日期 2001.5.25

[71] 专利权人 联合讯号公司

地址 美国新泽西州

[72] 发明人 K·W·贝森 H·邹

审查员 杜广元

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

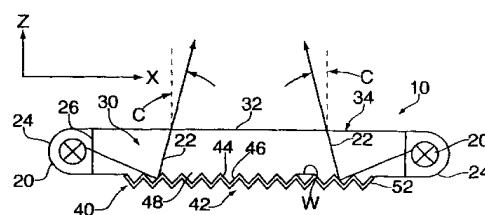
代理人 崔幼平 章社杲

权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图 5 页

[54] 发明名称 有一组线性棱镜的照明系统

[57] 摘要

一种照明系统，其提供理想地适合家庭和办公室应用的光输出分布。该照明系统(10)一般包括固体波导管(30)和位于波导管的光输出侧(34)相对面的一侧用于控制照明系统(10)光输出分布的光对准结构。光对准结构可以是与波导管(30)整体成形或者可以通过界面固定在那里，界面提供波导管(30)和光对准结构(40)之间几乎 100% 的接触。光对准结构(40)包括其构形如通常的两面凸棱镜(48)的光对准部件组(42)，棱镜伸展在基本上垂直(即不是平行)光线进入和通过波导管(30)传播的平均方向的方向上。每个光对准部件确定控制照明系统(10)在第一方向光输出分布的夹角。当装设界面时，界面控制照明系统(10)在第二方向上光输出的分布，该第二方向一般与第一方向正交。



1. 一种用于从光源分布光线的照明系统, 所述照明系统包括用于从光源传播光线的固体波导管, 所述固体波导管有大于 1 的第一折射率, 所述固体波导管有射出光线的光输出侧和与所述波导管整体成形并位于与所述光输出侧相对面的所述波导管上的光对准结构, 所述光对准结构确定在其上并包括多个通常是两面凸棱镜的光对准部件组, 棱镜的取向基本上不与光线进入和通过所述固体波导管传播的平均方向平行, 每个所述棱镜有彼此相对设置的第一和第二光对准表面, 以便确定在它们之间的夹角, 该夹角用于控制由所述照明系统光输出的大于约 $\pm 25^\circ$ 的输出截止角。

2. 如权利要求 1 所述的照明系统, 其中, 所述的夹角通常由下列方程式决定:

$$90 + \arcsin(1/n_1) - \arcsin(\sin C/n_1) < w < \arcsin(\sin C/n_1) + 90$$

式中 w 是所述夹角, n_1 是所述第一折射率, 和 C 是所述照明系统光输出的所述截止角。

3. 如权利要求 2 所述的照明系统, 其中, 所述的夹角在约 120° 和 140° 之间。

4. 如权利要求 3 所述的照明系统, 其中, 所述的截止角约等于 $\pm 60^\circ$ 。

5. 如权利要求 1 所述的照明系统, 其中, 每个所述一般为两面凸的棱镜, 其剖面的形状是从一组包括三角形、多面形和曲面的形状中选择的。

6. 如权利要求 1 所述的照明系统, 其中, 所述光对准部件组在所述光对准结构上所确定的面积至少约为所述光对准结构所确定的总面积的 5%。

7. 如权利要求 1 所述的照明系统, 其中, 所述的波导管是丙烯酸或聚碳酸酯。

8. 如权利要求 1 所述的照明系统, 其还包括在所述光对准部件组的外表面上的反射涂层。

9. 如权利要求 1 所述的照明系统, 其还包括位于所述光对准结构附近的反射器。

10. 一种用于从光源分布光线的照明系统, 所述照明系统包括:

用于从光源传播光线的固体波导管，它有射出光线的光输出侧，所述固体波导管有大于1的第一折射率；

5 位于与所述光输出侧相对面的所述固体波导管上并有第三折射率的光对准结构，所述光对准结构确定在其上并包括许多通常是两面凸棱镜的光对准部件组，棱镜的取向基本上不与光线进入和通过所述固体波导管传播的平均方向平行，每个所述棱镜有互相相对设置的第一和第二光对准表面，以便确定在它们之间的夹角，该夹角用于控制所述照明系统在第一方向上光输出的大于约 $\pm 25^\circ$ 的输出截止角；和

10 使所述光对准结构与所述固体波导管几乎100%接触耦合的界面，它有小于所述固体波导管的所述第一折射率的第二折射率，所述界面控制所述照明系统在第二方向上的光输出分布，该第二方向通常与所述第一方向正交。

11. 如权利要求10所述的照明系统，其中，所述第二折射率至少部分决定所述照明系统光输出的截止角，所述第二折射率由下列方
15 程式决定：

$$n_2 \leq (n_1^2 - (\cos(C))^2)^{1/2}$$

式中 n_2 是所述第二折射率， n_1 是所述第一折射率，和 C 是所述照明系统光输出的所述截止角。

12. 如权利要求10所述的照明系统，其中，所述夹角是由下列
20 方程式决定：

$$180 - \arcsin\left(\frac{\sqrt{n_1^2 - 1}}{n_3}\right) - \arcsin(\sin C/n_3) < w < \arcsin(\sin C/n_3) + 180 - \arcsin(n_2/n_3)$$

25 式中 w 是所述夹角， n_1 是所述第一折射率，和 C 是所述照明系统光输出的所述截止角， n_2 是所述第二折射率和 n_3 是所述第三折射率。

13. 如权利要求12所述的照明系统，其中，所述夹角是在约 120° 和 140° 之间。

14. 如权利要求10所述的照明系统，其中，所述夹角约等于 $\pm 60^\circ$ 。

30 15. 如权利要求10所述的照明系统，其中所述界面是氟聚合物

基、硅树脂基或丙烯酸基的。

16. 如权利要求 10 所述的照明系统，其中，每个所述一般为两面凸的棱镜，其剖面形状是从一组包括三角形、多面形和曲面的形状中选择的。

5 17. 如权利要求 10 所述的照明系统，其中，所述光对准部件在所述光对准结构上所确定的面积至少约为所述光对准结构所确定的总面积的 5%。

18. 如权利要求 10 所述的照明系统，其中，所述的波导管是丙烯酸或聚碳酸酯。

10 19. 如权利要求 10 所述的照明系统，其中，所述第一方向基本上与所述光对准部件组垂直。

20. 如权利要求 10 所述的照明系统，其还包括在所述光对准部件组的外表面上的反射涂层。

15 21. 如权利要求 10 所述的照明系统，其还包括位于所述光对准结构附近的反射器。

有一组线性棱镜的照明系统

发明的背景

5 1. 发明的领域

本发明涉及照明系统，特别是涉及有一组线性棱镜位于固体波导管发光侧对面，用于控制照明系统光输出分布的一种照明系统。

2. 先有技术的描述

对家庭和办公室的应用来说，希望控制照明系统有角度光的输出分布，以便防止大角度光的覆盖照明区和在观看照明系统时消除光的热点（即光的集中点）。通过预先限制或预先将输入光照准照明系统已经达到了有角度输出分布的控制（见 Tai 等人的美国专利 5,359,691 和 5,390,276 号）。这样的照明系统需要附加的装置和结构，以便保证输入光的照准。此外，在这些专利中公开的照明系统用于液晶显示（LCD）的背光照明，这需要高度照准的光输出，如输出角不大于 $\pm 20^\circ$ ，输出角是从垂直于波导管的输出表面的平面的方向测量的。

因此希望提供一种照明系统，它可以接纳无限制的光输入（即没有照准的或整个半球的），且它可以控制光输出分布和亮度。这样的照明系统必须制造成本低、耐用和可靠。

发明概要

本发明提供一种照明系统，它有利地提供理想地适合家庭和办公室应用的光输出分布。该照明系统通常包括固体的波导管和位于波导管的光输出侧对面的用于控制照明系统光输出分布的光对准结构。该光对准结构可以用波导管整体成形或者它可以通过一个界面固定在那里，该界面提供波导管和光对准结构之间几乎 100% 的接触。光对准结构包括一组光对准部件，其构形成如通常的两面凸的棱镜，该棱镜伸展在基本垂直于（即不是平行）光线进入和通过波导管传播的平均方向的方向上。每个光对准部件确定一夹角，该夹角控制照明系统在第一方向的光输出分布。如果装设界面的话，它控制照明系统在第二方向的光输出分布，该第二方向通常与第一方向正交。

在第一实施方案中，本发明提供一种照明系统用于从光源分布光

线, 该光源包括用于从光源传播光线的固体波导管。固体波导管有发出光线的光输出侧, 和与波导管整体成形并位于与光输出侧相对面的光对准结构。光对准结构包括确定在其上并包含许多通常是两面凸棱镜的光对准部件组, 棱镜的取向基本不与光线进入和通过固体波导管传播的方向平行。每个棱镜有彼此相对设置的第一和第二光对准表面, 以便确定它们之间的夹角。该夹角确定用于控制所述照明系统光输出的大于约 $\pm 25^\circ$ 的输出截止角。

在第二实施方案中, 本发明提供一种用于从光源分布光线的照明系统, 该光源包括从光源传播光线的固体波导管。波导管有发出光线的光输出侧和大于 1 的第一折射率。光对准结构位于与光输出侧相对面的波导管一侧并有确定在其上面包含许多通常是两面凸棱镜的光对准部件组, 棱镜的取向基本上不与光线进入和通过固体波导管传播的平均方向平行。每个棱镜有彼此相对设置的第一和第二光对准表面, 以便确定它们之间的夹角。该夹角确定用于控制该照明系统在第一方向光输出的大于约 $\pm 25^\circ$ 的输出截止角。这个实施方案的照明系统还包括与固体波导管几乎 100% 接触的用于耦合光对准结构的界面, 该界面有小于固体波导管的第一折射率的第二折射率。该界面控制照明系统在第二方向上的光输出分布, 该第二方向通常与第一方向正交。

本发明系统有利地提供了一种有可控的输出光分布和理想的光输出亮度, 特别适合于家庭和办公室应用的照明系统。

附图的简要描述

当参考下面本发明的优选实施方案的详细描述和附图时, 将能更充分地理解本发明, 其进一步的优点将变得更加清楚, 在各个附图中相同的参考标记表示相同的元件, 附图中:

图 1 是按照本发明构造的照明系统第一实施方案的侧视图, 它有固体的波导管和与波导管整体成形并位于波导管光输出侧对面的光对准结构;

图 2 是按照本发明构造的照明系统第二实施方案的侧视图, 它有固体的波导管和位于波导管光输出侧对面并通过界面耦合的光对准结构;

图 3a-3d 是按照本发明光对准部件的各个实施方案的侧视图;

图 4a-4b 是按照本发明构造的照明系统的光输出的图形表示; 和
图 5 是按照本发明的照明系统的光输出的截止角和界面的折射率之间关系的图形表示。

各优选实施方案的描述

5 本发明提供一种有来自无限制的光输入源(即没有校准的或整个半球的)的可控的光输出分布和亮度的照明系统, 该系统特别适合于家庭和办公室的照明应用。该照明系统通常包括固体的波导管和一组用于控制来自照明系统的在单个方向或第一方向上的光输出的光对准部件。也可以装设界面, 以便在光学和物理上连接波导管和光对准
10 部件, 以及控制来自照明系统的在第二方向上的光输出, 第二方向一般与第一方向正交。

参考附图, 图 1 中表示照明系统 10 的第一实施方案, 该照明系统从无限限制的光输入源提供可控的光输出分布。对于家庭和办公室的照明应用来说, 希望从照明系统 10 有光输出的截止, 从而在以大于
15 预先确定的截止角 C 的角度有很少或没有从照明系统发出的光; 最好该截止角大于约 $\pm 25^\circ$ 并小于约 $\pm 90^\circ$ 。该截止角的存在防止了照明系统用大角度光覆盖某一区域。还希望提供亮度比较均匀的光输出, 没有光“热点”或光的集中点, 在直接观看照明系统时, 即在观察角约为 0° 时, 能减弱或变暗。这样的输出分布称为“蝙蝠翼”图案, 而本发明
20 就提供这样的输出分布。

来自照明系统 10 的光输出的分布确定了由截止角 C 限定的角度的观察范围, 超过截止角视觉上几乎很小或根本不能觉察到从中发出的光。通过非限制的例子, 下面将详细描述有约 $\pm 60^\circ$ 截止角的照明系统。对本领域的技术人员来说, 将很清楚这个截止角的范围是本发明
25 说明性的而非限制性的例子, 本发明打算尝试更大或更小的截止角(即观察的角度范围), 如从约 $\pm 25^\circ$ 到约 $\pm 90^\circ$ 的范围。

照明系统 10 通常包括与光源 20 光学耦合的固体波导管 30, 该光源沿着波导管 30 的光输入侧 26 纵向伸展。从光源 20 来的光线 22 在波导管 30 内传播并通过该波导管, 且从中通过有基本平的光输出
30 表面 32 的光输出侧 34 射出。围绕光源 20 装设反射器 24, 以便引导光线进入波导管 30。波导管 30 由透明的塑料构成, 最好有大于 1 的第一折射率 n_1 。在优选的实施方案中, 波导管 30 是由丙烯酸或聚碳

酸酯构成，且分别有第一折射率 n_1 为约 1.49 和 1.59。尽管波导管 30 的优选材料是丙烯酸，本发明打算用的其他透明塑料包括但不限于，透明的聚苯乙烯、硅树脂、聚酯和尼龙。

对图 1 的实施方案在第一方向或单个方向上，对图 2 的实施方案在两个方向上（即第一和第二方向），本发明控制光线 22 从波导管 30 的射出。如这里所用的，在第一方向控制照明系统 10 的光输出指的是一般与光对准部件组 42 的纵向相垂直的方向。在两个方向控制光输出指的是一般与光对准部件组 42 的纵向相垂直的第一方向，和通常与第一方向正交的第二方向。

在优选的实施方案中，光输出分布通常有“蝙蝠翼”的形状（见图 4a），在确定的输出角观察范围内有基本均匀的亮度。在观察角从 0° 向两个方向（即正或负的）移开时，在观察是沿着大致垂直于波导管 30 的光输入侧 26 的平面进行时从照明系统 10 光输出的亮度基本保持恒定，当观察角沿着那个平面接近截止角 C 时亮度逐渐降低。这在图 4a 和 4b 中通过图形说明，图中截止角等于约 $\pm 60^\circ$ 。通过改变光对准部件组 42 的棱镜 48 的夹角和/或通过改变界面 60（对图 2 的实施方案），可以控制在第一和第二方向上本发明照明系统 10 的光输出分布。本发明也有利地提供了当观察角接近 0° （见图 4a 和 4b）时有点衰减的光输出。这就减少了在直接观看照明系统 10 时对观察者眼睛有害的影响。

在位于光输出侧 34 相对面的光对准结构 40 上确定光对准部件组 42，该部件组包括许多通常是两面凸的棱镜 48，棱镜沿着波导管 30 在一般不平行于（即垂直于）光线 22 进入和通过波导管 30 传播的方向上纵向伸展。每个棱镜 48 包括第一和第二光对准表面 44、46，该两表面彼此相对设置，以便确定它们之间的夹角 w ，夹角控制照明系统 10 在第一方向（即通常与棱镜 48 的纵向垂直的单个方向）上光输出的分布。夹角 w 控制光线 22 从照明系统 10 在第一方向（即在图 4a 中 $\pm X$ 方向）上的射出，从而使只有出射角小于或等于所要求的截止角 C 的光线 22 从照明系统 10 中射出。在优选的实施方案中，所要求的截止角约为 $\pm 60^\circ$ 。由波导管 30 折射率 n_1 （第一折射率）（它由制造波导管 30 的材料确定），波导管 30 光输入的角度分布（对本发明这不需要控制），以及照明系统 10 光输出所要求的角度分布，即

所要求的截止角 C 来决定夹角 w 。对有近似等于 1.49 折射率 n_1 的丙烯酸波导管 30，和在光输入角度分布为整个半球以及所要求的截止角在约 $\pm 60^\circ$ 之间时，夹角 w 的范围取决于特定的截止水平在约 120° 和 140° 之间。对先有技术熟悉的人士来说，将很清楚其他的夹角将

5 允许有或大或小出射角的光线从照明系统 10 中射出。因此，本发明并不限于公开的所要求的 $\pm 60^\circ$ 的截止角范围，而是包括在 $\pm 25^\circ$ 和 $\pm 90^\circ$ 之间的截止角范围。此外，从本发明照明系统 10 的光输出可以是对称的（如 $\pm 60^\circ$ ）、不对称的（如 $+30^\circ$ ， -75° ），或其他形式。

用下述方程确定有基本直边（见图 3a）和一般对称的截止角（即

10 $\pm 60^\circ$ ）的棱镜 48 的夹角 w ：

$$90 + \arcsin(1/n_1) - \arcsin(\sin C/n_1) < w < \arcsin(\sin C/n_1) + 90 \quad (1)$$

式中 w 是夹角， n_1 是固体波导管 30 的折射率，和 C 是所述照明系统 10 光输出所要求的截止角。夹角的范围优选在 120° 和 140° 之间，最优选的约为 125° 。夹角部分取决于制造固体波导管 30 的材料的折

15 射率 n_1 。对图 1 的实施方案，光对准结构 40 是用与波导管 30 相同的材料制成，并有相同的折射率。

光对准部件组 42 在光对准结构 40 上确定一个面积，该面积小于或等于光对准结构 40 的总面积。最好由光对准部件组 42 所确定的面积是在光对准结构 40 总面积的约 5% 到 100% 之间。

20 在光对准部件组 42 的外表面上装设反射涂层 52，以便有利于光线 22 在波导管 30 内的反射并朝向光输出侧 34。另一种是，如图 2 中所示，反射器 50 可以装设在光对准结构 40 的附近。

本发明的照明系统 10 中装设的光源 20 的数目部分取决于波导管 30 的形状，也取决于照明系统 10 光输出的要求。此外，光源 20 可

25 以是点状的（灯泡），或线性的（荧光灯管），通过非限定性的例子可以包括以任何构形排列的白炽光、发光二极管、激光器，以及卤素光源的组。光源 20 最好位于波导管 30 的边缘，从而使进入波导管 30 的光线 22 的角度一般与光线 22 从照明系统 10 射出的角度垂直。例如，如图 1 中所示进入波导管 30 的光线 22 通常沿着 X -轴，而从

30 照明系统 10 射出的光线通常沿着 Z -轴。

本发明的照明系统 10 的另一个实施方案表示在图 2 中。照明系统 10 包括固体的通常为矩形的波导管 30，和通过界面 60 与其光学

和物理连接的光对准结构 40。界面 60 可以是任何商业上有售的粘合剂，包括氟聚合物和丙烯酸聚合物，和其他硅树脂或丙烯酸基的材料。界面 60 提供几乎 100% 的波导管 30 和光对准结构 40 之间的物理和光学接触。光对准结构 40 有第三折射率 n_3 ，它是由制造光对准结构 40 的材料决定的。在优选的实施方案中，第三折射率 n_3 大于 1。

照明系统 10 光输出的角度分布在第二方向上也是由界面 60 的折射率 n_2 控制，在装设界面时是这样。由下述方程式确定界面 60 的折射率 n_2 和截止角 C 之间的关系：

$$n_2 \leq (n_1^2 - (\cos(C))^2)^{1/2} \quad (2)$$

式中 n_2 是界面 60 的折射率， n_1 是波导管 30 的折射率，和 C 是所要求的截止角。在图 5 中的图形表示了这种关系。当用界面控制在第二方向上的输出截止角时，用下述方程式决定用于在第一方向上控制输出截止角的夹角的计算：

$$180 - \arcsin\left(\frac{\sqrt{n_1^2 - 1}}{n_3}\right) - \arcsin(\sin C / n_3) < w < \arcsin(\sin C / n_3) + 180 - \arcsin(n_2 / n_3) \quad (3)$$

式中 n_3 是光对准结构 40 的折射率。

通过改变棱镜 48 的夹角 w 和通过选有特定折射率 n_2 的界面 60，可以有选择地决定在所有方向上的截止角 C ，从而有选择地控制本发明的照明系统 10 的光输出分布。

在图 3a-3d 中描述了棱镜 48 的各种实施方案，如三角形、多面形、凸曲面和凹曲面的剖面形状。每个棱镜 48 的实施方案包括彼此相对设置的第一和第二光对准表面 44、46，以便确定它们之间的夹角 w 。棱镜 48 可以是在如图 3a-3d 中所示的互相紧密接触关系的位置，或者在棱镜 48 之间可以有均匀的或随机的间隙或空间。

已经相当详细地全面描述了本发明，对熟悉先有技术的人士来说将会认识到，并不需严格遵守这样的细节，相反可以提出各种变型和修改，如附加的权利要求书所定义的那样，所有的变型都在本发明的范畴之内。

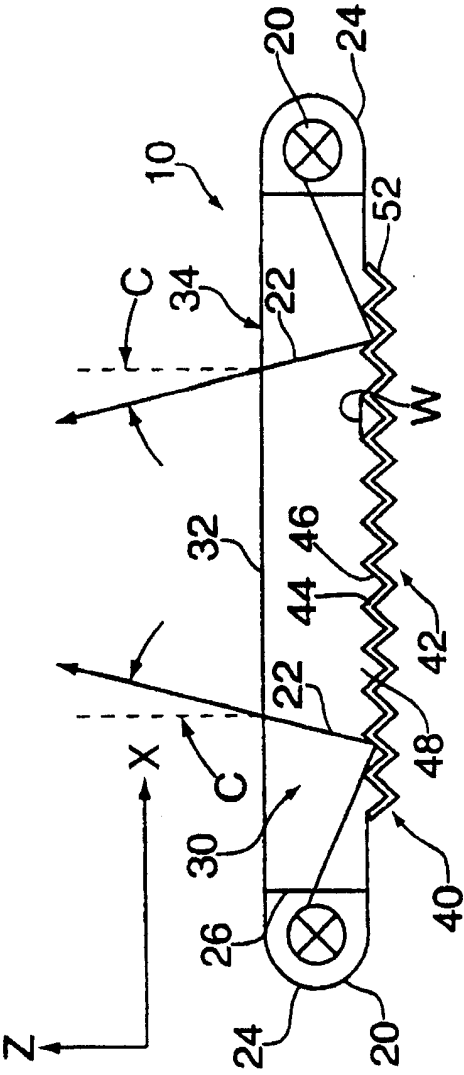


图 1

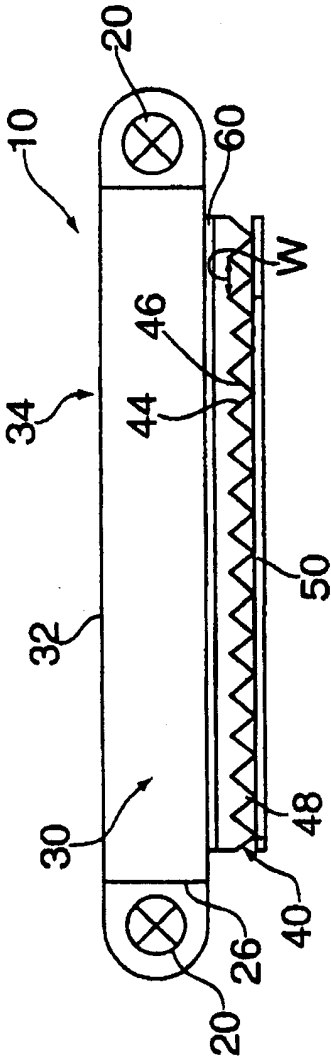


图 2

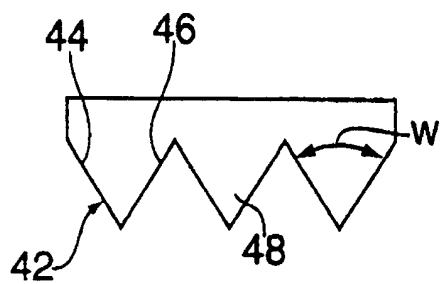


图 3a

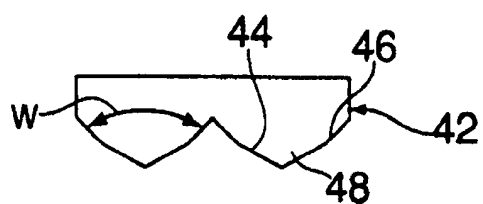


图 3b

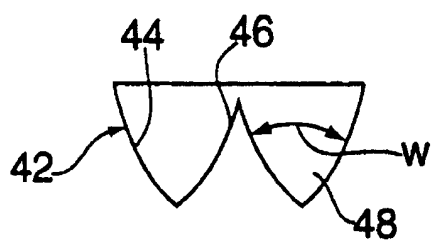


图 3c

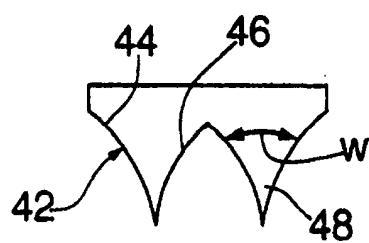


图 3d

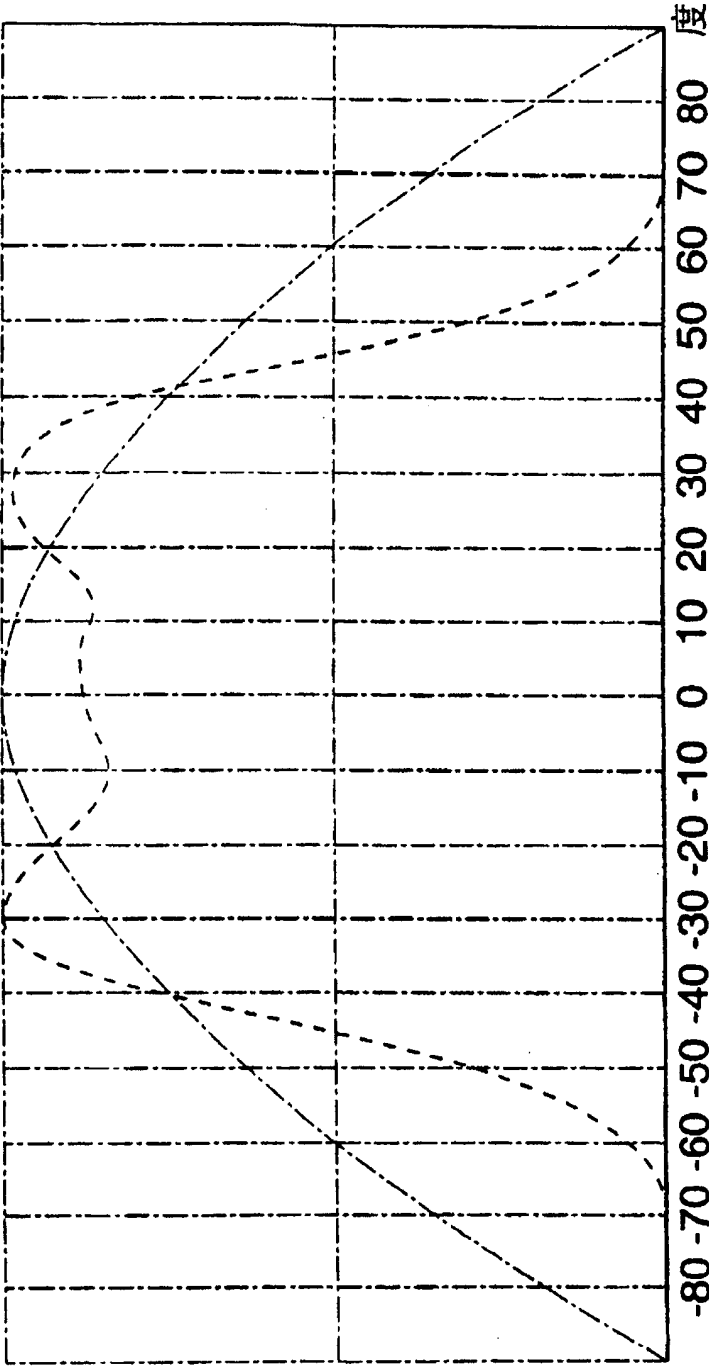


图 4b

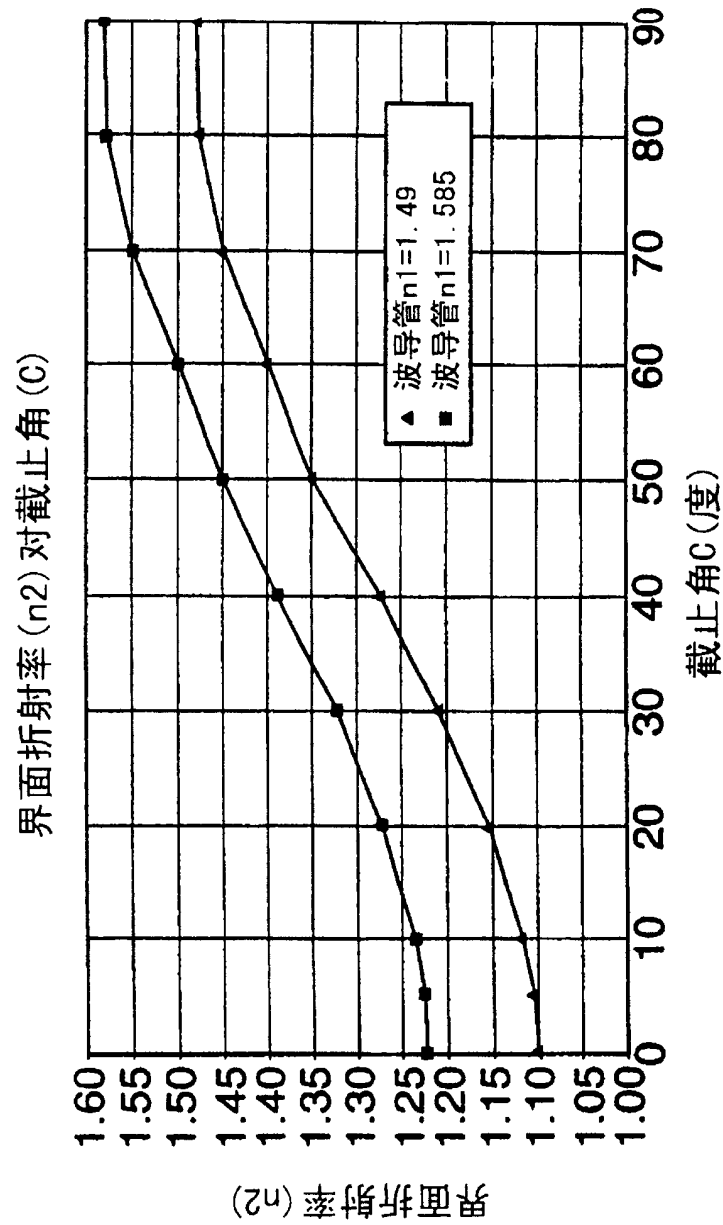


图 5