

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G02B 3/00

G03B 21/60



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98120554.2

[45] 授权公告日 2004 年 1 月 14 日

[11] 授权公告号 CN 1134674C

[22] 申请日 1998.8.26 [21] 申请号 98120554.2

[30] 优先权

[32] 1997.8.26 [33] JP [31] 229425/1997

[71] 专利权人 大日本印刷株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 渡边一十六 织田训平

审查员 蔡文臻

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

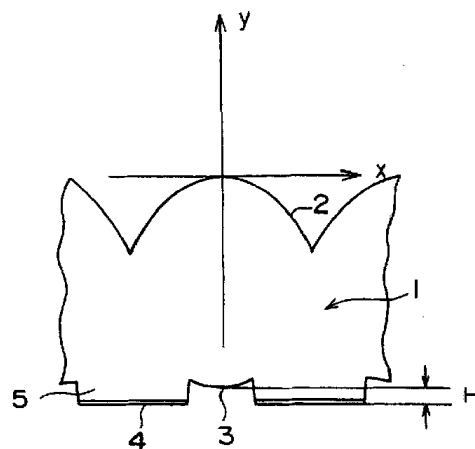
代理人 张志醒 王 岳

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 7 页

[54] 发明名称 双凸透镜片

[57] 摘要

一个用于后部投影屏幕的双凸透镜片，包括一个片体；具有大致椭圆截面并形成于片体的后表面的后透镜，形成于片体的前表面的前透镜位于后透镜的焦点或接近焦点的位置；一个光吸收层形成于非后透镜焦点位置的前表面；后部和前部透镜的间距 p ，双凸透镜片的厚度 t ，等于接触后透镜的平面与接触前透镜的平面之间的距离，满足不等式 $1.1 \leq t/p \leq 1.4$ ，限定后透镜锥形截面的锥形系数 k 的范围是 -0.5 到 -0.4 。



ISSN 1008-4274

1、一种用于后部投影屏幕的双凸透镜片(1)，与一菲涅耳透镜片结合使用，所述菲涅耳透镜片含有光漫射材料，使得菲涅耳透镜片能将来自单一图像源的光线向所述双凸透镜片漫射，该双凸透镜片包括：

具有前表面和后表面的片体，该片体包含光漫射材料，至少在所述前表面上该材料形成一漫射层；

具有大致为椭圆截面并形成于片体后表面的后透镜(2)，该后透镜(2)具有各自的焦点；

形成于片体前表面的前透镜(3)，位于后透镜(2)的焦点或接近焦点的位置；以及

一个光吸收层(4)，形成于后透镜(2)非焦点处的片体前表面的各区上；

其中光吸收层(4)的BS率满足： $BS \leq (1 - 2w/p) \times 100\%$ ，这里BS是形成于双凸透镜片前表面的黑色条纹区域的吸收层(4)的区域与双凸透镜片的前表面的比率，p是后透镜(2)与前透镜(3)的间距，而

$$w = (t - t_0/2) \tan \{ \sin^{-1}(\sin \beta_F/n) \} + t_0/2 \times \tan \{ \sin^{-1}(\sin \beta_F/n) + \sin^{-1}(\sin \beta_L/n) \}$$

其中t是双凸透镜片(1)的厚度，等于接触后透镜(2)的平面与接触前透镜(3)的平面之间的距离， t_0 是漫射层的厚度，n是双凸透镜片的折射指数， β_F 是射在双凸透镜片(1)之前漫射光线的1/3光度角， β_L 是由双凸透镜片(1)包含的光漫射材料引起的漫射光线的1/3光度角。

2. 根据权利要求1的双凸透镜片(1)，其特征在于，其中p和后透镜(2)的曲率的近轴半径c满足不等式 $p/2c \geq 0.9$ ，且限定后透镜(2)截面的锥形区的锥形系数k的范围是-0.5到-0.4。

3. 根据权利要求1或2的双凸透镜片(1)，其特征在于，其中p和t满足不等式 $1.1 \leq t/p \leq 1.4$ ，且限定后透镜(2)截面的锥形区的锥形系数k的范围是-0.5到-0.4。

4. 根据权利要求1或2的双凸透镜片(1)，其特征在于，具有大致为直角截面的升高区(5)形成于后透镜(2)非焦点位置的前表面上；光吸收层(4)形成于此升

高区(5)的表面上, p、BS 率 (%) 和升高区(5)从包括前透镜顶端的平面的高度满足下列不等式: $p(100-BS)/200H \geq \sqrt{3}$, 其中 H 是从前透镜顶端算的光吸收层的高度。

5 5. 根据权利要求 1 或 2 的双凸透镜片(1), 其特征在于, 光吸收层(4)形成于升高区(5)的表面上, 升高区(5)的边缘是圆的。

6. 根据权利要求 1 或 2 的双凸透镜片(1), 其特征在于, 表示后透镜(2)的光轴与对应的前透镜(3)的光轴之间的位差 d, 满足下列条件:

$$d = \frac{P}{2} \left\langle \tan[\phi - \sin^{-1}\{\frac{\sin(\phi - \theta)}{n}\}] - \tan[\phi - \sin^{-1}\{\frac{\sin(\phi + \theta)}{n}\}] \right\rangle$$

$$\div \left\langle \tan[\phi - \sin^{-1}\{\frac{\sin(\phi - \theta)}{n}\}] \div \tan[\phi - \sin^{-1}\{n \frac{\sin(\phi + \theta)}{n}\}] \right\rangle$$

其中 ϕ 是后透镜(2)根缘处(2')切线方向与每一后透镜(2)根缘处(2')反向平面之间的夹角, θ 是光线降射在后透镜(2)的光程与后透镜光轴之间的夹角。

双凸透镜片

5 技术领域

本发明涉及用做投影式电视系统的后部投影屏幕的双凸透镜片，其中，从图象源被投影到投影显示屏的光线由透镜系统放大了尺寸。特别的是，本发明涉及用做后部投影屏幕的双凸透镜片，在其上，通过单一图象源，如 LCD（液晶显示）或 DMD（数字微镜装置）投影产生用于观看的图象。

10 背景技术

众所周知的投影电视系统使用三个图象源，即，红，绿和蓝 CRT，图象的放大通过投影透镜系统经三个图象源形成，并投影放大的图象于后部投影屏幕上。近年来，液晶投影电视系统取代了这种使用三个 CRT 的投影电视系统。液晶投影电视系统使用三个 LCD 板，即，红，绿和蓝 LCD 板作为图象源，结合由三个 LCD 板的分光镜形成的图象，形成一个复合的图象，并显示此复合图象。由当前 LCD 产生的图象的亮度和对比度低于由红，绿，蓝三个 CRT 构成的图象源产生的图象。因此，用于显示由 LCD 图象源产生的图象的 LCD 后部投影屏幕，就必须能够以高于显示由 CRT 图象源产生的图象的 CRT 后部投影屏幕的对比度显示图象。

当一个在它的前表面，即面向观众的一面配置有光吸收层的双凸透镜片，把它用做后部投影屏幕时，一种增加双凸透镜片的黑色条纹率，即，形成于双凸透镜片前表面的黑色条纹区域与双凸透镜片的前表面的比率（在后称为 BS 率）的方法，是最有效增加显示于双凸透镜片上图象对比度的方法。一般来说，LCD 图象源配置有单一 LCD。因此，当使用 LCD 图象源而不是使用 CRT 图象源时，较少有光线从斜方射在双凸透镜片上。所以使用 LCD 图象源时能很容易地增加双凸透镜片的 BS 率。

图 7A 和图 7B 分别显示由单管显示图象源产生的图象的单管显示双凸透镜片 1，和显示由三管显示图象源产生的图象的三管显示双凸透镜片 1。光线由单管显示图象源发出，射在双凸透镜片 1 的后表面，即面对图象源的一面，具体是，射在与多个双凸透镜片接触形成双凸透镜片 1 的后表面的平面上，入射角约为图 7A 中实线所指的特殊的角，因此光吸收层可以较大的 BS 率形成。光线由三管显示图象源发出，射在双凸透镜片 1 的后表面，入射角是多个不同的入射角（图 7B 仅仅

显示了两个不同的入射角), 如图 7B 中实线和点线所示, 因此光吸收层不能以较大的 BS 率形成以如图中点线所示的那样倾斜传送入射光线。

几何学上, 如果 BS 率的上限在 50 到 55% 范围, 例如, 如点线所示的倾斜的入射光线以 10° 的入射角射在双凸透镜片 1 的后表面上。一般来说, 光吸收层 4 形成于有一个近乎直角截面的升高区 5 的表面。如果升高区 5 有较高的高度, 离开双凸透镜片 1 的前表面的透镜 3 的光线被升高区 5 截获, 于是双凸透镜片 1 的视角较窄。在 JP8-313865A 中提到的后部投影屏幕, 用来显示 LCD 或 DMD 产生的图象, LCD 或 DMD 使用 Fresnel 透镜漫射投影光线以减少闪烁。因为光线以分布于一定范围的入射角射在双凸透镜片上, 如果 BS 率过度大的话, 则不是由双凸透镜片没有发射的光的量增加。

一般来说, 离开装置于双凸透镜片后表面的菲涅耳 (Fresnel) 透镜的光线, 基本上但不是完全平行。因此光线不是根据双凸透镜片的宽度射在双凸透镜片的中心区, 而是倾斜地射在双凸透镜片上。后透镜和前透镜分别形成于双凸透镜片的后表面和前表面, 达到光学配准, 但后透镜和对应的前透镜之间的几何位置不同, 以更有效地传送光线。JP-59-69748A 建议了一种方法, 用下列公式确定双凸透镜片的位置之差 d 。

$$d = t \cdot \tan(\sin^{-1}[\sin\{\tan^{-1}(r/f_2)\}/n])$$

$$= r \cdot t / \sqrt{\{n^2(r^2 + f_2^2) - r^2\}}$$

这里 t 是双凸透镜片的厚度, 即, 在后表面的透镜面和前表面的透镜面之间的距离, n 是形成双凸透镜片的材料的折射指数, r 是离开中心的距离, f_2 是 Fresnel 透镜的焦距长度。

从严格的观点看, 这个公式仅仅表达了在离开 Fresnel 透镜的光线和射在有厚度 t 的平板的后表面及离开平板的前表面之间的距离。如图 9 所示, 倾斜射在双凸透镜片 1 的凸透镜 2 (后表面的透镜) 的光线, 没有聚焦在一个点上, 因为这些光线被缩短, 光线从有前表面宽度的区域离开前表面。因此, 只有从光线 a_0 射在凸透镜 2 的顶端的位差可用前述公式计算。很明显, 沿着光线 a_0 的光程追踪, 光线 a_0 在由于光线缩短而散布的宽度范围的终点位置, 离开双凸透镜片的前表面。如果在前表面的透镜 3 大致是平的, 离开透镜 3 的光线 a_0 沿大致是前表面的法线方向传播。射在后表面的后透镜 2 上的光线 a_1 , 在透镜 2 的一个末端贯穿对应于透镜 2 的另一末端的前表面的前透镜 3 的一个末端区域, 以一个透镜 3 法向方向

的较大的角离开透镜3。因此,如果没有改变位差而BS率增加,则至少射在透镜2的一个末端的光线,或射在透镜2的另一末端的光线被升高区5截获,这样当双凸透镜片被用做显示屏时其视角就会减小。

发明内容

- 5 因此,本发明的目标是提供一种用做后部投影屏幕的双凸透镜片,显示用单一图象源投影在屏幕上来观看,提供一种大BS率的光吸收层,能够减少在后和前表面之间的位差变异的影响,以广角范围漫射光线和以高对比度显示图象。

本发明以上的和其它的目标,特性和优点将在下面参考附图的描述中变的很明显。

10 附图说明

图1是根据本发明的第一实施例的透镜片的部分截面图;

图2是光线射在第一实施例的双凸透镜片的双凸透镜边缘的光路的概略图。;

图3是根据本发明的第二实施例的透镜片的部分截面图;

- 15 图4是本发明的双凸透镜片和传统的双凸透镜片达到光学配准的不同位置的概略图;

图5是分别具有不同BS系数的不同光吸收层入射角的投射率的变化图;

图6是根据本发明的透镜片的不同位置的投射率的变化图;

图7A和图7B是显示单管双凸透镜片和三管双凸透镜片的放大部分的截面图的比较;

- 20 图8是考虑漫射因素的双凸透镜片的BS系数的双凸透镜片的模型截面图;

图9是帮助解释传统双凸透镜片在确定达到光学配准的不同位置时产生的问题的部分截面图。

具体实施方式

- 25 参考图1,根据本发明的第一实施例的双凸透镜片1,双凸透镜片1有一个背部透镜2形成一背部表面,前透镜3形成前表面,每一个都位于接近相应的背部透镜2的焦距点,升高部分5形成在前透镜3的附近,光吸收层4有一个区域覆盖升高部分5。一般来说,双凸透镜片1的背部透镜2可以是一个圆形,椭圆或非球形截面。然而,为了保证形成的光吸收层4有一个大的BS率(光吸收层4的区域与双凸透镜片1的前表面的比率),需要背部透镜2的用于下列一般公式中的
- 30 弯曲截面的锥形系数 k 约为-0.45,在直角坐标系统中限定背部透镜2的形状,此坐标有一个与背部透镜2的表面生成线垂直相交的X轴,及与双凸透镜片1的厚度平行的Y轴。

$$y = \frac{-(x^2/c)}{[1 + \sqrt{1 - (k+1)(x/c)^2}]}$$

这里的C 是近轴的曲率半径。

- 5 当背部透镜 2 具有上述公式限定的截面形状时, 入射光线的纵向象差为零, 入射光线可以聚焦到一点。即使锥形系数 k 不等于-0.45, 焦点没有沿着背部透镜 2 的纵向定位于光轴上, 当锥形系数 k 在 $-0.5 \leq k \leq -0.4$ 变动时, 入射光线的纵向象差不是很明显。BS 率可以在光线射在背部透镜 2 的根部边缘的基础上, 通过确定前透镜 3 的区域来增加。
- 10 具有大的 BS 率的双凸透镜片的前透镜 3 的宽度实际很小。因此前透镜 3 必须有一个相当小的曲率半径以从前透镜 3 漫射光线。但是有较小曲率半径的前透镜 3 不可取的是, 如果前透镜 3 有一较小的曲率半径, 在后透镜 2 和前透镜 3 之间轻微的光学配准变异就会较大地影响双凸透镜片 1 的漫射特性。较好的是, 后透镜 2 主要被用做漫射光线, 前透镜 3 形成一个有较大的曲率半径的凸形剖面, 前透
- 15 镜 3 形成于对应后透镜 2 的焦点的内面, 从而为双凸透镜片 1 提供了一个较大的视角

图 2 显示一个光线落于双凸透镜片 1 的 $k = -0.45$ 的后透镜 2 的根缘 2' 的光程, 穿过双凸透镜片 1, 并以出射角 Ψ 穿过较平坦的前透镜 3 离开双凸透镜片 1。表 1 显示出射角 Ψ 的计算值, 即在较平坦的前透镜 3 表面的法向与出射光线的光程之间的夹角, 后透镜的高度 h , 后透镜的根缘 2' 到前透镜 3 的距离 b , 后透镜的曲率近轴半径 c , 及 $p/2c$ 的比率 (p 是后透镜 2 的间距, 即后透镜 2 的宽度), 入射角 Φ 的范围是 30° 到 70° 。

20

表 1

$\Phi (^\circ)$	$\Psi (^\circ)$	$b (mm)$	$h (mm)$	$p/2c$
30	15.9	2.69	0.14	0.531
40	22.3	1.92	0.19	0.712
50	29.7	1.42	0.26	0.893
60	38.9	1.08	0.33	1.064
70	51.0	0.83	0.42	1.210

注: $n=1.5$, $p=1.0mm$, $k = -0.45$

表 1 中的值由下列公式求得:

$$\sin \psi = n \cdot \sin \left\{ \phi - \sin^{-1} \left(\frac{\sin \phi}{n} \right) \right\}$$

$$b = \frac{(p/2)}{\tan \left\{ \phi - \sin^{-1} \left(\frac{\sin \phi}{n} \right) \right\}}$$

$$h = p \left[\sqrt{1 + (k+1) \tan^2 \phi} - 1 \right] \div \{ 2(k+1) \tan \phi \}$$

$$\frac{p}{2c} = \frac{\tan \phi}{\sqrt{1 + (k+1) \tan^2 \phi}}$$

从表 1 可看出, 角 Φ 大于或等于 60° , $p/2c$ 的比率大于或等于 1.0, 双凸透镜片 1 的厚度 $t (=b+h)$ 必须是小于或等于 1.4 毫米, 以提供双凸透镜片 1 一个 40° 的出射角或大于后透镜 2 的 b 。这些值的计算是在假设前透镜 3 有一个平坦的表面的基础上的。如果前透镜 3 是一个凸透镜, 有一个较大曲率半径的弯曲表面, 前透镜 3 形成于后透镜 2 的焦点以内, 漫射角将增加, 因此, $p/2c \geq 0.9$, $t \leq 1.35$ 。较好的是, 当生产一个用于模压双凸透镜片的模型和生产双凸透镜片时, 从固定的稳定性考虑, $\Phi < 75^\circ$ 。当 $\Phi < 75^\circ$, $\Psi = 59.1^\circ$, $p/2c = 1.268$, $b = 0.72$ 毫米及 $t = 1.19$ 毫米。因此厚度 t 的最低限度是 1.1 毫米, 以形成前透镜 3 位于后透镜 2 的焦点以内。此时间距 p 最好为 $1.1 \leq t/p \leq 1.4$ 。

如果双凸透镜片被用做连接于 LCD 或 DMD 的后部投影屏幕, 一个包含光漫射材料的 Fresnel 透镜被用来双凸透镜片接收光线前漫射材料, 以减少闪光。因此, 如果 BS 率增加到由例如光跟踪法或等等所确定的理论值, 大量的光被光吸收层 4 吸收。因此当确定双凸透镜片的前透镜 3 的宽度时, 应该把光的漫射考虑进去。

这样的双凸透镜片模型显示如图 8, 标号 1 或 5 标明的部分类似或对应于图 1 所设计的相同的标号, 标号 6 指示在背面的非漫射层和包含包含漫射材料的前面的漫射层之间的界限。参考图 8, 光线 a_2 由 Fresnel 透镜漫射, 以由双凸透镜片 1 的后透镜 2 折射的 $1/3$ 光度角 (β 值) β_F 落于双凸透镜片 1 上, 并且以角 β_F' 倾斜的与沿着双凸透镜片 1 的假想背部表面的法向穿过双凸透镜片 1。角 β_F 和 β_F' 满足 Snell' 定律。入射光线进一步由双凸透镜片 1 的包含在漫射层中的光漫射

材料的漫射。在双凸透镜片 1 中光的漫射是由双凸透镜片 1 (严格说是在双凸透镜 1 中的漫射层中点) 漫射的 $1/3$ 光度角 β_L 的角 $\beta_{L'}$ 表示的。于是, 光线 a_2 在一个点, 以距离 w 从前透镜 3 的中心离开双凸透镜片 1, 距离 w 由下列公式计算。

$$w = (t - t_0/2) \tan \{ \sin^{-1}(\sin \beta_r/n) \} + t_0/2 \times \tan \{ \sin^{-1}(\sin \beta_r/n) + \sin^{-1}(\sin \beta_L/n) \}$$

前透镜 3 的光度必须不小于 $2w$, 因此光吸收层 4 的每一个区域都不能形成宽度大于 $p - 2w$ 。因此,

$$(\text{BS 率}) \leq (1 - 2w/p) \times 100(\%)$$

总之, 由于光吸收层 4 很容易形成于升高区 5 的表面, 还由于当双凸透镜片以一个倾斜的方向被观察时, BS 率的减少很少, 因此光吸收层 4 形成于升高区 5 的表面上, 升高区 5 通过升高双凸透镜片 1 的前表面的非透镜区而形成。尽管依靠屏蔽墨汁的流动性来形成吸收层, 升高区 5 从前透镜 3 的表面的高度必须在 40 到 50 微米的范围。尽管用传统的小 BS 率的的双凸透镜片没有引起任何问题, 但是当 BS 率过大时, 光线被升高区 5 截获, 视角就会减小。必须满足下列不等式。

$$P(100 - \text{BS})/200H \geq \sqrt{3}$$

这里 p 是双凸透镜片的后透镜 2 的间距, BS 是 BS 率, H 是吸收层 4 从前透镜 3 的表面 (图 1) 的高度。如果 $H = 50$ 微米, 间距 p 在 0.6 到 0.7 毫米的范围, BS 率最大大约为 70%。如果升高区 5 的边缘是圆的, 在不减少 BS 率的情况下可减少截获的光的量, 从而增加视角。

如上所述, 如果光吸收层 4 通过印制或其它方法形成于有一个大致是直角的截面的升高区 5 的表面时, 一些从双凸透镜片 1 的前面离开前透镜 3 的光线被升高区 5 截获是有可能的。如果光学配准基于光线落于每一个前透镜 3 的顶部的光程确定, 这是一般的方法。如果 BS 率增大, 部分离开双凸透镜片 1 的光线会被升高区 5 截获。根据光线射在后透镜 2 的根缘 2' 的状态确定位差 d , 可用下列公式计算。

$$d = \frac{P}{2} \left\{ \tan \left[\phi - \sin^{-1} \left\{ \frac{\sin(\phi - \theta)}{n} \right\} \right] - \tan \left[\phi - \sin^{-1} \left\{ \frac{\sin(\phi + \theta)}{n} \right\} \right] \right\} \\ \div \left\{ \tan \left[\phi - \sin^{-1} \left\{ \frac{\sin(\phi - \theta)}{n} \right\} \right] + \tan \left[\phi - \sin^{-1} \left\{ \frac{\sin(\phi + \theta)}{n} \right\} \right] \right\}$$

如果光学配准基于光线射在后透镜 2 的根缘 2' 的状态来确定, 被升高区 5 截获的光线的量可以被限制到最小。图 4 显示根据本发明的位置差别 d 与传统的位置差别 d₀之间的关系 (JP59-69748A)。

从以上描述可清楚, 本发明的用做背面投影屏幕的双凸透镜片包括: 一个片体, 有一个大致是椭圆截面的, 并形成于片体的后表面的后透镜; 前透镜, 形成于片体的前表面, 在后透镜的焦点位置或者临近焦点位置; 以及光线吸收层, 形成于片体的前表面的非后透镜焦点位置。在这个双凸透镜片中, 后部和前部透镜的间距 p, 双凸透镜片的厚度 t, 即接触后透镜的平面与接触前透镜的平面之间的距离, 满足不等式 $1.1 \leq t/p \leq 1.4$, 限定后透镜锥形截面的锥形系数 k 的范围是 -0.5 到 -0.4。

根据本发明的用做背面投影屏幕的另一个双凸透镜片包括: 一个片体, 有一个大致是椭圆截面的, 并形成于片体的后表面的后透镜; 前透镜, 形成于后透镜的焦点位置或者临近焦点位置; 以及光线吸收层, 形成于片体的前表面的非后透镜焦点位置。在这个双凸透镜片中, 后部和前部透镜的间距 p, 和曲率的近轴半径 c 满足不等式 $p/2c \geq 0.9$, 限定后透镜锥形截面的锥形系数 k 的范围是 -0.5 到 -0.4。

BS 率, 即形成于片体的前表面的非后透镜焦点位置的光吸收层与双凸透镜片的前表面区域的比率, 必须尽可能高, 满足下列不等式:

$$BS \leq (1 - 2w/p) \times 100\%$$

这里:

$$w = (t - t_d/2) \tan \{ \sin^{-1}(\sin \beta_F/n) \} + t_d/2 \times \tan \{ \sin^{-1}(\sin \beta_F/n) + \sin^{-1}(\sin \beta_L/n) \}$$

t 是双凸透镜片的厚度, t_d 是漫射层的厚度, n 是双凸透镜片的反射指数, β_F 是光线射在双凸透镜片之前漫射的 1/3 光度角, β_L 是由双凸透镜片包含的漫射材料引起的漫射的光线的 1/3 光度角。

一般来说, 当 BS 率降低 1% 时, 观众看不出来对比度的下降。但是当 BS 率降低 5% 时, 观众就可以看出来了。因此, BS 率必须满足一个不等式:

$$BS \geq 0.95 \times (1 - 2w/p) \times 100(\%)$$

最好是, 基本上是直角截面的升高区形成于非后透镜焦点位置的前表面, 光吸收层形成于升高区的表面, 后和前透镜的间距 p, BS 率 (%) 和升高区从包括前

透镜顶端的平面的高度满足下列不等式: $p(100-BS)/200H \geq \sqrt{3}$

最好是, 光吸收层形成于升高区的表面, 升高区的边缘是圆的。

另外, 光线从对应于前透镜的光轴离开双凸透镜片在前透镜的点的位差 d , 满足下列条件:

5

$$d = \frac{p}{2} \left\langle \tan \left[\phi - \sin^{-1} \left\{ \frac{\sin(\phi - \theta)}{n} \right\} \right] - \tan \left[\phi - \sin^{-1} \left\{ \frac{\sin(\phi + \theta)}{n} \right\} \right] \right\rangle \\ \div \left\langle \tan \left[\phi - \sin^{-1} \left\{ \frac{\sin(\phi - \theta)}{n} \right\} \right] + \tan \left[\phi - \sin^{-1} \left\{ \frac{\sin(\phi + \theta)}{n} \right\} \right] \right\rangle$$

10

这里, p 是后透镜的间距, n 是双凸透镜片的折射指数, ϕ 是后透镜根缘处在其切线方向与每一后透镜根部相反方向平面之间的夹角, θ 是光线降射在后透镜的光程与后透镜光轴之间的夹角。

根据本发明的双凸透镜片的例子将比较相似的例子进行描述。

15

例 1:

一个抗震丙烯酸树脂双凸透镜片 (折射指数: 1.51) 由模压方式压制。双凸透镜片配置有后透镜作为后表面, 前透镜作为其前表面, 间距是 0.72mm, 这是投影式 LCD 间距的 1/1.5。双凸透镜片的厚度, 即, 分别接触后透镜顶端和前透镜顶端的假想平面之间的距离, 是 0.86mm, BS 率是 70%, 前表面配备有光吸收层的升高区的表面高度是 50 微米。双凸透镜片包含的光漫射材料包含混合六份丙烯酸树脂珠子 (折射指数 1.49), 平均直径 30 微米, 一份玻璃珠 (折射指数: 1.535), 平均直径 17 微米 (按重量计玻璃珠为 2.1 份浓度)。后透镜的表面形状可用 $k=-0.45$, $c=0.33$ 毫米代表。前透镜是曲率半径为 0.254 毫米的凸透镜。

20

厚度 1.8 毫米的 Fresnel 透镜由同样的抗震丙烯酸树脂模压形成, 包含前述的用 UV 模压处理的玻璃珠。

25

双凸透镜片和 Fresnel 透镜联合构成一显示屏, 显示屏前表面的中心增益 (PG), 投射率和折射率被测量。测量结果列于表 2。双凸透镜片有 7.5° 的 β_F 角和 8° 的 β_L 角。在双凸透镜片中, 双凸透镜片的 60% 是光漫射层, 因此 $t_b=0.516$ 。用这些值计算的 BS 率估计在 72% 或以下。

30

对照例 1

在对照例 1 中, 双凸透镜片用模子模压, 以模压成传统的三-CRT 双凸透镜片, BS 率是 45%。双凸透镜片配置有后透镜作为后表面, 前透镜作为其前表面, 间距是 0.72。双凸透镜片的厚度, 即, 分别接触后透镜顶端和前透镜顶端的假想平面之间的距离, 是 0.88。如例 1 中的用于形成双凸透镜片的同样的丙烯酸树脂和同

5 样的光漫射材料被采用, 光漫射材料的浓度被调整, 使得比较例子 1 的双凸透镜片的中心增益与例子 1 中的双凸透镜片的一样。后透镜的表面形状的 $k=-0.75$, $c=0.25$ 毫米。前透镜是曲率半径为 0.254 毫米的凸透镜。

如用在例子 1 中与双凸透镜片结合的同样的 Fresnel 透镜在比较例子 1 中与双凸透镜片联合构成一显示屏, 显示屏前表面的中心增益 (PG), 投射率和折射

10 率被测量。测量结果列于表 2。

表 2

	PG	透光率	反射率 R	对比度 T/R
例 1	3.69	59.6%	5.4	11.0
对照例 1	3.69	62.0%	6.1	10.2

例子 1 中的双凸透镜片和比较例子 1 中的双凸透镜片被连接于投影 LCD 电视系统加以比较。在例子 1 中的双凸透镜片显示的图象, 和从 45° 到 60° 角范围的方向往双凸透镜片的法向看, 比在比较例子 1 中的双凸透镜片显示的图象和从相同

15 方向观看, 其对比度要高的多。

例子 2, 3, 4 的双凸透镜片的 BS 率分别制成为 50%, 60% 和 80%。例子 1, 2, 3 和 4 中光线投影在双凸透镜片上的入射角 θ 是 0° , 5° , 7.5° 和 10° , 双凸透镜片的透光性被测量。测量结果显示如图 5。例子 1, 2, 3 和 4 的双凸透镜片的性能指数 $p(100-BS)/200H$ 列于表 3。

20

表 3

例子	1	2	3	4
BS 率 (%)	70	50	60	80
$P(100 - BS)/200H$	2.16	3.60	2.88	1.44

当入射角 θ 是 5° 或 7.5° 时, 用在例子 1, 2, 3 和 4 中与双凸透镜片结合的 Fresnel 透镜的光漫射 α 值 (角度增益等于中心增益 PG 的 $1/2$) 约等于 β 值 (角度增益等于中心增益 PG 的 $1/3$)。

从图 5 中可明显看出, 配置有透镜间距 0.72 毫米的双凸透镜片, 在 BS 率是

70%或以下时，其透光性保持一个相对高的水平，但是，配置有透镜间距 0.72 毫米的双凸透镜片，在 BS 率是 80%时，其透光性较低。

图 6 是显示结合有本发明的双凸透镜片而构建的显示屏，位差分别是 21 微米，26 微米，31 微米，36 微米，41 微米，46 微米和 51 微米，且 Fresnel 透镜的折射指数为 1.55，透镜角 10.6° (出射角 6° ，在本发明的基础上确定的所需配准是 36 微米)。具有用本发明所建议的公式计算出的配准的双凸透镜片，有最高的透光性。

从前面的描述可以明显看出，本发明的用于后部投影屏幕的双凸透镜片，配备有大 BS 率的光吸收层，对于后和前表面之间的位差变异的影响不敏感。能够以高对比度和高亮度显示由单一图象源投影的图象，满足广角视野。

尽管已经描写了本发明的具有一定程度特殊性的最佳实施例，很明显许多其它的改动和变异是可以的。因此，可以理解的是，不仅仅限于在此的特别描述，只要是不脱离本发明的领域和精神都是可以的。

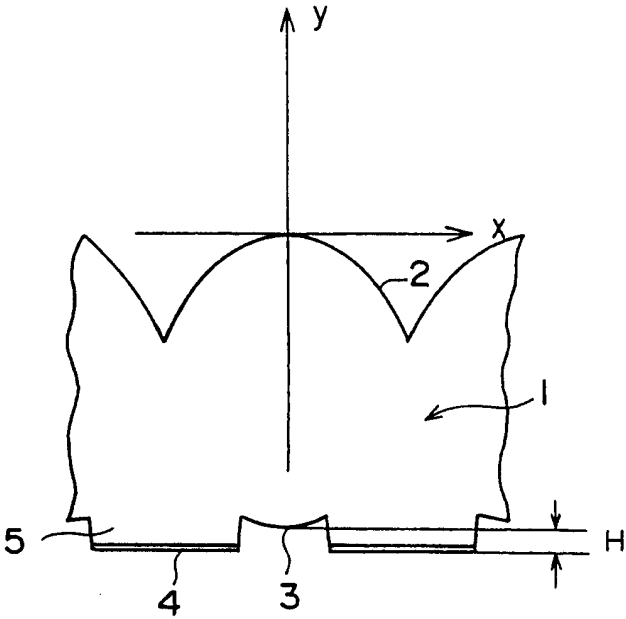


图 1

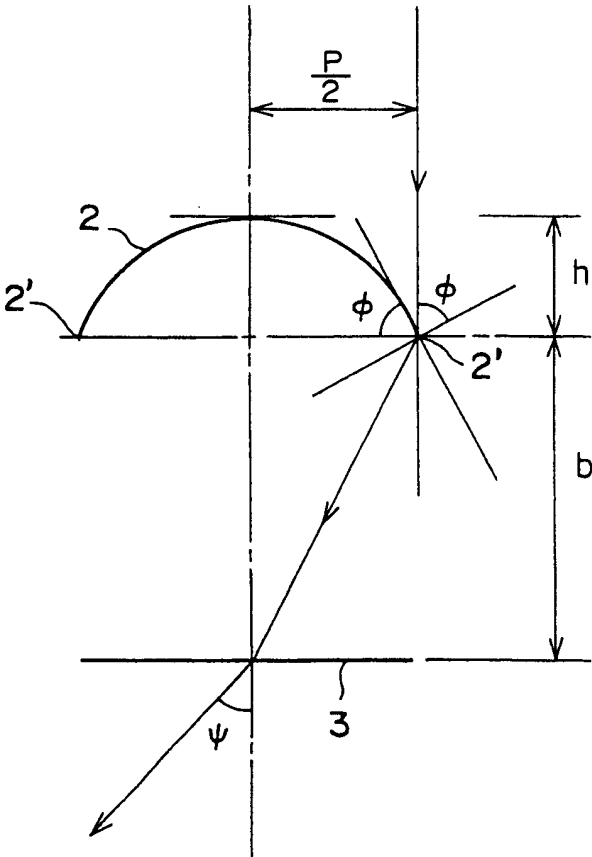


图 2

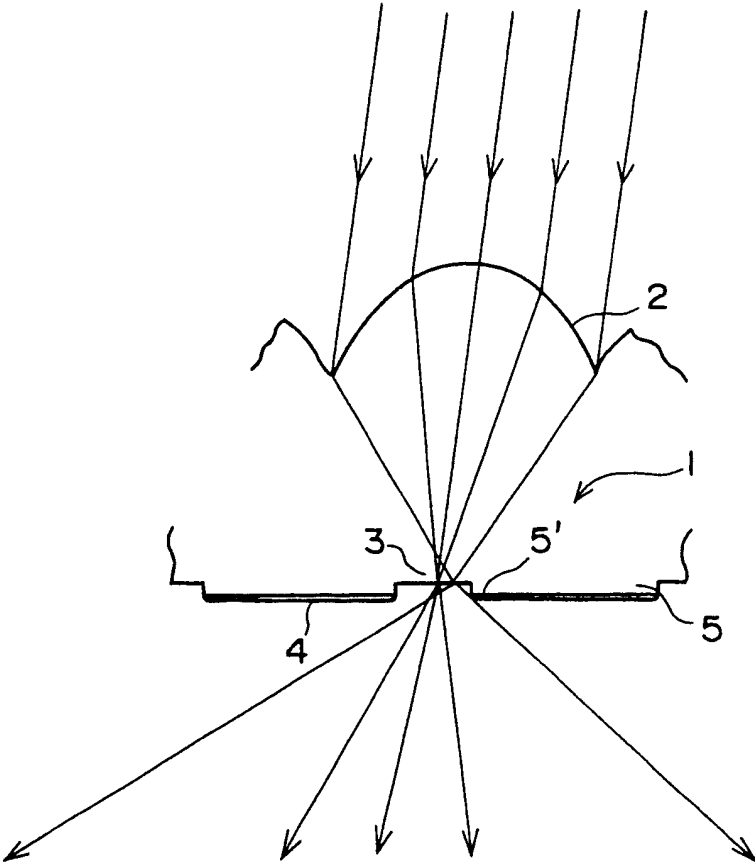


图 3

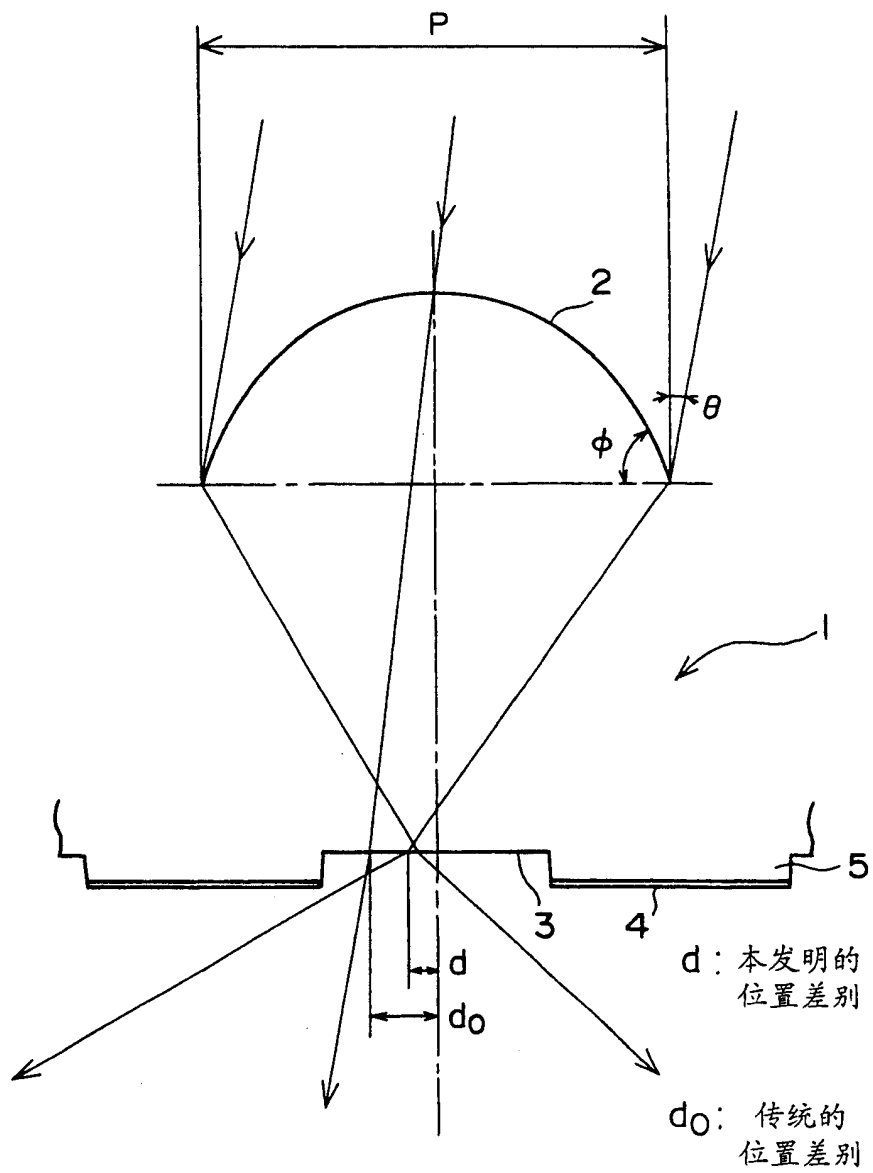


图 4

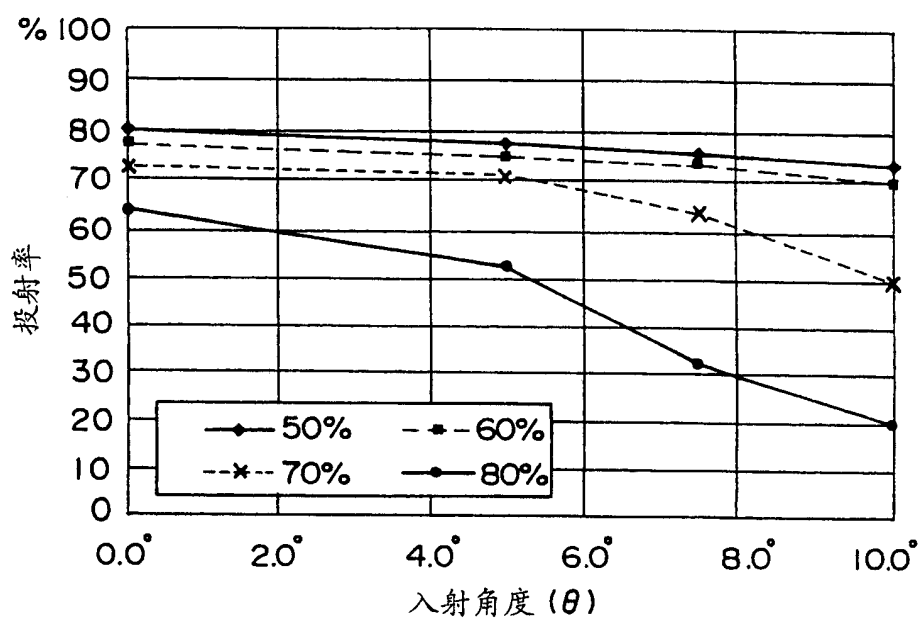


图 5

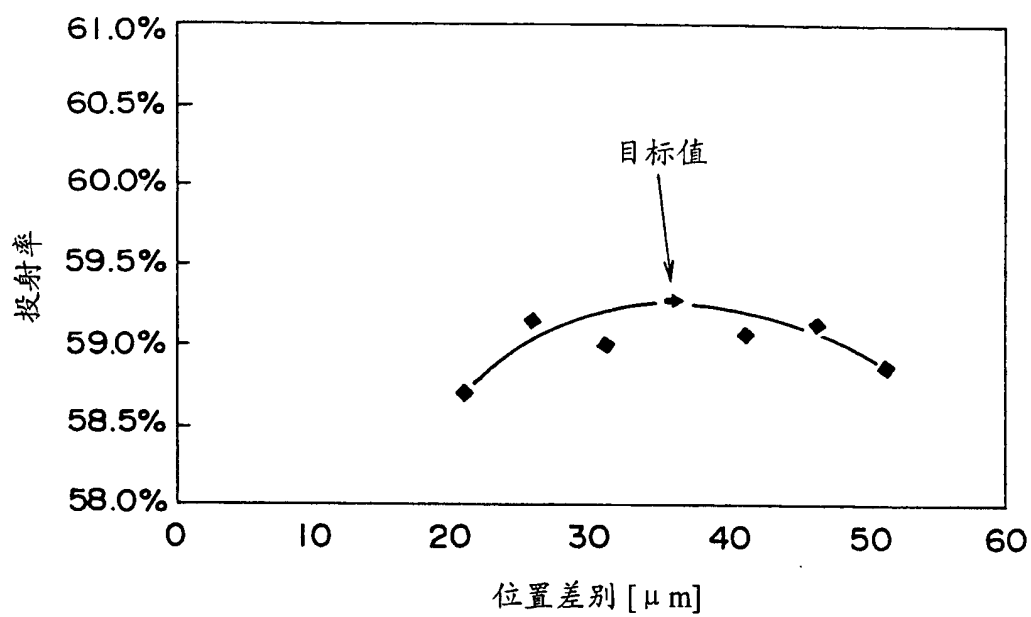


图 6

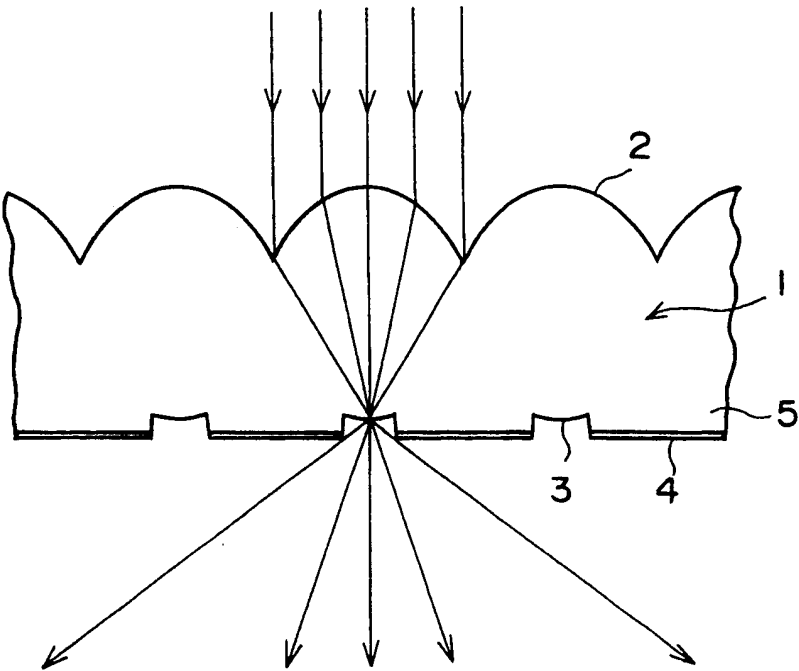


图 7A

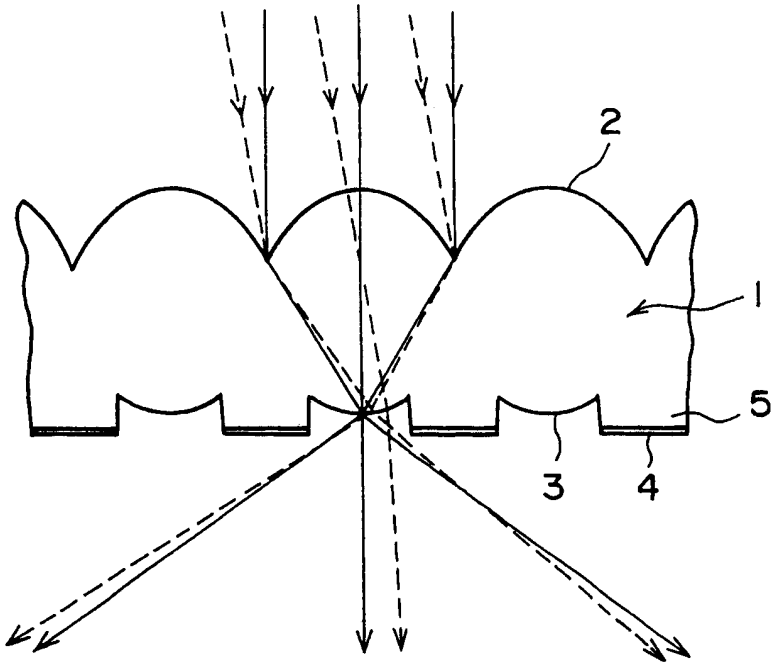


图 7B

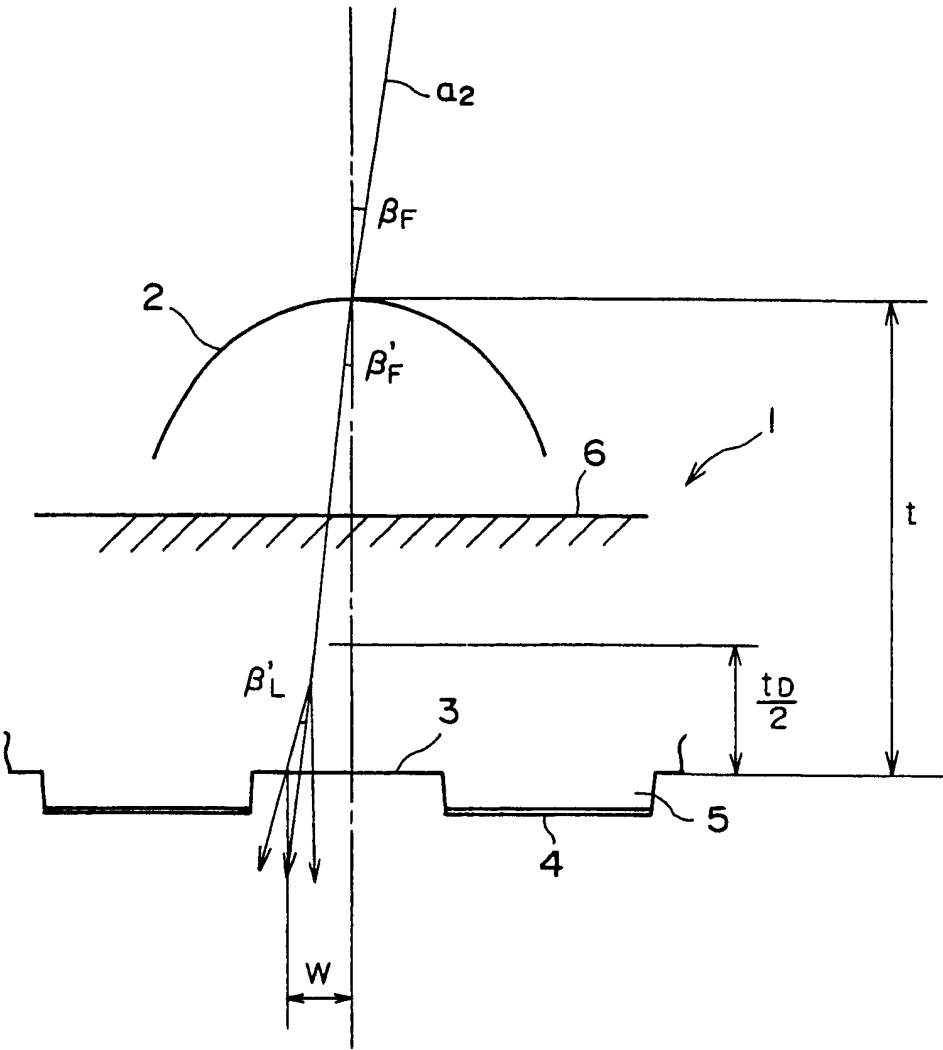


图 8

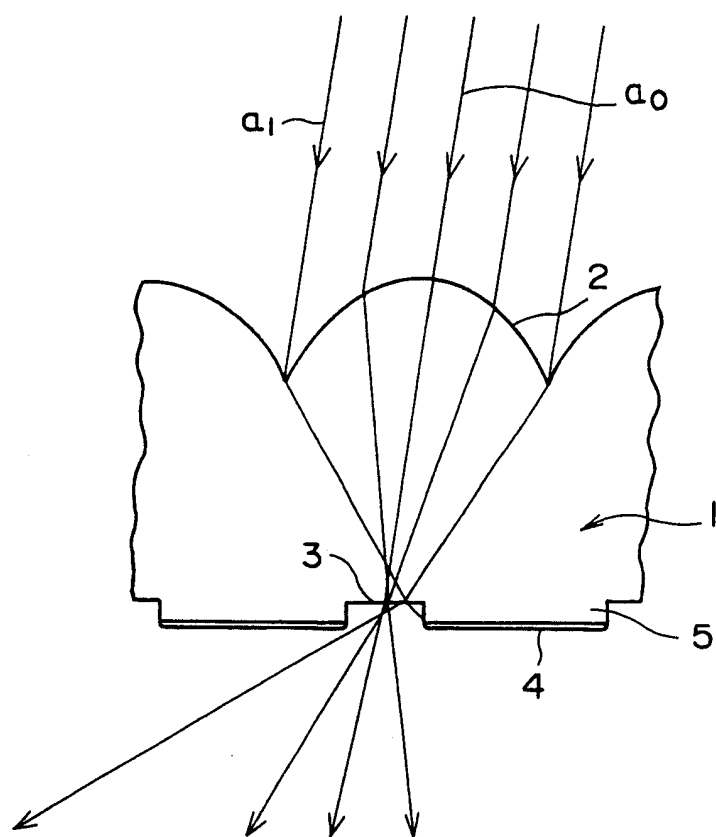


图 9