

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02F 1/13357 (2006.01)

G02F 1/133 (2006.01)

G09F 9/35 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510073029.3

[45] 授权公告日 2009 年 3 月 4 日

[11] 授权公告号 CN 100465730C

[22] 申请日 2005.5.27

[21] 申请号 200510073029.3

[30] 优先权

[32] 2004.5.28 [33] JP [31] 159611/2004

[73] 专利权人 株式会社日立显示器

地址 日本千叶县

共同专利权人 株式会社日立显示器件

[72] 发明人 小金泽信之 手塚晶夫 佐藤文之

[56] 参考文献

JP9304605A 1997.11.28

WO9957485A 1999.11.11

审查员 焦丽宁

[74] 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

代理人 王茂华

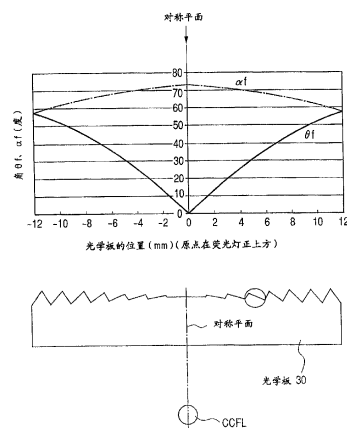
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 15 页

[54] 发明名称

液晶显示装置

[57] 摘要

一种液晶显示装置，具有液晶显示面板和背光源。该背光源包括：多个彼此平行排列的直线光源；透明光学板，布置在直线光源的液晶显示面板侧上；多个小型光学控制元件，形成在透明光学板的液晶显示面板侧的表面上。多个小型光学控制元件平行于直线光源延伸，并且在与多个直线光源的纵向轴线相垂直的横截面中、在两个相邻中间平面之间是对称的，该两个相邻中间平面的每一个在多个直线光源的两个相邻光源中间通过，并且该两个相邻中间平面的每一个垂直于透明光学板。



1. 一种液晶显示装置，包括液晶显示面板和布置在所述液晶显示面板背离所述液晶显示面板的显示屏幕的一侧上的背光源，

其中，所述背光源包括：

多个彼此平行排列的直线光源；

透明光学板，布置在面向所述液晶显示面板的所述多个直线光源的一侧上；

反射板，布置在背离所述液晶显示面板的所述多个直线光源的一侧上；以及

多个小型光学控制元件，形成在面向所述液晶显示面板的所述透明光学板的表面上，

其中，所述多个小型光学控制元件平行于所述多个直线光源延伸，并且所述多个小型光学控制元件在与所述多个直线光源的纵向轴线相垂直的横截面中、在两个相邻中间平面之间是对称的，该两个相邻中间平面的每一个在所述多个直线光源的两个相邻光源中间通过，并且该两个相邻中间平面的每一个垂直于所述透明光学板，以及

其中，所述透明光学板由具有总的光透射率在从 90%至 100%的范围内的材料形成。

2. 根据权利要求 1 所述的液晶显示装置，其中，所述多个小型光学控制元件配置为使得在与所述透明光学板垂直的方向上投射直接从所述多个直线光源进入所述透明光学板的光。

3. 根据权利要求 1 所述的液晶显示装置，其中，所述多个小型光学控制元件在与所述多个直线光源的所述纵向轴线相垂直的所述横截面中是三角形的。

4. 根据权利要求 3 所述的液晶显示装置，其中，在面向所述液晶显示面板的所述透明光学板的所述表面上以规定的排列节距形成所述多个小型光学控制元件。

5. 根据权利要求 4 所述的液晶显示装置, 其中,

设 α_f 是在所述透明光学板的所述液晶显示面板侧的表面、与较靠近在所述两个相邻中间平面之间形成的所述小型光学控制元件的对称平面的所述小型光学控制元件的每一个的所述三角形横截面的第一斜侧之间的角,

设 θ_f 是在所述透明光学板的所述液晶显示面板侧的表面、与离所述对称平面较远的所述三角形横截面的第二斜侧之间的角,

在所述两个相邻中间平面之间的所述多个小型光学控制元件具有固定值的 α_f 、和随离所述对称平面的距离增大而增大的 θ_f 。

6. 根据权利要求 4 所述的液晶显示装置, 其中,

设 α_f 是在所述透明光学板的所述液晶显示面板侧的表面、与较靠近在所述两个相邻中间平面之间形成的所述小型光学控制元件的对称平面的所述小型光学控制元件的每一个的所述三角形横截面的第一斜侧之间的角,

设 θ_f 是在所述透明光学板的所述液晶显示面板侧的表面、与离所述对称平面较远的所述三角形横截面的第二斜侧之间的角,

在所述两个相邻中间平面之间的所述多个小型光学控制元件具有随离所述对称平面的距离增大而减小的 α_f 、和随离所述对称平面的距离增大而增大的 θ_f 。

7. 根据权利要求 1 所述的液晶显示装置, 其中, 在通过来自所述多个直线光源的光提供有高亮度的所述光学板的部分中布置的所述多个小型光学控制元件, 在与所述多个直线光源的所述纵向轴线相垂直的所述横截面中, 具有直角等腰三角形横截面、圆弧横截面、抛物线弧横截面、椭圆弧横截面及余弦弧横截面之一。

8. 根据权利要求 1 所述的液晶显示装置, 其中, 所述背光源还包括在面向所述液晶显示面板的所述透明光学板的一侧上的光漫射片。

9. 根据权利要求 1 所述的液晶显示装置, 其中, 所述多个小型光学控制元件固定在面向所述液晶显示面板的所述透明光学板的表面上。

液晶显示装置

技术领域

本发明涉及一种液晶显示装置，并且更具体地说，涉及一种对于布置在液晶显示装置后面的背光源（下文称作直射光型背光源）的用途有用的技术。

背景技术

TFT（薄膜晶体管）液晶显示模块被广泛地用作用于笔记本个人计算机等的显示装置。这些液晶显示模块包括：液晶显示面板，具有布置在其周围的漏极驱动器和栅极驱动器；和背光源，用来照射液晶显示面板。背光源被大致地划分成侧光型背光源和直射光型背光源。一般地说，用作用于笔记本个人计算机的显示装置的液晶显示模块采用侧光型背光源。在最近几年，液晶显示模块被制成大尺寸的，使其屏幕尺寸增大，并且它们被用作用于监视器的显示装置。用在监视器中的这样的大尺寸和大屏幕液晶显示模块采用能够提供高亮度的直射光型背光源。

图 11 是分解立体图，表明液晶显示模块的粗略配置。如图 11 中所示，液晶显示模块包括一个由金属周缘框架制成的上部框架 1（也叫做屏蔽壳体、上部壳体或金属上部框架）、液晶面板 2 及背光源 BL。液晶面板 2 设置有：一对基片（由光透射电绝缘材料例如玻璃制成），在其之间夹持一个液晶层；漏极电路板 DPCB，布置在基片对的周围；及两个栅极电路板 GPCB。安装在电路板每一个上的是带式载体封装 DTCP 或 GTCP，带式载体封装通过使用带自动键合（TAB）在其上安装有多个液晶驱动半导体集成电路元件（驱动 IC）。联接到驱动 IC 上的是用来把信号或电力供给到驱动 IC 的柔性电路板 DFPC，并且设置连接柔性电路板 GFPC，以便把漏极电路板 DPCB

与栅极电路板 GPCB 相连接。

基片对相互上下叠置，在其之间有规定空隙，然后通过以画框形式使用密封剂，并且将密封剂夹持在两个相对基片的周缘附近区域之间，而将基片对密封在一起。其次把液晶材料经在密封剂中制成的液晶填充孔，填充到在两个密封基片内部的空间中，并且然后封堵液晶填充孔。然后通过把偏振镜固定在两个基片的外表面上完成液晶面板 2。

柔性电路板 DFPC 被电连接到电路板 Tcon 上，电路板 Tcon 具有诸如计时转换器等集成电路元件布置在背光源下方。在图 11 中的标号 5 指示一个用于电路板 Tcon 的盖子。

图 12 是分解立体图，表明在图 11 中表示的直射光型背光源 BL 的粗略配置。如图 12 中所示，在图 11 中表示的直射光型背光源 BL 包括反射板 10、多个冷阴极荧光灯 CCFL、光漫射板（较厚，例如 2 mm）11、下部光漫射片（较薄，例如几百 μm ）12、棱形片（也叫做亮度改进片）13、上部光漫射片（较薄，例如几百 μm ）14，这些按在图 12 中表示的顺序，布置在由合成树脂制成的模具 7 与由金属制成的下部框架 3 之间。顺便说明，在某些情况下，采用两个棱形片。通过把组装的液晶面板 2 夹持和固定在上部框架 1 与背光源 BL 之间完成液晶显示模块。

如以上解释的那样，直射光型背光源 BL 设置有多个冷阴极荧光灯 CCFL、布置在该多个冷阴极荧光灯 CCFL 上方的多个光学部件（光漫射板、光漫射片、亮度改进片等）、及具有反射表面的反射板，该反射表面向液晶显示面板反射从灯 CCFL 照向背离液晶显示面板的灯 CCFL 侧的光。然而，有一个问题：包括光漫射板、光漫射片、亮度改进片等的光学部件的成本占直射光型背光源成本的 40%至 70%的较大百分比范围。为了解决这个问题，由专利申请公开 No. 2004-6256、No. Hei 6-273763、及 No. 2004-31312 公开了不采用亮度改进片的直射光型背光源。

发明内容

在以上引用的申请中公开的所有发明都采用了光漫射板,并且它们没有配置成通过利用透明光学板降低直射光型背光源的成本,该透明光学板具有像光漫射板、光漫射片等那样使亮度均匀的功能、和像亮度改进片等那样收集光的功能。

已经形成本发明以便解决关于现有技术的上述问题,并且本发明的一个目的在于,在采用直射光型背光源的液晶显示装置中,提供一种通过利用透明光学板能够降低直射光型背光源的成本的技术,该透明光学板具有像光漫射板、光漫射片等那样使亮度均匀的功能、和像亮度改进片等那样收集光的功能。

由如下描述和附图,本发明的这个和其它目的及新颖特征将变得显而易见。

下面将简要地解释在本说明书中公开的发明的代表性发明的概述。

为了实现上述目的,按照本发明的一个实施例,提供有一种液晶显示装置,该液晶显示装置包括液晶显示面板和布置在所述液晶显示面板背离所述液晶显示面板的显示屏幕的一侧上的背光源,其中所述背光源包括:多个彼此平行排列的直线光源;透明光学板,布置在面向所述液晶显示面板的所述多个直线光源的一侧上;多个小型光学控制元件,形成在面向所述液晶显示面板的所述光学板的表面上,并且其中所述多个小型光学控制元件平行于所述多个直线光源延伸,并且所述多个小型光学控制元件在与所述多个直线光源的纵向轴线相垂直的横截面中、在两个相邻平面之间是对称的,该两个相邻平面的每一个在所述多个直线光源的两个相邻光源中间通过,并且该两个相邻平面的每一个垂直于所述光学板。

为了实现上述目的,按照本发明的另一个实施例,提供有一种液晶显示装置,该液晶显示装置包括液晶显示面板和布置在所述液晶显示面板背离所述液晶显示面板的显示屏幕的一侧上的背光源,其中所述背光源包括:多个彼此平行排列的直线光源;一个透明光学

板,布置在面向所述液晶显示面板的所述多个直线光源的一侧上;多个小型光学控制元件,固定在面向所述液晶显示面板的所述光学板的表面上,并且其中所述多个小型光学控制元件平行于所述多个直线光源延伸,并且所述多个小型光学控制元件在与所述多个直线光源的纵向轴线相垂直的横截面中、在两个相邻平面之间是对称的,该两个相邻平面的每一个在所述多个直线光源的两个相邻光源中间通过,并且该两个相邻平面的每一个垂直于所述光学板。

下面将简要解释由在本说明书中公开的发明的代表性发明提供的优点。

本发明在采用直射光型背光源的液晶显示装置中,通过利用一个透明光学板能够降低直射光型背光源的成本,该透明光学板具有像光漫射板、光漫射片等那样使亮度均匀的功能、和像亮度改进片等那样收集光的功能。

附图说明

在附图中,类似标号贯穿附图指示类似的元件,并且在附图中:

图1是按照本发明一个实施例的直射光型背光源的主要组件的剖视图;

图2是说明图,用来解释从一个冷阴极荧光灯 CCFL 射出的光线的特性;

图3是在与冷阴极荧光灯 CCFL 的延伸方向垂直的平面中得到的按照本发明一个实施例的一种小型光学控制元件的剖视图;

图4是按照本发明形成在光学板上的小型光学控制元件的一个实施例的剖视图;

图5是曲线图,表示由光学板射出的光产生的亮度分布,该光学板具有在图4中表示的其上表面上形成的小型光学控制元件;

图6是按照本发明形成在光学板上的小型光学控制元件的另一个实施例的剖视图;

图7是按照本发明形成在光学板上的小型光学控制元件的又一

个实施例的剖视图;

图 8 是曲线图,表示由光学板射出的光产生的亮度分布,该光学板具有在图 7 中表示的其上表面上形成的小型光学控制元件;

图 9A 至 9D 分别是按照本发明用来消除亮度级差的小型光学控制元件的四个例子的主要部分的剖视图;

图 10 是按照本发明用来消除亮度级差的小型光学控制元件的另一个例子的主要部分的剖视图;

图 11 是分解立体图,表明一种液晶显示模块的粗略配置;及

图 12 是分解立体图,表明在图 11 中表示的直射光型背光源 BL 的粗略配置。

具体实施方式

在下面,参照附图将详细解释按照本发明的实施例。相同标号或符号贯穿附图指示功能类似的部件或部分,并且省略其解释的重复。

按照本发明的直射光型背光源除现在要讨论的特征之外在构造上是传统的。

在下面,将解释按照本发明的直射光型背光源的实施例,重点放在与传统直射光型背光源中的那些不同的部分。

图 1 是剖视图,表明按照本发明直射光型背光源的一个实施例的基本部分。在图 1 中,标号 10 指示反射板,30 是一个透明光学板,以及 31 是形成在光学板 30 的上表面上的小型光学控制元件。

尽管在直射光型背光源中使用的传统光漫射板是包含扩散剂的光学板,但在本实施例中的光学板 30 由不包含扩散剂的透明丙烯酸、聚碳酸酯(PC)、聚环烯烃等制成,并且其总的光透射率在例如从 90%至 100%的范围内。而且,在本实施例中的光学板 30 被配置成有利于光线的方向和分布的控制,并且也形成从冷阴极荧光灯 CCFL 射出的光的大部分。

这里总的光透射率 τ_t (%)按照 ISO 13468-1: 1996 试验方法(它与 JIS K 7361-1: 1997 相对应)通过使用如下公式计算,

$$\tau_t (\%) = \tau_2 / \tau_1 \times 100$$

其中 τ_1 是在没有试验件时测量的光通量, 并且 τ_2 是试验设备中有试验件时测量的光通量, 该试验设备包括一个与 CIE 标准光 D_{65} 等效的光源、一个用来使来自光源的光束成平行光束的平行光管、一个积分球、及一个光探测器。

小型光学控制元件 31 可以与透明光学板 30 整体塑成, 或者可以通过诸如使用刀具之类的加工形成在透明光学板上。而且, 最初小型光学控制元件 31 可以形成在与透明光学板 30 分离的膜或片上, 然后将形成有小型光学控制元件的膜或片固定到透明光学板 30 上。

从冷阴极荧光灯 CCFL 射出的光的约 40% 的量直接照射到透明光学板 30 上。小型光学控制元件 31 形成在透明光学板 30 的上表面上, 以控制成使尽可能大量的照射光在与光学板 30 的上表面相垂直的方向上从透明光学板 30 的上表面射出。

如下将解释已经从冷阴极荧光灯 CCFL 射出的光的特性。

如图 2 中所示, 假定光线相对于透明光学板 30 的法线以角度 θ_0 从冷阴极荧光灯 CCFL 射出。然后光线以入射角 θ_0 进入透明光学板 30 的下表面。然后光线按照 Snell 定律以由下面的公式 (1) 表达的折射角 θ_1 指向透明光学板 30 的上表面。

$$n_0 \cdot \sin \theta_0 = n_1 \cdot \sin \theta_1 \quad \dots \dots (1)$$

其中 n_0 是光线在进入透明光学板 30 之前传播通过的介质的折射率 (这里介质是空气, 并且 $n_0 \approx 1.0$), 以及 n_1 是透明光学板 30 的折射率 (在丙烯酸板的情况下, $n_1 \approx 1.4933$)。

在其中小型光学控制元件 31 形成在透明光学板 30 的上表面上的情况下, 光线按照 Snell 定律相对于透明光学板 30 的法线以角度 θ_0 从透明光学板 30 射出。然而, 如果折射角 θ_1 大于临界角, 则光线在透明光学板 30 与空气层之间的界面处被反射, 并且返回透明光学板 30 的下表面。在其中小型光学控制元件 31 不在透明光学板 30 的上表面上、并因此透明光学板 30 的上表面是平的情况下, 光线从透明

光学板 30 的上表面射出到空气层中的出射角取决于光线从冷阴极荧光灯 CCFL 射出的出射角，并因此，来自灯 CCFL 的少数光线在与光学板 30 垂直的方向上从光学板 30 的上表面射出。

为了解决这个问题，本实施例在透明光学板 30 的上表面上布置小型光学控制元件 31，该小型光学控制元件 31 具有设置有倾斜表面的三角形横截面，该倾斜表面在与光学板 30 相垂直的方向上投射从灯 CCFL 进入透明光学板 30 的光。这些小型光学控制元件 31 在与冷阴极荧光灯 CCFL 的延伸相同的方向上延伸。

图 3 是沿与冷阴极荧光灯 CCFL 的延伸方向相垂直的平面得到的小型光学控制元件 31 的剖视图。考虑到通过冷阴极荧光灯 CCFL 的纵向轴线并且与透明光学板 30 的下（或上）表面垂直的中心线。在图 3 中，控制元件壁表面是两个倾斜表面中更靠近中心线的一个，并且控制元件壁表面角 α_f 是该控制元件壁表面与光学板 30 的上表面形成的角。

而且，在图 3 中，控制元件倾斜表面是两个倾斜表面中离中心线较远的另一个，并且控制元件倾斜表面角 θ_f 是该控制元件倾斜表面与光学板 30 的上表面形成的角。

控制元件倾斜表面角 θ_f 可以在与光学板 30 相垂直的方向上投射从冷阴极荧光灯 CCFL 中最近的一个发射的光，并且控制元件壁表面角 α_f 可以在与光学板 30 相垂直的方向上投射从冷阴极荧光灯 CCFL 中最近的一个发射的光。

在图 2 和 3 中，满足如下关系：

$$X_i = h_1 \cdot \tan \theta_0 \quad \dots \dots (2)$$

$$\Delta X = h_2 \cdot \tan \theta_1 \quad \dots \dots (3)$$

$$X_o = X_i + \Delta X \quad \dots \dots (4),$$

其中 h_1 是在冷阴极荧光灯 CCFL 的纵向轴线与透明光学板 30 的下表面之间的距离，以及

h_2 是透明光学板 30 的厚度。

通过把公式 (4) 与公式 (1)、(2) 和 (3) 相结合得到由 θ_0 表

示的如下公式(5)：

$$X_o = h_1 \cdot \tan \theta_0 + h_2 \cdot \tan \{ \arcsin(\sin \theta_0 \cdot n_0 / n_1) \} \dots \dots (5)$$

而且，在光从冷阴极荧光灯 CCFL 射出的光的出射角 θ_0 、小型光学控制元件 31 的控制元件倾斜表面角 θ_f 、及光从透明光学板 30 的上表面射出到空气层中的出射角 θ_4 中，满足如下关系：

$$\theta_2 = |\theta_1 + \theta_f| \dots \dots (6)$$

$$n_1 \cdot \sin \theta_2 = n_0 \cdot \sin \theta_3 \dots \dots (7)$$

$$\begin{aligned} \theta_4 &= \theta_f + \theta_3, \text{ 当 } -\theta_f \geq \theta_1 \text{ 时,} \\ &= \theta_f - \theta_3, \text{ 当 } -\theta_f < \theta_1 \text{ 时,} \end{aligned} \dots \dots (8)$$

通过把公式(8)与公式(1)、(6)和(7)相结合得到 θ_0 和 θ_f 表示的如下公式(9)：

当 $-\theta_f \geq \arcsin\{(n_0/n_1) \cdot \sin \theta_0\}$ 时，

$$\theta_4 = \theta_f + \arcsin[(n_1/n_0) \cdot \sin |\arcsin\{(n_0/n_1) \cdot \sin \theta_0\} + \theta_f|]$$

当 $-\theta_f < \arcsin\{(n_0/n_1) \cdot \sin \theta_0\}$ 时，

$$\begin{aligned} \theta_4 &= \theta_f - \arcsin[(n_1/n_0) \cdot \sin |\arcsin\{(n_0/n_1) \cdot \sin \theta_0\} + \theta_f|] \\ &\dots \dots (9) \end{aligned}$$

考虑从冷阴极荧光灯 CCFL 射出并且到达在透明光学板 30 上表面上的基准平面上的点 $(X_o, 0)$ 的光线，以及使用公式(5)确定光线从冷阴极荧光灯 CCFL 射出的出射角 θ_0 。将出射角 θ_0 代入公式(9)中，得到在 θ_4 与 θ_f 之间的关系。这里，选择小型光学控制元件 31 的控制元件倾斜表面角 θ_f ，使得光线从透明光学板 30 的上表面射出到空气层中的出射角 θ_4 等于零。

当小型光学控制元件 31 的尺寸增大时，从小型光学控制元件 31 的一件射出的光线的出射角的分布相对于透明光学板 30 的法线左右加宽，并且当小型光学控制元件 31 的尺寸减小时，出射角的分布变窄。

希望通过使出射角的分布变窄使尽可能多的光线垂直于透明光学板 30 射出。然而，如果小型光学控制元件 31 的尺寸被过分地减小，它们的可加工性和批量生产率就会变差，并因此，小型光学控

制元件 31 的尺寸需要通过考虑在出射角的分布与其可加工性和批量生产率之间的平衡来选择。

图 4 表明按照本实施例形成在透明光学板 30 上的小型光学控制元件 31 的一个例子。下面描述这个例子的尺寸和组件配置。

(1) 在冷阴极荧光灯 CCFL 的纵向轴线与光学板(透明丙烯酸板) 30 的下表面之间的距离 $h1$: 13.5 mm,

(2) 光学板(透明丙烯酸板) 30 的厚度 $h2$: 2.0 mm,

(3) 在冷阴极荧光灯 CCFL 的相邻那些之间的中心线对中心线间距 $d1$: 27.1 mm,

(4) 在冷阴极荧光灯 CCFL 的相邻那些之间的中心线对中心线间距 $d1$ 的一半 $d2$: 13.55 mm,

(5) 空气的折射率 $n0$: 1.0,

(6) 透明光学板 30 的折射率 $n1$: 1.49,

(7) 冷阴极荧光灯 CCFL 的数量: 8,

(8) 除在中心处的之外的小型光学控制元件 31 的尺寸: 0.3 mm (固定值),

(9) 小型光学控制元件 31 的控制元件壁表面角 α_f : 87° (固定值)。

图 5 表示从光学板 30 射出的光的亮度分布, 该光学板 30 在其上具有在图 4 中表示的小型光学控制元件 31。图 5 表示显示区域的竖直中心线的上一半上的亮度分布。

由其上具有在图 4 中表示的小型光学控制元件 31 的光学板 30 产生的平均亮度高于传统直射光型背光源的亮度, 但由光学板 30 产生的亮度的均匀性(亮度级差)稍低于传统直射光型背光源的均匀性。这里, 亮度级差由(最大亮度-最小亮度)/平均亮度来表示。通过把传统的光漫射片(在图 12 中在标号 12、14 处表明)布置在光学板 30 的液晶显示面板侧, 能减小亮度级差。

而且, 在光学板 30 在其上具有在图 4 中表示的小型光学控制元件 31 的情况下, 亮度下降到最大亮度一半的视角, 所谓的半亮度宽

度，在竖直方向上是约 $\pm 10^\circ$ ，而在水平方向上是约 $\pm 45^\circ$ 。通过把传统的光漫射片（在图 12 中在标号 12、14 处表明）布置在透明光学板 30 的液晶显示面板侧，能把竖直方向上的半亮度宽度改进为约 $\pm 45^\circ$ 。

如上所述，由其上具有在图 4 中表示的小型光学控制元件 31 的光学板 30 产生的亮度级差呈现出了不足的性能。

其原因分类成三大组。

首先，在上述实施例中，通过考虑仅从最靠近小型光学控制元件的冷阴极荧光灯 CCFL 射出的光，选择小型光学控制元件 31 的控制元件倾斜表面角 θ_f ，并且控制元件壁表面角 α_f 被固定在 3° 。因此，指出，没有有效地利用来自最靠近的冷阴极荧光灯 CCFL 的光，并且没有考虑从相邻冷阴极荧光灯 CCFL 射出的光的特性。

第二，本实施例的主要目标在于，通过使用在光学板上形成的小型光学控制元件 31，在与光学板 30 相垂直的方向上投射从冷阴极荧光灯 CCFL 射出的光，因此，没有考虑从冷阴极荧光灯 CCFL 射出的光的分布，并因此，指出在冷阴极荧光灯 CCFL 正上方的光通量密度较高，而在冷阴极荧光灯 CCFL 的相邻那些中间的光通量密度较低。

第三，指出没有考虑在从冷阴极荧光灯 CCFL 射出之后已经投射到反射板 10 和周缘侧壁上的光的特性。

为了消除首先提出的问题，通过考虑从冷阴极荧光灯 CCFL 的相邻一些射出的光的特性，修改小型光学控制元件 31 的控制元件壁表面角 α_f ，该控制元件壁表面角 α_f 影响来自相邻冷阴极荧光灯 CCFL 的光的特性。

控制元件壁表面角 α_f 的变化改变控制元件壁表面和控制元件倾斜表面的面积，并因此这两种变化修改亮度级差。

图 6 表明光学板 30 的一个例子，该光学板 30 在其上表面上具有小型光学控制元件 31，其中控制元件壁表面角 α_f 被修改。下面描述这个例子的尺寸和组件配置。

(1)在冷阴极荧光灯 CCFL 的纵向轴线与光学板(透明丙烯酸板) 30 的下表面之间的距离 h_1 : 13.5 mm,

(2) 光学板(透明丙烯酸板) 30 的厚度 h_2 : 2.0 mm,

(3) 在冷阴极荧光灯 CCFL 的相邻那些之间的中心线对中心线间距 d_1 : 27.1 mm,

(4) 在冷阴极荧光灯 CCFL 的相邻那些之间的中心线对中心线间距 d_1 的一半 d_2 : 13.55 mm,

(5) 空气的折射率 n_0 : 1.0,

(6) 透明光学板 30 的折射率 n_1 : 1.49,

(7) 冷阴极荧光灯 CCFL 的数量: 8,

(8) 除在中心处的之外的小型光学控制元件 31 的尺寸: 0.3 mm (固定值),

(9) 小型光学控制元件 31 的控制元件壁表面角 α_f : 等于光从最靠近小型光学控制元件 31 的冷阴极荧光灯 CCFL 的一个射出的出射角。

在图 6 中表示的例子的情况下, 平均亮度高于传统直射光型背光源的亮度, 并且进一步, 通过把传统的光漫射片(在图 12 中在标号 12、14 处表明)布置在光学板 30 的液晶显示面板侧, 能把亮度级差减小到 6%, 并且在竖直方向上的半亮度宽度能改进到约 $\pm 45^\circ$ 。

图 7 表明光学板 30 的另一个例子, 该光学板 30 在其上表面上具有小型光学控制元件 31, 其中控制元件壁表面角 α_f 被改变。下面描述这个例子的尺寸和组件配置。

(1) 在冷阴极荧光灯 CCFL 的纵向轴线与光学板(透明丙烯酸板) 30 的下表面之间的距离 h_1 : 13.5 mm,

(2) 光学板(透明丙烯酸板) 30 的厚度 h_2 : 2.0 mm,

(3) 在冷阴极荧光灯 CCFL 的相邻那些之间的中心线对中心线间距 d_1 : 24.0 mm,

(4) 在冷阴极荧光灯 CCFL 的相邻那些之间的中心线对中心线间距 d_1 的一半 d_2 : 12.0 mm,

(5) 空气的折射率 n_0 : 1.0,

(6) 透明光学板 30 的折射率 n_1 : 1.49,

(7) 冷阴极荧光灯 CCFL 的数量: 16,

(8) 除在中心处的之外的小型光学控制元件 31 的尺寸: 0.3 mm (固定值),

(9) 在小型光学控制元件 31 的控制元件壁表面角 α_f 与控制元件倾斜表面角 θ_f 之间的关系: 由图 7 中表示的曲线表达。

图 8 表示通过图 7 中表示的光学板 30 投射的光的亮度分布, 该光学板 30 具有在其上表面上形成的小型光学控制元件。图 8 表示沿显示区域的竖直中心线的上部的亮度分布。

在图 7 中表示的配置的情况下, 平均亮度高于传统直射光型背光源的亮度。而且, 通过把传统的光漫射片 (在图 12 中在标号 12、14 处表明) 布置在光学板 30 的液晶显示面板侧, 能把亮度级差减小到 6%, 并且在竖直方向上的半亮度宽度能改进到约 $\pm 45^\circ$ 。

为了减小亮度级差, 除上述配置之外, 必须修改在透明光学板 30 的上表面的部分上产生比平均亮度高的亮度的小型光学控制元件 31 的形状, 使得在高亮度部分中的光的余量重新指向低亮度部分。

例如, 垂直于光学板射出的光量被减小, 并且通过在透明光学板 30 的高亮度部分上布置具有图 9A 中所示的圆弧横截面、图 9B 中所示的抛物线弧横截面、图 9C 中所示的椭圆弧的横截面、图 9D 中所示的余弦弧横截面等的小型光学控制元件 31, 能以各种方向照射余量光。

以上配置使得可以控制在透明光学板 30 上方的亮度级差。而且, 通过设置具有图 10 中所示的等腰三角形横截面的小型光学控制元件 31, 能控制光线的出射角。

在以上描述中, 通过把丙烯酸 (聚甲基丙烯酸甲酯: PMMA) 作为用于透明光学板 30 的材料的例子已经解释了本发明, 并且不用说, 其它的透明光学板也能用于本发明。除丙烯酸之外的材料包括聚碳酸酯 (PC)、聚环烯烃等。然而, 在其中使用由这些材料制成的透明光学板 30 的情况下, 小型光学控制元件 31 的配置需要通过考虑在这些材料与丙烯酸之间的折射率差来设计。而且, 最初由一种材

料制成的小型光学控制元件 31 能与另一种材料的透明光学板 30 的
本体分离地制造，并且然后通过使用紫外线（UV）固化树脂把小型
光学控制元件 31 和透明光学板 30 固定在一起。

如以上解释的那样，本实施例通过设置小型光学控制元件 31 能
够改进显示亮度而不用使用昂贵的亮度改进片，从而来自冷阴极荧
光灯 CCFL 的光在直接进入透明光学板 30 并且穿过其之后从透明光
学板 30 的上表面与光学板 30 相垂直地射出到空气层中。

通过把小型光学控制元件 31 的控制元件壁表面角 α_f 选择成与从
冷阴极荧光灯 CCFL 射出的光线进入小型光学控制元件 31 的入射角
相等、或者是使来自相邻冷阴极荧光灯 CCFL 的光线从透明光学板 30
与光学板 30 相垂直地射出的角，能改进光的利用率和显示亮度的均
匀性。

而且，通过把常规光漫射片布置在透明光学板 30 的液晶显示面
板侧，相对于常规直射光型背光源能改进亮度均匀性和视角特性。
其原因在于，光线从透明光学板 30 射出的出射角相对于光学板 30
近似是 90° ，并且在光漫射板内的丙烯酸珠（acrylic beads）等在
各个方向上漫射光。

尽管常规直射光型背光源的光学组件在数量上是四到六个，包括
乳白光漫射板、光漫射片、亮度改进片等，但本实施例的光学组件
在数量上是两个，包括透明光学板 30 和一个光漫射片，或者在数量
上是三个，还包括另外一个光漫射片，并因此，本实施例能够显著
降低光学组件的成本。

而且，由于本实施例能把组件的数量减小到一半或更少，所以本
实施例能够改进可靠性。

尽管通过使用以上实施例已经具体地解释了由本发明人所做的
发明，但本发明不限于以上实施例，并且对于本领域的技术人员显
然，不脱离本发明的本质和精神能进行各种变更和修改。

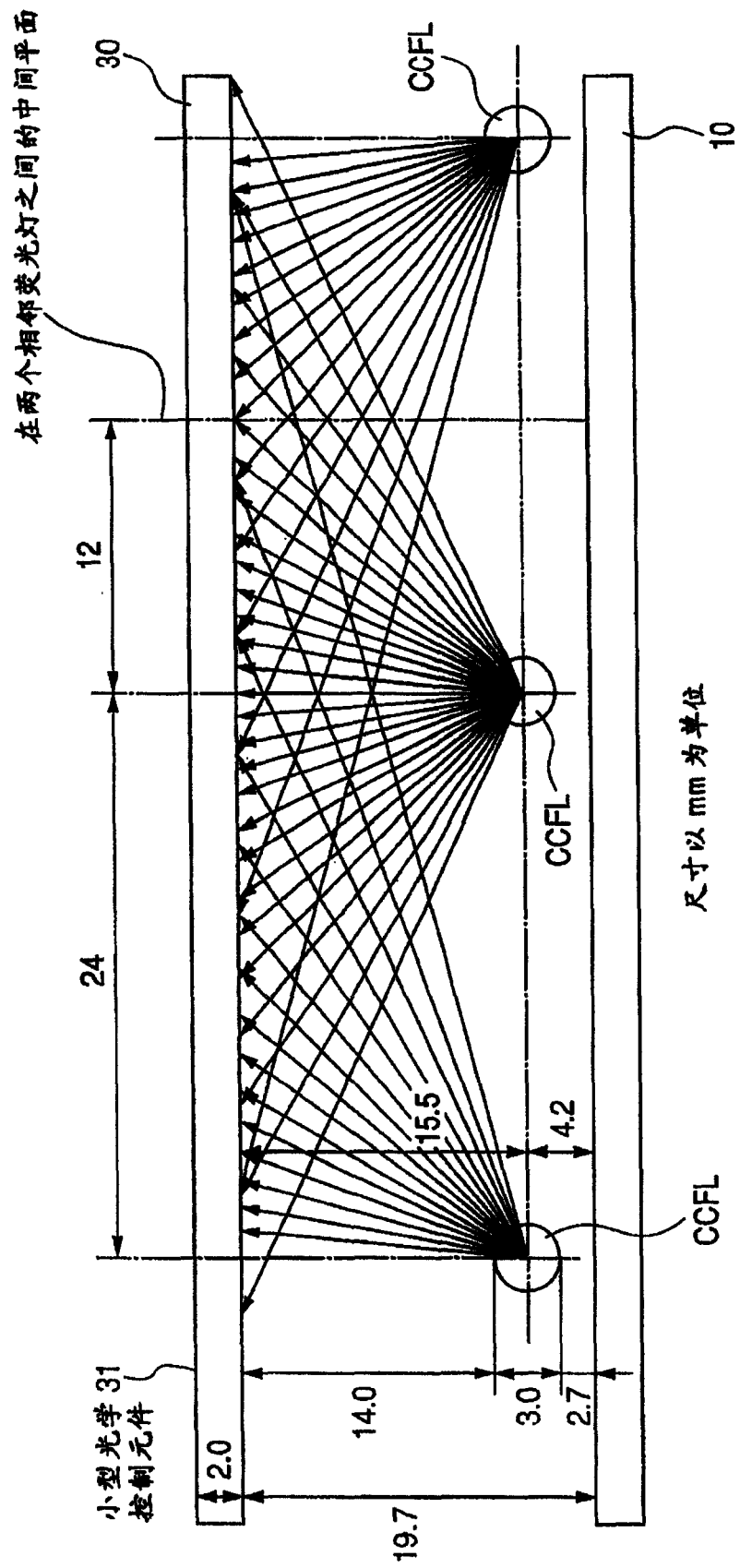


图 1

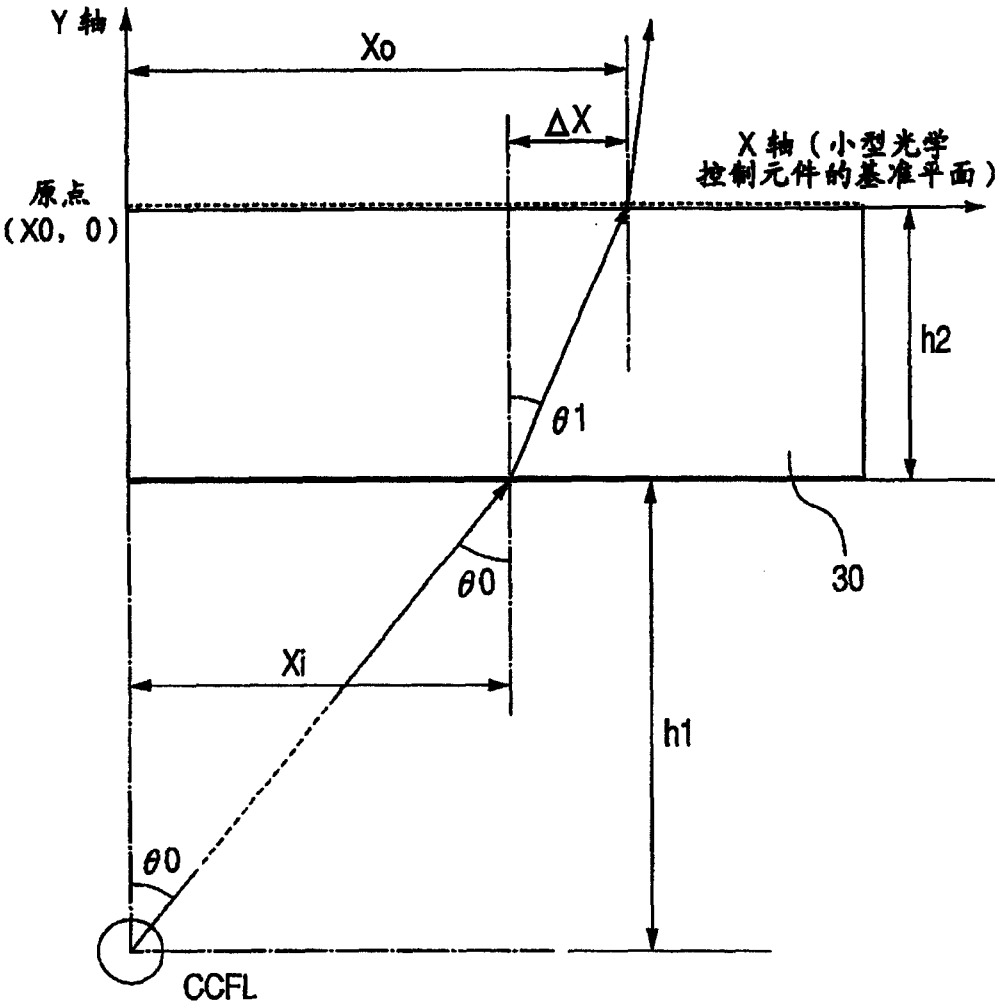


图 2

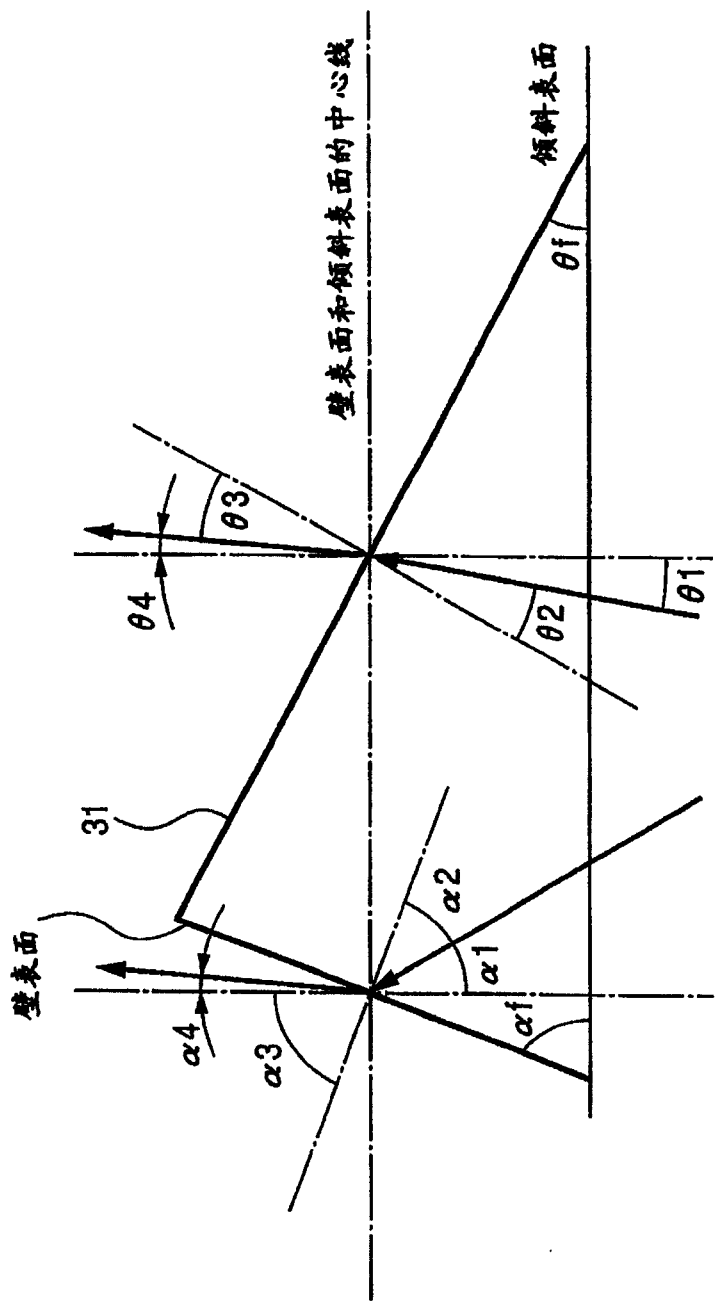
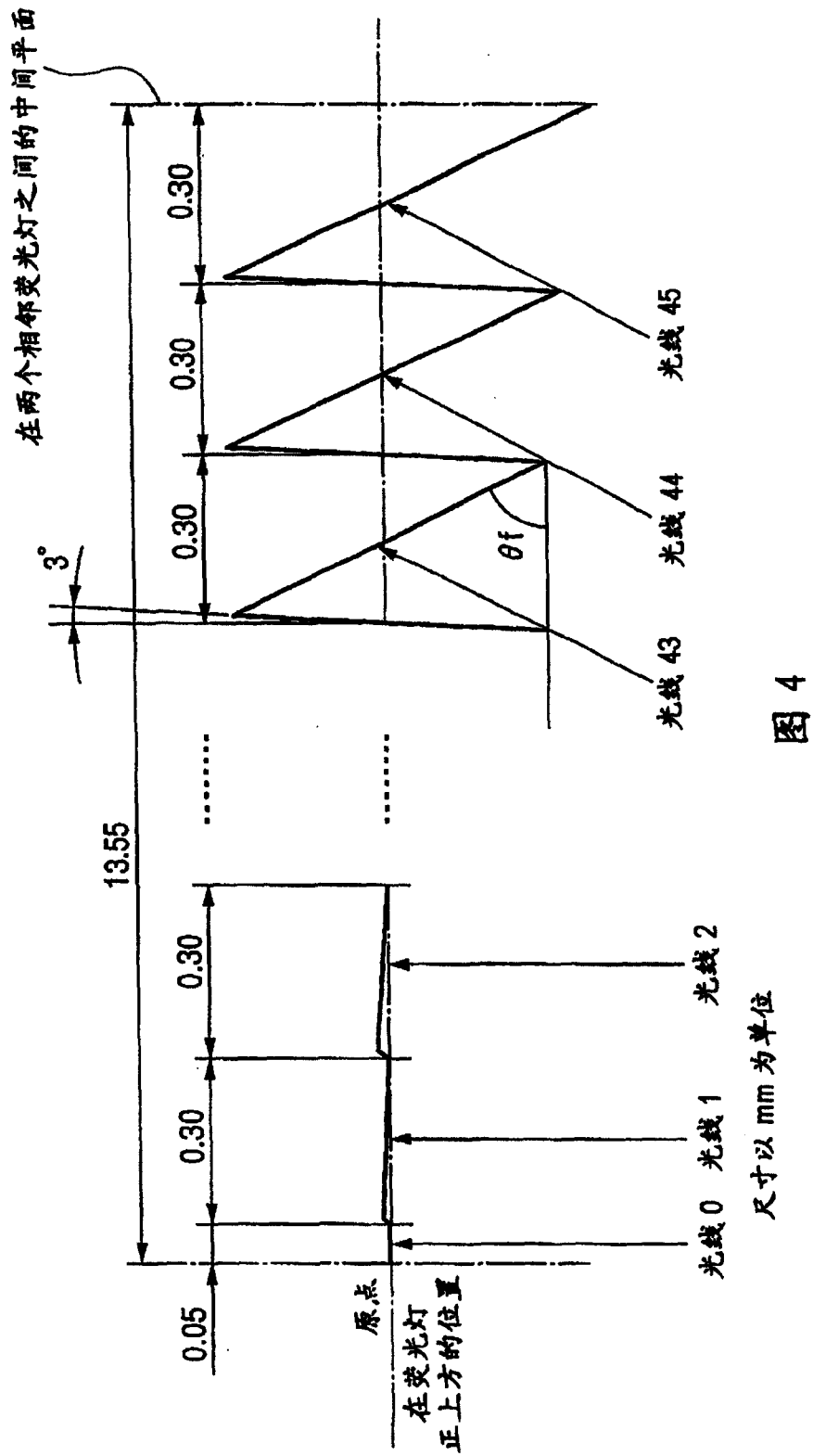


图 3



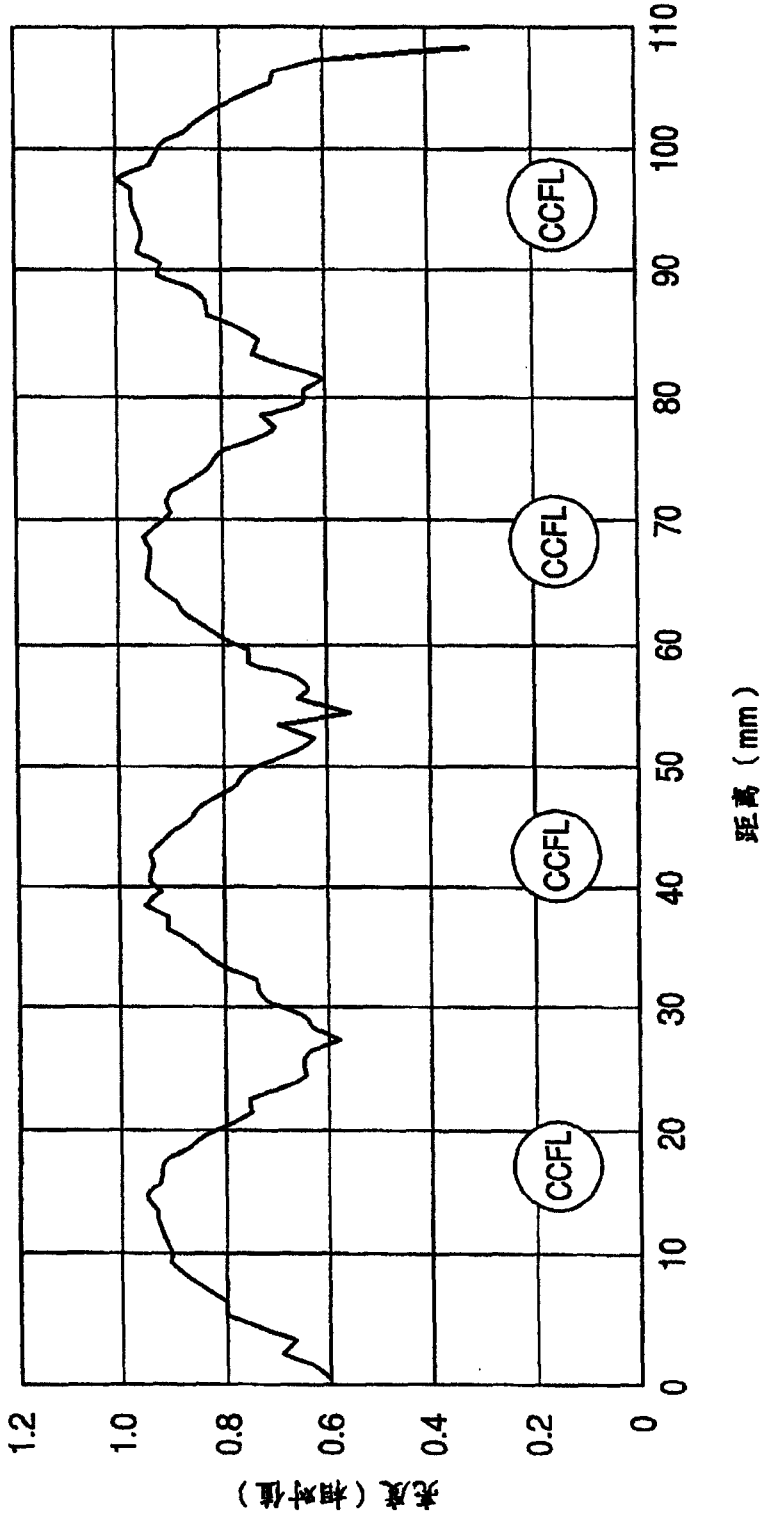


图 5

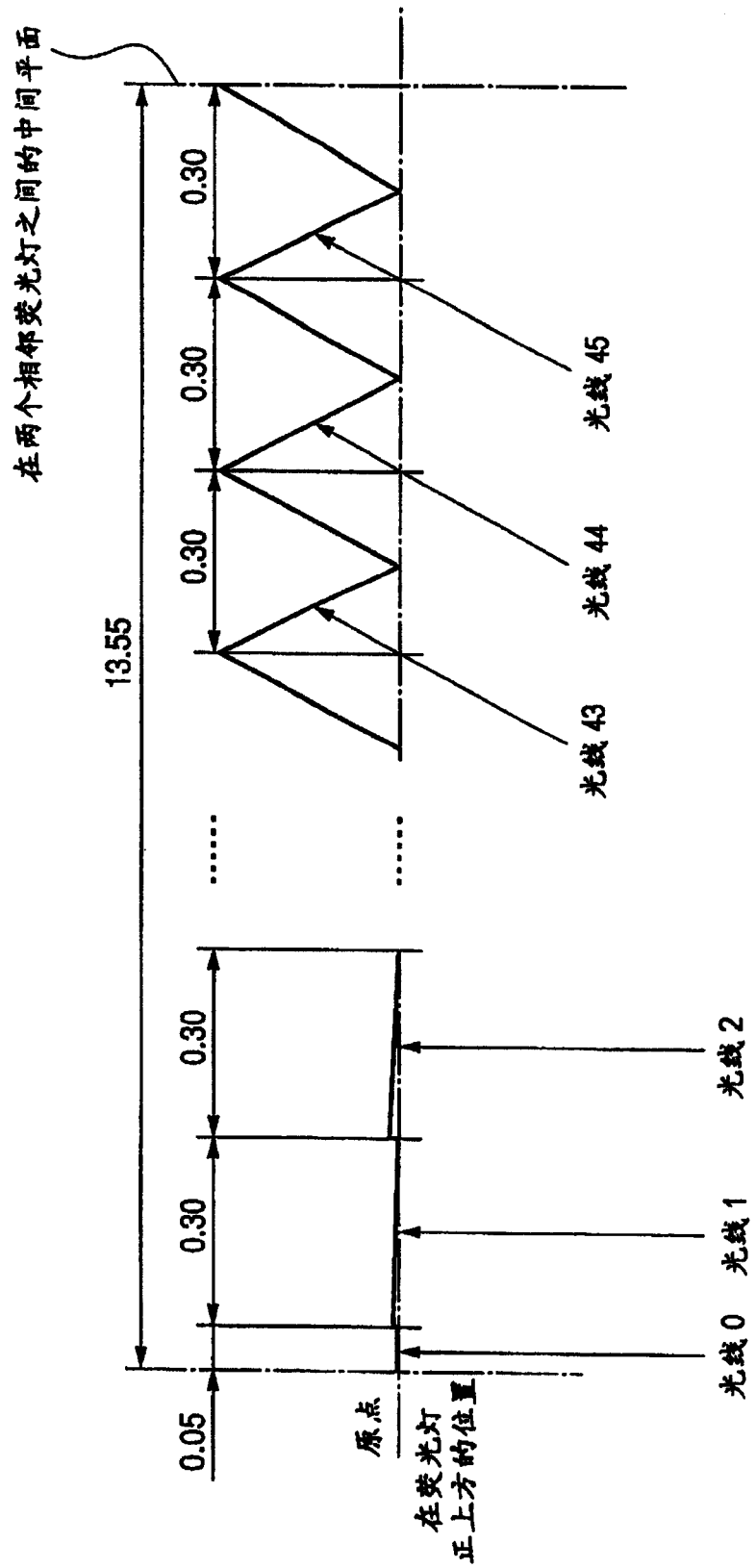


图 6

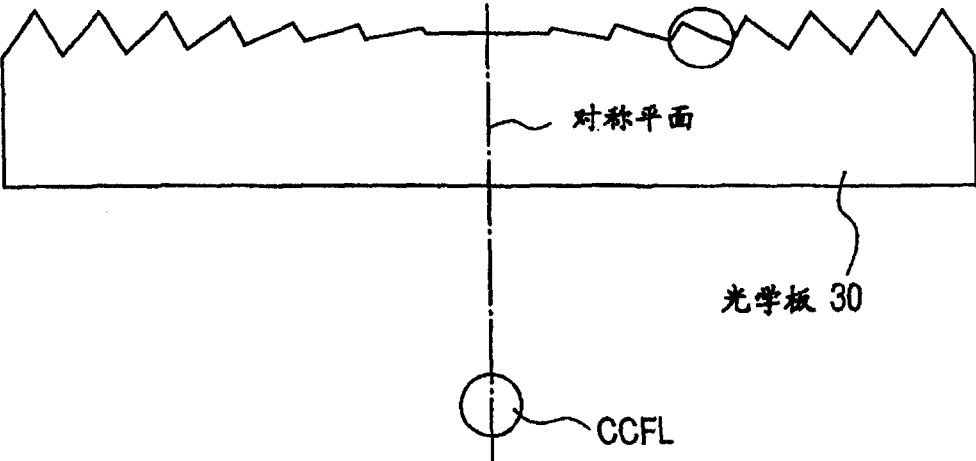
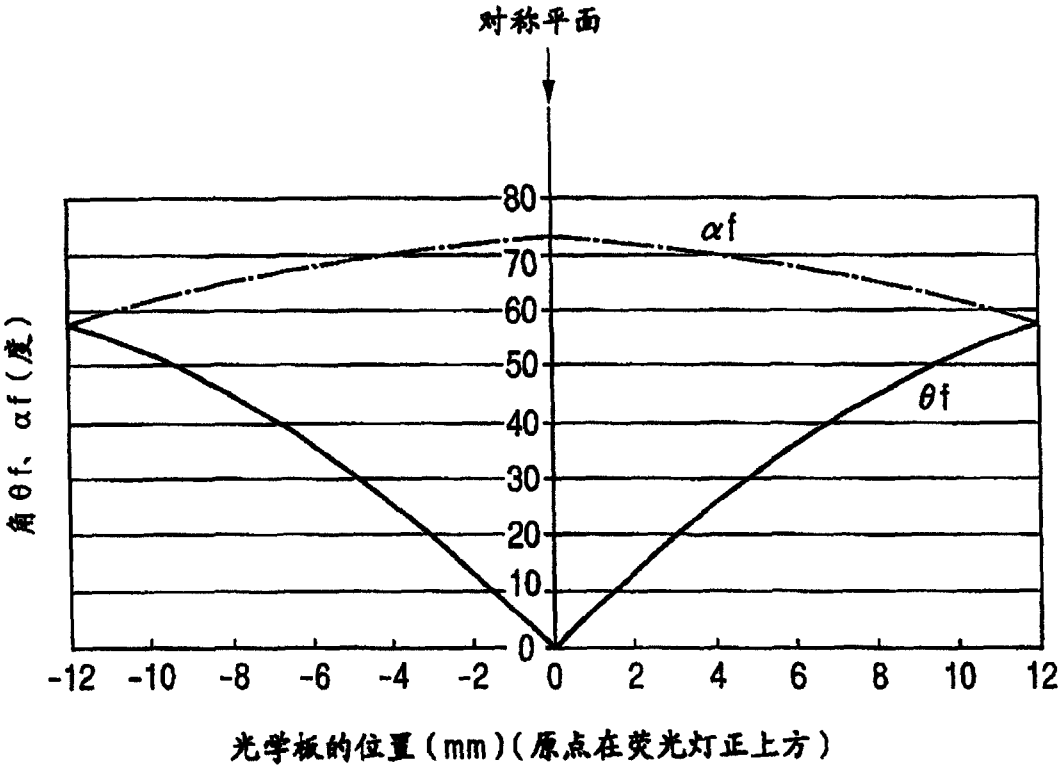


图 7

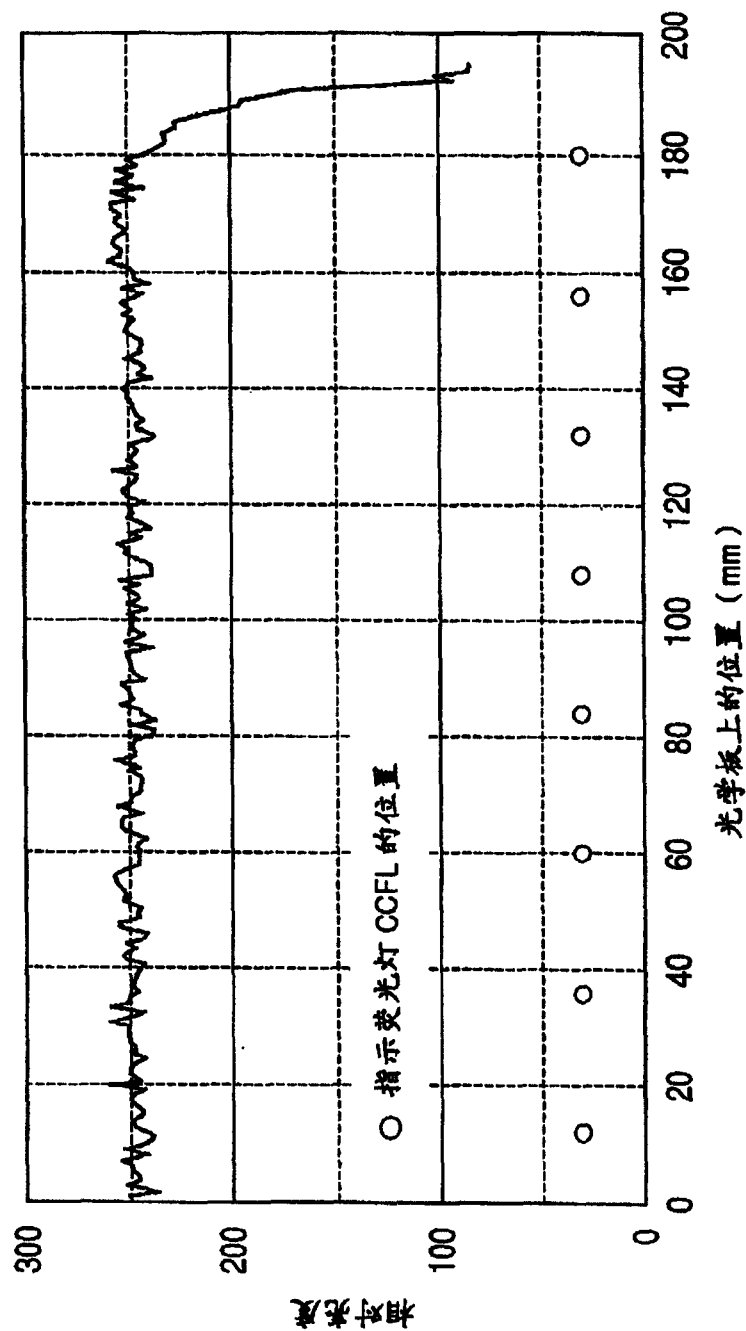


图 8

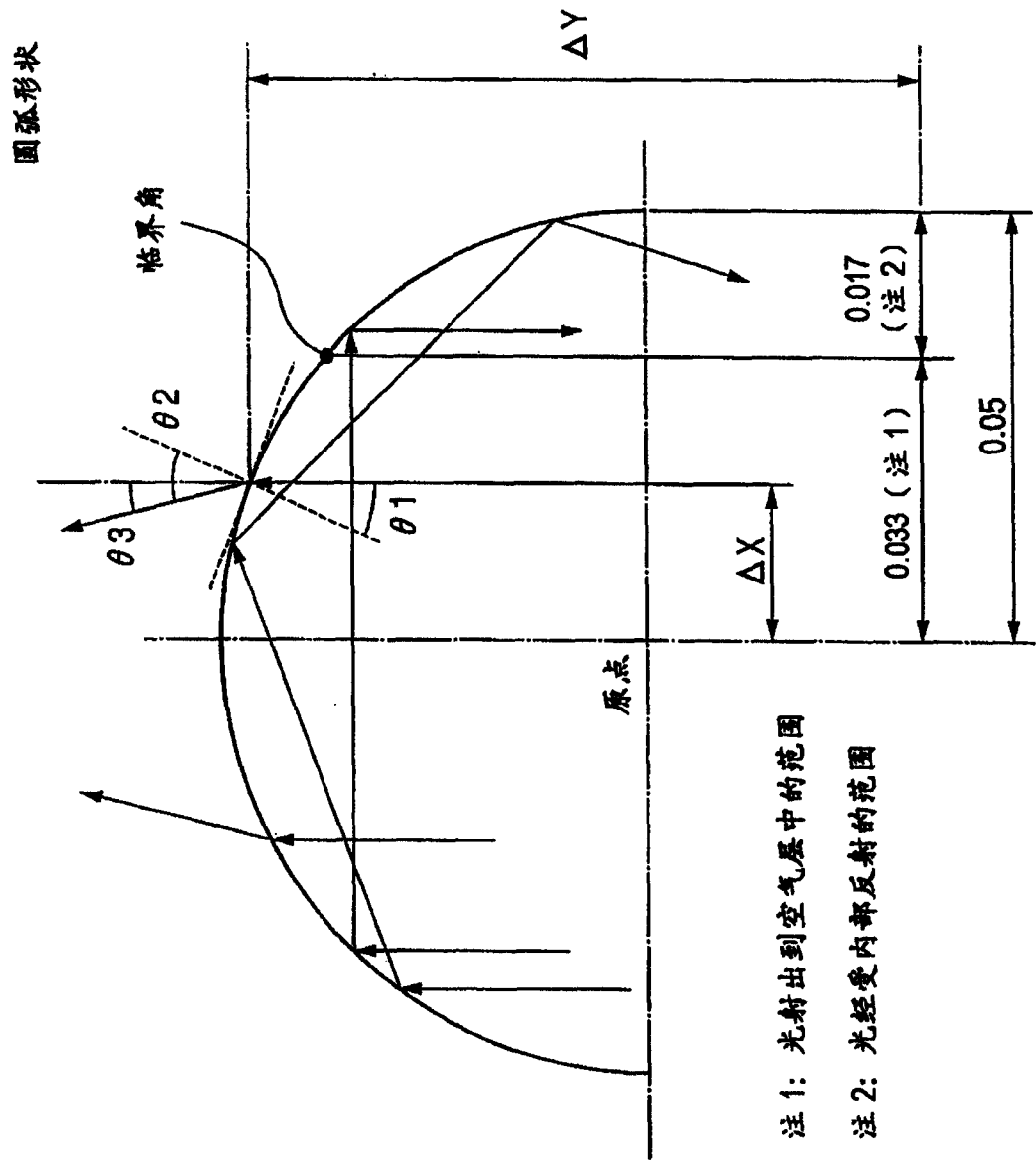


图 9A

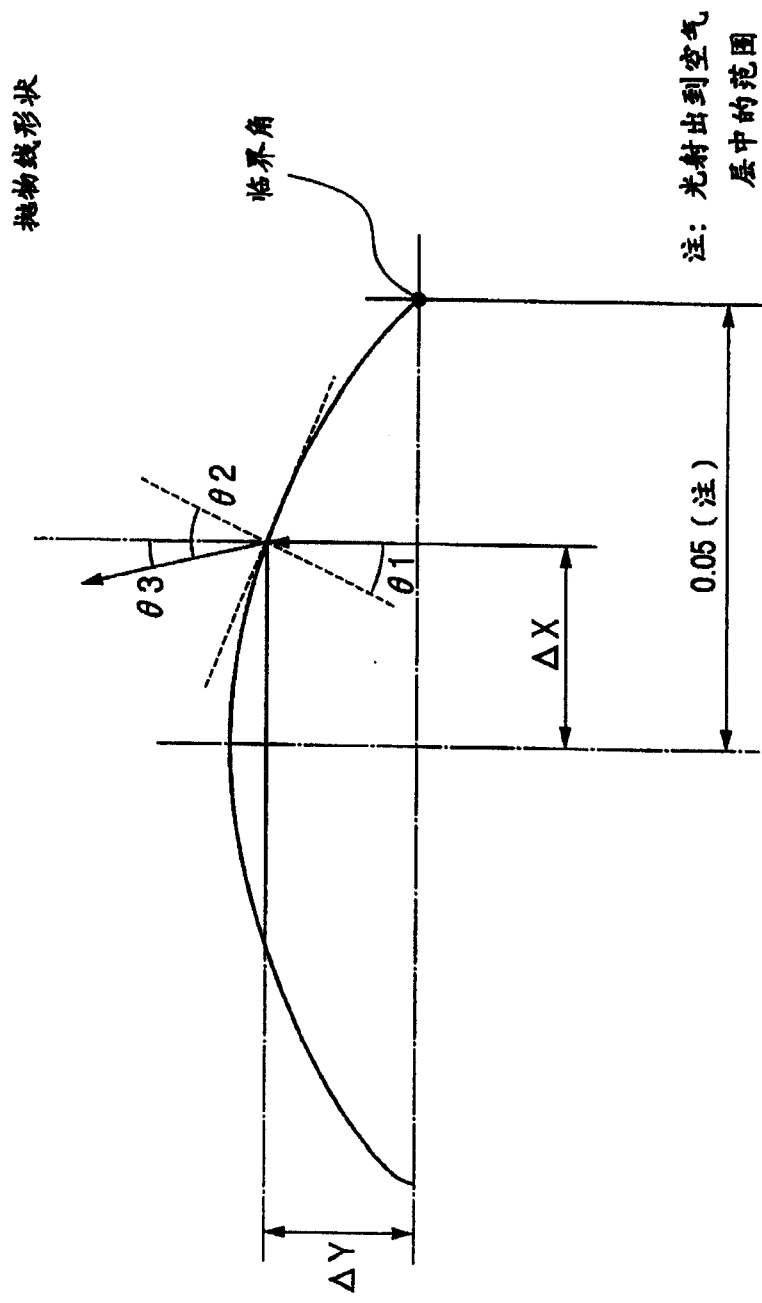
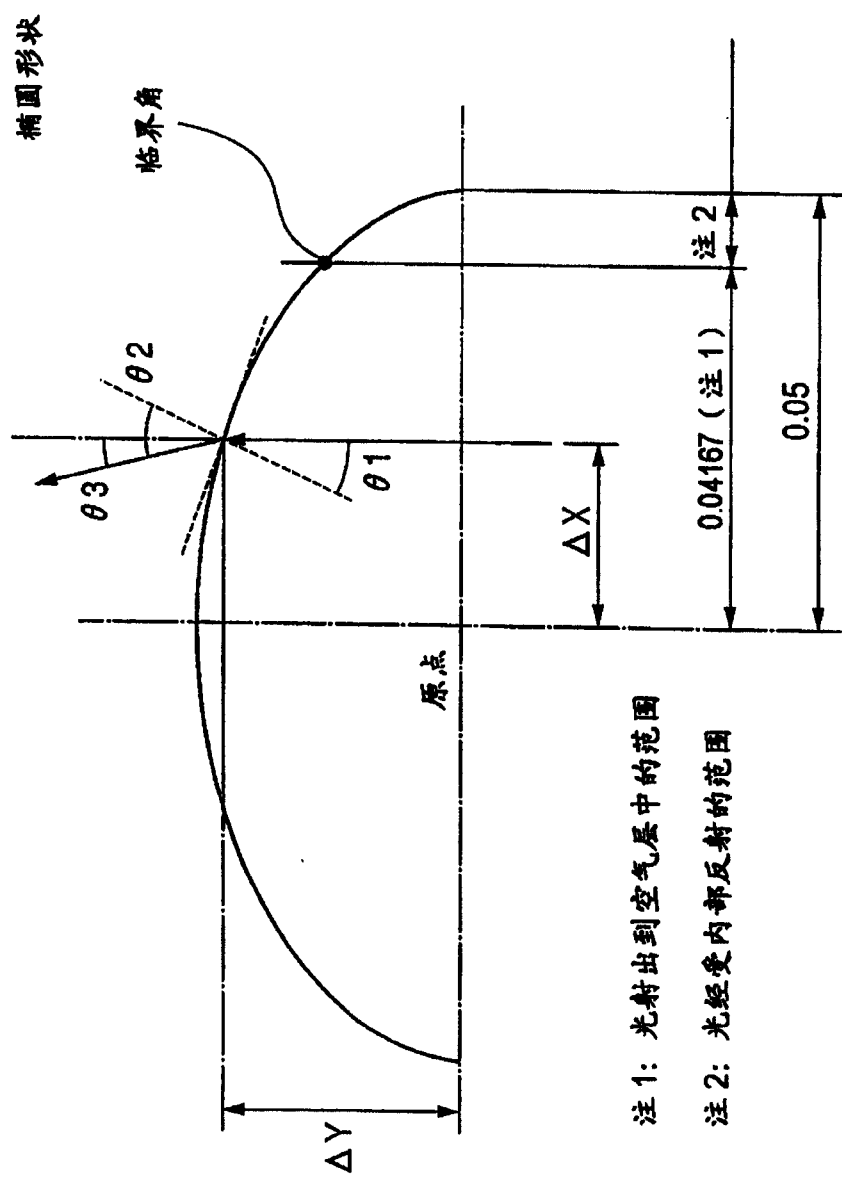


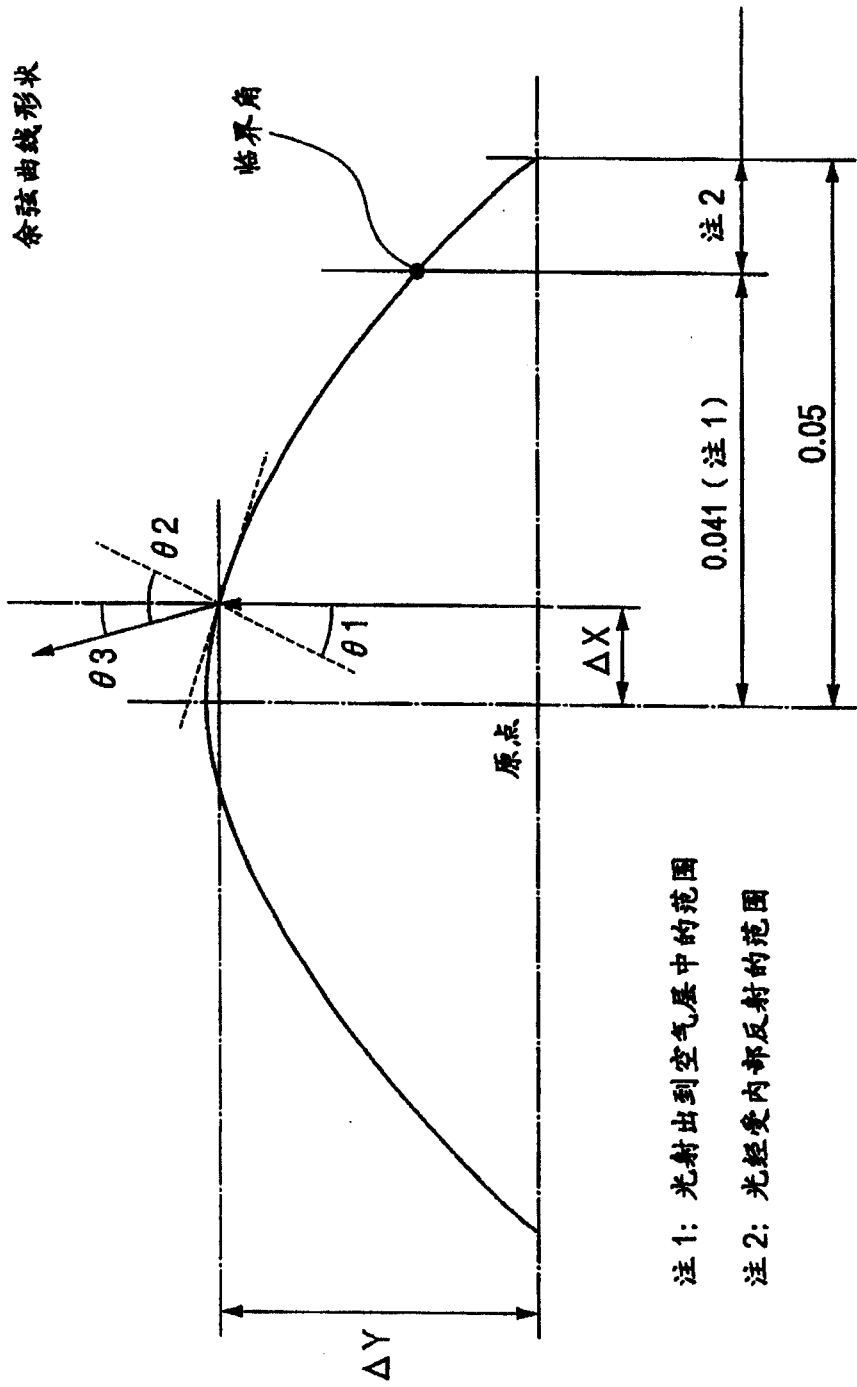
图 9B



注1: 光射出到空气层中的范围

注2: 光经受内部反射的范围

图 9C



注1: 光射出到空气层中的范围

注2: 光经受内部反射的范围

图 9D

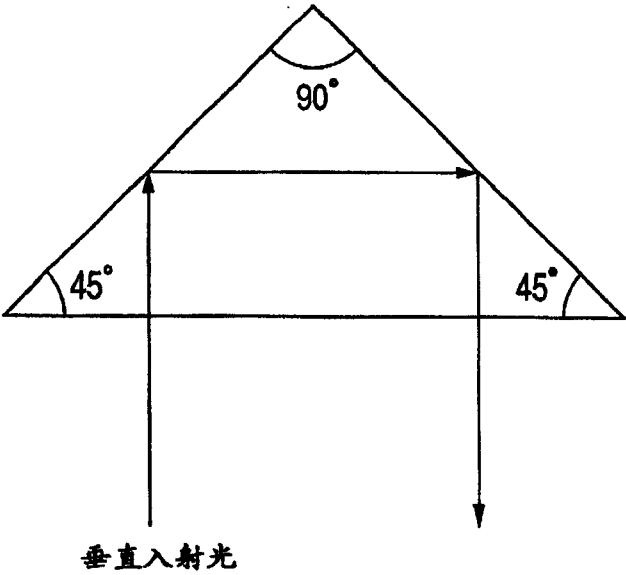


图 10

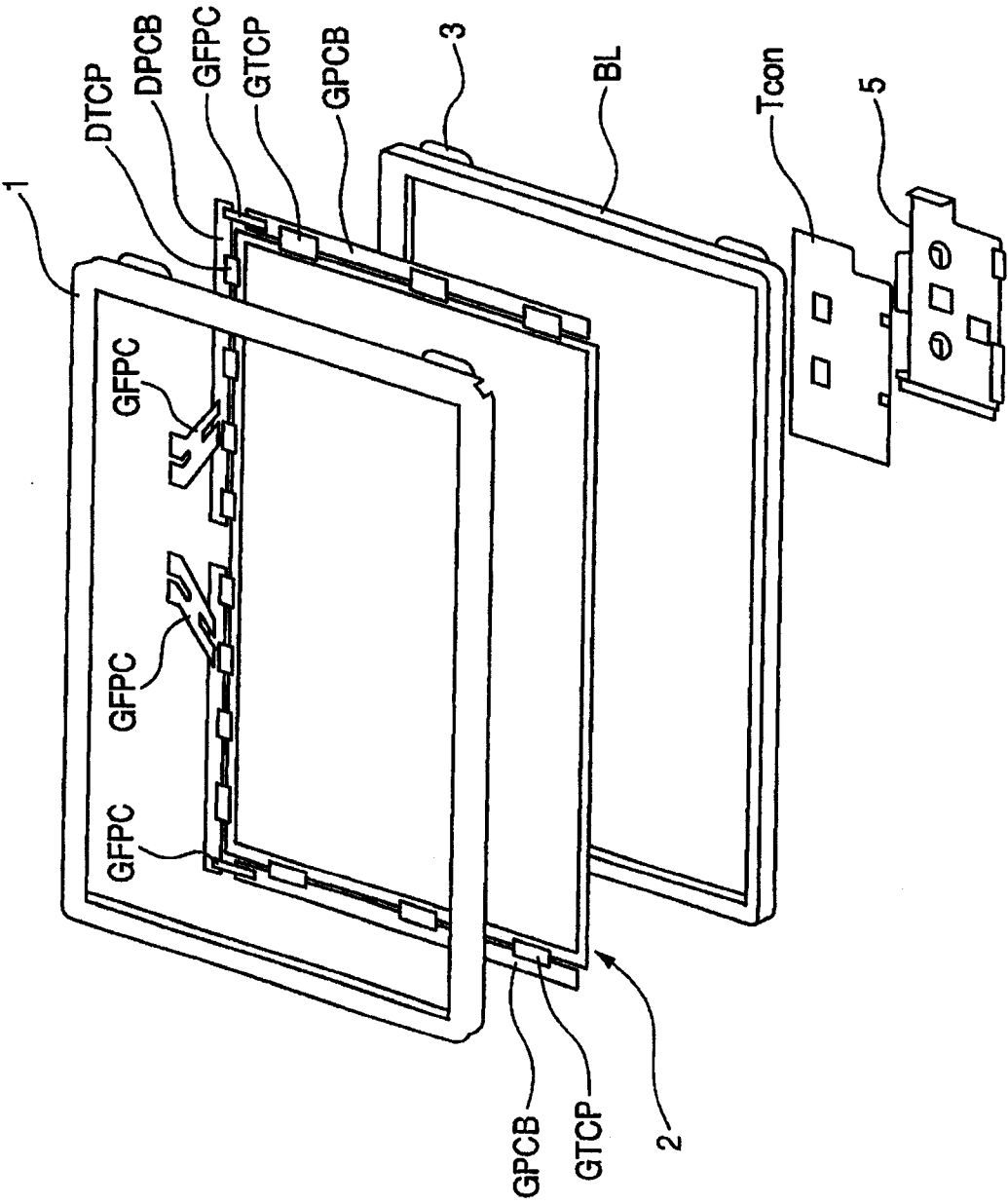


图 11

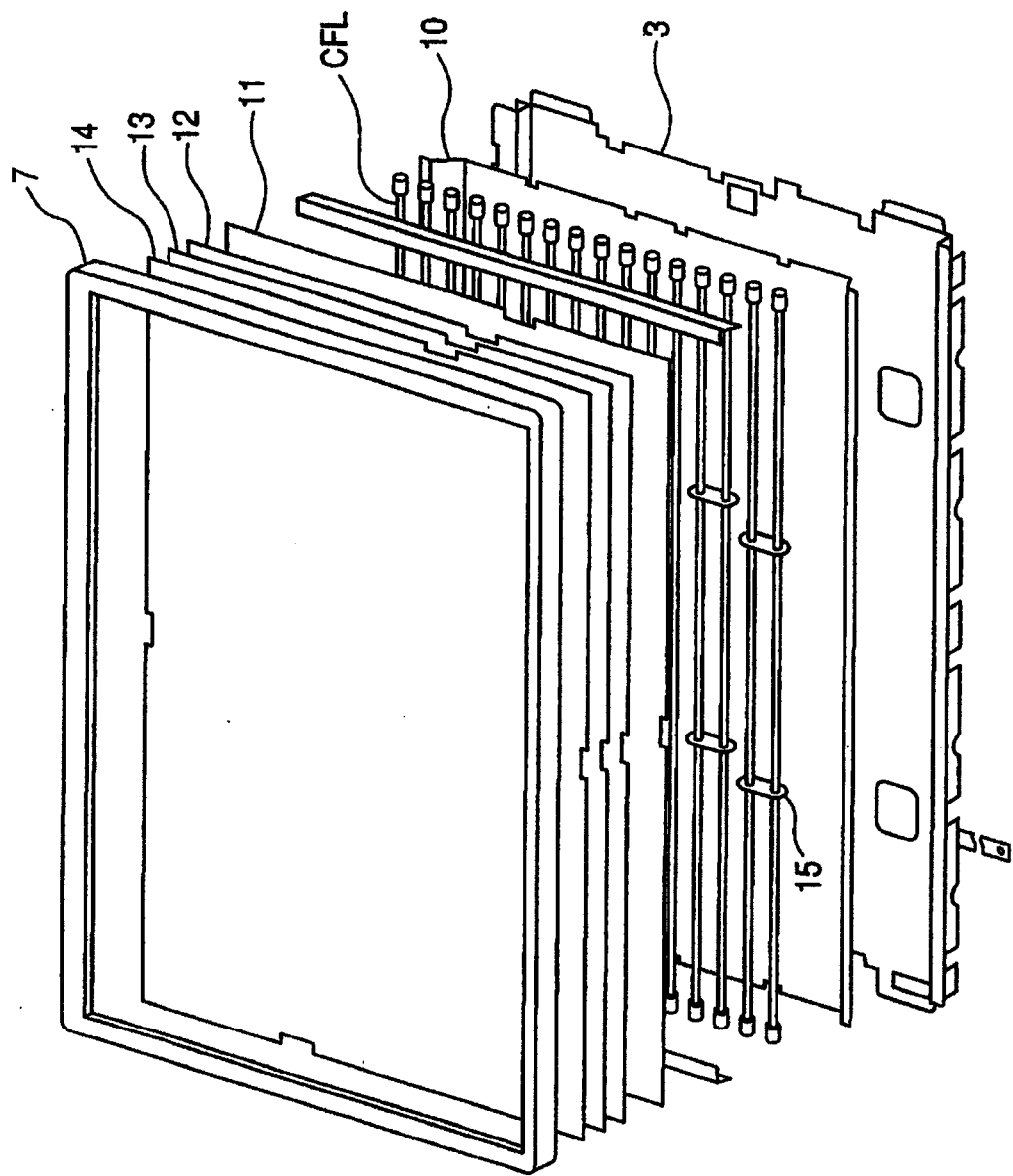


图 12