

# (12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202884796 U

(45) 授权公告日 2013. 04. 17

(21) 申请号 201220104118. 5

(22) 申请日 2012. 03. 19

(73) 专利权人 郎欢标

地址 523780 广东省东莞市大朗镇松柏朗工  
业区碧湖路 18 号

(72) 发明人 郎欢标

(51) Int. Cl.

F21V 5/04(2006. 01)

F21S 8/00(2006. 01)

G02F 1/13357(2006. 01)

F21Y 101/02(2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

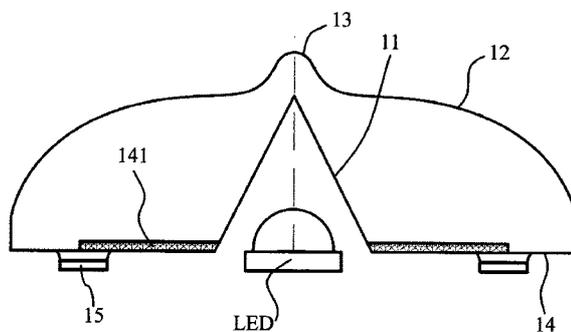
权利要求书 1 页 说明书 9 页 附图 12 页

## (54) 实用新型名称

LED 背光照明系统、平面液晶显示的 LED 背光系统  
及二次光学透镜

## (57) 摘要

本实用新型公开了一种 LED 背光照明系统、平面液晶显示的 LED 背光系统及二次光学透镜，包括作为出射面的配光曲面及位于所述配光曲面底部的底面，自所述底面向上凹入形成作为入射面的内凹面，所述配光曲面的顶部的中心部位设有向上凸出的凸起，使所述二次光学透镜的光束角全角大于或等于 160°，且使入射的光线顺次经过所述内凹面、配光曲面后射出。该二次光学透镜具有大于 160 度以上的光束角，可以将 LED 的大部分光线往透镜的侧面方向出射，最大光强方向在与光轴夹角为 ±80 度以上的方位，其采用非常短的混光距离就可以在 LCD 面板上产生同样范围的均匀光分布，混光距离可以降低为现有技术的三分之一以下，并且能够有效减少光能损耗。



1. 一种用于平面液晶显示的 LED 背光系统的二次光学透镜,包括作为出射面的配光曲面及位于所述配光曲面底部的底面,其特征在于:自所述底面向上凹入形成作为入射面的内凹面,所述配光曲面的顶部的中心部位设有向上凸出的凸起,使所述二次光学透镜的光束角全角大于或等于  $160^\circ$ ,且使入射的光线顺次经过所述内凹面、配光曲面后射出。

2. 如权利要求 1 所述的用于平面液晶显示的 LED 背光系统的二次光学透镜,其特征在于:所述配光曲面选自:带有中间凸起的连续光滑的曲面、具有混光作用的环纹衍射面、具有混光作用的鳞片状曲面、具有混光作用的蜂窝状组合曲面、混合自由曲面、剖面轮廓线由微小线段及曲线组成的环纹复合曲面。

3. 如权利要求 2 所述的用于平面液晶显示的 LED 背光系统的二次光学透镜,其特征在于:所述配光曲面是具有混光作用的环纹衍射面,其混光角度  $\Delta \tau$  在  $2^\circ \sim 15^\circ$  范围内。

4. 如权利要求 3 所述的用于平面液晶显示的 LED 背光系统的二次光学透镜,其特征在于:所述环纹衍射面的微结构为波浪形周期性的环纹微结构,其波峰波谷值  $H$  为  $1 \sim 25$  微米之间,环纹的间距  $P$  为  $0.02 \sim 5.0$  毫米。

5. 如权利要求 1 所述的用于平面液晶显示的 LED 背光系统的二次光学透镜,其特征在于:所述配光曲面设有调光材料层。

6. 如权利要求 1 所述的用于平面液晶显示的 LED 背光系统的二次光学透镜,其特征在于:所述内凹面为圆锥形面、四面锥形面、多面锥形面或由圆锥形面和多面锥形面复合组成。

7. 如权利要求 1 所述的用于平面液晶显示的 LED 背光系统的二次光学透镜,其特征在于:所述配光曲面的配光条件是:

$$\tan(\theta_5) = \tan\left(\frac{\pi}{2} - \tau\right) = \frac{\theta}{90^\circ} \cdot \tan\theta_{\max}$$

,其中,  $\theta_{\max}$  为透镜的最大配光角度,  $\theta_{\max}$  大于或等于  $80^\circ$ ,  $\theta_5$  是所述配光曲面的出射角。

8. 如权利要求 1 所述的用于平面液晶显示的 LED 背光系统的二次光学透镜,其特征在于:所述凸起是圆弧形、平顶形、圆锥形、多面圆锥形或尖顶形。

9. 一种平面液晶显示的 LED 背光系统,其特征在于:包括权利要求 1-8 中任意一项所述的二次光学透镜。

10. 一种 LED 背光照明系统,其特征在于:包括权利要求 1-8 中任意一项所述的二次光学透镜。

## LED 背光照明系统、平面液晶显示的 LED 背光系统及二次光学透镜

### 技术领域

[0001] 本实用新型是关于一种用于平面液晶显示的 LED 背光系统的二次光学透镜。

[0002] 背景技术

[0003] 由于 LED 具有高效、节能、亮度高、显色指数好等特征, 现有的大部分平面液晶显示的背光系统已经采用了 LED 照明技术 (即发光二极管半导体固态照明技术)。而直下式照明方式因为其光损少、均匀度高、LED 可以随意排布、无须进行复杂的导光板网点设计等特征, 受到很多厂家的推崇。但是, 如果直接采用市场上高功率的郎伯形分布 (Lambertian) 的 LED, 由于其光束角只有 120 度, 中心光强较强, 需要很大的混光距离才可以在 LCD (液晶) 屏幕上产生均匀的光分布。图 2 为没有采用二次光学透镜进行配光、只用郎伯形 LED 直接照明的直下式背光模组, 其混光距离较长。

[0004] 公开号 CN101526177A 的专利提出了一种最大光强方向与光轴夹角为  $75^\circ$  角度的一种直下式背光透镜, 如图 4 所示, 其提出了“ $\theta_5$  的增加量相对于  $\theta_1$  的增加量 ( $\Delta \theta_5 / \Delta \theta_1$ ) 更大”的概念, 即透镜的出射光线与光轴的夹角大于入射光线与光轴的夹角, 根据这种配光方法, 其虽然可以将 LED 出射光配成一个大角度范围的、最大光强方向与光轴夹角为  $75^\circ$  角度的光斑分布。但其配光的方法并不合理, 根据“ $\theta_5$  的增加量相对于  $\theta_1$  的增加量 ( $\Delta \theta_5 / \Delta \theta_1$ ) 更大”的这一规律, 当透镜的入射光线与光轴的夹角  $\theta_1$  为  $90^\circ$  时, 其出射光线与光轴的夹角  $\theta_5$  将超过  $90^\circ$ , 从而会射向透镜的后方, 打到 PCB 板上, 造成光能的损耗。另外当透镜下方的内凹入射面比较陡峭时, 这种配光方法将造成光斑的中心会有黑影。

[0005] 实用新型内容

[0006] 本实用新型的目的是针对现有技术的不足, 提供一种能够有效减少光能损耗的用于平面液晶显示的 LED 背光系统的二次光学透镜、LED 背光系统及 LED 照明系统。

[0007] 为实现上述目的, 本实用新型采用了以下技术方式: 一种用于平面液晶显示的 LED 背光系统的二次光学透镜, 包括作为出射面的配光曲面及位于所述配光曲面底部的底面, 自所述底面向上凹入形成作为入射面的内凹面, 所述配光曲面的顶部的中心部位设有向上凸出的凸起, 使所述二次光学透镜的光束角全角大于或等于  $160^\circ$ , 且使入射的光线顺次经过所述内凹面、配光曲面后射出。

[0008] 进一步的, 所述的用于平面液晶显示的 LED 背光系统的二次光学透镜, 其特征在于: 所述配光曲面选自: 带有中间凸起的连续光滑的曲面、具有混光作用的环纹衍射面、混合自由曲面、具有混光作用的鳞片状曲面、具有混光作用的蜂窝状组合曲面、剖面轮廓线由微小线段及曲线组成的环纹复合曲面。

[0009] 进一步的, 所述配光曲面是具有混光作用的环纹衍射面, 其混光角度  $\Delta \tau$  在  $2^\circ \sim 15^\circ$  范围内。

[0010] 进一步的, 所述环纹衍射面的微结构为波浪形周期性的环纹微结构, 其波峰波谷值  $H$  为  $1 \sim 25$  微米之间或更大的波峰波谷值, 环纹的间距  $P$  为  $0.05 \sim 5.0$  毫米。

[0011] 进一步的,所述配光曲面由、带有中间凸起的连续光滑的曲面、菲涅尔曲面、鳞片状曲面、蜂窝状组合曲面、混合自由曲面中至少两种复合而成。

[0012] 进一步的,所述底面设有至少一个卡脚。

[0013] 进一步的,所述配光曲面设有调光材料层。

[0014] 进一步的,所述配光曲面设有调光磨砂、网状纹等微结构纹。

[0015] 进一步的,所述透镜内设有调光材料。

[0016] 进一步的,所述透镜可以有一种或两种以上的材料组合而成。

[0017] 进一步的,所述内凹面为圆锥形面、四面锥形面、多面锥形面或由圆锥形面和多面锥形面复合组成。

[0018] 进一步的,所述内凹面上带有混光作用的环纹衍射面或菲涅尔 (Fresnel) 面,所述的环纹微结构可以为波浪形周期性的环纹微结构。

[0019] 进一步的,所述配光曲面的配光条件是:

[0020]

$$\tan(\theta_5) = \tan\left(\frac{\pi}{2} - \tau\right) = \frac{\theta}{90^\circ} \cdot \tan\theta_{\max}$$

[0021] ,其中,  $\theta_{\max}$  为透镜的最大配光角度,  $\theta_{\max}$  大于或等于  $80^\circ$ ,  $\theta_5$  是所述配光曲面的出射角。

[0022] 进一步的,所述凸起是圆弧形、平顶形、圆锥形、多面圆锥形或尖顶形。

[0023] 进一步的,所述配光曲面还可选自带有中间凹下的:连续光滑的曲面、混合自由曲面、菲涅尔曲面、鳞片状曲面、具有混光作用的蜂窝状组合曲面。

[0024] 进一步的,所述底面选自:磨砂微结构面、网状或具有规律性图案的微结构、带有表面喷涂反光材料、环纹微结构、蜂窝状鳞面排列的微结构、六边形圆锥排列的微结构、四边形排列的金字塔微结构或菲涅尔齿形微结构曲面。

[0025] 一种平面液晶显示的 LED 背光系统,包括所述的二次光学透镜。

[0026] 一种 LED 背光照明系统,包括所述的二次光学透镜。

[0027] 本实用新型的有益效果是:本实用新型提出了一种二次光学透镜,其具有大于  $160^\circ$  以上的光束角,可以将 LED 的大部分光线往透镜的侧面方向出射,最大光强方向在与光轴夹角为  $\pm 80^\circ$  以上的方位,其采用非常短的混光距离就可以在 LCD 面板上产生同样范围的均匀光分布,混光距离可以降低为现有技术的三分之一以下,并且能够有效减少光能损耗。

#### 附图说明

[0028] 图 1 是二次光学透镜的第一具体实施方式的剖面图;

[0029] 图 2 是显示现有没有二次光学透镜的直下式照明的 LED 背光模组的混光距离的示意图;

[0030] 图 3 是显示加了本实用新型二次光学透镜的直下式 LED 背光模组的混光距离的示意图;

[0031] 图 4 是公开号为 CN101526177A 的中国专利所公开的透镜的结构示意图;

[0032] 图 5a ~ 5e 分别是第一具体实施方式的主视图、俯视图、右视图、仰视图及立体

图；

[0033] 图 6 是第一具体实施方式的设计原理图；

[0034] 图 7 是第一具体实施方式的配光曲面轮廓线的数学建模图；

[0035] 图 8 是第一具体实施方式的二次光学透镜在距离 LED 基板 25mm 高的屏幕上的照度分布图；

[0036] 图 9 是第一具体实施方式的二次光学透镜的配光曲线图,可以看出其配光曲线呈蝙蝠翼分布,最大光强方向在与光轴夹角为  $\pm 80^\circ$  的方位,峰值光强一半位置处的光束角宽度约为  $\pm 82^\circ$  ,

[0037] 图 10 是采用第一具体实施方式的 6 乘 6 颗 LED,间隔 110mm,距离 LED 基板的距离为 25mm 的屏幕上的照度分布图；

[0038] 图 11 是第二具体实施方式的二次光学透镜的剖面图；

[0039] 图 12a ~ 12e 分别是第二具体实施方式的二次光学透镜的主视图、俯视图、右视图、仰视图及立体图；

[0040] 图 13 是第三具体实施方式的二次光学透镜的剖面图；

[0041] 图 14 是第四具体实施方式的二次光学透镜的剖面图；

[0042] 图 15a、15b 分别是第五具体实施方式的二次光学透镜的剖面图和仰视图；

[0043] 图 16a、16b 分别是第六具体实施方式的二次光学透镜的剖面图和仰视图；

[0044] 图 17a、17b 分别是第七、八具体实施方式的二次光学透镜的仰视图；

[0045] 图 18 是第九具体实施方式的二次光学透镜的结构示意图；

[0046] 图 19 是第一具体实施方式的配光曲面的入射光线与光轴 OZ 的夹角  $\theta_1$  以及出射光线与光轴 OZ 的夹角  $\theta_5$  的关系曲线图。

## 具体实施方式

[0047] 下面通过具体实施方式结合附图对本实用新型作进一步详细说明。

[0048] 第一具体实施方式：

[0049] 如图 1 所示,其为本实用新型用于平面液晶显示的 LED 背光系统的二次光学透镜的第一具体实施方式,该光学透镜底部的中心部位有一个圆锥形的内凹面 11,其为入射面；透镜的顶部有一扁平的配光曲面 12,其为出射面,其为连续光滑的曲面；所述透镜顶部的曲面 12 的中心部位有一明显的凸起 13,凸起为圆弧形；透镜的底面 14 为非光学表面,其上面附有用来收集杂光的角锥棱镜型回复反射微结构面 141；所谓的角锥棱镜是指由正立方体上切下来的一个角,其三个面都相互垂直,所以叫做角锥棱镜；将微型角锥棱镜按照正六边形的方式排列而成的微结构阵列,其可以将入射的光沿原路返回,起回复反射的作用；放置在透镜底面的角锥棱镜型回复反射微结构面 141 可以用来将射向透镜后方的杂光反射回前面,照到 LCD 面板上。另外该透镜的底部还有用来定位的三个卡脚 15,相对于透镜中心沿 120 度间隔放置,用来将透镜固定于 LED 的电路板上。该实施方式的二次光学透镜的结构如图 5a ~ 5e 和图 1 所示。

[0050] 该具体实施方式二次光学透镜的配光原理如图 6 所示,从 LED 芯片发出的光,经过圆锥形内凹面 11 折射后,分配到两边,入射到外侧配光曲面 12 上,曲面 12 将出射光线配成光束角半宽度为  $\pm \theta_{\max}$  范围内的光斑分布, $\theta_{\max}$  角大于  $80^\circ$ ,这里优选为  $82^\circ$ 。可以看

出,出射光线从中间到边缘,其与光轴 OZ 的夹角从  $0^\circ$  度渐变到  $\theta_{\max}$  角。圆弧形凸起 13 位于圆锥形内凹面的尖顶的正上方,由于光线被圆锥形内凹面 11 向侧面折射,没有光线入射到凸起 13,因此凸起 13 不起配光作用,其也可以为其它的形状,见第三、四具体实施方式。

[0051] 具体的配光曲面 12 轮廓线的数学建模如图 7 所示,假设从 LED 芯片发光面中心 O 点发出的入射光线 OP 与光轴 OZ 夹角为  $\theta$ ,其经过圆锥形内凹面 11 上的 P 点折射后,折射光线为 PQ,PQ 交外侧的配光曲面 12 于 Q 点,经再次折射后以出射光线 QR 射出。PN' 为 P 点位置的法线,PH' 为 P 点位置的水平线,  $\alpha$  为光线 OP 在 P 点位置的入射角,  $\varepsilon$  为光线 PQ 在 P 点位置的折射角,  $\eta$  为光线 PQ 在 Q 点位置的入射角,  $\rho$  为出射光线 QR 在 Q 点位置的出射角,  $\mu$  为曲线 12 的切线 QT 与水平线 QH'' 的夹角。透镜的出射光线 QR 与水平线 QH'' 的夹角为  $\tau$ ,与光轴 OZ 的夹角为  $\theta_5$ 。假设透镜的最大配光角度(半宽度)相对于光轴 OZ 的夹角为  $\pm \theta_{\max}$ ,要使屏幕上的光斑分布均匀,则出射角  $\theta_5$  满足以下的配光条件:

[0052]

$$\tan(\theta_5) = \tan\left(\frac{\pi}{2} - \tau\right) = \frac{\theta}{90^\circ} \cdot \tan\theta_{\max} \quad (1)$$

[0053] 其中  $\theta_{\max}$  为透镜的最大配光角度(半宽度),其在  $80^\circ \leq \theta_{\max} \leq 90^\circ$  之间。假设  $\theta_{\max}$  为  $80^\circ$ ,那么当入射角  $\theta < 78.75^\circ$  时,QR 的配光角  $\theta_5$  大于入射光线的角度  $\theta$ ,而当  $\theta$  慢慢的接近  $\theta_{\max}$ ,超过  $78.75^\circ$  直至  $90^\circ$  这个范围时,其出射光线与光轴 OZ 的夹角  $\theta_5$  慢慢地收敛,在这个范围内的  $\theta_5$  的增加量小于  $\theta$  的增加量,因而其可以将 LED 发出的所有  $0^\circ \sim 90^\circ$  范围的入射光线都均匀的分布在出射角为  $0^\circ \sim \theta_{\max}$  的范围内,没有光能的损耗。

[0054] 根据图中的三角形 OBP,有  $\alpha + \frac{\pi}{2} = \theta + \beta$ ,得出:

$$\alpha = \theta + \beta - \frac{\pi}{2} \quad (2)$$

[0055] 根据斯涅尔折射定律 (Snell Law),在 P 点位置有:

$$[0056] \quad \sin \alpha = n \cdot \sin \varepsilon$$

[0057]

$$\varepsilon = \sin^{-1} \left[ \frac{\sin \alpha}{n} \right] \quad (3)$$

[0058] 上式中 n 为透镜材料的折射率。根据 H' P 垂直于光轴 OZ,有:

$$[0059] \quad \delta = \frac{\pi}{2} - \theta$$

[0060] 根据 P 点两侧的夹角相等,有:

$$\phi + \varepsilon = \alpha + \delta = \theta + \beta - \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2} - \theta = \beta$$

(4)

[0061] 式中  $\delta$  为光线 OP 与水平线 PH' 的夹角,由上式可知  $\phi = \beta - \varepsilon$ 。另外由于 PH' 平行于 QH''

[0062]

$$\gamma = \phi = \beta - \varepsilon = \beta - \sin^{-1} \left[ \frac{\sin \alpha}{n} \right]$$

(5)

[0063] 根据斯涅尔折射定律 (Snell Law), 在 Q 点位置有  $n \cdot \sin \eta = \sin \rho$  即:

[0064]

$$n \cdot \sin \left( \frac{\pi}{2} - \mu - \gamma \right) = \sin \left( \frac{\pi}{2} - \mu - \tau \right)$$

(6)

[0065] 由于 QT 为曲线 12 在 Q 点位置的切线,其斜率  $dy/dx$  为相切角的正切值:

[0066]

$$\frac{dy}{dx} = -\tan(\mu)$$

(7)

[0067] 图 19 是第一具体实施方式的配光曲面 12 的入射光线与光轴 OZ 的夹角  $\theta_1$  以及出射光线与光轴 OZ 的夹角  $\theta_5$  的关系曲线图。因为这里采用了圆锥形的入射面,从图中的两条曲线可以看出:当  $\theta_1$  在  $10^\circ$  以内时,其  $\theta_5$  的增加量小于  $\theta_1$  的增加量,因而其光斑中心不会产生黑影;当  $\theta_1$  在  $10^\circ$  至  $\theta_{\max}$  之间时,其  $\theta_5$  的增加量才大于  $\theta_1$  的增加量;而当  $\theta_1$  接近  $\theta_{\max}$  直至  $90^\circ$  时,其出射光线与光轴 OZ 的夹角  $\theta_5$  又慢慢地收敛,这个范围内的  $\theta_5$  的增加量小于  $\theta_1$  的增加量,因而其可以将 LED 发出的所有  $0^\circ \sim 90^\circ$  范围的入射光线都均匀的分布在出射角为  $0^\circ \sim \theta_{\max}$  的范围内,没有光能的损耗。

[0068] 结合配光条件公式 (1),以及公式 (5)、(6)、(7),当 LED 出射光线 OP 与光轴的夹角  $\theta$  从  $90^\circ \sim 0^\circ$  变化时,对  $dx$ ,  $dy$  进行数值积分,就可以得出在不同  $\theta$  角时,曲面 12 各点的坐标  $(x, y)$  数值解。将曲面 12 各点的坐标  $(x, y)$  值,输入到三维建模软件中用 B-样条曲线连接起来就可以得到配光曲面 12 的剖面轮廓线。再结合圆锥形内凹面 11、凸起 13、底面 14、以及角锥棱镜微结构回复反射面,就可以完成第一实施方式所述二次光学透镜的三维模型,如图 8 所示。

[0069] 第一实施方式的单颗透镜及 LED 的三维计算机模型图中,LED 的底面与三个卡脚的底面在同一个水平面上。

[0070] 将建立好的本具体实施方式所述透镜的三维实体模型输入到光度分析软件中就可以对其进行模拟。

[0071] 以下为第一具体实施方式的计算机模拟及光度分析,假设 LED 的型号为飞利浦公

司的 Luxeon Rebel White Display LED, 光通量为 90 流明, 屏幕距离 LED 基板的高度为 25mm, 以下为单颗透镜的计算机模拟。

[0072] 第一具体实施方式的二次光学透镜的光线追迹图中, 可以看出出射光线的角度很广, 大部分的光线射向侧面, 射向中间的光线比较少。

[0073] 图 8 是第一具体实施方式的二次光学透镜在距离 LED 基板 25mm 高的 LCD 面板上的照度分布图。可以看出光斑的范围非常大, 最大照度值 10% 的位置, 光斑的大小为 300mm 左右, 最大照度值 50% 的位置, 光斑的大小约 150mm 左右。

[0074] 图 9 是第一具体实施方式的二次光学透镜的配光曲线图, 可以看出其配光曲线呈蝙蝠翼分布, 最大光强方向在与光轴夹角为  $\pm 80^\circ$  的方位, 峰值光强一半位置处的光束角宽度约为  $\pm 82^\circ$ 。

[0075] 以下为 6 乘 6 颗 LED, 间隔 110mm, 距离 LED 基板的高度为 25mm 的 LCD 面板 (屏幕) 上的光度分析, 屏幕大小设置为 550mm 乘 550mm:

[0076] 图 10 是距离 LED 基板距离为 25mm 的屏幕上的照度分布图, 从图中下边及右边的照度波动曲线可知, 屏幕上的极大照度值约 7500Lux、极小照度值约 6500Lux, 其均匀度约为  $\eta = I_{\min}/I_{\max} \cdot 100\% \approx 86.6\%$ , 达到了比较均匀的照明效果。

[0077] 第二具体实施方式:

[0078] 当 LED 芯片的荧光粉涂敷得比较稀, 涂敷面积相对较大时, 采用第一具体实施方式所述的二次光学透镜对 LED 出射光进行配光, 由于配光角度非常大, 有可能在屏幕上会产生光斑中间色温高、光斑边缘色温低的 inconsistent 的情况, 从而导致 LCD 面板的色彩均匀度不好。本实用新型所述的第二具体实施方式提出了针对这种情况的解决方法。

[0079] 第二具体实施方式的剖面图如图 11 所示, 除了外侧的配光曲面 22 之外, 其它所有的特征都与第一具体实施方式一样, 这里将外侧的配光曲面 22 设计成附有环纹微结构的衍射面, 使出射光围绕主出射光线 QR 产生  $\pm \Delta \tau$  的小角度的混光, 可以改善色温的差异。一般来讲  $\Delta \tau$  在  $2^\circ \sim 5^\circ$  范围内, 这里优选为  $3^\circ$ 。这里所述的环纹微结构优选为波浪形周期性的环纹微结构, 其波峰波谷值 H 为 8 微米, 环纹的间距 P 为 0.5 毫米, 在第一具体实施方式的外侧配光曲面 12 上加上所述的环纹微结构, 其可以产生约  $\pm 3^\circ$  的混光, 从而解决 LCD 面板上色温差异的问题。所述的第二具体实施方式, 外侧的曲面除了波浪形的环纹衍射面之外, 其还可以为剖面轮廓线由微小直线段组成的环纹面, 也可以起很好的一个小角度内的混光效果。

[0080] 图 12a ~ 12e 为所涉及的第二具体实施方式的主视图、俯视图、右视图、仰视图及立体图, 透镜的底面 24 也附有用来收集杂光的角锥棱镜型回复反射微结构面 241, 透镜外侧曲面 22 为环纹微结构的衍射面, 透镜的顶部也有一圆弧形的凸起 23。

[0081] 第三、四具体实施方式:

[0082] 本实用新型所涉及的二次光学透镜, 由于透镜圆锥形内凹面将 LED 的光线向侧面折射, 没有光线入射到曲面中心的凸起, 因此凸起的部分不起配光作用, 其透镜顶部曲面中心的凸起, 还可以为平顶形、尖顶形、或者其他形状;

[0083] 图 13 为本实用新型所涉及的第三具体实施方式的二次光学透镜的剖面图。由于透镜圆锥形内凹面将 LED 的光线向侧面折射, 没有光线入射到凸起的顶面 33, 因此顶面 33 不起配光作用, 本具体实施方式中顶面 33 为平面。

[0084] 图 14 为本实用新型所涉及的第四具体实施方式的二次光学透镜的剖面图。由于透镜圆锥形内凹锥面将 LED 的光线向侧面折射,没有光线入射到配光曲面 43,因此曲面 43 不起配光作用,本具体实施方式中配光曲面 43 为圆锥尖顶面。

[0085] 第五至第八具体实施方式:

[0086] 由于本实用新型所涉及的二次光学透镜的底部为非光学表面,其可以为任何表面,上面可以做任何处理,包括普通机加工面、磨砂面、用来收集杂光的回复反射微结构面等。

[0087] 图 15a、15b 分别是本实用新型所涉及的第五具体实施方式的二次光学透镜的剖面图及仰视图。透镜的底面附有磨砂面 541,其将射向透镜后方的杂光打散,并部分反射回透镜的前方,如果其上面涂上白色的漆,则收集杂光的效果会更理想。

[0088] 图 16a、16b 分别是本实用新型所涉及的第六具体实施方式的二次光学透镜的剖面图及仰视图。透镜的底面附有 90 度 V 型槽的环纹微结构面 641,其也起回复反射的作用,将射向透镜后方的杂光,反射回透镜的前方。

[0089] 图 17a、17b 分别是本实用新型第七、八具体实施方式的二次光学透镜的仰视图。在第七具体实施方式中,透镜的底面附有按六边形排列的圆锥形微结构面 741,其起到回复反射的作用,将射向透镜后方的杂光,反射回透镜的前方。在第八具体实施方式中,透镜的底面附有按四边形排列的金字塔形微结构面 841,其也起到回复反射的作用,将射向透镜后方的杂光,反射回透镜的前方。除了透镜的底面之外,第七、八具体实施方式的其它所有面都与第一具体实施方式一样。

[0090] 如图 18 所示,除了二次透镜的外侧的配光曲面 112 之外,其它所有的特征都与第一具体实施方式一样,这里将外侧的配光曲面 112 设计成具有混光作用的蜂窝状组合曲面。当然,配光曲面也可以是菲涅尔曲面或鳞片状曲面。

[0091] 本实用新型涉及一种用于平面液晶显示的 LED 直下式背光系统的二次光学透镜。该透镜底部中心部位有一个圆锥形的内凹面,其为入射面;透镜的顶部有一扁平的配光曲面,其为出射面,曲面可以为连续光滑的曲面,也可以为带有混光作用的环纹衍射面,或者为剖面轮廓线由微小直线段组成的环纹面或菲涅尔 (Fresnel) 曲面,或者为混合自由曲面、具有混光作用的带有鳞片状曲面;所述透镜顶部的曲面,其中心部位有一明显的凸起,凸起部分可以为圆弧形、平顶形、或者尖顶形;透镜的底面为非光学表面,其可以为任何表面,上面可以做任何处理,包括普通机加工面、磨砂面、用来收集杂光的回复反射微结构面等。另外透镜的底面还可以装配有用来固定的卡脚,根据需要可以有不同的形状、大小、及位置,用来将透镜固定于 LED 的电路板上。

[0092] 所述的二次光学透镜,从 LED 芯片发出的光,经过锥形内凹面 11 折射后,射向侧面,并入射到透镜的外侧曲面 12 上,外侧曲面将出射光线配成光束角的半宽度为  $\pm \theta_{\max}$  范围内的光斑分布, $\theta_{\max}$  角大于或等于  $80^\circ$ ,即透镜的光束角全角大于或等于  $160^\circ$ 。经过透镜外侧曲面 12 配光的出射光线,从中间到边缘,其与光轴 OZ 的夹角从  $0^\circ$  度渐变到  $\theta_{\max}$  角。

[0093] 所述的二次光学透镜,透镜外侧曲面 12 满足配光条件:

[0094]

$$\tan(\theta_5) = \tan\left(\frac{\pi}{2} - \tau\right) = \frac{\theta}{90} \cdot \tan\theta_{\max}$$

[0095]  $\theta_{\max}$  为透镜的最大配光角度（光束角半宽度）， $\theta_{\max}$  大于或等于  $80^\circ$ 。

[0096] 凸起 13 位于锥面尖顶的正上方，由于 LED 发出的光线被圆锥形内凹面劈开并向侧面折射，从而没有光线入射到曲面中间的凸起 13，因此凸起部分不起配光作用，其可以为圆弧形、平顶形、圆锥形、或者尖顶形。

[0097] 所述的二次光学透镜，其透镜出射的曲面也可以为带有混光作用的环纹衍射面，其混光角度  $\Delta \tau$  在  $2^\circ \sim 15^\circ$  范围内。所述的环纹微结构可以为波浪形周期性的环纹微结构，其波峰波谷值 H 为  $5 \sim 25$  微米之间，环纹的间距 P 为  $0.05 \sim 1.0$  毫米。

[0098] 所述的二次光学透镜，其透镜出射曲面也可以为剖面轮廓线由微小直线段组成的环纹面或菲涅尔 (Fresnel) 曲面。

[0099] 所述的二次光学透镜，由于透镜内凹圆锥面将 LED 的光线向侧面折射，没有光线入射到曲面的中心部位的凸起，因此凸起的部分不起配光作用，其透镜顶部曲面的中心部位的凸起，还可以为平顶形、尖顶形、或者其他形状。

[0100] 所述的二次光学透镜，其底部为非光学表面，其可以为任何表面，上面可以做任何处理，包括普通机加工表面、磨砂面、用来收集杂光的回复、反射微结构面等，其上面也可以涂上白色的反光漆或加反光片。

[0101] 所述的二次光学透镜，其透镜底部中心部位有一个圆锥形的内凹面，其为入射面，此入射面也可以为带有混光作用的环纹衍射面或菲涅尔 (Fresnel) 曲面，所述的环纹微结构可以为波浪形周期性的环纹微结构，其可以为圆锥形面、四面锥形面、多面锥形面或由圆锥形面和多面锥形面复合结构。

[0102] 所述的二次光学透镜，其出射光斑可以为圆形或四方形，也可以为六边形或多边型，也可以为同时带有两种或两种以上的光斑形状。

[0103] 所述的二次光学透镜，其透镜的出射曲面可以为圆型曲面，也可以为外轮廓是四边形或六边形的自由曲面，或是为外轮廓是多边形的自由曲面，也以为两种或两种以上的曲面复合在此透镜的出射曲面上。

[0104] 所述的二次光学透镜，其透镜的入射曲面可以为圆锥形或六面锥形，也可以为由多个面复合组成的锥形曲面。

[0105] 所述的二次光学透镜，其透镜的底座可以为圆形或四边形，也可以六边形或多边形。

[0106] 所述的二次光学透镜，为更好地达到配光均匀度，透镜的出射曲面也可以在注塑成型后用后加工或印涂调光材料。

[0107] 所述的二次光学透镜，可以采用两种或两种以上的材质组成一体或分体实现此光学照明系统。

[0108] 所述的二次光学透镜，透镜的定位卡脚可以为圆形或其它形状，数量可以为两个或多个。

[0109] 所述的二次光学透镜，透镜底部收集杂光的非光学表面，可以有一种或多种曲面构成。

[0110] 对比专利 CN101526177A，本实用新型提出了一种合理的配光技术，其可以将所有

从 LED 光源射出的、与光轴夹角为  $0^\circ \sim 90^\circ$  范围的入射光线都配在出射光线与光轴的夹角为  $0^\circ \sim \theta_{\max}$  的范围内,其中  $\theta_{\max}$  为最大的配光角度,其超过专利了 CN101526177A 所述的  $75^\circ$ ,  $80^\circ \leq \theta_{\max} \leq 90^\circ$ ,从而可以获得混光距离更短的配光,而且光线没有射向透镜的后方,无光能的损耗。本实用新型还可以采用比较陡峭的圆锥形入光面,可以获得最大光强超过  $75^\circ$  的配光。对于外侧配光曲面的配光,当  $\theta_1$  在  $10^\circ$  以内时,其  $\theta_5$  的增加量小于  $\theta_1$  的增加量,用以补偿光斑中间的黑影;当  $\theta_1$  在  $10^\circ$  至  $\theta_{\max}$  之间时,其  $\theta_5$  的增加量才大于  $\theta_1$  的增加量;而当  $\theta_1$  接近  $\theta_{\max}$  直至  $90^\circ$  时,其出射光线与光轴 OZ 的夹角  $\theta_5$  又慢慢地收敛,这个范围内的  $\theta_5$  的增加量小于  $\theta_1$  的增加量,因而其可以将 LED 光源发出的所有  $0^\circ \sim 90^\circ$  范围的入射光线都均匀的分布在出射角为  $0^\circ \sim \theta_{\max}$  的范围内,没有光能的损耗。

[0111] 以上内容是结合具体的实施方式对本实用新型所作的进一步详细说明,不能认定本实用新型的具体实施只局限于这些说明。对于本实用新型所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本实用新型构思的前提下,还可以做出若干简单推演或替换,都应当视为属于本实用新型的保护范围。

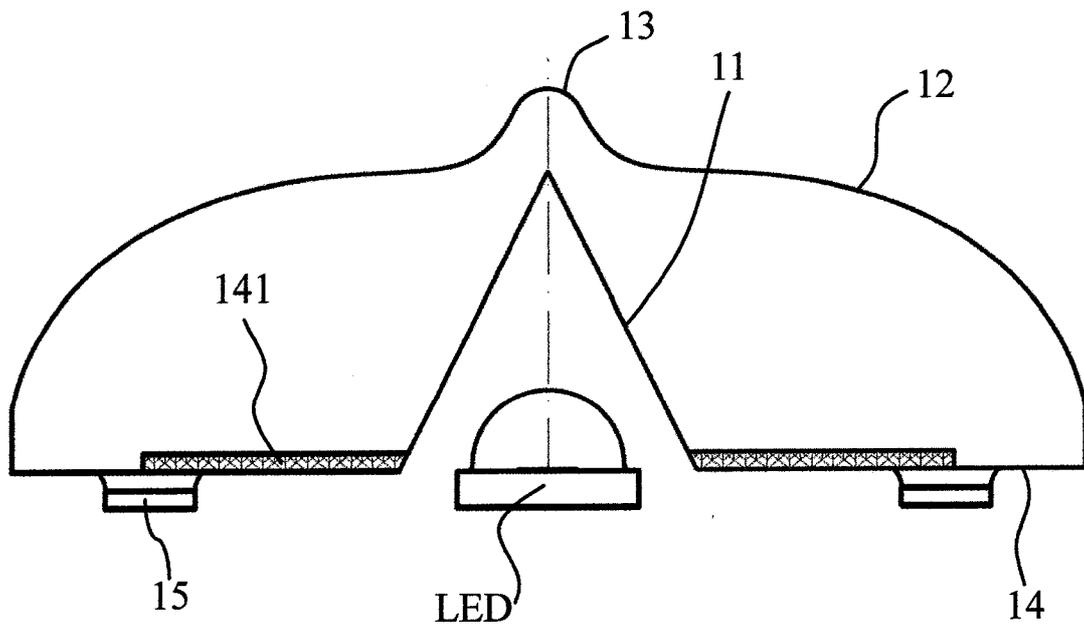


图 1

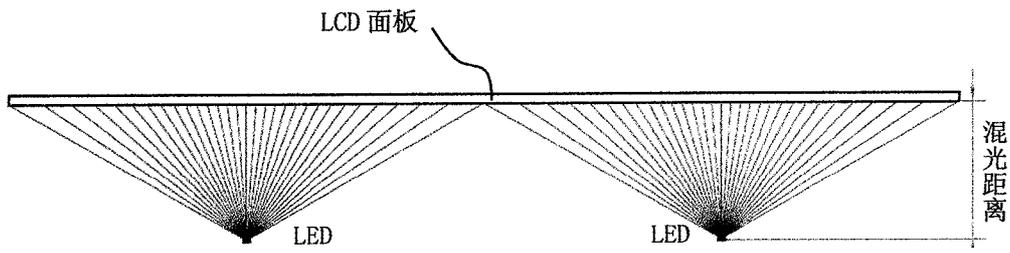


图 2

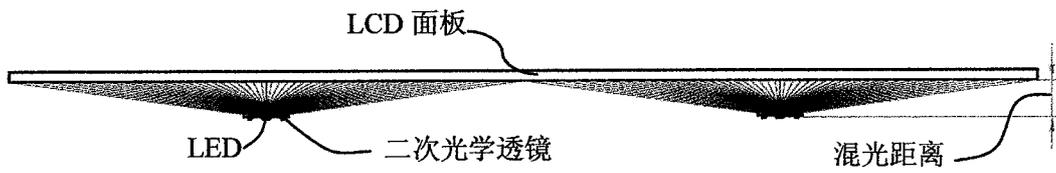


图 3

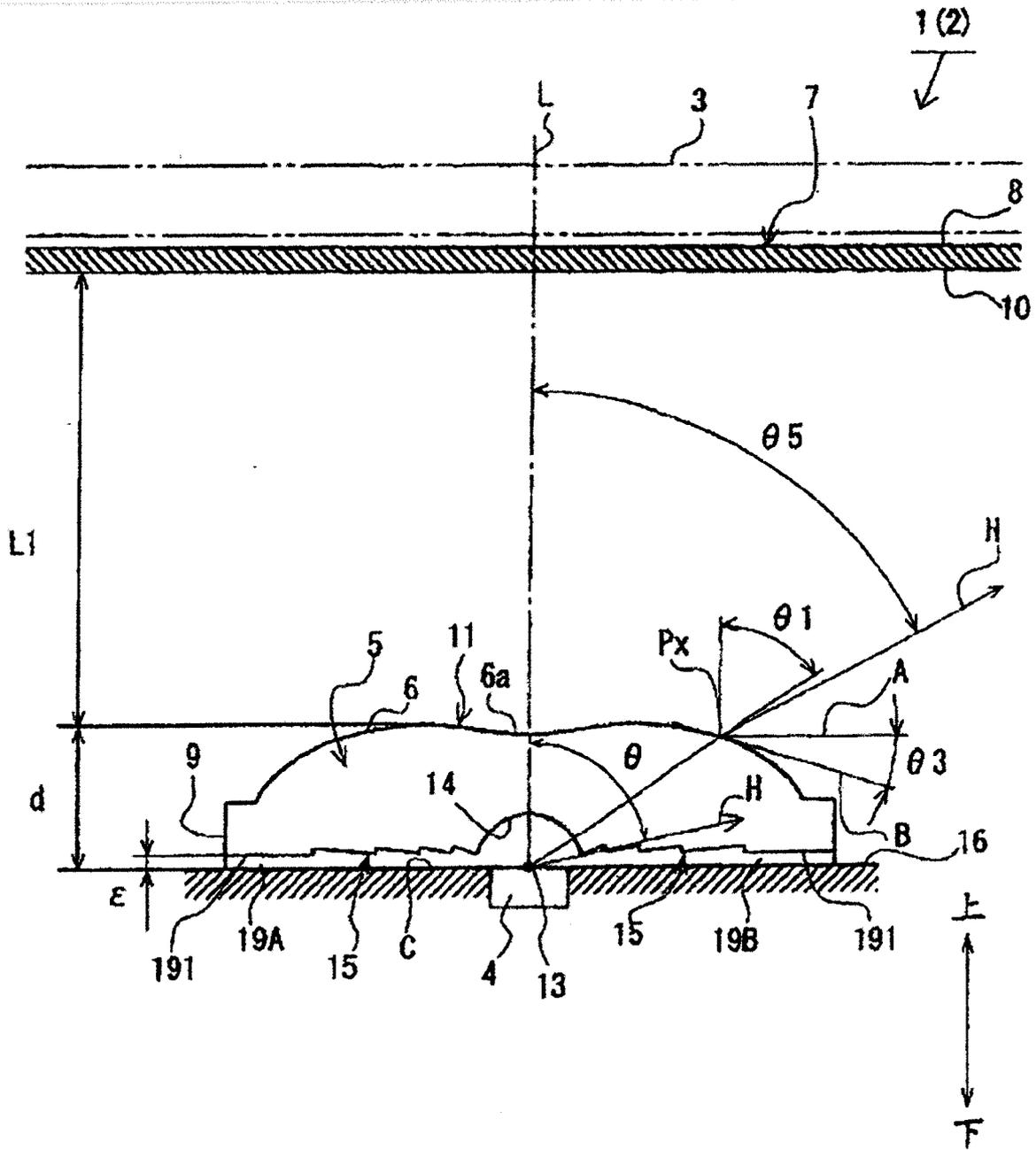


图 4

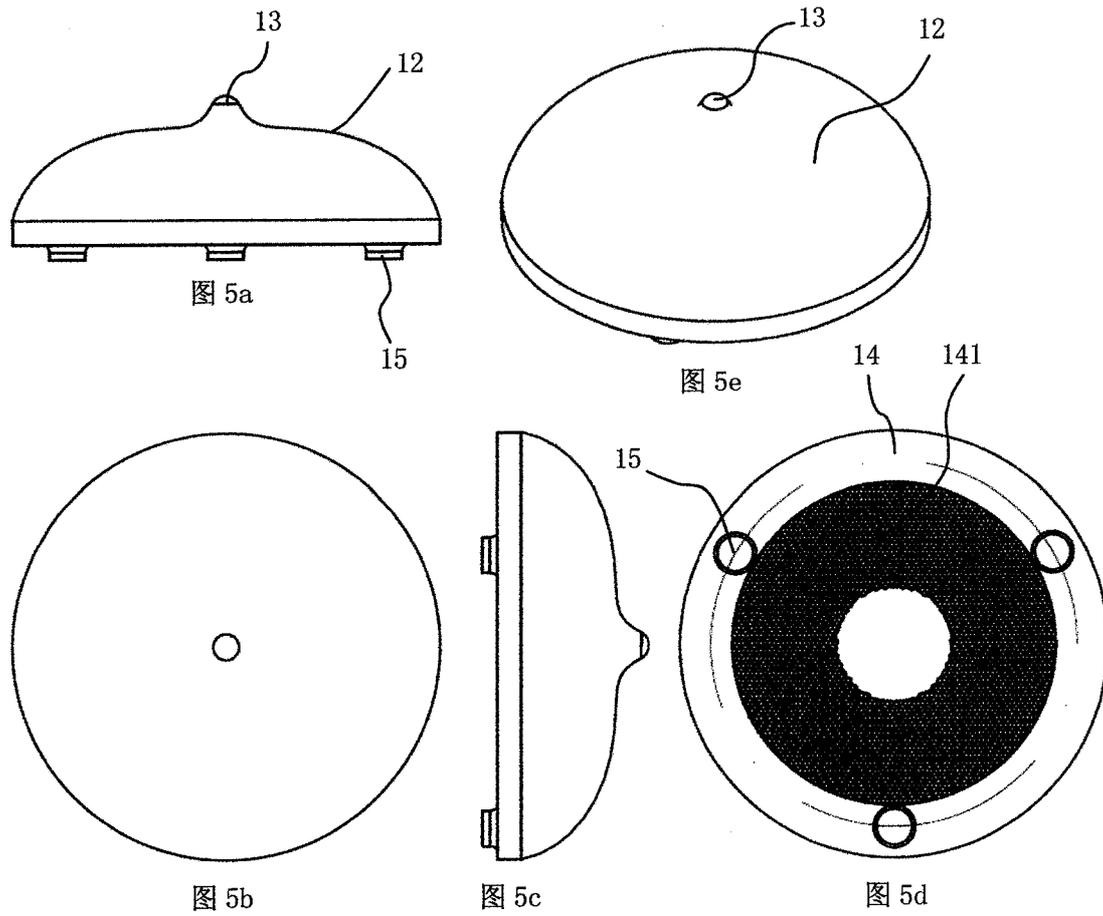


图 5

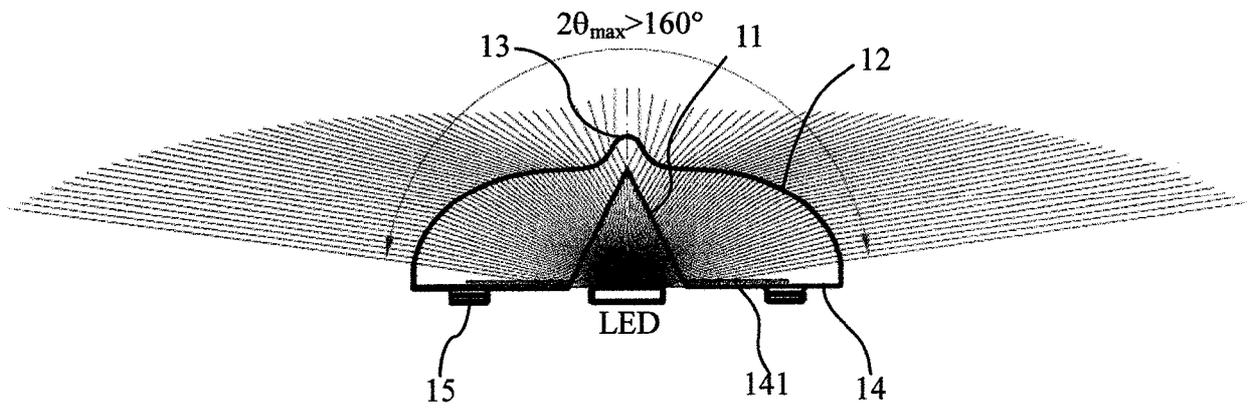


图 6



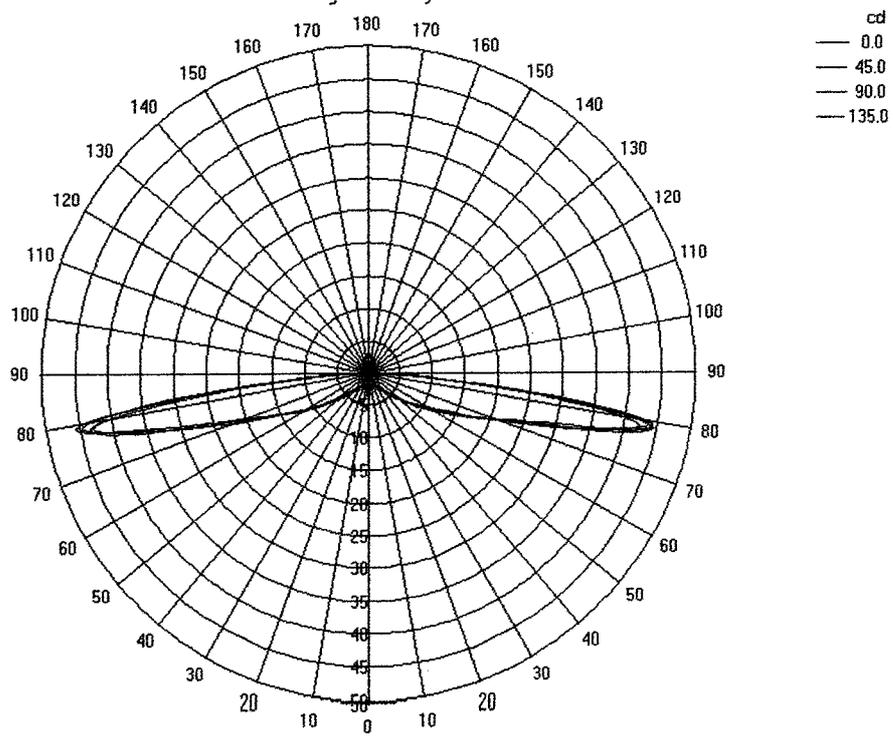


图 9

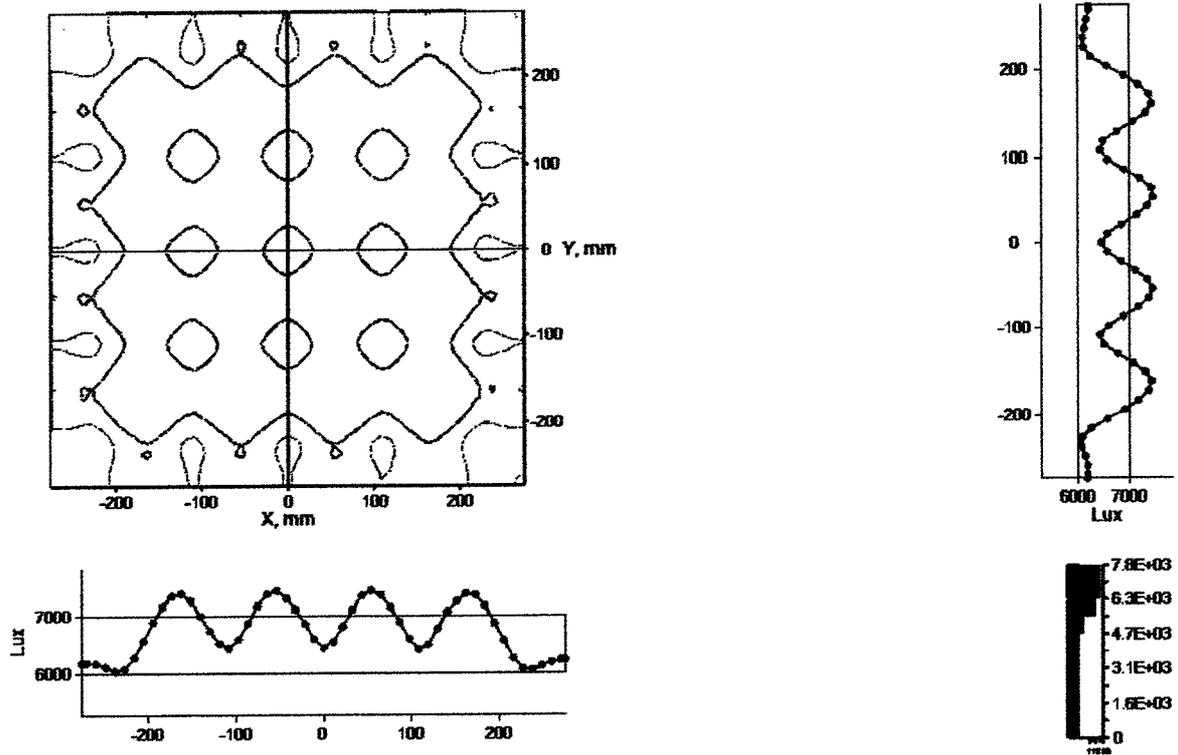


图 10

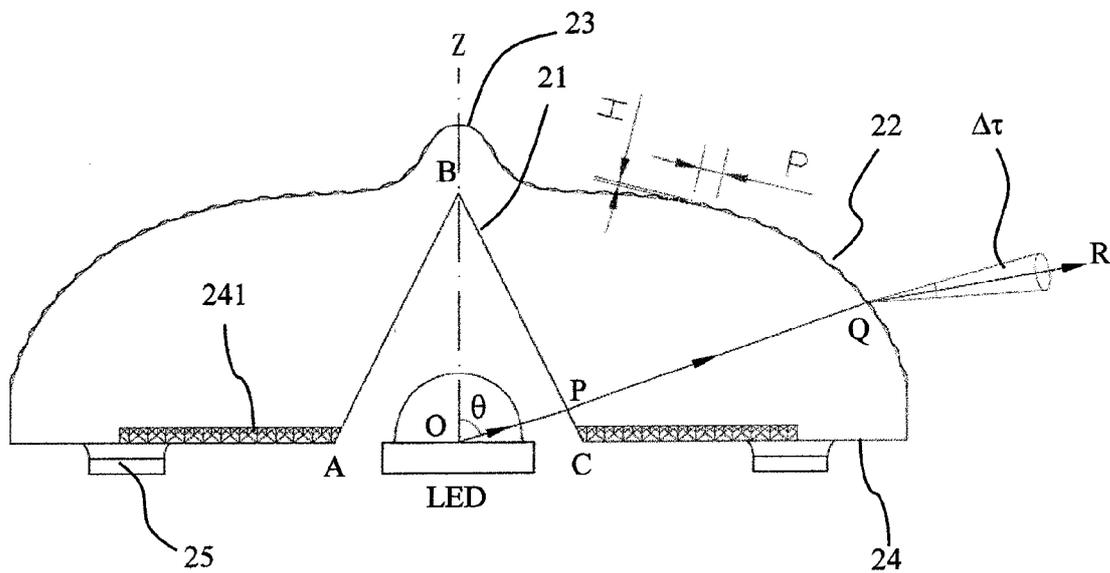


图 11

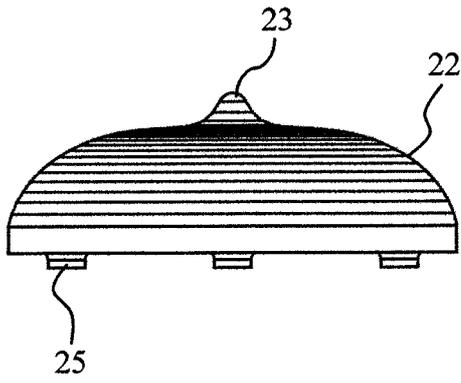


图 12a

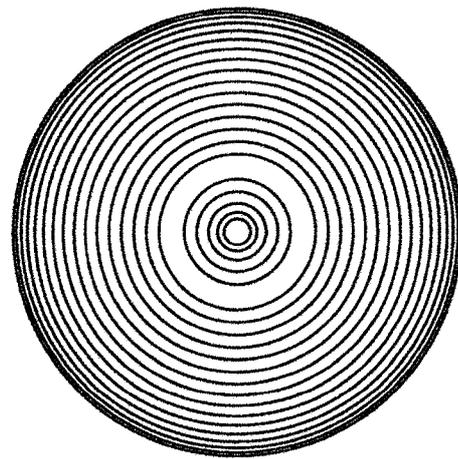


图 12b

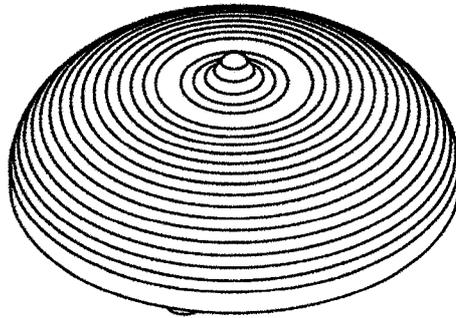


图 12c

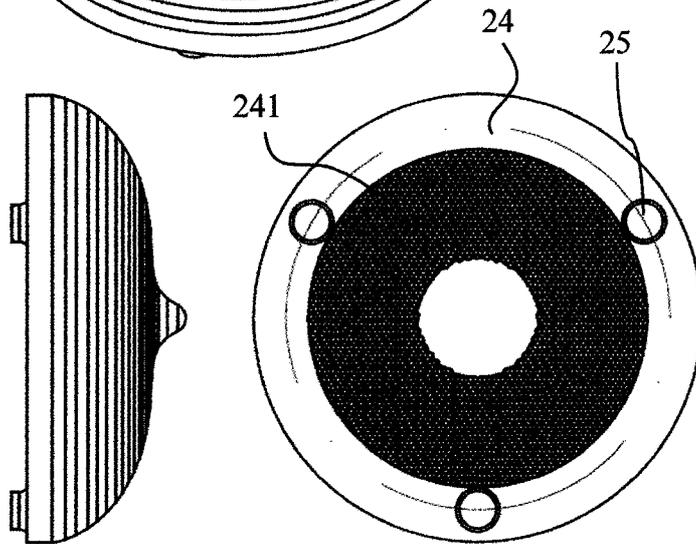


图 12d

图 12e

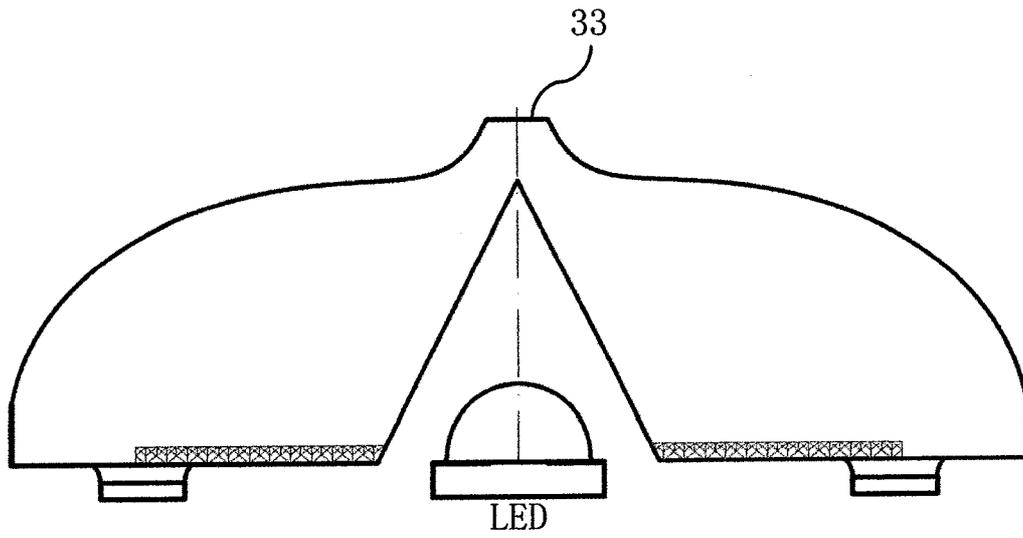


图 13

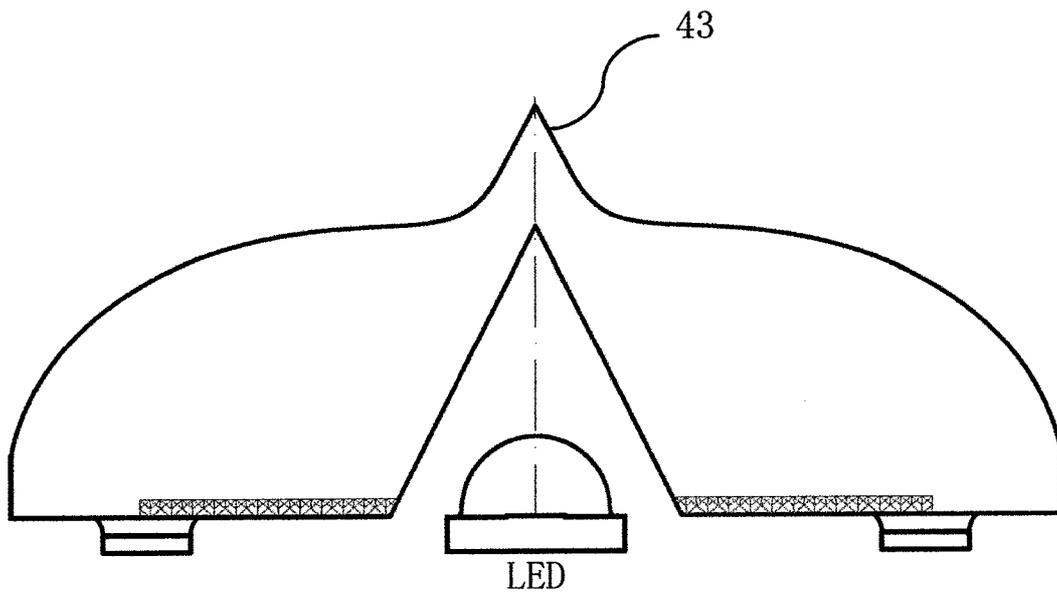


图 14

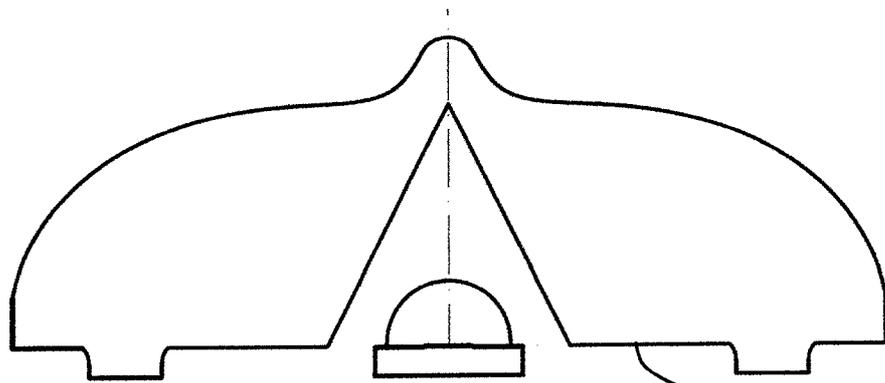


图 15a

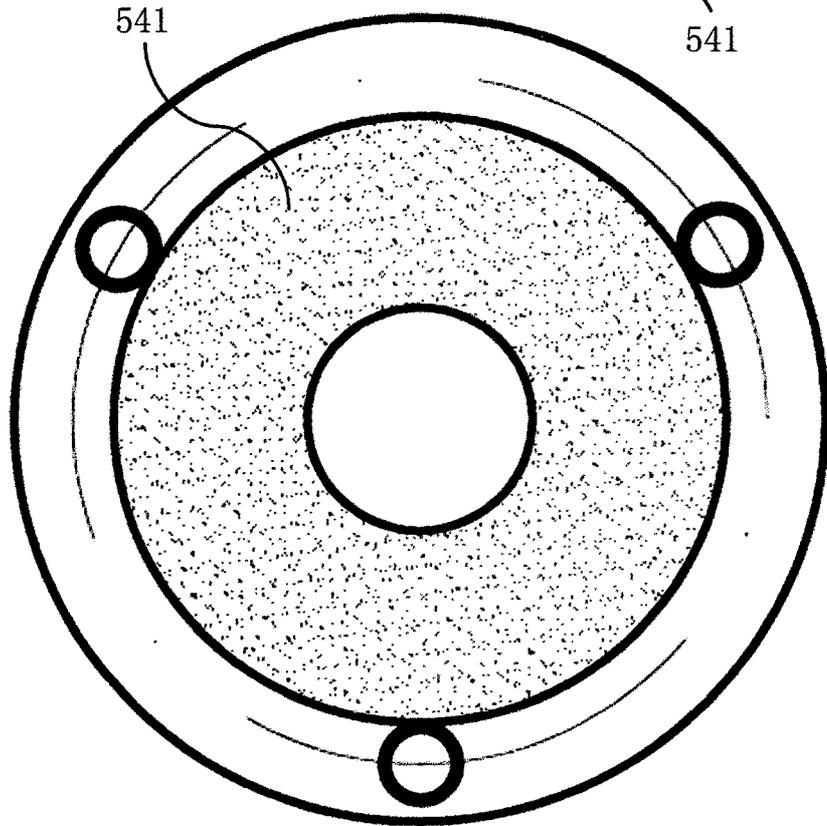


图 15b

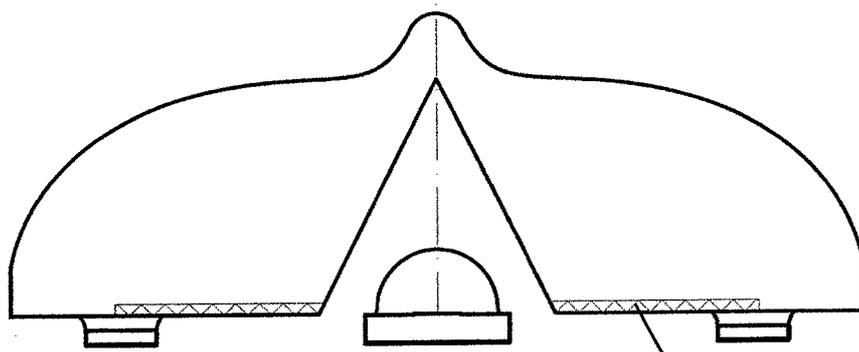


图 16a

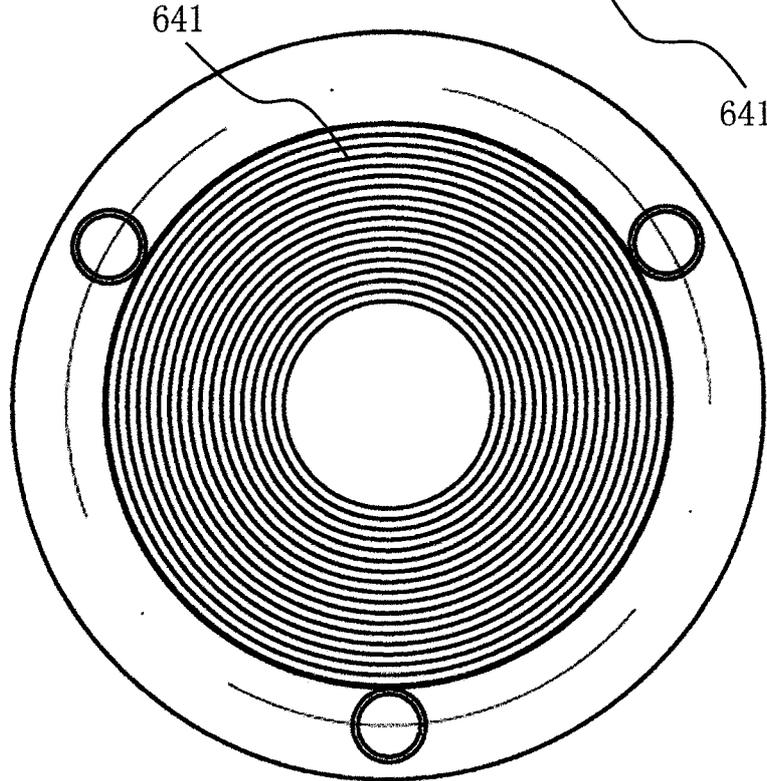


图 16b

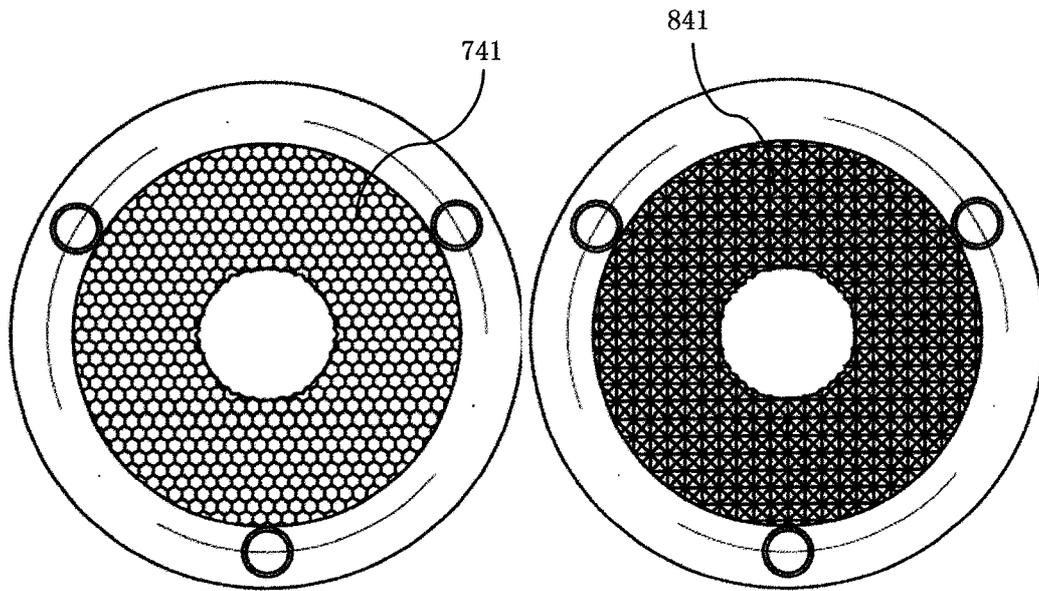


图 17a

图 17b

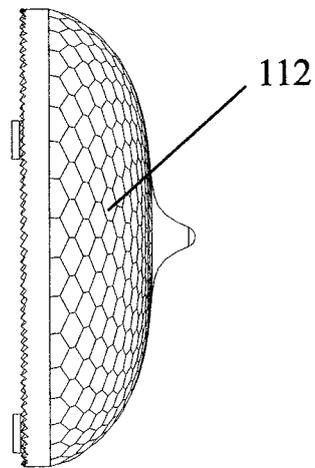


图 18

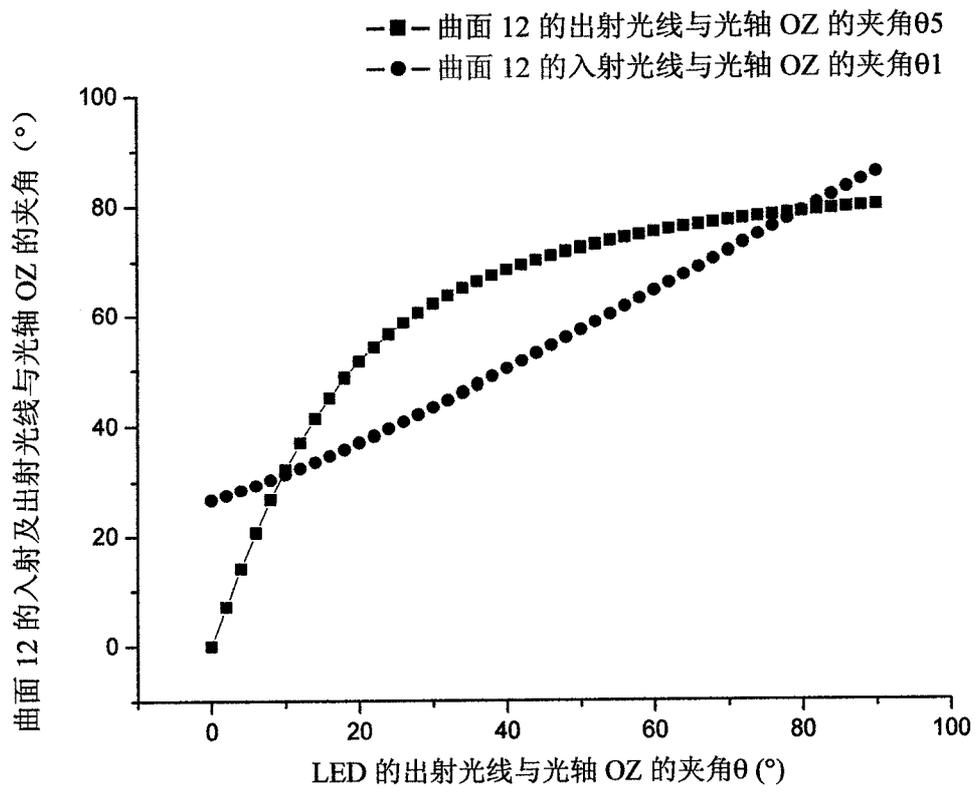


图 19