

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02B 5/02 (2006.01)

G02F 1/1335 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510083259.8

[45] 授权公告日 2008 年 12 月 3 日

[11] 授权公告号 CN 100439943C

[22] 申请日 2005.7.7

[21] 申请号 200510083259.8

[73] 专利权人 香港理工大学

地址 香港九龙红磡

[72] 发明人 杜雪 蒋金波 张志辉 李荣彬

[56] 参考文献

JP2002-251911A 2002.9.6

CN1621905A 2005.6.1

US6490401B2 2002.12.3

US4989125A 1991.1.29

DE3313288A1 1984.10.18

US6285425B1 2001.9.4

审查员 尉小霞

[74] 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公司

代理人 王玉双 潘培坤

权利要求书 1 页 说明书 10 页 附图 8 页

[54] 发明名称

导光板及具有该导光板的背光模块

[57] 摘要

本发明涉及一种导光板以及具有该导光板的背光模块，该导光板的上表面为多个 V 形槽结构，所述 V 形槽结构具有轮廓渐变的自由曲面，下表面为微透镜阵列结构。所述 V 形槽朝着 LED 光源的一面是一个轮廓渐变的曲面，另一面是竖直或近似竖直的平面。在 V 形槽顶部的曲面轮廓线的切线的水平夹角大于在 V 形槽的底部的曲面轮廓线的切线的水平夹角。相对于传统的单面网点结构的导光板，采用此轮廓渐变的自由曲面 V 形槽结构加网点结构的导光板的配光更加合理，并且背光模块中至少可以少用一层增亮膜，使背光模块的成本有效降低，同时还可以在低耗电的情况下实现理想的显示亮度。



1. 一种用于背光模块的导光板, 其特征在于, 该导光板的上表面为多个 V 形槽结构, 所述 V 形槽结构具有轮廓渐变的自由曲面, 该导光板的下表面为网点结构或排列成网状的微结构阵列, 其中, 若该 V 形槽结构的轮廓线顶部的切线斜率为 k_1 , 该 V 形槽结构的轮廓线底部的切线斜率为 k_2 , 该 V 形槽结构的宽度为 P , 则在该 V 形槽结构的轮廓线内以该 V 形槽结构的轮廓线的顶部端点为原点的其它所有坐标点 (X, Y) 处的切线斜率 k 通过公式 $k = \tan\left(\tan^{-1} k_1 + \frac{X}{P}(\tan^{-1} k_2 - \tan^{-1} k_1)\right)$ 获得。

2. 如权利要求 1 所述的导光板, 其特征在于, 所述背光模块采用边缘照明的方式, 其中 LED 光源放置于该导光板的一侧, 光从该导光板的侧面偶合进该导光板。

3. 如权利要求 2 所述的导光板, 其特征在于, 所述 V 形槽朝着 LED 光源的一面是一个轮廓渐变的曲面, 另一面是竖直或近似竖直的平面, 在 V 形槽顶部的曲面轮廓线的切线的水平夹角大于在 V 形槽的底部的曲面轮廓线的切线的水平夹角。

4. 如权利要求 1 所述的导光板, 其特征在于, 所述 V 形槽的宽度在 $15\mu\text{m}$ 到 $50\mu\text{m}$ 之间, 深度在 $6\mu\text{m}$ 至 $35\mu\text{m}$ 之间。

5. 如权利要求 1 所述的导光板, 其特征在于, 所述导光板的下表面设置有排成网状的微透镜阵列。

6. 如权利要求 5 所述的导光板, 其特征在于, 所述微透镜为半圆球形、椭圆球形、圆锥形或四方棱锥形。

7. 如权利要求 1 所述的导光板, 其特征在于, 所述上表面的邻近 LED 光源处各相邻 V 形槽的间距大于远离 LED 光源处各相邻 V 形槽的间距。

8. 如权利要求 1 所述的导光板, 其特征在于, 所述导光板为背光模块的导光板, 用于手提装置、液晶电脑显示器、液晶电视、检测装置的背光照明。

9. 一种背光模块, 依次包括有反射片、LED 光源和扩散片, 其特征在于, 在所述反射片和扩散片之间还设置有如权利要求 1-8 中任一项所述的导光板, 所述背光模块采用边缘照明的方式, 其中所述导光板具有 V 形槽结构的表面朝向该扩散片。

导光板及具有该导光板的背光模块

技术领域

本发明涉及一种导光板及具有该导光板的背光模块，作为平板液晶显示（LCD）的照明光源。可应用在手机、手提装置、液晶电脑显示器、液晶电视、及检测装置的背光照明中。

背景技术

众所周知，由于 LCD 本身是非发光的显示器件，所以必须借助背光源才能达到显示效果。背光模块是提供 LCD 显示器产品中背光源的光学组件，其约占 LCD 模块总成本的 11%~12%，因此，单纯从制造成本上来讲，背光模块是 LCD 模块中非常重要的部件。

目前单色液晶显示器（TN 型 LCD）的透过率大约为 10~30%，彩色液晶显示器的透过率为 5~8%，要使它们的显示亮度达到或超过 CRT（阴极射线管）的亮度（130cd/m²），前者光源的亮度应该在 1500 cd/m² 以上，而后者应该在 3500 cd/m² 以上。显示面的亮度值均匀度在视角为 10°时通常被限定为 0.8（视角为 80°时为 0.87），优质图像希望能达到 0.9 以上。

如图 1 所示，其为手机背光模块的基本结构。由于厚度所限，手机背光源的照明方式为侧光照明，其主要由 LED（或 CCFL，即冷阴极荧光灯）光源、反射片、导光板（Lightguide）、扩散片（Diffuser）、两层垂直交错放置的增亮膜 BEF（Brightness Enhancement Film）或者是双重增亮膜（Dual BEF）、以及封装壳体等组成。

在白光 LED 产业化以前，手机背光源一般用 CCFL 作为光源，CCFL 一般寿命可以达到 20,000 小时，特殊要求的可以达到 50,000 小时以上，管径为 1.2~3.0mm。

导光板一般用注塑成型的方法制成，材料为 PMMA 和 PC 的较多，目前市面上比较流行的一般为具有单面微结构阵列的导光板。

图 2A 和 2B 分别为两种典型的背光模块的截面示意图（为清楚起见，省

略了剖面线)，图 2A 中导光板的底部为微透镜阵列结构，图 2B 中导光板的底部为 V-槽结构。

图 2A 中的导光板底部有很多微小透镜排列成网状，也叫网点结构。微透镜的形状可以是圆球形，圆锥形，椭球形或者是四面体角锥棱镜形状。离 LED 光源近的地方微微透镜尺寸比较小，远离 LED 光源的地方微透镜尺寸比较大。微透镜的主要作用是改变光线方向，当光线从导光板边缘的 LED 射入，经过导光板底部的微透镜折射后形成向上发散的光线。从微透镜底部漏出的光线被反射片反射回导光板再次循环利用。通过适当排列微透镜的大小和间距，可以得到整个面均匀分布的面光源。下文中，术语“微透镜阵列”有时被称为“网点结构”，或者“微结构阵列”。

公知还有另一种网点结构的导光板，这些网点是通过印刷的方式被印制在导光板底面上，具有很高漫反射率的白色油墨点。一般情况下，靠近光源的网点密度较低且网点较小，而远离光源的网点密度较高且网点较大。现在的导光板已经很少采用这种形式。

图 2B 中的导光板底部为形状都是一样的 V-槽结构，离 LED 近的地方 V-槽之间的距离比较宽，远离 LED 的地方 V-槽之间的距离比较窄。V-槽的作用跟在导光板底部设置微透镜阵列差不多，主要是为了改变光线的方向把水平入射的 LED 点光源变成向上发射的均匀分布的面光源。

在背光模块中，反射片的主要作用是将所有从导光板底部漏出的光反射回导光板。反射片一般用白色镀银或镀 BaSO_4 薄膜反射片，通常厚度为 65~230nm，反射率大于 95%。也可以采用镀铝膜的塑胶片。

扩散片位于导光板的上方，其主要功能是将透过导光板的光线做散射处理，以达到雾化效果。

增亮膜（也叫棱镜膜）是用于提升背光模块的总体亮度的，其利用直角棱镜的全发射让分散的光集中在法线 70 度范围内出光，让大于 70 度射出的光又反射回来再次被利用，如图 3 所示。双片增亮膜垂直交叠使用可使在轴中心的亮度增加约 110%，使分散的光线集中于一定的角度从背光模块中发出。目前 3M 公司还开发了一种偏振分光增亮膜，即 DBEF。众所周知，LCD 面板只通过偏振光，当光通过 LCD 下层的偏光片时，有约 50%的光被吸收并被白白浪费掉。偏振分光增亮膜的原理是将原本被吸收的约 50%的偏振光

循环回导光增亮膜，再把偏振方向旋转 90°变成 LCD 面板可利用的偏振光，如此反复循环可增加亮度 60%左右。

由于变轻、变薄、变亮、低耗电和降低生产成本是各背光源厂商追求的目标，而使用增亮膜时，背光模块等光学元件只要维持原先的状态，增加薄薄的几层 BEF 就可以实现 LCD 亮度的显著提升。因此，各大 LCD 制造厂家都选择用这个方法来提高亮度。但是，由于背光模块中的重要元件—增亮膜的产权还被牢牢地控制在 3M 公司的手中，而且 3M 增亮膜的数量供不应求，所以增亮膜的进货时间长，价格也不菲（增亮膜成本约占整个背光模块成本的 1/4 左右或更高）。

而由于导光板的主要作用是将侧面放置的 LED 点光源变成导光板整个面上均匀分布的面光源，所以导光板设计的好坏直接关系到整个背光模块的效率、均匀度和亮度。因此，现在各公司纷纷通过研究高效率、高亮度、高均匀性的导光板来减少或者不用背光模块中的增亮膜，以解决 3M 增亮膜的供货瓶颈问题，并降低生产成本。

一体化设计成为首选的设计方法，如把导光板的出光面直接注塑成棱镜状，这样可以只用一张增亮膜。Y.Oki 发表了一种 Sheetless 导光板，导光板结构为直接在导光板上注塑成型表面，刻出纳米大小的沟槽，以取代棱镜片（prism sheet）或增亮膜。由于少用一张增亮膜也可发出同一亮度以上的亮度，所以不仅可减少 12%左右的背光模块的成本，而且还可缩短制造过程。

目前，还研制有一种由偏振导光板构成的偏光板背光模块。一般情况下，由背光源发出的非偏振光只有约 40%能通过 LCD 屏下的偏光板，约 60%的光被反射或被损耗，若加入偏光板使这部分光被反射后再将其偏振方向旋转 90 度再次利用以增加透过 LCD 面板的亮度，则构成偏光板背光模块。这种背光模块能将效率提高一倍多。但是由于偏振导光板的制造成本高，所以现在还未见有投入市场。

为此，如何减少增亮膜的使用以有效降低成本，并增加 LCD 显示器的亮度，是本领域从业人员有待进一步研究的课题。

发明内容

本发明的目的是提供一种具有独特设计的导光板结构，其不仅具有有效

的透光效率，而且能够减少使用 BEF 甚至不使用 BEF，由此有效降低背光模块的成本。

本发明的导光板的特点在于，导光板的上表面为多个 V 形槽结构，所述 V 形槽结构具有轮廓渐变的自由曲面，下表面为微透镜阵列结构。导光板 V 形槽结构采用边界光线原理设计。

其中，边界光线原理主要是指：一个连续的集合体，它的映射也是一个连续的集合体，并且映射是一一对应的，其边界经过映射后也是另一个集合的边界。即一束光经过一个连续表面改变方向后照射到另一个表面，它所形成的也是一个连续的区域，相邻的光点在目标区域上还是相邻的，边界上的光点对应于目标区域上的边界。

根据边界原理，V 形槽朝着 LED 光源的一面设计成一个轮廓渐变的曲面，另一面为竖直的或稍微带有倾斜角的平面（有时候设计成稍带有倾斜角是为了加工方便，还有注塑时容易脱模）。在 V 形槽曲面的顶部，其轮廓线切线的水平夹角比较大，而在 V 形槽曲面的底部，轮廓线切线的水平夹角比较小。导管板中低角度入射的光线，入射到 V 形槽的顶部时，将向下全反射，而入射到 V 形槽轮的底部时，将向导光板的最后方向全反射，入射到 V 形槽中部的光线，将被反射到介于这两者之间的部位。所以每一个 V 形槽都负责一个很大面积的照明。随着 V 形槽离光源位置的变化，V 形槽的形状稍有不—样。利用多个 V 形槽全反射光的叠加，可以产生均匀分布的面光源。

根据本发明，背光模块采用边缘照明的方式，其中 LED 光源放置于该导光板的一侧，光从该导光板的侧面偶合进该导光板。

V 形槽曲面轮廓线顶部的切线斜率为 k_1 ，V 形槽曲面轮廓线底部的切线斜率为 k_2 ，V 形槽的宽度为 P ，则在该轮廓线内每一点坐标 (X, Y) 处的切线斜率 k 通过公式 $k = \tan\left(\tan^{-1} k_1 + \frac{X}{P}(\tan^{-1} k_2 - \tan^{-1} k_1)\right)$ 获得。

该导光板的下表面除了设置微透镜阵列的网点结构外还可以为其它的网点结构，譬如可以为圆锥形，四方棱锥形等网点结构，或者排列方向与上表面渐变 V 形槽排列方向相垂直的均匀分布的 V 形槽结构。

为达到均匀照度分布，V 形槽的间距随着离 LED 距离的远近需要做一些调整，离 LED 光源较近的地方，V 形槽的间距要大一些，即 V 形槽排得比较稀。而远离 LED 光源 V 形槽间距比较小，V 形槽排得要密一些。最密的

地方，V形槽的间距约为V形槽宽度的两倍。对于一寸半大小的导光板，最大间距为最小间距的6倍或7倍以上。

根据本发明的构思，所述V形槽的宽度在 $15\mu\text{m}$ 到 $50\mu\text{m}$ 之间，深度在 $6\mu\text{m}$ 至 $35\mu\text{m}$ 之间。这里计算机模拟采用的导光板的V形槽宽度为 $30\mu\text{m}$ 。

本发明还提供一种具有上述导光板的背光模块，其从下至上依次包括有反射片、LED光源和扩散片，其中在反射片和扩散片之间设置有如上所述的导光板，导光板具有V形槽结构的一侧朝向扩散片。在上述背光模块中，在该扩散片上方设置有至少一层增亮膜。

根据试验数据表明，本发明的导光板以及具有该导光板的导光模块不仅能够有效增加LCD显示器的亮度，而且能够产生更为均匀分布的面光源，使用本发明的导光板和导光模块可以减少使用增亮膜的数量，从而降低制造成本。

附图说明

图1为传统的手机背光模块的结构示意图；

图2A和图2B分别为两种典型的背光模块的截面示意图；

图3为增亮膜工作原理的示意图；

图4为根据本发明的具有轮廓渐变的V形槽结构的导光板的工作原理示意图；

图5A为无任何微结构的导光板的3D模型；

图5B为图5A中导光板的亮度分布图；

图6A为当导光板只有下表面具有微透镜阵列结构的3D模型；

图6B为图6A中导光板的亮度分布图；

图7A为当导光板下表面具有微透镜阵列结构且上表面具有轮廓渐变的V形槽结构的3D模型；

图7B为图7A中导光板的亮度分布图；

图8为根据本发明的具有微透镜阵列结构和轮廓渐变的V形槽结构的导光板的立体图；以及

图9为V形槽自由曲面的计算方法的示意图。

具体实施方式

下面通过将本发明的具体实施例与其它类型的导光板进行对比,来进一步说明本发明。下文中,术语“轮廓渐变的V形槽结构”有时被简称为“V形槽”或“V形槽结构”。

图4为利用边界光线原理设计的轮廓渐变的V形槽结构的示意图。其中,该V形槽结构由一个朝LED光源的轮廓渐变的自由曲面和一个基本垂直于该导光板基面的竖直平面组成。另外,该导光板采用边缘照明方式,光源为LED或者CCFL,放置于导光板的侧面。导光板中低角度入射的光线L1入射到V形槽轮廓线的顶部A处时,将向下全反射,由此获得反射光线L1';当低角度入射的光线L2入射到V形槽轮廓线的底部B处时,将向导光板的最后方向(即最远离光源的方向)全反射,由此获得反射光线L2';入射到轮廓线中部的光线将被反射到介于这两者之间的部位,即图4中的阴影部分。所以每一个V形槽都负责一个很大面积的照明,随着V形槽离光源位置的变化,V形槽的形状也可以稍有不一样。利用多个V形槽全反射光的叠加,可以产生均匀分布的面光源。

V形槽的轮廓数据可以用积分迭代法算得,其可输入到CAD软件建立实体模型并进行光线追踪。

若V形槽轮廓线顶部的切线斜率为 k_1 ,V形槽轮廓线底部的切线斜率为 k_2 ,V形槽宽度为P,则在该V形槽轮廓线内以V形槽轮廓线的顶部端点为原点的其它所有坐标点(X,Y)处的切线斜率k通过公式 $k = \tan\left(\tan^{-1} k_1 + \frac{X}{P}(\tan^{-1} k_2 - \tan^{-1} k_1)\right)$ 获得。

下面就详细说明根据本发明的具有渐进式V形槽的计算方法。

如图9所示,设导光板的厚度为h,总长为L,即 $OR+RQ=L$ 。从导光板边缘的LED光源入射的光线经过导光板底部一次全反射后,入射到R点位置的一个V形槽上,入射到V形槽前部分的光线向下全反射,法线为 N_1 ,入射到V形槽后面部分的光线向导光板的后部全反射,法线为 N_2 。由于V形槽的长度和深度相比导光板的长度和厚度是非常微小的,所以,在下面的部分运算中对于V形槽的长度和深度可以忽略不计。

目前图9中所示的光线入射点M到反射点R(即V形槽的初始位置)的横向距离为“ $\frac{2}{3}OR$ ”,则根据图中的几何关系可以得到:

$$\theta_1 = \tan^{-1}\left(\frac{3h}{2 \cdot OR}\right) \quad (\text{公式 1})$$

$$\alpha_1 = \frac{\pi}{4} - \frac{1}{2}\theta_1 \quad (\text{公式 2})$$

V 形槽起始处的斜率 k_1 为:

$$k_1 = -\tan \alpha_1 \quad (\text{公式 3})$$

再由图中的几何关系可以得到:

$$\theta_2 = \tan^{-1}(h/RQ) \quad (\text{公式 1})$$

$$\alpha_2 = \frac{\pi}{2} - \frac{\theta_1 + \theta_2}{2} \quad (\text{公式 2})$$

由此, 可以得出 V 形槽末尾处的斜率为:

$$k_2 = \tan\left(\frac{\pi}{2} - (\theta_2 + \alpha_2)\right) \quad (\text{公式 3})$$

设 V 形槽的宽度为 P, P 取 $15\mu\text{m}$ 到 $50\mu\text{m}$ 之间。可以把 V 形槽分为很多相等的微元, 每等份微元宽度为 δP , 譬如可以定义 $\delta P=0.001\text{mm}$ 。设 V 形槽上的某一点相对于此 V 形槽初始位置 R 的坐标为 (X, Y)。则 V 形槽在这一点处的斜率为:

$$k = \tan\left(\tan^{-1} k_1 + \frac{X}{P}(\tan^{-1} k_2 - \tan^{-1} k_1)\right) \quad (\text{公式 4})$$

根据这一点的斜率可以算出 V 形槽下一个微元 X、Y 方向的坐标, 分别为:

$$X = X + \delta P, \quad Y = Y + \delta P \times k \quad (\text{公式 5})$$

根据这些关系可以用积分叠代法对公式 8 进行积分逐点求出在导光板某处 V 形槽上每一点 X、Y 的坐标, 从而得出该处 V 形槽的形状。实际上, 根据本发明的构思, 也可以采用其它的渐进运算方法得到 V 形槽的轮廓。根据本发明, V 形槽轮廓线的深度优选在 $6\mu\text{m}$ 至 $35\mu\text{m}$ 之间。

通常情况下, V 形槽的宽度最小可以为 $15\mu\text{m}$ 到 $50\mu\text{m}$ 之间, 可根据导光板的大小和注塑精度来确定, 譬如对于小尺寸的手机背光模块的导光板,

其注塑精度可以达到很高，可以设计出 V 形槽宽度为 $15\mu\text{m}$ 左右。对于大尺寸的背光板，V 形槽的宽度可以适当大一些，以降低加工成本，但是增加 V 形槽的尺寸会降低亮度，所以需要综合的权衡。

下面通过对具有不同结构的导光板进行光机模拟的结果对照，来进一步说明本发明光导板的设计所具有的特点。

采用 $2.5\times 0.85\times 0.8\text{mm}$ 发光强度为 800mcd 的贴片 LED 分别对三种不同结构的导光板进行光机模拟，模拟用的软件为 Infotech 的 Tracepro。模拟过程中，导光板下面放置一层反射率为 95% 的反射片，上面没有加扩散片和增亮膜，只加了一层观察屏，以对导光板进行光度分析。

图 5A 为当导光板为一块光板且上下两面均没有任何微结构时候的 3D 模型；图 5B 为图 5A 中导光板的亮度分布图。从图 5A 和 5B 可以看出亮度都集中在 LED 一侧。远离 LED 的位置由于导光板内部的全反射，光线几乎没有从导光板的上表面射出，而是从后端面输出损耗掉了。

图 6A 为当导光板只有下表面设置有微透镜阵列的 3D 模型；图 6B 为图 6A 中导光板的亮度分布图。微透镜阵列的排列方式为 45 度交错排列，图中 X 方向排列间距为 0.6mm ，Z 方向排列的间距为 0.3mm ，微透镜大小从曲率半径 $R=0.24\text{mm}$ ，深度 $d=0.015\text{mm}$ ，直径 $D=0.167033\text{mm}$ 沿 Z 方向等差渐变为曲率半径 $R=0.6\text{mm}$ ，深度 $d=0.03\text{mm}$ ，直径 $D=0.3747\text{mm}$ 。微透镜的深度变化在 Precitech Nanoform 200 单点金刚石车削快刀进给系统所限制的加工能力范围内。模拟结果显示导光板的亮度在 $1500\text{nt}(\text{cd}/\text{m}^2)$ 左右，靠近 LED 附近稍有亮斑，如果要达到均匀性 $\geq 85\%$ ，亮度达到 35000nt ，则必须加上一层扩散片和双层 BEF。

图 7A 为当导光板下表面设置有微透镜阵列且上表面为轮廓渐变的 V 形槽结构时的 3D 模型；图 7B 为图 7A 中导光板的亮度分布图。导光板的微透镜阵列分布和图 6A 中的一样，V 形槽结构的宽度为 $30\mu\text{m}$ ，为使导光板的配光更加合理，达到均匀照度分布，每一个 V 形槽的轮廓均按照边界光线原理来计算，V 形槽间的距离也要稍作调整。

由于自由曲面的设计采用了边界光线原理，所以导光板的配光均匀性可以大大的改善。另外由于导光板上表面的 V 形槽结构增加了光线在导光板内循环的次数，所以光能的有效利用率将被大大地提高。但是，如果导光板上

表面采用形状都是一样的 V 形槽结构，那么 V 形槽的衍射很容易产生类似于莫尔条纹的亮暗交替的条纹，其会导致导光板的配光均匀性下降，是各背光源厂商所忌讳的。因此，V 形槽间的距离需要稍作调整。一般情况下，离 LED 光源较近的地方，V 形槽的间距要大一些，即 V 形槽排得比较稀；而远离 LED 光源 V 形槽间距比较小，即 V 形槽排得要密一些。最密的地方，V 形槽的间距约为 V 形槽宽度的两倍。对于一寸半大小的导光板，最大 V 形槽间距可以为最小间距的 6 倍或 7 倍以上。

模拟结果显示“微透镜阵列+轮廓渐变的 V 形槽结构”的导光板的亮度在 3500nt (cd/m^2) 左右，靠近 LED 的亮斑基本上已经消除，均匀性也大大提高，接近 90%，亮度达到了 35000nt，已达到基本要求。与图 6A 所示的导光板相比，使用图 7A 中的导光板生产背光模块的时候可以少用一层 BEF，只需加扩散片和一层交叉 BEF (Cross BEF) 或者 DBEF 把导光板的出射光线的扩散角有效控制在液晶板所接受的角度范围之内即可。

本发明导光板的微透镜阵列和 V 形槽结构的加工方法有多种多样，一般可以采用化学腐蚀 (Chemical Etching)，光刻 (Optical Lithography) 和单点金刚石车削等方法。

但是由于化学腐蚀和光刻的表面粗糙度欠佳，光能的损耗比较大，故优选采用超精密单点金刚石车削 (Diamond Turning) 的方法进行导光板的加工。

单点金刚石车削，由于其表面粗糙度可以达到几个纳米，所以也叫纳米加工。一般塑胶非球面的加工、塑胶非球面注塑成型的模芯都是采用单点金刚石车削的方法，还有一些红外单晶体材料，象单晶硅，单晶锗等，也可以用单点金刚石车削的方法加工。单点金刚石车削后的表面为光学表面，不需要抛光。

导光板的微透镜阵列由超精密单点金刚石设备再配置快刀进给系统来进行加工，例如可以使用 Nanoform 200 两轴超精密加工设备。将导光板模芯固定在回转轴上旋转，利用金刚石车刀的快速压电进给 (Fast Tool Serve) 来车出凸的或者凹的透镜阵列。V 形槽的自由曲面的超精密加工可以采用大型的五轴超精密加工设备 (例如 Freeform 705G 五轴自由曲面加工设备)。其中，由于五轴超精密加工设备需根据在单点金刚石磨削中输入轮廓线各点的 X, Y 坐标数据进行加工，所以所需加工时间较长，因而加工成本较贵。V

形槽的自由曲面若采用单点金刚石磨削的方法，则 V 形槽结构的加工可以不受 V 形槽深度的限制。

基于上述说明，本发明主要提供了一种背光模块的导光板的设计，其一面为微透镜阵列结构而另一面为轮廓渐变的 V 形槽结构。由于 V 形槽结构的自由曲面设计采用了边界光线原理，所以导光板的配光均匀性可以大大的改善，使导光板的配光更加合理。而且 V 形槽的结构增加了光在导光板内部的循环次数，大大提高了光能的利用率。采用本发明的导光板，照度将比只有网点的导光板要高出一倍左右。背光模块中至少可以少用一层增亮膜，能有效的降低成本。另外，还可以这样设计背光模块的导光板，即使其两面均为轮廓渐变的 V 形槽结构。此外，为了确保 V 形槽和微透镜阵列的加工精度，超精密单点金刚石车削及磨削技术是优选的。

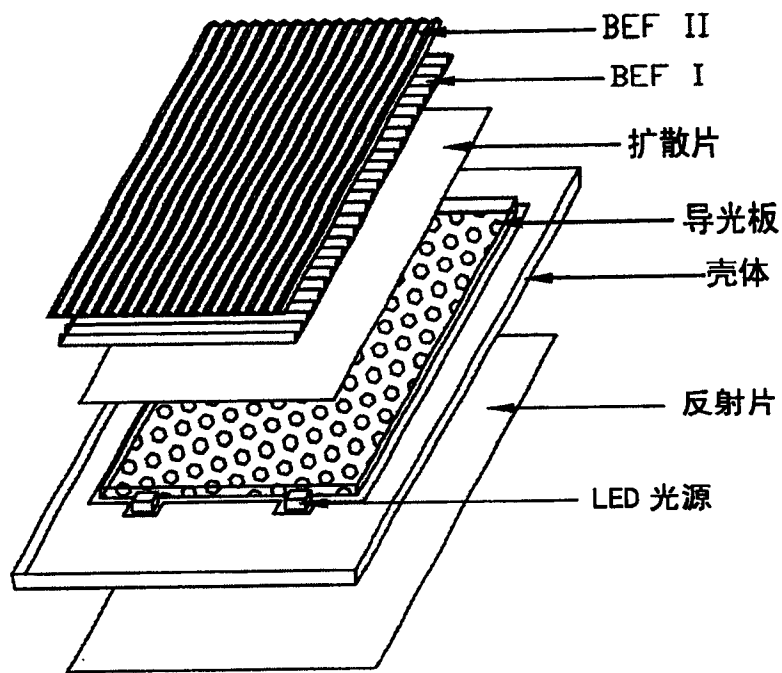


图 1

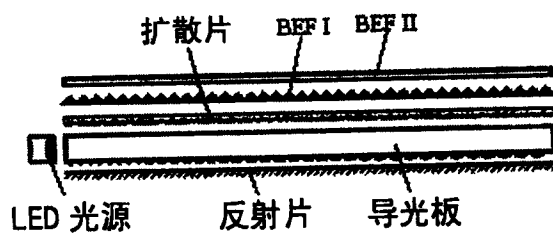


图 2A

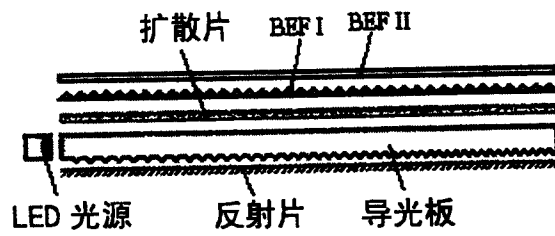


图 2B

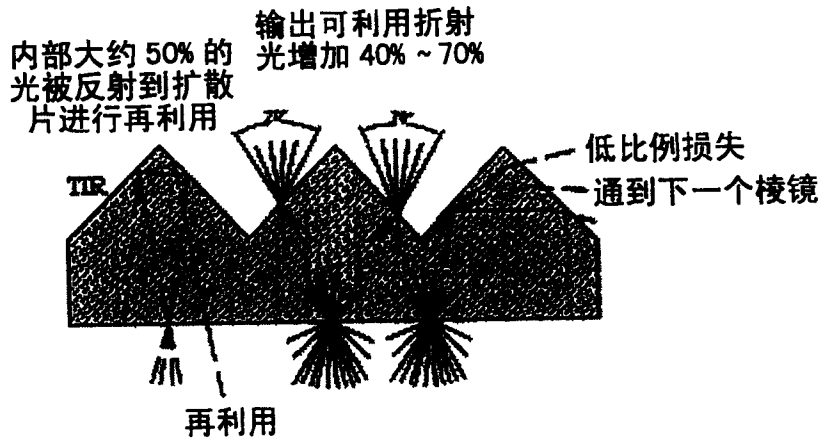


图 3

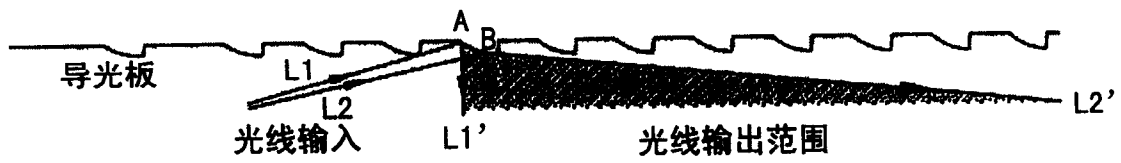


图 4

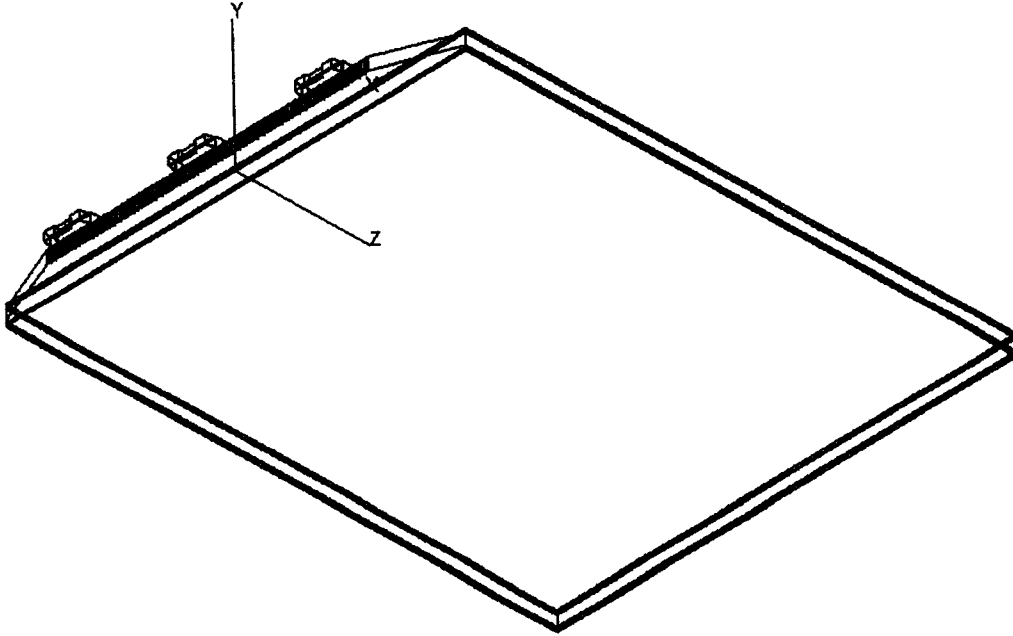


图 5A

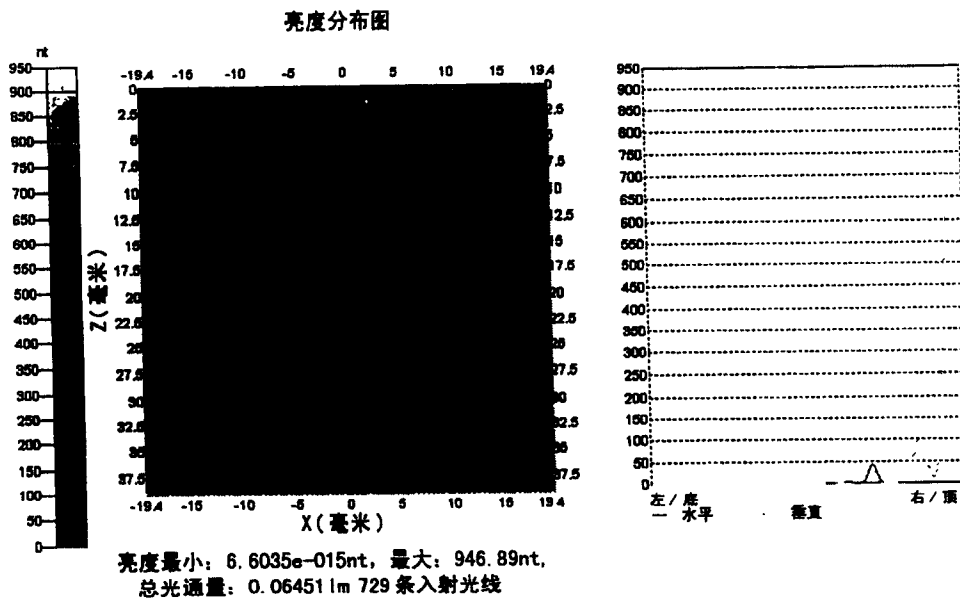


图 5B

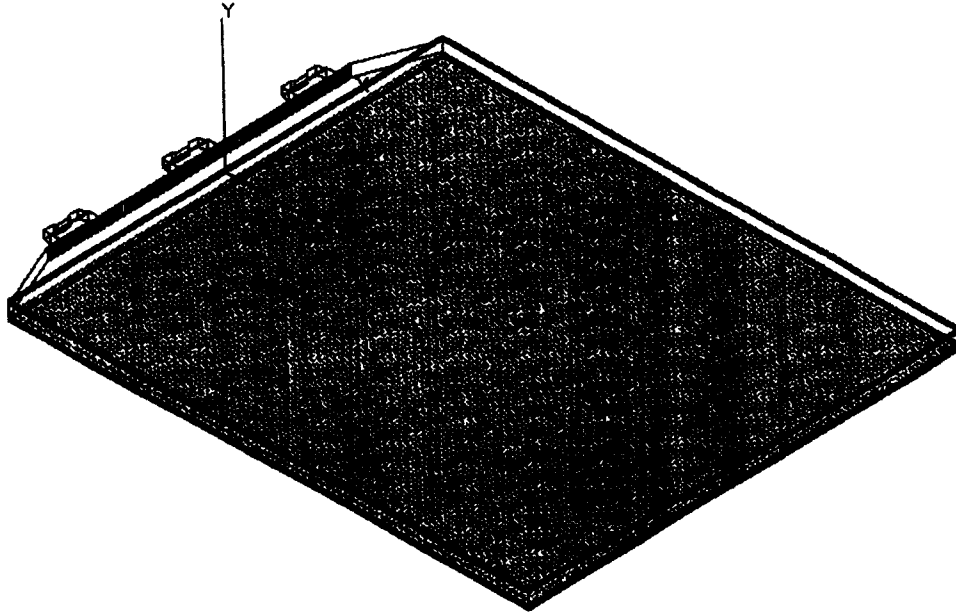


图 6A

亮度分布图

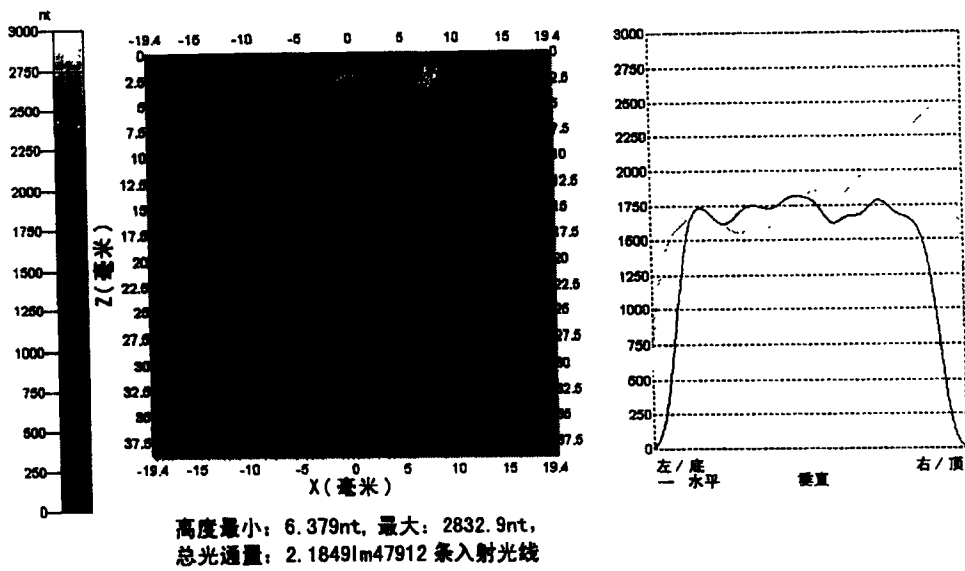


图 6B

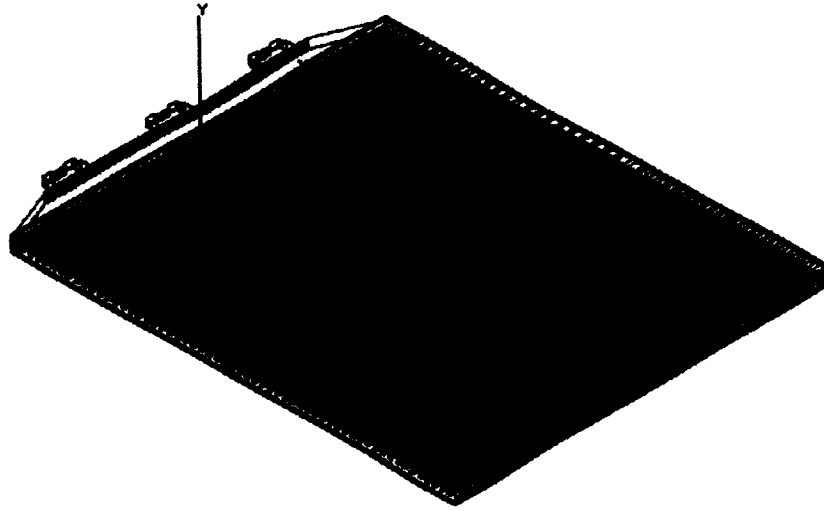


图 7A

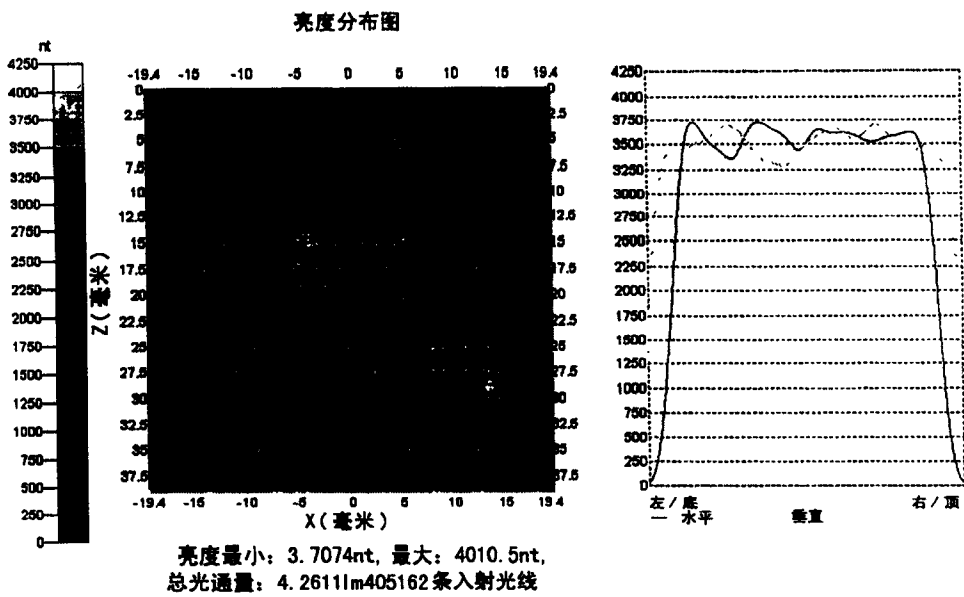


图 7B

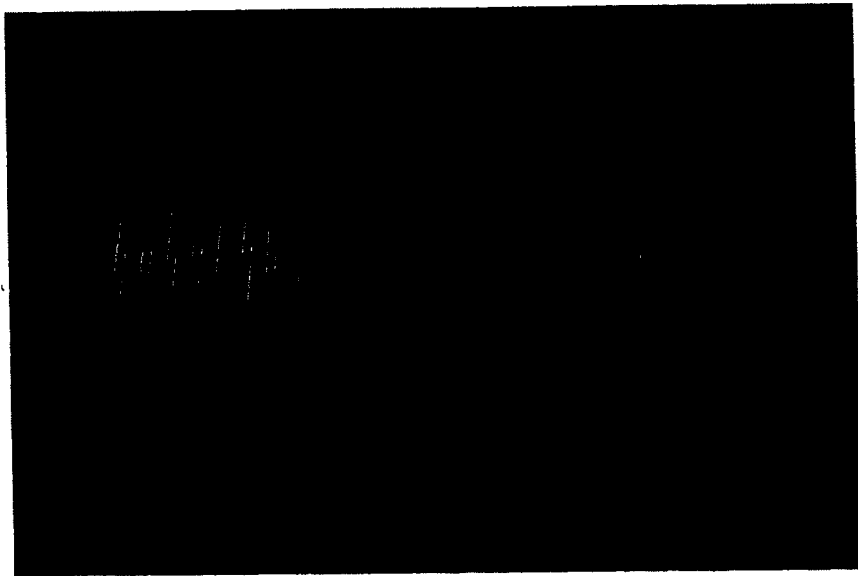


图 8

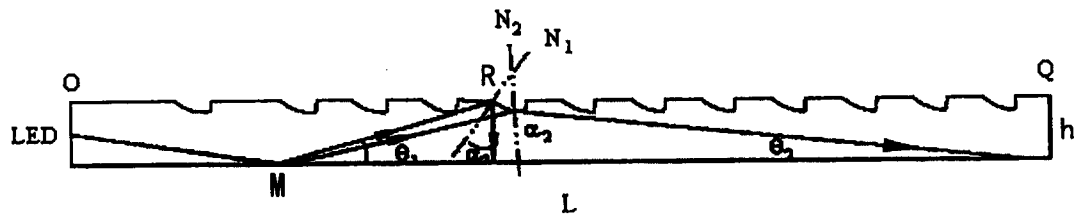


图 9