

文章编号:1007-2780(2011)04-0460-04

低功耗液晶电视 LED 背光源设计

华广胜,布占场,郑效盼,李 智,孙彦军,
王贺陶,王伯长,王 飞,颜 凯,鹿 堃

(北京京东方光电科技股份有限公司,北京 100176,E-mail:hgs-4111@163.com)

摘 要: 通过合理选材并优化机械结构,设计了一款低功耗的 118 cm(47 in)LED 背光源。对膜材进行筛选,采用 1 层扩散膜、2 层棱镜膜和 1 层双层增亮膜(DBEF)进行搭配,保证了背光源的亮度。根据试验确定了 LED 之间的距离、LED 发光面到导光板(LGP)入光面之间的距离和 LED 发光面与 LGP 入光面两者的垂直距离。依据上述试验数据进行样品制作并与同类产品对比测试,结果表明:在满足同等光学特性的前提下,所设计的 LED 背光源具有低功耗的优点。

关 键 词: 低功耗;LED 背光;光学膜材;机械结构

中图分类号: TN873 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3788/YJYXS20112604.0460

Design of LED Backlight Module for Low Power LCD TV

HUA Guang-sheng, BU Zhan-chang, ZHENG Xiao-pan, LI Zhi, SUN Yan-jun,
WANG He-tao, WANG Bo-chang, WANG Fei, YAN Kai, LU Kun

(Product Development Institute, Beijing BOE Optoelectronics Technology Co., Ltd.,

Beijing 100176, China, E-mail: hgs-4111@163.com)

Abstract: A 118 cm(47 in) LED backlight was designed with reasonable selecting sheets and optimizing the mechanical structure. To ensure the brightness of backlight, a piece of diffusion sheet, two pieces of prism sheets and a piece of DBEF were combined. And the distance between LED and LED, the gap between LED and LGP, were determined by a series tests. Then according to the tests results, 118 cm(47 in) LED backlight sample was assembled. Comparing with other products, the module has the lowest power consumption than others with the same optical performances.

Key words: low power; LED backlight; optical sheets; mechanical structure

1 引 言

自从欧盟施行了 RoHS 标准,以消除在欧盟成员国销售的电子产品中的铅、镉、汞、六价铬、多溴联苯和多溴联苯醚等物质以后,以汞作为主要成份的冷阴极荧光灯(CCFL)注定将逐渐退出历史舞台。同时,绿色环保的 LED 亮度的提高,促使 LED 背光技术得到了极大的发展。LED 背光

凭借着色域广、工作电压低、响应时间短等优点,已呈现出取代 CCFL 背光的趋势^[1]。在当今低碳环保的主题下,低功耗的 LED 背光的竞争优势更加明显。

如何实现低功耗是 LED 背光的主要研究方向之一。LED 背光主要由 Back Cover、LGP、膜材、Mold Frame、LED Bar、Bezel 和 Panel 等组成,其能耗主要体现在 LED Bar 上。通过合理设

计背光结构,挑选适合的膜材搭配,减少 LED 数量,提高 LED 的利用效率,可以大幅降低 LED 背光的功耗。本文设计了一款 118 cm(47 in)LED 背光源,通过对背光结构的设计和膜材的筛选,在保证背光亮度和均一度等光学特性的前提下,减少了 LED 的数量,将背光的功耗控制在了较低水平。

2 LED 背光设计

LED 背光目前主要分为两种:直下式和侧光式。所谓直下式就是在背光的整个背面全部设计 LED 灯,通常应用于大尺寸的背光,其优点是亮度和均匀性好,缺点是使用的 LED 数量较多,发热现象明显;侧光式是在背光的边缘处设计 LED 灯,通常应用于小尺寸的背光^[2],优点是使用的 LED 数量少,散热也较好。但随着 LED 亮度的提高和背光结构的优化,大尺寸 LED 背光的发展趋势将从直下式逐渐转变为四边侧光式,再到两边侧光式,最后将发展成为一边侧光式。虽然直下式背光的亮度和均一度都好于侧光式,但是侧光式背光的功耗要远远小于直下式。本文设计的 118 cm(47 in)LED 背光为上下两边侧光式,上下两边各有两条 LED Bar,每条 LED Bar 上有 60 颗 5630-LED,其结构如图 1 所示(文中 Panel 透过率设置为恒量)。5630-LED 的亮度在 2010 年 1 月是 57 lm/W,2010 年 3 季度已经提升到 70~75 lm/W,预计 2011 年 3 季度将提升到 83~85 lm/W。随着 LED 发光效率的提高,能耗将进一步下降。

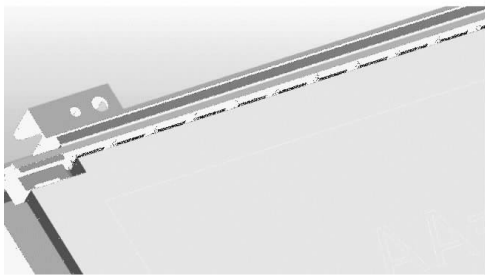


图 1 侧光式 LED Bar 结构图

Fig. 1 Structure of edge type LED Bar

2.1 膜材筛选

膜材的选择直接决定了 LED 背光的性能。为了使用尽可能少的 LED 而又保持良好的光学特性,本文设计的 LED 背光选用了 1 层扩散膜、2 层棱镜膜和 1 层双层增亮膜(DBEF),膜材参数如表 1 所示。扩散膜可以改变 LGP 出射的光路,

让射出的光更加均匀;还可以隐藏 LGP 上的 dot,使从正面看不到散射点的影子,扩大视野角,提升辉度。棱镜膜即增亮片,主要利用全反射和折射定律,将分散的光集中于一定角度范围内出射,从而提高该范围内的亮度。DBEF 是本文 LED 背光模组的关键膜材,可以使整个模组的亮度提升一倍,其工作原理如图 2 所示。DBEF 可以将不能通过下偏光片的光线反射回背光,经背光的二次反射,部分光线又可以通过 DBEF 和下偏光片出射。经过多次回收和利用,光的透过率得以大幅提高。

表 1 膜材参数

Table 1 Parameters of sheet

Item	Type	Number	Thickness	gain
Diffusion Sheet	CH193	1	0.20t	-
Prism Sheet	ASQ10	2	0.28t	1.69
Top Sheet	DBEF	1	0.38t	1.90

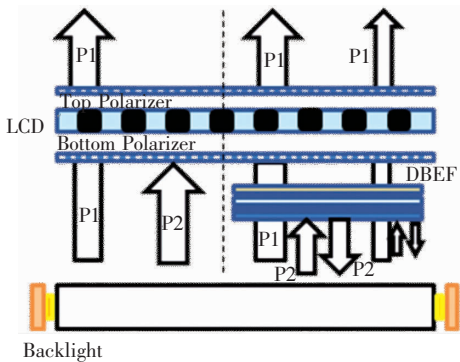


图 2 DBEF 工作原理示意图

Fig. 2 Operation principle of DBEF

2.2 与 LED 相关间距的设计

对背光的合理设计可以提高 LED 的利用效

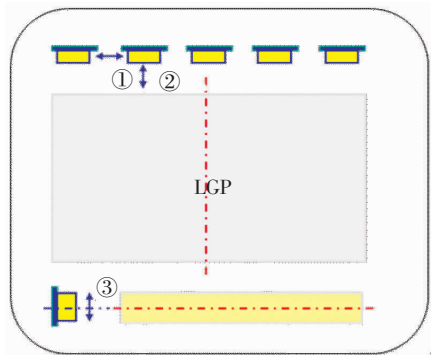


图 3 LED 相关间距示意图

Fig. 3 Gap between LED&LED/LED&LGP

率。影响 LED 利用效率的结构参数主要有 3 个：LED 之间的距离^[3]；LED 发光面到 LGP 入光面之间的距离；LED 发光面和 LGP 入光面两者的垂直距离。如图 3 所示。只有将三者综合考虑才能最大化 LED 的利用效率，从而降低功耗。

2.2.1 LED 间距

由于 LED 是端面发光，图 4 所示为 LED 端面发光示意图，整个 LED Bar 是不连续的光源，因此，当 LED 之间的距离过大时，亮度会下降，并且可能产生明暗相间的 Hot Spot 现象；当 LED 之间的距离过近时，虽然亮度得到较大的提高，但需要 LED 的数量也会增加，导致 LED 的低利用效率和背光的高功耗。图 5 是试验得到的 LED 亮度分布曲线，从图中可以看到，随着 LED 距离的增大，亮度下降；在 LED 之间的距离 $d > 4.35$ mm 时，还会出现 Hot Spot 现象，曲线波动越大说明 Hot Spot 越明显。同时 LED Bar 的总长度应该小于 LGP ($1\,067 \times 604.8$)，所以为了保证 LED 的亮度以及避免 Hot Spot 现象，取 LED 之间的距离 $d = 3.35$ mm。

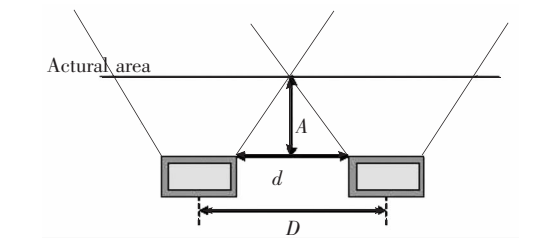


图 4 LED 端面发光示意图
Fig. 4 LED emitting face

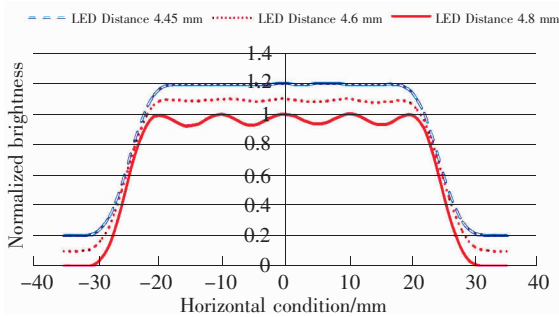


图 5 LED 之间距离与亮度分布曲线
Fig. 5 Curves of LED&LED distance-brightness

2.2.2 LED 发光面到 LGP 入光面的距离

理论上 LED 的发光面到 LGP 的入光面之间的距离越小越好，这样可以充分利用 LED 所发出的光；但在实际情况中，由于加工精度、不易组装

等问题，不可能达到零间距。对 LED 发光面到 LGP 入光面的距离进行试验，得到 LED-LGP 之间距离与入射效率的拟合曲线，如图 6 所示。可以看出，入射效率随 LED 和 LGP 之间的距离增大而减小，在距离小于 0.8 mm 时，入射效率降低比较缓慢且在 95% 以上。因此，考虑到实际加工精度和装配因素，取 LED 发光面到 LGP 入光面的距离为 0.8 mm。

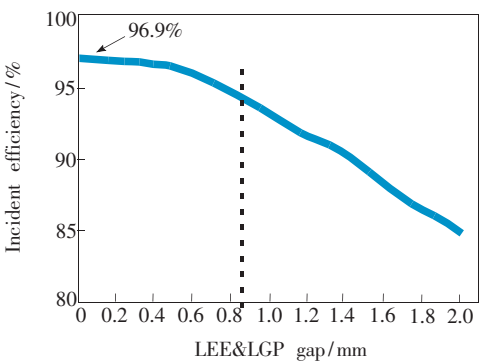


图 6 LED&LGP 距离的入射效率分布曲线
Fig. 6 Curve of LED&LGP incident efficiency-gap

2.2.3 LED 发光面和 LGP 入光面的垂直距离

LED 发光面和 LGP 入光面两者之间的垂直距离通常会被忽略，但如果两者之间的距离过大，也会严重影响入射效率。通过试验发现，两者之间的距离在 ± 0.2 mm 范围内时，入射效率变化缓慢，且保持在 95% 左右，所以控制 LED 发光面和 LGP 入光面的垂直距离在 ± 0.2 mm 范围内即可。图 7 所示为两者之间的距离与入射效率的关系。

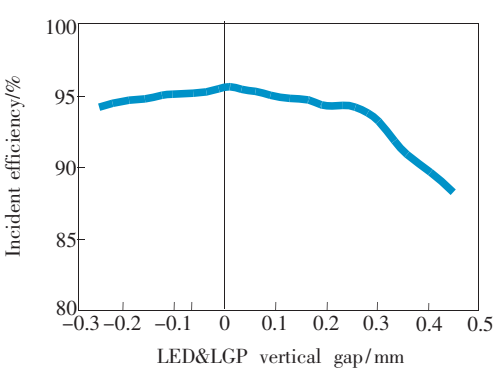


图 7 LED&LGP 垂直距离的入射效率分布曲线
Fig. 7 Curve of LED & LGP incident efficiency-vertical gap

3 LED 样品测试结果

根据上述关键设计参数和膜材的选取进行样

品制作。图 8 所示为 118 cm(47 in)LED 背光源的实物图将样品与同类产品进行了比较,具体测试结果如表 2 所示。

本文中设计的样品在保证光学性能的前提下,实现了低功耗的目标,达到了《平板电视能效限定值及能效等级》中规定的一级能耗,产品的厚度和色域也具有一定的优势。



图 8 118 cm(47 in) LED 背光源
Fig. 8 118 cm(47 in)LED backlight

表 2 样品测试结果
Table 2 Test results of module

Parameter	S 社	L 社	47" Mockup Sample
Resolution	1 920×1 080	1 920×1 080	1 920×1 080
Outline dimension/mm	1 076.5(H) ×634.7(V)	1083.6(H) × 628.8(V)	1084(H) × 630(V)
Thickness/mm	12.6(max.)	23.6(Typ.)	11.2 To B/C
Weight/kg	11.5	15	13.69
Module brightness/cd	450	450	444
Color Gamut/%	80	72	74
BL power consumption/W	168	102	87.5
LED quantity	420ea (6bar,7S10P)	264ea(4bar,22S3P)	240ea(4bar,20S3P)
Lamp life/min	50 000	30 000	30 000

4 结 论

设计了一款 118 cm(47 in)LED 背光,选用 1 层扩散膜、2 层棱镜膜和 1 层 DBEF 组成背光模组。根据试验对影响 LED 利用效率的相关尺寸进行了

优化:LED 与 LED 之间的距离 $d=3.35\text{ mm}$,LED 发光面到 LGP 入光面的距离为 0.8 mm ,控制 LED 发光面和 LGP 入光面水平中心的距离为 $\pm 0.2\text{ mm}$ 。在保证背光光学特性的前提下,尽可能减少了 LED 的数量,实现了背光的低功耗。

参 考 文 献:

[1] Anandan M. Progress of LED backlights for LCDs [J]. *J. SID*,2008,16(2):287-310.
[2] 马丽,张丽蕾,万丽芳. 一种直下式 LED 背光源的设计[J]. *现代显示*,2009,20(9):50-54.
[3] 刘钱飞,张小宁,刘纯亮,等. LED 背光源亮度均匀性改善方法[J]. *真空电子技术*,2009,(6):17-20.