

文章编号:1007-2780(2011)04-0455-05

液晶电视用低功耗 LED 背光模组设计

乔中莲,杨东升,刘 飞

(北京京东方茶谷电子有限公司,北京 100176,E-mail:qiaozhonglian@boe.com.cn)

摘 要: 根据光源入光位置的不同,设计了两款 81 cm(32 in)低功耗 LED 背光模组,从结构、光学、热学等关键问题出发进行分析设计,采用 88 颗 5630LED 灯制作了背光模组,验证结果表明,背光模组的功耗只有 34.85 W,中心亮度可达到 6 930 cd/cm² 以上,均齐度在 79% 以上。
关 键 词: 背光模组; 低功耗; LED
中图分类号: TN141.9 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3788/YJYXS20112604.0455

Design of Low Power LED Backlight Module for LCD TV

QIAO Zhong-lian, YANG Dong-sheng, LIU Fei

(Beijing BOE Chatani Electronics Co. Ltd., Beijing 100176, China, E-mail:qiaozhonglian@boe.com.cn)

Abstract: Low power consumption has been development tendency of electronic product, with popularization of LCD TV, LCD TV of the low power consumption become the pursuit of the goal of electronic products. According to the light in different position, this paper introduces the design of two 81 cm(32 in) low power LED backlight module. From key point of the structure, optical, thermals to analyze and design, the module was fabricated using 88ea 5630 LED. The test results verified that the power consumption is only 34.85 W, center brightness can reach 6 930 cd/cm², the uniformity is over 79%
Key words: backlight module; low power; LED

1 引 言

液晶显示技术以其平板化、高分辨率、高对比度、无电磁辐射、低功耗、数字式接口、易集成等特点率先进入平板显示市场并不断拓宽其应用领域^[1]。LCD 作为一种被动显示器件,本身并不发光,因此背光模组在整个显示系统中起着十分重要的作用^[2-3]。背光模组是液晶显示模组的关键零部件,其功能是提供亮度充分与分布均匀的光源,使液晶屏能够正常显示影像,显示器的亮度、颜色、功耗等指标都依赖于背光模组的性能。传统的液晶显示背光源采用的是冷阴极荧光灯(CCFL),但发光二极管(LED)由于其寿命长、驱

动电压低、节能、不含汞、色彩还原性好等诸多优点已广泛应用在液晶显示器件中^[4-8],并被认为是 CCFL 的理想替代产品。
低碳经济是以低能耗、低污染、低排放为基础的发展模式,发展低碳经济已经是全球最大的共同话题。2010 年 12 月 1 日发布的《平板电视能效限定值及能效等级》规定了平板电视的能效等级、能效限定值、节能评价价值,以及能源效率和被动待机功率的测量方法和检验规则。标准规定,平板电视能效被分为 3 个等级:一级代表最佳节能效果,二级为节能产品评价等级,三级为市场准入等级。所以低功耗已经成为液晶电视必须追求的目标之一。本文使用较少数量的 LED 设计了

两款 81 cm(32 in)低功耗 LED 背光模组,具有成本低、热现象容易解决的优点,适合于当今市场的需求。

2 81 cm(32 in)LCD TV 主流产品现状

目前市场上销售的 81 cm(32 in)液晶电视,亮度基本为 350~450 cd/cm²。各厂家液晶屏的透过率略有不同,大部分为 5%~6%,如果不采用 DBEF 结构,背光模组的亮度在 7 000 cd/cm²左右。从背光模组的光源来分析,一种是 CCFL,一种是 LED。

目前市场上的 81 cm(32 in)CCFL 背光模组,通常采用 4 根 U 型灯管或者 8 根直灯管的直下式结构,每根 U 型灯管的工作电压为 1 500 V,工作电流为 12 mA,总功率为 72 W,在这个功率下可以满足 7 000 cd/cm²的亮度。8 根直型灯管和 4 根 U 型灯管的功率基本相当。

市场上 81 cm(32 in)LED 背光模组,采用的是灯条分布在背光模组上下侧的侧光式结构,使用较多的是 5630LED 灯,多达 144 颗,单颗 LED 的电压为 3.3 V,电流为 120 mA,总功率为 74.45 W。

3 81 cm(32 in)低功耗产品的设计

随着节能环保的大力提倡,功耗的降低成为

各大厂家不断努力的目标。本文所设计的 LED 背光模组是侧光式超薄结构,总厚度只有 9.8 mm,采用 88 颗 5630LED 灯,单颗 LED 的电压为 3.3 V,电流为 120 mA,总功率为 34.85 W,此款背光模组的功耗还不到市场主流产品的 1/2。灯条分布有两种方案,第一种方案是灯条分布在背光模组的上侧,第二种方案是灯条分布在背光模组的左右两侧。

3.1 光学设计

相对于直下式结构和四侧入光的侧光式背光模组来说,上侧入光和左右侧入光的侧光式背光模组的光学设计较难,尤其是上侧入光,还要进行不对称的设计。首先要进行 LED 选型,LED 的选型很重要,LED 的颗数和规格参数都要综合考虑,要保证足够的光通量。本设计采用的 LED 是白光双芯片。首先通过光学软件进行光学模拟,把 LED、膜片的规格参数以及设计的光学网点输入进行模拟,直到光学数据满足规格要求,画面品质良好为止。

本设计采用 5630LED 作为光源,长单边结构每两颗 LED 灯之间的距离是 8.7 mm,双短边结构每两颗 LED 灯之间的距离是 9.1 mm。灯与导光板的间距都是 0.9 mm, P/A 值(灯间距与灯到有效发光区距离的比值)都大于 0.5。LED 规格参数如表 1 所示。

表 1 LED 规格参数
Table 1 List of LED specification

正向电压/V			光通量/lm			视角/(°)	测试条件
最小	标准	最大	最小	标准	最大		
3	3.3	3.6	23	29	38	120	$I_F=120\text{ mA}$

导光板光学网点设计的要点是:入光侧网点尺寸要小且点间距要大,同时密度分布要小;远光端网点尺寸要大且间距要小,同时密度分布要大。网点多采用圆形、矩形,也可以采用六边形。网点的大小也要考虑实际情况,对于印刷导光板来说,如果网点太小,有可能会印不出来,或者可以印出来但量产性差,影响良率;如果网点太大,背光状态甚至液晶模块状态也能看到网点,会影响显示效果。所以在设计过程中要综合考虑这两方面。本文最终采用圆形网点,最小网点直径为 0.27 mm,最大网点直径为 0.5 mm,试验验证结果表

明画面分布良好。

常规的光学设计在 LED 灯的颗数较少时,为了保证辉度,光学膜片结构都采用一层扩散片加一层棱镜膜加一层双层增亮膜(Dual Brightness Enhancement Film, DBEF)。而本设计的背光模组采用的光学膜片结构是一层扩散片加一层 90°棱镜膜加一层 0°棱镜膜,通过光学设计完全可以达到光学规格。用一层增亮膜(Brightness Enhancement Film,BEF)替代一层 DBEF 还可以降低成本。

3.2 结构设计

无论灯条分布在背光模组的上侧还是左右两

侧, 结构设计的思路是一致的, 只是在结构细节上会有差异。对于背光模组来说, 结构设计的首要任务是要选定后期与之配合的液晶屏, 然后根据客户要求的尺寸如外长外宽、厚度、客户用孔等展开来设计, 以有效发光区中心为设计中心, 通过 X 方向和 Y 方向的截面图, 根据各部件之间的间隙和部件厚度, 从外到内, 从下到上逐步展开, 从而确定各部件的外形尺寸。然后, 通过多个截面图把各部件的配合关系表达清楚, 从而保证各部件装配的合理性。整个结构主要包括: LED 灯条、导光板、上框架、背板、膜材和散热片。

图 1 所示为 LED 灯条分布在背光模组的上侧边, 共 88 颗灯, 每两颗灯之间的间距为 8.7 mm, 均匀排列。由于单边长度较长, 如果采用一个灯条, 制作和组装工艺性差, 所以一般都采用两个灯条, 每个灯条分布 44 颗灯。

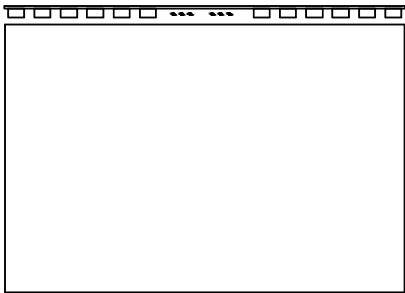


图 1 灯条分布在背光模组上侧

Fig. 1 Distribution of light bar upside of backlight model

图 2 所示为 LED 灯条分布在背光模组的左右侧边, 共 88 颗灯, 每个灯条 44 颗灯, 每两颗灯之间的距离为 9.1 mm, 灯条对称分布。

图 3 所示为 81 cm(32 in)背光模组截面图, 灯条无论在上侧分布还是左右两侧分布, 结构都

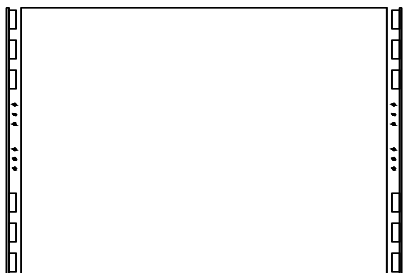


图 2 灯条分布在背光模组左右两侧

Fig. 2 Distribution of light bar on the left and right of backlight model

类似, 会根据具体的配合关系有相应的变化。在结构设计时要考虑光学提供的参数, 如 LED 灯相对于有效发光区的距离和 LED 灯与导光板的距离, 根据这些已知条件合理安排其他结构。

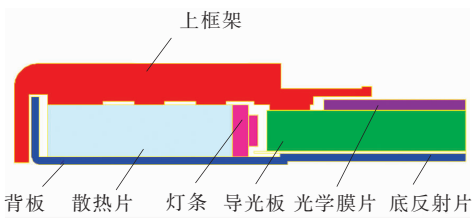


图 3 81 cm(32 in)背光模组截面图

Fig. 3 Section of 81 cm(32 in) backlight model

3.3 散热设计

LED 的功耗有 30% 转变成光能, 剩下的 70% 都转化成热能, 所以 LED 工作时会产生大量的热量, 如果热量不能及时散掉, 结点温度升高会造成禁带宽度变窄, 使得发光波长偏移, 引发更多的非可见光辐射, 导致 LED 亮度衰减。另外, 晶片温度过高会对晶片黏接胶及四周的保护胶造成不良影响, 加快其老化速度, 甚至可能引起失效, 导致 LED 寿命缩短。热量不及时散去还容易导致放置 LED 边的膜材产生姆拉现象。所以背光模组的热问题严重影响背光模组的寿命和品质。

为了达到较好的散热效果, 首先要把 LED 焊接在铝基板上, 然后采用铝制散热片, 通过导热系数较高的散热胶带把灯条和铝制散热片紧密接触, 最后铝制散热片与背板通过螺丝固定接触。这样可以使 LED 的热量快速地从灯条传递到散热片, 再从散热片传递到背板上, 背板上的热量通过电视机机壳内外的空气对流散掉, 保证 LED 芯片不会大量积聚热量, 芯片的温度一直低于结温, 背光模组能够正常良好地工作。

4 样品制作和测试

此次样品共制作了 10 台, 左右入光和上侧入光背光模组各 5 台。测试结果表明, 上侧入光样品由于其光源的不对称性, 均齐度只有 79%, 中心辉度可到达 7 162 cd/cm²。后期可根据量产需求再做光学调整。左右入光样品的中心辉度达到 6 930 cd/cm², 均齐度为 85.5%。

图 4 是上侧入光样品点亮的 CCD 图像, 从图像的分布来看, 上侧入光的背光模组由于其光源

的不对称性,整体分布较差,画面的上下两侧光学分布不均匀,整个背光模组的上半部更亮。这种单侧入光的光学设计难度大,但可根据实际需要多做几版,调整到高品质画面。

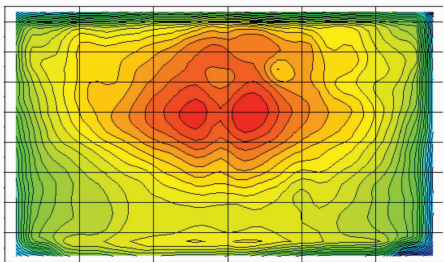


图 4 上侧入光样品点亮的 CCD 图像
Fig . 4 CCD image of upside light sample lighting

图 5 是左右侧入光样品点亮的 CCD 图像,从图像的分布来看,过渡比较均匀,画面良好,左右光学分布基本对称,上下光学分布基本对称。这种光源分布是对称结构的,光学设计很易实现。

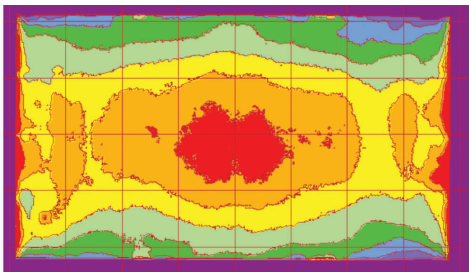


图 5 左右入光样品点亮的 CCD 图像
Fig. 5 CCD image of left and right light sample lighting

图 6 是 81 cm(32 in)背光模组样品,此样品简单大方,虽然是手工样品,但组装性好,整体的平整度好,有足够的强度,光学数据稳定,从而验证了设计的合理性。

图 7 是所设计的 81 cm(32 in)低功耗 LED 背光模组与某手机厚度的对比。此背光模组厚度只有 9.8 mm,从图中对比可看出,背光模组比市场上很多款手机都薄,实现了薄型化。



图 6 81 cm(32 in)背光模组样品
Fig. 6 Sample of backlight module

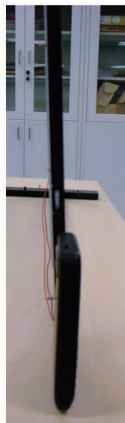


图 7 81 cm(32 in)低功耗背光模组与某手机厚度的对比
Fig. 7 Thickness contrast of 81 cm(32 in) backlight model and a mobile phone

5 结 论

设计了 81 cm(32 in)超薄液晶电视用低功耗 LED 背光模组,总功率只有 34.85 W,是目前市场上同尺寸 LED 背光模组功率的 1/2。根据其灯条位置的不同,共制作了两款。测试结果表明:上侧入光结构中心辉度达到了 7 162 cd/cm²,均齐度为 79%;左右入光结构中心辉度达到了 6 930 cd/cm²,均齐度为 85.5%。整机厚度只有 9.8 mm。此背光模组相对于市场产品,使用 LED 数量较少,所以背光模组成本较低,热现象容易解决,是一款更适合市场需求的产品。

参 考 文 献:

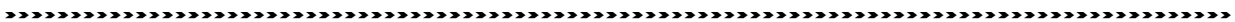
[1] 张成功,刘卫东. 动态控制的 LED 背光源设计[J]. 现代显示,2008,(7):51-54.
[2] 姚柏宏. 高亮度背光模组技术趋势[J]. 工业材料杂志,1993,(210):156-164.
[3] 赵申苓. 液晶显示器背光源驱动优化的探讨[J]. 液晶与显示,2006, 21(2):165-168.
[4] 李东平,缪春燕,刘丽芳,等. 白光 LED 用 YAG:CE³⁺ 荧光粉的研究进展[J]. 液晶与显示,2005, 20(6):526-531.

[5] 蒋大鹏,侯凤勤,赵成久,等. 白光发光二极管色坐标和显示指数的一致性[J]. 液晶与显示,2002,7(3):219-220.

[6] Harbers G, Hoelen C. High performance LCD backlight using high intensity red, green and blue light emitting diodes [C]//SID Sym. Dig., USA: SID, 2001,31:702-705.

[7] Sakai S, Mori A, Ishiguchi K, *et al.* A thin LED backlight system with high efficiency for backlight 22-inch, TFT-LCD[C]//SID Sym. Dig., USA: 2004,34:1218-1221.

[8] 刘波,章小兵. 使用多色 LED 补色的背光源[J]. 液晶与显示,2010,25(5):699-701.



科技参考文献著录的规则

根据中华人民共和国国家标准“文后参考文献著录规则”(GB/T7714-2005),《液晶与显示》编辑部希望广大作者在向本刊投稿时注意参考文献的著录。

1. 文后参考文献书写格式

期刊:[序号]作者. 文献题名[文献类型标志]. 连续出版物题名:其他题名信息, 年份, 卷号(期号):起止页码[引用日期]. 获取和访问路径.

例:[1]凌志华. STN-LCD 技术的发展[J]. 液晶与显示,2002,17(4):233-242.

例:[2]李晓东,张庆红,叶瑾琳. 气候学研究的若干理论问题[J]. 北京大学学报:自然科学版,1999,35(1):101-106.

例:[3]邵喜斌,王丽娟,李梅. a-Si:H TFT 亚阈值区 SPICE 模型的研究[J/OL]. 液晶与显示,2005,20(4):267-272. [2005-10-18]. http://www.wanfangdata.com.cn/src/szhqk/wf_szhqk_browser.Asp.

专著:[序号]作者. 题名[文献类型标志]. 析出文献其他责任者//专著主要责任者. 专著题名:其他题名信息. 版本项(第 1 版略). 出版地:出版者,出版年:析出文献的页码[引用日期]. 获取和访问路径.

例:[4]周其凤,王新久. 液晶高分子[M]. 北京:科学出版社,1994:27-38.

例:[5]日本学术振兴会第 142 委员会. 液晶器件手册[M]. 黄锡珉,黄辉光,李之熔,译. 北京:航空工业出版社,1992.

例:[6]母国光. 白光光学信息处理及期彩色摄影术[M]//陈星旦. 光学与光学工程,北京:科学出版社,2005:62-72.

例:[7]赵耀东. 新时代的工业工程师[M/OL]. 台北:天下文化出版社,1998[1998-09-26]. <http://www.ie.nthu.edu.tw/inf/ie.newie.htm>(Big5).

例:[8]陈兵,徐寿颐. 新型烷基环己基炔类液晶的合成与性质[C]//2002 年中国平板显示会议论文集. 深圳:深圳天马微电子股份有限公司,2002:167-168.

例:[9]闫石. 液晶光控取向膜材料的研究[D]. 长春:中国科学院长春光学精密机械与物理研究所,2001.

例:[10]全国文献工作标准化技术委员会第七分委员会. GB/T5795-1986 中国标准书号[S]. 北京:中国标准出版社,1986.

专利:[序号]专利所有者. 专利题名:专利国别,专利号[文献类型标志]. 公告日期或公开日期[引用日期]. 获取和访问路径.

例:[11]吕永积,王群伟,邵佑军,等. 平板真空摄像器件:中国,ZL95241185. 7[P]. 1997-08-09.

(下转 P543)