

· 光电器件与材料 ·

复合电极型 LCD 平板背光源

王奇观, 王素敏, 李建平

(西安工业大学材料与化工学院, 陕西 西安 710032)

摘要: 制备了一种分别利用不同导电介质为外电极的等离子体激发发光平板背光源. 这种电光源由 2 片平板玻璃中间充入纯氙气(气压 200 Torr)密封而成, 光源内表面上各涂敷一层荧光粉, 在上玻璃板的外表面上密封一薄层水膜为电极, 在下玻璃板的外表面上用透明导电胶粘上一层 ITO(氧化铟锡)导电薄膜为导电介质, 以 1.1 mm 厚的玻璃板作为介质阻挡放电层, 在高频交变电压的作用下产生等离子体, 激发荧光粉发光. 研究表明, 最大发光亮度可达 4 000 cd/m², 最佳激发频率 9.6 kHz, 发光均匀度大于 92%.

关键词: 复合电极; 平板背光源; 等离子体; 荧光灯

中图分类号: TN873.93; TN141.9

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2010)02-0038-04

A Complex Electrode Flat Back-light for LCD

WANG Qi-guan; WANG Su-min; LI Jian-ping

(College of Materials and Chemical Engineering, Xi'an Technological University, Xi'an 710032, China)

Abstract: A new flat back-light excited by plasma employing different conductive materials as the external electrode was developed. This back-light is composed of two sealed flat glasses in which the pure Xe (at pressure of 200 Torr) was inflated and a layer of phosphor was coated. A water film being considered as electrode was sealed on the out surface of the upper glass substrate, and an ITO film being considered as conductive medium was added on the out surfaces of the lower glass substrate by using the transparent conductive tape, where the glass with thickness of 1.1 mm was used as the dielectric barrier discharge layer. The white light was available by exciting the phosphor layer with the plasmas introduced by high-frequency voltage, whose luminance was 4 000 cd/m² accompanied with the lighting homogeneity over than 92%. The experimental results show that the most suitable driving frequency was 9.6 kHz.

Key words: complex electrode; flat back-light; plasma; fluorescent lamp

液晶是一种被动发光的显示器件, 其显示品质在很大程度上取决于背光源的发光特性^[1-4]. 目前 LCD 背光源品种繁多, 性能上也存在差异. 从发光机理上, 通常可将背光源分为荧光灯型背光源和非荧光灯型背光源; 从外观形状上, LCD 背光源通常可分为圆管型和平板型背光源, 前者也可以称为传统型背光源, 而后者是近年来才研制出的新型背光源^[5]. 随着大尺寸液晶显示器件的不断涌现, 具有

高可靠性的平板型 LCD 背光源备受瞩目, 目前已经成为平板显示背光源领域研究的热点. 为此, 德国 OSRAM 照明公司于 2000 年研制了一种按照平面介质阻挡放电原理发光的平板背光源 PLANON, 发光亮度可达 5 000 cd/m², 寿命超过了 10 万小时^[6,7]. 但是在制备这类背光源的金属电极层、介质层和荧光粉层时, 常常需要对玻璃基板一起进行反复烧结处理^[8,9], 因此会破坏样品的机械强度, 特别

收稿日期: 2010-02-25

基金项目: 浙江省博士后科研基金

作者简介: 王奇观(1976-), 男, 河南泌阳人, 博士, 主要从事光电功能材料与器件的研究.

是当玻璃基板尺寸较大时,还容易发生变形,降低表面平整度,所以该方法不宜实现大尺寸和大规模生产.在 PLANON 背光源的基础上,最近出现了一种新型的无电极型背光源^[10,11],在其内部只涂敷一层荧光粉,并且在玻璃板的外表面各密封一薄层市用水膜作为导电介质(简称为液体膜外电极型平板背光源).这种平板电光源的制备工艺只需要进行一次简单的烧结过程即可,玻璃板作为介质层,从而为平板背光源的大尺寸和大规模生产提供了可能.然而,由于在长时间通电发热的情况下,水膜本身的流动不稳定性增加,从而对背光源器件的发光性能产生不利的影响.但是,考虑到水膜的使用能很好的对电光源的发光颜色实现多途径的包装,例如加入各种颜料可获得霓虹灯的效果,所以提出了复合电极的工艺设想:在电光源的上玻璃板外表面依然采用水膜为电极,而在下玻璃板外表面使用透明固体 ITO 导电薄膜代替水膜,从而提高了其发光强度,为平板背光源的实用化打下了坚实的基础.

1 实验部分

1.1 原料与设备

玻璃板(对角线尺寸 3 inch,厚度 1.1 mm,进口钠钙浮法玻璃);白色荧光粉(主激发波长 172 nm,型号 GP-0464,分析纯),成份为 YOB([Y, Gd]BO₃:EU³⁺), LAP(LaPO₄: [Tb³⁺, Ce³⁺]), BAM(BaMgAl₁₀O₁₇:EU²⁺);氙气(进口级,纯度 ≥ 99.999%);ITO 薄膜(面电阻为 400 ± 100 Ω/aq,厚度为 125 μm,无锡康力电子有限公司);透明导电胶条(东莞市永盛包装胶垫制品厂,面电阻为 400 ± 100 Ω/aq);烘箱(定制有氮气保护,宁波东方加热设备有限公司);背光注入机(定制,型号 LC-300,台湾欧俞科技股份有限公司),主要作用是对样品进行抽真空、在定压氙气气氛中进行密封;彩色分析仪(型号 7120, Chroma).

1.2 平板背光源的制作

如图 1a 所示,这种复合电极型平板背光源内表面上不再需要烧结银电极,只涂敷一层荧光粉,厚度在 30 μm.待充完氙气密封后(压力 200 Torr),在上玻璃基板的外表面增加一层薄薄的空间(厚度为 0.2 mm),预留一个小孔以注入水和引出导线;在下

玻璃基板的外表面用透明导电胶条贴上一层 ITO 固体导电薄膜,然后施加高频电压进行驱动,从而使背光源发出均匀稳定的白色荧光(图 1b).

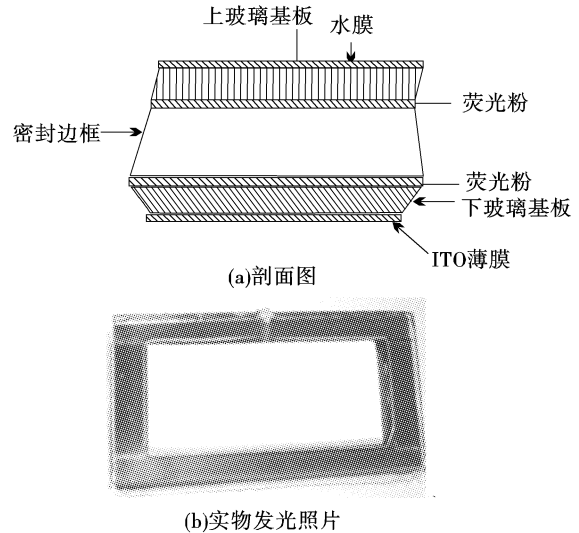


图 1 复合电极型平板背光源的剖面图
及其实物发光照片

实际上,上述背光灯也是一种对向放电型平板电光源,其上下玻璃基板上的液体水膜、固体 ITO 膜各相当于一块大面积电极,等离子体的产生在上下玻璃基板表面上的水膜和 ITO 膜之间进行,上下玻璃基板充当介质阻挡层.很显然,这种电光源由于节省了电极银的使用,从而使成本进一步下降;另外,由于只进行了一次烧结过程以排除荧光粉中的高分子黏结剂,这样就大大减少了热处理对玻璃基板的破坏作用,从而为大尺寸和大规模生产打下了基础.

1.3 驱动信号的波形

同液体水膜为外电极的平板背光源相似^[10],这种复合电极型平板电光源亦采用具有快速上升沿和下降沿的高电压脉冲信号进行驱动.如图 2 所示,每一个脉冲会产生 2 次放电:第一次放电(称为主放电)发生在电压脉冲的上升沿,此时的能量由外电路提供,在介质极化的作用下,沉积在玻璃板内表面上的相反电荷会产生一个壁电压,可抵消掉外加电压,而使放电熄灭.第二次放电(称为次放电)发生在脉冲下降沿,它由第一次放电时形成的壁电压超过氙气的着火电压所引起,这时体系所消耗的能量不由外电路注入,而完全是由壁电荷所存储的能量提供.由于此种单极性脉冲驱动模式能

充分利用壁电荷存储的能量,因此该方式是一种高光效的驱动模式。

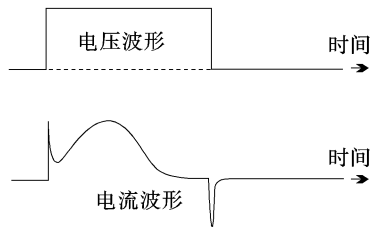


图2 驱动电路信号的波形示意图

2 结果和讨论

2.1 放电间隙对发光特性的影响

被激发气体的放电间隙是指相邻两电极间的三维空间,对于复合电极型光源来说,放电间隙主要指上下玻璃板之间的距离.从图3的测试结果可以看出,采用相同厚度的玻璃基板(介电阻挡层)和输入电压时,放电间隙越小,也就是说样品厚度越薄,发光越强.例如在同样的驱动电压下,样品厚度从1.5 mm减小到1 mm,其亮度则从3 560 cd/m²提高到3 880 cd/m².这是因为,放电间隙越小(即厚度越薄),气体放电过程中产生的准分子射线与涂覆在上下基板表面的荧光粉的作用就越强,接触也越充分,导致光效增强,亮度增加.需要指出的是,对于0.6 mm和1 mm厚度的样品而言,后者的亮度更高一些,例如在同样的激发电压下,前者亮度最高为3 290 cd/m²,而后者最高亮度为3 880 cd/m²,这可能是由于1 mm厚度的空间更有利于电子在阴阳两极间加速飞行,从而更充分的碰撞和激发惰性气体的缘故.同理,与1 mm厚度的放电空间相比,尽管1.5 mm厚度的空间最有利于发射电子在阴阳两极

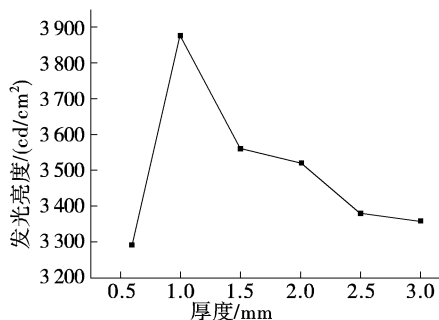


图3 复合电极型平板背光源在不同厚度的放电空间下的发光亮度

之间的加速飞行,从而使碰撞和激发惰性气体变得更充分有效,但是过高的电子速度却损坏了荧光粉层的吸附强度,使部分发光中心从前玻璃基板的内表面上剥落,导致表面发光亮度不如前者.由此可见,在其他条件一定的情况下,发光强度与放电厚度的关系是由激发电子及其产生的准分子射线与发光主体(荧光粉)共同作用的结果.在报道的试验参数下,1 mm厚度的空间为最佳放电发光尺寸.所以样品的尺寸,如没有特别说明,其放电厚度都选择为1 mm.

2.2 驱动电压对发光特性的影响

从图4可以看出,电压一旦超过着火点后,随着电压值的增加,其发光亮度亦增加.例如随着外部驱动电压从6.1 kV增加到7.7 kV,无极平板背光源的亮度从3 100 cd/m²增加到3 980 cd/m²,变化幅度非常明显.这是因为随着电压的增加,灯内电流增大,功率增加,从而使亮度增加.但是驱动电压不能无限制的增加,因为电压过高时,气体易被击穿,从而损坏背光灯;另外,当电压增加到一定值时,发光亮度变化就变得不明显,使光效下降.

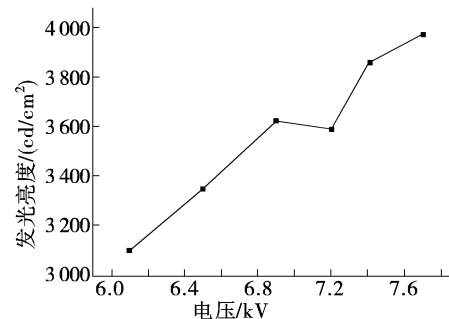


图4 复合电极型平板背光源在不同电压下的发光亮度

2.3 激发频率对发光特性的影响

对于介质阻挡放电光源来说,最佳激发频率是由介质阻挡层的组成、厚度和激发气体的纯度以及样品的尺寸共同决定的.在气体组成、样品尺寸和介质阻挡层组成都一定的情况下,最佳激发频率只和介质阻挡层的厚度有关.因为脉冲信号频率的大小不仅影响到输出电压的高低,还决定着在次放电过程中的消亡时间内能否发生介质阻挡层上的反电势激发气体的发光过程,从而提高电能的利用效率;而介质阻挡层的厚度则正是决定壁电荷和反电势大小的关键因素.因为介质阻挡层的厚度越厚,达到同样

激发强度的反电势所需要积累的壁电荷就越多,那么对主放电阶段进行的放电时间的要求就越长,而这个放电时间正是由脉冲频率所决定的.从图 5 可以看出,当频率在 9.6 kHz 激发时,平板电光源的发光亮度达到最高,而其消耗的功率却变化不大.

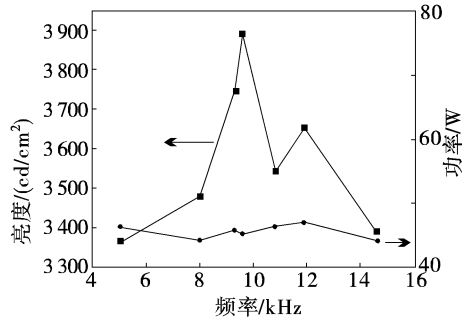


图 5 复合电极型平板背光源在不同频率下的亮度和功率值

2.4 发光均匀性

对制作的无极背光源进行表面 6 点亮度测试,结果显示,发光均匀性都超过 92%.与传统的 CCFL 荧光灯需要增加导光膜不同的是,该平板荧光灯可直接作为 LCD 背光源来使用.

3 结 论

利用复合电极薄膜代替液体水膜的简捷工艺制备了一种 LCD 平板背光源,使其发光亮度达 4 000 cd/m²,发光均匀度大于 92%,另外,如果采用导电能力更强的透明固体电解质作为电极,还可进一步优化平板电光源的发光特性,从而应用于 LCD 背光

显示和绿色照明领域.

参考文献

- [1] 王琼华,成建波,杨刚.透反液晶显示器[J].液晶与显示,2004,19(6):446-449.
- [2] 徐杰,杨虹,郭树旭,等.TFT-LCD 周边驱动电路集成化设计[J].液晶与显示,2004,19(1):42-46.
- [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] 刘敬伟,王刚,马丽,等.大尺寸液晶电视用 LED 背光源的设计与制作[J].液晶与显示,2006,21(5):539-544.
- [5] 季旭东.LCD 背光源产品的新发展[J].液晶与显示,2002,17(2):119-127.
- [6] 胡文波,张华.平面介质阻挡 Xe 放电荧光灯型 LCD 背光源的新进展[J].液晶与显示,2005,20(6):532-538.
- [7] Iimer M, Lecheler R, Schweizer H, et al. Hg-free flat panel light source PLANON-a promising candidate for future LCD back-lights [C]//SID'00 Digest, 2000:931-933.
- [8] Frank V, Lothar H, Simon J. Discharge lamp for dielectrically impeded discharges with improved electrode configuration:美国,US6411039[P]. 2002-06-25.
- [9] Lothar H, Frank V. Discharge lamp for dielectrically impeded discharges with a arrangement of support elements:美国,US2002163296[P]. 2002-11-07.
- [10] 王奇观,李建平,王素敏,等.新型无极 LCD 平板背光源[J].液晶与显示,2007,22(04):412-416.
- [11] 王奇观,李建平,王素敏.无电极型平面介质阻挡放电荧光灯及其制作方法:CN200710018181.0[P]. 2010-2-17.

(上接第 37 页)

- [5] Biswas R, Zhou D, Puscasu I, et al. Sharp thermal emission and absorption from conformally coated metallic photonic crystal with triangular lattice [J]. Appl. Phys. Lett., 2008, 93(6):063307(1-3).
- [6] John Sajeev, Wang Rongzhou. Metallic photonic-band-gap filament architectures for optimized incandescent lighting[J]. Phys. Rev. A, 2008, 78(4):043809(1-10).
- [7] Luo C, Narayanaswamy A, Chen G, et al. Thermal Radiation from Photonic Crystals: A Direct Calculation[J]. Phys. Rev. Lett., 2004, 93(21):213905(1-4).

- [8] Chan David L C, Solja ĆMarin, Joannopoulos J D. Direct calculation of thermal emission for three-dimensionally periodic photonic crystal slabs [J]. Phys. Rev. E, 2006, 74(3):036615(1-9).
- [9] Bell P M, Pendry J B, Moreno L M, et al. A program for calculating photonic band structures and transmission coefficients of complex structures[J]. Computer Physics Communications, 1995, 85(2):306-322.
- [10] Pendry J B, Mackinnon A. Calculation of photon dispersion relations[J]. Phys. Rev. Lett., 1992, 69(19):2772-2775.