

微细碳粉对新型投影显示屏光学性能的影响

石教华 钱志勇 崔建国 马莒生 耿志挺 刘豫东 严珉玉

(清华大学材料科学与工程系, 北京 100084)

摘要: 研究了微晶石墨和鱼骨状碳管的添加对新型投影显示屏光学性能的影响. 结果表明, 添加后投影显示屏样品的亮度并没有下降, 添加鱼骨状碳管的投影显示屏的亮度和亮度均匀性均高于添加微晶石墨的投影显示屏, 并从添加物的结构特点和散射机理方面进行了简单解释.

关键词: 鱼骨状碳管; 亮度; 亮度均匀性; 散射

EEACC: 7260D

中图分类号: TN873

文献标识码: A

文章编号: 0253-4177(2003)S0-0217-04

1 引言

在过去的 10 年里, 电影、动画、数字化图像处理、数字音频和投影等领域都在飞速地发展. 随着 LCD、DLP、LCOS 等大屏幕显示技术的成熟, 传统的显示屏已经不能满足人们对大屏幕显示技术的需要.

光电子技术的发展使得越来越多的聚合物基复合材料应用到大屏幕平板显示领域. 与其他材料相比, 聚合物材料具有质量轻、耐腐蚀、比强度高、电光性能好、容易加工、价格低廉等特点, 而且它们有相对较低的介电常数^[1], 因此, 广泛用于光学显示屏、光纤材料、光电器件等领域. 利用纳米粒子填充聚合物, 可以对聚合物基体的物理、化学性质产生特殊影响, 从而改善聚合物的综合性能^[2].

采用微晶石墨和鱼骨状碳管分散到光纤材料中制备的新型高亮度投影显示屏, 不仅可以作为黑色组元改善投影显示屏的对比度, 提高投影显示屏抗环境光干扰, 还可以改善投影显示屏的显示性能. 本文研究了微晶石墨和鱼骨状碳管的添加对显示屏亮度、亮度均匀性的影响, 纳米粒子的粒度对投影显示屏亮度均匀性的影响及其程度, 并进行了相关的理论分析.

2 实验

把相同质量微晶石墨和鱼骨状碳管分别加入新

型投影显示屏样品中, 充分混和, 制得厚度为 3mm 的样品 B、C, 并与未添加碳粉的投影显示屏样品 A 进行对比.

本文测试的光学性能参数为亮度和亮度均匀性.

2.1 亮度测试

亮度是光源在某方向的单位投影面积在单位立体角中辐射的光通量. 在相同投影面积, 垂直入射的条件下, 亮度的大小和光通量成正比, 用光通量的单位流明来说明亮度的大小. 本文所用的亮度测试仪器为 3M 投影机 and Spectra Scan650 色度亮度计, 测试条件为白光背底. 亮度测试示意图如图 1 所示.

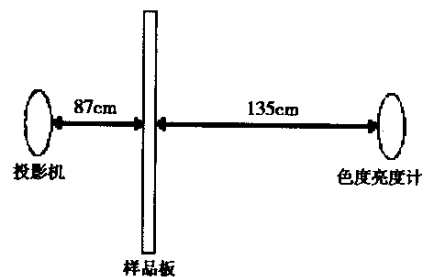


图 1 亮度测试示意图

Fig. 1 Scheme of test for luminance

2.2 亮度均匀性测试

亮度均匀性是反映边缘亮度与中心亮度的差异的一个物理量. 本文取 160mm × 160mm 大小的样品, 采用 ST-III 型照度计(照度计紧贴在样品表面)

和投影光机(样品处于投影光机的焦平面上)测试中心亮度 I_0 和四个角亮度 I_1, I_2, I_3, I_4 , 利用四个亮度和中心亮度的差异表征亮度均匀性, 测试条件为红、蓝光测试背景.

采用 CSM-950 扫描电子显微镜观察微晶石墨和鱼骨状碳管的结构和表面形貌.

3 结果与讨论

3.1 亮度

各样品亮度的测量结果见表 1.

表 1 各样品的亮度

Table 1 Luminance of samples

Sample	Additive powder	Center luminance/(cd · m ⁻²)
A	—	2163
B	Microcrystalline graphite	2089
C	Fishbone-like carton tube	2650

由表 1 亮度的测试结果可见, 新型投影显示屏添加微晶石墨后亮度略有降低, 而添加鱼骨状碳管后亮度明显提高. 结果表明: 添加微晶石墨对投影显示屏的亮度影响不大, 而添加鱼骨状碳管可以提高投影显示屏的亮度.

3.2 亮度均匀性

定义光强偏差 δ 来表征新型投影显示屏的亮度均匀性.

$$\delta = \frac{I_0 - (I_1 + I_2 + I_3 + I_4)/4}{I_0} \times 100\% \quad (1)$$

表 2 给出了添加微晶石墨和鱼骨状碳管的新型投影显示屏的中心和四角亮度(光通量)测试结果.

表 2 样品不同区域的光通量(亮度) 20lum

Table 2 Luminance of different area of samples

Luminance	Sample B		Sample C	
	Blue light	Red light	Blue light	Red light
I_0	34.0	12.0	43.5	15.5
I_1	33.0	11.0	43.0	15.0
I_2	32.5	11.0	42.0	13.5
I_3	33.0	11.0	42.5	14.5
I_4	33.0	11.5	42.0	15.0
δ	3.3%	7.3%	2.6%	6.4%
$\bar{\delta}$	5.3%		4.5%	

由表 2 亮度均匀性的测试结果可知, 添加鱼骨状碳管的投影显示屏样品 C 的蓝光测试条件下的

光强偏差、红光测试条件下的光强偏差和平均光强偏差均低于添加微晶石墨的样品 B. 结果说明, 添加鱼骨状碳管的投影显示屏样品亮度均匀性好(即中心区域的亮度到四周区域的亮度的变化程度减小), 显示性能好.

3.3 结构分析

利用不同高聚物之间折射率的差异^[3], 可以制备性能优异的光散射材料. 添加无机粒子, 可以增加光散射材料的光学均匀性, 从而改善其光学性能, 制备出性能优异的投影显示屏. 与可见光光波波长(400~700nm)相近或小于光波波长微细碳粉的加入, 虽然黑色组元在一定程度上降低了投影显示屏的亮度, 但它们可以起到散射中心的作用, 增强了光的散射, 使得投影显示屏的亮度并没有下降.

图 2 为所添加的微晶石墨和鱼骨状碳管的 SEM 照片. 片状微晶石墨的尺度大约为 200~1000nm, 鱼骨状碳管的直径约 50~120nm.

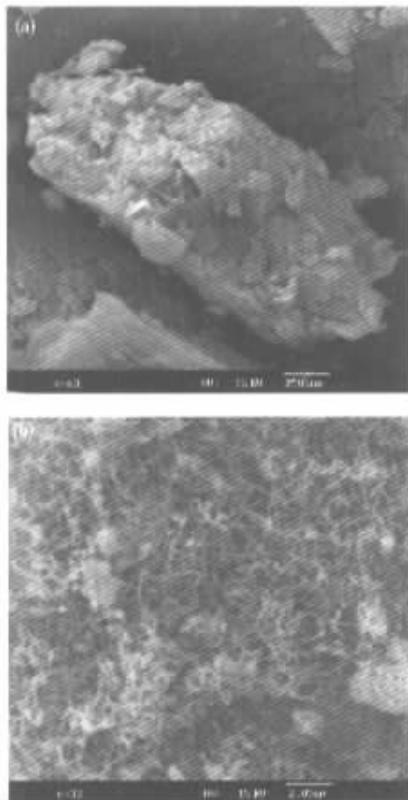


图 2 (a) 微晶石墨 SEM 照片; (b) 鱼骨状碳管的 SEM 照片
Fig. 2 (a) SEM image of microcrystalline graphite;
(b) SEM image of fishbone-like carbon tube

图 3 是分别添加微晶石墨和鱼骨状碳管后的投影显示屏的 SEM 照片。

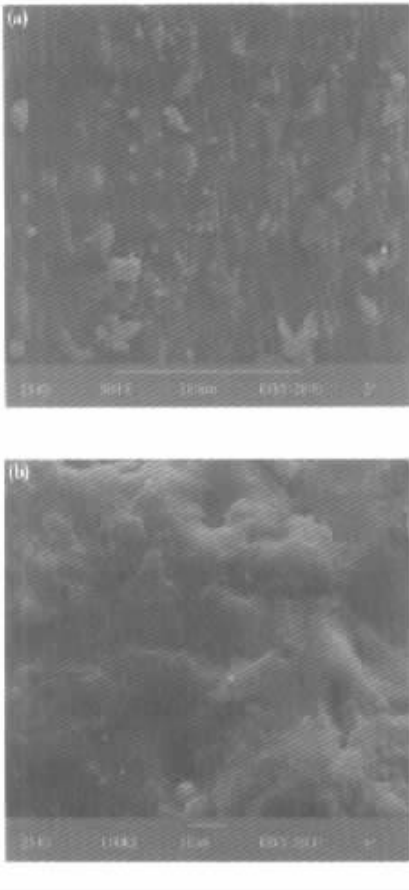


图 3 (a) 添加微晶石墨的显示屏图;(b) 添加鱼骨状碳管的显示屏

Fig. 3 (a) Screen added with microcrystalline graphites;(b) Screen added with fishbone-like carbon tube

从图 3 可以看出,微晶石墨比较粗大,在显示屏中分布不均匀,颗粒尺寸也参差不齐;而鱼骨状碳管能够比较均匀分布于基体材料中,同时由于颗粒直

径小,比表面积大,从而显著增加了显示屏的散射中心,增强了散射效应,改善了显示屏的亮度均匀性。

研究表明,添加微细碳粉投影显示屏样品分布的特点是有很大比例的原子处于缺陷环境中.与微晶石墨相比,纳米级的鱼骨状碳管具有很高的比表面积和大量的缺陷^[4,5].由图 2(b)可见,它是由大量的管状结构形成的类似于鱼骨形状的结构,这些管和管的空隙之间可富集尺寸更小的纳米粒子,使原子的位置偏离正常点阵的位置,从而改变了光在投影显示屏中的传输,导致光的散射和屏的增益提高,从而添加鱼骨状碳管的投影显示屏的亮度和亮度均匀性均高于添加微晶石墨的投影显示屏。

4 结论

研究表明,添加微晶石墨,改善了显示屏的对比度,而对其亮度影响不大;添加鱼骨状碳管的投影显示屏样品的亮度和亮度均匀性均明显提高,其原因是显著增加了散射中心,增强了散射效应,从而改善了显示屏的亮度均匀性。

参考文献

- [1] Tian Qian, Mao Xianhui, Sun Liqun. Optoelectronics technology and its progress. Journal of Applied Optics, 2002, 23(1):1[田芊,毛现辉,孙利群.光电子技术及其进展.应用光学,2002,23(1):1]
- [2] Wiczorek W. Temperature-dependence of conductivity of mixed-phase composite polymer solid electrolytes. Mat Sci Eng B-Solid,1992,11:108
- [3] Lantz W J. Generating besel functions in mie scattering calculations using continued functions. Appl Opt, 1994, 15(3):10
- [4] Zhu Tun, et al. Progress and application in foreign nanomaterials and nano-technology. Beijing: Chemical Industry Press, 2002:6[朱屯,等.国外纳米材料技术进展与应用.北京:化学工业出版社,2002:6]
- [5] Osman M A, Srivastara D. Nanotech, 2001, 12:21

Effect on Optical Properties of New Type Projection Screen by Fine Carbon Powder

Shi Jiaohua, Qian Zhiyong, Cui Jianguo, Ma Jusheng, Geng Zhiting, Liu Yudong and Yan Minyu

(Department of Materials Science & Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: Effect on optical properties of projection screen by fine carbon powder is studied. The results show that with the additive of microcrystalline graphite and fishbone-like carbon tube, luminance of projection screen can not be fallen; furthermore, luminance and luminance-homogeneity of projection screen which is added with fishbone-like carbon tube are better. Finally, the possible reasons are discussed from the additive structure and the scattering principle.

Key words: fishbone-like carton tube; luminance; luminance-homogeneity; scattering

EEACC: 7260D

Article ID: 0253-4177(2003)S0-0217-04