

光学薄膜在液晶投影显示技术中的应用

高劲松

中国科学院长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春(130022)

摘要 简要地介绍了传统的光学薄膜技术在现代液晶显示技术方面的应用, 着重介绍了偏振膜、分色膜、滤光片等在提高系统亮度、色饱和度等方面的应用。

1 前言

社会的发展和科技的进步把这个世界和生活在这个世界上的人们一起带入了一个信息时代。谁掌握了最多、最有用的信息, 谁就掌握了真正的财富, 谁就有可能把握住时代的脉搏。人类获得信息的最重要的渠道就是通过眼睛, 通过光学信息的传递。而可进行多媒体应用的大屏幕投影显示技术无疑将给人们通过视觉获得信息带来巨大的方便, 并因此具有极大的市场潜力。

目前可用于大屏幕投影的主要技术有: CRT 投影技术、DMD 投影技术、液晶投影技术、等离子体显示技术(PDP)等等。近年来, 由于液晶技术本身的飞速发展, 使得高品质、低成本的大屏幕液晶投影系统极有可能成为未来一段时间里大屏幕投影显示技术中的主流产品。

图 1 是一个典型的液晶投影显示光学系统的示意图。其中包括: 光源(金属卤素灯或高压水银灯-NSH)、照明光学系统(包括匀光系统和偏振转换系统)、分色与合色光学系统、液晶屏、投影光学系统等。

由于投影显示对于高亮度和高色饱和度的刻意追求, 高质量的液晶投影显示系统起码要具有以下两个特点: (1) 要求系统中各部分具有极高的光学效率; (2) 要求完成颜色分离与合成的光学元件具有极高的品质。为实现上述两个方面的性能, 光学设计工作者大

都根据具体情况为光学薄膜安排了重要的角色。因此液晶投影技术的发展对传统的光学薄膜技术提出了更高、更新的要求。

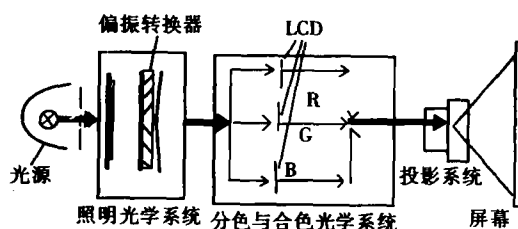


图1 液晶投影光学系统示意图

2 液晶投影技术中的光学薄膜

2.1 概述

光学薄膜技术是利用光在通过基片表面上分层介质的多个界面时所产生的反射及折射光线的干涉现象, 根据不同需要, 合理的设计与制作, 最终实现光波在界面上的相位、能量等特性的调整与再分配。一般来讲, 光学薄膜在光学系统中经常起着以下几方面的作用。

(1) 提高光学效率、减少杂光。如高效减反射膜、高反射膜。

(2) 实现能量的调整或再分配。如分束膜、分色膜、偏振分光膜就是根据不同需要进行能量再分配的光学元件。

(3) 通过波长的选择性透过提高系统信

噪比。如窄带及带通滤光片、长波通、短波通滤光片。

(4) 实现某些特定功能。如 ITO 透明导电膜、保护膜等。

在液晶投影显示的光学系统中几乎用到了上述所有光学薄膜的功能。

2.2 高效率的减反射膜与高反射膜

由于系统对于光学效率要求高,使用高效率的减反射膜与高反射膜可以使系统光学能量在通过每一个光学界面及在折光时的损失减到最小。同时能够最大限度地抑制杂光,消除鬼像,提高清晰度。

2.3 冷光镜及红外、紫外截止滤光片

由于液晶投影系统中往往为提高亮度而采用高功率的光源,它所发出的光谱中含有大量的紫外及红外光,利用冷光镜及红外、紫外截止滤光片可以除去系统中的有害紫外光及红外热量,防止液晶老化、提高系统的使用寿命。

2.4 偏振光转换膜

由于液晶使用要求偏振光源,这就要求将光源发出的光线转化为偏振光。而传统的非光学薄膜偏振器件,无论是利用拉伸方法制成的有机薄膜偏振片还是利用双折射晶体或金属网栅(metallic grid)等制作的偏振转换器往往都由于效率低、光谱范围窄、偏振度小等缺点必将带来亮度及颜色品质的损失,并且还可能由于吸收而使偏振片本身发热的缺点,因而难于在液晶投影系统中应用。人们利用光学薄膜制作的偏振分光元件(PBS),可以在比较宽的光谱范围内实现 P 光与 S 光的分离并获得了高的偏振度,再利用 $1/2$ 波片将 P 光转换为 S 光,使得从自然光到偏振光的转换效率大幅度提高。现在人们已经能够利用普通的光学玻璃(如 K9)作棱镜材料,以方便的 45° 角入射,根据布鲁斯特角原理,选取合适的光学薄膜材料,优化设计并制作了宽波段、高偏振度的 PBS 膜。但此种薄膜的角度效应明显,在偏离设计角度后 S 光的偏振度急剧下降,往往在空气中只

有 $\pm 2^\circ$ 的允差。许多薄膜工作者正在为设计和制作宽波长宽角度范围的偏振分光膜而努力工作。^[1]

2.5 分色与合色光学薄膜

在液晶投影显示系统,颜色的分离与颜色的合成一般是由光学薄膜来完成的。为了提高系统的品质,一般要求制作的分色膜不仅具有高的波长定位精度,而且为了保证颜色的高品质,还要求分色镜的光谱曲线在分离波长处具有高的陡度特性,在截止带具有深的截止度,在通带具有高的透射率、小的波纹度。^[2]并且由于分色镜往往处于带有一定发散角度的光路中,需要进行特殊的非均匀楔形膜层的设计与制作。

合色系统可以采用棱镜合色或平板合色两种方案,在棱镜合色方案中由于偏振效应的关系一般采用 S 光进行设计。

2.6 塑料光学元件镀膜技术在投影显示技术中的应用前景

塑料光学元件便于大批量规模生产,并具有重量轻、成本低、效率高等诸多优点。在液晶投影技术中大量的采用塑料光学元件,这是它走向规模生产,走进千千万万普通百姓家庭中的必由之路。因此,塑料元件的镀膜技术必将在未来的液晶投影显示技术中大显身手。

塑料元件的镀膜技术关键在于低温成膜技术。即在不加温的情况下获得坚固、耐久、无吸收的高品质的光学薄膜,这对成膜工艺提出了较高的要求。而最近 20 年来先后出现的离子辅助镀膜技术(IAD)、反应离子镀膜技术(RIP)、等离子体增强的离子辅助镀膜技术^[3]等使在低温的情况下获得优质光学薄膜具有可行性。因此,利用先进的光学镀膜技术解决塑料光学元件的镀膜问题,使塑料光学元件在液晶投影显示中得到应用是现实可行并有广阔前景的。

3 结语

液晶投影技术的发展与传统的光学薄膜

将为光学薄膜及相关产业的发展提供一个新的契机。(No. 2)

参考文献

- [1] Li Li, J. A. Dobrowolski, B. T. Sullivan and Z Pang. Novel thin film polarizing beam-splitter and its application in high efficiency projection display[C]. Proc. SPIE, 1999, 3634: 52~62.
- [2] Chii-Hua Lee, Sen-Chrong Shiau, Rung-Ywan Tsai, Fang-Chung Ho. Design and fabrication of optical thin film color splitting and combining comment for projection display[C]. Proc. SPIE, 1998, 3296: 246~254.
- [3] A Zoller, S Beiburenger, R Gotzemann, K Matl. Plasma ion assisted deposition: A novel technique for the production of optical coatings [C]. Proc. SPIE, 1994, 2253: 394~402.



美国将研制通用型导弹发射平台

据新型多种防空导弹发射架方案的设计师约翰·瑞安宣称,通用型导弹发射架是一种先进的设计方案,在5年~10年内有可能投产。