

文章编号:1005-5630(2004)02-0207-04

荧 光 滤 光 片

胡 澎, 马利伟

(中国大恒光学薄膜中心, 北京 100070)

摘要:主要叙述了目前在国内外汽车修理行业正广泛使用的汽车油箱检漏装置中的重要光学元件——荧光滤光片的设计与制造, 并对此光学元件使用原理和检漏装置的应用进行了基本的介绍。

关键词:荧光滤光片; 设计与制造; 汽车油箱检漏装置

中图分类号:O484

文献标识码:A

Fluorescent filter

HU Peng, MA Li-wei

(Optical Thin Film Center of China Daheng Group, Beijing 100070, China)

Abstract: This article main describes the design and production of fluorescent filter, it's an important optical component for the leak hunting device and extensive applying in the internal and overseas. The use of optical element and application of the device will be introduced.

Key words: fluorescent filter; design and production; auto leak hunting

1 引 言

近年来, 随着国内外光电行业的稳步发展, 新型的光电产品日益出现, 由于其中许多产品均要用到光学薄膜元件, 故光学薄膜的应用领域不断扩展, 特别是 WTO 的进入, 汽车行业的发展将接受严峻的挑战, 其势必会推动汽车修理行业的发展。

作为汽车系统的安全卫士——汽车检漏装置, 同样需要光学薄膜元件的辅助, 现对于应用于汽车检漏装置中的荧光滤光片的设计和制造进行了一定的研究和开发工作, 对其发展趋势具备一定的了解, 希望大家共同探讨。

2 汽车油箱检漏装置及荧光滤光片的工作原理

汽车检漏装置的结构相当简单, 主要由黑色圆筒、光源、电路、荧光滤光片共同组成, 与手电筒形状极为相似, 具体系统图形如图 1 所示:

将电源夹的地线头和火线头分别夹在汽车油箱附近的接头上, 打开开关, 光源照射在荧光滤光片上, 由于滤光片本身将 480nm~750nm 区域内的可见光线全部截止, 并透过 380nm~440nm 紫蓝光, 通过光筒透射出来的紫蓝光线直接照射在汽车油箱上。

* 收稿日期: 2003-11-30

作者简介: 胡 澎(1977-), 男, 湖南湘潭人, 助工, 学士, 主要从事光学薄膜工艺制备和膜系设计方面的研究。

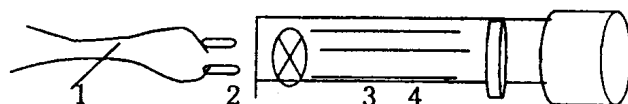


图 1 汽车检漏装置系统图

1—电源夹；2—光源；3—荧光滤光片；4—黑色圆筒。

当然，所以会选用 $380\text{nm}\sim 440\text{nm}$ 的紫蓝光，主要是根据目前普遍使用的荧光剂的荧光波长来决定的，而对于其他可见光从 $480\text{nm}\sim 750\text{nm}$ 部分的背景光需要通过荧光滤光片全部截止掉，截止度越深，背景光干扰越小，检查越准确。虽然可通过增加荧光剂来提高荧光强度来降低对其要求，但是检查工作多在厂房内进行，光线较弱，且通过这一方法既费成本，又没有什么明显作用，所以在镀膜镜片的指标上对于截止深度的要求多在 $10\text{E}-4$ 量级（特别是对于荧光剂遇油后会改变本色，可能为黄色、绿色或红色），那么对此颜色光的背景截止深度的要求就更高了。

在检查汽车油箱是否出现漏油现象时，一般都会在容易出现的部位抹上了专用的荧光剂（多为进口产品），检修工人在检漏时需配带 UV-BLOCK Glass（紫外截止镜，滤去可视的紫蓝光线），当由光筒发射出来的紫蓝光线照射在荧光剂上时，若在此部位仅有荧光剂存在的话，荧光剂仅会有荧光现象，如果发现荧光剂表面反射某种颜色的话，这是由于液体与荧光剂反应的原因。毫无疑问，可以通过此原理及方法检查汽车油箱或是其他可能发生泄露的设备。

3 荧光滤光片的设计与制备

目前，无论是国内还是国外，镀膜材料都非常有限，虽然一些材料研制厂家不断地推出新型材料，但是可供薄膜工作者使用的，特别是应用于可见光区域的镀膜材料更是屈指可数。因此，在膜系设计之前，先要进行材料的选择。

3.1 材料的选择

镀膜材料的种类很多，且数量也有上百种，但可供使用的仅有几十种，例如： TiO_2 、 Ta_2O_5 、 $\text{TiO}_2(7:3)$ 、 Al_2O_3 、 ZrO_2 、 SiO_2 、 MgF_2 、 Sc_2O_3 等等，表 1 着重介绍了几种常用材料的光学特性。

表 1 材料特性

序号	名 称	规 格 (mm)	纯度(%)	密度 (g/cm^3)	熔点 ($^{\circ}\text{C}$)	蒸发温度 ($^{\circ}\text{C}$)	折射率	透明波段 (μm)	蒸发方式
1	二氧化钛	$\phi 5, \phi 10$	99.99	4.29	1800	2200	2.3	0.36~9	E
2	钛钽混合料	$\phi 5$	3:7 混合		1800	2200	2.2	0.36~9	E
3	氧化铝	$\phi 1\sim\phi 3$	99.99	4	2045	2000~2200	1.59~1.62	0.17~9	E
4	氧化锆	$\phi 35\times 15$	99.99	5.5	2700	2500	1.9~2.05	0.25~9	E
5	氧化硅	$\phi 1\sim\phi 3$	99.99	2.2	1610	1600~2200	1.45	0.2~9	E
6	氟化镁	$\phi 1$	99.99	3.18	1396		1.38	0.24~9	E
7	氧化铪	$\phi 2\sim\phi 5$			2000	2200	1.65~1.71	0.24~9	E

通过上表，可以看到材料的各项参数，按关心程度顺序排应该是折射率、纯度、密度、透明波段、蒸发方式、熔点和蒸发温度，其中尤以折射率、纯度和烧结密度更为重要。

由于荧光滤光片需要截止较宽范围的（即黄、红光，特别是黄光）波长，所以在选材时，中等和中高等折射率的材料基本被否定，那么就剩下高折射率和低折射率的氧化钛、钛钽混合料和氧化硅、氟化镁。

氧化钛价态过多，即使使用五氧化三钛、三氧化二钛，折射率不稳定的问题仍然不能很好解决，对人为经验要求过高，很难达到人人能镀，大批量生产的需要。

钛钽混合料（3：7）虽然折射率稍有降低，但在可见区也可达到 2.2 左右，折射率容易控制，且材料蒸发比较容易，非常适合要求中高档的产品需要。

氧化硅材料是最理想的低折射率材料，目前为止，还没有发现比它更适用于可见区的材料，氟化镁材

料虽然折射率低,可减少层数,但应力大,抗水性差的毛病依然存在,高温处理虽能解决一定问题,但使制备工艺和效率都有所降低。

由此可见,钛钽混合料和氧化硅变成了最佳选择^[1]。

3.2 设计^[2,3]

膜系是由 Macleod 薄膜设计软件设计而成,考虑到工艺的简单和可操作性,以及时间和大批量生产的需要,大部分层数采用规整设计,为了确保连接带的透过率较高,一、二层采用了非规整设计,如果需要,倒数几层也可以考虑,关键在于提高可操作性和膜层之间的低敏感度问题。

最终设计为: $/1.26H1.136L(HL)^8 1.21H0.979L + (HL)^9 H0.5L$ / 第一部分波长为 530nm,第二部分为 640nm。

此膜系除第一、二层外,对折射率的稳定性要求不是很高,厚度控制要求精准,波长位置的叠加也要准确,否则也会降低连接处的透过率。荧光滤光片设计曲线如图 2 所示。

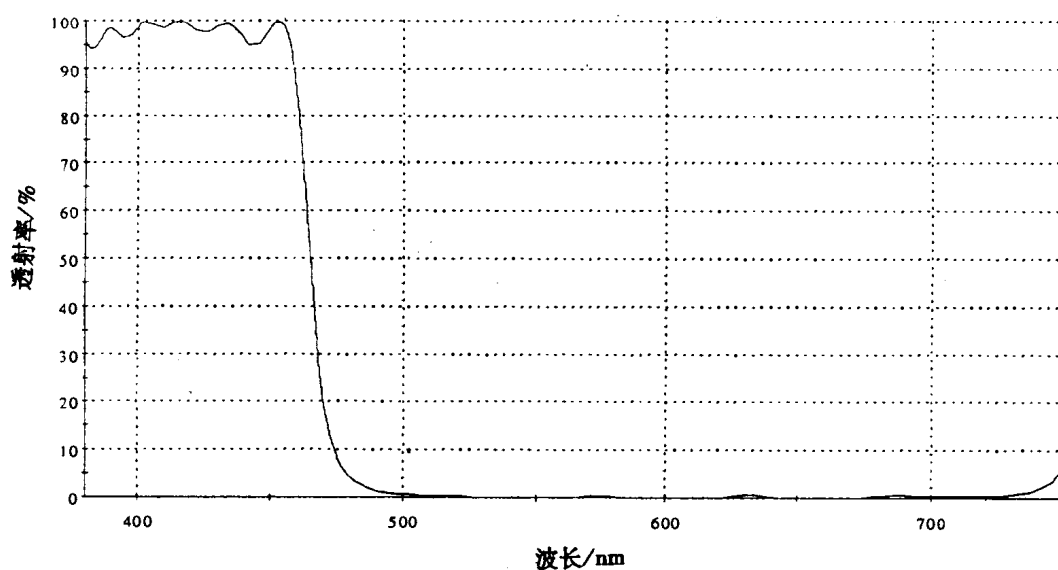


图 2 荧光滤光片设计曲线

3.3 制备

镀膜机:北仪 800 型镀膜机

控制方法:光学透射控制

镀膜实验中常见问题(详见图 3、图 4):

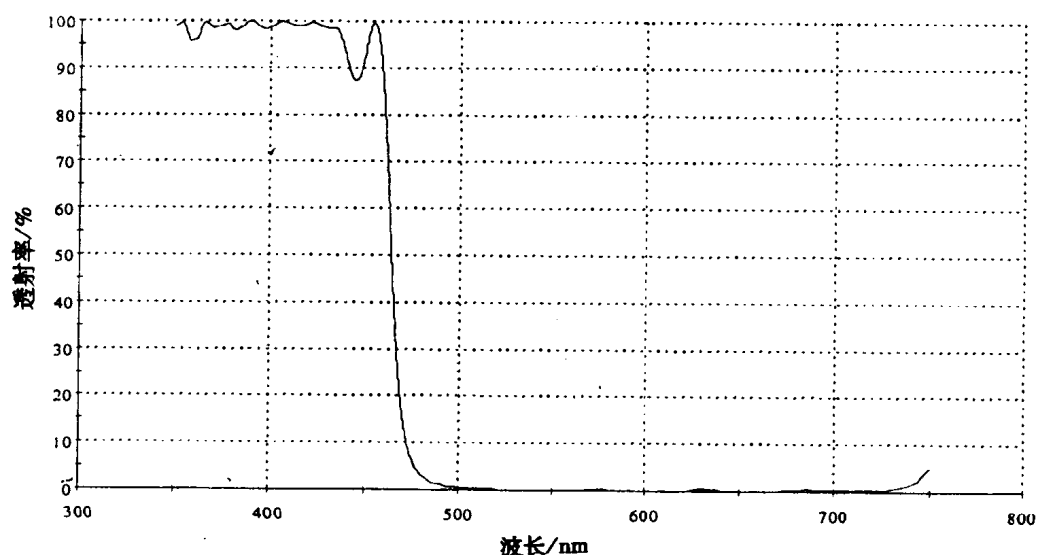


图 3 荧光滤光片实验曲线 I

原因:1、2层和19、20层误差造成

解决办法:通过材料实验,摸清镀膜设备材料折射率,精准控制膜层厚度。

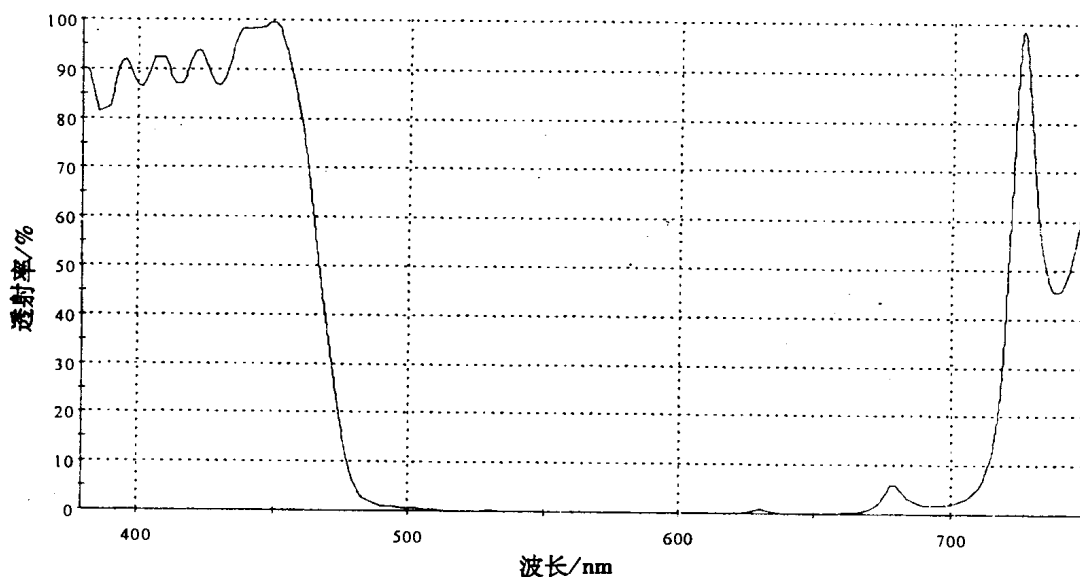


图 4 荧光滤光片实验曲线Ⅱ

原因:波长控制问题很大,两控制波长之间太接近,造成控制问题。

解决办法:设备调试时应调至成直控。

在控制过程中,可使用多个控制片,避免走值变少,加剧误差^[4]。

4 结 论

荧光滤光片属于较高难度的镀膜产品,无论从设计还是制备考虑,要求都很高,为了能够制备出稳定、高性的产品,必须对镀膜设备的性能参数在调试设备时就列一个参数表,方便将来的产品需要。

5 参考文献

- [1] 顾培夫. 薄膜技术[M]. 杭州:浙江大学出版社,1990. 103~110.
- [2] 唐晋发,郑 权. 应用光学薄膜[M]. 上海:上海科技出版社,1984. 183~201.
- [3] Ronald R, Willey. Practical design and production of optical thin films[J]. Optical Engineer, 1996, 56: 105~123.
- [4] 顾培夫,唐晋发. 薄膜制备技术[J]. 光学学报, 1984, 4(12): 1088.