

新 产 品

多功能镀膜机的研制

卜忍安, 王文江, 张劲涛
(西安交通大学, 西安 陕西 710049)

Research and Manufacture of a Multi-Function Film Coating Machine

BU Re-nan, WANG Wen-jiang, ZHANG Jin-tao
(Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

Abstract The performance of various films and the requirements for CRT are discussed. A multi-function film coating machine for CRT has been developed, which mainly consists of a vacuum system, a vacuum evaporating system and a control system. The machine not only can coat white-Al and black-Al for CRT screen but also can coat a gradually change filter used in the exposure unit. The reliability of the machine system are greatly enhanced because of the electrode structure of large current and the magnetic drive adopted. The PLC used in the control system assures the system can control the coating processes automatically.

Keywords CRT; White-Al; Black-Al; Gradually change filter; PLC

摘 要: 论述了在CRT中各膜层的作用以及对膜层的要求, 研制了一台彩色显像管制造用多功能镀膜机。它主要由真空系统、真空蒸发系统和控制系统等组成。该镀膜机不仅可对CRT的屏蒸亮铝和黑铝, 而且可蒸镀曝光台调整用的渐变滤光片。由于采用了大电流电极结构、磁力传动器等技术, 使系统可靠性大大提高。控制系统采用了可编程序控制器(PLC), 使系统实现了自动控制。

关键词: CRT; 亮铝; 黑铝; 渐变滤光片; 可编程序控制器

中图分类号: TN 305.8 **文献标识码:** A

从80年代初开始, 我国陆续引进国外几十条彩色显像管生产线, 屏幕尺寸由14英寸到29英寸。在这些生产线上运转的蒸铝小车和滤光片镀膜机, 清一色是国外进口的。初步估计, 仅花在蒸铝小车和滤光片镀膜机上的费用在20亿元以上, 造成这种局面的原因之一是国产设备和元器件质量不可靠, 另一个重要原因是国内镀膜界(特别是设备制造厂)对CRT的技术和工艺不熟悉, 对各种膜层对CRT的影响不熟悉。随着市场的激烈竞争, 各生产厂都有朝大屏幕、高清晰度CRT方向发展的倾向, 预计在今后几年内, 新一轮34"左右的大屏幕CRT引进热潮有可能展开, 镀膜机作为CRT制造的关键设备也有引进的趋势。

在研究CRT技术和工艺的基础上我们研制一台CRT制造用多功能镀膜机, 它主要完成以下功能: (1) 对CRT蒸镀亮铝(White-Al)。

收稿日期: 1999-03-26

- (2) 对 CRT 蒸镀黑铝(Black-Al)。
- (3) 蒸镀曝光台用图形滤光片。
- (4) 蒸镀曝光台用 S 校正滤光片。

1 各种膜层的作用及 CRT 对膜层的要求

1.1 亮铝膜的作用及 CRT 对亮铝膜的要求

在三色荧光粉用光刻工艺涂敷于屏面上后, 要对荧光屏蒸镀一层高反光的亮铝膜。这层铝膜可以大大提高 CRT 的亮度 and 对比度, 提高屏电位和防止离子斑。亮铝膜是利用在高真空状态下蒸发高纯度金属铝而形成的。

CRT 要求蒸发形成的亮铝膜具有以下特点: (1) 膜层致密、导电性好, 缺陷少, 特别是不能有块状铝蒸散到屏面上。(2) 反射率高, 达 90% 以上。(3) 有一定的厚度, 能有效阻挡负离子轰击荧光屏形成离子斑。(4) 电子穿透该铝膜能量损失小。(5) 化学性能稳定, 后工序的高温处理对膜的反射率无影响。(6) 满足一定的膜厚分布, 间接调整 CRT 的亮度分布。

1.2 黑铝膜的作用及 CRT 对黑铝膜的要求

在 CRT 中是用荫罩分色的, 阴极发射的电子中有 80% 打至荫罩上。在吸收电子束能量后, 荫罩的温度会升高并产生热变形。严重时会产生拱起, 使电子束着屏变坏, 影响 CRT 的色纯。若能有效的降低荫罩在工作过程中的温度, 就会大大降低荫罩的热变形和拱起, 改善 CRT 的色纯。在 CRT 屏的亮铝膜后面, 在低真空中蒸发一层多孔的、辐射系数较高的黑铝, 就能有效地吸收荫罩辐射出来的热量, 降低荫罩的工作温度。

CRT 要求黑铝膜与亮铝膜附着牢固, 并具有较高的辐射系数和较低的电子能量损失。

1.3 图形滤光片作用及制作

用光刻工艺制作荧光面及黑底时, 要求曝光台在屏面上的照度按一定规律分布。一般来说, 屏边沿的照度要达到屏中心照度的 80% 以上。而曝光光源(高压水银灯)在屏面上各点的裸照度与光源的距离平方成反比, 与角度的余弦成正比, 远远不能达到要求。因此, 必须制作一块滤光片, 使曝光光源在屏面上形成的照度分布满足曝光要求, 该滤光片就是图形滤光片。

图形滤光片的形状是一个沿半径方向透过率渐变的滤光片, 由于所透过的是紫外光, 所以对滤光片的基材玻璃和蒸镀材料有一定的限制。目前, 蒸镀的材料一般为 Ni-Cr 或 Fe-Ni 合金。同时为了提高膜层与基材玻璃的附着力以及提高膜层的耐磨性能和抗化性, 一般选择 $MgF_2-(Ni-Cr/Fe-Ni)-MgF_2$ 膜系。在高真空环境中, 当在蒸发源与旋转的工件间放置一块开口模板, 如图 1, 由于开口模板的遮挡作用, 蒸发在样品上的膜层厚度不仅与蒸发源有关, 而且还与模板的开口形状有关。只有穿达模板开口的蒸发材料才能蒸镀在样品上(如图)。由于样品是旋转的, 所以在样品上得到的将是在半

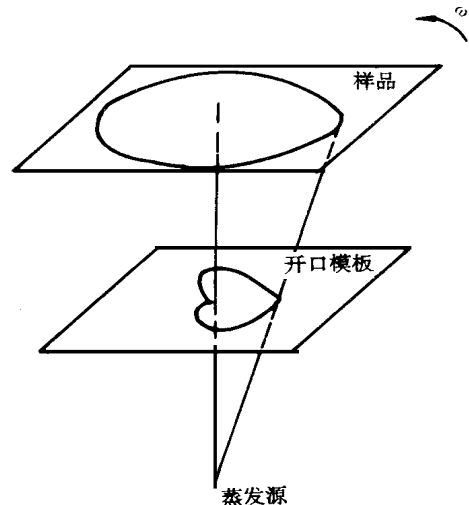


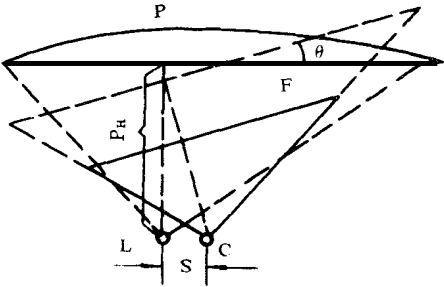
图 1 渐变滤光片蒸镀原理

径方向膜厚随模板开口形状渐变的滤光片。

1.4 S 校正滤光片作用及制作

S 校正滤光片是用来消除边束曝光时在屏面上形成与中束曝光所产生的照度不对称性和调整屏面总照度的, 边束与中束曝光的不对称性是由于曝光光源移动产生的。

点蒸发源镀膜与光源的辐射具有某种形式的相似性, 如图 2。当蒸发源与滤光片相对位置与光源与屏面的相对位置相等时, 则 $\theta = \arcsin S/P_H$, 此处滤光片位于屏与蒸发源中间。根据实际尺寸, 利用相似比, 并经实验来确定滤光片玻璃板蒸镀时的倾斜角 θ 与照度分布的非对称量关系曲线, 从而确定出所需要的倾斜角 θ 。也就是说, 在蒸镀时将玻璃板倾斜一个 θ 角, 使边束曝光光源正上方的滤光片透过率低些, 中束曝光光源正上方的滤光片透过率高些, 就可以制作出 S 校正滤光片。



P 为显像管屏; F 为滤光片; C 为蒸发源; L 为边束曝光光源位置, P_H 为光源与屏封接面的距离

图 2 S 校正滤光片校正原理示意图

2 多功能镀膜机设计方案

在一台镀膜机上完成以上工作是一项艰巨而复杂的任务。经过调研和论证^[1,3], 我们确定了该镀膜机的整体设计方案。

2.1 真空系统的设计

真空系统的结构如图所示。当要对屏蒸亮铝膜时, 关闭手动碟阀 6, 打开手动碟阀 11 后, 整个抽气、蒸发、放气、停机等过程就可以自动完成。当需要对屏蒸黑铝膜时, 设置好手动微调阀后, 整个过程也可以自动完成。

当要蒸镀滤光片时, 关闭手动碟阀 11, 开启手动碟阀 6, 整个过程也可以自动完成。

该真空系统的参数如下:

机械泵抽速: 81/s

扩散泵抽速: 21001/s

扩散泵极限真空度: 7.5×10^{-5} Pa

主抽气管道: $\phi 200$

粗抽及预抽管道: $\phi 80$

蒸铝箱极限真空度: 3×10^{-3} Pa

蒸铝工作周期: 20 min

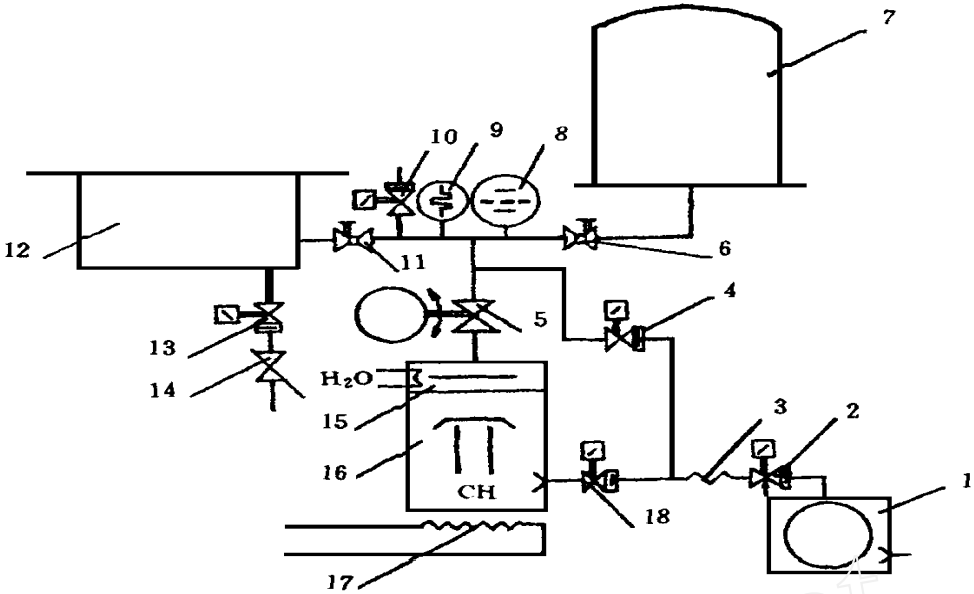
滤光片室极限真空度: 7×10^{-4} Pa

蒸镀滤光片工作周期: 40 min

2.2 滤光片室设计

滤光片镀膜室尺寸为 $\phi 50 \times 550$, 它由样品架、托盘、屏蔽罩、观察窗、快门、加热舟、模板、模板架及碘钨灯等组成(见图 4)。滤光片室主要蒸镀三种不同的膜料, 因此需要三个加热舟及三组变压器。工件的旋转选用直流伺服电机, 通过磁力传动器和摩擦轮实现了样品架旋转速度的控制。

采用磁力传动器是为了将真空动密封问题转化为真空静密封, 提高密封的可靠性, 在磁力传动器中, 我们采用了永磁低钴四极 8 对、磁能积 35 兆奥期特的磁铁, 同时设计了小巧可靠的快门机构、观察窗(见图 5)、大电流电极(见图 6)等部件, 为了提高镀膜质量, 我们采用碘钨灯对样品加热, 最高加热温度 250°C 。



1 为机械泵; 2 为电磁带放气阀; 3 为波纹管; 4 为粗抽阀; 5 为闸板阀; 6 为蝶阀; 7 为钟罩; 8 为电离规; 9 为电阻规; 10 为电磁放气阀; 11 为蝶阀; 12 为蒸铝箱体; 13 为电磁阀; 14 为微阀; 15 为水冷挡板; 16 为扩散泵; 17 为炉盘; 18 为预抽阀

图 3 多功能镀膜机真空系统结构示意图

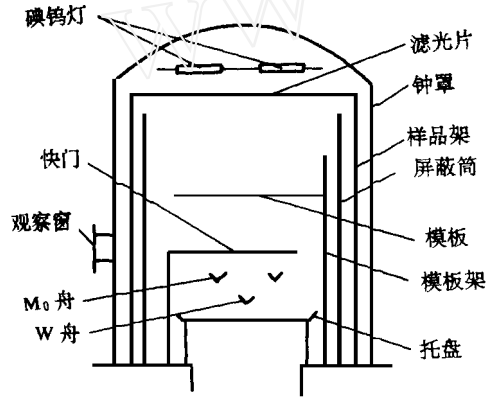


图 4 滤光片镀膜室结构示意图

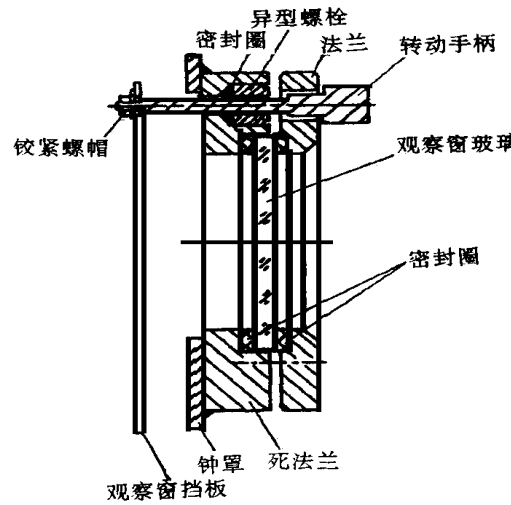


图 5 观察窗结构示意图

2.3 蒸铝箱设计

蒸铝箱要能够镀 14", 20", 25" 的亮铝膜和黑铝膜, 因此, 除以上三个尺寸屏的工装和屏蔽罩外, 还要解决大腔体压力计算, 加强盘设计计算, 蒸发源调整对膜厚影响的设计计算等问题, 通过计算, 用四组位置可调的蒸发源, 每组蒸发源最大电流 200 A, 通过调整蒸发电流和蒸发时间, 可满足铝膜膜厚和均匀性的要求[2]。

2.4 控制系统的设计

蒸发过程包括预热—蒸发—缓慢蒸发三个过程, 该设备由于有 7 个蒸发源, 所以蒸发过

程有 21 个, 为了实现全自动控制, 就必须有 21 个蒸发控制输出和 21 个蒸发时间调整, 再加上真空系统控制、执行机构控制, 控制点多达 80 多个, 我们选用日本 OMRON 公司的可编程程序控制器 C60 主机+ C28 扩展作为控制系统的核心, 配合外电路实现了系统的全自动控制。

3 主要技术要点

该镀膜机功能强、结构复杂, 它具有如下特点:

(1) 针对 CRT 对各种膜层的要求, 设计了能同时蒸镀各种膜层的多功能镀膜机。

(2) 真空系统采用全不锈钢结构材料, 蒸铝密封圈采用耐高温、抗老化的硅橡胶材料, 其余密封全部采用氟橡胶, 大大减小了材料的出气, 减小了抽气时间。

(3) 观察窗小巧实用, 大电流电极结构可靠, 容易制作。

(4) 采用了磁力传动器, 使用真空动密封转化为真空静密封。提高了真空系统的可靠性。

(5) 采用可编程控制器作为系统的控制核心, 实现了系统全自动控制。

4 结束语

该设备经过调试, 达到了设计要求, 并通过了陕西省科委组织的专家鉴定, 鉴定认为“该设备填补了国内彩管专用镀膜机的空白, 技术达到国内领先水平。”在完成国家攻关任务中, 该设备发挥了重要作用。

参 考 文 献

- | | |
|--|---|
| [1] 丁伯民, 蔡仁良.《压力容器设计—原理及工程应用》, 中国石化出版社. | [3] 达道安等.《真空设计手册》, 国防工业出版社. |
| [2] 王建琪, 卜忍安.“彩色显像管铝膜厚度的数值计算与测试分析”,《西安交通大学报》Vol 29, No. 6, 1995, 6 | [4] OMRON 可编程控制器操作手册, 中国科学院计算中心鹭岛自动化工程公司. |

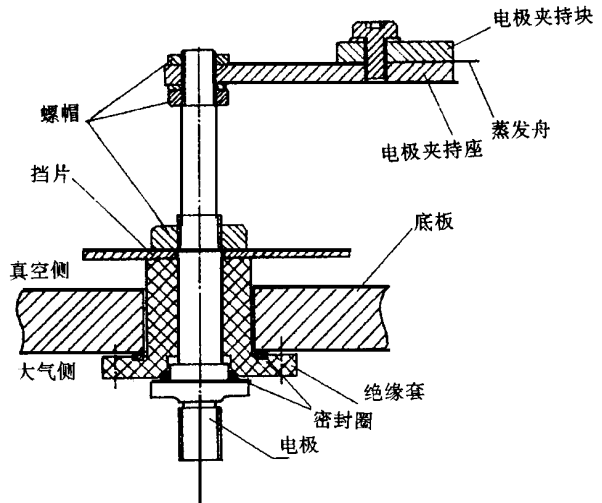


图6 大电流电极结构示意图

(上接第 58 页)

参 考 文 献

- | | |
|---|---|
| [1] Internet, 1998, http://WWW.tmd.co.uk/cat2.htm . | [5] 陈希孺. 数理统计引论 科学出版社 |
| [2] 姚一平等编著. 可靠性及冗余技术 航空工业出版社 | [6] 周纪梦编著. 回归分析 华东师范大学出版社 |
| [3] 张树钧编著. 黑白显像管和显示管 国防工业出版社 | [7] 袁淑君编著. 数据统计分析—SPSS/PC+ 原理及其应用 北京师范大学出版社 |
| [4] MIL-HDBK-217F, 美国军用手册 电子设备可靠性预计 | [8] Spss for Windows 从入门到精通, 电子工业出版社 |