

油膜光阀管中的电荷积累现象*

叶毓林

(中国科学院电子学研究所)

提 要

本文对油膜光阀管中电荷积累现象引起的图象扩大和红、蓝原色不能正确显示的原因进行了解释。

一、前 言

单枪密封彩色油膜光阀管是利用恒流的外光源再现彩色电视图象的。光阀就是控制光的阀门。最简单的光阀就是幻灯机或电影放映机。在再现电视图象的油膜光阀管中，被视频信号调制的扫描电子束在油膜面上沉积电荷，产生静电库伦力使油膜变形。最后在油膜面上产生和电视图象对应的高低不平的波纹。利用这种波纹，通过输入光栏 (Input mask)、纹影 (Schlieren) 透镜和输出光栏 (Output mask) 从氙灯光源发出的恒流光中分离出衍射光，通过投影物镜在屏幕上成像，再现出彩色电视图象。

图1是单枪彩色油膜光阀系统的工作原理图。它由密封式氙灯，密封式光阀管以及

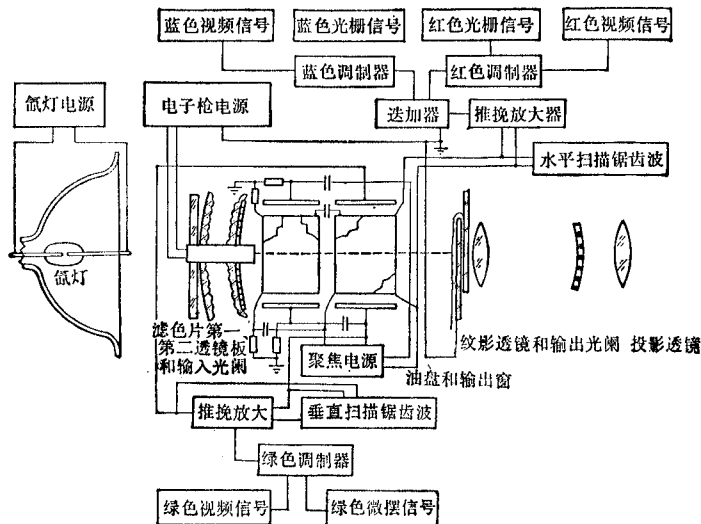


图 1
Fig. 1

* 1980年7月28日收到。

纹影透镜系统组成。纹影透镜系统由输入光栏、输出光栏和纹影透镜组成。它的作用是将恒流光挡住,而把油膜变形部份的衍射光分离出来,通过投影透镜在屏幕上成象。输入光栏、输出光栏和滤色片如图 2 所示。因为油膜受电子轰击容易老化,为此采用转动式油盘借工作液体循环的方法延长油的寿命。

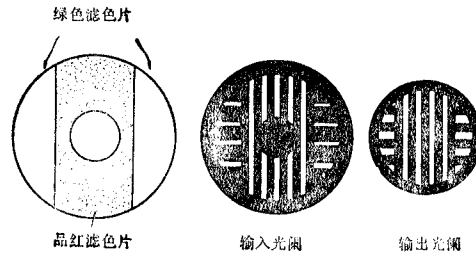


图 2
Fig. 2

由于绿光的输入、输出光栏和衍射光栅是水平方向的,而品红光的光栏和衍射光栅是垂直方向的。因此绿色衍射光和品红色衍射光衍射方向彼此垂直,不会产生色干扰。

绿色视频信号调制的高频载波加在垂直偏转板上,使电子束在油膜面上刻划出不同深度的相位衍射光栅。当绿色图象最亮时,载波信号的幅度最小,电子束沉积在油膜上的光斑最小,使油膜变形最深。反之,在绿色图象最暗时,载波信号使电子束摆动而扩大到正好使油膜上均匀充电,因此油膜不变形,便没有衍射光。这种调制方法称为微摆调制。蓝光和红光通过输入、输出光栏的垂直部份和与电视扫描光栅线相垂直的垂直衍射光栅来调制。由电视信号调制的高频载波信号加在水平偏转板上对水平扫描速度进行调制。受扫描速度调制的电子束在油膜面上产生差分电荷,使油膜变形。这种变形的油膜就是垂直衍射光栅。因此图象信号最亮时,高频载波信号幅度最大,从而使油膜变形最深。蓝光和红光因为共用一个垂直输入、输出光栏,要把它们从品红光中分离出来,只有利用不同衍射角来完成;而不同衍射角只有通过两种光的不同波长和两种不同的衍射光栅间距来产生。根据上述方法,红光的载波频率选为 16MHz,可使油膜面上产生 $33\mu\text{m}$ 间距的衍射光栅。这样,受红色视频信号调制的 $33\mu\text{m}$ 衍射光栅虽然对红、蓝两色衍射光都偏转,但可利用输出光栏只让红光通过缝而显示出来,把蓝光挡住而显示不出来。反之,通

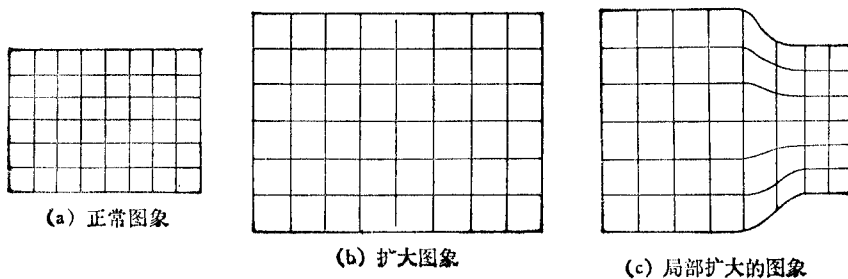


图 3

Fig. 3 (a) Normal (b) Expanded (c) Partially expanded

过 12MHz 调制的 $44\mu\text{m}$ 的蓝色衍射光栅正好只让蓝色衍射光通过输出光栏的缝, 而红色衍射光正好被输出光栏所挡除, 使图象上没有红光。较详细的原理见文献 [1、2]。

由于油是一种电阻率很高的流体, 当低温时, 油盘上的油膜超过一定厚度, 油的电阻增加很大, 或者油盘上的透明导电膜的电阻很大时, 靶面就会出现电荷积累现象。出现这种现象时, 图象便发生 (1) 整幅或局部图象扩大 (见图 3), (2) 红、蓝原色不能从品红光中正确分离出来。

二、正常情况下的油膜面

在正常工作时油膜厚度约为 $10\mu\text{m}$ ^[3]。油膜面与导电膜之间相当于有一个电阻和电容。当电子束打在油膜面上时, 油膜上沉积电荷。当电子束离开这部份油膜后, 油膜表面上的电荷便通过油的电阻放电, 直到电子束第二次打在这部份为止。以后再重复上述过程。油膜上的变形和充放电过程如图 4 所示^[2]。油膜上的充放电过程称为电气过程。油膜变形基本上根据油膜上充、放电过程中库伦力的变化而变化, 只是由于油膜的变形过程还需要有一个流动时间, 它比油膜上充放电时间要慢得多。这种过程称为机械过程。

在油膜光阀管中为了使电子束打在油膜上的沉积电荷斑的尺寸为最小和二次电子为

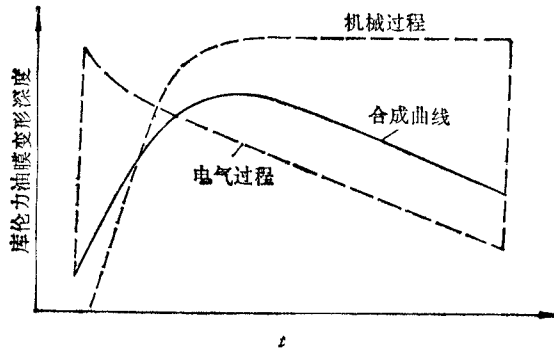


图 4
Fig. 4

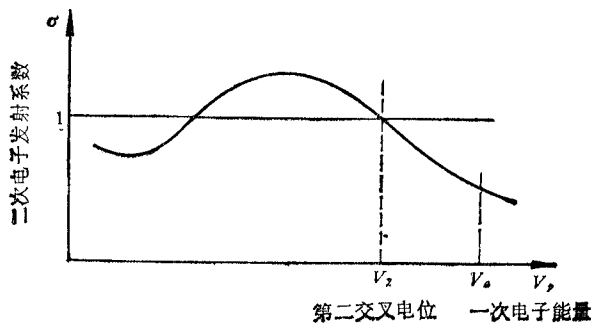


图 5
Fig. 5

最少,需要将电子束能量选择在二次电子发射系数小于 1 的部份. 同时又考虑到电子枪的聚焦需要有足够高的阳极电压,一般将电子束能量选在大于第二交叉电压 V_2 的部份(见图 5). 因此可以确定电子枪在正常工作下的能量为 $V_a > V_2$.

三、积累过量电荷后图象的扩大

当油温低时,油膜过厚,油膜的电阻显著增大,因而放电时间变长,油膜表面便有过量电荷积累,电位便随着图 5 上的曲线由 V_a 向左移动,即电位下降. 这时油膜面与透镜的漂移环之间产生一个新的电场(见图 6). 由于油膜表面电位比 V_a 低,电场 E_2 是正值, E_1

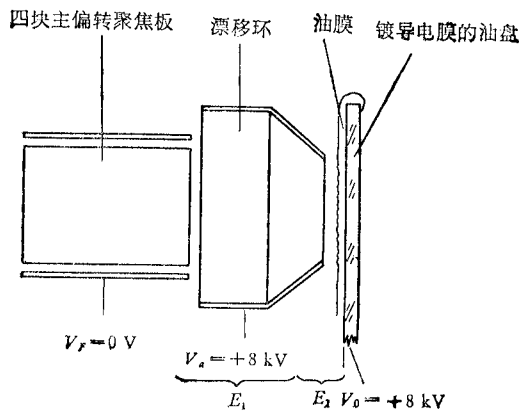


图 6
Fig. 6

是负值,则有:

$$\frac{1}{f} = \frac{E_1 - E_2}{4V_a}, \quad (1)$$

可定性地确定 f 值是负的,因此是发散透镜. 它使整幅图象扩大.

如果油膜面上出现部份电荷积累,那么也就出现部份图象扩大的现象.

四、过量电荷积累使红、蓝原色不能正确显示

过量电荷积累除了使图象扩大外,还会出现红、蓝原色不能正确显示现象,最终会调不出整个画面的彩色图象.

利用文献 [4] 的图可知不同波长的衍射光谱分布. 因为图中原来红光为 $44 \mu\text{m}$ 衍射光栅,蓝光为 $33 \mu\text{m}$ 衍射光栅. 现将红光改为 $33 \mu\text{m}$ 光栅,蓝光改为 $44 \mu\text{m}$ 光栅. 又假定波长 $0.4-0.5 \mu\text{m}$ 为蓝光,波长 $0.6-0.7 \mu\text{m}$ 为红光,则可利用所得的光谱求出输出光栏的相对位置.

图 7 (a)、(b) 分别为正常的蓝色和红色两种衍射光栅使波长为 $0.4-0.7 \mu\text{m}$ 的光衍射,形成的衍射光谱的分布情况. 偏转距离小的为一阶衍射光,偏转大的为二阶衍射光. 本文只对起主要作用的一阶衍射光进行比较. 由图 7 可以看出红色衍射光栅对于品红光

的衍射作用正好使红光从光栏的缝中通过, 而蓝光被光栏的条所挡除. 相反蓝色衍射光栅正好使蓝光从输出光栏的缝中通过, 红光正好被输出光栏所挡除. 因此, 正常情况下, 显示红光时, 不会出现蓝光; 显示蓝光时, 不会出现红光.

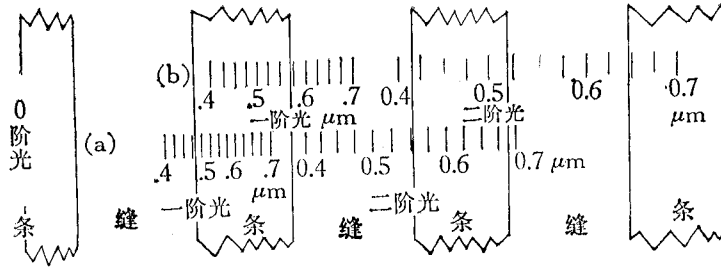


图 7 (a) 44μm 蓝色衍射光栅形成的衍射光谱 (b) 33μm 红色衍射光栅形成的衍射光谱
 Fig. 7 (a) The diffraction spectra caused by the blue grating having a spacing equivalent to 44μm (b) The diffraction spectra caused by the red grating having a spacing equivalent to 33μm

我们知道油膜面上的衍射角 θ 对于波长 λ 和衍射光栅间距 d 的关系为:

$$\sin \theta = n \frac{\lambda}{d} \tag{2}$$

n 为衍射光的阶次. 由 (2) 式可知衍射角与波长成正比, 与衍射光栅间距成反比. 当衍射光栅扩大时, 可按 (2) 式求得扩大后的光谱分布.

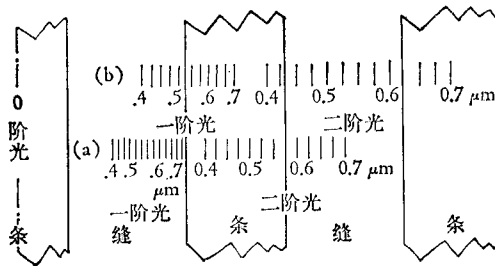


图 8

Fig. 8

(a) 44μm 蓝色衍射光栅扩大 50% 时形成的衍射光谱 (b) 33μm 红色衍射光栅扩大 50% 时形成的衍射光谱
 (a) The diffraction spectra caused by the blue grating having an expanded spacing equivalent to 1.5 times of the original (44μm) (b) The diffraction spectra caused by the red grating having an expanded spacing equivalent to 1.5 times of the original (33μm)

图 8(a)、(b) 为蓝色和红色衍射光栅间距增加 50% 时的光谱分布. 可以看出, 当蓝色衍射光栅扩大 50% 时, 红、蓝两色的一阶衍射光都在输出光栏的缝中通过. 而当红色衍射光栅扩大 50% 时, 蓝色衍射光通过输出光缝, 而红色衍射光这时正被输出光栏所挡除. 因此, 不能正确显示, 而造成红、蓝原色混淆.

当蓝色和红色衍射光栅间距增加 100% 时, 品红衍射光的光谱分布如图 9(a)、(b) 所示. 从图 9 可见, 红色和蓝色衍射光栅都使红色和蓝色衍射光从与零阶光相邻的缝中通过. 因此这时只能出现品红光, 而不能达到分色的效果.

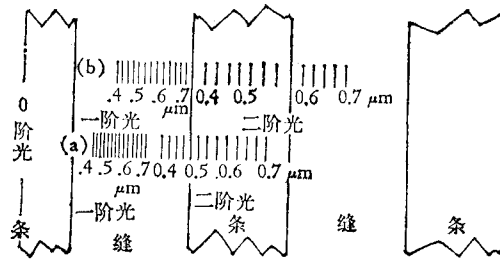


图 9

Fig. 9

(a) $44\mu\text{m}$ 蓝色衍射光栅扩大 100% 时形成的衍射光谱
(a) The diffraction spectra caused by the blue grating having an expanded spacing equivalent to 2 times of the original ($44\mu\text{m}$)

(b) $33\mu\text{m}$ 红色衍射光栅扩大 100% 时形成的衍射光谱
(b) The diffraction spectra caused by the red grating having an expanded spacing equivalent to 2 times the original ($33\mu\text{m}$)

五、结 论

1. 油温低使油的电阻变大，油膜过厚或油盘上导电性不良时会出现过量电荷积累现象。
2. 光阀管中当油膜面出现过量电荷积累现象时，靠近油膜面处形成发散透镜，使图象扩大。
3. 在单管彩色显示中，因衍射光栅扩大，将不能正确显示红、蓝原色。

参 考 文 献

- [1] W. E. Glenn, SMPTE, 79 (1970), 788.
- [2] T. T. True, 1973 IEEE International Convention and Exposition, Vol. 5. Electro-optical Technology Session No. 26, 26/1.
- [3] W. E. Good, 美国专利 3,385,925.
- [4] W. E. Good et al., 美国专利 3,272,917.

THE ELECTRIC CHARGE ACCUMULATION IN THE COLOUR TV LIGHT VALVE TUBE

Ye Yu-lin

(Institute of Electronics, Academia Sinica)

This paper explains the image expansion and confusion of the red and blue primary colours caused by the electric charge accumulation on the oil film in the colour TV light valve tube.