

国外彩色电视器件

(攝象管、显象管及其测试)

1972年3月

(内部发行)

中国科学技术情报研究所重庆分所

4627

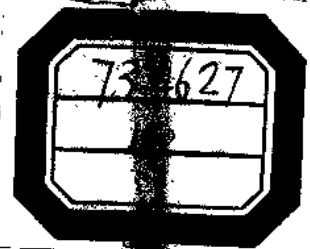
40

国外彩色电视器件

中国科学技术情报研究所重庆分所编辑
中国科学技术情报研究所重庆分所出版
重庆市市中区胜利路91号

四川省新华书店重庆发行所发行
重庆印制第一厂印刷

1972年6月出版 定价：0.80元 （内部发行）



前 言

为了使全国人民和全世界人民能早日在彩色电视屏幕上见到伟大领袖毛主席的光辉形象,更好地宣传战无不胜的毛泽东思想,进一步加强和巩固我国无产阶级专政,我们在编辑出版《彩色电视专题索引》的基础上,选编了这本《国外彩色电视器件》,以供参考。

本专集着重报导国外彩色电视器件及有关测试方面的文献,第一部分主要介绍氧化铅摄像管和硅靶摄像管,也相应介绍SEC管。第二部分介绍110°荫罩管及其测试设备。对国外这类器件的动态、水平及今后发展趋势作了阐述,对器件的原理、设计及靶等的工艺也作了一定的说明。至于单枪单束和单枪三束显象管,请读者参阅四川省科技情报所编辑的《电视技术》。

由于水平所限,本刊在选题和编辑出版方面定有缺点和错误,殷望读者提出批评和建议。最后,对有关兄弟单位的大力支持和帮助,一并在此致谢。



目 录

第一部分 摄像管

氧化铅光导摄像管设计的改进.....	(1)
硅靶摄像管的现状.....	(13)
硅二极管阵列管及其靶.....	(21)
用二氧化硅靶的电图象存储.....	(28)
具有静电聚焦移象部分的二次电导视象管.....	(33)
高灵敏度硅靶电子倍增摄像管.....	(39)
SEC 摄像管及其用途.....	(44)
新型电视摄像管 Proxicon.....	(47)
一种新型摄像管 Telecon.....	(48)
高灵敏度电视摄像管发展现况.....	(50)

第二部分 显象管及其测试

彩色电视荫罩管的进展.....	(51)
提高彩色电视显象管亮度的矩阵法.....	(61)
110°彩色电视显象管的设计问题.....	(63)
110°彩色电视机的无源校正电路.....	(66)
具有AFS110-3偏转系统的A67-150X110°细颈彩色电视显象管.....	(69)
110°彩色显象管的隅角会聚.....	(72)
用于110°彩色显象管的偏转、会聚和校正枕形失真的电路.....	(77)
显象管部件表面上附着的卤素离子和放出的气体的测定.....	(83)
彩色显象管的白色场平衡的测定.....	(90)
彩色电视机X射线测试仪.....	(94)
彩色电视显象管的亮度测量.....	(98)

氧化铅光导摄像管设计的改进

氧化铅层用硫掺杂，使氧化铅光导摄像管的视频响应扩展至近红外区；缩减存储容量并提高无照电流，使射束放电滞后现象减小。在回扫中用高强度扫描射束以防止模糊现象和彗星尾光的形成；引用纤维光学面板使氧化铅管的应用扩展到低照度电视系统。

发展情况

氧化铅摄像管的靶由极度密集的一氧化铅 p-i-n 二极管阵列组成，它有下列特出的优点：灵敏度高，灰度（非线性）系数等于一，体积小，易于操作，响应快，无照电流低。

当1963年氧化铅管第一次被应用时也显出有若干问题需要改进，如有限的红光响应，对比度范围，管子的调制转换特性等。在实践经验的累积中，设计者改进摄像机的光学系统和电路弥补了这些缺陷。新的半导体元件的应用改进了信杂比并进一步使摄像机的结构更紧凑。同时管子本身也需改进以满足高质量电

视广播摄像机的要求。

表1列出目前有采用价值的氧化铅管的全部使用范围。氧化铅管使用范围的迅速扩展是由于管子设计中有下列改进：

——氧化铅用硫掺杂，扩展了光电导靶的红光响应。

——缩小靶的大小以缩减它的存储电容，这样，射束放电的滞后现象也减小；直径为25毫米的管子，如 XQ1070管，缩小靶的大小并不严重影响其分辨力。

表1. 氧化铅光导摄像管使用范围，在黑白式型号后加 L, R, G, B, 分别表示用于彩色摄像机亮度，红光，绿光或蓝光信道的管子。除 21XQ 型外，其他所有管子都是磁偏转和磁聚焦的，所有 XQ 型号的管子的网极都是分离的。

使用范围	黑白式 型号*	使用于信道	特 点	直 径 (毫米)	阴 极 (瓦)
广播用高质量黑白和彩色摄像机；电视传送电影器件	55875	L, R, G, B	拱式（用分离的网）电流标准 扩展了红色光响应有红外滤光镜体积小，滞后小	30	0.6
	XQ1020	L, R, G, B		30	2
	XQ1023	L, R		30	2
	XQ1025	L, R		30	2
	XQ1070	L, R, G, B		25	0.6
同上；并用于一管顺序制彩色摄像机	19XQ*	L, R, G, B	用 ACT 电子枪和光导管；滞后小，分辨力高	25	0.6
极小的和手携摄像机	21XQ*	L, R, G, B	微型管，混合电子枪	16	2
用于医学和工业的 X 光图象增强器	55876/01	黑 白	高射束电流	30	0.6
	XQ1022	黑 白		30	2
用于医学，科研，工业和低照度电视系统中的图象增强器	25XQ*	黑 白	纤维光学面板	30	2
	26XQ*	黑 白	黑色涂面纤维光学面板	30	2

* 各种工业用品级的型式也都可用，在机械和电的性能上它们和上列型号的完全一样，只是在消除光电导靶污点的程度上有差别。工业用品级的管子已被广泛地应用于教育和工业电视系统中。

* 是研制型号，参阅文末附表。

——抗彗星尾光（简称 ACT）电子枪，是在回扫中应用高强度扫描束以消除模糊现象和彗星尾光；19XQ, 25XQ, 和26XQ管采用这种电子枪。

——采用光导管（Lightpipe），可使内部衬底照度在外部调节，从而大大提高在低照度时的射束接受率。

——采用纤维光学面板，把氧化铅管的应用扩展到低照度医学X光电视系统以及红外观察等而无需使用庞大的透镜系统。

本文将概述直至最新的各种氧化铅管的性能。

扩展了红光响应

在一般氧化铅管的一氧化铅光电导靶层中掺入硫，就使这一材料的极限禁带宽度向低能部分，增加了能量低于2电子伏的光子的吸收，这就显著地扩展了红光响应。图1是掺硫靶层的XQ1023管与普通XQ1020管的光谱响应的比较。图2表示一个XQ1023型典型样管的光谱响应的扩展。

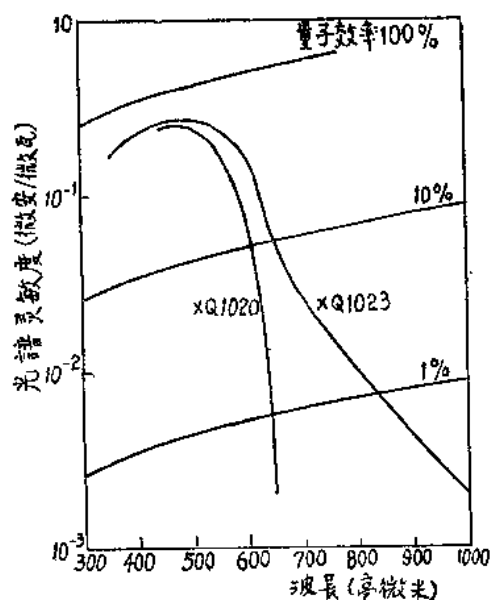


图1. 扩展了红光响应的氧化铅管与普通氧化铅管的绝对光谱灵敏度的比较。可以看到在相当大的可见光谱范围（400—550毫微米）内，量子效率接近于1。

由于XQ1023管的光谱响应远超过可见光谱的范围，因此需用一个红外吸收滤光镜使摄像机能匹配人眼的颜色响应。若干摄像机内都是没有空隙可以在其光学系统中再装置一个额外的滤光镜。XQ1025管就是为了解决这个问题而设计的。它有一个固定的红外滤光镜作为抗晕光窗的主要部件。图3是XQ1025管的与XQ1023管的光谱响应的比较。

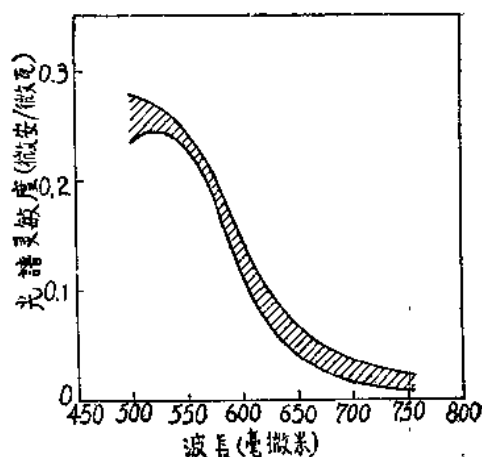


图2. XQ1023-R型样管的光谱响应的扩展

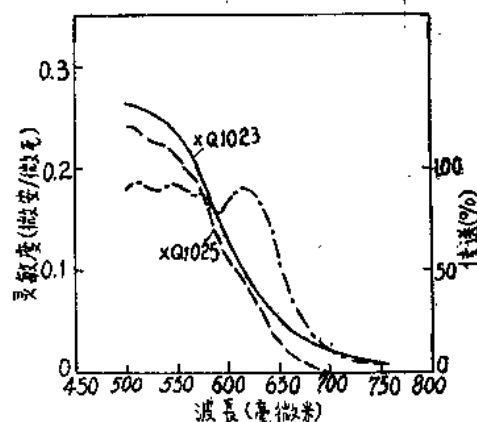


图3. XQ1023管(实线)与XQ1025管(虚线)的光谱响应。点划线是带红外滤光镜的XQ1025管的变换曲线。

认真选择所用的滤光镜，即能使红光响应的长波端与美国F. C. C.曲线紧密匹配，这样，补偿了灵敏度的损失，并限制了响应的扩展范围。XQ1023

表2. 用Balzers BI/K1滤光镜的XQ1023氧化铅管的灵敏度与XQ1020管的和XQ1070管的灵敏度的比较。
光源：白炽灯，色温2854°K。

滤光镜	颜色	XQ1070 XQ1020	XQ1023
—	白	400微安/lmF	450微安/lmF
OG2:3mm	红	85 "	160 "
VG9:1mm	绿	150 "	160 "
BG12:3mm	蓝	35 "	35 "

注：1 lmF=滤过的1流明白光。

管的分辨力比 XQ1020管的或小直径 XQ1070管的都好（见图7）。55875型和 XQ1020 型两种管子对红光与对蓝光的分辨力都有不太小的差别；表2指出，这种差别在 XQ1023管是小的多了。

滞后现象

在氧化铝管中，它的光电导靶层是由光电流放电的，而由低速扫描射束重新充电。射束电子的相对速度分布范围影响了靶稳定的速率，这就是产生滞后现象的原因。

射束电子的能量分布与阴极温度直接相关，并且一般依从麦克斯韦定律。由于二次现象，射束的温度照例要比发射阴极高一些。因此，在确定一个电子射束的特性时，其射束电子的特定能量分布是根据一个“虚的发射体”的温度的。当射束电流增加时，这个虚的发射体的温度越来越高于真正阴极的温度，这时具有较高能量的电子占了相当大的数目。

射束电阻

一个刚刚停止受照射的光电导靶单元，相对于阴极，它是多少处于正电位的。在最初几次扫描中，电子射束就把足够的高能量和低能量的电子存放到单元上使其电位接近于阴极的电位。在以后的扫描中就只有高能量的电子能存放上去了，这样，靶单元对射束的接受率就减低了，即所谓射束电阻增加了（见图4）。最后达到了一种平衡状态，射束对靶单元扫描一次所有放上去的电荷正好等于在一帧周期内由于无照电流流过靶单元所失去的电荷。由于无照电流一般

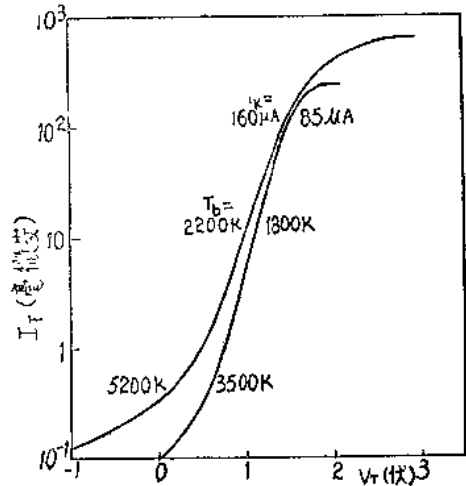


图4. 射束接受率，从靶上两个不同的射束电流（靶电压的函数）测得 V_T ，是相对于阴极的靶电位， I_T 是靶电流，曲线的曲率决定有效射束温度。

是很弱的，如果靶单元是在暗处而射束电流又很高，那末相对于阴极，靶单元可以处于-1伏或更负的电位。

现在，如果将靶单元置于弱照射之下，由于光电流的放电作用而促使其电位的改变，在一帧周期中是很小的（一个存储电容为1000微微法的靶，20毫微安的信号电流相应于靶电位变动0.4伏）。因此，在开始时只有相对的高速度电子参预稳定过程，但在光电流继续存在情况下，靶单元的电位就稳步升高，这样就允许具有较低能量的电子也一起参预，因而射束接受率就增高了。当射束在对单元的一次扫描中恰好补足一帧周期中由于光电流而消失的电荷，就达到了电位平衡。这个过程所需要的时间也是依从于射束电子的速度分布范围的。从无照射变到有照射之后，射束接受率的缓慢增加称为“建起滞后”；它是依据受照射后在一个特定时间内所达到的最后信号电流的百分数来测定的。

当靶单元受到弱照射时，信号电流只有几毫微安，它的电位和无照电流电位相差无几。因此，单元的射束接受率是低的。当照射停止后，在接着的几次扫描中接受率继续降低，经过若干次扫描，信号电流又衰减到无照电流的水平，在有照射变到无照射之

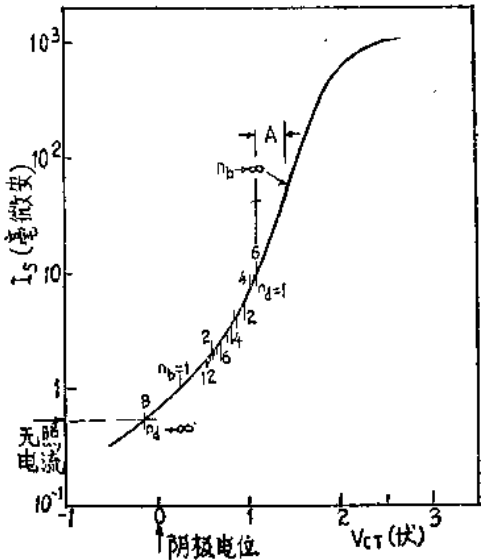


图5. 信号屏极电流 I_s 与靶的阴极侧的电位 V_{CT} 的函数关系。点 $n_1, n_2, \dots$ 表示20毫微安光电流接通后，射束对靶的扫描达几次扫描场后的 V_{CT} 值；电流切断后的相应点为 $n_d = 1, 2, \dots$ 接通20毫微安光电流时平衡态电位摆动 A 约为0.4伏，切断光电流时平衡态电位摆动约为0.011伏。靶电容，1.1毫微法；无照电流，0.6毫微安；阴极电流，290微安。

后, 射束接受率和信号电流的这种逐渐衰减称为“衰落滞后”, 它是根据照射停止后一个特定时间内还剩下原来有照射时的信号电流的百分数来测定的。图5表示一个20毫微安的光电流在它接通和切断时的射束接受率的增长和衰减的情况。从图中可以看到在接通后需要有若干个扫描场周期, 被接受的射束才足够给出一个视频信号。

靶电容

在靶的扫描侧, 重新建立电位平衡所需要的时间不仅与射束电阻有关, 而且与对建起滞后现象有很大影响(见图6)的靶电容亦有关。要减小靶电容, 可以在不影响可接受的分辨力的范围内, 换用较小的靶或缩小扫描面积。减小靶的面板也减小了信号屏极电容, 因而改善了信杂比。但是, 一个给定的频率, 譬如5兆赫(400行), 对一个可接受的响应的要求限制了靶面缩小的限度。这是25毫米XQ1070管设计时的基本考虑。图7表示3个不同管子的调制深度随同扫描行数的变化。提高轮廓清晰度方法能补偿缩小靶面时分辨力的降低, 但不可忘记上述的限度。

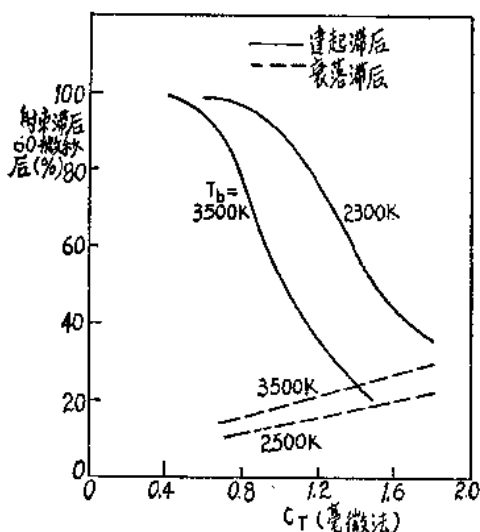


图6. 不同射束温度时射束滞后与靶电容 C_T 的计算值, 最大白光信号电流20毫微安, 无照电流0.4毫微安。

工作情况

	25毫米	30毫米
	XQ1070	XQ1020 XQ1023
V_{g2}	300伏	300伏
V_{g3}	600伏	600伏
V_{g4}	960伏	700伏
i_s	200毫微安	200毫微安
i_b	400毫微安	600毫微安
光源	白光	

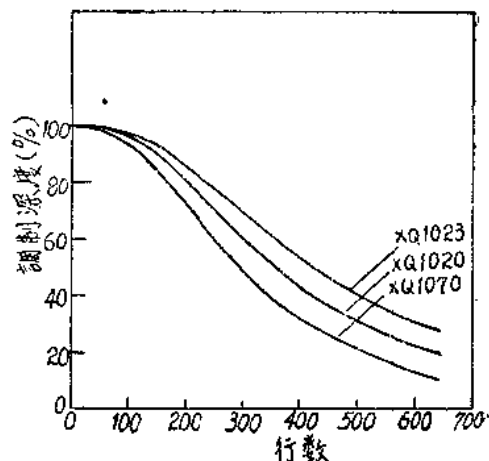


图7. 25毫米XQ1070管的方波信号响应与30毫米XQ1020管和XQ1023管的比较。

无照电流

讨论了靶电容对滞后现象的影响之后, 让我们再回到基本的问题——射束电子的速度分布范围。因为无照电流是很弱的, 处在暗处的靶单元在射束的高速电子充电作用下, 相对于阴极逐渐处于负电位。但是, 如果要维持一个良好的射束接受率的水平, 那末这种负电位的增加必须防止。防止的办法之一是增强无照电流。图8表示, 在某一依据射束电流确定的数值之下, 无照电流对建起滞后有很显著的影响。无照

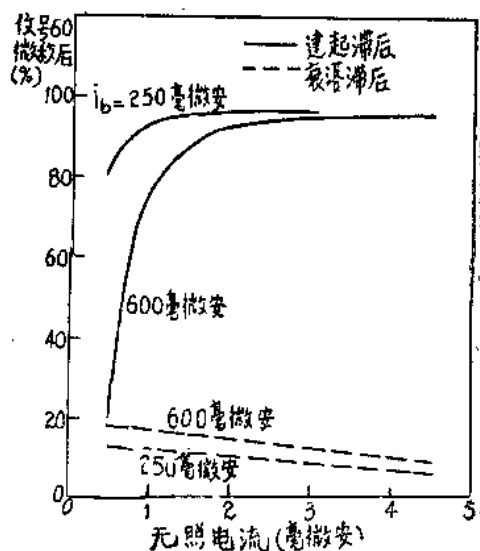


图8. 以射束电流为参数, XQ1020管的滞后现象与衬底光的函数关系, 可以看到无照电流增加时建起滞后减缩。信号电流, 20毫微安; 靶电压, 45伏; 靶电容, 0.8毫微法。

电流大小的选择, 理想上最好是对一个给定的射束电子的能量分布, 对零到几个电子伏的电子的接受率, 在一次单元扫描中即足够补充一帧周期中的电荷消失。

增强无照电流的一个简单办法是引月衬底照度。这可以经过光学或彩色分光器直接投射到管子的面积上。但更方便的办法是把光引导到靶的扫描侧。XQ1020管的滞后比55875管的小; 原因很简单: XQ1020管的2瓦阴极的灯丝光经过玻璃泡引导到靶上的要比55875管的0.6瓦阴极的多得多。这个效果在XQ1023管特别显著, 因为它的灯丝光中红光成分高而它的靶层又扩展了对红光的响应。

在正常的和低照度的情况下, XQ1023管的衰落滞后与标准管的差别很小, 但当用于亮度信道时, 或用于黑白摄像机时, XQ1023管的滞后就略为大些(图9)。原因是它的扩展了红光响应的靶层的光电导滞后要比标准管的大些。在低信号电流时射束放电

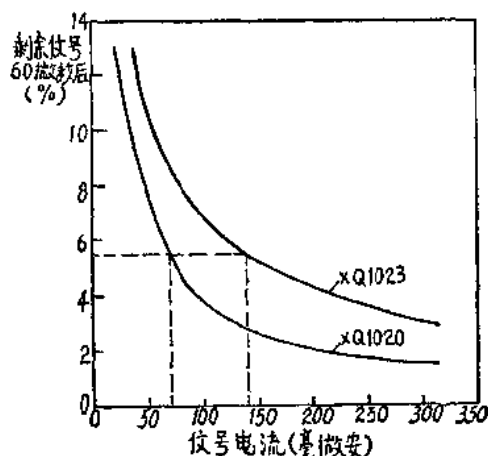


图9. 标准氧化铅管(XQ1020)的衰落滞后(作为信号电流的函数)与扩展了红光响应的氧化铅管(XQ1023)的比较。靶电压45伏; 射束电流稳定300毫微安的信号电流; 照射, 红光。

滞后是主要的, 因而这个现象不显著, 但在高信号电流时光电导滞后就成为主要的了。

新的19XQ管使用了一种更有效的衬底照度光源(图10)。即用一支精密的玻璃棒(光导管)熔接在管脚上, 把一个装在外部的6伏灯泡的光引导到收集极所封闭的空间, 照射了靶的扫描面。这样产生的无照电流的均匀度良好, 特别是如果在灯泡和管脚之间使用一个蓝色滤光镜, 图11表示相对于无照电流水平的建起滞后和衰落滞后, 可以看到在滞后现象方面有显著改善。可是, 这并不是完全由于人工无照电流的

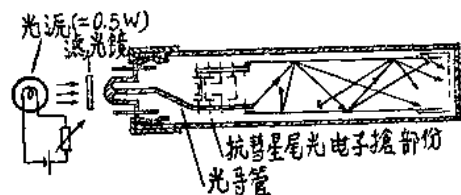


图10. 用光导管引导的可在外部调节的衬底光

缘故: 19XQ管的电子枪设计可产生含有数目非常少的相对高能电子的射出束, 这种新电子枪的设计和光导管的使用加起来, 使19XQ管非常适合用于单管顺序制彩色摄像机。图12的三幅波形图表明了这一点。

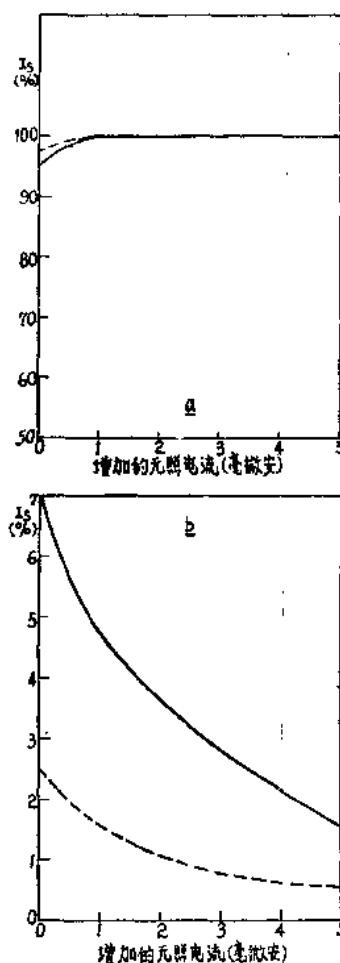


图11. 19XQ管的建起滞后(a)和衰落滞后(b); 测定时间, 60微秒后(实线); 200微秒后(虚线)。开始照射前的无照时间, 10秒; 最大白光信号电流, 20毫微安; 稳定400毫微安的调节射束($I_s/I_s = 20/400$ 毫微安)。

一个试验中的装有19XQ管的摄像机，拍摄了一个黑色背景上有一白色垂直条的测试图，白色条每隔两个即每第三场受到照射（2微秒）。19XQ管的射束电流稳定400毫微安的信号电流。图12a指出白色条的信号电流达200毫微安。在接着的第二场中剩余信号小到不能测量。图12b表示放下透镜将白色条的信号减至50毫微安。这时剩余信号可以清楚测得（5.0%）。图12c表示用光导管引入额外的衬底光，约增加5毫微安的无照电流时，剩余信号又再次减少到测量不出的低水平。

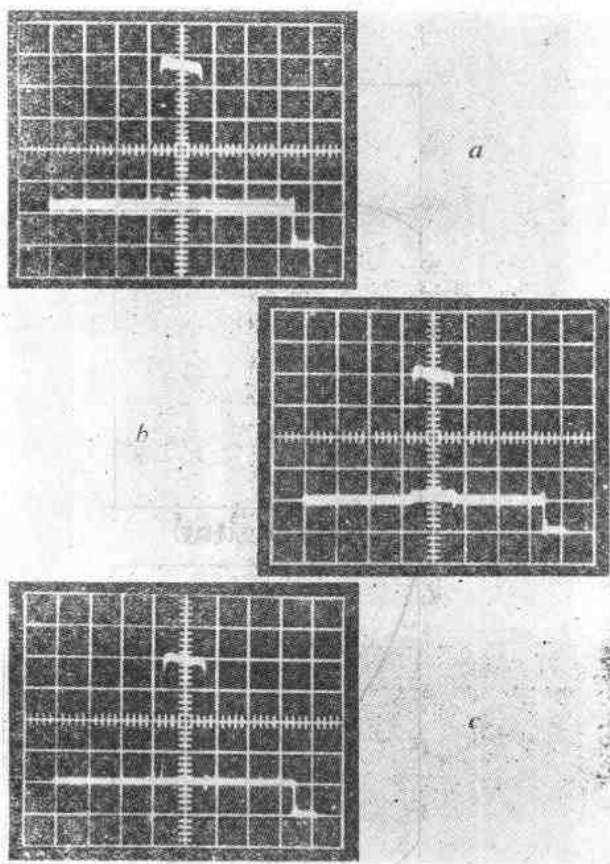


图12. 表示衬底光对19XQ管的衰落滞后的影响的波形图。黑色背景上一条白色条每第三场受到照射。在接着的第二场中测量剩余信号。

- (a) $I_s=200$ 毫微安, $I_b=400$ 毫微安。看不到剩余信号。
- (b) $I_s=50$ 毫微安, $I_b=400$ 毫微安。剩余信号可以清楚看到。
- (c) $I_s=50$ 毫微安, $I_b=400$ 毫微安。增加5毫微安的无照电流消除了剩余信号。

抗彗星尾光电子枪

氧化铅管的信号电流 I_s 与照度 E 满足下列方程式：

$$I_s = KE^\gamma$$

其中 γ 在0.95与1.0之间变动，而 K 是常数。

图13是氧化铅管的典型光电变换特性曲线，管子光电变换的线性特性限制了它的动态范围，这个范围由不致引起太大的射束放电滞后，或分辨力的损失或图象配准度的损失的最大射束电流决定的。一般使用的射束电流约适足以稳定两倍的预计中被传播场面的最大白光信号输出。

如有超过预计水平的强光，譬如反射（很容易达正常白光水平的二十倍）就要引起氧化铅管靶的局部不稳定。受强烈照射的靶单元在两次接连的扫描之间所失去的电荷多于射束所能补充的，其电位升高到接近信号板极的电位。射束被引向高电位区，在那里存积电子而发生信号电流，这样的“射束曳引”打乱了局部的扫描速度，因此在监视器上的强光显得比光学本源的更大；这称为“模糊现象”。当强光去除后，需有若干次扫描使陆续放电的单元获得稳定，所以强光后跟着“彗星尾光”。彗星尾光的长短决定于强光的强度和速度，靶电容，靶电压，以及射束电流的大小。

一种新式电子枪，抗彗星尾光（简称ACT）电子枪的设计就是要克服这些缺点。在回扫中使用高强度扫描射束可限制受强光照的靶单元的放电。这种附加的扫描提供了稳定所需要的电荷。结果，使光电变换曲线有一个饱和水平式膝形弯曲（图14）。但膝

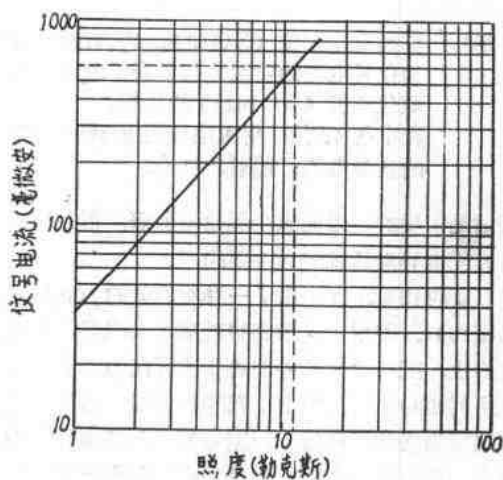


图13. 25毫米氧化铅管的光电变换的典型曲线
虚线表示实际上的动态范围。

形弯曲处之后，曲线显示了非线性，即灰度不等于1，在强光图象中仍有一定等级的灰度，这主要是由于高强度电流ACT射束中电子的广大的速度分布范围。

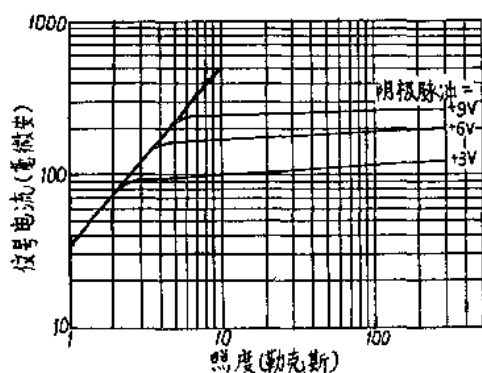


图14. 装有ACT电子枪的25毫米氧化铅管的光电交换特性曲线，表明3个不同阴极脉冲电压 V_k 的影响。

与氧化铅管的传统的三极电子枪相比较，ACT电子枪有三点改进：

- 第一阳极分为两部分， g_3 （阳极）和 g_4 （限制器），两者是互相接通的。
- 增大了限制器至阴极的距离和限制器的孔径。
- g_3 与 g_4 之间引入另一附加的栅极 g_5 。

ACT 电子枪的工作情况

在正常读出扫描时，附加的栅极 g_5 维持在和第一阳极（ g_2-g_4 ）很接近的电位。射束所穿过的位置在图15a中表出，在行回描时，阴极和 g_1 都得到一个正脉冲（相对于控制栅极电压），而 g_5 得到一个负脉冲（相对于 g_3 电压）。这些脉冲引起：

- 增强的射束电流通过 g_1 放出，
- 射束在 g_1 的孔径中或其附近集中，

因而一个大为增强的射束电流进入收集极空间 g_6 （图15b）。在正常读出状态时，进入收集极空间的射束电流约为1微安；在回描时，这个电流增加到约80微安，这就足够使靶单元重新充电到阴极电位 V_k 。对阴极脉冲作适当的选择即可以调节特性曲线的膝形弯曲部分以适应拍摄场面的需要。如上所述，可通过选择适当脉冲电压，阴极电位可调至正电位 V_k ，这样ACT射束只能存降到电位等于或高于 V_k 的靶单元上。恰在读出前，所有靶单元的电位偏移限制在阴极脉冲幅度，一般是5至15伏的范围。最后，正常读出射束就完成了稳定的过程。图16表明ACT电子枪用于CCIR标准的大致的脉冲同步要求。

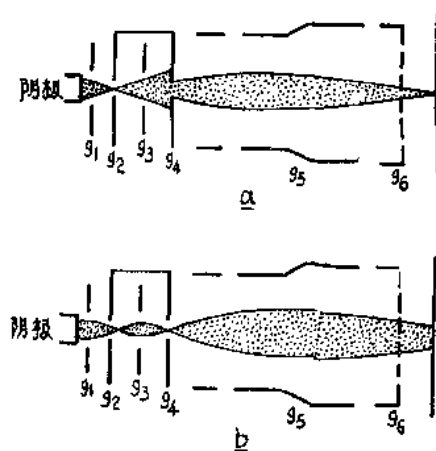


图15. 抗彗星尾光电子枪：（a）正常读出扫描，（b）在回描时的高强度射束。

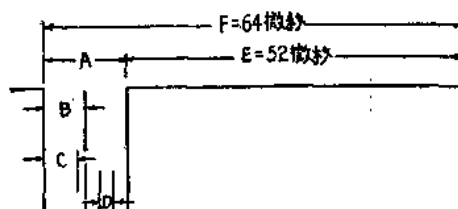
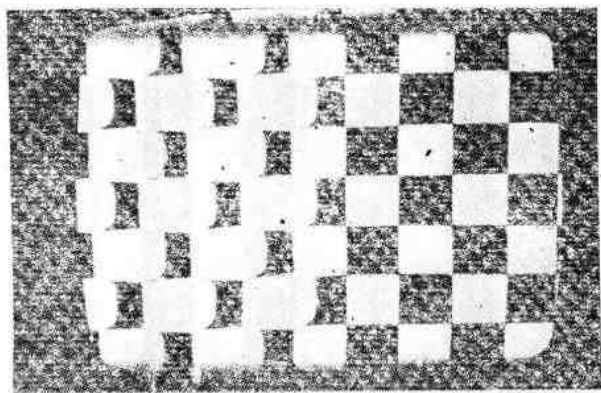


图16. 用于CCIR标准的ACT电子枪的脉冲同步。

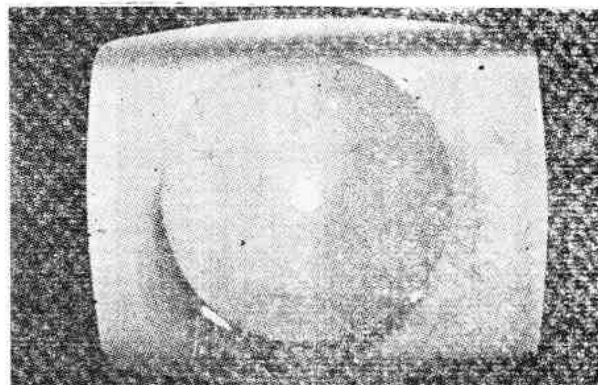
- A、行回描消隐周期 ≈ 12 微秒。阴极脉冲调制。
- B、ACT周期 ≈ 6 微秒。栅极 g_1 和 g_5 脉冲调制。
- C、行回描 ≈ 5 微秒。
- D、铅位：2—3微秒。
- E、读出周期
- F、整个行扫描周期。

ACT 电子枪的使用效果

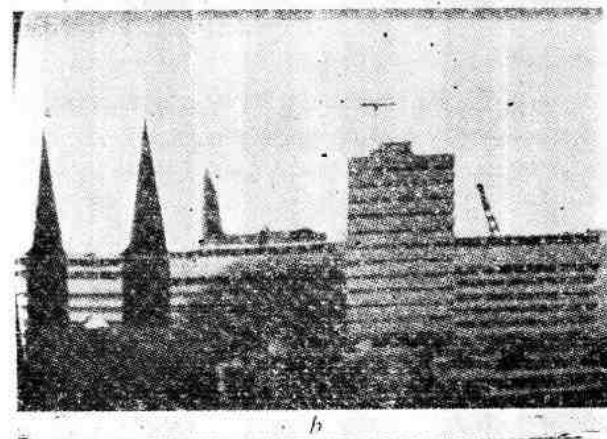
装有ACT电子枪的摄像管的实地试验清楚表明，在拍摄有强反射体和闪亮光的柔场中，其强光达到或超过正常图象白光5个透镜光阑的都能使摄得的图象没有彗星尾光，没有模糊现象或其他缺点。这一成效可从图象监视器上显示的图象（图17a、b和c）得到证明。试验中的ACT电子枪脉冲电路的设计可产生分裂的屏幕显象，而使ACT脉冲只加于右半面的显象。所有三次试验中射束电流都调节到稳定一个400毫微安信号电流，使膝形弯曲在300毫微安（靶上约6.5勒克斯），阴极脉冲约需调节到10伏。



a



b



c

图17. 分裂屏幕显象照片, 表明 ACT 电子枪所取得的改进, 右半面显象中没有彗星尾光, 模糊现象或变形。

(a)测试图型 (摄象机从右向左摄)

(b)明亮天空背景下低对比度景场, 可以看到ACT 脉冲未能消除图象中的灰度

(c)闪亮灯光照射下的转盘边缘, 黑暗背景, 灯光亮度大约相当于靶上受到250 勒克斯。

应用于低照度的氧化铅光导摄像管

直至最近, 由于传统光学配合系统的局限, 电视摄像管加上图象增强器在科学, 医学和工业研究上的应用是受限制的。在摄像管面板成象的快镜制必然引

起成荫现象, 光线损失和隅角分辨力的损失。透镜本身又大又重, 在使用中很难维持正确的聚焦。再则, 使用者对分辨力, 灵敏度和图象场的大小等不断有新的要求, 至今在使用中的摄像管却没有这样的多面性能满足这些要求。

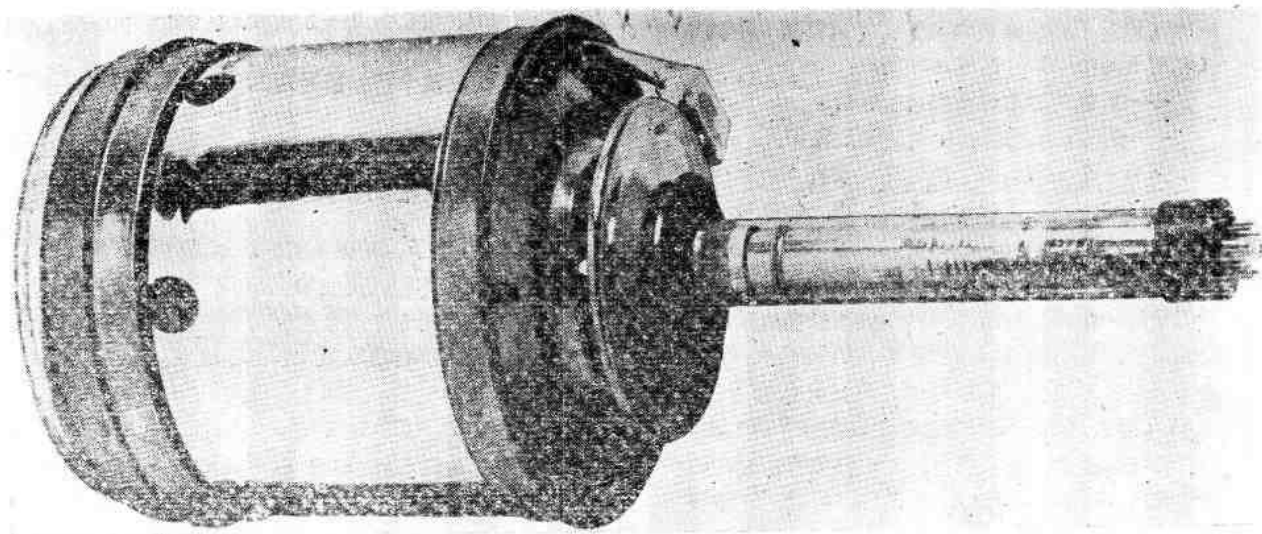
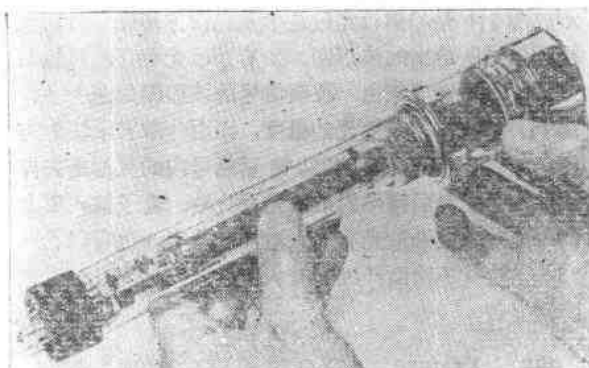


图18a. 纤维光学面板30毫米氧化铅摄像管, 配接于X-光图象增强器的纤维光学输出窗。



18b. 纤维光学面板30毫米氧化铅摄像管，配接于光放大器。

纤维光学技术的发展导致高质量纤维光学板的生产，也就开辟了光学配合的新途径。现已有两种类型的使用纤维光学面板的氧化铅管投入生产，两种类型都装有 ACT 电子枪和光导管，因而它们的动态范围可适应很广的照度极限。管子的纤维光学面板（即摄像窗）可以与，譬如说，一个装有纤维光学输出窗的图象增强器直接接合（图18）。麻烦的透镜系统就都消除了。

纤维光学面板

纤维光学板可以由四方的或六角直径7微米的玻璃纤维束制成。纤维由高折射率玻璃制成，而每根纤维表面又罩一层低折射率玻璃。此外，每根纤维的罩层可以是黑色涂面的，使具有界外吸收，或不涂面的。一方面，不涂面的纤维传送面不引导横的射入光，因而在纤维之间有不规则的光耦合。所以用不涂面纤维制成的面板，图象中有相当多的杂散光。而另一方面，用黑色涂面纤维制成的面板又能引起电视传送图象中有微弱的网状图形或黑斑点。网状图形由六角纤维束产生，黑斑点由四方纤维束产生，光线的射入角增加时这种图形的对比也增加。

在某些应用中，这种黑色涂面纤维产生的黑斑点可能妨碍低对比度图象的判断，如用于医学X-光电视和电子显微镜上。但不涂面纤维所产生的杂散光则是较均匀的，并用电子学的方法使之减少。这样，不涂面面板较适合应用于低对比度摄像，所以就产生两种类型的纤维光学面板氧化铅管：

- 25XQ管，装有不涂面纤维光学面板，
- 26XQ管，装有黑色涂面纤维光学面板。

这两种类型的管子在灵敏度，分辨力和对散杂光敏感度等方面都有显著不同。

灵敏度

氧化铅管的灵敏度可以表达为微安/流明，或相对于管面的一个给定照度的信号输出，它与扫描面积以及读出周期和回描消隐周期的比有关。标准氧化铅管（XQ1020）的扫描面积为12.8毫米×17.1毫米，对2854K白光的平均灵敏度为400微安/流明。这相当于管面1勒克斯的照度约有110毫微安的信号输出电流，回描消隐周期为总周期的25%。

26XQ管的灵敏度比25XQ管的低，因为26XQ管面板的黑色涂面纤维比25XQ管面板的不涂面纤维吸收更多的光。图19表示典型的光谱分布曲线。在蓝-绿光区，25XQ管的量子效率约为70%，而26XQ管的约为50%，这个差别主要是由于杂散光，由于通过面板纤维罩层玻璃的光并不参与图象形成，因而两种类型的管子在蓝-绿光区的灵敏度都只有相当于约50%的量子效率。

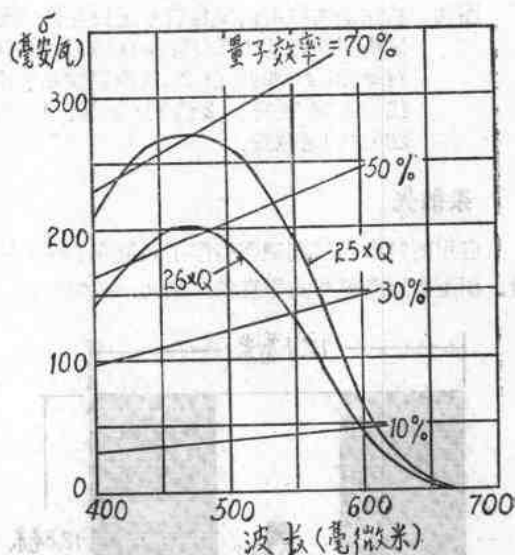


图19. 25XQ管和26XQ管的典型光谱响应曲线。灵敏度 σ ；波长。

分辨力

25XQ管和26XQ管采用改良的标准一氧化铅靶层以补偿由于纤维光学面板引起的分辨力的损失。图20表示两种管子的典型调制转换曲线，测定数据时用朗伯照度，它接近于从一个使用纤维光学输出窗装置的磷光屏上射出的光。一个黑色背景上有小方波测试图的测试图型直接加于管子的面板，以在每毫米2线对的间隔频率处的响应为100%。波长缩短时氧化铅管的分辨力增强，因而对绿光和蓝光给出了分杂的曲线。可以看到，26XQ管（黑色涂面纤维）在15线

对/毫米处的调制深度，对蓝光约为56%，对绿光约为50%。25XQ管（不涂面纤维）在同一间隔频率处的调制深度，对蓝光为48%，对绿光为42%。对一个12.8毫米×17.1毫米扫描面积，15线对/毫米的间隔频率相当于384扫描线以及在标准扫描情况下约4.8兆赫的视频频率。如果测试图型的背景是白色的就得到不同的结果，特别是如果参考频率低于2线对/毫米时，这个差异主要是由于杂散光的影响。

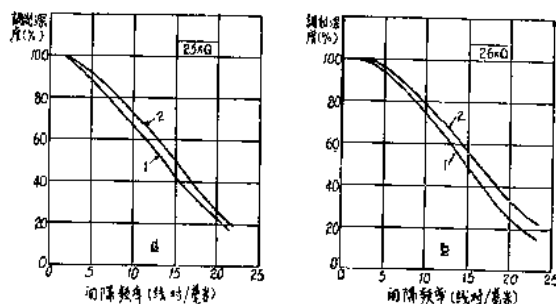


图20. 从用朗伯照射的黑色背景上白色正方形测试图型获得的25XQ管(a)和26XQ管(b)对绿光(1)和蓝光(2)的典型调制变换曲线。参考频率：2线对/毫米； $I_s/I_T = 200/400$ 毫微安，

杂散光

应用图21所示的测试图型作了杂散光的相对测量。图型有三条等宽的垂直条，中间一条为白色，两

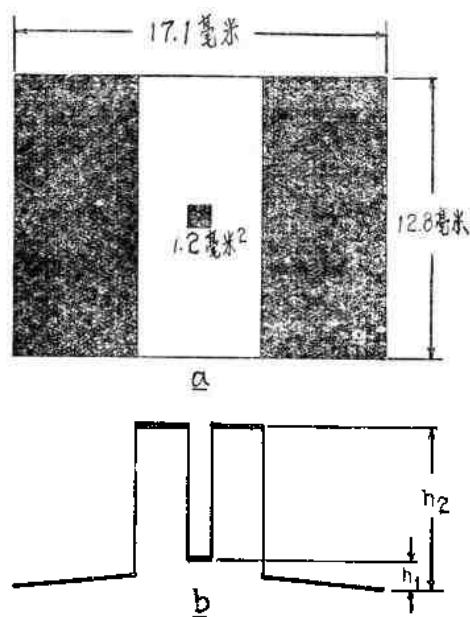


图21. (a)测量杂散光所用的测试图型。
(b)经过黑色正方形时电视波形图。
以商 h_1/h_2 作为杂散光的量度。

边两条为黑色，在白色垂直条中心有一黑色的小正方形。图21b是扫描行经过这个黑色正方形图象时靶上视频信号所给出的波形图。如有杂散光存在，黑色正方形图象即褪成灰色，视频信号的波形即如图所示。商 h_1/h_2 可作为杂散光的量度，以百分数表示较为方便，如表3所列。XQ1020管后括号内的数值是去掉玻璃抗晕光盘后测得的杂散光百分数，管子输入窗上的晕光效应使杂散光有很大增加，从表3也可以看到25XQ管（不涂面纤维）有大量杂散光，并且对绿光特别显著。

表3. XQ1020, 25XQ和26XQ管的典型杂散光百分数。下列数值用图21所表示的方法测得。

类 型	光 的 颜 色	% 杂 散 光 ($100h_1/h_2$)
XQ1020	红	5(16)
	绿	4(12)
	蓝	4(14)
25XQ	绿	26
	蓝	17
26XQ	绿	8
	蓝	6

在传送测试图型时，在正常工作情况下的管子的调制变换曲线，依从于图象信息量以及利用电子学方法切除深黑色部分以减少杂散光的量，在低对比度图象中很大一部分的杂散光可以用这个方法去除。但在高对比度图象中，有大片黑暗区，这个方法就不是很有效的。

中心和隅角分辨力

由于聚焦场曲率和偏转象差，摄像管的光电导靶上扫描面积隅角的分辨力要比中心的低些。图22表示使用AT1132/01偏转系统所得的结果，在收集极电压600伏与10线对/毫米时，在扫描面积中心部分最佳聚焦的中心调制深度约为70%，而在各隅角处调制深度只有45%到60%。选择一路高的收集极电压（如610伏）并保持同一磁场强度，可以使中心和隅角分辨力趋于接近，这样，整个扫描面积的调制深度都高于60%。但是，此时中心分辨力比600伏收集极电压时略低。用调制收集极电压的方法可以提高隅角分辨力到60%以上而不损减中心部分的分辨力。图22表示600伏收集极电压在隅角处用约为15伏的附加调制电压是一个良好的选择，这里必须注意，聚焦调制的最佳幅度和隅角分辨力的均匀性与所使用的偏转系统有

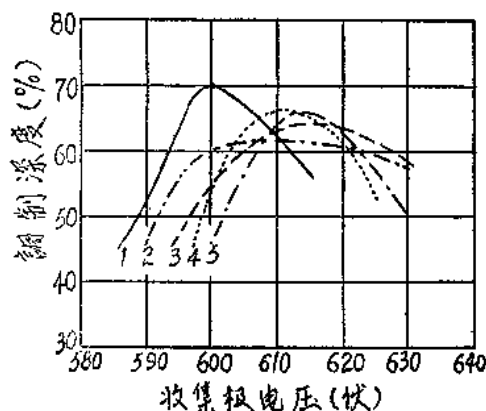


图22. 26XQ管的分辨率曲线, 在扫描面积的(1)中心, (2)右上角, (3)右下角, (4)左下角, (5)左上角, 间隔频率, 10线/毫米; 网电压, 700伏; $I_s/I_T = 200$ 毫微安/400毫微安, 最大值。

极大的关系。

磷光体输出屏

纤维光学氧化铅管一般都接连在图象增强器, 红外图象转换器, X-光图象增强器, 及至电子显微镜等装置上使用。这些装置都能装设纤维光学输出窗。其光源一般是磷光屏, 而其发射光的光谱分布应在氧化铅管的响应范围之内(参阅图19)。图23表示五种不同磷光输出屏的光谱分布, 表4列出这些磷光体的平均发光效率以及所发射光的发光当量。

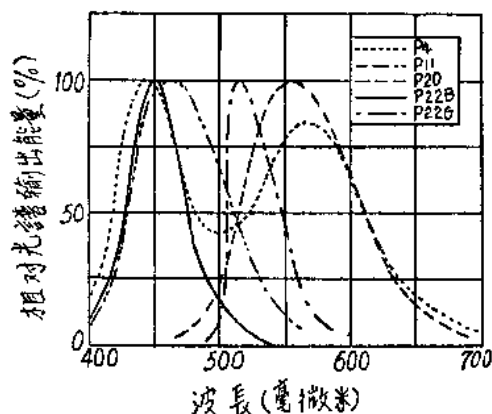


图23. 一些磷光屏的相对光谱响应曲线。

从表4所列的数据可算出25XQ管和26XQ管对每一磷光体的灵敏度, 所得结果列于表5, 其中灵敏度用两种方式表示: 照射在纤维光学面板的扫描面积上每微瓦照射能所获得的氧化铅管的信号输出电流

(微安); 对磷光屏面积上的每一微瓦消耗(对金属底磷光屏适用), 所能在氧化铅管靶的扫描相应面积得到的微安信号输出电流。

表4. 若干磷光体的发光效率和发光当量

磷 光 体 (E.I.A类号)	发 光 效 率 (瓦/瓦)	发 光 当 量 (流明/瓦)
P4	0.15	290
P11	0.10	140
P20	0.14	480
P22B	0.15	55
P22G	0.06	530

表5. 25XQ和26XQ氧化铅管对5种不同磷光输出屏的灵敏度, 相对于磷光屏上能量消耗的灵敏度数值是磷光屏-氧化铅管组合的灵敏度的实际量度。

磷光体 类号	灵敏度($\mu A/\mu W$), 相对于照射于面板 上的照射能		灵敏度($\mu A/\mu W$), 相对于磷光屏上的 能量消耗	
	25XQ	26XQ	25XQ	26XQ
P4	0.21	0.16	0.027	0.017
P11	0.30	0.23	0.027	0.017
P20	0.17	0.13	0.021	0.013
P22B	0.29	0.23	0.038	0.024
P22G	0.27	0.21	0.014	0.009

计算中已估计了扫描的回描消稳周期(总时间的25%), 以及光被纤维光学面板的吸收(不涂面面板的吸收为10%, 黑色涂面面板为30%)。表5的数据表明使用蓝光占优势的磷光体能得到最高的灵敏度, 这是一个非常有利之点, 因为分辨率也是对蓝光为最高。

高分辨力1吋氧化铅管

对400电视线, 1吋XQ1070和16XQ氧化铅管的分辨力, 应该可与30毫米XQ1020和扫描面积为9.6毫米×12.8毫米的55875管的分辨力相比。因为这些管子都有同一类氧化铅靶层。但当30毫米管对它们的正常靶面积, 12.8毫米×17.1毫米, 作扫描时, 它们的分辨力就比1吋管高约25%。这一比较说明了最近对一氧化铅靶材料的改进的重要性。现在已能生产新式的1吋氧化铅管, 其分辨力约等于对正常12.8毫米×17.1毫米靶面积作扫描的30毫米管的分辨力。这个发展直接导致可有其体积小、3管或4管彩色摄像

机的出现, 其性能与采用30毫米氧化铅管的体积较大的演播室用摄像机一样好。

1吋19XQ管采用了新式氧化铅靶层, ACT电子枪和光导管, 对400电视线时的调制深度的初步数据

表6. 19XQ管在400电视线时的调制深度的初步数据扫描面积, 9.6×12.8 毫米; 收集极电压约475伏; 网电压750伏。

	黑/白	红	绿	蓝	
强光信号电流 I_s	0.2	0.1	0.2	0.1	微安
调节好的射束, 使信号电流有正确稳定	0.4	0.2	0.4	0.2	微安
图象中心为400电视线时的调制深度	40	35	40	45	%

附 表

本文所引用的若干管子型号是许多使用者已经熟悉的研制型号。下表列出其相应的生产型号。
表1所列的对研制型号的描述同样适用于生产型号。

研 制 型 号	生 产 型 号 (广播用品级)	使用于信道	特 点	生 产 型 号 (工业用品级)
19XQ	XQ1080	L, R, G, B	有抗晕光玻璃盘	XQ1214
21XQ	XQ1213	L, R, G, B	有扩展了红光响应的靶层和抗晕光玻璃盘, 没有红外滤光镜	
25XQ	XQ1220 ¹			XQ1223 ¹
	XQ1221 ²			XQ1224 ²
	XQ1222 ³			XQ1225 ³
26XQ	XQ1230 ¹			XQ1233 ¹
	XQ1231 ²			XQ1234 ²
	XQ1232 ³			XQ1235 ³

1. 建议的扫描面积: 12.8×17.1 毫米

3. 建议的扫描面积: 21毫米直径的圆

2. 建议的扫描面积: 18毫米直径的圆

参 考 文 献

1. L. J. van de Polder, Target-stabilization in television pick-up tubes, Philips Research Reports, 22 pp. 178-207, April 1967 (№2)
2. J. H. T. van Roosmalen, Adjustable Saturation in Pick-up Tube with linear Light Transfer Characteristic, Advances in Electronics and Electron Physics, Vol. 28A pp. 281-288, 1969, Academic Press, New York.
3. Th. G. Sehut and W. P. Weijland, Plumbicon Tubes with Fibre Optic Faceplate,

Anti-Comet-Tail Gun and Light pipe; a paper presented at the Electron Optical System Design Conference, New York, Sept. 1970.

4. J. Dollekamp, The New 1-Inch Diameter Plumbicon Tube, Type 19xo; a paper presented at the Electron Optical Systems Design Conference, New York, Sept. 1970.
5. L. Heijne, Photoconductive Properties of Lead Oxide Layer, thesis Submitted to University of Amsterdam, June 1960.
译自«Electronic Applications Components and Materials», 1970, 30, №1, 18-32

硅靶摄像管的现状

1. 引言

硅靶摄像管(以下简称硅靶管)与视象管不同之处在于,用二维镶嵌状排列的微小的光敏二极管(或光敏晶体管)的硅靶板代替蒸涂光电导物质(三硫化铟等)的靶板。大约10年前才有采用这种分立式半导体的想法。1966年开始发表了这种摄像管的研究报告⁽¹⁾,接着1967年发表了实用于电视电话的这种摄像管⁽²⁻⁴⁾。

硅靶管与视象管相比有很多优点,因此特别是应用于电视电话方面已引人注目⁽⁵⁻¹⁰⁾。美国贝尔电话实验室,1963年研制成称为MoDI的电视电话,1968年研制成新的MoD II 电视电话。MoD II 电视电话采用了新研制成的硅靶管⁽¹¹⁾。MoD II 电视电话于1970年6月已投入使用,预计1980年这类电视电话将发展到100万台。西屋电气公司在1971年中将开始大量生产供这类电视电话用的硅靶管⁽¹²⁾。

2. 硅靶管的工作原理

2.1 构造

图1示出整个硅靶管的构造模型图,电子枪、电子束聚焦及偏转系统和视象管相同。图2示出典型的硅靶部分的构造尺寸⁽¹³⁾。图3是实际的硅靶的放大照片⁽¹⁷⁾。

硅靶的构造如图2所示,它是通过在n型硅基片中选择扩散硼形成p型层面制成网状排列的微小的光敏二极管阵列。硅基片的电子束入射侧有几十万个光敏二极管。硅基片的表面,除二极管部分以外,涂覆一层氧化硅膜。氧化硅膜用以防止电子束直接入射硅基片,保护pn结,以及减少表面的漏电。硅靶板的外径约为20~22毫米,以便能与1吋的视象管互换。为提高可见光范围的灵敏度和提高分辨率,受光部分的硅基片的厚度与二极管间的间距应设计得非常小。最近报导的靶的尺寸如下:p型层的直径6~15微米(也有正方形的),厚2~4微米,间距15~25微米共有50万个。受光部分厚15~25微米。受光部分(直径约16~17毫米)边缘一般厚100~150微米,以支持其薄的硅膜。

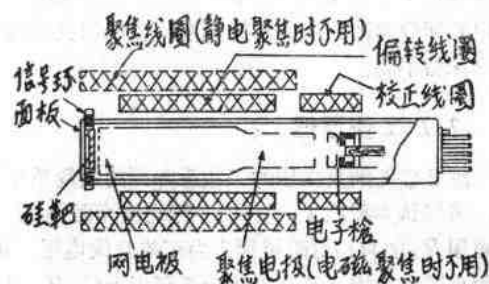


图1 硅靶管的构造

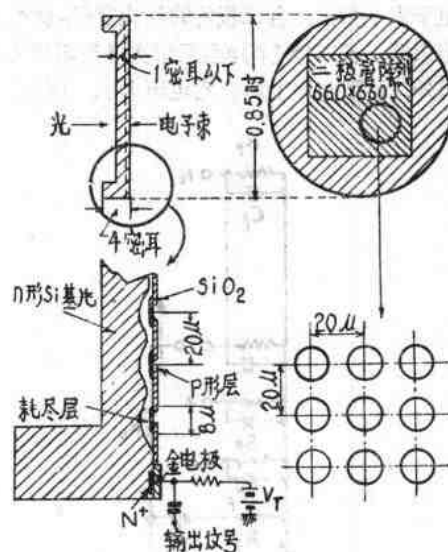


图2 硅靶的构造

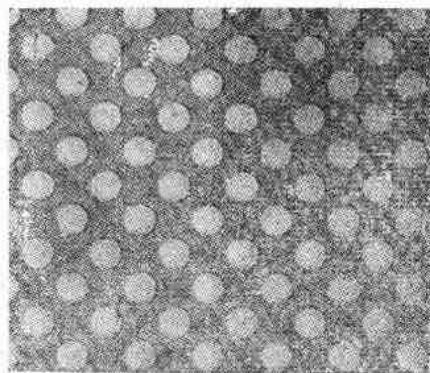


图3 放大的硅靶图形