

# 具有对红光增强灵敏度的实验

## “氧化铅”摄像管

“氧化铅”电视摄像管与普通的光电导摄像管之间的特性差别就在于：前者有带着整流（或封闭）接触的光导涂层。正是由于这些接触，氧化铅管才有极低的暗电流。在电子枪一侧的接触是对光电导层的恰当的一面掺以杂质，使其成为P-型半导体。另一接触是用浓N-型 $\text{SnO}_2$ 的信号板或者所连接的下一层膜形成的，如果它与 $\text{SnO}_2$ 接触能变成N-型。

在过去的文章<sup>[1]</sup>中介绍，在施体密度和载流子迁移率的大范围内，光导材料的能级（或带宽）距离 $\Delta E$ 理论上不要求大于0.9eV，就能有足够强的封闭接触；具有这种能级距离时，在室温下暗电流大约为 $10^{-8}$ 安培。在那篇文章中所讨论的管子光导层的主要材料红态PbO的能级距离是比这极限大得多，相当于2.0 eV。

除暗电流之外，光谱灵敏度基本上也受能级距离控制。能级距离愈小，切断波长 $\lambda_c$ ，即在那个范围内光电导体吸收波长范围的上限愈大。用公式 $\Delta E = hc/\lambda_c$ 表示之，其中h是普朗克常数与c是光速。能级距离 $\Delta E = 2.0 \text{ eV}$ 相当于切断波长在 $6200 \text{ \AA}$ 。尽管，从暗电流观点出发红PbO的较大能级距离是有利的，拿也对长波红光或红外线辐射灵敏的管子来说，显然需要采用具有窄能量距离的材料。

现在在Eindhoven 飞利浦公司已成功地制造出具有比原先介绍的管子<sup>[1]</sup>较大的红色灵敏度的“氧化铅管子”。这里所应用的光电导层PbO材料中，氧原子部分被硫原子取代。这种材料的能级距离比纯PbO的窄，PbS部分愈大，则愈窄。在本文将介绍这些管子中

的一个。所介绍的管子，除其增强红色灵敏度之外，在其它方面与以前所介绍的管子差别很小。在这里我们将把它当作“管子II型”，用纯氧化铅材料的靶面将当作“管子I型”。我们把管子II型选为例子，因为它对彩色电视很适用。

### 管子的详细说明

具有增强红色灵敏度的“氧化铅”管与管子I型的差别在于：电子枪一侧上靶面材料（即P-结）是由代替PbO的PbO—PbS层组成的。在N-结一侧上，PbO仍然保留着，并且由于这个原故管子几乎是与对蓝光灵敏的另一管子一样。然而，因存在PbS，在光线蔓延的区域内经过纯PbS的红光被吸收。这增强对红光的灵敏度，此时切断波长是在比 $1000 \text{ \AA}$ 高点的波长上。当与管子I型作比较时，管子II型具有较好的红光光谱灵敏度的分布。

当新型管子应用在彩色电视摄像机上的时候，红信道比用管子I型的灵敏很多，即决定摄像机的全灵敏度的不再是这个信道，而是蓝信道了。实际上全灵敏度大约为三倍多，其中的一种结果是y信号的较好信噪比。当用装上管子II型的彩色摄像机的時候，在正常的条件下可用景上照度级仅为500勒克司<sup>[2]</sup>便能得到极好的电视图象。如果容许某种噪声，象100勒克司那样低的光就足够了。这些照度级不比满足应用超正折摄像管的黑白电视的那些照度级高。

图1示出管子II型的光谱灵敏度的分布，可看到，曲线有两个峰值：第一个相当

于纯PbO的光谱灵敏度，而另一个是PbO—PbS混合物的光谱灵敏度。

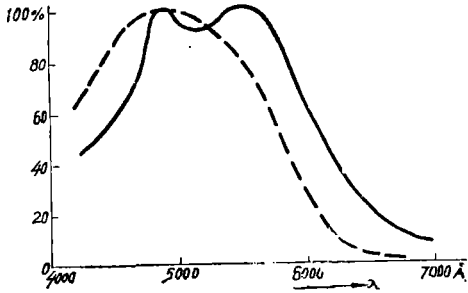


图1 实验摄像管的光谱灵敏度的分布，在这里面光电导层PbO部分被PbS代替(管子Ⅱ型)。这显著地增强对红光的灵敏度。左峰值相当于PbO的光谱灵敏度，而另一峰值是PbO—PbS混合物的光谱灵敏度。短划给出经过标准程序用PbO层作成的管子光谱灵敏度的分布<sup>[1]</sup>。

由于对红光较大的灵敏度，对白光灵敏度也是较高，大约为400微安/米<sup>[3]</sup>。在图2可以看到，作为所采用的电压的函数光电流 $i_f$ 再显示出饱和效应。公式 $i_f \propto E\gamma$ 的系数具有接近一的如同管子Ⅰ型的数值，那个公式给出光电流与照度E之间的关系。

既然在涂层中全部的光被吸收，则由于从靶背面反射来的红光散射不再对清晰度有任何损失。因此管子的分辨率比管子Ⅰ型的好。

新管子的高红光灵敏度的一个结果是其暗电流含有由于来自阴极光产生的不是不足

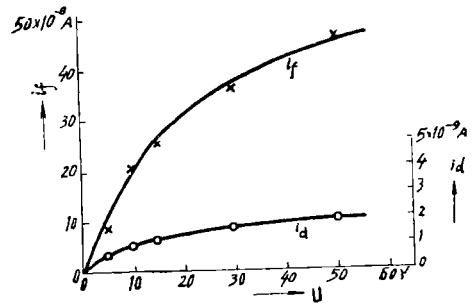


图2 在给定的照度级管子Ⅱ型的靶面上的光电流 $i_f$ 和暗电流 $i_d$ ，作为电压U函数。

轻重的分量。当然 $\lambda_c$ 值愈大，这种不理想的分量(寄生光电流)是愈显著。然而通过适当的措施，例如，采用低的阴极温度和电子枪的窄阑片，它可以保持相应的低。因此，即使用100伏电压时管子Ⅱ的暗电流不比 $3 \times 10^{-9}$ 安(图2)高。关于响应速度，管子Ⅰ型和管子Ⅱ型是大致相当的(参看图3记录曲线)。迄今管子Ⅱ型的寿命也似乎与管子Ⅰ型不分上下。

没有抛弃我们只讨论一种型号管子的目的，我们作一个关于其它一种管子的结论。作这种管子目的不是使它适合给定的用途，而是完全为了论证“氧化铅”管可以给出特殊的光谱灵敏度分布的范围。在这种情况下选择的灵敏度是人眼的灵敏度。在图4上示出结果。可看到，差别是很小；只有在蓝光时，管子比眼睛稍稍灵敏。

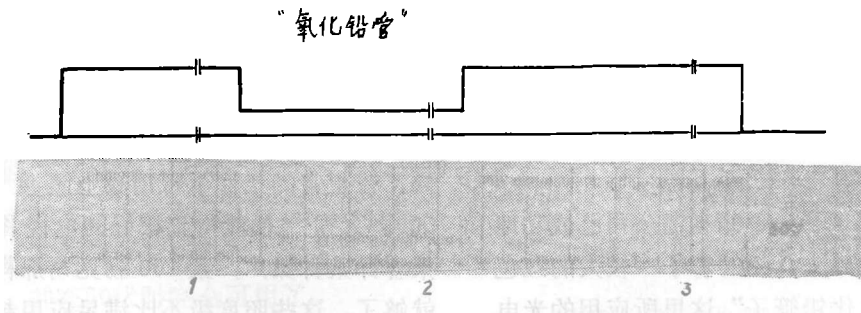


图3 在使用30伏电压时管子Ⅱ型的响应。通过在管子的上半部照明得出曲线。信号电流是由间隔为1/50秒(因交错扫描这是1/2帧时间)脉冲群组成的。照明程序被表示在记录上并在每种情况以长达1分钟的暗周期开始。在点1、2和3上记录分别间断10、10和30秒。

## 结 论

通过把PbS加到靶面PbO,“氧化铅”摄像管的光谱灵敏的上限可移到较高的波长。对用作实验的管子作了较详细的说明,这个管子的光导层(管子II型)部分由纯的PbO和部分由PbO—PbS混合物组成的。它的特性几乎是与采用纯的PbO的管子性能相同(管子I型),但是对红光灵敏度大得多并且分辨率也有点提高。管子II型正如同管子I型一样(响应速度大约为3/50秒)。γ值接近于1。暗电流大约为 $3 \times 10^{-9}$ 安。

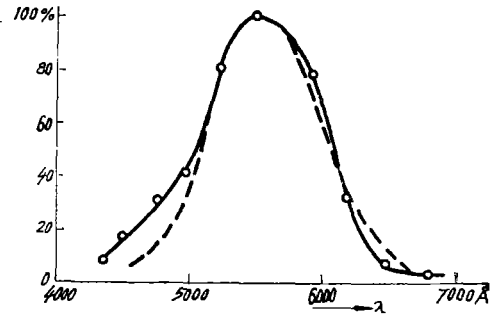


图4 说明装有PbO—PbS靶面的“氧化铅管”的光谱灵敏度分布曲线可能形成的范围。曲线是用这样一种管子测出的,这个管子企图使光谱灵敏度匹配(虚线)。

译自“Philips Technical Review”

Vol, 26, 1965, No 2, p. 49.