

光导摄像管的烧伤现象

研究光导摄像管烧伤程度的测定法，与测定信号电流长时间的过度现象一起，为定量掌握烧伤作用条件的依赖关系作出了努力。其结果，明确了烧伤与上升时的过度现象的对应关系。另外还发现了负烧伤对于光通量、靶压显示出逆抛物线状的依赖关系。

1. 前言

光导摄像管的图像烧伤是从很早以前就知道的一种现象。但是，无论是在理论上，还是在实验上，与已有详细调查研究的残留图像等的特性相比较。对于烧伤的研究还没有定性归纳发表的例子。像这样研究烧伤的落后现象，可以说是由于好像是一见很难捉摸似地复杂，以及缺乏为努力发现定量测定

作用。它不仅作为主要的传感器作用，而且它的存储能力还可作扫描转换、电子放大和显示时的多帧读出。

为空军研制的机载系统是高性能飞机上用的 AN/UXD 型电子摄像机系统。这种系统采用了 $4\frac{1}{2}$ 英寸回束视像管做成一个箱安装在 RF-4 飞机上，在各种飞行地形和能见度条件下已经成功地应用。自动曝光和对比度控制，向前运动的补偿，环境控制等附件工作良好。在飞行试验中获得的图象在高对比度下能与胶片相比，在低对比度下超过胶片。

星载系统采用 2 英寸回束视像管，已成功地用于地球资源的普查。

回束视像管也能有效地用于信息转换和恢复。数据可以是各种光学和电学的信息安排和速率。而且这些参数可以作为信息处理的一个主要部分近似计算。典型的应用包括传真发射和接收，记录和照片存入、恢复和注解、警用和民用数据终端，导航和气象数据分配系统以及森林火灾控制。

在工业制造过程中，回束视像管可以有效地用于检验和测试工作，测量元件的光学

烧伤的原因造成的。烧伤一般是当光导摄像管的入射光通量变化了的时候，在输出信号里产生的一种过度现象。但与普通的残留图像不同，它的衰减时间具有长到数秒~数分的特征。这次我们在 Sb_2S_3 光导摄像管上，考察了烧伤的直接的、定量的测定法，以此测定了对烧伤的光导摄像管作用条件的依赖关系。另外，以调查伴随烧伤的过渡现象的目的，也观测了光导摄像管的长时间响应特性。对这些结果进行了若干考察，报告如下：

性能，并与存储的标准相比，从而为元件验收或废除及过程的控制提供依据。这种方法能显示选择的信息以允许适当的人为干涉。

在医学方面提供了许多有效地应用回束视像管的机会。包括患者监视， x 射线，原子核，超声和热成象，图象增强和比较，以及数据记录和恢复。对 x 射线成象，回束视像管的对比度增强能力能大大改进象的能见度并减少曝光。为直接使用 x 射线，希望有附加的象增强，并且期望研制一种具有积分增强器部分的回束视像管。

结 论

回束视像管是一种高性能的图象传感器和存储器元件。它的高分辨率和操作的灵活性使其能在自动控制和人工控制的系统内有效地处理大量的数据。在未来的应用中，回束视像管也具有很大的潜力。

译自 "Optical Engineering"

Vol: 16.No: 3 1977

P 257

〔陈翔宇译 裴玉珩、贾欣志校〕

2. 烧伤现象与它的测定法

2.1 烧伤的定义

CES摄像管试验法的烧伤项目，是烧伤(AI)……在标准摄像状态上，按指定的时间摄像。然后拍摄均匀白色背景或测试图(检查斑点用图)用图像信号监视器，观察测定烧伤的图像的消失时间。在这里，AI是after image的省略。以下根据上面的定义，决定使用烧伤一词，诚然，在上面试验法中，只提出了烧伤的衰减时间，实际上烧伤的强度在许多场合也成为问题。因而，在区别两者时，用叫做烧伤时间与烧伤度来表现。

另外，与以上测定法不同的有，盖上透镜盖来观察在暗时间像残留情况，这显然是残像的测定。但是，在残留时间较长的时候，为了与残像进行区别，用余像一词。

2.2 烧伤现象的说明

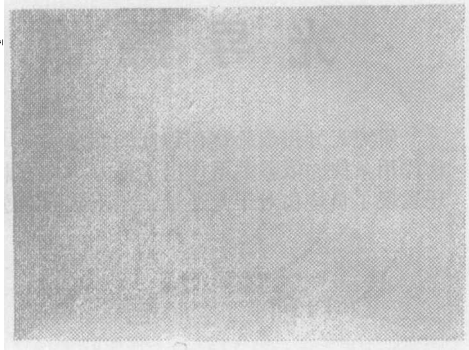
如果用上面的烧伤试验法进行观测，就有两种情况，一种是清晰度测试图原封不动，在对比度降低状态下残留图像(正烧伤)，一种是白黑反转的残留图像(负烧伤)。有时能够观测到正烧伤随时间而变化像负烧伤变化那样的复杂现象。可是，一般似乎观测负烧伤的例子较多。

照片1、照片2是在几分钟内静止拍摄清晰度测试图后(照片3)，转换成白色检查斑点用图(照片4)时，发生的正、负烧伤的例子。

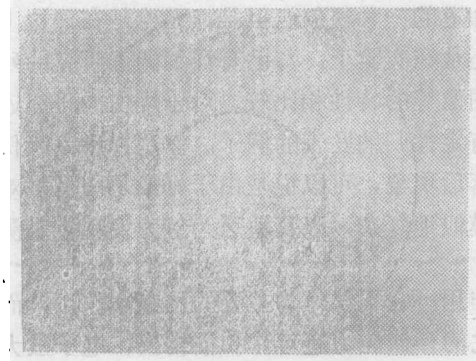
2.3 烧伤的测定法

烧伤时间的测定，用同视判断就基本没有问题。但是，烧伤度用同规即使能够区分它的程度，也不能充分地进行定量处理。因此，考虑了如下所述的测定法。

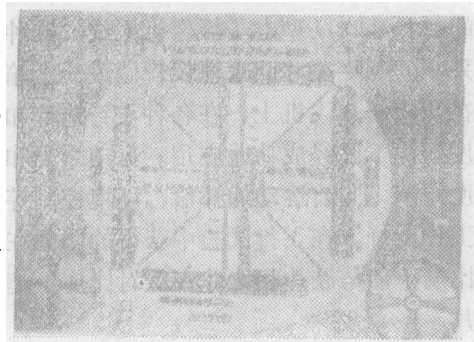
像图1(a)那样，在白色背景中作一个能够拆卸的黑色标记，如果能像(b)图那样选行的话，(c)图的波形在同步示波器上获得。在几分钟内静止拍摄(a)测试图，使其



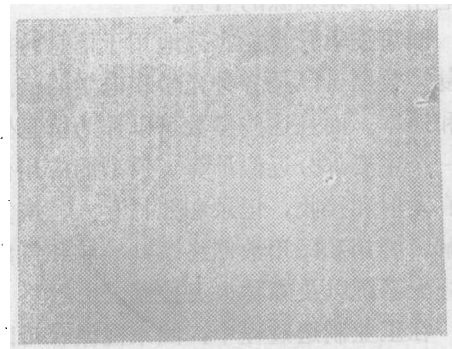
照片1 正烧伤的例子



照片2 负烧伤的例子



照片3 清晰度测试图



照片4 白色图(检查斑点用)

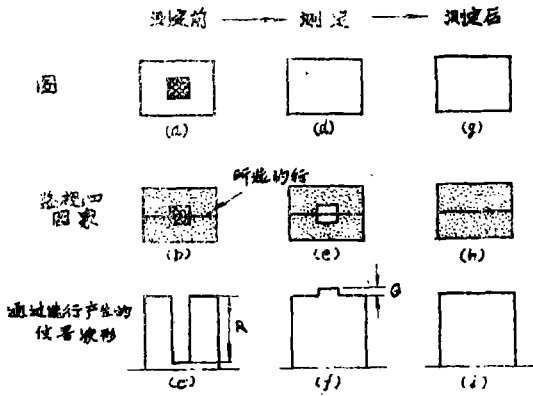


图1 烧伤度测定法

产生烧伤后，除去黑色标记，在有负烧伤时，就能观测到像(e)、(f)那样的图像和信号波形。读取(c)的白色部分输出(p)以及(f)的烧伤输出Q，用下式求烧伤度。

$$\text{烧伤度} = Q / p \times 100(\%)$$

但是，因为实际Q的值是微小的，所以，原封不动地读取，是困难的。因此，为测定Q值，在求得p的值后。只要增大预先设定了的同步示波器的增益值(这次是20倍)就行。这样扩大Q的部分是有必要的。同时，由于高频噪音成为最大障碍，所以，在不损坏波形的程度上，用滤波器降低同步示波器的频带是有效的。我们在500KC程度上，通过降低达到了充分的目的地。另外，由于Q随时间而衰减，所以利用存储示波器在实验上是便利的。还有就是在烧伤度的表现上，为了便于在今后区别正和负烧伤用(-)的符号区别。

3. 烧伤度的测定结果

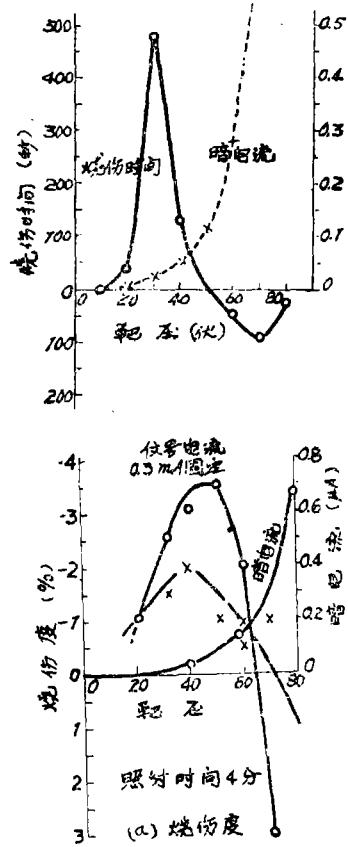
用以上测定法改变靶压、入射光通量以及它的波长，进行了烧伤度的测定。另外，供试管是7735A，为了测定的方便，选择了烧伤特别大的管子。

3.1 靶压与烧伤度

烧伤度依据靶压而变化。其测定结果如图2所示。一般由于负烧伤问题较多，所以在

图的上侧表示负烧伤度。

图上的结果是在光通量式信号电流一定条件下的测定例子。其特征不论什么条件，都是在某一靶压时使负烧伤度成为最大，在其上下减少则有向正烧伤变化的倾向。图中的例子，在靶压40~50V时，负烧伤最大，此时暗电流在0.02μA附近，是接近标准工作条件的状态。这是作为供试管选择了在标准状态下，烧伤大的管子而获得的当然结果。



(b) 烧伤时间 (与(a) 供试管不同)

光照射时间 4分固定
面照度 101×固定
光源 白色荧光灯

图2 烧伤与靶压的关系。

但是，不一定在标准状态下，烧伤就最大。靶的性质若有不同，烧伤的绝对值就当然发生变化。峰值的位置也左右移动。从我们调查的许多管子的测定结果来看，在图里

表示的烧伤度对靶压的逆抛物线状的依赖关系都一样，不妨可以看作一般的某种特性。

3.2 入射光通量、波长与烧伤度

图3(a)所示的是在一定的暗电流 $0.02\mu A$ 时，测定的烧伤度的光通量、波长依赖关系的测定结果。图3的R、G、B是在白色荧光灯光源*上加上彩色滤光片(Kodak R-26 G58 B-47B)后，以加滤光片前的光导摄像管的表面照度，对横轴进行分度，有意义的例子并不一定是光越强烧伤就越大，而是如图中例子所示，在 $20\sim 30lx$ 附近观测到最大的负烧伤。在波长方面，兰(B)光是烧伤最大，绿(G)光和白光基本同样倾向，红(R)光与兰(B)光相反观测到正烧伤，随着光通量的增加，向负烧伤移动，但是，不论在什么时候都能观测到与靶压同样的逆抛物线状的烧伤度的依赖关系。这一点应该加以注意。

另外，为了便于参考，在图2(b)，图3(b)有关烧伤时间的靶压以及光通量的依赖关系的测定结果。供试管虽然不同，但是由于曲线的形状与烧伤度在倾向上一致，所以，在定性时并列地来对待两者。

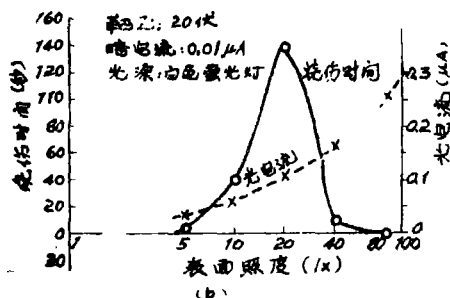
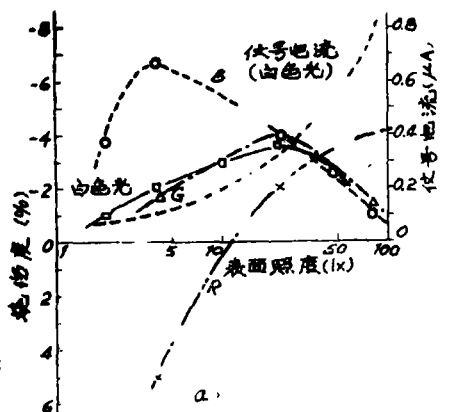
3.3 伴随烧伤的过渡现象

如在，1.里谈到的那样，烧伤是光导摄像管信号电流的过渡现象。在这一节里，报告用存储式示波器观测这种过渡现象的结果。测定用三分钟时间拍摄均匀的白色图(白色荧光灯照明)后，罩上透镜罩遮光三秒钟，再录下图形，只蓄积记录这期间信号电流的变化部分，遮光三秒钟是根据存储式示波器的扫描时间关系来决定的值。

照片5(a)、(b)、(c)表示的是以一定的信号电流 $0.2\mu A$ ，变换靶压测定的过渡现象的波形。其特征是输入光的变化在遮断→照射时，信号电流比稳定值一下子有更大值的过冲。这种现象在照片5(b)靶压45v时最大，在其上下则少。这与图2(a)表示的烧伤度的靶压的依赖关系是同样倾向，给予了烧伤现象分析的线索。照片5(d)~(g)与图3(a)同样，是以一定的暗电流 $0.02\mu A$ 照射产生的信号电流 $0.2\mu A$ 白色光R、G、B光时的信号波形。过冲以B光最大，不能用R光进行观测、G光和白色光的作用基本上一样。图3(a)的测定在各色中因为不是一定的信号电流，所以不能得到单纯的对应，在定性上，这种过冲的出现状况同图的结果相似。

4. 缓慢响应的测定

烧伤度与过冲的出现倾向相似，使我们推测伴随负烧伤的过渡现象就是过冲，但是，用存储式示波器测定过渡现象的方法，

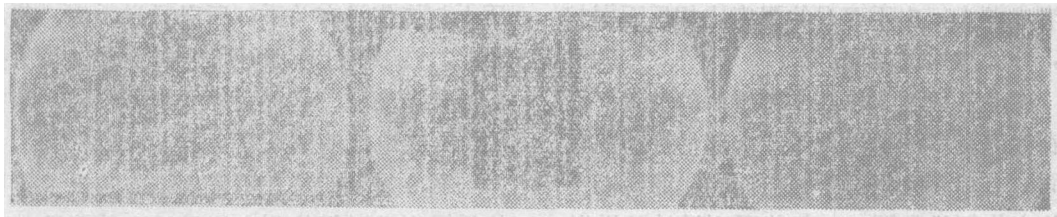


光源：白色荧光灯
照射时间：4分
暗电流： $0.02\mu A$ 固定

(a) 烧伤度 (b) 烧伤时间(与(a)供试管不同)

图3 烧伤与光通量、波长的关系

* 因为光源是荧光灯，所以与钨丝白炽灯泡的R、G、B的强度比不同，请参照4的记述。



$I_d = 0.004 \mu A E_{si} = 18V$

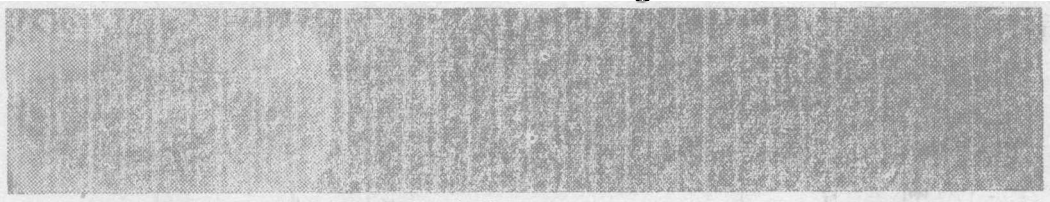
(a)

$I_b = 0.02 \mu A E_{si} = 45V$

(b)

$I_d = 0.2 \mu A E_{si} = 65V$

(c)



蓝色光的时候

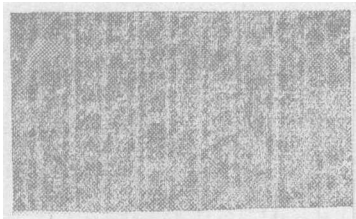
(d)

绿色光的时候

(e)

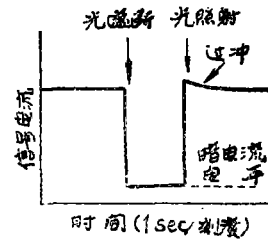
红色光的时候

(f)



白色光的时候

(g)



照片 5 过渡现象的观测结果

不能充分地显示长时间的变化，所以，为了补足这一缺陷，达到详细调查烧伤现象的目的，要用描写式记录器来测定光导摄像管的长时间过渡现象。

测定以光的照射时间 2 分，遮断时间 3 分为标准来变换光通量、波长、靶压。此时应当注意的是避免暗电流漂流（靶的温度、空间电荷的影响）的影响。为此，应将供试管插入摄像机、或变化靶压后，放置约 30 分钟，确认波有任何漂移后，再继续试验。

在记录纸上观测到的有代表性的波形在图 4 表示。上升现象开始急速上升后，达到稳定值(a)和过冲(b)时开始出现。前者叫作正常上升两者合起来表现为缓慢上升。缓慢衰减时也同样。能观测到正常衰减(c)和欠冲

(d)。另外，以时间及比率分别区别直至过渡现象終了时的时间以及过渡现象的峰值 Q 和稳定值 P 的比。

图 5，图 6 表示的是缓慢上升时间以及比率的测定结果。横轴照度除光源变成色温 2854 °K 的钨丝白炽灯泡外，与图 2 意思相同。在图里仍要考虑过冲与负烧伤的关系，在上部将过冲划成曲线，图 5 表示时间以及比率一起对于光通量逆抛物线状的依赖关系。这种倾向正好与图 3 的负烧伤度相似。不同的只是在图 3 里按 BGR 顺序在光通量低侧的烧伤度峰值，在本图里成了 RGB 的顺序。这种差别虽然由于两者的供试管不同都有关系，但实际上是由于在图 4 用的是白色荧光灯、图 5 用的是白炽灯泡引起的。也就是说，在

两者光源上，由于RB的强度比相反而引起的，并无本质的差别。

图6是比图5提高了靶压后的结果。过冲在光通量多侧出现若干，全部情况与图5不同。BGR光将由于靶压而引起的缓慢上升的变化划线是图7。仍能看到过冲的逆抛物线状的依赖关系的倾向。

图8表示的是缓慢衰减时间的例子，如在后面将要谈到的那样，由于衰减现象在本

质上与烧伤没有关系，所以只举一例，其后省略。在B光出现欠冲信号时，其大小依据光通量而变化。这种欠冲的出现倾向，和在 Sb_2S_3 光电池的结果在定性上一致。

图9表示的是在不发生烧伤的供试管里的缓慢上升时间的测定例子。这种管子，不论在那种光通量范围内，都不能观测到过冲，并且，无论怎样变换靶压，情况也都是一样的。

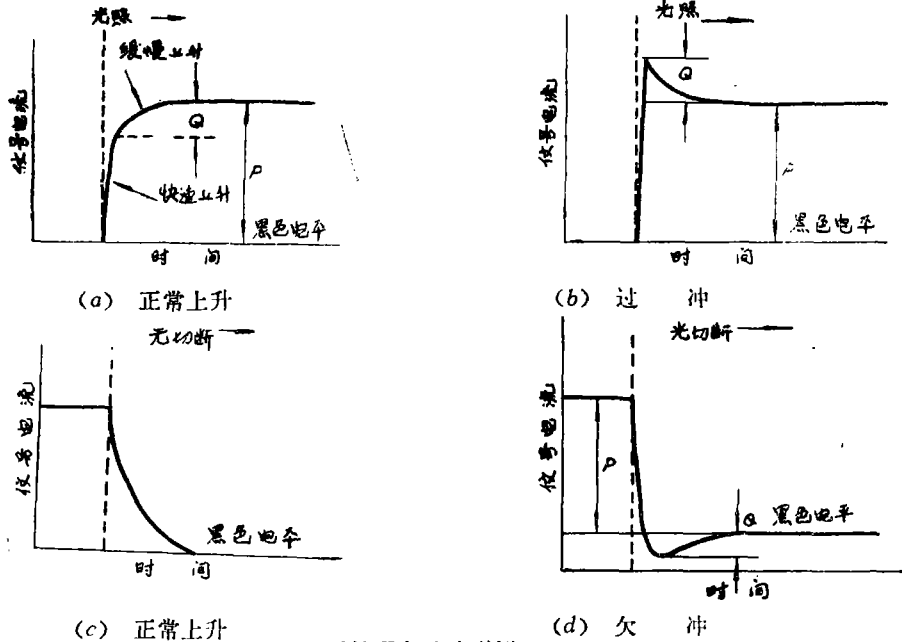


图4 过渡现象的波形例

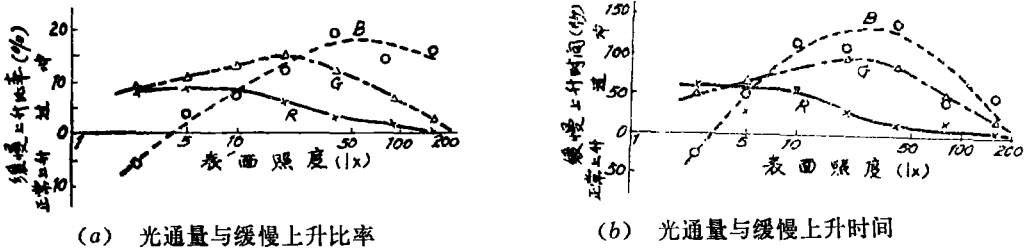


图5 光通量与缓慢上升的关系(靶压10V)

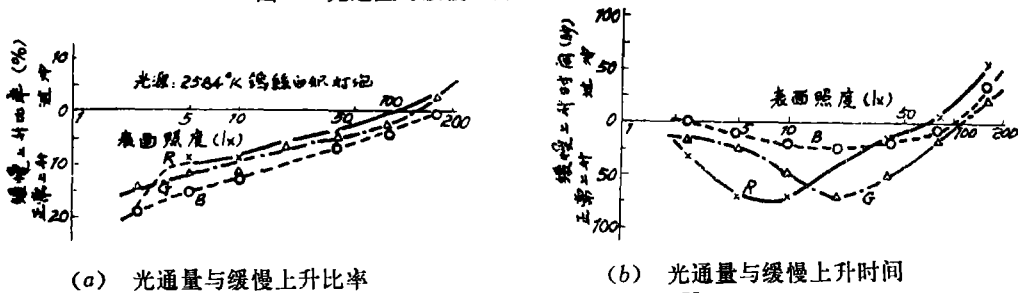


图6 光通量与缓慢上升的关系(靶压50V)

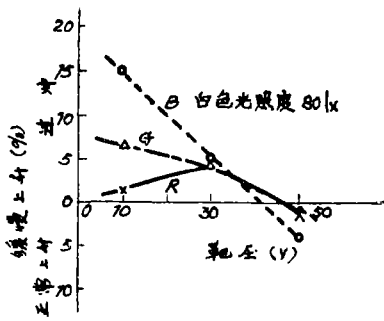


图7 缓慢上升与靶压的关系

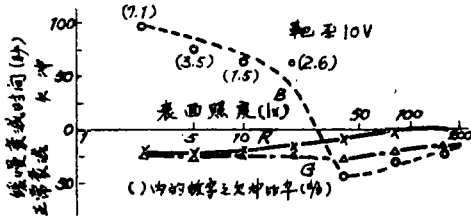


图8 光通量与缓慢衰减的关系



图9 没有负烧伤管子的光通量上升时间的关系。

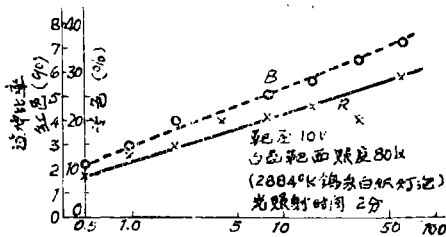


图10 由于暗放置时间的不同而引起过冲比率的变化

通过对很对管子进行与上同样的试验，结果就会知道在有负烧伤的管子上出现过冲。而且其最大值出现的光通量、靶压、由于管子的不同而不同。但是，对于光通量过冲显示出逆抛物线状的依赖关系。而对于靶压也有同样倾向。

图10是将光照射限定在一定的三分钟内，改变直至下次照射时的暗放置时间，对

变化过冲情况进行测定的结果。这个暗放置时间是对应测定时清晰度图表的照射时间的。图的结果表示过冲比，依据暗放置时间的对数而增加。

5. 结果的研究

5.1 特异的过渡现象

如前两章所述那样，作为光导摄像管的信号电流的过渡现象，能够观测到过冲、欠冲。并且过冲和烧伤度对光通量，靶压的依赖关系在定性上一致。

这种异常的过渡现象已经在 *cds*, *cdse*¹¹、*pbo*²¹ *sb₂s₃*³¹等作了报告。

现将过冲说明如下，即由于光激发而产生的载流子向电场方向移动，在相当于移动时间的的时间里，作为大的电流被观测到。但是，载流子在光导体的陷阱里被捕获，以及被由此而产生的空间电荷所限制，光电流逐渐减少到稳定值。当然，在此其间介于再结合过程。因为与陷阱的作用相关，所以过冲的出现状态发生变过。

欠冲是指光遮断后光导体内残留的自由载流子消失时，如果再结合过程比陷阱捕获过程还急速地起作用的话，则由于自由载流子数急剧减少，终于引起成为低于稳定值（暗电流）。其后陷阱慢慢填满，随着受激发的载流子数的增加，自由载流子数经最小值而再度增加，达到稳定值。

以上是简单的定性说明，可是，过冲、欠冲的发生，是由自由载流子浓度，再结合中心，陷阱的浓度，捕获断面积等支配固体内的电子现象的复杂因素的相互关系而决定的。因而，定量地讨论烧伤现象就成了一个相当难的问题。

5.2 负烧伤与过冲

测定烧伤时，光导摄像管的人射光通量变化，如图11(b)模型图所示的那样，只是黑色部分。负烧伤时，由于黑白转换，所以黑色部分的信号比白色部分的还大。这时的

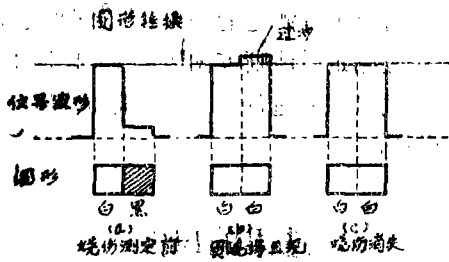


图11 过冲与负烧伤的关系

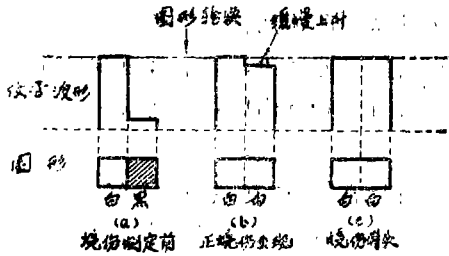


图12 缓慢上升与正烧伤的关系

过渡现象只有缓慢上升成为问题，在缓慢上升里，黑色信号的输出比白色部分还大，是已经讲过的过冲现象，因而，以实验结果来推测，即由过冲而产生的烧伤，是根据这项考察而确定的。另外，如图9所示那样，在没有负烧伤的管子上，观测不到过冲，是根据以上的考察得出来的。

5.3 正烧伤与正常上升

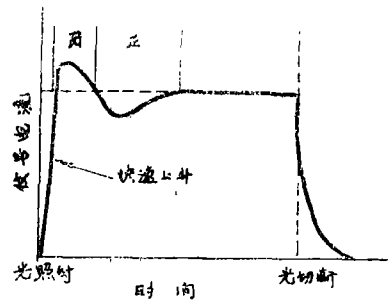
对于正烧伤也可以与前节同样考虑，其模型图在图12表示。根据黑色部分信号输出的缓慢上升来观测正烧伤，正常上升中的缓慢成分以正烧伤表现出来作为过渡现象。

5.4 有关烧伤的其它问题

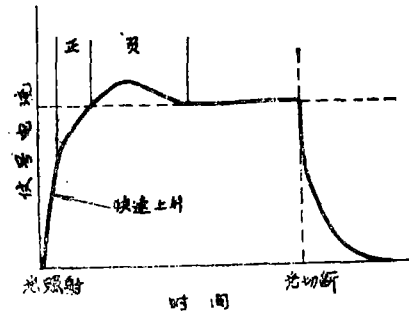
(1) 极性变化的烧伤

在烧伤中有开始是负的再变为正的，或出现与此相反的现象，这可以通过如下过渡现象理解。

在过冲现象中，存在着如图13(a), (b)所示的那样例子。信号电流一度增加到稳定值以上，其后变成稳定值以下，再度上升返回稳定值。这种现象说明烧伤是从负到正的变化，另外如(b)图所示那样，在过冲缓慢发生时，能够观测到从正烧伤到负烧伤的变化。



(a) 负→正烧伤



(b) 正→负烧伤

图13 负烧伤→正烧伤变换时信号电流的变化

实际上这种现象，在 sb_2s_3 光电池里已观测到，在这次实验中也作了些实际观测。

(2) 灰色的问题

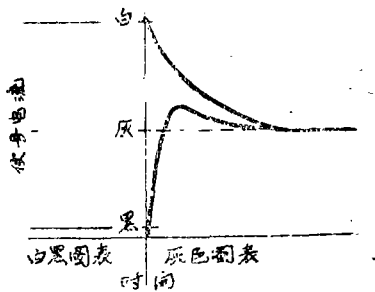
迄止到此，我们只考虑了白黑两种颜色的情况，在实际上，中间色调（灰色）也是问题。

这种情况下，烧伤不能解释为一切上升现象。例如，将白黑图形转换成灰色图形时，在白色部分衰减，在黑色部分上升就成了问题。这时如图14所示那样，在黑 \leftrightarrow 灰的变化时，即使发生过冲，在与白 \leftrightarrow 灰的衰减关系上，发生负、正两种烧伤。

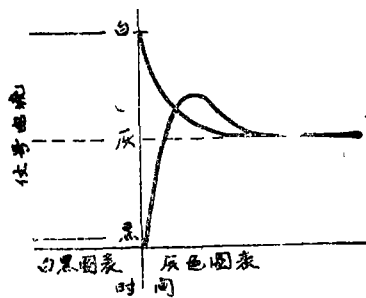
图14虽然是最简单的情况，除此外实际上也会产生很多亮度变化。像这样，灰色就不能看作是过冲，即负烧伤。可是，像例示的那样，如果将对应亮度变化的过渡现象分为一个一个过程来考虑的话，就可以与前两节的想法同样考虑。

5.5 余像

现在考虑一下在2.1定义的余像，余相



(a) 正烧伤



(b) 负烧伤

图14 灰色图表的烧伤

与烧伤相反，很多时候是正像，可是，有时也能观测负像，如果与烧伤时同样考虑的话，那么，正余像的原因就是缓慢的衰减，另外，欠冲发生时，因为白色部分的信号比黑色部分的还低，所以应该观测到负像，余像对光通量，波长，靶压的依赖关系也不是像图8一例所示的那样的单纯形状。

5.6 从物理性能方面进行的若干考察

以上讲的考察，都是现象理论，因而明确过渡现象与烧伤的相关性。可是，这种过渡现象为什么发生、由于作用条件为什么变化，基本上还没有涉及。以下，想就此问题进行一些探讨。

实验结果都表明，烧伤度对于光通量或靶压具有逆抛物线状的依赖关系。

首先考虑到入射光的波长的影响，在本报告的实验里，由B、G、R各色光产生的信号电流不一样，但是，即使这是从不是对光通量，而是对信号电流的图示结果来看，波长的效应也基本上以相同作用残留，因此这不是本质问题。考虑到光的吸收，B光基本

上在靶膜的透明导电膜侧被吸收，以G、R的顺序，在膜的内部深处产生吸收，因为 sb_2s_3 是P形半导体，所以由B光激起的电子—空穴对中，空穴通过少数载流子的高区域阻挡，在膜的电子枪侧表面出来。

这种状况，与在绝缘体里从正电极注入空穴的情况正好相似。这时，瞬间通过大电流后，由捕获了的空穴的空间电荷所限制，从而观测到电流急剧衰减的过冲现象。这一事实说明，在B光能够观测到绝对值大的过冲或负烧伤。

如果在B光也增加光的强度的话，则由于产生自由载流子数增加，而使陷阱效应相对地变弱，过冲的作用也就变小起来。G、B光时，由于在膜的较深的内部产生吸收，所以与B光的情况不同。在G、B光观测到的过冲，是在表面附近发生的部分自由载流子的效应，还是在膜内部激起的空穴、或电子效应，现在还不明白。

因为白色光时混有各种成分，事情就更加复杂，只能说使用B成分强的光源，不利于烧伤的可能性很强。

靶压上升时，移动时间变短，另外，由于空间电荷控制的暗电流的流动，而使靶内部的电场状况变化，这种情形虽然知道是涉及有关过渡现象的效应，可是现在还没有发现确实的说明。

最后，我们来探讨有关制作没有烧伤的光导摄像管的问题。如能作成理想的陷阱等欠陷少的靶膜，就能够期待过渡现象急剧结束的方形波状的响应特性。可是，只要采用蒸涂膜就是相当困难的问题。事实上，由于烧伤曲线依据靶的制作条件而上下左右移动，所以在标准动作时间烧伤。特别是向负烧伤少的方向移动制作条件来解决，是一个很好的方法。

另外，本报对超越稳定值的过渡现象，都用了叫作过冲一词来表现，在这中间，也包括光电流随时间一起慢慢减少的疲劳现象的可能性，但是，定性考虑光通量越多则疲

积木式电视变倍物镜

摘要:电视中使用的各种变倍物镜,可以通过不同组件组合而成,十分经济。本文谈及这类组合件在高斯与赛得范围的作用方式,并以2.1……6.3/33……100毫米电视变倍物镜为例指出所达到的特性数据。

一、引言

为了满足电视摄象机中变倍物镜的不同工作范围,需要大量专门的系统。当然,研制和加工这类物镜的花费甚高,致使很不经济。所以研究的目的是要选择一种办法,便于一方面确定其技术特性水平,另一方面限制其研制与加工的经费,但不减少应用的可能。其中成象性能的质量损失是肯定的。

这项任务应该通过积木结构来解决。技术上“积木”一词表示儿童造屋玩具一类的积块[1],这里第一次被引入光学领域。

在高斯范围和赛得范围进行了深入的研究。从所得详细结果来看,对于光学设计的评价,以及电视象机不同使用范围的变倍物镜的性能数据是很清楚的。针对专用范围对相应的变倍物镜提出下列要求:

1. 室内摄影物镜:大的相对孔径,在短焦距起始时,焦距的变化范围最少10倍,所

以较大的视场角和尽可能短的近摄距离。

2. 较宽敞室内用物镜(礼堂、剧院、体育馆……),大的相对孔径,焦距范围在15倍和15倍以上(起始焦距应与画面对角线相等),尽可能短的近摄距离,显然在1米以下。

3. 摄外景用的物镜(体育场、较远距离拍摄目标的运动场等):大的相对孔径,较大的焦距变化范围和长的终端焦距,近摄距离显然在5米以下。

对于彩色电视摄像机应当在其后面配置绿、红、兰颜色通道的光束分色器的光学系统。并有如下摄影幅面:“ $1\frac{1}{4}$ ”摄像管用 $12.8\text{mm} \times 17.1\text{mm}$ 和 $1''$ 摄像管用 $9.6\text{mm} \times 12.8\text{mm}$ 。对电视摄像机除尽力满足专门要求的说明外,如技术说明书中所规定的广播电视IRT说明,变焦距物镜BBC说明,菲力蒲 $1''$ 氧化铅管广播电视摄像变焦距物镜ELR4—706技术说明。尽力做到手提式系统既轻便,又易于操作。正是由于这种要

劳就变大,而光通量多时,则烧伤反而减小,所以,只根据疲劳来理解,是有很多问题的。

6. 结束语

研究光导摄像管的烧伤的测定法,同时进行了长时间响应的测定,因此明确了信号电流的过渡现象与烧伤的关连性,特别将烧伤的光通量或靶压变成最大,在其前后烧伤

则减少的事实,对于选择烧伤少的使用条件以及制作条件,给予了重要的启示。

烧伤由于使用时间而变化的现象,过渡现象的物理性能理解的不充分性等方面,残留的问题还很多。本报所述的测定法和想法,可以为同样能够适用于 Sb_2S_3 以外的光导摄像管,或者其它摄像管。

译自日本《テレビジョン》第21卷,
第7号通卷第227号,第483页
〔世春译 林陶校〕