

无线电专题译丛

电子束管部分

无线电工业技术编辑部

1965年2月

目 录

前 言

示波管到目前为止的进展.....	大戸 或也 (1)
論散射透鏡在示波管中的应用.....	В. А. Миллер (8)
用于电子束管的低功率阴极.....	山本弘 高梨幸雄 小池茂田 (13)
高分辨能力的电子束管——微光点管.....	K. Schlesinger (24)
高鑑別率的纖維光学电子束管.....	Вудли Роджерс (36)
利用纖維光学进行光子轉換的扫描轉換管.....	R. J. Doyle (43)
Videograph 管——高速印刷的新元件.....	R. W. Crews ⁺ P. Rice ⁺ (52)
測量电子束管熒光屏上光点尺寸的设备.....	Н. В. Суворов (64) Ю. Е. Карпешко
論所有阴极射綫管設計的基础——几何变换.....	Н. Moss (66)
电子三角学——电子光学設計的一种新工具.....	K. Schlesinger (90)

示波管到目前为止的进展

大 戸 或 也*

电子学的迅速发展,要求测量技术也相应地发展。作为测量技术的一个领域,示波器的发展也是异常显著的。几年前,示波器仅能被用于定性的测量,而现在它已被用来定量的测量了。

本文仅介绍最近几年来示波管的发展概况,并且通过偏转系统,加速方式和荧光屏等问题的叙述,指出了今后发展的方向。

1. 示波管的主要问题

示波管的选择必须根据所测量的现象来进行。根据被观察的现象的速度及有无重复来决定荧光屏的类型和阳极电压。其次,根据测量的精确度确定荧光屏的大小。此外还应根据仪器的构造来确定偏转灵敏度。

在特殊情况下,即要一些现象同时进行比較的情况下,除上述要求外,还提出了另外的要求。为此,必须选择多束管。下面将依次地叙述这几个问题。

荧光屏

最近发展的示波管,在所使用的最后一级加速电压为6千伏以上的情况下,几乎都采用了金属化的荧光屏。与在电视接收管里一样,金属化的结果,使荧光屏的亮度提高了。例如,使用P2型荧光屏,在加速电压为10千伏的情况下,由于金属化的结果,可以将单次扫描的观察范围提高一个数量级即达到0.02微秒/厘米。

金属化的另一个作用是使荧光屏的电位稳定。没有金属化的荧光屏,由于没有和加速电极连接起来而成为“自由电极”。当电子流入射时,从它的表面会放出二次电子,从而使电位降低。正是由于这个电位的降低,使得荧光屏上的图形发生畸变。为了避免这种畸变,常常进行薄薄的金属化。在这种情况下,加速电压不应低于3千伏。在示波管中使用的各种荧光粉列于表1中。

近几年来,在发展荧光粉的新品种的同时,还要特别注意到荧光屏的发展,为了避免由于荧光屏内的光散射而产生的光点发散,应发展颗粒度小而发光效率又高的荧光粉。

在超高频示波管里,在频带很宽而且又要求大大地提高灵敏度的困难情况下,由于偏转灵敏度可以用荧光屏上的光点的大小来表示,所以,光点的扩展显得特别重要,为了减少荧光屏内的光散射,透明荧光屏的研究是值得重视的,但是由于它的发光效率

* 东京芝浦电气公司示波管技术課

低，所以在实际的管子中还没有采用。

显然，荧光粉的余辉可以从 10^{-7} 秒到几分的数量级，但当要求更长的余辉时，仍然不能满足。此时，利用直观式贮存管是适合的。在这方面，现在被广泛利用的绝缘栅网控制的管子和利用P10型荧光屏的贮存管都是值得重视的研究目标。

使荧光屏的亮度进一步增加，是不是只有增加电子束的加速电压或增加电子束的电流呢？前者直接使偏转灵敏度下降，后者则是使光点变大。看来，今后的发展在很大程度上有赖于更高效率的荧光粉的研制。

表 1 雷达和示波器用荧光粉

序 号	化 学 成 分	峰值波长 (埃)	荧光颜色	余 辉	
				类 别	激励停止后下降到最大值的10%的时间
P-1	$Zn_2SiU_4:Hn$	5250	绿	中	25毫秒
P-2	$ZnS:Cu$	5450	绿	中	40微秒
P-5	$CaWO_4$	4150	蓝	短	20微秒
P-7(蓝色)	$ZnS:Ag$	4500	蓝	中短	25微秒
(黄色)	$(Zn,Cd)S:Ag$	5600	黄	长	0.15秒
P-11	$ZnS:Ag$	4600	蓝	短	30微秒
P-12	$(Zn,Mg)F_2:Mn$	5900	橙黄	中长	250毫秒
P-13	$MnSiO_3:Mn$	6500	红	中	50毫秒
P-14(蓝色)	$ZnS:Ag$	4500	蓝	中短	25微秒
(橙黄色)	$(Zn,Cd)S:Cu$	5950	橙黄	中	5毫秒
P-15**	$ZnO:Zn$	3900	绿	短	2.5微秒
		5050		短	2.5微秒
P-16	$CaMg(SiO_2)_2:Ce$	3850	紫	极短	0.12微秒
P-20	$(Zn,Cd)S:Ag$	5600	黄	中短	0.2毫秒
P-23(蓝色)	$ZnS:Ag + (ZnCd)S:$	4600	白	中短	—
	(黄色) Ag	5700		中短	—
P-24	$ZnO:Zn$	5100	绿	短	1.5微秒
P-25	$CoSiO_3:Mn$	6150	橙黄	中	40毫秒
P-31	$ZnS:Cu$	5300	绿	中	40微秒
	*双峰				

加速方式

由于电子束通过偏转系统没有受到任何加速，所以，在偏转以后施以加速电场使之加速的方法称为后加速。

在存在后加速的情况下，电子加速电场的作用使偏转灵敏度稍有降低。常用的一级，多级和螺旋后加速方式示于图1中，在这些加速方式中的加速电极均是由涂于玻壳内表面的导电薄膜形成的。但是，由于在前级与后加速极之间形成的静电透镜的聚焦作用而使偏转灵敏度降低，不管在哪一种情况下，偏转灵敏度的降低都是由最后一级加速电压与最初级加速电压之比确定的。换言之，初级为1,000伏、末级为5,000伏与初级为2,000伏、末级为10,000伏的情况下灵敏度的降低是相同的。

其次，由于静电透镜的球面象差，图形的畸变增加了。

增加加速的级数，由于削弱了静电透镜的聚焦作用，所以，偏转灵敏度的降低变小了，图形的畸变也可以减少。螺旋后加速便是这种研究方案的进一步扩展，它是在最后一级与最初一级间在玻壳内壁上涂以阻抗为100兆欧到300兆欧的高阻抗导电层形成的。如图1所示。

由于加速电场从偏转系统起是缓慢上升的，偏转灵敏度的降低变小了，图形畸变也可以最小。现在的高灵敏度示波管几乎都采用了螺旋后加速的方式。

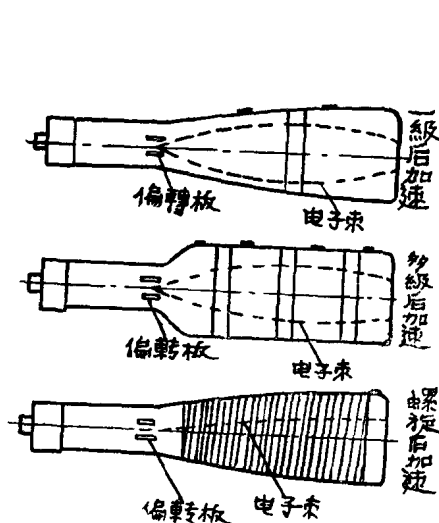


图1 加速方式的例子

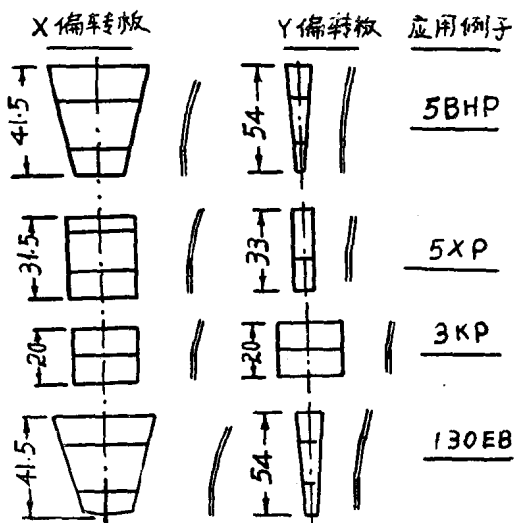


图2 现用的偏转板

和电子束的聚焦问题一样，偏转灵敏度的提高在示波管中也是特别重要的问题。

现在常用的偏转板示于图2中，众所周知，偏转灵敏度与偏转板间的距离及加速电压成反比，与偏转板的长度成正比。最近，根据常田的分析，给出最大偏转灵敏度的偏转电极可以由下式表之：

$$z = \frac{1}{\sqrt{3}} \int \frac{dy}{\sqrt{\left(\frac{y+g}{g}\right)^{v/v_0} - 1}}, \quad \frac{dy}{dz} = \sqrt{3} \sqrt{\left(\frac{y+g}{g}\right)^{v/v_0} - 1}$$

偏转板间的距离受到通过偏转系统的电子束的大小的限制，加速电压在10千伏以上时，电子束电流至少不少于20微安，因此，为了使电子束全部进入偏转板距离最少需要1毫米以上。这便是偏转板间距离的实际限制。

如果偏转板过长，当电子束通过偏转板时，将由于电子被偏转板直接截获而限制了荧光屏的有效直径，在5吋的管子里，为了观察有效直径最少为40毫米。考虑到这个有效直径、管长、加速方式以及上面的两个分析表达式，就可以确定偏转板的长度。考虑到这些因素，在管长50厘米，螺旋后加速，有效直径40毫米，则在加速电压为10千伏时，最大灵敏度为4伏/厘米。

进一步提高灵敏度的方法是在偏转板的前面放一个放大透镜——实际上是一个网——以扩大偏转，实用的例子便是5CLP型示波管，它的灵敏度提高到2伏/厘米。这

种方法的实质在于具有放大透镜作用的网，使电子束在通过它的时候受到一个垂直于其运动方向的力，从而使偏转增加。与此同时荧光屏上的光点也便显得模糊了。但在5CLP型示波管里这点已被克服。为了增加偏转灵敏度，增加了偏转板的长度。当然，这也便限制了高频现象的观测。

如果电子在通过偏转板间的渡越时间内相位发生了返转，那末，电子束的偏转量在实际上便与输入信号的波形不同了。

为了消除这点缺点，在偏转板里使用低通滤波器，使得这个滤波器的输入波的相位速度与电子束的速度一致，则由于电子的渡越时间而引起的偏转误差成为最小。实际上，是把偏转板分割成N个集中参数的行波偏转系统或分布参数的行波偏转系统。在我们试制的管子中，偏转板被分成6段，特性阻抗为650欧，从直流到300兆周都能有极为平坦的频率特性，而分布参数的行波偏转系统根据二十世纪公司发表的资料已达2,000兆周。

图形畸变的校正

如前所述，目前的示波管已由定性地测量为主变为以定量地测量为主了。为此，业已叙述的加速方式的采用，偏转灵敏度的提高和聚焦的改进等固然是很重要的。此外，荧光屏上偏转灵敏度的线性，x和y轴的垂直度，梯形、枕形、桶形畸变也显得很重要了。我们把这些统称为图形的畸变。

图形畸变的产生有的是由于电子枪的装架，有的是由于所采用的后加速方式。而在双枪示波管的情况下，图象畸变的产生更是必然的。

例如，垂直度的误差或双枪管的两个枪之间的平行度的误差就是由电子枪的装架而产生的，此种误差可以用减少电子枪及玻壳装架的误差的方法来克服。作为一个特例，可以在如图3的玻壳外绕上几匝电线，利用可变的电流流过而产生的磁场来改变和调整X轴的角度。

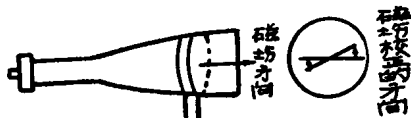


图3 用磁场使偏转线校正

另外，由于后加速而产生的枕形、桶形畸变可以用改变偏转板的形状采用以相反的畸变来补偿的办法（图4）。特别是在双束管时，如采用图5所示的补偿电极，图形畸变的补偿是可能的，我们最近改进的130GB，便可以作为说明这种应用的一个例子。

在两个电子枪的不偏转光点要在荧光屏的中心重合的双枪管里，电子枪应与荧光屏倾斜。各个电子枪形成的发光线条如图5.1所示。如果在屏的中央移动亮线的位置，则他们的亮线向相反的方向相互倾斜，对于这种畸变的校正，若在图中的AA'和BB'完全相等，则可以在短轴的方向上以 α 角切断x板，由于b'例的灵敏度比a例的灵敏度减少了，因此校正的目的也便达到了。

其他问题

使偏转灵敏度提高，进一步以后加速的5BHP型示波管为例，则时间轴的偏转角为38度时，发生偏转畸变，在四周焦点容易变钝。为了补救这点，首先，如图6所示电子束不是从圆形的而是从矩形的孔飞出。这种方法不但不会减少电子束电流而且由于在偏转方向和与其相垂直的方向给出的长矩形可以校正偏转畸变。

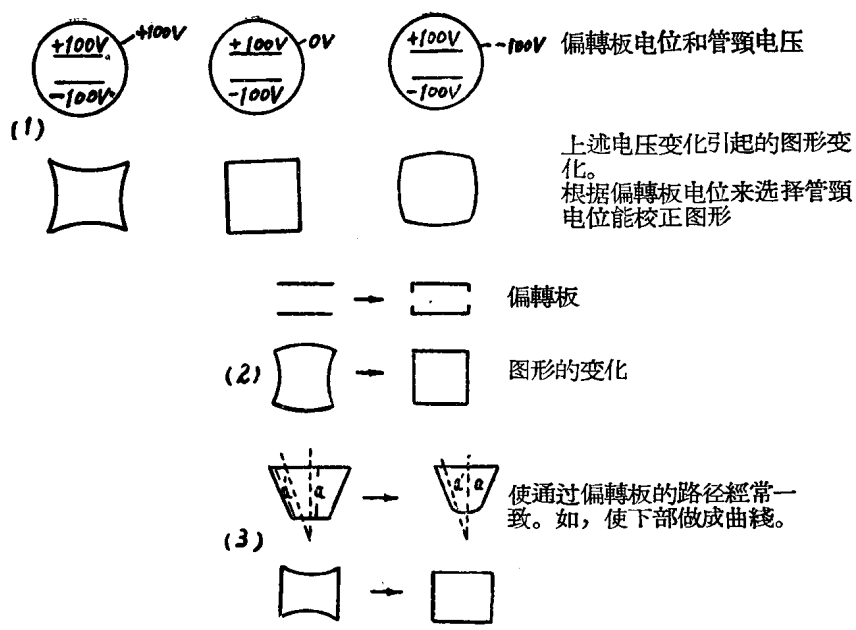


图 4

(1) 由管壁电位而引起的图形畸变的校正；(2) 由于偏轉板形状的改变而获得校正的例子；(3) 由于偏轉板形状的改变而获得校正的例子。

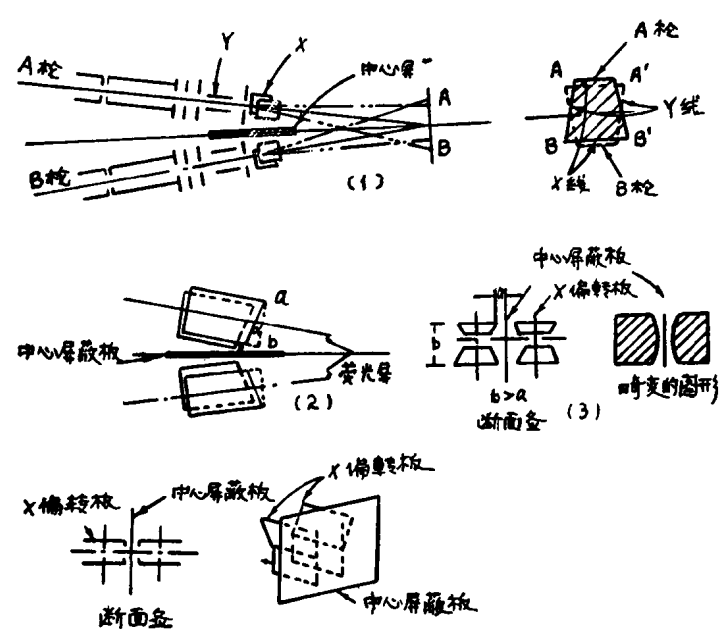


图 5 双枪管的图形畸变及其校正

(1) 图象畸变发生原理(A)；(2) 考虑的X偏轉板；(3) 图象畸变发生原理(B)；(4) 断面图。

发展的管子的一些例子

表2

名 称	額 定 值							E_{b3}/E_{b2}				
	最 大 尺 寸		热	絲	第三阳极电压 E_{b3} 伏 最大	第二阳极电压 E_{b2} 伏 最大	第一阳极电压 E_{b1} 伏 最大		第二栅极电压 E_{b2} 伏 最大	第一栅极电压 E_{c4} 伏 最大	偏 轉 率	
											X 10^{-3} 伏 直流/厘米 E_{b3}	Y 10^{-3} 伏 直流/厘米 E_{b3}
○3KP—	298	78	6.3	0.6	—	2500	1000	(250)	負	19.6—26.8	14.9—20.5	—
75UP—	350	78	6.3	0.15	7000	2000	800	(2000)	負	18.0—24.0	9.4—13.5	6
○130HP	435	136	6.3	0.6	6000	2600	1000	(2600)	負	10.5—14.1	7.1—9.4	2.3
○5XP	458	136	6.3	0.6	25000	2650	1550	(3650)	負	16.2—18.9	5.3—6.4	10
5BHP	474	136	6.3	0.6	12000	2000	800	(2000)	負	15.5—20.1	3.5—4.3	6
M7182	545	136	6.3	0.15	18000	3000	1000	(3000)	負	16.3—18.9	13.7—16.9	6
○5SP**—	474	136	6.3	0.6	7500	2500	1000	(2500)	負	12.3—16.0	3.5—5.3	3
130GB—	510	136	6.3	0.6	1000	2500	1000	(2500)	負			4

名 称	管 座	使 用 举 例						备 註			
		E_{b3} 伏	E_{b2} 伏	聚焦电压 E_{b1} 伏	E_{c2} 伏	截止电压 E_{c0} 伏	偏 轉				
							V 伏直流/厘米		y 伏直流/厘米		
○3KP—	B 11—66	—	2000	320—600	2000	—90最大	69	39.3—53.6	29.9—41.0	螺旋后加速 一級后加速 三級后加速 螺旋后加速	
75UP—	B 12—37特殊管針	3000	500	70—130	500	—27.5最大	50×40	9.0—12.0	4.7—6.8		螺旋后加速 300 兆周振荡 一級后加速 螺旋后加速
○130HP	B 12—37特殊管針	4000	2000	400—690	2000	—87.5最大	110	20.9—28.3	14.1—18.8		
○5XP	B 12—37 J1—25	8000	2000	362—695	2000	—75最大	110×40	42.8—52.4	13.8—16.4		
5BHP	B 12—37特殊管針	10000	1670	180—590	1670	—80最大	100×40	27.6—33.5	5.9—7.2	螺旋后加速 300 兆周振荡 一級后加速 螺旋后加速	
M7182	B 12—37特殊管針	12000	2000	500	2000	—60最大	100×40	23.2	6.4		
○5SP**—	B 12—31 J1—25	3000	1500	272—521	1500	—56最大	100	24.4—29.9	20.8—25.6		
130GB—	B 12—37特殊管針	8000	2000	220—700	2000	—80最大	100×60	24.5—32.0	7.0—10.5	螺旋后加速	

**双束管 ○比較品种

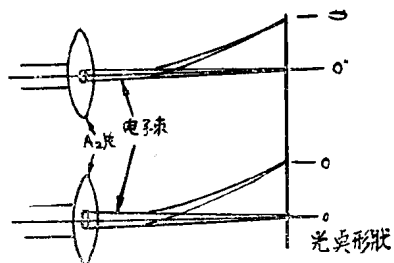


图6 偏轉畸变的校正（由于第二阳极膜孔的形状改变而达到的光点畸变的校正）。

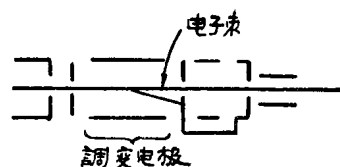
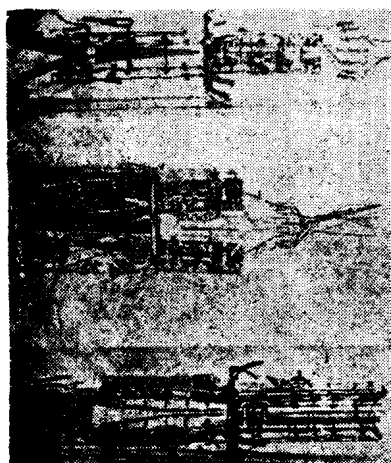


图7 实用化的偏轉板



照片1 被实际运用的电子枪
(1) 高灵敏度用；(2) 双枪高灵敏度用；(3) 超高频用。



照片2 螺旋后加速管

在设计使用半导体的示波器的情况下，与偏轉灵敏度一样，光点調变也是一个問題。

作为示波器最好是使用調变偏轉板，如图7所示，这种方法是在第一柵极后加一对偏轉板，在它上面加上信号，对进入下一膜孔的电子流进行控制，这种方法已被实际应用了。用这种方法以約10伏的电压就能进行亮度調制。

2. 实用例子

根据前面一节敘述的那样进行考虑，现在的示波管已有相当大的改进。在表2中总括地列出的是最近发展的3吋和5吋的管子的例子，为了进行比较，将以前的管子亦载入表中。

胡昭光譯自电子科学(日)1962年第12卷，第10期 P.22—25. 31

左光耀校

論散射透鏡在示波管中的应用

В. А. Миллер

建立寬頻示波器的严重阻碍之一，是电子束管要求太高的記錄信号电平。

有关提高示波管的偏轉灵敏度問題一直受到很大的重視。最近以来利用散射电子透鏡的原理引起了人們的极大兴趣，这种透鏡被置于偏轉系統至管子熒光屏的空間里，它們是普通的浸沒透鏡或单透鏡，其中相应电场区域的聚集作用被放置在那里的細密柵网所抑除（图 1）。

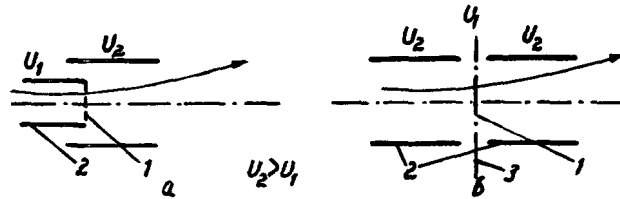


图 1 带透鏡的电子束管

a—浸沒散射透鏡；б—单散射透鏡（1—細密柵网，2—圓筒，3—膜孔）。

在期刊^[1-4]和国外电子束管制造厂的广告栏里，刊载了关于利用散射透鏡达到高偏轉灵敏度的显象管和示波管的报道。

以最普通的想法，从給定幅度的电信号的示波所得到的有益訊号量的观点出发，就可以对敍及的提高灵敏度的方法之效力作出评价。

显然，标志管子质量的訊号量不决定于光点的绝对偏移（这种偏移可用最简单的方法，例如，用示波图的光学放大法加以放大），而决定于光点的相对偏移量，即

$$V = \frac{H}{B}, \quad (1)$$

这里 H ——绝对偏移； B ——光点直径。

在摄录这类过程的情况下，放大比例可在已知范围内任意选择，这样，我們所敍及的想法則是毫无新奇的了。

讓我們来研究「理想的」电子光学系統，也就是說，在这样的系統里，因电子流偏轉引起的透鏡象差和图象誤差是不存在的。

电子束在管子的主聚焦透鏡与熒光屏之間的区域里的径跡示于图 2。

主透鏡 L 在熒光屏 S 上以小直径圓点的形式造成束交叉点的图象。透鏡的出口孔之半径为 r 。电子流的偏轉中心位于 P 点。在偏轉中心和熒光屏之間放以散射透鏡 L_p 。

在不伤及論断的統一性的情况下，可认为透鏡是很薄的。

图2上用虚线表示聚焦于屏上的电子流的边缘束以及无透镜 L_p 时的偏转电子流的主束(中心束)。

在散射透镜的作用下,束PB产生折射并落于C点上。确立主透镜L时须使图象与荧光屏相合。在有透镜 L_p 的情况下,与上述相对应的电子束用实线表示。

不难建立由于引入散射透镜而造成的偏转灵敏度与光点直径间的相对变化关系。

设主透镜前的呈象系统以及透镜的出口孔径都是不变的。

按照图2,偏转灵敏度的受益量 η 等于:

$$\eta = \frac{OC}{OB} = \frac{\frac{l}{b} + 1}{\frac{l}{a} + 1} \quad (2)$$

此处 a ——从透镜 L_p 到偏转中心 P 的距离; b ——从透镜到点 P_1 (P 点的虚象) 的距离; l ——由 L_p 到荧光屏 S 的距离。

首先,设透镜 L_p 是单透镜,即其左右两侧的电位是相同的。

写出拉格朗日—格姆霍列茨 (Лагранже—Гельмгольц) 方程

$$A\sqrt{U_k} \operatorname{tg} \alpha_k = B\sqrt{U_1} \operatorname{tg} \alpha_s. \quad (3)$$

这里 A ——映象物体(交叉点)的尺寸; U_k ——交叉点中的电位; α_k ——交叉点处的电子束倾斜角; B ——图象(屏上光点)的尺寸; U_1 ——屏电位; α_s ——荧光屏处的电子束倾斜角。

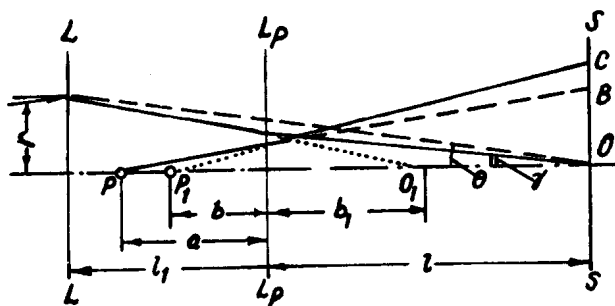


图2 电子束在具有散射透镜的系统中的行程

随着散射透镜的引用, α_s 角由 θ 值减小至 γ , 因而将导致光点直径 B 的增大。根据 (3) 和图2, B 的相对变化(光点的扩大)等于

$$\zeta = \frac{\operatorname{tg} \theta}{\operatorname{tg} \gamma} = \frac{\frac{l_1}{b_1} + 1}{\frac{l_1}{l} + 1} \quad (4)$$

此处 l_1 ——由主透镜 L 到散射透镜 L_p 的距离; b_1 ——由 L_p 到点 O_1 (O 点的虚象) 的距离。

对于透镜 L_p 可确立关系式

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{1}{l} - \frac{1}{b_1}, \quad (5)$$

此处 f 是焦距。

从 (2)、(4) 和 (5) 可得

$$\xi = \frac{\eta \left(\frac{l}{a} + 1 \right) - \frac{l}{a} + \frac{l}{l_1}}{\frac{l}{l_1} + 1} \quad (6)$$

由此

$$\xi - \eta = \frac{\frac{l_1}{a} - 1}{\frac{l_1}{l} + 1} (\eta - 1). \quad (7)$$

在此种情况下 $\eta > 1$ 。此外，经常是 $l_1 > a$ (参看图 2)，因为实际上偏转中心是不可能与聚焦透镜相重合的。因而 $\xi - \eta > 0$ 或者 $\xi > \eta$ 。

在引入透镜后，相对偏移 $V = H/B$ 取值为 $V_1 = H_1/B_1$ ，且 $V_1 = \frac{\eta}{\xi} V$ 。这意味着 $V_1 < V$ 。

由此看来，利用单散射透镜可导致讯号量的降低。

现在让我们来研究浸没散射透镜的情况。随着这种透镜的引入，屏处电位由 U_1 值 (从透镜的左侧) 升高到 U_2 。

需要指出，提高屏处电位会导致荧光屏发光亮度的相应增加。因此，浸没透镜比起单透镜来要更好些。

暂且不谈亮度问题，让我们来确立类似前者的关系式。

基于以 (3) 代 (4) 可得：

$$\xi = \sqrt{\frac{U_1}{U_2}} \frac{\frac{l_1}{b_1} + 1}{\frac{l_1}{l} + 1}. \quad (8)$$

现在公式 (5) 可取为形式

$$\frac{f_a}{b} - \frac{f_b}{a} = \frac{f_b}{b_1} - \frac{f_a}{l} \quad (9)$$

这里 f_a 与 f_b —— 浸没透镜的焦距。考虑到

$$\frac{f_b}{f_a} = \frac{\sqrt{U_1}}{\sqrt{U_2}},$$

此处 $\sqrt{U_1}$ 和 $\sqrt{U_2}$ —— 透镜左右二侧的电子光学折射指数，从 (2)、(8) 和 (9) 可得

$$\zeta \sqrt{\frac{U_2}{U_1}} = \frac{\eta \sqrt{\frac{U_2}{U_1}} \left(\frac{l}{a} + 1 \right) - \frac{l}{a} + \frac{l}{l_1}}{\frac{l}{l_1} + 1} \quad (10)$$

最后一表达式与(6)类同,但 ζ 与 η 乘上了 $\sqrt{\frac{U_2}{U_1}}$ 。
 继而,

$$\zeta - \eta = \sqrt{\frac{U_1}{U_2}} \frac{\frac{l_1}{a} - 1}{\frac{l_1}{l} + 1} \left(\sqrt{\frac{U_2}{U_1}} \eta - 1 \right) \quad (11)$$

由于 $\sqrt{U_2/U_1} > 1$,那么和以前一样, $\zeta > \eta$ 。在这种情况下差值 $\zeta - \eta$ (对于给定的数值 η 、 a 、 l 及 l_1)要大于单透镜情况下的值。

正如已指出的,浸没透镜比起单透镜具有亮度增益的优点,这与讯号量的某些增加是等效的。

由此看来,将浸没散射透镜与浸没聚集透镜做一比较是有益的。后者早已应用于电子后加速的电子束管中。

在图3上示有聚集透镜情况里的电子束行程。这里所采用的符号与图2相同。

由于在实际管子中透镜左右的束(起自P点)与轴之倾斜角具有一样的符号,故透镜给出的是P点的虚象。

对于 η 与 ζ 所得到的公式与(2)和(8)相同,此外,

$$\frac{f_a}{a} - \frac{f}{b} = \frac{f_b}{l} - \frac{f_a}{b_1} \quad (12)$$

以及

$$\frac{f_b}{f_a} = \sqrt{\frac{U_2}{U_1}} \quad (13)$$

由(2)、(8)、(12)和(13)可得到与(10)相一致的表达式。但是,现在 $\eta < 1$,因此,从(11)可推论出,在给定的比值 U_2/U_1 的条件下, η/ζ 比在散射透镜情况下要大。

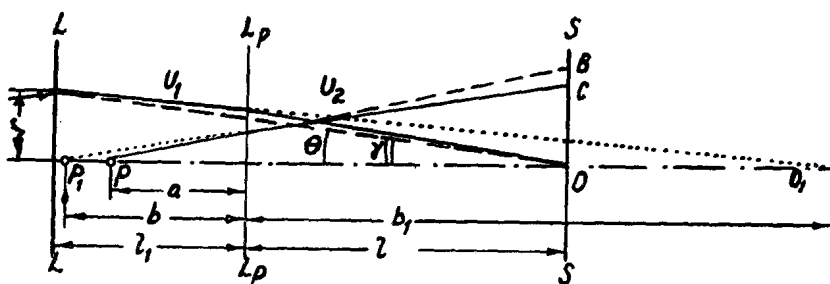


图3 在具有聚焦浸没透镜系统中的电子束行程

这意味着，具有电子后加速的一般系统要比具有散射透镜的系统来得好。后一种情况之所以加重，是由于为了形成散射透镜不得不应用细密的栅网，它挡住了电子的道路，因而引起图象对比度的降低（为二次发射所致）和亮度的降低。

基于上述看法可以做出如下的结论：

1. 为了提高电子束管的偏转灵敏度而应用单散射透镜是不上算的，因为它能导致示波中所获讯号量的降低。

2. 通常应用于电子后加速的电子束管中的浸没散射透镜要比聚集透镜的效用小些，因为在同样的荧光屏发光亮度的增益下，前一种透镜所给的讯号量要小些。

参 考 文 献

- [1] W. Parker, P. Closba, H. Frihart, IRE Convent. Rec., 1960, 8, 7, 167.
- [2] P. Dolon, W. Niklas, J. Brit. Instn Radio Engrs, 1960, 20, 12, 911.
- [3] Electr. Equipm. News, 1961, 3, 4, 27.
- [4] K. Schlessinger, Proc. I. R. E., 1961, 49, 10, 1958.

郑玉麟 译自 “Радиотехника и Электроника”
1963, V, 第875—878页。

用于电子束管的低功率阴极

山本 弘 高梨幸雄 小池茂田

(1) 緒 言

近几年来,由于晶体管的出现,各种电子仪器已有“便携化”的倾向。因此,使用电子束管的设备用电池电源的可能性也随之增加了。这些设备主要的有便携式的电视接收机、示波器和室内电视摄像机等等。

在这种情况下,减少设备的功率消耗对于延长电池的寿命是很必要的。在设备消耗的功率中,没有比用于电子束管阴极加热的功率更大的了。因此,总希望减少热子的功率消耗,这对于防止设备的温度上升和晶体管的工作都是有利的。但是,在电子束管中使用的上述阴极的加热功率不能完全为零。然而,在保证从阴极支取的电流不少于现在的阴极的条件下,减少加热功率仍然是可能的。为了满足这个时代的要求,作者在大约三年的时间内对此进行了研究,取得了试验结果。成功地减少了加热功率而完全没有改变电子束管的一切特性,做出了几种试制品。其中有几种去年已正式投入生产并装入电子束管中应用,其余几种的生产准备工作,亦业已完成。

到目前为止所完成的最小功率是0.3瓦,为原来的 $1/13$ 。进一步减小加热功率的工作正在进行研究。这里发表的是这些阴极的特性的概略情况,请予指正。

(2) 设计的目标

电子束管阴极的特性,重要的有三个:

- 1) 温度;
- 2) 温度上升的速度;
- 3) 振动噪声。

根据这些特性订出了大致的目标进行试制。

2.1. 阴极温度

如果减少加热功率,往往也会减少阴极的温度。要确定允许的温度下限是一个非常困难的问题。但对于使用氧化物阴极的各种电子管,在正常的工作电压下,测量出的阴极温度均在 1000°K 到 1180°K 左右的范围内(用光测高温计以 $\epsilon_{\lambda}=0.25$ 进行修正)。

显然,阴极的温度必然是由该种电子管阴极的电流的大小和结构所确定的阴极温度的分布及栅发射而确定的。但在阴极里仍然存在着有相当大的灵活性的品种。在电子束管的场合下,阴极电流最大为100微安,由于阴极的发射面积在1平方毫米以下,所以要取出大约10—100毫安/厘米²的电流,这就电流密度而言是属于相当大的类型了。因而,

阴极温度太低是不好的，最少也必须在 1050°K 以上。

2.2. 阴极温度上升的速度

对于一般的电子管，总希望在接通后马上就达到正常工作时的阴极温度。使用晶体管的设备，除了电子束管以外，从合上电源到工作几乎没有时间的延迟，因此，这一点是特别容易引人注目的。一般地说，由于一般的电子束管较收音管在阴极构造上的特殊性，总有阴极温度上升慢的倾向。至少现在的阴极较以往的阴极，温度上升的速度加快了。如果可能的话，这种办法也可以用于一般的电子管中。

2.3. 振动噪声

由于管子是用于便携式的设备中，必须研究经受过分的振动和冲击的可能性。即便在这样的环境里使用，为了得到比以往的阴极有更为良好的结果，还必须进一步减少振动噪声。

再则，对于热子电压，根据用途一般均为6.3伏和12.6伏两种。特别在加热功率小的场合下，如果仍然拘泥于这个加热电压的话，则加热电流将非常小，热子的操作极不方便，而且还增加了断线的危险。因此，如不考虑实用性，则可选择适当的数值。

(3) 一般构造

为了达到前面所提到的特性指标，试验是按照表1的基本想法来进行的。满足各种特性指标的具体办法有几种，但所采取的办法总是希望同时满足各种特性指标。其次，除了在特性方面满足要求以外，还必须注意到所采用的结构要尽可能适合大量生产。研究了这些情况，根据我们所想出的方案进行了试验。由试验的结果决定了如图3那样的结构。这种结构的特点是：阴极是双重圆筒式的，热效率高的原因在于，双重圆筒里，内筒的热辐射少了，内筒和外筒做成三点接触的，阴极的引线亦减少了自温度低的外筒而传出的热传导损失。由于热子具有伸入内筒深处的结构，因此向内筒的外面直接散逸的辐射热少了，热子的热效率也变得良好。其次，在热子加热的初期，对阴极温度的上升起主要作用的是内筒的热容量，因此这个内筒比以往的阴极筒远远地来得轻。作为克服振动噪声的措施，在吸收外部振动方面，由于阴极的引出线从外筒上引出，而且外筒和瓷块所占据的空间的温度非常低，在热子加热时，由于热膨胀而产生的差异已达到极少。再有，由于内筒和外筒是完全熔结起来的，估计也不会有什么问题。这里，就6.3伏，300毫安即功率为1.9瓦的热子阴极首先进行了试制，在进行各种测量的同时进行了寿命试验，特性极好，在3000小时时发射特性几乎没有变化。因此，这种结构的阴极是完全可以信任的。为了进一步改进对各种材料及尺寸都进行了仔细的研究，完全可以满足这种阴极在制造上的要求。之后，又从实验所得到的材料出发，加上进一步提高热效率的方法，并试图减少热子的加热功率。在这个期间内反复进行了

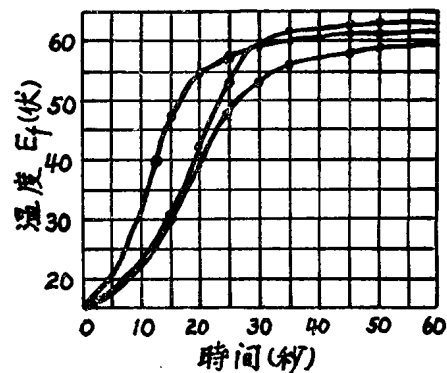


图1 接通后阴极温度上升的情况

各种强度試驗和寿命試驗，克服了在这个过程中出现的一个一个的缺点。将其利用于下面的小功率阴极的场合中，使試制工作逐漸接近于完整。

表 1 設計目标及达到此目标的方法

特 性	目 标	措 施	方 法
溫 度	提 高	提高热效率	减少热辐射损失； 减少热传导损失； 提高热子的热效率。
溫度上升	提 早	减少热容量	減輕阴极和热子的重量
振动噪声	減 小	减少阴极与第一柵之間的距离的变化	吸收外部振动，支持部分的低溫化和牢固化

(4) 确定最佳条件的試驗

在期待这种阴极分別具有前面所提到的三个特性的同时，还必须制作綜合特性良好的阴极。考虑到影响該阴极这些特性的主要因素，大致可以分成几类。由于为此而进行的一般实验极多，以至于达到不可能的程度，从而对于最佳条件的綜合評定发生了困难。为此，制訂了用正交排列的实验計劃，就进行实验而得的各种特性值进行分析，闡明这些特性值与影响因素之間的因果关系。綜合最佳特性，研究获得最好热效率的方法。关于特性指标，至少必須有前面的三个即阴极溫度、溫度上升速度和振动噪声。这个实验由于是在“試驗管”內进行的，因此，仅就噪声以外的两个特性进行了測量。根据这些分析結果，选取 2—3 种經适当考虑的組合結構，进一步用这些阴极制作电子束管，进行振动噪声的測量，得出最少的噪声。

阴极溫度：在正常的电压下，用光測高溫計求得的溫度在 $\epsilon_\lambda = 0.25$ 处的修正值即是。

溫度上升的速度：在热子上加上額定电压后，經某一時間后的阴极溫度用与此对应的阴极稳定状态的热子电压来表示。把接通后的時間和溫度（用稳定状态的热子电压表示）的关系示于图 1 中，接通后 20 秒和 30 秒后的溫度为溫度上升速度。

由此可见，电压越高，溫度上升速度也越大。

在这个实验里所取的因素及水平均示于表 2 中。

表 2 因 素 和 水 平

因 素	水 平	因 素	水 平
A	2	E	2
B	2	F	2
C	2	G	2
D	3	H	2

用 $L^{16}(2^{15})$ 的正交排列分配这些因素，对于阴极的溫度，根据以往的經驗，几乎没有考虑相互作用，因此，专为檢驗的設計沒有进行。測量用的实验管每种作三种，在实验中由于损坏和其他因素而不能进行測量的情况下，作未測值处理。根据这个分配的