

关于透明光陰極的反射*

Zs. 那 拉 意** M. 杜 斯

(中央物理研究所, 宇宙綫研究室, 布达佩斯, 匈牙利)

强度为 I_0 的一束光射到一个光陰極上, 只有光强度 $(1-r) I_0$ 起了产生光电效应, 而入射光强度的其余部分 rI_0 則被反射, 以是而不起作用。

蒸發噴塗在玻璃面上的一个光陰極, 它的灵敏度 (即每單位光强度所产生的光电流) 依存于光陰極本身对于光强度 $(1-r) I_0$ 的量子效率 (即光电子数与被吸收的光量子数之比), 同时也依存于陰極和玻璃面的反射系数。如何增强量子效率的問題在文献[1]中已有广泛的討論。在这篇論文里, 我們將从实验的角度来研究关系于光陰極灵敏度的其他一个因素, 亦即研究光陰極的反射現象。

首先, 我們来研究为噴塗在玻璃面上的一透明光陰極所反射的和透射的光强度的分布 (圖 1)。

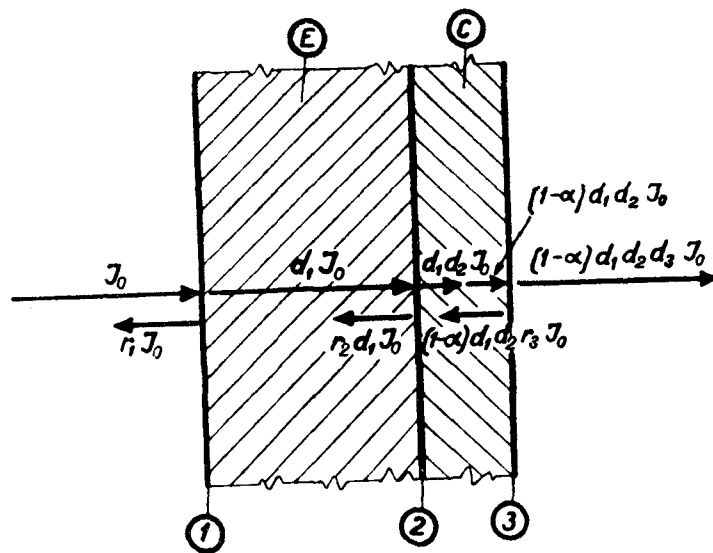


圖 1. 噴塗在玻璃面上的透明光陰極, 它的反射和透射光强度的分布情况

* 1957 年 5 月 15 日收到。本文將同时在匈牙利物理学报中刊出。

** 作者曾参加 1957 年 4 月在北京举行的匈牙利电子学仪器展覽会, 并訪問我国科学界。

在总的光强度 I_0 中,一部分光强度 $r_1 I_0$ 为玻璃面 E 的外面所反射(在圖 1 中的①),而只有光强度 $I_1 = dI_0 = (1-r_1) I_0$ 前进入射到光陰極 C 上去. 剩余光强度中的 $r_2 I_1$ 又为玻璃面和光陰極的公共面(圖 1 中的②)所反射(此处把玻璃的吸收略而不計),而只有一小部分光强度 $I_2 = (1-r_2) I_1$ 直达光陰極上去. 光强度 I_2 通过光陰極,其中一部分光强度 αI_2 为光陰極所吸收. 因此,在陰極的外面(圖 1 中的③)光强度 $I_3 = (1-\alpha) r_3 I_2$ 被反射. 由于①,②,③各面的層層反射,反射光达到面①之前的空間,它的强度为:

$$I_r = rI_0 = [r_1 + r_2 d_1^2 + r_3 d_1^2 d_2^2 (1-\alpha)^2] I_0.$$

假使利用了反射系数为 r_0 的一个反射鏡,又把这个光强度 I_r 的光束重行反射到光陰極上去,那末,在光陰極上获得的入射光强度將增加 $r_0 d_1 d_2 I_r$. 只要量測出这个增强的光强度,我們研究的目的就可达到了,换言之,最終反射系数的数值 r 就可測出了.

实验的布置如圖 2 所示. 波長为 λ 的光束透过在密閉器 H 的光隙 D 而投射在倍增管的光陰極平面上. 这密閉器的前部作

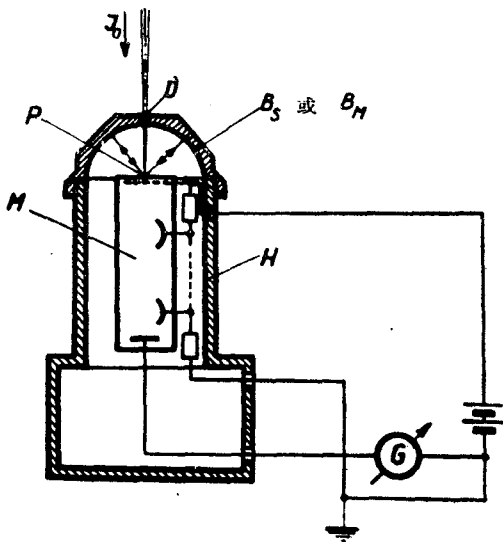


圖 2. 实验布置. 强度为 I_0 的入射光通过光隙 D 达到光电倍增管 M 的光陰極上 P 点. 在密閉器 H 上用圓頂 B_S 时,反射光完全为它的塗黑內面所吸收,用 B_M 时,则反射光又为它的光滑內面所反射回去. 在檢流計 G 上讀出光电流的强度

圓頂的形式,它的內面是个半球形,球形的半徑中心恰恰落在光陰極平面 P 点上. 这圓頂有同样的两个,大小、形状都一样,只是其中一个的內面 B_S 是塗以不反射的黑色,而另一个的內面 B_M 是个很好的反射面. 因此,用 B_S 时,反射光强度 I_r 为它所吸收了,而用 B_M 时, I_r 就被重行反射回到光陰極上去了.

在实验过程中, B_S 与 B_M 交替地放在密閉器 H 上,陽極电流是用一只檢流計量測出来的. 当用 B_S 时,所有的反射光事实上都被吸收掉了,那时在倍增管的陽極綫路中的电流强度 i_S 比例于光强度 $I_2 = d_1 d_2 I_0$. 把 B_S 取下来,换上 B_M 时,从陰極上 P 点反射出来的光將被 B_M 所反射回来,因此,它的电流强度 i_M 比例于光强度

$d_1 d_2 (I_0 + r_0 I_r)$. 一般說来, i_M 是大于 i_S 的.

为了要估計从陰極反射出来的光束通过光隙 D 而遭受損失的光强度,我們研究了微微傾斜于倍增管对称軸的反射强度光束. 我們实验布置是將倍增管的軸相对于入射光束作一傾斜角 $\beta = 15^\circ$ (圖 2a).

在这个工作的实地量测中，我們用了倍增管 RCA-5819 型。我們还利用了放大級增大光电流，以便于測讀。采用这个型号的倍增管的理由是因为这个型号的倍增管人們用得很多，对‘它有个仔細而正确的了解应为大家所欢迎的。

用光波 $\lambda = 5461 \text{Å}$ ，在若干个同型号的倍增管上量測的結果如下：

$$\beta = 0^\circ \text{ 时, } \frac{i_M - i_S}{i_S} = 0.35,$$

$$\beta = 15^\circ \text{ 时, } \frac{i_M - i_S}{i_S} = 0.52.$$

利用了 $\frac{i_M - i_S}{i_S} \sim \frac{r_0 I_r}{I_0}$ 的关系，我們不仅能計算出最終的反射系数 r ，而且只要知道 r_0, r_1, r_3 及 α 的数值，光阴極本身的反射系数 r_2 也能計算出来。但是，問題还可以簡化。因为，事实上 $r_0 \sim 1, r_1 \ll 1$ ，而 $(1-\alpha)^2(1-r_2)^2 r_3$ 比 r_2 小得很多，可以不計，因此，在我們的事例中，光阴極的反射系数

$$r_2 \sim \frac{i_M - i_S}{i_S} = 0.52.$$

我們实地量測了各个波長的光陰極反射系数，其結果如圖 3 所示。在各波長下光陰極的相对灵敏度^[2]也在这圖中用另外一条曲線表示出来。从这里我們看不出光陰極

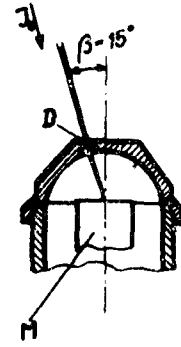


圖 2a. 圖 2 的另一種布置，以避免从光隙 D 漏出去的反射光强度

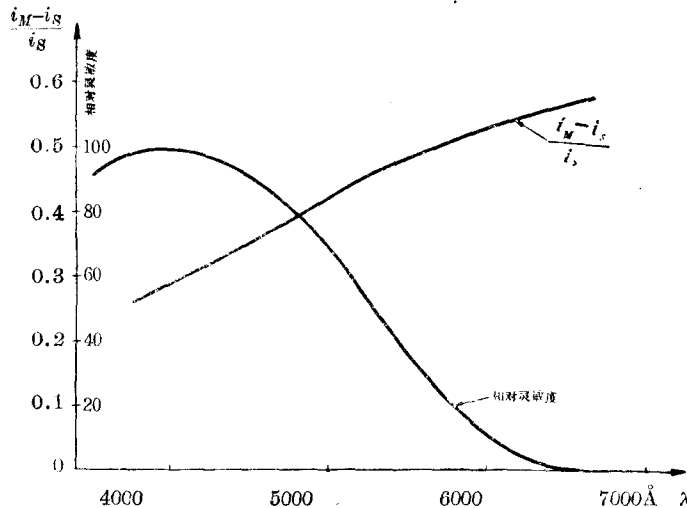


圖 3. 波長与 $\frac{i_M - i_S}{i_S}$ 的关系；波長与相对灵敏度的关系

的反射系数曲線和它的相对灵敏度曲線有什么关系存在。

在这个工作中，作者获得了 L. Janossy 教授給予的許多教益，在此謹致以謝忱。

参 考 文 献

- [1] Zworykin, V. K. and Ramberg, E. G., Photoelectricity and its Application, John Wiley & Sons, New York, 1949.
[2] R. C. A. Tube Handbook HB-3 Phototube Section.

ON THE REFLECTION ON TRANSPARENT PHOTOCATHODES

Zs. NÁRAY & M. TOTH

(Central Research Institute of Physics, Department for Cosmic Rays, Budapest)

ABSTRACT

For the investigation of the reflection on transparent photocathodes we worked out a comparative method. By this method the absolute values of the common reflection coefficient of photocathode and glass envelope could be determined. Investigating a generally used type of photomultiplier (type RCA-5819) we found it to show a comparatively high reflection—50 per cent—in the maximum of sensitivity.