

浸渍镱酸盐阴极

王永树 王奇 李美仙 邓耀德

(中国科学院电子学研究所,北京)

摘要 本文介绍了一种新型钽钨阴极——镱酸盐阴极,这种阴极是以多孔钨海绵为基体,浸渍镱酸盐发射材料而制成。该阴极具有大的次级电子发射系数,在室温下, δ 为4.1;较大的热发射,在1000°C,可支取 6 A/cm^2 的电流密度,而且阴极表面发射比较均匀;有较强的抗氧中毒能力;是一种较好的实用阴极。

关键词 热阴极;钽钨阴极;镱酸盐阴极

1. 引言

钽钨阴极是一种大电流密度热阴极,广泛用于各种电真空器件和设备。对钽钨阴极发射材料进行研制是改进其性能的重要途径。多年来,许多研究阴极的工作者都试图把稀土氧化物掺和在氧化钽或现有的发射盐配方中^[1-3],以期改进钽钨阴极的性能,这些努力已取得了一定的成效,其中铈酸盐阴极取得了引人注目的进展^[4]。几年来,我们对钽酸盐掺各种稀土氧化物的发射材料进行了比较系统的研究,研制成一种新型的浸渍镱酸盐阴极,也显示出良好的发射性能。

2. 阴极的制备

镱酸盐阴极的制备工艺和钽酸盐钽钨阴极的相类似,即多孔钨海绵体的制备,发射材料的制备,发射材料的浸渍和阴极表面的加工。我们采用化学共沉淀的方法,制备发射材料。做法是将钽、钙、铝的硝酸盐和氧化镱按一定比例配方,溶解,再加入碳酸铵溶液。所得的沉淀物经清洗,烘干,然后在高温下浸入多孔钨海绵体中,将阴极表面加工成一定的尺寸,制备就完成。

所制的盐在浸渍温度下烧熔再冷固后,将其研磨成粉,经过X射线衍射分析,结果表明,在相成份中,没有发现氧化镱的单相。这说明氧化镱与其它化合物已发生反应,根据氧化镱的化学性质,生成了镱酸盐。所以我们把浸这种盐的阴极称为镱酸盐钽钨阴极,简称镱酸盐阴极。

3. 阴极性能

这种阴极在不同温度下的脉冲发射性能如图1所示。阴极发射面的直径为3mm,脉冲持续时间为 $10\ \mu\text{s}$,脉冲重复频率为50 Hz,从图可以看出,这种阴极的热发射是比较大的。

图2是镱酸盐阴极的拐点脉冲发射电流密度 J_{inf} 的平均值(十支试验管) \bar{J}_{inf} 的对数与阴极温度的关系曲线。图中还给出了铈酸盐阴极的 $\lg \bar{J}_{inf}-T_K$ 曲线和国外报道的几

种新型阴极的 $\lg J_0 - T_K$ 曲线^[5] (J_0 为零场发射电流密度) 作为比较. 由图可见, 镱酸盐阴极的热发射虽然比钨酸盐阴极和钨酸盐阴极的低, 但比表面溅射钨的 M 型阴极的还大.

图 3 是用计算机控制的测量系统测出的阴极逸出功分布曲线. 从曲线可以看出, 激活前, 分布曲线宽而靠右, 表示逸出功较高, 分布不均匀, 阴极活性较差; 激活后, 分布曲线变窄, 并向左移, 分布曲线的峰值对应于 $\phi_0 = 2.06 \text{ eV}$, 分布曲线的半宽 $\delta = 0.05 \text{ eV}$, 表明阴极活性增加, 表面发射均匀.

镱酸盐阴极的次级发射系数与原电子加速电压的关系示于图 4. 图中还给出了钨酸盐阴极和铝酸盐阴极的数据^[6] 进行比较. 图中 δ 为阴极在老炼后室温下测得的初始次级发射系数, U_p 为原电子的加速电压. 从图可看出, 镱酸盐阴极的 δ 高达 4.1 ($U_p = 900 \text{ V}$), 比钨酸盐阴极 ($\delta = 3.5, U_p = 800 \text{ V}$) 和铝酸盐阴极 ($\delta = 2.5, U_p = 800 \text{ V}$) 都大. 镱酸盐阴极的次级发射系数测得的最高值达 4.4.

镱酸盐阴极在等于或高于 900°C 下, 用电子轰击, 轰击电压为 1500 V , 轰击电流为 0.4 A/mm^2 , 轰击一小时, δ 未发生变化.

对阴极进行了充氧中毒试验, 结果如图 5 所示. 为了比较, 图中同时给出了文献^[6] 中钨酸盐阴极和铝酸盐阴极的数据. 在阴极工作温度为 950°C , 充入氧的压强为 $3.5 \times$

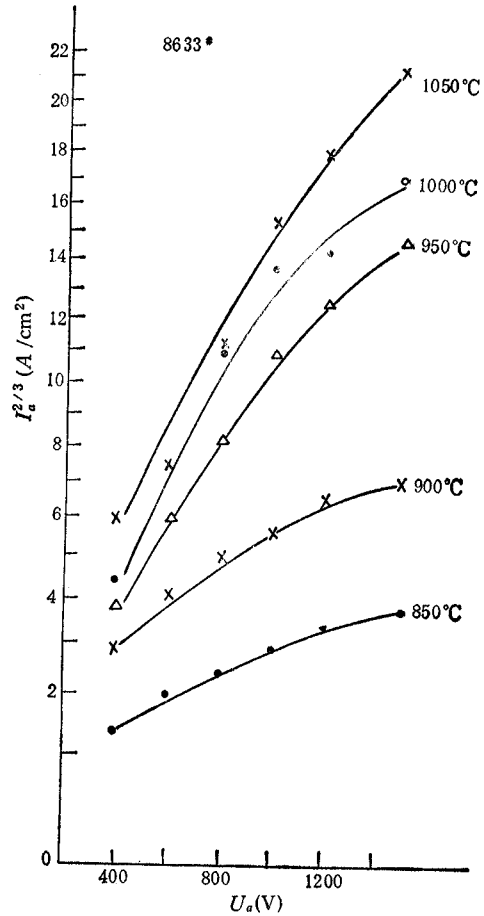


图 1 阴极脉冲发射 $I_a^{2/3} - U$ 曲线

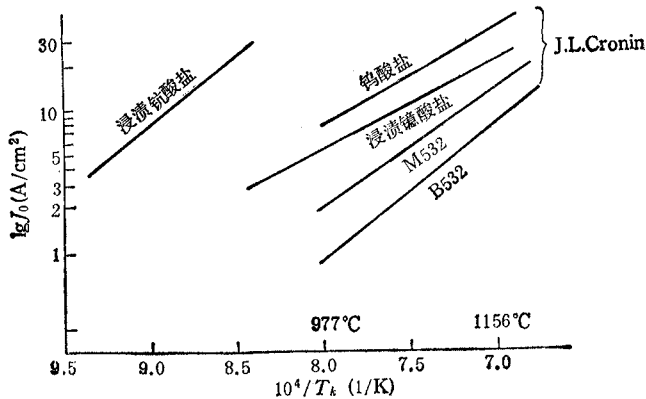


图 2 镱酸盐阴极, 钨酸盐阴极的 $\lg i_{int} - T_K$ 曲线和国外报道的几种阴极的 $\lg J_0 - T_K$ 曲线

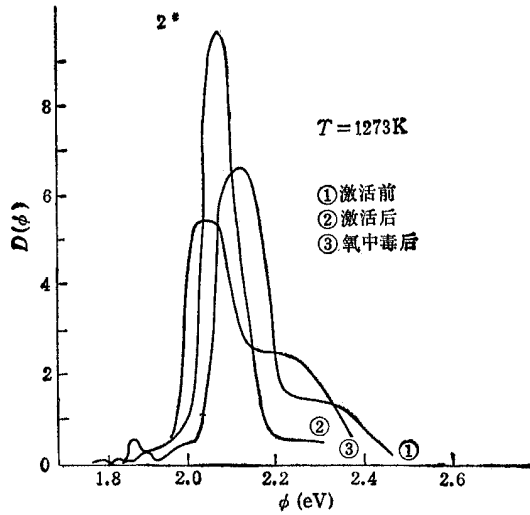
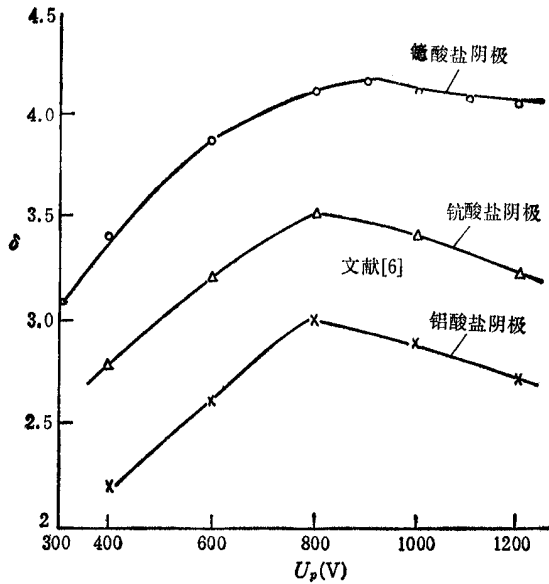


图3 钨酸盐阴极的逸出功分布

图4 阴极的次级发射系数与原电子电压的关系 ($\delta-U_p$)

10^{-3} mmHg 时, 在 3 min 内, 钨酸盐阴极的发射未下降, 这说明钨酸盐阴极抗氧中毒性能很好。

阴极在 950°C , 支取 2 A/cm^2 进行寿命试验, 已进行了 2000 多小时, 还在继续进行。

4. 结束语

综上所述, 钨酸盐阴极具有明显的优点: 它具有大的次级发射系数, 较强的抗氧中毒能力, 热发射较大, 而且比较均匀。此外, 制造钨酸盐阴极原材料便宜, 工艺简单、稳定, 易

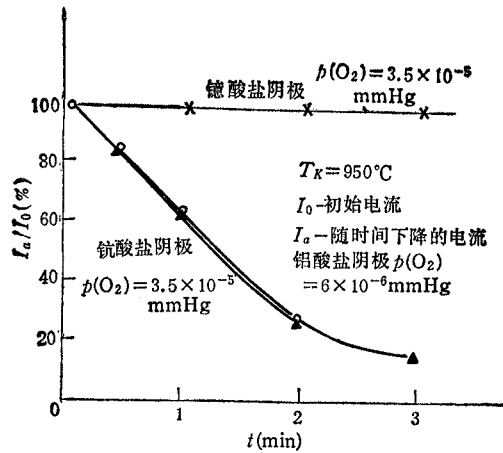


图5 阴极氧中毒实验曲线

于掌握和推广。已在高能加速器和磁控管中试用。可以预计,这种阴极可用于各种微波器件或其它器件,特别适于用在磁控管中,它是一种有发展前途的阴极。

参 考 文 献

- [1] A. I. Fingner, et al., Metal-Porous Body Having Pores Filled with Barium Scandate, U. S. patent, 3,358, 178, Dec. 1967.
- [2] A. Van, Stratum, et al., Barium-Aluminum-Scandate Dispenser, Cathode, U. S. patent, 4,007,393, Feb. 1977.
- [3] S. Yamamoto, et al., *Appl. Surf. Sci.*, 20(1984), 69.
- [4] 白振纲等, 电子学通讯, 3(1981), 191—192.
- [5] 杨凌云等, 电子学通讯, 4(1982), 384—389
- [6] 曾昭侯, 电子管技术, 1984年, 第3期, 第7—11页.

A NEW DISPENSER CATHODE IMPREGNATED WITH BARIUM YTTERBNATE

Wang Yongshu, Wang Qi, Li Meixian, Deng Yaode

(Institute of Electronics, Academia Sinica, Beijing)

ABSTRACT A new kind of dispenser cathode impregnated with barium ytterbnate has been developed. It has good properties: high coefficient of secondary emission, stronger ability of resisting oxygen poisoning, higher thermionic emission current density and more uniform emission on the cathode surface. The cathode is suitable for use as an electron emitter for microwave tubes, especially magnetrons.

KEY WORDS Thermionic cathode; Dispenser cathode; Barium ytterbnate dispenser cathode