

电子轰击装置聚焦性能调试和硼膜的初步试制

王 秀 英

(中国科学院近代物理研究所)

用普通真空电阻加热蒸发方法制备一般的靶较合适, 对高熔点金属和金属氧化物的蒸发, 需要用一些特殊的加热技术。电子轰击是一项重要的加热技术。本工作是利用原有一台自制的电子轰击加热蒸发系统*, 通过改进电子聚焦性能, 试制了自支撑硼膜。

一、实验装置

图 1 是电子轰击装置简图。蒸发室是用不锈钢作成的高 400mm, 直径 270mm 的圆柱形钟罩。真空度可达 1×10^{-5} mmHg。图 2 是电子轰击腔结构图, 直径为 18mm、高为 11mm 的碳坩埚是阳极, 它座落在铜冷却水管上, 和蒸发系统同处在同一电位。为了使热辐射减至最小, 对坩埚进行了水冷却。用 $\phi 0.5$ mm 的钨丝制成的环形灯丝作阴极。屏蔽盒是由一个环形的不锈钢盒构成。盒的底部中心孔上套一个内径为 ϕ_1 的小不锈钢环作为第一聚焦极, 盒顶部的中心孔 ϕ_2 即盖口作为第二聚焦极, 阴极灯丝和屏蔽盒处于相同电位

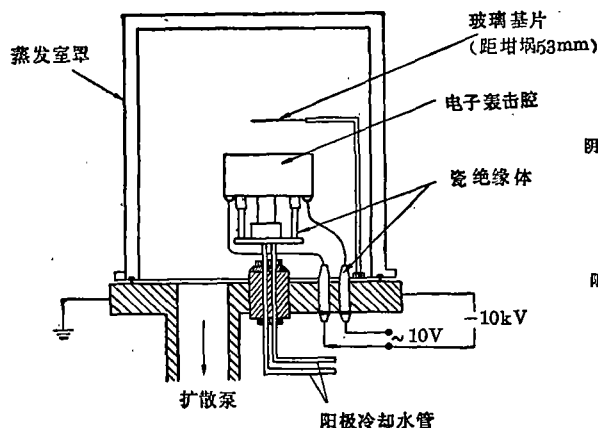


图1 电子轰击装置简图

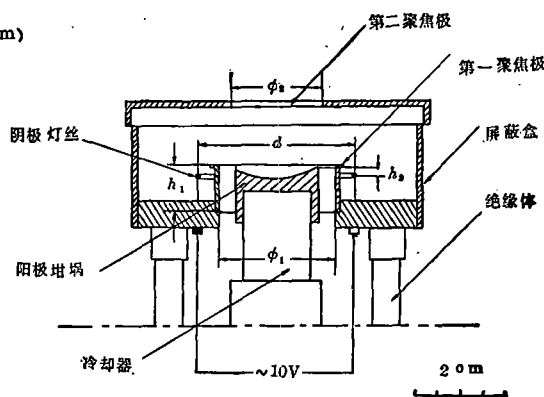


图2 电子轰击腔结构图

(-10kV)。

图 3 给出了电子轰击腔内电场的大致分布情况。我们工作的主要目的是通过实验确定第一、二聚焦极和阴极灯丝的尺寸以及两极间相对位置等主要参数, 以获得良好的聚焦性能。

二、聚焦性能调试

1. 调节第二聚焦极 ϕ_2 。我们分别以 ϕ_2 为 36mm、30mm、20mm、15mm 进行了实验, 结果如图 4 所示。其中以直径为 20mm 的聚焦结果最好, 焦点的直径为 10mm。而在其它三种情况下, 电子分散, 坩埚只是局部受热而且不在中心, 聚焦不好。这说明 ϕ_2 的变化对聚焦性能起着很大的作用。在固定好第二聚焦极的最佳条件下, 再调节其它参数。

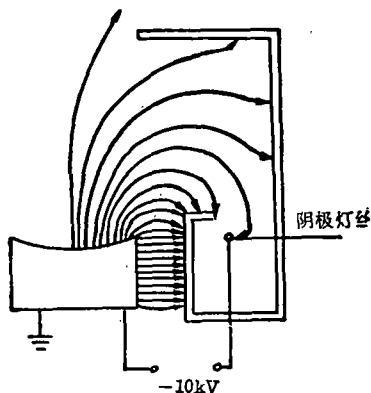


图3 电子轰击腔中的电场分布

* 这一系统是由孙韵敏、王秀英研制的。

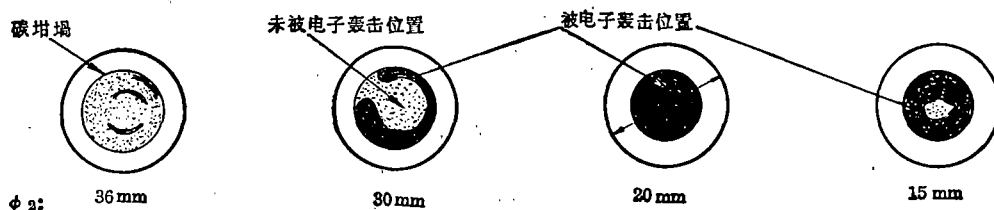


图4 电子束聚焦示意图

2. 调节第一聚焦极 ϕ_1 我们用 ϕ_1 为 20mm、25mm、29mm 分别进行了实验, 其结果如表 1 所示。实验证明, 调节该参数对聚焦性能有一定作用。

3. 调节第一聚焦极高度 h_1 把第一聚焦极高度 h_1 由 11mm 变为 16mm 时, 发现无发射电流产生。这可能是灯丝发射电子被该聚焦极全部拦截住的缘故。

4. 改变灯丝环的直径 d 灯丝环的直径一般随 ϕ_1 的大小而变, 在确定了 ϕ_1 为 25mm 的条件下, 改变 d 的大小分别为 35mm、39mm、42mm 进行了实验, 其结果如表 2。在我们的实验条件下, $d=35$ mm 时聚焦性能较好。

表1

ϕ_1 (mm)	轰 击 情 况
20	坩埚热辐射很大, 聚焦不好, 蒸发效率低。
25	聚焦好, 蒸发效率较高。
29	聚焦不好, 蒸发效率低。

表2

d (mm)	聚焦点大小 (mm)	灯丝发射电流 (mA)	轰击温度 (℃)
35	$\phi 8$	35~30	2300
39	$\phi 8.5$	25	<2300
42	$\phi 11$	25	<2300

表3

h_2 (mm)	聚 焦 情 况	灯丝发射电流 (mA)	轰击温度 (℃)
-1	聚焦不好	80	温度低
2	焦点为 $\phi 8$ mm	35~30	2300
3	焦点为 $\phi 10$ mm	50	<2300
4.5	焦点为 $\phi 11$ mm	50	<2300

5. 调节阳极坩埚相对于阴极的高度 h_2 分别取 h_2 为 -1mm、2mm、3mm、4.5mm 进行实验, 其结果如表 3。

实验证明 $h_2=2$ mm 时, 电子聚焦最好。而其它条件下, 虽然测得的发射电流大, 但温度反而不高, 这可能是灯丝发射电子不仅打到坩埚中心, 而且还有打到其它方向的电子电流也被测得的缘故。

以上结果表明: 在我们实验条件下要得到聚焦点为 $\phi 8$ mm, 轰击温度达到 2300℃, 其最佳条件是: $\phi_1=25$ mm、 $\phi_2=20$ mm、 $d=35$ mm、 $h_1=11$ mm、 $h_2=2$ mm, 屏蔽盒高为 28mm、直径为 64mm、盖子直径为 67mm。

三、硼膜的试制

当真空度达到 1×10^{-5} mmHg 时, 除气半小时左右, 接通阳极冷却水管, 然后开动控制部分的 起 动 电 源、灯丝加热开关, 慢慢地增加灯丝加热电流到 1A。再打开高压开关, 把高压逐渐地升到 8~10kV, 当发射电流为 35~30mA 时, 坩埚中心 $\phi 8$ mm 地方发红白色, 很亮, 温度基本达到 2300℃, 硼粉开始蒸发。从观察窗看到硼上有红色的火星飞出阳极坩埚, 玻璃基片上慢慢地呈现出棕色。随着轰击时间的增加, 基片上的棕色越来越深。这时真空度下降, 稍等片刻, 恢复真空度, 继续轰击, 连续轰击 10 分钟估计可得到大约 $50 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 厚的硼膜。当坩埚中心逐渐发黑, 说明硼已蒸发得差不多了。在把硼粉装入坩埚加钟罩前

可加几滴酒精可防止在蒸发期间硼粉的散裂和跳出坩埚。

蒸发之后,对硼膜进行剥离。由于坩埚比较大,带来的热辐射大,对涂有脱膜剂的基片烘烤厉害,使膜剥离很困难。选择 CsI 作脱膜剂比较好。在清洁的玻璃片上蒸发大约 $50\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 厚左右的 CsI 作为衬底,硼膜就会较为顺利的剥下来了。在捞取硼膜时,最好是随剥随捞,时间稍长膜就会卷起来。另外,由于我们用碳作坩埚,估计对硼膜有污染。

综上所述,电子聚焦性能的改进和用电子轰击方法制备薄硼膜只是初步的工作,对最佳聚焦性能条件的掌握和厚的硼膜制备等问题还有待于今后进一步探索。

本工作得到郭俊盛同志的帮助,表示感谢。

参 考 文 献

- [1] A. H. F. Muggleton and F. A. Howe, *Nucl. Instr. Meth.*, 13, 211 (1961).
- [2] J. R. Erskine and D. S. Gemmell, *Nucl. Instr. Meth.*, 24, 397 (1963).
- [3] W. Menti et al., *Nucl. Instr. Meth.*, 31, 25 (1964).
- [4] G. T. J. Arnison and R. J. Gilmour, *Nucl. Instr. Meth.*, 45, 178 (1966).

(1979 年 10 月 15 日收到)

Focusing adjustment of a electron bombardment system and its application to preparation of self-supporting boron film

Wang Xiuying

(Institute of Modern Physics, Academia Sinica)

Abstract

The ordinary method of resistance heating is only used for vacuum evaporation of materials of low melt point. Generally, special methods are needed for high melt point elements or oxide. One method is using electron bombardment heating. Present paper discussed the adjustment of geometric parameters in order to optimize the focusing condition at a simple laboratory made system and, as a test, self supporting boron film has been prepared.

(上接第 26 页)

Study on the mechanism of packed bed electrodialysis and treatment of low-level waste water

Lou Fule Zhao Zhongmei Li Guozhen Wu Jianhua Liu Guangquan

(Shanghai Institute of Nuclear Research, Academia Sinica)

Liu Shenbo Yang Suokang

(Reactor Engineering Research and Design Institute)

Abstract

The electro-deionizing mechanism of packed bed electrodialysis and the transference behavior of some radioactive nuclides passing through the electrodialyzer were investigated. The formulae for calculating the deionizing current efficiency were derived and proved by experiments. A DPC process including electrodialysis and packed bed electrodialysis for the treatment of low-level radioactive waste water was proposed with the operating data listed.