

# 蒸发台电子枪组件故障的检查与维修

周湘杰      文孟莉

(南京电子器件研究所, 南京, 210016)

1999年12月21日收到

**摘 要** 分析了蒸发台电子枪组件故障的原因, 从维修的角度重点讨论了电子枪组件故障检查和排除的方法。

**关键词** 电子束 电子束源 电子枪组件

## 1 引 言

电子束蒸发设备是半导体、微电子工业中不可缺少的重要专用设备。Temescal BJD-1800 蒸发设备是从美国引进, 它主要由真空系统、电气控制系统、高压系统、电子束源、一些传动机构和冷却系统等组成。在电子束源中, 主要有电子枪组件、磁场偏转聚焦组件、坩埚转动组件及冷却部件等几部分。电子束蒸发设备是通过灯丝发射的电子在电场作用下加速, 在磁场中聚焦并偏转  $270^\circ$  击中坩埚里的被加热材料, 使材料蒸发到靶上。本文着重讨论关于电子枪组件故障的问题。

## 2 电子枪的结构

电子枪的结构如图1所示, 它主要由灯丝(6)、束定形板(8)、阳极(7)、灯丝夹(19)、绝缘陶瓷件(5、9、10、12)、支撑架(14、15、16)等组成。电子枪工作在高温(几百度)、高压(10 kV)环境。多种因素的综合作用使它比较容易出现故障。

## 3 电子枪的主要故障及原因

电子枪的主要故障有以下几种现象:

- (1) 电子枪无发射, 无法进行蒸发;
- (2) 电子枪组件短路(打火), 设备进入保护状态, 无法进行蒸发;
- (3) 蒸发速率达不到预定要求(发射电流很小), 设备进入保护状态, 无法进行蒸发;
- (4) 电子枪灯丝熔断, 无发射。

周湘杰 男, 1982年1月毕业于哈尔滨工业大学金属材料系, 工程师。多年来一直从事非标准设备设计和进口半导体设备维修工作。

文孟莉 女, 1982年毕业于河北工业大学, 工程师。现从事进口半导体设备维修工作。

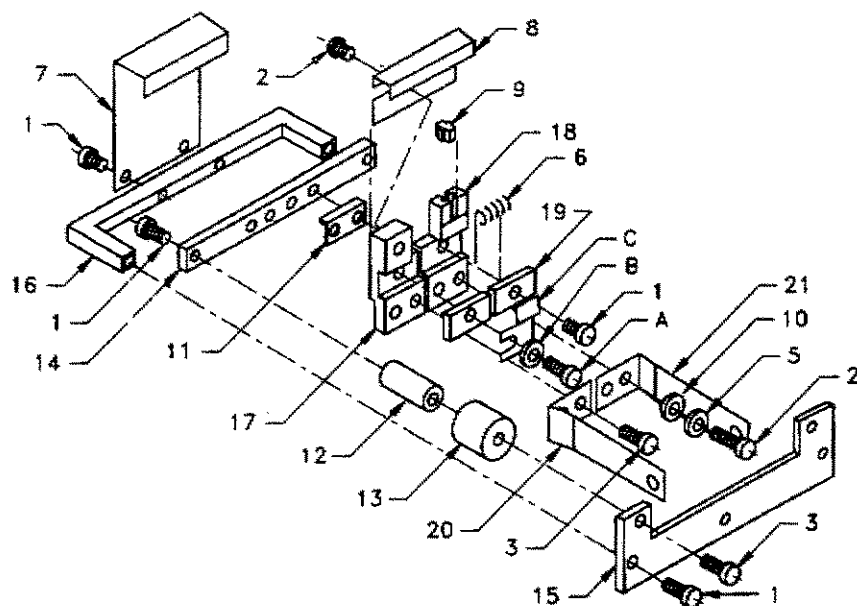


图 1 电子枪组装图

Fig. 1 Electron-gun reassembly sketch

以上故障现象对应的原因分析如下:

现象(1):检查高压系统是否有高压输出,如果没有高压输出,则故障在高压系统。反之,故障在电子枪组件中。可能产生故障的原因有:电子枪灯丝熔断、灯丝夹螺丝在高温作用下松动、灯丝夹上沉积高电阻氧化物等。

现象(2):电子枪组件产生短路故障的原因有可能是蒸发时,坩埚内的金属溅到电子枪组件,或者是经过一段时间的使用,绝缘陶瓷件的表面呈金属化,也可能是高温作用下螺丝松动,电子枪组件中零件位置发生相对变化引起短路等。

现象(3):检查蒸发速率检测电路是否正常,特别是测量探头。如果正常,则故障在电子枪组件中,可能产生故障的原因有:灯丝夹上沉积高电阻氧化物、能量束聚焦不好、阳极高温下变形、螺丝在高温作用下松动,电子枪组件中零件位置发生相对变化、电子枪组件安装尺寸不正确等。

现象(4):设备在长期使用情况下,灯丝变形产生局部短路,烧断灯丝。或者,由机械外力碰断灯丝等。

## 4 故障排除的主要措施及组装要求

通过上面的分析可以知道:在电控系统无故障的情况下,电子枪组件的故障绝大多数是由机械故障、陶瓷件的表面呈金属化导致绝缘性能下降、电子枪中零件沉积高电阻氧化物等原因引起。因此,电子枪组件故障排除的措施主要是从提高陶瓷件的绝缘性能、消除高电阻

氧化物及排除机械故障几方面来考虑。

提高陶瓷件的绝缘性能、消除高电阻氧化物的方法如下:

①清除高温下金属表面生成的高电阻氧化物,可采用物理方法。用800<sup>#</sup>金相砂纸仔细清理金属零件表面,然后,用纯酒精清洗零件;

②对陶瓷件可采用物理方法,也可采用化学方法。但物理方法清除陶瓷件表面金属层既困难又不彻底,用化学方法则容易得到满意的结果。可用浓硫酸( $H_2SO_4$ )或王水(浓HCl、浓HNO<sub>3</sub>按3:1混合)加热后浸泡陶瓷件,待陶瓷件表面金属层清理干净后,用水反复冲洗,去掉残余酸液。

电子枪的组装情况对电子枪发射电子的状态有很大影响,直接关系到蒸发设备能否正常工作。电子枪的组装要求和注意事项有以下几个方面:

①清洗完毕的电子枪零件,不能用手直接拿取,必须戴乳胶手套或一次性塑料手套;

②电子枪安装简图上标注的尺寸是参考尺寸,实际安装时须不断调整(每次安装完都须在蒸发台上试验),直到符合工作要求;

③电子枪的安装尺寸见图2,图示尺寸的单位是mm,安装应按图纸的尺寸。由于测量不方便,最好用小的塞块测量(塞块可自做)。尤其要注意各零件的平行度与垂直度、阳极与束成形板的边缘,要限制在0.254mm;

④如果电子束聚焦不好,会有高压、发射电流正常,蒸发效率不高的现象(灯丝电流偏大)。在安装电子枪后试蒸发时,须注意聚焦情况是否有变化,聚焦不好一般要检查电子束源的磁场。

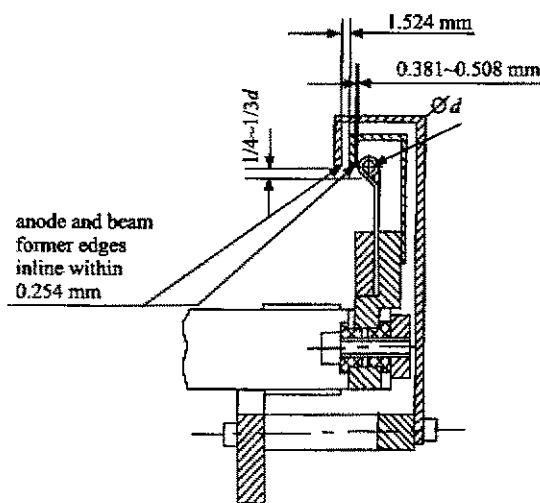


图2 电子枪安装尺寸简图

Fig.2 Electron-gun reassembly dimension sketch

## 5 电子枪修复前后的对比

在实际蒸发过程中,由于各种金属的熔点不相同、蒸发速率不相同,所需要的能量(功率)也大不相同。

熔点高的金属,蒸发速率大,通常所需的能量也多。当电子枪出故障时,蒸发容易蒸发的

表1 电子枪故障时情况

Tab.1 Condition when electron-gun is failed

| Element | Power/(%) | Evaporation speed/nm · s <sup>-1</sup> |
|---------|-----------|----------------------------------------|
| Al      | 80~99     | 0.1~0.5                                |
| Ti      | 20~25     | ~1                                     |
| Ni      | 40~90     | 0.1~0.5                                |
| Au      | 80~99     | 0.1~0.2                                |

钛金属也需要设备功率的 20%~25%，蒸发速率为 0.1~0.5 nm/s。当蒸发速率达不到工艺设定的数值时，设备自动增加功率值，功率值达到 99%~100%时，设备中断蒸发过程，进入保护状态。难蒸发的铝、镍、金、铂等金属的蒸发基本不能进行。表 1 为电子枪故障时蒸发情况，表 2 为电子枪故障修复后的蒸发情况。由表可见，两者的差别很大。

表 2 电子枪故障修复后的情况

Tab. 2 Condition when electron-gun failure is removed

| Element | Power/(%) | Evaporation speed/nm · s <sup>-1</sup> |
|---------|-----------|----------------------------------------|
| Al      | 30~40     | ~1                                     |
| Ti      | 16~18     | 1~2                                    |
| Ni      | 30~40     | 1~2                                    |
| Au      | 50~80     | 1~1.5                                  |

## 6 结 论

(1)由于电子束蒸发设备在科研、生产中的大量使用，设备型号、生产厂家很多，因此，此类设备的总体结构会有一些差异。但是，在电子束源和电子枪组件的结构上基本相同。上述讨论的内容也适用于其它型号的电子束蒸发设备；

(2)在电子枪组件出现故障时，及时根据故障现象判断故障原因和正确处理问题，能够大大提高修复的速度，缩短设备待机时间；

(3)电子束源及电子枪组件应注意保持清洁，及时除去溅到表面的金属材料。避免灯丝短路及其它故障发生；

(4)电子枪组件的故障可能不是单一原因引起，维修过程中要考虑到几种原因的综合作用，仔细分析故障产生的原因。

(5)强化电子枪组件的日常性保养工作，对设备正常运行很重要。在每次运行之后，除清洁工作外，还应注意灯丝夹脚螺丝是否松动、灯丝形状是否有变化、阳极是否有烧伤。发现问题及时处理或通知维修人员解决。

## Check and Maintenance of Electron-gun Assembly in Evaporation Equipment

Zhou Xiangjie      Wen Mengli

(Nanjing Electronic Devices Institute, Nanjing, 210016)

**Abstract** The causes of electron-gun assembly's failures in evaporation equipment are analysed. The methods of checking and removing the failairs are emphatically discussed in point of maintenance.

**Key words** electron beam, electron beam supersource, electron-gun assembly  
万方数据