

特殊氧化物阴极基底金属的电成型*

邹子亚

一、前言

特殊形状的氧化物阴极基底用市场供应的镍材加工成形比较困难,有时甚至不可能。我们利用电成型工艺解决了这个难题。我们曾用电成型工艺成功地制成旋束管用的螺旋形阴极基底(图1)、10 cm 返波管用的环形束阴极基底(图2)、大功率速调管用的空心束阴极基底(图3)和行波管用的贮备式阴极基底(图4)等。而用电成型镍阴极基底制成的长寿命贮存式氧化物阴极,经几万小时后阴极性能仍保持良好。说明电成型阴极基底金属符合制作长寿命高性能阴极的要求。实践证明电成型工艺具有工艺简单、可制成形状复杂、精度高、性能好的阴极基底,为设计微波电子器件提供了方便,是一种值得推广的新工艺。

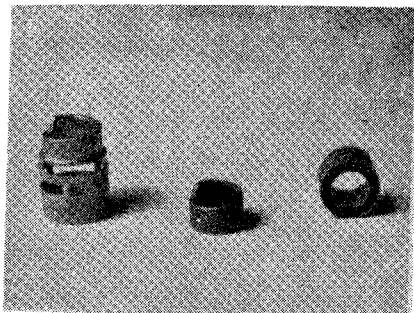


图1 几种旋束管用螺旋形阴极基底

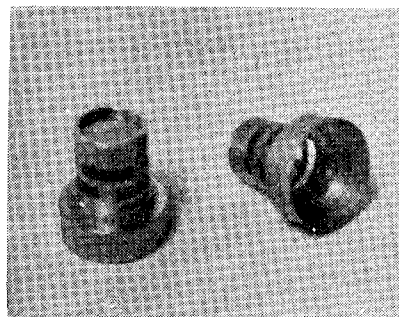


图2 10 cm 返波管用环形束阴极基底

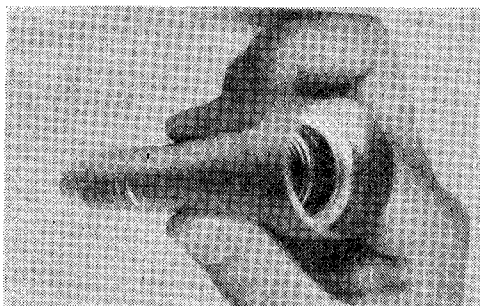


图3 大功率速调管用空心束阴极基底

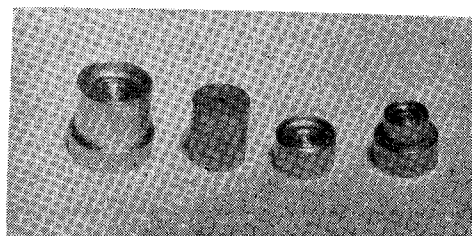


图4 行波管用贮存式阴极基底

二、电成型工艺的原理、特点和工序

(一) 原理

电成型工艺是利用电沉积过程制造金属零部件的一种特殊方法。此方法就是在含

* 1979年2月10日收到。

有金属离子的电解液中,通以直流电,金属离子便在阴极上放电,析出金属;与此同时阳极上的金属溶解成金属离子,以保持溶液中离子浓度恒定。电成型原理实质上与电镀相同,但对工艺条件、所用设备、控制技术的要求则不同,对沉积层质量的要求也不一样。

(二) 特点

电成型工艺可制出高精度和高光洁度的各种复杂形状的零件。用电成型工艺来制造阴极基底其尺寸和形状可以随时改变,且可同时电成型不同形状的阴极,因此特别适用于研究试制工作,在电成型过程中采用不同工艺条件可以在沉积金属中掺入活性金属,控制金属的成分,提高阴极性能。

(三) 工序

- (1) 加工铝芯 按照微波器件阴极的形状及电成型工艺的特殊要求制造出铝芯。
- (2) 表面处理 用有机溶剂洗去铝芯表面油污,再用化学试剂去除铝芯表面的氧化膜,即可进行电沉积。
- (3) 电沉积 在一定配方的电解液中进行沉积,控制一定条件,使沉积金属具有一定纯度(或一定成分的合金)。
- (4) 后加工 “后加工”主要是切削掉多余的镍层,使镍层和阴极基底形状完全一样。
- (5) 去除铝芯 用化学试剂腐蚀掉铝芯,对成品作最后整饰,即得到所需的阴极基底。

三、电成型阴极镍基底的杂质成分、金相组织和机械性能

电成型阴极镍基底经用原子吸收法,光谱法,比色法等方法分析其杂质含量与国产长寿命阴极用阴极镍合金杂质比较,见表1。

表1 杂质含量比较

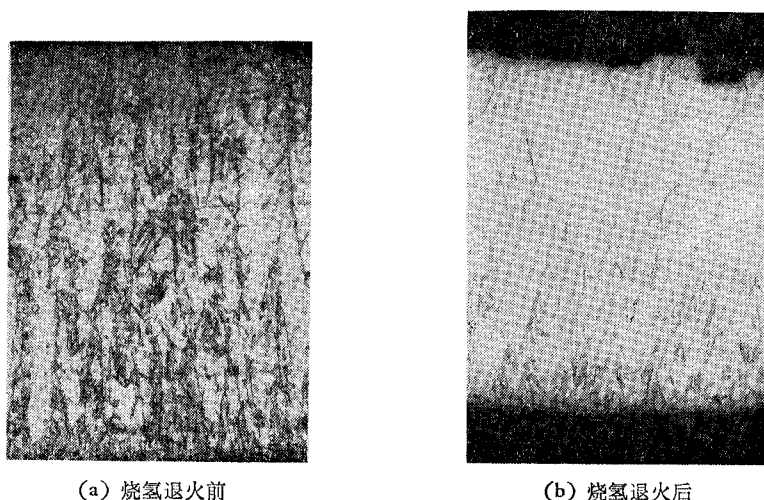
含 量 % 杂 质 基 底	磷	铜	铅	铈	镁	铁	锌	锡	锰
电成型纯镍	<0.003	<0.05	<0.005	<0.0009	<0.0008	≪0.01	<0.002	<0.001	<0.001
镍钨钙合金 726 [#]	<0.002	<0.02	<0.002	<0.002	<0.01	<0.03	<0.002	<0.003	<0.005

电成型镍在烧氢退火前后的金相组织见图5。

在不同工艺条件下制得的电成型镍具有不同的抗张强度,一般为120—150 kg/cm²。但电成型镍烧氢退火后的抗张强度与纯镍材的相仿,约为35 kg/cm²。

四、工艺中的关键因素

为了满足长寿命氧化物阴极对镍基底的要求,工艺上必须注意下述关键因素。



(a) 烧氢退火前

(b) 烧氢退火后

图5 电成型镍的金相组织

(一) 铝芯设计

正确设计铝芯对电成型工艺很重要,所以设计时要注意下面几个问题:(1)要使电场分布均匀;(2)要考虑“后加工”时所必须的对中和定位办法;(3)要注意避免由铝芯上的尖角和凹陷引起的局部脆弱;(4)要合理安排引线和挂具;否则就做不出合格的阴极基底。

(二) 酸度(pH值)的控制

电解液的酸度对于镍的沉积有重大影响。如果pH值大于6,在镍层中就会包留大量氢氧化物,将使阴极基底在烧氢时发生鼓泡、开裂、变形等现象;但如果pH值小于3,则电沉积时容易产生气泡,使阴极表面出现麻点。

(三) 电解液的纯度

阴极基底金属中的含杂量要保证低于 10^{-5} ,原材料都采用二级化学试剂。电解液在使用中需严格控制,一超过标准,就立即进行纯化处理,以保持 10^{-5} 以下。

(四) 电流密度

使用的电流密度也是电成型工艺的重要因素之一。电流密度太小将使沉积速度太慢;电流密度过大将使沉积层中杂质增多,金属分布也不均匀。一般以采用 $0.3\text{—}0.5\text{ A/dm}^2$ 为宜。

(五) 温度

提高电解液温度,固然使能用较大电流密度,从而加快沉积速度,但是加热会引起电解液对流,使沉淀在槽底的阳极泥渣等杂质发生扰动,使之包留到镍沉积层中,从而影响阴极镍的纯度,因此我们是在室温下用较低电流密度进行电沉积的。

由于阴极基底在工作中一般不承受很大的外力,所以无须特别注意工艺条件对镍层机械性能的影响。

五、结 论

实践证明,按表2所列的条件可以制成性能良好的各种特殊形状的阴极基底。

表 2 电解液的成分和条件

硫酸镍	硫酸镁	硫酸钠	硼酸	氯化钠	铜	铅	锌	温度	电流密度	pH 值
250g/l	120g/l	100g/l	30g/l	10g/l	$<50 \times 10^{-6}$	$<50 \times 10^{-6}$	$<20 \times 10^{-6}$	室温 (10—25°C)	0.3—0.5 A/dm ²	5.3

如果采用含有钨酸盐的电解液,就可以制得含钨4%左右的镍钨合金。用这种合金做氧化物阴极的基底可以改进阴极的发射性能。

参加本工作的还有韩玉兰、胡连荣、殷庆儒、张桂保等同志;电解液和镍基金属成分是童慧丽等同志分析的。