

一种直热式氧化物阴极的基金属 ——镍钴钨合金*

朱连宝

(长沙电子管厂)

一、引言 长期以来,氧化物阴极基金属一般都采用镍镁、镍硅等镍合金。但用它们作直热式阴极时,在强度和热变形等方面都不能很好满足要求,如用在直热式发射管FD-422中,就常出现阴极断裂、高压跳火、掉粉等问题。为了解决这一问题,我们研制出一种Ni-Co-W合金。用在直热式发射管FD-422中,得到较好效果。

二、合金的性能 Ni-Co-W合金是在ZG-10型真空感应炉内熔制的。

1. 典型化学成分 如表1所示。

表 1

元素名称	钴	钨	硅	镁	硫	锌	碳	铁	镍
含量(%)	40.70	3.90	0.20	<0.02	<0.005	<0.002	<0.01	<0.05	余量

2. 状态图 根据文献[1]报道的镍钴、镍钨、钨硅二元合金相图可以看出;钴与镍能形成连续固溶体,钨在镍中的固溶度可达30%以上;硅在镍中的固溶度亦可达5%左右。虽然多元合金其溶质元素在合金中的存在状态与二元合金可能有所不同,但从二元合金相图可大体推断钴、钨、硅与镍仍应形成固溶体。它们在合金中分布仍应均匀,分散性也应比较好。

3. 合金元素的作用 (1) 根据文献[2,3],形成固溶体的合金,电阻大、强度高、延性好。同时,对于二元连续固溶体来说,最大强度和最大电阻率通常在50%原子比处。钴与镍形成的是连续固溶体,为了尽可能的提高镍的强度和电阻率,所以取钴为40%。(2) 镍中加入钨后,使镍的晶格发生歪扭,引起晶格常数改变,从而达到强化的目的。从图1可知,钨的强化效果仅次于钽、铌^[4]。另外,镍中加入钨后,能使固溶体晶格中原子间结合力加强,从而提高起始再结晶温度。再

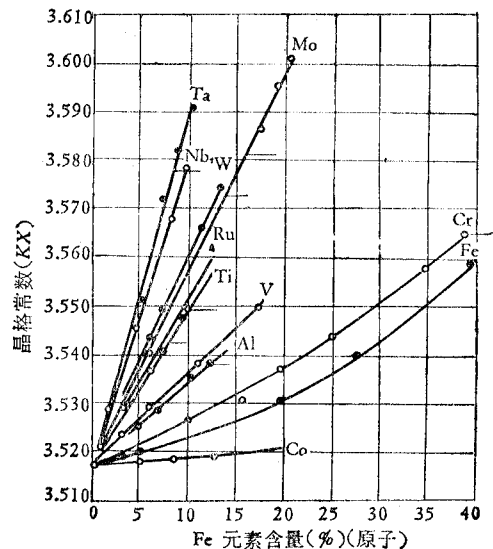


图1 第二组元对镍基二元合金点阵常数的影响

* 1980年7月26日收到。

加上钨的扩散过程缓慢,所以软化温度亦有所提高。兼顾加工性能和电子发射性能,本合金加钨 4%。(3) 由于钨的还原能力和扩散能力都很弱,是一种慢激活剂,所以必须加入一些激活作用较快的元素来弥补。对于激活剂来说,蒸汽压低这一点很重要。硅蒸汽压低,同时激活作用又较快,但因过高的硅含量会导致过大的中间层电阻,所以,我们把它控制在 0.15—0.20% 范围内。这一含量,落在固溶度范围内,因此,可以预料它的分布应是均匀的。

另外,合金中还残留有少量的镁。镁的激活作用相当显著,而且扩散性能又好,因此,它有助于阴极的快激活。

4. 合金的物理性能 合金的机械性能如表 2 所示。从表 2 可知,镍钴钨合金的强度为镍钴合金的 1.4 倍,为镍的 1.8 倍;其延伸率亦比镍钴和镍高得多。好的延性在一定程度上也证明本合金仍然为固溶体。

表 2

材料名称	抗张强度 (kg/mm ²)	延伸率 δ_{10} (%)
镍	35	22
镍 钴 40	47	27
镍钴钨(试验合金)	64	46

试样在氢中 1100°C 退火 10 分钟。

表 3

温度范围(°C)	室温—100	室温—200	室温—300	室温—400	室温—500	室温—600	室温—700	室温—800
平均线膨胀系数 ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	12.20	12.70	13.10	13.70	14.30	15.00	15.50	16.10

表 4

材料名称	镍	镍 钴 40	镍钴钨(试验合金)
电阻率 ($\mu\Omega \cdot \text{cm}$)	8	12	27

试样在氢中 750°C 退火 5 分钟。

合金电性能如表 4 所示。由表 4 可知镍钴钨合金的电阻率比镍钴和镍都大得多。这样一来,在给定的加热电压和加热功率下(对于已定型的电子管来说,这是给定的,不允许变更的),可允许采用较粗的阴极基金属丝径。丝径粗,就提高了直热式阴极的抗断裂能力。

从图 2 可见,镍钴钨合金晶粒度比镍钴和镍的都小,说明它的再结晶温度提高了。

5. 镍钴钨阴极的发射性能 以直热式发射管 FD-422 为例。当 $U_a = U_{g1,2,3} = 50\text{V}$, $U_j = 6.3\text{V}$ 时,要求直流发射电流密度 $J \geq 119\text{mA}/\text{cm}^2$ 。用镍钴钨阴极的 FD-422,在大生产的工艺条件下,直流发射电流密度 $J = 220\text{—}240\text{mA}/\text{cm}^2$,与中镁镍合金阴极相仿。

三、结论 含有钴 40%、钨 4% 及硅镁等活性元素的镍钴钨合金是一种强度高、结晶细小、电阻率大,加工性能好、快慢激活剂兼备的直热式氧化物阴极基金属材料。它在发射管 FD-422 中长期使用,并经过三十多批寿命试验都得到令人满意的结果。证明它是一

种比较好的阴极基金属材料。

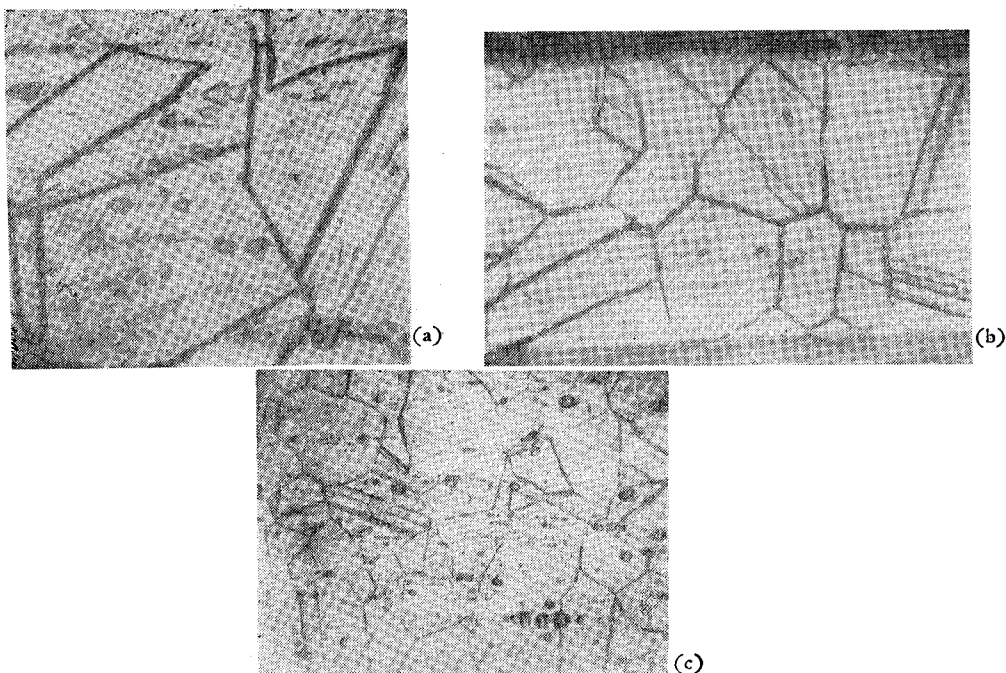


图2 (a) 镍、(b) 镍钴、(c) 镍钴钨合金全相相片 $\times 200$ (试样在氢中 1100°C 退火10分钟)

参 考 文 献

- [1] 《重有色金属材料加工手册》编写组编, 重有色金属材料加工手册, 第一分册, 冶金工业出版社, 1979, 第287页.
- [2] A. A. Бочвар著, 唐棣生等译, 金属学, 冶金工业出版社, 1960, 第233页.
- [3] Б. Г. Аившиц 著, 王润等译. 金属与合金的物理性能, 冶金工业出版社, 1959. 第215页.
- [4] И. И. Корнилов, Физико-химические основы жаропрочности сплавов, 480, Издательство академии наук СССР, 1961.

A KIND OF BASE METAL FOR DIRECTLY HEATED OXIDE-COATED CATHODE—Ni-Co-W ALLOY

Zhu Lian-bao

(Changsha Electron Tube Factory)

This paper discusses the characteristic of Ni-Co-W alloy which has high strength, low recrystallization, high resistivity and good processability. In addition, it contains both fast and slow reducing agents. This alloy has been used in the transmitting tube FD-422. The result indicates that it is a good base metal for directly heated Oxide-Coated Cathode.