

# 高 $T_c$ Nb-Ge 超导膜的制备及分析

李 林 赵柏儒 周 萍 郭树权 赵有祥 陈岚峰

(中国科学院物理研究所)

(冶金部有色金属研究总院)

1981年3月30日收到

用直流吸气溅射法获得了  $T_c^{(1)}$  起始等于 23 K 的 Nb-Ge 膜。对样品进行了分析,初步总结了高  $T_c$ -A15Nb<sub>3</sub>Ge 的成相规律,对与  $T_c$  密切相关的因素进行了讨论。

## 引 言

很多 A15 型化合物具有超导电性且其超导转变温度  $T_c$  很高。1973 年, Gavalier 首次用直流低电压,高 Ar 气压力溅射法获得  $T_c$  起始温度为 22K 的 Nb-Ge 膜<sup>[1]</sup>。其后,一些实验室相继报道了用沉积薄膜法得到  $T_c$  起始  $\geq 23$ K 的结果<sup>[2,3]</sup>。但对于高  $T_c$  A15Nb<sub>3</sub>Ge 的成核及稳定问题仍存在着不同的看法。Gavalier 认为氧对 A15 Nb<sub>3</sub>Ge 起成核并稳定的作用<sup>[4]</sup>,其他一些工作者也对成相问题作了不同解释<sup>[5]</sup>。我们用直流吸气溅射法所得的结果表明,第二相四角 Nb<sub>3</sub>Ge<sub>3</sub> 对高  $T_c$  A15Nb<sub>3</sub>Ge 起了稳定作用。

## 实 验 方 法

1. Nb-Ge 膜是用直流吸气溅射制备的。溅射的靶子为 Nb, Ge 镶嵌的复合靶,以白宝石 (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 为基片置于 Ta 加热片上,以点焊在 Ta 片底面的铂铑热电偶控制其加热温度。整个真空室的背景真空度优于  $5 \times 10^{-7}$  托,溅射是在一液氮冷却的低温罐中充入高纯 Ar 达  $5 \times 10^{-1}$  托气氛中进行的。

2. 用 X 射线衍射仪测定 Nb-Ge 膜的相结构及 A15 相的晶格常数;用四引线电阻法在液氮中测定超导转变温度;以电子探针作了 Nb, Ge 的定量分析,以俄歇谱仪作了膜的 Nb, Ge

以及 O, C, N 等杂质含量的纵向分布分析。

## 讨 论 及 结 论

我们在十几次溅射试验中,得到电压为 600 V, Ar 气压力为  $4.5-5 \times 10^{-1}$  托,加热 Ta 片温度控制在 950—980℃ 条件下,获得了  $T_c$  起始  $\geq 22$ K 的 Nb-Ge 膜,其中在温度  $\sim 980$ ℃ 的情况下,得到了  $T_c$  起始等于 23K 的结果。关于高  $T_c$  A15 Nb<sub>3</sub>Ge 相的形成有如下几点实验论据:

1. 从我们的实验结果,对  $T_c$  起始超过 21K 的样品,溅射膜中总是出现两个相,即 A15 及一定量的四角 Nb<sub>3</sub>Ge<sub>3</sub>。这与国外所得的结论,高  $T_c$  膜必须是单一的 A15 相不一致。

2. 文献中认为高  $T_c$  Nb-Ge 膜的 Nb, Ge 比必须是理想的 3:1 化学配比,而我们的实验得到高  $T_c$  膜的 Nb, Ge 比总是小于 3:1,偏离理想配比较大,且富 Ge。

3. 在足够高的沉积温度下,比较容易获得单一的 A15 相。实验证明 Nb 有稳定 A15 相的作用,但其晶格常数大,  $\sim 5.17$  埃,氧也有稳定 A15 相的作用,但其晶格常数更大,  $\sim 5.20$  埃,这种 A15 结构是无序的,因而  $T_c$  不高。我们获得的单一 A15 相都属于这种无序结构的。

4. 从我们对高  $T_c$  ( $\geq 22$ K) 及中等  $T_c$  ( $\sim 18$ K) 膜的俄歇纵向分析中,并没有发现在高  $T_c$  膜的膜-基片界面上有氧或其它杂质突然上升的现象,因而不能作出氧或其它杂质帮助 A15

(下转 372 页)

1)  $T_c$  起始温度为正常态电阻  $R_N$  的 98% 的超导转变温度。