

Te 溶剂法生长 $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ 晶体及 纵向组分均匀性研究

李捍东 刘激鸣 乐洪发

(中国科学院上海技术物理研究所)

通过对 Te 溶剂法长晶机理研究, 改进了 Te 溶剂的长晶工艺, 获得了纵向 x 组分均匀的 $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ 晶体。这些晶体符合原始化学配比。经一次热处理后, 它们的载流子浓度大部分小于 $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$, 使 Te 溶剂法生长 $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ 晶体的成品率由原来的 5~10% 提高到 60~80%, 用这些晶片已制备出高性能的红外探测器。

由于 CdTe 相对于 HgTe 的分凝系数 K 是 3, 一般很难生长出纵向 x 组分均匀的 $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ 晶体。因此在 Te 溶剂法的初始长晶阶段, 就要使固-液相达到热力学平衡, 关键是严格控制液区的宽度, 并使液区里 $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ 溶质处于富 Hg 状, 这样很容易使结晶时 x_s 等于 x_L 。从 Te 溶剂法的长晶机理中可以知道, $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ 多晶锭的表层由于富 Te 分解后, 以气相的形式经过空间向液区输运, 使液区中 $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ 溶质维持一个恒定的比例, 因此空间直接影响了 $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ 的输运速度。将空间控制在 5 mm 左右, 输运是很容易进行的。窄小的空间并可使 $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ 多晶锭初始分解时, Hg 的损失减少到最低程度。知道了空间直接影响 $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ 输运速度后, 在以后的长晶过程中, 必须要确保空间不发生变化。因而严格控制其它部位的自由空间, 是至关重要的。随着长晶过程不断地进行, 自由空间可随时使特设的空间增大, 导致输运速度变慢或中断。液区里 $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ 溶质不能维持正常的比例, 导致晶体的 x 值发生变化, 并且由于两个空间不断发生变化, 使 Hg 压产生对流, 也将影响整个的输运过程。自由空间还会使 $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ 多晶锭初始分解时, Hg 的损失增大, 液区里 $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ 溶质处于贫 Hg 状, 使结晶点发生变化。知道了液区的宽度及特设空间的高度以后, 要对温度场进行精心的选择, 温度梯度过大或过小, 都将直接影响气、液、固三相之间的平衡, 从而使长晶不能顺利进行。我们对温度梯度进行了计算和实验论证, 温度梯度在 32°C 时, 长晶结果是比较满意的。影响 Te 溶剂法正常长晶的因素是很多的。本文只是对影响晶体纵向 x 值的因素进行探讨。