

# 用热壁外延技术在接近热力学平衡条件下生长 CdTe 薄膜

王 跃 宋炳文

(昆明物理研究所)

热壁外延是一项很有前途的薄膜生长技术。其主要特点是: 薄膜在尽可能接近热力学平衡的条件下进行外延生长, 材料源损失极少。在生长系统中, 衬底与材料源之间的温度差, 是衡量是否接近热力学平衡条件生长的一个重要标志。我们在接近热力学平衡的条件下, 用热壁外延技术生长出了质量优良的 CdTe [111] 方向单晶薄膜, 其质量比衬底有较大的改善和提高。

用单一的 CdTe 材料源热壁外延生长 CdTe 薄膜, 实际上是固态 CdTe 升华为汽态, 汽态又在衬底表面沉积为固态的过程。如衬底温度为  $T_s$ , 源温度为  $T_s$ ; 并假定蒸汽为理想气体, 则在衬底附近, 汽相的化学势大于晶体的化学势。在衬底表面发生的汽相向固相转变的相变过程所引起的系统吉卜斯自由能的降低, 可表示为过饱和蒸汽压  $P_i$ , 和与  $T_s$  对应的平衡蒸汽压  $P_i^{\circ}(T_s)$  的函数。

根据 De. Nebel 在 1959 年发表的资料, 可将由汽相变为晶体引起的系统吉卜斯自由能的改变量  $\Delta G$  表示为  $T_s$  和  $T_s$  的函数。因此,  $T_s$  与  $T_s$  的差值反映了相变的程度。当动态平衡时 ( $T_s = T_s$ ),  $\Delta G = 0$ ;  $T_s > T_s$ ,  $\Delta G < 0$ , 有外延薄膜生长。故只有在  $T_s > T_s$ , 且温差又不太大时, 才可能在接近热力学平衡条件下进行薄膜的外延生长。

为了创造薄膜在尽可能接近热力学平衡条件下进行生长的条件, 以提高外延膜的质量, 应尽量地缩小源和衬底之间的温度。这样, 有效地减少了外延薄膜的热力学非平衡结构。较低的生长温度, 减少了高温热应力; 汽相中分子的均匀混合, 使外延薄膜组分均匀。