

# 直接带间隧道对长波 HgCdTe PN 结特性的影响

袁皓心 童斐明

(中国科学院上海技术物理研究所)

$x=0.2$  的  $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$  光伏型探测器, 由于它在 77 K 能够对  $8\sim 14\ \mu\text{m}$  大气“窗口”的辐射有高的探测率, 一向受到人们极大关注。光伏型探测器的性能在相当程度上取决于它的 PN 结特性。为了获得优良的 PN 结, 应当重视研究它的电流机构、电流-电压特性以及它们与材料参数、掺杂浓度和工作温度等的关系。弄清楚影响 PN 结性能的主要因素, 无疑地将对实际器件的研制有一定指导意义。

$\text{Hg}_{0.8}\text{Cd}_{0.2}\text{Te}$  的禁带宽度很窄, 在 77 K 时接近  $0.1\ \text{eV}$ 。在低温下隧道电流将是限制 PN 结特性的重要电流机构。我们基于 Kane 的隧道电流模型, 采用了比较合理的低温近似, 导出了直接带间隧道电流表达式。对于  $\text{HgCdTe}$  器件, 通常是 N 区简并, P 区非简并。然而, 即使在这种情况下, 直接带间隧道仍是相当重要的电流机构, 仍能使零偏压结电阻下降。对于  $x=0.2$  的 PN 结, 在再计入扩散电流和产生复合电流后, 计算了几种不同掺杂浓度、不同温度下 PN 结的电流-电压特性, 微分电阻-电压特性以及零偏压电阻面积乘积与温度的关系曲线, 提出了较好的掺杂范围。在对于  $\text{N}^+\text{-P}$  和  $\text{P}^+\text{-N}$  两个类型的器件作了比较之后, 得出结论: 如果采用离子注入方法在 P 型衬底上形成  $\text{N}^+\text{-P}$  结, P 型衬底浓度必须足够低, 否则隧道电流将严重限制性能。此外, 由于计算中必须知道 P 区和 N 区准费密能级位置, 我们还在考虑了  $\text{HgCdTe}$  导带非抛物性之后, 计算了费密能级与掺杂浓度、温度的依赖关系, 并讨论了它的简并情况。