

# 用红外光吸收方法测定 $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ 中电离杂质浓度和微沉淀物

钱 定 榕

(中国科学院上海技术物理研究所)

由于动量守恒和能量守恒的要求, 固体中自由载流子的光吸收过程总是伴随着声子或电离杂质散射过程。声子和电离杂质散射的强度很大程度上决定了自由载流子吸收系数。对于像  $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$  这样的极性混晶半导体, 采用唐文国的双模 Callen 有效电荷就可以计算出光学声子的散射强度, 对于给定的样品, 它仅和温度有关。声学声子和无序散射都微乎其微。至于电离杂质散射, 其强度不仅与杂质浓度有关, 而且还和杂质的荷电状态有关。因此用理论计算的吸收光谱去拟合实验吸收光谱, 就可以测定材料体内的电离杂质。对一块取自掺 In 的简并材料的样品在 77、100、200 及 300 K 温度下测得的吸收光谱, 我们进行了理论拟合, 得到了满意的结果。由此算出电离杂质浓度为  $3.4 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ , 而由低温迁移率和原子吸收分析得到的电离杂质浓度是  $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ , 相差不到一倍。

有时发现, 有的样品的吸收系数是如此之大, 以致于在理论拟合时须假设电离杂质浓度高到不可置信的程度, 而且无法满意地拟合吸收系数的光谱特性和温度特性。研究表明, 这是由材料体内的微沉淀物, 主要是 Te 和  $\text{HgTe}$  引起的。计算出 Te、 $\text{HgTe}$  和  $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$  的复折射率的色散谱, 就可以按照气溶胶模型, 用 Mie 散射方法计算出这些微沉淀物的消光光谱。对于用再结晶方法和 Te 溶剂方法制备的两块样品, 我们计算了自由电子和自由空穴的吸收, 同时还计算了微沉淀物的消光光谱。计算时假定沉淀物大小不一, 半径服从 Gamma 分布。用计算结果去拟合实验吸收光谱, 结果表明再结晶方法制备的样品中电离杂质浓度是  $4.4 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ , 含有 Te 沉淀物, 这些沉淀物的平均半径  $1.25 \mu\text{m}$ , 最可几半径  $0.25 \mu\text{m}$ , 浓度  $5 \times 10^7 \text{ cm}^{-3}$ , 在材料中占 0.18% 的体积; Te 溶剂方法制备的样品中电离杂质浓度远小于  $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ , 含有  $\text{HgTe}$  沉淀物, 沉淀物平均半径  $0.9 \mu\text{m}$ , 最可几半径  $0.05 \mu\text{m}$ , 浓度  $4.8 \times 10^7 \text{ cm}^{-3}$ , 在材料中占 0.084% 的体积。