

零禁带附近 $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ 材料的输运特性

梁 勇 郑国珍

(中国科学院上海技术物理研究所)

对零禁带附近 $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ 材料的物理性质, 近来有了比较多的研究。因为这些材料将出现半导体、半金属相变, 同时, 当禁带趋于零时, 杂质或缺陷能级将进入能带, 对受主形成受主共振态。

在 4.2~300 K 温度范围内, 我们测量了零禁带附近 $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ 材料输运参数随温度的变化关系, 发现在 $nT^{-\frac{3}{2}} - \frac{1}{T}$ 曲线上有一个明显的转折点, 对应的温度和组份与褚君浩等人关于 E_g 的经验公式所给出的半导体、半金属相变点相比较, 两者在实验误差范围内一致。为了进一步验证这一转折点与半导体、半金属相变的关系, 对零禁带附近 $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ 材料的本征载流子浓度进行了理论计算, 考虑了能带的非抛物性和 E_g 随组份、温度的变化。结果表明, $n_i T^{-\frac{3}{2}} - \frac{1}{T}$ 曲线在半导体、半金属相变点确实有一个转折, 与实验结果比较, 两者有相同的变化趋势。因此可以利用 $nT^{-\frac{3}{2}} - \frac{1}{T}$ 曲线比较准确地定出半导体、半金属相变对应的组份和温度。同时, 它还提供了一个利用输运方法测定零禁带附近 $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ 材料组份的手段, 与其他方法相比, 它所得到的组份更能反映材料的整体情况。

此外, 对某些零禁带的 $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ 材料, 在 10 K 和 35 K 附近, 观察到迁移率有反常现象, 这可用受主共振态加以解释。因为禁带为零, 受主能级进入导带, 使它的态密度发生变化, 当电子填充到受主态上, 即 $E_F = E_A$ 时, 输运系数出现反常。通过计算 E_F , 对组份 $x=0.135$ 的样品, 可得到在导带底上面 7.5 meV 和 12.8 meV 处有两个受主能级。