

$\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 的远红外吸收光谱

沈学础 叶红娟 康荔学 陶凤翔

(中国科学院上海技术物理研究所)

在 4.2 K 到 300 K 的温度范围内和 $20\sim 400\text{ cm}^{-1}$ 的波数范围内研究了 $x=0.1$ 到 0.675 的 $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 的远红外吸收光谱。

实验结果表明, 在 $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 光学声子频段, 有一个很强的复合的剩余射线吸收带, 其吸收系数通常可达 10^3 cm^{-1} 的量级, 因而即使样品厚度只有数百微米, 在室温下仍不能对此进行任何分解或分辨。随着温度的降低, 这一复合吸收带逐步变得可以分解或分辨开来, 以致在 4.2 K 时对 $x=0.5$ 和 0.675 的样品可以清楚地看到分别位于 136 和 183 cm^{-1} 附近的两个吸收峰及 155 和 201 cm^{-1} 附近的 TO-LO 分裂。从赝谐振子模型看来, 这是由于低温下阻尼常数 Γ 减小因而使吸收峰尖锐的缘故。这一结果直接表明, $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 光学声子频段晶格振动至少包含了两个赝谐振子, 并且其 ω_{TO} 和 ω_{LO} 间存在衰减波。从反射实验, 人们可推知混晶光学声子的多振子模型, 本实验结果直观地用吸收实验观察到了混晶光学声子的多模行为和每一模式 $\omega_{\text{TO}}-\omega_{\text{LO}}$ 间的 Polariton 衰减波。

在声学声子频段, 实验观察到了混晶化效应诱发的 TA 声子的光学激活。对 $x=0.5$ 和 0.675 的样品, 这种激活表现为波数 $25\sim 60\text{ cm}^{-1}$ 间的新的低频吸收带的出现, 对 $x=0.5$ 的样品, 这一吸收带似乎可分解为位于 56 cm^{-1} 和 42 cm^{-1} 的两个吸收峰; 而对 $x=0.675$ 的样品, 这一低频吸收带的结构还要复杂一些。尽管这种吸收带的结构细节的物理意义尚有待进一步讨论, 但总的说来, 它们可以归诸为混晶化诱发的 TA 声子带模吸收带。

$x=0.1$ 样品的低频吸收是颇有意思的, 它已完全分解为位于 54.5 cm^{-1} 和 38 cm^{-1} 处的两个颇为尖锐的吸收峰, 其中 54.5 cm^{-1} 吸收峰的半宽仅为 2.4 cm^{-1} , 这表明, 对低 x 值样品, 混晶化诱发的 TA 吸收带已蜕变为掺杂或无序诱发 CdTe 的 TA 吸收带和位于其上方的属于 Mn 离子的共振模吸收带, 其位置可由缺陷晶格格林函数计算获得。

在光学声子带上方, 实验也观察到了众多的吸收带, 其中有的似不能归诸为双声子吸收。如对 $x=0.1$ 的样品, 某些尖锐的吸收峰似应归诸为 CdTe 中 Mn 的定域模振动或其它物理机制。