

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

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)

1984年11月7日收到

提 要

本文报道 $4.2\text{—}300\text{K}$ 和 $20\text{—}400\text{cm}^{-1}$ 范围内不同组份的 $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 混晶远红外声子吸收光谱的研究结果. 实验分辨了类 CdTe , 类 MnTe 剩余射线带及其 TO-LO 分裂, 首次观察到位于混晶剩余射线吸收区内侧的低频吸收带、低 x 值情况下的准定域模吸收峰及其两侧的诸双声子吸收带. 用缺陷晶格动力学理论估计了准定域模的出现及位置, 讨论了其他吸收带的物理起源和判定.

一、引 言

$\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 称之为半磁半导体或稀释磁半导体的一种三元混晶化合物半导体^[1-3]. 由于组元 Mn^{2+} 的存在, 它比通常半导体有强得多的磁效应, 并且在一定组分范围内其低温相有自旋玻璃的性质, 从而预示着新的应用可能性. 此外, 作为混晶, 其声子模行为也引人注目.

Gebicki 等人^[4] 和 Venugopalan 等人^[5] 曾分别用反射光谱和喇曼散射方法观察到 $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 混晶光学声子的双模行为, 后者还应用偏振和共振散射的方法观察到若干和 TA 声子带及双声子过程相联系的散射特征.

作者在文献[6-8]中, 曾分别报道过 $\text{Ge}_x\text{Si}_{1-x}$ 和 $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ 混晶中混晶化诱发 TA 声子带的部分光学激活导致的吸收带和轻杂质诱发准局域模吸收带的发现和研究. 人们期待着, 这些现象在 $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 混晶中将以何种形式出现.

本文报道 $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 混晶的远红外吸收光谱. 实验表明, 在光学声子吸收带的低频侧存在一个含有精细结构的低频吸收带; 在光学声子吸收区域, 实验分辨了类 CdTe 吸收带和类 MnTe 吸收带, 直接观察到低温下相应吸收带的 TO-LO 分裂; 此外, 在剩余射线吸收带两侧, 实验观察到较其他混晶 (如 $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$) 更强的双声子吸收带和一些有待进一步确切判定的吸收峰或吸收特征.

用类似于文献[8]的处理方法或缺陷晶格动力学方法^[6,9-11]估计了 $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 的 TA 声子谱和 Mn 在 CdTe 中诱发定域化振动模的可能性及其频率位置. 这种估计一方面表明可以将实验观察到的低频吸收带归结为混晶化导致的 $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ TA 带模的部分光学激活及低 x 组份情况下 Mn 在 CdTe 中的准局域模吸收带, 另一方面也表明迄今有关混晶声学声子谱的理论计算尚很不完善. 对远红外吸收光谱的其他特征也作了相应的讨

论或初步辨认。

二、实验方法和结果

实验采用的样品取自改进的布里奇曼方法生长的单晶或由二、三块大晶粒组成的多晶。众多的实验表明,对大块体材料声子波段光谱研究来说,单晶和多晶之间没有可观察出来的区别。样品组份用比重法和光谱法测定。测量表明,两种方法测定的结果有很好的-致性。实验采用的样品组份为 $x = 0, 0.1, 0.5$ 和 0.675 。

采用 Nic-200SXV 型远红外傅里叶光谱仪和光谱仪匹配的可变温光测杜瓦瓶,使得可以在 $3.8-300\text{K}$ 范围内测量样品透射光谱。对部分结果,用标准方法从公式 $T = (1-R)^2 e^{-\alpha d}$ 计算样品吸收光谱。

主要实验结果综述如下:

1. $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 声子频域及其附近声子吸收光谱的概况

图 1 给出 $20-350\text{cm}^{-1}$ 波段 4.2K 时 $x = 0.5$ 的一个 $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 样品的透射光谱。为显示吸收带的温度特性并有助于它们的辨认,图 2 给出同一样品透射光谱随温度的变化。测量表明,在 $20-400\text{cm}^{-1}$ 波段,这一样品有如表 1 第四排所列的 17 个吸收峰或吸

表 1

吸收特征位置 频域	样品组份 $x = 0$ (CdTe)	$x = 0.1$	$x = 0.5$	$x = 0.675$
光学声子频 带以下频域	35cm^{-1} [TA(x)理论值] 72.0(弱) 113.6 (强)	38.3(强) 54.4(强) 82.0(弱) 111.7 (强)	42.0(强) 56.1(强) 81.0(弱) 110.6 (强)	45.8(强);38.05(弱) 54.5(强) 82.0(弱);70.0, 76.8,83.8,91(弱) 111.3 (强)
光学声子 吸收区	141cm^{-1} (强) 171cm^{-1} —	138.0 (强) ~170 191.0 (强)	138.5 (强) 159.5 182.5 (强) 200.6	139.4(强) 157.1 183.2(强) 200.8
光学声子 频带以上 频域	226.7 (弱) 248.9 (弱) 265.0 (弱) 295.0 (强) 306.0 (强)	211.2 (弱) 232.4 (中) 245.6 (弱) 269.7 (中) 280.8 (弱) 292.3 (强) 305.5 (强) 324.8 (弱) 345.5 (弱) 374.0 (中)	226.3 (强) 244.0 (强) 267.3 (中) 275.7 (弱) 293.0 (中) 305 (弱台阶) 327.7 (弱) 342.0 (弱) ~370.0 (强)	226.2 (强) 245.2 (强) 267.8 (中) 279.8 (弱) 298.1 (中) 322.1 (弱) 339.7 (弱)* 368(强)

收台阶. 表 1 中给出了 4.2K 时实验观察到的四个不同组份的 $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 样品在这一波段内的吸收带(或峰)位置,并在括号中标出了它们的强弱情况.可以大致将这些吸收带及吸收台阶分成四类,即 $130\text{--}200\text{cm}^{-1}$ 频域的剩余射线吸收带;剩余射线吸收带两侧($70\text{--}115\text{cm}^{-1}$ 及 $200\text{--}350\text{cm}^{-1}$ 频段)的双声子吸收带;混晶化诱发低频 TA 声子吸收带及与此相关的准定域模吸收带;和若干物理属性有待进一步判定的吸收带或较尖锐的吸收峰.

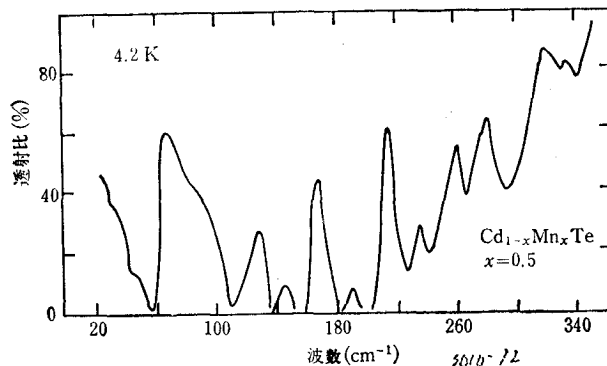


图 1

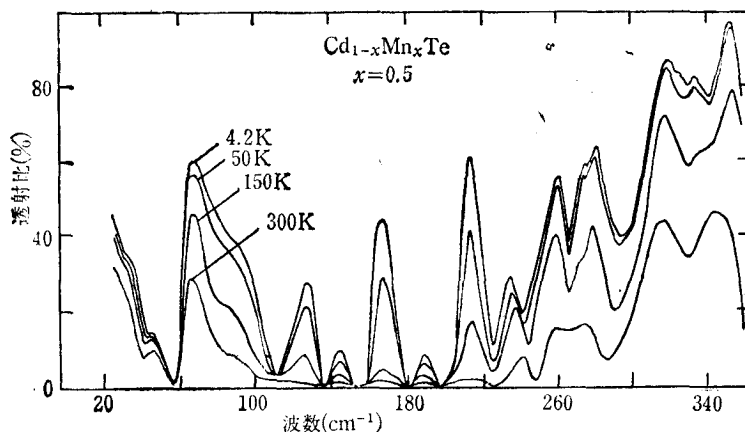


图 2

在大约 $130\text{--}200\text{cm}^{-1}$ 波段间的剩余射线吸收区,我们看到,低温下形式上可以有 4 个吸收峰,其中 138 和 182.5cm^{-1} 吸收峰可以判定分别属于类 CdTe 和类 MnTe 的 TO 声子吸收带,并包含了剩余射线带高反射比的效应. 159 和 200cm^{-1} 处的透射谱极小值事实上是由于 $\hbar\omega \approx \hbar Q_L$ 导致的全反射引起的,我们知道, Q_{LO} 处 $\epsilon_1(\omega) = 0$,

$$R = \left| \frac{\epsilon(\omega) - 1}{\epsilon(\omega) + 1} \right|^2 \approx 1.$$

图 2 还表明,频率 Q_{TO} 和 Q_{LO} 之间,低温下也变得不象常温时那样近乎完全不透射,这一结果直观地显示了 TO-LO 分裂和 $Q_{TO}\text{--}Q_{LO}$ 之间的衰减波,表明 $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 混晶光学声子可以用谐振子模型来描述.

2. 低频吸收带

类似于文献 [7, 8] 报道的 $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ 的情况, $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 混晶在其 TA 声子能量对应的远红外波段内也存在一个低频吸收带. 图 3 给出 4.2K 时不同组份的 $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 混晶在 $10\text{--}80\text{cm}^{-1}$ 波段内的吸收光谱. 为了消除样品厚度效应, 便于定量比较不同组份样品吸收带的强度, 图 3 中已将实验测得的透射数据换算成吸收光谱. 纯 CdTe 情况下, 这一波段不存在可观察出来的吸收带, 这是由于其 TA 声子红外不激活并且浅杂质电子吸收也不处在这一频段的缘故.

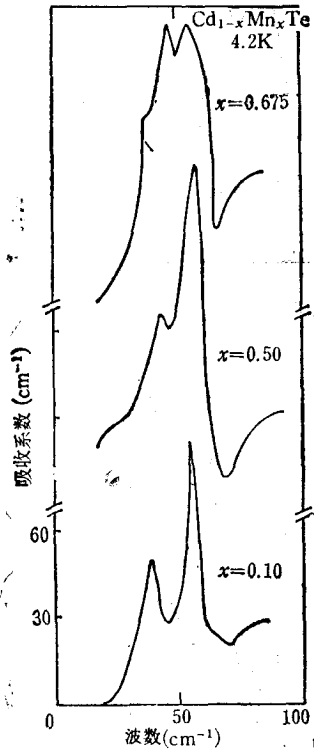


图 3

但图 3 表明混晶情况下这一区域存在强度颇大的含有精细结构的吸收带, 实验测量过的所有 x 不为 0 的不同组份的样品都存在这一吸收带, 并且还如图 2 所示, 这一吸收带对温度的依赖关系是很不敏感的. 鉴于其位置和混晶 TA 声子带吻合, 并且其强度也和其他无序诱发晶格吸收相似^[7,8,11], 在 $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ 情况下, 我们已将之归结为混晶化效应导致的无序和“掺杂”诱发 TA 声子吸收带. 无序和“掺杂”效应使得原来红外不可激活的 TA 声子带模变得一定程度上可激活了, 或者说跃迁的禁戒部分地解除了. 这一结论对 $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 显然也是适用的, $x = 0.5$ 和 0.675 的 $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 样品的低频吸收带可以用这一观点来解释. 图 3 给出的更有趣的结果是对 $x = 0.1$ 的样品, 这一低频吸收带完全分辨为两个独立的吸收峰, 其中频率为 54.4cm^{-1} 的峰半宽小于 2cm^{-1} , 是 $\text{Cd}_{0.9}\text{Mn}_{0.1}\text{Te}$ 混晶声子频域最尖锐的吸收峰之一. 这一事实表明, 它必定属于某种定域化程度较高的振动模. 此外图 3 还表明, 随着混晶中 Mn 含量的增加, 低频吸收带向高频方向漂移. 图 4 中我们给出这一吸收带的低频峰和组份关系的作图, 可见在误差范围内, 这一吸收带的低频峰随含 Mn 量 x 线性漂移, 当 x 从 0 增加到 0.675 时, 低频峰漂移约 8cm^{-1} .

3. 剩余射线区两侧的双声子吸收带及其他吸收特征

表 1 和图 1 及图 2 表明, 除上述已经指出的低频吸收带外, 在 $20\text{--}400\text{cm}^{-1}$ 波段内剩余射线吸收区两侧还存在许多较弱的吸收带或吸收特征. 其数目远比纯 CdTe 单晶情况要多, 并且也更强一些. 为定量地显示这些吸收带的强度及其随样品组份的变化, 图 5 给出剩余射线吸收区以上波段不同组份 $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 的吸收光谱, 图 5 中 350cm^{-1} 波数以内的曲线系 4.2K 时的测量结果, 350cm^{-1} 波数以上的吸收带系室温情况下的结果. 和纯 CdTe 单晶 (即 $x = 0$) 的双声子谱相比较, 考察图 5 给出的不同吸收带强度随组份的变化和图 2 所示的及其他样品的温度实验结果, 不难把其中多数吸收带和吸收特征判别为混晶的双声子的和过程或差过程. 这样的判别综合如表 2 所列. 表 2 中 TO_1 , LO_1 代

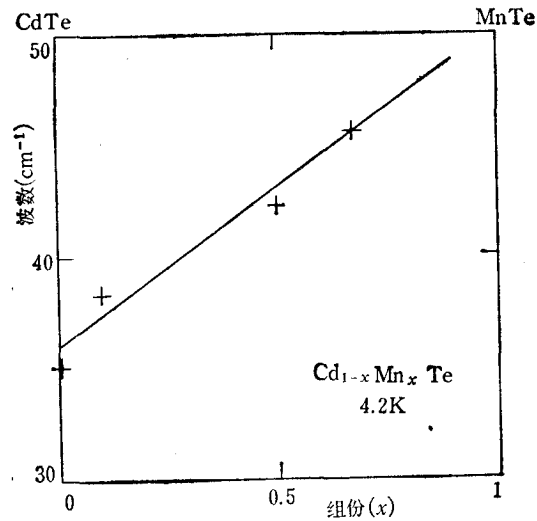


图 4

表类 CdTe 横光学模和纵光学模; TO_2 , LO_2 代表类 MnTe 横光学模和纵光学模。需要进一步研究和讨论的是 $226, 244, 267\text{cm}^{-1}$ 以及 $x = 0.1$ 情况下 211cm^{-1} 峰的物理起源和判别。

三、讨 论

1. $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 混晶低频吸收带的特征和判别

文献[7,8]中,我们曾从 CdTe 声子谱出发,利用平面间力常数的密度函数法^[9]估计了布里渊区中某些临界点处 HgTe 的声学声子频率,进而推测了 $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ 混晶 TA 声子谱的大致特征。可以类似地将这一方法用于 MnTe 和 $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 混晶,这样从文献[8]给出的面间原子运动方程,可得下列求解临界点声子频率的久期方程:

$$\det \begin{vmatrix} M_1\omega^2 - (k_1 + 2k_2 + k_{-1}) & -(k_1 - k_{-1}) \\ -(k_1 - k_{-1}) & M_2\omega^2 - (k_1 + k_{-1}) \end{vmatrix} = 0. \quad (1)$$

式中 M_1, M_2 为被研究特征方向阳离子晶面和阴离子晶面上原子的质量, k_1, k_{-1} 和 k_2 为被研究面和最近邻及次近邻面间力常数,如仍引用 CdTe 的力常数,并忽略阳离子间的次近邻力常数,则可以求得假定具有闪锌矿结构的 MnTe 布里渊区 x 点和 L 点的横声学声子频率分别为

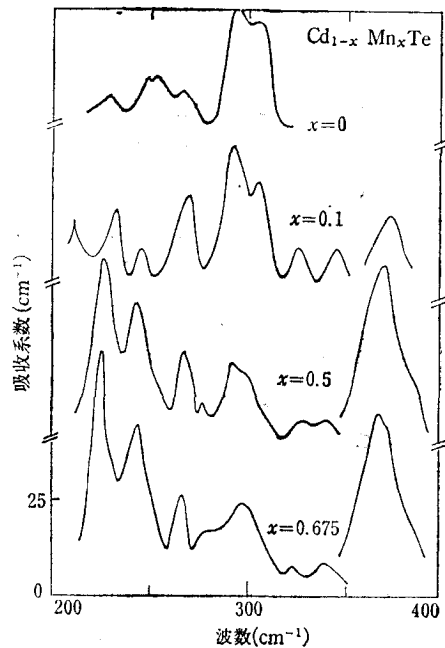


图 5 剩余射线吸收区以上双声子吸收区域不同组份的 $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 混晶吸收光谱
350 cm^{-1} 波数以下为 4.2K 时的实验结果;
350 cm^{-1} 波数以上为 295K 时的实验结果

表 2

位 置 (cm^{-1})	可 能 起 源
~ 42	混晶化诱发 TA 带模吸收
$54.4(x = 0.1 \text{ 样品})$	MnTe 在 CdTe 中的准定域模
~ 80	2TA
111.0	TO-TA, LO-TA,
$211.2(x = 0.1 \text{ 样品})$	$\text{MnCd}-\text{V}_{\text{Cd}}$ 定域模振动?
225	$\text{TO}_2 + \text{TA}?$
244	$\text{LO}_2 + \text{TA}?$
267	?
280	2TO_1
292	$\text{LO}_1 + \text{TO}_1$
305	$2\text{LO}_1?$
324	$\text{TO}_1(L) + \text{TO}_2(L)?$
345	$\text{TO}_1 + \text{TO}_2, 2\text{LO}_1(\tau)?$
368	$\text{LO}_1 + \text{LO}_2, 2\text{TO}_2$

$$\omega_{\text{TA}}(x) = 44\text{cm}^{-1},$$

$$\omega_{\text{TA}}(L) = 35\text{cm}^{-1}. \quad (2)$$

不过在此我们应注意到真实 MnTe 单晶具有六角晶系结构, 而 $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 混晶则直到 $x = 0.71$ 为止都具有闪锌矿结构. 我们的样品含 Mn 量 x 均小于 0.71, 因而都具有闪锌矿结构, 这样我们在此估计的是作为混晶 $x = 1$ 一端的假定具有闪锌矿结构的 MnTe 的声子频率. 此外还应指出, 作出上述估计时我们已经利用了这样的事实, 即绝大多数闪锌矿结构和金刚石结构半导体具有外形大致相似的声学声子谱^[12]. 这一规律对 $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 混晶也是适用的, 并且其临界点频率应该介于组元 CdTe 和 MnTe 的相应临界点频率之间或附近. 这样我们看到, 图 3 给出的低频吸收带主要发生在 $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{TeTA}$ 声子带模频域上, 考虑到其强度基本不随温度改变的事实, 可以将之判定为混晶化导致的无序和“杂质”效应诱发的一级 TA 声子吸收带.

如果混晶中有一种组元含量少于 5—6%, 则可以用孤立杂质或复合缺陷模型来研究其晶格振动行为. 这时组元 Mn^{2+} 或 MnTe 作为一种轻杂质可以诱发位于整个声子带频率以上的定域模振动和位于 TA 声子带频率以上的准定域模振动. Venugopalan 等人^[5]曾利用简单公式

$$\omega_L = \omega_{\text{TO}_1} \left(1 - \frac{M - M'}{M} \right)^{-\frac{1}{2}} \quad (3)$$

估计了 Mn 在 CdTe 中的定域模频率 $\omega_L \approx 200\text{cm}^{-1}$, 和本文 $x = 0.1$ 的实验结果 (191cm^{-1}) 大致吻合, 在此 M 和 M' 分别为 Cd 原子和 Mn 原子质量. 为估计位于 TA 声子带频率以上的准定域模频率, 我们必须考虑到声学波晶格振动的特点, 将主晶格原子质量和轻杂质原子质量分别理解为 CdTe 和 MnTe 的约化质量, 并采用类似于文献[11]的方法, 从方程式:

$$\frac{\varepsilon \omega_{\text{DL}}^2}{6} \int_{\omega_{\text{TA}}(\min)}^{\omega_{\text{TA}}(\max)} \frac{g(\omega') d\omega'}{\omega_{\text{DL}}^2 - \omega'^2} = 1 \quad (4)$$

来估计声学波准定域模频率 ω_{QL} , 式中 $g(\omega')$ 为 CdTe 声子态密度函数, ε 为轻杂质质量亏损因子

$$\varepsilon = \frac{M(\text{CdTe}) - M(\text{MnTe})}{M(\text{CdTe})}. \quad (5)$$

不失讨论物理意义, 粗略地假定 TA 声子带为 $\omega_{TA}(\min)$ 和 $\omega_{TA}(\max)$ 间的一个矩形函数, 可以将(4)式化简为

$$\begin{aligned} & \frac{\varepsilon \omega_{QL}}{6[\omega_{TA}(\max) - \omega_{TA}(\min)]} \\ & \times \ln \frac{[\omega_{QL} + \omega_{TA}(\max)][\omega_{QL} - \omega_{TA}(\min)]}{[\omega_{QL} - \omega_{TA}(\max)][\omega_{QL} + \omega_{TA}(\min)]} \\ & = 1. \end{aligned} \quad (6)$$

引用 CdTe TA 声子带临界点频率数据^[12,13] 对上式进行数值计算, 可得

$$\omega_{QL} = 54\text{cm}^{-1}.$$

这一结果连同用硬离子模型计算的 CdTe TA 声子态密度^[13] 及和 $x = 0.1$ 样品低频吸收带的比较示于图 6, 可见上述估计的 ω_{QL} 和从低频吸收带分辨出来的狭窄吸收峰的频率符合良好. 结合这一吸收峰的线宽特征和温度行为, 我们可以将之归结为 CdTe 中轻杂质 MnTe 诱发的准定域模振动吸收. 图 6 还表明, 既然 ω_{QL} 恰好落在 TA 声子带上方态密度很低 (近乎为 0) 的频域上, 这一吸收带可以具有颇强的定域化程度和颇窄的线宽, 也正因为这一缘故, 这种准定域模有时也被称作共振模.

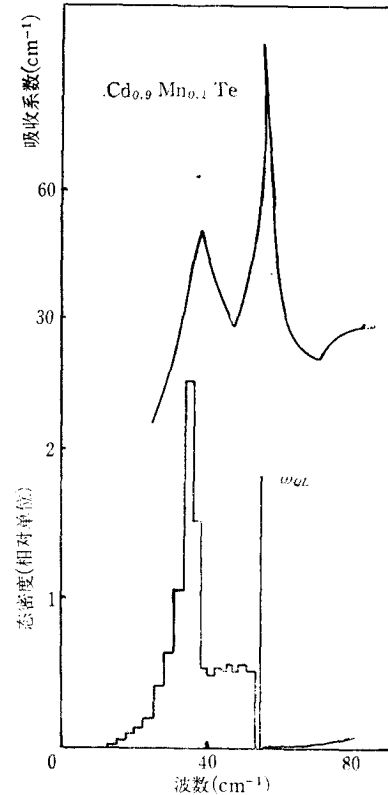


图 6 CdTe 的声学声子谱、质量缺陷模型估计的准局域模频率 ω_{QL} 及其与 $\text{Cd}_{0.9}\text{Mn}_{0.1}\text{Te}$ 混晶低频吸收带的比较

2. 剩余射线吸收区两侧吸收带的讨论和判别

第二节中已经指出, 剩余射线吸收区两侧存在颇多的较弱的吸收峰或吸收特征, 它们的线宽和温度间的不敏感关系, 使我们不能把它们和电子吸收联系起来. 看来这一波段可能存在的浅杂质吸收被更强的声子吸收掩盖了. 因此这些吸收峰的大多数已如表 2 所述归结为双声子吸收过程, 我们在此仅进一步讨论 $200-270\text{cm}^{-1}$ 波段的几个吸收峰. Venugopalan 等人^[5] 在喇曼散射实验中也曾观察到这一波段 $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 混晶有较强的散射讯号, 但在散射谱上未能把它们分辨出来. 此外我们知道纯 CdTe 单晶在这一波段也存在若干弱的双声子吸收峰. 图 5 表明混晶在这一波段的吸收带要比纯 CdTe 强得多, 其中 226 和 245cm^{-1} 这两个吸收峰的强度随混晶 Mn 含量的增加而增加, 当 $x = 0.675$ 时, 它们成为剩余射线区以上双声子吸收区域中最强的吸收峰. 按其位置及随温度和组份的变化规律, 我们似将它们判定为类 MnTe 的 $\text{TO}_2 + \text{TA}$ 和 $\text{LO}_2 + \text{TA}$ 双声子过程, 可以指出其强度甚至超过双光学声子吸收峰这一事实似与硅双声子谱相似而与多数

二元化合物半导体包括 CdTe 中观察到的双声子强度行为不一致。这可能与混晶化效应诱发的 TA 带模光学可激活性和较大的 $\text{TO}_2 + \text{TA}$, $\text{LO}_2 + \text{TA}$ 双声子态密度有关。

$x = 0.1$ 样品的 211cm^{-1} 吸收峰是这一波段线宽最窄的一个弱吸收峰, 高温下它被剩余射线吸收带掩盖, 只是在低温下逐步才清楚地显现出来。对 x 值更高的样品, 这一吸收峰看来即使在低温下也被更强的剩余射线吸收带掩盖而观察不出来。但 4—50K 温度范围内未见其线宽的明显变化, 因而不能将之归结为电子跃迁过程。Vandevyver 等人^[4]的理论计算和 Dutt 等人^[5]的实验表明 CdTe 中含有 Al 杂质情况下, 具有 Cs 点群对称性的复合缺陷 $\text{Al}_{\text{Cd}}-\text{V}_{\text{Cd}}$ 定域模的一支较孤立 Al 杂质定域模频率高约 10%, 这和本文观察到的情况 (191 和 211cm^{-1}) 十分相似。由此推测并考虑到 211cm^{-1} 吸收峰的尖锐性及不随温度变化的事实, 我们尝试性地将其归结为替代 Cd 位的 Mn 和替代 Cd 的空位组成的复合缺陷 $\text{Mn}_{\text{Cd}}-\text{V}_{\text{Cd}}$ 的高频支定域模振动吸收峰, 从样品生长角度来说, $x = 0.1$ 的 $\text{Cd}_{0.9}\text{Mn}_{0.1}\text{Te}$ 混晶中存在这种复合缺陷也是可以预料的。

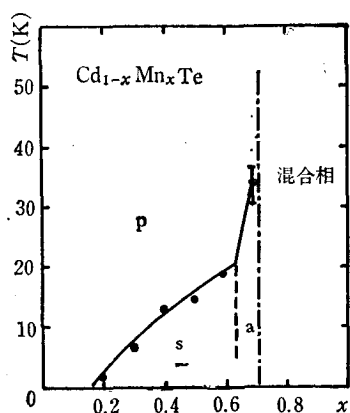


图 7 p, a, s 分别表示顺磁、反铁磁和自旋玻璃相, $x > 0.71$ 时 $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 不能以单一晶体结构存在

的晶体结构。

269cm^{-1} 吸收峰的判定要更困难和更含糊一些, 图 5 表明, 它的出现和混晶化效应有关, 但其

强度和混晶含 Mn 量无明显关系。按其位置我们似可以推测其可能起源之一是 $\text{LO}_2 + \text{LA}$ 双声子过程, 但难以理解的是这种过程有如此明确的吸收峰结构。

最后, 我们指出本文结果的一个有趣的事实。我们知道, $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 高温下系顺磁体, 低温下决定于组份的不同可以转变为自旋玻璃态或反铁磁体, $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 混晶的这种磁学特性相图如图 7 所示^[2], 这样, 本文结果表明, 不存在磁场情况下的 $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 混晶声子吸收谱, 因而声子态特性似乎和这种磁相变无关, 而仅决定于材料的

本文所用的样品系委内瑞拉国家物理中心 Giriat 教授赠送, 作者深表谢意。

参 考 文 献

- [1] R. R. Galazka, Proc. of 14th Inter. Conf. on Phys. of Semiconductors, Edinburgh, 133 (1978).
- [2] R. R. Galazka, S. Nagata and P. H. Keesom, *Phys. Rev.*, B22 (1980), 3344.
- [3] R. A. Abreu, W. Giriat and M. P. Vecchi, *Phys. Lett.*, 85A(1981), 399.
- [4] W. Gebicki and W. Nazarewicz, *Phys. Status Solidi*, B86(1978), K135.
- [5] S. Venugopalan, A. Petron, R. R. Galazka, A. K. Ramdas and S. Rodriguez, *Phys. Rev.*, B25 (1982), 2681.
- [6] 沈学础, M. Cardona, *Solid State Commun.*, 36, (1980), 327.
- [7] 沈学础, 褚君浩, *Solid State Commun.*, 48, (1983), 1017.
- [8] 沈学础, 褚君浩, *物理学报*, 33(1984), 729.
- [9] M. Cardona, K. Kunc and R. M. Martin, *Solid State Commun.*, 44(1982), 1205.
- [10] P. G. Dawber and R. J. Elliott, *Proc. Roy. Soc. (London)*, A273 (1963), 222.
- [11] 沈学础, 方容川, M. Cardona and L. Genzel, *Phys. Rev.* B22 (1980), 2913.

- [12] H. Bilz and W. Kress, *Phonon Dispersion Relations in Insulators*, Springer, Heidelberg, (1979).
- [13] D. N. Talwar and M. Vandevyver, *J. Appl. Phys.*, **56**(1984), 1601.
- [14] M. Vandevyver and D. N. Talwar, *Phys. Rev.*, **B21** (1980), 3405.
- [15] B. V. Dutt, M. Al. Delaimi and W. G. Spitzer, *J. Appl. Phys.*, **47**(1976), 56.

FAR INFRARED ABSORPTION OF MIXED CRYSTALS $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$

SHEN XUE-CHU YE HONG-JUAN KANG LI-XUE TAO FENG-XIANG

(Shanghai Institute of Technical Physics, Academia Sinica)

ABSTRACT

We report here the results of far infrared absorption on spectra of mixed crystal $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ with different compositions x in wavenumber region of 20 to 400 cm^{-1} and temperature region of 4.2 K to 300 K. The CdTe-like, MnTe-like reststrahlen bands and their LO-TO splitting have been resolved. A low frequency absorption band for all the samples and a quasi-local mode absorption peak for the sample with low x value have been found for the first time in the low frequency side of reststrahlen band. In addition, several two-phonon bands have also been observed on both sides of reststrahlen band. The appearance and the position of the quasi-local mode have been estimated with the lattice dynamics of defects. Other absorption bands and their probable origin have also been discussed.