

p 型 $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ における複数種 LO 準位と電子遷移系の量子干渉効果

The quantum interference of multiple LO modes and an electronic continuum on p- $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$

○坂本裕則、馬蓓、森田健、石谷善博 (千葉大院工)

○Hironori Sakamoto, Ma Bei, Ken Morita, Yoshihiro Ishitani (Chiba Univ.)

E-mail: adna3566@chiba-u.jp

離散準位と連続準位の量子干渉効果による非対称な光学スペクトルは Fano[1]により理論的に提唱されている。一方、金属/半導体のストライプ構造を用いた縦光学(LO)フォノン共鳴の光吸収の観測[2]は、テラヘルツ領域の光吸収制御の研究意義を示す。本研究では電磁誘起透明化[3]によりテラヘルツ領域光変調への応用につながる複数種 LO フォノン系の量子干渉について p 型 $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ のラマン散乱スペクトルを用いて調査している。今回、3つの LO モード(LO_1 , LO_2 , A_1LO [4], 図 1)の量子干渉を調査した。

p 型 $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 試料は Zn 添加により $\text{GaAs}(001)10^\circ\text{off}$ 基板上に成長された。ラマン散乱測定は室温、励起波長 785 nm、後方散乱配置で行われた。フィッティング解析は LO モードに対してファノの理論[1]に基づいた式、横光学(TO)モードに対してガウス関数を用いて行った。このとき、元々のフォノンモードのエネルギー広がり、格子歪みによりエネルギーシフト、連続準位となる価電子帯間遷移の状態密度も考慮した。

図 1 にフィッティング結果を示す。5つのモード($\text{TO}_{1,2}$, $\text{LO}_{1,2}$, A_1LO)を考慮することにより、光学フォノン領域全体でスペクトルがよく再現されている。 A_1LO モードは主に 350 cm^{-1} 付近の再現に寄与している(図 1 挿入図)。図 2 にフィッティング結果を用いて分離された各 LO フォノンのスペクトルを示す。非対称形状の重ね合わせにより、 A_1LO モードのピークの消失、 LO_1 モードの高エネルギー側のブロードニングの減少、 LO_2 モードの高エネルギー側のブロードニングの増加が見られる。これらは $\text{A}_1\text{LO}-\text{LO}_1$ 準位間、 LO_1-LO_2 準位間の量子干渉が生じた結果であると考えられる。

これらの結果より、p 型 $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ において複数種フォノン系の量子干渉効果が観測され、電子系連続準位を介した LO 準位間の結合が検知された。本結果は、複数の LO モードと連続準位の干渉による吸収スペクトル制御の可能性を示す結果と言える。さらにオーダリング[4]が増強された混晶系では、量子干渉効果による吸収スペクトル制御の多様性が増すことが期待される。

参考文献 [1] U. Fano, Phys. Rev. **124**, 1866 (1961), [2] Ishitani et al., J. Phys. D,**48**, 095103 (2015), [3] S. E. Harris, Phys. Rev. Lett. **62**, 1033 (1989), [4] H. M. Cheong, A. Mascarenhas, P. Ernst, and C. Geng, Phys. Rev B, **56**, 1882 (1997)

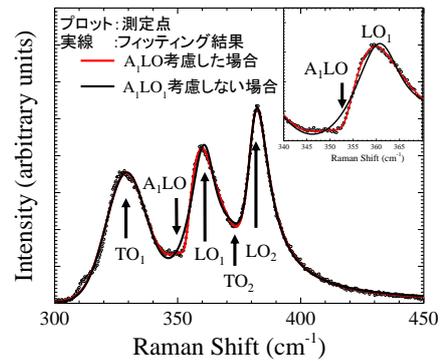


図 1 p 型 $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ ($[p]=1.8 \times 10^{18}\text{ cm}^{-3}$) のラマン散乱スペクトル。

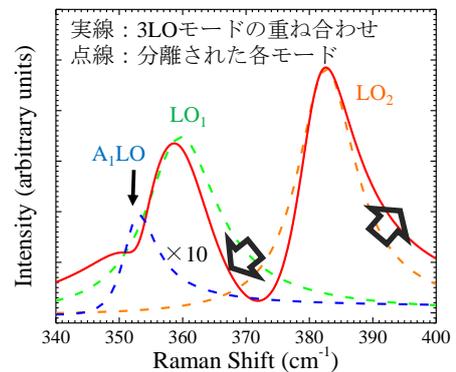


図 2 フィッティング結果を用いて分離された各 LO モードのスペクトル。