

p 型 GaInP におけるフォノン - 電子系量子干渉パラメータの評価

Characterization of quantum interference parameter of phonon-electron system in p-GaInP

○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: ishitani@faculty.chiba-u.jp

離散準位と連続準位の干渉効果はファノ干渉として知られている^[1]。フォノン系では、価電子帯間遷移との干渉によるファノ効果がラマン散乱により観測されている^[2]。本研究では、これまで未観測であった2離散準位が関与する量子干渉として、テラヘルツ振動領域2種LOフォノンと価電子帯間遷移の干渉効果をn-GaAs基板上に成長されたp-Ga_{0.5}In_{0.5}Pを用いて解析を行った。

まず、干渉効果が関与しないアンドープ結晶のスペクトルフィッティングからフォノン自体のエネルギー広がりを決め、干渉によるエネルギー広がり Γ を求めた。図1は $[p]=1.8 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ における例であり、フィッティング結果は測定値とよく一致している。

Γ は離散準位と連続準位の相互作用強度に支配されると考えられる。p型GaInPにおける Γ はフレリッヒ相互作用に起因し、次式で書かれる。

$$\Gamma \propto E_{\text{LO}} \left\{ \frac{1}{\epsilon(\infty)} - \frac{1}{\epsilon(0)} \right\} g_c(E_{\text{LO}}) f(E_{\text{LH}}) \{1 - f(E_{\text{HH}})\} \quad (1)$$

ここで、 $\epsilon(\infty)$ は高周波誘電率、 $\epsilon(0)$ は静誘電率、 $f(E)$ はフェルミ分布関数、 $g_c(E)$ は結合状態密度、 E_{LO} はLOフォノンエネルギー、 E_{LH} 、 E_{HH} は $E_{\text{LO}} = E_{\text{LH}} - E_{\text{HH}}$ を満たす軽い正孔、及び重い正孔バンドのエネルギーである。式(1)を用いてGaInPのGaP様LOフォノンを評価した。比較対象としてGaAsの量子干渉効果^[3]を用いた。 Γ の $g_c(E_{\text{LO}})f(E_{\text{LH}})\{1 - f(E_{\text{HH}})\}$ 依存性を図2に示す。この図においてGaAs LOフォノンの傾きに対するGaInPのGaP様LOフォノンの傾きの比は1.7である。この値は、これらの材料のフレリッヒ相互作用に関する係数 $E_{\text{LO}}\{1/\epsilon(\infty) - 1/\epsilon(0)\}$ の比である2.0に15%程度の誤差で一致する。これらの結果から干渉効果のパラメータが材料の物性値に依存して変化していることが検知されたと考えられる。

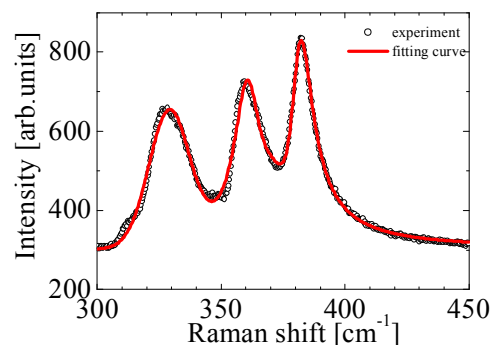


図1 p型GaInPのラマン散乱スペクトルフィッティング結果。 $[p]=1.8 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 。

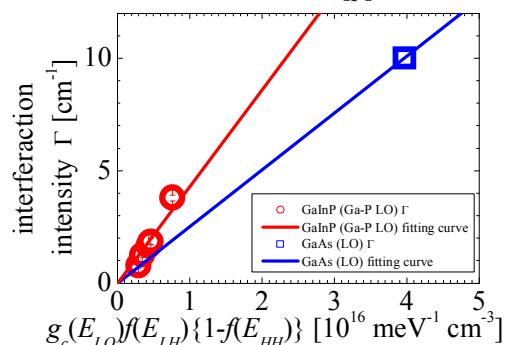


図2 GaAsとGaInPのGaP様振動モードの Γ におけるフレリッヒ相互作用の影響。

参考文献

[1] U.Fano, Phys. Rev. **124**, 1866 (1961)

[3] G. Irmer, Phys. Semi. **1**, 217 (1996)

[2] Brian G. Burke, J. Raman Spectrosc, **41**, 1759 (2010)