

非同期光サンプリング法による InP/InGaAsP 量子井戸の音響フォノン振動測定

Acoustic phonon vibration measurement in InP/InGaAsP multiple quantum well with an asynchronous optical sampling technique

NTT 物性研¹、東京電機大²

○(B) 染谷 真由^{1,2}、日達 研一¹、石澤 淳¹、西川 正²、後藤 秀樹¹

NTT Basic Research Labs¹, Tokyo Denki Univ.²

○M. Someya^{1,2}, K. Hitachi¹, A. Ishizawa¹, T. Nishikawa², H. Gotoh¹

E-mail: hitachi.kenichi@lab.ntt.co.jp

繰り返し周波数のわずかに異なる 2 台のレーザーを用いたポンプ・プローブ法(非同期光サンプリング法)は、ディレイステージを用いずにポンプ・プローブ光の時間差を変えることが可能であり、ピコ秒からナノ秒で変化する精度の良い時間分解測定が可能である。今回、非同期光サンプリング法で InP/InGaAsP 量子井戸の音響フォノン振動を計測し、フォノン振動数や寿命を調べる上で重要な手法であることを示した。

実験系を図(a)に示す。2 台のファイバーレーザー(中心波長 1560 nm、パルス幅 ~200 fs)を用い、ポンプレーザーの繰り返し周波数を 250 MHz + 5 kHz に、プローブレーザーの繰り返し周波数を 250 MHz に周波数安定化した。試料に入射する前後でプローブ光の差分を PD で検出した。さらに PD からの出力をデジタイザで 5×10^6 回平均をとった。なお、データ収録時間は 1000 s でノイズレベルは反射率変化で 2×10^{-7} 程度である。

実時間での音響フォノン振動の結果を図(b)に示す。図(b)はキャリア緩和による反射率変化と分けるために指数関数でフィッティングし、残差をプロットしている。図(c)は図(b)のフーリエ変換である。図(b), (c)より 18.5 GHz と 226、244、262 GHz の振動が観測できた。244 GHz の振動は折り返しフォノンモードの前方ラマン散乱、226、262 GHz の振動は折り返しフォノンモードの後方ラマン散乱に、18.5 GHz の振動はバルクフォノンモードの後方ラマン散乱にそれぞれ対応する。また、バルクフォノンモードの振動はおおよそ 0.8 ns、折り返しフォノンモードの振動は 0.3 ns まで続き、その後消失した。これら低周波の振動は通常のラマン分光法では計測できないため、本手法は音響フォノン振動の時間的なダイナミクスを調べる上で有用であると言える。

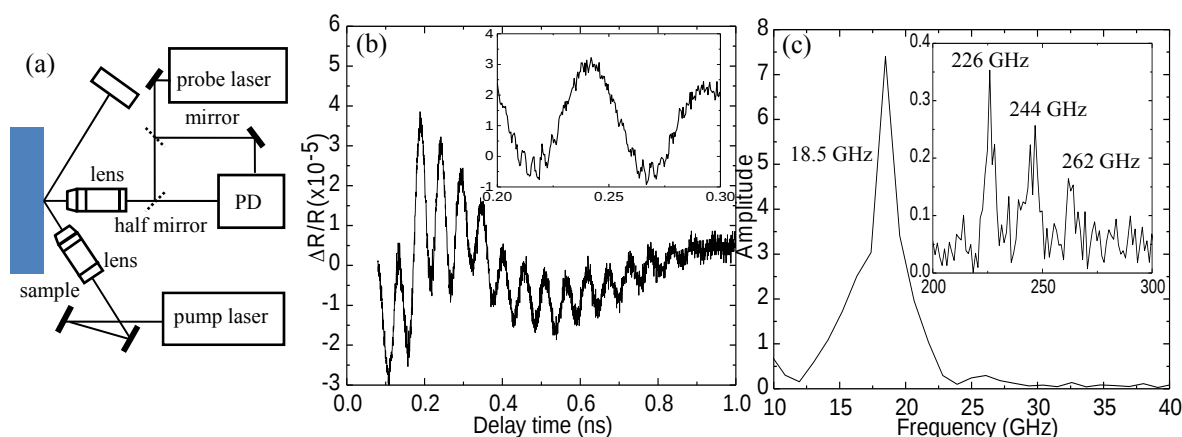


Fig. (a) Experimental setup. (b), (c) Acoustic phonon vibration of InP/InGaAsP multi quantum well.