GaAs 機械振動子における束縛励起子の寿命変調

Mechanical modulation of the bound exciton lifetime in a GaAs resonator

NTT 物性基礎研 [1], NTT ナノフォトニクスセンタ [2] ○太田　竜一 [1]、岡本　創 [1]、俵　毅彦 [1,2]、
後藤　秀樹 [1]、山口　浩司 [1]

NTT BRL[1], NTT NPC[2] ○Ryuichi Ohta[1], Hajime Okamoto[1], Takehiko Tawara[1,2],
Hideki Gotoh[1], Hiroshi Yamaguchi[1]

E-mail: ryuichi.ohta.rx@hco.ntt.co.jp

半導体の励起子寿命は光素子の発光強度や応答速度を決める重要な物理量であり、励起子寿命の制御により光素子の高性能化や高機能化が可能となる。従来、励起子寿命の制御には磁場や電場が用いられていたが [1]、今回、化合物半導体の圧電効果を利用することで機械振動子の歪による励起子寿命の制御を実現した。外場を用いない本手法は集積素子や高速素子への適応を可能とする励起子寿命の変調手法として期待される。

実験では圧電効果の寄与を明らかとするため、結晶方位が[011]と[0-11]の 2 種類の振動子を作製し、励起子の緩和時間と発光強度の振動変位依存性を比較した。図 1 はそれぞれの振動子における PL スペクトルの変化、及び振動位相 0 と π における発光強度の時間変化を表している。緩和時間と発光強度の変位依存性は 2 種類の振動子間で逆符号となり、またどちらの振動子でも緩和時間の低下に伴い発光強度の減少が生じることが分かった。このことは、緩和時間と発光強度の変化が結晶異方性を有する圧電効果に起因しており、また圧電効果によって束縛励起子の非発光過程が変調されていることを示している。そこで、励起子の非発光緩和となりうる電場勾配中の電子のトンネル現象に着目し、実験値を基にした数値解析で緩和時間と発光強度の変化を求めた所、実験結果とのよい一致が得られた（図 2）。このことから、圧電効果で生じた電場勾配によるトンネル確率の変化によって、振動歪による励起子緩和時間の変調が可能であることが明らかとなった。また、講演では寿命変調による振動子への反作用効果についても述べる。

謝辞：本研究は日本学術振興会科学研究費補助金(JP15H05869, JP16H01057)の助成を受けた。

[1] J. McFarlane *et al*., Appl. Phys. Lett. **94**, 093113 (2009).

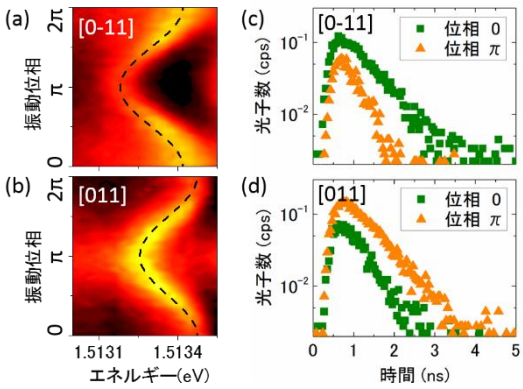

図 1:振動歪下における PL スペクトル(a,b)及び位相 0 と π における発光減衰特性(c,d)の結晶方位依存性. (a, c: [0-11]、b, d: [011])

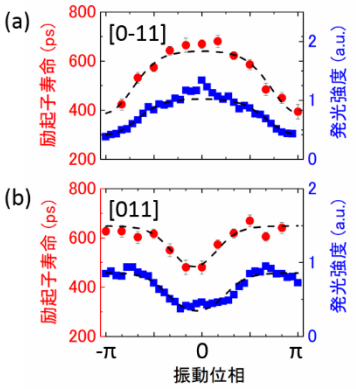

図 2:励起子寿命と発光強度の振動位相依存性(点:実験値、線:計算値). (a: [0-11]、b: [011])