

機械共振を用いた GaAs 薄膜における励起子準位の動的変調

Modulation of exciton energies in a GaAs thin membrane via mechanical resonance

NTT 物性基礎研, °太田 竜一、岡本 創、山口 浩司

NTT BRL, °Ryuichi Ohta, Hajime Okamoto, Hiroshi Yamaguchi

E-mail: ota.ryuichi@lab.ntt.co.jp

化合物半導体では圧電効果や変形ポテンシャルによって発光特性や電子伝導特性を制御できることが知られており、歪を用いた半導体デバイスの高性能化が進められている¹。特に、半導体薄膜をカンチレバー等の振動構造とすると、歪を介して微小な変位を検出できるため、高感度な振動センサとしての応用が可能となる。今回我々は、 $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}/\text{GaAs}$ からなるカンチレバー構造の微小振動を用いて、GaAs 励起子準位に対してその線幅を十分に上回る大きな動的変調を実現した。本研究成果は、歪を用いた発光デバイスの動的制御としてのみならず、発光を用いたオンチップ小型振動センサとしても応用される。

実験に用いた機械振動子は幅 20 μm 、長さ 50 μm 、厚さ 600 nm からなり、1.04 MHz に機械振動モードを有している。図 1 に機械振動子と光学測定系の概略図を示す。機械振動子は圧電素子で駆動され、変位に応じて半導体中に歪が生じる。波長 780 nm の連続光(CW)レーザーに振幅変調を行い、機械振動周期と同期した短パルス光として機械振動子に照射する。機械振動に対するパルスの相対位相を変えることで、機械振動の任意の変位状態における PL スペクトルを測定することができる。図 2 に振幅 1.5 nm で振動している機械振動子からの PL スペクトルを示す。複数の励起子準位エネルギーが機械振動周波数で変調されており、変調エネルギー $\Delta E_1 = 330 \mu\text{eV}$ と $\Delta E_2 = 135 \mu\text{eV}$ が確かめられた。変調エネルギーと振幅の比($\Delta E_1/\Delta x$)は 220 $\mu\text{eV}/\text{nm}$ であり、励起子準位の線幅($\Gamma = 100 \mu\text{eV}$)から、本構造では 0.45 nm 程度の微小な振動が検出可能であることが見積もられる。今後、カンチレバーの構造最適化、検出方法の改良、量子ドット等のより線幅の細い準位²を用いることで数桁に及ぶ振動検出感度の向上が期待できる。

謝辞：本研究は日本学術振興会科学研究費補助金(Grant No. 15H05869)の助成を受けた。

[1] L. Seravalli *et al.*, APL. **87**, 063101 (2005)

[2] R. Ohta *et al.*, APL. **98**, 173104 (2011).

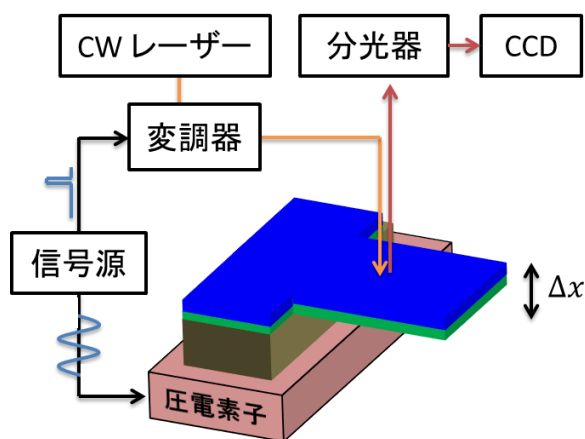


図 1: 機械振動子と光学測定系の概略図

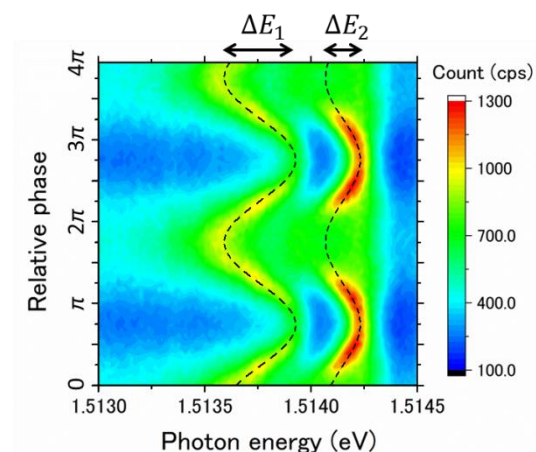


図 2: 励起子発光ピークの機械共鳴による変調