

GaAs オンチップオプトメカニクス

On-chip optomechanics based on GaAs

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

機械振動子は光、電子、スピン、超伝導など異なる物理系を繋ぐハイブリッド素子として注目を集めている¹⁻³。特に励起子準位や不純物準位を有する半導体機械振動子は、歪を介して電子系、フォトン系、フォノン系が相互作用するため、新規ハイブリッド系として研究が進められている。これまでに GaAs ナノワイヤやダイヤモンドカンチレバーにおける量子ドットや NV 中心などの電子系を介した光と機械振動の相互作用が実現している⁴⁻⁶。我々は GaAs 機械振動子において励起子準位吸収と圧電効果を用いた光-電子-機械振動の相互制御に取り組んでいる⁷⁻⁸。

GaAs と AlGaAs の二層構造からなる機械振動子では、レーザー照射によって電子と正孔が生成され、この電子と正孔が空間的に分離されることで圧電効果を介した歪が生じる。この歪によって励起子吸収エネルギーが変化するため、光と機械振動の相互作用が生まれる。我々は、この光と機械振動の相互作用を利用して、機械振動のモード冷却を実現した⁹。さらに、レーザー照射によって生じた歪は機械振動子に流れる電流を変調するため、歪を介して光-機械振動-電流変換が可能となる。また、歪と共に発生する内部応力を利用することで異なる機械振動モード間の結合制御に成功した¹⁰。本講演では、これら GaAs 機械振動子における歪を介した光と機械振動の相互作用に関する研究成果を紹介する。

謝辞：本研究は産業技術総合研究所の渡邊敬之氏、NTT 物性科学基礎研究所の小野満恒二氏、後藤秀樹氏、寒川哲臣氏の協力を得た。また、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] T. J. Kippenberg and K. J. Vahala, *Science* **321**, 1172 (2008).

[2] A. D. O'Connell *et.al.*, *Nature* **464**, 697 (2010).

[3] Y. Okazaki *et.al.*, *Nat. Comm.* **7**, 11132 (2016).

[4] I. Yeo *et.al.*, *Nat. Nano.* **9**, 106 (2014).

[5] M. Montinaro *et.al.*, *Nano Lett.* **14**, 4454 (2014).

[6] P. Ouartchaiyapong *et.al.*, *Nat. Comm.* **5**, 4429 (2014).

[7] H. Okamoto *et.al.*, *Phys. Rev. Lett.* **106**, 036801 (2011).

[8] T. Watanabe *et.al.*, *Appl. Phys. Lett.* **101**, 082107 (2012).

[9] H. Okamoto *et.al.*, *Nat. Comm.* **6**, 8478 (2015).

[10] R. Ohta *et.al.*, *Appl. Phys. Lett.* **107**, 091906 (2015).