

振動歪による束縛励起子の Dark 状態と Bright 状態の結合

Strain-induced coupling of dark and bright states in bound excitons

NTT 物性基礎研, °太田 竜一、岡本 創、俵 毅彦、後藤 秀樹、山口 浩司

NTT BRL, °Ryuichi Ohta, Hajime Okamoto, Takehiko Tawara, Hideki Gotoh, Hiroshi Yamaguchi

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

直接遷移型のバンド構造と良好な圧電特性を兼ね備える GaAs を用いた機械共振器では、電子-正孔を介して光と機械振動の結合が可能となる。そのような光-機械結合を用いて、機械共振器における熱振動ノイズの外部制御がこれまでに報告されている¹。今回、我々は GaAs 機械共振器へ振動歪を誘起することにより、2 準位系を形成する束縛励起子の Dark 状態と Bright 状態を結合させることに成功した。本手法により、磁場や電場を用いることなく Dark-Bright 結合状態を制御することが可能になる。

実験に用いた機械振動子は幅 20 μm 、長さ 40 μm 、厚さ 600 nm のカンチレバー構造であり、GaAs と $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ のヘテロ構造からなる。振動子は圧電素子で電氣的に駆動され、変位に応じた歪が発生する。図 1 に実験から求まる振動子の振幅と有限要素法から予想される最大歪量、振動子中の歪分布を示す。20 mV_{pp} の交流電圧により、0.01 % 程度の歪が振動子中腹に生じる。次に、機械振動に同期して光励起を行うストロボ蛍光(PL)測定によって、束縛励起子準位の振動歪によるエネルギー変化を測定した (図 2(a))。図 2(b)は 12 mV_{pp} におけるドナー束縛励起子からの PL スペクトルであり、縦軸は光パルスと機械振動の相対位相である。位相 0 で単一ピークとなる Bright 状態は振動歪によって 2 つの準位に分裂するが、位相 $\pi/2$ で低エネルギー側の Bright 状態が Dark 状態と反交差している。図 2(b)の点線は Dark 状態と Bright 状態の結合定数を 200 μeV とした場合の各ピークエネルギーの計算値であり、実験結果とよい一致を示している。今回作製した機械共振器の周波数は 1MHz であるが、素子の小型化により数 GHz 程度までの Dark-Bright 結合状態の制御が視野に入る。本結果は、Dark 状態の長寿命特性を利用した固体量子メモリ²への応用可能性を含んでいるといえる。

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] H. Okamoto *et al.*, Nat. Comm. **6**, 8478 (2015) [2] M. Fleischhauer *et al.*, PRA. **65**, 022314 (2002).

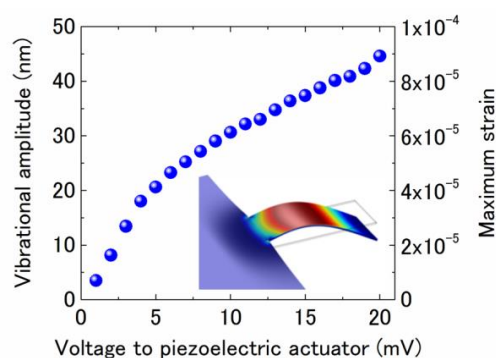


図 1: 機械振動子の振動振幅と最大歪量及び数値計算歪分布

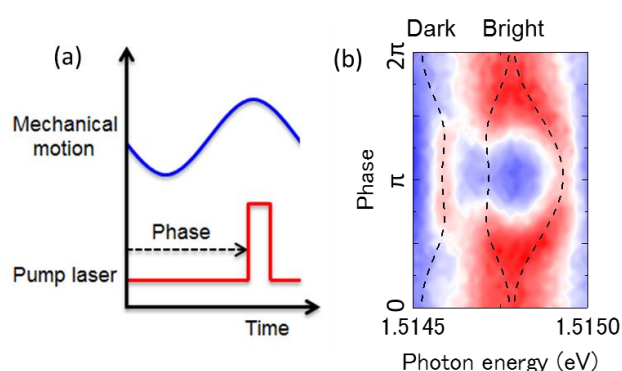


図 2: (a)ストロボ PL 測定の概略 (b)ドナー束縛励起子のストロボ PL スペクトル