# 単一量子ドットでの正孔 g 因子の歪みチューニングに向けたデバイスの作製と評価

# Device fabrication and the evaluation for stress-tuning of hole g factor in single quantum dots

[1]北大院工，[2]北大創成研究機構，[3]北大電子研
○石田 太郎[1]，松崎 亮典[1]，鍛治 怜奈[1]，小田島 聡[2]，海住 英生[3]，西井 準治[3]，足立 智[1]
[1]Graduate School of Engineering, Hokkaido Univ., [2]CRIS, Hokkaido Univ., [3]RIES, Hokkaido Univ.
○T. Ishida, R. Matsusaki, R. Kaji, S. Odashima, H. Kaiju, J. Nishii, and S. Adachi
E-mail: taro_ishida@eis.hokudai.ac.jp

【はじめに】近年，量子情報処理分野への応用を大きな駆動力として，量子ドット(QD)等のナノ構造半導体中のスピン自由度の応用研究が精力的に推し進められている．QD で実現される長い正孔スピンコヒーレンスを量子ビットとして利用するには，外部歪みを介した価電子帯混合の制御が重要である．本研究では，外部歪みによる正孔 g 因子制御を目指し，圧電素子を用いた外部歪み印加構造の設計と作製を行った．

【実験結果】図 1 に作製した歪み印加構造の概要を示す．圧電素子には (001)-$[Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3]_{0.72}$-$[PbTiO_3]_{0.28}$（PMN-PT）を使用し，両面に電極として Cr 3 nm と Au 100 nm を蒸着した．PMN-PT に電圧を加えることで，面内に 2 軸性の歪みが生じる．

測定試料には GaAs (111)A 基板上 GaAs/$Al_{0.3}Ga_{0.7}As$ 液滴成長 (DE)QDs (~ $3 \times 10^9$ QDs/cm$^2$) [1]を使用し，単一 QD 発光にアクセスするためナノピラー ($\phi$~600 nm, $l$~2.5 μm)を作製した．Au 電極上にナノピラーを熱圧着（300 ℃, 30 min, 100 N）した後，側面からの歪みの伝播を促すために，HSQ (膜厚 : 840 nm)をスピンコートした. QD への歪み伝播の有無を評価するために，発光エネルギー $E_{PL}$ の変化に着目した．

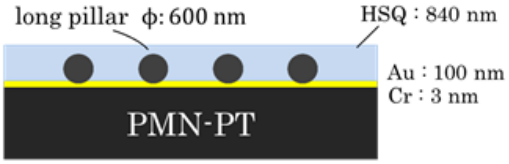



**Fig.1** Sketch of the stress-tuning device.

図 2 に印加電界に対する $E_{PL}$ の変化を示す．試料温度 30 K の下で，半導体レーザー光 (λ=635 nm) を単一ナノピラーに照射し，QD 発光スペクトルを取得した．PMN-PT に正の電界を加えると面内に圧縮歪みが発生するが，印加電界の増加に伴って QD 発光がブルーシフトし，更に電界を 0 kV/cm に戻すと $E_{PL}$ が元の値に戻ることから，観測結果は外部歪みによるものであることが確認できた．歪み ε~0.06% に対応する 16 kV/cm の印加に対して約 1.7 meV のシフトが観測された．

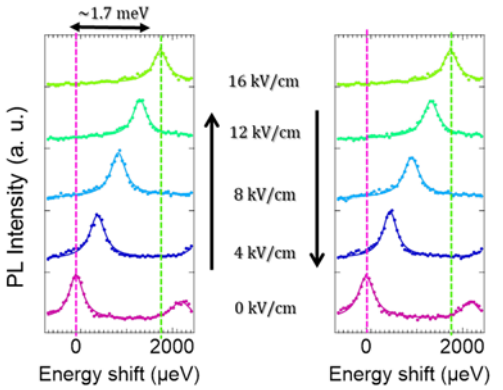



**Fig.2** Energy shift of PL spectra in GaAs DE-QD by changing biaxial strain (@ ~30 K).

【謝辞】QD 試料の提供に関して，物材機構の黒田隆博士と間野高明博士に感謝致します．

[1] T. Mano et al., Appl. Phys. Express **3**, 065203 (2010).

© 2019年 応用物理学会