

AlGaAs バリアに挟まれた InGaAs 量子ドット-希薄窒化 GaNAs トンネル結合構造の円偏光発光特性

Circularly polarized photoluminescence properties of InGaAs quantum dot-dilute
nitride GaNAs tunnel-coupled structures sandwiched between AlGaAs barriers

北大院情報科学 ○野村 駿介, 樋浦 諭志, 高山 純一, 村山 明宏

Faculty of Information Science and Technology, Hokkaido univ.

○S. Nomura, S. Hiura, J Takayama and A. Murayama

E-mail: nomuras2000@eis.hokudai.ac.jp

III-V族半導体量子ドット(QD)は、強い量子効果によりキャリアのスピンの状態を長時間保持できるため[1]、電子のスピンの偏極を光の円偏光に転写するスピン発光デバイスの活性層への応用が期待されている[2]。しかし、実用上重要な室温では熱エネルギーにより電子が QD から脱離し、バリア層でスピン偏極が高速に失われてしまう。そこで我々は、深い欠陥準位により室温で伝導電子のスピンの偏極を増幅できる希薄窒化 GaNAs 量子井戸(QW)に着目してきた[3]。本研究では、高温での強い発光と高い発光円偏光度の両立に向けて、InGaAs QD と GaNAs QW のトンネル結合構造を AlGaAs バリアに挟んだ試料を作製し、円偏光フォトルミネッセンス(PL)発光特性を調べた。

In_{0.5}Ga_{0.5}As QD と GaNAs QW のトンネル結合試料と、比較用の In_{0.5}Ga_{0.5}As QD 単層試料をブラズマ支援分子線エピタキシー法により作製した (図 1)。内部と同条件で作製した表面 QD の構造を観察したところ、面内密度は $1.0 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ 、平均直径は 16 nm であった。図 2(a, b)に室温で得られた各試料の円偏光 PL スペクトルと円偏光度(CPD)を示す。ここで、CPD は円偏光 PL 強度 I_{σ^+} を用いて $\text{CPD} = (I_{\sigma^+} - I_{\sigma^-}) / (I_{\sigma^+} + I_{\sigma^-})$ と定義する。図 2(a)に示した QD-QW 試料では、1.07 eV 付近の発光が InGaAs QD の基底準位に由来すると考えられ、基底準位と励起準位の両方において CPD が 20 %以上向上した。これは GaNAs QW でスピン偏極が高められた電子が QD に効率よく注入され発光に寄与していることを示している。当日の発表では温度依存性についても議論する。

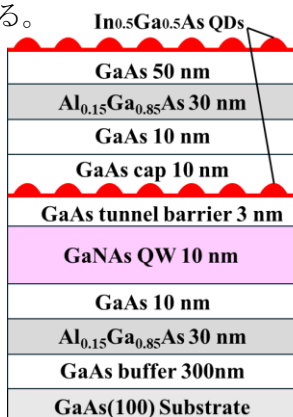


Fig. 1 Schematic of sample structure.

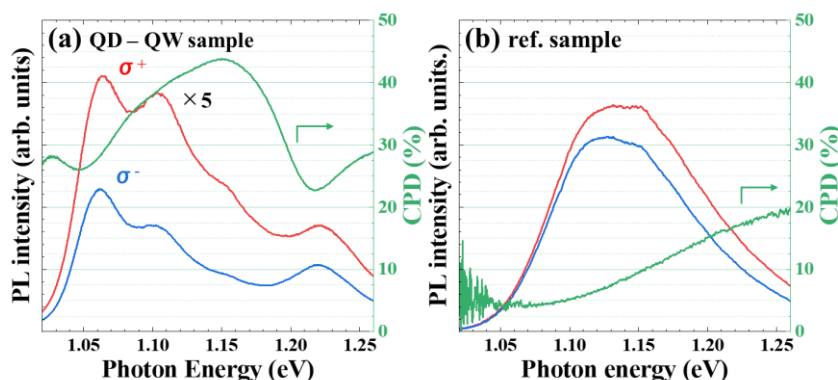


Fig. 2 Circularly polarized PL spectra and corresponding CPD of (a) InGaAs QD – GaNAs QW tunnel-coupled structure and (b) InGaAs QD.

References:

- [1] M. Paillard et al., Phys. Rev. Lett. **86**, 1634 (2001).
- [2] K. Etou et al., Phys. Rev. Appl. **16**, 014034 (2021).
- [3] Y. Huang et al., Nat. Photonics **15**, 475 (2021).