GaAs 量子井戸に埋め込まれた InGaAs 量子ドットにおける スピンダイナミクスの温度依存性

Temperature dependence of spin dynamics in InGaAs/GaAs dot-in-well structure

北大院情報科学
°瀧下水月，樋浦諭志，高山純一，村山明宏
IST, Hokkaido Univ.
°M. Takishita, S. Hiura, J. Takayama, and A. Murayama
E-mail: taki_m0604@eis.hokudai.ac.jp

現在、電子の電荷とスピンの両方を利用する半導体スピントロニクスにおいて、Ⅲ−Ⅴ族化合物半導体量子ドットが注目されている。量子ドット内では、3 次元量子閉じ込め効果により状態密度が離散化するとともにスピン緩和が抑制されることから、スピン光デバイスへの応用と室温動作への期待が高まっている。特に室温動作を目指す上で、量子井戸に埋め込まれた量子ドット(Dot-in-well)を用いることで、量子ドットへのキャリアの効率的な捕獲と熱脱離の抑制が可能になる[1,2]。しかし、Dot-in-well 構造におけるスピンダイナミクスについてはまだ十分に調べられていない。そこで、円偏光時間分解 photoluminescence(PL)測定を行い、Dot-in-well 構造中の InGaAs 量子ドットにおけるスピンダイナミクスの温度依存性を調べた。

GaAs 量子井戸膜厚を 10 nm, 20 nm と変えた 2 種類の Dot-in-well 構造(Fig. 1(a))と、比較用の量子ドット試料を、GaAs(100)上に分子線エピタキシー法を用いて自己組織化成長させた。GaAs 量子井戸をσ^+円偏光励起した場合の、20 K と 160 K で得られた量子井戸膜厚($d_1 + d_2$) 10 nm の Dot-in-well 試料と、量子ドットのみの試料の励起準位における円偏光 PL の時間変化を Fig. 1(b)に示す。円偏光 PL 強度($I_{\sigma+}, I_{\sigma-}$)を用いて円偏光度を$CPD = (I_{\sigma+} - I_{\sigma-})/(I_{\sigma+} - I_{\sigma-})$と定義した。量子ドット試料と比較して、Dot-in-well 試料では PL 減衰時間が速く、発光中の円偏光度が高いことがわかる。また、量子ドット試料では 20 K から 160 K への温度増加に伴って CPD の減衰時間が短くなるが、Dot-in-well 試料では CPD 減衰時間はほとんど変化しないという結果が得られた。

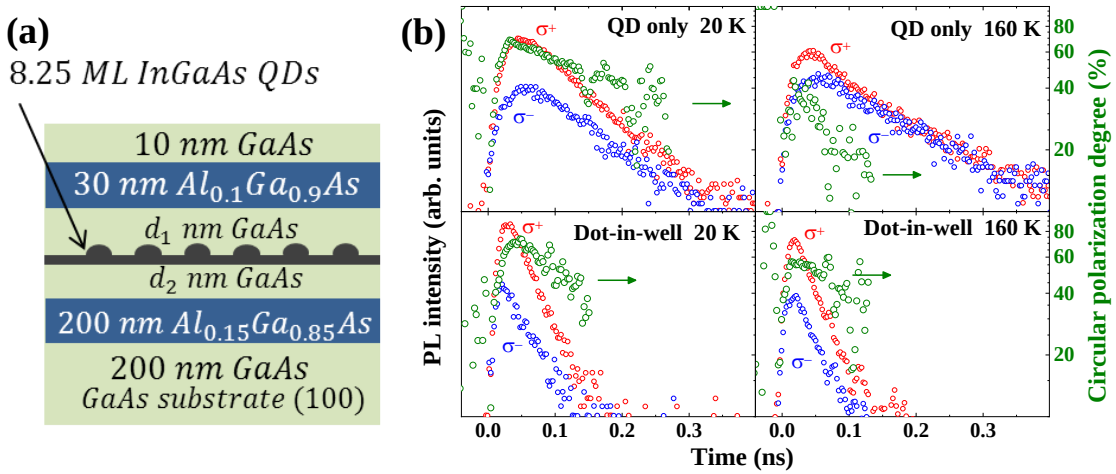

Fig. 1. (a) Schematic of dot-in-well sample structure ($d_1 + d_2 = 10, 20\ nm$).
(b) Circularly-polarized transient PL and the corresponding CPD as a function of time obtained at 20 K and 160 K for the QD (above) and the dot-in-well sample with $d_1 + d_2 = 10$ nm(below).

References:
[1] Y. M. Park et al., Phys. Rev. B **70**, 035322 (2004).
[2] Y. M. Park et al., J. Appl. Phys. **96**, 5496 (2004).