

# InGaAs 量子ドットに対する AlGaAs バリアの スピン輸送特性と成長温度依存性

Spin transport property into InGaAs quantum dots in AlGaAs barriers  
and the growth-temperature dependence of the AlGaAs barrier

北大院情報科学 ○板橋皓大, 武石一紀, 浦部晶行, 鷲田晃宏, 高山純一, 樋浦諭志, 村山明宏

IST, Hokkaido Univ. ○Kodai Itabashi, Kazuki Takeishi, Masayuki Urabe, Akihiro Washida,

Junichi Takayama, Satoshi Hiura, and Akihiro Murayama

E-mail:k-itabashi@eis.hokudai.ac.jp

近年、電子のスピン状態を利用する半導体スピントロニクスの研究が盛んに行われている。しかしながら、一般の半導体においては、発光減衰時定数と比較すると電子のスピン状態の緩和が早く、発光におけるスピン情報が失われる問題がある。これに対して、III-V 族化合物半導体の自己組織化量子ドット(QD)においてはスピンの緩和が十分に抑制されるため、QD を光学活性層に用いることで、その発光にスピン状態を反映する円偏光特性を持つスピン発光ダイオード等のスピン機能性を持つ光デバイスの実現が期待できる。そのためには、電子スピン電極層から QD へと電子スピンを輸送するための三次元半導体バリア層におけるスピン緩和の抑制が課題となる。例えば、InGaAs QD を光学活性層として用いるスピン発光ダイオード構造の作製においては、量子井戸とは異なり、QD からドット周辺のバリア層への In の拡散を抑制するため、QD 形成後の上部バリア層成長時にはその基板温度をある程度抑える必要がある。そこで、InGaAs QD 光学活性層に対するこのような低温成長 AlGaAs バリア層中のスピン輸送特性を向上させるため、バリアの成長温度に関する検討を行っている。

前回、我々は In<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>As QD 成長後の Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>As バリア層の成長基板温度を 580°C から 640 °C まで増加させても、QD の光学特性やスピン緩和特性には In 拡散の影響は見られず、キャリアのスピン輸送特性の向上に有効であることを報告した[1]。今回は、さらに  $T_{\text{sub}}$  を 730°C まで増加させて AlGaAs バリア層を成長した。そして、AlGaAs バリアとドット近傍の GaAs バリアを円偏光パルスにより選択的に励起して、QD の励起準位からの時間分解円偏光 PL によりバリア中のスピン輸送特性を評価した。

AlGaAs バリアを励起した場合の時間分解円偏光 PL 測定結果を図 1(a)に示す。ここで、励起には  $\sigma^+$  円偏光を用いて、QD からの円偏光 PL 強度  $I_{\sigma\pm}$  により円偏光度を  $P = (I_{\sigma+} - I_{\sigma-}) / (I_{\sigma+} + I_{\sigma-})$  と定義した。 $T_{\text{sub}} = 640^\circ\text{C}$  に比べて、730°C の場合は PL 強度が減少するが、バリアから QD へのスピン輸送特性を直接反映する励起直後の初期円偏光度は 40% と同程度である。ドット近傍の GaAs バリアを選択的に励起した結果を図 1(b)に示す。GaAs を励起した場合には、初期円偏光度が 60% 程度と AlGaAs 励起より高く、AlGaAs ではスピンの緩和しやすい傾向にある。また  $T_{\text{sub}}$  を増加させると AlGaAs および GaAs の両方の場合とも PL 強度が低下している。ドット形成後のバリア成長時の  $T_{\text{sub}}$  の増加により In が拡散しドットサイズが大きくなると仮定すると、一つの QD 内にはより多くの励起準位が存在するため、観測している QD 励起発光準位における状態占有率が減少した可能性が考えられる。

[1] 板橋他、第 77 回応用物理学会秋季学術講演会 15p-A26-3 (2016).

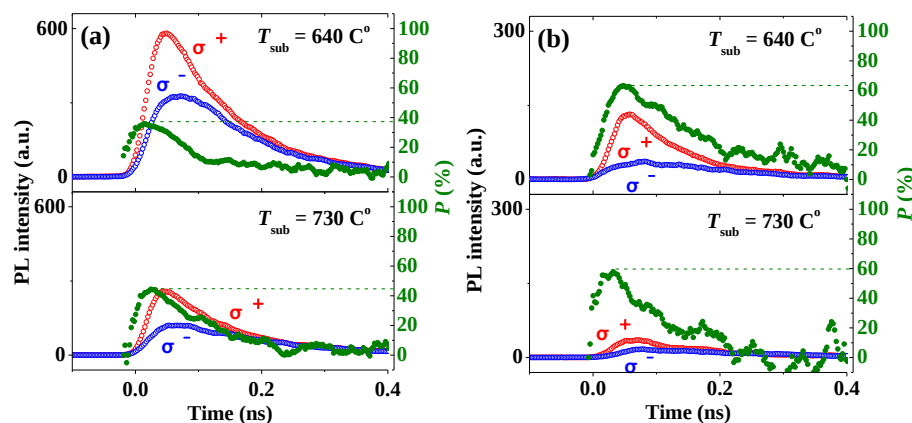


Fig.1. Circularly polarized time-resolved PL from excited states of QDs, under  $\sigma^+$ -polarized pulsed excitation for the (a) AlGaAs and (b) GaAs barrier layers