

可変ストライプ長法による InGaAs 量子ドットの時間分解発光分光

Time-resolved edge emission spectroscopy of InGaAs quantum dots by variable stripe length method

北大院情報科学 ○大竹章久, 樋浦諭志, 高山純一, 村山明宏

Faculty of Information Science and Technology, Hokkaido Univ.

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

E-mail: a_ohtake@ist.hokudai.ac.jp

III-V 族化合物半導体量子ドットは、キャリアに対する強い量子閉じ込め効果と優れた光学特性を持つことから、発振特性が温度に依存しない省エネルギーレーザなどの光デバイスへの応用が進んでいる。特に、高いモード利得を有する量子ドットレーザを開発するためには、量子ドット積層構造の光学利得特性を明らかにすることが重要である。そこで、本研究では可変ストライプ長法(VSLM)を用いて[1]、AlGaAs クラッド層を有する 3 層の InGaAs 量子ドット試料のモード利得を測定するとともに、ピコ秒時間分解発光分光により増幅自然放出光(ASE)の減衰時定数のストライプ長依存性と励起光強度依存性について調べた。

VSLM 測定では、ストライプ状にした励起光を試料表面に垂直に入射した。このとき、自然放出光が活性層内を出射面(端面)に向かって進行する間に誘導放出により増幅され、ASE が端面から放出される[2]。本測定では、モード利得値に影響を与えるナイフエッジにおけるフレネル回折を最小限に抑えるため、ナイフエッジと試料との間に凸レンズを挿入した[3]。

図 1(a)に量子ドットの基底状態(GS)と励起状態(ES)における ASE 強度のストライプ長依存性とフィッティング結果を示す。GS のモード利得は 11 cm^{-1} であるのに対して、ES のモード利得は 45 cm^{-1} であった。状態密度の大きな励起状態において、基底状態よりも高いモード利得が得られた。図 1(b)に 2 種類のストライプ長 L で取得した ES の ASE 強度の時間変化を示す。 L の増加に伴って ASE 強度の減衰時間が減少した。これはストライプ長が長くなり入射光強度が増加することによって、活性層内での誘導放出確率が増加し、量子ドットの個別発光から集団的発光へのスイッチ[4]が一部生じたためであると考えられる。

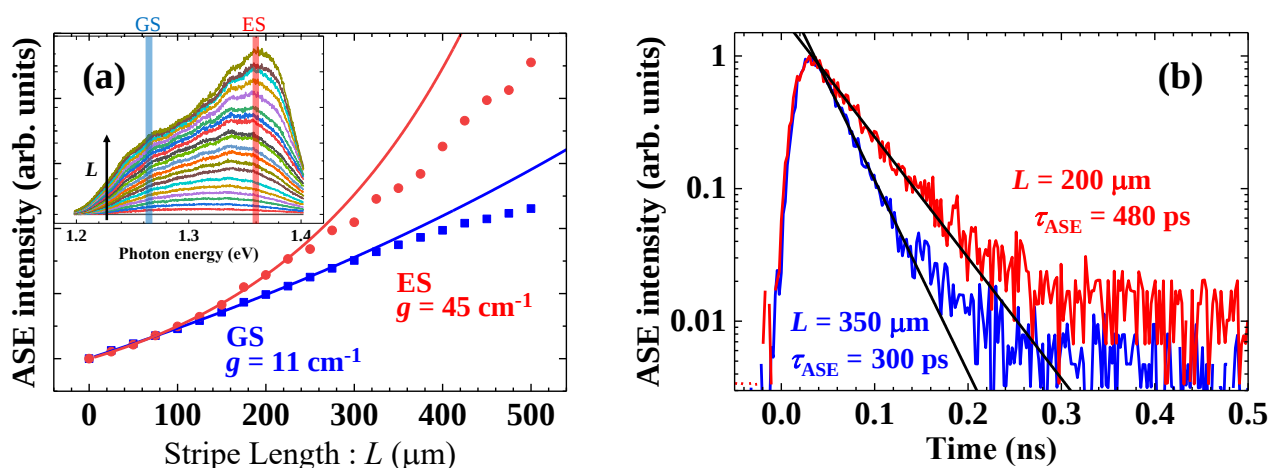


Fig. 1 (a) Stripe length dependence of ASE intensity measured at the GS and ES in InGaAs quantum dots. The inset shows the stripe length dependence of ASE spectra. (b) ASE time profiles from the ES measured with various L . Black lines indicate the fitting results of single exponential decay.

References:

- [1] K. Khym et al., Appl. Phys. Lett. **79**, 3434 (2001).
- [2] 大竹他、第 79 回応用物理学会秋季学術講演会 20a-235-3 (2018).
- [3] H. Rabbani-Haghighi et al., Appl. Phys. Lett. **95**, 033305 (2009).
- [4] S. Yakunin et al., Nat. Commun. **6**, 8056 (2015).