可変ストライプ長法による高密度 InGaAs 量子ドットのモード利得測定

Modal gain measurement of high-density InGaAs quantum dots by variable stripe length method

北大院情報科学
○大竹章久，樋浦諭志，鷲田晃宏，高山純一，村山明宏
IST, Hokkaido Univ.
○A. Ohtake , S. Hiura, A. Washida, J. Takayama, and A. Murayama
E-mail: a_ohtake@ist.hokudai.ac.jp

Ⅲ-Ⅴ族化合物半導体の自己組織化量子ドットは、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、様々な量子ドット積層構造のモード利得と内部損失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]、スペーサー層厚 d を 10 , 20 nm とした 3 層の InGaAs 量子ドット試料のモード利得の測定を行なった。

図 1(a)に VSLM の測定模式図を示す。シリンドリカルレンズを用いてストライプ状にした励起光を試料に入射する。このとき、活性層の端面から増幅自然放出光(ASE)が生じる。出射面方向に向かう自然放出光が活性層内を進むうちに誘導放出により増幅され、出射面より放出されたものである。この ASE スペクトルを、ストライプ長 L を変えながら測定する。本測定では、ナイフエッジにおけるフレネル回折の影響を最小限に抑えるため、ナイフエッジと試料の間に凸レンズを挿入した[2]。これにより、クライオスタットを用いた ASE の温度依存性の測定が可能となった。

d = 20 nm の量子ドット試料の低エネルギー領域と高エネルギー領域における ASE 強度のストライプ長依存性とフィッティング結果を図 1(b)に示す。低エネルギー領域(1.24 eV)は基底準位に対応し、高エネルギー領域(1.30 eV)は主に励起準位からの寄与を観測している。状態密度の大きな励起状態では、基底状態に比べて利得が高くなる傾向が見られた。また、モード利得に対するドット間結合の影響についても議論する。

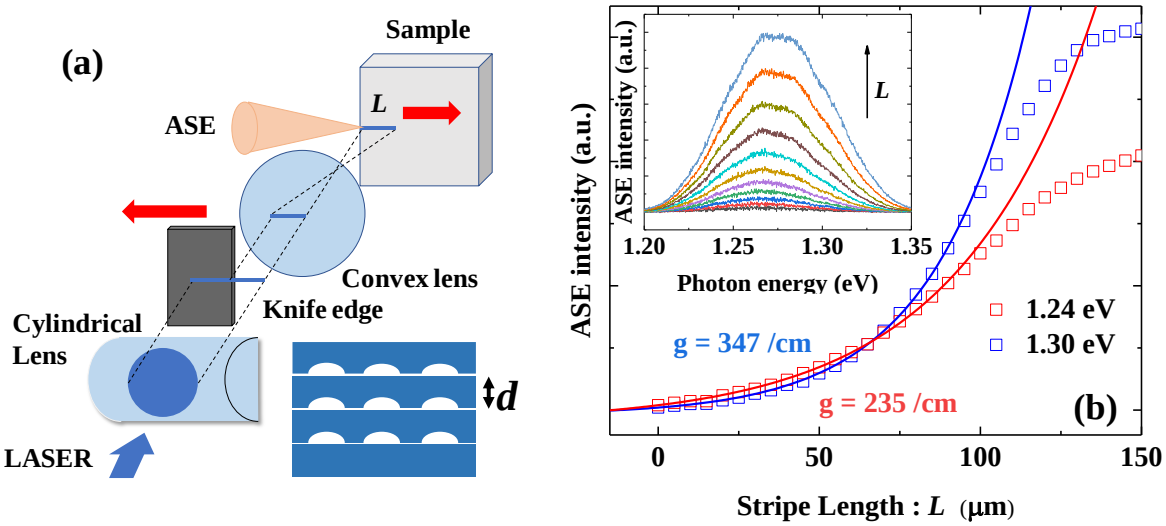

Fig. 1. (a) Schematics of variable stripe length method and multi layers stacked QD structure.
(b) Stripe length dependence of ASE intensity at a detection energy of 1.24 and 1.30 eV.
The inset shows stripe length dependence of ASE intensity.

References:
[1] K. Khym et al., Appl. Phys. Lett. **79**, 3434 (2001).
[2] H. Rabbani-Haghighi et al., Appl. Phys. Lett. **95**, 033305 (2009).

© 2018年 応用物理学会