

InAs 自己組織化量子ドットの多重積層成長における歪み補償層の効果 Investigation of strain compensation effect on multi-stacked InAs self-assembled quantum dots

筑波大学大学院 数理物質科学研究科 °大島 隆治、橋本 貴幸、重川 秀実、岡田 至崇

Univ. of Tsukuba, Inst. of Applied Physics, R. Oshima, T. Hashimoto, H. Shigekawa, and Y. Okada

E-mail: R. Oshima <bk981495@s.bk.tsukuba.ac.jp>

【はじめに】 GaAs 基板上 In(Ga)As 量子ドットの自己組織化成長において、GaAs より格子定数が小さい III-V-N 窒化物混晶半導体の GaNAs を埋め込み層(中間層)材料として用いた場合、量子ドット層で発生する引張り歪みを圧縮歪みで補償できるため、系全体の歪エネルギーを最小にすることができると考えられる。さらに、量子ドットのポテンシャル障壁を低くできることから長波長発光化に適している[1]。今回、GaNAs 歪補償中間層(SCL)を利用して GaAs(001)基板上 InAs 自己組織化量子ドットの積層数を増加させた場合のドット形状、および発光特性について検討したので報告する。

【実験と結果】 原子状水素援用 RF-MBE 法を用いて GaAs(001)基板上に InAs 層を 10~30 層積層させた量子ドット超格子を作製した。中間層材料として、一般的に用いられる GaAs (40nm 厚)と、歪み補償効果が期待される GaN_{0.005}As_{0.995} (40nm 厚)を用いて比較した。図 1 は各中間層材料を用いた時のドットの平均直径、高さ、直径揺らぎ、及び室温での PL ピークの半値半幅の積層数依存性の結果である。サイズは最上層のドットの平均値であり、原子間力顕微鏡(AFM)を用いて測定した。GaAs 中間層を用いた場合、サイズ、及びサイズ揺らぎが積層数を増加させるに従い顕著に増大しているのに対して、GaNAs を用いた場合は、単層の量子ドットのサイズがそのまま維持されていることが分かる。さらに積層方向のサイズ揺らぎが小さくなったことに起因して、室温での PL ピークの半値半幅についても約 20%改善された。

[1] 大島 他 2005 年秋季第 66 回応用物理学会 9p-ZA-3

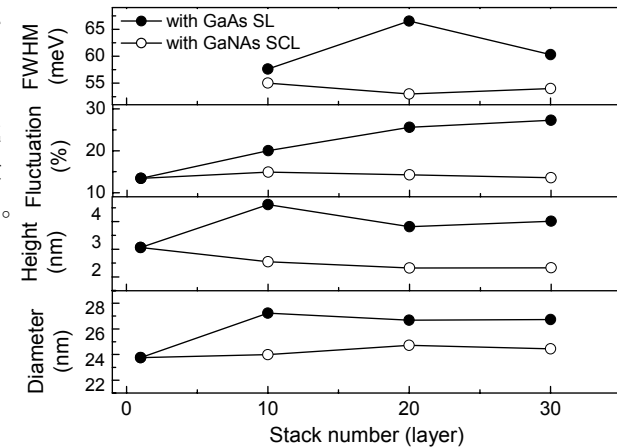


図 1 GaAs (●)、GaNAs (○)中間層を用いた場合の量子ドットのパラメータと積層数依存性。上から、PL 半値幅(meV)、サイズ揺らぎ(%)、平均高さ(nm)、直径(nm)。