17p-E11-1

成長抑制現象を用いたInAs/GaAs量子ドットの形成とその光学特性評価

Growth of InAs/GaAs quantum dots using a growth suppression phenomenon and their optical properties

東大生研 [1]，東大ナノ量子機構 [2]
○權 晋寛 [1]，角田 雅弘 [2]，渡邊 克之 [1]，太田 泰友 [2]，岩本 敏 [1,2]，荒川 泰彦 [1,2]
IIS, Univ. of Tokyo [1], NanoQuine Univ. of Tokyo. [2], ○ Jinkwan Kwoen[1], Masahiro Kakuda[2], Katsuyuki Watanabe[1], Yasutomo Ota[2], Iwamoto Satoshi[1,2], Yasuhiko Arakawa[1,2]
E-mail: jkkwoen@iis.u-tokyo.ac.jp

Stranski-Krastanov(S−K)成長モードによる自己形成InAs/GaAs量子ドットは、高い結晶品質に起因する優れた光学特性有し、量子ドットレーザー[1]をはじめとする様々な半導体光デバイスへの応用が期待されている。S−K成長モードにおいては、供給材料の厚みが臨界膜厚に達した時点で二次元的成長から三次元的成長に移行することがよく知られている[2]。今回我々は、高温・低ヒ素圧条件下において、In照射中においても臨界膜厚以下でInAs膜の成長が抑制され三次元成長への移行が抑制される現象を観測した。そして、この現象を用いつつ量子ドットを成長し、その光学特性評価を行ったので報告する。

実験は、通常の固体ソース分子線エピタキシー(MBE)装置を用いて行った。成長基板にはノンドープの(001)GaAs基板を用いた。一般的な前処理を行った後、400nm厚のGaAsバッファ層を成長し、その後量子ドット成長を行った：Inの供給レート0.004 ML/s、As_4フラックスクス 2.0×10^{-6} Torr、基板温度500℃(HT, パイロメータ基準)。成長中には反射高速電子線回折(RHEED)を、成長後には原子間力顕微鏡(AFM)を用いて表面観察を行った。まずはInの供給時間(名目供給量)を1800 s (7.2 ML)、 3600 s (14.4 ML)、7200 s (28.8 ML)と増大させつつ成長を行ったが、これらの条件では量子ドットの形成は確認されなかった。一方、1800 s間成長を行ったサンプルに対し、基板温度を 490℃(LT) に下げ、その後0.4 ML分のInAsを供給した結果、量子ドットが成長されていることが確認された（図１）。また、490℃での成長条件は維持したまま、500℃での成長時間(名目供給量)を変化させることで、量子ドット密度を制御することが可能であることを確認した(図２)。この手法を用いることで、低密度(10^8乗台)の量子ドットを実現することに成功した。GaAsキャップを行ったサンプルからは、15 μeV程度の狭い半値幅を持った発光が確認された（図３）。また、その偏光特性などから、高品質の量子ドットで見られる中性励起子(X)と励起子分子(XX)からの発光を確認した。

本研究は文部科学省イノベーションシステム整備事業及び最先端研究開発支援プログラムにより遂行された。

[1] Y. Arakawa and H. Sakaki, Appl. Phys. Lett. **40**, 939 (1982).
[2] L. Goldstein, F. Glas, J.Y. Marzin, M.N. Charasse, and G. Le Roux, Appl. Phys. Lett. **47**, 1099 (1985).

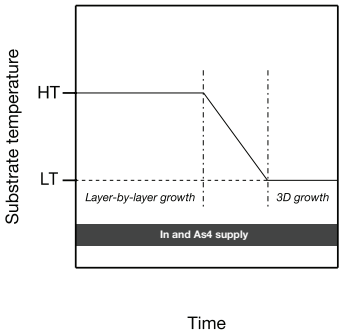

図１　臨界膜厚以下でのInAsの成長抑制現象を用いた量子ドットの成長

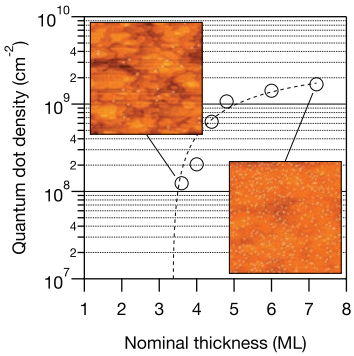

図２　形成された量子ドットの密度と高温(HT)成長での InAs供給量依存性

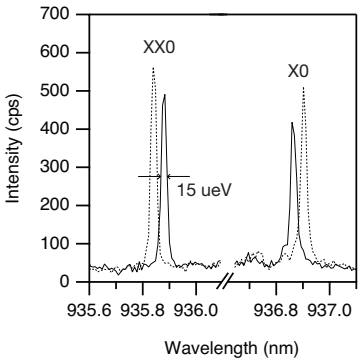

図３　本手法で形成された単一量子ドットからの光学特性

© 2014 年　応用物理学会