

# Si (100) ジャスト基板上 InAs/GaAs 量子ドット直接成長のための核形成層の形成

## Formation of nucleation layer for direct growth of InAs/GaAs quantum dots on Si (100) just substrates

東大生研<sup>1</sup>, ナノ量子機構<sup>2</sup> ○李 珠行<sup>1</sup>, 權 晋寛<sup>2</sup>, 影山 健生<sup>2</sup>, 渡邊 克之<sup>1</sup>,  
岩本 敏<sup>1,2</sup>, 荒川 泰彦<sup>1,2</sup>

IIS, Univ. of Tokyo<sup>1</sup>, NanoQuine, Univ. of Tokyo<sup>2</sup>, ○Joohang Lee<sup>1</sup>, Jinkwan Kwoen<sup>2</sup>,  
Takeo Kageyama<sup>2</sup>, Katsuyuki Watanabe<sup>1</sup>, Satoshi Iwamoto<sup>1,2</sup> and Yasuhiko Arakawa<sup>1,2</sup>

E-mail: ljh@iis.u-tokyo.ac.jp

シリコンフォトニクス技術は小型高効率な光インターコネクションを可能にする技術として高い関心が寄せられている。特に光源技術の開発は重要な課題であり、貼り合わせ技術を用いた導波路上への量子ドットレーザ[1]などが報告されてきた。一方、シリコン基板上に III-V 族半導体を直接成長し、光源として応用する研究も盛んである [2-3]。GaAs の Si(100)基板への成長はその両者の材料物性から起因する Anti-phase domain(APD)の発生のため、これまでは傾斜基板[2]やプロセス基板[3]に成長することが主流であった。今回、我々は Si(100) ジャスト基板上に InAs/GaAs 量子ドット(QD)成長に適した  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  核形成層(NL)を形成することに成功したので報告する。

MBEにより成長した試料構造を Fig.1 (a)に示す。 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  核形成層の Al 組成  $x$  の異なる 4 種類の試料( $x=0.7$  (試料 I)、 $0.5$  (試料 II)、 $0.3$  (試料 III)、 $0$ (GaAs)(試料 IV)を成長・評価した。Fig. 1(b), (c)は  $\text{NH}_4\text{OH}$  系エッチャントでのエッチング処理を施した試料 IV と試料 I の NL 付近の断面 SEM 像である。試料 I の場合、上部まで APD の消滅が起きてないが、試料 IV では APD がお互いに打ち消し合っていることがわかる。Fig. 2 は APD 消滅厚さと NL 上 GaAs 成長膜厚 800nm での表面の RMS 粗さの Al 組成依存性である。Al 組成が低いほど早く APD が消滅され、平坦な表面が実現できるが分かる。試料 II、III、IV の実温 PL を比較したものが Fig. 3 である。APD が NL 上 GaAs の上部まで進行している試料 II に比べて、APD が膜厚 200nm 以下でほとんど消滅している試料 III と試料 IV では、QD の発光強度が大幅に向上している。また、Al 組成が高い試料 III の方が試料 IV に比べて強い発光を示している。試料 III と IV の発光強度違いは貫通転位による影響であると考えられる。我々は、試料 III の NL を用いてシリコン上に直接成長された量子ドットレーザの実現にも成功しており[4]、本研究による核形成層の有効性を示すものである。

謝辞: 本研究は、NEDO の超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発及び JSPS 科研費特別推進研究 15H05700 により遂行された。

参考文献: [1] B. Jang, et al. *Appl. Phys. Exp.* **9**, 092102 (2016), [2] S. Chen et. al., *Nat. Photonics.* **21**, 1749 (2016), [3] Y. Wan et. al., *Opt. Lett.* **41**, 1164(2016). [4] 權等、本応物講演会 (2017)

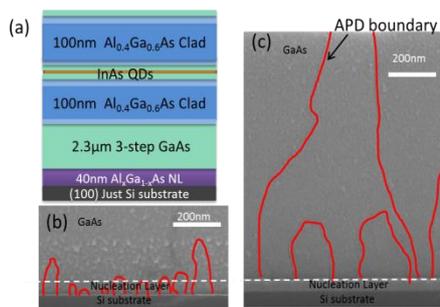


Fig.1 (a) Schematic of structure and cross sectional SEM images of interface (b) sample IV and (c) Sample I. Red lines indicate APD boundaries.

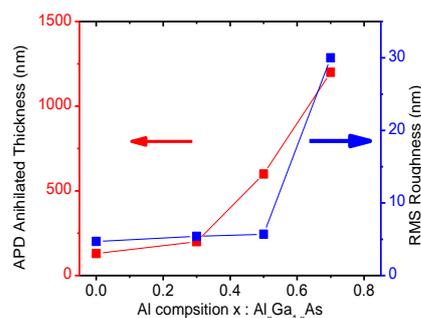


Fig.2 RMS roughness (blue) and APD annihilated thickness (red) against Al composition of nucleation layer

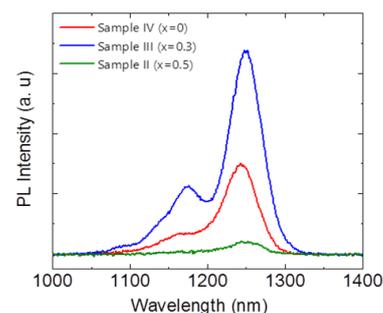


Fig.3 Room temperature PL spectra of grown QDs on Sample II (green), Sample III (blue) and Sample IV (red)