

InP (001) 微傾斜基板上における InAs 量子ドット形成

Fabrication of InAs quantum dots on vicinal (001) InP substrate

情通機構 ○赤羽 浩一, 山本 直克

NICT.¹ ○Kouichi Akahane, Naokatsu Yamamoto

E-mail: akahane@nict.go.jp

【はじめに】自己組織化機構による半導体 3 次元ナノ構造は、特異な状態密度を持つことから半導体レーザ、半導体光アンプなどの利得媒質として用いた場合、その性能を飛躍的に向上させることが期待されている。これまで我々は InAs 量子ドット (QD) や InAs 量子ダッシュ (QDH) を高密度化する技術として InP 基板上において歪補償法を用いることにより超高密度な QD/QDH 積層構造を作製した[1,2]。我々のこれまでの研究では QD 構造を得るためには高指数面をもつ InP(311)B 基板を用いる必要があり、InP(001)基板上では QDH 構造が得られていた。QDH 構造は面型デバイスの偏光制御には有用であるが、高密度のナノ構造を得るという観点からは QD 構造を作製する必要がある。従って一般的な(001)面上で QD/QDH 構造制御技術を確立することはデバイスコストの削減などの観点から重要である。今回我々は InP 基板上の InAs ナノ構造形成の際、基板に InP(001)微傾斜基板を用いることで QDH 構造を QD 構造に変化させる試みを行なった。

【実験と結果】分子線エピタキシー装置 (MBE) を用い、InP(001)微傾斜基板上に InAs 層を成長し、自己組織化機構により QDH/QD 構造の作製を行なった。基板には 0° 、 2° 、 4° オフ基板を用いた。520°Cにおいて基板のサーマルクリーニングを行なった後、 $\text{In}_{0.52}\text{Ga}_{0.24}\text{Al}_{0.24}\text{As}$ バッファ層を 300nm 成長し、その後 InAs 層を 4ML 成長した。図 1 は作製した試料の AFM 像である。(a) は InP(001) just 基板上において As_4 フラックスを用いた時の結果である。 As_4 を用いて just 基板上に InAs 成長を行なった場合、QDH 構造が形成されているのが確認できる。これに対して 2° 、 4° オフ基板上に As_2 フラックスを用いて InAs を成長した場合の表面形状はそれぞれ(b)、(c)のように QD 構造が形成された。InP(001)基板上における InAs の MBE 成長において QDH 構造が形成される原因は In 原子の表面拡散長の異方性から説明される。今回用いたオフ基板の方向は QDH 構造の長軸にあたる[1-10]方向である。従って QDH 構造から QD 構造への変化はオフ基板を用いたことおよび As_2 フラックスを用いたことにより In 原子の[1-10]方向への表面拡散が抑制されたためであると考えられる。

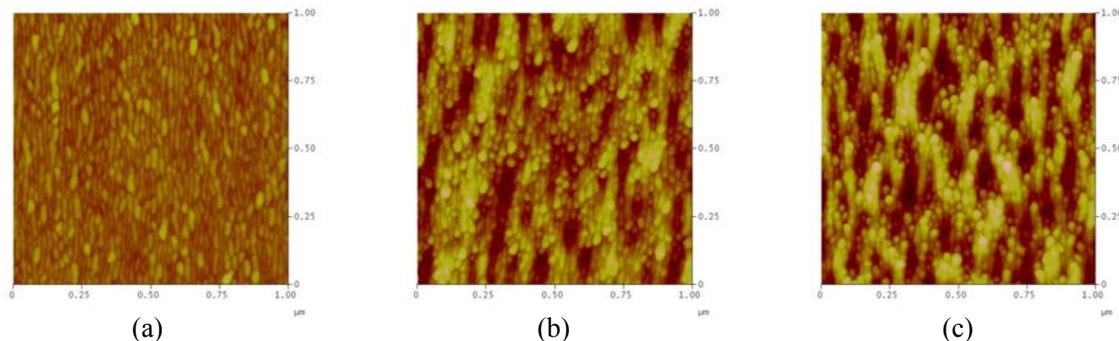


図 1 InP(001)微傾斜基板上に成長した InAs ナノ構造の AFM 像