

混晶化法を用いた AlAs 選択酸化に関する基礎実験

Fundamental experiment of the AlAs selective oxidation using intermixing method

東工大・精研, °魏 徹, 宮本智之

P&I Lab., Tokyo Tech., °Tetsu Gi, Tomoyuki Miyamoto

E-mail: Tetsu.gi@ms.pi.titech.ac.jp

1. 背景

光デバイスの微細化などに必要な, 光の閉じ込め制御, 電流経路の制御のための製作手法の一つとして, VCSEL で実用化されている AlAs 選択酸化技術がある. ただしこの手法は, メサ形成後の AlAs 層端面から等方的に酸化するため, 形成可能な形状の自由度が小さい. 選択酸化技術において形状, 構造制御の自由度を高めることで, 多様な微小光デバイス, 集積光デバイスなどの製作手法への適用が期待できる.

我々は, 混晶化による AlAs 層の酸化速度抑制手法を提案しており[1], 今回, 混晶化による酸化層酸化速度抑制を実験で確認したので報告する.

2. 選択酸化層混晶化手法の原理

混晶化は, 原子相互拡散を促進したい部分に点欠陥を導入して熱処理を行う. 例えば, SiO₂ などを成膜して欠陥を導入すると, GaAs 層と AlAs 層の間で Al 原子と Ga 原子の相互拡散が促進され, 界面に AlGaAs 層が形成される.

一方, 選択酸化手法は, 高温水蒸気で Al(Ga)As 層を酸化し, メサなど露出した Al(Ga)As の端面から酸化するが, その酸化速度は Al 組成や膜厚に大きく依存する[2].

両者を組み合わせると, SiO₂ 等で設定した領域の混晶化により, 前回報告したように, AlGaAs の Al 組成減少あるいは実効的 AlAs 層厚の減少により, 設定領域の酸化速度を抑制できる(Fig.1). [3]

3. 混晶化による選択酸化速度制御

数値解析において混晶化は, 拡散方程式に基づく高 Al 組成領域から, 実効 AlAs 膜厚の変化として抽出. (Fig.1)

混晶化法の一つ, イオン注入を行い, 880°C20min 熱処理後に酸化した場合は Fig.2. 混晶化のありなしに関わらず, 酸化速度と形状は同じ, STEM 組成分析でも, 相互拡散の効果が十分に観測されなかった. ただし, STEM のボイドの形状に違いがあり, 組成に不均質な拡散が生じている可能性がある.

スパッタ SiO₂ と強い熱処理を用いた基礎的な評価を行い, 酸化速度抑制を確認した. スパッタで SiO₂ 膜を成膜し, その後, 880°C で熱処理, エッチングでメサを形成した後選択酸化を行い, 酸化時間と酸化幅を測定した. また, 熱処理無しのサンプルも準備した. 3 時間の熱処理されたサンプルは酸化速度が熱処理なしのサンプルに比べ, ほぼ 1/2 まで減速した(Fig.3). 一方, 1 時間熱処理されたサンプルの酸化速度は熱処理なしのサンプルに比べ, 酸化速度にほぼ変化がなかった.

4. まとめ

混晶化を用いた酸化速度の制御について実験を行った. その結果, 強い混晶化を行うことで, 選択酸化速度が減速することを確認した. また, 選択酸化速度を抑制するために, 必要な混晶化条件についての基礎的検証を行った.

[1] 阿久津, 宮本, 2012 年秋信学会 C-4-30.

[2] K. D. Choquette, K. M. Geib, C. I. H. Ashby, R. D. Twisten, O. Blum, H. Q. Hou, D. M. Follstaedt, B. E. Hammons, D. Mathes, R. Hull, IEEE/JSTQE 3, 916 (1997).

[3] 魏徹 宮本, 2014 年応用物理学会 C-6-4

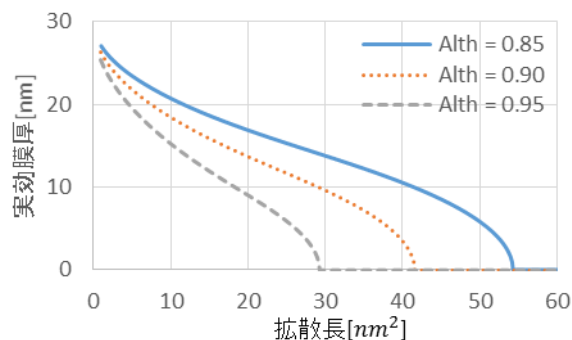


Fig. 1 Equilibrium AlAs lay thickness dependence on diffusion length

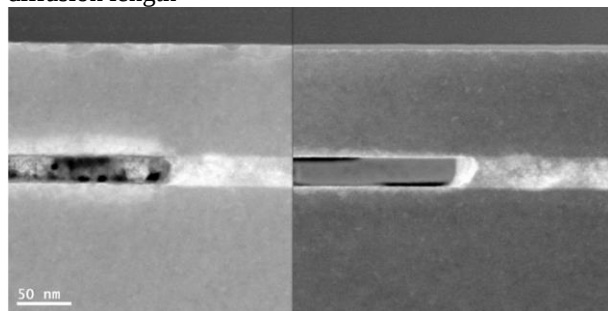


Fig. 2 STEM image, intermixing (left) and without intermixing (right)

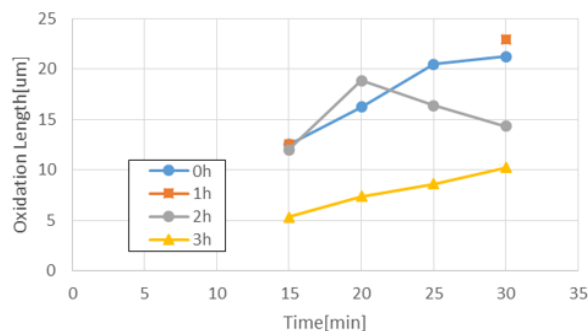


Fig. 3 Oxidation length vs time about RTA times (880°C)