18p-C6-4

混晶化法を用いた AlAs 選択酸化特性の数値解析

Numerical simulation of the AlAs selective oxidation characteristics using intermixing method

東工大・精研，°魏 徹，宮本智之

P&I Lab., Tokyo Tech., °Tetsu Gi, Tomohiro Akutsu and 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，混晶化現象を含めた酸化層酸化シミュレーションを行うツールを製作したので報告する．

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，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．スパッタ SiO_2 を用いた基礎的な評価を行い，酸化速度抑制を確認している[1].

３．シミュレーションツールの製作

今回，次のモデルでシミュレーションツールを作成した．

１．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．（図 1）

２．選択酸化速度は，表面張力差に基づく AlAs 膜厚に依存した特性[3]（図 2）

３．酸化過程全体は，水蒸気拡散に関する Deal's モデルに基づいて進行[4]。このモデルは，1）表面への水蒸気供給，2）既酸化部分の水蒸気輸送，3）未酸化部分の酸化反応のための水蒸気供給となる．

以上をもとに実効 AlAs に基づく二次元構造でシミュレーションを可能とした．図 3 に星形マスクで混晶化した場合の，混晶化量の違いによる酸化の進行の解析結果を示す．強い混晶化によりマスク形状を維持した選択酸化が可能なことが分かる．

４．まとめ

選択酸化層に混晶化を適用する酸化速度の制御に関してシミュレーションツールを開発した．今後，実験との比較によるパラメータのフィッティングを行い，より高精度なモデルとする予定である．

[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. Twesten, O. Blum, H. Q. Hou, D. M. Follstaedt, B. E. Hammons, D. Mathes, R. Hull, IEEE/JSTQE 3, 916 (1997).
[3] R. L. Naone and A. Coldren, JAP 82, 2277 (1997).
[4] A. C. Alonzo, X. -C. Cheng, and T. C. McGill, JAP 84, 6901 (1998).

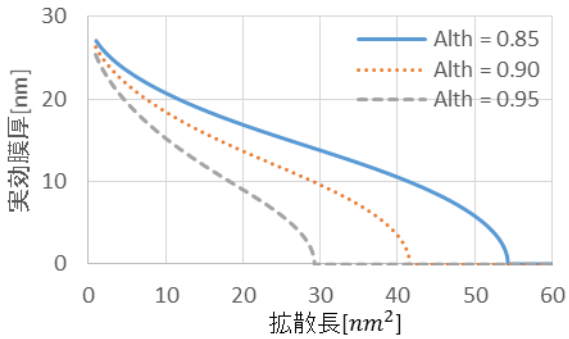

Fig. 1 混晶化による実効膜厚変化（拡散長依存性）

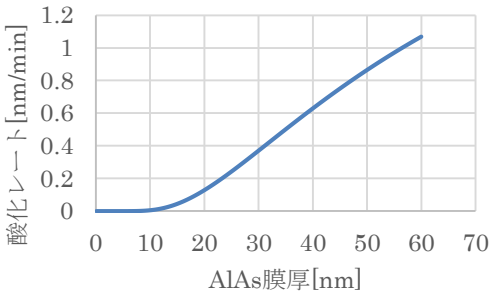

Fig. 2 酸化速度の実効 AlAs 膜厚依存性（酸化温度 450℃）

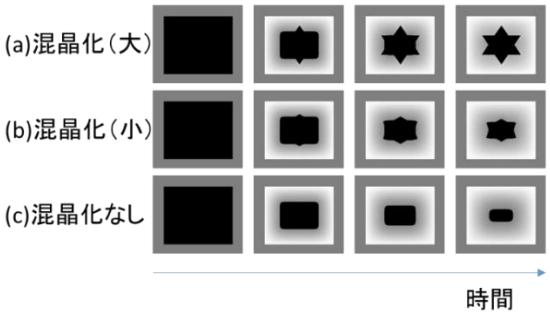

Fig. 3 混晶化量に対する選択酸化の進行のシミュレーション（星形が混晶化マスク）．長方形周囲より酸化し中央黒色が未酸化部分．

© 2014 年　応用物理学会