

GaAs MCE における表面過飽和度と法線成長速度の関係

Relationship between surface supersaturation and vertical growth rate in GaAs microchannel epitaxy

名城大理工, °富田将史, 高倉宏幸, 岩川宗樹, 水野陽介, 山田純平, 神林大介, 丸山隆浩, 成塚重弥

Meijo University, °M.Tomita, H.Takakura, M.Iwakawa, Y.Mizuno, J.Yamada, D.Kanbayashi, T.Maruyama and S.Naritsuka

[はじめに] マイクロチャンネルエピタキシー(MCE)は格子不整合の大きいヘテロエピタキシーにおける優れた転位低減化手法であり、例えば Si 基板上的 GaAs 無転位領域の成長に成功している[1]。降温速度を $0.1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ と遅くし、エッジ効果を抑制するマスクパターンを用いた MCE では横幅 $200\mu\text{m}$ 、厚さ $6\mu\text{m}$ 、縦横比 33 と広く薄く理想的な GaAs 成長層を再現性良く得られる[2]。スパイラルステップのフィッティングにより成長中の過飽和度を求めたところ、 5×10^{-4} と非常に低い値が得られている。しかし、このような低い過飽和度でも、積層欠陥 (SF) がステップ源となり永続的にステップを供給し、厚い MCE 層が成長している様子が観察された[3]。今回は MCE 成長層の表面過飽和度と、(001)面の法線成長速度の関係を検討したので報告する。

[実験] Ga メルトを使用したスライドボード式 LPE により、(001)GaAs 基板の上に GaAs の MCE をおこなった。幅 $15\mu\text{m}$ 、周期 $252\mu\text{m}$ のマイクロチャンネルを $\langle 011 \rangle$ 方向から 15° 傾けて SiO_2 マスク上に作製した。基板の端の 2mm は GaAs 基板を露出させ、成長端でのエッジ効果を抑制した。飽和温度 550°C 、飽和時間 3 時間、初期過飽和度 1°C 、降温速度 $0.1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ の条件で 20 時間 MCE をおこなった。微分干渉顕微鏡を用いて、成長後の表面ステップの観察をおこなった。

[結果と考察] Fig.1 に MCE 成長層表面の微分干渉顕微鏡写真を示す。Fig.1(a)は $\langle 01-1 \rangle$ 方向の SF が存在し、そのエッジから 2 次元核が永続的に発生し、ステップを供給している様子を示す。Fig.1(b)はらせん転位がステップを供給する様子を示す。これらのステップの曲線から求めた表面過飽和度と、(001)面の法線成長速度の関係を Fig.2 に示す。表面過飽和度が上がると法線成長速度も大きくなることわかる。しかし、同じ過飽和度でもステップの生成の仕方によって成長速度が大きく異なり、積層欠陥での 2 次元核生成が主なステップ源である場合には、らせん転位によりステップが供給される成長よりも厚く成長することがわかる。Fig.2 のプロットから、成長速度 R_{SF} 、 R_{SP} の曲線を描くことができ、GaAs の(001)面における法線成長速度と表面過飽和度の関係を定量的に示すことができる。

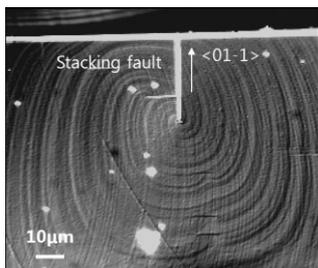
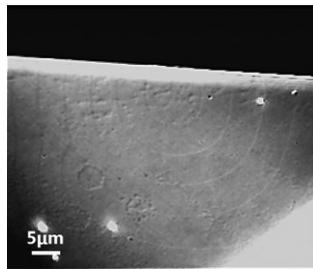


Fig.1 N-DICM growth step images of GaAs MCE layer

(a) At stacking fault



(b) At screw dislocation

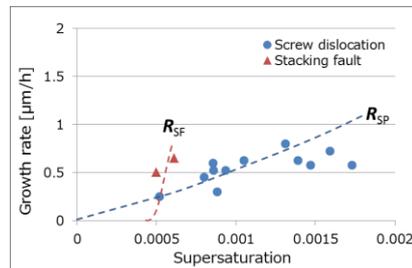


Fig.2 Supersaturation dependence of the growth rate

[1] Y. Ujiie, and T. Nishinaga, Jpn. J. Appl. Phys. 28 (1989) L337.

[2] 富田他, Ext. Abstr. 32nd Electronic Materials Symposium, (2013) 115.

[3] 富田他, 2014 年春第 74 回応用物理学会予稿集 18p-PG7-1.

謝辞 本研究の一部は文科省科研費補助金 基盤研究(B) No.22360131,特別推進研究 No.25000011 の補助によっておこなわれた。