

GaAs マイクロチャンネルエピタキシーの法線方向成長速度に与える

Si ドーピングの効果

Effect of Si doping on vertical growth rate in GaAs microchannel epitaxy

○水野陽介, 富田将史, 神林大介, 高倉宏幸, 岩川宗樹, 白木優子, 丸山隆浩, 成塚重弥
名城大学 理工学研究科

○Yosuke Mizuno, Masafumi Tomita, Daisuke Kambayashi, Hiroyuki Takakura, Muneki Iwakawa, Yuko Shiraki,
Takahiro Maruyama, and Shigeya Naritsuka
Department of Materials Science and Engineering, Meijo University

【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る[1]。MCE では原子的に平坦な成長表面が得られるが、らせん転位が作るスパイラルステップが成長層上に観察されることがある。スパイラルステップのステップ間隔から、成長時における表面過飽和度を算出することができる。これまでは、Si ドーピングサンプルについて調べ、ドーパントによるステップのピンギング効果について検討した[2]。今回は、ノンドーブサンプルについても調べ、ドーピングのあるなしを比較することにより詳細にメカニズムを検討したので報告する。

【実験】

Ga メルトを使用しスライドボード式のLPEにより、(001) GaAs 基板上に GaAs のMCEをおこなった。幅 10 μm のマイクロチャンネルを<011>方向から 15°傾けて SiO₂ マスクに加工した。飽和温度 550°C、飽和時間 2 時間、降温速度 0.05~0.3 °C/min、成長時間 1~20 h の条件で MCE をおこなった。Si ドーピングする場合と、ドーピングしない場合の 2 通りの成長をおこなった。成長後の表面ステップの観察は微分干渉顕微鏡を用いておこなった。

【結果】

Fig.1 と Fig.2 に Si ドーピングした場合とドーピングしない場合の MCE 成長層表面の微分干渉顕微鏡写真を示す。Si ドーピングをおこなった場合は、らせん転位付近のステップ間隔に比べらせん転位から離れた場所でステップ間隔が狭くなっていた(Fig.1)。一方ノンドーブのサンプルでは、らせん転位から離れた場所でもステップ間隔が狭くならず、ステップ間隔がほぼ一様であることが観察された(Fig.2)。Si をドーピングしたサンプルの場合は、成長表面の Si 不純物がステップの進行を妨げ、結果的に成長速度を低下させていたことを示唆する。

Fig.3 にスパイラルステップの間隔から算出した表面過飽和度と法線方向成長速度の関係を示す。Fig.3 より、表面過飽和度が 0.18%以下の領域において、Si をドーブしたサンプルでは成長速度が抑制されるのに対し、ノンドーブサンプルでは成長速度が 2~7 $\mu\text{m}/\text{h}$ と大きい値になることが分かる。以上より、Si をドーピングした場合は、不純物効果により成長が抑制されるのに対し、ノンドーブサンプルではこのような機構が働かず成長速度が抑制されていないことがわかる。

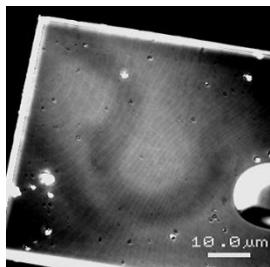


Fig.1 N DICM image of the surface steps on Si-doped GaAs MCE layer

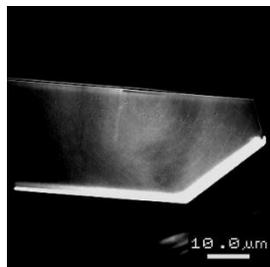


Fig.2 N DICM image of the surface steps on non-doped GaAs MCE layer

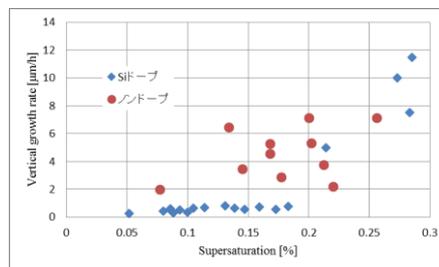


Fig.3 Dependence of vertical growth rate on supersaturation

[1] T. Nishinaga, T. Nakano, and S. Zhang, Jpn. J. Appl. Phys. 27, L964 (1988).

[2] 水野陽介他、第 62 回応用物理学会春季学術講演会、東海大学、(2015)13a-P-16-2.

謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 25000011, 26105002, 26600089, 15H03559 の補助によっておこなわれた。