

ダイヤモンド基板上に成長した低温 GaAs 層の固相成長

Solid Phase Epitaxy of Low-Temperature GaAs Layer Grown on Diamond Substrate

日工大 °(M2)鎌田 敏郎, 飯塚 完司

NIT °Toshiro Kamada, Kanji Iizuka

E-mail: iizuka@nit.ac.jp

1.研究背景

近年, 高電子移動度トランジスタ(HEMT)等の高周波, 高出力デバイスの発展が期待されているが, その出力電力はデバイスの基板材料の熱伝導率に大きく影響される. ダイヤモンドは物質中最高の熱伝導率を有しており, この単結晶基板上に GaAs, GaN 等を結晶成長することができれば, 高出力を生かしたデバイスが実現可能となる.

今回の報告では, 低温 GaAs(LT-GaAs)層の固相成長過程における As 分子線の強度を変化させた場合の LT-GaAs 層の結晶性の変化について検討を行った.

2.実験方法

ダイヤモンド(001)基板を塩酸・硝酸の混合液により金属を除去した後, 硫酸・硝酸の混合液で有機物を除去した. 薬品処理後, MBE 装置の前処理室に導入し, 400°Cで 30 分間保持して基板の表面クリーニングを行った. その後, 成長室に移動し, 成長温度 50°C, 成長速度 0.1 μ m/h, III/V比 5 で LT-GaAs 層を成長させた. 成長後, 昇温速度 10°C/min で 600°Cまで昇温し, LT-GaAs 層の固相成長を行った. さらに, GaAs 結晶中の As 抜けを抑制するため, 基板温度が 500°Cに到達してからは As 分子線を照射した. この時の As の分子線強度は 4.4E-6 Torr または 4.4E-7 Torr とした.

3.実験結果

Fig.1 に RHEED 像を示す. LT-GaAs 層成長直後はどちらも散漫なハローパターンとなり, 基板温度 500°C に到達してからはリングパターンへと変化した. このことから, アモルファスから多結晶へと構造が変化していることがわかる. 600°Cに到達してから約 5 分後, 固相成長時の As 強度が 4.4E-7 Torr の試料でのみストリークパターンが得られた. 今回のような低温成長においては, As の吸着係数がほぼ 1 であるため, LT-GaAs 層成長直後は As リッチな状態にある. As 分子線強度を弱くすることで本来のストイキオメトリとなり, 良質な結晶成長が行われたものと考えられる.

Fig.2 に AFM 像を示す. As 強度が 4.4E-7 Torr の試料の Ra 値が 0.40nm, Rrms 値が 0.53nm で, As 強度が 4.4E-6Torr の試料の Ra 値が 7.93nm, Rrms 値が 11.2nm であった.

Fig.3 に XRD の測定結果を示す. As 強度 4.4E-6 Torr の試料と比較して, As 強度が 4.4E-7 Torr の試料の 32°付近の GaAs(200), 52°付近の GaAs(311)ピーク強度が増加していることから, 結晶性が向上していることが確認できる. しかし, 上記のピーク位置が約 0.06°増加していた. これは, 固相成長過程で歪みエネルギーを保持したまま平坦化しようとしたためであると考えられる.

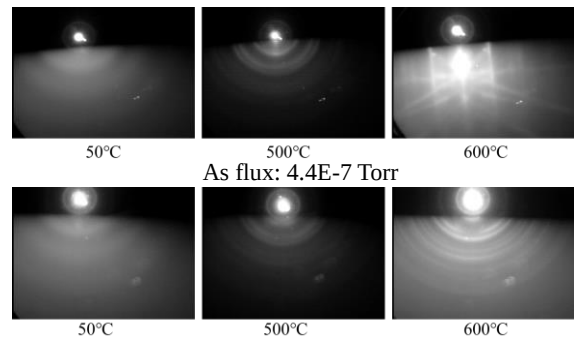


Fig.1 RHEED patterns

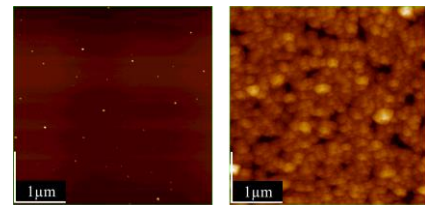
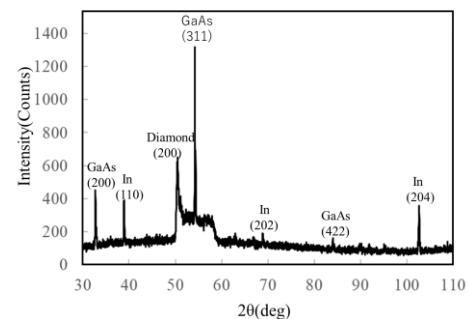
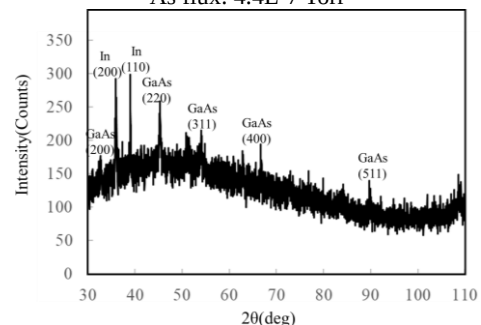


Fig.2 AFM images



As flux: 4.4E-7 Torr



As flux: 4.4E-6 Torr

Fig.3 XRD spectra

4.まとめ

As リッチな状態の LT-GaAs 層を固相成長する場合には, As 強度を弱めて照射することでより良質な結晶性を持つ LT-GaAs 層を得ることができた.