

N ラジカルビーム照射による in-situ 表面改質の InN 成長への効果

Effect of In-situ Surface Reformation by N Radical Beam Irradiation on InN Growth

立命館大理工 °(M1) 藤田 諒一, (D) Faizulsalihin bin Abas, (B) Nur Liyana binti Zainol Abidin,

毛利 真一郎, 荒木 努, 名西 徳之

Ritsumeikan Univ., °Ryoichi Fujita, Faizulsalihin bin Abas, Nur Liyana binti Zainol Abidin,

Shinichiro Mouri, Tsutomu Araki, Yasushi Nanishi,

E-mail: re0047ph@ed.ritsumeai.ac.jp

はじめに

窒化物半導体の中で最も小さいバンドギャップ、大きな移動度を有する InN は、高速・高周波デバイスや熱電変換素子への応用^[1]が期待されている。しかし、InN のエピタキシャル成長用基板材料との大きな格子不整合により、InN 結晶内に高密度の貫通転位が存在する。転位は InN 中の高い残留キャリア濃度の起源の一つと考えられ、移動度やデバイス性能の低下を招く要因とされている。したがって、InN のデバイス化を実現するためには、貫通転位密度の低減が必要不可欠であると考えられる。これまでに InN の貫通転位を低減させる手法として、ナノコラム成長、選択横方向成長を利用した報告がされている^[2,3]。また我々は KOH エッチングで凹凸表面を形成した InN 上への再成長により転位密度が低減できることを示した^[4]。本研究では、in-situ での N ラジカルビーム照射を行い、表面形状の変化や導入した点欠陥とのインタラクションによる転位密度低減への効果を検討した結果について報告する。

実験と結果

Sapphire (0001) 基板上に MOCVD 法で成長した GaN テンプレートを用いた。InN 成長は RF-MBE 法で行い、N ラジカルビーム照射は RF-MBE 装置チャンバー内にて、RF プラズマセル (SVTA 社製 model6.03) を用いた。成長タイムチャートを Fig. 1 に示す。GaN テンプレート上に InN を 1 時間成長後、N ラジカルビーム照射を基板温度 330°C で 1 時間、プラズマパワー 200 W と 600 W の 2 パターンで行った。N ラジカルビーム照射中の RHEED 観察による回折パターンは、200 W、600 W とともにストリークからスポットへの変化が観察できた。このことから表面平坦性が失われていることがわかる。その後 InN の成長を再び行い、N ラジカルビーム照射を行っていないサンプルと比較した。

XRC による結晶性とホール効果測定による電気的特性を Table. 1 に示す。200 W で N ラジカルビーム照射を行ったサンプルは、照射を行っていないサンプルに対して、XRC 半値幅に変化はなく、転位密度は低減されていないと考えられる。一方、600 W での照射では結晶性、電気的特性ともに悪化していることがわかる。このことから、異なるプラズマパワーで N ラジカルビーム照射を行うことにより表面形状は変化しているが、転位密度低減の効果をもつ凹凸表面形状形成は実現できていないと考えられる。N ラジカルビーム照射による表面形状の変化、点欠陥の導入、これらの再成長層への影響についての議論を行う。

[1] H.-Z. Li, R. -P. Li, J. -H. Liu, M. -J. Huang, Physica B 479, 1 (2015).

[2] S. Harui, .H. Tamiya, T. Akagi, H. Miyake, K. Hiramatsu, T. Araki, Y. Nanishi, JJAP 47, 5330 (2008).

[3] J. Kamimura, K. Kishino, A. Kikuchi, Appl. Phys. Lett. 97, 141913 (2010).

[4] D. Muto, H. Naoi, T. Araki, S. Kitagawa, M. Kurouchi, H. Na, Y. Nanishi, PSS A 203, 1691 (2006).

謝辞: 本研究は、JSPS 科研費 JP16H03860, JP16H06415, JP26600090, JP15H03559 の助成を受けて行われた。

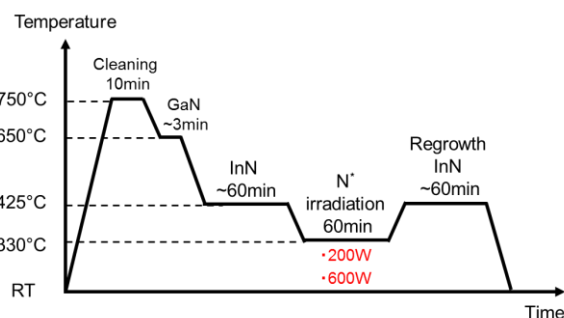


Fig. 1. InN growth temperature diagram.

Table. 1. Results of XRC and Hall effect measurements.

N ⁺ beam irradiation	XRC (arcsec)		Hall effect measurements	
	(002)	(302)	Carrier concentration (cm ⁻³)	Mobility (cm ² /Vs)
Without	340	2850	3.8×10 ¹⁸	970
200W	330	2870	3.5×10 ¹⁸	1110
600W	430	3070	5.0×10 ¹⁸	740