

## RF-MBE 法を用いた InN 成長における N\*照射の影響

### Influence of nitrogen radical beam irradiation on RF-MBE growth of InN

立命館大理工 °(M1)渡邊一生, 臼田知志, 片桐温, 毛利真一郎, 荒木 努, 名西 憶之

Ritsumeikan Univ., °K. Watanabe, S. Usuda, T. Araki, S. Mouri, Y. Nanishi

E-mail: re0040hv@ed.ritsumei.ac.jp

#### はじめに

InN は電子移動度と飽和ドリフト速度が窒化物半導体の中で最も大きい物性値を有しており、高速・高周波デバイス材料としての応用が期待されている<sup>[1]</sup>。InN を電子デバイスの高速チャンネル層として利用とするためには、非常に薄い InN 膜を成長することが重要である。しかしながら、InN 薄膜の電気的特性は厚膜と比べて極めて悪い<sup>[2]</sup>。その原因の一つとして、N<sub>2</sub> の平衡蒸気圧が高いことや InN の解離温度が低いことなどから、低温での結晶成長が求められることが挙げられる。低温成長において高品質な結晶を得るための手法として、元素の交互供給により layer-by-layer 成長が可能な MEE 法が提案され、GaAs 結晶成長などに適用されている。しかしながら、InN 成長では V 族元素として N を活性なラジカルの状態で供給する必要があり、このとき、N\*が成長表面に照射ダメージを与えている可能性がある。そこで、本研究では、RF-MBE を用いた InN 成長における N\*照射の影響について調べた。

#### 実験と結果

実験で使用した InN は、MOCVD 法で成長したサファイア(0001)基板上 GaN テンプレートを基板として、RF-MBE 法を用いて成長した。InN 薄膜の膜厚 450 nm、キャリア濃度と移動度はそれぞれ  $3.0 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  と  $980 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  だった。RF-MBE 装置チャンバー内にて、InN 薄膜と比較のために用意した GaN テンプレートに N\*ビーム照射を行った。N\*ビーム照射は RF プラズマパワー 600 W、照射時間 5 分、基板温度 380°C で行った。

N\*ビーム照射後の InN 表面の AFM 像を図 1 に示す。InN 表面は N\*ビーム照射によって荒れていき、RMS 値は増加した。しかしながら、GaN の表面平坦性に変化は見られず、N\*ビーム照射後も原子層ステップが観察された。図 2 には N\*ビーム照射前後の InN の PL の結果を示す。N\*ビーム照射を行った InN では、10K において PL 強度が大きく低下しており、これは N\*ビーム照射によって欠陥が導入され、非輻射再結合が起こりやすくなったためであることを示唆している。一方、GaN の PL 強度はわずかしか変化しなかった。また N\*ビーム照射後の InN のホール効果測定の結果は、キャリア濃度が  $5.5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  と増加し、移動度は  $668 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  と低下した。これらの結果から、N\*ビーム照射によるダメージを抑えることは高品質な InN 薄膜、特に FET の活性層に必要な InN 極薄膜の成長に不可欠であることを示している。

#### 謝辞

本研究は、JSPS 科研費 #16H03860、#16H03860、#16H06415 の助成を受けたものである。

[1] V. M. Polyakov *et al.*, Appl. Phys. Lett. 88, 032101 (2006).

[2] J. Sakaguchi, T. Araki, T. Fujishima, E. Matioli, T. Palacios, and Y. Nanishi, Jpn. J. Appl. Phys. 52, 08JD06 (2013).

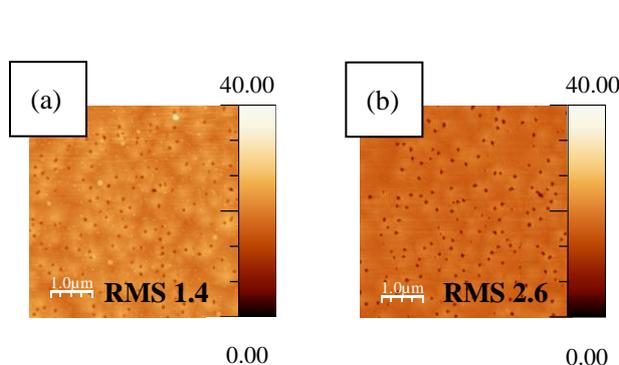


Fig. 1 AFM image of (a) InN before plasma irradiation (b) InN after irradiation

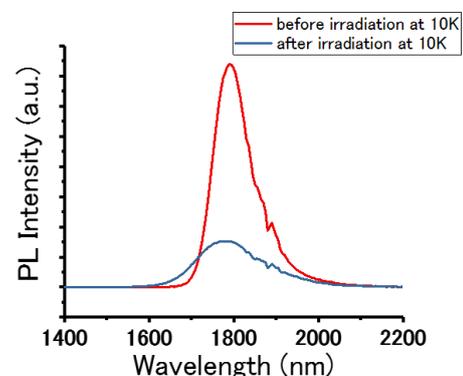


Fig. 2 PL spectra of InN before plasma irradiation and after irradiation at 10K.