## 窒素極性 InN/GaN(000-1)ダブルヘテロ構造の MOVPE 成長

MOVPE of N-face InN/GaN (000-1) double-hetero structures

<sup>°</sup>赤坂 哲也<sup>1</sup>, Monika Schied<sup>1</sup>, 熊倉 一英<sup>1</sup>(1. NTT 物性基礎研)

## <sup>O</sup>T. Akasaka<sup>1</sup>, M. Schied<sup>1</sup>, and K. Kumakura<sup>1</sup> (1. NTT Basic Research Labs.)

## E-mail: akasaka.tetsuya@lab.ntt.co.jp

【はじめに】InN の窒素の平衡蒸気圧は GaN 等と比較して極めて高い。そのため、有機金属気相 エピタキシ(MOVPE)による InN 薄膜成長では、窒素の再脱離を抑えることが重要である。窒素極 性(000-1)面は窒素のバックボンドが多いため、In 極性(0001)面と比較して窒素が脱離しにくく、 結晶性や表面平坦性の向上が期待できる。我々は、窒素極性 InN(000-1)層を GaN バリア層で挟ん だ InN/GaN ダブルヘテロ(DH)構造を MOVPE により作製した[1]。今回は、同構造の GaN キャッ プ層の成長温度を最適化することで、さらなる高品質化に成功したので報告する。

【実験】窒素極性(000-1)面 GaN バルク基板を用いて InN/GaN DH 構造の MOVPE 成長を 300 Torr の反応圧で行った。まず、約 1020℃で GaN buffer 層を 360 nm 成長した後、665℃で約 30nm 厚の InN 層を成長し、さらに GaN キャップ層を約 20 nm 成長した。このとき、GaN キャップ層の成長 温度  $T_{cap}$ は、665℃ (InN と同じ成長温度)、または、550℃とした。InN の低温フォトルミネッセ ンス(PL)は、He-Cd laser (325nm)を励起源として、測定温度 83 K で評価した。

【結果と考察】InN/GaN DH 構造断面の High-angle Annular Dark Field Scanning Transmission Electron Microscope (HAADF-STEM)像と、Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS)による元素マッピング 像を図 1 に示した。T<sub>cap</sub> は 550℃である。まず、HAADF-STEM 像を見ると、急峻な界面を持つ InN/GaN DH 構造が作製されていることが分かる。さらに、EDS マッピング像から、InN 層への Ga の混入や、GaN 層への In の混入がないこともわかる。一方、T<sub>cap</sub> が 665℃の場合、熱分解による InN 層のポーラス化や、GaN キャップ層への In の混入があった[1]。図 2 に低温 PL 測定結果を示す。T<sub>cap</sub> が 550℃で作製した DH 構造のバンド端 PL 強度は、665℃の場合の約一桁高い。なお、InN 層自体を 550℃で成長した場合、InN の結晶性が悪くて PL 発光は得られない。以上のことより、GaN キャップ層の成長温度を InN 成長時よりも下げることにより、GaN キャップ層成長中の InN 層の熱分解や結晶欠陥の発生を抑えることができ、その結果、急峻な界面と高効率の PL 発光 を有する DH 構造が得られることが分かった。

本研究は <u>JSPS 科研費 JP16H03862</u>の助成を受けたものです。



[1] 赤坂哲也 林家弘 山本秀樹: 2016 年春季第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 22a-H121-10.

Fig. 1: Cross-sectional HAADF-STEM image (a) and EDS maps (b-d) of InN/GaN DH structure with  $T_{cap}$  of 550 °C. In EDS maps, detected elements are N (b), In (c), and Ga (d).



Fig. 2: PL spectra for InN/GaN DH structures with  $T_{cap}$  of 550 and 665 °C.