

## コヒーレント AlN/AlGaN ヘテロ構造の作製とトランジスタ応用

### Growth of coherent AlN/AlGaN heterostructures and its application to transistors

東京大学生産技術研究所 ○前田亮太, 上野耕平, 小林篤, 藤岡洋

○Ryota Maeda, Kohei Ueno, Atsushi Kobayashi, Hiroshi Fujioka

Institute of Industrial Science, The University of Tokyo

E-mail: rmaeda@iis.u-tokyo.ac.jp

**【背景】** AlN/AlGaN ヘテロ界面には2次元電子ガスを誘起できることから、高電子移動度トランジスタ[1,2]への応用が期待されている。このような素子応用には、格子不整合差に起因する歪の精密な制御が必要不可欠である。パルススパッタ堆積法 (PSD 法) を用いると従来の有機金属気相成長法よりも低温で結晶成長が進行することから、臨界膜厚を大幅に超えた AlGaN 薄膜の成長が可能である。[3]実際、本手法を用いて作製したコヒーレント AlN/Al<sub>0.74</sub>Ga<sub>0.26</sub>N ヘテロ構造がトランジスタとして動作することを報告してきた。[4]本研究では PSD 法を用いて Ga 組成の異なる AlN/AlGaN ヘテロ構造の作製に取り組み、構造特性や電気特性の AlGaN チャネル層組成依存性について検討を行った。

**【実験方法】** PSD 法を用いて Ga 組成 0~33% までの AlN/Al<sub>1-x</sub>Ga<sub>x</sub>N/AlN 構造を作製した。AlN テンプレート基板上に AlN 層をホモエピタキシャル成長した後、AlGaN 層を約 200 nm 成長し、最後に AlN を 35 nm 成長した。試料表面にはオーミック電極として Ti/Al/Ti/Au 電極を作製した。AFM 観察、X 線回折測定、ホール効果測定等を用いて成長した薄膜の特性を評価した。

**【結果と考察】** 図 1 に示す AlN/Al<sub>0.67</sub>Ga<sub>0.33</sub>N/AlN 構造の表面 AFM 像からは明瞭なステップ構造が観察でき、その表面平坦性を示す RMS 値は 0.21 nm と小さな値が得られた。図 2 には本試料の 10 $\bar{1}$ 5 回折の XRD 逆格子マッピング測定結果を示す。AlN と AlGaN の面内格子定数はほぼ一致しており、コヒーレントに成長していることが分かる。ホール効果測定により AlN/AlGaN ヘテロ界面の電気特性を測定したところ 2次元電子ガスが形成されていることを確認した。以上の結果から、PSD 法により成長したコヒーレント AlN/AlGaN/AlN ヘテロ構造はトランジスタ応用に有望であることが分かった。尚、2次元電子ガスの電気特性等は当日報告する。

**【謝辞】** 本研究の一部は科研費新学術領域研究「特異構造の結晶科学」の助成を受けた。

**【参考文献】** [1] S. Hashimoto *et al.*, Phys. Stat. Sol. (a) **209**, 501 (2012). [2] A. G. Baca *et al.*, Appl. Phys. Lett. **109**, 033509 (2016). [3] K. Sato *et al.*, Appl. Phys. Express **2**, 011003, (2009). [4]前田他、第 12 回ナノ構造・エピタキシャル成長講演会 2020 年 7 月 [Fr-P-18]

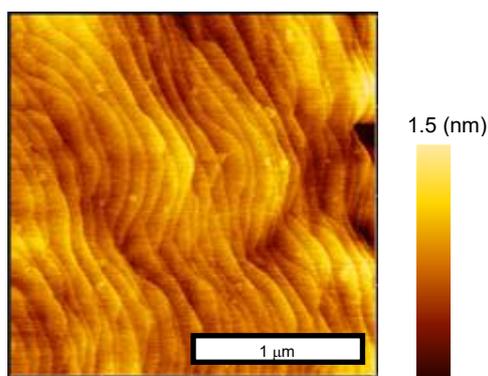


Fig.1 AFM surface image of the PSD-grown AlN/Al<sub>0.67</sub>Ga<sub>0.33</sub>N/AlN heterostructure

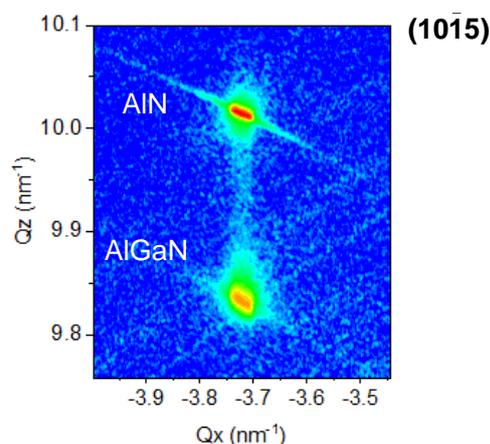


Fig.2 Reciprocal space mapping of the PSD-grown AlN/Al<sub>0.67</sub>Ga<sub>0.33</sub>N/AlN heterostructure