

N 極性面 AlGa_N / AlN 構造の結晶成長

Crystal growth of N-polar plane AlGa_N / AlN structures

山口大学院創成科学研究科¹, 山口大学工学部², ファインセラミックスセンター³

伊藤忠寿¹, 安高和哉², 坂本凌太¹, 磯野竜弥¹, 姚永昭³, 石川由加里³, 岡田成仁¹, 只友一行¹

Grad. School of Sci. & Tech. for Innovation, Yamaguchi Univ.¹,

Department of Eng., Yamaguchi Univ.²,

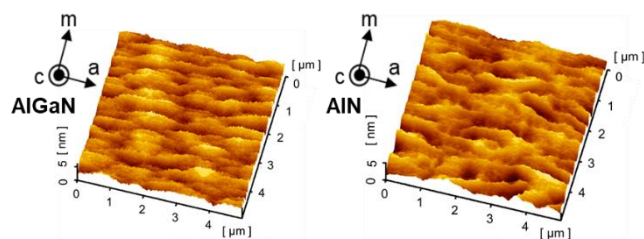
Japan Fine Ceramics Center³

°T. Ito¹, K. Ataka², R. Sakamoto¹, T. Isono¹, Y. Yao³, Y. Ishikawa³, N. Okada¹ and K. Tadatomo¹

E-mail: nokada@yamaguchi-u.ac.jp

近年、パワーデバイスの研究が進み、エネルギーの高効率化が行われている。パワーデバイスの中でも、AlGa_N/Ga_N 構造を用いた高電子移動度トランジスタ (HEMT) は高周波デバイスとしての商用化がなされ、注目されている。更に窒化物半導体を用いた HEMT の性能をより向上させるには、新たな構造の開発が必要となる。我々は従来構造 AlGa_N/Ga_N HEMT よりも性能を向上させるため、*-c* 軸方向の成長 N 極性面(AI)Ga_N/AlN HEMT の研究を行っている。AlN は高耐圧かつ高温動作も可能な材料である。N 極性(AI)Ga_N/AlN HEMT を実現するためには、平坦性の優れた AlN の成長が不可欠である。Al 原子のマイグレーション長が短いため、ステップ端で Al 原子は吸着しにくい。そのため、N 極性 AlN の表面平坦性が悪い問題点があった。この問題点はサファイア基板にオフ角を付けることで、Al 原子はステップ端で吸着するようになり、表面平坦性は改善した。ところが、N 極性 AlN 上に AlGa_N を成膜した報告が極めて少ない。そこで本研究では、AlGa_N 成長温度を 950°C~1300°C で成長させ、N 極性 AlGa_N/AlN を作製し、Al 組成、成長レート、結晶性および平坦性を調査した。

サファイア(*a* 軸方向にオフ角 2.0°)を用意し、有機金属気相成長法(MOVPE 法)を用いた。サファイアを窒化した後、成長温度 1300°C で AlN を成膜した。その後、AlGa_N を約 50 nm、成長温度 950°C、1050°C、1150°C、1250°C、1300°C の 5 サンプルを作製した。図 1 に成長後の N 極性 AlGa_N、AlN 表面の AFM 像を示す。N 極性 AlGa_N の表面状態は、N 極性 AlN の表面状態に影響され成長した。また、AlGa_N 表面の RMS は 0.7 nm と AlN 表面と同値で、平坦な N 極性 AlGa_N の作製に成功した。図 2 に N 極性 AlGa_N の成長レートと Al 組成の温度特性を示す。1050°C 以上では、成長温度の上昇に伴って、成長レートは低下し、Al 組成は上昇した。これから、成長中に Ga 原子の脱離が行われることで成長レートが減少したと考えられる。また、1050°C 以下では、成長温度の減少に伴い、成長レートも低下し、Al 組成は約 65% で一定になる。これは 950°C 以下の成長温度では、表面反応律速領域であるからと考えられる。



(a) N 極性 AlGa_N (1150 °C) (b) N 極性 AlN

図 1 N 極性 AlGa_N、AlN 表面の AFM 像

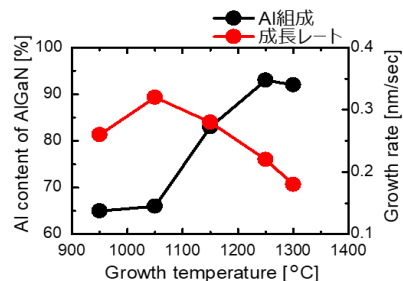


図 2 N 極性 AlGa_N の成長レートと Al 組成の温度特性

[謝辞]

本研究の一部は NEDO エネ環未踏チャレンジ 2050 にて実施したものである。