

MOVPE 法による SiC 基板上の無極性面高 Al 組成 AlGaN 成長 Nonpolar High-Al-composition AlGaN Growth on SiC by MOVPE

日本電信電話株式会社 NTT 物性科学基礎研究所

○奥村 宏典, 谷保 芳孝, 山本 秀樹

NTT Basic Research Laboratories, NTT Corporation

○Hironori Okumura, Yoshitaka Taniyasu, and Hideki Yamamoto

E-mail: okumura.hironori@lab.ntt.co.jp

AlGaN 系深紫外 LED の高発光効率化に向けた課題の一つに、AlGaN の価電子帯スイッチがある。AlGaN では Al 組成の増加に伴い、価電子帯の最上端が、重い正孔(HH)バンドから結晶場分裂正孔(CH)バンドにスイッチする。伝導帯-CHバンド間の光学遷移選択則により、(0001)c面からの放射が低下し、c面と垂直な(1100)m面および(1120)a面からの放射が本質的に強くなる。本研究では、m面およびa面の高Al組成AlGaNの結晶成長について詳しく調べた。

c面、m面およびa面を有する4H-SiC基板上に2-μm AlN層を介して0.5-μm AlGaN層をMOVPE法により成長した。AlNとAlGaNの成長温度は、それぞれ1220 °Cと1050 °Cに固定した。V族原料にはNH₃、III族原料にはTMGとTMAを用いた。原料V/III比を系統的に変化させて、各結晶面方位におけるAlN層とAlGaN層の表面モフォロジ、結晶性および残留不純物濃度を評価した。

AlN層の原料V/III比依存性では、低V/III比(=2)において、全ての結晶面で高い炭素および水素濃度($>1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$)がSIMSで検出された。TMAのメチル基を由来とする炭素と水素が、AlN層中に取り込まれたと考えられる。高V/III比(>112)では、AlN層中に残留する酸素、炭素、シリコン濃度がSIMSの検出限界以下であった。

図1に異なる原料V/III比(=2, 112, 1115)で成長したc面、m面、a面AlN層のAFM像を示す。図中には表面荒さ(RMS)と対称面XRC半値全幅を記した。低V/III比(=2)の時、m面およびa面でも比較的良好な表面平坦性と結晶性が得られた。高V/III比(>112)でのm面成長では、成長速度の遅い(0001)-c面ファセットを有する3次元島が形成され、表面荒れが大きかった。3次元島には他のファセット面も観察され、m面GaN成長の報告例[1]から{1101}面と思われる(挿入図)。無極性面AlN成長では、m面と比べて、a面の方が表面荒れとXRC半値全幅の小さい膜が得られた。

高Al組成AlGaN層の原料V/III比依存性を調べた。低V/III比(=2)ではGaが取り込まれなかったが、高V/III比(>87)ではGaが取り込まれ、全ての結晶面でほぼ同じ組成(V/III=870でAl組成60±2%)が得られた。AlGaN成長においてもAlN成長と同様に、V/III比が小さいほど表面平坦性と結晶性が優れていた。しかし、無極性面AlGaN成長では、a面と比べて、m面の方が表面平坦性に優れており、高V/III比においても比較的平坦な表面が得られた。m面AlGaN成長では、不純物濃度が低く、且つ組成制御も可能な高V/III比で成長できることが分かった。

本研究の一部は、科研費(25246022)の援助を受けて行われた。

[1] Q. Sun *et al.* APL **92** (2008)051112.

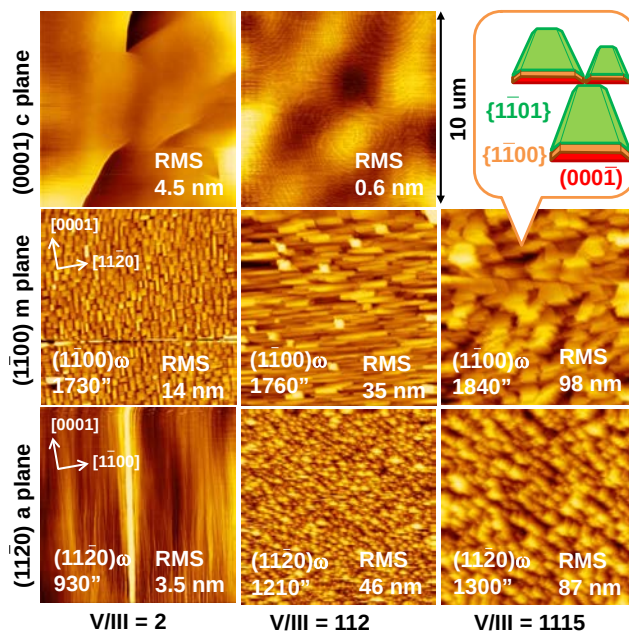


Fig.1: V/III dependence of surface morphology of AlN (0001), (1100), and (1120) grown on 4H-SiC by MOVPE