

研究テーマ：微傾斜N極性面 AlN 基板用ハイドライド気相成長装置の開発

山口大学大学院創成科学研究科・准教授・岡田成仁

本研究主題の装置が目指すデバイスは「大電力・高耐圧・超高速の電子デバイス」の実現である。この開発により、電子デバイス更なるの高速化は低雑音性により衛星放送アンテナの小型化、衛星放送受信機などの付加価値の高い装置の高性能化にもつながり、人類のより豊かな暮らしにも貢献できる。上記デバイスの作製は従来技術である、AlGaN/GaN 構造の高電子移動度トランジスタ (HEMT) では到達できる領域が限定的であり、その性能を大幅に上回る二次元電子ガス (2DEG)濃度、移動度を有するデバイスが期待されている。本研究で提案する研究内容は、N 面 GaN/AlN ヘテロ接合電子デバイスに必要な AlN 結晶成長技術を確立し、従来の AlGaN/GaN 構造の性能を上回る N 極性面 GaN/AlN ヘテロ構造を実証することである。しかしながら、AlN はマイグレーション長が短いため一般的な温度での成長では成長が難しい、そこで本研究課題では成長温度が 1400 度を可能な装置を設計し、さらに、AlN の微傾斜基板を用いることで、スムーズな二次元成長を促進させ、目的の良好な N 面 GaN/AlN ヘテロ接合へとつなげることを目的とする。

本研究ではサファイアのオフ基板を用いた MOVPE 成長を行った。a 軸方向に $0.2^{\circ} \sim 5.0^{\circ}$ オフ角のついたサファイアを用意し、MOVPE 法を用いてサファイアを窒化後、成長温度 1300°C 、成長圧力 20 kPa で N 面 AlN の成長を行った。成長後 N 面 AlN の RMS のサファイアオフ角依存性を示す。RMS はオフ角の増加に伴い減少し、約 3° において最も平坦性が向上する結果を得ることに成功した。そのときの最も平坦な N 面 AlN の RMS は 0.76 nm と非常に平坦な N-AlN の作製に成功した。図 1 にオフ角 3° のサファイア上に成長させた N 面 AlN の AFM 像を示す。図 2 よりステップフローライクな成長が行われていることがわかる。N 面 AlN の最適なサファイアオフ角と N 面 GaN の最適オフ角を比較すると AlN のほうが大きいことが明らかとなった。これは Al のマイグレーション長が Ga よりも短いことに起因していると考えられ、本研究結果より得られた新しい知見である (特許出願済み)。

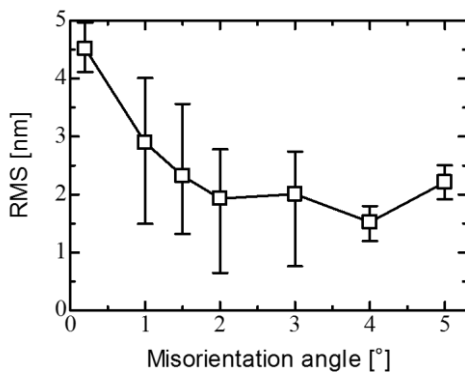


図 1 オフ角-RMS の関係

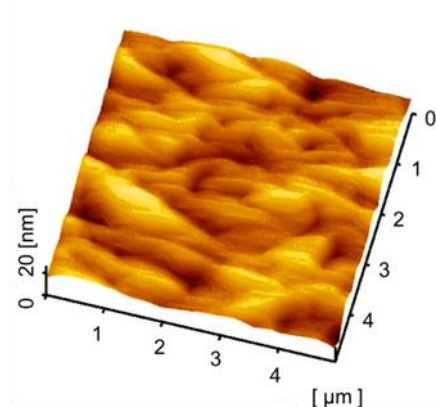


図 2 オフ角 3° のサファイア上 N 面 AlN の AFM 像