AIGaN チャネル 2DEG ヘテロ構造の結晶評価 ~ヘテロ界面平坦性と AIGaN 初期成長条件との関係~

Crystal evaluation for AlGaN-channel 2DEG heterostructures ~Relationship between interface roughness and initial growth condition of AlGaN films~

○細見 大樹、江川 孝志、三好 実人(名工大)

Daiki Hosomi, Takashi Egawa, and Makoto Miyoshi (Nagoya Institute of Technology)
E-mail: d.hosomi.904@nitech.ac.jp, miyoshi.makoto@nitech.ac.jp

【はじめに】 AlGaN チャネル 2DEG ヘテロ構造は、GaN チャネル構造に比べ高い阻止耐圧を示す[1]ことから、次世代パワーデバイスへの応用が期待されている。我々はこれまで、バリア層に InAlNを用いた InAlN/AlGaN ヘテロ構造の成長およびその特性や[2]、InAlN/AlGaN HFET のデバイス特性について報告を行ってきた[3]。 InAlN/AlGaN ヘテロ構造の更なる移動度向上のためには、ヘテロ界面の平坦性改善が有効である[4]。前回、MOCVD 法によって平坦性の高い AlGaN を成長するためには、基板上に低速/高速成長を組み合わせた再成長 AlN 層を成長し、AlGaN/AlN 構造とすることが有効であること、また、それにより実際に移動度が向上したとの報告をした[5]。今回、AFMと TEM を用いてこの再成長 AlN 層の解析を行ったので報告する。

【実験方法】 2 インチ径エピタキシャル AIN(厚さ 1 μm)/サファイアテンプレート (AIN テンプレート) 上に、MOCVD 法を用いて図 1 に示すような低速/高速成長を組み合わせた再成長 AIN 層を成長し、AFM 観察を行った。次に、AIN テンプレート上に $AI_{0.2}Ga_{0.8}N$ (2 μm)を直接成長した構造および $AI_{0.2}Ga_{0.8}N$ (2 μm)/再成長 AIN 構造を成長し AFM 観察を行い、断面を TEM によって観察した。

【結果と考察】図 2 に、InAIN/AIGaN へテロ構造の 2DEG 濃度と移動度の関係および、AIN 表面と AIGaN 表面の AFM 画像を示す。図 2 から分かるように、AIN テンプレート表面に比べ、再成長 AIN の表面は平坦性が低い。RMS の値も、AIN テンプレートの $0.15\,$ nm に対し再成長 AIN は $20\,$ nm と大きな差が見られた。一方で、AIGaN 表面は再成長 AIN 層を導入したサンプルの平坦性が高

AIN(lower growth rate) 0.2 μm

AIN(higher growth rate) 0.3 μm

AIN(lower growth rate) 0.1 μm

AIN 1 μm

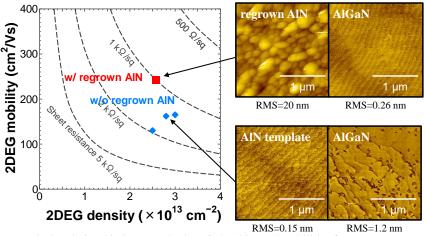
sapphire

Fig.1 Sample structure of the regrown AlN layer

い。その結果,再成長 AIN 層を導入した構造では高い移動度が得られ,シート抵抗が低減した。図 3 に,TEM によって観察した $AI_{0.2}Ga_{0.8}N(2~\mu m)$ /再成長 AIN 構造の断面図を示す。図 3 より,AIGaN 層中の貫通転位の数が,再成長 AIN 層および AIN テンプレートに比べ著しく減少していることが分かる。

謝辞: 本研究の一部は、JST 愛知地域スーパークラスターの支援, ならびに JSPS 科研費 JP16K06298 の助成を受け実施された。

参考文献: [1] Nanjo *et al.*, IEDM Tech Dig., 2007, p.397, [2] Miyoshi *et al.*, APEX 8, 021001 (2015) [3] Miyoshi *et al.*, J. Vac. Sci. Tech. B 34, 050602 (2016), [4] Miyoshi *et al.*, APEX 8, 051003 (2015) [5] 細見他, 2017 応用物理学会春季学術講演会 16a-P4-15



 $Fig. 2\ Relationship\ between\ the\ 2DEG\ densities\ and\ mobilities\ for\ InAlN/AlGaN\ heterostructures\ and\ AFM\ images\ for\ AlN\ and\ AlGaN\ surfaces$

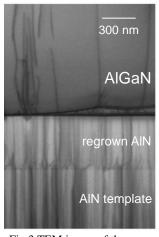


Fig.3 TEM image of the AlGaN/regrown AlN structure