

四元混晶 AlGaInN バリア層を備える Al_{0.4}Ga_{0.6}N チャンネル 2DEG ヘテロ構造の作製と特性評価

Growth and characterization of Al_{0.4}Ga_{0.6}N channel 2DEG heterostructures with quaternary AlGaInN barrier layers

○田中 さくら, 井上 暁喜, 山本 皓介, 江川 孝志, 三好 実人 (名工大)

°S. Tanaka, A. Inoue, K. Yamamoto, T. Egawa, and M. Miyoshi (Nagoya Inst. Tech)

E-mail: miyoshi.makoto @nitech.ac.jp

【はじめに】 AlGaInN チャンネルヘテロ構造電界効果トランジスタ(HFET)は、その非常に高い OFF 耐圧から次世代のパワーデバイスとして有望である[1-3]。我々は、チャンネル層組成を Al_{0.2}Ga_{0.8}N とした構成の中で、バリア層に格子歪みが制御された四元混晶 AlGaInN を用いることで、優れた 2DEG 特性・表面平坦性・熱的安定性を有するヘテロ構造が形成でき、HFET の ON 特性向上が図れた事を報告している[3,4]。他方、AlGaInN チャンネル層の AlN モル分率を増加、例えば 20%から 40%まで高くした Al_{0.4}Ga_{0.6}N チャンネルヘテロ構造では、Al_{0.2}Ga_{0.8}N チャンネル構造と同等の 2DEG シート抵抗を示す一方で OFF 耐圧が大幅に向上する事が予測されている[2-5]。本研究では、AlGaInN チャンネル HFET における ON/OFF 性能比のさらなる向上を目指し、四元混晶 AlGaInN バリア層を備える Al_{0.4}Ga_{0.6}N チャンネル 2DEG ヘテロ構造の作製とその特性評価を試みたので報告する。

【実験方法】 図 1 に本実験で作製した AlGaInN/AlGaInN ヘテロ構造の概略図を示す。この構造を、AlN/サファイアテンプレート上に MOCVD 法を用いて成長した。基本構成として、チャンネル層を Al_{0.4}Ga_{0.6}N (2 μ m)、バリア層として AlN:GaN 比を 0.87:0.13 と固定させた四元混晶 (Al_{0.87}Ga_{0.13})_{1-x}In_xN (25 nm)を採用し、その InN モル分率 x を変化させたヘテロ構造を複数成長した。成長したヘテロ構造については、XRD、RBS を用いた構造・組成分析、AFM による表面モフォロジー観察、Van Der Pauw 法による四端子ホール効果測定 (2DEG 特性評価) を実施した。また、代表的なサンプルについては、ALD-Al₂O₃ ゲート絶縁膜を用いた MIS-HFET の試作・評価を行った[3]。

【結果と考察】 Al_{0.4}Ga_{0.6}N チャンネル上の AlGaInN バリア層における InN モル分率と面内格子歪みの関係を図 2 に示した。図より、InN のモル分率の変化に従い面内格子歪みが線形的に制御出来ている事が確認できる。また、面内格子歪み 0.5%であったヘテロ構造 (Al_{0.87}Ga_{0.13})_{0.98}In_{0.02}N /Al_{0.4}Ga_{0.6}N の表面モフォロジーおよび 2DEG 濃度の測定結果を図中に示した。同構造が良好な表面状態と $1.3 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ という比較的高い 2DEG 濃度を持つ事が示された。この格子歪みと 2DEG 濃度の関係は、過去に実施した Al_{0.2}Ga_{0.8}N チャンネル構造や GaN チャンネル構造と比べて概ね妥当と思われた。得られた (Al_{0.87}Ga_{0.13})_{0.98}In_{0.02}N /Al_{0.4}Ga_{0.6}N ヘテロ構造を用いて HFET を作製・評価したところ良好な ON/OFF 動作が示された。

【参考文献】

- [1] Nanjo *et al.*, APL. 92 (2008) 263502.
- [2] Miyoshi *et al.*, JVSTB 34 (2016) 050602.
- [3] Hosomi *et al.*, JVSTB 37 (2019) 041205.
- [4] Hosomi *et al.*, JJAP 58 (2018) 011004.
- [5] Miyoshi *et al.*, APEX 8 (2015) 051003.

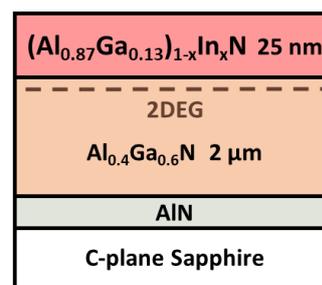


Figure 1. Schematic of AlGaInN-channel HFET structures grown by MOCVD.

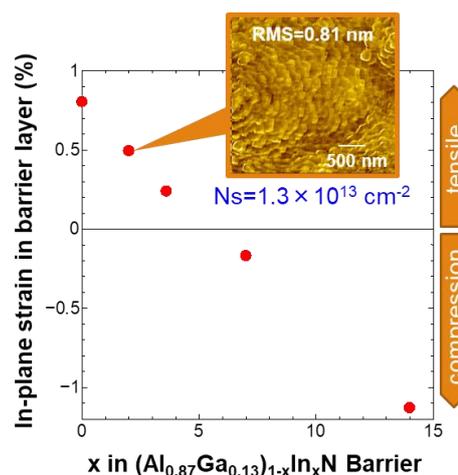


Figure 2. Relationship between In contents in AlGaInN and in-plane lattice strain for 2DEG heterostructures employing an Al_{0.4}Ga_{0.6}N channel and quaternary (Al_{0.87}Ga_{0.13})_{1-x}In_xN barrier layers.