

Al-rich AlGaN マルチチャネル Fin 構造の作製と評価

Fabrication and characterization of Al-rich AlGaN multichannel Fin-structure

東京大学生産技術研究所 °小坂鷹生, 上野耕平, 藤岡洋

Institute of Industrial Science, The University of Tokyo

°Takao Kozaka, Kohei Ueno, Hiroshi Fujioka

E-mail: kozaka@iis.u-tokyo.ac.jp

【背景】近年のデジタル通信の高周波化・大容量化に伴って、トランジスタの更なる性能向上が求められており、次世代半導体材料として Ultra-wide band-gap (UWBG) 半導体の Al-rich AlGaN が注目されている。Al-rich AlGaN は、 ~ 17 MV/cm の高い絶縁破壊電界に加えて、 ~ 50 THz V の Johnson 性能指数 $= (\text{絶縁破壊電界} \times \text{飽和速度} / 2\pi)^2$ を示す[1]。さらに、Al-rich AlGaN は AlGaN/GaN 構造と同様、AlN/AlGaN ヘテロ界面に誘起される良質な電子伝導層の 2 次元電子ガス (2DEG) を多層化することができ、破壊電圧とオン抵抗のトレードオフを層数に比例して改善し、デバイスの出力を向上させることができる[2]。しかし、Al-rich AlGaN マルチチャネルトランジスタの実現には、Fin 型のチャンネルにサイドゲート構造を形成する必要があるため、また、2DEG への良好なオーミックコンタクトを形成することが困難であるため、未だその実現可能性について十分検討されていない。本研究では、スパッタ法により作製した Al-rich AlGaN マルチチャネル構造に対して、高濃度縮退 n 型 GaN(d-GaN)再成長技術によって低抵抗のオーミックコンタクトを形成し、Al-rich AlGaN マルチチャネル Fin 型構造の構造特性と電気特性を評価した。

【実験方法】結晶成長実験はパルススパッタ堆積(PSD)装置を用いて実施した。基板には+c-AlN/sapphire テンプレートを用い、初期検討として AlN/AlGaN ダブルチャネル構造を作製した。続いて、Ni/SiO₂ マスクを用いた ICP-RIE ドライエッチングにより Fin 構造を形成した後、同じくスパッタ法を用いた SiO₂ マスクによる d-GaN 選択再成長から 2DEG へのオーミック接触を形成した。次に ICP-RIE ドライエッチングにより素子分離した後、側壁にゲート電極として Ni/Au を EB 蒸着で堆積させた。最後に d-GaN 上のオーミック電極として Ti/Al/Ti/Au を EB 蒸着で堆積した。

【結果と考察】図 1(a)に、Al-rich AlGaN ダブルチャネル構造の XRD $2\theta/\omega$ 測定の結果を示す。観測された明瞭なフリンジパターンは AlN 50 nm、Al 組成 65% の AlGaN 135 nm の繰り返し構造で精度よくフィッティングされた。さらに、図 1(b)のダブルチャネル構造の逆格子マッピングから、AlN に対して AlGaN がコヒーレントに成長していることが確認でき、ダブルチャネル構造の結晶品質が高いことを示している。ここで得られたダブルチャネル構造から、図 1(c)に示すように Fin 型構造のトランジスタを形成した。チャンネル幅は図 1(d)に示すように 600 nm で、ソースドレイン間の I-V 特性を測定したところ、オーミック特性が確認された。

【謝辞】本研究の一部は JST A-STEP(JPMJTR201D)、科研費 (JP23K26557) の助成を受けて行われた。

【参考文献】[1] A. G. Baca *et al.*, J. Vac. Sci. Technol. A **38**, 020803 (2020). [2] Y. Zhang *et al.*, Nat. Electron. **5**, 723 (2022).

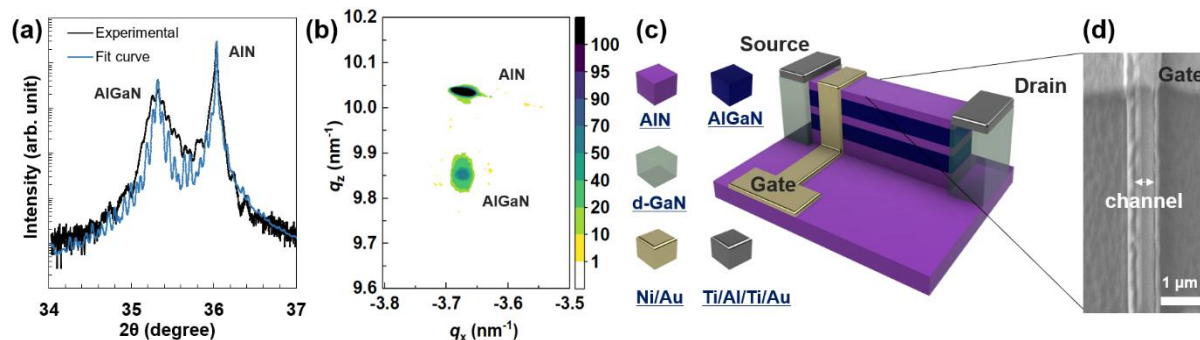


Fig. 1 (a) Symmetrical X-ray diffraction (XRD) $2\theta/\omega$ measurements and (b) reciprocal space mapping near 10-15 diffractions of the AlN/Al_{0.65}Ga_{0.35}N 2-channel structure. (c) The proposed AlN/AlGaN multichannel FinFET in a 3D schematic and (d) SEM image of actual fabricated Fin-structure.