

# Al<sub>0.05</sub>Ga<sub>0.95</sub>N バックバリアを有する高抵抗 Si 基板上 GaN チャネル HEMT GaN-channel HEMT with Al<sub>0.05</sub>Ga<sub>0.95</sub>N back barrier on high-resistivity Si substrate

日本電信電話株式会社 NTT先端集積デバイス研究所, 星拓也, 杉山弘樹, 中島史人, 松崎秀昭

NTT Device Technology Labs, NTT Corporation, Takuya Hoshi, Hiroki Sugiyama, Fumito Nakajima, Hideaki Matsuzaki

E-mail: takuya.hoshi.rc@hco.ntt.co.jp

【はじめに】 Si 基板上 GaN チャネル HEMT の広帯域化のためには、ゲート長の短縮に伴う短チャネル効果を抑制するために、バリア・チャネルの薄層化と、バックバリアの導入が必要である。しかし GaN チャネル HEMT は、AlGa<sub>x</sub>N/GaN ヘテロ構造の分極の効果を利用して高いシートキャリア密度を実現するため、薄層バリアを適用する場合においては、高 Al 組成化や In の添加<sup>[1]</sup>、AlN バリアの適用<sup>[2]</sup>により分極効果を補填せねばならない。また、チャネルの薄層化のためには、閉じ込め効果のある AlGa<sub>x</sub>N などのバックバリアを相対的に厚膜化する必要がある。本報告では、高抵抗 Si 基板上に成長した薄層 Al<sub>0.4</sub>Ga<sub>0.6</sub>N バリアおよび Al<sub>0.05</sub>Ga<sub>0.95</sub>N バックバリアを有する GaN チャネル HEMT についての評価結果を報告する。

【試料構造】 高抵抗 Si 基板上にバッファを介して、Al<sub>0.05</sub>Ga<sub>0.95</sub>N バックバリア、GaN チャネル(厚さ  $d$ :  $30 < d < 1000$  nm)、1nm の AlN スペーサ、10 nm の Al<sub>0.4</sub>Ga<sub>0.6</sub>N バリア、および 2 nm の GaN キャップを成長した。Al<sub>0.05</sub>Ga<sub>0.95</sub>N バックバリアの厚さは  $1000 - d$  nm とした。

【実験結果と考察】 バックバリア厚 970 nm の試料の、原子間力顕微鏡像および X 線逆格子空間マッピング像を図に示す。バックバリアが厚膜化、かつバリアが高 Al 組成化されているが、クラック等の結晶欠陥は観測されなかった。また、Al<sub>0.4</sub>Ga<sub>0.6</sub>N バリアは GaN チャネル/Al<sub>0.05</sub>Ga<sub>0.95</sub>N バックバリアに格子整合していることが分かった。シートキャリア密度は、 $d$  によらず  $1.2 - 1.3 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$  とほぼ一定であった。しかし  $d$  を 1000 nm から 30 nm に減少させると、移動度が  $1639 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  から  $1231 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  まで減少した。チャネル薄層化により、バックバリア/チャネル界面のラフネスおよび混晶散乱の影響が大きくなったと考えられる。したがって、高周波特性の向上には、バックバリア/チャネル界面の結晶品質の影響も考慮する必要がある。

【謝辞】 本研究の一部は、総務省の「電波資源拡大のための研究開発」の「5G の普及・展開のための基盤技術に関する研究開発」の一環として実施されました。

【参考文献】 [1] R. Wang, *et al.*, IEEE Electron. Dev. Lett. **34**, 378 (2013). [2] Y. Tang, *et al.*, IEEE Electron. Dev. Lett. **36**, 549 (2015).

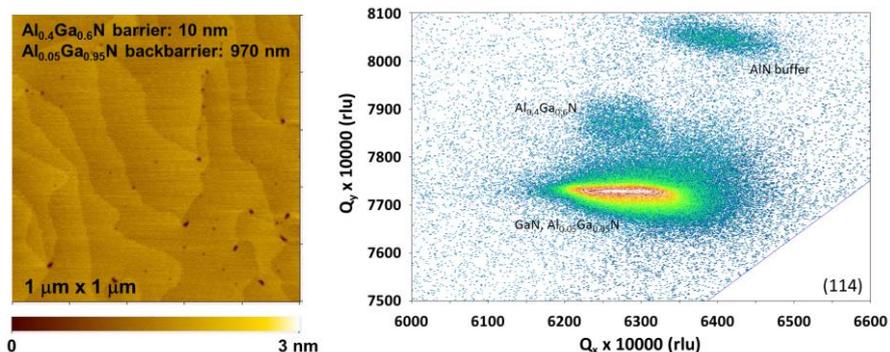


図 原子間力顕微鏡像および X 線逆格子空間マッピング像