

RF-MBE 法を用いたサファイア基板上への GaN 二段階成長における 低温バッファ層の最適化

早大理工¹, NTT 物性基礎研² °山根 悠介¹, 畑 泰希¹, 山崎 隆弘¹, 前田 理也¹,
熊倉 一英², 山本 秀樹², 牧本 俊樹¹

Waseda Univ.¹, NTT Basic Research Lab.², °Yusuke Yamane¹, Taiki Hata¹, Takahiro Yamazaki¹,
Michiya Maeda¹, Kazuhide Kumakura², Hideki Yamamoto², and Toshiki Makimoto¹

E-mail: y-yamane_1226@fuji.waseda.jp

【はじめに】窒化物半導体の異種基板上へのエピタキシャル成長では、格子不整合のために、多くの転位や歪みが発生する。これらの転位や歪みは結晶の品質を劣化させる。これらの問題の改善策として、RF-MBE 法では MOVPE 法と同様に低温でバッファ層を成長した後に、高温で本成長を行う、二段階成長法が用いられている。しかしながら、RF-MBE 法における二段階成長法の最適化はほとんど報告されていない。そこで、我々は低温 GaN バッファ層 (LT-GaN) における窒素プラズマ強度や、成長レート、膜厚が、高温で成長した GaN 層の特性に及ぼす影響を調べた。

【実験方法】RF-MBE 法を用いて、サファイア基板上に、800 °Cにおいて 1 μm の GaN を成長した。窒素流量は 2 sccm、プラズマパワーは 500 W である。低温バッファ層は 500 °Cで成長し、その膜厚を 0 nm、2 nm、20 nm と変化させた。そして、低温バッファ層成長時の窒素流量は 2 sccm と固定し、プラズマパワーは 125 W と 500 W を用いて比較した。

【結果・考察】Fig.1 に GaN 層を 1 μm 成長した試料の (0002) 面 X 線ロックアップカーブ測定の半値幅 (FWHM) を比較したグラフを示す。この結果から、500 W の低温バッファ層は膜厚の低下に伴い半値幅が減少している。このことは、低温バッファ層の膜厚を薄くすることにより、高温で成長した GaN 層の結晶性が向上していることを示している。これに対して 125 W の低温バッファ層を用いた場合は、膜厚を厚くすることで半値幅が減少し、500 W を用いた場合を大きく上回る高品質な GaN 層を得ることに成功した。

ホール効果測定においては、低温バッファ層を 500 W で成長した 3 つの試料では、 10^{18} cm^{-3} から 10^{19} cm^{-3} という高い残留キャリア濃度を示した。一方で、125 W で成長した 2 つの試料は、高抵抗を示しており、残留キャリア濃度を大幅に減少させることができた。

以上のように、低温バッファ層を最適化することによって、1 μm の GaN の特性を大幅に向上させることに成功した。

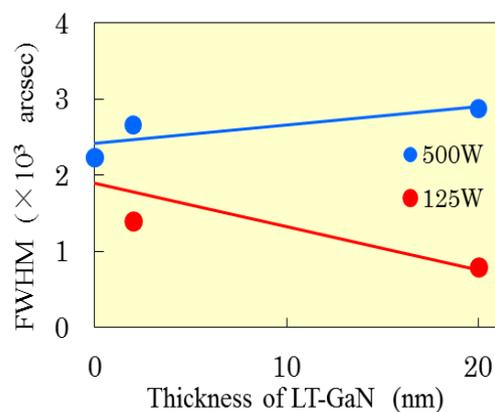


Fig.1 : LT-GaN thickness dependence of FWHM