

スパッタ法による Si 基板上 GaN 成長の極性制御 Study on the polarity control of GaN growth on Si by sputtering.

1. 物質・材料研究機構 2. 東ソー株式会社

○長田貴弘¹, 末本祐也², 上岡義弘², 召田雅実², サン リウエン¹, 知京豊裕¹

1. NIMS 2. Tosoh Corp.

Takahiro Nagata¹, Yuya Suemoto², Yoshihiro Ueoka², Masami Mesuda², Liwen Sang¹,
Toyohiro Chikyow¹,

E-mail: NAGATA.Takahiro@nims.go.jp

【はじめに】次世代パワーデバイス材料として注目される GaN は、さらなる製造コスト低減等の観点で GaN on Si 構造が望ましい。さらにスパッタリング法での製造プロセスは MOCVD と比較して除害設備の削減や低温プロセスなどの利点がある。一方で GaN デバイスは、物性の極性依存性から目的に合わせた極性制御が必要となる。これまでサファイア基板上 AIN では酸素の移動を高温熱処理で誘起することで Al 極性を成長する方法が報告されており[1]、これをテンプレートとして Ga 極性を得ることができる。この手法は高温熱処理を必要とするため Si 基板には適さない。そこで本発表では酸素移動誘起の極性反転を Si 基板上の GaN 成長に応用し、意図した酸化プロセスを組み合わせるスパッタ法で作製した Si 基板上の GaN 薄膜の極性制御について報告する。

【実験方法】Si 基板上に、極薄膜 Al バッファ層を堆積した後に基板温度 650°C で AIN エピタキシャル膜を反応性スパッタで堆積した[2]。GaN 層は RF スパッタリング法で東ソーが開発した高密度・低酸素な GaN 焼結体ターゲット[3]を用いて 650°C で堆積した。初期 AIN 層堆積時に異なる膜厚で大気暴露することで自然酸化した AIN 上に追加の AIN もしくは GaN を堆積して大気暴露していない試料との比較を実施した。結晶性評価には 2 次元 XRD、極性構造解析に飛行時間型原子散乱表面分析 (TOFLAS) および XPS を用いた。XPS は化学結合状態解析にも用いた。界面の酸素分布解析は SIMS 計測を実施した。

【実験結果】Fig.1 に自然酸化過程の有無による GaN 表面の TOFLAS 像を示す。AIN を自然酸化した GaN 試料では Ga 極性に一致するパ

ターンが確認できるが自然酸化過程がない試料は N 極性を示した。SIMS 計測から自然酸化した領域に酸素の局在化が確認されたが、AIN 上に直接 AIN を堆積した場合は極性反転が見られず同種材料の積層で基板温度 650°C の条件では酸素移動が起こらないと考えられる。そこで GaN/AIN 界面の結合状態を XPS で詳細に調べた結果、自然酸化した AIN 層と GaN 層の界面で $Ga_{1-x}Al_xO_yN_z$ 層が形成され、スパッタ過程で酸化還元反応による酸素の移動が起こっていることが確認された。この極性反転は初期 AIN 層の厚さに関係なく再現し GaN 層を堆積する AIN 表面が酸化されることが極性反転において重要であることが明らかとなった。

Reference

- [1] S. Mohn *et al.*, Phys. Rev. Appl. 5, 054004 (2016).
[2] T. Nagata, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. 60, SCCG03 (2021).
[3] Mesuda *et al.*, 第76回応用物理学会秋季学術講演会 15a-1D-10 (2015)

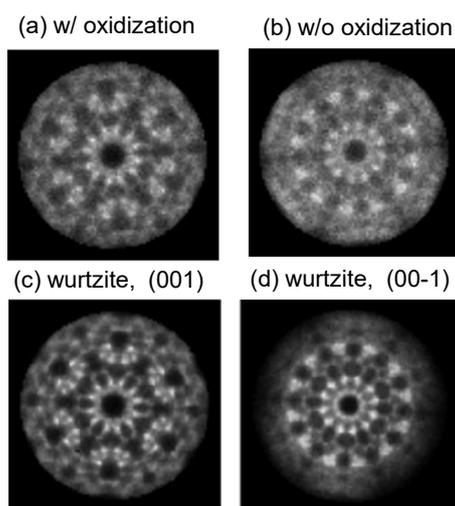


Fig. 1. Pole figure images of TOFLAS for GaN films grown (a) with and (b) without the oxidization process of AIN. Simulated pole figure images of TOFLAS for (c) (001) and (d) (00-1) planes of wurtzite-GaN.