

多機能 2 次元構造作製におけるエピタキシャルグラフェン形成過程

Formation Process of Epitaxial Graphene in the Fabrication of Multifunctional Two-Dimension Structure (MF2DS)

福井大院工¹ ○(M2) 社本 利玖¹, 勝崎 友裕¹, 水野 裕介¹, 橋本 明弘^{1,*}

University of Fukui¹, °Riku Shamoto¹, Tomohiro Katsuzaki¹, Yusuke Mizuno¹, Akihiro Hashimoto^{1,*}

*E-mail: hasimoto@fuee.u-fukui.ac.jp

【はじめに】近年、機械的剥離が可能かつ良質な単結晶が得られるという期待からグラフェン上に窒化物半導体結晶を成長させる研究が盛んに行われている。これまでの研究結果から、グラフェン上への直接成長では初期結晶核形成における結晶軸の配向制御に問題があることが明らかになっている[1]。この問題を解決するために、我々は多機能 2 次元構造(MF2DS: AlN/エピタキシャルグラフェン(EG)/SiC 構造)に関する研究を行ってきた[2]。MF2DS 作製における高温での EG 形成過程において AlN 層の膜厚が減少し[3]、その結果、この膜厚減少により発生した MF2DS 表面の EG 露出部や AlN 層の表面平坦性の悪化によって、結晶軸の配向制御に大きな影響を与えることが分かってきた。また、AlN 層の膜厚減少を逆にとり、意図的に AlN 層を熱分解させ EG 表面へ AlN に由来する規則的な配列をもった未結合手を残留させる EG の表面修飾が考案され、これにより結晶軸の配向制御の問題を解決できることも期待されている[4]。本報告では、表面修飾 EG 上への窒化物半導体結晶成長および MF2DS の作製における AlN キャップ・アニール法を用いた EG 形成過程に関する研究成果について報告する。

【試料の作製方法および評価方法】4H-SiC(0001) 4°-off 基板を RF 誘導加熱装置へ導入し、RF 誘導加熱を用いた H₂ ガスエッチングにより基板表面にステップテラス構造を形成した。表面処理を行った SiC 基板を RF-MBE 装置へ導入し、Ga クリーニングおよび MEE 法により数十原子層の AlN 単結晶薄膜層を成長させ、AlN/SiC 構造を作製した。AlN 層を成長させた試料を RF 誘導加熱装置へ導入し、AlN キャップ・アニール法を用いた EG 形成過程により AlN 層の膜厚減少を抑制させた MF2DS(AlN/EG/SiC 構造)を形成した。その後、EG、表面修飾 EG、MF2DS をそれぞれ RF-MBE 装置へ導入し、RF-N₂ プラズマ照射下での高温熱クリーニングおよび MEE 法により GaN 結晶薄膜を成長させた。RF-MBE 装置内での試料の表面構造のその場観察には RHEED 装置、EG 形成過程前後の表面モフォロジーの観察には AFM、GaN 結晶薄膜の結晶構造評価には X 線回折装置をそれぞれ用いた。

【結果および考察】成長させた GaN 結晶薄膜の結晶構造評価の結果として、2θ/ω スキャンによって得られた XRD パターンを Figure 1 に示し、ω スキャンによって得られた GaN 結晶薄膜からの XRC(0002)回折スペクトルの半値幅を Table 1 にそれぞれ示す。これらの結果より、AlN 層再成長を行った MF2DS の方が表面修飾 EG よりも成長層の成長速度および結晶軸配向制御の点で優れていることが示唆される。MF2DS 作製における AlN キャップ・アニール法を用いた EG 形成過程に関する研究成果の詳細については当日報告する。

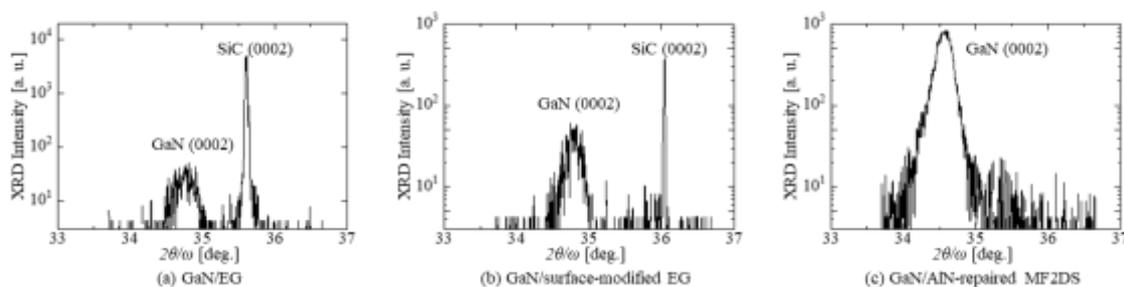


Figure 1 XRD patterns obtained by 2θ/ω scans

Table 1 FWHMs of XRC from GaN (0002) obtained by ω scans

structure	GaN/EG	GaN/surface-modified EG	GaN/AlN-repaired MF2DS
FWHM of XRC from GaN (0002) [arcsec]	2543	1549	898

【参考文献】

- [1] D. Ishimaru, A. G. Bhuiyan, and A. Hashimoto, *J. Appl. Phys.* **126**, 045301 (2019).
- [2] A. Hashimoto, Abstracts of ICNS-13, G06.05 (2019).
- [3] 竹内 智哉 他, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会 講演予稿集, 19p-PA4-4 (2018).
- [4] 社本 利玖 他, 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会 講演予稿集, 11a-Z02-9 (2020).