

4H-SiC 上エピタキシャルグラフェン基板を用いた

MOVPE 法 InN エピタキシャル成長初期過程

Initial Growth Stage of MOVPE InN on Epitaxial Graphene Surfaces on 4H-SiC Substrate

福井大院工, ○石丸大樹, 戸松侑輝, 橋本明弘

Graduate School of Electrical & Electronics Engineering, University of Fukui,

○Daiki Ishimaru, Yuki Tomatsu, Akihiro Hashimoto

【はじめに】

InN は高い電子移動度、約 0.64 eV の直接遷移型のバンドギャップを有することから、高速電子デバイス、高効率タンデム太陽電池の構成材料として、様々な応用が期待されている。デバイス応用のためには p 型 InN の形成が不可欠であるが、表面電荷蓄積層、高転位密度などに起因する高い残留キャリア濃度などにより、p 型 InN の形成には多くの困難が伴う。InN 成長用の基板として α -サファイア(0001)基板が一般に用いられているが、格子不整合率及び熱膨張係数の差が大きく、高転位密度発生の一因となっている。近年、この問題を解決すべくグラフェンを基板として用いた窒化物半導体結晶成長が報告されている[1][2][3]。グラフェンは、層間がファン・デル・ワールス力により結合しているため、格子不整合に起因する転移を抑えることが可能であると考えられている[4]。高品質 InN 結晶層の成長において、転位密度低減のためには、初期核形成過程の制御が重要な役割を果たすものと考えられる。今回、我々は 4H-SiC 基板上に Si 昇華法を用いて Si 面、C 面の両面に形成したエピタキシャルグラフェンを成長基板として用いた場合の MOVPE 法 InN の初期成長過程について報告する。

【実験方法】

4H-SiC 基板上に RF 誘導加熱法により Si 面、C 面の両面に形成したエピタキシャルグラフェンを InN 成長用基板として用いた。MOVPE 法により基板温度 600°C、圧力 600Torr の成長条件で 5~30 分間 InN 層の成長を行った。初期核形成過程の観察には原子間力顕微鏡(AFM)を、成長層の結晶性の評価には X 線回折法(XRC)を用いた。

【結果・考察】

図 1 に(a)Si 面上及び(b)C 面上エピタキシャルグラフェン上に成長させた InN 層の AFM 像を示す。Si 面上グラフェンは図 1(a)に示すようにステップテラス構造を有するが、InN 層は主にグラフェンのステップ端に核形成し、基板垂直方向に三次元成長していることがわかる。この結果は、Si 面上エピタキシャルグラフェンのテラス上には核形成に関与する欠陥が存在しないことを示唆している。一方、C 面上グラフェンはターボスタック構造であり、核発生起点となるエッジ欠陥が表面に多数存在すると考えられるため、図 1(b)に示すように初期核はほぼ均一に発生し、その密度も Si 面上グラフェンと比べて高いことがわかった。

しかしながら、C 面上グラフェン上では InN グレインが面内方向にランダムな回転をするため、a 軸配向性は悪くなると考えられる。一方で平坦な表面が得られる Si 面上グラフェン上テラスに、適切な表面処理によって核発生起点を作成し、グラフェンのステップ端によって InN グレインの a 軸を固定できれば、a 軸及び c 軸配向性の高い InN 成長層が得られると考えられる。

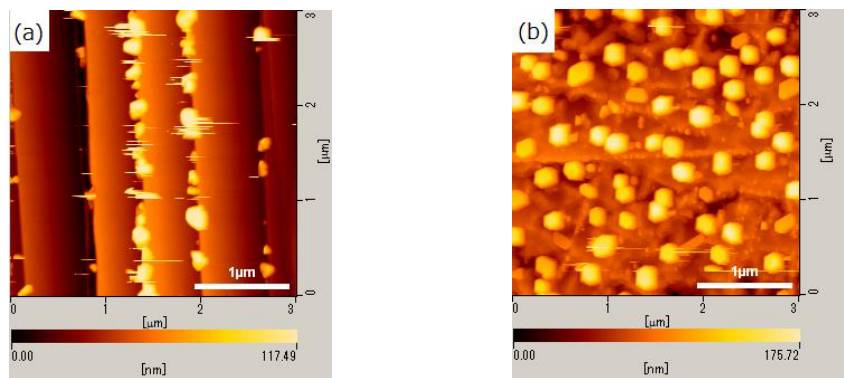


図.1 InN5 分成長の AFM 形状像 (a)Si 面及び(b) C 面上エピタキシャルグラフェン基板

[1] H. Yoo, K. Chung, S. I. Park, M. Kim, G. Yi. Appl. Phys. Lett. **102**, 051908 (2013)[2] T.Araki, et al. Appl. Phys. Express **7**, 071001 (2014)[3] N.Nepal, et al. Appl.Phys.Express **6**, 0610003 (2013)[4] 石井晃 表面科学 **29**, No.12, pp.765-770 (2008)