

## エピタキシャルグラフェン基板上 Si 初期成長核を用いた InN 成長における a 軸配向性制御

**Orientational Control of a-axis in Initial Stage of InN by  
Si Nuclei Formation on Epitaxial Graphene Substrate**福井大院工, <sup>○</sup>石丸大樹, 寺井汰至, 橋本明弘

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

<sup>○</sup>Daiki Ishimaru, Taiji Terai, Akihiro Hashimoto**【はじめに】**

Ⅲ族窒化物半導体の一種である InN は、高い飽和電子速度と約 0.64eV の直接遷移型のバンド構造を有することから、超高効率タンデム太陽電池や高速デバイスの構成母材として応用が期待されている。デバイス応用のためには p 型 InN の実現が不可欠であるが、現在のところ高転位密度や表面電荷蓄積層等に起因する高い残留電子濃度が実用的な p 型 InN 形成を困難にしている。一般に、InN 層の形成に用いられている  $\alpha$ -サファイア(0001)基板は、InN 成長層と格子不整合率及び熱膨張係数差が大きく高転位密度発生の一因となっている。これらの問題を解決するため、表面に共有結合性のボンドを持たない物質を成長基板として用いたファン・デル・ワールスエピタキシー(VDWE)がこれまで試みられている<sup>[1]</sup>。近年、エピタキシャルグラフェンは窒化物半導体結晶成長における VDWE 基板として注目を集めている。我々は以前の報告<sup>[2]</sup>で微傾斜 4H-SiC 基板上に形成したエピタキシャルグラフェン上に InN 層の成長を試み、a 軸がランダムに配向した InN 初期成長核がエピタキシャルグラフェン基板のステップ端から発生することを明らかにした。初期成長核の a 軸配向性のばらつきは成長にともなう貫通転位を誘発するため、a 軸配向制御は成長層の高品質化のためには必要不可欠であると考えられる。今回我々は、N<sub>2</sub>プラズマ照射により核発生起点として適度な密度の欠陥を導入したグラフェン上の Si 初期成長核形成において、高温アニールにより Si 初期成長核が面内配向することと明らかにし、この Si 初期成長核を用いた InN 成長における a 軸配向について検討した結果について報告する。

**【実験方法】**

Ar 雰囲気中において 4° オフ 4H-SiC(0001)基板表面に Si 昇華法により 3 層エピタキシャルグラフェンを形成し、その後 N<sub>2</sub>プラズマ照射によりエピタキシャルグラフェン表面に欠陥を導入した基板を成長基板として用いた。MBE 法により基板温度 160°C において形成したアモルファス状の Si 初期成長核を、超高真空中にて基板温度 800°C においてアニール処理を行い、高い面内配向性を有する結晶 Si 初期成長核を得た。その後、MEE 法(Migration Enhancement Epitaxy)を用いて基板温度 180°C において InN バッファ層を形成した後、基板温度 500°C で同時供給法により InN を成長した。成長中及び成長前後の表面の観察には反射高速電子線回折(RHEED)及び原子間力顕微鏡(AFM)を、成長層の結晶性の評価には X 線回折 (XRC) 法を用いた。

**【結果・考察】**

図 1 に(a) エピタキシャルグラフェン基板上及び(b)Si 初期成長核を形成した基板上に MEE 法を用いて成長した MEE-InN バッファ層からの RHEED 像をそれぞれ示す。エピタキシャルグラフェン基板上に直接成長した InN からの RHEED 像ではリングパターンが支配的であるが、Si 初期核成長基板上 InN からの RHEED 像では InN に対応するスポットパターンが支配的となった。この結果は Si 初期核によって a 軸配向性制御が実現されていることを示唆しており、a 軸配向性の高い InN 結晶層の成長が期待される。

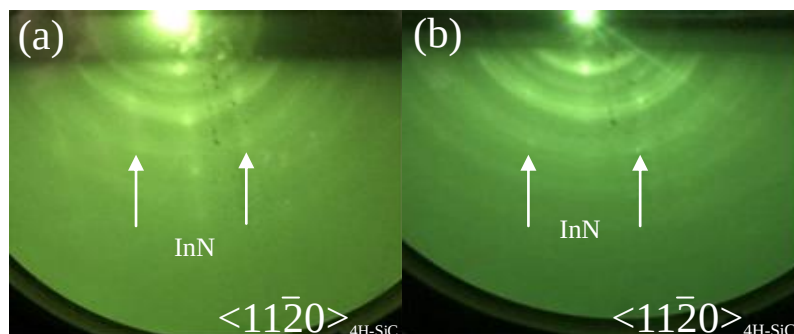


図 1 (a) エピタキシャルグラフェン基板上及び(b)Si 初期成長核形成基板上 InN RHEED 像

[1] H. Yoo, K. Chung, S. I. Park, M. Kim, G. Yi. Appl. Phys. Lett. **102**, 051908 (2013)

[2] 石丸 大樹, 戸松 侑輝, 橋本 明弘. 第 77 回 応用物理学会秋季学術講演会 16a-P5-20 (2016)