

RF-MBE 法によるエピタキシャルグラフェン基板上 Si 初期成長核配向制御

Orientational Control of Initial Si Nuclei Growth on Epitaxial Graphene Substrate by RF-MBE

福井大院工, [○]寺井汰至, 石丸大樹, 橋本明弘

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

[○]Taiji Terai, Daiki Ishimaru, Akihiro Hashimoto

【はじめに】

近年、Ⅲ族窒化物半導体の成長基板としてエピタキシャルグラフェンを用いた研究が盛んに行われている。エピタキシャルグラフェンは、成長層とファンデルワールス力により結合するため、従来の基板よりも格子不整合率や熱膨張係数差に起因した転位密度を低減することが可能であると考えられる。^[1]しかしながら、エピタキシャルグラフェン上Ⅲ族窒化物結晶成長では、a 軸配向制御された初期核形成が難しく、a 軸配向性のばらつきが転位発生の原因となることが明らかにされている。^[2]

そこで我々は、a 軸配向制御への新たなアプローチとして Si による核発生起点の形成を提案する。Si(111)成長面を有する結晶 Si 初期成長核を用いることにより、InN 成長層の配向制御が可能であると考えられる。したがって、エピタキシャルグラフェン基板上 Si 初期成長核の配向制御は重要である。本報告では、RF-N₂ プラズマ照射を行ったエピタキシャルグラフェン上 Si 初期成長核の配向制御について検討したので結果を報告する。

【実験方法】

本研究で用いた 3 層エピタキシャルグラフェンは、RF 誘導加熱炉を用いた Si 昇華法により微傾斜(4° オフ) 4H-SiC 基板上に形成した。Si 初期成長核形成は MBE 法により行った。RF-N₂ プラズマ照射(300W, 1sccm)によりエピタキシャルグラフェン上に欠陥を導入し、基板温度 160℃においてアモルファス状の Si 初期成長核形成後、引きつづき真空チャンバー内にて基板温度 800℃に昇温することで結晶 Si 成長初期核の形成を行った。Si 初期成長核形成における表面観察には反射高速電子線回折(RHEED)法及び原子間力顕微鏡(AFM)を用いた。

【結果・考察】

図 1 に N₂ プラズマ照射を(a) 10s 及び(b) 180s 行ったエピタキシャルグラフェン上 Si 成長初期核からの RHEED パターンをそれぞれ示す。N₂ プラズマ照射時間 180s の場合、RHEED パターンは方位依存性を示さなかった。しかしながら、N₂ プラズマ照射時間 10s の場合、Si 初期成長核からの RHEED パターンは 4H-SiC の方位に対して 0° と 30° 回転が混在し、それらの輝点の強度の比較により 4H-SiC に対して [10-10]方向に 0° 回転した Si 初期核が優先的に成長していることがわかった。以上の結果より、昇温過程やアニール温度の最適化により結晶方位が固定された Si 初期成長核を形成することができると期待される。

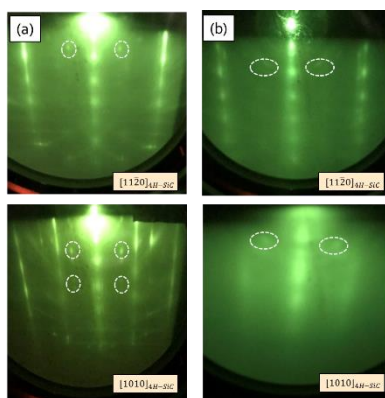


図.1 (a) N₂プラズマ照射時間10s Si成長後のRHEED像
(b) N₂プラズマ照射時間180s Si成長後のRHEED像

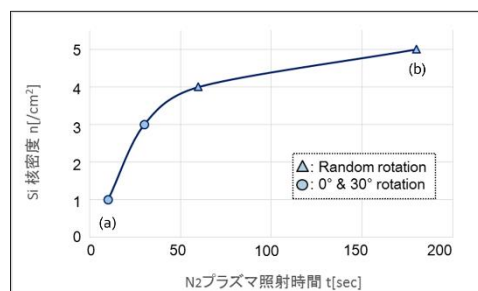


図.2 N₂プラズマ照射時間に対するSi核密度及び方位依存性の関係

[1] J. Kim, et al. Nat. Commun. 5:4836 (2014)

[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)