

N₂ プラズマ照射を行ったエピタキシャルグラフェン上極薄 AlN 中間層の界面状態分析

Interface Characterization of Ultra-thin AlN Intermediate Layer on Epitaxial Graphene using N₂ plasma irradiation

福井大院工, [○]鎌田裕太, 竹内智哉, 社本利玖, 橋本明弘

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

[○]Yuta Kamada, Tomoya Takeuchi, Riku Shamoto, Akihiro Hashimoto

【はじめに】

エピタキシャルグラフェン上窒化物半導体成長において、エピタキシャルグラフェンは層間がファンデルワールス結合であるため、成長層との界面応力を抑制することができ、格子不整合や熱膨張係数の不整合に由来する貫通転位を抑制できると考えられている[1]。我々は、これまでに成長に伴い転位を誘起する初期核の a 軸配向のばらつきが最も大きな課題であることを明らかにした[2]。上記の問題を解決するために、我々はエピタキシャルグラフェン上極薄 AlN 中間層を提案し、その構造を用いて AlN 及び GaN 成長を行い、少なくとも 4H-SiC(0001)基板上 AlN 及び α-Sapphire(0001)基板上 GaN と同程度の a 軸配向性が実現できることを明らかにした[3][4]。しかしながら、オージェ電子分光法を用いた界面状態分析によりエピタキシャルグラフェンを形成する過程で AlN 層膜厚の減少及びエピタキシャルグラフェン上極薄 AlN 中間層表面の酸化が明らかになった[5]。エピタキシャルグラフェン上極薄 AlN 中間層表面の酸化はその後の AlN 層修復過程に影響を及ぼす可能性がある[6]。そこで、今回我々は、酸化の影響を抑制するためにエピタキシャルグラフェン上極薄 AlN 中間層表面に対し、N₂ プラズマ照射を行った。本報告では、オージェ電子分光法(AES)を用い、N₂ プラズマ照射を行ったエピタキシャルグラフェン上極薄 AlN 中間層に対して界面状態分析を行った結果について報告する。

【実験方法】

高温水素エッチングを行った 4H-SiC(0001)基板上に MEE(Migration Enhancement Epitaxy)法を用いて数原子層の AlN 層を形成し、RF 誘導加熱装置を用いた Si 昇華法によりエピタキシャルグラフェンを AlN 層と 4H-SiC(0001)界面に形成した。その後、形成したエピタキシャルグラフェン上極薄 AlN 中間層に対して N₂ プラズマを 5 分間照射し、オージェ電子分光法(AES)を用いて界面状態分析を行った。

【結果・考察】

図 1 に(a)N₂ プラズマ照射なしのエピタキシャルグラフェン上極薄 AlN 中間層、(b)N₂ プラズマを 5 分間照射した後に AlN 層を追加成長したエピタキシャルグラフェン上極薄 AlN 中間層及び(c)Bulk AlN の AES スペクトル及び各 KLL スペクトルの peak to peak 強度を示す。N₂ プラズマ照射なしのエピタキシャルグラフェン上極薄 AlN 中間層に対し、N₂ プラズマを 5 分間照射したエピタキシャルグラフェン上極薄 AlN 中間層の O-KLL の強度が追加成長した AlN 層の影響を考慮に入れても減少していると考えられる。すなわち、熱劣化したエピタキシャルグラフェン上極薄 AlN 中間層表面の酸素が窒素に置換されたと考えられる。また、N₂ プラズマを 5 分間照射したエピタキシャルグラフェン上極薄 AlN 中間層表面の Al/N 比は Bulk AlN の AlN 比とほぼ同程度の強度比であることも分かった。これらの結果は、N₂ プラズマ照射を行うことでエピタキシャルグラフェン上極薄 AlN 中間層表面の酸化を抑制することができ、エピタキシャルグラフェン上極薄 AlN 中間層表面において Bulk AlN と同程度の組成比を有していると考えられる。

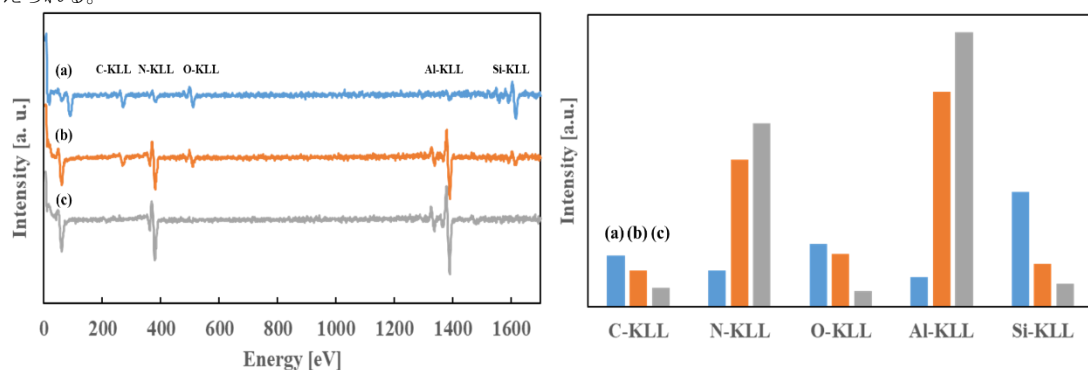


図 1 (a)N₂ プラズマ照射なしのエピタキシャルグラフェン上極薄 AlN 中間層、(b)N₂ プラズマを 5 分間照射した後に AlN 層を追加成長したエピタキシャルグラフェン上極薄 AlN 中間層及び(c)Bulk AlN の AES スペクトル及び各 KLL スペクトルの peak to peak 強度

[1]石井晃 表面科学 29, No.12, pp.765-770 (2008)

[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)

[3]佐藤 祐大, 石丸 大樹, 寺井 汰至, 鎌田 裕太, 竹内 智哉, 橋本 明弘. 第 79 回 応用物理学会秋季学術講演会 19p-PA4-5 (2018)

[4]鎌田 裕太, 寺井 汰至, 竹内 智哉, 佐藤 祐大, 橋本 明弘. 第 79 回 応用物理学会秋季学術講演会 19p-PA4-15 (2018)

[5]竹内 智哉, 寺井 汰至, 鎌田 裕太, 佐藤 祐大, 橋本 明弘. 第 79 回 応用物理学会秋季学術講演会 19p-PA4-4 (2018)

[6]佐藤 祐大, 寺井 汰至, 鎌田 裕太, 竹内 智哉, 橋本 明弘. 第 66 回 応用物理学会春季学術講演会 11a-PB4-5 (2019)