極薄 AlN 中間層を用いたエピタキシャルグラフェン上 Si エピタキシャル成長

Si Epitaxial Growth on Epitaxial Graphene using Ultra Thin AlN Intermediate Layer

福井大院工，○寺井汰至，石丸大樹，鎌田裕太，竹内智哉，橋本明弘

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

○Taiji Terai, Daiki Ishimaru, Yuta Kamada, Tomoya Takeuchi, Akihiro Hashimoto

【はじめに】

Si 太陽電池や大規模集積回路(LSI)などの構成素材である単結晶 Si 結晶の更なる薄型化はコストの低

ながら、エピタキシャルグラフェン基板上への Si 薄膜成長においてはグラフェンに対して30°配向と0°配向した Si 初期成長核が混在しているため、多結晶成長することが知られている[3]。我々はこれまでに、エピタキシャルグラフェン上に形成した極薄 AlN 中間層を用いることでグラフェンに対して30°回転した Si 初期結晶核のみ形成されることを明らかにした[4]。そこで今回、極薄 AlN 中間層及び Si 成長法の最適化を行うことにより単結晶 Si 薄膜を得ることを試みた。

【実験方法】

4H-SiC(0001)基板上に RF-MBE 法を用いて AlN 層を 2ML 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。Si 層の成長法として、極薄 AlN 中間層形成後に基板温度 900℃で直接成長を行った場合と、基板温度 160℃で 30 分間低温成長した後に 850℃にて 30 分間の二段階成長を行った場合の 2 通り行った。Si 薄膜における表面その場観察には反射高速電子線回折(RHEED)法、表面モフォロジーの観察には原子間力顕微鏡(AFM)を、又 Si 薄膜の結晶品質の評価として顕微ラマン分光法を用いた。

【結果・考察】

図 1 に成長温度 900℃にて直接成長した(a)Si 成長層形成前、及び(b)Si 成長層形成後の極薄 AlN 中間層上エピタキシャルグラフェンからの RHEED パターンを示す。図 1(a)より AlN 成長層とエピタキシャルグラフェンからのパターンが同時に観測されたことから、エピタキシャルグラフェンが一部露出していると考えられる。図 1(b)より極薄 AlN 中間層を用いたエピタキシャルグラフェン基板上で Si 成長層は30°回転のみであることが分かる。また、図 2 に二段階成長を行った(a)Si 成長層形成前、及び(b)Si 成長層形成後の AlN 再成長を行った極薄 AlN 中間層上エピタキシャルグラフェンからの RHEED パターンを示す。図 2(a)より AlN 成長層からのパターンのみ観測されたことから、AlN 層の再成長を行うことでエピタキシャルグラフェン上極薄 AlN 中間層が完全被覆されたと考えられる。図 2(b)より、多結晶由来のリングパターンが観測されたことから、Si(111)結晶核はランダムに混在していることが予想される。以上の結果として、AlN 再成長を行うことで Si(111)結晶とエピタキシャル関係にある高品質な AlN(0001)成長層を形成することができたが、二段階成長法を用いた Si 薄膜形成では多結晶 Si 薄膜が形成されたことから、直接高温成長により再成長を行った極薄 AlN 中間層上に Si 薄膜を形成することで結晶性の高い Si 薄膜を得ることができると期待される。

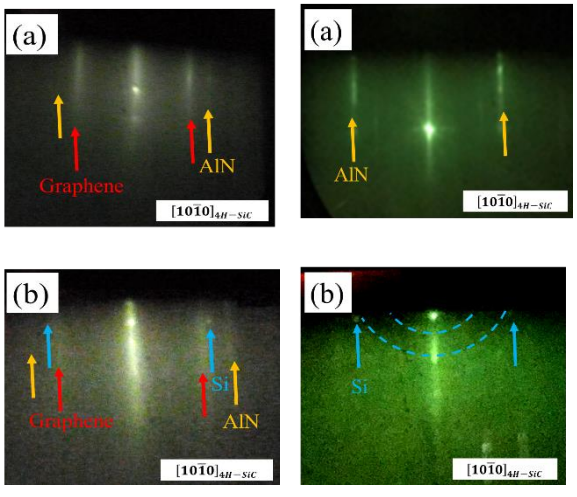

図 1

図 2

図 1 (a) エピタキシャルグラフェン上極薄 AlN 中間層の RHEED 像
(b) 直接成長により形成された Si 成長層の RHEED 像

図 2 (a) AlN 再成長を行ったエピタキシャルグラフェン上極薄 AlN 中間層の RHEED 像
(b) 二段階成長により形成された Si 成長層の RHEED 像

[1] K.Hasegawa, et al., Cryst. Eng. Comm., **20**, 1774–1778 (2018).
[2] G. Lupina.et al., Appl. Phys., Lett 103, 263101 (2013).
[3] 寺井 汰至，石丸 大樹，橋本 明弘．第 78 回 応用物理学会秋季学術講演会 8p-PB1-7 (2017).
[4] 寺井 汰至，石丸 大樹，橋本 明弘．第 65 回 応用物理学会秋季学術講演会 20p-P6-12 (2018).

© 2019年 応用物理学会