

非晶質基板上への窒化物薄膜成長における グラフェンバッファ層の効果

Effect of graphene buffer layers on the growth of group III nitride on amorphous substrates

東大¹, JST-CREST²

孫政佑¹, 石井辰典¹, O太田 実雄¹, 小林篤¹, 上野 耕平¹, 藤岡 洋^{1,2}

The Univ. of Tokyo¹, JST-CREST²

J. Shon¹, T. Ishii¹, J. Ohta¹, A. Kobayashi, K. Ueno¹, and H. Fujioka^{1,2}

E-mail: johta@iis.u-tokyo.ac.jp

1. はじめに

ガラス上に高品質Ⅲ族窒化物薄膜の成長を実現できれば、安価で大面積な発光素子やトランジスタの作製が可能になると期待できる。しかしながらガラスは非晶質材料であり、また、軟化温度が低いため、従来の有機金属気相成長(MOCVD)法による高品質な窒化物結晶成長は困難であった。これらの問題を解決するためには、高い結晶性を持つバッファ層を導入することと結晶成長温度の低減が不可欠である。我々はこれまでに、高結晶配向性グラフェンバッファ層とパルススパッタ堆積法(PSD 法)による低温成長技術を用いれば、非晶質基板上への窒化物系発光素子の作製が可能であることを報告してきた [1]。今回、グラフェンバッファ層が窒化物薄膜の構造特性に与える影響を詳細に評価したのでその結果を報告する。

2. 実験方法

金属フォイルからの剥離プロセスによって非晶質 SiO₂ 上に転写された多層グラフェンを下地として、PSD 法による窒化物薄膜の成長を行った。作製した窒化物薄膜はフォトルミネッセンス(PL)、反射高速電子線回折(RHEED)、X 線回折(XRD)、原子間力顕微鏡(AFM)、走査電子顕微鏡(SEM)、電子線後方散乱回折(EBSD)等によって評価した。

3. 結果と考察

まず、多層グラフェン上に 750°C で GaN 薄膜(膜厚 1 μm)を成長し、GaN 薄膜の相分布を EBSD によって評価したところ、立方晶相が 45%程度混入していることが明らかになった。成長温度を低減した場合でも立方晶相の混入は抑制できず、650°C 成長でも 38%以上の立方晶相の混入が観測された。これは GaN とグラフェンの界面反応に起因した高密度の積層欠陥形成によるものと考えられる。そこで界面反応防止層として、膜厚 60nm の AlN 層挿入を行った。その結果、成長した GaN 薄膜中の立方晶相は検出限界以下となり、相純度の高い六方晶 GaN 薄膜の成長が実現した。この試料について 20×20μm²の範囲で EBSD 測定を行い、GaN 薄膜の<0001>および<1012>方位分布を調べたところ、c 軸配向性と 30°回転ドメインの無いことが確認された。また、グラフェンと GaN の面内配向関係は[1120]_{GaN} // [1120]_{graphene}であった。XRD 測定によって GaN 0002 回折の半値幅を調べたところ、AlN 層無しの場合では 144 arcmin であったのに対し、AlN 層挿入を行った場合では 37 arcmin にまで減少しており、AlN 層導入による GaN 結晶性の改善が示唆された。このように作製した GaN 薄膜上に[InGaN/GaN]量子井戸構造(MQW 構造)や AlGaIn/GaN ヘテロ構造の作製を行った。図 1 は MQW 構造の XRD カーブであるが、GaN 0002 回折近傍にサテライトピークが検出されており、MQW 構造が急峻な界面を有していることが示唆された。また、AlGaIn/GaN ヘテロ構造においても急峻な界面形成を実現できた。以上の結果から、グラフェンをバッファ層として用いることによって非晶質材料上に良質な窒化物系ヘテロ構造の形成を実現できることが明らかになった。本技術を用いることでガラスをはじめとする様々な支持基板材料上での大面積発光素子やトランジスタ開発が可能になると期待できる。

[参考文献] J. W. Shon *et al*, Sci. Rep. in press.

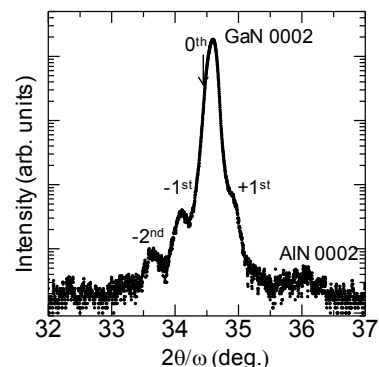


Fig.1 グラフェン/非晶質 SiO₂ 構造上に作製した[InGaIn/GaN]量子井戸構造の XRD カーブ