

IV族結晶配向層を用いたガラス基板上への窒化物半導体成長

Growth of group-III nitrides on glass substrates using group-IV orientation layers

東京大学生産技術研究所¹, JST-ACCEL²

○小林 篤¹, 中野 はるか¹, 上野 耕平¹, 藤岡 洋^{1,2}

Institute of Industrial Science, The University of Tokyo¹, JST-ACCEL²,

○Atsushi Kobayashi¹, Haruka Nakano¹, Kohei Ueno¹, Hiroshi Fujioka^{1,2}

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

窒化物半導体は単結晶基板上に高品質薄膜を成長させることで、高輝度 LED、レーザーダイオード、通信用高電子移動度トランジスタ、電力変換用パワーデバイス等が作製される。もしも、ガラスなど安価で汎用性の高い基板上に高品質結晶の成長が可能になれば、micro-LED や各種センシング素子等、窒化物半導体デバイスの応用範囲をより一層拡大することができる。しかし、非晶質であるガラス上に直接高品質窒化物結晶を成長させることは困難であるため、何らかの結晶配向を制御する物質をバッファ層として挿入する必要がある。我々はこれまでに HfO₂、AlN 薄膜などの c 軸配向層を用いることで、ガラス基板上に c 軸配向した窒化物半導体を成長し、それらが薄膜トランジスタとして動作することを示してきた。[1] また、micro-LED 等、高品質結晶を必要とする応用に対しては、巨大グレイン多層グラフェンの溶液転写を用いたプロセスを提案してきたが、[2] 溶液転写の歩留まりに問題があった。一方最近、金属薄膜を触媒とする Metal-induced layer-exchange(金属誘起層交換)法により、数 100μm 程度の Ge(111)疑似単結晶が、ガラス上に形成できることが報告された。[3] この Ge 薄膜はガラス基板上窒化物半導体の結晶配向層として利用することができる。本研究では、ガラス基板上に巨大グレインサイズを有する窒化物半導体を得るために、結晶配向層となるグラフェン[4]や Ge の成長を行い、その特性の評価を行った。

金属の触媒作用による Layer-Exchange 法で、ガラス (SiO₂) 基板上にグラフェンおよび Ge 薄膜を作製した。グラフェンはガラス上に堆積した a-C/Ni を超高真空アニールするによって作製した。Ge 薄膜はガラス上に堆積した a-Ge/a-Al₂O₃/(Al or Au)を窒素雰囲気中でアニールすることで得た。原料となる a-C 層や a-Ge 層の膜厚を変化させ、高品質結晶配向層が形成される条件を探索した。窒化物半導体薄膜の成長はスパッタリング法によって行った。AFM、ラマン分光法、EBSD で、結晶配向層および窒化物薄膜を評価した。

Ni 触媒による層交換反応で形成したグラフェンのグレインサイズは最大で 5μm 程度であった。一方、Au 触媒を用いて成長した Ge(111)薄膜は 100μm 程度の領域にわたって面内配向性が揃っている擬似的な単結晶であった。また、この Ge 薄膜上には AlN(0001)がエピタキシャル成長 (基板温度 450℃) することが分かった。

【参考文献】[1] T. Itoh *et al.*, Appl. Phys. Lett. **109**, 142104 (2016). [2] J.-W. Shon *et al.*, Sci. Rep. **4**, 5325 (2014). [3] H. Higashi *et al.*, Appl. Phys. Lett. **106**, 041902 (2015). [4] H. Murata *et al.*, Appl. Phys. Lett. **111**, 243104 (2017).

【謝辞】本研究の一部は JSPS 科研費・特異構造の結晶科学(JP16H06414)の助成を受けて行われたものである。