

NbN を利用した Al 極性 AlN 上への N 極性 AlN エピタキシャル成長 Epitaxial growth of N-polar AlN on NbN/Al-polar AlN structures

東京大学生産技術研究所 紀平 俊矢, [○]小林 篤, 上野 耕平, 藤岡 洋

Institute of Industrial Science, The University of Tokyo

S. Kihira, [○]A. Kobayashi, K. Ueno, and H. Fujioka

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

窒化物半導体ヘテロ接合の特性は、薄膜の化学組成のみならず成長方向の極性を変えることによって制御できる。例えば、無極性面や半極性面の利用による InGaN 量子井戸における発光効率の向上や、N 極性 GaN HEMT による 2 次元電子ガスチャネルへの接触抵抗の低減などが極性制御の効果として挙げられる。近年、高 Al 組成 AlGaIn の LED、LD、HEMT に関する研究が活発になってきており、AlGaIn と格子不整の小さい AlN テンプレート基板の重要性が高まっている。AlN の極性制御技術は、AlGaIn 系デバイスの設計自由度を高め、素子特性の向上に寄与する可能性が高い。しかしながら、現状では、MOCVD や HVPE で作製されるサファイア上 *c* 面 AlN テンプレートは Al 極性であり、高品質 N 極性 AlN を再現性良く作製する技術は限られている。¹⁻⁴⁾ 今回、AlN と格子不整が小さく、中心対称性をもつ立方晶 NbN(111)を利用することで、Al 極性 AlN テンプレート上に N 極性 AlN をエピタキシャル成長させることに成功したので、詳細を報告する。

市販のサファイア上 Al 極性 AlN テンプレートを基板として、NbN をスパッタ法でエピタキシャル成長させた。^{5,6)} NbN 表面を大気に晒さずに AlN を同じくスパッタ法で 400nm 成長させた。AlN の成長温度は 800°C とした。RHEED、XRD、AFM 等で AlN および NbN それぞれの結晶品質を評価した。作製した AlN/NbN/AlN 構造の極性は、KOH ウェットエッチングおよび HAADF-STEM 観察で決定した。

AlN テンプレート基板上に成長温度 800°C で作製した膜厚 25nm の NbN(111)は AlN にコヒーレントに成長していることを確認した。この NbN 上に成長させた AlN はストリーキーな RHEED パターンを示し、ステップアンドテラス構造の表面を有していることを AFM 観察で確認した。作製した AlN/NbN/AlN を KOH でエッチングしたところ、上層の AlN は N 極性に特徴的なピラミッド状のモフォロジーに変化した。また、完全に AlN が除去されている部分では NbN が表面に露出していた。HAADF-STEM 観察からも、NbN 上には N 極性 AlN が成長していることを確認した。以上の結果は、極薄膜 NbN を用いることで、Al 極性 AlN の極性を N 極性に反転できることを示している。

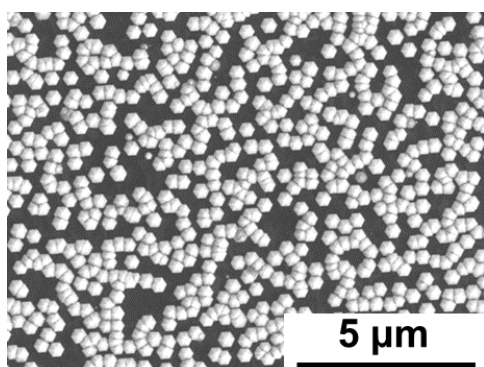


Fig. 1 An SEM image of an AlN/NbN/AlN structure after etching with KOH.

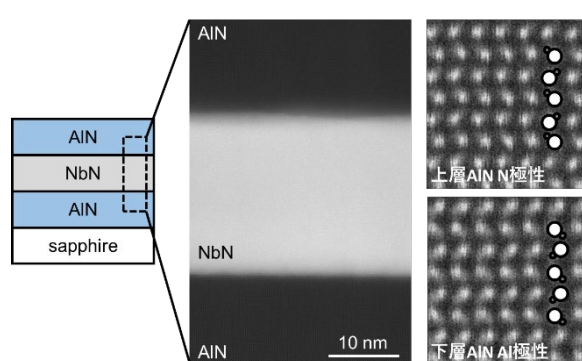


Fig. 2 STEM images for an AlN/NbN/AlN structure.

【参考文献】 1) E. Kirste *et al.*, Appl. Phys. Lett. **102**, 181913 (2013). 2) J. Lemettinen *et al.*, J. Cryst. Growth **487**, 50 (2018). 3) T. Isono *et al.*, Phys. Stat. Solidi B **257**, 1900588 (2020). 4) K. Shojiki *et al.*, J. Crystl. Growth **574**, 126309 (2021). 5) A. Kobayashi *et al.*, Appl. Phys. Express **13**, 061006 (2020). 6) A. Kobayashi *et al.* Appl. Phys. Lett. **117**, 231601 (2020).

【謝辞】 本研究は、科研費基盤研究(B)、池谷科学技術振興財団、日本板硝子材料工学助成会の助成を受けて行われたものである。