

スパッタ法により形成したサファイア上 Si ドープ AlN の電気特性

Electrical properties of Si-doped AlN prepared on sapphire by sputtering

東京大学生産技術研究所¹, 三重大学², JST-ACCEL³,

○櫻井 悠也¹, 上野 耕平¹, 小林 篤¹, 上杉謙次郎², 三宅秀人², 藤岡 洋^{1,3}

Institute of Industrial Science, the University of Tokyo¹, Mie University², JST-ACCEL³,

○Yuya Sakurai¹, Kohei Ueno¹, Atsushi Kobayashi¹, Kenjiro Uesugi², Hideto Miyake², Hiroshi Fujioka^{1,3}

E-mail: ysakurai@iis.u-tokyo.ne.jp

【はじめに】AlNは6eVのバンドギャップを有する直接遷移型半導体であり、深紫外発光素子や高耐圧パワー素子材料として期待されている。これらの素子の作製には不純物添加による伝導性制御技術が必要不可欠である。我々のグループでは、スパッタ法と高温アニールを組み合わせることで、サファイア基板上に高品質なAlN薄膜を形成可能であること、n型ドーパントとしてSiを添加することでn型伝導性制御が可能であることを報告した。[1]しかしながら、そのn型電気伝導性に関しては十分な知見が得られていない。そこで本研究では、スパッタ法により形成したSiドープAlN薄膜の構造的小および電気的特性を詳細に検討した。

【実験】サファイアを出発材料としてスパッタ法によりSiドープAlN薄膜を成長した。一部の試料は、N₂雰囲気中約1700℃での高温アニール処理[2]を用いて作製した。

【結果と考察】図1にはAlNテンプレート上にスパッタ法により成長したAlN薄膜の表面AFM像を示す。原子レベルで平坦かつ均一なステップ構造が観察され、その表面RMS荒さは0.12nmであった。次にスパッタ法により成長したAlN薄膜の残留不純物濃度をSIMSにより評価したところ、水素、炭素、酸素などの不純物原子の濃度が十分に低いことを確認した。さらに、このような薄膜にSiを添加し、電気特性をVan der Pauw法を用いたホール効果測定により評価した。その結果を図2にまとめる。Si添加量に応じて電子濃度は $1.1 \times 10^{14} \sim 3.7 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ の範囲で制御可能であった。またSi添加量の減少とともに電子移動度は単調に増加し、電子濃度 $1.1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ において電子移動度は $100 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ まで増加した。この値はサファイア基板上n型AlNのホール移動度の値としては最大の値である。以上の結果から、スパッタ法は、優れた電気的・構造的性質を持つAlN単結晶薄膜の形成が可能であり、光素子・電子素子作製の手法として有望であることがわかった。

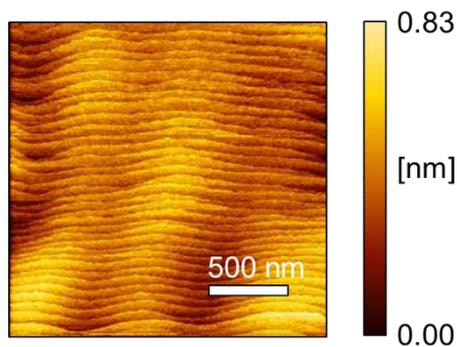


Fig. 1 An AFM surface image of Si-doped AlN grown by sputtering.

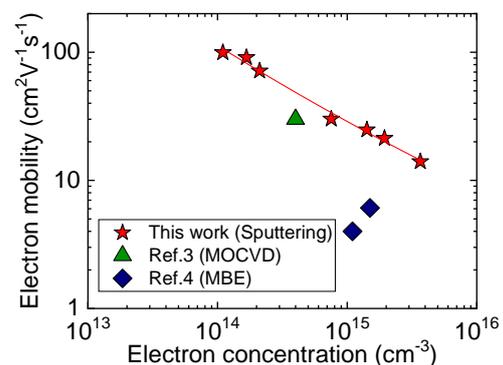


Fig. 2 Electron concentration dependence of mobility for Si-doped AlN on sapphire.

【謝辞】本研究の一部はJSPS科研費JP16H06414/JP16H06415の助成を受けて行われたものである。

参考文献：[1] Y. Sakurai *et al.*, *APL Mater.*, **6**, 111103 (2018). [2] H. Miyake *et al.*, *J. Cryst. Growth*, **456**, 155-159, (2016). [3] S. B. Thapa *et al.*, *J. Cryst. Growth*, **310**, 4939 (2008). [4] S. Contreras *et al.*, *Superlattices Microstruct.*, **98**, 253 (2016).