

スパッタ法による高濃度縮退 n 型 AlGa_{0.97}N 薄膜の成長と評価

Growth and characterization of highly degenerate n-AlGa_{0.97}N grown via sputtering

東京大学生産技術研究所 ○西川祐人, 前田亮太, 上野耕平, 小林篤, 藤岡洋

Institute of Industrial Science, The University of Tokyo

○Yuto Nishikawa, Ryota Maeda, Kohei Ueno, Atsushi Kobayashi, Hiroshi Fujioka

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

【背景】高濃度に縮退した n 型 AlGa_{0.97}N 薄膜成長は、紫外 LED やレーザーダイオード、高耐圧高出力 AlGa_{0.97}N 電子デバイスの低抵抗化に必須な基礎プロセス技術である。しかしながら、バンドギャップの増大とともに補償欠陥形成のエネルギー利得が大きくなるため、 10^{20} cm^{-3} を超えるような高濃度ドーピング制御は困難となることが知られている。我々のグループでは、これまでにパルススパッタ法による高濃度 n 型ドーピング制御を行うと、補償欠陥の導入が抑制され、極めて抵抗率の低い縮退 GaN 薄膜が得られることを報告してきた。本手法を用いると GaN の電子濃度は最大で $5 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ まで制御可能となり、抵抗率の最小値は $0.16 \Omega \text{ cm}$ 程度と極めて小さな値が得られている。[1] このような手法は AlGa_{0.97}N 薄膜の高濃度 n 型ドーピングにも有用であると考え、本研究ではスパッタ法を用いて高濃度 Si ドープ AlGa_{0.97}N 薄膜を成長し、その構造および電気特性を評価した。

【実験方法】結晶成長実験はパルススパッタ堆積装置を用いて実施した。基板にはサファイア上 AlN(0001)テンプレートを用い、Si ドープ AlGa_{0.97}N 薄膜を 300 nm 成長した。作製した薄膜の構造特性評価には XRD、顕微ラマン散乱測定などを用い、また、電気特性評価にはホール効果測定を用いた。

【結果と考察】図 1 には高濃度 Si ドープ AlGa_{0.97}N 薄膜の XRD $2\theta/\omega$ 測定の結果を示す。AlGa_{0.97}N 薄膜の 0002 回折が 34.65° 付近に観測され、ベガード則を仮定すると Al 組成は 7%と求められた。また X 線ロックアップカーブ 0002 回折の半値幅は 217 arcsec と狭く、高濃度ドーピングによる結晶性の劣化はみとめられなかった。このような高濃度 Si ドープ $\text{Al}_{0.07}\text{Ga}_{0.93}\text{N}$ 薄膜について室温ホール効果測定を行ったところ、電子濃度および電子移動度はそれぞれ $2.3 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 、 $75 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ と求められ、強く縮退した n 型薄膜が成長していることが分かった。この薄膜の抵抗率は $3.7 \times 10^{-4} \Omega \text{ cm}$ と、これまでの報告値の中で最も低い値を示しており、パルススパッタ法が高濃度縮退 n 型 AlGa_{0.97}N 薄膜成長手法として極めて有望であることがわかった。

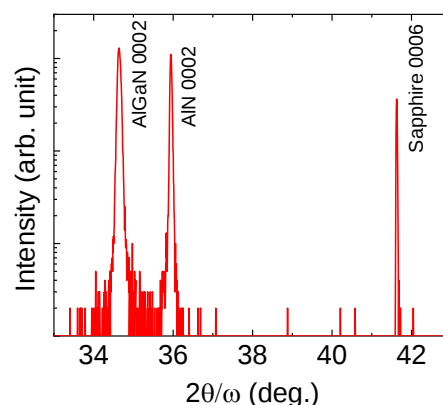


Fig. 1 XRD $2\theta/\omega$ scan of Si-doped AlGa_{0.97}N on AlN/Sapphire template prepared via sputtering

【謝辞】本研究の一部は JST A-STEP(JPMJTR201D) および JSPS 科研費 (JP19K05292) の助成を受けて行われたものである。

【参考文献】 [1] K Ueno *et al.*, APL Materials **5**, 126102 (2017).