

スパッタ法による GaN への不純物添加と素子応用

Intentional doping in GaN via sputtering and its application to nitride devices

上野耕平¹, 森川創一朗¹, 柴原啓太¹, 小林篤¹, 藤岡洋^{1,2}

¹東大生研, ²JST-ACCEL

○Kohei Ueno¹, Soichiro Morikawa¹, Keita, Shibahara¹, Atsushi Kobayashi¹, Hiroshi Fujioka^{1,2}

¹IIS, UTokyo, ²JST-ACCEL

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

GaN への不純物添加は窒化物半導体素子作製の基幹技術のひとつである。一般には、MOCVD エピ成長中の不純物添加やイオン注入が行われているが、これらはいずれも 1000°C を超える高温プロセスであるという制約がある。一方、我々のグループでは、スパッタ法による窒化物半導体の低温エピタキシャル成長手法を開発し、GaN への不純物添加に取り組んできた。本手法を用いると窒化物半導体の結晶成長温度を室温にまで低減可能であり、実用的には 500–700°C の成長温度で GaN の n 型および p 型伝導性を制御できることを明らかにした。[1-5] 図 1 にはスパッタ法を用いて作製した n 型および p 型 GaN のキャリア濃度とキャリア移動度の関係を示す。図からキャリア移動度の最大値は n 型では $1240 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ 、p 型では $34 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ と従来手法に比べても十分に高く、スパッタ法を用いても高品質な GaN 単結晶が得られることがわかる。さらにスパッタ法を用いると、Si や Mg 等の不純物を 10^{20} cm^{-3} を超える高濃度まで結晶品質を保ったまま添加でき、n 型 GaN では、電子濃度 $4 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ において電子移動度は $100 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ と非常に抵抗率の低い薄膜が得られることを明らかにした。このようにスパッタ法は広範囲にわたって不純物濃度を制御可能な低温プロセスであることから、熱的に制約のある素子や高濃度不純物添加の必要なトンネル接合素子等の様々な応用が考えられる。そこで本発表では、スパッタ法による不純物添加技術の素子応用例とその実現可能性について報告する。

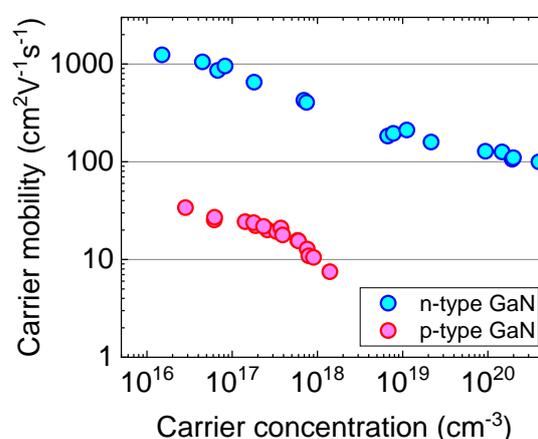


Fig. 1 The relationship between carrier concentration and mobility of n-type and p-type GaN prepared by the sputtering, respectively.

【謝辞】本研究の一部は JSPS 科研費 JP16H06414、JST-ACCEL JPMJAC1405 の助成を受けて行われたものである。

【参考文献】 [1] Y. Arakawa *et al.*, APL Materials **4**, 086103 (2016). [2] Y. Arakawa *et al.*, Appl. Phys. Lett. **110**, 042103 (2017). [3] K. Ueno *et al.*, APL Materials **5**, 126102 (2017). [4] T. Fudetani *et al.*, Appl. Phys. Lett. **114**, 032102 (2019). [5] K. Ueno *et al.*, AIP Advances **9**, 075123 (2019).