

窒化アルミニウムを用いたトランジスタの実現

奥村 宏典

筑波大学 数理物質系 助教

マサチューセッツ工科大学 (MIT) 客員研究員

Email: okumura.hironori.gm@u.tsukuba.ac.jp

2014年ノーベル物理学賞は「高輝度・低消費電力白色光源を可能とした高効率青色LEDの発明」で赤崎教授らが受賞した。青色LEDには窒化ガリウム(GaN)が使われている。GaNは電子デバイスにも応用でき、大きなバンドギャップ(3.4 eV)と絶縁破壊電界(3.3 MV/cm)を活かした高温・高出力素子用材料として期待されている。近年、更なる高出力化を目指し、GaNと同じIII族窒化物半導体で、より大きなバンドギャップ(6.1 eV)と絶縁破壊電界(12 MV/cm)を持つ窒化アルミニウム(AIN)が着目されつつある(図1)。

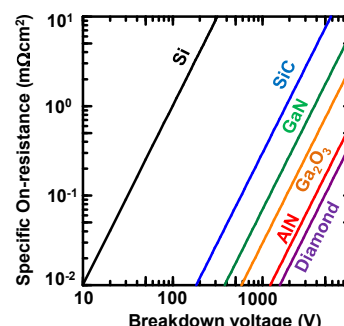


Fig. 1: Relation between specific on-resistance and breakdown voltage of wide band-gap semiconductors.

AINはSiドナーを用いたn型化およびMgアクセプタを用いたp型化が可能であり、AINを用いた素子として、深紫外発光LED[1]やショットキ障壁ダイオード[2]が既に報告されている。しかし、結晶成長温度が非常に高い(> 1200度)ため、高品質AIN層を得るのは容易ではない。AINにおける不純物の活性化エネルギーが非常に高いため(Si: 0.2-0.3 eV, Mg: ~0.6 eV)、電気伝導性を示すAIN層はまだ研究開発段階にある。そのため、AIN層をチャンネルとしたトランジスタ動作の報告例はまだない。

本研究では、イオン注入法を用いてAIN層にSiドーピングを行い、高温熱処理によりイオン注入損傷の回復を試みた。1200度以上の高温熱処理により、電気伝導性を示すAIN層が得られた。イオン注入AIN層をチャンネルとした電界効果トランジスタ(MESFET)を作製したところ、世界で初めてトランジスタ動作に成功した。ドレイン電流はまだ小さいものの、2 kVを超える非常に高い耐圧を示すことが分かった(図2)。

本研究はT. Palacios教授の下で、Aalto大学のS. Suihkonen

博士と共に行われた成果である。点欠陥評価は、上殿明良教授(筑波大学)によってなされた。

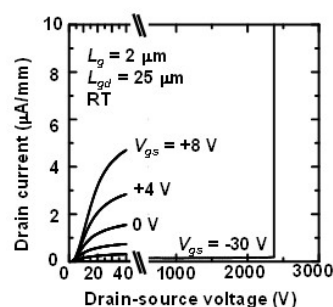


Fig. 2: Three-terminal off-state breakdown voltage as a function of gate-to-drain spacing

[1] Y. Taniyasu, M. Kasu, and T. Makimoto: Nature **441**, 325 (2006).

[2] T. Kinoshita, T. Nagashima, T. Obata, S. Takashima, R. Yamamoto, R. Togashi, Y. Kumagai, R. Schiesser, R. Collazo, A. Koukitu, and Z. Siter: Appl. Phys. Exp. **8**, 061003 (2015).