低濃度 p 型 GaN 縦型ショットキーバリアダイオード構造の作製と評価

Growth and characterization of vertical p-type GaN Schottky barrier diodes 東京大学生産技術研究所 〇上野耕平, 柴原啓太, 小林篤, 藤岡洋 〇Kohei Ueno, Keita Shibahara, Atsushi Kobayashi, Hiroshi Fujioka Institute of Industrial Science, The University of Tokyo E-mail: kueno@iis.u-tokyo.ac.jp

ショットキー特性は素子応用上重要であるにも関わらず、p型 GaN ではその理解が十分に進んでいると は言い難い。例えば、Ni/p型 GaN 界面のショットキー障壁高さ ϕ_B の報告値は 0.49~2.87 eV と大きくばら ついている。[1,2]これは横型 SBD では寄生抵抗が高いこと、また従来の報告では p型 GaN 層の Mg ドー ピング濃度が 10¹⁸ cm³ 以上と高く、良好なショットキー接合が形成できないことに起因していると考えら れる。我々のグループでは、これまでにスパッタ法を用いて、室温の正孔移動度が 30 cm²V⁻¹s⁻¹を超える高 品質な低濃度 p型 GaN ([Mg] =~1×10¹⁷ cm⁻³) の作製が可能であることを報告してきた。[3]そこで本研究 ではスパッタ法により形成した低濃度 p型 GaN を用いて、そのショットキー特性を評価することを目的と した。

図1には作製した縦型 p 型 GaN SBD の素子構造を示す。まず、裏面からオーミックコンタクトを形成す るために n 型 GaN 基板上にスパッタ法を用いて n⁺⁺-GaN([Si]>4×10²⁰ cm⁻³)/p⁺⁺-GaN([Mg]>2×10²⁰ cm⁻³)から なるトンネル接合を形成した。次に膜厚 1 µm の低濃度ドープ p 型 GaN ([Mg] =6×10¹⁶ cm⁻³)を成長した。 裏面には Ti/Al/Ti/Au 電極を、表面にはショットキー電極として Ni/Au を堆積した。

まず図 2 に示す CV 測定の結果から拡散電位は2.09 V であり、室温におけるフェルミレベルを考慮する と ϕ_B =2.31 eV という値が見積もられた。次に電流電圧(*J-V*)特性の温度依存性を評価したところ、600 K にお いても 6 桁以上の高い整流比が得られた。これは n 型 GaN に比べて大きな ϕ_B をもつ p 型 GaN SBD の特徴 といえる。

さらに各温度の順方向 *J-V*特性を熱電子放出モデル: $J = A^*T^2 exp(-\phi_B/k_BT)[exp(q(V - RJ)/nk_BT) - 1]を用いて解析を行った。ここで、A[*]はリチャードソン定数(A[*]=144 Acm⁻²K⁻²)、$ *n*は理想係数である。図3 の結果から、実験値と破線で示すフィッティングはよく一致しており、理想係数は 300 K において*n*= 1.10、また、測定温度の上昇とともに理想係数は小さくなり、600 K において*n*=1.06 という値が得られた。このように理想係数が1 に近い p 型 GaN SBD の報告例はこれまでになく、スパッタ法により成長した低濃度 p 型 GaN と Ni 電極界面の品質が高いことを示している。



【謝辞】本研究の一部は,科研費新学術領域研究「特異構造の結晶科学」の助成を受けた. 【参考文献】[1] K. Shiojima *et al.*, Appl. Phys. Lett. 74, 1936 (1999). [2]Y. J. Lin, Appl. Phys. Lett. 86, 122109 (2005).[3] Y. Arakawa *et al.*, APL Mater. 4, 086103 (2016).