

バルク GaN 表面のナノインデンテーションにおいて塑性変形の引き金となる r 面すべりの転位形成

Dislocation formation of r-plane slip initiating plastic deformation in nano-indentation on bulk GaN surface

○横川俊哉¹、二木佐知²、前川順子²、青木正彦² (1. 山口大工、2. イオンテクノセンター)

○Toshiya Yokogawa¹, Sachi Niki², Junko Maekawa², Masahiko Aoki² (1.Yamaguchi Univ., 2.Ion Technology Center)

E-mail: yokogawa@yamaguchi-u.ac.jp

バルク GaN 基板は低転位密度、高熱伝導、低抵抗のため LED やパワーデバイスへの応用が期待されている。かつて高品質 GaN のナノインデンテーションを行い、塑性変形に伴う転位の発生について報告した[1]。また分子動力学シミュレーションの結果から塑性変形の初期の段階において r 面すべりの転位の形成が関わることを提案した。しかし従来の報告では使用したインデンターの半径も大きく、荷重も大きいため、塑性変形と共に転位の増殖が起こり、r 面すべりとは異なるすべり面の転位も多数発生し、r 面すべりを特定するまでには至らなかった。今回我々は従来より小さな半径 (~100nm) のインデンターを用い、より小さなポップインの荷重を用いることにより、インデンテーションを行い塑性変形初期の r-面すべりの転位発生を確認したので報告する。

ナノインデンテーションはバルク c 面および m 面基板を用いて行った。ポップイン荷重は比較的小さく約 400 μ N であった。図 1 に示すようにバルク c 面 GaN にナノインデンテーションを行い、塑性変形直後の圧痕付近における断面 TEM 観察を行った。c 面から 43° 傾いた方向にピラミダルの r 面すべりの転位線が明らかに確認された。また従来の大きな半径のインデンターで大きなポップイン荷重では見られた 2 次的 3 次的に発生する基底面転位の c 面すべりやプリズムの m すべりは観察されなかった。更なる m 面のナノインデンテーションと詳細な TEM 像の解析からナノインデンテーションにおける塑性変形初期においては、局所的なストレスによって準安定の境界が r 面に沿って形成され、この r 面すべりを引き金に塑性変形が生じると考えられる。

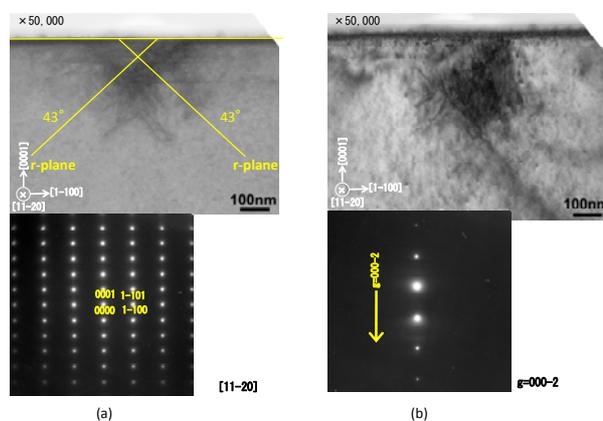


Fig.1 (a) Bright-field TEM image taken under along [11-20] zone axis and (b)TEM image taken under a diffraction condition $g=000-2$ right after pop-in event in c-plane bulk GaN.

参考文献:[1] M. Fujikane, T. Yokogawa, S. Nagao, and R. Nowak, Jpn. J. Appl. Phys. 52, 08JJ01 (2013).