

放射光 X 線散乱による窒化物薄膜成長表面のその場構造解析

In situ structural analysis of nitride growth surface using synchrotron X-ray scattering

量研 佐々木 拓生、高橋 正光 QST Takuo Sasaki, Masamitsu Takahasi

E-mail: sasaki.takuo@qst.go.jp

私たちは窒化ガリウム (GaN) 成長表面がどのような構造をしているのか、その実際の描像を原子レベルで捉えることで、窒化物薄膜成長の基礎学理の構築と、薄膜結晶のさらなる高品質化に向けた成長技術の開発を目指している。とくに分子線エピタキシャル (MBE) 成長中の GaN 表面は、常に液体 Ga によって覆われていることが高品質な薄膜結晶が得られる条件として知られており、液体 Ga が GaN 表面に対してランダムに吸着しているのか、それともある程度の秩序をもっているのか、きわめて興味深い。液体 Ga が GaN 表面上で形成する構造に関しては、これまでも数多くの実験的または第一原理計算をベースとした理論的な研究例があるが[1-4]、GaN 成長中の表面構造を実験によって定量的に捉えた報告はない。私たちは、放射光施設 SPring-8 において表面に敏感な散乱として知られる Crystal Truncation Rod (CTR) 散乱を反射高速電子線回折 (RHEED) と同時にその場測定するシステムを構築し (Fig.1)、液体 Ga が GaN 表面上で秩序構造を形成していく様子をダイナミックに観測することに成功した。そして、GaN(0001)表面上には、2 原子層分に相当する Ga 原子が構造を形成していることを突き止めた。さらに、得られた CTR 散乱強度に対して、構造モデルを仮定したシミュレーションを行い、Ga の格子面間隔、被覆率、デバイワラー因子を定量的に求めた。その結果、再表面の Ga 吸着層は内部の Ga 吸着層よりも面内方向にランダムに分布していることがわかった (Fig.2)。本講演では、GaN(0001)だけでなく、GaN(000-1)においても同その場測定を適用し、液体 Ga が GaN 表面上で形成する秩序構造を解析した結果を報告する。

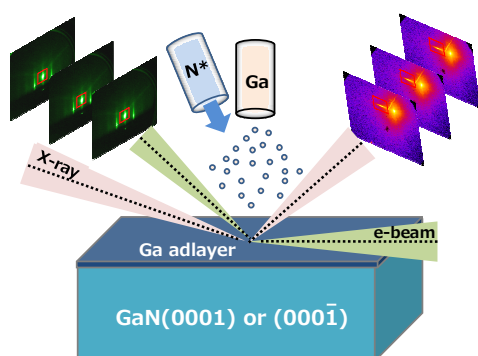


Fig. 1 Schematic of the simultaneous in situ measurement of CTR scattering and RHEED intensities. The RHEED intensity analysis was utilized for correcting measurement times of the CTR scattering intensity, enabling us to obtain its profile along the surface normal direction.

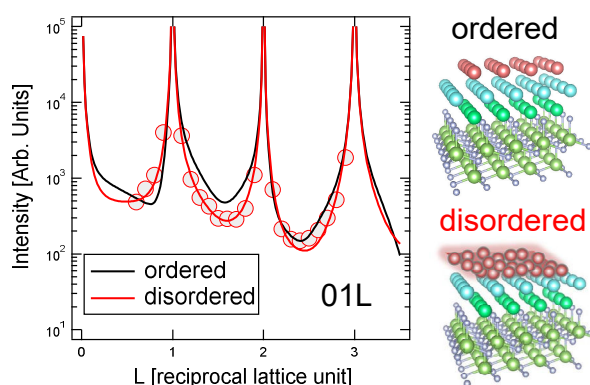


Fig. 2 Comparison of experimental data measured along the surface normal direction (01 L) in Ga-supplied GaN(0001) with fits provided by two structure models. The best fit provided by the “disordered” model, suggested that Ga atoms in top adlayer were non-uniformly distributed.

- [1] A.R. Smith et al., Phys. Rev. Lett. **79**, 3934 (1997). [2] A.R. Smith et al., App. Phys. Lett. **72**, 2114 (1998).
[3] J. E. Northrup et al., Phys. Rev. B **61**, 9932 (2000). [4] G. Koblmüller et al., Phys. Rev. B **69**, 035325 (2004).