

## Ga-bilayer/GaN 表面の X 線 CTR 散乱測定

### X-ray CTR scattering measurements of Ga-bilayer/GaN surface

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

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

エピタキシャル膜の成長フロントとなる表面の原子配置は、結晶品質の良し悪しに影響するため、素子応用の観点からも重要であり、これまでも詳細な理解が望まれてきた。特に、窒化ガリウム (GaN) の分子線エピタキシャル (MBE) 成長では、反射高速電子線回折 (RHEED) や表面脱離元素量の結果から、GaN 表面に 2 原子層ほど液体状に存在する、いわゆる Ga 原子層 (Ga-bilayer) の存在が重要であることが定説となっている [1, 2]。ただし、従来の測定手法では、この Ga-bilayer のような非常に薄い層を調べるには限界があった。特に表面面内方向における Ga-bilayer の原子配置に関しては、Ga 原子がランダムに存在しているのか、それとも液体にも関わらず周期的な構造をしているかは明らかになっていない。

本研究は、三次元結晶からのブラッグ反射に比べて散乱強度は著しく小さいものの、表面構造の違いに顕著な Crystal Truncation Rod (CTR) 散乱測定を、GaN 表面に適用する。CTR 散乱は、表面が存在する二次元結晶からの散乱のことで、逆格子空間内での散乱強度は表面垂直方向 (L 方向) にのびたロッド状となる。GaN 表面上の Ga 原子の場合、表面垂直方向に加えて、面内方向の周期性の情報も含んだ非対称反射 (例えば 10 ロッド) の CTR 散乱を測定することで、Ga 原子の面内方向の構造を推測できる。

実験は放射光施設 SPring-8、ビームライン BL11XU の MBE 装置 - X 線回折計複合システムを用いた。有機金属気相成長法で作製した  $3\mu\text{m-GaN/Al}_2\text{O}_3$  テンプレートに  $650^\circ\text{C}$  に保持し、そこに Ga を  $0.1\text{ML/s}$  で供給した。Ga の供給はクヌーセンセル手前のシャッターの開閉で制御し、80 秒間 (8ML 相当) 供給した。CTR 散乱測定で使用した X 線のエネルギーは  $9.5\text{keV}$ 、ビーム径は  $0.1 \times 0.1\text{ mm}^2$  である。Fig.1 は GaN 表面に Ga を供給した時の RHEED 強度と非対

称(1,0,1.5)における CTR 散乱強度の時間変化である。RHEED 強度は Ga 供給開始とともに減少し、20 秒付近において、Ga-bilayer に相当する矢印で示したショルダーが現れた。一方、CTR 散乱は Ga 供給開始から強度が増加し、20 秒付近では強度が飽和傾向を示している。以上の結果から、少なくとも、GaN 表面に吸着した Ga-bilayer は、面内方向においても周期的に配列している可能性が示された。講演会では対称反射や他の非対称反射の結果も併せて報告し、Ga-bilayer の構造を議論する予定である。

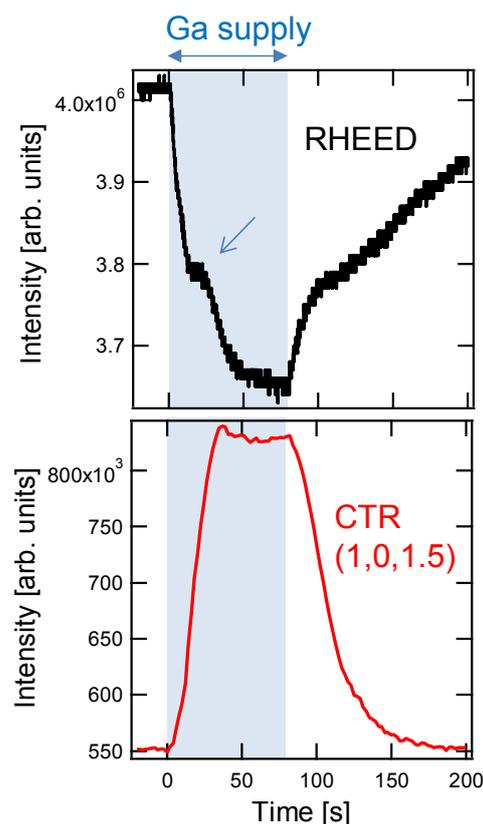


Fig. 1 Evolution of the RHEED intensity and CTR intensity at (1,0,1.5) during the Ga supply on the GaN surface.

[1] G. Koblmüller et al., Phys. Rev. B **69**, 035325 (2004).

[2] O. Brandt et al., Phys. Rev. B **69**, 165326 (2004).