## その場放射光 X 線回折による MBE 成長 GaN の初期成長ひずみ観測

Observation of initial strain in MBE-grown GaN by in situ synchrotron X-ray diffraction

<sup>O</sup>佐々木 拓生<sup>1</sup>、出来 亮太<sup>2</sup>、高橋 正光<sup>1,2</sup>(1.原子力機構、2.兵庫県立大)

<sup>°</sup>Takuo Sasaki<sup>1</sup>, Ryota Deki<sup>2</sup>, Masamitu Takahasi<sup>1,2</sup> (1. JAEA, 2. Univ. Hyogo)

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

窒化ガリウム(GaN)の初期成長ひずみは、結 晶成長メカニズムの理解だけでなく、各種光・電 子デバイスの構造設計のための基本情報となる。 MBE (molecular beam epitaxy)法を用いた GaN 成長の場合、これまでは RHEED (Reflection high-energy electron diffraction)のストリーク間隔 から、面内方向の格子定数を求め、そこから初期 成長ひずみを推測してきた[1]。しかし、従来の その場測定では面内垂直方向の格子定数を求め ることは困難であり、これまでは縦横の格子定数 を正確に求めた報告はない。そこで、本研究は GaN の初期成長ひずみを測定するため、放射光 を用いたその場 X 線回折を実施した。

実験は放射光施設 SPring-8:BL11XU に設置の RF プラズマ援用 MBE 装置と X 線回折(XRD) 計とが一体化したその場測定システムを用いた。 SiC(0001)基板上に GaN を成長温度 650°C、Ga リ ッチ(III/V>1)の条件下で直接成長した。XRD 測定は SiC-103 回折ピークの周りをスキャンした。 測定時間は高輝度放射光 X 線と二次元 X 線検出 器(PILATUS100K)を利用することで、RHEED と 同等 レベルの高速測定(膜厚分解能: 0.5ML/scan)を可能にしている。

 Fig.1 は GaN 成長中の XRD の逆格子マップ

 (RSM) である。GaN の膜厚が 0.8nm 程度から

 GaN-101 回折ピークが確認できる。Fig. 2 は面内

 垂直(ミラー指数 L) および面内(ミラー指数 H)

 方向の格子定数の逆数の変化である。初期成長に

 おける格子定数の変化は面内方向に比べ、面内垂

直方向で著しく、ポアソン比で決まる従来の弾性 変形とは異なる挙動を示すことを見いだした。弾 性ひずみに加えて、結晶中へのアンチサイト欠陥 の取り込みを仮定した静水圧ひずみを考慮する ことで、実験結果を再現できた。このことから、 GaN の初期成長は弾性変形に加え、点欠陥の取 り込みが作用している可能性を示唆した。

Ref. [1] G. Koblmuler et al., Appl. Phys. Lett. 93, 243105 (2008).







Fig. 2 Evolution of index L and H as a function of the film thickness of the GaN. Solid lines are calculation results using a point defect model. Fitting parameters are  $h_e$ (critical thickness) and  $C_o$  (concentration of initial Ga anti-site defects).