

## Renninger Scan 法による GaN 基板の結晶性評価

## — パターン強度分布の X 線波長, 照射面積依存性 —

大鉢忠<sup>1,2\*</sup>, 佐藤祐喜<sup>2</sup>, 竹本菊郎<sup>1</sup>, 羽木良明<sup>3</sup>, 和田元<sup>2</sup>, 吉門進三<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 界面反応成長研究所, <sup>2</sup> 同志社大学理工学部, <sup>3</sup> 住電半導体材料(株)

はじめに JCCG-46<sup>1)</sup>において GaN 基板の(0001)結晶面垂直軸を  $\phi$  軸に回転させる  $\phi$  スキャン(Renninger Scan)<sup>1)</sup> 法による GaN 結晶基板の新たな評価方法を報告した。今回, Renninger Scan パターン強度に関する平行 X 線ビームの光学系条件(波長, 発散角, ビーム径, 受光側のスリットの有無等)とビーム照射面積形状の依存性を調べた。

**実験法** [1] 2 軸傾斜ステージを用いた PANalytical MRD 装置: ポイントフォーカス Cu 管球( $\text{CuK}_{\alpha 1}$  ( $\lambda = 1.54 \text{ \AA}$ ),  $\text{CuK}_{\beta}$  ( $\lambda = 1.39 \text{ \AA}$ )), X 線キャピラリ-レンズ, 受光部 [(1) X 線反射率用  $0.27^\circ$  スリット付き Collimator (平板モノクロメータ付) Xe 比例計数管, (2) X'Celetator(1D-CCD 検出器)], [2] X 線発散角の小さい愛知放射光装置 BL8S1 ビームライン: Rigaku-SmartLab ([BL8S1]9.17 keV ( $\lambda = 1.35 \text{ \AA}$ ) スリット幅/縦  $0.04 \text{ mm} \times$  横  $1.1 \text{ mm}$  または  $0.04 \text{ mm} \times 0.05 \text{ mm}$ ) を使用した。3 種類の X 線波長と 2 種類の発散角を利用し, HVPE 製法で作製された GaN 基板を使用した。P6<sub>3</sub>mc の空間群で  $60^\circ$  ごとの六回回反鏡面对称性を示すため, {0001} 基板の c 軸周りの方位を m 面に垂直方向 ([1-100] 方向) を  $\phi = 0^\circ$  とし,  $\phi = 0^\circ$  中心に  $\pm 60^\circ$  は鏡映対称 ( $A_-$  と  $A_+$ ) を,  $\phi = 30^\circ$  ( $a_1$  軸方向 [2-1-10] 方向) を中心に  $\pm 30^\circ$  は回反回転対称 ( $A_{+L}$  と  $A_{+R}$ ) を示す。  $30^\circ \sim 60^\circ$  ( $A_{+R}$ ) の  $30^\circ$  幅の基本領域とした。

**実験結果** 図1に示す X 線レンズのキャピラリ-レンズを使用するため, ビーム照射面積と形状にかかわらず発散角が同じとなるため照射面積の広がり多重回折ピークの強度を大きくし, ピークの重なりには大きな影響は与えなかった。図2と3は SR 光,  $\text{K}_{\beta}$ ,  $\text{K}_{\alpha 1}$  の波長に対する基本領域のピークの分布様子を示し, 基本領域内のピーク数は波長が長くなるほど少なくなり, SR 光,  $\text{K}_{\beta}$ ,  $\text{K}_{\alpha 1}$  に対して 19, 16, 14 個であった。

**まとめ** Renninger Scan パターン強度は結晶内部の複数結晶面による多重回折のため, 結晶性の評価に有効に利用できる。

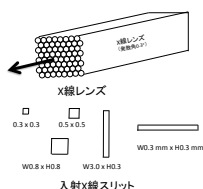


図1 X 線レンズ可変スリットによる照射面積変化

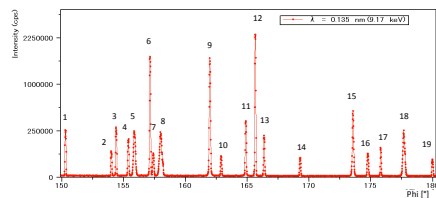


図2  $\phi 30^\circ$  基本領域の SR 光 0001 禁制反射ピーク分布化

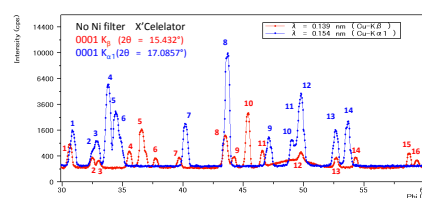


図3  $\phi 30^\circ$  基本領域の  $\text{Cu-K}_{\beta}$  と  $\text{K}_{\alpha 1}$  ビーム 0001 禁制反射のピーク分布化

## 参考文献

- 1) JCCG-46 予稿集 28a-A08(2017)
- 2) J.B Bläsing and A. Krost, phys. stat. sol., (a)201(4), R17-R20 (2004)

謝辞: AichiSR の竹田美和所長, 砥綿真一氏のご協力に感謝いたします。