

ナノビーム X 線回折法による周期溝加工基板上 AlN 厚膜の結晶深さ方向構造解析 In-depth microstructural analysis of an AlN thick film grown on a trench-patterned template using nanobeam X-ray diffraction

阪大院基礎工¹, 三重大地域イノベ², 三重大院工³, JASRI⁴ ○(D1)志田 和己¹, 竹内 正太郎¹,
三宅 秀人^{2,3}, 平松 和政³, 隅谷 和嗣⁴, 今井 康彦⁴, 木村 滋⁴, 酒井 朗¹

Graduate School of Engineering Science, Osaka Univ.¹, Graduate School of Regional Innovation
Studies, Mie Univ.², Graduate School of Engineering, Mie Univ.³, JASRI⁴, ○K. Shida¹,
S. Takeuchi¹, H. Miyake^{2,3}, K. Hiramatsu³, K. Sumitani⁴, Y. Imai⁴, S. Kimura⁴, A. Sakai¹

E-mail: takeuchi@ee.es.osaka-u.ac.jp

【背景】局所的な結晶構造を非破壊かつ定量的に評価できるナノビーム X 線回折法 (nanoXRD) では、その透過能の高さにより結晶深部の情報も取得できる。しかしながら、原理的に深さ方向の結晶情報は平均化されるため、深さ方向に沿う結晶構造の変化までは抽出できない。結晶中に特異構造を有する半導体厚膜等を扱う場合、結晶内部に局所的に形成された特異構造が厚膜全体の結晶特性に及ぼす効果を明らかにするうえで、深さ方向に沿う結晶構造変化を微視的に捉えることが極めて重要である。本報告では、nanoXRD を用いた試料深さ方向の情報抽出法¹を新たに単色 X 線にも適用し、その解析結果について議論する。

【実験方法】図 1 に示す特異構造 (ボイド) を有する周期溝加工基板上 AlN 厚膜に対し、SPRING-8 の BL13XU において nanoXRD による AlN(0002) 対称反射面の位置依存 ω -2 θ マップ測定を行った。プローブサイズ 240 nm × 260 nm の X 線ナノビームを用い、照射位置を 1 μ m 間隔で [1-100] (X) 方向及び [11-20] (Y) 方向に走査して 4 μ m × 9 μ m の領域を測定した。更に、試料表面から任意深さまでの回折 X 線を選択的に抽出するために Pt ワイヤを試料上部に配置した。Pt ワイヤの位置を走査して特定の深さ (表面から 3, 6, 9, 12, 15 μ m) までの回折 X 線を選択的に検出した (図 2)。

【結果】各 Pt ワイヤ走査位置、および各測定点において取得した ω -2 θ マップから、2 θ 軸方向に回折 X 線強度を積分することで ω -profile を抽出した。図 3(a)~(e) は、試料表面から特定深さまでの ω -profile 半値幅の位置依存マップである。図 3 より、溝部 (Y=1, 7) に比べてテラス部 (Y=4, 10) の半値幅が小さいことが分かる。また、表層に近いほど半値幅は減少しており、特に深さ 6, 9 μ m の間ではテラス部の半値幅減少量が大きい。この結果から、Pt ワイヤによる選択的回折 X 線強度検出による結晶深さ情報抽出の有用性が示された。発表当日は実際の欠陥構造との相関を含む詳細な解析結果についても議論する。

【参考文献】1. B. C. Larson *et al.*, *Nature* **415**, 887 (2002).

【謝辞】本研究は、JSPS 科研費 JP16H06423 の助成と、JASRI (課題番号 2016B1156) の承認を得て行われた。

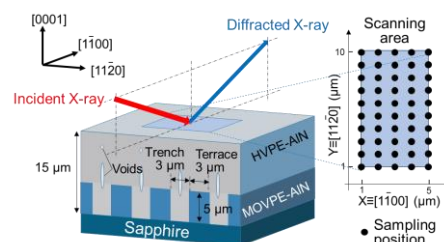
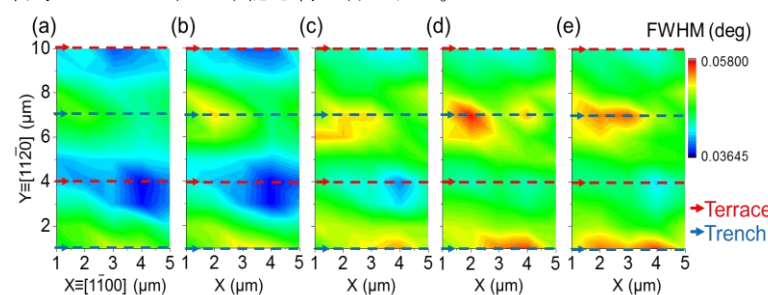


Fig. 1. Diffraction geometry of symmetric AlN 0002 Bragg reflection for position-dependent ω -2 θ map measurement of nanoXRD.

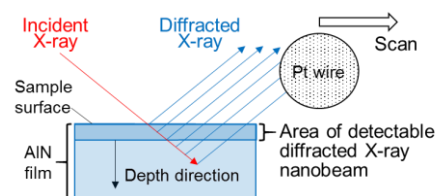


Fig. 2. Schematic overview showing selective detection of the diffracted X-ray-nanobeam by the Pt wire.

Fig. 3. FWHM maps derived from the obtained ω -2 θ maps. Diffracted X-ray was selectively detected in ranging from the surface to (a) 3- μ m, (b) 6- μ m, (c) 9- μ m, (d) 12- μ m and (e) 15- μ m-depth.