

Au 触媒 InGaAs ナノワイヤのその場 XRD/SAXS 測定

In situ XRD/SAXS measurements in Au-catalyzed InGaAs nanowires

原子力機構¹、兵庫県立大² ○佐々木 拓生¹、出来 亮太^{1,2}、仲田 侑加^{1,2}、高橋 正光^{1,2}JAEA¹, Univ. of Hyogo² ○T. Sasaki¹, R. Deki^{1,2}, Y. Nakata^{1,2}, M. Takahashi^{1,2}

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

【背景】VLS (Vapor-Liquid-Solid) 成長機構によって形成される GaAs ナノワイヤはその成長条件によって、閃亜鉛鉱型 (ZB)、ウルツ鉱型 (WZ)、または 4H、6H といった構造多形をとることが知られている[1]。特に分子線エピタキシー (MBE) 法による Au 触媒 GaAs ナノワイヤは成長初期には ZB 構造のみが形成し、その後、WZ 構造が出現することが報告されている[2]。本研究は III-V 族混晶ナノワイヤの構造制御と二次元ヘテロ構造への応用を念頭に、GaAs に少量の In を添加した InGaAs ナノワイヤに着目する。In 添加によるナノワイヤの構造多形および表面モフォロジへの影響を X 線回折 (XRD) と小角 X 線散乱 (SAXS) のその場測定により明らかにする。

【実験方法】放射光施設 SPring-8、BL11XU の MBE-XRD システムを用いて、Au 触媒 InGaAs ナノワイヤ成長中のその場 XRD/SAXS 測定を行った (Fig.1)。GaAs(111)B 基板の上に、触媒となる Au を 1.7nm 堆積した後、In 組成 10% の $\text{In}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{As}$ ナノワイヤを成長した。成長温度は 480°C、成長速度は 0.2ML/sec、V/III 比は 50 程度である。入射 X 線 ($E=10\text{keV}$) の視斜角 μ は 0.1° に固定し、二次元ピクセルアレイ検出器 (PILATUS) によって XRD 強度を、二次元 CCD 検出器によって SAXS 強度をそれぞれ測定した。

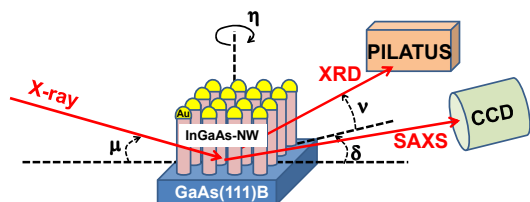


Fig.1 Experimental configuration for *in situ* XRD/SAXS measurements.

【結果・考察】Fig.2 は六方晶座標系における $[1\bar{1}L]$ 逆格子ロッドに沿った XRD 強度である。ここで $L=2$ は GaAs(111)B 基板のブラッグ反射で、立方晶座標系の 002 に対応する。WZ 構造

に対応する $L=1.5$ と 3 の位置にピークが現れたことから、InGaAs ナノワイヤは成長初期から ZB 構造に加えて、WZ 構造もできやすいたことが分かった。Au 触媒 InAs ナノワイヤの場合、GaAs ナノワイヤのような構造多形は起きず、純粋な WZ 構造であることが知られている[3]。このことから、10%程度の少量の In 添加によっても、容易に WZ 構造ができやすくなることが考えられる。この事実はナノワイヤの成長条件だけでなく、In の添加量によっても結晶構造を制御できる可能性を示唆するものである。Fig.3 は Au-Ga-In 液滴の SAXS パターンである。構造多形との相関は検討中であるが、点線で囲った位置の散乱強度に明瞭な変化が見られ、ナノワイヤの成長と共に表面モフォロジの変化が確認できた。

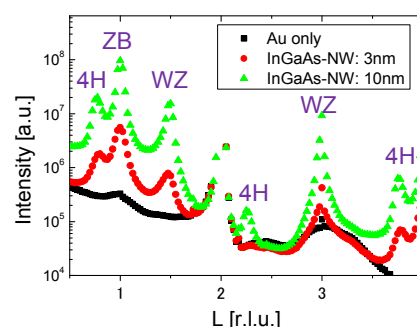


Fig.2 Evolution of XRD intensities during InGaAs NW growth.

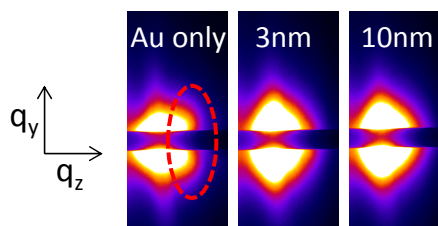


Fig.3 SAXS patterns from Au-Ga-In droplets during InGaAs NW growth.

[1] S. O. Mariager, et al., Nanotechnology **21**, 115603 (2010).

[2] 神津美和ほか、第59回応用物理学関係連合講演会、16p-A8-3 (2012).

[3] K. Takahashi, et al., Jpn. J. Appl. Phys. **5**, 657 (1966).