

ナノビーム X 線回折法による高 Ge 組成 SiGe/組成傾斜 SiGe/Si 積層構造の深さ分解結晶性トモグラフィック評価

Depth-resolved tomographic analysis of high-Ge-content SiGe/compositionally graded SiGe/Si stacked structure using nanobeam X-ray diffraction

阪大院基礎工¹, JASRI² °(D)志田 和己¹, 藤平 哲也¹, 林 侑介¹,
隅谷 和嗣², 今井 康彦², 木村 滋², 酒井 朗¹

Grad. Sch. Eng. Sci., Osaka Univ.¹, JASRI², °Kazuki Shida¹, Tetsuya Tohei¹, Yusuke Hayashi¹,
Kazushi Sumitani², Yasuhiko Imai², Shigeru Kimura², Akira Sakai¹

E-mail: kazukishida131@s.ee.es.osaka-u.ac.jp

【背景】高 Ge 組成 SiGe/組成傾斜 SiGe/Si 積層構造は、次世代 pMOS チャンネル材料である歪 Ge の成膜用ストレッサとして期待されている。高品質な歪 Ge 膜の作製には、その基板となる高 Ge 組成 SiGe 層の欠陥低減が不可欠であり、そのためには Si 基板から組成傾斜層を含む膜全体の結晶構造の変化を深く理解することが重要である。本研究では、大型放射光施設 SPring-8 のナノビーム X 線回折 (nanoXRD) 光学系において近年開発した深さ分解結晶評価手法を改良し、当該 SiGe 積層構造の 3 次元的な結晶性の変化を高精度に取得し調査した結果を報告する。

【実験方法】Si(001)基板上に、Ge 組成を 0~70%で連続的に変化させた組成傾斜 SiGe 層を 4.3 μm 形成し、その上に Ge 組成 70%の高 Ge 組成 SiGe 層を 1.0 μm 成膜した試料を評価した。nanoXRD 光学系に回折ビームプロファイラとして白金線を導入し、これを試料表面に平行に走査しながら計測することで深さ情報の抽出を行った。図 1 に、評価試料及び深さ分解 nanoXRD 計測の回折ジオメトリの模式図を示す。入射 X 線を 560 nm $\times$ 580 nm に集束し、試料表面の 10.5 μm (X) $\times$ 7 μm (Y)の領域についてビーム照射位置と白金線の位置を変えながら、(004)対称反射面の回折強度を取得した。入射・検出角、白金線の半径と位置から幾何学的関係に基づき各深さからの回折強度の情報を正確に算出した[1]。

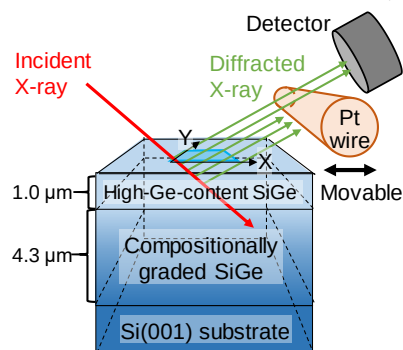


Fig. 1 Schematic diagrams of the sample and diffraction geometry.

【実験結果】図 2(a),(b)は、SiGe 積層構造の格子面傾斜及び間隔の深さ分解トモグラフィックマップを示しており、それぞれ表層から基板までの各深さにおける面内の結晶性の分布を反映している。格子面傾斜のマップは Y 方向に沿った縞状の分布になっており、特定の深さで大きな変化を示していることが分かる。一方、格子面間隔は、深さに対して値が連続的に小さくなっており、組成傾斜構造に対応した変化が捉えられていることが分かる。当日は、欠陥構造等との比較も含めた詳細な深さ分解評価結果を報告する。

参考文献 1. 志田和己 他、19p-E313-3、第 80 回応用物理学会秋季学術講演会 (2019)

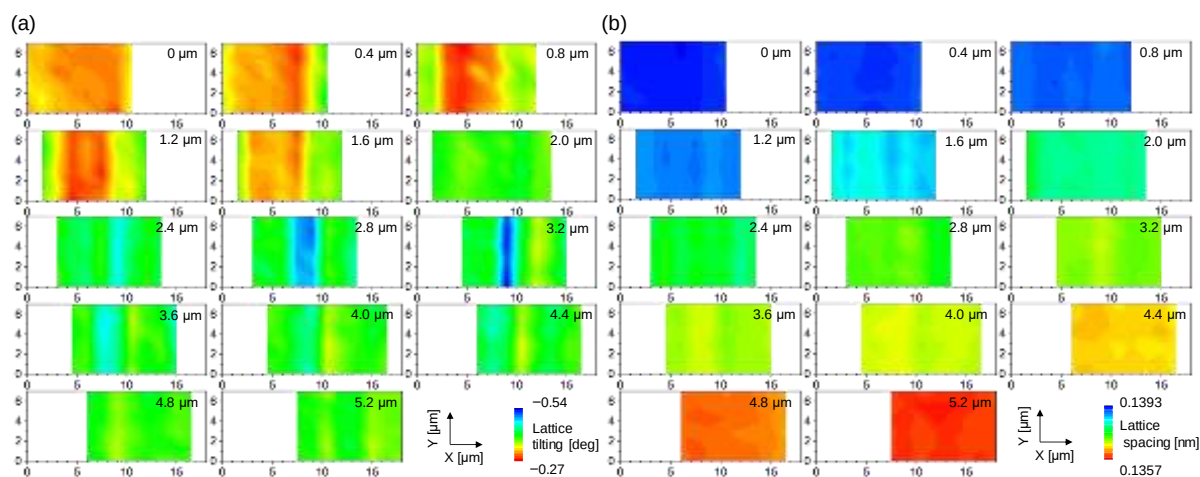


Fig. 2 Tomographic maps of (a) lattice tilting and (b) lattice spacing at several depths (right upper values).