

放射光を用いた X 線回折測定によるメサ構造 GeSn の 3 軸応力評価 Evaluation of Triaxial Strain in Mesa Structure GeSn by X-ray Diffraction using Synchrotron Radiation

須田 耕平^a, 村上 達海^a, 廣沢 一郎^b, 高橋 祐樹^a, 吉岡 和俊^a, 日比野 祐介^a, 小椋 厚志^a
Kohei Suda^a, Tatsumi Murakami^a, Ichiro Hirose^b,
Yuki Takahashi^a, Kazutoshi Yoshioka^a, Yusuke Hibino^a, Atsushi Ogura^a

^a明治大学, ^b(公財)高輝度光科学研究センター
^aMeiji University, ^bJASRI

本研究では、MOSFET のチャネル材料として使用される GeSn の 3 軸方向の応力を BL19B2 の多軸 X 線回折計により評価した。メサ構造の加工サイズによっては、メサ構造 GeSn に印加された応力が緩和することが示唆された。

キーワード： XRD、GeSn、3 軸応力評価

背景と研究目的：

本研究では、Ge 基板上に作製したメサ構造 GeSn における 3 軸方向の応力を評価するために、メサ構造 GeSn の 3 軸方向の格子面間隔を BL19B2 の多軸 X 線回折計により測定した。本研究で扱う GeSn は、Si や Ge に比べて正孔および電子移動度が高いために MOSFET の次世代チャネル材料としての使用が期待されている。しかしながら、MOSFET 作製時の微細加工により、GeSn チャネルに印加された応力は複雑に変化することが予想される。そのため、微細加工が応力に及ぼす影響を明らかにし、GeSn チャネルに印加された応力を適切に制御することが重要となる。

実験：

測定試料はメサ構造 GeSn である。本試料は、まず初めに Ge(001)基板上に Sn 濃度 3.2、2.1、1.3% の GeSn 膜を有機金属化学気相成長法によりエピタキシャル成長させた後に、電子線リソグラフィとドライエッチングによりメサ構造加工を施し作製した。図 1 にメサ構造 GeSn の SEM 観察像を示す。長軸方向の長さは 10 μm で固定し、短軸方向の幅 (W) は 0.1、0.2、0.5、1.0 μm と変化させた。BL19B2 の多軸 X 線回折計において $2\theta/\theta$ 測定を実施し、測定した 004 回折プロファイルから面直方向の格子面間隔を導出した。X 線のエネルギーは 10 keV とした。

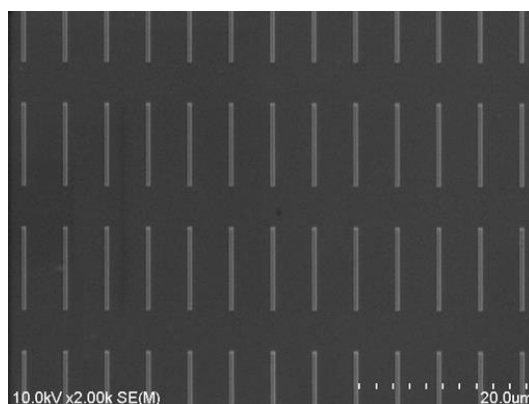


図 1. メサ構造 GeSn の SEM 観察像

結果および考察：

今回は、Sn 濃度 3.2% のメサ構造 GeSn における面直方向の格子面間隔の変化について報告する。図 2 は、 $W = 0.1, 0.2, 0.5, 1.0 \mu\text{m}$ のメサ構造 GeSn および未加工 GeSn における 004 回折プロファイルである。 $W = 0.5, 1.0 \mu\text{m}$ のメサ構造 GeSn においては、 2θ は未加工 GeSn とほぼ同じ値を示している。この結果は、面直方向の格子面間隔に変化がないこと、即ち、面直方向に応力緩和が生じていないことを示唆している。一方で、 $W = 0.2, 0.1 \mu\text{m}$ のメサ構造 GeSn では、 2θ は未加工 GeSn と比べ高角にシフトしている。この結果は、微細加工に伴い面直方向の格子面間隔が狭くなったこと、即ち、GeSn のエピタキシャル成長が緩和したことを示唆している。以上より、微細加工のサイズによっては、メサ構造 GeSn に印加された応力が緩和する可能性が示唆された。

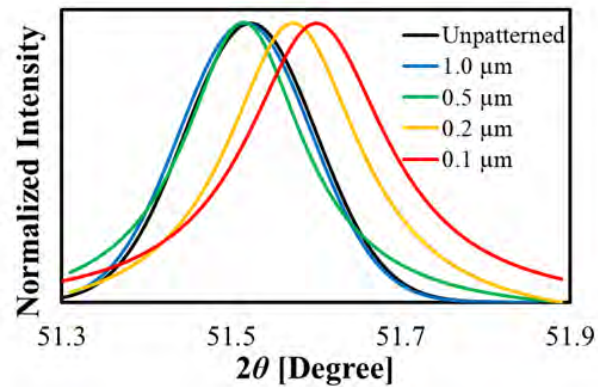


図 2. メサ構造 GeSn および未加工 GeSn における 004 回折プロファイル