

逆格子空間マッピングを用いた $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ メサ構造における歪緩和評価Evaluation of Strain Relaxation in $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ Mesa Structure
Using Reciprocal Space Mapping明治大理工¹、学振特別研究員 DC²、高輝度光科学研究センター³○高橋祐樹¹、横川凌^{1,2}、廣沢一郎³、須田耕平¹、小椋厚志¹Meiji Univ.¹, JSPS Research Fellow², Japan Synchrotron Radiation Research Institute (JASRI)³○Y. Takahashi¹, R. Yokogawa^{1,2}, I. Hirose³, K. Suda¹, and A. Ogura¹

E-mail: ce181044@meiji.ac.jp

背景と目的 : $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ は Si や Ge と比較し、正孔・電子移動度共に高い値を有しており、高移動度の次世代トランジスタ材料として注目されている。また、 $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ には Si と同様に歪技術が有効であると考えられており、更なる電子・正孔移動度の向上が期待される。しかし、 $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ をトランジスタのチャンネル材料として用いる場合、微細加工により歪場が複雑に変化し、チャンネル領域で歪緩和が生じるため、移動度が変化することが懸念される。これまでに我々は、 $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ メサ構造に対し液浸ラマン分光法を用いた面内における異方性 2 軸応力の評価および、放射光 XRD 測定による逆格子空間マッピングを用いた異方性 3 軸歪の評価を行った[1]。今回は多数の同一のメサ構造を測定する放射光 XRD 逆格子空間マッピングをさらに詳細に実施し、メサ構造における歪緩和状態の解明を試みた。

実験 : 試料は Sn 濃度 3.2 及び 1.3% の $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ 膜を (001)Ge 基板上に自作 MOCVD を用いてそれぞれ約 34 及び 45 nm、エピタキシャル成長させた[2]。成膜後、電子線リソグラフィ及びドライエッチングにより Fig. 1 に示すような同一のメサ構造の集合体に加工した。メサ構造における長辺方向の長さ(L)は 10 μm に固定し、短辺方向の幅(W)を 0.1、0.2 及び 0.5 μm に変化させた。なお、メサ構造における長辺は[110]、短辺は[-110]に平行とした。逆格子空間マッピングの測定は、SPRING-8 の BL19B2 に設置された多軸回折装置を用いた。X 線のエネルギーは 10 keV とし、Sn 濃度 3.2% 及び 1.3% において Ge の -115、-117、-337 回折近傍(短辺方向)の測定を行った。

結果 : Fig. 2 は Sn 濃度 3.2%、W=0.5 μm の試料の -337 回折(短辺方向)近傍の逆格子空間マッピングの測定結果である。Fig. 2 において、 $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ メサ構造の明確なピークが面直方向の波数成分 7.711 $\text{\AA}^{-1}$ 、面内方向の波数成分 4.703 $\text{\AA}^{-1}$ に確認でき、Ge 基板の面内方向の波数成分 4.710 $\text{\AA}^{-1}$ と比較し格子緩和が発生していることが明らかとなった。この逆格子マッピングの測定結果より、格子緩和はメサ構造の短軸の 0.5 μm の全域に渡って生じていると考えられ

る。以上の結果は先行研究である SSOI や SiGe/Si において、パターンの両端からそれぞれ 0.1 μm の範囲で応力が大きく緩和しているという報告とは異なることから、 $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ においてはより広い範囲で歪緩和が生じていることが確認された[3,4]。

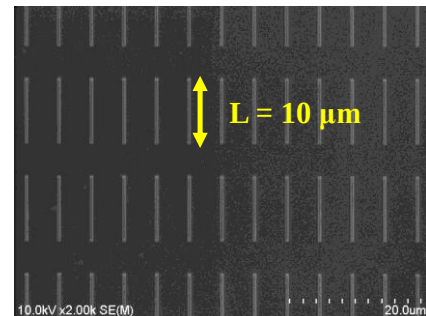


Fig. 1 SEM image of $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ mesa structures (L = 10 μm , W = 0.5 μm)

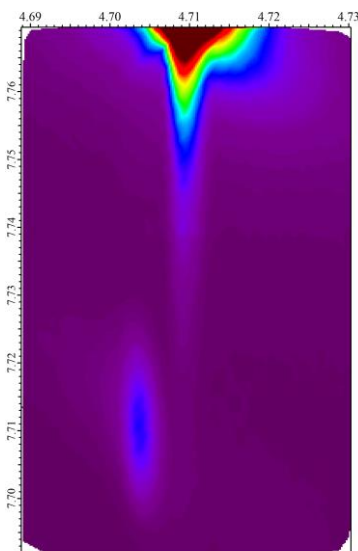


Fig. 2 Reciprocal space mapping of $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ mesa structure

- [1] 高橋他、2018 年春応物 (18p-235-4C).
- [2] K. Suda et al., ECS Trans. 64 (6) 697 (2014).
- [3] M. Tomita, et al., ECS Trans. 53, 207 (2013).
- [4] D. Kosemura, et al., Jpn.J.Appl.Phys.**51**, 02BA03 (2012).