

液浸ラマン分光法を用いた $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ メサ構造における異方性 2 軸応力評価

Evaluation of Anisotropic Biaxial Strain in $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ Mesa Structure by Oil-Immersion Raman Spectroscopy

明治大理工¹、学振特別研究員²

村上 達海¹、武内 一真¹、横川 凌¹、須田 耕平¹、
石原 聖也^{1,2}、小椋 厚志¹

Meiji Univ.¹, JSPS Research Fellow DC²

°T. Murakami¹, K. Takeuchi¹, R. Yokogawa¹, K. Suda¹, S. Ishihara^{1,2} and A. Ogura¹

E-mail: ce51057@meiji.ac.jp

背景と目的 : $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ は光学デバイスだけでなく、電子デバイスとしても注目されている。特に、 $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ をトランジスタのチャネル材料として利用することで、移動度が Ge よりも約 20% 向上したという報告がある[1]。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。しかしながら、チャネル領域の微細化プロセスにおいて、歪場は複雑に変化するため、正確な歪評価が必要である。本研究では、メサ構造のパターンサイズと応力の依存性を、異方性 2 軸応力評価が可能な液浸ラマン分光法を用いて検討した。

実験 : 試料は Sn 濃度 3.2、2.2 および 1.3% の $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ を Ge 基板上にそれぞれ約 17、34 および 30 nm エピタキシャル成長させた後に、電子線リソグラフィ、ドライエッチングによりメサ構造に加工した。この構造での長軸方向の長さ (L) は 5 μm 、短軸方向の幅 (W) は 1.0、0.5、0.2 および 0.1 μm である。液浸ラマン分光法における液浸レンズの開口数、媒質(オイル)の屈折率は 1.4、1.5 とし、励起光源の波長、分光器の焦点距離はそれぞれ 532 nm、2000 mm とした。

結果と考察 : Fig.1 に、LO 活性配置におけるメサ構造 $\text{GeSn}_{0.032}$ のラマンピーク位置を示す。ここで、300 cm^{-1} の Ge 基板ピークで波数校正を行った。結果、 $\text{GeSn}_{0.032}$ のピークは W が減少するにつれて、低波数側に観測された。この振る舞いは、メサ構造の微細化に伴う応力緩和が原因であると考えられる。LO および TO 活性配置によって得られたラマンスペクトルから、我々が前回までに導出したフォノン変形ポテンシャル(PDPs)を用いてメサ構造 $\text{GeSn}_{0.032}$ に印加された 2 軸応力を導出した[2]。Fig.2 にメサ構造 $\text{GeSn}_{0.032}$ における異方性 2 軸応力を示す。W が減少するに従い、短軸方向の応力(σ_{yy})で明確な

緩和が示されており、特に $W = 0.2 \mu\text{m}$ 以下で顕著である。一方、長軸方向の応力(σ_{xx})は約 -0.5 GPa に保たれている。この結果、本研究において $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ メサ構造の明確な一軸性応力緩和が確認された。以上より本提案の手法は、歪 $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ メサ構造の異方性 2 軸応力緩和の評価に有効であることが示された。

本研究の一部は科研費基盤研究 B (24360125) の補助を受けて行われた。

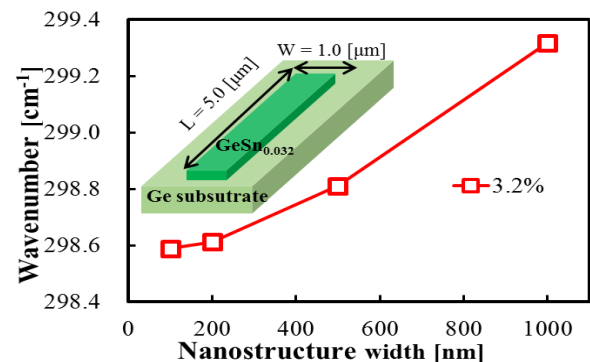


Fig. 1 Raman peaks of patterned $\text{GeSn}_{0.032}$ on Ge substrate with each width

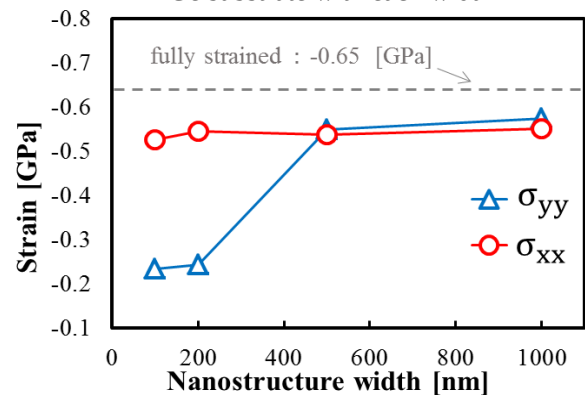


Fig. 2 Biaxial strain in patterned $\text{GeSn}_{0.032}$

[1] S. Gupta *et al.*, IEDM, 398, (2011). [2] 武内他、2016 年春応物 (20p-H112-3)