

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 軸応力のパターンサイズ依存性評価

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

明治大理工¹、学振特別研究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 Fellow²

°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 : $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ は光デバイスだけでなく、電子デバイスへの応用も注目されている。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ため、更なる移動度の向上が期待できる。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。我々はこれまで、メサ構造 $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ における異方性 2 軸応力評価を行い、2 軸応力のパターン幅依存性について報告した[2]。今回は、パターン幅(W)および長さ(L)のを同時に変化させた際の、2 軸応力のパターンサイズ依存性について報告する。

実験 : 試料は Sn 濃度 3.2、2.2 および 1.3% の $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ 膜を Ge 基板上にそれぞれ約 17、34 および 45 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。Fig.1 に Ge 基板上に形成したメサ構造 $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ の概略図を示す。この構造での長軸方向の長さ(L)は 1.0、2.0、3.0 および 5.0 μm 、短軸方向の幅(W)は 0.1、0.2、0.5 および 1.0 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)の屈折率はそれぞれ 1.4、1.5 を使い、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 : メサ構造 $\text{GeSn}_{0.032}$ について $W = 0.2, 0.5$ および 1.0 μm で固定し、それぞれの W において、各パターン長 L に対する短軸方向の応力を Fig.2 に示す。応力緩和の観点から、 W の各大きさによって特徴的な振る舞いが確認できる。 $W = 1.0 \mu\text{m}$ では L の大きさによらず、応力は約 -0.5 GPa を保っている。また、 $W = 0.5$

μm では、 $L = 3.0 \mu\text{m}$ 以下から応力緩和が生じていることが確認できる。一方、 $W = 0.2 \mu\text{m}$ では L の大きさによらず、応力は約 -0.3 GPa を示しており、パターン幅の微細化により、応力緩和が十分に進行していたと考えられる。以上、 L および W の大きさをそれぞれ変化させることで、メサ構造 $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ における応力緩和の振る舞いが異なることが確認された。

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。

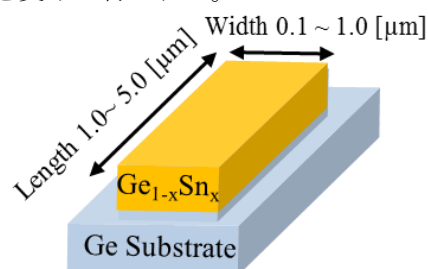


Fig.1

Schematic diagram of patterned $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ on Ge substrate

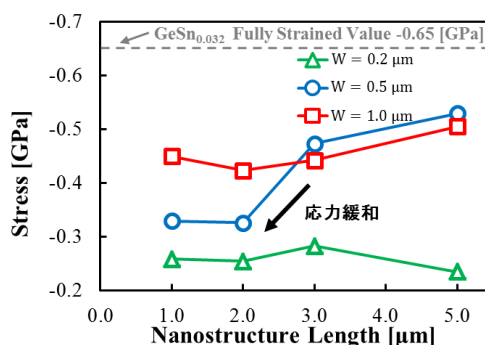


Fig.2

Widthwise direction stress induced in patterned $\text{GeSn}_{0.032}$ as a function of the length size

[1] S. Gupta *et al.*, IEDM, 398, (2011). [2] 村上他、2016 年秋応物 (16a-D61-10)