

高 Ge 組成 SiGe 薄膜の液浸ラマンスペクトルに現れるブロードピークの温度依存性評価

Temperature Dependence of Broad Peaks Derived from Ge-rich SiGe Thin Films

by Oil-Immersion Raman Spectroscopy

○前田 唯葉¹, 横川 凌^{1,2}, 小椋 厚志^{1,2}

(1. 明治大理工, 2. 明治大 MREL)

○Y. Maeda¹, R. Yokogawa^{1,2}, and A. Ogura^{1,2}

(1. Meiji University, 2. MREL)

E-mail: ce231068@meiji.ac.jp

【背景・目的】SiGe は、Si よりも高いキャリア移動度を有し、合金散乱により熱伝導率が低い等の利点から、次世代デバイス材料として期待されている。デバイス応用に向けて、組成や歪、熱特性等の最適化が重要であり、ラマン分光法は、これらの特性評価に有効な測定手法の一つである[1]。先行研究では、液浸ラマン分光法により得られた SiGe 薄膜のラマンスペクトルにおいて、Ge-Ge 振動モードの低波数側に特徴的なブロードピークを観測した[2]。このブロードピークは、表面フォノンに起因し、SiGe の局所領域の物性を反映していると考えられるが[3]、SiGe の熱特性との関係は未だ明らかになっていない。本研究では、液浸ラマン分光法を用い、高 Ge 濃度 SiGe 薄膜のラマンスペクトルに現れるブロードピークの温度依存性を評価した。

【実験】試料は (001)Ge 基板上に、SiGe 膜をエピタキシャル成長させた $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x/\text{Ge}$ ($x=75.0, 85.2, 91.8\%$) を用いた。SiGe 膜は、歪緩和と欠陥の発生を抑制するため、臨界膜厚以下で成長させた。液浸ラマン分光測定には、励起光源に波長 532 nm の可視光レーザー、焦点距離 2,000 mm の分光器を用いた。液浸レンズの開口数およびオイルの屈折率はそれぞれ 1.4、1.5 とした。レーザーパワーは 1 mW から 9 mW まで 2 mW 刻みで変化させ、ブロードピークのレーザーパワー(温度)依存性を評価した。

【結果・考察】Ge 組成が異なる 3 つの試料におけるブロードピークのスペクトルを Fig. 1 に示す。Ge 組成の増加に伴い、ブロードピークの強度は減少し、ブロードピークと Ge-Ge mode のスペクトル強度比は Ge 組成と線形関係を示した。ブロードピークのレーザーパワー依存性を Fig. 2 に示す。レーザーパワーの増加に伴い、光学フォノンモードと同様にブロードピークは低波数側へシフトした。これは、結晶の熱膨張による周波数の低下に起因するものだと考えられる。また、ブロードピークのシフト量は Ge-Ge mode よりも大きいことから、ブロードピークは表面の温度変化に敏感であることを示唆している。以上より、高 Ge 濃度 SiGe 薄膜から得られたラマンスペクトルに現れるブロードピークにおいても、温度依存性を有することが明らかになった。本研究から、液浸ラマン分光法を用い、ブロードピークに着目することにより、複雑なデバイス構造や歪の影響を排除して SiGe 混晶の熱特性評価を実現できると考える。

【謝辞】本研究の一部は科研費(21K14201)の補助を受けたものである。

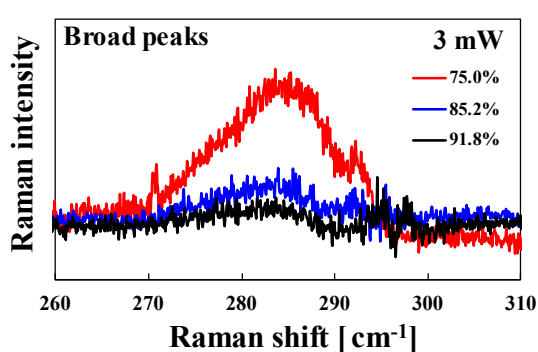


Fig. 1 Broad peaks spectra from three samples with different Ge fractions.

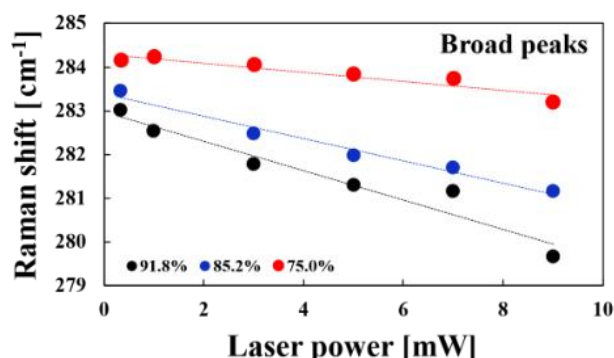


Fig. 2 Laser power dependence of Raman shift for broad peaks.

【参考文献】

- [1] B. Stoib *et al.*, Appl. Phys. Lett. **104**, 161907 (2014).
- [2] D. Kosemura *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **55**, 026602 (2016).
- [3] K. Takeuchi *et al.*, Appl. Phys. Express. **9**, 071301 (2016).