

緩和 GeSn 層を用いた無歪ラマンシフトの導出

Determination of Strain-free Raman Shift from Relaxed GeSn Layer

○小笠原 凱¹、横川 凌^{1,2}、吉岡 和俊¹、志村 洋介^{3,4}Roger Loo⁵、Anurag Vohra^{5,6}、小椋 厚志^{1,2}

(1. 明治大理工、2. 明治大 MREL、3. 静大院工、4. 静大電研、5. imec、6. K. U. Leuven)

○G. Ogasawara¹, R. Yokogawa^{1,2}, K. Yoshioka¹, Y. Shimura^{3,4}, R. Loo⁵, A. Vohra^{5,6} and A. Ogura^{1,2}

(1. Meiji Univ., 2. MREL, 3. Shizuoka Univ., 4. RIE Shizuoka Univ., 5. imec, 6. K. U. Leuven)

E-mail: ce201018@meiji.ac.jp

【背景と目的】GeSn はIV族半導体材料の中でも高いキャリア移動度を有し、合金効果により熱伝導率が顕著に低下することから熱電発電材料に適している。また、熱電発電デバイスを設計するためには電気伝導率や熱伝導率に対して歪が及ぼす影響を理解することが重要となる。歪評価に関してはXRDやEBSP等幾つかの手法が提案されているが、その中でもラマン分光法は非破壊・非接触での評価を可能とし、空間分解能が高いことから盛んに研究されている。ラマン分光法を用いて GeSn の歪量を定量的に評価するためには、GeSn の無歪ラマンシフト ω_0 を高精度に把握する必要がある。しかしながら、GeSn の無歪ラマンシフト ω_0 については様々な値が報告されており未だ不明確なのが現状である。上記背景を鑑み、本研究ではGeバッファ層上に形成した緩和 GeSn 層を用いる事で無歪ラマンシフト ω_0 を精密に導出することを目的とする。

【実験】Si基板上にGeバッファ層をCVD法で1 μ m堆積させた後、GeSn層を同様の手法でエピタキシャル成長させた²⁾。GeSn層のSn濃度はRBS法を用いて9.0%及び11.4%と確認し、厚さはそれぞれ870 nmと980 nmであった。緩和 GeSn 層の格子定数はXRD (特性X線: Cu-K α 1.5418 Å)を用いて測定した。また、ラマン分光測定では波数分解能0.1 cm⁻¹、分光器の焦点距離を2,000 mmとし、励起光源に波長532 nmのレーザーを用いた。

【結果・考察】Fig. 1にGeバッファ層上Sn濃度9%のGeSn層のXRDの結果を示す。Fig. 1よりGeSn層から得られた回折ピークは高角度側にブロードニングを起こしており、Geバッファ層からの応力によって格子が歪んでいる層と歪緩和が生じている層が存在していることを示している。青色のピーク(ピーク位置: 65.1°)より歪緩和が生じているGeSn層の格子定数は5.730 Åと求まった。この数値はヴェガード則を用いた際の無歪GeSn格子定数とほぼ一致しており、XRDから概ね歪緩和していることを確認した。

緩和 GeSn 層より得られたラマンスペクトルをFig. 2に示す。Fig. 2よりGeSnのラマンピークはBulk Geのピークと比べてどちらも低波数側にシフトしており、GeSn層の表面近傍は歪緩和していることから、ラマンスペクトルシフトに歪の影響はなくSn濃度の影響のみによるものだと考えられる。Fig. 2のラマンシフト及びSn濃度から導出した無歪ラマンシフト ω_0 をFig. 3に示す。Fig. 3より、本結果は先行研究^{1,3,4)}より緩やかな傾きとなった。本研究より緩和 GeSn 層を利用することでラマン分光法を用いた試料の歪定量を行うのに十分貢献できると考えている。

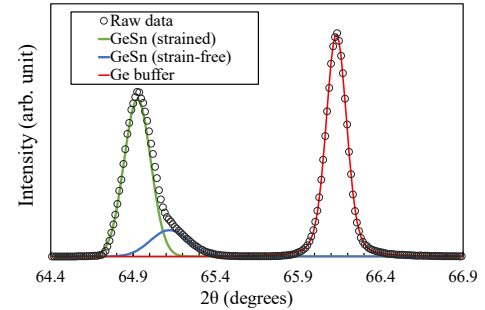


Fig. 1 XRD 2theta/theta scan profile of the relaxed Ge_{0.91}Sn_{0.09}.

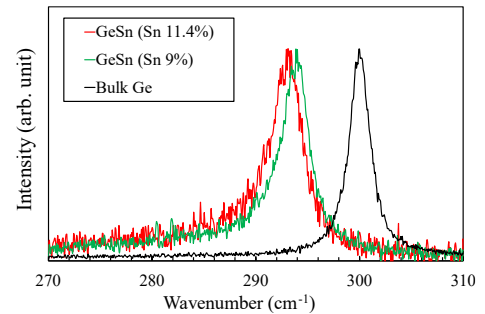


Fig. 2 Raman spectra of relaxed Ge_{1-x}Sn_x and bulk Ge.

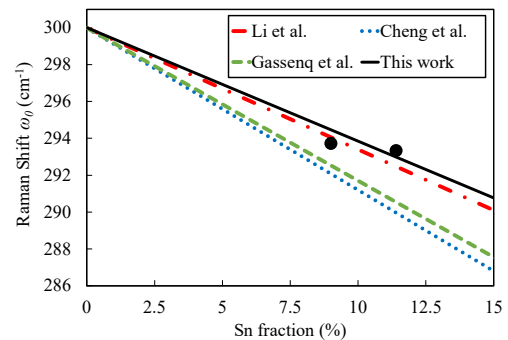


Fig. 3 Sn fraction dependence of the relaxed Raman shift of Ge-Ge mode.

【参考文献】

- [1] A. Gassenq *et al.*, Appl. Phys. Lett. **110**, 112101 (2017).
- [2] R. Loo *et al.*, Semicond. Sci. Technol. **33**, 114010 (2018).
- [3] S.F. Li *et al.*, Appl. Phys. Lett. **84**, 867 (2004).
- [4] R. Cheng *et al.*, ECS J. Solid State Sci. Technol. **2**, 138 (2013).