

表面増強ラマン分光法による歪 SiGe 薄膜の LO/TO フォノン励起

Excitations of LO/TO Phonons in Thin Strained-SiGe Layer Using Surface Enhanced Raman Spectroscopy

明治大理工¹、産総研 GNC²°山本 章太郎¹、小瀬村 大亮¹、シティノルヒダヤー・ビンティ・チェモハマドユソフ¹、
木嶋 隆浩¹、今井 亮佑¹、臼田 宏治²、小椋 厚志¹Meiji Univ.¹, AIST-GNC²,°S. Yamamoto¹, D. Kosemura¹, Siti Norhidayah binti Che Mohd Yusoff¹,T. Kijima¹, R. Imai¹, K. Usuda², and A. Ogura¹

E-mail:ee01165@meiji.ac.jp

背景と目的: Si に比べ、移動度の高い SiGe は次世代チャネル材料として注目されている。SiGe を用いた次世代デバイスの実現には、正確な応力(歪)評価が必要不可欠である。SiGe の応力評価は、フォノン変形ポテンシャルの報告値にばらつきがある事や他材料とのヘテロ接合の影響等の理由で、Si と比べて困難である[1,2]。我々はこれまでに、表面増強ラマン分光法(SERS: surface enhanced Raman spectroscopy)により緩和 SiGe 層上の歪 Si の LO/TO フォノンを励起して、異方性 2 軸応力評価について報告した[3]。また、液浸ラマンにより歪 SiGe の微弱な TO フォノン励起について報告した。本研究では、歪 SiGe に SERS を適用して、より効率的な TO フォノン励起を試みた。

実験: 試料は Ge 濃度約 30% の SiGe を Si 基板上に約 38 nm エピタキシャル成長させたものを用いた。SERS 測定のため試料表面に銀ナノ粒子分散液をスピコートした後、190°C/5min で焼結した。銀の粒径は約 30 nm で、溶媒はウンデカン($C_{11}H_{24}$)とした。SERS 効果を高めるために液浸レンズを用いた。液浸レンズの開口径、媒質の屈折率は、1.4、1.5 とした。また、励起光源の波長、分光器の焦点距離は 532nm、2,000mm とした。

結果と考察: 図 1 に SERS 効果が観測された測定試料の SEM 像を示す。図 2 に銀ナノ粒子をコーティングした試料(w/ SERS)、及び未処理の試料(w/o SERS)で得られたラマンスペクトルを示す。スペクトルは、Si 基板ピークで規格化、および波数校正 (520 cm^{-1}) した。SERS を用いることで明らかな SiGe ピークの強度増強と低波数側へのシフトが確認される。図 3 に w/ SERS のスペクトルから Si 基板ピークを差し引いて得られた SiGe ピークを示す。この結果より、SiGe の SERS 測定において、本来不活性である TO フォノンが効率的に励起される事が明らかとなった。この TO フォノン励起のため w/ SERS における SiGe ピークの低波数シフトが生じたと考えられる。TO/LO フォノン励起により、SiGe 材料においても異方性 2 軸応力評価が可能になる。

本研究の一部は科研費基盤研究 B (24360125) と日本学術振興会の最先端研究開発支援プログラムの補助を受けて行われた。
[1] D. J. Lockwood *et al.*, Phys. Rev. B **45**, 8569 (1992). [2] J. C. Tsang *et al.*, J. Appl. Phys. **75**, 8098 (1994). [3] シティノルヒダヤー他、2013 年春応物 (20a-C9-7)

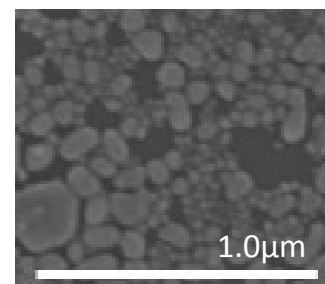


Fig.1 SEM Image of SiGe surface with Ag particles.

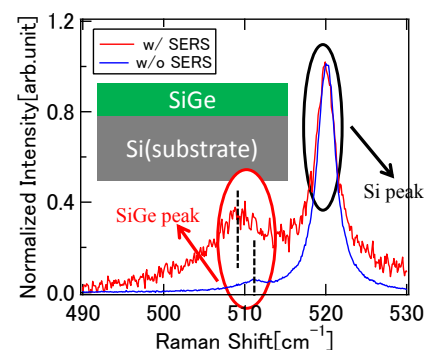


Fig.2 Raman spectra from SiGe on Si substrate under SERS and conventional conditions.

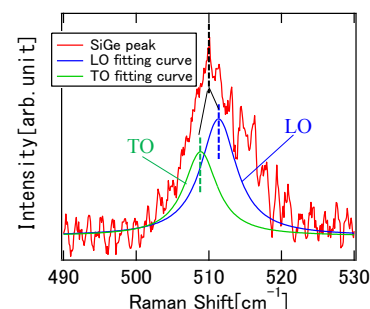


Fig.3 Thin strained-SiGe peak with LO and TO fitting curves obtained under SERS conditions.