

液浸ラマン分光法による選択的イオン注入により作製された一軸歪 SiGe/Si の異方性 2 軸応力評価

Evaluation of Anisotropic Biaxial Stress in Uniaxially Strained-SiGe/Si Substrate Fabricated by Selective Ion Implantation Using Oil-immersion Raman Spectroscopy

明治大理工¹、東京都市大²、学振特別研究員 DC³

○山本 章太郎¹、小瀬村 大亮¹、富田 基裕^{1,3}、武内 一真¹、横川 凌¹、

米倉 瑛介²、澤野 憲太郎²、野平 博司²、小椋 厚志¹

Meiji Univ.¹, Tokyo City Univ.², JSPS Research Fellow DC³

°S. Yamamoto¹, D. Kosemura¹, M. Tomita^{1,3}, K. Takeuchi¹, R. Yokogawa¹, E. Yonekura², K. Sawano²,
H. Nohira², and A. Ogura¹

E-mail: ce41100@meiji.ac.jp

背景と目的：近年、Ge を利用した一軸圧縮歪導入でホール移動度を向上し、CMOS 性能を改善する方法が期待されている。我々は、一軸歪導入を目的に、部分的にイオン注入した Si 基板上へのヘテロエピタキシャル成長による異方性歪緩和を提案している[1]。本研究では液浸ラマン分光法によりイオン未注入領域 SiGe の異方性 2 軸応力を評価したので報告する[2]。

実験：試料は Si 基板にストライプ状に選択的 Ar イオン注入を行い、500 °C で Ge 濃度 28.1% の SiGe を 70 nm エピタキシャル成長した。その後 900 °C、60 min でポストアニールを N₂ 雰囲気で行い、イオン注入領域の圧縮応力緩和を生じさせ、隣接する未注入領域に大きな一軸性歪を誘起させた。イオン注入/未注入領域の幅はそれぞれ、20/2, 10/3, 3/3 μm である。液浸ラマン分光法により SiGe 薄膜の LO/TO フォノンスペクトルを測定した。液浸レンズの開口数、媒質の屈折率は、1.4、1.5 とし、励起光源の波長、分光器の焦点距離は 532 nm、2000 mm とした。

結果と考察：図 1 に 3/3 μm 試料の LO および TO フォノン活性配置で測定して得られたラマンスペクトルを示す。Si 基板のピーク位置 520 cm⁻¹ で波数校正し、このピークを差し引いた。本試料で明確な LO/TO ピーク分離を確認した。これらのラマンピークシフトを異方性 2 軸応力を考慮した式(1)に代入して短軸方向(x)、および長軸方向(y)の応力緩和率を計算した結果を表 1 に示す。結果より、どのパターン幅においても長軸方向応力が短軸に比べて緩和が大きいことが確認された。20/2 μm の試料で最も大きな一軸性の異方性歪が観測された。以上より、液浸ラマン分光法によりイオン未注領域幅の異

なる一軸歪試料において歪の異方性を検出するとともに、強い一軸歪の観測に成功した。

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。

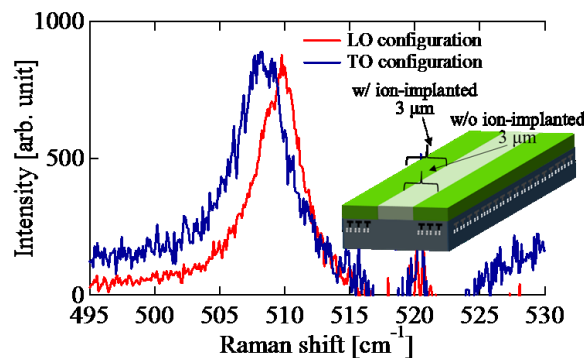


Fig. 1 Raman Spectra of SiGe on Si.

$$\begin{pmatrix} \Delta\omega_{\text{TO}} \\ \Delta\omega_{\text{LO}} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -2.99 & -0.611 \\ -2.41 & -2.41 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \sigma_{xx} \\ \sigma_{yy} \end{pmatrix} \quad (1)$$

Table 1. Results of anisotropic biaxial stress calculation.

Sample	σ_{xx} (exp.)	σ_{yy} (exp.)	Relax (x)	Relax (y)
3/3 μm	-1.52 GPa	-1.28 GPa	16%	29%
10/3 μm	-1.29 GPa	-0.77 GPa	28%	57%
20/2 μm	-1.79 GPa	-0.81 GPa	1%	55%

[1] K. Sawano *et al.*, Appl. Phys. Express **1**, 121401 (2008). [2] D. Kosemura *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **52**, 04CA05 (2013).