

数 nm-CMOS 素子用 2DSi 層の検討 (III) : 量子的閉じ込め効果の異方性

Experimental Study on 2D-Si Layers for Future Several-nm CMOS (III)

神奈川大理, 東京農工大工* ○永田祐介, 中原雄太, 鈴木佑弥, 青木孝, 鮫島俊之*, 水野智久

Kanagawa Univ., Tokyo Univ. Agri. Tech.* ○ Y. Nagata, Y. Nakahara, Y. Suzuki T. Aoki, T. Sameshima*, and T. Mizuno

E-mail: r200804381wg@kanagawa-u.ac.jp

1. 序

超微細 CMOS の実現には, ETSOI 及び FinFET 構造が有望視されている [1]. これらの MOSFET の短チャネル効果を抑制し微細化するには, 二次元(2D)Si 層膜厚 T_s を薄膜化する必要がある. 特に, ETSOI 素子では従来より T_s を $L/3$ で薄膜化する素子設計を行われ (L はチャネル長) [1], その結果, 将来には T_s は Si の格子定数 a (0.357nm) に近づくことが予想される. この極限の膜厚を有する 2D-Si 層において, 我々はフォノン量子的閉じ込め効果[2]などによる物性変調を実証してきた[3]. しかし, 埋め込み酸化膜 (BOX) 下の Si からの光学強度により, 詳細な 2D-Si における閉じ込め効果の観測は不可能であった.

今回, 我々は, BOX 下に Si 基板の無い (100)SOQ(Silicon-on-quartz)基板用いて 2D-Si 層を実現し, フォノン閉じ込め効果の異方性について検討したので報告する.

2. 結果及び討論

2D-Si 層は酸化法によって,(100)SOQ 基板を薄膜化することにより実現した. T_s 値は酸化時間により制御した. 作成した試料の 2D-Si 層の Raman スペクトルを, 励起光の波長が 442 nm (2.8eV) (He-Cd レーザー) を用いて室温で測定した. レーザビーム径は 1 μ m である.

通常の三次元 Si の Raman 強度は, Raman 選択則によって決定される[4].図 1 は,2D-Si 層から得られた 520 cm^{-1} での Raman 強度のレーザー偏光方向依存性の実測及び理論値である. 第一次ラマン散乱機構による 520 cm^{-1} のピーク強度は, 2D-Si においてもラマン選択則がほぼ成立しているのがわかる.

一方図 2 に 2D-Si 層から得られた 490 cm^{-1} での Raman 強度のレーザー偏光方向依存性を示す.実測値は, 理論値からの偏差が大きく, 特にレーザー偏光が[100]方向で顕著である. 従って, 2D-Si 化によるフォノン閉じ込め効果による 520 cm^{-1} より低波数側の Raman 強度では, ラマン選択則の緩和が生じていることが判明した.

一方, フォトルミネッセンス法によるバンドギャップ値の実験結果には, 異方性はないこと

がわかった.

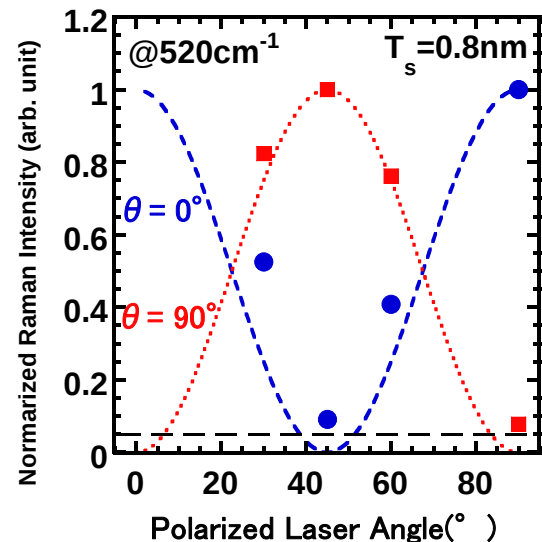


図 1. 520 cm^{-1} における Raman 強度の[011]方向からの入射レーザー偏光角度依存性. 破線は散乱 Raman 偏光角度が 0 度,90 度での強度の理論値である.

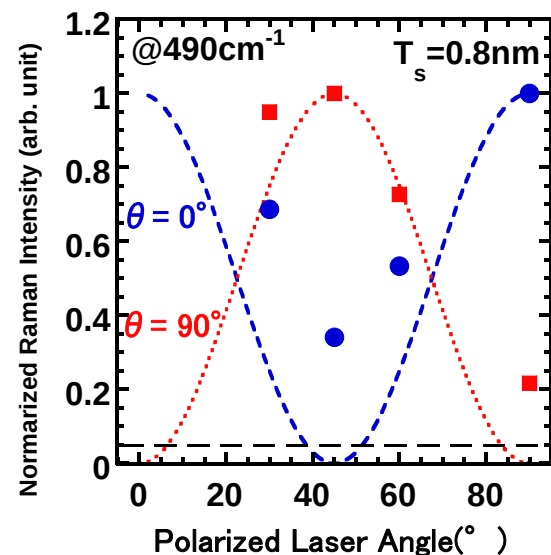


図 2 490 cm^{-1} における Raman 強度の入射レーザー偏光角度依存性.

文献: [1] A.Nazarov, *SOI Materials for Nanoelectron Application*, Springer, 2011. [2] V.Kumar, *Nanosilicon*, Elsevier, 2008. [3] T. Mizuno, *JJAP* 52 (2013) 04CC13. [4] K.Mizoguchi, *JAP*,65, 2585,1989.