19p-A15-1

極薄歪み SOI における UV ラマンスペクトルの厚さ依存性

The Thickness dependence of Ultraviolet Raman Spectra in Extremely Thin Strained SOI

産総研-NeRI ○多田 哲也, 原 未来也、ウラジミール ポボロッチ
NeRI-AIST, ○Tetsuya Tada, Mikiya Hara, Vladimir Poborchii
E-mail: t-tada@aist.go.jp

【序論】

超微細デバイスにおいては、歪み技術を用いた移動度向上が行われており、さらに、短チャンネル効果を抑制するため、厚さ数 nm 以下の薄膜 SOI (Silicon On Insulator)の使用が検討されている。我々は、これまで、極薄 SOI 及び、Si ナノワイヤ(NW)のラマンスペクトルのサイズ効果について報告した[1, 2]。本講演では、歪みが印加された SOI 基板(SSOI)におけるラマンスペクトルの膜厚依存性を測定し、弾性定数の解析を行ったので報告する。

【実験と結果】

使用した試料は、(001) SSOI 基板を用いて作製した。SSOI 基板は、SOITEC 製で、BOX (Buried Oxide)層は、145nm、SSOI 層は 50nm である。硫酸と過酸化水素水の混合液で酸化後、1％のフッ酸水溶液で酸化膜を取り除く作業を繰り返すことにより、さらに、薄膜化した。膜厚は、反射スペクトルを測定することにより評価した。

ラマンスペクトルは、364nm の励起光を用いた顕微ラマン分光装置を用い、後方散乱配置で行った。Si のラマンモードは、一つの縦光学(LO)フォノンモードの信号と、2 つの横光学(TO)フォノンモードからなるが、通常の後方散乱配置では、TO モードは偏光方向の選択則により観測することは出来ない。我々は、Z 偏光素子を用いることにより、LO モードに加えて、TO モードの信号を検出し[3]、SSOI における歪み解析を行った。

図1に LO モードと TO モードのラマンシフト、及びそれらの応力によって誘起されたシフト量の比

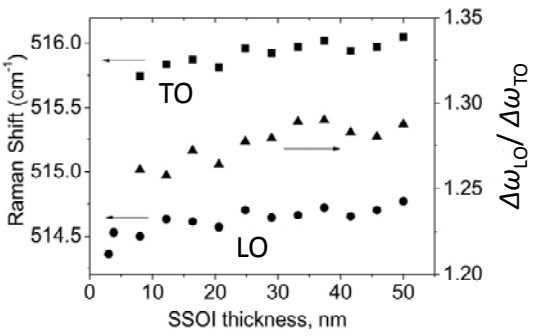

図１　LO モード(●)及び TO モード(■)のラマンシフト、及び、それらの応力によって誘起されたシフト量の比(▲)。

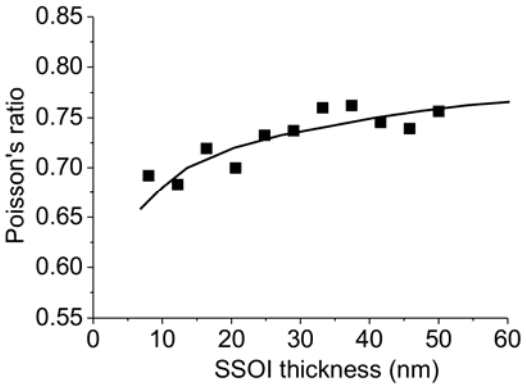

図２　ポアソン比の SSOI の厚さに対する依存性 (■)。実線は、シミュレーション。

($\Delta\omega_{LO}/\Delta\omega_{TO}$)を SSOI の厚さの関数としてプロットした。

$\Delta\omega_{LO}/\Delta\omega_{TO}$ は、等方的 2 軸応力の時、

$$\Delta\omega_{TO} = [p(S_{11} + S_{12}) + q(S_{11} + 3S_{12})]\sigma/2\omega_0 ;$$

$$\Delta\omega_{LO} = [pS_{12} + q(S_{11} + S_{12})]\sigma/\omega_0 ,$$

と表すことが出来る。ここで、p,q は、Si のフォノン変形ポテンシャル、S_{11}, S_{12} は、Si の弾性コンプライアンスである。

ポアソン比は、$-S_{12}/S_{11}$ と書くことが出来るので、図2に、ポアソン比を SSOI の厚さの関数としてプロットしたグラフを示す。厚さが薄くなるほど、ポアソン比が小さくなる傾向が見られる。実線は、semi-continuum atomistic lattice model によるシミュレーション結果で[4]、表面付近で収縮性の格子緩和が起こっていると仮定すると、本実験結果を説明することが出来る。

【謝辞】

本研究の一部は、JST-ALCA の委託を受けて実施した。

[1]多田哲也 他; 2014 年第 61 回応用物理学会春期学術講演会 19a-D9-13.
[2]V. Poborchii, T. Tada, Y. Morita, and T. Kanayama; Appl. Phys. Lett. **103** (2013) 153104.
[3] V. Poborchii, T. Tada, and T. Kanayama; Jpn. J. Apll. Phys. **51** (2012) 078002.
[4] J-H. Zhang, Q.-An Huang1, H. Yu and J. Wang; J. Phys. D: Appl. Phys. **42** (2009) 045409.

© 2014 年　応用物理学会