

課題番号 : F-13-TT-0026
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名 (日本語) : AFM Raman による Si の高空間分解能歪測定
 Program Title (English) : High-spatial resolution measurement of strain in Si by AFM Raman
 利用者名 (日本語) : 小瀬村 大亮
 Username (English) : Daisuke Kosemura
 所属名 (日本語) : 明治大学理工学部電気電子生命学科
 Affiliation (English) : Department of Electronics and Bioinformatics, School of Science and Technology, Meiji University

1. 概要 (Summary)

トランジスタの高性能化のために歪 Si 技術は重要であり、Si に導入された歪の量、およびその分布を理解する必要がある [1]。チップ増強ラマン分光法 (TERS: tip-enhanced Raman spectroscopy) はトランジスタの素子サイズに匹敵する空間分解能を備えるので注目されている [2]。本研究では TERS の半導体応用について検討した。

2. 実験 (Experimental)

TERS 測定を行うためにレニショー社製ラマン装置 (inVia) とブルカー社製 AFM 装置 (Innova) を組み合わせた AFM Raman 装置を用いた。AFM 用 Si 探針に蒸着法で Ag 凹凸膜を形成した。ラマンの励起波長は 532 nm とした。試料は、歪 Si 基板の一つである strained-Si on insulator (SSOI) を用いた [3]。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

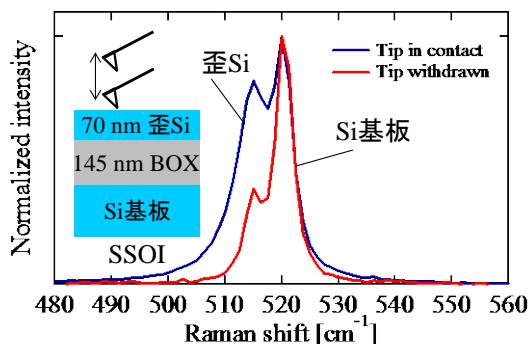


Fig. 1 TERS spectrum from SSOI

Fig. 1 に、金属探針を試料表面に近接させて得られた TERS スペクトルを示す (青線)。比較のために、探針を離して得られたスペクトルも示す (赤線)。TERS スペクトルにおいて最表面の歪 Si ピークの増強が確認できる (TERS 効果)。高い空間分解能を得るためには、TERS スペクトルに含まれるバックグラウンドを抑制する必要があり、これを達成するため偏光ラマンの適用を進めている [4]。

Si 探針に SiO₂ 薄膜を形成することにより、探針の誘電率が変化して大きな TERS 効果が期待される [5]。Fig. 2 に、有限差分時間領域 (FDTD: finite-difference time-domain) 法を用いて計算した金属探針先端にお

ける電場増強効果の SiO₂ 膜厚依存性を示す。SiO₂ 膜厚が厚くなるにつれて電場が増大することが分かる [6]。実験でも同様な傾向が得られ、TERS 測定において重要技術であると考えている。

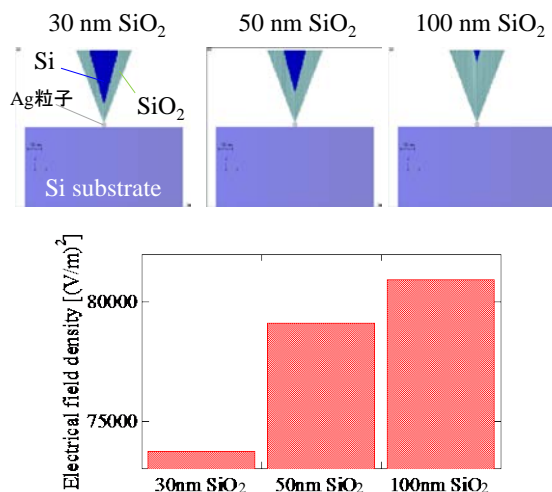


Fig. 2 Calculation of the electrical field enhancement effect on SiO₂ thickness by FDTD

4. その他・特記事項 (Others)

本研究遂行にご尽力頂きました豊田工業大学吉村雅満教授、福原陽亮様、ブルカー (株) 後藤千絵様、川口哲成様、レニショー (株) 神津知己様、三澤真弓様に感謝致します。本研究は科学技術振興機構の研究成果最適展開支援プログラム (A-STEP) の助成を受けて行われました。

[1] D. Kosemura *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* **47**, 2538 (2008). [2] N. Hayazawa *et al.*, *J. Raman Spectrosc.* **43**, 1177 (2012). [3] A. Ogura *et al.*, *Solid-State Electronics* **52**, 1845 (2008). [4] M. Motohashi *et al.*, *J. Appl. Phys.* **103**, 034309 (2008). [5] A. Taguchi *et al.*, *Optics Express* **17**, 6509 (2009). [6] 福原陽亮他、春季応用物理学会、平成 26 年 3 月 18 日

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) 小瀬村大亮、富田基裕、シティノルヒダヤー・ピンティ・チェモハマドユソフ、後藤千絵、川口哲成、三澤真弓、小椋厚志、春季応用物理学会、平成 26 年 3 月 19 日

6. 関連特許 (Patent)

なし