

チップ増強ラマン分光法による歪 Si 評価

Evaluation of strain in Si using tip-enhanced Raman spectroscopy

明治大理工¹、ブルカーAXS²、学振特別研究員 DC³°小瀬村 大亮¹、富田 基裕^{1,3}、シティノルヒダヤー・ビンティ・チェモハマドユソフ¹、
後藤 千絵²、川口 哲成²、三澤 真弓²、小椋 厚志¹Meiji Univ.¹, Bruker AXS², JSPS Research Fellow DC³°D. Kosemura¹, M. Tomita^{1,3}, Siti Norhidayah binti Che Mohd Yusoff¹,
T. Goto², T. Kawaguchi², M. Misawa², and A. Ogura¹

E-mail: d_kose@isc.meiji.ac.jp

背景と目的: 半導体微細素子の物性評価として近年チップ増強ラマン分光法 (TERS: tip-enhanced Raman spectroscopy) が有力候補として注目を集めている[1]。TERSを用いることにより、光の回折限界を打ち破り、素子サイズを下回る空間分解能で測定可能となる。従来TERS技術の場合、半導体のTERS信号が遠方場により励起されたラマン信号 (バックグラウンド信号) に埋もれてしまうという問題がある[2]。本研究では、TERSの半導体応用の実現化について検討した。特に、我々がこれまでに進めてきた偏光ラマン[3]の技術を適用することにより、バックグラウンド信号を除去して所望の領域からの信号を効率的に取得する技術について検討した。

実験: AFM (Bruker Innova)、およびラマン分光法 (Renishaw Invia) を組み合わせることにより TERS 測定が可能となる。AFM の Si 探針先端に金属 (Au, Ag) を蒸着法により堆積した。Strained-Si on insulator (SSOI)基板を測定試料とした。“チップ増強テンソル法”を用いて TERS 測定における偏光依存性を計算し[4]、TERS 信号を効率的に取得可能な測定条件について検討した。

結果と考察: 図 1 に Ag 凹凸膜をコーティングした Si 探針の SEM 像を示す。探針の先端まで Ag がコーティングされている。金属蒸着探針の先端に光照射して生じる近接場を利用するためには、AFM 観察において、探針先端と試料表面を可能な限り近接させることが重要となる。このような条件の下で測定して得られた TERS スペクトルを図 2 に示す (比較のため探針を試料から離して得られたスペクトルも示す)。Si 基板に対する歪 Si 層のラマン強度比が増大している。このスペクトルから TERS 信号のみを抽出するために、バックグラウンド信号を抑制する必要がある。図 3 に、近接場、および遠方場により励起されたラマン強度の入射偏光方位角依存性の計算結果を示す。入射面方向、入射角度、および散乱側の偏光は、それぞれ [110], 70°, および s 偏光とした。入射が p 偏光のとき、バックグラウンド信号を抑制して効率的に TERS 信号が取得可能なことを示している。

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-SETP) の助成を受けて行われた。

[1] S. Kawata and V. M. Shalae (ed.) *Advanced in NANO-OPTICS and*

NANO-PHOTONICS, Tip Enhancement, Elsevier, the United Kingdom, 2007. [2] D. Mehtani *et al.*, **36**, 1068 (2005). [3] 小瀬村他、2013 年秋応物 (20a-C9-12) [4] R. Ossikovski *et al.* *Phys. Rev. B* **75**, 045412 (2007).

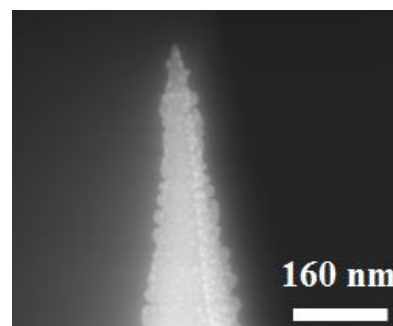


Fig. 1 SEM image of Ag-coated tip apex.

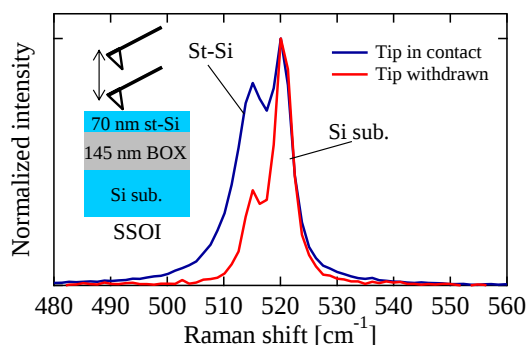


Fig. 2 Raman spectra with tip in contact and tip withdrawn.

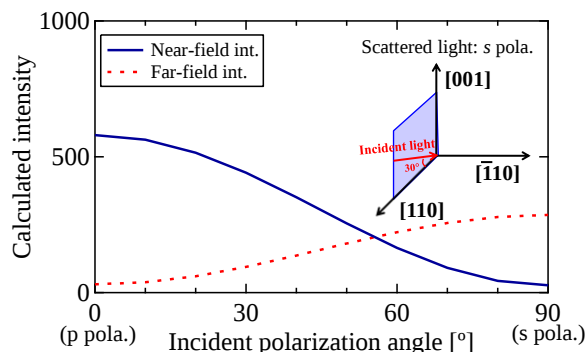


Fig. 3 Calculations of polarization properties for TERS and far-field signals under a changing incident polarization from p to s in oblique-incident configurations.