19p-B4-10

表面プラズモン共鳴を用いたラマン分光法による Si 微小領域の異方性二軸応力評価

Evaluation of Anisotropic Biaxial Stress in Si Nano Area by Raman Spectroscopy Using Surface Plasmon Resonance

明治大学　○岩崎 竜平，永田 晃基，富田 基裕，小瀬村 大亮，小椋 厚志

Meiji Univ.　°Ryuhei Iwasaki, Kohki Nagata, Motohiro Tomita, Daisuke Kosemura, and Atsushi Ogura

E-mail: ce21009@meiji.ac.jp

【はじめに】近年の半導体デバイスにおいて、Si に応力を印加することにより、キャリア移動度を向上する技術が用いられている。しかし、微細なデバイスに印加されている応力の方向や大きさを詳しく測定することは難しいのが現状である。我々はこれまでに表面増強ラマン散乱(SERS)を用いて、歪 Si 基板の二軸応力評価を行った[1]。本研究では、同手法により微細領域に印加された Si の異方性二軸応力を評価した。

【実験】Si 基板上に種々ライン＆スペースパターンに加工した SiN 膜を形成して、ローカル歪試料とした。SERS 効果を得るために、試料表面上に銀粒子を蒸着した。銀の蒸着は、圧力 1.0×10^{-3} Pa、平均蒸着レート 1.0 Å/s で行い、粒径は約 30 nm 程度とした。ラマン分光測定は、Nd:YAG レーザー(532 nm)を励起光源として、油浸レンズ(NA 1.4)を利用した。得られた結果を、有限要素法(FEM)を用いたシミュレーションと比較した。また、同様の手法により配線とゲート電極を除去した実デバイスのチャネルの評価を行った。

【結果】スペース幅 50 nm より得られた LO、および TO 活性配置におけるラマンスペクトルを Fig.1(a),(b)にそれぞれ示す。(a),(b)共に無歪 Si のスペクトル(ref_Si)と比較すると、高波数側に歪 Si のピーク(橙円)があることが分かる。フィッティングによりピークを分離した結果、無歪 Si ピークからのシフト量はそれぞれ 3.11 cm^{-1}、2.84 cm^{-1} であった。このシフトを(001)面内の異方性二軸応力とラマンシフトとの関係式[2]、

$$\Delta\omega_{LO} = -2.30\times\sigma_{xx} - 2.30\times\sigma_{yy}$$

$$\Delta\omega_{TO} = -2.88\times\sigma_{xx} - 0.54\times\sigma_{yy}$$

に代入し計算すると、σ_{xx} は−0.90 GPa、σ_{yy} は−0.45 GPa という異方性二軸圧縮応力値が確認された。この傾向は、FEM シミュレーションで得られた結果と、良い一致を示した。

【謝辞】本研究の一部は半導体理工学研究センター(STARC)の援助のもと実施された。

[1] H. Hashiguchi, *et al.*, Jpn. Appl. Phys., **101**, 172101 (2012).

[2] D. Kosemura, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., **51**, 02BA03 (2012).

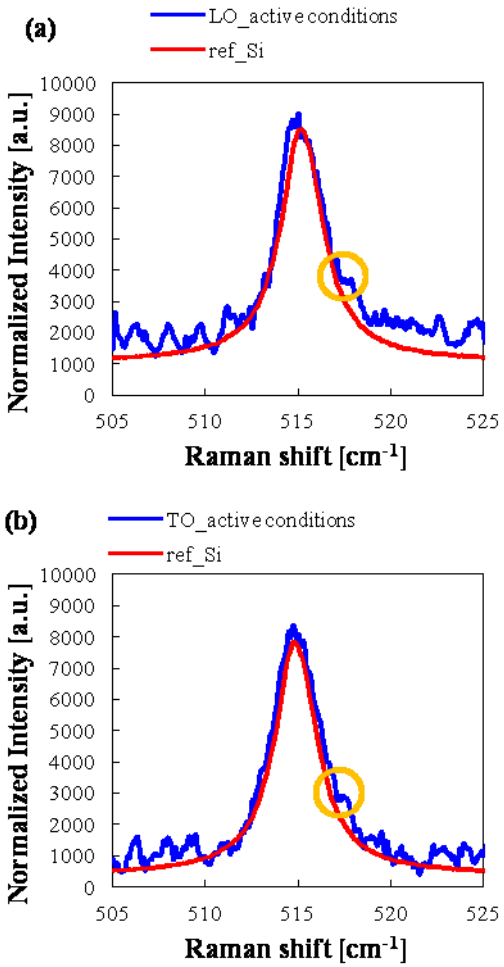

Fig.1 Raman spectra from locally strained Si with a width of 50 nm obtained by SERS in (a) LO and (b) TO active conditions. Raman spectrum of stress-free Si is also shown.

© 2013 年　応用物理学会