18p-E14-11

表面増強ラマン散乱を用いた
歪 Si 異方性二軸応力のパターンサイズ依存測定

Pattern Size Dependence of Anisotropic Biaxial Stresses in Strained Si Using Surface Enhanced Raman Scattering

明治大学　°岩崎 竜平，永田 晃基，小瀬村 大亮，小椋 厚志

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

E-mail: ce21009@meiji.ac.jp

【はじめに】近年の集積回路は、微細化に加えてポストスケーリング技術と呼ばれる様々な技術の開発により、さらなる高性能化を進めている。歪 Si 技術はその中でも最も重要な技術の一つであり、キャリア移動度を向上させることにより半導体デバイスの性能向上に寄与している。しかしより微細に、複雑に形成されるようになった電界効果トランジスタなどのチャネル領域に印加されている応力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)により、SiN を歪印加膜として用いたパターン試料の異方性二軸応力の評価を行ってきた。本研究ではさらに、異方性二軸応力のパターンサイズ依存を評価した。

【実験】Si 基板上に歪印加膜である SiN を堆積させ、リソグラフィによりスペース幅を 5.0～0.6 μm で変化させたライン&スペースパターンを形成した試料を用いた。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。また、一軸応力評価との比較のために、同試料を UV レーザー(355 nm)にて測定した。

【結果】LO および TO 活性配置におけるラマンピークシフトとパターンサイズとの関係性を Fig.1 に示す。これにより、パターンサイズの縮小に伴い LO および TO 活性配置におけるラマンピークシフトは大きくなることがわかった。このシフト値を(001)面内の異方性二軸応力とラマンシフトとの関係式[1]、

$$\begin{pmatrix} \Delta\omega_{TO} \\ \Delta\omega_{LO} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -2.88 & -0.54 \\ -2.30 & -2.30 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \sigma_{xx} \\ \sigma_{yy} \end{pmatrix}$$

に代入し計算した結果を Fig.2 に示す。パターンを横切る方向であるσ_{xx} は、パターンサイズの縮小に伴い大きくなる結果であった。これは応力の重畳によるものである。この重畳は UV レーザー（355 nm）での一軸測定においても観測された。一方、ラインに沿う方向であるσ_{yy}は、応力の重畳が発生せず、パターンサイズの変化による応力の変化は小さいことが分かった。

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

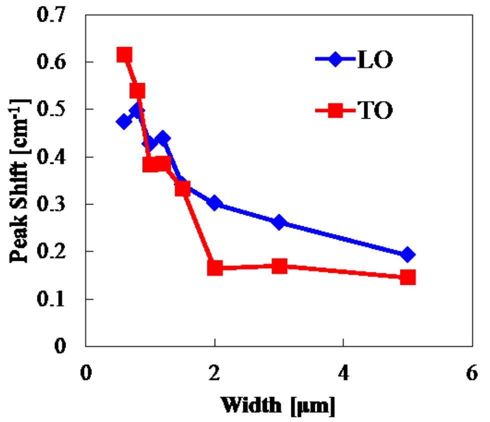

Fig.1 LO and TO Raman peak shift for the line-and-space pattern sample with the space width from 5.0 to 0.6 μm obtained by SERS measurements.

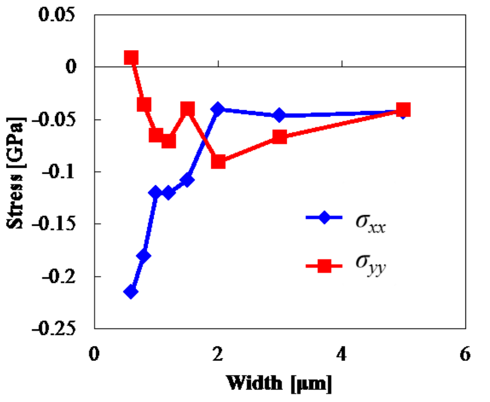

Fig.2 The biaxial stresses as a function of the space width.

© 2014 年　応用物理学会