EBSP 法を用いた微細な全 Ge 濃度域における歪 SiGe メサ構造に生じる応力緩和分布の評価

Evaluation of Stress Relaxation Profile in Entire-Ge-Concentration-Range Strained SiGe Nanostructures on Si or Ge Substrate by EBSP

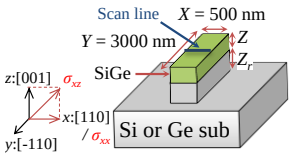
明治大学理工学部 [1]、学振特別研究員 DC[2]、産総研 連携研究体ｸﾞﾘｰﾝ・ﾅﾉｴﾚｸﾄﾛﾆｸｽｾﾝﾀｰ(GNC)[3]
○富田 基裕 [1,2]、小瀬村 大亮 [1]、臼田 宏治 [3]、小椋 厚志 [1]
Meiji Univ.[1], JSPS Research Fellow DC[2], Collaborative Research Team Green Nanoelectronics Center (GNC), AIST[3], ○Motohiro Tomita[1,2], Daisuke Kosemura[1], Koji Usuda[3], and Atsushi Ogura[1]
E-mail: mot_tom@meiji.ac.jp

【はじめに】歪 SiGe はポストスケーリング技術における次世代チャネル材料候補であり、次世代トランジスタへの応用が期待されている。しかしながら、グローバル歪 SiGe 層をチャネルとする微細トランジスタでは、微細化が進むにつれて歪層の応力緩和が不可避となり、応力緩和の高空間分解能評価が重要となる。以前の報告では Ge 濃度 30%および 76%の SiGe メサ構造について電子線後方散乱パターン(EBSP)法および有限要素法(FEM)を用いて、微細加工を施した歪 SiGe 層の応力緩和分布を評価し、応力緩和率の分布が Ge 濃度に依存しないことを、計算と測定の両面から示唆した。今回は前回の結果に Ge 濃度 15%および 85%の SiGe メサ構造の評価結果を加えて応力緩和の Ge 濃度依存性について考察を行った。

【実験】Si基板上にGe濃度15%, 30%の低Ge濃度SiGe層を持つ試料およびGe基板上にGe濃度76%, 85%の高Ge濃度SiGe層を持つ試料を用いた。SiGe層の膜厚Zはそれぞれ33, 38, 35, 76 nmである。この試料に対し、電子線リソグラフィ、および反応性イオンエッチングにより微細なメサ構造を作成した。本研究で用いた構造はX = 500 nm、Y = 3 μmの長方形構造である。なお本試料は基板も一部エッチングしたリセス構造を成しており、リセス高さZ_rはGe濃度76%は約30 nm、その他の試料は約70 nmである。Fig. 1に本研究で用いた試料構造を示す。

【結果】Fig. 2 に EBSP によって評価した、Ge 濃度 15%, 30%, 76%, 85%の SiGe メサ構造内の σ_{xx} 応力：短軸方向応力の分布を示す。Ge 濃度に関わらず、パターン中央の応力緩和は弱く、エッジに向かってより緩和が強くなる分布を得られた。また、Ge 濃度 15%の試料を除いて、メサ構造の両エッジにおける σ_{xx} 圧縮応力が絶対値で約 0.4 GPa に緩和していることを確認した。Fig. 3 に Fig. 2 の結果を応力緩和率に換算した緩和率分布を示す。パターン中央における応力緩和率は、Si 基板上 SiGe 試料と Ge 基板上 SiGe 試料の組み合わせでほぼ一致している。今回、Ge 濃度の全組成に渡って評価を行い、SiGe メサ構造に発生する定性的な応力緩和の傾向が把握できた。また、FEM の計算結果と合わせることで全 Ge 濃度における緩和の全体像の把握も可能であると考える。

本研究の一部は、科研費基盤研究B (24360125)および最先端研究開発支援プログラムにより補助を受けたものである。



x	15%	30%	76%	85%
Z	33 nm	38 nm	35 nm	76 nm
Zr	30 nm		70 nm	30 nm
Sub	Si		Ge	

Fig. 1 Bird's-eye view and coordinate system of the strained SiGe on Si substrate sample.

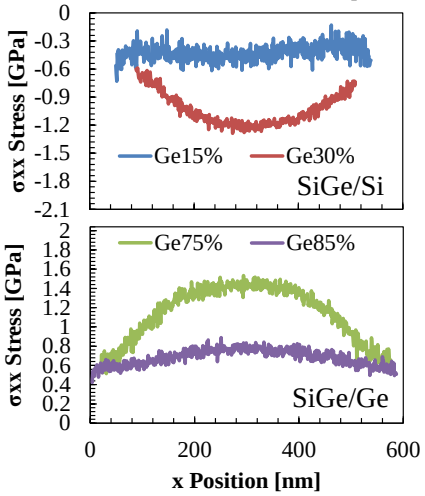


Fig. 2 σ_{xx} stress profiles for $Si_{1-x}Ge_x$ fine structures.

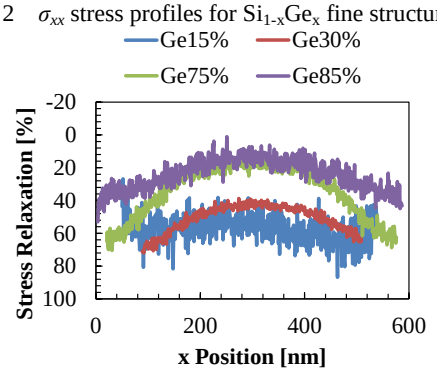


Fig. 3 σ_{xx} stress relaxation ratio profiles for $Si_{1-x}Ge_x$ fine structures.

© 2015年 応用物理学会