

パターン加工したカーボンドープシリコンにおける歪緩和の評価 Evaluation of Strain Relaxation in Patterned Carbon Doped Silicon

吉岡 和俊¹、横川 凌^{1,2}、澤本 直美¹、小椋 厚志¹

(明治大理工¹、学振特別研究員 DC²)

[°]K. Yoshioka¹, S. Komago¹, R. Yokogawa^{1,2}, N. Sawamoto¹, and A. Ogura¹

(Meiji Univ.¹, JSPS Research Fellow DC²)

E-mail: ce171076@meiji.ac.jp

背景と目的: カーボンドープシリコン(Si:C)は、n 型 MOSFET の S/D 領域に用いることでチャネルへ引っ張り歪を印加するチャンネルストレッサとして用いられている[1]。しかし、実デバイスを想定した Si:C の歪を直接評価した報告は少なく、また微細加工に伴い歪がどのように変化するのかは明らかにされていない。前回我々は、Si 上にエピタキシャル成長した Si:C ベタ膜を用いてラマンシフトと歪の関係を結びつける歪換算係数を導出した。本研究では、実デバイスへの応用を念頭に、パターン状に微細加工された Si:C における歪緩和の評価を行った。

実験手法: 試料は(001)Si 基板上に分子線エピタキシー法を用いて作成した C 濃度 0.6 および 1.06% の Si:C を電子線描画及びドライエッチングによりパターン状に加工した。Fig. 1 に試料の SEM 像および構造模式図を示す。パターンの長軸長さは 5 μm で一定とし、短軸幅は 1, 0.5, 0.2, 0.1 μm とした。ラマン分光法ではラマンシフトの測定を行い、歪量を見積もった。対物レンズの開口数は 0.7 を使い、励起光源の波長、分光器の焦点距離はそれぞれ 355 nm, 2000 mm とした。また、波数分解能は 0.1 cm^{-1} であった。

結果および考察: Fig. 2 に C 濃度 0.6% のパターン Si:C に関してラマンシフトのパターン幅依存を示す。Fig. 2 より、パターン Si:C のラマンシフトはベタ膜における歪 Si:C よりも高波数側へシフトしている。これより、ベタ膜の状態で Si:C に印加されていた引っ張り歪がパターン加工により緩和していると考えられる。また、パターン短軸幅が小さくなるほど緩和の度合いが大きくなる傾向が明確に示されている。

これは、Ge 基板上の GeSn や Si 基板上の SiGe と同様の傾向を示しており [2, 3]、パターン加工に伴う歪緩和には短軸幅への依存性があると考えられる。本研究により低濃度 Si:C における歪緩和の様子が初めて実測的に明らかにされた。

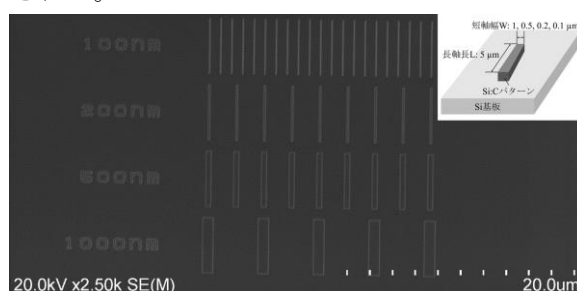


Fig. 1 SEM image and Schematics (inset) of patterned Si:C structure.

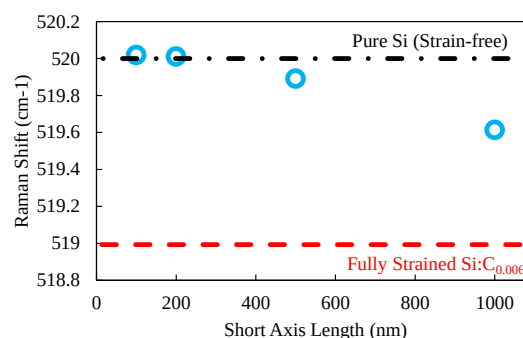


Fig. 2 Raman shift of patterned Si:C_{0.006}.

- [1]Tsung-Yang Liow, *et al.*, IEEE Trans. Electron Devices **55**, 2476 (2008).
 [2]Yuye Kang, *et al.*, AIP Advances **8**, 025111 (2018).
 [3]Kazuma Takeuchi, *et al.*, ECS Trans., **69** (10), 81 (2015).