

Ge 基板に替わり Ge-on-Si を用いることによる歪み SiGe へのクラック発生抑制 Suppression of the crack formation in strained SiGe by using Ge-on-Si instead of Ge substrates

○我妻 勇哉¹、Md. Mahfuz Alam^{1,2}、岡田 和也¹、山田 道洋³、浜屋 宏平³、澤野 憲太郎¹

¹東京都市大学 総合研究所、²Univ. of Barishal、³阪大基礎工 CSRN

○Y. Wagatsuma¹、Md. M. Alam^{1,2}、K. Okada¹、M. Yamada³、K. Hamaya³、K. Sawano¹

¹Adv. Res. Lab., Tokyo City Univ., ²Univ. of Barishal, ³CSRN, Osaka Univ.

E-mail: g1981275@tcu.ac.jp

1. はじめに

近年 Ge(111)は、電子の移動度が高いことや、高品質強磁性体のエピタキシャル成長が可能であり、スピントロニクスに応用できることから注目を集めている [1]。さらに Ge 上に歪み $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ (111) チャネルを形成することで歪み効果による特性向上が期待される。これまでに我々は、歪み $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ 層の歪み緩和初期段階において、クラックの発生とそれによるリッジ状の表面ラフネスが生じること[2]、さらにそのクラック形成が選択成長により抑制可能であることを報告した[3]。今回、クラック発生メカニズムの解明のために、Ge-on-Si と Ge 基板への選択成長を比較し、Ge-on-Si の優位性が示されたので報告する。

2. 実験方法、結果と考察

2 段階成長法を用いて Ge-on-Si(111)を作製した。Si(111)基板上に固体ソース MBE を用いて低温 Ge 層 (40 nm, $T_g=400^\circ\text{C}$)、高温 Ge 層 (650 nm, $T_g=700^\circ\text{C}$)を成長させ、成長後 800°C で 10 分間アニールを行った。Ge 基板、作製した Ge-on-Si(111)基板にフォトリソグラフィ工程を用いてメサパターン ($80\ \mu\text{m} \times 80\ \mu\text{m}$)を形成した。パターン形成後、 $\text{Si}_{0.2}\text{Ge}_{0.8}$ 層 (200~250 nm, $T_g=350^\circ\text{C}$)を成長させた。

Fig. 1 のレーザー顕微鏡像から、Ge-on-

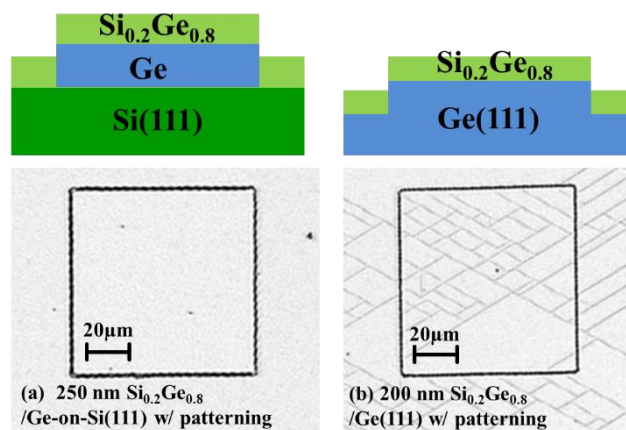


Fig. 1. Laser microscope surface images of strained SiGe layers grown on the patterned (a) Ge-on-Si(111) and (b) Ge(111) substrate.

Si(111)基板ではクラックの発生を完全に抑制することができているが、Ge 基板ではクラックが発生しメサパターン内側と外側ではクラックが一部繋がっていることがわかった。この結果から、クラックはメサパターン外の広い領域から発生してメサ内部へ影響したと推測され、すなわち選択成長において、メサ外部は Si である必要性を示している。つまり、歪み SiGe 成長において効果的にクラック発生を抑制するためには、Ge-on-Si 基板にメサ・パターニングを施し、メサ外部を Si まで完全にエッチングすることが重要であることを示している。本研究の一部は科学研究費補助金 (19H02175, 19H05616, 20K21009) の支援を受けて行われた。

References [1] K. Hamaya et al., *J. Phys. D: Appl. Phys.* 51, 393001 (2018). [2] Md. M. Alam et al., *Appl. Phys. Express* 12, 081005 (2019). [3] Y. Wagatsuma et al., *Mat. Sci. in Semicon. Proc.* 117, 105153(2020).