

Ge-on-Si 基板のパターニングによる歪み SiGe 層中クラック発生の抑制

Suppression of crack formation in strained SiGe layer by patterning of Ge-on-Si substrates

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

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

○Y. Wagatsuma¹, Md. M. Alam^{1,2}, K. Okada¹, Y. Hoshi¹, 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) チャン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を報告した [2, 3]。今回、下地の Ge-on-Si 層をパターニングすることで、 $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ 層へのクラックの発生を抑制できることが分かったので報告する。

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。作製した Ge-on-Si(111)にフォトリソグラフィ工程を用いて Fig. 1(a)に示すような Line&space (Line 幅: $3\sim 20\ \mu\text{m}$)のパターンを形成した。パターン形成後、 $\text{Si}_{0.2}\text{Ge}_{0.8}$ 層 (90 nm, $T_g=350^\circ\text{C}$)を成長させた。参照用としてパターニングを行わない試料も同様に作製した。

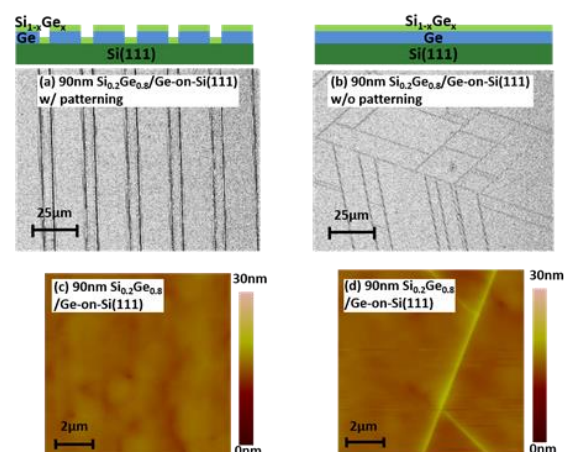


Fig. 1 Laser microscopic and AFM images for 90 nm thick $\text{Si}_{0.2}\text{Ge}_{0.8}$ on the Ge-on-Si(111) substrates (a) (c) with and (b) (d) without patterning, respectively.

Figure 1 のレーザー顕微鏡像、AFM 像から、パターン無しではリッジ状の表面ラフネスが高密度に発生していることが分かる。一方、パターニングを行った試料では、Line パターン上に成長した SiGe 表面にそのようなラフネスが全く生じていない。すなわち、パターニングによって SiGe 層へのクラックの発生を抑制できることを示しており、臨界膜厚の増加が期待でき、これは歪み SiGe を利用したデバイス応用に有効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 (16H02333、19H02175、19H05616)、文科省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業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] 我妻他、19p-E313-4、秋季応物 2019