

選択成長を用いた Ge-on-Si (111) 基板上への高品質な歪み SiGe 層の作製

Fabrication of high quality strained SiGe on Ge-on-Si(111) by selective growth

○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 総合研究所、²Univ. of Barisal、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 Barisal, 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、メサエッチングした Ge-on-Si(111)基板上への選択成長により、歪み SiGe の臨界膜厚は Ge(111)基板上の臨界膜厚を大きく上回る結果を得たので報告する。

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 (250 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。

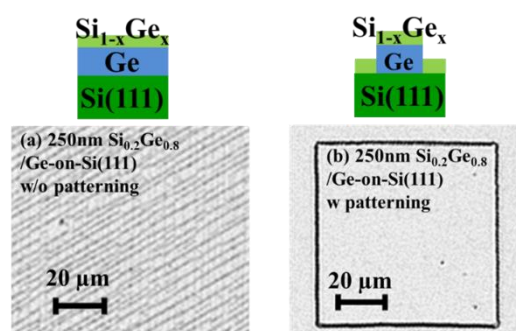


Fig. 1 Laser microscope (LM) surface images of strained $\text{Si}_{0.2}\text{Ge}_{0.8}$ layers grown on (a) the un-patterned Ge-on-Si(111), (b) the patterned Ge-on-Si(111) substrate.

Fig. 1 のレーザー顕微鏡像から、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、メサ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。今回メサパターンを用いて作製した SiGe 層には膜厚 250 nm までラフネスが生じていなく、Ge-on-Si(111)基板上の臨界膜厚は Ge(111)基板上の臨界膜厚を大きく上回った。すなわち、選択成長を用いた歪み SiGe 層の作製がスピントロニクスデバイスの発展に大きな期待が出来ることを示唆している。

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] Y. Wagatsuma et al., Mat. Sci. in Semicon. Proc. 117, 105153(2020).