

歪み SiGe/Ge(111)におけるクラック形成と伝搬方向制御

Control of crack formation and propagation direction in strained SiGe/Ge(111)

○我妻 勇哉¹、Md. Mahfuz Alam^{1,2}、岡田 和也¹、金澤伶奈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, R. Kanesawa¹, M. Yamada³, K. Hamaya³, K. Sawano¹

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

E-mail: g2191206@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、すべり方向にクラックが発生し、それにより凸状の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、クラック発生のメカニズム解明へ向けて、パターンニングの形を応用することで詳細に調べた。クラックの発生方向である[110]方向に対して平行、垂直にメサパターンを接続させた場合ではクラックの入り方には違いが見られ、発生のメカニズムについて知見が得られたので報告する。

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。作製した Ge-on-Si(111)基板にフォトリソグラフィにより、2つのメサ領域をクラックの発生する方向[110]に対して平行、垂直に接続させた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 (300 nm, $T_g=350^\circ\text{C}$)を成長させた。

Fig. 1 のレーザー顕微鏡像より、接続部を平行方向に作製した場合には、クラックはメサ部分の両側に見られるが、垂直方向に作製した場合には、片側のみで見られた。つまり、クラックには発生源が存在し、その後すべり方向に伝搬することで面内全面に広がることを示唆している。今後パターンニングの形を変えることでクラック発生源の特定、発生のメカニズム解明へ向けて大きな期待がもてる結果となった。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).

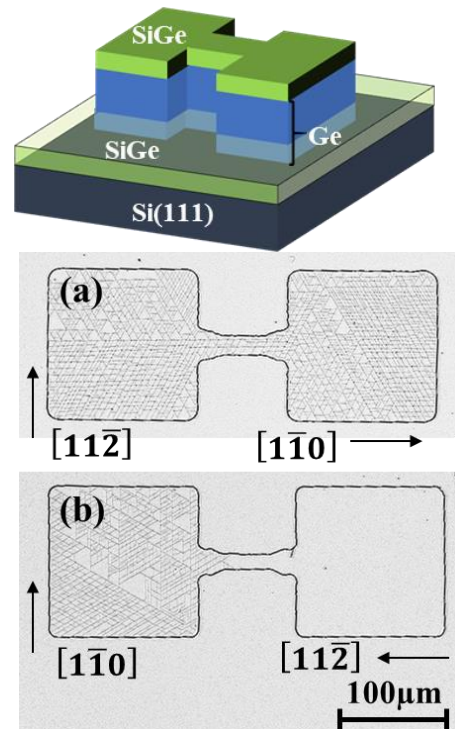


Fig. 1. Laser microscope (LM) surface images for strained SiGe grown on patterned Ge-on-Si, where mesas are connected (a) parallel or (b) non-parallel to the crack direction.