

パターニング Si (111) 基板上に成長した緩和 SiGe バッファ層の結晶評価と電気伝導特性

Crystallinity and transport properties for relaxed SiGe buffer layers grown on patterned Si(111) substrates

吉田 雄一, 武井 爽一郎, 澤野 憲太郎, 東京都市大学, 総合研究所
Y. Yoshida, S. Takei, K. Sawano Adv. Res. Lab., Tokyo City Univ

1. はじめに

これまで、歪み Ge チャンネル 2 次元正孔ガスは、非常に高い正孔移動度を有することから、高速トランジスタや量子デバイスへの応用に向けて盛んに研究されてきた。これまでは(100)面が使われてきたが、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、(111)面上の歪み Ge チャンネルが実現すれば応用範囲が広がる。しかしながら、歪み Ge チャンネル形成に必要な SiGe 歪み緩和バッファ層の形成は、(111)面での研究が非常に少ない。特に(111)面では SiGe 膜にクラックが入りやすいことが分かっており[1]、我々はこれまでにパターニング手法によってこのクラックが抑制可能であることを示している[2]。今回パターニング手法を用いて、高品質な SiGe 歪み緩和バッファ層の作製を試みた。

2. 実験方法 , 結果と考察

フォトリソグラフィとドライエッチングにより、Si(111)基板上にホールバー型のメサパターニングを行った。

パターニング加工した Si(111)基板と加工していない Si(111)基板の 2 枚を固体ソース MBE を用いて、2 段階成長法により Ge-on-Si(111)(440nm)を成長させた。続いて、その上に同じく 2 段階

成長法を用いて、歪み Si_{0.2}Ge_{0.8}層 (440nm)を成長させた(Fig.1)。同時に成長させた 2 枚の試料の表面を AFM を用いて観測したところ、パターニング処理した基板のラフネスは RMS=1.2nm、パターニング処理していない基板は RMS=4.7nm であり、パターニングによって大幅な平坦化が可能であることが分かった。次にホール移動度の温度特性を測定した(Fig.2)。パターニングした SiGe バッファ層はしていない試料よりも大幅に移動度が高くなった。これは、成長前の Si パターニングが欠陥の抑制と移動度の向上に有効であることを示している。本研究の一部は科研費 (21H04635, 23H00258, 23H05455, 23H05458, 24H00034) の支援を受けて行われた。

[1] Y. Wagatsuma et al. Materials Science in Semiconductor Processing, 117, 105153 (2020) [2] Y. Wagatsuma et al. APEX 14, 025502 (2021), APEX 16, 015502 (2023)

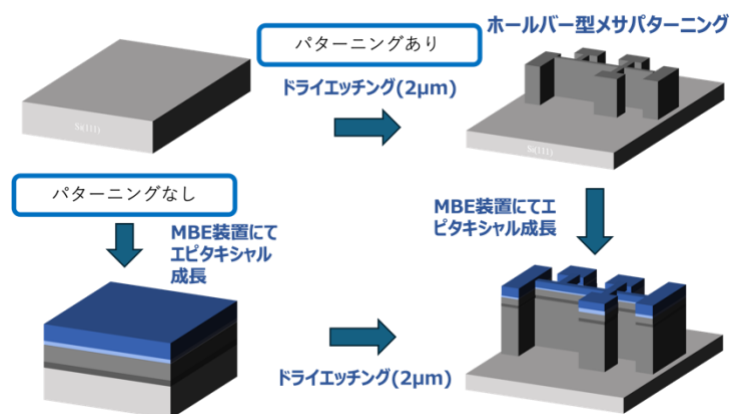


Fig. 1 Fabrication process for SiGe buffers

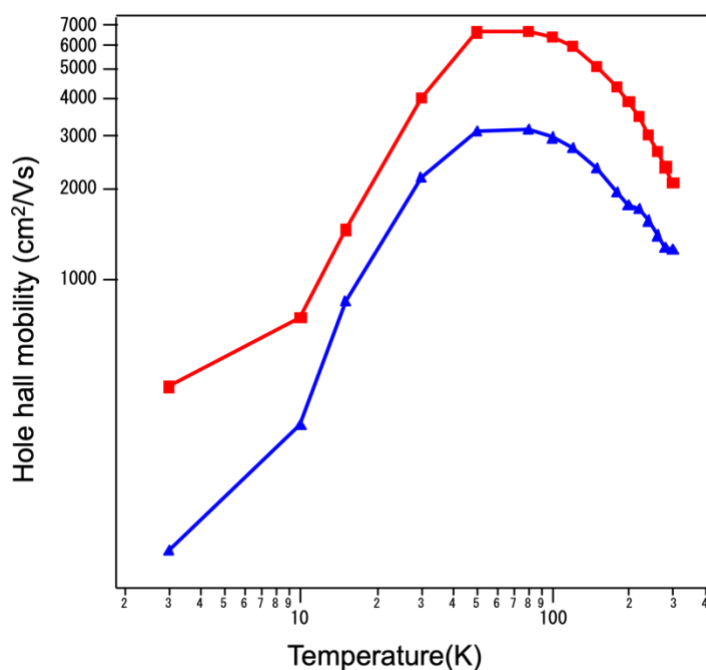


Fig. 2 Temperature dependence of hole Hall mobility for SiGe buffers