

歪み Ge マイクロ浮遊構造の形成と電気特性評価

Formation and Electrical Characterization of Strained Ge Micro-Floated Structures

○奥谷 惇、武井 爽一郎、井上 貴裕、石橋 脩悟、澤野 憲太郎 (東京都市大学 総合研究所)

○Jun Okutani, Takei Soichiro, Takahiro Inoue, Ishibashi Syugo and Kentarou Sawano

Adv. Res. Lab., Tokyo City Univ.,

E-mail: g2381229@tcu.ac.jp

1. はじめに

近年、Si に代わる高性能材料として Ge が注目されており、歪みの印加により特性向上が期待される。これまで、圧縮歪みによる正孔移動度増大が報告されているが、引っ張り歪みが移動度に与える影響は調べられていない。Si 基板上への Ge のエピタキシャル成長によって、引っ張り歪みが導入されるが、その歪み量は小さく、効果が見えにくい。そこで今回、Ge マイクロブリッジ構造を形成することで、一軸引っ張り歪みをマイクロブリッジ中心部分に印加することで、歪み量を増大させて移動度の変化を調べた。

2. 実験方法

2段階成長法を用いて Ge-on-Si(100) を作製した。Si(100)基板上に固体ソース MBE を用いて低温 Ge 層(40nm $T_g = 350^\circ\text{C}$)、高温 Ge 層(460nm $T_g = 700^\circ\text{C}$)を成長させ、高品質な引っ張り歪み Ge 層を成長させた。その後、フォトリソグラフィによるホールパターンのパターニング、ドライエッチングによる Ge、Si のエッチング、KOH による Si の選択エッチングによりマイクロブリッジ浮遊構造を作製した(Fig. 1)。ブリッジ方向は、 $\langle 100 \rangle$ 方向とした。室温下でのホール測定を行い、歪み特性と移動度の評価を行った。

3. 実験結果、考察

Fig. 2 に KOH エッチングによって Ge ブリッジの浮遊化後の SEM 像を示す。中心部はエッチングによって浮遊が確認されているものの、交差部分でのエッチングが不十分となってしまった。Fig. 3 にホール測定から得られた移動度とラマン測定から得られた歪みの値を示す。浮遊化によって引っ張り歪みは 0.32%と見積もられ、浮遊化前の 0.23%からの増加が確認された。キャリアは全て正孔となり、移動度は浮遊化前では $1000 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、浮遊化後では $1500 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ と大きく向上していることが示された。以上の結果より、マイクロブリッジ浮遊構造の作製による引っ張り歪み増加によって移動度向上が可能であることが示された。これは、価電子帯でのバンド分裂により、軽い正孔への占有率が向上したためであると考えている。ホールパターンを完全に浮遊させることで、さらに強い歪みが加わり、更なる高移動度が実現できると考えられる。

本研究の一部は、科学研究費補助金 (21H04635, 23H00258, 23H05455, 23H05458, 24H00034) の支援を受けて行われた。

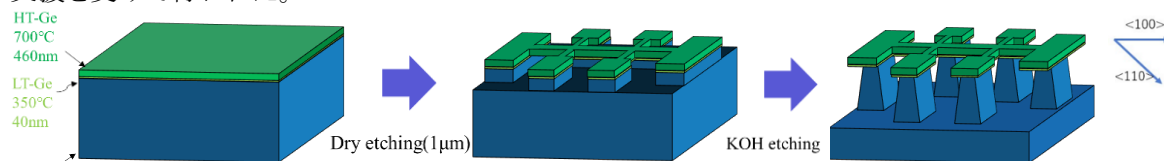


Fig. 1 Fabrication procedure of strained Ge micro-floating structures

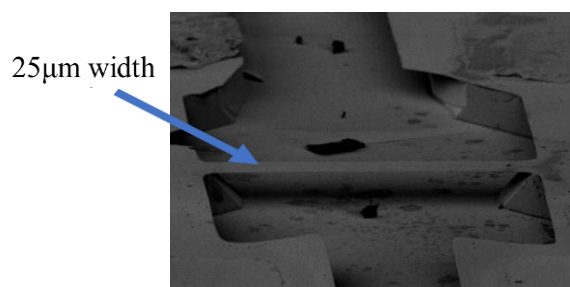


Fig. 2 SEM image of the strained Ge micro-floated

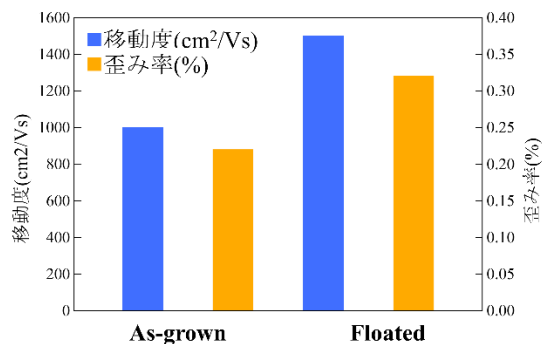


Fig. 3 Mobility and strain for as-grown and floated Ge-on-Si