

## 歪み Si/緩和 SiGe/Si(110)へテロ構造 p-MOSFET の高正孔移動度化とリーク電流の低減

Improvement of hole mobility and reduction of leakage current of  
strained Si / relaxed SiGe / Si(110) heterostructure p-MOSFET

山梨大<sup>1</sup>, 東京都市大総研<sup>2</sup>

◦(M2)藤澤泰輔<sup>1</sup>, 各川敦史<sup>1</sup>, 堀内未希<sup>1</sup>, 坂田千尋<sup>1</sup>,  
山中淳二<sup>1</sup>, 原康祐<sup>1</sup>, 澤野憲太郎<sup>2</sup>, 中川清和<sup>2</sup>, 有元圭介<sup>1</sup>

Yamanashi Univ.<sup>1</sup>, ARL Tokyo City Univ.<sup>2</sup>

◦T. Fujisawa<sup>1</sup>, A. Onogawa<sup>1</sup>, M. Horiuchi<sup>1</sup>, C. Sakata<sup>1</sup>,  
J. Yamanaka<sup>1</sup>, K. O. Hara<sup>1</sup>, K. Sawano<sup>2</sup>, K. Nakagawa<sup>2</sup>, K. Arimoto<sup>1</sup>

E-mail: [g20tz009@yamanashi.ac.jp](mailto:g20tz009@yamanashi.ac.jp)

CMOS デバイスの高性能化・低消費電力化を実現するためには、正孔移動度の向上が必要である。Si(110)面上に形成される伸長歪み Si は正孔が高い移動度を示すことが報告されている<sup>[1]</sup>。これまでの研究で、歪み Si 層の膜厚の増加に伴う歪み緩和による歪み量の減少と正孔移動度の相関を明らかにした<sup>[2]</sup>。本研究では SiGe 層との格子定数差に起因する歪み Si 層の歪み量と正孔移動度の相関を調査した。また、緩和 SiGe が p 型電気伝導を示す事が報告されており<sup>[3]</sup>、SiGe 層の膜構造がリーク電流に及ぼす影響を調べた。これにより、更なる高移動度化とリーク電流の低減に結び付く知見を得られたので報告する。

測定した試料の結晶成長は固体ソース MBE を使用し、n-Si(110)基板の上に傾斜組成 SiGe 層及び均一組成 SiGe 層を様々な条件で成長させた後、歪み Si 層(20 nm)を成長させた。その後、フォトリソグラフィによって p-MOSFET を作製した。チャンネル方向は $[\bar{1}10]$ 方向とし、チャンネル長/チャンネル幅 = 150  $\mu\text{m}$ /100  $\mu\text{m}$  とした。

Fig. 1 に各試料の正孔の電界効果移動度の解析結果を示す。歪み Si-p-MOSFET は Si(110)-p-MOSFET と比較して高い正孔移動度が得られた。ラマン分光測定から得られた Si 層の歪み量を用いると、正孔移動度と歪み量の大きさに強い相関があることが確認された。Si 層の歪み量が大きいほど正孔有効質量が低くなり、移動度の上昇につながっていると考えられる。Fig. 2 に  $V_D = -0.05$  V におけるドレイン電流の  $V_G$  依存性を示す。SiGe 層の膜厚が薄くなるに従い、オフリーク電流が小さくなり、ON/OFF 比が向上した。膜厚が薄くなり、p 型伝導を示す SiGe 層を介した電流が小さくなった事が主な原因と考えられる。SiGe 膜厚を更に薄くすることができれば、オフリーク電流を更に抑制できる可能性がある。また、ゲート電圧が高い領域においては SiGe の膜厚依存性が確認できないことから、ON 状態のドレイン電流の主たる電導層は歪み Si 層である事が示唆された。

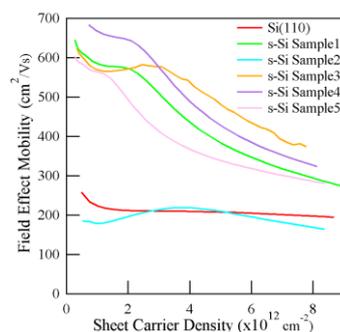


Fig. 1. Field effect mobilities of unstrained Si- and strained Si-p-MOSFETs

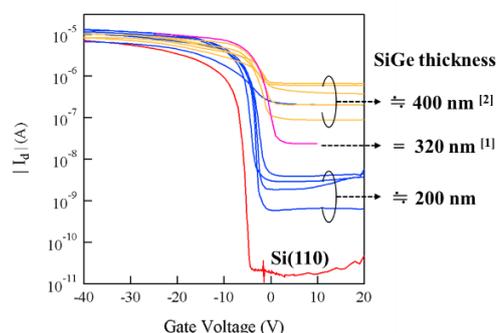


Fig. 2.  $I_d$ - $V_G$  curves of samples with different SiGe layer thicknesses

[1] K. Arimoto *et al.*, JJAP 59, SGGK06 (2020).

[2] K. Arimoto *et al.*, J. Crystal Growth 571 (2021) 126246.

[3] M. Satoh *et al.*, J. Appl. Phys. 47, (2008) 4630–4633.