

Si (110) 基板上への組成傾斜 SiGe 層形成法に関する研究

Comparison between step and continuous composition grading methods for formation of SiGe on Si(110) substrates

山梨大, °堀内 未希, 藤澤泰輔, 斎藤慎吾, 原 康祐, 山中 淳二, 中川 清和, 有元 圭介

Univ. of Yamanashi, °Miki Horiuchi, Shingo Saito, Kosuke O. Hara, Junji Yamanaka,

Keisuke Arimoto

E-mail: t17am028@yamanashi.ac.jp

電子デバイスの性能向上には移動度の向上が有効である。先行研究より、Si(110)基板上に SiGe を歪み緩和バッファ層として形成した歪み Si p-MOSFET で $480 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ もの高い実効正孔移動度が得られている[1]。しかしながら、表面平坦性に改善の余地があり、平坦性を向上させることにより更に高い正孔移動度を期待できる。表面に発生する凹凸は、SiGe 層の歪み緩和に伴う応力誘起双晶の発生や、成長双晶の形成が大きな原因となって生じる。先行研究から、SiGe 層形成中に層間の組成差を小さくすることで表面粗さを抑制できることが示唆されている[2]。そこで本研究では、組成傾斜 SiGe 層の形成法として Ge 組成を連続的に変化させていく方法（連続組成傾斜法と呼ぶ）を試み、階段組成傾斜法との比較を行った。

試料は固体ソース分子線エピタキシー法により、Si(110)基板上に $600 \text{ }^\circ\text{C}$ で結晶成長を行い、「歪み Si/SiGe/Si(110)」構造を作製した。SiGe 層の膜厚をトータル 200 nm 、歪み Si 層を 20 nm で設計、成長を行った。Graded SiGe 層の Ge 組成を 3.5% ずつ階段状に 35% まで組成を上げるよう設計したもの（試料 A）、連続的に 30% まで上げたもの（試料 B）を作製した。AFM による試料表面の観察結果を Fig. 1 に示す。RMS 値はそれぞれ 1.1 nm 、 0.4 nm であった。これより、連続組成傾斜法を用いることにより、表面の粗さを大幅に低減できることが分かった。XRD 逆格子マップによる SiGe 層の歪み緩和率測定では、どちらの試料でも $[001]$ 方向には完全に緩和し $[\bar{1}10]$ 方向には歪み緩和していないことが分かった。このことから、どちらの試料でも歪み緩和は $(111) \cdot (11\bar{1})$ 上の応力誘起双晶の形成によって起こっていると考えられる。Fig. 2 にラマンスペクトルを示す。この結果より、どちらの試料でも同等な歪み Si 層が形成できていることが分かった。

[1] K. Arimoto *et al.*, JJP59, SGGK06 (2020)

[2] S. Saito *et al.*, Materials Science in Semiconductor Processing 113, 105042 (2020)

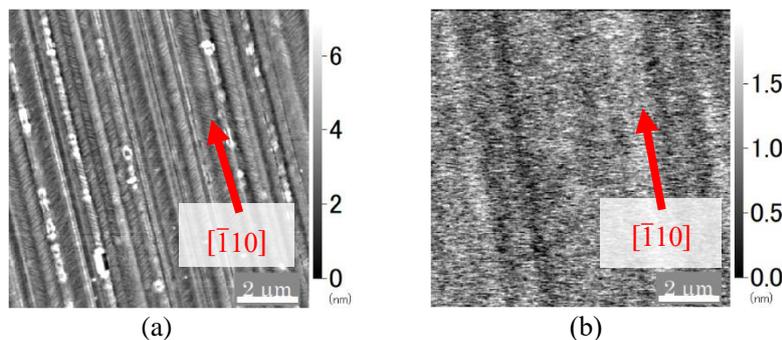


Fig. 1 AFM images

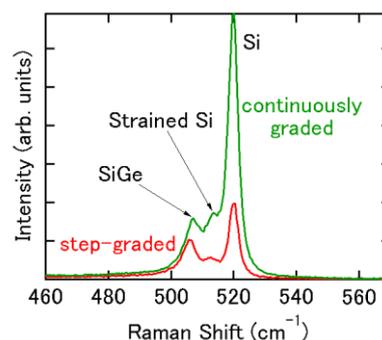


Fig. 2 Raman spectra