

Si(110)基板上 SiGe 膜の歪み緩和におけるイオン注入の効果

Effects of ion implantation on strain relaxation of SiGe films on Si(110) substrates

◦加藤 まどか¹, 村上 太陽², 有元 圭介², 山中 淳二², 中川 清和², 澤野 憲太郎¹東京都市大学¹, 山梨大学²Tokyo City Univ.¹, Univ. of Yamanashi²◦M. Kato¹, T. Murakami², K. Arimoto², J. Yamanaka², K. Nakagawa², and K. Sawano¹E-mail: g1581306@tcu.ac.jp

【はじめに】歪み Si(110)や歪み Ge(110)チャネルにおいて高い正孔移動度が期待されており[1~3]、これらを実現するためには、Si(110)基板上へ高品質 Si/Ge ヘテロ構造を形成することが重要である。しかしながら、一般に(110)面への成長においては、歪み緩和の際に積層欠陥が発生しやすく、これは移動度劣化の要因となる。そのため、積層欠陥を抑制する必要がある、イオン注入法を用いた歪み緩和における欠陥制御を試みている。これまでに、Ar イオン注入によって歪み緩和が大幅に促進することを報告した[4]。しかし、結晶性への影響が懸念されたため、今回は Si イオンを用いることで、SiGe/Si(110)ヘテロ構造における歪み緩和機構にどのような影響があるかを調べた。

【実験】Fig.1 に試料作製方法を示す。まず Si(110)基板上に固体ソース MBE を用いて、Si_{0.75}Ge_{0.25}層を 550°C で 50nm 成長させた。その後、Si イオンをエネルギー 75 keV、ドーズ量 $3 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ および $5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ の条件で注入した。その後 800°C および 900°C でアニール処理を施し、ラマン分光法で歪みの評価を行った。

【結果】Fig.2 に各試料のラマンスペクトルを示し、Fig.3 に SiGe ラマンピークの値をまとめる。イオンを注入することで、SiGe のピークが大きく低波数側へシフトしており、歪み緩和が大きく促進されていることが確認できた。また、800°C、900°C のアニールで、ともに緩和率が増加していることが分かる。ドーズ量 $5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ のラマンシフトでは、900°C で高波数側にシフトしているが、これは、Ge の組成減少に依ることが示唆される。詳細は当日議論する。以上の結果より、SiGe/Si(110)構造において、イオン注入による欠陥制御が歪み緩和を大きく促進することが確認できた。本研究の一部は文科省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業、科学研究費補助金の支援を受けて行われた。

[1] K. Arimoto et al., J. Crystal Growth 362, 282 (2013).

[2] S. Dissanayake et al., JAP 109, 033709 (2011).

[3] T. Krishnamohan et al., Proc. IEDM 2008, p.89.

[4] 加藤他, 2015 秋応物 13p-2W-4

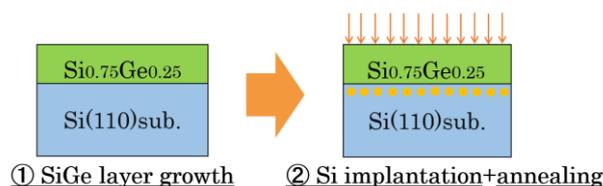


Fig.1 Samples fabrication process.

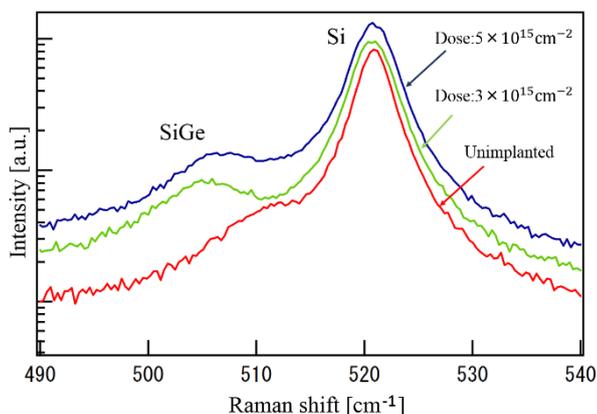


Fig.2 Raman spectra of implanted and unimplanted SiGe/Si(110) after 900°C anneal.

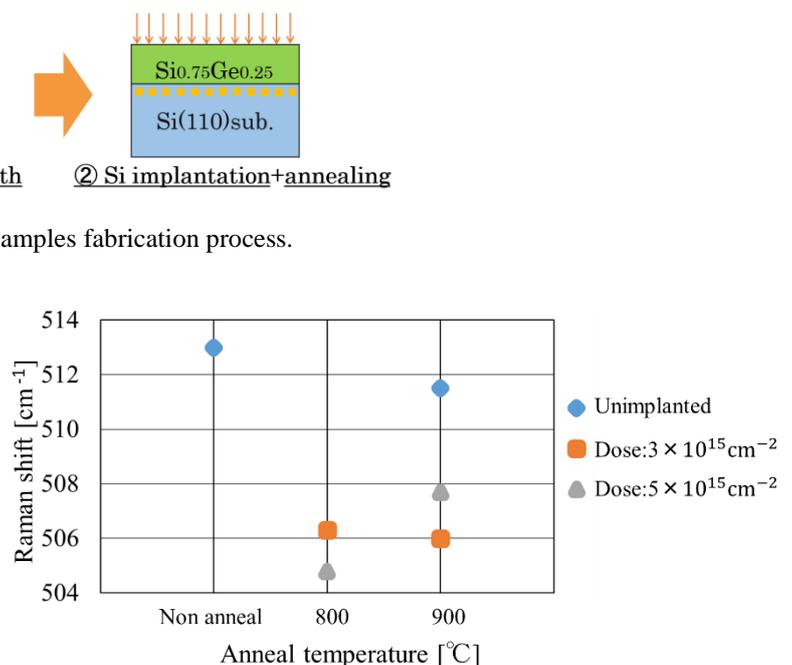


Fig.3 SiGe Raman peak values after annealing for implanted and unimplanted SiGe/Si(110).