

歪み緩和 SiGe / Si (111) バッファ層の作製とアニールの効果

Fabrication of strain-relaxed SiGe buffer layer on Si (111) and annealing effect

○岡田 和也, 我妻 勇哉, 山田 航大, 井上 貴裕, 澤野 憲太郎 (都市大総研)

○Kazuya Okada, Youya Wagatsuma, Kodai Yamada, Takahiro Inoue, Kentarou Sawano (Tokyo City Univ.)

E-mail: g1981278@tcu.ac.jp

1. はじめに

近年 Ge(111)は、電子の移動度が高いことや、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注目を集めている。さらに歪みの導入や、ヘテロ量子井戸構造などの形成に向けて、高 Ge 濃度の $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ 緩和層の形成が有用になる。通常 Ge-on-Si の形成には成長後の熱処理による結晶性改善が報告されているが、 $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ では結晶内での Ge 原子の拡散が問題となる可能性がある。本研究では、2 段階成長法によって高 Ge 組成 $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ バッファ層を成長し、成長後のアニールの影響を調べた。

2. 実験方法及び結果

試料成長には固体ソース MBE を用いた。 $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ 層は二段階成長法により、Si(111)基板上に低温 $\text{Si}_{0.2}\text{Ge}_{0.8}$ 層 ($T_g=400^\circ\text{C}$, 40nm)、高温 $\text{Si}_{0.2}\text{Ge}_{0.8}$ 層 ($T_g=700^\circ\text{C}$, 650nm)を成長させた(Fig.1)。その後、 850°C 及び 900°C で 10 分間アニールを行った。試料の結晶性評価は X 線回折法(XRD)、原子間力顕微鏡(AFM)、を用いて行った。

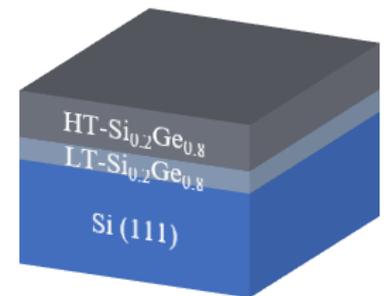


Fig.1. Sample structure

Fig.2 に AFM から得られた表面ラフネスの熱処理温度依存性を示す。熱処理前から RMS 1.5 nm と平坦性は高いが、 850°C でアニール後にさらに RMS ラフネスが改善されている。XRD ω - 2θ スキャン(Fig. 3) より、アニール後に Ge の表面拡散が見られるが、全体としての組成の変化は小さく、無視できるほどであった。XRD ω スキャン(Fig. 4) より、アニール温度を高くするにつれて FWHM の減少が確認され、結晶性向上が示された。これらの結果から $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ 歪み緩和バッファ層における成長後の熱処理は高品質化において効果的であることが分かった。

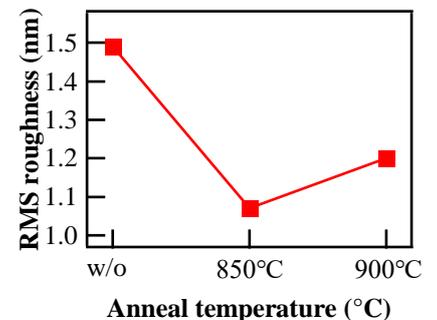


Fig.2. Anneal temperature dependence of surface roughness.

本研究の一部は科学研究費補助金(19H02175, 19H05616, 20K21009) の支援を受けて行われた。

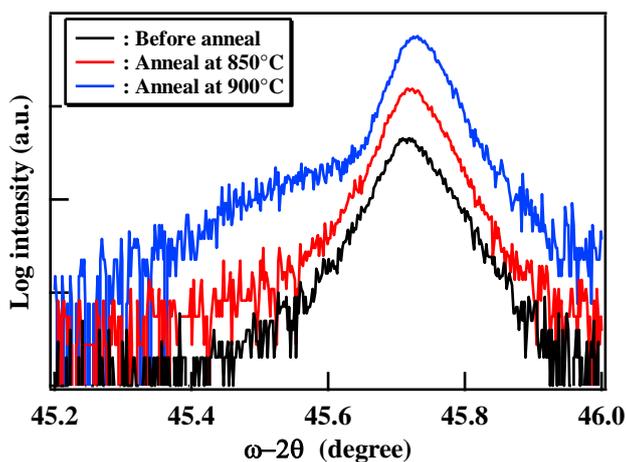


Fig.3. XRD rocking curves (ω - 2θ scans) at a (333) diffraction point for $\text{Si}_{0.2}\text{Ge}_{0.8}$ / Si (111) before and after annealing.

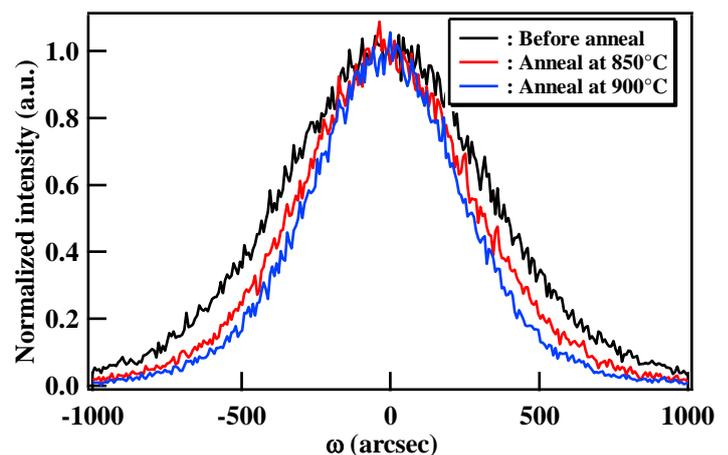


Fig.4. XRD ω scans at a (333) diffraction point for $\text{Si}_{0.2}\text{Ge}_{0.8}$ / Si (111) before and after annealing.