

Si 基板上での低温 Ge 薄膜成長

Low-temperature growth of Ge thin films on Si(100) substrate

東北大工¹, 東北大院工² ○早瀬凌¹, 伊藤友樹², 川島知之^{1,2}, 鷲尾勝由^{1,2}

Tohoku Univ. ○R. Hayase, Y. Itoh, T. Kawashima, and K. Washio

E-mail: hayase@ecei.tohoku.ac.jp

【はじめに】

通常の RCA 洗浄による水素終端処理では、Si 基板表面の C 汚染物を完全に除去できず、その後の高温クリーニングにより Si-C 結合を形成し、表面がラフになる⁽¹⁾。そこで、熱クリーニング処理を行わず、低温で Ge を成長した場合の Ge 成長層の結晶性と表面荒れに関して検討した。

【実験方法】

試料は MBE 装置によって作製した。RCA 洗浄 (SPM, DHF) により Si(100) 基板を水素終端処理した後、MBE 装置内に搬入した。その後、成長温度 $T_{\text{sub}} = 180 \sim 400^\circ\text{C}$ 、成膜速度 (G.R.) = $0.25 \sim 0.85 \text{ nm/min}$ で Ge (K セル加熱) を 20 nm 堆積した。

XRD により Ge の結晶性を、RHEED により表面状態を、AFM により表面粗さを評価した。

【結果と考察】

Ge(220) ピーク強度の成長温度依存性を図 1 に示す。G.R. = 0.25 nm/min で $T_{\text{sub}} = 260^\circ\text{C}$ と 400°C の場合の RHEED 像を図中に示す。G.R. が遅いほど結晶性が高く、成長温度の高温化によって結晶性が向上し、 $T_{\text{sub}} = 280 \sim 330^\circ\text{C}$ 付近で回折強度が最大となった。それ以上の高温では、RHEED 像が表面荒れを示す輝点になり、結晶性も劣化した。低温成長時の RHEED 像は輝点を含む 1×1 と 2×1 のストリークで、表面が弱いダイマー構造を有すること示している。Ge の結晶性は Ge 原子の表面拡散長の成長温度依存性によって説明できる。

表面ラフネスの成長温度依存性を図 2 に示す。G.R. = 0.25 nm/min で $T_{\text{sub}} = 180^\circ\text{C}$ と 400°C の場合の Ge 表面形状を図中に示す。両方の G.R. において成長温度の高温化に従ってラフネスが増加し、表面形状が細かな面荒れから大きな粒状に変化した。これも Ge 原子の表面拡散長の成長温度依存性を示す結果である。

以上のことから、サブ原子層の C が残留した Si 基板上に Ge を低温成長した場合、成長温

度に依存した Ge 原子の表面拡散長に従った結晶性と表面荒れを生じ、良好な結晶性と表面平坦性の両立が困難であることが分かった。

【謝辞】本研究の一部は JSPS 科研費 24246003 の助成を受けたものです

【参考文献】

- (1) V. L. Thanh, et al., J. Appl. Phys. **87** 3700 (2000)

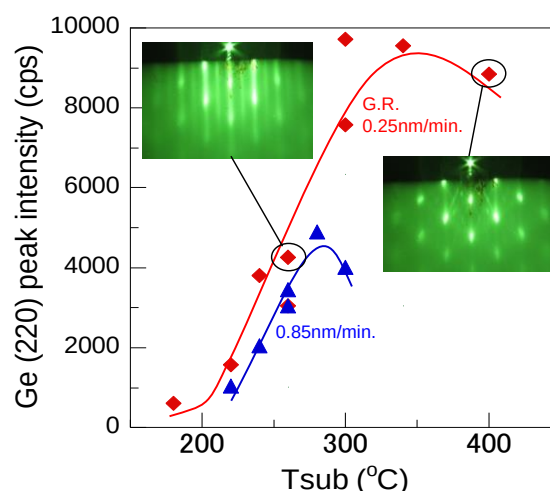


図 1 結晶性の成長温度依存性

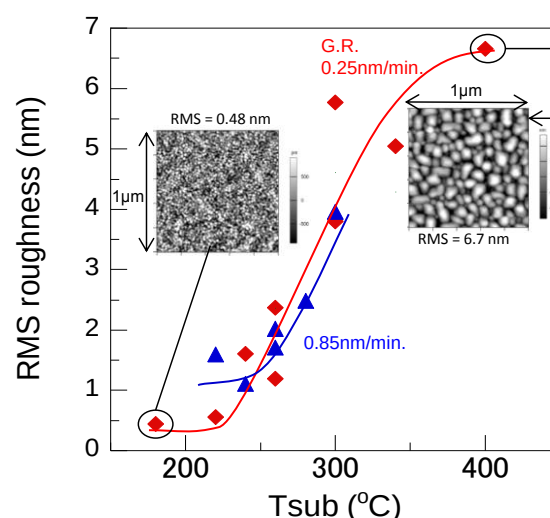


図 2 表面ラフネスの成長温度依存性