

Ge 基板上弗化物 RTD のための積層構造の検討

Study of layered structures for fluoride RTDs grown on Ge substrates

東工大総理工, °難波 寛, 高橋 慶太, 林 優士, 高橋 剛, 筒井 一生

Tokyo Tech., S. Namba, K. Takahashi, Y. Hayashi, T. Takahashi, and K. Tsutsui

E-mail: nanba.s.aa@m.titech.ac.jp

[はじめに] Si 基板上の弗化物ヘテロ構造を用いた共鳴トンネルダイオード(RTD)が、Si デバイスと集積可能な量子効果デバイスとして研究されている。しかし、この材料系ではヘテロ構造の構成要素となる CdF_2 と Si との強い化学反応が問題である。そこで、我々は同種の弗化物ヘテロ構造を Ge 層上に成長することの有効性を提案している[1]。RTD は活性層の品質確保のために、Fig.1(a)の直上形より Fig.1(b)の分離層形が有効である。しかし、Si 基板上の分離層形(Fig.1(c))に比べると Ge 基板上の分離層形では平坦なヘテロ層の成長が難しい問題があった。本研究では、Ge 基板上に成長する分離層の成長特性の改善を目指して弗化物の積層構造を検討したので報告する。

[実験] n-Ge(111)基板 ($0.001\text{--}0.06\Omega\text{cm}$) 上に格子整合する $\text{Ca}_{0.42}\text{Sr}_{0.58}\text{F}_2$ のバッファ層(膜厚 2nm)を MBE 法で室温堆積し、 350°C でその場アニールする二段階成長法で形成した[2]。その上に分離層となる CdF_2 を 20nm 室温堆積した。また、比較のため、バッファ層と分離層の間に 350°C で成長する CaF_2 を 1nm 挿入した構造も作製した。堆積後の弗化物層は、RHEED および AFM で結晶性と平坦性を評価した。

[結果と考察] Fig.2 (a)に $\text{CdF}_2/\text{CaF}_2/\text{Ca}_{0.42}\text{Sr}_{0.58}\text{F}_2/\text{Ge}$ 構造、Fig.2 (b)に $\text{CdF}_2/\text{Ca}_{0.42}\text{Sr}_{0.58}\text{F}_2/\text{Ge}$ 構造の表面モフォロジおよび RHEED 像を示す。RHEED 像より、いずれも良好なエピ成長は得られていることがわかる。しかし、表面モフォロジを比較すると、従来形の(b)では大きく窪む荒れが発

生したのに対し、 CaF_2 層を入れた(a)では平坦性が顕著に向上した。なお、この効果のメカニズムは、格子不整の緩和や下地材料に依存した CdF_2 初期成長状態の違いなどが考えられ、さらに検討を進める。

[おわりに] 積層構造の工夫で、Ge 基板上でも平坦な CdF_2 分離層の成長が得られた。今後は CaF_2 層の最適化、 CdF_2 層の高温成長を進め、RTD の試作を通してその有効性を明らかにして行く予定である。

謝辞 本研究の一部は、矢崎科学技術振興記念財団の研究助成を受けて行われた。

[1] 高橋 他、第 71 回秋季応用物理学会学術講演会、16a-NC-2。

[2] T. Oshita *et al.*, J. Crystal Growth, 311, p.2224 (2009).

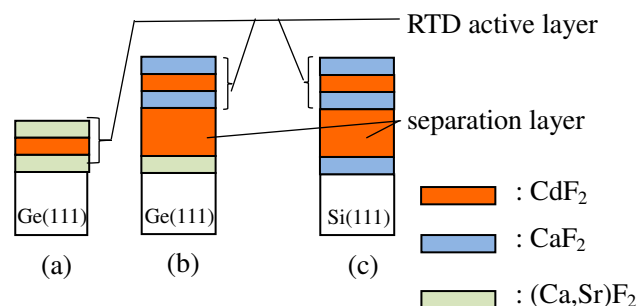


Fig.1 Structures of RTD on Si or Ge.

(a) RTD directly grown on Ge substrate.

(b) RTD on Ge substrate with separation layer.

(c) RTD on Si substrate with separation layer.

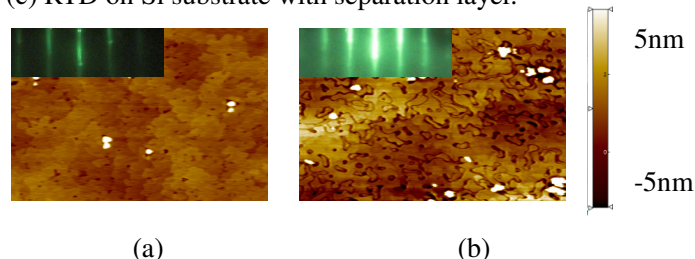


Fig.2 AFM and RHEED images.

(a) $\text{CdF}_2/\text{CaF}_2/\text{Ca}_{0.42}\text{Sr}_{0.58}\text{F}_2/\text{Ge}$.

(b) $\text{CdF}_2/\text{Ca}_{0.42}\text{Sr}_{0.58}\text{F}_2/\text{Ge}$.