

Ge_{1-x-y}Si_xSn_y/Ge_{1-x}Sn_x/Ge_{1-x-y}Si_xSn_y 二重ヘテロ接合の 形成および結晶性評価

Formation and Crystallinity Characterization of Ge_{1-x-y}Si_xSn_y/Ge_{1-x}Sn_x/Ge_{1-x-y}Si_xSn_y Double-Heterojunction

°福田雅大¹、山羽隆^{1,2}、浅野孝典^{1,2}、藤浪俊介¹、黒澤昌志^{1,3}、中塚理¹、財満鎮明^{1,3}

(1.名古屋大院工、2.学振特別研究員、3.名古屋大エコトピア)

°M. Fukuda¹, T. Yamaha^{1,2}, T. Asano^{1,2}, S. Fujinami¹, M. Kurosawa³, O. Nakatsuka¹, and S. Zaima^{1,3}

(1. Grad. Sch. of Eng., Nagoya Univ., 2. JSPS Research Fellow, 3. ESI, Nagoya Univ.)

E-mail: nakatuka@alice.xtal.nagoya-u.ac.jp

【はじめに】Si系集積回路への光電子素子融合にむけて、Siプロセスと親和性の高いIV族半導体によるレーザー素子が求められており、最近、Ge_{1-x}Sn_x/Geヘテロ構造によるレーザー発振が報告されている[1]。また、IV族半導体レーザーのさらなる性能向上へむけてGe_{1-x}Sn_x/Ge_{1-x-y}Si_xSn_y接合が提案されている[2]。我々は前回、Si組成28%およびSn組成8%以上のGe/Ge_{1-x-y}Si_xSn_y接合においてバンド構造がタイプI型となり、価電子帯端および伝導帯端の双方において100 meV程度の十分大きなオフセット量を実現できることを報告した[3]。一方、高いSiおよびSn組成を有するGe_{1-x-y}Si_xSn_y/Ge_{1-x}Sn_x/Ge_{1-x-y}Si_xSn_y二重ヘテロ構造の詳細な結晶構造は未解明な点も多い。本研究では、Ge_{1-x-y}Si_xSn_yおよびGe_{1-x}Sn_xによる二重ヘテロ構造を作製し、その結晶性を評価した。

【試料作製】清浄化を施したp-Ge(001)基板の上に、分子線エピタキシー法を用いて、Ge_{1-x-y}Si_xSn_y/Ge_{1-x}Sn_x/Ge_{1-x-y}Si_xSn_y積層構造 (Sample-1) および比較のためのGe/Ge_{1-x}Sn_x/Ge積層構造 (Sample-2) を作製した。Ge_{1-x-y}Si_xSn_yおよびGe層の膜厚は30 nmとし、成長時の基板温度は200 °Cとした。Ge_{1-x-y}Si_xSn_yの設計SiおよびSn組成はそれぞれ33%および9%とした。また、Ge_{1-x}Sn_x層の膜厚は15 nm、成長時の基板温度は150 °Cとした。Ge_{1-x}Sn_xの設計Sn組成は9%とした。

【結果および考察】Sample-1の各層の成長後の反射高速電子回折 (RHEED) パターンをFig. 1(a)–1(c)に示す。3層すべての成長後において、ストリーク状の回折パターンが観察され、比較的平坦なエピタキシャル成長を確認できる。また、顕微ラマン分光測定の結果から、格子置換位置のSi、Ge、およびSn組成は、それぞれ56%、33%、および11%と見積もられた (未掲載)。

次に、Sample-1およびSample-2のX線回折2次元逆格子空間マップ (XRD-2DRSM) を、それぞれFig. 2(a)および2(b)に示す。Ge_{1-x}Sn_x224回折のピーク位置から、両試料ともにGe_{1-x}Sn_x層がpseudomorphicに成長したことがわかる。Sample-1および2のGe_{1-x}Sn_x層のSn組成はほぼ同一であり、それぞれ9.6%および9.4%と見積もられた。さらに、Sample-1に関しては、1層目および3層目のGe_{1-x-y}Si_xSn_y層もpseudomorphicに成長したことがわかる。Sample-1についても、Sample-2と同様に明瞭な干渉フリンジが見られることから、急峻な界面が形成されたことがわかる。以上の結果から、高いSiおよびSn組成のGe_{1-x-y}Si_xSn_yについても高品質な二重ヘテロ構造を形成できることがわかった。

【参考文献】 [1] S. Wirths *et al.*, Nature Photonics **9**, 88 (2015). [2] G. Sun *et al.*, Opt. Exp. **18**, 19957 (2010). [3] 山羽 他、応用物理学会春季学術講演会、11a-D7-4 (2015).

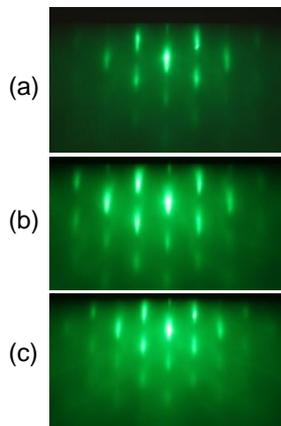


Fig. 1. RHEED patterns of Sample-1 (a) after the 1st Ge_{1-x-y}Si_xSn_y, (b) the Ge_{1-x}Sn_x and (c) the 2nd Ge_{1-x-y}Si_xSn_y depositions.

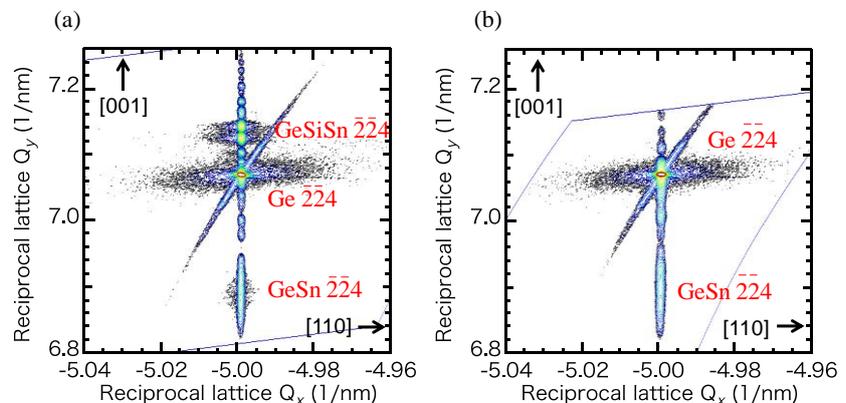


Fig. 2. XRD-2DRSM results of (a) Sample-1 and (b) Sample-2.