

波長 3-5 μm 帯 GaAs 基板上 InAsSb の MOVPE 成長

3-5 μm range metamorphic InAsSb growth on GaAs substrate using MOVPE

○今村 優雅、吉元 圭太、荒井 昌和 (宮崎大工学部)

○Yuga Imamura, Keita Yoshimoto, Masakazu Arai (Univ. of Miyazaki)

E-mail: hk12004@student.miyazaki-u.ac.jp

1. はじめに

波長 3 ~ 5 ミクロン帯の中赤外域は多くのガスの吸収波長が並んでおり、これらの波長帯を広範囲にカバーできる半導体発光、受光材料が必要とされている。III-V 族半導体の Type-I 型ヘテロ構造、量子井戸がこの波長帯で実現できれば、小型で低駆動電力な半導体レーザの実現が可能になる。これまでに InP 基板上高歪 InAs 量子井戸¹⁾や GaSb 基板上 InGaAsSb 量子井戸²⁾などの材料の報告があり、それぞれ 2.3 ミクロン帯、3.2 ミクロン帯までの長波長化の報告がある。さらに長波長領域において伝導帯、価電子帯ともに十分なオフセットを持たせた特性のよいデバイスの実現には基板の格子定数を変化させ、擬似的な基板上の成長技術 (格子歪緩和成長、メタモルフィック成長)³⁾ が有望である。

今回は GaAs 基板の上に格子歪緩和させる GaSb バッファ層を介して成長した InAs と InAsSb を有機金属気相成長 (MOVPE) 法で成長し評価したので報告する。

2. 実験方法

MOVPE で Fig.1 のような層構造の試料を作製した。使用材料は TEGa, TMIn, TBAs, TMSb とし、成長温度は GaAs バッファ層が 600 $^{\circ}\text{C}$ 、InAs、InAsSb 層は 500 $^{\circ}\text{C}$ で成長した。GaAs 基板上に成長する際に GaSb 層を導入することで格子歪緩和が促進し X 線回折(XRD)時の半値幅が減少するため、すべての試料で GaSb 層を入れている。Sb 組成は別に InAs 基板上の結晶成長して XRD 測定した結果から 8% と見積もっている。150nm の厚さに成長後の表面の原子間力顕微鏡(AFM)観察では 2 乗平均粗さ(RMS)値において InAs が 5.8 nm に対し、InAsSb と 1.6 nm であり、Sb を導入した方が平坦性が高かった。Fig. 2 はそれぞれの試料をフーリエ変換型赤外分光光度計 (FT-IR) で中赤外域の吸収係数を測定した結果である。InAs よりも InAsSb の方が 1 μm 程度吸収端の波長が長いことを確認した。一方、非線形因子 (ボーイング) の文献値⁴⁾から見積もった InAsSb のバンドギャップ波長と InAs のそれとの差分は 0.78 μm であり、この違いは Sb 組成算出時の誤差や残留歪の影響、GaSb バッファの影響と考えている。

3. まとめ

GaAs 基板上メタモルフィック成長により GaSb バッファ層を介して InAs および InAsSb を MOVPE 法により成長し、その平坦性の比較と赤外の吸収スペクトル測定によるバンドギャップ波長の比較を行った。Sb が 8%程度の InAsSb でも 4 μm 帯への吸収波長のシフトと InAs に比べ平坦性の改善が見られた。今後はデバイス化に向けて必要な貫通転位の評価やヘテロ構造の作製について検討を行う。

謝辞：本研究は JSPS 科研費 15H06513 の助成を受け行われた。FT-IR でご協力頂いた宮崎大学西岡准教授と柴田様に感謝する。

参考文献：

- 1) T. Sato, M. Mitsuhashi, T. Kakitsuka, T. Fujisawa, and Y. Kondo, IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron., 14 (2008) 992.
- 2) M. Grau, C. Liu, O. Dier, C. Lauer and M. C. Amann, 87 (2005) 241104.
- 3) M. Arai, W. Kobayashi and M. Kohtoku, IEEE J. Sel. Topics Quantum Electron., 19 (2013) 1502207.
- 4) 永井治男他：III-V 族半導体混晶 (コロナ社)

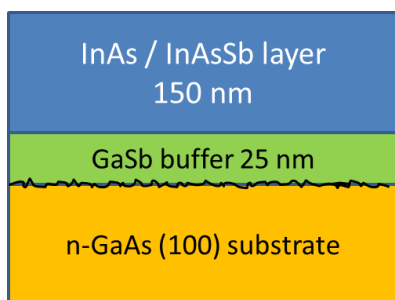


Fig.1 Cross sectional view of fabricated metamorphic InAs / InAsSb layer on GaSb buffer on GaAs substrate.

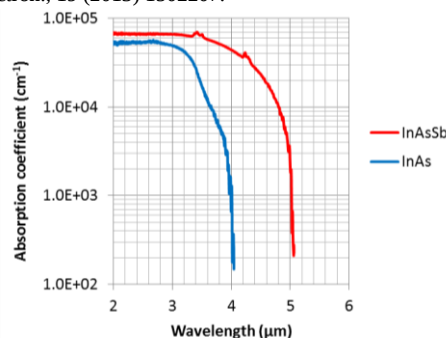


Fig.2 Wavelength dependence of absorption coefficient of metamorphic InAs and InAsSb on GaAs substrate.