

## GaInSb HEMT 構造の電気的特性への熱処理の影響

## Effect of Thermal Annealing on Electric Characteristics in GaInSb HEMT Structure

東理大先進工<sup>1</sup>, 情報通信研究機構<sup>2</sup> ◦ 吉田陸人<sup>1</sup>, 國澤宗真<sup>1</sup>, 羽鳥小春<sup>1</sup>, 海老原怜央<sup>1</sup>,  
渡邊一世<sup>2,1</sup>, 町田龍人<sup>2</sup>, 山下良美<sup>2</sup>, 原紳介<sup>2</sup>, 笠松章史<sup>2</sup>, 遠藤聡<sup>1</sup>, 藤代博記<sup>1</sup>

Tokyo Univ. of Science<sup>1</sup>, NICT<sup>2</sup> ◦ R. Yoshida<sup>1</sup>, M. Kunisawa<sup>1</sup>, K. Hatori<sup>1</sup>, R. Ebihara<sup>1</sup>,

I. Watanabe<sup>2,1</sup>, R. Machida<sup>2</sup>, Y. Yamashita<sup>2</sup>, S. Hara<sup>2</sup>, A. Kasamatsu<sup>2</sup>, A. Endoh<sup>1</sup>, and H. I. Fujishiro<sup>1</sup>

E-mail : [8118094@ed.tus.ac.jp](mailto:8118094@ed.tus.ac.jp)

**背景・目的** : 近年、テラヘルツ帯域で動作可能な半導体デバイスとして高電子移動度トランジスタ (high electron mobility transistor, HEMT) の研究が盛んに進められている。これまで我々は、III-V 族化合物半導体中で電子の有効質量が軽い Sb 系半導体において、比較的高い電子移動度 ( $\mu$ ) を維持したままシート電子濃度 ( $N_s$ ) を増加させることのできる GaInSb チャンネル HEMT の研究開発を行ってきた[1,2]。本研究では、GaInSb チャンネル HEMT 作製プロセス時の熱処理によるエピ結晶への影響を明らかにする目的で、AlInSb/GaInSb 量子井戸構造 (HEMT 構造) の電気的特性への熱処理の影響を調べた。

**実験及び結果** : Fig. 1 は分子線エピタキシー (MBE) 法により GaAs (100) 基板上に成長した GaInSb HEMT 構造の断面模式図である。この HEMT 構造について加熱温度 100、150、200°C、加熱時間 10、15、20 min という条件で、窒素雰囲気下で熱処理を行った。Fig. 2 はホール効果測定の結果より得られた  $\mu$  の減少率である。 $\mu$  は低下し  $N_s$  は殆ど変化しないという結果が得られた。20 分熱処理後の  $\mu$  の減少率はそれぞれ 4.4%、13.8%、26.9% (100, 150, 200°C) であり、200°C で  $\mu$  が最も減少した。また熱処理をした試料の X 線回折パターンに新たなピークが出現し、熱処理による HEMT 構造内部での変化が示唆された。Fig. 3 はラマン分光スペクトルである。Fig. 3 のラマンスペクトルにおいてそれぞれのピークは、熱処理に伴う Sb 由来の新たなピーク (100~150  $\text{cm}^{-1}$ ) [3-5]、InSb のピーク (182  $\text{cm}^{-1}$ ) [6]、 $\text{Al}_{0.40}\text{In}_{0.60}\text{Sb}$  のピーク (302  $\text{cm}^{-1}$ ) [6] を示している。150、200°C で熱処理を行った試料では、Sb 由来の新たなピークの増加、InSb と  $\text{Al}_{0.40}\text{In}_{0.60}\text{Sb}$  のピークの減少が確認された。

以上の結果より、GaInSb HEMT 構造への熱処理により結晶中に Sb 空孔が形成され、Sb 空孔が散乱体として作用し  $\mu$  の低下を引き起こしたと推測される。

**謝辞** : 本研究の一部は、日本学術振興会科研費 (20H02211) の支援を受けた。

**参考文献** : [1] K. Osawa *et al.*, Ext. Abst. TWHM2019, 6-4. [2] Y. Isomae *et al.*, Ext. Abst. CSW2021, SuD2-4. [3] J. H. Dias da Silva *et al.*, J. Appl. Phys. **77**, 4044 (1995). [4] C. E. M. Campos and P. S. Pizani, Appl. Surf. Sci. **200**, 111 (2002). [5] W. Kiefer *et al.*, Phys. Rev. B **12**, 2346 (1975). [6] V. P. Gnezdilov *et al.*, Phys. Rev. B **48**, 11234 (1993).

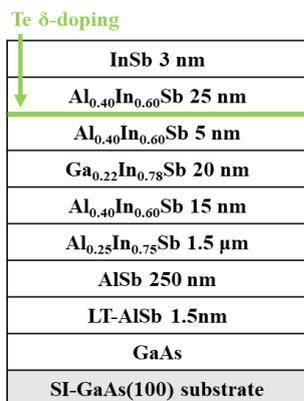


Fig. 1. Schematic view of GaInSb HEMT structure.

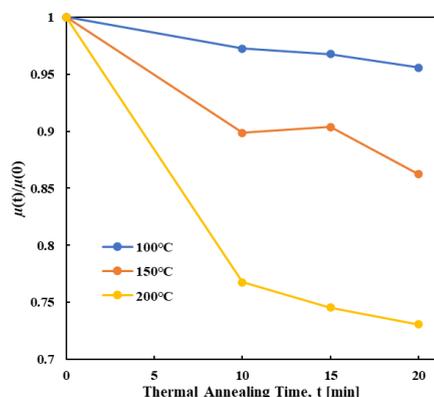


Fig. 2. Variation of  $\mu$  at a function of thermal annealing time. Thermal annealing temperatures are 100, 150, and 200°C.

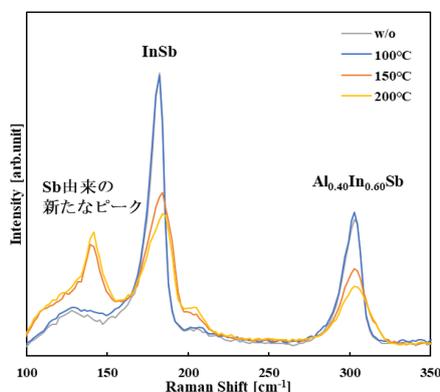


Fig. 3. Comparison of Raman spectrum without and with thermal annealing of 100, 150, and 200°C.