

HBT 低ターン・オン電圧化のための高正孔濃度 InGaAsSb の MOCVD 成長

MOCVD growth of high-hole-concentration InGaAsSb for low-turn-on-voltage DHBTs

日本電信電話株式会社 NTT フォトニクス研究所

○星 拓也, 杉山 弘樹, 横山 春喜, 松崎 秀昭, 神徳 正樹

NTT Photonics Laboratories, NTT Corporation

○T.Hoshi, H.Sugiyama, H.Yokoyama, H.Matsuzaki, and M.Kohtoku

E-mail: hoshi.takuya@lab.ntt.co.jp

【はじめに】InP 系 HBT の低電圧動作には、ベース層の狭バンドギャップ(Eg)化が必須であり、InGaAsSb 四元混晶は InGaAs や GaAsSb に比べ Eg が小さく、ベース層に適用することで、低ターン・オン電圧化が可能である[1]。しかし、C ドーピングの際、原料の持つエッチング効果のため、混晶組成の制御が極めて難しく、かつ In 組成の増大に伴うドーピング効率の低下により、高正孔濃度・高 In 組成・高 Sb 組成を同時に実現するのは困難である[2]。今回、C ドープ InGaAsSb の MOCVD 成長の熱力学計算から、成長温度を低減することでエッチング効果を抑制し、固相組成と正孔濃度を同時に高める成長条件を見出した。さらにそれを実験的に確認したので報告する。

【実験】InGaAsSb 薄膜は減圧 MOCVD 法により鉄ドープ(001)InP 基板上に成長した。各種原料供給比に加え、成長温度(Tg)をパラメータとし実験を行った。四元混晶の混晶組成は、ICP-AES 法により決定した。エッチング反応を取り込んだ熱力学計算手法^[2]により、四元混晶の成長時の平衡分圧と固相組成を計算した。

【結果および考察】III 族原料供給比(R_{In})と固相 In 組成の相関を図 1 に示す。計算結果(実線)によれば、 $T_g \sim 600^\circ\text{C}$ の時、エッチング効果により R_{In} と固相 In 組成の線形関係は崩れ、固相 In 組成は大幅に減少する。しかし、 T_g を下げることでその影響は小さくなり、高 In 組成化が可能である。そこで成長時の設定温度を従来報告(図中■)^[2]より 50°C 下げて薄膜を成長した結果(図中★)、エッチング効果が緩和され、高 In 組成化できることを確認した。また、図 2 に示されるよう、低温成長により高正孔濃度化が可能であることも示された。その結果、固相 In 組成 0.26 のとき、正孔濃度 $2.7 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ が得られ、従来よりもほぼ 4 倍の高正孔濃度化を実現した。

[1] Hoshi *et al.*, JJAP **51**, 04DF01 (2012).

[2] 星ほか、2012 年秋応物 11p-J-8.

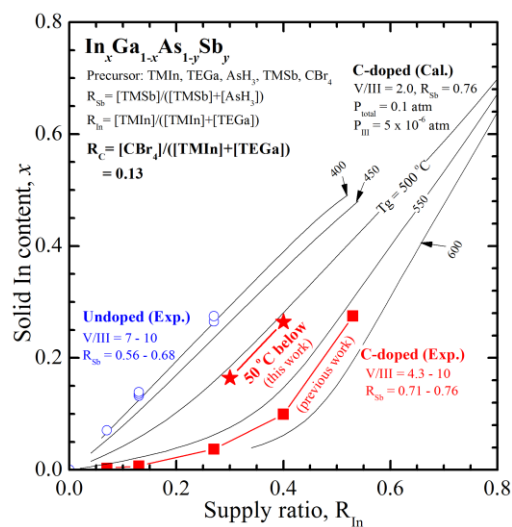


図 1 固相 In 組成の III 族原料供給比依存性

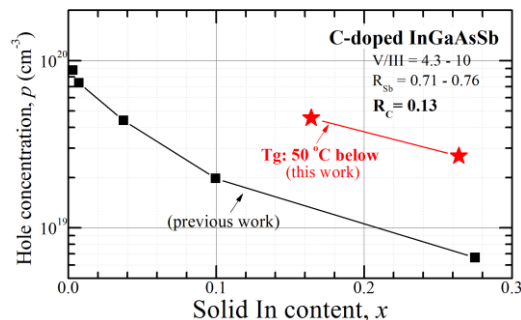


図 2 正孔濃度と固相 In 組成の相関