

MOCVD 法によるエチル系有機材料を用いた 炭素ドーパ InGaAs 層の成長

Growth of the carbon doped InGaAs layer using
the ethyl-based organic material by the MOCVD method

福井大院工¹, (株) オプトランス², ○横浜 秀雄^{1,2}, 塩島 謙次¹, 荒木 賀行²
Univ. of Fukui¹, Optrans Corp.², ○H. Yokohama^{1,2}, K. Shiojima¹, G. Araki²
yokohama@optrans.com

はじめに: MOCVD 法により成長した炭素 (C) ドープ InGaAs は不十分な分解により水素を多量に含むことが知られている[1]。AsH₃ および有機金属材料のメチル基の原料ガスが原因と考えられ、我々はこれらを含まない材料としてトリエチルインジウム (TEI), トリエチルガリウム (TEG), トリエチル砒素 (TEAs), 四臭化炭素 (CBr₄) のエチル系材料を用いることを提案し、水素混入の抑制を可能とした[2] [3]。しかし、CBr₄ の導入は、低温成長が必要で、また、材料の消費量が増加するため In 組成制御が困難となる。今回、メチルおよびエチル系材料について材料供給効率を比較し、ドーパントである CBr₄ の供給方法をパルスドーピングとすることで、組成制御性の良い C ドープ InGaAs 成長を試みた。

実験: C ドープ InGaAs 層に用いたⅢ族材料は、TMI, TEG または TEI, TEG を、Ⅴ族材料は AsH₃ を用いた。C ドーパント材料は CBr₄ を用いた。成長炉は 4 インチ 10 枚バッチで、トレイ中央は材料が供給されない低消費高効率構造で、反応位置を変更可能なシャワーヘッド型 MOCVD を用いた。組成比は X 回折、キャリア濃度は Van der Pauw 法で求めた。

結果と考察: 図 1 に TMI 系と TEI 系を用いた場合の undoped InGaAs 層成長時の In 原料供給比に対する InGaAs 層の In 組成比を示す。

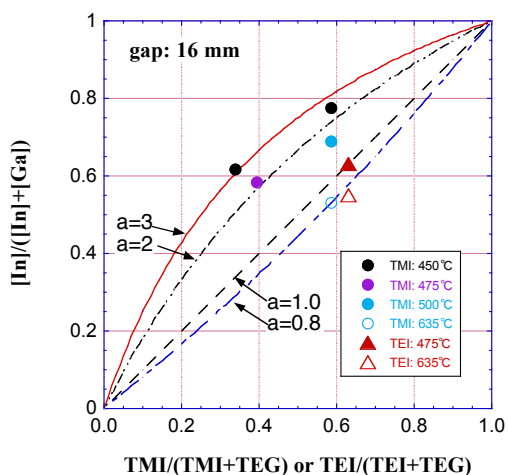


図 1. InGaAs 層の In 供給比と In 組成比の関係

TMI 系では、成長温度が低い方が、In 組成が In 原料供給比よりも大きくなっており、Ga より In の方が、基板表面へ取り込みやすくなっている。450°C 以下では、TEG の消費量が増え、温度に非常に敏感に反応することから組成制御が難しくなる。これは、主に未分解の AsH₃ や TMI の分解によるメチル基と Ga の反応が考えられ、成長表面に到達する前に再結合することが考えられる。

これに比べ TEI 系は、低温でも TEI, TEG ともに取り込み効率は 1 に近く、いずれの成長も供給律速で、成長表面に到達した有機金属Ⅲ族分子は、ほぼ等しく成長に寄与する。ここで、C ドーパント材料の CBr₄ をバルクドーピングすると TMI, TEG の材料消費が増え、組成制御が困難となる。図 2 に CBr₄ 供給量とⅢ族材料の消費量の関係を示す。450°C のバルクドーピングでは、TMI, TEG の消費量が増大する。CBr₄ の供給方法をパルスドーピングとした結果、材料消費を抑制し、組成制御性良く、高濃度 C ドープ-InGaAs 層が得られた。

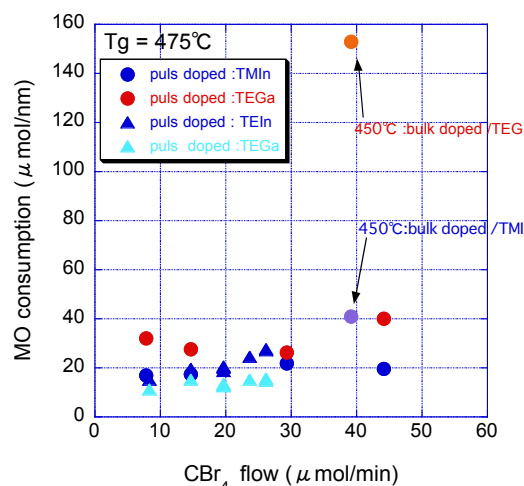


図 2. p-InGaAs 層のⅢ族材料消費量の CBr₄ 供給量依存性

参考文献: [1] Watanabe et al. J. of Crystal Growth, Vol. 200, pp. 599-602, 1999

[2] 荒木, 横浜 第 68 回応用物理学会学術講演会予稿集 8a-H-7 (2007)

[3] 荻須他, 第 55 回応用物理学関係連合講演会 29a-ZT-4 (2008)