

## ホール効果測定による MBE 法で成長させた InGaSb 及び AlGaSb 中の不純物密度と準位の評価

Determination of Impurity Densities and Impurity Levels in InGaSb and AlGaSb Grown by MBE Using Hall-Effect Measurements

大阪電気通信大学、西川和弘、福永展也、松浦秀治、瀬川昌治、須崎 渉

Osaka Electro-Communication University, K.Nishikawa, N.Fukunaga, H.Matsuura, M.Segawa, and W.Susaki

URL : <http://www.osakac.ac.jp/labs/matsuura/>

【はじめに】GaSb 基板を用いた半導体レーザ構造の作製に用いられる InGaSb 及び AlGaSb は、井戸層や障壁層、クラッド層に用いられる<sup>1)</sup>。InGaSb 及び AlGaSb をこれらの層に用いるには、pn 制御が必要である。これらの半導体中の不純物密度とエネルギー準位を評価するためには、ホール効果測定をおこない、多数キャリア密度の温度依存性  $p(T)$  または  $n(T)$  を求める。我々は仮定や微分法を用いず、 $p(T)$  または  $n(T)$  から不純物密度と準位を高精度で決定できる方法、FCCS (Free Carrier Concentration Spectroscopy) 法を提案してきた<sup>2)-4)</sup>。そこで、本方法を用いてアンドープ InGaSb 層と Te ドープ AlGaSb 層における不純物密度および準位の評価をおこなう。

【実験方法】半絶縁性 GaAs 基板上に MBE (Molecular Beam Epitaxy) 法で成長させた InGaSb、または Te ドープ AlGaSb 層を、2  $\mu\text{m}$  成長し、7 mm  $\times$  7 mm 角の表面四隅に In 電極を形成し、van der Pauw 法にてホール効果測定をおこなった。

【実験結果】図の丸印はアンドープ  $\text{In}_{0.16}\text{Ga}_{0.84}\text{Sb}$  の正孔密度  $p(T)$  である。 $p(T)$  からアクセプタ密度および準位を評価するため、評価関数  $H(T, E_{\text{ref}}) = p(T)^2 \exp(E_{\text{ref}}/kT)/(kT)^2$  を用いて変換した  $H(T, 0.026)$  を破線で示す。1 つのピークが見られることから 1 つのエネルギー準位が存在し、ピークからアクセプタ準位は 92 meV、アクセプタ密度は  $2.9 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 、浅いアクセプタ密度は  $2.2 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$  と求められた。Te ドープ  $\text{Al}_{0.58}\text{Ga}_{0.42}\text{Sb}$  では励起状態を考慮した分布関数を用いると<sup>5)</sup>、ドナー準位は 175 meV、ドナー密度は  $3.5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$  であることがわかった。

【参考文献】1) 瀬川昌治, 他: 電気関係学会関西支部連合大会講演論文集 (H12) G179. 2) H. Matsuura, et al.: Jpn. J. Appl. Phys. **39** (2000) 5069. 3) H. Matsuura, et al.: Appl. Phys. Lett. **76** (2000) 2092. 4) H. Matsuura, et al.: Extended abstracts of the 20th electronic materials symposium (EMS20), pp 135-138 (F5), Jun.2001. 5) H. Matsuura : International Conference on Silicon Carbide and Related Materials, pp.749, (2001)

