

AlAs-InAs 挿入型量子カスケードレーザの結晶成長とレーザ特性

Crystal growth of quantum cascade laser with high Al composition InAlAs barrier and high In composition InGaAs well

○ 金子 桂¹, 橋本 玲¹, 角野 努¹, 谷村 景貴², 高木 茂行², 迫田 和彰³, 斎藤 真司¹
東芝 生産技術センター¹, 東京工科大², 国立研究開発法人 物質・材料研究機構³

Toshiba Corporation, Corporate Manufacturing Engineering Center¹,

School of Engineering, Tokyo University of Technology², National Institute for Materials Science³

°Kei Kaneko¹, Rei Hashimoto¹, Tsutomu Kakuno¹, Hiroataka Tanimura², Shigeyuki Takagi²,
Kazuaki Sakoda³, and Shinji Saito¹

E-mail: kei.kaneko@toshiba.co.jp

【はじめに】 量子カスケードレーザ (QCL) の活性層は、InGaAs 井戸層と InAlAs 障壁層を交互に積層した多数の量子井戸構造で構成されている。発光の特性を向上するための構造がいくつか提案されており、①発光部の障壁層のエネルギーを高くして電子の漏洩を防止する、②エネルギー準位の調整と結晶内の歪の調整のために組成の異なる数種類の井戸層と障壁層を組み合わせる、という特徴を持つ[1][2]。我々が用いている分子線エピタキシャル (MBE) 法では、組成の異なる井戸層と障壁層の積層は容易ではないため、InAlAs と InGaAs に AlAs や InAs を挿入して平均的に組成を変化させる層構造を取り入れて QCL を作製した[3]。結晶特性と発光特性を評価したので報告する。

【実験方法】 QCL は、膜厚の異なる $\text{In}_{0.669}\text{Ga}_{0.331}\text{As}$ 井戸層と $\text{In}_{0.362}\text{Al}_{0.638}\text{As}$ 障壁層がそれぞれ 11 種類交互に積層された量子井戸構造を 30 回繰り返して作製される。11 種類の $\text{In}_{0.669}\text{Ga}_{0.331}\text{As}$ と $\text{In}_{0.362}\text{Al}_{0.638}\text{As}$ のうち 3 つの $\text{In}_{0.669}\text{Ga}_{0.331}\text{As}$ に InAs を挿入、6 つの $\text{In}_{0.362}\text{Al}_{0.638}\text{As}$ に AlAs を挿入して QCL を試作した。図 1 に伝導帯のバンド図を示す。X 線回折測定と 3 次元アトムプローブ分析により結晶評価した後、端面発光型素子を作製し、レーザ特性を評価した。

【結果および考察】 X 線回折の測定結果を図 2 に示す。量子構造の周期性を起因としたサテライトピークが高次のピークまで表れており、周期性が良好であること示した。測定値は、シミュレーション結果と非常によく一致していることから、ほぼ設定通りの量子井戸構造であると考えられた。レーザ特性を評価した結果、 $4.3\ \mu\text{m}$ で発振を確認した。

【謝辞】 本研究は、防衛装備庁安全保障技術研究推進制度 JPJ004596 の支援を受けて実施した。
参考文献

[1] D. Botez et al., Proc. SPIE, **7953**, 79530 (2011)

[2] Y. Bai et al., Appl. Phys. Lett. **98**, 181102 (2011)

[3] 金子など, 2020 年第 67 回応用物理学会春季学術講演会, [14a-A303-5] (2020)

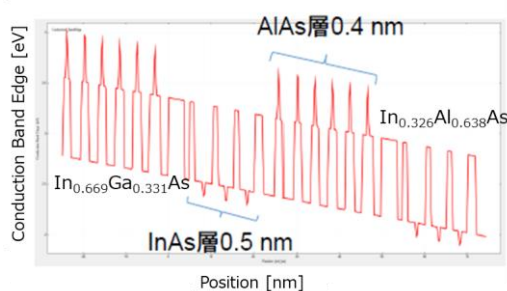


図 1 伝導帯のバンド図

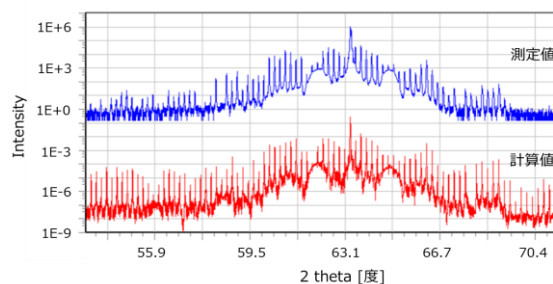


図 2 X 線回折プロファイル。測定値(青線)とシミュレーション結果(赤線)。