# 高 Al 組成-InAlAs 障壁層を挿入した量子カスケードレーザの結晶成長

## Crystal growth of quantum cascade laser with high Al composition InAlAs barrier

○ 金子　桂 [1]，橋本　玲 [1]，角野　努 [1]，斎藤　真司 [1]，迫田　和彰 [2]
東芝 生産技術センター[1]，国立研究開発法人　物質・材料研究機構 [2]
Toshiba Corporation, Corporate Manufacturing Engineering Center [1],
National Institute for Materials Science [2]
°Kei Kaneko[1], Rei Hashimoto[1], Tsutomu Kakuno[1], Shinji Saito[1], and Kazuaki Sakoda [2]
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いる。[1][2]、有機金属気相成長（MOCVD）法では原料ガスの流量制御により組成の異なる層を数種類積層して複雑な量子構造の作製が可能である。一方、分子線エピタキシャル（MBE）法は、量子井戸の界面の制御が MOCVD より優れているが、成長時の結晶原料の切り替え等の制限があり、組成が異なる障壁層の積層は容易ではない。今回、設計上発光層の効率向上が期待できる高 Al 組成の InAlAs 障壁層を実現するために、InAlAs 層に AlAs の超格子を形成する方法を検討し、その結晶特性と発光特性を評価したので報告する。

**【実験方法】**　一部の InAlAs に AlAs を挿入して QCL を試作し､X 線回折により結晶を評価した。図 1 に伝導体のバンド図の 1 例を示す。平均的な Al 組成を高くするために、InAlAs の前後に AlAs(0.4 nm)を挿入した。

**【結果および考察】**　X 線回折測定の回折スペクトルを図 2 に示す。量子構造からのサテライトピークが明確に表れており、周期性は良好であった。0 次のサテライトピークの回折角は通常の QCL での回折角よりも高角側にシフトし、平均的な Al 組成が高くなったことを示した。エレクトロルミネッセンス評価では、4 μm 帯で発光が確認された。また、AlAs を挿入したことによるバンドオフセットについて議論する。

**【謝辞】**　本研究は、防衛装備庁安全保障技術研究推進制度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)

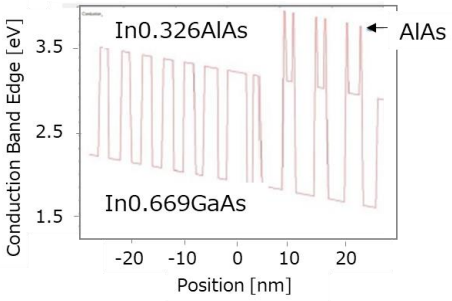


図 1 伝導体のバンド図

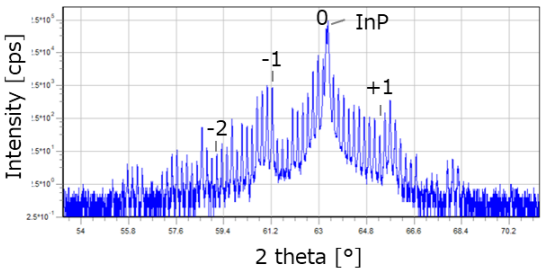


図 2 X 線回折スペクトル
0、−1、−2、+1 は、サテライトピーク番号