

## 中赤外面発光型量子カスケードレーザに向けた フォトリック結晶作製技術検討

### Development of photonic crystal fabrication technology for mid-infrared surface emitting quantum cascade laser

橋本 玲<sup>1</sup>, 角野 努<sup>1</sup>, 金子 桂<sup>1</sup>, 斎藤 真司<sup>1</sup>, 姚 遠昭<sup>2</sup>, 池田 直樹<sup>2</sup>, 間野 高明<sup>2</sup>, 黒田 隆<sup>2</sup>, 迫田 和彰<sup>2</sup>

°R. Hashimoto<sup>1</sup>, T. Kakuno<sup>1</sup>, K. Kaneko<sup>1</sup>, S. Saito<sup>1</sup>, Y. Yao<sup>2</sup>, N. Ikeda<sup>2</sup>, T. Mano<sup>2</sup>, T. Kuroda<sup>2</sup>, and K. Sakoda<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東芝生産技術センター, <sup>2</sup> 国立研究開発法人 物質・材料研究機構

<sup>1</sup> Toshiba Corporation Corporate Manufacturing Engineering Center

<sup>2</sup> National Institute for Material Science

E-mail: rei.hashimoto@toshiba.co.jp

#### はじめに

量子カスケードレーザ(QCL)は赤外域の小型光源としてガスセンシングや医療応用への適用が期待されており[1,2]、我々はフォトリック結晶(PC)を利用することで量産性やモード制御性に優れた面発光型QCLの開発を進めている[3]。発振モードの制御や光取り出し効率の向上にはPCの形状やサイズの最適化が重要であるが、素子作製の工程を経る中で設計値と出来上がり値に乖離が生じるという課題がある。今回、寸法差を生じさせる主な工程として有機金属気相成長法(MOCVD)による再成長埋め込み工程に着目した。この工程を分子線エピタキシー法(MBE)に変更し、寸法差への影響を評価したので報告する。

#### 実験・結果

InP基板上に結晶成長されたQCL構造エピウェハに対し、1.43 $\mu\text{m}$ 周期で円柱状のInGaAs PC構造を作製し、その後InP再成長でPCを埋め込んだ。MOCVD法で埋め込んだサンプルのPC領域を表面方向からSEM観察した結果を、設計値と共に図1に示す。出来上がり寸法は、設計値と比較しておよそ30%のサイズ縮小が確認された。一方、MBE法で埋め込んだサンプルではサイズの縮小度合いに差がみられた。埋め込み工程におけるPCのエッチング量の差が原因と考察しており、出来上がり値と設計値の乖離抑制に有効と考えられる。

#### 謝辞

本研究は、防衛装備庁 安全保障技術研究推進制度 JPJ004596 の支援と、文部科学省 ナノテクノロジープラットフォーム事業 JPMXP09F19IT0017 の支援を受けて実施しました。

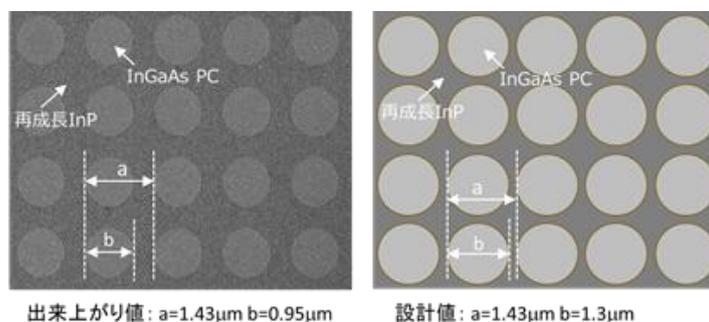


図1. MOCVD法でInP埋め込みされたPCのSEM像と設計値

#### 参考文献

[1] F. K. Tittel et al., The Review of Laser Engineering, **34**, 275 (2006)

[2] K. Isensee et al., Analyst (Lond). 143, 24, 5888(2018)

[3] 橋本など, 第81回応用物理学会秋季学術講演会 [9a-Z04-5] (2020)