

AlGaIn 深紫外 LED 高反射フォトニック結晶のダメージレス精密加工

Damage-less fine control fabrication of highly-reflective PhC for AlGaIn deep-UV LED

理研¹, 丸文², 東芝機械³, アルバック⁴, 東京応化⁵, 産総研⁶ ○鹿嶋 行雄^{1,2}, 田代 貴晴³,
小久保 光典³, 上村 隆一郎⁴, 長田 大和⁴, 岩井 武⁵, 森田 敏郎⁵, 松浦 恵里子^{1,2},
前田 哲利¹, 定 昌史¹, 高木 秀樹⁶, 平山 秀樹¹

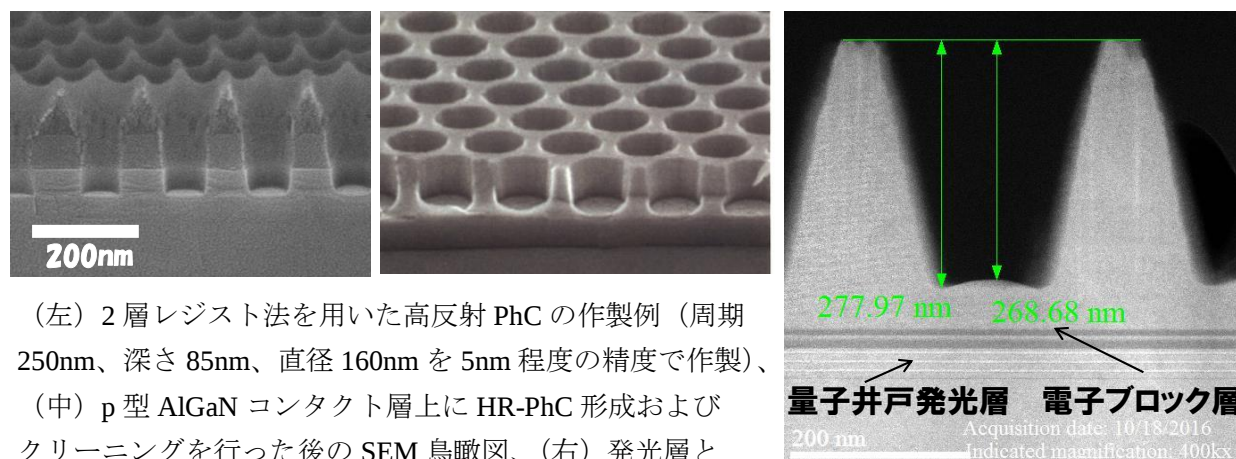
RIKEN¹, Marubun², Toshiba Machine³, ULVAC⁴, Tokyo Ohka Kogyo⁵, AIST⁶, °Yukio Kashima^{1,2},
Takaharu Tashiro³, Mitsunori Kokubo³, Ryuichiro Kamimura⁴, Yamato Osada⁴, Takeshi Iwai⁵,
Toshiro Morita⁵, Eriko Matsuura^{1,2}, Noritoshi Meda¹, Masafumi Jo¹, Hideki Takagi⁶,

Hideki Hirayama¹

E-mail: ykashima@marubun.co.jp

殺菌、浄水、医療、樹脂加工、印刷・コーティングなどへの応用が期待される AlGaIn 深紫外 LED (DUV-LED) は効率が未だ低く、市場を広げるためにその高効率化が課題となっている。DUV-LED の高効率化のためには、光取出し効率 (LEE ; 現状で LEE < 10%) を改善する必要がある。我々は、発光層に接近して形成したフォトニック結晶 (PhC) において 90% 以上の高い反射率が得られ、PhC と透明コンタクト層と併用して用いれば 54% 以上の高い LEE が得られることを FDTD 解析から明らかにした。最近、DUV-LED の p 型コンタクト層に「高反射フォトニック結晶 (HR-PhC)」を精密かつダメージレスで作製することに成功し、PhC 反射効果による LEE の増加を確認するとともに、283nm 深紫外 LED で外部量子効率 (EQE) 10% を実現した。今回、DUV-LED で用いた HR-PhC の精密作製技術について紹介する。

HR-PhC の反射効果を引き出すためには、FDTD シミュレーションで設計した PhC パターンの形状 (直径、周期、深さ)、ならびに、量子井戸発光層と PhC の距離を厳密に制御して作製する必要がある。本研究では、ナノインプリントによる基板全面への一括パターン形成と ICP ドライエッチングによる精密かつダメージレスな加工を用い、特に、HR-PhC の直径と深さの制御を行うために二層レジスト法を用いて、加工精度 10nm 以下の高精度で精密加工を可能にした。HR-PhC の精密加工の例を下図に示す。詳細については当日報告する。



(左) 2 層レジスト法を用いた高反射 PhC の作製例 (周期 250nm、深さ 85nm、直径 160nm を 5nm 程度の精度で作製)、

(中) p 型 AlGaIn コンタクト層上に HR-PhC 形成およびクリーニングを行った後の SEM 鳥瞰図、(右) 発光層と

PhC のボトムとの距離を厳密に制御 (距離 60nm) して作製した例 (断面 TEM 像から)