

特異構造結晶の導入による高効率深紫外デバイスと THz-QCL の開発

Development of high-efficiency deep-UV LEDs and THz-QCLs by introducing novel structural wide-bandgap semiconductor crystals

○平山 秀樹¹、前田 哲利¹、定 昌史¹、寺嶋 亘¹、豊田 史朗^{1,2}、鎌田 憲彦²

(1. 理研、2. 埼玉大)

○Hideki Hirayama¹, Noritoshi Maeda¹, Masafumi Jo¹, Wataru Terashima¹,

Siro Toyoda^{1,2}, Norihiko Kamata² (1. RIKEN, 2. Saitama Univ.)

E-mail: hirayama@riken.jp

深紫外 LED、レーザやテラヘルツ量子カスケードレーザ (THz-QCL) など未開拓波長の半導体発光デバイスは、殺菌・浄水、医療分野、各種透視検査用の光源などをはじめ幅広い応用分野での利用が期待されることから、それらの開発が急がれている。これらの新規デバイス実現のためには、低転位密度 AlN バッファ、高ホール濃度 p 型 AlGaIn, ナノ構造光取出し機構、原子層平坦多重超格子構造などが必要不可欠である。これらの結晶は従来までの結晶成長法では実現が難しく、新たな特性や構造を有する結晶 (特異構造結晶) の結晶作製技術を開拓しなければその実現は難しい。本研究では、このような特異構造結晶の成長技術の開拓とそれを用いた新機能光デバイスの実現を目的としている。

本研究では、深紫外 LED (波長 220~350nm) の内部量子効率 (IQE) と光取出し効率 (LEE) の向上に取り組んでいる。サファイア加工基板 (PSS) 上に AlN ピラーアレイ構造を結晶成長し、光取出しと高い IQE に適した低貫通転位 AlN-ELO バッファ構造を作製した。また、超格子 p 型 AlGaIn 層を形成し、深紫外波長で高い透明度を得ながら、ホールの横拡散が可能なコンタクト層を実現した。これらの結晶を用いれば今後、IQE と LEE の向上により未踏の高効率 (数十%) 深紫外 LED が期待できる。また、GaIn 系半導体を用いた未踏周波数 (5-12 THz) QCL の実現に取り組んでいる。QCL 実現のためには、原子一層精度で膜厚制御された多重超格子構造の形成が必要不可欠である。本研究では、MBE 成長において「過渡的アニールドロップレット除去法 (DETA 法)」を用いて、原子一層精度の AlGaIn 多重超格子構造を形成し、高い光利得を得ることで、未開拓周波数である 5.4~7 THz の QCL 発振に世界初成功した。詳細は当日ご報告する。

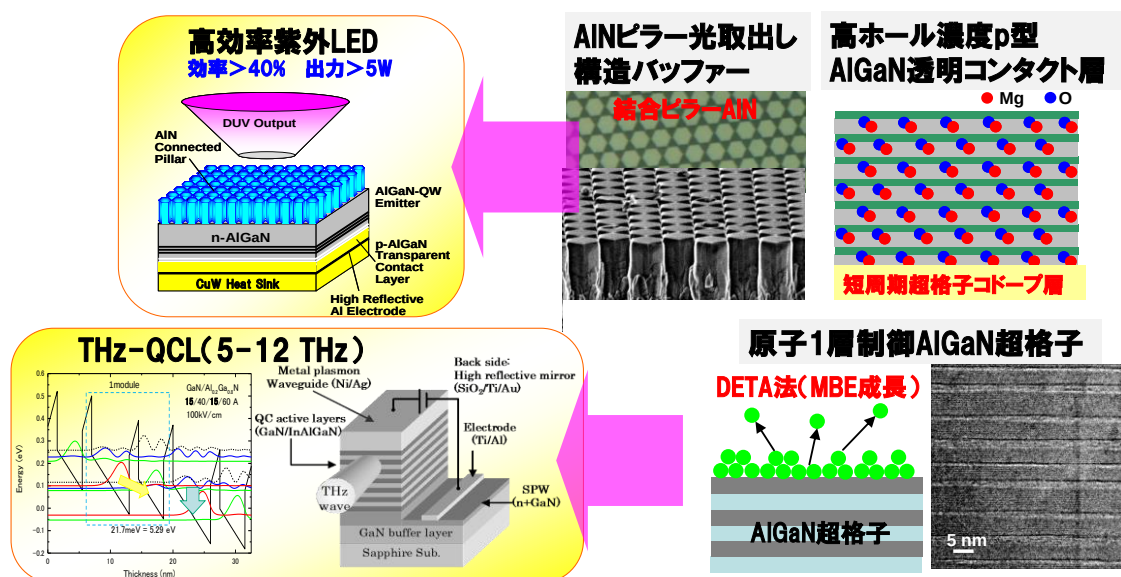


図 1. 特異構造結晶の結晶成長法の開拓による高効率深紫外デバイスと THz-QCL 開発の概念