

# 低温 PL を利用した MOVPE-InGaN 膜中の In 分布の製膜条件依存性 In distribution dependence on MOVPE-InGaN growth condition analyzed by low temperature PL

東大院工<sup>1</sup>, エア・リキード・ラボラトリーズ<sup>2</sup> ○鈴木雄大<sup>1</sup>, 百瀬健<sup>1</sup>, 寺本喬<sup>2</sup>, Christian Dussarrat<sup>2</sup>,  
藤井克司<sup>1</sup>, 杉山正和<sup>1</sup>, 霜垣幸浩<sup>1</sup>

The Univ. of Tokyo<sup>1</sup>, Air Liquide Laboratories<sup>2</sup>, ○Y. Suzuki<sup>1</sup>, T. Momose<sup>1</sup>, T. Teramoto<sup>2</sup>, C.  
Dussarrat<sup>2</sup>, K. Fujii<sup>1</sup>, M. Sugiyama<sup>1</sup>, Y. Shimogaki<sup>1</sup>

E-mail: ysuzuki@dpe.mm.t.u-tokyo.ac.jp

## 【緒言】

InGaN は組成の制御により赤外から紫外の広い発光波長帯を得られるため注目を集めている[1]. しかし, 量産で用いられる MOVPE 法において In の高濃度取り込み, 均一組成, 良好な発光特性を得る明確な理論的指針は得られておらず, 装置ごとの条件最適化に依らずにこれを実現するには反応モデルが必要である. 一般的な装置内では反応は化学平衡状態に達しておらず速度過程であるため, 速度過程における反応モデルが必要であるが現状確立されていない. そのため, 滞留時間に依存した速度情報を実験的に抽出し, モデル化する必要がある. 本研究では基板の回転を止め, 流れ方向の膜厚および組成分布を解析することで反応の滞留時間依存性を得ることとした[2]. 本発表においては, 滞留時間による In 組成変化や In 組成の局所的なばらつきについて低温 PL を基に議論した.

## 【実験】

フロー型 MOVPE リアクター(AIXTRON AIX 200/4 RF-S)を用いて製膜を行った. 基板には 2 インチサファイア(0001)基板を用い, u-GaN (1 $\mu$ m)/marker-AlN(15nm)/buffer-GaN(50nm)を製膜後, 基板の回転を止め InGaN を成長させた. InGaN の原料には Ga(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>3</sub>, In(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub> を用い, キャリアガスとして N<sub>2</sub> を用いた. 基板温度 780°C, 全圧 200mbar, V/III 比 3800, InGaN 成長時間 90 分とした.

## 【結果・考察】

ウェハの上流部と下流部において室温および低温にて PL を測定した. 発光強度は下流側にいくにつれ非常に強く表れていた(図略). ピークは上流に比べ下流において低エネルギー側に観察された. 低温での発光はバンド端発光と考えられるため, 下流側(滞留時間が長い)において In 組成が増加したことを示している. また, 下流にいくにつれてピーク幅が広がっていたことから, 下流側では高 In 組成と低 In 組

成の領域が混在しており, ナノレベルでの In 組成ばらつきが大きいと考えられる. 上流では低温時に高エネルギーピークが強く, 室温では逆転していることから, 高 In 組成領域の存在割合は小さいと考えられる. 下流ではいずれの温度においても低エネルギーピーク(高 In 組成)が支配的であり高 In 領域が多数存在していると考えられる. 以上より, In は流れ方向の組成変化に加えて, ナノレベルの局在挙動も異なると結論できる. 本発表では In の組成と反応メカニズムについて化学工学的観点から議論していく.

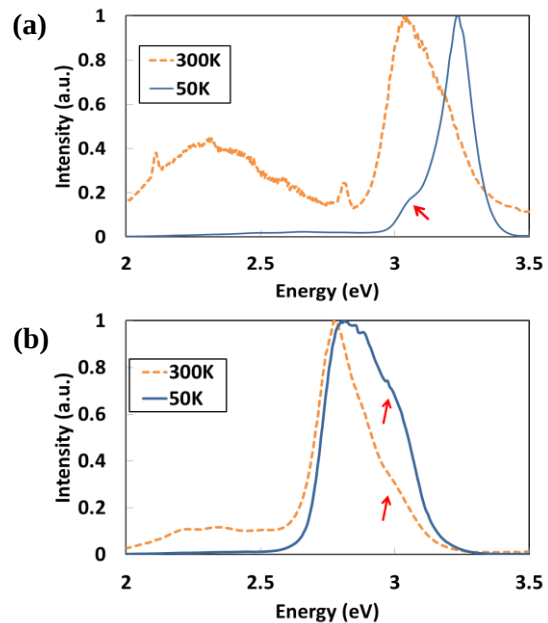


Fig.1 Low temperature PL results of (a) upstream (b) downstream, in which spectrum were normalized as max=1. At upstream, shift width was larger than downstream.

- [1] F. Yam and Z. Hassan, *Superlattice. Microst.*, **43**, 1–23 (2008).
- [2] M. Dauelsberg, D. Brien, R.Püsche, O. Schon, E. Yakovlev, A.S. Segal, and R.A. Talalaev, *J. Cryst. Growth*, **315**, 224–228 (2011).