

## 特異構造トピックス

### 受賞報告

日本結晶成長学会 ナノ構造・エピタキシャル成長分科会 「2020年講演会第12回 ナノ構造・エピタキシャル成長講演会」(オンライン開催、2020年7月30-31日)

#### <発表奨励賞>

- 前田亮太氏(A01-1、東京大学、修士課程2年)
- 伊藤和真氏(A01-3、名城大学、修士課程1)
- 山田和輝氏(A01-3、名城大学、修士課程1年)
- 江間研太郎氏(A01-4、東京農工大学、博士課程3年)
- 用正大地氏(A01-5、九州大学、修士課程2年)

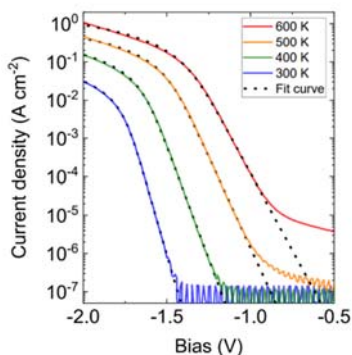
### 研究成果紹介

## A01 特異構造の作製と拡張結晶学の構築

### A01-1: 非平衡状態の時間ドメイン制御による特異構造の創製

研究代表者: 藤岡洋 (東京大学)

紫外光照射下の非平衡状態における結晶成長技術を利用することにより、良質なp型GaInN結晶を得た。この高品質結晶を用いるとこれまで作製困難とされていた良質なp型GaInNショットキーダイオードが実現できた。

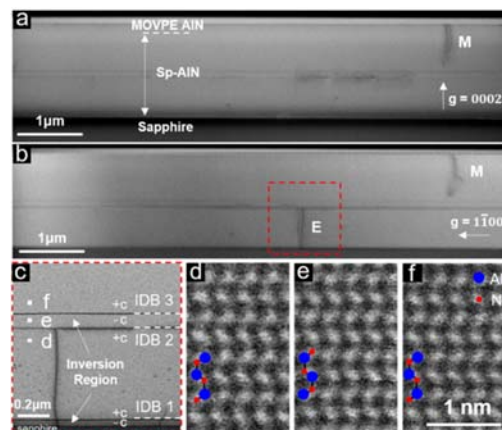


### A01-2: 平衡状態に基づくトップダウン法による特異構造の創製

研究代表者: 三宅秀人 (三重大学)

高効率な深紫外発光素子の実現に向けて、

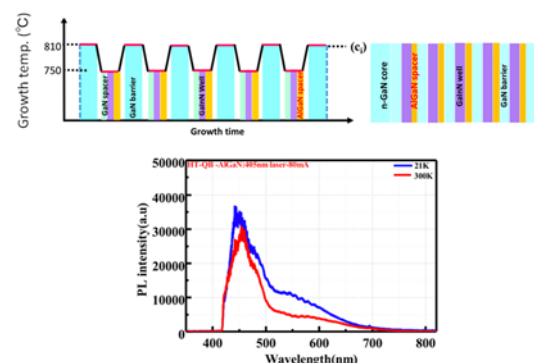
Sapphire 基板に AlN のスパッタ成膜(Sp)と face-to-face 高温アニール(FFA)を行う結晶性の向上技術を開発してきた。AlN 膜の Sp と FFA を繰り返すことで、貫通転位密度 (平面 TEM 観察より)  $4.9 \times 10^7 \text{ cm}^{-2}$  を達成した。詳細は APEX 13, 095501 (2020).



### A01-3: 多次元・マルチスケール特異構造の作製と作製機構の解明

研究代表者: 上山智 (名城大学)

高品質 GaInN 量子殻実現のため、点欠陥の混入を抑制することが求められる。量子殻の成長シーケンスの変更と AlGaIn スペースの導入により発光効率が向上し、非発光再結合が凍結する 21K と 300K における PL 発光強度の強度差が極めて縮小することがわかった。

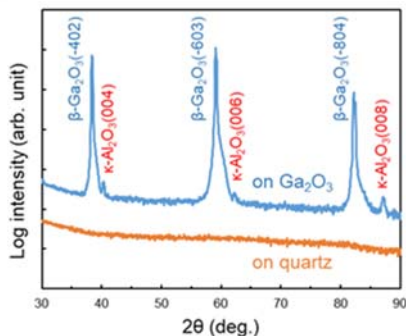


### A01-4: 化学平衡・非平衡制御による特異構造のボトムアップ創製

研究代表者: 熊谷義直 (東京農工大学)

800°C に保持した  $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3(-201)$  単結晶表面に  $\text{AlCl}_3$  を含む  $\text{N}_2$  ガスを供給すると、準安定  $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$  層が

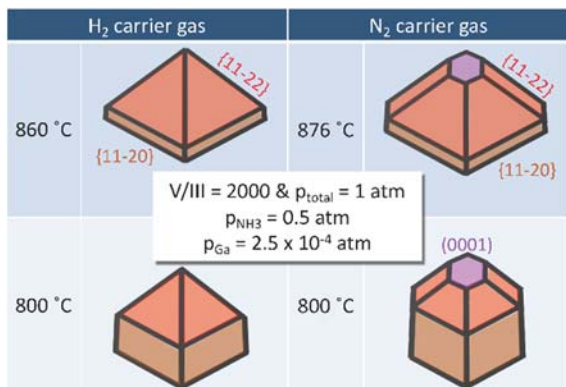
形成されヘテロ接合を形成できた。Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 基板上でのみ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 層が形成されることから、Ga と Al の置換が膜形成に  
関与していることが示唆された。



### A01-5 : 計算科学によるヘテロボンドの理論的材料設計

研究代表者：伊藤智徳（三重大学）

独自開発ナノ理論で得た結果に基づいてマクロ理論を活用することで、特異構造創成指針の確立へと研究を展開しています。図は、[11-20] 方向 GaN 選択成長における、モルフォロジー変化の成長条件依存性を明らかにした成果の一例です。

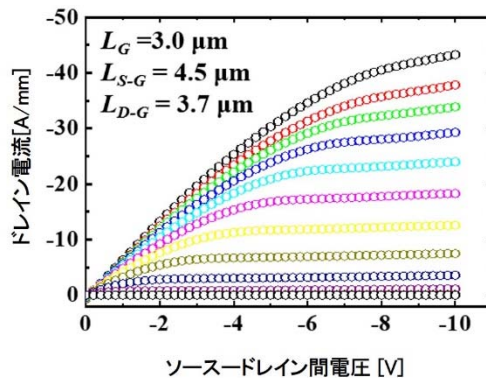


## A02 特異構造の作製と新規エレクトロニクス展開

### B01-1 : Ⅲ族窒化物ナノラミネート特異構造を用いたダイヤモンド電子デバイスの開発

研究代表者：小出康夫（物質・材料研究機構）

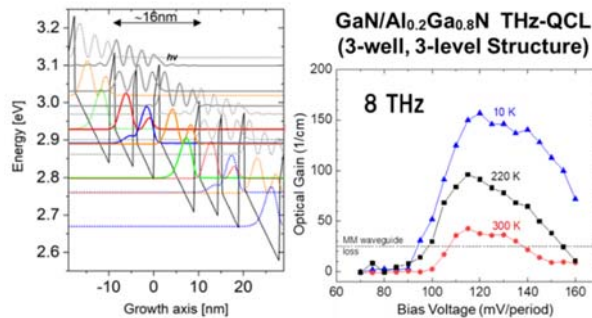
AlO<sub>x</sub>/TiO<sub>x</sub> ナノラミネートゲート構造を用いた水素終端ダイヤモンド電界効果トランジスタの動作に初めて成功し、ナノラミネートゲートの高キャパシタンス 5.22 μF/cm<sup>2</sup> および大きな比誘電率 308 を実証した。



### A02-2 : 特異構造結晶の特性を生かした新機能発光デバイスの研究

研究代表者：平山秀樹（理化学研究所）

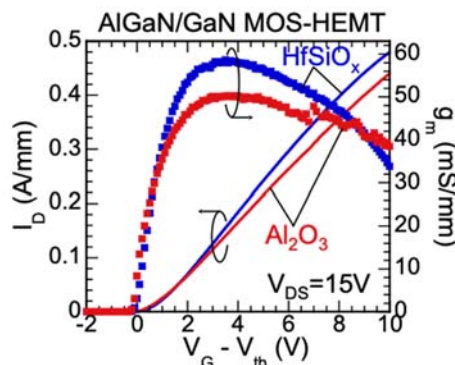
窒化物半導体を用いた量子カスケードレーザ（QCL）は THz 領域の未踏波長（5～15THz）を実現することが期待されている。今回、GaN/AlGa<sub>N</sub> 系 THz-QCL の光利得の厳密な解析を行い、室温に於いて発振を実現するのに十分な光利得が得られる事を明らかにした。



### A02-3 : 特異構造を含む異種接合の界面制御と電子デバイス展開

研究代表者：橋詰保（北海道大学）

ハフニウムシリケート(HfSiO<sub>x</sub>)は高誘電率で熱的に安定であるため、新しいゲート酸化膜として AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> HEMT へ適用した。高い相互コンダクタンスと優れたゲート制御性を示し、また、MOS-HEMT で最小の界面準位密度(2×10<sup>11</sup>cm<sup>-2</sup>eV<sup>-1</sup>)を実現した。



# 今後の予定

## [シンポジウム]

**第 81 回応用物理学会秋季学術講演会「窒化物半導体特異構造の科学 ～実験と理論の協奏的アプローチ：物性解明と制御～」**

会期：2020年9月8日（火）13:30～17:30  
オンライン開催

### 招待講演者

**大久保 忠勝（物質・材料研究機構）**  
STEM/3DAP/CL による Mg イオン注入 GaN のナノ解析

**原嶋 庸介（名古屋大学）**

GaN 中のらせん転位と Mg 不純物の相互作用：  
第一原理計算と3次元アトムプローブ観察によるアプローチ

**柴田 直哉（東京大学）**

微分位相コントラストSTEM法による材料局所電磁場観察

**石谷 善博（千葉大学）**

フォノン輸送のマイクロ評価と発光効率への影響

**中村 芳明（大阪大学）**

熱電性能向上を目指した特異構造による熱・フォノン輸送制御

**渡邊 聡（東京大学）**

機械学習ポテンシャルを用いた窒化物半導体特異構造の研究：構造、フォノン、熱物性

## [共催国際会議]

**The 8th Asian Conference on Crystal Growth and Crystal Technology (CGCT-8)**

会期：2021年3月1～4日  
オンライン開催

<https://cgct-8.com>



No.12 (2019年12月1日)



No.13 (2020年3月1日)



No.14 (2020年6月1日)

ホームページにてニュースレターを公開しています。 <http://tokui.org/newsletter.html>