文部科学省科学研究費助成事業「新学術領域研究」2016－2020年度
特異構造の結晶科学
完全性と不完全性の協奏で拓く新機能エレクトロニクス
Singularity since 2016

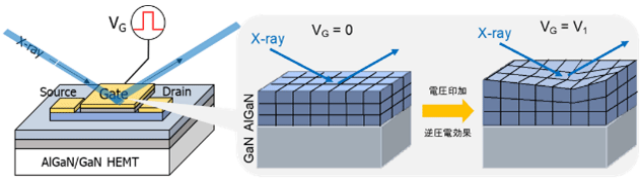
Newsletter No. 16　　2020 年 12 月 1 日発行

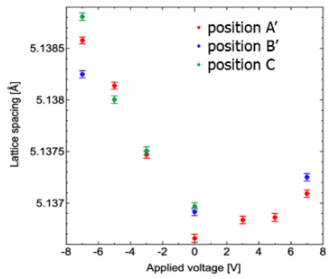
研究成果紹介
B01 特異構造の局所結晶評価と欠陥物性

B01-1：結晶特異構造およびその挙動のマルチスケール構造解析評価

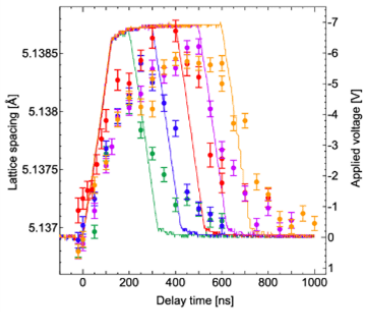
研究代表者：酒井朗（大阪大学）

シンクロトロン放射光パルスとデバイスへの電圧印加の位相を同期・変化させるポンプ-プローブ法を開発し、AlGaN/GaN HEMT のオペランド計測により、ゲート印加に伴って生ずる格子変形をナノ秒スケールの時分割で捉えることに成功した。





AlGaN c面間隔のゲート電圧依存性

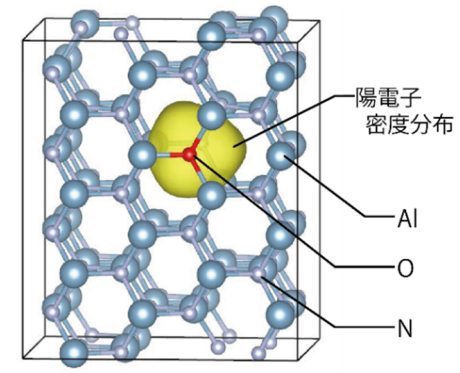


AlGaN c面間隔のゲート電圧パルス幅依存性

B01-2：陽電子消滅による結晶特異構造のキャリア捕獲・散乱ダイナミックスの評価

研究代表者：上殿明良（筑波大学）

陽電子消滅により、スパッタ成膜 AlN の空孔型欠陥を検出、その焼鈍時の挙動を評価した。この結果、1700℃の焼鈍後においても Al 空孔と酸素の複合体が残存することがわかり、高品質 AlN の成膜のためには膜中酸素の制御が重要であることがわかった。



AlN 中の Al 空孔と酸素の複合体（Al：水色、N: 灰色、O: 赤色）。黄色部分は陽電子密度分布を示す。

B01-3：フォノン科学による特異構造 3 次元分光評価と応用欠陥物性

研究代表者：石谷善博（千葉大学）

325nm レーザによる熱生成および 532nm レーザによるラマン分光の 2 波長レーザ同時照射ラマン分光イメージングを GaN 上 InGaN 薄膜に対して行い、界面近傍の格子不整転位でのフォノン輸送制限が検知され、界面での弾道的輸送を示すデータが得られる等フォノン輸送評価が進んだ。

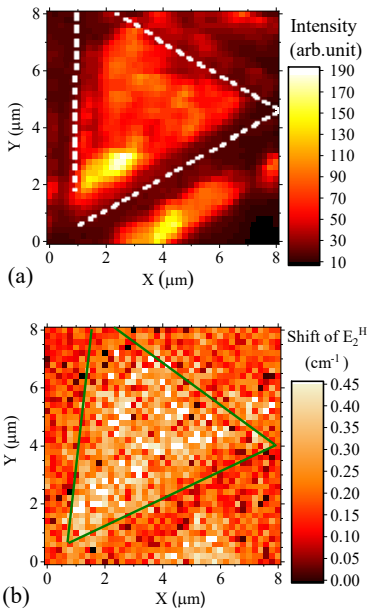


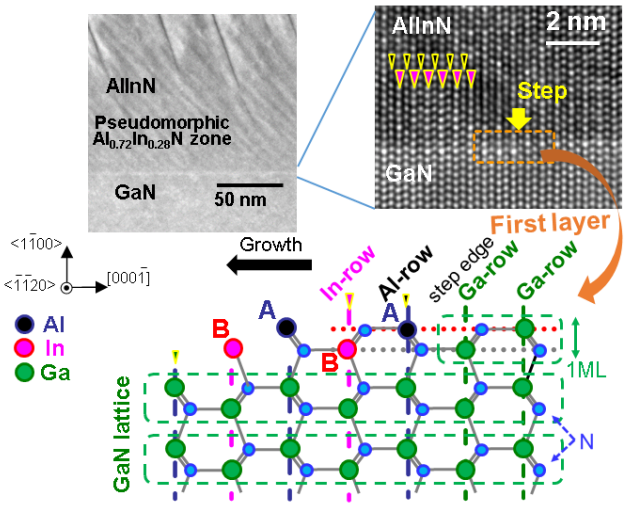
図 1　325nm レーザ照射による InGaN/GaN 構造中 InGaN 層からの PL(a)と 532nm レーザ同時照射による GaN 層のラマンピークエネルギー減少量(b)。格子不整生成箇所（PL 暗部）下の GaN の温度上昇が制限されている。

B02 特異構造の光物性解明と機能性探索

B02-2：時間空間分解カソードルミネッセンスによる特異構造の光物性解明と機能性探索

研究代表者：秩父重英（東北大学）

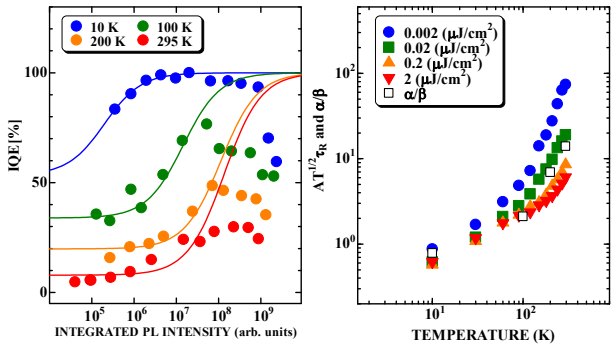
m 面 GaN 基板上に $Al_{1-x}In_xN$ 薄膜を MOVPE 成長させる際に自然形成される組成超格子の形成メカニズムを明らかにした。*m* 面 GaN のステップ端に、上層が <$\bar{1}\bar{1}$20>Al 列、下層が<$\bar{1}\bar{1}$20>In 列の分子層が形成され、[0001]方向の AlN/InN ストライプとなる。このカチオン配列が R 面に沿って成長し、約 5nm 周期の $Al_{0.70}In_{0.30}N/Al_{0.74}In_{0.26}N$ {10$\bar{1}$2}超格子を形成する（A01-5 寒川教授との共同成果）。



B02-3：結晶特異構造における励起子多体効果の光物性評価と光機能性探索

研究代表者：山田陽一（山口大学）

AlGaN 量子井戸構造における内部量子効率の励起密度依存性を励起子レート方程式モデルで解析した。その解析結果と時間分解分光により得られた輻射・非輻射再結合寿命を解析した結果が定量的に一致することを明らかにし、励起子レート方程式モデルの妥当性を示した。



今後の予定

[シンポジウム]

第 68 回応用物理学会春季学術講演会「特異構造の結晶科学　～学術とエレクトロニクス展開～」

会期：2020 年 3 月 18 日（木）13:30～18:30
オンライン開催

招待講演者
藤岡 洋（東京大学）
　非平衡状態の時間ドメイン制御による特異構造の創製
三宅 秀人（三重大学）
　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
上山　智（名城大学）
　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
熊谷 義直（東京農工大学）
　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
伊藤 智徳（三重大学）
　計算科学によるヘテロボンドの理論的材料設計
小出 康夫（物質・材料研究機構）
　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
平山 秀樹（理化学研究所）
　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
橋詰 保（北海道大学）
　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
本田 善央（名古屋大学）
　窒化物半導体中の転位のデバイス特性への影響

[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