

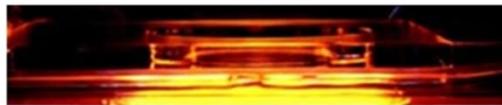
次世代半導体を支える 多元系窒化物ヘテロエピタキシー

国立大学法人名古屋工業大学
極微デバイス次世代材料研究センター
窒化物半導体マルチビジネス創生センター
工学専攻 電気・機械工学系プログラム
教授 三好 実人

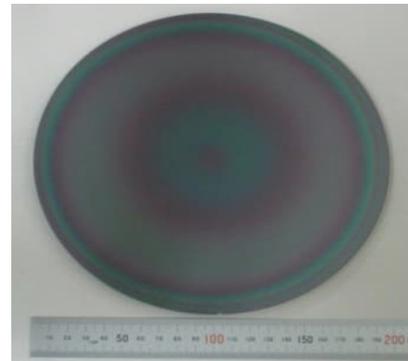
持続可能な未来社会の実現に向けて、

『(Al-Ga-In)Nからなる多元系III族窒化物半導体』

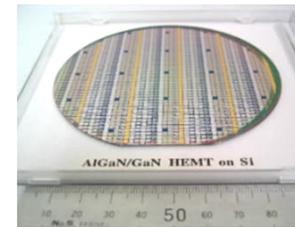
エピタキシャル成長技術とそれを用いた超高速&ハイパワーデバイス、
高効率受光デバイスの研究開発に取り組んでいます



窒化物系化合物のためのエピタキシャル成長装置



(左) 大口径GaN/Si β °外延ウェル
(中) GaN電子デバイスウェル
(右) GaN LEDウェルの発光の様子



(極微デバイス次世代材料研究センター)

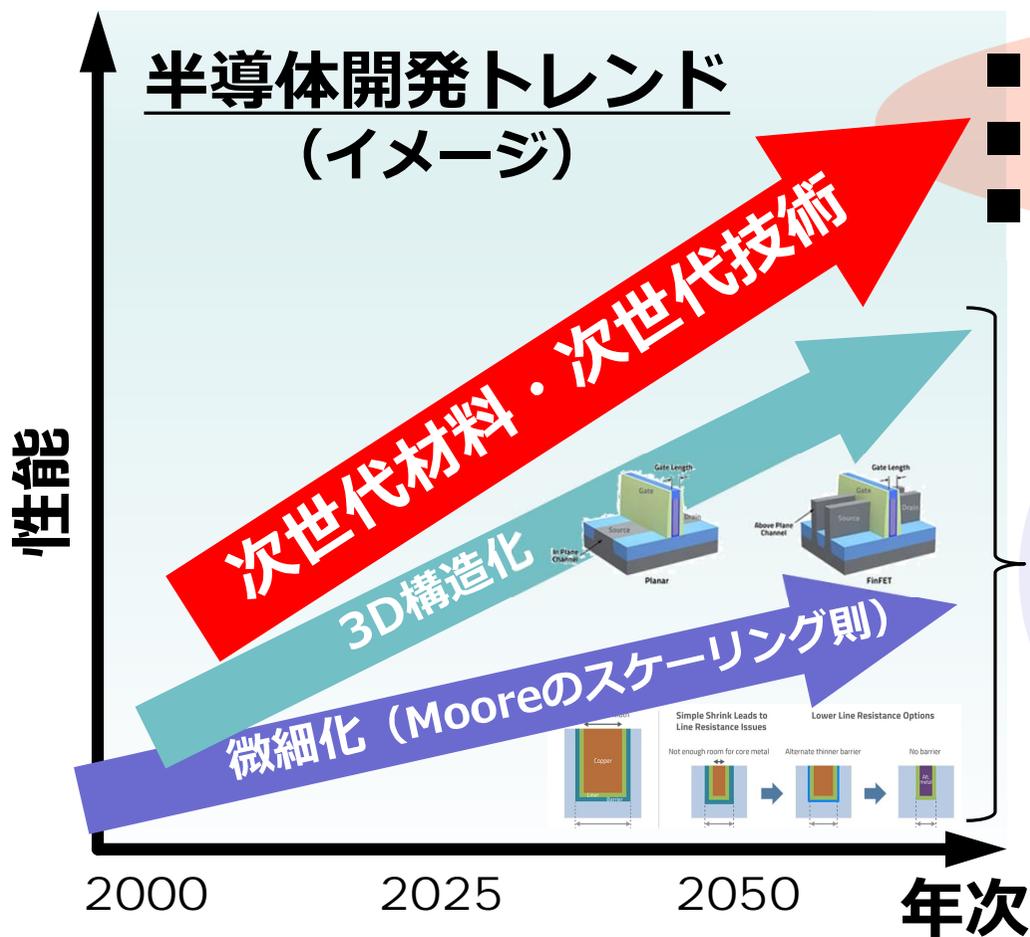


(窒化物半導体マルチデバイス創生センター)

■ キーワード : (Al-Ga-In)N系半導体 / エピタキシャル成長 / デバイス設計 / デバイスプロセス
高速トランジスタ / パワートランジスタ / 受光デバイス / 太陽電池

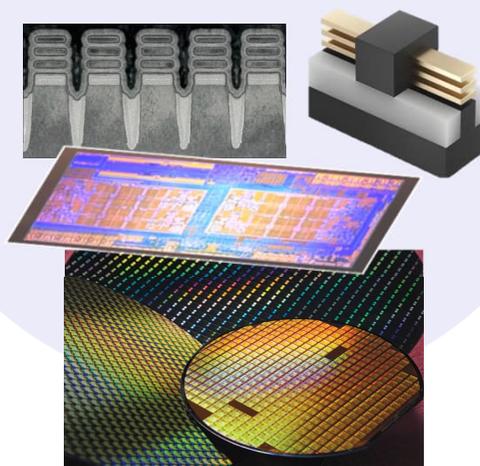
社会背景と技術的課題

持続的な半導体技術の発展のために、新しい材料技術が求められている



- GaN、SiCなどワイドバンドギャップ半導体
- グラフェン、ナノワイヤなど低次元新素材
- . . .

土台にあるのは、シリコンと周辺技術



国内の動き

Rapidus (ラピダス)

- ①キオクシア株式会社：出資額10億円
KIOXIA
- ②ソニーグループ株式会社：出資額10億円
SONY
- ③ソフトバンク株式会社：出資額10億円
SoftBank
- ④株式会社デンソー：出資額10億円
DENSO
- ⑤トヨタ自動車株式会社：出資額10億円
TOYOTA
- ⑥NEC：出資額10億円
(日本電気株式会社) **NEC**
- ⑦NTT：出資額10億円
(日本電信電話株式会社) **NTT**
- ⑧株式会社三菱UFJ銀行：出資額3億円
MUFG

社会背景と技術開発の方向性

- 持続可能な社会に資する『より高性能な半導体』の研究開発
- コア&シーズ技術である『半導体結晶・デバイス技術』をベースに社会ニーズに合致した研究課題を設定

省エネルギー

電子応用 パワエレ回路向け半導体素子

光応用 固体発光素子

創エネルギー

光応用 太陽電池

AlN

AlGaN

AlInN

GaN

BN

Diamond

Si

GaAs

SiC

Ga₂O₃

ワイドバンドギャップ (WBG) 半導体から
ウルトラワイドバンドギャップ (UWBG) 半導体へ

無線通信

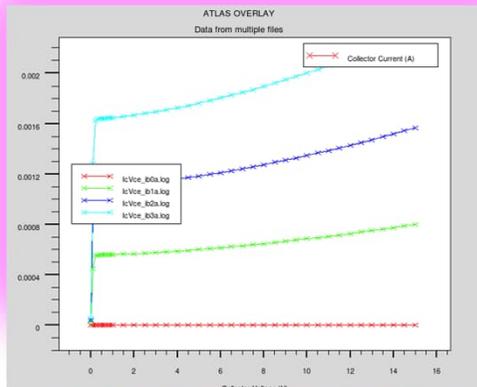
電子応用 超高速半導体素子 (Beyond5G など)

光応用 光無線給電 (無線電力伝送)

保有技術の特徴

理論に基づく構造設計と多元多層構造の精密エピタキシャル成長を基に、薄膜結晶の評価、デバイス試作と特性評価までを一気通貫に実施します

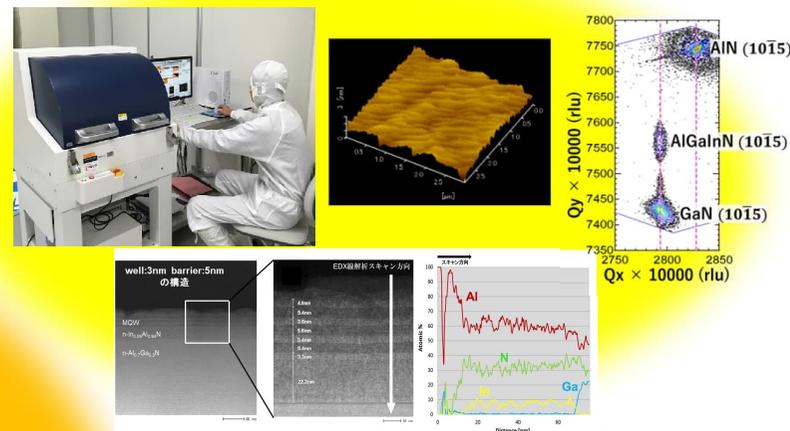
構造設計/ シミュレーション



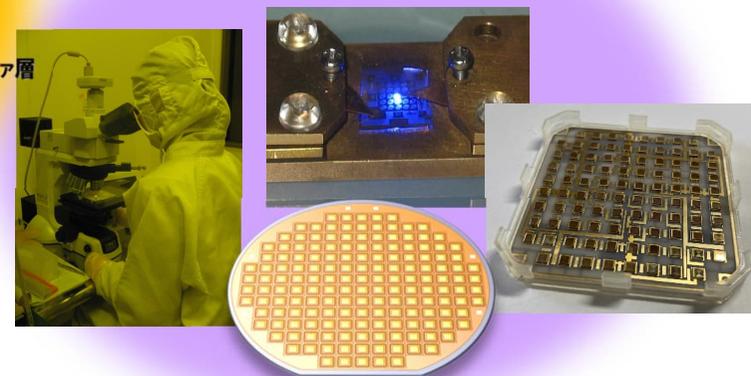
機能構造・多層膜 の形成



結晶評価

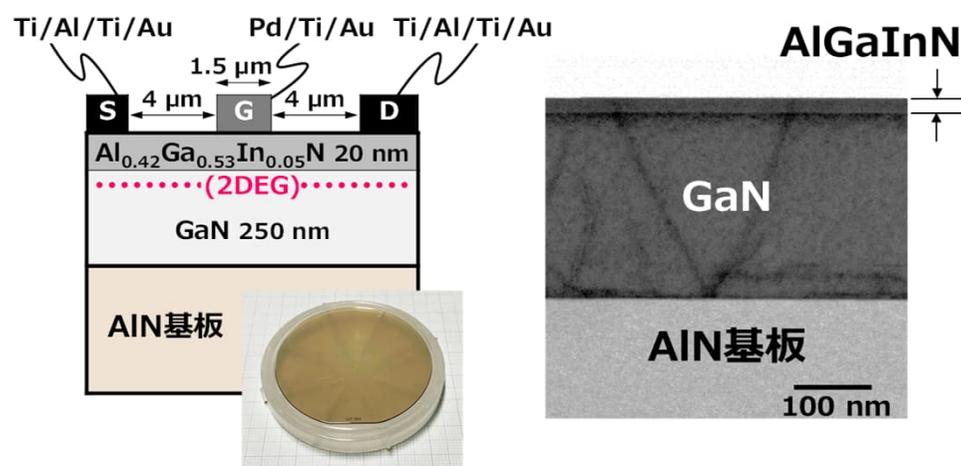


デバイス試作と特性評価



具体的な取り組み (高速&ハイパワートランジスタ) 三好 実人 研究シーズ

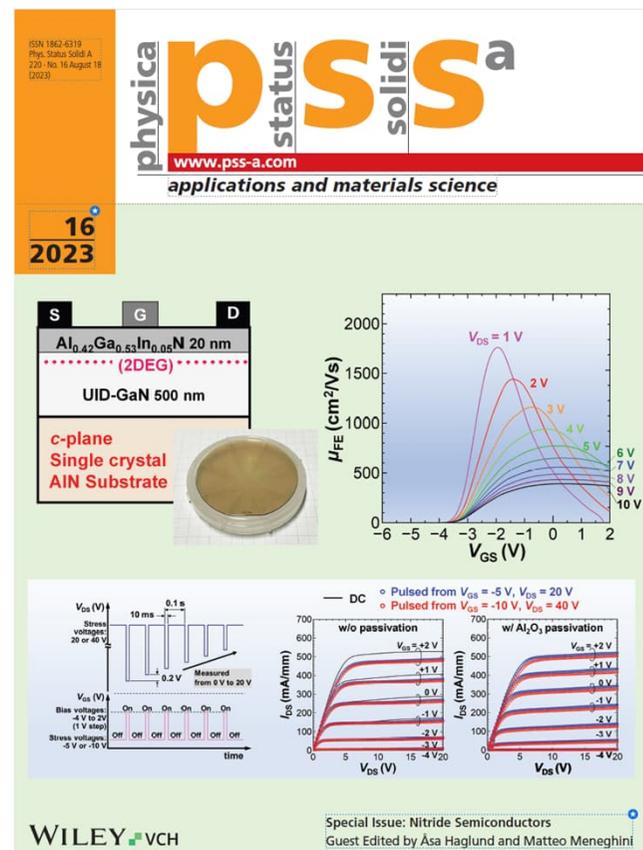
当研究室では、窒化物多層膜構造に基づく**高速トランジスタ** (HEMT, HBT)、**ハイパワートランジスタ** (HFET) などの研究開発を行っています。前者は、主に無線通信機器向けの高速・高出力デバイスを、後者は電力制御機器 (パワーエレクトロニクス機器) に搭載される高耐電圧・低損失のパワーデバイスを目指して研究開発を進めています



AlGaInN/GaN/AlN 多層構造による
高速トランジスタ (HEMT)

発表論文がPhysica Status Solidi誌の表紙を飾りました

Miyoshi *et al*, Phys. Stat. Sol. (a), **220**, 2200733 (2023).

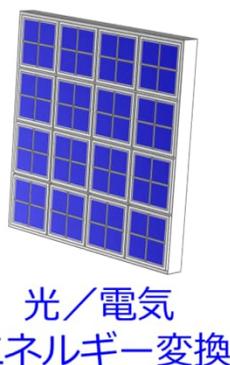
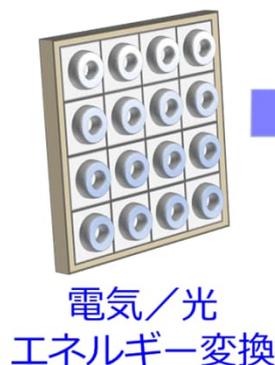


具体的な取り組み (高効率受光素子)

光無線給電システムは、光ビームを媒体としてエネルギーを伝送、それを離れた位置にある光電変換デバイスで受光・発電し、電氣的エネルギーとして利用するシステムです。システムが簡便である事に加え、比較的大きなエネルギーの長距離伝送が可能である事や、構成部品がDC動作であるため電磁ノイズに強いといった特長があります。当研究室ではこのような光無線給電システムに向けた**高性能受光デバイス**の研究開発を進めています

レーザダイオードアレイ

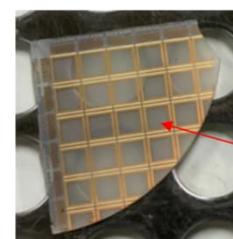
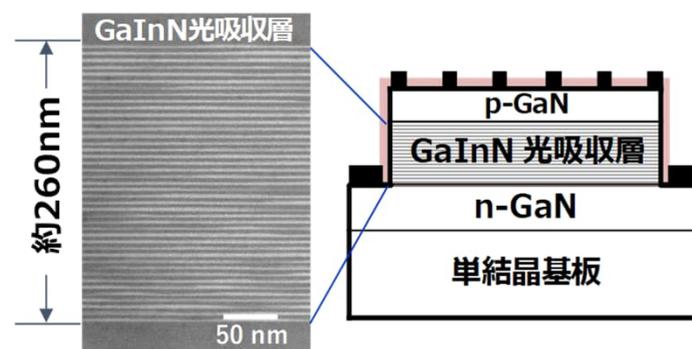
光電変換デバイス



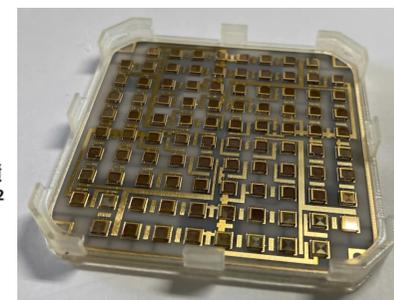
光無線給電システムの模式図

窒化物半導体の受光素子として世界最高の変換効率を達成しました

Fujisawa *et al.*, Semicond. Sci. Technol. 39, 045010(2024).



受光部面積
3 × 3 mm²



GaInN/GaN多層膜光吸収層を備えた高効率受光素子

求める連携先・メッセージ

GaN系半導体とデバイス応用に関心のある機関の方々はどんなご相談でも結構です。ご遠慮なく連絡ください

他にも半導体デバイス作製に関する設備が揃っておりますので、半導体技術に関するどのようなご相談でも承ります



22号館
(極微デバイス次世代材料研究センター)



56号館
(窒化物半導体マルチビジョン創生センター)

本技術に関する情報

試作品の状況

提示可

※提供の際は諸手続が必要となるため、下記問合せ先までご連絡願います。

文献・特許の情報

- 三好実人, “光無線給電の極限効率を目指すGaN系光電変換デバイス”, 月刊OPTRONICS 42 (10) 81 –84 (2023)
- T. Kawaide, Y. Kometani, S. Tanaka, T. Egawa, and M. Miyoshi, “Current collapse suppression in AlGaInN/GaN HEMTs with thin unintentionally doped GaN channel and AlN back barrier grown on single-crystal AlN substrate”, Appl. Phys. Lett. 124(18), 182102/1–4 (2024).
- T. Fujisawa, N. Hu, T. Kojima, T. Egawa, and M. Miyoshi, “Over 43%-power-efficiency GaInN-based photoelectric transducer on free-standing GaN substrate for optical wireless power transmission system”, Semicond. Sci. Technol. 39(4), 045010/1–6 (2024).
- A. Mase, Y. Iida, M. Takimoto, Y. Nikai, T. Egawa, and M. Miyoshi, “Simulation analyses of carrier dynamics in npn-type GaN-heterojunction bipolar transistors with different-hole-concentration p-base layers”, J. Vac. Sci. Technol. B. 41(5), 095005/1–6 (2023).

研究フェーズ



【お問合せ】

名古屋工業大学 産学官金連携機構

〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町字木市29番

TEL:052-735-5627

E-mail: nitfair@adm.nitech.ac.jp

URL: <https://technofair.web.nitech.ac.jp/>