

多結晶Si基板に直接成長した窒化物半導体 ナノ柱状結晶群による 省電力および大面積対応光電変換デバイス の開発

秋田大学 大学院理工学研究科
数理・電気電子情報学専攻

准教授 佐藤 祐一

2021年11月16日

新技術の概要

本技術は、任意の組成の窒化物半導体ナノ柱状結晶群による省電力および大面積化が可能、かつ高輝度高安定性の面型照明デバイスや高表示性能高信頼性のディスプレイなどを、低コストかつ大面積対応可能な多結晶Si基板の上に直接形成することが可能な技術である。

従来技術とその問題点

- ・ミニLEDディスプレイから大面積型マイクロLEDディスプレイへ
(個別LED実装型から大面積モノリシック型へ)
- ・点光源型照明からストレスフリーの柔らかな面光源型照明へ
→大面積対応可能な基板(多結晶または非晶質)上への成長

新技術の特徴・従来技術との比較

- 直接，非単結晶基板上にGaN系LEDを作製した報告例

基板	成長方法	発光波長	活性層	発行年	文献
多結晶Mo	MBE	705nm	InGaN/GaN MQW	2016年	[1]
多結晶Mo	MBE	470nm, 635nm	InGaN/GaN MQW	2017年	[2]
多結晶Ta箔	MBE	350nm	AlGaIn/AlN MQW	2016年	[3]
Hf箔	スパッタリング	460nm, 緑色, 赤色	InGaIn/GaN MQW	2017年	[4]
石英ガラス	MOVPE	430nm	InGaIn/GaN SQW	2000年	[5]
石英ガラス	MBE	590nm	InGaIn/GaN MQW	2018年	[6]
石英ガラス	MOVPE	約450nm	InGaIn/GaN MQW	2011年	[7]
石英ガラス	MOVPE	赤色(写真のみ)	InGaIn/GaN MQW	2020年	[8]

[1] C. Zhao et al., Nano Lett., **16**, pp.1056–1063(2016).

[2] C. Zhao et al., RSC Adv., **7**, pp.26665-26672(2017).

[3] B. J. May et al., Appl. Phys. Lett., **108**, 141103(2016).

[4] H. Kim et al., Scientific Reports, **7**, 2112 (2017).

[5] D. P. Bour et al., Appl. Phys. Lett., **76**, pp.2182-2184(2000).

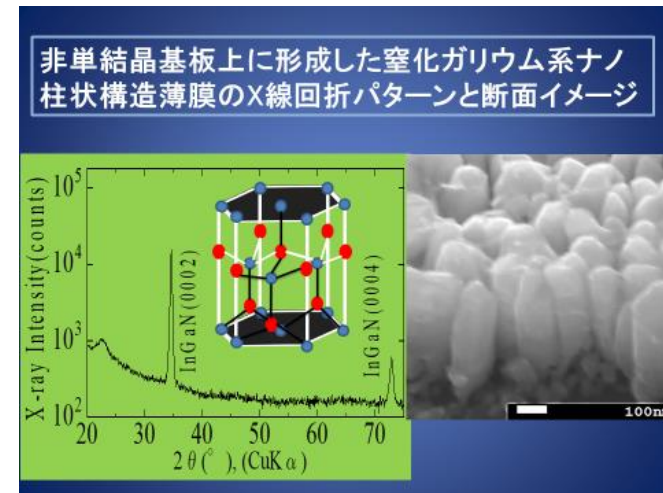
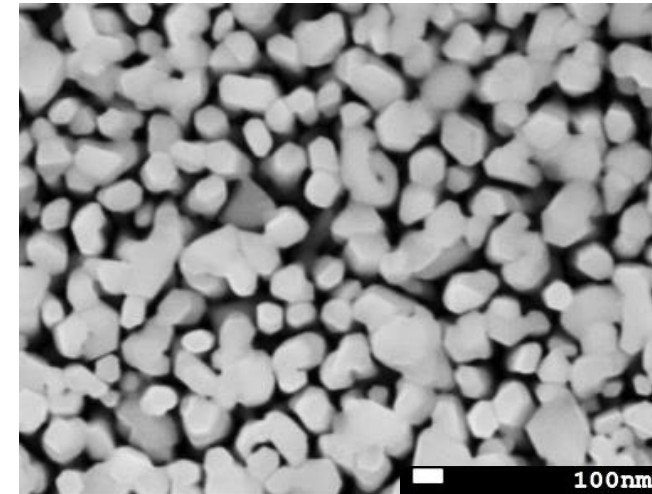
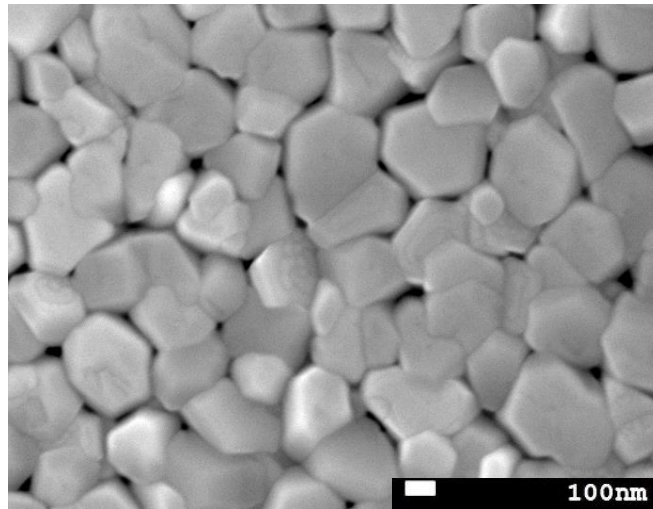
[7] J. H. Choi et al., Nature Photonics, **5**, pp.763–769(2011).

[8] M. A. Johar et al., Applied Materials Today, **19**, 100541(2020).

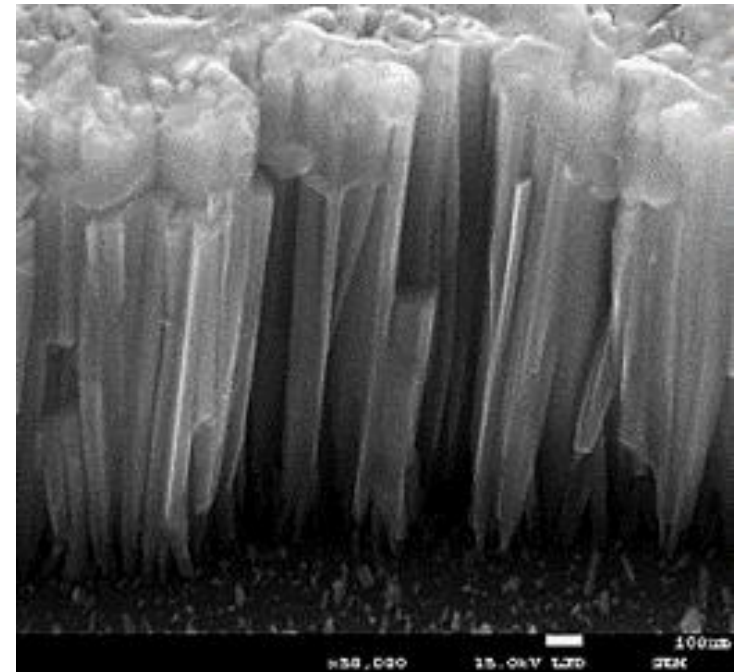
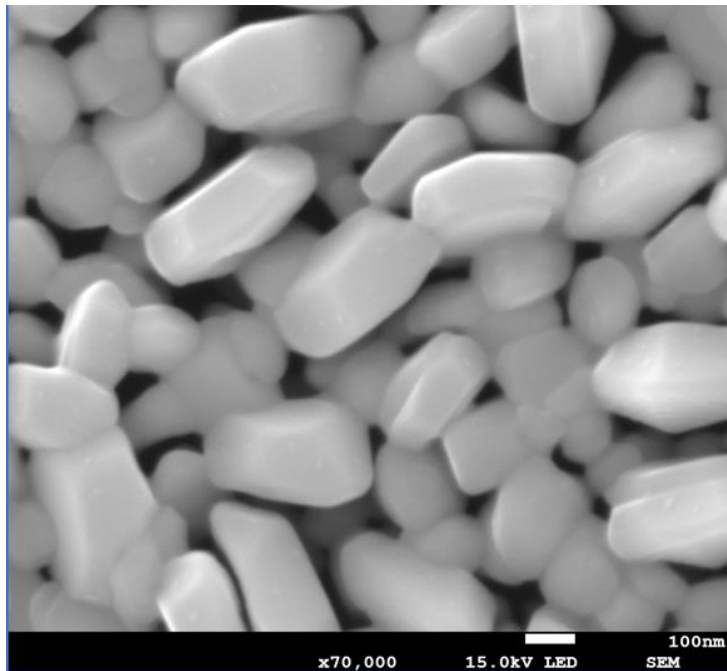
・これらに対して本技術は多結晶Si基板(キャスト法)を使用

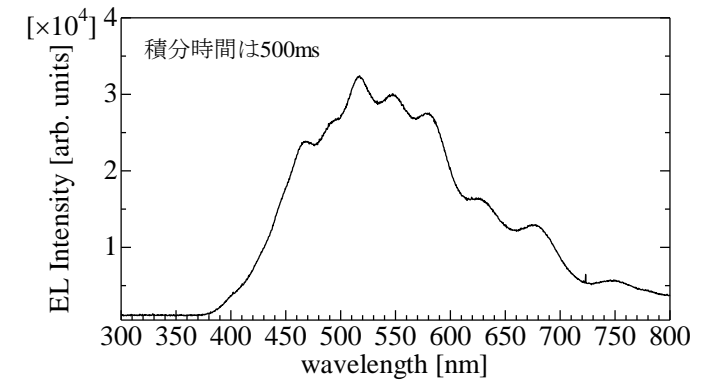
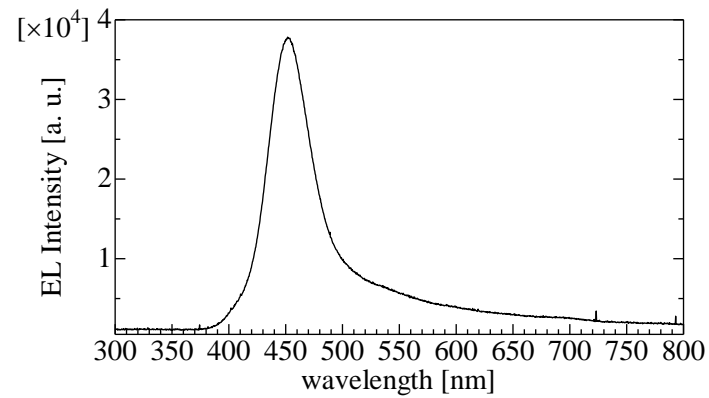
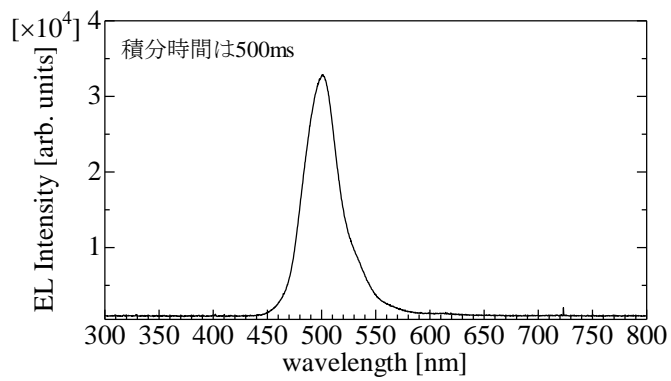
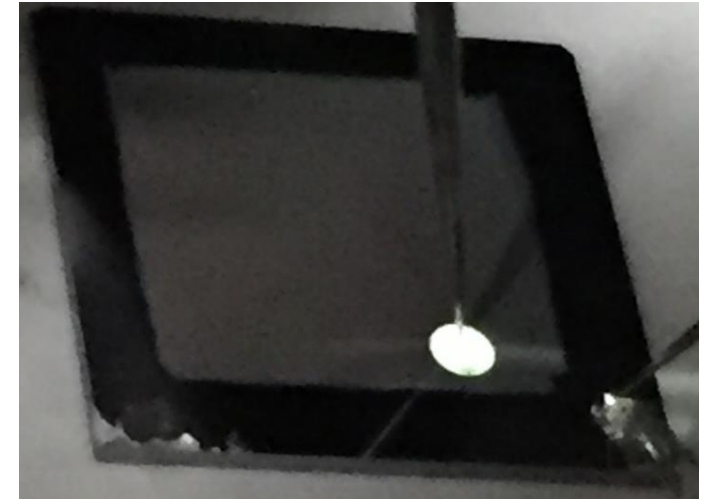
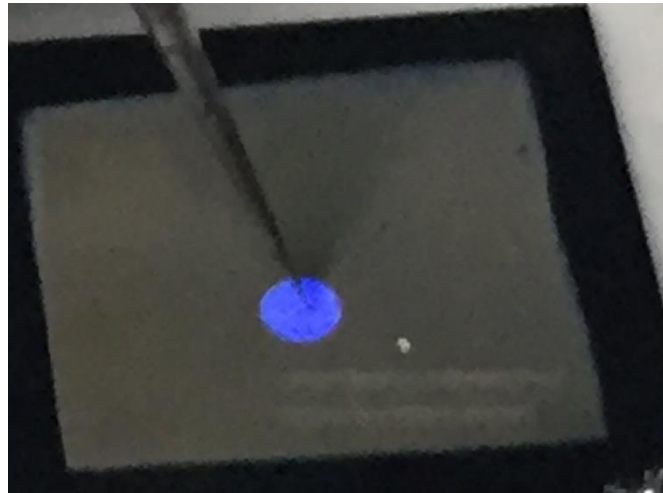
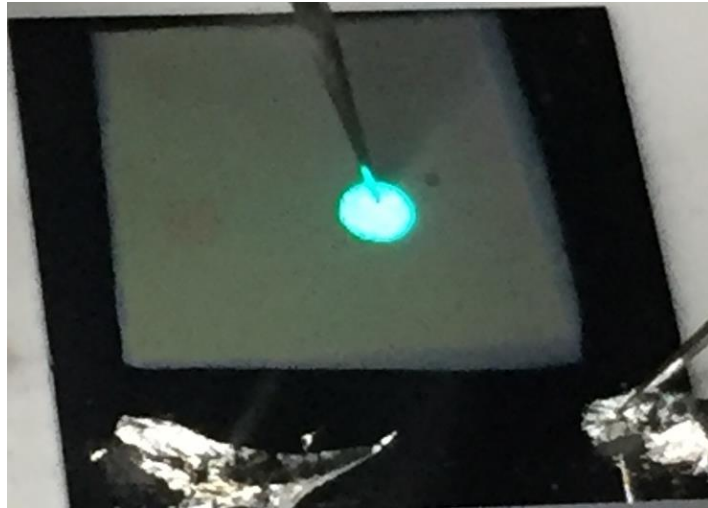
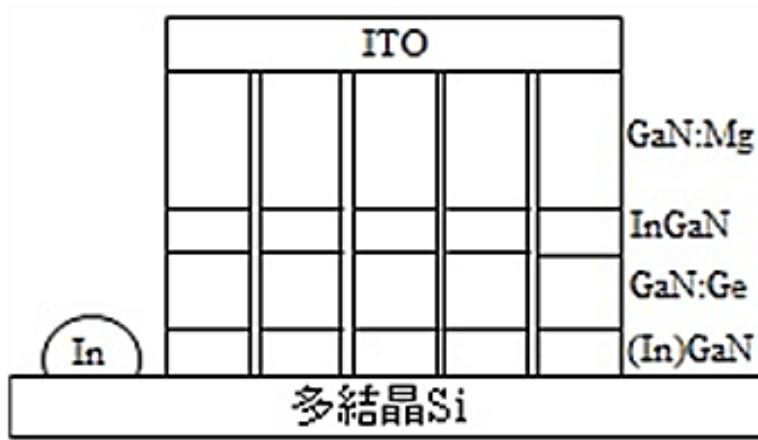
形状の制限が少ない, レアメタルと比べて資源が豊富, 導電性, 低コスト太陽電池での実績

新技術の特徴



新技術の特徴





新技術の特徴

- 任意の組成の垂直配向した窒化物半導体ナノ柱状結晶群を多結晶Si基板上に直接成長できる。
- 上記により、各種の省電力および大面積化が可能な窒化物系光電変換デバイスが形成しやすくなる。
- 現時点では可視単色光および白色光の発光デバイスが上記基板上に直接得られている。

新技術の特徴・従来技術との比較

従来、低コストかつ大面積化が可能な多結晶Si基板の上には標記のような窒化物半導体ナノ柱状結晶群による光電変換デバイスを直接形成した例はなかった。

この技術により標記のような省電力および大面積、かつ高性能高信頼性の光電変換デバイスが実現される可能性が出てきた。

想定される用途

- 高輝度長寿命大面積面型照明
- 高表示性能超薄型ディスプレイ
- 高効率低コスト太陽電池
- その他

実用化に向けた課題

- 多結晶Si基板上に当該ナノ柱状結晶群を形成し、発光デバイスを得ることが可能であることは示された。しかし、より簡素化された製造装置・プロセスが必要と思われる。
- 多結晶Si基板に関しても、過度なスペックを削り落とし、より適したものを開発することができれば、更なる低コスト化につながると考えられる。

企業への期待

- 製造装置・プロセスの簡素化により実用化が現実的なものになると考えられるため、より簡素化した製造装置・プロセスの共同開発を希望します。
- 多結晶Si基板について本目的に最適なスペックを検討し、その製造プロセスの共同開発を希望します。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 窒化物半導体の結晶基板の製造方法及び窒化物半導体の結晶基板
- 出願番号 : 特願2019-210212
- 出願人 : 秋田大学
- 発明者 : 佐藤祐一、齋藤嘉一

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 窒化物半導体の製造装置
および製造方法
- 出願番号 : 特願2017-012847
- 出願人 : 秋田大学
- 発明者 : 佐藤祐一、齋藤嘉一

お問い合わせ先

秋田大学 産学連携推進機構
特任助教 高橋 朗人

TEL 018-889 - 2712

FAX 018-837 - 5356

e-mail staff@crc.akita-u.ac.jp