

2021 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

| | |
|--------|--------------------------------|
| 研究担当者 | 富岡 克広 |
| 研究機関名 | 北海道大学 |
| 所属部署名 | 大学院情報学研究院 |
| 役職名 | 准教授 |
| 研究課題名 | 半導体構造相転移材料の創成 |
| 研究実施期間 | 2021 年 4 月 1 日～2022 年 3 月 31 日 |

研究成果の概要

本研究は、半導体ナノ構造選択成長で生じる半導体準安定結晶構造や WZ 型結晶構造材料表面上の準安定構造を結晶初期核として自然にはないウルツ鉱(WZ)型結晶構造型Ⅲ-V 族化合物半導体材料の結晶成長技術を確立する。次いで、従来の半導体材料にはない新しい物性と学理を見出すことで、これらの知見を活かした新奇な半導体デバイスの創出を目指す。半導体構造相転移材料の創成について、研究フェーズ 1 で実施する主要な研究項目を(i) 無極性 GaN 基板上的選択成長/ELO 成長、(ii) WZ 型 InP ナノワイヤ選択成長/ELO 成長、(iii) ドーピング技術の開拓、(iv) 発光素子の作製として研究を進め、本年度は主に研究項目(i)~(iv)の課題について取り組んだ。

研究課題(i)では、AlInP、AlGaP について無極性 GaN 表面上で構造相転移を生じるか評価し、AlInP 薄膜でウルツ相を生じること、また、直接遷移ギャップへの遷移を確認した。研究課題(ii)では、選択成長法によって構造相転移した単結晶 WZ 型 InP ナノワイヤを作製し横方向成長(ELO)を実施しコアシェル構造を作製した。(iii)では、Sn、Zn、Si 原子の不純物ドーピングをナノワイヤ成長に導入してもウルツ構造の相転移が継続されることを透過電子顕微鏡で明らかにした。また、コアシェル構造で、WZ InP シェルと積層欠陥(安定相)の形成機構として、側壁におけるキンク形成が安定相発生の起源であることを見出した。(iv)について、単結晶 WZ 構造 InP による縦型発光ダイオード素子構造を作製することで、初めて構造相転移材料の電流注入発光を室温で実現した。この進展によって、積層欠陥が準安定相結晶の中では安定相が欠陥として導入され、コアシェル構造の幾何的な特徴から、安定相が量子リング構造のように形成され、特異な発光特性を示すことを見出した。さらに、縦構造 pin 接合を有した WZ InP ナノワイヤ LED についてドーピング層の電極接触位置と空乏層広がり条件が、WZ 層で効率よく発光する素子設計に重要であることを見出した。