

2022 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および量子集積エレクトロニクス研究センター
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	2022 年 4 月 1 日～2023 年 3 月 31 日

研究成果の概要

今年度は、半導体構造相転移材料の創成について、(i) 無極性 GaN 基板上の選択成長/ELO 成長、(ii)WZ 型 InP ナノワイヤ選択成長/ELO 成長、(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)~(iii)の課題について取り組んだ。

研究課題(i),(ii)では、InP(111)A 基板および無極性 GaN 基板上の InP、AlInP フィン構造選択成長の成長機構を調査した。{-211}面を長辺にもつ六角形状の開口部と{-110}面を長辺にもつ八角形状の開口部において、InP, AlInP フィン成長で構造相転移現象を生じるか評価した。形成されたフィン構造はいずれもウルツ鉱型結晶構造になることを透過電子顕微鏡によって明らかにし、平均高さとお開口部底面積の関係について、異なる開口部形状で成長速度が大きく異なる点を明らかにした。InP, AlInP フィンの成長速度は、{-110}面に長辺をもつ開口部のフィンよりも 4 倍程度早くなることを明らかにした。このことから{-211}面をファセット面にもつフィン構造の場合は In, Al 原子の表面拡散長が成長機構に寄与し、P 原子の被覆率がこれらの違いをもたらしていることを見出した。

研究課題(iv)では、ウルツ鉱 InP ナノワイヤ側壁の AlInP シェル成長について異なる Al 組成からなる AlInP シェル層を形成し、TEM 観察によって WZ 層が形成され結晶構造が転写されること明らかにした。さらに Al 組成 40%, 20%の AlInP シェル層からなるドーピングされたダブルヘテロ構造をナノワイヤ側壁に形成し、整流特性と室温電流注入発光を実証した。発光ピークはダブルヘテロ構造内の構造相転移材料からなる活性層からの発光が主要な発光起源になることを見出し、未踏波長帯発光のための素子構造設計指針を得ることができた。

また、当初の計画以外の成果として、構造相転移 InP 結晶と閃亜鉛鉱結晶 InP の接合界面：結晶相転移接合を見出し、結晶相転移トランジスタを研究者の有するナノワイヤ縦型トランジスタ作製技術を用いて作製し、世界で初めて動作実証した。