

創発的研究支援事業

終了報告書

研究担当者	富岡 克広
研究機関名	北海道大学
所属部署名	大学院情報科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	2021 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日

研究成果の概要

本研究は、これまで偶発的にナノワイヤ材料に生じる半導体準安定結晶構造に着目し、これを精緻に安定化し新たな半導体構造相転移材料の結晶成長技術の確立と新材料創成について取り組むことで、従来の半導体材料にはない新しい物性と学理を見出し、これらの知見を活かして半導体デバイス分野で更なるパラダイムシフトを起こすことを目的としている。具体的には、代表者がこれまで培ってきた半導体ナノ構造選択成長技術を基に、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ウルツ鉱型結晶構造材料表面で生じる準安定の結晶初期核として、選択成長法技術を発展させ、構造相転移現象を人工的に制御し、自然には存在しないウルツ鉱型結晶構造型 III-V 族化合物半導体材料の結晶成長技術を確立する。

本研究計画を通して、III-V 族化合物半導体における構造相転移材料の新たな材料とその成長機構を探索することにより、構造転移材料薄膜およびナノ構造の結晶成長技術を確立することができた。さらに、新材料の組成制御性や、不純物ドーピングによる伝導形の制御を幾何的に新材料に対して行う手法を確立し、構造相転移材料における発光デバイス応用における作製プロセスを構築しつつ、世界で初めて構造相転移材料による発光デバイスを実証した。さらに、構造相転移材料と従来の安定構造との接触界面において、単一材料でヘテロ接合構造に類似した電子特性が発生することを見出し、これを結晶相転移ヘテロ接合として、機能化した縦型ゲートアラウンドトランジスタ素子を新たに実証することができた。

本研究で得られた半導体構造相転移材料および、ドーピング・発光デバイス素子作製技術は、半導体構造相転移材料を精緻に成膜する成長技術の進展によって世界に先駆けて得られた知見であり、代表者の当初の目的通り、新材料の結晶成長技術と革新デバイス素子応用の両輪によって得ることができた研究成果といえる。今後は、国際共同研究として展開し、本研究で得られた半導体構造相転移ナノ材料および新規ヘテロ接合の学理と応用研究を探索しながら、新材料の普及・社会実装への展開を図る。

