

1. 研究課題名：有機金属気相選択成長法による半導体ナノワイヤエレクトロニクスの創成

2. 研究期間：平成18年度～平成22年度

3. 研究代表者：福井 孝志（北海道大学・大学院情報科学研究科・教授）

#### 4. 研究代表者からの報告

##### (1) 研究課題の目的及び意義

研究課題の目的；

本研究では、有機金属気相選択成長(Selective-Area Metal-Organic Vapor Phase Epitaxy)法を用いて、100 ナノメートル以下の太さを有する半導体ナノワイヤの形成技術を確認し、純粋な1次元系である半導体ナノワイヤの電子物性・光物性といった基礎特性を明らかにするとともに、プロトタイプのナノワイヤ電子デバイス、光デバイスへの応用の可能性を探ることで、全く新しい「半導体ナノワイヤエレクトロニクス」の創成を目指す。

研究の意義；

本研究を実施することにより、従来の代表的な1次元ナノ材料であるカーボンナノチューブを凌駕する新しいナノ材料の開発が進み、半導体中の1次元伝導を含めた1次元電子物性の解明、1次元発光素子などの研究が進展するばかりでなく、将来、表面積効果を利用したナノセンサー、あるいは、ナノフォトニクス、ナノスピントロニクスなど新しい学問・研究分野への波及効果が期待される。

##### (2) 研究の進展状況及び成果の概要

研究の進展状況；

- ①結晶工学・結晶成長：GaAs ナノワイヤの成長機構を解析し、透過型電子顕微鏡観察から結晶成長中に導入されるツイングが(111)結晶成長軸方向に対して6角柱構造形成に大きく関与していることが判明した。更にGaAs, InP, Siなど異種基板上にもInAs ナノワイヤの選択成長する条件を見いだした。
- ②光物性・光デバイス：単一のヘテロ構造ナノワイヤの光学的物性を解明するため顕微フオルミネッセンス測定技術を立ち上げGaAs/InGaAsヘテロ構造からの発光特性を解明した。InP/InAs マルチコアシェルナノワイヤでは、時間分解フオルミネッセンス測定により1～3分子層の膜厚を有するInAs ナノチューブ構造の表面効果を解析した。GaAs, InP ナノワイヤにおける光導波路機能も観測できた。
- ③電子物性・電子デバイス：1次元電気伝導特性を解明するため1本のナノワイヤにソース、ドレイン及びゲートの3端子からなる素子作製技術を確認した。InGaAs ナノワイヤを用いたバックゲート及びトップゲート構造FETにより素子動作を確認し、チャンネル内の電子移動度、チャンネルコンダクタンスを見積もった。
- ④新材料系ナノワイヤ：GaInAs上に強磁性材料であるMnAsの成長を試み、微細なクラスタ状に層状成長の生じる条件を明らかにした。更に選択成長を試みGaAs基板上のマスク開口部にのみMnAsが成長する条件を見いだした。

研究成果；学術論文：41報、国際会議：招待講演16件、一般発表63件。国内学会発表：招待講演4件、一般発表53件。

#### 5. 審査部会における所見

A（現行のまま推進すればよい）

世界的に見ても研究代表者のグループのみが成功している半導体コアシェルナノワイヤを初めとして、研究代表者の独創的半導体ナノワイヤの作製技術に立脚した最先端の研究が順調に進展している。半導体ナノワイヤのパイオニアといえる研究者を特任教授として迎え入れ、また、優れた計測技術を有する国内外の研究グループとも積極的に共同研究を進めるなど、研究活動は活発である。ナノワイヤの実際のデバイスへの応用にはまだ距離があるが、本年度導入予定の電子線描画装置を用いたさらに微細なナノワイヤや新材料ナノワイヤの作製は、新現象の発見を期待させることから、現行のまま推進すればよいと判断した。