

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 13403 号
------	---------------

氏 名 刘 全利

論文題目

Designed Synthesis of ZnO Nanowires in Hydrothermal Process
and Their Photoelectronic Nanodevice Application Towards
Biomolecule Analysis

(ZnOナノワイヤ水熱合成の精密設計と生体物質の光・電気解析
ナノデバイスへの展開)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	馬場 嘉信
委員	名古屋大学	教授	松田 亮太郎
委員	名古屋大学	准教授	安井 隆雄
委員	名古屋大学	准教授	丸山 央峰

論文審査の結果の要旨

刈全利君提出の論文「Designed Synthesis of ZnO Nanowires in Hydrothermal Process and Their Photoelectronic Nanodevice Application Towards Biomolecule Analysis (ZnOナノワイヤ水熱合成の精密設計と生体物質の光・電気解析ナノデバイスへの展開)」は、ナノワイヤの精密合成法の開発と精密設計されたナノワイヤによって達成される光・電気解析ナノデバイスに関する研究を行った成果をまとめたものであり、以下の5章から構成されている。

第1章では、これまでに行われてきたナノワイヤの電氣的、光学的、機械的性質とナノワイヤの構造等の関係に関する研究およびナノワイヤによる光・電気解析ナノデバイスの開発に関する研究の背景についてまとめ、本研究の目的と意義について述べている。

第2章では、ZnOナノワイヤの精密合成を達成するために、基板上的シード層制御によるナノワイヤの構造・結晶性等の精密制御法の開発を報告している。その結果、基板上的シード層からナノワイヤを成長させる際に、アンモニアの添加が、高いアスペクト比のナノワイヤを合成するのに極めて重要であることを見いだした。また、アンモニア添加によるナノワイヤ成長の機構について詳細に検討することで、アンモニア添加が、ナノワイヤ成長のみならずシード層へも影響を及ぼすことで、ナノワイヤ成長を促進することを明らかにした。また、ナノワイヤの成長初期プロセスの実験データと計算結果から、アンモニアの添加が、核形成前にシード層の変化を誘導することにより、ナノワイヤ密度とナノワイヤ成長を精密制御できることを明らかにした。これらの研究によりZnOナノワイヤの精密合成法を確立した。

第3章では、単一ZnOナノワイヤの単離操作法の開発と光・電気解析ナノデバイスの開発について報告している。第2章の結果に基づき、基板上にアスペクト比120ものZnOナノワイヤの合成に成功した。さらに、基板から非破壊で単一ナノワイヤを単離することに成功した。また、光リソグラフィー法により、光・電気解析用のナノデバイス上のマイクロ電極間に単一ナノワイヤを固定することに成功した。この単一ナノワイヤデバイスは、電子伝達特性の計測が可能であるとともに、光応答性を示すことを明らかにした。これらの研究により、光・電気解析ナノデバイスの基盤技術を確立した。

第4章では、第3章までに開発した単一ナノワイヤデバイスに基づく光・電気解析ナノデバイスによる生体物質解析について報告している。生体物質解析に最適化したナノワイヤを開発するために、ZnOナノワイヤをコアとして、原子層積層により、他の金属酸化物を薄層化したコアシェルナノワイヤを合成した。さらに、単一コアシェルナノワイヤを固定したナノデバイスを開発することで、がんの早期診断等で重要な生体物質であるマイクロRNAの検出に成功した。さらに、コアシェルナノワイヤの加熱処理により、生体物質解析に必須の水溶液中でのナノワイヤの安定性向上に成功した。これらの成果により、コアシェルナノワイヤデバイスによるマイクロRNA等の生体物質の多項目同時計測の可能性を切り拓いた。

第5章では、本研究において開発した高アスペクト比のナノワイヤ合成法と合成した単一ナノワイヤを固定した光・電気解析ナノデバイスによるマイクロRNA等の生体物質の検出法を創製したことを総括し、将来のがん等の疾患診断のための技術開発の重要性と今後の可能性を、本論文の結果をもとに考察・結論している。

以上のように本論文は、単一ナノワイヤによる光・電気解析ナノデバイスの創製に関する研究について詳細に調べた結果をまとめたものであり、その内容は学術上、工業上寄与するところが大きい。よって、本論文提出者、刈全利君は、博士(工学)の学位を受けるのに十分な資格があるものと判断した。