

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 乙 第 7124 号
------	--------------

氏 名 RAHONG Sakon

論文題目

Nanowire Structures Embedded in Microfluidic Channels for
Biomolecules Manipulation and Analysis

(ナノワイヤ構造体を組み込んだマイクロ流体チャネルによる生体分子の操作と分析)

論文審査担当者

主査	名古屋大学大学院工学研究科	教授	馬場 嘉信
委員	名古屋大学大学院工学研究科	教授	小長谷 重次
委員	名古屋大学大学院工学研究科	准教授	丸山 央峰
委員	名古屋大学大学院工学研究科	准教授	加地 範匡

論文審査の結果の要旨

Rahong Sakon 君提出の論文「Nanowire Structures Embedded in Microfluidic Channels for Biomolecules Manipulation and Analysis (ナノワイヤ構造体を組み込んだマイクロ流体チャネルによる生体分子の操作と分析)」は、DNA やタンパク質等の生体分子の単一分子操作と超高性能分析を達成するために、ナノワイヤ構造体を組み込んだマイクロ流体チャネルについて研究した成果をまとめたものであり、以下の 11 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 DNA 等の生体分子分析および DNA シークエンシングのためのナノテクノロジー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、ナノ電極を組み込んだナノポア構造を創成し、マイクロ流体チャネルと融合させることにより、短鎖 DNA を 1 分子レベルでナノポア構造中に導入することで、トンネル電流計測により、DNA シークエンシングすることに成功した。

第 3 章では、長鎖 DNA を DNA シークエンシングするために、ナノポアの前段階に、長鎖 DNA を伸長するためのマイクロピラー構造を形成したマイクロ流体チャネルを開発し、長鎖 DNA のシークエンシングに成功した。さらに、長鎖 DNA を精密に 1 分子操作し、完全に伸長するためには、マイクロピラーではなく、直径 100 nm 以下のナノ構造が必要であることを明らかにした。

第 4 章では、1 分子 DNA を伸長するために必要な自己組織化ナノワイヤ構造を作成するために、水熱合成法によりナノワイヤのサイズを制御することに成功した。さらに、ナノワイヤの合成条件を最適化することに成功した。

第 5 章では、Vapor-Liquid-Solid (VLS) 法におけるナノワイヤ成長条件の最適化を行うことにより、ナノワイヤの電気抵抗性を従来より著しく低減することに成功した。さらに、より細いナノワイヤの構築に成功した。

第 6 章では、VLS 法によるナノワイヤ成長における原子フラックスの精密制御に成功することで、数 nm 程度の極めて細く、アスペクト比の大きなナノワイヤを構築することに成功した。

第 7 章では、第 5 章および第 6 章で開発した VLS 法とリソグラフィー技術を融合することで、マイクロ流体チャネル内に正確・精密にナノワイヤを構築することに成功している。さらに、このマイクロ流体チャネルにより、1 分子 DNA の完全な伸長に成功しており、第 3 章で明らかとなった課題を解決した。

第 8 章では、マイクロ流体チャネル内に枝分かれのある 3 次元ナノワイヤを構築することに成功し、ナノワイヤ間のポアサイズを非常に精密に制御することに成功した。また、長鎖 DNA の超高速分離・分析に成功した。

第 9 章では、3 次元ナノワイヤをさらに複雑化することでナノワイヤ間のポアサイズをより精密制御することに成功し、RNA やタンパク質などの DNA より分子量の小さい分子を超高速分離・分析することに成功した。

第 10 章では、3 次元ナノワイヤを応用することで、DNA をサイズによって明確に分離し、望みの DNA のみを超高速単離することに成功した。

第 11 章では、生体分子の操作・分析におけるナノワイヤをはじめとしたナノ構造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、ナノポアによる 1 分子 DNA シークエンシング、マイクロ流体チャネル内における 3 次元ナノワイヤの構築、ナノワイヤによる DNA、RNA、タンパク質などの超高速分離・分析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、Rahong Sakon 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定した。