

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	ナノギャップ電極を用いた電気インピーダンス計測によるウイルスセンシング
Title(English)	
著者(和文)	羽月 竜治
Author(English)	Ryuji Hatsuki
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9772号, 授与年月日:2015年3月26日, 学位の種類:課程博士, 審査員:山本 貴富喜,吉野 雅彦,花村 克悟,野崎 智洋,村上 陽一
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9772号, Conferred date:2015/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	羽月 竜治	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	山本 貴富喜	准教授	村上 陽一	准教授
	審査員	吉野 雅彦	教授		
		花村 克悟	教授		
野崎 智洋		教授			

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「ナノギャップ電極を用いた電気インピーダンス計測によるウイルスセンシング」と題し、全5章より構成される。

第1章「序論」では、環境中のウイルスモニタリング技術は未だ実現されていない技術であるが、近代社会において益々その重要性を増していることを述べ、一方、既存のウイルス検出技術として医療診断におけるウイルス検出法があるものの、このような従来法は環境中のウイルスセンシングへ適用することが難しいと述べ、必要となる技術課題を明らかにしている。以上の議論に基づき、ナノギャップ電極によるインピーダンス測定を基盤としたウイルスセンシング法の開発を本研究の目的としている。

第2章「ウイルス検出デバイスの設計と作製」では、第1章で検討したウイルスセンシング法を実現するため、ウイルスと同サイズ程度の断面積を有するナノ流路と、そのナノ流路を挟み込むように配置した電極対(ナノギャップ電極)により、1)ナノ流路にウイルスを1個体ずつ流しながら、2)ウイルスが電極を横切る際の電気インピーダンス変化によりセンシングする手法を提案している。次いで集束イオンビーム加工を利用した半導体微細加工技術によるナノ流体デバイス作製プロセスを確立し、最小で約30nm程度の幅と高さを有するナノ流路およびナノギャップ電極の作製に成功している。さらに、当デバイス作製に必要な電極表面をナノスケールで平滑化するためのオゾン水を用いた金属表面の平滑化手法の開発にも成功している。

第3章「ナノギャップ電極を用いた電気二重層構造の直接測定」では、ナノ流路の特徴の1つである、電極-液体界面に形成される電気二重層のオーバーラップによる見かけ上の消失効果が、電気インピーダンス測定に与える影響を評価している。電解液濃度と電極間隔をパラメーターとして、電気二重層のオーバーラップが生じる条件を、電気二重層キャパシタンスの実測値から実験的に実証すると共に、理論値であるデバイ長と実測結果が一致することを実証している。ナノ流路における電気二重層のオーバーラップ効果に関する報告は多数あるが、直接測定による電気二重層の実証は世界初の成果である。

第4章「ナノギャップ電極間インピーダンス測定によるウイルスセンシング」では、バキュロ、インフルエンザ、タバコモザイクの3種類のウイルスを試料として用い、電気インピーダンス測定によるウイルスセンシング可能性を検討している。本検討において、ナノ流路へのウイルス粒子の送液においてウイルス粒子が流路入口につまるといった問題が顕在化したため、その問題を回避できる簡易型の測定デバイスを考案し、ナノギャップ電極間インピーダンス測定によるウイルスセンシングの有効性を評価している。その結果、3種類のウイルス固有の電気インピーダンススペクトルが得られ、さらに周波数や位相などで整理などすることで、ウイルスの検出と同定が可能であることを実証した。

第5章「結論」では、各章で得られた成果を総括している。

以上を要するに、本論文は、ナノギャップ電極を用いた電気インピーダンス測定によるウイルスセンシング法を考案し、電気物性評価によるウイルスセンシングの可能性を見出しており、工学上および工業上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として十分な価値を有するものである。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。