

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	SELF-TERMINATED NANOGAP ELECTRODES BY ELECTROLESS GOLD PLATING
著者(和文)	SerdioVillarreal Victor Manuel
Author(English)	Victor SERDIO
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9503号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:真島 豊,伊藤 満,曾根 正人,谷山 智康,須崎 友文
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9503号, Conferred date:2014/3/26, 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

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	Victor Serdio		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	真島 豊	教授		須崎 友文	准教授
	審査員	伊藤 満	教授	審査員		
		谷山 智康	准教授			
曾根 正人		准教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、“Self-terminated Nanogap Electrodes by Electroless Gold Plating” (無電解金メッキの自己停止機能を用いて作製したナノギャップ電極に関する研究)と題し、英文7章から構成されている。

Chapter 1 “INTRODUCTION” (序論)では、ナノデバイスを作製する際のプラットフォームとしてのナノギャップ電極に求められる構造と、ナノギャップ電極の作製方法に関連する研究報告を総説し、本研究の意義と目的を述べている。

Chapter 2 “NANOGAP ELECTRODES TEMPLATE FABRICATION” (ナノギャップ初期電極の作製)では、無電解金メッキを行う前の段階の初期電極の作製法について述べている。初期ナノギャップ電極は、ギャップ部分の描画に電子線リソグラフィを用い、電極パッド部分の描画はコンタクト露光のフォトリソグラフィを用いて作製し、実測で平均22nmのギャップ長を有する初期電極の作製法を確立したと述べている。

Chapter 3 “ELECTROLESS GOLD PLATING” (無電解金メッキ)では、金箔、ヨードチンキ、アスコルビン酸からなるメッキ溶液を用いたヨウ素無電解金メッキによるナノギャップ電極の作製法について述べている。ヨウ素無電解金メッキの特徴は、サブナノメートルオーダーでスムーズな表面をもち170℃まで耐え、酸素プラズマ処理に耐えるロバストなナノギャップ電極を、1度に大量に、常温で作製できることにあると述べている。5nm以下のギャップ長を有するナノギャップ電極を作製する収率は、当初40%であったものを、ヨウ素無電解金メッキプロセスを最適化することにより、96%にまで高めたと述べている。また、ヨウ素無電解金メッキの典型的なギャップ長は3.0nm、標準偏差は1.7nmであると述べている。

Chapter 4 “MOLECULAR RULER ELECTROLESS PLATING” (分子定規無電解金メッキ)では、界面活性剤をテンプレートとして無電解金メッキを進行させる分子定規無電解金メッキ法(MoREP)を開発し、ナノギャップ電極を作製する手法を確立したことについて述べている。界面活性剤としてアルキルトリメチルプロマイドを用いた際に、ギャップ長は界面活性剤の鎖長に依存し、界面活性剤の交互嵌合(Interdigitation)によりギャップ長を、2.5~3.5nmの範囲で精密制御でき、標準偏差は0.64~0.85nmであると述べている。さらに、両末端にトリメチルアンモニウムプロマイドを有する界面活性剤を用いたMoREPでは、橋架け(Interlink)によりギャップ長を精密に制御でき、ギャップ長はさらに狭く、1.5~2.0nm、標準偏差は0.40~0.56nmとなると述べている。

Chapter 5 “THE NANOGAP STRUCTURE” (ナノギャップ電極構造)では、無電解金メッキにより作製したナノギャップ電極の構造について述べている。収束イオンビームを用いてナノギャップ電極の断面を切り出して、断面を透過型電子顕微鏡で観察したところ、ナノギャップ電極の最近接部は、基板表面よりも上部にあることを見出したと述べている。

Chapter 6 “SINGLE-ELECTRON TRANSISTORS” (単電子トランジスタ)では、ヨウ素無電解金メッキおよびMoREPにより作製したナノギャップ電極を用いて、ギャップ間にナノ粒子を導入した単電子トランジスタを作製し、クーロンダイヤモンド特性などの電気特性について述べ、本研究で開発した無電解金メッキ法の有用性について述べている。

Chapter 7 “CONCLUSIONS” (結論)では、本研究で得られた結果を総括し、本論文の結論と今後の展望を述べている。以上を要するに、本研究では、ボトムアップ手法により組み立てるナノデバイスの実用化に向けて、無電解金メッキによるナノギャップ電極の作製手法に着目し、無電解金メッキプロセスを最適化することにより96%の収率を達成し、界面活性剤をメッキ溶液に加えることにより1.5nmの平均ギャップ長を実現し、本研究のナノギャップ電極がナノデバイスの作製に有用であることを明らかにしており、工学上および工業上貢献するところが大きい。よって我々は本論文が博士(工学)の学位論文として十分に価値あるものと認める。