

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Study on Fabrication Processes of Ultra-Fine Pt-based Nanogap Electrodes
著者(和文)	ChoiYoonYoung
Author(English)	Yoonyoung Choi
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11138号, 授与年月日:2019年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:真島 豊,伊藤 満,川路 均,大場 史康,多田 朋史
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11138号, Conferred date:2019/3/26, 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	CHOI YOONYOUNG		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	真島 豊	教授	審査員	多田 朋史	准教授
	審査員	伊藤 満	教授			
		川路 均	教授			
		大場 史康	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、“Study of Fabrication Processes of Ultra-Fine Pt-Based Nanogap Electrodes” (極めて細い白金ナノギャップ電極の作製手法に関する研究)と題し、英文 5 章から構成されている。

Chapter 1 “Introduction” (序論)では、シングルナノスケールのトランジスタに向けたナノギャップ電極の作製手法と構造、単電子トランジスタ、単分子トランジスタ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 “Development of Fabrication Processes for Ultra-Fine Pt-based Nanogap Electrodes” (極めて細い白金ナノギャップ電極の作製手法の開発)では、Si/SiO₂ 基板上に極めて細い白金ナノギャップ電極を電子線リソグラフィ (Electron Beam Lithography (EBL))により作製する手法の開発について述べている。電極線幅が 30 nm より狭い一対のロッド状構造からなるナノギャップ電極では、曲率半径の逆数に比例する表面張力が大きくなるために電極金属原子が表面自己拡散し、室温付近で粒状に形状が変化するレイリー不安定性が発生する。これまで用いられてきた金と比較して表面自己拡散係数が桁違いに小さい白金を電極材料として新たに選択し、CAD デザイン、露光時間などの EBL プロセスを最適化し、10 nm 線幅の極めて細い白金ナノギャップ電極を作製する手法を確立している。得られた白金ナノギャップ電極は 773 K まで形状が安定しており、金と比較して 300 K 以上の耐熱性を示すことを明らかにしている。

Chapter 3 “Development of Electroless Au Plating (ELGP) Processes over Ultra-Fine Pt-based Nanogap Electrodes” (極めて細い白金ナノギャップ電極上の無電解金めっき手法の開発)では、極めて細い白金ナノギャップ電極上への無電解金めっき手法の開発について述べている。白金ナノギャップ電極上に、部分めっきと一様なめっきを作り分ける手法を見出し、部分めっき手法では、ギャップ長 0.7 nm、電極線幅 15 nm の極めて狭いギャップ長を有するナノギャップ電極を実現している。さらに、無電解金めっきの自己停止機能を用いて、短絡せずにギャップ長を平均 3 nm に制御し、無電解金めっき白金ベースナノギャップ電極を作製する手法を確立している。

Chapter 4 “Application of Ultra-Fine Pt-based Nanogap Electrodes for Single-Electron

Transistor (SET)” (極めて細い白金ナノギャップ電極を用いた単電子トランジスタ) では、作製した白金ナノギャップ電極の有用性を検証するために、金ナノ粒子と InP 量子ドットを単電子島として用いた単電子トランジスタを作製し、素子特性を検討している。金ナノ粒子白金ナノギャップ電極単電子トランジスタでは、これまでの金ナノギャップ電極を用いた単電子トランジスタと比較して、極めて細い線幅に起因してゲート容量が 1.5 倍大きくなることを明らかにしている。また、InP をコア、ZnS をシェルの InP 量子ドットを合成し、白金ナノギャップ電極間に固定した単電子トランジスタを作製し、帯電状態の変化に起因してゲート容量が変化する現象を見出している。

Chapter 5 “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、シングルナノスケールのトランジスタの創製にむけて、表面自己拡散係数が小さい白金を用いた、極めて細いナノギャップ電極を EBL により作製する手法を確立している。また、その表面に無電解金めっきを行う手法を確立し、0.7 nm のギャップ長を有する無電解金めっき白金ベースナノギャップ電極を作製している。白金ナノギャップ電極は、極めて細い線幅に起因してゲート容量が増大することを明らかにしている。これらの成果は、数 nm スケールのトランジスタの実現に向けて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に価値あるものと認められる。

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。