

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Study of Electron Transport through Rigid and Planar Single Molecular Wires
著者(和文)	OuyangChun
Author(English)	Chun Ouyang
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10919号, 授与年月日:2018年6月30日, 学位の種別:課程博士, 審査員:真島 豊,金 有洙,伊藤 満,梶原 正憲,多田 朋史,東 康男
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10919号, Conferred date:2018/6/30, 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		Chun OUYANG	
論文審査 審査員		氏 名		職 名			
	主査	真島 豊		教授		多田 朋史	准教授
	審査員	金 有洙		教授		東 康男	准教授
		伊藤 満		教授			
		梶原 正憲		教授			
				審査員			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は、“Study of Electron Transport through Rigid and Planar Single Molecular Wires”（剛直で平らな単一分子ワイヤにおける電気伝導に関する研究）と題し、英文 6 章から構成されている。

Chapter 1 “Introduction”（序論）では、分子エレクトロニクス、分子における電荷輸送機構、単分子の電気伝導の測定手法と測定結果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 “Coherent Resonant Tunneling and Sequential Single Electron Tunneling through COPV6(SH)₂”（剛直分子ワイヤ COPV6(SH)₂における共鳴トンネル現象と逐次単電子トンネル現象）では、炭素架橋オリゴフェニレンビニレンの両末端にチオール基を付与した剛直で平らで 4.5 nm の長さを有する単一分子ワイヤ COPV6(SH)₂（共同研究先の神奈川大学、東京大学に合成を依頼）を、Electroless Au Plated Au-Based Nanogap Electrodes（金ベースの無電解金メッキ金ナノギャップ電極）間に導入した分子ワイヤ素子において、室温ならびに 9 K にて複数の微分コンダクタンスピークをドレイン電流-ドレイン電圧特性において観察し、片側のチオール基が化学吸着した SAuSH 構造において、HOMO、LUMO の各分子軌道のエネルギー準位が電極のフェルミ準位と一致した際に長距離共鳴トンネル現象が観察できることを明らかにした。一方、化学吸着の無い(SH)₂構造素子では、二重トンネルバリア構造における逐次トンネル現象に起因したクーロンブロックード特性をドレイン電流-ドレイン電圧特性において観察したと述べている。

Chapter 3 “Single Molecular Resonant Tunneling Transistor”（単分子共鳴トンネルトランジスタ）では、剛直分子ワイヤ COPV5(SH)₂を Electroless Au Plated Pt-Based Nanogap Electrodes（白金ベースの無電解金メッキ金ナノギャップ電極）間に導入した SAuSH 素子において、出力特性（ドレイン電流-ドレイン電圧特性）と伝達特性（ドレイン電流-ゲート電圧特性）を観察し、分子ワイヤトランジスタ特性を観察した。ゲート変調特性が得られたメカニズムは、単電子トランジスタ動作と共に、高ドレイン電圧領域において電極のフェルミ準位に対する分子軌道のエネルギー準位をゲート電圧により変調する単分子共鳴トンネルトランジスタ特性動作であることを明らかにし、120 K において二桁以上の ON/OFF 比が得られたと述べている。

Chapter 4 “Current Limited Bistability in COPV5(SH)₂ Nanodevice” (COPV5(SH)₂ ナノ子デバイスにおける電流制限型双安定性)では、剛直分子ワイヤ COPV5(SH)₂を Electroless Au Plated Au-Based Nanogap Electrodes 間に導入した SAuSH 素子を、留学先のケンブリッジ大学キャベンディッシュ研究所に送付し、ドレイン電流-ドレイン電圧特性ならびに、ドレイン電流-時間特性が、300 mK ならびに 9 K において双安定性を示すことを観察した。このドレイン電流は、二重トンネルバリア構造における逐次トンネル現象に起因したものであり、200 pA 以上となると観察されなくなる電流依存型の双安定性を示した。この双安定性は SAu 結合を支点とした分子配向の変化に起因しており、電子の逐次転送周波数に配向変化が依存すると述べている。

Chapter 5 “COPVn Molecular Wire on Ag(111) Investigated by STM” (銀(111)結晶面上 COPVn 分子ワイヤの STM 観察)では、理研の低温走査型トンネル顕微鏡 (Scanning Tunneling Microscopy: STM) 内で、Ag(111)結晶面上に、COPV2 分子ワイヤを蒸着し、STM 像観察と走査トンネル分光 (Scanning Tunneling Spectroscopy: STS) 測定を試みたところ、単分子ワイヤ像を観察し、負性微分抵抗現象を観察したと述べている。

Chapter 6 “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、単分子トランジスタの創製にむけて、剛直分子ワイヤを金ベースの無電解金メッキ金ナノギャップ電極間に導入した素子の電流-電圧特性が長距離共鳴トンネル特性を常温にて示し、白金ベースの無電解金メッキ金ナノギャップ電極間に導入した素子において、単分子共鳴トンネルトランジスタ動作を実現しており、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に価値あるものと認める。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(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。