

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	常温動作可能な単分子トランジスタに関する研究
Title(English)	Study on Room Temperature Operable Single Molecular Transistors
著者(和文)	LEESEUNGJOO
Author(English)	Seungjoo Lee
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11344号, 授与年月日:2019年12月31日, 学位の種別:課程博士, 審査員:真島 豊,伊藤 満,川路 均,鎌田 慶吾,多田 朋史,大場 史康
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11344号, Conferred date:2019/12/31, 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	Lee SeungJoo		
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	真島 豊	教授	審査員	鎌田 慶吾	准教授
	審査員	伊藤 満	教授		多田 朋史	特任教授
		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 on Room Temperature Operable Single Molecular Transistors” (室温動作単分子トランジスタに関する研究)と題し、英文 6 章から構成されている。

Chapter 1 “Introduction” (序論)では、単分子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、トンネル機構、トランジスタ動作メカニズム、Si 原子を含む有機半導体オリゴシロール誘導体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 “One side chemisorbed Si-2 single molecular single-electron transistor” (ナノギャップ電極の片側に化学吸着した Si-2 分子による単分子単電子トランジスタ)では、Si 原子を 2 つ含む 1.5 nm サイズの π 共役系分子を、電子線リソグラフィ (Electron Beam Lithography : EBL) と無電解金めっき (Electroless Au Plating: ELGP) により Si/SiO₂ 基板上に作製した球状ヘテロエピタキシャル Au/Pt ナノギャップ電極間に導入した単分子トランジスタを作製し、トランジスタ特性を 9 K で測定している。ドレイン電流-ドレイン電圧依存性にクーロンステアケース、ドレイン電流-ゲート電圧特性にクーロンオシレーション、ドレイン電流のドレイン電圧、ゲート電圧に対する 2 次元プロットにクーロンダイヤモンドがそれぞれ観察され、ダブルバリアトンネル接合におけるシーケンシャルトンネル機構を仮定した理論解析結果と一致し、理論解析により算出した単電子トランジスタのパラメータが片側に化学吸着していることを示唆していたため、S-2 分子が片側に化学吸着した 1.5 nm スケールの単分子単電子トランジスタとして動作することを明らかにしている。

Chapter 3 “One side chemisorbed Si-2x2 single molecular resonant-tunneling transistor” (ナノギャップ電極の片側に化学吸着した Si-2x2 分子による単分子共鳴トンネルトランジスタ)では、Si-2 構造を 2 つつなげた S-2x2 π 共役系分子を、球状ヘテロエピタキシャル Au/Pt ナノギャップ電極間に導入した単分子トランジスタを作製し、トランジスタ特性を 9 K で測定している。ドレイン電流-ドレイン電圧依存性、ドレイン電流-ゲート電圧特性の実験結果を解析することにより、Si-2x2 分子は片側に化学吸着し、単分子共鳴トンネルトランジスタとして動作することを明らかにしている。

Chapter 4 “Room temperature operation of bridged single molecular single-electron transistor based on Si-1” (ナノギャップ電極に両端が化学吸着し橋架け構造を形成した Si-1 分子による

室温動作単電子トランジスタ) では、Si 原子を 2 つ含む 1.5 nm サイズの π 共役系分子を球状ヘテロエピタキシャル Au/Pt ナノギャップ電極間に導入した単分子トランジスタを作製し、トランジスタ特性を 9 K ならびに室温で測定している。ドレイン電流-ドレイン電圧依存性、ドレイン電流-ゲート電圧特性の実験結果を解析することにより、Si-1 分子は両末端で化学吸着した橋架け構造をナノギャップ電極間で形成し、単分子単電子トランジスタとして動作すること、さらには、単分子単電子トランジスタが室温で動作することを明らかにしている。

Chapter 5 “Room temperature operation of bridged single molecular resonant-tunneling transistor based on Si-2x2” (ナノギャップ電極に両端が化学吸着し橋架け構造を形成した Si-2x2 分子による室温動作共鳴トンネルトランジスタ) では、Si-2x2 π 共役系分子を、球状ヘテロエピタキシャル Au/Pt ナノギャップ電極間に導入した単分子トランジスタを作製し、トランジスタ特性を 9 K ならびに室温で測定している。ドレイン電流-ドレイン電圧依存性、ドレイン電流-ゲート電圧特性の実験結果を解析することにより、Si-2x2 分子両末端で化学吸着した橋架け構造をナノギャップ電極間で形成し、単分子共鳴トンネルトランジスタとして動作すること、さらには、単分子単電子トランジスタが室温で動作することを明らかにしている。

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室温動作にむけて、Si 原子を含む π 共役分子を球状ヘテロエピタキシャル Au/Pt ナノギャップ電極間に化学吸着させた単分子トランジスタを作製し、片側吸着と橋架け構造を判別した上で、単電子トランジスタと共鳴トンネルトランジスタの 2 つの異なるトランジスタ動作を実現し、それぞれの動作機構において、単分子トランジスタの室温動作を実現している。これらの成果は、数 nm スケールの単分子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。