

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	金電極に架橋したBDT分子の構造と電子状態の解析法の開発及び電子伝導性の解明
Title(English)	Development of system to analyze atomic and electronic structure for elucidation of electron transport property of BDT molecule bridging between Au electrodes
著者(和文)	松下龍二
Author(English)	Ryuji Matsushita
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10072号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:木口 学,大島 康裕,西野 智昭,沖本 洋一,河合 明雄,北島 昌史
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10072号, Conferred date:2016/3/26, 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		松下 龍二	
論文審査 審査員		氏名		職名		氏名	職名
	主査	木口 学		教授	審査員	河合 明雄	准教授
	審査員	大島 康裕		教授		北島 昌史	准教授
		西野 智昭		准教授			
		沖本 洋一		准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は『金電極に架橋した BDT 分子の構造と電子状態の解析法の開発及び電子伝導性の解明』と題して、原子・分子接合に対する原子構造・電子構造の解析手法の開発及び、それらの金単原子接合・金/1,4-ベンゼンジチオール分子接合(金/BDT 接合)に対する適用結果に関して述べている。本論文は以下の 7 章から構成される。

Chapter 1. General introduction では原子・分子接合研究の歴史に関して述べたうえで、接合の基礎的性質を特に電子伝導特性に着目して説明している。そのうえで、原子構造・電子構造の解析を合わせて実施することの意義・目的に関して述べている。

Chapter 2. Methods to analyze atomic and electronic structure では原子構造・電子構造解析手法を説明している。原子構造解析手法として表面増強ラマン分光法 (SERS) 及び非弾性トンネル分光法 (IETS) を、電子構造解析手法として IV 特性計測及び熱電能計測を説明している。

Chapter 3. Analysis of atomic structure of 1,4-benzenedithiol molecule bridging between Au electrodes by surface enhanced raman spectroscopy では金電極間に作製したナノギャップに架橋した BDT 分子について、IV 特性と SERS 計測を行った結果に関して述べている。計測の結果、ナノギャップ付近におけるラマン信号強度の増強が観測された。また振動エネルギーのソフトニングが観測され、分子-金電極間電荷移動に起因すると考察している。加えて、バルク結晶のラマンスペクトルでは観測されない B2 対称性振動モードがナノギャップで観測されることがあった。分子が電極と相互作用することで B2 対称性振動モードが観測されたと考察している。

Chapter 4. Development of system to measure thermopower and electrical conductance simultaneously では熱電能-電気伝導度同時計測システムの構築及び参照試料 (白金-鉄熱電対) に対する本計測システムの適用結果に関して述べている。

Chapter 5. Measurement of thermopower of single Au atomic junction では、Chapter 4. で構築したシステムを室温で金単原子接合に適用した結果を述べている。計測から金単原子接合の熱電能が正負両方の値をとることが観測された。この結果は透過率関数のフェルミ準位における傾きが 0 程度の値をとりやすい一方で、原子構造の揺らぎに伴い透過率関数形状が揺らぐことに起因すると考察している。また、熱電能の揺らぎが接合温度の増加に伴い減少することが明らかとなった。加熱による揺らぎの減少は結晶性の向上に起因する金単原子接合の構造変化に由来すると考察している。

Chapter 6. Analysis of atomic and electronic structure of 1,4-benzenedithiol molecule bridging between Au electrodes では金/BDT 接合に対して熱電能・IV 特性・IETS 計測を実施した結果に関して述べている。室温における熱電能計測の結果、金/BDT 接合は正負両方の熱電能が観測され、正の熱電能平均値は先行研究の結果と一致した。また、低温 (20 ~ 50 K) における熱電能計測中に IV 特性・IETS 計測が行われた。IV 特性の結果から伝導軌道-フェルミ準位間エネルギー差はおおよそ 1 eV であると見積もられた。加えて、IETS で BDT 分子架橋を確認した接合に関して電気伝導度と熱電能の時間変化の間に負の相関が観測され、原子構造と電子構造を実験的にその場で解析することに成功している。観測された相関は吸着角変化に伴う電子構造の変化に起因すると考察している。

Chapter 7. Concluding remarks では本論文の総括と今後の展望に関して述べている。

以上要約すると、本論文は原子・分子接合の原子構造・電子構造を合わせて解析する手法を開発し、金単原子接合・金/BDT 接合に適用することで原子構造・電子構造を詳細に解明することに成功している。従って、本論文は博士 (理学) の学位論文として価値を有すると認められる。