

キノイド型縮環オリゴシロール単分子デバイスの電気伝導

Electron Transport of Quinoidal Fused Oligosilole Single Molecular Devices

¹東京工業大学フロンティア材料研究所, ²東京大学大学院工学系研究科
 ○浦山 修平¹, Seung Joo Lee¹, 津田 知拓², 高野 遼², 新谷 亮², 野崎 京子², 真島 豊¹

¹Laboratory for Materials and Structures, Tokyo Institute of Technology,

²Graduate School of Engineering, The University of Tokyo

○Shuhe Urayama¹, Seung Joo Lee¹, Tomohiro Tsuda², Ryo Takano²,

²Ryo Shintani², Kyoko Nozaki², and Yutaka Majima¹

E-mail: majima@msl.titech.ac.jp

近年の微細加工技術の進展に伴い、数 nm のギャップ長を有するナノギャップ電極を作製し、ギャップ間に単一ナノ粒子や単分子を化学吸着することによる固体基板上デバイスにおいて再現性のある電気伝導が得られるようになってきた。我々は、電子線リソグラフィと無電解金メッキの自己停止機能を組み合わせることにより、3 nm のギャップ長を有するナノギャップ電極を高収率(90 %)で作製し、極めて安定に動作する金ナノ粒子単電子トランジスタ (SET) のクーロンダイヤモンド特性、論理回路等を報告してきた。本研究では、Si 原子を含み、酸化還元過程において優れた安定性が得られる、新しい π 共役系化合物としてキノイド型縮環オリゴシロールに着目し、これらをナノギャップ電極間に化学吸着することにより固体基板上単分子デバイスを作製し、電気伝導を計測した。

分子デバイスは、Si/SiO₂ 基板上に Ti/Au を蒸着し、無電解金メッキを行ったナノギャップ電極基板を、Fig. 1 に示す新規縮環オリゴシロール分子溶液に浸漬することにより作製した。分子デバイスの電流-電圧(I - V)特性および微分コンダクタンス(dI/dV)を繰り返し測定した結果を Fig. 2 に示す(9 K)。正バイアス側と負バイアス側で電流値は異なるものの、両バイアスにおいてほぼ 0 V と中心に対称的な 2 つの dI/dV ピークが観察されている。このような特徴を持つ電流-電圧特性は、常温でも観察されている。走査トンネル分光を用いて、Au(111)上に化学吸着した孤立単分子の電流-電圧特性を測定した所、Fig. 2 と同様の電流-電圧特性が得られた。これらの測定結果より、Fig. 2 の電流-電圧特性は、単分子デバイスに起因したものであり、正負バイアスで対称な 2 つの dI/dV ピークは、HOMO、LUMO 等の分子軌道と電極のフェルミレベルを含む分子デバイスのエネルギー構造を反映していると考えられる。これらの観点からケイ素架橋新規 π 共役化合物の電気的特性について議論する。

本研究の一部は文部科学省「元素戦略プロジェクト<研究拠点形成型>」、BK Plus program, Basic Science Research program (NRF-2014R1A6A1030419)の支援により行われた。

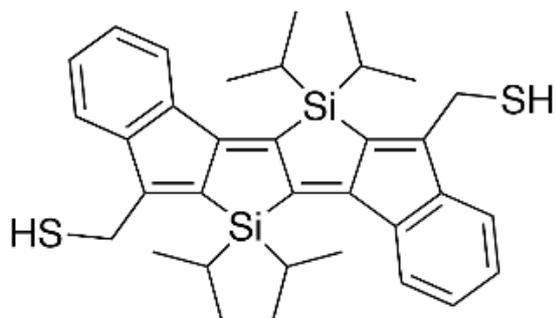


Fig. 1 Molecular structure of quinoidal fused-oligosilole derivative.

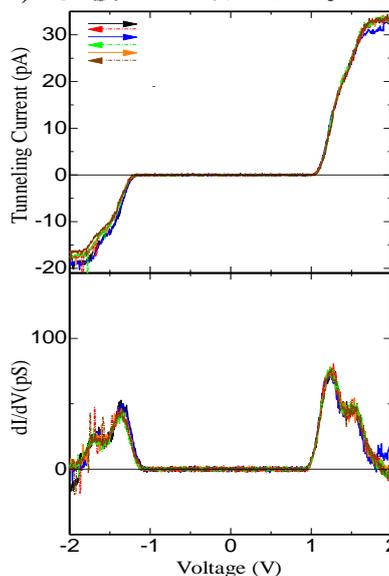


Fig. 2 I - V and dI/dV characteristics in single molecular device of the quinoidal fused-oligosilole.