電極金属原子の電界移動を用いた能動的な分子架橋法の検証

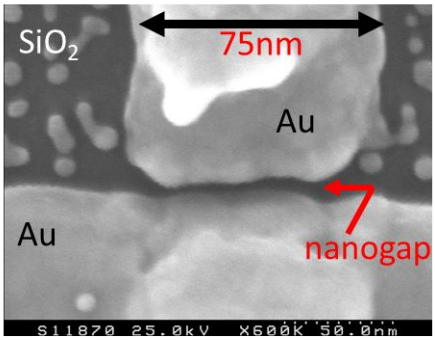
Investigation of molecular bridging method controlled using field migration of metal atoms on nanogap electrodes

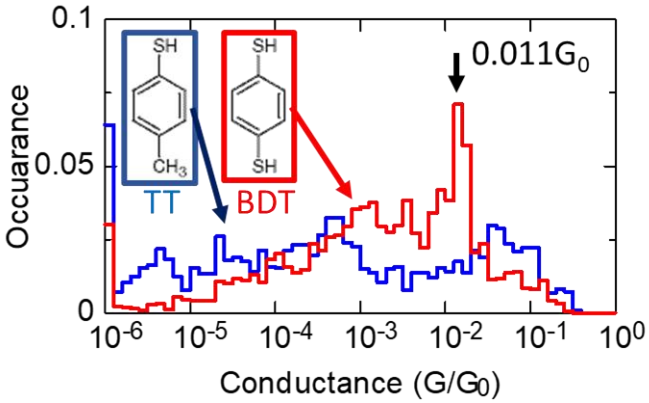
産総研[1], 阪大[2] ○内藤泰久[1], 谷洋介[2], 小山恵美子[1], 中村徹[1], 角谷透[1], 小川琢治[2]
AIST[1], Osaka Univ.[2] Y. Naitoh[1], Y. Tani[2], E. Koyama[1], T. Nakamura[1], T. Sumiya[1], and T. Ogawa[2]
E-mail: ys-naitou@aist.go.jp

単体の有機分子を用いて動作するいわゆる単一分子素子は、電子素子の究極的な微細化構造として期待されている。近年、メカニカルブレークジャンクション（MCBJ）法など分子一つの特性を評価できる手法が確立し、その期待はますます高まっている。しかし、機能を発揮する有機分子を電極間に架橋させる際、当初は分子両端に電極金属への結合基を有していても、現実にはその架橋確率は非常に低いうえ、架橋分子数の制御も困難であった[1)]。個々の素子に MCBJ 法のようなギャップ間隔制御機構を組み込むことは不可能ではないが、微細化素子実現の為には現実的ではない。そこで本研究では、電界移動による電極金属原子の輸送現象を応用し[2)]、固定型ナノギャップ電極でも MCBJ 法のような分子の架橋構造制御が実現可能か検証を行った。

左図は、使用した固定型ナノギャップ電極の FESEM 像を示し、右図は 1,4-Benzenedithiol (BDT) および p-Toluenethiol (TT) を電極表面に修飾した試料の、抵抗のヒストグラムを示す。初期ナノギャップ長は、使用した分子よりも十分に大きな約 10nm とした。右図測定の際、電極ギャップ長の伸縮を段階的に促す数十種類の電圧パルスを順番に、100 回以上ループさせて印可した。その結果、BDT については分子単体の伝導度 (0.011G_0) で MCBJ 法と同様にピークを示すことが分かる。すなわち、MCBJ 法と同様な電極構造の伸縮構造が固体電極で実現できることを示している。本技術を応用すれば、電極間のねらった部分に電圧印加のみで、架橋本数を制御しつつ有機分子を展開できることを示唆しており、単一分子素子実現に向けて非常に有用な手法になると期待できる。講演では本結果の詳細について報告する。

本研究の一部は科研費 (JP16H00974) の助成を受け、産業技術総合研究所ナノプロセシング施設を利用して実施しました。1) J. Am. Chem. Soc. 128, 13720 (2006). 2) Nanotechnol. 17, 5669 (2006).





左図) ナノギャップ電極の FESEM 像、右図) BDT、TT 分子で修飾した試料の導電性ヒストグラム