エレクトロマイグレーション過程の制御による共役分子接合の形成

Formation of Conjugated Molecular Junctions by Controlling Electromigration Processes

大阪府大¹, 大阪府大 分子エレクトロニックデバイス研², 情報通信研究機構 未来 ICT 研³

^O青野正規 ¹, 永瀬 隆 ^{1,2}, 小西祐宇 ¹, 寺尾俊彦 ¹, 小林隆史 ^{1,2}, 上田里永子 ³,

照井通文³, 大友明³, 内藤裕義^{1,2}

Osaka Pref. Univ.¹, RIMED², NICT³ °M. Aono¹, T. Nagase^{1,2}, Y. Konishi¹, T. Terao¹,

T. Kobayashi^{1,2}, R. Ueda³, T. Terui³, A. Otomo³, H. Naito^{1,2}

E-mail: aono@pe.osakafu-u.ac.jp

【はじめに】 金属-単一分子-金属接合(分子接合)の素子応用や電気特性の系統的評価には、 基板上に配置した電極ギャップに架橋させた分子接合の形成が求められている。代表的な作製法 としてエレクトロマイグレーション法 [1] が用いられるが、細線電極への通電によるジュール熱 等の影響により分子接合を再現良く形成できないという問題がある。本研究では、共役分子接合 の電気伝導特性を詳細に評価することを目的とし、ジュール熱の抑制が可能なフィードバック制 御によるエレクトロマイグレーション(C-EM: controlled electromigration)法 [2] 及び自己破断 (self-breaking) 法を用いて共役分子接合を作製し、電気伝導特性を評価した。

【実験】 分子接合の形成には、末端にチオール基を有するフェニレン SAM 分子を用いた。電子 線リソグラフィを用いて *n*+-Si/SiO₂ ウェハ上に作製した Ti/Au 細線電極上に SAM を形成し、その 後、電極を通電破断し、ギャップ間に SAM 分子を架橋させることで分子接合を形成した。この際、 電極破断を精密に行うため、最終的なギャップ形成には自己破断法を用いた。

【結果及び考察】 図1(a)に C-EM 法による電極作製時の電流変化、図1(b)に自己破断過程におけ る伝導度の時間変化を示す。図1(b)における伝導度減少は量子化コンダクタンスに対応しており、 原子移動によって電極の細線化が行われていることを示唆している。図2にビフェニル-4,4'-ジチ オールを用いた分子接合において得られた典型的な電流電圧特性を示す。C-EM 法及び自己破断 法を用いることで、通常のランプ電圧印加による EM 法に比べて高い再現性で電流電圧特性が観 測できることが分かった。また、得られた電流値及び遷移電圧は STM 破断接合法で報告されてい る値 [3] とほぼ同等であった。この結果は、電極の細線化によって単一に近い分子が電極キャッ プ間に架橋されていることを示唆している。当日は、末端基の異なる分子接合の特性についても 報告する予定である。

【謝辞】 本研究は、科学研究費補助金及び新学術領域研究「元素ブロック高分子材料の創出」の 助成を受けた。 【参考文献】 [1] H. Park *et al.*, Appl. Phys. Lett. **75**, 301 (1999). [2] D. R. Strachan *et al.*, Appl. Phys. Lett. **86**, 043109 (2005). [3] S. Guo *et al.*, J. Am. Chem. Soc. **133**, 19189 (2011).





Fig. 1. (a) Current-voltage data measured during controlled electromigration processes. (b) Change of conductance before breaking of electrode.

Fig. 2. Current-voltage characteristics of biphenyl-4,4'-dithol junction (10 K).