

液体中における単一原子接合の安定性評価

Stability of single atom contacts in a liquid environment

阪大産研 ○筒井真楠, 谷口正輝

ISIR, Osaka Univ. ○M. Tsutsui, M. Taniguchi

E-mail: tsutsui@sanken.osaka-u.ac.jp

[はじめに] 我々の研究グループでは、1 個の分子が 2 つのナノ電極に配線された単一分子接合における局所加熱現象や、その熱電デバイス応用に向けた研究を行っている [1]。単一分子接合では、電気伝導度が電極-分子間距離や形状に対し鋭敏に変化するために、そのデバイス応用にはナノ電極の高い位置安定性が要求される。これまでに、機械的破断接合法 (MCBJ 法) を用いて真空中での単一分子接合や単原子接点の寿命計測を行い、その安定性が高電流密度下や高温下でどの程度劣化するかを明らかにしてきた。今回は、MCBJ 法により作製した Au 単原子接点の安定性が、真空中に比べて有機溶媒中でどの程度劣化するかを調べることで、ナノ電極の安定性に及ぼす溶媒効果の評価を行ったので報告する。

[実験方法] MCBJ 素子は次に記す加工プロセスにより作製した。まず、りん青銅基板上に厚さ約 4 μ m のポリイミド膜を成膜した。次に、ポリイミド上にフォトリソグラフィー法を用いて電極パターンを描画したあと、高周波マグネトロンスパッタ法により Cr/Au (厚さ 3nm/30nm) を蒸着した上でリフトオフプロセスによりマイクロ電極を作製した。そして電子線描画法によりマイクロ電極に繋げて細線を描画し、RF スパッタ法により Cr/Au 膜 (厚さ 1nm/120nm) を蒸着後リフトオフすることで、中央に幅約 100nm の狭窄部を有する Cr/Au 接合を得た。更に、最後に反応性イオンエッチング法を用いてポリイミドを掘削することで、free-standing な Cr/Au 接合構造を作製した。この MCBJ 素子を用いて、self-breaking 法 [2] により Au 単原子接点を作製し、その寿命評価を有機溶媒中 (1,2,4-トリクロロベンゼン、以下 TCB) および真空中にて行った。

[実験結果] 図 1 に接合引き離し速度 1 pm/s 以下の条件下で作製された 1000 個の Au 単原子接点の保持時間 (= 寿命 τ) のヒストグラムを示す。真空中に比べて、TCB 中における接点寿命の分布が全体的に低寿命側にシフトしている。またそのピーク値における寿命の値は、真空中で約 12 秒であるのに対し、TCB 中では 0.8 秒であった。これらの結果は、TCB 中において Au 接点が Au (197.0 g/mol) と同程度の質量を有する TCB 分子 (181.5 g/mol) の熱運動による衝突を受けるため、真空中と比較してその寿命の低下や分布のバラツキの増大をもたらしたことを示唆している [3]。本成果は SCOPE (122107001) の委託研究に基づくものである。

[1] M. Tsutsui, M. Taniguchi et al., *Nano Lett.* 8, 3293 (2008); *Appl. Phys. Lett.* 96, 103110 (2010); *Sci. Rep.* 2, 217 (2012).

[2] M. Tsutsui, M. Taniguchi et al., *Nano Lett.* 8, 345 (2008).

[3] M. Tsutsui, M. Taniguchi, *J. Appl. Phys.* In press.

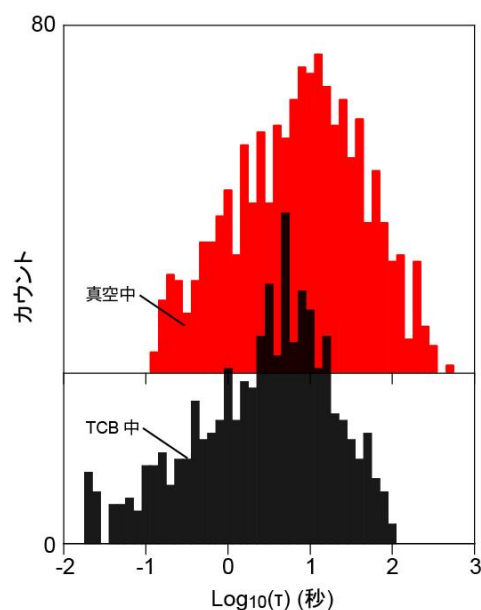


図1. 真空中(赤)及びTCB中(黒)におけるAu単原子接点の寿命分布。真空中に比べ、TCB 中において単原子接点の寿命は低寿命側に分布している。