

Fishing 法による単一分子検出

Single molecule detection by fishing method

阪大産研 °谷本 幸枝, 森川 高典, 有馬 彰秀, 筒井 真楠, 谷口 正輝

ISIR, Osaka Univ. °S. Tanimoto, T. Morikawa, A. Arima, M. Tsutsui, and M. Taniguchi

E-mail: sachie.tanimoto32@sanken.osaka-u.ac.jp

【はじめに】単分子の電気伝導度測定法の一つに機械的破断接合 (Mechanically-controllable Break Junction, MCBJ) 法がある。この手法では弾性基板を機械的に湾曲させることで、基板上に作製する金属ナノ接合の形成・破断が行われる。当方では、この MCBJ 法を利用して分子の大きさ(約 1 nm)と同程度の電極ギャップを作製し、これを用いてトンネル電流測定による単一分子検出法の開発を行ってきた[Nat. Nanotechnol., 5, 286 (2010)]. そして最近では水中におけるトンネル電流を指標とした電極間距離校正手法の創成に取り組んできた[J. Appl. Phys., 115, 114310 (2014)]. そこで今回はこの電極間距離校正手法を取り入れた 1 分子検出法を新たに開発したので、その内容を報告する。

【実験方法】測定に使用した MCBJ は次のプロセスにより作製した。まず、ポリイミド膜で被覆したリン青銅基板上に、電子線描画法及びスパッタ法等を用いて、Au 接合を作製した。その後、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 Au 接合構造を得た。最後に基板中央に O リングを配置した。この MCBJ 素子の O リング中に溶液を滴下し、自己破断接合法により室温・常圧中にて電極ギャップを作製後、その電気伝導度の測定を行った。

【実験結果】自己破断接合法による Au 接合を破断後、まず一度電極ギャップを 1 nm 程度に広げた後に、ピエゾ操作を通して徐々にギャップを閉じていきながら、電極間を通る電流が 10 nA を上回るまでその値を記録した。そして電極間の電流が 10 nA を越えた段階で、電流とピエゾ素子の変位量の測定結果から電極ギャップに用いる校正カーブを導出し、その校正カーブを元に所望の大きさの電極ギャップを形成させた。この一連の電極ギャップ作製プロセスを応用して、分子サイズの電極ギャップを用いた、ヘキサメチレンジアミン水溶液中におけるトンネル電流測定を実施した (図 1)。電極ギャップ作成から 1500 s 後までコンダクタンスの値は $10^{-3} \sim 10^{-4} G_0$ を記録し、その後は限りなく 0 に落ちた。これより 1500 s まで、水溶液中でのトンネル電流が計測され、ヘキサメチレンジアミンが検出されたと考えられる。

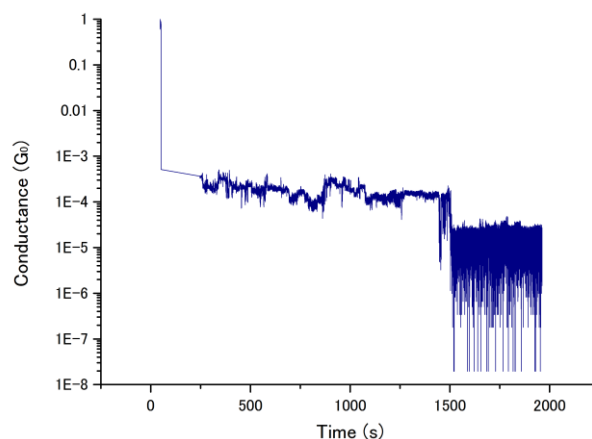


図 1 ヘキサメチレンジアミンの電気伝導度の経時変化.