

STM 点接触法による Si 電極-単一分子接合の作製と伝導測定

Silicon based single molecular junction fabricated by STM point contact method

筑波大学¹、産総研² ○中村美紀¹、吉田 昭二¹、中村 徹²、武内 修¹、重川 秀実¹

Univ. of Tsukuba¹, AIST² M. Nakamura¹, S. Yoshida¹, T. Nakamura², O. Takeuchi¹, H. Shigekawa¹

<http://dora.bk.tsukuba.ac.jp>

近年、走査プローブ顕微鏡などのナノスケール計測技術の進展によって、単一分子の伝導機構が研究されるようになり、それを応用した単一分子素子の実現へ向けて研究が進められている。従来の単一分子素子の作製には金を電極として用い、分子末端のチオール基(-SH 基)と金の間の化学結合を利用することで、分子を電極に固定し接合を形成していた。しかし、金-チオール結合は不安定であることが知られており、信頼性の高い素子の特性が得られないことが問題となっている。そこで、強固な化学結合の組み合わせとして Si-C 結合を利用することが考えられる。本研究では、STM を用いて、Si-C 結合を用いた単一分子接合を作成するとともに、伝導性の測定を行った^[1]。

分子は図 1 に示した 1,4-Diethynylbenzene (DEB) と 1,4-Diethynyl-2,2-bipyridine (BPN) の 2 種類を用いて、以下の手順に従って単一分子接合の作製を行った。電極として用いる Si(100) 表面は原子上水素発生装置により水素終端を行った。水素終端後の Si(100) 表面には未終端部分である活性なダングリングボンドが点在しており、分子を吸着させると末端 3 重結合がダングリングボンドと反応し分子が単一で基板に固定される。接合の作製には、反対側の電極として、シリコン製の STM 探針を使用する。基板、探針ともに n 型高ドープ Si 基板を用いた。図 2 は、探針と接合させる前の Si(100) 表面の様子である。結合した分子はダングリングボンドに比べて明るく大きく見えている。STM 観察により分子の位置を確認した後、分子の上方に探針を移動させ、探針を分子の先端に接触させることによって接合を作製する。

図 3 中にあるグラフは、Si 探針を DEB 分子に近づけていった時のトンネル電流変化を示す。ある点を境にして急激に電流値が大きくなっている。これは探針と分子の間に化学結合が形成されたことによって、接触抵抗が低下したためと考えられ、このことにより分子と電極の結合が確認できる。さらに、バイアス電圧を +2V から -2V に変化させ伝導性を調べた。図 3 は DEB 分子接合で連続して測定した I-V カーブを重ねてプロットしたものであるが、コンダクタンスに時間的な変動がないことから非常に安定な接合が形成されていることが分かる。以上の結果に加えて、本公演では BPN 分子の実験結果についても合わせて報告する。 [1] S. Yasuda, et al., J. Am. Chem. Soc. 128(24), 7746-7747(2006)

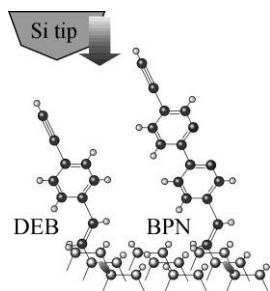


図 1. 単一分子素子のモデル図

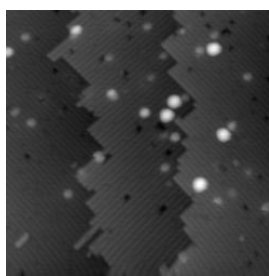


図 2. DEB 分子が結合した Si(100) 面の STM 像

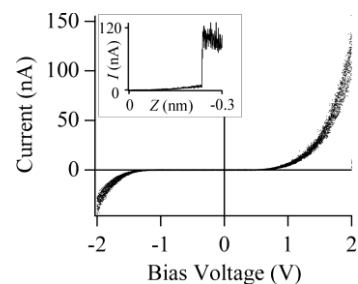


図 3. I-V 測定結果(DEB)