

3P018

## 微細加工金属接点を用いた MCBJ による単分子電気伝導測定

(阪大産研<sup>1</sup>、府大院・理<sup>2</sup>、JST-CREST<sup>3</sup>)

○庄司昂平<sup>1</sup>、筒井真楠<sup>1</sup>、谷口正輝<sup>1</sup>、藤原秀紀<sup>2,3</sup>、杉本豊成<sup>2,3</sup>、川合知二<sup>1</sup>

【序】単分子及び金属原子接点の電気伝導度を計測する方法に、マクロスケールの金属ワイヤを機械的に引き伸ばし、金属接点を破断接合させる Mechanically controllable break junction (MCBJ)法(Figure 1)[1]がある。この時、機械的に基板を押し曲げる深さに対して金属接点が引き離される変位率は、支点間距離と金属細線の長さの比に依存する[1]。この変位率は MCBJ 法の電極間距離操作の分解能と機械的安定性に影響するため、単分子測定に向けてはナノスケールの金属細線が必要となる。そこで、我々は電子線描画技術とエッチング処理を用いて free-standing な金ナノ接点を作製し、0.1pm 程度の高分解能と優れた機械的安定性を実現するナノサイズの金細線を作製した。この方法を用いて、benzenedithiol(BDT)をはじめとする  $\pi$  共役系分子の電気伝導度測定を行ったので報告する。

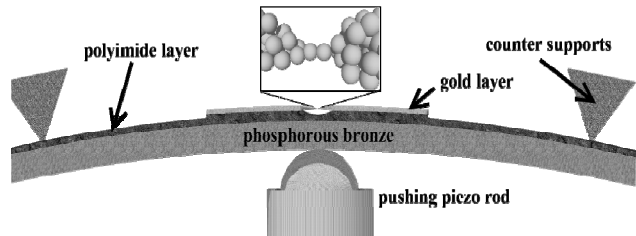


Figure 1. Schematic side view of the MCBJ apparatus.

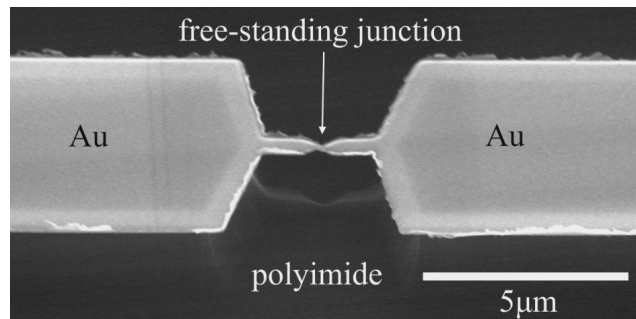


Figure 2. SEM image of nano-fabricated Au junction.

【実験】絶縁層としてポリイミド膜を被覆したリン青銅板に、電子線リソグラフィ技術を用いて微細な金細線を作製した後、細線直下のポリイミドをドライエッチング処理によって除去することで、1~2 $\mu$ m の free-standing な金接合を作製した (Figure 2)。このリン青銅板を三点曲げの要領で湾曲させ、金接点部分を繰り返し破断・接触させて、その過程における接点の電気伝導度を測定した。この方法を用いて機械的安定性を評価し、さらに BDT 等の  $\pi$  共役系分子を溶解したトルエン溶液に金接点を浸し、真空下にて金接点を破断接合させることで単分子電気伝導測定を行った。

【結果と考察】室温・高真空下における MCBJ を用いた接点の破断過程における金接点のコンダクタンス変化を Figure 3 に示す。接点を引き離す過程では、時間経過と共に接合部分がネッキング変形を起こし、接点のコンダクタンスは減少する。金接点が破断する直前では、少数原子による接点状態が形成され、得られるコンダクタンスは  $1G_0=77.5\mu$ S を量子単位とした離散的な値となり、コンダクタンスは階段状に変化する。今回、金単原子接点に由来するコンダクタンス値  $1G_0$  近傍で 100 秒以上一定の値を維持することが出来、ナノスケールの金接点を用いることで優れた機械的安定性が得られた。

また、トルエン溶媒に金接点を浸した後、同様に金接点を破断・接触させた結果を Figure 4 (a)に示す。時間経過に対するコンダクタンス値の波形には、金単原子接点の形成を示唆する  $1G_0$  のプラトーが高頻度で現れ、この事に対応して各破断過程における一連のコンダクタンス値を積算したヒストグラムには、 $1G_0$  でシャープなピークが得られた。

次に BDT のトルエン溶液を用いて、先と同様に MCBJ 法による単分子電気伝導度を測定した結果を Figure 4 (b)に示す。ヒストグラムから  $0.01G_0$  近傍でトルエン純溶媒では見られなかったなだらかなピークが得られ、時間経過の波形からもこのコンダクタンス値近傍で階段状の波形が得られた。従来より測定されている BDT の電気伝導度[2]とも近い値であることから、BDT 分子由来の電気伝導が得られたと結論づけられる。

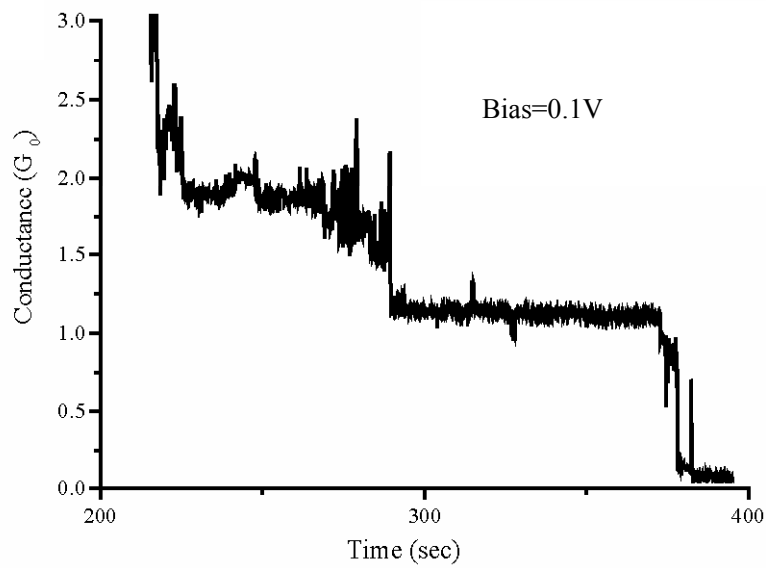


Figure 3. Holding Au single atom contact for  $\sim 100$ sec.

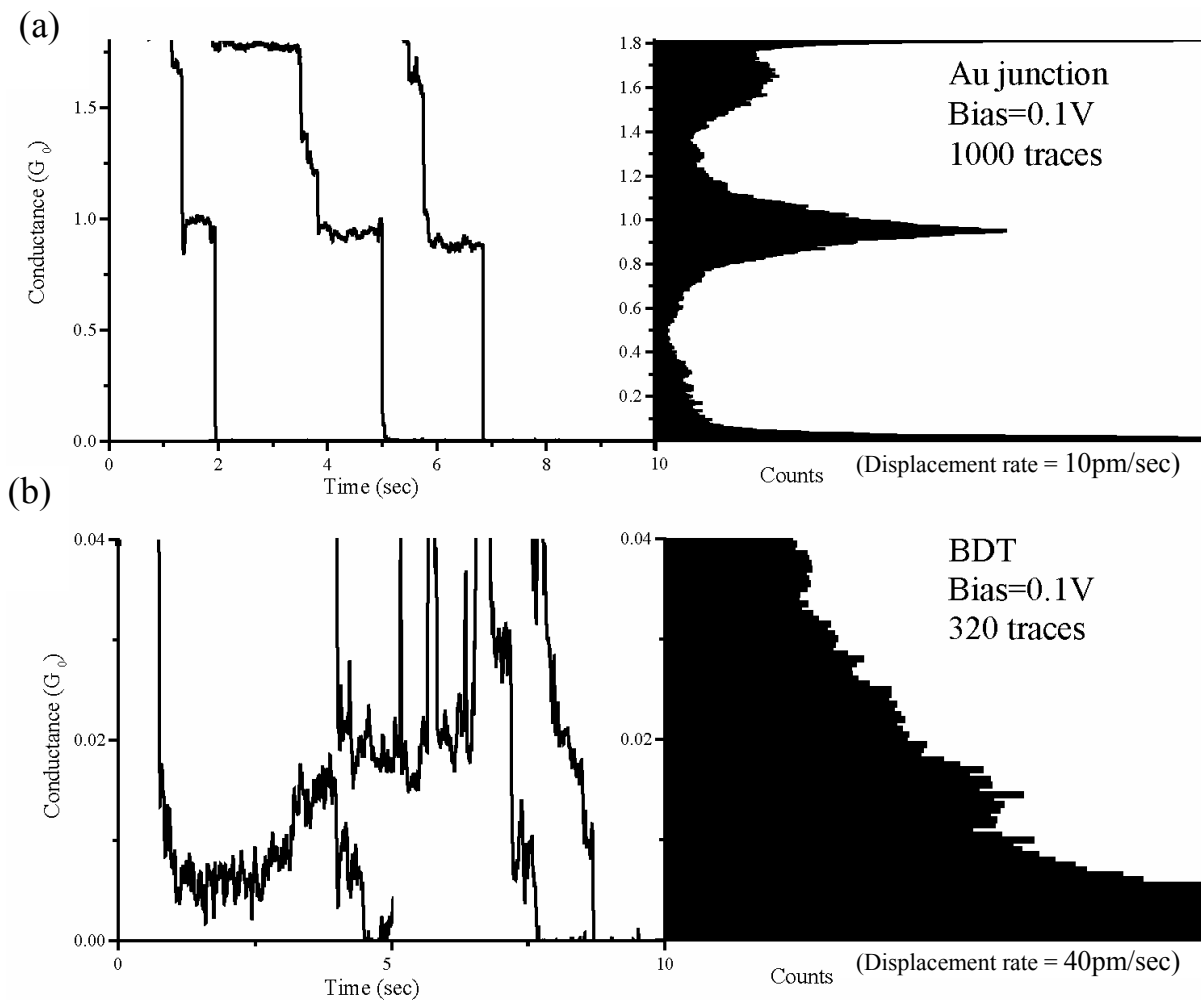


Figure 4. Conductance traces during breaking of the junction and conductance histograms. Measurements were carried out at room temperature under high vacuum.

【参考文献】

- [1] N. Agrait et al., *Phys. Rep.* **377** (2003) 81
- [2] M. Tsutsui et al., *Appl. Phys. Lett.* **89** (2006) 163111