

## その場電子顕微鏡法によるパルス電圧印加時の モリブデンナノ接点の観察

### *In Situ* Transmission Electron Microscopy of Molybdenum Nanocontacts during Pulsed Voltage Application

筑波大<sup>○</sup>中西 真之, 鈴木 泰周, 木塚 徳志

Univ. Tsukuba,<sup>○</sup>Masayuki Nakanishi, Yasuchika Suzuki, Tokushi Kizuka

E-mail: kizlab@ims.tsukuba.ac.jp

電子回路の集積化には、電子素子や、素子同士を繋ぐ金属配線や接点の微細化が必要であり、これまでにナノスケールの金属接点が研究されてきた[1]。最近、Zhong らにより、高融点金属のナノ接点にパルス電圧を印加すると、急熱・急冷により、純金属の高温非晶質相が凍結されることが報告された[2]。こうした非晶質構造への相転移はメモリ機能など、様々な種類の電子デバイスへの応用が期待されるが、その基礎特性となる非晶質構造相転移時の電気伝導は全くわかっていない。本研究では、高融点金属であるモリブデンのナノ接点に注目し、パルス電圧を印加したときの非晶質化を原子配列レベルの空間分解能でその場観察した。同時に、形成された非晶質ナノ接点の構造と対応させながら電気伝導を調べた。

モリブデン薄板を短冊状に切り出した。この試験片を2枚用意し、それぞれの片端をアルゴンイオンミリングによって研磨して、ナノチップを作製した。これらのナノチップを高分解能透過型電子顕微鏡の試料室に挿入し、両者をピエゾ駆動により接触させてナノ接点を作製した。次に、このナノ接点にパルス電圧を印加し、生じる構造変化の過程をその場で高分解能観察した。この観察と同時に、接点に流れる電流を測定した。この実験における試料室内の温度は室温、圧力は $10^{-5}$  Paであった。

パルス電圧を印加する前、モリブデンナノ接点の最小接点部には、構造が結晶であることを示す直線状の格子縞が観察された。この接点にパルス電圧を印加すると接点は破断した。破断したナノチップの先端領域では直線状の格子縞が消失し、塩胡椒コントラストが現れた。つまり、パルス通電によって、破断先端は非晶質化した。この後、破断した非晶質先端を接触させて、非晶質ナノ接点を作製し、そのコンダクタンスを測定した。その後、この接点にパルス電圧を印加すると接点は結晶化し、そのコンダクタンスを調べた。これらの測定から、接点为非晶質のときの単位断面積当たりのコンダクタンスは、再結晶化したときの値に比べて60%程度であることがわかった。これらの結果は、パルス通電により、ナノ接点の結晶-非晶質の組織変化を可逆的に行い、コンダクタンスを制御できることを示している。

[1] T. Kizuka, Phys. Rev. B **77**, 155401 (2008).

[2] L. Zhong, J. Wang, H. Sheng, Z. Zhang, X. Mao, Nature **512**, 177 (2014).