

その場透過電子顕微鏡法による亜鉛ナノワイヤー成長の観察

In Situ Transmission Electron Microscopy of Growth of Zinc Nanowires

筑波大¹ °山邊 冠夢¹, 木塚 徳志¹

Univ. Tsukuba¹, °Kammu Yamabe¹, Tokushi Kizuka¹

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

電子回路の高集積化はトランジスタやダイオードなどの素子だけでなく配線の微細化によって実現する。現在、素子の微細化は数ナノメートルサイズに達しているのに対し、配線のそれはサブマイクロメートル程度にとどまっている。したがって、集積化をさらに進めるためには配線を素子と同様のスケール、つまり、ナノメートルサイズに微細化することが必要である。こうしたナノメートルサイズの配線技術の開発では、ナノワイヤーの成長の過程と機構の理解が基礎となる。近年、亜鉛ナノ接点を機械的に操作する方法で、これまでで最も細いナノメートル幅の空中配線（ナノワイヤー）が作製できることが示され、ナノメートルサイズの配線技術への応用が期待されている[1]。本研究では、この手法によって亜鉛ナノワイヤーを成長させ、その原子過程を調べた。

短冊状の亜鉛薄板を2枚用意し、それぞれ片端を鋭角に切断した。その先端をアルゴンイオンミリングによりナノメートルサイズの厚さに研磨し、ナノチップに成形した。これらの試料をピコメートル精度のナノチップ操作が可能な透過型電子顕微鏡の試料室内に挿入し、亜鉛薄板の格子縞が観察できるまで拡大率で、ナノチップ同士を接触させて亜鉛ナノ接点を作製した。その後、ナノチップ間を離し、ナノ接点を引き伸ばした。この過程を原子配列レベルの空間分解能でその場観察した。このとき観察中の電子顕微鏡試料室内の温度は室温であり、圧力は 10^{-5} Pa であった。

ナノ接点を引き伸ばすと、ナノ接点の最小断面領域が伸びていき、幅が均一なナノワイヤーが形成された。試料間をさらに引き離すと、ナノワイヤーはさらに伸びていった。このときワイヤーの幅は次第に細くなっていった。形成されたナノワイヤーに現れた格子縞を調べ、ナノワイヤーの外形、表面方位と成長方位を同定した。この結果、このナノワイヤーの成長ではいくつかの優先的な成長方位があり、それに対応する外形が現れることがわかった。本研究では、機械操作によるナノワイヤー成長の原子ダイナミクスが明らかになり、ナノメートルサイズの配線技術の実用化の基礎となる成果が得られた。

[1] T. Kizuka and S. Ashida, Sci. Rep. **5**, 13529 (2015).