

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 電子流による原子拡散に基づくナノワイヤ結晶性デザイン

2. 個人研究者名

木村 康裕 (名古屋大学大学院工学研究科 助教)

3. 事後評価結果

高密度電子流に起因する原子拡散 (エレクトロマイグレーション) による新たな金属ナノワイヤ製法を開発するとともに、その形成微視メカニズムおよびメカニクスを解明することを目的としている。特に、下部組織である結晶構造の制御までを視野に入れた原子拡散に関する理論的考察を基にして、実験観察と数値シミュレーションによって総合的にアプローチするところに大きな特徴がある。

電場下で誘起される拡散によるナノワイヤの成長駆動力は、電位勾配、温度勾配、静水圧応力勾配、原子濃度勾配であり、電場・熱・応力場の連成した複雑な現象である。連続体力学に基づいたこれらの場の丁寧な解析の結果、原子拡散によるアルミニウムのワイヤー生成・成長過程を再現する方法を開発し、実験結果との比較からその微視メカニズムを明らかにしたことを、評価する。微小材料の作製加工法の基礎過程の一つとしての基盤である。

基盤となる多結晶太線から単結晶ワイヤー成長が開始する部分に選択性が大きいことに着目し、その詳細な成長初期の実験における下部組織観察に基づいて、太線内の粗大粒が成長開始に寄与していることを明らかにしている。また、その基盤の微視組織の電場負荷による変化を考察してワイヤー初期形成過程を解明したことを、高く評価する。さらに、この基礎的知見を敷衍して、アルミニウム薄膜表層に粒拡大処理を施して、従来に得られているものを大きく越えるナノワイヤの高密度生成に成功している。工業的発展性に新たな扉を開く大きな成果である。

今後の発展と期待

比較的制御の容易な電場を用いて一次元材料を大量生成する着想力に優れていたが、当初は基礎的解析に難があった。本研究開始後にその基礎理論の重要性を深く認識し、実験・解析ともに大きな進展が見られる。特に、実験手法について優れたセンスを有しており、基礎メカニズムおよびメカニクスに基づく解析による知見や予測を併用することによって大きな進捗があったので、他材料への拡張などを含めて、一層の発展を期待している。

学術的寄与とともに、本研究で得た発生密度に限らずナノ構造体の成長制御は工業的発展性を有している研究分野である。本研究の考え方は、ナノスケールの低次元の空洞内の金属埋め込みなどナノデバイス等への多様な潜在力を有している。原子拡散は対象部品が微小なほど形状・組織変化への影響は大きいことから、ナノ形状加工としての将来性を秘めている。微視組織制御とともに形状制御に関しても発展性があり、応用研究としての発展も大いに期待している。