

SEM 内で動作するマルチプローブ AFM/KFM の開発と それを用いたネットワーク構造のポテンシャル分布計測

Development of multiple-probe AFM/KFM working in SEM and potential mapping of network structures

物材機構 WPI-MANA¹, 筑波大² 新ヶ谷義隆¹, 樋口倫太郎¹, Qiao Li^{1,2},
Ming Li¹, 中山知信^{1,2}

WPI-MANA/NIMS¹, Univ. Tsukuba² Yoshitaka Shingaya¹, Rintaro Higuchi¹, Qiao Li^{1,2},
Ming Li¹, Tomonobu Nakayama^{1,2}

E-mail: SHINGAYA.Yoshitaka@nims.go.jp

我々はこれまでに多種多様なナノ材料の電気伝導特性を明らかにするためにマルチプローブ走査プローブ顕微鏡(MP-SPM)の開発を行ってきた。これまでに開発した技術を基に、今回新たに4プローブ原子間力顕微鏡を開発した。この4プローブ原子間力顕微鏡では、ナノ材料の電気伝導計測に加えて、種々のナノ材料を組み合わせで構築したナノシステムの電気伝導計測を行うことを主眼に置いている。従って、試料表面上の目的の構造が存在する場所に正確かつ迅速に4本のプローブを配置する必要がある。今回開発した装置では、試料表面がマルチプローブユニット全体の最上部近くに位置するような構成になっており、試料表面およびプローブ先端を走査型電子顕微鏡あるいは高倍率の光学顕微鏡で観察可能になっている。原子間力顕微鏡としてはチューニングフォーク型水晶振動子をフォースセンサーとして用いた自己検知型周波数変調原子間力顕微鏡を採用し、独立駆動可能な4台のユニットを備えている。4本のプローブ中の任意の1本でケルビンプローブフォース顕微鏡(KFM)測定を行うことができ、2本のプローブによる任意位置での電圧印加条件下でのポテンシャルマッピングが可能となっている。この新たに開発した装置を用いて、単層、二層グラフェンおよびポリアニリンナノファイバーネットワークのポテンシャル分布計測を行った。グラフェンは銅基板上にCVD成長したものをPMMAを用いてSiO₂基板上に転写した。ポリアニリンナノファイバーは無触媒合成法で作製したものをドロップキャスト法でSiO₂基板上に散布しネットワーク構造を作製した。図はポリアニリンナノファイバーのネットワーク構造の原子間力顕微鏡である。図中のA,B点間に電圧を印加した際の領域Cのポテンシャル像を挿入図に示した。また、ナノファイバーの切断による電流経路変化に伴うポテンシャル分布の変化も得られている。このようなネットワーク構造全体のポテンシャル分布の電流経路変化に対する応答性をナノスケールで捕らえることは、ナノ材料のネットワーク構造を用いて学習、記憶、連想などの機能を持った脳型コンピュータを構築する上で本質的に重要である。本装置を用いて、そのようなポテンシャル分布計測が可能であることが示された。

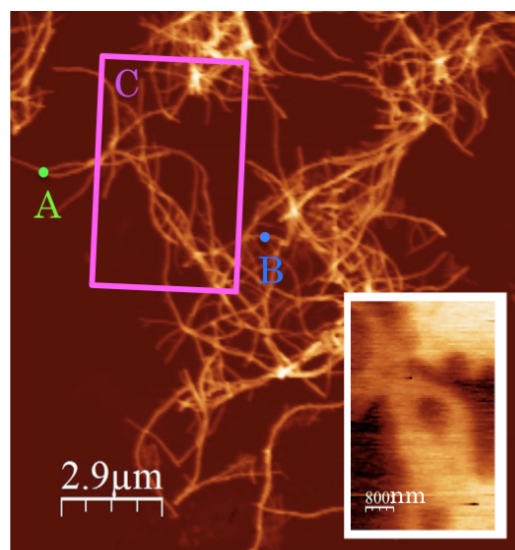


Fig.1 AFM image of Poly aniline nanofiber network. Potential mapping in area C during current flow between point A and B was carried out with MP-KFM. Inset shows obtained potential image.