

ナノカーボン配線上のリンモリブデン酸ナノ粒子の伝導特性

Electric properties of phosphomolybdic acid nanoparticles on nanocarbon wiring

阪大理¹ ○田中啓文¹, 洪流¹, 田中大輔¹, 小川琢治¹

Osaka Univ.¹, ○Hirofumi Tanaka¹, Liu Hong¹, Daisuke Tanaka¹, Takuji Ogawa¹

E-mail: tanaka@chem.sci.osaka-u.ac.jp

分子エレクトロニクスの発展のためにはまずナノ配線上への分子デバイスの構築が必要である。数分子からなる高性能デバイスを得る為には配線と粒子間のナノ界面をいかなる場合でも目的の状態になるよう制御されていなければならない。その上で各々のデバイスの電気特性を知る必要がある。我々はこれまでにナノ粒子/ナノカーボン配線として、ポルフィリン/単層カーボンナノチューブ (SWNT) [1]、ナフタレンジイミド (NDI) /SWNT[2]、NDI-グラフェンナノリボン (GNR) などのカーボンナノ配線上のナノ粒子の電気特性を調べてきた。一方 1:12 リンモリブデン酸 (図 1、 $H_3PMo_{12}O_{40}$, POM) は多電子酸化還元反応を伴う物質で酸化還元ポテンシャルも非常に低く、有機ナノ粒子との電気特性の差が大きいと期待される。また、POM/SWNT 複合体を Li イオン電池の負極として用いると、その性能が POM を用いない場合よりも向上することが報告されており [3]、そのナノ電気特性に興味を持たれる。そこで本研究では POM ナノ粒子を SWNT 及び GNR 上に配置しその電気特性を点接触電流イメージング原子間力顕微鏡 (PCI-AFM) 法 [1,2,4-8] により測定を行うことにより界面の電気特性を調べた。図 2 はリンモリブデン酸/GNR 複合体の AFM 像である。これによると平均約 2.1nm の POM ナノ粒子が GNR の表面に吸着している様子が見て取れる。同じ GNR 上の高さの異なる POM 粒子に導電性カンチレバーを接触させ、GNR 端部に蒸着した Au 電極との間で伝導測定を行うことにより、I-V 曲線、特に整流特性が如何に変化するかを調べた。POM/SWNT 複合体では、SWNT が金属性か半導体性かにより POM の粒子径が増加する際の整流比の増減は逆になった。POM/GNR では POM 粒子径増加に伴い整流比は減少した。これは半導体 SWNT/POM と傾向が同じである。これらから、POM-SWNT 間と POM/GNR 間では全く異なる相互作用が存在すると推察される。整流比は POM-SWNT では最大 4 であったのに対し、POM-GNR では 20 であった。これらから、 PMo_{12} ナノ粒子は SWNT、GNR の双方の上で整流デバイスとして働くことが得られた。POM を整流素子として用いる場合は SWNT に比べ GNR 配線を用いる方が有利であることが分かった。

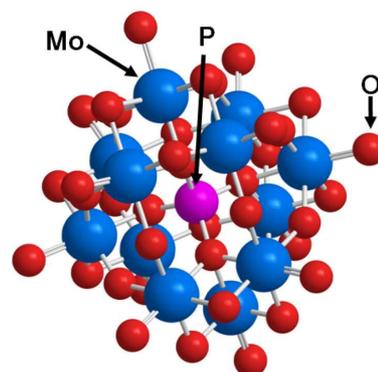


図 1. PMo_{12} の構造 [9]

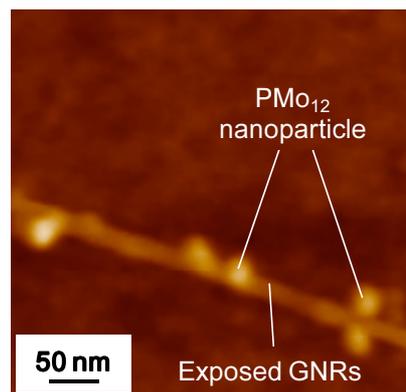


図 2: SiO_2 基板上的 PMo_{12} /GNRs 複合体の AFM 像。GNR は幅 20nm 高さ 1.5nm で GNR 上の PMo_{12} ナノ粒子は高さ平均 2.1 nm であった。

Keywords : Electrical Properties; Graphene Nanoribbon; Nanoparticle; Point-contact current imaging AFM

Refs:[1] H. Tanaka, T. Yajima, T. Matsumoto *et al.*, *Adv. Mater.* 18, 1411 (2006).

[2] H. Tanaka, L. Hong, M. Fukumori *et al.*, *Nanotechnology* 23, 215701 (2012).

[3] N. Kawasaki, H. Wang, R. Nakanishi *et al.*, *Angew. Chem. Int. Ed.* 50, 3471 (2011).

[4] Y. Otsuka, Y. Naitoh, T. Matsumoto, T. Kawai, *Jpn. J. Appl. Phys. Part 2* 41, L742 (2002).

[5] Y. Otsuka, Y. Naitoh, T. Matsumoto, T. Kawai, *Appl. Phys. Lett.* 82, 1944 (2003).

[6] A. Terawaki, Y. Otsuka, H. Y. Lee, T. Matsumoto *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* 86, 113901 (2005).

[7] T. Yajima, H. Tanaka, T. Matsumoto, Y. Otsuka *et al.*, *Nanotechnology*, 18, 551 (2007).

[8] L. Hong, H. Tanaka, T. Ogawa, *Appl. Phys. Exp.* 5, 115102 (2012).

[9] A. J. Gaunt, I. May, M. J. Sarsfield *et al.*, *Dalton Trans.* 13, 2767 (2003).