

高密度配向単層カーボンナノチューブ薄膜の作製

Fabrication of high-density aligned single-wall carbon nanotube thin film

産総研ナノ材料 [○]片浦 弘道, 森田 浩美

NMRI, AIST, [○]Hiromichi Kataura, Hiromi Morita

E-mail: h-kataura@aist.go.jp

単層カーボンナノチューブ (SWCNT) は、グラフェンレイヤーによる高い移動度を示すことから、次世代半導体材料として期待されている。合成時に金属型と半導体型が混在して生成されるが、現在では高純度分離技術が進んでいるため、半導体型のみを抽出する事は困難ではない。しかし、実際に集積回路として実用レベルの物を作製するためには、高い電流密度を達成する必要がある。SWCNT 一本には大きな電流が流せないで、トランジスタのチャネルには、多数の SWCNT が平行に並ぶ必要がある。つまり、高密度で配向した半導体型 SWCNT の単層薄膜が必要となる。最近、Rice 大の河野らは、フィルトレーションにより、大面積で SWCNT を配向可能である事を示した[1]。我々は、同手法の追試を行うとともに、高純度半導体 SWCNT や単一構造 SWCNT の配向薄膜の作製を試みたので報告する。

基本的な手法は、河野らと同様で、ポリカーボネート製のフィルムにトラックエッチで 0.1 ミクロン程度の均一な直径の穴を開けたメンブレンを使用する。このフィルターで、SWCNT の分散液ゆっくり濾過する事により、フィルター表面で濃度が高くなった SWCNT が、自発的に一方向に配向するのを期待する。成膜のパラメータは多数あり、使用する界面活性剤の種類、濃度、SWCNT の濃度、吸引圧力、吸引速度、吸引時間、SWCNT の長さ、太さ、ミセルサイズなどである。特に、フリーなミセルが多数存在すると、SWCNT の動きが妨げられるため、界面活性剤は、臨界ミセル濃度以下で使用する事が重要であった。出来た薄膜の配向の様子は、フィルター表面を直接原子間力顕微鏡で観察することにより確認した。Fig. 1 に結果を示す。SWCNT は、市販の eDIPS を高純度分離した半導体型 SWCNT である。密に並んでいるため、コントラストが見にくいだが、斜め方向に一樣に配向している事がわかる。トランジスタ応用を目標としているため、SWCNT が重なること無く、1 本分の厚さで配向する事が必要であるが、それもほぼ達成している。ポリカーボネートのフィルムは NMP に可溶なため、原理的に他の基板に転写が可能である。

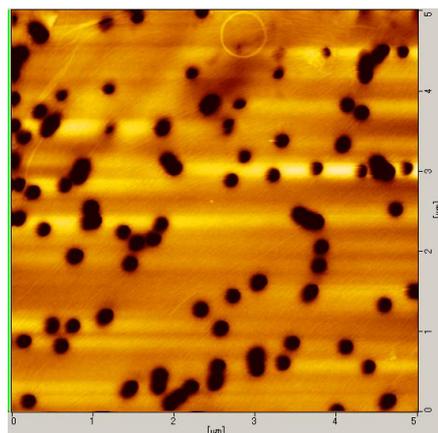


Figure 1 Atomic force microscope image of aligned semiconducting SWCNT monolayer film.

本研究は、NEDO の委託事業のもと行われた。

[1] X. He et al. Nat. Nanotechnol. *published online* 4 Apr. (2016) DOI: 10.1038/nnano.2016.44