

半導体的カーボンナノチューブの選択的精製

カーボンナノチューブ(CNT)は次世代のナノエレクトロニクスの素材として有望視されているが、半導体的CNTと金属的CNTでは全く用途が異なる。現状では両者を効率よく分離・精製する技術はまだ確立していない。ナノエレクトロニクス用の電界効果トランジスタ(FET)に用いることができるのは半導体的CNTのみであり、金属的CNTが混在するとその特性が著しく劣化する。そのため、IBMのグループは素子を作った後で、大電流を流して金属的CNTだけを焼き切ってしまう方法を提案しているが、この方法は大変手間がかかるだけでなく歩留りが悪いので実用的とは言えない。半導体的なナノチューブだけを用いて素子をつくるために、半導体的CNTの選択的な精製法の開発が望まれている。

我々は市販の単層CNTの不純物を除くために、水素プラズマ処理法を採用した。その効果を走査トンネル顕微鏡(STM)などの分析手段により詳細に検討した。その結果、この精製法が単に不純物を除去するだけでなく、金属的CNTに対してのみ欠陥を生じさせる選択的なエッチング作用があることを発見した。

図1は、水素プラズマ処理後の金属的CNT

の典型的な高分解能STM像を示す。表面がエッチング作用によりぼろぼろになり、大きな穴が開いていることが観察される。それに対し、同じ処理を施した半導体的CNTの方はほとんど無傷のままであることがわかった(図2)。この観察結果は、適切な水素プラズマ処理を施すことにより、半導体的CNTと金属的CNTの混合物から、金属的CNTのみを選択的に破壊・除去し、半導体的CNTを残すことが可能であることを示唆している。

この方法をうまく応用すれば、半導体的CNTの選択的な合成も可能になると考えられる。例えば、最近スタンフォード大学のグループにより半導体を多く含むCNTの合成が報告されたプラズマを併用したCVD法などは、本研究によって明らかになった事実と密接に関連している可能性がある。

今後は、水素プラズマ処理による選択的なエッチングのメカニズムを解明するとともに、より定量的に精製効率を評価しながら改良を続け、最終的には99%以上の高純度を目標にした半導体的単層CNTの選択的精製・合成法を確立する方向で研究を進めていきたい。

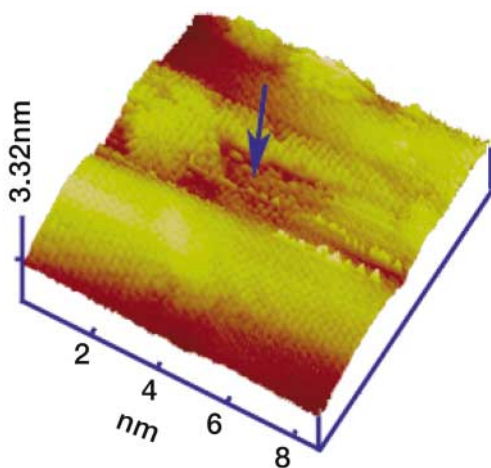


図1 水素プラズマ処理後の金属的CNT表面のSTM原子像
矢印は選択的エッチングにより生じた欠陥(穴)。

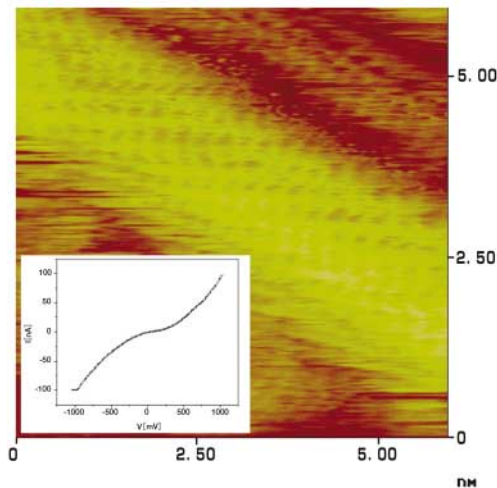


図2 同時に水素プラズマ処理を施した半導体的CNTのSTM原子像とSTS
全く欠陥が生じていない。挿入図は半導体的電流-電圧特性を示すSTS(走査トンネル分光)。



はさにえん あおどらひむ
Hassanien I. Abdelrahim
abdouhassanien@aist.go.jp
ナノテクノロジー研究部門

関連情報

- 共同研究者: 徳本 圓 (ナノテクノロジー研究部門)
- ハサニエン アブド, 徳本 圓: 電総研ニュース, Vol. 609 (2000).
- A. Hassanien, P. Umek, D. Vrbanic, P. Venturini, D. Mihailovic: AIP Conf. Proc. Vol. 633, 271-274 (2002).
- A. Hassanien, M. Tokumoto, P. Umek, D. Vrbanic, M. Mozetic, P. Venturini, D. Mihailovic: Nanotechnology, submitted.
- 本研究は平成13年度NEDO国際共同研究先導調査事業および平成15年度日欧科学協力事業(日本学術振興会)によるスロベニアとの共同研究の一環として行われた。