Co 触媒を用いたカーボンナノ四面体/リボン構造の高効率生成

Enhanced Growth of Carbon Nanotetrahedron/Ribbon Structures Using Co Catalyst

高知工科大学[1]　○(M1)石田 雅裕[1], 河野 日出夫[1]

Kochi Univ. of Tech.[1] ○Masahiro Ishida[1], Hideo Kohno[1]

E-mail: 225106d@gs.kochi-tech.ac.jp

カーボンナノチューブが潰れるとリボンが形成し、またその潰れる方向が 90 度近く切り替わるとそこに四面体が形成する。我々はこれをカーボンナノ四面体/リボン構造(Fig.1)と呼んでいる。我々は Fe 触媒を使用したアンプル封入式熱 CVD 法によりカーボンナノ四面体/リボン構造の生成に成功しており、さらに生成メカニズムについても提案している[1]。

本研究では触媒金属種に着目し、Fe 以外にカーボンナノチューブ生成に一般的に用いられている Ni や Co を使用することによってカーボンナノ四面体/リボン構造の生成効率向上を目指した[2]。従来の触媒である Fe 触媒を用いた場合、カーボンナノ四面体/リボン構造は 1 割程度であり、ほとんどは通常のカーボンナノチューブであった。Ni 触媒を用いた場合、カーボンナノ四面体/リボン構造をもつチューブ、バンブー型カーボンナノチューブ、Ni 充填カーボンナノチューブが確認された。また、ナノリボン構造も多く生成した。Co 触媒を用いた場合、カーボンナノ四面体/リボン構造が 3-5 割程度という従来よりも高い割合で生成することがわかった。以上の結果より、Co 触媒はカーボンナノ四面体/リボン構造を形成する有望な触媒だと結論づけられる。

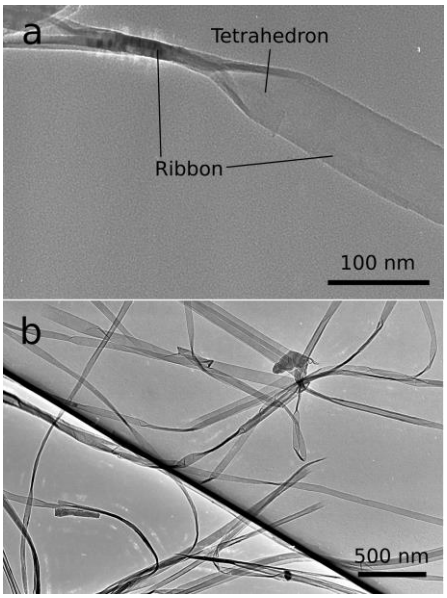

Fig. 1 (a) Enlarged TEM micrograph and (b) overview of carbon nanotetrahedron/ribbon structures grown using Co catalyst.

さらにカーボンナノチューブの潰れ易さがカーボンナノ四面体/リボン構造の生成量と関係していると考え、潰れ易さを決定するであろう直径や層厚を確認した。Co 触媒から生成するカーボンナノ四面体/リボン構造のナノ四面体のサイズ（カーボンナノリボンの直径）とカーボンナノリボンの壁面の層厚はともに 3 触媒の中で最小であり、標準偏差も最小だった。ここで、直径とカーボンナノチューブの潰れ易さを考えたとき、直径が大きくなるにつれて潰れ易くなると予想されるが、直径の大小関係(Fe>Ni>Co)とナノ四面体/リボン構造の生成量の大小関係(Co>Ni>Fe)は一致しなかった。また、壁面の層厚と金属触媒に対する炭素の固溶度との関係を考えたとき、炭素固溶度が大きくなるにつれて層厚が大きくなり潰れにくくなると予想したが、炭素固溶度の大小関係(Fe>Co>Ni)と層厚の大小関係(Fe>Ni>Co)を比較したとき、Ni と Co は逆になったため、炭素固溶度がナノ四面体/リボン構造の生成量と必ずしも関係しているとは言えないと結論づけた。以上より、ナノ四面体/リボン構造の生成量の大小関係は直径、層厚、触媒中の炭素固溶度以外の要因もあると考えられる。

[1] H. Kohno, T. Komine, T. Hasegawa, H. Niioka, and S. Ichikawa, *Nanoscale* **5** (2013) 570.

[2] M. Ishida and H. Kohno, accepted for publication in *Jpn. J. Appl. Phys.*

© 2019年 応用物理学会