

複線撚りカーボンナノチューブ紡績系中に残留する アモルファスカーボンの通電加熱処理による構造変化

Structure changing of residual amorphous carbon

in multiply twisted carbon nanotube yarns by joule heating

岡大院自然¹, 筑波大² °家元 章伍¹, 中川 智広¹, 井上 寛隆¹, 羽田 真毅^{1,2}, 西川 亘¹,
山下 善文¹, 林 靖彦¹

Okayama Univ.¹, Tsukuba Univ.² °Shogo Iemoto¹, Tomohiro Nakagawa¹, Hirotaka Inoue¹,

Masaki Hada^{1,2}, Takeshi Nishikawa¹, Yoshifumi Yamashita¹, Yasuhiko Hayashi¹

E-mail: hayashi.yasuhiko@okayama-u.ac.jp

単一カーボンナノチューブ (CNT) の優れた特性を維持しつつ、マクロスケールで応用を目指す高強度、高導電性で超軽量の CNT 紡績系による次世代導線の実用化が期待されている。しかし、CNT 合成時に同時生成されるアモルファスカーボン (a-C) の残留や、CNT 中の欠陥により、CNT 紡績系は単一 CNT が持つ優れた特性を十分に発揮できないという課題がある。そこで作製した CNT 紡績系を真空中通電加熱処理することでこれらの課題の解決を試みた。紡績系の通電加熱の問題点として紡績系の熱振動によりテンションがかかることで、十分な熱が発生する前に糸が破断することが報告されている[1]。2 本以上の CNT 紡績系を撚り合わせた複線撚り CNT 紡績系は、単一 CNT 紡績系と比較して伸縮性に優れ、糸にかかるテンションをその伸縮により和らげて破断を防ぐため、より高温での加熱処理が可能になる。本研究では、複線撚り CNT 紡績系への大電力通電加熱処理により、紡績系中で起こる CNT や a-C の構造変化について検討を行った。

長尺・高密度で基板上に垂直配向した CNT アレイを合成し、この基板から乾式紡績法により CNT 紡績系を 2 本作製する。それらを撚り合わせることで、試料長 25 mm の複線撚り CNT 紡績系を作製した。本研究では、高真空下 (2×10^{-4} Pa) で試料に 2-12 W に設定した電力を印加して短時間の加熱処理を行い、その後ラマン分光法で構造変化を評価した。

ラマン分光から、CNT の構造に由来する G band (1590 cm^{-1}) と欠陥に由来する D band (1350 cm^{-1}) の強度比、 I_G/I_D が未処理の場合は約 1 だったが、12 W の電力を印加した場合では約 50 に向上した。図 1 に CNT の構造に由来する G' band (2700 cm^{-1}) を示す。大電力を印加する加熱処理条件により、ラマンスペクトルに変化が観測された。12 W を印加したラマンスペクトルは多層グラフェンの G' band スペクトルと同様の形状をしており[2]、紡績系中に残存する a-C が、大電力通電加熱によりグラフェンライクな物質に変化したと考えられる。

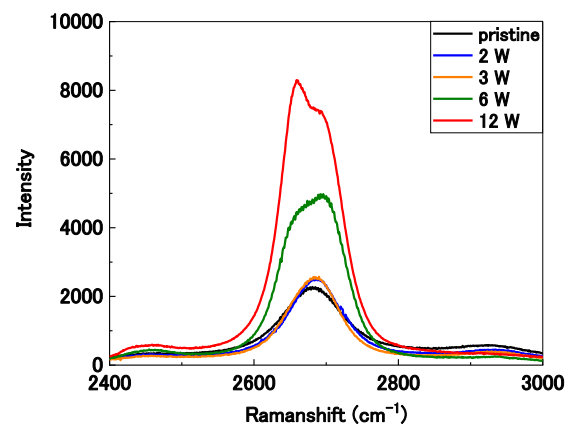


図1 電力を変化させたときのラマンスペクトル

[1] T. Tezuka *et al.*, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会, 19p-224B-10

[2] M. S. Dresselhaus *et al.*, *Nano Lett.* **10**, 751–758 (2010).