

Fe-Gd 触媒による紡績可能 CNT アレイの合成条件拡大

Improving the synthetic window of dry-drawable

carbon nanotube array by Fe-Gd catalyst

岡大院自然¹ ◯(M1)中川 智広¹, (D)井上 寛隆¹, 西川 亘¹, 山下 善文¹, 林 靖彦¹

Okayama Univ.¹, ◯Tomohiro Nakagawa¹, Hirotaka Inoue¹, Takeshi Nishikawa¹,

Yoshifumi Yamashita¹, Yasuhiko Hayashi¹

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

カーボンナノチューブ(CNT)は機械的, 電氣的に優れた物性値を持ちながら, 軽量かつフレキシブルなナノ材料である. 化学気相成長法(CVD)によって基板上に垂直配向成長させた CNT アレイは, 一定の高さ, 高密度の条件を満たすことで, 基板端より CNT のみで構成される繊維を直接引き出すことができる[1]. 簡便なプロセスで高配向かつ高純度な糸が作製可能なことから大量生産に適した技術である. しかし, 乾式紡績可能な CNT アレイの合成条件ウインドウは非常に狭く, 緻密なプロセス制御が必要となる[2]. 本研究では, 紡績可能 CNT アレイの必要条件である高さ と 高密度を改善可能であるという報告のある, 鉄(Fe)にガドリニウム(Gd)を添加した Fe-Gd 触媒を検討した[3]. CNT 成長の核となる Fe 粒子の失活要因の一つである CNT 成長中の粒子拡散を Gd が抑制すると考えられており, これが乾式紡績可能な CNT アレイ合成条件の広範囲化にも寄与するか検証した.

CNT アレイを成長させる基板($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2/\text{Si}$)をアセトンとメタノールで順に超音波洗浄した. Gd(0, 0.2, 1.0 nm), Fe(1.0 nm)の順に蒸着した基板を準備した. これらの基板を合成温度, ガス流量の条件を同一とし合成時間を 5~120 分と変化させ CNT アレイを合成した. 走査型電子顕微鏡にて, CNT アレイ高さを測定した. また, 合成前後の基板重量の差から密度を得た. 各 Gd 膜厚の CNT アレイの高さ, 高密度, 及びそれらの紡績可能性を Fig. 1 に示す. 0.2 nm 厚の Gd を添加することで, Fe のみの基板よりも高さ, 密度の関係が右上にシフトした. また, それに伴い, 多くの条件にて紡績可能な CNT アレイが合成できたことから, Gd 添加が紡績可能条件の拡大にも寄与することが確認された. しかし, Gd 厚 1.0 nm のときは高さ-高密度の関係が悪化しており, 過剰な添加は逆に成長を阻害してしまう. 適切な量の Gd を Fe 触媒に添加することで, 乾式紡績可能な CNT アレイ合成条件を広範囲化できることを明らかにした.

[1] K. Jiang *et al.*, *Nature* **419**, 801 (2002).

[2] H. Inoue *et al.*, *Carbon*, (in press).

[3] H. Sugime *et al.*, *ACS nano* **13**, 13208-13216 (2019).

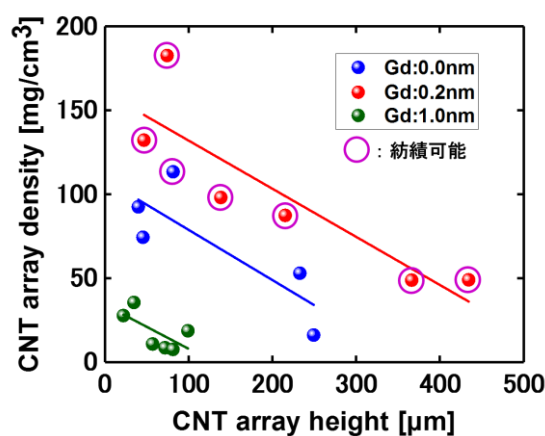


Fig. 1 Bulk density and drawability of CNT array as a function of height