

単層カーボンナノチューブ内に閉じ込められた線状炭素鎖の 真空放電によるバルク合成

Bulk synthesis of linear carbon-chains confined inside single-wall carbon nanotubes
by vacuum discharge

名大院工¹, 名大VBL² ○當間 郷史¹, 安坂 幸師¹, 入田 賢^{1,2}, 齋藤 弥八¹

Nagoya Univ.¹, Venture Business Lab Nagoya Univ.²,

°Satoshi Toma¹, Koji Asaka¹, Masaru Irita^{1,2}, Yahachi Saito¹

E-mail: toma@surf.nuqe.nagoya-u.ac.jp

究極の一次元炭素鎖であるカルピンは 1960 年代後半よりその存在について様々な議論がなされてきた[1]。近年、線状炭素鎖(Linear Carbon-Chains: LCCs)は高温でアニールした二層カーボンナノチューブ(DWCNT)や[2]、わずかながら水素雰囲気下でのアーク放電により作製された多層カーボンナノチューブ内において発見されてきた[3]。本研究では、透過電子顕微鏡(TEM)とラマン分光法により、電界放出(FE)後に生じた放電によるダメージを受けた CNT フィルムにおいて、バルクの LCCs の存在を確認した。

DWCNT や三層カーボンナノチューブなどを少量含む 5 mm×5 mm サイズの単層カーボンナノチューブ(SWCNT)フィルムを Al 陰極表面に接着し、2 極型の FE 装置に Fig. 1 の様に搭載し、真空引きした(10^{-6} Pa)。その後、電極間で真空放電するまで FE 電流を上げた。Fig. 2 にダメージを受けた部分と受けなかった部分のラマンスペクトルを示す。前者だけに 1857 cm^{-1} に強いピークが確認された。このピークは LCC バンドと名付けられ、長いポリインにおける一次元の炭素間の伸縮モードに由来する。Fig. 3(a)に SWCNT に閉じ込められた LCC(>9 nm)の TEM 像を示す。さらに、内径が 1.1 nm 以上の CNT では、平行に並んだ 2 本以上の LCCs を観察できた。Fig. 3(b)に DWCNT 内に存在する 2 本の LCCs の TEM 像を示す。SWCNT における LCCs と同一 CNT における 2 本以上の LCCs の存在は従来の合成法では報告されておらず、本研究が LCCs のバルク合成への新たな方法になると期待できる。

[1]A. El Goresy and G. Donnay, *Science* **161** (1968) 363

[2]L. Shi et al., *Nature Mater.* **15** (2016) 634

[3]X. Zhao et al., *Phys. Rev. Lett.* **90** (2003) 187401

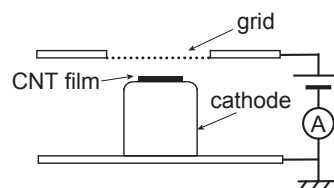


Fig. 1 Schematic of a diode-type FE setup with a CNT film cathode.

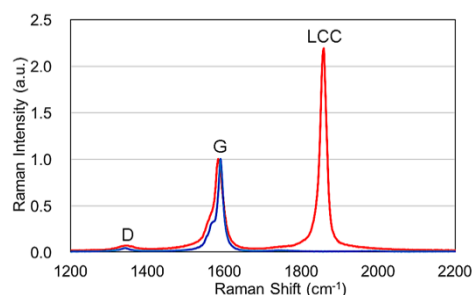


Fig. 2 Raman scattering spectra of a damaged (red line) and an intact (blue line) SWCNT film excited by a 532 nm laser measured at room temperature.

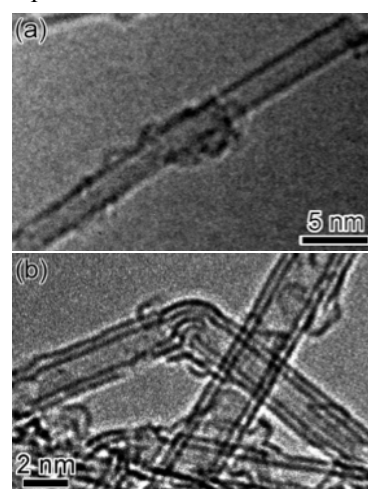


Fig. 3. TEM images of (a) one LCC and (b) two LCCs encapsulated in SWCNT and DWCNT, respectively.