

課題番号 : F-17-NU-0024
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : カーボンナノ物質の成長制御と電子源応用
Program Title (English) : Growth Control of Nanocarbon Material and Application to Electron Source
利用者名(日本語) : 齋藤弥八, 當間郷史, 安坂幸師, 中原仁
Username (English) : Y. Saito, S. Toma, K. Asaka, H. Nakahara
所属名(日本語) : 名古屋大学大学院工学研究科
Affiliation (English) : Graduate School of Engineering, Nagoya University
キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積, 表面処理, カルビン, ナノ炭素, カーボンナノチューブ, 電界放出

1. 概要(Summary)

究極の一次元炭素鎖であるカルビンは 1960 年代後半から、その存在の真偽を含め、研究者の興味を引き付けて来た。近年、直線炭素鎖(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、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の中心空洞に、わずかな量で発見されてきた。本研究では、ラマン分光法と透過電子顕微鏡(TEM)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 フィルムの中にかなり大量の LCCs の存在を見出した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】 RIE エッチング装置

【実験方法】

高純度の単層カーボンナノチューブ(SWCNT)の膜(厚さ 60 μm)を Al 陰極表面に接着し、2 極型の FE 装置を用いて、真空(10^{-6} Pa)において電極間で放電が起こるまで FE 電流を上げた。回収した SWCNT の膜表面を顕微ラマン分光および TEM により分析評価した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に放電による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、一次元の炭素原子間の伸縮モードに由来する。Fig. 2 に SWCNT に閉じ込められた LCC の TEM 像を示す。SWCNT に LCC が内包される例は、従来の報告にはなく、本研究が最初であり、また、ラマンスペクトルにおける LCC バンドの G バンドに対する相対強度 ($I_{\text{LCC}}/I_{\text{G}}$) の大きさ(~ 2.2)から、およそ 36% の SWCNT が LCC を内包していると推測される。本方法は、LCC のバルク合成への新たな方法になると期待できる。

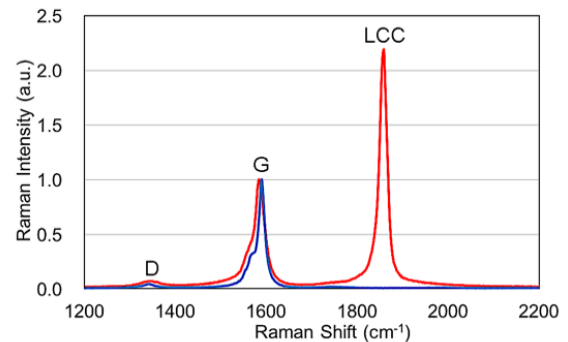


Fig.1 Raman scattering spectra from a damaged region (red) and an intact region (blue).

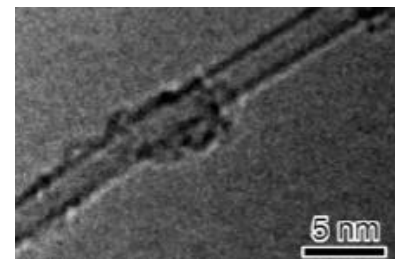


Fig. 2 TEM image of a LCC inside SWCNT.

4. その他・特記事項(Others)

・本研究で用いた SWCNT 膜は、(株)名城ナノカーボンから提供されたものである。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) S. Toma, K. Asaka, M. Irita and Y. Saito, 11th Inter. Symp. Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices, 2017 年 12 月 5 日発表.

6. 関連特許(Patent)

なし。