

単層カーボンナノチューブ成長過程のその場ラマン散乱 及び温度測定

In-situ Raman scattering and temperature measurements during growth of single-walled carbon nanotubes

機正 *千足 昇平 (東大院学) 機正 村上 陽一 (東大院学)
機正 宮内 雄平 (東大院学) 伝正 丸山 茂夫 (東大院)

Shohei CHIASHI, Yoichi MURAKAMI, Yuhei MIYAUCHI and Shigeo MARUYAMA
Dept. of Mech. Eng., The University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8656

Catalytic CVD generation of high-purity single-walled carbon nanotubes (SWNTs) without the use of an electric furnace or a hot-filament is demonstrated. High-purity SWNTs are generated from alcohol used as a carbon source with Fe/Co particles supported on zeolite by Joule-heating of a silicon base-plate installed in a vacuum chamber equipped with SPM/Raman detector. During this CVD process, Raman scattering of the sample was measured. The intensity of G-band from SWNTs shows an initial rapid increase and then it increased nearly linearly with time. With this experimental apparatus, temperature dependence of Raman scattering was summarized by carefully eliminating the laser-heating effect. The temperature dependent shift of Raman G-band for various morphologies of SWNTs is expressed by a single curve; hence the G-band shift can be used as thermometer of SWNTs

Key Words: Single-Walled Carbon Nanotubes, Catalytic CVD, Raman Scattering

1. はじめに

単層カーボンナノチューブ (single-walled carbon nanotube, SWNT) は、その特異な物性についての基礎的研究のみならず、デバイスや工学的応用に向けても盛んに研究されている。未だ不明点が多いその生成メカニズムの解明と共に、より高度に制御 (直径, 構造, 生成位置など) した生成技術の開発が益々重要となってくる。また、単層カーボンナノチューブの注目すべき特性の一つとして熱伝導特性が挙げられる。軸方向に非常に高い熱伝導率を持つとされ、実験的研究も行われてきているが、まだその手法は確立されていない。

本研究では単層カーボンナノチューブ生成機構の解明を目指し、CVD 生成における成長段階にある単層カーボンナノチューブのラマン散乱を測定する。この為に、電気炉やホットフィラメントなどを用いない簡易な装置による CVD 生

成法を開発する。また、ラマン散乱スペクトルの温度依存性を用いて単層カーボンナノチューブの温度を測定する。

2. 実験方法

本実験に用いたラマン散乱測定システムを伴う真空チャンバー付原子間力顕微鏡 (AFM) 装置を図 1 に示す⁽¹⁾。AFM スキャナ及びプローブを内部に持つ真空チャンバーにロータリーポンプ及びガスポートを接続する。AFM のサンプル台上において、熱電対で温度を測定しながらシリコン基板に交流電流で通電加熱をし、シリコンの温度を制御する。また、真空チャンバー上部にある石英窓を通じ励起レーザーをサンプルに照射させることで、サンプルのラマン散乱スペクトルを測定が可能である。

まず、この装置を用いて単層カーボンナノチューブのラマン散乱スペクトルの温度依存性について調べた。シリコン上に単層カーボンナノチューブをのせ、真空中でシリコンの温度を変えながら、ラマンスペクトルを測定した。

更に、単層カーボンナノチューブ CVD 合成をしながらのラマン散乱測定を行った。鉄、コバルト微粒子を担持させたゼオライト⁽²⁾をエタノールに分散し AFM スキャナ上のシリコン基板に滴下した後、チャンバー内部を排気した。このシリコンに通電加熱した後、エタノールガスを導入し CVD 生

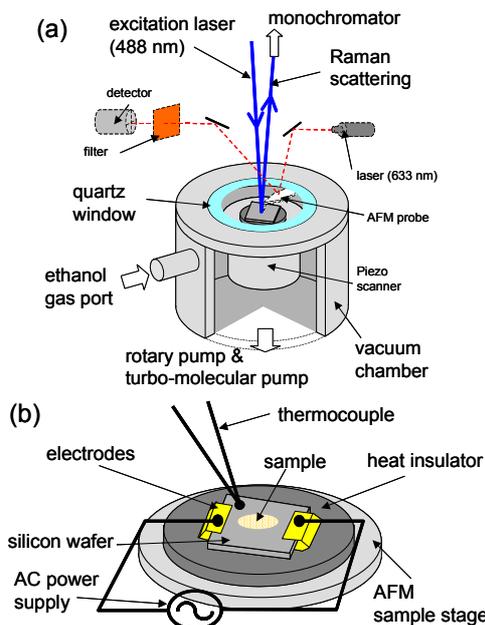


Fig. 1 (a) Experimental apparatus. (b) A magnified image of the silicon wafer with Joule-heating system.

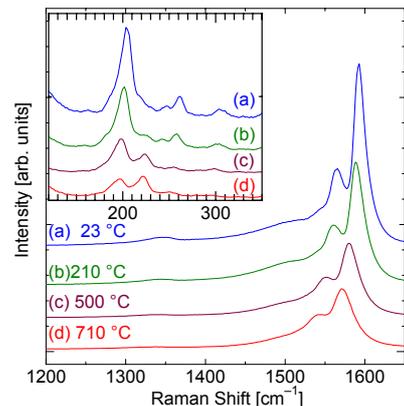


Fig. 2 Temperature dependence of SWNT's Raman scatterings (HiPco sample).

