

単一カーボンナノチューブ電子源を用いた 小型 X 線顕微鏡の開発と性能評価

Development and Performance Evaluation of Small-size X-ray Microscope with a Single Carbon Nanotube Emitter

○ 山崎 慎太郎¹, 勝山 翔太¹, 入田 賢^{1,2}, 中原 仁¹, 村田 英一³, 大野 輝昭⁴, 安坂 幸師¹, 齋藤 弥八¹ (1. 名大院工, 2. 名大 VBL, 3. 名城大院理工, 4. テクネックス工房)

○ Shintaro Yamazaki¹, Shota Katsuyama¹, Masaru Irita^{1,2}, Hitoshi Nakahara¹, Hidekazu Murata³, Teruaki Ohno⁴, Koji Asaka¹, Yahachi Saito¹ (1. Nagoya Univ., 2. Venture Business Lab Nagoya Univ., 3. Meijo Univ., 4. Technex Lab Co.)

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

これまでに報告されている高分解能の X 線顕微鏡(XRM)は、超高真空にするためのイオンポンプ、電磁レンズの冷却システムなどを用いた大きな構造のため、動かすことが困難である[1]。本研究では、高分解能で可搬な小型 XRM の開発を目的としている。電界放出 (FE) 型タングステン (W) 電子源に比べ、カーボンナノチューブ(CNT)は高輝度が期待でき、また $10^{-6} \sim 10^{-7}$ Pa でも動作するため小型 XRM の電子源に期待できる[2]。本研究では、小型 SEM をベースに単一 CNT 電子源を搭載した小型 FE-SEM 及び小型 XRM を開発し、デカナノメータ分解能を目指す。

単一 CNT 電子源は、アーク放電法で作製した多層 CNT を SEM 内にてマニピュレーションし、1本のCNTを電子ビーム誘起堆積法で W 探針先端に固定して作製した。図1に作製した単一CNT電子源のSEM像を示す。X線発生源のターゲットにはAuを使用した。性能評価には、ポリスチレンラテックス球(PLS)のSEM像の観察及びAuメッシュのXRM像の撮影を行った。図2と3に、PLSのSEM像とAuメッシュのX線像をそれぞれ示す。得られたSEM像とXRM像のラインプロファイルより、それぞれの分解能は9nmと280nmであった。XRM像における分解能評価式 $\delta_x = (\delta_e^2 + \delta_s^2 + \delta_F^2)^{1/2}$ を用いると、 $\delta_x = 400$ nmとなる。ここで δ_e は電子プローブ径(9nm)、 δ_s はX線発生領域の深さ(~300nm)、 δ_F はフレネル回折によるボケ(250nm)である。この δ_x は、得られた実験結果とおおよそ等しく妥当な実験結果だったと考えられる。今後、更なる分解能向上のためにX線源のサイズを10nmオーダーの粒にし、X線源とサンプル間距離を1 μ m程度まで近づけることで δ_s 及び δ_F を抑えることができ、10nmオーダーのXRM像が観察可能になることが期待できる。

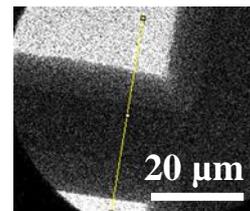
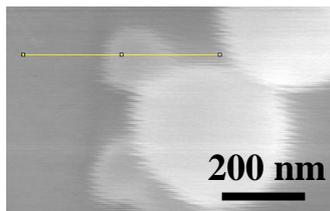
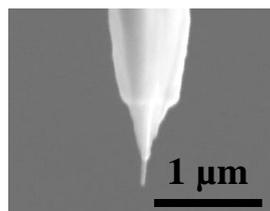


Fig. 1 SEM image of a single CNT emitter. Fig. 2 SEM image of PLS. Fig. 3 XRM image of Au mesh.

[1] K.Minami et al., J. Phys. : Conf. Ser. 186, 012010, (2009).

[2] H.Nakahara et al., e-J. Surf. Sci. Nanotech. 9, 400-403, (2011).