

金属含有カーボンナノ探針の機械特性評価

Measurements of mechanical properties of metal-incorporated carbon nanoprobes

Keyword

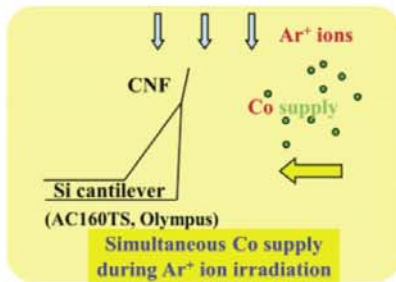
mechanical property, Young's modulus, carbon nanofiber, atomic force microscope, probe

Introduction

カーボンナノチューブ(CNT)、カーボンナノファイバー(CNF)等の1次元ナノカーボンを探針先端に頂くナノカーボン探針は理想的な走査プローブ顕微鏡探針の一つとして注目されている。イオン誘起CNF探針では金属添加が容易であり、それによって、電気特性、機械特性の制御が可能になると期待されている。本支援では、金属含有CNF探針の機械特性の定量的評価を行った。

One dimensional nanocarbons, such as carbon nanotubes (CNTs) and carbon nanofibers (CNFs), are promising as scanning probe microscope (SPM) probes. For the control of their electrical and mechanical properties, a metal incorporation will play an important role. In what follows, mechanical properties were investigated for metal (Co) -incorporated CNF probes in detail.

実験: Co含有CNF探針の作製 Fabrication of Co-CNF probes



機械特性評価: ヤング率の測定 Measurement of Young's modulus

荷重の実測 $F = ku$
Force acting on the Co-CNF (F)

k : ばね定数
Spring constant of the soft cantilever
 u : 荷重測定用カンチレバーの変位
Displacement of the soft cantilever

オイラーの式適用 Euler's formula

$$F_B = \frac{1}{2} \rho^2 EI / L^2$$

F_B : 座屈荷重 Buckling force
 E : ヤング率 Young's modulus
 I : 断面2次モーメント
Moment of inertia of the Co-CNF
 ρ : 端末条件係数
End-fixity coefficient of the Co-CNF
 L : CNF長 Length of the Co-CNF

座屈荷重の測定

Measurement of buckling force

Piezo-controlled sample stage in scanning electron microscope (SEM)

Force measurement using a soft cantilever

S. Akita, et al., Jpn. J. Appl. Phys. 39 (2000) 3724.
K. Inaba, et al., Carbon., 49 (2011) 4191.

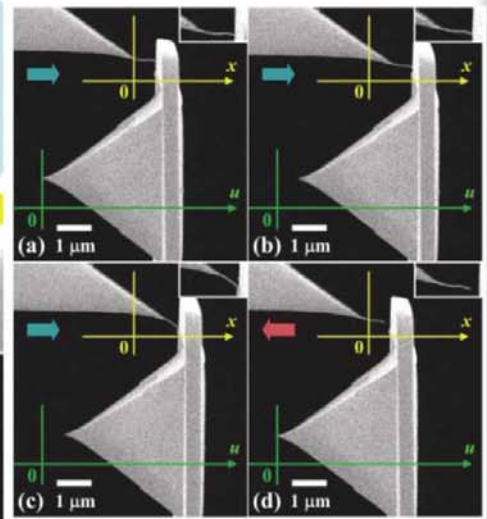
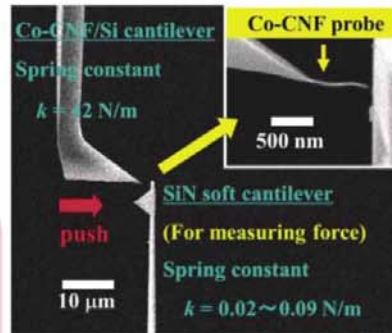


Fig. 1. SEM images of axial force acting processes. Insets: enlarged SEM images of the Co-CNF. (ピエゾ駆動試料ホルダー装備SEMを用いた荷重測定の様子)

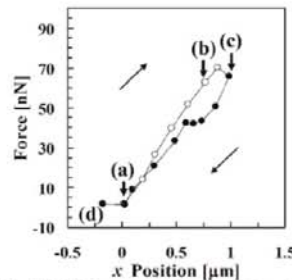


Fig. 2. Axial force acting on the Co-CNF probe ($F=ku$) at the position x . ($k=0.09$ N/m) (a)-(d) correspond to Figs. 1(a)-1(d). (位置 x での Co-CNF 先端荷重。(a)-(d)は Fig. 1(a)-1(d)に対応)

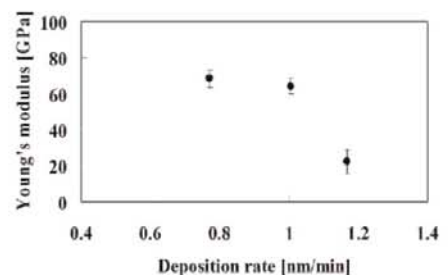


Fig. 3. Co deposition rate dependence of Young's modulus. (ヤング率の Co 供給速度依存性)

結論: Co含有CNF探針のヤング率について、Co含有量依存性を明らかにした。
Dependence of Young's modulus on Co content in Co-CNFs probes was revealed.

Contact

^a名古屋工業大学(名工大)、^bオリンパス(株)

^aNagoya Institute of Technology (NIT), ^bOlympus Co. Ltd.

種村真幸^a、北澤 正志^b、座田孝児^a、久保田雅士^a、林靖彦^a、太田亮^b

Masaki Tanemura^a, Masashi Kitazawa^b, Koji Saida^a, Masashi Kubota^a, Yasuhiko Hayashi^a, Ryo Ohta^b

