18p-PA8-6

長さ伸長型水晶振動子を用いた高速原子間力顕微鏡

High speed-atomic force microscope with length extension quartz resonator

阪大院基礎工¹, ⁰宮戸 祐治¹, 勝部 大樹¹, 糸﨑 秀夫¹

Graduate school of Engineering Science, Osaka Univ.¹ ^oYuji Miyato¹, Daiki Katsube¹, Hideo Itozaki¹

E-mail: miyato@ee.es.osaka-u.ac.jp

高速原子間力顕微鏡 (HS-AFM) は、従来の AFM の撮像時間の遅さという欠点を克服し、ほぼ 実時間でナノスケールの表面形状を高分解能に観察する技術として開発され、従来の AFM では観 察できなかった動的な生体分子等の機能現象の解明に役立てられている。現在のところ、その応 用は表面形状観察にとどまっているが、将来的には高速ナノスケール物性計測にも応用範囲が広 がっていくと期待される。こうした背景のもと、本研究では高速な物性評価に向けて、非常に高 い Q 値をもち、振動の自己検出も可能な水晶振動子センサに注目した。一般に、AFM に用いられ ている水晶振動子センサには、チューニングフォーク型(TF)や長さ伸長共振器 (LER) 型がある。 これらのセンサを用い、高感度の AFM への応用が果たされ、これまでに多くの原子分解能観察例 がある[1,2]。中でも LER センサは、機械的共振の基本モードが TF センサよりも高く、非常に高 い機械的 Q 値をもつ。HS-AFM においては、共振周波数の高いセンサを用いることが、変位検出 の高速化に重要であることから、共振周波数の高い LER センサを HS-AFM に用いることにした。

HS-AFM により高分解能な画像を取得するには、センサにプローブを取り付けることが必要で ある。そこで、Fig.1(a)のようにLERセンサ (STATEK 社製 CX1SM 相当品,基本共振周波数1 MHz) の先端に紫外線硬化接着剤により一般的な AFM でも用いられるカンチレバー(NANOWORLD 社 製 NCH) を固定し、レバー部分を残して折ることで、プローブとした。この時、センサの質量バ ランスが崩れると Q 値が激減するため、必要最低限の接着剤の量に抑えることが重要であった。 プローブをとりつけた LER センサ (プローブ取り付け前 Q 値:~14,000、取り付け後 Q 値:~9000) を HS-AFM (生体分子計測研究所製 特別仕様) に組み込み (Fig.1(b))、周波数検出方式により大気中 で表面形状取得を行った。1 µm 角の範囲を 10 sec/frame で撮像した昇華時のアントラセン結晶の 表面形状像を Fig.2 に示す。昇華はゆっくりと進んでおり、細かなステップが観察されている。

[1] F. J. Giessibl, Appl. Phys. Lett., vol. 76, pp. 1470, (2000).

[2] T. An, et al., Rev. Sci. Instrum., vol. 79, pp. 033703, (2008).



500 nm

Fig. 1. (a) SEM images of a LER sensor equipped with a cantilever probe. (b) Photograph of our HS-AFM system with the LER sensor.

Fig. 2. Topographic image of anthracene single crystal taken by the HS-AFM. $(400 \times 400 \text{ pixels}, 10 \text{ sec/frame})$