qPlus センサを用いたイオン液体中 Bimodal AFM

Bimodal AFM in Ionic Liquid using qPlus sensor 京大院工 〇山田 祐也,一井 崇,宇都宮 徹,杉村 博之

Dept. of Mat. Sci. & Eng., Kyoto Univ.

°Yuya Yamada , Takashi Ichii, Toru Utsunomiya, Hiroyuki Sugimura E-mail: yamada.yuuya.47z@st.kyoto-u.ac.jp

周波数変調原子間力顕微鏡(FM-AFM)は真空中、大気中、液中など様々な環境下における材料表面の高分解能構造解析手法として知られる。これまで我々は新規機能性溶媒であるイオン液体と固体との界面構造解析を可能とする FM-AFM の開発を進めてきた。従来の Si カンチレバーではなく音叉型水晶振動子を用いたセンサ(qPlus センサ)の探針先端のみを液体に浸漬させることで粘度の高いイオン液体中において原子分解能観察を実現した[1]。一方,Bimodal AFM はダイナミックモード AFM で通常用いられる 1 次の共振周波数に加えて,同時に高次の共振周波数で励振して測定する手法であり,表面形状の取得と同時に物性の検出が可能である。イオン液体と固体の界面における物性分析はイオン液体の応用にとって重要な知見をもたらすと考えられる。しかし,イオン液体中で Bimodal AFM を行った前例はない。今回我々は qPlus センサを用いて,イオン液体中で物性検出が可能な Bimodal AFM の開発に取り組んだ。

イオン液体中 AFM では、水晶振動子を液体外部においた状態で測定を行うために長い探針 (≈ 1 mm) が必要である. 長い探針は qPlus センサの高次共振の振動モードを大きく変化させる[2]ため、熱振動スペクトル測定によって高次共振について調べた. その結果、片持ちはりの高次共振の周波数の理論値である 1 次共振周波数の 6.27 倍(2 次共振)、17.6 倍(3 次共振)付近にはピークが現れず、 11 倍付近に共振ピークが確認された. (Fig. 1)この共振を第 2 モードに用いて、酸化グラフェン(GO)をスピンコートした SiO_2 / Si 基板をイオン液体 1-ethyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide(EMI-Tf₂N)中で Bimodal AFM(第 1 モード:FM 検出、第 2 モード:AM 検出)によって観察した結果を Fig. 2 に示す. 第 2 モードの位相像に GO と SiO_2 部分に対応するコントラストが確認できる.

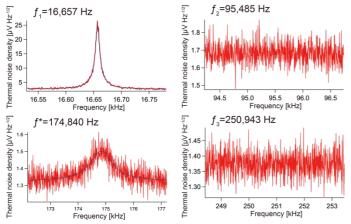


Fig. 1 Thermal noise spectra of the qPlus sensor

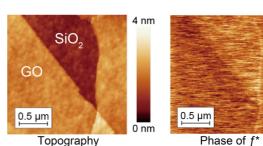


Fig. 2 Bimodal AFM results of GO on Si substrate in EMI-Tf2N (f_1 =16,656 Hz, f*=174,820 Hz, Q_1 =1117,

 $Q^*=170$, $A_{p-p1}=1$ nm, $A_{p-p}^*=55$ mV, $\Delta f_1=+20$ Hz)

References: [1] T. Ichii et al, Jpn. J. Appl. Phys. 51, 08KB08 (2012)

[2] R.C. Tung et al, J. Appl. Phys. 107, 104508 (2010)