

qPlus センサーの熱振動を利用した力計測

Force detection by using thermal oscillation of qPlus sensor.

横浜市大¹, °大江 弘晃¹

Yokohama City Univ.¹, °Hiroaki OOE¹

E-mail: hiroooo@yokohama-cu.ac.jp

我々は第 82 回秋季応用物理学会学術講演会にて、音叉型水晶振動子を応用した FM-AFM 用力センサー (qPlus センサー) の熱振動ピークの周波数シフトから、探針試料間の相互作用引力を計測できる可能性を報告した[1]。その際は qPlus センサーを組み込んだ大気型 STM を用いて、トンネル電流で探針試料間距離を制御し、試料に印加したバイアス電圧と熱振動ピークの周波数シフトの関係を示した。ただし、熱振動ピークの周波数シフトは静電引力のバイアス電圧の二乗に比例しない場合があった。その原因として、大気環境 STM では絶縁性コンタミネーションを介して探針と試料が接触していた可能性があった。これは、熱振動ピークの周波数シフトと同時に得られる熱振動の Q 値 ($\propto 1/\text{散逸エネルギー}$) が大きく低下していたためである。

本研究では、引き続き qPlus センサーの熱振動を利用した引力計測についての検討を進め、その詳細を報告する。まず、静電引力 (バイアス電圧) と熱振動ピークの周波数シフトの関係を明らかにするため、探針と試料をナノメートルレベルの近距離、かつトンネル電流と Q 値から非接触距離を担保できる距離 ($d \sim \text{数 nm}$) に力センサーを位置取りして、バイアス電圧と熱振動ピークの周波数シフトの関係を取得した。その結果、図 1 のように上凸のパラボラが得られたため、熱振動ピークの周波数シフトは、静電引力を反映していることが確認できた。引力検知の検証をすませた次の段階として、バイアス電圧に加えて探針試料間距離の変化も組み合わせて外力と熱振動スペクトル関係を解析する。また、計測装置に FM-AFM 機能を追加したことで絶縁探針・絶縁試料を利用可能になった (図 2)。これを用いて、同条件で連続して取得した FM-AFM の周波数シフトと力熱振動ピークの周波数シフトの関係についても解析を進め、報告する予定である。

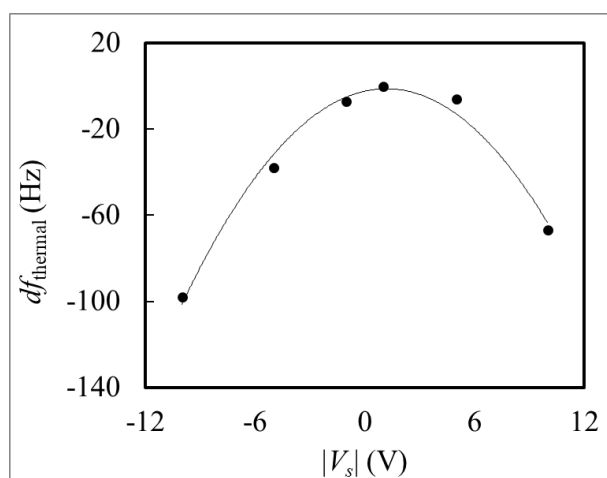


図 1. 静電引力による熱振動ピークのシフト

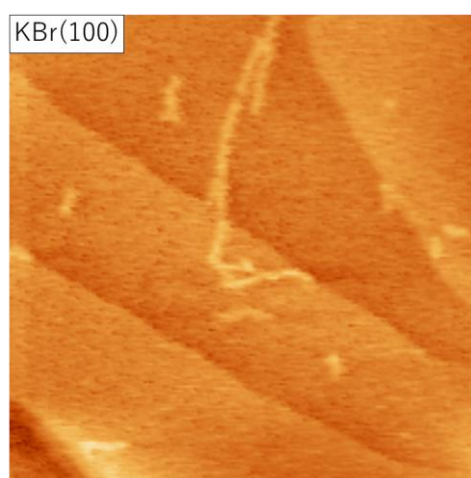


図 2. 追加した AFM 機能で取得した観察像

[1] 大江弘晃, 第 82 回応用物理学会秋季学術講演会, 22a-P06-2