

STMに組みこんだ qPlus センサーの熱振動を利用した力計測の検討

Examination of force detection by thermal deflection of qPlus equipped in STM system

横浜市大¹, °大江 弘晃¹

Yokohama City Univ.¹, °Hiroaki OOE¹

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

周波数変調原子間力顕微鏡(FM-AFM)は、探針を取り付けたカンチレバー（力センサー）を共振周波数で励振しながら観察試料に接近させ、探針先端に働く力の変化率を反映した力センサーの共振周波数の変化（周波数シフト）を計測して、固体表面を観察する走査プローブ顕微鏡法である。我々はこれまで、音叉型水晶振動子を応用した力センサー（qPlus センサー[1]）を備えた大気型 FM-AFM を構築し、イオン性結晶表面の観察に取り組んできた[2]。その際、二次共振のみを励振した FM-AFM 計測中に、二次共振の周波数シフトに応じて一次共振の熱振動ピークもシフトすることを見出した（図1）。これは、PLL を用いた周波数変調だけでなく、力センサーへの励振すらなしに、探針試料間相互作用力の変化を検出できる可能性を示している。

大気環境で qPlus センサーを利用した FM-AFM 観察の場合、探針先端と試料の吸着が生じるため、探針と試料が接触した斥力領域での観察が主になる。このような斥力領域での計測は、探針先端の形状変化や探針直下で試料の溶解析出が生じやすいなど、力と熱振動の関係を解析するには安定性に難がある。そこで我々は、安定して探針試料間の引力相互作用を検出するために金属探針を取り付けた qPlus センサーを組み込んだ大気型 STM を新たに構築した。トンネル電流を用いて非接触領域で探針試料間距離を制御しながら qPlus センサーの熱振動を随時収集し、引力相互作用と熱振動ピークの関係の解析を試みる。図2は構築した大気型 STM の外観写真である。熱振動計測時の雑音を低減するために、STM 用プリアンプはメタルケース外、AFM 用プリアンプはケース内センサー直下に取り付けた。

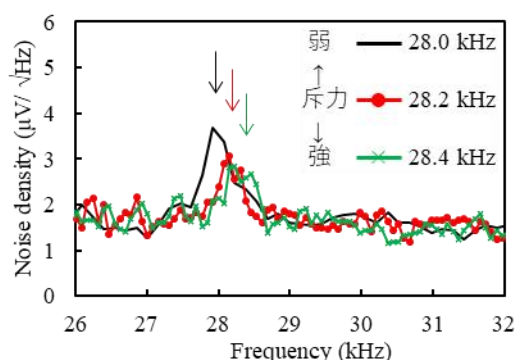


図1. 二次共振モードの周波数シフトを変化させた際の熱振動ピークのシフト

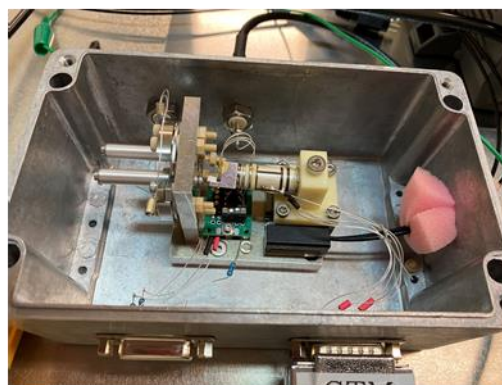


図2. メタルケース内に構築した大気型STM/AFM

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

[2] H. Ooe, T. Arai, Appl. Phys. Express, **12**, 115002 (2019)