

ヘテロダイン方式振幅変調法による光誘起力と熱振動アーティファクトの分離

The Separation of the Photo-induced Force and the Optical Thermal Artifact by Heterodyne AM Technique

阪大院工¹ ○(M1)辻井 大明¹、(D)山西 絢介¹、内藤 賀公¹、李 艶君¹、菅原 康弘¹

Osaka Univ.¹, ○Masaaki Tsujii¹, Junsuke Yamanishi¹, Yoshitaka Naitoh¹, YanJun Li¹, Yasuhiro Sugawara¹

E-mail: tsujii_m@ap.eng.osaka-u.ac.jp

光誘起力顕微鏡は光の場によって探針に働く力を検出する走査型プローブ顕微鏡であり、数 nm の分解能で光学観測を行うことができる[1-2]。集光したレーザー光を波長より十分小さい試料に入射すると、フォトン運動量変化によって生じる散乱力と、光の強度勾配に由来する勾配力が誘起される。距離依存性が強く探針-試料間に働く勾配力を検出することによって、高分解能での観測を可能にしている。しかしながら、カンチレバーに光が入射することによって、カンチレバーは光を吸収し熱振動する。これらの光誘起力は他の相互作用力と比べて弱い力なので、このカンチレバーの熱振動はアーティファクトとなり光誘起力の検出を困難にする。そのため、本研究では光誘起力とカンチレバーの熱振動とを分離し、光誘起力のみを検出を検証した。方法として、入射レーザー光の変調周波数とカンチレバーの振動周波数とを掛けあわせるヘテロダイン方式振幅変調法を行った[3]。入射レーザー光の強度変調周波数をカンチレバーの2次共振周波数と1次共振周波数の差に合わせてカンチレバーの1次の共振周波数と掛けあわせることで、カンチレバーの2次の共振周波数において熱信号を減少させ光誘起力を支配的に検出することができる。

ヘテロダイン方式振幅変調法のブロック図を図1に示す。探針は白金コートされたカンチレバーを、試料はプリズム上に吸着させた金微粒子を用いた。自家製 AFM を用いて超高真空中で実験を行った。検出した光誘起力の信号を図2に示す。ヘテロダイン方式振幅変調法は光誘起力を熱による信号と分離することができ、熱による信号を減少させることができた。また、光誘起力を高感度に検出することができることがわかった。

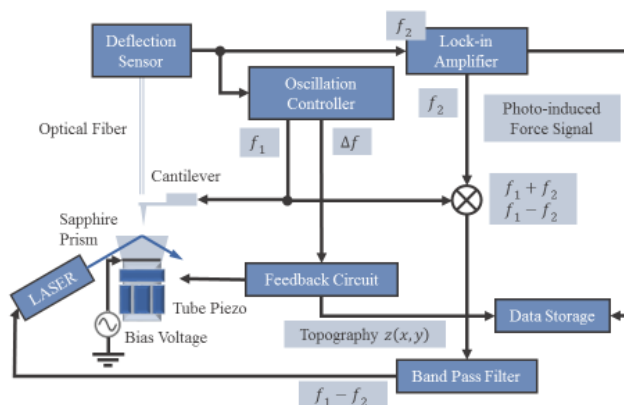


FIG. 1. Block diagram of experimental setup for Heterodyne Amplitude-Modulation technique.

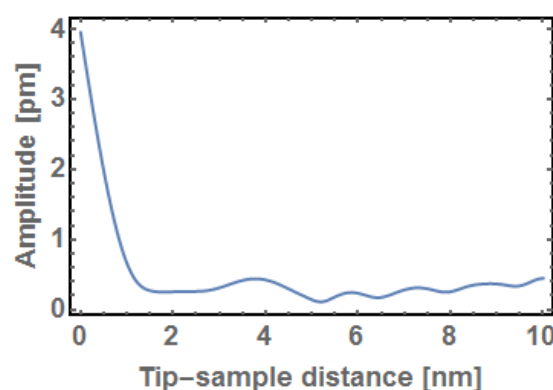


FIG. 2. Separated signal of amplitude of cantilever excited by photon-induced force.

- [1] Junghoon Jahng, H. Kumar Wickramasinghe, and Eric O. Potma, et al., Acc. Chem. Res. **48**, 2671 (2015).
- [2] Junghoon Jahng, H. Kumar Wickramasinghe, and Eric O. Potma, et al., Phys. Rev. B **90**, 155417 (2014).
- [3] Sugawara Y, Kou L, Ma Z, Kamijo T, Naitoh Y and Li Y J, Appl. Phys. Lett. **100**, 223104 (2012).