

超高真空下での KPFM の高速観察に向けた像取得方法の比較

Comparison of image acquisition methods for high-speed observation of KPFM under UHV

阪大院工 ○(M1)越智 太亮、内藤 賀公、李 艶君、菅原 康弘

Osaka Univ., ° Taisuke Ochi, Yoshitaka Naitoh, YanJun Li, Yasuhiro Sugawara

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

ケルビンプローブ力顕微鏡(KPFM)は探針-試料間に働く静電的相互作用力を検出することで、試料表面の接触電位差を画像化することができる走査型プローブ顕微鏡である。化学反応などにおける電荷移動現象を解明するために KPFM の高速化が求められている。KPFM の像取得方法には、探針-試料間に働く保存力による周波数シフトを用いた FM-KPFM、振幅変化を用いた AM-KPFM、そして、探針-試料間に働く非保存力による振幅変化を用いた DM-KPFM[1-2]が存在する。液中や大気中で AM-KPFM を用いた高速観察の例が報告されているが、AM-KPFM を真空中で用いた場合、カンチレバーの応答時間がその Q 値に比例するために真空中では高速観察には適さない[3]。そこで、本研究では超高真空下での高速観察に関して FM-KPFM と、DM-KPFM の一つである 2ω D-KPFM の比較を行った。その二つのブロック図を、それぞれ、図 1 と図 2 に示す。FM-KPFM では全体の遅れ時間が $\tau_{FM} = \tau_{canti} + \tau_{def} + \tau_{mix} + \tau_{LIA} + \tau_{PI}$ で表され、 2ω D-KPFM でも同様に $\tau_{2\omega D} = \tau'_{canti} + \tau_{def} + \tau_{mix} + \tau_{LIA} + \tau_{PI}$ で表される。 τ_{canti} 、 τ_{def} 、 τ_{mix} 、 τ_{LIA} 、 τ_{PI} はそれぞれカンチレバー、変位検出系、掛け算回路、ロックインアンプ、フィードバックの遅れを表す。どちらもロックインアンプの帯域の広さによって遅れ時間が決まることが分かる。そのため、ロックインアンプの帯域を広く取れる方が高速観察に適していると考えられる。

二つの方法の最小検出感度を比較すると、超高真空下では 2ω D-KPFM の方が感度が高いため、ロックインアンプの帯域を FM-KPFM に比べて広く取れることが分かった。また、実験的にも比較したのでその結果については当日紹介する。

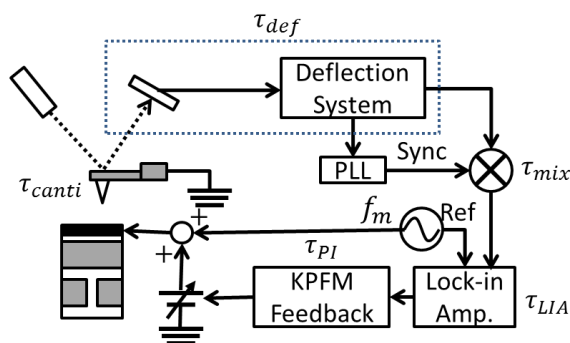


FIG.1. Block diagram of FM-KPFM.

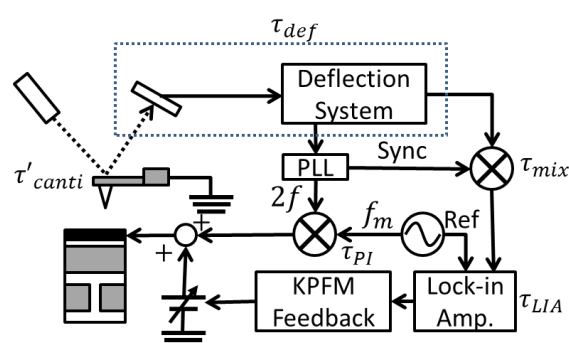


FIG.2. Block diagram of 2ω D-KPFM.

[1] T. Fukuma, K. Kobayashi, H. Yamada, and K. Matsushige, Rev. Sci. Instrum. **75**, 4589 (2004)

[2] H. Nomura, K. Kawasaki, and Y. Sugawara et al, Appl. Phys. Lett **90**, 033118 (2007)

[3] W. Melitz, J. Shen, A. C. Kummel, S. Lee, Surf. Sci. Rep. **66** (2011)