

遅延時間変調を用いたポンププローブ AFM による 光励起ダイナミクス評価法の開発

Development of optical excitation dynamics evaluation method by pump-probe AFM using delay time modulation

筑波大数理¹ ◯(M2)若林 凜¹, 茂木 裕幸¹, 嵐田 雄介¹,
吉田 昭二¹, 武内 修¹, 重川 秀実¹

Univ. of Tsukuba¹ ◯Rin Wakabayashi¹, Hiroyuki Mogi¹, Yusuke Arashida¹,

Shoji Yoshida¹, Osamu Takeuchi¹, Hidemi Shigekawa¹

E-mail: s2220300@u.tsukuba.ac.jp, <https://dora.bk.tsukuba.ac.jp/>

原子間力顕微鏡(AFM)は、導電性・絶縁性を問わず様々な試料を対象に、ナノスケールの電気特性や機械特性等を明らかにするための強力なツールである。一般的な AFM はプローブ構造に起因する kHz~1MHz 程度の共振を利用して力検出を行っており、その時間分解能は共振周期の 1/2 程度に限られる。一方、光ポンププローブ法等の光技術により、超高速の時間分解能を達成可能であることが知られているが、一般的には空間分解能は波長程度に限られる。

最近ではこれらを組み合わせ、FMAFM 探針先端にフェムト秒の光パルス列を照射することで、フェムト秒スケールでの時間分解計測が達成される等 [Z. Schumacher *et al.*, *Appl. Phys. Lett* 110, 05311 (2017)], ポンププローブ AFM 技術の開発も進んでいる。先行研究では、光パルス列に ON-OFF 変調を加えることで時間分解信号振幅を検出することが可能であるが、特に光強度が強い場合には探針熱膨張によるアーティファクト信号が重畳してしまうことも課題の一つだった。そこで本研究では、Fig. 1 に示すように光パルス列に遅延時間変調を加えた上で AFM 探針先端へ照射し、位相から時間分解信号振幅 $\Delta \Phi$ を取り出すことで、探針熱膨張の影響を最小化する。Fig. 2 に、GaAs(110)の劈開面で得られた時間分解プロットを示す。単一成分の指数関数フィッティングから、60 ns 程度の寿命を得ることに成功した。本手法の開発により広範な試料・測定条件での時間分解計測が可能となり、強力なナノスケール光励起ダイナミクス解析ツールとなることが期待される。

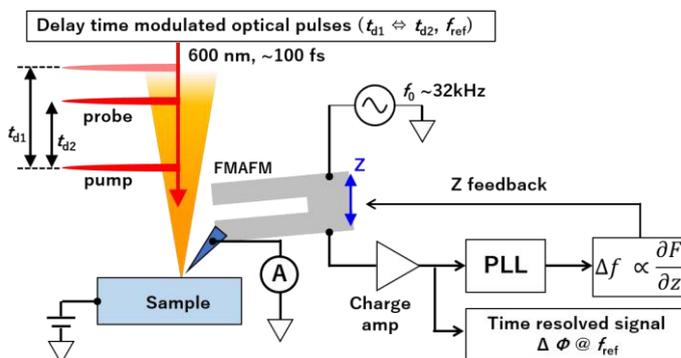


Fig. 1 A Schematic diagram of pump-probe FMAFM by using delay time modulation method.

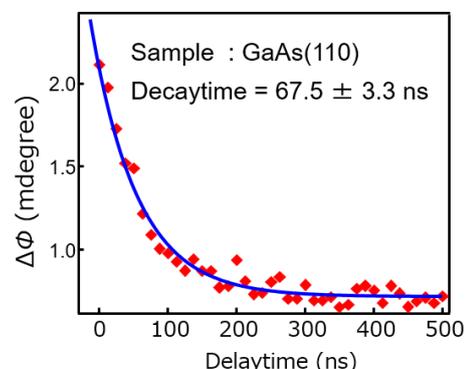


Fig. 2 time resolved signal measured on a cleaved GaAs(110) surface.