

探針同期時間分解静電気力顕微鏡による導電性高分子内の電荷追跡

Tracking of Charge Migration in Conductive Polymers via

Tip-synchronizing Time-Resolved Electrostatic Force Microscopy

阪大院理¹, 九工大生命体工², [○]梶本健太郎¹, 荒木健人¹, 宇佐美雄生^{1,2}, 大山浩¹, 松本卓也¹

Osaka Univ.¹, Kyushu Inst. Tech.², [°]Kentaro Kajimoto¹, Kento Araki¹, Yuki Usami^{1,2},

Hiroshi Ohoyama¹ and Takuya Matsumoto¹

E-mail: kajimotok17@chem.sci.osaka-u.ac.jp

有機電界効果トランジスタや太陽電池などの電荷の動きが重要なデバイスの研究において、静電気力顕微鏡(EFM)はナノスケールで電荷の分布を可視化する有力な手法である。しかし、時間分解能は低く、電荷の動きを明らかにするには不十分である。そのためこれまで試料と探針にパルス電圧を印加するポンプ-プローブ法が試みられてきた[1]。一方、我々のグループでは EFM に用いられる探針の振動に着目した探針同期時間分解 EFM を開発してきた[2]。

本発表では従来から行われてきた電圧ポンププローブ法に探針振動同期を組み合わせた結果について報告する。実験の概要を図 1 に示す。プローブパルスと探針振動の同期によって、探針が試料表面に最も近接するタイミングでの時間分解測定を可能にし、測定感度を向上した。この手法を用いることで導電性高分子であるスルホン酸ポリアニリン(SPAN)薄膜内を移動するキャリアの注入過程および排出過程を、1 μs の時間分解能で画像として捉えることに成功した。電極-有機薄膜間に生じる障壁やトラップのためにキャリアはすぐに排出されず一定時間膜内に保持され、時間経過とともに緩やかに拡散するキャリアの動きが可視化された(図 2 参照)。

一方で、ドーパ量を減らした SPAN 薄膜では、薄膜内のキャリアが少なく、薄膜内の電位が電極電位に追従できない様子が画像化された。

このように従来の I-V 測定では切り離しが難しいキャリアの密度と移動度を、本手法では電荷の空間分布とその時間変化という形で画像化することが可能である。

[1] L.M.Eng et J. Appl. Phys. 118, 244502

[2] K. Araki et al., Commun. Phys. 2, 10-1-8 (2019).

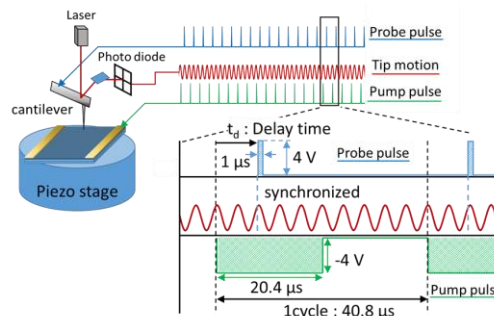


Fig 1. Schematic illustration of tip-synchronized time-resolved electrostatic force microscopy.

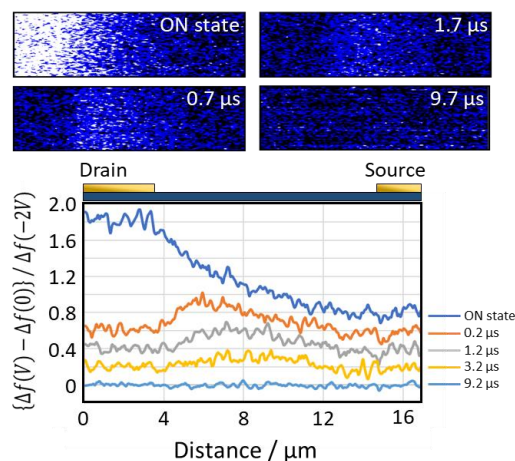


Fig 2. tr-EFM images obtained in the ON state and 0.7, 1.7, and 9.7 μs after turning off the pump bias and their averaged cross-sectional profiles.