

高周波印加による PEDOT/PSS 膜電荷分布の時間分解静電気力画像化

Visualization of charge distribution in PEDOT/PSS film

as Time-Resolved Electrostatic Force by application of high frequency bias modulation

阪大院理, °梶本 健太郎, 大山 浩, 松本 卓也

Osaka Univ., °Kentarō Kajimoto, Hiroshi Ohoyama and Takuya Matsumoto

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。さらに、最近では EFM に時間分解能を付与してデバイス動作のダイナミクスを追う試みが行われてきた。我々のグループでは高感度、高時間分解能の画像取得を目指して、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[1,2]。特に探針振動をポンププローブ法に組み合わせた手法では、導電性高分子薄膜中を移動するキャリアの注入、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。また従来の 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、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ことを報告した。

これまでの成果をもとに、デバイスにかかる電界と電荷を区別することを目的に研究を進めた。本発表では、試料に印加する電圧を高周波で変調することで電界の効果をキャンセルし、電荷の分布そのものを可視化することに成功したため、報告する。図 1 に実験の概要を示す。ポンププローブ法ではプローブパルスが印加されている間の電荷分布と電界を静電気力として検出する。本手法ではこの間に、高周波電圧を重畳し、電界の効果をキャンセルして電荷分布だけを静電気力に反映させる。この手法を用いて PEDOT/PSS 薄膜における電荷の注入、排出過程を捉えた画像を図 2 に示す。電圧印加時には時間経過に伴って、電荷が注入されている様子が画像化されている。電圧を切った後は一時的に電荷が膜内に保持された後、電荷が排出されている様子が見える。

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

[2] K. Kajimoto et al., *J. Phys. Chem. A* **124**, **25**, 5063–5070 (2020).

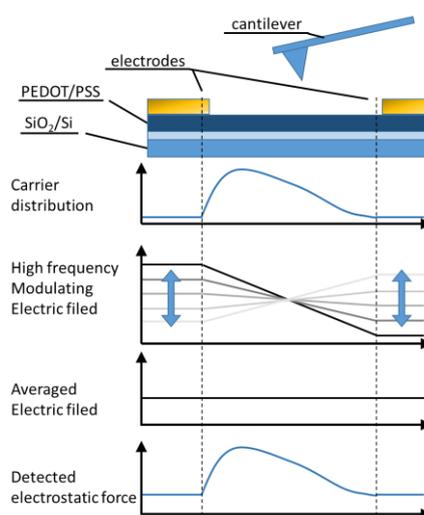


Fig 1. Schematic illustration of principle how to visualize charge distribution.

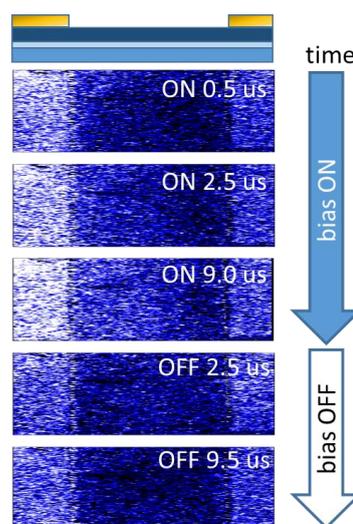


Fig 2. Charge distribution images taken by tr-EFM under high frequency bias modulation.