

時間領域サーモリフレクタンス法による 三脚型トリプチセンを用いた Au/SAM/水の界面熱抵抗測定

Interfacial thermal resistance measurements for Au/SAM of tripodal triptycene/water
by time-domain thermoreflectance method

東京工業大学¹, 産業技術総合研究所², CREST³ 今泉孝規¹, 竹原陵介^{1,3}, 石割 文崇^{1,3},
山下 雄一郎^{2,3}, 八木 貴志^{2,3}, 庄子 良晃^{1,3}, 福島 孝典^{1,3}

Tokyo Institute of Technology¹, AIST², CREST³ Takaki Imaizumi¹, Ryosuke Takehara^{1,3},
Fumitaka Ishiwari^{1,3}, Yuichiro Yamashita^{2,3}, Takashi Yagi^{2,3}, Yoshiaki Shoji^{1,3}, Takanori Fukushima^{1,3}
E-mail: imaizumi.t.ab@m.titech.ac.jp

2 種類の物質が接合されたヘテロ構造の熱輸送特性においては、熱が流れる際に界面で生じる温度差、すなわち界面熱抵抗が重要となってくる。固体-固体間の界面熱抵抗は2 種類の物質の接触具合に大きく依存するが、それとは状況が異なる固体-液体間においても界面熱抵抗が生じることが知られている。界面熱抵抗を制御するには、熱伝搬に対する界面における原子・分子の運動や相互作用の寄与を理解することが重要である。この問題に対して、有機分子の界面材料としての熱的性質に関する研究はほぼ未開拓である。一方で有機分子は、固体表面への吸着、液体分子との親和性、分子骨格、およびそれに起因する分子運動を設計できるため、界面熱抵抗を制御するための表面修飾剤として有望である。このような観点から、本研究では我々が最近開発した自己組織化単分子膜 (Self-Assembled Monolayer, 以下 SAM と表記) を用いた Au 表面の修飾と Au/水界面の熱抵抗の評価を行った。

本研究で対象としたのはトリプチセンと呼ばれる分子の誘導体であり、分子末端にチオール基を持たせることで Au 基板表面と結合が可能になり、SAM (以下 T1-SAM と表記) を形成する[1]。またトリプチセン SAM の比較としてベンジルチオール SAM (以下 M1-SAM と表記) も作製し、両者の水との界面熱抵抗を時間領域サーモリフレクタンス (TDTR) 法により評価した。基板は低熱伝導度ガラスの上に Mo、Au をスパッタリングして作製し、この基板を用いて浸漬法 (THF 中に $2 \mu\text{M}$ で 24 h 室温で浸漬) により SAM を形成させ、真空下 100°C でアニール処理を行った。Fig. 1 に示すセットアップで TDTR 測定を行い、得られたデータを解析した結果、界面熱抵抗は T1 が $2.0 \times 10^{-8} \text{ m}^2\text{K/W}$ 、M1 が $1.0 \times 10^{-8} \text{ m}^2\text{K/W}$ と見積もられた。発表では T1 と異なる構造をもつトリプチセン誘導体も含め、有機分子の界面熱抵抗についても議論する。

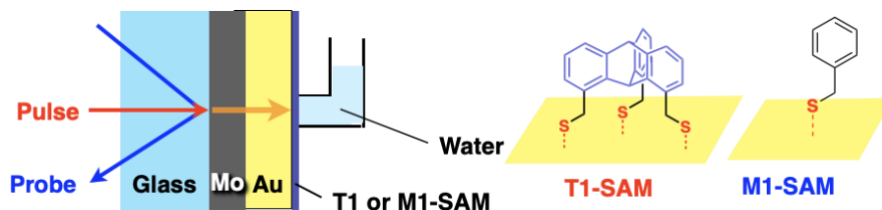


Fig. 1 Schematic apparatus for the TDTR method, and the structures of T1 and M1 molecules.

[1] E. Zojer, M. Zharnicov, T. Fukushima *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.* **141**, 5995 (2019).