

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分子配向膜の熱伝導度測定

Thermal conductivity measurements of oriented films of a tripodal triptycene by time-domain thermoreflectance method

東京工業大学¹, 産業技術総合研究所², CREST³ ○竹原 陵介^{1,3}, 今泉 孝規¹, 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}, 西野 智昭^{1,3}, 福島 孝典^{1,3}

Tokyo Institute of Technology¹, AIST², CREST³ ○Ryosuke Takehara^{1,3}, Takaki Imaizumi¹,

Fumitaka Ishiwari^{1,3}, Yuichiro Yamashita^{2,3}, Takashi Yagi^{2,3}, Yoshiaki Shoji^{1,3},

Tomoaki Nishino^{1,3}, Takanori Fukushima^{1,3}

E-mail: takehara.r.ab@m.titech.ac.jp

有機材料はその優れた柔軟性、多様性、軽量性から、新しいエレクトロニクス材料として注目され、電子物性に関する研究が基礎から応用まで盛んに行われてきた。一方、社会的ニーズと相まって、熱マネジメントのための物質探索は喫緊の課題となっているが、無機物質や金属とは極めて対照的に、有機物質に関する熱的性質、特に熱輸送特性についての理解は著しく立ち後れている。しかし有機物質は、無機物質にはない分子特有の自由度を有しており、そのダイナミクスは熱伝導特性に大きく影響し得るため、新たな熱輸送現象の発現が期待される。本研究では、分子配向や分子ダイナミクスと熱輸送特性の相関に着目し、新たな熱輸送現象の理解を目的として高度な分子配向を示す有機薄膜の熱伝導特性の評価を行った。

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、これらは自己集合により完全配向性の多層分子膜を与えることが報告されている[1]。今回、パラフィン側鎖を有する三脚型トリプチセン薄膜の薄膜垂直方向熱伝導度を時間領域サーモリフレクタンス (TDTR) 法により評価した。試料はトリプチセン分子を石英基板上に蒸着し、その上に Al 膜を成膜することで作製した。TDTR 測定から見積もったトリプチセン分子膜と石英基板および Al 膜間の界面熱抵抗値は $10^{-8} \sim 10^{-7} \text{ m}^2\text{K/W}$ であった。この値は界面熱抵抗としては比較的大きく、これは分子膜と石英基板および Al 膜との結合が弱いことを示唆している。一方、石英基板と Al 膜間の全熱抵抗 (= 界面熱抵抗 + 分子膜熱抵抗) も求めることができ、その解析誤差はより小さいため、全熱抵抗の膜厚依存性からトリプチセン分子膜の熱伝導度を見積ったところ、 0.23 W/mK という値が得られた (Fig. 1)。これに対して 3ω 法を用いた分子薄膜の水平方向熱伝導度は 0.41 W/mK であり、トリプチセン分子薄膜が熱伝導度異方性を示すことを明らかにした。

[1] N. Seiki, T. Fukushima *et al.*, *Science* **348**, 1122 (2015).

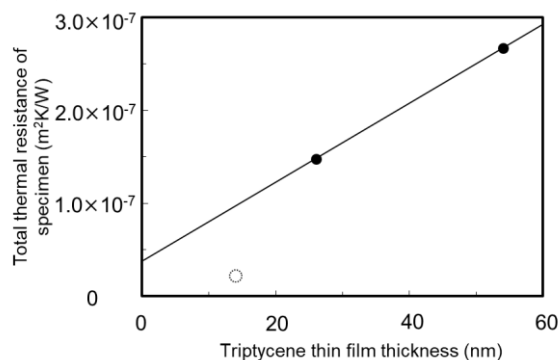


Fig. 1 Triptycene film thickness dependence of total thermal resistance. The value for a 14 nm-thick film remains debatable.