MEMS センサーを用いた液晶相転移と熱拡散率

MEMS Sensor Driven Phase Transition of Liquid Crystals

Observed by Thermal Diffusivity

東工大工¹, 産総研² ^O(M2)藤澤 弘樹¹, 劉 芽久哉², 森川 淳子¹

Tokyo Tech.¹, AIST², °Hiroki Fujisawa¹, Meguya Ryu², Junko Morikawa¹

E-mail: morikawa.j.aa@m.titech.ac.jp

- 緒言 近年の情報通信技術の発展により、サーマルマネージメントに向けたミクロスケールでの材料開発の重要性が増し、それに伴う熱物性値測定法の微細化も求められてきている。温度波熱分析法では、これまで、測温抵抗体型の温度センサーを用いて液晶や高分子の相転移挙動と熱拡散率の実測が行われてきた。[1]また、熱起電力型温度センサーを用いた、ミクロスケール単結晶の熱拡散率の実測、[2] MEMS を用いた高速応答型 SiN 上温度センサー[3]などが開発されてきた。本研究では、MEMS 技術を応用し、温度波測定用の複合型温度センサーを作製し、低分子液晶の熱拡散率の実測を試みた。
- 実験本実験では、マスクレス露光装置を用いた光リソグラフ・リフトオフ法による回路描画により、基板上への温度センサーの作製を行った。14×20×0.7 mm³のホウケイ酸ガラス基板上にフォトレジストAZ5214Eをスピンコートし、露光・現像を行った。真空蒸着もしくはスパッタリングにより金属を成膜し、リフトオフにより、回路描画を行った。今回、重ね合わせ描画を行うことで、Au-Ni型の熱起電力型センサーの周囲に測温抵抗体型センサーを配置した、複合型温度センサーを作製した。センサーに対し十分な面積を有するITO 薄膜型抵抗ヒーターと複合型温度センサーを、スペーサーを用いて平行に固定し、低分子液晶 4-n-octyloxy-4 -cyanobiphenyl (80CB)を充填させることで、80CBのサンプル両面に、センサーとヒーターを配置した。ファンクションジェネレーターによるITO ヒーターへの電圧印可によりサンプル表面を周期加熱し、サンプル裏面での温度波応答による熱起電力型センサーの 微小熱起電力変化の信号をプリアンプで増幅し、ロックインアンプで測定した。温度調節

器、電力印加によるサンプル微小領域の温 度変化を、測温抵抗部分の電気抵抗変化と して読み取った。

結果 図1は、垂直配向 8OCB サンプルの降温過 程熱拡散率温度依存性測定中の液相―ネマチ ック相転移でのモルフォロジー変化を示して いる。センサー線幅数µm 程度での高空間分 解能での熱拡散率温度依存性測定を行い、相 転移時の熱拡散率変化の挙動から、本センサ ーは高い温度分解能も併せ持つことが示唆さ れた。同時にミクロ測温抵抗体センサーの電 気抵抗温度依存性を測定し、抵抗値が温度に 対して線形的に変化することを確認した。

(a) ectromotive sensor (c) (d) 50 μm

Fig.1 Cross polarized optical microscopic images during phase transition from isotropic phase to nematic phase of 8OCB vertically aligned sample in the cooling process. The phase transition progressed in the order of (a) (b) (c) (d).

参考文献

[1] M. Ryu, J.C. Batsale, J. Morikawa," Quadrupole modelling of dual lock-in method for the

simultaneous measurements of thermal diffusivity and thermal effusivity", Int. J. Heat Mass Transfer 162, 120337 (2020).

[2] M. Ryu, S. Takamizawa, J. Morikawa, "Thermal diffusivity of organosuperelastic soft crystals during stress-induced phase transition", Appl. Phys. Lett. 119, 251902 (2021).

[3] A. Balčytis, M. Ryu, S. Juodkazis, J. Morikawa, "Micro-thermocouple on nanomembrane: thermometer for nanoscale measurements", Sci, Rep. 8, 6324 (2018).