

液晶を内包するプラスチックファイバの作製と電気的な熱伝導性制御の検討

Fabrication of plastic fiber including nematic-phase liquid crystal and its electrical control of thermal conductivity

長岡技術科学大学 ○柴田 陽生, 木村 宗弘

Nagaoka Univ. of Tech., °Yosei Shibata, Munehiro Kimura

E-mail: y_shibata@vos.nagaokaut.ac.jp

【背景】熱マネジメント技術は、電子機器の保護や熱エネルギーの活用等の点から広く開発が進められており、熱伝導を電氣的に切り替えるアクティブ素子は、今後の精密な調温機器の設計や熱電変換技術の進展につながる事が期待されている^[1]。大面積かつ電氣的に物性を变化できる候補材料の一つに液晶性材料が挙げられ、液晶材料の熱拡散異方性^[2]や側鎖型高分子液晶の秩序構造と熱拡散率の関係^[3]について明らかとなっている。しかし、電圧印加による液晶分子の配向変化を活用した熱伝導素子の検討事例は殆ど無く、熱伝導制御を目的とする最適な液晶素子は未解明である。本研究では、熱源から任意の場所への熱伝導ができる液晶を注入したプラスチックファイバによる熱伝導制御を念頭に、作製したファイバ内における液晶の分子配向評価と、液晶材料に対する電圧印加に伴う熱伝導変化について検討したので報告する。

【実験方法】熱伝導性の評価は、熱源に加熱したホットプレートを用い、液晶材料を介した熱流の時間変化を熱流ロガーで記録することで行った。液晶内包ファイバは、フッ素系液晶 JD-5044XX(JNC)を中空構造のプラスチックファイバに毛細管法で注入した。

【結果・考察】使用した液晶が、電圧に対して熱伝導特性の変化を示す材料であることを確認するため、平行配向処理を施した液晶セル(想定セル厚 $10\mu\text{m}$)を熱源温度 80°C の加熱過程における熱流を測定した(Fig.1)。その結果、電圧無印加に対し電圧印加条件では液晶セルの熱伝導がわずかに抑制されている様子が確認できた。これは与えた電場によって液晶分子の熱揺らぎが抑制されたことに起因すると考えられる。次に、ファイバに注入した液晶の分子配向を評価するため、Fig.2に液晶内包ファイバを直交ニコル偏光顕微鏡で観察した結果を示す。ファイバの構成材料によって、ファイバ内液晶の配向が異なる様子が観測された。特にテフロン系では、偏光子の透過軸とファイバ長軸の方向の成す角が 0deg. と 90deg. で消光位を示したことから、液晶分子がファイバ長軸に沿って平行配向を示すことが明らかとなった。

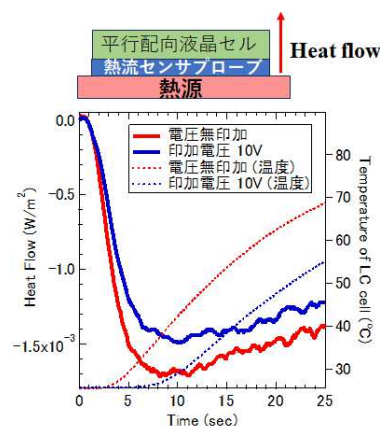


Fig.1 平行配向液晶に対する熱流の電圧依存性

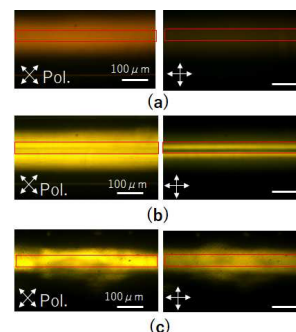


Fig.2 ファイバ構成材料に対する液晶の偏光顕微鏡観察(a) テフロン系 (b)オレフィン系 (c) シリコン系

【参考文献】 [1] N. Terakado et al. Scientific Reports 10,14468 (2020) [2] T. Akahane et al. Jpn. J. Appl. Phys. Vol.26, No.6, pp. L1000-L1003 (1987), [3] H. Harada et al. Macromolecules 55, pp.1178-1184 (2022)

【謝辞】本研究は(公財)昭特科学振興財団・第6回一般研究助成による支援を受けた。関係各位に感謝する。