

高次の分子配向秩序をもつスメクティック E (SmE) 相における 電荷輸送特性

Carrier Transport Properties in Highly Ordered Smectic Mesophase of SmE

東工大 像情報 〇新田 武父, 大野 玲, 飯野 裕明, 臼井 孝之, 半那 純一

Imaging Science and Engineering Laboratory, Tokyo Institute of Technology

〇Takenori Nitta, Akira Ohno, Hiroaki Iino, Takayuki Usui, and Jun-ichi Hanna

E-mail: nittake@tokyo-ct.ac.jp

90年代に液晶の電子伝導が確立されて以来、電荷輸送は様々なタイプの液晶が研究され、アモルファスや結晶材料とは全く異なる電荷輸送が明らかにされてきた。これら液晶の電荷輸送特性は Gaussian Disorder Model(GDM)によって説明できる。しかし、中間相における電荷輸送の研究の難しさの1つは、通常、液晶相の温度領域が狭い、即ち、中間相の電荷輸送を特徴づける為の十分な一連のデータが得られない点にある。この為、液晶相における電荷輸送は極めて限られた材料のみでしか解析が行われていない。

我々は、幅広い温度領域で中間相を示す液晶材料を設計・合成し、高移動度を示す結晶相に近い高次の分子配向をもつスメクティックである SmE 相における電荷輸送特性を Time-of-flight (TOF) 法により、研究を行った。

液晶材料は 2-(4-propylthiobutyl)-7-phenylbenzothienobenzothiophene (Ph-BTBT-4S-3) (Fig.1)である。この液晶物質は、204°C以下の温度領域で SmE 相を示す。

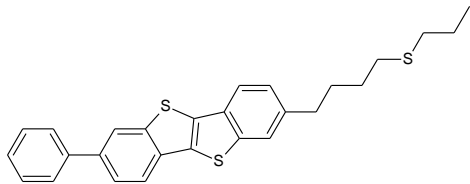


Fig.1 Chemical structure of Ph-BTBT-4S-3

この液晶物質の TOF 法により測定した、各温度における典型的な過渡光電流波形を Fig.2 に示す。各プロットの矢印は、kink 点を示している。図に示す通り、これら光電流は立ち上がりの遅れはあるものの、いずれも基本的に非分散型の波形で、

200°C付近から-120°C付近まで、300K 以上の温度範囲で、トランジットタイムが決定できる波形を観測できた。

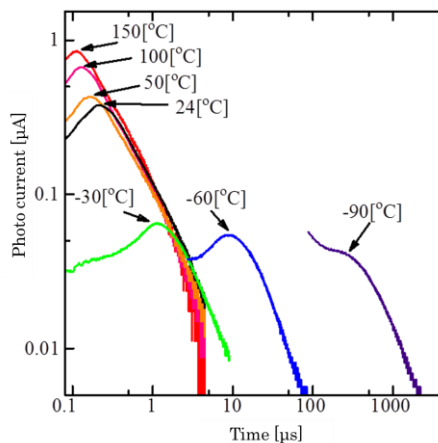


Fig.2 Transient photocurrents parametric in temperature

移動度は 190°Cで $1.43 \times 10^{-1} \text{cm}^2/\text{Vs}$ と大きく、室温付近までは温度依存性が小さい。室温以下の領域では移動度は低温になるに連れて大きく低下し、-120°Cでは $6.15 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{Vs}$ まで低下した。

各温度、各印加電圧における Photocurrent 波形より、電荷の移動度 μ を見積もり、その温度・電場依存性を解析した。その結果、SmE 相における電荷輸送特性は基本的に Gaussian 分布に従うエネルギーの揺らぎを持つ局在準位間の Hopping 伝導と考えることにより説明ができ、その状態密度の分布幅は約 69meV と見積もられた。一方、室温以上の温度領域に見られる弱い温度依存性は Marcus の式における再構築エネルギーによる活性化過程を反映しているものと考えられた。