

# 等方-液晶相界面を利用した液晶デバイスの開発

知能流体力学研究室

桑村仁士

## 緒言

液晶を利用した製品の代表例として、液晶ディスプレイが挙げられる。他にも、液晶を力学的に応用した例として、アクチュエーターやモーターがあり、液晶に電場を印加、開放することで液晶分子を動かし、アクチュエーター上部平板や回転軸を動かしている。一方で、液晶温度計などもあり、液晶に熱を加えることで分子の動きを制御している。液晶に熱を加え続けると液晶の特性を失い等方相と呼ばれる液体と同じ状態に変化する。液晶が等方相に変化する温度を相転移温度という。相転移温度には相界面が発生している。液晶相も等方相もいずれも液体としての性質をもっているため熱を加えた場合の膨張率がよく、流動性があり、界面で微粒子を押すことができるので、新しいデバイスとして、利用できると考えられる。

従来の実験装置では、液晶セルを水平に固定し、真上から観察を行っており、液晶と微粒子の比重が等価でない場合は、微粒子が浮上または沈下してしまい、液晶セル上部、下部平板との摩擦で移動できないことが確認された。本研究では液晶セルを垂直に固定し観察することで、微粒子が下部平板からの影響を受けないようにし、界面が受ける重力の影響について調べる。

## 実験装置および方法

図1に実験装置の概略を示す。液晶セルは、二枚のスライドガラスの片面に液晶分子を一様に配向させるための処理を施した面を向かい合わせ  $50\mu\text{m}$  フィルムをスペーサとして挟み固定し、スペーサによってできた隙間に、液晶材料 5CB (4-Cyano-4'-pentybiphenyl) と  $\text{SiO}_2$  微粒子を注入し縁にシールドを施したものである。次に、液晶セルを二枚の銅板で挟み、銅板の長軸方向の両端にサーモモジュールを取り付け、液晶セルと銅板が外気温の影響を受けないように断熱材で囲む。断熱材と銅板には液晶セルの中心位置を顕微鏡で観察するための穴があいている。サーモモジュールは銅板に触れる側から、ペルチェ素子、ヒートシンク、DCファンの順で構成されている。ペルチェ素子の両面には、サーモモジュールはセルシステム製 TDC-2010 ペルチェコントローラで制御されており、液晶セルの長軸方向が垂直になるよう装置を固定した場合、上部、下部サーモモジュールで別々の温度を銅板に加えることができる。

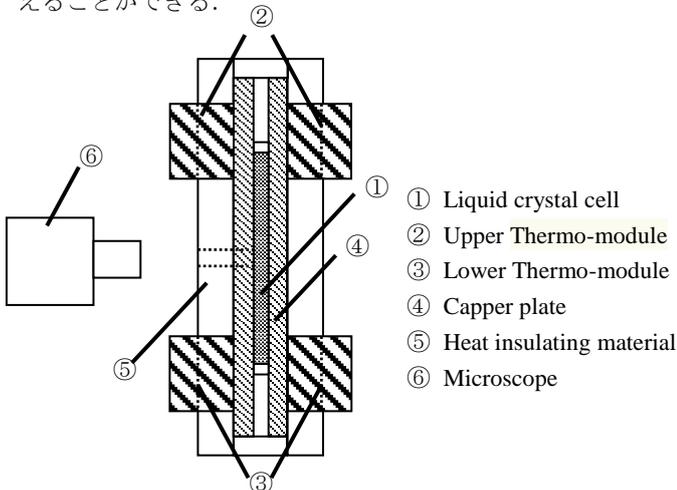


Fig.1 Structure of experimental equipment

また今回、ペルチェ素子制御のための温度センサ以外に液晶セルの温度分布を正確に測るために、4点温度センサを作成した。図2に作成した温度センサの回路図を示す。まず、Pt100 センサをブリッジ回路に接続する。Pt100 センサの抵抗値の変化でブリッジ回路に生じた電位差を計装アンプに差動入力する。計装アンプで一定の倍率に増幅された信号を16bit 分解能 A/D コンバータに入力する。A/D コンバータで4点のデータを収集、デジタル変換し、PCに記録する。4点温度センサは液晶セルの長軸方向に並べ、銅板の温度分布および、界面が移動している時の液晶セルの温度分布を計測する。

銅板に、上部および下部サーモモジュールから別々の温度差を加える。液晶セルに温度分布を発生させ、上部は等方相、下部は液晶相に分離させる。液晶相と等方相の境界に界面を発生させ、界面は5CBの相転移温度  $35.2^\circ\text{C}$  である。上部、下部サーモモジュールの温度を変化させ、液晶セルの温度勾配を変化させることで相転移温度の位置が移動する。

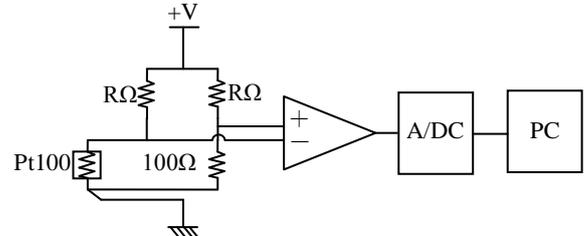


Fig.2 Thermal sensor

## 実験結果

実験装置が完成し実験を行ったが、ペルチェ素子の温度をコントロールすることが出来なく実験データを取ることが出来なかった。図3はサーモモジュールの時間と温度変化の関係を示したグラフである。実線が上部、破線が下部サーモモジュールである。上部の目標値は  $39.8^\circ\text{C}$ 、下部は  $35.0^\circ\text{C}$  である。上部、下部サーモモジュールは目標値を過ぎても温度が上昇し続けており、サーモモジュールの熱交換に問題があることが分かった。

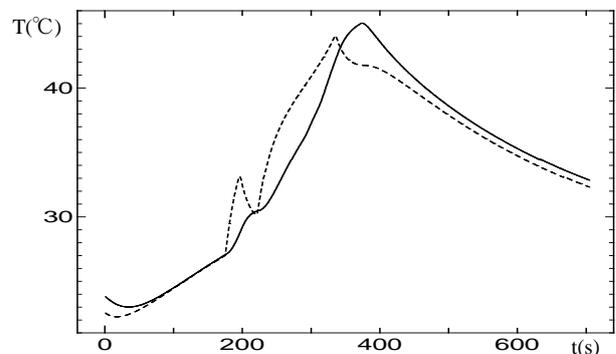


Fig.3 Temperature-Time graph of Thermo-module