

流動による液晶圧電効果の実験

知能流体力学研究室

島村文弥

1. 緒言

現在、液晶はテレビ、パソコン、携帯電話などの表示用ディスプレイに多く使われている。これは液晶の持つ光学的性質と電気的性質を応用したものである。しかし、液晶は力学的性質も有しており、力学的性質と電気的性質から発生する現象の1つに液晶圧電効果がある。これは、外力により液晶セルに変形を加えることで、セル表面に電位差が発生する現象である。

液晶圧電効果は、液晶が表示用ディスプレイへと応用された頃とほぼ同時期に提唱され、数多くの研究がなされた。しかし、その多くはシミュレーションによるものであり、実験値としての電位差は測定できていない。その理由として、液晶圧電効果により発生する電位差はそれ自身が非常に小さいことに加え、外乱の影響が大きいためである。また、欠陥の影響もあると考える。なぜなら、過去のシミュレーションにより欠陥の発生している場所では電位差が大きく変動することが報告されており、欠陥の存在が電位差の測定を困難にしている一因であると考えられる。

本研究では、液晶流動中の欠陥の発生量の定量化を行う。実験結果より、液晶圧電効果を効率的に発生させる条件を明らかにする。

2. 実験装置および方法

図1に本実験において用いる装置の概略図を示す。本実験では連続的に液晶流動を発生させるため、二重円筒管を使用する。まず、外筒にガラス製シリンダ(外径 8.0mm, 内径 6.0mm, 長さ 49mm)を用いる。内筒には表面に銀鏡塗装を施したガラス管(外径 5.0mm, 内径 4.2mm, 長さ 43mm)を用いる。外筒内表面と内筒表面に垂直配向剤(JSR製 JALS-2021-R25)を塗布後 180°Cで焼成し成膜する。外筒と内筒の間に液晶(4-octyl-4'-cyano biphenyl)を充填し、内筒を回転させることで、液晶に連続的なせん断応力を与える。図2に流動中の液晶の偏光顕微鏡映像の一例を示す。画像中央に上下にわたって液晶欠陥が現れている。

測定条件は温度 $T=34\sim 38^{\circ}\text{C}$ において $Er=100, 200, 300$ と変化させ測定する。 Er はエリクセン数であり、粘性力と弾性力の比である。内筒と外筒のギャップ ($H=0.5\text{mm}$)と液晶の粘性定数が一定のとき、 Er を変化させることは内筒回転速度を変化させることになる。その時の液晶流動を撮影する。

3. 実験結果

作成した動画処理プログラムにより図2の欠陥構造をエッジ抽出したものが図3である。欠陥の周りにエ

ッジが密集している。同様の画像処理を動画全体にわたって行い、一画像中のエッジの存在率を時間に対して示したのが図4である。図4より、液晶にせん断流を印加すると、時間とともに欠陥の数が増加減少を繰り返すことが分かる。また、時間の経過とともに振幅が大きくなっている。

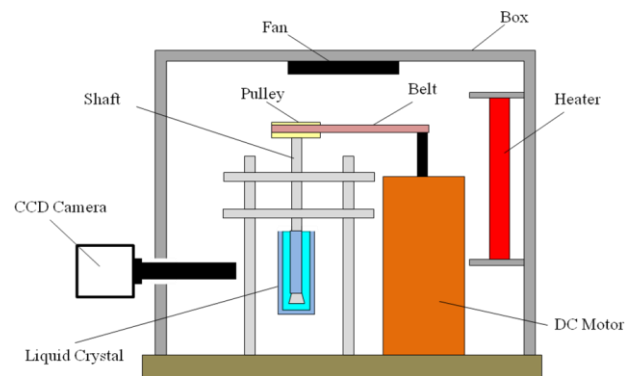


Fig.1 Experimental device

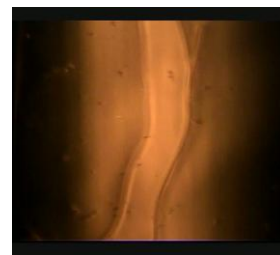


Fig.2 Photography picture

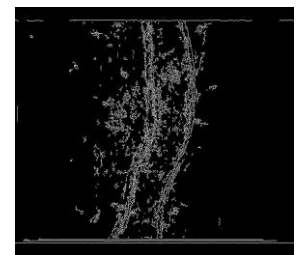


Fig.3 Edge extraction picture

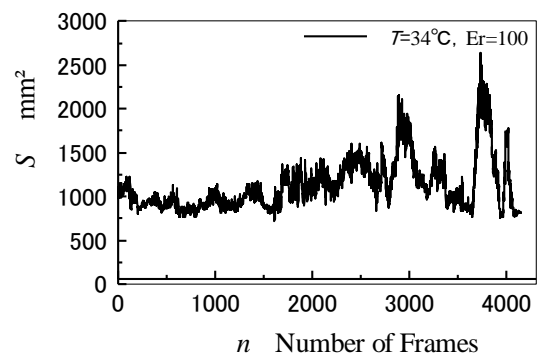


Fig.4 Defect of every frame

文献

- (1) 前田昭廣 (2005), 流動誘起型液晶圧電デバイス関する基礎研究 高知工科大学大学院修士論文(未公開)