

# 流動を用いた液晶圧電効果

## 1. 緒言

圧電効果とは特定の結晶材料に歪みを与えると巨視的な分極が発生する効果である。一方、液晶材料でも圧電効果と同様に分子配向場の歪みにより巨視的な分極が発生することが確認されておりフレクソエレクトリック効果と呼ばれている。微視的に見た場合、液晶分子の一つ一つは永久双極子を持ち分極しているが、巨視的に見た場合、分極方向はランダムであり、分極は発生しない。しかし、液晶に何らかの外場を加えることで分子場に歪みを与え、対称性を崩し巨視的な分極を発生させることが可能である。液晶に歪みを与える方法の一つとして流動が考えられる。流動によるフレクソエレクトリック効果を利用して、結晶の圧電効果では実現できないような新たな圧電デバイスを開発することが可能であると考えられる。

液晶圧電デバイスの開発にあたり、液晶流動と分子の挙動の関係を明らかにする必要がある。液晶流動中における液晶分子の挙動によって、液晶は二種類に分類される。一つは単純せん断流中で液晶分子の平均的配向方向が静止するアライニング液晶、もう一つは平均的配向が変化し続けるタンブリング液晶である。フレクソエレクトリック効果は歪み量に依存しているため、本研究では、より大きな分子場の歪みが起こると期待できることから、タンブリング液晶である8CB(4-n-octyl-4'-cyano biphenyl)を使用する。液晶に継続的にせん断流を与えるため二重円筒間流れ場において、分極を発生させ、流動における液晶分子の挙動を明らかにすると共に液晶圧電デバイスの新たな可能性について吟味する。

## 2. 実験装置および方法

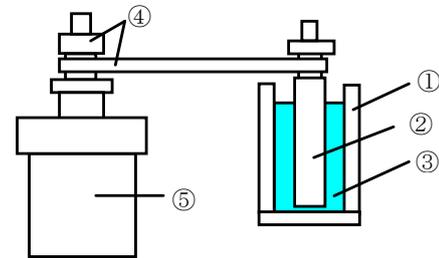
本研究で使用する実験装置の簡略図及び方法を以下の図1に示す。ガラス製の外筒(外径 8mm,内径 6mm,高さ 31mm)とステンレス製の内筒(直径 5.3mm,高さ 31mm)の間に液晶を入れ、円周方向に対して垂直に配向させる。そしてDCモータからベルト、プーリを介して内筒を回転させ液晶にせん断流を与える。

実験を行う上で温度制御をする必要があるため、装置の周りはアルミニウムと断熱材で作られたボックスで覆い、ヒータを使いボックス内の温度を上げ温度制御器、温度センサでボックス内の空気の温度をコントロールする。さらに温度を均等にするためボックスの上部にファンを取り付ける。液晶分子の挙動を偏光顕微鏡を介し、CCDカメラで撮影する。実験で撮影された動画より反射光強度を計測し、液晶分子の挙動を調べる。

## 3. 実験結果および考察

以下にモータの回転数 0.155rpm, 0.31rpm, 0.465rpm における液晶温度を 34.0~38.0°Cまで変化させる。その時の横軸を時間、縦軸を反射光強度として図2~4に示す。

以下の図の結果より、時間が経つと反射光強度が変化している。液晶分子は棒状のため、分子の角度によって反射光強度は変化する。つまり、反射光強度が変化しているということは液晶分子が回転しているということである。また、モータの回転速度が速くなると、反射光強度が細かく変化していることが分かる。これは、モータの回転速度が速くなり、せん断流が大きくなったことにより、液晶分子の回転速度が速くなったためだと考えられる。また、オシロスコープを用いて分極値を測定しようと試みたが、ノイズが発生し測定できなかった。これは回転する内筒の近くにあるモータからの影響が大きいと考えられるため、今後は対策が必要である。



- ① Outer glass tube
- ② Stainless-steel cylinder
- ③ Liquid crystal
- ④ Synchronous belt & pulley
- ⑤ DC motor

Fig.1 Layout plan of experiment

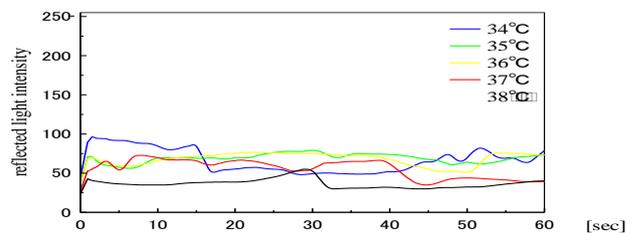


Fig.2 Transition of reflected light intensity

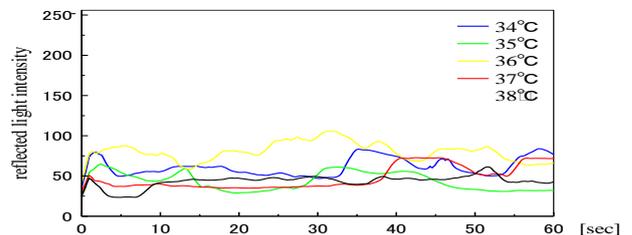


Fig.3 Transition of reflected light intensity

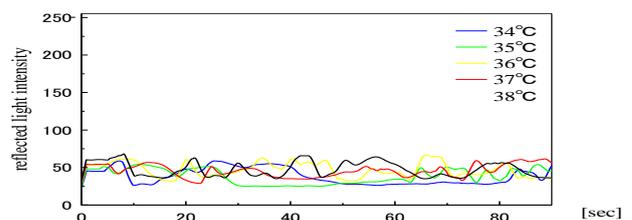


Fig.4 Transition of reflected light intensity