

1. 緒言

液晶に電場を印加すると構成分子が回転し、流動（背流）が生じる特性を持つ。近年、蝶野らは背流を利用した液晶モータおよび液晶平板アクチュエータを提案・開発した⁽¹⁾。液晶アクチュエータは液晶を駆動源とすることにより既存のアクチュエータでは困難なサイズまでの小型化に成功した。

これらのアクチュエータにおいて、駆動源である液晶は定まった形状を持たないものの、駆動部が固体であるため、駆動形態の自由度には限界がある。そこで、液晶自体を駆動源かつ駆動部として機能させることにより、駆動形態に高い自由度を持つ液晶滴アクチュエータを開発することが可能であると考えられる。

本研究では、液晶滴アクチュエータの開発のための基礎研究としての基板上に滴下された液晶滴に対し、電圧を印加した際の液晶滴挙動を解析する。

2. 実験装置および方法

図1は実験装置の概略図である。ガラス基板面に電極膜および配向膜を成膜する。電極膜成膜にあたり、ガラス基板中央部に幅 H のマスクングを行うことで分割された2つの電極膜を得る。液晶分子の配向をガラス基板面に対し垂直となるように垂直配向膜を使用した。ガラス基板に対して液晶滴の直径が $50\mu\text{m}$ かつ円周の接線と電極膜端面が重なるように液晶滴を配置する。

実験条件は、電極間隔 $H=10, 15, 20\mu\text{m}$ 、入力電圧 $V=70, 80, 90, 100\text{V}$ で印加時間 $t=5.0\text{s}$ とした。液晶滴の駆動をガラス基板に対して水平および垂直方向から撮影する。フレームごとの液晶滴の重心位置を解析することにより移動量を調べる。また、電場印加による液晶分子の配向状態の変化を調べる。

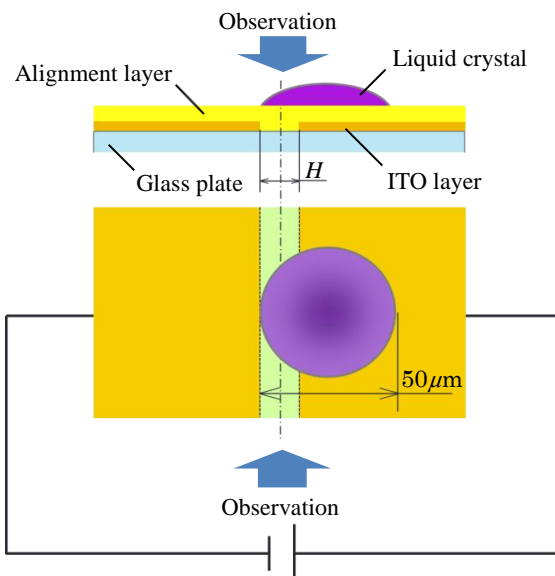


図1 実験装置

3. 解析結果および考察

図2は液晶滴の移動量 l の電場強度依存性を示している。移動量 l は電圧印加前の重心と電圧解放後に定常状態に至った液晶滴の重心との間の距離である。この図より、電場強度の増大に伴い移動量が増加していることがわかる。すなわち、電場強度の増大に伴って液晶滴内部の背流が増加した結果、移動量が増加したと考えられる。

図3は電極間隔 $H=15\mu\text{m}$ 、入力電圧 $V=90\text{V}$ で実験を行った時の液晶滴の形状変化を表す。(a), (b), (c)および(d)はそれぞれ初期状態 $t=0.0\text{s}$ 、電場印加直後 $t=0.1\text{s}$ 、 $t=0.7\text{s}$ および電場解放後 $t=7.0\text{s}$ での液滴形状を示す。 l 軸上に電極膜の位置を併記している。電場印加直後の(b)では、(a)と比較した際に、電場の影響を受けた液晶滴の左端部がマイナス方向に移動しているが、右端部は移動していない。よって、液晶滴の左右で速度差が発生し、薄く伸びた形状をとる。(c)では、液晶滴の右端部が左端部の移動に追従する形で移動した結果、形状変形は定常に達し、これ以降は電場解放まで一定の形状を保ち続ける。この時、液晶滴の投影面積が減少しているように見えるが、これは液晶滴が電場の影響で紙面奥方向に伸びた楕円形となっているためである。電場解放後の(d)では、(c)に示した形状から初期形状への復帰過程において、プラス方向へ僅かに形状が変化している。結論として、液晶滴は電場印加による左方向への大きな形状変化によって駆動をしていることがわかった。

4. 参考文献

(1) 蝶野成臣・辻知宏, 日本機械学会論文集 B 編, Vol.77 (2011), pp. 1758-1766

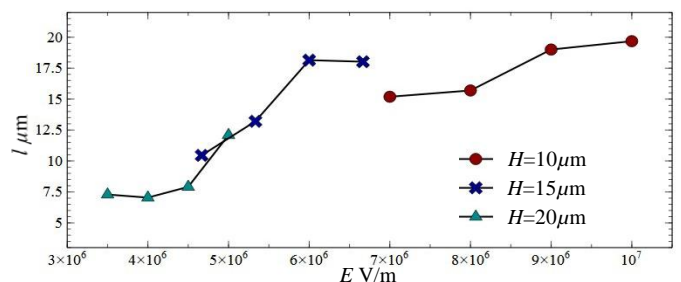


図2 平均移動量

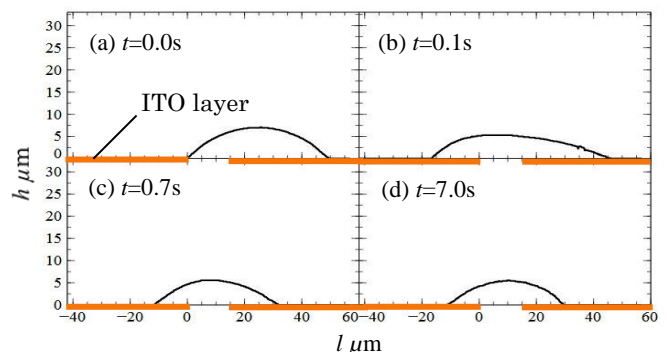


図3 液晶滴の形状変化