

液晶マイクロアクチュエータの開発に関する基礎実験 —セルギャップが駆動特性に及ぼす影響—

知能流体力学研究室 富山皓史

1. 緒言

顕微鏡などの医療機器やデジタルカメラなどの電化製品の小型化に伴い、駆動源となるアクチュエータのマイクロ化の必要性が高まっている。現在、これらのデバイスには、電磁アクチュエータや超音波アクチュエータなどが利用されているが、複雑な構造であるため、更なる小型化は困難である。そのため、新たな機構を用いたマイクロアクチュエータの開発が必要である。近年、液晶を駆動源とする液晶マイクロアクチュエータが提案されている⁽¹⁾。

液晶マイクロアクチュエータは、数百～数 kV の電圧を要する他のアクチュエータと比べ、数 V で駆動可能である。また、液晶マイクロアクチュエータは、駆動源に液晶を使用しており、シンプルな構造であるため、小型化が容易である。以上の利点より液晶アクチュエータは、マイクロ領域に適したアクチュエータとして期待できる。液晶アクチュエータのマイクロ化に伴い、液晶の厚み(平板間隔)も小さくする必要があるが、液晶アクチュエータの駆動特性は平板間隔に強く依存することが予測される。

そこで本研究では、電場強度一定の条件下において、平板間隔が駆動特性に及ぼす影響について明らかにする。

2. 実験装置および方法

図 1 に実験装置の概略図を示す。実験セルは、上部ガラス平板(φ10mm, 質量 0.048g)と下部ガラス平板(φ20mm)の間に液晶を充填した構造である。この実験セルに、電場を印加すると、発生する流動により上部平板が駆動する。なお、電源装置と上部平板の接続において、駆動を極力阻害しないため点接触で行う。

液晶流動を誘起させるために、以下の表面処理をガラス表面に施す。まず、2枚のガラス平板間に電場を印加させるため、ガラス表面に透明電極膜(ITO 膜)を施す。その後、ガラス平板の向かい合う面に、配向膜(ポリイミド膜)を施し、ラビング処理を行うことで、ガラス表面での分子配向方向を規定する。また、液晶材料として 4-cyano-4'-n-pentylbiphenyl (5CB)を使用する。なお、平板間隔 H を任意に決定するため、液晶中にスペーサ(直径 2.5, 5, 10 μm)を混入した。

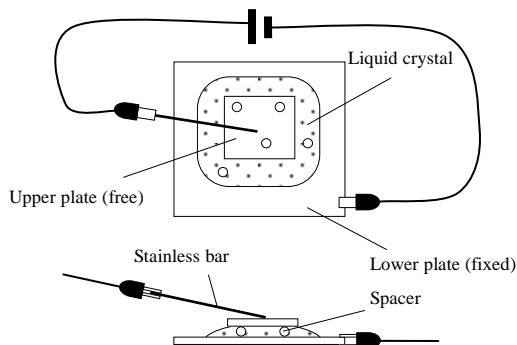


Fig.1 Experimental setup

実験条件として、電場強度 $E=2, 4\text{V}/\mu\text{m}$ 、平板間隔 $H=2.5, 5, 10\mu\text{m}$ 、周波数 $f=1\sim 1000\text{Hz}$ 、デューティ比 $D=5\%$ のパルス波を設定した。

3. 実験結果および考察

図 2 は、電場強度 $E=2$ および $4\text{V}/\mu\text{m}$ の場合の周波数に対する上部平板の駆動速度を示す。また、図中の各プロットは、10 回の実験データの平均値とエラーバーである。

図 2(a),(b)より、いずれの平板間隔においても、上部平板の駆動速度は、周波数増加に伴い増加しピークを示した後、減少する傾向を示す。また、平板間隔が小さいほど、上部平板の駆動速度は低下し、ピークは低周波数側に移行した。

しかし、周波数および平板間隔の全測定領域にわたって、 $E=4\text{V}/\mu\text{m}$ の場合の駆動速度が $E=2\text{V}/\mu\text{m}$ の場合よりも高い。電場強度による駆動速度の違いは、平板間隔が小さいほど顕著に現れ、平板間隔 $H=2.5\mu\text{m}$ 、周波数 $f=1000\text{Hz}$ のとき、 $E=4\text{V}/\mu\text{m}$ の場合の駆動速度は、 $E=2\text{V}/\mu\text{m}$ の場合の約 8 倍となる。

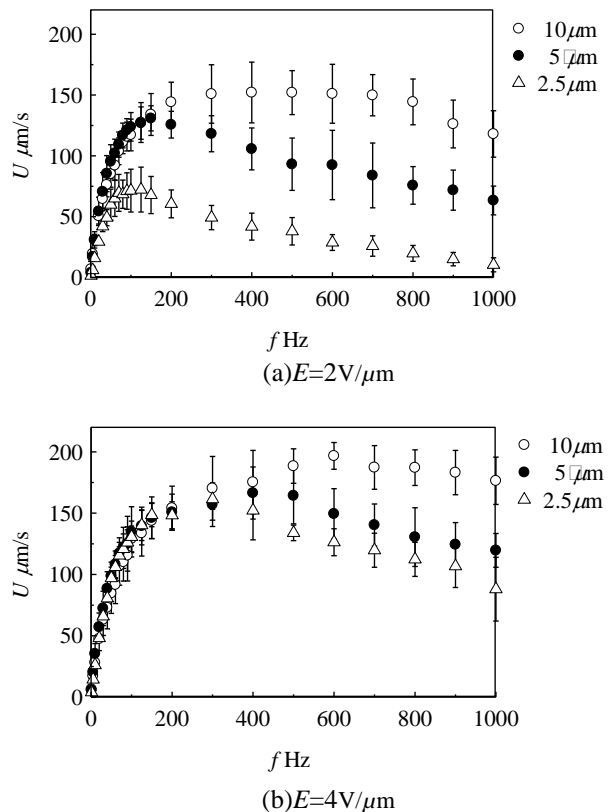


Fig.2 Velocity of the upper plate as a function of frequency

文献

- (1) 蝶野成臣・辻知宏, 日本機械学会論文集(B 編), 72, (2006), pp.656-661.