

液晶アクチュエータの駆動特性 に及ぼす 入力電圧のデューティー比の影響

知能流体力学 研究室

中澤 武馬

1. 緒言

従来、液晶を利用した製品は、ディスプレイに限定されていた。近年、液晶を力学的に応用した液晶アクチュエータが提案された⁽¹⁾。液晶アクチュエータは構造がシンプルであり、小型化が容易であるため、将来的には医療面での応用が期待できる。

以下に液晶アクチュエータの駆動原理を説明する。図 1(a)のように、2枚の平板間に液晶を満たしたモデルを考える。下部平板のみを固定した平行平板間に電場を印加すると、液晶分子の長軸は電場と平行になるように回転し、図 1(b)のような配向状態へと移行する。このとき、発生した流動（背流）により、図 1(c)のように上部平板が駆動する。これが、液晶アクチュエータの駆動原理である。この流動は電場入力に対して、一旦発生した後、消滅する。その後、電場を解放することで、液晶分子は分子間力により平行配向状態（図 1(a)）に復帰する。したがって、電場の印加・解放を繰り返すことで、連続的な流動を発生させることができる。この電場の印加・解放時間を最適化することによって、液晶アクチュエータの駆動特性の向上が期待できる。

そこで、本研究では、駆動特性に及ぼす印加パルス電圧の周波数とデューティー比の影響について調べる。

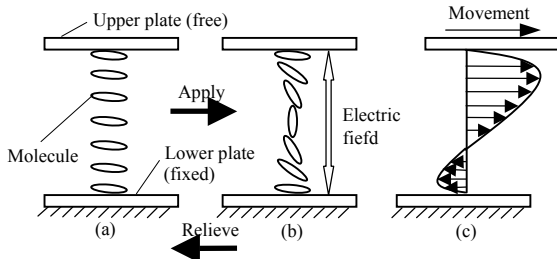


Fig.1 Schematics of the backflow between parallel plates

2. 実験装置および実験方法

図2に実験装置の概略を示す。上部ガラス平板は10×10mm、質量は0.035gで、下部ガラス平板は20×20mmである。平板間に電場を印加するため、上部平板表面全体と下部平板の内側表面に透明電極膜（ITO）を施す。さらに両平板の内側表面に配向膜（ポリイミド）を施し、ラビング処理を行う。これは、液晶分子を任意の方向に整列させ、流動の方向を制御するためである。それぞれのガラスの表面処理を施した面を向かい合わせて重ねる。平板間隔を一定に保つため、スペーサとして、直径10μmのポリスチレンビーズを適量混入した液晶を平板間に充填した。液晶には4-cyano-4'-n-pentylbiphenyl (5CB)を使用した。図2のように電源との接続は、下部平板をクリップで固定し、上部平板を水を通してステンレス棒と接続させる。この接続方法により、上部平板とステンレス棒との固体接触を避けることができ、上部平板は自由に動

くことが可能になる。上部平板の移動を、偏光顕微鏡に取り付けたCCDカメラによって毎秒約30フレームで撮影し、PCに動画として保存する。上部平板の移動速度は電場印加後、徐々に増加し、一定の速度にいたる。この速度を上部平板の平均移動速度とする。

実験条件として入力電圧を、ピーク電圧 $E=10V$ 、周波数 $f=1Hz, 10Hz, 100Hz$ 、デューティー比0.1%~50%のパルス波とした。

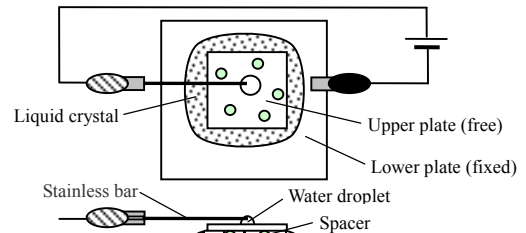


Fig.2 Experimental setup

3. 実験結果および考察

図3は、各周波数におけるデューティー比に対する上部平板の平均移動速度を示す。図の横軸はデューティー比、縦軸は平均移動速度である。図の点は、10回の測定結果の平均値とエラーバーを示す。 $f=1Hz$ における平均移動速度の最大値は、 $D=0.6\%$ のとき $u=6.05\mu m/s$ であり、 $f=10Hz$ では $D=2\%$ のとき、 $u=41.1\mu m/s$ であった。また、 $f=100Hz$ では、 $D=8\%$ のとき、 $u=68.5\mu m/s$ であり、本実験において最も速い。図より、上部平板の平均移動速度はデューティー比の増加に伴い、最大値を迎えた後、減少する傾向が得られた。これは、最大値以降の電場の解放時間が印加時間と比較して相対的に短くなる。つまり、デューティー比が増加していくにつれて、液晶分子が平行配向状態まで戻れなくなっていく。このため、分子の回転角量が減少し、発生する流動が小さくなり、平板の平均移動速度は減少していくと考えられる。

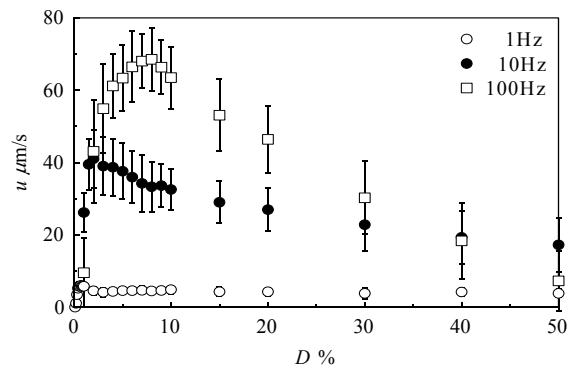


Fig.3 Velocity of the upper plate as a duty ratio

文献

(1) 蝶野・辻, 日本機械学会論文集 (B 編), 72(2006),

