

1. 緒言

現在、MEMSの発展により、アクチュエータのさらなる小型・薄型化が求められている。しかし、静電力や圧電効果などを利用した既存のアクチュエータの複雑な構造は、それらの要求の妨げになっている。そのため、単純な構造のアクチュエータの開発が待望されている。近年、液晶の電場誘起流動（背流）を駆動源とするアクチュエータが提案された⁽¹⁾。液晶アクチュエータは、部品点数の少ない単純な構造から小型化が容易であり、数Vでの低電圧駆動が可能、形状適合性に優れるなどのメリットを有するためマイクロアクチュエータとして期待できる。

これまで液晶アクチュエータの駆動実験において、印加電圧、印加電圧周波数、入力波形、平板間隔が液晶アクチュエータの駆動特性に及ぼす影響について調べられてきた。一方、平板間液晶の背流は固体壁面での分子配向条件に大きな影響を受けることが報告されている。本研究では、壁面配向角が液晶アクチュエータの駆動特性に及ぼす影響を実験により調べた。

2. 実験装置および方法

液晶アクチュエータの概略図を図1に示す。本研究で用いた液晶アクチュエータは、2枚のガラス平板を平行に重ね合わせ、その平板間に液晶を充填したものである。液晶には、平板間隔を固定するためにスペーサとして直径 $10\mu\text{m}$ のポリスチレン微粒子が混入されている。上部平板面全体と下部平板面上側には透明電極膜が成膜されており、上下平板内壁には透明電極膜の上からポリイミド膜が成膜されている。ポリイミド膜にラビング処理を施すことで、棒状の液晶分子はラビング方向に沿って配向する。例えば上下のラビング方向を 90° だけ変えると、図2(a)のようなツイスト配向を呈する。上下平板内壁の液晶分子の配向方向の角度差をツイスト角とする。本研究では、このツイスト角 ϕ をパラメータとした上部平板は $10\times 10\text{mm}$ の質量 0.035g で、下部平板は $20\times 20\text{mm}$ である。液晶材料にはネマチック液晶である4-cyano-4'-n-pentyl biphenyl(5CB)を使用し、平板間隔 $H=10\mu\text{m}$ 、印加電圧 $V=10\text{V}$ 、印加電圧周波数 $f=1, 10, 100\text{Hz}$ 、Duty比 $D=5\%$ のパルス電圧を印加する。

3. 実験結果および考察

図3は印加電圧周波数 $f=1, 10, 100\text{Hz}$ における、ツイスト角 ϕ に対する駆動角度 θ を示す。駆動角度 θ は図2のx軸と液晶アクチュエータの駆動方向の間の角度である。図3からすべての印加電圧周波数 f において、ツイスト角 ϕ の増加に伴い、駆動角度 θ も増加していることがわかる。駆動角度 θ は、印加電圧周波数 $f=1\text{Hz}$ 、ツイスト角 $\phi=90^\circ$ において、最大値 54.4° を示す。図4は印加電圧周波数 $f=1, 10, 100\text{Hz}$ における、ツイスト角 ϕ に対する上部平板の駆動速度 U を示す。

図4からツイスト角 ϕ の増加に対して、すべての印加電圧周波数 f において、駆動速度 U はゆるやかに減少していることがわかる。駆動速度 U は印加電圧周波数 $f=100\text{Hz}$ 、ツイスト角 $\phi=0^\circ$ において最大値 $110.9\mu\text{m/s}$ を示す。これらから、ツイスト角 ϕ の変化に対して、駆動方向は大きく変化することがわかった。このことより、駆動角度 θ をツイスト角 ϕ により制御が可能であることを見出した。

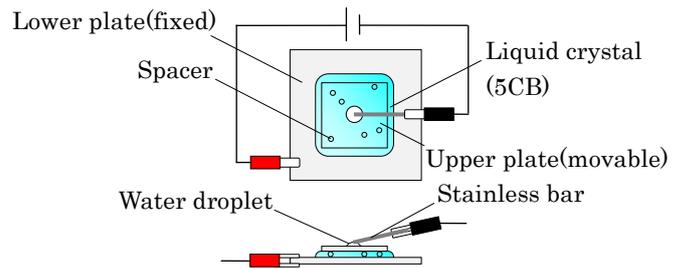


Fig.1 Liquid crystal actuator setup

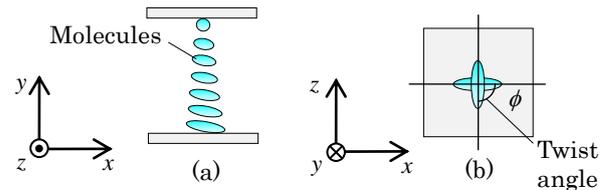


Fig.2 Twist orientation configuration

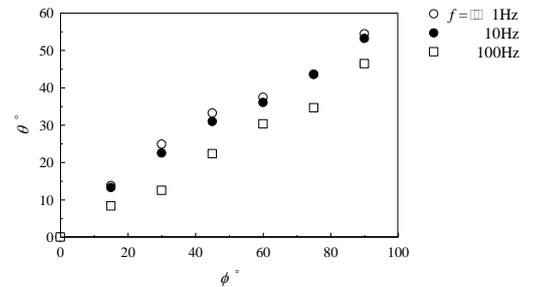


Fig.3 Effect of twist angle on drive angle

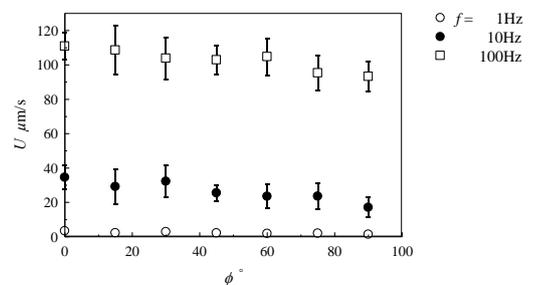


Fig.4 Effect of twist angle on drive velocity

文献

(1) 中国・四国, 日本機械学会論文集, 55-511, B(1989), 640.