

液晶マイクロモータの開発に関する基礎研究

知能流体力学研究室

森田 祐介

1. 緒言

現在、MEMS 技術の発展に伴い、アクチュエータのマイクロ化の必要性が高まっている。しかし、マイクロ化によるスケール効果などの物理力の影響、構成部品の製造組立が困難などの問題があり、実用的なマイクロアクチュエータの開発には至っていない。マイクロ化に適した駆動原理を持つアクチュエータが待望されている。近年、液晶流動(背流)を駆動源と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、形状適合性が高い、構造が単純、マイクロ化が容易、低電圧で駆動するといった特徴を持つため、マイクロアクチュエータの有力な選択肢となりうる。これまでに外筒の直径 1.2mm、長さ 5.5mm の液晶モータの駆動が確認されている⁽²⁾。しかし、液晶アクチュエータの特徴を活かせば更なるマイクロ化が可能である。本研究では、更なるマイクロ化を目指し、液晶モータの製作および駆動実験を行う。

2. 実験装置および方法

図 1 に液晶モータの概略図を示す。液晶モータは径の異なる 2 つのガラス円筒(外筒、内筒)と円筒間に充填された液晶材料から構成される。外筒表面および内筒表面に透明電極膜が成膜されている。内筒の外側表面には、ポリイミド溶液塗布後、ラビング処理を施してあり、この表面で液晶分子は周方向に水平配向する。一方、外筒の内側表面には、ラビング処理を行うことが困難であるため、塗布のみで液晶分子の配向性を与えることができる垂直配向剤を施してあり、この表面で分子は垂直配向する。これらの組み合わせにより、液晶モータは図 2(a)のようなハイブリット配向を呈する。液晶に電場を印加すると、分子が回転し、図 2(b)のように再配向する。外筒を固定した場合、図 2(c)のように円筒間に発生する流動によって内筒が駆動すると考えられる。

液晶モータと電源を以下のように接続する。外筒には、外筒の外側表面と金属線を接続し、内筒には、内筒の回転を極力妨げないよう、極細金属線を内筒の内側表面に接触させる。

表 1 に示す 2 種類のモータを試作し、実験を行った。使用する液晶材料は 4-Cyano-4'-n-pentylbiphenyl(5CB)であり、液晶モータに電圧 10V、Duty 比 5% のパルス波電圧を印加し、周波数 f を変化させ、内筒の駆動を観察した。

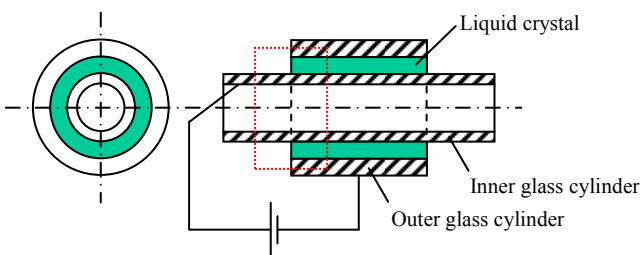


Fig.1 Structure of liquid crystalline motor

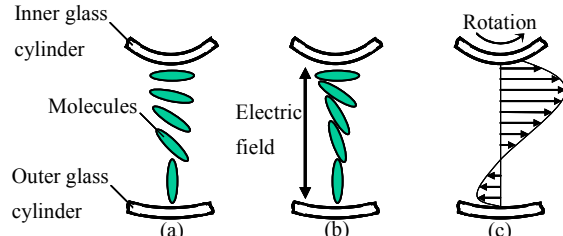


Fig.2 Mechanism of liquid crystalline motor

Table.1 Sizes of liquid crystalline motor

	外筒[mm]			内筒[mm]		
	外径	内径	長さ	外径	内径	長さ
モータ1	0.90	0.54	2.5	0.50	0.30	5.5
モータ2	0.20	0.11	0.5	0.10	0.07	1.0

3. 実験結果および考察

モータ 1 における内筒の角速度 ω の入力パルス周波数 f への依存性を図 3 に示す。角速度は周波数 $f=200\text{Hz}$ 時に最大値 $\omega=0.17\text{rad/s}$ を示す。この最大角速度は 1.6rpm となる。更なる小型化を目指し、モータ 2 について実験を行った顕微鏡画像(図 1 の点線で囲まれた部分)を図 4 に示す。図 4(a)は電場印加前、図 4(b)は電場印加 5 秒後の画像である。図中白丸で囲まれた内筒表面のキズの動きから内筒の駆動が確認できる。モータ 2 では周波数 $f=30\text{Hz}$ 時に角速度 $\omega=0.1\text{rad/s}$ を示す。これは 1.0rpm に相当する。以上の結果から液晶モータはマイクロアクチュエータの一つとして期待できることが確認できた。

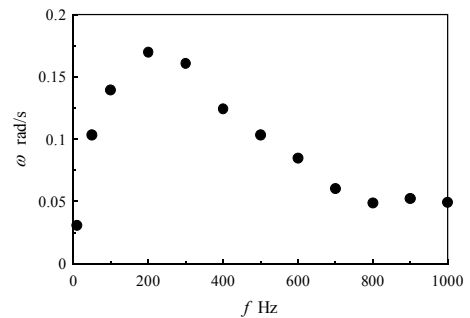


Fig.3 Angular velocity as a function of pulse frequency

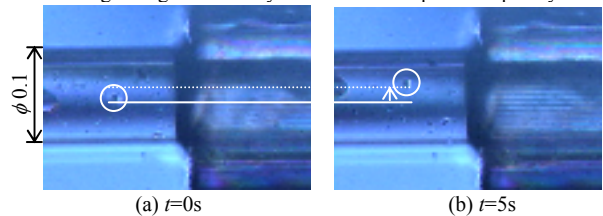


Fig.4 Microscope images for motor 2

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.
- (2) 須佐美俊和, 液晶マイクロモータの開発に関する基礎研究, (2004), 高知工科大学, 学士論文