

1. 緒言

機械要素のマイクロ化に伴い、マイクロマシンの研究が盛んに行われている。しかし、マイクロマシンを駆動させるモータのマイクロ化には未だ至っていない。その理由として、既存の技術を用いたモータは部品点数が多く、構造が複雑であるためマイクロ化が困難であることが挙げられる。そのため、既存のモータの改良ではなく、マイクロ化が容易な、新しい駆動原理を用いたマイクロモータの開発が求められている。

近年、液晶への電場印加により生じる背流効果を利用した全く新しいモータが提案された⁽¹⁾。液晶を駆動源に用いることで、既存のモータに比べ部品点数が少なくでき、構造を単純にできる。そのため、マイクロ化が容易となり、かつ低電圧駆動、高位置決め精度という利点も兼ね備える。

本研究では、入力電場及びモータの寸法に対する駆動特性を調べ、液晶モータの最適設計に関する提案を行う。

2. 実験装置及び方法

図1に用いる実験装置の概略図を示す。液晶モータは、外筒と駆動軸からなる二重円筒と幅 H の円筒間隔に充填された液晶材料(4-Cyano-4'-n-pentylbiphenyl)から構成される。外筒及び駆動軸には液晶に電場を印加させるため、ITO 電極膜を成膜する。また、液晶分子を一様に配向させるため、外筒内側及び駆動軸外側表面に配向膜を成膜する。駆動軸外側表面には水平配向剤を塗布し、ラビング処理を施す。ラビング処理を施すことで任意の方向に液晶分子を配向させる。一方、外筒には塗布のみで配向させることが可能な垂直配向剤を用いて配向膜を施す。これは外筒の内径が非常に小さく、内側表面にラビング処理を施せないためである。外筒、駆動軸の配向膜を組み合わせることにより、液晶分子の配向状態は水平配向と垂直配向を組み合わせたハイブリット配向を呈する。電源を駆動軸内側と外筒外側に接続し、液晶にパルス波電圧を印加する。電場の印加開放を繰り返すことにより、液晶に連続的に流動が発生する。外筒を固定した場合、流動によるせん断応力が駆動軸を回転させる。

本研究では外径 0.5mm, 内径 0.3mm の外筒, 外径 0.28mm 質量約 0.4mg の駆動軸からなる $\phi 0.5\text{mm}$ モータと、外径 0.8mm, 内径 0.5mm の外筒, 外径 0.48mm, 質量約 1mg の駆動軸からなる $\phi 0.8\text{mm}$ モータを製作する。

3. 実験結果及び考察

図2は $\phi 0.5\text{mm}$ モータの $H=10,15,20\mu\text{m}$ における回転数 n の周波数依存性を示す。入力電圧 $V=10\text{V}$, デューティ比 $D=5\%$ であり、プロットは 10 回の平均値を示している。いずれの間隔においても減少に伴い回転数が増加している。これは、円筒間隔が小さくなるに従って電場強度が増加するためであると考えられる。液晶モータは $H=10\mu\text{m}$, $f=400\text{Hz}$ の時に、最大回転数 $n=3.4\text{rpm}$ を示した。 $f \geq 400\text{Hz}$ で、回転数

はほぼ一定となる

図3は $\phi 0.5\text{mm}$ モータの $H=10,15,20\mu\text{m}$ における回転数 n の入力電圧依存性を示す。 $f=100\text{Hz}$, $D=5\%$ であり、いずれの間隔においても入力電圧の増加に比例して回転数が増加しているが、 $V \geq 9\text{V}$ では、回転数の増加は緩やかになる。また、 $H=10\mu\text{m}$ において $V=2\text{V}$ での駆動が確認できる。

図4は $\phi 0.5\text{mm}$ モータと $\phi 0.8\text{mm}$ モータの $H=10\mu\text{m}$ における回転数の周波数依存性を比較したものである。 $\phi 0.5\text{mm}$ モータは $\phi 0.8\text{mm}$ モータに比べ全周波数領域において回転数が高い。よって、液晶モータは形状を小さくすることでより高い性能を発揮することが分かった。

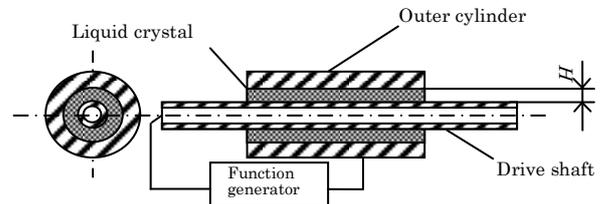


Fig.1 Structure of liquid crystalline motor

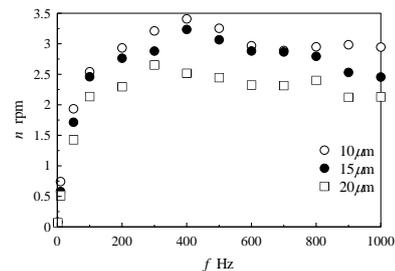


Fig.2 Effect of gap on the rotation speed

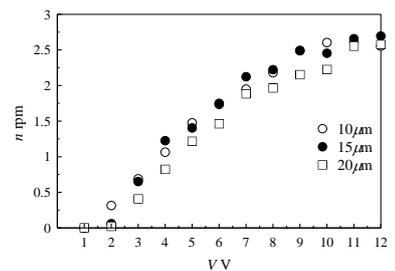


Fig.3 Effect of voltage on rotation

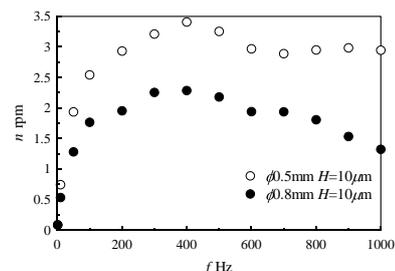


Fig.4 Rotation speed of $\phi 0.5\text{mm}$ and $\phi 0.8\text{mm}$

文献

(1) 蝶野成臣・辻知宏, 日本機械学会論文集(B編), 72(2006), Pp.656-6