

1. 緒言

近年、情報機器分野や医療分野など幅広い分野において新たな駆動形態を有するアクチュエータの実現が望まれている。例えば、生体内におけるドラッグデリバリーシステムでは、大動脈から毛細血管へと複雑な経路で薬剤を患部へと輸送する必要があり、特に網目状の毛細管内では、赤血球のように形状を変形しながら駆動するアクチュエータが有効であると考えられる。これまでに、液晶を利用した液晶滴アクチュエータが提案され、形状変化を伴う駆動に成功している。液晶滴アクチュエータの実用化のためには十分な基礎データの蓄積が必要であり、過去に液晶滴の駆動量の電場強度依存性、電極幅依存性、電極間隔依存性について調べられた⁽¹⁾。さらに運搬対象物サイズによりアクチュエータの大きさを変更する必要があることが想定される。また、アクチュエータの高精度位置制御も要求される。そこで本研究では、電場印加により駆動する液晶滴アクチュエータの重心移動量の液晶滴径依存性及び滴下位置依存性について調べる。

2. 実験装置および方法

図1に実験基板の概略図を示す。実験には、電極幅 $D=5\mu\text{m}$ 、電極間隔 $H=15\mu\text{m}$ の電極膜を施したガラス板上部に、垂直配向膜を成膜した基板を用いる。無定形アクチュエータの本体となる液晶性材料には 5CB(4-Cyano-4'-pentylbiphenyl)を用いる。図1において左側の電極の右端を滴下位置 $x=0\mu\text{m}$ とし、滴下位置の範囲を $0 \leq x \leq 25\mu\text{m}$ とする。液晶滴を滴下した状態で電極に直流電圧 $V=90\text{V}$ を1秒間印加し、液晶滴を駆動させる。その様子を、顕微鏡を介してUSBカメラで動画撮影した後、液晶滴の重心移動を動画から解析する。液晶滴の直径 $\phi=30, 50, 70\mu\text{m}$ とし各直径について50回ずつ実験を行う。

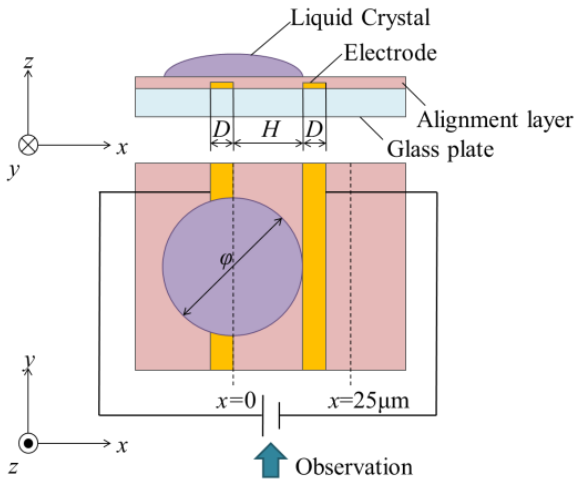


Fig 1 Experimental setup

3. 実験結果および考察

図2に液晶滴径 $\phi=30, 50, 70\mu\text{m}$ における滴下位置 x と重心移動量 L の関係を示す。図2において、全ての液晶滴径で滴下位置 $x \leq 6\mu\text{m}$ の場合には液晶滴は駆動しないことが分かる。 $\phi=30\mu\text{m}$ の結果に注目すると $x \geq 10\mu\text{m}$ で液晶滴は駆動し、 $x \approx 10\mu\text{m}$ で L は最大値をとる。また、滴下位置が大きくなるに従って、 L が小さくなる。液晶滴径が大きくなると L は増

大するが、滴下位置の影響は $\phi=30\mu\text{m}$ の場合と同様である。

滴下位置を固定し、液晶滴径を大きくすると、 x 軸負の方向に液晶滴の滴下時の重心位置も変化する。一方、電場ベクトルは電極間中心に対して対称であり、滴下時の重心位置が電極間中心にある場合、液晶滴は駆動しない。したがって、液晶滴の最大移動量は、滴下時の重心位置から電極間中心位置までの間の距離であると予測され、重心位置によって液晶滴の移動可能な距離が変わると考えられる。図2の重心移動量は液晶滴の移動可能な距離の変化による影響を含んでいる。そこで、滴下時の重心位置から電極間中心位置までの距離 l で除した移動量 L/l を図3に示す。 L/l は、滴下位置及び液晶滴径に依らずほぼ一定の値を示す。したがって、滴下時の重心位置から電極間中心までの間の距離が液晶滴アクチュエータの重心移動量に対して支配的であることが分かる。

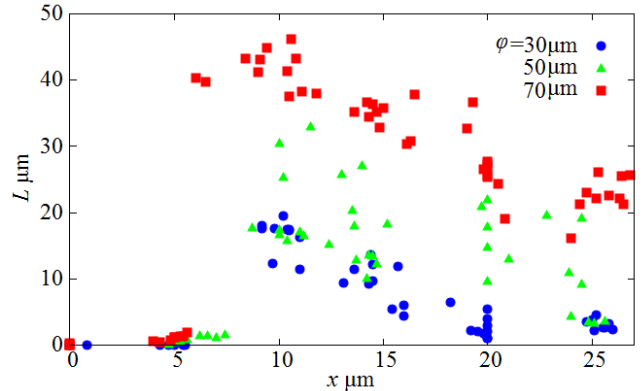


Fig 2 Moved distance

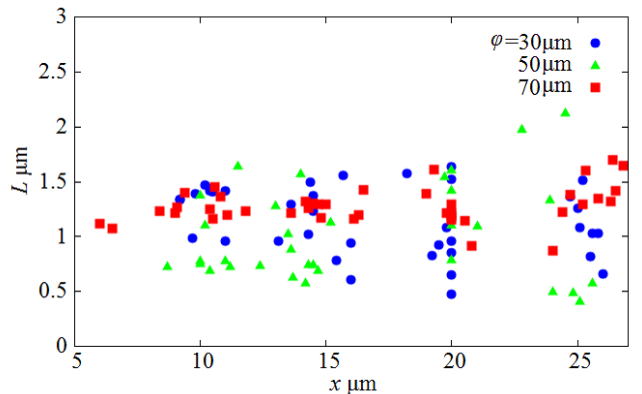


Fig 3 Normalized moved distance

4. 結言

液晶滴アクチュエータの駆動特性に関して以下のことが分かった。

- ・液晶滴径を大きくすると、重心移動量が増加する。
- ・液晶滴の重心移動量に対して、滴下時の液晶滴重心位置から電極間中心位置までの距離が支配的である。

文献

(1) 山口淳・蝶野成臣・辻知宏, "液晶を用いた無定形アクチュエータの開発", 第91期日本機械学会流体工学部門講演会講演論文集.