

平成 21 年 6 月 10 日現在

研究種目：若手研究 (B)  
 研究期間：2007～2008  
 課題番号：19760125  
 研究課題名(和文) 液晶流動を駆動源とする超薄型マイクロメカトロニクス素子の開発  
 研究課題名(英文) Micromanipulation method using backflow effect of liquid crystals  
 研究代表者 三枝嘉孝 (MIEDA YOSHITAKA)  
 高知工科大学・総合研究所・助教  
 研究者番号：10367831

## 研究成果の概要：

液晶セル内に可動フィルムを導入し、液晶の電場誘起流動を利用した液晶モータおよびアクチュエータを開発した。今回開発した技術は、従来のディスプレイ技術において避けられるべき存在であった流動を積極的に利用している。このような 1 次元または 2 次元の双方向の動力を電場の波形変化のみで取り出せるようにしたソフトアクチュエータは他には見られず、国内的にも国際的にも、新規性・独創性は極めて高い。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	1,900,000	0	1,900,000
2008 年度	1,400,000	420,000	1,820,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	420,000	3,720,000

## 研究分野：工学

科研費の分科・細目：流体工学

キーワード：(1)液晶 (2)非ニュートン流体 (3)マニピュレーション (4)アクチュエータ (5)マイクロ・ナノデバイス

## 1. 研究開始当初の背景

電場によって流体中に流れを起こし、微小物体を自在に操作する技術は、バイオチップやマイクロ化学分析システム ( $\mu$ -TAS) などへの応用が見込まれるため、現在盛んに研究されている。

マイクロ流体工学における従来技術は、電気泳動現象や電気浸透現象などを利用した

間接的流動発生法が主流であったため、精度を必要とする操作には適していなかった。本研究で開発する液晶モータおよびアクチュエータの特色は、電場を用いて構成流体分子を直接操作する点にある。そのため、マイクロ、ナノ精度の微小物体制御が期待される。

## 2. 研究の目的

液晶は、棒状分子で構成された異方性流体であり、電場方向に分子長軸を向ける性質を持つ。したがって電場印加により配向変化に伴う流動が発生する。発生した流動は、液晶中に混入された微小物体に駆動力を与える。

現在までに、研究代表者は、ねじれネマティック液晶セルを使った微小物体の2次元操作法の開発に成功している。しかし、現状の液晶チップでは、粒子の運動に若干の分布が見られるという問題点も見えてきた。そこで本研究では、平成21年3月までに、この分布の原因を突き止め、チップ化技術を完成させ、さらに後述する超薄型液晶モータやアクチュエータ(動力発生装置)への適用可能性を検討することを目的とする。

### 3. 研究の方法

#### (1)液晶材料の検討

これまでの成果から、微小物体操作には液晶性物質の粘性が強く影響することが推測されている。そこで、粒子運動のゆらぎを少なくするために、より適切な粘性をもつ液晶物質を検討する。

#### (2)配向処理法の検討

粒子運動の空間分布をなくすためには、チップ内で液晶配向にムラがないことが重要である。液晶配向は基板処理により決まるので、様々な、配向処理法を検討する。

#### (3)液晶チップの設計および試作

基板素材の選択など、移動量の多く取れる構造を検討する。機構の試作のために機械部品および電子部品を必要とする。また、微小物体の材質、質量の影響も調査する。

#### (4)性能評価

配向状態の観察は、偏光顕微鏡に長作動距離対物レンズおよびホットステージを組み合わせて行う。画像解析による変位測定を行い、チップ温度に対する変位量および応答速度を評価する。

#### (5)液晶モータの試作

微小物体の代わりにフィルム状の回転子を導入し、液晶流動により回転させることで、回転軸を通してセル外にトルクを取出すことが可能となる。また、回転子を連続駆動するには、印加矩形波の電圧オフ時間が流動の緩和時間以下であることが望ましい。緩和時間を調査するために、液晶の流体力学を用いたシミュレーションを行う。

#### (6)液晶アクチュエータの試作

微小粒子の代わりに可動フィルムまたはネットを導入し外部に動力を取り出すことで液晶アクチュエータとしての利用が可能になる。このような液晶アクチュエータは液晶自身が潤滑剤をかねており摩擦の問題がないことと、超薄型にできるという2つの利点がある。さらに可動部に給電する必要がなく積層化にも適する。高速運動がスムーズに行えるよう印加電圧の制御装置の開発を行う。

### 4. 研究成果

図1に提案している超薄型液晶モータの原理を一例として示す。モータなど回転運動発生機構に液晶流動を用いる場合、一方の基板に垂直配向処理、もう一方の基板にラビング処理と呼ばれる電極基板表面処理を施す。このような両基板で異なる配向処理がなされた液晶セルは、ハイブリッド配向(HAN)セルと呼ばれる。

HANセルを用いた液晶モータは、片側基板に

のみ円形のラビング処理を施すためラビング中心を合わせる必要がないという利点がある。また、液晶自身が潤滑剤をかねており摩擦の問題がないことと、超薄型にできるという利点もある。

図2は、回転子の駆動を確認するための予備実験を行った結果である。実験は、ITO 透明電極塗布ガラスを用いて極間 20 $\mu$ m のHAN

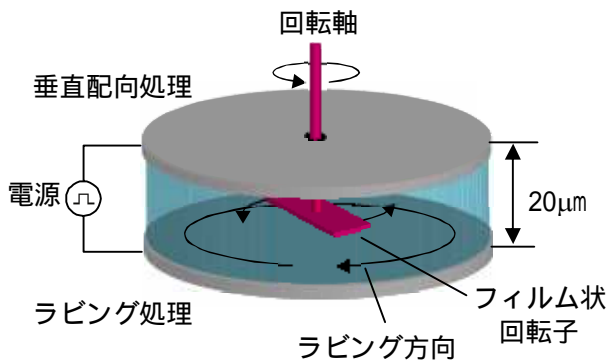


図1：液晶モータの原理

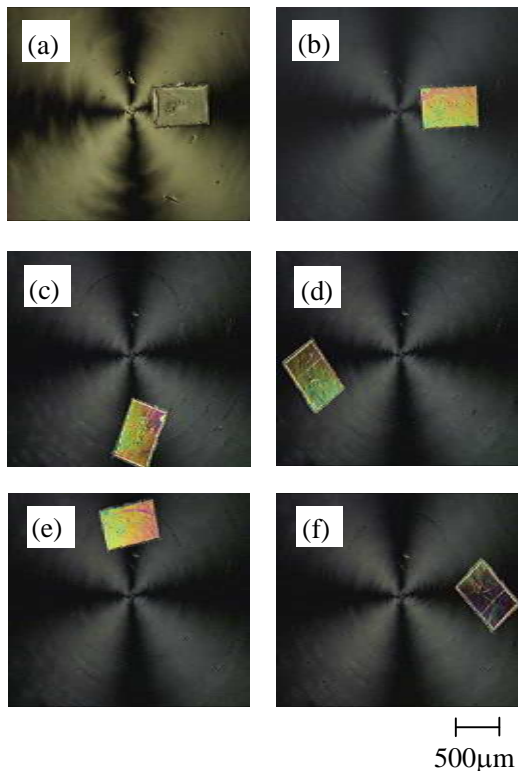


図1：回転子の駆動実験

セルを作成することによって行われた。液晶は 5CB と呼ばれる物質を用い、回転子として厚さ 16 $\mu$ m のPETフィルムをセルに導入した。同図(a)は初期状態を示している。4本のブラシが見えることから液晶が良配向していることがわかる。矩形波電圧印加により、明視野部が暗転し、回転子が同図 (b) (c) (d) (e) (f) のように滑らかに駆動されているのが確認できる。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 2件)

著者名：三枝嘉孝、古谷克司

論文表題：A self-consistent approach for the SmA-SmC\* phase transition

雑誌名：Philosophical Magazine

査読の有無：有

巻：87

発行年(西暦)：2007

ページ：3555-3564

著者名：三枝嘉孝、古谷克司

論文表題：Liquid Crystal Actuator Using Nematic  $\pi$ -cell

雑誌名：Journal of Robotics and Mechatronics

査読の有無：有

巻：19

発行年(西暦)：2007

ページ：524-527

〔学会発表〕(計 2件)

発表者(代表)：三枝嘉孝

発表課題：A Phase transition mechanism of liquid crystals reconsidered as a feedback system

学会等：The 22nd International Liquid Crystal Conference

発表年月日：2008年6月

発表場所：韓国チェジュ島

発表者(代表): 三枝嘉孝  
発表課題: Micromanipulation method using  
backflow effect of liquid crystals  
学会等: The 22nd International Liquid  
Crystal Conference  
発表年月日: 2008年6月  
発表場所: 韓国チェジュ島

6. 研究組織

(1) 研究代表者  
三枝 嘉孝 (MIEDA YOSHITAKA)  
高知工科大学・総合研究所・助教  
研究者番号: 10367831