くし形電極セル内における液晶分子配向の測定

1. 緒言

近年, MEMS 技術の発達にともない, 駆動部となるマイク ロサイズのアクチュエータ開発が進められている. その中で も, 液晶材料を駆動部として利用した液晶アクチュエータの 開発が行われている. 液晶アクチュエータは液晶を駆動部と することで, 液晶の流動性による形状自由度の高さと電場応 答性から, 低電圧駆動のマイクロアクチュエータとして機能 することが期待されている.

現在行われている液晶アクチュエータの研究の一つとし て、無定形アクチュエータの開発がある.無定形アクチュエ ータは等方相の中に液晶滴を浮遊させ、電場を印加すること で液晶滴自身を駆動させるというものである.従来の方法で は、平行平板間に液晶滴を作り、平板面に対して垂直な縦電 場をかけることで駆動実験が行われた.しかし、くし形電極 セルを用いることで、縦電場に加えて平板面に対して平行な 横電場も印加可能となり、より三次元的な液晶滴の駆動制御 が可能になると期待されている.

そこで、本研究ではくし形電極セルを用いた液晶セルに電場を印加したときの透過光強度を測定し、くし形電極セルが 液晶の分子配向状態にどのような影響を及ぼしているのか を調べる.

2. 実験装置及び方法

くし形電極基板を用いた液晶セルの概略図を図1に示す. 図1右図のように基板上に電極が交互に並んでおり、電極間 で電場が印加できる仕組みになっている.したがって、電極 に電圧を印加することでくし型電極基板の電極が連なって いる中央部分全体に基板に対して平行な方向の横電場を印 加することが可能である.

実験で使用する液晶セルの上部のガラス基板は厚さ 700µm,20×20mm,下部のくし形電極基板は厚さ700µm,30 ×20mmである.上下ガラス基板の液晶に接する面に対して 垂直配向処理を行っており,壁面で液晶分子の配向方向はガ ラス平板面に対して垂直方向を向くようになっている.また, 上下ガラス基板の間隔を均一にするため,厚み16µmのマイ クロフィルムをスペーサーとして挿入している.そして,図 1に示すようにくし形電極基板上の2つの電極部分に銅線を 取り付けており,電圧を印加できるようになっている.液晶 材料には常温 T=25℃でネマティック液晶状態をとる 4-Cyano-4'-pentylbiphenyl (5CB)を用いる.

偏光顕微鏡を用いた測定実験の概略図を図2に示す. 偏光 顕微鏡の下部には自然光の光を偏光に変化させるための偏 光板,偏光顕微鏡の上部には光の偏光状態を調べるための検 光板が設置している.これらの偏光板の偏光方向については 直交する状態(クロスニコル配置)となっている.そして, 図2のように下から光を透過させ,液晶セルに直流電源装置 で電圧を印加し,電極間で横電場を発生させ,偏光観察を行 った.カメラは偏光観察によって得られた偏光状態を画像と システム工学群

流体工学研究室 1200062 坂口 壮志

して出力するために使用する.



Fig.1 Comb-shaped electrode cells setup



Fig.2 Experimental setup

3. 実験結果及び考察

印加電圧 *E*=0~10V それぞれにおける偏光観察を行った. 測定範囲は 1mm×1.3mm である.印加電圧 *E*=0~4V におけ る偏光観察画像を図 3 に示す. 画像は電圧を印加していな い暗い状態から変わらなかった.したがって,液晶分子の配 向状態は初期配向状態である垂直配向状態のままであると 考えられる.

印加電圧 E=6,8,10V の場合の偏光観察画像を図 4 に示す. 図 4 (a)より、E=6V では、図 3 の印加電圧 E=0-4V の画像が 暗いままだったのに対して、明るく変化していることがわか る.この結果より、印加電圧 $E\geq6V$ で液晶分子の配向状態が 初期配向状態の垂直配向状態から水平配向状態へと変化し ていくと考えられる.そして、図 4 の(b),(c)の印加電圧 E=8,10V を見ると、印加電圧が増加するにつれて、偏光観察 を行った際の画像は明るくなっていることがわかる.

また,偏光観察で得た画像における光の揺らぎについて調 べる.図5,6,7の縦軸に階調,横軸にピクセルを表す.図5は 無印加状態を示す.図5より,ほぼ振幅の差が見られない. 図6に E=8V について,図7に E=10V についての光の揺らぎ を示す.くし形電極基板は電極間で電場が発生する仕組み であるため,電極では電場が発生していない.したがって図 6,7より,グラフの値が下がっている,つまり暗くなってい るパラメータがある.これは電極での輝度である.グラフの 値が増加しているところは電極間で電場が発生している部 分の輝度であると考えられる.したがって,同じ明るさに見 える画像の中でも,輝度のばらつきがあることが考えられる.



Fig.3 Polarization observation image at 0~4 volts







Fig.4 Polarization observation image at *E*=6,8,10V



Fig.5 Fluctuation of the light at E=0V



Fig.6 Fluctuation of the light at E=8V



Fig.7 Fluctuation of the light at E=10V

4.結言

本研究では、液晶分子配向状態を調べるために偏光顕微鏡 を用いてくし形電極セルに電場を印加したときの透過光強 度について観察した.得られた結果を以下に示す.

- ・液晶セル内を光が透過するのは印加電圧 E≥6V である.
- ・くし型電極基板を用いて横電場を発生させることで、液晶 セル内の液晶分子配向状態が垂直配向状態から水平配向 状態へと変化していることがわかった.
- ・同じ画像内でも透過光の明暗にばらつきがある.

文献

- シグマ出版、"液晶科学実験入門", pp. 43-60, pp149-173.
- (2) 木村 宗弘, "映像情報メディア学会誌", 67巻(2013)7号, pp.578-583