

Memoirs of the Osaka Institute
of Technology, Series A
Vol.50, No.1(2005) pp.53~58

レシチンを界面活性剤として使用した水中液晶薄膜

奥田 慎一・宇戸 禎仁

工学研究科 電気電子工学専攻

〈2005年5月31日受理〉

An underwater liquid crystal film which used lecithin
as a surface active agent

by

Shinichi Okuda and Sadahito Uto

Major in Electrical and Electronic Engineering,
Graduate School of Engineering
(Manuscript received May 31, 2005)

Abstract

Thermotropic liquid crystal is conventionally used in two glass plates. In this study, thermotropic liquid crystal film was produced in distilled water successfully. A lecithin suspension was utilized to make the film. Polarizing microscopic observations were carried out. The molecular arrangement seemed to be homeotropic. An expected electrooptic response of liquid crystal film underwater occurred.

1. まえがき

液晶は、その発現条件によって、リオトロピック液晶とサーモトロピック液晶に大別される。今日のエレクトロニクス分野において応用されている液晶は、ほとんどがサーモトロピック液晶であり、この液晶は印加電界に対する応答性が高く、様々な電気光学効果が観測され応用されている。一方、リオトロピック液晶は、一般に電界応答性は低く、エレクトロニクス分野での応用例は少ないが、細胞膜の脂質二重層に代表されるように、生体との関係が深く、次世代の液晶応用の可能性が期待され、その基礎物性が盛んに研究されている¹⁻³⁾。

液晶は流動性を持つため、その応用にあたってはガラス板間に封入して利用される事が多い。このガラスとの界面が液晶の挙動に与える影響は大きく、ガラス基板の役割は液晶の位置を保持するのみでは無い。事実、ガラス基板に施された配向膜によって液晶の配向が規定されている。そのため液晶と基板との界面に関する基礎研究も盛んに行われており、ガラス基板以外にも空気との界面やラングミュア膜などの液体—空気界面での液晶挙動に関しても研究が行われており、各界面特有の振る舞いが報告されている⁴⁾。

本研究では、サーモトロピック、ネマチック液晶の代表的材料であり電気応答性の高い4-シアノ-4'-n-ペンチルビフェニル(5CB)の薄膜を水中に作製し、その電気光学応答性について調べた。水中に存在する液晶膜ではあるが、あくまでもリオトロピック液晶ではなく、サーモトロピック液晶であり、水中で電界応答する機能性液晶として興味深い。

2. 水による液晶分子劣化の評価

本研究に使用した液晶(5CB)の水による劣化を調べるために、ガラス液晶セルに封入した液晶の誘電測定を行った。実験に使用した液晶5CBは22℃から35℃の間にネマチック液晶相を持つので、実験は25℃で行った。Fig. 1に示すように、ITO電極の付いた2枚のガラス板間に液晶を封入し、LCZメータ(エヌエフ製 2345)で液晶の比誘電率と誘電損失の測定を行った。このときの液晶分子はガラス基板に対して垂直に配向しているため、液晶分子の長軸方向の比誘電率と誘電損失を測定することになる。

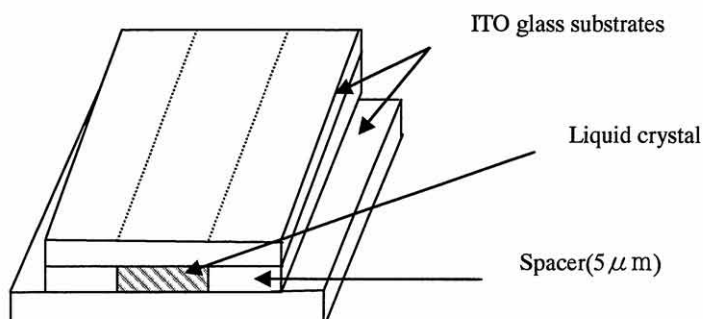


Fig.1 a liquid crystal cell

化学メーカー(WAKO)から購入した液晶を、一旦超音波で水中に分散し、水中に暴露する。その後、過熱乾燥によって水分を除去したサンプルをFig.1の液晶セルに封入して比誘電率と誘電損失の測定を行った。このとき、液晶が水による劣化を受けていれば液晶分子の配向に影響が現れるはずであり、比誘電率と誘電損失の値も大きく変化するはずである。

Table 1は、化学メーカーから購入した液晶をそのままセルに封入した液晶セルと、一旦水中に分散した後に乾燥させてセルに封入した液晶セルの誘電測定結果を比較したものである。比誘電率と誘電損失に大きな変化は認められないことから、水中暴露後も液晶性を保持していることがわかる。

Table1 Evaluation of liquid crystal molecule deterioration by water

	dielectric constant	dielectric loss
Watered	6.61	0.0340
Normal	6.46	0.0270

3. 実験

3.1 水中液晶膜の作製方法

5CBは疎水性分子であり、水中に入れると、水との接触面積が出来るだけ小さくなるような力が働き、薄膜化は困難である。そこで本研究では界面活性剤として卵黄レシチン(東京化成工業(株) L0022)を使用した。界面活性剤は親水性と疎水性の両方の性質を持ち合わせており、

その作用により水と油を混ぜ合わせる働きを持つ⁵⁾。今回は生体由来のレシチンを利用しているが、生体内には多くのレシチンが存在しており、生体適合性の高い界面活性剤であるといえる。これは、基本的に水中で機能する生体関連物質や生体組織の計測に水中液晶膜を役立てることを念頭に置いたものであり、界面活性剤にレシチンを使用する最大の理由は、生体適合性の高さにある。

純水にレシチンを0.01wt%の濃度で加え、超音波分散によってコロイド溶液を作る。このコロイド溶液中に、直径5mmの丸い穴を開けた高分子シートを浸し、その穴の縁の一箇所に少量のバルク状液晶を付着させた後、スパチュラで穴全体を覆うように液晶を延伸する。スパチュラの操作は手で行った。レシチンを添加しない純水中で同様な操作を行った場合、液晶は延伸しないことから、コロイドとして分散しているレシチンが、液晶の界面活性剤として機能していると考えられる。液晶は流動性を持つため、高分子シート中の穴のような硬い枠によって保持しなければならず、この点においては空気中の石鹸膜と同様の性質である。このような膜は自己保持膜と呼ばれており、その形状や厚さの決定には表面張力が大きく関係している。

この水中液晶膜は、コロイド溶液を徐々に純水に置換しても破れず、完全に置換し終わった後も24時間安定に存在することが確認されている。これは、コロイド溶液を純水に置換した後も、液晶界面にレシチンが安定に付着し続けていることが原因と考えられる。チンダル現象による障害をさけるために、この水中液晶膜の光学的観測は、コロイド溶液を純水に置換した状態で行った。

3.2 コノスコープ観察

水中液晶膜の表面に水平に外部電界を印加し、膜の法線方向から偏光顕微鏡観察を行うために、Fig. 2のような小型水槽を用いた。水槽の底は透明なガラスであり、上部は開いている。コロイド溶液と純水を置換するために入水管と出水管がそれぞれ1つずつ設けられている。さらに、高分子シート上には液晶膜を挟んで1cmの間隔でプラチナ線が平行に配置されており、これを電極として水中液晶膜に交流電界(100V/cm, 10Hz)を印加した。また、水温25℃の純水をゆっくりと置換し続けることによって、水中液晶膜の温度を25℃に保って実験を行った。

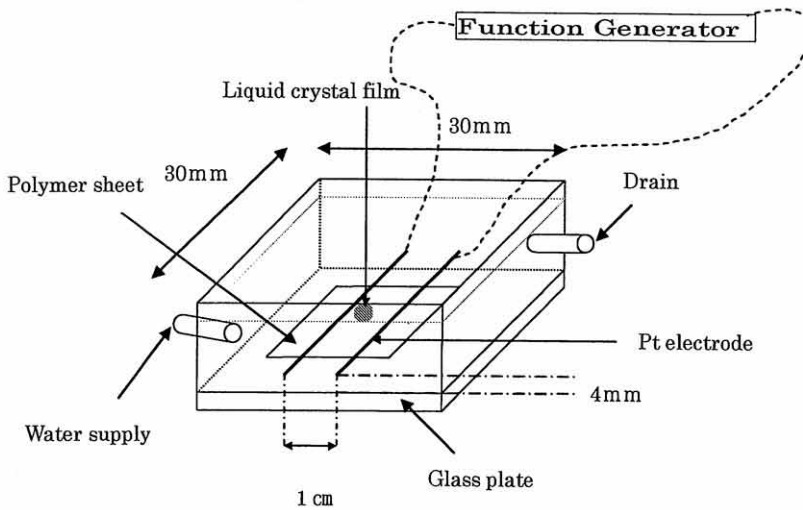


Fig. 2 a vessel for electrooptic measurement

4. 結果と考察

Fig.3(a)は電界無印加のときのコノスコープ像であり、Fig. 3 (b)は電界を印加したときのコノスコープ像である。明確な暗十字(アイソジャイヤ)と等色環が観測されており、電界印加によってアイソジャイヤの中心が印加電界の方向に沿って移動していることが分かる。これは、水中液晶膜が複屈折を持ち、屈折率楕円体の主軸が電界無印加では膜法線方向にあり、印加電界によって電界方向に沿ってチルトすることを示している。すなわち、液晶分子が水との界面に対して垂直に配向していると考えられ、通常のガラスセルに封入した液晶と比較するならば、液晶分子がガラス基板に垂直に配向しているホメオトロピック配向と類似した配向が得られていることになる。この場合の分子チルトは、液晶分子の誘電率異方性に起因するトルクによるものであり、そのチルト方向は印加電界の極性(正負)には依存せず、印加電界の方向のみに依存する。したがって、図3 (b)では、左方向に移動しているが、等しい確率で右方向に移動する場合も観測される。また、等色環の本数から評価したFig.3に示す液晶膜の膜厚は、およそ 8×10^{-5} mであった。

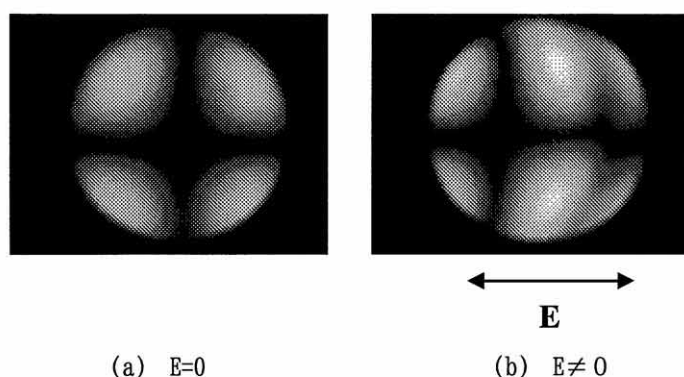


Fig.3 Conoscopic images

5. まとめ

本研究ではレシチンを界面活性剤として利用することにより、水中に液晶膜を作製することができた。液晶分子は通常のガラスに挟まれた液晶セルのホメオトロピック配向と類似しており、水界面に対して分子が垂直に配向することがわかった。また水中液晶膜に電界を印加し水中での液晶の動作を確認することができた。

参考文献

- 1) C.Robinson, et.al., Disc. Faraday Soc., 25, 29(1958)
- 2) T. Kato, et al. Adv. Mater., 10, 606(1998)
- 3) G.H.Brown and J.J Wolken, Liquid Crystals and Biological Structures, Academic Press(1979)
- 4) Y. Peng, et al. Temperature dependence of nematic anchoring energy on weak surfaces of polyimide Langmuir-Blodgett films, Mol. Cryst. Liq. Cryst. 304, pp.253-258 (1997)
- 5) Sadahito Uto, et al. Thermotropic Liquid Crystal Film Underwater Japanese Journal of Applied Physics Vol.44, No.5A, pp.3170-3171(2005)