

反強誘電性液晶セルにおける表面処理と液晶の分子配列

—二方向ラビング—

寺坂 公孝，森田 克則，岡田 裕之，女川 博義

上下基板で異なるラビング方向処理をした反強誘電性液晶（Antiferroelectric Liquid Crystal）の電気光学特性及びX線構造回折結果について検討した。上下基板のラビング方向のなす角（以後オフ角： ϕ off と称する）を平行配向処理セルにおける消光位のラビング方向と偏光子の偏向方向とのなす角の2倍に設定すると、コントラスト比が最大になった。また、最適条件下でのセルのX線構造回折結果よりシェブロン構造に加えてブックシェルフ構造に対応するピークが観察された。

1. はじめに

反強誘電性液晶は、三安定、高耐衝撃性、無焼き付き等の特徴を有する材料として注目されているが、強誘電性液晶と比較して高コントラスト比の実現が難しい。今回我々は反強誘電性液晶のコントラスト比の向上を目指し、上下基板のラビング方向をずらしたオフ配向制御を試みコントラスト比向上を確認した。

2. オフ配向の背景と考え方

従来、強誘電性液晶では大黒ら⁵⁾により、ラビング方向を平行からアンチ平行までずらした時のコントラストについて検討されている。また、クロスラビングにおいて相転移間にツイスト状態が発現せず、2つのユニフォーム状態が安定化される⁶⁾ことが報告されている。

反強誘電性液晶による片側配向処理では、平行配向処理と比較して良好なコントラスト比が得られるが、構造の非対称性に基づく不安定性が懸念されている。平行配向処理では上下双方からの配向処理により構造的に安定であるがコントラスト比が低い。そこで、平行配向と片側配向の両方の長所を同時に実現できないかと考えた。ここで、反強誘電性液晶セル（CS-4000）の平行配向写真図1に示されているように、6°程度ずらした三種類のほぼユニフォーム配向し

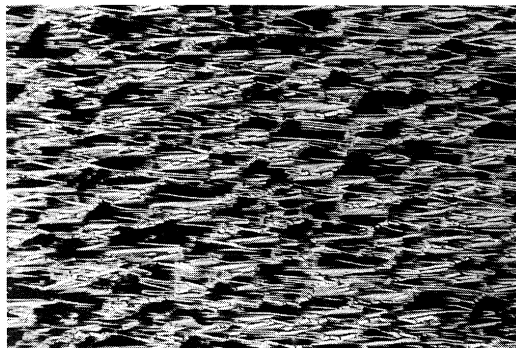


図1 CS-4000の平行配向写真

たドメインが観察される。このことから一つのラビング方向に対し、三方向に何らかの規制力（例えばプレチルト）が働くと仮定する。上下基板のラビング方向を平行から 2θ である 12° だけずらすと、生成されるドメインの方向が一つに抑制できる可能性があり、このことによりモノドメイン化が期待できる。

本手法をドメイン（単一領域）のずれに対応した分だけ角度をずらすことにより、“オフ配向”と呼ぶ角度 2θ をオフ角と呼ぶこととする。以下にその検討結果について示す。

3. 実 験

コントラスト比の測定では室温で反強誘電性を示す CS-4000 (チッソ, Cryst(-10°)) S_{CA}*(82.4°) S_C*(83.9°) S_A(100.7°) I_{SO}) 及び R-MHPOBC (チッソ, Cryst(65.5°)) S_{CA}*(118.5°) S_C*(122.0°) S_A(149.8°) I_{SO}) を使用し、セル厚 $2\mu\text{m}$ のポリアクリロニトリル (PAN) 配向膜によるセルを試作した。液晶セルを偏光顕微鏡、クロスニコル下電圧無印加状態で暗となるよう設定し、電界誘起層変形以下の三角波電圧 (CS-4000 で 40V , R-MHPOBC で 60V) で、印加時の透過率の最大と最小の比をコントラスト比と定義した。層傾斜角 δ は垂直基板方向からのずれ角とした。また X 線発生装置は RINT (理学電機) を使用した。X 線回折測定では液晶 CS-4000 によるセル厚 $2\mu\text{m}$ ガラス厚 $60\mu\text{m}$ の PAN 配向膜を用いた。ディテクターを θ_B に固定しセルを回転角 α ($10^\circ \sim 170^\circ$) で回転させた。これによりセルで回折した X 線が検出される。ここで θ_B は液晶固有のブラッグ角であり、使用した液晶 CS-4000 の $2\theta_B$ は 3.4° である。

4. 結果, 考察

オフ角 12° の顕微鏡観察写真を図 2 に示す。平行配向セルでみられた三方向のドメインはオフ配向では少なく、細長く伸びた欠陥はあるが良好な配向が得られた。反強誘電性液晶 CS-4000 でオフ角を変化させた時のコントラスト比を図 3 に示す。平行状態 (0°) からオフ角を大きくしていくと、平行状態のドメインのずれの角度の 2 倍程度の 12° でピークを示した後、次第に減少していった。MHPOBC で行った同様の実験結果を図 4 に示す。コントラスト比はオフ角 6° 付近でピークを示した後、それ以上のオフ角により減少した。また、オフ角を 160° 以上とアンチ平行状態と近くなるにつれ、再度良くなった。

CS-4000 のオフ角 12° のセルについての X 線回折結果を図 5 に示す。平行配向や片側配向のものは、他機関報告⁷⁾にあるように、室温ではシェブロン構造に対応する二つのピークが現れた。オフ角 12° ではブックシェルフ構造に対応する第三のピークが観察された。面内回転による X 線回折のピーク位置変化を図 6 に示す。傾斜角 $\delta = \pm 15^\circ$ 付近のピーク δ_1 , δ_3 は面内回転 12° 付近で極大値をとり、傾斜角 $\delta = 0^\circ$ 付近のピーク δ_2 は面内回転角 5° 付近で極大値をとった。これより層

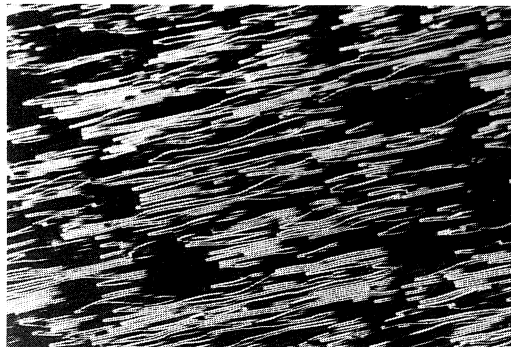


図 2 CS-4000 のオフ角 12° の配向写真

の方向が異なる，少なくとも二つ以上の領域が存在するものと考えられる。

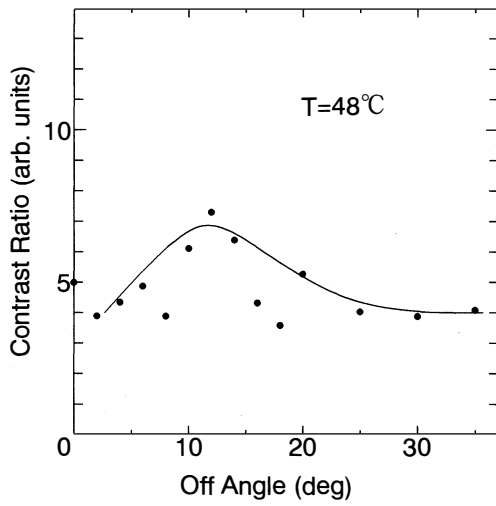


図3 CS-4000のコントラスト比のオフ角依存性

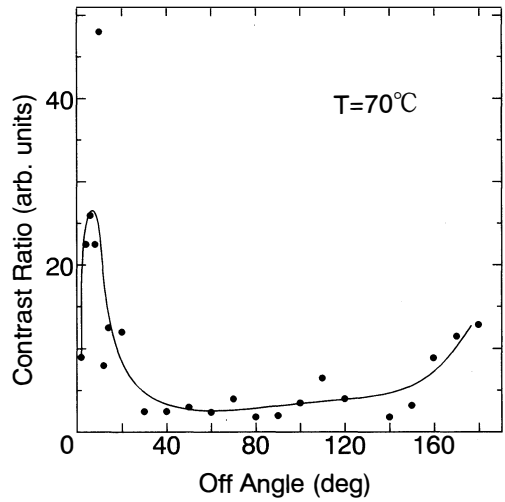


図4 R-MHPOBCのコントラスト比のオフ角依存性

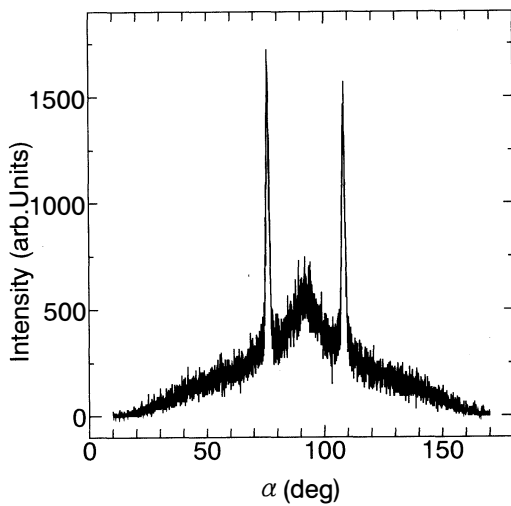


図5 CS-4000のオフ角12°のX線回折結果

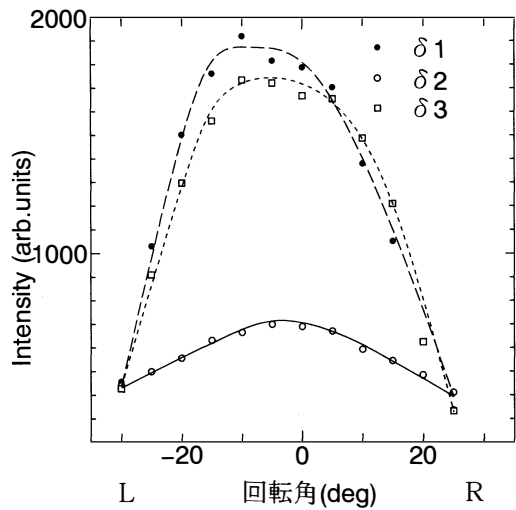


図6 CS-4000の $\delta_1 \sim \delta_3$ のX線強度の面内回転角依存性

5. ま と め

今回反強誘電性液晶のコントラスト比改善の一手法として，上下基板のラビング方向をずらすオフ配向を検討した。試作セルの諸特性は必ずしも十分なものとはいえないが，高コントラスト比と安定性を両立できた。

謝 辞

液晶材料を提供いただいたチッソ石油化学㈱に深謝いたします。

参考文献

- 1) A.D.L.Chandani, T.Hagiwara, Y.Suzuki, Y.Ouchi, H.Takezoe and A.Fukuda: Jpn. J. Appl. Phys., 27 L729 (1988).
- 2) M.Johno, K.Itoh, J.Lee, Y.Ouchi, H.Takezoe, A.Fukuda and T.Kitazume: Jpn. J. Appl. Phys., 29, L107 (1990).
- 3) Y.Yamada, N.Yamamoto, K.Mori, K.Nakamura, T.Hagiwara, Y.Suzuki, I.Kawamura, H.Orihara and Y.Ishibashi: Jpn. J. Appl. Phys., 29, 1757 (1990).
- 4) N.Yamamoto, Y.Yamada, N.Kosyobu, K.Mori, K.Nakamura, H.Orihara, Y.Ishibashi, Y.Suzuki and I.Kawamura: Jpn. J. Appl. Phys., 31, 3186 (1992).
- 5) 大黒 清吾：富山大学卒業論文（1987）.
- 6) Y.Hanyu, K.Nakamura, Y.Hotta, S.Yoshihara and J.Kanbe: SID International Symposium Digest of Technical Papers., 24, 71 (1993).
- 7) T.P.Rieker, N.A.Clark, G.S.Smith, D.S.Parmer, E.B.Sirota and C.R.Safinfa: Phys. Rev. Lett., 59 2658 (1987).

第20回液晶討論会1994年10月発表

Molecular alignment in the antiferroelectric liquid crystal cells with non-parallel combinations of rubbing directions – Bidirectional Rubbing Method –

Kimitaka Terasaka, Katunori Morita, Hiroyuki Okada and Hiroyoshi Onnagawa
Department of Electronics and Computer Science, Toyama University
3190 Gofuku, Toyama 930

Electro-optical characteristics have been investigated in antiferroelectric liquid crystal cells with non-parallel combination of the rubbed walls. The highest contrast ratio was observed in the cells of which the off-angle, defined as the angle between the rubbing direction of upper and lower substrates, has been set at twice the angle between rubbing and extinction directions of the cells of which rubbed directions are made parallel. From the X-ray diffraction analysis of the cell made in the optimum off-angle condition, additional diffraction peak corresponding to bookshelf structure was observed in the conventional chevron patterns.

〔英文和訳〕

反強誘電性液晶セルにおける表面処理と液晶の分子配列 **—二方向ラビング—**

寺坂 公孝, 森田 克則, 岡田 裕之, 女川 博義

上下基板で異なるラビング方向処理をした反強誘電性液晶 (Antiferroelectric Liquid Crystal) の電気光学特性及びX線構造回折結果について検討した。上下基板のラビング方向のなす角 (以後オフ角: ϕ_{off} と称する) を平行配向処理セルにおける消光位のラビング方向と偏光子の偏向方向とのなす角の2倍に設定すると, コントラスト比が最大になった。また, 最適条件下でのセルのX線構造回折結果よりシェvron構造に加えてブックシェルフ構造に対応するピークが観察された。