

液晶性ポリイミド配向膜を用いた液晶の配向制御

稲葉 博和, 清水 強, 越田 和之, 岡田 裕之, 女川 博義,
*加藤 隆, *杉森 滋

1. はじめに

近年、液晶表示素子 (LCD: Liquid Crystal Display) の研究, 特にツイステッドネマチック (TN) 方式の研究が盛んに行われている。本方式で電界印加後の液晶分子の配向状態を安定化させるには、基板と液晶分子の成す角度であるプレチルト角 (角度) を設け、ディスクリネーション (線欠陥) の発生を防ぐ必要がある。また、液晶分子を270°程度ねじった状態を利用するスーパーツイステッドネマチック (STN) 方式では、TN 方式と比較してより大きなプレチルト角を必要とする。本研究では、側鎖に液晶基を持つポリイミド配向膜は高プレチルト角を示し、また、このポリマーを用いてプレチルト角の制御が可能となったので報告する。

2. 実験

2.1 液晶セル

使用した液晶材料は、ネマチックー透明点90.2°C のフッ素系液晶 (LIXON-5048-000, チッソ(株)) を、セル厚 25 μ m, アンチパラレルセルに封入した。配向膜は、図1に示したように側鎖に液晶基を持ち、主鎖中の酸無水物 (X) を変化させた液晶性ポリイミド配向膜を用いた。配向膜処理条件は、NMP: ブチルセロソルブ=1:1の溶媒に4.0wt%混合したポリアミド酸を、スピンコート法で基板に塗布し、250°Cで90分焼成した。その後、ラビングを行った。ラビングでは、押し込み量を0.2mmと一定にし、ラビング回数を変化させることによりラビング強度を変化させた。そして液晶を封入し、120°Cで30分のアニール処理を行い、60分以上の放冷を行った。

2.2 プレチルト角の測定方法

プレチルト角の測定は、電磁石 (約1 T) を用いた磁場静電容量法¹⁻³⁾で行った。磁界ゼロ時の電気容量CをLCRメーターで測定する。磁界を印加す

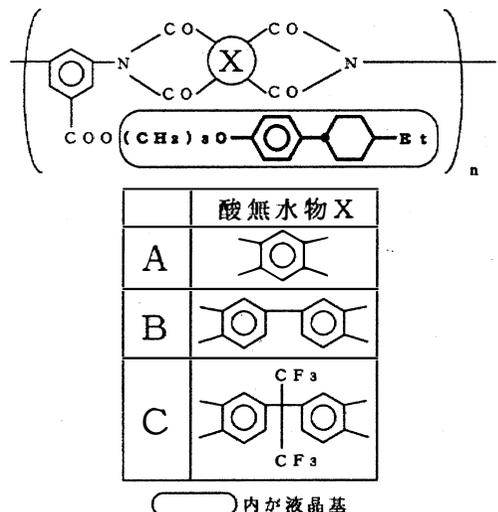


図1 ポリイミドの分子構造式

*チッソ(株)横浜研究所

ると、液晶分子は均一に配向し、バルクの電気容量Cは変化する。この状態で電磁石を回転させ、磁界ゼロ時の電気容量Cに一致する角度を探す。その電気容量Cと一致した角度が、プレチルト角となる。

3. 実験結果及び考察

ラビング回数に対するプレチルト角変化の結果を図2に示す。まず材料A, B, Cの酸無水物全体の傾向を考える。ラビング回数を増してゆくと、プレチルト角は増大し、4回の所で最大となった。それ以上のラビング回数では、プレチルト角には減少傾向が見られ、8回以上のラビング回数では飽和傾向が見られた。酸無水物の種類による差としては、材料A, B, Cの順にプレチルト角が大きくなった。ここで、ノンラビングの状態では、シュリーレン組織と呼ばれる欠陥が観察され、コンスコープ観察ではマルテの十字は見られなかった。

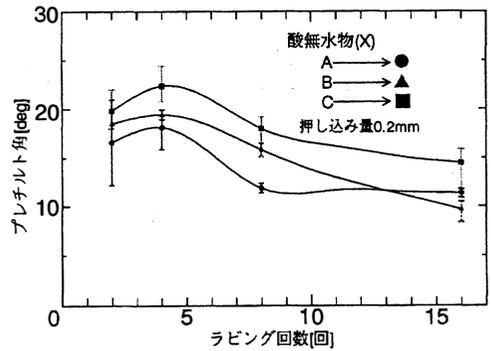


図2 ラビング回数によるプレチルト角変化

以上の結果を受け、ポリイミド配向膜のモデルを考える。分子軌道計算プログラム (Molecular orbital package: MOPAC) による分子構造解析では、図3の(A), (B), (C)に示す様に酸無水物の違いによる主鎖部のねじれ変化構造が得られた。

図4にラビング回数変化によるポリイミド配向膜のモデル図を示す。ノンラビング壁面に対する液晶分子の配向状態は、顕微鏡観察結果より、秩序度の低い水平配向状態であると考えられる。図4(a)は、側鎖の液晶基が配向膜内に埋もれており、基板表面に平行になっていることを示すモデル図である。図4(b)のラビング回数が少ないときは、一部の側鎖の液晶基は起き上がるが、その割合が少なく、プレチルト角は小さく出ると考えられる。図4(c)のラビング回数が中程度では、側鎖の液晶基の殆どが配向膜表面から起き上がり、プレチルト角は最も大きくなると考えられる。図4(d)のラビング回数を多くすると、配向膜表面から越え上がった側鎖の液晶基は、ラビングによる機

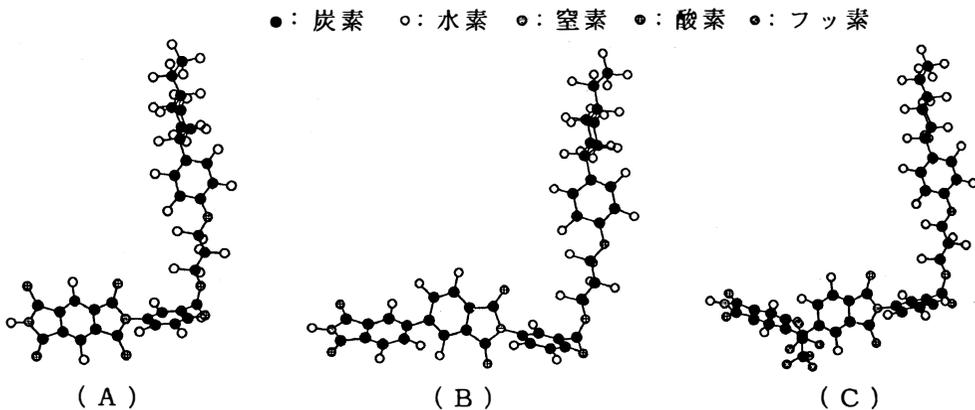


図3 MOPACによる分子構造解析

械的ダメージが蓄積され、主鎖に押しつけられる形で倒れてゆき、プレチルト角は飽和傾向に、かつ酸無水物の影響を受けた角度となると考えられる。

上記の考察では主鎖部の構造の違いを考慮しなかったが、図2の実験結果と図3(A),(B),(C)のMOPACによる分子構造解析結果を考慮して検討を加えてみる。材料Aに対して材料Bでは、材料Bが主鎖の主軸周りにねじれている。この場合には、液晶基の起き上がり角度が大きくなり、材料Aよりプレチルト角が大きくなる。材料Cは、材料A、Bに対して、プロパン部分のねじれのため、配向膜表面からの側鎖の液晶基が材料Aや材料Bより更に起き上がることになり、プレチルト角は最も大きくなる。以上の考察から、図2の酸無水物(X)が異なることによるプレチルト角の変化が説明できる。

我々の一連の実験の中で液晶基を C_6H_{13} とした場合には、数度程度のプレチルト角しか観察されておらず、高プレチルト化の主要因は、酸無水物の影響を受けた剛直な側鎖の液晶基にあるといえる。

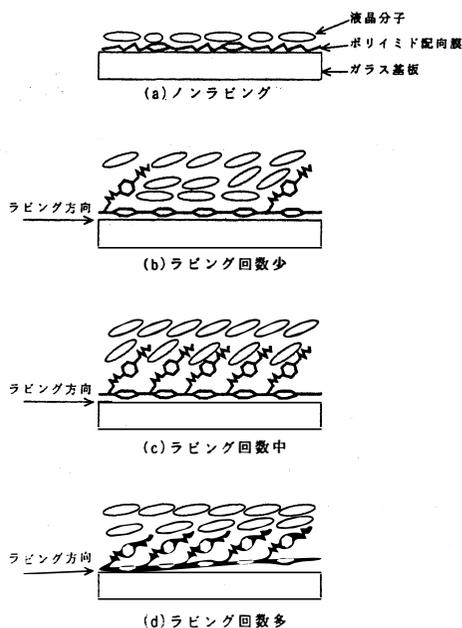


図4 ラビング回数によるポリイミド配向膜のモデル図

4. ま と め

側鎖に液晶基を持ち、酸無水物が異なるポリイミド配向膜を用いることで、以下のことがわかった。

- 1) 側鎖に液晶基を持つ、ポリイミド配向膜を用いることで高プレチルト化が可能になった。
- 2) ポリイミド配向膜の酸無水物の種類を変えることで、プレチルト角の制御が可能になった。
- 3) MOPACによる分子構造解析、ラビング回数変化によるポリイミド配向膜のモデルから、ラビング回数変化によるプレチルト角の変化を説明できた。

謝 辞

日頃ご指導頂く国立富山工業高等専門学校校長 宮下和雄先生に深謝致します。

参考文献

- 1) A. Rapini, M. Papoular and P. Pincus: CR Acad. Sci. (Paris), **267B** (1968) 1230.
- 2) 女川博義, 宮下和雄: 応用物理 **42** (1973) 133.

Alignment Control of Liquid Crystals with Liquid Crystalline Polyimide Alignment Layers

Hirokazu Inaba, Tsuyoshi Shimizu, Kazuyuki Koshida, Hiroyuki Okada,
Hiroyoshi Onnagawa, *Takashi Katou and *Shigeru Sugimori
*Chisso Corporation, Yokohama Lab., R&D Division

This is a report about LC aligning properties of new type of polyimides containing acid anhydride in main chain and with liquid crystalline side-chains which realize the pretilt-angle control in high pretilt region. Experimental result of pretilt-angle versus cumulative number of unidirectional rubbing is discussed related with three dimensional structure of the polyimides assisted by MOPAC.

〔英文和訳〕

液晶性ポリイミド配向膜を用いた液晶の配向制御

稲葉 博和, 清水 強, 越田 和之, 岡田 裕之, 女川 博義,
*加藤 隆, *杉森 滋
*チッソ(株)横浜研究所

我々は、高プレチルト状態でプレチルト角の制御が可能な、側鎖に液晶基を持ち、主鎖中に酸無水物を含む、新しいポリイミド配向膜を用いて液晶の配向特性を調べた。MOPACによる、ポリイミド配向膜の三次元的構造解析結果をもとに、ラビング回数に対するプレチルト角の変化の実験結果を考察した。