

液晶素子の非線形光学応答における光強度の低減化の検討

Nonlinear optical properties of liquid crystal by low power light intensity

(秋田大院理工¹, 東工大², 埼玉工大³) ○山口 留美子¹・臼井 鴻志²・赤松 範久²
・宍戸 厚²・木下 基³R. YAMAGUCHI¹, K. USUI², N. AKAMATSU², A. SHISHIDO² and M. KINOSHITA³¹ Akita University, ² Tokyo Institute of Technology, ³ Saitama Institute of Technology

E-mail: yrumiko@gipc.akita-u.ac.jp

1. はじめに

入射光の光強度に応じた屈折率の変化が生じる非線形光学材料として、液晶は大きな非線形効果が得られることが知られている。また、液晶への色素や高分子の添加により、非線形が生じるためのレーザー光強度が著しく低下することが知られている (1,2)。さらに、基板界面におけるシランカップリング濃度を減らすことでレーザー光のしきい強度が低下できることが報告され、ホメオトロピック配向における極角アンカリング力との関係が議論されている (3)。そこで、本研究では基板に平行な横電場印加に対する液晶分子の再配向と極角アンカリング力および表面チルト角との関係を数値解析的に算出し、レーザー入射光の電場応答による屈折率の非線形光学応答を議論した。

$$F = F_{bulk} + F_{electric} + F_{surface}$$

$$F_{bulk} + F_{electric} = \int_0^d \left\{ \frac{1}{2} (K_{11} \cos^2 \theta(z) + \frac{1}{2} K_{33} \sin^2 \theta(z)) \left(\frac{d\theta}{dz} \right)^2 - \frac{1}{2} \epsilon_0 \epsilon(\theta) E^2 \right\} dz$$

$$F_{surface} = \frac{1}{2} W_{p1} \sin^2(\theta_1 - \theta(0)) + \frac{1}{2} W_{p2} \sin^2(\theta_2 - \theta(d)). \quad (1)$$

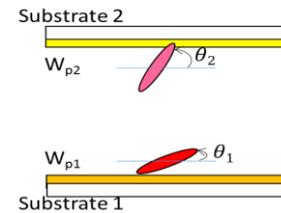


Fig. 1 Schematic model of LC orientation.

2. 解析結果

Fig. 1 に示す配向膜の極角アンカリング力 W_{p1} , W_{p2} , および容易軸 θ_1 , θ_2 において、(1)式の液晶セルの自由エネルギー F が最小となるよう、 $\theta(z)$ を求める。ここで、弾性定数 $K_{11}=K_{22}=K_{33}=10$ pN, セル厚 $d=100$ μm , 屈折率 $n_e=1.7$, $n_o=1.5$ とする。

Fig. 2 に示すように、ハイブリッド配向セルでは、プラナー配向面の極角アンカリング力が弱くなるとチルトは増加し、 $W_p \leq K_{33}/d$ ではホメオトロピック配向となる。Fig. 3 は横電場を印加した時の位相差の増加量を示している。強アンカリング力のハイブリッド配向およびチルト配向ではホメオトロピック配向よりも初期状態で電場方向に傾いていることから明確なしきい値を持たず、低電場駆動が可能となるが、その分位相差の変化量が少ない。結果として、ある程度以上の位相差変化量を得るためには、ホメオトロピック配向よりも大きな電場を必要とする。しかし、ハイブリッド配向素子において、 10^{-7} N/m の弱アンカリング膜を用いてホメオトロピック配向とした場合、横電場印加とプラナー配向に戻りたい配向界面との両者の要因により、低電場駆動でかつ大きな位相変化が得られることがわかる。60°のチルト配向においても両配向膜のアンカリング力を 10^{-7} N/m とすることで、低電場駆動が得られる。今回の最大位相差は $20\mu\text{m}$ であるが、その半分の $10\mu\text{m}$ の位相差変化が得られる光強度は、強アンカリング力のホメオトロピックセルと比較し、tilt 60°: 10^{-7} N/m の素子では約 1/12, hybrid: 10^{-7} N/m の素子では約 1/5 に減少できる。その他、種々の非対称なチルト、アンカリング力の組み合わせについても計算を行った。結果は、当日報告する。

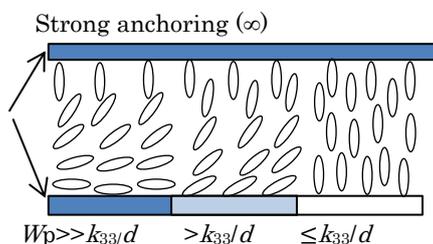


Fig. 2 Schematic model of relation between hybrid LC orientation and polar anchoring strength

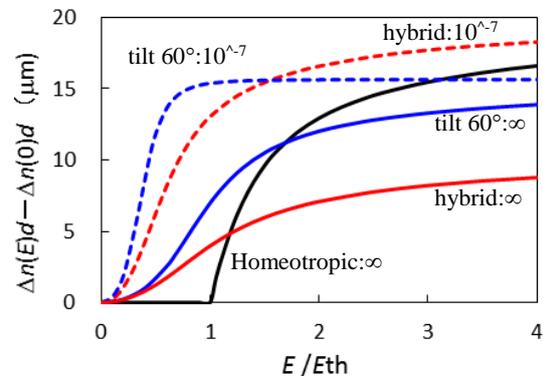


Fig. 3 Retardation vs. normalized lateral field in LC cells.

- 1) Y. Aihara, et al., *Adv. Opt. Mater.*, **1**, 787 (2013). 2) J. Wang, et al., *Opt. Mater. Exp.*, **5**, 538-548 (2015).
3) K. Usui, et al., *Polymer Journal*, **49**, 209 (2017).