

# 円錐状レンズ特性を有する液晶レンズの 3次元液晶分子配向シミュレーション

## Three-dimensional simulation of liquid-crystal molecular orientations in an LC lens with a conical lens property

秋田大理工 °河村 希典、市村 優貴、山平 大喜

Akita Univ. °Marenori Kawamura, Yuki Ichimura, Masayoshi Yamahira

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

### 1. はじめに

放物面状及び円錐状の光学位相差分布を示す高抵抗膜と同心円状輪帯電極を有する液晶レンズを試作し、その電気光学特性について報告してきた。<sup>1)</sup>

本研究では、高抵抗層・絶縁層での複素誘電率を考慮した電界及び液晶層における液晶分子の3次元分子配向シミュレーションを用いて、円錐状のレンズ特性及び放物面状のレンズ特性を電圧で切替可能な輪帯電極構造を有する液晶レンズの電位分布、チルト角分布、方位角及び光学位相差分布について計算を行った結果について報告する。

### 2. 液晶分子配向シミュレーション

液晶分子配向計算に用いる液晶レンズの上部と側面の模式図を Figs.1(a), (b)に示す。円形パターン電極 1 の直径を 0.18 mm とし、輪帯電極 2 ~ 6 の電極幅を 0.24 mm とした。上部電極と液晶層との間には、絶縁層 5  $\mu\text{m}$  とシート抵抗が  $\rho_s$  の抵抗層を配置した。絶縁層及び抵抗層の複素誘電率を用いた有限差分法により、絶縁層・抵抗層・液晶層の電位分布を計算している。液晶層における配向膜でのプレチルト角を  $\theta = 2^\circ$  とし、液晶分子の初期配向方向(x 軸方向)となす方位角を  $\phi$  としている。x, y 軸方向を 50 分割 (60  $\mu\text{m}/\text{mesh}$ ) とし、液晶層の厚みを 60  $\mu\text{m}$  とし、50 分割 (1.2  $\mu\text{m}/\text{mesh}$ ) とした。計算に用いる液晶 RDP-85475(DIC 株,  $\Delta n = 0.298$ ) の弾性定数 ( $k_{11}$ ,  $k_{22}$ ,  $k_{33}$ ), 誘電率( $\epsilon_{\parallel}$ ,  $\epsilon_{\perp}$ ), 屈折率( $n_e$ ,  $n_o$ )と光の波長( $\lambda$ )を用いて有限差分法により液晶分子の分子配向及び光学位相差の計算を行った。

### 3. 計算結果及び考察

高抵抗層のシート抵抗を  $\rho_s = 3.0 \times 10^{11} \Omega/\square$  とし、電極 1 ~ 7 に比電圧  $V_1 / V_{\text{th}} \sim V_7 / V_{\text{th}} = 0, 1.2, 1.4, 1.7, 2.0, 2.5, 4.0$  (周波数  $f = 1\text{kHz}$ 、閾値電圧  $V_{\text{th}} = 0.86\text{V}$ ) を与えた場合の 3 次元電位分布、液晶層におけるチルト角分布及び方位角分布を計算した。Figs. 2(a) ~ (c) に液晶層における x 軸方向 ( $y = 0$ ) の電位、液晶分子のチルト角、方位角の断面分布を示している。これらのチルト角

及び方位角分布より光学位相差分布 [Fig. 2(d)] を求めることができた。以上のことから、抵抗層のシート抵抗、駆動周波数及び駆動電圧を調整することにより、円錐状の光学位相差分布をシミュレートすることができ、液晶レンズの構造パラメータの設計指針を得ることができた。

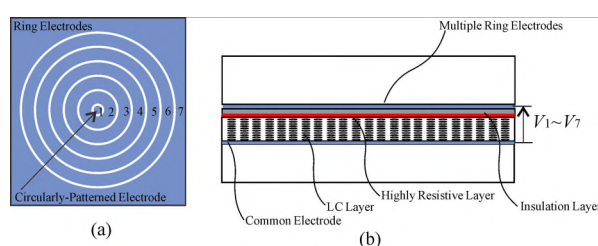


Fig. 1 Schematic diagram of an LC lens.

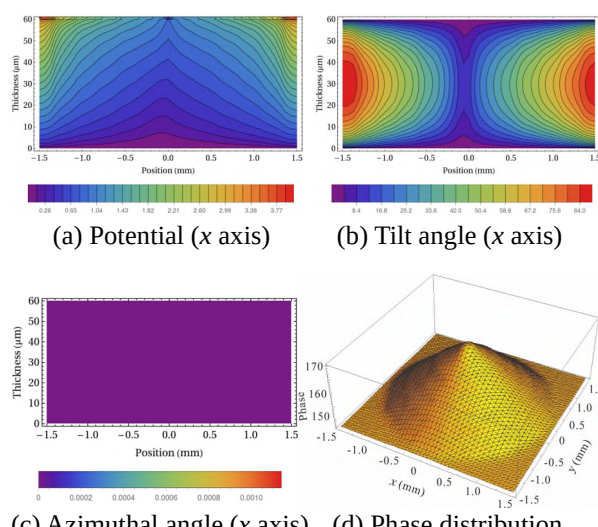


Fig. 2 Calculated results.

### 謝辞

本研究の一部は令和 2 年度科学研究費基盤研究(C)(課題番号 20K04591)の助成を得て行われた。液晶レンズの基礎光学特性等についてご指導を頂いた佐藤進 秋田大学名誉教授・液晶レンズ研究所代表に感謝申し上げます。また、液晶材料を提供していただきました DIC(株)に感謝いたします。

### 参考文献

- 菅原, 河村: 2019 年第 80 回応用物理学会秋季学術講演会, 19a-E207-7 (2019).