

フレネルレンズ特性を有する液晶レンズの配向欠陥

Orientation defects of LC molecules in an LC lens having Fresnel lens properties

秋田大理工 [○]河村 希典, 伝法谷 莉南, 檜山 日和

Akita Univ. [○]Marenori Kawamura, Rina Denpoya, Hiyori Hiyama

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

1. はじめに

大口径の液晶レンズを実現するために、比較的少ない輪帯電極数とシート抵抗が数 $M\Omega/\square$ 程度の抵抗膜を用いた液晶レンズを提案し、光学位相差分布からレンズ特性を求めた。¹⁻³⁾ レンズの有効径を拡大することで、レンズパワーがレンズ径に対して2乗に反比例して小さくなることが分かっており、レンズパワーを保持しながらレンズ有効径を拡大することを目的として、フレネルレンズ型屈折率分布特性を有する液晶レンズについて提案した。

本研究では、フレネルレンズ特性を有する液晶レンズにおいて、液晶分子のチルト角と方位角の関係と配向欠陥の発生について求めた結果を報告する。

2. 液晶レンズの構造

本研究の液晶レンズ²⁾は、中央の円形電極#1及び複数の同心円状の輪帯電極#2~#12 から構成されており、円形孔パターン電極の直径を 26.7 mm としている。基本レンズ部の円形パターン電極#1の直径を 3.9 mm としている。輪帯電極#2~#4の電極幅を 1.8 mm, 1.5 mm 及び 1.2 mm とし、輪帯電極#5~#12の電極幅を 0.9 mm としている。パターン電極と液晶層の間には、絶縁層 5 μm とシート抵抗が ρ_s の抵抗層を配置しており、液晶層の厚みを 60 μm としている。基板界面でのプレチルト角 θ_0 を 1° とし、基板面における液晶分子の初期配向方向を x - y 平面に対して 45° とし、反平行となるように設定した。計算に用いる液晶 RDP-85475(DIC)の弾性定数(k_{11} , k_{22} 及び k_{33}), 誘電率 ($\epsilon_{//}$, $\epsilon_{\perp}$), 屈折率 (n_o , n_e) と光の波長を用いて、3次元有限差分法により液晶分子の分子配向と光学位相差の計算を行った。

3. 結果及び考察

液晶レンズにおける抵抗層のシート抵抗を $\rho_s = 2.3 \times 10^6 \Omega/\square$ とし、電極#1 ~ #12 に比電圧 $V_{\#1}/V_{th} \sim V_{\#12}/V_{th} = 0, 0.01, 0.1, 1.0, 2.5, 3.5, 0.8, 1.5, 3.8, 0.8, 1.5$ 及び 8.0 (閾値電圧 $V_{th} = 0.9V$) を加え、凸レンズ特性となるように電圧を加えた場合であり、この時の液晶層における電位分布、チルト角及び方位角の計算をおこなった。液晶層における位置 $y = 0$ mm でのチルト角の分布を Fig. 1 に示す。カラーバーはチルト角を示し、図中に液晶分子のチルト角の計算結果に合わせた液晶分子

の立上りを模式的に示している。中央の基本レンズ特性を示すレンズ領域縁付近のフレネルレンズ特性の切替え部分で、液晶分子の不連続性により、基板面に対して負の値を示す逆方向のチルト角 (逆チルト角) が見られ、配向欠陥が生じていることが見られた。液晶層のバルク中 ($z = 30 \mu m$) における x - y 平面内でのチルト角及び方位角分布を Fig. 2(a)及び(b)に示す。ここで、液晶分子の初期配向方向は、図中に示すように x - y 平面に対して 45° に設定している。印加電圧が高い輪帯電極に沿って逆チルト角が生じているのが見られた [Fig.2(a)]。さらに、液晶分子の立上り方向により、初期配向方向に対する方位方向のずれ角の違いが見られた [Fig.2(b)]。

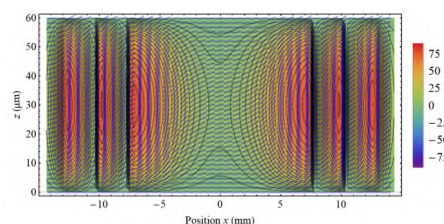


Fig. 1 Cross-sectional distributions of LC tilt angles along x axis ($y = 0$ mm)

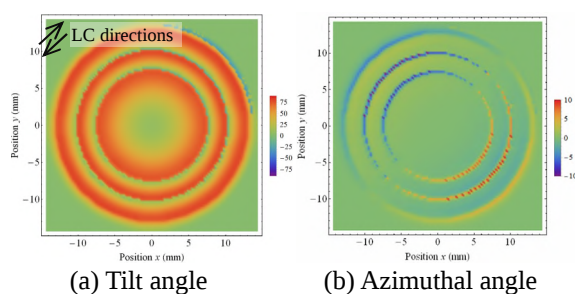


Fig. 2 LC orientations at $z = 30 \mu m$.

謝辞

本研究の一部は、令和3年度科学研究費基盤研究(C)(課題番号 20K04591)を得て行われた。また、液晶レンズの光学特性等についてご指導を頂いた佐藤進 秋田大学名誉教授に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 後藤, 河村, 佐藤: 第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 16p-422-9 (2017).
- 2) 菅原, 河村, 佐藤: 2019 年日本液晶学会討論会, 2C04 (2019).
- 3) 檜山, 河村: 第 69 回応用物理学会春季学術講演会, 26a-E205-9 (2022).