

異なるプレチルト角を有する液晶レンズの光学位相差特性

Optical Phase Properties of Liquid Crystal Lenses with Different Pretilt Angles

秋田大理工¹ ○(M1) 今井 優希¹, 河村 希典¹

Akita Univ.¹ ○(M1) Yuki Imai¹, Marenori Kawamura¹

E-mail: m8022406@s.akita-u.ac.jp

1. はじめに

円形電極及び円形孔パターン電極構造を有する液晶レンズの各電極に電圧を加えた場合、液晶層に軸対称の不均一電界が生じ、液晶分子の再配向により屈折率分布型のレンズ特性を示す。¹⁾ 円形パターン電極内において液晶分子の配向欠陥が生じる場合²⁾があり、光の散乱による透過率の減少が生じることが知られている。

本研究では、高抵抗層を考慮した液晶レンズの3次元液晶分子配向シミュレーションを用いて、基板表面から立ち上がる液晶分子のプレチルト角を変えた時の配向欠陥の有無について考察を行った結果について報告する。

2. 液晶レンズの構造

円形電極および円形孔パターン電極を有する液晶レンズ²⁾における円形孔パターン電極の直径を $\phi 3.0 \text{ mm}$ とし、上部電極と液晶層との間に絶縁層 $5.0 \mu\text{m}$ 、高抵抗膜 $0.1 \mu\text{m}$ を配置し、液晶層厚を $60 \mu\text{m}$ とした。ここで、高抵抗膜のシート抵抗を $\rho_s = 5.0 \times 10^7 \Omega/\square$ とした。計算には、液晶(DIC株, RDP-85475)の弾性定数(k_{11} , k_{22} , k_{33})、誘電率($\epsilon_{//}$, ϵ_{\perp})、屈折率(n_e , n_o)と光の波長($\lambda = 589 \text{ nm}$)を用いて、円形パターン電極と平板電極間に電圧 V_1 を印加し、円形電極と平板電極間に電圧 V_2 を加えた場合の有限差分法による液晶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

液晶レンズの上部の円形電極及び円形孔パターン電極側と下部の平板電極側のプレチルト角 θ_s を同時に変えた場合[Fig. 1(a)], 上部基板表面のプレチルト角を 1° に固定し、下部の平板電極側のプレチルト角のみを変えた場合[Fig. 1(b)], 上部基板表面のプレチルト角のみを変えた場合[Fig. 1(c)]に、電圧 V_1 及び V_2 を印加した時の液晶層における電界と液晶分子のチルト角、方位角の液晶分子配向計算を行った。電圧を $V_1 > V_2$ とした場合、液晶層に軸対称の不均一電界により液晶分子の再配向が見られるが、比較的高い電圧 V_1 をステップ状に印加した場合には、基板面から液晶分子

の立ち上がり方向が異なる場合があるため、配向欠陥が見られた。Figs. 1(a) ~ (b)に示したプレチルト角 θ_s を変えた時に、配向欠陥が見られた円形孔パターン電極に加える電圧 V_1 (ステップ状電圧)との関係を Fig. 2 に示す。ここで、液晶レンズの円形電極と平板電極間に一定電圧 ($V_2 = 0.4 \text{ V}$) を加えている。基板表面のプレチルト角が小さければ、比較的低い電圧 V_1 で配向欠陥が現れ、プレチルト角を大きくした時は高い電圧まで配向欠陥が生じない傾向が見られた。また、上下電極表面のプレチルト角が同じ[Fig. 2(a)]であれば、下部または上部のプレチルト角を変えた場合[Fig. 2(b) または(c)]よりも高い電圧まで配向欠陥が生じないことが分かった。さらに、上部の円形パターン電極表面のプレチルト角のみを変えた場合[Fig. 2(c)], 液晶層での電界の勾配が大きくなるため、下部電極表面のプレチルトを変えた場合[Fig. 2(b)]よりも配向欠陥が生じる電圧が低いことが見られた。

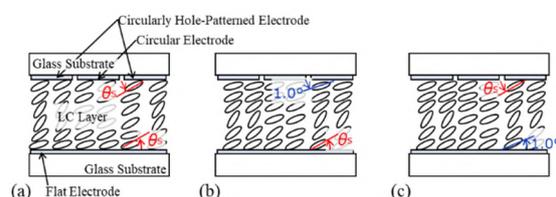


Fig. 1 Schematic diagrams of pretilt angles θ_s on upper and lower alignment films.

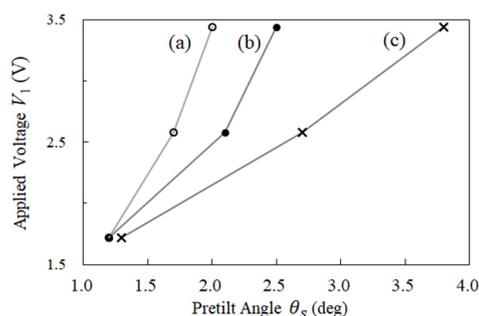


Fig. 2 Relationship between an applied voltage V_1 and a pretilt angle θ_s before a disclination line occurs.

参考文献

- 1) M. Ye and S. Sato: Jpn. J. Appl. Phys. 42 (2003) 5088.
- 2) 今井, 河村: 東北地区若手研究者研究発表会, YS-20-D08 (2022).