

二重焦点可変型大口径液晶レンズの光学位相差特性

Optical phase differences of a large-diameter liquid-crystal-lens with variable-double-focal-lengths

秋田大院工¹, 液晶レンズ研究所², °田村 賢介¹, 糸田 大輝¹, 河村 希典¹, 佐藤 進²

Akita Univ.¹, LC-Lens Institute², °Kensuke Tamura¹, Hiroki Itoda¹, Marenori Kawamura¹, Susumu Sato

E-mail: m9014136@wm.akita-u.ac.jp

1. はじめに

これまで当研究グループでは円形パターン電極及び高抵抗膜を用いた低電圧駆動型液晶レンズの焦点距離特性について報告してきた。¹⁾ さらに、直径 2.5 mm 程度の円形パターン電極構造に複数のリング状電極を挿入することで、各電極に印加する電圧により二重の焦点距離特性が示された。²⁾ 本研究では円形パターン電極の開口径を 15.0 mm に拡大し、その内側にリング電極構造を有する液晶レンズを試作した。その液晶レンズの各電極に独立した電圧を印加した場合の光学位相差分布を求め、レンズ特性を求めた結果について報告する。

2. 二重焦点型液晶レンズの作製

二重焦点制御機能を有する液晶レンズの模式図を図 1 に示す。上部 ITO(Indium Tin Oxide)透明電極をフォトリソグラフィ法により図 1 のようなパターン電極を作製した。上部透明パターン電極表面にスピンコート法により紫外線硬化型樹脂を塗布し、紫外線照射及び熱処理により硬化させ、透明絶縁膜とした。紫外線硬化後の樹脂膜上に RF スパッタリング法により高抵抗の酸化亜鉛 (ZnO) 膜を成膜し、熱処理を行った。ZnO 膜の表面抵抗は $10^8 \Omega \text{cm}$ 程度である。液晶分子を一方方向に平行配向させるため、高抵抗膜と下部透明電極基板面のポリイミド水平配向膜に反平行方向のラビング処理を行い、直径 $60 \mu\text{m}$ のポリマー球状スペーサを用いて空セルを作製した。その後、ネマティック液晶 (RDP-85475, DIC) を封入した。

3. 実験結果及び考察

二重焦点型液晶レンズの各パターン電極に電圧 $V_1=8.0 \text{ V}$ (周波数: 11.0 kHz), $V_2=5.0 \text{ V}$ (1.8 kHz) 及び $V_{3\text{in}}=V_{3\text{out}}=0.5 \text{ V}$ (1.0 kHz) を印加したときの偏光顕微鏡写真と同心円状の干渉縞から求めた光学位相差分布 (x 軸) を図 2(a), (b) に示す。ここで、光源に He-Ne レーザを使用し、液晶レンズのラビング方向に対して偏光方向を 45° とした直交偏光子下で干渉縞の観察を行った。図 2(a) における隣接する干渉縞の光学位相差が 2π であるため、干渉縞から光学位相差特性を求めることができる。直径 8 mm より内側の領域では凹レンズ特性 (レンズパワー = -0.50 m^{-1}) となり、直径 8 mm ~ 15 mm の領域で凸レンズ特性 (0.41 m^{-1}) を示した。一方、 $V_1=V_2=1.0 \text{ V}$ ($f=0.1 \text{ kHz}$), $V_{3\text{in}}=0.5 \text{ V}$ ($f=1.0 \text{ kHz}$) 及び $V_{3\text{out}}=7.0 \text{ V}$ ($f=11.0 \text{ kHz}$) の電圧をパターン電極に印加した場合の干渉縞写真及び光学位相差分布を図 3(a), (b) に示す。直径 10 mm より内側の領域で凸レンズ特性 (0.55 m^{-1}) を示し、直径 10 mm ~ 15 mm の領域で凹レンズ特性 (-0.54 m^{-1}) を示した。以上の結果から、リング電極構造を有する液晶レンズの各電極に独立した電圧を印加することで二重レンズの特性を制御することができた。

謝辞

本研究の一部は平成 26 年度科学研究費基盤研究(C)(課題番号 26420294)の助成を得て行われた。

- 1) M. Ye, B. Wang, M. Uchida, S. Yanase, S. Takahashi, M. Yamaguchi, and S. Sato: Jpn. J. Appl. Phys. **49** (2010) 100204-1.
- 2) 糸田, 河村, 佐藤: 第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 18a-F10-2(2014)03-043.

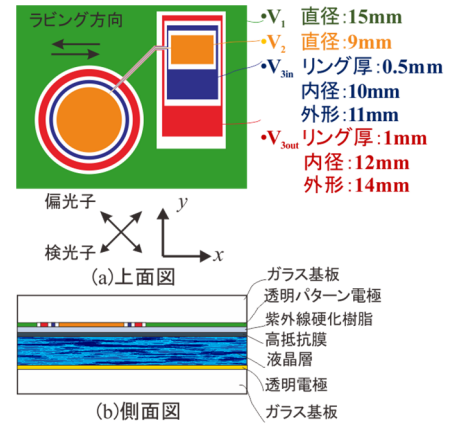


図 1. 二重焦点型レンズの模式図

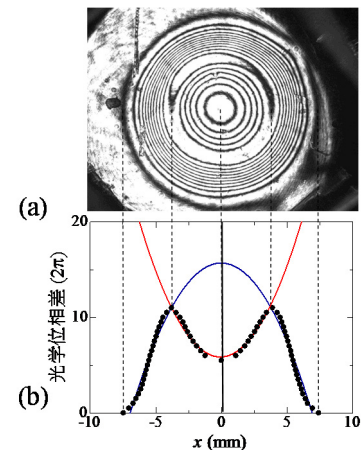


図 2. 干渉縞写真(a)と光学位相差分布 I
($V_1=8.0 \text{ V}$, $V_2=5.0 \text{ V}$, $V_{3\text{in}}=V_{3\text{out}}=0.5 \text{ V}$)

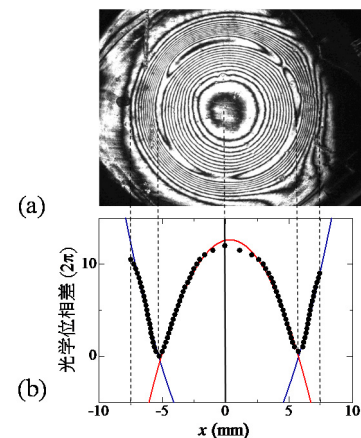


図 3. 干渉縞写真(a)と光学位相差分布 II
($V_1=V_2=1.0 \text{ V}$, $V_{3\text{in}}=0.5 \text{ V}$, $V_{3\text{out}}=7.0 \text{ V}$)