

二重焦点制御機能を有する液晶レンズの光学位相差特性 Optical phase differences of a liquid-crystal-lens with double-focal-lengths

秋田大院工¹, 液晶レンズ研究所² ◯糸田 大輝¹, 河村 希典¹, 佐藤 進²
Akita Univ.¹, LC-lens Institute² ◯Daiki Itoda¹, Marenori Kawamura¹, Susumu Sato²
E-mail: kawamura@gipc.akita-u.ac.jp

1. はじめに

これまで円形パターン電極及び高抵抗膜を用いた低電圧駆動の液晶レンズを試作し、レンズ特性について示した。¹⁾ さらに、従来の円形パターン電極にリング形状の電極を挿入した場合の二重焦点型液晶レンズのレンズ特性について報告した。²⁾ 本研究では二重のリング形状の電極を有する液晶レンズを提案し、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た結果について述べる。

2. 二重焦点制御機能を有する液晶レンズ

二重焦点制御機能を有する液晶レンズの模式図を図 1(a), (b) に示す。フォトリソグラフィ法を用いて図 1(a) に示すように ITO(Indium Tin Oxide)透明電極の円形パターン形成を行った。各円形パターン透明電極の直径 $\phi_1, \phi_2, \phi_{3in}$ 及び ϕ_{3out} を 2.5mm, 2.0mm, 2.2mm 及び 2.4mm とし、各リング及び引出し線の幅を 0.05mm としている。上部電極面に透明な紫外線硬化樹脂をスピコート法により塗布後、UV 照射により 5 μ m 厚の透明樹脂膜を形成した。その透明膜表面に RF スパッタリング法により高抵抗の酸化亜鉛膜を成膜し、その後熱処理を行った。この高抵抗膜と下部の透明導電膜付きガラス基板表面に液晶分子を一様に配向させるため、ポリイミド水平配向膜を塗布し一方 (y 軸方向) にラビング処理を施した後、30 μ m 直径のポリマー球状スペーサを用いて空セルを作製した。封入する液晶材料にはネマティック液晶 (MLC6080, Merck) を用いた。

3. 実験結果及び考察

偏光顕微鏡システム (光源: He-Ne レーザ) を用いて二重焦点制御機能を有する液晶レンズに $V_1=V_2=0\sim 3V$ (周波数 $f=1kHz$), $V_{3in}=V_{3out}=7V$ ($f=50kHz$) の電圧を印加した場合の干渉縞写真を図 2(a)~(d) に示す。ここで、直交偏光子の条件下で液晶レンズのラビング方向が偏光板の偏光方向に対し 45° になるように液晶レンズを配置した。各パターン電極に電圧を印加することにより真円に近い同心円形状の干渉縞が見られ、リング電極に沿った干渉縞も見られた。隣接する干渉縞の光学位相差が 2π であるため、干渉縞写真からラビング方向とする y 軸方向の光学位相差を求めた結果を図 3 に示す。液晶分子のティルト角の立ち上がり方向により $y=\pm 1.0mm$ 付近で光学位相差の非対称性が生じた。各電極に印加する電圧によりレンズ特性を変化させることができ、中央の直径 $\phi 2.0mm$ の範囲で上に凸の光学位相差分布 (凸レンズ特性) となり、直径 $\phi 2.0mm\sim\phi 2.5mm$ で凹レンズ特性を示した。

液晶レンズの各電極に電圧 $V_1=6V$ (周波数 $f=10kHz$), $V_2=0V$, $V_{3out}=0V$ を印加し、内部リング電極に $V_{3in}=0V$ 及び $7V$ ($f=50kHz$) を印加した場合の光学位相差分布 (y 軸) を図 4 に示す。外部リング電極の電圧を $V_{3out}=0V$, 内部リング電極に電圧 V_{3in} を加えることで内部リング電極 (直径 $\phi 2.2mm$) 内部の光学位相差分布を調整することができた。すなわち、内部リング電極を境にして 2 つの異なる凸レンズ特性を得ることができた。

謝辞: 本研究の一部は学術振興会科学研究費基盤研究 C (課題番号 24560307) により行われたものである。

- 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 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 19a-C13-2 (2013) 03-033.

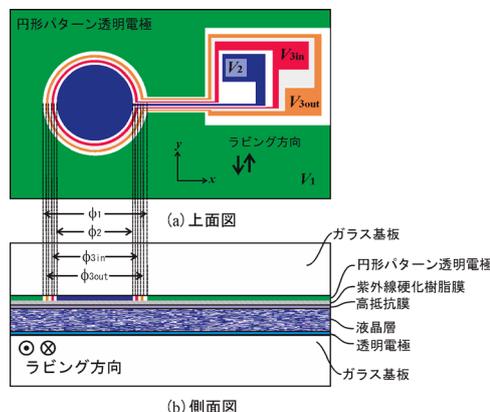


図 1. 二重焦点制御機能を有する液晶レンズ

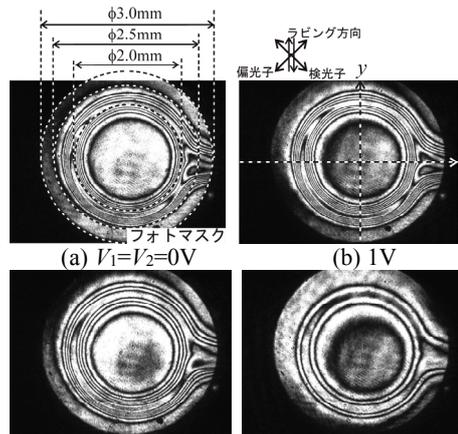


図 2. 干渉縞写真 ($V_{3in}=V_{3out}=7V$)

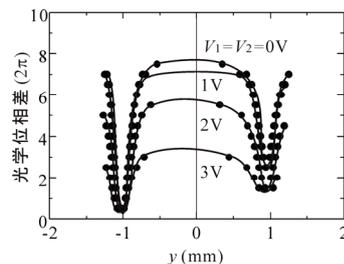


図 3 光学位相差分布特性 ($V_1=V_2=0\sim 3V, V_{3in}=V_{3out}=7V$)

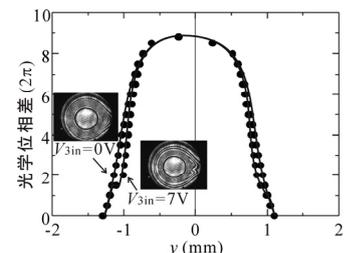


図 4 光学位相差分布特性 ($V_1=6V, V_2=0V, V_{3in}=0\sim 7V, V_{3out}=0V$)