# 円錐状レンズ特性を有する液晶レンズの光学位相差分布（Ⅰ）

**Optical phase distributions of an LC lens with a conical lens property (Ⅰ)**

**秋田大院理工，°(M1)菅原 朋樹，河村 希典**
**Akita Univ. °Tomoki Sugawara, and Marenori Kawamura**
**E-mail: m8018412@s.akita-u.ac.jp**

## 1. はじめに

円錐状レンズを用いたレーザ微細加工，及びLiDARイメージングによる環境計測等への応用が知られている。これまで我々は滑らかな放物面状の屈折率分布を得ることができる高抵抗膜と同心円状輪帯電極を有する液晶レンズを提案し，電気光学特性について報告してきた。[1,2)]

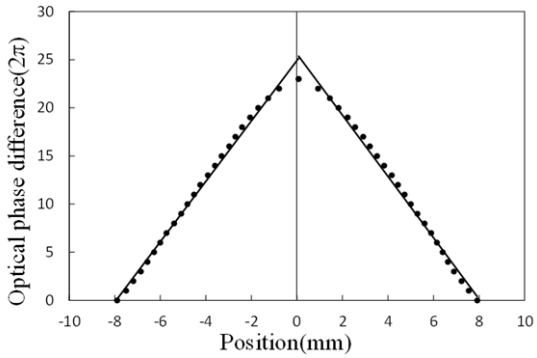
本研究では円錐状のレンズ特性及び放物面状のレンズ特性を電圧で切替可能な輪帯電極構造の液晶レンズを作製し，各電極の印加電圧を調整することで得られる干渉縞の観察から光学位相差分布を求めた結果について報告する。

## 2. 輪帯電極を有する液晶レンズ

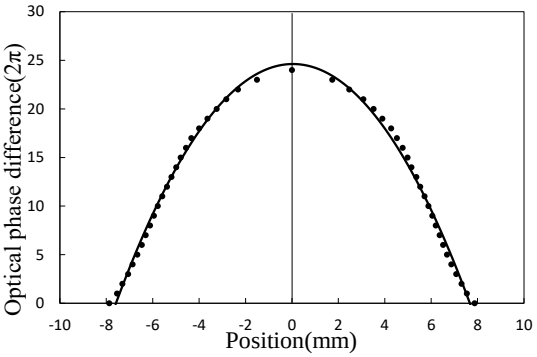
フォトリソグラフィ法を用いてガラス基板上のITO（Indium Tin Oxide）透明電極に，円形パターン電極#1（直径$\phi_{\#1}$ = 2.0 mm）及び輪帯電極#2 ~ #6（電極幅：$w_{\#2\sim\#6}$ = ~ 1.4 mm）を形成した。ここで，各電極間のスリット幅を0.1 mmとした。このパターン電極側に透明樹脂膜と高抵抗膜（シート抵抗～$10^7$ Ω/□）を成膜した。高抵抗膜と下部ガラス基板 ITO 電極の表面にポリイミド水平配向膜を塗布し，一方向にラビング配向処理を行った。2枚のラビング配向面が反平行方向になるように，ポリマー球状スペーサ（直径60 μm）を用いて組合せ，空セルを作製した。その後，ネマティック液晶RDP85475（DIC㈱，$\Delta n$ = 0.298@λ = 589 nm）を封入した。

## 3. 実験結果及び考察

直交偏光子の偏光方向と液晶レンズのラビング方向が45°になるように液晶レンズを配置し，偏光顕微鏡によりレンズ領域における干渉縞の観察を行った。隣接する干渉縞間の光学位相差は2π（radian）であるため，干渉縞より光学位相差分布を求めることが可能である。液晶レンズの電極#1 ~ #6に電圧 $V_1$ ~ $V_6$ = 0.9, 1.1, 1.3, 1.7, 1.8, 3.5 V 及び $V_1$~$V_6$ = 0.8, 1.0, 1.1, 1.4, 1.6, 3.5 V を印加した場合の光学位相差分布を Figs. 1(a), (b)に示す。ここで，印加電圧の周波数は $f$ = 8 kHz である。液晶レンズに印加する電圧を調整することにより等間隔の同心円状の干渉縞が生じるのが見られ，円錐状（中心を通る断面：三角形状）の光学位相差分布となった[Fig. 1(a)]。光学位相差のプロット点より求めた直線状の近似値との平均二乗偏差は0.52であった。液晶レンズに印加する電圧をさらに調整することにより，上に凸の放物面状（断面：放物線状）の光学位相差分布を得ることができた[Fig. 1(b)]。これらの光学位相差より求めた放物線の２次係数からレンズパワーを算出することが可能であり，0.45m$^{-1}$（平均二乗偏差: 0.60）と見積もることができた。



(a)



(b)

Fig. 1 Optical phase distributions

以上のことにより，輪帯電極を有する液晶レンズを用い，各電極に印加する電圧を調整することで，円錐状及び放物面状に近い光学位相差分布を切替えることができた。

## 謝辞

本研究の一部は平成 30 年度科学研究費基盤研究(C)（課題番号 17K06368）と平成 30 年度 JST 研究成果最適展開支援プログラム（A-STEP）機能研究フェーズ試験研究タイプの助成を得て行われた。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

1) 斉藤，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: 2018 年日本液晶学会討論会，2C02 (2018).