

## 輪帯電極構造を有する液晶レンズにおける応答特性

### Response properties of a liquid-crystal lens with multiple-ring-electrodes

秋田大理工<sup>1</sup>, 液晶レンズ研究所<sup>2</sup> ○中川 亮平<sup>1</sup>, 河村 希典<sup>1</sup>, 佐藤 進<sup>2</sup>

Akita Univ.<sup>1</sup>, LC-Lens Inst.<sup>2</sup> ○Ryohei Nakagawa<sup>1</sup>, Marenori Kawamura<sup>1</sup>, Susumu Sato<sup>2</sup>

E-mail: [m8018420@s.akita-u.ac.jp](mailto:m8018420@s.akita-u.ac.jp)

#### 1. はじめに

複屈折を有する液晶は、低電圧で実効的な屈折率を変化させることができることから、機械的駆動部を必要としない光学デバイスの研究が盛んに行われている。多数の同心円状輪帯電極を有する液晶レンズは、屈折率分布が階段状もしくは階段状を含む傾斜状となるため、この課題の解決を目的として高抵抗膜と同心円状輪帯電極を用いた液晶レンズが提案され、滑らかな屈折率を得ることができた。<sup>1)</sup> 液晶レンズの応答特性を改善するために、通常よりも比較的高電圧を一時的に加える駆動法を用いることで、凸レンズ特性となる応答時間の短縮を実現した。<sup>2)</sup>

本研究では、レンズ径拡大が望める高抵抗膜及び輪帯電極を有する液晶レンズを用いて、各電極に凹レンズ特性となるような適切な値の電圧を加えた場合と、一時的に通常よりも高電圧を加えた場合のレンズ径内における光学位相差分布の応答特性を求めた結果について報告する。

#### 2. 実験方法

本研究では、ネマチック液晶(RDP-85475,  $\Delta n = 0.298$  @ $\lambda = 589$  nm, DIC)を使用した高抵抗膜及び輪帯電極を有する液晶レンズ(液晶層厚: 60  $\mu\text{m}$ , 最大有効レンズ径:  $\phi 18$  mm)を用いた。液晶レンズのレンズ径内の同心円状の干渉縞を偏光顕微鏡により観察した。ここで、直交偏光子の偏光方向と液晶レンズのラビング方向が  $45^\circ$  になるように液晶レンズを配置した。液晶レンズの輪帯電極の各電極に所望の電圧を印加し、電圧印加開始と同時に発光ダイオードを点灯させたときのフレームを時間  $t = 0$  s とした。撮影した干渉縞の特定領域(Fig. 1 の A ~ C に示す領域)での透過光から光学位相差を求め、光学位相差の変化が一定となる値から  $\pi/10$  を引いた値の時間を応答時間と定義した。

#### 3. 実験結果及び考察

Fig. 1 に示したように、液晶レンズの輪帯電極の中央部を領域 A、最外輪帯電極パターン縁部を領域 C、領域 A と領域 C の中間を領域 B とした。液晶レンズの輪帯電極に印加する電圧を OFF 状態から ON 状態へ切替え、各電極に電圧  $V_1 \sim V_6 = 2.5, 1.6, 1.4, 1.3, 0.8, 0.7$  V を印加した場合、領域 A ~ C の応答時間は、42.2, 62.1, 91.3 s であった。

一時的に ON-OFF 切替え駆動時の電圧の約 2 倍 ~ 9 倍の電圧を各電極に印加しながら同心円状の干渉縞の挙動を観察したところ、干渉縞が安定になる電圧は領域 A ~ C で異なる傾向が見られた。そこで、オーバードライブ駆動の時間を  $\Delta t = 0.12$  s 一定とし、

各電極に加える電圧  $V_1 \sim V_6 = 25.3, 16.4, 16.2, 16.6, 10.6, 9.7$  V を加えた場合、領域 A ~ C の応答時間は、3.2, 2.1, 1.2 s となった。オーバードライブ駆動を用いることで、凹レンズ特性を得るまでの領域 A ~ C における応答時間を約  $1/13$  倍,  $1/30$  倍,  $1/76$  倍に短縮することができた [Table 1]。ただし、領域 A や領域 B ではオーバードライブ電圧が比較的高かったことから干渉縞が戻る傾向が見られた。そのため領域 A や領域 B の応答時間が領域 C より長くなったものと考えられる。

以上より、オーバードライブ駆動を行うことで、凸レンズの場合と同様に所定の凹レンズ特性を得るまでの応答時間を短縮することができた。オーバードライブの電圧や印加時間を調整することで、さらに応答時間の短縮が可能であると思われる。

#### 謝辞

本研究の一部は平成 29, 30 年度科学研究費基盤研究(C) (課題番号 17K06368 及び 18K04055) の助成を得て行われた。液晶材料を提供して頂きました DIC(株)に感謝いたします。

#### 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) 荻原, 河村, 佐藤: 日本液晶学会討論会 PA38 (2017).

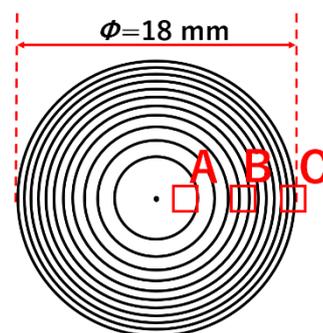


Fig.1 Schematic diagram of an interference fringe

Table 1 Response properties

	Area A	Area B	Area C
ON-OFF switching operation	42.2 s	62.2 s	91.3 s
Overdrive operation	3.2 s ( $\sim \frac{1}{13}$ )	2.1 s ( $\sim \frac{1}{30}$ )	1.2 s ( $\sim \frac{1}{76}$ )