

偏光依存性を有する液晶フレネルレンズの形成

Fabrication of Liquid crystal Fresnel lens having a polarization dependency

長岡技科大¹, 兵庫県立大², 日産化学工業(株)³ °野田 浩平¹, 松原 譲¹, 河合 孝太郎¹,

坂本 盛嗣¹, 佐々木 友之¹, 岡本 浩行¹, 川月 喜弘², 後藤 耕平³, 小野 浩司¹

Nagaoka Univ. of Tech¹, University of Hyogo², NISSAN CHEMICAL INDUSTRIES, LTD³,

°Kohei Noda¹, Jou Matsubara¹, Kotaro Kawai¹, Moritsugu Sakamoto¹, Tomoyuki Sasaki¹,

Hiroyuki Okamoto¹, Nobuhiro Kawatsuki², Kohei Goto³, Hiroshi Ono¹

E-mail: noda@kononi.nagaokaut.ac.jp, onoh@nagaokaut.ac.jp

光学素子は計測機器や医療機器、家電等様々な場面で利用されているが、機器の小型化や軽量化のため光学素子の小型化は非常に有用な技術である。フレネルレンズは、通常のレンズを一定の半径ごとに切った形状を持つレンズであり厚みを薄くできる為、照明、カメラなど様々な装置の光学素子として利用されている。材料として液晶を用いたフレネルレンズの研究が盛んに行われている¹⁾。液晶は電場や温度といった外場の影響で実行的な屈折率を変化させることが可能であり、集光度や焦点を可変できるといった複合的な機能を有するレンズを形成できるためである。

我々は液晶の光学異方性空間分布を制御することで、これまでに種々の回折素子を形成してきた²⁾。液晶の光学異方性空間分布を制御し形成した素子は入射偏光の偏光状態に依存して回折特性や偏光変換特性を変化させる。もし、フレネルレンズの位相分布に沿った光学異方性空間分布を形成することができれば、入射光の偏光状態によって特性の変化する液晶フレネルレンズの形成が可能である。

光架橋性高分子液晶 (PCLC) は、直線偏光紫外光 (LPUV) を照射することで LPUV の偏光方向に沿った光学異方性を誘起できる材料であり、液晶の配向膜として強い配向規制力を有している³⁾。本研究では PCLC を用いてフレネルレンズの位相分布に沿って液晶の光学異方性を制御した液晶フレネルレンズを形成し、入射偏光に対する偏光依存性を検証した。

本研究では波長 633 nm、焦点距離 20 cm としてフレネルレンズの位相分布を計算した。その位相分布に沿った光学異方性空間分布を算出した。Fig. 1 にフレネルレンズの位相分布とそれに沿った光学異方性空間分布を示す。この光学異方性空間分布に沿って照射する LPUV の偏光方位を制御した。PCLC として P6CB を使用した。P6CB を光配向膜としたセルを作成し LPUV の露光を実施した。LPUV の照射は fig. 2 の実験系を用いた。

Fig. 1 に示した光学異方性の空間分布に沿って LPUV の偏光方位を変化させながら同心円状に露光を実施した。633 nm のレーザを使用し、入射光の偏光状態を変化さ

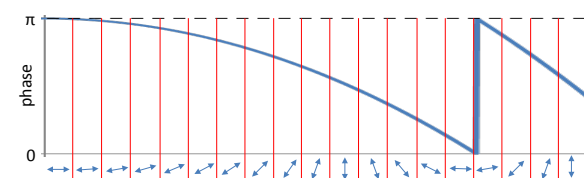


fig. 1 Phase distribution of the Fresnel lens and Spatial distribution of optical anisotropy

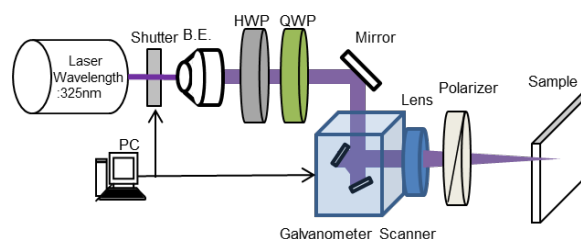


fig. 2 Galvano optical system using a galvanometer scanner. B.E. represents beam expander.

せながら、回折像をビームプロファイラで取得することで、液晶フレネルレンズの偏光依存性を検証した。

Fig. 2 に形成したフレネルレンズに対し、入射光の偏光状態を直線偏光 (LP)、右回り円偏光 (RCP)、左回り円偏光 (LCP) として入射した際のビームプロファイラ画像及びその中心部の強度分布のグラフを示す。入射光と RCP 及び LCP の強度分布を比較すると RCP 及び LCP 出射光が集光していることがわかる。入射光の偏光状態が RCP の場合に最も集光され LCP の場合には集光されていないことがわかる。また、LP を入射した場合には、RCP 入射時の約半分ほどの強度で集光されている。このことから、入射偏光の偏光状態に依存して特性を変化させる液晶フレネルレンズが形成できている。

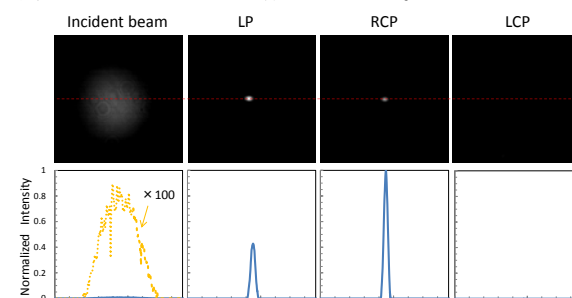


fig. 3 Beam profiler image of diffracted light and the intensity distribution of the diffracted light.

参考文献

- 1) D.-W. Kim et al., "Polarization-insensitive liquid crystal Fresnel lens of dynamic focusing in an orthogonal binary configuration," Appl. Phys. Lett. 88, 203505 (2006)
- 2) H. Ono, A. Emoto, F. Takahashi, N. Kawatsuki, and T. Hasegawa, "Highly stable polarization gratings in photo crosslinkable polymer liquid crystals", J. Appl. Phys. 94 (2003).
- 3) N. Kawatsuki, K. Goto, T. Kawakami, and T. Yamamoto, "Reversion of Alignment Direction in the Thermally Enhanced Photoorientation of Photo-Cross-Linkable Polymer Liquid Crystal Films", Macromolecules 2002, 35