

二次元的な周期配向パターンを有する液晶回折格子における回折特性

Diffraction Properties of Liquid Crystal Gratings with Two-Dimensional Periodic Orientation Patterns

○高橋 夏輝、本間 道則、能勢 敏明(秋田県立大学)

○Natsuki Takahashi, Michinori Honma, and Toshiaki Nose (Akita Prefectural University)

E-mail: mhonma@akita-pu.ac.jp

1. はじめに

液晶の配向方向が周期的に分布した液晶回折格子は、一般に入射光の偏光状態に応じて回折効率が変化する特徴を有し、この偏光依存性を利用することによって入射光の偏光状態を測定する偏光計測システムを実現することができ、旋光物質の濃度測定など種々の実用光計測システムに適用することができる。^{1,2)}しかし、通常の液晶回折格子の回折効率は入射光の偏光状態に対して周期的に依存するため、異なる複数の偏光状態が等しい回折効率を与える場合が存在する。よって液晶回折格子を直線偏光の偏光方向の決定に適用する場合、求める角度が一意に定まらず、その結果として測定可能な角度範囲が $0^\circ \sim 90^\circ$ に限られてしまうことが少なくない。

本研究においては測定可能な偏光方向の角度が 90° を超える広いダイナミックレンジを有する偏光計測の実現を目指して、二次元的に回折する液晶回折格子を作製し各回折光の回折効率の偏光依存性の測定を行うとともに、入射光の偏光方向の定量評価への適用の可能性について検討した。

2. 作製方法

本研究における液晶回折格子のラビングパターンおよび作製した液晶セルの偏光顕微鏡画像をそれぞれ Fig. 1(a)および1(b)に示す。微細な配向処理(マイクロラビング³⁾)を施したポリイミド膜(SE2170, 日産化学工業)付きガラス基板と垂直配向用ポリイミド(7511L, 日産化学工業)を塗布したガラス基板を組み合わせることで液晶セルを作製した。ここで、液晶としてE170(メルク)を用い、セル厚はガラススペーサ($12 \mu\text{m}$)を用いて制御した。本研究では、以下の手順に従って3つの異なる配向領域を形成した。まず、水平配向膜を塗布した基板上一様ラビングを行い(Step 1)、次に Fig.1(a)に示すようなシェブロン状のマイクロラビング処理を施した。(Step 2)

3. 液晶回折格子の回折効率の偏光依存性

Fig. 2 に、得られた回折パターンを示す。ここで、入射光(He-Ne レーザー, 633 nm)の偏光方向を水平方向(x 方向)とした。図より二次元的な回折特性が得られていることが分かる。

Fig. 3 に回折次数(m_x, m_y)が $(-1, 0)$ および $(-3, -1)$ における回折効率(η)の入射光の偏光方向 (Ψ) 依存性を示す。図より、 $\eta_{-1,0}$ および $\eta_{-3,-1}$ はともに等しい周期で Ψ に依存するが、依存性を正弦波で近似したとき($\eta = \sin(\Psi + \Psi_0)$)、位相 Ψ_0 がそれぞれ異なることが分かる。 $(\eta_{-1,0}$ および $\eta_{-3,-1}$ の Ψ_0 はそれぞれ -65° および -18° である。) 以上より、 $\eta_{-1,0}$ に加えて $\eta_{-3,-1}$ を同時に測定することによって、ダイナミックレンジの広い高速な偏光計測が可能になると考えられる。

4. 結論

マイクロラビング処理法を用いて作製した 2D 液晶回折格子について、2つの異なる次数の回折効率($\eta_{-1,0}$, $\eta_{-3,-1}$)を測定したところ、異なる偏光依存性が確認できた。これにより偏光方向の測定角度が 90° を超える広いダイナミックレンジの

偏光計測に利用できる可能性が見出された。

参考文献

- 1) M. Honma et al., Jpn. J. Appl. Phys. 54(12) 122601 (2015).
- 2) M. Honma and T. Nose, to be published in Optical Review, (2016).
- 3) M. Honma and T. Nose, Jpn. J. Appl. Phys. 42(11) 6992 (2003).

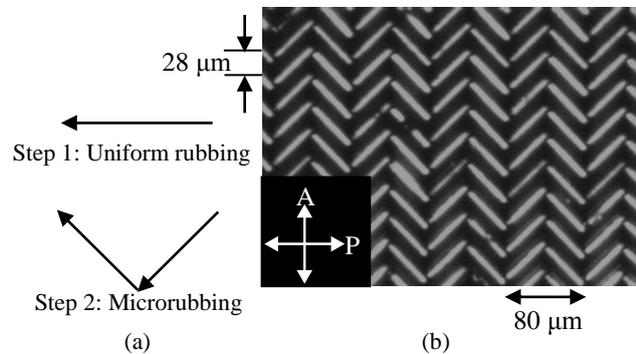


Fig.1 (a) Microrubbing pattern and (b) polarization microscope image of the fabricated 2D-liquid crystal grating at zero voltage.

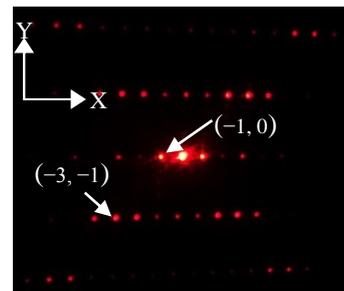


Fig.2 Observed diffraction pattern (633 nm , $\Psi = 0^\circ$).

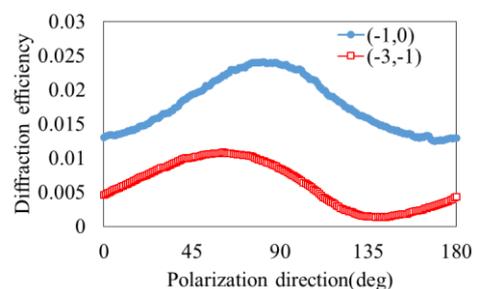


Fig.3 Polarization dependence of measured diffraction efficiency (633 nm).