偏光回折格子の回折特性の入射角依存性低減に適した二軸異方性の調査

Investigation for biaxial anisotropy suitable for reducing incident angle dependence of diffraction properties of polarization grating

○百﨑 龍成 [1]，坂本 盛嗣 [1,4]，野田 浩平 [1,4]，佐々木 友之 [1,4]，酒井 丈也 [2]，
服部 幸年 [2]，川月 喜弘 [3,4]，小野 浩司 [1,4]
○Ryusei Momosaki[1], Moritsugu Sakamoto[1,4], Kohei Noda[1,4], Tomoyuki Sasaki[1,4], Takeya Sakai[2],
Yukitoshi Hattori[2], Nobuhiro Kawatsuki[3,4], and Hiroshi Ono[1,4]
[1] 長岡技科大，[2] 林テレンプ(株)，[3] 兵庫県立大，[4]CREST, JST
[1]Nagaoka Univ. Technol., [2]Hayashi Telempu Corp., [3]Univ. of Hyogo, [4]CREST, JST
E-mail: s163222@stn.nagaokaut.ac.jp

Full-Stokes 偏光イメージング[1]やビームステアリング[2]などでの要素素子として、偏光回折格子[3]が利用されている。偏光回折格子は異方性媒体の周期的な配向分布によって形成され、異方性の大きさ Δn と異方性媒体層の厚さ d の積、すなわちリタデーション Δnd が半波長のときに100%の回折効率を達成する。しかしながら、偏光回折格子に斜め入射すると、光波に影響する実効的な異方性の大きさが空間的に分布するようになり、光波の行程長も d より長くなる。よって、偏光回折格子の回折効率や回折光の偏光状態は入射角依存性を有する。私たちは以前に、Fig. 1 の xz 平面を入射面とした斜め入射において、二軸異方性高分子液晶を用いた偏光回折格子の入射角依存性の測定結果や二軸異方性の影響が光学的厚さに依存することなどを報告した[4]。一方で、Fig. 2 の破線、一点鎖線で示すように、現有の二軸異方性高分子液晶を用いた偏光回折格子では、波長に対して光学的に薄い Raman-Nath 領域においても、一軸異方性材料を用いた場合に対して顕著な差異が出ることはなかった。そこで、本研究では、偏光回折格子の回折特性において、入射角依存性をさらに低減可能な二軸異方性形状の理論的調査を行った。

理論計算には時間領域有限差分(FDTD)法を用いた。また、二軸異方性を定量化するため、一般的に利用されている Nz 係数(= $(n_z - n_x) / (n_y - n_x)$)を用いることとした。ただし、$n_x$、$n_y$、$n_z$ は異方性媒体の主屈折率である。平均屈折率 $n_{ave.}$ [= $(n_x + n_y + n_z) / 3 = 1.685$]、垂直入射時の複屈折率 Δn [= $n_y - n_x = 0.2$]と Nz 係数を用いることにより、一意に主屈折率の組み合わせを決定できる。主屈折率を与えて FDTD 計算によって入射角依存性を計算し、低減に適した組み合わせを調査した。

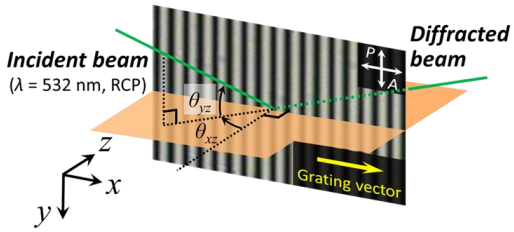

Fig. 1. Beam incident condition on an OCPG. Two patterns can be assumed, one on the *yz* plane and the other on the *xz* plane.

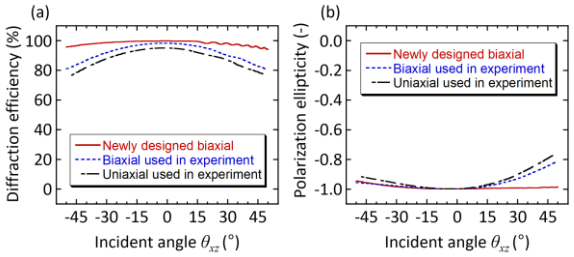

Fig. 2. FDTD-calculated incident angle dependences of the diffraction efficiency and the polarization ellipticity of +1st-order light diffracted by the polarization gratings with a grating period of 8.5 μm at 532 nm-wavelength right-handed circularly polarized light incidence (θ_{yz} = 0). The red lines show the results obtained by optimizing the biaxial anisotropic shape.

以上の手法により求めた主屈折率の組み合わせを用いて、格子周期 8.5 μm の偏光回折格子に波長 532 nm の右円偏光を入射した際の計算結果を Fig. 2 の赤線で示す。ただし、$\Delta nd = \lambda/2$ で、λ は波長である。回折効率、偏光楕円率のどちらの入射角依存性においても、先に得られていた結果と比較して大幅に低減されることが確認できる。

[1] K. Noda *et al.*, Appl. Opt. **57**, 8870 (2018).
[2] M. Sakamoto *et al.*, Appl. Opt. **60**, 2062 (2021).
[3] H. Ono *et al.*, J. Appl. Phys. **94**, 1298 (2003).
[4] R. Momosaki *et al.*, J. Opt. Soc. Am. B **38**, 4575 (2021).

© 2022年 応用物理学会