

パターン配向液晶を用いた非対称な反射型回折光学素子

Double-sided diffractive optical elements based on patterned cholesteric liquid crystals

阪大院工¹, JST さきがけ² ○吉田 浩之^{1,2}, 小橋 淳二¹, 毛利 文律¹, 尾崎 雅則¹

Osaka Univ.¹, JST PRESTO², °Hiroyuki Yoshida^{1,2}, Junji Kobashi¹, Yoshinori Mohri¹, Masanori Ozaki¹

E-mail: yoshida@eei.eng.osaka-u.ac.jp

光を曲げたり、反射したりする最も基本的な素子はミラーやレンズなどの大きな素子であるが、ウェアブルデバイスの台頭により、コンパクトかつ高機能な光学素子が求められている。回折によって光波を制御する素子の進化形としてメタサーフェスと呼ばれる微細構造素子が提案され、波長以下の薄さでありながら光の振幅、位相および偏光を自在に成形できるため、注目を集めている[1]。メタサーフェスは金属または高屈折率の無機誘電体から成り、微細加工技術によって作製されるが、有機光学材料である液晶も近年、新展開を迎えている。実用化されている液晶ディスプレイでは棒状液晶分子が一様に配向しているが、その配向方向を数ミクロンあるいはそれ以下の微小な領域で局所的に制御（配向パターンニング）することで、伝搬する波面をその配向方位に応じて成形できる。つまり、塗布製膜が可能な、厚さ数ミクロンの平坦なフィルムでありながら、光の進行方向を曲げたり（偏向）、集光したりする回折光学素子が実現できる[2]。

著者らは最近、コレステリック液晶と呼ばれる、棒状分子が自発的に螺旋状に配向する液晶材料の配向を局所的に制御することにより、これまでの素子とは異なる、反射型の回折光学素子を実現した[3]。この素子はコレステリック液晶の螺旋周期構造に起因するブラッグ反射によって動作するため、材料の屈折率と螺旋ピッチによって決まる特定波長の円偏光のみを反射し、透過波面には影響を及ぼさない。さらに、フィルム型素子の各面に異なるパターンニングを施すことにより、表裏で特性の異なる非対称な素子を実現することができる。

本素子の機能は内部の複雑な 3 次元誘電率テンソル分布によって生じるが、液晶の螺旋構造は自発的に形成されるため、基板の 2 次元的なパターンニングによって素子が作製できる。材料の自己組織的なボトムアップ構造をトップダウンで配向制御する融合型ものづくりにより、大面積、フレキシブル、高機能な光学素子の実現が期待される。

参考文献

- [1] A. Arbabi, Y. Horie, M. Bagheri, and A. Faraon, *Nat. Nanotech.* **10**, 937 (2015)., E. Arbabi et al., *Optica* **4**, 625-632 (2017)., S. Jahani, and Z. Jacob, *Nat. Nanotech.* **11**, 23-36 (2016).
- [2] J. Kim et al., *Optica* **2**, 958-964 (2015)., N. V. Tabiryan et al., *Opt. Express* **24**, 7091-7102 (2016).
- [3] J. Kobashi, H. Yoshida, and M. Ozaki, *Nat. Photon.* **10**, 389-392 (2016)., Y. Mouri, J. Kobashi, H. Yoshida, and M. Ozaki, *Adv. Opt. Mater.* **5**, 1601071 (2017). J. Kobashi, H. Yoshida, and M. Ozaki, *Phys. Rev. Lett.* **116**, 253903 (2016)