

液晶積層構造を用いた 同軸光線上に異なるトポロジカルチャージを持つ光渦の生成

Generation of coaxial optical vortices with doubled topological charges using a stacked liquid crystal structure

阪大院工 ○(D1) 塚本脩仁, 吉田浩之, 尾崎雅則

Osaka Univ., ○Yuji Tsukamoto, Hiroyuki Yoshida, Masanori Ozaki

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

【緒言】 光渦は、円偏光に関連するスピン角運動量に加えて、光子の螺旋軌道に関連する軌道角運動量を持つことから、レーザー加工や光通信分野で注目されている^[1]。*q*-plate は、一般にネマティック液晶が基板上のある点周りで方位角方向に半整数倍回転した幾何学構造を有する液晶素子で、素子を伝搬した光には幾何学位相効果に基づき円偏光の光渦が生成される。しかしながら、生成した光渦が持つトポロジカルチャージ(TC)は素子の幾何学構造によって決定し、その構造に制約される。この制約に対して、*q*-plate とコレステリック液晶を積層した構造では、通常の2倍のTCを持つ光渦を生成できることが明らかとなった^[2]。本研究では、同様の液晶積層構造において、*q*-plate で生じる位相遅延を1/2波長ではなく、1/4波長とすると、同軸光線上に2倍異なるTCを持つ光渦が生成されることを明らかにした^[3]。提案素子は、複雑な干渉系なしに異なるTCを持つ光渦の重ね合わせが可能なることから、軌道角運動量を活用した螺旋ナノ構造体の生成^[4]や光渦多重による大容量通信^[5]への貢献が期待される。

【実験】 波長532nmで1/4波長の位相遅延が生じる*q*-plateと波長532nmの右円偏光(RCP)を反射するプラナー配向コレステリック液晶セルを作製し、これらを重ね合わせた。単体の*q*-plateでは、TC=1の光渦が生成するように構造設計した。*q*-plate側から左円偏光(LCP)を入射し、反射円偏光成分の光強度分布を観測した。また、マイケルソン干渉計を用いて反射円偏光成分の干渉像を観測した。

【結果と考察】 図1に観測した光強度分布を示す。反射光の同軸光線上に存在する左右円偏光成分の強度分布は、どちらも特異点付近で強度ゼロのドーナツ状分布であった。特異点の位置は、左右円偏光成分で数十 μm ずれていた。これは液晶素子間のギャップで生じたズレであり、このズレは基板の厚みを薄くすることで小さくできる。図2に観測した干渉像を示す。干渉縞は特異点付近でフォーク状に分岐した。その枝の数は、左右円偏光でそれぞれTC=2とTC=1に対応していた。以上のことから、提案構造が同軸光線上に2倍異なるTCを持つ光渦を生成することを明らかにした。

【謝辞】 素子作製に用いた水平配向剤(AL-1254)及び光配向剤(LIA-03)は、JSR株式会社及びDIC株式会社に提供頂いた。本研究は科研費(JP19H02581, JP20H00391, JP20H04672, JP21K18722)及び卓越研究員事業の支援を受けた。

【参考文献】 [1] Y. Shen, *et al.*, *Light: Sci. Appl.*, **8**, 90 (2019)., [2] M. Ono, *et al.*, *J. Opt. Soc. Am. B*, **36**, D20 (2019)., [3] Y. Tsukamoto, *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **60**, 120906 (2021)., [4] K. Toyoda, *et al.*, *Phys. Rev. Lett.*, **110**, 143603, [5] J. Wang, *et al.*, *Nat. Photon.*, **6**, 7 (2012)

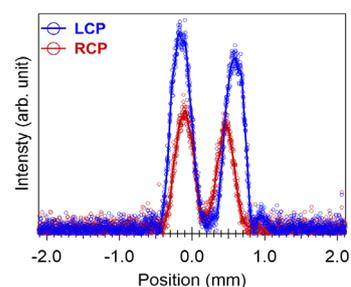


図1 反射円偏光成分の強度分布

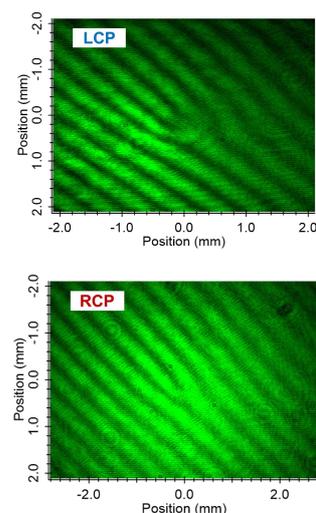


図2 反射円偏光成分の干渉像