

偏光反応性材料の3次元光配向に向けた光渦同軸干渉光の極小集光特性 Tight focusing properties of coaxially superposed optical vortices for a three dimensional photoalignment of polarization sensitive materials

○坂本盛嗣¹, 野田浩平¹, 佐々木友之¹, 川月喜弘², 小野浩司¹

(1. 長岡技科大, 2. 兵庫県立大)

○M. Sakamoto¹, K. Noda¹, T. Sasaki¹, N. Kawatsuki² and H. Ono¹

(1. Nagaoka University of Technology, 2. University of Hyogo)

E-mail: sakamoto@vos.nagaokaut.ac.jp

アゾ色素含有高分子や光架橋性液晶材料等に代表される偏光反応性材料の光配向は、照射する偏光に対する軸選択的な分子再配列により、光学異方性の空間分布を後天的に制御可能な技術として広く利用されている。媒体を透過する光波の振る舞いは屈折率の空間分布に従う為、光配向による光学異方性の3次元制御は学術面と応用面のいずれの面から見ても大きな意義を持つ。この3次元光配向を実現する可能性の一つとして、トポロジカル光波を高開口数条件下で集光した際に発生する z 偏光を伴った光電場の利用が考えられる[1]。 z 偏光を伴う光電場の発生は径偏光が最も良く知られた例であるが、実際にはその他のトポロジカル光波でも発生することが先行研究で示されており、その空間分布はトポロジカル光波の偏光・位相・振幅の集光前の空間分布に応じて様々に異なる[1, 2]。そこで本研究では、トポロジカル光波が極小集光場に形成する光電場の3次元光配向応用の可能性を系統的に明らかにすることを目的とする。今回我々は、その中でも光渦同軸干渉光に着目して数値シミュレーションによる電場解析を行ったので報告する。

光渦同軸干渉光とは、Fig. 1に示すように互いに異なるトポロジカルチャージ ℓ を有する複数の光渦を位相特異点を空間的に重ね合わせた状態を指す[3, 4]。Fig. 1(a)及びFig. 1(b)はそれぞれ $(\ell_1, \ell_2) = (+1, -1)$ 、 $(\ell_1, \ell_2) = (+3, -1)$ の組み合わせで発生する光渦同軸干渉光のビームプロファイルである。これらの光波を高開口数条件下で集光した際の焦点面近傍の光電場をベクトル回折理論に基いた数値シミュレーションで調べた[5, 6]。計算結果をFig. 2に示す。集光前の偏光状態はいずれも x 偏光とし、開口数は0.93とした。Fig. 2から焦点面近傍において z 偏光を伴う光電場が発生していることがわかる。また、焦点面と焦点面から ± 500 nmの位置での電場分布とを比較すると、電場の分布が振れていることが分かる。これらの電場分布から、光渦同軸干渉光の極小集光場における光電場を利用すると、3次元的な光配向が実現されることが期待できる。発表では、光渦同軸干渉光のトポロジカルチャージの組み合わせに関して系統的に調査した結果について報告する。

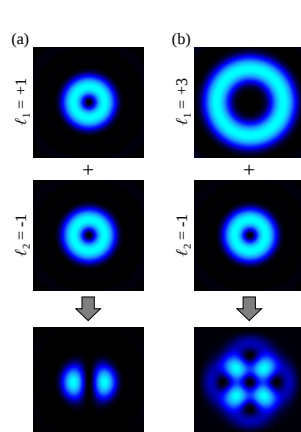


Fig. 1. Coaxial superposition of optical vortices between (a) $(\ell_1, \ell_2) = (+1, -1)$ and (b) $(\ell_1, \ell_2) = (+3, -1)$.

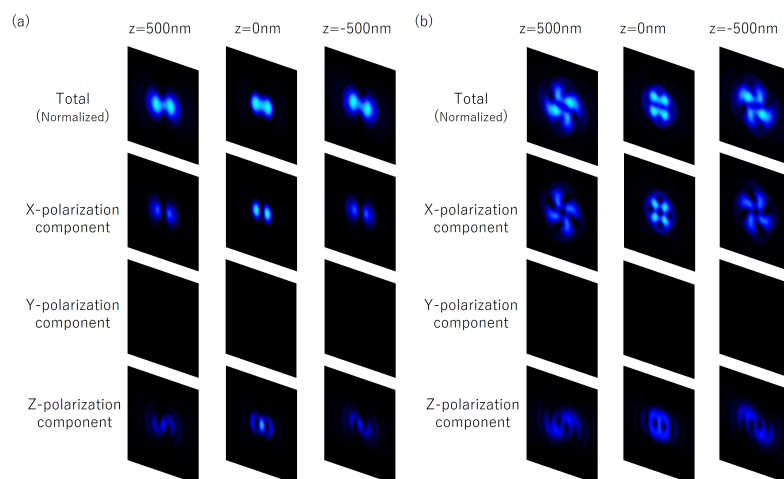


Fig. 2. Numerically simulated electric field distribution of tight focusing coaxially superposed optical vortices whose topological charge pair are (a) $(\ell_1, \ell_2) = (+1, -1)$ and (b) $(\ell_1, \ell_2) = (+3, -1)$.

- [1] Q. Zhan, Adv. Opt. Photon. **1**, 1–57 (2009). [2] S. Vyas, et al., Appl. Phys. B **110**, 7–14 (2013). [3] S. Franke-Arnold et al., Opt. Express **15**, 8619–8625 (2007). [4] M. Sakamoto et al., Opt. Lett. **38**, 3661–3664 (2013). [5] B. Richards and E. Wolf, Proc. R. Soc. London, Ser. A **253**, 358–379 (1959). [6] K. S. Youngworth and T. G. Brown, Opt. Express **7**, 77–87 (2000).