

アゾポリマー薄膜に光渦が創る特異な表面レリーフ

Optical vortex induced surface relief of azo polymers via spatial soliton effects

○(B) 白石 朋¹, (D) 増田 圭吾¹, 豊田 耕平^{1,2}, 宮本 克彦^{1,2}, 尾松 孝茂^{1,2}

(1. 千葉大工, 2. 千葉大分子キラリティーセンター)

○A. Shiraishi¹, K. Masuda¹, K. Toyoda^{1,2}, K. Miyamoto^{1,2}, T. Omatsu^{1,2}

(1. Chiba Univ., 2.MCRC, Chiba Univ.)

E-mail: omatsu@faculty.chiba-u.jp

螺旋状波面を持つ光波の総称である光渦は、円環状強度分布と軌道角運動量を示す。近年、円偏光光渦をアゾポリマー薄膜に照射すると、光渦の軌道角運動量が円偏光のスピン角運動量のアシストを受けて螺旋波面を反映した螺旋表面レリーフを形成することが発見された。さらに、二光子吸収を活用すると、螺旋表面レリーフの空間選択性が向上することも分かってきた。これらの螺旋レリーフは、アゾポリマーの光異性化反応を介してアゾポリマーに1光子吸収あるいは二光子吸収を介して、光渦の角運動量が転写された結果であると考えられる。

われわれは、これらのすでに報告されている螺旋レリーフとは全く異なるキラルでかつ光渦のモード次数に対応して分岐数が変化する分岐表面レリーフが形成できることを新たに発見した。

実験光学系を Fig. 1 に示す。近赤外超短パルスレーザー(波長 1030nm、繰返し周波数 40MHz、パルス幅 2ps)の出力光を螺旋型位相板(SPP)により、1次あるいは2次光渦に変換するとともに、1/4波長板で円偏光にする。軌道角運動量とスピン角運動量が互いに同符号になるようにした。発生させた円偏光光渦を対物レンズ(NA=0.9)で集光しアゾポリマー薄膜表面に照射した。このとき集光されたスポット径は $\sim 4\mu\text{m}$ 、焦点での光強度が $5\text{GW}/\text{cm}^2$ (光渦の入射パワー50mW)であった。これは二光子吸収による質量移動が起こるレーザー閾値の ~ 10 倍の光強度に対応する。光渦照射時間5分の時にできた表面レリーフのAFM画像を Fig. 2 に示す。レリーフは周回方向に捩じれながら、軌道角運動量の大きさに応じて4、ないし、8に分岐していることが分かる。レリーフの形状は、三次非線形光学媒質中を伝播する光渦の空間光ソリトンの形状と酷似していることから、アゾポリマーの質量移動がトリガーとなり、光渦の自己収束効果がアゾポリマー薄膜中で起こったものと考えられる。

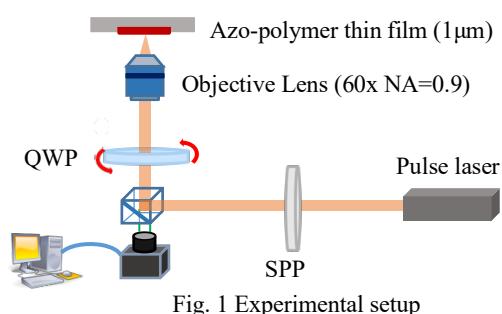


Fig. 1 Experimental setup

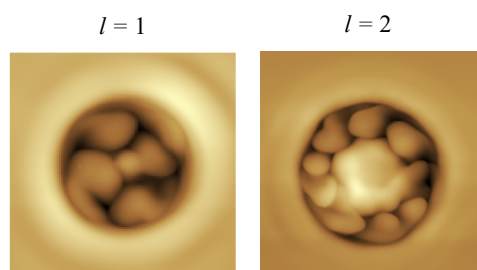


Fig. 2 Surface relief formation

[1] L. Allen, M.W. Beijersbergen, R.J.C. Spreeuw, and J.P. Woerdman, Phys. Rev. A 45, 8185 (1992).

[2] M. Watabe, G. Juman, K Miyamoto, and T. Omatsu, "Light induced conch-shaped relief in an azo-polymer film," Sci. Rep. 4, 4281 (2014).