光渦照射によるキラルマイクロファイバーの創成

Chiral microfiber fabricated by optical vortex illumination

○豊嶋　駿亮 [1]、李 俊享 [1]、宮本 克彦 [1]、有田 佳彦 [2]、Kishan Dholakia[2]、尾松 孝茂 [1]
(1. 千葉大院、2. セントアンドリューズ大学)
°S. Toyoshima[1], J.H. Lee[1], K Miyamoto[1], Y. Arita[2], K. Dholakia[2], T. Omatsu[1]
(1.Chiba Univ., 2.Univ. St. Andrews)
E-mail: omatsu@faculty.chiba-u.jp

光渦は螺旋状波面上に位相特異点を有する光波と定義される。代表的な光渦であるラゲールガウスモードは、位相特異点に由来するドーナッツ型の光強度分布と螺旋状の波面を持つ。光渦の波面の法線方向（ポインティングベクトル）が光の進行方向に対して平行ではないため、光圧の射影成分がビーム断面内に軌道角運動量($\ell\hbar$)として現れる。それに対し、円偏光は螺旋状電場に起因した光でスピン角運動量($s\hbar$)を持つ。この二つの角運動量の足しあわせは光の全角運動量($J\hbar=\ell\hbar+s\hbar$)と定義され、物質に働く輻射力はこの全角運動量によって特徴づけられる。

われわれは、紫外光渦を光硬化樹脂に照射することで、光重合反応を介して角運動量が転写され、キラルなマイクロファイバーが創成できたので報告する。光源には、波長405nm の CW 半導体レーザーを使った。レーザー光を螺旋型位相板で光渦に変換し、1/4 波長板を用いて円偏光にする。円偏光光渦を顕微鏡の対物レンズ(倍率 60、NA 1.10)によってスライドガラスに挟んだ光硬化樹脂に集光する。使用した光硬化樹脂の屈折率は硬化前が 1.518 で硬化後が 1.56 である。重合が開始すると、全角運動量を受取ったポリマーは軌道角運動量の次数に応じて分岐しながら、マイクロファイバーとして成長する様子が確認された。ℓ=-2、ℓ=2 で得られた硬化した樹脂の画像を図に示す。

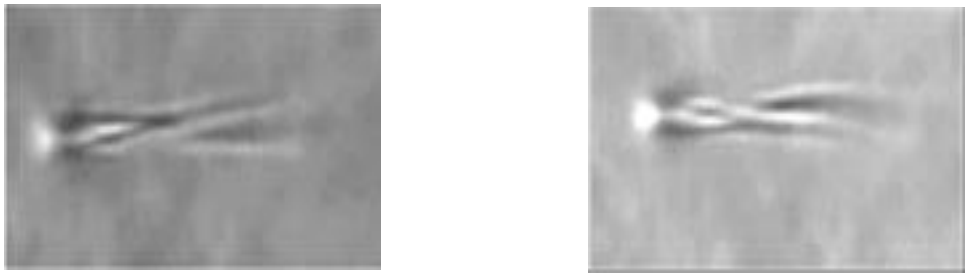

図 ℓ=-2(反時計回り)、ℓ=2(時計回り)での画像

[1] L. Allen, M. W. Beijersbergen, R. J. C. Spreeuw, J. P. Woerdman, “Orbital angular momentum of light and the transformation of Laguerre-Gaussian laser modes,” Phys. Rev. A **45**, 8185–8189 (1992).

[2]K.Toyoda, K.Miyamoto, N.Aoki, R.Morita, and T.Omatsu “Using optical vortex to control the chirality of twisted metal nanostructures” Nano Lett. 12, 3645 (2012)

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

© 2016年 応用物理学会