ベクトル渦ビームの偏光ホログラム記録により作製された異方性回折素子

Anisotropic diffractive element fabricated by recording of vector hologram

between two vector vortex beams

○ 坂本盛嗣¹,中元勇貴¹,河合孝太郎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)

^OM. Sakamoto¹, Y. Nakamoto¹, K. Kawai¹, 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

光学異方性の空間分布を有する異方性回折素子は、入射光の伝 播方向のみならず、偏光状態をも制御できるという性質を示すこ とから、偏光素子をはじめとした高機能な光制御デバイスとして、 その作製方法から応用法にわたり幅広く研究されている。我々は 先の研究で、互いに偏光空間分布が直交関係にあるベクトルビー ムの偏光ホログラム記録により、ベクトルビームや光渦への空間 偏光・位相変調機能を有する異方性回折素子を作製できることを 実験により明らかにした [1]。今回我々は、螺旋位相を有するベ クトルビーム(ベクトル渦ビーム [2])の偏光ホログラム記録へ と回折素子の作製原理を拡張し、ベクトル渦ビーム、光渦、及び リング状光格子への空間光変調特性を有する異方性回折素子を形 成することに新たに成功したので報告する [3]。

偏光ホログラムの記録光学系を Fig. 1 に示す。本光学系ではまず、He-Cd レーザー光 (325 nm)を偏光子 P、1/4 波長板 QWP₁ 及び軸対称偏光子 ASP へと連続して透過させ、 $\ell = 1$ の螺旋位相を有する径偏光へと変換する [4]。 この径偏光は、螺旋位相が $\ell = 2$ の右円偏光と $\ell = 0$ の左円偏光の重ね合 せとみなすことが出来る [4]。次に各々の円偏光成分を QWP₂ で 0 deg と 90 deg 直線偏光へと変換した上で、偏光ビームスプリッタ PBS により空間 的に分離する。分離された 2 光波は、続けて軸対称半波長板 AHP を素子上 で空間的に交差するように透過し、それぞれ $\ell = 2$ の螺旋位相を有するべ

Spatial filter and beam expander He-Cd laser (325 nm) Aperture P QWP1 ASP QWP2 M M Sample M AHP M M APPRS





Fig. 2. Polarization microscope image of fabricated anisotropic diffractive element.

クトル渦ビームと位相が一様なベクトルビームへと変換される [4]。このとき、2光波間の偏光空間分布は Fig. 1 中に示すように互いに直交関係になる。最後に AHP 面をレンズ対を用いて偏光記録材料上へと結像 し、偏光ホログラムを記録する。なお、記録材料には光架橋性高分子液晶 (P6CB) を使用した [5]。

Fig. 2 は作製した異方性回折素子をクロスニコ ル配置下で観察した偏光顕微鏡画像である。画像 から作製された回折素子は放射状の光学軸を有し ており、さらに並進方向に対して複屈折の大きさ がフォーク上に分布していること分かる。Fig. 3 は作製した素子に0deg 直線偏光を透過させた場 合の+1次光の全偏光成分・0、45、90、135deg



Fig. 3. Diffraction patterns emitted from the fabricated anisotrpic diffractive element.

直線偏光成分・左右円偏光成分の強度分布の観測結果である。なお、光源には波長 633 nm の He-Ne レー ザーを使用し、素子から約 70 cm の距離で観測した。実験と計算で像が良い一致を示しており、再生光の偏 光状態が放射上に変換されていることが分かる。また、左右円偏光成分で互いに異なる直径のドーナツパ ターンが得られており、各々の円偏光成分が異なる螺旋位相の光渦になっていることが分かる。一方で、直 線偏光成分に着目すると、回折像はリング状の格子パターンを有していることが分かる。これは互いに異な る螺旋位相を有する光渦が同軸で干渉した為である [4,6]。なお、回折光の偏光空間分布や強度分布は入射 光の偏光状態に応じて制御可能であり、当日はこの入射偏光依存性について理論解析も含めて報告する [3]。

[1] 坂本盛嗣, et al., Optics & Photonics Japan 2016, 31aD2, 東京 (2016.11).
[2] K. Kitamura, et al., Opt. Lett. **37**, 2421 (2012).
[3] M. Sakamoto, et al., J. Opt. Soc. Am. B **34**, 263 (2017).
[4] M. Sakamoto, et al., Opt. Lett. **38**, 3661 (2013).
[5] N. Kawatsuki, et al., Macromolecules **35**, 706 (2002).
[6] S. Frank-Arnold, et al., Opt. Express **15**, 8619 (2007).