

# 光架橋性高分子液晶への偏光ホログラム多重記録によるベクトルビームのモード分離素子の形成

## Fabrication of mode demultiplexer for vector beam based on the multiple polarization hologram recording on the photocrosslinkable polymer liquid crystal

長岡技術科学大学<sup>1</sup>, 株式会社オプトゲート<sup>2</sup>, 兵庫県立大学<sup>3</sup>, <sup>○</sup>(M1)金子 裕亮<sup>1</sup>, 坂本 盛嗣<sup>1</sup>, 野田 浩平<sup>1</sup>, 佐々木 友之<sup>1</sup>, 田中 雅之<sup>2</sup>, 川月 喜弘<sup>3</sup>, 小野 浩司<sup>1</sup>

Nagaoka Univ. of Tech.<sup>1</sup>, OPT Gate Co., LTD.<sup>2</sup>, Univ. of Hyogo<sup>3</sup>, <sup>○</sup>Yusuke Kaneko<sup>1</sup>, Moritsugu Sakamoto<sup>1</sup>, Kohei Noda<sup>1</sup>, Tomoyuki Sasaki<sup>1</sup>, Masayuki Tanaka<sup>2</sup>, Nobuhiro Kawatsuki<sup>3</sup>, and Hiroshi Ono<sup>1</sup>  
E-mail: onoh@nagaokaut.ac.jp

### 1. 背景・目的

現在の光通信の情報転送容量の上限を克服するために、空間分割多重(SDM)方式に注目が集められている。中でも、ベクトルビーム(VB)を使ったSDMは安定的な光ファイバ伝送が可能なことから有線通信への応用が期待されるが、その実装にはVBをモード毎に分離検出する工程が必要不可欠である<sup>[1]</sup>。そこで、先の研究で我々は、光架橋性高分子液晶(PPLC)への偏光ホログラムの多重記録により形成した偏光回折格子を新たなVBのモード分離素子として提案した<sup>[2]</sup>。この偏光回折格子は、複数のVBを単一素子で同時に分離検出できるという特色を持つ。今回我々は、本素子の高効率化と検出におけるクロストーク測定を行った結果について報告する。

### 2. 作製方法及び測定原理

提案素子の作製プロセスをFig.1(a)に示す。まず、互いに逆回りの円偏光状態の光渦と平面波との偏光ホログラムをPPLC膜に露光し、フォーク状の光架橋構造を膜中に記録する。続けて、露光する光渦のトポロジカルチャージの値を変えながら、PPLC膜に角度多重でホログラムを記録する。最後に、熱処理を施して架橋構造に対応する光学異方性を誘起すると、Fig.1(b)に示すような2次元周期構造を有する偏光回折格子(Crossed-fork-shaped polarization grating: Crossed-FPG)が形成される。この偏光回折格子は、各々の偏光ホログラムの回折特性が重畳した特性を示し、Fig.1(c)に示すように特定のトポロジカルチャージ $p$ を持つVBに対応する格子ベクトル方向にガウシアン光へと変換しながら回折させることができる<sup>[1]</sup>。このため、ガウシアン光が回折してきた位置を検出することで、Crossed-FPGに入射する光に含まれるVBのモード分布が同定できる。Crossed-FPGの回折効率はPPLC膜に誘起される異方性の大きさに依存するため、今回の作製実験では、露光エネルギーを振って回折効率が最大となる条件を探索した。

### 3. 実験結果

Fig.2は今回作製した中で最も高い回折効率が得られたCrossed-FPGに $p=1$ のガウシアン光を入射させた際の0次光及び $\pm 1$ 次光の回折像である。 $p=1$ のVBに対応するスポット(D<sub>+</sub>, D<sub>-</sub>)にのみガウシアン光が回折していることが分かる。8スポットの回折効率の合計は43.4%であり、以前の報告(3.2%)に比べて格段に向上させることができた。Fig.3は、Crossed-FPGに4種類のVBを入射した際のスポット間の信号強度を比較した結果である。この結果から、-5.4dB以下のクロストークで4モードのVBを検出する事に成功した。

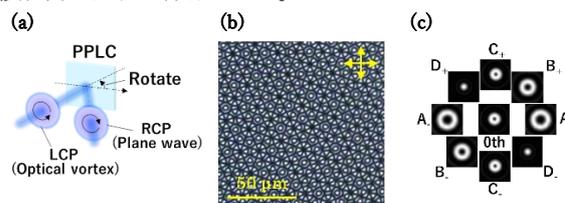


Fig. 1 (a) Schematic of fabrication process of crossed-FPG. (b) Polarization microscope image of crossed-FPG. (c) Numerically simulated diffraction pattern from the crossed-FPG (for the case that the VB with  $p=1$  incidents).

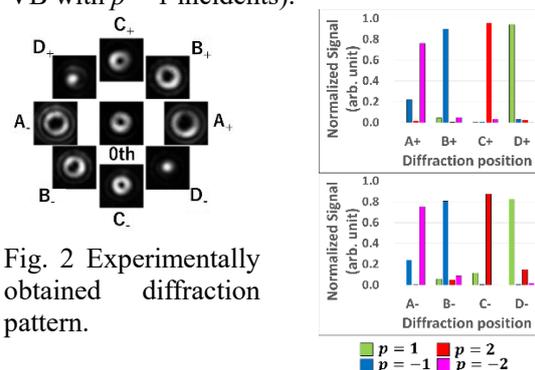


Fig. 2 Experimentally obtained diffraction pattern.

Fig. 3 Experimentally measured crosstalk.

- [1] S. Ramachandran, P. Kristensen, and M. F. Yan, Opt. Lett. 34, 2525 (2009).  
[2] M. Sakamoto, Y. Kaneko, Y. Nakamoto, K. Noda, T. Sasaki, N. Kawasaki, and H. Ono, Appl. Phys. Lett. 115, 061104 (2019).