

高強度かつ広帯域な光渦パルスに適応可能な偏光渦変換器の開発

Development of axially-symmetrically-polarized beam converter for intense and ultra-broadband optical-vortex pulses

北大院工¹, JST-CREST², ○(M2) 塩田 康之¹, 山根 啓作^{1,2}, 覚間 誠一¹, 戸田 泰則^{1,2}, 森田 隆二^{1,2}Hokkaido Univ.¹, JST-CREST², ○(M2) Y. Shioda¹, K. Yamane^{1,2}, S. Kakuma¹,Y. Toda^{1,2}, R. Morita^{1,2}

E-mail: y-shioda@eng.hokudai.ac.jp

現在、偏光渦を生成する方法には、軸対称偏光変換素子を用いる方法や一軸性結晶の異方性を利用して光渦を径偏光と方位角偏光に分離する方法¹⁾などがある。前者については一般的に素子の損傷閾値が低く、比較的閾値が高いものも可動帯域は狭い(数十 nm)。また、後者の場合、原理的に変換効率が 50 %を超えることはない。レーザーアブレーションや高強度物理などへの応用において高強度かつ広帯域な光源が必要な場合、これらの変換方法の短所は問題となる。

そこで本研究では、波長板と偏光ビームスプリッター (PBS) を用いてトポロジカルチャージ $\ell=1$ の光渦パルスを偏光渦に変換する新しい方法を提案し、高強度かつ広帯域な偏光渦の生成を実証する。この方法の変換効率は原理上ほぼ 100 % であり、素子の損傷閾値も比較的高く、アクロマティックな素子を用いることで数百 nm の帯域で変換が可能である。我々はまず広帯域な光源で変換器が動作可能なことを実証するため白色光を用いた原理実証を行った。

実験系を Fig. 1 に示す。チタニウムサファイアレーザー発振器 (180 mW, 800 nm, 80 MHz) の出力をフォトニック結晶ファイバー (PCF; ゼロ分散波長 790 nm, コア径 2.3 μm , 長さ 2.5 cm) に集光し、白色光 (600-900 nm) を生成する。得られた白色光を軸対称波長板によって $\ell=1$ の広帯域光渦に変換²⁾し、偏光渦変換器に入射させる。変換器は PBS と 2 枚のアクロマティック四分の一波長板 (AQWP) からなる。PBS を用いて水平偏光の $\ell=1$ の光渦と垂直偏光の $\ell=-1$ の光渦とを同軸に重ね、AQWP の角度を調節することにより、径偏光や方位角偏光へと変換する。径偏光の場合について、偏光子を回転させながら CCD カメラにより強度分布を測定した実験結果を Fig. 2 に示す。バンドパスフィルター (BPF) を用いることで、複数の波長域において径偏光への変換が行われていることが確認できた。我々は現在、動作可能帯域などの変換器の性能評価を行うとともに、入射光として用いる高強度かつ広帯域な超短光渦パルスの開発を進めている。発表では、これらの開発状況について報告を行う予定である。

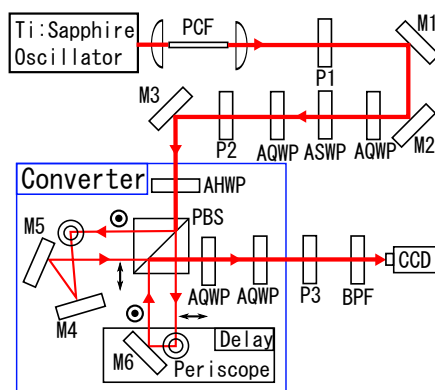


Fig. 1 Schematic of experimental setup. M: mirror, P: polarizer, AQWP: achromatic quarter-wave plate, PBS: polarizing beam-splitter, ASWP: axially symmetric waveplate, BPF: band-pass filter, PCF: photonic crystal fiber.

References: 1) C. Hnatovsky et al., Phys. Rev. Lett. **106**, 106.123901 (2012).
2) K. Yamane et al., Opt. Express **20**, 18986-18993 (2012).

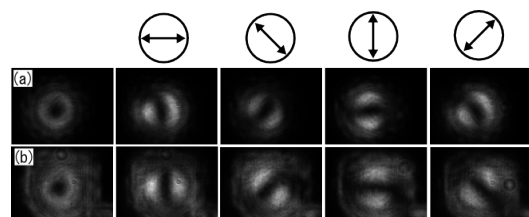


Fig. 2 Beam profiles of generated radially-polarized beam at (a) 730 and (b) 880 nm after passing through polarizer and band-pass filter.