

軸対称な回折格子を用いたラジアル時空間レンズ

Radial spatiotemporal lens using an axially-symmetric grating

宇都宮大オプティクス 〇飯島 亮, 早崎 芳夫

Center for Optical Research and Education, Utsunomiya Univ. 〇Ryo Iijima and Yoshio Hayasaki

E-mail: iijima_r@opt.utsunomiya-u.ac.jp

1. はじめに

時空間同時集光[1,2]は, 超短レーザーパルスを空間的に分光することでパルスを伸長し, 屈折レンズや回折レンズ[3]を用いて再び空間的に集光することで, 集光点近傍でのみ, もとの超短パルスを再生させる手法である. 本手法を実現する光学系は時空間レンズと呼ばれ, 2光子顕微鏡やレーザー加工における, 励起領域の狭小化や集光点付近のパルスの時空間的制御に用いられる. これまでの時空間レンズは, 光軸に垂直な方向(横方向)に対して非対称な集光特性を有していた.

本研究では, 横方向に対称な集光特性を有する時空間レンズを実現し, その集光特性を評価する. これは, 軸対称な回折格子により実現される, ラジアル方向の分光によって実現されるため, ラジアル時空間レンズと呼ばれる.

2. 実験光学系

Fig.1 に実験光学系を示す. 中心波長 800nm, 波長幅 30nm のフェムト秒レーザーパルスは, 自己相関信号の測定のための干渉計により同軸で 2 分割され, ビーム径を調整された後, ラジアル時空間レンズの光学系に与えられる. パルスはアキシコンレンズにより円環状に変換され, 軸対称な回折格子により分光されたのち, 対物レンズ(開口数 NA=0.45)により集光される. 集光点における 2 光子吸収強度を測定するために, GaAsP フォトダイオードを用いた. 空間周波数 312[lp/mm]を有する回折格子は, 電子線露光装置によってガラス基板上におけるレジストをパターン露光することで作製された.

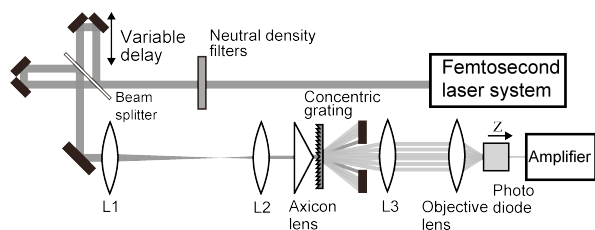


Fig.1 Experimental setup.

3. 実験結果

対物レンズの焦点近傍で, 光軸上における各点でのパルス幅を, フリンジ分解自己相関法を用いて, パルス形状をガウシアンと仮定することで取得した. ここで, パルスのチャープ量は, 再生増幅器内の回折格子対を用いて, 対物レンズの焦点において, 各波長のビーム位相が揃うように調整された.

対物レンズの焦点において, パルス幅は最も短い値を示し, 36fs となった. また, 対物レンズの焦点から 0.25mm の位置において, パルス幅は 131fs となった.

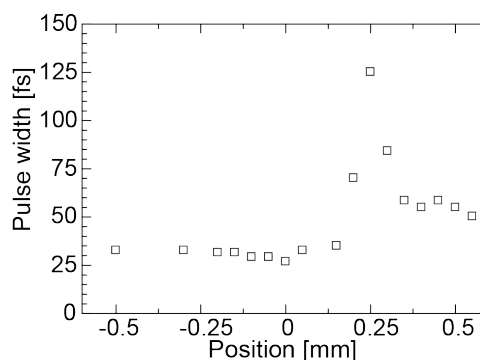


Fig.2 Pulse width along an optical axis.

4. おわりに

ラジアル時空間集光が, 軸対称な回折格子を用いて実現された. 焦点において 36fs, 焦点から 0.25mm の位置において 131fs となり, 時空間同時集光が確認された. さらに, 光学系の最適化により, 光軸方向のパルス幅短縮の先鋭化を図る.

参考文献

- 1) G. Zhu, J. van Howe, M. Durst, W. Zipfel, and C. Xu, Opt. Express **13**, 2153 (2005).
- 2) D. Oron, E. Tal, and Y. Silberberg, Opt. Express **13**, 1468 (2005).
- 3) K. Kimura, S. Hasegawa, and Y. Hayasaki, Opt. Lett. **35**, 139 (2010).