

シングルパルスイメージングによる超高速現象の瞬時 3 次元計測

One-shot three-dimension imaging of ultrafast phenomena with single pulse imaging

○(PD)加藤 峰士^{1,2}, 石井 大貴^{1,2}, 寺田 和博^{1,2}, 森藤 環¹, 美濃島 薫^{1,2}

(1.電通大, 2. JST, ERATO 美濃島知的光シンセサイザ)

○(PD)Takashi Kato^{1,2}, Hiroataka Ishii^{1,2}, Kazuhiro Terada^{1,2}, Tamaki Moritoh¹
and Kaoru Minoshima^{1,2}

(1. The Univ. of Electro-Communications (UEC),

2. JST, ERATO MINOSHIMA Intelligent Optical Synthesizer (IOS))

E-mail: takashi.kato@uec.ac.jp

近年、工学・産業において高精度な瞬時 3 次元計測手法が切望されており、我々は高い制御性とコヒーレンスを有した超短パルス列である光コムを用いて、超高精度と広範囲測定を同時に実現する手法を開発している。これまでに、チャープした超短パルスを用いた時間・空間・周波数情報の瞬時変換手法[1]に基づき、実用性の優れたファイバレーザによる光コムのスペクトル干渉を用いた瞬時 3 次元計測手法を開発した。これは、形状および内部情報を超高速($\sim$ fs)に $\text{sub-}\mu\text{m}$ の不確かさで取得可能な手法である[2, 3]。これまでに光演算による高解像度 2 次元分光法を新たに開発することで画像素子と同等の空間解像度を有する瞬時 3 次元計測を開発・実現した[4]。さらに原理的な最高時間分解能である $\sim$ fs の形状計測の実現のため、AOM によるパルスピックアップを用いたテストターゲットの 3 次元計測を行い、定量性を保ちつつ取得することに成功した[5]。本研究では、このシングルパルスイメージングとポンププローブ法を用いて、高電圧パルス印加時の LiNbO_3 結晶の位相遅れを、時間分解イメージングによる瞬時 3 次元計測を試みた。

実験では Er ファイバコムの繰り返し周波数(f_{rep})を約 51 MHz で安定化し、参照光と物体光をそれぞれ SMF と DCF でチャープさせて 9 ps と 16 ps のチャープパルスを発生させた。そして AOM でパルスを抜き出し、繰り返し周波数 30 kHz のパルス列を生成した。このパルス列と同期して、100 ns 程度で立ち上がる高電圧パルスを LiNbO_3 ($4 \times 3 \times 40$ mm)に印加し、電気光学効果と圧電効果による位相遅れをスペクトル干渉像によって 2 次元的に計測した。図 1 に計測された位相遅れによる干渉画像の過渡変化を示した。図が示す通り、測定する光パルスと高電圧パルスの時間差を与えた結果、高電圧が印加されることによって位相分布が変化する様子が観察された。本干渉像から簡単な解析によって時間分解 3 次元像が取得できる。本研究は、JST, ERATO 美濃島知的光シンセサイザプロジェクト(JPMJER1304)、JSPS 科研費(19K15464)の助成を受けた。

[1] K. Minoshima, H. Matsumoto, Z. Zhang, and T. Yagi, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **33**, L1348–L1351 (1994).

[2] T. Kato, M. Uchida, and K. Minoshima, *Sci. Rep.*, **7**(1), p. 3670 (2017).

[3] T. Kato, M. Uchida, Y. Tanaka, and K. Minoshima, *OSA Continuum*, **3**(1), 20-30 (2020).

[4] T. Kato, M. Uchida, Y. Tanaka, and K. Minoshima, *CLEO2019*, SM2H.4 (2019).

[5] 加藤峰士、石井大貴、寺田和博、森藤環、美濃島薫、第 80 回応物秋季、21a-E205-10 (2019).

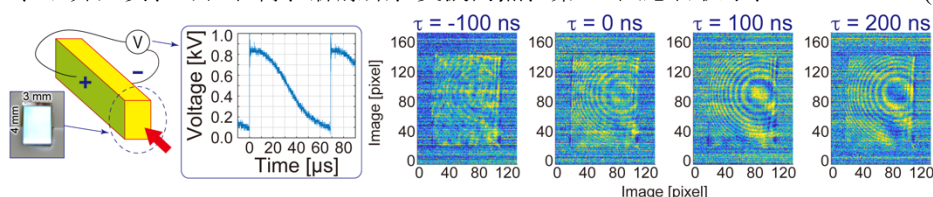


図 1 : 高電圧パルスで誘起された、LN 結晶の電気光学効果と圧電効果による位相変化