

# チャープパルスを用いた超高速現象のデジタルホログラフィー

## Chirped pulse digital holography for measuring ultrafast phenomena

電子光工学科 唐澤直樹 (Naoki KARASAWA)

Optical setups for measuring the sequence of ultrafast optical wavefronts using a chirped pulse as a reference wave in digital holography are proposed and analyzed. In this method, multiple ultrafast object pulses are used to probe the temporal evolution of ultrafast phenomena and they are interfered with a chirped reference wave to record a digital hologram. Wavefronts at different times can be reconstructed separately from the recorded hologram when the reference pulse can be treated as a quasi-monochromatic wave during the pulse width of each object pulse. The feasibility of this method is demonstrated by numerical simulation.

本研究は超短パルスレーザー光の集光による放電現象等の超高速現象の位相・振幅画像を超短時間間隔で複数枚記録するための新たなデジタルホログラフィーの手法に関するものである。デジタルホログラフィーは CCD 等の画像センサーに物体光と参照光の干渉縞を記録し、計算によって物体光を再生する手法である。従来の超短時間用のデジタルホログラフィー研究においては、複数の角度が少しずつ異なる物体光と目的光のパルス対を用いる等、光学系が複雑であり画像枚数の増加が難しいという欠点があった。本研究では参照光として単一のチャープパルスを用い、それを複数の物体光パルスと干渉させる。物体光パルスと参照光パルスが干渉するタイミングによって参照光パルスの瞬時周波数が異なるため、それぞれのタイミングで画像センサーに記録される干渉縞はその空間周波数がタイミングによって異なるものとなる。Fig 1.に実験系を示す。ここで超短光パルスを物体光と参照光に分割し、参照光には大きな群遅延分散 (GDD) を与えて大きなチャープを与えている。また物体光は干渉計に類似した光学系で2つのパルス列としており、これらのパルスは超高速現象 (UP) の領域を異なる時間でプローブしてそれぞれの時間の波面を得ている。Fig 2.に観測される超高速現象の振幅と位相のシミュレーション結果例をグレースケールで示す。ここでは中心波長 800 nm、パルス幅 10 fs のパルスを用い、参照パルスはそれに GDD を与えてパルス幅を 100 倍に引き延ばしたものとしている。物体パルスは  $t_1=500$  fs と  $t_2=500$  fs で参照パルスと干渉してホログラム記録を行っている。Fig 2.の上段に物体光パルスに与えられた振幅と位相 ((a)と(b)がパルス 1、(c)と(d)がパルス 2) を示し、下段にデジタルホログラフィーから再生されたそれぞれの物体パルスの振幅と位相を示す。図に示されるように 1 ps の時間間隔の波面情報が良く再現されていることがわかる。

参考文献：N. Karasawa “Chirped pulse digital holography for measuring the sequence of ultrafast optical wavefronts” *Opt. Commun.* **413**, 19 (2018).

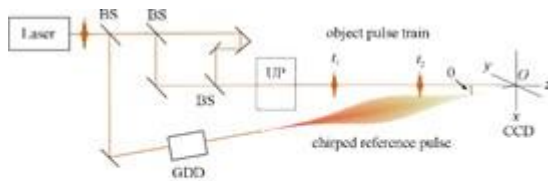


Fig 1. Experimental setup.

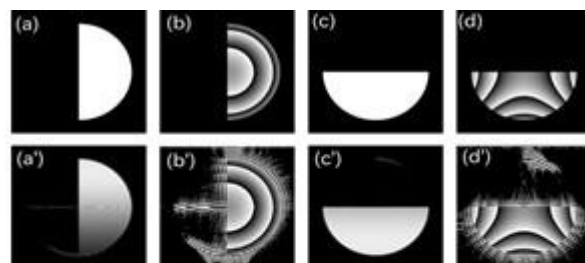


Fig 2. (a) and (c) show intensities of object pulses 1 and 2. (b) and (d) show the phases of object pulses 1 and 2. (a') and (c') show the intensities of the reconstructed wavefronts 1 and 2. (b') and (d') show the phases of the reconstructed wavefronts 1 and 2.