

空間位相変調器による 4.1 fs 光パルスの発生

北海道大学工学研究科¹・JST²千歳科学技術大学³ニデック⁴ベル研ルーセントテクノロジー
唐沢 直樹¹、房 暁俊¹、李 黎明²、足立 宗之³、日下 哲、R. S. Windeler⁴、小林 壮一²、
森田 隆二、山下 幹雄

Generation of 4.1 fs Optical Pulses Using a Spatial Light Modulator

N. Karasawa¹, X. Fang¹, L. Li², M. Adachi³, S. Kusaka, R. S. Windeler⁴, S. Kobayashi², R. Morita,
M. Yamashita Hokkaido University¹・CREST JST²・Chitose Institute of Science and Technology³
・Nidek Co.⁴・Bell Labs. Lucent Technologies

(1) 空間位相変調器のみによるサイクル時間域光パルスの発生

我々は液晶空間位相変調器(SLM)をパルス整形光学系中に用いて分散補償を行い、プリズム対などの前置チャープ補償無しでサイクル時間域光パルスの発生に成功した。実験においては Ti:sapphire レーザー増幅システムからの光パルスをアルゴン充填中空ファイバーに導波して白色光パルス(500-1000 nm)を発生した後、SLM(648ピクセル)と回折格子及び凹面鏡によって構成される 4-f 光学系によってパルス圧縮を行った。この際、SLM各ピクセルに与える位相は4次までのテイラー展開の係数を与えることにより決定した。図1にこの結果得られたフリンジ分解相関(FRAC)波形を示す。これは 4.1 fs フーリエ限界(FTL)パルス(1.78 サイクルパルス)と推測された。図2に同様に発生された光パルスの周波数分解光ゲート(FROG)法による計測結果を示す。このときパルス幅は 5.0 fs であり、位相はパルス中心部でその変動が $\pi/2$ 以内になっていることがわかった。

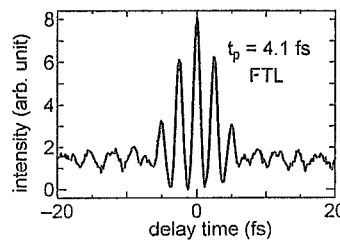


図1 FRAC計測結果

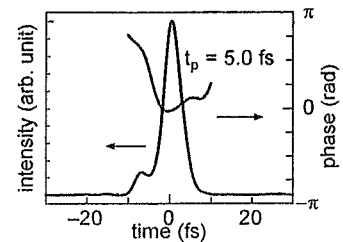


図2 FROG 計測結果

(2) SPIDER によるサイクル時間域光パルスの振幅位相計測

モノサイクル時間領域の光パルス計測のために、被測定パルスペアのスペクトル干渉を利用した SPIDER 測定装置を試作した。被測定パルスを帯域 500-1300 nm の多層膜ビームスプリッター(R:T=1:1)で2経路に分け、ひとつのビームは遅延時間 τ (=327 fs)を与えたパルスペア(I_1 と I_2)を発生させ、もう一方のビームはチャープ(パルス幅 8.1 ps)をもったパルス(I_c)を発生させる。これらのビームを焦点距離 50.8 mm の放物面鏡(帯域 400-1300 nm)により厚さ 50 μ m、Type II 位相整合の BBO 結晶に集光させ、和周波光を発生させる。 $I_1 + I_c$ と $I_2 + I_c$ との両和周波光は周波数的に Ω (4.53×10^{-2} rad/fs)だけシフトしており、両者の和周波干渉スペクトルを分光器に通して ICCD で検出する。これらのスペクトルデータを使いプログラム解析することにより 6~7fs のパルス波形 $I(t)$ と位相変化 $\phi(t)$ を測定することができた。

(3) 高繰返しマイクロストラクチャーファイバー出力パルスのチャープ補償

フォトニッククリスタルファイバー(PCF)は、コア直径 1.7 μ mで、直径 1.3 μ mのエアホールが六角形にコアを囲んだ構造となっており、767 nm でゼロ群速度分散となっている。光源には、12 fs モードロック Ti:sapphire レーザーを使用した。PCF(61 mm 長)伝播中の自己位相変調プラス分散効果によってスペクトル幅 460~1020 nm(358 THz 幅)まで広がった超広帯域コヒーレント光波の発生を確認した。さらに、出力パルスをプリズム対、4-f 光学系及び SLM によってチャープ補償を行った。

また、我々はテーパーガラスファイバーを用いた自己位相変調プラス分散効果によっても超広帯域コヒーレント光波の発生を確認した。石英ファイバー(クラッド直径 125 μ m, 出入射コア直径 9 μ m, 初期長 10 mm)を引き伸ばすことによってテーパーガラスファイバーを作製した。このファイバーによって発生した超広帯域コヒーレント光波(図3)を SLM によってチャープ補償を行った。

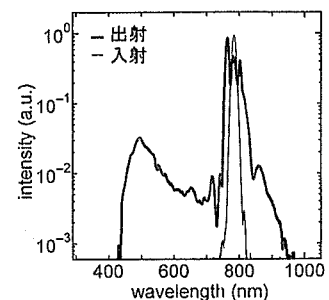


図3 テーパーファイバースペクトル