

Arbitrary manipulation of amplitudes and phases of broadband optical waves and its application to generation of ultrashort pulses

C. Zhang¹, D. Tregubov¹, K. Yoshii^{1,3}, C. Ohae^{2,3}, M. Suzuki¹, K. Minoshima^{1,2,3},
and M. Katsuragawa^{1,2,3}



¹Graduate School of Informatics and Engineering, UEC

²Institute for Advanced Science, UEC

³JST, ERATO MINOSHIMA Intelligent Optical Synthesizer (IOS)

広帯域に渡るスペクトルの振幅、および、位相に関する新しい操作方法について報告する。その手法は極めてシンプルで、光軸上に三種類の基本光学素子をおきその厚みを操作するだけである。

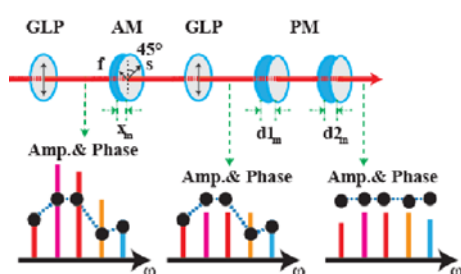


Fig. 1. Conceptual illustration of amplitude and phase manipulations.

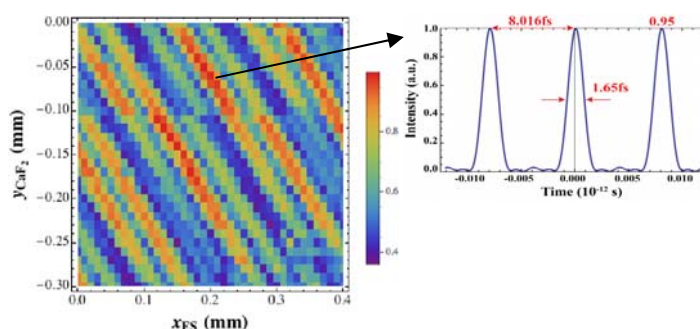


Fig. 2. Counter plot regarding intensities of the produced pulse shape as a function of thicknesses of the two inserted dispersive plates and the retrieved ultrashort pulses at the specific plate thicknesses.

図 1 にここで用いる手法の概念図を示す。光軸上に置いた異方性光学媒質と偏光子でスペクトルの振幅分布を操作し、さらに、透明な複数の分散媒質を用いて位相分布を操作する。制御するのは用いる光学媒質の厚みだけで、典型的には μm からサブ μm の精度が要求されるが技術的には十分達成可能である。

典型例を示す。スペクトルには、パラ水素を非線形光学媒質とするラマン近共鳴四波混合過程をもとに発生させた 5 周波数成分 (480 nm ~ 2.4 μm) を用いた。ここでは図 1 の手法をもとに、この 5 周波数成分の振幅分布・相対位相分布を操作することで、フーリエ変換限界超短パルス列を生成することを試みた。図 2 は、振幅・位相操作の結果、生成されたパルス波形のピーク強度をカウンタープロットしたものである。横軸は位相制御のために光軸上に挿入した熔融石英板の厚みの変化 (0.4 mm)、縦軸は同様に光軸上に挿入したフッ化カルシウムの厚みの変化 (0.3 mm) をとっている。得られた結果は、数値計算で予測される結果にほぼ一致した。最も高いピーク強度が得られた条件下での振幅・位相分布の値をもとに、パルス強度波形を再生したものが図 2 右図になる。パルス幅 1.65 fs (TL 幅: 1.65 fs), パルス間隔 8.016 fs, ピーク強度 0.95 (TL のとき 1) のフーリエ変換限界超短パルス列が生成されたことが確認できた。

この手法は簡便で、かつ、高強度のレーザー光にスケールアップできることに魅力がある。現在、この成果をもとにアト秒パルス列の発生に向けて拡張を進めている。当日は、このプロジェクトの今後の展望も含めて紹介したい。