

空間光変調器パルスシェーパーの位相・強度変調パターン設計に関する検討

A study for design of phase-intensity modulation pattern used in SLM pulse shaper

浜松ホトニクス(株) 中央研究所, °渡辺向陽, 高橋考二, 伊藤晴康, 松本直也, 井上卓

Central Research Laboratory, Hamamatsu Photonics K. K., °Koyo Watanabe, Koji Takahashi,

Haruyasu Itoh, Naoya Matsumoto, Takashi Inoue

E-mail: koyo.watanabe@crl.hpk.co.jp

【はじめに】我々はレーザー加工の高効率化を目指し、短パルス光の強度スペクトルと位相スペクトルの同時変調が可能な空間光変調器パルスシェーパー(SLM-PS)の研究開発を行っている。SLM-PS は位相スペクトルを変調することによってパルス波形を制御するが、2 次元 SLM を用いることで強度スペクトルも変調できる。強度変調の併用により、精密な波形制御が可能になるが、その変調パターンの設計法は確立されているとはいえない。本発表では、強度変調の性質を調べることを目的として、ダブルパルス生成という単純な課題に対して 2 種類の変調パターン設計方法を適用し、その特性をシミュレーションで検討した結果について報告する。

【計算方法・結果】位相変調のみでダブルパルスを生成するには、位相スペクトルに矩形波の変調を与えればよいが、時間波形に不要な高次回折パルスが発生する。一方、強度変調を併用して、入射光の複素振幅スペクトルに $\cos$ 関数状の変調を与えれば、不要パルスが発生しない。ただし、50%の強度損失が生じる。不要パルスの大きさと強度損失への許容度は応用によって異なる。したがって、強度変調の併用に当たっては、両者のバランスを考える必要がある。

強度損失に対する 1 つの改善策として、 $\cos$ 関数状の強度変調量を段階的に落とす方法が考えられる。図 1 (a)にその例を示す。また、図 1 (b)破線 (青) に、強度損失量に対する不要パルスピークの割合 (所望のダブルパルスのピーク値に対する最大の不要パルスのピーク値の割合) を示す。この結果は、強度損失量を任意に選ぶことで、波形制御精度を任意に選択できることを示す。

強度損失に対する 2 つめの改善策として、位相スペクトル設計に Iterative Fourier Transform Algorithm (IFTA)を導入することを検討した。IFTA で得られた位相変調パターンを用いた結果を図 1 (b)実線に示す。IFTA の導入により、全体的に不要パルスピークの割合が改善している。例えば、強度変調を併用しなくとも 2.5 倍の改善があり、また 25%の強度損失に相当する強度変調時では 3.7 倍改善することがわかった。【謝辞】この研究は JSTA-STEP の委託を受けて実施した。

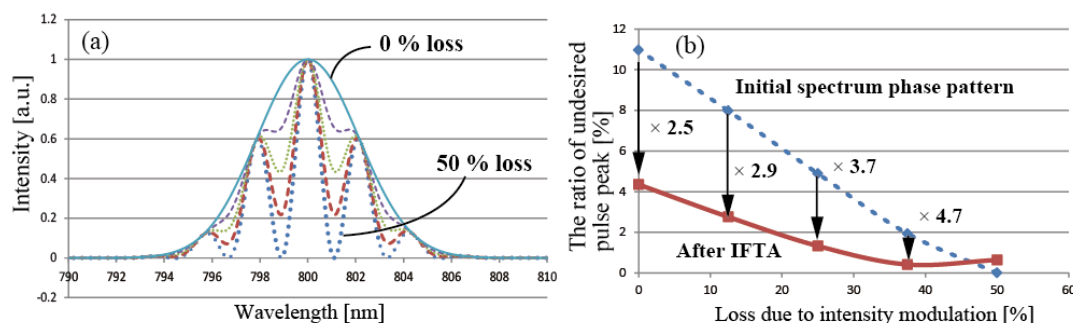


Fig. 1: (a) shows the intensity spectrum modulation. (b) shows the Ratio of undesired pulse peak as a function of intensity loss.