

超広帯域光パルス整形を用いたプラズモン時空間制御

Spatio-temporal plasmon control using shaped ultra-broadband laser pulses

Objectives

金属ナノ構造が形成する局在プラズモン場は、光の回折限界以下の空間で新しい光と物質の相互作用を制御できる。我々は、ナノ構造のデザインに加え、オクターブ近い超広帯域レーザーパルスの瞬時周波数プロファイルおよび瞬時偏光特性を整形することで、局在プラズモン場の時空間特性を制御することに着目し、その計測・制御方法の開発と新しい光反応場としての応用を目指す。

Local plasmons formed in nanometer-scale metal structures offer us a novel light-matter interaction field within the diffraction limit. We propose that ultra-broadband laser pulses, whose temporal frequency and polarization are shaped, can be used to control the local plasmon spatio-temporal distribution in nano-metal structures. We are aiming to develop the technologies required to control and measure these spatio-temporal plasmon fields and to seek applications of this novel optical reaction field.

Achievements

- プラズモン共鳴波長が金属ナノ構造のサイズ、形状、材料に強く依存することを利用し、超広帯域フェムト秒レーザーの周波数チャープ特性および偏光波形を整形することで、プラズモン共鳴が発生する時刻と場所をナノ空間内で制御できることをFDTDモデルから明らかにした。
- 偏光特性を冗長性なしに整形可能なフェムト秒レーザー波形整形器を開発した。
- 時空間制御された局在高速プラズモン場を計測するための近接場顕微鏡干渉計および暗視野顕微鏡干渉計を開発した。

- We have revealed, using FDTD numerical calculations, that ultra-broadband laser pulses, whose temporal frequency and polarization profiles are shaped, can control the spatio-temporal distribution of plasmon resonance enhancement in nano-metal structures.
- A novel polarization pulse shaper was developed for ultrashort laser pulses.
- Diagnostics for spatio-temporal ultrafast plasmons was developed using near-field microscopy and dark-field microscopy.

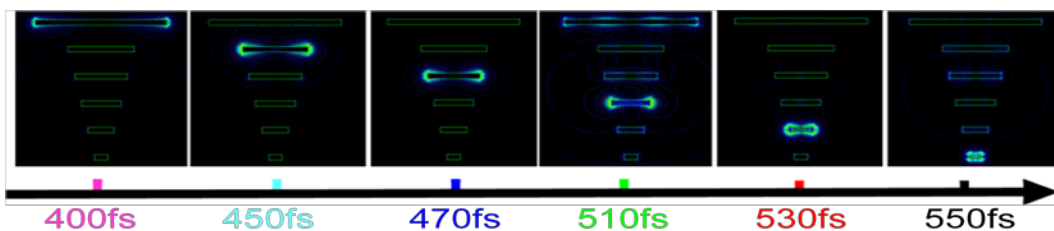


Fig. 1

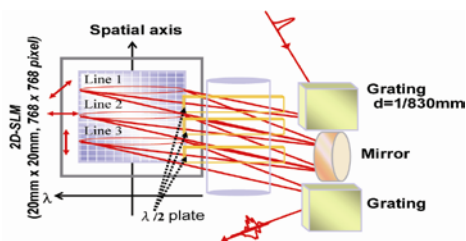


Fig. 2

Fig. 1: Results of numerical calculations indicating that the plasmon resonance enhancement at various nano-rods with different aspect ratios is temporally shifted along frequency chirp in a femtosecond excitation pulse.

Fig. 2: Schematic setup of a novel femtosecond polarization pulse shaper using a 2-D spatial light modulator.

References

- 1) Y. Esumi, M.D. Kabir and F. Kannari, "Spatiotemporal vector shaping of ultrashort laser pulses with a multi-pass two-dimensional spatial light modulator", *Opt. Express* 17, 19153 (2009).
- 2) T. Harada, K. Matsuishi, N. Sugiura, and F. Kannari, "Spatio-temporal control of local plasmon using chirped femtosecond laser pulses", *Opt. Express* (submitted) (2010).