

フェムト秒レーザ波形整形を用いた 回折格子結合超高速表面プラズモンパルス制御 Control of grating-coupled ultrafast surface plasmon pulse by shaping femtosecond laser pulse

慶大理工, °藤間 一憲, 大西 秀太郎, 草場 美幸, 廣澤 賢一, 神成 文彦

Keio Univ., °Kazunori Toma, Shutaro Onishi, Miyuki Kusaba, Kenichi Hirose, and Fumihiko Kannari

E-mail: kannari@elec.keio.ac.jp

サブ波長領域への超高速プラズモン集光は、時間および空間的に極限的に限定された光励起を可能とする。手法のひとつとして、回折格子構造を有す金属テーパチップへフェムト秒レーザパルス励起の表面プラズモン-ポラリトン(SPP)を結合させることでチップ先端へのナノ集光が可能である[1]。先端では伝搬した SPP パルスによる 2 次高調波発生が可能となり、IFROG 法による SPP パルスの時間特性測定が行われている [2]。我々は、フェムト秒レーザパルス励起によって金テーパチップに結合した SPP パルスのナノ集光特性を測定した。また、励起レーザパルスの波形整形によるナノ集光パルスの時間的制御を行った。

用いた計測法は、暗視野顕微鏡による相互相関測定であり、参照パルスが既知であれば信号パルスの振幅および位相を取得できる。Fig. 1 に実験セットアップを示す。設計製作した金テーパチップは、先端の角度が 15° 、曲率半径が ~ 20 nm であり、周期 1730 nm、幅 860 nm、深さ 200 nm の溝が 8 本刻まれている。中心波長 800 nm、パルス幅 8 fs の Ti:Sapphire フェムト秒レーザを Bragg 回折条件を満たす角度で回折格子に照射した。入射角を変えることで SPP 結合波長が変化できる。励起光をビームスプリッターで 2 つのパルスに分け、一方のパルスは励起光として用い、先端からの散乱光を対物レンズを用いて CCD に入射させた。もう一方のパルスは、参照光として遅延時間をつけて CCD に直接入射することで信号光と干渉させた。遅延時間を走査することでフリンジ分解電界相互相関関数を求めた。計測した SPP ナノ集光の時間特性から結合・伝播の応答関数を算出し、励起レーザの波形整形によってナノ集光パルスの時間的制御を行った。また、先端における第 2 次高調波スペクトルを制御することで、応答関数および応答関数に基づくパルス制御の検証を行った。微弱光である先端の第 2 次高調波は、アバランシェフォトダイオードを用いてシングルフォトンカウンティング法によって計測した。

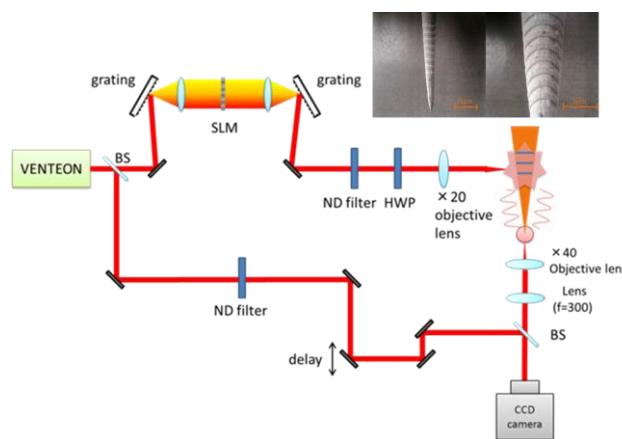


Fig. 1 Experimental setup of cross-correlation dark-field image measurement.

[1] C. Ropers, C. C. Neacsu, T. Elsaesser, M. Albrecht, M. B. Raschke, and C. Lienau, Nano Lett. 7, 2784-2788 (2007).

[2] S. Berweger, J. M. Atkin, X. G. Xu, R. L. Olmon, and M. B. Raschke, Nano Lett. 11, 4309-4313 (2011).