

## シリコン表面のフェムト秒レーザー励起プラズモンと アブレーション形状の変化の観測

### Plasmons on Si excited with a femtosecond laser pulse and morphological change of ablated surfaces

○萩谷 将人、宮地 悟代 (東京農工大)

◎Masato Hagiya, Godai Miyaji (Tokyo Univ. of A & T)

E-mail: s157939u@st.go.tuat.ac.jp

**はじめに:** 複数のフェムト秒(fs)レーザーパルス照射による固体表面へのナノ周期構造生成の周期性が、表面プラズモンポラリトン(SPP)に起因することを示してきた[1]。しかし、これまで SPP 励起を示す信号を観測した研究例はなく、その特性は不明であった。昨年、SPP と光の位相整合に必要な表面粗さをモデル化したターゲットを用いて反射率測定実験を行い SPP 励起に由来する反射率変化を検出することに世界で初めて成功した[2]。本研究では、本手法の有効性を検証するため、フルーエンス  $F$  を変えた fs レーザーによって変化する反射率と表面形状の変化を測定した。

**実験方法:** 高強度 fs パルスを入射角度  $\theta \sim 24^\circ$  で照射することによって Si 表面に SPP が励起されるよう、周期間隔 1300 nm、深さ  $d = 66$  nm の Si 回折格子を準備した。Ti:sapphire レーザーから出力される fs パルス(100 fs, 800 nm)を、アブレーションしきい値より高い  $F = 500 - 1400$  mJ/cm<sup>2</sup> で集光・照射し、 $\theta$  を変えて反射率を測定した。

**結果と考察:** 結果を図 1 に示す。 $F$  を 700 から 1400 mJ/cm<sup>2</sup> まで増加させると、反射率曲線の形状が変化し、SPP 励起を示す反射率減少 (ディップ) が観測される入射角  $\theta_{\text{SPP}}$  が  $24.0^\circ$  から  $23.5^\circ$  に変化していることがわかる。図 2 に、 $\theta_{\text{SPP}}$  でレーザー照射後のターゲットの表面形状を走査プローブ顕微鏡(SPM)で測定した結果を示す。溝の深さ  $d$  は  $F$  を増加させると、 $F = 700$  mJ/cm<sup>2</sup> で極値をもった後、減少している。これらの結果は、 $F$  によって SPP 波長が 780 nm から 790 nm に変化したこと、これに伴って SPP 周囲の近接場の空間分布が変化し、アブレーション形状が変化したことを明確に示している。

[1] G. Miyaji and K. Miyazaki, Opt. Express **16**, 16265 (2008).

[2] 萩谷将人, 宮地悟代, 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会講演予稿集, 13p-2F-9 (2015).

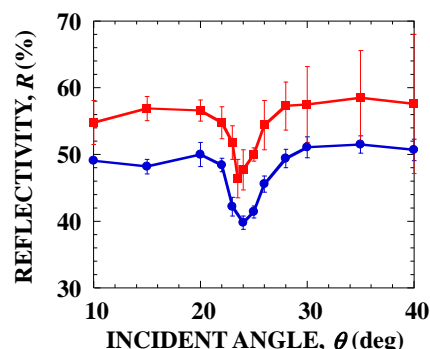


Fig. 1 Reflectivity of Si gratings measured with a  $p$ -polarized fs pulse at  $F = 700$  mJ/cm<sup>2</sup> (circles) and  $F = 1400$  mJ/cm<sup>2</sup> (squares) as a function of the incident angle  $\theta$ .

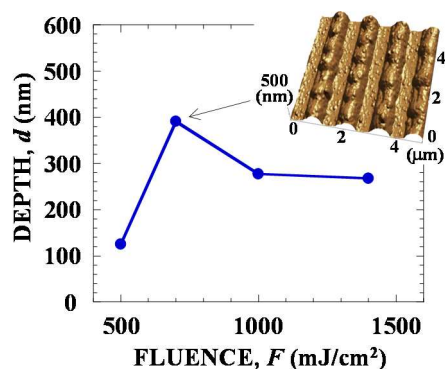


Fig. 2 Depth of surface structures on ablated targets with a  $p$ -polarized fs pulse at  $\theta_{\text{SPP}}$  as a function of the fluences  $F$ . The inset denotes an example of the SPM image of the ablated Si grating surface.