

フェムト秒レーザーによるシリコン表面へのプラズモニック近接場の 励起とアブレーション形状変化の観測

Observation of morphological change of Si surfaces through ablation induced by plasmonic near-fields excited with an intense femtosecond laser pulse

○萩谷 将人、宮地 悟代 (東京農工大)

○Masato Hagiya, Godai Miyaji (Tokyo Univ. of Agriculture and Technology)

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

はじめに：金属-誘電体界面の表面プラズモンポラリトン (SPP) の研究が進む一方で、高強度レーザーによる誘電体-誘電体界面への SPP が近年注目されている。なぜなら、それがフェムト秒(fs)レーザーアブレーションによる固体表面の微細な周期構造生成の主要なメカニズムの一つであると提案されたからである[1]。しかし、これまで金属-誘電体界面を用いた研究のように SPP が直接観測されたことはなく、未だ実証されていなかった。本研究では、Si-大気の界面に励起される SPP を観測するために、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に fs パルスを照射し、反射率と表面形状を測定した。

実験方法：高強度 fs パルスにより入射角 $\theta \sim 24^\circ$ で SPP が励起されるような周期 1300 nm、深さ 66 nm の Si 回折格子を準備した。その表面に p または s 偏光の 800 nm, 100 fs, フルエンス F のレーザーパルスを、 θ を変えて単一パルス照射し、CCD カメラで反射率を測定した。表面形状を電子顕微鏡と走査プローブ顕微鏡 (SPM) で観測した。

結果と考察：結果を図 1 に示す。 F を 500 から 2000 mJ/cm² まで増加させると、 F によらず p 偏光では $\theta \sim 24^\circ$ で反射率の減少が観測された。この結果は、 $F > 500$ mJ/cm² で Si-大気の界面に SPP が励起されたことを明確に示している。図 2 に SPM 画像の例と F による溝深さ d の変化を示す。SPP が励起されると、 d は $F = 700$ mJ/cm² で最大値をとる。また、 F をさらに増加させても d は変化しなかった。これは、 $F > 500$ mJ/cm² では SPP によって周期的に増強された近接場がナノアブレーションを誘起することを示している。講演では、 F による表面形状の変化を基に、詳細な物理過程を議論する。

[1] G. Miyaji and K. Miyazaki, *Opt. Express* **16**, 16265 (2008); *ibid*, **20**, 14848 (2012).

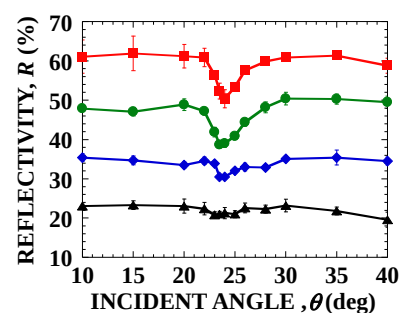


Fig.1 Reflectivity of Si gratings measured with a p -polarized fs pulse at $F = 40$ mJ/cm² (triangles), $F = 500$ mJ/cm² (diamonds), $F = 700$ mJ/cm² (circles), and $F = 2000$ mJ/cm² (squares) as a function of the incident angle θ .

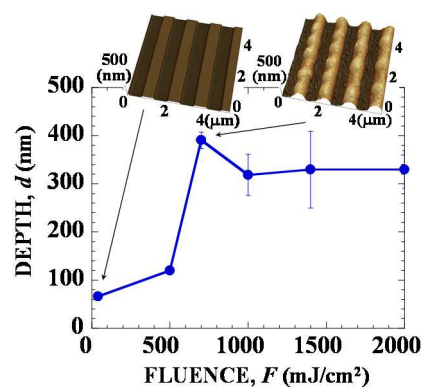


Fig.2 Depth of surface structures on the surface irradiated with a p -polarized fs laser pulse at $\theta = 24^\circ$ as a function of the fluences. The insets denote examples of the SPM images of the surfaces at $F = 40$ mJ/cm² (left) and $F = 700$ mJ/cm² (right).